

多功能体育馆给排水系统设计

陈宏亮

中国中元国际工程有限公司 北京 100089

摘要: 结合工程实例,对多功能体育馆的建筑给排水系统设计作了简述,根据工程条件,对各个系统方案的设计特点和要求进行了总结。

关键词: 多功能体育馆;建筑给排水

Design of multi-functional gymnasium water supply and drainage system

Hongliang Chen

China Zhongyuan International Engineering Co., Ltd. Beijing Haidian 100089

Abstract: Combined with the engineering examples, the design of the building water supply and drainage system of the multi-functional gymnasium is briefly described, and the design characteristics and requirements of each system scheme are summarized according to the engineering conditions.

Keywords: multi-purpose gymnasium; building water supply and drainage

1. 工程概况

该项目位于合肥市滨湖新区,位于锦绣大道与嵩山路交口西南,北至锦绣大道,南至扬子江路,东至嵩山路,西至华山路。用地性质为商业服务业设施用地,总用地面积约75000m²,规划布局酒店、体育馆、配套商业等。本子项主要为以昆仑决搏击赛事为主的中型乙级多功能体育馆^[1],可以举办地区性和全国单项体育赛事,包括篮球、羽毛球、网球、乒乓球、击剑等多种室内竞技比赛。同时也可以开展各种电子竞技等商业体育赛事。

本项目总建筑面积36212.05m²,其中地上19712.05m²,地下16500m²。为多层建筑,建筑层数为地上4层,地下1层,建筑高度为22.35m(结构顶板),25.50m(造型最高点高度)。地上耐火等级为二级,地下耐火等级为一级,设计使用年限为50年。本工程体育馆



图1 项目整体效果图

等级为1943座中型乙级多功能体育馆,抗震设防烈度7度。本工程主体部分采用钢筋混凝土框架构体系,大空间采用钢桁架结构体系,采用轻型屋面板,其它均为现浇钢筋混凝土梁板。人防工程为甲类防空地下室,抗力等级核6级,防化等级丙级。位于地下一层北侧,战时用途为二等人员掩蔽部,平时用途为汽车库。

2. 系统介绍

2.1 给水系统

(1) 设计用水量

最高日总用水量为228.2m³/d,最高时总用水量为28.6m³/h。

(2) 系统设计

竖向分两个供水分区^[2]。地下一层至二层由市政水压直接供水。三至四层由一套恒压变频供水设备供水,设计秒流量18L/s,供水压力0.5MPa。为保证各卫生器具配水点处动压不超过0.20MPa,超压部位设减压阀(阀前设过滤器),阀后动压0.20MPa。

生活供水泵房位于体育馆地下一层,泵房内主要设备:

304不锈钢生活储水箱一座,有效容积为37m³。

恒压变频供水设备一套, Q=65m³/h, H=0.5MPa, 内含三台水泵,两用一备, 每台: Q=33m³/h, H=0.5MPa,

$N=7.5\text{kW}$ 。

紫外线消毒两台, $Q=65\text{m}^3/\text{h}$, $N=1.2\text{kW}$ 。

供水机组及紫外线消毒器等设备需自带电控箱, 本楼强弱电电缆仅接至设备机组自带电控箱, 电控箱需输出设备的运行状态、故障状态、手自动状态的无源触点信号及水箱的水位信号。水箱的水位信号包括溢流液位和最低液位信号, 并可声光报警至控制中心, 最低液位时须自动控制停止供水泵。

2.2 生活热水系统

冷水计算温度为 5°C , 热水计算温度为 60°C , 最高日用水量为 $18.1\text{m}^3/\text{d}$, 设计小时耗热量 3485163.00 (KJ/h) , 设计小时热水量: 15392.73 (L/h) 。锅炉一次换热机房供回水温度 $95/70^\circ\text{C}$, 换热站水加热详见暖通专业设计。

本工程为淋浴、贵宾卫生间、VIP休息室等提供 $50/45^\circ\text{C}$ 生活热水。体育馆热水系统由两种形式组成, 地下至三层由锅炉房和换热站提供热水, 四层由空气源热泵加储热水箱系统供应热水。为保证在空气源热泵维修期间, 热水持续供应, 锅炉房供应至四层热水系统, 并设阀门(阀门常闭, 在空气源热泵故障时开启)。热水系统竖向供水分区同生活给水系统, 水源来自同区生活给水系统。一、二层为低区, 三、四层为高区。空气源热泵间热源为四层屋面三台制热量分别为 34kW 的空气能热水机组, 其供回水温度 $50/45^\circ\text{C}$ 。在空气源热泵间设储热水箱及分设热水机组侧循环泵和用户侧循环泵, 系统采用上行上回水平干管同程式全循环系统^[3]。

