备案号：Jxxxx-

四川省工程建设地方标准 DB

**P DBJ51/T -xxx-202x**

四川省城市交通隧道工程技术标准

Technical standard for engineering of urban traffic tunnels in Sichuan Province

（征求意见稿）

202X-XX-X发布 202X-XX-XX实施

四川省住房和城乡建设厅 发布

**四川省工程建设地方标准**

四川省城市交通隧道工程技术标准

Technical standard for engineering of urban traffic tunnels

in Sichuan Province

**DBJ51/T xxx-202**x

主编单位：成都市市政工程设计研究院有限公司

批准单位：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：202x年xx月xx日

xxxx出版社

**202x年 成 都**

**前言**

根据四川省住房和城乡建设厅《关于下达2022年四川省工程建设地方标准制定计划（第一批）的通知》（川建标函[2022]1169号）的要求，成都市市政工程设计研究院有限公司会同有关单位共同编制本标准。标准编制组经深入调查研究，认真总结近年来四川省各地建设城市交通隧道工程的实践经验，参考有关国家标准，结合四川省工程建设的需求，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准共9章，主要技术内容包括：1、总则；2、术语与符号；3、基本规定；4、路线；5、横断面；6、隧道结构；7、附属设施；8、施工与验收；9、维护与管理。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由成都市市政工程设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送成都市市政工程设计研究院有限公司（地址：成都市三色路269号，邮政编码：610023，联系电话：028-86929752，电子邮箱：ghsgf@cdmedi.cn）。

主编单位：成都市市政工程设计研究院有限公司

参编单位：中国市政工程西南设计研究总院有限公司

西南交通大学

成都兴蓉市政设施管理有限公司

成都建工路桥建设有限公司

上海凯泉泵业（集团）有限公司

上海腾盛智能安全科技股份有限公司

主要起草人：郑轶丽 唐贵伟 邓雪峰 高恒潮

张 霄 张 勇 刘 益 解国军

甘又月 文若辉 陈为之 刘 静

刘 琰 曾菲园 高 松 王俊华

主要审查人：

**目次**

1 总则 1

2 术语与符号 2

2.1 术语 2

2.2 符号 3

3 基本规定 5

3.1 设计原则 5

3.2 设计速度 6

3.3 设计年限 6

4 路线 7

4.1一般规定 7

4.2平面设计 7

4.3纵断面设计 8

4.4停车视距 9

4.5出入口 9

5 横断面设计 12

5.1 一般规定 12

5.2 建筑界限 14

5.3 横通道设计 17

6 结构 18

6.1 一般规定 18

6.2 荷载分类及荷载效应组合 21

6.3 结构设计 24

6.4 结构抗震 26

6.5 结构耐久性 27

6.6 结构防水 28

6.7 结构防火 29

7 附属设施 30

7.1 路基与路面 30

7.2 交通安全设施 31

7.3 消防给水和灭火设施 34

7.4 通风 37

7.5 给排水 41

7.6 供电与照明 44

7.7 监控 46

7.8 智慧设施 50

7.9 景观与装饰 52

7.10 环境保护 53

8 施工与验收 58

8.1 一般规定 58

8.2 施工准备 59

8.3 测量控制 59

8.4 临时交通安全工程 60

8.5 基坑工程 61

8.6 主体工程 63

8.7装饰装修工程 64

8.8 管线保护 65

8.10 工程验收 66

9 维护与管理 68

9.1 运行维护 68

9.2运维管理 71

附录A隧道侧向水、土压力 74

本标准用词说明 76

引用标准名录 77

条文说明 79

**Contents**

1 General provisions 1

2 Terms and symbols 2

2.1 Terms 2

2.2 Symbols 3

3 Basic requirements 5

3.1 Design principles 5

3.2 Design speed 6

3.3 Design life 6

4 Alignment 7

4.1 General requirements 7

4.2 Plan design 7

4.3 Longitudinal design 8

4.4 Parking stadia 9

4.5 Inward and outward 9

5 Cross sectional 12

5.1 General requirements 12

5.2 Construction clearance 14

5.3 Cross sectional arrangement 17

6 Structure 18

6.1 General requirements 18

6.2 Load classification and load effect combination 21

6.3 Structure Design 24

6.4 Seismic Design of Structures 26

6.5 Structural durability 27

6.6 Structural waterproofing 28

6.7 Structural fire protection 29

7 Ancillary facilities 30

7.1 Roadbed and pavement 30

7.2 Traffic safety facilities 31

7.3 Fire water supply and firefighting facilities 34

7.4 Ventilation 37

7.5 Water supply and drainage 41

7.6 Power supply and lighting 44

7.7 Monitoring 46

7.8 Smart facilities 50

7.9 Landscape and Decoration 52

7.10 Environmental protection 53

8 Construction and acceptance 58

8.1 General requirements 58

8.2 Construction preparation 59

8.3 Measurement Control 59

8.4 Temporary traffic safety engineering 60

8.5 Foundation pit 61

8.6 Main works 63

8.7 Decoration and decoration engineering 64

8.8 Pipeline protection 65

8.10 Engineering acceptance 66

9 Maintenance and Management 68

9.1 Operation and maintenance 68

9.2 Operations Management 71

Appendix A Lateral water and soil pressure of the tunnel 74

Explanation of terms in this standard 76

List of quoted sandards 77

Explanation of provisions 79

1. 总则

**1.0.1** 为规范四川省城市交通隧道设计、施工及维护管理，提高工程质量，做到安全可靠、技术先进、经济合理、环保节能，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于四川省新建、改造城市交通隧道的设计、施工与验收、维护与管理。

**1.0.3** 除应符合本标准外，还应符合国家和四川省现行有关规范、标准的规定。

1. 术语与符号
2. 术语
3. 城市交通隧道 urban traffic tunnel

城市范围内地表以下供机动车通行或兼非机动车、行人通行的明挖法施工隧道，不包含仅供行人或非机动车通行的专用地下通道以及连接各地块地下车库的车行连通道，不包括山区、丘陵区城市道路穿越山体、台地等隧道。

1. 设计工作年限 design working life

在正常设计、施工、使用和养护条件下，隧道结构或结构构件不需进行大修或更换，即可按其预定目的工作的年限。

1. 荷载效应 load effect

由荷载引起结构或结构构件的反应，包括内力、变形和裂缝等。

1. 建筑限界 building clearance

道路净高线和两侧侧向净宽边线组成的空间界线，即为隧道内任何设施设置均不得侵入的轮廓线。

1. 结构耐久性 durability of structures

在预定的环境作用和预期的维修与使用条件下，结构以及构件在规定期限内维持其所需最基本的适用性和安全性的能力。

1. 视距

在车辆正常行驶中，驾驶员从正常驾驶位置能连续看到道路前方行车道范围内路面上一定高度障碍物，或者看到道路前方交通设施、路面标线的最远距离。

1. 加强照明

为消除车辆进出隧道时的“黑洞效应”或“白洞效应”所设置的洞口附加照明。

1. 应急照明

为满足应急疏散或救援需要，当隧道外部电源全部中断时，采用其他电源系统实施的最低亮度照明。

1. 应急车道emergency lane

紧急情况下车辆可以应急停靠或者行驶的车道，指与右侧最外行车道相邻的非标准宽度车道。

1. 应急停车港湾emergency parking harbor

紧急情况下车辆可以应急停靠而不妨碍行车道正常功能的临时停车区域，指与右侧最外行车道相邻的道路局部加宽梯形或矩形区域。

1. 横通道 cross channel

连接两隧道或洞室间或隧道连接地面的、近水平的横向联络通道。

1. 符号

$A$*——*缓和曲线参数；

$E$*——*建筑限界顶角宽度；

$ℎ$*——*路缘石高度。

$H\_{c}$*——*机动车车行道最小净高；

$H\_{p}$*——*人行道最小净高；

$L$*——*隧道长度；

$L\_{e}$*——*超高缓和段长度；

$R$*——*圆曲线半径；

$W\_{c}$*——*行车道宽度；

$W\_{mc}$*——*路缘带宽度；

$W\_{sc}$*——*安全带宽度；

$W\_{j}$*——*检修道宽度；

$W\_{p}$*——*人行道宽度；

Wpb*——*非机动车道宽度，

H——横向通道高度

d——路缘石高度

[L]—声功能区环境噪声限值，根据《声环境质量标准》GB 3096确定;

Leq,tin—隧道暗埋段范围最大噪声级；

Leq,tout(nst)—隧道外敏感目标户外环境噪声级；

Leq,tout(nst)，burst—噪声敏感目标夜间所受突发噪声级最大值；

△Lt(nst)—隧道引起的敏感目标户外环境噪声级增量[dB(A)]。

1. 基本规定
2. 设计原则

**3.1.1**城市交通隧道设计应符合国土空间规划、区域路网规划、区域地下空间规划，同时能够与城市路网合理衔接。

**3.1.2**城市交通隧道设计应处理好与地面交通、城市历史风貌、城市空间环境、地下文物以及各种地下构筑物和基础设施的关系，合理安排集约化利用好地下空间。

**3.1.3**城市交通隧道应根据道路功能、等级、通行能力等进行总体设计，并符合现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221及其他相关国家规范的规定。城市交通隧道按其封闭段长度分为四类，并应符合表3.1.3的规定。

表3.1.3 隧道分类

|  |
| --- |
| 隧道封闭段长度L（m） |
| 一类：特长隧道 | 二类：长隧道 | 三类：中隧道 | 四类：短隧道 |
| L＞3000 | 1000＜L≤3000 | 500＜L≤1000 | L≤500 |

**3.1.4**城市交通隧道应根据结构类型和特点进行防排水、通风、照明、防灾、消防、防涝、供电、节能等专项设计，同时各专业间应协调配合，综合考虑。

**3.1.5**城市交通隧道应开展景观设计和吸声降噪专项设计，洞口、洞内装饰、吸声降噪设施以及风亭等美化设计应与周围城市环境相协调。

**3.1.6**城市交通隧道设计应根据工程地质与周边环境，从技术、经济、工期、环境影响等方面综合比较，选择合理的结构形式和施工方法。

**3.1.7**城市交通隧道结构应分别对施工阶段和使用阶段按承载能力极限状态及正常使用极限状态进行设计。

**3.1.8**城市交通隧道设计应满足近期需求，并为远期规划预留实施条件。

**3.1.9**城市交通隧道设计应结合交通需求，综合考虑非机动车、行人通行的必要性。

1. 设计速度

**3.2.1**城市交通隧道设计速度取值宜与两端衔接的地面道路采用相同的设计速度，如遇条件困难时，经技术经济论证可降低一个等级，并应符合表3.2.1的规定。

表3.2.1 各级城市交通隧道的设计速度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 快速路 | 主干路 | 次干路 | 支路 |
| 设计速度（km/h） | 100 | 80 | 60 | 60 | 50 | 40 | 50 | 40 | 30 | 40 | 30 | 20 |

注：除短隧道外，隧道设计速度不应大于80km/h。

**3.2.2**城市交通隧道匝道设计速度宜为主线设计速度的40%~70%，并应满足《城市道路交叉口设计规程》CJJ152及其他相关国家规范的相关规定。

**3.2.3**城市交通隧道的线形标准应根据实际运行速度的要求，与相邻的路段运行速度协调。

1. 设计年限

**3.3.1**城市交通隧道主体结构设计使用年限应为100年。

**3.3.2**城市交通隧道沥青路面结构设计使用年限不应小于15年，水泥混凝土路面结构设计使用年限不应小于30年。

1. 路线

4.1一般规定

**4.1.1**城市交通隧道路线选择应符合城市总体规划及相关上位规划要求，综合交通需求、地面道路、地下设施、地质地貌、洞口接线、隧道通风、障碍物及施工方法等确定。

**4.1.2**城市交通隧道道路线形组合设计应综合考虑路网规划高程、道路净高、地下设施、地面构筑物、覆土厚度、行车视距等要求，以满足行车的安全和舒适。

**4.1.3**城市交通隧道位于改建道路时，应遵循利用与改造相结合的原则，既满足新建交通隧道的技术指标，又应最大程度利用原有工程。

4.2平面设计

**4.2.1**城市交通隧道的直线、平曲线、缓和曲线、超高、加宽等平面设计及应符合现行《城市道路路线设计规范》CJJ193及《城市地下道路工程设计规范》CJJ221的规定。

**4.2.2**隧道平面线形宜采用直线或较大半径的曲线，并保持线形的均衡过渡。

**4.2.3**城市交通隧道洞口内外各3s设计速度行程长度范围内的平线形应保持一致。当条件困难时，应采取安全措施。

4.3纵断面设计

**4.3.1**城市交通隧道道路纵坡宜平缓，最大纵坡度应符合表4.3.1的规定，并应符合下列规定：

4.3.1城市交通隧道道路最大纵坡度

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计速度（km/h） | 100 | 80 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 |
| 一般值（%） | 3 | 3 | 5 | 5.5 | 6 | 7 | 8 |
| 极限值（%） | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 |

1 城市交通隧道最小纵坡不宜小于0.3%；当条件受限纵坡小于0.3%时，应加强排水措施；

2对长度小于100m的城市交通隧道纵坡可与两端接线道路相同；

**4.3.2**城市交通隧道匝道最大纵坡应符合表4.3.2的规定值。

表4.3.2城市交通隧道匝道最大纵坡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 匝道设计速度（km/h） | 80 | 70 | 60 | 50 | ≤40 |
| 一般地区 | 5 | 5.5 | 6 | 7 | 8 |
| 积雪冰冻地区 | 4 | 4 | 4 | 4 |

**4.3.3**城市交通隧道应在接地口处设置反坡形成排水驼峰，排水驼峰高度应根据排水重现期、地形、道路功能等级等综合确定。

**4.3.4**隧道洞口内外各3s设计速度行程范围的纵断面线形应尽量保持一致。当条件困难时，应采取安全措施。

4.4停车视距

**4.4.1**城市交通隧道内外道路线形应满足各级道路对视距的要求，不应小于表4.4.1的规定值。设置平曲线及凹型竖曲线路段，应进行停车视距验算。

表4.4.1停车视距

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计速度（km/h） | 80 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 |
| 停车视距（m） | 110 | 70 | 60 | 40 | 30 | 20 |

**4.4.2**进出城市交通隧道洞口处的停车视距宜采用主线路段1.5倍。当条件受限时，应对洞口光过渡段进行处理。

**4.4.3**隧道内应避免出现车辆合流、分流、交织。特殊情况下，隧道内需进行车辆流分、合流时，应根据车辆合流、分流的运行速度对停车视距进行验算，并进行行车安全的专题论证。

4.5出入口

**4.5.1**城市交通隧道的出入口位置、间距及形式的确定应综合考虑隧道埋深、地质条件、周边环境及构筑物等因素，满足主线车流稳定、分合流处行车安全的要求。

**4.5.2**城市交通隧道出入口端部之间的最小间距应符合表4.5.2规定。

表4.5.2 城市交通隧道出入口最小间距（m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计速度（km/h） | 出-出 | 出-入 | 入-入 | 入-出 |
| 80 | 610 | 210 | 610 | 1020 |
| 60 | 460 | 160 | 460 | 760 |
| 50 | 390 | 130 | 390 | 640 |
| 40 | 310 | 110 | 310 | 510 |

**4.5.3**城市交通隧道出入口的分合流端宜设置在平缓路段，不应设置在平纵组合不良路段，分合流端附近主线的平曲线、竖曲线应采用较大半径。

**4.5.4**城市交通隧道主线分流鼻前的识别视距不宜小于2倍的主线停车视距，条件受限时不应小于1.5倍的主线停车视距。

**4.5.5**城市交通隧道主线汇流鼻前的识别视距不应小于1.5的主线停车视距。

**4.5.6**匝道接入主线入口处从汇流鼻端开始应设置与主线直行车道的隔离段（图4.5.6），隔离段长度不应小于主线的停车视距值，隔离设施不应遮挡视线。



图4.5.6车道隔离段长度

**4.5.7**城市交通隧道设计不应在驾驶人进人隧道后的视觉变化适应范围内设置合流点，合流段的汇流鼻端距洞口的距离（图4.5.7）不应小于表4.5.7的规定。



图4.5.7城市交通隧道进洞口与汇流鼻端距离

表4.5.7城市交通隧道进洞口与汇流鼻端最小距离

|  |  |
| --- | --- |
| 设计速度（km/h） | 最小距离（m） |
| 80 | 165 |
| 60 | 85 |
| 50 | 60 |
| ≤40 | 35 |

