ICS 03.220.20
CCS R 04

T/CS

团 体 标 准

T/CS 073—2025

公路隧道工程附属机电设施施工技术规范

Technical specifications for the construction of ancillary mechanical and electrical facilities in highway tunnel engineering

2025－06－05 发布 2025－06－05 实施

中国商品学会 发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　缩略语 1
5　总体要求 2
6　施工准备 3
7　通风设施 3
8　监控设施 7
9　供配电设施 10
10　照明设施 11
11　火灾探测报警设施 14

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中博阀门集团有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：中博阀门集团有限公司、浙江和莎科技有限公司、浙江耐磨达科技有限公司、浙江浙达能源科技有限公司、湖州市公交集团有限公司、宁波朗迪叶轮机械有限公司、杭州碧连天景观绿化工程有限公司、浙江金立圣住宅工业科技有限公司、浙江聚益生态环境有限公司、浙江超宁建设有限公司、浩源科技集团有限公司、浙江石油化工有限公司、杭州福斯特电子材料有限公司、杭州凯莱谱质造科技有限公司、湖州机床厂有限公司、美高电气科技有限公司、宁波宝丰工量具有限公司、温州市人民医院、浙江湖杭高速公路有限公司、浙江诺和机电股份有限公司、浙江三花汽车零部件有限公司、浙江省天正设计工程有限公司、浙江杭长高速公路有限公司、绍兴市上虞区水利发展研究中心、丽水强润电子有限公司、延锋安道拓方德电机有限公司、杭州承龙文化科技有限公司、浙江高景建设有限公司、物产中大（桐乡）水处理有限公司、杭州水务工程建设有限公司、浙江纳智地理信息科技有限公司、浙江交工集团股份有限公司、丽水恒远工程技术服务有限公司。

本文件主要起草人：张清祥、胡红标、林仁焕、吴海红、严少卿、柴水华、陈君侃、项永勤、王骅、沈八一、施彬彬、杨明荣、陆庆生、董永才、王春林、高占军、郭爱、郑斌、杜建兵、许涛、雷喜文、宋杰、王腓力、马怿潇、张春香、盛钢、叶根长、冯春林、丛晓东、梁留法、倪培钧、刘文志、练维利、祝俊利、曹建玮、陈飞、杨传柬、梁奕文、史可迪、余咏钊、赵可、张海丽、王照华。

公路隧道工程附属机电设施施工技术规范

1 范围

本文件规定了公路隧道工程附属机电设施（以下简称“机电设施”）施工的总体要求、施工准备、通风设施、监控设施、供配电设施、照明设施、火灾探测报警设施。

本文件适用于公路隧道工程附属机电设施施工。

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 5768.4 道路交通标志和标线 第4部分：作业区

GB/T 18226 公路交通工程钢构件防腐技术条件

GB/T 23828 高速公路LED可变信息标志

GB/T 30094 工业以太网交换机技术规范

GB 50061 66kV及以下架空电力线路设计标准

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范

DL/T 5092 110kV～500kV架空送电线路设计技术规程

JGJ 145 混凝土结构后锚固技术规程

JTG 2182 公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程

JTG/T 3520—2021 公路机电工程测试规程

JTG/T 3660—2020 公路隧道施工技术规范

JTG/T 3661—2025 公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

JTG H30 公路养护安全作业规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路隧道工程附属机电设施 ancillary mechanical and electrical facilities in highway tunnel engineering

为公路隧道运营提供服务的各类机电设施设备。

注：包括通风设施、监控设施、供配电设施、照明设施、火灾探测报警设施等。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

IP：网际互连协议（Internet Protocol）
VLAN：虚拟局域网（Virtual Local Area Network）

5 总体要求

5.1 施工要求

5.1.1 施工安全应符合 JTG F90 的规定。
5.1.2 隧道内施工宜封闭交通，无封闭交通条件时应制订交通安全组织方案。
5.1.3 通车路段隧道内施工，施工作业区及作业区标志、标线等交通安全设施的设置应符合 GB 5768.4、JTG H30 的规定。
5.1.4 施工路段应设置照明设施，施工点照度应不小于 15 lx，施工时应采用非定向光源增强对过路车辆的警示。
5.1.5 隧道内施工路段粉尘浓度应符合 JTG/T 3660—2020 中 13.2.2 的规定。
5.1.6 施工过程中应做好成品及半成品的保护。
5.1.7 安装完成后的机电设施、线缆及管道等应进行标识，标识应清晰、规范。
5.1.8 调试与检查前应编制调试与检查计划。调试应按先空载、后负载，先单机、后联机的次序进行。

