

# 在役公路隧道机电设施技术状况 检测评定指南

Guide for inspection and evaluation of technical conditions for  
electromechanical facilities in motoway tunnels in service

(征求意见稿)

**主编单位：**中咨公路养护检测技术有限公司

**参编单位：**公路建设与养护技术、材料及装备交通运输行业研发中心

鄂尔多斯市交通投资有限公司

中国公路工程咨询集团有限公司

四川京炜交通工程技术有限公司

## 前 言

本指南是为响应交通运输部[2019]9号文件《促进公路隧道提质升级行动方案》和交通运输部[2019]28号《公路隧道提质升级行动技术指南》，适应我国隧道机电设施建设迅速发展、交通行业逐步智能化转变的形势而制定的，对于指导全国在役高速公路隧道机电设施技术状况评定、养护工作具有重要意义。

本指南共分八章，包括：总则、术语和符号、基本规定、监控与通信设施、供配电设施、照明设施、通风设施、消防设施。指南中对隧道机电设施的检测内容、计算方式进行了详细说明，对隧道机电设施技术状况评定方法做了明确规定。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本指南日常管理组，联系人：于艳波（地址：北京市海淀区嘉豪国际中心 A 座 9 层，中咨公路养护检测技术有限公司，邮政编码：100089；电话：010-57041607，传真：010-57050688；电子邮箱：40546652@qq.com），以便修订时参考。

# 目 录

<b>1 总则</b> .....	<b>2 -</b>
<b>2 术语</b> .....	<b>2 -</b>
<b>3 基本规定</b> .....	<b>3 -</b>
3.1 一般规定.....	3 -
3.2 技术状况检测.....	4 -
3.3 技术状况评定.....	4 -
<b>4 监控设施</b> .....	<b>6 -</b>
4.1 车辆检测器.....	6 -
4.2 闭路电视监视系统.....	7 -
4.3 可变标志.....	8 -
4.4 视频事件检测系统.....	9 -
4.5 紧急电话与有线广播系统.....	9 -
4.6 环境检测设备.....	11 -
4.7 本地控制器.....	11 -
4.8 隧道监控中心设备及软件.....	11 -
4.9 大屏幕显示系统.....	12 -
<b>5 通信设施</b> .....	<b>12 -</b>
5.1 光缆线路工程.....	12 -
5.2 以太网网络平台系统.....	13 -
<b>6 供配电设施</b> .....	<b>13 -</b>
6.1 中压配电柜.....	13 -
6.2 低压配电柜.....	13 -
6.3 发电机.....	14 -
6.4 EPS.....	14 -
6.5 电力监控系统.....	15 -
<b>7 照明设施</b> .....	<b>15 -</b>
7.1 洞内照明设施.....	15 -
7.2 引道照明设施.....	16 -
<b>8 通风设施</b> .....	<b>17 -</b>
8.1 射流风机.....	17 -
8.2 轴流风机.....	17 -
<b>9 消防设施</b> .....	<b>18 -</b>
9.1 高低位水池及供水系统.....	18 -
9.2 消防管线.....	18 -
9.3 消防箱.....	19 -
9.4 手动火灾报警系统.....	19 -
9.5 自动火灾报警系统.....	19 -
9.6 发光诱导标识与电光标识.....	20 -
9.7 横通道门.....	20 -
<b>附表一：高速公路隧道机电设施配置表</b> .....	<b>21 -</b>

## 1 总则

1.0.1 为规范和指导在役公路隧道机电设施技术状况检测评定工作，保障隧道机电设施安全、可靠运行，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于高速公路及一级公路隧道机电设施的技术状况检测评定工作，其他各等级公路可参照执行。

1.0.3 公路隧道机电设施的技术状况评定范围包括监控设施、通信设施、供配电设施、照明设施、通风设施以及消防设施。

1.0.4 公路隧道机电设施技术状况检测评定应积极稳妥地采用新技术、新设备和新工艺，提高检测评定的质量和效率。

1.0.5 公路隧道机电设施技术状况检测评定除应符合本指南规定外，也应符合国家和行业现行有关标准的规定。

**条文说明：**本指南是对现行行业标准 JTG H12-2015《公路隧道养护技术规范》的延展和提出操作性的解释，为规范隧道机电设施定期检测评定工作给出技术路线。

## 2 术语

### 2.1.1 隧道机电设施 electrical and mechanical facilities in the tunnel

公路隧道运营服务中涉及的各类机电设备的总体称为隧道机电设施，本指南中将隧道机电设施定义成一个单位工程，按照主要使用功能分为监控设施、通信设施、供配电设施、照明设施、通风设施、消防设施共 6 个分部工程。

### 2.1.2 技术状况检测 technical status inspection

为了进行隧道机电设施技术状况评定开展的机电设施功能核查和指标测试的活动。

### 2.1.3 技术状况评定 technical status evaluation

通过隧道机电设施技术状况评分与设备完好率双个维度评定，以确定隧道机电设施技术状况的活动。

### 2.1.4 设备 equipment

将隧道机电设施各分项工程中能够承担不同功能的一个或几个部件称为设备。

**条文说明：**为了能够清晰的确认设备数量，本指南中会将一些次要性的零部件按照安装位置或集成度将其看成一个设备，。

### 2.1.5 故障 fault

当安装的设备不能正常工作，不满足运营方使用要求时，称为故障，故障分为失能型故障和损坏型故障。失能型指设备还在工作，但不能发挥出设计的功效。损坏型故障指设备已经无法工作。

**条文说明：**指南将从隧道机电设施的技术状况检测和技术状况评定两个方面进行介绍。

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

3.1.1 隧道机电设施应每年组织 1 次技术状况检测评定，应覆盖隧道内所有机电设施，不可采用抽检方式。

3.1.2 每座隧道的机电设施作为一个单位工程进行独立评定。

3.1.3 隧道机电设施按系统功能划分为分部工程，包括：监控设施、通信设施、供配电设施、照明设施、通风设施、消防设施共 6 个分部工程，各分部工程包含若干个分项工程。

