

湖南省高速公路平安百年品质工程 标准化建设指南 (专业篇 下篇)

湖南省交通运输厅
二〇二三年 七月

湖南省高速公路平安百年品质工程 标准化建设指南

审定委员会

主任委员：罗 恒

副主任委员：任成志 喻 波

委 员：吕健鸣 王世斌 罗 勇 傅 励 周利金

编写人员

主 编：巢万里 宁小春 喻泽文 胡柏学

编写人员：钟梦武 杨春林 张 科 刘国民 鲁爱芝

曹佳宝 戴剑军 徐 钦 岳 铭 戴利生

姜引利 王文军 龚锦林 王立宏 张连山

喻峥嵘 祝 勇 张晓军 毛阿立 刘 雄

蒋 康 樊 颖 雷顺成 董 城 张敬宇

陈名邦 廖文杰 张国顺 刘 洋 罗 栋

庄宝利 刘旺明 周 轮 刘 灿 康 黔

前言

2015年10月，在全国公路水运工程质量安全工作会议上，交通运输部首次提出建设“品质工程”的概念，标志着我国交通事业开始由快速发展逐步向高质量发展转变。2018年底，在推行品质工程的基础上，再次提出建设“平安百年品质工程”。这既是践行“四个工程”的要求，也是加快建设交通强国，推进交通基础设施高质量发展的具体举措。

2022年底，我省高速公路通车里程达7330km，位居全国前十，但高速公路的相对密度仍较低，发展前景仍十分广阔。为及时总结近十年高速公路建设的技术和管 理成果，促进科技创新和“四新技术”应用，提高高速公路标准化建设水平，提升高速公路基础设施使用寿命，实现我省高速公路高质量发展目标，更好地指导“平安百年品质工程”建设，省交通运输厅提出了《湖南省高速公路平安百年品质工程标准化建设指南》（以下简称为“《指南》”）的编制任务，湖南省交通科学研究院有限公司和湖南省交通建设工程监理有限公司承担了《指南》的编制工作。

根据编制要求，《指南》以标准化建设为抓手，融合提炼省内外高速公路建设管理的成功经验，注重管理与技术相结合，强化参建各方职责，侧重新技术应用和解决工程质量通病。内容主要涵盖高速公路建设管理全过程，分为综合篇和专业篇两大部分，包括管理职责、质量管理、安全管理、造价管理、环水保管理、信息化建设管理、路基工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程、交通安全设施工程、房建工程、改扩建工程等。《指南》以国家及行业现行法律法规、标准规范为依据，全面总结湖南省高速公路标准化管理、品质工程、绿色公路建设经验，可作为参建单位日常工作的行动指南。

本篇为《指南》的专业篇，共分为上下篇12章，其中上篇包括：路基工程、路面工程、桥涵工程、隧道工程，下篇包括：交通安全设施工程、环境保护与生态景观工程、机电工程、房建工程、改扩建工程、两区三厂建设、工地试验室建设、其他临时工程。本篇侧重对高速公路建造技术进行总结，充分吸纳近年来国内外应用较成熟、成功的“四新技术”，着力推进BIM+GIS、大数据、人工智能等先进技术在高速公路建设中的应用，并对影响工程品质和耐久性的质量通病进行了深入分析、诊断，提出了有针对性的解决方案，可供湖南省交通运输行业主管部门、高速公路工程项目参建

单位和参建人员使用，其他公路建设者可根据需要借鉴参考。

本篇与指南的《综合篇》组成了指南的完整体系，是湖南省高速公路建设“平安百年品质工程”的指导性文件，高速公路各参建单位应在实践中整体把握和使用。

《指南》在编制过程中得到了湖南省高速公路集团有限公司、湖南省交通水利建设集团有限公司、湖南省路桥建设集团公司、湖南中铁炉慈桑龙高速公路有限公司等单位的大力支持。省交通运输厅造价站、省交通建设质量安全监督管理局、省公路事务中心等职能部门为《指南》的完善提供了宝贵意见，在此一并表示感谢。

本《指南》在实施过程中，请各单位将发现的问题和意见函告湖南省交通运输厅基本建设处（地址：长沙市天心区湘府西路199号，邮编：410015，电话：0731-88770091）或湖南省交通科学研究院有限公司（地址：长沙市芙蓉中路三段472号，邮编：410015，电话：0731-85223006），以便修订时参考。

本《指南》由湖南省交通运输厅归口并负责解释。

目 录

前 言	3
第五章 交通安全设施工程	1
5.1 总则	1
5.2 一般规定	1
5.3 交通标志	1
5.3.1 放样	1
5.3.2 基础	2
5.3.3 标志钢结构加工	3
5.3.4 标志板面加工	3
5.3.5 安装	3
5.3.6 里程碑、百米桩、公路界碑	4
5.4 标线	4
5.4.1 交通标线	4
5.4.2 突起路标	6
5.5 护栏	6
5.5.1 护栏施工前的准备工作	6
5.5.2 波形梁护栏	6
5.5.3 混凝土护栏	8
5.5.4 中央分隔带开口护栏	11
5.5.5 缓冲设施	11
5.6 隔离栅	11
5.6.1 立柱基础	11
5.6.2 网片安装	12
5.6.3 防落物网安装	12
5.7 视线诱导设施	13
5.7.1 柱式轮廓标	13
5.7.2 附着式轮廓标	13

5.7.3	隧道轮廓带	13
5.7.4	示警桩、示警墩、道口标柱	13
5.8	避险车道	14
5.8.1	避险车道	14
5.9	质量通病防治	14
5.9.1	护栏	14
5.9.2	隔离栅安装	14
5.9.3	轮廓标	15
5.9.4	突起路标设置	15
5.9.5	防眩板安装	15
5.9.6	标志	16
5.9.7	标线	16
5.10	质量通病防治	17
5.10.1	高强钢轻量化波形梁护栏的应用	17
5.10.2	雨夜反光玻璃珠应用	17
5.10.3	护栏改造施工方案（套管方案）	18
5.10.4	主动发光标志的应用	21
第六章	环境保护与生态景观工程	22
6.1	总则	22
6.2	一般规定	22
6.3	声屏障工程	23
6.3.1	基本要求	23
6.3.2	施工准备	23
6.3.3	施工流程与要点	24
6.3.4	质量控制及检验	25
6.4	污水处理工程	26
6.4.1	一般要求	26
6.4.2	施工准备	26

6.4.3	施工流程与要点	27
6.4.4	质量控制及检验	28
6.5	中分带、路侧景观工程	29
6.5.1	一般要求	29
6.5.2	施工技术要点	29
6.5.3	施工工艺	30
6.6	边坡生态防护工程	30
6.6.1	湿法喷播	30
6.6.2	三维网植草	31
6.6.3	挂网客土喷播	31
6.7	互通立交、服务区（停车区）、收费站景观工程	32
6.7.1	一般要求	32
6.7.2	施工技术要点	32
6.7.3	施工工艺	33
6.8	隧道口生态恢复工程	33
6.8.1	一般要求	33
6.8.2	施工技术要点	33
6.9	乔、灌木植物的养护管理	34
6.9.1	种植	34
6.9.2	浇水	35
6.9.3	遮阳、防晒	35
6.9.4	施肥	35
6.9.5	整形、修剪	36
6.9.6	病虫害防治	36
6.10	草皮地被的养护管理	36
6.10.1	浇水	36
6.10.2	施肥	37
6.10.3	修剪	37

6.10.4	病虫害防治	37
6.11	质量通病防治	37
6.11.1	声屏障工程质量通病及防治措施	37
6.11.2	污水处理工程质量通病及防治措施	39
6.11.3	景观生态工程质量通病与及防治措施	40
6.12	四新技术推广应用	41
6.12.1	公路沿线植被及表土资源保护利用技术	41
6.12.2	公路工程清表有机废弃物现场堆肥资源化技术	43
6.12.3	隧道光伏智能照明技术	45
第七章	机电工程	48
7.1	总则	48
7.2	一般规定	48
7.2.1	施工准备	48
7.2.2	施工组织设计	49
7.2.3	现场准备	49
7.3	监控系统	50
7.3.1	监控分中心设施	50
7.3.2	路段外场设施	53
7.4	收费系统	56
7.4.1	收费广场设施	57
7.4.2	主线 ETC 门架设施	58
7.4.3	收费站（所、分中心）设施	60
7.5	通信系统	61
7.5.1	机房设备	61
7.5.2	线路设施	63
7.6	隧道机电系统	64
7.6.1	照明系统	64
7.6.2	通风系统	66

7.6.3	供配电系统	66
7.6.4	隧道消防系统	68
7.6.5	隧道通信监控系统	71
7.7	网络安全	75
7.7.1	监控分中心网络安全	75
7.7.2	收费站网络安全	75
7.7.3	ETC 门架系统网络安全	76
7.8	质量通病防治	77
7.8.1	电线电缆接续和设备连接接触不良	77
7.8.2	设备不受控制	79
7.8.3	设备基础	80
7.8.4	外场设备防雷接地	80
7.8.5	线缆敷设和绑扎	80
7.8.6	消防水管、阀门和接头漏水	81
7.8.7	高低位水池漏水	81
7.9	四新技术推广应用（新材料、新设备、新工艺、新技术）	82
7.9.1	节能情报板	82
7.9.2	交（直）流远程供电技术	82
7.9.3	智慧发卡和收费机器人	83
7.9.4	绿通车道快速检查系统	84
第八章	房建工程	86
8.1	总则	86
8.2	一般规定	86
8.3	绿色施工	87
8.3.1	基本要求	88
8.3.2	具体措施	88
8.4	前期准备	88
8.5	基础工程	90

