

北京地铁 17 号线歇甲村车辆段消防设计

颜川

中铁华铁工程设计集团有限公司, 北京 100000

摘 要：北京地铁 17 号线歇甲村车辆段位于昌平区天通苑东侧的歇甲村地区, 为城市轨道交通用地。本项目是一个集轨道交通停车场、上盖物业开发于一体的综合交通工程项目。本工程设有水消防、气体消防和建筑灭火器配置等消防设施。介绍了各单体室内、外消火栓系统、喷淋系统的设计参数。对消防设计中遇到的一些问题及其解决办法做了简绍。

关 键 词：歇甲村车辆段; 消防设计; 水消防; 气体消防; 建筑灭火器

Fire Protection Design of Xiejia Village Car Depot of Beijing Metro Line 17

Yan Chuan

China Railway Huatie Engineering Design Group Co., LTD. Beijing 100000

Abstract： The car depot of Xiejia Village of Beijing Metro Line 17 is located in Xiejia Village, east of Tiantongyuan, Changping District, which is a land for urban rail transit. This project is a comprehensive traffic engineering project integrating rail transit parking lot and overlying property development. This project is equipped with water fire fighting, gas fire fighting and building fire extinguisher configuration and other fire fighting facilities. The design parameters of indoor and outdoor fire hydrant system and sprinkler system are introduced. Some problems encountered in fire protection design and their solutions are briefly discussed.

Keywords： car depot of Xijia Village; fire protection design; water fire protection; gas fire protection; building fire extinguisher

一、概况

北京地铁 17 号线工程是一条贯穿中心城南北方向的轨道交通干线, 其定位为大运量等级快线^[1]。该线路总长度约为 49.97 千米, 线路敷设方式全部采用地下线形式。全线共设置车站 21 座, 其中换乘站达 10 座。新建歇甲村车辆段与次渠南停车场各 1 座, 歇甲村车辆段坐落于昌平区天通苑东侧的歇甲村区域。本线路选用 A 型车辆, 列车编组为 8 辆^[2]。

上盖开发区域为联合检修库、运用库及咽喉区上部, 从下至上功能依次为: 联合检修库、运用库及咽喉区~住宅小汽车库、结构夹层~上盖住宅、幼儿园、托老所及配套物业办公。咽喉区下部设有工程车库, 工务料棚以及轮对受电弓在线监测设备间^[3]。

二、水消防系统

(一) 系统概述

本工程设置室外消火栓系统、室内消火栓系统、自动喷水灭火系统。

(二) 消防水源、水量及消防水泵房

1. 消防水源

本车辆段水消防系统用水由消防水池保证, 各水消防系统由消防水箱、增压稳压装置及消防泵房的稳压装置稳压。

2. 消防水量

园区消防最大用水量出现在物资库, 其各消防系统用水量如下表:

序号	用水项目	设计流量 (L/s)	火灾延续时间 (h)	一次火灾用水量 (m ³)
1	室外消火栓系统	45	3	486
2	室内消火栓系统	25	3	270
3	自动喷水系统	150	1	540
合计				1296

3. 消防水泵房

车辆段消防系统统一设计, 设消防水池和泵房, 负责整个地块(盖上区域除外)的消防系统。在地下室消防水池旁设有水消防各系统的消防水泵^[4]。各消防系统的泵组均配备独立控制箱及配套巡检设备。于各消防系统出水管路处, 均安装有防止超压的泄压阀, 以此保障消防系统运行时压力稳定、安全可靠。

市政管网为本地块提供 1 个给水管网接入点。消火栓系统按物资总库进行系统水量整体设计。室内、外消火栓系统为临时高压给水系统, 室外消防水量为 45L/s, 室内消防水量 25L/s, 火灾延续时间 3h, 用水量共计 756m³。

歇甲村自动喷淋系统设 2 套独立系统: A 系统和 B 系统。火灾延续时间均为 1h。

A 系统: 运用库、工程车库自动喷水灭火系统为 A 系统, 自动喷淋系统按净高 12 米以下厂房进行设计, 喷淋水量为 60L/s。B 系统: 物资总库、联合检修库自动喷水灭火系统为 B 系统, 系统流量 150L/s。

在车辆段设置 1296m³的消防水池。消防水池储存 3 小时室内、外消火栓水量 756m³, 1 小时喷淋水量 540m³。

(三) 室外消火栓系统设计

室外消防用水量					
序号	建筑	建筑性质	室外消火栓 (L/s)	火灾延续时间 (h)	消防水量 (m ³)
1	运用库	丁类厂房	20	2	144
2	联合检修库	丁类厂房	20	2	144
3	工程车库	丙类厂房	30	3	324
4	物资总库	丙类仓库	45	3	486
5	综合楼	多层公建	30	2	216