3.1.4 监控设施包含：车辆检测器，闭路电视监视系统，可变标志，视频事件检测系统，紧急电话和有线广播系统，环境检测设备，本地控制器，隧道监控中心设备及软件，大屏幕显示系统；

通信设施包含：通信光缆、电缆线路工程，以太网网络平台系统；

供配电设施包含：中压配电柜、低压配电柜，发电机，EPS，电力监控系统；

照明设施包含：洞内照明设施，引道照明设施；

通风设施包含：射流风机系统，轴流风机系统；

消防设施包含：高低位水池及供水系统，消防管线，消防箱，手动火灾报警系统，自动火灾报警系统，发光诱导标志与电光标志，横通道门。

**条文说明：**分部工程中各分项工程的拆分主要参考了 JTG 2182 的划分方式，将分部工程进一步划分到分项工程的情况能够更好的区分设备种类。监控设施中未单独列入隧道监控中心计算机网络，主要因为在检查其他系统时已经包含数据传输性能的检查工作。

3.1.5 隧道机电设施按照附表一《高速公路隧道机电设施配置表》及涉及隧道安全运行关键程度分为 A、B、C 类。具体设备分类如下表所示：

表 3.3-1 机电设施各设备分类表

分部工程	A 类	B 类	C 类
监控设施	本地控制器、隧道监控中心设备及软件	闭路电视监视系统、可变标志、视频事件检测系统、紧急电话与有线广播系统	车辆检测器、环境检测设备、大屏幕显示系统
通信设施	通信光缆、电缆线路工程、以太网网络平台系统	/	/
通风设施	射流风机	轴流风机	/
照明设施	洞内照明设施	引道照明设施	/
供配电设施	发电机、EPS	中压配电柜、低压配电柜	电力监控系统
消防设施	高低位水池及供水系统、消防管线、消防箱、手动火灾报警系统、自动火灾报警系统	发光诱导标识与电光标识、横通道门	/

## 3.2 技术状况检测

3.2.1 技术状况检测按照各分项工程分别开展，通过现场检测给出分工工程的检查项目合格率和构成该分项工程所有设备的工作状态。

**条文说明：**检查项目合格率用于计算该分项工程的技术状况得分，用来表征该分项工程在系统层面上能够满足设计使用要求的程度。设备工作状态和管养资料结合用于计算设备完好率，用来表征构成该分项工程所有设备的好坏程度。

3.2.3 技术状况检测工作应从隧道监控中心的总控端或汇集端开始，在确定总控端或汇集端的设备及软件运行良好的情况下，继续开展下端设备的检测。对于不存在总控端或汇集端的分项工程，逐台、逐套开展检测工作。

3.2.3 技术状况检测涉及的内容主要对直接影响运营单位使用效果和日常运维安全的功能指标和参数指标。

**条文说明：**本指南从运营单位的实际需求和安全角度出发，对 JTG 2182-2020《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》中列举的参数进行了筛选，同时也舍弃了一些对技术要求高，现场实施困难的参数。本指南没有将机电设施的基本要求及外观质量纳入到评价范围内，主要是因为基本要求中所包含各种设备、配件的型号、规格、数量及质量是否符合设计要求已经在交竣工验收资料检查体现，不需要再次单独检测评定。外观质量评判的主观意愿较强，现场实施时难以统一。

3.2.4 检查项目合格率在判定时，以满足运营方日常工作基本需求为基准，针对部分起决定性作用的检查项目，采用一票否决制的判定准则。

**条文说明：**涉及到监控中心集中管控的分项工程，当出现中心数据交换设备或总控制台软硬件故障，无法接收数据，反映下端设备状态时，可认为该分项工程技术状况评定等级直接取最低等级。分项工程中对该工程起总体控制作用的重点检测项目，在本指南中以“△”标识。

3.2.5 日常维护资料检查主要是通过查阅运营单位在隧道机电设备投入运营时间内，设备在运营中出现故障的种类、频次、持续时间等相关信息，用于辅助技术状况检测评定工作的开展。

**条文说明：**内业资料的查阅主要是为评定服务，对运营单位本身的管理方式不做任何指导和评判。

## 3.3 技术状况评定

3.3.1 隧道机电设施技术状况评定从分项工程的技术状况评分和设备完好率两个维度综合考量。

3.3.2 部分分项工程包含多个下端设备，在进行参数检测时，如果该参数能够对应到每个下端设备，则该参数在检测点数数量统计时，应按照下端设备数量计算。

3.3.3 技术状况检测，按照指南中规定的检测项目进行检查判定，符合技术要求时为合格，否则为不合格，可根据式（3.3-1）计算分项工程检查项目合格率。

$$\text{检测项目合格率}(\%) = \frac{\text{检测合格的点数}}{\text{该分项工程的全部检测点数}} \times 100\% \quad (3.3-1)$$

可根据式(3.3-2)计算该分项工程技术状况得分。

$$\text{技术状况得分} = \text{检测项目合格率} \times 100 \quad (3.3-2)$$

技术状况得分划分为0~3级,如下表3.3-2所示:

表 3.3-2 隧道机电设施技术状况评定表

状况分类	0	1	2	3
A	技术状况得分 $\geq$ 95	88 $\leq$ 技术状况得 分 $<$ 95	80 $\leq$ 技术状况得 分 $<$ 88	技术状况得分 $<$ 80
B	技术状况得分 $\geq$ 90	80 $\leq$ 技术状况得 分 $<$ 90	70 $\leq$ 技术状况得 分 $<$ 80	技术状况得分 $<$ 70
C	技术状况得分 $\geq$ 85	73 $\leq$ 技术状况得 分 $<$ 85	60 $\leq$ 技术状况得 分 $<$ 73	技术状况得分 $<$ 60