5.2 材料设备

5.2.1 机电设施及主要材料进场时应进行检查，并应做好记录。机电设施及主要材料应符合以下要求：
a) 包装完整、无破损；
b) 外观完好，表面应无明显划痕、毛刺等机械损伤，紧固部件应无松动；
c) 设备材料名称、数量、规格、型号与装箱清单一致，技术文件、质量证明资料、附件、专用工具等齐全，各项参数满足设计要求；
d) 进口机电设施有报关材料。

5.2.2 风机应有风机叶轮静（动）平衡校正试验、超转速试验、耐高温试验、耐机械振动试验、噪声试验、轴向推力试验等的质量证明资料，叶片与轮毂的无损探伤的质量证明资料，各参数应符合设计要求。机支架热浸镀锌涂层应符合 JTG/T 3661—2025 中 6.2.3 的规定。
5.2.3 监控设施应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.2 的规定。
5.2.4 供配电设施应符合 JTG/T 3661—2025 中 12.2 的规定。
5.2.5 灯具应无防腐层剥落、灯罩破裂等现象，内照明灯具底座调节范围应满足设计要求。杆件壁厚及防腐涂层厚度应满足设计要求，防腐涂层厚度无具体规定时，应符合 GB/T 18226 的规定。外照明检测设备应配置遮光罩，并有减震装置。
5.2.6 火灾探测报警设施应符合 JTG/T 3661—2025 中 10.2 的规定。
5.2.7 材料设备应分类保管。

5.3 施工记录

5.3.1 施工中应执行工序自检制度、工序交接检查制度，并应做好记录。
5.3.2 隐蔽工程在隐蔽前应检验合格，并应做好记录。
5.3.3 施工过程中，应做好以下资料的收集和记录工作：
a) 相关设计资料；
b) 现场调查记录；
c) 机电设施、材料出厂检验记录、到场检验记录、第三方检验记录、安装检验记录、调试记录、隐蔽工程检验记录；

d) 功能检验记录、验收记录；
e) 施工影像记录；
f) 其他重要资料或记录。

5.3.4 施工完成后应及时、完整提交竣工文件。

6 施工准备

施工准备应符合JTG/T 3661—2025中第4章的规定。

7 通风设施

7.1 基本要求

7.1.1 通风设施施工内容应包括射流风机、轴流风机、通风环境检测设备的安装、调试与检查。

7.1.2 通风设施施工应在下列条件下进行：

a) 预埋件、预留洞室、预埋管道、预留基础、风道等的位置、数量和尺寸满足设计要求，预埋管道通畅；
b) 风机机房位置、尺寸满足设计要求，机房装饰工程基本完成；
c) 隧道内设备安装前，隧道装饰工程基本完成；
d) 路面高程已确定。

7.2 射流风机

7.2.1 施工流程

射流风机施工流程为预埋件测量、支架制作和焊接、载荷试验、吊装、线缆敷设与接线、调试与检查。

7.2.2 预埋件测量

应测算相邻预埋件的横向间距和高差，根据测算数据、路面高程、设计和设备技术文件要求制作支架，射流风机安装就位后不应侵占隧道建筑限界。

7.2.3 支架制作和焊接

7.2.3.1 支架和预埋件焊接时，应选用与预埋件相匹配的支架和焊接材料，焊接材料熔敷金属的力学性能应不低于相应母材标准的下限值或满足设计要求。支架和预埋件定位焊时，定位焊缝厚度应不小于3 mm，长度应不小于 40 mm，间距应为 300 mm～600 mm。支架与预埋件施焊应采用分段对称焊接，堆焊高度应大于母材厚度。焊缝应无咬边、夹渣及连续气孔，单个气孔应不大于 1.5 mm。

7.2.3.2 用化学植筋方式安装支架时应符合下列规定：

a) 植筋施工点的衬砌混凝土强度等级不低于 C30，厚度符合 JGJ 145 的规定；
b) 锚孔的孔径、孔深尺寸满足设计要求，锚孔避开受力主筋；
c) 置入锚固剂前，用空气压力吹管等工具吹净孔内碎渣和粉尘，再用丙酮擦拭孔道，并保持孔道干燥；
d) 螺栓安装时，以慢速电钻旋入螺杆至锚固剂流出，不直接敲入，锚固剂填充密实；
e) 植筋植入锚孔后，在固化完成前进行固化养生，固化期间不扰动；
f) 化学植筋焊接时，避免高温对锚固剂产生不良影响。

