

设计经验

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.22.016

## 某冰上运动比赛训练馆工程给水排水设计

王官胜<sup>1</sup>, 张尚义<sup>2</sup>, 李安达<sup>1</sup>, 师前进<sup>1</sup>, 杨林儒<sup>1</sup>

(1. 中国建筑标准设计研究院有限公司, 北京 100048; 2. 浙江天和建筑设计有限公司, 浙江 湖州 313000)

**摘 要:** 某冰上运动比赛训练馆工程是北京2022年冬奥会和冬残奥会的重点工程之一。该场馆空间造型较为独特,且内含体育工艺、制冰工艺系统设计和建筑无障碍设计。该工程给水排水系统设计中考虑了初次制冰工艺用水量以及制冰机房内的排水设计。同时结合建筑无障碍的特点合理设置自动喷水灭火系统以及布置消火栓。对中庭等大空间消防系统设置和热水系统分区等问题进行了探讨,认为按照当前规范要求,对于18 m以下的空间,能设置自动喷水灭火系统的必须设置自动喷水灭火系统。而热水分区宜优先考虑热水系统加热效率,减少分区。建筑给水排水设计应因地制宜,充分考虑建筑功能、造型等因素进行合理设计。

**关键词:** 虹吸雨水; 太阳能热水系统; 余热利用

**中图分类号:** TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)22-0096-05

## Water Supply and Drainage Design of an Ice Sports Competition Training Hall

WANG Guan-sheng<sup>1</sup>, ZHANG Shang-yi<sup>2</sup>, LI An-da<sup>1</sup>, SHI Qian-jin<sup>1</sup>, YANG Lin-ru<sup>1</sup>

(1. China Institute of Building Standard Design & Research Co. Ltd., Beijing 100048, China;  
2. Zhejiang Tianhe Architectural Design Co. Ltd., Huzhou 313000, China)

**Abstract:** The project of an ice sports competition training hall is one of the key projects of the Beijing 2022 Winter Olympic and Paralympic Games. The venue has a unique space shape and includes sports craftsmanship, ice making craft system design and building barrier-free design. In the design of water supply and drainage system of this project, the water consumption of the initial ice making process and the drainage design in the ice making machine room were considered. At the same time, combining with the barrier-free characteristics of the building, the automatic sprinkler system and the arrangement of fire hydrants were designed reasonably. The installation of fire protection systems in large spaces such as atriums and zoning of hot water systems were discussed. It was considered that according to the current specifications, the automatic sprinkler system must be installed if the sprinkler system can be installed for the space below 18 m. The hot water partition should give priority to the heating efficiency of the hot water system and reduce partition. The design of building water supply and drainage should be adapted to local conditions. The building function, modeling and other factors should be fully considered to carry out a reasonable building water supply and drainage design.

**Key words:** siphon rainwater; solar hot water system; waste heat utilization

### 1 工程概况

某冰上运动比赛训练馆工程位于北京市顺义

区,是2022年冬奥会和冬残奥会的重点工程之一。作为全国唯一的专门建设服务于残疾人冰上项目的

比赛训练馆,将为冬奥会冰球及冰壶运动队建立一个符合备战集训要求、无障碍标准和残疾人冰上项目特点的专业冰上项目训练场馆。总体鸟瞰图见图1。场馆总平面图及一层平面图分别见图2、3。



