

# 南光高速北延隧道消防救援设计方案研究

李忱业

上海市隧道工程轨道交通设计研究院 上海 200235

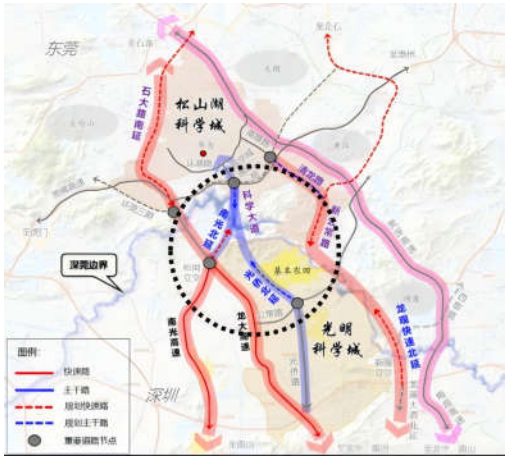
**摘 要：**本文以光明科学城至松山湖科学城通道（深圳段）-南光高速北延隧道为研究对象，针对工程远离运营管理中心和难以设置应急救援站的实际情况，结合周边环境、工程特点等因素，分析了不同的消防救援路径，并最终采用经过优化后的“一站两点”均匀分布式消防救援方案。研究结果可为之后类似的条件苛刻的城市隧道工程消防救援设计提供参考。

**关键词：**消防救援；城市隧道；管理中心；应急救援站

**引言：**光明科学城至松山湖科学城通道（深圳段）项目由南光高速北延工程和光桥路北延工程组成。两个工程原为独立的项目，各自设有管理中心和应急救援站。因两个项目在深莞边界附近交汇合流形成“人”字形道路后统一衔接东莞市科学城通道二期，又因两个项目的建设方均为深圳市交通公用设施建设中心，经市发改委开会决定，两个项目合并为一个项目。合并后，要求管理中心取消一处。南光高速北延起于南光高速，北接东莞市科学城通道二期，整体又处于山岭之中，环境封闭，设置管理中心本就较困难且不合理，而光桥路北延的东端，为基本农田，地势相对平坦，又有地面道路衔接，因此，光桥侧管理中心保留了下来，南光侧被取消。随后在上报市政府会议时，市长再次强调“过紧日子”，考虑应急救援站与地面设备用房合建的可行性，因此，由管理中心调整而来的应急救援站亦被取消。此为前情<sup>[1]</sup>。

### 1 工程概况

项目整体位于深莞边界。其中南光高速北延线位呈南北走向，南端起点接现状南光高速，北端终点与光桥路北延合流后接拟建东莞市科学城通道二期。道路等级为城市主干路，设计时速 60km/h，合流点以南采用双向 4 车道，以北双向 6 车道。采用左右幅双洞设计，全长约 3.83km，其中隧道段 2.63km，其余为路基段和桥梁段。光桥路北延起于现状公常路，终点至南光高速北延，线路全长有 7.2km，其中隧道段约 2.4km，分为 1 号隧道约 0.4km，2 号隧道约 2.0km。两个项目合并后，线路全长约 11km，隧道段整体长约 5.0km，整个项目除了光桥侧东端有少许地面道路衔接外，其余部分皆为封闭状态，对消防救援不利。



图一: 项目区位图

南光高速北延隧道内共设置 3 部直通地面的疏散楼梯、7 处人行横通道（包含车行横通道）、2 处车行横通道（兼人行横通道），整体间隔不大于 250m 每处；在左线最南端管幕工作井附近设置 1 座主设备区，地下、地面各 1 层，主设备区亦设置 1 部直通地面的疏散救援楼梯（兼隧道疏散救援）。因此隧道内部的疏散救援措施较为完善。