7.2.4 载荷试验

7.2.4.1 悬挂安装的射流风机吊装前应做支撑结构载荷试验。载荷试验负荷应为射流风机重力与射流风机支架重力之和的 15 倍。载荷试验合格后，应对预埋件和焊缝进行防腐处理。

7.2.4.2 射流风机运转的正向应与设计要求的主要气流方向一致。

7.2.5 吊装

7.2.5.1 搬运和吊装射流风机的吊索具，不应直接钩挂于消声筒上或直接捆缚在机壳上；吊装时应采取防止射流风机滑落的措施。

7.2.5.2 就位时，射流风机中心线与隧道中心线平行度允许偏差应不大于 100 mm。

7.2.5.3 射流风机安装连接螺母应紧固，并应有防松动和减震装置。

7.2.5.4 射流风机应安装安全吊链，并应保持适当的松度。当安全吊链受力时，应能承担射流风机及其支架的静荷载。

7.2.5.5 就位后，应对射流风机外壳、叶轮、消声器、防护网等进行检查，确认无松动，无明显破损、变形。

7.2.6 线缆敷设与接线

7.2.6.1 线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

7.2.6.2 射流风机外壳和接地端子应与隧道接地干线可靠连接。

7.2.7 调试与检查

7.2.7.1 调试前检查应符合以下规定：

a) 射流风机安装位置、设备接线及润滑等满足设计和设备技术文件要求；
b) 射流风机无损伤，内部无异物；
c) 转子无摩擦和碰刮；
d) 风机传动装置的外露部分、直接通大气进口的防护罩（网）安装完毕。

7.2.7.2 应按设计和设备技术文件要求设置软启动器额定电流、过载类别、限流倍数及保护功能等参数。

7.2.7.3 射流风机通电后，应做点动检查，双向风机应作双向点动检查，确认风机运转正常，且风机启动电流不应大于规定值。

7.2.7.4 射流风机启动时间应满足设计要求，双向射流风机应在 30 min 内实现 4 次换向，且工作无异常。

7.2.7.5 射流风机试运行后，应检查确认紧固件无松动。

7.2.8 施工质量检查

射流风机施工质量检查应符合JTG/T 3661—2025中6.7.1和表1的规定。

表 1 射流风机施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
接地电阻	≤1 Ω或符合设计要求	JTG/T 3520—2021中T8001
绝缘电阻	强电端子对机壳≥50 MΩ	JTG/T 3520—2021中T8002
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、停止和方向、风量	在监控中心软件控制风机启停

7.3 轴流风机

7.3.1 施工流程

轴流风机施工流程为基础制作、安装、调试与检查。

7.3.2 基础制作

轴流风机基础的位置、尺寸、强度和地脚螺栓的位置、规格应满足设计和设备技术文件要求。

7.3.3 安装

7.3.3.1 轴流风机安装前，应按设计图纸和相关建筑物的轴线、边缘线、高程线，划定安装的基准线。

7.3.3.2 轴流风机安装前，宜采用型钢制作安装底座，安装底座应用垫片找正调平，安装完成后，垫片均应与安装底座用定位焊焊牢。

7.3.3.3 轴流风机的搬运和吊装符合下列规定：

a) 整体出厂的轴流风机搬运和吊装时，吊索具不应捆缚在转子和机壳上盖及轴承上盖的吊耳上；
b) 解体出厂的轴流风机搬运和吊装时，吊索具的捆缚不应损伤机件表面；
c) 转子和齿轮的轴颈、测量振动部位，不应作为捆缚部位；转子和机壳的吊装保持水平；
d) 转子和齿轮不应直接放在地上滚动或移动。

7.3.3.4 整体出厂的轴流风机安装应符合下列规定：

a) 安装水平度和垂直度在底座和机壳上进行检测，安装水平度和垂直度允许偏差不大于 1 mm/m；
b) 安装面平整，与基础或平台接触良好；
c) 直联型轴流风机的电动机轴心与机壳中心保持一致；电动机支座下的调整垫片不超过两层。