**条文说明:**参考 JTG 2182-2020《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》规定,分项工程中对该工程起总体控制作用的关键检测项目,在本指南中以“△”标识。

3.3.2 技术状况检测应准确找出该分项工程中包含的设备总数量和故障设备数量。

**条文说明:**当一个机电工程的分项工程无法正常使用时,有可能是前端采集设备故障,或者是信号传输设备故障,也可能是解析设备故障,为了统计故障设备台数,必须明确找出故障设备或故障点。

3.3.3 如果有较长时期内完整的设备养护记录,可根据式(3.3-4)计算分项工程设备完好率。

$$\text{分项工程设备完好率}(\%) = \left(1 - \frac{\text{设备故障台数} \times \text{故障天数}}{\text{设备总台数} \times \text{日历天数}}\right) \times 100\% \quad (3.3-4)$$

式中:故障天数是按照隧道机电设施日常维护中设备故障维修记录、设备更换记录、日常巡查记录等资料中各设备在运营中出现故障的频次、持续时间等相关信息认定。

日历天数是按照最近一次隧道机电设施技术状况评定之日至本次隧道机电设施技术状况评定之日计算。

若设备养护记录的内容无法支持公式(3.3-4)的计算则采用式(3.3-5)计算设备完好率。

$$\text{分项工程设备完好率}(\%) = \left(1 - \frac{\text{设备故障台数}}{\text{设备总台数}}\right) \times 100\% \quad (3.3-5)$$

3.3.4 在得到分项工程的设备完好率之后,可根据式(3.3-6)计算分部工程的设备完好率。

$$\text{分部工程设备完好率}(\%) = \frac{\sum \text{分项工程设备完好率}}{n} \quad (3.3-6)$$

式中: $n$ 是分部工程中参与评定的分项工程数量。

**条文说明:**分项工程完好率和分部工程的设备完好率进一步细化了逐级计算的过程,是对 JTG H12-2015《公路隧道养护技术规范》中设备完好率的统计方法进行完善。

3.3.5 隧道机电设施技术状况评定应按式(3.3-7)计算。

$$\text{JDCI} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3.3-7)$$

式中: $E_i$ ——按照本指南公式3.3-6计算得出的分部工程状况评定结果,0~100%;

$w_i$ ——各分部工程权重；

$\sum_{i=1}^n w_i$ ——各分部工程权重和；

$JDCI$ ——隧道机电设施技术状况评定得分，0~100。

3.3.6 隧道机电设施各分部工程权重宜按下表取值。

表 3.3-4 隧道机电设施各分部工程权重表

分部工程	分部工程权重 $w_i$	分部工程	分部工程权重 $w_i$
监控设施	19	通信设施	19
供配电设施	23	消防设施	21
通风设施	19	照明设施	18

**条文说明：**参考《公路隧道养护技术规范》JTG H12-2015 表 5.9.5-1。

3.3.7 机电设施技术状况评定分类界限值宜按表 3.3-5 规定执行。

表 3.3-5 机电设施技术状况等级界限值

隧道机电设施 技术状况评定 分类	隧道机电设施技术状况评定分类			
	1类	2类	3类	4类
隧道机电设施	$\geq 97$	$\geq 92, < 97$	$\geq 84, < 92$	$< 84$

对评定划定的各类机电设施，宜分别采取不同的养护措施：

- ① 1类机电设施进行正常养护；
- ② 2类机电设施或评定标度为1的分项，应进行正常养护，并对损坏设备及时修复；
- ③ 3类机电设施或评定标度为2的分项，宜实施专项工程，并应加强日常巡查；
- ④ 4类机电设施或评定标度为3的分项，应实施专项工程，并应加强日常巡查，并采取交通管制措施。
- ⑤ 当各类机电设施的关键设备故障时，均应及时进行修复。

## 4 监控设施

### 4.1 车辆检测器

车辆检测器一般由探头（线圈）+处理器、下端交换机、机箱、中心交换机、中心服务器及控制软件构成；

车辆检测器的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。当第1、2项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为3类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
$\Delta 1$	数据存储及显示	监控平台软件能够正常实时显示下端车辆检测器上传的数据，且可以在软件上或数据库中查	在中心逐套查看下端设备的实时和历史数据，任何一套设备数据正常均可认为该功能满足要	服务器数量

		询近 1 年的历史数据	求,	
△2	传输性能	中心交换机与下端车辆检测器的交换机数据传输正常,无丢包和失步情况	从中心用 PING 命令查询中心交换机应答状态,必要时可用网络性能测试仪检测	中心交换机数量
3	传输性能	下端车辆检测器的交换机与中心交换机数据传输正常,无丢包和失步情况	从中心用 PING 命令查询下端交换机应答状态,必要时可用网络性能测试仪检测	下端交换机数量
4	交通量计数精度	±5%	现场人工计数和车辆检测器计数比较,当现场无测试条件时,可通过 1 小时人工计数和中心软件数据比较判断。任何一项不合格则此项不合格	下端探头数量
	平均车速精度	±5%	现场雷达测试枪测速和车辆检测器测速比较,当现场无测试条件时,可通过 1 小时人工测速平均值和中心软件数据比较判断。任何一项不合格则此项不合格	
5	接地电阻	≤4	接地电阻仪测量,任何一项不合格则此项不合格	下端控制机箱数量
	绝缘电阻	≥50	绝缘电阻仪测量,任何一项不合格则此项不合格	

**备注:** 1、当车辆检测器的交换机设备、机箱设备与其他外场设备共用时,在设备完好率中只统计 1 次,不能重复统计。

2、开展检测评定工作时,建议按照参数顺序依次进行。

#### 4.2 闭路电视监视系统

闭路电视监视系统一般由摄像机、视频编码器【或:小型交换机】、机箱、视频解码器【中心视频交换机】、视频分配器(若有)、视频存储设备及视频控制平台构成;

