

目 录

一 项目概况.....	1	7.2 洞内灭火设施.....	10
二 设计标准及规范.....	1	7.3 洞外供水设施.....	11
三 初步设计意见实施情况.....	1	7.4 横通道防火门.....	13
四 管理养护设施.....	1	7.5 火灾情况下控制次序.....	13
五 隧道照明系统.....	2	7.6 消防组织.....	13
5.1 洞口环境亮度及洞内装修.....	2	八 隧道监控系统.....	14
5.2 亮度部署.....	2	8.1 设计标准.....	14
5.3 照明灯具选择.....	2	8.2 设计内容.....	14
5.4 照明控制.....	3	8.3 系统目标.....	14
5.5 应急照明.....	3	8.4 监控系统基础功效.....	14
5.6 横洞照明.....	3	8.5 隧道监控系统组成.....	15
5.7 洞口引道照明.....	3	8.6 隧道监控等级分类.....	15
5.8 线缆敷设.....	3	8.7 隧道监控系统组成.....	16
5.9 灯具技术要求.....	4	8.8 隧道监控系统软件.....	18
5.10 高压灯具技术要求.....	5	8.9 监控设备供电.....	19
六 隧道通风系统.....	7	8.10 电缆敷设.....	19
6.1 设计标准.....	7	8.11 对房建及接地设计要求.....	20
6.2 通风卫生标准及设计参数.....	7	8.13 设备技术指标.....	21
6.3 隧道通风方案.....	8	九 道路照明.....	27
6.4 防灾救援设计.....	10	9.1 设计范围.....	27
七 隧道消防系统.....	10	9.2 设计标准.....	27
7.1 设备配置.....	10	9.3 照明设计标准.....	27

9.4 照明方法及设备选择	27
9.5 路灯节能	28
9.6 照明供电设施	28
9.7 配线选型及敷设	28
9.8 接地系统	28
十 隧道供配电系统	28
10.1 供电范围	28
10.2 外电情况及外供电方案	28
10.3 负荷等级	28
10.4 变电所设置	29
10.5 供电系统方案	29
10.6 隧道供电质量要求	29
10.7 电气设备	29
10.8 隧道配电系统	30
10.9 控制系统	30
10.10 应急电源	30
10.11 电力监控系统	30
10.12 防雷接地	31
10.13 电缆敷设	31

设计说明

一 项目概况

省道 xx 路 xx 县 xx 至 xx 段改造工程二期是 xx 经 xx 县通往 xx 县关键通道，担负着 xx 东北地域繁重交通运输任务。该项目目标建设对完善 xx 市高速公路网和区域公路网，加紧长江南岸地域陆路快捷交通运输、开发三峡旅游资源、深入扩大对外开放、发展生产、促进区域社会经济快速发展、满足沿线人民群众生产和生活需求等，均含有很关键政治经济意义。

该工程隧道为单向双车道，设计行车速度 60km/h。隧道建筑限界以外，隧道净空断面以内空间，设置通风、照明、消防和供配电等各项隶属设施。隧道具体情况见下表：

序号	隧道名称	起讫桩号	部署形式	长度 (m)	行人行车横洞	纵坡
1	xx 隧道	ZK4+663	分离式	1899	3 处行人 2 处行车	1850/-0.94%
		ZK6+562				420/-0.4%
		YK4+654		1910		430/4%,
		YK6+564				1868.23/0.897%

二 设计标准及规范

- 《公路隧道通风照明设计规范》（JTJ 026.1-1999）
- 《供配电系统设计规范》（GB50052—）
- 《低压配电设计规范》（GB50054—）
- 《10KV 及以下配电房设计规范》（GB50053—94）
- 《公路工程技术标准》（JTG B01—）
- 《公路隧道设计规范》（JTG D70—）
- 《10KV 及以下变电所设计规范》（GB50053—94）

- 《建筑物防雷设计规范》（GB50057—）
- 《电气装置安装工程施工及验收规范》（GBJ50169—92）
- 《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》（JTG D80—）
- 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140—）
- 《室外给水设计规范》（GB 50013—）
- 《室外排水设计规范》（GB 50014—）
- 《建筑设计防火规范》（GB 50016—）
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268—）
- 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116—）
- 《给排水工程结构设计规范》（GB50069—）
- 《城市道路照明设计标准》（CJJ45—）
- 《公路照明技术条件》（JT/T367-1997）
- 《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T50052—）

三 初步设计意见实施情况

- 1、优化隧道隶属设施系统设计方案
回复：根据主体情况优化设计方案。

四 管理养护设施

依据中国公路法和公路管理条例，中国公路实施统一领导，分级管理标准。沿线设施管理坚持“集中、统一、高效”标准。高速公路业务管理根据：精简统一、高效多能、权责一致、依法治路标准进行设置。

本项目在 xx 隧道小桩号端设置一座隧道管理所来对隧道运行实施管理。

五 隧道照明系统

5.1 洞口环境亮度及洞内装修

本项目为一级公路，不一样朝向洞口环境亮度在不一样季节有一定差异。总体来说，因为隧道所在地域均为山区，且洞口区域自然植被较丰富。洞口施工完成后配以适宜绿化方法，能够在一定程度上填补洞口建筑对洞口环境亮度所造成不利影响。结合 xx 指导意见在本设计阶段按晴天白天隧道洞口处环境亮度为 $L_{20}(S)=3000\text{cd}/\text{m}^2$ 考虑。

5.2 亮度部署

路段交通量估计表 (pcu / d)