7.3.3.5 解体出厂的轴流风机组装和安装应符合 GB 50275 的规定。

7.3.3.6 轴流风机的进气、排气管路和其他管路安装，应符合 GB 50235 和以下规定：

a) 进气、排气系统的管路、大型阀件、调节装置、冷却装置和润滑油系统等管路均有单独的支撑，并与基础或其他建筑物连接牢固；
b) 与轴流风机进气口和排气口法兰相连的直管段上，无阻碍热胀冷缩的固定支撑；
c) 各管路与轴流风机连接时，法兰面对中并平行；
d) 气路系统中补偿器的安装按设备技术文件的规定执行；
e) 管路与机壳连接时，机壳不承受外力；连接后复测机组的安装水平程度和主要间隙，并满足设备技术文件要求；
f) 风道与周围土建结构间的间隙满足设备技术文件要求；
g) 轴流风机与风道挠性连接。

7.3.3.7 轴流风机消声器安装应符合下列规定：

a) 外观平整，无起泡、折皱、剥落等缺陷；
b) 消声器内所用吸消声材料充填密实，厚薄均匀，无空隙，不脱落；
c) 各部位拼装贴合紧密；
d) 穿孔板平整，孔眼光洁，排列均匀，无尖角毛刺，表面清洁，无污物或锈痕；
e) 各纵向段相互平行，前缘外端处于与气流方向垂直的同一平面内，且与中间连接板结合牢固；
f) 金属壳体式消声器与结构壁面安装结合牢固可靠，在额定风量下不松动或振颤。

7.3.4 调试与检查

7.3.4.1 轴流风机调试与检查应符合 7.2.7 的规定。

7.3.4.2　轴流风机、风道安装完成后，应对轴流风机外壳、叶轮，消声器、风机防护网、风阀、风道等进行检查，应无松动，无明显破损、变形。

7.3.4.3　线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

7.3.4.4　轴流风机外壳和接地端子应与隧道接地干线可靠连接。

7.3.4.5　轴流风机主机的进气管和与其连接的有关设备应清扫洁净。

7.3.4.6　轴流风机试运转应符合下列规定：

a)　启动时各部位无异常现象；

b)　启动在小负荷运转正常后，逐渐增加风机的负荷，在规定的转速和最大出口压力下，直至轴承温度稳定后，连续运转时间不少于 20 min；

c)　启动后调节叶片时，电流不大于电动机的额定电流值；轴流风机运行时，不应停留于喘振工况内；

d)　试运行中，轴流风机在轴承表面测得的温度不高于环境温度 40 ℃；轴承振动速度有效值不大于 6.3 mm/s；

e)　试运行中，检查管道的密封性，停机后检查叶顶间隙。

7.3.4.7　轴流风机施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 6.7.2 和表 2 的规定。

表 2　轴流风机施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
安全接地电阻	≤4 Ω或符合设计要求	接地电阻仪测量
绝缘电阻	强电端子对机壳≥50 MΩ	绝缘电阻仪测量
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、停止和方向、风量	在监控中心软件控制风机启停
风阀启闭功能	≤30 s	秒表测量

7.4　通风环境检测设备

7.4.1　施工内容

通风环境检测设备施工内容包括风速风向、一氧化碳、能见度、氮氧化物检测器等的安装、调试与检查。

7.4.2　安装

7.4.2.1　检测器不应在机械振动较大的区域安装。

7.4.2.2　能见度检测器的发射器和接收器之间不应有障碍物，间距应满足设备技术文件要求。

7.4.2.3　设备壳体应与隧道接地干线可靠连接。

7.4.2.4　控制箱（柜）安装按第 9 章的规定进行。

7.4.3　调试与检查

7.4.3.1　通风环境检测设备调试与检查应符合 7.2.7 的规定。

7.4.3.2　应在不同的环境条件下测试通风环境检测设备性能。

7.5　通风设施系统

所有通风设施施工完成后应进行功能检查，符合下列规定：

a) 逐一测试风机手动/自动切换、启动、停止等本地控制功能，风机动作应正确、反馈应无误、运行应正常；
b) 逐一测试通风环境检测设备数据采集功能，设备数据采集应准确，设备运行应正常；
c) 测试现场区域控制单元与中央控制室通风控制计算机的通信功能，通信功能应正常；
d) 测试远程控制功能，现场通风设施应能准确接收远程控制指令，动作应正确及时，反馈应无误。

