

文章编号: 1674—8247(2019)04—0029—05
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.04.006

铁路给水站给水管网系统研究

张亮 曾庆华 林程保 林宏 冯巍

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:为保证铁路给水站供水安全、可靠、经济,提高铁路给排水设计质量,本文以重庆地区某铁路特大型车站和动车所为研究对象,以满足消防安全和水质安全为出发点,对传统的生产生活及消防给水系统在管道工程、给水设备、土建工程、供水可靠性、供水安全性、运营管理、经济合理性等方面进行了剖析,分析了传统给水系统方案存在的问题,提出了新的给水系统方案。新的给水系统方案具有满足消防安全要求、系统控制安全可靠、运行维护简单、投资省、占地小、设备布置集中等优点。

关键词:铁路; 给水系统; 给水站; 客车上水

中图分类号:U270.38⁺5 文献标志码:A

Research on the Water Supply Network System of Railway Water Supply Station

ZHANG Liang ZENG Qinghua LIN Chengbao LIN Hong FENG Wei

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: In order to ensure the safety, reliability and economy of water supply for railway water supply stations and improve the design quality of water supply and drainage for railways, a railway super-large station and Locomotive Research Institute in Chongqing is taken in the paper as the research object to meet the requirements of fire safety and water quality safety. The traditional production, living and fire water supply system are analyzed in the aspects of pipeline engineering, water supply equipment, civil engineering, water supply reliability, water supply security, operation and management, economic rationality, etc. The problems existing in the traditional water supply system scheme are analyzed, and a new water supply system scheme is put forward. The new water supply system scheme has the advantages of meeting fire safety requirements, safe and reliable system control, simple operation and maintenance, low investment, small space occupation and centralized equipment layout.

Key words: railway; water supply system; water supply station; water supply system in railway

1 研究背景

目前,我国正处于城镇化快速发展时期,铁路在大都市之间的人员交流、城镇化发展中,发挥着中心城市辐射带的功能,具有十分重要的交通纽带作用^[1]。截

至2018年底,全国高速铁路营业里程已经超过2.9万km,占铁路通车总里程的23%,高速铁路在全国交通运输系统中,扮演者越来越重要的角色^[2]。

高速铁路的给排水设计,在客车上水、卸污及污废水处理等方面都有其行业特殊性^[3],特大(大)型车站

收稿日期:2018-05-20

作者简介:张亮(1988-),男,助理工程师。

引文格式:张亮,曾庆华,林程保,等. 铁路给水站给水管网系统研究[J]. 高速铁路技术,2019,10(4):29-33.

ZHANG Liang, ZENG Qinghua, LIN Chengbao, et al. Research on the Water Supply Network System of Railway Water Supply Station [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(4): 29-33.

和动车所的给排水投资大,占全线给排水专业投资的50%~70%。特大(大)型车站和动车所,担负着客车上水和卸污的服务功能。随着国民经济的发展、人民生活水平的逐步提高,从旅客健康和保护铁路财产的角度出发,保证供水水质和消防安全,是铁路给排水设计的关键^[4]。

本文以某高速铁路给水系统研究为例,通过对传统的给水系统进行分析,针对设计过程中发现的问题提出新的给水系统设计方案,对方案进行对比得出较优方案,为铁路给排水设计提供参考。

2 给水站给水系统设计现状

特大(大)型车站和动车所具有日用和消防用水量大的特点,设有旅客列车给水系统,室内、室外消火栓给水系统,室内自喷系统,室内消防水炮系统等多种消防给水系统^[5]。受原消防标准低和专业分工等方面的影响,铁路特大(大)型车站的给水系统设计大都采用:室外消防给水系统和生产生活给水系统合用1套管网和供水设备,室内消火栓系统、室内自喷系统、室内消防水炮系统在建筑物内就近设多个独立的室内消防给水系统及加压系统(以下简称传统给水系统方案)。特大(大)型车站、动车所传统的消防给水系统供水示意,如图1、图2所示。