**4.5.8**城市交通隧道单车道加减速车道长度不应小于表4.5.8的规定。

表4.5.8城市交通隧道单车道的加减速车道长度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 主线设计速度（km/h） | 80 | 60 | 50 | 40 |
| 减速车道长度（m） | 80 | 70 | 50 | 30 |
| 加速车道长度（m） | 220 | 140 | 100 | 70 |

**4.5.9**城市交通隧道双车道的变速车道长度宜为单车道变速车道规定长度的1.2倍～1.5倍。

**4.5.10**城市交通隧道下坡路段的减速车道和上坡路段的加速车道，其长度应按按表4.5.10所列修正系数进行修正。

表4.5.10变速车道长的修正系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 纵坡度（%） | 0＜i≤2 | 2＜i≤3 | 3＜i≤4 | 4＜i≤6 |
| 下坡减速车道修正系数 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.30 |
| 下坡加速车道修正系数 | 1.00 | 1.20 | 1.30 | 1.40 |

**4.5.11**平行式变速车道渐变段的长度不应小于表4.5.11所列值。

表4.5.11城市交通隧道平行式变速车道渐变段长度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主线设计速度（km/h） | 100 | 80 | 60 | 50 | 40 |
| 平行式变速车道渐变段长度（m） | 60 | 50 | 45 | 40 | 40 |

**4.5.12**城市交通隧道出洞口与邻接地面道路出口匝道减速车道渐变段起点的距离（图4.5.12）应满足设置出口预告标志的需要。当条件受限时，不应小于1.5倍主线停车视距，并应在隧道内提前设置预告标志。



图4.5.12城市交通隧道出口与邻接地面道路出口匝道距离

**4.5.13**城市交通隧道出口接地点处与下游地面道路平面交叉口距离应符合下列规定：

1与无信号控制平面交叉口的停车线距离不宜小于2倍停车视距。当视线条件好、具有明显标志时，不应小于1.5倍停车视距；

2与信号控制交叉口的停车线距离不宜小于1.5倍停车视距，条件受限时不得小于1倍停车距离。

**4.5.14**当城市交通隧道接入地面道路后与平面交叉口衔接时，出入口与接地点的布置应符合下列要求：

1出入口引道布置可根据条件集中布置在地面道路的中央或两侧，离路口展宽段距离较近应按转向拓宽分车道渠化；

2接地点至地面交叉口停车线距离除应满足视距要求外，还应根据红灯期间车辆排队长度以及匝道与地面道路转换车道所需的交织段长度综合确定。

1. 横断面设计
2. 一般规定
	* 1. 隧道横断面应根据路线技术标准、建筑限界、设备布置、结构设计、施工工法、防灾和运营养护等要求确定。
		2. 洞口外3s行程内路面宽度与隧道内路面宽度应保持一致，当条件受限，经技术经济论证后可调整断面，并应符合下列规定：

**1** 应设置宽度渐变段，渐变段长度应符合现行国家标准《道路交通标志和标线》GB 5768的规定；

**2** 洞口外3s行程内断面与隧道内断面应保持一致。

* + 1. 隧道横断面不宜在同一通行孔布置双向交通；亦不宜采用同向行驶方向快车道分孔的布置。当受道路条件限制无法满足上述分孔布置要求时，按照以下原则办理，同时应满足运营管理安全可靠的要求。

**1** 对设计行车速度大于等于50km/h的短隧道，可在同一通行孔布置双向交通，并采用中央防撞设施进行硬隔离。

**2** 对设计行车速度小于50km/h的隧道，同一通行孔布置双向交通时，应采用中央安全隔离措施。

* + 1. 长度大于1000m的隧道，严禁将机动车与非机动车道或人行道设置在同一孔内；当长度小于或等于1000m的隧道需要设置非机动车道或人行道时，非机动车道或人行道与机动车道之间必须设物理隔离设施。
		2. 当隧道检修道兼作人行道或非机动车道时，其宽度应符合现行标准《城市道路工程设计规范》CJJ37和《城市道路交通工程项目规范》GB 55011对人行道或非机动车道的规定。
		3. 当隧道内部不设检修道时，侧墙下部必须设置防撞设施，防撞设施的设置应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688的规定。
		4. 隧道内应急车道、应急停车港湾，应符合下列规定：

**1** 单向机动车道数小于3条时，城市快速路隧道应在行车方向右侧设置应急车道，当设应急车道困难时，应设应急停车港湾；其他等级道路隧道，根据道路等级、道路横断面、隧道长度、设计速度、经济成本以及后期扩容等方面综合论证确定，宜在行车方向右侧设置应急车道或应急停车港湾。

**2** 隧道内单向机动车道数为3条时，宜在行车方向右侧设置应急停车港湾。

**3** 隧道内单向机动车道数为4条及以上时，可不设置应急车道、应急停车港湾。

**4** 应急车道最小宽度应符合表5.1.7的规定。

**5** 应急停车港湾有效宽度不应小于3m，间距宜为500m，有效长度不应小于30m，过渡段长度不应小于5m，位置不宜设置在曲线内侧等行车视距受影响的路段。

表5.1.7 应急车道最小宽度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 车型及车道类型 | 一般值（m） | 最小值（m） |
| 大型车或混行车道 | 3.0 | 2.0 |
| 小客车专用车道 | 2.5 | 1.5 |

1. 建筑界限
	* 1. 隧道建筑限界内不得有任何物体侵入，建筑限界组成符合图5.2.1的规定，并符合下列规定：

1 建筑限界顶角宽度E不应大于同侧路缘带宽度Wmc和安全带宽度WSC之和。

2 隧道的净高应和隧道所在道路净高统一，且隧道最小净高应符合表5.2.1-1的规定。小客车专用道最小净高应采用一般值，条件受限时可采用最小值。

3 隧道机动车车行道宽度组成宜与道路一致，其他宽度最小值应符合表5.2.1-2的规定。







图5.2.1 隧道建筑限界（单位：cm）

Hc-机动车车行道最小净高；Hp-人行道最小净高；WC-行车道宽度；Wmc-路缘带宽度；WSC-安全带宽度；Wj-检修道宽度；Wp-人行道宽度；Wpb-非机动车道宽度；E-建筑限界顶角宽度；h-路缘石高度。

表5.2.1-1 隧道最小净高

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 道路种类 | 行驶车辆类型、行人 | 最小净高（m） |
| 机动车道 | 混行车道 | 小客车、大型客车、铰接客车 | 4.5 |
| 小客车专用车道 | 小客车 | 一般值 | 3.5 |
| 最小值 | 3.2 |
| 非机动车道 | 自行车、三轮车 | 2.5 |
| 人行道 | 行人 | 2.5 |

表5.2.1-2 隧道建筑限界宽度最小值（单位：m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 左侧路缘带宽度Wmc | 右侧路缘带宽度Wmc | 安全带宽度WSC | 检修道宽度Wj |
| 快速路 | 0.50 | 0.75 | 0.25 | 0.75 |
| 主干路 | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 0.75 |
| 次路、支路 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.75 |

* + 1. 隧道应设检修道或人行道，检修道或人行道宜包含安全带宽度；确无条件设置时，应设不小于0.25m的安全带宽度。
		2. 检修道或人行道缘石外露高度一般可按0.25m～0.4m取值，并综合考虑附属管道的布设需求和紧急情况下驾乘人员拿取消防设备方便。
		3. 隧道为单向交通时，路面横坡应设置为单面坡；隧道为双向交通时，路面横坡可设置为双面坡；横坡坡率可采用1.5%～2.0%，宜与洞外路面横坡坡率一致，当需设超高时以超高数据为准。
		4. 建筑限界与隧道结构之间，应为隧道交通工程和附属设施、隧道装饰装修预留空间，为结构变形和施工误差等提供适当富余量。
1. 横通道设计
	* 1. 通行机动车的双孔隧道之间应设置横通道，横通道的设置应根据车道数量、交通组成等因素综合考虑限界宽度和设置间距，并符合下列规定：

**1** 人行横通道限界宽度不得小于2.0m，限界高度不得小于2.5m；车行横通道限界宽度不得小于4.5m，限界高度应与主洞限界高度一致。横通道建筑限界规定如图5.3.1所示。

****

图5.3.1 横通道建筑限界图（单位：cm）

**2** 人行横通道设置间距宜为250m～300m。

**3** 车行横通道设置间距宜为500m～750m，并不应大于1000m；中、短隧道可不设。

**4** 车行横通道路缘高度d宜与隧道行车方向左侧检修道高度一致。

1. 结构
	1. 一般规定

**6.1.1 基本要求**

**1** 隧道应在勘测、调查资料基础上，根据地形、地质、水文、气象、地震条件、交通量及其构成、施工、运营和维护等综合因素确定建设方案，并应与地面、地下建（构）筑物以及各种管线做好协调。

**2** 隧道总体布置和设备设施配置，应满足日常运营、管理和防灾救援等要求。

**3** 隧道的总体布置应力求简单、对称、规则、平顺。结构体系应根据使用要求、场地工程地质条件和施工方法等确定，并应具有良好的整体性，避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变。出入口通道两侧的边坡和洞口仰坡，应根据地形、地质条件选用合适的口部结构类型，提高其抗震稳定性。

**4** 隧道防灾设计应包括交通安全设施、交通监控、灾害报警、通风排烟、安全疏散与救援、防灾供电与应急照明、消防给水与灭火、防淹没、应急通信以及主体结构保护措施等。

**6.1.2 主体工程**

**1** 明挖隧道结构的设计应以工程勘察资料为依据，根据工程沿线的建设条件，考虑施工和建成以后对环境的影响和环境的改变对结构的作用，通过技术经济、功能效果、环境和社会效益的综合评价，选择施工方法和结构型式。

**2** 明挖隧道结构设计应按国家现行标准《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB50068，采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度，采用分项系数的设计表达式进行设计。

**5** 明挖隧道所在地区的抗震设防烈度应采用根据现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306确定的地震基本烈度。抗震设防烈度与设计基本地震加速度取值的对应关系应符合表6.1.2.5的规定。

表6.1.2.5 抗震设防烈度与设计基本地震加速度取值的对应关系

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 设计基本地震加速度值（g） | 0.05 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.30 | 0.40 |

注：g为重力加速度。

**6** 明挖隧道抗震设防类别宜为丙类，当下穿重要地段时设防类别应为乙类，抗震设计应满足国家现行标准《地下结构抗震设计标准》GB/T 51336、《建筑抗震设计规范》GB 50011的相关规定。

**7** 明挖隧道结构混凝土耐久性设计应满足国家现行标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476。

**8** 明挖隧道结构的混凝土保护层厚度宜按表6.1.2.8确定。

表6.1.2.8明挖隧道结构混凝土保护层厚度

|  |  |
| --- | --- |
| 结构部位 | 保护层厚度（mm） |
| 顶、底板、侧墙 | 迎土/水面 | 45 |
| 背土/水面 | 35 |
| 中隔墙 | 左、右侧 | 30 |

注：保护层厚度是指从混凝土表面到钢筋（纵向钢筋，箍筋、分布钢筋）公称直径外边缘之间的最小距离在保护层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时，网片钢筋的保护层厚度不应小于25mm。

**10** 明挖隧道结构应根据受力要求确定混凝土设计强度等级，强度等级不应低于C30。

**11** 明挖隧道混凝土结构的钢筋应按下列规定选用：

1）纵向受力普通钢筋宜采用HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500钢筋，也可采用HPB300、RRB400钢筋；

2）箍筋宜采用HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500钢筋；

3） 预应力钢筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

**6.1.3 基坑支护工程**

1 隧道基坑支护工程设计应根据结构类型、作用和作用组合情况、勘察成果资料和拟建场地环境条件及施工条件，选择合理方案。设计计算应原理明确、概念清楚，计算参数的选取应复核实际工况，设计与计算成果应真实可靠、分析判断正确。

2 基坑支护工程应保证支护结构本体、周边建（构）筑物、道路、城市轨道交通、桥梁、市政管线等市政设施的安全和正常使用，并保证隧道主体结构的施工空间和安全。

3 基坑支护工程应规定设计工作年限，基坑支护结构为临时结构时不应低于永久结构施工完成期，且不应小于1年；参与抗浮设计的工作年限应与隧道结构相同，按永久结构设计。

4 基坑支护结构应按照承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

5 对于基坑支护结构安全等级为一级、二级的基坑工程，应对支护结构变形及基坑周边土体的变形进行计算，并应进行周边环境影响的分析评价。

6 基坑开挖与支护结构施工、基坑工程监测应严格按设计要求进行，并应实施动态设计和信息化施工。

7 安全等级为一级、二级的基坑支护结构，在基坑开挖过程与支护结构使用期内，必须进行支护结构的水平位移监测和基坑开挖影响范围内建（构）筑物、地面的沉降监测。

8 地下水控制设计应满足基坑坑底防突涌、坑底和侧壁抗渗流稳定性验算的要求及基坑周边建（构）筑物，地下管线、道路、城市轨道交通等市政设施沉降控制的要求。

**6.1.4 洞口设计**

1 隧道洞口应结合地形特点设计洞门结构形式，并注重美学效应，突出标志性，便于辨识记忆，宜采用具有雕塑感的大尺度轻型构件，形成洞门建筑。

2 隧道洞口朝东、西方向的长、特长隧道及光学长隧道应设置减光（遮光）装置。汽车在减光（遮光）装置内的行程不小于3s，条件受限时不少于30m。确定减光（遮光）装置透光面积和透光材料时，以减光（遮光）后路面亮度达到外部亮度的1/10为原则。光线明暗变化速率应与人眼的适应能力相协调。

3 隧道洞口正面和侧面均应采取防撞措施防护设施按《城市道路交通设施设计规范》GB50688相关规定执行。

4 隧道洞口结构设计，应考虑辅道回头及转向车辆圆曲线内侧加宽值影响，以免出现车辆与防撞栏杆的擦挂现象。

* 1. 荷载分类及荷载效应组合

**6.2.1**作用在明挖隧道结构上的荷载应按表6.2.1进行分类。

表6.2.1 明挖隧道结构上作用的荷载分类

|  |  |
| --- | --- |
| 荷载分类 | 荷载名称 |
| 永久荷载 | 结构自重 |
| 地层压力 |
| 结构上部和破坏棱体范围的设施及建筑物压力 |
| 水压力及浮力 |
| 混凝土收缩和徐变影响 |
| 预加应力 |
| 地基下沉影响 |
| 可变荷载 | 基本可变荷载 | 地面车辆荷载及其动力作用 |
| 地面车辆荷载引起的侧向土压力 |
| 隧道内部车辆荷载及其动力作用 |
| 人群荷载 |
| 其他可变荷载 | 温度变化影响 |
| 施工荷载 |
| 偶然荷载 | 地震荷载 |

注：**1** 设计中要求考虑的其他荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中。

**2** 表中所列荷载未加说明时，可按有关标准或根据实际情况确定。

**6.2.2** 明挖隧道结构设计应采用极限状态设计法，应根据施工、使用阶段中在结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合，并应取各自最不利的组合进行设计。

**6.2.3**明挖隧道结构设计应根据施工和使用阶段可能发生的变化，按可能出现的最不利情况，确定不同荷载组合时的组合系数。荷载组合及不同工况下荷载分项系数取值应符合《公路桥涵设计通用规范》JTG D60、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068等相关标准，可按表6.2.3-1取值。

**表6.2.3-1 荷载组合表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 荷载种类组合 | 验算工况 | 永久荷载 | 可变荷载 | 偶然荷载 |
| 1（基本） | 强度验算 | 1.35 | *Ψ*c×1.4 | 0 |
| 1.2（1.0）注1 | *Ψ*c×1.4 | 0 |
| 2（标准） | 变形验算 | 1.0 | *Ψ*c ×1.0 | 0 |
| 3（准永久） | 裂缝宽度验算 | 1.0 | *Ψ*q×1.0 | 0 |
| 4（地震） | 强度验算 | 1.2（1.0） | 0.5×1.2（0.5×1.0）注3 | 注4 |

