服务于中国建筑给水排水行业的专业技术刊物

2023 Vol.11 No.5

建筑给水排水

BUILDING WATER & WASTEWATER ENGINEERING

主办：中国建筑学会建筑给水排水研究分会　中国城镇供水排水协会建筑给水排水分会　ISSN:2224-2821


正康
CHNCON
纳斯达克上市企业 股票代码：ZKIN
Nasdaq
DVGW
GB/CJ/CECS 等标准编制单位
全国不锈钢管道连接技术实验室
全国建筑排水技术研发中心
浙江省管道连接技术研究院
健康饮用水
源自正康管
— 新型管道核心技术研创者 —
健康
安全
经济
耐用
康管家10星卓越服务
浙江正康实业股份有限公司
ZHEJIANG ZHENGKANG INDUSTRY CO., LTD.
400-990-5585
www.chncon.com
正康官网
微信公众号

成都共同管业集团股份有限公司
CHENGDU COMMON TUBE GROUP CO.,LTD

不锈钢环压式管件

GB/T 33926-2017《不锈钢环压式管件》于2018年2月1日正式实施。

环压式连接五大优势

01统一外径和壁厚，实现互通互换;

02环压连接工作压力可达2.5Mpa;

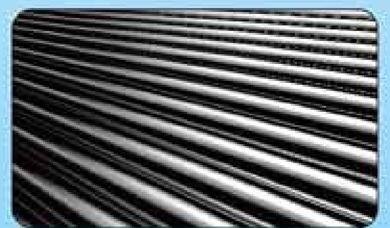
03环压连接压接口径可达DN150;

04环形锁紧，同等壁厚抗拉拔强度提高40%;

05填充式密封,使用寿命大于70年。

★ 不漏水——选用共同牌环压式不锈钢管道产品！★

共同牌环压式管件销售数亿个，无一例漏水。



不锈钢管材

环压式不锈钢管件

沟槽式不锈钢管件

部分工程案例

北京大兴国际机场

成都天府国际机场

南京禄口国际机场

www.commc.cn

4000-819-817

扫一扫关注
共同管业官方微信

GF Piping Systems
+GF+
Improving water quality
第三代智能活水系统
安心
系统运行效果可视化
监控、预警、记录
健康
有效防止军团菌等微生物滋生
节能
能耗节约达 25%
延长管道和卫生设备寿命
舒适
水量充沛，水压均衡
温度均衡，即开即热
冷热水管路系统
抗结垢、不锈蚀、寿命长，
更高标准的健康管道，为
每个家庭输送安全健康的
生活用水。
DS 系列
多参数水质监测
无论是二次供水改造还是新建泵
房，让您轻松实现饮用水水质监测，守
护最后一公里的供水安全。
维护量小
低耗材
集成高
精确度高
Hycleen
自动化系统
液压平衡和自动冲洗，防
止军团菌滋生；即开即热，
舒适节能。整个过程实现
自动控制和监测记录。
更多详情联系水专家
400 821 0352
扫码获得
电子样本


GEBERIT
瑞士 吉博力 · 始于1874
Aquorain 侧墙式地漏
吉博力全面实现零降板同层排水
Aquorain 侧墙式地漏全新上市，全能实现零降板同层排水。安装高度仅为 3.5 公分满足零降板安装环境，轻松释放 30 公分层高；专利偏心调节组件减少安装误差，排水量最高可达 0.8L/ 秒，超过国标 2.6 倍以上，自清洁性能高达 100%，避免堵塞，长效免维护。
DESIGN AWARD 2023

MEA Steady-Blauwal
蓝鲸灵系列污水提升泵站

MEA HDPE油脂分离器

MEA 全排型油脂分离器

MEA Smart-Beluga
白鲸灵系列污水提升泵站

引领行业生态，共创美好城市

MEA Group GmbH：www.mea-group.com

NFZS 南方智水

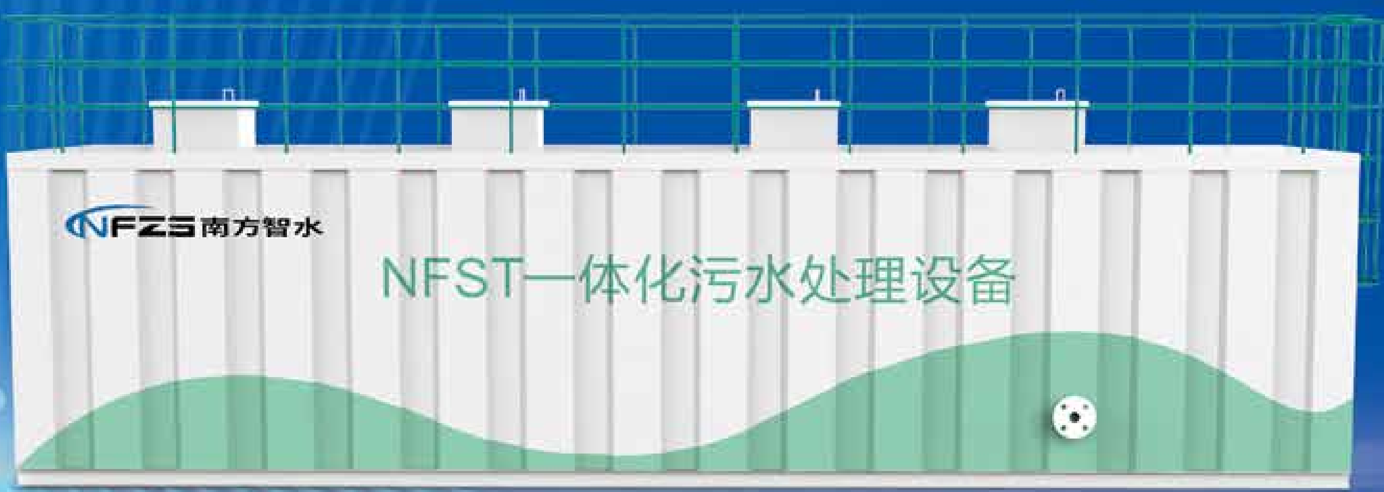
NFST

INTEGRATED SEWAGE TREATMENT EQUIPMENT

一体化污水处理设备

让用水更安心

To make it secure to water-using



随着环保意识和环保要求的不断提高，对于污水排放标准也日渐严格。传统的“统一收集+集中处理”的模式在收集面日益扩大和分散的背景下，越来越无法满足污水治理需求。“集中处理”+“分散处理”相结合的模式越来越多的被采纳。配合传统集中污水处理厂，根据区位条件、人口分布、污水规模、水质条件、排放去向、排放标准等因素，因地制宜，建设小型分散式污水处理设备，实现污水就近处理、就地排放。

NFST一体化污水处理设备根据项目需求选择不同工艺路线，满足不同工况需求，达到出水水质要求。一体化污水处理设备将生物处理、化学处理、物理处理有效结合，有效去除污水中的有机污染物、N、P、S等污染物，确保出水水质达标，具有技术性能稳定可靠，处理效果好，投资少，运行维护简单方便等优点。

模块化、标准化设计，现场建设周期短

PLC控制，自动化程度高，无人值守

出水水质稳定，污泥产量少并易于处理

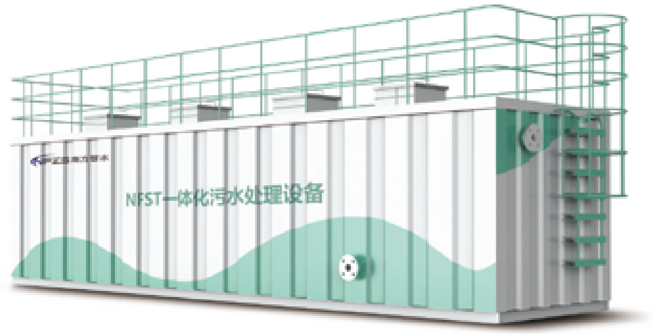
特种防腐工艺，使用寿命长

抗冲击负荷的能力强，高效脱氮除磷

结构布置紧凑，占地面积少

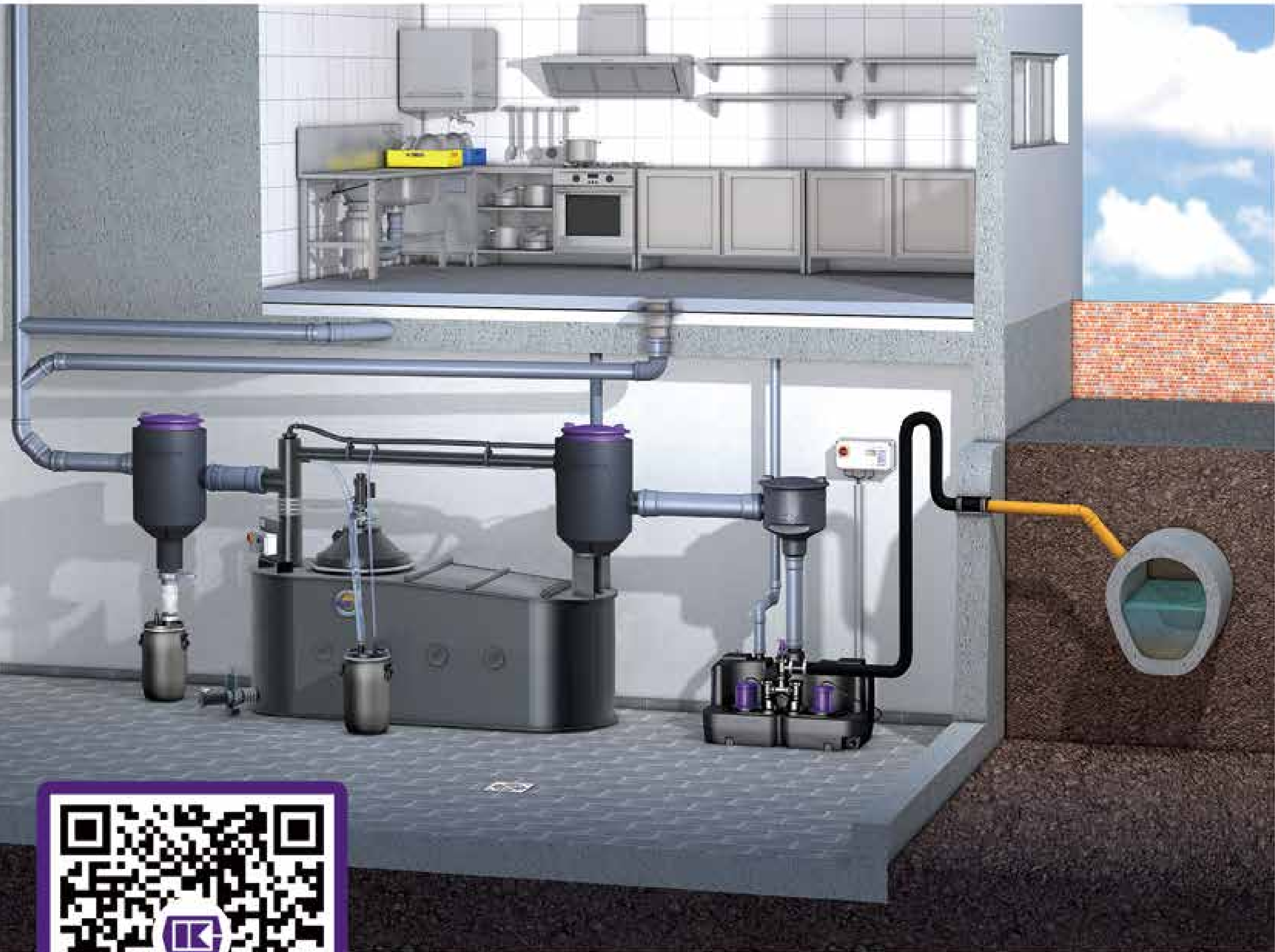
设备可设于地面上，也可埋于地下

动力设备少，稳定性好



KESSEL

Leading in drainage



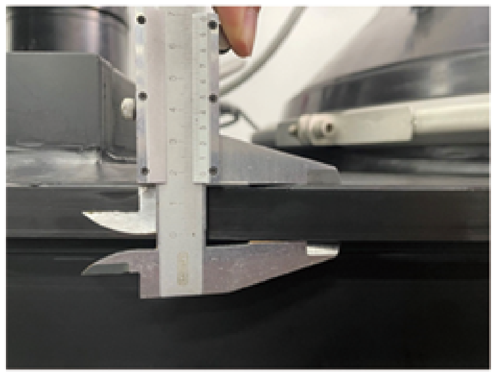
四重革新

[德国KESSEL — 餐厨油水分离设备的技术创新领导者]

HDPE 耐腐材质

PE100 全进口原生料

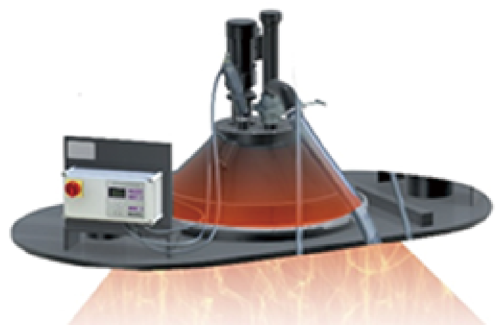
独家采用厚度20MM，定制化HDPE100高密度聚乙烯材质作为分离仓主材质，结构坚固，耐酸碱，热熔工艺全密闭，20年箱体密闭及强度保证。



360° 环绕加热仓

油脂加热更均匀

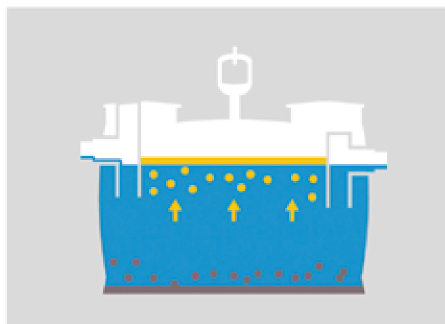
对油水混合物的加热面积比传统加热棒高出30倍以上，油水分离效果提升数倍以上，无接触热辐射加热方式，加热设备寿命高达20年以上，是传统加热棒寿命的5-10倍。



德国工艺化设计

哈真浅层原理保障停留

超大椭圆分离仓，依照哈真浅层分离原理设计，保障油水分离效果，并根据不同的流量要求，设计至少满足CJ/T295-2015标准HRT(水力停留时间)3分钟分离仓体。



自循环反冲洗功能

通畅无阻，无需外接水源

对设备入水口定期冲洗，防止油脂依附、堵塞，造成严重后果，如：溢流排放，污水不达标，废水从过滤器顶部外溢，污染设备间。

为城镇供水智慧低碳赋能，助力美丽乡村水环境治理

节能错峰智慧供水系统

- 缓解高峰期市政管网压力的波动，平衡供水管网压力，延长管网寿命，减少漏损，节省市政建设投资；
- 集安防系统、错峰供水系统、水质监测系统、智慧云平台为一体；
- 在线监测水质并进行有效处理；
- 调节城市供水平衡，为智慧水务建设提供有效数据支撑。

不锈钢立式多级离心泵

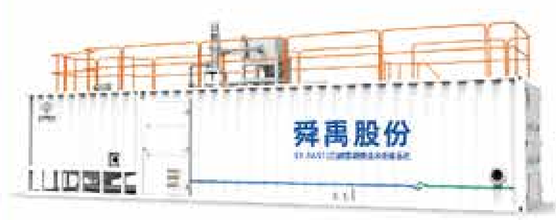
- 安全一泵与水接触部分均采用食品级材料和处理工艺，避免水源的二次污染；
- 节能一优化水利模型，大幅提升水泵运行效率；
- 稳定一采用激光连续焊接技术，通过机器人加工部件，保证产品的一致性，使水泵运行寿命达到10年以上；
- 智慧一通过传感器技术，云平台监控水泵运行曲线，实时了解水泵使用状态。

SY-PLUS智能模块化污水处理系统

SY-PLUS智能模块化污水处理系统是我司自主研发的针对分散式村镇生活污水处理的成套设备，该系列产品采用两级AO工艺，系统结构紧凑、占地面积小、可移动性好、无需长距离输送管线，采用模块化结构，根据出水要求“量身定制”，满足多种出水标准。

SY-FAST（II）磁絮凝快速水处理系统

SY-FAST（II）型采用复合改性加载技术(根据不同水质匹配加载体)，结合高分子絮凝产品，实现水体的超高效净化。具有通量大、净化快速、出水稳定、占地面积小、移动便捷等特点，特别适用于水体应急处理，高浊度的市政污水处理、工业废水前处理以及黑臭水体治理等。



U-FLO Water System - Global Leader of Intelligent Safe-noise Integrated Water Supply Equipment

尤孚水系统-全球智能静音集成供水设备创导者

40 分贝 dB

静·能·生·慧

SILENCE GENERATES WISDOM

Container

Container Type Intelligent Silent Integrated Mobile Pump Room

智能静音集成式移动泵房

集装箱式智能静音一体化移动泵房，由意大利著名工业设计公司设计，结构简单紧凑，造型前卫美观。针对传统二次供水泵房用地需求大、安装周期长的特点，U-flo创造性地推出了集加压供水、防洪、排水于一体的集装箱式智能无声综合移动泵房，作为一种新型的综合智能泵房解决方案，减振降噪、通风防潮、水质保证、数据采集、智能安防远程监控系统。该设备占地面积小，运行噪音低，工期短，防护功能齐全。可用于公园绿地、高架桥/立交桥、地下车库等工程。在住宅小区旧泵房改造中也得到了广泛应用。

Integrated 集成 | Safe 安全性 | Express Install 快速安装 | Interconnection 智慧互联 | Health & Hygiene 健康卫生 | Energy Saving 节能高效

U-flo® Pumps & System | Hydrosmart II Intelligent control system expert

出刊日期：2023年9月20日

专业、专一、专注、专心

地址 Address：中国北京西城区车公庄大街19号　邮编 Post Code：100044
电话 Tel：8610 6836 8018 /8610 8832 8885　传真 Fax：8610 6834 4256 /8610 8832 8885
电邮 Email：zhao-lee@263.net / qian -mei@263.net

Building Water &Wastewater Engineering is appointed official publication of the Institute of Water Supply and Drainage-ASC, and Institute of Water Supply and Drainage-CUWA

《建筑给水排水》杂志是中国建筑学会建筑给水排水研究分会、中国城镇供水排水协会建筑给水排水分会的指定刊物。本刊所有文章仅代表作者个人观点，不代表本刊立场。

会员申请·投稿

中国建筑学会(建筑给水排水研究分会)会员免费赠阅

申请会员登录
http://www.chinaasc.org.cn

中国建筑学会 Architectural Society of China

《建筑给水排水》杂志投稿
http://www.waterorg.cn

《建筑给水排水》投稿入口

本期《**建筑给水排水**》杂志
责任编辑：谢　雁
文字编辑：罗小荻
美术编辑：

目录
CONTENTS

模块化户内中水/专栏

海绵城市/Sponge City

设计交流/Design & Research

创新驱动发展

雨水综合利用实验示范基地
运营单位：北京泰宁科创雨水利用技术股份有限公司
成立时间：2008年10月

不锈钢管道连接技术实验室
运营单位：浙江正康实业股份有限公司
成立时间：2008年10月

建筑排水管道系统技术中心
运营单位：山西泫氏铸业有限公司
成立时间：2015年4月

二次供水全变频控制技术研发中心
运营单位：上海中韩杜科泵业制造有限公司
成立时间：2015年6月

建筑油水分离技术研发中心
运营单位：安徽天健环保股份有限公司
成立时间：2015年9月

装配式建筑排水管道系统实验室
运营单位：上海深海宏添建材有限公司
成立时间：2016年4月

智慧标准泵房技术研发中心
运营单位：上海熊猫机械（集团）有限公司
成立时间：2016年4月

建筑机电工程抗震技术研发中心
运营单位：深圳市置华机电设备有限公司
成立时间：2016年8月

建筑二次供水系统研究实验室
运营单位：格兰富水泵(苏州)有限公司
成立时间：2017年8月

管中泵二次供水技术研发中心
运营单位：无锡康宇水处理设备有限公司
成立时间：2017年12月

预制泵站技术研发中心
运营单位：上海海德隆流体设备制造有限公司
成立时间：2018年9月

海绵城市产业创新中心
运营单位：中关村海绵城市工程研究院
成立时间：2018年11月

建筑二次供水复合管道研发中心
运营单位：武汉金牛经济发展有限公司
成立时间：2019年4月

建筑消防用塑料管道(PVC-C)系统研发中心
运营单位：山东祥生新材料科技股份有限公司
成立时间：2019年8月

二次供水节能与水质保障研发中心
运营单位：上海凯泉泵业（集团）有限公司
成立时间：2019年9月

智能低噪音集成二次供水设备研发中心
运营单位：南京尤孚泵业有限公司
成立时间：2018年12月

建筑水环境技术研发中心
运营单位：广东威浪仕水环境设备有限公司
成立时间：2019年10月

节能错峰智慧供水系统技术研发中心
运营单位：安徽舜禹水务股份有限公司
成立时间：2020年6月

消防不锈钢管道及连接技术研发中心
运营单位：金品冠科技集团有限公司
成立时间：2020年11月

二次供水远程智慧管理平台研发中心
运营单位：上海上源泵业制造有限公司
成立时间：2021年6月

智能防淹二次供水设备研发中心
运营单位：奇力士（武汉）智慧水务科技有限公司
成立时间：2023年3月

物联网箱泵集成供水技术研发中心
运营单位：江苏铭星供水设备有限公司
成立时间：2023年4月

增强不锈钢管技术研发中心
运营单位：江苏众信绿色管业科技有限公司
成立时间：2023年4月

模块化同层排水系统防渗漏措施可靠性研究

赵欣玲
北京保障房中心有限公司

前言

北京市地方标准《住宅设计规范》DB11/1740-2020自2021年1月1日起实施。该标准第10.2.15条规定：污废水排水横管应设置在本层套内，实现同层排水。第10.2.16条规定：污废水排水立管的检查口应每层设置。该标准的发布实施，标志着北京市新建住宅卫生间要求采用同层排水。但在笔者走访调研中，发现很多项目降板深度在100-200mm之间，构造层厚度在250-300mm，不但影响装配率，而且存在渗漏隐患。在通州有个项目，甚至出现了维修数次仍难以完全根治渗漏的现象。笔者在调查中，也发现了应用模块化同层排水系统的某个小区，不但没有降板，而且构造层总厚度只有100mm，建成使用了34个月，未出现楼上楼下垂直渗漏问题。与之形成鲜明对比的是，该小区部分卫生间进行了改造，改造后很快就出现了多起垂直渗漏问题。笔者就模块化同层排水系统的防渗漏措施进行研究，与同行分享。

一、模块化同层排水系统技术介绍

1、系统组成

模块化同层排水系统是以核心模块作为排水系统的核心部件，与排水立管、排水横管连接，与结构楼板防水层及积水排除一体化的排水系统。系统包括核心模块、污水同排模块、废水同排模块、立管系统。如图1所示：

2、系统特点

模块化同层排水系统与其他排水系统的根本区别在于立管穿楼板部位的“特殊部件——核心模块”，内部设置集中水封结构、积水排除泄水结构，采用排水立管、通气立管内部连通，使立管内气压平衡结构，是可靠防臭、防漏集成的部件。其实现的排水系统功能等同于如图2所示的普通排水系统的穿楼板防水套管+立管多通管件+防臭存水弯+积水排除管路+器具通气管+环形通气管的使用效果。对比图1和图2，显然模块化同层排水系统管路简单、维修点少，敷设面层厚度薄，节材减重增高优势明显。

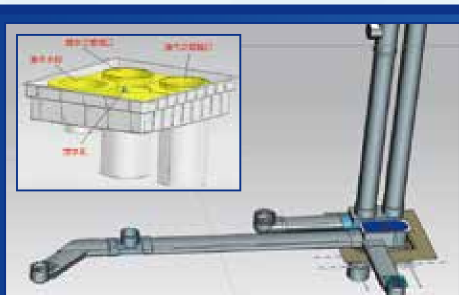


图1 模块化同层排水系统图

图2 同等效果管路图

二、核心模块穿楼板构造措施及防水做法

核心模块内置集中水封、泄水装置、上部设有排立管连接插口、下部设有下层排水立管连接管、大便器排污连接口、防水层收边区及积水汇集区。

核心模块为整体注塑部件，没有接头、不会渗漏。其与结构楼板的关系为镶嵌式密封连接，牢固可靠。结构楼板底部钢筋贯通与附加吊固钢筋一起，组成钢筋网，作为支撑核心模块的主要受力钢筋。在钢筋网上设置镀锌钢丝网片，作为粘结细石混凝土与钢筋网共同形成排水立管系统的可靠固定支撑。如图3所示：

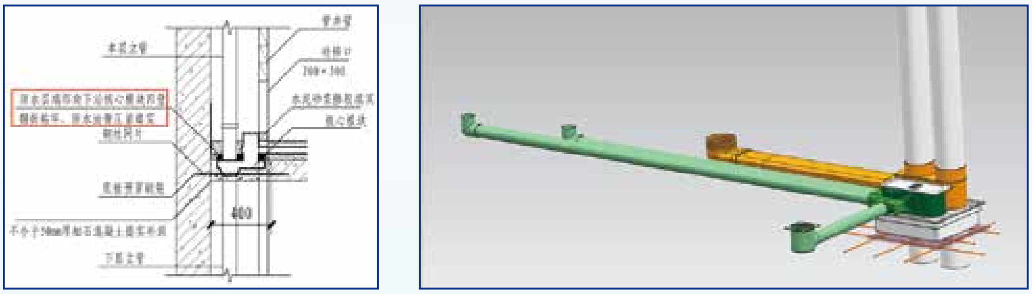


图3 核心模块与结构楼板防水及泄水一体化节点构造图

核心模块的顶板区域是结构板上方防水涂膜或者防水卷材的收口部位。核心模块顶板比四周壁板顶部低20mm，即完成镶嵌后，模块顶板比结构板顶低20mm。在结构板上方最薄处5mm水泥砂浆找平层找坡层后，在核心模块四周100—150mm范围内做两布三涂细部加强防水做法（见图4），并将涂膜布向下翻折伸入顶板顶部收口（见图9），结构楼板与核心模块就成为一体化的防水结构，卫生间防水就形成了一个底部设有积水坑和泄水孔的整体防水盆式结构（见图5）。

图4 核心模块周围两布三涂加强防水

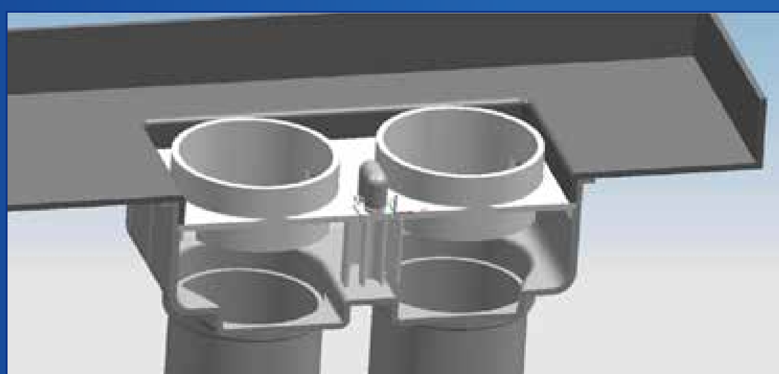


图5 防水向下翻折收口于核心模块顶部

核心模块内部自带泄水装置，顶部泄水孔比结构楼板上的防水层顶面低20mm，成为卫生间的最低点。如出现渗水进入垫层，渗水从防水层汇集到泄水孔并排入立管排出，有效避免垫层积水，从而不会出现平层串水和层间漏水。

泄水孔下部设有与集中水封连通的水封结构，洗手盆、洗衣机、淋浴每次排水，在置换集中水封水的同时，对泄水结构水封进行补水和置换，保证泄水结构水封水质及时更新和水量充足。当出现积水能及时排除，没积水时也不会返臭。

三、其它同层排水系统防渗漏措及风险分析

1、常规积水排水措施做法

降板同层排水夹层积水排除措施是保证沉箱内不积水的重要措施。下面是一些同层排水系统积水排除部件。

如图6、图7所示，为了排除积水，在立管三通侧面开孔，增加了旁支管路和变小的积水排除器部件。用以排除夹层内的积水。存在施工过程水泥砂浆封堵进水孔，导致堵塞失效问题，当无积水时存在返臭及细菌进入沉箱的隐患。

如图8所示，带泄水孔的积水器在没有积水时无法形成水封，同样存在排水立管内臭气进入管道井的风险隐患，造成室内返臭。

图6 积水排除器

图7 带止回阀的积水排除器

图8 积水器，带立管插入式地漏。与结构楼板同步预埋或预留洞后埋

2、圆管多通穿楼板防水构造做法

在北京，卫生间排水立管在室内非常普遍，排水立管穿越楼板防渗漏做法的可靠性非常重要。对于降板直埋管道同层排水做法的穿楼板构造措施如图9所示。

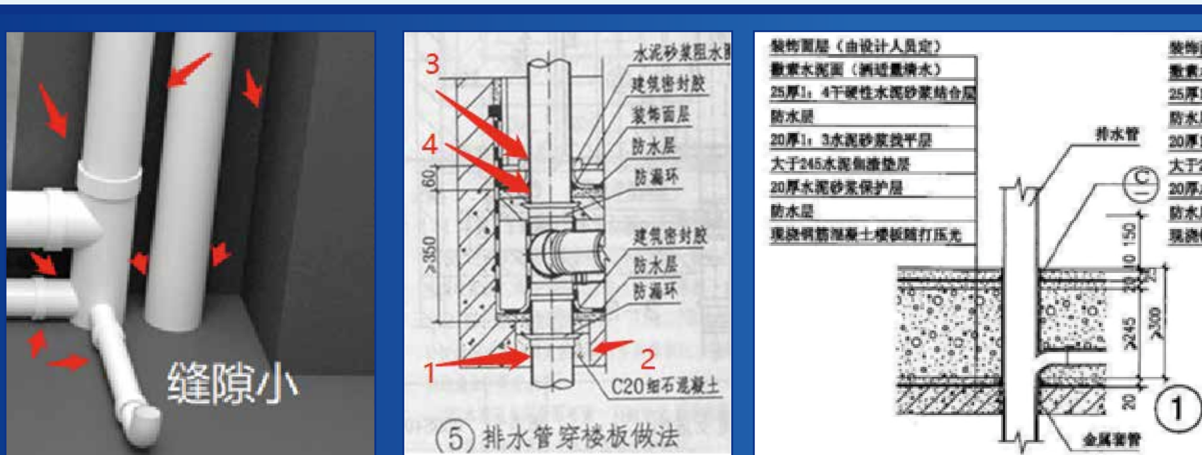


图9 立管在室内后包封穿楼板防水构造做法

1）排水立管穿越楼板部位一种是预埋金属防水套管，一种是做防漏换止水防渗漏，在**结构楼板上方设置防水层；**

2）均为先安装管道后做防水层，**后二次灌浆补洞，再做防水，防水层都上翻**。都存在**施工工序不合理和防水层上翻形成漏水通缝两大“固有缺陷”**，导致“日久生漏”。如图9所示：

①排水立管与二次灌浆（细石混凝土或砂浆）之间存在接触面1，新灌部分水泥砂浆或细石混凝土量少，

与已浇筑结构楼板无法形成整体，很容易存在砂浆干裂接触面2；地面阻水台与排水立管之间存在接触面3，防水层上翻与排水立管之间存在接触面4。

②立管管道穿楼板部位管道与楼板间缝隙小，二次灌封不易操作，振捣不实，擦灰不净，包裹不严，粘接不牢，接触面1、2、3、4就会成为接触缝隙；

③如以上系统均未设置夹层（垫层）积排“二次排水结构”，砖缝渗水、管道接头漏水进入夹层（垫层）无法排除，造成垫层（夹层）积水。积水饱和将造成外溢出卫生间形成同层“渗漏”，导致客厅、卧室地板起鼓、墙体洇湿；

④一旦缝隙3形成，垫层内的饱和水会从缝隙3、4沿管壁下行，水就会沿立管从防水层的背后直接流到缝隙1、2处，通过缝隙1、2渗漏到楼下，导致楼下漏水，形成“水帘洞”（图10）。

永靓家园小区部分业主因对系统拆除改造后采用四通，仅仅在使用不到一年的时间，逐渐出现多起上下层间的渗漏报修（图10）。

图10 永靓家园卫生间改造后的排水系统逐渐出现层间渗漏情况

3、异型管件防渗漏措施

随着不同厂家同层排水系统的出现及技术的发展，出现了各种特殊部件，尤其是出现了旋流器、苏维托、集水器等各种异型部件，如图11所示。

异型管件在穿楼板部位很难按照传统的做防水套管和防漏环及防水层上翻方式防水。在01S306中，引入了侧向防水措施，即将管道井包封底部作为卫生间的外墙，与结构楼板施工同步做高出完成地面200mm高混凝土阻水翻台，并在排水支管穿越部位预埋防水套管（图12）。

对于立管穿越楼板部位，则直接用水泥砂浆或防火泥封堵。

在12S306及19S306图集中，未见到对于异型管件夹层积水排除措施的构造做法。所以，对于异型管件穿越楼板部位防水做法的隐患及可靠性，笔者对以下问题有所担忧：

1）管道井包封底部当做永久隔墙做成混凝土阻水翻台高度在400毫米以上，施工预埋防水套管的高度控制不好，会造成排水横支管敷设高度和坡度的二次调整；

图11 常见立管穿楼板构造专用部件

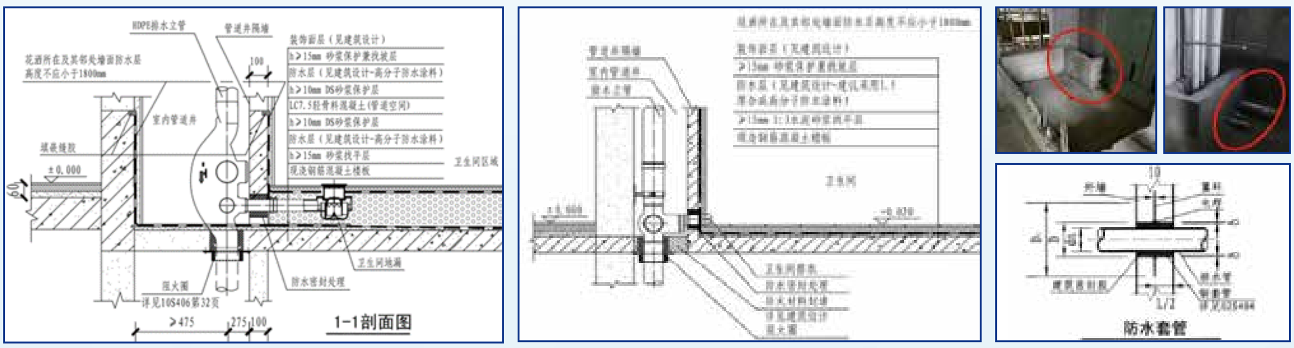


图12 异型管件穿越楼板部位防水构造做法图

2）水平防水套管以及立管施工工序，增加了排水系统的安装施工难度、提高了施工精度要求；

3）防水套管防水构造一旦出现问题，积水渗入管井将会造成垂直渗漏。

4）要在住宅使用说明书中对管道井包封属于永久性隔墙作出说明，防止业主后期改动装修破坏防水层造成渗漏；

5）影响了住宅二次装修的可改性。

6）管道井包封顶部如果不与结构顶板紧密连接，将有可能因为楼板部位立管穿越处封堵不严，造成楼上楼下垂直连通，存在“风道效应”造成户间连通，存在防疫风险。

结论：通过以上比较分析，笔者认为模块化同层排水系统的穿楼板构造节点做法比较可靠，而且施工操作比较简单易行。

四、模块化同层排水系统应用效果

1、使用34个月已过质保期，未出现垂直渗漏现象。

在海淀小区永靓家园项目，小区2141户交付使用21个月内，经主管部门报告显示，未出现垂直渗漏现象；截至目前业主入住使用模块化同层排水系统已经34个月有余，仍然未出现垂直渗漏现象。

部分业主家中出现了管井积水现象（图13）。经检查，确认其原因为：**未按图施工以及未采取成品保护，导致核心模块泄水孔被堵塞，积水深度90mm，积水长达3个月以上，亦未出现向楼下渗水（图），证明了防水构造的可靠性和科学性、合理性。经现场打孔清除泄水孔内的“堵塞物”防水涂膜（图14），积水快速从泄水孔排除。证明了其方便维护的特点。这是其他积水排除措都不具有的突出优势。**

图13 泄水孔堵塞管井积水图

图14 泄水孔被防水涂膜堵塞

图15 正确按图施工的做法和成品保护

2、核心模块顶部泄水孔夹层积水排除措施效果可靠

永靓家园小区，绝大部分卫生间出现了地漏错位断接的情况，大量的地面排水渗入垫层和结合层。在前期检查已入住的1527户中，只有407户出现洇墙鼓包的情况，说明其余1000多户核心模块泄水孔在起作用，将垫层内积水排除而没有引起洇墙鼓包的问题。而出现洇墙鼓包的住户，发现泄水孔被防水涂料、水泥砂浆堵死，经过现场清孔，积水可以完全排除。之后，卫生间洇墙鼓包情况明显好转。

实践证明：按照设计施工做法，防水层、结构楼板、核心模块及核心模块顶部的泄水孔，能够形成一个完成的防水结构，且系统具有二次排水泄水功能（图15）。正常使用情况下，不会出现平层串水和楼上楼下漏水。

五、结论及建议

模块化同层排水系统核心模块集中水封防臭可靠，防水构造措施简单可靠、泄水措施简单可靠，是具有突出优势的集成部件，简化了设计、施工及后期运行维护要求，且具有较好的融合和普适性。

卫生间防水构造的可靠性直接影响房屋品质，解决卫生间渗漏和返臭问题，保证卫生间的安全可靠卫生品质，应当在设计方案阶段高度重视。建议同层排水厂家取长补短，通过技术研发提升品质降低成本，为“好房子”提供优秀的技术部品。

诚邀合作
共享未来

建筑室内排水系统卫生安全保

核心模块——集中

核心模块取代多环节精密配合复杂管路系统
达到“较高级别建筑卫生、安静”建筑排水效果

- **核心模块将排水系统可靠密封的保证措施：器具和地漏排水口存水弯基本措施、间接排水较高卫生级别防护措施和保证气压均衡设置专用通气管基本措施、较高卫生安静要求的环形通气管、器具通气管技术措施综合集成到一个核心模块部件内实现。**

- **核心模块将常规需要设计人员精密计算设计、施工人员精细安装复杂管路和部件、使用者定期精心维护等多环节精密协作，才能保证的排水系统卫生防疫安全系统工程，通过安装一个核心模块部件，就能实现“户隔户离”卫生防疫安全。**

气压均衡的极简系统

- 污废分流且设有专用通气管，器具通气管和环形通气管，实现高级别卫生安静要求；
- 取代了“结合通气管”，简化了管路。

使用维护极简系统

- 居家隔离期间地漏无需注水和封堵；
- 可视清通，维护操作简便易行。

密封可靠的极简系统

- 集中水封，水量充足，水质卫生；
- 间接式排水，实现较高卫生级别防护；
- 自带泄水孔，排除积水可靠防臭；
- 带水封清通维护，全工况保证密封。

横支管敷设要求极简系统

- 无需设置存水弯，横支管的设计、施工安装要求简化；
- 核心模块自带泄水孔，取代地漏、垫层等部位二次积水排除管路和部件。

器具管材可自由选择的“普适”系统

- 地漏水封不再影响系统密封，可自由更换、自由选型；
- 可与各种马桶形式匹配；
- 不限制排水立管材质；
- 不限制排水横管材质、形式及组装方式。

气压平衡通气管路图 核心模块成品部件图

• 核心模块取代复杂管路，保证排水系统密封

• 核心模块适配性强，满足个性化需求

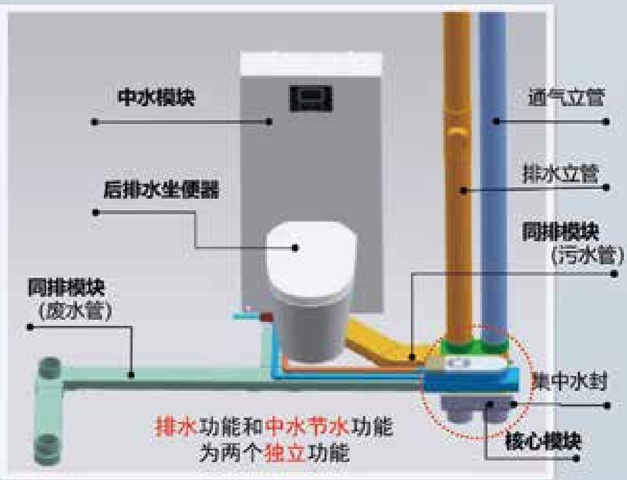
障技术的重大革命性创新成果

中水封 极简可靠

微信公众号

核心模块与结构楼板及防水一体化设计 不渗漏
马桶排污管埋地敷设超薄同层排水 零降板

- 核心模块嵌入结构楼板留洞安装与二次灌缝混凝土成为一体安全可靠;
- 马桶排污管埋地敷设,最薄处面层厚100mm,零降板;
- 排污管道埋地敷设,节省沿墙敷设排污管空间和"遮羞"装饰墙板,满足全寿命周期马桶自由更换个性化需求;
- 核心模块与结构楼板上方防水形成"带集水坑和泄水孔的防水盆",可靠防漏、利于排除积水,创造"隔层零渗漏"记录。

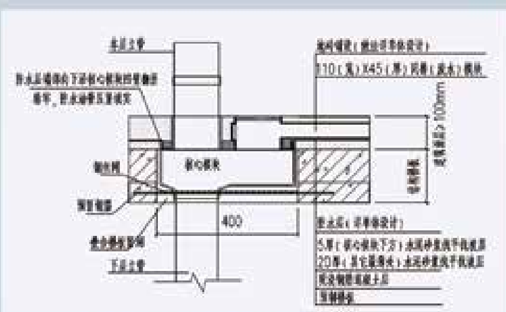


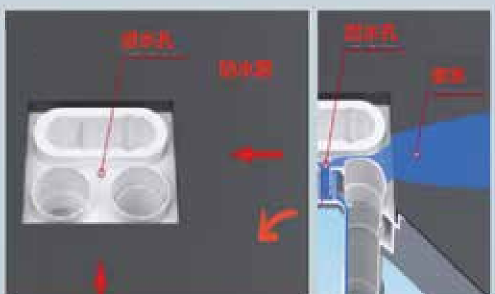
模块化户内中水集成系统图

工程剖面图


工程排水横支管埋地图

• 创新构造 与防水一体化


核心模块穿楼板构造防水做法


自带泄水孔排除积水 可靠防臭

国家十二五“水专项”标志性科技成果
模块化户内中水集成系统技术

✦技术先进 国际首创

- 荣获香港建造业议会国际创新奖 **第一名**
- 荣获住建部华夏建设科学技术奖 **一等奖**
- 荣获中国专利 **优秀奖**

✦技术成熟 标准齐备

《模块化户内中水集成系统技术规程》 JGJ/T409-2017

国家建筑标准设计图集《住宅卫生间》 14J914-2

2015年北京市住建委等四部门联合印发《北京市保障性住房模块化户内中水集成系统应用技术导则(2015年版)》

诚邀合作 共筑健康住宅
同心协力 共赢美好未来

技术合作咨询电话 **136 8321 7653**

北京工程应用 创造"零降板"、"隔层零渗漏"新记录

应用概况：

2017年北京市住建委和规土委联合印发《北京市共有产权住房规划设计宜居建设导则（试行0）》第4.0.3条要求建设规模在2万平米以上的集中新建共有产权住房安装模块化户内中水集成系统，已在北京永靓家园、金林嘉苑等多个项目中应用。

永靓家园小区，结构零降板，隔层零渗漏

- 2020年10月底交付使用，卫生间尺寸3450mm*1500mm。
- 结构楼板总厚度130mm，面层（含地砖装饰层）厚度100mm。
- 废水同排模块、污水同排模块、核心模块均在工厂预制成为整体部品，现场承插连接装配。

马桶排污管埋地敷设，座便器形式满足个性化需求

与中水模块匹配

与隐蔽式水箱匹配

与无水箱智能马桶匹配

✦其他工程应用效果

通州区住总通和家园

顺义区中铁博裕雅苑

房山区金隅金林嘉苑

联系我们

商务合作

010-8882 0481

138 1176 7934

低绿地率项目海绵城市设计实践

Design practice of sponge city with low green space rate public buildings

邹建[1] 杨云铠[2] 邹盛亦[2] 张寅沁[2]
1 重庆建筑科技职业学院 2 长厦安基工程设计有限公司

【摘 要】 在公共建筑（商业类）、工业建筑（厂房类）等低绿地率项目的海绵城市设计时，为满足径流总量控制和污染物削减等控制指标，在技术路线的选择、在LID设施的设计上均存在较大的困难。本文以通过两个工程案例的设计分析，计算了LID设施达标贡献率。提出低绿地率项目的海绵城市设计思路：即采用“海绵城市”城市的设计理念，在充分利用现有基础条件上，尽量采用源头上因地制宜采用LID设施，同时建议考虑区域指标平衡、指标削减（豁免）的方式，推动海绵城市设计高质量发展。

【关键词】 低绿地率项目 海绵城市 径流总量控制 LID设施达标贡献率 区域指标平滑 指标削减

Abstract: In order to meet the control indicators such as total runoff control and pollutant reduction, there are great difficulties in the selection of technical route and the design of lid facilities in the sponge city design of low green space rate projects of public buildings (commercial complex and plant). Based on the design analysis of two engineering cases, this paper calculates the contribution rate of lid facilities. Put forward the sponge city design idea of low green space rate project: that is, adopt the design concept of "sponge city", make full use of the existing basic conditions, try to adopt lid facilities at the source according to local conditions, and it is suggested to consider the ways of regional index balance and index reduction (Exemption) to promote the high-quality development of sponge city design.

Key words: Low green space rate buildings; Sponge City Total runoff control; LID Contribution rate of facilities up to standard; Regional index smoothing; Index reduction

0 引言

随着海绵城市理念的推广及海绵城市建设的快速推进，通过结合景观设计，对地表雨水径流进行源头式控制和污染控制，构建源头式低影响开发雨水系统和场地的排水管网系统，综合考虑内涝防治、地表径流和污染控制、雨水资源化利用、景观功能改善的的综合性雨水系统设计已成为重要的趋势[1，2]。

重庆地处四川盆地东侧，地表以山地、丘陵为主要形态，具有山水空间容量充足的特殊地理形态。因此重庆海绵城市建设形成了以净化优先、缓排回用为辅，强调海绵设施与生态景观融合，提升城市生态环境品质的总体规划[3]。

但是针对场地高密度建筑及低绿地率（如低于15%）建设条件下，如何针对现状建构筑物设计条件、场地地表功能需求及景观条件，合理选择措施、优化措施组合布局，实现地表径流净化、源头式低影响开发雨水系统和排水管网的有机衔接，并与园林景观协同合作，避免冲突，最终实现场地海绵城市设计目标，是目前这类项目海绵化设计的重点和难点。

本文以重庆某商业综合体项目和工业厂房为例，探讨高建筑密度、低绿地率类项目的海绵城市项目设计问题识别、方案构建、低影响开发系统与排水系统衔接及典型设计要点探讨分析，为类似项目海绵化设计提供参考和借鉴。

1 项目概况

1.1 项目基本概况

本项目总用地面积15927m^2，建筑密度59.08%，绿地率10.01%，由1#高层办公楼、2#超高层办公楼、多层的盒子商业街区构成。项目北侧临规划中央步道，西临园兰二纵路，场地东西长170m，南北100m，西南低，东北高，高差较大，东西高差约12m（见图1）。

1.2 项目设计主要难点

1）在低绿地率的现状条件下，由于建筑功能和

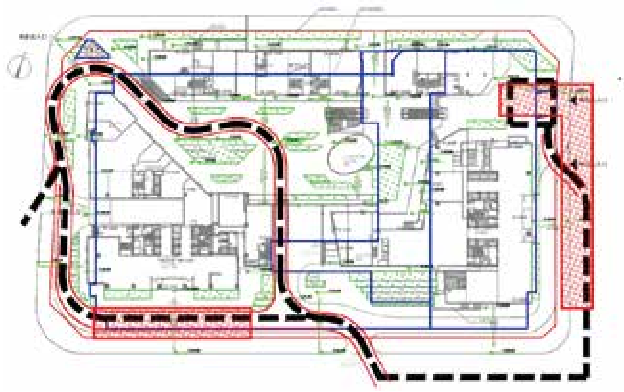


图1 项目总平面图

流线的设计需求，绿地被进一步分割成点状，且主要分布于建筑红线四周，下部大量埋设有场地排水管网，不利于LID设施的改造和利用；

2）商业广场为保证广场品质，景观倾向于采用非透水类石材铺装，需要与景观协调进行透水类下垫面设计；

3）裙房屋顶布置有大量的机电设备，不利于屋顶绿色化改造；

4）高层公共建筑屋面雨水立管主要通过核心筒管井进行竖向雨水排放，导致高层公共建筑屋面雨水只能接入场地雨水排水管网，无法采用常规的雨水立管断接接入地面LID设施，进行径流控制和污染物控制。

2 技术路线分析

针对项目主要现状，强调源头式LID海绵设计理念，优先进行源头式LID设施设计，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”的技术策略：

1）1#和2#塔楼屋面雨水主要通过核心筒管井进行雨水排水，无雨水立管断接条件，但塔楼屋面相对裙房屋面，机电设备较少，优先采用绿色屋顶设计，优先控制中小雨条件下屋面径流和初期雨水径流污染；裙房屋面主要为商业外廊及布置有大量的机电设备，仅能局部少量布置绿色屋顶；

2）商业广场地面考虑到景观中庭的品质要求，主要在商业临街面布置透水铺装；

3）裙房屋面的雨落水管均断接后，接入地面线性排水沟中，且线性排水沟深300mm，无法接入地面生物滞留设施中，为满足项目用地整体海绵径流控制指标，优先将地面线性排水沟雨水引向末端雨水调蓄池；

4）根据场地合理的径流流向，控制地面雨水进入地面生物滞留设施中；

5）场地排水管网末端，设置雨水调蓄池，控制场地雨水径流总量。

3 项目海绵城市设计

根据项目规划条件函，项目海绵设计指标如下：1）年径流总量控制率不低于65%；2）年径流污染物去除率不低于50%。

3.1 汇水分区设计

根据项目场地竖向标高、屋面雨水排水路径及场地管网排水设计条件，整个红线用地内分成2个汇水分区（图2）。

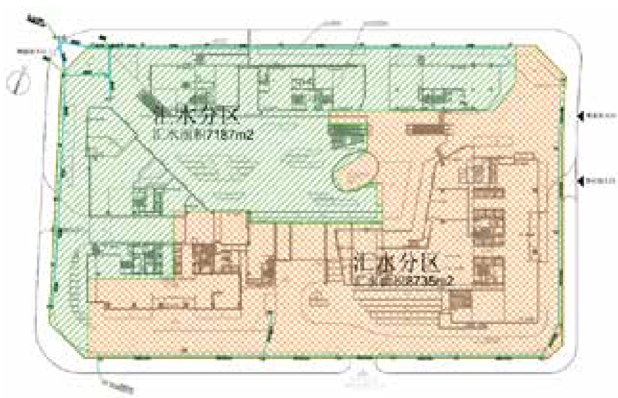


图2 汇水分区图

根据景观深化后的场地下垫面条件，地块径流控制指标计算如表1：

表1 下垫面综合径流计算及调蓄容积总量计算表

汇水面种类	占比	雨量径流系数φ	面积(m^2)
种植屋面	22.02%	0.3	349 9
硬质屋面	18.46%	0.9	293 3
透水铺装	25.40%	0.3	403 5
硬质铺装	24.13%	0.85	383 3
绿地	9.96%	0.15	158 7
雨水花园	0.25%	1	40
	地块总面积(m^2)		159 27
	综合雨量径流系数φ		0.53

3.2 项目海绵技术应用

结合场地竖向标高，项目主要LID设施为透水铺装（4035m^2）、屋顶绿化（3499m^2）、畅游式雨水花园（1处，40m^2，下沉深度300mm）及雨水回用池（120m^3）。具体布置位置见图3。

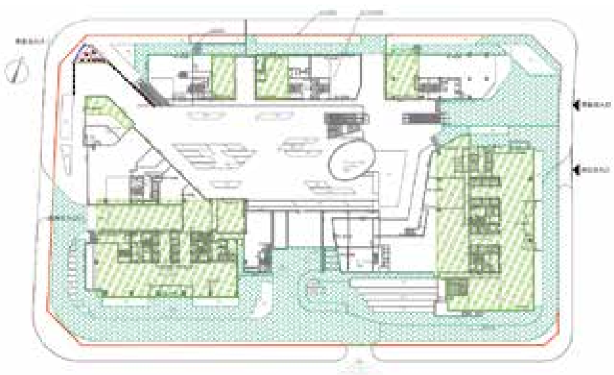


图3 LID设施布置图

3.3 场地径流总量控制及指标核算

根据《海绵城市建设评价标准》GB/T51345-2018[4]，项目年径流总量控制率计算应符合下述规定：

将各设施、无设施控制的各下垫面年径流总量控制率按照设施自身面积、无设施控制下垫面的占地面积加权平均，得到项目实际年径流总量控制率；

对无设施控制的不透水下垫面，其年径流总量控制率应为0；

对无设施控制的透水下垫面，可按照下式计算年径流总量控制率：

$$\alpha=(1-\phi)\times100\%$$

式中α为年径流总量控制率（%），ϕ为径流系数。其他具体LID设施的调蓄容积及设施下渗量参照《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》（试行）（2014版）中的容积法进行核算。

经综合采用源头式LID设施及末端雨水调蓄池，本项目年径流总量控制率为65.15%，污染物去除率为50.75%，满足地块海绵设计控制指标要求，具体汇水分区及地块指标核算见表2：

3.4 不同LID措施对项目指标达标贡献率分析

根据表2的指标核算数据，分别按照具体的控制措施进行分类计算不同LID设施对满足项目用地指标的贡献率，具体分类成绿地自身受控、与地面绿地相关的地面雨水花园、与下垫面的LID设施改造相关的源头式LID设施透水铺装和屋顶绿化以及场地整体径流兜底的灰色设施雨水调蓄池。

与绿地相关的泛绿地LID设施径流控制率约10.03%，源头式LID措施径流控制率为31.49%，灰色雨水调蓄池径流控制率为23.63%，具体数据详图4所示。根据图4可以看到：

1）由于项目低绿地率、高建筑密度，项目下垫

表2 项目海绵控制指标核算表

分区	LID技术措施	服务面积占比	下垫面类型	设施年径流控制率	设施污染物去除率	设施年径流控制率加权值	污染物去除率加权值
汇水分区一	雨水花园控制区(容积12m^3)	3.22%	硬质铺装	85.00%	85.00%	2.74%	2.33%
			雨水花园				
	自然受控区域	8.76%	种植屋面	70.00%	85.00%	6.13%	5.21%
			透水铺装				
	未受控区域	4.89%	绿地	85.00%	60.00%	2.93%	2.49%
		0.72%	硬质铺装	0.00%	0.0%	0.0%	0.00%
	蓄水池控制区域(容积120m^3)	27.80%	种植屋面	85.00%	70.00%	23.63%	16.54%
			硬质屋面				
			硬质铺装				
	汇水分区小计	45.39%				35.44%	26.58%
汇水分区二	自然受控区域	36.23%	种植屋面	70.00%	85.00%	25.36%	21.56%
			透水铺装				
		5.12%	绿地	85.00%	60.00%	4.35%	2.61%
	未受控区域	13.25%	硬质屋面	0.00%	70.00%	0.00%	0.00%
			硬质铺装				
	汇水分区小计	54.61%				29.72%	24.17%
地块指标	合计					65.15%	50.75%

图4 项目LID设施指标达标贡献率分析图

面的雨水无法通过重力流引入绿地进行低影响开发处理，导致泛绿化的LID设施控制率偏低；

2）为了达到地块规划的海绵控制指标，项目只能尽可能采用源头式LID改造设计，相应的透水铺装率和屋顶绿化率分别达到了46%和56%。但公共建筑景观设计及后期运营通常强调铺装品质，而目前的透水铺装产品与项目的设计要求通常冲突，导致项目的透水铺装面实际实施较为困难。而屋顶绿化受限于公共建筑屋顶大量摆放的机电设备，改造面积通常也受限。

3）按照项目的室外景观面积及硬质铺装现状，考虑雨水景观浇洒和道路冲洗的回用需求，按照5天的回用量考虑，项目实际回用蓄水池容积约为95m^3。为了满足海绵城市的控制指标要求，项目设置的雨水蓄水池容积为120m^3。超过项目实际雨水回用量需求。部分雨水收集后，实际需要排放，导致雨水蓄水池运行不经济。

4 某工业园区厂房项目海绵城市设计分析

该厂房项目位于重庆合川区，项目总用地面110127m^2，项目绿地率14.36%，建筑密度37.42%。项目用地条件函中明确本项目海绵城市设计指标为：1）年径流总量控制率不低于70%；2）年径流污染物去除率不低于50%。后来根据项目实际设计条件，经专项专家会讨论确认后，项目海绵城市控制指标调整为：年径流总量控制率不低于65%，污染物去除率不低于50%。

根据项目场地竖向标高、屋面雨水排水路径及场地管网排水设计条件，整个红线用地内分成5个汇水分区。经综合采用源头式LID设施及末端雨水调蓄池，本项目年径流总量控制率为65.66%，污染物去除率为51.64%，满足地块海绵设计控制指标要求。具体汇水分区及海绵布置如图5所示，项目地块指标核算如表3所示。

1）根据表3的指标核算数据，相应的分别按照具体的控制措施进行分类计算不同LID设施对满足项目用地指标的贡献率如下图5所示。

图5 项目汇水分区及LID设施布置图

图6 厂房项目LID设施指标达标贡献率分析图

根据图6可以看出：从地块LID设施贡献率看，雨水调蓄池的贡献率依然超过了地面雨水花园的贡献率，这是因为厂房项目绿地率交底的原因导致；考虑雨水回用景观浇洒和道路冲洗的需求，按照5天的回用量考虑，项目回用蓄水池容积约为679m^3，现在为满足径流控制要求，已经设置了805m^{3}的蓄水池，超过了回用量要求。如果按照项目用地原规划径流

表3 项目海绵控制指标核算表

分区	LID技术措施	服务面积占比	下垫面类型	设施年径流控制率	设施污染物去除率	设施年径流控制率加权值	污染物去除率加权值
汇水分区一	雨水花园控制区(容积565m^2)	7.37%	硬质铺装	85.00%	85.00%	6.27%	5.33%
			硬质屋面				
			雨水花园				
	自然受控区域	0.35%	透水铺装	70.00%	85.00%	0.24%	0.21%
		3.21%	绿地	85.00%	60.00%	1.93%	1.64%
	未受控区域	0.86%	硬质屋面	0.00%	0.0%		
	汇水分区小计	11.79%				8.44%	7.17%
汇水分区二	雨水花园控制区(容积245m^2)	3.91%	硬质铺装	85.00%	85.00%	3.32%	2.82%
			硬质屋面				
			雨水花园				
	自然受控区域	1.63%	透水铺装	70.00%	85.00%	1.14%	0.97%
		1.66%	绿地	85.00%	60.00%	0.99%	0.85%
	未受控区域	3.01%	硬质铺装	0.00%	0.0%		
	汇水分区小计	10.20%				5.46%	4.64%
汇水分区三	雨水花园控制区(容积1171m^2)	13.49%	硬质铺装	85.00%	85.00%	11.46%	9.74%
			硬质屋面				
			雨水花园				
	自然受控区域	2.27%	种植屋面	70.00%	85.00%	1.59%	1.35%
			透水铺装				
		2.86%	绿地	85.00%	60.00%	1.72%	1.46%
	蓄水池控制区域(容积361m^2)	15.86%	硬质屋面	75.00%	70.00%	11.90%	8.33%
			硬质铺装				
	汇水分区小计	34.49%				26.67%	20.88%
汇水分区四	雨水花园控制区(容积435m^2)	5.72%	硬质铺装	85.00%	85.00%	4.86%	4.13%
			硬质屋面				
			雨水花园				
	自然受控区域	0.70%	透水铺装	70.00%	85.00%	0.49%	0.42%
		3.16%	绿地	85.00%	60.00%	1.89%	1.61%
	未受控区域	7.72%	硬质铺装	0.00%	0.0%		
	蓄水池控制区域(容积464m^3)	21.21%	硬质屋面	75.00%	70.00%	15.90%	11.13%
			硬质铺装				
	汇水分区小计	38.76%				23.15%	17.29%
汇水分区五	自然受控区域	1.74%	种植屋面	70.00%	85.00%	1.22%	1.04%
			透水铺装				
		1.21%	绿地	85.00%	60.00%	0.72%	0.62%
	未受控区域	1.81%	硬质铺装	0.00%	0.0%		
	汇水分区小计	4.76%				1.95%	1.65%
地块指标	合计					65.66%	51.64%

控制要求70%进行控制，项目蓄水池容积需求约为1070m^3，因为在考虑蓄水池控制指标情况下，提升径流控制率，降雨量会呈指数提高，相应的大幅提高了蓄水池容积需求，提高了建设成本和后期维护成本（见表4）。因此，考虑到重庆的海绵设计目标，经专项专家会讨论后，将项目地块年径流控制率由原来的70%降到了现在的65%。

2） 相比商业综合体地块，由于在使用功能上的区别，厂房无较大的商业广场，绿地相对来说较为分散，有相对较好的设计条件进行屋面雨水径流控制，

表4 不同径流控制率对应蓄水池控制容积要求

年径流总量控制率 / 蓄水池容积需求	65%	70%
容积大小（m^3）	805	1070

因此雨水花园控制贡献率相对商业综合体地块较高。但总体来看，项目依然大部分指标由末端雨水调蓄池进行控制，增大了后期的运行成本。

5 项目问题探讨

通过以上2个工程实际案例分析，对该类高建筑密度、低绿地率项目的海绵城市设计，在面临较高指

标的时候，存在的较大的困难。在尽可能的使用了源头式LID设施（绿色屋面、雨水花园和透水铺装）的情况下，只能采取雨水收集调蓄池为项目指标兜底。而在项目无雨水利用需求或者利于需求较少的情况下，较大的雨水收集池对项目成本，运行管理均带来了挑战，也可能带来卫生问题等负面因素。

笔者认为，在面临过高的控制指标时可以采用如下方式：

1）对部分项目却有困难的，同建设主管部门讨论指标削减或者部分豁免。个人认为海绵城市设计更强调是整个区域设计和作用效果，而不一定强调某个点的极限削减作用。过高的指标加大了经济投资，对社会资源也是一种浪费。

2）有条件时是否可以采用区域平衡的方式，如项目分为公建及住宅地块，进行整体的指标平衡，减小公建的控制指标，增加住宅区域的绿色设施的数量等，进行整体平衡，整体设计。

3）若指标无法削减，项目必须设置雨水收集调蓄池时则对建设方来说，就应积极主动去进行雨水资源利用。进行必要的处理后，达到相应的标准后，并采用相应的（勿接勿饮勿用等）措施，用于场地的绿化、道路浇洒及车库冲洗等，节省了水资源。

6 结语

海绵城市，强调的是一种绿色的设计理念，强调因地制宜。在海绵城市的设计中应注意根据项目的具体实际，选择合适的技术措施和技术路线来实现本项目的控制指标。设计人应灵活处理，不拘泥、不死板，应对控制指标进行合理的解析，并提出合理的技术解决方案，呈现更好的效果。

本工程通过对低绿地率类的公共建筑的低影响开发设计，重点阐述了这类项目面临的主要设计难度及建议优先考虑的低影响开发措施，结合项目的实际条件，合理布置相应的LID设施，实现场地的雨水径流控制和污染物控制排放。该工程的设计流程和问题识别能够为其他类似项目的海绵设计提供有意义的参考。

另外需要重点强调的是：在项目立项及方案设计阶段，海绵城市设计就应该介入，合理提出为满足海绵城市控制指标而所需的基础条件（绿地率及绿地的布置位置等），根据用地特点做相应的建筑布局调整等，实现经济效益和环境效益的最大化。

参考文献

[1]靳俊伟，黄丽萍，程巍.重庆市海绵城市年径流总量控制指标解读[J].中国给水排水，2016，32(6):15~18.

[2]谢瑶.重庆市海绵城市建设技术模式研究[D].重庆:重庆大学，2016.

[3]赵万民，朱猛，束方勇.生态水文学视角下的山地海绵城市规划方法研究——以重庆都市区为例[J].山地学报，2017，35(1):68~77.

[4]GB/T 51345-2018 海绵城市建设评价标准[S].

Author & profile · 作者简介

姓 名：邹建
性 别：男，1982年5月出生，
重庆长寿人，硕士，正高级工程师。
主要从事建筑给排水设计、绿建设计和海绵城市设计。

通讯处：重庆市重庆大学B区建工新村61栋
电 话：13883906632
邮 箱：44197963@qq.com

一体化预制泵站
PUMPING
STATION

施工安装优势

施工简单
QKEP预制泵站为工厂预制组装成整体直接运输，到位即可调试运行。
安装便利
QKEP预制泵站整体与外部管网的连接均采用国标标准的软性连接设计，通用性好，安装方便。

质量结构优势

数控加工品质优
玻璃钢筒体采用计算机数控缠绕工艺而成，不锈钢筒采用自动焊接，厚度均匀，质量稳定，外形美观。
流体力学设计
采用流体力学设计，下凹式结构底座，可抵抗地下水的压力而不变形，同时减少淤泥沉积。
筒身加强设计
GRP（玻璃钢）筒身采用加强筋均布数控缠绕工艺，从而加强筒体结构强度，提高抗应力形变的机械能力。

成本控制优势

工期省
工期省预制泵站成品化、标准化供货，土建量少，且可与工厂制作同步进行，工期只需传统泵站50%左右。
寿命长
抗化学腐蚀能力强，防漏性好，生命周期长。
成本少
节省土建及施工周期，成本易于管控。

设计优势

CAE计算机辅助分析筒体结构强度
CAE计算机辅助分析筒体综合力学性能

分散式污水处理器
DISTRIBUTED

管网成本
分散式处理可充分利用地形地貌设置污水处理点，因地制宜地小范围铺设收集管网，投资小且成本可控。

人员配置
设备自动运行，实现无人值守，通过智能化管理平台，仅需少数人员便可管理区域内所有污水处理设备。

环境影响
设备主体工厂预制，安装场所无需大兴土木，小型化的分散处理，运行产生的污染物、噪音、异味很小，对周边环境基本无影响。

维护保障
智能化的控制工艺，管理人员定期巡检即可，维护保养无需很专业的技术人员即可完成。

重复使用
分散式污水处理设备是可移动的，当某个点的污水无需处理时，可将设备转移到另一地点重复使用而不会废弃，极大地节约社会资源。

真空密闭隔油器
SMART SE

遵循标准
GB50015　CJ/T 295　CJJ 184　EN DIN 1825　DB11/T 1575　GB/T 33608　GB/T 34173

全封闭设计
为了避免臭气的影响，采用了全密闭结构，并预置了通气管。

产品优势
质量稳定，制造成本低；密闭运行，友好环境；专利技术，功能先进；操作简便，维护成本少。

独特功能

真空排油
专利技术的真空排油，快速彻底地吸出油脂，不容易堵塞排油管道；
无接触加热
独特双层加热区设计，加热器不与水接触，不但安全稳定，而且热效率更高；
主动隔渣
废水中的残渣由过滤装置主动分离，且很方便地排出，不需人工清掏；
分类收集
残渣、油脂分开收集；
无人值守
远程监控模块，可通过5G或WIFI等通讯信号，接入移动终端APP或Internet，实现无人值守。

ZENIT
better together
泽尼特
BoxDuplex · BlueBox
建筑排水
全面解决方案
安装快捷 / 坚实耐用
维修简便 / 系统方案
blue BOX
BoxDuplex
更多资讯，可通过以下方式了解：
电话：400 885 0512
网站：www.zenit.com
泽尼特官方微信，关注最新发布
服务号
订阅号

长生河流域系统综合治理方案研究

Research on the Comprehensive Management Plan of the Changsheng River Basin System

马洪庆[1] 马晓霞[2]

1 重庆道合园林景观规划设计有限公司 2 中设工程咨询（重庆）股份有限公司

摘　要 长生河流域存在旱天污水直排、雨天污水溢流、生态基流匮乏、底泥淤积等诸多水环境问题，导致其水质恶化严重，水生态系统受损，水环境容量不足。为彻底解决长生河流域水环境问题，从减少入河污染和提升自净能力两方面着手，提出了控源截污、面源治理、内源治理、活水提质、生态修复、生态护坡及堰坝修复和岸线修复的治理方案，构建了从源头到末端的水环境综合治理体系。

关键词 长生河 水环境治理 控源截污 面源治理 内源治理 生态基流补水 生态修复

Abstract: The Changsheng River basin has many water environmental problems, such as direct discharge of sewage during dry days, overflow of sewage during rainy days, lack of ecological base flow, and sediment deposition, which have led to serious deterioration of water quality, damage to the water ecosystem, and insufficient water environmental capacity. In order to thoroughly solve the water environment problems in the Changsheng River basin, a comprehensive water environment management system from the source to the end has been constructed, starting from reducing pollution into the river and improving self purification capacity. The management plans include source control and interception, non-point source control, internal source control, active water quality improvement, ecological restoration, ecological slope protection and dam restoration, and shoreline restoration.