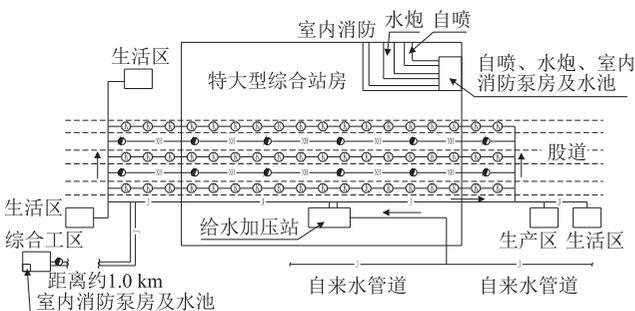


图1 特大(大)型车站传统给水系统方案供水示意图

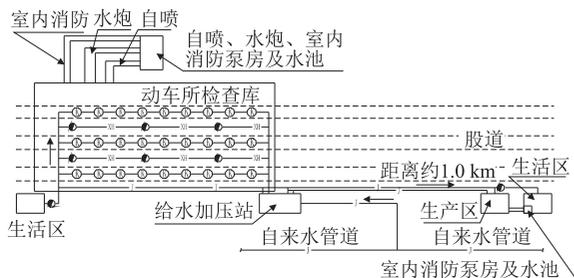


图2 动车所传统给水系统方案供水示意图

据调查,特大(大)型车站和动车所大多采用室外消防和生产生活给水系统合用1套供水管网,如重庆

北站、重庆北动车所、重庆西动车所、成都东动车所、成都东站、昆明南站等,室内消防系统在多个建筑物内设有多个独立的室内消防给水及加压系统。

3 传统给水系统存在的问题

针对传统的给水系统存在的问题,本文从消防安全、供水水质安全、消防水泵启动等方面进行阐述。

3.1 消防安全

随着国民经济的发展,铁路行业特大型及超大体量的建筑越来越多,消防的要求也越来越高。GB 50974-2014《消防给水及消火栓系统技术规范》及GB 50016-2014《建筑设计防火规范》在消火栓用水量、消防控制方式上较旧版规范均做了大幅度的调整,对管网的设计、消防控制等方面都提出了更严格的要求^[6]。

3.2 水质安全

目前,大多数车站的消防给水系统管网的设置采用室外消防和生产生活给水系统合用1套管网,管网管径采用远期的生产生活用水量和消防用水量计算确定。在运营过程中,初(近)期生产生活用水量小,消防用水量随着消防规范的更新,却在加大;此外,管网平差计算时,某些管径偏大,导致用水量小的管网末端水质更新慢,存在水质变差的情况,严重影响了供水安全及旅客身体健康,造成不良的社会影响。

3.3 消防水泵启泵

室外消防给水系统和生产生活给水系统合用1套供水设备,若采用变频供水设备,室外消火栓系统无法满足GB 50116-2013《火灾自动报警系统设计规范》规范第3.1.8条“消防水泵等消防电气控制装置不应采用变频启动方式”的规范要求;若采用工频水泵,整个生活给水系统将不节能^[7]。另外,生产生活与消防共用水泵,消防水池不做他用的措施无法得到保证^[8]。为解决上述矛盾,车站的供水设备可采用变频供生产生活用水和消防工频水泵并联的形式向管网供水,但由于共用1套管网,当客车上水栓工作和室外消火栓启用时,均会导致管网压力下降,消防加压设备无法判断何时该启动消防泵,不满足GB 50974-2014《消防给水及消火栓系统技术规范》关于消防水泵采用压力开关或流量开关启泵的要求。

4 新给水系统方案的提出

车站给水系统和消防给水系统的设计的重点是满足消防安全和铁路给水水质安全的要求,为保证旅客出行安全,杜绝出现安全事故,本文提出新的给水系统方案,即生产生活给水系统采用1套供水管网,室内、

室外消防给水系统合用1套管网的供水方案(下称新给水系统方案)。

5 给水系统对比分析

新给水系统方案对比传统给水系统方案,不仅能解决水质安全问题,而且符合消防设计规范要求。本文以某特大型车站、动车所的给水系统设计为例,从管网工程、给水设备、土建工程、供水可靠性、供水安全性、运营管理、经济合理性等方面进行分析。