生活热水系统的水表设置计量原则与冷水系统一致。

2.3 游泳池水循环系统

体育馆地下一层设一游泳池, 水处理机房位于同层。游泳池容积 689m^3 , 池水循环周期 4h , 使用时间 18h , 日循环次数 6 次, 循环水流量 $189.3\text{m}^3/\text{h}$, 补充水量 $34.425\text{m}^3/\text{d}$, 池水设计温度 28°C 。

池水采用逆流循环方式, 石英砂过滤净化处理工艺, 并采用成品次氯酸钠溶液消毒方式。池水加热热源来自锅炉房(热负荷为 450kW)。泳池设置平衡水箱, 连接排水沟和泳池回水管回水。水箱补水来自生活给水系统, 循环水泵、水处理设备和系统管道上的电动阀门需自带电控箱, 泳池水处理系统应实现全面自动化(包括硬度、PH值、余氯的检测), 可就地和中央报警, 并与楼宇自动化系统连接。泳池设置报警系统, 以便在非运营或无人看管期间, 快速探测任何物体进入泳池^[4]。

水池泄水口、供水口、回水口及吸污口等必须配置防旋涡盖子防止吸陷。游泳池的进水口、池底回水口和泄水口的格栅空隙大小, 应防止卡入游泳者手指、脚趾。泄水口的数量应满足不会产生负压造成对人体的伤害。

游泳池循环水补水应设水表及防倒流设施。

泳池的全套设备及控制部分均由厂商配套提供, 并

负责设备安装调试。游泳池所采用的设备及材料, 须符合国家相关生活饮食用标准。

2.4 循环冷却水系统

设置两套循环冷却水系统及其补水系统, 供空调冷水机组使用。总循环水流量 $650\text{m}^3/\text{h}$, 供水温度 32°C , 回水温度 37°C , 湿球温度 28°C 。冷却水循环利用率 $\geq 98.5\%$, 补充水率 $\leq 1.5\%$, 浓缩倍数 ≥ 3 。小时补水量约 $8.2\text{m}^3/\text{h}$, 最高日补水量约 $60\text{m}^3/\text{d}$ 。

体育馆南侧 16.4 米标高屋顶设置 2 台低噪音横流式冷却塔(变频风机), $Q=325\text{m}^3/\text{h}$, $N=16.5\text{kW}$ 。

体育馆地下 $B1$ 层冷冻机房内设置 3 台循环水泵(变频)与冷机对应, 2 用 1 备, $Q=325\text{m}^3/\text{h}$ 、 $H=0.30\text{MPa}$ 、 $N=55\text{kW}$, 1 套旁滤水处理设备($Q=20\text{m}^3/\text{h}$, $N=3.7\text{kW}$)。

冷却塔补水由消防水池提供, 在消防水泵房设冷却水补水泵 2 台, 一用一备, $Q=8\text{m}^3/\text{h}$ 、 $H=0.45\text{MPa}$ 、 $N=5.5\text{kW}$, 管径 $\text{DN}50$ 。

冷却塔做降噪减震处理, 控制标准由声学顾问提供, 降噪减震标准应满足环评要求。冷却塔集水盘应加深, 冷却塔之间设置平衡管, 避免冷却水泵停泵时冷却水溢出。冷却塔运行根据冷却水出水温度, 控制冷却塔风机转速或开启台数。

恒压变频供水设备的运行状态、变频泵的启停及压力纳入 BA 系统。

循环冷却水泵、冷却塔、旁滤水处理设备、系统管道上的电动阀门的控制须与暖通专业统一设置(循环冷却水系统的控制见暖通专业要求)。

2.5 排水系统

(1) 室外排水系统

最高日排水量约为 $94.7\text{m}^3/\text{d}$ 。本工程采用污废合流制, 生活污水收集后经钢筋混凝土化粪池处理后排入北侧锦绣大道 $\text{DN}400$ 市政污水管线。室外设置有效容积 50m^3 的化粪池 2 座, 停留时间 24h , 清掏周期 180d 。所有污水经化粪池处理, 达到国家排放标准后排入市政污水管网。

(2) 室内排水系统

楼内污废水合流排放。地上部分重力流排至室外, 地下部分排至集水坑, 加压提升后排出。

排水立管直接伸顶通气, 卫生间连接 6 个及 6 个以上大便器的排水横支管或连接 4 个及 4 个以上卫生器具且长度大于 12m 的排水横支管设置环形通气管。

空调机房采用塑料地漏(配铸铁盖), 卫生间采用防涸地漏, 严禁采用钟罩式地漏, 所有地漏及卫生器具存水弯水封高度不得小于 50mm , 严禁采用活动机械密封替代水封。

所有水箱的泄水管、溢流管; 开水器的排水管均采用间接排水方式。

卫生间污水集水坑内的潜污泵应带外置铰刀，废水集水坑潜污泵应带自动搅匀装置，潜污泵均自带控制箱及自动耦合装置。潜污泵自带电控柜，泵的运行状态、泵的启停及压力纳入BA系统。