闭路电视监视系统的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 1、2 项检测内容出现不合格情况时,本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求		检测方法	设备完好率计数值
△1	视频存储及显示	视频控制平台能够正常清晰显示下端摄像机发送的视频,且可以在视频存储设备中查询近 30 天的视频数据		在中心逐套查看下端设备的实时和历史数据,任何一套设备数据正常均可认为该功能满足要求,	视频存储设备数量
△2	传输性能	交换机	中心交换机与下端摄像机的交换机数据传输正常,无丢包和失步情况	从中心用 PING 命令查询中心交换机应答状态,必要时可用网络性能测试仪检测	中心交换机数量
3	传输性能(或)	解码器	中心解码器能够正常解析数据输出清晰图像	在视频控制平台上调用对应解析端口图像,图像正常即可,对于异常设备,通过替换同型号其他解码器判断故障情况	中心解码器数量
4	传输性能	下端摄像机的交换机与中心交换机数据传输正常,无丢包和失步情况		从中心用 PING 命令查询下端交换机应答状态,必要时可用网络性能测试仪检测	下端交换机数量

5	传输性能 (或)	下端摄像机的编码器能够正常将模拟图像转换为数字信号传输	在视频控制平台上调用对应解析端口图像, 图像正常即可, 对于异常设备, 通过替换同型号其他解码器判断故障情况	下端编码器数量
6	控制功能	视频控制平台能够控制下端摄像机动作	人工查看, 任何一项不合格则此项不合格	下端摄像机(含云台)数量
	图像采集	摄像机能够清晰拍摄监控范围内图像	人工查看, 任何一项不合格则此项不合格	
7	接地电阻	$\leq 4$	接地电阻仪测量, 任何一项不合格则此项不合格	下端控制机箱数量
	绝缘电阻	$\geq 50$	绝缘电阻仪测量, 任何一项不合格则此项不合格	

**备注:** 1、当中心解码器是解码平台时, 可以按解码路数统计解码器数量。  
2、固定摄像机不要求测试控制功能。

### 4.3 可变标志

可变标志一般由显示屏(内嵌控制器)、下端交换机上端交换机、及信息发布平台构成;

可变标志的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第1、2、4项检测内容出现不合格情况时, 本分项工程技术状况评分直接为3类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
$\Delta 1$	信息实时显示及发布功能	信息发布平台能够查阅和下发下端可变标志的显示信息	实际操作	控制计算机(服务器)数量
$\Delta 2$	传输性能	中心交换机与下端可变标志的交换机数据传输正常, 无丢包和失步情况	从中心用PING命令查询中心交换机应答状态, 必要时可用网络性能测试仪检测	中心交换机数量
3	传输性能	下端可变标志的交换机与中心交换机数据传输正常, 无丢包和失步情况	从中心用PING命令查询下端交换机应答状态, 必要时可用网络性能测试仪检测	下端交换机数量
$\Delta 4$	显示内容	及时、正确的显示监控中心计算机发送的内容	人工查看, 任何一项不合格则此项不合格	可变标志数量
5	视认距离	车辆以最大限速速度行驶时, 应不小于行车视距		
6	亮度调节功能	可变信息标志、可变限速标志能根据环境亮度自动调节显示屏的亮度		
7	自检功能	能够向监控中心计算机提供显示内容的确认信息及本机工作状态自检信息		
8	复原功能	加电后, 设备能自动恢复到正常通信状态, 并被上位机或控制系统识别, 断电或故障前存储数据保持不变		
9	接地电阻	$\leq 4 \Omega$	接地电阻仪测量, 任何一项不合格则此项不合格	下端配电箱数量
	绝缘电阻	$\geq 50 M \Omega$	绝缘电阻仪测量, 任何一项不合格则此项不合格	

**备注:** 1、中心控制计算机或服务器、交换机与其他系统复用时, 不重复计算;

2、隧道内可变标志的交换机当与 PLC 中的交换机复用时，不重复计算。

#### 4.4 视频事件检测系统

视频事件检测系统一般由前端摄像机、下端交换机、上端交换机、视频处理器及视频预警平台构成；

视频事件检测系统的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 7 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
1	视频清晰度	预警平台能够正常清晰显示下端摄像机发送的视频	目测	下端摄像机数量
2	传输性能	中心交换机与下端摄像机的交换机数据传输正常，无丢包和失步情况	从中心用 PING 命令查询中心交换机应答状态，必要时可用网络性能测试仪检测	中心交换机数量
3	传输性能	下端摄像机的交换机与中心交换机数据传输正常，无丢包和失步情况	从中心用 PING 命令查询下端交换机应答状态，必要时可用网络性能测试仪检测	下端交换机数量
4	事件检测率	有效检测范围内 $\geq 90\%$	白天现场模拟事件进行检验或播放标准事件源视频检验	中心工作站数量
5	交通参数检测相对误差	车流量 $\geq 10\%$ ，车速 $\geq 15\%$	实操检验，不少于 50 辆车	
6	有效检测范围	停止事件： $\geq 300\text{m}$ ；逆行事件： $\geq 200\text{m}$ ；行人事件： $\geq 100\text{m}$ ；抛洒物事件： $\geq 100\text{m}$ ；机动车驶离事件： $\geq 200\text{m}$	白天现场模拟事件进行检验或播放标准事件源视频检验	
$\Delta 7$	典型事件检测功能	具备停止、逆行、行人、抛洒物、机动车驶离等事件检测功能；具有交通参数检测功能的系统能进行车流量、车速等交通参数检测	从中心对应视频事件检测软件上进行功能验证	
8	自动录像功能	系统自动捕获并存储交通事件发生过程的影像，能按要求设定记录时间		
9	自诊断和报警功能	视频信号丢失、系统设备故障、网络通信故障等情况发生时，系统能自诊断、记录并告警		
10	时钟同步功能	与监控系统或通信系统主时钟同步		