特征年 项目			2025 年	2033 年
趋势交通量	8372	13282	18796	28204
诱增交通量	484	768	1080	1641
累计	8856	14050	19876	29845

隧道入口和出口段照明亮度均按不设遮光棚设计。

依据规范要求，各照明段长度应按隧道行车速度设计，均根据行车速度 60 km/h 设计各照明段长度。

依据《xx 市高速公路隧道运行通风、照明、供配电设计指导意见（暂行）》要求，隧道洞口处环境亮度 L_{20} 暂按 $3000\text{cd}/\text{m}^2$ 考虑，入口段亮度折减系数取值 $k=0.0165$ ，即入口段亮度 $L_{th}=L_{20}(S)\times 0.0165$ 。全隧道照明分为 5 段：

1、长度 $L < m$ 隧道：

- 入口段亮度折减系数取值 $k=0.0165$ ，即 $L_{th}=L_{20}(S)\times 0.0165=49.5\text{cd}/\text{m}^2$ ，左线长度 56m，右线长度 48m。

- 过渡段 1：设计亮度 $14.85\text{cd}/\text{m}^2$ ，长度 48m。

- 过渡段 2：设计亮度 $4.95\text{cd}/\text{m}^2$ ，长度 72m。

- 基础段：依据《指导意见（暂行）》要求，对于长度 $L > m$ 隧道，基础照明亮度取值 $L_{in}=1.5\text{cd}/\text{m}^2$ 。

- 出口段：设计亮度 $7.5\text{cd}/\text{m}^2$ ，长度 64m。

路面亮度总均匀度不低于 0.4，路面中线亮度纵向均匀度不低于 0.7。

5.3 照明灯具选择

隧道照明灯具除了最常见高压钠灯外，多年来像 LED 灯、荧光灯等节能灯具也在隧道照明中逐步采取。此次设计依据 xx 近几年项目建设情况，采取高压钠灯和 LED 相结合照明方案，即隧道加强段照明采取高压钠灯，基础段照明采取 LED 灯。

高压钠灯灯具优点是光效高，使用寿命长，照明效果很好。高压钠灯早期投资省，很适用于高速公路隧道。灯具控制采取电源控制，依据洞外亮度改变关闭部分灯具从而调整亮度，亦能有效达成节能效果。

LED 灯具采取是半导体发光材料。和其它发光材料相比较，其绿色、高效、可靠、耐用优势显著。其关键特点是发光寿命长，光效好，固态封装，抗震性强，散热小。但其光衰较大，价格贵，早期投资很高。

综合高压钠灯照明方案和 LED 灯照明方案优点，所以，本项目设计采取高压钠灯和 LED 灯相结合照明方案，即隧道加强段照明采取高压钠灯，基础段照明采取 LED 灯。隧道横洞、紧急停车带采取密闭性好荧光灯照明，以缩短开启时间。

入口段灯具为对向排列部署，过渡段灯具为交错排列部署，夜间入口段、过渡段和基础照明灯具为交错排列部署。

隧道照明灯具采取“拱顶侧偏单光带”部署，灯具直接吊挂在隧道拱顶。基础照明灯具间距为 8m。

5.4 照明控制

照明控制按晴天、阴天、重阴天（及黄昏）、夜间和下午夜 6 进行：

- 晴天照明（ $L_{20}=3000\text{cd/m}^2$ ）：基础照明灯具、加强照明灯具全开，洞外路灯关闭；
- 云天照明：基础照明灯具全开，加强照明灯具开启一部分，洞外路灯关闭；
- 阴天照明：基础照明灯具全开，加强照明灯具开启大部分，洞外路灯关闭；
- 重阴天（及黄昏）照明：基础照明灯具全开，加强照明灯具开启少部分，洞外路灯关闭；
- 夜间照明：基础照明灯具和洞外路灯全开，加强照明灯具全部关闭。
- 下午夜：基础照明灯具开启二分之一，洞外路灯全开，加强照明灯具全部关闭。

照明控制由隧道监控系统预先制订好程序依据隧道洞外环境亮度改变调整隧道内亮度，即远程自动控制，控制方法有：可依据光强检测数据自动控制，也可按控制等级设定时间进行控制。

5.5 应急照明

隧道及横洞内设有停电应急照明。立即基础照明中三分之一基础照明定为应急照明，由变电所内 EPS 在线供电，停电时，应急灯点亮时间不少于 60 分钟。对于停电时间超出 60 分钟电源性质停电，则由管理部门利用 60 分钟应急照明

时间经过协调投入备用电源，保障隧道内基础照明和应急照明用电，同时给 UPS 电源充电。

5.6 横洞照明

行人横洞、行车横洞均采用 100W 防水荧光灯照明，行人横洞灯具间距为 8m，行车横洞灯具间距为 6m。横洞照明灯具平时处于关闭状态，一旦横洞门打开，灯具和横洞门联锁，横洞照明灯具自动点亮。横洞灯具电源从左洞较近应急回路接引。

紧急停车带处照明合适加强，灯具采取 100W 防水荧光灯具，电源引自应急回路。

5.7 洞口引道照明

夜晚当车辆进入隧道时，为确保车辆安全顺利地进入隧道，须进行必需洞口照明。车辆驶出隧道时，因为洞内亮度较高，此时假如没有路灯照明，则因为忽然周围变得黑暗，对行车安全不利，所以隧道入口和出口设道路照明是必需。本项目各隧道入口、出口洞外道路各设 135m 道路照明，便于驾驶员在夜间顺利进入或驶出隧道。设计亮度 $\geq 1\text{ cd/m}^2$ 。路面亮度均匀度 0.4，眩光控制指数 $G\geq 5$ 。