园区仅有从北苑东路上市政自来水管 (DN300) 上引入一根供水管 (DN200), 无法满足园区室外消防, 故园区室外消防由消防泵房供给。室外布置专用消火栓环状供水管网, 室外消火栓沿建筑均匀布置, 消火栓间距不大于 120m。消火栓距建筑外墙的距离不小于 5m, 并不大于 40m, 距路边的距离不大于 2m。

(四) 室内消火栓系统设计参数

室内消火栓系统用水量					
序号	建筑	建筑性质	室内消火栓 (L/s)	火灾延续时间 (h)	消防水量 (m ³)
1	运用库	丁类厂房	10	2	72
2	联合检修库	丁类厂房	10	2	72
3	工程车库	丙类厂房	20	3	216
4	物资总库	丙类仓库	25	3	270
5	综合楼	多层公建	15	2	108

本工程室内消火栓归为一个系统, 当消火栓栓口出水压力超 0.5Mpa 时, 采用减压稳压消火栓。室内消火栓选用含灭火器、消防软管卷盘的组合型单栓消火栓箱, 栓口中心距地 1.1 米, 直径 DN65, 配 ϕ 19 水枪喷嘴、25m 衬胶水带及消防卷盘。设有室内消火栓系统的单体, 均于系统最不利点设带显示装置的试验消火栓, 用于检查测试。

室内消火栓设置在消防电梯间、楼梯间、各走道显眼处及大面积 (F > 200m²) 房间内。消火栓箱内配备消防报警按钮。

(五) 自动喷水灭火系统

1. 消防系统的确立

运用库、联合检修库、工程车库位于盖下, 按《城市轨道交通车辆基地上盖综合利用工程设计防火标准》(DB11/1762-2020, 以下简称“轨道基地防火标准”) 要求设置自动灭火系统^[5]。

2. 各区域自动喷水系统消防用水量

各区域喷淋系统消防用水量							
序号	建筑	设置场所	危险级	喷头流量特性系数K	喷水强度 (L/min·m ²)	作用面积 m ²	火灾时用水量
1	运用库	大库	高大空间	115	15	160	60
		辅助间	轻危险级	80	4	160	30
2	联合检修库	大库	高大空间	161	20	160	110
		辅助间	轻危险级	80	4	160	30
3	工程车库	大库	高大空间	115	15	160	60
		辅助间	轻危险级	80	4	160	30
4	物资仓库	立体化仓库、大部件停放间	高大空间	363	20	作用面积内开放的喷头数12只	150
		辅助间	轻危险级	80	4	160	30

3. 各区域自动喷水系统设计参数

运用库、工程车库大库区依据《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084-2017, 以下简称“喷规”) 按净高 12 米以下厂房进行设计。喷水强度 15L/min · m², 火灾延续时间 1h, 作用面积 160m²。喷头选用 K115, 最不利点喷头工作压力 0.1MPa, 喷头间距 1.8 ≤ S ≤ 3.0, 喷淋系统设计流量 60L/s。满足设计基本参数。

物资库立体化仓库及大部件存放间依据“喷规”按净高 13.5 米以下仓库进行设计。喷头选用早期抑制快速响应喷头, 火灾延续时间 1h, 最不利点喷头工作压力 0.35MPa, 喷头间距 2.4 ≤ S ≤ 3.0, 作用面积内开放喷头数 12 个, 喷淋系统设计流量 150L/s。满足“轨道基地防火标准”7.3.4 条中的设计基本参数。

运用库、联合检修库、工程车库、物资库的辅助用房区域按轻危险级设计。喷水强度 4L/min · m², 火灾延续时间 1h, 作用面积 160m²。喷头选用 K80, 最不利点喷头工作压力 0.1MPa, 喷头间距 1.8 ≤ S ≤ 4.4, 喷淋系统设计流量 30L/s。“轨道基地防火标准”未对此类区域做要求。

联合检修库依据“喷规”设置自动灭火系统。按民用建筑高大空间考虑。因同等高度、规模的丁类厂房火灾危险性小于民用建筑, 而“喷规”中民用建筑高大空间的最大值为 18 米大于检修库净高, 喷水强度、作用面积等都满足“基地防火规范”的要求。经多方同意并确认联合检修库大库参照民用建筑高大空间净高 8 < h ≤ 12 设置自动喷淋灭火系统, 采用非仓库型特殊应用喷头 K161。因有上盖开发导致梁宽超过 1.2 米、梁高超过 1.4 米, 使布置的喷头较为密集, 最终经计算喷淋系统设计流量为 110L/s。