8.5.1 一般要求	90
8.5.2 质量控制要点	90
8.6 主体工程	90
8.6.1 一般要求	90
8.6.2 砌体工程	91
8.6.3 钢结构相关工程	91
8.7 装饰装修工程	92
8.7.1 一般要求	92
8.7.2 室内抹灰工程	93
8.7.3 吊顶工程	94
8.7.4 内墙面砖工程	95
8.7.5 室内涂料工程	96
8.7.6 地面铺地板砖工程	96
8.7.7 门窗工程	97
8.8 屋面防水工程	98
8.8.1 一般要求	98
8.9 安装工程	98
8.9.1 给水系统安装	98
8.9.2 排水系统安装	99
8.9.3 消防系统安装	100
8.9.4 通风排烟系统安装	101
8.9.5 空调系统安装	101
8.9.6 动力系统安装	102
8.10 室外工程	102
8.10.1 一般要求	102
8.10.2 质量控制要点	103
8.11 质量通病防治	103
8.11.1 模板工程	103

8.11.2	钢筋工程	104
8.11.3	混凝土工程	104
8.11.4	装饰工程	105
8.11.5	楼地面工程	105
8.11.6	电气工程	106
8.11.7	防水工程	106
8.11.8	砌体工程	107
8.12	四新技术推广应用技术特色、工艺流程和控制要点	107
8.12.1	1CRB600H 高延性高强冷轧带肋钢筋	107
8.12.2	钢结构吊装技术	109
8.12.3	给排水中水回收技术	110
8.12.4	暖通全热回收技术	110
第九章	改扩建工程	113
9.1	总则	113
9.2	一般规定	113
9.3	交通组织	113
9.3.1	总则	113
9.3.2	路网交通组织	114
9.3.3	路段交通组织	115
9.3.4	节点交通组织	116
9.3.5	临时交通工程	118
9.4	路基拼宽	120
9.4.1	一般填方路基拼宽施工	120
9.4.2	高填与陡坡路堤拼宽施工	121
9.4.3	挖方路基拼宽施工	122
9.4.4	路基防排水改扩建施工	123
9.5	路面工程	124
9.5.1	一般规定	124

9.5.2	原路面病害处治	125
9.5.3	硬路肩铣刨及路面拼接	125
9.5.4	再生利用	126
9.5.5	路面排水改造	127
9.6	桥梁拼宽	127
9.7	隧道改扩建	128
9.7.1	一般规定	128
9.7.2	改建施工	129
9.7.3	扩建施工	129
9.7.4	增建施工	130
9.8	机电工程	130
9.8.1	联合设计和订货要求	130
9.8.2	施工组织设计	131
9.8.3	施工过程界面跟踪	131
9.8.4	与其他施工单位的协调	132
9.8.5	设备的安装和调试	132
9.8.6	废弃设备的拆除	132
9.9	质量通病防治	133
9.9.1	路基拼接差异沉降	133
9.10	四新技术推广应用	134
9.10.1	液压夯技术	134
9.10.2	隧道单侧原位扩建技术	135
第十章	两区三厂建设	137
10.1	一般规定	137
10.2	两区建设	138
10.2.1	办公区	138
10.2.2	生活区	139
10.2.3	其他要求	141

10.3	三厂建设	142
10.3.1	拌和厂	142
10.3.2	钢筋加工厂	145
10.3.3	预制梁厂	147
10.4	其他	150
10.4.1	小型预制构件厂	150
10.4.2	自建料厂	151
10.4.3	库房	151
第十一章	工地试验室建设	154
11.1	一般规定	154
11.2	硬件建设	154
11.2.1	驻地建设	154
11.2.2	功能区划分	155
11.2.3	检测设备及人员配置	156
11.3	流程规范	158
11.3.1	工地试验室信息化管理办法及规程	158
11.4	质量管理	162
11.4.1	检测标准、方法管理	162
11.4.2	取样管理	162
11.4.3	试验检测管理	163
11.5	数据报告形式	165
11.5.1	数据报告原始记录管理	165
11.5.2	档案电子化管理	165
11.5.3	数据报告信息管理平台	167
11.6	四新技术	168
11.6.1	快速拆建技术在高速公路工地试验室建设的应用	168
11.6.2	基于 BIM 技术的工地试验室功能区规划与建设	168
11.6.3	试验检测全过程信息管理平台	168

第十二章 其他临时工程	169
12.1 一般规定	169
12.1.1 施工组织设计	169
12.1.2 临时工程用地准备	169
12.2 临时道路	169
12.2.1 总体要求	169
12.2.2 实施要点	170
12.3 临时排水设施	173
12.3.1 总体要求	173
12.3.2 实施要点	173
12.4 临时用电	174
12.4.1 主要设备	174
12.4.2 总体要求	174
12.4.3 实施要点	176

第五章 交通安全设施工程

5.1 总则

5.1.1 为了规范湖南省内新建和改（扩）建高速公路交通安全设施的施工，保证施工质量，在现有施工质量基础上整体提高施工技术水平，制定本指南。

5.1.2 本指南适用于湖南省内新建和改（扩）建高速公路交通安全设施（交通标志、交通标线、护栏、隔离栅、视线诱导设施、防落网、防眩设施等）施工。

5.1.3 交通安全设施的施工应符合设计文件的规定。

5.1.4 为确保工程质量满足“平安百年品质工程”要求，应积极推广使用经论证的新技术、新工艺、新材料和新设备。

5.2 一般规定

5.2.1 交通安全设施所用材料应符合设计文件的规定。

5.2.2 交通安全设施施工除应满足《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671-2021）中的一般规定外，还应满足本指南的规定。

5.2.3 公路交通安全设施施工前，应进行技术交底。

5.2.3.1 施工技术交底。主要介绍施工工艺方法、规范要求，以及常见问题的解决对策等。

5.2.3.2 安全技术交底。项目各分部分项工程、各工序等开工前，项目经理负责组织进行安全技术交底，项目安全技术负责人具体实施。

5.2.4 材料到达工地现场后，项目部应联合业主、监理或中心实验室对材料进行现场抽样，并送外委单位检测，检测合格方可使用，不合格材料应退回厂家，取得《质量检测报告》后，应按业主、监理相关要求上报、备案。

5.2.5 交通安全设施工程的档案资料包括但不限于：施工管理文件、工程质量管理文件、试验检测文件、施工原始文件、影像资料等，归档应按相关要求整理、装订、上报。

5.3 交通标志

5.3.1 放样

交通标志位置放样应按下列流程进行：

5.3.1.1 熟悉设计文件。对设计文件中的疑点应与设计代表沟通。

5.3.1.2 调查影响标志确认的设施，如机电工程的电子显示屏，确认有影响的电子显示屏，应与监理和设计代表沟通，调整标志或电子显示屏的安装位置。

5.3.1.3 现场放样。应按设计文件规定的桩号进行放样，对无法满足基础位置布设的按设计规范要求适当调整桩号。

5.3.2 基础

交通标志基础施工应按下列工序和规定进行：

5.3.2.1 基坑开挖。基础应放样定点后开挖，基坑的位置和几何尺寸均应满足设计文件的要求，基坑开挖时应保护施工现场周围。双柱或多柱基础不宜同时施工。开挖的基坑四周应进行围封，设立明显的警示标志。

5.3.2.2 基底处理。基坑开挖后应平整基底、清理坑壁、检测基底的地基承载力。设计文件未具体规定时，地基承载力可采取直观或触探等方法进行检测。每个基坑应至少选取一个检测点，地基承载力应符合规定。出现软弱地基等不良地质条件时，应按设计文件的规定对基坑进行处理。

5.3.2.3 模板安装。基坑验收合格后，在基础混凝土外露部分和基坑上沿以下10~20cm位置安装模板，然后按设计文件要求安装钢筋和绑扎。模板的制作、安装以及钢筋绑扎、安装应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650)规定。

5.3.2.4 法兰盘安装。模板和钢筋验收合格后，在浇筑混凝土之前应按照设计图纸准确安装底座法兰盘，可在与公路中心线平行和垂直的方向各拉一条线作为定位线，然后在侧模板上中分画线，放置法兰盘时应确保基础纵横轴线与法兰盘纵横轴线两两重合。预埋地脚螺栓应与法兰盘垂直固定，底座法兰盘应安置水平。

5.3.2.5 混凝土浇筑。法兰盘安放合格后，应固定底座法兰盘和地脚螺栓，然后开始浇筑混凝土，混凝土的强度应符合设计要求，混凝土的浇筑应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650)规定。混凝土的浇筑不应影响地脚螺栓和法兰盘的位置。

5.3.2.6 调整养护。混凝土浇筑完成后，应再次对法兰盘水平情况进行检查、调整。法兰盘表面应擦拭干净，不得留有混凝土或其他异物，预埋螺栓的外露部分应清理干净并采取保护措施。对基础外露部分进行抹平后，应按照现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650)规定进行混凝土养护。拆模时间应根据气温和混凝土强度确定，

夏季宜在混凝土终凝后 24h，冬季混凝土强度不宜低于 5MPa，拆模不得破坏混凝土表面和棱角。

5.2.3.7 基础回填。基础的回填土应分层夯实，与相邻地面齐平。

5.3.3 标志钢结构加工

交通标志应按下列流程 and 规定进行：

5.3.3.1 现场调查。基础施工完毕后，测量每一个基础的标高和门架基础的宽度。

5.3.3.2 原材料采购。采购的原材料技术参数应满足设计要求，同时应将原材料按业主和监理的要求送检。

5.3.3.3 标志钢结构加工。按测量的基础标高，确定每一标志立柱的长度。加劲板的焊接应按相应的规范要求执行，钢结构加工完毕后进行防锈处理，结构表面的镀锌应色泽均匀。