5.1 某高速铁路特大(大)型车站、动车所的工程概况

特大(大)型车站、动车所的新给水系统方案供水示意,如图3、图4所示。

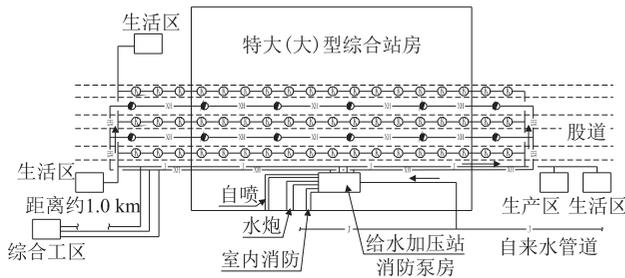


图3 特大(大)型车站室内外消防给水系统合用与生产生活分设的管网示意图

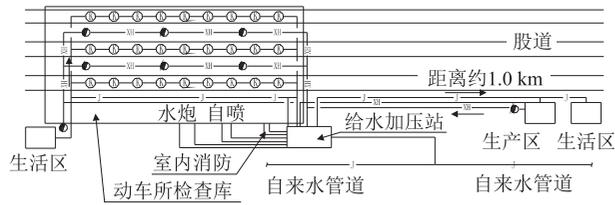


图4 动车所消防给水系统新方案供水示意图

某高速铁路特大型车站规模为15站台29线,分3个车场,车站最高聚集人数1.5万人,在距离车站站房约1 km处设综合维修工区,初近期用水总量1 303 m³/d,远期用水总量2 091 m³/d,1次消防用水量702 m³;动车所规模为12线检查库和48线存车场,初近期用水总量2 005 m³/d,远期用水总量2 574 m³/d,1次消防用水量1 080 m³,为两条线的运营动车提供日常检修和维护作业。特大型车站和动车所均有客车上水、卸污作业。特大型车站和动车所的管网按远期设计,给水设备按初近期水量配置。

5.2 管网工程

管网工程是给水系统重要的工程之一,特大型车站和动车所的室内外消防给水系统、生产生活给水系统总管道长度采用传统的给水方案,管道长度比新给水系统方案分别少约1%和7%。具体特大型车站和

动车所的管道工程量分析,如表1、表2所示。

表1 特大型给水站管道敷设对比分析表

项目	新给水系统方案		传统给水系统方案	
	规格	长度/m	规格	长度/m
管道	DN300	763	DN300	2 020
	DN250	2 028	DN250	0
	DN200	560	DN200	560
	DN150	16 106	DN150	16 683
	DN100 及以下	1 010	DN100 及以下	120
总长度/m	20 467		19 383	

表2 动车所管道敷设对比分析表

项目	新给水系统方案		传统给水系统方案	
	球墨铸铁管	长度/m	球墨铸铁管	长度/m
管道	DN300	5 021	DN300	4 975
	DN250	6 981	DN250	2 160
	DN200	0	DN200	0
	DN150	12 618	DN150	15 698
	DN100 以下	200	DN100 以下	200
总长度/m	24 820		23 033	

5.3 给水设备

(1) 新给水系统方案设备设计

给水站内设1座给水加压站,加压站内设大小泵搭配变频供水1套,400 m³的装配式不锈钢生活水箱1座;同时在泵房内设室内外消防合用的消防水泵机组1套,自喷水泵机组1套、消防水炮泵机组1套。

(2) 传统给水系统方案设备设计

给水站内设1座给水加压站,加压站内设大小泵搭配变频供水1套;工频水泵1套,400 m³的装配式不锈钢生活水箱1座,同时在站房内还需设置室内消防水泵机组1套,自喷水泵机组1套、消防水炮泵机组1套。由于特大型车站或动车所和工区大多数分散布置,为了满足工区房屋的室内消防设计要求,在距离站房1 km处,还需新建室内消防给水加压设备1套,同时需消防泵房和消防水池等土建工程进行配套。

