

JTG

中华人民共和国推荐性行业标准

JTG/T 3673—2025

公路机电工程施工技术规范

Technical Specifications for Construction of Highway Electrical and
Mechanical Engineering

交通运输部
信息中心
浏览专用

2025-01-03 发布

2025-04-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

前 言

根据《交通运输部办公厅关于下达 2015 年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》（交办公路函〔2015〕312 号）的要求，由中交第一公路勘察设计研究院有限公司承担《公路机电工程施工技术规范》（以下简称“本规范”）的制定工作。

本规范充分吸收我国公路机电工程施工的成熟经验，遵循“切实可行、指标合理、科学规范、安全实施、绿色环保”的原则，对公路机电工程施工中涉及的有关施工方法及相关技术指标作出规定，以实现公路机电工程施工的“标准化、精细化、流程化、专业化”。

本规范包括 15 章和 4 个附录：1 总则，2 术语和符号，3 基本规定，4 施工准备，5 接地与雷电保护设施安装与调试，6 设备基础及管道施工，7 监控设施安装与调试，8 收费设施安装与调试，9 通信设施安装与调试，10 超限检测设施安装与调试，11 供配电设施安装与调试，12 照明设施安装与调试，13 光缆、电缆敷设与接续，14 系统联调及工程交付，15 公路机电工程文件资料管理，附录 A 施工标识，附录 B 施工安全与环境保护自查记录表，附录 C 安全技术交底记录表，附录 D 材料、设备报验记录表。

本规范由杨晓东负责起草第 1、2、3 章，李得俊、陈强负责起草第 4 章，葛文渊、王坚负责起草第 5、7 章，李国强负责起草第 6 章，张疆、李燕负责起草第 8、10 章，唐冶金负责起草第 9 章，高晓波负责起草第 11、12 章，吴树森、张斌负责起草第 13 章，黄长久、王维娜负责起草第 14 章，王长华负责起草第 15 章，李国强负责起草附录 A，黄长久负责起草附录 B、附录 C 和附录 D。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：杨晓东（地址：陕西省西安市高新区锦业路 69 号 A 区 7 号，中交第一公路勘察设计研究院有限公司；邮编：710077；电话：029-88589008；传真：029-88589001；电子邮箱：yfb@xianjl.com），以便下次修订时参考。

主 编 单 位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位：西安金路交通工程科技发展有限责任公司

陕西交控科技发展集团有限公司

浙江省机电设计研究院有限公司

贵州中南交通科技有限公司

中国华西工程设计建设有限公司

主 编：杨晓东

主要参编人员：李得俊 李国强 黄长久 高晓波 张 疆 唐治金
葛文渊 王 坚 王长华 吴树森 陈 强 王维娜
李 燕 张 斌

主 审：胡彦杰

参与审查人员：李春风 张慧彧 张冬青 顾新民 朱立伟 苏鹤俊
李剑平 杜长东 蒋贵川 孙兴焕 卢 勇 许宏科
刘玉新 朱传征 唐琤琤 夏 隽 姜颂禹 王 刚
孙 丹 王 辉 王 军 丁有进

参 加 人 员：张建会 詹 全 陶 杰 曹宇鹏 冯 刚 方 涛
王 垒 周凯其

交通运输部信息公告
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	4
4	施工准备	8
4.1	一般规定	8
4.2	驻地建设	9
4.3	施工组织设计	9
4.4	外部条件核查与处理	10
4.5	设备材料仓储	10
5	接地与雷电保护设施安装与调试	11
5.1	一般规定	11
5.2	设备材料验收	11
5.3	接地设施安装	12
5.4	防雷设施安装	15
5.5	调试	16
6	设备基础及管道施工	17
6.1	一般规定	17
6.2	设备材料验收	17
6.3	基础定位放样	17
6.4	基坑开挖和回填	18
6.5	基础钢筋和支模	18
6.6	基础浇筑	19
6.7	管道	19
6.8	管箱	20
6.9	测试	21
7	监控设施安装与调试	22
7.1	一般规定	22
7.2	设备材料验收	22

7.3	外场设施安装	22
7.4	监控(分)中心设备安装	25
7.5	监控设施接线	26
7.6	调试	26
8	收费设施安装与调试	28
8.1	一般规定	28
8.2	设备材料验收	28
8.3	收费设施安装	29
8.4	调试	31
9	通信设施安装与调试	34
9.1	一般规定	34
9.2	设备材料验收	34
9.3	通信设施安装	34
9.4	调试	37
10	超限检测设施安装与调试	40
10.1	一般规定	40
10.2	设备材料验收	40
10.3	超限检测设施安装	41
10.4	调试	45
11	供配电设施安装与调试	47
11.1	一般规定	47
11.2	设备材料验收	47
11.3	供配电设施安装	48
11.4	充换电设施	52
11.5	调试	53
12	照明设施安装与调试	56
12.1	一般规定	56
12.2	设备材料验收	56
12.3	照明设施安装	57
12.4	调试	59
13	光缆、电缆敷设与接续	61
13.1	一般规定	61
13.2	设备材料验收	61
13.3	光缆敷设	62
13.4	光纤熔接	63

13.5	电缆敷设	64
13.6	线缆布设	65
13.7	测试	66
14	系统联调及工程交付	67
14.1	一般规定	67
14.2	系统联调	67
14.3	完工测试	69
14.4	试运行	70
14.5	缺陷责任期	70
15	公路机电工程文件资料管理	72
15.1	一般规定	72
15.2	文件要求	72
15.3	资料归档	74
附录 A	施工标识	76
附录 B	施工安全与环境保护自查记录表	79
附录 C	安全技术交底记录表	80
附录 D	材料、设备报验记录表	81
	本规范用词用语说明	82

交通运输部信息公开
浏览专用

1 总则

1.0.1 为规范公路机电工程施工，保障公路机电工程施工安全和质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于各等级新建、改扩建公路机电工程的施工及公路机电工程既有设施的升级改造。

条文说明

纳入公路隧道交通工程与附属设施实施范围的洞口及洞内机电工程施工执行现行《公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范》（JTG/T 3661）的规定，本规范不另行规定。

1.0.3 公路机电工程的施工应包括接地与雷电保护设施、设备基础及管道、监控设施、收费设施、通信设施、超限检测设施、供配电设施、照明设施安装与调试以及光缆、电缆敷设与接续等内容。

1.0.4 公路机电工程施工必须遵守国家和行业在安全生产、环境保护及信息安全方面的法律法规，采取完备的防护措施，保障人身、财产安全和信息安全。

1.0.5 公路机电工程施工应贯彻国家技术经济政策，提升公路机电工程绿色环保施工水平，积极稳妥地采用新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.6 公路机电工程施工应积极采用数字化技术，通过建立建筑信息模型（BIM）等方式推进施工数字化和智能化，形成公路机电工程数字化成果。

1.0.7 公路机电工程施工除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 公路机电工程 highway electrical and mechanical engineering

根据设计,按照一定工艺和方法,将不同规格、型号、性能、材质的公路监控设施、收费设施、通信设施、超限检测设施、供配电设施及照明设施等有机组合,用于保障公路通行能力及服务水平、提高公路运营管理效率、发挥公路综合效益、实现约定功能目标的工程实体。

2.1.2 完工测试 tests on completion

公路机电工程安装完成后,进行的安装调试检查、系统功能和技术指标测试,是机电工程安装质量及系统功能的首次完整测试。

2.1.3 自然接地极 natural grounding electrode

可作为接地用的直接与大地有良好接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土中的钢筋、埋地金属管道和设施的统称。

2.1.4 ETC 门架系统 ETC gantry system

在收费公路沿线断面建设的具备通行费分段计费、车牌图像识别等功能的专用系统及配套设施。

2.1.5 超限检测站 weigh and size station

在公路上设立的,对车辆实施超限检测,认定、查处和纠正违法行为的执法场所和设施。

2.2 符号

ACD——自动呼叫分配系统 (Automatic Call Distribution);

ATS——自动转换开关 (Automatic Transfer Switching Equipment);

BIM——建筑信息模型 (Building Information Modeling);

CCC——中国强制认证标志 (China Compulsory Certification);

- CCTV——闭路电视 (Closed Circuit Television);
- CPC——复合通行卡 (Compound Pass Card);
- EPS——应急电源 (Energy Power Supply);
- ETC——电子不停车收费 (Electronic Toll Collection);
- IAD——综合接入设备 (Integrated Access Device);
- IVR——交互式语音应答系统 (Interactive Voice Response);
- L ——整车称量设备总长度;
- LAN——局域网 (Local Area Network);
- MTC——人工半自动收费系统 (Manual Toll Collection system);
- ODF——光纤配线架 (Optical Distribution Frame);
- OTDR——光时域反射仪 (Optical Time Domain Reflectometer);
- PSTN——公共交换电话网络 (Public Switched Telephone Network);
- PVC——聚氯乙烯 (Polyvinyl Chloride);
- RSU——路侧通信单元 (Road Side Unit);
- S ——电力电缆截面积;
- SPD——浪涌保护器 (Surge Protective Device);
- UPS——不间断电源 (Uninterruptible Power Supply);
- VLAN——虚拟局域网 (Virtual Local Area Network)。

3 基本规定

3.0.1 公路机电工程施工过程包括施工准备、安装与调试、系统联调与完工测试、试运行及缺陷责任期维护、文件资料归档等。

3.0.2 公路机电工程施工前应完成驻地建设、施工组织设计、外部条件核查与处理等施工准备。

3.0.3 安装与调试应符合下列规定：

1 公路机电工程施工应按照批准的设计文件进行，不得随意更改；确需变更的，应严格执行设计变更的有关规定。

2 公路机电工程施工中应及时完成合同约定的各项审批手续，搜集整理有关资料、数据等，做好各道工序的原始记录。

3 设备及主要安装材料进场时应及时报验，并做好记录，确保符合标准及设计要求。设备和材料报验资料应包括产品出厂检验合格证明，或有资质的检测机构出具的合格检测报告；所有主要原材料、设备的现场抽查质量检验结果应包括施工单位的委托送样及监理机构的抽检委托送样的检验报告。

4 施工所需临时设施及施工机具应满足安装调试要求。

5 施工中采用的各种计量和检测器具，应符合国家现行计量法规的规定。

6 施工现场应按照相关规范要求设置安全设施。

7 施工中应严格执行工序自检程序。每完成一道工序应自检，自检合格后才能进行下一道工序。

8 施工标识应符合本规范附录 A 的有关规定。

9 施工过程中应对施工安全与环境保护进行自查，且格式宜符合本规范附录 B 的有关规定。

10 隐蔽工程应在隐蔽前检查检验合格，并做好记录、留存影像资料。

11 施工人员离场时应进行门窗、水电安全检查，做好钥匙、高杆灯升降盘等物品安放记录。

条文说明

4 临时设施包括临时用电、通信、供水、仓储等。

10 隐蔽工程是指建筑物、构筑物中在施工期间将建筑材料或构/配件埋于物体之中后被覆盖外表看不见的实物。若隐蔽后再发现问题，可能会对工期、费用产生较大影响，一些隐蔽工程甚至很难进行整改。隐蔽工程的检验记录是问题查找与溯源的依据，是施工质量管理的重要步骤。

3.0.4 系统联调与完工测试应符合下列规定：

- 1 系统联调前应编制调试与自检计划。
- 2 各系统的调试应按先空载、后负载，先单机、后联机的顺序进行。
- 3 公路机电工程联调完成后，应进行项目自检并编制自检测试报告，自检合格后及时申请进行完工测试。

3.0.5 试运行及缺陷责任期维护应符合下列规定：

- 1 试运行期间，应配备充足的人员、机具及检测仪器，及时处置运行故障，保障设备正常运行。试运行结束后，应提交交工验收所需相关资料，及时申请交工质量检测，配合交工验收。
- 2 公路机电工程缺陷责任期内，应保障机电系统运行，及时修复完善缺陷责任期内暴露的缺陷内容。缺陷责任期结束后，配合竣工质量鉴定。

3.0.6 公路机电工程应文明施工、安全生产，并应符合下列规定：

- 1 施工单位应制定安全、环保及文明施工方案及完备的安全生产保证措施和应急预案，逐级签订施工安全责任书，明确安全目标。
- 2 施工安全技术交底应由项目技术负责人实施，实行逐级安全技术交底制度，并符合本规范附录 C 的有关规定。
- 3 高空作业施工应符合现行《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90）的有关规定。
- 4 通车路段施工前，应到路段相关管理部门办理相应的施工许可并备案。
- 5 施工现场出入口、沿线各交叉口、施工起重机械、临时用电设施以及脚手架等临时设施、易燃易爆危险品库房、孔洞口、基坑边沿等危险部位，应设置明显的安全警示标志和必要的安全防护设施。
- 6 大雨、大雪、大雾和六级及以上大风等恶劣天气不得进行露天作业。

条文说明

2 施工安全技术交底的内容包括注意的安全事项、相应的安全操作规程和标准、本施工项目的作业点和危险点、针对危险点的具体预防措施、发生事故后要及时采取的避难和急救措施等。

3.0.7 公路机电工程信息安全应符合下列规定：

- 1 部级、省级中心及省级以下信息系统的网络安全等级保护应符合设计文件要求。
- 2 联网收费、车路协同、重要基础设施监测等信息化系统安装调试过程中应采用交通运输行业统一的密码系统开展数据加密认证和传输保护，密码应用应符合《中华人民共和国密码法》的相关规定。
- 3 采用物联网、云架构、大数据技术的公路信息化系统的安全控制及安全扩展应符合设计文件要求。
- 4 部省互联的信息化应用应进行等级保护测评，并通过具有网络安全等级测评或网络安全风险评估等相关资质的第三方检测评估机构的安全接入检测。信息基础设施接入相关应用系统宜进行安全接入检测。
- 5 计算机信息系统安全专用硬件和软件产品进场前应查验计算机信息系统安全专用产品销售许可证及有效期，合格后方可进场。

3.0.8 施工机械设备安全应符合下列规定：

- 1 应制定施工机械设备安全技术操作规程，建立设备安全技术档案。
- 2 施工机械设备进场前，应查验机械设备证件、性能、状况；进场后，应向操作人员进行安全技术交底。
- 3 特种机械设备操作人员应持证上岗，且在使用中不得扩大使用范围。
- 4 施工现场运输车辆应状态良好，车身应设置反光警示标识。

3.0.9 临时用电安全应符合下列规定：

- 1 施工现场临时用电应符合现行《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46)的有关规定。
- 2 施工现场临时用电工程专用中性点直接接地的 220/380V 三相四线制低压电力系统，应满足下列要求：
 - 1) 采用三级配电系统；
 - 2) 采用 TN-S 接零保护系统；
 - 3) 采用二级保护系统。
- 3 水上或潮湿地带的电线电缆应绝缘良好并具有防水功能，电线电缆接头应经防水处理。
- 4 每台用电设备应独立设置开关箱；开关箱应装设隔离开关及短路、过载、漏电保护器，不应设置分路开关；配电箱、开关箱的电源进线端不应用插头和插座做活动连接。
- 5 遇有临时停电、停工、检修或移动电气设备时，应关闭电源。

3.0.10 开挖作业安全应符合下列规定：

- 1 开挖作业区域宜有遮挡、防护及主动发光安全警示措施。
- 2 雨天时应对基坑采取有效防护、防水措施；基坑有积水、坍塌时，施工人员不

应未作任何防护进行基坑施工。

3.0.11 公路机电工程施工环境保护应符合下列规定：

- 1 应合理规划施工便道、场地和营地，严格划定影响范围和车辆行驶路线。
- 2 应严格施工管理，在设备材料运输、存放、安装的全过程应防止损坏和浪费，避免污染环境。
- 3 在居民区施工时，当施工噪声白天超过 70dB 或夜间超过 55dB 时，应采取降噪措施。
- 4 施工过程中产生的废料，应在施工过程适当环节进行再生利用或无害化处理。

3.0.12 施工过程中对危险废物的处置应符合下列规定：

- 1 不间断电源安装应采取防止电池液泄漏的措施，不应污染环境。
- 2 废电池、废矿物油、含汞废日光灯管等应分类收集、妥善储存、安全处置。
- 3 电焊渣、废弃焊材等焊接废弃物，应集中收集，妥善处置。

3.0.13 施工过程中废设备材料的回收处理应符合下列规定：

- 1 废电线电缆的回收处理，应符合现行《废弃电器电子产品回收处理污染控制导则》（GB/T 32357）的有关规定。
- 2 废锂离子电池的回收处理，应符合现行《通信用锂离子电池的回收处理要求》（GB/T 22425）的有关规定；废铅酸蓄电池的包装、运输、储存及回收，应符合现行《通信用铅酸蓄电池的回收处理要求》（GB/T 22424）的有关规定。
- 3 废通信网络设备的回收处理，应符合现行《通信网络设备的回收处理要求》（GB/T 22421）的有关规定。
- 4 废电信终端设备的回收处理，应符合现行《通信终端设备的回收处理要求》（GB/T 22423）的有关规定。

4 施工准备

4.1 一般规定

4.1.1 公路机电工程施工准备包括驻地建设、施工组织设计及外部条件核查与处理等。

4.1.2 公路机电工程施工前应进行合同、技术、质量、安全、环保、施工组织设计、文明施工交底。

条文说明

施工交底包括项目负责人或技术负责人对项目专业负责人及技术人员交底、项目专业负责人对作业技术负责人及技术人员交底、作业技术负责人或现场工程师对班组长和全体作业人员交底。

4.1.3 项目机构设置以及人员、机具、试验检测设备配置应符合合同文件规定。

4.1.4 材料和设备到场时，应由施工单位自检并填写《材料、设备报验记录表》，且应符合本规范附录 D 的相关规定，自检完成后相关记录报送监理单位抽检。材料和设备检验合格方可进场施工；材料和设备不合格时，应及时更换且检验合格后方可进场施工，并做好相关记录。

