

浅析天汉大剧院消防设计

张越 李隽

北京市建筑设计研究院有限公司, 北京 100045

[摘要]随着我国经济的快速发展, 人民素质的日益提升, 对精神文明的需求越来越高, 大型剧院的兴建成为了一股新浪潮。由于大剧院建筑独特的造型、庞大的体量、多元化的功能及复杂的设备, 使得其在消防设计中给设计工作者带来了新的难度和挑战。文章结合天汉大剧院实际项目为例, 对其消防设计进行探讨分析。

[关键词] 大剧院; 消防设计; 雨淋灭火; 水幕系统

DOI: 10.33142/aem.v1i5.1148

中图分类号: TU998.1

文献标识码: A

Analysis of Fire Protection Design of Tianhan Grand Theatre

ZHANG Yue, LI Jun

Beijing Institute of Architectural Design, Beijing, 100045, China

Abstract: With rapid development of Chinese economy and improvement of people's quality, demand for spiritual civilization is higher and higher and construction of large-scale theater has become a new wave. Because of unique shape, huge volume, diversified functions and complex equipment of the Grand Theater, it brings new difficulties and challenges to designers in fire protection design. Based on actual project of Tianhan Grand Theatre, this paper discusses and analyzes its fire protection design.

Keywords: Grand Theater; fire fighting design; deluge fire fighting; water curtain system

天汉大剧院位于陕西省汉中市滨江新区, 总建筑面积: 72600 m²。其中地上建筑面积: 50158 m²; 地下建筑面积: 22442 m², 室外环廊: 3600 m²。下图为天汉大剧院鸟瞰效果图。

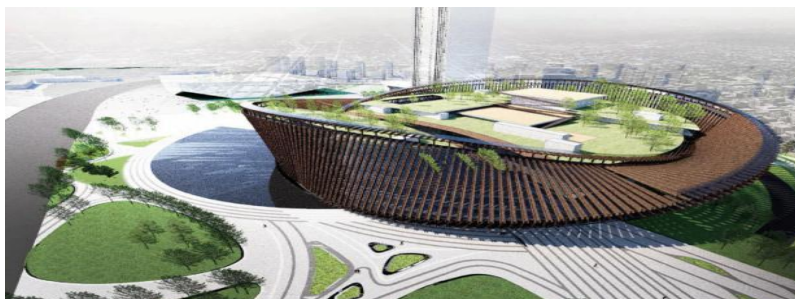


图1 天汉大剧院鸟瞰图

本建筑分为南北两楼, 地下层联通, 地上层独立分开。建筑主要功能为大剧院、多功能小剧场、工人文化宫、青少年活动中心、妇女儿童活动中心、老年活

动中心、军休干部活动中心、会议中心、餐厅、地下车库及附属配套用房。主要功能分析图及建筑剖面图如下图所示。

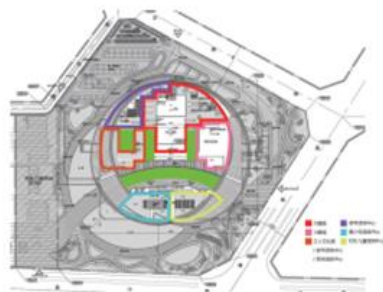


图2 主要功能分析图

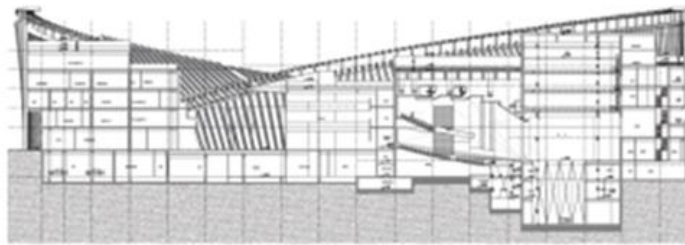


图3 天汉大剧院剖面图

本项目的室内消防设计包括了室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、雨淋灭火系统、防护冷却水幕系统、气体灭火系统及移动式灭火器的设置。下面本文就该项目中每一个消防系统的设计进行阐述分析。