注：**1**当永久荷载对结构不利时应取1.2，当永久荷载效应对结构有利时不应大于1.0；

**2** *Ψ*c为可变荷载的组合值系数，*Ψ*q为可变荷载的准永久值系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规定》GB 50009的规定确定；

**3** 一般情况下应取0.5×1.2，当可变荷载效应对构件承载能力有利时，不应大于0.5×1.0。

**4** 取值应参考表6.2.3-2。

**表6.2.3-2 地震作用分项系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地震作用 |  |  |
| 仅计算水平地震作用 | 1.3 | 0.0 |
| 仅计算竖向地震作用 | 0.0 | 1.3 |
| 同时计算水平和竖向地震作用（水平地震为主） | 1.3 | 0.5 |
| 同时计算水平和竖向地震作用（竖向地震为主） | 0.5 | 1.3 |

**6.2.4**对于承载能力极限状态，应按荷载基本组合或偶然组合计算荷载组合的效应设计值，并应采用下式进行计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | C:\Users\ZY\AppData\Local\Temp\ksohtml7068\wps1.png | （6.2.4） |

式中：——结构重要性系数，明挖隧道结构宜取为1.1；在抗震设计中，不考虑结构构件的重要性系数；

——荷载组合的效应设计值；

——结构构件抗力的设计值。

**6.2.5**对于正常使用极限状态，应采用荷载的标准组合或准永久组合，并应按下式进行设计：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | C:\Users\ZY\AppData\Local\Temp\ksohtml7068\wps5.png | （6.2.5） |

式中：*C*——结构或结构构件达到正常使用要求的规定限值，例如变形、裂缝、

振幅、加速度、应力等的限值，应按《公路隧道设计规范》JTG 3370.1

等相关标准确定。

**6.2.6**永久荷载标准值应符合下列规定：

**1** 隧道结构自重应按结构设计断面尺寸及材料重度标准值计算。

**2** 竖向地层压力应按计算截面以上全部土柱重量计算。

**3** 水压力宜按静水压力计算，并应根据设防水位以及施工和使用阶段可能发生的地下水位最不利情况，计算水压力和浮力对结构的作用。

**4** 施工阶段砂性土、卵石土地层的侧向水、土压力宜按水土分算的原则考虑，粘性土地层的侧向水、土压力宜按水土合算的原则考虑；使用阶段地层的侧向水、土压力应按静止土压力计算，采用水土分算，见附录A。

**5**混凝土收缩、徐变对结构的影响，应按《公路隧道设计规范》JTG 3370.1等相关标准确定。

**6.2.7**可变荷载标准值可按下列规定计算：

**1**施工荷载包括设备运输及吊装荷载、施工堆载（宜按20kPa考虑）、施工机具荷载，应按可能发生的组合计算。

**2** 使用阶段隧道内及地面车辆荷载、隧道地面人行横道人群荷载、温度变化对结构的影响，应按《公路桥涵通用设计规范》JTGT 3365-02等相关标准确定。

**6.2.8** 地震荷载应按《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《公路隧道抗震设计规范》JTG/T 2232等相关标准确定。

* 1. 结构设计

**6.3.1** 城市交通隧道结构横断面结构分析宜采用平面应变模型进行计算，以支承弹簧模拟基底反力。遇到下列情况时，应采用三维有限元方法进行结构分析，对其纵向强度和变形进行分析：

**1** 覆土荷载沿其纵向有较大变化时；

**2** 结构直接承受建、构筑物等较大局部荷载时；

**3** 地基或基础有显著差异时；

**4** 地基沿纵向产生不均匀沉降时；

**5** 空间受力作用明显的区段；

**6** 结构刚度沿纵向有较大变化区段。

**6.3.2**城市交通隧道结构设计中计算应符合下列规定：

**1** 城市交通隧道横断面内力计算模型宜采用闭合框架模型，地层抗力系数的取值应根据地勘资料或表6.3.2选取。

表6.3.2地层抗力系数取值

|  |  |
| --- | --- |
| 地基土分类 | 地层抗力系数（kPa/m） |
| 黏性土 | 软塑 | 3000~9000 |
| 可塑 | 9000~15000 |
| 硬塑 | 15000~30000 |
| 坚硬 | 30000~45000 |
| 黏质粉土 | 稍密 | 3000~12000 |
| 中密 | 12000~22000 |
| 密实 | 22000~35000 |
| 砂质粉土、砂土 | 松散 | 3000~10000 |
| 稍密 | 10000~20000 |
| 中密 | 20000~40000 |
| 密实 | 40000~55000 |
| 卵石土、碎石土 | 稍密 | 20000~60000 |
| 中密 | 35000~100000 |
| 密实 | 50000~120000 |

**2**采用地下连续墙作围护结构时，地下连续墙宜与内衬墙组成叠合墙或复合墙结构，成为永久性结构的一部分。

**3**城市交通隧道结构应按施工阶段和使用阶段，按《公路桥涵通用设计规范》JTGD60等相关标准进行验算。

**4**城市交通隧道钢筋混凝土、预应力混凝土结构的最大计算裂缝宽度允许值宜分别取为0.15mm、0mm。

**5**城市交通隧道结构应根据设防水位以及施工和使用阶段可能发生的地下水位最不利情况进行抗浮稳定性验算，不考虑侧墙土体摩阻力情况下抗浮安全系数取1.05，考虑侧墙土体摩阻力情况下抗浮安全系数取1.10。

**6** 明挖隧道与建、构筑物、地铁、桥梁合建时，应共同分析受力状况。

**6.3.3**明挖隧道的构造要求应符合下列规定：

**1** 明挖整体浇筑式隧道宜设置变形缝。变形缝的设置应符合下列要求：

**1）**变形缝的宽度及间距可根据施工工艺、使用要求、围岩条件等，参照类似工程的经验确定；

**2）**不同结构断面形式明显改变处、与变电站接口处、主体结构与出入口通道风道等附属建筑物的结合部、荷载和工程地质等条件发生显著改变处均应设置变形缝。

**2** 城市交通隧道结构现浇钢筋混凝土的横向施工缝的位置及间距，应综合结构形式、受力要求、气象条件及变形缝间距等因素，参照类似工程的经验确定。

**3** 城市交通隧道结构顶、底板与侧墙连接处宜设置腋角，腋角的边宽不宜小于150mm，内配置八字斜筋的直径宜与侧墙的受力筋相同，间距可为侧墙受力筋间距的两倍（即间隔配置）。

* 1. 结构抗震

**6.4.1**除有特殊规定外，明挖隧道应按本地区抗震设防烈度的要求加强其抗震措施。

**6.4.2**明挖隧道结构的抗震设防目标、场地类别、地基基础的抗震措施、液化土的判别与处理应符合《公路隧道抗震设计规范》JTG/T 2232-01、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002等相关标准。

**6.4.3**明挖隧道结构地震作用的分析，应符合下列规定：

**1** 明挖隧道结构抗震设计时应计算沿结构横向的水平地震作用，地基、地质条件明显变化的区段及近断层的区段，应考虑竖向地震作用的影响；沿隧道纵向覆土厚度有较大变化或地基有明显差异的隧道结构，应分别计算沿结构横向和纵向的地震反应。

**2** 竖向设计地震动峰值加速度取值不应小于水平向峰值加速度的0.65倍，竖向地震动峰值加速度与水平向峰值加速度的比值可按表6.4.3确定。在活动断裂附近，竖向峰值加速度宜采用水平向峰值加速度值。

表6.4.3竖向地震动峰值加速度与水平向峰值加速度比值Kv

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水平向峰值加速度 | 0.05g | 0.10g | 0.15g | 0.20g | 0.30g | 0.40g |
| *K*v | 0.65 | 0.70 | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 1.00 |

**3** 隧道结构的地震反应计算方法宜根据结构特点采用反应位移法、反应加速度法或时程分析法，应符合《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002、《公路隧道抗震设计规范》JTG/T 2232等相关标准。

**6.4.4** 明挖隧道结构抗震验算时，在设防地震作用下应进行截面抗震验算和变形验算，应符合《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002等相关标准。

**6.4.5** 明挖隧道临近房屋及构筑物（如地铁、桥梁、电力隧道、综合管廊、其他大型市政管网）时，抗震验算时应考虑其相互影响。

* 1. 结构耐久性

**6.5.1** 明挖隧道结构耐久性设计应根据结构设计使用年限、所处的环境类别、环境作用等级，采用基于耐久性所要求的混凝土原材料、混凝土配合比、混凝土耐久性参数的指标，并应符合《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》JTG/T 3310、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476等相关标准。

**6.5.2**明挖隧道结构应采用有利于减轻环境作用影响的结构形式、布置和构造。

* 1. 结构防水

**6.6.1** 工程防水应遵循因地制宜、以防为主、防排结合、综合治理的原则。

**6.6.2** 城市交通隧道结构防水方案应满足工程结构耐久性要求。

**6.6.3** 城市交通隧道结构防水设防要求宜按照现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030的有关规定执行，防水等级根据防水功能重要程度、环境类别采用一级防水标准。

**6.6.4** 工程采用的防水混凝土、水泥砂浆防水层、涂料防水层、卷材防水层、塑料防水层、金属防水板、管片接缝橡胶密封垫、螺孔橡胶圈、橡胶止水带等材料特性应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108与《地下防水工程质量验收规范》GB 50208的有关规定。

**6.6.5** 新材料、新技术、新工艺应经过试验、检测和鉴定，并应具有工程应用实际效果后再采用。

**6.6.6** 结构板底标高与地面标高不大于20m的城市交通隧道应采用最低抗渗等级为P8的防水混凝土；其他抗渗等级可按照国家现行有关标准执行。

**6.6.7** 地下工程排水措施设计要求宜按照现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定执行。

* 1. 结构防火

**6.7.1** 城市交通隧道结构的防火设计应综合考虑隧道内的交通组成、隧道的用途、自然条件、长度等因素。

**6.7.2**城市交通隧道防火灾设计，应符合下列规定：

**1** 同一条城市交通隧道内宜按同一时间发生一次火灾考虑。

**2** 应根据交通功能、预测交通流量、交通组成状况，确定最大火灾热释放功率，并应据此进行火灾通风排烟设计，最大火灾热释放功率可按表6.8.1的规定取值。

表6.7.2 最大火灾热释放功率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 车辆类型 | 小轿车 | 货车 | 集装箱车、长途汽车、公共汽车 | 重型车 |
| 火灾热释放功率(MW) | 3~5 | 10~15 | 20~30 | 30~100 |

**3** 城市交通隧道、地下附属设备用房、地面风井、出入口的耐火等级应为一级。地面重要设备用房、运营管理中心耐火等级不应低于二级。其他地面附属设备用房的耐火等级应为二级。

**4** 城市交通隧道内附属设备用房、管廊、专用疏散通道应与车道孔之间采取防火分隔。

**5** 城市交通隧道承重结构体的耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的规定。对隧道结构体进行防火保护，可采取喷涂防火涂料或安装防火板等防火隔热措施。

**6** 隧道内装修材料除嵌缝材料外，应采用不燃材料。

**7** 特长城市交通隧道应作防灾专项设计。

**6.7.3** 人行横通道及专用避难疏散通道应采用防火墙和常闭式甲级防火门（窗）与其他部分隔开。

**6.7.4** 车行横通道应设置耐火极限不低于3.0 h的常闭式防火卷帘。

**6.7.5** 设置在隧道行车道旁的电缆沟（检修道），其侧沿应采用不渗透液体的结构，电缆沟（检修道）顶部应高出路面不小于200mm，隧道内应设置导流设施，将发生火灾时可能流散的可燃液体有组织地排除隧道。

1. 附属设施
2. 路基与路面
	* 1. 路基路面设计应根据道路功能、类型和等级，结合沿线地形地质、水文气象及路用材料等条件，因地制宜、合理选材、节约资源。鼓励采用节能降耗、低碳环保材料，积极利用再生材料。路基路面材料应有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性。路基路面设计应满足排水要求。道路路基路面设计应与周边地块相协调，并满足防洪要求。
		2. 设计年限

城市交通隧道的沥青混凝土路面设计使用年限不应小于15年，水泥混凝土路面设计使用年限不应小于30年。

* + 1. 路基设计回弹模量、湿度状况、压实度等，应满足《城市道路工程设计规范》CJJ 37相关要求。
		2. 特殊路基，应结合当地处理经验，采用经济合理，技术先进的处理方案。
		3. 路面结构层所选用的材料应满足强度、稳定性和耐久性要求。面层材料应满足高温稳定性、低温抗裂性、抗疲劳、抗水损、耐磨、平整、抗滑、低噪音等要求。
		4. 城市交通隧道路面结构的设计指标、设计方法、材料要求、验收标准等应满足《城市道路工程设计规范》CJJ 37、《城镇道路路面设计规范》CJJ 169、《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的相关要求。
		5. 城市交通隧道无底板结构段与有底板结构段衔接处路面应设计过渡段，防止不均匀沉降。
1. 交通安全设施

**7.2.1一般规定**

**1** 隧道内交通安全和管理设施的设计应与城市规划和交通管理相协调，接线道路的设施应与隧道的交通管理相匹配，确保交通有序、安全、畅通。

**2** 隧道的交通标志、标线设计除应遵守本标准外,还应符合现行国家标准《道路交通标志和标线》GB 5768、《城市道路交通标志和标线设置规范》GB51038、《城市道路交通工程项目规范》GB55011和《城市道路交通设施设计规范》GB50688的规定。

**3** 新建交通安全设施应与现有设施协调和匹配。必要时，对现有设施进行调整和完善。

**4** 隧道交通安全设施可按隧道类别分为A、B两级分别设置，见表7.2.1。

表7.2.1 交通安全设施等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 交通安全设施等级 | 适用范围 | 交通安全设施 |
| A | 中、长、特长隧道 | 应设置系统完善的标志、标线、隔离和防护设施；中间带必须连续设置中央分隔防撞护栏和必需的防眩设施；侧墙必须连续设置防撞设施；车行道两侧应连续设置轮廓标；隧道入口应设置相应的指路、禁令标志及限高门架，入口分流三角端应有醒目的提示和防撞设施；交通监控系统应按Ⅰ级设置。 |
| B | 短隧道 | 应设置系统完善的标志、标线、隔离和防护设施；中间带必须连续设置中央分隔防撞护栏和必需的防眩设施；侧墙必须连续设置防撞设施；车行道两侧应连续设置轮廓标；隧道入口应设置相应的指路、禁令标志及限高门架，入口分流三角端应有醒目的提示和防撞设施；交通监控系统应按Ⅱ级设置。 |

 5 应急港湾停车带端头应设置防撞桶。

**7.2.2交通标志**

**1** 城市道路隧道入口前应设置交通标志，并应符合下列规定：根据交通管理需求，在入口处前应设置限速、限重、限高、限制车型、禁止停车等禁令标志；针对限高有特殊要求的城市道路隧道，入口前应连续设置3次限高警告，条件受限时，不应少于2次。各次警告之间应保持一段距离，并应能保证超高车辆及时分流，最后一次应为硬杆型的防撞门架，门架前应设置分流超高车辆的容错车道。

**2** 城市道路隧道应在下列位置设置主动发光或照明式指示标志：

**1）** 设置应急停车带时，应在应急停车带前5m设置应急停车港湾指示标志，宜采用单面显示，安装净空高度不低于2.5m；

**2）** 隧道内消火栓箱箱门应设置消防设备指示标志，宜采用双面显示，安装净空高度不低于2.5m；

**3）** 紧急电话上方应设置紧急电话指示标志，用于指示隧道内紧急电话位置，宜采用单面显示，安装净空高度不低于2.5m；

**4）** 人行横洞顶部应设置人行横洞指示标志，在隧道内发生紧急状况时指示逃生路线，设置于人行横洞前10m，宜采用单面显示，安装净空高度不低于2.5m；

**5）** 行车方向左侧车行横洞处应设置车行横洞指示标志，在隧道发生紧急状况时指示车辆改行车行横洞，设置于形成方向左侧车行横洞前10m，宜采用单面显示，安装净空高度不低于2.5m。

**6）** 疏散指示标志用于指示该点与洞口、人行横洞、车行横洞的距离与方向，在隧道发生紧急情况时，指示行人、车辆迅速离开。设置于隧道侧墙上，疏散标志宜采用电光标志，照明方式为内部照明，单面显示，安装净空高度不小于2m，间距不大于20m。

**7）**隧道船槽段入口每个车道宜设置交通指示灯，可以根据隧道运行情况，调控提示通行、禁行指示。

**3** 城市道路隧道线形变化较大路段处,应设置引导行驶方向的线形诱导标志,每处设置数量不应小于3块，诱导标志宜采用主动发光式标志。

**4** 涉水标志

**1）** 积水警示牌。隧道内积水漫延至隧道车辆进入方向所在位置对应墙面设置安装“积水警示牌”，提示隧道内积水深度。

**2）** 水位标尺。隧道内最低点车辆进入方向右侧墙面上设置水位标尺，显示积水深度。

**5** 当城市道路隧道内部空间受限时，交通标志尺寸和位置可根据隧道内空间状况适当缩减和调整，但应符合国家现行有关标准的规定，并不得侵入隧道建筑限界。

**7.2.3交通标线**

**1** 隧道内标线应包括道路标线、轮廓标、诱导标以及突起路标等。

**2** 道路标线设计应按照现行国家标准《道路交通标志和标线》GB 5768执行。标线应根据相应道路等级设置车行道分界线、车行道边缘线、出入口标线、导流线等；隧道洞口内及洞口外50m～100m范围内宜设置实线车道分界线，禁止超车。其余段落需结合隧道内港湾停车区域、分合流等情况保证交通组织安全的情况下合理设计交通标线。标线涂料宜采用环保、防滑的反光涂料。

