

JTG

中华人民共和国行业标准

JTG ×××-××××

公路机电工程施工技术规范

Technical Specification for Construction of
Highway Mechanical and Electrical Engineering

征求意见稿

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业（推荐性）标准

公路机电工程施工规范

Technical Specification for Construction of
Electromechanical Engineering of Highway
JTG (T) ×××-××××

主编单位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司
批准部门：中华人民共和国交通运输部
实时日期：××××年××月××日

人民交通出版社

中华人民共和国交通运输部 公告

××××年第××号

关于公布《公路机电工程施工技术规范》 (JTG ×××-××××)的公告

现公布《公路机电工程施工技术规范》(JTG ×××-××××),
作为公路工程行业标准,自××××年×月×日起实施。

《公路机电工程施工技术规范》(JTG ×××-××××)的管理权
和解释权归交通运输部,日常解释和管理工作由主编单位中交第一公路勘
察设计研究院有限公司负责。请各有关单位在实践中注意总结经验,及时
将发现的问题和修改建议函告中交第一公路勘察设计院有限公司(地
址:西安市高新区科技二路 63 号,邮政编码:710075),以便修订时研
用。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

××××年×月×日

主题词:公路 规范 公告

交通运输部办公厅

××××年×月×日印发

征求意见稿

前 言

根据交办公路函〔2015〕312号《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》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》的制定工作。

本规范的编制总结了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、科学组织、安全实施、节能减排”的原则，对公路机电工程施工中涉及的有关施工方法及关键技术指标做出必要规定，以实现公路机电工程施工的“标准化、精细化、流程化、专业化”。

本规范由18章组成，主要内容包括：总则、术语及符号、基本规定、施工准备、接地与防雷设施、设备基础、光电缆、监控设施、收费设施、通信设施、隧道机电设施、供配电设施、照明设施、系统联调、完工测试和交工验收、公路机电工程施工各类标识、公路机电工程文件资料、施工安全及环境保护。

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：

主 编：

主要参编人员：

征求意见稿

目次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 基本规定.....	4
4 施工准备.....	8
4.1 项目部及驻地建设.....	8
4.2 施工组织.....	9
4.3 施工条件.....	10
5 接地与防雷设施.....	11
5.1 一般规定.....	11
5.2 设备材料检验.....	11
5.3 接地设施.....	11
5.4 防雷设施.....	14
5.5 调试.....	15
6 设备基础.....	16
6.1 一般规定.....	16
6.2 基础定位放样.....	16
6.3 基础开挖和回填.....	17
6.4 基础钢筋和支模.....	17
6.5 基础浇筑.....	17
6.6 附属管道.....	17
7 光、电缆.....	18
7.1 一般规定.....	18
7.2 光缆敷设.....	18
7.3 光纤熔接.....	20
7.4 电缆敷设.....	21
8 监控设施.....	22
8.1 一般规定.....	22
8.2 设备材料检验.....	22

8.3	外场设施安装技术要求	23
8.4	监控(分)中心设施安装技术要求	24
8.5	调试	25
9	收费设施	27
9.1	一般规定	27
9.2	收费设施安装	27
10	通信设施	31
10.1	一般规定	31
10.2	设备、材料检验	31
10.3	通信机房	32
10.4	通信设备	33
11	隧道机电设施	36
11.1	一般规定	36
11.2	设备材料检验	36
11.3	隧道(交通)监控	38
11.4	隧道通风与通风控制设施	40
11.5	隧道照明与照明控制设施	43
12	供配电设施	46
12.1	一般规定	46
12.2	设备材料检验	47
12.3	供配电设施安装技术要求	48
12.4	供配电设施调试	53
13	照明设施	56
13.1	一般规定	56
13.2	进场材料验收	56
13.3	照明设施安装技术要求	57
13.4	照明设施调试	59
14	系统联调	61
15	完工测试、交工验收	63
16	公路机电工程施工标识	65
16.1	一般规定	65
16.2	设备标识	65
16.3	光缆标识	66
16.4	供电电缆及控制电缆标识	66
16.5	线缆端头标识	67

17 公路机电工程文件资料.....	68
18 施工安全及环境保护.....	70
18.1 一般规定.....	70
18.2 施工安全技术交底要求.....	71
18.3 高空作业施工安全要求.....	71
18.4 通车路段施工安全要求.....	71
18.5 施工运输安全要求.....	71
18.6 库房安全要求.....	72
18.7 特种机械操作安全要求.....	72
18.8 施工用电安全要求.....	72
18.9 开挖作业安全要求.....	72
18.10 环保要求.....	72

征求意见稿

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 为指导公路机电工程施工，提高公路机电工程施工质量，提升公路服务水平，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改扩建公路机电工程的施工。

1.0.3 本规范包括公路监控、收费、通信、供配电、照明设施、隧道机电工程的施工技术规定及要求。

条文说明

本规范对隧道机电工程原则性施工技术要求进行了提炼与规定。在隧道机电工程施工过程中，本规范与《公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范》(JTG/T F72) 等相应规范配套使用。

1.0.4 公路机电工程施工必须符合国家在安全生产方面的有关规定，采取完备的安全生产措施，保障人员、设施的安全。

1.0.5 公路机电工程施工不得危及、破坏公路主体工程的安全。

1.0.6 公路机电工程的施工必须符合国家在环境保护方面的有关规定。

1.0.7 公路机电工程施工应贯彻国家的技术经济政策，积极采用成熟可靠的新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.8 公路机电工程施工除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 机电工程 electromechanical engineering

机电工程是公路管理设施的重要组成部分，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，发挥公路综合效益而设置的相关电子、电气设施。一般包括监控设施、通信设施、收费设施、供配电设施、照明设施及隧道机电工程等。

2.1.2 接地极 grounding electrode

埋入地中并直接与大地接触的的金属导体称为接地极，分为水平接地极和垂直接地极。

2.1.3 自然接地极 natural grounding electrode

可利用作为接地用的直接与大地接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土建筑的基础、金属管道和设备等。

2.1.4 整车式称重 full draught weighing

由称重平台、轮轴识别器、车型分离器及称重仪表组成的可以一次计量车辆总重的称重系统，用于公路计重收费的计重设施。

2.1.5 挑纤熔接 choose light soldering welding

在大芯数光缆熔接时，将需要使用的纤芯挑选出来，进行熔接成端，其余纤芯不断开的熔接方法。

2.1.6 轴流风机 axial flow fan

气体沿叶片轴向流动的通风机。

2.1.7 射流风机 jet fan

由产生的高速喷射气流，推动隧道内的空气顺着射流方向运动，以通风换气的一种风机。

2.1.8 完工测试 Tests on Completion

完工测试指公路机电工程项目完成后、公路通车运营前，进行安装调试检查、系统功能、运行测试以及项目文档资料检查。完工测试是机电工程安装质量及系统功能的首次完整测试。

2.2 符号

SPD—电涌保护器；

UPS—不间断电源装置；

EPS—应急电源装置；

CCC—中国强制认证标志。

征求意见稿

3 基本规定

3.0.1 公路机电工程施工前应完成以下准备工作：

- 1 收集并核对与工程有关的设计文件。
- 2 完成设计技术交底。
- 3 核对相关土建工程及其他有关工程完成情况，并完成工程交接。
- 4 调查现场运输条件、供电、场地布置情况。
- 5 了解当地的气象。
- 6 调查本工程所需的征地情况。

条文说明

施工前应收集与核对的设计文件包括公路机电工程设计文件、相关土建设计文件等。熟悉施工图纸，了解相关设施的建设情况，是基本的要求。设计文件和现场情况是不完全一致的，施工前应对现场进行勘察，调查核对。应针对工程特点，按拟定的调查内容、范围和步骤，做好现场勘察工作。

3.0.2 公路机电工程施工前应编制施工组织设计。施工组织设计应包括以下内容：

- 1 工程特点；
- 2 组织机构方案；
- 3 施工人员及设备组织方案；
- 4 技术管理方案；
- 5 分项工程施工技术方案；
- 6 质量管理方案；
- 7 进度管理方案；
- 8 安全管理方案；
- 9 文明与环保管理方案；
- 10 资料管理方案。

条文说明

良好的实施性施工组织设计有利于施工的顺利进行。

3.0.3 公路机电工程施工前应进行合同、技术、质量、安全、文明施工培训和交底工作。

3.0.4 施工管理人员应当具备符合合同要求的执业资格。

3.0.5 所有施工人员必须遵守安全操作规程，特种作业人员必须具备相应资格并持证上岗。

条文说明

根据国家安全生产监督管理总局令（第30号），特种作业是指容易发生事故，对操作者本人、他人的安全健康及设备、设施的安全可能造成重大危害的作业。特种作业人员指直接从事特种作业的从业人员。公路机电工程施工中的特种作业人员一般指电工、焊工、起重工等。

3.0.6 设备及主要安装材料进场时应进行检查，并做好记录。检查内容应包括：

- 1 包装情况；
- 2 规格、型号、数量；
- 3 装箱清单、技术文件、质量证明资料、专用工具等；
- 4 外观。

3.0.7 安装设备、材料及其零部件、专用工具、随机文件，均应分类保管。

3.0.8 施工所需临时设施及施工机具应满足施工要求。

3.0.9 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。

3.0.10 公路机电工程施工时，应制订专门的安全管理方案。

条文说明

公路机电工程施工时，通行车辆往往影响到现场人员、设备的安全，应制订专门的安全管理方案。方案中应包括施工场地平面布置、个人安全用品管理及安

全警示设施布设、现场临时用电、照明管理等,并应符合国家在安全生产方面的有关规定。

3.0.11 施工现场应设置安全警示设施。

条文说明

施工现场应设置足够数量的反光标志牌、反光锥等警示设施;在危险路段或地点应有专门的警示设施;施工机具上应贴反光膜。危险路段或地点:路上临时堆放物体的路段或地点;为安装、预埋或构筑其他设施而在路上挖孔、挖沟的路段或地点。

3.0.12 施工项目应建立健全事故隐患排查治理制度,编制事故应急预案。

3.0.13 施工中必须严格执行工序自检制度、工序交接检查制度。

3.0.14 隐蔽工程必须在隐蔽前进行检验,并做好记录。

条文说明

隐蔽工程是指建筑物、构筑物、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。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,必须在隐蔽前检查隐蔽工程的质量。

3.0.15 调试与检查前应编制调试与检查计划。

3.0.16 各子系统的调试应按先空载、后负载,先单机、后联机的次序进行。

3.0.17 施工中应积累资料、数据,做好各道工序的原始记录,及时提交竣工文件。

条文说明

施工中,应做好以下资料的收集和记录工作:(1) 相关设计资料;(2) 现场调查记录;(3) 设备材料出厂检验记录、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;(4) 系统调试与功能检测记录、验收记录;(5) 施工图像记录;(6) 其他重要资料或记录。

3.0.18 公路机电工程调试与检查完成后，应完成项目文档资料汇编、项目自检工作，自检合格后申请进行完工测试。

3.0.19 公路机电工程试运行合格后，应准备交工验收所需相关资料，及时进行交工验收。

征求意见稿

4 施工准备

4.1 项目部及驻地建设

4.1.1 施工单位进场后应开展项目部驻地建设,并满足项目部现场管理标准化要求。

条文说明

施工单位进场后应按照“发展理念人本化、项目管理专业化、工程施工标准化、管理手段信息化、日常管理精细化”要求,开展办公及住宿环境标准化、日常基础管理标准化、施工现场标准化、安全质量标准化、内业管理标准化等项目部驻地标准化建设。

4.1.2 项目机构设置应符合合同文件要求。项目经理、总工程师、技术人员应严格按照合同文件确定的人选配置到位。

4.1.3 项目部位置宜设在交通便利,具备通电、通水、通信条件的项目现场。办公用房与生活用房宜分开,符合环保节能要求。

4.1.4 施工期间,施工单位应在项目部或工地的显著位置悬挂安全文明生产、质量管理、廉政建设等标牌标语,具体要求为:

1 驻地工程告示牌应标明工程名称、工程范围、建设单位、设计单位、质量安全监督单位、监理单位、施工单位、项目经理、技术负责人、安全负责人等内容,且样式规范,设置在项目部驻地室外。

2 施工场地布置牌应采用电脑绘制,对施工现场的布置采用图示方式表达,注明位置、面积、功能。

3 安全生产操作规程牌应明确施工各工序的安全生产操作规程及相关安全注意事项。

4 廉政监督牌应明确施工廉政制度、廉政领导小组、廉政监督小组和廉政监督电话等。

4.1.5 进料的自检和报验要求：材料进场时，先由施工单位自检，并填写《材料、设备报验单》，自检完成后报监理，由双方人员共同检验。检验合格方可入场；材料不合格时施工单位必须责令材料供应方将其运走。

4.2 施工组织

4.2.1 施工单位编写的施工组织设计，要上报监理及业主根据合同文件进行详细的审查，经过审查批准后的施工组织设计，即作为施工组织管理的依据。

4.2.2 施工单位应对设计文件进一步细化，准确把握设计意图。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、建设单位及其它有关单位需对设计图纸在自审的基础上进行会审。