图1 项目总体鸟瞰图

Fig.1 General aerial view of the project



图2 场馆总平面图

Fig.2 General layout of the venue

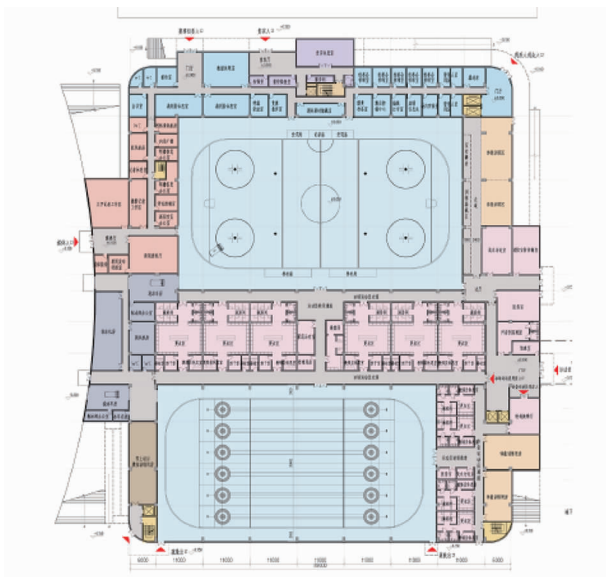


图3 场馆一层平面图

Fig.3 Floor plane of the venue

场馆含冰球比赛训练馆、轮椅冰壶训练馆,主要功能为比赛、训练、运动员更衣等,提供保障场馆运行的配套设施。冰球馆建筑耐火等级为乙级,定位于举办地区性和全国性单项比赛。场馆建筑面积为15 903.2 m<sup>2</sup>,地上3层,建筑高度为21.75 m。其中一层、二层为运动员休息、训练等房间,三层为机房(无生活用水)。冰球馆看台共1 977席,其中普通看台1 839席,无障碍看台138席。

## 2 给排水系统设计

根据场馆功能要求,该项目给水排水设计内容包括建筑内给水、中水、热水、排水、雨水、消防栓系统及自动喷水灭火系统、大空间智能型主动喷水灭火系统和灭火器系统。与其他类型建筑相比,该冰上运动比赛训练馆给排水系统需考虑配合制冰工艺、建筑无障碍设计以及场馆大空间坡屋面设计,因此其给水排水设计具有一些特殊性。

### 2.1 生活给水(含中水)系统

项目采用城市自来水和市政中水作为供水水源,场馆内给水无系统分区,均由市政给水管网直接供水。场馆给水区域为运动员淋浴、公共卫生间以及制冰工艺用水。初次制冰工艺用水量较大,制冰工艺专业提供为300 t左右,运行后,制冰工艺系统补水量较少。初次制冰工艺用水在比赛或训练之前,与运动员或观众淋浴、公共卫生间等生活用水存在用水时间差,且初次制冰时间较长。因此,设计中不需要单独考虑设置给水管道。含制冰工艺用水的局部给水系统见图4。

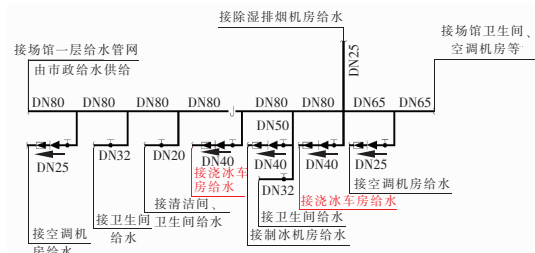


图4 局部给水(含制冰工艺用水)系统

Fig.4 Local water supply system (including ice making process water)

### 2.2 生活热水系统

生活热水系统主要供运动员淋浴,设计上需考虑不同队的队员淋浴空间独立设置。冰球队每队是14个队员,冰壶队每队是5~6个队员。根据向业主方等调研,冰球队每队设置5个淋浴器(其中2个

无障碍淋浴),冰壶队每队设置2个淋浴器即可。因此场馆总共设置48个淋浴器。场馆淋浴设置集中生活热水系统,最高日热水用量(60℃):9.55 m<sup>3</sup>/d,设计小时热水量(60℃):2.33 m<sup>3</sup>/h。热源由屋面太阳能集热器和辅助热源提供,辅助热源为燃气锅炉热水。

### 2.3 生活污(废)水排水系统

冰场、浇冰车房废水排放需与制冰工艺设计配合设计。浇冰车房内设置融冰池,废水由污水提升设备排至室外污水检查井。制冰工艺机房给排水平面图见图5。冰场设置地漏排水。

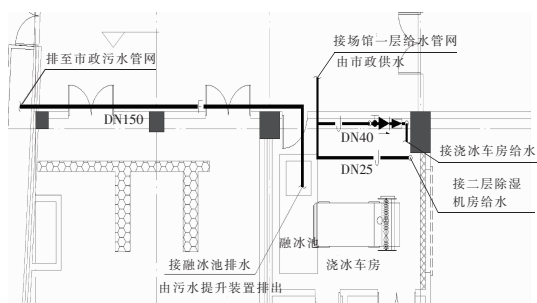


图5 制冰工艺机房给排水平面图

Fig.5 Water supply and drainage plane for ice making process room

### 2.4 雨水排水系统

本项目建筑将造型幻化成展翅飞翔的翅膀形象,屋面建筑坡度接近10%(见图6),屋面不会有雨水积水。但考虑到场馆屋面坡向一层屋面,即为观众的主入口,大量雨水下来势必对观众主入口产生影响。经过与建筑专业协商,设计中采用有组织排水。屋面设置了2道拦截沟,并在场馆屋面设置虹吸式雨水排水系统。虹吸雨水系统见图7。雨水设计重现期为10年,降雨历时5 min。同时设置溢流口,溢流口和排水管系总排水能力按50年重现期计算。雨水量按北京市暴雨强度公式计算:

