

# 诸暨保利剧院消防给水系统设计

易当皓

(同济大学建筑设计研究院<集团>有限公司, 上海 200092)

**摘要:** 诸暨保利剧院由A区剧院和B区影院两部分组成,剧院复杂的空间结构、人员密集度以及易燃物多的高火灾危险性决定了其消防给水系统的复杂性。本工程消防给水系统主要包括消火栓系统、自动喷水灭火系统、自动扫描射水高空水炮系统、雨淋系统、水幕冷却系统等。详细介绍了各消防给水系统的消防水源、水量以及设计参数。同时,针对设计中的难点,如舞台及观众厅上空的消火栓及喷淋的设置、雨淋系统的分区及控制、消防干管敷设方式与舞台机械的结合、水幕喷头的设置部位及水幕系统的延续时间、水泵接合器的设置数量与方式以及消防排水的定量等,进行了详细分析探讨。

**关键词:** 剧院; 消火栓系统; 自动喷水灭火系统; 高空水炮系统; 雨淋系统; 水幕冷却系统

**中图分类号:** TU892 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)12-0051-05

## Design for the Fire Protection Water Supply System of Zhuji Poly Theatre

YI Dang-hao

(Tongji Architectural Design <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

**Abstract:** The Poly Theatre in Zhuji is integrated of District A theatre and District B cinema. The complexity of the fire protection water supply system is determined by the high potential of fire hazards due to its complex space structure, high population assembly and a lot of inflammables. The fire protection water supply system of this project contains hydrant system, sprinkler system, automatic-scanning elevated fire monitor extinguishing system, deluge system and drencher system. The water demand and designing parameters of the fire water supply were introduced in detail. Meanwhile, there were many difficulties and key points in the designing process were analyzed and studied such as the hydrant and sprinkler settings over the stage and auditorium, the deluge system distribution and control, the integration of the main hydrant pipe and the stage mechanics, the sprinkler setting position of the drencher system and fire extinguishing duration, the number and setting mode of the fire department connection, and the ration of the fire protection drainage.

**Key words:** theatre; hydrant system; sprinkler system; automatic-scanning elevated fire monitor extinguishing system; deluge system; drencher system

### 1 工程概况

诸暨保利剧院基地位于浙江省诸暨市东部城东南中心区公园东南角。整个建设工程占地为32 326 m<sup>2</sup>,总建筑面积为38 832 m<sup>2</sup>(包括地下建筑面积15 736 m<sup>2</sup>)。本工程主要由A区剧院和B区影院两

部分组成,其中剧院为乙级,主要由1 200人观众厅、舞台、表演附属用房(化妆间、排练房、道具间等)及办公等部分组成;影院由观众厅、售票厅、餐厅以及相关的配套设施组成。A区剧院地上4层,地下一层,建筑高度为23.90 m(单层主体部分局部