4.2.3 施工单位应对项目安全、质量、进度、现场、成本全面控制。根据项目系统分工配置系统负责人，在确保质量的前提下全面负责系统安装、调试。并着重抓好以下几个方面的工作：进度计划管理、施工技术管理、质量管理、劳动力组织计划管理、材料设备管理、安全生产管理、文明施工管理、专业施工管理、项目技术资料管理、工程成本管理、配合协调管理、岗位职责管理等。

4.2.4 施工单位应确定施工组织管理目标、施工管理作业内容、施工管理组织结构。

4.2.5 施工单位应根据工程范围制订施工界面划分表，并由监理单位和建设单位审核，确认机电工程各分项无缝衔接。

4.2.6 施工单位应根据工程量、工程界面的划分以及工程的特点、重点和难点，结合总工期要求，采取合理的针对各个具体细项工程安装、调试工作的实施方法。制订施工准备计划、施工进度计划、施工质量计划、安全计划和环境保护计划。

4.2.7 施工单位应根据合同规定与业主要求的总体进度目标，编制总体施工进度计划和分项工程的详细施工进度计划。总体施工进度计划应体现总体进度目标的实现。分项工程进度计划应明确各分项工程的施工流程时间安排和界面条件，包括分项工程施工准备，界面条件，施工现场的检查和场地清理，承担施工任务的专业施工班组，施工人员构成与数量，施工机械和仪器配置，施工时间与工期等。

4.2.8 施工单位应对项目进度计划、施工技术、施工质量、组织计划、材料设备、安全文明施工等相关情况进行详细记录,并根据项目总体进度计划及质量要求与监理单位进行检查对接。

4.2.9 施工单位应制订机电工程施工质量管理体系和分项工程的质量保证措施,确保所有机电设备在符合设计文件要求的工作条件下稳定、可靠运转。

4.2.10 施工单位应制订机电工程施工安全、环境保护管理体系和分项工程的安全环境保护措施。

4.3 施工条件

4.3.1 开工条件要求施工单位应落实项目部机构组成,管理人员和施工人员安排,驻地建设位置和方案,详细的施工组织,总体进度计划和分项工程进度计划,界面工程进度要求,工程施工所需的施工道路、临时设施、材料设备、施工人员等施工组织措施。

4.3.2 施工单位应根据设计图纸对预留预埋情况进行核查。

4.3.3 施工单位应加强现场施工人员(包括劳务人员)的岗位和技能教育,加强质量、安全知识的岗位培训,做到人人懂质量、人人抓安全、科学管理、文明施工。工程管理人员和施工人员,包括设备厂商的技术人员,应严格按照批准的施工进度计划组织到位。

4.3.4 工程施工的一切施工机械,必须类型齐全、配套完整并与施工质量和进度相适应,其机械状况应满足工程要求,并能保证作业质量。

5 接地与防雷设施

5.1 一般规定

5.1.1 接地与防雷设施施工内容主要包括接地设施与防雷设施的安装、调试。

5.1.2 接地与防雷设施施工应在具备以下条件时进行：

- 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。
- 4 雷电浪涌保护器的相关设备已安装到位，供电、信号、通信电缆已敷设完成。

5.1.3 接地与防雷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）的规定。

5.2 设备材料检验

5.2.1 设备材料进场时，其规格、型号、数量及各项参数应满足设计要求，设备外观无损伤包装完好。

5.2.2 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。

5.2.3 雷电浪涌保护器应具有国家批准的防雷产品质量检测机构出具的检测报告。

5.3 接地设施

5.3.1 业务办公楼、收费岛、收费广场、机房、配电房、隧道和道路沿线等处的机电设施接地应优先利用建筑物的自然接地极，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,水平敷设的应采用热镀锌的圆钢和扁钢,垂直敷设的应采用热镀锌的角钢、钢管或圆钢。

2 当采用扁铜带、铜绞线、铜棒、铜覆钢(圆线、绞线)、锌覆钢等材料作为接地装置时,其选择应符合设计要求。

3 不应采用铝导体作为接地极或接地线。

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等强度差,又易腐蚀,作接地线很容易出现安全隐患事故,因此严禁使用。本条为强制性条文,必须严格执行。

5.3.4 接地极埋设位置距建筑物不宜小于 1.5m。当接地极埋设在距建筑物出入口或人行道 3m 范围内时,应采取均压措施,或铺设卵石或沥青地面。

5.3.5 接地网的埋设深度与间距应符合设计要求。当设计无具体规定时,接地极顶面埋设深度不应小于 0.8m,冻土地带接地极应埋设在冻土层以下。水平接地极的间距不宜小于 5m,垂直接地极的间距不宜小于其长度的 2 倍。

5.3.6 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 100mm 范围内应采取可靠的防腐处理,异种金属连接时接头处应采取防止电化学腐蚀的措施。

5.3.7 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不应小于其宽度的 2 倍,不少于三面施焊;当扁钢宽度不同时,应取宽度大者。

2 圆钢与圆钢搭接长度宜为其直径的 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宜为圆钢直径的 6 倍,双面施焊。

4 扁钢与钢管或角钢焊接时,除应在其接触部位两侧进行焊接外,还应将扁钢弯成弧形与钢管焊接或弯成直角形与角钢焊接。

5.3.8 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。

5.3.9 接地干线的安装应符合下列规定:

- 1 接地干线敷设应平直,线形与构筑物边缘线平行。
- 2 室内的接地干线距地面不应小于 200mm,距墙面不应小于 10mm;接地干线穿墙时,应加套管保护。

3 室内的接地干线应设置断接卡子,可采用暗盒装入,同时加装盒盖并做接地标记。

- 4 扁钢作为接地干线敷设前应调直,埋地的扁钢应侧放。

5.3.10 接地极、接地干线敷设完成后,回填土内不应夹有石块和建筑垃圾,回填土不得有较强的腐蚀性,并应分层夯实。

5.3.11 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、新材料降低接地极的接地电阻。

5.3.12 设备的接地施工应符合下列规定:

1 收费岛、监控大厅、机房的等电位接地端子板应设置在便于安装和检查的位置,不得设置在潮湿或有腐蚀性气体及易受机械损伤的地方,等电位接地端子板的连接点应满足机械强度和电气连续性的要求。

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

- 3 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。

4 设备的接地必须单独与接地母线或接地网相连接,严禁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

如接地线串联使用,则当其中一处接地线断开时,其后面串接的设备将失去接地,为避免直接危及人的生命安全,规定“严禁在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的电气装置”。本条列为强制性条文,必须严格执行。

5 收费岛、监控大厅、机房弱电设备的接地端,应采用截面积不小于 4mm^2 的多股绝缘铜线,连接至汇流排上。

6 机房内强电设备的接地端应使用不小于其相线截面积的多股绝缘铜线连接至机房汇流排。

7 机房汇流排至总接地干线之间宜采用截面积不小于 16mm^2 的多股绝缘铜线连接。

8 外场弱电设备的接地端,应采用截面积不小于 4mm^2 的多股绝缘铜线连接至接地干线。

9 外场强电设备的接地端,应采用截面积不小于 16mm^2 的多股绝缘铜线连接至接地干线。

10 多股绝缘铜线与汇流排连接时,必须加装接线端子,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。

5.4 防雷设施

5.4.1 接地及防雷装置应采取自下而上的施工程序,首先安装接地装置,其次安装引下线,最后安装接闪器。

5.4.2 电源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。

5.4.3 电源浪涌保护器的连接线和接地线截面积应符合表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 电源浪涌保护器的连接线和接地线截面积

被保护设备电源线截面积 S (mm^2)	$S \leq 16$	$16 < S \leq 70$	$S > 70$
保护器连接线截面积 (mm^2)	S	16	16
保护器接地线截面积 (mm^2)	S	≥ 16	35

5.4.4 信号线路浪涌保护器的接地线宜采用截面积不小于 1.5mm^2 的铜芯导线,接地线应平直,并应就近由被保护设备的接地汇流排(端)接地。

5.4.5 避雷针和引下线的制作与安装应符合下列规定:

- 1 避雷针与引下线之间的连接应采用焊接。
- 2 现场制作的钢制避雷针应镀锌,焊接处应作防腐处理。
- 3 避雷针应竖直安装牢固,垂直偏差不应大于 $3\text{mm}/\text{m}$ 。
- 4 避雷针的引下线及接地装置使用的紧固件均应有防腐措施。

5 安装外场设备的金属构架上设置避雷针时,金属构架厚度不小于 4mm 可作为避雷针的引下线。金属构架底部应至少有 2 处与接地极对称连接。

5.5 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、接地系统的接地电阻，测试值应满足设计要求。

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 。

征求意见稿

6 设备基础

6.1 一般规定

6.1.1 设备基础施工内容主要包括定位放样、基础开挖和回填、基础钢筋制作和支模、基础浇筑及附属管道敷设等。

6.1.2 基础施工前，应提交所使用的原材料试验报告。现场配制混凝土时，应按照相关规定进行材料试验，并提供合格的材料试验报告。

条文说明

机电材料进场时间，必须配合使用时间，防止在现场闲置时间过长。

6.1.3 各工序完工后，应对施工范围内的成品应进行保护。

6.2 基础定位放样

6.2.1 外场设备基础定位放样前，应根据设计图纸并结合现场情况综合确定设备基础的位置。

6.2.2 外场设备基础定位放样时，基础和设备不得侵占公路安全行车界限，不应将基础设在具有安全隐患的位置，安装的设备之间不得有遮挡。开挖基坑时，不宜破坏路基。

6.2.3 外场设备基础的标高、结构尺寸应符合设计要求，收费岛设备基础和岛面同标高，但管道口应高出岛面。

6.2.4 收费岛上设备基础应结合设计图纸、设备安装高度、设备尺寸、收费亭尺寸、防撞柱安装位置、大棚立柱安装位置、各设备安装间距进行定位放样，避免设备相互遮挡。

6.2.5 计重设备基础应结合设计图纸、计重方式、距离收费亭中心线间距、排水、护栏位置等进行定位放样。

6.3 基础开挖和回填

6.3.1 基础开挖的尺寸应符合设计要求。

6.3.2 基础开挖时，不得对公路其它工程造成破坏和污染。

6.3.3 基坑完成后，应修整坑壁、夯实坑底，复测基坑尺寸，做好隐蔽工程记录。

6.3.4 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和周边一致，或用素混凝土回填。

6.4 基础钢筋和支模

6.4.1 基础钢筋和支模制作应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）要求。

6.5 基础浇筑

6.5.1 基础浇筑应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）要求。

6.6 附属管道

6.6.1 附属管道主要指设备基础预埋管道、收费岛预埋管道。

6.6.2 附属管道应符合下列规定：

- 1 管道埋设时要固定牢固，防止浇筑混凝土时发生移位；
- 2 管道端口必须封堵好，防止浇筑混凝土时，混凝土堵塞管道；
- 3 外场设备基础穿线管和机箱预留穿线孔要求；
- 4 收费岛附属管道参照设计文件。

7 光、电缆

7.1 一般规定

7.1.1 光、电缆敷设内容主要包括管道光缆敷设、直埋光缆敷设、光纤熔接、电缆敷设、电缆接续。

7.1.2 光、电缆敷设施工前应进行以下准备工作：

- 1 光、电缆配盘，应在路由复测之后对其进行配盘，并按设计要求预留余量。
- 2 光、电缆进场后，应检查其外观、规格、型号、数量。
- 3 对光、电缆进行单盘测试，光缆测试内容包括：光缆长度、光缆单盘损耗测量、光缆护层绝缘。电缆测试内容包括：环阻测试、不良线对、绝缘电阻、耐压。

条文说明

1 光、电缆配盘应结合光、电缆施工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。

7.1.3 直埋光、电缆敷设宜在其它开挖工程完工后进行。

7.1.4 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。

7.1.5 光、电缆敷设完毕，端头、接头应做密封防潮处理，不得浸水。

7.2 光缆敷设

7.2.1 直埋光缆与其他建筑物及地下管线的距离，应符合表 7.2.1。

表 7.2.1 直埋光缆埋深表

敷设地段或土质	埋深（米）	备注
普通土（硬土）	≥ 1.2	-
半石质（砂砾土、风化石）	≥ 1.0	-
全石质	≥ 0.8	从沟底加垫 10 厘米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 1 米以内）	≥ 0.8	-

7.2.2 光缆沟应符合下列规定：

- 1 中心线应与设计路由的中心线吻合，偏差应小于等于 100mm；
- 2 光缆沟的深度应符合设计要求；
- 3 人工挖掘的沟底宽度宜为 400mm。

7.2.3 敷设光缆的 A、B 端方向应符合设计要求。

7.2.4 敷设光缆时的牵引力在一般情况下不得超过 1500N。

7.2.5 光缆在人（手）孔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。

7.2.6 光缆余缆应放至支架上并固定。

7.2.7 敷设后的光缆平直、无扭转、无明显刮痕和损伤。

7.2.8 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。

7.2.9 保护管伸出障碍物两侧应 $\geq 1m$ ，穿越公路排水沟的埋深大于永久沟底以下 500mm。

7.2.10 光缆管道敷设应符合下列规定：

- 1 光缆所用管孔须清理干净，在同路由上选用的孔位不宜改变；
- 2 管箱箱盖应在管道敷设好后再加盖，并固定牢靠；
- 3 管箱应保证水平，无扭曲变形，线形流畅与桥梁外形一致。