Key words: Changsheng River; water environment treatment; Source control and pollution interception; Non-point source control; Endogenous governance; Ecological basic flow replenishment; Ecological Restoration

1 项目概况

1.1 流域概况

长生河（又名苦竹溪）为长江右岸一级支流，发源于巴南区鹿角乡，从南岸茶园新区西南向东北进入本区，河道蜿蜒曲折，经雷家桥水库后，在踏水桥附近向东经胜利桥、石门滩，在双河口与支流跳蹬河汇合，由南转向北，经大石盘、老桥、长生桥镇，在倒狮嘴下游附近与支流拦马河汇合，再经骑龙骑、下吊嘴、清水湾，在南岸区峡口镇梧桐元村附近流入长江。整个河道除石门滩河段纵坡较陡外，大部分河段较平缓。河道两岸除已平场河段外，大部分是农田，植被覆盖率较高，乔木和灌木生长茂盛。[1]

梨子园河发源于南岸区铜锣山，流向大致从西南向东北方向，流经百步梯水库、渝黔高速公路、天文寺、水云山庄、通江大道，于石塔立交桥处与拦马河汇合，向下流经太极岛汇入长生河。整个河段除水云山庄至通江大道纵坡较陡外，其余河段均较为平缓。[1]

跳蹬河发源于巴南区，流经陈家滩水库、平桥、青龙湾，在双河口汇入长生河。河道现有条小溪流汇入，整个河段属山岭重丘地段。上游平桥至砖厂段纵坡较大，其余河段纵坡较为平缓。河道左岸已基本平场完毕，右岸大部分是农田，植被覆盖率较高，乔木和灌木生长旺盛。[1]

1.2 项目范围

长生河系统综合整治工程范围为长生河二期、梨子园河、跳蹬河、杉树湾沟及鲤鱼池沟，其中长生河二期干流上起一期末端，下止茶园大道苦竹溪大桥，总长约7.3km；梨子园河上起茶园立交下游，下止石塔立交上游，总长约7.3km；跳蹬河上起重锅能源，下止该河与长生河汇河口，总长约3.2km；杉树湾沟上起欧麓体育公园，下止该河与长生河汇河

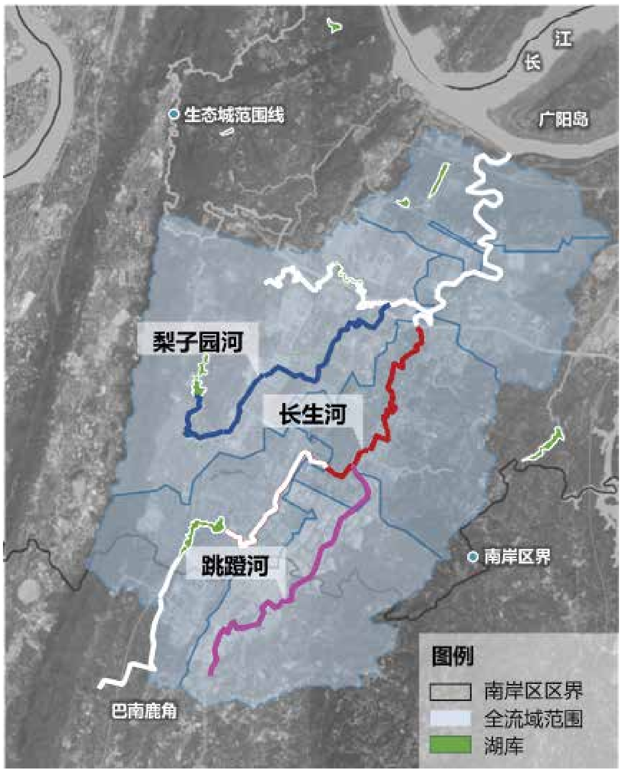


图1 长生河（苦竹溪）系统综合整治工程范围

口，总长约1.0km；鲤鱼池沟上起莱美药业，下止该河与跳蹬河汇河口，总长约0.5km。整治河道总长度19.3km。项目红线为河道及其绿化缓冲带范围线内，总面积约112.19公顷，见图1。

2 流域现状分析及存在问题

2.1 流域水环境现状分析

2.1.1 水质现状

水质整体较差，项目范围内约15%河段的水质为V类及以上，其他河段为准IV类水体。跳蹬河整体水质略优于其它两条河。局部区域由于排污、坝等影响水质有所恶化。

2.1.2 排水系统分析

1）茶园污水处理厂

目前，长生河流域内主要茶园污水处理厂一座，现状处理规模为6万m^3/d（其中一期工程、二期工程各3万m^3/d）。茶园污水厂（一、二期工程）采用CASS生物处理工艺，处理厂尾水排入长生河。

茶园污水处理厂一期工程原执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918—2002的一级B标准，二期工程(含一期提标改造）建成后，一、二期工程均执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918—2002的一级A标准。[2]

2）排水管网

流域范围排水管网以分流制为主，新建成区以分流制为主，长生镇雨污合流较严重，工业区存在部分合流。

根据现状管网资料梳理，流域范围现状市政管网长度约为197km，其中，截污干管18.5km；目前长生河流域排水管网存在的主要问题：一是管网缺失和雨污混接，其中管网缺失的主要是污水干管；二是部分排水管道管径偏小，过流能力不足，高峰期时有溢流情况发生；三是局部管道沉降、破损，导致污水溢流。

2.1.3 点源污染现状

本项目范围内，通过现场踏勘，发现21个排口，其中16个雨水排水（旱季有污水流出），4个排污口，还有1个现状调蓄池溢流水质不满足要求排入河道。

2.1.4 面源污染现状

面源污染通常通过降雨和地表径流冲刷，将大气和地表中的污染物带入受纳水体，使受纳水体遭受污染的现象[3]。长生河流域面源污染主要包括城市面源污染、农业面源污染、水土流失污染等类型。

1）城市面源现状

城市面源污染是指地表沉积物在降雨淋溶和冲刷作用下，扩散性进入水体，造成城市水环境质量下降的过程[4]。沿街垃圾、污水等通过雨水径流，最终排入长生河，造成水体污染；长生镇垃圾中转站靠近长生河，路面冲洗废水会散排至长生河，造成一定污染。

2）农村面源现状

农业面源污染主要的来源包括农村居民生活污染；农田施肥污染；畜禽粪便污染、水土流失、农村居民生活垃圾等[4]。经现场调查，长生河流域基本不

存在大面积农田、畜禽养殖等现象，长生河恒大同景小区段和中铁山水小区段河岸绿地被附近居民开垦种植蔬菜，导致了一部分农业面源污染。

3）水土流失现状

长生河流域水土流失污染主要来自周边的施工工地、裸土等。经实地调查，梨子园河（花红路段），以及长生河（茶园大道段）的建筑工地，施工废渣等，造成岸坡的水土流失。

2.1.5 内源污染现状

内源主要是指城市水体底泥中所含有的污染物以及水体中各种漂浮物、悬浮物、岸边垃圾、未清理的水生植物或水华藻类等所形成的腐败物[5]。

长生河流域中，河道内由于拦水坝存在，导致水体滞缓泥沙沉积，再加上排口排污，淤积的底泥过多过厚形成黑臭底泥，释放污染物，导致上覆水的水质衰退。

长生河：跳蹬河口至长生桥镇段水深较浅，但河底淤泥较为明显，表面为黑臭层。跳蹬河：跳蹬河整体流速较快，仅局部河段由于排污口而存在淤积，且部分节点污泥机油含量较高。梨子园河：梨子园河整体淤积较轻，部分水流滞缓、存在排污河段淤积较为严重。

2.2 流域水安全现状分析

2.2.1 堤防概况

岸线治理率较高，治理型式多样，局部为硬质挡墙。95%岸线满足满足100年一遇标准，局部岸坡防护不足。岸线范围内种植侵占较严重。两岸及上、下游贯通性差。

2.2.2 沿河溢流堰现状

本项目范围内溢流堰共有13座，其中长生河干流4座，跳蹬河1座，梨子园河8座；拦河构筑物类型包括混凝土（浆砌石）溢流堰10座，堆石（土）漫水路2处，橡胶坝1座。

2.3 流域水生态现状

2.3.1 河道现状

本项目中长生河段范围为一期末端至茶园大道苦竹溪大桥处，一期末端至长生桥镇段已于2017年开展相关整治，原侵占河岸绿化带的菜地已被清理，但时至今日又被侵占，现状草皮覆盖度较低；长生桥镇段两岸基本为直立式护岸，水生态系统较缺乏；长生桥镇下游至茶园大道苦竹溪大桥水生态系统有所恢复，植被覆盖度均较好。

2.3.2 植物现状

本项目中长生河干流上游及下游段两岸不少未利用的土地被周边居民种上了蔬菜，在前期整治中，局部地块种上了麻柳、芭茅、波斯菊等植物，但沿岸绿化覆盖率仍较低。中游段为长生场镇段，沿岸绿化覆盖率较高，多为黄葛树、北碚榕、小蓟、马唐草等本土植物。

梨子园河上游段已由地块开发商进行治理，沿岸绿化覆盖率高，多为黄竹、黄葛树、北碚榕、小蓟、马唐草等本土植物。中游段景观绿化岸坡种上了麻柳、芭茅、波斯菊等植物，沿岸绿化覆盖率较高。下游段自然岸坡植被茂盛，回填岸坡两岸不少未利用的土地被周边居民种上了蔬菜，沿岸绿化覆盖率仍较低。

跳蹬河除上游段存在部分天然岸坡外，其余各段均为回填岸坡，两岸不少未利用的土地被周边居民种上了蔬菜，沿岸绿化覆盖率仍较低。

河道内挺水植物有芦苇、灯芯草、水花生等，浮水类植物有凤眼莲、浮萍等，沉水植物有狐尾藻、金鱼藻等。

2.3.3 水生动物现状

长生河有周围山川的涵养，沿途筑有多道堤坝，因坝前水深而宽，十分利于鱼类的繁衍，鱼类丰富。长生河河道中的鱼类以鲫鱼为主，草鱼、白鲢、鲤鱼、黄辣丁等次之，表明河道内水生动植物较多，食物链较完整，生态系统结构较完整。

2.4 存在问题分析

2.4.1 水环境问题

1）雨污混错接导致干管运行压力大，在鲁能四街区和长生老厂镇段有溢流问题；

2）长生河干流东岸和梨子园河东岸存在干管缺失；

3）和谐家园外雨水箱涵存在一处较大污水直排口；

4）两岸农业违规种植，缺乏面源污染控制措施；

5）因长期溢流造成的底泥污染；

6）区域水资源时空分布不均匀，部分河段出现季节性断流，水库有效蓄水库容较少，可调节径流能力不足，区域水资源调配缺乏统筹考虑。

2.4.2 水安全问题

1）长生河锦绣丹阳段、富祥花园段、滨河苑防洪标准未达到100年一遇标准。

2）局部已成涉河建筑物阻水严重，且不满足防洪标准，公路废桥1座不满足行洪，人行桥5座均不满足行洪，现状13座拦河堰堰体及设备老化，部分堰体破损，不便于运行维护，阻洪、水面不连续、无放空功能。

2.4.3 市政公用设施问题

1）全段缺少完善的慢行系统连接，现状部分慢行道破旧，步行体验较差；

2）跨河步行桥缺失，现状步行桥简陋，安全隐患较大；

3）沿线缺少基本市政公用服务设施，无法引人驻足、游憩。

2.4.4 水景观问题

1）岸线陡峭不一，两岸高差较大；

2）水岸空间与周边地块缺乏接驳，望水不亲水；

3）植物风貌不佳，土壤裸露或者遍布私耕农田，水土流失严重。

4）硬质挡墙、景观亲水性差。

3 工程目标

1）水质指标：河流水质力争达到地表水环境质量IV类及以上标准。

2）水量指标：主要河段全年不断流，保持稳定生态基流。

3）长效机制：建立健全城市水环境治理长效机制，实现城市水体长制久清。

4 工程总体技术路线

梳理现状9大问题，对应12项技术策略，归纳进入5大战略板块，达到河畅、水清、岸绿、景美、人和、智慧、的效果，打造有活力、有效益的水岸空间，最终实现长治久清，有活力、有效益的水岸空间愿景。具体技术路线如图2：

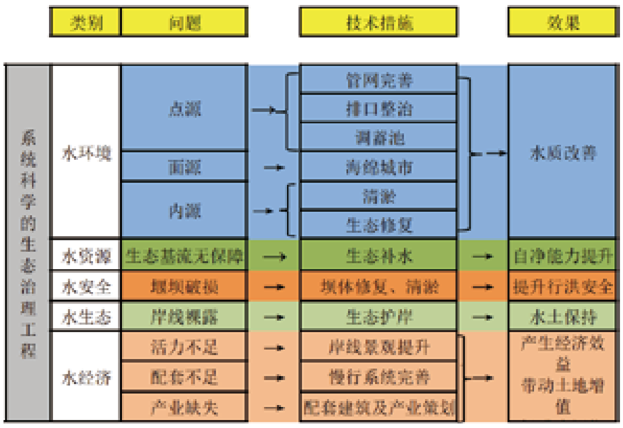


图2 技术路线

5 工程方案

5.1 控源截污工程

5.1.1 点源污染整治

本次设计点源整治工程主要涉及项目范围内排口改造，根据现场踩勘，结合现状管网资料，得出排口共有21处，设计考虑通过修建截流井对终端排口进行截流，修建污水井排入截污干管内，新建调蓄池进行水质控制等，整治排口点源污染。修建截流井，截流倍数为2倍，现在正在进行茶园污水处理厂三期扩建工程，新增污水处理能力达5万m^3/d，满足相应处理能力，详见表1。

5.1.2 排水管网

以现状城区管网问题为导向，根据管网雨污分流原则，以相关的政策、国家和行业规范为依据，针对性的提出整改思路。主要实现以下具体目标：1）控制雨季溢流污染；2）保证排水通畅；3）提高污水

表1 排口处理方案				
序号	问题类型	点位个数	原因分析	解决方案
1	雨水口(旱季有污水流出)	16	上游污水混接进入雨水管道	修建截流井对终端排口进行截流
2	排污口	4	沿岸居民污水支管散排	修建污水井排入截污干管内
3	现状调蓄池	1	老场镇左岸调蓄池溢流水水质远超Ⅳ类水水质，并且接近茶园污水厂雨季进水浓度	新建调蓄池进行水质控制

厂进水浓度。

技术手段主要是管网补建：针对河道附近有未建成区且无污水干管段，补建污水干管，预留污水排出通道。

项目范围内雨污混接：对范围内的错接混接点逐一进行排查，核实错接点及其周边管道标高，对错接混接点逐一进行改造。改造时对新建的雨水排口及新接入雨水系统的管道，务必确认上游雨水管无污水接入，片区的雨污分流改造应在本项目实施前完成。对个别标高较低，无法就近接入周边市政排水管道的点位，修建管道排入下游管道系统。

5.2 排水管涵破损修复

根据《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程（CJJT 210-2014）》并结合管道内窥资料，对本项目红线范围内的18公里现状管网进行梳理，其中结构性缺陷等级Ⅲ级和Ⅳ级的点位有21处，管道总长度为537m，采用紫外光固化法、局部树脂固化法、短管内衬法等对管道进行非开挖修复。

5.3 面源污染治理工程

5.3.1 海绵城市建设工程

根据《重庆市海绵城市建设管理办法（试行）》、《重庆市主城区海绵城市专项规划》、《南岸区海绵城市近建区修建性详细规划》等管理办法及上位规划，明确了建筑与小区、城市道路、城市绿地等源头地块项目的新建、改扩建应全面落实海绵城市建设的要求，本工程主要通过过程及末端海绵设施实现对雨水排口的净化和水体的修复，进而实现水体水质的改善目标，具体措施包括：

1）在雨水排口处设置公共海绵设施，进一步削减入河污染物。结合雨水管道汇流路径、年径流控制率要求、规划用地条件、地形地势以及雨水管道高程等因素，本工程共布局公共海绵设施2处，为陂塘湿地。

2）在河道水域中设置旁路湿地、浅滩湿地等“大海绵”设施，引入动植物和微生物构建的自动净化生态系统，改善河道水质。根据河道水质情况和水流速度、地形地势条件等，本工程共布局河道生态海绵设施2处，为旁路湿地。

5.3.2 分散式雨水处理器

净化初期雨水，控制城市面源污染。为了防止较大污染物、固体漂浮物、悬浮物等物质随初期雨水进入河流，将流域范围内未设置海绵设施的7个雨水口改造为截污式环保雨水口，并在现状雨水管网末端设置11座分散式雨水处理器设施净化初期雨水，减少入河污染物总量。

5.4 内源污染控制工程

底泥污染释放造成的内源污染是影响长生河流域水环境的关键问题之一。本方案根据工程规模、目标要求、现场水域条件等影响因素，选择清淤方案。

长生河金科博翠园段、梨子园河鲁能领秀城段及奥园水云间段清淤范围下游有堰坝挡水，可采用排干河道挖机下河清挖的方式清淤，考虑到河道较窄且两岸有空间进行施工作业，采用岸上长臂挖机清挖为主、人工及挖机下河清挖为辅的清淤方式；长生河滨河苑段河道较宽两侧建筑较为密集，岸上施工空间较小，采用填筑顺河围堰、挖机下河干式清淤的清淤方式。

5.5 生态基流补水工程

通过生态补水提升河道水动力，促进水体循环，提升河道环境容量。河道最小生态需水量是指为维系和保护河流的最基本生态功能不受破坏而在河道内保留的最小水量，本方案生态需水量采用水文学法的Tennant法、水力学法的R2-Cross法以及生态水力学法3种不同方法进行计算，综合确定研究河段生态基流量。

规划补水河段（长生河、跳蹬河）位于南岸区，根据后文需水预测，95%保证率下补水流量长生河为0.042m^3/s、跳蹬河为0.015m^3/s，合计最大补水流量为0.057m^3/s。多年平均补水量长生河43.5万m^3、跳蹬河15.6万m^3，合计最大补水量59.1万m^3。

根据南岸区现状水系结合南岸区发展规划及水资源配置规划，规划水平年仅迎龙湖水库可作为本次补水工程的水源。补水河段所在的水资源分区内供水能力可满足补水要求的工程。

现状有已成输水管道从迎龙湖水库输水至朱家岩水厂，输水流量大于0.057m^3/s，朱家岩水厂即将废弃，但输水管道完好，能继续使用。本次设计前段利用原迎龙湖水库输水至朱家岩水厂输水管道，后续补水线路从朱家岩水厂开始，新建补水线路。

新建补水线路起点为朱家岩水厂，终点为长生河、跳蹬河，且线路沿线高低起伏，因此本工程选择管道输水。

根据长生河、跳蹬河两条河流的位置关系，本工程补水管道共设1条干管，1条支管，总长4.052km，其中干管向长生河和跳蹬河补水，总长3.43km，干管在桩号C3+197.89处设支管向跳蹬河补水，支管总长0.622km。

5.6 生态修复工程

5.6.1 基底改良

针对水体投加生物制剂，从而有效去除底质中NH_3-N、硝态氮、COD、含磷和硫物质，尤其是是减缓氨氮对生物的毒害作用；改善底质中微生物群落结构，促进有益微生物群落繁殖；提高底质中氧化还原电位，促进生物活性，并控制重金属离子的迁徙。同时作为酸碱调节剂，改善pH值；“钝化”底质，能够沉淀底质中重金属离子，如铅、铜、铬、钴、锰、镍、锌、镉等离子，有效控制重金属对生物的毒害性；有效控制底质中磷酸盐的释放，从而减缓内源性污染影响。对整个湖库进行基底改良，生物底改菌粒按3-15g/m^2的投加量投加，总用量为2050kg，随后对沉水植物种植区覆素土10cm进行土壤改良，用量为1776m^3，以保证沉水植物的生存条件。

5.6.2 沉水植物系统构建

清水型生态系统构建的核心是建立以沉水植物为核心的健康水生态系统，消除水体的“藻型浊水态”，长久保持“草型清水态”。沉水植物作为清水态水体主要初级生产者，在水生生态系统中有着不可替代的作用。

根据工程任务，本项目于长生河金科博翠园河段1#雨水塘处结合海绵设施实施水下森林工程，沉水植物种植面积共计19562m^2。根据长生河流域气候、地质地貌、周边区域情况及河道水质及水深条件，选用密齿苦草、轮叶黑藻及马来眼子菜3种沉水植物搭配种植，构建四季常绿的水下森林系统。其中密齿苦草种植于近岸0.5~1.5m水深的范围内，马来眼子菜种植于河道中心水深较深的区域，轮叶黑藻布置于过渡区。

5.6.3 水生动物群落构建

当沉水植物群落得到恢复后，通过引入水生动物构建食物链，发挥其生态功能，实现水体的生态平衡和自我净化。水生动物主要包括鱼类、底栖动物（主要是软体螺贝类）、虾类及滤食性动物等，用于延长食物链，完善水生态系统，同时也提高了水体的自我净化能力和生态系统的稳定性。

5.6.4 曝气装置

为了提高河段内微生物的处理效率，减少黑臭或富营养化现象，需要适当提高河段范围内的溶解氧量。曝气装置适用于需增加溶解氧、推动水流交换、提升景观的河道。对于受污染水体的生态修复，人工复氧是最为常用的技术手段，也是微生物繁殖、附着、激活的重要的生存条件，复氧曝气和水体藻类可有效增加水体的溶解氧，提高水体好氧微生物的活性，加快污染物质的分解。

单台超纳米气容复氧系统服务面积3000—6000m^2，考虑到滨河苑段水域较为开阔，因此布置一处超纳米曝气系统。另外考虑到河道堰坝位置水深较深，但水域面积较小，因此在长生河及梨子园河沿线

堰坝上游布置7套微孔曝气系统。

5.7 生态护坡及堰坝修复工程

对岸线裸露的护岸进行整治，新建生态驳岸3.76km；并对河道原有的2#、3#、4#、10#堰坝进行修复，以及对5#、11#坝进行拆除。

5.8 岸线修复工程

打造岸线景观工程及配套建筑；对设计范围内的73hm^2的公园绿地进行岸线景观提升；同时配套建设33000m^2的配套建筑；于长生河及跳蹬河新建6座人行桥，同时对现有的2座人行桥进行立面改造。

6 目标可达性分析

6.1 水环境目标可达性分析

本次通过对设计红线范围内的截污干管完善、河道两侧的排口整治、面源污染治理、清淤及生态修复，可大幅消减河道的污染负荷，提升长生河的水质，待南岸区实施长生河流域岸上部分完雨污分流改造后，可确保长生河的水质稳定《达到地表水环境质量标准》(GB3838-2002)标准Ⅳ类。

6.2 水安全目标可达性分析

本次水安全方面的主要措施为：新建生态护坡、拦河堰的拆除及修复、清淤工程；通过本次设计后，长生河全河段（除锦绣丹阳至康家花园段外）防洪标准可达100年一遇的防洪要求。

6.3 海绵城市目标可达性分析

经计算本项目红线范围内年有效径流总量控制率为81.9%，年径流污染物去除率为50.00%，满足规划要求的年径流总量控制率不小于80.0%及年径流污染物去除率不小于50.0%。

6.4 岸线绿化目标可达性分析

本次设计红线面积为112.39hm^2，河道面积23.76hm^2，道路、广场及建筑总占地面积11.27hm^2，绿化面积77.36hm^2，岸线绿化率87.23%，满足清水绿岸实施方案的要求。

综上，通过本项目的实施后，可基本满足《重庆市主城区“清水绿岸”治理提升实施方案》的要求。

7 结论

城市水环境综合治理在进行顶层设计时需要对全流域进行系统化分析，做好“上游+下游”“岸上+岸下”“市政+水利”的统筹协调。以重庆市长生河流域水环境综合治理为案例，坚持“控源截污、面源治理、内源治理、活水提质、生态修复、生态护坡及堰坝修复河岸线修复”的新时期治水技术思路，全面提升水环境质量。下一步将在“厂—网—站—河”一体化运营、制定政策明确运行单位的权利和义务，有效管控管网偷排、乱排行为，进一步提高人居环境品质、提升城市竞争力。

参考文献

[1]南岸区海绵城市近建区修建性详细规划(2019年3月)

[2]重庆市南岸区（经开区）城镇排水（雨水、污水）专项规划（2021~2035）

[3]马莉.农业面源水环境污染治理思路[J].环境与发展，2020(8): 46-47.

[4]城市河湖水环境治理综合规划设计编制规程（T/WEGU 0002-2019）

[5]孙亚敏，董曼玲，汪家权.内源污染对湖泊富营养化的作用及对策. 《CNKI》，2000

[6]《重庆市主城区“清水绿岸”治理提升实施方案》（重庆市人民政府办公厅）

通讯处：重庆市江北区港安二路2号2幢3-1
电　话：15923040722
邮　箱：1587661551@qq.com

综合医院给排水设计的几个难点探讨

Discussion on several difficulties of water supply and drainage design in general hospital

林佳为 吴健斌

上海建筑设计研究院有限公司医疗建筑设计研究院

【摘　要】 结合设计的项目经验，对综合医院中的部分科室如感染疾病门诊、洁净手术部的给排水系统、放射性排水以及实验室排水的特点和难点进行分析、比较和探讨。

【关键词】 综合医院 感染疾病门诊 洁净手术部 衰变池 给排水设计

Abstract: Based on the project cases designed, this paper analyzes, compares and discusses the characteristics and difficulties of water supply and drainage systems of special departments in general hospital, such as infectious disease outpatient department, clean operating departments, radioactive drainage, and laboratory drainage.

Key words: General hospital; Infectious disease outpatient department; Clean operating department; Decay pool; Water supply and drainage design

0 引言

综合医院相比传统公共建筑，具有功能繁多，系统复杂，流程专业等特点，对各专业设计的要求较高。而且医院中部分科室由于其自身功能比较独特，对给水系统和排水系统有着更高的要求，如给水须满足二路供水条件，排水须单独收集预处理等，若系统设计不合理会对医院的使用造成一定的隐患。本文以感染疾病门诊、洁净手术部、放射科三个科室的给排水设计为例，结合在设计阶段遇到的设计难点进行探讨，以期能为类似项目的设计提供借鉴和参考。

1 感染疾病门诊给排水

在综合医院中，感染疾病门诊一般分为肠道门诊和发热门诊，在进行平面布置时均应自成一区，采用“三区两通道”的标准进行设计，即平面要有“清洁区、半污染区、污染区”，分设“医务人员通道、病患通道”，单独设置出入口，如图1所示。根据“国卫办规划函[2020]683”——关于印发发热门诊建筑装备技术导则（试行）的通知，要求“给水系统应设置防回流污染措施，污废水均应进行处理”。因此医院的发热门诊和肠道门诊等感染疾病门诊在给排水系统设计时建议考虑疫情时期的特殊需求，单独设置给水系统和排水系统，且排水在排入污水处理站前应做消毒预处理。

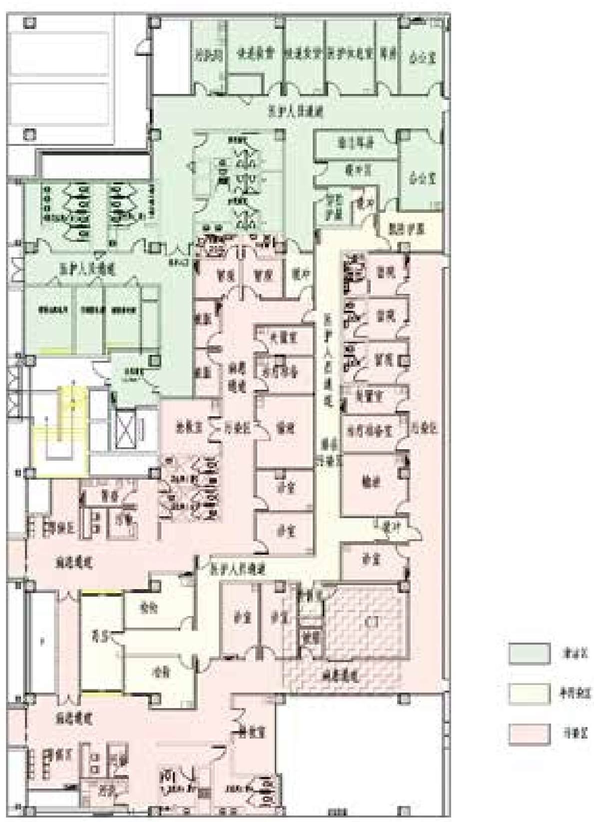


图1 某医院感染疾病门诊“三区两通道”布置示意图

在给水系统设计时，建议采用断流水箱加变频泵组的形式，在保证供水可靠性的同时也从给水源头杜绝回流污染。变频泵组后的给水总管分为发热门诊供水总管和肠道门诊供水总管，从清洁区引入，根据“三区”原则，分设供水支管，且在半污染区和污染区的供水管起端设置倒流防止器，为便于事故时的检修，水表及配件应尽可能设置于清洁区内，若条件限制可设置于半污染区内，且诊室内用水器具应采用非接触性开关，如感应水龙头、手柄长度不小于160mm的肘动开关等。门诊热水用水主要为诊室和公共卫生间内的洗手用热水及少量的医护人员淋浴热水，用水量不大且用水点布置分散时，建议采用分散供热的方式，采用容积式电热水器，分散布置、分散供应、按需供给，其中淋浴采用60L容积式电热水器，洗手盆采用10L的容积式电热水器（小厨宝），如图2所示。若采用集中热水系统，热水管道在敷设时必然会穿越半污染区和污染区，为了避免产生交叉感染的风险并保证热水的使用效果，热水回水管应从支管减压阀前接出，且回水总管上应设置有效的银离子或AOT消毒器等消毒措施。

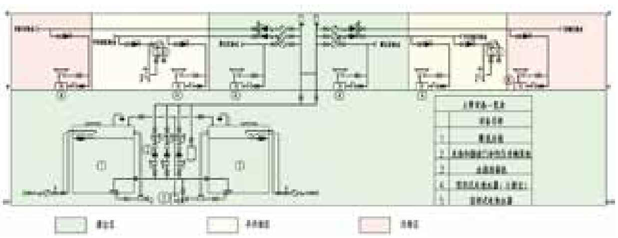


图2 某医院感染疾病门诊给水系统示意图

发热门诊和肠道门诊的排水和透气系统应各自独立设置，防止扩散和交叉污染。根据“三区”原则，按区分设排水管道，即清洁区、半污染区、污染区排水分别排至室外。室内地漏补水建议采用自动补水的方式，将地漏附近水斗排水引至地漏存水弯前进行补水，水封有效高度不小于50mm。考虑到水斗旁会设置消毒液用于洗手，其排水在对存水弯补水的同时一定程度上起到消毒作用。排水通气管口应伸顶，并在排至大气前接入设置于屋面的无动力纳米光触媒消毒装置，防止病原微生物通过透气系统直接排放至大气，同时不影响系统透气效果，如图3所示。室外的

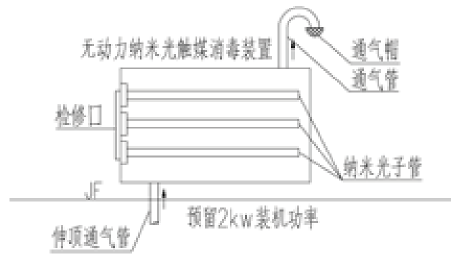


图3 无动力纳米光触媒消毒装置

埋地污废水管道，应采取措施防止管道内病原微生物泄露至室外环境中，如检查井采用密闭井盖，或室外不设检查井，以管道连接并设置密闭式清扫口。在室外排水管的起端设置通气管，相邻通气管的间距控制在50m以内，通气管就近接入室内伸顶通气并设置无动力纳米光触媒消毒装置。

2 洁净手术部给排水

洁净手术部一般设置在医技楼的上层位置，市政供水水压无法满足要求，且考虑供水的可靠性，供水方式一般采用生活水箱加变频泵组加压供水，《医院洁净手术部建筑技术规范》（GB50333-2013）中规定手术部供水应有二路进口。为满足规范要求，除手术部原有供水分区供水主管外，还应有一根供水主管接入手术部的供水管网，形成二路供水。若项目为全变频供水，则第二根供水管有两种方式引入，方式一是在手术部所在分区变频泵组出水总管上增设一路给水管专供手术部，方式二是从高一级给水分区的给水立管上接出，经过减压阀减压后接至手术部供水总管，但此时须复核其给水流量是否满足手术部的使用要求，两种供水方式见图4。

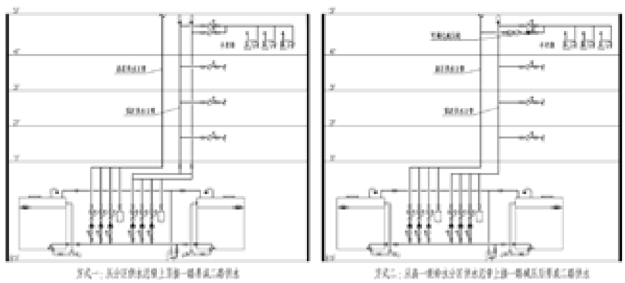


图4 洁净手术部二路供水两种方式示意图

方式一对比方式二，少了减压阀组等配件，系统相对简单，但由于方式一的两根供水管是从同一个

分区的变频泵组中接出，供水可靠性不如方式二。

根据规范规定，为避免其他科室排水系统中的臭气污染手术部，手术部的污水透气系统应独立设置。条文中并未要求单独设置排水立管，但实际使用中时，若手术部排水与其他科室排水采用一根排水立管，势必存在上层或下层科室排水管道中的臭气通过排水立管进入洁净手术部的可能性，为杜绝这一隐患，建议洁净手术部内的卫生器具和装置单独设置排水立管。且手术部的排水横管直径应比设计值大一级，排水器具的起端管径至少为DN75。

3 放射科污水预处理

综合医院内的放射性污水主要来自核医学科室内的病人在诊断或治疗过程中，通过服用或注射放射性药物后产生的排泄物，以及清洗放射性药物的器皿中的残留液所产生的清洗废水等。这类放射性污水需要经预处理，达到排放标准后才能排入院区医疗污废水管网，其主要的技术措施是设置衰变池对污水进行衰变处理。

衰变池根据工作形式分为连续式衰变池和间歇式衰变池，其中连续式衰变池采用自然推流的方式，通过进水水压推动池子中的水，确保从进水到出水的水力停留时间能满足池水中放射性元素衰变所需时间。同时在衰变池中设置导流墙等措施，防止池内水流形成短流导致衰变时间不足。图5为连续式衰变池的设计示意图。

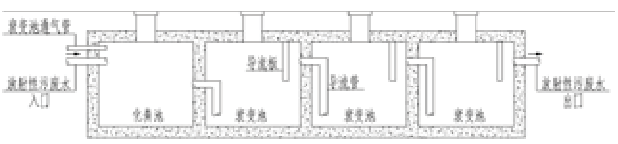


图5 连续式衰变池设计示意图

间歇式衰变池需设置2座或以上衰变池，每个池子单独设置进水阀门和出水阀门，在使用时仅开启一个池子的进水阀门，当池子满水后关闭进水阀门开始计算停留时间，在此期间的放射科排水按先后顺序排入其余衰变池中，待停留时间满足衰变所需时间后开启排水阀门，如此循环往复。其工作原理为通过控制衰变池的进出水阀门，对每个衰变池单独进行进水或

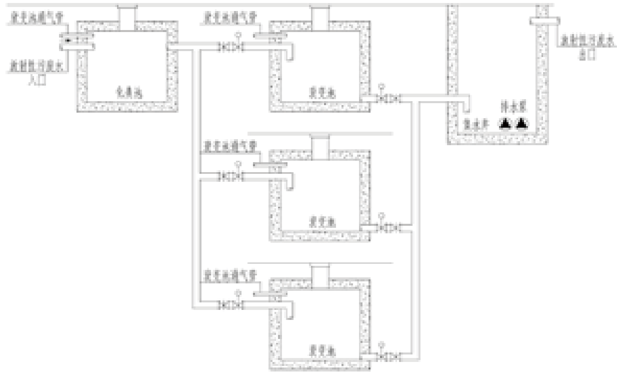


图6 间歇式衰变池设计示意图

排水操作，确保每个池子中的污水存放时间都不小于排放要求时间，如图6所示。

两种方式中，连续式衰变池占地面积较小，造价较低，且无需设置多组阀门，控制相对简单，但水流并非按理想状态进行推流，所以出水效果未必与预期相一致。间歇式衰变池抗冲击能力较强，若水质达不到排放要求时可以延时开启排水阀门，增加污水停留时间，保证出水水质。在系统设计时应与业主和放评单位及时沟通，选择更合适的工作形式。

考虑到医院放射性污水中含有粪便排水，为防止堵塞管道，在排入衰变池之前，污水应先排入沉淀池过滤沉淀固体，也可作为衰变池的预处理，但沉淀池内的污泥若停留时间少于衰变所需时间，则清掏后的污泥仍具有放射性需要进行处理。建议在设计时设置两个沉淀池并联工作，单个沉淀池工作周期为放射性污水衰变所需时间，污泥在进行清掏时池中放射性物质驻留时间已满足要求，减少放射危害。图7为某医院间歇式衰变池的设计示意图。

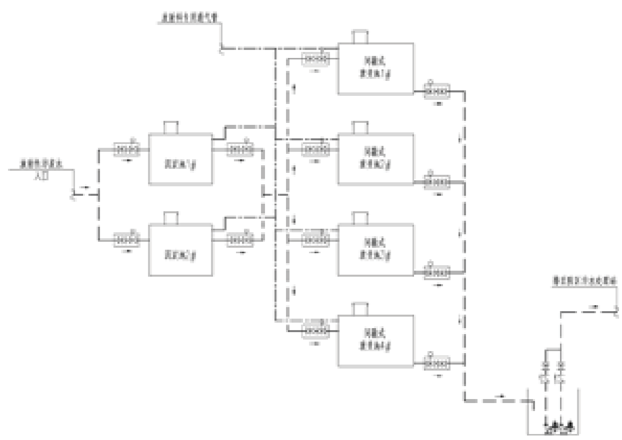


图7 某医院间歇式衰变池设计示意图

该项目放射性污水最高日污水量为0.66m³/d，其中最长半衰期同位素为I-131，其半衰期为8.02d，衰变池最小有效容积按10个半衰期计算，即80.2d。设计采用2座沉淀池及4座间歇式衰变池，在工作时含放射性元素的污水统一排入1#沉淀池，待沉淀池蓄水一段时间后关闭1#沉淀池，开启2#沉淀池，开始计算停留时间，待1#沉淀池关闭超过80.2d时，人员穿好防护服清掏污泥。沉淀池预处理后的污水先排入1#衰变池，待池水满后关闭1#衰变池，在另外三个衰变池蓄水过程中，1#衰变池需要停留时间超过80.2d，即每个衰变池需要进水的时间最少为80.2/3=26.7d，单个衰变池的最小有效容积为17.6m³。考虑到间歇式衰变池排水方式为池底出水，若重力排入院区污水管网会导致后续污水管段埋深过深，因此设置集水井和提升泵，将衰变池排水压力提升后排入污水管网。

4 实验室排水预处理

综合医院内的实验室较为常见的是PCR实验室，又名基因扩增实验室，PCR是聚合酶链式反应的简称，其通过分子生物学技术，放大扩增特定的DNA片段，可看作是生物体外的DNA复制，通过基因追踪系统，迅速掌握患者体内的病毒含量。此类实验室的内排水主要为实验器皿洗地废水。实验室内的仪器、实验器皿的前两道清洗废水中废液浓度较高，应按危险废物处置，定点回收、外运，由专业公司进行处理。实验器皿放入高温高压灭菌锅（120℃（151b）20min）中灭菌消毒，将灭菌后的试验器皿再次进行后道清洗，后道废水可由管网收集后，在室外埋地设置消毒池进行预处理后排入院区污水处理站。污水处理站污水经集中消毒、处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》GB18466-2005相关水质标准后，经排水监测井排入市政污水管网。室外消毒池可采用自动加药装置或进行人工定时投药，采用次氯酸钠溶液进行消毒灭菌预处理，在池内设置水质在线监测系统。

5 总结

综合医院设计是一个复杂的系统性工程，设计及建设过程中的特点难点绝不止本文所述的几个。许多科室对给水水质、水压、供水稳定性的要求不尽相同；部分科室排放的污水中含有毒有害物质等，在排入院区污水管网前须采取相应的预处理措施。在进行给排水设计时，除了要对各科室的不同用水需求了解外，也要及时与环评及放评单位沟通，对不同科室不同性质的排水采用合适的预处理措施，设计可靠、安全的给排水系统，才能有效保证医院正常运行和环境保护。

通讯处：上海市静安区石门二路258号
现代建筑设计大厦12楼
电　话：021-52524567-51212
邮　箱：linjw@isaarchitecture.com

某火电厂给排水及消防系统设计有关问题浅析

徐文瑜
上海中森建筑与工程设计顾问有限公司

|摘　要| 本文提出了火电厂给排水及消防系统设计中存在的几个问题，并结合实际项目进行探讨和分析，希望由此能够为相关业内人士带来一定启发。

|关键词| 火电厂　给排水及消防

0 前言

为提升探讨的实践价值，本文以山东某公司的自备电厂厂房作为研究对象，该项目位于山东滨州市邹平县，总占地规模约3.6公顷(以下简称邹平电厂)，本期设置有2台660MW超超临界抽汽凝汽式机组，并拥有独立的消防系统，项目严格按照规范要求设计，但在设计中发现个别问题值得进一步探讨。

1 消防管网设计不科学

在工业厂房的消防系统设计中，消防管网的设计与布置十分重要，但在实际设计与施工中发现，受消防管网布置复杂、施工要求高等因素影响，消防管网设置不合理等情况极为常见。

邹平电厂的主厂房内，设汽机房高度为34.4-35.75m，除氧间高度为50m，煤仓间高度为51.7m，各设备间建筑高度因其不同使用功能，无法做到完全统一，消防管网设置竖向环管相当困难，且厂房内多布置有大型循环水管、蒸汽管道、电缆、动力发电设备等，多专业同时设计难免碰撞，尤其电力电缆等设备根据规范水管必须避让，造成管道过多转弯和上下翻动，这样布置出来的管道不但不美观，而且容易造成过多的水头损失，同时也增加了施工的难度和成本。

出于以上一系列问题的考虑，为保证消防供水的安全可靠，主厂房内消防管道应设置成水平环状管网，各消防竖管可以从该环状管网上引接成支状；可将管道统一设置在主厂房运转层B轴侧。对于管道类型以及走向相近的管道，如压缩空气、服务水管道等，要考虑整体规划布置，可做联合支吊架，从设计和施工角度，若干管道统一布置成管廊，该区域的管道就会美观有序，而且经济合理。

2 不同防火分区可借用消火栓

消火栓系统属于工业厂房消防水系统的重要组成，但在邹平电厂主厂房消火栓系统的设计中，消火栓是否可跨越防火分区借用的问题引起争议。实然，作为工程师，无非依据规范而行，但是在实际操作的过程中有时候规范也会存在矛盾或争议，这时就需要以具体问题来分析。

首先，为何有些老一辈的工程师认为，消火栓不可以跨越防火分区灭火，根据老版《建筑设计防火规范》（2006年版）中8.4.3第7条，室内消火栓的布置应保证每一个防火分区同层有两支水枪的充实水柱同时到达任何部位。建筑高度小于等于24m且体积小于等于5000m³ 的多层仓库，可采用1支水枪充实水柱到室内任何部位。该条规范的关键字是“每一个防火分区同层”，虽没明确写明，但很自然会让人以 “防火分区”为关键字加以区分，久而久之这种理解偏差就慢慢变为灭火时不可跨越防火分区。

再看2014年新版的《消防给水及消火栓系统技术规范》中7.4.6条，室内消火栓的布置应满足同一

平面有 2 支消防水枪的 2 股充实水柱同时达到任何部位的要求。此时，新规范使用“同一平面”来替代“每一个防火分区同层”，没有了“防火分区”一词，理论上理解是可以跨越防火分区灭火的。可是在火灾发生时，原则上应该将防火卷帘门和防火门全部关闭，而且为防止火势蔓延至临近防火分区，跨越防火分区似乎又不可行。

经查阅，《消防给水及消火栓系统技术规范》图示（15S909）中页 72，7.4.5 的条文说明和示意图（如图 1）中，提示消防电梯前室消火栓可跨防火分区借用，且只能是在采用防火门隔离的前提下适用，如果采用防火卷帘，则不可。从实际情况考虑，楼梯间设置消火栓也是为了方便消防员及时取水，也能保护他们的生命安全，在有防火门的区域，消防员可以手动推开进入临近防火分区，就近借用并非完全不可。

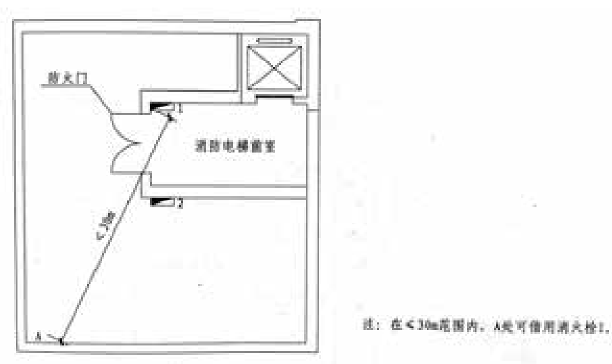


图 1 不同防火分区借用消火栓示意图

以此为据，在邹平电厂主厂房的设计中，因楼梯间前室使用了防火门为分隔，在火灾发生时可由手动推门的方式到达相邻防火分区，消火栓的布置完全可采用新规规定设置，更合理也更经济。

3 自动喷水系统控制问题

邹平电厂的厂房属于典型的大空间工业厂房，可燃物多、火灾蔓延速度快、火灾危害严重属于这类工业厂房面临的主要火灾威胁，这类威胁的降低必须得到自动喷水灭火系统的支持。但自动喷水灭火系统在设计中常出现的，火灾探测器响应速度慢，闭式喷头难以及时受热开放等问题必须得到关注。

为保证自动喷水灭火系统较好服务于邹平电厂各设备房间，采用了在不同防护区独立设置火灾探测报警回路的设计，且设计提供了机械应急手动、电气手动、自动三种系统控制方式，具体设计如下所示：

1）机械应急手动控制。该控制方式用于火灾探测报警控制系统失灵、电源发生故障等情况，由此即可采用直接打开手动应急操作阀的控制方式，通过打开预作用报警阀组或雨淋报警阀组，灭火作业的有序开展便能够得到较好保障。

2）电气手动控制。电气手动控制的开展需首先通过火灾探测报警控制总盘进行控制方式的调整，由此将控制方式调整到“手动”位置，即可真正进行电气手动控制，电气手动控制运用于发出火灾警报但自动喷水灭火系统不进行灭火动作情况。

3）自动控制。该控制可细分为两部分，一部分为水喷雾系统、水幕系统、雨淋喷水系统，另一部分则为预作用喷水系统，前者的自动控制会在探测器发出火灾信号后进行联动设备动作的自动控制，通过向电磁选择阀发出开启指令，即可实现失火区域的喷水作业；后者的自动控制能够在火灾信号发出时指示火灾发生位置，并由此联动设备动作，如停运输煤皮带机、向配水管道充水，随着温度上升导致闭式喷头玻璃泡破裂，即可向失火区域进行喷水作业。

4 所有电梯井都需排水

若厂房发生火灾，在灭火过程中，大多要用两支水枪同时出水，随着灭火时间增加，水流量也不断地增大，在起火层要控制水的流量和流向，使梯井不进水是不可能的，如此多的水，使之不进入前室或是由前室内部全部排掉，在技术上也不容易实现。因此在消防电梯井底设排水设施是非常必要的，对此，《建筑设计防火规范》中，第 7.3.7 条也规定：消防电梯的井底应设置排水设施，排水井容量不应小于 2m^3，排水泵的排水量不应小于 10L/s。消防电梯间前室的门口宜设置挡水设施。同时，为保证消

防电梯在灭火过程中正常运行，对井道内的动力、控制线路有必要采取防水措施，如在电梯门口设高4-5cm的漫坡。

然而对于普通电梯，规范中并未要求设置底坑排水，若从民用建筑角度考虑，一般地下室都设有集水井和潜水排污泵，即使出现水患也可以及时排除积水。就算普通电梯底坑进水，也只会淹坏电梯底部造成一点经济损失而已，所以非消防梯未强制做排水设施。

但火电厂主厂房下普遍不设置地下室，只在±0.000m层地面做排水沟排水。主要原因在于主厂房下通常需埋设许多大管径设备管道，以做他用。因此，邹平电厂也没有地下室，这样一旦发生火灾，积水问题便会造成普通电梯井底坑内积水难以排出，也更易造成厂房内的大量积水。考虑到这一因素，对于火电厂厂房的所有电梯建议都设置排水设施，设置基坑内集水坑及排水泵，这一设计不但能在火灾发生时及时排水，以防大量积水损坏电梯，造成直接经济损失，也能方便在火灾后及时采取维修，尽快恢复厂房正常运营，一举多得。

5 设计细节汇总

为更好保证邹平电厂消防系统的设计质量，设计人员遵循的设计细节也需要得到高度重视：

1）设计依据。设计选择了ECEPDI管理方针和管理作为依据，并贯彻了行业标准和国家要求，《建筑设计防火规范（2018年版）》(GB 50016-2014)、《水喷雾灭火系统技术规范》(GB 50219-2014)、《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084-2017)等标准及规范也在设计中得到了重点体现。值得注意的是，设计合同、有关单位提供的设备资料和设计输入资料、为顾客服务思想，同样在项目消防系统设计中发挥着不俗效用。

2）设计原则。为更好保证自备电厂厂房消防系统设计质量，设计人员应严格遵循国家相关规范要求，并结合工程实际情况，正确处理重点、一般、和生产安全的相关问题，消防系统设计的经济性、合理性、使用方便性、安全保障性均得到了较好保障。

3）设计内容。为保证消防系统设计满足邹平电厂的厂房需要，设计人员设计了两座1500m^3的消防水池，消防泵房则配备了1套消防气压稳压装置、1套柴油机消防泵、1套电动消防泵，还设计了1套独立的火灾报警及消防控制系统，结合不同区域的火灾危险性，采用了针对性布置火灾探测报警设施、灭火设施的设计。值得注意的是，为保证消防系统设计质量，项目明确禁止从消防水管网引接非消防用水管道，消防系统的安全正常运行在水压和水量的支持下得到了保障。

6 结论

综上所述，火电厂的消防系统设计具备较高必要性，在此基础上，本文涉及的消防管网、消火栓系统、自动喷水灭火系统、电梯井排水等内容，则提供了可行性较高的火电厂消防系统设计路径，而为了进一步提升设计质量，环境保护理念贯彻、工业厂房使用效率提高也应成为业界人士关注的重点。

参考文献

[1] 闫伟杰．工业厂房给排水设计的细节问题及优化分析[J]．绿色环保建材，2017(08):46.

[2] 林鸿燕．工业厂房给排水设计中的问题及应对措施分析[J]．河南建材，2017(06):294-295.

[3]GB 50016-2014，建筑设计防火规范[S]

[4]GB 50974-2014，消防给水及消火栓系统技术规范[S]

通讯处：上海市同普路800弄8楼
电　话：15002139340
邮　箱：625772969@qq.com

某填海项目给排水外网设计探讨

Discussion on fire prevention system design of a Super High-rise Building

吴前飞
中国建筑技术集团有限公司

【摘　要】 填海项目具有场地界限明显、可利用覆土有限及市政接驳条件苛刻等特点，其园区的给排水外网的设计是本工程的重点和难点。介绍了某填海项目给排水及消防系统的外网设计，并对室外给水及消防系统的管线设置、室外污、废水排水系统形式的选择和室外雨水排放的措施进行了探讨，给出了设计体会，供设计交流和参考。

【关键词】 填海项目　外网设计　室外给水及消防系统　污、废水排水系统　雨水排水系统

Abstract: Reclamation projects are characterized by obvious site limits, limited available soil cover and harsh municipal connection conditions. The design of external water supply and drainage network in the park is the key and difficult point of this project. This paper introduces the external network design of water supply and drainage and fire fighting system of a reclamation project, and discusses the pipeline setting of outdoor water supply and fire fighting system, the selection of outdoor sewage and waste water drainage system form and outdoor rainwater discharge measures, and gives the design experience for design communication and reference.

Key words: Reclamation projects; External network design; Outdoor water supply and fire protection system; Sewage and waste water drainage systems; Storm water drainage system

0 引言

伴随着社会经济的快速发挥发展和人口规模的增长，人口与土地的供应发生矛盾，沿海城市出现了越来越多的填海项目。中国从 20 世纪五、六十年代开始填海活动，到 2019 年填海造陆面积达 3200 平方公里 [1]。但是伴随着填岛项目的越来越多，随之而来的环境与生态问题也日渐凸显。2018 年国务院颁发了《关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发 [2018]24 号），通知明确除国家重大战略项目外，全面停止新增围填海项目审批，故近几年很少再出现新的填海项目。本项目 2014 年完成填海工程，目前已经完成了岛上部分支岛的建设工作，其余岛屿正在陆续规划建设中。

填海项目具有场地界限明显、可利用覆土有限及市政接驳条件苛刻等特点。且填岛项目可能还会存在地基承载力偏低、沉降不稳定等特点 [2]。本文就将笔者参与的某填岛项目全岛的外网给水消防系统、污（废）水排水系统和雨水排水系统设计进行介绍与探讨。

1 项目概况

本项目位于秦皇岛北戴河新区，为人工填海造地工程。项目总用海 114.8 公顷，填海造地约 47.3 公顷，总占地面积约为 53.7 万 m^2，总建筑面积约 69 万 m^2。整个填岛项目共分为 15 座分支岛屿，整体枝状连接成环状，形貌类似迪拜的棕榈岛。本人工海岛通过一座跨海大桥与陆地相接。

2 给排水外网设计范围

本工程给排水外网设计内容主要包括红线范围内室外给水、排水、雨水和消防管线设计。专项设计如室外园林内的水景、景观雨水篦子、绿化浇洒、燃气、热力、外电力、景观配电及安防通讯等均由专业公司负责设计。

3 给排水外网设计内容

3.1 生活给水及消防系统

市政条件：本工程水源为市政自来水，本项目有一路市政供水，西北侧入岛大桥上有市政自来水管

线，预留有 DN300 接口，市政水压 0.20MPa。给水管道在小区内成枝状布置，供小区生活和消防用水。市政自来水引入管设置倒流防止器一个。

室外消防环管上沿消防车道设置室外消火栓。本工程均设置室外地下室消火栓。其间距不超过 120m。消火栓距道路距离不超过 2m。

室外给水及消防管道未经注明时，埋深为 1.2m。

生活给水系统水质应符合国家现行《生活饮用水卫生标准》（GB5749）、《城市供水水质标准》（CJ/T206）、《二次供水设施卫生规范》（GB17051）等标准的要求。

消防给水设施：1）红线范围内设有室内、外消火栓系统及喷淋系统。室、内外消火栓总设计流量为 50L/s。本工程室内、外消火栓系统均采用临时高压消防给水系统，室外消防给水系统与室内消防给水系统合用。消防用水由地下室的消防泵房 + 消火栓泵供给。消防稳压设施设在本工程目前最高楼公寓楼的楼内屋顶消防水箱间内，出水口高度高于本工程消防供水设施。2）室外消火栓系统的供水压力通过室内消火栓供水环网减压后维持，减压方式为设置减压阀组减压或者减压孔板减压，室外消火栓平时运行压力由屋顶消防水箱间稳压设备提供。室外消火栓由室外消火栓的平时运行压力不应小于 0.14MPa，室外消火栓水泵应满足室外消防用水水量及水压要求，供水水压在 0.10MPa 以上（从室外地面算起）。3）当发生火灾时，开启室外消火栓灭火，管网流量和压力均会发生变化，此时可由消防泵出水干管上压力开关、高位消防水箱出水管上流量开关信号控制启动消防水泵。泵房内压力开关信号通过水泵控制柜反馈至消防控制中心，消防控制中心可直接开启消防给水加压泵。4）小区内沿室外消火栓环管设置地下式室外消火栓，室外消火栓保护距离 150m，间距不超过 120m，距道路边不大于 2.0m，不小于 0.5m，距建筑物外墙不小于 5.0m；并保证水泵接合器 40m 范围内设置地下式室外消火栓。5）本工程室外消防设计满足《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB50974-2014 第 7.3 条关于室外消火栓的相关规定。6）室外消防系统消防用水量为 25L/s；室内消防系统消防用水量为 15L/s；自动喷淋系统消防用水量 35L/s；自动喷水灭火系统水泵接合器若干处，设有若干套 DN150 水泵接合器。7）每组消防水泵接合器的位置，均满足距离附近室外消火栓距离不超过 40m 的规定。

3.2 污水、废水系统

本工程采用雨、污分流制管道系统，与城市排水系统相一致。

每个岛屿拟设置一座化粪池，通过重力流收集地块内的对生活污水并进行简单处理。经过化粪池处理后的排水，排至岛内市政污水管道。

压力污水管未经注明时，管中埋深为 1.1m。

3.3 雨水系统

暴雨强度根据河北省廊坊市暴雨强度公式：

$i=7.369(1+0.7581gP)/(t+7.067)^{0.615}$

(P 为重现期为 3 年)。

本工程铺装做法及园林景观雨水口设置等参见景观设计，景观及庭院雨水口就近进入雨水井。

地块内道路设雨水口收集雨水，道路雨水和屋面雨水排入雨水口，经室外雨水管网排至市政雨水管道。

本工程设若干个雨水排出管，就近排海。本工程五十年一遇潮水位为 2.66m，雨水排出口高于此潮水位。雨水排水出口采用八字型排水口，详见图集《06MS201-9》第 5 页。

未经注明时，雨水口连接管的管径为 De225，i=0.01，两个雨水口连接管的管径为 De300，i=0.01，管道起端覆土深度为 0.7m。

4 给水及消防系统外网设计探讨

根据规划供水条件，本填海工程只能提供一路 DN300 的给水干管供整个人工填岛园区的生活及消防用水使用。故本工程室、内外消防给水管网均由室内消防水池及泵房共同供给。项目地所在的地区平均冻土深度约为 800mm 深，与北京地区类似。故本工程室外给水及消防管网平均埋深为 1.2m，局部与其他管

线交叉冲突处，可通过管道上下翻弯进行避让。本工程分支岛与主路均有实土连接，所以给水及消防管线可进行全园区直埋敷设，这对于本填岛室外有压供水管线工程来说，是一项利好的基础条件。

由于本工程按照不同组团的分支岛进行开发及交付使用，故给水及消防系统也根据开发顺序，将岛屿分成三大部分，即北边半环岛、中间岛屿及南边半环岛三部分，拟在这三部分岛屿范围内设置三处消防水池、泵房及加压给水泵房，分别供各自组团的消防水及高区生活用水使用。

综上所述，本填岛项目的给水及水消防系统的设计比较常规，跟普通陆地上的项目比较类似，其管线的布置主要根据分期验收交付和楼宇体量来确定，受填海条件的限制性因素并不多，这主要归功于整个岛均有可直埋管线的覆土条件。这样的条件也为岛屿的基本能源管线的敷设奠定了基础。

5 园区的污、废排水外网设计探讨

污、废水的排水宜优先选用重力流排水。排水管道的敷设需根据项目的地形情况，因地制宜的制定排水方式。本工程完成人工填造的海岛是通过一座跨海大桥与陆地相接，见图 1：

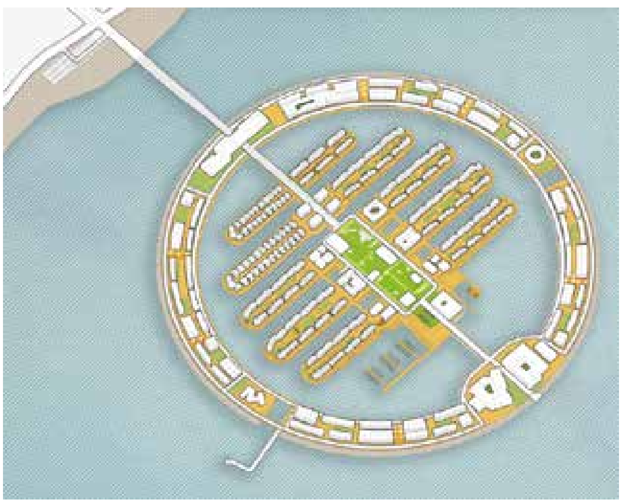


图 1 填岛项目概念总览

由于跨海大桥的限制，本工程的污、废水与陆地段之间的排水只能采用加压的方式进行排出。但是填岛上的每个岛屿又填有实际的实土，故分支岛屿的地下室范围外是实土区。所以分支岛屿的室外污、废水排水优先采用重力流排水。同时本工程建设体量大，项目将分若干批次建设和交付使用，那么如何保证这几种工况下，均能正常排水，不影响交付使用是本工程室外排水设计的一大难点。

经过与甲方的充分交流与沟通之后，我们了解到甲方的开发计划是每个分岛为一个开发建设标段。根据这种情况，我们通过对目前的建筑方案的规划设计指标进行了排水量的计算，制定了组团联合排水的设计思路。即每个分支岛均采取重力流排水，在导与园区交通核主干道处设置本支岛的化粪池进行排水预处理，然后每个组团设置一个污水加压提升泵站，最后所有的分支岛的加压提升泵站的污废水通过主干道上的加压排水管道汇集到岛与跨海大桥连接处的加压提升泵站总站，最后加压提升泵站总站的排水通过总排水泵排至陆地上的市政排水管网。加压排水管道的污、废水在排至市政污水管网前，设置泄压调节井，经过泄压和调节之后，最终将岛上的污水排至市政污水管网。

以上污、废水排水管网的方案制定，也可以理解为一个园区小型的智慧排水系统[3]。每个小的泵站设置液位监测和排水流量控制，根据入住率的不同，可调整起泵的数量、排水流量等参数来配合整个岛屿的排水工作。比如在旅游旺季的时候，同时启动的排水泵的数量会增加，排水泵的流量也会在高区间运行，在旅游淡季或者入住率低的时候，起泵的数量会可降低，运行流量也调整为低流量区间。这样通过整个岛屿的智慧污、废水排水系统，让全岛的排水系统处于一个相对适宜的排水状态，最后达到经济有效的排除岛上的污、废水。

6 园区的雨水排水外网设计探讨

相比于污、废水排水，雨水排水可以直接排海，因此本项目雨水排水可不受跨海大桥的限制。所以本填岛项目的雨水排水尽可能考虑采取重力流的方式直接排海。由于本填岛项目的总长度约为 1km，长度较长。如采取一趟雨水干管统一汇集来排除雨水的话，

会大大增加管道找坡的难度，同时也很难在岛上找到合适的雨水排出口，因为雨水排水口的位置至少得具备基本的排海条件。

综合以上的分析，本岛最后采取主干道分段排水与分岛排水相结合的雨水排水方式。即主干道上和长度较长分岛的雨水分段直接排海，长度相对较短的岛屿采取分岛直接接管排海的排水方式。大的方向确定以后，那么雨水排水的出口位置的选择又成为本工程雨水排水的新的难题。

岛的临海区域可参见图 2 和图 3：

图 2　主干道局部三维概念示意图

图 3 分岛滨海侧断面示意图

根据以上示意图，雨水口的排水需要选在临海区域且与海平面具有一定高差的空间区域，同时雨水排出口应选用喇叭口形式，这样既便于排水，也可降低海水倒灌现象的发生的可能性 [4]。

故本工程选择在主干道的跨桥处设置雨水排出雨水口，用于排除主干道的分段雨水排水。在分岛滨海侧的亲水平台处设置雨水排出雨水口，用于排除分岛上的雨水排水。这样整个岛屿的雨水排水形成分段、分岛的排除模式，这种排水模式灵活便捷，不会给岛屿雨水排水带来积水的压力，同时限制性的因素也减少，另外整个场地的雨水排水管径也得到了有效的控制，所以因地制宜的制定雨水排水方案，才能使得本工程的雨水排水模式契合本岛的实际情况，达到经济有效的排除雨水。

7 结语

近年来，围填海项目成为沿海城市解决土地紧缺的重要手段，但频繁的围填海活动又对生态环境系统带来了不利影响 [1][5][6]，导致该区域的海洋生态系统恶化。

随着国家对围填海项目的整治 [5] 和管理，如今，填岛项目越来越少，对于设计师来说，遇到一个填岛项目实属难得。在享受着人类创造的宏伟壮观的现代文明成果时，作为设计师的我们应该更加注重考虑如何让我们的文明成果更加的精雕细琢且富有品质，同时还应该着重考虑自己的设计是否对保护工程附近的生态环境系统起到了积极的作用，让我们的设计工程真正做到低影响开发。我们国家已经不再是粗放式的发展模式了，新时代，要求我们每个人，对待每项工作都要精益求精，这样才符合国家关于高质量发展的精神要求。笔者在介绍了自己的工程设计实践基础之上，探讨了填岛项目的给排水外网设计的一些相对较为关键的问题，以便与有类似工程实践的同行们更好的交流和探讨。同时，笔者认为填岛项目设计难度大，情况复杂，设计师应该根据每个具体工程的实际情况，在满足规范的基础上，对她们每一个个体进行因地制宜的设计，使工程各系统更加的稳固牢靠，也使得工程投资趋向最优。

参考文献

1. 党磊涛. 填海淤泥地区隧道工程的生态环境影响评价研究——以深圳妈湾跨海通道为例:[学位论文]. 兰州：兰州交通大学，2021.01

2. 王文瀚，宋文清，张静. 人工吹填地基下市政排水管道的设计. 给水排水，2018，44(8):114~117

3. 薛敏，李大成，沈晓铃. 基于物联网技术的智慧排水系统构建. 中国给水排水，2012，28(6):62~64

4. 陈锐，张志军. 城镇防汛设计提质增效路径. 城市建设，2021(3):62~64

5. 陈东兴，陈亮鸿，赵婷等. 围填海整治经验与启示：以海口市葫芦岛项目整治工程为例. 环境保护，2022(20):40~43

6. 李晓静. 围填海活动对渤海大型底栖动物群落的生态影响——以曹妃甸和龙口离岸为例:[学位论文]. 北京：中国科学院大学，2020.06

通讯处：北京朝阳区北三环东路30号新A座A401设计二院
手　机：1881121534
邮　箱：wafdy@sina.cn

凯泉 KAIQUAN

善水之道　以利万物

“上海凯泉泵业(集团)有限公司成立于1995年,是一家泵、给水设备及泵用控制设备制造企业,产品线覆盖了核电/电力、石油化工、钢铁冶金、矿山煤炭、建筑、市政、水利七个领域的泵类产品,近百个系列。

公司拥有先进、完备的制造装备体系,全流程可追溯的质量管理系统以及行业前沿的产品测试平台,为国内外众多尖端品牌提供高效、便捷的产品服务。目前,旗下共设5家工业园区、23家分公司、600多个办事处、200多个售后服务网点,服务网络覆盖全国,拥有一支经验丰富、技术领先的专业科研团队,是以技术创新为导向的行业知名企业。”

第五代 数字集成变频供水设备

The 5th Generation
Digital Integrated Frequency Adjustable Water Supply Equipment

- **全参数检测**
  不仅检测压力、频率,还检测各种流量、电力参数、能效参数等
- **全数字控制**
  以主备双PLC为基础的控制系统设计,是真正意义的全数字化控制
- **全变频集成**
  专业量身打造的水泵背包变频器,机电一体化有机结合,缔造智能化“E泵”
- **全智能控制**
  集全参数检测、全数字、全变频为一体,专业化智能控制行业领先

一体化智慧泵房

Prefabricated **Smart Pump Station**

- **智能物联**
  自动控制、信息技术、计算机技术
- **智能安防**
  权限管理、远程监控、环境状态监测
- **智能供水**
  智能感知口、智能分析、智能控制
- **漏损监控**
  管网定位、查询、导航
- **管网GIS**
  漏损监控漏损测控仪与信息系统联动控制
- **基于严酷环境的最佳解决方案**
- **数字集成全变频机组**
- **专业化系统设计泵房箱体**

上海凯泉泵业(集团)有限公司
SHANGHAI KAIQUAN PUMP (GROUP) CO., LTD.
呼叫中心:400-002-6600
集团网址:www.kaiquan.com.cn
集团地址:上海市嘉定区曹安公路4255号/4287号

萧山奥体印象城
高层商业综合体给排水设计探讨

陈祖曦[1, 2]

1 中国航空国际建设投资有限公司深圳分公司 2 中航工程集成设备有限公司深圳分公司

【摘 要】 萧山奥体印象城高层商业综合体给排水设计，主要涉及生活给排水、消火栓及自动喷水灭火系统等设计。此类建筑为结构复杂、单层面积大、商铺多、后期商业租赁变化大的高层商业综合体。在生活给水系统的设计过程中，为保障供水的可靠性将供水形式设计为水平向及竖向成环管供水；室内消火栓系统供水方式采用竖向设置主立管、每层成环。为方便后期维护，将商业餐饮排水全部排至隔油间，压力排水排至室外污水检查井；仓储式超市火灾危险等级按仓库危险等级Ⅱ级定义，除超市以外的区域火灾危险等级按中危险等级Ⅱ级定义。

【关键词】 仓储式超市 生活给排水 消火栓系统 自动喷水系统

Abstract: The Water supply and drainage design of high-rise commercial complex of Xiaoshan Olympic Sports Impression City mainly involves the design of water supply and drainage, fire hydrant and automatic sprinkler system. This kind of building is a high-rise commercial complex with complex structure, large single-storey area, many shops and great changes in commercial lease in the later period. In the design process of domestic water supply system, horizontal and vertical circular pipe water supply is designed to ensure the reliability of water supply. The water supply method of indoor fire hydrant system adopts vertical main riser, and each layer is ringed. In order to facilitate later maintenance, commercial catering drainage is all discharged to the oil isolation room, and pressure drainage is discharged to the outdoor sewage inspection well; The fire danger level of the warehouse supermarket is defined as the warehouse danger level Ⅱ, and the fire danger level of the area other than the supermarket is defined as the medium danger level Ⅱ.