4.1.5 公路机电工程施工前应完成下列准备工作：

1 勘察施工作业现场，核查项目设计与现场情况的符合性。
2 确认机电工程与公路主体工程、房屋建筑、景观绿化、安全设施及需实现联网的其他机电工程等的工程界面。

3 明确机电工程各合同段、各分部工程之间的界面。

4 核对相关土建工程、预留预埋等隐蔽工程及其他有关工程完成情况。

5 调查现场运输条件、供电、供水、供气及场地布置情况。

6 关键设备、材料需驻厂监造与验收的，编制设备材料监造计划。

7 了解当地气候及气象条件。

- 8 了解本工程所涉及的征地、临时用地相关情况。
- 9 了解与本工程相关且互联的现有机电设施运行情况。
- 10 合同约定需进行联合设计或工艺设计的，组织开展技术方案的优化、施工图纸的细化和完善工作。
- 11 其他资料或需要调查的情况。

条文说明

2 需实现联网的其他机电工程主要指与本路段机电工程在通信、网络、电力等方面需要实现互联互通的其他路段机电工程。

4.2 驻地建设

4.2.1 驻地建设应因地制宜，控制对环境的影响，生产、生活垃圾应集中收集处理，污水应达标排放。

4.2.2 项目驻地宜设在具备通电、通水、通信条件的项目现场或附近区域内，应避免开易发生滑坡、塌方、泥石流、崩塌、落石、洪水、雪崩等潜在危险区域。

4.2.3 项目驻地、工地宜设置“五牌一图”，即工程概况牌、管理人员名单及监督电话牌、消防保卫牌、安全生产牌、文明施工牌和施工现场总平面图。

4.2.4 生产区、生活区、办公区应分开设置，临时用房、临时设施、生产区、生活区、办公区的消防设施及防火间距应符合现行《建设工程施工现场消防安全技术规范》(GB 50720)的有关规定。

4.3 施工组织设计

4.3.1 施工单位应根据合同文件、设计文件、有关规范及现场条件编制施工组织设计。

4.3.2 施工组织设计宜包括工程概况、编制依据、施工部署、施工进度计划、施工准备与资源配置计划、主要施工方法、主要施工管理措施、施工现场平面布置图。

4.3.3 施工组织设计应经过审查批准，并作为施工管理的依据。

4.3.4 在施工图设计技术交底的同时，施工单位、设计单位、监理单位、建设单位及其他有关单位宜对施工图纸在自审的基础上进行会审。

4.4 外部条件核查与处理

4.4.1 开工前应具备下列施工条件：

- 1 完成驻地建设，项目管理人员和施工人员到位。
- 2 施工组织设计、工程总体进度计划和分项工程进度计划已审批并获得施工许可。
- 3 临时设施、施工机具及必需的设备材料等已到位并测试合格。
- 4 预留预埋核查合格。

4.4.2 施工单位应对现场施工人员进行质量、安全知识技术交底。

条文说明

施工人员包括项目负责人、项目技术负责人、项目专业负责人、技术人员、作业技术负责人、现场工程师、班组长和全体作业人员。

4.4.3 工程施工所需的施工机械设备、质量控制设备应配套完整、证件齐全，其数量和状况应满足工程施工需要。

4.4.4 施工单位应根据设计图纸对预留预埋情况进行核查，核查资料及时上报建设单位、监理单位并存档。预留预埋核查不合格时，应上报建设单位协调整改，整改合格后方可施工。

4.5 设备材料仓储

4.5.1 设备材料仓储场地宜设在转运便利的安全场所，应做好区域标识和防火、防盗等防护措施。

4.5.2 进场设备材料存放应符合下列规定：

- 1 设备材料应根据类别、数量、大小、仓储条件、到场时间分类存储。
- 2 精密贵重设备材料应采用室内库房存储。
- 3 不便于室内存储且不宜露天存放的设备材料应在仓储地设置遮蔽设施。
- 4 原材料、半成品、成品、预制构件等分类堆放及机械、设备停放应整齐、稳固、规范、标识清楚，且不得侵占场内道路或影响安全。

条文说明

- 3 不便于室内存储且不宜露天存放的设备材料主要指机柜、支架、电缆等。

5 接地与雷电保护设施安装与调试

5.1 一般规定

5.1.1 接地与雷电保护设施施工内容包括设备、机柜及光电缆等的接地与防雷安装、调试。

5.1.2 接地与雷电保护设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 结构物主体工程、相关的预留孔洞、预埋件已完成。
- 2 接地极施工范围内场地已清理。
- 3 接地干线的支撑结构已安装完毕，保护管道已预埋。

5.1.3 接地与雷电保护设施应采取自下而上的工序，首先安装接地设施，其次安装引下线，最后安装接闪器。

5.1.4 建筑物、构筑物内机电设施接地宜引接经验收合格的建筑物、构筑物共用接地设施，建筑物、构筑物外机电设施的保护接地体与防雷接地体可分开设置或采用联合接地方式设置。

5.1.5 监控（分）中心、收费（分）中心、机房、变电所（站）接地与雷电保护设施的安装应符合现行《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB 50169）、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343）和《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》（GB 50601）的有关规定。

5.2 设备材料验收

5.2.1 当设计无规定时，接地设施材料选择应符合下列规定：

- 1 除临时接地设施外，接地设施采用钢材时均应热镀锌，水平敷设的宜采用热镀锌的圆钢或扁钢，垂直敷设的宜采用热镀锌的角钢、钢管或圆钢。
- 2 不得采用铝导体作为接地极或接地线。

5.2.2 当设计无规定时，接地极采用热镀锌钢材其规格应符合下列规定：

- 1 钢管的壁厚不应小于 3.5mm。
- 2 角钢规格不应小于 50mm × 50mm × 5mm。
- 3 扁钢规格不应小于 40mm × 4mm。
- 4 圆钢直径不应小于 10mm。

5.3 接地设施安装

5.3.1 接地宜优先利用自然接地极，当自然接地极的接地电阻达不到要求时应增加人工接地极。

5.3.2 接地极埋设距建筑物出入口或人行道 3m 范围内时，应采取均压措施、铺设卵石或沥青地面，且接地极的埋设深度与间距应符合设计要求。

5.3.3 严禁利用金属软管、管道保温层的金属外皮或金属网、低压照明网络的导线铅皮以及电缆金属护层、金属护栏和隔离栅等存在安全隐患的物体作为接地线。

条文说明

金属软管、管道保温层的金属外皮或金属网、低压照明网络的导线铅皮以及电缆金属护层强度差，容易腐蚀，作接地线易产生安全隐患；用金属护栏及隔离栅作为接地线，当有电流流过时，容易对附近行人安全造成威胁。

5.3.4 接地极的连接、接地线与接地极的连接应采用焊接。热镀锌钢材焊接时，在焊痕外最小 10cm 范围内应采取防腐处理，异种金属连接时接头处应采取防止电化学腐蚀的措施。防腐处理应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226) 的有关规定。

5.3.5 接地线、接地极采用电弧焊连接时应采用搭接焊缝，其搭接长度应符合下列规定：

- 1 扁钢与扁钢的搭接长度应为其宽度的 2 倍且不得少于三个棱边焊接；当扁钢宽度不同时，应取宽度大者。
- 2 圆钢与圆钢搭接长度应为其直径的 6 倍，双面施焊；当直径不同时，应取直径大者。
- 3 圆钢与扁钢搭接长度应为圆钢直径的 6 倍，双面施焊。
- 4 扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接，应紧贴角钢外侧两面或紧贴 3/4 钢管表面，上下两侧施焊。

5.3.6 接地极（线）的连接工艺采用放热焊接时，其焊接接头应符合下列规定：

- 1 被连接的导体截面应完全包裹在接头内。
- 2 接头的表面应平滑。
- 3 被连接的导体接头表面应完全熔合。
- 4 接头应无贯穿性的气孔。

5.3.7 接地设施的回填土应符合下列规定：

- 1 回填土内不应夹有石块和建筑垃圾等；在回填土时应分层夯实，室外接地沟回填宜有 100 ~ 300mm 高度的防沉层。
- 2 在山区石质地段或电阻率较高的土质区段的土沟中敷设接地极，应回填不少于 100mm 厚的净土垫层，并分层夯实。

5.3.8 在高土壤电阻率地区，宜采用换土法、长效降阻剂法或其他新技术、新材料降低土壤电阻率。

5.3.9 明敷接地线的安装应符合下列规定：

- 1 接地线的安装位置应合理，便于检查，不应妨碍设备检修和运行巡查。
- 2 接地线的连接应可靠，不应因加工造成接地线截面减小、强度减弱或锈蚀等问题。
- 3 接地线支撑件间的距离，在水平直线部分宜为 0.5 ~ 1.5m，垂直部分宜为 1.5 ~ 3m，转弯部分宜为 0.3 ~ 0.5m。
- 4 接地线应水平或垂直敷设，或与建筑物倾斜结构平行敷设；在直线段上，不应有高低起伏及弯曲等现象。
- 5 接地线沿建筑物墙壁水平敷设时，离地面距离宜为 250 ~ 300mm；接地线与建筑物墙壁间的间隙宜为 10 ~ 15mm。
- 6 接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝时，应设置补偿器。补偿器可用接地线本身弯成弧状代替。

5.3.10 沿电缆桥架敷设铜绞线、镀锌扁钢及利用沿桥架构成电气通路的金属构件作为接地网时，电缆桥架接地应符合下列规定：

- 1 电缆桥架全长不大于 30m 时，与接地网相连不应少于 2 处。
- 2 全长大于 30m 时，应每隔 20 ~ 30m 增加与接地网的连接点。
- 3 电缆桥架的起始端和终点端应与接地网可靠连接。

5.3.11 金属电缆桥架的接地应符合下列规定：

- 1 宜在电缆桥架的支吊架上焊接螺栓，和电缆桥架主体采用两端压接铜鼻子的铜绞线跨接，跨接线最小截面积不应小于 4mm²。
- 2 电缆桥架的镀锌支吊架和镀锌电缆桥架之间无跨接地线时，其间的连接处应有

不少于 2 个带有防松螺母或防松垫圈的螺栓固定。

5.3.12 电力电缆金属护层的接地应符合下列规定：

- 1 交流系统中三芯电缆的金属护层，应在电缆线路两终端接地；线路中有中接头时，接头处应直接接地。
- 2 交流单芯电力电缆金属护层接地方式应符合现行《电力工程电缆设计标准》(GB 50217) 的有关规定。
- 3 电缆接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线与电缆屏蔽层连接，其截面积不应小于表 5.3.12 的规定。铜绞线或镀锡铜编织线应加包绝缘层。

表 5.3.12 电缆终端接地线截面积

电缆截面积 (mm ²)	接地线截面积 (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 120$	16
$S \geq 150$	25

- 4 统包型电缆终端头的电缆铠装层、金属屏蔽层应使用接地线分别引出并可靠接地；橡塑电缆铠装层和金属屏蔽层应锡焊接地线。
- 5 当电缆穿过零序电流互感器时，其金属护层和接地线应对地绝缘且不得穿过互感器接地；当金属护层接地线未随电缆芯线穿过互感器时，接地线应直接接地，当金属护层接地线随电缆芯线穿过互感器时，接地线应穿回互感器后接地。

5.3.13 用于控制、信号传递和反馈的二次电缆接地应符合下列规定：

- 1 屏蔽电缆的屏蔽层应在开关场和控制室内两端接地。在控制室内屏蔽层应接于保护屏柜内的等电位接地网，开关场屏蔽层应在与高压设备有一定距离的端子箱接地。
- 2 互感器经屏蔽电缆引至端子箱，应在端子箱处一点接地。
- 3 高频同轴电缆屏蔽层应在两端分别接地，并紧靠同轴电缆敷设截面积不小于 100mm² 两端接地的铜导线。
- 4 屏蔽双绞线的屏蔽层应两端接地。
- 5 对于低频、低电平模拟信号的电缆，屏蔽层应在最不平衡端或电路本身接地处一点接地。
- 6 双层屏蔽电缆的内屏蔽应一端接地，外屏蔽应两端接地。
- 7 控制电缆铠装层应直接接地。

5.3.14 光缆的金属铠装保护层、金属加强芯等，应在入户处直接接地。

5.3.15 电缆保护钢管及电缆保护屏蔽层等金属导体均应在入户处做等电位连接，并接至总接地端子板。

5.3.16 设备、机柜的接地应符合下列规定：

- 1 各类设备接地线宜用多股绝缘铜线，截面积应符合设计文件要求。
- 2 多股绝缘铜线与接地排连接时，应加装接线端子，接线端子尺寸应与线径相吻合，不同材料连接时应采用过渡接头并涂导电脂。
- 3 设备的接地必须单独与接地母线或接地网相连接，不得在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的设备。

条文说明

接地线串联使用时，当其中一处接地线断开时，其后面串接的设备将失去接地，为避免直接影响设备的正常工作或危及人身安全，因此规定“不得在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的设备”。

5.3.17 机房和监控大厅等电位的连接安装应符合下列规定：

- 1 机房和监控大厅等电位网应与建筑物预埋的等电位接地端子板相连。
- 2 等电位连接网络的连接宜采用焊接、熔接或压接。连接导体与等电位接地端子板之间应采用螺栓连接，连接处应进行热搪锡处理。
- 3 等电位连接带表面应无毛刺、明显伤痕、残余焊渣，安装平整、连接牢固，绝缘导线的绝缘层无老化龟裂现象。

5.4 防雷设施安装

5.4.1 接闪器和引下线的制作与安装应符合下列规定：

- 1 钢制接闪器应镀锌，焊接处应作防腐处理。
- 2 接闪器应垂直安装牢固，垂直度偏差不应大于3mm/m。
- 3 固定接闪器的引下线及接地装置使用的紧固件均应使用镀锌金属制品。
- 4 安装外场设备的金属构架上设置接闪器时，可设置独立的接地装置。当设计无规定，整体金属构架厚度不小于4mm时，可作为接闪器的引下线。金属构架底部应至少有2处与接地极对称连接。

5.4.2 浪涌保护器的安装布置应符合下列规定：

- 1 浪涌保护器安装及接线应牢固可靠。各连接导线走线应短直、整齐，不得盘绕。
- 2 信号线路浪涌保护器的接地线宜采用截面积不小于1.5mm²的铜芯导线，并应就近由被保护设备的接地汇流排（端）接地。
- 3 电源浪涌保护器的连接线和接地线截面积宜符合表5.4.2的规定。

表 5.4.2 电源浪涌保护器的连接线和接地线截面积

SPD 级数	SPD 的类型	导线截面积 (mm ²)	
		SPD 连接相线铜导线	SPD 接地端连接铜导线
第一级	开关型或限压型	6	10
第二级	限压型	4	6
第三级	限压型	2.5	4
第四级	限压型	2.5	4

注：组合型 SPD 参照响应级数的截面积选择。

5.5 调试

5.5.1 接地极和接地干线敷设完成后，在回填土前，应测试各独立接地网的接地电阻，测试值应符合设计要求。当设计无具体规定时，保护接地电阻不应大于 4Ω ，防雷接地电阻不应大于 10Ω ，共用接地电阻不应大于 1Ω 。

5.5.2 接地网施工完成后，应测试连接于同一接地网的各相邻设备接地线之间的直流电阻值，测试值不应大于 0.2Ω 。

5.5.3 接闪器和引下线安装完成后，应测试接闪器和引下线之间的直流电阻值，测试值不应大于 0.2Ω 。

5.5.4 浪涌保护器的主要性能参数测试应符合现行《建筑物雷电防护装置检测技术规范》(GB/T 21431) 的有关规定。

6 设备基础及管道施工

6.1 一般规定

6.1.1 设备基础及管道施工内容包括外场设备基础定位放样、基础开挖和回填、基础钢筋制作和支模、基础浇筑、管道敷设及管箱安装等。

6.1.2 外场设备基础所用混凝土强度和室内设备支撑架施工应符合设计文件的规定。

6.1.3 基坑完成后，应修整坑壁，复测基坑尺寸，做好隐蔽工程记录。

6.1.4 各工序完工后，应对设备基础进行保护。

6.2 设备材料验收

6.2.1 设备基础施工前，使用预拌混凝土时，应提交所使用预拌混凝土的检测报告。

6.2.2 现场配制混凝土时，应对材料配合比、强度、配筋进行试验，并提供合格的材料试验报告。

6.2.3 法兰盘、地脚螺栓、管道、管箱及支架技术指标应符合设计要求。

6.3 基础定位放样

6.3.1 设备基础定位放样前，应根据设计图纸确定设备基础的位置。当设备基础位置存在安装设备之间互相遮挡或安全隐患时，应上报监理机构或建设单位，按照设计变更流程整改后方可施工。

6.3.2 设备基础尺寸偏差应为 $-50 \sim +100\text{mm}$ 。

6.3.3 设备基础的高程、结构尺寸应符合设计要求，收费岛设备基础和岛面同高程，但管道口应高出岛面 $5 \sim 10\text{cm}$ 。

6.3.4 收费岛上设备基础应根据设计图纸确定位置。当设备安装位置与防撞柱、收费天棚立柱、RSU 安装位置间存在相互干扰或高度存在遮挡时，应上报监理单位或建设单位，整改后方可施工。