7.3 光纤熔接

7.3.1 光缆接续时，应使用有自动校准功能的光纤熔接机。

7.3.2 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。

7.3.3 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应 $\geq 30\text{mm}$ ，且盘绕方向一致。

7.3.4 每一对光缆应按编号、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。

7.3.5 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应 $\geq 30\text{mm}$ ，且盘绕方向一致。

条文说明

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。

7.3.6 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。

条文说明

光纤接续损耗采用 OTDR 仪测量时，取双向平均值为准，光纤接续损耗应达到规定值：单纤接续损耗 $\leq 0.1\text{db}$ 。

7.3.7 光缆成端后，全程测试结果应符合设计要求。

条文说明

光缆成端后,应采用 OTDR 测试仪在 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,测试数据应包括:光纤线路衰减(db)、衰减系数(db/km)和光纤线路传输长度(km)。

7.4 电缆敷设

7.4.1 直埋电缆应符合下列规定:

- 1 室外直接埋地敷设的深度应 $\geq 700\text{mm}$;
- 2 直埋电缆上下须均匀铺设 100mm 厚的细土或软土。

7.4.2 电缆通过桥、涵、道路和可能受到机械损伤的地段时,应采用钢管保护。

7.4.3 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,连接处做防锈防腐处理。

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

7.4.5 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。

7.4.6 电缆若需要接头,应符合下列规定:

- 1 接头须设在地面上的接线盒内或人手孔内,并准确记录位置;
- 2 必须符合接头两端对接的原则;
- 3 同路径的两个电缆接头盒间的距离应 $\geq 1\text{m}$;
- 4 接头密封绝缘应防水、防尘、防机械损伤、不得承受张力。

7.4.7 桥架内电缆敷设应符合以下要求:

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。

7.4.8 电缆敷设完毕,应进行校线及编号,并做好测试记录。

8 监控设施

8.1 一般规定

8.1.1 监控设施施工内容主要包括外场设施、监控(分)中心设施的安装、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、可变信息标志等,监控(分)中心设施包括大屏幕拼接系统、监视墙、计算机及网络、操作台和机柜等。

8.1.2 监控设施施工应在具备以下条件时进行:

- 1 主体工程及主体工程相关的预留孔洞、预埋件已完成。
- 2 监控(分)中心的装饰工程基本完成。
- 3 外场设备基础混凝土强度已满足设计要求。

8.1.3 监控外场设备安装高度和位置应根据现场构造物(如跨线桥、标志标牌等)的情况进行适当调节,应避免构造物和设备之间相互遮挡,但安装高度不得低于设计要求。

8.1.4 监控外场设备立柱垂直偏差不应大于 5mm/m。除设计文件另行规定外,监控外场设备立柱上的设备箱距地高度宜为 2.5m,设备箱应安装异型门锁。

8.1.5 立柱吊装时法兰对接应平稳,螺栓固定时应以对角线依次紧固。

8.2 设备材料检验

8.2.1 设备材料进场时,其规格、型号、数量及各项参数应满足设计要求,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 外场设施安装技术要求

8.3.1 摄像机的安装应满足下列要求：

- 1 摄像机应逐台通电进行检测和粗调。
- 2 应检查确认云台的水平、垂直转动角度满足设计要求，并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。
- 4 应检查确认摄像机底座与支架或云台的安装尺寸满足设计要求。
- 5 摄像机安装完成后，应通电试看、细调、检查各项功能，确认其满足设计要求。

8.3.2 车辆检测器

1 车辆检测器主要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、视频车辆检测器等。

2 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 度的锐角，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) 线圈敷设应留有余量；敷设完成后，应及时封装，封装应避免产生气泡。

6) 线圈敷设后应测量线圈电感量，电感量应符合检测器要求。

7) 在 250V 直流电压测试条件下，线圈对地电阻应大于 10MΩ。

3 微波车辆检测器立柱应与检测车道留有一定的距离。若与检测车道距离较短，可提高微波车检器安装高度，安装高度的计算方法参见设备安装说明。

4 超声波检测器应垂直安装于车道上方。

5 视频车辆检测器的安装应参照第 8.3.1 条的要求执行。

8.3.3 气象检测器

1 气象检测器配备的传感器包括温度检测器、湿度检测器、风速风向检测器、雨量检测器、能见度检测器、路面状态检测器等。

2 气象检测器的安装应符合下列规定：

1) 路面状态检测器开槽安装后应填充坚实、平整，线缆布设应合理、可靠。

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) 雨量检测器安装时盛雨器口应处于水平状态; 安装应牢固, 不得发生抖动、倾斜。

8.3.4 可变信息标志的安装应符合下列规定:

1 可变信息标志安装高度应满足设计要求, 水平偏差不应大于 3 mm/m, 垂直偏差不应大于 5mm/m。

2 显示屏、控制机箱的出线管与箱体连接处应密封良好, 箱体内应无积水、尘土、霉变。

3 显示屏、控制机箱内电力线、信号线应布线平直、整齐、固定可靠、标识清晰, 插头牢固。

4 可变信息标志各模块间应紧密连接, 拼缝整齐、密闭, 拼缝不得透光、歪曲。

5 不应在 6 级以上大风及雨雪、浓雾天气进行吊装。

8.4 监控(分)中心设施安装技术要求

8.4.1 大屏幕拼接系统的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、连接件不得有缺少、松动现象。

3 屏幕后维修通道不应小于 80cm。

4 大屏幕应避开空调出风口安装, 箱体不得直对出风口, 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。

5 屏幕安装完成后应进行清洁, 不得有异物、污迹等。

8.4.2 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 线缆布线应整齐、标识清晰。

3 监视器墙支架应拼(焊)接完整, 安装稳固, 横竖端正。

4 监视器墙垂直偏差不应大于 2mm/m。

8.4.3 计算机及网络

1 计算机及网络设备包括计算机、打印机、扫描仪、交换机、视频矩阵、图像分配、视频存储等。

2 计算机及网络设备的安装应符合下列规定:

1) 设备应布局合理, 安装牢固, 标识清晰, 留有适当操作、检修及散热空间。

2) 信号线、电源线应分开布设, 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满足设计和有关规范要求。

3) 不得在地板下或线槽内等非设计位置安装设备。

8.4.4 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 操作台设备应布局合理, 安装稳固; 接插件应安装牢固, 接触可靠, 接线整齐有序, 标识清晰。

3 操作台的连接线缆应由下部引入, 线缆两端应留有余量, 并有永久性标识。

8.4.5 机柜的安装应符合下列规定:

1 机柜前净距不应小于 0.8m, 机柜背面净距不应小于 0.6m, 壁挂式机柜底面距地面不宜小于 0.3m。

2 机柜安装应牢固, 垂直偏差不应大于 10mm/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 线缆布设应牢固、整齐, 成端规范, 标识清晰, 预留长度适当, 接线端子预留数量合理。

8.5 调试

8.5.1 调试应按先空载、后负载, 先单机、后联机的次序进行。

8.5.2 所有设备在加电调试前, 应对接地系统和强电端子对机壳绝缘电阻进行复测, 达到设计要求后方可加电。

8.5.3 设备参数及功能应符合设计文件要求和现行《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80) 的有关规定。

8.5.4 摄像机图像质量测试和功能测试应满足设计要求。

8.5.5 车辆检测器检测精度应满足设计要求,加电后硬件复位或重新设置时存储数据保持不变。

8.5.6 气象检测器检测精度应满足设计要求,能检测到降水天气。

8.5.7 可变信息标志的调试应符合下列规定:

1 可变信息标志色度、亮度应满足设计要求,应能根据环境照度自动调节显示屏的亮度

2 应能及时、正确的显示中心计算机发送的内容。

3 应能够向中心计算机反馈工作状态和显示内容。

8.5.8 大屏幕拼接系统的调试应符合下列规定:

1 亮度均匀度和达到白色平衡时的亮度应满足设计要求。当设计无具体规定时,亮度不均匀度应不大于 10%,达到白色平衡时的亮度应不小于 $150\text{cd}/\text{m}^2$ 。

2 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断面。

8.5.9 监视器墙的图像应清楚,无雪花,无跳动或翻滚现象,切换功能应正常。

8.5.10 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、衰减、近端串扰、回波损耗、传输时延等指标应符合 EIA/TIA568 的规定。

2 网络维护性测试和网络健康性测试应满足设计要求。

9 收费设施

9.1 一般规定

9.1.1 收费设施施工内容主要包括收费车道设施、收费站（收费管理所、收费分中心）设施的安装、调试。

9.1.2 收费设施施工应在具备以下条件时进行：

- 1 收费广场的路基、路面工程及收费天棚工程已完成。
- 2 收费岛主体工程及站区相关的预留孔洞、预埋件已完成。
- 3 收费站（收费管理所、收费分中心）的装饰工程基本完成。
- 4 收费广场、收费站区设备基础混凝土强度已满足设计要求。

9.1.3 收费设施安装应牢固、端正、整齐，在满足设计要求的前提下，安装位置结合现场情况可做适当调整。

9.1.4 收费设备（如电动栏杆机、手动栏杆机、光幕车辆分离器等）及设备立柱的垂直度应 $\leq 3\text{mm/m}$ 。除设计文件另行规定外，收费岛上设备立柱颜色宜保持统一。

9.1.5 收费设备（如电动栏杆机、手动栏杆机、光幕车辆分离器等）及设备立柱宜采用高强度膨胀螺栓固定牢固。

9.1.6 配电箱、设备箱内信号线、电源线及其接、插头要求明显区分，标识清楚，有永久性接线图。

9.2 收费设施安装

9.2.1 收费车道设备安装应符合下列规定：

- 1 出（入）口收费车道上同种设备宜安装在垂直行车方向的一条直线上，双向收费岛上的设备除外。
- 2 车道设备不应互相遮挡。

- 3 收费天棚信号灯宜安装在车道中心线上方。
- 4 岛头雾灯安装高度宜高出岛头上沿 30cm 以上。
- 5 电动(手动)栏杆挡杆安装应符合下列规定:
 - 1) 档杆应粘贴完整醒目的反光标记;
 - 2) 电动栏杆档杆竖起时应处于垂直位置,落下时应处于水平位置;
 - 3) 手动栏杆挡杆应处于水平位置并安装禁止通行标志;
- 6 线圈式车辆检测器安装参照 8.3.2 条款。
- 7 自动发卡机宜安装在收费亭前方(靠近收费岛岛头侧)。
- 8 车道摄像机宜安装在自动栏杆机前方(靠近收费亭侧)。
- 9 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。
- 10 收费亭内设备应摆放整齐,设备连接线缆(包括信号线和电源线)应留余量。
- 11 收费亭下及人、手井内设备安装应符合下列规定:
 - 1) 线缆应排列整齐,采用保护套管进行保护;
 - 2) 线缆保证强电与弱电分开,沿井壁敷设,并固定;
 - 3) 穿线管道在穿线后应对管头进行封堵。

条文说明

2 根据设计图纸,结合设备尺寸、收费亭尺寸、防撞柱安装位置、大棚立柱安装位置、各设备安装间距等因素进行模拟测试,根据模拟测试结果来确定收费岛上设备安装高度,避免设备相互遮挡。

9.2.2 收费站(收费管理所、收费分中心)设备安装应符合下列规定:

- 1 监视器墙安装参照 8.4.2 条款。
- 2 计算机网络安装参照 8.4.3 条款。
- 3 操作台安装参照 8.4.4 条款。
- 4 机柜安装参照 8.4.5 条款。
- 5 收费站房内线缆安装应符合下列规定:
 - 1) 强、弱电线缆应分开布置,并用钢制线槽保护;
 - 2) 线槽之间用金属线联结,并可靠接地;
 - 3) 布线应整齐美观、固定可靠、标识清楚;
 - 4) 线缆过墙、板、地下通道处有保护套管,并留有适当余量;

- 5) 线槽端头、预留孔洞、管道端头在穿线后应进行封堵。
- 6 收费站房内设备安装应符合下列规定：
 - 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) 布线整齐、余留规整、标识清楚；
 - 3) 固定螺丝等紧固，无松动；
 - 4) 机柜内设备布置整齐，分类合理，层次清楚。
- 7 收费机房地面、地板安装应符合下列规定：
 - 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 $2.5 \times 10^4 \Omega \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ ；
 - 3) 应具有防火、环保、耐污耐磨性能。

条文说明

7 根据《数据中心设计规范》（GB 50174-2017）要求，地板、地面的表面电阻或体积电阻值应为 $2.5 \times 10^4 \Omega \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ 。