Key words: Warehouse supermarket; water supply and drainage; fire hydrant system; automatic water spraying system

1 项目概况

萧山奥体印象城高层商业综合体目前作为杭州市第四座印象城，拥有“杭萧一体化”、“沿江开发、拥江发展”的等有利政策环境，发展势头强劲、潜力巨大，将进一步推进杭州的发展格局。本项目位于萧山区钱江世纪城，与杭州市区仅有一江之隔，北向为飞虹路，南向为扬帆路，东向为金鸡路，西向为孝路，用地面积5.38万m^2，总建筑面积达21.29万m^2。

本项目地上1~6层为商业和办公区，地下共3层。地下一层夹层为商业区，地下一层由商业区、设备用房及部分人防工程组成，地下二层为地下车库。地上建筑层高平均每层高达6.00m，建筑总层高35.00m，总平图面如图1所示。

2 系统设计介绍

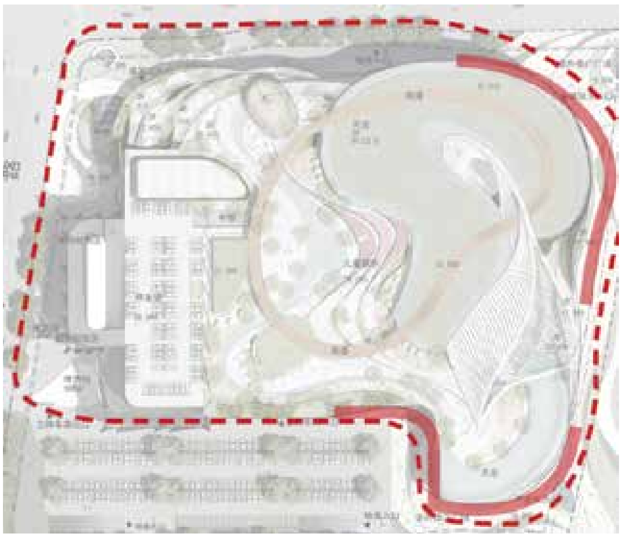


图1 建筑总平面图

2.1 给水系统

本项目的供水水源为城市自来水，市政供水管网为环状。在北侧飞虹路给水总管DN600引入一路

DN200的给水管，在西侧仁孝路给水总管D400引入一路DN200的给水管，市政水压力约0.20MPa。引入管上分设消防、商业、仓储式超市生活总水表计量，消防给水管网和生活给水管网均为成环布置，并且生活水表后分出市政给水管引入到地下室，作为生活供水水源，消防总水表后引入一路市政水到地下室消防水池，作为消防水池补水管。生活给水用水分商场用水及大型仓储式超市用水，生活最高日用水量4450m^3/d，最大时用水量526.2m^3/h。

由于本项目地上层高相对较高，并为保证用水的可靠性，商场给水系统分低区、中区和高区3个分区，2层及以下为低区由市政管网直接供水；3层至4层为中区，采用生活水箱+变频中区加压设备加压供水；5层至6层为高区，采用生活水箱+变频高区加压设备加压供水。另外仓储式超市为高大空间超市同时应超市要求，其用水需单独做一套给水系统，分为高区和低区两个分区，低区由市政管网直接供水，用水点位主要为超市冷却机房和空调补水；高区为2至4层，采用山姆生活水箱+变频高区加压设备加压供水，用水点位主要为空调机房给水。

商业综合体分设两座生活水泵房，一座供商场中高区生活用水，另一座供超市高区用水。商场区生活给水泵房设置5座不锈钢生活水箱和2套变频加压泵组供中高区生活用水，其中2座生活水箱有效容积为175m^3，其他3座生活水箱有效容积均为160m^3。商场加压中区生活给水变频泵组参数为：Q=165m^3/h、H=49m，商场加压高区生活给水变频泵组变频参数为：Q=225m^3/h、H=69m，中高区变频加压泵组均为三用一备。超市生活给水泵房设置3座不锈钢生活水箱和1套变频加压设备供高区生活用水，3座生活水箱有效容积分别为80m^3、70m^{3}和40m^3，超市生活给水加压变频泵组参数为：Q=40m^3/h、H=45m，二用一备。

商场及仓储式超市设置的给水泵组均为变频泵组，当商场运营期间存在用水量低负荷供应时变频泵组中的主泵不工作，辅泵启动，此时变频泵组所提升的水量为低负荷用水量，可减少管网内水流的停留时间。

2.2 热水系统

商业综合体热水供应区域为5层的餐饮区域。顶层设置集中热水系统，热水系统由空气源高温热泵热水机组和保温水箱组成。冷水经空气源高温热泵热水机组加热后，输入保温箱由热水泵进行循环供水。当保温水箱中水温低于50℃，启动空气源热泵机组，当保温水箱中水温高于55℃，关闭空气源热泵机组，在此过程中冷水供水管中没有冷水进入到主机内。当管道温度低于45℃时，开启回水管上的温控电磁阀，管道回水到热水箱，供水泵自动启动。当管道中水温高于45℃，生活热水系统循环加压泵关闭。商场内热水用水点位是餐饮厨房用水点位，其温度不低于50℃，并且用水点的点位相对较高，只有5层及6层存在热水用水点位。在设计过程中，为使热水的使用温度达到相应的要求，结合《民用建筑可再生能源应用核算标准》（浙江省工程建设标准）相关标准，空气源热泵机组及储热水箱设置在6层屋面，通过减少管网长度、使用同程系统减少热量损失，并且热水供、回水管均采用厚50mm超细玻璃棉进行保温，进一步避免热水在运行过程中有太多的散热，从而保证配水点的水温满足相应要求。

热水系统采用上行下给的布管方式，在管网中设置温控阀、流量平衡阀，调节热水水温及水量，从而保证热水运行的均匀性。热水同程供水系统在热水循环过程中可减少热量损失，从而减少相应能耗。

另外，热水系统的变频泵组主泵与辅泵的运行情况可根据热水运行时的水量进行调节，当热水用水量少时，变频泵组启动辅泵，主泵不工作，反之启动主泵，辅泵不工作，这样的运行方式也可以减少一定能量的消耗。

2.3 排水系统

本项目室内排水采用雨、污分流制，室内卫生间排水采用污、废分流制。室内±0.00m以上污废水部分为重力流排入室外污水管，另一部分通过地下室一体化污水提升装置排入室外污水管网。±0.000m地面层以下的废水由排水管汇集并排至集水坑内，并利用潜水排污泵进行提升后排至室外污水管道。

屋面雨水采用虹吸雨水设计，设计重现期50

年。屋面雨水由虹吸雨水斗收集、室外雨水经雨水口收集，再排入室外雨水井。部分屋面雨水和道路雨水经收集、处理达标后回用作为地下车库。室外绿化用水及其余小区雨水管网汇集后排入市政雨水管网。

2.4 消防系统

本项目为一类高层商业综合楼，依据《消火栓给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014)[1]要求室内外消火栓系统设计用水量均为40L/s，火灾延续时间均为3h。室外消火栓系统采用低压系统，建筑红线内DN150的消防环管上均匀布置室外消火栓。室外消火栓距路边距离不大于2m，距高层建筑外墙的距离不小于5m且不大于40m，室外消火栓之间的距离不大于120m。根据规范要求室内消火栓系统应采用临时高压消火栓给水系统，由消防水池、消防泵房、高位水箱、消火栓、水泵接合器及管道系统组成。室内消火栓给水系统竖向为一个区，当消火栓栓口的动压力大于0.50MPa时，采用减压稳压式消火栓。室内消火栓系统成环状布置，保证每根立管双向供水。

项目主体除普通区域外，还存在高大空间，同时超市为仓储式购物中心。依据《自动喷水灭火系统设计规范》(GB50084-2017)[2]规范，每个区域火灾危险等级以及设计用水量不能一概而论，应依据规范分别对每个区域进行划分危险等级及设计用水量。本项目超市常规区域按大空间仓库危险II级设置自动喷水灭火系统，喷水强度为24L/min•m^2，作用面积为280m^2，设计用水量按120L/s计；冷库采用预作用系统，按仓库危险II级设置，喷水强度为24L/min•m^2，作用面积：280m^2，设计用水量按120L/s计；商场，地下车库按中危险II级设置，喷水强度为8L/min•m^2，作用面积：160m^2，设计用水量按40L/s计；影厅按大空间设置，净空大于8m小于等于12m，喷水强度为15L/min•m^2，作用面积：160m^2，设计用水量按50L/s计。

3 设计重难点

3.1 生活给水系统

3.1.1 生活给水管网供水形式的确定

对于公民建建筑，一般生活给水系统在水平向上设计支管供水系统，系统不复杂，能保障一定的用水的可靠性，并且方便施工[3]。但是由于本项目的单层功能性用房分布与一般公民建建筑结构相比较为复杂、单层面积大、层与层之间布局均不相同，所以选用支管供水系统可能存在供水可靠性欠佳的问题。并且考虑后期商业租赁变化大会导致的供水点位频繁发生变化的情况，经过多年的设计经验以及相关的施工现场交流，综合考虑采用水平向及竖向成环管供水。

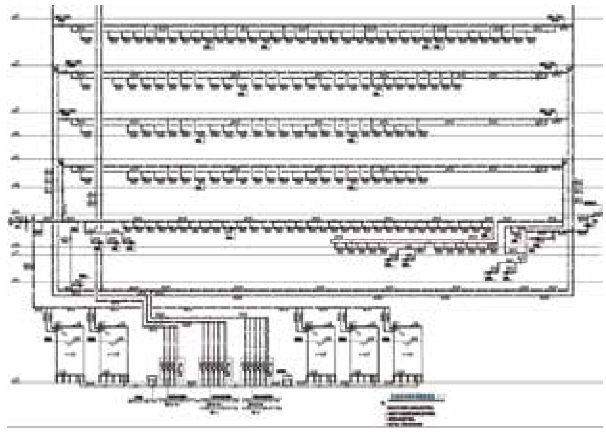


图2 给水系统图

给水系统图如图2所示，在本次设计中，给水系统水平向及竖向均成环管供水足以保障这类错综复杂的商业综合体租赁商家及公共区域的用水可靠性，同时，在水平向环管中每3个用水点设置一个闸阀，方便维护及检修。考虑到每层生活给水水量的区别，环状给水管网中，可能存在着流量分配的不均的情况，在设计时使横向及竖向的给水管网的管径保持一致均为DN150的给水管，保证每层环管起端的压力保持基本一致，并且在每层环状管网的起端增设可调式减压阀，使每个环状管网的压力维持在0.2MPa，从而保证流量均匀分配。如果商业综合体后期改造，公共区域及租赁商家停水的风险也会降低。这种虽然设计对于施工来说工作量会增加，前期的成本业会高，但是综合考虑项目给水系统还是设计成比较复杂的水平向及竖向均成环管供水。

3.1.2 生活给水泵房的确定

生活水泵房分为商场生活水泵房和超市生活

水泵房。对于公民建建筑而言每一寸土地都是“金子”，需要严格控制建筑计容面积，因此要尽最大努力将建筑物内的全部空间都利用起来。本项目的生活给水分两个系统，一是商场生活用水和超市生活用水，两个整体所需生活用水量不同，生活水箱的容积和数量不同，将两个给水系统的生活水箱全部放到一个生活水泵房内会出现两点问题：

1）没有足够的空间，若强行放置至在一个空间内，会导致整个建筑的整体利用率不高，并且地下二层的停车场规划也不美观；

2）放置在一个空间内，施工阶段时，施工工人的马虎可能会导致两个系统接管混乱，造成返工，并且后期维护也不方便。综合考虑将两个系统的生活给水泵房分开设置，设置在同一方位，设计管道走向都是同一位置走向，不用考虑两个给水系统管道发生冲突。商场生活水泵房和超市生活水泵房如图3所示。

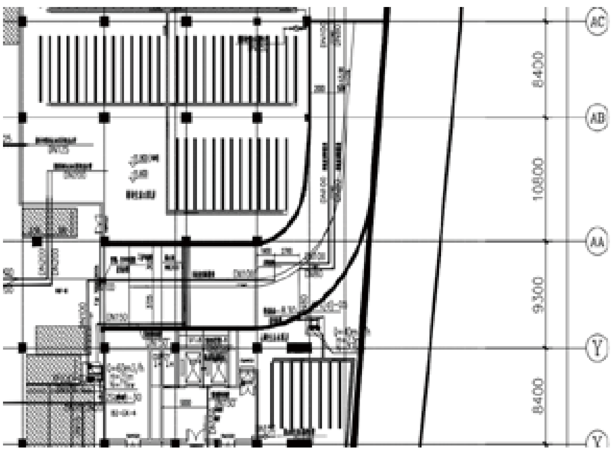


图3 两个生活水泵房位置局部截图

3.2 生活排水系统

生活排水系统考虑到需要预留的商业餐饮排水很多，同时为了后期隔油设备的维护方便，商业餐饮排水全部排至地下二层的专用隔油间，通过隔油一体化设备后，压力排水排至室外污水检查井。生活排水系统整体的设计思路考虑到后期因商业综合体改造而会导致排水系统大面积整改的问题，最终如图4所示设计生活排水。

3.3 消防系统

3.3.1 室内消火栓系统

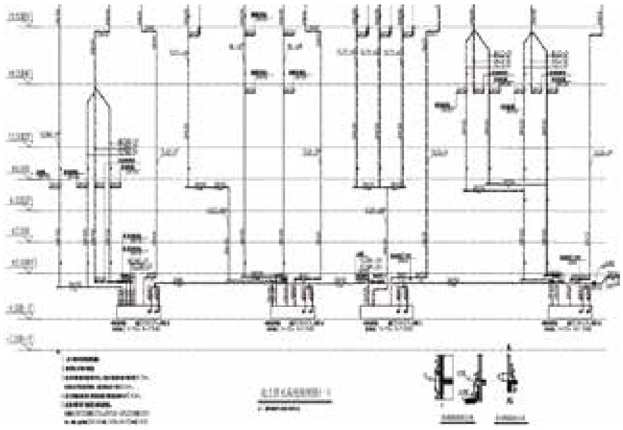


图4 生活排水系统图

在公民建建筑中，室内消火栓系统一般采用传统的立管上下成环的消防给水系统，这种系统结构简单、方便设计，在建筑平面上下层基本相似的情况下，可以方便施工。但是本项目与传统的公民建筑相比，建筑单层面积较大、每层平面差异过大，并且考虑到后期商业租赁变化大等因素，所以在本次设计中不能完全考虑传统的立管上下成环的消防给水系统。因此在本项目采用竖向设置4根室内消火栓主立管，每层成环的消防给水系统。这样设计不仅方便后期商业改造，同时还减少了改造时对整体消防的影响。系统原理图如图5所示。

3.3.2 自动喷水系统

本项目自动喷水系统由于建筑面积大、结构复杂在设计过程中需要特别关注。根据《自动喷水灭火系统设计规范》(GB50084-2017)[2]规范附录A中所述：民用建筑总建筑面积5000m²以上的商场火灾危险等级定义为中危险级Ⅱ级。但是，本项目的建筑物内包含超市和商业餐饮及影院，超市为高大空间的仓储式购物中心，商业及餐饮为常规层高，影院为高大空间。若只按照上述规范中直接将整体建筑的火灾危险等级定义为中危险级Ⅱ级是完全不可取的。并且超市商品涉及木材谷物机制品、皮革、家电、棉毛麻丝化纤制品以及B组塑料等材质物品，这类仓储式购物中心应该按照仓库危险等级Ⅱ级定义火灾危险等级。仓库危险等级自动喷水系统设计用水量按120L/s计，火灾延续时间为1.5h，自动喷水系统所需消防水量为

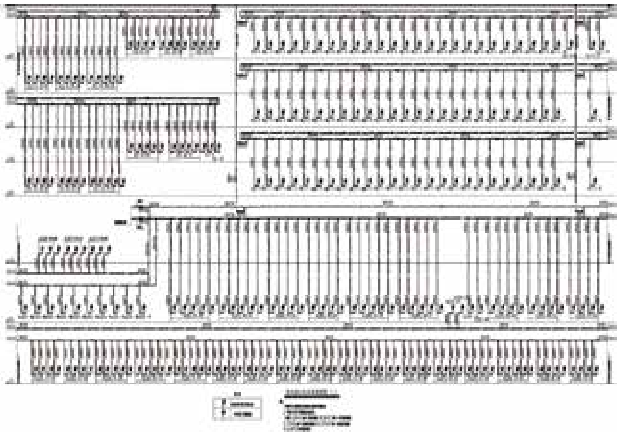


图5 消火栓系统原理图

648m^3，比中危险Ⅱ级的水量大很多，如果前期土建阶段对自动喷水系统按建筑整体一概而论定义危险等级，会导致消防水量、消防水池后期整改大，导致后期的成本增加。

因此，在设计阶段中必须将火灾危险等级分开来定，仓储型超市火灾危险等级按仓库危险等级Ⅱ级定义，设计用水量按120L/s计，使用喷头流量系数K=242的喷头，除超市以外的区域火灾危险等级均按中危险等级Ⅱ级定义，使用喷头流量系数K=80的喷头，影院等高大空间使用喷头流量系数K=115的喷头。自动喷水系统消防水量需从严设计，按仓库危险等级Ⅱ级计算。仓储型超市部分区域是冷库和烘培间，根据规范要求环境低于4℃或高于70℃应采用干式系统，在设计过程中超市的自动喷水系统设计两个系统，冷库和烘培间设计为干式系统，其他区域为湿式系统，另外考虑前期施工和后期维护方便，将超市的自动喷水系统报警阀间与整个建筑的报警阀间分开设置。

喷头的型式也是此次自动喷水系统的重难点，除上述所说的不同火灾危险等级及净空高度导致各区域使用不同喷头流量系数的喷头外，喷头选用上竖式喷头和下垂式喷头（后述简述为上喷和下喷）也要做慎重的思考。目前，商业建筑或者其他类型的民用建筑在设计喷头的形式有两种[4]，一种为按照有吊顶的形式设计，设计成下喷，二次装修时，吊顶至楼板高度超过800mm，且闷顶空间有可燃物存在时，增加上喷；另一种则为土建阶段全部按照上喷设计，后期装修时有吊顶的地方增设下喷。两种设计各有利弊，第一种形式的优点在后期装修时工作量不大，隐形中减少了成本的投资是因为民用建筑为高大空间的建筑较少，在二次装修时，吊顶至楼板高度超过800mm，且闷顶空间有可燃物存在的可能性也较少，但是这种情况因为下喷无法集热，不能及时做出反应，在土建阶段的消防验收时，很难通过。第二种形式，会完全避免上述状况，但是后期装修阶段吊顶区域增加吊顶时，按照规范要求势必要增加下喷，工作量增加，增加下喷的同时，喷头的位置与灯具位置可能会发生冲突，导致给排水和电气两个专业图纸都要变更，后期工作量和成本增加的。在设计过程中，参考第二种形式，确定没有吊顶的区域以及后期装修也不会有吊顶的区域全部设计成上喷，如仓储型超市，确定有吊顶的区域或者后期装修可能出现吊顶的区域设计时，既设置上喷也设置下喷，下喷的位置与电气专业的灯具位置进行调整，避免后期发生冲突，可以减少变更次数。并且，在设计过程中将暖通专业大于1.2m的风管下面按规范要求布置了喷头，施工过程中有理有据可减少不必要的麻烦。

4 小结和思考

1）对于单层面积大、商铺多、后期商业租赁变化大的高层商业综合体在设计生活给水系统时，应该进行多方面考虑，将系统设计为相对最优的供水形式。不要只考虑成本而忽略后期维护和供水的可靠性，因此本次设计为水平向及竖向成环管供水方式。此类建筑在设计过程中都可以考虑将生活给水系统的供水形式设计为水平向及竖向成环管供水的供水形式，足以保障用水的可靠性，并且存在不同生活给水系统时，可分开设置生活水泵房，使建筑空间的利用率最大化。

2）对于需要预留的商业餐饮排水点位多的建筑，在地下一层或者二层设置专用的隔油间将商业餐饮排水全部排至隔油间，通过隔油一体化设备后，压

News 新闻

中国城镇供水排水协会建筑给水排水分会第一届第三次全体委员大会暨物联网消防论坛在沪圆满召开

6月3日，由中国城镇供水排水协会指导， 中国城镇供水排水协会建筑给水排水分会、中国建筑设计研究院有限公司、上海凯泉泵业(集团)有限公司联合主办的“中国城镇供水排水协会建筑给水排水分会第一届第三次全体委员大会暨物联网消防论坛”在上海圆满召开。

本次论坛聚焦建筑给水排水和物联网消防的规程、规范、标准编制和发展趋势等，展示了新产品、新技术、新工艺、新设备的技术创新和应用成果。中国工程院院士、哈尔滨工业大学教授马军，中国城镇供水排水协会科标部主任刘亮，上海凯泉泵业(集团) 有限公司董事长兼总裁林凯文，住建部高等教育给排水科学与工程专业评估委员会主任委员、重庆大学教授崔福义等领导专家，以及中国水协建筑给水排水分会常务理事、委员，凯泉杯“杰出青年工程师、优秀青年工程师”和各界代表等500余人参加了论坛。

力排水排至室外污水检查井，以方便后期维护。

3）对于单层面积大，商铺多，后期商业租赁变化大的高层商业综合体在设计消火栓给水系统时，将系统设计为采用竖向设置4根室内消火栓主立管、每层成环，相对最优的消防给水系统。这样设计不仅方便后期商业改造，同时还减少了改造时对整体消防的影响。

4）自动喷水系统一般根据建筑定义进行火灾危险等级确定，但是本项目由于存在仓储式超市，在设计过程中火灾危险等级应该分别定义，仓储式超市火灾危险等级按仓库危险等级Ⅱ级定义，除超市以外的区域火灾危险等级按中危险等级Ⅱ级定义，自动喷水系统消防水量从严设计。

5）对于单层面积大、商铺多、后期商业租赁变化大的高层商业综合体建筑的自动喷水系统设置上下喷时，既要考虑土建阶段的消防验收问题，也要考虑实际情况布置上下喷头，并且设计的同时与其他专业进行相互协调，减少返工或者图纸变更的工作量。

参考文献

[1]GB50974-2014消防给水及消火栓系统技术规范[S]

[2]GB50084-2017自动喷水灭火系统设计规范[S]

[3]尹爱琼，张逸卓.杭州绿谷给排水设计探讨[J].给水排水，2021，47（04）：117-120

[4]夏凡.超市大卖场给排水设计重点及难点[J].给水排水，2019，45（06）：92-97

Author & profile · 作者简介

姓 名：陈祖曦

性 别：男，大学本科

主要从事建筑给排水设计。

通讯处：深圳市福田区深南中路
福田大厦西部四楼

电 话：13714570362

邮 箱：2422552131@qq.com

sosoon 劲驰

大屋面排水，就用劲驰®虹吸排水

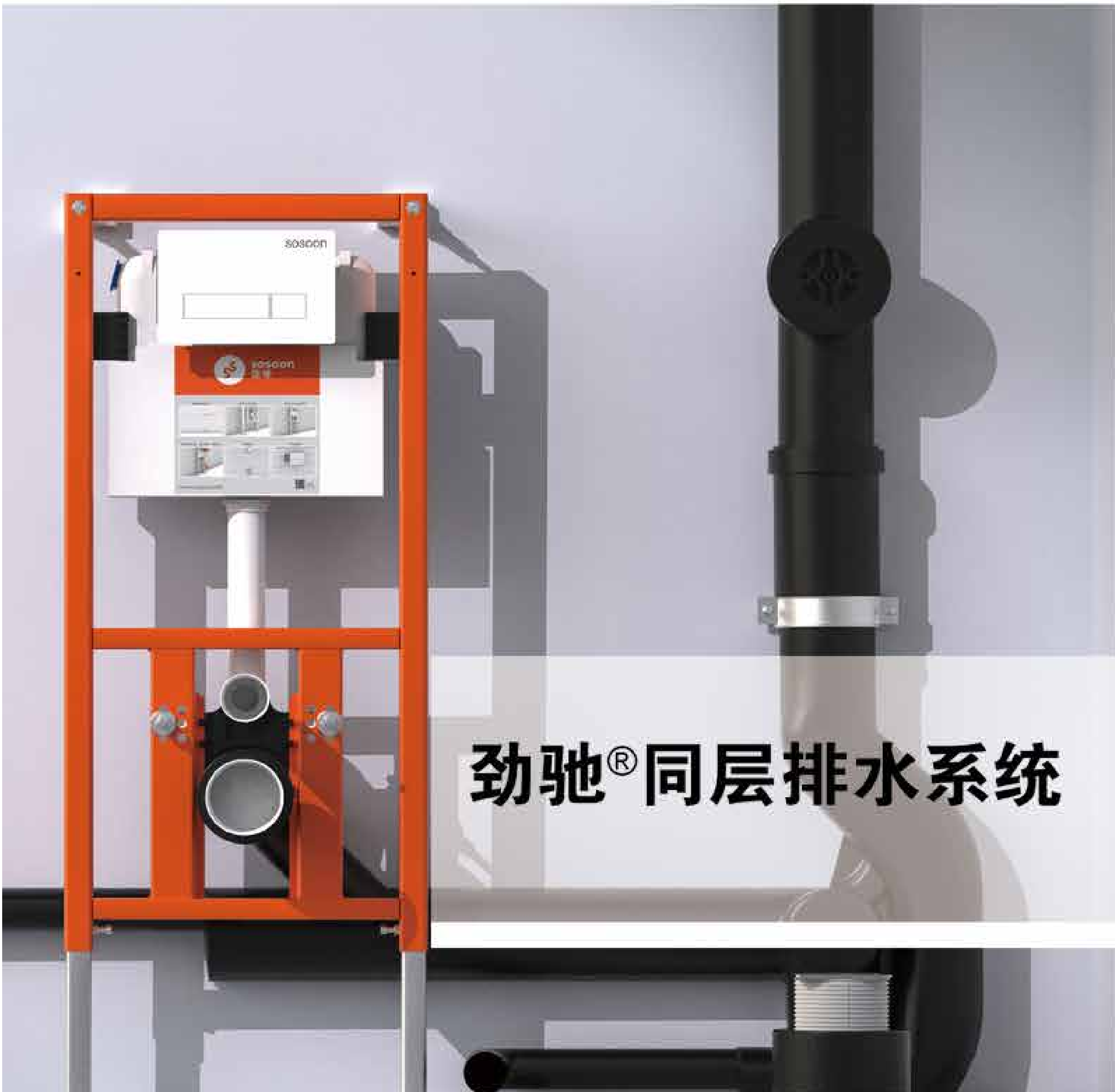
- 系统配套佳——虹吸雨水斗、HDPE管道和管配件全部由劲驰自主生产
- 排水无渗漏——独创的生产工艺使HDPE管道连接更牢固、更持久
- 排水更安全——虹吸雨水斗经过水力塔测试，排量不虚标
- 团队经验足——设计、施工团队超20年的实践经验，从容应对不同类型屋面
- 响应速度快——遍布全国的售前售后专业化服务网点，便于现场勘查

劲驰虹吸雨水斗

劲驰HDPE管道管配件

劲驰固定件

sosoon
劲驰



微信公众号

地址：南京市江宁滨江开发区绣玉路5号
网址：www.sosoon.net | hello@sosoon.net
电话：+86 (25) 8509 8132 传真：+86 (25) 8495 0153

sosoon
劲驰

用劲驰®同层排水，居住品质更上一层

- 杜绝反臭——自主研发的地漏水封容量大，水封高度达到50mm，杜绝臭气和病毒传播
- 快速排水——特制旋流器和大曲率弯头，引导水流加速排水，高层排水不拥堵
- 维护方便——自清洁地漏减少清理频率，宽检修口设计降低清理难度
- 使用寿命长——HDPE管道长达50年使用寿命

劲驰隐蔽式系统

劲驰水箱面板

劲驰地漏

重庆某大型商业综合体项目给排水设计浅析

Discussion on Water Supply and Drainage Design of A large commercial complex project in Chongqing

樊明玉 田沁禾 黄显奎
重庆市设计院有限公司

【摘　要】 本工程为两个地块组成的大型商业综合体，集住宅、商业、电影院、大型超市、地下车库以及轻轨连通道等多功能于一体，结构复杂、功能多样，给排水及消防系统设计应结合项目实际、规范落实、初期投资、后期运维管理等多方面进行综合考虑。本文结合工程实践，对大型商业综合体的给排水、消防系统进行了探讨，并总结了经验。
【关键词】 商业综合体 消防系统 超市给排水 BIM设计

Abstract: This project is a large comprehensive business composed of two plots, which integrates residence, commerce, cinema, supermarket, underground garage and light rail connecting passage and other functions. The structure is complex and the functions are diverse. The design of water supply and drainage and fire fighting system should be considered comprehensively in combination with the project reality, standard implementation, initial investment, and later operation and maintenance management. Combined with engineering practice, this paper discusses the water supply and drainage, fire control system of large commercial complex, and summarizes the experience.
Key words: Comprehensive business; Fire protection system; Supermarket water supply and drainage; BIM design

1 项目概况

本项目位于重庆市两江新区礼嘉组团，为两个地块组成的大型商业综合体，礼慈路从南北两地块中间穿过，总建设用地面积约9.3万m²，总建筑面积约27.0万m²。南地块含地上商业3层、上盖3栋住宅塔楼14层；地下3层，负一层为商业，其余为车库；最大建筑高度67.75m。北地块地上商业4层、地下车库二层，商业裙房楼高（除电影院）为地面24m。本项目功能包括住宅、商业、电影院、大型超市、超大中庭、跨街连廊、地下车库以及轻轨连通道等。项目效果图见图1。

图1 项目效果图

2 生活给水系统

水源为市政自来水，根据建设方要求，北地块自北侧市政给水管网上引入一路DN200给水主管，分设商业、超市和绿化总水表；南地块自南侧市政给水管网上引入一路DN200给水主管，分设商业、消防和住宅总水表。

市政供水服务标高为黄海高程380m，根据建筑高度、节能、物业管理要求的不同等原则，住宅和商

表1 生活用水量计算表

区域	建筑物名称	单位	用水定额	用水人数(面积)	最高日用水量	使用时数	小时变化系数	最大时用水量	备注
					(m^3/d)	(h)	K_h	(m^3/h)	
住宅	高层住宅	每人每日	200	1421	284.20	24	2.3	27.24	
	未预见用水量		10%		28.42	24		2.72	
	小计				312.62			29.96	
北地块商业	商业(餐饮)	每人每次	20	4652	279.12	12	1.5	34.89	每日三餐
	商业(非餐饮)	每人每日	7	1268	8.88	12	1.5	1.11	
	走廊、中庭	每人每日	7	3990	27.93	12	1.5	3.49	
	电影院	每人每次	5	1644	32.88	3	1.5	16.44	每日四场
	冷却塔补水	m^3/h		3360	604.80	12	1.0	50.40	循环水量的1.5%
	车库冲洗	每m^2每日	2	49644	99.29	8	1.0	12.41	
	未预见用水量		10%		90.44	24		11.40	
	小计				1143.33			125.35	
南地块商业	商业(餐饮)	每人每次	20	4550	273.00	12	1.5	34.13	每日三餐
	商业(非餐饮)	每人每日	7	3417	23.92	12	1.5	2.99	
	走廊、中庭	每人每日	7	5525	38.68	12	1.5	4.83	
	宝贝王	每人每次	15	727	10.91	12	1.3	1.18	
	商管用水	每人每日	30	200	36.00	10	1.2	4.32	
	车库冲洗	每m^2每日	2	37085	74.17	8	1.0	9.27	
	未预见用水量		0.1		221.09	24		4.75	
	小计				677.75			61.47	
大型超市	超市				320.00	12	1.5	40.00	
	冷却塔补水	m^3/h		643	115.74	12	1.0	9.65	循环水量的1.5%
	未预见用水量		10%		43.57	24		4.96	
	小计				479.31			54.61	
总计					2613.02			271.39	

业给水系统分开设置。商业、大型超市、地下车库采用市政直接供水。住宅低区(五至七层)由市政直供，八层及以上由设于住宅生活水泵房内的成套无负压供水设备加压供水。各系统（减压阀后）分区压力不大于0.45MPa，分区减压阀损坏的情况下水压不大于0.6MPa，对于供水压力超过0.2MPa的楼层均采用支管减压阀减压后供水，保证用水点压力不超过0.2MPa。本项目生活给水最高日总用水量为2613.02m^3/d，最大小时总用水量为271.39m^3/h（见表1）。

3 生活热水系统

本项目商业部分的所有公共卫生间、母婴室设置洗手热水，采用容积式电热水器分散制备热水，热水器设置在本地或就近保洁间，母婴室与附近卫生间共用热水水源。每个公共卫生间洗手盆下方预留热水管接口及电热水器插座，并预留3kW容积式电热水器条件。电热水器必须带有保证使用安全的装置。严禁在浴室内安装直接排气式燃气热水器等在使用空间内积聚有害气体的加热设备。

4 污水系统

室外采用雨、污分流的排水体制，室内采用污、废合流体制。住宅塔楼卫生间采用设专用通气立管的排水系统，住宅塔楼厨房、商业厨房等其它排水采用伸顶通气的排水系统，商业公共卫生间设置环形通气管。地面以上采用重力排放，不能重力排放的卫生间污废水在地下车库设置独立的污水处理间进行提排；商业部分的餐饮废水经专门废水管道收集后，在地下车库分区域设置独立的隔油机房进行隔油隔渣处理，达到排放标准后再提排至室外污水检查井。

根据环评报告，本工程商业生活污水进入生化池处理，商业餐饮废水经室内隔油器处理之后进入生化池；住宅生活污水经格栅井处理，均达到一级排放标准后可排入城市污水管网。本工程根据场地布

置及市政条件，共设有2座生化池，处理规模分别为350m^3/d和900m^3/d。

5 雨水系统

采用重庆市渝北区暴雨强度公式：q=1111（1+0.9451gP）/（t+9.713）0.561（L/s•10^{4}m^2），室外雨水重现期取P=5年，降雨历时5min。屋面雨水设计重现期取P＝10年，降雨历时5min，屋面女儿墙上设置溢流口，并按50年的设计重现期校核屋面雨水排水管与溢流设施总排水能力。地下车库坡道出入口及下沉式广场设计重现期取P=50年，通过集水坑内的潜污泵提升排出。

屋面雨水采用重力流排水，由87型雨水斗收集通过雨水立管接入室外雨水管网。对于不能重力排出的雨水系统，采用集水坑收集后经潜水泵提升排出室外，压力雨水排水管接入雨水沟的位置应设置防止雨水反溢的措施。

本项目采用绿色屋顶、雨水花园、雨水蓄水池、透水铺装和半透水铺装等LID设施，以期达到海绵城市建设的控制要求。在地块南侧设置一座有效容积700m^{3}的蓄水池，回收雨水经处理后用于裙房屋顶花园及场地绿化浇灌、道路浇洒、公共卫生间冲厕、车库冲洗用水等。雨水处理工艺流程为：屋面及场地雨水→初期径流弃流→地埋式雨水蓄水池→雨水回收处理系统→裙房高位水箱→裙房屋顶花园及场地绿化浇灌、道路浇洒、公卫冲厕、车库冲洗用水等。在地下车库设一座雨水处理机房，内设变频给水设备和清水箱，从清水箱吸水加压后，供水至屋顶高位水箱，经水表计量后供给绿化灌溉用水、公共卫生间冲厕、车库冲洗等用途，见图2。

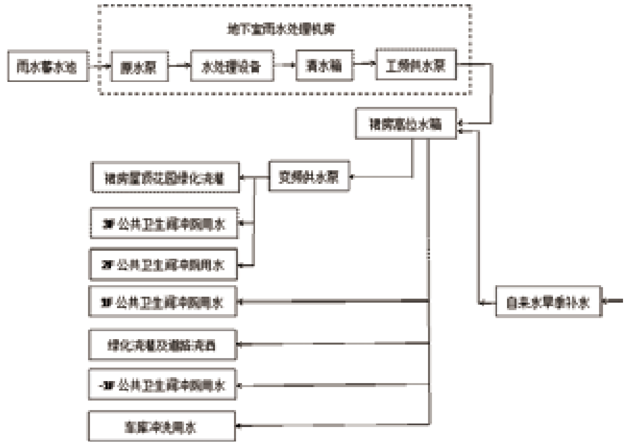


图2 雨水回用系统示意图

6 冷却循环水系统

商业和超市分别设置一套冷却塔和冷却循环水系统。商业部分选用4台离心式冷水机组，配套选用14台横流式低噪音冷却塔，并在商业制冷机房内配套设5台卧式双吸泵；大型超市选用2台离心式冷水机组，配套选用4台恒流式低噪音冷却塔，超市制冷机房内设置3台卧式双吸泵。

冷却塔系统采用市政水压直接补水，最大小时补水量23m^3/h。空调冷却循环水系统采用干管循环制，同型号的冷却塔合并循环供回水管，设置平衡管联通。

7 消防系统

7.1 消防用水量

本项目按一类高层公共建筑进行消防设计，消防用水量按一次火灾灭火用水量设计。消防用水量计算详见表2。

在车库负一层设置有效容积1584m^{3}的消防水池（分为独立两座）。消防水池设2个室外消防取水

表2 消防用水量计算表

系统名称	消防流量(L/s)	火灾延续时间(h)	最大小时用水量(m^3)	一次火灾消防水量(m^3)
室内消火栓系统	40	3	144	432
室外消火栓系统	40	3	144	432
自动喷水灭火系统	100	2	360	720
自动扫描射水高空水炮灭火系统	20	1	72	72
一次灭火最大用水量	432+432+720=1584m^3			

表3 自动喷水灭火系统设计基本参数						
系统名称		危险等级	最小喷水强度(L/min·m^2)	最小作用面积(m^2)	火灾延续时间(h)	计算流量(L/s)
商业、车库		中危险Ⅱ级	8	160	1	40
电影院	普通影厅(8m＜h≤12m)	中危险Ⅰ级	15	160	1	50
	IMAX影厅(12m＜h≤18m)	中危险Ⅰ级	20	160	1	60
大型超市		仓库危险Ⅱ级	22	200	2	100

表4 不同场所喷头选用					
设置部位		喷头形式	动作温度/°C	*K*值	备注
商业	有吊顶	吊顶型玻璃球喷洒头	68	80	中庭环廊、地下商业采用快速响应喷头
	无吊顶	直立型玻璃球喷洒头	68	80	
	厨房区域	吊顶/直立型玻璃球喷洒头	93	80	
车库	有吊顶	吊顶型玻璃球喷洒头	68	80	
	无吊顶	直立型玻璃球喷洒头	68	80	
电影院	普通影厅(8m＜h≤12m)	吊顶/直立型玻璃球喷洒头	68	115	快速响应喷头
	IMAX影厅(12m＜h≤18m)	非仓库型特殊应用喷头	68	161	
大型超市	卖场区域	快速响应喷头	68	115	
	货物中转区	早期抑制快速响应喷头	68	202	
	热水机房、面包烘烤间、熟食操作间及饮食出租区操作间等	吊顶/直立型玻璃球喷洒头	93	80	
	冻库、冷藏间	特制干式喷头		80	
	后期办公、外租小商铺等其他区域	快速响应喷头	68	80	

口，取水口距消防水池最低有效水位高差不大于5米。在1号住宅塔楼屋顶设一座有效容积50m^{3}的消防水箱，采用室内消火栓和自动喷淋增压稳压设备分别进行稳压，以满足水灭火设施最不利点处的静水压力要求。

7.2 室外消火栓系统

由市政水源供水，设一路室外消防引入管接至消防水池。采用临时高压系统，由消防水池—水泵—水箱联合供水。在车库负一层内布置室外消火栓加压环网，由室外消火栓增压稳压装置补水保持管网长期持压，发生火灾时由室外消防取水泵自动启动从消防水池吸水加压输送到室外消火栓环网，环网上设置有若干室外消火栓，间距不大于120m，保护半径不超过150m。

7.3 室内消火栓系统

本项目室内消火栓系统采用临时高压制，水池—水泵—水箱联合供水。根据建设方物业管理要求，住宅、商业分别设置独立的室内消火栓泵。室内消火栓系统竖向不分区。室内消火栓栓口压力大于0.50MPa处，均设减压稳压消火栓（出水压力为0.35MPa）。分别在各栋住宅塔楼屋顶层和裙房商业屋顶层设试验用消火栓，并设压力显示装置。

在室外分别设置9套商业室内消火栓水泵接合器、3套住宅室内消火栓水泵接合器，每套流量10~15L/s，水泵接合器15~40m范围之内有室外消防栓。

7.4 自动喷水灭火系统

本工程商业、大型超市及车库内除不宜用水扑救的场所外均设喷头保护。采用湿式自动喷水灭火系统，临时高压制。

按最不利点处作用面积内的喷头同时喷水的总流量确定，自喷系统设计基本参数见表3，经计算喷淋泵的系统最大设计流量为100L/s。

自动喷水灭火系统不分区。报警阀间在车库分区域集中设置，商业和超市合用一套加压泵，报警阀组前供水管道在车库内形成环网。每个报警阀控制的喷头数不超过800个，每个防火分区或每层设置显示开或闭的信号阀和水流指示器，最远端设末端检验装置和排水系统。各防火分区在入口压力大于0.4MPa的配水支管上设减压孔板减压。在室外分别设置9套商

业喷淋水泵接合器供消防车向室内消火栓环管加压供水，每套流量10~15L/s。

喷淋设计计算时，车库按无吊顶场合，其它均按有封闭吊顶情况进行喷头选型，详见表4。

7.5 自动扫描射水高空水炮灭火系统

本项目连接南北天街的斜向无柱中庭，跨度30m，长度近200m，结合屋面采光顶及装饰美观需求，中庭区域采用自动扫描射水高空水炮灭火装置，消防用水量为20L/s，火灾延续时间为1h。自动扫描射水高空水炮灭火系统供水泵组与自动喷水灭火系统合用，系统在报警阀前分开。单个自动扫描射水高空水炮灭火装置设计参数为：标准喷水流量5L/s，喷头及探头安装高度为6~20m，标准工作压力0.6MPa，标准圆形保护半径30m。每个防火分区均设置水流指示器和信号阀，在管网最不利点处设置模拟末端试水装置。系统稳压及水泵接合器均与自动喷淋系统共用。中庭超大空间消防见图3。

图3 中庭超大空间消防

7.6 其它灭火系统

商业变配电室、商业柴发储油间、住宅柴发储油间、开闭所、预留充电桩机房等多个防护对象，采用预制柜式或管网式七氟丙烷灭火装置系统分别对多个防护对象进行保护。消防水泵房控制室、消防主控室、住宅消防控制室、制冷机房控制室、住宅弱电机房、住宅塔楼电梯机房等配置悬挂式超细干粉自动灭火装置，使用68℃感温玻璃球喷头。超细干粉灭火系统按全淹没设计，安装高度不大于7m，带自发电感温探头。厨房热厨部分的烹饪烟罩、烟道及烹饪部位设置厨房细水雾灭火系统，并应在燃气或者燃油管道上设置与自动灭火装置联动的自动切断装置。

8 工程设计总结

1）本项目由两个地块组成，市政道路从中间穿越，下与地铁连通道连接，商业综合体上盖住宅，业态复杂多样，如何合理、经济地确定给排水设计方案尤为重要。

设计在方案阶段与建设方、市政管理部门确认管道穿越市政道路的可行性，并进行经济比较分析，主要包括：给水加压设施、污水处理设施、雨水处理设施（雨水蓄水池）、消防水池和消防泵房，是合并设计还是分地块设计。

通常建议在满足规范要求的前提下尽量统一设置，以达到经济合理的目的。本项目考虑两个地块共用一套消防设施，消防水池统一设置，大商业、住宅的室内消火栓水泵分开，既满足了经济合理的需求，又便于后期物业管理。

2）大型商业综合体的商业、餐饮业态复杂，可变因素多，通常会进行一次机电、二次机电（配合精装）设计。因此给排水设计应适当考虑余量，尤其是确定餐饮排水的隔油池设计。目前大多商业综合体一般采用室内一体化成品隔油装置，设置在非底层，室内隔油装置服务半径不宜大于30m。超市及大型餐饮设独立隔油间。在进行隔油装置选型设计时，应根据业态分布和物业管理要求进行划分，充分征求商运意见，在便于管理的前提下，做到设备选型经济、合理，并适当考虑参数预留放大，以便后期商家介入后调改。

设计中同时建议将餐饮排水在地下室的汇总管管径计算值放大一号且不小于DN200，更有利于避免排水管道经常挂油堵塞。在给排水立管的布置上，尽量将立管靠近商铺展面的柱网、后场靠墙区域布置，以期尽量减少后期拆铺带来的大规模机电改造。

3）大型商业综合体项目业态功能繁杂，其消防

设计也相对更复杂，设计应仔细分项梳理项目中各防火分区的消防用水类型，通过分析比较计算得到项目的最大消防用水量值。本项目设计考虑将两个地块按一次火灾考虑，其消防业态包含住宅、商业、电影院、大型超市、地下车库以及轻轨连通道等，消防总用水量主要取决于喷淋水量的确定。设计时应对不同场所的火灾危险等级进行划分和梳理，结合喷水强度、作用面积、以及喷头布置等设计基本参数，进行水力计算。本项目经分析比较喷淋水量最大处为大型超市，根据该超市的交房标准，超市最大净空高度9m(不设吊顶)，货架高度不大于7.5m，喷淋系统危险等级按照仓库危险Ⅱ级计算，卖场区域采用快速响应喷头(115)，最小喷水强度为22.0L/min·m^2、最小作用面积为200m^2、持续喷水时间2.0h，通过水力计算得到本项目最大喷淋用水量标准为100L/s。

4）本工程海绵城市设计有其特殊性，结合项目实际，南北两个地块内的建筑密度高达62.8%，绿地率仅14.8%。与通常绿地率30%以上、建筑密度30%的住宅小区相比，要达到海绵城市的控制指标难度较大。因此本项目利用自身特点进行了雨水资源的综合利用：屋面较大，方便收集干净雨水；有大量公共卫生间冲厕用水，提供了其他项目没有的持续用水需求。通过收集雨水，回用于冲厕用水，不仅解决了海绵城市的控制目标，同时也有很高的节水效益和经济价值，可将雨水利用价值最大化。

5）地铁上盖商业综合体项目，应与轨道公司确认地铁连通道区域权属问题，可考虑将该部分的消防设计就近由商业综合体接入，商业综合体的消防水量多数能满足地铁连通道的消防水量要求。地铁连通道的给排水设计特色主要体现在其业态组合多为休闲餐饮、轻食、零食等为主导，可按快餐进行给排水设计，集中隔油提升设备进行选型时可考虑一定富余。

6）本项目建筑功能繁杂，体量大，设备管线纵横交错，尤其是屋顶层的下一层、地下室设置集中隔油处理间、污水提升处理间的临近区域，由于存在大量的重力管线，需在设计前期进行管线综合，为满足净高需求可以考虑将重力管线进行穿梁设计，因此和结构专业配合梁高显得尤为重要，在施工阶段也应预先告知施工单位进行梁系的预留预埋。为避免施工现场拆改，降低项目成本，本项目全过程采用BIM技术，包括设计、优化、专项深化及施工配合四个阶段，重点管控机房内的管线布置、进出机房的大型排管、管道竖井处、走廊内等管线分布较为集中的地方、管廊等管线集中且管道走向基本一致处，合理优化管道走向，尽量减少管道交叉、返弯等现象；在一些管线较多的部位，通过计算制作管道联合支架方案，既节省了空间和机电辅材用量，又使得管道布置整齐美观。在设计过程中，共处理问题356项，优化过程中，共处理问题135项，专项深化过程中，共处理问题135项，施工配合中，共处理问题125项。BIM技术提供了完整的建筑信息，解决了管线碰撞，同时也便于后期运维管理。

参考文献

[1]王官胜，师前进，杨林儒.某大型商业建筑改造给排水设计几点思考[C].中国建筑学会建筑给水排水研究分会第四届第一次全体会员大会暨学术交流会论文集.2022:730-734.

[2]李东飞.北京某大型商业综合体给排水系统设计总结[J].给水排水，2022，58(03):90-97.

[3]康莉.大型商业综合体消防及给排水设计要点分析[J].科技展望，2015，25(20):150-151.

[4]陈敏，刘奕.大型仓储式超市给排水设计中应注意的问题[J].有色冶金设计与研究，2004(04):64-66.

[5]曹健.商业综合体给水排水专业设计特点[J].给水排水，2017，53(S1):215-216.

Author & profile • 作者简介

姓 名：樊明玉
性 别：女，大学本科，1986年出生
重庆人，硕士，高级工程师
注册公用设备工程师（给水排水）

通讯处：重庆市渝中区人和街31号
电 话：13637911848
邮 箱：371640632@qq.com

基于新冠病毒防治南海医院感染楼给排水及消防设计简介

Introduction to the design of water supply drainage and fire system of the Infection building of Nanhai Hospital based on the Corona Virus Disease2019 prevention and control

杨华

悉地国际设计顾问（深圳）有限公司

|摘　要| 扼要阐述在南海医院感染楼给排水及消防设计中，采取防治新型冠状病毒感染传染病的相关技术措施，为同类建筑给排水及消防设计提供一定参考。

|关键词| 感染楼 新型冠状病毒 给排水 隔绝措施

Abstract: In the design of water supply drainage and fire system of the infection building of Nanhai Hospital, the relevant water supply and drainage technical measures for the prevention and control of Corona Virus Disease2019 diseases are adopted to provide a certain reference for the water supply and drainage design of similar buildings.

Key words: Infected building; Corona Virus Disease2019; Water supply and drainage; Isolation measures

1 工程概况

本项目位于佛山市南海区，是建设规模为1500床位的综合医院，本次设计为其中的感染楼工程，建筑面积6184.26m^2，地上三层，建筑高度16.00m，多层建筑。其功能包括发热门诊、肠道门诊、肝病门诊、HIV门诊、实验室、医技科室及病房（30间，80床）等。首层门诊区按照肠道、发热（呼吸道）、肝炎/HIV分设不同门诊区域，并分科设置候诊室、诊室。病人候诊区与医护人员诊断工作区分开布置。二层、三层为病房区，按照呼吸道、肠道消化道传染病种类分层设置不同病区。每层均划分污染区、半污染区和清洁区，并划分洁污人流、物流通道。

本工程已于2019年底完成施工图设计，2020年院方依据粤卫规划函[2020]32号文《广东省为进一步做好常态化新冠肺炎疫情防控工作》的文件要求，同时参照《新型冠状病毒感染的肺炎传染病应急医疗设施设计标准》T/CECS661-2020及《传染病医院建筑设计规范》GB50849-2014重新设计，以满足针对新型冠状病毒防治的迫切需求。

2 给水设计

2.1 供水系统选择

为充分利用市政水压，原设计生活给水采用市政直供区及加压区两竖向分区。现感染楼生活给水不再采用原有的市政直接供给的形式，将其修改为采用断流水箱加水泵加压的给水系统，接驳院区水箱加变频加压供水装置加压供水。从而提高供水安全性，隔绝防护以达到减小对市政供水水源污染的风险。

2.2 管网布置选择

原设计管道检修井（主水表井）及阀门大部分设置在污染区，并设置多立管供水，此增加后期维修工作难度，且容易造成维修人员交叉感染。在重新设计时，将检修竖井的布置方案优化，感染病楼的管道检修阀门尽量设置在清洁区以便于维修管理。生活给

水按科室设置总水表横管供水，大量减少竖向穿孔。在系统的设计中，将“越少越好”的理念贯彻落实，同时，在所有的管线穿孔中，务必要做好封堵密封措施，降低上下层空气串通的风险，减少交叉感染。生活给水系统图，见图1。

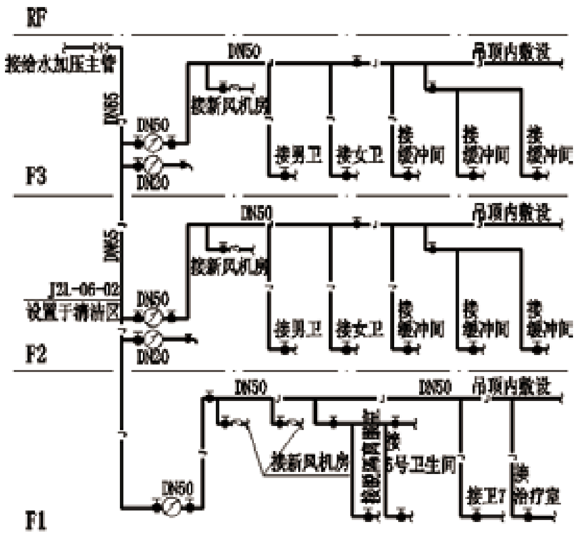


图1 生活给水系统示意图

2.3 饮用水供应

感染楼按护理单元设置开水间，并采用带净化装置的电开水器供应饮用水。感染楼门诊区域采用分散式饮水机，设置位置以不影响人员疏散要求由医院自行确定。

3 热水设计

3.1 供水系统选择

感染楼热水系统为集中供热系统，采用空气源热泵作为热源。感染楼热水机房设置于感染楼屋面。基于感染楼供水安全性考虑，采用闭式热水系统，在热水机房设置密闭贮热水罐，杜绝采用开式系统，以减少热水受外界污染的风险。同时在热水回水总管上设置紫外光催化二氧化钛（AOT）消毒装置，保证热水水质安全。生活热水系统图，见图2。

3.2 管网布置选择

为了保证供水稳定性，感染楼冷热水同源及同程布置管网，热水同冷水系统布置方式，热水系统按住院及医疗功能两大区设置供水主立管，热水为横向

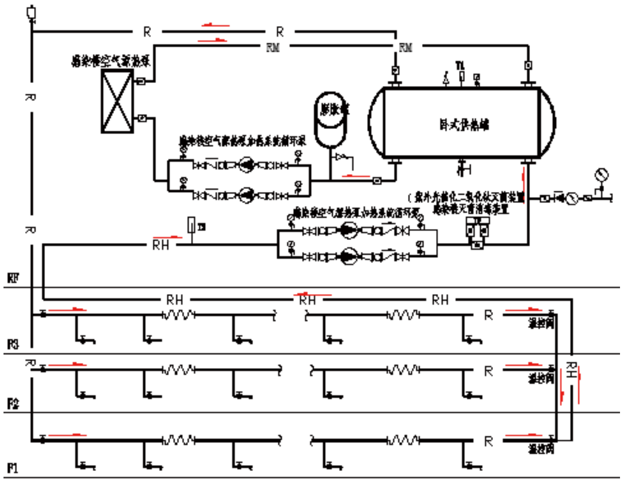


图2 生活热水系统示意图

管循环系统，减少竖向穿管。同时管道安装法兰式不锈钢波形膨胀节防伸缩措施，可尽量减少管道因热胀冷缩变形引起管道漏水。

4 排水设计

4.1 排水系统选择

为保证管道得到及时可靠的冲刷，减少污染物沉积，本工程室内采用污废合流系统，室外雨污分流排放。室内污废水采用普通伸顶通气管通气。雨水采用管道收集，杜绝采用雨水沟和地面径流形式，雨水在进入市政管道前预消毒处理，预消毒池采用投加液氯进行消毒。感染楼雨水严禁回收利用。

4.2 地漏及补充水封

为了卫生安全，以及避免水封干涸而导致空气污染，感染楼污染、半污染区洗手盆等处不设置地漏。卫生间设置地漏，采用带过滤网的无水封直通型地漏加存水弯，存水弯水封50~100mm。卫生间地漏采用洗手盆排水给地漏补充水封，防止地漏长时间无排水进入而导致的水封干涸，减少空气污染。洗手盆排水补地漏水封示意，见图3。

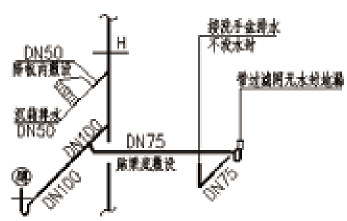


图3 洗手盆排水补地漏水封示意图

4.3 空调冷凝水

空调冷凝水间接排放，分区集中收集，在首层设水封并排至室外污废水管网，并统一预处理消毒后进入医院污水处理站处理。

4.4 排水管道设计

平面、竖向分区布置均应按不同类型功能房的传染性进行合理分区布置独立排水管道，如发热门诊、肠道门诊等均应单独设置排水管道及通气管，避免交叉传染。

4.4.1 排水管道平面分区布置

原发热门诊与肠道门诊的卫生间合用管道，且与医生诊室洗手盆连通，容易造成交叉感染。考虑首层呼吸道发热门诊具有很强传染性且死亡率较高，其独立设置卫生间内排水管及通气管不与其他区域连接，并单独排出室外。否则排水容易发生逆向回流，将带有病毒的废气传播到其他区域而造成污染。

4.4.2 排水管道竖向分区布置

感染楼二与三层分别收治照呼吸道、肠道消化道传染病人，这两类传染病的传播途径及防护措施大不相同，给排水的设计也应区分系统、区别对待。不应直接将两层病房的给排水系统混为一体，采用同一立管排放，否则会存在一定的安全隐患。独立设置系统，排水立管独立收集独立排放，减少交叉感染风险。

4.4.3 室外污废水管道设计

室外排水系统采用室内排水管道的密闭做法，不再采用常规检查井的管道进行连接，并按不大于50m间距设置通气管，通气管伸至建筑屋面通气，并在屋面处经过滤和消毒系统处理后高空排放。从机械强度考虑，为保证管道系统的温度及安全，污水用球墨铸铁排水管（自带内外防腐），承插橡胶圈连接。在污水管道上分段设置清扫口，清扫口材质为铜质，设置于井室内，以便于检修维护。室外污废水管设置示意，见图4。

4.5 通气管道设计

排水通气系统设置高效过滤和消毒系统。包含

图4 室外污废水管设置示意图

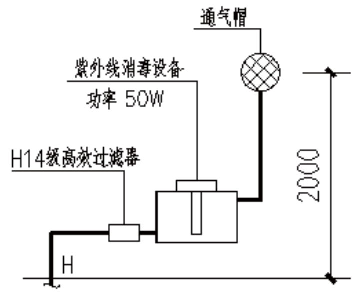


图5 通气管出口大样图

室内、外污废水管网的每根通气管口设置H14级高效过滤器及紫外线消毒设备，高空排放，通气帽高出屋面2m。通气管出口大样图，见图5。

4.6 污废水处理设计

对于感染楼，按国家环保局发布《医院污水处理技术指南》要求，感染科的污水必须按我国卫生防疫有关规范进行严格消毒。消毒后的粪便等排泄物应单独处置或排入专用化粪池。通过预消毒处理以降低污水中病原微生物的含量，从而减少操作人员受到病原微生物感染的机会。根据环保部门批复的医院环评报告处理要求以及处理成本等因素综合考虑，本项目设置集中污水处理站，站内设置两套系统。感染楼医疗废水（包括PCR检验室的排水）经管道收集后排至室外预消毒池做预消毒处理，消毒剂采用次氯酸钠，预消毒池的水力停留时间不宜小于1h，本设计采用3h。然后进入专用化粪池预处理，再进入医院污水处理站。经处理站最终处理后，需达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表1传染病、结核病医疗机构水污染物排放限值（日均值）标准后排入污水管网。除感染楼外，其他综合医疗污废水经处理后需达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中综合医疗机构和其它医疗机构水污染物排放限值（日均值）预处理标准后排入污水管

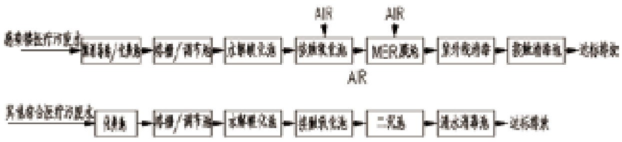


图6 医疗污废水处理流程

网。医疗污废水处理流程，见图6。

5 水灭火系统设计

5.1 消防设施

南海医院感染楼与医院门诊楼、住院楼等其他建筑共用消防给水系统。医院消防给水设计参数如下：室外消火栓系统流量40L/s，火灾延续时间3h，室内消火栓系统流量40L/s，火灾延续时间3h；喷淋流量40L/s，火灾延续时间1h。

感染楼按严重危险级A类火灾配置5kg装(MF/ABC5型)手提式磷酸铵盐干粉灭火器。其配置点最大保护距离不大于15m；CT室按贵重医疗设备室考虑，采用无管网的柜式七氟丙烷气体灭火系统。

5.2 管网布置

感染病楼的管道布置参照给水布置原则，检修阀门尽量设置在清洁区以便于维修管理。室内消火栓采用带灭火器箱组合柜式消火栓，内设消防软管卷盘。室内消火栓布置示意见图7。

自动喷淋系统采取独立报警阀组，在感染楼设置独立报警阀间，便于日常维护管理。喷淋系统布置详见图8。

6 结语

南海医院感染楼于2020年初接到设计任务，基于当时属新冠防治初期，对病毒传染过程以及疫情形势的认识还比较模糊，设计中可参考的资料及实例也很少，本着对医护人员及病人健康负责的态度，通过多方了解与思考，积极行动，认真负责，力争短期内保质保量完成设计任务。

基于新冠病毒防治要求，南海医院感染楼的设计原则为：一是与外部的隔绝措施，二是内部隔绝措施。通过断流水箱供水与外部市政供水管道隔绝、通

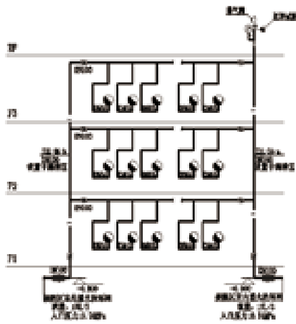


图7 消火栓系统示意图

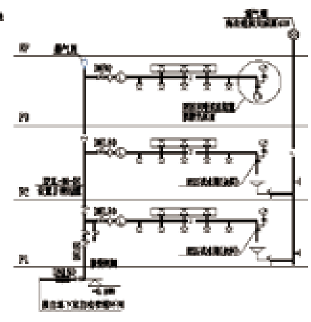


图8 自动喷淋系统示意图

过不设检查井的污水室外管系与外部环境隔绝；通过各科室不同污染、不同性质给排水管道独立设置而使内部相隔绝。采用以上措施可减少交叉感染的风险，同时提高了感染楼给排水系统的安全性、可靠性。以及在设计中采用给排水消毒加强措施、水封补水等多重措施，感染楼于2022年投入运行后，给排水系统运行稳定、良好，有效减少了新冠病毒的传播路径，满足医院防治新冠病毒的实际使用要求。同时，也为感染楼建筑的给排水及消防设计提供了一定的参考，实现一定的社会价值。

参考文献

[1]粤卫规划函[2020]32号《广东省卫生健康委关于公立医疗机构发热门诊和发热诊室规范化建设方案通知》

[2]T/CECS661-2020 新型冠状病毒感染的肺炎传染病应急医疗设施设计标准[S].

[3]GB50849-2014 传染病医院建筑设计规范[S].

[4]GB50015-2019 建筑给水排水设计标准[S]

[5]GB51039-2014 综合医院建筑设计规范[S].

[6]GB18466-2005 医疗机构水污染物排放标准[S].

[7]GB50016-2014（2018年版）建筑设计防火规范[S].

[8]GB50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范[S].

[9]GB50084-2017 自动喷水灭火系统设计规范[S].

[10]GB50140-2005 建筑灭火器配置设计规范[S].

[11]GB50370-2005 气体灭火系统设计规范[S].