5.3.4 标志板面加工

交通标志板面应按下列流程 and 规定进行：

5.3.4.1 核实板面内容。逐一核实标志板面内容，尤其地名和地点距离。

5.3.4.2 原材料采购。采购的原材料技术参数应满足设计要求，同时应将原材料按业主和监理的要求送检。

5.3.4.3 标志板面加工。标志板面的平整度应满足规范要求。

5.3.4.4 贴反光膜。清洗标志板面，待板面干燥后再贴反光膜。贴反光膜宜在恒温相对密封环境下进行。

5.3.5 安装

交通标志现场安装应符合下列规定：

5.3.5.1 标志支撑结构应在基础混凝土强度达到设计强度的 80%以上，经监理工程师批准后安装。

5.3.5.2 标志板安装前应依据设计文件对交通标志基础、立柱和标志板一一进行核对。检查标志板、支撑结构是否存在裂缝、变形等影响安装的缺陷。

5.3.5.3 小型交通标志可在立柱安装固定后安装标志板，门架、悬臂等交通标志宜将交通标志板组装后整体吊装。紧固件的紧固方法应符合设计要求，加劲法兰盘与

底座法兰盘应水平、密合，拧紧螺栓后支柱不得倾斜。

5.3.5.4 大型标志板现场拼接时，拼缝应平顺、紧密，不大于 3mm，不得影响标志中图形、文字和重要符号的视认性，板面应保持平整，不得有错台，整体强度应不低于单板。

5.3.5.5 标志立柱安装时应利用水平尺校正立柱竖直度，最后用扳手把螺栓均匀拧紧，用水泥砂浆对加劲法兰盘与基础之间的缝隙进行封闭。

5.3.5.6 标志板安装到位后，应调整标志板面平整度，根据设置地点公路的平、竖曲线线形调整标志板安装角度。标志板安装角度应满足设计文件要求，设计文件无要求时，应符合下列规定：

(1) 路侧标志宜与公路中线垂直或成一定角度，其中，禁令和指示标志为 0° ~ 45° ；指路和警告标志为 0° ~ 10° 。

(2) 悬臂、门架或附着式支撑结构标志板面应垂直于公路行车方向，标志板面宜前倾 0° ~ 15° 。

(3) 标志板安装完毕后应进行板面清洁，清洁过程中不应损坏标志面或产生其他缺陷。

5.3.6 里程碑、百米桩、公路界碑

里程碑、百米桩、公路界碑的施工应符合下列规定：

5.3.6.1 里程碑、百米桩、公路界碑应按设计文件要求的里程准确定位和设置。

5.3.6.2 里程碑、百米桩、公路界碑等混凝土预制件的施工及强度应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650) 和设计文件的规定。

5.3.6.3 除设计文件另有规定外，里程碑、百米桩、公路界碑应按照现行《道路交通标志和标线》(GB5768) 的规定制作。

5.4 标线

5.4.1 交通标线

交通标线的施工应按以下流程和规定进行：

5.4.1.1 试验段的施划。编制试验段的施工组织设计，报监理工程师审批。批准后，按组织设计的要求选择标准直线段，按设计要求的尺寸施工放样，再报监理工程师现场验收，验收合格后进行标线施工。施工完毕后检验标线厚度、逆反系数等技术

指标并编制试验段的总结报告。

5.4.1.2 路面清洁。路面应清洁干燥，不得存在松散颗粒、灰尘、沥青渣、油污或其他有害材料。

5.4.1.3 标线放样。应根据设计文件的要求确定标线位置、宽度、长度，标线应与公路线形相协调，流畅美观。

5.4.1.4 确定参数。应根据试验路段确定的施工参数进行施工。

5.4.1.5 预留位置。应采取措施为位于禁止跨越同向或对向车行道分界线上的突起路标预留位置。

5.4.1.6 溶剂型涂料标线施工。溶剂型涂料标线可用气动喷涂机或高压无气喷涂机等设备施工。采用气动喷涂机时，应控制好稀释剂用量和喷涂直径。条件允许时，宜采用高压无气喷涂机施工。施工完成后 15min，不得受到车辆碾压。标线干燥后，可开放交通。

5.4.1.7 热熔型涂料标线施工。热熔型涂料标线施工时，应在路面上先涂抹 60~230g/m² 的下涂剂。下涂剂不粘车轮胎、不粘附灰尘和砂石时，可进行标线涂布作业。根据热熔型涂料采用的树脂类型和配方，将热熔型涂料加热至 180~220℃ 之间的合适温度后，可用划线机涂敷于路面，同时撒布玻璃珠，撒布时间应严格控制。施工完成后 5min，涂料不粘附轮胎时，可开放交通。

5.4.1.8 水性涂料标线施工。水性涂料标线应采用专用设备施工。施工前应根据施工工艺要求对设备进行调试，施工过程中应注意对设备行驶速度等喷涂参数的控制。当施工持续时间较长时，应检查涂料喷枪、喷头等配件的磨损情况，并提前准备好替换配件。施工中如有间断或每天工作完成后，应对设备进行及时清洗。施工完成后 15min 不粘附轮胎时，可开放交通。

5.4.1.9 双组份涂料标线施工。双组份涂料标线应采用专用设备施工。施工前应将主剂、固化剂组份按产品说明书规定的比例搅拌均匀，其中固化剂组份用量应根据环境温度等进行调整。施工过程中应注意各组份出料量的控制，并结合实际情况对设备压力、喷嘴口径、涂料黏度等进行调整。施工后应按设备生产厂家提供的方法对设备进行及时清洗。施工完成后 60min 不粘附轮胎时，可开放交通。

5.4.1.10 预成形标线带施工。预成形标线带可分为自带背胶型和底胶、标线带分离式两种。自带背胶型预成形标线带可在清理拟划线区域后直接铺装，然后进行压实；底胶、标线带分离式预成形标线带应先清理拟划线区域，然后涂布底胶，最后铺

筑标线带并进行压实。

5.4.1.11 跟踪检测。交通标线施划过程中应对交通标线厚度、逆反射亮度系数等技术指标进行跟踪检测，检测频率应按公路工程施工质量检验评定标准执行。

5.4.1.12 改扩建工程。改扩建工程标线施工可在施工过程中根据设计文件的规定临时施划溶剂型标线；在全幅路面施工完成后，可在溶剂型标线上施划热熔型标线。

5.4.2 突起路标

突起路标的施工应符合下列规定：

5.4.2.1 应根据设计文件的要求确定突起路标的设置位置，突起路标反射体应面向行车方向。

5.4.2.2 路面和突起路标底部应清洁干燥，并涂加胶粘剂。胶粘剂应通过检测单位的抗拉拔能力及抗衰老能力检测。

5.4.2.3 突起路标就位后，应在其顶部施加压力，排除空气，并调整就位。

5.5 护栏

5.5.1 护栏施工前的准备工作

5.5.1.1 实地踏勘。踏勘内容主要包括桥梁、通道、涵洞、隧道、中央分隔带开口、互通式立体交叉等的位置。

5.5.1.2 现场检测路侧土路肩的压实度，是否满足立柱安装要求。

5.5.1.3 实地调查立柱所在位置是否存在地下管线、排水沟、泄水槽、横向排水管等设施。

5.5.2 波形梁护栏

5.5.2.1 立柱放样时，应符合下列规定：

(1) 应根据设计文件进行立柱放样，包括过渡段及渐变段的护栏立柱，并以桥梁、通道、涵洞、隧道、中央分隔带开口、互通式立体交叉等为控制立柱的位置，进行测距定位。

(2) 立柱放样时可利用调节板调节间距，并利用分配方法处理间距零头数。

(3) 应调查立柱所在位置是否存在地下管线、排水沟、泄水槽等设施，或构造物顶部埋土深度不足的情况。

5.5.2.2 立柱施工时，应符合下列规定：

(1) 立柱纵向和横向位置应符合设计文件的规定，并与公路线形相协调。

(2) 位于土基中的立柱，宜采用打入法施工；位于石方区或填石区的立柱，宜采用钻孔法施工，也可采用挖埋法施工，或根据设计文件的要求设置混凝土基础。

(3) 采用打入法施工时，立柱表面可标注表示打入深度的刻度尺。打入过深时，不得将立柱部分拔出加以矫正，应将其全部拔出，将基础压实到设计规定的要求后再重新打入。立柱无法打入到要求深度时，不得将立柱的地面以上部分焊割、钻孔，不得使用锯短的立柱，宜采用钻孔法安装立柱，也可采用挖埋法安装立柱，或依据设计变更的要求改成混凝土基础。

(4) 采用钻孔法施工时，可根据土质条件确定钻孔深度，立柱固定后缝隙应灌注砂浆或混凝土并夯实。

(5) 采用挖埋法施工时，基础周围回填土应分层夯实，每层回填土厚度不应超过15cm，回填土的压实度不应小于设计规定值。填石路基中的柱坑，应用粒料回填并夯实。挖埋法施工时，也可直接回填混凝土并振捣。