9.2.3 收费系统调试应符合下列规定：

- 1 系统调试先做设备单机调试，后进行系统联调，应做好调试记录。
- 2 收费天棚信号灯和车道通行信号灯调试应符合下列规定：
 - 1) 色度和亮度应满足设计要求；
 - 2) 红、绿灯按规定的触发状态正常工作、响应准确、可靠；
 - 3) 实时状态应和软件界面状态保持一致。
- 3 电动栏杆调试应符合下列规定：
 - 1) 动作响应按规定操作流程动作；
 - 2) 应有防砸车和水平回转功能；
 - 3) 起落速度应满足设计文件要求。
 - 4) 实时状态应和软件界面状态保持一致。
- 4 费额显示器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) 显示器显示信息均能无遮挡观察。
- 5 摄像机调试参照 8.5.4 条款。
- 6 过车和抓拍车辆检测器调试参照 8.5.5 条款。
- 7 闪光报警器应按规定的触发状态正常工作，报警声音响亮，亮度明显。
- 8 过车车辆检测器、车道通行信号灯、电动栏杆机之间联动应准确、可靠。
- 9 抓拍车辆检测器和车牌识别设备之间联动应准确、可靠。
- 10 计重系统测量精度满足相关技术要求，车辆分离准确，轮轴识别正确，通讯正常。

11 ETC 设备安装符合要求,正常通行车辆的读写正常,与用户、车道控制器通讯正常无误。

12 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) 脚踏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。

13 收费站(所、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参照 8.5.10 条款。

2) 应可进行数据备份,保证数据安全、可靠。

3) 应可查询、统计原始数据。

4) 应可稽查所有出入口车道车辆图像。

5) 应可打印各种报表,报表内容和格式应满足设计要求。

10 通信设施

10.1 一般规定

10.1.1 通信设施施工内容主要包括通信管道敷设、通信设备的安装与调试。

10.1.2 通信设备施工需满足条件：

1 机房内部装修工作应全部完工。室内应充分干燥，各处的预留孔洞、预埋件的规格、尺寸、位置、数量应符合设计要求；

2 照明、电源等设备能正常使用；

3 室内温度、湿度应满足设备要求；

4 机房建筑的防雷接地和保护接地、工作接地体及引线完工，接地电阻必须符合设计要求；

5 机架、子架框必须全部到齐，型号、规格、数量符合设计要求，外观无破损现象。

6 电缆线槽或走线架等附件须到齐，规格符合设计要求。

7 同轴电缆、音频配线、电源线、保护地线、数据线等主要电缆规格、数量应符合设计要求。

10.2 设备、材料检验

10.2.1 塑料管道所使用材料须满足以下要求：

1 施工单位应对材料规格、数量、质量在使用前严格检验以满足设计要求。

2 塑料管道应内壁光滑，管身无气泡、裂口、凹陷、杂质、分解变色线、颜色不均匀等管孔无变形，管径、壁厚应符合设计要求。

3 管道的物理、化学及机械性能应满足规范要求。

10.2.2 钢管应满足以下要求：

1 钢管的材质、型号、规格需满足实际文件要求。

2 钢管的外径、壁厚满足设计要求，内壁应光滑、无裂缝，管身、管口不得变形。

3 钢管防锈处理符合设计要求。铁件的防锈处理和镀锌层应均匀完整、表面光洁、无脱落、无气泡等缺陷。

4 钢塑复合压力管外表面色泽均匀,无明显划伤、无气泡、无针眼、脱皮内表面应平滑,无斑点、异味,无针眼,无裂缝。复合管端面封口与管材接触良好,不可见钢管裸露。承受一定的外界压力时应无裂纹额开裂现象。

10.2.3 管箱应满足以下要求:

1 玻璃钢管箱表面平整光滑,不得有起皱、裂纹等缺陷。外形应平直,无明显歪斜,盖与箱体配合紧密,具有良好的防水效果。

2 聚氨酯复合管箱表面平整光滑、色泽均匀,不得有起皱、裂纹、颗粒、流胶、树脂剥落、纤维裸露和表面发粘等缺陷。外形应平直,无明显歪斜,盖与箱体配合紧密,具有良好的防水效果。

3 管箱技术指标抗拉强度、弯曲强度、等物理性指标满足设计要求。

10.2.4 设备应满足以下要求:

1 机架、子架框必须全部到齐,型号、规格、数量符合设计要求,外观无破损现象。

2 电缆线槽或走线架等附件须到齐,规格符合设计要求。

3 同轴电缆、音频配线、电源线、保护地线、数据线等主要电缆规格、数量应符合设计要求。

10.3 通信机房

10.3.1 机柜安装应符合下列要求:

1 机架的安装位置应符合设计要求。

2 机架的安装应端正牢固,垂直偏差 $\leq 3\text{mm}$ 。

3 列内机架应相互靠拢,机架间隙 $\leq 3\text{mm}$,列内机架面平齐。

4 机架应按照设计的抗震要求进行加固。

10.3.2 敷设线缆及光纤连接线应符合下列要求:

1 电源线必须采用整段线料,中间无接头。

2 布放电缆的规格、路由、截面和位置,应符合设计的规定,电缆排列必须整齐,外皮无损伤。

3 直流电源线的成端接续连接牢靠、接触良好,电压降指标及对地电位符合设计要求。

4 设备应与地网可靠连接,接电缆、接地电阻满足设计要求。

5 传输不同信号线缆应分开敷设，间距满足设计要求，电源电缆、信号电缆、用户电缆与中继电缆应分离布放。

6 电缆转弯应均匀圆滑，电缆弯的曲率半径应符合规范的要求。

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满足设计要求。

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。

10.4 通信设备

10.4.1 通信设备施工内容包括传输设备、语音交换设备、电源设备等安装、通电检查及测试。

10.4.2 传输设备安装应符合下列要求：

1 布线需满足以下要求：

1) 核对局内布线系统应符合设计的要求。各有关接触部位应接触良好。

2) 电缆的规格程式应符合设计要求。

3) 高频、音频回路均应进行布线绝缘测试并符合设计要求。

2 通电试验

1) 各种电路板数量、规格及安装位置应符合设计要求。

2) 传输室内电源盘电压应符合传输设备电源电压要求。检查设备是否存在电源短路。

3) 电源盘及机架的总熔丝、分熔丝容量应符合设备说明书规定。

4) 各段电压降在人工满负荷条件下测试，均不应超过设计规定值。

5) 切断电源检查紧急告警应能正常显示。接通电源紧急告警应能复原。

6) 只插入电源单板通电测试电源供电，电源单元应工作正常。

7) 插入单板通电测试，各单板应工作正常。

3 网管设备安装应满足以下要求：

1) 网管网络连接应满足设计要求，网管网应与其它计算机网络隔离。

2) 网管数据配置应以实际网络情况配置。

4 本地自环测试

1) 光口测试：本地各光口的平均光发送功率、过载光功率、光接收灵敏度、光接收动态范围应符合设计要求。

2) 电口测试：用尾纤将相应的光口自环，选取一个 2M 支路连接误码仪进行测试，误码应满足设计要求。

5 系统测试

- 1) 将系统光路连通后, 测试本地的接收光口的功率, 应满足要求。
- 2) 光路打通以后, 测试公务电话。
- 3) 选取一个 2M 支路接好误码仪, 相应上下业务站的对应 2M 支路作硬环回或软环回, 误码应满足设计要求。

10.4.3 语音交换设备安装应符合下列要求:

1 配线架安装

- 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应 $\leq 3\text{mm}$, 底座水平误差应 $\leq 2\text{mm}$ 。
- 2) 配线架接线板安装位置应符合设计要求, 各种标志完整齐全。
- 3) 配线架必须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安装齐全。

2 电缆敷设

- 1) 布放电缆的规格、路由、截面和位置应符合设计要求, 电缆排列必须整齐, 外皮无损伤。
- 2) 交、直流电源的馈电电缆, 必须分开布放; 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满足设计要求。
- 4) 布放走道电缆必须绑扎。绑扎后的电缆应互相紧密靠拢, 外观平直整齐。线扣间距均匀, 松紧适度。
- 5) 布放槽道电缆应顺直, 尽量不交叉。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。

3 网管设备安装应符合设计要求。

4 通电检查

- 1) 各种电路板数量、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良好;
- 3) 测量输入电源电压-48V 是否在设备正常工作范围以内; 检查设备是否存在短路。

4) 只插入电源单板通电测试电源供电, 电源单元应工作正常。

5) 插入单板, 逐级加上电源, 各单板应工作正常。

5 测试

- 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) 交换机系统配置的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的标准。

4) 应启动测试程序, 对设备进行测试检查, 确认系统无故障。

5) 应进行交换功能测试, 本局及出入局呼叫正常。

10.4.4 电源设备安装应符合下列要求:

1 电池架安装

1) 电池架的材质、规格、尺寸、承重应满足设计要求。

2) 电池铁架及附件防腐处理应满足要求。

3) 抗震加固措施满足设计要求

2 蓄电池的安装

1) 安装前检查蓄电池确认电池外观无损伤, 配件齐全。

2) 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, 遵循先串联后并联接线方式。

4) 蓄电池安装完毕, 测量电池组总电压无误后, 方可加载上电。

3 设备安装

1) 电源系统设备布置位置及间隔满足设计要求

2) 设备连接线满足设计要求

4 检验测试

1) 交流配电设备通电检验

——输入、输出电压、电流测试值应符合指标要求。

——事故、过压、欠压、缺相等自动保护电路应能准确动作, 并能发出告警信号。

——本地和远地监测接口性能应正常。

2) 直流配电设备通电检验

——输入、输出电压、电流测试值应符合指标要求。

——可接人两组蓄电池, “浮一均”充电转换性能应符合指标要求。

——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, 电压过商、过低、熔断器熔断等告警电路工作正常。

——本地和远地监测接口性能应正常

3) 开关整流设备通电测试检验

——通电后模块显示信号、指示灯应正常。

11 隧道机电设施

11.1 一般规定

11.1.1 隧道机电设施施工内容包括交通监控设施施工内容、通风与通风设施施工内容、照明与照明控制设施施工内容。

1 交通监控设施施工内容主要包括车辆检测器、摄像机、交通控制与诱导信息发布设备及区域控制单元的安装、调试与检查。

2 通风与通风控制设施施工内容主要包括风机、通风环境检测与控制设备等的安装调试及检查。

3 照明与照明控制设施施工内容主要包括隧道内照明灯具、照明接线箱、隧道洞口照明灯具、照明检测与控制设备等的安装、调试与检查。

11.1.2 隧道机电设施施工应在具备以下条件时进行：

1 交通监控设施施工应在具备以下条件时进行：

- 1) 主体工程及与主体工程相关的预留孔洞、预埋件已完成。
- 2) 影响机电工程施工的装饰工程基本完成。
- 3) 洞外公路路基基本完成。

2 通风与通风控制设施施工应在具备以下条件时进行：

1) 洞内风机安装点的设备基础、预埋件预留洞室、风道、机房等均经过检查，位置、尺寸等满足设计要求，预埋预留管孔通畅。

2) 已对风机预埋件的材质进行了检查确认，并制订了相应的焊接施工技术方案。

3) 通风环境检测与控制设备的基础或安装支架已制作完毕。

3 照明与照明控制设施安装应在隧道内喷涂作业完成后进行。

11.2 设备材料检验

11.2.1 设备材料进场时应检查确认其包装完好，设备外观无损伤，规格、型号、数量满足设计要求。

11.2.2 设备材料的产品合格证、质量检测报告应齐全各项参数应满足设计要求。

11.2.3 通风控制设施设备材料检验应符合下列要求：

1 设备的规格型号、外观尺寸应满足设计要求；各部位联结应紧固，外观应无损伤、锈蚀、变形、防腐层脱落等缺陷。

2 设备随机资料应完整，有风机叶轮静动平衡校正试验、超转速试验、耐高温试验、振动试验、噪声试验、轴向推力试验的记录及叶片与轮载的无损探伤记录，各参数应符合有关规定。

3 风机叶片转动应灵活。

4 风机电机相间和每相对地绝缘电阻不应小于 $0.5M\Omega$ ，各相直流电阻应平衡。

5 安装支架热镀锌平均厚度不应小于 $85\mu m$ 。

6 植筋锚栓的材料力学性能及锚固剂的锚固性能应满足设计要求并有检验报告。

7 风机控制柜外观应完好，外形尺寸应符合要求，布线应规范，柜内元件安装应牢固，警告牌、指示牌应完整，电气绝缘电阻不应小于 $0.5M\Omega$ 。

11.2.4 照明控制设施设备材料检验应符合下列要求：

1 隧道内照明灯具、照明接线箱的进场检查应满足以下要求：

1) 产品合格证、质量检测报告等资料应齐全，各种参数应满足设计要求。

2) 灯具电气元件、配件齐全，规格型号应满足设计要求，无机械损伤、变形、防腐层剥落、灯罩破裂等现象。

3) 灯具底座的调节范围应满足设计要求。

4) 支撑系统材质、承载能力应满足设计要求。当设计无要求时，支撑系统应能承受所支撑的设备和支撑系统本身重力之和的 3 倍。

5) 强电端子对机壳绝缘电阻不应小于 $50M\Omega$ 。

2 隧道洞口照明灯具的进场检查应满足以下要求：

1) 产品合格证、质量检测报告等资料应齐全，各种参数应满足设计要求。

2) 灯杆、灯臂、抱箍、螺栓、压板等金属构件应已作防腐处理。

3) 灯具应配件齐全，无机械损伤、变形、防腐层剥落、灯罩破裂等现象；灯具的防护等级应满足设计要求。

4) 反光器表面应清洁，已进行抛光氧化或镀膜处理，表面无明显划痕。

5) 封闭灯具的灯头引线应采用耐热绝缘管保护，灯罩与尾座的连接应紧密。

6) 灯头应固定牢固, 可调灯头应按设计调整至正确位置, 相线应接中心触点端子, 零线应接螺纹口端子; 灯头绝缘外套应无损伤、开裂; 高压纳灯宜采用中心触点伸缩式灯口。