**3** 下穿隧道入口船槽段宜设置减速标线。

**4** 积水禁行线。隧道内积水漫延至车辆进入方向所在位置对应地面施划“积水禁行线”，提示隧道内积水深度、禁止进入。

5 下穿隧道框架段宜设置震荡标线，船槽段宜设置纵向减速标线。

1. 消防给水和灭火设施
	* 1. 除四类隧道、供人员或通非机动车辆通行的三类城市交通隧道可不设置消防给水系统外，城市交通隧道应设置室内外消火栓系统。一类、二类隧道及三类中长度＞1000m的隧道宜设置水喷雾、泡沫-水喷雾联用、低压细水雾等自动灭火系统。
		2. 消防水源宜优先选用市政给水管网水源。当城市供水管网的水量、水压不能满足消防用水量、水压要求时，应设置消防泵房和消防水池。
		3. 消防给水系统的设置应符合《建筑设计防火规范》GB50016、《消防给水及消火栓系统技术规定》GB50974、《消防设施通用规范》GB55036及《建筑防火通用规范》GB55037的相关规定。
		4. 城市交通隧道内室内消火栓设计流量不应小于表7.3.1的规定。

表7.3.1城市交通隧道内室内消火栓设计流量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 用途 | 类别 | 长度（m） | 设计流量（L/s） |
| 可通行危险化学品等机动车 | 一、二 | L＞500 | 20 |
| 仅限通行非危险化学品等机动车 | 一、二、三 | L≥1000 |
| 三、四 | L＜1000 | 10 |
| 可通行危险化学品等机动车 | 三 | L≤500 |

* + 1. 城市交通隧道洞口外室外消火栓设计流量不应小于表7.3.2的规定。

表7.3.2城市交通隧道内室外消火栓设计流量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 用途 | 类别 | 长度（m） | 设计流量（L/s） |
| 可通行危险化学品等机动车 | 一、二、三 | L＞500 | 30 |
| 仅限通行非危险化学品等机动车 | 一、二、三 | L≥1000 |
| 三、四 | L＜1000 | 20 |
| 可通行危险化学品等机动车 | 三 | L≤500 |

* + 1. 城市交通隧道消防给水可采用常高压或临时高压给水系统。
		2. 常高压消防给水系统应设置重力供水消防水池，其设置高程应满足隧道内最不利点消火栓灭火时的压力要求。
		3. 临时高压消防给水系统的设置应符合《消防给水及消火栓系统技术规定》GB50974的相关规定。
		4. 城市交通隧道消防给水系统应采取防超压措施，如采用减压稳压消火栓、减压阀、减压孔板等措施。
		5. 消防水泵房和消防水池的设置应符合《消防给水及消火栓系统技术规定》GB50974的相关规定。
		6. 水喷雾灭火系统、泡沫-水喷雾联用灭火系统、低压细水雾灭火系统等的设计应执行现行国家、行业、地方标准。国家、行业、地方标准尚未作出规定的灭火设施的使用、设计，应按照现行消防法律法规的要求组织专家论证。
		7. 消火栓设计应符合下列规定

1 消火栓应成组安装在消防箱内，消防箱宜固定安装在隧道沿行车方向的右侧，单洞双向通行隧道可按单侧布设。

2 单洞双车道公路隧道消火栓间距不应大于50m，单洞三车道、四车道公路隧道消火栓间距不应大于40m。

3 消火栓栓口离地面或操作基面高度宜为1.1m，其出水方向宜与设置消火栓的墙面成90°角，栓口与消防箱内边缘的距离不应影响消防水带的连接。

4 消火栓的水枪允实水柱长度不应小于10.0m。消火栓栓口处的出水压力大于0.50MPa时，应设置减压设施。

5 在隧道出入口处应设置消防水泵接合器和室外消火栓。

6 当消火栓系统压力由消防水泵直供时，每个消火栓处应设置直接启动消防水泵的按钮。

7 隧道内室内试验消火栓宜设置在水力最不利处，且应靠近出入口。

8 消防箱门上应注明“消火栓”字样。

* + 1. 灭火器的设置应符合下列规定：

1 通行机动车的一、二类隧道和通行机动车并设置3条及以上车道的三类隧道，在隧道两侧均应设置灭火器，每个设置点不应少于4具；

2 在隧道一侧设置灭火器，设置点的间距不应大于50 m；在隧道两侧设置灭火器，单侧设置点的间距不应大于40 m；

3 隧道内灭火器宜选用磷酸铵盐干粉手提式灭火器，灭火剂充装量不应小于5kg且不应大于8kg；

4 灭火器应成组设置在灭火器箱内，一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于2具，每个设置点的灭火器数量不宜多于5具。灭火器箱门上应注明“灭火器”字样。

* + 1. 消防给水管网的设置应符合《消防给水及消火栓系统技术规定》GB50974-2014的相关规定**。**
		2. 城市交通隧道出入口等市政公用设施处，应设置市政消火栓。
1. 通风
	* 1. 隧道内通风设计应符合下列规定：

**1** 隧道通风应主要对烟尘、一氧化碳和空气中的异味进行稀释。

**2** 隧道通风设计时应根据道路等级、隧道长度、设计速度、设计交通量、车道数、车种构成、有害气体排放量、环保要求、平纵线形、地理条件、特长隧道的温升等因素，进行技术经济综合分析，确定合理的通风方案。

**3** 隧道通风设计应分别针对正常交通工况和火灾、交通阻滞等异常交通工况进行系统设计，并应提出相应的通风设施运行方案。

**4** 短离隧道宜采用自然通风方式。

* + 1. 隧道通风系统日常运营时隧道内的一氧化碳（CO)、烟雾等污染物浓度应满足卫生标准和行车安全要求，并符合下列规定：

**1** 当采用纵向通风时，CO设计浓度应符合表7.4.2-1的规定；当采用全横向通风和半横向通风时，CO设计浓度可比表中规定值降低50cm3/m3。

表7.4.2-1 CO设计浓度δCO

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 交通状况 | 隧道长度 | δCO设计浓度（cm3/m3） |
| 正常交通 | ≤1000m | 150 |
| ＞3000m | 100 |
| 交通阻滞（车速≤30km/h） | —— | 150 |

注：隧道长度为1000m<L≤3000m时，可按线性内插法取值。

**2** 人车混合通行的隧道，洞内CO设计浓度不应大于70cm3/m3。

**3** 当采用LED灯、荧光灯光源时，烟雾浓雾应符合表7.4.2-2的规定；当采用钠灯光源时，烟雾浓雾应降低一级。

表7.4.2-2 烟雾设计浓度K（LED灯、荧光灯光源）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设计速度（km/h） | 80 | 60 | 40 |
| 烟雾设计浓度K（m-1） | 0.0060 | 0.0070 | 0.0075 |

**4** 隧道空间不间断换气次数宜为3次/h～5次/h。当采用纵向通风时，换气风速不应低于2.5m/s。

* + 1. 隧道通风系统应满足洞口、集中排风井等污染空气排放处的环境保护要求。长隧道的左右洞相邻洞口间宜采取措施避免污染空气窜流；当不可避免污染空气窜流时，通风设计应考虑窜流带来的影响。
		2. 隧道通风设计风速符合下列规定：

**1** 单向交通隧道的设计风速不应大于8m/s；双向交通隧道的设计风速下应大于6m/s；行人与车辆混合通行的隧道设计风速不应大于5m/s。

**2** 隧道通风系统的排风口设计风速不宜大于8m/s；排烟口设计风速不宜大于10m/s；纵向式通风的顶部送风口设计风速宜为25～30m/s，送风方向应与隧道轴向一致。

**3** 排烟道内的设计风速不宜大于15m/s。

* + 1. 隧道排烟设计符合下列规定：

**1** 隧道火灾排烟系统宜与正常运营通风系统合用。

**2** 隧道排烟宜按一座隧道全线同一时间内发生1次火灭设计。

**3** 应根据交通功能、预测交通流量、交通组成状况，确定最大火灾热释放功率，并应据此进行火灾通风排烟设计，最大火灾热释放功率可按表7.4.5取值。

表7.4.5 隧道火灾最大热释放功率(MW)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 车辆类型 | 小轿车 | 货车 | 集装箱车、长途汽车、公共汽车 | 重型车 |
| 火灾热释放功率（MW） | 3～5 | 10～15 | 20～30 | 30～100 |

**4** 发生火灾时火灾点下游的横通道防火门应保持关闭状态。

* + 1. 隧道风机设计符合下列规定：

**1** 射流风机应具有消声装置；电机防护等级不应低于IP55，绝缘等级不应低于F级。

**2** 支撑射流风机的结构承载能力应不小于风机实际静荷载的15倍，风机安装前应做支撑结构的荷载试验。

**3** 火灾排烟轴流风机的电机防护等级不应低于IP55，绝缘等级不应低于F级；其他轴流风机的绝缘等级不应低于H级。

**4** 轴流风机宜并联设置，且风机型号和性能参数应相同。

**5** 隧道排烟风机在250℃环境条件下连续正常运行时间不应小于60min；排烟风机消声器应在250℃的烟气中保持性能稳定。

* + 1. 设置机械运行通风系统的隧道，应设置通风环境监测设施和通风控制设施，根据通风方式、工况要求，合理确定通风控制方案，并符合下列规定：

**1** 通风环境检测设施设置的数量不宜低于表7.4.7-1的规定。

表7.4.7-1 通风环境检测设施配置数量表（每一个通风分段）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 通风方式 | CO检测器（套） | 能见度检测器（套） | 风速风向检测器（套） | NO2检测器（套） |
| 纵向通风 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 全横向通风 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 半横向通风 | 1 | 2 | 1 | 1 |

**2** 通风环境检测设施的设置应在下列原则确定：

1）能见度、CO、NO2检测器宜设置在隧道侧壁。

2）采用全射流方式时，通风环境检测设施宜设置在两组风机的纵向中间部位。

3）风速检测器的设置位置里洞口的距离不应小于隧道断面当量直径的10倍。

**3** 通风环境检测设施应能满足洞内外长期工作的需要。测量范围和精度不应低于表7.4.7-2的技术要求。

表7.4.7-2 通风环境检测设施技术要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备 | 测量范围 | 最大允许误差 |
| 能见度检测器 | 25～1000m | ±10%示值 |
| CO检测器 | 0～250cm3/m3 | ±2cm3/m3 |
| 风速风向检测器 | 0～30m/s | ±0.2m/s |
| NO2检测器 | 0～10cm3/m3 | ±5%示值 |

**4** 采用机械通风的隧道风机均应具备手动控制功能。

**5** 自动控制可采用下列三种控制方法之一或组合：

1）检测隧道能见度、NO2浓度、CO浓度和风速风向，控制风机运转。

2）根据检测的交通量数据，实时了解隧道内的交通量、行车速度、车辆构成等，通过交通流状况分析并计算出车辆排放量，控制风机运转。

3）按时间区间预先编制程序控制风机运转。

**6** 通风控制应满足下列要求：

1）电机不应频繁启闭造成喘振。

2）应首先启动累计运行时间最短的风机。

3）每台风机应间隔启动，启动时间间隔不宜小于30s。

**7** 通风区域控制单元应具有环境数据检测处理、控制风机运转、运转状态检测、记录、故障自诊断功能。

1. 给排水

**7.5.1一般规定**

1 给水设计应贯彻综合利用、节约用水的原则。

2 排水宜采用高水高排、低水低排且互不连通的系统。

3 隧道排水系统设计宜采取数学模型进行内涝校核。

4 给排水管道不宜穿越结构变形缝。当须穿越时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置。

5 给排水设备的选型应遵循技术先进、工艺成熟、安全可靠、经济适用的原则，规格宜统一。

6 金属给排水管道及配件应进行防腐处理。

**7.5.2给水设计**

1 给水系统的选择应符合下列规定：

1. 给水水源应采用城市给水管网供水。
2. 应满足各项用水对水量、水质、水压的要求。
3. 结冻地区的给水、消防管道应有防冻措施。

2 给水系统的布置应符合下列规定：

1. 隧道给水宜从市政给水管道接入，独立设置水表井后引入隧道。
2. 隧道内的给水管道应设支架固定，并应设置补偿管道伸缩变形的装置。
3. 隧道给水管道应设检修闸阀。
4. 冻土地区的隧道消防给水管道及消火栓等消防设施应采取防冻措施。
5. 给水管道宜采用钢管或钢塑复合管。

**7.5.3排水设计**

1 设计标准

1. 隧道船槽段的雨水设计流量按下式计算：

Q=qΨF

式中：Q——雨水设计流量（L/s）

q——设计暴雨强度（L/(hm2.s)）

Ψ——综合径流系数，取1.0

F——汇水面积（hm2）

1. 暴雨设计重现期P不低于30~50年，坡面集水时间t可按下式计算。

$$t=1.445(\frac{nL}{\sqrt{i}})^{0.467}$$

式中：t——坡面集水时间（min）

 n——地面粗糙度系数，取0.013

L——坡面的长度（m）

i——坡面的坡度（以小数计）

2 汇水面积

1. 隧道的雨水汇水面积F应包含船槽的正投影面积、船槽侧墙面积的1/2、雨水可随隧道纵坡汇入的地面道路衔接段的面积。
2. 应采取措施，封闭隧道的汇水范围，避免客水汇入。

3 收水管沟

1. 隧道与地面道路交接处设置高出周边路面不小于500mm的驼峰。隧道内拦截雨水的横截沟不宜少于2道。
2. 横截沟应考虑防跳起构造设计，宜采用盖板和盖座整体浇筑的一体化结构排水沟。横截沟设置应考虑便于清淤和沉泥。
3. 隧道内应设置纵向排水边沟，且边沟应设置为通沟并配置承重能力强的铸铁雨篦子，坡度应与隧道纵坡一致。

4 泵站

1. 泵房集水池的有效容积不应小于最大一台泵5min的出水量，有条件地区可适当增大集水池的有效容积。
2. 泵房集水池的布置应满足水泵的安装、检修和运行要求。
3. 泵房内应设置备用泵，且水泵总数不宜少于3台。
4. 泵坑应设置桁吊和车行检修通道，便于水泵起吊检修。
5. 水泵控制柜及变配电设施的设置应有一定的安全高度，以防止被淹。

5 出水管道

1. 新建城市交通隧道有条件时应设置独立的排水系统，出水口必须可靠。
2. 出水管道宜采用压力管，确保出水管的管内底高程高于排放河道的设计洪水位，并宜在管道出口采取防倒灌措施；
3. 当没有条件设置独立排水系统时，受纳排水系统应能满足所在区域排水设计流量要求。
4. 出水管道宜采用钢管或球墨铸铁管。
5. 供电与照明
	* 1. 城市交通隧道电力负荷分级应符合下列规定：