(6) 在铺有路面的路段设置立柱时，柱坑从路基至面层以下5cm处应采用与路基相同的材料回填并分层夯实，余下部分应采用与路面相同的材料回填并压实。

(7) 位于小桥、通道、明涵等混凝土基础中的立柱，设置在预埋的套筒内时，可通过灌注砂浆或混凝土固定；通过地脚螺栓与混凝土基础相连时，应控制立柱的安装方向和高程。

(8) 护栏渐变段、过渡段及端部的立柱，应按设计文件规定的位置进行安装。

(9) 立柱安装就位后，其水平方向和竖直方向应形成平顺的线形，立柱端部不得有明显的变形、破损。

(10) 立柱位于排水设施位置处时，施工安装后应使用砂浆灌满立柱周围的缝隙，并在表面涂抹沥青。

5.5.2.3 防阻块、托架、横隔梁安装时，应符合下列规定：

(1) 防阻块、托架应通过连接螺栓固定于护栏板和立柱之间，在拧紧连接螺栓前应调整防阻块、托架使其准确就位。不得改变防阻块、托架的形状，以适应安装条件。

(2) 防护等级为SA、SS和HB的路侧波形梁护栏以及防护等级为SA_m、SS_m和HB_m的分设型波形梁护栏在安装防阻块时，应同时安装上层立柱，线形应与下层立柱相同。

(3) 设有横隔梁的中央分隔带护栏，应在立柱准确定位后安装横隔梁。在护栏板

安装前，横隔梁与立柱间的连接螺栓不应过早拧紧。

5.5.2.4 护栏板安装时，应符合下列规定：

(1) 护栏板应通过拼接螺栓相互连接成纵向横梁，并由连接螺栓固定于防阻块、托架或横隔梁上。护栏板拼接方向应与行车方向一致，拼接螺栓应采用高强螺栓或符合设计文件要求。

(2) 防护等级为 SA (SAm)、SS (SSm)、HB (HBm) 级的波形梁护栏的上层横梁与上层立柱连接通过螺栓连接。

(3) 立柱间距不规则时，可利用调节板、梁进行调节，不得采用现场切割护栏板的方法。

(4) 所有的连接螺栓及拼接螺栓应在护栏的线形达到规定要求时方能拧紧。

5.5.2.5 端头安装时，应符合下列规定：

(1) 波形梁护栏应按设计文件的规定进行端部处理，护栏端头应通过拼接螺栓与护栏板牢固连接。拼接螺栓应采用高强螺栓，或符合设计文件的要求。

(2) 端头外展埋入路堑土体时，根据定位开挖土体，开挖至能够打入立柱并安装端部结构即可，打入端部锚固立柱并安装端部结构后，回填、夯实土体恢复原土体坡面。

5.5.3 混凝土护栏

5.5.3.1 预制混凝土护栏的施工应符合下列规定：

(1) 施工场地应平整、坚实、排水良好、交通方便。

(2) 应采用钢模板，模板长度应根据吊装和运输条件确定，宜采用固定的规格。

(3) 每块预制混凝土护栏应一次浇筑完成。

(4) 拆模时间应根据气温和混凝土强度确定，夏季宜在混凝土终凝后 24h，冬季应以混凝土强度不低于 5MPa 为宜，拆模不得破坏混凝土表面和棱角。

(5) 在起吊、运输和堆放过程中，不得损坏混凝土护栏构件的边角，否则在安装就位后，应采用不低于混凝土护栏强度的材料及时修补。

(6) 混凝土护栏的安装应从一端逐步向前推进，护栏的线形应与公路的平、纵线形相协调。

(7) 超高路段，应按设计文件要求处理好混凝土护栏的排水问题。

5.5.3.2 采用固定模板法现场浇筑混凝土护栏应符合下列规定：

(1) 采用固定模板法施工时，模板宜采用钢模板，钢模板的厚度不应小于 4mm。支模时宜在其顶部和底部各设 1 道对拉螺杆，或采用其他固定模板的装置。

(2) 浇筑混凝土前，应按设计文件的要求绑扎或焊接钢筋及预埋件。钢模板涂脱模剂后，可浇筑混凝土。

(3) 应根据环境温度、湿度和混凝土的具体要求等因素确定是否加入外加剂。

(4) 两处伸缩缝之间的混凝土护栏应一次浇筑完成，伸缩缝应与水平面垂直，宽度应符合设计文件的规定，伸缩缝内不得连浆。

(5) 混凝土初凝后，不得振动模板，预埋钢筋不得承受外力。

(6) 拆模时间应根据气温和混凝土强度确定，夏季宜在混凝土终凝后 24h，冬季应以混凝土强度不低于 5MPa 为宜，拆模不得破坏混凝土表面和棱角，并应保持模板的完好。拆模后蜂窝、麻面、裂缝、脱皮，经确定无结构性问题，可采用同配合比水泥浆进行修复，或者采用颜色一致的修补材料进行修补，可进行必要的打磨。修补后注意养护，避免颜色差异较大。

(7) 断缝或假缝可在混凝土护栏拆除模板后，按设计文件要求的间距和规格采用切割机切开，并应保证断面光滑、平整。

(8) 养护应参照现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650) 的有关规定执行。

5.5.3.3 采用滑模施工法现场浇筑混凝土护栏应符合下列规定：

(1) 滑模机的选择应根据混凝土护栏基础、上部断面形式等因素，并参考滑模机的性能确定。选用的滑模机的技术指标宜符合规定的基本技术参数要求。

(2) 滑模施工机械系统应配套齐全，辅助设备的数量及生产能力应满足铺筑进度的要求。可按下列要求进行配备：

1) 布料应采用斜向上料的布料机或供料机。

2) 断缝或假缝切缝可使用软锯缝机、支架式硬锯缝机或普通锯缝机。

(3) 应检查并平整滑模机的履带行走区。行走区应坚实，不得存在湿陷等病害，并应清除砖、瓦、石块、废弃混凝土块等杂物。履带行走区部位路基存在斜坡时，应提前整平。

(4) 浇筑前应检查并调试施工设备。滑模机首次作业前，应挂线对其浇筑位置、几何参数和机架水平度进行设置、调整和校准，满足要求后方可用于浇筑作业。

(5) 滑模施工护栏前，应根据具体条件准确架设基准线或采用无线基准线。

(6) 架设完成的基准线，不得存在肉眼可见的拐点及下垂，并应逐段校验其顺直

度及张紧度。

(7) 施工前，应按设计图纸准确放样，标示出护栏钢筋、接缝和排水等设施的位置。

(8) 钢筋的加工应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650)的规定。

(9) 滑模施工混凝土护栏时，拌合物工作性应满足下列三项要求之一：

1) 浇筑时拌合物的坍落度宜控制在 15mm 以内；出拌合楼(机)的坍落度视气温高低与运距远近，由试验确定。

2) 水泥混凝土振动出浆量宜控制在 1.2kg/16kg 以上，具体试验可参照现行《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG3420)执行。

(10) 施工过程中，应始终维持机前拌合物工作性稳定不变，并易于浇筑。

(11) 护栏防护等级、配筋以及混凝土强度等级应符合现行《公路交通安全设计规范》(JTGD81)和设计文件的要求。

(12) 严寒和寒冷地区护栏混凝土中应掺引气剂，拌合物含气量宜控制在 4%±1%。

(13) 滑模施工混凝土护栏应符合下列规定：

1) 混凝土振捣由设置在滑模机上的振动器完成，振动器应根据混凝土的坍落度无级调速，一边振动一边前进。振动器的数量可根据混凝土护栏断面形状，配置 3~7 根左右。

2) 滑模机振捣护栏混凝土时，拌合物的工作性应保证能够振动液化，并在推进持续时间内达到密实状态的要求。

3) 护栏的施工速度应根据供料快慢、振捣密实程度、浇筑效果等控制，宜在 0.75~1.5m/min 之间。

4) 施工过程中，振捣密实的混凝土脱出滑模模具时，护栏顶面坍落量不应大于 3mm，并应在浇筑过程中始终维持恒定，不得塌落后再贴补薄层砂浆局部加高。

5) 护栏表面气孔、局部麻面等缺陷可使用专用工具进行人工修正。

6) 滑模施工护栏停止，需再纵向接铺时，应牢固架设刚度足够的端部垂直模板。

7) 施工开始和结束时，护栏端部应符合设计文件的要求。

8) 护栏断缝或假缝的规格应符合设计文件的规定。设计文件未规定时，护栏纵向宜切断缝或假缝，长度宜为 5~10m；年温差较大地区宜取小值；反之，宜取大值。外周切缝最浅不宜小于 40mm，并不得切断钢筋，缝宽不宜大于 3mm。

9) 护栏与硬路肩相接时，其底部应按设计文件的要求设置横向排水孔，排水孔

可用木模制作并安装牢固。

5.5.4 中央分隔带开口护栏

5.5.4.1 中央分隔带开口护栏施工应符合下列规定：

(1) 中央分隔带开口护栏基础应根据设计文件放样，并与中央分隔带护栏端头相协调。应调查基础与地下管线是否冲突，发生冲突时，应根据设计文件对基础的埋设位置或高程进行适当调整。

(2) 混凝土基础施工应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的规定，混凝土浇筑时应按设计文件的规定预埋连接件。基础施工完成后应采取措施，防止杂物落入预埋套管内。

(3) 基础混凝土强度达到设计强度的 80%以上后，可按照设计文件的要求安装中央分隔带开口护栏的钢构件部分，并应按照设计文件的要求，做好与相邻中央分隔带护栏的连接过渡处理。