7) 灯头接线应使用额定电压不低于 500V 的铜芯绝缘线; 功率小于 400W 的灯具, 线芯截面不应小于 1.5mm^2 ; 功率介于 400~1 000W 之间的灯具, 线芯截面不应小于 2.5mm^2 。

8) 设备强电端子对机壳绝缘电阻不应小于 $50\text{M}\Omega$ 。

9) 高杆灯灯杆的直线度不应大于 2mm/m , 杆长误差不应大于 1mm/m 。

10) 高杆灯的灯杆、灯具、灯盘、配线、升降机构等应符合现行《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 3076) 的有关规定。

3 照明检测与控制设备的进场检查应满足以下要求:

1) 洞外照明检测设备应配遮光罩, 并有减振措施。

2) 照明检测设备电气元件、配件应齐全, 规格型号应满足设计要求, 无机械损伤、变形、防腐层剥落、防护罩破裂等现象。

3) 照明检测设备立柱、安装支架的材质、结构、防腐处理应满足设计要求。

4) 照明控制设备中时间控制器的定时误差应小于 $\pm 1\text{s/d}$ 。

11.3 隧道(交通)监控

11.3.1 车辆检测器

1 检测器线圈的安装应符合下列规定:

1) 线圈不得跨伸缩缝安装, 埋设位置应避开金属物体; 切缝应干燥、清洁。

2) 环形线圈不应有接头、断裂、打结或外皮损坏等现象。

3) 圈敷设后应测量线圈电感量下, 电感量应符合检测器要求。

4) 在 250V 直流电压测试条件下, 线圈对地电阻应大于 $10\text{M}\Omega$ 。

5) 线圈敷设应留有余量; 敷设完成后下, 宜采用环氧树脂进行封装。封装应避免产生气泡; 馈线与环形线圈应为完整电缆; 馈线应扭绞结花。

2 微波车辆检测器的安装高度、倾斜角度应满足设备技术文件要求。

3 控制箱安装应牢固, 机箱表面应无损伤。

4 控制箱强电端子对机壳的绝缘电阻不应小于 $50\text{M}\Omega$, 接地电阻不应大于 4Ω 。

5 控制箱内接线应布线平直、整齐、牢固可靠、标识清晰, 插头牢固。

11.3.2 摄像机

1 摄像机在装配、搬运、架设过程中应有防护措施, 摄像机装配过程应防止粉尘污染, 在搬运、架设摄像机过程中不得打开镜头盖。

- 2 摄像机安装前的准备工作应满足下列要求：
 - 1) 摄像机应逐台通电进行检测和粗调。
 - 2) 应检查确认云台的水平、垂直转动角度满足设计要求，并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。
 - 4) 应检查确认摄像机底座与支架或云台的安装尺寸满足设计要求。
- 3 摄像机镜头视场内，不应有遮挡监视目标的物体。洞外摄像机镜头应避免强光直射。
- 4 摄像机就位后，应通电试看、细调、检查各项功能，确认其满足设计要求。
- 5 摄像机立柱垂直偏差不应大于 5mm/m。
- 6 从摄像机引出的电缆应留有余量，不得影响摄像机的转动。

条文说明

1 在搬运、架设摄像机过程中不得打开镜头盖，以免损坏摄像机镜头，影响画面质量。

11.3.3 交通控制与诱导信息发布设备

- 1 交通控制与诱导信息发布设备包括交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志等。
- 2 设备立柱垂直偏差不应大于 5mm/m。
- 3 隧道内可变信息标志吊装支架安装完成后应做荷载试验，确认其满足设计要求。
- 4 设备安装高度应满足设计要求，水平偏差不应大于 3mm/m，垂直偏差不应大于 5mm/m。
- 5 显示屏、控制机箱的出线管与箱体连接处应密封良好，箱体内应无积水、尘土、霉变。
- 6 显示屏、控制机箱内电力线、信号线应布线平直、整齐、固定可靠、标识清晰，插头牢固。

条文说明

3 载荷实验应按设计要求进行。如设计未要求，实验载荷宜为设计载荷的 4 倍，实验时间宜为 5min；抽检数量应为 100%。实验应由有相应资质的质量检测单位进行。

11.3.4 区域控制单元

- 1 区域控制单元安装应稳固，安装完成后设备表面应无损伤。
- 2 控制箱内布线应牢固、整齐、标识清晰。
- 3 控制箱门、进出线孔应有防水措施。

11.3.5 调试与检查

- 1 车辆检测器调试与检查应符合下列规定：
 - 1) 车辆检测器的自检功能应满足设计要求。
 - 2) 车辆检测器复位或重新设置后，存储和通信功能应正常。
 - 3) 检测精度应满足设计要求。
- 2 摄像机安装完成后应进行图像质量测试和功能测试，测试结果应满足设计要求。
- 3 交通控制与诱导信息发布设备安装完成后，应测试其色度、亮度、响应时间、显示内容完整性，测试结果应满足设计要求。
- 4 区域控制单元调试与检查应符合下列规定：
 - 1) 应能按设计周期或指令与上端计算机通信。
 - 2) 应能按设计周期或指令采集、计算、处理各下端设备的数据。
 - 3) 当上端计算机或通信链路故障时，应具有独立控制功能。

11.4 隧道通风与通风控制设施

11.4.1 风机安装的基本要求为：

- 1 应根据设计文件制订风机的安装施工方案。
- 2 安装支架和预埋件焊接时，应选用与风机预埋件金相匹配的支架和焊接材料，并按照预定的焊接施工技术方案进行焊接和防锈处理。
- 3 风机支架与预埋件直接焊接相连时，应采用分段对称焊，堆焊高度应大于母材厚度。整个焊缝不得有咬边、夹渣及连续气孔单个气孔不应大于 1.5mm。
- 4 用化学植筋方式安装风机支架时应符合下列规定：
 - 1) 植筋施工点的衬砌混凝土强度等级应在 C20 以上，厚度应符合现行《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ 145) 的有关规定。
 - 2) 锚孔的孔径、孔深尺寸应满足设计要求，锚孔应避免避开受力主筋。
 - 3) 置入锚固剂前，孔内应清洁干燥。
 - 4) 螺栓安装时应以慢速电钻旋入螺杆，至锚固剂流出为止，不得直接敲入；锚固剂应填充密实。
 - 5) 植筋植入锚孔后，在固化完成之前，应按照规定的养生条件进行固化养生，固化期间严禁扰动。

- 6) 化学植筋焊接时, 应避免高温对锚固剂产生不良影响。
- 5 风机安装连接螺栓的强度等级应满足设计要求; 螺栓必须紧固, 并有防松动和通风与通风控制设施减震装置。
- 6 风机外壳应可靠接地。
- 7 电缆进入风机处应防水密封。
- 8 风机机械安装完成后, 应检查确认安装过程未损伤风机、无异物进入风机内、风机和安装附件的防腐层完好。
- 9 风机试运转后, 应检查确认紧固件无松动。

条文说明

1 方案包括风机的搬运吊装方法、风机安装工艺及流程、风机的调试与检查方法、特种作业设备及人员名单、安全文明生产措施等。

11.4.2 射流风机

- 1 应根据设计文件确定风机安装的位置和方向。
- 2 悬挂安装的风机预埋件应进行荷载试验。
- 3 搬运和吊装风机的绳索, 不得直接钩挂于消声筒上或直接捆绑在机壳上; 吊装时应有防止风机滑落的措施。
- 4 风机就位后, 风机中心线与隧道中心线平行度允许偏差不应大于100mm。

条文说明

2 载荷实验的实验负荷应为风机重力与风机支架重力之和的15倍; 试验时间宜为5min; 抽检数量应为100%。实验的目的是验证预埋件及支架的结构强度和承载能力。

11.4.3 轴流风机

- 1 轴流风机安装前, 应检查基础的位置、外形尺寸、强度, 地脚螺栓规格、位置, 确认满足设计要求。
- 2 各叶片的安装角度应按设备技术文件的规定进行复查和校正, 其允许偏差不应大于 2° 。
- 3 可调叶片在关闭状态下与机壳间的径向间隙应符合设备技术文件的规定。当无规定时, 其间隙的算术平均值宜为转子直径的 $1/1\ 000\sim 2/1\ 000$, 其最小间隙不应小于转子直径的 $1/1\ 000$ 。
- 4 机壳(主风筒)连接时不得产生导致叶顶间隙改变的变形。

- 5 机组各部件与其安装底座应紧密接触, 紧固件受力应均匀。
- 6 风机安装的水平偏差和垂直偏差不应大于 1mm/m。
- 7 风机的进气、排气管路和其他管路的安装, 除应符合现行《工业金属管道工程施工规范》(GB 50235) 的有关规定外, 还应符合下列规定:
 - 1) 风机的进气、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应有单独的支撑, 并与基础或其他建筑物连接牢固。
 - 2) 与风机进气口和排气口法兰相连的直管段上, 不得有阻碍热胀冷缩的固定支撑。
 - 3) 各管路与风机连接时, 法兰面应对中并平行。
 - 4) 气路系统中补偿器的安装, 应按设备技术文件的规定执行。
 - 5) 管路与机壳连接时, 机壳不应承受外力; 连接后, 应复测机组的安装水平程度和主要间隙, 并应符合设备技术要求。
 - 6) 风道与周围土建结构间应无漏风、漏水的间隙。
 - 7) 风机与风道应挠性连接。
- 8 轴流风机消声器的安装应符合下列规定:
 - 1) 消声器外观应平整, 无起泡、折皱、剥落等缺陷。
 - 2) 消声器内所用吸消声材料应充填密实, 厚薄均匀, 无空隙, 不脱落。
 - 3) 消声器各部位拼装贴合应紧密。
 - 4) 穿孔板应平整, 孔眼排列均匀, 无尖角毛刺, 表面应清洁, 无污物或者锈痕, 孔眼光洁, 排列均匀。
 - 5) 各纵向段应相互平行, 前缘外端应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。
 - 6) 金属壳体式消声器应与结构壁面安装结合牢固可靠, 在额定风量下不得出现松动或振颤现象。

11.4.4 通风环境检测与控制设备

- 1 通风环境检测设备主要包括 TW、CO、VI、 NO_x 检测仪等。
- 2 检测仪应避免在机械振动大的区域安装。
- 3 设备壳体应可靠接地。
- 4 通风控制柜宜采用落地式或嵌入式安装。
- 5 安装基座宜以槽钢制作, 基座应适当高于基础底面。现场控制柜安装的水平偏差、垂直偏差不应大于 5mm/m。
- 6 通风控制柜内布线应牢固、整齐、标识清晰。

7 通风控制柜接线应严格按电气原理图进行。进出线孔应采取防水措施。不用的电缆引入孔应安置堵板。控制柜壳体应和接地干线可靠连接。安装完毕后,应将电气原理图和接线图安置于柜内适当位置。

11.4.5 调试与检查

- 1 调试前应检查确认设备安装位置、接线、润滑等满足设计要求。
- 2 风机通电前应检查确认叶轮转动正常。
- 3 风机通电后应做点动检查,双向风机应做双向点动检查,应确认风机运转正常,且风机启动电流不应大于规定值。
- 4 风机试运行应在通电检查后进行,试运行时间不应少于 2h。风机在试运行时不应出现异常的电压、电流、声音、气味。滚动轴承正常工作温度不应高于 70℃,瞬时最高温度不应高于 95℃,温升不应超过 55℃;滑动轴承的正常工作温度不应高于 75℃。轴承的振动速度有效值不应大于 6.3mm/s。
- 5 双向风机应测试其正反向运转功能,风机应能在 30min 内实现 4 次换向,且工作无异常。
- 6 应在不同的环境条件下,测试各类检测器的检测性能,其输出参数误差应满足设计要求。
- 7 单机测试通过后,应对系统功能进行测试,系统功能应满足设计要求。