**1**一级负荷一一应急照明、隧道基本照明、监控与报警、排烟风机及相关风阀、消防水泵、变电所自用电等负荷，其中应急照明、监控与报警、变电所自用电为特级负荷；

**2** 二级负荷一一隧道设备机房及管理用房内的照明、风机、电梯等负荷；

**3** 三级负荷一一停电后不影响隧道正常运行的负荷，如广告照明、空调设备、隧道检修电源等。

* + 1. 城市交通隧道变电所设计应符合下列规定：

**1**一类城市交通隧道宜采用中压供电；

**2**变电所宜靠近用电负荷中心，宜与周边建构筑物合建；

**3**变电所独立设置时，不应设置在地势低洼和可能积水的场所；

**4**变电所宜采用低压侧集中自动无功补偿，补偿后的功率因数不应小于0.9。

* + 1. 城市交通隧道供电设计应符合下列规定：

**1** 隧道内供电线路应采用无卤低烟B级阻燃型电缆，火灾时需保证供电的线路应采用无卤低烟B级阻燃耐火型电缆；

**2** 隧道低压配电带电导体系统的型式宜采用三相四线制或单相两线制；

**3** 隧道低压配电系统接地型式宜采用TN-S系统，综合接地电阻不应大于1Ω；

**4** 隧道内宜设置供维修和养护作业用的配电回路，回路末端应设置剩余电流动作保护电器；

**5** 隧道内设置的配电箱防护等级不应低于IP55。

* + 1. 城市交通隧道照明设计应符合下列规定：

**1**隧道照明设计应纳入城市交通隧道总体设计，并综合考虑工程环境条件、交通状况、通风方式、供电条件、运行维护等因素；

**2**城市交通隧道照明应由船槽段照明、入口段照明、过渡段照明、中间段照明、出口段照明、应急照明组成；

**3** 城市交通隧道照明标准应满足现行国家标准、行业标准及地方标准的相关要求。

* + 1. 城市交通隧道照明控制应符合下列规定：

**1** 城市交通隧道照明控制应采用自动控制与手动控制相结合的方式；

**2** 城市交通隧道照明控制应根据洞外（内）亮度、时间、交通量等因素制定运营管理方案。

* + 1. 城市交通隧道照明灯具应符合下列规定：

**1** 隧道照明宜选用LED等节能型灯具，灯具应符合现行国家标准《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB 7000.1、《灯具 第2-3部分：特殊要求 道路与街路照明灯具》GB 7000.203的有关规定；

**2** 隧道灯具防护等级不应低于IP65；

**3** 隧道照明灯具应满足盐雾试验1000小时要求。

1. 监控

**7.7.1隧道火灾探测**

一、二、三类隧道应设置火灾自动报警系统，通行机动车的四类隧道宜设置火灾自动报警系统。

**1** 隧道火灾探测与灭火基本规定

**1）**城市交通隧道（以下简称隧道）火灾探测设施应包括手动报警按钮、火灾声光报警器、火灾自动探测器、火灾报警控制器、数据传输安全单元、火灾报警系统图形显示装置等。

**2）**隧道内火灾自动探测系统应同时采用线型光纤感温火灾探测器和图像型火灾探测器（或点型红外火焰探测器）。

**3）**单洞双向隧道应按车行方向各自设置手动报警按钮、火灾声光报警器、火灾自动探测器。

**4）**隧道内设置的火灾探测报警设施防护等级不应低于IP65。

**5）**隧道运营管理附属建筑报警设施应按现行《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116确定。

**2 隧道火灾探测报警设施**

隧道内火灾探测报警系统的设计应与供配电、交通监控、中央控制系统、自动灭火系统、机械防排烟系统等各系统协调配合，同时符合下列规定：

**1）手动报警按钮**

1. 隧道内手动报警按钮设置间距不应大于50m。
2. 手动报警按钮安装高度距检修通道高1.3～1.5m。且应有明显的标志。
3. 隧道内手动报警按钮应设置专用防护盒，防护等级不应低于IP65。

**2）火灾声光报警器**

1. 隧道内火灾声光报警器应与手动报警按钮同址设置；安装高度不宜小于2.2m。
2. 在隧道入口处前方50～200m处设置洞外火灾声光报警器，用于提醒隧道外车辆隧道内发生火灾。
3. 火灾声光报警器分贝不应小于65dB；在环境噪声大于65dB的环境下，其声压级应比环境噪声高不小 于15dB。
4. 隧道内声光报警器应设置专用防护盒，防护等级不应低于IP65。

**3）火灾自动探测系统**

隧道内火灾探测器应同时采用线型光纤感温火灾探测器和图像型火灾探测器（或点型红外火焰探测器）。

1. 线型光纤感温火灾探测器应离隧道顶部100～200mm沿车道进行铺设；每根线型感温火灾探测器保护的车道数量不应超过2条。
2. 线型光纤感温火灾探测器定位分区不应大于报警分区长度；应具有差、定温报警功能，报警响应时间不应大于60S。
3. 单洞单向车道少于四车道时，图像型火灾探测器宜设置在隧道侧壁，不应超过隧道限界。。
4. 单洞单向车道为四车道及以上时，图像型火灾探测器宜设置在隧中线上方，不应超过隧道限界。
5. 图像型火灾探测器应具有火焰、烟雾探测功能。
6. 图像型火灾探测器空间分布距离不宜大于100m，应实现隧道全程无盲区覆盖，报警响应时间不应大于20S。
7. 单洞单向车道少于四车道时，点型红外火焰探测器宜单侧设置；单洞单向车道为四车道及以上时，点型红外火焰探测器应双侧交错设置。
8. 点型红外探测器应设置在隧道侧壁，空间分布距离不宜大于50m，应与手动报警按钮同址设置。报警响应时间不应大于30s。

**4）火灾报警控制器**

火灾报警控制器的设计应满足《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116相关要求。

**5）数据传输安全单元**

火灾报警系统数据信息应具有完整性、可靠性、准确性、保密性、可用性、真实性。数据传输安全单元应符合下列要求：

1. 具备数据传输验证和加密功能，与上位机软件之间实现验证及加密传输，防止非法连接。
2. 具有校时功能。可以对火灾报警控制器进行校时。
3. 具有二次读取功能。在网络故障或软件故障恢复后，能够再次读取报警控制器中当前存在的所有安全灾害及故障数据，确保信息可靠，无信息遗漏。
4. 具有握手功能，确保连接可靠，数据不丢失。

**6）隧道火灾安全管理软件**

1. 隧道火灾安全管理软件应具备对火警（故障）信息通过浮窗或弹窗等方式进行优先显示、提示、通知等功能，显示内容应包括设备名称、位置、报警类型等信息。
2. 隧道火灾管理软件应具备以列表形式显示设备报警、故障等瞬间功能，显示设备名称、编号、位置、类别、事件类型等内容。
3. 隧道火灾应具备对事件进行记录、分发或推送功能。

**7.7.2灭火设施**

隧道内应设置相应的灭火设施，除满足本规范第“7.3 消防”相应条款外，应还满足以下要求：

1. 灭火系统的控制应有远程控制、本地控制、火灾报警联动控制器控制三种控制方式，联动控制应满足国家相关规范的要求。
2. 一类、二类隧道宜设置水喷雾灭火系统或泡沫-水喷雾联用灭火系统、低压细水雾灭火系统、高压细水雾灭火系统。
3. 灭火系统的状态应在监控中心软件上进行显示。

**7.7.3电源及接地**

**1**火灾探测报警系统电力负荷应为1级。应设有消防应急电源，消防设备应急电源输出功率应大于火灾自动报警及联动控制系统全负荷功率的120%，消防应急电源的容量应保证，火灾自动报警及联动控制系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续工作3h以上。

**2**消防用电设备应采用专用的供电回路，当非消防用电被切断时，应仍能保证消防用电。其配电设备应设有明显际志。

**4**火灾报警系统应可靠接地，使用专用接地装置时，接地电阻不应大于1Ω；使用共用接地装置时，接地电阻不应大于4Ω。

**5**火灾探测报警系统供电线线缆、控制线缆应选用耐火铜芯电缆；信号总线应选用阻燃或阻燃耐火屏蔽铜芯电缆。

**6**当采用阻燃或耐火电缆并敷设在电缆井、沟内时，应采用金属导管或采用封闭式金属槽盒保护；当采用矿物绝缘类不燃性电缆时，可直接明敷。

**7**隧道内外电缆铺设应遵循强电电缆与弱电电缆分离原则，合理布置电缆分层及交叉位置。

**8**隧道地面出入口外交通干道上50m内应设置可变信息板或其他交通指示标志。当隧道发生火灾时，提示外部车辆禁止驶入，并能对周围车辆和行人进行有效地疏导，便于隧道内车辆及行人的顺利疏散。

1. 智慧设施

**7.8.1运行监测系统**

1城市隧道内、外及附属管理建筑应设置视频监控系统，应能清楚地监视洞口区域的全貌和交通状况，全程连续监视隧道内车辆运行情况和异常情况。

2视频监控系统宜与火灾报警系统、紧急电话系统、环境检测等系统形成联动，能快速准确的显示异常事件点的视频。

3交通监测设施应具备检测隧道内交通信息、车辆运行状况、车道拥堵指数，监视隧道交通运营状态的功能。应使管理者能及时掌握交通信息，有效地管理交通，通过隧道外的可变信息标志进行信息发布，提醒交通参与者。

4应将安装在现场的火灾探测系统、CO/VI检测、风速风向检测、光强监测等感知设备，通过数据网络，将各设备的采集到的现场实时数据在管理中心进行实时显示。同时对感知设备运作状态实时反馈，形成对感知设备、监测空间进行完整的数字化监测。

**7.8.2智慧管控系统**

1车辆检测、环境检测、视频监视、报警、紧急呼叫等系统应能实时将采集的数据以及自身工作状态传输至管理中心并显示，同时可远程对车道信号灯、可变标志等系统控制发布信息。

2通过光强监测系统采集的实时数据可调整照明系统，保障隧道内的光照度。

3通过CO/VI检测系统采集的实时数据可控制通风系统，保障隧道内空气质量。

**7.8.3全域安全应急管理系统**

1城市交通隧道应在一类、二类隧道及三类中长度＞1000m的隧道设置独立的全域安全应急管理系统；系统宜采用数字孪生系统通过3D建模及视频融合的方式展示隧道安全场景及相关消息。留有与云平台对接接口，提供设备故障信息、知识库、系统维护等功能。

2全域安全应急管理系统应具备实时显示相关系统及设备设施的位置信息、运行状态，系统实时数据分析、故障信息及故障排除建议、风险信息实时提醒。可实时调用并显示监控视频。发生火警或事故时，宜提示最优逃生路径。

3各系统应采用统一校时系统。

4宜显示实时隧道内车辆数以及分布情况

5宜显示实时隧道内的温度信息。

6应具有联动远程控制功能，设置应急预案。

**7.8.4智慧管养系统**

1城市交通隧道的各感知层系统的历史数据应保存至少2年（视频监控数据除外），应形成统计表格或柱状图。

2各系统应具备对自身系统的使用时间、异常事件类型、异常事件频次等进行分类别统计，同时应具有自身系统故障预判断能力。

1. 景观与装饰

**7.9.1景观设计**

1 隧道口整体景观、色彩等设计应与区域环境统一协调，宜简洁大方美观。

2 隧道名称标识应醒目清晰无遮挡，设计高度和角度便于观察识别。

3 隧道洞口两侧及顶部栏杆应统一设计，同时具备防撞功能。

4、风塔、栏杆等隧道附属设施设计色彩等应统筹考虑。

5 隧道洞口顶部绿化植被宜采用耐养护的灌木或小乔木，绿化植被的种植应确保不对隧道行车视线造成干扰。

6隧道船槽段不宜设置乔木，绿化应低矮整形，充分考虑车行视线确保行车安全。

**7.9.2装饰材料**

1隧道内装饰材料应具有强度高、耐腐蚀、易清洗、防火、防冲击和环保要求。

2 隧道侧墙装饰材料应达到国家A1级防火标准，同时环保美观，高温不释放有毒气体。

3 隧道侧墙装饰材料其表面反射率应达到70%以上，且无镜面反射。

4 隧道装饰材料最好有一定吸音功能考虑，减弱对两侧市民噪音干扰。

**7.9.3装饰设计**

1 隧道内色彩排布应简洁大气、规则整体，与灯光排布协同一致。

2隧道侧墙装饰设计应接缝少，线条分明，施工快捷，便于更换。

3隧道侧墙装饰宜采用浅色调，可有变化，顶部宜采用深色调与相关设施管线相融合。

4隧道内装饰设计不宜采用图画或标识标语等分散驾驶员注意力。

5对隧道洞口改造装饰构筑物应确保原主体结构安全，同时与区域环境协调。

1. 环境保护

**7.10.1一般规定**

**1** 环境保护设计应符合城市规划及环境保护政策、法规，遵循预防为主、防治结合、综合治理的原则。

**2** 环境保护设计应以现行国家及四川省相关法规、标准和规范为依据，执行工程环境影响评价结论及相应审批意见。

**3** 环境保护设计应包含以下内容：

**1）** 动力设备的减振、降噪。

**2）** 隧道覆盖段及敞开段的声学处理。

**3）** 隧道污染空气排放、控制。

**4）** 隧道的生产废水处理等。

**4** 环境保护设施应与主体工程同时设计，并与主体工程同时施工、同步投入使用。

**5** 环境保护设计应注重环境保护和资源节约，应在满足安全、经济、可靠的原则下，体现节能环保，宜选用高效、低能耗的设备系统，对通风、照明等能耗大的设备应采取全面的节能设计。

**6** 环境保护设计应满足预测控制年度的要求，可分期实施。主体部位或不易改、扩建的土建工程应一次实施到位。

**7** 环境保护设施应采用清洁生产工艺和技术，严禁使用对环境产生污染的设备与材料。

**8** 隧道洞口、风井选址应避让环境敏感点。

**7.10.2 噪音污染防治**

**1** 新建隧道应进行周边声环境预测，并在船槽段两侧增加吸隔音措施。当隧道内通行行人与非机动车或设置有检修通道时，尚应进行隧道内噪声预测。

**2** 噪声预测应采用理论公式计算或声学软件数值模拟，复杂项目应采用声学软件数值模拟。

**4** 隧道噪声控制设计应以噪声预测或实测结果为基础，根据隧道周边声环境及隧道内的声环境确定降噪量。

**5** 隧道周边声环境质量及隧道内声环境质量应满足项目竣工环境保护验收条件。

**6** 隧道内噪声测量点位应选择隧道暗埋段中部位置，距车行道外边线20cm，高度为1.2~1.5m处。以20min的等效A声级Leq,tin作为隧道内噪声大小的评价量。

**7** 噪声敏感目标测点选择应在噪声敏感目标户外，距墙壁或窗户1m处，距地面高度1.2m以上。对敏感目标的环境噪声监测应在周围环境噪声源正常工作条件下测量，视噪声源的运行工况，分昼、夜两个时段连续进行，昼、夜各测量不低于平均运行密度的20min等效声级Leq,tout(nst)。当夜间存在突发噪声时，应同时检测测量时段内的最大声级Leq,tout(nst)，burst。隧道外噪声敏感建筑物环境噪声水平应依据《声环境质量标准》GB 3093 以Leq,tout(nst)和Leq,tout(nst)，burst为依据进行评价。

**8** 隧道周边声环境根据声环境质量标准级隧道运营引起的敏感目标噪声级增量按表7.10.2.1分类。

表7.10.2.1 城市隧道周边声环境分类

|  |  |
| --- | --- |
| 分类 | 隧道周边声环境[dB(A)] |
| A1类 | Leq,tout(nst)≥[L]且△Lt(nst) ≥2 |
| A2类 | Leq,tout(nst)≥[L]且△Lt(nst) < 2 |
| A3类 | Leq,tout(nst) < [L] |

**9** 对通行非机动车及行人或设检修通道的城市隧道，隧道内声环境根据隧道内最大噪声级按表7.10.2.2分类。

表7.10.2.2 隧道内声环境等级划分

|  |  |
| --- | --- |
| 分类 | 隧道内声环境[dB(A)] |
| B1类 | Leq,tin≥85 |
| B2类 | 80≤Leq,tin < 85 |
| B3类 | Leq,tin < 80 |