Author & profile · 作者简介

姓 名：杨华（1981年）

性 别：男，广东深圳市，本科，注册给排水工程师，主要研究建筑给排水方向。

通讯处：深圳市南山区科技中二路19号劲嘉科技大厦3楼

电 话：15920063840

邮 箱：382508008@qq.com

e-PSP钢塑复合压力管道系统

颠覆创新 / 电磁焊接 / 又好又快

国际先进

蓝洋e-PSP钢塑复合压力管是采用智能连接，集钢管的刚度、高承压能力、以及塑料管的卫生性能好、内外层耐腐蚀、内壁光滑等优点为一体，冷热水兼用。

主要应用于建筑给水、热水、空调和二次供水、供热及工业流体输送。

先预装 后焊接

专利产品 仿伪必究

蓝洋® VorPlus 静音排水系统

五大系统

01 蓝洋® VorPlus AGR®重力流静音排水系统
LANGYANG VorPlus AGR® GRAVITY FLOW SILENT VORTEX DRAINAGE SYSTEM

02 蓝洋® VorPlus AGR®静音旋流单立管排水系统
LANGYANG VorPlus AGR® SILENT VORTEX SINGLE PIPE DRAINAGE SYSTEM

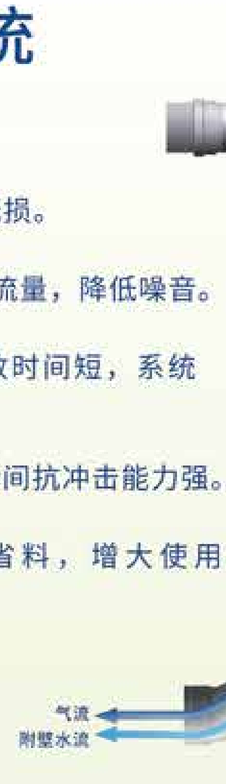
03 蓝洋® VorPlus AGR®虹吸雨水排放系统
LANGYANG VorPlus AGR® SIPHON RAINWATER DRAINAGE SYSTEM

04 蓝洋® VorPlus AGR®高层压力雨水排放系统
LANGYANG VorPlus AGR® HIGH PRESSURE RAINWATER DRAINAGE SYSTEM

05 蓝洋® VorPlus AGR®同层排水系统
LANGYANG VorPlus AGR® SAME FLOOR DRAINAGE SYSTEM

系统优势

- 低温抗冲击性强，-20℃完好无损。
- 独特的螺旋状附壁流，增加水流量，降低噪音。
- 虹吸流形成速度快，雨水排放时间短，系统稳定性高。
- 高承压，静压可达2.0MPa，瞬间抗冲击能力强。
- 安装更简便、快捷，省时省料，增大使用空间。



静音旋流管　VI旋流管　H型管件　大弧弯　45°弯头　立检口

咨询电话: 13349996166　　湖北大洋塑胶有限公司出品

上海高层租赁住房给排水设计探讨

范林炎
上海中房建筑设计有限公司

摘　要 目前在上海还有很多刚踏入社会的年轻人才没有稳定的住房条件，对于这类人群的居住问题，主要通过加快培育、规范和发展租赁住房解决。围绕租赁住房的建设特点，本市还在具体建设规范和管理方面进行了有针对性的要求和支持，突出了宽严相济和鼓励创新的特点。给排水系统作为建筑的一个重要组成部分通过分析研究租赁住房给排水各种系统的特点，总结出一些租赁住房给排水设计的技术措施，比如用水定额选择、住户水表设置形式、室内排水系统的特点等，便于在今后的租赁住房给排水设计中运用。

关键词 租赁住房　水表设置形式　阳台排水

0　前言

党的十九大报告明确提出“坚持房子是用来住的、不是用来炒的定位，加快建立多主体供给、多渠道保障、租购并举的住房制度，让全体人民住有所居。”市场主要提供商品住房和租赁住房，重点发展住房租赁市场，推进“租售同权”；政府主要提供共有产权住房、公共租赁住房、棚改安置住房等保障性住房，完善准入退出机制，共同构成覆盖不同群体、相互衔接、满足多层次需求的住房供应体制。其中公共租赁用房具有安全稳定，费用低廉，配套齐全等特别，更适合刚毕业的年轻人才选择。

1　上海对于公共租赁用房的政策

为推进租赁住房建设，上海先后出台了《关于加快培育和发展本市住房租赁市场的实施意见》以及多个配套文件，并为租赁住房项目建设及转化设立了绿色通道。同时，还建立了住房租赁工作的推进机制，在市级层面成立了市住房租赁工作推进小组，区级层面则参照市级组织架构，成立由区长或副区长任组长的工作推进小组。

围绕租赁住房的建设特点，本市还在具体建设规范和管理方面进行了有针对性的要求和支持，突出了宽严相济和鼓励创新的特点。比如，租赁住房的设计和建设标准，可在户型、退让、间距、朝向、日照和车位配置方面，给予政策支持；在耐火等级、防火分隔、安全疏散、消防设施、租赁性质等方面，明确相应要求；公共服务配套、户外开放空间、户内建筑空间则鼓励设计创新。

给排水系统作为建筑的一个重要组成部分，对建筑的可靠运行，为住户提供一个安全、舒适的居住环境起着重要的作用。因此探讨租赁住房的给排水设计有着十分重要的现实意义，希望通过分析研究租赁住房给排水各种系统的特点，能够总结出一些租赁住房给排水设计的技术措施，便于在今后的租赁住房给排水设计中运用。

2　公共租赁用房的主要特点

租赁住房广义上讲，指所有用于租赁的居住建筑，如公共租赁住房、用于租赁的商品住宅、旅馆（酒店）、宿舍以及养老产品等等。而本次研究的租赁住房仅指上海市项目土地出让合同明确要求房地产开发企业自持用于市场化租赁的成套小户型住宅，属于住宅类产品。

租赁住房建筑类型以高层通廊式建筑为主，建筑平面布局紧凑，居住密度较高，每层平面户数较多，套型较小，一般每套建筑面积35~60m^2，每户居住人数较少，主要服务于2~3人的家庭。

根据租赁住房的平面布局可分为内走道和外走道两种建筑形式。

图1为安亭镇国际汽车城核心区21B-13地块住宅

图1 安亭镇国际汽车城核心区地块住宅项目

图2 康桥工业区东区地块住宅项目

项目1#房建筑平面图，标准层每层24户人家，户均建筑面积约43m²，整幢大楼共27层646户人家，其平面布局为内走道形式。

图2为康桥工业区东区PDPO-1402单元E08C-03地块住宅项目4#楼建筑平面图，标准层每层25户人家，户均建筑面积约25m²，整幢大楼共18层438户人家，其平面布局为外走道形式。

根据《上海市保障性住房设计导则——公共租赁住房篇（试行）》的规定，公共租赁住房的设计应土建、装修一体化。

3 公共租赁用房的套型和用水定额

公共租赁住房的成套小户型住宅应按套型设计，每套应有卧室、厨房、卫生间、阳台以及起居、就餐、储藏等基本空间。其中起居、就餐空间可设起居室、餐厅，也可将起居组合于卧室内，就餐组合于起居室内，就餐空间也可与厨房组合成厨房兼餐厅。成套小户型住宅套型分类及人数见表1。

公共租赁住房的成套小户型住宅每人最高日生活用水定额根据上海市《住宅设计标准》的规定不宜大于230L/人·d，一般按230L/人·d计算；小时变化系数K_h按国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015中普通住宅取用，一般按K_h=2.5计算。

4 公共租赁用房的住户水表设置探讨

4.1 集中设置

水表集中设置便于统一管理和维护；水表维修在管道井内，不影响公共走道通行；水表事故漏水可由管道井排水管及时排除；公共走道内无嵌墙水表设置，墙面较为美观、整洁。

表1 成套小户型住宅套型分类					
套型	户型	可分居住空间数(个)	套型	户型	可分居住空间数(个)
Ⅰ型	一室户	1	单人卧室兼起居、就餐+厨房+卫生间	1	<35
			双人卧室兼起居、就餐+厨房+卫生间	2～2.5	35～50
			双人卧室兼起居+厨房兼餐厅+卫生间		
	一室一厅	2	双人卧室兼起居+餐厅(过厅)+厨房+卫生间		
			双人卧室+起居兼就餐+厨房+卫生间		
	二室户		双人卧室兼起居+单(双)人卧室+厨房兼餐厅+卫生间	3～4	≤60
Ⅱ型	二室一厅	3	双人卧室兼起居+单(双)人卧室+餐厅(过厅)+厨+卫生间		
			双人卧室+单(双)人卧室+起居兼就餐+厨房+卫生间		
注：表中0.5表示婴幼儿。					

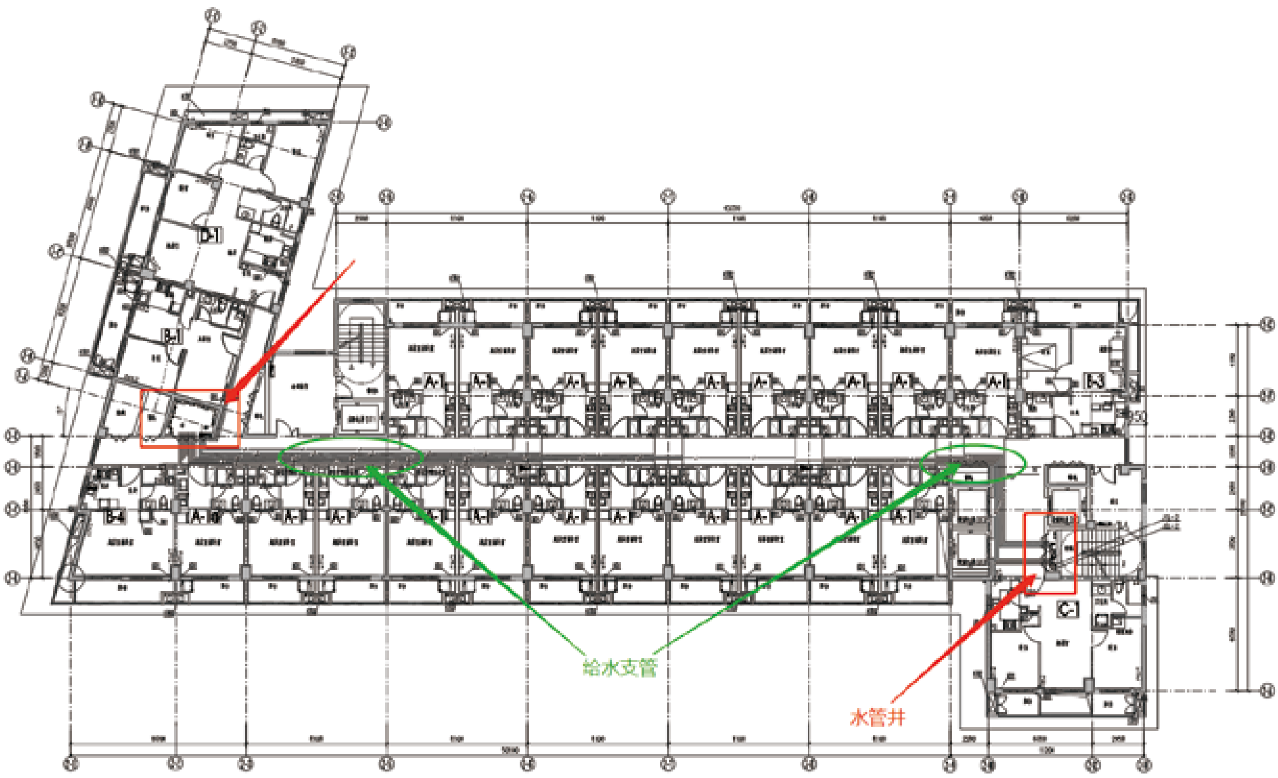


图3

由于水表集中设置且水表数量多，水管井面积较大，甚至需要多个水管井；水表接至住户户内的管道数量多，公共走道内管道布置较为困难。

图3所示公共租赁用房每层共25户，设置了两个水管井，西侧水管井内设置17块水表，东侧水管井内设置8块水表，公共走道内最密集处共有13根De32给水支管平行敷设。由于走道宽度有限，并且还要布置喷淋管和电缆桥架，留给给水支管敷设的空间非常有限，因此给水支管分为上下两排敷设，为保证走道净高要求，上排给水支管穿梁敷设。公共走道管道安装剖面详见图4。

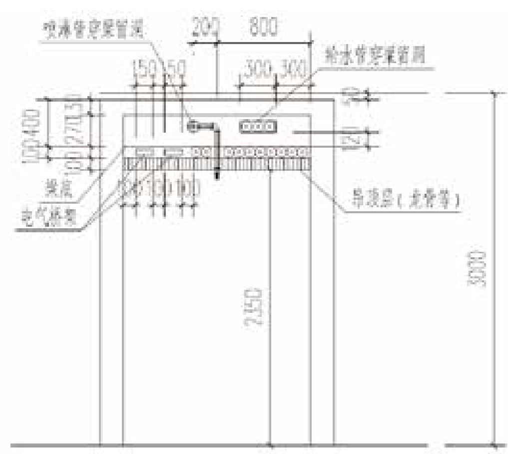


图4 公共走道管道安装剖面

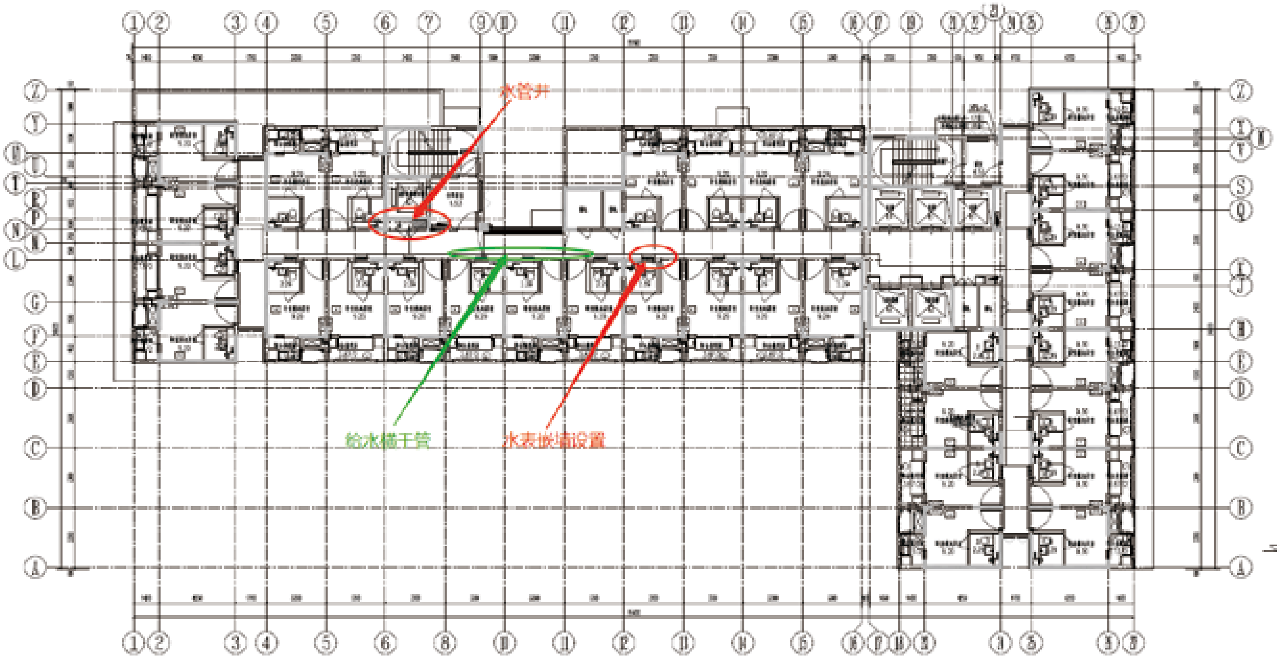


图5 公共租赁用房

4.2 分散设置

水表分散设置，水表就近设置在住宅单元处，水管井内仅设置供水立管和减压阀，因此水管井面积较小；每层公共走道内仅需设置一根供水横干管，公共走道内管道布置空间较为宽裕。

由于水表分散设置，不便于统一管理和维护；水表维修在公共走道内，影响公共走道通行；水表事故漏水易对临近住户造成影响甚至财产受损；公共走道内水表嵌墙设置，墙面较为凌乱；水表箱突出墙面，需与建筑专业复核是否影响公共走道的净宽；水表进出管道需考虑暗嵌等隐蔽措施。

图5所示公共租赁用房每层共32户，设置了1个水管井，公共走道内设置一根供水横干管供水至13个双水表箱和6个单水表箱，水表箱就近嵌墙设在各住宅单元处；嵌墙水表进出水管均在预留管槽内隐蔽敷设；嵌墙水表背后需留出足够的墙厚保证墙体的耐火极限符合建筑设计防火规范的规定（本项目水表箱后墙体厚度为100mm）；嵌墙水表布置详见图6。

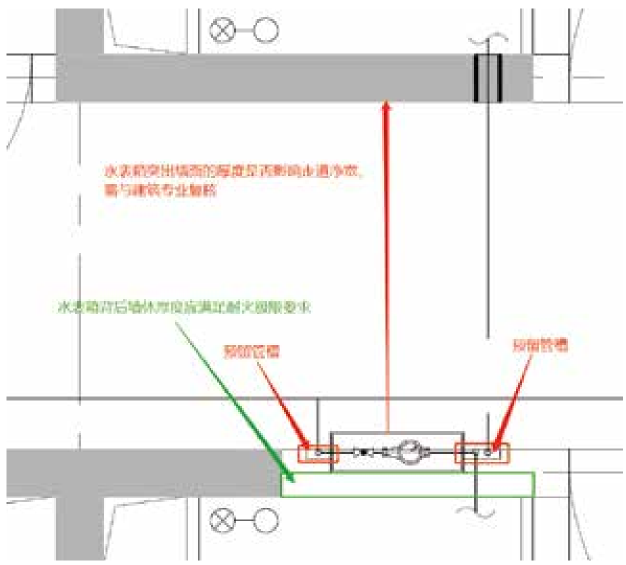


图6 嵌墙水表布置

4.3 设置方式的选择

1）当住宅每层水管井数量较多且面积较大时，公共走道有足够空间敷设给水支管时，可选择水表集中布置。

2）当住宅每层户数较多，水管井数量、面积不能满足水表布置，公共走道没有足够空间敷设给水支管时，可选择水表分散布置。

3）当选择水表分散布置时，宜采用远传水表或IC卡水表，且水表布置方案和水表类型悬着应征得当地用水管理部门的同意。

4）当选择水表分散布置时，应事先优化水表布

置，弱化水表对周围环境美观的影响。

5 室内生活污废水系统

5.1 室内生活排水系统排水体制

公共租赁住房室内生活排水系统可选择采用污废合流制或分流制，由于分流制立管数量是合流制的1.5倍，管材投资额较大；且合流制每层排水横管布置简单，比分流制更适合同层排水卫生系统，也更适合面积比较狭小的租赁住房卫生间。因此，如果甲方没有特殊要求时，公共租赁住宅宜采用室内污废合流排水体制。

闵行区水务部门规定住宅室内应采用污废分流制，当地项目必须实行该规定。

5.2 阳台排水

根据上海市租赁住房规划建设导则第4.6.2条的规定：阳台布置洗衣机或其他生活排水设备时，阳台应设置废水排水管，在洗衣机附近设置防止溢流和干涸的地漏，水封深度不应小于50mm，阳台雨水可通过废水立管并排入室外污水管网；当阳台无洗衣机或其他生活排水设备时，阳台设置无水封的地漏，阳台飘雨应接入阳台雨水立管并间接排入室外雨水管网。

公共租赁住房为全装修房，洗衣机龙头及排水地漏已按洗衣机位置配套设置好，公共租赁住房只租不售，有较强的管理，承租人无法更改洗衣机水龙头位置，故不会将洗衣机排水排至雨水立管。因此，无洗衣机的阳台不设废水立管，阳台飘雨通过阳台雨水立管排至室外雨水管网，也避免了因为地漏存水弯干涸产生臭气污染。

屋面雨水立管单独设置，阳台雨水管不得通过屋面雨水立管排放。

闵行区项目还需遵守当地水务部门的特殊规定：封闭的阳台设污水立管并接入污水系统，不封闭的阳台必须设置阳台雨水立管及污水立管，分别接入雨、污水系统，实现阳台雨污分流，其中污水立管高出阳台地坪15cm。

6 建筑雨水系统

公共租赁住房外廊长度较长，人员通行量较大，外廊地面应尽可能保证雨水快速排除，因此对地面排水系统排水能力要求更高。外廊应设置排水明沟和专用地漏，地漏和排水立管的排水能力不应小于设计雨水流量，且地漏直径不应小于DN75。

7 结语

本文的原意是想归纳总结公共租赁住房给排水设计的经验，供今后项目的设计利用和参考。但随着写作的深入，愈发觉得这个课题的涉及面和多样性实在太广太多。要一次性将所有公共租赁住房的设计经验全部纳入到一篇文章中，有限的时间和精力都让这个目标难以实现。因此将写作方向调整为仅针对项目较多的高层公共租赁住房的相关内容的总结。希望能起到抛砖引玉的作用，给排水专业的同仁一起不断完善充实公共租赁住房的经验总结。

参考文献

[1]《关于加快培育和发展本市住房租赁市场的实施意见》上海市住建部

[2]《住宅设计规范》GB50096

[3]《上海市保障性住房设计导则——公共租赁住房篇（试行）》

[4]《建筑给水排水设计标准》GB50015

通讯处：上海市黄浦区中华路1600号19楼

电　话：13918516169

湿陷性黄土地区项目给排水设计浅析

Analysis on Water Supply and Drainage Design of Project in Collapsible Loess Area

孙明月
上海中森建筑与工程设计顾问有限公

【摘 要】 本文就湿陷性黄土地区项目的给排水、消防系统设计进行归纳总结，并结合各类设计规范和相应的工程经验总结此类项目给排水设计的重点。
【关键词】湿陷性黄土地区项目 给排水系统

Abstract: This paper sums up the design of water supply, drainage, and fire protection systems for projects in collapsible loess areas, and summarizes the key points of water supply and drainage design for such projects in combination with various design specifications and corresponding engineering experience.
Key words: Collapsible Loess Area Project; Water supply and drainage system

0 前言

相对于一般项目，湿陷性黄土地区项目有其自身的特殊性，例如室外给排水管线的检漏措施、阀门井和检查井的特殊做法、给排水管线基础做法等。且湿陷性黄土地区项目地块内经常有一定的地势高差，故此类项目对于给排水专业各类系统的设计思路均有不同于一般项目的要求。笔者有过多个湿陷性黄土地区项目的设计经验（例如兰州、三门峡等地），本文就兰州某商办项目的给排水系统进行归纳总结。

1 项目概况

兰州某商办项目，位于兰州市高新区纬十四路以东、经六路以北、经十五路以南，总用地面积27913.7m^2，总建筑面积78471.15m^2。地块内主要单体类型有：6栋多层商办、1座单层I类地下汽车库。建筑单体均为框剪结构，项目抗震设防烈度为8度。地块内各子项信息见表1。本项目地块呈东南角高西北角低的态势，地势最高和最低楼栋的正负零绝对标高相差约为3m左右（见图1）。

2 湿陷性黄土地区项目给排水设计分析

2.1 给排水消防系统简介

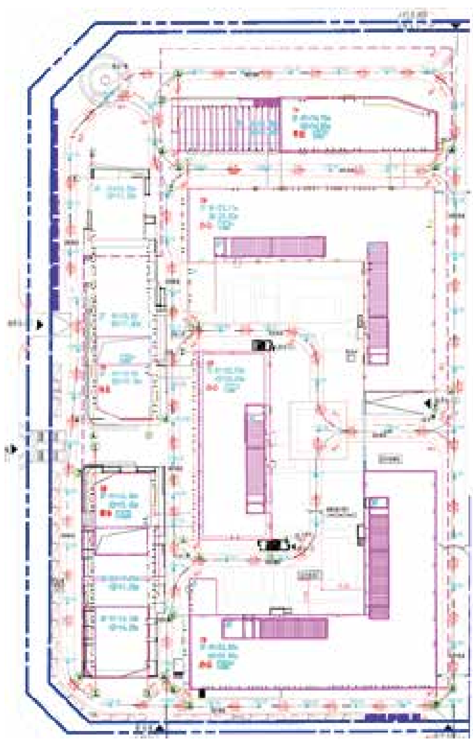


图1 总平面图

经征询兰州当地自来水公司，本项目纬十四路上有一路DN300市政给水管道，从这根市政给水管上引入一路DN150给水管进入地块内，供地块内消防、生活用水，区域内消防、生活用水合用管网。

因本项目市政仅一路供水，因此所有消防用水量均储存在地下车库消防泵房内的消防水池中，并

表1 拟建单体建筑信息汇总表				
子项名称	层数	主体高度(m)	建筑面积(m^2)	±0.00相对于绝对标高
1#商业	地上3层	14.85	3056.10	1795.15
2#商业	地上3层	17.30	3306.04	1795.30
3#商业+办公	地上7层	23.50	18712.15	1797.30
5#商业	地上3层	15.45	2994.54	1797.05
6#商业+办公	地上7层	24.00	9175.00	1797.15
7#商业+办公	地上7层	23.90	18583.57	1798.30
地下车库	地下1层		20512.98	

按规范设置消防取水口，在室外道路边设置DN100室外消火栓，设置间距不大于120m，距道路边不大于2.0m，距建筑物外墙不小于5.0m，距消防水泵接合器距离15~40m。

室内消火栓采用临时高压制给水系统，室内消火栓加压泵组设在消防泵房内。消火栓系统在竖向不分区。在最高的屋顶设有效容积为18m^3高位消防水箱。本项目除不宜用水扑救的电气房间外，其余各部位均设置湿式喷淋系统。喷淋系统在竖向不分区。

本项目各单体卫生间排水污废合流，设专用通气立管；商铺内敷设卫生间排水管和餐饮排水管，餐饮排水管经室外地埋式油水分离器处理后接入污水管网内。在区域内合适的位置设置数个化粪池，然后接入市政污水管网。

2.2 非自重湿陷性黄土特征及危害

湿陷性黄土是在一定压力下受水浸湿，土的结构迅速破坏，并产生显著附加下沉的黄土。湿陷性黄土场地分为自重湿陷性黄土和非自重湿陷性黄土；本地块属于非自重湿陷性黄土，是在上覆土的饱和自重压力作用下受水浸湿，不产生显著附加下沉的湿陷性黄土；考虑到敷设在室外覆土内的给排水管道存在年久失修、遇外力管道破损等漏水的情况，因其土壤性质属黄土，浸湿后不易被察觉，物业管理人员无法发现管道漏水及时检修，导致建筑周围土壤受到泄漏水的浸湿，引起土壤发生局部下沉，进而影响建筑基础不均匀下沉，影响建筑使用安全性。故需依照规范要求，在该地区室外埋地管道周围设置检漏管沟、检漏井等检漏措施。

2.3 建筑分类及管沟设置条件

虽然湿陷性黄土存在一定的危害性，但并非所有该地区的建筑均需设置检漏措施，其设置因素需考虑地基湿陷等级和建筑分类；建筑分类参照GB50025-2018《湿陷性黄土地区建筑标准》3.0.1：

本地块内办公建筑属于丙类建筑，商业建筑属于乙类建筑。

该标准5.1.1中要求在乙类建筑（办公楼）周围设置检漏防水设施，丙类可不设置，本项目为甲方为保证项目质量，要求同等设置管沟；

2 湿陷性黄土地基上的乙类建筑，按本标准第 6.1.4 条第1款、第 2款处理地基时，应采取结构措施和检漏防水措施。地基为大厚度湿陷性黄土地基时，地基处理应符合本标准第 6.1.4条第 3款规定，并应采取严格的防水措施，加强上部结构刚度基础采取刚度好的形式，并宜按防水要求处理。

3 湿陷性黄土地基上的丙类建筑，地基湿陷等级为 I级时，应采取结构措施和基本防水措施;地基湿陷等级为 II、M、V级时，应采取结构措施和检漏防水措施。地基为大厚度湿陷性黄土地基时，应采取严格防水措施，加强上部结构刚度，并宜采用刚度较好的基础形式。

2.4 管沟型号选择

管沟的选择因素需考虑地基湿陷等级和建筑分类，本地块属于非自重湿陷性黄土，建筑物类别为乙类、丙类，故管沟型号为BⅠ型，管沟种类选择参见《04S531-2》：

表3.0.1 建物分类	
建筑物类别	划分标准
甲类	①高度大于 60m 和14 层及 14 层以上体形复杂的建筑②高度大于 50m 且地基受水浸湿可能性大或较大的构筑物 ③高度大于 100m 的高耸结构④特别重要的建筑⑤地基受水漫湿可能性大的重要建筑⑥对不均匀沉降有严格限制的建筑
乙类	①高度为24m~60m建筑②高度为30m-50m。且地基受水浸湿可能性大或较大的构筑物 ③高度为50m~100m的高结构④地基受水浸湿可能性较大的重要建筑⑤地基受水浸湿可能性大的一般建筑
丙类	除甲类、乙类、丁类以外的一般建筑和构筑物
丁类	长高比不大于 2.5 且总高度不大于 5，地基受水浸湿可能性小的单层辅助建筑，次要建筑

8　管沟种类

8.1　根据《湿陷性黄土地区建筑规范》中关于防水措施的规定，本图集分为：检漏管沟、严格防水管沟两类，管沟型号分为三种，见下表：

管沟种类	管沟型号	构造特征	适用范围
检漏管沟	B1 型	砖壁、防水混凝土槽形底板，防水砂浆抹面	非自重湿陷 Ⅰ级
	B2 型	砖壁、防水钢筋混凝土槽形底板，防水砂浆抹面	非自重湿陷 Ⅱ级
严格防水管沟	C 型	防水钢筋混凝土，合成高分子防水涂膜	自重湿陷Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级

12.6　室外检漏管沟型号选用参考：

湿陷类型 / 湿陷等级 / 建筑物类别	非自重湿陷性		自重湿陷性		
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级
甲　类	B2	B2	C	C	C
乙　类	B1	B2	C	C	C
丙　类	不设	B2	C	C	C
丁　类	不设	不设	C	C	C

2.5 防护距离的确定

发生水量泄漏时，受水量及水在土壤中的浸湿速度限制，其影响范围称为防护距离；防护距离的为从建筑外墙墙皮算起至管道外壁的距离；当管道位于防护范围内时，管道漏水等问题对建筑基础的影响较大，故需设置管沟等检漏措施，当管道与建筑的距离超过建筑的防护距离时，可认为其对建筑影响较小，不设置检漏管沟。地库上方的管道，因其地库顶板可对上方土壤有支撑作用，不会因水量的泄漏而产生大量的土壤塌陷，可不设置检漏管沟；故本项目的防护距离取5m，即地库范围外，距离建筑5m范围内管道需设置管沟。

5.2.4　埋地管道、排水沟、雨水明沟和水池等与建筑物之间的防护距离，不宜小于表 5.2.4 的规定。当不能满足要求时，应采取与建筑物类别相应的防水措施。

表 5.2.4　埋地管道、排水沟、雨水明沟和水池等与建筑物之间的防护距离（m）

建筑类别	地基湿陷等级			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
甲	—	—	8～9	11～12
乙	5	6～7	8～9	10～12

续表 5.2.4

建筑类别	地基湿陷等级			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
丙	4	5	6～7	8～9
丁	—	5	6	7

2.6 检漏措施、阀门井、检查井等做法

湿陷性黄土地区项目较普通项目而言，需要在外场设置检漏管沟和检漏井，给水阀门井和排水检查井等也有不同做法，主要参考的规范和图集为：

《湿陷性黄土地区建筑标准》GB50025-2018

《湿陷性黄土地区给水排水管道基础及接口》04S531-1

《湿陷性黄土地区给水排水检漏管沟》04S531-2

《湿陷性黄土地区给水排水检漏井》04S531-3

《湿陷性黄土地区给水阀门井》04S531-4

《湿陷性黄土地区排水检查井》04S531-5

经同结构专业沟通并根据业主提供地勘资料，明确本项目红线范围内为非自重型湿陷I级黄土，根据规范和图集，相应做法和注意事项如下：

2.6.1 给水排水管道基础及接口

本项目室外消防、生活给水管道采用PE钢丝网骨架复合管，室外雨污水管采用HDPE排水管，室外给排水管材均无混凝土材质管材，因此根据《湿陷性黄土地区给水排水管道基础及接口》04S531-1中的相关规定，有如下具体做法：

2.6.1.1 管道基础

土垫层：因本项目区域内为非自重型湿陷性黄土，故在场地内设置150mm厚度的土垫层，分层夯实，压实系数不小于0.95。

灰土垫层：在土垫层上设300mm厚度的3:7灰土垫层，分层夯实，压实系数不小于0.95。

砂石基础：塑料管在灰土垫层上用中、粗砂作基础。

2.6.1.2 管道支墩

应在管道的弯头、三通、堵头处设支墩，且必须位置准确、牢固。管道支墩应在管道接口做完、管道位置固定后修筑。管道支墩的基础应在土垫层上设300mm厚度3:7灰土垫层，分层夯实，压实系数不小于0.95。

2.6.2 给水排水检漏管沟、检漏井

根据本项目实际情况(本项目红线范围内为非自

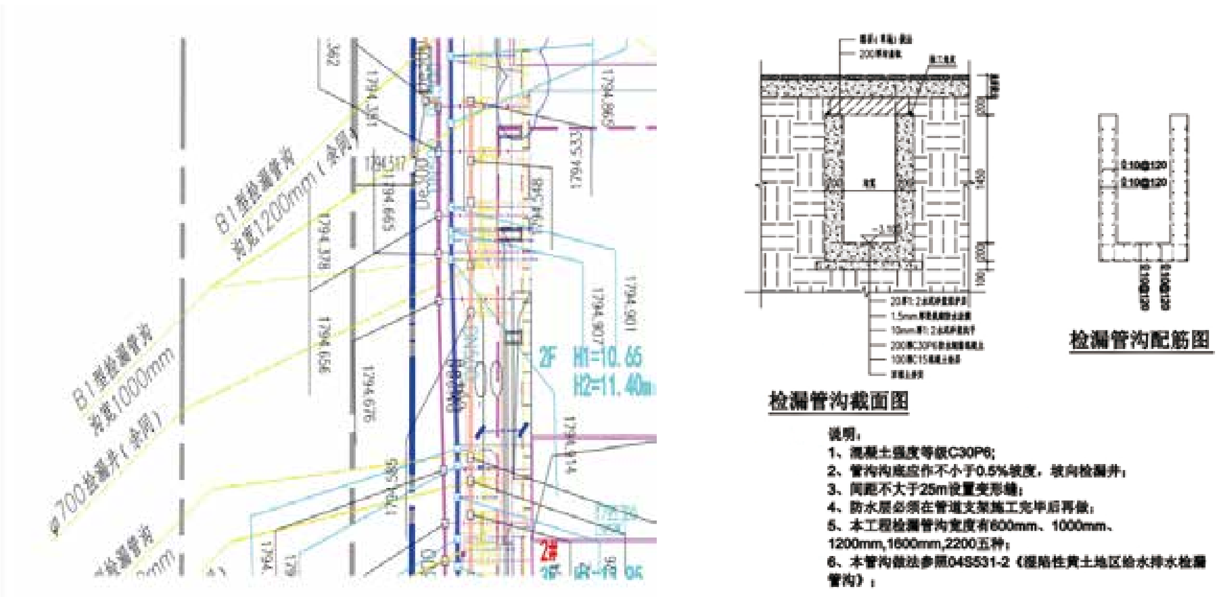


图2 检漏管沟、检漏井节点做法

重型湿陷I级黄土)，根据《湿陷性黄土地区给水排水检漏管沟》04S531-2中的相关规定，选用B1型检漏管沟，管沟沟底坡度不小于0.5%，坡向检漏井。当管道穿过管沟时，应在沟壁处预留孔洞，管道和孔洞间的缝隙，应采用不透水的柔性材料填塞。根据《湿陷性黄土地区给水排水检漏井》04S531-3中对的相关规定，在检漏管沟的末端和管沟沿线的分段检漏处，设置检漏井，用于检查敷设在管沟内的给排水管道是否有水渗漏到井室内。检漏井专井专用，不得利用检查井、消火栓井、水泵接合器井、阀门井等兼做检漏井。本项目设置的检漏管沟、检漏井平面布置和节点详图详见图2。

2.6.3 给水阀门井、排水检查井

本项目的给水阀门井、室外消火栓井、排水检查井等均采用钢筋混凝土井，不管管径对应的井径参见《湿陷性黄土地区给水阀门井》04S531-4和《湿陷性黄土地区排水检查井》04S531-5选用：

1）基本防水措施：在总平面设计、场地排水、地面防水、排水沟、管道敷设、建筑物散水、屋面排水、管道材料和连接等方面采取措施，防止雨水或生产、生活用水的渗漏；

2）检漏防水措施：在基本防水措施的基础上，对防护范围内的地下管道，增设检漏管沟和检漏井；

3）严格防水措施：在检漏防水措施的基础上，提高防水地面、排水沟、检漏管沟和检漏井等设施的材料标准，如增设可靠的防水层、采用钢筋混凝土排水沟等；

4）侧向防水措施：在建筑物周围采取防止水从建筑物外侧渗入地基中的措施，如设置防水帷幕、增大地基处理外放尺寸等。

3 小结

以上为湿陷性黄土地区项目给排水专业在设计工作中的一点经验总结，在此抛砖引玉，望各位设计同仁不吝指正。

参考文献

1 GB50015-2019《建筑给水排水设计标准》，中国计划出版社，2019。
2 GB50014-2006《室外排水设计规范》(2016年版)，中国计划出版社，2016。
3 GB50025-2018《室湿陷性黄土地区建筑标准》(2018年版)，中国建筑工业出版社，2018
4 04S531-1《湿陷性黄土地区给水排水管道基础及接口》
5 04S531-2《湿陷性黄土地区给水排水检漏管沟》
6 04S531-3《湿陷性黄土地区给水排水检漏井》
7 04S531-4《湿陷性黄土地区给水阀门井》
8 04S531-5《湿陷性黄土地区排水检查井》

通讯处：上海市普陀区同普路800弄D栋8楼
邮　箱：592432407@qq.com

新疆某猪屠宰项目给排水及消防设计

杨丽丽
华商国际工程有限公司

摘　要 本文对猪屠宰项目的给排水、消防系统进行概况说明，并对设计关键点做了重点分析及说明。
关键词 猪屠宰项目　给排水　消防BIM模型

1 工程概况

本项目位于新疆乌鲁木齐市米东区三道坝镇。构建筑物总占地面积4.37万m^2，建筑物总建筑面积12.79万m^2。厂区划分为生产区、生活区、办公区三部分。本项目分两期建设，一期工程包含与生产规模匹配的生猪屠宰综合加工车间（含待宰、急宰、屠宰、冷却、分割、冻结、冷藏、制冷机房、变配电间、车辆消毒间）、辅助用房（含水泵房、水池、锅炉房、洗衣房、机修物料间）、污水处理中心、综合楼。二期工程包含1#深加工车间、2#深加工车间、1#仓库、2#仓库。项目功能区划分析图见图1，各建筑物技术经济指标详见建构筑物表1。

本项目年屠宰150万头，每条屠宰主线车速420头/h（2层车间，每层1条主线），前段加设250头/h普通烫毛线及剥皮线，综合产能5000头/d，鲜销白条4600头/d，分割400头/d；总冻结能力约224吨/d；冷库2500吨。单班生产，每班8h。

2 给水系统

本工程（含二期）最高日用水量为3572.12m^3/d，

图1 项目功能区划分析图

最高日最大时用水量为659.8m^3/h，各项用水量见表2。本项目采用二氧化氯复合消毒剂发生器用水给水消毒，发生器有效产氯量500g/h。二氧化氯消毒系统中的储罐、发生设备和管材均有良好的密封性和耐腐蚀性。

2.1 水源情况

根据建设单位提供的资料，厂区东北侧敷设有市政给水管网，供水压力约为0.20MPa，管径为DN200。本项目从市政给水管上引一根DN200干管接至厂区，引入管上设低阻力倒流防止器，经总水表后在厂区内形成DN200支状供水管网。水质符合《生活饮

表1 建构筑物一览表

序号	名称		占地面积/m^2	建筑面积/m^2	层数	建筑高度/m	耐火等级	建筑物类别	室内外高差/m
1	生猪屠宰组合车间	待宰区	2992.00	14490.40	6F	23.8	一级	丁类厂房	1.1
		屠宰加工区	11729.58	27108.70	2/4F	24	一级	丙类厂房	
2	辅助用房	辅助用房	1989.28	1989.28	-1/1F	7.2	二级	丙类厂房	0.3
		地下水池	893.52	-	-	-	二级	-	
3	污水处理区		2757.55	500.00	-1/1F	4.8	二级	戊类厂房	0.3
4	综合楼		1842.65	12186.43	-1/5F	18.65	二级	多层公建	0.15
1	1#深加工车间		6816.05	34080.25	5F	23.60	二级	丙类厂房	1.1
2	1#仓库		2679.00	13395.00	5F	23.60	二级	丙类仓库	1.1
3	2#深加工车间		6000.00	12000.00	2F	11.80	二级	丙类厂房	1.1
4	2#仓库		6000.00	6000.00	1F	7.20	二级	丙类仓库	1.1

表2 用水量表							
序号	名称	数量	用水定额	时间/h	系数	最高日用水量/ m^3/d	最大时用水量/ m^3/h
1	生猪屠宰组合车间	5000头/d	0.35m^3/头	8	1.5	1750	328.13
2	蒸发冷补水		13m^3/h	8	1.5	104	19.5
3	锅炉补水		14m^3/h	10	1.5	140	21
4	综合楼（具体详单体）	-	-	-	-	54.38	6.37
5	1#深加工车间（二期）			8	1.5	850	159.38
6	2#深加工车间（二期）			8	1.5	325	60.94
7	绿化及浇洒	12000m^2	2L/m^2·d	8	1.5	24	4.5
8	小计					3247.38	599.82
9	未预见水量	1-7项 10%				324.74	59.98
10	合计					3572.12	659.80

用水卫生标准》GB574S9-2022。

2.2 供水分区

避免停水影响厂区运营，综合屠宰加工车间、综合楼、1#深加工车间、2#深加工车间内生产、生活用水均采用加压供水。屠宰厂区一般设置于城市供水厂末端，本身项目情况特殊，根据《民用建筑节水设计标准》GB50555-2010中明确节能应在满足使用要求的前提，所以屠宰场以上单体均采用加压供水。

2.3 加压供水流量与扬程

按照厂区一期工程最高日最大时用水量确定水泵供水流量。

Q=(328.13+19.5+21+6.37+4.5)×1.1=417.45m^3/h

按最不利点处所需水压确定水泵供水压力，此项目最不利点处为二期1#深加工车间，本次水泵按照厂区一期项目要求设置。按工艺要求，工艺设备所需用水压力为0.35MPa，最不利用水设备与水池最低水位的几何高差为16.9m。

H=35+16.9+1.2×(180×0.018+500×0.0067)=59.808m≈60m

2.4 水池有效容积

按照厂区(含二期)最高日用水量，根据GB50015-2019中3.8.3及实际情况，生产、生活水池有效容积按照最高日用水量的50%取值，有效容积为1162m^3。

2.5 泵房给水设备参数

厂区水泵房地下设有生产、生活成套变频供水设备：

主泵：Q=150m^3/h，H=60m，N=45kW共四台（三用一备）；

辅泵：Q=80m^3/h，H=60m，N=22kW 一台；

配套气压罐一个，型号为SQL1000-1.0。

厂区设置生产、生活及消防合用水池，有效容积2324m^3（分两座），其中生产、生活水池有效容积1162m^3。

3 排水系统

3.1 生产生活排水

生产、生活排水量取生产、生活用水量的90%，$Q_{排}$=(1750+54.38+850+325)×0.9=2681.4m^3/d。待宰车间排水接至截粪间，经污、废分离后排至厂区室外污水管网；0℃-4℃冷间的排水室内采用直通式地漏收集，排水至室外水封井；卫生间水接至化粪池；含油污水排至隔油池；急宰间、无害化处理间的排水经室外消毒池处理后排至厂区污水管网。其他排水管室外接污水检查井。经初步处理后的污水排入厂区污水处理站。

3.2 雨水排水

1）该地区暴雨强度公式为：

q=693×(1+1.1231gp)(T+15)$^{0.841}$

2）屠宰组合车间屋面雨水设计重现期为10年，管道系统排水能力按重现期100年设计。其余附属建筑屋面雨水设计重现期为5年，管道系统排水能力按重现期100年设计。

3）各单体屋面雨水采用外排水系统，雨水经雨水斗和雨水管排至室外散水。组合车间局部采用雨水

内排水系统。外排雨水管，距离室外地面5m范围内，设置电伴热。

4）室外地面雨水重现期为3年，室外雨水采用雨水管有组织排放，路边适当位置设置雨水口，经管道汇集排至市政雨水管网。

3.3 中水处理

根据厂区绿化、车辆冲洗所需用水量，将厂区污水处理站处理达标后的部分污水做进一步深化处理，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920-2020中绿化用水标准。中水处理设计，需与主体工程同时设计、同时施工、同时交付使用。中水系统用水点处，设置防止误饮误食标志。

4 热水系统

本工程生产区热水系统主要用于车间的各工艺用水点、地面冲洗及工人淋浴。此热水系统采用制冷热泵机组+食品级汽水换热机组供给，热源分别为蒸汽和制冷余热。热泵机组吸收制冷系统余热，通过板式换热器将冷水加热后存至热水箱，储热水箱出水经汽水换热机组串联后供水至生产车间用水点，若水温不足，则由串联的汽水换热机组辅助加热，汽水换热机组的设置应保证最不利条件下车间内热水系统的全部供应。

首层屠宰加工车间热水量计算见表3-表5。车间二层用热同首层，综合屠宰车间最大时（按60℃计）热水量为47.76m^3/h，耗热量为3004kW。

表3 热水比例换算表

冷水温度	热水温度	混合水温度	热水量占混合水量比例
10	60	40	0.6

制冷余热供热量按照2h热水量计算，储热水箱容积为：95.52m^3，取100m^3。热水供水泵：Q=45m^3/h，H=30m，一用一备。食品级汽水换热机组的设置应保证最不利条件下车间内热水系统的全部供应，每台机组最大供热量12.5m^3/h，蒸汽用量1.1t/h。制冷余热回收原理见图2。

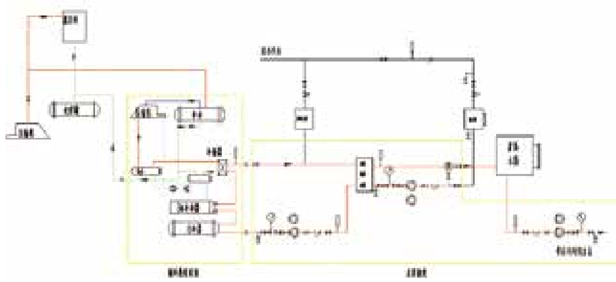


图2 制冷余热回收原理图

待宰车间60℃热水和屠宰工艺消毒82℃热水采用局部电加热供给。其中82℃热水系统为工艺消毒用的管道系统，管道保温外面需要特别管道标识，用以区别其他热水系统。使用的电热水器必须带有保证使用安全的装置。热水用水点处大于0.2MPa，应采用减压措施。

5 循环水系统

制冷工艺冲霜水量最大为50m^3/h，考虑同时冲两间。据《冷库设计标准》GB50072-2021：8.2.15条及实际情况，冲霜延续时间按每次30min计。水冲霜采用循环水系统。所有冷间均采用手指令自动冲霜，冲霜回水回流至循环水池。制冷机房内设冲霜自吸泵（Q=35m^3/h，H=40m，两用一备），循环水池设于制冷机房外地下，冲霜水池有效容积：50m^3。冲霜水系统流程示意见图3。

表4 热水量计算表

		用水定额	单位	数量	小时用水量/m^3/h(40℃)	小时用水量/m^3/h(60℃)	设计小时用水量/m^3/h(60℃)
屠宰车间	地面冲洗用水	4	L/m^2	3300	13.2	7.92	12.42
	淋浴用水	500	L/d	15	7.5	4.5	
分割车间	地面冲洗用水	4	L/m^2	2900	11.6	6.96	11.46

表5 耗热量计算表

序号	使用部位	设计小时用水量/m^3/h(60℃)	设计小时耗热量/kW	蒸汽用量t
1	屠宰车间	12.4	781.2	1.1
2	分割车间	11.5	720.8	1.0

图3 冲霜水系统流程示意图

根据制冷工艺，制冷机房屋顶设置蒸发式冷凝器，蒸发冷利用自身配置的水泵加压循环用水；补水接至其下部集水盘，溢流、放空水间接排至污水管。蒸发冷补水由厂区给水管网供给，最大补水量为13m^3/h，为改善水盘中水质，机房设有2台电化学水处理器，利用设备自带水泵将水盘中水抽至电化学水处理器处理，最后回到屋面蒸发冷水盘，以减少管道结垢、腐蚀，延长循环管道使用寿命。

6 泡沫清洗消毒系统

为了减少水资源浪费，满足车间清洁生产及环境卫生的需求，对屠宰车间、分割车间等生产区域设置泡沫清洗消毒系统。主要用于车间设备表面以及地面的清洗消毒。本项目宜采用分散式供药模式。

7 消防水系统

消防设计用水量见表7，消防水池及高位消防水箱有效容积见表8。

7.1 消火栓给水系统

1#深加工车间5层为最不利处，消火栓栓口压力不应小于0.35MPa。H_x（栓口压力）取0.35MPa。本工程室内消火栓用水量20L/s，根据室内消火栓分配原则，最不利立管过流15L/s。

消火栓水泵扬程计算：最不利消火栓与水池最低水位的几何高差为25.4m

$H=H_0+H_{损}+H_x$=25.4+1.2×（3+10）+35=76m≈80m

本工程室内、室外消火栓用一套消防给水设备。水泵房消火栓加压泵组参数为：Q=80L/s，H=80m，一用一备。

室内消火栓系统竖向不分区，采用贮水池、消防泵、高位水箱联合供水方式。管网平时压力由稳压泵组、气压罐和屋顶水箱维持，消防时由消防水泵加压供水。各单体应保证消火栓栓口出水压力不超过0.5MPa。本厂区室外共设2套地下式消防水泵接合器，水泵接合器流量10L/s。

根据工艺要求，防火墙上开有洞口，洞口上方设有防火分隔水幕，喷水强度不小于2L/m，用水量20L/s。由于车间水幕较小，考虑到经济与实用性，故其管道从室内消火栓系统接出，消火栓系统的水量及水压满足水幕的消防要求。

表7 消防设计用水量

序号	建筑名称	用水系统	用 水 量/L/s	火灾延续时间/h	一次消防水量/m^3
1	生猪屠宰组合车间	室内消火栓	20	3	864
		室外消火栓	40	3	
		防火分隔水幕	20	3	
2	综合楼	室内消火栓	15	2	468
		室外消火栓	30	2	
		喷淋	40	1	
3	辅助用房	室内消火栓	20	3	486
		室外消火栓	25	3	
4	1#仓库	室内消火栓	25	3	1053
		室外消火栓	45	3	
		喷淋	55	1.5	
5	2#仓库	室内消火栓	25	3	1134
		室外消火栓	35	3	
		喷淋	90	1.5	
6	1#、2#深加工车间	室内消火栓	20	3	864
		室外消火栓	40	3	
		防火分隔水幕	20	3	
最大一次消防用水量共1134m^3					

表8 消防水池及高位消防水箱有效容积的确定			
高位消防水箱容积	根据《消火栓给水及消火栓系统技术规范GB50974-2014，5.2.1	$18m^3$	综合车间待宰区屋顶
消防水池储存全部消防用水量，合计1134 m^3。			
高位消防水箱稳压系统，设置在综合车间待宰区屋顶：消火栓系统设置稳压设备，型号为：XW(L)-I-1.0-20-ADL。自动喷水灭火系统设置稳压设备，型号为：XW(L)-I-1.0-20-ADL。			

表9 自喷系统设计参数表

设置场所	危险等级	设计系统	设计喷水强度 /L/(min·m^2)	作用面积 /m^2	设计用水量 /L/s	持续喷水时间/h
综合楼	中危险II级	湿式系统	8	160	35	1
1#仓库	仓库危险I级	预作用系统	12	200	55	1.5
2#仓库	仓库危险I级	预作用系统	18	200	90	1.5

7.2 自动喷水灭火系统

依据《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)，《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017，《冷库设计标准》GB50072-2021规定：

1#、2#仓库采用预作用式自动喷水灭火系统（单连锁不充气），综合楼采用湿式自动喷水灭火系统。除电气房间外，其余部分均设洒水喷头保护。水源由厂区喷淋给水系统供给。

冷库氨制冷机房贮氨器上方宜设置局部水喷淋系统，用于氨机房贮氨器的防护冷却，保证人身安全。水源由库区室内外消火栓给水系统供给，操作为手动。

自喷系统设计参数见表9。经计算，总流量为88.28L/s，入口压力为51.29mH_2O。最不利喷头位置与水池最低水位的几何高差为12.2m。

在辅助用房水泵房内，设两台自动喷淋给水泵，一用一备。其参数：Q=90L/s，H=0.8MPa。自动喷水灭火系统竖向不分区，采用贮水池、消防泵、高位水箱联合供水方式。管网平时压力由屋顶水箱与稳压泵组维持，消防时由消防水泵加压供水。预作用报警阀组设在干仓报警阀间。每个报警阀担负的喷洒头不超过800个。自动喷水灭火系统在室外设置8套地下式消防水泵接合器，水泵接合器流量15L/s。

1#、2#仓库采用直立型喷头，K=115，动作温度68℃，最不利点喷头最低工作压力为0.15MPa。制冷机房贮氨器上方，采用直立型开式喷头，K=80，最不利点喷头最低工作压力0.05MPa。

制冷机房喷淋系统开启喷头个数为4个，每个开式喷头最小流量为1.5L/s。喷淋设计流量为10L/s，设计压力为0.2MPa，持续喷水时间为0.5h，用水量为18m^3。当发生漏氨事故时，贮氨器喷淋水和紧急泄氨器稀释氨液的事故污水全部排放至机房附近的室外地下事故水池中。事故水池有效容积90m^3。事故高水位报警时，应采用污水泵将含氨废水抽至水罐车，由环保部门统一运至厂区外处理。

7.3 移动式灭火器配置

建筑物内设置磷酸铵盐干粉型灭火器，根据建筑物各区域的火灾类别、危险等级，确定单具灭火器最小配置灭火级别及最大保护距离。灭火器主要设置在消火栓箱下部，当消火栓箱的布置不满足灭火器保护距离要求时，在其他合适位置设置灭火器箱。灭火器不得设置在超出其使用温度范围的地点。本项目采用氮气驱动的干粉灭火器。

8 BIM的应用

本项目设计后期采用BIM翻模，将设计、加工、建造、项目管理等工程信息整合在统一的信息库里。BIM技术的使用，对工程设计和施工的过程实施检测，提升了设计质量。二维图纸上不能显现出来的问题，通过BIM模型，及时发现管道碰撞等问题，及时反馈至现场施工。有效的完成了工程中实质意义上的管线综合。节省时间、节约材料成本、避免来回返工，确保了建筑的质量、安全、进度。

通讯处：北京市丰台区右安门外大街99号
电　话：18518912292
邮　箱：1226963584@qq.com

oventrop
欧文托普 1851
欧文托普鲜活水系统
安于水 适于暖
智能冲洗站Regudrain
全天候、可持续地智能守护用水安全和健康
模块式智能换热机组Regumaq X
即时制备新鲜热水、动态监控、个性化设置
热水恒温平衡阀Aquastrom T plus
智能分配、精准控温、随心所"浴"
60
OK
即时换热
实时监控
新鲜流动
无菌洁净
恒温恒压
即开即热

宏添®

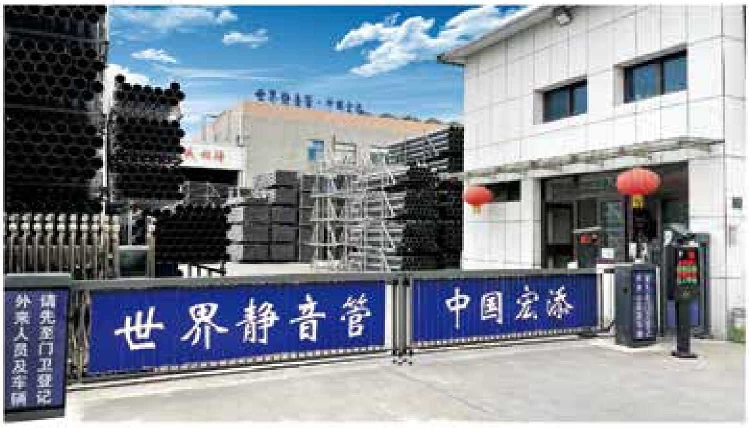
上海深海宏添建材有限公司

Shanghai Hope Look New Pipes Co., Ltd

静音排水专家

社会责任

为社会提供安全卫生的
静音同层排水系统
是我们的责任



成立于1996年、占地20亩、厂房面积2万平米。

公司集HDPE、PP静音排水系统研发、 静音排水系统性能实验 、 3D打印模具研发及制造、管材及管件生产、仓储物流车间、推广应用等为一体，是国内排水行业**全产业链布局的卫生间静音排水系统方案服务商之一。**

公司始终秉承“拼搏创新、诚信务实、合作共赢”的发展理念，创新50余项静音排水专利技术，构建360多个点的全球营销网络，坚持**“宏添管、管终生”**全生命周期服务的先进理念，励志成为世界静音排水专家，静音排水系统龙头企业。

主要产品：HTPP/HDPE绿色建筑静音排水系统

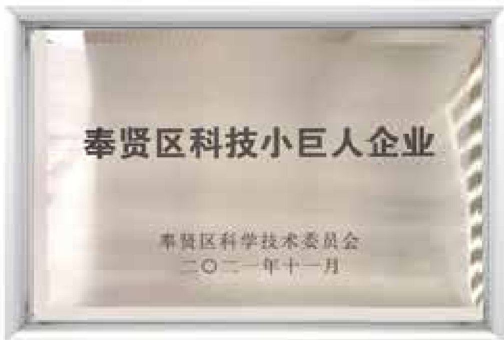
经典项目案例

高新技术企业 中国行业十大品牌 专精特新企业 全生命周期质保 CTC认证体系 产品责任险

中国建材认证

中国平安 PINGAN

100 余项 研究成果 | **13** 余项 发明专利 | **50** 余项 其他专利



上海深海宏添建材有限公司

上海市奉贤区庄行欧洲工业园姚新路128号

400-1010-128 021-57460011

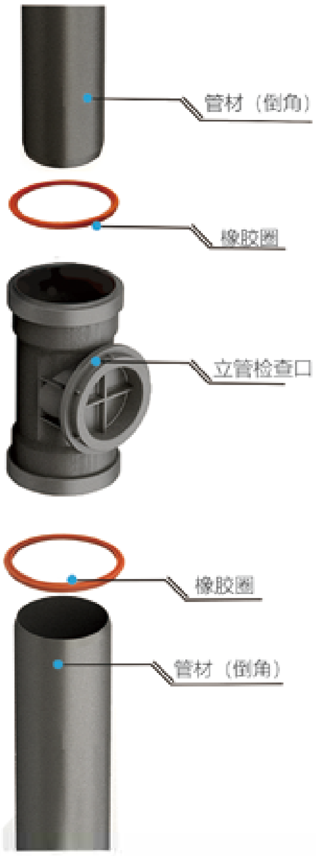
www.ht-pp.com

扫公众号获取资料

扫码进入官网

上海深海宏添建材有限公司

Shanghai Hope Look New Pipes Co., Ltd



连接方式1

压盖式柔性承插连接

每一个柔性接口都能吸收或补偿一定量的管道热胀或冷缩，可不用或少用伸缩节，弥补结构标高误差。

适用场合：无压流排水

[PP/HDPE] 承受侧漏压力≤0.08Mpa

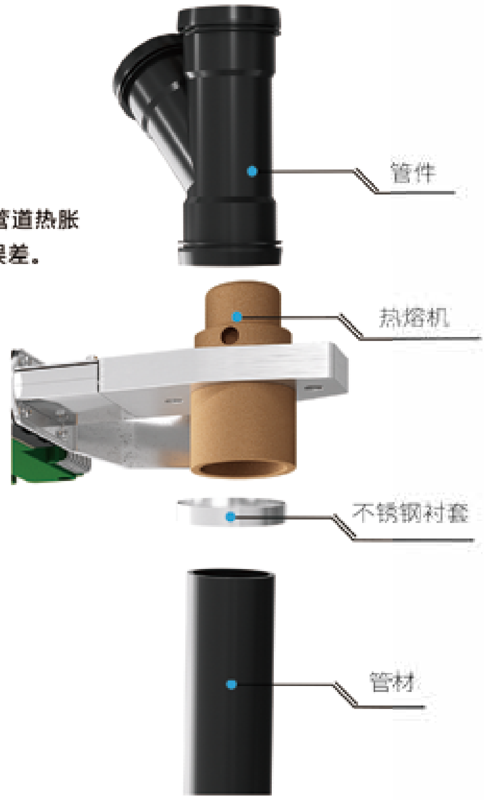
连接方式2

不锈钢衬套热熔承插连接

具有优良的连接强度和管道承压能力，特别配备不锈钢衬套工艺，可让管件360°不变形，不形成虚焊，不过焊，使得管件完美结合在一起，杜绝内翻边。

适用场合：雨水有压流排水、耐腐蚀抗化学要求的学校，医院等

承受侧漏压力≤1.2Mpa

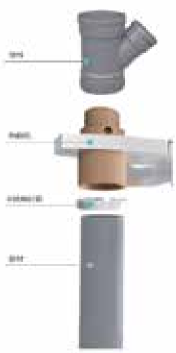


HTPP耐高温耐腐蚀**化工管道**系统

杭州西湖大学

山东省肿瘤质子中心

上海复旦大学实验楼



HTPP耐腐蚀排水管道系统 -承插**热熔连接**

耐强酸、强碱、乙醋、乙酸化工制药行业的理想管道

HTPP具有良好的耐化学腐蚀能力，可耐受PH2~PH12的化学介质。

HTPP具备良好的抗有机溶剂溶胀性，常用溶剂的溶胀率小于5%。。

HTPP具有良好的耐高温性，95°C热水持续排放。

静音排水系统五大要点

横支管

高分子三层复合静音管

立管

单叶片静音螺旋管
降低冲击噪音

切向三通

旋流器

防风透气帽

杜绝风声 叫嚣声

底部大弧弯

百米以上重垂不变形 不破裂

建筑止回阀选用及安装注意事项

崔景立[1] 秦加彬[2] 彭超杰[1] 李树凯[1] 韦佳嘉[1] 石萧哲[1] 王珏[1]
1 机械工业第六设计研究院有限公司 2 河南利业施工图审查有限公司

|摘 要| 结合有关产品标准（国家标准或行业标准）的规定，结合不同种类止回阀的构造，对止回阀进行梳理与分析，并就有关问题提出了看法。

|关键词| 止回阀 阀瓣 运动方式 升降式 旋启式 轴流式 单瓣 多瓣

0 前言

在一些阀门标准中，将截止阀与升降式止回阀写在一起。两者的功能明明不一样，为什么还能写在一起呢？这个问题，对不少建筑给水排水从业者来说，比较费解。

在建筑给水、建筑排水与建筑消防等系统中，止回阀比较常见。关于止回阀的设置，有关设计规范做了一些规定；关于止回阀的具体情况，有关手册资料等工具书做了一些介绍，但介绍的并不是很详细。一直以来，有关工具书通常将其划分为旋启式止回阀和升降式止回阀两大类，材质有钢制、铁制，或其他材质等。

除了旋启式止回阀与升降式止回阀，市面上还有很多种止回阀，如球形止回阀、梭形止回阀、微阻缓闭止回阀、蝶形止回阀等。这些止回阀之间有什么样的关系？这些止回阀与旋启式止回阀和升降式止回阀之间是什么关系？止回阀的设计和选用，需要注意哪些方面的问题？故有必要对止回阀做一个相对全面的梳理与归纳。

同时，把止回阀的构造示意图一并归纳出来，从分析构造入手，掌握其工作原理，从而便于广大设计人员正确地认识止回阀、合理地选用止回阀。

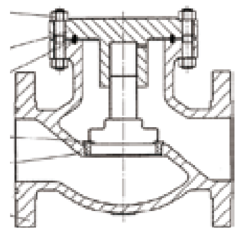
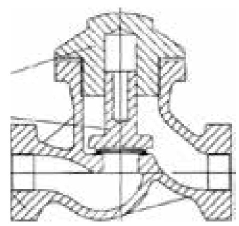
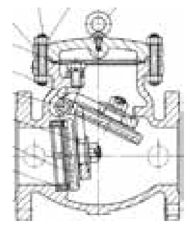
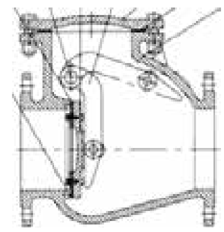
1 止回阀的基础——升降式止回阀与旋启式止回阀

首先，需要了解的是，一些标准之所以把水平升降式止回阀与截止阀放在一起，是因为水平升降式止回阀的结构与截止阀有很多相似之处，其中阀体与截止阀的阀体完全一样，可以通用，阀瓣形式也与截止阀的阀瓣相类似。

有关升降式止回阀与旋启式止回阀的国家标准有《通用阀门法兰连接钢制截止阀和升降式止回阀》GB/T 12235，《通用阀门铁制截止阀与升降式止回阀》GB/T 12233，《通用阀门钢制旋启式止回阀》GB/T 12236，《通用阀门铁制旋启式止回阀》GB/T 13932等。升降式止回阀与旋启式止回阀有关参数与构造示意见表1。

如表1所示，无论是升降式止回阀，还是旋启式止回阀，由于仅受重力和水压力的作用，需要能够保证阀瓣在重力作用下能够自行关闭，故旋启式止回阀，可安装在水平管道上，或有一定倾斜的管道上；当需要安装在竖直管道上时，只能用于水流自下而上的管道上，不能用于水流自上而下的管道上。升降式止回阀分为两种，一种是水平升降式止回阀，一种是立式升降式止回阀。顾名思义，水平升降式止回阀用于水平管路上（与截止阀一样，水流低进高出），立式升降式止回阀用于垂直管路上，且只能用于水流自下而上的管道上。（概况起来，当垂直安装时，不论是旋启式止回阀，还是升降式止回阀，阀瓣仅依靠重力就能落座，故水流方向只能是自下而上，与重力方向相反。）

从表1中的四个止回阀构造图上不难看出，这四个阀门的阀体内部，均没有弹簧、阻尼机构或水力机构等。在不受外在水压力作用的前提下，阀门内部的阀瓣，仅在重力作用下，均可实现阀瓣的自由关闭。

表1 升降式止回阀与旋启式止回阀有关参数与构造示意				
类别	《石油、石化及相关工业用钢制截止阀和升降式止回阀》GB/T 12235-2007	《通用阀门 铁制截止阀与升降式止回阀》GB/T 12233-2006	《石油、化工及相关工业用的钢制旋启式止回阀》GB/T 12236-2008	《通用阀门 铁制旋启式止回阀》GB/T 13932-2016
公称压力	PN16～PN420	PN10～PN16	PN16～PN420	PN2.5～PN25
公称尺寸	DN15～DN400	DN15～DN200	DN50～DN600	DN50～DN1800
使用温度	-29℃～538℃	≤200℃	-29℃～538℃	——
构造示意				

另外，从表1中的四个止回阀构造图上也可以看出，上述情况，阀体内部只有一个阀瓣。事实上，随着阀门行业的发展，业已出现了两个阀瓣或多个阀瓣的止回阀。

最初，可供选择的止回阀种类并不多，根据阀瓣的运动方式，将止回阀划分为升降式止回阀与旋启式止回阀，是比较合理的。阀瓣绕稍轴运动的就是旋启式止回阀，阀瓣顺水流上下升降的就是升降式止回阀。随着阀门行业的发展，陆续出现了明目繁多的止回阀种类，有必要对之进行一些必要的分析。