条文说明

4 轴承温度指标主要是对轴流风机的要求。对轴承箱安装在机壳内的风机,震动值可在机壳上测量。

11.5 隧道照明与照明控制设施

11.5.1 隧道内照明灯具、照明接线箱

- 1 隧道内照明灯具安装应符合下列规定:
 - 1) 灯具安装位置纵向偏差不应大于 30mm,横向偏差不应大于 20mm,高度偏差不应大于 10mm。
 - 2) 灯具安装应整齐美观、牢固可靠、线形流畅,灯具的安装角度应满足设计要求。
 - 3) 应根据照明回路要求接线,宜轮流接入 A、B、C 相,使三相负荷基本平衡;灯具接线应稳固、排列整齐、标识清晰,灯具进出线孔应密封。
 - 4) 灯具外壳应可靠接地。
- 2 照明接线箱安装应符合下列规定:

1) 照明接线箱安装位置纵向偏差不应大于 30mm, 横向偏差不应大于 20mm, 高度偏差不应大于 10mm。

- 2) 照明接线箱安装应牢固、整齐、标识清晰。
- 3) 照明接线箱箱体应可靠接地。
- 4) 箱内接线应稳固、排列整齐、标识清晰, 进出线孔应密封。

11.5.2 隧道洞口照明灯具

- 1 路灯间距误差不应大于 2%, 灯具的安装轴线应与车道中心线平行。
- 2 吊装高杆灯前必须制订安全合理的吊装方案。
- 3 高杆灯宜采用三相供电, 三相负荷应均匀分配。
- 4 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。

5 中杆灯、路灯灯杆垂直偏差不应大于 5mm/m, 高杆灯灯杆垂直偏差不应大于 3mm/m。

6 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。

- 7 灯具外壳、杆体应可靠接地, 接地电阻不应大于 10Ω。

11.5.3 照明检测与控制设备

1 照明检测设备的检测探头方向应与设计方向一致; 立柱结构应满足设计抗风要求, 杆体垂直偏差不应大于 5mm/m。

- 2 检测设备应可靠接地, 接地电阻不应大于 4Ω。
- 3 检测设备的电力电缆、信号电缆接线应牢固、整齐、标识清晰。
- 4 照明控制设备宜与低压配电柜、照明控制柜成套组装。

11.5.4 调试与检查

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 0.5MΩ; 设备接地应满足设计要求。

- 2 依次开启各照明回路, 各回路灯具运行应正常。

3 在市电断电条件下, 由 UPS 或 EPS 供电的应急照明回路工作时间应满足设计要求。

4 各照明段照度、路面照度总均匀度、路面中线照度纵向均匀度应满足设计要求。

- 5 紧急停车带、人行横通道、车行横通道照度应满足设计要求。
- 6 照明检测设备输出参数的误差应满足设计要求。

- 7 高杆灯灯盘升降测试应无异常现象。
- 8 手动控制、时间控制、亮度检测自动控制等控制功能应满足设计要求。

条文说明

7 升降测试时，应使灯盘、灯具及附件从杆下部的检修支撑架到杆顶部的支撑架之间升降，中部制动一次，循环三次，应无异常现象。

征求意见稿

12 供配电设施

12.1 一般规定

12.1.1 供配电设施的施工内容主要包括高低压配电柜（盘和箱）、母线、变压器、不间断电源、应急电源和柴油发电机组装置，以及箱式变电站的安装、调试及检查等。

12.1.2 供配电设施施工应在具备以下条件时进行：

- 1 变配电所房建设施应完善，门窗安装完好。
- 2 室内顶棚、墙体的装饰面应完成施工，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。

12.1.3 电气设备、器具和材料的额定电压区段划分应符合表 12.1.3 的规定。

表 12.1.3 额定电压区段划分

额定电压区段	交流	直流
特低压	50V 及以下	120V 及以下
低 压	50V~1.0kV (含 1.0kV)	120V~1.5kV (含 1.5kV)
高 压	1.0kV 以上	1.5kV 以上

12.1.4 电气设备的计量仪表、与电气保护有关的仪表应检定合格，且当投入运行时，应在检定有效期内。

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

12.1.6 供配电设施的防护等级应符合设计要求。

条文说明

变电所内安装设备主要为电气设备及电子设备，均需要采取防潮、防尘、防鼠等措施。

12.2 设备材料检验

12.2.1 主要设备、材料、成品和半成品应进场验收合格，并应做好验收记录和验收资料归档。

12.2.2 实行生产许可证或强制性认证（CCC 认证）的产品，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

国家质量监督检验检疫总局发布的《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销售者、进口商应当委托经国家认监委指定的认知机构对其生产、销售或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、照明灯具等属于上述目录产品。不论采用何种产品认证，产品上均会有认证标志。经产品生产许可的有许可证编号，经 CCC 认证的产品有 CCC 认证标志、编号或条形码。

12.2.3 母线进场验收应符合下列规定：

- 1 母线合格证和随带安装技术说明书等文件应齐全。
- 2 母线尺寸应满足设计要求，表面应光洁平整，不应有裂纹、折皱、夹杂物及变形和扭曲现象。
- 3 封闭母线、插接母线槽防潮密封良好，各段编号标志清晰，附件齐全，外壳无变形，内部无损伤。
- 4 螺栓固定的母线搭接面平整，镀层覆盖完整，无起皮和麻面；插接母线上的静触头无缺损，表面光滑，镀层完整。

条文说明

本条旨在说明母线表面的质量要求。母线在运输过程易损伤变形，在到达现场使用前应及时进行外观检查，尤其是接头搭接面的质量要满足设计要求，否则当通过大电流时，由于接触电阻增大将使其接头严重发热导致烧坏等。

12.2.4 变压器、箱式变电站的进场验收应符合下列规定：

- 1 查验合格证及随带技术文件，变压器有出厂试验记录。

2 外观检查:有铭牌,附件齐全,绝缘件无缺损、裂纹,充油部分不渗漏,涂层完整;外观不得有机械损伤,各组合部件应安装可靠。

12.2.5 高低压配电柜(盘、箱)、蓄电池柜、UPS柜、EPS柜、控制柜等的进场验收应符合下列规定:

1 查验合格证及随带技术文件,高低压成套配电柜、蓄电池柜、UPS柜、EPS柜等成套柜应有出厂试验报告。

2 外观检查:附带资料齐全,有铭牌,盘柜内元器件无损坏丢失、接线无脱落脱焊,绝缘导线的材质规格应符合设计要求,蓄电池柜内电池壳体无碎裂、漏液,充油、充气设备无泄漏,涂层完整,无明显碰撞凹陷。

12.2.6 柴油发电机的进场验收应符合下列规定:

1 根据装箱清单核查主机、附件、专用工具、备品备件和随带技术文件,核对合格证和出厂运行试验记录,发电机和控制柜有出厂试验记录。

2 外观检查:有铭牌,机身应无缺件,涂层应完整。

12.2.7 绝缘导线、电缆的进场验收应符合下列规定:

1 查验合格证:合格证填写内容应完整、清晰。

2 外观检查:包装完好,电缆端头应密封良好,标识应齐全。抽检的绝缘导线或电缆层应完整无损,厚度均匀。电缆无压扁、扭曲,铠装不应松卷。绝缘导线、电缆外护层应有明显标识和制造厂标。

3 电线、电缆的绝缘性能应符合产品技术标准或产品技术文件规定。

4 绝缘导线、电缆的标称截面积应符合设计要求,其导体电阻值应符合现行《电缆的导体》(GB/T 3956)的有关规定。

12.3 供配电设施安装技术要求

12.3.1 变压器及箱式变电站的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检查合格后,方可安装变压器。

2 吊装变压器时应按照设备安装技术文件的要求进行,严格按照安装技术文件确定吊点。

3 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。

4 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,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 4mm^2 。

5 变压器用封闭母线连接时，应使其导管中心线与母线安装中心线对准。

6 防雷接地、中性点接地、外壳接地符合规范要求。变压器的低压侧中性点应与接地装置引出的接地干线直接连接。

7 变压器箱体、干式变压器的支架或外壳应分别单独与保护导体可靠连接，紧固件及防松零件齐全。

8 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帽应齐全，拧紧牢固。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。

9 箱式变电站内、外的涂层应完整、无损伤，对于有通风口的，其通风口防护网应完好。

10 箱式变电所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清晰，回路名称应正确。

条文说明

1 公路机电工程变压器一般采用环氧树脂浇筑式干式变压器，本要求暂不涉及油浸式变压器。

3 本条强调为了避免选取的不合理吊点而引起的吊装损坏变压器结构，一般干式变压器可利用变压器上部横梁主吊环吊装。

8 变压器箱体、干式变压器的支架或外壳属于金属导体，均是电气装置中重要的外露可导电部分，为了人身和安全，应与保护导体可靠连接。连接方式宜采取直接焊接或紧固螺栓连接等。

9 公路供配电常在路侧设置箱式变电站或落地式配电箱，本体有较好的防雨雪和通风性能，但其底部不是全密闭，为了防止积水等入侵，其基础高度和周围排水通道设置应在施工图设计中予以明确。

12.3.2 公路机电系统常用的高低电压配电柜有 10kV 金属铠装中置式开关柜、10kV 紧凑型开关柜、低压开关柜等，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 对于装有电器的可开启门，门和金属框架的接地端子间应选用截面积不小于 4mm^2 的黄绿色绝缘铜芯软导线连接，并应有标识。

3 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》(GB50054)的有关规定。

4 手车、抽屉式成套配电柜推拉应灵活，无卡阻碰撞现象。动、静触头的中心线应一致，且触头接触应紧密，投入时，接地触头应先于主触头接触；退出时，接地触头应后于主触头脱离。

5 柜、箱、盘内电涌保护器 (SPD) 安装应符合下列规定：

- 1) SPD 的型号及安装布置应符合设计要求。
- 2) SPD 的接线形式应符合设计要求，接地导线的位置不宜靠近出线位置。
- 3) SPD 的连接导线应平直、足够短，且不宜大于 0.5m。

6 照明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应不大于 2 根，防松垫圈等零件应齐全。

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。

7 基础型钢的安装的允许偏差应符合表 12.3.2-1 的规定。

表 12.3.2-1 基础型钢允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	
	mm/m	mm/全长
不直度	< 1.0	< 5.0
水平度	< 1.0	< 5.0
不平行度	-	< 5.0

8 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 12.3.2-2 的规定。

表 12.3.2-2 柜、台、箱、盘安装允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
每米垂直偏差		< 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
------	-------

9 柜台箱相互间或与基础型钢间应用镀锌螺栓连接，且防松零件应齐全；当设计有防火要求时，柜台箱的进出口应做防火封堵，并应封堵严密。

10 室外安装的落地式配电（控制）柜、箱基础应高于地坪，周围排水应通畅，其底座周围应采取封闭措施。

条文说明

2 连接导线的规格综合考虑了机械强度和允许的最小导体截面积，其要求采用绝缘铜芯软导线而非裸铜软线，旨在避免带有电气的柜、台、箱可开启门活动时触及电器连接点而引起电击事故的发生。

3 本条中连接导体截面积的规定原上适用于供电系统各级保护接地导体（PE）截面积的选择。

4 安装的产品自身质量应达到上述要求，在此强调是为了保证安装后必须检查上述项目，动、静触头的中心线一致为了确保通电可靠，接地触头先入后出是保证安全的必要措施。

5 SPD 一般与柜、箱、盘成套提供，但当设计后补或元件更换时，现场安装 SPD 也在所难免，此时安装应符合上述要求，以确保其保护作用发挥，设备运行安全可靠。

8 本条规定为目的主要从盘列柜的美观要求确定，参照了《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》（GB50171-2012）。一般的采用同一厂家或型号，或者按照设计要求定制的柜体，安装能满足上述要求。

12.3.3 不间断电源（UPS）和应急电源装置（EPS）

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。内部接线应正确、可靠不松动，紧固件应齐全。

2 安放 UPS 或 EPS 及蓄电池柜的槽钢基础应符合本规范第 12.3.2-1 条的有关规定，设备垂直偏差应符合本规范第 12.3.2-2 条的有关规定。

3 UPS 和 EPS 的绝缘电阻值应符合下列规定：

- 1) UPS 的输入端、输出端对地间绝缘电阻值不应小于 $2M\Omega$ 。
- 2) 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。

5 蓄电池组的安装应符合下列规定：

- 1) 蓄电池组在搬运过程中不应触动极柱和安全排气阀。

2) 蓄电池安装应平稳, 间距应均匀, 单体蓄电池之间的间距不应小于 5mm; 同一排、列的蓄电池槽应高低一致, 排列应整齐。

3) 连接条的接线应正确, 连接部分应涂以电力复合脂。螺栓紧固时, 应用力矩扳手, 力矩值应符合产品技术文件的要求。

4) 有抗震要求时, 其抗震设施应符合产品技术文件的要求。

6 蓄电池的引出电缆宜采用塑料外护套电缆。电缆的引出线应标明极性, 正极应为赭色, 负极为蓝色。蓄电池电源引出电缆不应直接连接到极柱上, 应采用过渡板连接。电缆接线端子应有绝缘防护罩。