1 消防水源、水量及水泵房

1.1 水源

本工程生活用水由 1 路市政给水供水，市政水压为 0.35MPa，由汉韵路西侧自来水管网引入 1 根 DN200 的给水管供给本项目。地下 1 层设消防专用贮水池，水池贮存室内消防用水量 1314m³。各消防系统用水量标准及用水总量见下表。因消防贮水池内贮存室外消防用水量，故室外设供消防车取水的取水口，取水口水深为 5m，距建筑外墙为 15m。高位消防水箱设置于北楼屋顶水箱间内，水箱有效容积不小于 18m³。在水箱间内分设消火栓增压稳压装置和自喷增压稳压装置，以保证初期火灾消防用水量的使用。

1.2 消防水量

根据 GB50974-2014 规定，本工程按照同一时间内只发生一起火灾进行消防系统设计。各系统消防用水量标准及一次灭火用水量见下表：

表 1 天汉大剧院消防用水量统计表

编号	系统名称	用水量 L/s	火灾延续时间 h	用水总量 m ³	供水方式
1	除地下车库室外消火栓	40	3	432	消防水池储水+消防泵
2	地下车库室外消火栓	20	3	216	消防水池储水+消防泵
3	剧场所在防火分区室内消火栓	15	3	162	消防水池储水+消防泵
4	除地下车库、剧场外室内消火栓	40	3	432	消防水池储水+消防泵
5	地下车库室内消火栓	10	3	108	消防水池储水+消防泵
6	剧场主舞台栅顶下雨淋系统	90	1	324	消防水池储水+消防泵
7	车库自动喷水灭火系统	40	1	144	消防水池储水+消防泵
8	除地下车库、舞台、观众厅等自动喷水灭火系统	35	1	126	消防水池储水+消防泵
9	剧场侧舞台、观众厅、小剧场、休息厅等>8m(<18m)的区域自动喷水灭火系统	62	1	223.2	消防水池储水+消防泵
10	剧场舞台口防火幕防护冷却水幕系统	16	3	172.8	消防水池储水+消防泵
11	最大用水量 m ³	1314 (1+3+6+9+10)			

注：一次灭火总用水量为需水量最大的同一着火区域同时作用的系统用水量之和

1.3 消防水泵房

消防水泵房位置地下 1 层，泵房内设置两台室外消火栓泵、两台室内消火栓泵、两台喷淋泵、两台雨淋泵、两台水幕泵。各消防系统泵组均带控制箱和巡检设备，各消防系统出水管上均设有防超压的泄压阀。消防水泵房的具体布置图见下图所示。

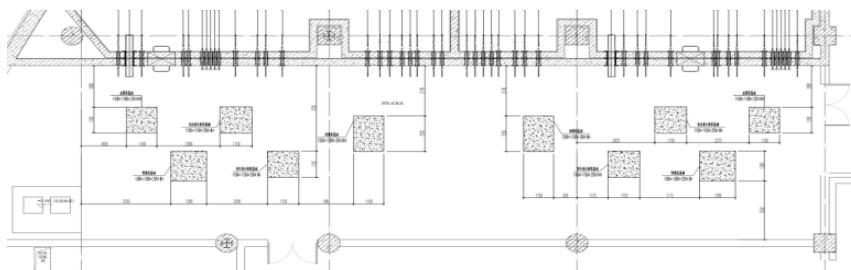


图 4 消防泵房水泵布置平面图

2 消防系统

2.1 室外消火栓系统

室外消火栓设计流量为 40L/s, 火灾延续时间 3h, 设计用水量 432m³。系统形式为临时高压消防给水系统, 由消防水池加消防加压泵供水。

消防水池供给的消防给水管在室外环状布置, 管网上设置地下式消火栓, 消火栓数量根据室外消火栓设计流量和保护半径确定。室外消火栓距建筑外墙不小于 5m, 距道路边不大于 2m。消火栓保护半径不应大于 150m, 间距不应大于 120m, 并沿本工程周边布置, 供消防车取水, 对本建筑进行全方位保护。同时, 可通过水泵接合器向室内消防系统补水。

2.2 室内消火栓系统

本建筑为多层公共建筑, 室内消火栓由设于 B1 层的消防水池及消防水泵+设于北楼屋顶水箱间内有效容积 18m³ 的高位消防水箱联合供水。消火栓系统栓口动压压力 0.35MPa, 消防水枪充实水柱 13m。消火栓系统竖向不分区。

消防水泵设于消防泵房内。室内消火栓泵设 2 台, 水泵选用性能曲线为无驼峰、无拐点、光滑曲线的消防泵, 满足 GB50974-2014 第 5.1.6 条规定。消防泵设工频自动巡检装置, 巡检周期为 7 天。