#### 备注：

- 1、中心工作站、交换机与其他系统复用时，不重复计算；
- 2、隧道内摄像机当与闭路电视监视系统摄像机复用时，不重复计算。

#### 4.5 紧急电话与有线广播系统

紧急电话与有线广播系统一般由紧急电话分机、紧急电话主机（含控制台）、功放、喇叭和呼叫控制台构成；

紧急电话与有线广播系统的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 3、4、5、9、10、13 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计 数值
1	麦克风距基础平台的高度	安装高度便于使用	卷尺测量	下端分机数量
2	呼叫及按键提示功能	按下通话按键, 可呼叫控制台主机, 按键提示信息简明易懂	主观评价	
△3	分机音量	>90dB(A)	分机拨通后, 用声级计在扬声器正前方 400mm 处测量通话音量	
△4	分机话音质量	话音清晰, 无明显断字缺陷	主观评价	
△5	呼叫响应性能	响应灵敏	从中心控制台向下端分机拨号可接通	
6	接地电阻	≤4 Ω	接地电阻仪测量, 任何一项不合格则此项不合格	
7	绝缘电阻	≥50M Ω	绝缘电阻仪测量, 任何一项不合格则此项不合格	
8	噪声抑制	话机通话和广播播放及静态时, 要求无嗡嗡声、沙沙声, 及振鸣、啸叫等杂音	实际操作, 主观评价	中心主机数量
△9	地址码显示功能	控制台能显示呼叫位置信息		
△10	振铃响应	呼叫在控制台有振铃响应		
11	语音提示功能	呼叫后, 话机有等待信号或语音提醒		
12	录音功能	控制台可自动录音		
△13	自检及故障报告功能	系统能自动或手动检测线路连接、电池、设备的工作状态, 并可自动显示故障信息		
14	取消呼叫功能	控制台可取消呼叫		
15	报告生成、打印功能	系统能自动生成事件、故障、值班记录等报告, 并可查询、打印		
16	加电自恢复功能	加电后, 系统能自动恢复到工作状态	在广播喇叭正前方 1m 处, 用声级计测量	隧道内喇叭数量
17	广播音量	>110dB(A)		
18	广播声音质量	环境噪声>90dB(A), 话音清晰, 隧道中能听清广播内容	主观评价	功放数量
19	音区切换功能	具有音区多路切换选择广播功能, 可进行单音区、多音区广播	实际操作, 任何一项不合格则此项不合格	
20	音量调节功能	可对广播音量的大小进行调节		人工查看, 任何一项不合格则此项不合格
21	广播节目源选择功能	监控员能实时广播, 也可播放已录制的节目		
22	循环广播功能	可对指定的节目源循环播放		

#### 4.6 环境检测设备

环境检测设备一般由传感器、下端交换机、供电机箱构成；

环境检测设备的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 2 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
1	环境检测性能	±1ppm 或符合设计要求	现场测量与采集结果比较	下端传感器数量
		±0.0002m <sup>-1</sup> 或符合设计要求		
		±2%或符合设计要求		
		±0.2m/s 或符合设计要求		
△2	传输性能	下端摄像机的交换机与中心交换机数据传输正常，无丢包和失步情况	从中心用 PING 命令查询下端交换机应答状态，必要时可用网络性能测试仪检测	下端交换机数量
3	接地电阻	≤1Ω	接地电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	下端配电机箱数量
4	绝缘电阻	≥50MΩ	绝缘电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	

**备注：**

- 1、传感器一般带模数转换器，将其看成一个整体；
- 2、下端交换机和 PLC 中的交换机复用时，不重复计算。

#### 4.7 本地控制器

本地控制器可分为主 PLC 和从 PLC；

本地控制器的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 1、2、3 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
△1	与计算机通信功能	能与隧道管理站计算机正常通信	人工查看，任何一项不合格则此项不合格	本地控制器数量
△2	对所辖区域内下端设备控制功能	按设计周期或由隧道管理站控制采集、处理各下端设备的数据		
△3	本地控制功能	隧道管理站计算机或通信链路故障时，可控制所辖区域内下端设备正常工作		
4	断电时恢复功能	加电或系统重新启动后可自动运行原预设控制方案		
5	接地电阻	≤1Ω	接地电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	
6	绝缘电阻	≥50MΩ	绝缘电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	

#### 4.8 隧道监控中心设备及软件

隧道监控中心设备及软件主要由服务器、控制计算机组成；

隧道监控中心设备及软件的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 2 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
1	与外场设备的通信轮询周期	符合设计要求	实操检验	中心工作站数量
△2	系统工作状况监视与下端设备数据交换	按设定的系统轮询周期，及时准确地与车辆检测器、环境检测器、可变标志等交换数据，外场设备的工作状态在计算机或大屏幕上正确显示	对于检测器，在外场进行人工测试统计，然后与中心按时间段逐一对比，时间不少于 30min；对于可变标志，在外场与中心对比信息的正确性和实时性	
3	统计、查询、打印报表功能	迅速、正确的统计、查询指令、设备状况、系统故障、交通参数等数据，并打印相关报表	人工查看，任何一项不合格则此项不合格	服务器数量
4	数据备份、存储功能	具有数据备份、存储功能，并带时间记录		
5	监控系统应急预案	符合设计要求		
7	接地电阻	$\leq 1 \Omega$	接地电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	下端控制机箱数量
	绝缘电阻	$\geq 50M \Omega$	绝缘电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	

#### 4.9 大屏幕显示系统

大屏幕显示系统主要由屏幕、拼接控制器组成；

大屏幕显示系统的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 1、2、3 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
△1	显示功能	正确显示切换的图像及其他信息	实际操作	大屏数量
△2	窗口缩放	可对所选择的窗口随意缩放控制	实际操作	
△3	多视窗显示	同时显示多个监视断面的窗口	实际操作	拼接控制器数量

### 5 通信设施

#### 5.1 光缆线路工程

光缆线路工程的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 3 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
1	光缆护层绝缘电阻	$\geq 1000M \Omega \cdot km$	绝缘电阻测试仪测量	光缆芯数
2	单模光纤接头损耗平均	$\leq 0.1dB$	光时域反射计测量	

