

唐山市工人文化宫给排水及消防系统设计实例分析

张磊,任春立

(唐山学院 土木工程学院,河北 唐山 063000)

摘要:唐山市工人文化宫项目给水系统采用分区加压供水方式,达到节能与节水的目的;排水系统采用重力与压力排水相结合的排水方式,保证排水顺畅;消防系统采用自动喷水灭火系统、消火栓系统、大空间智能型自动喷水灭火系统和建筑灭火器四种方式,保证消防安全性。

关键词:唐山市工人文化宫;给水系统;排水系统;消防系统

中图分类号:TU99 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2017)06-0056-06

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2017.06.013

An Analysis of the Design Example of the Plumbing System and Fire Protection System in Tangshan Workers' Cultural Palace

ZHANG Lei, REN Chun-li

(College of Civil Engineering, Tangshan University, Tangshan 063000, China)

Abstract: A subdivision pressurized water supply system is devised for Tangshan Workers' Cultural Palace for the purpose of energy and water conservation. A gravity and pressure drainage system is adopted to ensure smooth drainage. An automatic sprinkler system, a hydrant system, a large space intelligent sprinkler system and building fire extinguishers are employed for fire safety.

Key Words: Tangshan Workers' Cultural Palace; water supply system; drainage system; fire protection system

唐山市工人文化宫(见图1)位于南湖生态城核心区内,项目于2014年开始设计,目前已建设完毕。建筑物地上六层地下一层,地上部分主要功能分区为体育场馆、展览厅、多功能厅、商业区、舞厅、办公区、教室,地下一层是设备用房。建筑高度29.4 m,总建筑面积约20 600 m²,根据《建筑设计防火规范》(GB50016—2014)中5.1.1条的规定,可确定该建筑的类别为二类高层公共建筑。其给水排水的设计既要满足规范的要求,又要兼顾到节能、环保以及建筑效果;消防系统的设计符合《消防给水及消火栓系

统技术规范》(GB50974—2014)。本文将对项目的给排水及消防施工设计进行介绍,总结相关的设计经验,为同类工程提供参考。

1 给水系统

1.1 给水方式的选择及水量的计算

给水系统的设计既要考虑到建筑的实用性、使用的舒适性,同时又要符合节水、节能规范的要求。唐山市市政供水压力为0.25 MPa,为了充分利用市政水压,同时又满足建筑物的用水压力要求,工人文化宫建筑的供水系统分为低、高两个区,1—2层为低区,由市政管网直

作者简介:张磊(1986—),女,河北唐山人,助教,硕士,主要从事建筑给排水研究。



图1 唐山市工人文化宫实景图

接供水,3—6层为高区,采用加压供水。建筑物顶层的主要使用功能为羽毛球、篮球活动馆,为使这些场馆充分利用自然光线,采用了玻璃顶棚,所以在建筑屋顶没有设备机房,因此加压供水选用低位水箱加变频泵组的方式。变频给水设备在地下一层的生活水泵房内,供水压力为0.48 MPa,这样既满足了3—6层供水压力,同时也保证分区最低卫生器具配水点处的静水压力不大于0.45 MPa^[1]。

根据不同功能分区的建筑面积,依据《建筑给水排水设计规范》中表3.1.10规定的用水量标准进行用水定额的选取,其中体育场馆取35 L/(人·场次),每天3场次,每场90人,则用水量为9.5 m³;展厅、多功能厅取5 L/m²,面积约4 800 m²,则用水量为24 m³;办公及教室均取35 L/人,每天约300人,则用水量为10.5 m³。由此可计算出本建筑最高日用水量为44 m³,建筑低位贮水箱体积按建筑最高日用水量的25%确定。加压供水系统设置3台变频给水泵,两用一备,一台稳压罐,一个生活水箱,具体参数见表1。

1.2 水质的控制

生活用水关系到人身健康,必须保证不受污染。建筑的低区用水由市政管网直接供给,水质能够得到保证,高区用水需先在生活水箱内贮存,再通过给水泵加压供给各用水楼层,因此,必须采取有效的防止污染的措施。本建筑在进行加压供水设计时,采取的防止水质污染措施有:①生活贮水箱设置在专用的生活水泵房内,其上层房间为展览厅,无厕所、浴室、盥洗

