

DB11

北京市地方标准

DB 11/T XXXX—XXXX

公路隧道安全设施设置技术规范

Specification for Design of Highway Tunnels Safety Facilities

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

北京市市场监督管理局发布

目 次

前言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 基本规定 5

 4.1 一般规定 5

 4.2 安全相关设施分级及配置 5

5 交通安全设施 9

 5.1 一般规定 9

 5.2 交通标志 9

 5.3 交通标线 10

 5.4 防撞护栏 10

 5.5 视线诱导设施 10

6 通风设施 11

 6.1 一般规定 11

 6.2 隧道通风 11

 6.3 隧道排烟 11

7 消防灭火设施 11

 7.1 一般规定 11

 7.2 灭火器、消火栓及相关设施 11

 7.3 消防给水设施及其他设施 11

8 供配电设施 12

 8.1 一般规定 12

 8.2 供配电设施 12

 8.3 配电设施 12

 8.4 应急电源 13

 8.5 电力监控系统 13

 8.6 变配电所及发电机房 13

9 照明设施 13

 9.1 一般规定 14

 9.2 隧道照明设计标准 14

 9.3 光源、灯具的选型 14

 9.4 节能标准与措施 14

 9.5 照明控制 15

10 交通监控设施 16

 10.1 一般规定 16

 10.2 车辆检测设备 16

 10.3 视频监测设备 16

 10.4 交通控制及诱导设施 17

 10.5 交通监控通讯网络 18

11 紧急呼叫设施 18

 11.1 一般规定 18

11.2 紧急电话设施 18

11.3 隧道广播设施 18

12 火灾探测报警设施 19

12.1 一般规定 19

12.2 火灾探测器 19

12.3 手动报警按钮 19

12.4 火灾报警控制器 20

12.5 火灾声光警报器 20

12.6 系统供电 20

13 防洪设施 20

13.1 一般规定 20

13.2 设计标准 20

13.3 隧道防洪设施 21

14 紧急疏散设施 21

14.1 一般规定 21

14.2 隧道防火 21

14.3 疏散通道 22

15 附属建筑设施 22

15.1 一般规定 22

15.2 隧道管理站 22

15.3 隧道附属用房 23

16 智能设施 24

16.1 一般规定 24

16.2 设施设置要求 24

参考文献 26

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京市交通委员会提出并归口。

本文件由北京市交通委员会组织实施。

本文件起草单位：北京市市政工程设计研究总院有限公司、中咨泰克交通工程集团有限公司、中国铁建大桥工程局集团有限公司

本文件起草人：刘子健、吴金刚、毕强、徐锡文

公路隧道安全设施设置技术规范

1 范围

本文件规定了公路隧道的交通安全设施、通风设施、消防灭火设施、供配电设施、照明设施、交通监控设施、紧急呼叫设施、火灾探测报警设施、防洪设施、附属建筑设施、紧急疏散设施及智能设施的技术要求。

本文件适用于北京市各等级公路的新建和改建隧道中的安全设施设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3095 环境空气质量标准
GB 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志
GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线
GB 8978 污水综合排放标准
GB 12955 防火门
GB 14102 防火卷帘
GB/T 23828 高速公路LED可变信息标志
GB 26851 火灾声和/或光警报器
GB50014 室外排水设计标准
GB50016 建筑设计防火规范
GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
GB/T 50526 公共广播系统工程技术标准
JTG/T D33 公路排水设计规范
JTG D70/2 公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施
JTG/T D70/2-01 公路隧道照明设计细则
JTG/T D70/2-02 公路隧道通风设计细则
JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
JTG/T D81 公路交通安全设施设计细则
JTG D82 公路交通标志和标线设置规范
JT/T 1327 立面反光标记涂料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 疏散通道 exit passageway

隧道内出现紧急情况时，供行人撤离至安全区域或救援车辆到达事故地点的通道，包括人行横通道、车行横通道、疏散楼梯、疏散滑梯、专用疏散通道等。

3.2 隧道附属用房 tunnel annexes

隧道附属用房是为隧道供配电、通风、消防、排水等附属设施所设置的建筑物。一般包括隧道的变配电所、通风与排烟机房、消防设备房等。

3.3 隧道智能设施 intelligent tunnel infrastructure

隧道智能设施是指在传统公路机电设施的基础上充分利用新一代技术集成应用传感、通信、信息、云计算、大数据、人工智能和绿色能源等技术手段，以实现公路运营更安全、更便捷、更高效、更绿色、更经济。

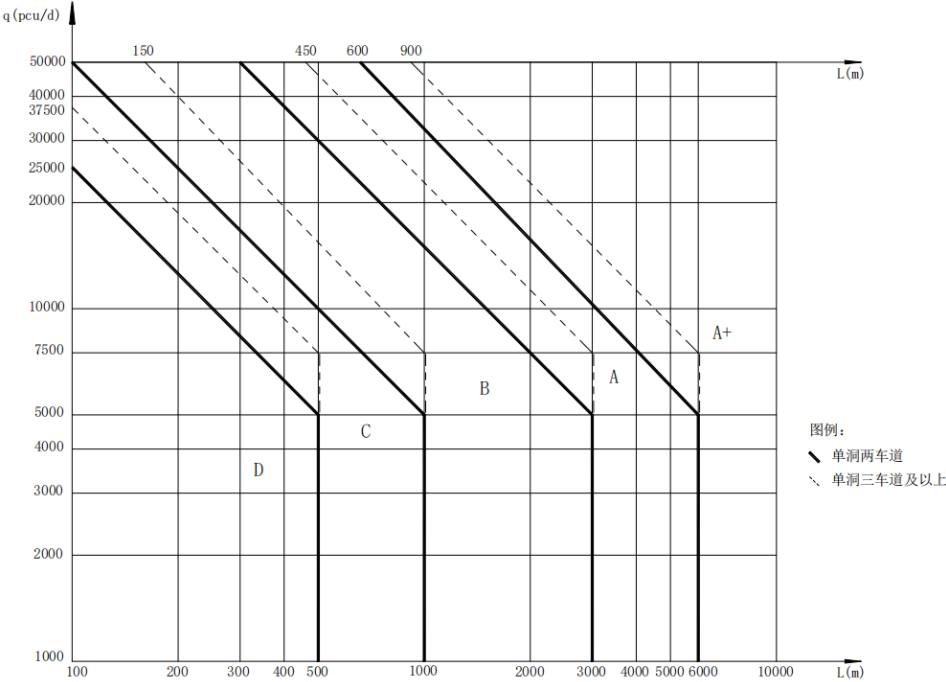
4 基本规定

4.1 一般规定

- 4.1.1 公路隧道安全设施设计应与隧道土建工程设计、所处路段的交通工程及沿线设施设计相协调。
- 4.1.2 公路隧道安全设施设计应包括交通安全设施、通风设施、消防灭火设施、供配电设施、照明设施、交通监控设施、紧急呼叫设施、火灾探测报警设施、防洪设施、附属建筑设施、紧急疏散设施及智能设施等安全设施的设计。
- 4.1.3 公路隧道内的安全设施之间应统筹协调，保证设施布置合理，并不得影响行车安全。
- 4.1.4 应按远期设计年限预测交通量设计各类设施的预留预埋设施。
- 4.1.5 对于承担交通生命线廊道功能和应急疏散救援通道功能的隧道，宜采用较高的技术指标，实现多灾种、多情境下的交通保障功能。
- 4.1.6 公路隧道安全设施设计应贯彻国家及地方的技术经济政策，做到安全实用、质量可靠、经济合理、节能环保、技术先进。
- 4.1.7 公路隧道安全设施设计应积极而慎重地采用新理论、新技术、新材料、新设备，以提升隧道运营安全能力、智慧管控水平、全寿命周期绿色低碳标准为设计目标。