道路照明采取道路照明专用高压钠灯灯具，配 10m 灯杆。灯杆间距通常为 30m。因为本项目大桩号端设置道路照明，故大桩号端不考虑设置引道照明，只在小桩号端设置引道照明。

5.8 线缆敷设

照明灯具电源从变电所接引经过穿管敷设至隧道洞口，沿洞口金属线槽敷设至隧道拱顶金属线槽，干线电缆沿金属线槽敷设，干线电缆在碰到分接箱位置对线缆进行分支，分支线缆沿金属软管敷设至灯具位置处。

基础照明及加强照明灯具供电线缆采取阻燃交联聚氯乙烯电缆，应急照明灯具供电线缆采取耐火交联聚氯乙烯电缆。

金属线槽采取 200mmX100mmX2.5mm（宽 X 高 X 厚）规格，金属线槽及其附件应采取经过热浸镀锌处理合格定型产品。线槽内外应光滑平整，无棱刺，不应有扭曲，翘边等变形现象。

5.9 灯具技术要求

5.9.1 灯具通常要求

1、灯具含转接挂件、灯具外壳、LED 发光模块、电源(含灯具至接线盒电缆)。

2、灯具结构：平面型设计、铝合金一次拉伸成型、坚固耐用，并能承受一定机械应力、电动应力和热应力材料制成，电器元件应采取防潮、无自爆、耐火及阻燃产品。

3、接地连续性：灯具非带电金属应形成整体，经过外壳上接地螺栓和接地干线相连。

4、照明灯具关键结构件、电源等应能交换。

5、灯具开启时间不超出 1 秒钟，灯具功率因数大于 0.95。

6、灯具防护等级：灯具外壳防尘防水等级为大于 IP65，若灯具前端设有亚克力面板，其面板不能采取胶密封，拆装面板不降低其防护等级。

5.9.2 灯具使用环境条件

- 1、环境温度：-25℃~50℃
- 2、二十四小时最高平均温度：35℃
- 3、最热月平均相对湿度：小于 90%

5.9.3 交流电源基础参数

- 1、交流输入电压为：176V~264V
- 2、频率：49.75Hz~50.25Hz

5.9.4 灯具电气性能

1、额定值：

1) 额定工作电压：AC220V

2) 额定绝缘电压：AC500V

3) 额定频率：50HZ

4) 额定功率：产品包装给予显示

5) 湿态绝缘电阻：用 500V 摇表测量湿态绝缘电阻大于 2MΩ

6) 湿态介电强度：能承受交流 50HZ，1500V（有效值）试验电压历时一分钟无击穿或闪络现象。

7) 防触电保护类型：I 类

8) 接线方法：单相三线制

9) 电气性能：I 级

10) 抗振动性能：灯具按其预定使用位置安装后应能承受频率 10Hz~55Hz~10Hz、振幅 0.35mm 振动。

5.9.5 灯具性能

- 1、光源寿命 $\geq 50,000$ 小时（光通维持率 $\geq 70\%$ ），且 3000 小时光通维持率 $\geq 96\%$ ；6000 小时 $\geq 92\%$ ；10000 小时 $\geq 86\%$
- 2、灯具效率： $\geq 80\%$

- 3、整灯光效： ≥ 70 (lm/W；总有效光通/输入电功率)
- 4、显色指数： ≥ 65
- 5、相关色温： $\leq 5700\text{K}$
- 6、色温漂移： $\pm 500\text{K}/\text{年}$
- 7、灯具温升： $\leq 30\text{K}$
- 8、光色一致性应符合表中要求

光色一致性

色空间均匀度	不一样方向上色度改变在 CIE1976u' v' 图中 0.006 之内
色保持	在全寿命期内色度改变在 CIE1976u' v' 图中 0.007 以内

9、额定光通量：

60W 灯具 $\geq 4800\text{lm}$

10、提供 LED 灯具出光角度和配光曲线，据此设计照明方案满足前述相关标准亮度要求。

5.9.6 灯具外壳性能

1、灯具材质和外形：灯具外壳采取优质防腐铝合金制成，通体发黑处理，铝合金主体厚度最少为 6mm，全部金工成品表面应能承受机械压力和盐雾、汽车废气及清洗剂腐蚀，灯具外壳后部应能结合支撑架。

2、外壳防护等级：大于 IP65

3、灯具外壳耐腐蚀性能：II 类

5.9.7 LED 驱动电源特征

1、驱动电源性能应符合 GB/T 24825 要求。

2、额定电压 220V，额定频率 50Hz；适用范围：单相交流 176V~264V，49.75Hz~50.25Hz。

3、总输入功率小于等于 150W 驱动电源效率要求不应低于 85%。

4、驱动电源应含有过温保护功效。

5、驱动电源应含有过载保护功效。

6、驱动电源应含有抗 LED 异常工作能力，含有输出开路 and 短路保护功效。

7、驱动电源应含有抗瞬间浪涌电压和电流冲击能力。

8、驱动电源在输入端为高电压或低电压工作状态下，和在输出端负载切换情况下，噪声计探头和电源完全接触测得噪声功率应小于 45dB。

9、驱动电源寿命大于 50000 小时。

5.9.8 LED 灯具其它技术要求

隧道照明设备所用相同类型灯具应能交换，灯具使用寿命应达 50000 小时以上。

灯具配件安装应易操作，并能调整灯具安装角度，调整范围大于：俯角 45°，仰角 45°。应能满足本隧道安装限界要求。灯具设备底盘应衔接在外壳上，配有安全接地线，并含有抗震功效。