7 蓄电池到达现场后, 应在规定时间内进行安装和充电。安装前的保管应按产品技术文件要求进行。

条文说明

6 为了防止连接引出电缆时蓄电池极柱受到太大引力而损坏蓄电池, 因此要求采用过渡板连接。接线端子要求设置绝缘防护罩主要考虑人体不小心触及带电部分。

12.3.4 柴油发电机

1 柴油发电机组的四周净距不得小于 1m, 上部净距不得小于 2m。柴油发电机组的设置位置和工作环境应按照机组有关技术文件要求, 满足机组的工作环境要求。

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 发电机组至配电柜馈电线路的相间、相对地间的绝缘电阻值, 低压馈电线路不应小于 $0.5M\Omega$, 高压馈电线路不应小于 $1M\Omega/kV$ 。

6 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。

7 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, 接地螺栓防松零件齐全, 且有标识。

8 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。

9 柴油发电机组与市电的双向转换开关应可靠，严禁倒送电。双向开关的接线应经过当地供电部门验收。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。

条文说明

1 本条规定的目的是为了便于机组的冷却、操作和维护保养等；其设置的环境满足柴油发电机组的工作环境要求。

12.4 供配电设施调试

12.4.1 高压的电气设备、布线系统以及继电保护系统必须交接试验合格，交接试验符合现行《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150）的有关规定。

条文说明

本条文属于《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150）强制性条文。交接试验包括高压的电气设备、高压的布线系统以及继电保护系统。继电保护系统包括二次接线部分。高压的电气设备、布线系统以及继电保护系统是公路机电系统电力供应的高压终端，在投入运行前必须做交接试验。试验标准应符合上述标准的规定。

12.4.2 低压和特低压的电气设备和布线系统的检测或交接试验应符合表 12.4.2 的规定。

表 12.4.2 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 兆欧表遥测 $\geq 1M\Omega$ ，潮湿场所 $\geq 0.5M\Omega$
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》（GB50303-2015）制定。

12.4.3 变压器和箱式变电站的交接试验，应符合下列相关规定：

1 变压器及高压电器设备应按照现行《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150）的规定交接试验合格。

2 箱式变电站的交接试验应符合下列规定:

1) 由高低压成套开关柜、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必须按照规定进行交接试验且合格。

2) 高压开关、熔断器等与变压器组合在同一个密闭油箱内的箱式变电站,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应不小于 $0.5M\Omega$; 当国家现行产品标准未做规定时, 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 $10M\Omega$ 时, 宜采用 $2500V$ 兆欧表遥测。

12.4.4 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。

12.4.5 高压成套配电柜应按本规范第 12.4.1 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 12.4.2 条的有关规定执行交接试验。

12.4.6 母线装置安装完毕投入运行前, 应满足以下要求:

- 1 预埋件、开孔及扩孔等工程完毕。
- 2 保护性网门、栏杆及所有与受电部分隔离的设施齐全。
- 3 受电后无法进行的和影响运行安全的项目已经施工完毕。
- 4 施工设施已拆除, 场地已清理干净。
- 5 母线支架和封闭式母线、插接式母线的外壳接地或接零良好。
- 6 母线绝缘电阻测试和交流工频耐压试验合格。

12.4.7 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。

12.4.8 柴油发电机安装完毕后, 调试应按照以下要求进行:

1 按照设计要求配置的消防设施通过验收, 符合相关要求。

2 油、气、水冷、风冷、烟气排放等系统和隔振防噪声设施的安装工程已经验收完成, 包括发电机静态试验或随机配电盘控制柜接线检查等内容。

3 发电机试验应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB50303) 附录 B 发电机交接试验进行。

4 发电机空载试运行和试验调整完成并合格。

5 发电机空载试运行和试验调整合格后，受电侧低压配电柜的开关设备、自动或手动切换装置和保护装置等试验合格后，应按照设计的自备电源使用分配预案进行负荷试验，机组连续运行 12h 无故障。

条文说明

3 本条主要参考《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB50303-2015）的有关要求制定。在电气工程中，无论是高压发电机还是低压发电机在制造厂均做出厂试验，合格后柴油发动机组一起成套供货。安装后应按照上述要求的规定做常规交接试验。由于电气交接试验是在空载情况下对发电机性能检查，而负载情况下的检查要与柴油发动机有关试验一并进行，检查包括柴油机的调速特性能否满足供电质量要求等。

征求意见稿

13 照明设施

13.1 一般规定

13.1.1 照明设施的施工内容主要包括公路（收费广场、桥梁、互通区以及主线其他路段）照明灯具、照明接线箱、照明杆体等安装、调试及检查。

13.1.2 照明设施施工应在具备以下条件时进行：

- 1 路面（桥面）标高具备确定条件。
- 2 需要与桥梁护栏等构造物整体浇筑的照明立柱基础工程应随主体工程已施工完毕。
- 3 基础预埋件符合设计要求。

13.2 进场材料验收

13.2.1 照明灯具及附件的进场验收应符合下列规定：

1 照明工程采用的设备、材料及配件应有清单、使用说明书、合格照明文件、检验报告等。合格证内容应填写齐全、完整，灯具材质应符合设计要求和产品标准要求；新型气体放电灯具有随带技术文件；太阳能灯具的内部短路保护、过载保护、反向放电保护、极性反接保护等功能性试验资料应齐全，并应符合设计要求。

2 外观检查：

1) 灯具涂层完整，无损伤，附件齐全。I类灯具的外露可导电部分应具有专用的PE端子。

2) 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。

3) 内部接线为铜芯绝缘接线，截面积应与灯具功率相匹配，且不小于 0.5mm^2 。

3 自带蓄电池的供电时间应进行现场检测，并应符合设计要求。

4 灯具的绝缘性能可进行现场抽样检测，灯具的绝缘电阻值不应小于 $2\text{M}\Omega$ ，灯具内绝缘导线的绝缘层厚度不应小于 0.6mm 。

13.3 照明设施安装技术要求

13.3.1 照明灯杆安装位置应选择合理，符合设计要求。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》（GB50061）及《110~500kV 架空送电线路设计技术规程》（DL/T5092）的有关规定。

条文说明

灯杆与周围架空线路的最小距离是由不同电压的放电距离确定的，本条是直接关系设备、架空线路和人身安全的重要规定。

13.3.2 公路照明质量宜符合现行的《公路照明技术条件》（GB/T 24969）的有关规定。

条文说明

公路照明设施施工，不仅要保证安装工艺、方法符合相关要求，还应确保最终的安装效果即照明质量符合相关规定，本条主要参考《公路照明技术条件》GB/T 24969-2010 中对公路照明质量作出的相关要求和规定。

13.3.3 公路照明应以照明功率密度值作为照明节能的评价指标，连续照明的常规路段其照明功率密度值宜符合现行的《公路照明技术条件》（GB/T 24969）的有关规定。

条文说明

本条主要参考《公路照明技术条件》GB/T 24969-2010 的有关规定，对照明设施安装施工中，应注意照明节能也是照明设施安装施工的要求之一。

13.3.4 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路灯安装高度、仰角、装灯方向宜保持一致，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，应进行特殊考虑。

13.3.5 成套灯具的带电部分对地绝缘电阻值应不小于 $2M\Omega$ 。

13.3.6 引向单个灯具的电线纤芯截面积应与灯具功率匹配, 电线纤芯最小允许截面积应不小于 1.5mm^2 ; 功率 400W 及以上的最小允许纤芯截面不宜小于 2.5mm^2 。

13.3.7 灯泡座应固定牢靠, 可调灯泡座应调整至正确位置。绝缘外壳应无损伤、开裂; 相线应接在灯泡座中心触电端子上, 零线应接螺口端子。

13.3.8 每套灯具应在相线上装设相配套的保护装置。

13.3.9 灯杆的检修门应有防水措施, 并设置需要专用工具开启的闭锁防盗装置。

13.3.10 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 200mm。

13.3.11 灯具内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, 多股导线不能散股。

13.3.12 灯具与基础应固定可靠, 各种螺栓宜加垫片和防松装置进行紧固; 紧固后螺丝露出螺母不得少于两个螺距, 最多不宜超过 5 个螺距。灯具接线线盒的盒盖防水密封垫齐全、完整。

13.3.13 路灯安装使用的灯杆、灯臂、抱箍、压板等金属构件应进行热镀锌处理, 防腐质量应符合国家现行标准的相关规定。

13.3.14 灯杆、灯臂等热镀锌后, 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

公路照明灯杆用材有混凝土、玻璃钢及钢材质等, 由于混凝土浇筑不便、体积重安装不便、美观差等应用较少, 玻璃钢材质虽具有非导电性、抗腐蚀能力强、重量轻等优点, 但目前质量全面检测的机构较少, 不便控制质量。因此, 本规范主要针对公路照明常采用的钢材质灯杆作出了相关规定。

13.3.15 钢灯杆的允许偏差应符合下列规定:

- 1 杆身长度允许偏差宜为杆长的 $\pm 0.5\%$;

- 2 杆身横截面直径、对角线或对边距允许偏差宜为 $\pm 1\%$ ；
- 3 检修门框尺寸允许偏差宜为 $\pm 5\text{mm}$ 。

13.3.16 高杆灯安装应符合下列规定：

- 1 灯杆、灯盘、配线、升降电动机等应符合现行《高杆照明设施技术条件》（CJ/T 3076）的有关规定。
- 2 安装采用的吊装方案应安全、合理、可靠，吊装前应核算方案的安全性。
- 3 灯具安装前要进行启动性能、密封性能试验，如有灯具检测元件，应做检测元件灵敏度试验。
- 4 宜采用三相供电，三相负荷应均匀分配，每一回路必须装设保护装置。
- 5 杆身垂直度允许误差宜小于 3% ；灯具的安装角度应符合设计要求。
- 6 应配置防雷接地装置，并应符合 GB 50057 的有关规定。

13.3.17 低杆灯、中杆灯安装应符合下列规定：

- 1 杆体采用钢材质长度小于等于 13 米时，锥形杆应无横向焊缝，纵向焊缝应匀称、无虚焊。
- 2 杆体垂直度偏差不应大于 5mm/m 。
- 3 直线路段安装的路灯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。平曲线半径大于等于 1000m 的曲线路段可按照直线路段要求进行布设；平曲线半径小于 1000 米的曲线路段，照明灯具的布设间距宜为直线段 $0.5\sim 0.7$ 倍，半径越小，间距也应越小。
- 4 灯臂应固定牢靠，灯臂纵向中心线与道路纵向线成 90° 角，偏差不应大于 2° 角。
- 5 灯具外壳、杆体应可靠接地，接地电阻不应大于 10Ω 。

条文说明

3 中、低杆灯在连续布置时，直线段灯具的布设间距误差便于控制；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、互通区等路段的路灯间距宜参照上述要求进行控制，或作特殊考虑。

13.4 照明设施调试

13.4.1 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 $0.5\text{M}\Omega$ ；设备接地应满足设计要求。

13.4.2 试运行前应检查灯杆、灯具、光源、镇流器、触发器、熔断器等电器型号和规格，符合设计要求。

13.4.3 杆位应合理,杆高、灯臂悬挑长度、仰角一直;各部位螺栓紧固牢靠,电源接线准确无误。

13.4.4 灯杆、灯臂、灯具、电器等安装固定牢靠。

13.4.5 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,投光灯具投射角度应调整适当。

13.4.6 基础尺寸、标高与混凝土强度等级应符合设计要求,基础无视觉可辨识的沉降。

13.4.7 依次开启各照明回路,各回路灯具应运行正常。

13.4.8 高杆灯灯盘升降测试应无异常现象。

13.4.9 照明控制方式和控制功能应符合设计要求。

征求意见稿

14 系统联调

14.1 一般规定

14.1.1 系统联调内容包括公路机电工程中受施工顺序制约的、有交叉的、有互相关联的、有数据交换的子系统之间及本路段和其他路段、省中心之间有联网要求的系统之间的联合调试。

条文说明

系统联调包括子系统之间互联互通及与外界其他系统互联互通的联调调试，不包括设备单机调试及子系统内部系统调试。

14.1.2 系统联调应在具备以下条件下进行：

- 1 各子系统已经调试完毕，各子系统功能、技术指标均符合设计要求。
- 2 子系统间接口明确、界面清晰。
- 3 系统联调计划方案编制完成。
- 4 系统联调所需要的介质、材料、工具、仪器已经准备好。
- 5 参加系统联调人员已经过技术交底和培训，熟悉联调方案和操作规程，能正确操作。
- 6 对人身或机械设备可能造成损伤的部位，相应的安全设施或安全防护装置设置完善。
- 7 系统联调过程及结果记录表格齐全。