2 微阻缓闭止回阀中的微阻缓闭

除了旋启式止回阀和升降式止回阀，微阻缓闭止回阀在设计中也比较常用。那么什么是微阻缓闭止回阀呢？以较为常见的微阻缓闭止回阀为例，在旋启式止回阀的基础上，增设阻尼机构或水力机构，实现止回阀的缓闭功能。所以说，微阻缓闭止回阀，在本质上还是在传统止回阀基础上的改进，基本上就是这样的。

事实上，内部设有弹簧，用于调整流量、压力或截断水流的阀门，根据需要附加一些水力机构，对于改善阀门的性能是非常有帮助的。如先导式减压阀、多功能水力控制阀、液压水位控制阀等。

3 轴流式止回阀的特点及有关规定

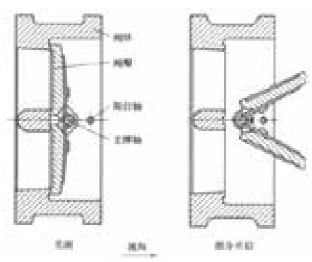
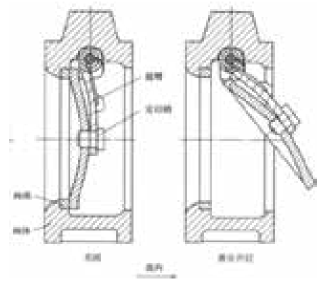
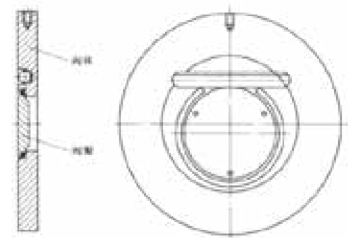
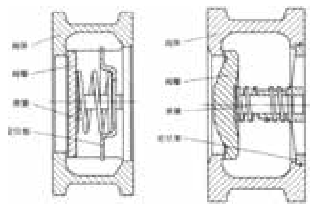
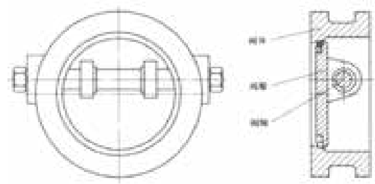
从水流的方向性而言，旋启式止回阀、水平升降式止回阀，与管道轴线方面出入较大，立式升降式止回阀，其水流方向，与管道轴线方向则是一致的。

2010年，国家标准《轴流式止回阀》GB/T 21387-2008发布实施，对“轴流式止回阀”给出了一个全新的定义：“阀体内腔表面、导流罩、阀瓣等过流表面应有流线型态，且前圆后尖。流体在其表面主要表现为层流，没有或很少有湍流。”从这个定义来看，立式升降式止回阀并不满足这个条件。

轴流式止回阀分为套筒型、圆盘型和环盘型，与完全依靠重力即可实现阀瓣回座的升降式或旋启式止回阀相比，轴流式止回阀的阀体内均增设了弹簧，在弹簧的作用下实现阀瓣回座关闭阀门。

根据GB/T 21387-2008第5.2条的规定：“轴流式止回阀最小开启压力（水平状），应不大于2kPa（0.002MPa），或按订货合同的要求。”可以看出，水平安装的轴流式止回阀在0.2m的水头作用下即可开启，这与阀瓣后面弹簧的性能息息相关。当轴流式止回阀垂直安装（水流自下而上）时，水流既要克服阀瓣的重力，又要克服弹簧的弹力，开启压力势必会稍微大一些。

根据GB/T 21387-2008第5.12条的规定：“轴流式止回阀的流阻系数，公称尺寸不大于DN300，流阻系数不大于0.4；公称尺寸大于DN300，流阻系数不大于0.36。”从该标准中，没有看出流阻系数的具体解释，分析起来应该指的是局部阻力系数。另外，根据该标准的范围，适用于公称压力PN2.5~PN150、工程

<table>
<tr><th colspan="6">表2 《对夹式止回阀》JB/T 8937-2010中的四类止回阀构造</th></tr>
<tr><td colspan="2">对夹双瓣旋启式止回阀</td><td colspan="2">长系列对夹单瓣旋启式止回阀</td><td colspan="2">短系列对夹单瓣旋启式止回阀</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">对夹升降式止回阀</td><td colspan="3">对夹蝶式止回阀</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

尺寸DN25~DN1800、温度不大于100℃的轴流式止回阀；端部连接型式为法兰、焊接或螺纹连接。

回过头来看，从阀门构造分析，市面上的球形止回阀、梭形止回阀，以及一些静音止回阀等，应该都属于轴流式止回阀的范畴。

综合来看，与旋启式止回阀或升降式止回阀相比，轴流式止回阀的构造相对复杂一些、水力条件要好一些。当然，内部构造越复杂，同口径情况下外部尺寸也会稍大一些。总的来说，轴流式止回阀用于建筑清水输送管道，也还是不错的。

4 对夹式止回阀

前面分析了升降式止回阀、旋启式止回阀、微阻缓闭止回阀、轴流式止回阀，怎么又说到对夹式止回阀呢？对夹式只是一种安装连接方式，与前面的分析出入较大啊。

诚然，在这里分析对夹式止回阀，似乎不太合适。但是，从对夹式止回阀的内容来看的话，包含的内容较为丰富，与前面的分析有一定的关联性，还是有必要分析一下。

机械行业标准《对夹式止回阀》JB/T 8937-2010的适用范围分了四大类，分别是公称压力不大于PN420，工程尺寸DN50~DN2100的对夹双瓣旋启式止回阀；公称压力不大于PN420，工程尺寸DN50~DN2100的长系列对夹单瓣旋启式止回阀及对夹蝶式止回阀；公称压力不大于PN260，工程尺寸DN50~DN500的短系列对夹单瓣旋启式止回阀；公称压力不大于PN160，工程尺寸DN15~DN350的对夹升降式止回阀。分析这些止回阀，务必结合止回阀的构造进行分析。机械行业标准《对夹式止回阀》JB/T 8937-2010中的四类止回阀构造见表2。

分析表2，前面对夹双瓣旋启式止回阀、长系列对夹单瓣旋启式止回阀和对夹升降式止回阀，在阀瓣的后面，是有弹簧的；短系列对夹单瓣旋启式止回阀和对夹蝶式止回阀，在阀瓣的后面，是没有弹簧的。其中，有的把“对夹双瓣旋启式止回阀”称为蝶形止回阀，理由是两个阀瓣沿中间轴线打开。事实上，将“对夹蝶式止回阀”称为蝶形，相对更科学一些。为什么呢？分析“对夹蝶式止回阀”的构造，与蝶阀的动作方式更相像一些，不是么？

5 止回阀的安装注意事项

止回阀的安装，需要注意几个方面的问题：

1）止回阀的安装方向。这个务必不能装反，必

须是顺水流方向的。如图1和图2，除了立式升降式止回阀，绝大多数的止回阀，都是可以水平安装的。当止回阀需要安装在立管上时，对于内部没有弹簧的止回阀，必须保证止回阀的阀瓣在重力状态下能够自动回座；对于内部有弹簧的止回阀，要求相对会低一些，但需要结合相关产品的要求。

2）止回阀的阻力损失。有的止回阀，打开压力低一些；有的止回阀，打开压力高一些。必要时，需结合产品样本的数据进行设计。

3）止回阀的公称压力、口径、使用温度、接口型式等，这些都属于常规要求，不再赘述。

4）根据阀瓣的多少，从起初的单瓣的止回阀，到双瓣的止回t阀，再到多瓣的止回阀，种类也是比较多的。关于这方面的内容，也期望今后的设计手册等能够收录进去。

5）注意止回阀的种类。以水平升降式止回阀为例，开启条件，和有没有弹簧、阀瓣的材质等，都有关系。阀瓣重一些，开启需要的压力就会大一些；有弹簧和没有弹簧相比，有弹簧的话，开启压力也会大一些；不同的弹簧，弹簧常数（k）对开启压力也会有影响（三种较为常见的弹簧，压力弹簧、拉力弹簧和扭力弹簧，止回阀里面常用的是压力弹簧）。

6 结语

1）关于止回阀的分类，早期一直采用升降式与旋启式的分类方式。这种分类方式，分类的依据是阀瓣的运动方式。那么，从内部阀瓣的多少，也可以分为单瓣、双瓣和多瓣等。如果按照阀体内水流的状态进行划分，也可以分为轴流式止回阀(或层流式止回阀)与非轴流式止回阀(或湍流式止回阀)。当然，不论采用哪一种分类方式，彼此之间都会有交叉的地方。

2）如表1，一些止回阀的公称压力、公称尺寸(口径)、使用温度，对建筑给水排水工程设计的使用范围来说，大的太多了。具体到建筑给水排水，是否有必要做一些有针对性的、满足建筑给水排水工程使用的止回阀工程技术标准，从而便于广大建筑给水排水设计人员正确地认识止回阀，合理地选用止回阀。

3）如果能够起草适用于建筑给水排水工程止回阀技术标准的话，建议将不同种类的止回阀的局部阻力系数完善进去，这个还是比较实用的。这个局部阻力系数，重点放在止回阀全开状态下的局部阻力系数。如果开启度很小的时候，局部阻力系数一定是很大的，但这个时候的数据，对工程来说没有实际意义。

通讯处：郑州市中原区中原西路126号
电　话：15036129959
邮　箱：cuijli@21cn.com

News 新闻

第四届“中韩杜科杯” 2021/2022年度《建筑给水排水》优秀论文评选揭晓

第四届“中韩杜科杯”2021-2022年度《建筑给水排水》优秀论文评选,终评会于 2023年6月29日在湖州召开。本届参评文章2021年118篇、2022年144篇，共计262篇。经专家评审委员会两轮投票，共有26篇论文获奖。

颁奖仪式将在2023年10月在西安举行的“中国建筑学会建筑给水排水研究分会第四届第二次全体会员大会暨学术交流会”的同期举办。

亚科全新升级的油脂分离器设备，可实现自动排油排渣，可有效降低设备间人工参与：减少工作人员巡检频率及人工开闸关闸频率，从而减少人工工作量；通过智能控制箱有效控制排放量，便于调校，更易提高油脂品质，除此之外，还可实现远程监控，故障预警，数据运行管理等功能。详情欢迎来电咨询：**+86 21 57749818**

www.aco.cn

简析丘陵地形项目给排水设计特点——以萍乡技师学院新建项目为例

王啟文 李鹏 吴光华
江西省萍乡市建筑设计院有限责任公司

【摘 要】 丘陵建设用地标高变化较大，给排水专业有其特殊的设计特点。以萍乡技师学院新建项目为例，分别对该项目的生活给水系统、消防给水系统、生活排水系统、雨水排水系统，海绵城市专项设计等方面的设计特点做简要分析。
【关键词】 丘陵地形 设计方法 景观补水 海绵城市

Abstract: The height of hilly construction landmarks varies greatly, and water supply and drainage in this case have their specific design characteristics. Taking the new project of Pingxiang Technician College as an example, this paper briefly analyzes the design characteristics of the project from the perspectives of following: design of domestic water supply and drainage system, fire protection water supply system, rainwater drainage system, and designs specialized for the Sponge City.
Key words: hilly terrain; design methodology; landscape hydration; the Sponge City project

0 引言

丘陵建设用地标高变化较大，给水系统设计时应结合建设用地的高差情况和建筑设计方案，合理进行给水分区；消防给水系统应结合室外竖向设计合理确定给水形式，并根据各单体的0.000对应的绝对标高确定室内消火栓需要采取减压措施的楼层。

萍乡市属于丘陵地貌，属于工程性缺水城市，即自然降雨来的快，也跑的快，虽然多年平均年降雨量达到1600mm，但是水留不下来；同时，萍乡市的土壤大部分属于黏土，渗透能力不足，源头减排项目在做海绵城市设计时，应丘陵地形项目的地形特定，结合土壤渗透性，对“渗、滞、蓄、净、用、排”六字箴言有所取舍。

1 工程概况

新建萍乡技师学院项目总用的面积33.28万m^2（约499.23亩）。按在校生10000人规模设计，总建筑面积15.34万m^2。其中地上计容面积13.63万m^2，地上不计容面积218.33m^2，地下建筑面积17104.55m^2；项目绿化率35%。建设内容包含图文综合楼、会议中心、教学楼、实训楼、体育馆、食堂、学生宿舍、门卫室、体育场看台、围墙大门、室外运动场地、广场、机动车及非机动车停车位等，同时配套建设配电、给排水设施、道路、绿化等设施。

项目建设用地红线现状为农田、果园及山岭，属于丘陵地貌，标高变化较为剧烈，总体呈现中间高，四周低。现状场地地貌标高81.95-146.25m；场地中部为山岭，地势较高，最高点标高约146.25m。场地北侧为冲沟及谷地最低标高约为94.15m，场地南侧临麻山镇小桥村及萍水河，最低标高约为81.95m。

设计将本项目分为若干台地用以布置建筑及场地，其间采用道路、护坡、挡墙、桥梁等形式彼此相连。教学楼、实训楼设计为拾级而上的台地建筑，位于中轴线上的图文综合楼处于校前广场台地的高点；由图文综合楼、教学楼及实训楼围合成主广场，校前广场地坪标高94.00m；中部为运动区，包括体育馆、400m跑道、室外看台及其他室外运动场地，中部最高点室外地坪标高约113.20m；地块北侧为学生宿舍及食堂，其所在的台地标高随原始地形逐步下降，室外

表1 项目生活用水量表							
序号	名称	数量	用水量标准	最高日用水量(m^3/d)	用水时间(h)	时变化系数	最大小时用水量(m^3/h)
1	教学楼	10000	50L/人·d	500	9	1.2	66.57
2	学生宿舍	10000	150L/人·d	1500	24	3.0	187.5
3	教师	800	50L/人·d	40	9	1.2	5.3
	食堂	30000	25L/人·d	750	16	1.2	56.25
4	绿化浇洒用水量	79625	2L/m^2·d	159.25	10	1	15.93
5	未预见水量			442.93		1	49.75
6	合计			3391.64			381.4

图1 竖向设计示意图

地坪标高约111.00m。

项目的竖向设计如图1所示。

2 给水设计

2.1 水源

本工程水源为城市市政给水管网。地块南面市政道路上有一根DN600市政给水管道，市政给水管在南面的善洲桥头（87.90m）水压约0.3MPa。校区生活及消防水源由该市政主管引入一根供水管，引入管径为DN350。

由于校区地形高差起伏较大，校区地面标高均高于校外市政道路标高，校区道路最高点的室外竖向设计标高为113.20m，与市政自来水接入点的绝对标高87.90m高差25.30m，虽然市政供水水压有0.30MPa，但是进入校区后，供水压力已经低于室外消火栓供水0.14MPa最低压力要求，不能满足校区生活及消防水压要求，故所有校区生活及消防给水均由校区加压水泵房供给。校区地下室绝对标高为90.40m，故市政给水管道均直接接入校区生活水池及消防水池，经水泵加压后，供给各用水点。

2.2 生活用水量（表1）

2.3 给水系统

为方便校区统一管理，校区生活及消防水泵房均设置在教学楼地下一层。生活水泵房内设置生活水箱及加压供水设备，整个校区设置两套变频加压供水设备，其中一套为校区后勤宿舍（生活区）加压供水，一套为办公教学楼、实训楼、图文综合楼、体育馆等建筑（教学区）加压供水。

生活给水泵房地面绝对标高93.100m，北区地形最高楼的0.000对应的绝对标高为112.500m，最低楼对应的绝对标高为111.000m，生活给水系统在绝对标高0.000以下的楼层均需要按照绿色建筑设计要求采取减压措施。南区地形最高楼的0.000对应的绝对标高为113.500m，最低楼的0.000对应的绝对标高为94.750m，生活给水系统在绝对标高0.000m以下的楼层均需要按照绿色建筑设计要求采取减压措施。

为保证生活用水的水质，生活水箱分为四座，并设置相互连通管。每座生活水箱均设置具备过滤、紫外线消毒功能的水处理器。

2.4 室外绿化喷灌系统

根据《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020-2021要求：绿化浇洒应采用高效节水灌溉方式。原设计整个校区绿化给水系统在教学楼地下室设置有效容积40m³绿化浇洒水池，采用变频加压设备，采用二台加压泵，一用一备，并成套配备气压罐。

项目开始施工后，为了保障施工用水，施工方在最高的中央保留山体（标高146.25m）处设置了一座约200m³的不锈钢水箱，供整个项目施工期间用水。建设单位为了节约投资，提请设计单位修改室外消火栓供水系统和整个校区的绿化浇洒喷灌系统。设计单位经过仔细核算后，认为建设单位所提要求更为合理，遂将原有的200m³的施工用不锈钢水箱扩建为400m³，该水箱由校区办公区生活变频给水系统补水。

整个项目的室外消防用水量及绿化浇洒用水量因此全部储存在该高位水箱内。在景观浇洒用水系统出水管上采取措施，确保消防用水不被动用。在高位水池景观出水管上设置专用水表，以便于计量。

此做法将原有的室外消火栓给水系统及绿化喷灌系统由水泵加压供水系统优化为重力供水系统，不仅节约了用电，且系统更加安全可靠，消防水池也因为绿化用水可以得到不断更新，水质更有保障。

因将室外消防用水量移到山顶室外水池，原地下室设置的消防水池容积减少，同时删除原设计的室外消火栓泵，地下室面积因此得到减少，节约了建设方的投资。

3 消防给水设计

3.1 消防水源

本工程水源为城市市政给水管网。根据建设方提供资料：地块南面市政道路上有一根市政给水管道，市政给水管在南面的善洲桥头（87.90m）水压约0.3MPa。

3.2 消防用水量

校区教学楼、实训楼为多层教学建筑、图文综合楼为二类高层建筑、体育馆为多层公共建筑、食堂为多层公共建筑、宿舍为多层公共建筑。校区建筑消火栓系统用水量统计见表2。

根据上表分析，本项目室内消防用水量为20L/s，室外消防用水量为40L/s，火灾延续时间2.0h。

3.3 自喷用水量

根据规范要求，本工程的地下车库、食堂、

表2 校区建筑消火栓系统用水量统计

子项名称	单栋建筑面积(m^2)	层数	建筑高度(m)	建筑物体积(m^3)	室外消防用水量(L/s)	室内消防用水量(L/s)	火灾延续时间(h)	一次灭火所需数量(m^3)
教学楼	24835	5F	22.95	＞50000	40	15	2	396
实训楼	24988.83	5F	23.65	＞50000	40	15	2	396
图文综合楼	16980	7F	31	＞50000	40	20	2	432
会议中心	3547.4	3F	13		30	15	2	324
体育馆	8711.17	3F		＞50000	40	15	2	396
食堂	8480.32	3F		＞50000	40	15	2	396
宿舍		6F	23.11	20000＞V＞5000	30	15	2	324
地下室		1F			20	10	2	216
看台	739.66	1F	7.4	20000＞V＞5000	25	15	2	288

表3 校区各单体建筑喷淋系统用水量统计

子项名称	喷水强度(L/min·m^2)	作用面积(m^2)	火灾延续时间(h)	系统用水量(L/s)	一次灭火所需数量(m^3)
地下车库	8	160	1	30	108
食堂	6	160	1	30	108
图文综合楼	6(12)	160	1	35	126
体育馆	12	160	1	35	126
会议中心	15	160	1	55	198

图文综合楼、体育馆、会议中心需要设置自动喷淋系统保护，其中图文综合楼中庭按高大净空场所（8<h≦12）设计，体育馆和会议中心需要按高大净空场所场所设计。校区各单体建筑喷淋系统用水量统计见表3：

3.4 消防水池容量

各单体消防用水量见表4。根据以上分析，本项目一次灭火所需水量最大的为图文综合楼，一次灭火所需水量为558m^3。故消防水池容积确定为558m^3。

表4 各单体消防用水量

子项名称	室外消防用水量(m^3)	室内消防用水量(m^3)	喷淋系统用水量(m^3)	一次灭火所需水量(m^3)
地下车库	144	72	108	324
食堂	288	108	108	504
图文综合楼	288	144	126	558
体育馆	288	108	126	522
会议中心	216	108	198	522

根据建设单位所提建议进行优化后，室外消防用水量储存在山顶高位水池内，地下室的消防水池容量变更405m^3。

4 排水设计

4.1 生活污水排水设计

由于校区周边无完善的市政污水排水条件，校区生活污水需要经过集中处理，达到污水排放标准后方可排放。

本项目采用雨污分流制排水，餐饮废水、生活污水分流排放。本项目扣除景观浇洒用水量后的最高日生活污水量为2790m^3/d，平均日生活污水量2340m^3/d。

污水处理站的设计规模根据项目的平均日供水量确定，根据项目竖向设计成果，本项目的生活污水以中央保留山体为界，北侧生活区设置一座1700m^3/d的生活污水处理站，南侧办公区设置一座500m^3/d的生活污水处理站，均要求达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准后方可排放，北侧生活污水处理站尾水排至前期已建泄洪管，南侧生活污水处理站尾水排至校门口附近小河内。

4.2 雨水排水设计

雨水按当地暴雨强度计算公式：

q=1074.385(1+0.724LgP)/(t+5.586)^0.568计算，设计重现期室外取P=3年，径流系数取值0.55。

整个校区雨水排水系统以中央保留山体为界，北部排至先期建设的泄洪管道内。南部排至校门口附近小河内。

地下车库入口处土建地面标高高于周边道路标高约0.25m，以防止道路客水进入地下车库。

5 景观水体雨水收集设计

在中央保留山体的山脚处设置了一处面积约6833m^{2}的景观水体，本次设计将保留山体的雨水通过截水沟方式收集，经简单沉泥后进入景观水体，作为景观水体的补水。保留山体的水平投影汇水面积约29492m^2。保留山体和景观水体布置如图2所示。

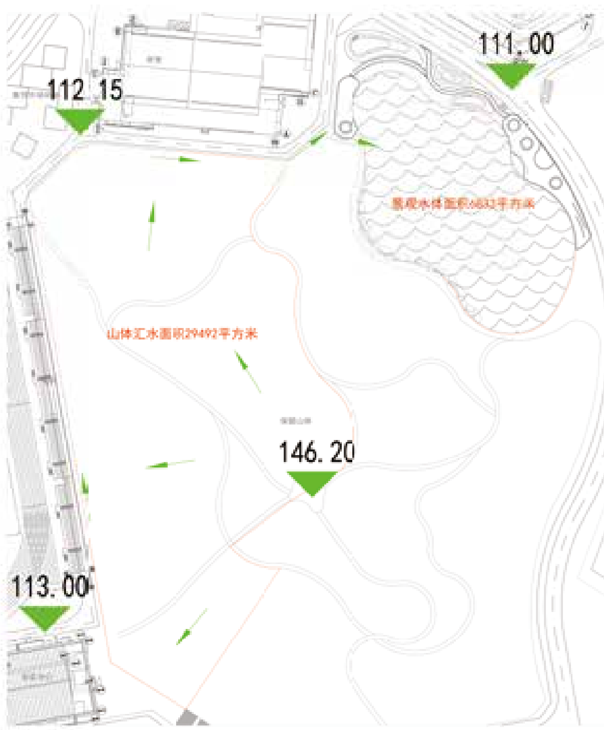


图2 保留山体和景观水体布置示意

根据萍乡市多年平均逐月降雨量及蒸发量数据，采用水量平衡计算法计算逐月水量平衡情况，详见表5：

表5中第5行为山体汇水面积内收集的雨水量，

表5 采用水量平衡计算法计算逐月水量平衡情况												
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降雨量	85.7	108.7	178.8	203.2	223.8	238	147.1	130.9	83.5	82.9	81.8	58.3
蒸发量	34.8	42	61	95.2	139	154	230.6	194.9	140	107.1	68.7	48.6
山体汇水面积	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0	29492.0
汇流量	1642.9	2083.8	3427.6	3895.3	4290.2	4562.4	2858.8	2509.3	1600.7	1599.2	1568.1	1117.6
水面面积	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0	6833.0
蒸发量	237.8	287.0	416.8	650.5	949.8	1052.3	1575.7	1331.8	956.6	731.8	469.4	332.1
渗透系数	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
渗漏量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
泄流量	1405.1	1796.8	3010.7	3244.8	3340.4	3510.1	1282.5	1177.6	644.1	857.4	1098.7	785.5
水面下降高度	0.203	0.263	0.441	0.475	0.489	0.514	0.188	0.172	0.094	0.125	0.161	0.115

考虑了0.65的收集系数；第8行为池塘底部土壤的渗透系数，本工程水池底部采用钢筋混凝土结构，故渗透水量不予考虑，如池底为土壤，则需要考虑将土壤的渗透系数乘以池塘底面积计算渗漏水量；第9行为每个月泄流量，是将每个月收集的雨水量减去每个月的蒸发量而得；第10行的意义是，假设每个月的池塘水面均在设计水面标高，在不考虑泄流量的情况下，水景池的水位涨跌情况。

根据表5计算结果，本项目每个月雨水量均有富余，最高泄流量出现在6月份，泄流量达到3510.1m^3，最低泄流量出现在9月份，泄流量为644.10m^3，该景观水池全年可以不用补水。景观补水雨水替代率达到100%。

后期实际建设时，根据建设单位建议，在景观水池内设置潜水泵，抽取景观水池的水作为景观浇洒用水。当旱季无雨时，则开启山顶消防水箱上的景观浇洒用水阀门，旱季改由山顶消防水箱提供景观浇洒用水。

6 海绵城市设计

6.1 海绵城市建设指标

根据上位规划要求，本工程海绵城市建设强制性指标年径流总量控制率为80%(对应的降雨厚度为27mm)，SS去除率为55%，引导性指标透水铺装率50%，下沉绿地率30%，绿色屋顶率30%。

6.2 建设场地的土壤情况

土壤0~100cm多为红壤性状壤黏土或砂质黏土，渗透性较差，壤黏土渗透系数6.35×10^{-7}~1.20×10^{-6}m/s，砂质黏土渗透系数3.53×10^{-7}~4.23×10^{-7}m/s。

6.3 设计思路

通过采用源头、分散式源头减排措施，维持场地开发前的水文特征，结合建设项目所在地的土壤情况，侧重渗、滞、蓄、排技术措施，实现城市良性水文循环。

由于屋面和硬化道路上的初期雨水携带大量的污染物，通过雨水断接的方式将屋面雨水引入建筑周边设置的下沉绿地或生物滞留池中，通过植草沟的引导，将硬化道路上的雨水引入在道路旁设置的下沉绿地或生物滞留池，雨水在下沉绿地或生物滞留池内得到调蓄、入渗、净化处理，超标雨水通过溢流形式排入小区雨水管网中。

本次设计将小区部分铺装设计为透水铺装，增大下垫面的透水面积，减少地面径流，起到削峰减排的作用，道路雨水口采用截污挂篮新型雨水口。

6.4 采用的源头减排设施

在对项目下垫面进行分析的基础上，通过采取雨水立管断接、植草沟引导等技术措施，将项目硬化下垫面上雨水合理组织到下沉绿地、生物滞留池、透水铺装、植草沟等源头减排设施内，与设计指标对应的27mm及以下的中、小雨降雨通过下渗进入土壤，超过27mm以上的降雨则通过设置在下沉绿地和生物滞留池内设置的溢流式雨水口溢流排至小区雨水管网。

6.5 下垫面分析

室外雨水管道共设计了四个雨水排水出口，汇水分区随管网布置划分为四个汇水分区，圈出每个汇水分区的各种下垫面的面积。

各类下垫面雨量径流系数取值分别为：硬化屋面取0.8，绿地取0.15，硬化道路取0.8，透水铺装道路取0.3。

6.6 径流计算结果

本工程在设计降雨厚度为27mm的情况下，需要控制的径流雨水量为3785.5m^3，实际布置的源头减排设施控制的雨水量为3856.5m^3，实际能控制的降雨厚度为32.97mm，对应年径流总量控制率为85.04%>80%，满足《海绵城市建设指标》的要求。

7 结论

1）对于地形起伏较大的丘陵地形建设项目，生活给水系统的分区应考虑室外竖向设计标高的影响，应通过精确的水力计算，在满足最高楼栋的最不利点供水水压的情况下，确定其他需要采取减压措施的楼层，楼层以绝对标高对应的楼层。

2）对于地形起伏较大的丘陵地形建设项目，给水设计方案应结合施工用水综合考虑，本项目前期没有考虑项目施工用水，导致后期根据施工用水方案作出设计变更。

3）对于综合建筑群，应在分析每栋单体消防系统用水量的基础上，按照需要同时使用的水系统用水量确定消防水池容量。同时应根据室外竖向设计标高确定的各单体0.000对应的绝对标高，确定某绝对标高以下的楼层室内消火栓采取减压措施。

4）景观水体收集保留山体的雨水作为景观补水，需要采用水量平衡计算法计算逐月水量平衡情况，设计时需要收集当地多年平均逐月降雨量及蒸发量数据并进行逐月计算雨水盈亏情况，计算时还应根据建设情况考虑土壤渗漏水量。

5）海绵城市专项设计首先需要结合小区竖向设计、小区雨水管道布置情况等合理划分汇水分区，并对每个汇水分区的下垫面进行分析，结合土壤的渗透系数，确定采用的主要源头减排设施类型。在此基础上进行径流计算，确定每个汇水分区需要的径流调蓄量，确定根据每种源头减排设施的平均调蓄深度，在此基础上确定每种减排设施的规模，计算过程中还需要考虑透水铺装率，以使整个项目的硬化地面率满足《海绵城市建设评价标准》GB/T51345-2018第4.0.1条的要求。

由于土壤渗透系数较小，雨水花园和透水铺装下必须设置渗排管，将土壤来不及下渗的雨水及时排走。

参考文献

1《建筑给水排水设计手册（第三版）》；
2《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB50400-2016；
3《海绵城市建设评价标准》GB/T51345-2018。

通讯处：江西省萍乡市滨河东路380号
电　话：13607990612
邮　箱：41925939@qq.com


★ 亚洲品牌500强
★ 国家企业技术中心
★ 绿色建筑节能推荐产品
★ 五星售后服务
★ AAA级信用企业
★ 中国500最具价值品牌
ASIA 500
CNAS
新兴铸管
XINXING PIPES
央企品牌 上市公司 证券代码：000778
为人民健康引水
新兴PSP钢塑复合压力管 —— 多重防护 全寿命周期 ——
◆超强的抗拔脱和土层沉降性
◆优良的密封性
◆不缩径不产生局部水头损失
综合造价低
使用寿命长
强度高
防腐性能优异
系统方案
安全卫生
韧性好
操作维修方便
外层聚乙烯
内层聚乙烯
焊接钢管
新兴不锈钢管 —— 前瞻思维 无忧保障 ——
全流程生产工艺
全系列规格覆盖
全过程技术支持
全天候客户服务
全寿命周期维护
新兴铸管股份有限公司
XINXING DUCTILE IRON PIPES CO.,LTD.
地址：河北省邯郸市复兴区石化街4号
电话：15081707027 400-008-2672
网址：www.xinxing-pipes.com
关注公众号
扫码联系

VIZOL
远洲股份
优脉®
中国消防工程降本增效供应商
中国消防协会
固定灭火系统分会
委员单位
全国消防标准化
技术委员会固定灭火系
统分技术委员会
委员单位
中国工程建设
标准化协会医疗建筑与
设施专业委员会
委员单位
上海远洲管业科技股份有限公司
VIZOL PIPE TECH CORP.
咨询热线：400-155-1258
www.vizol.cn
股票代码831165

建筑小区生活给水环状管网设计流量取值探讨

Discussion on design flow value of circular pipe network for domestic water supply in residential quarter

何能[1] 黄平[1] 王家良[2]

1.基准方中建筑设计股份有限公司 2.四川省建筑设计研究院有限公司

【摘 要】 为了保障供水安全，提升供水水质，小区供水干管按相关规范采用环状布置已成常态，因此对环网供水管网设计流量的取值急需找到一种合理方式。本文整理了各种不同理念指导下的计算方法，并选取典型的住宅设计参数进行计算对比。分析不同方法的经济性、可靠性、舒适性、适用性；并针对不同规模及需求的项目，提出建议的计算方法。

【关键词】 建筑小区 生活给水 环状管网 设计流量 水头损失

Abstract: In order to ensure the safety of water supply and improve the water quality, it is normal for the main water supply pipes in the community to adopt circular layout according to relevant specifications. Therefore, it is urgent to find a reasonable way to determine the design flow of the ring network water supply network. This paper collates the calculation methods under the guidance of different concepts, and selects typical residential design parameters for calculation and comparison. Analyze the economy, reliability, comfort and applicability of different methods; The proposed calculation method is also proposed for projects with different scales and needs.

Key words: architectural community; domestic water supply; ring pipe network; design flow; head loss

1 引言

《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020-2021 第3.2.3条要求室外给水管网应布置成环状，条文解释中进一步明确了城镇管网直接供水或区域加压的小区室外给水管网应布置成环状[1]，《二次供水水质安全技术规程》T/CECS751-2020 第5.2.4.2条也明确了小区室外二次供水管网应布置成环状[2]。基于以上规范、规程要求，建筑小区的给水主干管普遍采用环状管网供水。而环状管网的流量取值方法，规范并未明确，其取值直接影响管网的管径、水头损失和二次供水设备的扬程、功率以及减压设施的参数选取，关系到供水系统的建设成本、运维费用和节水、节能的效果[5][6]。如果简单的采用保守取值设计，实际运行往往会偏离设计工况，不仅会造成建造成本浪费，还会因保守取值导致出流水头实际偏高，造成水资源浪费和能源浪费，也可能因环网出水节点流量分布不均，导致部分无节点流量管段水流速度过缓，产生相对死水区，影响供水水质安全，背离规范初衷。故科学合理的选择环网设计流量计算方式显得尤为重要。

在实际项目中，不同的用水当量、用水人数、用水户数最大时卫生器具给水当量平均出流概率均不一样。在计算方法探讨的基础上本文选取典型的住宅设计参数进行分析对比。

2 计算方法探讨

因《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019第3.13.6条提出：小区环状管道应管径相同[3]，故以下探讨均基于环网管径不变的前提进行。

2.1 方法一：环网管径按设计秒流量计算

1）供水对象仅为住宅用水区时，设计秒流量应按概率法计算[3]，此时不可分别计算各节点流量再叠加获得总设计流量。因为概率法计算的流量与用水单位非线性关系。只能按环网供水区域总当量N_g进行计算。如下公式：

$$U_0=\frac{100q_L mK_h}{0.2\cdot N_G\cdot T\cdot 3600}\%\qquad(1\text{-}1)^{[3]}$$

$$U=100\frac{1+\alpha_c(N_g-1)^{0.49}}{\sqrt{N_g}}\%\qquad(1\text{-}2)^{[3]}$$

$$q_g=0.2\cdot U\cdot N_g\qquad(1\text{-}3)^{[3]}$$

供水对象为住宅和低位生活水箱补水时，比如市政直供区环网，可按以下两种方法设计：

a)计算环网供水区设计秒流量，叠加低位生活水箱补水流量，作为环网计算流量。

b)因生活水箱补水量在直供区所占比例较大，对环网管径影响大有条件（如生活水箱位置离市政引入管较近时），生活水箱补水管可从市政引管单独接管，市政直供区另设环网，这样水箱进水时对直供区用水影响小，同时可减小市政直供区环网管径，达到经济性目的。

2）供水对象为普通公建时，设计秒流量应按平方根法计算[3]，此时各节点流量也不能简单叠加计算，而应按给水总当量进行计算。如下公式：

$$q_g=0.2\alpha\sqrt{N_g}\qquad(2\text{-}1)^{[3]}$$

当有延时自闭冲洗阀蹲便器时，附加1.2L/s流量[3]。

3）供水对象为用水集中度高的公建时，设计秒流量应按百分比法计算[3]。如下公式：

$$q_g=\sum q_{g0}n_0b_g\qquad(3\text{-}1)^{[3]}$$

这种情况各节点流量可通过简单叠加计算总流量，因用水单位与设计流量成线性关系。此时可利用WSZ管网模型软件[4]，通过输入各节点流量参数，管网平差计算确定环网各段所需管径。

4）供水对象由以上三种类型综合组成时，设计秒流量应分别计算，叠加作为环网计算流量。若公建为居住小区配套的文教、医疗保健、社区管理类及景观、道路、广场、公共设施用水，这类设施设计流量可按平均时用水量计算，再叠加住宅及其他公建设计秒流量[3]。

2.2 方法二：环网管径按设计秒流量的70%计算

根据《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019第3.13.6.2条：不少于2条引入管的小区室外环状给水管网，当其中1条发生故障时，其余的引入管应能保证不小于70%的流量[3]。据此可以推论小区环网供水出现一处故障时，管线较长一侧的流量可按设计秒流量的70%计算，假设最不利情况，故障点一侧通过全部节点流量，另一侧节点流量为零，则通过全部节点流量一侧的管道按总设计秒流量的70%计算。比方法一计算结果小且有一定规范依据。此时若有多种业态需要计算总量时，可参照第2.1.4条的计算方法，只是总量可打7折。

2.3 方法三：环网管径按设计秒流量的50%计算

因环网为双路供水，即使在环网最不利处检修时，供水区若出现最大设计秒流量，也只与水泵出水初段管网供水情况相吻合，后续管网随着节点流量的分流，设计流量呈逐段下降。假设不考虑检修，从泵房到最远楼栋的环网流量由两侧管网同时供水，单侧流量估算为总流量的50%。则环网管径可按设计秒流量的50%计算。

2.4 方法四：环网管径按最大小时流量计算

住宅供水环网管径按供水区最大小时设计流量计算，对于小区中公建部分的最大小时流量，往往相比设计秒流量小很多，可进行系数矫正，建议按公建最大小时流量乘以1.5~2.5的系数进行换算，再与住宅最大小时流量进行叠加计算环网管径。

3 四种计算方法流量变化趋势分析

为了便于分析上述四种计算方法在实际项目中的影响，不考虑公建因素，按常规的住宅项目，假设用水定额取180L/人·d，户均人数取3.5人，户均当量取6，小时变化系数取2.5，计算得U_0及α_c值[3]，结果如下表1：

在U_0为1.52%时，在供水区不同户数规模下，分别计算四种方法的设计流量，其中方法一采用概率法计算设计秒流量，方法二、三分别采用设计秒流量的70%和50%计算，方法四采用最大小时流量法计算，计算结果进行对比，如下表2。

各方法流量变化折线图如图1。从图1可见，随着给水当量的增加，方法一、二、三对应的设计流量

表1 平均出流概率计算表						
计算公式：$U_0=q_0\times m\times K_h/0.2/N_g/T/3600\%$					$U_0\sim\alpha_c$值对应表	
用水定额(q_0)	户均用水人数(m)	时变化系数(K_h)	户均给水当量数(N_g)	用水时间(T)	U_0	α_c
180 L/人·d	3.5人	2.5	6.00	24 h	1.519%	0.007 12

表2 设计流量计算表（流量单位为L/S）								
户数	200	295	400	728	1000	1500	2195	3000
给水当量	1200	1770	2400	4368	6000	9000	13170	18000
方法一(环网管径按设计秒流量计算)	8.5	10.8	13.0	18.9	23.3	30.7	40.0	50.1
方法二(环网管径按设计秒流量的70%计算)	6.0	7.5	9.1	13.3	16.3	21.5	28.0	35.1
方法三(环网管径按设计秒流量的50%计算)	4.3	5.4	6.5	9.5	11.7	15.3	20.0	25.0
方法四(环网管径按最大小时流量计算)	3.6	5.4	7.3	13.3	18.2	27.3	40.0	54.7

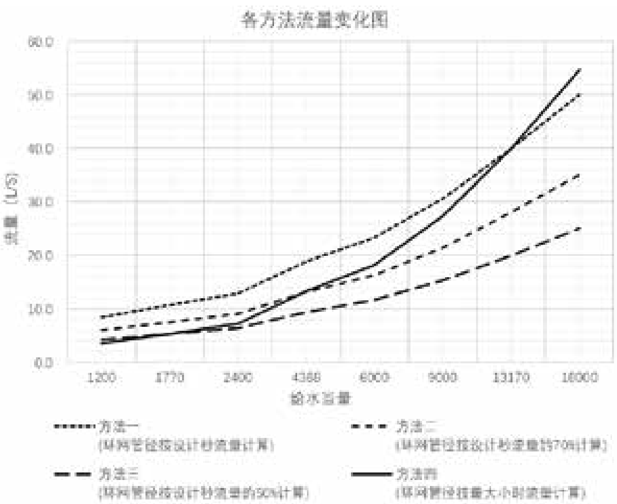


图1 各方法设计流量变化图

成平行向上变化曲线。方法四设计流量曲线则从下方依次穿过方法三、二、一设计流量曲线，当供水当量大于1770（295户）时，方法四将大于方法三设计流量，当供水当量大于4368（728户）时，方法四将大于方法二设计流量，当供水当量大于13170（2195户）时，方法四将大于方法一设计流量。由此分析得出。随着供水规模的扩大，方法四的计算设计流量将最终大于采用前三种方法计算的设计流量。

4 四种计算方法

可靠性、经济性、舒适性及适用条件分析

4.1 四种方法的可靠性对比分析

按同等条件下计算流量值越大供水可靠性越高的原则，四种计算方法，供水可靠性大小排序为：方法一>方法二>方法三，方法四则随着供水规模变大可靠性逐渐增大，并最终大于方法一，如表3。

表3 方法四供水可靠性分析					
供水规模	户数	＜295	295~728	728~2195	＞2195
	当量数	＜1770	1770~4368	4368~13170	＞13170
方法四供水可靠性		最小	大于方法三	大于方法二	大于方法一

4.2 四种方法的管网经济性对比分析

根据表2计算流量，分别按经济流速1.1~1.8m/s确定各方法不同供水当量的管径及每百米水损，见表4。由表4管径可得管网的经济性分析见下表5。

从表5可见，在经济流速条件下，方法二、三的环状管网管径相对于方法一有所减小，方法三管径相对减小较多；方法四在户数不大于1000户的情况下，管径小于方法一，大于1000户后则管径相同。减小管径可降低管网建设成本，同时小管径管网对建筑层高的影响也相应减小。

4.3 四种方法的使用舒适性对比分析

当环状管网一路供水故障时，假设系统用水需求不变，须一路供全部的设计流量，且该设计流量按秒流量计算。此时方法一的百米管路水头损失值不变，方法二、方法三的管路水头损失增加。按表4的计算管径不变，当一路检修时，用设计秒流量进行校核，方法二、方法三的实际流速和每百米管道水头损失变化情况见表6。

从表6可见，在一条管路检修的情况下，为满足设计秒流量计算值，方法二、三、四的管道设计流速

表4 各方法管径、流速、百米水头损失计算表

基础数据		方法一 (环网管径按设计秒流量计算)				方法二 (环网管径按设计秒流量的70%计算)				方法三 (环网管径按设计秒流量的50%计算)				方法四 (环网管径按最大小时流量计算)			
户数	服务总当量	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)
200	1200	8.52	80	1.70	3.66	5.96	65	1.80	5.21	4.26	65	1.28	2.79	3.65	65	1.10	2.10
295	1770	10.75	100	1.37	1.90	7.53	80	1.50	2.91	5.38	65	1.62	4.30	5.38	65	1.62	4.30
400	2400	12.96	100	1.65	2.69	9.07	100	1.16	1.39	6.48	80	1.29	2.21	7.29	80	1.45	2.75
728	4368	18.94	125	1.54	1.83	13.26	100	1.69	2.80	9.47	100	1.21	1.50	13.27	100	1.69	2.81
1000	6000	23.32	150	1.32	1.11	16.33	125	1.33	1.39	11.66	100	1.49	2.21	18.23	125	1.49	1.70
1500	9000	30.67	150	1.74	1.84	21.47	150	1.22	0.95	15.34	125	1.25	1.24	27.34	150	1.55	1.48
2195	13170	40.01	200	1.27	0.74	28.01	150	1.59	1.55	20.00	125	1.63	2.02	40.01	200	1.27	0.74
3000	18000	50.07	200	1.59	1.12	35.05	200	1.12	0.58	25.04	150	1.42	1.26	54.69	200	1.74	1.32

表5 各方法环网管径经济性分析表（均相对方法一）

基础数据		方法一	方法二		方法三		方法四	
户数	服务总当量	管径(DN)	管径(DN)	经济性	管径(DN)	经济性	管径(DN)	经济性
200	1 200	80	65	减小一级	65	减小一级	65	减小一级
295	1 770	100	80	减小一级	65	减小二级	65	减小二级
400	2 400	100	100	不变	80	减小一级	80	减小一级
728	4 368	125	100	减小一级	100	减小一级	100	减小一级
1 000	6 000	150	125	减小一级	100	减小二级	125	减小一级
1 500	9 000	150	150	不变	125	减小一级	150	不变
2 195	13 170	200	150	减小一级	125	减小二级	200	不变
3 000	18 000	200	200	不变	150	减小一级	200	不变

表6 检修时流速与水头损失变化情况对比表

基础数据		方法一 (环网管径按设计秒流量计算)					方法二 (环网管径按设计秒流量的70%计算)					方法三 (环网管径按设计秒流量的50%计算)					方法四 (环网管径按最大小时流量计算)				
户数	服务总当量	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)	检修时每百米水损增量(m)	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)	检修时每百米水损增量(m)	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)	检修时每百米水损增量(m)	计算流量(L/s)	管径(DN)	流速(m/s)	每百米水头损失(m)	检修时每百米水损增量(m)
200	1200	8.52	80	1.70	3.66	0.00	8.52	65	2.57	10.07	4.87	8.52	65	2.57	10.07	7.28	8.52	65	2.57	10.07	7.98
295	1770	10.75	100	1.37	1.90	0.00	10.75	80	2.14	5.64	2.72	10.75	65	3.24	15.50	11.20	10.75	65	3.24	15.50	11.20
400	2400	12.96	100	1.65	2.69	0.00	12.96	100	1.65	2.69	1.30	12.96	80	2.58	7.96	5.75	12.96	80	2.58	7.96	5.21
728	4368	18.94	125	1.54	1.83	0.00	18.94	100	2.41	5.42	2.62	18.94	100	2.41	5.42	3.92	18.94	100	2.41	5.42	2.61
1000	6000	23.32	150	1.32	1.11	0.00	23.32	125	1.90	2.69	1.30	23.32	100	2.97	7.97	5.76	23.32	125	1.90	2.69	0.98
1500	9000	30.67	150	1.74	1.84	0.00	30.67	150	1.74	1.84	0.89	30.67	125	2.50	4.46	3.22	30.67	150	1.74	1.84	0.35
2195	13170	40.01	200	1.27	0.74	0.00	40.01	150	2.27	3.00	1.45	40.01	125	3.26	7.29	5.27	40.01	200	1.27	0.74	0.00
3000	18000	50.07	200	1.59	1.12	0.00	50.07	200	1.59	1.12	0.54	50.07	150	2.83	4.55	3.28	50.07	200	1.59	1.12	-0.20
水损增加平均值						0.00					1.96					5.71					3.52

大幅增加，大部分超了经济流速。在设计秒流量下可能会产生一定的噪音、震动等影响。但此时处于检修或故障状态，且正好为设计秒流量的情况较为罕见，在实际工程中是可以接受的。三种方式的舒适性（指噪音、振动，压力波动情况）分析可概况为下表7：

从表中可见，方法三在极限情况下流速均超2.4m/s，从使用舒适性角度应不推荐采用；方法二、四则在部分规模条件下极限情况流速超标，可选择性取舍。

4.4 四种方法的适用条件分析

从表6可见，在管道水头损失方面，方法二每百米管道水头损失增量最大值为4.87m，平均值为1.96m。方法三每百米管道水头损失增量最大值为11.2m。平均值为5.71m。方法四每百米管道水头损失增量最大值为11.2m。平均值为3.52m。设计中管网末端最不利用水点位的水压需求通常按淋浴压力需求10~20m设计[3]，根据环网管线长度，经计算检修时扣除增加的水头损失，末端用水点剩余5m以上的可以利用水头，还能满足住户基本的洗漱及冲厕用水，根据工程经验对于小区用水也是可以接受的。故保守估计以方法二、三、四分别相比方法一环网计算水头损失增加值不超5m作为适用性的判定依据，算出各方法对应的可适用管长，从而可推断出各方法适用的小区规模，见表8。

从表8中可见，供水规模越大，方法二及方法四可适用的管网长度越长，方法三相对可适用管网长度随着供水规模增大而增加不明显，只在供水规模较小时可能适用。因管网长度与供水规模大小成正比，方法二的供水长度几乎可覆盖所有的供水规模，方法四则更适用于超过728户供水规模的情况。

表7 舒适性分析表（以超1.8m/s流速[3]标准判断）									
基础数据		方法一		方法二		方法三		方法四	
户数	服务总当量	流速(m/s)	舒适性	流速(m/s)	舒适性	流速(m/s)	舒适性	流速(m/s)	舒适性
200	1200	1.70	舒适	2.57	不舒适	2.57	不舒适	2.57	不舒适
295	1770	1.37	舒适	2.14	不舒适	3.24	不舒适	3.24	不舒适
400	2400	1.65	舒适	1.65	舒适	2.58	不舒适	2.58	不舒适
728	4368	1.54	舒适	2.41	不舒适	2.41	不舒适	2.41	不舒适
1000	6000	1.32	舒适	1.90	不舒适	2.97	不舒适	1.90	不舒适
1500	9000	1.74	舒适	1.74	舒适	2.50	不舒适	1.74	舒适
2195	13170	1.27	舒适	2.27	不舒适	3.26	不舒适	1.27	舒适
3000	18000	1.59	舒适	1.59	舒适	2.83	不舒适	1.59	舒适

表8 各方法适用环网长度表（以相对于方法一水损增加值不超5m计算）									
基础数据		方法一（环网管径按设计秒流量计算）		方法二（环网管径按设计秒流量的70%计算）		方法三（环网管径按设计秒流量的50%计算）		方法四（环网管径按最大小时流量计算）	
户数	服务总当量	检修时每百米水损增量(m)	适用管网长度(m)	检修时每百米水损增量(m)	适用管网长度(m)	检修时每百米水损增量(m)	适用管网长度(m)	检修时每百米水损增量(m)	适用管网长度(m)
200	1 200	0	无限制	4.87	103	7.28	69	7.98	63
295	1 770	0	无限制	2.72	184	11.20	45	11.20	45
400	2 400	0	无限制	1.30	385	5.75	87	5.21	96
728	4 368	0	无限制	2.62	191	3.92	128	2.61	191
1000	6 000	0	无限制	1.30	385	5.76	87	0.98	508
1500	9 000	0	无限制	0.89	564	3.22	155	0.35	1422
2195	13 170	0	无限制	1.45	345	5.27	95	0.00	无限制
3000	18 000	0	无限制	0.54	924	3.28	152	-0.20	无限制

4.5 提供另一个思考方式

在实际项目中供一个楼栋或一个单元的给水管道仍然为支状管道设计，当该管道检修，也会导致其服务的用户停水，若将该管道检修时影响用水的户数记为N1。将不同计算方法的环状管网一处管段检修时按设计秒流量校核，因系统水损增加，供水水压下降导致影响用水的户数记为N2。当N2≤N1时，可以认为该计算流量减少的方法不是影响管网供水保障性的主要因素，从而认为可按该方法计算环网设计流量，优化管网管径，降低工程造价。

5 总结及建议

综上所述，给水环网设计流量的取值可根据供水可靠性、经济性、舒适性、适用性四方面综合分析。在不考虑经济性因素条件下，方法一满足可靠性、舒适性、适用性要求，但相对较浪费管材，可能造成实际流速过低；在考虑经济性因素情况下，当允许环网检修时管网末端水压下降在5m以内时，推荐采用方法二作为环状管网的计算流量；方法三虽经济性最高，但因可靠性、舒适性、适用性分析较差，不作为推荐取值方法。方法四在供水规模超过1000户的情况下，可靠性、舒适性、适用性均较好，经济性较差，可灵活采用。设计时应根据以上判断合理控制管径取值，避免过度设计造成建设成本、运营成本和水资源浪费，及因环网节点流量分布不均可能出现的水流过缓，导致水质下降情况。

参考文献

[1]GB55020-2021建筑给水排水与节水通用规范[S]

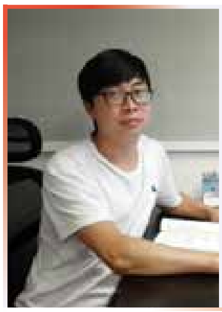
[2]T/CECS751-2020二次供水水质安全技术规程[S]

[3]GB50015-2019建筑给水排水设计标准[S]

[4]李刚 WSZ软件在供水专项规划中的应用研究科技经济市场2013(4):28-29

[5]刘航 杨艳玲 李星 周志伟 刘永旺 赵锂，建筑给水立管成环型式与水头损失消减效果研究[J]给水排水，2021.47(3):118-124

[6]印少伟，王志双 自动喷水灭火系统设计中枝状和格栅状管网的经济性比较[J]给水排水，2011.37(2):90-92



Author & profile · 作者简介

姓 名：黄平（1983年出生）

性 别：男，四川巴中人，本科，工程师。主要研究建筑给排水方向

通讯处：四川省成都市锦江区琉璃路8号华润广场A座

电 话：13880067109

邮 箱：huangping@jzfz.com.cn

住宅小区二次供水分区方案设计探讨

Discussion on the design of secondary water supply zoning scheme in residential area

陈太洲
天津华汇工程建筑设计有限公司

【摘　要】 在建筑给排水设计中，二次加压供水的方式非常普遍，水泵的耗能是给水系统主要的能源消耗部分，供水分区的划分与水泵的运行能耗有密切关联，二次供水分区设计对建筑节能至关重要，针对建筑物供水分区设计，国家从规范层面也做出相应的要求。本文主要从水泵运行能耗角度，运用“图示法”对实际工程案例进行分析，对比不同分区方案的过盈水头数据。为工程供水设计提供直观的分区依据，对于节能减排有着重要意义。

【关键词】 图示法 过盈水头 二次供水 建筑节能 分区供水

Abstract: In the design of building water supply and drainage, Secondary pressurized water supply is often used, the energy consumption of the pump is the main energy consumption part of the water supply system, the division of the water supply partition is closely related to the operating energy consumption of the pump, and the design of the secondary water supply partition is crucial to the energy saving of the building. for the zoning design of building water supply, the state also makes corresponding requirements from the regulatory level.This paper mainly explains the operation process of the schematic partitioning from the perspective of the energy consumption of the pump operation, use the "graphical method" to analyze the actual engineering cases, and compares the energy consumption data of different water supply partitions. Providing an intuitive zoning basis for the design of engineering water supply is also of great significance for energy conservation and emission reduction.

Key words: Graphical method; Excess hydraulic; Secondary water supply; Building energy efficiency; Partition water supply

0 引言

在工程项目中，同一住宅小区内，通常配置不同建筑高度的住宅楼座，其中高层住宅普遍存在，二次供水分区划分是建筑给排水设计的重点内容。建筑供水分区中，除有常规的市政直接供水区域外，一般还设有加压1区，加压2区，甚至更多的供水分区存在。住宅小区或者单个建筑的供水分区，有多种划分方式，需要结合泵房位置、管井平面尺寸、供水减压区域，水泵能耗等多角度综合考虑。

在以往设计中，设计人员通常采用“单体加压供水层数均分”作为供水分区判别条件，本文以小区整体作为分析对象，通过将供水范围线设置在不同建筑高度，利用图示法对各供水方案进行研究，通过对比各方案的“总过盈水头”，从而确定整个小区合理的供水分区方案。

1 二次供水现状及图示法分区基本思路

1.1 建筑二次供水现状

“二次供水”的定义：当民用与工业建筑生活饮用水对水压、水量的要求超出城镇公共供水或自建设施供水管网能力时，通过储存、加压等设施经管道供给用户或自用的供水方式[1]。

其中以笔者所在的天津市为例，主城区供水压力为0.20MPa，一般而言，住宅3层（含）以上需要二次加压供水。目前工程设计中，常采用的二次供水形式有“变频泵+水箱”，“工频泵+高位水箱”，“叠压供水”，“气压供水”等方式来实现，其中以“变频泵+水箱”的二次供水方式应用最为普遍。

1.2 二次供水分区常规要求

1.2.1 建筑二次供水的分区理论基础

建筑二次供水分区依据，沿用的仍然是“给水

管网”分区理论。相关内容如下：

1）分区给水的原因，从技术上是使管网的水压不超过水管可以承受的压力，以免损坏水管和附件，并可减少漏水量；经济上的原因是降低供水能量费用[2]。

2）将加压泵站设在给水区中部的情况。也就是分成相等的两区时，可使浪费的能量减到最少[2]。

3）当一条输水管的管径和流量相同时，即沿线无流量分出时，分区后非但不能降低能量费用，甚至基建和设备等项费用反而增加，管理也趋于复杂。这时只有在输水距离远、管内的水压过高时，才考虑分区[2]。

1.2.2 供水分区相关公式

1）水泵耗能基本公式：$E=\rho gqH$ [2]

注：“H”为水泵对单位重量（一公斤）液体所作之功，也即单位重量液体通过水泵后其能量的增值，其单位为kg·m/kg，也可折算成抽送液体的液柱高度（m）表示。

2）管嘴出流公式：$Q=\mu nA\sqrt{2gH_0}$[3]，可简化为$Q=K\sqrt{H_0}$（K为常数）

注：在忽略流速水头的情况下，H_0可视为作用水头。

3）分区后能耗公式 $E_n=\left(\frac{n+1}{2n}\right)\times E$；[1] （n为分区数）

从工程应用角度，可认为水泵能耗公式中的“H”与管嘴出流公式中“H_0”，在实际工程中意义相同，均为“液体流量”推动力，故近似认为H_0=H，将上述两式联立，结果如下：

$$E=\rho gqh=K\cdot\rho\cdot g\cdot H^{1.5}$$

从上述公式不难看出，水泵能耗E与作用水头H成正相关，即$E=K_0\cdot H^{1.5}$（K_0为常数），故在划分供水分区时，在满足器具额定水压的前提下，应尽量使单体或整个小区的总作用水头最小，即单体或整个小区总过盈水头最小。

1.2.3 当前规范对于供水分区的要求

1）当生活给水系统分区供水时，各分区的静水压力不宜大于0.45MPa；当设有集中热水系统时，分区静水压力不宜大于0.55MPa[1]。

2）建筑高度不超过100m的建筑的生活给水系统，宜采用垂直分区并联供水或分区减压的供水方式；建筑高度超过100m的建筑，宜采用垂直串联供水方式[1]。

3）住宅建筑每个供水分区不应超过9层，且高程差不应超过27m[4]。

4）市政管网供水压力不能满足供水要求的多层、高层建筑的给水、中水、热水系统应竖向分区，各分区最低卫生器具配水点处的静水压不宜大于0.45MPa，且分区内低层部分应设减压设施保证各用水点处供水压力不大于0.20MPa[5]。

以上为国家以及地方水务部门，对建筑供水分区提出的相关要求，在保证节水节能需求的同时，也兼顾了供水安全需求。

1.3 图示法分区基本原理

1）为了更通俗易懂的阐述“图示法分区”，本文引入“过盈水头”的概念，即供水系统内超过用水末端（用水器具或用水楼层）所需额定水压的富余水头，为该器具或本楼层的“过盈水头”。“过盈水头”本质上与市政供水工程中的“富余水头”涵义基本相同，富余水头侧重于供水保障，过盈水头更侧重于表述能量损耗。

2）图示法分区基本假定如下：

a）定义出流概率相同的用水单元为“标准单元”，一般常以单体楼的一层作为一个“标准单元”，项目中有且只有一种“标准单元”（如“一厨一卫”单元）。

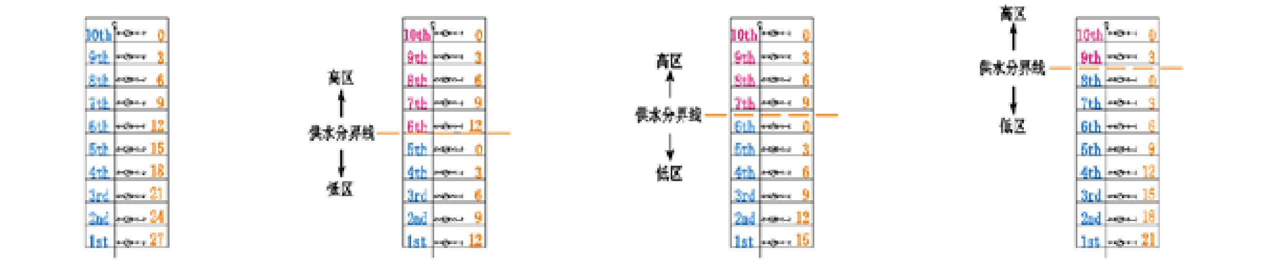
b）对于住宅小区而言，假定在二次供水范围内的建筑功能均为某特定“标准住宅单元”。

c）单体楼座内管线敷设距离短，沿程水头损失，局部水头损失对用于定性分析结果影响较小，故均不计入。

d）本示例中，层高均按3m计入，也可定义1个层高为“h”，两个为“2h”，据此类推。

3）图示法分区表达如图1所示。对图1各方案中的过盈水头进行统计，结果见表1。

由表1可知：



图a-1 不分区方案
Fig.a-1 No partitioning scheme

图a-2 均布分区方案
Fig.a-2 Average partition scheme

图a-3 非均布分区方案 1
Fig.a-3 Unbalanced partition scheme 1

图a-4 非均布分区方案 2
Fig.a-4 Unbalanced partition scheme 2

图1 图示法分区表达

表1 各分区方案过盈水头统计表

序号	楼层	图a-1	图a-2		图a-3		图a-4	
		未分区	均布分区		非均分区1		非均分区2	
		-	高区	低区	高区	低区	高区	低区
1	10th	0	0	0	0	0	0	0
2	9th	3	3	3	3	3	3	3
3	8th	6	6	6	6	6		6
4	7th	9	9	9	9	9		9
5	6th	12	12	12		12		12
6	5th	15				15		15
7	4th	18						18
8	3rd	21						21
9	2nd	24						
10	1st	27						
11	高低区合计	135	30	30	18	45	3	84
12	总合计	135		60		63		87
13	水头降低数	135-135	135-60=75		135-63=72		135-87=48	

1）在相同供水区域前提下，不分区供水时，各层“过盈水头”之和最高。

2）分区供水时，供水区域均布，“过盈水头”减量最大，且接近50%，与1.2.2章节中分区能耗公式结论一致。

3）在判断分区合理性时，只需计算出各方案数据相对值，即可作为定性分析的判别依据。

2 图示法应用举例

2.1 项目概况

本项目位于天津市区内，小区共有15栋住宅，其中7层住宅，计9栋；15层住宅，计6栋，住宅层高均为3m。

2.2 图示法分区操作步骤

第一步，绘制小区建筑概况图。收集建筑原始设计信息（总图、建筑剖面图），获取单体建筑首层正负零标高所对应的绝对标高，并将单体简化图形，按该楼正负零所在绝对标高，绘制于“小区建筑概况图”中。

第二步，绘制供水范围线。按照供水分区基本理论，在满足规范的前提下，在小区概况图上绘制各加压分区供水范围线。

第三步，标注“过盈水头”。每个供水分区的末端楼层，“过盈水头”为0m，每降低1层楼，“过盈水头”增加3m。将各层对应的“过盈水头”标注于小区概况图中。

第四步，统计“过盈水头”。对各供水分区方案中“过盈水头”进行累加求和，找出“过盈水头”累加值最小的供水方案，从节能角度可认为该分区方案为最优。

2.3 图示法表达该小区分区方案

供水分区方案1：按楼层数采用均布式供水分区（高区6层，低区7层）。供水分区方案2：按“总过盈水头数”最少，进行划分（高区8层，低区5层）。

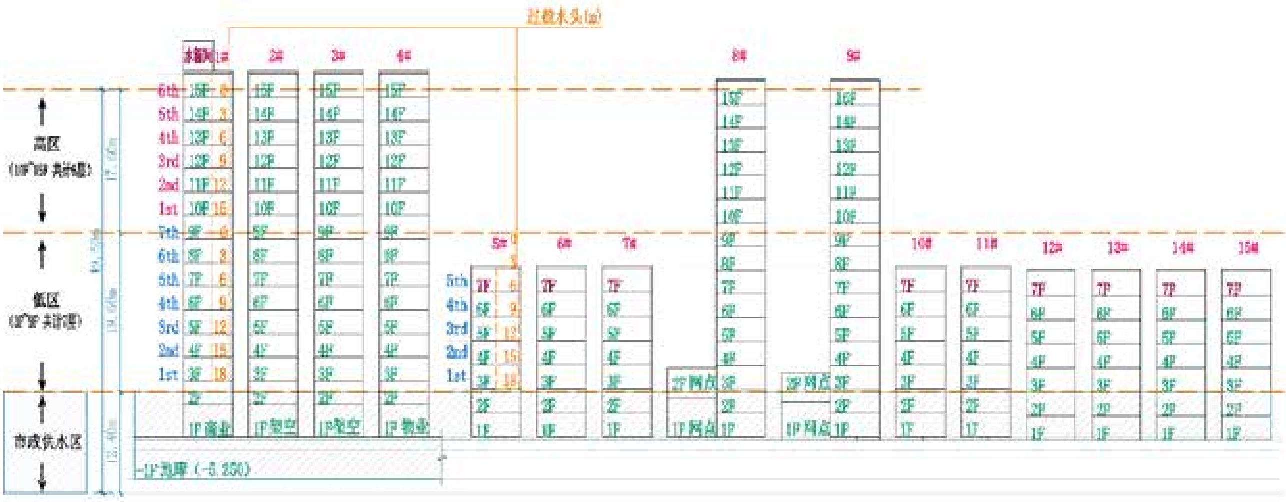


图2-1 供水分区方案1

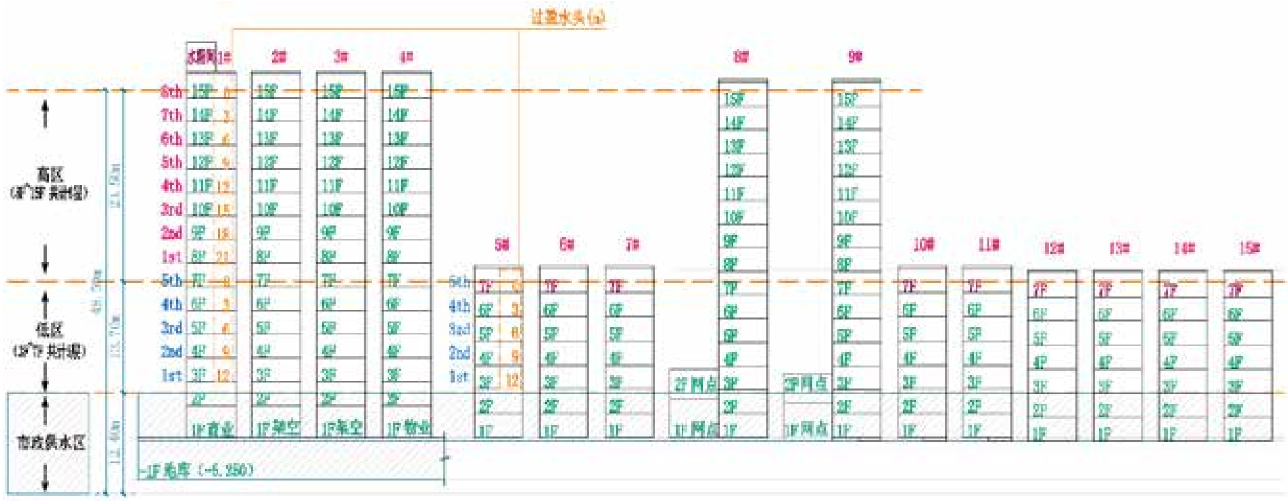


图2-2 供水分区方案2

表2 住宅小区过盈水头统计表

序号	楼层	图b-1方案1				图b-2方案2			
		15F小高		7F多层		15F小高		7F多层	
		高区	低区	高区	低区	高区	低区	高区	低区
1	9th								
2	8th					0			
3	7th		0			3			
4	6th	0	3			6			
5	5th	3	6		6	9	0		0
6	4th	6	9		9	12	3		3
7	3rd	9	12		12	15	6		6
8	2nd	12	15		15	18	9		9
9	1st	15	18		18	21	12		12
10	分区合计	45	63		69	84	30		30
11	单楼合计		108		69		114		30
12	楼座数量		6		9		6		9
13	楼座合计		648		621		684		270
14	小区合计	1269				954			
15	水头降低率	0.0%				24.8%			

对上述方案中的过盈水头进行统计，结果见表2。通过比较可见，方案2较方案1的总过盈水头降低了24.8%，可认为方案2相比方案1更合理。

2.4 本章小结

区别于单体供水分区划分，小区划分供水分区时，若直接按供水楼层均分，“总过盈水头”值并不一定为最低。

图示法用于小区供水分区时，方法简单易用，各单体楼座供水分区范围清晰明了。

在满足规范要求的前提下，利用“Excel软件”可试算多个分区方案，便于找出更加合理的供水分区方案。

3 结论与展望

1）经研究表明，图示法分区应用于住宅小区供水方案比选中，作为定性分析判断依据是可行的。本方法能直观反映出小区供水分区情况，也便于复核分区方案是否满足规范要求。

2）在小区概况图中标注“过盈水头”，与建筑高度、地形绝对标高相结合，各供水楼层的过盈水头一目了然，便于遴选出最佳分区方案。

3）本文在应用图示法分区时，假定各楼座，各户型均相同，简化了建筑功能，故本方法更适合于建筑功能单一的工程项目中，如住宅小区，商务区办公楼群，单体建筑等。

4）为简化计算过程，本文未将“用水量不同”，“支管减压阀”等因素加入计算过程，未能得出节约能量的“绝对量”，导致本方法仅作为定性分析使用，应用方式较为单一。

5）笔者将“水压标高线”概念结合“图示法分区”，应用于山地住宅小区的供水分区划分，也曾将图示法分区应用于超高层供水方案比选中，均发挥了“图示法分区”简单直观的特点，取得良好的工作成果与社会效益。

参考文献

[1]GB 50015—2019 建筑给水排水设计标准[S].