6.3.5 秤台基础应结合设计图纸、秤台型式、距收费亭中心线间距、排水、护栏位置、房建设施（收费天棚）布置等进行定位放样。

6.3.6 ETC 门架系统、可变标志等外场设备基础定位应符合设计文件规定，且不应产生遮挡。

6.4 基坑开挖和回填

6.4.1 基坑开挖前应对现状进行影像记录。

6.4.2 开挖基坑时，应采取适宜的开挖工具、方法，不宜破坏路基。

6.4.3 当基坑与预埋管线冲突时，应采用人工进行开挖，并应做好预埋管线的保护。

6.4.4 基坑开挖尺寸应符合或不小于设计文件规定，且基底应避免超挖。如基底超挖，应将基底松动部分清除并夯实，并使用混凝土封底。

6.4.5 设备基础浇筑后，应及时进行基坑回填，并清运施工垃圾。设备基础扩大部分回填夯实强度应与周边一致，或用素混凝土回填。

6.4.6 预制装配式基础稳定性、可靠性应符合设计文件规定。

6.5 基础钢筋和支模

6.5.1 设备基础钢筋和支模制作应符合设计文件要求。

6.5.2 预埋地脚螺栓应符合下列规定：

- 1 中心位置允许偏差 2mm。
- 2 顶高程允许偏差 +20mm。
- 3 中心距允许偏差 ± 2 mm。
- 4 竖直度允许偏差 5mm/m。

6.6 基础浇筑

6.6.1 设备基础浇筑应符合下列规定：

- 1 坐标位置允许偏差 20mm。
- 2 平面水平度允许偏差 5mm/m。

6.6.2 设备基础浇筑完成后，应间隔 12h 进行覆盖和洒水，洒水的次数应能保持混凝土处于湿润状态，养护期不得少于 7d。

6.6.3 基础浇筑前后，应对法兰盘和地脚螺栓采取有效的防腐、防碰措施。

条文说明

法兰盘和地脚螺栓的防腐措施有：涂抹黄油、镀锌等。地脚螺栓在运输、安装过程中一旦螺纹损坏进行修补会影响工期，甚至因螺纹无法修补造成基础报废，需要采取防碰措施。

6.6.4 在设备基础旁宜设置接线手孔。

6.7 管道

6.7.1 管道包括基础预埋管道、布线管道及人（手）孔。

条文说明

设备基础预埋管道指监控（分）中心、收费（分）中心、通信（分）中心及外场设备现浇混凝土基础的预埋管道；布线管道包括外场通信管道、电力、照明管道。

6.7.2 设备基础预埋管道应符合下列规定：

- 1 设备基础预埋管道位置、施工工艺和质量应符合设计文件规定。
- 2 埋设的管道应采取固定措施。
- 3 管道施工时应严密封堵端口，避免杂物进入。
- 4 外场设备基础穿线管和机箱预留穿线孔应符合设计要求，且当管线为钢管时，应与基础法兰焊接。

6.7.3 布线管道敷设应符合下列规定：

- 1 施工中应做好通信管道与供电管道、主体工程排水设施、中央分隔带护栏基础、

标志基础等设施的协调配合。

- 2 布线管道的类别、规格及管群断面组合应符合设计要求。
- 3 应根据设计文件和现场控制桩号，对管道位置进行测量。
- 4 管道敷设前，应先将两端口严密封堵，防止水、土及其他杂物进入管道。
- 5 布线管道工程应与路基、路面等做好工序衔接，及时敷设横穿路基（路面）管道，避免返工。
- 6 管道沟槽完成后，沟槽宜平直，沟底无硬坎，无突出的尖石砖块，并应校测管道沟底高程并符合设计规定。
- 7 完成的管道沟槽如遇水浸泡，必须及时清除沟内积水，重新进行人工地基处理，合格后方可实施下一工序。
- 8 管道敷设埋深应符合设计要求，管道排列整齐，绑扎牢固有序。
- 9 管道在沟槽中铺设应平整、顺直、无扭绞、缠绕、死弯、环扣等现象，在弯曲或接续时，其曲率半径及接头管件应符合规定。
- 10 管道接口断面应平直，无毛刺，应采用配套的密封接头件接续。
- 11 管道（吹缆施工除外）中宜预穿直径为1.2~2.0mm的铁丝或钢丝，两端应留100~150mm余量。
- 12 管道布放后应及时回填，并回填密实，且回填土不应有大粒径的砾石、碎砖等坚硬物。

6.7.4 人（手）孔施工应符合下列规定：

- 1 人（手）孔的位置、分歧形式、尺寸、分歧管道、预埋件等应符合设计文件规定。
- 2 人（手）孔应按设计采取防水、排水等措施。
- 3 人（手）孔配筋应按设计要求捆扎牢固。
- 4 人（手）孔墙脚结合处应密封，且表面光滑无断裂现象，墙体与基础应严密结合。
- 5 进入人（手）孔的管道应加堵头，且密封良好。
- 6 装配式人（手）孔稳定性、可靠性应符合设计文件规定，回填后人（手）孔不应发生位移。

6.8 管箱

6.8.1 管箱安装应采用支架定位、支架安装、管箱安装的工序进行。

6.8.2 管箱支架安装间距、高度应符合设计规定。当设计无规定时，支架安装间距不应大于2000mm。

6.8.3 管箱应使用不锈钢螺栓与支架连接且符合设计规定。当设计无规定时，管箱与支架连接螺栓不应少于2套，且管箱排列整齐，管箱接续过渡圆滑。

6.8.4 管箱的接头处应使用承插式接头及接缝盖板。

6.8.5 管箱与路基缆线间的连接宜采用混凝土管或钢管连接，道路拐弯处宜用管箱弯头与管箱连接。

6.8.6 管箱应保证水平，无扭曲变形，线形流畅与桥梁外形一致。管箱箱盖应在管箱敷设完成后再加盖，并固定牢靠。

6.9 测试

6.9.1 设备基础浇筑完成后，应利用回弹仪对混凝土进行强度检测，当混凝土强度达到设计强度的75%以上时方可进行设备安装。

6.9.2 管道施工完工后应进行试通检验，检验合格后方可进行布线施工，试通不合格时应返工处理。试通检验应符合下列规定：

1 直线管道管孔试通时，应采用拉棒方式试通，拉棒的长度宜为900mm，拉棒的直径宜为管孔内径的95%。

2 弯管道管孔试通时，水泥管道的曲率半径不应小于36m，塑料管道的曲率半径不应小于10m，管孔试通宜采用拉棒方式，拉棒的长度宜为900mm，拉棒的直径宜为管孔内径的60%~65%。

7 监控设施安装与调试

7.1 一般规定

7.1.1 监控设施施工内容包括外场设施、监控（分）中心设备等的安装、调试。

条文说明

外场设施包括摄像机、车辆检测器、气象检测器、可变标志、道路视频交通事件检测系统和交通情况调查设施等，监控（分）中心设备包括大屏幕显示系统、CCTV 监视器、计算机及网络、控制台和机柜等。

7.1.2 监控设施安装应在具备下列条件时进行：

- 1 相关的预留孔洞、预埋件已完成，具备安装条件。
- 2 监控（分）中心的装饰工程基本完成，防雷接地设施已完工并测试合格，具备安装条件。
- 3 设备基础混凝土强度已达到设计强度的 75% 以上。
- 4 网络规划、视频叠加信息规划已完成。

7.2 设备材料验收

7.2.1 钢结构、紧固件和连接件的防腐措施应符合设计要求，设计无要求时钢构件应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》（GB/T 18226）的有关规定。

7.2.2 高强度螺栓及连接件的质量及检验应符合现行《钢结构用高强度大六角头螺栓》（GB/T 1228）、《钢结构用高强度大六角螺母》（GB/T 1229）、《钢结构用高强度垫圈》（GB/T 1230）、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》（GB/T 1231）及《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》（GB/T 3632）的有关规定。

7.3 外场设施安装

7.3.1 钢结构包括支架、吊架、立柱、门架、悬臂等，安装应符合下列规定：

1 螺栓应自由穿入孔内，不得强行敲入；对不能自由穿入螺栓的孔，应采用铰刀进行铰孔修整，铰孔前应将该孔四周的螺栓全部拧紧，使板层密贴，防止钢屑或其他杂物掉入板层缝隙中，铰孔的位置应做施工记录。不得用气割方法扩孔。

2 法兰应平稳对接，螺栓固定时应采用垫圈加双螺母，按法兰对角线依次紧固。

3 外露地脚螺栓应涂抹黄油并用油纸包扎或混凝土包封处理。

4 立柱竖直度偏差不应大于 5mm/m，钢结构净空、高度和横梁预拱度应符合设计要求。

7.3.2 摄像机安装应符合下列规定：

1 摄像机安装前应逐台通电检测，确认功能正常。

2 云台摄像机应检查确认云台水平、垂直转动角度符合设计要求，应根据设计要求定准云台转动起点方向。

3 应检查确认摄像机在防护罩内紧固、防护罩密封性能完好。

4 应检查确认摄像机底座与支架或云台的安装尺寸符合设计要求。

5 摄像机在安装过程中不得打开镜头盖。

6 安装高度、朝向、角度等应符合设备技术文件要求。

7.3.3 车辆检测器包括环形线圈车辆检测器、微波车辆检测器、超声波车辆检测器、地磁车辆检测器和视频车辆检测器等。

条文说明

近年来，采用红外、激光等检测技术的车辆检测器开始在公路交通领域中应用，但目前仍以环形线圈、微波、超声波、地磁和视频检测方式为主。

7.3.4 环形线圈车辆检测器线圈的安装应符合下列规定：

1 线圈范围内不应有混凝土板块交接、伸缩缝、切割缝，埋设位置应避开金属物体；切缝应干燥、清洁。

2 线槽切割深度宜为 50 ~ 70mm，宽度宜为 5 ~ 7mm，线圈切割时不应出现小于 45°的锐角，在线圈锐角或直角处应切倒角。

3 引线槽切割与线圈线槽切割相同，宽度应为线圈的两倍。

4 环形线圈不应有接头、断裂、打结或外皮损坏等现象。

5 线圈敷设后应测量线圈电感量，电感量应符合检测要求。

6 在 250V 直流电压测试条件下，线圈对地电阻应大于 10MΩ。

7 线圈敷设应留有余量；敷设完成后，宜用环氧树脂和聚酰胺按 1 : 0.5 ~ 1 : 0.9 配比进行封装，封装应避免产生气泡。

7.3.5 微波车辆检测器、超声波车辆检测器探头的安装位置、倾斜角度应符合设备

技术文件要求。

7.3.6 地磁车辆检测器的安装应符合下列规定：

- 1 地磁车辆检测器应安装在车道中心线，无线节点控制器与地磁车辆检测器距离应符合设备技术文件要求。
- 2 同一车道安装两台地磁车辆检测器时，检测器间距应符合设备技术文件要求。
- 3 路面钻孔后应用细沙垫底，放入检测器后应用发泡胶填充空隙，安装完防护盖后应用云石胶密封空隙。

7.3.7 视频车辆检测器视频采集端的安装应符合本规范第 7.3.2 条的有关规定，安装高度、倾斜角度应符合设备技术文件要求。

7.3.8 气象检测器安装应符合下列规定：

- 1 接触式路面状态检测器开槽安装时应填充密实、平整。
- 2 风速风向检测器风杯应转动灵活、无阻滞，并能随遇平衡。
- 3 降雨量定测仪安装时盛雨器口应处于水平状态；安装应牢固，不应发生抖动、倾斜。

7.3.9 可变标志包括可变信息标志、可变限速标志、车道控制标志等，可变标志及交通信号灯安装应符合下列规定：

- 1 安装高度应符合设计要求，水平度偏差不应大于 3mm/m，竖直度偏差不应大于 5mm/m。
- 2 显示屏出线管与箱体连接处应密封良好，箱体内应防水、防尘、防霉变。
- 3 显示屏各模块间应紧密连接，拼缝整齐、密闭，拼缝不得透光、歪曲。

7.3.10 道路视频交通事件检测器视频采集端的安装应符合本规范第 7.3.2 条的有关规定，安装高度、倾斜角度应符合设备技术文件要求。

7.3.11 采用视频检测的公路交通情况调查设备的安装应符合 7.3.2 的规定，采用环形线圈、微波、超声波、地磁等方式检测的公路交通情况调查设备安装应符合本规范第 7.3.4、7.3.5、7.3.6 条的有关规定。

7.3.12 控制（配电）箱（柜）安装应符合下列规定：

- 1 宜采用下进出线方式，进出线孔应进行封堵，箱（柜）体内应防水、防尘、防霉变。
- 2 箱（柜）应安装在护栏外侧，打开箱（柜）门时应面对行车方向。

7.4 监控（分）中心设备安装

7.4.1 大屏幕显示系统包括大屏幕投影系统、液晶显示屏系统和 LED 显示屏系统等，安装应符合下列规定：

- 1 安装前应检查屏幕表面，不得存在损伤、边沿漏光。
- 2 屏幕物理拼接缝应均匀、平整，所有紧固件、连接件不得有缺少、松动现象。
- 3 拼接缝应符合设计要求，设计无要求时不应大于 2mm。
- 4 屏幕后部维修通道宽度不应小于 80cm。
- 5 大屏幕投影系统和液晶显示屏系统屏幕应避开空调出风口安装，不得直对出风口，与侧壁出风口间距不得小于 1m，与顶部出风口间距不得小于 1.5m。
- 6 屏幕安装完成后应进行清洁，不得有异物、污迹等。

7.4.2 监视器墙的安装应符合下列规定：

- 1 监视器墙的安装方位、角度、高度应符合设计要求，设备后部净距不应小于 80cm。
- 2 监视器墙支架应拼（焊）接完整，安装稳固，横竖端正。
- 3 监视器墙垂直度偏差不应大于 2mm/m。

7.4.3 操作台的安装应符合下列规定：

- 1 操作台安装时，应保证散热空间，不得堵塞散热孔洞。
- 2 操作台设备应安装稳固，接插件应安装牢固，接触可靠，连接线缆应布置整齐有序，标识清晰。

7.4.4 机柜的安装应符合下列规定：

- 1 两相对机柜正面距离不宜小于 1.2m；背对背机柜背面距离不宜小于 0.8m；机柜侧面距墙不宜小于 0.8m；机柜开门面距墙不宜小于 1.2m；当机柜的侧面或后面用作维修测试时，机柜与机柜、机柜与墙之间距离不宜小于 1m。
- 2 机柜安装应牢固，垂直度偏差不应大于 3mm/m。
- 3 机柜成排紧密放置时，面板应在同一平面上并与基准线平行，前后偏差不应大于 3mm，机柜间缝隙不应大于 3mm。
- 4 机柜成排分散放置时，其面板前后偏差不应大于 5mm。
- 5 机柜内设备、部件的安装，应在机柜定位完毕并固定后进行；安装在机柜内的设备应牢固。
- 6 机柜内设备应布局合理，保证必要的散热和维修空间；机柜内应留有不少于 10% 的卡件安装空间。

7.5 监控设施接线

7.5.1 配电箱、控制箱和机柜内电缆、光缆应布线平直、整齐、固定可靠、标识清晰，插头牢固，配备永久接线图。

7.5.2 从摄像机引出的线缆应留有余量，不得影响摄像机的转动。

7.5.3 计算机及网络设备的信号线、电源线应分开布置，布设时应路由正确、排列整齐、成端规范、连接稳固、标识清晰齐全，弯曲半径和预留长度应符合现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312)的有关规定。

7.5.4 操作台的连接线缆应由下部引入，线缆两端应留有不小于 20cm 的余量，且标识清晰。

7.6 调试

7.6.1 所有设备在加电调试前，应对接地电阻和强电端子对机壳绝缘电阻进行复测，达到设计要求且测试电压符合设备要求后方可加电。

7.6.2 闭路电视监视系统质量测试和功能测试应符合设计要求。

7.6.3 车辆检测器交通参数检测准确度应符合设计要求，加电后硬件复位或重新设置时存储数据保持不变。

7.6.4 气象检测器的参数检测准确度应符合设计要求，气象参数检测功能正常。

7.6.5 可变标志的调试应符合下列规定：

1 可变标志色度、亮度应符合设计要求，可变信息标志和可变限速标志应具备环境照度调节显示屏的亮度功能。

2 应能及时、正确地显示监控（分）中心计算机发送的内容。

3 应向监控（分）中心计算机反馈工作状态和显示内容。

7.6.6 道路视频交通事件检测系统的调试应符合下列规定：

1 视频交通事件检测系统具有的停止、逆行、行人、抛洒物、机动车驶离等事件检测功能应正常。

2 具有交通参数检测功能的系统应能进行车流量、车速等交通参数的检测。

3 应能自动捕获并存储交通事件发生过程的影像。

7.6.7 公路交通情况调查设施车辆分类分型正常，准确率达到设计要求。

7.6.8 大屏幕显示系统的调试应符合下列规定：

- 1 达到白色平衡时的亮度不均匀度应符合设计要求，无要求时不应大于 10%。
- 2 达到白色平衡时的亮度应符合设计要求，无要求时，大屏幕投影系统的亮度不应小于 $150\text{cd}/\text{m}^2$ ，液晶显示屏系统的亮度不应小于 $450\text{cd}/\text{m}^2$ ，LED 显示屏系统的亮度不应小于 $1200\text{cd}/\text{m}^2$ 。

3 应能正确显示摄像机图像和计算机输出信息，对所选择的窗口应能随意缩放控制，应能多窗口同时显示多个监视画面。

7.6.9 CCTV 监视器的图像应清晰，图像人工主观评分不应小于 4 分，图像切换应正常，字符叠加信息应显示正确。

条文说明

监视器画面指标不小于 4 分才能符合《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》(JTG 2182—2020) 质量评定合格的要求。

7.6.10 计算机及网络的调试应符合下列规定：

- 1 计算机及网络设备网线接线图、近端串音、回波损耗、时延等指标应符合现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312) 的有关规定。
- 2 以太网系统性能和以太网链路层健康状况应符合现行《基于以太网技术的局域网 (LAN) 系统验收测试方法》(GB/T 21671) 的有关规定。
- 3 应根据网络规划对设备进行配置并连通，各子系统宜分配独立网段。
- 4 应根据网络安全方案进行安全策略配置，对在线设备进行入网许可管理。

8 收费设施安装与调试

8.1 一般规定

8.1.1 收费设施施工内容包括收费车道设施、ETC 门架系统、收费站、收费（分）中心设备等的安装、调试。

8.1.2 收费设施安装应在具备下列条件时进行：

- 1 收费广场的路基、路面工程及收费天棚工程已完成。
- 2 收费岛主体工程及机房装饰装修工程、站区相关的预留孔洞、预埋件已完成。
- 3 收费广场、收费站区设备基础已完成。
- 4 收费广场、收费站区接地设施施工已完成并测试合格。