室、厨房等功能;②生活贮水箱有效体积20 m³,保证了贮水48 h内可以得到更新,满足《二次供水设施卫生规范》的要求;③水池的通气管、溢流管均设置了耐腐蚀十目防虫网罩,防止微小生物进入水池,并且水池的溢流管和泄水管均采用间接排水;④进水管在溢流水位以上接入,管口最低点高出溢流边缘的空气间隙等于进水管管径,满足《建筑给水排水设计规范》中3.2.4B条的规定。

表1 加压供水设备及参数

名称	型号	数量	参数
生活水箱	食品级不锈钢	1	5 m×2 m×2 m
紫外线消毒器	TKZS-3	1	流量4~6 m ³ /h, 功率90 W
变频给水泵	32FL5-12X4	3	流量5 m ³ /h,扬程48 m,功率2.2 kW
变频给水定压罐	SQL1000	1	承压1.0 MPa

1.3 管道的布置

建筑内部设有水暖管井,见图2,给水主立管在水暖管井内集中设置,既为安装检修提供了便利,同时又减少了室内给水管道分散设置的数量。

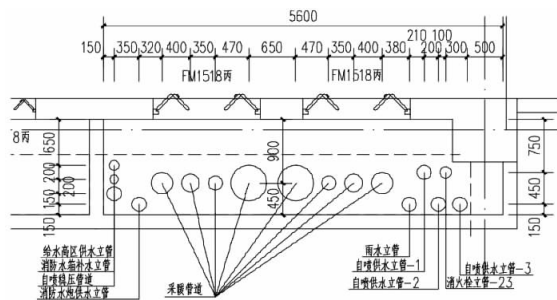


图2 建筑内水暖管井布置详图

室内给水管道布置成枝状管网,单向供水,在满足安全要求的条件下,以最短的路程将水送至用水点,管道以沿墙、柱、板底敷设为原则,并适当考虑美观。图3为建筑内某卫生间给排水管道布置示意图。

2 排水系统

2.1 地上排水系统

建筑采用生活排水与雨水分流排水系统,

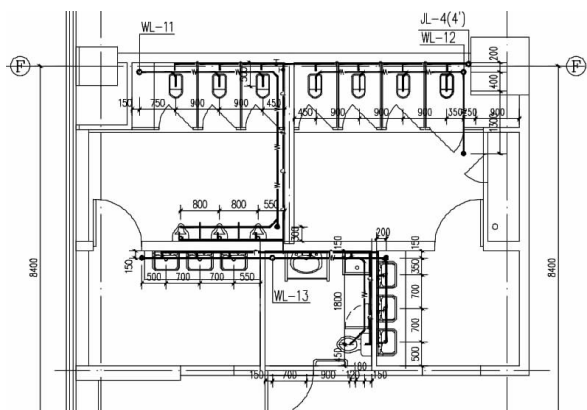


图 3 建筑内某卫生间给排水管道布置图

雨水采用内外排水相结合的排水方式。建筑内部未设置厨房,室内污、废水排出室外经过化粪池处理后统一排入市政污水管网。建筑内的排水系统设置伸顶通气管,排水管道首层不单独排放,首层排水横支管与立管连接处距排水立管底部的垂直距离满足《建筑给水排水设计规范》中表 4.3.12 的规定,保证排水畅通。

对于建筑内部设有较多卫生洁具的公共卫生间,考虑到建筑使用功能主要为运动场馆,卫生间用水时间相对集中,卫生器具同时使用概率较大,为了保证排水的顺畅,且尽量不影响装修效果,排水立管分散设置,减少排水横支管的长度,不设置环形通气管道。如图 3 中的排水立管 11 和排水立管 12,设置在建筑的墙与柱交接的端角隐蔽位置,并靠近排水量大的蹲便器。排水立管 13 设置在墙与墙交接的端角隐蔽位置,排水横支管在楼板下沿墙体敷设。

