

以东西城市轴线东段车城大道隧道为例

——浅谈城市道路下穿隧道消防给水系统的设计

张晓光 李莉 徐文川

成都市市政工程设计研究院有限公司

摘要：城市下穿隧道要通行各类车辆，还设有监控、照明等电力电缆等管线，如若发生火灾将会造成重大的人身、财产损失及严重的社会影响。本文以东西城市轴线东段（东二环—龙泉驿区界）一标段车城大道隧道消防给水系统为例，浅谈在设计、施工过程中的一些体会。

关键词：城市下穿隧道；消防给水系统；灭火器

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.135

前言

东西城市轴线西起都江堰，东至简阳，串联都江堰、温江、青羊、锦江、成华、龙泉驿、龙泉山城市森林公园、简州新城、简阳等9个区域，14个产业功能区，总长约150公里。东西城市轴线东段是贯彻落实国家、省、市发展战略，推动成渝一体化、成资同城化发展的重要工程，是体现东进战略决心、缩小东进心理距离的引领性工程，也是大运会主场馆连接双机场的重要交通廊道。东西城市轴线与车城大道相交处采用车城大道下穿东西城市轴线的形式，采用苜蓿叶形式与轴线实现互通。车城大道隧道工程由我院承接进行设计，本人负责此隧道消防给水的设计工作。

车城大道隧道工程，总长度1900m，船槽段长度608m，框架段长度1292m；为双向、双孔6车道隧道。车城大道地处城市交通要道，紧邻龙泉汽车工业园，交通流量大，因此应采取可靠的灭火措施以降低火灾的发生、控制火势的蔓延，避免造成重大的人身、财产损失及严重的社会影响。关于隧道消防灭火系统的设计与建设，各地做法略有不同，目前常规做法的是消火栓灭火系统和手提灭火器灭火系统等。

一、常用消防系统介绍

常用消防灭火系统有：消火栓灭火系统、消防炮灭火系统、自动喷淋灭火系统、水喷雾灭火系统、细水雾灭火系统、泡沫灭火系统、气体灭火系统、干粉灭火系统等。

消防给水系统，由室外消防给水系统、室内消防给水系统共同组成。室外消火栓给水系统是城镇、居住区、建（构）筑区等最基本的消防设施，其作用是供给室内外消防设备用水的水源；室内消防给水系统由室内消火栓、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统等。以上均为水基灭火系统，主要灭火机理是冷却与窒息，其中冷却功能是灭火的主要作用。

建筑手提灭火器消防系统，根据火灾A、B、C、D、E类的标准，选择符合灭火危险等级、灭火要求的灭火器，常见灭火器有磷酸铵盐干粉型、碳酸氢钠干粉型、机械泡沫型、抗溶泡沫型、卤代烷1211灭火器、二氧化碳性。各种类型的灭火器，灭火机理也是不同的。

二、消防方案设计

本隧道框架段（封闭段）长1292m，隧道工程专业定性为允许通行危险化学品等机动车的隧道，根据《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018年版）第12.1.2条规定，划分为二类隧道，须设置消防给水系统和手提灭火设施。消防给水系统选用室内消火栓系统和室外消火栓系统。本隧道应设置可扑救ABC类火灾的灭火器。

（一）消防给水系统设计

消防给水水源采用城市自来水；隧道室内消火栓用水量20L/s，隧道室外消火栓用水量为30L/s，火灾延续时间3h，一次灭火用水量为540m³。由框架段（封闭段）两端引入2处市政给水管，管径均为DN200。

本隧道框架段比现状道路高程低约13.6m，船槽段到框架段过度处低约为9.0m。业主提供引入处市政给水压力为0.30MPa。本项目消火栓给水由市政直供为常高压系统，压力约为0.37MPa（扣除倒流防止器、闸阀水损约2.0m），满足《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014第7.4.16条及《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018年版）第12.2.2.6条规定。

本隧道出入口处设置消防水泵接合器和室外消火栓。水泵接合器设置于室外消火栓15~40m距离处。

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014第7.4.16条：消火栓的间距不应大于50m，双向通行车道或单行通行但大于3车道时，应双面间隔设置；第7.4.16条条文说明：为保证2支水枪的两股充实水柱到达隧道任何部分，规定消火栓的间距不应大于50.0m。

1) 室内消火栓保护半径（R）应按下式计算确定：

$$R = k \cdot L_d + L_g$$

式中：R——室内消火栓的保护半径（m）；

K——水袋弯曲折减系数，一般取0.8~0.9；

L_d——水带长度（m），一般为25.0m；

L_g——消防水枪充实水柱的水平投影（m），

$$L_g = S_k \cdot \cos \alpha$$

2) 室内消火栓间距（S）

$$S = \sqrt{R^2 - b^2}$$

式中：S——消火栓间距（m）；

R——消火栓保护半径（m）；

b——消火栓最大保护宽度（m）。

经计算，本隧道消火栓间距按照20m布置，双孔隧道的消火栓各单独布置，互不考虑借用。

本隧道为常高压消火栓系统，柜式消火栓箱内不用设置消防水泵起泵按钮，但需设置报警按钮。

（二）灭火器系统设计

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 51040-2005第4.2节规定，本隧道常用灭火器可选择磷酸铵盐干粉型灭火器、碳酸氢钠干粉型灭火器；卤代烷1211型灭火器虽满足本隧道灭火要求，但是会导致对大气臭氧层的破坏，危害人类的生存环境，非必要场所禁止使用。我国于1991年6月加入了《蒙特利尔议定书》（修正案）缔约国行列，承诺2005年停止生产哈龙1211灭火剂，2010年停止生产哈龙1301灭火剂。我国于1996年已颁布实施《中国消防行业哈龙整体淘汰计划》，本隧道不建议选用代烷1211型灭火器。