8.1.3 收费车道设备安装应牢固、可靠，安装线形应顺适美观，视频采集端、显示设备视认方向不应被遮挡。

8.1.4 收费车道设备、收费站（广场）设备、收费（分）中心设备及设备立柱的垂直度不应大于 5mm/m。设计文件未规定时，收费岛上设备立柱颜色宜保持一致。

8.1.5 收费站多车道同种设备安装应保持线形顺适美观。

8.1.6 配电箱、设备箱内信号线、电源线及其接、插头应明显区分，标识清晰，箱内应附有永久性接线图，并做好防水处理。

8.1.7 收费车道设备保护接地及防雷接地与接地汇流排应可靠连接。

8.2 设备材料验收

8.2.1 设备材料进场时，其规格、型号、数量及各项参数应符合设计要求，设备外观无损伤、包装完好。

8.2.2 设备材料的说明书、产品合格证、质量检测报告等资料应齐全。

8.3 收费设施安装

8.3.1 收费车道设备安装应符合下列规定：

- 1 不同收费车道上相同设备宜安装在垂直行车方向的一条直线上。
- 2 各车道设备工作区域不应互相遮挡。
- 3 收费天棚车道控制标志宜安装在车道中心线上方，安装净空不应小于 5.5m。
- 4 岛头雾灯显示区域平面应与收费岛中心线垂直，前方应无遮挡。
- 5 通行信号灯、信息显示屏前方应无遮挡，安装角度应根据现场实际情况进行调整，保证驾驶人员的可视效果。

条文说明

2 收费车道设备安装到位后，根据设备尺寸、收费亭尺寸、防撞柱安装位置、天棚立柱安装位置、各设备安装间距等因素进行实车收费测试，通过测试结果来调整收费岛上设备安装高度及角度。

8.3.2 自动栏杆安装应符合下列规定：

- 1 安装应牢固、平稳，同向的自动栏杆应安装在一条直线上。
- 2 横臂应调整水平，落下时应与行车方向垂直。
- 3 控制线接插头应作镀锡处理，确保接触良好。
- 4 电源应安装牢固，线缆在预埋管口处应用塑料套管保护。
- 5 双侧自动栏杆左右侧安装应水平，自动栏杆起、落应保证两侧同时动作。

8.3.3 手动栏杆应处于水平位置并安装禁止通行标志。

8.3.4 线圈式车辆检测器安装应符合本规范第 7.3.4 条的有关规定。

8.3.5 车道摄像机安装时摄像机镜头应对准车辆行车方向，并兼顾不同车型的车牌安装位置，保证触发时车辆车牌处于识别范围内。

8.3.6 车牌图像识别设备应安装在自动栏杆前靠近车道一侧，自动栏杆起落不得遮挡视线，车牌图像识别设备摄像头定位处与车辆成像的侧角和俯角不应大于 45°，车牌图像识别区域应包含车牌在画面上的全部有效运动范围；外置补光设备安装应牢固、平稳，与车牌图像识别设备的垂直距离应在 0.5 ~ 0.7m 之间。

8.3.7 收费亭安装应符合下列规定：

- 1 应水平放置在收费亭基础上，并安装稳固、端正。

- 2 不宜采用任何连接件将收费亭与收费亭基础进行固定。
- 3 收费亭与收费亭基础之间应进行防水密封胶处理。

8.3.8 收费亭内设备应符合下列规定：

- 1 亭内设备应摆放整齐，设备连接信号线、电源线等缆线应留余量。
- 2 对讲分机接线应牢固，位置可调整。
- 3 报警开关的安装位置宜隐蔽且方便触发。
- 4 车道控制机的开关量输入输出板卡地址码、外设通信接口及输入输出控制电缆与车道控制机连接应符合收费软件的定义。

8.3.9 收费亭下人井内设备安装应符合下列规定：

- 1 线缆应排列整齐，并采用保护套管进行保护。
- 2 线缆强电与弱电应分开，沿井壁敷设，并采取固定措施。
- 3 穿线管道在穿线后应对管头进行封堵。

8.3.10 车道 ETC 门架系统安装应符合下列规定：

- 1 ETC 门架安装应牢固，左右两侧基础预埋件安装应水平，立柱安装应竖直。多车道 ETC 门架应保持在一条直线上。
- 2 RSU 天线前方应无遮挡，底部净空不应小于 5.5m，天线安装角度应符合使用要求。
- 3 RSU 天线固定支架与天线立柱横杆之间应加绝缘胶垫，裸露电缆应采用套管保护，管口应采用防水胶带包好，并用线扎固定。
- 4 RSU 天线宜采用可靠的车辆检测器触发模式，不宜采用视频触发模式。
- 5 ETC 可变信息标志宜采用门架式安装，安装应牢固，前方应无遮挡，并不得遮挡车道其他设备。

8.3.11 收费站、收费（分）中心设备安装应符合下列规定：

- 1 监视器墙安装应符合本规范第 7.4.2 条的有关规定。
- 2 操作台安装应符合本规范第 7.4.3 条的有关规定。
- 3 机柜安装应符合本规范第 7.4.4 条的有关规定。
- 4 计算机网络安装应符合本规范第 7.5.3 条的有关规定。

8.3.12 收费站房内设备安装应符合下列要求：

- 1 设备之间连接线、插头等部件应连接可靠、紧密、到位准确。
- 2 布线应整齐、余留应规整、标识应清晰。
- 3 固定螺丝等应紧固，无松动。
- 4 机柜内设备布置应整齐，分类应合理，层次应清楚。

8.3.13 收费机房地面、地板安装应符合下列要求：

- 1 应有静电泄放措施和接地构造。
- 2 地板、地面的表面电阻或体积电阻值应为 $2.5 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ 。
- 3 静电地板的安装高度宜为 20 ~ 30cm。
- 4 应具有防火、环保、耐污耐磨性能。

条文说明

2 根据《数据中心设计规范》(GB 50174—2017)，防静电地板、地面的表面电阻或体积电阻值区间为 $2.5 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ 。

8.3.14 公路主线 ETC 门架安装应符合下列规定：

1 RSU 天线安装高度不应小于 6.5m，净空高度不应低于 6m，安装牢固且角度应符合使用要求；通信区域宽度应调整在本方向行车道应急车道宽度范围内，纵向距离应调整到 40m 内。

2 车牌图像识别设备及补光灯安装应牢固、无抖动，安装角度应符合使用要求，安装高度不应小于 6.5m，车牌图像设备在防护罩内应紧固、防护罩密封性能完好。

3 户外一体化机柜基板厚度不应小于 1.0mm，且坚固平整，耐酸碱、耐腐蚀；应安装防盗锁，柜体无裸露可拆卸部件；应设置照明，操作区域照度应符合设备安装、维修和维护的要求；机柜安装应牢固且保持水平。

4 ETC 门架安装拼接点宜设置在柱顶，并用法兰连接；应预留设备安装横杆且符合设计要求；门架施工应符合现行《钢结构工程施工质量验收标准》(GB 50205) 的相关要求。

5 ETC 门架系统线缆布放应自然平直，不得产生扭绞、打圈、接头等现象；线缆不应受外力的挤压和损伤。

8.4 调试

8.4.1 设备调试前加电应按照本规范第 7.6.1 条进行。

8.4.2 收费天棚车道控制标志和车道通行信号灯调试应符合下列规定：

- 1 色度和亮度应符合设计要求。
- 2 红、绿灯按规定的触发状态工作正常、响应准确可靠。
- 3 实时显示状态应和软件界面状态保持一致。

8.4.3 自动栏杆调试应符合下列规定：

- 1 自动栏杆起落应按规定操作流程动作。

- 2 应有防砸车和水平回转功能。
- 3 起、落时间应符合设计文件要求。
- 4 实时工作状态应和软件界面状态保持一致。

8.4.4 信息显示屏调试应符合下列规定：

- 1 响应准确、可靠，显示内容、亮度应符合设计要求。
- 2 在行车方向观察，显示器显示信息应无遮挡。

8.4.5 摄像机调试应符合本规范第 7.6.2 条的有关规定。

8.4.6 过车和抓拍车辆检测器调试应符合本规范第 7.6.3 条的有关规定。

8.4.7 闪光报警器应按规定的触发状态正常工作，报警声音不应小于 110dB (A)，闪光视觉效果明显。

8.4.8 过车车辆检测器、车道通行信号灯、自动栏杆之间联动应准确、可靠。

8.4.9 抓拍车辆检测器和车牌图像识别设备之间联动应准确、可靠。

8.4.10 ETC 设备安装应符合设计要求，对通行车辆信息应读写正常，与用户、车道控制器通信应正确无误。

8.4.11 收费亭内设备调试应符合下列规定：

- 1 读写卡设备响应准确、可靠，响应时间及对异常卡的处理应符合设计要求。
- 2 收费专用键盘标记清楚、牢固，操作灵活，响应准确。
- 3 票据打印机应迅速正确打印票据，打印内容清晰，打印内容和响应时间应符合设计要求。
- 4 报警开关应按规定的触发状态正常工作。
- 5 字符叠加器叠加的内容和显示位置应符合设计要求，显示内容应清晰、无抖动。

8.4.12 收费站、收费（分）中心设备调试应符合下列规定：

- 1 收费系统计算机及网络的调试应符合本规范第 7.6.10 条的有关规定。
- 2 出入口车道正常车收费流程、特情车处理流程应符合要求，各类收费数据备份应安全、可靠，查询、统计原始数据正常。
- 3 所有出入口车道车辆图像稽查应正常。
- 4 收费车道设备应能接收收费站、收费（分）中心下发的系统时钟、费率参数、费率模块、最小费额、状态名单等系统参数、通知或广播、优惠信息、免费车信息等。

- 5 收费车道产生的车辆信息、图像信息、收费车道信息等车辆通行数据应正常上传至收费站、收费（分）中心，收费站及收费（分）中心设备应能正常接收上述信息。
- 6 各种报表内容和格式应符合设计要求且能正常打印。

交通运输部信息公开
浏览专用

9 通信设施安装与调试

9.1 一般规定

9.1.1 通信设施施工内容包括机柜安装及传输设备、语音交换设备、电源设备等的安装、调试。

9.1.2 通信设备安装应在具备下列条件时进行：

- 1 机房内部装修装饰工作已完工。
- 2 机房内部各处的预留孔洞、预埋件的规格、尺寸、位置、数量等符合设计要求。
- 3 照明、通信电源等设备能正常使用。
- 4 室内温度、湿度、洁净度符合设计要求。
- 5 机房建筑的防雷接地和保护接地及引线完工，接地电阻测试合格。

9.1.3 通信设备安装时应正确佩戴防静电手腕。

9.2 设备材料验收

9.2.1 机架、子架、板卡应齐全，型号规格、数量应符合设计要求，外观无破损。

9.2.2 电缆线槽或走线架等附件应齐全，规格应符合设计要求。

9.2.3 同轴电缆、音频配线、电源线、保护地线、数据线、光纤尾纤、接头等主要线缆及接插件规格、数量应符合设计要求。

9.3 通信设施安装

9.3.1 机柜安装应符合下列规定：

- 1 机柜的安装位置应符合设计要求。
- 2 机柜的安装应端正牢固，垂直度偏差不应大于 $3\text{mm}/\text{m}$ 。
- 3 列内机柜应相互靠拢，机柜间隙不应大于 3mm ，列内机柜面应平齐。
- 4 机柜应按照设计文件要求固定，固定后机柜不应晃动。

9.3.2 机房线缆及光纤连接线敷设应符合下列规定：

- 1 电源线不应有接头。
- 2 布放电缆的规格、截面和位置应符合设计规定，电缆排列应整齐，外皮无损伤。
- 3 直流电源线的成端接续连接应牢靠、接触良好。
- 4 设备应与地网可靠连接，接地电阻应符合设计要求。
- 5 传输不同信号线缆应分开敷设，间距应符合设计要求，电源电缆、信号电缆、用户电缆与中继电缆应分离布放。
- 6 电缆沿线槽走线应有序、顺直。
- 7 光纤连接线的规格、路由应符合设计要求。
- 8 槽道内光纤连接线拐弯处的曲率半径应符合设计要求。
- 9 光纤连接线在槽道内应加套或线槽保护。无套管保护部分宜用活扣扎带绑扎，扎带不宜扎得过紧。
- 10 编扎后的光纤连接线在槽道内应顺直，无明显扭绞。
- 11 ODF 配线架标识应正确清晰，先主干后分支，并留有一定的冗余端口，以便后期扩容。
- 12 通信机房采用下走线时，线缆应放置于强弱电金属线槽内；采用上走线时，应整齐布放于走线架上，并绑扎固定。机柜进线口应设置防尘罩。

9.3.3 传输（干线传送网、接入网）设备安装应符合下列规定：

- 1 安装机箱（机盒）到机柜/机架，连接接地线缆，设备周边应留有散热空间。
- 2 安装风扇、盘纤盒等其他附件。
- 3 电源线、以太网网线、光纤、同步时钟电缆、告警电缆等光纤、电缆连接应符合设计要求。
- 4 网管网络连接应符合设计要求，网管网络应与其他计算机网络隔离；网管数据应根据网络实际拓扑结构配置。

9.3.4 配线架安装应符合下列规定：

- 1 总配线架及各种配线架（含数字配线架、中间配线架等）各直列上下两端垂直误差不应大于 3mm，底座水平误差不应大于 2mm。
- 2 配线架接线板安装位置应符合设计要求，各种标识应完整齐全。
- 3 配线架应按设计要求进行抗震加固。
- 4 总配线架直列告警装置及总告警装置设备应安装齐全。

9.3.5 语音交换设备电缆敷设应符合下列规定：

- 1 布放电缆的规格、路由、截面和位置应符合设计要求，电缆排列应整齐，外皮无损伤。
- 2 交、直流电源的馈电电缆应分开布放；电源电缆、信号电缆、用户电缆与中继

电缆应分离布放。

3 电缆转弯应均匀圆滑，电缆弯的曲率半径应符合设计要求。

4 布放走道电缆、架内布放电缆应绑扎，绑扎后的电缆应互相紧密靠拢，外观应平直整齐。线扣间距应均匀，松紧适度，扎带余下的部分应剪平。

5 布放槽道电缆应顺直不交叉。在电缆进出槽道部位和电缆转弯处应绑扎或用塑料卡捆扎固定。

9.3.6 软交换网关安装应符合下列规定：

1 网关在机柜安装应稳固，接地线缆应可靠连接，机柜周边应留有散热空间。

2 本地用户电缆连接应可靠，模拟电话、IP 电话、传真机等通信应正常。

3 连接中继电缆后应建立与 PSTN、上一级交换机、有直达路由的同级交换机的中继连接。

4 远端用户网络连接应正常。

9.3.7 语音交换综合接入设备 (IAD) 安装应符合下列规定：

1 IAD 在机柜安装应稳固。

2 网线连接应可靠，网络连接网关应通信正常。

3 本地用户电缆连接应可靠，模拟电话、IP 电话、传真机等通信应正常。

9.3.8 网管设备安装应符合设计规定，网管网应与其他计算机网络隔离。

9.3.9 通信电源电池架安装应符合下列规定：

1 电池架的材质、规格、尺寸、承重应符合设计要求。

2 电池铁架及附件防腐处理应符合设计要求。

3 抗震加固措施应符合设计要求。

9.3.10 通信电源蓄电池的安装应符合下列规定：

1 安装前应检查蓄电池，确认电池外观无损伤，配件应齐全。

2 应先进行蓄电池之间的连接，然后再将蓄电池组与充电器或负载连接。

3 多组电池并联时，应遵循先串联后并联接线方式。

4 蓄电池安装完毕，应测量电池组总电压无误后，方可加载上电。

9.3.11 通信电源设备安装应符合下列规定：

1 电源系统设备布置位置及间隔应符合设计要求。

2 应安装整流模块、监控模块等模块。

3 电力电缆、控制电缆等线缆连接应符合设计要求。

9.3.12 网络交换机安装应符合下列规定：

- 1 安装交换机到机柜/机架（台面），连接接地线缆，交换机周边应留有散热空间。
- 2 敷设网线、尾纤，将网线、尾纤接头插入到交换机的接口，网线、尾纤规格、路由、技术指标应满足设计要求。

9.3.13 呼叫服务系统应符合下列规定：

- 1 交互式语音应答系统（IVR）、自动呼叫分配系统（ACD）、录音等功能应符合设计要求。
- 2 系统应具有车辆报警救援处理功能。
- 3 与路况信息、道路养护公告等其他信息系统连通应符合设计要求。
- 4 座席功能应符合设计要求。

9.3.14 基于公网的通信网安装应符合下列规定：

- 1 网络安全性应满足设计要求。
- 2 网络带宽、延时等应满足设计要求。

9.4 调试

9.4.1 传输（干线传送网、接入网）设备单站调试应符合下列规定：

- 1 供电电源接线正确，电源电压应符合设备技术条件要求。
- 2 各种板卡数量、规格及安装位置应符合设计要求。
- 3 检查配线的配置和设备的工作情况，配线应标识清晰，数量与位置符合设计要求。
- 4 通电测试，各板卡应工作正常。
- 5 配置设备基础数据。
- 6 测试光接口技术指标，主要指标包含平均发送、接收光功率。
- 7 单板倒换功能应正常。

9.4.2 传输（干线传送网、接入网）设备全网调试应符合下列规定：

- 1 网内所有站全部调试结束后应进行全网调试。
- 2 测试光接口技术指标，主要指标包含接收光功率、误码率等。
- 3 网络同步应正常。
- 4 自动保护倒换应正常。
- 5 验证业务的连通性及性能指标应满足设计要求。

9.4.3 语音交换设备通电检查应符合下列规定：

- 1 各种板卡数量、规格及安装位置应符合设计要求。
- 2 列架、机架及各种配线架接地应符合设计要求。
- 3 测量输入电源电压是否在设备正常工作范围以内；检查设备是否存在短路。
- 4 加电后各板卡应工作正常。

9.4.4 语音交换设备测试应符合下列规定：

- 1 各种外围终端应设备齐全，自测正常。设备内风扇装置应运转良好。
- 2 检查交换机、配线架等各级可闻、可见告警信号装置应工作正常、告警准确。
- 3 时钟同步装置应工作正常。时钟等级和性能参数应符合相关标准。
- 4 启动测试程序，对设备进行测试检查，确认系统应无故障。
- 5 进行交换功能测试，本局及出入局呼叫应正常。