电源（驱动器）和灯具连接电缆和电源（驱动器）和线路连接电缆应设有航空插头，方便取下电源或灯具时，无须拆卸电缆。

灯具进线孔应和设计采取电缆及不锈钢软管接头相配，并应设有导线出(入)口密封装置，密封等级 IP65。

灯具自带引出线，引出线长度大于 5m，采取耐火电缆。

5.10 高压灯具技术要求

5.10.1 技术要求

1、环境温度： $-25^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；

- 2、二十四小时最高平均温度： $+30^{\circ}\text{C}$ ；
- 3、最热月平均相对湿度小于 95%。

5.10.2 电气性能

1、额定值：

- 1) 额定工作电压：220V；
- 2) 额定绝缘电压：500V；
- 3) 额定频率：50HZ；
- 4) 额定功率：见施工图
- 5) 噪声 $<55\text{db}$ (A) (离灯具前、后、左、右 1 米处)；
- 6) 光源寿命：0 小时内不低于 70%初始光通。

2、湿态绝缘电阻：用 500V 摇表测量湿态绝缘电阻大于 $24\text{M}\Omega$ 。

3、湿态介电强度：能承受交流 50HZ，1500V (有效值) 试验电压历时 1min 无击穿或闪烁现象。

4、防触电保护类别：I 类。

5、接线方法：单相三线制 (含专用接地线)。

6、电源电流中各次谐波和总谐波含量小于 8%。

5.10.3 隧道高压钠灯灯具性能基础要求

1、隧道照明灯具及其全部附件均为公路隧道特殊设计专用产品，满足隧道内所需部署方法，附件包含灯具安装支架、膨胀螺栓和满足现场施工要求阻燃连接电线。

2、灯具结构件能坚固耐用、并能承受一定机械应力、电动应力及热应力；电器元件应采取防潮、无自爆、耐火或阻燃产品。

4、灯具外壳防尘防水等级：IP65。

5.10.4 高压钠灯灯具结构

1、灯具为前开门型式，不使用工具即可打开灯具。

2、照明灯具应采取全密封设计，为前翻盖方法，外壳主体采取高强铝合金经氧化处理，厚度大于 2.5mm，前窗采取大于 5mm 厚度不散光耐高温抗冲击增强钢化玻璃，外壳全部结合部位应采取氯丁橡胶或硅胶密封。灯具防护等级应不低于 IP65，抗腐蚀，防触电类别为 I 类，功率原因 ≥ 0.9 。

3、灯具反射器应采取高纯铝板制成，并经阳极氧化处理，鱼鳞状表面，反光率大于 85%，厚度大于 0.4mm，灯具配光曲线应满足隧道单侧布灯配光要求。

4、灯具零部件应含有良好防腐性能及耐热性能，电器室和发光室用耐高温、绝缘隔热板隔开，内部连接线应采取耐热导线。灯具引出线采取阻燃电缆，长度大于 5 米，并备有连接终端，便于衔接 2.5mm^2 以上导线。

5、灯具结构应便于更换灯泡和配件，灯具内应配有单灯保护熔断器和单灯赔偿电容器；灯座及灯泡应含有防震装置，灯泡功率 $\geq 150\text{W}$ 时，灯座应采取 E40 型。全部电器均内置于灯体电器室电器板上，能方便拆装；电器板上配有保险插头和插座 (接插件应可靠) 等固定断电装置，方便取下电器板时，无须拆卸电缆。

6、灯具光源室应设置由活性炭烧结空气净化器或呼吸器，方便灯具工作时保持内外压力基础平衡，冷热空气交换时进行过滤、吸湿、防尘。

7、灯具暴露在外紧固件均为不锈钢材质。全部插销、铰链、暗栓等均采取不锈钢制成。密封垫为合成橡胶或是硅胶，它是耐高温，不老化，并能抗御隧道内腐蚀性气体材料。

8、全部灯具能在额定电压 220V 波动范围 $-10\% \sim +10\%$ 内开启并运行。

7、灯具包含配套供给配件，全部配件由工厂事先制成，并附有接地螺栓，方便接引安全地线。灯具包含配套供给灯具安装支架、胀锚螺栓；灯具可依据需要进行俯、仰角调整，调整范围不得小于：俯角 45°（水平向下），仰角 45°（水平向上）。

8、全部隧道灯具能在-10℃~+50℃环境温度下正常使用。

9、接地连续性：灯具非带电金属形成整体，经过外壳上接地螺栓和接地线连接。

10、镇流器能在-10℃~+50℃环境中正常工作，在额定电压下 3s 内能开启；自开启时间不超出 1min；灯具电器能够在停电后 60 秒内恢复开启。

11、高压钠灯光源应选择国际著名品牌，镇流器应为节能型，电容应为防爆型。

5.10.5 高压钠灯灯具技术指标

1、灯具效率：大于 60%。

2、高效高压钠灯输出光通量：

灯泡功率	输出流明
100W	》 10500Lm
150W	》 17500Lm
250W	》 33000Lm
400W	》 56500Lm

六 隧道通风系统

6.1 设计标准

● 正常行车和发生交通阻塞时，隧道通风系统应提供足够新风量，稀释隧

道内车辆行驶时排出废气，使洞内 CO 浓度、烟雾浓度满足行车安全要求和人员卫生要求；

● 火灾事故情况下，通风系统应含有排烟功效，并能控制烟雾和热量扩散，而且为逗留在隧道内乘用人员、消防人员提供一定新风量，为司乘人员安全疏散及消防人员救援发明条件。