建筑高度为 34.15 m),属于多层;B 区影院为地上架空一层(局部两层),建筑高度为 20.50 m。剧院建筑外形取意于剧院舞台帷幕与西施浣纱,象征诸

暨新城新时代文化建设的舞台帷幕将拉开以及对传统文化的传承,剧院剖面及外观分别如图 1、图 2 所示。

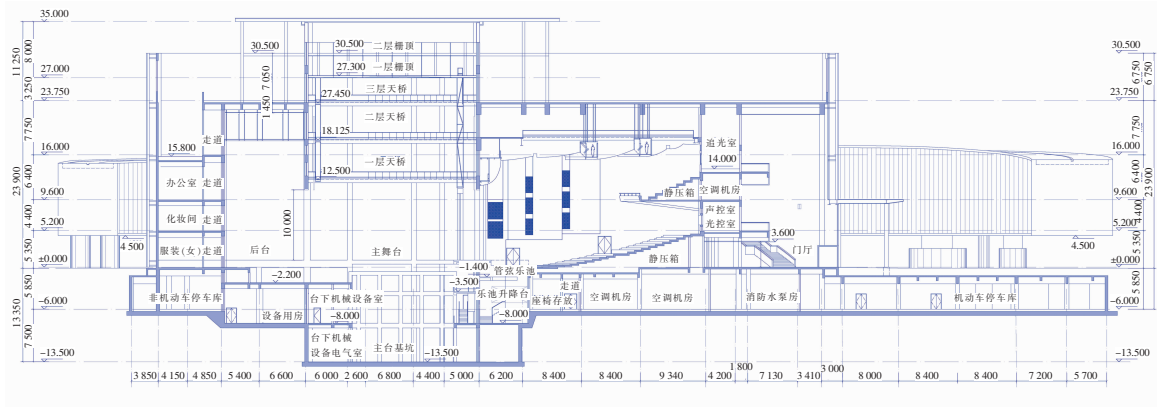


图 1 诸暨保利剧院剖面图

Fig. 1 Profile map of the Zhuji Poly Theatre



图 2 诸暨保利剧院设计效果图

Fig. 2 Impression drawing of Zhuji Poly Theatre

2 系统设计难点及设计参数

2.1 设计重点与难点

剧院消防给水系统设计的难点有三个:①可燃物多种多样,火灾蔓延迅速,同时人员密集,疏散路径长;②规范中对剧院的消防设计的规定不够明确;③剧院的功能区多,空间层次复杂,因此管线的布置也比较复杂。而这些难点主要都集中体现在剧院的舞台以及观众厅。因此舞台及观众厅是剧院消防设计的两个重点。

从《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2001,2005 年版)中将舞台葡萄架下部定义为严重危险级就可以看出舞台的火灾危险性,舞台内设有多种幕布、灯光、音响等重要设备,据有关资料介绍,12 m 高的幕布不到 10 s 就可以完全烧光。如不将舞台火灾有效控制在火灾萌芽初期,将会产生极其严重的后果<sup>[1,2]</sup>。而观众厅与舞台相对而设,一般都为高大空间,其顶部设有吸声、隔热、保温材料,吊

顶及墙面的装修材料都具有可燃性,上方还有多道发热大的面光桥等,观众厅人员密集,疏散时易造成拥挤,也是消防设计的重点。还有一处布景制作用房,在设计时容易被忽视。布景制作间的木材、绘景油彩调制用的稀料等都是易燃物,火灾危险性也较大。

2.2 主要设计参数

剧院设置有室外消火栓系统、室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、雨淋系统、水幕冷却系统、自动扫描高空智能水炮灭火系统,设置位置和主要设计参数见表 1。

表 1 消防用水量标准及一次灭火用水量

Tab. 1 Design standards and one time fire protection water demand

序号	系统名称		消防用水量标准/ (L · s <sup>-1</sup> )	火灾延 续时 间/h	一次灭 火用水 量/m <sup>3</sup>
①	消火栓	室外消火栓系统	30	2	216
②	系统	室内消火栓系统	15	2	108
③	自动喷 水灭 火 系统	湿式系统	35	1	126
④		雨淋系统	105	1	378
⑤		水幕冷却系统	20	3	216
⑥		高空水炮灭火系统	30	1	108
消防设施同时作用最大合计 用水量①+②+③+④+⑤			205	—	1 044
注: 室内消防设施同时作用最大合计水量 = ② + ③ + ④ + ⑤ = 828 m <sup>3</sup> 。					

3 消防水源

① 室外消防水量:直接利用城市自来水。

② 室内消防水量:取自消防水池,消防水池设在地下一层消防水泵房,容积考虑按火灾延续时间内最大同时所需室内消防水量确定,有效容积为  $828 \text{ m}^3$  (分两格)。消防水池由城市自来水管网补水。

按照规范要求本工程消防水箱最小容积为  $18 \text{ m}^3$ ,但考虑到本工程消防系统较多,用水量较大,因此在屋顶设  $36 \text{ m}^3$  消防水箱,提供火灾初期消防用水。

## 4 消火栓系统

### 4.1 室外消火栓系统

采用低压消防给水系统,利用市政给水管网压力直接供水,保证最不利室外消火栓栓口处压力  $\geq 0.1 \text{ MPa}$ 。由基地东侧规划道路及南侧东二路的市政管分别接驳一根 DN150 给水管至基地,基地内室外给水管道 (DN200) 构成环状;在室外总体的适当位置设若干地上式三出口室外消火栓。