9.4.5 交流配电设备通电检验应符合下列规定：

- 1 输入、输出电压、电流测试值应符合设计要求。
- 2 自动保护电路应能准确动作，并能发出告警信号。
- 3 本地和远地监测接口性能应正常。

9.4.6 直流配电设备通电检验应符合下列规定：

- 1 输入、输出电压、电流测试值应符合设计要求。
- 2 可接入蓄电池，充电转换性能应符合设计要求。
- 3 过压、过流保护电路和输出端浪涌吸收装置功能应符合指标要求，电压过高、过低、熔断器熔断等告警电路应工作正常。
- 4 本地和远地监测接口性能应正常。

9.4.7 开关整流设备通电后模块显示信号、指示灯应正常。

9.4.8 交换机调试应符合下列规定：

- 1 检查相线、零线、地线之间应无短路现象，检查输入电压应在设备正常工作的电压范围之内。
- 2 加电后交换机指示灯应正常显示。
- 3 配置 IP 地址、VLAN 及路由等数据。
- 4 VLAN 内用户之间通信应正常，VLAN 之间通信应符合设计要求。
- 5 内网用户访问外网、外网用户访问内网应符合设计要求。

9.4.9 呼叫服务系统调试应符合下列规定：

- 1 交互式语音应答、自动呼叫分配、录音等功能应测试合格。
- 2 车辆报警救援处理界面、流程、记录等应符合设计要求。

- 3 路况信息、道路养护公告查询应符合设计要求。
- 4 座席功能应符合设计要求。

9.4.10 基于公网的通信网调试应符合下列规定：

- 1 网络连通性应满足设计要求。
- 2 网络性能、安全性应满足设计要求。

交通运输部信息公开
浏览专用

10 超限检测设施安装与调试

10.1 一般规定

10.1.1 超限检测设施施工内容包括称重检测系统、车辆轮轴识别设备、车辆外廓尺寸检测设备、车牌图像识别及记录设备、电子信息发布系统等安装、调试。

10.1.2 超限检测设施安装应在具备下列条件时进行：

- 1 超限检测站场区内的路基、路面工程已完成。
- 2 超限检测站场区内的检测车道、岛、亭及机房装修装饰工程、站区相关的预留孔洞、预埋件已完成。
- 3 超限检测站场区内设备基础已完成。
- 4 超限检测站场区内接地设施已完成并测试合格。

10.1.3 超限检测设施布设位置应符合设计要求。

10.1.4 超限检测站场区内车辆通道两侧防撞设施应齐全，警示标志设置应符合现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的有关规定。

10.1.5 超限检测站场区内车道与收费车道间距应满足超限车辆安全驶离要求，指示引导标志应符合现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的有关规定。

10.1.6 超限检测设备立柱的竖直度不应大于3mm/m。

10.1.7 配电箱、设备箱内信号线、电源线及其接、插头应明显区分，标识应清晰，箱内宜有永久性接线图，并做好防水处理。

10.1.8 检测车道设备保护接地及防雷接地与接地汇流排应可靠连接。

10.2 设备材料验收

10.2.1 设备材料进场时，其规格、型号、数量及各项参数应符合设计要求，设备外

观应无损伤，包装应完好。

10.2.2 设备材料的说明书、产品合格证、质量检测报告等资料应齐全。

10.3 超限检测设施安装

10.3.1 所有型式的动态公路车辆自动衡器安装区域应符合下列规定：

- 1 安装区域前后路况应保持一致。
- 2 不应在高压电线下安装。
- 3 安装区域与铁路轨道安全距离应符合设计要求，设计未规定时应符合表 10.3.1 的规定。

表 10.3.1 安装区域与铁路轨道安全距离

安装区域	安全距离 (m)
城市市区	≥8
城市郊区居民居住区	≥10
村镇居民居住区	≥12
其他地区	≥15

4 安装区域的混凝土路面施工应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30) 的有关规定。安装区域的沥青路面施工应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的有关规定。

5 中速、高速衡器同时应符合下列规定：

- 1) 应安装在远离平交路口 500m 以外的区域；
- 2) 安装区域应布设完备的安全设施，避免车辆频繁变换车道；
- 3) 衡器前 150m 范围内应无遮挡驾驶员视线的障碍物；
- 4) 衡器安装位置与同一路段上公路隧道进出口距离分别应不小于 2km 和小于 1km。

条文说明

《动态公路车辆自动衡器 第 1 部分：通用技术规范》(GB/T 21296.1—2020) 将动态公路车辆自动衡器分为低速衡器、中速衡器、高速衡器。低速衡器指最高运行速度不超过 10km/h；中速衡器指最高运行速度超过 10km/h 且不超过 40km/h；高速衡器指最高运行速度超过 40km/h 且不超过 100km/h。

10.3.2 低速整车式衡器安装路面条件应符合表 10.3.2-1 的规定，低速部分称量式衡器安装路面条件应符合表 10.3.2-2 的规定。

表 10.3.2-1 低速整车式衡器安装路面条件

总重准确度等级	称量区长度 (m)	弯道半径 (km)	纵向坡度	横向坡度	路面平整度 (mm)
0.2	$\geq L + 12$	≥ 1	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$	8
0.5	$\geq L + 12$	≥ 1	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$	8
1	$\geq L + 12$	≥ 1	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$	8
2	$\geq L + 12$	≥ 1	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$	8
5	$\geq L + 12$	≥ 1	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$	8
10	$\geq L + 12$	≥ 1	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$	8

表 10.3.2-2 低速部分称量式衡器安装路面条件

总重准确度等级	称量区长度 (m)	弯道半径 (km)	纵向坡度	横向坡度	路面平整度 (mm)
0.2	≥ 32	≥ 1	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	5
0.5	≥ 32	≥ 1	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	5
1	≥ 32	≥ 1	$\leq 1\%$	$\leq 2\%$	5
2	≥ 32	≥ 1	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	5
5	≥ 32	≥ 1	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	5
7	≥ 32	≥ 1	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	5
10	≥ 32	≥ 1	$\leq 2\%$	$\leq 3\%$	5
15	≥ 32	≥ 1	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$	5

10.3.3 中速动态公路车辆衡器安装路面条件应符合表 10.3.3 的规定。

表 10.3.3 中速动态公路车辆衡器安装路面条件

总重准确度等级	称量区长度 (m)	弯道半径 (km)	纵向坡度	横向坡度	路面平整度 (mm)
1	≥ 48	≥ 1.5	$\leq 1\%$	$\leq 2\%$	3
2	≥ 48	≥ 1.5	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	3
5	≥ 48	≥ 1.5	$\leq 2\%$	$\leq 3\%$	3
7	≥ 48	≥ 1.5	$\leq 2\%$	$\leq 3\%$	3
10	≥ 48	≥ 1.5	$\leq 3\%$	$\leq 5\%$	5
15	≥ 48	≥ 1.5	$\leq 3\%$	$\leq 5\%$	5

10.3.4 高速动态公路车辆衡器安装路面条件应符合表 10.3.4 的规定。

表 10.3.4 高速动态公路车辆衡器安装路面条件

总重准确度等级	称量区长度 (m)	弯道半径 (km)	纵向坡度	横向坡度	路面平整度 (mm)
1	≥64	≥1.7	≤1%	≤2%	3
2	≥64	≥1.7	≤2%	≤2%	3
5	≥64	≥1.7	≤2%	≤3%	3
7	≥64	≥1.7	≤2%	≤3%	3
10	≥64	≥1.7	≤3%	≤5%	3
15	≥64	≥1.7	≤3%	≤5%	3

10.3.5 固定式称重检测系统施工应符合下列规定：

- 1 固定式称重检测系统安装流程为施工准备、秤台基础、秤台吊装、秤台调平、连接布线、安装检查、通电测试、系统测试。
- 2 称重检测系统承载器和引道应处于同一平面，承载器两端引道长度应符合设计要求。
- 3 车辆分离器应与路面垂直，红外发射管检测区域距路面高度范围应符合设计要求。

条文说明

《动态公路车辆自动衡器 第1部分：通用技术规范》（GB/T 21296.1—2020）、《动态公路车辆自动衡器 第2部分：整车式》（GB/T 21296.2—2020）及《固定式电子衡器》（GB/T 7723—2017）等将整车式衡器归类为固定式衡器，因此本规范将采用整车式衡器的称重检测系统称为固定式称重检测系统。

10.3.6 固定式称重检测系统秤台基础施工应符合下列规定：

- 1 秤台基础施工宜采取以下工序：定位放样、基坑开挖、地基夯实、浇筑垫层、绑扎钢筋、一次浇筑、预埋件定位、支模、二次浇筑、基础养护。
- 2 基坑的施工位置宜在检测岛头前部或检测岛头前方。基坑的深度应符合设计要求。
- 3 基础浇筑时应保证秤台框架与路面接平，浇注过程中混凝土应夯实，不得出现气孔。
- 4 手孔底部应抹平，不得出现裂缝空鼓。

10.3.7 固定式称重检测系统秤台安装应符合下列规定：

- 1 秤台应在基础养护期满后安装，秤体就位前，应将传感器分好组，确认每节秤台的编号，应从起始编号开始吊装；秤台上表面与路面高差不超过2mm，秤台与路面

间距应保持均匀、等距。

2 起吊用钢丝绳的张角不应小于 50° ，传感器的中心应落入各基板的正中央位置，传感器摇柱与垫板应压实。

3 秤台左右应与检测岛的距离相同，秤台上表面与路面高差不应超过 2mm ，且秤台应垂直于检测车道。

4 秤台连接件应能自由活动，不得卡住，不得有悬空。

5 秤体所有限位间隙不应大于 3mm 。

10.3.8 公路车辆动态称重检测系统施工应符合下列规定：

1 公路车辆动态称重检测系统安装应按施工准备、路面整修、定位放样、基础开挖、承载器定位、基础浇筑养护、连接布线、安装检查、通电测试、系统测试的流程进行。

2 公路车辆动态称重检测系统安装应符合下列要求：

1) 公路车辆动态称重检测系统称量控制区路面平整度应满足设计要求。

2) 公路车辆动态称重检测系统安装地点安全设施应满足设计要求，当设计没有要求时，承载器中心位置前 100m 和后 50m 范围内，车道线应为白色或黄色实线，路侧应设置禁止变道、禁止停车、最低限速、最高限速等标志，并宜设置强制隔离装置。

条文说明

《动态公路车辆自动衡器 第3部分：轴重式》(GB/T 21296.3—2020)、《动态公路车辆自动衡器 第4部分：弯板式》(GB/T 21296.4—2020) 及《动态公路车辆自动衡器 第5部分：石英晶体式》(GB/T 21296.5—2020) 等标准将轴重式、弯板式、石英晶体式衡器归类为不停车衡器，因此本规范将轴重式、弯板式、石英晶体式衡器的称重检测系统称为公路车辆动态称重检测系统。

10.3.9 公路车辆动态称重检测系统承载器的安装应符合下列规定：

1 应按设备技术文件要求开挖基础，不宜超范围开挖。

2 承载器或承载器组合安装位置、方向、角度应符合设备技术文件要求。

3 承载器或承载器组合覆盖的有效称重宽度不应小于行车车道宽度。

4 承载器或承载器组合应按道路和车辆行驶情况布置，称重设备应能测量所有车道车辆数据。

5 承载器与传感器集成于一体的称重设备，其上表面与路面高差不应大于 2mm ，承载器与传感器分离的称重设备，其承载器上表面与路面高差不应大于 3mm 。

6 承载器与传感器集成于一体的称重设备不得安装在混凝土路面接缝及裂缝处，安装位置与缝隙间距不应小于 100mm ；安装填充材料应具有足够强度和黏接力，宜选用环氧树脂加强度高的细石子，安装完成后应及时清理，避免污染路面。

7 承载器安装浇筑后应做好养护，提前通车时应做好保护措施。

8 称重设备所涉及线槽、线管应顺直、均匀，封填后应打磨平整。

10.3.10 轮轴识别器水平误差应在 $\pm 5\text{mm}$ 之间，与承载器边缘平行度误差应在 $\pm 3\text{mm}$ 之间。

10.3.11 车辆外廓尺寸检测设备施工应符合下列规定：

- 1 车辆外廓尺寸检测设备安装应按施工准备、基础定位、基础施工、立杆安装、传感器定位安装、连接布线、安装检查、通电测试、系统测试的流程进行。
- 2 轮廓检测传感器在安装过程中应避免碰撞、刮花，不得开启防护罩、接头保护盖。
- 3 在安装前应对检测仪逐台进行检查，并对通信参数进行配置。
- 4 轮廓检测传感器的安装应固定牢靠，安装角度、方向应符合设计要求。
- 5 接线时应做好线缆标识，接头应牢固可靠。

10.3.12 车牌图像识别设备施工除应符合本规范第 8.3.6 条的有关规定，还应符合下列规定：

- 1 车牌图像识别设备的车牌识别区域与称重设备承载器间距宜小于 4m。
- 2 车牌图像识别设备应具有多个检测区域，应能区分车辆行驶车道，并能区分车辆是否跨车道行驶。

10.3.13 电子信息发布设备的安装应符合本规范第 7.3.9 条的有关规定。

10.3.14 控制机柜和抓拍杆的安装应符合下列要求：

- 1 应采用膨胀螺丝将安装在预制基础上的控制机柜固定，所有线缆应通过管道引回到控制柜内，接线应准确、牢固。
- 2 前后抓拍杆和侧面抓拍杆安装位置应符合设计要求。

10.4 调试

10.4.1 公路车辆称重检测系统安装接线完成后，应接通称重数据采集器，加电测试应正确。

10.4.2 应能够采集公路车辆称重检测系统、车辆分离器和轮胎识别器的检测数据、工作状态和故障信息，实时上传信息应准确。且测试过程中公路车辆动态称重检测设备称量的总质量准确度等级不应低于《动态公路车辆自动衡器检定规程》（JJG 907—2006）中准确度等级 5 的要求。

10.4.3 称重系统控制柜上数字仪表显示面板应能正确显示通过车辆的各轴轴型、轴(轴组) 载荷、总质量等信息。

10.4.4 当车辆触发检测线圈、光栅分离器和轮轴识别器时, 数据采集器应正确采集相关信息, 应正确反馈。

10.4.5 车辆正常通过公路车辆称重检测系统应能产生称重数据。车辆整体倒出称重区域时, 称重数据应能自动删除。称重设备复位后, 存储和通信功能应正常, 历史数据不应丢失。

10.4.6 系统设备正常运行后, 应进行标定。

交通运输部信息公开
浏览专用

11 供配电设施安装与调试

11.1 一般规定

11.1.1 供配电设施的安装与调试内容包括计量柜、变压器、箱式变电站、中低压配电柜（盘和箱）、UPS 与 EPS、柴油发电机组、风/光供电系统、电力监控系统、母线等的安装、调试。

11.1.2 供配电设施安装应在具备下列条件时进行：

- 1 变配电所的房建设施已完善，防鼠隔网等防护设施安装齐备，周围排水通畅，房屋无漏雨、渗水现象，发电机室已有专用柴油发电机组通风窗。
- 2 室内顶棚、墙体的装饰面已施工完成，室内干燥、整洁无杂物，符合设计要求。
- 3 设备基础已完成；预留预埋符合设计要求。
- 4 各类电缆沟施工已完毕，沟内干净整洁、无杂物；电缆沟支架安装牢固，间距及形式符合设计要求。

11.1.3 电气设备的外露可导电部分应单独与保护导体相连接，做局部等电位联结，不得串联连接，连接导体的材质、截面积应符合设计要求。

11.1.4 供配电设施的防护等级应符合设计要求。

11.2 设备材料验收

11.2.1 设备材料的进场检验应符合下列规定：

- 1 合格证和安装技术说明书等文件应齐全；各种技术参数应符合设计要求。
- 2 包装完好，外观不得有机械损伤附带铭牌。
- 3 绝缘件应无缺损、裂纹，涂层完整。
- 4 设备需进行出厂试验的，应附带出厂试验记录及相应质量检测报告。

11.2.2 电路开关、保护或连接用电器装置、低压电气等产品实行生产许可证或强制性认证（CCC 认证）的，应有许可证编号或 CCC 认证标志，其认证应符合认证范围、真实有效。

条文说明

国家市场监督管理总局发布的《强制性产品认证管理规定》第十条规定：列入目录产品的生产者或者销售者、进口商应当委托经市场监管总局指定的认证机构对其生产、销售或者进口的产品进行认证。按照《中华人民共和国实施强制性产品认证的产品目录》，电路开关、保护或连接用电器装置、低压电气、照明设备等属于上述目录产品。

11.3 供配电设施安装

11.3.1 变压器安装应符合下列规定：

- 1 变压器基础验收合格，预埋基础内的电线、电缆导管和变压器进出线预留孔及相关预埋件应检查合格后，方可安装变压器。
- 2 变压器的定位应准确，符合设计要求；安装的基础轨道应水平，附件应齐全。
- 3 吊装变压器时应严格按照设备安装技术文件的要求确定吊点；并在确保吊装现场环境安全后方可实施吊装作业。
- 4 变压器箱体、干式变压器支架、基础型钢及外壳应分别单独与保护导体可靠连接，紧固件与放松零件齐全。
- 5 变压器中性点的接地连接方式及接地电阻值应符合设计要求。
- 6 变压器高压侧和低压侧的电气连接应符合设计要求；采用硬母线连接时应按照硬母线的制作技术要求安装；采用电缆连接时应按照电缆终端头制作技术要求安装。
- 7 设置于变电所内的非封闭式干式变压器，应装设高度不低于1.7m的固定围栏及安全警示标志，围栏网孔不应大于40mm×40mm。变压器的外廓与围栏的净距不宜小于0.6m，变压器之间的净距不应小于1.0m。且围栏应采用裸编织铜线与保护导体可靠连接，其截面积不应小于4mm²。

条文说明

3 为避免选取的不合理吊点引起吊装损坏变压器结构，一般干式变压器利用变压器上部横梁主吊环吊装，油浸式变压器利用油箱体吊钩吊装。

11.3.2 箱式变电站的安装应符合下列规定：

- 1 箱式变电站及其落地式配电箱的基础应高于室外地坪，周围排水顺畅。用地脚螺栓固定的螺母应齐全，拧紧牢固并采用双螺母等防松措施；外漏地脚螺栓应做防腐处理。
- 2 箱式变电站起重吊装应利用箱式变电站专用吊装装置。
- 3 金属箱式变电站及落地式配电箱，箱体应与保护导体可靠连接，且应有