4.2 公路隧道安全设施分级及配置

公路隧道安全设施的分级应根据隧道单洞长度和设计年度预测隧道单洞年平均日交通量两个因素，按图1划分为A+、A、B、C、D五级。



注：q——隧道单洞年平均日交通量（折合小客车）；L——隧道单洞长度。

图 1 隧道安全设施分级图

公路隧道安全设施配置等级标准应满足表1～表3的要求。

表 1 高速公路隧道安全设施配置表

设施名称		各类设施分级				
		A+	A	B	C	D
交通安全设施		按第 5 章规定设置				
通风设施	风机	按第 6 章规定设置				
	能见度检测器	机械通风的隧道应设置				
	CO 检测器	机械通风的隧道应设置				
	NO ₂ 检测器	机械通风的隧道宜设置				
	风速风向检测器	机械通风的隧道应设置				
照明设施	灯具	按第 9 章规定设置				
	亮度检测器	设置电光照明的隧道应设置				
交通监控设施	车辆检测器	●	●	■	▲	—
	视频事件检测器	●	●	■	▲	—
	摄像机	●	●	●	■	—
	可变信息标志	●	●	▲	▲	—
	可变限速标志	■	■	▲	▲	—
	交通信号灯	●	●	●	■	—
	车道指示器	●	●	●	●	▲
	交通区域控制单元	●	●	●	▲	—
紧急呼叫设施	紧急电话	●	●	●	▲	—
	有线广播	●	●	●	▲	—
火灾探测报警设施	火灾探测器	●	●	●	▲	—
	手动报警按钮	●	●	●	▲	—
	火灾声光报警器	●	●	●	▲	—
消防设施与疏散设施	灭火器	●	●	●	●	●
	消火栓	●	●	■	—	—
	固定式水成膜泡沫灭火装置	●	●	■	—	—
	紧急疏散设施	按第 15 章规定设置				

表 1 高速公路隧道安全设施配置表（续）

设施名称		各类设施分级				
		A+	A	B	C	D
智能设施	数字隧道	按第 16 章规定设置				
	隧道综合管控平台	▲	▲	▲	—	—
	AI 视频事件检测	▲	▲	▲	—	—
	隧道结构健康监测设施	▲	▲	▲	—	—
	货车超温预警	▲	▲	▲	—	—
	移动式巡检设备	▲	▲	▲	—	—
	智慧调频广播系统	▲	▲	▲	—	—
	智能配电系统	▲	▲	▲	—	—
	隧道定位信号拓展	▲	▲	▲	—	—
供配电设施		根据以上用电设施的配置情况设置				
注：1. “●”：应设；“■”：宜设；“▲”：可设；“—”：不作要求。 2. 采用机械通风的隧道，应按表中所列要求设置能见度检测器、CO 检测器、NO2 检测器、风速风向检测器；不采用机械通风的隧道则不作要求。 3. 长度小于 500m 的高速公路隧道，可不设消火栓系统及固定式水成膜泡沫灭火装置。						

表 2 一级公路隧道安全设施配置表

设施名称		各类设施分级				
		A+	A	B	C	D
交通安全设施		按第 5 章规定设置				
通风设施	风机	按第 6 章规定设置				
	能见度检测器	机械通风的隧道应设置				
	CO 检测器	机械通风的隧道应设置				
	NO ₂ 检测器	机械通风的隧道宜设置				
	风速风向检测器	机械通风的隧道应设置				
照明设施	灯具	按第 9 章规定设置				
	亮度检测器	设置电光照明的隧道应设置				
交通监控设施	车辆检测器	●	■	▲	—	—
	视频事件检测器	●	●	▲	—	—
	摄像机	●	●	●	■	—
	可变信息标志	●	●	▲	—	—
	可变限速标志	●	●	▲	▲	—
	交通信号灯	●	●	■	▲	—
	车道指示器	●	●	■	▲	—
	交通区域控制单元	●	●	▲	▲	—

表 2 一级公路隧道安全设施配置表（续）

设施名称		各类设施分级				
		A+	A	B	C	D
紧急呼叫设施	紧急电话	●	●	▲	—	—
	有线广播	●	●	▲	—	—
火灾探测报警设施	火灾探测器	●	●	■	—	—
	手动报警按钮	●	●	■	—	—
	火灾声光报警器	●	●	■	—	—
消防设施与疏散设施	灭火器	●	●	●	●	●
	消火栓	●	●	■	—	—
	固定式水成膜泡沫 灭火装置	●	●	■	—	—
	紧急疏散设施	按第 15 章规定设置				
供配电设施		根据以上用电设施的配置情况设置				
注：1. “●”：应设；“■”：宜设；“▲”：可设；“—”：不作要求。 2. 采用机械通风的隧道，应按表中所列要求设置能见度检测器、CO 检测器、NO2 检测器、风速风向检测器；不采用机械通风的隧道则不作要求。 3. 长度小于 800m 的一级公路隧道，可不设消火栓系统及固定式水成膜泡沫灭火装置。						

表 3 二级及二级以下公路隧道安全设施配置表

设施名称		各类设施分级				
		A+	A	B	C	D
交通安全设施		按第 5 章规定设置				
通风设施	风机	按第 6 章规定设置				
	能见度检测器	机械通风的隧道应设置				
	CO 检测器	机械通风的隧道应设置				
	NO ₂ 检测器	机械通风的隧道宜设置				
	风速风向检测器	机械通风的隧道应设置				
照明设施	灯具	按第 9 章规定设置				
	亮度检测器	设置电光照明的隧道应设置				
交通监控设施	车辆检测器	■	■	▲	—	—
	视频事件检测器	■	■	■	—	—
	摄像机	●	●	■	▲	—
	可变信息标志	▲	▲	▲	—	—
	可变限速标志	▲	▲	▲	—	—
	交通信号灯	●	●	▲	—	—
	车道指示器	●	●	▲	—	—

	交通区域控制单元	■	■	▲	—	—
紧急呼叫设施	紧急电话	●	■	▲	—	—
	有线广播	■	▲	▲	—	—
火灾探测报警设施	火灾探测器	●	■	▲	—	—
	手动报警按钮	●	■	▲	—	—
	火灾声光报警器	●	■	▲	—	—
消防设施与疏散设施	灭火器	●	●	●	●	●
	消火栓	●	●	■	—	—
	固定式水成膜泡沫 灭火装置	●	●	■	—	—
	紧急疏散设施	按第 15 章规定设置				
供配电设施		根据以上用电设施的配置情况设置				
注：1. “●”：应设；“■”：宜设；“▲”：可设；“—”：不作要求。						
2. 单洞单向通行时，监控设施、火灾探测与报警设施可降一级配置。						
3. 采用机械通风的隧道，应按表中所列要求设置能见度检测器、CO 检测器、NO2 检测器、风速风向检测器；不采用机械通风的隧道则不作要求。						
4. 长度小于 1000m 的二级及二级以下公路隧道，可不设消火栓系统及固定式水成膜泡沫灭火装置。						

5 交通安全设施

5.1 一般规定

- 5.1.1 公路隧道交通安全设施设计应遵循安全、实用、经济的原则，应能准确、醒目地向驾驶者提供禁令、指示、警告及指路等信息。
- 5.1.2 公路隧道交通安全设施的设计包括交通标志、交通标线、防撞护栏及视线诱导设施。
- 5.1.3 公路隧道交通安全设施设计应符合国家标准GB 5768、JTG D82、JTG D81、JTG D70/2等的规定。

5.2 交通标志

- 5.2.1 长度大于等于500m的隧道，应在隧道洞口前30m~250m适当位置设置隧道信息标志。
- 5.2.2 高速公路在隧道入口前应设置限速标志，可与禁止超车标志同处设置。
- 5.2.3 普通公路在隧道入口前宜设置的禁限标志包括：警告标志及禁令标志。其中警告标志有“开车灯”标志；禁令标志有限高、限速及禁止超车标志。禁限组合标志宜采用单悬式结构，条件受限时可采用单柱或附着式标志结构，可参照图2所示示例设置。



图2 隧道入口前禁限标志示例

- 5.2.4 长度超过2km的公路隧道，在隧道内洞顶按照1km一处设置限速标志，宜采用发光标志。长度大于1km小于2km的隧道，可在中间增设一处。
- 5.2.5 长度超过3km的特长公路隧道内应设置隧道出口距离标志。长度大于3km小于5km的特长隧道在距离隧道出口2km、1.5km、1km、500m设置隧道出口距离标志，长度大于5km的特长隧道在距离隧道出口

3km、2.5km、2km、1.5km、1km、500m设置隧道出口距离标志，标志版面中隧道曲线的示意方向应与实际情况相对应。

5.2.6 紧急停车带位置提示标志应标明进京方向和出京方向，宜按照图3设置。



图3 紧急停车带位置提示标志

5.2.7 圆曲线半径小于一般最小半径的曲线公路隧道应设置线形诱导标，圆曲线最小半径可参照表4取值。

表4 圆曲线最小半径

隧道不设超高时	路拱	设计速度 (km/h)						
		120	100	80	60	40	30	20
	≤2.0%	5500	4000	2500	1500	600	350	—
隧道设超高时	>2.0%	7500	5250	3350	1900	800	450	—
	圆曲线最小半径（一般值）（m）	1000	700	400	200	100	65	30
	圆曲线最小半径（极限值 $I_{\max}=4\%$ ）（m）	810	500	300	150	65	40	20