(4) 对有视线诱导和防眩要求的路段，应按设计文件要求安装视线诱导设施和防眩设施。

5.5.5 缓冲设施

5.5.5.1 缓冲设施施工应符合下列规定：

(1) 缓冲设施的放样应以其后部的被防护结构为主要控制点。

(2) 缓冲设施施工时，不得对地下设施造成损坏。

(3) 缓冲设施施工时，应按照设计文件的规定与后部的护栏结构连接牢固。

(4) 防撞垫的安装线形应与三角端护栏（或其他被防护构造物）线形相协调。

(5) 防撞垫支撑结构埋深、支撑结构立柱的间距等应符合设计要求，预埋基础的施工应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的规定。

(6) 防撞垫应组装正确，构件齐全，紧固件应安装牢固。

(7) 防撞端头施工安装后，与相连接的护栏在行车方向上应保持线形平顺。

5.6 隔离栅

5.6.1 立柱基础

隔离栅立柱基础施工应按下列工序和规定进行：

(1) 应根据设计文件中规定的隔离栅设置位置和实际地形条件确定控制立柱的位置和立柱中心线，在控制立柱之间按设计文件规定的柱距定出柱位。

(2) 每个柱位均应按设计文件的要求确定设置高度，并应按实际地形进行调整。

(3) 应根据设计文件的规定和柱位开挖基坑。

(4) 立柱应根据设计文件的规定设置在现浇混凝土基础或预制混凝土基础内。立柱的埋设应分段进行。可先埋设两端的立柱，然后拉线埋设中间立柱，控制立柱与中间立柱的平面投影应在一条直线上，保持基础高程的平顺过渡。预制混凝土立柱和基础在运输及装卸时应避免折断或损坏边角。

5.6.2 网片安装

混凝土基础强度达到设计强度的 80%以上时，可按下列规定安装隔离栅网片：

(1) 安装无框架卷网时，应从端头立柱开始，沿纵向展开，边铺设应边拉紧，挂钩时网片不得变形。

(2) 安装有框架的片网时，网面应平整，框架应整体平顺、美观，框架与立柱应连接牢固。

(3) 安装刺钢丝网时，应从端头立柱开始。刺钢丝之间应平行、平直，绷紧后应与立柱上的铁钩牢固绑扎，横向与斜向刺钢丝相交处也应绑扎牢固。

(4) 隔离栅网片安装完毕后，应对基础周围进行夯实处理。

(5) 在桥梁、通道、车行和人行涵洞等构造物处进行围封时，应保证隔离栅的封闭严密，并将隔离栅锚固于构造物。隔离栅跨越沟坎时，应保证隔离栅下边缘与沟底的距离能有效阻止行人或动物误入，否则应增设隔离栅网片。

(6) 隔离栅的活动门应便于开启、保证强度，隔离栅活动门两侧各 10m 范围内的隔离栅基础应根据设计文件的规定进行加强。除设计文件另行规定外，隔离栅活动门变形量不应超过高度的 2%。

(7) 绿篱栽植应能有效阻止行人和动物误入，并应考虑将来养护的需求。

5.6.3 防落物网安装

防落物网的施工应符合下列规定：

(1) 防落物网应以上跨桥梁与公路、铁路等设施的交叉点为控制点，向两侧对称进行施工。当上跨桥梁为斜交时，防落物网的长度应根据设计文件的要求作相应调整。

(2) 应根据立柱预埋基础的位置安装立柱。未设置预埋件时,应根据设计单位的变更文件,采取后固定的施工工艺设置立柱。

(3) 防落物网的网片应牢固地安装在立柱上,网片应平整、绷紧,螺栓应在防落物网的线形达到规定要求时方能拧紧。

(4) 应根据设计文件的规定对防落物网做防雷接地处理。

5.7 视线诱导设施

5.7.1 柱式轮廓标

柱式轮廓标的施工应符合下列规定:

(1) 柱式轮廓标应按设计文件的规定量距定位。

(2) 混凝土基础可采用现浇或预制施工,并应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的规定,预制时应按设计文件的规定预埋连接件。

(3) 柱式轮廓标安装时,柱体应垂直于水平面,三角形柱体的顶角平分线应垂直于公路中心线,柱体与混凝土基础之间可用螺栓连接。

5.7.2 附着式轮廓标

附着式轮廓标的施工应符合下列规定:

(1) 附着于梁柱式护栏上的轮廓标可按立柱间距定位,附着于混凝土护栏和隧道侧墙上的轮廓标应量距定位。

(2) 附着式轮廓标应按照放样确定的位置进行安装。反射器的安装角度应符合设计文件的规定。安装高度宜保持一致,并应连接牢固。

(3) 施工完成后应清除包装膜。

5.7.3 隧道轮廓带

隧道轮廓带的施工应符合下列规定:

(1) 隧道轮廓带应量距定位。

(2) 隧道轮廓带应按照放样确定的位置进行安装,并应与隧道连接牢固。

(3) 隧道轮廓带在安装时不得侵入公路建筑限界以内。

5.7.4 示警桩、示警墩、道口标柱

示警桩、示警墩、道口标柱的施工应符合下列规定:

(1) 应根据设计文件的要求和现场条件，进行量距定位。

(2) 示警桩、示警墩、道口标柱可采用现浇或预制施工，并应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的规定。

5.8 避险车道

5.8.1 避险车道

避险车道施工应符合下列规定：

5.8.1.1 避险车道的基床施工完毕，在铺设制动材料前，应对基床表面进行清扫，基床表面不应留有杂物或其他材料。

5.8.1.2 应在避险车道施工完毕后，再进行末端设置消能设施的安装或放置，消能设施的内容物应采用与制动床一致的材料。

5.8.1.3 施工结束前，应对制动床铺装材料进行平整工作，除按设计要求做的隆起部分，表面不应有明显的突起及凹陷

5.9 质量通病防治

5.9.1 护栏

5.9.1.1 问题及现象

(1) 外展式上游端头无法按设计渐变外展。

(2) 桥涵预留孔不能满足立柱安装要求。

(3) 现场焊接和切割护栏板和立柱。

5.9.1.2 原因分析

(1) 立柱安装位置为路侧排水沟。

(2) 预留孔的间距未按护栏立柱间距进行预留。

(3) 施工放样出现的误差和复杂地质条件。

5.9.1.3 预防措施

(1) 交通安全设计应与土建设计同步。

(2) 预留孔的安装宜由护栏施工队伍进行安装。

(3) 加强监管，严格按设计图施工。

5.9.2 隔离栅安装

5.9.5.1 质量问题及现象

- (1) 立柱基础不稳固。
- (2) 在特殊地段如河流、障碍物等处断开，未连续跨过。

5.9.5.2 原因分析

- (1) 基础尺寸存在误差，基础浇筑后其周围回填土未夯实。
- (2) 特殊地段未做专门处理。

5.9.5.3 预防措施

- (1) 挖坑尺寸一定要达到要求，基础浇筑待强度达到要求后，其周围回填并夯实。
- (2) 当小溪或不通航的小河道两岸顶面宽度不超过 4m 时，应连续跨过，当大于 4m 时，应做端头封闭设计。。

5.9.3 轮廓标

5.9.3.1 质量问题及现象

柱式轮廓标与附着式轮廓标的安装高度不一致。

5.9.3.2 原因分析

未按设计图施工。

5.9.3.3 预防措施

严格按设计图施工，不达到标准要求应返工重做。

5.9.4 突起路标设置

5.9.4.1 质量问题及现象

脱落严重。

5.9.4.2 原因分析

路面污染，突起路标底胶不符合要求，造成粘贴不牢。

5.9.4.3 预防措施

清理干净突起路标位置，同时保证底胶的质量。

5.9.5 防眩板安装

5.9.5.1 质量问题及现象

防眩板颜色深浅不一。

5.9.5.2 原因分析

防眩板表面材料耐久性差。

5.9.5.3 预防措施

防眩板表面材料宜选用在自然条件下不易老化和褪色的高分子合成材料。

5.9.6 标志

5.9.6.1 质量问题及现象

- (1) 大型单悬臂标志板面下坠。
- (2) 大型板面现场拼接有明显接缝。

5.9.6.2 原因分析

- (1) 大型单悬臂标志板面自重引起立柱变形和安装时立柱垂直度出现累计偏差。
- (2) 在路面上拼接大型板面，路面平整度不能满足标志板面安装要求。

5.9.6.3 预防措施

- (1) 安装前检测基础表面是否水平和适当调整立柱安装垂直度。
- (2) 现场拼接宜在满足平整度要求的平台上进行。

5.9.7 标线

5.9.7.1 质量问题及现象

- (1) 水泥混凝土路面标线易起皮、脱落或大面积损坏。
- (2) 标线逆反系数衰减过快。

5.9.7.2 原因分析

- (1) 清扫不干净，路面潮湿，气温或涂料温度过低，喷涂剂处理不好等。
- (2) 面撒玻璃珠规范要求执行。

5.9.7.3 预防措施

- (1) 扫净路面，路面应干燥，控制施工温度，下涂充分，保证质量。
- (2) 严格控制热熔涂料施工温度和面撒玻璃珠数量。

5.10 质量通病防治

5.10.1 高强度轻量化波形梁护栏的应用

5.10.1.1 技术特色

高强度轻量化波形梁护栏的开发，在保障安全性能的前提下，降低了钢护栏基材厚度，进而大大降低了钢材的使用量，有效减少了对不可再生资源的消耗；降低了碳的排放量及炼钢过程中标准煤的使用量，同时节约了运输费用，减少运输车辆尾气的排放量。