2.2 地下设备机房排水系统

建筑地下室内的空调机房、消防水泵房、给水泵房均设置集水坑,每个集水坑内设置两台污水泵(一用一备),符合《建筑给水排水设计规范》中 4.7.4 条的规定,并且压力排水系统设置的单独出户管道延伸到室外,不与地上的污废水排水管道连接,排出管的横管段采用 0.012 的坡度坡向出口。因为地下污水管道为有压流,与地上污废水管道合用会影响地上管路排水,并且地下的污水泵间断运行,所以为了保证停泵后积存在出户横管内的污水能自流排出,避免积污,出户管道才用坡向出口。

2.3 排水管材的选择

排水管材根据管道不同的设置位置和使用要求采用不同的材质。地上排水管立管、出户管采用机制柔性排水铸铁管,由配套管件连接;排水横管采用普通 U-PVC 塑料管,采用粘接方式连接。压力污水排水管及出户管等采用机制柔性排水铸铁管,由配套管件连接。机制柔性排水铸铁管管材强度高,抗震性能好,使用寿命长,因此在排水立管、出户管及压力污水排水管道这些承受水流冲击大的管段采用。

3 消防系统

建筑内部设置了消火栓系统、自动喷水灭火系统、大空间智能型自动扫描射水高空水炮灭火装置、建筑灭火器四种消防系统。

用水量标准:消火栓系统 22.8 L/s,自喷系统 45 L/s,消防水炮 10 L/s。消防水池设置在地下一层,仅储存室内消防用水量,有效体积 450 m³,建筑屋顶设置高位消防水箱,有效体积 18 m³,满足《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974—2014,以下简称《水消规》)5.2.1 条的要求。

3.1 消火栓系统

建筑的室内消火栓系统采用临时高压制,竖向不分区,其原理图如图 4 所示。室内管网水平竖向均成环状布置。消火栓加压水泵设置在地下一层消防水泵房内,一用一备,水泵流量 22.8 L/s,压力为 0.67 MPa,保证消火栓栓口动压不小于 0.35 MPa,建筑 3 层及以下各层采用减压稳压型消火栓,保证消火栓栓口动压不大于 0.5 MPa。室内不采暖房间及地下室消火栓采用电伴热保温,电源为消防电源。消防水泵采用自灌式吸水,水泵吸水管喇叭口位于消防水池最低有效水位下 550 mm,并且吸水口采用旋流防止器,符合《水消规》中 5.1.13 条要求。

根据《水消规》11.0.19 条的要求,建筑消火栓按钮不再作为直接启动消防水泵的开关,而作为发出报警信号的开关。在高位消防水箱出水管设置流量开关,在消防水泵出水干管上设置压力传感器作为压力开关,流量开关和压力开关作为启泵信号。《水消规》11.0.4 条解

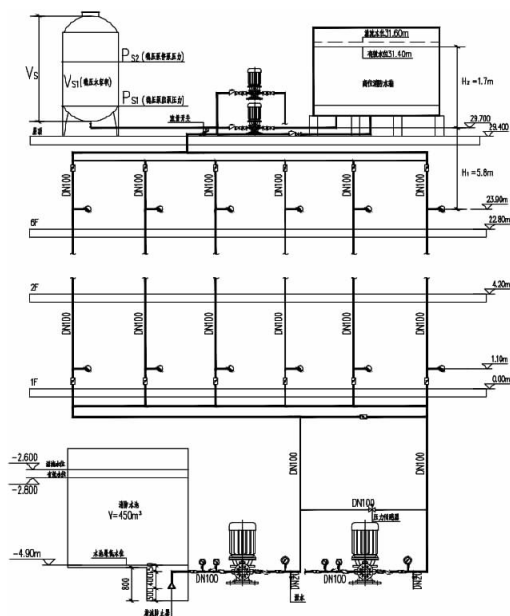


图4 建筑消火栓系统原理图

释规定,压力开关一般可采用电接点压力表、压力传感器等,故本设计中采用压力传感器。《水消规》5.3.3中第2,3条规定,稳压泵的设计压力应保持系统自动启泵压力设置点处的压力在准工作状态时大于系统设置自动启泵压力值,且增加值宜为 $0.07 \sim 0.1 \text{ MPa}$;稳压泵的设计压力应保持系统最不利点处水灭火设施在准工作状态时的静水压力大于 0.15 MPa 。由此可知,消防泵启泵压力值应保证系统最不利点处水灭火设施在准工作状态时的静水压力大于 0.15 MPa ($0.07 \sim 0.1 \text{ MPa}$),经计算,本建筑的压力开关动作压力为 0.37 MPa 。