特大型车站和动车所的新方案相对传统方案消防供水设备数量都较少,且布置集中,控制简单,较优。具体特大型车站和动车所的设备设计分析,如表3、表4所示。

表3 特大型车站设备设计对比分析表

项目	新给水系统方案	传统给水系统方案
设备	①变频水泵(Q=144 m ³ /h, H=60 m, N=37 kW, 2用1备)	①变频水泵(Q=144 m ³ /h, H=60 m, N=37 kW, 2用1备)
	②变频水泵(Q=72 m ³ /h, H=60 m, N=18.5 kW, 1用1备)	②变频水泵(Q=72 m ³ /h, H=60 m, N=18.5 kW, 1用1备)
	③室内消防水泵(Q=60 L/s, H=0.65 MPa)	③工频水泵(Q=144 m ³ /h, H=60 m, N=37 kW, 1用1备)
	④增压稳压设备1套	④室内消防水泵(Q=25 L/s, H=0.65 MPa, 2用2备)
		⑤增压稳压设备2套

表4 动车所设备设计对比分析表

项目	新给水系统方案	传统给水系统方案
设备	①变频水泵($Q=144\text{ m}^3/\text{h}$, $H=60\text{ m}$, $N=37\text{ kW}$,2用1备) ②变频水泵($Q=72\text{ m}^3/\text{h}$, $H=60\text{ m}$, $N=18.5\text{ kW}$,1用1备) ③室内外消防水泵($Q=70\text{ L/s}$, $H=0.65\text{ MPa}$) ④消防水炮泵机组1套($Q=60\text{ L/s}$, $H=1.0\text{ MPa}$) ⑤自喷水泵机组1套($Q=30\text{ L/s}$, $H=0.6\text{ MPa}$) ⑥增压稳压设备3套	①变频水泵($Q=144\text{ m}^3/\text{h}$, $H=60\text{ m}$, $N=37\text{ kW}$,2用1备) ②变频水泵($Q=72\text{ m}^3/\text{h}$, $H=60\text{ m}$, $N=18.5\text{ kW}$,1用1备) ③定频水泵($Q=144\text{ m}^3/\text{h}$, $H=60\text{ m}$, $N=37\text{ kW}$,1用1备) ④室内消防水泵($Q=25\text{ L/s}$, $H=0.65\text{ MPa}$) ⑤消防水炮泵机组1套($Q=60\text{ L/s}$, $H=1.0\text{ MPa}$) ⑥自喷水泵机组1套($Q=30\text{ L/s}$, $H=0.6\text{ MPa}$) ⑦增压稳压设备3套

5.4 土建工程

本次提出新的给水方案,最大的特点是,消防泵房和水池仅设1座就能满足站区或动车所的所有的消防给水系统。传统给水系统方案设1座给水所,仅满足站区或动车所的室外消防和生产生活给水系统要求,还需在设有室内消防给水系统的单体建筑内设若干座消防泵房和水池,以满足室内消防的设计要求。具体特大型车站和动车所土建工程对比分析,如表5所示。

表5 特大型车站和动车所土建工程对比分析表

项目	新给水系统方案	传统给水系统方案
土建工程	①在站房备层设消防泵房和消防水池1座 ②消防泵房面积约 200 m^2 ,消防水池总容积 720 m^3	①给水所1座内设消防泵房及水池,至少还需要分散设2座室内消防泵房及水池 ②总面积约 600 m^2 ,水池总容积约 1500 m^3

消防泵房多,不仅不便于运行和管理,而且也增加了土建,电力配套等费用,新提出的方案优于传统的消防给水系统方案。

5.5 供水可靠性

5.5.1 传统给水系统方案实施难点

若采用传统给水系统方案,为满足消防设计要求,需在变频水泵的基础上,增加1套工频消防水泵,设备设置复杂化。高速铁路中特大型车站、动车所均设有旅客列车给水系统,旅客列车给水栓单栓设计流量在 $1.5\sim 2.5\text{ L/s}$,旅客列车上水同时一排上水设计流量在 $25\sim 40\text{ L/s}$ 之间,大于1座消火栓的设计流量,甚至大于室外消防设计流量,而且由于合用管网,消防泵采用低压压力开关启动时,无法识别是否发生火灾,导致无法启动消防工频泵。可在每个室外消火栓支管上均需设流量开关以达到流量开关启泵的方案,但室外消火栓的数量庞大,节点故障率增高,而且室外消火栓支管上的流量开关均需用控制电缆连接至消防泵房内的控制柜,线路长度长,线路故障多,使用寿命短,敷设电缆造价高,电气控制复杂、运营管理难,存在安全

