

关于市政隧道给排水及隧道消防设计思考

——以温州北站交通枢纽站南大道工程为例

张鸣晓

林同棧国际工程咨询(中国)有限公司

摘要:隧道作为市政工程的最低点,对于防控城市内涝来讲至关重要,需要秉持“以防为主、以排为辅”的原则进行给排水和隧道消防的设计,在拦截隧道外部雨水及隧道内冲洗废水的同时,通过道路纵断面优化设计防止客水进入隧道,优化隧道的排水能力及排水方案。同时隧道防灾设计也尤为重要,通过消防预警及提高消防设施设计水平,减少火灾对隧道的影响。鉴于此,对于城市隧道的给排水及消防系统设计,需要在更加合理、安全的设计基础上,充分吸取类似工程的设计经验,优化给排水和消防系统的设计。文章以位于温州市永嘉县境内的温州北站交通枢纽站南大道工程为例,在明确工程关键技术标准的前提下,分析工程给排水及隧道消防设计情况,供参考借鉴。

关键词:市政;给排水;隧道;消防系统设计

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.125

引言

近年来,温州致力于城市道路交通功能的完善,城市道路建设形成了向地下空间发展的趋势。其中,隧道工程以独特的优势迅速发展,我国成为世界上隧道最多、发展最快的国家。隧道给排水、消防工程地作用日益重要,设计的合理性能够对隧道安全、隧道运营产生至关重要的作用。文章结合温州北站交通枢纽站南大道工程,详细介绍站南大道地下城市隧道工程给排水、隧道消防系统设计原则,对相关参数的选择及关键计算流程予以明确。采取经济合理的设计,使隧道给排水及隧道消防设计在较长阶段内满足实际使用需求,系统始终保持先进性、安全性、经济性,易于维护和管养。

一、工程关键技术标准

(一)工程基本概况

本项目以温州北站交通枢纽站南大道工程中城市隧道设计为例,U型段双侧长共计380m、暗埋段长630m、双向四车道。起点位于金钥路东侧,设计起始桩号为K0+250,由西往东,穿过金水路、金田路、千东路等,终点桩号为K1+260,全长约为1010m。线路纵坡设计综合考量沿线地形、地质、水温 and 气候等自然条件,全线共设1个线路最低点。

(二)隧道工程设计

站南大道地下城市隧道暗埋段长度为630m,依据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)(2018版),对城市交通隧道分类,隧道属三类城市隧道。

参考上海市工程建设规范《道路隧道设计规范》(DG/TJ08-2033-2008,J11197-2008)中的隧道分类,根据封闭段长度及最大单洞平均日交通量,对道路隧道工程的分级,站南大道地下城市隧道属于最高级别,三级隧道。

隧道工程范围内给排水和消防设计包括:隧道给排水系统,消防系统。

二、隧道给排水系统及消防系统设计

(一)设计原则

1.给水设计原则

(1)根据《室外给水设计规标准》GB50013-2021,隧道管理给水水源,直接采用市政给水管网供水,不设备用水源,以此满足生产用水需求。

(2)根据具体供水用途,生产、生活和消防给水系统分开设置。

(3)给水系统必须满足工程生产、生活对需水量、水压与水质的相关要求。

(4)给水遵循规划原则,设计管径、走向与现状给水管保持一致。给水管道采用压力流。

2.排水设计原则

(1)隧道排水设计需要坚持“高水高排、低水低排”原则,杜绝高水进入低水系统,避免增大隧道内排水泵房抽水量。在隧道两侧U型槽终点处设置雨水横截沟通至雨水泵房,提升后就近排入现状河道。在隧道暗埋段低洼点处,设置废水泵房,以最为快速、便捷的方式,将消防废水、冲洗废水及结构渗入水排出隧道。废水泵房排水量按消防用水量计^[1]。

(2)依循城市地下通道防汛、防涝要求、雨水量计算及泵房排水能力,考虑排水设计安全余度,保证突发暴雨时,排水泵房安全性和可靠性。

(3)执行国家和地方环境保护法律法规、规章和标准等。排水体制采取雨污分流制,在布置排水管道过程中,需要减少对交通的影响,雨污排出口减少对周边区块用地干扰。采取雨水、污水分流的设计原则,对雨污排出口进行恰当地布置。在排放雨污过程中需要遵循排水分区要求。