5.2.8 公路隧道内指路标志宜采用主动发光标志。

5.3 交通标线

- 5.3.1 公路隧道入口前150m、隧道内以及隧道出口后100m车道边缘线宜采用振动标线。
- 5.3.2 单洞双向公路隧道禁止跨越对向车行道分界线宜采用振动标线，单洞单向公路隧道禁止跨越同向车行道分界线可采用振动标线。设置长度为隧道入口前150m、隧道内以及隧道出口后100m。
- 5.3.3 公路隧道洞口彩色防滑标线宜采用MMA双组分涂料，颜色宜为红色或黄色。
- 5.3.4 在公路隧道前应设置路面限速标记，隧道内路面限速标记配合限速标志设置（数值和位置），材料采用MMA彩色防滑铺装。
- 5.3.5 在平面圆曲线半径小于一般最小半径的曲线公路隧道可设置纵向减速标线。无照明的二级及二级以下公路且长度大于200m的隧道，隧道内宜设置纵向视觉减速标线。
- 5.3.6 公路隧道入口前150m、隧道内以及隧道出口后100m车道分界线和车道边缘线宜设置突起路标，突起路标宜与轮廓标断面位置对应。隧道内采用双面突起路标，隧道外采用单面突起路标。
- 5.3.7 在公路隧道洞门侧墙端面应全环设置立面标记；隧道洞内紧急停车带迎车向端墙面、车行横通道及人行横通道洞门侧墙端面宜设置立面标记，紧急停车带立面标记从检修道顶面开始设置至距路面2.5m以上，车行横通道及人行横通道立面标记沿通道口全环设置，并向通道内适当延伸。立面标记采用黄黑相间的倾斜线条，并把向下倾斜的一边朝向行车道。
- 5.3.8 在公路隧道检修道侧壁及顶面刷黄黑立面标记，宜采用立面标记涂料，立面标记涂料应符合JT/T 1327的相关要求。

5.4 防撞护栏

- 5.4.1 公路隧道入口处的护栏过渡段宜通过混凝土护栏渐变、混凝土翼墙或采用技术成熟应用广泛的隧道洞口过渡护栏产品进行过渡。
- 5.4.2 公路隧道出口处的路侧波形梁护栏可采用与隧道壁搭接的方式，也可采用技术成熟应用广泛的隧道洞口过渡护栏产品过渡。

5.5 视线诱导设施

- 5.5.1 特长公路隧道、长公路隧道宜每隔 300m 设置一处隧道轮廓带。视距不良等特殊路段宜适当加密。
- 5.5.2 无照明的二级及二级以下公路隧道宜设置隧道轮廓带。
- 5.5.3 公路隧道侧壁轮廓标宜采用逆反射轮廓标，检修道宜采用主动发光型轮廓标，颜色宜车行方向为左黄右白。

6 通风设施

6.1 一般规定

- 6.1.1 公路隧道通风安全设施的设计内容应包含隧道通风和隧道排烟的设计。
- 6.1.2 公路隧道风机、风道、风机房、通风控制的设计应按照JTG/T D70/2-02执行。

6.2 隧道通风

- 6.2.1 当公路隧道群内洞口间距小于50m时，应分析洞口间距对通风的相互影响。
- 6.2.2 公路隧道设置空气净化系统，空气质量应满足GB 3095、JTG/T D70/2-02的规定和隧道区域环保的要求。
- 6.2.3 公路隧道空气净化系统的类型应根据污染物性质选择，烟尘净化宜选用静电过滤装置，气体污染物净化宜选用活性炭吸附装置。

6.3 隧道排烟

- 6.3.1 采用纵向排烟的公路隧道排烟风速应按照 JTG/T D70/2-02 执行，并宜考虑坡度对风速的影响。
- 6.3.2 采用排烟道集中排烟的公路隧道，火灾排烟设计应符合下列规定：
 - a) 火灾排烟量应包括理论烟气生成量、风道和排烟口的漏风量等；
 - b) 排烟口应设置在隧道顶部或侧壁上部，且纵向间距宜为60m。
- 6.3.3 公路隧道排烟风机及烟气流经的风阀、消声器、软接等辅助设备在 250℃环境条件下连续正常运行时间不应小于 60min。

7 消防灭火设施

7.1 一般规定

- 7.1.1 消防灭火设施应包含灭火器、消火栓及相关设施、消防给水设施及其他设施的设计。
- 7.1.2 消防灭火设施设计应遵循下列原则：
 - a) 以人员逃生为主，车辆疏散、财产安全、灭火为辅；
 - b) 以自防自救为主，外部救援为辅。

7.2 灭火器、消火栓及相关设施

- 7.2.1 灭火器、消火栓及固定式水成膜泡沫灭火装置设计应符合JTG D70/2中的规定。
- 7.2.2 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消火栓按钮。

7.3 消防给水设施及其他设施

- 7.3.1 公路隧道消防用水量应按同一时间发生一处火灾的灭火用水量确定，消防用水量应符合JTG D70/2中的规定。
- 7.3.2 公路隧道消防水源宜采用市政给水，当不具备市政给水条件时可采用打井取水方式。
- 7.3.3 公路隧道消防给水宜采用稳高压供水系统。
- 7.3.4 省界公路隧道消防水源宜结合隧址具体情况与相关省、直辖市统一考虑。

7.3.5 消防水池及消防给水管道应采取防冻保温措施，必要时应设置电伴热系统。防冻保温措施宜选用燃烧性能等级为A级的保温材料，电伴热带可采用变功率电伴热带或恒功率电伴热带，宜具有数据信息远传功能。

8 供配电设施

8.1 一般规定

- 8.1.1 供配电设施设计应遵循以下原则：
- a) 供配电系统构成应本着安全可靠、技术先进、节能减排、投资合理、便于维护与管理；
 - b) 根据工程特点、规模和远期规划，做到近远期结合、施工与永久用电结合。
- 8.1.2 供配电设施设计节能措施：
- a) 应合理补偿无功功率，功率因数应不小于95%；
 - b) 合理选择变压器负载率，负载率宜取70%~85%；
 - c) 技术经济比较可行时，可采用太阳能、风能等新能源；
 - d) 推广采用隧道供配电系统节能技术。

8.2 供配电设施

8.2.1 公路隧道用电负荷分级应根据对公路隧道安全运营来划分负荷等级，用电负荷等级宜按表5执行。

表 5 公路隧道用电负荷等级

负荷等级	负荷名称
特别重要负荷	应急照明设施
	电光标志
	交通监控设施
	通风及照明控制设施
	紧急呼叫设施
	火灾检测与报警设施
	中央控制设施
一级负荷	消防水泵
	排烟风机
	电伴热
	防火卷帘门
二级负荷	非应急的照明设施
	轮廓灯
	通风风机
	消防补水水泵
三级负荷	停电后不影响隧道正常运行的负荷，如隧道检修电源、洞外引道照明
注：1. 中央监控设施包括交通监控设施、通风及照明控制设施、紧急呼叫设施、火灾检测与报警设施及中央控制设施等负荷。 2. B 级及以下等级的隧道，当电力条件受限时，电光标志和交通监控设施可降低至二级负荷。	

8.2.2 公路隧道供电电源及设备选型设计应符合JTG D70/2要求。

8.3 配电设施

8.3.1 公路隧道内配电箱、柜的防护等级应达到IP55。

- 8.3.2 消防水泵控制柜设置在专用消防水泵控制室时，其防护等级不应低于IP30；与消防水泵设置在同一空间时，其防护等级不应低于IP55。
- 8.3.3 公路隧道低压配电系统设计应符合下列规定：
- a) 各类电力负荷应根据性质、功能的不同，各自设置单独的配电回路；
 - b) 接地方式宜采用TN-S系统；
 - c) 隧道内宜设置供维修和养护作业用的配电回路，回路末端应设置漏电保护装置。

8.4 应急电源

- 8.4.1 不间断电源装置（UPS）设计应符合下列规定：
- a) 当公路隧道用电负荷不允许中断供电或允许中断供电时间为毫秒级时，应采用在线式UPS装置供电，UPS维持供电时间不应小于30min；
 - b) 对计算机供电时，UPS的额定输出功率不应小于计算机各设备额定功率总和的1.2倍，对其他用电设备供电时，其额定输出功率不应小于最大计算负荷的1.3倍。
- 8.4.2 应急电源装置（EPS）设计应符合下列规定：
- a) 公路隧道应急照明宜采用EPS装置供电，高速公路及一级公路隧道EPS维持供电时间不应小于1.5h，二级及二级以下公路隧道EPS维持供电时间不应小于1.0h；
 - b) EPS的额定输出功率不应小于应急照明额定功率总和的1.3倍；
 - c) EPS用于照明电源装置时，切换时间不应大于0.2s。