室外消火栓间距  $\leq 120 \text{ m}$ ,消火栓保护半径为  $150 \text{ m}$ 。在基地的适当位置及在水泵接合器附近设若干室外消火栓。

### 4.2 室内消火栓系统

采用临时高压消防给水系统。消防泵设在地下车库的消防水泵房内,从消防水池吸水。屋顶设一套消火栓局部稳压设备。每根竖管最小流量为  $10 \text{ L/s}$ ;每支水枪最小流量为  $5 \text{ L/s}$ ;最不利点消火栓充实水柱为  $13 \text{ m}$ 。

消防水泵设二根出水管分别与室内管网连接,消火栓系统不分区,栓口处压力  $> 50 \text{ m}$  时设置减压稳压型消火栓,并保证减压稳压消火栓栓口处压力为  $0.35 \sim 0.50 \text{ MPa}$ 。

室内消火栓布置确保室内任何部位 (包括舞台台仓、舞台上空检修马道、观众厅上空面光桥马道等) 有两支消防水枪的充实水柱同时到达着火点。箱内均配置一个 DN65 消火栓及  $\varnothing 19$  消防水枪,胶带长度为  $25 \text{ m}$ 。每个箱内均配置一套消防软管卷盘及报警按钮。下层设两具或三具 MFZ/ABC 手提式磷酸铵干粉灭火器。屋顶设一个检验用的消火栓。

## 5 自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统设计参数见表 2。

表 2 自动喷水灭火系统设计参数

Tab. 2 Design parameters of sprinkler system

项 目	设置场所	危险等级	设计喷水强度	作用面积或保护半径	喷头工作压力/MPa	设计流量/ ( $\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ )
湿式系统	地下车库及舞台天桥下,闷顶内	中危险级 II 级	$8 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$	$160 \text{ m}^2$	0.10	30
	休息厅上空 ( $8 \text{ m} < H < 12 \text{ m}$ )	中危险级 I 级	$6 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$	$260 \text{ m}^2$	0.10	35
	其他场所	中危险级 I 级	$6 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$	$160 \text{ m}^2$	0.10	21
高空水炮	门厅上空、观众厅净高 $> 12 \text{ m}$ 的上空	中危险级 I 级	$5 \text{ L/s}$	$20 \text{ m}$	0.60	30
雨淋系统	主舞台	严重危险 II 级	$16 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$	$260 \text{ m}^2$	0.10	70
	后台	严重危险 II 级	$16 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$	$130 \text{ m}^2$	0.10	35
	侧台	中危险级 II 级	$8 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$	$160 \text{ m}^2$	0.10	30
水幕系统	主舞台与观众厅的分隔防火幕	—	$1.0 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$	$16 \text{ m}$	0.10	17

### 5.1 湿式系统

整个建筑设置一套全保护 (包括台仓、检修马道下方、舞台闷顶、观众厅闷顶等部位) 闭式临时高压喷淋系统。喷淋主泵设在地下一层消防水泵房内,五套湿式报警阀和水力警铃均设置在消防水泵房内。喷淋泵从消防水池吸水,并设二根出水管与湿式报警阀前环网连接。喷淋稳压泵从屋顶消防水箱吸水,出水管接至湿式报警阀前环网。

湿式报警阀控制喷头数  $\leq 800$  个,水流指示器和监控阀按每层及防火分区设置;所有控制信号均

传至消防中心。地下车库及吊顶内喷头采用直立型;其余各处采用隐蔽型或吊顶型喷头,其中影剧院观众厅、门厅、休息厅等公共娱乐场所需采用快速响应喷头。地下车库坡道温级采用  $72 \text{ }^\circ\text{C}$ ,观众厅闷顶、舞台葡萄架内闷顶采用  $79 \text{ }^\circ\text{C}$ ,其余均采用  $68 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 5.2 自动扫描射水高空水炮灭火装置

在门厅上空、观众厅净高  $> 12 \text{ m}$  的上空设置高空水炮。

单台流量为  $5 \text{ L/s}$ ;工作压力为  $0.6 \text{ MPa}$ ;标准

保护半径为 20 m。本系统中高空水炮最大同时开启个数为 6 个,设计流量为 30 L/s。本系统最不利点高空水炮入口管网所需压力为 0.60 MPa。高空水炮主泵设在地下一层消防水泵房内,从消防水池吸水,稳压管接自屋顶消防水箱,接至高空水炮环网。每门炮均独立设置水流指示器和信号阀。所有控制信号均传至消防中心。