建筑室内各层均设置室内消火栓,消火栓的布置保证同一平面同一防火分区内有两支消防水枪的两股充实水柱同时到达任何部位^[2],并且消火栓设置在楼梯间、通道等明显易于取用以及便于火灾扑救的位置。如图5所示,建筑首层的消火栓主要布置在走廊、通道的两侧以及靠近楼梯的公共区域,方便救火人员对消火栓的取用,为实现建筑的消防自救提供了有利条件。

3.2 自动喷水灭火系统

建筑地下一层无采暖,采用预作用系统,地上采用湿式系统。根据《自动喷水灭火系统设计规范》中附录A可知,唐山工人文化宫火灾

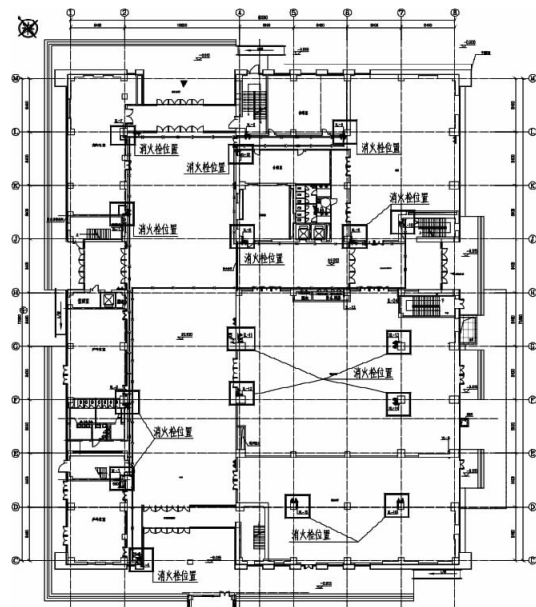


图5 建筑首层消火栓布置示意

的危险等级为中危I级,据5.0.1条可知建筑内非高大净空场所自动喷水灭火系统的喷水强度应为 $6 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积 160 m^2 。建筑内的篮球活动室、羽毛球活动室、舞厅、展厅等净空高度 $8 \sim 12 \text{ m}$ 的场所喷水强度为 $6 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积 260 m^2 ,喷头布置间距不超过 3 m 。自喷系统加压水泵设置在地下—层消防水泵房内,一用一备,水泵流量 45 L/s ,压力为 0.60 MPa ,保证最不利喷头处的工作压力。建筑内的每个防火分区设置单独的水流指示器,每个防火分区最不利喷头处设置试水装置,每个报警阀组控制的最不利喷头处设置末端试水装置,见图6,试水装置的排水均引自建筑内的卫生间排水系统,采用间接排水方式。

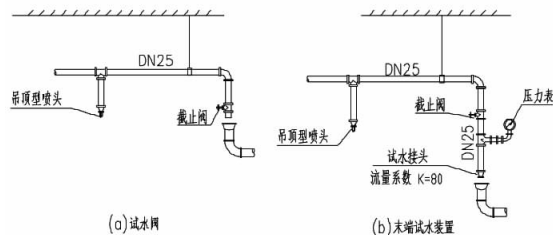


图6 喷淋试水安装示意

为了使建筑内的展览馆和运动场馆最大程度地利用自然采光,建筑采用了大量玻璃幕墙

和玻璃顶棚,这给自动喷水灭火系统的设计造成了困难,尤其是顶层喷头的布置。经与建筑施工单位协商,玻璃顶棚采用 $2.4\text{ m} \times 3.8\text{ m}$ 规格的玻璃板,喷头及管道在两块玻璃间隙敷设,保证喷头间距满足 $2.4 \sim 3.0\text{ m}$ 的距离要求,并且未对建筑内部环境效果及自然采光造成影响。

3.3 大空间智能型自动扫描射水高空水炮灭火装置

工人文化宫建筑内部有两个中庭,高度均为 29.4 m ,采用普通的喷淋系统无法满足灭火要求,因此设置大空间智能型自动扫描射水高空水炮灭火装置。由于目前查找不到相应的国家规范,因此以《大空间智能型主动喷水灭火系统技术规程》(以下简称《智能灭火技术规程》)和广东省的《大空间智能型主动喷水灭火系统设计规范》作为设计依据。