[2]严煦世，范瑾初.给水工程[M]（第四版）.中国建筑工业出版社，1999.

[3]高学平，张效先.水力学[M]（第一版）.中国建筑工业出版社，2006.

[4]QB/SWJT001-2020 二次供水工程建设管理标准（天津水务集团有限公司企业标准）[S].

[5]GB 50555-2010 民用建筑节水设计标准[S]

通信处：天津市西青区天津新技术产业园区华苑产业区华天道8号F座北楼8层

电　话：13072090903

邮　箱：chenhap@126.com

News 新闻

中国工程建设标准化协会标准《城市信息模型（CIM）建筑水系统智慧管控技术规程》第二次工作会议

中国工程建设标准化协会于2023年6月12日在北京召开《城市信息模型（CIM）建筑水系统智慧管控技术规程》（以下简称《规程》）编制组第二次工作会议。编制组全体成员共计30余人（含11位线上专家），出席了本次会议。

中国建筑设计院研究院有限公司赵锂大师对各与会人员表示欢迎，并就《规程》的编制近况进行了简单介绍，讲述了本次会议的主要内容和目的。主要起草单位代表林建德高工介绍了《规程》第二稿的主要内容及编制依据，并介绍了本次会议前完成的主要工作。各位专家在会上对《规程》第二稿内容及编制说明提出了意见及建议，并对相关内容进行了热烈的讨论。

本次会议对《规程》第二稿内容做出了更加明确的修改建议，根据会上的意见与建议，编制组将对《规程》第二稿进一步完善修改，形成征求意见稿，进行网上征求意见。


上源
承建二次供水远程智慧管理平台研发中心
二次供水远程智慧管理平台
主编《二次供水远程智慧管理平台通用技术标准》
安全：纵深防御、监测预警、快速响应，构建网络安全体系
容量：容纳10万台设备同时接入
兼容：数据融通共享，兼容多品牌供水设备接入
工单：极速运维，专家工单，保障不间断供水
数据中台：
持续不断将数据变成资产服务于业务
辅助决策：
溯源管理，寿命预警，巡检预警，突发事件预警及应对
闭环流转：
工单快速发起，实时跟进，线上与线下闭环流转
服务感知：
工单系统各环节均处于监控状态，协同作业，提升居民满意度
上海上源泵业制造有限公司
守\护\最\后\一\公\里\供\水\安\全

超高层建筑二次供水系统水质安全保障措施分析

Analysis of water quality security measures for secondary water supply system of super high-rise building

陈少林 邹民虎 刘赫南 王恺

香港华艺设计顾问（深圳）有限公司

|摘 要| 水质安全关乎到用户体验和建筑自身的商业价值。超高层建筑由于自身建筑特性，在运用二次供水时水质污染风险比多层和普通高层建筑高。以某超高层为例，以污染发生的原因为背景，通过合理选择消毒技术、选用优质管材、应用新型设备、采用水质净化＋循环供水方式、应用智慧管理系统、加强管理等措施，保障超高层建筑二次供水系统的水质安全。

|关键词| 超高层建筑 二次供水 生活给水消毒 水质保障措施 叠压给水

Abstract: Water quality safety is related to the user experience and the commercial value of the building itself. Because of its own building characteristics, super high-rise buildings have higher water pollution risk when using secondary water supply than multi-storey and ordinary high-rise buildings. Taking a super high-rise building as an example, taking the causes of pollution as the background, the water quality safety of the secondary water supply system of the super high-rise building is ensured through reasonable selection of disinfection technology, selection of high-quality pipes, application of new equipment, adoption of water purification + circulating water supply mode, application of intelligent management system, and strengthening management.

Key words: super high rise buildings; secondary water supply; disinfection of living water; water quality assurance technology; pressure-superposed water supply

1 引言

随着社会经济的快速发展，超高层建筑在城市中随处可见。为满足超高层建筑的用水需求，唯有采用二次供水系统。该供水方式虽然解决了超高层建筑的生活用水需求，但由于超高层建筑楼层高、供水管网长、中间增加转输水箱等不利因数，导致二次供水系统中水质污染事件频频发生。据相关资料统计，1991年~2002年间哈尔滨市共发生140多起二次供水水质污染事件；1990年到1998年北京市共发生的88起水污染事故中，由于二次供水系统造成的污染占比达30%。在发达国家，二次供水系统也同样存在水质污染的情况。根据美国某水质调查报告，在美国接近6万个供水系统中，约有16000个存在水质污染，其中二次供水污染约占95%[1，2]。单栋超高层建筑相比多层或者高层建筑，管网密且长、系统繁琐；设备多且大、管理难度大。导致超高层建筑供水系统的水力停留时间过长易滋生细菌；同时生活用水在输送过程中被管道、水箱、外部环境变化等等污染风险增加。超高层建筑二次供水系统水质安全成为人们实现对健康建筑这一美好愿望的关键一步。通过分析超高层建筑二次供水系统污染产生的原因，针对存在的问题进行梳理探讨水质安全的保障措施。为物业管理部门、设计同行、建设投资者提供一定的参考借鉴。

2 超高层建筑二次供水系统水质污染原因分析

2.1 供水管道和水箱腐蚀结垢造成的水质污染

供水管道和水箱的腐蚀是水质污染的一个重要因素。腐蚀会形成结垢和沉积物，增大水的浊度和色度，还会引起管道和水箱的比表面积增加，为微生物繁殖提供场所，导致余氯衰减加快，影响供水系统的

持续消毒能力。同时，各类微生物的繁殖又会进一步加快腐蚀过程[3]，形成恶性循环，导致水质变差。引自市政管网的水虽然符和国家安全饮用水标准，但仍含有各种无机物、有机物和微生物。当水在管道和水箱流动的过程中，会和内壁材料发生化学和电化学作用，造成严重的腐蚀，产生大量的金属锈蚀物。通常，金属管道或水箱如不做防腐处理，使用5至10年后，腐蚀结垢就会严重影响水质。对于防腐处理较差的管道和水箱，3至5年后也会开始出现腐蚀现象[4]。另外，出厂水中也会存在一定的悬浮物，当水力条件较差、流速减小时也会导致沉积物的产生，影响水质安全。

2.2 管道和水箱防腐衬里对水质的污染

水箱和管道内壁防腐涂料对二次供水水质的影响也不容忽视。一方面，防腐涂料的渗出物会造成水质的污染，如沥青衬里会导致水中笨类、挥发性酚类和总α和β放射性等指标增大，防锈漆易造成水中铅含量的增加，而水泥砂浆衬里则会引起水中溶解性物质的增加，同时也会出现致浊物、硬度变化和NH3渗出等[5]；另一方面，防腐衬里一般抗水力冲刷性能有限，使用年限增加和水力条件的变化都可能导致防锈衬里的脱落，加速管道和水箱中沉积物的累积并形成结垢，而由于防腐衬里的脱落，管道和水箱也会更易被腐蚀。

2.3 微生物的繁殖对水质的污染

由于水中还原性物质的存在、以及水力停留时间过长等不利因数造成余氯消耗、在管网及设备中滋生微生物。有研究结果表明[6]，当水温大于20℃，水力停留时间超过24小时，水体中细菌、大肠杆菌指标会显著增高。供水管道中微生物的繁殖不仅会造成水体中浊度、色度、有机污染物和亚硝酸等指标的上升，还会诱导金属管道产生结垢腐蚀，严重影响二次供水水质。

2.4 其他因素造成的水质污染

建筑内二次供水系统还会受到其他方面污染，主要有以下几种：①管网渗漏或失压导致的外部污染；②虹吸倒流；③分质供水系统间的管线错接；④管理不善导致外部污染直接进入，管理信息化程度低当水箱、管网中水质污染未能及时发现；⑤施工质量不达标，未经冲洗或者冲洗不达标的管道及水箱投入使用。⑥管道设计位置不合理，经过高温场所或者太阳暴晒时管道内水温升高，引起军团菌等细菌滋生。⑦供水系统管网复杂、供水分区过多、水箱储存容积计算未经过精细化计算、水箱容积过大、转输水箱数量过多等不合理的因素，导致水力停留时间过长。

3 超高层建筑二次供水系统水质安全保障措施探讨

超高层建筑二次供水系统水质污染风险大、为了保证超高层建筑二次供水的水质安全，应加强污染原因的分析、从源头上进行控制、过程中优化设计、末端加强水质监测。多措并举保障水质安全。

3.1 选择合理的消毒技术

目前在超高层建筑中，应用比较广的主要有紫外线消毒法和微电解消毒，根据水体的理化指标和环境条件，可以选择不同的消毒方式。紫外线消毒法一般采用紫外线消毒器来净化水质，紫外线消毒器内装紫外线消毒灯管，灯管辐射253.7nm的紫外线杀死各种微生物。当原水理化指标：浊度≤5度，色度≤15度，总含铁量≤0.3mg/L，大肠菌数≤1000个/L，细菌总数≤2000个/ml，环境温度>5℃，空气最大相对湿度≤90%时，可以选用紫外线消毒器。

如图1所示，紫外消毒器一般安装在生活或转输水箱出水管上，但超高层建筑水压高，管网长，为保证水质安全，必要时可在接近用户的输水干管上加装紫外消毒器。紫外线消毒不能持续作用于水体，需注意给水管网的施工质量，加强水质管理，避免水体消毒后再次被污染。

微电解消毒设备一般选用水箱自洁消毒器。如图2所示，水箱自洁消毒器由控制器、释能循环器及能量传输电缆组成，一般设置在水箱底部。选用应符

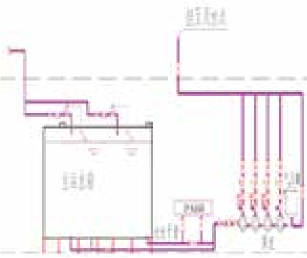


图1 紫外消毒器安装示意图

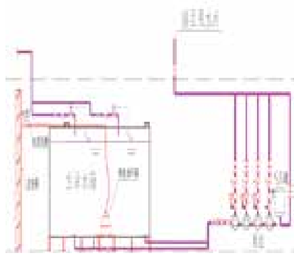


图2 水箱自洁消毒器安装示意图

合以下条件：原水Cl-不小于15mg/L，其他指标符合生活饮用水标准，环境温度＞5℃，空气最大相对湿度≤90%。水箱自洁消毒器可以通过循环器持续的进行水处理，使消毒物质充分扩散，既有持续消毒能力，又能消除水箱死水区。相比于紫外线消毒法，克服了水体再受细菌污染的弊端。

3.2 选用优质管材降低水质输送中的污染风险

超高层建筑常用的供水管材为不锈钢、钢塑复合管等等，除传统的管材外新型高分子材料也不断兴起。高分子塑料管防腐蚀和防结垢性能都较好，能有效的降低管道材料对水质的污染。其中应用较广泛的有：聚丁烯管（PB管）、玻璃钢管等。这些管材具有强度高、内壁光滑、过流量大、耐腐蚀、无毒无污染等优点。另外，铜管也不会对水质造成污染，耐火、耐腐蚀等性能良好，在国外给水工程中已经广泛应用，已成为发达国家供水管材中的首选[6]。研究表明，水箱材质会影响水体中余氯量，相比于混凝土、玻璃钢和釉瓷等材料，采用卫生级316及以上的不锈钢时，水池内余氯消减时间相对更长[7]。

近年来自带消毒功能的新型供水管材及箱体陆续出现，可以有效抑制管道及容器内微生物增长。如自动抗菌杀毒的钢塑复合管、以及自带银离子消毒设备不锈钢水箱等，在经济条件允许的前提下，也是不错的选择。

3.3 应用新设备改进传统供水系统

超高层建筑供水环节冗长、管网复杂、水体在供水管网中停留时间会更长，微生物繁殖的机会更大。通过应用新设备优化供水系统可以减少水力停留时间，避免水箱形成死水，降低水质在输送及储存中被污染的风险。

以某超高层建筑给水系统为例，当采用转输水箱供水方式时（图3），避难层的水箱受层高、安装位置的限制决定了中间转输泵房需要占据较大的面积。另外水箱为储水设施，需要设置消毒设施进行水质保证，转输水箱设置在避难层，增大了消毒操作难度，定期消毒后初次供水的水质保障也有很大的困难，而且会有相对固定的费用支出，使得供水的成本大幅增加[8]。此系统水箱可以储存一定的调节水量，对于供水安全性有保证，缺点是水箱设在避难层使供水水质很难有效保证。

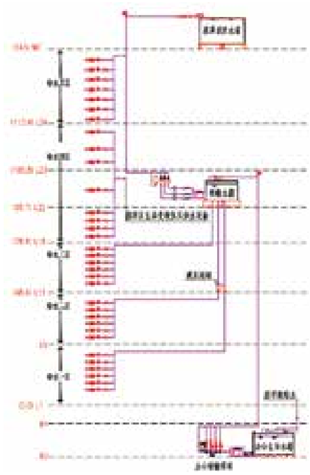


图3 转输水箱给水系统

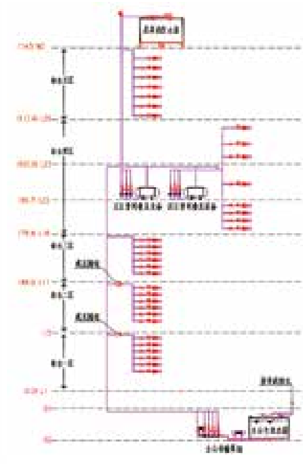


图4 管网叠压给水系统

《管网叠压供水技术规程》3.0.1条指出：当供水管网符合叠压供水设备使用条件，允许水泵直接从供水管网吸水时，宜优先采用管网叠压供水设备。当超高层建筑采用叠压变频-供水的系统时（图4），可以直接从市政给水管或高位转输管网直接抽水，利用稳流罐代替贮水箱。此供水方式在减少地下室生活水泵房和转输水箱占地面积同时还能利用稳流罐承压密闭的特点避免与外界接触降低空气内污染进入水池。根据水箱特点对比，当采用叠压供水设备相比传统不锈钢水箱的无效水位低、减少储存容积同时降低水箱内停留时间过久而带来的细菌滋生繁衍的风险。

建筑高度大于150m时，常采用避难层设置转输水箱的供水系统。当建筑高度越高时，为满足供水需求，其转输水箱设置相应增加。相比普通高层建筑的

直接供水系统，超高层建筑由于设总转输供水系统会增加转输管路和转输水箱，水力停留时间和水质在管道及水箱内被污染的风险相应成倍增加。通过叠压供水设备代替传统转输水箱，不仅能充分利用转输泵水压、高区各个分区供水设备共用同一套转输设备、减少了底部供水泵房转输设备总数；而且各分区只要从转输管网吸水即可供给本区用水而不必联锁转输水泵、简化了转输设备控制方式、减少转输管路的长度和储水容积。研究表明[9]，此系统相比传统的水泵+水箱联合供水系统其管网简单、管材总长度最短、储水容积大大减少，通过缩减管路、减少储水容积来间接降低水质被污染的风险。

3.4 采用水质净化+循环供水方式

传统的超高层供水系统形式大多为以下两种：

1）市政引入管→贮存水箱→变频水泵→枝状配水管→用水器具；

2）市政引入管→贮存水箱→转输水泵→转输水箱→高区变频供水泵+低区重力流枝状配水管→用水器具。

根据水质污染风险，通过降低管道长度、简化管网系统、降低转输水箱容积等措施来降低水质在输送及存储中收到污染。通过创新供水设计理念，运用水质净化+循环供水系统实时为业主提供高品质用水。新型设计理念在超高层供水系统运用可以简化为以下两个形式；

1）市政引入管→贮存水箱→中央水质净化设备→变频水泵（或叠压供水设备成套机组）→环状供水管网→末端水质自动检测装置→用水器具。

2）市政引入管→贮存水箱→中央水质净化设备→转输水泵（或叠压供水设备成套机组）→串联水泵供水或叠压变频供水→环状供水管网→末端水质自动检测装置→用水器具。

此系统当末端水质受到污染时，如水温、PH值、菌落总数等超生活饮用水水质标准时，通过水质自动检测装置报警触发信号将管网内水体自动回收至储存水箱内，经净水设备处理后重新供水。

3.5 应用智慧管理系统

针对外界因素造成的水质污染，应在供水中的各个环节通过智能化、智慧化的设备及软件进行管控，如智慧泵房、PB智慧供水系统等。通过强化水质实时在线监测及联动控制系统，实现智慧水质管理系统。简化的控制理念如下：引入管+水质监测、水箱进水管+水质监测、水箱内水质监测、水箱出水管水质监测、输水管分段监测、分户水表处水质监测、末端用水器具处水质监测系统。通过5G平台的基础上，前端引入管处水质监测联动阀门启闭作为第一道把关闸门，当引入管水质受到污染时引入管上的自动关闭、同时联动后续的水箱、输送管中断。当水箱内水质监测报警时联动水箱自动清洗装置进行水箱消毒工作。当水箱出水管处水质报警时联动吸水管处紫外线消毒器提高消毒能力。当分户水表处水质监测系统发现水质污染情况时，一方面联动入户阀门自动关闭；另一方面联动社区物业管理人员排查污染同时联动循环泵进行水质循环处理，只有该处水质监测系统自动恢复后才开启入户阀供水。当末端用水点水质监测系统发生水质污染报警时、强制启动该系统回水泵将水体回流至水箱、再经水质净化及消毒处理后才能再次供给。

3.6 其他措施

除了智慧化管理手段，还应加强供水系统设计、施工、竣工验收、运营管理的预防性卫生监督工作。如通过设计培训和施工图质量抽查奖惩措施，强化水质防污染设计重要性、针对水源、水箱、用水器具等容易引起回流污染区域进行重点排查。与建筑设计师配合，将管道尽量设置与管井或者覆土内，减少明敷管道被太阳暴晒的风险，禁止生活给水管道穿越高温和有污染场所。设计师应做好施工交底，施工单位再施工时应做好管道端口保护、避免污染物进入管道内。在投入使用时做好管道及水箱等设备的冲洗及消毒后才能投入使用。

俗话说，三方设计七分靠管理。可通过设定水质安全管理制度，由专人管理、定期检验定期清洗消

毒、时时监控、实时反馈。水务监督部门要加强对二次供水单位的监督检查，经常对水质进行检测评价，并设置奖惩措施。对供水水质实时达标的物业管理进行表扬，而对水质污染处理不及时或者不达标的物业进行相应处罚。

4 结论

超高层建筑生活给水系统中水质污染风险高，二次供水系统是建筑内生活水质污染的关键环节。为保障水质安全，一方面利用紫外线消毒和微电解消毒等消毒设备净化水质。另一方面，通过选用新型可靠的给水管和水箱材质、优化供水系统和创新设计理念、和智慧水务管理系统，最后通过加强水组检测管理、完善设计及施工质量等措施，降低水质污染风险。为业主提供一个更加安全健康的用水环境。

供水系统的水质安全保障关乎到人民群众对健康建筑的美好向往，如何在新时代背景下努力实现供水安全，全体给排水设计人共同的义务及责任。路程虽远且艰，任重而道远，但只要诸位同行不断研究总结、改进创新，一定能在二次供水系统的水质安全保障措施实现新的更大的突破。

基金资助：中建股份科技研发课题（CSCEC-2018-Z-14）

参考文献

[1]傅金祥，金成清，赵玉华.居住区生活饮用水二次污染及防治对策研究[J].给水排水，1998，24(7): 55-59.

Fu Jingxiang，Jin Chengqing，Zhao Yuhua. Study on Secondary Pollution and Prevention Countermeasures of Drinking water in Residential area[J].Water＆Wastwater Engineering 1998，24(7): 55-59(in Chinese).

[2]李振东.城市供水行业2010年技术进步发展规划及2020远景目标[J].北京:中国建筑工业出版社，2005，15: 26.

Li Zhendong.2010 Technology Progress Development Plan and 2020 Vision Goals of The Urban Water Supply Industry [J].Bejing: China Architecture＆Building Press，2005，15: 26(in Chinese).

[3]Shi X，Avci R，Geiser M，et al.Comparative study in chemistry of microbially and electrochemically induced pitting of 316L stainless steel[J]. Corrosion Science. 2003(45): 2577-2595.

[4]冷艳峰.住宅小区给水方式优化研究[D].重庆:重庆大学，2004.

Leng Yanfeng. Research on The Water Supply Systems of Residential Quarters [D]. Chongqing:Chongqing University，2004(in Chinese).

[5]刘静.济南市二次供水系统水质防护现状与对策[D].西安:西安建筑科技大学，2004.

Liu Jing.Status and Countermeasures of Water Quality Protection in Jinan Secondary Water Supply System[D].Xi 'an:Xi 'an University of Architecture and Technology，2004(in Chinese).

[6]侯达文.城市二次供水水质改善研究[D].湖南:湖南大学，2008.

HOU Dawen.Study on Water Quality Improvement of Urban Secondary Water Supply[D].Hunan:Hunan university，2008(in Chinese).

[7]林生，程晓茹.供水系统二次污染的原因与控制方法[J].净水技术，2008，27(6): 24-29.

Lin Sheng，Chen xiaoru. Study on the Reasons and the Control Methods of Secondary Pollution in Water SupplySystem[J].Water Purification Technology，2008，27(6): 24-29(in Chinese).

[8]赵炳君.叠压供水技术在200m以上超高层建筑中的应用[J].中国给水排水，2016，32(2):45-46.

Zhao Bing-jun. Application of Pressure-Superposed Water Supply Technology to Super High-rise Building with a Height of over 200 Meters[J].China Water＆Wastwater，2016，32(2):45-46(in Chinese).

[9]杨政忠，翟加君.管网叠压在超高层建筑供水系统中的应用[J].中国给水排水，2003，29:46-47.

Yang Zheng-zhong，Zhai Jia-jun.Application of Pipe Network Pressure Superposition to Water Supply System of Super High-rise Buildings[J]. China Water＆Wastwater，2003，29:46-47(in Chinese).

Author & profile • 作者简介

姓 名：陈少林（1987—）
性 别：男，汉族，广东深圳人，
研究生学历，高级工程师
香港华艺设计顾问(深圳)有限公司、
副总工程师、事业部助理总经理
第二届凯泉杯技术创新杰出青年工程师
深圳市十佳青年工程师
深圳市土木建筑学会副秘书长
深圳市勘察设计协会给排水专业委员
深圳市建设工程专家库专家

通讯处：广东省深圳市南山区科技南八路2号豪威科技大厦11楼华艺设计
电 话：13723418132
邮 箱：554673896@qq.com

地铁车辆段、停车场废水系统优化探讨

Discussion on optimization of wastewater system in metro depot and parking lot

严斌

长沙市轨道交通集团有限公司

摘　要 针对地铁车辆段、停车场废水系统使用率不高的问题，通过对既有废水系统进行调查分析，在满足国家现行环保政策的前提下，按照停车场、是否设置大架修修程的车辆段三种类型，提出对应的废水系统优化方案，为后续新建地铁线路建设提供经验和思路。

关键词 废水处理站 石油类含油废水 工艺优化

Abstract: To address the issue of low utilization of wastewater systems in subway depot sections and parking lots, a survey and analysis of the existing wastewater systems were conducted. With compliance to current national environmental policies, corresponding optimization plans for three categories were proposed: parking lots and depot sections with or without overhaul. These plans aim to provide experience and insights for future construction of new subway lines while ensuring compliance with environmental protection policies.

Key words: wastewater treatment plant; petroleum-contaminated wastewater; process optimization

0 引言

地铁停车场、车辆段必设废水处理站，洗车机必配套设置循环水处理设施，已成为国内绝大多数地铁建设的传统模式，在长沙地铁既有线路的停车场、车辆段，均按传统惯例配置有废水处理站、配套的废水收集管网和洗车机循环水处理设施。

针对既有地铁线路车辆段、停车场生产废水收集和处理系统在实际运行中使用率不高的问题，本文基于现场调查资料，按照停车场、是否设置大架修修程的车辆段细分为三种类型并提出对应的废水系统优化建议，期望能为后续新建线路提供设计参考，达到减少建设投资和运营费用、减轻工人维护工作量的目的。

1 既有线路车辆段、停车场废水系统现状

1.1 既有废水系统服务范围

既有线路车辆段、停车场废水收集管网和处理站主要用于收集、处理联合检修库、镟轮库、停车列检库、洗车机库、蓄电池间、物资总库、调机工程车库等车间生产废水。

1.2 设计中定义的废水来源和排放流程(见表1)

1.3 既有线路车辆段、停车场废水处理站实测进水水量

按照既有地铁车辆段、停车场废水管网配置，各车间废水经专用管网收集后均集中到废水处理站处理。依据实测水量，车辆段、停车场每天废水量在1~3m^{3}之间；4号线车辆段生产废水量偏大，经多次复核排查，主要原因是地下水渗入废水收集系统，车间实际废水排水量与其他车辆段相似。

按照当前的生产安排，所有既有车辆段、停车场均未开展大架修、轮对检修修程业务，表2中的实测水量中不含此工段生产废水。

表1 车辆段、停车场废水排放流程一览表

废水类别	废水性质	废水处理和排放流程
废水	清洗废水：含油、洗涤剂、悬浮物，来源于转向架、轮对、轴承清洗、列检库、维修车间等。 一般性废水：含碱性，来源于蓄电池间。 洗车废水：含油、洗涤剂等，来源于车辆段/停车场洗车机库。	洗车废水经自带成套水处理系统处理后循环使用或排入废水处理站。 其它废水经管道收集后排入废水处理站处理，处理达标的水用于浇洒道路及绿化等。

表2 车辆段、停车场实测生产废水水量一览表							
项目名称	1号线车辆段	2号线车辆段	3号线车辆段	3号线车辆段	4号线车辆段	4号线车辆段	5号线车辆段
生产废水量	2.5m^3/d	1.8m^3/d	2.0m^3/d	1.0m^3/d	7.1m^{3}d	1.0m^3/d	1.0m^3/d

表3 车辆段、停车场实测生产废水处理站处理规模一览表							
项目名称	1号线车辆段	2号线车辆段	3号线车辆段	3号线车辆段	4号线车辆段	4号线车辆段	5号线车辆段
处理规模	90m^3/d	100m^3/d	120m^3/d	70m^3/d	120m^3/d	70m^3/d	141m^3/d

1.4 既有废水处理站处理规模

既有线路所属的2个停车场和5个车辆段均已设置废水处理站，每个废水处理站均设有废水处理装置，用于处理洗车机循环水处理设施定期检修时的放空废水和其它车间机修废水，其处理规模见表3：

1.5 废水处理工艺流程

1.5.1 洗车机循环水处理系统流程

既有车辆段、停车场的洗车机均自带成套循环水处理系统，配套采用的水处理工艺流程总计两类，具体如下：

典型流程一

洗车废水→沉淀处理→膜生化处理→加药消毒→回用于洗车

典型流程二

洗车废水→沉淀处理→隔油处理→光催化处理→砂滤→活性炭吸附→回用于洗车

1.5.2 车辆段、停车场废水处理站工艺流程

现有地铁线路废水站处理目标均是针对石油类废水，核心处理设施为全自动气浮设备，采用的是加压溶气气浮法，其原理是将高压空气送入生产废水中产生足够的微小气泡，形成水、气及被去除物质的三相混合体，在界面张力、气泡上升浮力和静水压力差等多种力的共同作用下，促进微细气泡粘附在被去除的微小油滴上后，因粘合体密度小于水而上浮到水面，从而使水中油粒被分离去除。

现有地铁车辆段、停车场废水收集和处理系统的主要流程见图1：

1.6 既有车辆段、停车场废水水质处理标准设定

根据已批准的环境影响报告书要求，废水处理站排水按照《城市污水再生利用城市杂用水水质》中“城市绿化”标准处理达标后用于车辆段、停车场绿化；洗车机库洗车循环水系统按照《城市污水再生利用城市杂用水质》中“车辆冲洗”标准处理达标后用于机车日常清洗。

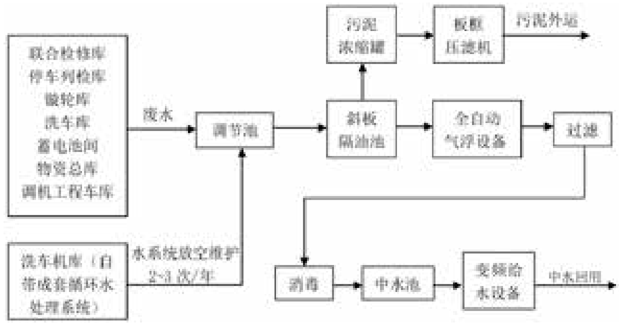


图1 现有地铁车辆段、停车场废水收集和处理系统的主要流程

2 既有车辆段、停车场废水系统存在的问题

根据现场调查，既有地铁线路配套建设的废水处理站和废水管网使用率普片不高，其存在的主要问题如下：

1）洗车机库洗车循环水系统每年检修2~3次，每次集中排放废水约30m^3，全年废水量不会超过100m^3，加上其它维修车间日常排放的机修废水，既有废水处理站的处理规模均远超实际废水总量，存在废水处理设施能力过剩问题。

2）按照现有的废水处理流程，洗车机库洗车废水经历了洗车机循环水处理系统—废水处理站两套处理设施，存在废水处理设施重复建设问题。

3）设计中定义为有废水的部分车间，如蓄电池间、物资总库、调机工程车库等车间日常排水为卫生保洁用水，在城市污水管网下游设有污水处理厂的前提下，此部分排水可直接接入市政污水系统。车辆段、停车场废水收集管网存在超配问题。

3 废水系统问题分析

3.1 车辆段、停车场废水水量分析

按照实测废水水量，车辆段、停车场每天的平均废水量在1~3m³之间。实测废水量偏小，部分原因是新线运营初期检修业务较少，另一方面原因是车辆段大架修、轮对检修修程业务尚未开展，预留大架修、轮对检修场地的联合检修库在初、近期不会有废水产生。

按照地铁设计规范中的定义：车辆段功能是停放车辆，以及承担车辆的运用管理、整备保养、检查工作和承担定修或架修车辆检修任务的基本生产单位；停车场功能是停放配属车辆，以及承担车辆的运营管理、整备保养、检查工作的基本生产单位。

从作业范围分析，停车场不承担大架修工作，部分车辆段需要承担大架修工作。按照当前的生产安排，所有既有车辆段、停车场均未开展大架修、轮对检修业务，且在当前6条既有线路中，仅2、3、6号线三个车辆段预留大架修场地，设计预期中的排水大户在初、近期实际只有洗车机库一个。

生产废水主要由洗车机循环水系统定期维护时的放空水量和其他车间机修冲洗水量两部分组成：

1）依据当前车辆清洗制度，洗车机车间每天清洗2~3列车，清洗水由洗车机配套的循环水处理系统提供，每辆车每次清洗需补充0.4m³新水到循环水处理系统。洗车机采用一体化配套的循环水处理设备制备中水作为冲洗水源。洗车机每年检修2～3次，每次排放的废水水质主要为粉尘、泥沙废水。

2）有检修作业车间的排水大户是大架修修程工段，其废水水质、水量为：转向架检修间、轴箱检修区和吹扫库是含油废水的主要来源，废水含油、洗涤剂、悬浮物等。前两者用水属设备内部循环，设备集水坑依转向架冲洗机和轴箱冲洗机的不同，其容积为20~35m³，平均3~4周放空一次，平时水量很小，放空时水量相对较大；吹扫库一般进行人工擦洗，消耗水量少，部分水洗后再进行擦洗，对车的外部及底部进行清洗，用水量为3~10m³。[5]

综合以上所述，在不设置大架修、轮对检修工段的情况下，车辆段、停车场每天的废水总量在1~3m³之间；在设置大架修、轮对检修工段的车辆段，其设计废水总量按不超过50m³/d取值比较适宜。

3.2 车辆段、停车场废水水质分析

3.2.1 代表性车辆段废水处理站废水水质分析

长沙市最早建设的地铁2号线已开通运营将近10年，2号线车辆段是既有线路中机修工作量最大的车辆段，其废水量、水质已相对稳定，实测的水量、水质具有代表性。表4为2020年度对2号线车辆段废水处理站进水口废水检测数据：

表4 2号线车辆段废水检测报告

序号	检测项目	检测方法	检测结果	单位
1	pH值	GB/T 6920-1986	7.5	--
2	色度	GB/T 11903-1989	1	倍
3	悬浮物	GB/T 11901-1989	98	mg/L
4	溶解性固体	GB/T 11901-1989	68	mg/L
5	BOD5	稀释接种法	12.3	mg/L
6	COD	USEPA消解比色法	318	mg/L
7	氨氮	HJ 535-2009	0.04	mg/L
8	总磷	消解测定	0.42	mg/L
9	石油	HJ 637-2018	<0.24	mg/L
10	动植物油	HJ637-2018	<0.24	mg/L
11	阴离子表面活性剂	GB/T 7494-1987	2.303	mg/L

从表4的水质数据分析，车辆段废水完全符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级排放标准和湖南省环境保护局环评报告批复中的排放执行标准。

3.2.2 停车列检库运维模式及废水水质

停车列检库一般对车的外部、底部以及机车空调过滤网等较简单的零部件进行人工擦洗，消耗水量较小，且为间歇性排放，水质主要为粉尘、泥沙废水。

在车辆列检、维修过程中，清洗主要采用清水冲洗，石油类污染物主要为润滑油、机油。按照现在的维修工艺，设备维修有专用的废油收集装置，对于含油零部件的清洗都是人工用抹布擦洗，泄漏产生的含油废水不多。

3.2.3 洗车机库废水水质

洗车机采用循环水处理设施制备的中水作为冲洗水源，每次排放的废水水质主要为粉尘、泥沙废水和少量清洗剂。

依据废水处理站进水口的水质实测资料，设计中定义的洗车机废水含油、洗涤剂等污染物浓度不高，符合《污水综合排放标准》三级排放水质标准。

3.2.4 蓄电池间工艺及废水水质

按照现在的维保模式，蓄电池均采用免维护蓄电池，蓄电池失效和报废后由厂家回收，日常的维护工艺不会产生废水，故设计中定义的碱性废水在实际使用过程中不会产生。

3.2.5 物资总库排水水质

物资总库主要功能为备件存储，排水为卫生保洁排水，日常无废水产生。

3.2.6 联合检修库、镟轮库废水水质

长沙地铁当前大架修业务均是委托附近城市的电力机车厂返厂维护，车辆段、停车场设计中来源于转向架、轮对清洗工艺的清洗废水在当前生产中不存在。参照相关文献中介绍的国内其它城市轨道交通单位经验，设置大架修工段的联合检修库、镟轮库排水含有少量石油类油污，需要作除油处理达标后才能排放。

3.2.7 废水水质环评预测值、现场实测值与《污水综合排放标准》对比（表5）

综合以上所述，从废水水质分析，车辆段、停车场仅有含大架修工段的车间废水有除油需求，停车列检库、洗车机库、蓄电池间、物资总库等车间废水水质符合《污水综合排放标准》三级排放标准。

4 车辆段、停车场废水系统优化建议

在同一城市建设的地铁线路，具有水文地质气候条件相同、车辆段停车场的服务功能和规模基本相同的特点；在同一地区的后续新建线路，应积极主动吸取既有线路的经验，针对车辆段、停车场废水系统，建议做如下优化：

1）在环评、设计阶段确定废水设计水量时，地铁车辆段、停车场各车间废水水量、水质应借鉴同一城市前期线路实际用水指标，不能按照所有车间同日同一时间排水来确定废水设计流量。对于具有大架修修程的车辆段，其设计废水量按不超过50m³/d取值为宜；对于只主要承担列检和停车作业，必要时承担双周/三月检的停车场和车辆段，其设计废水量按不超过3m³/d取值为宜。

2）建议按设置大架修、轮对检修修程作为设置废水处理站和专用废水收集管网的前置条件。

在有市政污水管网且市政污水管网末端有城市污水处理厂时，对于没有大架修修程的车辆段、停车场，建议参照国标图集04S519采用汽车洗车污水隔油池替代传统设计中的废水处理站，各车间废水经隔油池处理达标后直接排入段、场内的污水系统最终经市政污水管网送至城市污水处理厂处理；车辆段、停车场内不设置专用废水收集管网，废水与生活污水共用室外污水管网。

对于设有大架修修程的车辆段，建议仅针对大架修车间设置废水专用收集管网和废水处理站；废水处理站处理规模不超过50m³/d。

3）在设有大架修修程的车辆段设置废水处理站的前提下，建议取消按传统重复设置的洗车机配套循环水处理设施，洗车机排水由车辆段废水处理站处理

表5 废水水质环评预测值、现场实测值与《污水综合排放标准》对比表

线路单位 水质数据 (mg/L)	1号线 车辆段	2号线 车辆段	3号线 车辆段	3号线 停车场	4号线 车辆段	4号线 停车场	2号线 车辆段	4号线 停车场	《污水综合 排放标准》
	环评预测值						现场实测值 (处理站进水提升井采样)		三级排放 标准值
pH值	7.27	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.5	8.15	6~9
BOD5	400	127	120	/	120	/	12.3	40.3	300
COD	1000	425	420	66	420	66	318	346	500
SS	30	/	/	/	/	/	98	111	/
石油	2.5	90	90	1.2	90	1.2	<0.24	<0.24	30
LAS	/	/	/	16.8	16.8	/	2.303	2.878	20
达标情况	BOD5COD 超标	石油类水质超标		符合三级 排放标准	石油类 废水超标	符合三级 排放标准	符合三级排放标准		

达标后再作为洗车机水源循环使用；废水处理站选址应尽量靠近洗车机车间。

4）在车辆段、停车场不设置废水处理站的前提下，洗车机配置成品洗车循环水处理设施。为方便工人管理、维护，建议洗车机配套的循环水系处理设施避免选用生化处理工艺，优先采用“洗车废水→沉淀处理→隔油处理→光催化处理→砂滤→活性炭吸附→回用于洗车”工艺。

5 结语

随着城市轨道交通车辆制造、维修技术的进步和当前采用大架修送厂维保的模式，导致地铁车辆段、停车场的废水水量、水质与设计经验值出现较大差异，设计工作中简单的重复传统废水系统配置方案，造成既有废水管网和废水处理站过度建设和使用率低下，本文结合运营部门上报的调查资料和需求，在满足国家现行环保政策的前提下，提出以上优化建议， 期望能为后续新建线路建设提供经验和思路。

参考文献

[1]中铁二院工程集团有限责任公司.长沙轨道交通1号线一期工程环境影响报告书[R]. 成都：中铁二院工程集团有限责任公司，2010.

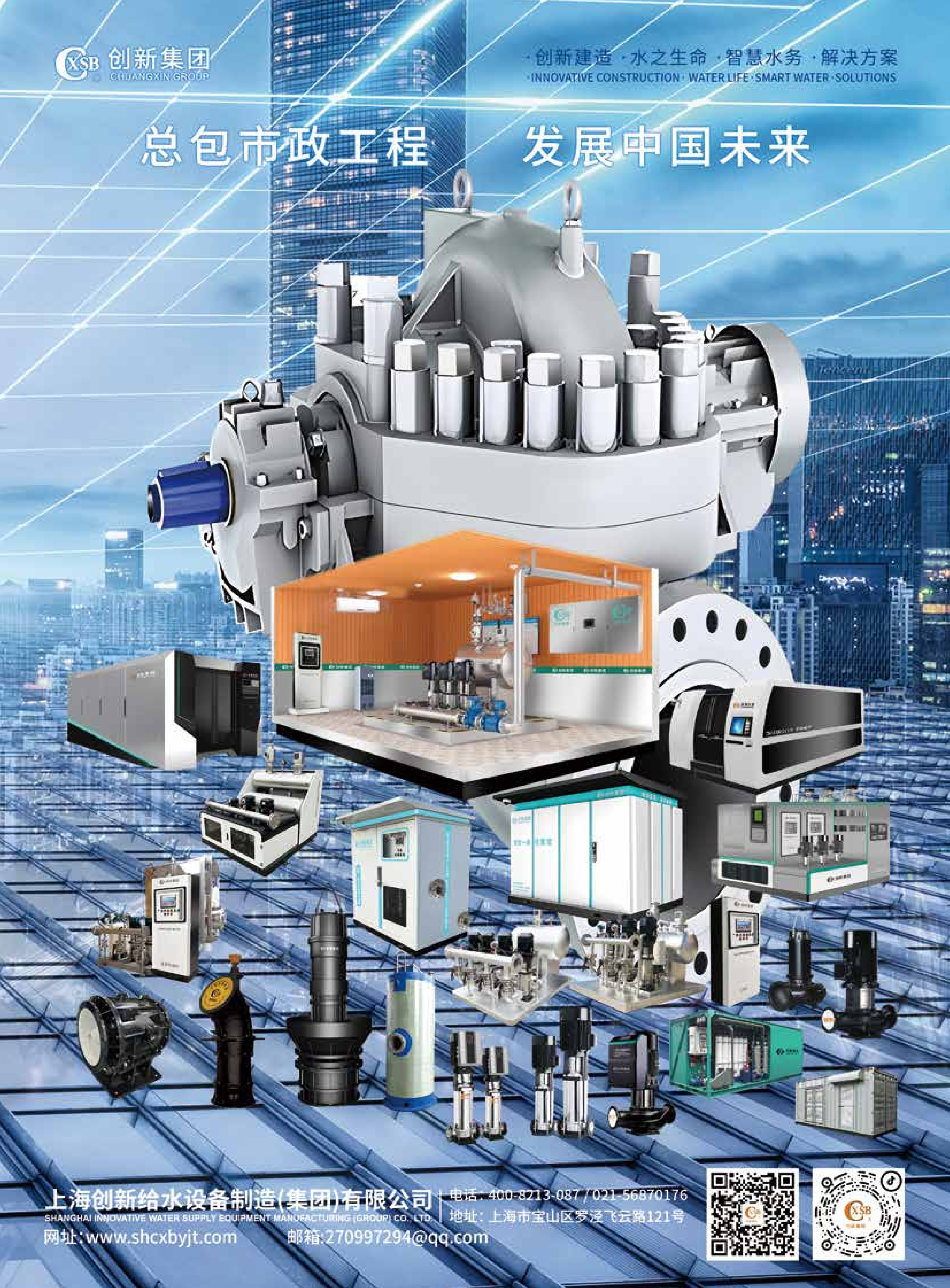
[2]中铁第四勘察设计院集团有限公司.长沙轨道交通2号线一期工程环境影响报告书[R]. 武汉：中铁第四勘察设计院集团有限公司，2009.

[3]中铁第四勘察设计院集团有限公司.长沙轨道交通3号线一期工程环境影响报告书[R]. 武汉：中铁第四勘察设计院集团有限公司，2015.

[4]中铁第四勘察设计院集团有限公司.长沙轨道交通4号线一期工程环境影响报告书[R]. 武汉：中铁第四勘察设计院集团有限公司，2014.

[5]陈建敏，朱婧瑶.城市轨道交通车辆段含油废水处理工艺探讨[J]. 中国给水排水，2016（6）：28

通讯处：湖南省长沙市雨花区杜花路166号
电　话：15873139600
邮　箱：3854400385@qq.com


创新集团
CHUANGXIN GROUP
·创新建造 ·水之生命 ·智慧水务 ·解决方案
·INNOVATIVE CONSTRUCTION· WATER LIFE ·SMART WATER ·SOLUTIONS
总包市政工程 发展中国未来
上海创新给水设备制造(集团)有限公司
SHANGHAI INNOVATIVE WATER SUPPLY EQUIPMENT MANUFACTURING (GROUP) CO., LTD.
电话：400-8213-087 / 021-56870176
地址：上海市宝山区罗泾飞云路121号
网址：www.shcxbyjt.com
邮箱:270997294@qq.com

SHIMGE
新界泵业

2000多个规格型号产品

满足单泵到系统解决方案，
从传统机械到智能系统，多场景解决方案

地产建筑 | 暖通行业 | 市政水务 | 工业配套 | 生猪养殖 | 环保水处理

seazen 新城控股
THT巨元
BEWG 北控水务
HUAWEI
muyuan牧原
ORIGINwater 碧水源
vanke万科
Midea美的
首创环保集团
LENS 蓝思科技
新希望
北京排水集团
MCC 中冶置业 MCC REAL ESTATE
兰石集团
粤海水务
Envicool 英维克
正邦集团 ZHENGBANG GROUP
WELLE维尔利
绿城中国 GREENTOWN
YORK
GREE格力
中国水务
SANY
德康集团 DEKON GROUP
国祯环保

户外一体化智慧泵房

WWG无负压给水设备

直连式给水设备


数字全变频无负压给水设备

太阳能光伏电热水器在住宅项目中的应用探索

郑光荣[1] 刘洪令[2] 孙杰[1]
1.山东省建筑设计研究院有限公司 2.山东大卫国际建筑设计有限公司

【摘 要】 太阳能作为可再生资源，在住宅建筑生活热水供应中得到广泛应用。但在一些住宅小区的规划中，存在设计容积率高、低楼层住户日照时间短的现象，导致阳台壁挂太阳能光热热水器，因日照时长不足，达不到设计温度，只能靠电加热取得热水，造成资源浪费。通过太阳能光伏发电电热水器系统住宅小区中的应用实例，分析了系统的运行可靠性和节能效益，是对太阳能光伏发电电热水器作为太阳能光热热水器替代品的可行性探索。

【关键词】 太阳能光伏电热水器 光伏构件 储水式电热水器

1 应用背景

太阳能作为清洁、环保的可再生能源，在住宅阳台壁挂太阳能热水系统应用中，取得了很好的经济效益和社会效益，系统具有技术成熟、分散设置、管理方便、计量收费无纠纷、造价低等特点，得到建设单位及用户的认可。国内各地区对住宅太阳能热水系统的应用均有明确要求，在新建高度100m以下的城镇居住建筑，农村新型社区以及集中供热的公共建筑，应安装太阳能热水系统。同时，全文强制性标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021第5.2.1条明确规定：新建建筑应安装太阳能系统。但阳台壁挂分体式太阳能热水系统在多年的使用过程中，也暴露出一些影响使用的问题。

1.1 日照时间不足的问题

住宅建筑设计日照标准要求，地处我国I~IV类气候区的大城市，大寒日日照时数不小于2h[1]（图1）。实际工程中，有的建设单位为追求利益和建筑密度的最大化，规划的楼间距较小，仅满足日照时数最低值，甚至出现最低处楼层不满足2h的情况。这样以来，当所有楼层均采用阳台壁挂太阳能集热器时，低楼层太阳能热水器的集热效率达不到到节能和绿建的评价要求，且因太阳能热水箱自带的电加热功能效率低，耗电量大，导致用户投诉的情况。

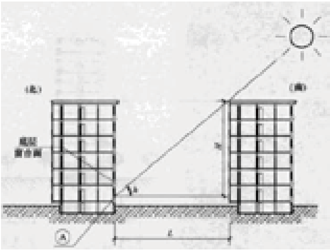


图1 太阳日照时长示意图

图2 简洁建筑南立面图

1.2 城市规划条件及建筑单体自身需求

在城市规划中，建筑外立面是城市文化、人文历史和建筑美观的展示。在某些规划区域，要求建筑外立面简洁，减少建筑立面中外在元素影响。因此阳台壁挂太阳能热水系统的应用授道限制。

另外，某些开发企业为控制建设成本和产品品质的需求，为迎合市场，开发简约、清新风格的产品，也得到部分客户的青睐（图2）。

综上所述，为有效解决建筑遮挡、设计造型、集热器安装角度等导致的太阳能热水系统应用不理想的问题，需要根据科技的发展，开发应用太阳能的利益空间，太阳能光伏热水器、空气源热泵等产品的应用，对问题的解决提供了有利的技术支撑。根据国家和省市的有关规定，部分城市细化并制定了太阳能应用的相关设计要求。以济南市为例，2020年6月济南市住建局发布济建节字[2020]4号文，<关于加强民用

建筑太阳能热水系统应用设计管理工作的通知>，对民用建筑太阳能热水系统应用的设计、审查、验收工作做出相关要求。其中第三条规定，太阳能集热器的安装位置满足连续有效日照时数不得小于4h的要求。不满足连续有效日照时数要求的，需采用光伏太阳能、空气源热泵、地源热泵等其他可再生能源热水系统合理替代。

2 太阳能光伏电热水器的应用及监测

2.1 政策的支持与推动

针对低楼层住宅阳台壁挂太阳能热水系统集热效果差和外立面不允许设置太阳能集热器的情况，2020年6月济南市住建局发布了《关于加强民用建筑太阳能热水系统应用设计管理工作的通知》，对民用建筑太阳能热水系统应用的设计、审查、验收工作做出相关要求。其中第三条规定，太阳能集热器的安装位置满足连续有效日照时数不得小于4h的要求。不满足连续有效日照时数要求的，需采用光伏太阳能、空气源热泵、地源热泵等其他可再生能源热水系统合理替代。

2.2 太阳能光伏热水器的基本组成

太阳能光伏电热水器主要由光伏构件、储水箱、交直流一体加热器、控制系统、导线等部件组成（图3）。

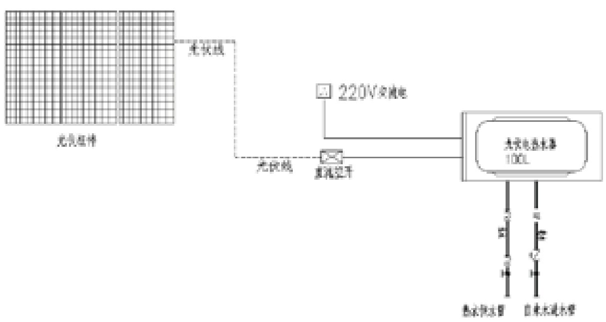


图 3 太阳能光伏电热水器组成示意图

2.3 太阳能光伏构件

太阳能光伏构件是指具备光伏发电功能的建筑材料或建筑构件，是太阳能光伏系统中的核心部分，常见的光伏构件类型有单晶硅组件、多晶硅组件、薄膜组件等[2]。工程中，合理确定光伏组件在建筑中的

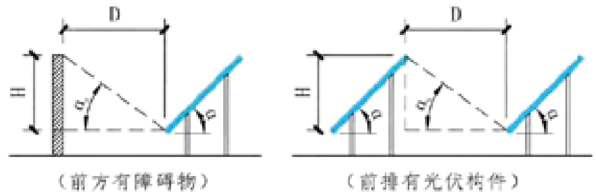


图4 光伏组件安装倾角计算图

图5 光伏组件安装实景图

安装位置及安装倾角α是系统设计的关键。光伏构件受到阴影遮挡，会降低其转换效率，甚至影响光伏系统的运行。光伏构件的安装倾角α应综合当地纬度和建筑效果确定，在项目初期宜使用日照分析软件对光伏构件进行阴影遮挡分析；或者按以下公式估算光伏构件受障碍物或前排光伏构件遮挡的最小距离D（图4、图5）[2]

$$D \geqslant H \times \cot\alpha_s \times \cos\gamma$$

式中D——光伏构件不受障碍物或者前排光伏构件阴影遮挡的最小距离，mm；

H——障碍物或者前排光伏构件最高点与光伏构件受光面最低点间的垂直距离，mm；

α_s——太阳高度角，°，按项目地冬至日正午12时取值；

γ——光伏构件的安装方位角，°；

α——光伏构件的安装倾角，°。

光伏组件的安装位置及安装倾角确定以后，结构专业需根据光伏组件布置，在屋面布置安装支架的基础，并在屋面板上设置预埋件；此外支架基座设计还应进行稳定性验算，包括抗滑移验算和抗倾覆验算，同时应进行抗震、防风、防冰雹等设计。

2.4 储水式电热水器

系统中另一主要构件就是储水式电热水器。他除了具有普通电热水器的储水和电加热功能外，还具有交流、直流两路电源输入的功能。正常工作时，光伏发电系统与市电系统分离，直接向热水器供电；当日照不足、夜间或阴天使用时，系统切换开关自动切换至市电，向电热水器供电。

2.5 系统应用测试

某项目光伏电热水器温升测试试验[3]：实时测试结果见下图（图6）。

测试时间：2020年3月17日；测试地点：山东济南，纬度36° 42′；天气状况：晴，气温12℃-23℃；测试时段8:46—17:03；

试验设备配置：光伏电热水器60L，匹配275W×2块，总功率550W

光伏电热水器80L，匹配275W×3块，总功率825W

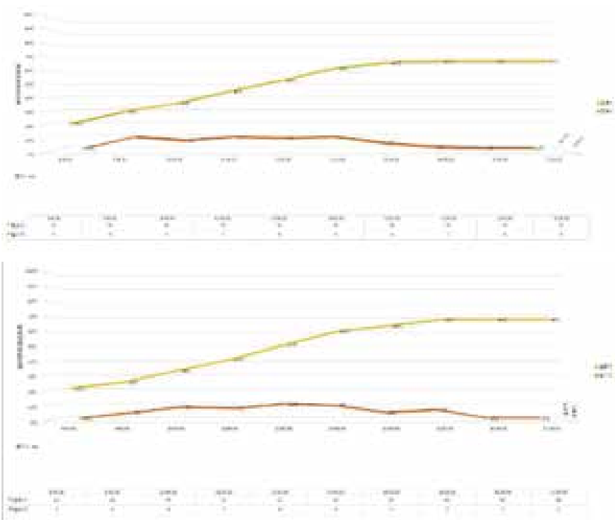


图6 光伏电热水器实时温升图

从测试结果说明，60L光伏热水器，起始温度21℃，停止温度：67℃，温升46℃；80L光伏热水器，起始温度22℃，停止温度：68℃，温升46℃，集热效果比较明显。

2.6 控制系统

光伏电热水器的控制系统是系统运行的关键。光伏电热水器具有手动、自动设定功能，能实现交流、直流自动切换的功能[5]；光伏电热水器的控制系

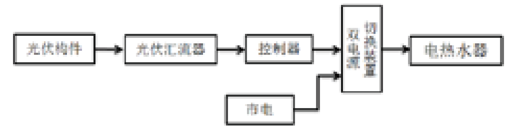


图7 光伏电热水器控制系统原理图

统应能适应1~150V直流电压；控制系统应能在水温达到切断温度（75℃）时，自动切断直流电输入。控制系统原理图见图7。

3 工程应用实例

济南某住宅小区项目，结合项目的实际需求，经咨询当地建设部门的意见，生活热水供应选用太阳能光伏电热水器系统，满足了建设单位对项目外立面的要求，也解决了低楼层集热效果差的问题。目前该项目均已验收通过。该项目屋面太阳能光伏组件实景安装图（图8），阳台热水箱安装实景（图9）。

图8 屋面光伏板安装实景图

图9阳台热水箱安装实景图

4 结论

太阳能光伏电热水器弥补了太阳能光热系统中的一些不足，是绿色、低能耗建筑的解决方案的一种新的尝试。太阳能光热系统在住宅项目中的应用越来越多，技术比较成熟，使用效果较好，逐步得到用户的接纳认可。

参考文献

[1]《住宅建筑规范》GB50368-2005

[2]《建筑太阳能光伏系统设计与安装》16J908-5

[3]《家用太阳能光伏电源系统技术条件和试验方法》GB/T 19064-2003

[4]《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019

[5]《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939-2005

通讯处：山东省济南市经四路小纬四路2号

电　话：13869148580　　邮　箱：41783223@qq.com

论重力流屋面雨水排水系统

赵世明
中国建筑设计研究院有限公司

|摘　要| 重力流屋面雨水系统应采用重力流雨水斗，且系统中的水流不考虑压力因素的影响。重力流雨水斗的水力特性应符合雨水斗产品标准的要求。《建水标》图示的“重力流雨水斗”，不具有重力流雨水斗产品标准规定的水力特性，不能用于重力流雨水系统，屋面雨水系统若采用该雨水斗，应按半有压雨水系统设计，不可按重力流雨水系统设计，应避免违背强制性规范条文。

|关键词| 重力流　雨水系统　雨水斗　屋面

近年来，屋面雨水系统漏雨、塑料管道吸瘪的安全事故时有发生。本文围绕《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019[1]（以下简称《建水标》）倡导的重力流屋面雨水系统进行分析，以完善该系统的安全性，避免产生设计缺陷。

1 重力流屋面雨水排水系统设计的特征

重力流屋面雨水排水系统及其设计由《建水标》界定。GB50015推出重力流系统始于2003年版本，之前的版本无此系统，多是采用87型雨水斗系统。和传统上使用的87斗雨水系统相比，重力流屋面雨水系统具有如下主要特点。

1.1 采用重力流雨水斗

重力流屋面雨水系统应采用重力流雨水斗，见《建水标》5.2.16条的规定，“屋面排水系统应设置雨水斗。不同排水特征的屋面雨水排水系统应选用相应的雨水斗。”该条的条文说明，明确“重力流排水系统应采用重力流雨水斗”。

1.2 超标雨水通过溢流排除

重力流屋面雨水系统的超标雨水即设计重现期内雨水应由溢流设施排放，由《建水标》5.2.5条和5.2.11条规定，后条规定应设置溢流设施，前条规定溢流雨量的计算。并在条文说明中解释，“超设计重现期的雨水应由溢流设施排放”，“超设计重现期的雨水应有出路。根据目前的技术水平，设置溢流设施是最有效的”。重力流系统的溢流设置要求与虹吸式屋面雨水系统基本相同。

1.3 悬吊管雨水斗数量不受限制

重力流屋面雨水系统一个悬吊管上的雨水斗数量，可通过水力计算确定，不像87斗系统中那样，限制在4个雨水斗内。从GB50015的2003年版本开始，悬吊管不超过4个雨水斗的限制条款取消。规范主笔人有文章解释，“只要汇水面积相同各斗的泄流量是一样的，一条悬吊管上就可以连接任意多个雨水斗”。

1.4 系统不考虑压力应对措施

重力流屋面雨水系统的设计不考虑应对系统压力的措施，2003版之前的规范对屋面雨水系统中那些应对压力影响的条款，03年版本及《建水标》中都删除了，比如：多斗系统雨水斗轴对称布置且立管顶端不设雨水斗，高、低跨的悬吊管宜分别设置各自的立管等等。

1.5 排水塑料管材不考虑负压

重力流屋面雨水系统首选塑料管或承压塑料管，并且没有要求承受负压，见《建水标》5.2.39条1款：重力流雨水排水系统当采用外排水时，可选用建筑排水塑料管；当采用内排水雨水系统时，宜采用承压塑料管、金属管或涂塑钢管等管材。结合该条文说明，可知条文中的承压塑料管，是指承受立管灌水高度的正压，没有要求承受负压。这也是和重力流系统的排水理念是一致的，该系统的水流计算中，是忽略正、负压力对水流因素的影响的。

塑料管道承受正压和负压的能力，是两个相互

独立的指标。能承受正压不代表能承受负压，承受负压的能力不可用承受的正压代表。

2 重力流雨水斗

重力流雨水斗虽然早在2003年就在《建筑给水排水设计规范》GB50015-2003中首次提出，但一直没有产品标准对其进行定义及规定，导致近二十年存在产品应用的混乱。2022年颁布实施的行业产品标准《建筑屋面排水用雨水斗通用技术条件》CJ/T245-2021[2]（以下简称《雨水斗标准》），对重力流雨水斗制定了技术规定和要求。

2.1 重力流雨水斗的产品标准

对于重力流雨水斗，《雨水斗标准》规定了其构造组成和排水性能。5.2.1.3条规定了构造组成：重力流雨水斗由斗体、格栅斗帽、出水短管、压盘及防止形成满流的构造（如强制进气的短管、控制流量的构造等）等组成。6.6.3条规定了水力特性为：重力流雨水斗在斗前水深低于屋面溢流水位时，水流的流态应保持重力无压流，不应转入两相流态或有压流态，且泄流量不应超出排水管道重力流态的上限值。

依据此标准的上述规定，重力流雨水斗能够根据水力试验进行客观判别。

2.2 产品及水力特性

图1所示是一种典型的重力流雨水斗，其构造符合产品标准的要求。图2是该雨水斗在标准的试验装置上测得的水力特性试验曲线。该图为DN100雨水斗，在斗前水深约140mm、略低于溢流水位15mm时，泄流量为14L/s，没有超出DN100mm排出管的重力流态的上限值，系统保持在重力流态，没有发生流态转化，符合《雨水斗标准》6.6.3条的要求。依据此水力特性曲线，可判定为是重力流雨水斗。

3《建水标》“重力流雨水斗”

《建水标》中给出了“重力流雨水斗”，见图3（《建水标》246页）。该雨水斗由河北省徐水兴华铸管厂生产，厂家称其为重力式雨水斗。下面依据

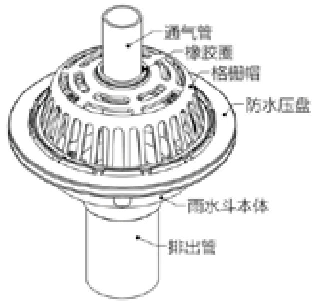


图1 重力流雨水斗

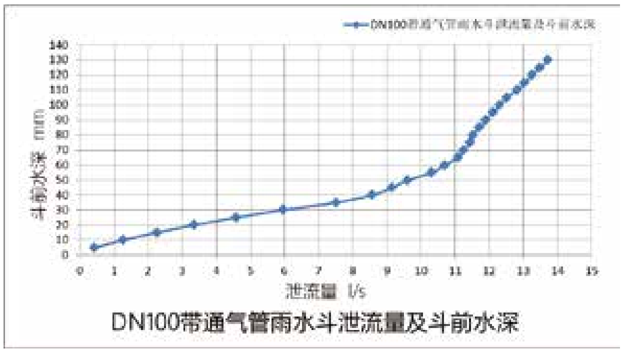


图2 重力流雨水斗的水力特性曲线

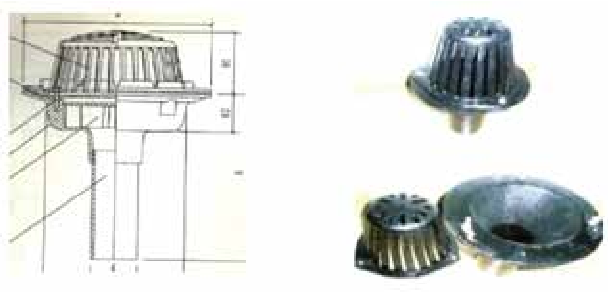


图3 《建水标》“重力流雨水斗”

《雨水斗标准》，对其进行分析。

3.1 水力特性

《建水标》“重力流雨水斗”的水力特性在北京建筑大学测试，图4是DN100雨水斗的测试结果。

图4中，右侧曲线为标准试验装置上测试的结果。随着斗前水深的增加，泄流量迅速增大，流态由重力流转化为两相流，在斗前水深121.5mm时，变为满管压力流，泄流量41.7L/s。

图中左侧的曲线为该雨水斗不装立管的测试结果，即不按标准测试要求验进行测试。在斗前水深121.5mm时，泄流量13.9L/s。从该曲线变化趋势推断，在斗前水深达到屋面溢流水位标高时（比如150mm），泄流量不会超过14~15L/s。

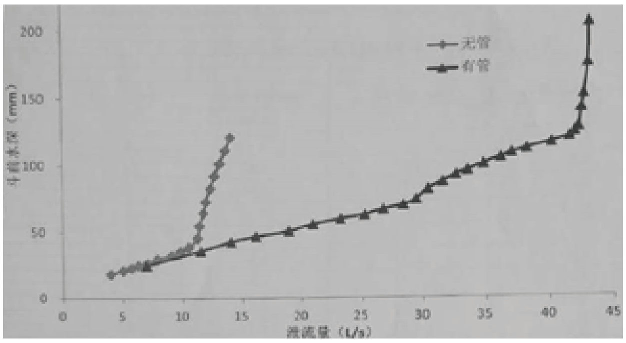


图4 《建水标》“重力流雨水斗”特性曲线

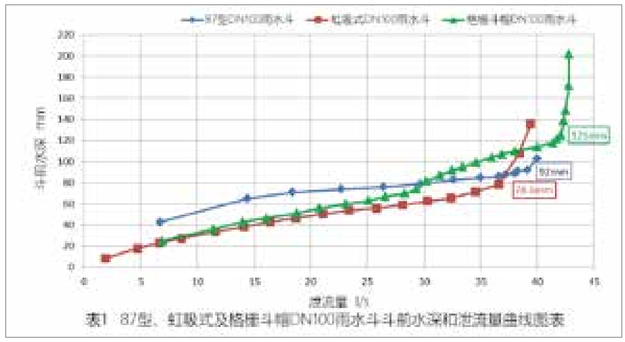


图5 “重力流雨水斗”和87斗、虹吸斗的特性比较

3.2 不符合重力流雨水斗的水力特性要求

《建水标》的“重力流雨水斗”，在标准试验装置上测得的水力特性曲线（图4右侧曲线）表明，该雨水斗在屋面溢流水位即斗前水深150mm或200mm以内，系统排水流态发生了转化，从重力流态转化为两相流乃至满管压力流，并且泄流量超出了管道重力流态的限值。该斗的水力特性不符合《雨水斗标准》6.6.3条重力流雨水斗的要求。由此可知，该雨水斗不属于重力流雨水斗。其泄流能力显著大于重力流雨水斗。