● 在确保通风设备可靠性及节能运行、节省工程投资条件下优选合适通风方法。

● 主动慎重采取新理论、新技术、新材料、新设备、新工艺，使所选隧道通风系统达成安全实用、质量可靠、经济合理、技术优异要求；

● 控制工程对于环境质量影响，能满足环境保护及节能方面要求。

6.2 通风卫生标准及设计参数

● 通风卫生标准

1) 正常运行时，隧道洞内 CO 设计浓度 $\delta \leq 225$ ppm；

2) 隧道配置有完善监控系统，计算时不考虑发生全程怠速行驶(20km/h)情况。

3) 交通阻滞（平均车速为 10km/h），CO 设计浓度 300 ppm，阻滞时间不超出 20min，阻滞段长度小于 1000m，阻滞段以外计算行车速度为 40km/h。

4) 隧道烟尘许可浓度 K 见下表：

隧道烟尘许可浓度 K

运行情况	运行				交通管制	养护维修
	计算车速 (km/h)	30~40	50~60	70~80		
隧道烟尘许可浓度 K (m-1)	0.009	0.0075	0.007	0.0065	0.012	0.0035

5)

稀释空气中异味：依据本工程交通量和隧道规模特点，近期隧道空间不间断换气频率按每小时3次取值，远期隧道空间不间断换气频率按每小时4次取值，同时确保隧道内换气风速 $v_r \geq 2.5 \text{ m/s}$ 。

6) 《公路隧道通风照明设计规范》3.4.6条要求：隧道排烟风速 $2 \text{ m/s} \sim 3 \text{ m/s}$ ，是按通常隧道火灾产生20MW热量控制排烟风速取值。本设计火灾时排烟风速按 $v_r = 3.0 \text{ m/s}$ 取值。

● 隧道设计参数

车道数：双向四车道；

隧道有效过风面积： 63.96 m^2 （扣除隧道内多种设备风阻物后面积）；

当量直径：8.1

隧道风阻物

隧道设备	面积 m^2
车道照明灯	0.09
监控摄像机	0.04
扬声器	0.023
CO—VI 分析仪	0.014
车道信号灯	0.48
射流风机（ $\phi 1120$ 型）	0.98

● 通风计算参数

通风计算参数表

项目	单位	计算和控制参数	备注
设计控制风速	正常交通设计控制风速	≤ 10	
	火灾工况设计控制风速	3	
	换气设计控制风速	≥ 2.5	
环境参数	洞内外自然风压在洞内产生自然风速 V_n	2.5	
	计算空气密度 ρ	kg/m^3	1.2
	正常行车车速	km/h	30-60
	交通阻滞车速	km/h	10
汽车尾气基准排放量	q_{co} （以1995年为起点）	$\text{m}^3/\text{辆} \cdot \text{km}$	0.01

	q_{VI} （以1995年为起点）	$\text{m}^2/\text{辆} \cdot \text{km}$	2.5	
	折减系数（以1995年为起点）		2.0%	

● 交通量组成和分析

依据工程可行性汇报提供相关资料，本项目估计交通量及车型组成以下：

路段交通量估计表 (pcu / d)

年限 估计交通量 xx 隧道			2025 年	2033 年
	8856	14050	19876	29845

各车型交通组成 (折算百分比)

车型			2025 年	2033 年
小客	53.45%	53.90%	54.29%	54.63%
大客	7.73%	8.07%	8.33%	8.56%
小货	17.99%	18.13%	18.28%	18.55%
中货	13.65%	12.78%	12.12%	11.39%
大货	7.18%	7.13%	6.98%	6.87%
累计	100%	100%	100%	100%

● 需风量计算

进行隧道需风量计算时，根据行车速度以下每10km/h一档分别计算稀释一氧化碳(CO)和烟雾(VI)所需风量。同时考虑阻滞状态需风量、稀释空气异味需风量、火灾工况下需风量，取其最大者作为设计需风量。隧道需风量计算结果以下：

xx 隧道各工况下计算需风量 (单位： m^3/s)

年号	(近期)				2034 (远期)			
	左线		右线		左线		右线	
	Q_{reqCO} (m^3/s)	Q_{reqVI} (m^3/s)	Q_{reqCO} (m^3/s)	Q_{reqVI} (m^3/s)	Q_{reqCO} (m^3/s)	Q_{reqVI} (m^3/s)	Q_{reqCO} (m^3/s)	Q_{reqVI} (m^3/s)
10km/h	82.53	77.46	81.73	18.69	136.70	119.92	135.38	28.94
30 km/h	62.98	50.45	64.82	50.30	104.32	78.11	107.37	77.88
40 km/h	53.96	45.19	52.65	47.27	89.38	69.96	87.22	73.19
50 km/h	43.17	47.11	42.12	51.81	71.51	72.93	69.77	80.22

60km/h	35.97	43.44	35.10	65.72	59.59	67.26	58.15	101.75
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

火灾(m³/s)	191.89	191.89	191.89	191.89
换气(m³/s)	160.00	160.00	160.00	160.00
控制需风量(m³/s)	191.89	191.89	191.89	191.89