高空水炮系统由智能自动扫描射水高空水炮、电磁阀、水流指示器、信号闸阀、末端试水装置和 ZSD 红外线探测组件等组成,全天候自动监视保护范围内的一切火情,一旦发生火灾,ZSD 红外线探测组件向消防控制中心的火灾报警控制器发出火警信号,启动声光报警装置报警,报告发生火灾的准确位置,并将灭火装置对准火源,打开电磁阀,喷水扑灭火灾;火灾扑灭后,系统可以自动关闭电磁阀停止喷水。系统同时具有手动控制、自动控制和应急操作功能。

建筑设置危险等级与普通自喷系统相同,为中危 I 级,系统选用 ZSS-25 型自动扫描高空水炮,每个水炮喷头流量为 5 L/s ,最不利喷头工作压力 0.6 MPa ,保护半径 20 m ,喷头安装高度 $6 \sim 20\text{ m}$ 。本建筑将水炮喷头安装于三层顶板下,安装高度 12 m ,悬空式安装。水炮喷头根据《智能灭火技术规程》表 5.0.2—3 规定,采用 2 行 1 列标准布置形式,保护范围及面积满足要求。加压泵位于地下 -1 层消防泵房内,工作压力 0.97 MPa ,流量 10 L/s ,一用一备。2 号中庭智能喷水灭火系统安装示意图见图 7。

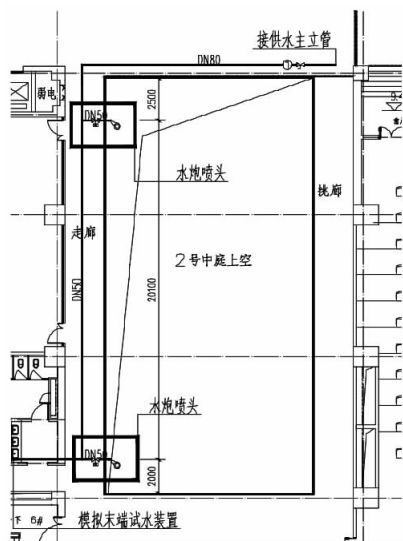


图 7 2 号中庭智能喷水灭火系统安装示意图

3.4 增压稳压设施

依据《消防给水及消火栓系统技术规范》中 5.2.1 条要求,本建筑在屋面消防水箱间内设置 $5\text{ m} \times 2\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ 的高位消防水箱,高位消防水箱最低有效水位应满足消火栓及喷淋系统最不利点处的静水压力要求,因此二者均设置了稳压设施,稳压设施与消防水箱一同设置于建筑屋顶水箱间内。采用气压水罐—稳压泵联合工作形式,稳压系统设计成停泵、启泵两级压力工作模式,分别为:PS2(稳压泵停泵压力)、PS1(稳压泵启泵压力),水罐选用隔膜式气压水罐。

稳压泵和气压水罐运行参数的计算与消火栓系统和自喷系统方法相同,因此以消火栓为例进行说明。

(1)稳压泵设计流量。据《水消规》5.3.2 条规定,管网无泄露时,稳压泵设计流量宜按消防给水设计流量的 $1\% \sim 3\%$ 计,且不宜小于 1 L/s 。则 $q = 3\% \times 22.8\text{ L/s} = 0.68\text{ L/s} < 1\text{ L/s}$,因此取 1.1 L/s (约 $4\text{ m}^3/\text{h}$)。

(2)稳压泵启泵、停泵压力的确定。《水消规》5.3.3.1 条规定,稳压泵的设计压力应满足系统自动启动和管网充满水的要求。由此可知,为实现稳压系统自动启动,稳压泵需要克服系统静压,并且大于屋顶水箱的静压。5.3.3.3 条规定,稳压泵的设计压力应保持系统最不利

点处灭火设施在准工作状态时的静水压力大于 0.15 MPa。则稳压泵启泵压力 $P_{s1} \geq 0.15 - H_1$, 并且 $\geq 0.01H_2 + 0.07$ 。 $P_{s1} = 0.15 - 0.058 = 0.092$ MPa, 取 0.1 MPa, $0.01H_2 + 0.07 = 0.01 \times 1.7 + 0.07 = 0.087$ MPa < 0.1 MPa。