5.10.1.2 工艺流程

施工顺序：测量放样→立柱施工→防阻块安装→波形梁板安装→端头施工安装→线形调整→验收

5.10.1.3 控制要点

(1) 要求高强度轻量化护栏在主要结构是梁板、立柱、横梁、防阻块等主要结构的材料，使用高强度钢力学和化学性能如下：屈服度大于 700MPa，断后伸长率应大于 17%。

(2) 护栏立柱、波形梁、防阻块及托架的安装应符合图纸和施工规范的要求。

(3) 保证护栏整体强度，路肩和中央分隔带的土基压实度不应小于设计值。达不到压实度要求的路段不应进行护栏立柱打入施工。石方路段和挡土墙上的护栏立柱的埋深及基础处理应符合图纸要求。

(4) 波形梁护栏的端头处理及桥梁护栏过渡段的处理应满足图纸要求。

(5) 采用先钻孔后打入法施工的钢立柱，其顶部应无明显塌边、变形、开裂等现象。

5.10.2 雨夜反光玻璃珠应用

5.10.2.1 技术特色

(1) 完善合理的光学设计，使产品具备了全天候高亮反光的性能。

(2) 独特的光学结构，可确保晴天、雨天和潮湿气候下持续反光。

(3) 反光漆飞反光距离远，理论上可达到驾驶者所需的最远距离。

(4) 产品由特殊的光学材料和工艺制成，反光性能不易衰减。

(5) 适用于各种标线涂料及划线设备，且无须对划线设备做任何改动。

(6) 白线和黄线对应各自的专用珠，既不影响标线本身的颜色、又能确保夜晚反射出和标线颜色相同的光，避免夜晚黄线远看“发白”的现象，使驾驶者更易辨别标线的颜色。

5.10.2.2 工艺流程

施工顺序：材料的熔融→路面清扫→放样→涂底漆→涂敷

5.10.2.3 控制要点

(1) 温度控制

- ① 避免长时间高温加热，防止涂料变色，热劣化。
- ② 根据涂漆量和粘度的要求调节火候和转速。
- ③ 涂敷量少时，使用小火。
- ④ 熔融涂料运距不宜过长。
- ⑤ 第一锅熔解时要特别小心温度的控制，注意安全。

(2) 要充分搅拌、混合、使涂料均匀。

(3) 供给规定粘度的涂料。

(4) 补充新材料时，要注意新加入材料的熔融情况。

(5) 要注意加热次数，每锅材料尽可能只加热一天。一天作业将要结束前应与负责人商量需熔融材料的数量，尽量不使剩余涂料过多的留置到隔日。

(6) 涂料中含有大量空气，会突然沸腾引发事故，应注意。

(7) 熔解釜周围不要放置易燃物品。

5.10.3 护栏改造施工方案（套管方案）

5.10.3.1 技术特色

- (1) 减少了拔桩工序所需要的时间，减少了打桩工序时间。
- (2) 减少钢材使用数量及劳务费用。

5.10.4 主动发光标志的应用

5.10.4.1 技术特色

- (1) 能主动发光，不需依赖汽车远光灯照射；
- (2) 提升标志的远距离视认性；
- (3) 增强标志的易捕捉性和警示性；
- (4) 增强标志在雨、雾、冰、雪、霾、逆光等恶劣交通环境中，仍能保持良好的显示效果。

5.10.4.2 工艺流程

施工顺序：面板雕刻→透明板雕刻→LED光源板全自动制作→打磨洗板→反光膜粘贴→封装底板→装配控制箱及物联网模块→老化试验。

5.10.4.3 控制要点

- (1) 标志的重点是标志基础，其属于隐蔽工程，又涉及到安全问题。基础所用的材料钢材、水泥、砂、石材料，都要达到要求，砼强度要达到设计要求。
- (2) 路侧设置的柱式标志，标志板内缘距土路肩边缘距离不应小于 25cm；悬臂式标志和门架式标志，标志板下缘距路面的净空高度不得小于 5.5m。
- (3) 标志板在运输、吊装过程中应小心，避免对标志板、反光膜产生任何不良操作。
- (4) 所有钢构件均应按规范规定进行镀锌、防锈等处理。
- (5) 镀锌层在运输、安装过程中造成的损伤，应及时采取补救措施。



5.10-11 半透式主动发光标志



5.10-12 半透式+时空同步式主动发光

第六章 环境保护与生态景观工程

6.1 总 则

6.1.1 为统一规范湖南省高速公路环境保护及生态景观工程建设，坚持尊重自然、资源节约、环境友好、节能高效的绿色循环低碳发展理念，提高工程建设质量与环境保护水平，推广应用四新技术，降低全寿命周期成本，确保工程质量达到品质工程的总体目标，特编制本《指南》。

6.1.2 本指南是在总结吸收了省内外多年来公路工程环境保护方面的科研成果和施工经验的基础上，结合湖南省自然环境、气候条件特征等具体情况，依据国家、行业部门发布的与环境保护、水土保持及生态景观工程相关的法律法规、技术标准、规范、规程、指南以及湖南省颁布实施的有关文件等编制而成。

6.1.3 本《指南》对现行有关规范在项目实施过程中疏于控制、执行不足的有关要求予以强调；对不符合本省情况的技术指标和可操作性不强的一些相关规定进行了调整；对国家及部颁相关规范的通用条款，作了适当简化处理。凡本指南未作说明或未作详细规定的应按现行国家和部颁有关技术标准、规范、规程和指南执行。

6.1.4 本指南适用于湖南省高速公路建设项目，其它等级公路项目可参照使用。

6.2 一般规定

6.2.1 环境保护及生态景观工程包括：绿化工程、声屏障工程、附属设施污水处理工程、环境敏感路段排水工程、取弃土场水土保持工程等。

6.2.2 施工单位应具有国家相应的施工资质，除遵守相关的施工技术规范，按工程设计图纸、技术文件、设备图纸等组织工程施工之外，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生等国家强制性标准。

6.2.3 施工前，应进行专项施工组织设计或编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，经批准后方可实施。

6.2.4 施工使用的材料、半成品、部件应符合国家现行标准和设计要求，并取得供货商的合格证书、检验报告或检疫报告或现场试验报告，严禁使用不合格材料和产品。工程建设、施工安装和调试，应符合《建设工程质量管理条例》的要求。

6.2.5 施工过程中，应作好材料设备、隐蔽工程和分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一道工序施工。

6.2.6 混凝土结构工程的施工和验收应符合 GB 50204 的有关规定；钢结构施工和验收应符合 GB 50205 的相关规定；设备安装和验收应符合 GB 50231 的有关规定；管道工程的施工和验收应符合 GB 50268 的有关规定；排水构筑物的施工和验收应符合 GBJ 141 的有关规定。

6.2.7 专项工程竣工验收后，建设单位应将有关设计、施工和验收的文件立卷归档。

6.3 声屏障工程

6.3.1 基本要求

6.3.1.1 声屏障的长度、高度、结构型式和声学材料选用，应通过声学设计和技术经济比选确定。在满足降噪要求的原则下，公路声屏障应采用安全可靠、经济适用和技术先进的结构型式。插入损失需求超过 12dB (A) 时，应根据实施条件考虑采用半封闭、全封闭声屏障或综合防治工程措施。

6.3.1.2 声屏障长度应覆盖保护对象沿道路方向的长度，并在两端适当延长，延长长度应根据保护对象与声屏障的距离、边缘敏感建筑物的噪声目标值、背景噪声值等因素综合确定。声屏障两端延长宜在影响建筑物两端对应位置外延 30~50m。

6.3.1.3 路基段声屏障连续长度大于 1000m 时，应设置紧急通道门。通道门的设置不得降低声屏障的降噪效果。桥梁段声屏障，结构构件应有防脱落装置。

6.3.1.4 声屏障的现场施工应按工程设计文件进行。施工流程和质量管理应符合国家、行业和本省相关法律法规、标准的规定。声屏障基础混凝土施工应符合 GB50204 的相关规定。声屏障钢结构施工应符合 GB50205 的相关规定。

6.3.1.5 工程所用的块材、水泥、钢筋、外加剂等材料应经检验合格后方可使用。基础的埋置深度应符合设计要求。结构件规格、材质不应低于设计要求。

6.3.1.6 路基声屏障应设排水设施，外侧排水出口应避免对路基边坡产生冲刷，并防止漏声。

6.3.2 施工准备

6.3.2.1 新建高速公路工程的声屏障安装施工一般宜在路面施工完成以后，在不影响工程施工的情况下，尽早开始。声屏障设置范围内路基、路面、桥梁工程已交验合格，施工作业面完成清理。已通车路段声屏障安装施工必须制订相应的安全保通方

案，加强现场安全作业管理。

6.3.2.2 声屏障基础位置测量前，应组织技术人员认真学习实施性施工组织设计，审核并熟悉设计交底、设计图纸及技术要求，澄清有关技术问题，熟悉规范和技术标准。

6.3.2.3 声屏障位置根据设计图纸和现场测量确定，位置设置必须符合公路建筑限界的规定，不应影响公路的结构与安全、地下基础设施、排水设施、电力通讯管线和交通安全设施等的功能、检修和维护。声屏障的中心位置、标高、起讫位置应进行复核。