8.5 电力监控系统

- 8.5.1 设置中央控制管理设施的公路隧道宜设置电力监控系统。
- 8.5.2 公路隧道电力监控系统应能满足公路隧道电气设备和线路的继电保护及电气测量要求，应具备电气设备的监视、测量、保护、控制、管理功能。
- 8.5.3 公路隧道电力监控系统宜采用分层分布式系统结构。
- 8.5.4 公路隧道电力监控系统继电保护和自动装置设计应符合现行GB/T 50062的规定，其保护装置可按表6配置。

表 6 隧道电力监控系统保护装置配置

名 称		保护装置配置
10kV 配电线路		电流速断、过电流、低电压
10/0.4kV 配电变压器	干式变压器	电流速断、过电流、过负荷、温度、零序过流、单相接地
	油浸式变压器	电流速断、过电流、过负荷、温度、瓦斯
低压配电线路		短路、过负荷、电流速断

- 8.5.5 双电源自动投入装置应符合下列要求：
- a) 应能保证在工作电源或设备断开后投入备用电源或设备；
 - b) 工作电源或设备上的电压消失时，自动投入装置应延时动作；
 - c) 自动投入装置应保证只动作一次；
 - d) 当备用电源或设备投入到故障上时，自动投入装置应使其保护加速动作；
 - e) 备用电源自动投入装置中，可设置工作电源的电流闭锁回路。
- 8.5.6 供配电系统宜设置消防电源监控和电气火灾监控系统。

8.6 变配电所及发电机房

- 8.6.1 变配电所设置间距一般不超过1km。
- 8.6.2 所有室内、外装置的安全净距应符合相关规范的要求。
- 8.6.3 位于高潮湿环境的变配电所，墙体应无渗漏、无结露，室内应有防排水措施及除湿措施。

9 照明设施

9.1 一般规定

9.1.1 公路隧道照明设施的设计应包含入口段照明、过渡段照明、中间段照明、出口段照明、紧急停车带照明、横通道照明、应急照明、洞外引道照明和照明控制的设计。

9.1.2 公路隧道照明设计应满足路面平均亮度、路面亮度总均匀度、路面中线亮度纵向均匀度、频闪和诱导性要求。

9.1.3 公路隧道入口段、过渡段、出口段照明应由基本照明和加强照明组成，中间段照明由基本照明组成。

9.1.4 隧道照明设置条件应符合下列要求：

- a) 长度 $L > 200\text{m}$ 的有非机动车或行人与机动车混合通行的隧道，应设置照明；
- b) 其他参照 JTG D70/2 执行。

9.1.5 公路隧道照明设计应根据交通量变化、洞外亮度变化、季节更替等多种工况制订调光及运营管理方案。

9.1.6 公路隧道照明应采用节能型灯具。

9.2 隧道照明设计标准

公路隧道照明设计标准参照 JTG D70/2 执行。

9.3 光源、灯具的选型

9.3.1 公路隧道照明光源与灯具宜选用显色指数较高、新型节能型灯具，灯具光效应大于 130lm/w 。

9.3.2 高速公路隧道洞口加强段宜采用变色温灯具。

9.3.3 应急停车带、车行横通道、人行横通道内、地下风机房、地下变电所宜采用能快速启动的LED灯。

9.3.4 公路隧道照明灯具应具有良好的防腐性能，所有构件在隧道内潮湿的环境下在寿命周期内不应生锈。

9.3.5 公路隧道照明灯具应有适合公路隧道特点的防眩装置，有易于调整安装角度的特点。

9.3.6 公路隧道照明设计文件中应明确所选用照明光源及灯具的性能指标要求，如光源光衰、色温、显色指标、电源效率、平均寿命、整个灯具的光效、功率因数、防护等级等。

9.3.7 当使用LED照明灯具时，灯具指标应符合下列要求：

- a) 色温： $3500\text{K} \sim 5500\text{K}$ ；
- b) 光衰： 3000h 不大于3%； 6000h 不大于7%； 50000h 不大于30%；
- c) 灯具在100%光输出时，功率因数不应低于0.95；
- d) 灯具正常工作一年的损坏率不应高于3%。

9.4 节能标准与措施

9.4.1 接近段可采用以下洞外减光措施：

- a) 从接近段起点起，在路基两侧种植常青树；
- b) 采用削竹式洞门型式，并进行坡面绿化；
- c) 洞口采用端墙型式时，墙面采用暗色调，其装饰材料的反射率应小于0.17；
- d) 洞口外至少一个停车视距长度的路面宜采用沥青路面；
- e) 公路隧道洞口可采用遮光棚。

9.4.2 白天公路隧道照明运营调光应符合下列要求：

a) 白天加强照明应根据洞外亮度和交通量变化分级调整入口段、过渡段和出口段的路面亮度，可按表7进行取值及调光组合；

表 7 白天加强照明段调光

分 级		亮度 (cd/m ²)	交通量 N (veh/ (h · ln))	
			单向交通	双向交通
夏季晴天	I	L ₂₀ (S)	≤350	≤180
	II		350<N<1200	180<N<650
	III		≥1200	≥650
其他季节晴天/夏季云天	IV	0.5 L ₂₀ (S)	≤350	≤180
	V		350<N<1200	180<N<650
	VI		≥1200	≥650
其他季节云天/夏季阴天	VII	0.25 L ₂₀ (S)	≤350	≤180
	VIII		350<N<1200	180<N<650
	IX		≥1200	≥650
其他季节阴天/重阴天	X	0.13 L ₂₀ (S)	≤350	≤180
	XI		350<N<1200	180<N<650
	XII		≥1200	≥650

b) 基本照明应按JTG D70/2的要求调整照明亮度。

9.4.3 夜间公路隧道照明运营调光应符合下列要求：

- a) 夜间应关闭加强照明；
- b) 长度≤500m且设有自发光诱导设施和定向反光轮廓标的高速公路和一级公路隧道，夜间可关闭全部灯具；
- c) 长度≤1000m且设有定向反光轮廓标的二级公路隧道，夜间可关闭全部灯具；
- d) 公路设有照明时，其路段上的隧道夜间照明亮度应与道路亮度水平一致；公路未设置照明时，高速公路和一级公路隧道夜间照明亮度可取1cd/m²，二级公路隧道夜间照明可取0.5cd/m²；
- e) 当单向交通隧道夜间交通量不大于350 veh / (h·ln)、双向交通隧道夜间交通量不大于180 veh / (h·ln) 时，地面维持亮度可按照JTG D70/2执行。

9.4.4 入口段及出口段照明灯具可从公路隧道洞口顶部以内轴向10m处开始布设。

9.5 照明控制

9.5.1 照明控制均应具备手动控制功能，宜采用自动控制为主、手动控制为辅的控制方式。

9.5.2 横通道、紧急停车带的照明控制应符合下列要求：

- a) 车行横通道和紧急停车带的照明宜具备远程控制和现场手动控制功能；
- b) 人行横通道照明应具备感应控制装置或与门联动控制的装置；
- c) 车行横通道照明应与横通道门实现联动。

9.5.3 亮度检测器的设置应符合下列要求：

- a) 洞外亮度检测器宜设置在离洞口一个停车视距位置处，高度宜为2.5m，检测器探头方向应指向洞口中心；
- b) 洞内亮度检测器宜设置在洞内离洞门一倍隧道净高的侧壁上，检测器探头方向应指向行车前进方向且离检测器一个停车视距位置路面中心处，检测器安装高度宜为2.5m。

9.5.4 亮度检测器应能满足洞内外长期工作条件，且技术要求不应低于下列规定：

- a) 亮度检测器探头镜头立体视角20°；
- b) 洞外亮度检测器测量范围为1~7000cd/m²，最大允许误差应为±5%示值；洞内亮度检测器测量范围为1~500cd/m²，最大允许误差应为±5%示值；
- c) 亮度检测器的防护等级不低于IP65；
- d) 洞外型检测器宜配备带雨刷的防护罩。

9.5.5 照明区域控制单元应符合下列要求：

- a) 应采用模块化结构，具有良好的扩展性；
- b) 应具有现场照明工况手动控制和编程控制功能；
- c) 当设置了亮度检测器时，照明区域控制单元还应具备亮度数据采集处理的功能；
- d) 照明区域控制单元应具有故障自诊断功能。

9.5.6 应结合光源特性，所有设置电光照明的公路隧道（含短隧道）均应设置隧道照明智能化控制系统，并尽可能利用隧道监控系统的洞外亮度信息、交通量信息，供电电压信息，按照不同工况对照明系统实施智能控制，以实现最大限度的照明节能运行。