图4中左侧曲线，雨水斗的泄流量在屋面溢流水位以内没有超过重力流的限值，流态没有从重力流转化为两相流，符合重力流雨水斗的水力特性。但是，该结果是通过改变试验装置取得的，不是雨水斗本身的特性，即不是在标准的试验装置上测试的。并且，雨水斗在工程使用中，也不可能像该试验那样，不安装排水管道，只用个光裸的雨水斗。

3.3 具备半有压雨水斗的特性

图3所示的雨水斗，其水力特性（图4）更接近于半有压雨水斗87斗，见图5。图中的3条曲线分别为虹吸雨水斗、87型雨水斗、格栅斗帽雨水斗的水力特性曲线。格栅斗帽雨水斗即为图3的“重力流雨水斗”。在屋面溢流水位标高以内，格栅斗帽雨水斗和87型雨水斗、虹吸雨水斗一样，会形成满管压力流，会从重力流态转化为两相流、满管压力流，只是形成满管压力流拐点时的斗前水位更高些，并且泄流量更大。

图3所示的“重力流雨水斗”，其水力特性和87型雨水斗类似。对于采用该雨水斗的屋面雨水系统，在服役运行中，随着斗前水深在屋面溢流水位内的高低变化，会在管道系统中形成两相流甚至满管压力流。因此，该系统的设计应采取应对压力的措施，像半有压系统或87型雨水斗系统的设计那样。

4 《建水标》“重力流雨水斗”系统设计违反《建水通规》

采用《建水标》“重力流雨水斗”的屋面雨水排水系统，若按照《建水标》中的重力流系统设计，则不符合《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020[3]（以下简称《建水通规》）要求，就如同87型雨水斗系统按重力流设计违反《建水通规》一样。

4.1 违反《建水通规》4.5.8条

《建水通规》4.5.8条规定：虹吸式雨水斗屋面雨水系统、87型雨水斗屋面雨水系统和有超标雨水汇入的屋面雨水系统，其管道、附配件以及连接接口应能耐受系统在运行期间产生的负压。《建水通规实施指南》[4]指出，“超标雨水”是指超设计重现期雨水，“有超标雨水汇入的屋面雨水系统”由如下方法判定：查看该系统雨水斗的水力特性曲线，在斗前水深150~200mm（溢流口水位）所对应的雨水斗排水流量如果明显大于该斗的额定排水流量，即可判定为有超标雨水汇入。

《建水标》中的“重力流雨水斗”（图3），其设计（额定）流量在《建水标》5.2.34、5.2.35条做了规定，比如DN100的雨水斗，设计流量为7.4L/s

（多斗）和9.5L/s（单斗）。结合该雨水斗的水力特性曲线（图4），在屋面溢流水位150mm高度时，泄流量在42L/s以上，显著大于设计（额定）流量，所以属于有超标雨水汇入的屋面雨水系统，应执行《建水通规》4.5.8条，管材应耐受负压。而《建水规》管材选用的条款5.2.39条，并未要求塑料管耐受负压（见1.5节），所以，按《建水标》的“重力流雨水斗”设置的重力流屋面雨水系统，违反《建水通规》4.5.8条。

4.2 违反《建水通规》4.5.2条

《建水通规》4.5.2条第1款规定：屋面雨水排水系统应保证及时排除设计重现期的雨水量，且在超过设计重现期雨水状况时溢流设施应能安全可靠运行。《建水通规实施指南》中对应的实施要求为：当采用重力流系统时，应确保超过系统重力流态的雨水不进入系统，由溢流口排放，不得使系统的流态发生转化。并如下检查：重力流系统重点检查所用雨水斗的水力特性曲线，在屋面溢流水位高度（一般150~200mm）范围内，雨水斗的出水应一直保持重力流态，不得转入半有压或满管流，以免管道吸瘪、接口拉脱等。

依据《建水规》要求采用“重力流雨水斗”（图3）的重力流屋面排水系统，雨水斗的水力特性（图4）在屋面溢流水位标高150mm以下，泄流量急剧增大，超标雨水汇入系统，不是由溢流口排放，系统不能保持重力流态，会转入两相流甚至满管压力流，破坏重力流系统的安全。因此，按《建水标》的“重力流雨水斗”设置的重力流屋面雨水系统，不符合《建水通规》4.5.2条的要求。

5 结论

1）重力流雨水斗的水力特性应符合雨水斗产品标准中重力流雨水斗的要求。

2）《建水标》中所示的“重力流雨水斗”，其水力特性不符合重力流雨水斗的产品标准要求，不属于重力流雨水斗。采用该雨水斗的屋面排水系统，应采取应对压力影响的措施，按半有压屋面雨水系统设计。

3）《建水标》中的重力流屋面雨水系统，应采用符合产品标准的重力流雨水斗，例如图1。若采用图3所示的“重力流雨水斗”按重力流屋面雨水系统设计，则违反《建水通规》。

参考文献

1 GB50015-2019建筑 给水排水设计标准，2019，中国计划出版社。

2 CJ/T245-2021建筑屋面排水用雨水斗通用技术条件，2022，中华人民共和国城镇建设行业标准。

3 GB55020建筑给水排水与节水通用规范，2022，中国建筑工业出版社。

4 赵锂，刘振印，杨世兴等，《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020实施指南，2023，中国建筑工业出版社。

通讯处：北京海淀区北洼西里13号楼307室

电　话：13641143288

邮　箱：zhaosm@cadg.cn


康宇给水®
KANGYUWATER
户外标准化智慧泵房
九大优势
1 外形美观
2 施工便捷
3 缩短交期
4 智能运维
5 多场景应用
6 占地小
7 施工便捷
8 隔音保温
9 反恐安全
无锡康宇水处理设备有限公司
江苏省宜兴市官林镇新官东路89号 | +860510-87895678 | +860510-87895688

数据中心多种灭火系统的探讨及发展趋势（下）

侯远见
中国建筑设计研究院有限公司

摘　要 主要介绍了大型数据中心常见的几种消防灭火系统，每种消防系统的优缺点、适用的规模及各自的发展趋势，同时综合使用方对数据中心消防的认知程度不同、造价预算等影响，对于不同的数据机房采用的消防系统不尽相同。
关键词 消防系统　数据中心　灭火

Abstract: This paper mainly introduces several fire extinguishing systems commonly found in large data centers, the advantages and disadvantages of each fire protection system, the applicable scale and their respective development trends, and the impact of the user's awareness of the fire protection of the data center and the cost budget, the fire protection system used in different data rooms is not the same.
Key words: Fire protection systems; data centers; fire fighting

2.3 IG-100气体灭火系统

IG-100是100%纯氮气，是很环保的一种灭火系统，灭火原理为物理抑氧，通过抑制氧气浓度而达到灭火效果。主要是利用灭火剂气体释放后，将氧气浓度降低到12.5%来进行灭火的。氧气浓度在15%以下的情况下，无法继续燃烧。IG-100系统灭火控制原理图见图3。

2.3.1 主要优点

1）输送距离长：从末端喷头到气瓶室的最大配管距离允许达170-200m，气瓶室的设置场所的选择自由度很大钢瓶间占地面积减小，利用率增加，钢瓶用量减少25%。

2）很环保：对臭氧层的破坏系数(ODP)为零，对地球温室效应的影响(GWP)为零，GWP：(二氧化碳值为1的时候)FM200(HFC-227ea)=2050Inergen(IG-541)=0.08。

3）对设备及人的影响：不会对机柜有任何影响及物质残留，同时氮气不会对钢瓶产生腐蚀，12.5%的氧气浓度不会对人体有损害，气体本身清洁、无毒不会在火灾高温情况下发生化学反应而产生新的物质，可以在有人的房间的设置，NN100的氮气灭火剂采用永久气体储存方式，释放后，不会产生雾，视野

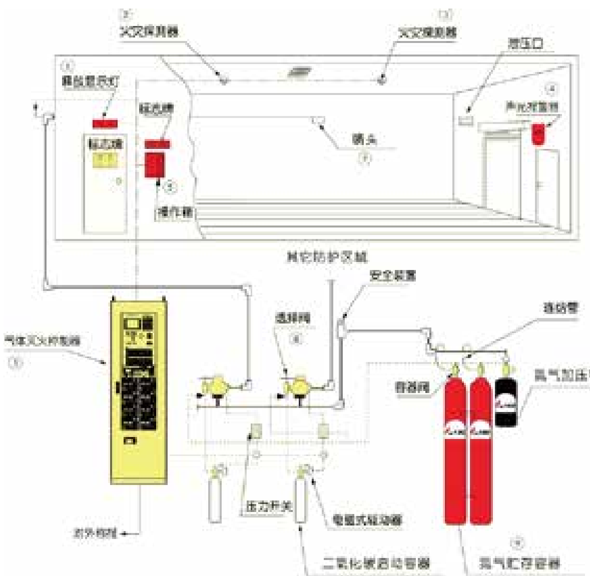


图3 IG-100系统灭火控制原理图

良好。防护区域内有逃离比较慢的人也可以很容易的找到安全出口。释放后保护区内室温只降低几度不会影响人的正常活动。

4）后期维护：工业级氮气，价格低廉灭火剂瓶组瓶头阀自带减压功能，泄露率低，5年一次检测钢瓶和阀门比IG5413年一次时间要长。

2.3.2 主要缺点

1）贮存压力高一般为20MPa，使用高压无缝钢瓶，需要专门的减压阀将喷放压力限制在10MPa以

下，对瓶头阀及其他部件要求较高，生产工艺和流程复杂。

2）质量：IG-100系统国内厂商质量还是难以达到很好的保障，技术没有其他灭火系统应用更成熟和普遍。

3）造价：因为大部分选用进口产品，故而造价偏高。

4）灭火效果：空气的分子质量大约为1.29kg/m^3，IG541的分子质量为1.34kg/m^3，纯氮气的分子质量为1.24kg/m^3。IG100氮气的密度属性决定了灭火剂喷放入防护区后，能够与空气很好的混合，灭火效果佳。IG100氮气是单组分灭火剂，不会产生分离，从而保持足够长的灭火浸渍时间。

2.4 高压细水雾

工作原理：高压细水雾灭火系统产生的极小水滴具有较大的比表面积，可迅速吸收热量转换成水蒸气，同时体积膨胀1700-5800倍，使得着火点附近温度迅速降低且将氧气和其他可燃气体被隔离，从而难以维持燃烧而逐渐缺氧熄灭达到灭火目的。主要为快速冷却、快速窒息的双重灭火机理，高压细水雾系统灭火控制原理图见图4。

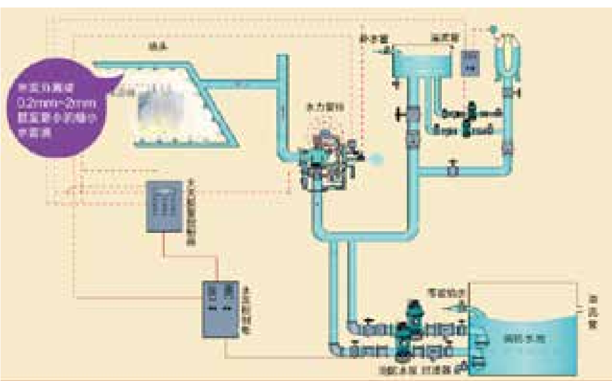


图4 高压细水雾系统灭火控制原理图

2.4.1 主要优点

1）输送距离：高压细水雾按实际中的具体设计实施方案和气体灭火比较基本就是不受输送距离的影响。

2）环保：对环境无影响，比IG-100更环保是这几种灭火系统中最环保的。

3）对人的影响：基本不会对人体有伤害同时还有除烟和CO的能力，有利疏散争取冗余时间，人可处于细水雾喷放空间内。

4）机房空间：机房统一设置一个就满足系统要求，不像气体灭火的机房数量多，同时比较分散也不利于后期维护管理，对于中大型数据机房总的机房面积要远小于气体灭火系统的钢瓶间占地面积。

5）后期维护：主管道正常运行工作压力较低，一般低于2MPa，区域阀后往往没有水，或水压很低，使用维护安全、维护简单费用低。气体灭火系统涉及高压储气装置、高压气体输送管路和泄露灌装问题，维护较复杂，专业性强，后期药剂的更换造价也是比较高的一项费用，总的来说气体灭火后期维护造价高，高压细水雾成本低，操作简单。

6）节水：细水雾采用特殊的喷头，喷洒出来的水雾直径小，整套系统的用水量也有限，因此具有节约用水的优势。

7）灭火可持续性：水源易获取，可重复启动持续灭火，对燃烧物有较强的浸湿作用。H、房间密闭性：对比气体灭火系统对房间密闭性的要求，该系统基本满足房间相对封闭即可。

2.4.2 主要缺点

1）对设备的影响：影响很小，通过采用可靠工艺，影响会降到最低。

2）造价：造价偏高，进口系统和气体灭火相比同进口的气体灭火产品造价相当，同时国产的产品造价也要高于国产气体灭火系统。

3）水质要求：细水雾喷头特殊，因此对水质的要求很高，不然易造成喷头堵塞等情况。

2.5 自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统主要是利用水的灭火机理：1、冷却作用：水的热容量和汽化热比较大，水能从燃烧物质夺取大量热，降低燃烧物质温度。水遇到燃烧物质温度升高，转化为水蒸气。水汽化时能吸收特别大的热量，所以水喷射到燃烧物质的表面上能使燃烧物质表面的温度迅速下降，起到冷却降温的作

用，有利于灭火。2、窒息作用：水被汽化后形成水蒸气，水蒸气能阻止空气进入燃烧区，并减少燃烧区空气中氧的含量，推动助燃作用而熄灭。水与火焰接触后，水滴转化为水蒸气，体积急剧增大，而水蒸气能稀释可燃气体和助燃的空气在燃烧区内的浓度。3、乳化作用：水滴与重质油品相遇，在油的表面会形成一层乳化层，降低油气蒸发速度，促使燃烧停止。4、稀释作用：水能稀释某些液体，冲淡燃烧区的可燃气体的浓度，降低燃烧强度，浸湿未燃烧的物质，使之难以燃烧。5、冲击作用：水在机械作用下具有较大的冲击力，水流强烈的冲击可以使火焰中断而熄灭。

自动喷水灭火系统是一种很成熟的灭火形式，但在数据中心（A类）消防应用中按现阶段国内具体形式，只能作为一种灭火系统形式的补充完善，主要应用在数据机房的公共区域，例如：公共走廊、大厅、值班室、新风机房等部位，以上空间基本都不属于机房运行的核心区域。但对于B、C类机房还是可以采用此系统（预作用系统）。自动喷水灭火灭火控制原理见图5。

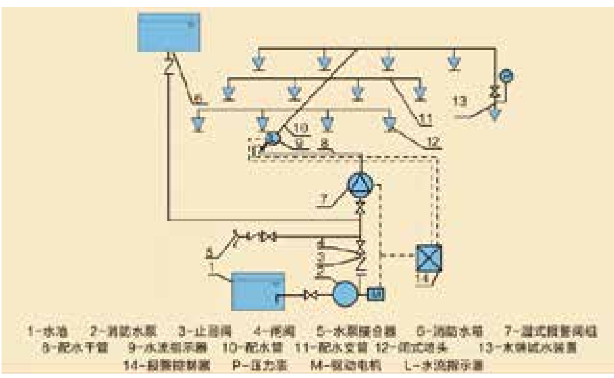


图5 自动喷水灭火灭火控制原理

2.6 超细干粉灭火系统

干粉灭火剂灭火的主要机理是冷却、稀释可燃气体。干粉中碳酸氢钠受高温作用分解，该反应是吸热反应，反应放出大量的二氧化碳和水，水受热变成水蒸气并吸收大量的热量。起到冷却、稀释可燃气体的作用干粉进入火焰后，由于干粉的吸收和散射作用，减少火焰对燃料的热辐射，降低液体的蒸发速率。超细粉体灭火的原理与常用的ABC灭火剂相似，但灭火效能却能达到普通干粉灭火剂的6~10倍。这是因为超细粉体灭火剂灭火组分的粒径比常用的干粉灭火剂粒径小得多。超细干粉灭火系统控制原理见图6。

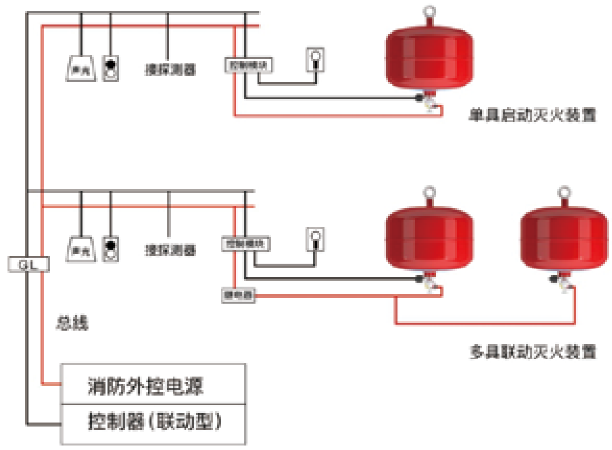


图6 超细干粉灭火系统控制原理

超细干粉灭火系统现在应用的主要是悬挂式干粉灭火装置，悬挂式干粉灭火装置分为贮压和非贮压式，非贮压式为主要应用方式，非贮压式的启动方式为电引发器启动，当不采用感温元件启动时，干粉灭火装置总数不应超过6具的限制要求。但采用电引发器启动时，灭火剂总用量不宜超过50kg。

非贮压悬挂式干粉灭火装置的灭火过程：悬挂式干粉灭火装置在接到灭火信号后，发生器中的发生剂在电流的作用下燃烧产生大量的气体，气体通过发生器转化为高速气流，干粉在高速气流的冲击、挤压的作用下，以气、固二相物质流的状态急速地射向火源，火焰在高速气流的作用下其燃烧链被切割，同时被细化的干粉经受热起化学反应，生成多聚磷酸盐在着火物的表面上，形成一定厚度的玻璃层状物，渗透到可燃物的气孔内，阻止空气与可燃物接触，起到防火层的作用。磷酸铵盐还可以使燃烧物表面炭化，炭化层可以减缓燃烧过程，降低火焰温度，起到冷却和降温的作用，使得燃烧的链式反应彻底中断，达到灭火目的。

2.6.1 主要优点

1）灭火空间密闭性：由于超细干粉粒径小、流

动性好、能在空气中悬浮一定的时间，因此既能应用于相对封闭空间全淹没自动灭火，也可以应用于开放场所局部保护自动灭火。

2）安装使用方便：悬挂式干粉灭火装置安装简便，工程量小，无需穿墙打孔和安装大量的管道及附属设施，只需将装置悬挂在被保护物的上方即可。

3）控制稳定性高：启动方式为感温元件温控启动，性能可靠。

4）机房空间：灭火设备布置方便灵活，不占用空间，基本都是吊顶安装不影响使用空间。

5）后期维护：相对气体灭火、高压细水雾等后期维护相对简单、容易、维护成本低。

6）造价：整体预算造价要低很多。

2.6.2 主要缺点

1）环保：超细干粉对人体和环境无破坏，是环保安全和灭火高效的灭火剂超细干粉对人体皮肤和呼吸道无刺激、无毒害，对其他物质无污染、无腐蚀、易于清理，对大气臭氧层耗减值为零。

2）对人的影响：干粉灭火器中的干粉主要成分是磷酸盐，主要是磷酸二氢铵和碳酸氢钠，这两种成分是基本没有毒性的。但人体不能吸入大量的粉尘，所以该系统不能设置在经常有人的场所，对身体是不健康有害的。

3）对设备的影响：对机房设备影响较大，灭火喷放后会在设备上有残留，磷酸铵盐还可以使燃烧物表面炭化，精密和重要的设备不宜采用该系统灭火。

2.7 二氧化碳气体灭火系统

灭火原理：二氧化碳灭火在常温常压条件下，二氧化碳的物态为气相。当贮存于密封高压气瓶中，低于临界温度31.4时是以气、液两相共存的。在灭火过程中，当二氧化碳从贮存气瓶中释放出来，压力骤然下降，使得二氧化碳由液态转变成气态，稀释空气中的氧含量。氧含量降低会使燃烧时热的产生率减小，而当热产生率减小到低于热散失率的程度，燃烧就会停止下来。二氧化碳释放时又因焓降的关系，温度急剧下降，形成细微的固体干冰粒子，干冰吸取周

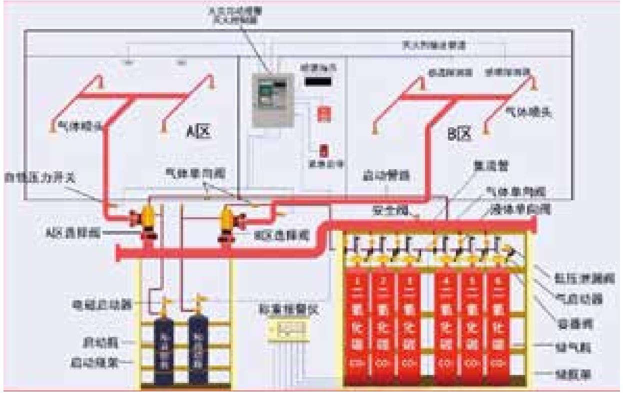


图7 二氧化碳灭火系统控制原理图

围的热量而升华，即能产生冷却燃烧物的作用。但二氧化碳灭火作用主要在于窒息，冷却起次要作用。二氧化碳灭火系统控制原理见图7。

2.7.1 主要优点

二氧化碳气体灭火剂来源广、成本低、毒性小、电绝缘性能优良，并可长期储存，喷洒后对保护物无腐蚀、无污损。

2.7.2 主要缺点

1）环保：二氧化碳会对地球产生温室效应，随着国家制定的双碳政策，二氧化碳灭火系统就越加显得不被市场接受。

2）对人的影响：二氧化碳是一种中等毒性的物质，当二氧化碳在空气中的浓度达到2%时，会使人产生不愉快感。当浓度达到7%至9%时，就会造成呼吸困难，呕吐，感觉麻木，神志混乱。当浓度达到10%时，人在此环境中停留一分钟，就会失去知觉。其局部浓度大大超过这一浓度存在一定的危险性，国内曾经发生过多起因二氧化碳泄露至防护区人员中毒事件，目前国家相关规范已经将二氧化碳灭火系统列为不适用于经常有人工作的防护区。

3）灭火效果：灭火浓度高，故灭火级别低，宜在相对密闭的空间使用；抗复燃能力差。

二氧化碳气体灭火系统分为高低压系统，低压二氧化碳灭火系统缺点：低压二氧化碳储存压力低、流动推力小，系统在释放过程中，管网中有干冰沉积现象，干冰的存在容易引发管网堵塞、破裂事故，选用低压二氧化碳灭火系统应当慎重，并应

采取必要的防范措施。另外，低压二氧化碳较高压二氧化碳，“冷激”、“冷淬”现象更严重，不适宜保护精密设备。高压二氧化碳灭火系统优点：由于其灭火剂来源广泛、价格低廉、电绝缘性高、清洁无残留物、长期贮存不变质，在全球得到广泛应用，主要缺点：高压钢瓶储存灭火剂空间利用率低，占地面积大，二氧化碳灭火剂有毒，高压管网会增加管网成本和施工难度。

3 各消防系统发展趋势

1）IG541气体灭火系统是现在数据机房采用管网分配组合式灭火方式最主要的形式，占据着市场的大部分份额，但随着其他更高效、更环保灭火系统在数据机房中的广泛应用包括高压细水雾灭火系统、IG-100气体灭火系统等，将来会慢慢的降低市场使用的占有率。

2）七氟丙烷气体灭火系统在独立防护区无钢瓶间的条件下或较小不适合采用有管网的防护区可以采用柜式七氟丙烷系统，灵活性较高，因此在大型数据中心的灭火应用中只作为管网分配组合式气体灭火系统的有效补充，

3）IG-100气体灭火系统，IG100氮气灭火系统采用完全来源于大气的纯氮气作为灭火剂，臭氧耗减潜能值为零，对环境没有任何不良影响。氮气无色、无味、无毒，不仅对人体无害，而且在灭火过程中不产生任何化学物质，不会对设备造成二次污染，喷放时无露化现象，无妨视野，能确保人员有条不紊地安全散离。与空气比例为0.97的IG100相比，它能在保护区释放后保持恒定的灭火浓度，从而保证灭火效果，有效防止复燃。此外，IG100氮气灭火剂是新型哈龙替代品之一，具有环保高效的特点，在国际上得到广泛认可，广泛应用于各种消防场所。与其他常用的哈龙替代品七氟丙烷和二氧化碳相比，氮气具有很大的应用前景，相信随着国产化产品质量的逐步提高以及其自身相对其他气体灭火更环保也更符合国家的双碳政策目标，在市场的占有率会有稳步的提升。

4）高压细水雾灭火系统细水雾灭火技术在消防方面的应用始于二十世纪四十年代，当时主要用于特殊的场所，如运输工具等。由于当时水喷淋灭火技术作为主要发展和研究方向，细水雾灭火技术没有得到深入研究，故一直发展比较缓慢.随着科学技术的进步、细水雾灭火技术在二十世纪九十年代得到飞跃性地发展，直至现阶段高压细水雾已经广泛应用到各行各业，并有逐步扩大趋势，特别由于数据中心设计规范GB50174-2017新规范的发行里面已经明确了数据机房可以采用高压细水雾灭火系统，随着专业人员逐渐对此种灭火系统的深入了解和对该系统自身的特点、优点、特别是最近国家提出的碳达峰、碳中和的双碳的政策。中国力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和。该系统照比气体灭火系统更具有天然优势，其应用必然会有一个更广阔的前景，在市场的占有率和市场份额必定有一个大幅度的增长。

5）自动喷水灭火系统（预作用系统）。自动喷水灭火系统由于其众多的优点，灭火控火能力都较为突出，又不会对环境造成污染，因而在建筑领域中得到了广泛的应用。而自动喷水灭火系统也将随着我国对建筑消防重视程度的不断增加而越来越完善，并以此实现向多方向进行综合性发展应用，其应用范围也将得到大幅度的扩展。在数据机房中因为机房本身的特殊性建筑内电气房间比较多，整栋建筑适合用水灭火的空间较少，但是对于B、C类机房还是可以采用此系统。随着社会发展和对生命安全的重视，体现以人为本的宗旨，自动喷洒灭火系统在数据机房中的设置应该还会逐渐的增加设置比例。

6）超细干粉灭火系统在数据中心消防应用中只适合局部的个别房间、管井、电缆井等中应用，不合适在核心机房及辅助房间中设置该系统，该系统没有在机房中大面积的应用，未来会是机房消防灭火系统完整、完善性的一个有效补充。

7）二氧化碳气体灭火系统，综合以上二氧化碳的优缺点，随着社会对环保、工作人员生命安全要求的提升，二氧化碳灭火系统在数据机房中的大面积应

（下转154页）

某调度指挥中心项目消防设计简析

王健 李梦烁
中国建筑设计研究院有限公司

摘 要 本文介绍了调度指挥中心项目的消防设计，并就设计过程中系统选择时遇到的问题进行简要分析。

关键词 数据机房 消防系统 气体灭火

0 前言

2020年3月，中共中央政治局常务委员会召开会议提出，加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度。《2020年国务院政府工作报告》提出，重点支持“两新一重”（新型基础设施，新型城镇化，交通、水利等重大工程）建设。

随着近几年国家对新基建的大力推动，使得大型数据中心基础设施建设得到了迅速发展。针对笔者近期做过的一个某调度指挥中心项目设计中应用到的消防系统进行简要分析。

1 工程概况

本项目总建筑面积60503m^2，建筑高度36m，地上7层、地下3层。建筑性质属省级电力调度建筑，建筑类别属一类公共建筑。

2 消防系统主要设计参数

根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018版）、《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）、《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）、《气体灭火系统设计规范》（GB50370-2005）及《细水雾灭火系统技术规范》（GB50898-2013），本项目共设置室外消火栓系统、室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、气体灭火系统及高压细水雾系统。设计参数详见表1。

表1 中庭单轨防火卷帘、双轨防火卷帘分析和对比

消防系统	用水量标准 (L/s)	火灾延续时间 (h)	一次灭火用水量 (m³)	备注
室外消火栓系统	40	3	432	市政直供
室内消火栓系统	30	3	324	消防水池
自动喷淋灭火系统	50	1	180	消防水池
一次灭火总用水量	120		936	
消防储水量			504	

注：1.一次灭火总用水量为设计同时作用的室内外消火栓系统、自动喷水灭火系统系统用水量之和。
2.消防储水量为室内消火栓系统、自动喷水灭火系统用水量系统用水量之和。

3 室外消火栓给水系统

本项目从用地南侧市政道路和东侧市政道路给水管各接出一根DN200引入管进入用地红线，引入管上设置双止回阀型倒流防止器，在红线内形成室外给水环状管网，环管管径DN200。室外消火栓用水由城市自来水直接供给，与生活给水管道分开设置。系统设计流量为40L/s，火灾延续时间3h。沿室外环形消防车道，按照间距不超过120m的要求布置室外消火栓。室外消火栓管径为DN100。

室外消火栓布置按照《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）中对室外消火栓设置要求进行设计，在建筑西侧及南侧两个消防扑救面附近，分别设置两个室外消火栓。

在人防工程出入口附近，设置一个室外消火栓，且距出入口的距离为10m。

小结：根据当地自来水公司要求，室外消防用水管道和生活给水管道分开设置。

4 室内消火栓给水系统

本项目室内消火栓系统为临时高压给水系统，建筑内各层均设消火栓保护。消防泵和消防水池均设置在地下一层的消防泵房内，消防水池有效容积

不小于504m^3。设置两台消火栓泵，一用一备。在屋顶设置消防水箱间，内设消防水箱，有效容积36m^3。消火栓口设计水压最小为0.35MPa，最大为0.5MPa。室内消火栓系统压力平时由屋顶消防水箱维持。高度大于本楼最高点的消防设施。水泵接合器，室内消火栓水量30L/s，设3个DN100水泵接合器，位于室外消火栓15~40m范围内，供消防车向室内消火栓系统补水用。

小结：室内消火栓系统在设计时遇到问题，每层的布局和房间分隔不同，且二至五层大部分房间为主机房、电池室及一些综合配线机房，消火栓立管不能设置在或穿越这些房间。最后通过结构偏梁和建筑凹墙来实现消火栓立管的合理布置。

5 自动喷水灭火系统

1）各部位的危险等级、自动喷水强度和设计流量见表2。火灾延续时间为1h。系统最不利点喷头工作压力取0.07MPa。系统设计流量为50L/s，设计用水量180m^3。

表2自动喷水灭火系统设计参数

设置区域	净空高度(m)	危险等级	喷水强度(L/min·m^2)	作用面积(m^2)	设计流量(L/s)
地下车库	≤8m	中危险级II	6	160	25
主楼	≤8m	中危险级I	6	160	25
首层门厅	>8m，≤12m	高大净空场所	12	160	50

2）设置范围：除IT机房模块、电源室、资料室等部位、大于18m的空间及不能用水扑救的场所外，其余均设有自动喷淋头保护。首层门厅（门厅为高大空间）及车库采用湿式系统。主楼的公共走廊等采用预作用系统。设计考虑到楼上主机房、电池室及一些综合配线机房的安全性比较高，防止发生误喷，造成不必要的损失。故楼上走廊及公区采用预作用系统。

3）水泵接合器：设5套地下式水泵接合器，均位于室外消火栓15~40m范围内。水泵接合器处设置永久性标志铭牌，注明供水系统、供水范围、系统设计流量和额定压力等参数。

小结：自动喷水灭火系统在最初施工图设计时，考虑到屋顶的排风机房及排烟机房是分开设置，所以没有做自动喷水灭火系统。但是在后期的消防审查过程中，当地消防部门要求屋顶机房要做自动喷水灭火系统。笔者认为在以后的设计中，对于一类高层建筑屋顶的非电气机房，还是设置自动喷水灭火系统比较稳妥。

6 高压细水雾灭火系统

高压细水雾系统由高压细水雾不锈钢九柱塞立式泵组、细水雾喷头、区域控制阀组、不锈钢管道以及火灾报警控制系统等组成，且应通过国家固定灭火系统和耐火构件质量监督检验中心的检测报告、3C认证。

1）保护部位为调度生产远程呈现室、通信调度控制室、调度自动化磁介质室、通信视频会议控制室、网络安全监控室、应急调度指挥中心、水调室、柴油发电机房等。

2）设计参数：柴油发电机房持续喷雾时间20min，其余防护区持续喷雾时间30min。喷头最低工作压力不得低于10MPa，系统响应时间不大于30s，最大一个防护区面积约700m^2，系统用水量19.8m^3。

3）系统设计：开式全淹没系统。该系统由细水雾泵组、分区控制阀、喷头、不锈钢管及管件等组成。在每个保护区门口设置一个装有组合分配阀、应急操作阀及应急启泵按钮的分区控制阀箱。

4）系统控制：系统设二种控制方式，自动控制、手动控制。自动控制应在接到两个独立的火灾信号后才能启动细水雾灭火系统，手动控制装置设在防护区外便于操作的地方，同时，在消防控制中心和泵组设备间能远程和就地手动启动系统。在灭火过程完成后，系统应能立即联动相应区域的机械通风装置，对细水雾喷放区进行通风干燥，以便尽快进行修复工作。

小结：高压细水雾系统在设计时要特别注意与火灾自动报警专业对接提资内容；

1）需针对开式系统的每个保护区设置两路火灾探测器或两路不同种类的火警信号；

2）需针对开式系统的每个保护区主要出入口的内侧设置消防警铃或声光报警器，外侧设置声光报警器和喷雾指示灯；

3）针对高压细水雾泵组，在消防控制中心设置远程手动控制高压细水雾泵组启动、停止，并能接收泵组运行及泵组故障信号的装置。

4）控制每个保护区对应的（开式）区域阀组，并接收压力开关的返回信号；

5）系统启动时，联动切断带电保护对象的电源，并同时切断或关闭可燃气体、液体或粉体供应的设备和设施。

7 气体灭火系统

1）设置部位：电源室、电池室及主机房等房间，系统示意如图1。

图1 气体灭火系统示意图

2）系统型式：七氟丙烷气体灭火系统为管网式组合分配系统，51个防护区；每个房间为独立的防护区，共设置7套管网式组合分配系统。采用七氟丙烷灭火剂。设计参数：灭火设计浓度8%，设计喷放时间8s，灭火浸渍时间5min。

3）控制要求：管网式系统设有自动控制、手动控制、机械应急操作三种控制方式；有人工作或值班时，设为手动方式；无人值班时，设在自动控制方式。自动、手动控制方式的转换，在防护区内、外的灭火控制器上实现，并显示手动、自动状态。

4）安全措施：防护区围护结构（含门、窗）强度不小于1200Pa，防护区直通安全通道的门，向外开启。每个防护区均设泄压口，泄压口位于外墙上防护区净高的2/3以上。防护区入口应设声光报警器和指示灯，防护区内配置空气呼吸器。火灾扑灭后，应开窗或打开排风机将残余有害气体排出。穿过有爆炸危险和变、配电间的气体灭火管道以及预制式气体灭火装置的金属箱体，应设防静电接地。

小结：1）根据《气体灭火系统设计规范》GB50370-2005规范3.2.4.2条规定，采用管网灭火系统时，一个防护区面积不宜大于800m^2，且容积不宜大于3600m^3；目前的很多大型IT模块机房面积都较大，面积和容积都超越了规范规定的上限值，在设计气体灭火时需要将此类机房划分若干个小防护区进行设计。2）对于机房灭火系统的设置，《数据中心设计规范》GB 50174-2017已给出相关规定。数据机房可以采用高压细水雾灭火系统，但是业主基于传统气体灭火的技术应用比较成熟，对于主机房设置高压细水雾还是存在顾虑，只能在一些电气功能用房中考虑设置高压细水雾，如：调度指挥大厅、通信调度控制室及监控室等房间。3）气体灭火系统的选择，目前市场上主流的气体灭火主要是七氟丙烷气体灭火系统和IG541气体灭火系统两种，这两种的系统的选择主要基于表3所示几方面。

8 气体灭火系统灭火剂未来的发展前景

七氟丙烷这种传统的氢氟烃灭火剂由于具有明显的温室效应，已经逐步在退出气体灭火系统的市场。其目前最大的优势就是工程造价比较低。IG541是一种清洁灭火剂，对人体及环境不会造成影响，但因其系统工作压力比较高，后期维护费用及危险性比较高。且其钢瓶数量和占地面积比较大，造成前期建设方不愿意选择它。环保性能良好的全氟己酮灭火剂近两年得到了广泛的关注，全氟己酮灭火剂在国外的

表3 两种气体灭火系统的选择							
	输送距离	灭火机理	对人的影响	对设备的影响	储存压力及型式	系统的投资	钢瓶间面积
七氟丙烷灭火系统	保护距离长达150m	主要通过化学灭火伴随物理冷却	在高温下容易分解，分解产物为氢氟酸、烟气、CO，分解产物对人体会造成不良影响	产生HF，具有一定的腐蚀性	以气体形式储存在150BAR的钢瓶内。钢瓶体积较大	系统一次性投资较大后期药剂充装和维护费用较低	钢瓶间面积小
IG541灭火系统	不能超过150m	主要通过物理作用	不会对人体造成任何影响	无影响	以液态形式储存在25BAR（42BAR）压力的钢瓶内，钢瓶体积小	系统一次性设备投资小，后期系统的维护及运行费用则较高，气体的再充装价格较贵。	钢瓶间面积较大

使用有近20年的历史，它具有不导电、无残留、灭火浓度低、安全系数高等特点。随着关注度的持续升温，我国也在起草国标《全氟己酮灭火剂》的相关标准规范。相信以后会使用于一些不宜用其他灭火剂扑救和灭火后不能有大面积二次污染的场所。

9 总结

在我国大力推进“数据机房”建设的情形下，数据机房的消防设计尤为重要。结合调度指挥中心项目的消防设计，以后的消防设计过程中，应根据相关的法规和标准，再结合业主对于不同功能分区的使用需求，进行因地制宜的消防设计。

参考文献

[1]《数据中心设计规范》GB 50174-2017
[2]《气体灭火系统设计规范》GB 50370-2005
[3]《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014
[4]《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-201
[5]《建筑设计防火规范》GB50016－2014（2018版）
[6]《细水雾灭火系统技术规范》GB50898-2013
[7]《细水雾灭火装置》GA 1149-2014
[8]《细水雾灭火系统选用与安装》12SS209
[9]《气体消防系统选用、安装与建筑灭火器配置》07S207

通讯处：北京市西城区车公庄大街19号
电　话：13641349022
邮　箱：wangj@cadg.cn

（上接149页）

用已经不可能，但可以作为消防灭火系统中的一个有效的完善补充，机房模块内的推车式二氧化碳灭火装置现阶段还是在大面积的应用，但已经不作为机房整体组合分配式消防系统来考虑使用，二氧化碳气体灭火系统在机房消防灭火系统中的应用会跟随社会的进步逐渐的不再被考虑使用。

4 总结

大型数据中心采用何种消防系统特别是比较先进的技术还需要各方都有个适应和了解的过程，同时也还需要综合其他因素包括投资、项目的使用方和项目的使用背景等多种因素，相信随着社会经济的发展，新技术的出现，更经济、更安全、更合理的消防灭火系统必将大量的在数据中心中的应用，这需要我们设计人员不断的学习、总结，把最先进、最好的技术推广和普及。

参考文献

[1]《数据中心设计规范》GB50174—2017
[2]《气体灭火系统设计规范》GB50370—2005
[3]《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974—2014
[4]《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084—201
[5]《建筑设计防火规范》GB50016—2014（2018版）
[6]《细水雾灭火系统技术规范》GB50898—2013
[7]《细水雾灭火装置》GA1149—2014
[8]《超细干粉灭火剂》GA578—2005
[9]《干粉灭火装置》GA602—2013
[10]《干粉灭火系统设计规范》GB50347—2004
[11]《干粉灭火装置技术规程》CECS322：2012
[12]《细水雾灭火系统选用与安装》12SS209
[13]《气体消防系统选用、安装与建筑灭火器配置》07S207

通讯处：北京市西城区车公庄大街19号
电　话：13146673796
邮　箱：yuanjian20088@163.com


晨菲水务
CHEN FEI SHUI WU
国家级高新技术企业
★质量管理体系认证
★环境管理体系认证
★信息技术服务认证
★机电安装三级资质
★十二星级售后服务认证
引领健康饮水 建设健康中国
智慧水务整决方案体解领导者
CFG-IVE系列智泵节能供水设备
CFZG系列直饮水设备
CFST系列一体化污水处理设备
CF-PPS-Ⅱ型一体化预制泵站
CFWG系列罐式无负压供水设备
CFS系列一体化智慧泵房
CFBH系列变频恒压供水设备
CFS-Ⅰ型一体化智慧泵站
招募合伙人
招商热线：180 1762 3338（汤女士）
诚聘
研发 / 营销 / 生产 / 给排水设计
联系方式：137 6119 6644（范女士）
上海晨菲水务科技有限公司
SHANGHAI CHENFEI TECHNOLOG CO.,LTD.
致电总部400-113-0866 企业官网 www.shchenfei.cn

自动喷水灭火系统在住宅建筑中应用的探究

Research on Application of Sprinkler System in Residential Buildings

杨富斌 侯文学 高意翔

基准方中建筑设计股份有限公司

|摘　要| 通过对住宅火灾的分析，探究自动喷水灭火系统在住宅建筑中的应用。通过对作用面积、喷水强度等方面进行分析，得到较合理的系统设计流量。对自喷喷头、管材及附件的选用做出了规定，并对系统组成进行了分析，并通过举例和造价分析，充分论证了自喷喷水灭火系统在住宅建筑中应用的合理性。

|关键词| 家用喷头 危险等级 作用面积 喷水强度 喷头间距 流量系数 隔间

Abstract: Through the analysis of residential fire, this paper explores the application of automatic sprinkler system in residential buildings.Through the analysis of the action area, water spraying intensity and other aspects, a more reasonable system design flow is obtained.The selection of automatic sprinkler head, pipe material and accessories is specified, and the system composition is analyzed.Through examples and cost analysis, the rationality of the application of automatic sprinkler system in residential buildings is fully demonstrated.

Key words: domestic sprinklers; Hazard level; Area of action; Water spraying intensity; Spacing of sprinklers; discharge coefficient; cubicle

0 前言

随着国家经济的发展，住宅建筑高度不断增加，装修越来越奢华，住宅内的电气化设备越来越多。加之，中国社会提前进入老龄化时代，如何解决住宅火灾的问题？作者认为住宅建筑设置自动喷水灭火系统已迫在眉睫。然而，根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2018)8.3.3条4款之要求，仅建筑高度大于100m的住宅建筑需要设置自喷喷水灭火系统，对于建筑高度不大于100m的住宅建筑，自喷系统如何设置？喷水强度、作用面积、作用时间等如何选取？规范没有给出依据，本文就针对上述问题，提出解决办法。

1 家用喷头

家用喷头是安装在家庭和其他类似居住空间内的喷头，在预定的温度范围内自行启动，按设计的洒水形式和流量喷水到设计区域内的一种快速响应喷头。家用喷头是住宅自喷系统的主要部件，家用喷头在国外已有30多年的研究和应用，中国也在2009年6月1日颁布了《自动喷水灭火系统 第15部分：家用喷头》（GB 5135.15-2008）的国家标准。家用喷头的响应时间系数（RTI）不应大于50（m・s）$^{0.5}$，且传导系数（C）不应大于1.0（m/s）$^{0.5}$。家用喷头不同于普通喷头，其要求喷湿墙体部位距吊顶的距离不应大于711mm，高于《自动喷水灭火系统设计规范》（以下简称“喷规”）7.1.5条要求：距溅水盘1.2m高度以下的墙面要求。家用喷头可以根据安装位置选用下垂型、直立型、边墙型。由于住宅建筑中往往有一些宽度较小的走道，面积较小的门厅、储藏室等，家用喷头的流量系数K建议有如下型号：K=30、40、50、60、70、80六种。厨房、阳光房等场所建议采用动作温度为79℃的喷头；客厅、餐厅、厨房等场所建议采用动作温度为68℃的喷头。

2 系统设计参数

1）作用面积和喷水强度：参考美国《四层及四层以下住宅喷淋系统安装标准》（NFPA13R）和《喷淋系统安装标准》（NFPA13），四层及四层以下的住宅的作用面积建议为最大一个隔间，最多为4个喷

头，喷水强度取2L/min·m^2；五层及五层以上的住宅的作用面积建议为家庭中最大的一个隔间，最多为4个喷头，喷水强度取4L/min·m^2。

隔间的定义：一个独立的储烟空间。实体墙围合的卧室、阳台等是一个隔间，有高度不小于203mm的横梁、门楣、挡烟垂壁等分割开的空间，也算独立隔间。如餐厅和客厅之间结构设有一道400的梁，客厅和餐厅装修时，人为的分成两个空间，则餐厅和客厅算作两个独立隔间。

2）持续喷水时间不应低于0.5h。

3 喷头的布置

根据近年来住宅火灾调查数据，火灾发生次数最多的是厨房，其次是卧室、起居室，这3个部位占总火灾次数的83%。伤亡人数最多的住宅部位是起居室，其次是卧室、厨房，这3个部位占总死亡人数的78.8%。因此住宅自动喷水灭火系统设计应以起居室、卧室和厨房为主要考虑对象。大于5m^{2}的卫生间应布置喷头，小于5m^{2}的卫生间，如卫生间内设有淋浴，可不考虑布置喷头。考虑火灾时，大火会沿窗口上穿，所有外窗处建议布置喷头。

喷头间距按照如下公式计算：$L=\sqrt{\frac{K}{Q}\sqrt{10P}}$ （1）

式中L——喷头之间间距，m；

K——喷头流量系数；

Q——喷水强度，L/min·m^2；

P——喷头的工作压力，MPa。

家用喷头与端墙的最大距离取公式（1）的1/2，最小距离也不能小于102mm，相邻喷头的最大距离不能大于公式（1）的计算值，最小间距不宜小于1.8m，以防止喷头之间相互冷却，延长相邻喷头的开启时间。

按上式进行计算，某18层住宅，走道选用K30吊顶型喷头，喷水强度为4L/min·m^2，喷头工作压力取0.10MPa，则喷头之间距离$L=\sqrt{\frac{30}{4}\sqrt{10\times0.1}}$=2.74m；如客厅选用$K$80吊顶型喷头，则喷头之间距离$L=\sqrt{\frac{80}{4}\sqrt{10\times0.1}}$=4.47m。

由于家用喷头灭火时需要快速动作，喷头与连续障碍物之间的距离可根据《喷规》7.2节要求设置。喷头与不连续障碍物之间也应该保持一个最小的距离，可参照表1。

表1 动作温度68℃和动作温度79℃家用喷头与障碍物的最小距离

障碍物	动作温度68°C喷头与障碍物的最小距离(mm)	动作温度79°C喷头与障碍物的最小距离(mm)
灯具0-250W	152	76
灯具250-499W	305	152
热水器	152	76
热气热水器排烟管	457	229
户式吊顶空调旁边	607	305
抽油烟机	457	229

4 系统形式

1）4层及4层以下的住宅自喷系统，由于设计流量小，在市政压力能够满足最不利卫生器具及家用喷头的设计压力的情况下，可以从生活给水引入管上接出，生活引入管流量应大于住户生活设计秒流量的70%和自喷系统设计流量之和，但注意自喷系统配水管上应设置倒流防止器。自喷系统室外可不设置水泵接合器。

2）4层以上的住宅，自喷系统可以和消火栓系统合用消防水泵，供水主管网可以和消火栓系统合并设置，并可以和消火栓系统共用消防水泵接合器。

3）多层住宅和二类高层住宅可以不设置报警阀组，配水管可与室内消火栓管道连接，但配水管的入口处应设过滤器和带有锁定装置的控制阀。一类高层住宅，应设置报警阀，在报警阀前和消火栓系统分开，水流指示器和信号阀每层设置一组。

住宅自喷系统设计流量小，如按6L/s计算，火灾延续时间30min，消防总用水量为10.8m^3，加之，住宅自喷喷头要求供水压力小，0.05MPa较容易满足，可采用常高压消防给水系统。此系统可不设置报警阀组，利用水箱出水管上的流量开关报警，或利用高位消防水箱内设置的液位传感仪报警。

住宅自喷系统由于火灾危险性小，考虑施工速

度快，安装美观等因素，建议采用卡槽式连接的涂覆钢管或者粘接连接式氯化聚氯乙烯（PVC-C）管材和管件。

5 应用举例及造价分析

某一类高层住宅，建筑高度75m，下面以一个户型（建筑面积130m^2）为例，进行自喷系统的计算及造价分析（见图1）。

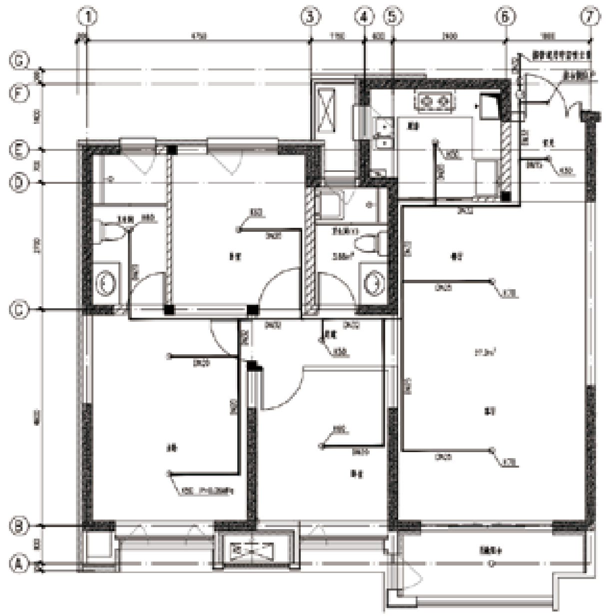


图1 示例户型图

住户内共设置有10支家用喷头。图中卫生间（1）由于建筑面积小于5m^2，故未布置自喷，配管总管管径DN32，户外设置水流指示器和信号阀一套（和本层其他用户共用）。

1）系统计算：作用面积按户内最大房间考虑，取餐厅和客厅的面积，共计27.2m^2，不累加走道和门厅处面积，喷水强度取4L/min·m^2。

设计流量$q = 2\times1.1\times70\div60\sqrt{10\times0.06}=1.99\text{L/s}$，引入管管径取DN32，设计流速$V$=2.11m/s。

验算喷水强度：1.99×60÷27.2=4.34L/min·m^2＞4L/min·m^2，设计合理。

2）造价分析（见表2）

总计2466.1元，对于130m^{2}的住宅，建安费用增加18.97元/m^2，建安费用如果按照3500元/m^{2}估算，由于设置住宅自喷系统而增加的比例仅为5.42‰。

表2 住宅自喷造价分析

编号	项目	数量	单位	单价(元)	造价(元)
1	K70吊顶型喷头	2	个	35	70
2	K60吊顶型喷头	3	个	28	84
3	K50吊顶型喷头	4	个	25	100
4	K30吊顶型喷头	1	个	23	23
5	DN32型PVC-C管道	26.6(包含户外15)	m	31.1	827.26
6	DN25型PVC-C管道	6.8	m	29.1	197.88
7	DN20型PVC-C管道	18.4	m	18.9	347.76
8	DN15型PVC-C管道	0.6	m	15	9
9	DN32丝扣型水流指示器	1	个	105	105
10	DN32丝扣型信号闸阀	1	个	128	128
11	安装费用	1	人	350	350
12	其他	按上述费用总计的10%考虑	224.2		
13	合计				2466.1

6 结论及思考

本文通过对住宅火灾的分析，明确了住宅自喷系统的作用面积按照一个隔间计算，最多计算4个喷头，4层及4层以下的住宅建筑喷水强度取2L/min·m^2，自喷系统建议和生活给水系统合用；4层以上的住宅喷水强度取4L/min·m^2，自喷系统可以和消火栓系统合用，一类高层住宅建议设置独立系统。自喷系统建议采用常高压消防给水系统。通过对住宅自喷系统的造价分析，建安费用增加量很少，所以，住宅自动灭火系统有很高的推广价值。

参考文献

[1]GB50974-2014消防给水及消火栓系统技术规范[S]

[2]GB50084-2017自动喷水灭火系统设计规范[S]

[3]NFPA13R四层及四层以下住宅喷淋系统安装标准[S]

[4]NFPA13喷淋系统安装标准[S]

[5]张勤，戴淑萍.自动喷水灭火技术在住宅内的应用[S]

[6]张明华，赵树雷，高羽飞，等.浅谈住宅自动喷水灭火系统的设置[S]

[7]GB5135.17-2011自动灭火灭火系统第15部分:家用喷头[S]

[8]马恒，黄晓家，曾杰，等.自动喷水灭火系统设计手册[S]

通讯处：中国·西安市曲江创意谷

电　话：13572050430　　邮　箱：3624382@qq.com

复杂高大净空区域自动灭火系统设计要点简述

李玉卿
上海联创设计集团股份有限公司

【摘 要】 随着人们对建筑美学的不断追求，高大净空区域成为各类建筑的设计特点。例如各类展示中心、戏剧院、商业综合体、医院、写字楼等建筑，常常在建筑内部设置入口中庭、展示空间等高大净空区域。这些空间往往都有造型各异、空间广、净高大等特点。然而，这些特殊的区域也给自动灭火系统的设计带来了挑战。为确保高大净空区域的消防安全，必须设计出合适的自动灭火系统。本文旨在从以下几个方面探讨如何设计高大净空区域的自动灭火系统。

【关键词】 高大净空区域 自动灭火 喷射型自动射流灭火系统

0 前言

在多年的工程实践中发现，多数设置高大空间场所的建筑，往往符合需要设置自动喷水灭火系统建筑的特征。通常，我们会优先按照设置自动喷淋来满足这一消防需求。然而在有些案例中，我们会遇到净空高度超过18m，或者净空高度虽然在12m以下，但是设置了譬如玻璃采光顶等既有采光需求、又有美学需求的顶面。此时，大部分情况下我们会选择采用自动跟踪定位射流灭火系统替代自喷系统，其中以喷射型系统的应用最为广泛。

自动跟踪定位射流灭火系统是利用探测系统对火灾进行自动探测并持续跟踪定位，运用自控方式喷射水流灭火的水灭火系统。绝大部分喷射型系统中，单台设备都深度整合了探测装置和喷射装置。每台设备影像探测系统的探测范围能完美覆盖自身射流半径。除此之外，许多设备还会集成红外探测、紫外线探测等探测定位手段，加强火源的探测和定位效率。正是这种集成式的产品结构保证了每台设备的最大保护半径均在自身的探测范围之内，同时也极大地简化了设计人员对设备点位布置。

喷射型自动跟踪定位射流灭火系统在工程设计中的应用不胜枚举。然而，在广泛应用的同时，我们遇到了许多实操性的难题。许多建筑的高大净空区域为了满足造型及美学上的需求，在具备大和高的特点的基础上，更是出现了空间层次的变化，例如地面标高的变化，顶面标高的变化，中空区域穿插架空廊道等。那么，在此类情况下，喷射型自动射流灭火系统务必要秉承保护范围力求完整覆盖，设备点位布置经济合理，系统形式简洁明了的原则进行设计。以下针对复杂高大净空区域喷射型自动跟踪定位射流灭火系统的设计关键点进行简要说明。

1 确定设计流量和设计总用水量

高大净空区域面积大，因此需要确定灭火系统所需的总用水量和流量。在设计过程中，要考虑到灭火系统所使用的水源和水源压力，以确保系统正常运行。在《自动跟踪定位射流灭火系统技术标准》中，对喷射型系统的单台设备的流量有以下规定：

1）设置在轻危险级场所时，每台设备流量≥5L/s；

2）设置在中危险级场所时，每台设备流量≥10L/s；

3）系统设计流量为设计同时开启设备的流量叠加计算；

4）同时开启的设备数量应按2台确定，且火灾时最为普遍的自动控制状态下的产品逻辑必须按最多2台自动开启射流灭火（强制性条文）。

5）射流系统的设计持续喷水时间≥1h。

结合上述规范要求，喷射型系统在轻危险级场所应用时，系统设计流量为10L/s，总设计用水量为36m^3；在中危险级场所应用时，系统设计流量为20L/s，总设计用水量为72m^3。

实际工程案例中，中庭等高大净空场所的防火分区往往和首层其他区域、其他贯通楼层的中庭回廊等设置自动喷淋系统的区域划分为同一防火分区，两个自动灭火系统就存在同时运行的可能性。因此，计算消防用水量时，需考虑消防用水量是否需要叠加。若两个系统同时工作，应按同时开启的射流装置和自喷喷头数量的总用水量叠加计算，当自喷系统和射流灭火系统合用消防泵组时，消防泵组的设计流量也应按上述原则叠加计算。反之，满足较大一个系统的用水量即可。

2 确定设计压力和保护半径

在高大净空区域的自动灭火系统设计中，压力和保护半径是非常重要的参数。设计压力应该能够满足喷射型自动射流灭火系统的工作要求，同时要保证保护半径能够覆盖到整个高大净空区域。

在《自动跟踪定位射流灭火系统技术标准》中，对喷射型系统的单台设备的额定工作压力规定了其上限值为0.80MPa，以额定流量为10L/s的产品为例，在0.80MPa工作压力下，最大保护半径为28m。在咨询了众多设备厂商后发现，大部分产品的额定工作压力均设定在0.60MPa，这一压力值与较早时间颁布的《大空间智能型注定喷水灭火系统技术规程》中的要求相一致。那么，新规中0.80MPa的规定是否与老规有所出入？其实不然，新规中0.80MPa规定的是产品的工作压力上限，既是对整个系统和产品的一种保护，也允许了许多技术先进、质量过硬的设备在更高的压力下工作，以达到更好的灭火救灾效果。

如图1所示，在《自动跟踪定位射流灭火系统选用与安装》图集中，曲线2为最大工作压力为1.0MPa，额定流量为10L/s的射流灭火装置的压力——射流半径曲线图，其性能均大于规范中的上限值，设计时应

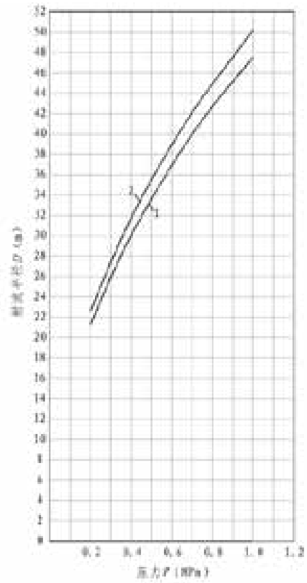


图1 喷射型自动射流灭火装置压力——射流半径曲线图

根据具体项目分析，结合系统的服务范围和空间的复杂程度选择相应工作压力的产品。在服务范围大，内部空间较为规整，遮挡物较少的情况下，推荐选用额定工作压力较大的产品。充分发挥单台设备的保护半径，减少设备的布置数量，降低管网长度，使系统具备更好的经济性。反之，在服务范围并不大，但内部空间造型复杂，存在较多遮挡条件的情况下，系统对单台产品的保护半径要求较低，可选用额定工作压力较小的产品，适度增加设备的数量，既让设备点位的布置更加灵活，又保证系统服务范围内无死角。

3 设备安装高度是设计的重要考虑因素

由于高大净空区域的高度较高，喷射型自动射流灭火系统的设备也需要相应的安装高度。在设计时，应该根据高度和灭火设备的特点进行合理的安装高度选择。《自动跟踪定位射流灭火系统技术标准》对喷射型系统的最低和最高安装高度均有明确规定，以额定流量10L/s的产品为例，其范围为8~25m，但在实际工程案例中，特别是本文强调的复杂高大净空区域，常常存在不满足最低安装高度要求的情况。

本文结合实际案例予以说明。在长春某地，一个三层商业建筑局部两层。其三层屋顶相对标高为16.7m，局部两层屋顶相对高度为11.30m。建筑中央

设置高大净空空间的区域为两层贯通至屋顶，屋顶为圆拱形玻璃采光顶，无论从美学角度还是管道安装可行性角度，本项目采光顶区域均无法安装自动喷水灭火系统。唯一可行的方案就是采用自动跟踪定位射流灭火系统对喷淋系统进行替代。此区域的空间净高局部在8~12m之间，局部超过12m，火灾类别为A类，从表面上看，满足了《自动跟踪定位射流灭火系统技术标准》中可以应用喷射型系统的条件。但在中庭区域的二层，有部分楼板突出到中庭区域形成类似观景台的空间在玻璃拱顶的正下方，连接有一条2m宽的廊道穿越拱顶而过。二层楼面的标高为5.9m。如何保护这个突出的观景台和穿插廊道，成为了喷射型系统设计的难点。假设喷射型系统的设备布置在玻璃拱顶外侧，中庭环廊的吊顶下方，其安装标高大致在10.50m，保护首层地面区域自然是满足规范要求的，但是，如果要保护二层的观景台及中央穿插廊道，其相对二层楼面的净高只有4.6m，从规范角度，是不被允许的。然而，玻璃拱顶区域无法安装自动喷淋管网及喷头，那么，合理的解决办法依然是选用喷射型系统。此时，我们应当充分考虑安装高度对保护半径的影响，对保护半径进行折减。

假定在安装高度8m时，设备达到最大保护半径28m时的射流倾角为α，如果保持射流倾角为α不变，当安装高度为4.6m时，射流水平距离应该是16m。

实际上，合格产品的射流垂直回转角度为俯角90°到仰角30°（可调），水平回转角度为0~360°（可调），手动情况下共计垂直方向120°，自动控制情况下为俯角90°内自动追踪喷射，最大可达到平射。由此可推断，当安装高度低于8m时，因为喷射高度降低，喷射距离缩减，喷射角度可调整至大于α，仍可对地面火源进行有效扑灭。当有产品可靠数据时，可按产品参数设定此时的最大保护半径，当产品数据对这种情况无研究数据时，可仍按射流倾角为α时的射流数据为准，以本项目为例，当安装高度为4.6m时，设备的最大保护半径按16m取值，应当是安全可靠的。

4 设备点位的布置

考虑到高大净空区域的特殊性，设备的点位应该能够满足整个区域的消防需求，同时避免遮挡、空气流动等因素的影响，确保灭火系统的正常工作。在上述的工程案例中，在中庭首层和射流装置中间有二层穿插廊道的存在，在射流装置布置时，应充分考虑廊道所造成的盲区对设备点位布置的影响。应特别注意，因射流角度等原因，廊道正下方往往不是某一设备的射流盲区。相对于单一射流装置，当设定一个射流方向x后，在其90°俯角的喷射范围内与廊道远相交部分假设为角度a至角度b，那么按这两个角度喷射的射流到达地面时，两个射流落点之间的区域即为射流方向x对应的射流盲区。当二层廊道影响的射流方向x为某一个水平角度范围，此时连续变化的x对应的每一个射流盲区的归集，即集合为这个射流装置对应的完整盲区。系统各设备点位布置时应分析所有可能存在的盲区，在合适的位置增加点位将其覆盖。

5 系统的自动控制逻辑

自动控制逻辑需要考虑到灭火系统的各个部件之间的协调和联动，以及根据实际情况自动启动和停止系统。在复杂的高大净空区域，往往布置了较多的设备点位，在探测时存在多点设备同时探测到火源的情况。设计时，首先，我们要按规范明确可以多点扫描定位，但最多两台自动开启射流；其次，火灾瞬息万变，在灭火过程中，火源可能蔓延迁移导致射流被障碍物遮挡，控制逻辑中应明确，开启的射流装置可进行切换，让位置更加有利的射流装置替换被遮挡的设备，参与到灭火当中。

综上所述，设计复杂高大净空区域自动灭火系统需要综合考虑流量、压力、保护半径、设备安装高度和点位布置以及自动控制逻辑等因素。只有在这些方面做好设计，才能确保高大净空区域的消防安全。

（下转168页）


east
智领未来
·INTELLIGENCE·
品质成就价值 创新成就未来
Quality achievement value
Innovation achievement in the future
东方智慧水务云平台
上海东方泵业(集团)有限公司
SHANGHAI EAST PUMP (GROUP) CO.,LTD.
上海宝山区富联路1588号 No.1588,Fulian Road,Baoshan District,Shanghai,China 邮编/Zip cod：201906
总机 / Telephone Exchange : +86 21-3371 8888 销售热线 / Sales Tel : +86 21-5602 2222 传真 / Fax : +86 21-5602 5566
客服热线 / Customer Service Hotline : 400 1666 099 http://www.eastpump.com 电邮 / E-mail : eastpump@163.net

Sanlovalve
上龙供水
领先科技 中国智造
国家行业标准制定单位
倒流防止器 减压阀 排气阀
全方位解决供水问题
D371型涡轮蝶阀
Z45X型软密封闸阀
GL41H型Y型过滤器
排气阀
Y43X型比例式减压阀
YS743X型直流式可调减压阀
YS713X型支管可调减压阀
过滤器
电子样册请扫描二维码
上海上龙供水设备有限公司
上海上龙阀门厂有限公司
中国 上海市长寿路1076号803-806
电话：021-62579677 62579688
工厂地址：上海临港自贸区平港路333号
www.sanlovalve.com

商业综合体中庭采用单轨防火卷帘加防护冷却系统进行防火分隔的探讨

解秀芳
南京金宸建筑设计有限公司

摘　要 商业综合体中采用单轨防火卷帘，需采取防护冷却系统保护，系统独立设置水泵接合器、湿式报警阀、消防水泵、水流指示器及末端试水装置。商业中庭卷帘的一侧商业设有自动喷水灭火系统，卷帘的中庭一侧因净空高度等原因设置自动跟踪定位射流灭火系统，卷帘的防护冷却系统的计算长度计算长度按不小于作用面积的长边长度取值。

关键词 防护冷却系统 单轨防火卷帘 系统的设计流量 计算长度 消防用水量

1 引言

中庭与商业店铺间设置防火卷帘，常规的双轨卷帘占据的空间较大，视觉效果不佳。现在的商业综合体中推荐采用单轨防火卷帘，根据《建筑设计防火规范》6.5.3条的规定，防火卷帘的耐火极限不符合要求时，设置自动喷水灭火系统保护。自动喷水灭火系统的设计应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084的规定，但火灾延续时间不应小于该防火卷帘的耐火极限，其耐火极限不应低于3h。中庭单轨防火卷帘、双轨防火卷帘分析和对比见表1，实例见图1。


a. 双轨


b. 单轨

图1 防火卷帘实例

2 防护冷却系统计算

商业综合体中庭采用单轨防火卷帘加防护冷却系统进行防火分隔，依据《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084系统应独立设置，火灾时防护冷却泵直接从消防水池里取水，供卷帘用水。防护冷却系统的启泵方式由湿式报警阀压力开关及屋顶水箱出水管上的流量开关控制启动。平时管网压力由屋顶消防水箱及稳压泵维持。且满足喷头的喷头设置高度不应超过8m，喷头设置高度4m时，喷水强度为0.5L/（s·m），折算成均布卷帘的平均喷水流量为7.5L/（min·m^2），可以形成水膜有效保护卷帘不受火灾损害。随着喷水高度提高，卷帘的平均喷水强度下降，防护冷却系统的喷水能力有所下降。故喷水高度提高1m，喷水强度也相应增加0.1L/（s·m）。卷帘配套消防水供水压力不小于0.10MPa。系统的设计流量应按计算长度内喷头同时喷水的总流量确定。

设计参数：按喷头设置高度最高为4.2m，喷水强度为0.6L/（s·m），火灾延续时间3h。计算长度

表1 中庭单轨防火卷帘、双轨防火卷帘分析和对比

消防模型	处理措施	合规及落地性	效果差异
双轨防火卷帘	常规做法	实际案例非常多，双轨防火卷帘自身能够达到规范要求，无任何风险。	中庭洞口周边防火卷帘柱尺寸较大，装饰完成一般直径在800～1000左右，对中庭空间视线遮挡明显。
单轨防火卷帘	单轨防火卷帘需采取防护冷却系统保护，该模式需增设防护冷却系统消防泵组及相应消防水量。	实际案例较少。	中庭洞口周边防火卷帘柱尺寸较小，装饰完成一般直径在400～600左右，对中庭空间视线遮挡较小。