6.3.3 施工流程与要点

6.3.3.1 声屏障工程施工流程如下：

基础测量定位放样 → 基础、底梁开挖与浇筑 → 立柱安装与调整 → 屏体安装与调整。

6.3.3.2 声屏障工程基础开挖深度应符合设计要求，开挖到设计要求深度后，应将基底清净，经检验合格后，方准进行下道工序。

6.3.3.3 浇筑混凝土前必须由专业测量人员对地脚螺栓、定位钢板的位置和顶面高程进行精确校正，直至符合要求方允许浇筑混凝土。浇筑过程中应随时对埋设精度进行复核纠偏，确保预埋件施工质量。

6.3.3.4 混凝土采用搅拌站集中拌和，混凝土运输车运至现场浇筑。底梁采用钢模板一次浇筑成型，伸缩缝设置为 4m 一道。混凝土接近初凝时方可进行抹面。抹面分两次进行，第一遍采用木抹子抹面粗平，第二遍采用铁抹子精平并进行顶面收光，以确保后期上部板材的安装质量。

6.3.3.5 混凝土达到设计强度的 75% 后方允许拆除模板。拆模后基础上外露的螺栓采用内涂黄油、外用黄胶带或油布缠裹措施进行保护，预埋钢板顶部覆盖防污棉毡。养护采用土工布覆盖，洒水养护。混凝土养护期应视浇筑时气候温度而定。

6.3.3.6 桥梁声屏障钢立柱采用植筋方法把锚固件嵌入到混凝土防撞护栏，植筋施工前，应检查桥梁锚固结构是否存在缺陷，如有缺陷应进行补强或加固处理，然后再植筋。若桥梁前期没有考虑声屏障安装需要，后期安装声屏障时，立柱底盘可根据混凝土防撞护栏的厚度做成 R 型、Π 型骑在防撞护栏上，用膨胀螺栓固定。



图 6.3-1 声屏障立柱与桥梁连接结构形式

6.3.3.7 基础浇筑养护完成后，检查螺栓间距、外露高度是否满足要求。满足要求后，进行立柱安装，作业负责人引导汽车吊到合适位置，打上支腿，同时运杆汽车配合汽车吊运行到位。立柱吊装应采用高强度尼龙吊装带，防止损伤立柱表面镀锌层。立柱吊装对位时防止碰撞基础螺栓，下落时要缓缓下落，防止刮伤螺纹每个螺栓都戴上主螺母、预紧后，方可收吊臂。

6.3.3.8 初步安装立柱后，检查立柱的纵线路方向和横线路方向斜率，对不达设计要求的进行调整。调整时，先松动主螺母，用撬棍抬动立柱，调整柱底螺栓直至满足要求。紧固螺母时，应对角循环紧固。主螺母紧固到标准力矩后，上好锁紧螺母，依次紧锁紧螺母。柱底调整螺母应至少有一个与基础顶面相接触。施工时应注意立柱法兰盘上下与螺母之间均有垫片。

6.3.3.9 声屏障立柱及相关钢结构施工完成后，需经建设单位及相关部门和监理验收合格后方可进行声屏障屏体的安装施工。

6.3.3.10 屏体安装应保证单元板之间连接紧密、牢固，注意屏体与屏体、屏体与立柱及相关钢结构、屏体与基础之间的连接缝应密实，应采用橡胶密封胶垫进行密封处理。安装后声屏障整体与公路主体应线性一致，并确保声屏障整个立面的平整度与垂直度，不应有明显的扭曲、变形。

6.3.4 质量控制及检验

6.3.4.1 工程施工质量应符合设计文件的要求，混凝土工程和钢结构等验收要求应按照国家、行业相关验收规范执行。

6.3.4.2 降噪效果验收应根据现场测量条件，按照《声屏障声学设计和测量规范》(HJ/T 90) 要求，采用直接法或间接法测量声屏障设置后的受声点和参考点的 A 声级，计算插入损失，由具有监测资质的单位出具现场测试报告。

6.4 污水处理工程

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 污水处理工程为高速公路房建工程配套设施，开工前应编制专项施工方案；施工方案的编制与审批管理应符合现行国家标准《市政工程施工组织设计规范》GB/T 50903 的有关规定。

6.4.1.2 污水处理工程施工使用的原材料、半成品、构（配）件、设备等，应符合国家现行有关标准的规定和设计文件、施工方案的要求，不得使用国家明令禁用、淘汰的产品。进入施工现场时应进行进场验收，检查其质量合格证书、使用说明书、检验报告等，并按国家现行有关标准规定进行复检，合格后方可使用。

6.4.1.3 污水处理工程的现场施工应按工程设计文件进行。施工流程和质量管理体系应符合国家、行业和本省相关法律法规、标准的规定。工程整体质量应符合现行国家标准 GB 50334 和 GB 50141 的规定；管道工程的施工和验收应符合 GB 50268 的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合 GB 50204 的规定；设备安装等施工和验收应符合 GB 50275、GB 50231 的规定。所有隐蔽工程必须进行验收，未经检验或验收不合格不得进行下道工序。

6.4.1.4 污水处理工程设备安装完成后，应进行单机和联机调试，并应经调试检查合格。

6.4.2 施工准备

6.4.2.1 施工单位应按照合同文件、设计文件和有关规范、标准要求，根据建设单位提供的施工界域内地下管线等构（建）筑物资料、工程水文地质资料，组织有关施工技术管理人员深入沿线调查，掌握现场实际情况，做好施工准备工作。

6.4.2.2 施工单位应熟悉和审查施工图纸，掌握设计意图与要求，实行自审、会审（交底）和签证制度；发现施工图有疑问、差错时，应及时提出意见和建议；如需变更设计，应按照相应程序报审，经相关单位签证认定后实施。

6.4.2.3 工程位置根据设计图纸和工程测量确定。工程测量应实行施工单位复核制、监理单位复测制，填写相关记录。管道附属设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。

6.4.3 施工流程与要点

6.4.3.1 污水处理工程施工流程：

工程测量与放线 → 地基与基础施工 → 污水处理构筑物施工 → 工艺设备安装
→ 电气及自动化仪表安装 → 污水管网施工 → 单机调试、系统联动调试。

6.4.3.2 污水管网施工要点：

- (1) 施工前应复核污水管线的位置、标高、坡向、坡度等。
- (2) 污水管线沟槽开挖方案应根据工程地质、水文地质资料及管道埋深情况综合确定。
- (3) 污水管线应在沟槽开挖、管道基础工程质量验收合格后安装；承插口管道安装时宜自下游开始，承口应朝向上游方向。
- (4) 管节安装后应根据所设的施工测量控制点校测管节的高程、轴线、承插口的间隙量，并应做好施工记录。
- (5) 每节管道安装前，应对已安装好的前一节管进行复查，如发现其发生位移应重新复位，合格后再继续进行安装。

6.4.3.3 污水处理构筑物施工要点：

- (1) 构筑物涉及设备安装的预留孔洞、地脚螺栓、预埋件及设备基础等应进行过程复核，并应由土建施工单位、监理单位、设备安装单位及设备供货单位等共同进行隐蔽工程验收。
- (2) 构筑物结构与管道连接部位施工应采取防差异沉降的措施；伸缩补偿装置的安装应保持松弛、自由状态，滑动支架安装应无滞阻现象；管道穿墙部位施工应符合设计要求，有防水要求的套管与管道空隙应进行防水处理。
- (3) 构筑物施工前应会同安装专业对交叉部位、重叠部位进行核对，确定施工顺序。共同确认设备安装所需的预埋套管、预留洞口及预埋件的位置，施工时应采取有效的防移动、防碰撞等控制措施。列出所有与设备安装有关的构筑物顶面、底板、侧壁等结构，土建施工单位应与设备安装单位确认安装位置及要求，并采取措施进行控制。做好土建施工与设备安装的衔接工作。
- (4) 池类构筑物施工完毕交付安装前，必须进行满水试验。
- (5) 污水处理构筑物施工除应符合上述规定外，尚应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的有关规定。

6.4.3.4 工艺设备安装施工要点：

(1) 土建工程应已具备安装条件，混凝土强度应达到设计要求；当设计无要求时，不应小于设计混凝土强度等级的 75%；预埋件应符合设计要求。

(2) 与设备安装相关的设备安装布置图、安装图、基础图、总装配图、主要部件图、设备安装说明书等技术资料应已齐全。

(3) 工艺设备开箱验收合格，设备基础验收合格。

(4) 重要设备的安装及调试应在设备厂家的指导下进行。

6.4.3.5 电气及自动化仪表安装施工要点：

(1) 开关柜及配电柜（箱）施工应符合现行国家标准《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 的有关规定；高压成套配电柜的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB50147 的有关规定。

(2) 可编程逻辑控制器（PLC）系统软件调试、程序控制系统和联锁系统的调试应在设备单机设备调试及设备联调完成后进行；软件试验项目应包括：系统显示、处理、操作、控制、报警、诊断、通信、冗余等基本功能的检查试验及控制方案、控制和联锁程序的检查；试验应按程序设计的步骤逐步检查试验，其条件判定、逻辑关系、动作时间和输出状态等均应符合设计文件规定。

(3) 电气工程接地装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 的有关规定。电气装置外露可导电部分和电缆保护管及所有正常不带电的金属导体、金属预埋件均应可靠接地。

6.4.4 质量控制及检验

6.4.4.1 工程施工质量应符合设计文件的要求，工程验收应按照现行《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334 和《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定执行。

6.4.4.2 功能性试验与联合试运转应按照《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334 要求进行。性能指标测试应带负荷运行，试运转持续时间不应小于 72h，设备应运行正常、性能指标符合设计文件的要求，由具有监测资质的单位出具现场测试报告。

6.5 中分带、路侧景观工程

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 高速公路中分带应满足遮光防眩、诱导视线、美化环境的需求。