8 监控设施

8.1 基本要求

8.1.1 监控设施施工内容应包括交通监测设施、交通控制与诱导设施等的安装、调试与检查。

8.1.2 监控设施施工应在下列条件下进行：

a) 预留洞室、预埋管道、预埋件、预留基础等的位置、数量和尺寸满足设计要求，预埋管道通畅；
b) 隧道内设备安装前，隧道装饰工程基本完成；
c) 控制室、机房、变电所设备安装前，室内装饰工程已完成；
d) 与隧道外设备基础相关的路基及桥梁防撞护栏等已完成，路面高程已确定；
e) IP 地址分配、VLAN 划分等已完成。

8.2 交通监测设施

8.2.1 施工内容

交通监测设施施工内容包括摄像机、环形线圈车辆检测器、微波车辆检测器、视频车辆检测器、视频事件检测器等的安装、调试与检查。

8.2.2 摄像机

8.2.2.1 摄像机安装前准备工作应符合下列规定：

a) 检查摄像机底座和支架的尺寸，确认满足设备安装要求；
b) 摄像机装配过程中防止粉尘污染；
c) 摄像机装配完成后，摄像机在防护罩内应紧固；
d) 逐台通电检查，确认摄像机工作正常。

8.2.2.2 摄像机安装应符合下列规定：

a) 安装高度满足设计要求；
b) 搬运、架设过程中不打开镜头盖；
c) 调整镜头角度，确认视场覆盖范围满足监视要求；
d) 摄像机镜头避免强光直射，视场内无遮挡监视目标的物体；
e) 安装牢固，线缆正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识；
f) 控制箱（柜）安装按第 9 章的规定进行；
g) 外摄像机立柱竖直度允许偏差不大于 5 mm/m。

8.2.2.3 摄像机调试与检查应符合下列规定：

a) 调整自动光圈、焦距等，确认图像画面清晰；
b) 调整视场角度，确认监视画面连续、监视角度基本一致；
c) 测试云台水平、垂直转动等功能，测试结果满足设计要求；
d) 测试摄像机变焦、变倍、预置位等功能，测试结果满足设计要求。

8.2.2.4 摄像机施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.6.1 规定。

8.2.3 车辆检测器

8.2.3.1 环形线圈车辆检测器施工应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.3.6 的规定，调试与检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.5.2 的规定。

8.2.3.2 微波车辆检测器施工应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.3.8 的规定，调试与检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.5.3 的规定。

8.2.3.3 视频车辆检测器施工应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.3.10 的规定，调试与检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.5.4 的规定。

8.2.3.4 车辆检测器施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.6.2 的规定，还应检查监控平台软件数据存储及显示功能，监控平台软件应能正常实时显示下端车辆检测器上传的数据，且可在监控平台软件上或数据库中查询历史数据，按 JTG/T 3520—2021 中 T8109 的规定检查。

8.2.4 视频事件检测器

8.2.4.1 视频采集端设备安装应按 8.2.2.2 的规定进行。

8.2.4.2 视频事件检测器调试与检查应符合下列规定：

a) 调整摄像机自动光圈、焦距、视场角度等，确认接入视频清晰度、视场检测范围等满足设备检测要求；

b) 设置事件基本信息、事件种类、检测区域、检测灵敏度、报警优先级、统计周期、告警、校时等参数，确认满足设计和设备技术文件要求；

c) 测试停止、逆行、行人、抛洒物、拥堵、机动车驶离等典型事件检测功能，确认事件检测功能及事件检测率满足设计要求；

d) 测试自动录像、自诊断和报警、时钟同步等功能，测试结果满足设计要求。

8.2.4.3 视频事件检测器施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.6.3 和表 3 的规定。

表 3 视频事件检测器施工质量检查

检查项目		技术要求	检查方法
视频存储及显示功能		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视频数据	JTG/T 3520—2021中T8109
数据传输性能	IP网络吞吐率	满足设计文件中编码器最大码流要求，无要求时1518帧长≥99%	JTG/T 3520—2021中T8004～T8006
	IP网络传输时延	符合设计要求，无要求时小于等于10 ms	
	IP网络丢包率	不大于70%流量负荷时≤0.1%	
监视器画面指标	失真	≥4分	JTG 2182
	拖尾	≥4分	
	跳帧	≥4分	
	抖动	≥4分	
	马赛克	≥4分	
摄像机动作功能	云台水平转动角度	≥350°	手动操作检查
	云台垂直转动角度	上仰：≥15°，下俯：≥90°	
	功能	自动调节光圈、快速自动聚焦、可变倍功能正常	
绝缘电阻		强电端子对机壳≥50 MΩ	JTG/T 3520—2021中T8002