**10** A类隧道应根据分类采取相应噪声控制措施，并符合下列规定：

**1** A1、B1类隧道应对隧道进行噪声控制。

**2** A2、B2类隧道宜对隧道进行噪声控制。

**3** A3、B3类隧道可不进行隧道噪声控制。

**12** 隧道噪声控制选用的材料（结构）应满足下列要求：

**1** 应满足通风、照明、装饰及耐久性要求。

**2** 应满足防火、防水、防霉、防潮、防蛀、防腐、防烟雾、防尘、防紫外线等隧道环境使用要求。

**3** 应满足结构刚度要求且具备足够抗疲劳韧性要求。

**4** 应满足环保要求，无二次污染，且对人和动物无害。

**5** 应满足使用运营期间的更换、清洗等要求。

**6** 应满足其他相关的质量标准和技术要求。

**13** 吸声材料（结构）及吸声涂层的吸声特性应与噪声源的频率特性相对应。吸声材料宜选用具有适当孔径、孔隙率且空洞开放、相互连通的多孔和纤维类吸声材料。吸声结构宜采用穿孔、微穿孔等共振类吸声结构、复合吸声结构及空间吸声体等。吸声涂层在隧道顶面使用时，应同时具备防火功能。

**14** 吸声材料宜选用宽频吸声材料（结构）和中低频范围吸声性能突出的材料（结构）。隧道所用宽频吸声材料或结构在125~4000Hz频率范围内的6个倍频中心频率的平均吸声系数不应小于0.7；以中低频为主的吸声材料在125~1000Hz频率范围内的4个倍频程中心频率的吸声系数均不应小于0.6。吸声涂层的喷涂材料的平均吸声系数不应小于0.45。

**15** 吸声板与隧道结构面间距宜为150~350mm。

**17** 隧道口隔声设计应根据隧道断面形式、交通噪声的频谱特征、传播形式及其与噪声敏感点的位置关系确定，可采用声屏障、隔声墙、全封闭式声屏障，优先选用吸声、隔声一体的声学构件。

**18** 隧道口应采取措施消除“喇叭口”效应，充分考虑其长距离传播特性，不得在隧道远端产生新的噪声敏感点。

**19** 特长、长、中隧道及光学长隧道洞口宜采用兼顾减光及降噪要求的声光过渡结构。

**20** 双向行车的隧道出入口，应在中央分隔带设双侧吸声式声屏障，顶部应安装防绕射装置。

**21** 隧道路面宜采用低噪声路面，优先选用沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA），条件允许下采用大空隙开级配排水式沥青磨耗层（OGFC）。低噪音路面应满足《公路沥青路面设计规范》JTG D50、《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的相关规定。

**22** 隧道通风井位置应避让噪声敏感建筑，与噪声敏感建筑的防护距离不宜小于10m，且风口应背向噪声敏感建筑。

**23** 隧道设备噪声防治应符合下列规定:

**1）** 隧道各种设备传至行车道内的噪声不应高于85dB(A)。

**2）** 隧道管理用房的环境等效声级不应高于60 dB(A)。

**3）** 产生噪声污染的动力设备宜设于专用机房内。

**4）** 通风系统应选用低噪声设备，必要时分别在风机的进风口和出风口设置消声器。

**5）** 风机、水泵等动力设备宜在设备机座或基础下设置隔振垫或减振器等，并在与设备直接连接的进出管道上设置柔性接头。

**7.10.3 大气污染防治**

**1** 当隧道出洞口污染空气排放对周围敏感建筑大气环境有显著影响，且不满足环境影响报告书的评价要求时，应采取相应措施，并符合本标准7.10.3.2条的要求。

**2** 隧道长度大于1km时，通风设计应考虑污染空气排放对周围环境的影响，且应满足下列要求：

**1）** 隧道洞口的允许排放量和排放方案应满足环境影响报告书的要求。

**2）** 污染空气排放宜采用高风井集中排放，当实施困难时可采用机械式分散排放或污染空气净化方式。

**3** 隧道主线洞口距环境敏感保护建筑的防护距离宜大于20m，隧道集中排风塔高度宜高于周围200m半径范围内的最高建筑。

**7.10.4 水污染防治**

**1** 水污染防治设计应符合《中华人民共和国水污染防治法》及现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 和现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962的规定。

**2** 隧道污、废水应优先排入市政污水管网，当隧道附近无污水排水系统时，应对污、废水进行处理，在符合本标准第7.10.4.1条的规定后（上一条），方可排入水源保护水域以外的水体、市政雨水管道或合流污水管道。

1. 施工与验收

**8.1 一般规定**

**8.1.1**城市交通隧道施工应建立质量和安全保证体系，制订三检制、材料进场检验制、工序报验制、材料见证取样送检制等质量管理责任制度。

**8.1.2**城市交通隧道施工应制订防尘、防烟、降噪及防止施工废弃物污染环境等保护自然和社会环境的方案。

**8.1.3**施工前应开展设计交底和图纸会审，掌握设计意图与要求。设计变更应按照程序报审，通过后方可实施。严禁违反设计文件，变动结构主体或重要使用功能。

**8.1.4**应根据工程所处位置的水文地质情况以及社会环境，编制合理、有针对性的编制施工组织设计及专项施工方案，并开展分级技术交底，确保工程质量和安全。

**8.1.5**冬、雨期以及高温期间施工应合理安排施工计划，并制定相应质量安全保证措施。

**8.1.6**城市交通隧道工程竣工验收合格后，方可投入使用。

**8.2 施工准备**

**8.2.1** 在施工界域以及影响区域内，应进行现场踏勘，编制监测、加固、防护、隔离、迁改、拆除专项方案并开展二三级技术交底。

**8.2.2** 应进行施工图设计技术交底和图纸会审，并配齐施工验收技术规范、图集等相关资料。

**8.2.**3 应编制实施性施工组织设计，涉及危险性较大分部分项工程的应编制专项方案，超过一定规模的危险性较大的分部分项工程专项方案应组织专家论证。

**8.2.**4 应编制合理有效的检验检测清单，检测单位或试验机构应具备检测资质。

**8.2.5** 施工场地和临时工程应符合下列要求：

1 施工打围区域应根据工程规模及周边环境合理设置，并通过建设主管部门、交通主管部门和城市管理部门审批。

2 应根据设计内容和施工组织实施必要的临时工程，并满足安全和环保要求。

**8.3 测量控制**

**8.3.1** 应建立测量控制网。施工过程中，应采取有效保护措施对测量控制点进行保护，并定期进行符合、校正。

**8.3.2** 测量仪器应定期复检并取得校验证书。

**8.4 临时交通安全工程**

**8.4.1** 应根据设计内容和施工组织，结合地区交通状况，编制临时交通组织专项方案，通过交通主管部门审批后，方可实施。

**8.4**.**2** 城市交通隧道交通安全工程施工按现行《公路交通安全设施施工技术规范》JTG/T3671的相关内容执行。

**8.4.3** 城市交通隧道交通安全工程验收按现行《城市道路交通标志和标线设置规范》GB51038的相关内容执行。

**8.4.4** 临时交通组织应符合下列要求：

1 严格按照临时交通组织专项方案执行，应设置交通安全标识牌、标线、限高架、防撞护栏、交通信号灯、临时照明及交通协管员，施工导行区域应设置警告区、过渡区、缓冲区、工作区以及终止区。

2 基本通行条件满足情况下，宜划分人行道、非机动车道以及机动车道。

3 施工完毕后，恢复交通安全设施，经交通主管部门验收合格，恢复通行。

4 临时交通施工按现行《道路交通标志和标线 第4部分：作业区》GB5768.4的相关内容执行。

**8.5 基坑工程**

**8.5.**1、施工期间应确保周边建（构）筑物、地下管线、道路、城市轨道交通等市政设施的正常使用，禁止隧道结构及附属设施侵入建筑限界。

**8.5.**2、基坑开挖及支护结构应按设计图纸施工。应针对安全等级为一级、二级的支护结构编制专项监测方案，应对钢支撑内力、地下水状况、基坑底部及周边土体、周边建筑、周边管线及设施、周边重要道路进行现场监测，监测工作按现行《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497的相关内容执行。

**8.5.**3、实际地质条件与地勘报告不符时，应停止开挖作业，并会同参建单位查明情况，由设计单位提出处理方案。

**8.5.**4、处理后的地基应进行承载力检测和地基均匀性评价，并满足设计要求。

**8.5.**5、城市交通隧道地基与基础验收按现行《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202的相关内容执行。

**8.5.6**基坑开挖及支护应符合下列要求：

1、施工前，应编制基坑工程专项施工方案，重点分析支护结构、地下水控制、基坑监测等技术控制措施，并详细叙述施工安全技术措施和应急预案。

2、应严格按照方案进行开挖作业，遵循先撑后挖原则，不得破坏支护结构、降水设施等。

3、基坑周围应设置排水、截水措施，排水系统应采取防渗措施，并保持水流通畅。

4、严禁超挖基底，严格控制基坑周边荷载。

**8.5.7**地下水控制应符合下列要求：

1、降水井应按照方案进行布置，出水量及降水效果应满足设计要求；停止降水后，应采取封井措施，必要时应进行回灌。

2、应对降水水位、回灌量及回灌水质进行监测。

3、地下水控制应采取降排结合的方式，边坡及桩间护壁应设泄水孔，基坑顶部应设截水沟，基坑底部应设排水沟（明沟或盲沟）、集水井，防止地表水进入基坑。

4、针对富水地层应采取有效截水措施，包括搅拌桩帷幕、高压旋喷或摆喷注浆帷幕、地下连续墙或咬合式排桩。

5、地下水控制施工按现行《建筑基坑支护技术规程》JGJ120的相关内容执行。

**8.5.8**地基处理应符合下列要求：

1、地基施工前，应编制专项施工方案，重点分析地基施工技术参数和工程监测要求，并通过试验段确定地基处理方法的适用性和处理效果。

2、换填、压实、夯实均应分层施工。

**8.5.9**基坑回填应符合下列要求：

1、基坑回填应在结构及防水工程验收合格后进行，回填前应清除积水及杂物，回填材料应符合设计要求。

2、临时支撑的拆除应与基坑回填同步进行，作业时不得影响周边建（构）筑物、地下管线、城市轨道交通等设施的正常使用。

3、结构两侧应对称、分层、均匀回填，压实度应满足设计要求，必要时采用压浆措施。

4、应采取有效措施避免防水层破损，发现破损后应及时修复。

**8.5.10**基坑监控量测应符合下列要求：

1、基坑工程的监测项目应与基坑工程设计、施工方案相匹配。应针对监测对象的关键部位，做到重点观测、项目配套并形成有效的、完整的监测系统。

2、当基坑周边有地铁、隧道或其他对位移有特殊要求的建筑及设施时，监测项目应与有关管理部门或单位协商确定。

**8.6 主体工程**

**8.6.1** 主体结构施工应符合下列要求：

1、模板工程施工前，应根据主体结构形式、施工工艺、设备和材料供应条件进行模板及支架设计，支撑体系的强度、刚度及稳定性应满足受力要求。

2、混凝土浇筑应在模板和支架验收合格后进行，墙体混凝土应分层、连续浇筑，预留孔、预埋管、预埋件及止水带周边混凝土应确保密实。

3、施工缝设置应符合设计要求。

**8.6.2** 路面施工应符合下列要求：

1、隧道路面施工应编制专项施工方案，经审批通过后实施。

2、隧道路面铺筑施工应提供照明。

3、隧道内沥青混凝土路面铺筑施工时，应设通风措施。

4、阻燃沥青混凝土施工应符合现行《公路隧道施工技术规范》JTG/T3660要求。

5、路面验收按现行《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1的相关内容执行。

**8.6.3**城市交通隧道主体结构施工应提前做好各类管线敷设及设备安装的预留、预埋。

**8.6.4**道路、消防、通风、给排水、电气、监控等各系统施工应相互协调，统筹安排。

**8.7装饰装修工程**

**8.7.1** 下穿隧道装饰工程所用材料的品种、规格和质量应符合设计要求，严禁使用淘汰材料。

**8.7.**2、材料进场时应对品种、规格、外观和尺寸进行验收。材料包装应完好，应有产品合格证书、中文使用说明书及相关性能的检测报告；进口产品应按规定进行商品检验。

**8.7.**3、同一厂家生产的同一品种、同一类型的材料应至少抽取一组样品进行复验，合同另有约定时按合同执行。

**8.7.**4、所有材料应进行见证取样及送检。

**8.7.**5、材料的阻燃性能应符合设计要求和消防验收的规定。

**8.7.**6、现场配制的材料如砂浆、胶粘剂等，应按设计要求或产品说明书配制。

**8.7.**7、施工单位应制作装饰装修样板区（件）并经相关单位确认。

**8.7.**8、城市交通隧道装饰装修工程施工与验收按现行《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210的相关内容执行。

**8.7.9** 涂料工程应符合下列要求：

1 饰施工前应将装饰作业面清理干净，确保表面干燥无渗水；

2 采用涂料装饰时，色调应均匀且无色斑和杂色；

3 防火涂料的技术性能指标应满足设计要求。

4 防火涂料施工前应将衬砌表面灰尘、油污等清洗干净。

5 防火涂料施工前应确保衬砌表面干燥无渗水。

6 防火涂料应采用喷涂法自上而下喷涂施工。

**8.8 管线保护**

**8.8.1**建设单位应提供详细地勘报告和设计图纸，并组织勘探管线实际位置及标高，设立明显标志，必要时应采用雷达探测等手段。

**8.8.2**建设单位应组织地下管线迁改保护协调会，施工单位应编制迁改保护方案和应急预案，并进行二三级安全技术交底，必要时产权单位应进行现场监护作业。

**8.9安全施工**

**8.9.1**隧道内作业场所应设置照明和消防设施，并应配备通信设备和应急照明。

**8.9.2**隧道内应设置足够的排水设备。

**8.9.3**隧道内应保证作业通道畅通。

**8.9.4**隧道内噪声不应大于90 dB。

**8.9.5**超长隧道内作业时宜设置临时通风设备。

**8.10 工程验收**

**8.10.1** 检验批质量验收合格应符合下列要求：

1 具有完整的施工质量检查记录；

2 主控项目质量检验应全部合格；

3 一般项目质量检验合格率应达到80%及以上；

**8.10.2** 分项工程质量验收合格应符合下列要求：

1 分项工程检验批质量验收记录完整；

2 分项工程检验批应符合质量合格的规定；

**8.10.3** 分部（子分部）工程质量验收合格应符合下列要求：

1 所含分项工程质量验收均合格；

2 观感质量验收合格；

**8.10.4** 子单位工程质量验收合格应符合下列要求：

1 所含分部工程质量验收均合格；

2 所含分部工程质量验收资料完整；

3 观感质量验收合格；

**8.10.5** 单位工程质量验收合格应符合下列要求：

1 所含子单位工程质量验收均合格；

2 所含子单位工程质量验收资料完整；

3 观感质量验收合格；

**8.10.6** 工程竣工验收合格应符合下列要求：

1 合同内所有单位工程质量验收均已完成；

2 单位工程质量验收中提出的整改项目均已整改完成；

**8.10.7** 施工质量不符合要求的处理应符合下列规定：

1 返工重做并重新验收；

2 经检测单位检测鉴定能够达到设计要求的，应予以验收；

3 经检测单位检测鉴定不能达到设计要求的，但经原设计单位核算能够满足结构安全和使用功能的，可予以验收；

4 经返修或加固能满足安全使用要求的，可进行验收；

5 通过返修或加固仍不能满足安全使用要求的，不予以验收。

**8.10.8** 验收单元划分应符合下列要求：

1 城市交通隧道工程质量验收单元应划分为单位（子单位）工程、分部工程、分项工程、检验批；

2 城市交通隧道分部分项工程划分应符合表8.11.2规定；

表8.11.2 城市交通隧道分部分项工程划分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 分部工程 | 分项工程 |
| 1 | 隧道地基与基础工程 | 基坑开挖地基验槽、垫层、抗浮桩机械成孔验槽、钢筋笼制作和安装、混凝土浇筑 |
| 2 | 隧道主体结构工程（底板、侧墙、顶板） | 钢筋加工及安装、模板、混凝土、防水 |
| 3 | 隧道附属工程 | 排（截）水沟及排水管道（CCTV表观检测管道接口平顺，无破裂、错口、脱节、起伏、密封圈脱落等缺陷）、护轮（分隔）带及护栏、U型槽段栏杆、电缆沟及检修通道隧道装饰、通风设施、照明设施、消防设施、监控设施、路面基层、路面面层、交安设施、智能建筑设施 |