$$q = 2011(1 + 0.811 \lg P)/(t + 8) \quad (1)$$

场馆二层室外连廊处雨水均由排水沟排至室外雨水检查井。

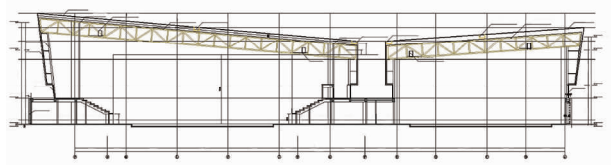


图6 项目剖面示意

Fig.6 Project profile

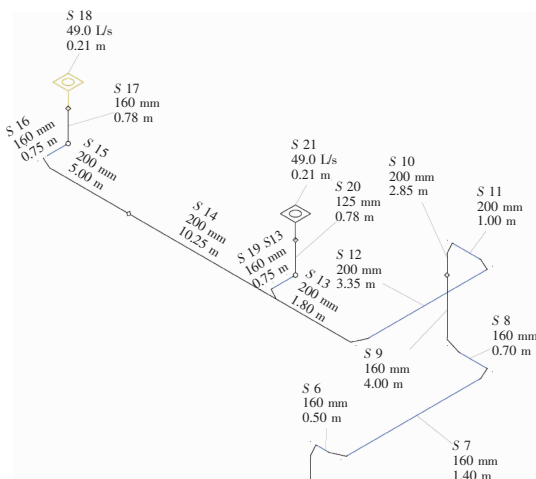


图7 某段虹吸雨水系统

Fig.7 Siphon rainwater system

### 2.5 消防栓系统

本场馆属于民用建筑—单层及多层—体育馆,按照《消防给水及消防栓系统技术规范》(GB 50974—2014),室外消防栓设计流量为40 L/s,室内消防栓流量取20 L/s。观众区域除卫生间区域外,无合适消防栓布置区域。设计上与建筑结合,避免座位对消防栓启用影响,观众席处消防栓布置见图8。

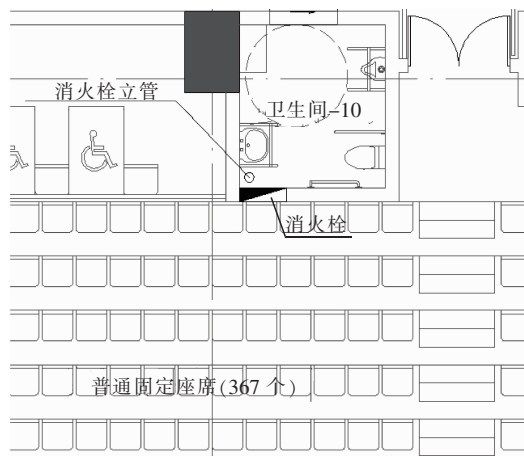


图8 观众席区域消防栓安装示意

Fig.8 Schematic diagram of fire hydrant layout at auditorium area

### 2.6 自动喷水灭火系统

按照《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)中5.3.1条,该场馆防火分区最大允许面积为2500 m<sup>2</sup>,同时规定,当建筑内设置自动灭火系统时,防火分区最大允许面积可增加一倍。本场馆二层面积为3067.96 m<sup>2</sup>,若不设置自动喷水灭火系统,需设置两个防火分区,并设置防火墙及防火卷帘等设施。