三、气体消防

(一) 气体消防系统的确立

运用库信息机房、通信机械室, 联合检修库跟随变电所、配电间、蓄电池充电间和工程车库配电间选用柜式预制七氟丙烷自动灭火系统^[6]。

(二) 气体灭火系统的组成

柜式预制灭火系统由柜式预制灭火装置、火灾探测器、火灾自动报警灭火控制器等组成^[7]。

(三) 气体灭火系统控制方式

本系统具有自动、手动两种控制方式, 手、自动能相互转换并能显示其控制状态。

1. 自动控制状态

保护区内均设置两路独立的探测回路。当第一路探测器检测到火灾信号时, 系统即刻发出警报, 并精准指示火灾发生的具体部位。当第二路探测器亦探测到火灾信号后, 系统将进入延时阶段, 延时结束后, 向保护区的电磁驱动器发送灭火指令, 进而针对失火区域开展灭火作业。

2. 手动控制状态

当报警控制器处于手动状态时, 由值班人员确认火警后, 通过按下报警控制面板上的应急启动按钮, 或保护区门口处的紧急启停按钮, 即可触发系统, 喷放七氟丙烷灭火剂。

3. 紧急停止操作

当火灾警报响起后, 若需阻止灭火指令的发出, 可按下自动灭火控制器上, 或手动控制盒内的紧急停止按钮, 以此停止系统的灭火程序。

（四）联合检修库气体灭火系统保护区的设计参数如下（其他建筑相关参数不再列举）

联合检修库气体灭火设备表											
序号	防护区	位置	面积	净高	体积	设计浓度 C1（%）	设计用量 kg	需压 Pa	钢瓶大小 L（个/组）	瓶组数	瓶组载重 kg/组
			m ²	m	m ³						
1	跟随变电所	首层北侧	226.55	6.95	1574.52	8	994.54	0.538	双150	4	720
2	配电间	首层北侧	158.63	6.95	1096.72	9	449.32	0.195	双150	2	720
3	蓄电池充电间	首层北侧	182.23	6.95	1266.50	8	799.98	0.433	双150	3	720
4	跟随变电所	首层南侧	239.66	6.65	1593.74	8	1006.68	0.545	双150	4	720
5	配电间	首层南侧	151.19	6.65	1002.13	9	360.74	0.156	150	3	410

序号	防护区	单瓶药剂 量kg	喷射时 间S	浸渍时 间min	设计温度 ℃	海拔修正 系数	型号	安装洞口尺寸 n*LXH（mm）	泄压面积 n*m ²	瓶组尺寸 长x宽(m)
1	跟随变电所	260	8	5	20	0.99632	CX545113	3*800x600	3*0.198	1.09x0.61
2	配电间	240	10	5	20	0.99632	CX545113	1*800x600	1*0.198	1.09x0.61
3	蓄电池充电间	280	8	5	20	0.99632	CX545120	2*900x600	2*0.232	1.09x0.61
4	跟随变电所	260	8	5	20	0.99632	CX545113	3*800x600	3*0.198	1.09x0.61
5	配电间	125	10	5	20	0.99632	CX545113	1*800x600	1*0.198	0.7x0.61

（五）气体灭火装置的设置及相关附属

本工程气体灭火系统仅对防护区实施保护，与防护区相连的电缆夹层未实施防护。为保证防护区的密闭完整性，其与电缆夹层最终均通过物理隔断。联通的人孔采用钢制盖板加橡胶密封圈阻隔，穿电缆的线槽孔在施工完成后采用阻燃材料密封。

本项目气体灭火装置喷头安装高度不小于1.5m，满足气体灭火装置对防护区的全覆盖。

四、灭火器的设置

本项目火灾有 A、B、E 三类火灾，火灾危险性为中危险级。综合考虑使用人员便捷，最终手提式磷酸铵盐干粉灭火器选用型号为 MF/ABC4。

电气设备房间按 E 类火灾单独设计单元考虑，工程车库大库按 A、B 类火灾考虑，其余部位均按照 A 类火灾场所设置。

五、消防设计中遇到的问题及解决办法

（一）消防水池容积

水池容积依据一次火灾中同时启用的消防设施用水量确定。经对比计算，物资总库立体化仓库及大部件存放间着火时，消防用水量最大。

（二）自动喷水设计流量

各单体喷淋系统的设计流量，依据最不利点处作用面积内喷头同时喷水的总流量确定。受喷头管道损失影响，各喷头喷水流量有别，最不利点处喷头流量最小，随后递增，该作用面积内不同位置的喷水强度呈现差异。且最不利点作用面积内喷头分布不均，多数情况下起端喷头更靠近作用面积边界^[8]。综合这些因素，喷淋流量需多次放大，导致各系统实际喷水强度远超喷规规定值。