稳压泵的停泵压力 $P_{s2} = P_{s1} / 0.8 = 0.1 / 0.8$ MPa = 0.125 MPa, 取 0.13 MPa。

(3) 气压罐稳压水容积的确定。气压水罐的调节容积即为其消防时稳压水容积。《水消规》5.3.4 条规定, 设置稳压泵的临时高压消防给水系统应设置防止稳压泵频繁启停的技术措施, 当采用气压水罐时, 其调节容积应根据稳压泵启泵次数不大于 15 次/h 确定, 但有效贮水容积不宜小于 150 L。

稳压水容积利用公式 $V_{s1} = Cq / (4n)$ 计算, 式中 C 为安全系数, 宜采用 1.0~1.3; n 为稳压泵的启泵次数; q 为稳压泵的流量。

则 $V_{s1} = 1.2 \times 4 / (4 \times 12) = 0.1$ m³ = 100 L < 150 L, 取 150 L。

(4) 气压水罐总容积的确定。 $V_s = \beta V_{s1} / (1 - ab)^{[7]}$, 式中 β 为隔膜式气压水罐工作压力比, 取 1.05; a_b 为气压水罐工作压力比; V_{s1} 为稳压水容积。

气压水罐工作压力比 $a_b = (P_{s1} + 0.1) / (P_{s2} + 0.1) = (0.1 + 0.1) / (0.13 + 0.1) = 0.86$ 。总容积 $V_s = 1.05 \times 0.15 / (1 - 0.86) = 1.125$ m³, 取 1.2 m³。

(5) 计算结果。① 稳压泵启泵压力 0.1 MPa, 稳压泵停泵压力 0.13 MPa; ② 稳压泵流量 1.1 L/s, 扬程 $H = 100 \times (0.1 + 0.13) / 2 = 11.5$ m; ③ 气压罐型号 SQW1000X0.6。

大空间智能型自动扫描射水高空水炮灭火装置与消火栓及自喷系统合用高位水箱, 《智能灭火技术规程》规定高位水箱底的安装高度应大于最高一个灭火装置的安装高度 1 m, 本建筑高位水箱的设置高度符合要求, 因此不需设置增压稳压设施。系统的高位水箱出水管独立设置, 出水管上设置止回阀和检修阀。

3.5 建筑灭火器的配置

工人文化宫建筑灭火器按火灾危险类别 A 类配置, 体育场馆的舞台和后台部分、舞厅的火灾危险等级为严重危险级, 其他部分火灾危险等级为中危险级。采用了磷酸铵盐干粉灭火器 MF/ABC5(5 kg), 灭火器的尽量设置在公共场所, 便于取用, 不影响人员疏散。

4 结语

建筑给排水系统的设计与人们日常生活息息相关, 设计质量好坏直接影响人们的生活质量和环境, 设计过程中在执行规范标准的前提下, 还要综合考虑建筑的使用功能性、舒适性以及所设计建筑自身的特点。建筑消防系统的设计, 与人的生活安全紧密联系, 设计过程中必须严格执行相应的规范要求^[3], 并考虑实际的使用效果, 根据建筑场所的实际情况, 设置相应的灭火效果最好的消防设施, 如遇到单层净高大于 12 m 的高大空间, 采用传统的消火栓及自喷系统不能满足灭火的要求时, 可参考本工程的设计方法设置大空间智能型自动扫描射水高空水炮灭火装置。

本文对唐山市工人文化宫给排水及消防系统的进行了介绍, 希望能为建筑体积大于 10 000 m³, 净高大于 12 m 的高大空间, 并且功能分区较为复杂的同类公共建筑提供一些设计参考。

参考文献:

- [1] 中国工程建设标准化协会. GB50015—2003 建筑给排水设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [2] 中华人民共和国公安部. GB50974—2014 消防给水及消火栓系统技术规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [3] 张铁磐. 施工图消防设计审查特点及常见问题分析与对策[J]. 给水排水, 2016, 42(3): 67—72.

(责任编辑: 夏玉玲)