**8.10.9** 竣工验收资料归档应符合下列要求：

1 原材料质量合格证；

2 各种实验报告和质量评定记录；

3 隐蔽工程验收记录；

4 工程测量记录；

5 图纸会审记录、设计变更文件；

6 监控量测记录；

7 竣工报告；

8 竣工图。

1. 维护与管理

9.1 运行维护

**9.1.1土建结构及附属设施运行维护**

1日常巡查

日常巡查1次/天，汛期、冰冻季节和极端天气，视情况增加日常巡查频次1-3次/天。

日常巡查主要内容如下：

1. 隧道洞口引坡段是否存在挡墙开裂、倾斜等现象；
2. 隧道洞门结构是否存在开裂、砌体断裂、脱落等现象；
3. 隧道主体结构是否存在开裂、明显变形、大面积渗水，防火板翘曲、掉块、脱落等现象；
4. 隧道路面是否存在散落杂物、隆起或沉降、错台、断裂、裂缝、车辙和推移、坑槽和泛油等现象；
5. 隧道洞顶预埋件、悬吊件、防火板等是否存在断裂、变形、脱落等现象。
6. 路面是否出现大于5mm的错台。
7. 是否存在其他妨碍交通安全的隐患。
8. 隧道装饰板、护栏、标志标牌等附属设施是否稳固完好。

2 清洁

隧道土建结构清洁维护频次不低于表9-1规定的标准要求。

表9-1 隧道土建结构清洁标准

|  |  |
| --- | --- |
| 清洁项目 | 标准 |
| 清洁要求 |  频次 |
| 路面洗扫及保洁 | 路面应保持干净、整洁，无积水，横截沟、边沟不应有杂物堵塞； | 路面洗扫：2次/日； |
| 墙面或墙面装饰板清洁 | 应保持干净、整洁，无污垢、污染、油污和痕迹； | 1次/15天  |
| 检修道、横通道及逃生通道等辅助通道 | 通道内应保持干净、整洁，不得有大型杂物堆放，不得有残留垃圾等物品。 | 1次/天 |

3定期检查

城市隧道土建结构定期检查频次要求为1次/年。隧道进行定期检查时应详实记述检查项目的缺损类型，预估缺损范围和程度以及养护工作量，对异常情况做出缺损状况判定分类，并提出相应的养护措施。

4维修

土建结构的维修（病害处理）包括修复破损结构、消除结构病害、恢复结构物设计标准、维持良好的技术功能状态，并应符合下列规定:

1. 确定病害处置方案前，应对病害隧道进行检测，对破损或病害的成因、范围、程度及其发展趋势等进行分析评定；
2. 应综合考虑隧道病害状况、地形、地质、生态环境及运行和施工条件，合理确定处置方案。处置方案可由一种或多种处置方法组成；
3. 处置方案与施工中应根据病害程度、地质条件、处治方案，进行工程风险评估，制订相应的应急预案；
4. 隧道处置施工应编制实施性施工组织方案，并经过专家评审及相关部门审批后进行实施；
5. 制定病害处置方案应满足下列要求：

（a）原则上应满足现行技术标准，应不降低隧道原有的技术标准；

（b）处置方案应体现信息化和动态施工的原则，制订必要的监控量测方案；

（c）应尽量减少施工对隧道正常运行的影响，不能中断交通时应制订保通方案；

（d）应采取相应措施减小处置施工对既有结构、排水设施、机电设施及附属设施的不良影响。

**9.1.2机电设施运行维护**

1 日常巡查

日常巡查频次应不少于1次/天。极端天气和交通量增加明显时应提高日常巡查的频次。日常巡查可采用人工与信息化手段相结合的方式。发现异常情况时，应予以报告。

日常巡查内容主要为：供配电设施、隧道照明设施（包括隧道常规照明、应急照明和光彩照明）、消防设施、收/排水设施、视频监控设备、环境监测设施、通信设施、交通安全系统、安防系统、隧道机房等。

2 维护保养

应定期对机电设施进行维护保养。当在日常巡视、巡查或通过其它方式发现隧道机电设施存在故障或者缺陷时，应立即上报并安排维修，及时恢复机电设施功能，确保隧道正常运行。

**9.1.3控制室运行维护**

1 日常巡查

日常巡查可采用人工与信息化手段相结合的方式。发现异常情况时，应予以报告，做好记录。日常巡查内容包含控制室设备设施。

2 故障处理

在控制室设备故障发生时应立即进行故障申报，及时进行故障处理。

9.2运维管理

**9.2.1一般规定**

1须在隧道进口设置限速的交通标志，有限高要求的隧道须设置限高标志、限高架。

2城市隧道的排水、通风、照明、消防和防汛等设施，必须齐全有效。

3城市隧道范围内增加构筑物、风雨棚、广告牌、管线、堆载等静荷载或开挖土方须满足隧道安全技术要求，并经隧道管理单位审核同意后方可实施。

4宜借助监控、专项监测、人员值守等手段，及时掌握隧道的异常信息，作出研判并采取必要的交通组织和安全防护。

5隧道养护作业及处理突发事件时，应在隧道入口设置相应的提示、警告标志。

6隧道上方和洞口外100m范围内，严禁从事倾倒废弃物、爆破作业等危及城市隧道安全的活动。

7隧道内严禁存放易燃、易爆、剧毒、放射性等危险物品，隧道内的紧急停车带、车行（人行）横通道不得堆放杂物。

8隧道内禁止布设易燃、易爆等危险管线。

9隧道运维单位应制订突发事件的应急预案或现场处置方案，每年组织不少于一次的隧道应急与救援演习。

**9.2.2安全管理**

1有限空间作业的安全管理

有限空间作业需按照《有限空间作业安全指导手册（四川省应急厅函[2020]299号）》、《生产经营单位有限空间作业安全管理规范DB5101/T120、《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6等规范及规程执行。

2电力设施作业安全管理

隧道内高、低压设备检修作业应严格按照《电业安全工作规程 第1部分：热力和机械》GB 26164.1及其它相关规定执行。

3交通安全管理

1）隧道内养护宜在夜间进行，避开交通高峰期。隧道养护作业影响车辆通行时，应制定交通组织方案，经交管部门批准后作业。

2）隧道养护作业时应规范设置安全标示和采取有效的安全防护措施，在保证安全的同时减少对交通的干扰。

3）当遇大雾、雷雨、冰雪天气时，应暂停养护作业。在应急抢险、排除道路积水、消除冰雪时，宜封闭交通或疏导交通。

**9.2.3防御内涝**

1汛前准备

1）建立防汛工作机制。编制防汛预案，并组织培训和演练。

2）补强防汛设施设备。定期（汛前集中1次，汛中每周1次）核查用于内涝防御的防洪沙袋、挡水板、排水泵、发电机等应急物资的种类和数量，不足时立即补充到位。

2汛中防御

1）密切关注气象信息及预警信息，及时研判信息，启动预警，做好防汛应急准备。

2）根据气象预警，及时研判险情发展态势，启动相应等级应急预案。

3）一旦积水深度达到30cm警戒线，封闭隧道入口交通，疏散车辆人员，根据现场情况实施救援。

4）汛期气象信息、隧道积水信息、周边交通信息等应适时互通。

3汛后恢复

1）及时传递隧道受灾信息（险情、灾情、处置、效果等）。

2）对隧道开展安全隐患排查及恢复处置，必要时开展使用条件评估论证。

**9.2.4 技术管理**

1积极推进城市隧道信息化建设，建立和完善隧道运行期管理的数字化系统，实现整座城市隧道的综合信息管理。

2推进城市隧道自动化建设，实现远程可视可控，提高隧道运行及管护工作效率。

3按照“一隧一档”原则，建立包含隧道竣工资料、日常巡查及维护等技术档案。技术档案应包括基础资料、管理资料、养护与维修资料、检测与评估资料、其他特殊情况资料等。

4隧道基础资料应符合城建档案相关规定，由建设单位组织编制，与隧道同步移交管护单位。基础资料应包括施工设计图及竣工图、试验检测相关资料、工程质量安全监管资料、施工过程的影像资料、竣工验收资料、分项验收合格证明、设备操作说明、设备清单、工程质量保修书、规划红线图等。

5养护档案管理工作宜逐步实行电子化、数据化、利用多媒体技术，并建立信息管理数据库与养护管理系统，根据养护档案的具体保存年限分类保存。

6按照养护需求，配备专门的技术人员，分类制定隧道养护 工 作技术措施和操作规程，准确指导现场管护工作开展。

7定期针对隧道养护人员组织全面技术、技能培训，培训内容应涵盖土建和机电等类别，提高养护人员技术水平，培训不合格严禁上岗。

8养护工作中宜结合隧道管护管理数据，准确掌握城市隧道技术状况，动态分析病害成因，预测病害发展趋势，为养护策略的制定提供依据。

9城市隧道发生火灾、交通事故、地震、坍塌等突发事件时，应掌握隧道运行状况，并按规定报送相关信息。

10各类突发事故或设施损坏严重的处理过程中，及时做好影像记录，并应连同分析处理资料一起归档保存。

**9.2.5值班管理**

1在隧道泵站值守室明显位置摆放或张贴：隧道泵站位置平面布置图及隧道泵站简介基本信息；泵站管理组织机构图；主要设备操作规程；高低压电器设备操作安全管理规定；主要设备常见故障原因分析判断及处理方法；相关应急预案以及现场应急处理方案（包括防汛、火灾、重特大安全事故等）。

2值守值班人员应做好相关信息记录：系统报警处理、水泵等设备运行（故障）；巡视巡查情况、值班交接班；来人来访。

3值守值班室应干净整洁，物品摆放有序，不得留宿外来人员。

4值守区域内一旦发生火灾、洪涝灾害、交通事故等突发事故，值班人员即刻处理，立即上报相关负责人及相关部门。

**附录A隧道侧向水、土压力**

**A.1.1**作用在明挖隧道的侧向水、土压力应按下列公式计算：

**1** 对于施工阶段验算

**1）**对于水土合算的地层

  （A.1.1-1）

  （A.1.1-2）

**2）**对于水土合算的地层

  （A.1.1-3）

  （A.1.1-4）

**2** 对于使用阶段验算

  （A.1.1-5）

  （A.1.1-6）

式中：——计算点处由土体自重和地表面均布超载产生的主动土压力强度标

准值（kPa），当<0时，取=0；

——计算点处由土体自重和地表面均布超载产生的静止土压力强度标

准值（kPa）；

——计算点以上第*i*层土的重度（kN/m3），地下水位以上土层取天然

重度；对地下水位以下土层，按水土分算时取浮重度，按水土合

算时取饱和重度；

——计算点以上第*i*层土的厚度（m）；

——地表面均布超载标准值（kPa），应按实际情况取值，可按20kPa计算；

——计算点处土的黏聚力标准值（kPa），可按三轴固结不排水剪切试

验测定的强度指标或直剪固结快剪试验强度指标取用；

——计算点处土的静止土压力系数；

——计算点处土的主动土压力系数；

——计算点处土的内摩擦角标准值（°），可按三轴固结不排水剪切试

验测定的强度指标或直剪固结快剪试验强度指标取用；

*u*w——计算点处的静止水压力（kPa）；

*γ*w——地下水中度（kPa），取10kN/m3；

*h*w——计算点处地下水位的垂直距离 (m)。

**本标准用词说明**

**1**为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1**）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2**）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3**）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4**）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2**条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

1. 《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221
2. 《公路隧道设计规范 第一册土建工程》JTG 3370.1
3. 《城市道路交通工程项目规范》GB 55011
4. 《城市道路工程设计规范》CJJ 37
5. 《城市道路交叉口设计规程》CJJ152
6. 《城市道路路线设计规范》CJJ193
7. 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB50068
8. 《地下结构抗震设计标准》GB/T 51336
9. 《公路桥涵通用设计规范》JTGT 3365-02
10. 《公路隧道抗震设计规范》JTG/T 2232-01
11. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002
12. 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
13. 《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030
14. 《地下工程防水技术规范》GB50108
15. 《地下防水工程质量验收规范》GB50208
16. 《城市道路交通标志和标线设置规范》GB51038
17. 《城市道路交通设施设计规范》GB50688
18. 《建筑设计防火规范（2018年版）》GB50016
19. 《消防给水及消火栓系统技术规定》GB50974
20. 《消防设施通用规范》GB55036
21. 《建筑防火通用规范》GB55037
22. 《公路隧道通风设计细则》JTG/T D70/2-02
23. 《室外给水设计标准》GB50013
24. 《室外排水设计标准》GB50014
25. 《泵站设计标准》GB50265
26. 《公路隧道照明设计细则》JTG/T D70/2-01
27. 《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB 7000.1
28. 《灯具 第2-3部分：特殊要求 道路与街路照明灯具》GB 7000.203
29. 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
30. 《线型感温火灾探测器》GB 16280
31. 《特种火灾探测器》GB 15631
32. 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
33. 《消防联动控制系统》GB16806
34. 《公路隧道火灾报警系统技术条件》JT/T 610
35. 《建设工程消防物联网系统技术规程》T/CECS 950
36. 《公路隧道养护技术规范》JTG H12
37. 《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6
38. 《生产经营单位有限空间作业安全管理规范》DB5101/T120

**四川省工程建设地方标准**

**四川省城市交通隧道工程技术标准**

**条文说明**

**制定说明**

本标准制定过程中，编制组对四川省内城市交通隧道项目进行了广泛调查研究，总结了城市交通隧道工程在设计、施工、验收及运营维护的实践经验，同时参考了国内外城市交通隧道的先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《四川省城市交通隧道工程技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1. 总则

**1.0.2** 本条规定了本标准的适用范围，主要适用于四川省新建、改造城市交通隧道的设计、施工与验收、维护与管理。

1. 术语与符号

**2.0.1** 本标准中城市交通隧道主要指的是城市范围内地表以下供机动车通行或兼非机动车、行人通行的明挖法施工隧道，不包含仅供行人或非机动车通行的专用地下通道以及连接各地块地下车库的车行连通道，也不包括山区、丘陵区城市道路穿越山体、台地等隧道。

1. 基本规定
2. 设计原则

**3.1.1** 城市交通隧道应符合相关上位规划，在项目前期对方案的的合理性进行充分论证。

**3.1.3** 目前，隧道国内外隧道分类基本按封闭段长度进行分类，本条对隧道分类划分范围与《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221第3.1.3条、《公路隧道设计规范》JTG 3370.1第1.0.4条保持一致。

**3.1.5** 城市交通隧道在具备交通功能的前提下，也应重视洞口、洞内景观效果，结合城市特色，项目建设地的文化元素进行设计。既能降低司机行车视觉疲劳，也能突显整个城市的人文风貌。

 城市交通隧道多位于城市开发区，周边居住人群多，距离房屋建筑距离较近，在设计、施工过程中应对废气、噪声、水污染等进行专项设计。

1. 设计速度

**3.2.1** 本条表中各等级道路的设计速度与《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221第3.3.1条、《城市道路工程设计规范》CJJ 37第3.2.1条保持一致。城市交通隧道设计速度、功能等级宜与两端衔接道路相同，考虑到隧道内光线差，对驾驶视线有一定影响，因此建议隧道内不宜采用较高的设计速度。

1. 设计年限

**3.3.2** 城市交通隧道设计工作年限较长，因此隧道铺装结构不应低于地面道路的路面结构设计工作年限。

1. 路线

4.1一般规定

**4.1.2** 城市交通隧道道路线形有多种组合型式，设计时应综合考虑路网规划高程、道路净高、地下设施、地面构筑物、覆土厚度、行车视距等要求，以满足行车的安全和舒适。

4.2平面设计

**4.2.5**由于洞内外行车环境差异，进出洞口的亮度急剧变化造成驾驶人明暗适应困难，产生视觉障碍，这些因素导致进出洞口成为事故多发路段。在洞内外保持一定距离的线形一致性，自然诱导驾驶人视线，避免出现与驾驶人预期期望冲突的线形对提高洞口段行车安全具有重要作用。本标准借鉴了现行相关标准将洞内外平面、纵断面及横断面线形保持 3s 行程距离的一致性列入规定中，有条件情况下应尽量满足。

结合相关文献资料和实际工程经验，本标准认为城市道路隧道的洞口线形设计应最大限度地顺应地形，与周围复杂的环境条件相协调，使总体方案做到最合理，使洞口位置做到最佳选择有条件情况下尽量采取保持 3s 行程范围内的一致性，既要保证洞口线形的安全性，同时满足建设要求。“线形应一致”可解释为线形指标不应出现突变，即采用连续线形之间的曲率差异不大，洞内外 3s 行程范围的线形标准相差不大。