表 3　视频事件检测器施工质量检查（续）

检查项目	技术要求	检查方法
保护接地电阻	≤4 Ω	接地电阻测试仪测量
防雷接地电阻	≤10 Ω	
共用接地电阻	若外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置，则共用接地电阻≤1 Ω	

8.3　交通控制与诱导设施

8.3.1　施工内容

交通控制与诱导设施施工内容应包括交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志、区域控制单元、工业以太网交换机等的安装、调试与检查。

8.3.2　交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志

8.3.2.1　交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志安装应符合下列规定：

a）　测量设备高度，根据设备高度、路面高程、设计和设备技术文件要求制作支架，并确保设备就位后不侵占隧道建筑限界；
b）　安装时使用的固定螺栓、螺母、垫圈采用热镀锌件，并用弹簧垫圈压紧；
c）　交通信号灯立柱垂直度和悬臂水平度允许偏差不大于 5 mm/m；
d）　同一断面的车道指示器安装基准线与行车中心线垂直且安装高度一致；
e）　隧道内可变信息标志底座安装完成后做载荷试验，载荷试验负荷应满足设计要求，无具体规定时，载荷试验负荷为设备和支架重力之和的 5 倍；
f）　显示屏安装牢固，拼接紧密，拼缝不透光、歪曲，屏体水平度和垂直度允许偏差不大于 3 mm/m；
g）　控制箱（柜）安装按第 9 章的规定进行；
h）　线缆正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

8.3.2.2　交通信号灯、车道指示器应检查设备接线线序，确认显示状态正确。可变信息标志调试与检查应符合下列规定：

a）　测试全红、全绿、横条、竖条等全屏显示，无黑点或模块不亮等现象；
b）　测试内置列表播放、上位机信息字库列表播放、随机即时信息播放等，信息播放内容与显示信息一致；
c）　测试显示屏平均亮度及亮度调节功能等，测试结果满足设计要求；
d）　测试静态视认距离、动态视认距离、视认角等，测试结果满足设计要求，当无具体规定时，符合 GB/T 23828 的规定；
e）　测试自检功能、复原功能等，测试结果满足设计要求。

8.3.2.3　交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.6.4 规定。可变信息标志、可变限速标志施工质量检查还应符合表 4 的规定。

表 4　可变信息标志、可变限速标志施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
信息实时显示及发布功能	信息发布平台能查阅和下发可变标志的显示信息	数据传输测试仪或网络测试仪测量
视认距离	车辆以最大限速速度行驶时，不小于行车视距	在行车视距的位置实际行车查看；JTG/T 3520—2021中T8102

8.3.3 区域控制单元

8.3.3.1 区域控制单元安装应符合下列规定：

a) 控制箱（柜）安装按第 9 章的规定进行；
b) 核对中央处理器、输入输出、电源等模块配置，确认满足设计要求；
c) 区域控制单元各模块与设备连线正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识；
d) 区域控制单元账户、权限、网络等设置正确；
e) 程序按设计功能编制，并按产品手册下载。

8.3.3.2 区域控制单元调试与检查应符合下列规定：

a) 测试本地控制功能，所辖区域内下端设备动作正确、反馈无误、运行正常；
b) 测试与中央控制室交通控制计算机通信功能，通信正常；
c) 进行模拟测试，通信链路故障时，本地控制功能正常；通信恢复正常后能正确反馈当前的控制状态；
d) 测试断电恢复功能，加电或系统重启后可自动运行原预设方案。

8.3.3.3 区域控制单元施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.6.5 规定。

8.3.4 工业以太网交换机

8.3.4.1 工业以太网交换机安装应符合下列规定：

a) 预留必要的设备散热空间；
b) 安装牢固，线缆正确连接、整齐排列牢固接线、规范成端、清晰标识；
c) 收发光口正确对应；
d) IP 地址设置、VLAN 划分等满足网络规划要求，网络冗余功能满足设计要求。

8.3.4.2 工业以太网交换机调试与检查应符合下列规定：

a) 测试光纤衰耗，检查交换机收发光口的对应情况，确认交换机无异常；
b) 业务、接口、安全、自愈等功能满足设计要求，无具体规定时，符合 GB/T 30094 的规定；
c) 可信性、转发性能、冗余网络恢复性能满足设计要求，无具体规定时，符合 GB/T 30094 的规定。

8.3.4.3 工业以太网交换机施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 8.6.6 规定。

9 供配电设施

9.1 供配电设施的安装、调试和检查、施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中第 12 章的规定。