(4)为有效消除泵房在实际运行过程中出现的二次污染隐患,需要维护泵房运行过程中的排污系统,对沼渣、污泥善处置。

(5)采用建筑信息化技术(BIM)等国内外先进的现代化技术手段,选择可靠、高效运行管理、便捷维护排污泵等排水专用设备,提高行业装备和技术水平,实现自动化管理,做到技术可靠、经济合理^[2]。

(6)工程利用城市绿地空间、水系,发挥海绵积存、渗透、净化和释放价值,通过对支流水系的打造,结合周边地块、道路低影响开发设施,雨水先汇集进入生物滞留带,再溢流进入雨水管渠最后分散排入附近水系,获得雨水的再生利用、市政管网费用的节省等直接效益,土地价值提升等间接效益,不仅减少环境资源损失,进一步提升城市景观和空气质量。

3.消防设计原则

(1) 隧道消防设计倡导火灾事故预防态度，在思想上与措施上，积极落实预防为主的工作要求，依靠预防与灭火联动，贯彻消防设计基本方针和原则。

(2) 由于市政压力约为0.25Mpa，本项目考虑设消防水池以保证消防需求。

(3) 隧道内设有室内消火栓系统，并设置灭火器，以迅速可靠地扑灭各类初期火灾；

(4) 报警系统迅速、准确可靠，消防救援及时。

(二) 设计参数

1、隧道U型槽部分雨水按暴雨重现期30年一遇设计，地面集流时间需按隧道U型槽纵坡及坡长计算后确定，径流系数0.95。

2、雨水管道按满管流设计。

3、本项目隧道等级为三类隧道。隧道内消火栓系统流量采用10L/s，最不利点水枪充实水柱不小于10m，隧道外消火栓系统流量采用20L/s。

4、隧道行车道右侧按40m间距设消火栓箱及灭火器箱。

5、结构渗入水排水量按 $1L/d \cdot m^2$ 计。

6、冲洗水量按 $2 L / m^2 \cdot d$ 计（消防时不考虑冲洗水量）。

(三) 隧道给排水系统设计

1. 给水系统

(1) 冲洗用水由市政给水管网供给。

(2) 消防用水时不考虑冲洗用水。

2. 排水系统

(1) 雨水排水系统

①雨水管道布置

暴雨重现期：考虑到工程为温州北站区块内的重要交通主干道，地面道路雨水设计重现期取5年；高架桥路面；在隧道U型槽段雨水设计重现期取30年，两侧U型槽通过隧道边沟及横截沟收集雨水，通过泵房出水管将雨水排放至就近河道。市政地面雨水管道按照双侧布置，设置D600 - D1500雨水管道，就近集水后排入大浦洋纵浦及雅林浦。

②隧道敞U型槽段雨水泵房设计

本工程隧道属城市三类交通隧道，仅限通行非危险化学品等机动车。雨水泵房以外挂形式与隧道合建，雨水通过隧道内横截沟排入雨水集水池内，通过潜水泵提升后排至附近河道口。隧道全线共设 2 座雨水泵房，分别位于隧道 U型槽末端。

③隧道U型槽段雨水设计流量

1) U型槽坡面集水时间计算如下：

$$t = 1.445 \left[\frac{m_s L_s}{\sqrt{i_s}} \right]^{0.467}$$

式中：

L_s 为坡面流长度； m_s 为地表粗糙度，取0.013； i_s 为引道的线段坡度（用小数计）。

本项目 $L_s=201m$ ， $i_s=0.034$

坡面集水时间 t 按上述公式得出为 4.97 (min)。

2) 雨量计算采取温住建发[2016]270号文件，新修订的永嘉市暴雨强度公式进行计算：

$$i = \frac{922.098(1 + 0.815 \lg P)}{(t + 3.478)^{0.496}}$$

式中：

i 为暴雨强度 (mm/min)； t 为雨水集流时间； P 为暴雨设计重现期。

隧道U型槽段雨水设计流量计算如下：

$$Q = 167i \cdot \psi \cdot F \quad (1/s)$$

式中：

Q 为U型槽段雨水量 (L/s)； ψ 为径流系数，道路路面径流系数取0.95； F 为具体汇水面积 (hm^2)，包括隧道U型槽敞口面积、一半侧墙面积。

雨水量 $Q=336.36$ (L/S)

3) 根据《道路隧道设计标准》(DGTJ108-2033-2017) 11.3.31隧道敞开区雨水泵房宜靠近洞口设置，雨水泵房的设计规模应按设计雨水量的1.2倍确定。

根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021)