图二: 南光高速北延建筑总平面图

2 现行规范标准

城市隧道设计目前可参照的现行规范及标准主要有《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年

版）、《城市地下道隧道消防设计标准》SJG153-2024 等。这些规范标准中针对隧道外部消防救援设施的规定详见表一。

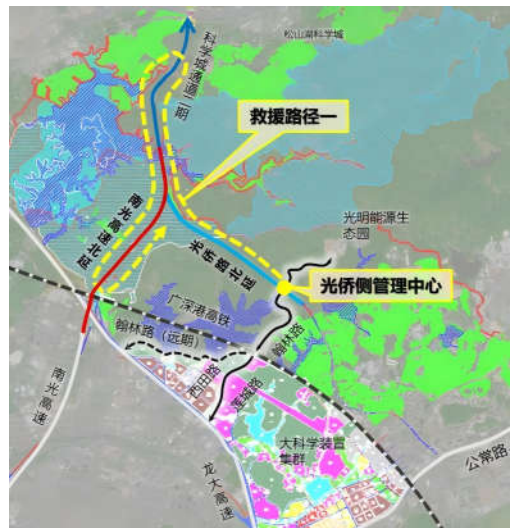
表一：现行规范标准梳理

| 规范、标准                         | 条文                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 《城市地下道路工程设计规范》<br>CJJ221-2015 | 第 8.2.16 条：长及特长距离城市地下道路宜设置运营管理中心，中等及短距离城市地下道路可按需要设置监控、应急事件处理管理所。第 8.2.17 条：运营管理中心应设置在城市地下道路引道出入口附近，并应符合日常维护管理及应急处置要求。第 8.2.19 条：位置较近的不同城市地下道路宜集中布置运营管理中心，并应符合下列规定：1、监控系统设备应同时满足多条城市地下道路的总体监控功能、运营管理需求以及可靠性要求；2、救援线路长度和救援时间应控制在合理范围内，并应满足应急救援要求。第 8.3.4 条：城市地下道路救援疏散设施设计应根据环境、排烟方式、管养模式等因素，设置疏散救援设施及应急救援站。应急救援站可就近设置，对于长距离地下道路不宜少于一处。 |
| 《城市地下道路工程设计标准》<br>SJG212-2026 | 第 11.2.2-1 条：长距离及以上地下道路宜设置运营管理中心，中等距离及以下地下道路可按需要设置监控、应急事件处理管理所。第 11.2.2-4 条：运营管理中心宜布置在城市地下道路引道口附近，便于日常管理以及应急处理。第 11.2.4-5 条：地下道路引道口附近宜设置应急、事故车辆停车场，停车位不宜少于 3 个。                                                                                                                                                                      |
| 《城市道路隧道消防设计标准》<br>SJG153-2024 | 第 5.0.8 条：单孔双向行车隧道、单孔多层隧道或设置车行横通道困难的双孔隧道等特殊隧道应结合其建设条件、交通量组成、排烟方式、管养模式等综合确定隧道的应急救援方案，应急救援方案及其设施的设置应满足应急管理部门和消防救援机构的要求。                                                                                                                                                                                                                |

通过对规范标准的梳理可知，作为城市隧道的配套设施，一般均需设置管理中心和应急救援站以保障隧道运营的安全。实际设计中，常常将管理中心（用地内一般均设应急救援车位）与应急救援站分设于隧道两头，进一步提高救援效率<sup>[2]</sup>。

3 消防救援路径比选研究

3.1 路径一



图三：救援路径一示意图

前文已交代，本项目地处山岭，四周环境复杂且封闭，基本无其他路网体系与之相接。

当南光高速北延隧道发生灾害后，光侨侧管理中心

内救援车辆立即出发，需途经光桥路北延隧道继续北上，进入东莞界内科学城通道二期，在可折返点折返继续前进至南光侧隧道，最后由隧道内车行横通道行至灾害点实施救援。

东莞界内科学城通道二期亦为规划道路，目前尚未建设，因此救援车辆的折返点并不明确。很显然这是一个非常不利的因素，使救援时间完全不可把控。倘若在行车高峰期沿线发生堵车等情况，后果不堪设想。这条救援路径风险极大，详见图三。