14.2 系统联调技术要求

14.2.1 通信系统与收费系统的联调应达到通信系统提供的通信线路满足收费数据传输的要求。

14.2.2 通信系统与监控系统的联调应达到通信系统提供的通信线路满足监控数据传输的要求。

14.2.3 通信系统应接入全省干线接入网,实现本路段与其它路段及省中心之间数据通道互联互通。

14.2.4 本路段收费、监控数据和图像应能按设计要求上传至省中心,并接收省中心下发的数据及参数。

14.2.5 应实现收费系统与监控系统之间数据、图像、指令互联互通。

14.2.6 应实现本路段道路监控系统与隧道监控系统之间数据共享、图像统一调度。

征求意见稿

15 完工测试、交工验收

15.0.1 完工测试应在公路机电工程安装调试完成后，公路通车运营前进行。

条文说明

公路主体工程、交安工程在交工检测合格、交工验收后，公路方可通车运营。而公路机电工程在安装调试完成后、通车运营前应进行自检，自检合格后申请完工测试，完工测试合格后再通车运营。公路机电工程通车运营后进入试运行阶段，试运行合格后再进行交工检测、交工验收。完工测试是机电工程安装质量及系统功能的首次完整测试。

15.0.2 完工测试前，公路机电工程合同约定的各项内容应全部完成。各方就合同变更的内容达成书面一致意见。

15.0.3 完工测试前，公路机电工程的项目文件、自检资料应包括以下内容：

- 1 竣工图表：变更设计一览表、变更图纸、工程竣工图；
- 2 工程管理文件：施工组织机构及人员、岗位责任划分、施工组织设计、技术交底文件、会议纪要等；
- 3 施工质量控制文件：工程质量管理文件、材料及标准试验、施工工序资料、缺陷责任期资料；
- 4 施工安全及文明施工文件：安全生产的有关文件、安全事故的调查处理文件、文明施工的有关文件；
- 5 进度控制文件：进度计划及批准文件、进度执行情况、有关进度的往来文件；
- 6 计量支付文件；
- 7 合同管理文件；
- 8 施工原始记录。

条文说明

按照《公路工程竣（交）工验收办法实施细则》交公路发〔2010〕65号中附件2《公路工程项目文件归档范围》要求，公路工程的项目文件、自检资料应包括竣工图

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、进度控制文件、计量支付文件、合同管理文件和施工原始记录。

15.0.4 完工测试前，公路机电工程工程质量自检应包含以下内容：

- 1 基本要求：设备数量、型号、规格、安装及接线质量规格符合设计要求，所有进出线标识齐全、并附有配电简图，经过通电测试设备处于正常工作状态，需要专项检测的特种项目已验收；
- 2 实测项目：根据现行的《公路工程质量检验评定标准》JTG F80 的规定，具备现场测试条件的子项全部进行测试合格；
- 3 外观鉴定合格。

15.0.5 公路机电工程质量自检合格后，应申请进行完工测试。

条文说明

完工测试参照现行的《公路工程质量检验评定标准》JTG F80 及设计要求进行。

15.0.6 公路机电工程施工应按照《公路工程竣（交）工验收办法》（交通部令 2004 年第 3 号）、《公路工程竣（交）工验收办法实施细则》交公路发〔2010〕65 号两个办法的要求，完成交工验收工作。

条文说明

公路机电工程完成合同约定的全部工程内容，且经施工自检和检验评定均合格后，提出合同段交工验收申请报审查。交工验收申请应附自检评定资料和施工总结报告。《公路工程竣（交）工验收办法》（交通部令 2004 年第 3 号）、《公路工程竣（交）工验收办法实施细则》交公路发〔2010〕65 号两个办法中有详细的交工验收要求，本章不再赘述。

16 公路机电工程施工标识

16.1 一般规定

16.1.1 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等。

16.1.2 各类标识应选用不易褪色、耐腐、耐磨、耐用材料制作，各类标识应可靠固定。

16.1.3 标识宜打印，应清晰、完整；不能使用打印方式制作的标识，宜采用丝印、腐蚀或雕刻方式，文字字体统一。

16.1.4 施工单位应提供标识说明手册。

16.2 设备标识

16.2.1 设备标识制作好后应可靠固定在设备右上角。

16.2.2 对于高度相同的机柜、设备等标识粘贴应保持同一水平。

16.2.3 在粘贴标识之前应清洁被贴物表面。

16.2.4 设备标识应根据需要标识的硬件类型和要求，宜选用以下三种材质，参数如表 16.2.4。

表 16.2.4 设备标签材质参数

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±10% mm	0.050±10% mm	0.32±10% mm
粘胶剂	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±10% mm	0.070±10% mm	0.13±10% mm
最低贴标温度	5℃	5℃	5℃
使用温度范围	-40℃~+149℃	-40℃~+149℃	-40℃~+90℃

使用湿度范围	相对湿度 20%-70%	相对湿度 20%-70%	相对湿度 50%
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

16.2.5 标识内容应包括：设备名称、设备主要功能描述、设备经销商或厂家联系方式以及设备启用时间等。

16.2.6 对于尾纤、2M 线等，应注意同种类型的线缆选用统一标准的标签尺寸，并保持粘贴方向和高度一致。

16.3 光缆标识

16.3.1 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。

16.3.2 标识内容应包括：光缆型号、光缆用途、光缆路由等。

16.3.3 应在配线柜内张贴光缆纤芯分配表。

16.3.4 直埋光缆应设置光缆标识桩，光缆标识桩间距应满足设计要求，设计未要求的按 50m 等间距布设，拐弯处增设。

16.4 供电电缆及控制电缆标识

16.4.1 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有标识并可靠固定。

16.4.2 线缆标识宜采用以下两种材质，参数如表 16.4.2。

表 16.4.2 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 ± 10% mm	0.8mm
粘胶剂	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 ± 10% mm	-
最低贴标温度	5°C	-
使用温度范围	-40°C ~ +90°C	-25°C ~ +120°C

使用湿度范围	相对湿度 20%-70%	相对湿度 20%-70%
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、RRU 等

16.4.3 标识内容应包括：电缆型号、电缆用途、电缆路由等。

16.4.4 直埋电缆应做好电缆标识桩，电缆标识桩间距应按设计文件规定，设计文件未规定的按 100 米等间距布设，在拐弯处增设。（参考光缆修改）

16.5 线缆端头标识

16.5.1 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。

16.5.2 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。

16.5.3 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。

17 公路机电工程文件资料

17.0.1 公路机电工程文件资料一般应包括施工记录文件、设备与材料报验文件、隐蔽工程报验文件、软件功能测试记录文件、计量支付文件、完工与交工质量评定文件、交竣工文件。

17.0.2 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；二者宜对应归档。

17.0.3 施工记录文件包括从工程签发开工令开始直至工程交竣工结束整个过程中记录的各类文件的总称。

条文说明

施工记录文件应包括：施工组织计划、开工报告、施工日志、施工月报、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、照片及影像资料、设备安装记录、设备调试记录、分系统调试记录、联合调试记录。

17.0.4 用于工程的设备、材料和半成品在使用前均需报验；不合格的设备、材料和半成品一律不得用于工程。报验应形成报验材料进行存档。

条文说明

设备、材料应按进场批次分类报验，设备、材料报验文件应包含设备与材料名称、型号与规格、产地与生产厂家、合同数量、进场数量、进场日期、原材质质量证明书或出厂质量保证书、合格证（进口材料、设备提供报关单复印件）、特殊设备提供相应部门的检测报告。

17.0.5 公路机电工程中设备基础、直埋电缆、管道、接地装置及各类预埋件等应进行隐蔽工程报验，并形成报验文件。

条文说明

隐蔽工程报验文件应包含工程名称、工程位置地点、工程技术要求、工程施工时间、工程数量、工程检查方法、工程检查结果、工程影像资料等。

17.0.6 软件功能测试记录文件应完整，并应按照实际测试记录形成文件并存档。

条文说明

软件功能测试应包含但不限于以下内容：1、与下端设备交换数据的实时性和可靠性；2、在系统工作状况中的监视功能；3、统计、查询、打印报表功能；4、数据备份、存档功能；5、查原始数据功能；6、图像稽查功能；7、数据备份功能；8、报警录像功能。

17.0.7 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。

条文说明

计量支付文件应包含以下内容：付款申请、支付报表封面、工程进度报表、支付汇总报表、工程量清单支付报表、变更工程支付报表、相关变更批复文件复印件等。

17.0.8 交竣工文件应内容完整、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。

条文说明

交竣工文件应包括行政管理性文件、技术文件、安全及文明施工文件、进度控制文件、费用支付文件、变更批复文件、施工日志、照片及音像文件、施工原始记录文件。

18 施工安全及环境保护

18.1 一般规定

18.1.1 施工安全及环境保护技术要求内容包括技术交底、通车路段施工安全、施工运输安全、库房安全、特种机械操作安全、施工用电安全、开挖作业安全及环境保护要求等。

18.1.2 应建立健全安全、环境保护组织体系，保证安全生产费用。

条文说明

机电工程施工应坚持“安全第一、预防为主、综合治理”方针，认真贯彻执行国家有关安全生产的法律、法规、制度和标准，建立健全安全组织保证体系，树立安全事故“零容忍”理念，加强安全教育，提高安全意识，落实安全费用，完善安全措施，杜绝重大安全事故发生，实现高速公路建设安全发展。

18.1.3 应制定安全、文明施工方案。应加强施工人员教育与培训并落实安全生产责任制。

条文说明

为加强公路机电工程施工现场管理，促进安全生产和文明施工，实现公路机电工程科学、规范、安全和文明的管理目标，根据国家有关规定，结合公路机电工程实际，应制定安全、文明施工方案。

18.1.4 逐级签订安全责任合同，明确安全目标，定期召开安全生产会议。

条文说明

工程实施中应加强对管理人员及施工人员的教育与培训，落实安全生产责任制，保证工程质量和安全。制定安全生产方案。成立以项目经理为领导的安全生产领导小

组，具体指导、检查各施工作业队的安全生产活动。各施工队成立以队长为组长的安全领导分组，设专职安全员，负责安全生产活动，落实安全生产的保证措施，实现安全生产目标。

18.1.5 应制定完备的安全生产保证措施和应急预案。

18.1.6 施工人员进入施工作业区内应身穿反光背心，头戴安全帽，并佩戴胸牌。

18.2 施工安全技术交底要求

18.2.1 施工安全技术交底应由项目负责人实施，实行逐级安全技术交底制度。

条文说明

施工安全技术交底由项目负责人实施。实行逐级安全技术交底制度。横向涵盖项目部内各职能部门，纵向延伸到施工班组全体作业人员，操作员未经安全技术交底不准作业。安全技术交底内容应涵盖工程概况、施工方法、施工程序、安全技术措施等。

18.3 高空作业施工安全要求

18.3.1 脚手架、支架安装应符合《建筑施工脚手架安全技术统一标准》（GB 51210）要求。

18.3.2 高空作业时，必须扣挂好安全带，配戴安全帽。

18.3.3 高空作业时上下传递物件禁止抛掷。

18.4 通车路段施工安全要求

18.4.1 通车路段施工，作业区域交通标志、设施的设置必须符合《道路交通标志和标线》（GB5768）和《公路养护安全作业规程》（JTG H30）。应安排专职安全人员指挥和引导行驶车辆。

18.4.2 施工车辆禁止逆行，车辆应停靠在施工作业区内，并设置警示标志。

18.5 施工运输安全要求

18.5.1 施工用车应设置反光标志和施工标识。

18.5.2 设备材料应摆放整齐，捆绑牢固。

18.5.3 施工车辆不得人货混载。

18.6 库房安全要求

18.6.1 库房应设置在交通便利的安全地带。

18.6.2 库房应具有防水、防火、防盗设施。

18.6.3 库房内应安排专人管理，内部设备应摆放整齐，归类清晰。

18.7 特种机械操作安全要求

18.7.1 特种机械操作人员应持证上岗。

18.7.2 特种设备证件必须齐全、有效，技术性能满足要求，安全防护设施应可靠。

18.7.3 特种机械应定期保养，并做好保养记录。

18.7.4 特种机械在使用中禁止扩大使用范围，应严格按照机械使用说明书中规定的使用条件使用。启动发动机及移动机器前应鸣喇叭发出警示。

18.8 施工用电安全要求

18.8.1 各供电单元应逐级供电，禁止两个或多个供电单元同时供电。

18.8.2 供电前应通知供电区域内各施工单位和人员，高压区域内无关人员应撤离。

18.8.3 高压供电操作必须持证上岗。一般应有二人以上执行操作，操作应有预令和动令并做好记录。

18.8.4 各变电所应设置高压警示标志，禁止随意入内。

18.8.5 施工临时用电在停、送电时，应确保用电终端无人作业。

18.9 开挖作业安全要求

18.9.1 开挖作业区域应有遮挡、防护、警示措施。

18.10 环保要求

- 18.10.1 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。
- 18.10.2 应采用有效措施避免粉尘污染措施。
- 18.10.3 当施工噪声白天超过 70dB 以上或夜间超过 55dB 以上时，应采取降噪措施。
- 18.10.4 施工过程中产生的废料，均应在施工过程适当环节进行利用或再生。

条文说明

工程后期的废料，应当彻底清除汇集，用于铺筑、改善地方道路、生产道路、乡间场坝等，确实不能利用的，应选择合适地点集中堆放，以便未来进行处理或利用。

征求意见稿