本工程采用带灭火器箱组合式消防柜, 消火栓箱外形尺寸 1800*700*160, 箱内设 DN65mm 消火栓 1 个, 消防卷盘一套: 胶带内径 19mm, 长 30m, 喷嘴直径 6mm, DN65mm、L=25m 衬胶龙带一条, DN19mm 水枪一支, 消防按钮和指示灯各一个。手提式磷酸铵盐干粉灭火器两具 (试验用消火栓除外)。屋顶水箱间内设置试验用消火栓, 并设置压力显示装置。消火栓栓口高度为地面上 1.1m。下图分别为北楼和南楼的室内消火栓系统图。

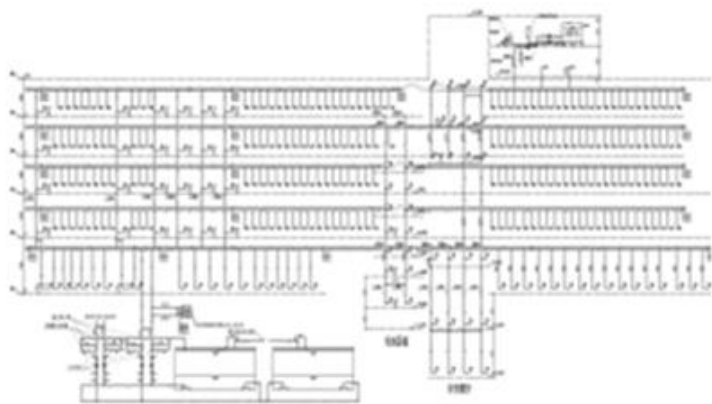


图 5 南楼室内消火栓系统图



图 6 北楼室内消火栓系统图

2.3 自动喷水灭火系统

本项目除变配电室、弱电进线间等不宜采用水灭火设施的部位, 其他区域如地下车库、设备机房、走道、化妆间、侧台、排演厅、休息厅、公共活动房间及库房等处均设自动喷水灭火系统, 火灾危险等级按中危险级 II 级考虑。除地下车库、舞台葡萄架下, 均采用湿式自动喷水灭火系统; 地下车库采用预作用系统。

自动喷水灭火系统设计流量为 62L/s, 火灾延续时间 1h, 设计用水量 223.2m³; 自动喷水灭火系统竖向不分区, 由贮水池、消防泵、高位水箱联合供水。地下一层消防泵房内设置两台喷淋供水泵, 屋顶水箱间内设置与消火栓系统合用的 18m³ 消防水箱及稳压装置。

本项目报警阀设置于地下一层, 湿式系统的报警阀设于报警阀间内。雨淋及水幕系统的报警阀设于消防泵房内。每层每个防火分区内均设水流指示器和电信号阀, 每个报警阀所带的最不利喷头处均设末端试水装置, 其它每个水流指示器所带的最不利喷头处均设试水阀。

自动喷水灭火系统共设 5 套地下式水泵结合器, 每套流量为 10~15L/s。

喷头选用: 1) 公共大厅、贵宾室采用隐蔽型喷头, 其它设有吊顶的区域采用下垂型喷头, 地下车库采用直立型喷头, 流量系数 K=80; 大于 12 米的中庭、侧舞台设置非仓库型特殊应用喷头, 流量系数 K=161。2) 喷头动作温度: 厨房 93℃, 其他场所为 68℃。3) 喷头的备用量为不少于建筑物喷头总数的 1%。各种类型、各种温级的喷头备用量均不得少于 10 个。4) 直立型、下垂型喷头溅水盘与顶板的距离不应小于 75mm, 且不应大于 150mm。

2.4 雨淋灭火系统

本工程为甲等大剧院, 座位数为 1201 座, 根据《建筑设计防火规范》GB50016-2018 版 8.3.7 条第 5 款规定, 主舞台葡萄架下设置雨淋灭火系统。雨淋灭火系统由设置在消防泵房内的 2 台专用雨淋加压泵向系统提供水量及压力, 平时系统内的压力由位于屋顶的高位消防水箱及增压稳压设施 (与普通自动喷水灭火系统合用) 维持。雨淋系统选用的