4.4停车视距

**4.4.2** 研究表明隧道进出洞口亮度的急剧变化会造成驾驶人明暗适应困难，是形成事故多发路段的重要原因，明暗适应过程中视觉震荡产生的视觉障碍，会使驾驶人认知反应时间适当延长因此，在进出洞口应适当增加停车视距，建议进出口停车视距可提高至1.5倍。

1. 横断面设计
2. 一般规定

**5.1.1** 本条规定了隧道横断面确定应考虑的基本因素。隧道横断面除应符合线路技术标准、建筑限界的要求外，还需为通风、照明、消防、监控等设备及运营管理、防灾等设施提供空间，且应满足洞内路面、排水、装修的需求，并结合隧道施工工艺，预留适当的施工误差，确定安全、合理、经济的隧道横断面。

**5.1.7** 各规范中关于应急车道、应急停车港湾的名称不尽相同，CJJ221中名称为连续式紧急停车带、应急停车港湾；CJJ37中名称为应急车道、应急停车港湾；CJJ129中名称为连续或不连续停车带；JTG 3370.1中名称为紧急停车（带即市政应急停车港湾）；参考CJJ37 5.3.6条文解释，本规范统一名词为：应急车道、应急停车港湾。应急车道、应急停车港湾的布置应综合考虑隧道外下拉槽敞口段综合布置。应急停车港湾有效宽度不包含路缘带宽度。

1. 建筑界限

**5.2.4**路面采用单面坡时，建筑限界底边线与路面重合；采用双面坡时，建筑限界底边线应水平置于路面最高处。

1. 横通道设计

**5.3.1** 根据JTG3370.1-2018的相关规定，人行横通道间距宜为250m，并不大于350m。车行横通道间距宜为750m，并不应大于1000m，中短隧道可不设。CJJ221-2015中规定人行横通道宜为250-300m，车行横通道间距宜为200-500m。GB50016-2014中规定，人行横通道宜为250-300m，车行横通道间距不宜大于1000m。本条综合以上规范，经综合比较确定，且通道的布置间距一般不包含洞口外敞口段。

1. 隧道结构

6.2荷载分类及荷载效应组合

**6.2.1** 明挖隧道结构上作用的荷载分类参考了《建筑结构荷载规定》GB 50009。

**6.2.3**明挖隧道结构荷载组合参考了《建筑结构荷载规定》GB 50009、《公路桥涵通用设计规范》JTGT 3365-02。

**6.2.6**永久荷载标准值参考了《公路隧道设计规范》JTG 3370.1、《公路桥涵通用设计规范》JTGT 3365-02。

**6.2.7**可变荷载标准值参考了《公路隧道设计规范》JTG 3370.1、《公路桥涵通用设计规范》JTGT 3365-02。

6.3结构设计

**6.3.2** 地层抗力系数取值参考了《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB50307。

6.6结构防水

**6.6.3** 国家现行标准《建筑与市政工程防水通用规范》（GB55030-2022）一级防水标准为：Ⅰ类、Ⅱ类防水使用环境下的甲类工程；Ⅰ类防水使用环境下的乙类工程。鉴于本规范所涉及的城市地下通道工程防水类别大部分属于甲类工程，防水使用环境一般为Ⅰ类、Ⅱ类，故提出建议城市地下通道均按一级防水标准进行设计。

**6.6.6** 国家现行标准《建筑与市政工程防水通用规范》（GB55030-2022）中要求一级防水等级下，明挖法市政地下工程防水混凝土最低抗渗等级为P8级；且一般城市地下工程埋置深度不大于20米，故建议常规城市交通隧道防水混凝土最低抗渗等级为P8级。

1. 附属设施

7.2交通安全设施

**7.2.2** 城市道路隧道的交通标志一般设置在道路前进方向的右侧或上方，但由于城市隧道空间封闭、设计净高较小，两侧侧墙对标志的遮挡影响比较大，所以，城市道路隧道交通标志设置时应注意侧墙对交通标志的可识别性影响，满足道路使用者在动态条件下的视认性要求，考虑在动态条件下发现、判读标志及采取行动所需的时间和前置距离，保证充分的视认距离，设置在驾驶人最容易识别位置。

由于城市道路隧道空间相对封闭，传统的反光膜交通标志反光效果较差，因此，城市道路隧道宜采用主动发光式标志，增加交通标志的可识别性。

**7.2.3** 现行国家和行业标准中，没有具体规定隧道要求设置“禁止超车标志”(城市道路标准除外)。对隧道内设置“同向车行道分界线（白实线)”禁止机动车“变换车道或超车”，有不同的规定。但在隧道内设置“同向车行道分界线（白实线)”并不是强制的，都有一定的设置条件。

我国已有部分省市在隧道内将同向车行道分界线设置为白虚线。基于以上相关研究，本次规范要求在隧道洞口内及洞口外（船槽段）50m～100m范围内宜设置实线车道分界线，禁止超车。

7.3消防给水和灭火设施

**7.3.1**本条规定了城市交通隧道应设置消防给水系统的范围。城市交通隧道绝大部分处于市政给水管网覆盖范围内，隧道的消防给水主要依靠市政给水系统保证。四类隧道和通行人员或非机动车辆的三类隧道，为隧道封闭段长度短或火灾危险性较小的隧道，可以利用消防车自带水或灭火剂等扑救，不需单独设置消防给水系统。

**7.3.2**本条规定了消防水源的来源。消防水源可取自市政给水管网、消防水池、天然水源等，天然水源为河流、海洋、地下水等，也包括游泳池、池塘等，但首先应取之于最方便的市政给水管网。池塘、游泳池等还受其他因素，如季节和维修等的影响，间歇供水的可能性大，为此规定为可作为备用水源。

**7.3.6**当地形可利用时，将消防水池设于高处，利用重力流供水，供水较为可靠，且与用泵加压相比，运行费用及维护工作量均较低。

**7.3.12** 本条对消火栓相关要求进行了规定。

2、消火栓间距计算参照了《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）的方法，对大断面三车道、四车道公路隧道消火栓的间距作了规定。

4、由于消防人员在狭窄的空间内灭火需一定的安全距离，故规定充实水柱长度不应小于10m。当消火栓栓口出水压力大于0.5MPa时，水枪难以一人操作，因此应设减压装置。

5、在洞口附近设置的水泵接合器，对于城市隧道的灭火救援而言十分重要。水泵接合器的设置位置，既要便于消防车向隧道内的管网供水，还要不影响附近的其他救援行动。

**7.3.13** 本条对灭火器相关要求进行了规定。

1、引发隧道内火灾的主要部位有：行驶车辆的油箱、驾驶室、行李或货物和客车的旅客座位等。火灾类型一般为A、B类混合，部分火灾可能因隧道内的电气设备﹑配电线路引起。因此在隧道内要合理配置能扑灭ABC类火灾的灭火器。

2、灭火器的设置位置及设置间距是关系到灭火人员能否及时地取用灭火器，及时扑灭早期火灾的关键因素之一。本规范参考国内以往城市隧道运营经验，对灭火器设置位置作出规定。

3、灭火器充装量各国规定不一，美国规定不大于9.0kg，日本为6.0kg。考虑到我国成年人的身材及隧道火灾的特点，灭火器太重手提搬运不便，但太轻充装量少，喷射时间短，影响灭火效果，一般选择5.0~8.0kg。

7.4通风

**7.4.1**本节内容主要对通风设计进行原则性确定，未明确的参数指标和通风计算可参照《公路隧道通风设计细则》（JTG/T D70/2-02）执行。

1 本条描述通风设计需考虑的因素，需结合实际工程情况确定相关设计参数，确保通风设计的合理性和经济性。

2 地理条件决定隧道内自然风力作用，自然风作用引起的洞内风速宜根据气象调查资料、隧道长度、纵坡等确定;当未取得相关调查结果时，可取2.0~3.0m/s。隧道自然风引起的压差主要由隧道洞口间的气压坡度差、隧道内外温度差引起的压差以及洞外季风吹入洞口时产生的“风墙式”压差构成。实际隧道中，因时间和自然风风速风向的变化使得这种自然通风力的大小及方向会经常变动。因此，从安全角度考虑，通风计算中通常视自然风向与交通方向逆向，即作为阻力考虑，有时也可按0考虑。但当确定自然风作用引起的洞内风速常年与隧道通风方向一致时，宜作为隧道通风动力考虑。

还需考虑应对火灾毁损等特殊场景的需要，隧道通风设施设置数量应考虑15%左右，且最少不低于1组的备用。

3 异常交通工况不仅包括火灾、交通阻滞工况，还包括运营养护维修、检修、施工等需通风的工况。由于隧道是封闭的行车环境，其救援及疏散较困难，当隧道发生火灾时，需要通风系统控制烟气的流动，保证救援及安全疏散。所以通风系统除满足正常交通工况运营需求外，还要满足防灾排烟的需求。隧道通风设施是按最不利工况进行配置，不分工况运行通风设施必然会造成能耗增加或引起安全隐患。隧道通风设施的运行方案与交通量大小、交通状态（正常交通、阻滞交通、火灾、养护维修等）密切相关，一天中的不同时间段、一年中的不同月份或季节等的交通量及交通状态存在差异。因此，通风设计时需根据不同交通状态、不同运营工况提出通风设施运行方案，为隧道通风控制系统设计、运营管理提供依据。

**7.4.3**由于城市隧道线型受洞外接线的影响的洞口间距较小，左右洞两相邻洞口间污染空气窜流会影响洞内通风效果，因此为避免污染空气窜流宜采取相应措施。例如，可在两洞口间设置隔离墙或种植高大乔木。

7.5给排水

**7.5.3** 本条对城市交通隧道的排水设计进行了相关规定。

1 根据《室外排水设计标准》的规定，按城镇类型（超大城市、大城市、中等城市、小城市等）对城市交通隧道的暴雨设计重现期进行了规定，标准为10~50年，考虑到近年来极端暴雨天气频繁发生，若城市交通隧道出现内涝造成的危害性比较大，故本条提出城市交通隧道的暴雨设计重现期按30~50年的标准执行。

2 在计算城市交通隧道汇水面积时，除了船槽段正投影面积外，还应加上船槽侧墙面积的1/2以及船槽外路面的汇水面积。

4 根据《室外排水设计标准》的规定，雨水泵站集水池的容积不应小于最大一台水泵 30s 的出水量。考虑为避免泵站内水泵频繁启停，同时增加集水池的调蓄容积，便于增加暴雨期间泵站水泵正常运行的可靠性，故要求集水池容积不小于最大1台泵5min的出水量。

7.6供电与照明

**7.6.1**电力负荷分级根据供电可靠性及中断供电在安全、经济上所造成的损失或影响程度确定。依据现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221的有关规定提出。

**7.6.3** 本条对城市交通隧道供电设计进行了规定。

1为了提高关键回路供电的可靠性，降低电缆燃烧释放气体对人体的危害，提出本条要求。

3隧道电气与智能化设备共用接地系统，接地电阻应满足各系统最小接地电阻值要求。

**7.6.5** 本条对城市交通隧道照明设计进行了规定。

1照明系统采用自动控制方式可以有效减少人为操作失误，不仅能提高隧道运营安全水平，也能实现节能减排。正常情况下隧道应采用自动控制方式，管理人员可根据运行维护需要由自动方式改为手动方式，手动控制方式优先级高于自动控制方式。

2有助于实现按需照明功能，减少不必要的照明开销。

**7.6.6** 本条明确了城市交通隧道照明灯具的相关要求。

1 LED灯具显色性好、响应速度快，高效节能并可无级调光，是目前市场的主流产品，随着未来技术发展，也可采用其它新型灯具。城市交通隧道灯具应符合GB7000系列标准内的《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB 7000.1以及《灯具 第2-3部分：特殊要求 道路与街路照明灯具》GB 7000.203的安全性相关要求。

3 四川处于高湿地带，城市交通隧道内由于汽车尾气等多种腐蚀气体的存在，且在清洁过程中使用清洁剂的腐蚀，对灯具的防腐提出更高要求，灯具至少需要满足盐雾试验1000小时，以保证其使用年限内的寿命。

7.7监控

**7.7.1**本条对隧道设置火灾自动报警系统的设置场所作了明确的规定。

1 对隧道内火灾探测系统的组成和探测器的设置做出了规定，在《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116）的基础上，针对城市交通隧道的特征进行了相应的要求，同时对火灾报警系统的数据传输安全性进行了增加。体现了火灾自动报警系统保护生命安全和财产安全的设计目标。

**2** 对隧道内火灾探测系统的手动报警按钮、火灾声光报警器、线型光纤感温火灾探测器、图像型火灾探测器、点型红外火焰探测器、火灾报警控制器、数据传输安全单元、隧道火灾安全管理软件设置要求、安装位置、性能要求、探测范围进行了规定。

**7.7.2**本条明确了灭火设施的设置和灭火系统的选用，以及对灭火系统的状态的监视。

**7.7.3**本条对火灾探测报警系统的供电、接地、系统线路以及设置进行了相应的要求。

7.8智慧设施

**7.8.1**本条对城市交通隧道视频监控系统、紧急电话系统、环境检测系统、交通检测系统、信息发布系统进行了相应的要求，同时要求各系统应与火灾探测系统形成相应联动。通过数据网络，将各设备的采集到的现场实时数据在管理中心进行实时显示。同时对感知设备运作状态实时反馈，形成对感知设备、监测空间进行完整的数字化监测。

**7.8.2**本条对城市交通隧道智慧管控做出了相应规定。

**7.8.3**本条针对城市交通隧道车流量大，一旦发生火灾事故，后果严重的情况，要求城市交通隧道应设置独立全域安全应急管理系统；

**7.8.4**本条对智慧管养系统做出了相应的要求。

1）城市交通隧道的各感知层系统的历史数据应保存至少2年（视频监控数据除外），应形成统计表格或柱状图。

2）各系统应具备对自身系统的使用时间、异常事件类型、异常事件频次等进行分类别统计，同时应具有自身系统故障预判断能力。

7.9景观与装饰

**7.9.1** 城市交通隧道除了强调功能性之外，也应考虑一定的景观性。

1成都市出台了《成都市公园城市街道一体化设计导则》，讲求街道设计统筹考虑整体的街道“U”型空间，因此在城市交通隧道设计中应注重与区域环境统一协调。

5大部分隧道洞口由于所处的位置，种植植被不宜进行养护或修剪。建议种植耐养护且不需要经常修剪的植物为主。尽量不采用垂吊植物品种使用，可能会因为疏于修剪造成对行车视线的干扰。

**7.9.2** 随着科技的进步，目前市场上吸音材料发展迅速，建议项目两侧有居民区且资金充裕的情况下可尽可能采用吸音材质，降低对两侧居民干扰。

**7.9.3** 隧道采用图画、标语或复杂的装饰线条容易分散驾驶员注意力，引发交通事故。

9 维护与管理

9.1 运行维护

**9.1.1土建结构及附属设施运行维护**

1土建结构主要是指构成隧道的各类土木建筑工程结构物，包括洞口边仰坡、洞门、衬砌、路面、检修道、通道等。

2洞门是指为支挡和防护隧道洞口仰坡岩土而设置的结构物。

3病害处治主要技术工作程序包括:检查、评定、设计、施工和验收。

1）检查评定工作的重点是对结构各分项分段检查、分析病害产生原因，为处治设计提供依据。

2）选定病害处治方法，重要的是要正确把握病害产生的原因。为了找出病害的原因，有必要将有关隧道设计和施工技术资料、地质资料和病害发生至今的过程作综合分析和研究。

3）病害隧道往往存在结构失稳风险，对施工人员和行人、行车安全均有威胁，因此有必要将风险管理引人病害处治工程中，并制订专门的应急预案。

9.2运维管理

**9.2.1一般规定**

1根据《公路安全保护条例》，规定了隧道上方和洞外 100m 范围内禁止的行为。

2隧道内突发事件包括由交通事故、隧道坍塌、地震、火灾等事件。

**9.2.2安全管理**

1隧道中有限空间包含地下泵坑、管沟、检查井室等情况。

2隧道养护作业的交通组织方式分为占道施工、单洞封闭施工、单洞通行（单道双通）、绕行等。

**9.2.3防御内涝**

1根据《四川省防汛抗旱应急预案》，应从事前预防、应急响应和后期处置等方面订立防汛应急预案，并定期组织预案演练。