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
	值			
△3	中继段单模 光纤总衰减	符合设计要求	光时域反射计测量	

## 5.2 以太网网络平台系统

以太网网络平台系统功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 1、2、3、4 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率计数值
△1	网络吞吐量	符合设计要求无要求时 1518 帧长≥99%	以太网性能测试仪测量	中继站平台
△2	网络传输时延	符合设计要求，无要求时 ≤100ms	以太网性能测试仪测量	
△3	网络丢包率	不大于 70%流量负荷时≤ 0.1%	以太网性能测试仪测量	
△4	以太网链路层健康状况	符合设计要求或出厂检验要求	以太网性能测试仪测量	

## 6 供配电设施

由于高压电器设备需要专业的电力系统人员操作，故本规范中不涉及高压设备的检测评定。

### 6.1 中压配电柜

中压配电柜一般由多个柜体组成，不同的柜体主要承担了进线柜、隔离柜、计量柜、出线柜、备用柜等功能；

中压配电柜的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备完好率计数见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	设备状态	中压配电柜上的指示灯能够正常点亮，指示灯状态符合设备运行实际情况，柜体指示面板上的仪表显示信息正常	目测，必要时手动切换低压柜的工作状态	中压柜数量 (不含备用柜)
	元器件检查	打开或抽出中压柜面板，检查柜体中元器件状态，有无明显热熔、焦化、漏液、腐蚀、锈蚀等情况	目测	
	接地电阻	柜体和配电房内接地扁钢连接良好	万用表测量	

**备注：**

1、中压配电柜的元器件检查应有专业电力技术人员配合，检查人员禁止自行操作。

### 6.2 低压配电柜

低压配电柜一般由多个柜体组成，不同的柜体主要承担了进线柜、补偿柜、动力柜（常规用电）、通风照明柜（专供风机、照明灯具）、切换柜等功能；

低压配电柜的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备完好率计数见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	设备状态	低压配电柜上的指示灯能够正常点亮,指示灯状态符合设备运行实际情况,柜体指示面板上的仪表显示信息正常	目测,必要时手动切换低压柜的工作状态	低压柜数量
	元器件检查	打开或抽出低压柜面板,检查柜体中元器件状态,有无明显热熔、焦化、漏液、腐蚀、锈蚀等情况	目测	
	接地电阻	柜体和配电房内接地扁钢连接良好	万用表测量	

**备注:**

1、低压配电柜的元器件检查应有专业电力技术人员配合,检查人员禁止自行操作。

### 6.3 发电机

发电机的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备完好率计数见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	设备状态	发电机应能正常启动,按照设计的负载要求稳定供电不低于30min	实际操作	发电机数量
	供电切换	在主电源断电的情况下,能够手动或自动将发电机切入供电系统	实际操作	
	油量显示	能够清楚查看发电机供油情况	目测	
	接地电阻	发电机机体和配电房内接地扁钢连接良好	万用表测量	

### 6.4 EPS

EPS 一般由控制主机和电池柜构成;

EPS 的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备完好率计数见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	设备状态	EPS 的主机处于正常工作状态,状态显示面板上的系统在线、逆变器、电池充放电等状态显示正常,符合实际工作情况	目测、必要时模拟切换	EPS 主机
	供电切换	在主电源断电的情况下,能够自动将 EPS 切入供电系统	实际操作	
	接地电阻	EPS 主机和配电房内接地扁钢连接良好	万用表测量	
2	电池容量	能够清楚查看发电机供油情况	切换到 EPS 供电后,供电时间满足设计要求	电池组

	电池外观	电池及跳线外观正常，无鼓包、漏液、腐蚀情况	目测	
--	------	-----------------------	----	--

**备注：**

1、EPS 的紧急供电时间一般不低于 3 小时。

## 6.5 电力监控系统

电力监控系统一般由下端的采集设备、通信机和控制计算机构成；

电力监控的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备完好率计数见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	电力数据存储及显示	监控中心电力监控控制软件信息显示正常,历史数据存储完整	实际操作	电力监控控制计算机（或服务器）数量
2	数据传输	在电力监控计算机上可以 ping 通上下端的通信机	实际操作	通信机数量
3	信号采集功能	采集器按照设定的要求采集高低压柜、EPS 等电力系统的各项参数	目测	采集器数量

## 7 照明设施

### 7.1 洞内照明设施

隧道内照明设施一般由照明灯具、控制器和供电线路组成，灯具固定支架、铺设供电线路的桥架也作为该设施的组成部分。灯具通常有高压钠灯和 LED 等两种形式。

隧道内照明设施以照明段划分，一般由入口段、过渡段、中间段和出口段组成。

洞内照明设施的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第 1、4、13 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
△1	路面平均照度	符合设计要求	照度计测量，推荐 GB/T 5700，8.1 章中心布点法。	各照明段数量
2	路面照度总均匀度	符合设计要求	推荐 GB/T 5700，8.1 章方法进行计算。	各照明段数量
3	路面照度纵向均匀度	符合设计要求	推荐 GB/T 5700，8.1 章方法进行计算。	各照明段数量
△4	路面平均亮度	符合设计要求	按 GB/T 5700，8.1 章亮度测试方法。	各照明段数量
5	路面亮度总均匀度	符合设计要求	亮度计测量，按 GB/T 5700，8.1 章方法进行计算。	各照明段数量
6	路面亮度纵向均匀度	符合设计要求	按 GB/T 5700，8.1 章方法进行计算。	各照明段数量
7	照明灯具完好率	灯具正常点亮	目测灯具故障数量	灯具数量
8	照明设施线路完好率	线路完好	验证照明故障回路数	回路数量