9.2 中压配电柜施工质量检查还应符合表 5 的规定。

表 5 中压配电柜施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
设备状态	中压配电柜上的指示灯能正常点亮，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	目测检查，必要时手动操作切换中压配电柜的工作状态检查
元器件检查	检查柜体中元器件、线缆、接头状态，无明显热熔、焦化、漏液、腐蚀、锈蚀等情况；对有惰性气体保护的装置，检查保护气体容量	手动操作打开或抽出中压配电柜面板，目测检查

9.3 低压配电柜施工质量检查还应符合表 6 的规定。

表 6　低压配电柜施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
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，开关联动标签，柜体指示面板上的仪表显示信息正常	目测检查，必要时手动操作切换低压配电柜的工作状态检查
元器件检查	检查柜体中元器件、线缆、接头状态，无明显热熔、焦化、漏液、腐蚀、锈蚀等情况	手动操作打开或抽出低压配电柜面板，目测检查

9.4　低、中压设备电缆施工质量检查还应检查绝缘电阻，电缆外护套每千米绝缘阻值、电力线路绝缘阻值应不低于 0.5 MΩ，使用 500 V/2 500 V 兆欧表测量。

9.5　发电机施工质量检查还应符合表 7 的规定。

表 7　发电机施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
设备状态	发电机能正常启动，按照设计的负载要求稳定供电不低于30 min	手动操作检查
供电切换	在主电源断电的情况下，能手动或自动将发电机切入供电系统	手动操作检查
油量显示	能清楚查看发电机供油情况	目测检查

9.6　EPS/UPS 施工质量检查还应符合表 8 的规定。

表 8　EPS/UPS 施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
设备状态	EPS/UPS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	目测检查，必要时手动操作模拟切换
供电切换	在主电源断电的情况下，能自动将EPS/UPS切入供电系统	手动操作检查
接地电阻	EPS/UPS主机和配电房内接地扁钢连接良好	JTG/T 3520—2021中T8001
电池容量	能清楚查看电池容量变化情况	目测检查
电池外观	电池及跳线外观正常，无鼓包、漏液、腐蚀情况	目测检查

9.7　电力监控系统施工质量检查还应符合表 9 的规定。

表 9　电力监控系统施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
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，数据存储完整	手动操作检查
数据传输	在电力监控计算机上可以ping通上下端的通信机	手动操作检查
信号采集功能	采集器按照设定的要求采集高低压柜、EPS/UPS等电力系统的各项参数	目测检查

10　照明设施

10.1　基本要求

10.1.1　照明设施施工内容包括内照明灯具、外照明灯具、照明配电箱（柜）与控制箱（柜）的安装、

调试与检查。

10.1.2 照明设施施工应在下列条件下进行：

a) 预留洞室、预埋管道等的位置、数量和尺寸符合设计要求，预埋管道通畅；

b) 内照明设施安装前，隧道装饰工程基本完成，隧道路面高程已确定；

c) 外照明设施安装前，与隧道外设备基础相关的路基及桥梁防撞护栏等已完成，路面高程已确定。

10.2 内照明灯具

10.2.1 施工流程

内照明灯具施工流程为安装、调试与检查。

10.2.2 安装

10.2.2.1 底座横向安装位置和纵向间距应满足设计要求，横向允许偏差应不大于 20 mm，纵向允许偏差不大于 30 mm。

10.2.2.2 安装前，应按设计要求对灯具底座做载荷试验。无具体规定时，载荷试验负荷应为底座及灯具重力之和的 5 倍。

10.2.2.3 安装应牢固可靠、整齐美观、线形流畅，安装角度应满足设计要求。

10.2.2.4 接线应轮流接入 A、B、C 相，三相负荷应基本平衡；接线应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识；进出线孔应密封。

10.2.2.5 外壳应与隧道接地干线可靠连接。

10.2.3 调试与检查

10.2.3.1 通电调试前应检查核对各设备的安装和接线，每个回路的绝缘电阻不应小于 0.5 MΩ。

10.2.3.2 依次开启各照明回路时，对应回路内照明灯具应工作正常。

10.2.3.3 各照明段亮度、路面平均亮度、路面亮度总均匀度和路面亮度纵向均匀度应满足设计要求。

10.2.3.4 紧急停车带、人行横通道、车行横通道亮度应满足设计要求。

10.2.3.5 测试调光控制功能，确认亮度调节范围满足设计要求。

10.2.3.6 内照明灯具施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 7.7.1 和表 10 的规定。