<table>
<tr><th colspan="7">表2 防护冷却系统计算长度的规范要求</th></tr>
<tr><td>序号</td><td>标准名称</td><td colspan="5">要求内容</td></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="10">《自动喷水灭火系统设计规范》
GB50084-2017</td><td colspan="5">9.1.4 保护防火卷帘、防火玻璃墙等防火分隔设施的防护冷却系统，系统的设计流量应按计算长度内喷头同时喷水的总流量确定。计算长度应符合下列要求：
1 当设置场所设有自动喷水灭火系统时，计算长度不应小于本规范第9.1.2条确定的长边长度；
2 当设置场所未设置自动喷水灭火系统时，计算长度不应小于任意一个防火分区内所有需保护的防火分隔设施总长度之和。</td></tr>
<tr><td rowspan="9">2</td><td colspan="5">9.1.2 水力计算选定的最不利点处作用面积宜为矩形，其长边应平行于配水支管，其长度不宜小于作用面积平方根的1.2倍。</td></tr>
<tr><td colspan="5">表5.0.1民用建筑和厂房采用湿式系统的统计基本参数</td></tr>
<tr><td colspan="2">火灾危险等级</td><td>最大净空高度h(m)</td><td>喷水强度[L/(min·m^2)]</td><td>作用面积(m^2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">轻危险级</td><td rowspan="5">h≤8</td><td>4</td><td rowspan="3">160</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中危险级</td><td>Ⅰ级</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Ⅱ级</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">严重
危险级</td><td>Ⅰ级</td><td>12</td><td rowspan="2">260</td></tr>
<tr><td>Ⅱ级</td><td>16</td></tr>
<tr><td colspan="5">注：系统最不利点处洒水喷头的工作压力不应低于0.05MPa</td></tr>
</table>

有两种取值，详表2规范要求。

两种计算长度，防护冷却系统设计水量差异较大。以南京华润三山街项目为例，计算如下：

2.1 计算长度

计算长度按不小于任意一个防火分区内所有需保护的防火分隔设施总长度之和（中庭未设置自动喷水灭火系统）

平面图（见图2）：

图2 平面图

长度选二层防火分区（2F-1）中庭周长最长的防火卷帘，取150m。

系统设计流量Q=1.3×0.6×150=117L/s，取120L/s。

消防水量V=120×3.6×3=1296m^3

消防水池剖面图（见图3）：

消防水池需增加1296m^3，层高6m，面积需扩大498m^2（有效水深2.60m），消防水池增加很大，需折损地下其他停车或商业面积，工程造价增加太多，排水量过大，具体实施性可能性较小。

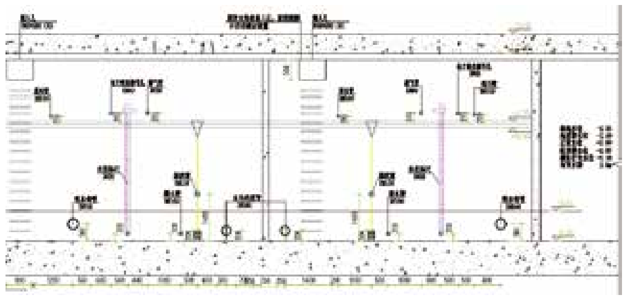


图3 消防水池剖面图

2.2 计算长度

计算长度按不小于作用面积的长边长度（中庭设置自动喷水灭火系统）

商业按中危二级，作用面积160m^2，计算长度=1.2×(160)0.5=15.2m（具体可根据配水管布置适当调整），取>16m。

系统设计流量Q=1.3×0.6×16=13L/s，宜取≥20L/s

消防水量V=20×3.6×3=216m^3。

消防水池需增加216m^3，层高6m，面积扩大83m^2（有效水深2.60m），可行性较大，建议采用。

3 中庭卷帘的防护冷却系统

根据上述计算，计算长度按不小于任意一个防火分区内所有需保护的防火分隔设施总长度之和，系统设计流量过大，消防水池增加容量太大，可实施性小。故按不小于作用面积的长边长度，但需满足中庭

设置自动喷水灭火系统的先决条件。

而商业中庭设置的防火卷帘，卷帘的商业一侧设有自动喷水灭火系统，卷帘的中庭一侧因净空高度大于18m或净空高度大于8m且不大于18m，难以设置自动喷水灭火系统的高大空间，比如建筑顶棚采用膜结构或玻璃等采光材料的部位，因影响美观，此中庭一般采用自动跟踪定位射流灭火系统进行保护，虽然它不同于自动喷水灭火系统。

但笔者认为，商业综合体中庭有如下措施，增加了中庭的安全性。

3.1 自动跟踪定位射流灭火系统

中庭采用自动跟踪定位射流灭火系统保护，虽然不同于自动喷水灭火系统。对于中庭设置自动喷水灭火系统不能有效发挥早期响应和灭火作用的场所，采用与火灾探测器联动自动跟踪定位射流灭火系统比快速响应喷头更能及时扑救早期火灾。据《自动跟踪定位射流灭火系统技术标准》，喷射系统可以适用于商业综合体中危险级场所，且规范要求至少2台灭火装置的射流能到达被保护区域的任一部位。两股水柱灭火效率更高、更可靠。标准4.2.3规定了单台灭火装置的流量不应小于10L/s，提高系统灭火的可靠性。规范要求设置独立的消防水泵和供水管网也是比较容易实现。新标准4.4.1条要求每组灭火装置之前的供水管路布置成环状管网，都是保证自动跟踪定位射流灭火系统的供水可靠性。且在商业中庭内的每部自动扶梯的底部设置自动喷水灭火系统。

喷射型自动射流灭火系统原理图（见图4）：

3.2 中庭无可燃物

3.2.1 当防火卷帘设置在商铺门口或中庭洞口，中庭设置为一个防火分区，中庭部分与周围连通空间采用防火分隔，两侧商铺和中庭不属于同一个防火分区，中庭区域单独疏散。建筑防火设计规范5.3.2条明确中庭不应设置可燃物，在关于加强超大城市综合体消防安全工作的指导意见113号消防文件第八条也强调中庭不能设置店铺摊位、游乐设施及堆放可燃物，参见表3。实际在审图过程中审图专家也会要求不能设置经营点位。

由此，中庭仅作为交通空间，中庭无火灾风险区域，仅考虑人员疏散。参照2022年10月新出的《江苏省建设工程消防设计审查验收常见技术难点问题解答 2.0》2.4.17条，详见表4，商业中庭卷帘的一侧商业设有自动喷水灭火系统，卷帘的中庭一侧无可燃物，且因净空高度原因设置自动跟踪定位射流灭火系统，卷帘的防护冷却系统的计算长度执行不应小于《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084-2017第9.1.2 条规定的长边长度。

3.3.2 如中庭首层无防火分隔措施，和商铺等功能房间划分为同一个防火分区，中庭周围空间的火灾和烟气通过中庭迅速蔓延，中庭不再是相对安全区

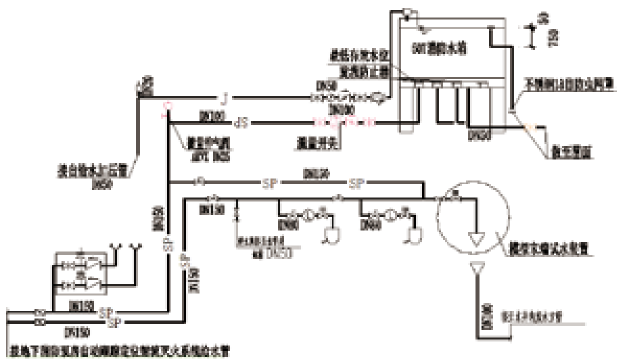


图4 喷射型自动射流灭火系统原理图

表3 中庭的规范要求

序号	标准名称	要求内容
1	《建筑设计防火规范》 GB50016-2014（2018年版）	5.3.2 建筑内设置中庭时，其防火分区的建筑面积应按上、下层相连通的建筑面积叠加计算；当叠加计算后的建筑面积大于本规范第5.3.1条的规定时，应符合下列规定: 1 与周围连通空间应进行防火分隔：采用防火卷帘时，其耐火极限不应低于3.00h，并应符合本规范第6.5.3条的规定 4 中庭内不应布置可燃物。
2	《关于加强超大城市综合体消防安全工作的指导意见》(公消〔2016〕113 号)	(八)督促落实重点管控措施。超大城市综合体内各区域管理部门，必须与消防控制室建立畅通的信息联系，确保一旦发生火警，能够及时确认、处置和组织疏散。有顶棚的步行街、中庭应仅供人员通行，严禁设置店铺摊位、游乐设施及堆放可燃物，灭火救援窗严禁被遮挡，标识应明显。

表4 防护冷却系统保护中庭防火卷帘的江苏省解答		
序号	标准名称	要求内容
1	《江苏省建设工程消防设计审查验收常见技术难点问题解答 2.0》（2022年10月）	2.4.17《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084-2017 第 9.1.4 条文解释中“常规的自动喷水灭火系统”是否包含“自动跟踪定位射流灭火系统”？某商业中庭的防火卷帘需设置自动喷水防护冷却系统保护，卷帘的商业一侧设有自动喷水灭火系统，卷帘的中庭一侧因净空高度原因设置自动跟踪定位射流灭火系统，卷帘的防护冷却系统的计算长度是否可执行不应小于《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084-2017 第 9.1.2 条规定的长边长度？ 答： 1)《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084-2017 第 9.1.4 条文说明中“常规的自动喷水灭火系统”不包含“自动跟踪定位射流灭火系统”。 2) 上述项目商业中庭无可燃物，防火卷帘在中庭一侧可不设自动喷水灭火防护冷却系统保护；在商业一侧应设置防护冷却。商业一侧设有自动喷水灭火系统，防护冷却系统的计算长度，执行不应小于《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084-2017第 9.1.2 条规定的长边长度。

域，所以中庭与其他楼层区域都应满足不同防火分区的分隔要求，比如：应采用3h防火墙或防火卷帘等分隔措施。考虑首层的特殊性，为满足安全疏散要求，可采用防火卷帘将首层商铺区域与中庭进行分隔，提高中庭安全性。

4 结论

综上所述，大型商业综合体中庭采用单轨防火卷帘加防护冷却系统，如能满足上述3.2的条件，无论中庭采用自动喷水灭火系统或自动跟踪定位射流灭火系统，均可按《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084第9.1.4.1条的规定，系统的设计流量按计算长度内喷头同时喷水的总流量确定，计算长度可按不小于作用面积平方根的1.2倍。

参考文献

消防给水及消火栓系统技术规范GB50974-2014，中华人民共和国住房和城乡建设部.

建筑设计防火规范GB50016-2014（2018年版），中华人民共和国住房和城乡建设部.

自动喷水灭火系统设计规范GB50084－2017，中华人民共和国住房和城乡建设部.

自动喷水灭火系统设计19S910，中国建筑标准设计研究院

自动喷水灭火设施安装20S206，中国建筑标准设计研究院

Author & profile • 作者简介

姓 名：解秀芳
性 别：女
注册公用设备工程师（给水排水）

通讯处：江苏省南京市建邺区兴隆街道梦都大街150号建筑师工社407
电 话：15150582933
邮 箱：23109751@qq.com

（上接162页）

6 结语

自动跟踪定位射流灭火系统作为高度自动化又兼备手动操作的灭火系统，兼具了一些消火栓系统和喷淋系统的优点。本文以长春某工程为例，对于其内部的复杂高大净空区域如圆拱形玻璃采光顶造型、空间大、净高高、造型多变、中间穿插多样化元素如廊道、观景台等，阐述了喷射型系统设计时的一些技术要点。而其系统的设计远不止本文所阐述的内容。除此之外，设计时应结合实际项目，考虑如何做到既兼顾设备最大保护半径、射流半径、监控半径的完美结合，又能让设备通过射流出口半径及出口流速达到更好水流状态切换而起到更好的灭火效果。同时统筹设计设备射流的反冲力对于结构的影响、用电位置及控制方式等。本文在一定程度上对这一应用领域的难点进行了探索和思考，希望能为广大设计师提供一些帮助。

参考文献

[1]《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084-2017)

[2]《大空间智能型主动喷水灭火系统技术规程》(CECS263：2009)

[3]《自动跟踪定位射流灭火系统技术标准》(GB 51427-2021)

[4]《自动跟踪定位射流灭火系统》(GB 25204-2010)

[5]《自动跟踪定位射流灭火系统选用与安装》(22S212)

通讯处：上海市杨浦区控江路1500弄1-10号主楼2楼
电 话：19962699634

上海冠龙阀门节能设备股份有限公司

产品技术先进
Advanced product technology

密封性能可靠
Reliable sealing performance

操作轻快
Brisk operation

维护简单便利
Simple and convenient maintenance

使用寿命长
long lasting

广泛好评
Widely acclaimed

公司简介

上海冠龙阀门节能设备股份有限公司成立于1991年，是国内一家著名的以研发制造给排水阀门、工业阀门及其自动控制系统和环保设备的港澳台投资企业。2022年4月，公司在创业板成功上市（股票代码：301151）。

冠龙节能主要从事节水阀门的研发、设计、生产和销售，主要产品包括蝶阀、闸阀、控制阀、止回阀等阀门产品及其他配套产品，主要应用于城镇给排水、水利和工业等下游领域，并出口至美国、德国、英国、澳大利亚、日本、南非、巴西等国家。

目前，公司已有员工800余人，拥有国家专利百余件，各项经济指标自2004年不断提高！

地址：上海市嘉定区安亭镇联星路88号 邮编：201804
电话：021-59129279 传真：021-59121265
售后服务热线：4008891619
网址：http://www.karon-valve.com

华东办事处地址：
上海市普陀区金沙江路2009弄2号803室
邮编：200333
电话：021-51019101 传真：021-51019102

华南办事处地址：
广州林和中路138号天誉花园二期D栋1601室
邮编：510180
电话：020-38852332 传真：020-38852819

华北办事处地址：
北京市朝阳区曙光里66号院远洋新干线A座1209室
邮编：100027
电话：010-84004868 传真：010-84004825

LEO利欧泵业
证券代码 002131
400-711-3699
5亿全球用户信任之选
500,000,000+ 全球用户信任之选
15000+ 全球销售服务网点
1200+ 国内销售服务商
国家级 高新技术企业
国家认定 企业技术中心
博士后 科研工作站
两家CNAS 认证测试中心
AAA级 守合同 重信用企业
给水排水
石化军工
应用领域
水利水务
园林机械
能源冶金
空调暖通
节能环保
利欧集团泵业有限公司
浙江省杭州市钱塘区23号大街505号
利欧公众号
电子样册

大分子生物医药生产车间、危险品库火灾危险性及消防技术要点浅析

杨乐
北京诺诚健华医药科技有限公司

【摘　要】基于大分子生物医药生产车间的使用要求及功能分布特点，阐述了生产车间、危险品库内存在的主要可燃物及其类别、可能发生的火灾及其危险性种类，并总结了消防技术应对办法，建立"以防为主，防消结合"的消防建设理念。

【关键词】分子生物生产车间 危险品库 室内消火栓系统 气体灭火系统 自动喷水灭火系统

Abstract: Based on the using requirements and distribution characteristics of functions of the macromolecular biomedicine production shop, this paper expounds the main combustibles and their categories in the production shop and the dangerous goods warehouse, the possible fire classification and their dangerous types, and summarizes the fire control technical countermeasures, and establishes the fire control construction concept of " Combine prevention with elimination while focusing on the prevention ".

0 引言

大分子药物(macromolecules)也被称为生物制品(biologics)，是指应用普通的或以基因工程、细胞工程、蛋白质工程、发酵工程等生物技术获得的微生物、细胞及各种动物和人源组织和液体等生物材料制备的用于人类疾病预防、治疗和诊断的药品。

随着我国老龄化社会的到来并为了满足人民群众对健康生活的向往，根据国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号）的要求鼓励重大疾病防治疫苗、抗体药物、基因治疗药物、细胞治疗药物、重组蛋白质药物、核酸药物，大规模细胞培养和纯化技术、大规模药用多肽和核酸合成、抗体偶联、无血清无蛋白培养基培养、发酵、纯化技术开发和应用，纤维素酶、碱性蛋白酶、诊断用酶等酶制剂，采用现代生物技术改造传统生产工艺。近几年我国大分子生物医药生产车间发展迅速，但是因为其存在生物医药工艺功能复杂及洁净要求较高的原因，车间内可燃物种类多，火灾危险性复杂且多为密闭空间[1]，对前期火灾隐患排查、火灾发生时的人员疏散及扑救造成一定困难的情况，故生产车间、危险品库内消防技术是否得到合理应用显得尤为重要。

1 生产车间及危险品库概况

诺诚健华创新药物基地项目一期4#生产车间主要功能为仓储、生产车间、中式生产车间、研发中心（PD/AD）及质控中心（QC），总建筑面积3.04万m^2，其中地上面积2.92万m^2，地下面积1191.6m^2，地上4层，地下1层。地下一层为设备机房，主要为消防泵房、消防水池、给水机房；一层北侧为冷冻机房，中部为丙类中间仓库，南侧设置有工艺气瓶间、技术间及部分预留区域；二层北侧主要为制剂车间、设备机房，南侧为研发中心其中PD主要进行原液生产、制剂方面的小试开发实验，AD主要进行检测分析方法开发工作；三层北侧主要为设备间，设置有IT机房、制水间、配电机房及预留丙类区，南侧为中试车间及2000L×4原液生产车间；四层北侧为监控室、资料室、备品备件库（丙类），南侧为QC质控中心。服务于生产车间的危险品库位于场地西侧建筑面积358.02m^2，地上1层，用于危险化学品的存储和液体类危险废物暂存。

2 可燃物分类及其火灾危险性分析

生产车间一层北高压配电机房、配电室、三层IT机房内设置有UPS电池组、变配电柜、变压器等电

表1 生产车间各功能区分类

层数	功能区	火灾危险性	燃烧对象性质	备注
B1层	消防泵房、给水泵房	戊类	/	
1层	高压配电机房、配电室	丙2类	可燃电气火灾、可燃固体火灾	不可用水灭火
1层	生产线	丙2类	可燃固体火灾	
1层	工艺气瓶间	乙5类	助燃气体火灾	建筑面积小于本层建筑面积5%
1层	仓库	丙2类	可燃固体火灾	
1层	冷冻机房	戊类	/	
1层	技术间等功能用房	丙2类	可燃固体火灾	
2层	生产线	丙2类	可燃固体火灾	
2层	制水间、换热间	戊类	/	
2层	UPS	丙2类	可燃电气火灾、可燃固体火灾	不可用水灭火
2层	工艺操作间	丙2类	可燃固体火灾	
2层	实验室等功能用房	丙2类	可燃固体火灾	
3层	生产线	丙2类	可燃固体火灾	
3层	工艺操作间	丙2类	可燃固体火灾	
3层	实验室等功能用房	丙2类	可燃固体火灾	
3层	IT机房、配电机房	丙2类	可燃电气火灾、可燃固体火灾	不可用水灭火
4层	资料室、备品备件库	丙2类	可燃固体火灾	
4层	质控中心等功能用房	丙2类	可燃固体火灾	

气设备为丙2类可燃物，其火灾特性为A类固体火灾及E类带电火灾，在燃烧过程中具有两种火灾特性，会产生有毒烟气且燃烧物质可能存在漏电风险。

生产车间一到三层生产线及一层仓库主要生产储存注射用重组人白介素15前体药物及抗体和重组蛋白类药品，其中注射用重组人白介素15前体药物为不燃液体，重组蛋白类药品为可燃固体，故根据生产药品性状，重组蛋白类药品为丙2类可燃物，其火灾特性为A类固体火灾，具有有机物性质，在燃烧过程中会产生大量的有毒烟气。

生产车间一层工艺气瓶间储存工艺气体为氮气、二氧化碳及氧气(液态)，其中氮气、二氧化碳为惰性气体，不具备可燃性，氧气为乙类助燃气体，其火灾特性为C类气体火灾，因其为压力储罐，故通过设置防爆墙的方式，降低其大面积物理爆炸的可能及损失。

生产车间各功能区情况见表1。危险品库共有8个功能分区，每个功能分区所储存的危险品种类不同。

危险品库功能区1储存物质为丙酮、甲苯、乙醚、盐酸、醋酸酐、三氯甲烷、溴，其中丙酮、乙醚为有机溶剂，易燃、易挥发，化学性质较活泼，为甲1类可燃物；醋酸酐为无色透明液体，易燃，有腐蚀性，属于乙1类可燃物；盐酸、三氯甲烷、溴为不可燃液体，故此功能区火灾危险性为甲1类，火灾种类为A类及B类，火灾发生时会产生大量一氧化碳等有毒气体且存在化学爆炸风险。

危险品库功能区2储存物质为甲胺溶液、乌洛托品、锌粉、过氧化脲、双氧水、硼氢化锂、水合肼、镁粉、硼氢化钠、无水高氯酸钠、硝酸银，其中甲胺溶液为甲1类可燃物，硼氢化锂、硼氢化钠属于甲4类可燃物，无水高氯酸钠属于甲6类可燃物，硝酸银属于乙1类可燃物，过氧化脲、双氧水属于乙3类可燃物，锌粉、镁粉为乙4类可燃物，乌洛托品属于《易制爆危险化学品名录》丙2类可燃物，故此功能区火灾危险性为甲1、4、6类，火灾种类为A类、B类及D类，火灾发生时会产生大量一氧化碳等有毒气体且存在化学爆炸、粉尘爆炸风险。

危险品库功能区3储存物质为氧化物，具体存放物待定，故此功能区火灾危险性为甲3类，火灾种类为A类。

危险品库功能区4储存物质为二氯甲烷、石油醚、乙酸乙酯、无水甲醇、无水乙醇、乙腈，四氢呋喃，其中二氯甲烷、无水甲醇、无水乙醇、乙酸乙酯、乙腈、四氢呋喃为甲1类可燃物，石油醚为甲2类可燃物，故此功能区火灾危险性为甲1、2类，火灾种

类为A类及B类，火灾发生时会产生大量一氧化碳有毒气体及有害烟气。

危险品库功能区5储存物质为正庚烷、甲基叔丁基醚、异丙醇、甲醇、二甲基乙酰胺、乙腈，其中正庚烷、甲基叔丁基醚、异丙醇、甲醇、乙腈为甲1类可燃物，二甲基乙酰胺为丙1类可燃物，故此功能区火灾危险性为甲1类，火灾种类为A类，火灾发生时会产生有毒氨氮化合物。

危险品库功能区6储存物质为CIP清洗剂、氢氧化钠、液碱，属于不可燃液体，火灾危险性较低，功能区内可燃物为纸质包装，火灾种类为A类。

危险品库功能区7储存废弃物物质，主要为二氯甲烷、石油醚、乙酸乙酯、无水甲醇、无水乙醇、乙腈、四氢呋喃、正庚烷、甲基叔丁基醚、异丙醇、二甲基乙酰胺，故此功能区火灾危险性为甲1、2类，火灾种类为A类及B类，火灾发生时会产生有毒氨氮化合物、一氧化碳及有害烟气。

危险品库功能区8储存物质为常规试剂，具体存放物待定，故此功能区火灾危险性按照甲1类考虑，火灾种类为B类。

危险品库各功能区分类情况见表2。综上所述根据规范的相关规定生产车间火灾危险性为丙2类厂房，危险品库火灾危险性为甲1、2、3、4、6类甲类仓库，按照火灾危险性最高的甲4类进行建设。

3 生产车间消防技术要点

3.1 室内消火栓系统、火灾自动报警系统、防排烟系统

根据规范的相关规定，生产车间设置了室内消火栓系统、火灾自动报警系统、防排烟系统，其中室内消火栓系统设计消防用水量为20L/s，设计火灾延续时间3h。所有区域可同时满足两股水柱到达。

火灾自动报警系统作为“以防为主，防消结合”的消防建设理念中起到预防核心作用的系统，针对大分子生物医药生产车间的使用要求及功能分布特点，分别在冷库、冻干间、器具清洗、培养基配置

表2 危险品库各功能区分类

功能区	火灾危险性	燃烧对象性质	备注
1	甲1类	可燃液体火灾、不燃液体	不可用水灭火
2	甲 1、4、6类	可燃液体火灾、 可燃固体火灾、 可燃金属火灾、不燃液体	不可用水灭火
3	甲3类	可燃固体火灾	不可用水灭火
4	甲1、2类	可燃液体火灾、可燃固体火灾	不可用水灭火
5	甲1类	可燃固体火灾	不可用水灭火
6	丙2类	可燃固体火灾	
7	甲1、2类	可燃液体火灾、可燃固体火灾	不可用水灭火
8	甲1类	可燃液体火灾	不可用水灭火

间、细胞培养间、纯化间、制剂间、洁净服清洗、工衣清洗间、器具清洗间、缓冲液配置间等以上区域设置了感温探测器，工艺气瓶间设置了防爆感温探测器，在UPS间设置防爆感烟探测器其余区域设置感烟探测器。针对大分子生物医药生产车间的使用要求及功能分布特点，在满足规范的基础上，在火灾自动报警系统中增加设置了气体探测报警系统用于监测工艺气瓶间氧气浓度，一旦发生氧气泄露可被及时发现，降低爆炸风险。

室内防排烟系统按照《医药工业洁净厂房设计标准》GB 50457-2019的相关规定进行设计。

3.2 自动灭火系统

首先基于大分子生物医药生产车间的使用要求及功能分布的特点，其生产设备均为不锈钢材质，公共工程设备（泵、空调设备等）绝大多数为金属材质，可燃物很少；设备发生火灾时仅影响本车间的生产，对全车间无影响，且不会造成较大的经济损失。车间单班人数为150人，人均建筑面积为202m^2，远大于人员密集车间的20m^2。根据规范要求占地面积大于1500m^{2}或总建筑面积大于3000m^{2}的单、多层制鞋、制衣、玩具及电子等类似生产的厂房需设置喷淋[2]，上述厂房与大分子生产车间无相似性。

其次大分子生物医药生产车间生产过程对环境洁净度要求很高。根据《药品生产质量管理规范》第四章“厂房与设施”第三十八条，厂房的选址、设

表3 自动喷水灭火系统灭火效率统计						
成功次数、概率 / 建筑类型	灭火成功		灭火不成功		累计数	
	次数	%	次数	%	次数	%
仓库	2957	89.9	334	10.1	3291	4.4
工业厂房	60383	95.6	2156	3.4	62539	83

计、布局、建造、改造和维护必须符合药品生产要求，应当能够最大限度地避免污染、交叉污染、混淆和差错，便于清洁、操作和维护。洁净厂房若设置喷淋时，喷头部位难于清洁，在药品生产过程中，会造成微生物超标的安全隐患，市场并没有可满足洁净需求的喷头产品，与GMP生产相违背，基于以上分析大分子生物医药生产车间无需设置自动灭火系统，亦无条件大面积设置自动喷水灭火系统。

本生产车间由于一层设置了约1752m^{2}的丙2类中间仓库，且车间内设有较多电气设备房间，属于消防安全重点部位，为了保证后期运营期间的安全，需要对此部分区域消防系统进行强化。根据美国1965年统计资料，数据表明，早在技术远不如目前发达的1925~1964年间，在安装自动喷水灭火系统的建筑物中，共发生火灾75290次，控、灭火的成功率高达96.2%，其中厂房和仓库占有的比例高达87.46%[3]。自动喷水灭火系统灭火效率统计见表3。

故从消防工艺及成本角度考虑，本工程在生产车间的仓库及贵重设备机房设置了自动灭火系统，其中仓库等储存丙2类物质可能发生A类火灾的区域根据灭火机理采用冷却方式，通过设置湿式自动喷水灭火系统实现主动灭火功能；高压配电、配电室等设置贵重电气设备可能发生A类及E类火灾的房间，根据灭火机理采用阻断链式反应自由基的方式，设置了柜式七氟丙烷灭火系统实现主动灭火功能。通过以上方式在满足大分子生物医药生产车间的使用要求、功能分布特点及规范的同时，针对消防安全重点部位设置了自动灭火系统，在考虑合理投资的前提下，最大限度的保障了生产车间的消防安全。

4 危险品库消防技术要点

4.1 室内消火栓系统、火灾自动报警系统、防排烟系统

根据规范的相关规定，危险品库设置了室内消火栓系统、火灾自动报警系统，其中室内消火栓系统设计消防用水量为10L/s，设计火灾延续时间3h，所有区域可同时满足两股水柱到达；火灾自动报警系统在每个功能区均设置了防爆可燃气体探测器、防爆感温探测器及防爆感烟探测器，可以帮助管理人员在发生可燃气体泄露或在火灾发生初期时及时报警采取措施，制止损失的进一步扩大。

4.2 自动灭火系统

危险品库根据储存物品火灾危险性类别可知，属于甲4类仓库，单层仓库最大占地面积180m^2，最大防火分区面积60m^2，为了满足危险品库的使用功能，危险品库设置了自动灭火系统使其允许占地面积翻倍，才能满足建筑面积358.02m^{2}的要求。

根据不同功能区的储存物质的燃烧特性及火灾分类，针对功能区1、3、4、5、6、7、8，根据灭火机理采用隔氧窒息的方式，设置了泡沫水喷淋系统实现主动灭火功能；针对功能区2的情况，由于镁粉、锌粉遇水会发应放热，不适用于水或泡沫灭火，故此功能区根据灭火机理采用冷却及隔离的方式，设置了干粉系统实现主动灭火功能。

5 结语

笔者在满足现行的国家规范及标准基础上，根据生产车间及危险品库的储存及生产物质的火灾危险性及火灾种类的不同，提出可落地的消防解决方案，对消防工艺进行合理选择及设置，希冀能为以后类似项目提供参考。

通讯处：北京市昌平区中关村科学园生命园路8号院8号楼
电　话：010-66608854
邮　箱：le.yang@innocarepharma.com

高堆垛仓储超市自动喷水灭火系统设计研究

Design and research of automatic sprinkler system for high stacking warehouse supermarke

孙晓娟
北京建都设计研究院有限责任公司

| 摘　要 | 仓储型超级市场在国内广受欢迎，在建的超级市场越来越巨型化，仓库与售货连在一起，价格低廉。仓储区货物种类和堆垛高度都超过一般市场的设置标准，危险等级高，灭火难度大，各种大流量系数喷头在保护高堆垛货物场所发挥了重要作用。因此针对净空高度大于8m的仓储型超级市场，参考国内外设计标准，通过水力计算，分析了不同喷头系统的设计方法，进行了方案比选。总结了新型特殊喷头的应用优势和设计注意事项。

| 关键词 | 特殊应用喷头　设计方法　水利计算

Abstract: Warehouse supermarkets are widely popular in China. Supermarkets under construction are becoming more and more huge. The types of goods and stacking height in the storage area exceed the setting standards of general markets.The fire hazard level is high and it is difficult to extinguish the fire . The new large flow coefficient sprinkler has played an important role in protecting this places. Therefore, for the storage supermarket with clearance height greater than 8m, referring to the new standards, through hydraulic calculation, the design methods of different sprinkler systems are analyzed, and the schemes are compared and selected. The application advantages of the new special sprinklers are summarized.

Key words: new large flow coefficient sprinkler; design method; hydraulic calculation

0 引言

普通自喷灭火系统在各建筑物中的灭火成功率中，对一般建筑物控火灭火率都在95%以上，而对仓库的控火灭火率只有89.9%，仓库类场所灭火成功率较低。此后人们对仓库火灾做了大量实际型火灾试验。从80年代超大口径低压喷头（ELO），到大口径大水压喷头（大水滴）的有效应用，控火率在不断提高，但是水渍损失依然较大。近年，早期抑制快速响应喷头（ESFR）在国内仓库中得到广泛应用，使仓库的控火灭火率提高，水渍损失减小。因此对保护高堆垛所的各种喷头系统设计研究具有重要意义。

1 项目情况介绍

以运营中北京某地商业综合体为例，简单介绍高堆垛仓储超市自动喷水灭火系统在设计初期的相关选择问题。本项目商业部分建筑高度37.8m，地上3层，地下一层。首层及地下一层为山姆会员店，其设计为仓储型超市，净空高度9.0m，超市不设置格栅吊顶。卖场区内设置存货区货架，其采用单、双排钢制货架，货架采用通透层板，中层隔板通透率不小于50%，货架最大储物高度7.5m。货品的储存类型为日常生活用品包含食品、纸、谷物及制品、棉毛麻丝及制品等。

2 相关规范设计要求

结合本项目实际情况，方案阶段根据《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）（后简称喷规）相关设计要求，初步对高堆垛仓储区域内自动喷水灭火系统设计分析选择。对于净空9m的超级市场，按仓库及类似场所设计参数进行计算，根据内存物的类型及特点确定火灾危险等级为仓库危险II级。根据以上情况本项目高堆垛仓储区域可分别

表1 喷规三种自喷系统的设置区别							
GB50084—2017	设计参数	计算原理	最大净空高度	最大储物高度	喷头类型	喷头设置方式	系统类型
5.0.4条	仓库危险II级	按作用面积喷水强度计算	9.0m	7.5m	大水滴喷头(≥K115)	顶喷+货架内置喷头	湿式、预作用、干式
5.0.5条	仓库危险II级	按特殊喷头开启喷头数量计算	13.5m	12m	ESFR喷头(K202、K242、K320、K363)	仅顶喷	仅湿式
5.0.6条	仓库危险II级	按特殊喷头开启喷头数量计算	12	10.5	仓库型特殊应用喷(K161、K200、K242、K363)	仅顶喷	仅湿式

按规范5.0.4条、5.0.5、5.0.6条的相关规定执行，对应可选用三种不同类型及配套管道系统，三种系统设置区别见表1。

考虑仓库类特殊应用喷头为国外标准产品，国内暂无产品规范，市场采购困难，实际影响相关手续复杂的特殊情况，本论述不再涉及。

3 喷头选型及布置

3.1 按喷规5.0.4相关要求设计

根据最大净空高度、最大储物高度及存物类型，按喷规表5.0.4-2选择设计参数如下，顶板喷头喷水强度（22L/min.m^2），作用面积200m^2；同时根据喷规5.0.8的相关要求应在自地面起每3.0m设置一层内置洒水喷头，且最高层货架内置洒水喷头与储物顶部的距离不应超过3.0m，共计在货架内增设两层喷头，喷头上方的层间隔板为实层板，货架内喷头同时开放数量按14个计入；系统持续喷水时间为2h。

根据喷规表6.1.1洒水喷头类型和场所净空高度中要求，高大空间场所民用建筑层高大于8m的情况应选用K≥115的快速响应喷头，同时根据喷规5.0.8规定综合考虑，喷头间距应控制在2.0m≤S≤3.0m。初步喷头布置见图1。预计最不利作用面积内作用喷头数24≤n≤32。

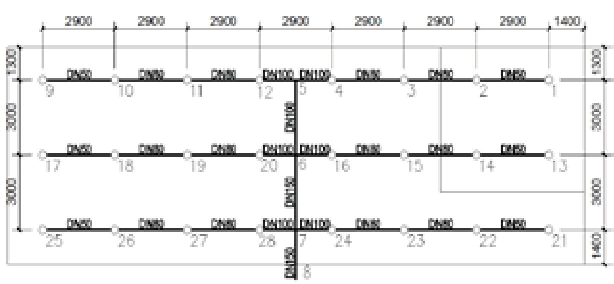


图1 仓储区最不利作用面积普通喷头（K=115）系统布置图

3.2 按喷规5.0.5相关要求设计

1）根据最大净空高度、最大储物高度及存物类型，按喷规表5.0.5超市货架区储物符合Ⅰ、Ⅱ级、箱装不发泡塑料，可在顶板设置早期抑制快速响应喷头（简称ESFR喷头），采用喷头流量系数K=242，最低工作压力0.25MPa。参考图集可选用FM认证喷头ESFR-17喷头（K242），见图2。高堆垛仓储区域无吊顶，喷头选择直立型，不允许安转集热板。直立型洒水喷头比下垂型洒水喷头好安装，且直立型洒水喷头对障碍物的宽容度优于下垂型喷头。

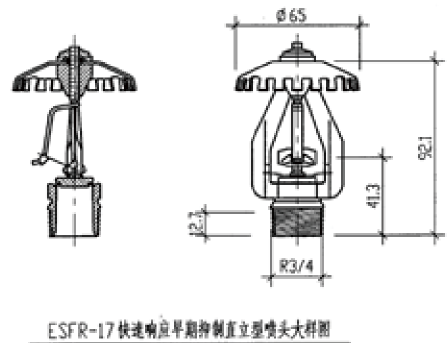


图2 ESFR-17快速响应早期抑制喷头详图

2）参考FM设计规范，选择在系统末端作用面积90m^{2}内三根支管上，每根支管开启喷头数4个，共开启喷头数12个，喷头间距3.2m，持续喷水时间1.0小时。

喷头下面有风管等障碍物，风管下增设辅助喷头，系统流量增加两个喷头的流量。喷头布置见图3。

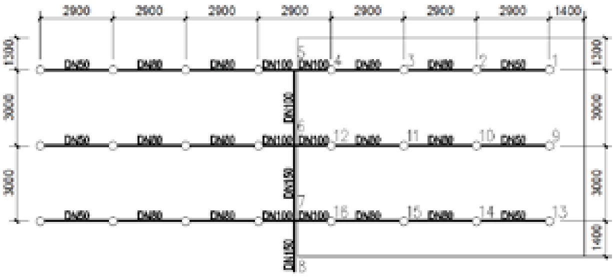


图3 仓储区最不利作用面积ESFR-17喷头（K=242）系统布置图

4 系统计算及结果比较

4.1 基本计算公式

1）根据选定的喷头最低工作压力和流量系数，推算出第一个喷头的流量

喷头流量公式 $q=K\sqrt{10P}$

式中q——喷头处节点流量，L/min；

P——喷头处水压（喷头工作压力），MPa；

K——喷头流量系数。

2）管道水力计算按自喷规范GB50084-2017，9.2.1~9.2.3条计算

$h=h_{局部}+h_{沿城}$

3）系统流量：$q=\frac{1}{60}\sum_{i=1}^{n}q_i$

式中q_i——最不利作用面积内喷各喷头几点流量，L/min；

n——最不利作用面积内开放洒水喷头数。

4）喷水强度校核：根据$q=DA_S$，得出 $D=\frac{q}{A_S}$

式中q——最不利四个喷头出流量，L/min；

D——相应危险等级设计喷水强度，L/（min.m^2）；

AS——喷头的保护面积，m^2，最不利四个喷头的保护面积。

4.2 计算结果(见表2)

5 计算数据分析

为满足规范对于喷水强度的要求，需综合考虑最不利点作用压力及喷头流量系数对于喷淋保护间距进而带来对喷头布局及数量的影响。采用大水滴喷头的情况，喷头的流量系数K=115，但最不利点的喷头作用压力较高P≥0.25MPa，已与采用ESFR喷头所需的最不利点设计要求基本相同，结合图4喷头流量、压力、流量系数三者之间的关系曲线图不难发现。在以上两种喷头选取中，按工作压力均为0.25MPa计，喷头压力一定的前提下，喷头出流量与喷头流量系数成正比，单个ESFR喷头流量系数比普通大水滴喷头流量系数大2倍左右、喷水强度大两倍左右，但ESFR喷头系统开启的喷头数量比普通喷头系统开启的喷头数量少一倍，结果两种系统作用面积内总量流及入口压力相差不大。ESFR喷头系统喷水作用面积少一倍，且无货架内置喷头，对于喷头数量上ESFR喷头是具备明显优势的。

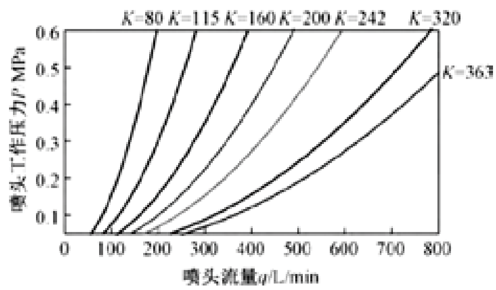


图4 大流量系数喷头流量压力特性曲线

同时两种喷头系统，管道布置相同，系统流量、压力相近，管道及水泵等系统主要部分造价相差不多。ESFR喷头系统作用时间比大水滴喷头系统规范要求少1h，进而带来消防用水量减半，消防水池容积对应缩小。

表2 两种喷头系统的计算结果

GB50084—2017	喷头布置位置	作用面积	作用面积喷头个数	最不利喷头		最不利喷头出流量	系统流量	最不利作用面积入口压力	喷水强度
		m^2	n	流量系数 K	压力 P(MPa)	q(L/s)	q(L/s)	P(MPa)	L/min.m^2
大水滴喷头	顶板喷头	200	24	115	0.25	3.02	91	0.32	22.4
	货架内置喷头		14	115	0.1	1.917			
ESFR喷头	顶板喷头	100	12	242	0.25	6.377	95	0.36	49.2
	障碍物下辅助喷头		2	242	0.25	6.377			

6 系统选择建议

首先，结合以上高堆垛仓储超市自动喷水灭火系统设计初期相关数据分析，在大空间净空高度小于13.5m的高堆垛场所，采用早期抑制快速相应特殊喷头（ESFR喷头）在系统管路设计、喷头设置的复杂程度及土建费用上明显具有优势。

其次，ESFR喷头在应用端也有很多优势，例如：

快速响应：ESFR喷头有一个快速响应热敏原件，使其反应速度比普通喷头快很多。强调的是早期抑制作用。在火灾初期，即使只启动少数喷头就能有足够的水迅速灭火，或者抑制火灾在可接受程度，货物预湿润减小，火灾损失减小。

仓库货架柔性布置：没有货架内置喷头，很容易的处理货架内置物，允许仓库内储存物品类型的变化，业主可以寻求更大的仓库柔性布置。

安装运行费用低：没有货架内置喷头，系统简单，喷头安装费用低。没有麻烦的货架拆除和重新安装货架内置喷头的重复安装费用，系统运行费用低。

但是，ESFR喷头在实际应用过程中相较大水滴喷头额外增加了几项要求，如下：

净空高度小于13.5m、储物高度小于12m、屋面坡度不能太大、只能用于湿式系统；

标准洒水喷头的设计安装并不适合ESFR喷头，ESFR喷头需严格遵守其设计安装导则。解决好障碍物对喷头洒水的阻碍和火灾时热气流对洒水头动作的影响，对ESFR喷头能否早期成功灭火至关重要。设计、施工需要了解ESFR喷头洒水曲线上部障碍物允许存在区域，详见图5。

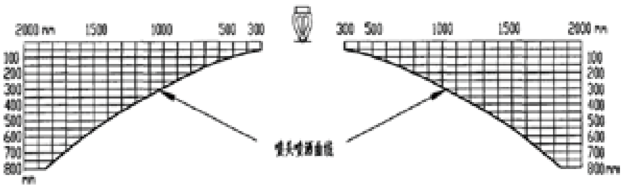


图5 ESFR喷头洒水曲线上部障碍物允许存在区

7 结论

国外相关研究对高货架场所火灾灭火实验中证明，喷头压力越高，成功扑灭火灾的洒水头动作数量就越少。灭火实验证明，ESFR具有优良的灭火性能，能在火灾初期快速动作，因此火灾损失最小，水渍损失最小，烟雾损失最小。虽然ESFR喷头初投资费用比较高，但是长期运行投资成本小。随着国内生活水平的提供，各地仓储型超市的增多，高大空间自喷喷水灭火系统的安全性及合理性越来越受到各方的重视，结合以上实际项目分析当堆垛高度大于6.1m时，ESFR喷头具有显著的应用优势，在高堆垛仓储超市中值得推广应用。

参考文献

[1]姜佩言 吴琴 颜强.自动喷水灭火系统中采用大流量系数喷头的设计探讨[J].给水排水，2018，044(008):84-86.

JIANG Pei yan，WU Qin，YAN Qiang.Discussion on the design of nozzle with large flow coefficient in automatic sprinkler system[J].Water supply and drainage，2018，044(008):84-86.

[2]黄晓家 姜文源.自动喷水灭火系统设计手册[M].1版.北京：中国建筑工业出版社，2002

HUANG Xiao jia，JIANG Wen yuan.Water Supply Engineering[M].1th ed.Beijing: China Architecture & Building Press，2002 (in Chinese).

[3]泰科流体控制国际贸易（上海）有限公司北京办事处提供资料快速反应早期灭火型洒水头设计和安装要点

[4]中华人民共和国国家标准.建筑设计防火规范：GB 50016-2014 (2018)[S].北京:中国计划出版社，2018.

[5]中华人民共和国国家标准.消防给水及消火栓系统技术规范:GB50974-2014[S].北京:中国计划出版社，2014.

[6]中华人民共和国国家标准.自动喷水灭火系统设计规范:GB 50084-2017[S].北京:中国计划出版社，2014.

[7]建质[2004]28号.自动喷水与水喷雾灭火设施安装：04S206[S].北京:中国计划出版社，2004:53，58，59.

Author & profile • 作者简介

姓 名：孙晓娟

性 别：女，1984年6月15日生

本科，生环境工程专业

毕业至今在建筑设计院从事建筑给排水专业设计及审图工作。

通讯处：北京市朝阳区朝阳无限8号楼1705

电 话：13070168016


巨力股份 源于1983
世界品质 浙江制造
ZUPPER卓普工具
让 卓 越 更 普 及
台州巨力工具股份有限公司是国内电动液压工具创导者，行业标准的起草者单位之一。从1983年入行到2022年，巨力的产品以强韧、耐用、可靠、安全、环保作为核心产品设计及开发理念。广泛应用于全球各种建筑给水排水、消防水务、制冷、燃气等工程领域的管道连接。
我们拥有12大系列、40余项专利，旨在简化工艺，提高工作效率，保障可靠连接。帮助客户在最短的时间内实现最佳效果。我们已为全球100多个国家的专业人员提供创新、可靠、优质的管道工具。
ED-60100
超宽管径应用
108mm 大管径
薄壁不锈钢管
全新装备升级
管道连接王者
PZ-3240
满足2年40000次使用间隔保养
可选配无刷电机、压力传感器、无线通信模块，
实现功能扩展，能力强悍提升。
可旋转180°钳头，便于操作并适用于多种施工场合。
压接范围：
ф12-ф54mm（1/2"-2"）薄壁不锈钢管，
ф12-ф108mm（1/2"-4"）塑料管、铝塑复合管、铜管
更多内容尽在
电动卡压管件工具样册
使用最新版抖音扫码，即可关注
全国统一服务电话
400 0576 680
台州巨力工具股份有限公司
地址：浙江省台州市玉环县漩门工业城
电话：0576-87301677/87301678
传真：0576-87301690
Http://www.zuppertools.com
E-mail:sales@juli-tools.com

新型节能高效大型水景水处理技术

吴瑞玲[1] 刘春生[2]
广东联盛水环境工程有限公司

0 引言

无论是市政景观设计还是建筑小区、私家花园景观设计中，水景是不可或缺的重要元素之一，也是整个景观中最亮眼的元素。一般大型水景由于面积较大，并常辅以设计大型喷泉、音乐喷泉等元素，喷水过程中会产生生产水雾、漂粒漂散到空气中。如果水景的水质不佳，不仅影响水景的观感，还影响观赏人的身体健康。本文就大型水景的水处理必要性，以及水处理技术未来发展方向进行研究。

1 水景水处理背景

近年来，我国景观构造中水景元素越来越受欢迎，尤其是大型景观水景，将人文、生态、人性等元素融入其中，总让人们有眼前一亮的感觉。然而大型水景在日常使用中，由于受到大气降尘、降雨、点源污染、面源污染等影响，使得水体水质恶化，水中藻类滋生旺盛，水体富营养化现象频出，细菌等微生物超标，不能达到观赏性及娱乐性景观用水水质要求。所以对于水景，尤其是大型水景的水质维护，应设置水质保障措施和水质处理系统的要求。

1.1 目前常见的水景循环水处理方法

目前常见的水景循环水处理方法有：物理法、化学法和生物法。

1.1.1 物理法指引水换水、曝气充氧、紫外线除藻消毒、循环过滤法等。较为常用而且效果较好的方法是循环过滤法，浊度的去除效果尤其明显而经济。景观水的最大问题就是水藻的滋生，实践证明过滤法对于水藻的去除率能够达到100%。除使用循环过滤外，还可以增加紫外线设备，杀菌灭藻，保障水质。

1.1.2 化学法指混凝沉淀法、加药气浮法或往水中投加氯、杀藻剂或其他消毒化学药剂以杀灭水中的藻类、细菌、病毒等。景观水体中有各种菌类、藻类，如大肠菌群、绿尘藻、发藻、丝藻等。喷泉喷水过程中会产生生产大量水雾、漂粒漂散到空气中，当水中大肠菌群超出规范要求，就会随着水雾、漂粒被人吸入体内，存在公众卫生问题。水中大量藻类的存在可导致水体的水质恶化，也极大地影响喷嘴、水泵等设备安全正常使用，因此水景内应有防止藻类生长的措施。常见的除上述的循环过滤设备加紫外线设备的水处理方式外，还可通过循环过滤设备加化学药剂进行水处理。

1.1.3 生物法指生物接触氧化、曝气生物滤池、生物制剂法和人工湿地等。人工湿地法指使需要处理的水缓慢地流过种有挺水植物或养有鱼类的池塘、水池，通过植物和鱼类的代谢或设置生物浮岛把污水中的有害物质吸收去除的一种水处理方式。主水区宜设水生植物种植区，植物的选择需要净化能力强、耐淹、耐旱、控制径流污染，减小径流流速，常用植物——土麦冬、野牛草、黑麦草、高羊茅、野古草等挺水植物。这些措施加强水体自净能力，有助于景观水体水质保障。除单纯用生物法处理外，还可以生物法和物理法联用，也能得到较好的处理效果。

2 水景水质及水处理要求

2.1 喷泉水景工程的水体水质应符合下列规定

1）人体非全身性接触的水景景观用水水质应符合国家标准《地表水环境质量标准》GB3838-2002中规定的III类标准；

2）人体非直接接触的水景景观用水水质应符合国家标准《地表水环境质量标准》GB3838-2002中规定的IV类标准；

3）高压人工造雾设备的出水水质应符合现行国

表1 相关规范要求的典型参数对比表

	《地表水环境质量标准》GB3838-2002		《生活饮用水卫生标准》GB5749-2022	《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921-2019	
	III类	IV类		观赏性水景	娱乐性水景
pH值	6～9	6～9	6.5～8.5	6～9	6～9
BOD5(mg/L)≤	4	6		6	6
浊度(NTU)≤	\	\	1	5	5
溶解氧(mg/L)≥	5	3	\	\	\
总磷(mg/L)≤	0.2	0.3	\	0.3	0.3
总氮(mg/L)≤	1.0	1.5	0.5	10	10
粪大肠菌群(个/L)≤	10000	20000	0	1000	3

家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749的有关规定；

4）在水资源匮乏地区，采用再生水(中水)作为初次注水或补水水源时，其水质不应低于现行国家标准《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T18921的有关规定；

5）喷泉水景工程的水体水质不能达到规定的水质标准时，应采取水质净化处理措施”（见表1）。

2.2 水质处理循环系统

“水量在100m^3~500m^3的封闭人工水体，宜设置独立的水质处理循环系统；水量在500m^3以上的封闭人工水体，其水质不能达标时，应设置独立的水质处理循环系统；旱泉应设置水质处理系统”。

3 大型水景高效水处理方案

图1 高效水处理工艺流程图

水处理的基本原理是池水的稀释净化。由于大型喷泉水景水处理量较大，尤其是与人体直接接触的水景，水质要求高可按以下水处理流程设计：水景循环水经循环水泵抽吸加压打入过滤系统，过滤出水再经过消毒系统后，出水经水景喷头或给水口回流到水景中。

3.1 循环

水景水循环不但要求水景内的水质达到相关标准要求，而且在循环的同时要求水景内各个点的水质均匀相同。要达到水质标准要求，首先循环水量需要根据循环周期确定，以循环流量确定循环水泵的流量选型依据，最后确保通过过滤系统的水质达到出水水质要求。对于大型水景循环周期2~7d，当水质较差、温度较高时，可适当选用较小的循环周期。循环水泵应选用耐腐蚀，不锈钢材质，根据喷泉扬程要求，选用扬程适合的水泵，节约能耗。保证水景内各个点的水质大致相同，对于大型水景，需要在不同的地方确保有足够的循环水给水口。

3.2 过滤净化

池水过滤净化是保证池水优质的关键因素，通过该设备内的过滤介质较为彻底地去除池水中悬浮的和胶状的颗粒物质使水得到澄清，过滤设备的过滤效率与过滤介质的有效粒径、滤速、滤层厚度、滤料的不均匀系数等密切相关。过滤设备常用压力式石英砂过滤器，对于水量小于500吨的水景水循环处理中的应用效果较好且经济，但对于500吨以上的水体效果稍差，因为水景水中往往有水藻，容易将砂缸堵塞。水景过滤设备研发创新方面是滤料的更新及负压过滤设备。现有很多项目采用水晶滤料替换石英砂，水晶滤料在水流摩擦作用下带有正电荷对胶体、细菌、病毒的过滤效果更佳，而其还具有使用寿命长、节约成本、过滤精度更高等优点。而新型过滤设备——负压过滤器，更是集成了压力过滤器与重力过滤器的优点，在游泳池、大型水景水处理领域成为备受注目的过滤系统。

3.3 消毒

消毒工艺是保证水质的最后一道工序。向水景添加少量的消毒剂（主要是氯型消毒剂，余氯量为0.05mg/L~0.1mg/L）不但可以长时间抑制水中藻类孢子的生长，而且可以控制蚊子的幼虫孑孓的生长，只要余氯量不超过上述限值，则余氯不会对水生动植

物产生不利影响。氯的制剂价格比较便宜，制备简单，使用方便。

4 新型节能技术——真空负压过滤系统

4.1 工作原理

真空负压过滤系统不同于传统水景把循环泵置于泵井，再把水加压送到过滤设备后经喷嘴出流的设计，而是将循环水通过重力回水流入滤料层，通过水泵抽吸，使污水通过颗粒过滤层、承托层、颗粒过滤介质底部的集配水系统，达到去除杂质的目的。测试得出负压过滤器的出水水质优于一般压力式石英砂过滤器的1NTU浊度要求，能达到0.5NTU的浊度标准。

真空负压过滤系统在工厂预制的大型机壳内集成了上述池水循环、过滤、反冲洗、消毒和智能控制系统，可在使用时即插即用、直接地埋在水景附近，节地、节材、节水、节电、节时、环保。

真空负压过滤系统集成了现有的重力过滤的滤前的重力流（节电）和曝气增氧的优点，摒弃了过滤拦截过程中过滤水量迅速衰减、滤速不可控和过滤效率低下的缺点。负压颗粒过滤系统集成了现有压力过滤器的滤速可控和过滤效率较高的优点，采用了重力回水从而比压力过滤器更节电（见图2）。

图2 真空负压过滤系统的实物照片

4.2 技术特点

1）真空负压过滤系统是一套完整水处理的系统，整个过滤装置是在受控的工厂条件下设计和制造的，并作为一个完整的单元运送到项目现场。

2）真空负压过滤系统配备了提供循环、过滤、消毒一体化设备所需的所有泵、阀门、控制装置和介质，可以生产优异的水质，预制系统可以减少80%以上的施工时间。

3）真空负压过滤系统消除了设计和施工协调问题。真空负压过滤系统是一套完整水处理的系统，把“现场设计指导施工”和“现场建造施工质量把控”等问题转化为“机械安装”问题，只需把对应的给回水管道正确接上，水处理系统便能开始运作起来。

4）真空负压过滤系统通过精心设计的液压系统和“空气增压”反冲洗，可减少高达80%的反冲洗用水量，大大降低用水成本。真空负压过滤系统采用独特的空气辅助反冲洗系统，可以彻底清洁过滤介质，同时增加水中含氧量。

5）真空负压过滤系统与传统压力滤砂器的部分清洗相比，通过提供完整的反冲洗和清洗，大大降低了人工维护成本。

6）真空负压过滤系统反冲洗周期长，而不是典型砂式过滤器3~5天的反冲洗周期。

7）真空负压过滤系统提供自动，故障安全操作。无论是标准的半自动系统还是全自动自动反冲洗系统，过滤器都能更好地工作。集成控制，触摸屏操作，自动关机，远程操作。

8）占地面积少，真空负压过滤系统与典型的颗粒压力过滤器设备相比，可以减少75%以上的建筑空间或机械房间占地面积。

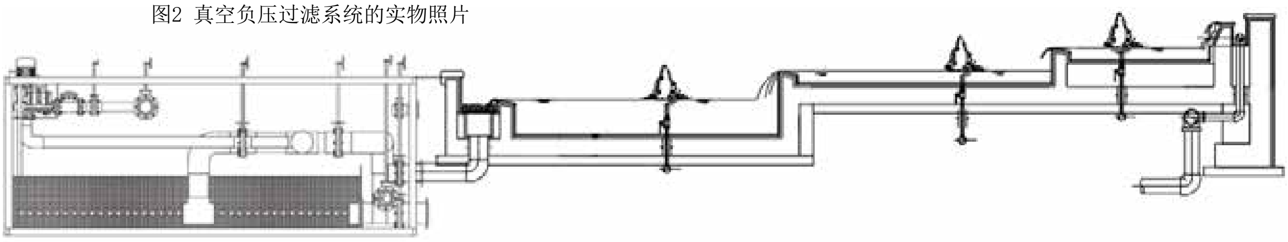


图3 应用真空负压过滤系统的水处理系统示意图

News 新闻

利欧集团与沙特投资部签署战略合作备忘录

当地时间6月11日至12日，为期两天的中阿合作论坛第十届企业家大会在沙特阿拉伯首都利雅得举行。会议以“中阿携手、共创繁荣”为主题，围绕贸易、金融、基础设施、能源、绿色产业等议题展开交流研讨，来自超过26个国家的3500名代表参会。

沙特外交大臣费萨尔、阿拉伯国家联盟（阿盟）秘书长盖特、沙特投资大臣法利赫等出席大会开幕式并发表主旨演讲，利欧集团作为中国泵行业上市公司和数字营销领域的重要参与者，集团董事长王相荣受邀出席盛会。

沙特投资部在会上提到，沙特正在稳步推进“2030年愿景”，中国正在积极推行“一带一路”倡议，两国之间存在协同效应，可以开通一条现代化的“丝绸之路”。

大会签署了中阿之间价值100亿美元的30项投资协议，涉及可再生能源、农业、房地产、矿产、供应链、旅游和医疗保健等各个领域。

在专题研讨会上，利欧集团与沙特投资部就在沙特投资泵、热泵、储能、光伏等领域的合作机会进行深度探讨，并签署了战略合作备忘录。

根据战略合作备忘录内容，沙特投资部将与利欧集团在机械制造、新能源等双方感兴趣领域探索合作机遇。沙方将充分发挥其资源禀赋优势和地理区位优势，为利欧提供良好的投资环境。

利欧集团董事长王相荣表示，沙特是世界上最具活力的经济及创新中心之一。利欧集团将沙特视为中东地区的重要战略点，并计划逐渐加大在沙特的投入，积极参与沙特能源、水资源及民用设施的建设，为沙特的工业化城市转型发展提供助力。我们期待后期双方能开辟在泵、热泵、储能、光伏等领域合作的新篇章，让中国制造惠及全球，共同构建智慧流动的美好世界。

作为国内较早出海的泵企，利欧在21世纪初便已布局海外市场，截至2023年已为150个国家及地区的5亿多用户提供了安全高效的泵与系统解决方案，并基本完成在全球范围内的市场开拓，逐步迈入1+N区域深耕阶段。

近年来，利欧不断加大在中东地区的投资与合作。2014年，利欧在迪拜成立海外子公司，并建立当地技术团队，开展本土化销售与服务。

面对中东快速增长的基础设施建设需求，利欧在水利、建筑、石油、化工等行业的大型项目经验能为其提供有力的技术支撑。

应对中东大面积沙漠和干旱气候，利欧智慧供水平台和设备能为当地居民带去高效、清洁的用水体验。2022年，利欧为卡塔尔世界杯提供智慧用水解决方案，保障赛事期间球迷生活用水需求。

2022年，沙特阿拉伯成为世界上增长最快的经济体，此次与沙特投资部签署战略合作备忘录是利欧在国际舞台上的重要里程碑。未来利欧将持续秉持创新、合作、共赢的理念，以科技创新为全球用户定制个性化泵与系统解决方案，助力政府和企业客户实现绿色转型，推动经济高质量增长和社会可持续发展。

9）可针对水景水质的特性，合理配比滤料，对于500T以上的水体处理效果尤其显著。传统砂缸一般采用单层石英砂滤料层，当水藻比较多时，容易将砂缸堵塞。根据水景水质，可选用三层滤料，活性碳-粗石英砂-细石榴石，活性碳能吸收水中多余的氮、磷，中间采用有效粒径0.6~0.8mm的石英砂滤层，底层采用有效粒径0.4~0.5mm石榴石滤料层，可进一步发挥下层滤料的截留作用。实践证明，三层滤料含污能力是单层滤料的1.5倍以上。

10）处理水通过溢流堰跌水的方式回流至过滤滤料层，跌水能增大水与空气的接触面积，增加水中含氧量，同时水体中的有机物、含氮磷物质、氨氮、二氧化碳等有害气体和物质可从水中溢出(见图3)。

5 结语

良好的水质是水景尤其是大型水景给人观赏性的前提，且良好的水质也是调节城市微气候的重要因素。基于国家“双碳”战略的要求，水景日常的水质维护不但要考虑实效性，也要考虑经济性和环保效益。应用高效节能的水处理技术是助力低影响开发的城市人工水景观，使人与自然和谐相处的重要保证。

通讯处：广东省中山市南头镇升辉南工业区建业路16号
手　机：15024257165
邮　箱：569469917@qq.com


正同管业
ZHENGTONG PIPES
正同水务
ZHENGTONG WATER
喝健康水 用正同管
双卡压管道系列
智能一体化供水设备
国家住建部推荐用材
中国管业行业十大品牌诚信单位
全国服务电话 400-8571-588
Add：浙江省海宁市经济开发区丹梅路6号
Tel：0573-80788908 Fax：0573-80788908
Web：www.ztpipes.com www.zjztsw.com

CSWADI

創無愧精品 鑄百年輝煌

中建西南院成功举办“迎大运”体育建筑给水排水设计论坛

7月26日，中建西南院主办的“迎大运”体育建筑给水排水设计论坛在成都顺利召开，来自全国各地的200余位给水排水工程研究、设计、教学的专家、学者及中建西南院给排水专业设计人员参加论坛。中建西南院党委委员、副总经理蒋晓红，中国建筑学会建筑给水排水研究分会副理事长兼秘书长、中国建筑设计研究院总工程师、全国工程勘察设计大师赵锂，金品冠科技集团有限公司董事长汪仕斌，中国建筑学会建筑给水排水研究分会副秘书长、《建筑给水排水》杂志主编钱梅出席论坛并致辞。

蒋晓红代表中建西南院对论坛召开表示热烈祝贺。蒋晓红指出，中建西南院聚焦体育建筑设计专业化能力提升，发挥设计领先优势，设计完成了第31届世界大学生运动会13个新建项目中的11个，49个大运场馆中的30余个均为中建西南院作品，为保障大运会顺利举行作出了自己的贡献。设计主体专业之一的给水排水专业，在本次大运会场馆的工程设计中扮演着不可替代的重要角色。希望此次论坛通过聚焦体育建筑给排水设计前沿、热点和关键技术，加强沟通交流合作，为体育建筑给排水设计提供新发展和新思路。

学术报告环节，中国建筑设计研究院有限公司副总工程师申静、工程院给排水所所长朱跃云分别作题为《国家雪车雪橇中心给排水设计特点解析》《厦门新体育中心给排水设计》的报告，中建西南院副总工程师石永涛、设计三院总工程师杨久洲及副总工程师刘帅分别作题为《简阳文化体育中心跳水馆给排水设计》《凤凰山体育中心给排水设计》《东安湖体育公园给排水设计》的精彩设计分享，并获得了良好反响。

学术沙龙环节由中建西南院副总工程师刘光胜主持，嘉宾就体育建筑给排水设计领域的最新研究成果、可持续发展等热点问题展开热烈讨论，并就现场观众的提问做了详细的解答。论坛现场，还进行了《建筑给水排水》杂志2023年第4期首发仪式，其中“世界大运场馆”设计专栏收录了数篇中建西南院发表的大运场馆给排水设计相关论文。

此次论坛的成功举办，不仅体现了中建西南院在体育建筑给排水设计领域的领先实力和创新能力，也生动展现了中建西南院立足人民群众幸福美好生活场景缔造者的定位，为建筑给排水设计行业发展注入新的生机与活力。

供稿：中建西南院融媒体中心

2023 兔年大吉 Sponsprs

合作伙伴

封面	深圳市置华机电设备有限公司
封拉	浙江正康实业股份有限公司
封拉	成都共同管业集团股份有限公司
封二	上海乔治费歇尔管路系统有限公司
首页	吉博力（上海）贸易有限公司
P2-3	米亚建筑材料（昆山）有限公司
P4-5	南方智水科技有限公司
P6-7	科赛尔排水设备（常熟）有限公司
P8-9	安徽舜禹水务股份有限公司
P10-11	尤孚智慧水务（上海）有限公司
P13	江苏河马井股份有限公司
P14	捷流技术工程（广州）有限公司
P16	上海熊猫机械（集团）有限公司
P17	上海中韩杜科泵业制造有限公司
P20	捷流技术工程（广州）有限公司
P21	武汉金牛经济发展有限公司
拉页	北京明锐诚升科技有限公司
P28	天津鸿泰管业有限公司
P35	广州全康环保设备有限公司
P36	泽尼特泵业（中国）有限公司
P44	上海海德隆流体设备制造有限公司
P56	上海凯泉泵业（集团）有限公司
P63	上海威派格智慧水务股份有限公司
P64	安徽天健生物环保股份有限公司
拉页	江苏劲驰环境工程有限公司
P71	山西泫氏实业集团有限公司
P72	广东东方管业有限公司
P77	湖北大洋塑胶有限公司
P78	路博润管理（上海）有限公司
P88	盈凡热控技术（上海）有限公司
P89	北京索乐阳光能源科技有限公司
P95	欧文托普（中国）暖通空调系统技术有限公司
P96	洪恩流体科技有限公司
拉页	上海深海宏添建材有限公司
P101	江苏铭星供水设备有限公司
P102	亚科排水科技（上海）有限公司
P109	新兴铸管股份有限公司
P110	上海远洲管业科技股份有限公司
P121	南源智慧水务有限公司
P122	上海上源泵业制造有限公司
P132	苏州奥嘉环境技术有限公司
P133	上海创新给水设备制造（集团）有限公司
P134	新界泵业（浙江）有限公司
P138	江苏力达自动化设备有限公司
P143	无锡康宇水处理设备有限公司
P144	上海格兰威智能控制技术有限公司
P150	玫德雅昌集团有限公司
P155	上海科雷流体自控设备制造有限公司
P156	上海晨菲水务科技有限公司
P163	上海东方泵业（集团）有限公司
P164	上海上龙供水设备有限公司
P169	上海冠龙阀门节能设备股份有限公司
P170	利欧集团泵业有限公司
P175	江苏众信绿色管业科技有限公司
P176	富兰克水务（集团）有限公司
P181	浙江福兰特有限公司
P182	台州巨力工具股份有限公司
P187	浙江正同管业有限公司
P188	杭州浩水科技有限公司
P189	上海莲盛泵业有限公司
P191	《建筑给水排水》品牌榜
封三	奇力士（武汉）智慧水务科技有限公司
封底	山东祥生新材料科技股份有限公司