9	绝缘电阻	$\geq 50M\Omega$	绝缘电阻仪测量	照明配电箱数量
10	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻仪测量，隧道洞口测量强电侧与弱电侧	隧道单洞数量
11	接地线连通性	接地线连通良好	目测检查或采用双钳式接地电阻测试仪测量	配电箱数量
12	灯具启停及方式	可自动、手动两种方式按分段方式控制灯具启停	抽屉柜切换为本地控制，本地控制灯具启停。抽屉柜切换为远程控制，通过紧急电话联络监控中心，按段落开闭指定照明段	回路数量
$\Delta 13$	紧急照明	双路供电照明系统、主供电路停电时，应自动切换到备用供电线路上	切断主供电路电源，或断开备用电源反馈信号线，验证紧急照明设施是否作为备用电源负载	低压配电室数量

**备注：**

1、如遇该隧道路面平均照度无设计值或设计不明时，应按《公路隧道照明设计细则》（JTG/T D70/2-01-2014）进行设计值计算，作为参考依据。

2、隧道共用接地电阻应选取隧道洞口，分别测量强电侧与弱电侧电缆沟引出的接地网接地电阻值。宜选取任意一端洞口，测试2处。

3、中间段的路面平均照度（亮度）、路面照度（亮度）总均匀度、路面照度（亮度）纵向均匀度宜取一个灯具故障率最少的测区进行测试。

4、路面平均照度（亮度）、路面照度（亮度）总均匀度、路面照度（亮度）纵向均匀度应在入口段、过渡段、中间段和出口段等段落的每个测区测试。

5、照度与亮度的测试方法，在技术状况检测中，可二取一。

## 7.2 引道照明设施

隧道引道照明设施一般常见为固定灯杆的高压钠灯或LED灯。在洞口起到引导与过渡作用，引道照明设施的功能及参数检测内容、检测方法及设备完好率计数见下表。当第1项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为3类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
$\Delta 1$	路面平均照度	符合设计要求	照度计测量，推荐 GB/T 5700，8.1 章中心布点法。	洞口数量
2	路面照度总均匀度	符合设计要求	推荐 GB/T 5700，8.1 章方法进行计算。	洞口数量
3	照明灯具完好率	灯具正常点亮	目测灯具故障数量	灯具数量
4	照明设施线路完好率	线路完好	验证照明故障回路数	回路数量
5	绝缘电阻	$\geq 50M\Omega$	绝缘电阻仪测量	照明配电箱数量
6	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻仪测量，隧道洞口测量强电侧与弱电侧	隧道单洞数量
7	接地线连通性	接地线连通良好	目测检查或采用双钳式接地电阻测试仪测量	配电箱数量
8	灯具启停及方式	可自动、手动两种方式控制灯具启停	抽屉柜切换为本地控制，本地控制灯具启停。抽屉柜切换为远程	回路数量

			控制，通过紧急电话联络监控中心，按段落开闭指定照明段	
9	亮度传感器与照明灯具的联动功能	符合设计要求	功能验证	隧道数量
10	定时控制功能	可控	功能验证	隧道数量

**备注：**

1、隧道共用接地电阻应选取隧道洞口，分别测量强电侧与弱电侧电缆沟引出的接地网接地电阻值。宜选取任意一端洞口，测试2处。

2、若隧道洞口灯杆采用独立接地连接时，其防雷接地电阻阻值要求应 $\leq 10\Omega$ 。

## 8 通风设施

### 8.1 射流风机

射流风机由风机、控制箱和供电线路等组成。

射流风机的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备完好率计数见下表。当第6项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为3类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	接地电阻	$\leq 4$	接地电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	下端控制机箱数量
2	绝缘电阻	$\geq 50$	绝缘电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	
3	响应时间	发送控制命令后至风机启动带动叶轮转动时的时间小于5s或符合设计要求	秒表测量	下端风机数量
4	方向可控性	接收手动、自动控制信号改变通风方向	在监控中心软件远程控制风机正、反转；本地控制器操作控制风机正、反转	下端风机数量
5	远程控制模式	自动运行方式下、通过标准串口，接收本地控制器或计算控制系统的控制，控制风机启动、停止与方向、风量	在监控中心软件控制风机启停	下端风机数量
$\Delta 6$	风机运转时隧道断面平均风速	符合设计要求	可参考《公路隧道提质升级行动技术指南》附录B.2.3的三测点法、多点形心法、重心点法。三种方法在检测中需取其一。	下端风机组数

**备注：**

1、风机运转断面风速测试应开启本洞多组风机（可按应急预案的开启方式），待15分钟，隧道风速稳定后，按断面进行测试。

### 8.2 轴流风机

轴流风机可由送风机、排风机、变频器、风机房和供电线路等组成。

射流风机的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备完好率计数见下表。当第3项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为3类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	安全接地电阻	$\leq 4$	接地电阻仪测量,任何一项不合格则此项不合格	下端控制机箱数量
2	绝缘电阻	$\geq 50M$	绝缘电阻仪测量,任何一项不合格则此项不合格	下端控制机箱数量
$\Delta 3$	风机运转时隧道断面平均风速	符合设计要求	风速仪在隧道主轮廓断面区域测试	下端控制机箱数量
4	响应时间	发送控制命令后至风机启动带动叶轮转动时的时间小于 5s 或符合设计要求	秒表测量	下端风机数量
5	方向可控性	接收手动、自动控制信号改变通风方向	在监控中心软件远程控制风机正、反转;本地控制器操作控制风机正、反转	下端风机数量
6	风速调节功能	接收手动、自动控制信号调节通风量。	在监控中心软件远程调节风机通风量;本地控制器操作调节风机通风量	下端风机数量
7	远程控制模式	自动运行方式下、通过标准串口,接收本地控制器或计算控制系统的控制,控制风机启动、停止与方向、风量	在监控中心软件控制风机启停	下端风机组数
8	风机叶片角度调节和控制功能	风机静止时,叶片角度可以进行调节和控制,叶片的实际角度可以显示	实操对叶片进行调节与控制功能验证	下端风机数量
9	风道开闭功能	风道设有开关装置,能对风道进行全开、全闭	调控开展装置,对风道进行全开、全闭功能验证	下端风道数量
10	风阀启闭功能	$\leq 30s$	秒表测量	下端风机数量