表 10 内照明灯具施工质量

检查项目	技术要求	检查方法
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
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

10.3 外照明灯具

10.3.1 施工流程

外照明灯具施工流程为安装、调试与检查。

10.3.2 安装

10.3.2.1 外照明灯具安装方位和纵向间距应满足设计要求，纵向间距允许偏差应不大于 2%，安装轴线应与车道中心线平行。

10.3.2.2　灯杆与架空供电线路的安全距离应符合 GB 50061、DL/T 5092 的规定。

10.3.2.3　灯杆竖直度允许偏差应不大于 3 mm/m。

10.3.2.4　线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。灯臂、灯杆内的线缆应无中间接头。

10.3.2.5　灯具外壳和杆体应与隧道接地干线可靠连接。

10.3.3　调试与检查

10.3.3.1　外照明灯具调试与检查应符合 10.2.3 的规定。

10.3.3.2　外照明灯具施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 7.7.2 和表 11 的规定。

表 11　外照明灯具施工质量

检查项目	技术要求	检查方法
线路完好率	线路完好	验证照明故障回路数
接地电阻	≤4 Ω或符合设计要求	接地电阻仪测量，隧道洞口测量强电侧与弱电侧
亮度传感器与照明灯具的联动功能	符合设计要求	手动操作检查
定时控制功能	可控	

10.4　照明配电箱（柜）与控制箱（柜）

10.4.1　安装

10.4.1.1　照明配电箱（柜）和控制箱（柜）安装应按第 9 章的规定进行。

10.4.1.2　亮度检测器安装位置和高度应满足设计要求，应符合下列规定：

a)　外亮度检测器安装位置距离洞口一个停车视距，安装高度为 2.5 m，检测器探头方向指向洞口中心；

b)　内亮度检测器安装在洞内距离隧道洞口一倍净高的隧道侧壁上，安装高度为 2.5 m，检测器探头方向指向行车前进方向。

10.4.1.3　隧道外亮度检测器杆体竖直度允许偏差不应大于 3 mm/m。

10.4.1.4　照明检测与控制设备接地端子应与隧道接地干线可靠连接。

10.4.2　调试与检查

10.4.2.1　照明配电箱、照明检测与控制设备调试与检查应符合 10.2.3 的规定。

10.4.2.2　隧道外亮度检测器与隧道内亮度检测器输出参数的误差应满足设计要求，与实测值误差不应大于 2%。

10.4.2.3　照明配电箱（柜）和控制箱（柜）施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中 7.7.3 的规定。

10.5　照明系统

所有照明设施施工完成后应进行功能检查，符合下列规定：

a)　手控制、远程控制、定时控制、亮度检测自动控制等功能应满足设计要求；

b)　逐一测试照明回路手动/自动切换、开启、关闭等本地控制功能，灯具应启闭正确、反馈应无误、运行应正常；

c)　逐一测试亮度检测器数据采集功能，设备数据采集应准确，设备运行应正常；

d） 测试现场区域控制单元与中央控制室照明控制计算机的通信功能，通信功能应正常；
e） 测试远程控制功能，现场照明设施应能准确接收远程控制指令，动作应正确及时，反馈应无误；
f） 测试断电恢复功能，加电或系统重启后可自动运行原预设方案。

11 火灾探测报警设施

11.1 火灾探测报警设施的安装、调试和检查、施工质量检查应符合 JTG/T 3661—2025 中第 10 章的规定。

11.2 手动火灾报警按钮施工质量检查还应符合表 12 的规定。

表 12 手动火灾报警按钮施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
报警信号输出	每个手动火灾报警按钮均能够实时上传报警信号	手动操作检查
报警联动功能	报警主机向其他系统提供报警信息	

11.3 双（三）波长火灾报警系统施工质量检查还应符合表 13 的规定。

表 13 双（三）波长火灾报警系统施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
火灾探测功能	每个传感器能监测到火情并实时上传报警信号	手动操作检查
报警联动功能	报警主机向其他系统提供报警信息	

11.4 光纤（线型）光栅火灾报警系统施工质量检查还应符合表 14 的规定。

表 14 光纤（线型）光栅火灾报警系统施工质量检查

检查项目	技术要求	检查方法
火灾探测功能	每个传感器能监测到火情并实时上传报警信号	手动操作检查
信号解析功能	能调整监测范围并对上传的信号正确解调	
报警联动功能	报警主机向其他系统提供报警信息	