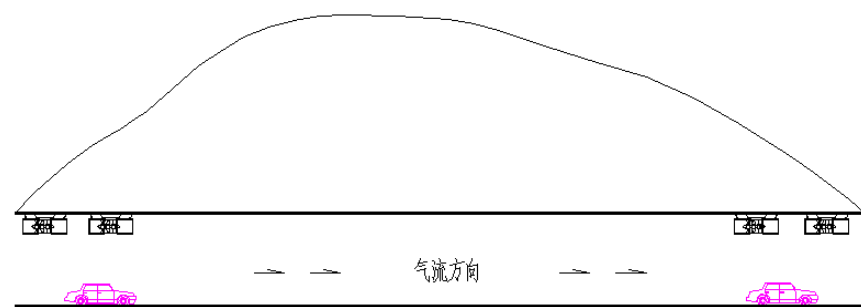
注：①表中 10km/h 计算需风量按阻滞长度为 1000 米考虑；

②隧道配置有完善监控系统，计算时不考虑发生全程怠速行驶(20km/h)情况。

6.3 隧道通风方案

● 隧道通风方案

依据风道设置方法、气流组织形式、通风机械配置情况，基础通风方法有纵向式通风、半横向式通风、全横向式通风三种基础方法。依据中国外大多数公路隧道通风设计经验进行类比分析，对于双向分离式隧道，纵向式通风因为能够充足利用交通流活塞风效应，通风效率好，所以应用最为广泛。



纵向式通风简图

纵向式通风方案有以下特点：

- 全部采取射流风机更有利于运行管理，在多种工况下操作及控制风机更简单。
- 风机吊装施工简单，便于后期维修养护。
- 射流风机出口风速通常高于 30m/s，能产生较大推力，以高能量少许风流推进隧道内空气作定向流动，从而达成稀释和排除隧道内有害物通风效果。
- 风机前后配有消声器，使噪音控制在 75 分贝以下。
- 依据防灾排烟需要，射流风机能在 250℃ 高温下连续运行 1 小时，并可

逆向送风。

依据需风量计算结果，本项目隧道需风量较小，无需分段通风，均可采取全射流纵向式通风。

● 风机配置

依据隧道沿程摩阻损失和进出口局部阻力损失 ΔP_r 、自然风阻损失 ΔP_m 和隧道交通阻力 ΔP_t 和射流风机升压力 ΔP_j 平衡关系，计算得到隧道各工况下射流风机设置量，在满足隧道设计风速 V_r 条件下，射流风机台数可按下式计算：

$$i = \frac{\Delta P_r + \Delta P_m - \Delta P_t}{\Delta P_j}$$

式中： i —所需射流风机台数（台）；

隧道风机配置

隧道名称	分期情况	交通阻滞 ≤10(km/s)	正常运行工况		火灾	换气	风机台数（台）
			30km/h	40~60km/h			
xx 隧道	左洞近期（台）	4	—	—	10	6	10
	左洞远期（台）	4	—	—	10	6	10
	右洞近期（台）	8	2	—	12	6	12
	右洞远期（台）	8	4	—	12	6	12

射流风机采取分组悬挂，沿隧道纵向组织风流。选择射流风机关键技术指标以下：

- 叶轮直径（m）~1120
- 风机运行方向：双向可逆
- 出口流量（m³/s）~31
- 出口流速（m/s）~34
- 轴向推力（N）~1140
- 电机功率（kW）~30

- 电机绝缘等级~H级
- 电机防护等级~IP55
- 电机转速 (rpm) ~1470
- 风机噪声 (dB (A)) ~≦75 (风机两端安装 1D 消声器, @10m@45o 角, 自由声场)
- 风机重量 (kg) ~950
- 关键部件寿命~≧20 年
- 风机尺寸 (mm) ~3350×1320×1320 (长×宽×高, 含配置 2 只 1 倍风机直径长消声器)
- 电源条件~380V±10% / 50Hz±0.5

6.4 防灾救援设计

● 隧道火灾通风排烟总方案

- 运行通风系统和火灾通风系统采取同一套通风设备。
- 相邻车行横洞之间作为一个防灾区段。
- 一旦隧道发生火灾, 隧道临时关闭, 左右线隧道全部只能许可车辆和人员撤出隧道, 严禁车辆进入隧道。通风系统进入排烟运行程序, 立即有效地控制烟雾流动并快速排出隧道。

● 火灾工况通风控制步骤

隧道在火灾工况时应采取手动控制通风方法, 假如其通风控制方法原设定在自动控制方法, 系统应自动切换到手动控制方法。此系统应以声光手段提醒操作人员, 并提出推荐动作。推荐动作应使火灾隧道内风速为 2~3m / 秒, 风向应最利于人员逃生。操作人员也可忽略推荐动作, 实施全手工操作。其它未尽事宜按相关规范办理。

● 火灾通风排烟

- 在火灾早期, 调整通风系统降低风速, 避免烟雾扩散太快, 有利火点周围人员疏散。
- 火点前车辆继续行驶, 向前从隧道出口疏散。火灾点后车辆停止前进, 人员从最近车行、人行横洞疏散。通风系统调整风速至临界风速, 控制烟雾流向前方。
- 车辆、人员疏散完后, 消防队进入经过横洞进入火点实施灭火, 通风系统保持临界风速。
- 火灾扑灭后, 通风系统按最大通风量运行, 快速将烟雾以前方排风口排出。