## 9 消防设施

### 9.1 高低位水池及供水系统

高低位水池及供水系统一般由水池、供水设施、液位监测设备等组成。

高低位水池的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。当第 2 项检测内容出现不合格情况时,本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	水池渗漏	消防水池能够承担正常的蓄水功能,储水时无渗漏情况	目测及询问	水池数量
$\Delta 2$	上水功能	打开水泵后,可以从低位水池向高位水池补水	实际操作	水泵数量
3	液位监视功能	水池中的液位传感器能够将水位高低信息传输至监控端	目测	液位传感器

### 9.2 消防管线

消防管线的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	管线渗漏	隧道内外承担输水、排水功能的管线不存在渗漏情况	逐段检查	单洞
2	阀门功能	管线上的阀门能够正常开闭,满足设计要求的功能	逐个检查	阀门数量

### 9.3 消防箱

消防箱一般由消防栓、水成膜灭火设备、手提灭火器设备等组成。

消防箱的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	消防栓	水压正常,喷水距离满足设计要求	实际操作	消防箱数量
	水成膜灭火设施	水压正常,成膜效果良好,喷水距离满足设计要求	实际操作及目测	
	灭火器	灭火器数量符合设计要求,有效时间在质保期内,压力指示箭头在绿色标签范围内	目测	

### 9.4 手动火灾报警系统

手动火灾报警系统一般由手动报警按钮、报警主机组成。

手动火灾报警系统的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。

当第2项检测内容出现不合格情况时,本分项工程技术状况评分直接为3类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
1	报警信号输出	能够实时上传报警信号	实际操作	手动报警器数量
△2	报警联动功能	下端信号能够触发报警,报警主机向其他系统提供报警信息	实际操作	报警主机数量

### 9.5 自动火灾报警系统

#### 9.5.1 双(三)波长火灾报警系统

双(三)波长火灾报警系统一般由双(三)波长传感器、报警主机组成。

双(三)波长火灾报警系统的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。当第1、2项检测内容出现不合格情况时,本分项工程技术状况评分直接为3类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
△1	火灾探测功能	能够监测到火情并实时上传报警信号	实际操作	双波长报警器数量
△2	报警联动功能	下端信号能够触发报警,报警主机向其他系统提供报警信息	实际操作	报警主机数量

### 9.5.2 光纤（线型）光栅火灾报警系统

光纤（线型）光栅火灾报警系统一般由多个区段的光纤、光纤监测主机组成。

光纤（线型）光栅火灾报警系统的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。当第 1、3 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备数量统计值
△1	火灾探测功能	能够监测到火情实时上传报警信号	实际操作	报警区段数量
2	信号解析功能	能够调整监测范围并对上传的信号正确解调	实际操作	光纤监测主机数量
△3	报警联动功能	下端信号能够触发报警，报警主机向其他系统提供报警信息	实际操作	报警主机数量

### 9.6 发光诱导标识与电光标识

发光诱导标识与电光标识的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。当第 1 项检测内容出现不合格情况时，本分项工程技术状况评分直接为 3 类。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率统计值
△1	控制功能	可手动控制诱导设施的启动、停止	功能验证	控制机箱数量
2	接地电阻	$\leq 1 \Omega$	接地电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	
3	绝缘电阻	$\geq 50M \Omega$	绝缘电阻仪测量，任何一项不合格则此项不合格	
4	电光标识工作状态	正常点亮，无显著污染	目测	电光标识数量

### 9.7 横通道门

横通道门的功能及参数检测内容、技术要求、检测方法及设备数量统计值见下表。

项次	检测项目	技术要求	检测方法	设备完好率统计值
1	远程控制功能	可在监控中心或主 PLC 上控制卷帘门的打开和关闭	功能验证	通道门数量
2	本地控制功能	可在本地控制卷帘门的打开和关闭	功能验证	
3	基本照明	通道内有基本照明，能够看清通道基本情况	目测	
4	通行功能	通道内不可堆积杂物和其他影响通行能力的设施	目测	

附表一：高速公路隧道机电设施配置表

设施名称		各类设施分级				
		A <sup>+</sup>	A	B	C	D
隧道机电设施		按 JTG D70/2-2014 公路隧道设计规范第 4 章节规定设置				
通风设施	风机	按 JTG D70/2-2014 公路隧道设计规范第 5 章节规定设置				
	能见度检测器	★	★	■	▲	——
	CO 检测器	★	★	■	▲	——
	NO <sub>2</sub> 检测器	■	■	■	▲	——
	风向风速检测器	★	★	★	▲	——
照明设施	灯具	按 JTG D70/2-2014 公路隧道设计规范第 6 章节规定设置				
	亮度检测器	★	★	★	■	——
交通控制设施	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	●	●	★	★	▲
紧急呼叫设施	紧急电话	★	★	★	▲	——
	隧道广播	★	★	★	▲	——
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	按 JTG D70/2-2014 公路隧道设计规范第 9 章节规定设置				
消防设施与通道	灭火器	●	●	●	●	●
	消火栓	●	●	■	——	——
	固定式水成膜泡沫灭火装置	●	●	■	——	——
	通道	按 JTG D70/2-2014 公路隧道设计规范第 10 章节规定设置				
中央控制管理设施	计算机设备	★	★	★	▲	——
	显示设备	★	★	★	▲	——
	控制台	★	★	★	▲	——
供配电设施		根据以上用电设施配置情况设置				
接地与防雷设施		根据以上用电设施配置情况设置				
线缆及相关设施		根据以上各类设施配置情况设置				

注：1.“●”：必须设；“★”应设；“■”：宜设；“▲”：可设；“——”不做要求；

2.采用机械通风的隧道，应按表中所列要求能见度检测器、CO 检测器、NO<sub>2</sub> 检测器、风向风速检测器；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器。