标识。

4 箱式变电站内、外的涂层应完整、无损伤，设置通风口的，其通风口防护网应完好。

5 箱式变电站的高压和低压配电柜内部接线应完整，低压输出回路标记应正确清晰。

6 引出电缆每一回路标识应标明电缆型号、回路编号、电缆走向等，标识字体清晰工整，并应不易褪色。

7 二次回路和控制线应配线整齐、美观、无损伤，并应采用标准接线端子排，每个端子应有编号，接线不应超过两根线芯。

8 箱式变电站宜设置高度不低于 1.8m 的围栏，围栏应牢固、美观；宜采用耐腐蚀、机械强度高的材质。变电站与围栏之间的检修通道宽度不应小于 80cm，围栏门应向外开启。箱式变电站和围栏应设置安全警示牌。

条文说明

1 公路供配电一般在路侧设置箱式变电站或落地式配电箱，箱体既要防雨雪又要保证通风，由于其底部不是全密闭，为了防止积水、虫鼠等入侵，一般采取抬高基础高度及设置周围排水通道。

11.3.3 中低压配电柜安装应符合下列规定：

1 基础型钢安装应符合设计要求，基础型钢顶部宜高出抹平地面 10mm。基础型钢应可靠接地，并应有防腐蚀措施。接地引线采用接地扁钢与基础型钢焊接时，焊接面应为扁钢宽度的 2 倍。手车式成套柜的基础施工应按照产品技术要求执行。

2 柜、台、箱、盘等配电装置应有可靠的防电击保护；装置内保护接地导体排应有裸露的连接外部保护接地导体的端子，并应可靠连接。当设计未作要求时，连接导体最小截面积应符合现行《低压配电设计规范》（GB 50054）的有关规定。

3 基础型钢安装的允许偏差应符合表 11.3.3-1 的规定。

表 11.3.3-1 基础型钢安装允许偏差

项目	允许偏差	
	mm/m	mm/全长
垂直度	<1.0	<5.0
水平度	<1.0	<5.0
平行度	—	<5.0

4 柜、台、箱、盘的布置及安全间距应符合设计要求；其安装应牢固，且不应设置在水管的正下方。其安装的允许偏差应符合表 11.3.3-2 的规定。

表 11.3.3-2 柜、台、箱、盘安装允许偏差

项目		允许偏差 (mm/m)
竖直度偏差		<1.5
水平偏差	相邻两盘 (柜) 顶部	<2.0
	成列盘 (柜) 顶部	<5.0
盘面偏差	相邻两盘边	<1.0
	成列盘面	<5.0
盘间接缝		<2.0

5 室外安装的落地式配电 (控制) 柜、箱底部宜高于地坪 20cm, 当安装基础高度不足时, 应整改并达到要求高度后, 方可安装; 周围排水应通畅, 其底座周围应采取封闭措施。

条文说明

4 本条参考现行《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》(GB 50171) 制定。

11.3.4 中低压配电箱安装应符合下列规定:

1 箱内配线应整齐、无绞接现象; 导线连接应紧密、不伤纤芯、不断股; 垫圈两侧压的导线截面积应相同, 同一电器器件端子上的导线连接不应超过 2 根, 防松垫圈等配件应齐全。

2 箱内开关动作应灵活可靠。

3 箱内宜分别设置中性导体 (N) 和保护接地导体 (PE) 汇流排, 汇流排上同一端子不应连接不同回路的 N 或 PE。

11.3.5 不间断电源和应急电源装置安装应符合下列规定:

1 UPS 及 EPS 的整流、逆变、静态开关、储能电池或蓄电池组的规格、型号应符合设计要求。

2 安放 UPS 或 EPS 及蓄电池柜的槽钢基础、设备竖直度偏差应符合本规范第 11.3.3 条的有关规定。

3 UPS 和 EPS 连线及出线的线间、线对地间绝缘电阻值不应小于 $0.5M\Omega$ 。

4 UPS 和 EPS 的外露可导电部分应与保护导体可靠连接, 并应有标识。

11.3.6 不间断电源和应急电源装置蓄电池组的安装应符合下列规定:

1 蓄电池安装应平稳, 间距应均匀。

- 2 连接条的接线应正确，连接部分应涂以电力复合脂。
- 3 有抗震要求时，其抗震设施应符合产品技术文件的要求。
- 4 连接电池组的各电池厂商、规格型号、端电压应保持一致。

11.3.7 柴油发电机安装应符合下列规定：

- 1 柴油发电机组的四周净距设置应符合设计要求；设置位置和工作环境应符合有关技术文件要求。
- 2 柴油发电机组安装前应根据设计要求、产品样本或柴油发电机组本体实物对基础进行全面检查验收，基础应符合安装尺寸的要求。
- 3 发电机组安装前，应检查机组各连轴节的连接螺栓紧固情况、机座地脚螺栓紧固情况及主轴承盖、连杆、气缸体、贯穿螺栓、气缸盖等的螺栓与螺母的紧固情况。
- 4 机组安装就位后，应调整机组的水平偏差，地脚螺栓应牢固可靠，并有防松动措施。
- 5 柴油发电机馈电线路连接后，两端的相序应与原供电系统的相序一致。
- 6 发电机的中性点接地连接方式及接地电阻值应符合设计要求，接地螺栓防松零件应齐全，且有标识。
- 7 发电机本体和机械部分的外露可导电部分应分别与保护导体可靠连接，并应有标识。
- 8 柴油发电机组与市电的双向转换开关应可靠，不得倒送电。双向转换开关（ATS 开关）常用电端、负载端应各预留 A、B、C、N 四个端口作为发电机组自启动信号电源和水套加热器电源。

11.3.8 风/光供电系统安装应符合下列规定：

- 1 光伏板组件应根据安装地区的纬度，调整光伏板的朝向和仰角，使受光时间最长；仰光面上无遮挡物阴影，上方不应有直射光源；电池组件的输出线不应裸露，并固定牢靠。
- 2 风力发电机的风叶、风轮及发电机与支架的安装均应紧固；风机轴线安装的平、竖定位应符合风机类型及设计要求；风轮旋转自然、顺畅，无卡滞等现象。
- 3 蓄电池在运输、安装过程中应轻搬轻放，不得有强烈撞击和振动，不得放置在潮湿、雨淋或太阳暴晒处。
- 4 地理蓄电池室（井）基础应牢固，不得处于低洼地带，周围排水应顺畅；应做好防水、防潮、防腐、保温、隔热以及保护蓄电池不受外力破坏等措施。
- 5 外场环境不满足蓄电池工作的寒冷区域，蓄电池应设置保温箱，箱体应埋设在冻土层以下；箱体结构宜采用双层钢板，内夹厚度不小于 5cm 防火保温层。
- 6 各接线处应采取相应的防晒、防老化、防水及防松动等保护措施；各部分接线接入控制箱前应先测量电压，正负极无误后再接入系统。

7 系统接线顺序应为蓄电池组—光伏板组—风力发电机组—负载，系统拆卸顺序则相反。

8 风光互补供电系统监控软件应能远程集中监控管理各光（风）电转换站点，应能实现实时显示、异常报警及查询、远程设置各站点系统参数的功能，其功能应符合设计要求。

11.3.9 电力监控系统安装应符合下列规定：

- 1 电力监控机房环境应符合设计要求，配套设施应完善。
- 2 电力监控系统的遥测、遥信、遥控及通信管理等功能应符合设计要求。
- 3 电力监控设备供电电源应可靠，各信号接线及各保护测控参数设定范围应正确。
- 4 电力监控软件安装后宜进行功能性验证。
- 5 电力电控系统外场传感器模块配置应符合设计要求，模块安装应牢固，接触良好，模块标识清晰正确。

11.3.10 母线安装应符合现行《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》(GB 50149)的有关规定。

11.4 充换电设施

11.4.1 电动汽车充电系统应符合现行《电动汽车传导充电系统 第一部分：通用要求》(GB/T 18487.1)的有关规定，充电设备应符合现行《电动汽车非车载传导式充电机技术条件》(NB/T 33001)的有关规定，充换电设施的工程施工应符合现行《电动汽车充换电设施工程施工和竣工验收规范》(NB/T 33004)的有关规定。

11.4.2 供电系统施工应符合下列规定：

- 1 供电系统安装施工应符合设计文件要求。
- 2 供电设备的安装应牢固可靠、标识明确、内外清洁。
- 3 同类电气设备的安装高度在设计无规定时宜一致。
- 4 电缆的敷设应排列整齐、捆扎牢固、标识清晰，端接处长度应留有适当余量，不得有扭绞、压扁和保护层断裂等现象。
- 5 电缆接入供电和用电设备柜时，应捆扎固定，不对柜内端子或连接器产生额外应力。

11.4.3 充电系统施工应符合下列规定：

- 1 充电系统设备的定位、安装及系统连接等应符合设计文件要求。
- 2 充电设备基础施工和电气安装应符合设计文件和安装说明的要求。
- 3 充电设备安装应牢固，设备供电电缆型号、规格及敷设路径应符合设计文件要

求，电缆敷设工艺应符合现行《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》（GB 50168）的有关规定。二次回路应接线正确，接线端子应牢固，回路编号标识应正确、清晰；二次回路抗干扰措施应符合设计及产品技术文件的要求；二次接地应符合设计文件要求。

4 充电设备安装好后电缆沟（管）应采用防火材料可靠封堵。

5 充电设备安装高度应保证电气连接和人机交互操作方便，并采取必要的防盗、防撞、防恶意破坏措施。

6 充电设备布置应预留设备维护检修空间。

7 充电设备外廓距离充电车位边缘的净距应符合设计文件要求，设计文件未规定时充电设备外廓距离充电车位边缘的净距不应小于0.4m。

11.4.4 电池更换系统施工应符合下列规定：

1 电池更换系统各设备安装空间及基础承重应符合设计文件要求。

2 电池转运设备和换电设备的安装应符合《巷道堆垛起重机》（JB/T 7016—2017）中6.2的有关规定。

3 电池更换站的接地应符合设计文件要求。

4 电池更换站宜设置电池维护区，配备电池组地面均衡设备、电池测试设备等。

5 施工场地应无油污。

11.4.5 全部设备调试完毕，系统应处于正常工作状态。

11.5 调试

11.5.1 高压的电气设备、布线系统以及继电保护系统应按照现行《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》（GB 50150）的有关规定进行交接试验并合格。

11.5.2 低压电气设备和布线系统的绝缘电阻、低压电气动作情况和脱扣器的整定值应符合表11.5.2的规定。

表 11.5.2 低压电气交接试验表

序号	试验内容	试验标准或条件
1	绝缘电阻	用500V兆欧表摇测不小于1M Ω ，潮湿场所不小于0.5M Ω
2	低压电气动作情况	除产品另有规定外，电压、液压或气压在额定值的85%~110%范围内能可靠动作
3	脱扣器的整定值	整定值误差不得超过产品技术条件的规定

条文说明

本条参考《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303—2015) 制定。

11.5.3 变压器及高压电气设备应按照现行《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB 50150) 的规定进行交接试验且合格。

11.5.4 箱式变电站的交接试验应符合下列规定：

1 由中低压成套开关柜、低压成套开关柜和变压器三个独立单元组合的箱式变电站高压电器部分应按照规定进行交接试验且合格。

2 中压开关、熔断器等与变压器组合在同一个密闭箱内的箱式变电站，交接试验应按照产品提供的技术文件要求执行。

3 低压成套配电柜和馈电线路的每路配电开关及保护装置的相间和相对地间的绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ；当国家现行产品标准未作规定时，电气装置的交流工频耐压试验电压应为 1000V ，试验持续时间应为 1min ；当绝缘电阻值大于 $10\text{M}\Omega$ 时，宜采用 2500V 兆欧表摇测。

11.5.5 配电柜的手车或抽屉式开关在推入或拉出时应灵活，无卡阻碰撞现象，机械闭锁应可靠，电气操作、联动、互锁试验应正确、可靠。

11.5.6 中压成套配电柜应按本规范第 11.5.1 条的有关规定执行交接试验；低压成套配电柜应按本规范第 11.5.2 条的有关规定执行交接试验。

11.5.7 UPS 和 EPS 安装完毕后，调试应符合下列规定：

1 应按照设备产品技术文件的要求进行充电和放电，并应进行开路电压测试和容量测试。

2 其输出的电压稳定性、波形畸变、频率、相位、损耗、静态开关的动作等各项技术性能指标，应符合设备技术文件要求和设计要求。

11.5.8 柴油发电机安装完毕后，调试应符合现行《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303) 的有关规定。

11.5.9 风光互补供电系统蓄电池应按照下列步骤调试：

1 通电前应测量蓄电池组电压、太阳能以及风力发电机组件电压，并确认其正常。

2 应首先闭合蓄电池空开，再依次闭合太阳能组件、风力发电机组件空开，然后闭合负载空开，测量负载输出，通过控制器调整各部件参数。

3 应最后加负载调试，运行应正常。

11.5.10 母线装置安装完毕投入运行前，应符合下列规定：

- 1 预埋件、开孔及扩孔等工程应完毕。
- 2 保护性网门、栏杆及所有与受电部分隔离的设施应齐全。
- 3 受电后无法进行的和影响运行安全的项目应施工完毕。
- 4 母线支架和封闭式母线、插接式母线的外壳接地或接零应正常。
- 5 母线绝缘电阻测试和交流工频耐压试验应合格。

交通运输部信息公开
浏览专用

12 照明设施安装与调试

12.1 一般规定

12.1.1 照明设施施工内容包括公路沿线、交汇区、公路沿线特殊设施及场所的照明灯具、照明接线箱、照明杆体等的安装、调试。

条文说明

公路交汇区指交叉区、匝道及进出口、限制宽度车道等区域；公路沿线特殊设施及场所包括公路桥梁、收费广场、服务区、停车区、养护工区以及采用护栏照明的路段等。

12.1.2 照明设施安装应在具备下列条件时进行：

- 1 路面（桥面）高程已确定，具备复测条件。
- 2 同混凝土护栏等构造物整体浇筑的照明立柱基础已施工完毕，并检查合格。
- 3 基础预埋件已完成，经检查合格。

12.2 设备材料验收

12.2.1 照明灯具等进场检验应符合下列规定：

1 设备、材料及配件的清单、使用说明书、合格证明文件、检验报告等应齐全。灯具材质应符合设计和产品标准要求。

2 自带蓄电池的灯具供电时间应进行现场检测；按每检验批的不同型号蓄电池各抽查5%，且不得小于1套，并应符合设计要求。

3 灯具的绝缘性能宜进行现场抽样检测，按每检验批的灯具数量抽查5%，且不得小于1套；灯具的绝缘电阻值不应小于 $2M\Omega$ ，灯具内绝缘导线的绝缘层厚度不应小于0.6mm。

12.2.2 照明灯具检查应符合下列规定：

- 1 灯具外观检查应全数检查，可采用观察法检查。
- 2 外观表面应平整光洁，色泽均匀；产品应无明显裂纹及划痕、腐蚀、变形等；

表面漆膜不应有明显的起泡、流挂、针孔、橘皮和杂质等缺陷。

- 3 灯具外露可导电部分应具有专用的 PE 端子。
- 4 固定灯具带电部件及提供防触电保护的部位应为绝缘材料，且应耐燃烧和防引燃。
- 5 内部接线应为铜芯绝缘接线，其截面积应与灯具功率匹配，且不小于 0.5mm^2 。

12.2.3 照明灯杆进场检验应符合下列规定：

1 公路照明使用的灯杆材质、壁厚等技术参数应符合设计要求。灯杆材质及外观应全数检查合格；壁厚应按每检验批的灯杆数量抽查 5%，且不得小于 1 套，采用观察和相关仪器检查。

2 灯杆、灯臂、抱箍、压板等金属构件应进行热镀锌处理，防腐质量应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》（GB/T 18226）的有关规定。

3 钢材质灯杆、灯臂等钢构件热镀锌防腐处理后，外表涂层处理时，覆盖层外观应无鼓包、针孔、粗糙、裂纹或漏喷区等缺陷，覆盖层与基体应有牢固的结合强度。

条文说明

1 照明灯杆分为钢材质、玻璃钢、混凝土、木质等类型。调研结果表明，公路照明常采用钢材质杆体。

12.2.4 照明灯杆体允许偏差应符合下列规定：

- 1 杆身长度允许偏差为杆长的 $\pm 0.5\%$ 。
- 2 杆身横截面直径、对角线或对边距允许偏差为 $\pm 1\%$ 。
- 3 检修门框尺寸允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

12.3 照明设施安装

12.3.1 照明灯杆安装位置、间距应根据设计要求进行现场勘测定位，如设计与现场条件不一致时，施工前应与建设单位、监理单位一起进行现场核查并明确位置。

12.3.2 灯杆与架空供电线路的安全距离应符合现行《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB 50061）及《110 ~ 500kV 架空送电线路设计技术规程》（DL/T 5092）的有关规定。

12.3.3 同一路段、收费广场或桥梁等路段的照明路灯，从光源中心到地面的安装高度、仰角、装灯方向宜保持一致。灯具安装纵向中心线和灯臂纵向中心线应一致，灯具横向水平线应与地面水平。

条文说明

本条规定主要针对直线路段，确定照明灯具的安装高度、仰角、装灯方向。平竖曲线路段、公路交汇区（不同照明等级的衔接段）、互通分合流交汇区、互通区等其他特殊路段根据设计文件要求确定。

12.3.4 引向单个灯具的电线截面积应与灯具功率匹配，电线最小允许截面积不应小于 1.5mm^2 ；功率 400W 及 400W 以上的最小允许截面不宜小于 4mm^2 。

12.3.5 光源底座或支架位置应调整正确，并应固定牢靠；各种螺栓宜加垫片和防松装置进行紧固；绝缘外壳应无损伤、开裂。

12.3.6 照明灯具接线应牢固、排列整齐、标识清晰；在灯臂、灯盘、灯杆内的导线不得有接头；穿线孔口或管口应光滑、无毛刺，并应采用绝缘套管或包带包扎，包扎长度不得小于 20cm；接线盒的盒盖防水密封垫应齐全、完整。