七 隧道消防系统

7.1 设备配置

依据《公路隧道交通工程设计规范》(JTG/T D71-) 隧道交通工程分级标准, xx 隧道交通工程等级属于 A 级。依据规范, 隧道除需设置对应火灾自动监测报警、避难指导设备外, 还需设置对应规模消防灭火设施, 其中包含: 洞内灭火设施和洞外供水设施。

7.2 洞内灭火设施

洞内灭火设施包含: 化学灭火器、消火栓、水成膜泡沫灭火装置、消防供水干管等。

灭火器洞室设置于行车方向右侧, 每 50m 设置一处。洞内设 MF/ABC6 型干粉灭火器 3 具。

消火栓洞室设置于行车方向右侧，和灭火器洞室合设一处。内设 SN65 单头双栓减压稳压消火栓一个，25m 水龙带两条，19mm 开花直射水枪两个。因为隧道内火灾多为有机固体、电气、油类灾难，所以消火栓箱内另设置环境保护型水成膜泡沫灭火装置，水成膜泡沫浓度为 3%，装置容量可使喷射时间大于 22min。

隧道洞口外和隧道紧急停车带处设置规格为 DN150 地上式消火栓，可为消防车补充消防用水，以配合灭火器和消火栓扑救较大火灾。

消防供水干管设置在隧道行车方向右侧消防沟内，隧道干管规格为 DN150，干管供水系统工作压力大于 0.4MPa。

隧道内干管采取 DN150 内外壁热镀锌钢管，沟槽式连接件（卡箍）连接，左右线两管经过在隧道进、出口两端，设置连通管相互连接，形成可靠环状供水管网。隧道内消防给水管道每隔 5 个消火栓箱处设置检修阀，且采取手柄蝶阀。隧道内消防给水管道依据需要设置管道伸缩器。当消火栓栓口出水动压力超出 0.5MPa，消火栓栓口静水压力超出 1.0MPa 时，经过减压稳压消火栓减压。

7.3 洞外供水设施

● 系统方案

根据中国要求消防给水应采取常高压给水系统，即消火栓给水系统任何时间不需开启消防泵即能满足系统消防所需水量和水压。本隧道采取全自动湿式系统，平时系统管道为充水湿式系统，其供水设施能够自动供给并满足系统所需消防水量。

● 设施组成

隧道外供水设施由消防水源、低位蓄水池、加压泵房、高位水池和供水管网组成。

隧道消防水源通常定为市政水源、深井水、山间溪流、河流水、水库水、

围岩渗透水或泉水，隧道机电设施施工前，水源将依据现场实地调查资料确定。

依据现在调查资料，xx 隧道出口周围有居民小区，市政自来水水量充沛。xx 隧道消防水源采取市政自来水，设自来水引水管道两根，DN150，依据实际情况从当地市政管网不一样管道就近引入，消防水量不宜小于 20m³/h；市政引水管道设防污隔断装置及进户水表等阀门附件。

系统设 1 座 300m³ 钢筋混凝土低位蓄水池，低位蓄水池设有进水管、出水管、放空管、溢流管、通气管，在低位蓄水池进出口处设格栅以预防浮流物阻塞管道，低位蓄水池旁设加压泵房一座，泵房内设离心式清水泵 2 台，一主一备。系统设 1 座 300m³ 矩形钢筋混凝土高位水池，池底标高能使隧道消防管网有大于 0.4MPa 压力，高位水池设有进水管、出水管、放空管、溢流管、通气管。

低位蓄水池水经水泵提升至高位水池，以后由高位水池经过 2 根出水管向隧道环状供水管网供水。管网保持常有水状态，一旦发生火灾，即可投入使用。

泵房主用水泵由高位水池水位高低自动控制开启向高位水池供水，备用水泵手动控制，高位水池水位传感器控制电缆随 DN100 进水管部署。

因隧道设有环境保护型水成膜泡沫灭火装置，在给水管引入隧道前设置管道过滤装置，这么能够排除水中杂质，避免堵塞水成膜泡沫灭火系统百分比混合器等配件。水泵接合器是室外消防车向室内消防管网供水接口。当泵房消防泵发生故障或发生大火，隧道洞内消防水量不足时，室外消防车可经过水泵接合器向隧道洞内消防管网供水。所以在隧道洞口周围应设置水泵接合器。设置数量应依据每个水泵接合器出水量 10L/s~15L/s 和全部隧道内消防用水量由水泵接合器供给标准计算确定。水泵接合器周围 15~40m 内应有水源，并应设在隧道洞外便于消防车通行和使用地方。

依据本项目所在地域地形情况较复杂特点，隧道外消防管道采取 DN150 内外壁热镀锌钢管，法兰盘连接，管道埋设深度为 1 米左右，为预防热胀冷缩对管道产生不利影响，合适位置处设置管道伸缩器。管道经除锈后刷环氧煤沥青底漆一道及面漆两道进行防腐。

● 用水量

依据《公路隧道交通工程设计规范》（JTG/T D71-），结合《建筑设计防火规范》（GB 50016-）中相关城市隧道消防给水和灭火设施要求，隧道消防用水量按同一时间内发生火灾次数为一次计算，消防用水量包含隧道洞内消火栓用水及其隧道洞口外消火栓用水。考虑火灾时影响范围通常在 20~50m 范围，恶性事故影响范围稍大，按 2 个消火栓（4 支水枪），每支水枪出水量按 5L/s 计，共 20L/s，同时要确保隧道洞口外 1 个消火栓供水消防车扑救，隧道洞口外消火栓出水量按 10L/s 计，干管设计总流量为 30L/s。因隧道洞口外给消防车供水消火栓是间断使用，所以设计消防总用水量按 20L/s 计算。

xx 隧道长度为 $1000\text{m} < L < 3000\text{m}$ ，火灾延续时间按 4 小时计，消防总水量为 288m^3 ，所以洞外供水系统在隧道高端洞口设置 1 座 300m^3 钢筋混凝土高位水池。为确保供水系统可靠性，在隧道高端洞口泵房周围设置 1 座 300m^3 钢筋混凝土低位蓄水池。