9.5.7 公路隧道照明控制系统应同时具有现场手动控制、远程遥控、时序控制、全自动控制多种功能，且现场手动控制级别最高，级别依次降低，分别应符合下列要求：

a) 手动控制：紧急情况或遇到自动控制出现故障、检修等特殊情况时，可在隧道管理站或上一级管理机构远程手动遥控，也可在隧道照明配电箱进行现场手动控制；

b) 远程遥控：隧道照明回路中设置的接触器应具有由应用层计算机照明软件通过现场PLC远程控制的功能；

c) 时序控制：指按时间区段预先编制程序控制照明工况。当全自动控制系统出现故障时可切换到时序控制方式运行；采用时序控制方式时，应具有根据当地经纬度及四季变化来自动选择灯具回路开关灯时间的功能，照明控制系统还应具有远程修改时序设置的功能；

d) 全自动控制：根据隧道现场设置的洞外亮度仪和车辆检测器的检测值（如洞外亮度、交通量、运行速度），经计算机处理后，自动控制隧道内的道路照明，使隧道内道路照明能适应不同洞外亮度。适用于设置有洞外亮度仪和车辆检测器的隧道。

9.5.8 当采用具有无级调光功能的LED照明系统调光时，宜分若干级平滑调光，系统应能通过调节LED电源电流实现照明分级控制，电流的调节应在LED发光二极管的额定电流值以下，以保证灯具的寿命。洞内照明分级调节时，应考虑适当的时间延时。

9.5.9 公路隧道疲劳唤醒带的设置应符合下列要求：

a) 长度大于 4km 的隧道为避免在隧道内出现驾驶视觉疲劳宜设置疲劳唤醒带；

b) 疲劳唤醒带长度一般设置 200 米左右，设置间距一般不大于 4km；

c) 疲劳唤醒带照明应具有独立控制的功能，关闭疲劳唤醒带灯具后不应影响隧道内道路的功能性照明。

10 交通监控设施

10.1 一般规定

10.1.1 交通监控设施设计内容应包括车辆检测设备、视频监控设备、交通控制及诱导设施及相关的控制系统设计。

10.1.2 交通监控设施应使路段管理者能及时收集和处理交通信息、显示隧道通行车辆状态及交通运行状态，并具备在紧急情况下对隧道交通进行控制与诱导的功能。

10.2 车辆检测设备

10.2.1 应根据道路运营单位对路段数据采集的要求，确定车辆检测器设置位置和数量。

10.2.2 车辆检测器应具有下列功能：

a) 检测每一车道的交通量和速度等基本交通参数；

b) 能检测出行车方向；

c) 能检测出二轮摩托车及以上的所有类型的机动车，拖挂车检测为一辆车。

10.3 视频监控设备

10.3.1 视频事件检测器的设计应符合下列要求：

a) 视频事件检测器宜设置在洞口、紧急停车带、横通道等区域；

b) 视频事件检测器应能检测下列事件：停车、交通堵塞、车辆行驶速度低于允许最低行驶速度、行人、车辆逆行、火灾、车辆掉物。

10.3.2 摄像机的设置应符合下列要求：

a) 摄像机应设置于隧道主洞、平行导洞、横通道、紧急停车带、隧道外及隧道附属管理建筑；

b) 公路隧道外摄像机应设在距隧道口100~400m处，应能清楚地监视洞口区域的全貌、交通状况和隧道洞外设置的机电设备；

c) 公路隧道内摄像机直线段设置间距不应大于 120m，曲线段设置间距可根据实际情况适当减小，应能对隧道内进行无死角监控。

10.3.3 摄像机应符合下列要求：

- a) 公路隧道外摄像机应为配有光圈自动调节、变焦镜头、云台、全天候防护罩的低照度 CCD 彩色遥控摄像机；
- b) 未设置隧道外引导照明的公路隧道，隧道外摄像机宜配置夜视补偿辅助光源；
- c) 公路隧道内摄像机应为配置有自动光圈、定焦距和防护罩的低照度摄像机，具有彩色/黑白、昼/夜自动转换功能；
- d) 设置于隧道洞口变电所、洞内变电所、地下风机房的摄像机应具有目标移动报警功能；
- e) 公路隧道内紧急停车带、车行横通道、人行横通道处摄像机宜有遥控功能；
- f) 公路隧道附属用房场区设置的摄像机应具备拾音功能和入侵检测报警功能。

10.4 交通控制及诱导设施

10.4.1 交通控制及诱导设施应具备收集和处理交通信息，并传送给中央控制室计算机，同时接收中央控制室计算机传来的有关信息或指令，进行控制与诱导的功能。

10.4.2 交通信号灯的设计应符合下列要求：

- a) 交通信号灯应设置在隧道入口联络道前20~50m处，信号灯应由红、黄、绿和左转弯箭头组成；
- b) 隧道入口无联络道时，交通信号灯应设置在距隧道入口一个停车视距处，且信号灯应为红、黄、绿三色信号灯。当后一隧道入口与前一隧道出口间距小于500m时，两隧道间可不设交通信号灯；
- c) 交通信号灯应显示清晰，高速公路及一级公路交通信号灯尺寸应为 $\phi 400\text{mm}$ ，有效显示直径应为 $\phi 365\text{mm}$ ，尺寸允许偏差 $\pm 2\text{mm}$ ；其他公路交通信号灯有效显示直径不应小于300mm。

10.4.3 车道指示器的设计应符合下列要求：

- a) 车道指示器立应设置在隧道内各车行道中心线的上方；
- b) 车道指示器宜设置在隧道入、出口以及车行横通道等处；
- c) 车道指示器与射流风机间距不宜低于40m。

10.4.4 车道指示器应符合下列要求：

- a) 一般位置的车道指示器应由红叉、绿箭两色灯组成；
- b) 车行横通道处的车道指示器应由红叉、绿箭两色灯和绿色左箭头灯组成；
- c) 车道指示器应具有双面显示功能，显示图案应清晰，动态视认距离不应小于200m；
- d) 方形车道指示器有效显示尺寸不应小于350mm×350mm，圆形车道指示器有效显示直径不应小于300mm。

10.4.5 可变信息标志的设计应符合下列要求：

- a) 可变信息标志应设置在隧道入口联络道前200~300m处；
- b) 隧道入口无联络道时，可变信息标志宜设置在隧道入口前200~300m处；
- c) 可变信息标志可在特长、长隧道内设置，并宜设置在车行横通道前10~30m处。

10.4.6 可变信息标志应符合下列要求：

- a) 高速公路使用的可变信息标志应满足GB/T 23828，其他低等级公路宜参照执行；
- b) 隧道内版面亮度不应小于3500cd/m²，隧道外版面亮度不应小于8000cd/m²；
- c) 版面亮度应根据环境照度自动调节，应无炫光现象，动态视认距离不应小于200m；
- d) 应具有故障自检、防篡改功能，数据宜采用以太网传输。

10.4.7 区域控制单元的设计应符合下列要求：

- a) 应根据处理信息量和隧道监控模式确定交通区域控制单元规模及处理控制能力；
- b) 控制单元宜设置在隧道变配电所、风机房及隧道内受控设备密集位置，设置间距应按可靠、经济的原则确定；
- c) 隧道主控制单元宜配置触摸显示屏；
- d) 隧道内的各交通区域控制单元，宜通过光纤构成光纤自愈控制环网。

10.4.8 区域控制单元应具有下列功能：

- a) 收集区段内各设备的检测信息，对检测信息进行分析处理和存储，并将信息上传至中央控制室计算机系统；

- b) 接受上级计算机系统的信息或指令，对下端执行设备进行控制；
- c) 控制单元应能手动控制现场设备，且手动控制优先级为最高；
- d) 控制单元宜具备可拓展性。

10.5 交通监控通讯网络

10.5.1 灾害状态下通信系统应符合应急处理、救援疏散的要求。

10.5.2 通讯网络设计应符合下列要求：

- a) 根据隧道具体情况以及信息传输的客观要求，设置光纤通信传输系统网络；
- b) 光纤通信传输系统应构成环状网络，环网光缆应与配电电缆不同路径敷设；
- c) 传输带宽应根据各系统通信量的需求来确定，并具备适当的余量；
- d) 传输节点设备应安装在运营管理中心、通信站的设备机房或隧道现场的通信设备机柜（箱）内，设备应采用不间断电源设备供电，且良好接地；
- e) 通信系统应配置传输网络管理系统，传输网络管理设备应设置于隧道监控中心内。