（三）联合检修库喷淋系统设计

联合检修库属丁类厂房，按常规可不设自动喷水灭火系统。因其位于板地下方，环境封闭，且考虑对上盖建筑的潜在影响，故增设自动喷水灭火系统。大库按民用建筑考虑，喷头采用 K161 非仓库型特殊应用喷头。经计算喷淋系统设计流量 110L/s（小于物资总库的 150L/s），平均喷水强度 41 L/（min·m²），满足“喷规”及“综合利用防火标准”的相关规定^[9]。故联合检修库喷淋系统参照民用建筑设计。

（四）喷淋 A、B 系统

最初方案喷淋 A 系统供给园区运用库、联合检修库、工程车库、综合楼、司乘公寓等低压小流量的喷淋系统；喷淋 B 系统为高压大流量系统，仅供物资总库喷淋系统。因建筑单体调整，加

大了联合检修库的喷淋设计流量。联合检修库喷淋设计流量超过了喷淋 A 系统的设计流量，故最终联合检修库接入喷淋 B 系统。

（五）消防稳压设备的选取

消火栓系统的稳压装置按照《消防给水及消火栓系统技术规范》选取。消火栓稳压装置型号：XW(L)-I-1.0-20-ADL，充气压力 0.16MPa，最不利消火栓静水压力 0.19MPa，满足要求。考虑到喷淋系统为自动灭火系统，选喷淋系统的稳压装置按最不利处喷头的工作进行考虑^[10]。喷淋 B 系统的稳压装置：XW(L)-II-1.0 -30- ADL，充气压力 0.24MPa，最不利喷头静水压力 0.37MPa，满足系统正常工作压力。

（六）稳压水箱的止回阀

与屋顶稳压水箱直接相连的止回阀位于水箱的下一层，使止回阀与水箱的最低有效水位高差大于 1 米，保证止回阀能够正常工作。

（七）管道保温

大库地铁进入端大门因作业需求，会有长时间开门的情况，为防冻，对管道进行保温处理。故为采暖房间及大库地铁进入端（1-4 轴）的所有消防给水管线做保温，保温材料为橡塑 30mm。橡塑采用难燃橡塑，外包不燃玻璃丝布，刷防火涂料（满足 A 级不燃）。

（八）气体灭火是否覆盖与之相连的电缆夹层

跟随变电所、配电间在电气设备安装完成后需用防火材料封堵与之相连的洞口，且需满足其允许压强不低于 1200Pa。电缆夹层仅有电线，没有火灾安全隐患，故夹层内未单独设置气体灭火。

（九）消防水泵的自检

为预防消防泵机组锈蚀、卡死，确保火灾能及时启用，特设计水泵低速自检系统。该系统每 7 至 15 天自动巡检一次。

参考文献

[1] 车跃龙. 地铁车辆段及基地水消防设计 [J]. 铁道标准设计, 2006, (05): 82-84. DOI: 10.13238/j.issn.1004-2954.2006.05.035.

[2] 曾国保. 上海地铁九亭车辆段及基地水消防设计方案浅述 [J]. 中国市政工程, 2003, (04): 40-41+49+71-72.

[3] 罗超. 城市轨道交通车辆段及上盖建筑消防设计——以苏州天鹅荡车辆段项目为例 [J]. 现代城市轨道交通, 2024, (11): 1-7. DOI: 10.20151/j.cnki.1672-7533.2024.11.001.

[4] 柯忱. 宁句城际句容车辆段给排水及消防系统设计及思考 [J]. 中国科技投资, 2021, (34): 121-124.

[5] 任志群. 严寒地区地铁车辆段物资总库水消防系统设计研究 [J]. 现代城市轨道交通, 2020, (09): 99-105. DOI: 10.20151/j.cnki.1672-7533.2020.09.021.

[6] 陈皓粤. 广州轨道交通带上盖开发车辆基地消防设计研究 [J]. 建材与装饰, 2017, (34): 255-256.

[7] 陈玉良. 地铁车辆基地综合开发与自身消防设计的思考与研究 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(16): 7-9.

[8] 马凯. 浅谈南京地铁车辆基地上盖建筑消防设计研究 [J]. 建材与装饰, 2020, (11): 59-60.

[9] 李兴海. 北京某地铁车辆基地给排水及消防设计 [J]. 工程设计与设计, 2019, (21): 120-123. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2019.11.041.

[10] 方黎. 某地铁车辆基地消防设计探讨 [J]. 消防科学与技术, 2011, 30(09): 802-805.