6.3.1.2地道泵房集水池的有效容积不宜小于设计选用的最大一台泵60s的出水量；6.4.1，水泵台数不应少于两台，下穿立交道路的雨水泵房可视重要性设置备用泵。

故雨水泵房设计流量 $Q_s=403.6$ (L/S)

水泵按三台泵选择，3台泵，平时2用1备，暴雨期同时使用。单台水泵流量参数 140L/s。根据水泵台数、安装距离、确定集水坑长宽。

(2) 废水排水系统

隧道位于城市道路下方，在收集废水过程中，将废水汇至隧道最低点废水泵房，经潜污泵提升，经消能井后，采用重力流排放至市政污水管网。

在隧道最低点设置废水泵房，废水泵设计流量按照发生火灾时的对应消防水量计算，扬程按废水泵房具体位置及出水管长度确定^[3]。

本项目废水泵房配置两台水泵，一用一备，单泵性能 $Q=10L/s$ ， $H=15m$ ， $N=20kW$ ，接入地面消能井，纳入地面排水系统，用于排除消防、冲洗废水和结构渗漏水，消防时能够同时使用。市政地面污水管道按照双侧布置，设置D300 - D500污水管道，汇集至金田路与站南大道交叉口东北侧已设计污水提升泵站，通过泵站提升，消能后排入金田路污水重力管，最终排至污水处理厂。

三、隧道工程消防设计

(一) 隧道消防设计原则

1、按隧道长度及交通量划分等级，本工程属于三类隧道。应设置通信、警报、消防及其他应急设施。

2、根据2013年浙江省消防技术规范疑难问题研讨会纪要，长度大于5000m的公路隧道，需要选择通风竖向井或通风斜井，完成纵向通风，同时，在井前和井后，通过自动灭火系统完成规范布置，布置范围以200m为宜，同时，置放完备、有效的消防设施。

通过对国内外已建长大隧道消防设施的研究，此类隧道通常都设置了充裕的消防设施。

3、消防工程应当通过性能化设计提升防火性能。

在隧道消防系统设计中，通过科学合理的消防系统组合设计，可以精准形塑最佳的隧道消防系统设计方案，体现出较高的安全性、可靠性，要求在消防系统组

合过程中对设计形式做最优化处理。

(二) 消防系统的选择

消火栓系统:

选择成熟运行的消防系统可以快速响应, 高效处置火灾。在扑灭火灾过程中, 通过专业消防设施操作员操作硬件消防设施, 降低不同类型火灾的破坏力。

灭火器设置:

在扑灭不同类型火灾过程中, 需要使用与消火栓系统精准结合的灭火器、自动灭火系统等, 完成对初期火灾的扑灭。要求灭火器性能可靠, 在使用过程中便捷程度较高。

(三) 系统设计

1. 消防水源

隧道消防用水由市政管网供给。拟从设计的站南大道南侧DN300给水管上, 接驳一条DN100给水管, 接入金田路与站南大道交叉口东南侧绿化地内箱泵一体化消防泵站。引入管设置管道防污隔断阀, 市政管网压力按0.25MPa计算。

2. 消防泵房的布置

考虑到本次工程并未单独设置管理用房, 布置消防泵房考虑采取一体化泵房。因此, 依据《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014, 工程采单泵房、单环网布置方案, 隧道全线设置一体化消防泵房一座, 具体操作方式参照18CS01装配式箱泵一体化消防给谁泵站选用及安装, 埋地式立式泵单向吸水, XBZ-72-0.40/10-S-I型一体化消防箱泵。消防泵房内布置消火栓泵组, 其中, 包含供消火栓加压的水泵(两台互为备用的主泵), 每台主泵进水管设置蝶阀、出水管设置工作压力为1.6MPa止回阀; 进水管段增设一段市政稳压(将市政给水与消防管网连接), 从消防水箱进水管水表后, 接引DN100管, 至隧道消防进水管, 水表后增设倒流防止器^[4]。

为确保消防泵能够完成自灌式吸水, 应当保持有效容积不小于72立方的消防水池, 与一体化泵房的底板同时处于相同高程。消防水池溢流管应当采取间接排水的方式, 溢流管管径应当按能排泄水池(箱)最大入流量予以确定, 比进水管管径大1级, 保持在DN200mm管径, 泵站压力出水池附近设置雨水溢流井, 重力流排入市政雨水处理系统。选用一体式超声波液位计显示消防水池的水位, 控制中心显示消防水池水位和就地液位。