12.3.7 灯具各种接线端子不得超过两个线头，线头弯曲方向应按顺时针方向并压在两垫圈之间。当采用多股导线接线时，多股导线不得散股，宜装接线鼻子进行连接。

12.3.8 灯杆的检修门防水措施以及闭锁防盗装置应安装完好。

12.3.9 高杆灯安装应符合下列规定：

1 灯杆、灯盘、配线、升降系统等应符合现行《升降式高杆照明装置》（GB/T 26943）的有关规定。

2 灯盘组装时宜先将分体灯盘与灯杆主体衔接好后，再安装灯具。灯盘应水平、平稳吊装，灯盘体与杆体的所有挂钩或钢丝绳紧固装置均应安装到位。

3 灯具安装前应进行启动性能、密封性能试验。

4 杆身竖直度允许误差不应大于 $3\text{mm}/\text{m}$ 。

5 杆体内的布线应在吊装前完成。

12.3.10 低杆灯、中杆灯安装应符合下列规定：

1 杆体采用钢材质时，锥形杆应无横向焊缝，纵向焊缝应匀称、无虚焊。

2 杆体竖直度不应大于 $3\text{mm}/\text{m}$ 。

3 直线路段安装的路灯间距与设计间距的偏差应小于 2%，灯具的安装轴线应与车道中心线平行。

4 灯臂应固定牢靠，灯臂纵向中心线与道路纵向线夹角宜为 90° ，偏差不应大于 2° 。

5 杆体内的布线宜在杆体安装前完成。

12.3.11 照明控制装置安装应符合下列规定：

- 1 照明控制装置的控制元器件配置、布线及防雷接地装置，箱体规格、材质与防腐要求以及防护等级均应符合设计要求。
- 2 控制装置内控制开关动作应灵活、可靠；回路编号应齐全，标识清晰、正确。
- 3 控制装置箱体应安装牢固，位置正确、部件齐全，安装高度应符合设计要求。
- 4 照明控制箱体内应提供永久性接线图。

12.3.12 公路护栏灯的安装应符合下列要求：

- 1 护栏灯安装方式、布线及防雷接地装置等应符合设计要求。
- 2 护栏灯应安装牢固，位置正确、部件齐全，安装高度及照明仰角等应符合设计要求。
- 3 护栏灯防护等级应符合设计要求，电源接线等应做好防水、接地等保护措施。

条文说明

护栏灯指安装于护栏上，用于路面照明的灯具。

12.4 调试

12.4.1 公路照明质量应符合现行《公路照明技术条件》（GB/T 24969）的有关规定。

12.4.2 通电调试前应核查灯杆、灯具、光源、镇流器、触发器、熔断器等设备的安装和接线完成；设备接地应符合设计要求。

12.4.3 杆位应合理，杆高、灯臂悬挑长度、仰角应一致；各部位螺栓应紧固牢靠，电源接线应准确无误。

12.4.4 灯具纵向中心线和灯臂中心线应一致，灯具横向中心线和地面应平行，灯具角度应调整适当。

12.4.5 依次开启各照明回路，各回路灯具应运行正常。

12.4.6 高杆灯灯盘升降测试应无异常现象。升降系统功能要求测试应符合现行《升降式高杆照明装置》（GB/T 26943）的有关规定。

12.4.7 照明控制功能调试应符合下列规定：

- 1 照明控制的方式和控制功能应符合设计要求。

- 2 照明控制宜实现自动、手动两种方式控制全部或部分照明灯具开闭的功能。
- 3 照明自动控制方式宜采用定时控制、感光控制、交通流量控制或几种相结合方式。
- 4 采用远程照明控制方式时，照明系统应具有本地控制功能。
- 5 照明控制功能如未能达到上述规定，应及时查找原因，待确定控制功能后方可进行后续施工调试。
- 6 灯具的安装角度应符合设计要求或根据现场情况调整。

12.4.8 照明光学参数测试应符合下列规定：

- 1 照明灯具调试时应进行照明光学参数测试，测试结果应符合设计要求，测试方法、要求及仪器应符合有关规定。
- 2 各类照明区域的亮度、照度测试应选择夜间进行，开启所有照明灯具，抽取或选取的测试区域内无故障灯具、无其他光源影响。
- 3 测试区域宜选择在灯具间距、高度、悬挑、仰角和光源一致性等方面能代表被测试路段的典型区域。
- 4 照明光学参数如未能达到设计标准时，应及时查找原因，并予以整改，待检测指标达标后进行后续安装调试。

13 光缆、电缆敷设与接续

13.1 一般规定

13.1.1 光缆、电缆敷设内容包括管道光缆敷设、直埋光缆敷设、光纤熔接、管道电缆敷设、直埋电缆敷设等。

13.1.2 光缆、电缆敷设施工前应进行下列准备工作：

- 1 根据复测的路由进行光电缆配盘。
- 2 光缆、电缆进场后，检查其外观、规格、型号、数量等。
- 3 对光缆、电缆进行单盘测试，光缆单盘应测试光缆长度、光缆单盘损耗测量、光缆护层绝缘电阻。电缆测试应测试环阻及绝缘电阻，并做好测试记录。

条文说明

1 光缆、电缆配盘一般结合光、电缆设计路由走向及敷设方式、敷设位置、敷设长度、配套设施的安装地点、光、电缆占用管孔位置等因素进行。

13.1.3 直埋光缆、电缆敷设宜在开挖工程完工后进行。

13.1.4 光缆、电缆敷设完毕后，端头、接头应做密封处理，光缆接头盒的封装应符合产品使用说明的工艺要求且符合设计要求。

13.2 设备材料验收

13.2.1 光缆及附件的进场验收应符合下列规定：

- 1 光缆传输性能、配盘长度、规格等应符合设计规定。
- 2 光缆盘包装应完好无损，出厂测试检验记录、合格证应齐全。
- 3 光缆配套材料的型号、规格应符合设计规定；光缆接头盒应不变形、不漏气、不龟裂。

13.2.2 电缆及附件的进场验收应符合下列规定：

1 电缆包装应完好无损，无锈蚀、无机械损伤，无明显皱折和扭曲现象，电缆封端应严密，检验记录、合格证应齐全。

2 电缆型号、规格、盘长等参数应符合设计规定，出厂测试检验记录、合格证应齐全。

13.3 光缆敷设

13.3.1 设计无要求时，直埋光缆的埋深应符合表 13.3.1 的规定。

表 13.3.1 直埋光缆埋深表

敷设地段或土质	埋深 (m)	备注
普通土 (硬土)	≥ 0.8	—
半石质 (砂砾土、风化石)	≥ 1.0	—
全石质	≥ 0.8	从沟底加垫 10cm 细土或砂土的上部算起
流砂	≥ 0.8	—
市郊、村镇	≥ 1.2	—
市区人行道	≥ 1.0	—
穿越铁路、公路	≥ 1.2	距道碴底或距路面
沟、渠、水塘	≥ 1.2	—
农田排水沟 (沟宽 1m 以内)	≥ 0.8	—

13.3.2 光缆沟应符合下列规定：

- 1 缆沟中心线应与设计路由的中心线相吻合，偏差应小于或等于 10cm。
- 2 光缆沟的深度、宽度应符合设计要求。
- 3 光缆盘长应根据路由进行合理配盘。应按盘号顺序敷设，配盘长度最小应以 2km 作为基数，靠近局站侧的单盘长度不应小于 500m。

13.3.3 光缆在人井内安装时应固定在线缆支架上。光缆出管孔 15cm 以内不得作弯曲处理。

13.3.4 光缆余缆应放至支架上并固定，应预留 10 ~ 20m 的接头余量。

13.3.5 敷设后的光缆应平直、无扭转、无明显刮痕和损伤。

13.3.6 在光缆穿入管孔或管道拐弯处与其他障碍物有交叉时，应采用导引装置或喇叭口保护管等保护。

13.3.7 保护管伸出障碍物两侧不应小于 1m，穿越公路排水沟的埋深应大于永久沟底以下 40cm。

13.3.8 光缆敷设过程中曲率半径应大于光缆直径的 20 倍，固定后光缆的曲率半径应大于光缆直径的 10 倍。

13.3.9 光缆管道敷设应符合下列规定：

- 1 光缆所用管孔应清理干净，管孔位置应符合设计要求，在同路由上选用的孔位不宜改变。
- 2 波纹管 and 钢管管孔内应穿放子管道，其子管道总外径不应超过原管孔内径的 85%，子管道内径不宜小于光缆外径的 1.5 倍。
- 3 管箱安装应符合本规范第 6.8 节的有关规定。
- 4 光缆施工完毕应对其端头进行保护处理。

13.4 光纤熔接

13.4.1 光缆接续时，应使用有自动校准功能的光纤熔接机。光纤熔接机应经过试接，确保设备熔接性能良好，加热器加热均匀。光纤熔接后应采用热熔套管保护，熔接机采用干电池供电时，应注意热熔时间，确保接头热熔质量。

13.4.2 光缆接续应在清洁的环境下进行，光缆在接续盒内接续应为一进一出形式。

13.4.3 管线接续后采用接头套管保护，余纤在光纤盘片内的曲率半径不应小于 30mm，且盘绕方向一致。

13.4.4 每一对光纤应按编号、色标逐对熔接并做好记录，所有接续点在施工操作后应马上密封。

13.4.5 在光缆接续过程中，应对光纤熔接质量进行监测。光缆接续完成后，应对光纤熔接质量进行检测。

13.4.6 光缆成端后，全程测试结果应符合现行《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182）验收要求。

13.4.7 人（手）孔内的光缆接续盒应固定在井壁预埋件上。

13.5 电缆敷设

13.5.1 直埋电缆敷设应符合下列规定：

1 直埋敷设于非冻土地区时，电缆外皮至地面深度不得小于0.7m；电缆外皮至地下构筑物基础不得小于0.3m；当位于行车道或耕地下时，应适当加深，且不宜小于1.0m。

2 直埋敷设于冻土地区时，宜埋入冻土层以下，当无法深埋时应埋设在土壤排水性好的干燥冻土层或回填土中，也可采取其他防止电缆受到损伤的措施。

3 直埋敷设的电缆，不得位于地下管道的正上方或正下方；电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间的容许最小距离，应符合表13.5.1的规定。

表 13.5.1 电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间的容许最小距离

电缆直埋敷设时的配置情况		平行 (m)	交叉 (m)
控制电缆之间		—	0.5
电力电缆之间或与 控制电缆之间	10kV 及以下电力电缆	0.1	0.5
	10kV 及以上电力电缆	0.25	0.5
不同部门使用的电缆		0.5	0.5
电缆与地下管沟	热力管沟	2	0.5
	油管或易(可)燃气管道	1	0.5
	其他管道	0.5	0.5
电缆与铁路	非直流电气化铁路路轨	3	1.0
	直流电气化铁路路轨	10	1.0
电缆与建筑物基础		0.6	—
电缆与公路边		1.0	—
电缆与排水沟		1.0	—
电缆与树木的主干		0.7	—
电缆与1kV以下架空线电杆		1.0	—
电缆与1kV以上架空线杆塔基础		4.0	—

4 直埋电缆上下应均匀铺设10cm厚的细砂或软土。

5 电缆上不得有铠装压扁、电缆绞拧、护层折裂等未消除的机械损伤。

6 存在机械损伤、化学腐蚀、杂散电流腐蚀、振动、虫害及外部热源影响的电缆段，应采取相应的保护措施。

7 非铠装直埋电缆从地面引出时，应从地面下0.2m至地上2m加装防护措施。

8 直埋电缆应在线路的拐角处、中间接头处、直线敷设的每50m处装设标识桩。

13.5.2 设计无要求时，电缆横穿桥、涵、道路和可能受到机械损伤的地段时，应采

用钢管保护。

13.5.3 穿缆用钢管的连接应采用加套管焊接或套丝连接，管口应保证平滑，不得有毛刺，连接处应做防锈防腐处理。

13.5.4 电缆敷设时，电缆应从盘的上端引出，不得将电缆在支架上及地面摩擦拖拉。

13.5.5 电缆接头应符合下列规定：

- 1 接头应设在地面上的接线盒内或人（手）孔内，并准确记录位置。
- 2 应符合接头两端对接的要求。
- 3 同路径的两个电缆接头盒间的距离不应小于1m。
- 4 接头密封绝缘应防水、防尘、防机械损伤、不得承受张力。

13.5.6 桥架内电缆敷设应符合下列规定：

- 1 桥架内缆线垂直敷设时，在缆线的上端和每间隔1.5m处应固定在桥架的支架上，水平敷设时，应在缆线的首、尾、转弯及每间隔3~5m处进行固定。
- 2 桥架内电缆敷设的缆线应顺直，不宜交叉；缆线不应溢出线槽；在缆线进出线槽部位，转弯处应绑扎固定。

13.5.7 电缆敷设完毕，应进行校线及编号，并做好测试记录。

13.6 线缆布设

13.6.1 设备配电箱、控制箱和机柜内电缆、光缆应布线平直、整齐、固定可靠、标识清晰，插头牢固，配备接线图。

13.6.2 各设备引出的线缆应留有余量。

13.6.3 机房线缆布设应符合下列规定：

- 1 布放线缆的规格、路由和位置应符合施工图的规定，线缆排列应整齐，外皮无损伤。
- 2 走线架上的线缆应绑扎，线缆应互相紧密靠拢，外观平直整齐，线扣间距应均匀，松紧适度。
- 3 线槽内线缆应顺直，不宜交叉，线缆转弯处应绑扎固定。
- 4 线缆在机柜内布放时不应绷紧，应留有适当余量，绑扎力度适宜，布放顺直、整齐，不应交叉缠绕。

5 电源线宜采用整段线料，交、直流电源电缆应分开布放，电源电缆和信号线缆应分离布放。

6 操作台的连接线缆应由下部引入，线缆两端应留有不小于 20cm 的余量，标识清晰。

13.7 测试

13.7.1 光缆施工完毕后应进行测试应符合下列规定：

1 光缆测试数据应包括光纤线路总衰耗 (dB)、衰减系数 (dB/km) 和光纤线路传输长度 (km)。

2 采用 OTDR 在 ODF 架上测量光纤线路外线口的衰减值，进行全部芯数的分段和全程的测试，衰耗应符合设计要求。

3 采用 OTDR 测试采取 1310nm、1550nm 两波段双方向测量取其平均值的方式，G.652 光纤接头单纤衰减平均限值不应大于 0.06dB，最大值不应大于 0.12dB；ODF 上的光纤连接器插入损耗不应大于 0.5dB，回波损耗不应小于 40dB。

13.7.2 电缆施工完毕后应进行测试，应符合下列规定：

1 进出线各回路三相相序应正常、一致、无反接。

2 电缆接头应无接触不良，闪络痕迹。

3 强电单一接地阻值不应大于 4Ω，强弱电综合接地阻值不应大于 1Ω。

4 电缆外护套绝缘阻值不应小于 0.5MΩ/km，母线绝缘阻值不应小于 1MΩ/kV。

14 系统联调及工程交付

14.1 一般规定

14.1.1 系统联调包括机电工程所属各系统联调、机电工程所属各系统与外部连接系统的联网调试。

14.1.2 工程交付包括完工测试、试运行及缺陷责任期维护。

14.1.3 系统联调应在具备下列条件时进行：

- 1 单机调试完成，各分项工程安装调试完毕，功能和技术指标符合设计要求。
- 2 调试方案编制完成并获得批准。
- 3 所需要的环境、传输通道、材料、工具、测试仪器已准备到位。
- 4 参加系统联调的人员已通过技术交底和培训，熟悉联调方案和操作规程，能正确操作。
- 5 对人身或设备可能造成损伤的部位，安全防护装置设置完善。

14.1.4 系统应按照设计要求进行联调，并做好过程记录。

14.1.5 机电工程交工验收应在通车前完成。

14.2 系统联调

14.2.1 监控设施的联调应符合下列规定：

- 1 外场设备应能实时采集流量、车速、异常事件等交通流信息及温湿度、能见度、风速、风向、雨雪状况等气象信息；设备运行状态自动检测信息、故障信息及视频图像上传至监控（分）中心功能应正常。
- 2 监控（分）中心应能对外场设备采集到的信息进行接收、分析、判断。
- 3 监控（分）中心应能下发诱导控制指令到外场设备，并通过可变标志、交通信号灯等为道路使用者提供交通信息。
- 4 监控（分）中心与上下级中心联动控制功能应正常。
- 5 路段视频上云网关应能对不同厂家、不同型号的摄像机设备，获取摄像机视频

流后，以统一标准的视频压缩格式和传输协议，将视频流推送至省级云平台或部级云平台。

6 部省两级视频云平台的摄像机设备管理、视频上云管控、视频云端分发、视频调看、视频截图、云台控制、视频质量检测、智能分析、用户行为日志等主要功能应正常，部级视频云平台跨省共享功能应正常。

14.2.2 收费设施的联调应符合下列规定：

1 收费车道设备及软件应能实时采集和显示入站信息、出站信息、车型信息、车牌图像识别、车道图像、外设工作状态等信息，控制车道设备应正常运行。以自动或人工方式，按照设计要求应能完成收费相关操作流程，并将收费数据上传到收费站。

2 收费站设备及软件应具备原始数据查询统计、图像稽查、报表打印、费率模块查看、字符叠加、断网数据上传、图像切换、特殊事件查看、数据备份、系统恢复等功能。应支持 CPC 调拨管理、特情业务处理、联合稽查、跨省通行费查询等功能。与车道控制机及收费（分）中心通信连接应正常。应能与部联网中心实现安全直连及数据上传。

3 收费（分）中心设备及软件应具备图像稽查、报表统计管理及打印、通行卡管理、对站级及车道图像切换及控制、数据备份、系统恢复、对 ETC 门架系统关键收费系统设施运行检测、数据传输管理、网络安全管理等功能，与收费站通信传输应正常。