2.6 雨水系统

雨水为内排水系统，23.9m大屋面采用虹吸雨水系统，其他16.4m、11.3m小屋面采用重力流排水系统。

$$\text{暴雨强度公式: } q = \frac{4850(1+0.846\lg P)}{(t+19.1)^{0.896}}$$

重力流排水屋面按降雨重现期P=50a设计，虹吸屋面雨水排水及溢流总排水能力按降雨重现期P=50a设计。

屋面排水能力按降雨重现期P=50a设计，降雨历时5min的暴雨强度 $q_5=6.83\text{L/s} \cdot 100\text{m}^2$ ，下沉广场、汽车坡道出入口设计重现期为P=50a。

雨水斗：虹吸系统采用TY-110型，重力流系统采用87型。

3. 雨水回用

本地块用地面积41308.03m²，其中，屋面面积16384m²（绿化屋面面积为7200m²），室外硬质铺砖及道路面积16316.76m²、地面绿地面积7773.16m²，其中下凹绿地面积1500m²（下凹深度100mm）。区域年径流总量控制率不低于75%（即控制雨水量为21.3mm，日控制量）。

本项目场地内设计降雨控制量为879.87m³，场地综合径流系数0.53，入渗实现的场地径流控制量为466.33m³，下凹绿地控制量为150m³，通过蓄水池控制量为316.33m³。设置雨水回收系统^[7]进行雨水调蓄，蓄水池容积为360m³，通过调蓄措施实现的降雨控制量大于466.33m³，可实现场地年径流总量控制率不低于75%。本项目地块内设置2座雨水收集池，其中1#雨水收集池有效容积150m³，清水池有效容积40m³；2#雨水收集池有效容积210m³，清水池有效容积55m³。

项目采用雨水调蓄回收系统。非传统水源利用采取用水安全保障措施：雨水利用进行消毒杀菌；雨水管道、设备、接口有明显标识，与其他生活用水管道严格区分；清水池内的自来水补水管出水口应高于清水池内溢流水位，其间距不应小于200mm；并设备用水源、溢流装置及切换设施。具体由专业厂商深化设计。

雨水回用流程：根据用途不同采用不同的处理方式，本项目的雨水主要用于绿化、道路浇洒、地库冲洗，考虑收集雨水的水质，以及对用水水质的要求，本项目所收集的雨水经雨水处理系统后，应满足以下用水水质要求。（见表1）

雨水在经过初期弃流后的水质为：COD_{Cr}70-100mg/L；SS20-40mg/L。

具体工艺流程如图：

雨水→初期弃流井→沉砂→雨水蓄水池沉淀→过滤

表1 雨水处理系统出水水质指标汇总表

序号	项目	数值
1	基本要求	无漂浮物、无令人不愉快的嗅和味
2	pH	6.0-9.0
3	色（度）	≤ 30
4	嗅	无不快感
5	浊度（NTU）	≤ 5
6	溶解性总固体（mg/L）	≤ 1000
7	氨氮（mg/L）	≤ 10
8	五日生化需氧量BOD ₅ （mg/L）	≤ 10
9	阴离子表面活性剂（mg/L）	≤ 0.5
10	铁（mg/L）	≤ 0.3
11	锰（mg/L）	≤ 0.1
12	溶解氧（mg/L）	≥ 1.0
13	总余氯（mg/L）	接触30min后 ≥ 1.0， 管网末端 ≥ 0.2
14	总大肠菌群（个/L）	≤ 3

→消毒→雨水清水池→加压至用水点

通过合理规划地表与屋面雨水径流，地面停车场采用植草砖、人行道路部分采用透水砖、设置下凹式绿地以及雨水回收系统等方式来进行径流总量控制，保证场地年径流总量控制率 ≥ 75%。

4. 小结

针对体育馆等复杂公建项目，首先需合理设置供水竖向分区，充分利用市政水压；为有效排除大面积屋面雨水，采用虹吸雨水排水系统；体育馆下沉广场需合理选择雨水设计重现期、排水泵站的参数，防止淹水带来的巨额损失；室内污废水地上重力排水，地下室采用一体化污水提升装置进行压力排水流排放。

此外，体育馆设计对于给排水专业来说，对建筑内部复杂多变空间的熟悉和管线、设备排布的细致把控最为关键，在本项目施工图设计过程中，利用BIM技术将各专业图纸协同整合为与实际工程等比例的三维模型，直观检查出设备、管线的碰撞冲突，提出解决方案以指导施工。

参考文献：

- [1]中华人民共和国建设部.国家体育总局《体育建筑设计规范》(JGJ 31-2003).2003-10-01
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.《建筑给水排水设计标准》(GB 50015-2019).2020-03-01
- [3]中华人民共和国住房和城乡建设部.《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》(GB 50400-2016).2017-07-01
- [4]中华人民共和国住房和城乡建设部.《游泳池给水排水工程技术规程》(CJJ 122-2017).2017-12-01