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 51040-2005附录D，本隧道安全性要求较高，一旦发生火灾会造成重大的人身、财产损失，故灭火器选用ABC类中危险级，可选用不低于MF/ABC4型灭火器。根据《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018年版）第12.2.4条规定：每孔隧道均双侧设置灭火器，每处设置4具MF/ABC5型灭火器（由计算确定）。灭火器一处设置在柜式消火栓箱内，另一处设置在灭火器箱内。灭火器布置间距与消火栓布置间距一致，有条件与消火栓共用箱体。

三、施工图设计

（一）管材管径选用

根据规范，并结合常规设计方法，选用热浸镀锌钢管，接口采用沟槽式连接或法兰连接。埋地部分做加强级环氧煤沥青六油二布防腐。

表3.1 水力计算表

项目	流量 (L/s)	管径	流速 (m/s)	每100m管道水损 (m)
1	20	DN150	1.18	2.35
2	20	DN200	0.65	0.53
3	30	DN150	1.77	5.26
4	30	DN200	0.97	1.12

隧道内消火栓系统设计流量20L/s，隧道外消火栓系统设计流量为30L/s，由表3.1得出选用DN200热浸镀锌钢管。

（二）消火栓箱选用

本隧道为重要的交通设施，故采用内含消防软管卷盘的消火栓箱。结合隧道装修要求，最终选用柜式消火栓箱，施工详15S202第19页乙型SG24B65Z-J型消火栓箱（箱内消防起泵按钮改为报警按钮）。

（三）隧道内消防施工图设计

本隧道采用侧壁、顶盖均为钢筋混凝土现浇施工，给管材、箱体暗装造成了一定的难度。经与土建设计专业沟通协调，为保证美观，最终确定柜式消火栓箱体全暗装于隧道侧壁内，土建前期预留凹槽。管道敷设于隧道左右侧管线通道内，并采用工字钢支撑。管线通道采用活盖板，方便后期检修。

（四）其他

- 1) 消防给水管道设置阀门分成若干独立段，每段内消火栓数量不超过5个；
- 2) 市政总引入处设置倒流防止器；
- 3) 在系统最低处设置DN25泄水阀；

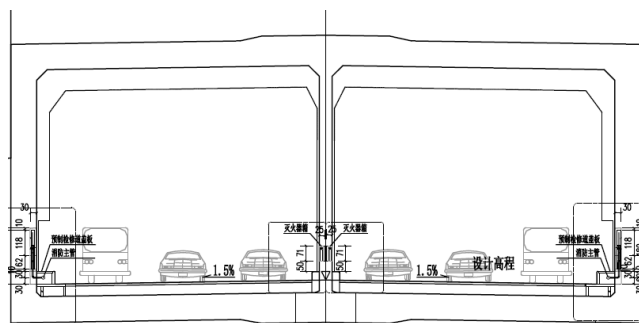


图3.1 车城大道下穿隧道消防横断面图

4) 管道每间隔50m设置不锈钢波纹管，防止管道变形拉断；

5) 双孔隧道之间的联通管道均埋地敷设，做加强级环氧煤沥青六油二布防腐；

6) 消防排水排入隧道排水沟，并隧道雨水泵站提升就近排入河道。

四、施工阶段

本图纸送审后，无审查意见。图纸会审有若干个问题如下：

1) 施工单位为求进度，降低造价，提出把柜式消火栓箱明装于隧道侧壁的方案；经业主、监理、施工、设计单位共同协商后，认为应隧道保证美观，按原设计将柜式消火栓箱暗装于隧道侧壁。

2) 原设计图中，市政引入管有隧道内顶部落地进入管线通道内，隧道工程施工人员不同意预留凹槽暗装DN200热浸镀锌钢管。后经沟通协调，调整为隧道外管道向下深埋敷设至管线通道标高后，通过柔性钢套管穿侧壁进入管线通道内。

五、结语

目前，全国各地均有多条正在使用中的下穿隧道，但各条下穿隧道的消防设计做法不完全相同，总的说来都是本着工程安全性的原则。在实际的防、灭火设计工作中，在满足相关规范的前提下，结合实际情况有针对性地选择灭火系统和合格的灭火器材，以保障社会财产和人员安全。

1) 消火栓间距应《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014第7.4.16条计算后确定。

2) 建议采用国标型号消火栓箱、灭火器箱，降低工程实施难度，节约时间，也可提高美观性。

3) 市政隧道消防施工图设计、图审、验收，消防主管部门（之前为各地“消防局”）均不参与，建议消防主管部门对图纸进行审查，并在验收时现场实际测试管道压力、水泵接合器等的运行使用情况。

参考文献

- [1] GB 50140-2005 建筑灭火器配置设计规范[S]
- [2] GB 50016-2014（2018年版）建筑设计防火规范[S]
- [3] GB 50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范[S]
- [4] CJJ 37-2012（2016年版）城市道路工程设计规范[S]