10.5.3 采用智能化隧道交通监控设备时，其不同类别设备通讯速度需求差别较大，且均为大地理范围分布，其构成网络的方式应符合下列要求：

- a) 现场智能交通监控设备采用现场总线方式组网，均接入交通区域控制单元；各交通区域控制单元，宜采用光纤互联，构成光纤自愈控制环网。视频设备单独组建光纤环网；
- b) 采用工业以太网方式组网，将单个或相对较近范围的几个现场智能交通监控设备通过一个光电以太网交换机以IP方式接入交通监控工业以太网。

11 紧急呼叫设施

11.1 一般规定

11.1.1 紧急呼叫设施设计内容应包括紧急电话设施和隧道广播设施的设计。

11.1.2 紧急呼叫设施应为隧道管理提供快捷的紧急呼叫功能。

11.1.3 紧急呼叫设施应根据计算机、通信网络及相关电子技术的发展，宜优先采用网络智能化紧急呼叫设备及系统。

11.1.4 宜将公共移动数字通讯服务商提供的无线数字通讯网络引入隧道，进行全线覆盖。

11.2 紧急电话设施

11.2.1 紧急电话设施宜按下列原则设置：

- a) 紧急电话主控设备宜设置在中央控制室；
- b) 隧道内紧急电话分机设置间距不宜大于200m；
- c) 紧急电话分机宜设置于隧道入口、隧道出口、隧道内紧急停车带、人行横通道处；
- d) 紧急电话送话器高度距使用者站立面宜为1.4m。

11.2.2 公路隧道内紧急电话分机宜设置在可容人的预留洞室，预留洞室宜配隔声门并设置照明。

11.2.3 紧急电话主控设备应具有下列功能：

- a) 汇接各紧急电话分机传输线路，控制各紧急电话分机的呼叫业务；
- b) 紧急电话主控设备和紧急电话分机之间应能全双工通话；
- c) 允许两处及两处以上紧急电话分机同时排队报警，并具有接警信息输出接口；
- d) 具有自动检测功能，可检测系统的正常和故障状态；
- e) 具有自动录音及回放功能；
- f) 具有查询统计及打印功能。

11.3 隧道广播设施

11.3.1 公路隧道广播可采用有线广播方式或无线广播方式。

11.3.2 公路隧道有线广播设施应按下列原则设置：

- a) 广播控制器宜设置在中央控制室，与中央控制室计算机相连接；

b) 扬声器应设置在隧道入口、隧道出口处及紧急停车带、人行横通道、车行横通道处，宜在隧道内每隔 50m 设置；

c) 扬声器应在隧道洞外设置，并宜与信号灯同址设置。

11.3.3 公路隧道有线广播设施应符合下列要求：

a) 应具备全呼及分组群呼功能；

b) 应具有自动故障检测功能，能显示系统各设备工作状态；

c) 系统电声性能指标不应低于现行GB/T 50526所规定的三级紧急广播系统要求且应备声压级应不小于100dB；

d) 扬声器防护等级应不低于IP65；

e) 广播效果应清晰、无混音。

12 火灾探测报警设施

12.1 一般规定

12.1.1 火灾报警设施设计内容应包括火灾探测器、手动报警按钮、火灾报警控制器、声光警报器等的设计。

12.1.2 火灾探测报警设施设计应注重火灾检测的灵敏性、准确性、实时性、可靠性。

12.1.3 公路隧道内设置的火灾探测报警设备的防护等级不应低于IP65。

12.1.4 火灾探测报警系统的隧道现场信息传输网络应采用独立传输网络；路段全线火灾探测报警系统的信息传输网络可利用公路专用通信网络。

12.1.5 根据计算机、通信及相关电子技术的发展，宜优先采用网络智能化火灾探测报警设施系统。

12.1.6 火灾自动报警系统的设计，除应符合本规范外，尚应符合GB 50116 和JT/T 610的规定。

12.1.7 火灾自动报警系统设备应选择符合国家有关标准和有关市场准入制度的产品。

12.2 火灾探测器

12.2.1 火灾探测器应能自动检测隧道、平行通道、隧道运营管理附属建筑等的火灾，探测范围应覆盖所有报警区域，无探测盲区。

12.2.2 公路隧道运营管理附属建筑等处的火灾探测器应按照现行GB 50116的规定设置。

12.2.3 公路隧道内宜选用点型火焰探测器、线型感温火灾探测器、图像型火灾探测器或其组合。

12.2.4 点型火焰探测器设置应符合下列要求：

a) 单洞车行道少于四车道时，探测器宜单侧设置；单洞车行道为四车道时，探测器应双侧交错设置；

b) 探测器宜从隧道洞口顶部以内10m处开始设置；应设置在隧道侧壁，底部距检修道高差宜为2.5~3.5m。

12.2.5 线型感温火灾探测器设置应符合下列要求：

a) 每根线型火灾探测器火灾探测保护车道的数量不宜超过2条；

b) 探测器宜从隧道洞口顶部以内10m处开始沿隧道连续设置，应设置在车道顶部，距隧道顶棚距离宜为0.15~0.20m。

12.2.6 图像型火灾探测器设置应符合下列要求：

a) 单洞车行道少于四车道时，探测器宜单侧设置，并设置在隧道侧壁，底部距路面高差高差不应小于4.5m；

b) 单洞车行道为四车道时，探测器宜设置在隧道中线上方，底部距路面高差不应小于5.2m；

c) 探测器宜从隧道洞口顶部以内10m处开始设置。

12.2.7 火灾探测器设备应为符合国家有关准入制度的产品，应符合下列要求：

a) 应具有抗环境干扰功能和灵敏度调整功能；

b) 线型感温火灾探测器应具有差、定温报警功能；

c) 火灾探测器响应时间不应大于60s。

12.3 手动报警按钮

12.3.1 公路隧道内手动报警按钮设置间距不应大于50m，宜与消火栓等灭火设施同址设置，按钮距检修道高差应为1.3~1.5m。

12.3.2 公路隧道运营管理附属建筑的手动报警按钮应按现行GB 50116的规定设置。

12.4 火灾报警控制器

12.4.1 火灾报警控制器应能接收、显示、记录和传递火灾报警等信息，并有控制自动消防装置的功能。

12.4.2 火灾报警控制器设置应符合下列要求：

- a) 中央火灾报警控制器应设置在隧道中央控制室内；
- b) 室内的火灾报警控制器应设置在管理人员易于操作、视认方便的位置；安装在墙上时，控制器与门轴的距离不应小于1m，正面操作空间宽度不应小于1.2m；
- c) 落地式安装的火灾报警控制器，正面操作空间宽度不应小于1.2m，设备侧面及后面的维修空间宽度均不应小于1m；
- d) 设置在隧道内的火灾报警控制器应设有可靠的保护措施和明显标志。

12.4.3 火灾报警控制器每一总线回路连接设备的地址码总数宜留有一定的余量，且不宜超过200点。

12.5 火灾声光警报器

12.5.1 设置火灾探测器的隧道应设置火灾声光警报器，其他隧道可设置火灾声光警报器。

12.5.2 火灾声光警报器应设置于隧道中央控制室、隧道入口前方100~150m处、隧道内各报警区域，设置高度不宜小于2.5m。

12.5.3 环境噪声大于60dB的场所设置火灾声光警报器时，其声光警报器的声压级应比背景噪声至少高15dB，其他技术指标应符合现行GB 26851的规定。

12.6 系统供电

12.6.1 火灾探测报警系统应设有交流电源和蓄电池备用电源。

12.6.2 火灾探测报警系统主电源不应设置剩余电流动作保护和过负荷保护装置。

12.6.3 蓄电池备用电源宜采用专用蓄电池或集中设置的蓄电池，其电池维持供电时间不应小于3h。采用集中设置的蓄电池时，火灾报警控制器应采用单独的供电回路并应保证在系统处于最大负载状态下不影响火灾报警控制器的正常工作。

13 防洪设施

13.1 一般规定

13.1.1 公路隧道洞口及其他口部的选址应避开山洪沟、河道、地势低洼等区域。

13.1.2 为防止公路隧道外雨水径流进入隧道内，隧道洞口外应设置雨水径流拦截设施，如挡水墙、截排洪沟、桥梁加密雨水口、路侧边沟等，将洞外雨水径流导排至周边水系。

13.1.3 纵断为下凹式的公路隧道，应增设洞外道路驼峰、隧道低点排水系统等截排水设施。

13.2 设计标准

13.2.1 公路隧道的防洪设施应满足隧道防洪标准，符合表8的规定。

表 8 隧道的防洪标准			单位为年
公路等级	特长隧道	长隧道	中、短隧道
高速	100	100	100
一级			
二级	100	50	50
三级	50	50	25
四级	50	25	25