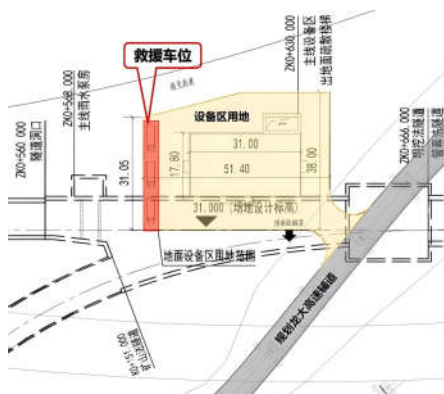
3.2 路径二

基于对路径一的分析，必须在南光侧保留应急救援站作为对路径一的必要补充。

隧道设备区，作为隧道附属配套工程，不管是设在地下还是地上，都必须紧邻隧道，只有这样隧道内的设备管线才能顺利接入设备区，这是由二者不可分割的物理关系决定的。倘若将设备区强行拉离隧道而设在别处（比如隧道接地点），那就必须为二者打通管线连接通道，比如地管沟等。由此造成土建成本、管线用料成本的上升，后期检修维保变得困难暂且不论，电力设备的运行一般都有有效服务半径，远离隧道后对电力设备正常运行、控制都会造成影响。

经过前期的现场踏勘，最终确认将设备区设置于隧道左线南侧洞口附近的一块空地内，只有这里地势相对平坦开阔。但这里已经错过了隧道的接地点，也没有绕行至接地点的路径（南光高速与本隧道的对接点是封闭

的), 机动车无法从这里快速、直接进入隧道。



图四: 设备区总平面布置图



图五: 救援路径二示意图

为响应市长“过紧日子”的要求, 将原本设置于隧道接地点前端的管理中心内应急救援车位调至该处设备区用地内。这里现状为几栋临时建筑, 周围的路网也都是支路, 未来建筑拆除后路网是否保留不确定。目前唯一可知的是, 规划建设的龙大高速辅道会从用地前经过。因此, 设备区用地的永久出入口接入龙大高速辅道成为唯一选项, 详见图四。收到隧道内灾害信号后, 救援车辆立即从设备区出发, 经龙大高速辅道进入龙大高速, 前行至公常路后折返再上龙大高速, 由南光高速北延右线进入隧道, 最后再由隧道内车行横通道到达灾害点实施救援。这条救援路径在龙大高速上的绕行距离大约是 11km, 行至隧道内最不利点大约是 13.5km。

关于救援时间和距离的要求, 《城市地下道路工程设计规范》CJJ21-2015 第 8.3.4 条规定的条文解释如下: 地下道路发生事故后, 发展迅速, 一般来说事故应急响应的最佳时间为 5min~15min, 按一定救援速度, 对应地

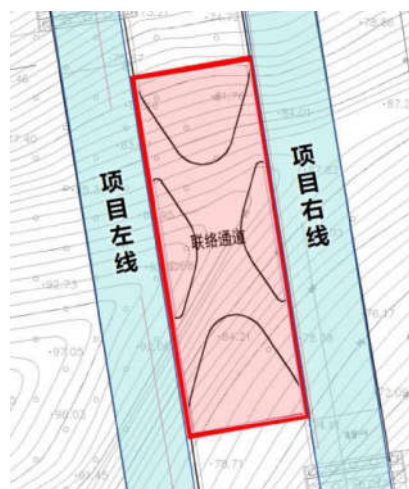
下道路的长度为 2km~4km。对于超过 3km 的特长地下道路, 有条件时应 2km~3km 增设一处救援停车场, 可设置在地下道路内部或进口附近。

单就长度而言, 救援路径二显然远超 4km, 但规范约束的重点应该是救援应急响应时间而非救援长度。考虑到龙大高速后期实施市政化改造而降速, 整条救援路径二按照时速 60km/h 预设, 到达最不利点的时间为  $13.5/60 \approx 0.23h$ , 也就是 13.5min, 勉强达到规范要求。但这只是理论时间, 并未考虑堵车等不可控因素, 因此救援路径二也不保险, 详见图五。

### 3.3 路径三

通过对整个项目的线位走形分析, 不难看出, 两条隧道的“人”字形交汇点处于最佳位置, 在这里设置应急救援站可以兼顾两条隧道的应急救援。但这里亦有两个问题: 1、交汇点的左右线存在较大高差, 难以衔接, 且这里属于高架桥, 建设救援站基地平台的土建成本极高; 2、交汇点的下方为二级水源保护地, 经过与水务局的沟通, 不接受在这里设置类似应急物资仓库、值班室、厕所等永久半永久的建筑物。