隐患。

5.5.2 电气控制的可靠性

传统给水系统方案,可采用消火栓支管上设流量开关的形式控制水泵启动,但流量开关采用长距离控制线传输信号,可靠性差,误动作概率高。

新给水系统方案采用设置在消防水泵的出水干管上的压力开关直接控制室内外消防泵启动。只需在消防主干管上设1个低压压力开关。室内外消防给水系统采用消防水泵供水,不与给水泵混用管网,无干扰。出水干管上的压力开关与控制柜在同一泵房内,控制线短,可靠性高。具体电气控制可靠性分析,如表6所示。

表6 特大型车站及动车所给水站电气控制对比分析表

项目	新给水系统方案	传统给水系统方案
可靠性分析	①只需在消防主干管上设置1个低压压力开关 ②室内外消防系统采用消防水泵供水,不与给水泵混用 ③出水干管上的压力开关与控制柜在同一泵房内,控制线短,可靠性高	①每个室外消火栓支管上均需设流量开关,数量大,故障点多 ②为满足消防不得采用变频泵的要求,需增加工频水泵用于消防 ③室外消火栓支管上的流量开关均需用控制电缆连接至消防泵房内的控制柜,线缆长

5.6 供水安全性

传统给水系统方案,站台的消防管网内容易形成死水区,有回流污染的风险。在管网末端,管径较大而用水量小,水循环差,水质难以保障,一旦出现水质安全事故,社会影响较大。例如:某动车所给水水质监测存在两项指标不合格。

采用新给水系统方案,生活、消防管网分设,饮用水的水质有保障。因此,新给水系统方案的在供水水质安全保障上有较大优势。具体水质安全对比分析,如7所示。

表7 特大型车站和动车所供水水质对比分析表

项目	新给水系统方案	传统给水系统方案
水质安全	生活、消防管网分设,饮用水不受消防管网内死水回流的污染,水质有保障	站台的消防管网内容易形成死水,有回流污染的可能。在管网末端,管径较大而用水量小,水在管道内留存时间长,水质难以保障,社会影响大

5.7 运营管理

传统的消防给水方式,出现故障时,难以分清是消防系统故障,还是给水系统故障,查找难度较大。并且消防泵房多,位置分散,管理难度较大。

新方案生产生活给水系统、消防给水系统各自有独立的控制系统,设备均布置在1座泵房内,集中布置且运行独立,因此新方案运行维护及管理均较简单。

具体运营管理分析对比分析,如表8所示。

表8 特大型车站和动车所运营管理方面对比分析表

项目	新给水系统方案	传统给水系统方案
运营管理	①生产生活一套给水系统、消防给水系统各自有独立的控制系统,设备运行独立,运行维护简单 ②合建的给水泵房和消防泵房1座 ③管道维护长	①出现故障时,难以分清是消防系统故障,还是给水系统故障,查找难度较大 ②给水泵房1座、消防泵房2座,位置分散,管理难度较大

5.8 经济合理性

本线结合特大型车站和动车所的新方案及传统方案的投资进行了对比分析,特大型车站的新给水系统总投资约1330.71万元,传统给水系统方案总投资约1499.04万元;从经济角度分析,新给水系统节约投资约168.33万元,占比约11.23%。具体特大型车站和动车所的对标经济指标,如表9、表10所示。

表9 某高速铁路特大型车站给水系统经济分析表

序号	项目	方案			
		新给水系统方案 主要工程费		传统给水系统方案 主要工程费	
		数量	合价/万元	数量	合价/万元
1	管道数量/m	20 467	581.76	19 383	549.03
2	设备数量/台	8	291.5	14	295.5
3	泵房数量/座	1	-	2	-
4	泵房面积/m ²	200	36	230	41.4
5	水池容积/m ³	1 600	154	1 800	176
6	占地/m ²	0	0	675	-
7	控制电缆/m	0	0	4 348	55.22
8	总计/万元	-	976.26	-	1 117.15