5.3 雨淋系统

在主舞台、两侧台及后台均设雨淋灭火系统,其中后台未设葡萄架。两侧台和后台均分成二个保护

区,主舞台分成三个保护区,每个保护区由一个雨淋阀组控制,考虑到雨淋阀组需手动控制,雨淋阀组就近设在舞台两侧的雨淋阀间。舞台雨淋分区之间采用单向阀控制,各相邻区域均有重叠,但考虑到着火点发生在主舞台与侧台、后台交界处时,则有可能同时动作两个区域的雨淋阀组,本工程雨淋系统最不利两个区域为主舞台一个保护区加后台一个保护区,系统设计用水量为 105 L/s。雨淋干管的敷设方向应结合舞台机械的布置而定,本工程雨淋系统具体布置及各个保护区设计流量如图 3 及表 3 所示。

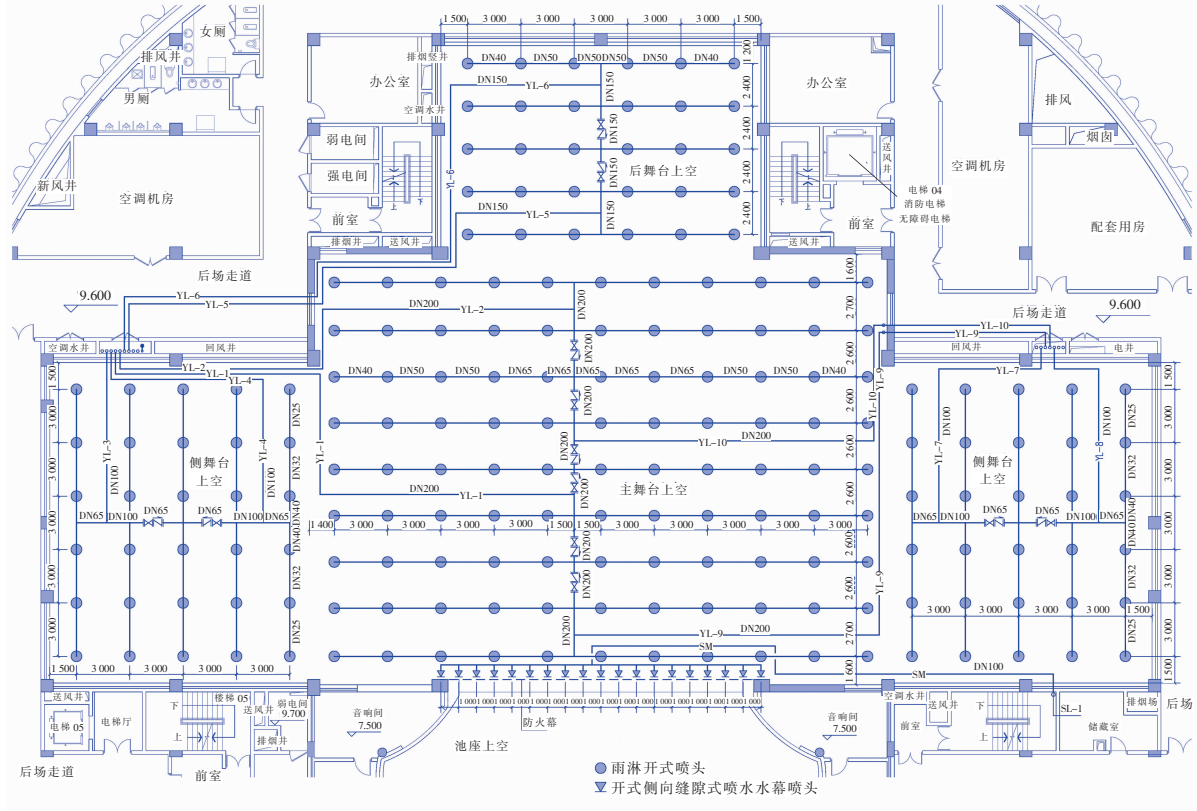


图 3 舞台雨淋及水幕系统布置

Fig. 3 Schematic diagram of deluge system and drencher system for the stage

表 3 雨淋阀设置

Tab. 3 Settings of the deluge valves

项 目	服务范围	保护面积/m <sup>2</sup>	设计流量/(L·s <sup>-1</sup> )
雨淋阀 1,2,9,10	主舞台	250~260	70
雨淋阀 3,4,7,8	两侧台	150~160	30
雨淋阀 5,6	后台	130	35