若设置自动喷水灭火系统,为一个防火分区。二层防火分区见图9。

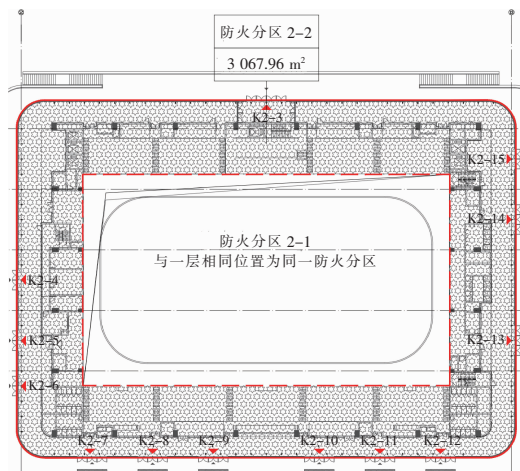


图9 场馆二层防火分区示意

Fig.9 Schematic diagram of fire compartment on the second floor of the venue

本场馆为服务于残疾人冰上项目的比赛训练馆,设计中需充分考虑无障碍设计。二层场馆若设置两个防火分区,设置防火墙及防火卷帘等设施不利于无障碍设计。本场馆看台共1 977席,按照《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014),可不设置自动喷水灭火系统。考虑无障碍设计要求,经过与建筑专业协商,最终场馆设置自动喷水灭火系统。

## 2.7 大空间智能型主动喷水灭火系统

场馆内净空高度大于18 m的空间设置大空间智能型主动喷水灭火系统。采用1个智能型红外探测组件控制一个喷水装置的标准型大空间自动扫描高空射水灭火装置,系统设计流量为10 L/s,作用时间为1 h。喷水装置标准流量为5 L/s,一个装置最大保护半径为25 m。与自动喷水系统合用一套供水系统,在报警阀前管道分开,单独设置水流指示器和模拟末端试水装置。

## 2.8 灭火器配置

按照《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140—2005)布置灭火器。其中变配电室按中危险E类火灾设置,场馆部位按严重危险级A类火灾配置。

## 3 设计要点及难点分析

### ① 中庭等大空间消防问题

《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2017)5.0.2条规定了18 m以下空间布置自动喷水

灭火系统的喷水强度、作用面积以及喷头间距<sup>[1]</sup>;《建筑设计防火规范》8.3.5条规定:根据本规范难以设置自动喷水灭火系统的展览厅、观众厅等人员密集场所和丙类生产车间、库房等高大空间场所,应设置其他自动灭火系统。因此可以解读:对于18 m以下的空间,能设置自动喷水灭火系统的必须设置自动喷水灭火系统。对于坡屋面,存在同一中庭空间,既有18 m以下的空间,又有18 m以上的空间,设计时需特别注意。

### ② 有关热水系统市政区分区问题探讨

《民用建筑节能设计标准》(GB 50555—2010)4.2.1条要求:生活给水系统应充分利用城镇供水管网的水压直接供水<sup>[2]</sup>,同时《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)5.2.13条要求热水系统应与给水系统分区一致。一般情况下市政压力都不会太大,市政区能供给的楼层较少,一般为2层,这样就会造成市政区热水系统热量较少。而对于热水系统,热量太少会降低热水加热系统效率。笔者对水的势能和热能进行了能量比对:《建筑给水排水设计规范》3.3.3条规定,各给水分区最低卫生器具配水点处的静水压力不宜大于0.45 MPa。可以推算一个给水分区的高差不超过35 m。将1 m<sup>3</sup>水提升35 m需要的能量:

$$W = mgh = 1 \times 1\,000 \times 35 = 3.5 \times 10^4 \text{ J} \quad (2)$$

冷水温度一般为4℃,加热热水温度为60℃,需要提升56℃。将1 m<sup>3</sup>水提高56℃需要的能量:

$$W = m \times C \times t_r = 1\,000 \times 4\,187 \times 56 = 2.34 \times 10^8 \text{ J} \quad (3)$$

由此可见:将1 m<sup>3</sup>水加热提升56℃比将1 m<sup>3</sup>水提升35 m需要的能量多4个数量级。因此对于热量较小的系统,笔者认为宜优先考虑热水系统加热效率,减少分区。

### ③ 冰上场馆其他专业特殊配合问题

管道防结露问题:由于冰面的冷辐射,敷设在冰面正上方及周边的管道温度较低,另外,冰面场馆湿度较大,在此环境下很容易产生管道结露。设计时充分和其他专业配合,采取相关措施。采取的主要措施有:暖通专业做好除湿设计,建筑专业选用铝板吊顶,可以很好地避免冷辐射;给水管敷设做防结露保温等。

制冰工艺余热利用问题:制冰工艺会消耗大量

(下转第105页)