表10 某高速铁路动车所给水系统经济分析表

序号	项目	方案			
		新给水系统方案 主要工程费		传统给水系统方案 主要工程费	
		数量	合价/万元	数量	合价/万元
1	管道数量/m	24 820	849.21	23 033	730.28
2	设备数量/台	14	291.5	18	365.5
3	泵房数量/座	1	-	2	-
4	泵房面积/m ²	200	36	240	43.2
5	水池容积/m ³	1 600	154	1 600	154
6	占地/m ²	0	0	675	-
7	控制电缆/m	0	0	16 225	206.06
8	总计/万元	-	1 330.71	-	1 499.04

传统给水系统方案相比新给水系统方案在管道敷设上,经济效益优势明显,但给水系统不仅仅是管道敷设,从系统性分析,传统给水系统方案占地面积大,总的消防泵房面积大,设备分散且数量多,导致系统造价高。

6 结束语

通过分析国内特大型车站和动车所目前采用的给

水管网系统形式,文章以重庆地区某动车所出现供水水质及消防安全隐患为出发点,提出了新给水系统方案。新给水系统方案,适用于当市政供水条件为单水源或市政自来水水量水压无法满足生产生活及消防要求,车站的给水系统采用临时高压的给水系统;采用新给水系统方案既能更好地满足消防设计规范的要求,也能保证消防及供水水质安全,且经济合理。

由此,新给水系统,在铁路领域中,不仅可以用于高速铁路的给水站中,而且可用于铁路货场、铁路港口、铁路物流园区、轨道交通车辆段等项目中的消防给水系统。

当给水站在室外消防采用低压室外消防给水系统;室外消防用水量远远小于室外生产生活用水量的条件下。室外消防和生产生活给水系统合用1套供水管网有一定的优势,同时还须合理确定管径,兼顾生活用水点不应设置在支状管网末端,避免造成水质污染。

参考文献:

- [1] 汤飞. 基于城市规划经济学视角的新型城镇化发展策略研究[D]. 天津:天津大学,2014.
TANG Fei. Research on New Urbanization Development Strategies from the Perspective of Urban Planning Economics [D]. Tianjin: Tianjin University, 2014.
- [2] 赵庆国. 高速铁路产业发展政策研究[D]. 南昌:江西财经大学,2013.
ZHAO Qingguo. Research on the Development Policy of High-speed Railway Industry [D]. Nanchang: Jiangxi University of Finance and Economics, 2013.
- [3] 张汉英. 高速铁路大型客站给排水设计特点及效果分析[J]. 铁道标准设计,2016,60(6):173-177.
ZHANG Hanying. Design Features and Effect Analysis of Water Supply and Drainage for Large Passenger Station of High-speed Railway [J]. Railway Standard Design, 2016, 60(6): 173-177.
- [4] 沈晨. 铁路客车给水站供水系统优化研究与实践[D]. 成都:西南交通大学,2014.
SHEN Chen. Research and Practice on Water Supply System Optimization of Railway Passenger Car Water Supply Station [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2014.
- [5] 李双强. 高铁车站室外消火栓系统分压供水探讨[J]. 消防科学与技术,2018,37(11):1534-1536.
LI Shuangqiang. Discussion on Partial Pressure Water Supply for Outdoor Fire Hydrant System of High-speed Railway Station [J]. Fire Science and Technology, 2018, 37(11): 1534-1536.
- [6] GB 50016-2014 建筑设计防火规范[S].
GB 50016-2014 Code for Fire Protection Design of Buildings [S].
- [7] GB 50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范[S].
GB 50974-2014 Technical Code for Fire Protection Water Supply and Hydrant Systems [S].
- [8] GB 50116-2013 火灾自动报警系统设计规范[S].
GB 50116-2013 Code for Design of Automatic Fire Alarm System [S].

(编辑:赵立红 白雪)