参数及设计流量如下表。

表2 雨淋系统设计基本参数

火灾危险等级	喷水强度(L/min.m ²)	作用面积	设计流量
严重危险级Ⅱ级	16	260	90L/s

经核算,雨淋系统配水管道充水时间不大于2min。室外设置6套水泵接合器,每套水泵接合器流量为15L/s。喷头均选用开式喷头。下图为雨淋灭火系统布置平面图。

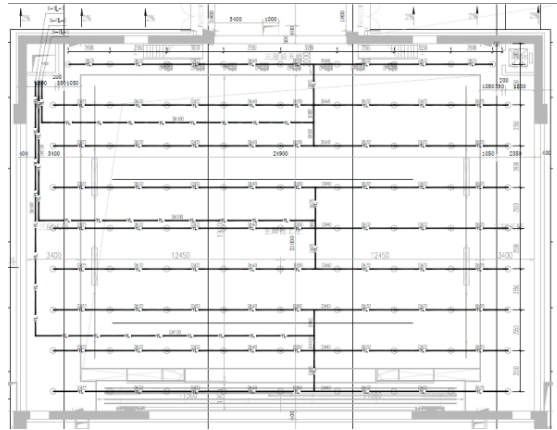


图7 雨淋系统布置平面图

2.5 防护冷却水幕系统

根据《建筑设计防火规范》GB50016-2018版 8.3.6条第1款规定,本工程剧院舞台台口处设防护冷却水幕。水幕系统的设计参数如下表。

表3 水幕系统设计基本参数

水幕系统类别	喷水点高度h(m)	喷水强度(L/s.m)	喷头工作压力(MPa)	设计流量
防护冷却水幕	10.06	1.0	0.1	16L/s

防护冷却水幕的喷水点高度每增加1m,喷水强度应增加0.1L/(s.m),但超过9m时喷水强度仍采用1L/s·m。本项目喷水点高度为10.06m,故喷水强度按1L/s·m设计。剧院台口宽16m,系统设计流量为16L/s,持续喷水时间取3h。水幕系统加压泵及1套雨淋报警阀组设在地下一层消防泵房内。室外设2套水泵接合器,每套水泵接合器流量为10L/s。喷头选用:选用水幕喷头。下图为水幕系统布置平面图。