● 低位蓄水池和高位水池

隧道消防系统低位蓄水池和高位水池均为钢筋混凝土结构。

（1）使用条件

抗震烈度：8 度以下

覆土条件：池顶覆土厚 1000mm

地下水位：地下水位许可高出低位蓄水池底板面上 2400mm

地基承载力设计值： $f \geq 100 \text{ kPa}$

（2）材料

工艺管道：

- （1）钢制管件、管道支架等均先刷底漆一道，再刷防锈漆二道（无毒）
- （2）铸铁直管及管件规格按中国《灰口铸铁管件》（GB3420-82）采取。
- （3）承插铸铁管道采取石棉水泥接口。

混凝土：

- 1) 垫层为 C15。
- 2) 池体为 C25。
- 3) 池体抗渗标号 S6。

钢筋：直径 ≤ 10 时用 I 级钢筋；直径 > 10 时用 II 级钢筋。

钢梯、预埋件：Q235 钢。

（3）粉刷

- 1) 水池内壁、顶板底面和底板顶面，用 1:2 防水水泥砂浆抹面，厚 20mm。
- 2) 水池外壁、支柱和其它表面用 1:2 水泥砂浆抹面，厚 15mm。

本图内检修孔、低位蓄水池、铁梯、穿墙管、穿墙管加固、水管吊架、通风孔等均详见《矩形钢筋混凝土蓄水池》（05S804）。

（4）施工制作要求

施工期间注意基坑排水，预防水池上浮。

水池土建完成后，覆土回填工作应沿水池四面及池顶分层均匀回填，预防超填。顶板表面覆土时要避免大力夯打。对于设置在地下水区水池应在试水合格后立即回填，先填池顶土，后填四面土。

当地基承载力达不到设计值时，应采取方法处理并报设计单位同意。

水池抹面之前先做充水试验，充水分三次，每次充水三分之一深，每次充水结束稳定二天，观察和测定渗漏情况，扣除管道渗漏原因，二十四小时渗漏率应小于 1/1000，依据观察到渗漏，视具体情况修补。

冬季施工应按相关要求实施。

水池施工、安装及验收详见《矩形钢筋混凝土蓄水池》（05S804），并应遵照现行建筑施工验收规范进行。

在洪水汛期，应确保水池水位不低于 2/3 水位高度。

● 高位水池检修道路

考虑到以后工作人员要对高位水池进行不定时维护和检验方便，修建一条通往高位水池 1m 宽碎石砼人行道路。

碎石砼人行道路结构：

- (1) 100 厚现浇 C25 砼；
- (2) 300 厚 3: 7 灰土；
- (3) 路基碾压密实。

7.4 横通道防火门

本项目隧道内设有车（人）行横洞，供人员逃生和车辆疏散使用，人行横洞设置平开门，车行横洞设置防火卷帘门，将隧道上、下行线分隔为相互独立区域，在火灾时将相邻隧道作为应抢救援、避难场所。

在每个横洞上、下行线出口设有横洞控制箱，用以控制车行横洞内防火卷帘门，车行横洞内照明灯和防火卷帘门应联动控制，同时打开或关闭。当发生火灾时，开启车行横洞防火卷帘门，信号灯给出指示信号，提供车辆及人员疏散通道。

车行横洞防火卷帘门选择单轨钢制复合防火卷帘，耐火极限不低于 3 小时。

防火卷帘两侧设置启闭装置，应含有自动、手动功效，并由控制中心联动控制。

人行横洞防火门均为复合钢制防火门（镀锌钢板），含有内推开和自动关闭功效，内衬防火材料。防火门上亮采取和门扇相同耐火等级材料，门扇顶部用防火卷帘帘板封堵。

7.5 火灾情况下控制次序

1) 当隧道内火灾探测器、手动报警按钮、紧急电话发出火灾报警信号时，监控室经过摄像机进行火灾区段验证并录像，确定火灾后，立即请求实施火灾预案，得到授权后，立即实施对应火灾情况下系统控制预案，进行通风、照明、交通系统联动控制。同时汇报火警、交警、抢救等相关单位，并请求相关单位派专业人员现场负责指挥、调度和进行人员救援和火灾灭火工作；

2) 关闭隧道严禁车辆继续驶入隧道，并公布火灾信息；

3) 根据火灾情况下开启对应风机，进行火灾通风，阻止烟雾逆流。开启隧道内全部照明系统便于救火及人员逃生；

4) 开启隧道交通流控制系统，调整各隧道内车道指示标志，引导人员进行疏散；

5) 组织相关人员灭火，当火势不能控制时，等候专业消防队；

6) 专业消防队进行灭火；

7) 火灾扑灭后，应全方面坚持火灾现场，根本消亡残火，立即了解和查找失火原因，统计火灾损失，清理消防器材，帮助相关人员勘测、清理事故现场，立即恢复和疏导交通；

8) 灭火任务完成后，应立即清理、补充灭火器材，修复损毁设备，使之处于完好待命状态。

7.6 消防组织

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/946130223034010120>