13.3 隧道防洪设施

- 13.3.1 濒临水库、沿河、沿溪的公路隧道，其洞口路肩设计高程应高出设计洪水位（含浪高和壅水高）不小于0.5m。
- 13.3.2 对于纵断为下凹式的平原区公路隧道，隧道洞外道路驼峰和挡水墙的设计顶高程应高出设计洪水位（含浪高和壅水高）不小于0.5m。
- 13.3.3 公路隧道的各类口部竖向高程设计均应满足隧道防洪标准，高出设计洪水位（含浪高和壅水高）不小于0.5m。
- 13.3.4 公路隧道应设置防洪预警系统、报警系统，并在显著位置设置地面积水深度标尺等警示标识。
- 13.3.5 有条件的下凹式公路隧道，其配电室、控制室及值班室等宜采用地上式。
- 13.3.6 公路隧道洞外的路基边沟与洞外路面水不应流入隧道内，当隧道长度小于500m，经技术和维护管养论证可行时，可经由隧道引排至隧道出口路基边沟。

14 紧急疏散设施

14.1 一般规定

- 14.1.1 公路隧道应设置预防火灾、水灾、地震等灾害的设施，防灾设计以防火灾为主，同一隧道按同一时间内发生一次火灾考虑。
- 14.1.2 公路隧道的每孔行车空间应为一个防火分区。隧道内横通道、疏散通道、设备管廊、附属设备用房应与行车道孔分为不同的防火分区，两个防火分区之间应采用防火墙或防火门、防火卷帘等防火分隔措施。
- 14.1.3 公路隧道监控运营管理中心应具有防灾报警、灾情确认、协助防灾指挥及救援调度的功能。

14.2 隧道防火

- 14.2.1 双洞分离公路隧道的人行横通道设计应符合下列要求：
- 人行横通道应有良好的防排水措施，道面应防滑；
 - 人行横通道纵坡大于20%时，宜设置踏步台阶，边墙两侧宜设扶手，扶手高度宜为0.9m；
 - 人行横通道的两端应设常闭防火门。
- 14.2.2 双洞分离公路隧道的车行横通道设计应符合下列要求：
- 车行横通道的纵坡不宜大于5%，最大纵坡不应大于10%；
 - 车行横通道的两端应设防火卷帘。
- 14.2.3 防火门开启方向应为疏散方向，应能在门两侧开启，且应具有自动关闭功能。防火门各项性能除符合现行GB 12955的规定外，尚应符合下列要求：
- 应采用钢质A类隔热防火门；
 - 公路隧道长度小于3000m时，防火门耐火隔热性、耐火完整性不应小于2.0h；隧道长度不小于3000m时，耐火隔热性、耐火完整性不应小于3.0h。
- 14.2.4 防火卷帘正常情况下应关闭，并应具备现场和远程控制开闭功能，其各项性能除应符合GB 14102的规定，尚应符合下列要求：
- 卷帘材料及零部件应环保、耐腐蚀；
 - 公路隧道长度小于3000m时，防火卷帘耐火极限不应小于2.0h；隧道长度不小于3000m时，耐火极限不应小于3.0h。
- 14.2.5 穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的各类管线空隙应采用防火封堵材料封堵。
- 14.2.6 公路隧道防火方案设置应符合下列要求：
- 公路隧道长度不大于1000m时，可不设置防火涂料或防火板；
 - 公路隧道长度大于1000m时，隧道顶部宜设置深色防火涂料或防火板；
 - 特殊情况下可根据位置、功能等需求，经技术、经济论证后确定防火方案。
- 14.2.7 公路隧道应采用简洁装饰方案，具体应符合下列要求：
- 公路隧道长度不大于1000m时，隧道可不采取涂装；

- b) 公路隧道长度大于 1000m 时，隧道侧墙采用浅色系涂装，并设置腰线；
- c) 公路隧道长度大于 4000m 时，隧道可设置疲劳唤醒措施；
- d) 特殊情况下可根据项目位置、功能等需求，经术、经济论证后确定具体装饰方案。

14.3 疏散通道

14.3.1 单孔单层隧道应设置直通地面的或另一防火分区的疏散通道，公路隧道内疏散通道出口间距宜为 250m~300m，并不应大于 350m。

14.3.2 单孔双层公路隧道宜设置疏散至上（下）行车孔的疏散楼梯，有条件时宜设置直通地面的疏散通道，疏散楼梯的设置应符合下列要求：

- a) 明挖法或矿山法公路隧道的疏散楼梯宽度不宜小于 1.2m，出入口间距宜为 250m~300m，并不应大于 350m；
- b) 盾构法公路隧道的疏散楼梯宽度不宜小于 0.8m，坡度不应大于 60°，出入口间距宜为 80m，并不应大于 100m；
- c) 直通地面的疏散楼梯，当隧道车行道路面和室外出入口地坪高差大于 10m 时应采用防烟楼梯间。

14.3.3 双孔公路隧道应设置人行横通道或人行疏散通道，并应符合下列要求：

- a) 人行横通道间距及隧道通向人行疏散通道入口的间距宜为 250m~300m，并不应大于 350m；
- b) 明挖法公路隧道有条件时宜增设直通地面的疏散通道，间距宜为 500m~1000m；
- c) 当盾构法公路隧道同时设有人行疏散通道、辅助疏散设施、自动灭火系统、重点排烟系统时，人行横通道间距可适当加大，但不宜大于 1000m；
- d) 盾构法公路隧道可采用疏散楼梯或滑梯作为辅助疏散设施，疏散楼梯应符合本标准第 14.3.2 条第 2 款的规定。

14.3.4 双孔公路隧道车行横通道设置应符合下列要求：

- a) 车行横通道间距及隧道通向车行疏散通道入口的间距宜为 500m，并不应大于 1000m；
- b) 盾构法公路隧道车行横通道间距不宜大于 1500m；当隧道单孔车道数不小于 3 条或小于 3 条但设置有连续式紧急停车带，且同时设有自动灭火系统、重点排烟系统时，其间距不限。

15 附属建筑设施

15.1 一般规定

15.1.1 公路隧道附属房屋建筑包括隧道管理站和隧道附属用房。

15.2 隧道管理站

15.2.1 公路隧道应根据规模和管理需要设置隧道管理站，隧道管理站应具备交通监控、环境与设备监控、事件报警与联动控制、应急通信、指挥调度等功能；

15.2.2 公路隧道管理站的设置应根据隧道长度、交通量、隧道分布特点、隧道群位置、管理站建设运营成本以及管理人员生活方便等因素综合决定。隧道管理站一般应按照以下原则设置：

- a) 公路隧道管理站宜在特长隧道或隧道群处设置，可与路段监控通信站、桥隧养护管理站等合并建设。如条件许可，隧道管理站尽量选择与附近的收费站、服务区、监控分中心等管理部门同址合建；
- b) 公路隧道群应统一考虑管理部门设置；
- c) 远离互通立交、地处偏远山区或救援困难等处的长公路隧道可考虑设置有人值守隧道管理站。

15.2.3 选址原则、建设规模及功能布局应符合下列要求：

- a) 公路隧道管理站宜设置在场地相对平整、距离隧道较近的位置。若隧道管理站无法设置在隧道附近时，设有消防监控设备的隧道管理站应能满足消防监控和灭火救援的需要。在与其他建筑合建时，应设置独立通道；
- b) 宜选择在供电、给排水、物资供应容易解决的地点，同时，所选地点应尽量与公路扩宽和设施扩建规划相适应，并尽量避开征地费用高的地方；
- c) 应与周边环境相协调，依法避让自然保护区、水源地保护区等生态环境敏感区；

d) 公路隧道管理站规模,应根据公路等级、隧道长度、设计交通量、地理位置与所在环境、使用条件等综合研究确定;

e) 公路隧道管理站整体布局需简洁、实用、功能分区明确、符合运营管理要求;主要包括监控室、办公用房、设备用房及相关生活后勤用房等功能区域。

15.2.4 公路隧道管理站监控室日常运营管理职能包括:日常监控、预警信息的采集;与各种交通方式的协调,警情信息的采集;应急指挥管理等功能。其设计应符合下列要求:

- a) 满足工艺要求,采用大空间布置,内装修应满足 GB50174 及其他国家标准;
- b) 监控室及相关设备机房宜设于地上,如设于地下时,应采取相关防水措施;
- c) 监控室及相关设备机房宜采用防静电装修,包括地面、墙面、调度、家具、窗帘等,机房防静电架空地板不宜低于 0.3m。

15.3 隧道附属用房

15.3.1 公路隧道变配电所及发电机房应符合下列要求:

- a) 公路隧道变配电所应设置电缆夹层。设备的底板净高不小于 3.5m,梁底净高不小于 3m,电缆夹层的底板净高不小于 1.9m。所有室内、外装置的安全净距应符合相关规范的要求;
- b) 可燃油浸电力变压器室的耐火等级应为一级。非燃或难燃介质的电力变压器室、电压为 10kV 的配电装置和电容器室的耐火等级不应低于二级。低压配电装置室和电容器室的耐火等级不应低于三级;
- c) 配变电所应配置防火门。隧道地面配变电所室内门应为乙级防火门。隧道内配变电所的门应为甲级防火门;
- d) 电压为 10kV 的配电室和电容器室,宜装设不能开启的自然采光窗,窗台距室外地坪不宜低于 1.8m。有人值班的变电所,宜设置简易厕所;
- e) 变配电所应设置防止雨、雪和小动物进入屋内的设施;
- f) 长度大于 7m 的配电装置室应设置两个出口,出口宜布置在配电室的两端。当配电所采用双层布置时,位于楼上的配电装置室应至少设一个通向室外平台或通道的出口;
- g) 柴油发电机房宜设置发电机间、储油间、备品备件储藏间,并设置移动式或固定式灭火设施。

15.3.2 公路隧道风机房应符合下列要求:

- a) 风机房与通风井设计应综合考虑功能要求、位置选择、建设条件、环境保护、养护维修、运营管理及景观协调等因素;
- b) 风机房应具有布置轴流风机、电气设备、控制设备、其他辅助设备的空间及预留设备检修空间,并应设置大型设备搬运通道和工作通道;
- c) 通风井口宜选择在地形平坦、地势开阔、扩散良好的地带。高程应至少高于设计洪水频率 1/100 的水位 0.5m;
- d) 采用地表风机房时,宜通过通风塔将新风送入通风井或将隧道内污染风排出。通风塔宜设置在通风井口附近。通风塔的排风口高程应大于进风口高程,其高差不应小于 5m。进风口与排风口之间的平面间距不应小于 5m,进风口底部距地面的高度不宜小于 2m,当进风口布置在绿化较好区域时,进风口距地面距离可适当降低,但不应低于 1m。

15.3.3 公路隧道水泵房应符合下列要求:

- a) 公路隧道内宜设置独立的消防给水系统;
- b) 独立消防水泵房应满足抗震要求,且宜按本地区抗震设防烈度提高 1 度采取抗震措施,但不宜做提高 1 度抗震计算,并应符合现行国家标准 GB 50032 的有关规定;
- c) 当地形可利用时,可将消防水池设于高处,利用重力流供水,与用泵加压相比,运行费用及维护工作量较低。

15.3.4 公路隧道外部防灾及救援应符合下列要求:

- a) 公路隧道管理站场区内宜配备必要的消防器材,建立重点单位微型消防站,积极开展防火巡查和初起火灾扑救等火灾防控工作;
- b) 公路隧道管理站内的微型消防站应设置人员值守、器材存放等用房,可与消防控制室合用;有条件的,可单独设置;

- c) 应根据扑救初期火灾需要, 配备一定数量的灭火器、水枪、水带等灭火器材; 配置外线电话、手持对讲机等通信器材; 有条件的站点可选配消防头盔、灭火防护服、防护靴、破拆工具等器材;
- d) 应在建筑物内部和避难层设置消防器材存放点, 可根据需要在建筑之间分区域设置消防器材存放点;
- e) 可根据实际选配消防车辆。

15.3.5 防火设计宜符合下列要求:

- a) 在公路隧道管理用房内应设置消防器材储藏间, 并应配置备用灭火器材。隧道内设置地下通风房、变配电所及其他管理用房等地下建筑时, 地下建筑与隧道之间应有至少两个进出口通道;
- b) 公路隧道附属用房有重要设备的房间, 应设置火灾自动报警系统和自动灭火系统。隧道外的设备用房与其它用房贴邻设置时, 应采用建筑构件耐火极限不低于2.00h 的隔墙与其它用房分隔, 附属用房的楼板耐火极限应不低于1.50h。隧道内的变电站、管廊、专用疏散通道、通风机房及其他辅助用房等, 应采取耐火极限不低于2.00h的防火隔墙和乙级防火门等分隔措施与车行隧道分隔;
- c) 公路隧道内地下附属用房的每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于1500m², 每个防火分区的安全出口数量不应少于2个, 与车道或其他防火分区相通的出口可作为第二安全出口, 但必须至少设置1个直通室外的安全出口; 建筑面积不大于500m²且无人值守的设备用房可设置1个直通室外的安全出口;
- d) 公路隧道内的主要设备用房和电缆通道, 因平时无人值守, 着火后人员很难及时发现, 因此也需设置必要的探测与报警系统, 并使其火警信号能传送到监控室;
- e) 为保证能及时处理火警, 要求长大公路隧道均应设置消防控制室。消防控制室的设置可以与其他监控室合用, 其他要求应符合GB50016第8章及国家标准GB 50116有关消防控制室的要求。隧道内的火灾自动报警系统及其控制设备组成、功能、设备布置以及火灾探测器、应急广播、消防专用电话等的设计要求, 均需符合现行国家标准GB 50116的规定。

16 智能设施

16.1 一般规定

- 16.1.1 $L \geq 500\text{m}$ 且等级达到B级的高速公路隧道, 可开展智能设施建设。
- 16.1.2 智能设施包括但不限于数字隧道、综合管控平台、AI视频事件检测、结构健康监测、货车超温预警、隧道移动式巡检、智慧调频广播、智能配电、隧道定位信号拓展等。

16.2 设施设置要求

- 16.2.1 数字隧道系统的架构包括基于BIM+GIS的高精度隧道模型、感知控制层、技术及数据支撑层、应用层等, 应符合下列要求:
 - a) 数字隧道宜建立三维GIS模型和BIM模型, 通过集成BIM、GIS模型, 实现BIM模型与地理信息数据集成管理与展示;
 - b) 感知控制层除了隧道内原有的监控摄像机, 还增加设置高精度毫米波雷达、高清抓拍卡口等设备组成, 宜在隧道内连续设置实现全覆盖;
 - c) 应用层应建设数字孪生管控平台, 平台应基于高精度地图信息, 对隧道通行数据、路况数据、车辆目标数据、事故事件数据、设备数据、环境数据等进行详细展示, 并对各接入设备实施统一管理控制。
- 16.2.2 隧道综合管控平台应具备的功能包括但不限于隧道环境感知、隧道交通运行状态感知、应急指挥调度、机电设备联动控制等。
- 16.2.3 AI视频事件检测的主要内容包括但不限于交通拥堵、交通事故、行人/动物/非机动车闯入、车辆异常行驶、路面遗撒、火灾/烟雾等, 宜选用视频+毫米波雷达或光纤/光栅(阵列)等监测手段。
- 16.2.4 隧道结构健康监测内容主要包括但不限于裂缝、渗漏水、衬砌起层、路面与仰拱隆沉, 宜采用裂缝计、位移计、应变计、测斜仪、水压力监测器、光纤分布式传感器等多种监测设施联合部署, 可结合视频分析、激光测距、机器人测量、高精度定位等技术, 实时获取隧道健康状态信息。
- 16.2.5 货车超温预警系统应具备车牌识别、测温采集、测温分析和信息发布等功能, 同时可以采集路段易燃易爆监管数据, 系统主要由前端超温预警采集设备和车辆超温预警发布设备组成。

16.2.6 隧道移动式巡检设备可对隧道结构病害进行自主监测、病害定位，同时还可以对隧道内的交通运行状况及火灾等特殊情况进行全面监测。

16.2.7 智慧调频广播可实现全频段调频广播信号引入和覆盖，具有信道切换功能，在紧急状况时，可通过广播控制台将调频广播节目信号切除，对隧道内车辆播报紧急通知。

16.2.8 智能配电系统可实现电能质量综合管理、自动能效管理、综合资产管理等功能，实现电力系统安全运行。

16.2.9 隧道定位信号拓展系统可在隧道内提供实时位置服务，实现全路段车辆无缝监管，提高隧道事故应急处理能力，还可为特种车辆提供安全监管服务。

16.2.10 采用水消防的隧道可设置智能水压监测系统，实时监测上传管道内的水压数据到隧道管理站综合管控平台。

16.2.11 在电缆沟、桥架内可设置电缆测温系统，监测电缆温度变化。

16.2.12 根据隧道场地情况，可在洞口设置光伏系统，用于隧道内机电设施的用电。

参 考 文 献

- [1]GB 50201 防洪标准
 - [2]JTG/T 3371 公路水下隧道设计规范
 - [3]CJJ 221 城市地下道路工程设计规范
 - [4]DG/TJ 08-2033 道路隧道设计标准
 - [5]JTG 3370.1 公路隧道设计规范 第一册 土建工程
-