5.4 防护冷却水幕系统

在主舞台与观众厅间台口处的防火幕处设置防护冷却水幕系统。防护冷却水幕采用开式侧向缝隙式喷水水幕喷头,规范中仅规定其应直接将水喷向

被保护对象,笔者查阅各剧院设计资料发现,做法各异,有将喷头设于舞台一侧的,也有将喷头设于观众厅一侧的,还有两侧均设置的,本工程将喷头设于易燃物更多的舞台一侧,具体布置如图 3 所示。同样规范中没有规定防护冷却水幕系统火灾延续时间,按 1 h 或 3 h 设计的案例均有,本次设计采用的是防火幕需达到的耐火时间,为 3 h。

水幕主泵设在地下一层的消防水泵房内,从消防水池吸水,稳压管从屋顶消防水箱吸水,接至水幕干管。水幕雨淋阀同样设置在舞台附近的雨淋阀



间。系统在二种不同方式的火灾报警系统同时作用后自动执行,并在消防中心和现场设手动启动装置。

## 6 水泵接合器

由于剧院消防系统种类繁多,消防用水量大,因此其水泵接合器数量较多。本工程中室内消火栓系统设置水泵接合器1组,喷淋及高空水炮系统设置3组,雨淋系统设置7组,水幕系统设置2组,共计13组。如此数量众多的水泵接合器,如何设置在消防车便于使用且易于寻找的位置,而同时又不影响交通及景观效果是很难的。建议水泵接合器尽量分散设置,方便火灾时可以由多辆消防车同时供水。但是对于设置众多水泵接合器是否有必要,笔者认为其实还值得进一步探讨,按最大一次消防用水量考虑,同时开启的消防给水系统用水量远大于室外消防给水管道的供水能力。

## 7 消防排水

规范中除消防电梯井底排水有不小于10 L/s的规定外,其他部位并未作出具体规定。由于剧院消防系统众多,一次室内消防用水量也高达175 L/s,因此其消防排水量也相应较大,消防排水量的取值也应重视。整个剧院的最低点是主舞台的台仓基坑,台仓中设有许多舞台升降设备,若长时间被浸泡,也将对设备造成损害<sup>[3]</sup>。因此在台仓下设有两座集水井,尺寸均为2.5 m×2.5 m×1.5 m,每个集水井内设置80 m<sup>3</sup>/h排水泵2台。火灾时,最大排水流量可达到320 m<sup>3</sup>/h,即89 L/s,超过最大一次消防用水量的一半。在该排水流量下,不至于使舞台台仓发生长时间积水。

## 8 结论

剧院的性质决定了其消防系统的复杂,对于剧院这类空间复杂、易燃物多、火灾危险性高的建筑,

首先要确保人员绝对安全,其次才是满足功能的要求。剧院设计中还涉及到与其他专业及部门的配合,如舞台机械、室内精装、建筑声学、剧院使用方、消防部门等,有些项目有条件还可进行消防性能化分析。而规范中很多相关内容不明确,也给剧院消防设计增加了难度,要达到安全与功能的最优,还需要设计人员和有关部门进一步努力来实现。

## 参考文献:

- [1] 杨世兴. 剧院工程消防灭火设计探讨(上)[J]. 给水排水,2013,39(10):73-78.
- [2] 杨世兴. 剧院工程消防灭火设计探讨(下)[J]. 给水排水,2013,39(11):69-73.
- [3] 胥劲. 普洱民族大剧院消防系统设计[J]. 给水排水,2013,39(10):83-87.



作者简介:易当皓(1984- ),女,湖南醴陵人,硕士,注册公用设备工程师,主要从事建筑给排水设计工作。

E-mail:yihao276@163.com

收稿日期:2017-02-27

国家对水资源依法实行取水许可制度和有偿使用制度