3. 消火栓系统

(1) 室内消火栓采用SN65减压稳压消火栓, 栓前压力0.3MPa-0.7MPa, 栓后压力0.3MPa-0.4MPa。室内消火栓管网成环布置。在隧道内每间隔40m设置消火栓箱, 箱内设置单头单支消火栓, $\phi 65 \times 25$ m衬胶水龙带1盘, $\phi 19$ mm多功能水枪1把。消火栓总管, 每间隔4组消火栓, 设置蝶阀1只, 在总管最高、最低点放置排气阀泄水阀。2台互为备用的消火栓水泵性能为: $Q=101/s$ 、 $H=50m$ 、 $P=25kW$; 增压稳压设备性能为: $Q=1.01/s$ 、 $H=30m$ 、 $N=3.0kW$, 气压罐300L^[5]。

(2) 隧道外设置地上式SQS-100A消防水泵接合器, 供水管与室内消火栓给水管网连接, 且距室外消火栓的距离不宜小于15m, 并不宜大于40m。

(3) 隧道内消防给水管管径小于DN100, 采用丝

扣连接, 管径大于DN100采用卡箍连接, 工作压力为0.8MPa。全部水管路组装后分别经1.2MPa水压试验, 要求无渗漏。

4. 灭火器

(1) 灭火器均采用磷酸铵盐干粉灭火器, 按照A严重危险级, 灭火器型号为MF/ABC4, 每一组灭火器箱内配备4具手提式灭火器。

(2) 灭火器需要摆放在易于取放的位置, 同时对隧道安全疏散不得造成影响。在摆放灭火器时, 需要将灭火器的铭牌向外。在配置和安装灭火器过程中, 需要将手提式灭火器放置在灭火器箱内部, 或将灭火器放置在灭火器托架上, 灭火器顶部离地面高度小于1.5m, 且灭火器箱不得上锁。

结束语

该隧道为城市隧道, 以客运交通为主, 洞内火灾主要以交通事故或汽车发动机故障、汽车油路、油箱抛锚、滴、漏造成的汽油或柴油燃烧为主要火灾源。一旦发生火灾可能会造成重大人员伤亡、结构坍塌、严重的安全问题。在设计过程中严格遵循规范结合实际情况, 将火情控制在一定的状态下, 做到最大限度控制火情, 为专业消防队员灭火赢得有利时机, 利用良好的消防措施维护隧道运行稳定, 防止结构因高温坍塌引发重大事故, 造成严重的损失。

在规范化建立隧道施工环境和施工秩序过程中, 施工企业需要以保障施工安全的角度入手, 科学考量施工过程中可能出现的不同施工安全问题, 以此配备一一对应的正规消防设备, 与此同时, 依靠科学的施工管理, 充分发挥不同类型消防硬件设施的实际功能。有鉴于此, 要求施工企业、建设单位与安全管理部门共同建立系统性消防救灾管理机制, 通过契合工程实际的消防救灾应急处理预案, 完成不同管理制度的细化、执行工作。

参考文献

- [1] 赖振贵, 刘福光, 梁景晖, 等. 白云国际机场三期扩建工程航站区给排水设计介绍——消防系统设计及智慧消防技术应用[J]. 给水排水, 2023: 134-139.
- [2] 杨立宏, 庞正伟, 袁炳祥, 等. 交叉段小净距公路隧道施工方案比选研究分析[J]. 广州建筑, 2023: 76-79.
- [3] 王刚, 王莹莹. 城市轨道交通工程地下车站给排水及消防系统设计分析[J]. 工程建设与设计. 2023(03): 65-67.
- [4] 黄光宇, 郑超, 孙卫东, 等. 地铁工程群组车站区域消防给水方案探讨[J]. 给水排水, 2023: 80-83.
- [5] 吴卫平, 顾宗梁, 周秀腾, 等. 启迪设计总部大厦绿色、健康、低碳给排水设计思考[J]. 给水排水, 2023: 101-108+114.
- [6] 刘庆, 邹鲁, 江琴. 石家庄地下轨道交通2号线给排水及消防案例优化设计[J]. 给水排水, 2023: 116-121+126.
- [7] 张亚琦, 张启伟, 魏胜, 等. 北京地铁12号线光熙门站车站给排水及消防系统设计[J]. 中国住宅设施, 2023: 52-54.
- [8] 程言妍. 变电站中雨水系统与消防系统功能融合的研究[J]. 工业用水与废水, 2023: 85-88.