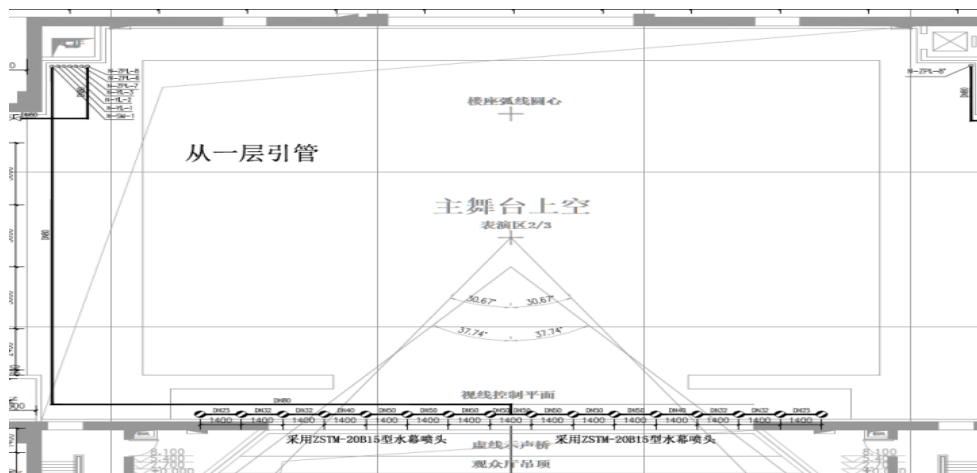


图8 水幕系统布置平面图

下图为本项目自动喷水灭火系统的整体系统图，包括湿式系统、雨淋系统及水幕系统。

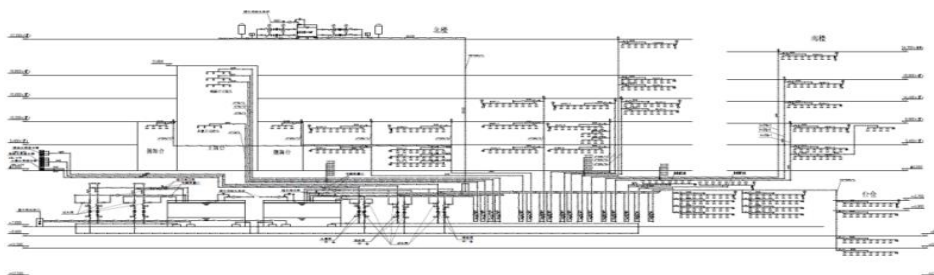


图9 自动喷水灭火系统图

2.6 气体灭火系统

本工程变电室设七氟丙烷气体灭火系统，系统形式为管网灭火系统式。设计灭火浓度 9%，设计喷射时间 8s，灭火浸渍时间为 5min。设置泄压装置，泄压口位于防护区净高的 2/3 以上。防护区面积 520m²，体积 3530m³，泄压口面积为 1.17 平方米，灭火剂用量 2702kg。气体灭火后由平时通风机用排风系统承担。气体灭火系统主要由储气钢瓶组、集流管、区域分配阀、压力开关、启动装置、管网、喷头等装置组成。

2.7 移动式灭火器

(1) 建筑物内设置磷酸铵盐干粉型灭火器，舞台、侧台、小剧场、青少年活动中心、妇女儿童活动中心、工人文化宫、老年活动中心、军休干部活动中心按 A 类火灾严重危险级设置，每个消火栓箱下设置 MA/ABC5 型灭火器 2 具，灭火剂充装量 5Kg/具，灭火级别为 3A，保护距离 15m。

(2) 配电室、弱电进线间、消安控制室、电梯机房按中危险级 E 类，根据保护距离的要求配置配置 2 具 55B (4Kg 充装量) 手提式磷酸铵盐干粉灭火器，保护距离 12m。

(3) 汽车库按 AB 混合类火灾，按中危险级配置手提贮压式磷酸铵盐干粉灭火器，每个消火栓箱内配置 2 具 55B (4Kg 充装量) 灭火器，保护距离 12m。

(4) 变配电室附近设 MFT/ABC50 型推车式灭火器，保护距离 30m。

(5) 本项目餐厅小于 1000m²，厨房均按 BC 混合类火灾严重危险级配置手提贮压式磷酸铵盐干粉灭火器，每个消火栓箱内配置 2 具 89B (5Kg 充装量) 灭火器，保护距离 9m。

(6) 灭火器放置在消火栓箱内或消火栓箱旁的专用灭火器箱内。根据国家规范规定的距离要求适当增设灭火器。

3 存在的问题及小结

1) 本项目设计时是自喷规范新旧(2005 版与 2017 版)交替之时，原规范中没有规定闭式自动喷水灭火系统保护防火卷帘的设计参数，新规提出了防护冷却系统保护防火卷帘等防火分隔的设计基本参数。根据 5.0.15 条第 4 款项，持续喷水时间不应小于系统设置部位的耐火极限要求，故本项目水幕持续喷水时间按 3h 取值。

2) 本项目中侧舞台、大剧院观众厅、共享大厅及多功能小剧场的净空高度>8m(<18m)，原来设计采用大空间智能灭火系统，根据新版自喷规范，采用非仓库型特殊应用喷头的湿式自动喷水灭火系统。

3) 本项目一起火灾所需消防用水的设计流量考虑主舞台着火时，同时作用的水灭火系统流量最大，为消火栓+雨淋+水幕系统。在划分防火分区时，建议建筑专业将舞台附属用房(湿式系统)划为至另一个防火分区，以减少同时作用的系统流量。设计最终仍划分在同一防火分区，考虑最不利情况，最终流量为消火栓+雨淋+水幕系统+湿式喷淋灭火系统，消防水池有效容积 1314m³，体积庞大。

4) 大剧院由于造型的独特、功能复杂对外观的要求较高，故布置室内消火栓时，既要考虑满足灭火要求，又要考虑美观问题，立管很难上下对应，基本层层成环，希望在今后类似的项目中可以针对“实用”及“美观”有更好的解决方案。

[参考文献]

[1] 李毅. 浅析剧院建筑消防设计[J]. 建材与装饰-中旬, 2012(11): 3-5.

[2] 马磊. 某大剧院消防设计方案分析[J]. 消防科学与技术, 2014(10): 1140-1142.

作者简介: 张越 (1987.10-), 给排水专业, 工程师。李隽 (1979.3-), 给排水专业, 工程师。