针对问题 1, 在线路专业调整优化整体线位时及时介入协调, 将交汇点的标高拉平并降低至掠过此处的一个天然山包, 利用山包顶作为应急救援站的基地平台, 极大地降低了土建成本。针对问题 2, 努力后只能做出妥协, 经过研究讨论, 我们最终放弃了在这里设置应急救援站的方案, 而改为能够连接两个工程的回转联络车道。未来如有可能, 可在这里放置 2~3 辆救援车辆值班。详见图六。



图六: 交汇点回转联络车道平面图

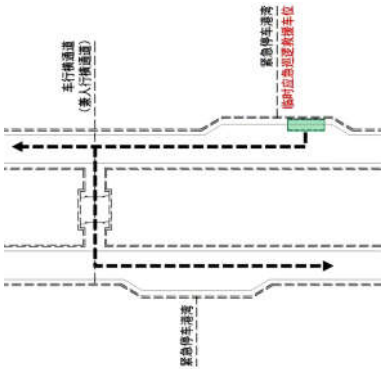


图七: 救援路径三示意图

如图七所示,收到隧道内灾害信号后,救援车辆立即从光侨侧管理中心基地内出发,途经光侨路北延隧道,行至交汇点的回转联络车道后可立即折返进入南光高速北延隧道至灾害点实施救援。该路径的最不利点总行程大约为 7.5km。根据计算可知,应急响应时间约为 7.5min。再一次有效地压缩了救援时间,提高了隧道运营的安全性。

至此,救援路径三基本解决了南光高速北延隧道的消防救援问题。但仍存在遗憾: 1、7.5min 依然是理论救援时间,且绕行距离仍然略长,不符合规范中 2km~4km 的设定值; 2、路径三的存在使路径二变得可有可无,设备区的地面用地是否需要因增设救援车位而扩大值得商榷。

在前期的沟通中,回转联络车道名义上不允许设置救援车位,后期通车运营后,若外部条件允许,默认可以临时停放少许车辆以备应急响应。但这一条件不具备确定性,不能作为设计的前置依据。沿着临时车位这一思路继续深入分析,在隧道内的左右线,按照规范要求每间隔约 500m 设置了紧急停车港湾,既然停车港湾的作用是供紧急情况下车辆停靠使用,那自然也可以利用起来作为救援车辆的临时停车位。



图八: 临时应急巡逻救援车位示意图

在随后的设计中,考虑尽量缩短救援时间,在隧道左线南端一处毗邻车行横通道的紧急停车港湾内,设置了临时车位,以供巡逻救援车辆在隧道使用高峰期时临时停靠,详见图八。一旦隧道内发生灾害事故,可以立即做出响应。这一优化,使隧道内最不利点的救援路径一下缩短至 1.4km 以内,响应时间缩短至 2 分钟以内,即使隧道内发生拥堵,车辆无法前行,救援人员亦可以通过人行横通道步行抵达现场及时救援,大大提高了隧道运营的安全性。并且通过这一优化,在之后的报规阶段,放弃了救援路径二的方案,进一步缩小了地面设备区的用地面积约 100m<sup>2</sup>,节约了公用土地。

经过上述一系列的研究和优化,设计最终形成了远端一个管理中心、中间一处回转联络车道、近端一个临时应急巡逻救援车位的“一站两点”均匀分布式消防救援方案,使南光高速北延隧道的救援路径和响应时间问题得到较为完善地解决。

结语

对于地处山岭、水源保护地等封闭环境内,无路网体系衔接的城市隧道,救援问题必须重视并妥善解决。实际设计中,本着缩短救援响应时间的宗旨,既可以遵循规范标准的思路,在必要位置创造条件设置应急救援站,也可以结合隧道自身的特点,灵活布置救援点位。通过将较长的救援路径分割为若干小段,从而化解难题<sup>[3]</sup>。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑设计防火规范 (2018 年版): GB 50016-2014 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市地下道路工程设计规范: CJJ 221-2015 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.

[3] 深圳市住房和建设局. 城市道路隧道消防设计标准: SJG 153-2024 [S]. 深圳: 中国建筑工业出版社, 2024.