4 省联网收费中心设备及软件应具备费率模块下发、车型分类参数设置与变更、时钟同步、通行卡管理、本省路网内 CPC 状态追踪、丢卡稽查、坏卡回收、票证管理、通行费拆分、数据备份、参数下发、报表生成及打印、通行费清分记账、通行费拆账划账、通行费结算、状态名单管理、基础数据管理、系统恢复等功能。配合部联网收费中心完成跨省拆分结算业务，本省路网内 CPC 调拨，以及跨省收费数据上传、接收、验证和结算等业务。与收费（分）中心及部联网收费结算中心通信传输应正常。

5 联网结算中心设备及软件应具备交易拆分结算、ETC 清分结算、全网费率管理、全网特情业务辅助、全网通行介质管理、全网稽查管理、全网客户服务、全网运行监测、全网数据汇聚管理、综合业务处理、业务数据分析、全网 ETC 客户发行认证和监管等功能。

6 ETC 门架系统调试应能自动识别所有通行车辆前车牌号码及车牌颜色；实现 ETC 车辆分段计费；实现 MTC 车辆分段计费，并将相关信息写入 CPC 内；具备自检、在线程序和应用系统更新功能，应能将 ETC 门架系统及设备状态信息实时发送至省联网收费中心和部联网收费中心；应能接收并更新省联网收费中心逐级下发的 ETC 门架相关系统参数。

14.2.3 通信设施的联调应符合下列规定：

1 通信（分）中心之间干线传输网语音、数据和图像传输应符合设计要求。

2 通信（分）中心与其管辖的通信站之间语音、数据和图像传输应符合设计

要求。

3 通信（分）中心应具备与上一级时钟同步功能。

14.2.4 供配电设施电力监控系统联调应符合下列规定：

- 1 应能监视网络上各节点的运行工况，通信故障时报警并自动复位。
- 2 遥测、遥信、遥控等功能应满足设计要求。
- 3 应能查询并打印报表。

14.2.5 照明设施的联调应符合下列规定：

- 1 手动或自动方式逐项测试照明回路控制功能应正常。
- 2 亮度传感器与照明控制器的联动功能应正常。
- 3 定时控制功能应正常。

14.3 完工测试

14.3.1 完工测试内容包括内业资料检查、机电系统硬件及软件功能测试，且包括安装调试完成后至完工测试前进行的工作内容。

14.3.2 完工测试前，公路机电工程施工单位应完成的内业资料应包括施工图表、工程管理文件、施工质量控制文件、施工安全及文明施工文件、环境保护文件、进度控制文件、计量支付文件、合同管理文件、施工原始记录、操作手册、维护手册等。施工单位在编制内业资料时还应结合业主单位、监理单位的要求进行补充。

14.3.3 应完成合同约定的各项主要安装调试工作。

14.3.4 系统调试完成后应进行质量自检测试，且应符合下列规定：

1 设备数量、型号、规格、安装及接线质量应符合设计要求，所有进出线标识齐全、并附有配线（纤）图，经过通电测试的设备应处于正常工作状态，需专项检测的特种项目已验收。

2 根据施工项目合同及现行《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182）的规定，具备现场测试条件的子项应全部测试合格。

3 外观检测应合格。

4 对于《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182）未能覆盖的子项，应符合项目合同文件的技术要求。

14.3.5 公路机电工程质量自检合格后，应进行完工测试。

条文说明

建设单位一般采取委托专业检测机构进行完工测试。《公路工程竣（交）工验收办法实施细则》（交公路发〔2010〕65号）对内业资料进行了明确规定，实体及功能测试依据除了项目合同，现行的《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182）也有相应规定。

14.4 试运行

14.4.1 机电工程进入试运行前应完工测试合格。

14.4.2 施工单位应按照合同条款约定进行机电系统设施的试运行，提供试运行期间所需的维护人员、器材和必要条件，承担试运行期间的维护工作。

14.4.3 试运行期时间及维护响应时间应符合合同条款约定，试运行期时间宜为3~6个月。

14.4.4 合同变更文件应完成批复，且合同约定的各项内容已完成。

14.4.5 施工单位应按照现行《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182）及合同相关规定对工程质量进行自检。

14.4.6 各项工作应经监理工程师确认合格。

14.4.7 应提出交工质量检测申请，并附自检评定资料和施工总结报告。

14.5 缺陷责任期

14.5.1 缺陷责任期应由发包方、承包方在合同中约定。由于承包方原因导致工程无法按规定日期通过竣（交）工验收的，缺陷责任期应按实际通过竣（交）工验收之日计。由于发包方原因导致工程无法按规定日期通过竣（交）工验收的，缺陷责任期应按承包人提交竣（交）工验收申请后90天起计。

14.5.2 应按照合同条款约定提供缺陷责任期所需的维护人员、器材和其他必要条件，承担缺陷责任期的维护和缺陷整改工作。

14.5.3 应及时处理交工验收中发现的工程质量缺陷，经监理工程师验收合格。

14.5.4 应及时处理缺陷责任期发现的工程质量缺陷，经监理工程师验收合格。

14.5.5 应提交施工总结报告，并配合竣工质量鉴定、竣工验收工作。

交通运输部信息公开
浏览专用

15 公路机电工程文件资料管理

15.1 一般规定

15.1.1 公路机电工程施工文件资料包括竣工图表、工程管理文件、施工质量控制文件、进度控制文件、计量支付文件、合同管理文件、施工原始记录、安全与文明施工文件、环境保护文件等。

15.1.2 公路机电工程文件资料应符合下列规定：

1 各类文件的原始记录、原始资料（原件）、影像资料及过程记录资料等反映的基本数据应真实、完整。

2 资料反映的内容应具有系统性、客观性，检查项目、频率、质量指标等应符合有关标准、规范的要求。

3 资料记录应字迹清晰、内容详细、计算正确，整理应分类编排、装订整齐，并符合相关存档要求。

4 关键设备进行工厂监造（如有）的各类技术参数和检验评定数据等应真实可靠。

5 文件资料的记录形式宜采用文字、图表、计算公式、照片及影像等多种方式相结合；隐蔽工程或质量检测等无法还原的工程，除图表外，应采用照片及影像方式记录关键控制过程或状态。

15.1.3 资料归档的形式宜采用纸质打印装订形成的纸质文件和电子文档文件存储；电子文件与纸质文件应完全一致，包括文件存储的版式及内容等。电子文档存储介质应做备份。

15.1.4 公路机电工程文件应符合《公路工程竣（交）工验收办法》《公路工程竣（交）工验收办法实施细则》及建设单位、监理单位等部门和有关规定的要求。

15.2 文件要求

15.2.1 竣工图表应包括变更设计一览表、变更设计文件、工程竣工图以及机电工程软件资料，并符合下列规定：

1 竣工图表文件应内容完整、版面清晰，文件反映的内容应与工程实际相符；应能全面反映工程竣工的全部实际情况、特征及各项数据。

2 机电工程应用软件资料应包括软件需求分析、概要设计、开发与测试文件、数据库文件以及第三方测试报告等，应用软件资料编制应符合现行《计算机软件文档编制规范》（GB/T 8567）的有关规定。

15.2.2 工程管理文件应包括成立施工组织机构及人员的申请报告、成立项目经理部的申请报告、成立安全质量环保及廉政领导小组的申请报告、岗位责任划分文件、施工组织设计、专项施工方案、技术交底文件、监理指令与回复、会议纪要、项目部公章启用申请报告及与上级单位往来文件等。

15.2.3 施工质量控制文件应包括工程质量管理文件、机电设备文件、材料文件、标准试验文件、施工过程资料及缺陷责任期资料。

15.2.4 工程质量管理文件应包括下列内容：

- 1 工程质量责任登记表、责任卡。
- 2 工程质量往来文件（质量保证体系，专项技术方案等）。
- 3 施工过程质量控制文件。
- 4 工程质量自检报告及工程质量检验评定资料。
- 5 工程质量事故及处理情况报告，补救后达到要求的认可证明文件。
- 6 交工验收施工单位的自检评定资料。

15.2.5 机电设备、材料及标准试验文件应包括下列内容：

- 1 机电设备的使用说明书、合格证明及检验报告等相关资料及进场检验过程记录资料。具体要求应按照本规范相关章节的设备材料进场检验要求执行。
- 2 原材料检验报告及质量鉴定报告。
- 3 相关标准试验报告。

15.2.6 施工过程资料应包括下列内容：

- 1 开工报告及审批文件。
- 2 施工组织设计、技术方案报审资料。
- 3 外购件（有关设备、材料）进场质量检验记录。
- 4 砂浆及混凝土抗压强度检验表。
- 5 各类基础检查记录及检验表。
- 6 各类设备安装检查记录及调试过程记录。
- 7 各分项工程完工后的工程质量检验评定表。
- 8 工序交工验收表及施工中间检查记录。

9 分项工程完工证书。

15.2.7 缺陷责任期资料应包括工程缺陷期记录质量缺陷原因、修复过程及修复后质量评定结果等内容。

15.2.8 进度控制文件应包括进度计划（文件、图表）、批准文件、进度执行情况（文件、图表）及有关进度的往来文件等。

15.2.9 计量支付文件应包括付款申请、支付报表封面、工程进度报表、中期支付证书、工程量清单支付报表、变更工程支付报表、相关变更批复文件等。计量支付文件应组卷清晰，支付工程量应与实际工程相符，内容一致。

15.2.10 合同管理文件应包括施工项目合同文件、设备材料采购文件、检测试验合同、劳务分包合同等与本项施工相关的合同往来文件。

15.2.11 施工原始记录应包括下列内容：

- 1 开工报告、施工日志、施工月报、安全日志、总结报告、自检报告。
- 2 天气、温度及自然灾害记录。
- 3 派工单、安全与技术交底记录、设备材料监造记录、隐蔽工程施工记录、测量原始记录、各工序施工原始记录（未汇入施工质量控制文件的部分）。
- 4 施工组织计划、会议记录与纪要、照片及影像资料、设备安装记录、单机调试记录、中间交工证书、故障处理单、系统调试记录、联调记录等。

15.2.12 安全与文明施工文件应包括安全与文明组织机构及人员、岗位责任、保证体系、安全与文明施工交底文件、安全专题会议、安全事故的调查处理文件（若有）等。

15.2.13 环境保护文件应包括下列内容：

- 1 环境保护对象、保护措施、保护效果等有关文件。
- 2 涉及工程范围内的施工自然生态保护、污水处理、噪声污染、环境监测的方案和措施文件等。
- 3 往来函件、指令及回复、请示及批复、通知、报告等。

15.3 资料归档

15.3.1 归档文件的提交份数应符合合同约定。

15.3.2 机电工程施工项目涉及科研、新技术应用（如 BIM 技术应用等）的文件应整理齐全，并归档。

15.3.3 施工信息化管理系统涉及的软、硬件平台说明文件、系统使用操作手册、数据库文件、应用软件以及相关安装程序文件等均应完好、齐全并归档。

15.3.4 施工过程中试验资料、施工计算资料以及按保密法划分为秘密级以上的原始资料应符合保密法的规定。

15.3.5 机电工程移交时应按照实际及合同、设计等文件，提交工程实施最终的机电工程设备及材料、备品备件、测试仪器移交清单。

交通运输部信息中心
浏览专用

附录 A 施工标识

A.1 一般规定

A.1.1 公路机电工程施工标识包括设备标识、光缆标识、供电电缆标识、控制电缆标识及线缆端头标识、接线或路由图等。

A.1.2 公路机电工程施工标识可采用二维码技术，且信息安全应符合本规范第 3.0.7 条的规定。

A.1.3 各类标识应选用不易褪色、耐腐、耐磨、耐用材料制作，同一类标识宜选用统一的标签尺寸且保持粘贴方向和高度一致，应可靠固定。

A.1.4 标识宜打印，信息正确、齐全、完整；不得使用打印方式制作的标识，宜采用丝印、腐蚀或雕刻方式，文字字体应统一。

A.1.5 施工单位应提供设备标识、光缆标识、供电电缆及控制电缆、电缆端头标识手册。

条文说明

详细的施工标识不仅能够提升机电工程设施运维的效率，同时为数字公路建设提供信息支撑。

A.2 设备标识

A.2.1 设备标识制作好后应可靠固定。

A.2.2 在粘贴标识之前应清洁被贴物表面。

A.2.3 高度相同的机柜、设备等标识粘贴应保持同一水平。

A.2.4 标识内容应包括设备名称、生产厂家、设备型号、设备主要功能描述、设备安装时间及接线图等。

A.2.5 设备标识应根据需要标识的硬件类型和要求，宜选用下列三种材质。参数应符合表 A.2.5 的规定。

表 A.2.5 设备标识材质参数

材料编号	PM-01	PM-02	PM-03
表面基材	聚丙烯薄膜	聚酯薄膜	加厚软质 PVC
厚度	$0.075 \times (1 \pm 10\%) \text{ mm}$	$0.050 \times (1 \pm 10\%) \text{ mm}$	$0.32 \times (1 \pm 10\%) \text{ mm}$
胶黏剂	永久性丙烯酸乳胶	永久性丙烯酸乳胶	永久性丙烯酸乳胶
底纸	格拉辛底纸	格拉辛底纸	白色离型底纸
底纸厚度	$0.070 \times (1 \pm 10\%) \text{ mm}$	$0.070 \times (1 \pm 10\%) \text{ mm}$	$0.13 \times (1 \pm 10\%) \text{ mm}$
最低贴标温度	5℃	5℃	5℃
使用温度范围	-40 ~ +149℃	-40 ~ +149℃	-40 ~ +90℃
加工	满足热转移打印条件	满足热转移打印条件	成品
应用场景	适用于通信设备、线缆及电子产品，如机柜等各种设备	适用于通信设备类产品，如机柜等各种设备	室内环境标识

A.3 光缆标识

A.3.1 每段光缆两端端部、人（手）孔处、缆沟或桥架拐弯处应有标识并可靠固定，朝向应统一。

A.3.2 标识内容应包括光缆型号、光缆用途及本端和对端位置等。

A.3.3 应在配线柜内张贴光缆纤芯分配表。

A.3.4 直埋光缆应设置光缆标识桩。光缆标识桩间距应符合设计要求，设计未要求时宜按 50m 等间距布设，拐弯处增设标识桩，标识桩应包括标识桩编号、光缆方向、光缆用途等信息。

A.4 供电电缆及控制电缆标识

A.4.1 供电电缆和控制电缆两端端部、人（手）孔处、缆沟或桥架拐弯处应设置标识并可靠固定。

A.4.2 标识内容应包括电缆型号、电缆用途及本端和对端位置等。

A.4.3 直埋电缆应做好电缆标识桩。电缆标识桩间距应符合设计文件规定。设计未规定时宜按 50m 等间距布设，宜在拐弯处增设标识桩，标识桩应包括标识桩编号、电缆方向、电缆用途等信息。

A.4.4 线缆标识宜采用下列两种材质，参数应符合表 A.4.4 的规定。

表 A.4.4 线缆标识材料参数

材料编号	XL-01	XL-02
表面基材	聚丙烯薄膜	PVC 标牌
厚度	厚度 $0.075 \times (1 \pm 10\%)$ mm	0.8mm
胶黏剂	永久性丙烯酸乳胶	无胶
底纸	格拉辛底纸	—
底纸厚度	厚度 $0.070 \times (1 \pm 10\%)$ mm	—
最低贴标温度	5℃	—
使用温度范围	-40 ~ +90℃	-25 ~ +120℃
面材光照特性	非反光材料	非反光材料
抗拉伸强度值	108.2N/10mm	—
加工	满足热转移打印要求	满足热转移打印要求
标签形式	缠绕型旗形或条形标签	吊牌
应用场景	缠绕型旗形或条形标签适用于尾纤、2M 线、网线、电源线等	吊牌适用于线径大于 10mm 或表面不光滑的线缆，如电缆、天线、馈线或室外隧道内设备，如交流分配箱、壁挂式光缆交接箱等

A.5 线缆端头标识

A.5.1 线缆标识应选用耐用基材，具有良好的柔软性和抗撕扯性，宜使用缠绕型旗形标签。对于线径大于 10mm 的线缆，宜采用吊牌方式。

A.5.2 线缆端头应采用线管、线套等进行标识，标识制作好后应可靠固定在线缆端头上。

A.5.3 线缆端头标识内容应简明易懂，可采用号码、简拼、简单汉字标识。

附录 B 施工安全与环境保护自查记录表

表 B 施工安全与环境保护自查记录表

工程名称		合同号	
建设单位		监理单位	
施工单位		桩号及位置	
分部工程名称		分项工程名称	
检查类别	自查		
施工安全与环境保护自查内容			
序号	自查内容	自查结果	
1	安全技术交底情况	安全员签字	
		日期	
2	施工现场安全措施落实情况	安全员签字	
		日期	
3	劳动防护用品配置情况	安全员签字	
		日期	
4	特种作业人员持证情况	安全员签字	
		日期	
5	特种设备检测情况	安全员签字	
		日期	
6	其他施工机械设备情况	安全员签字	
		日期	
7	废料处理	安全员签字	
		日期	
8	
项目负责人意见:			
		签字:	日期:

附录 C 安全技术交底记录表

表 C 安全技术交底记录表

工程名称		合同号	
建设单位		监理单位	
施工单位		施工时间	
分部工程名称		分项工程名称	
桩号及位置			
安全技术交底内容			
<p style="text-align: center; font-size: 2em; opacity: 0.5;">交通运输部信息公示 浏览专用</p>			
交底人		日期	
被交底人		日期	
监督人		日期	

附录 D 材料、设备报验记录表

表 D 材料、设备报验记录表

工程名称		合同号	
建设单位		监理单位	
施工单位		生产厂家	
设备材料名称		设备材料型号、规格	
设备材料数量		计量单位	
检验日期		检验地点	
检验内容			
内容	检验结果		
内外包装			
运输和装箱单据			
铭牌、编号			
随附资料			
随附物品、备件			
随附专用工具			
技术指标			
其他			
检查结论	施工单位		
	监理单位		

注：本表一式三份，施工单位、监理单位、建设单位各一份。

本规范用词用语说明

1 本规范执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词，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用词，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用词，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用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。

3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规范第×章的有关规定”“应符合本规范第×.×节的有关规定”“应符合本规范第×.×.×条的有关规定”或“应按本规范第×.×.×条的有关规定执行”。