6.5.1.2 分离式路基中分带间距较宽，宜重点打造，提高道路生态景观品质。

6.5.1.3 路侧绿化第一排植物栽植应与路肩外缘保持一定距离，保证其树冠不侵入建筑限界、不影响交通标志和驾驶视线。

6.5.2 施工技术要点

6.5.2.1 中分带植被应定期修剪，并控制树高在 1.2m-1.5m 之间，修剪后的植被尽量高低一致，保证行车安全。

6.5.2.2 中央分隔带回填及整理：为保证中央分隔带横向排水、避免积水，中央分隔带回填土宜高出两侧路面并整理成弓形，回填土中直径大于 3cm 的石块应剔除。施工前先将两侧路缘石底端之间的底基层和基层外露面用 1 厘米水泥砂浆抹面并喷涂两遍热沥青。施工时分 2 次(第一次压实度 95%，第二次压实度 85%)、4 层(20cm, 20cm, 10cm, 8.5cm)填筑，采用人工配合机械上土、三轮车运输、小型打夯机械夯实、填土用填筑路基的素土。中央分隔带回填土在施工过程中,严格控制土的质量、分层填筑的压实度、各层面的平整度及文明施工，做到每填土一次中央分隔带，达到线型的美观。

6.5.2.3 高速公路中分带普遍土壤质地差，建筑垃圾较多，严重影响后期植物存活率。应提前进行清理或打通，并进行土壤改良，比如可利用 TC 土壤调节剂，改善土壤结构。

6.5.2.4 路侧高低不平的路段应提前进行场地平整，清除建筑垃圾和杂草杂物等，并根据现场实际情况进行种植土换填。

6.5.2.5 土路肩可结合项目实际采用硬化或绿化处理，绿化以植草为主。

6.5.2.6 在公路用地边缘，推荐采用刺篱取代金属隔离栅，低碳环保。不仅能起到封闭和隔离作用，还能固土护坡、水土保持，美化道路环境。

6.5.2.7 花草撒播、种植后，应根据实际情况按需进行洒水与施肥工作，直至花草成活并覆盖地面。浇水时宜采用雾状喷施，防止形成径流，以免造成草籽分布不均匀而影响覆盖率和美观。

6.5.2.8 定点放线对于距离较长、弯度大、难以确定的地段，应向设计方、监理方进行咨询，并按规定避开构筑物。

6.5.3 施工工艺

平整场地→定点放线→挖种植坑槽→苗木验收→苗木种植、撒播花草→养护管理

6.5.3.1 如何判断苗木是否符合要求

- (1) 检查规格：规格误差一般不超过设计的 1%。
- (2) 检查外形：生长健壮、枝叶繁茂、冠形完整、色泽正常、根系发达、无病虫害、无机械损伤、无冻害。
- (3) 检查土球：直径和土球厚度满足设计要求；土球完整，无松散、假土球现象。

6.5.3.2 苗木验收质量要点

- (1) 检查是否为病虫害苗木（树干虫蚀、树叶有虫卵），包裹严实的、缠绳的、敷东西的都要仔细查看。
- (2) 检查是否有严重断枝、树枝损害严重、假枝、死枝的情况。
- (3) 检查土球是否散落，一般土球散掉三分之一以上，建议不进行栽种。
- (4) 辨别是否为假土球，散土球不易成活，死后更换增加成本，一经发现直接退场，避免后期更换造成成本的不必要浪费。

6.6 边坡生态防护工程

6.6.1 湿法喷播

6.6.1.1 适用范围：高速公路路堤、路堑土质或土石混合边坡（坡比大于或等于 1:1.5）。

6.6.1.2 施工工序：坡面平整→种子处理→液压喷播→盖无纺布→养护管理

6.6.1.3 技术要点

- (1) 施工人员应安全进行清坡作业，清坡材料应集中处理，不能作为回填种植土使用。对较坚硬的土质边坡还要适当将表层刨松开沟（刻槽深度 8-10cm 左右）为喷播作业做好准备。
- (2) 坡面有地下渗水的地方应设置适当的导水管引排地下水。
- (3) 通过高压泵，将混合液高速均匀地喷播到已处理好的坡面上，喷播时应注

意风向，防止喷播不匀，恶劣天气禁止喷播。

(4) 喷播后应及时覆盖无纺布，无纺布搭接处及每片无纺布的头尾均用铁丝钉或竹签加以固定，并撒上少量的细砂或细土压边。覆盖无纺布后用高压喷雾使养护水匀速地湿润坡面。

6.6.2 三维网植草

6.6.2.1 适用范围：高速公路路堤、路堑土质或土石混合边坡（坡比大于或等于1:1.5）。

6.6.2.2 技术要点

(1) 坡比必须达到设计要求，确保三维网与坡面紧密结合，无皱褶和悬空现象。

(2) 坡面处理好后，自上而下铺展三维网，网与网的搭接不小于10cm，再用钢钉将三维网固定，不留空隙。在坡顶平台按设计埋压固定，坡脚按设计深度埋入平台或边沟内。

(3) 三维网中的回填种植土应满足设计要求，无石块与其他建筑材料，土壤结构良好，呈粉细壤土状。

6.6.2.3 施工工序：坡面平整→客土填平→挂三维网→U型钉固网→液压喷播→盖无纺布→养护管理。

6.6.3 挂网客土喷播

6.6.3.1 适用范围

石质路堑边坡（坡比1:0.75-1:1.5）。

6.6.3.2 技术要点

(1) 施工人员应安全进行清坡作业，清除不稳定石块，同时填补空洞部位，尽量保持坡度一致，清理下来的材料须清运出现场；对于光滑岩面，可在坡面上每隔一定距离开一横向槽，以增加坡面粗糙度，防止雨水冲刷种子及喷附材料保证植物生长。

(2) 布点放样后按照设计要求进行锚钉孔，孔深与密度应结合现场岩石稳定程度综合确定，锚钉完要用风管将孔吹洗干净。

(3) 在灌浆时要使锚钉保持在孔的中央，灌浆必须饱满密实。

(4) 挂网网孔直径应在5-8cm之间，每片网的重叠搭接长度不小于10cm，并以锚钉固定。网片应紧贴岩面，如遇不平或坑洞应用袋装土填平并加大锚钉布设密度。

(5) 有机基材混合配好后，通过喷射机混合均匀的有机基材喷到挂网的坡面，喷射应从正面进行，要注意喷射必须覆盖整个坡面，不留死角，喷播厚度根据地质、岩石土壤情况确定，一般为 8-10cm。喷播厚度是影响后期植物生长的关键。

(6) 养护管理：施工完成后应定期进行病虫害防治，高温高湿条件下应定期观察植物生长，特别注意霉菌的防治；夏秋季植物生长初期要加大洒水养护力度，高温时早晚各洒水一次；要定期施肥，保证植物生长营养均衡；要注重木本植物生长培养对草本植物生长过于旺盛严重影响草本植物生长的边坡，应适当抑制草本植物的生长同时在施肥时调整配比，以保证植物均衡生长。

6.6.3.3 施工工序：坡面平整→挂网施工→锚钉固定→喷客土、面材基材→覆面层基材→养护管理

6.7 互通立交、服务区（停车区）、收费站景观工程

6.7.1 一般要求

6.7.1.1 在互通的匝道绿化上，内侧匝道坡面应更有观赏性，可种植低矮花灌木或经济草花，不应种植高大乔木避免遮挡视线；外侧匝道坡面主要功能是防护，可栽植一些高大乔木作为行道树，诱导行车视线。

6.7.1.2 互通式立体交叉、分合流鼻端等影响安全视距的区域，不得种植遮挡视线、标志标牌的植被，不得设置景观设施。

6.7.1.3 靠近重点城镇、风景名胜区的互通、服务区、收费站应作为重点景观工程施工，其他可作为一般景观工程。

6.7.2 施工技术要点

6.7.2.1 绿化材料应满足设计要求。种植土疏松透气、不含建筑和生活垃圾，覆土深度应满足设计要求和相应规范；乔木、灌木规格不得小于设计要求，树干枝条分支点高不低于 1~2m，经济美观；用于植物生长和养护的水，应不含有任何有害植物生长的酸、碱、盐等物质。

6.7.2.2 挖坑槽。坑槽形状要垂直，不能上大下小或上小下大；坑径应根据植物根系、土球大小及现场土质情况而定，一般比植物的根系或土球直径大 20-30cm，具体应符合设计要求。

注意：如遇到土质过黏、过硬或有害物质如石灰、沥青等，则应适当加大坑径。

6.7.2.3 如在施工过程中遇到地下管道、电缆等地下设施应立即停止施工，并及时向监理方报告。

6.7.2.4 换土。挖坑后，若发现石块多，必须清除石块再换新土，并根据土质情况和植物生长特点施加基肥。

6.7.2.5 苗木调运。园艺人员按起苗、调运等技术要求负责将苗木挖出、打包，以备运输；运输途中每隔 2-3 个小时浇水一次，保证植物根系温度和湿度，防止发热烂根。苗木运到施工场地后及时进行卸车、假植。

6.7.2.6 苗木栽植。苗木在栽植前尽量进行修剪，确保苗木水分平衡以及根冠比例，提高成活率。待底水全部渗透后种植。种植时先施基肥，填入熟土，扶正苗木，分层填土，轻踩使之紧密。种植覆土深度为苗木根际以上 5~10cm，可适当深栽。

6.7.3 施工工艺

绿化材料准备→场地平整→定点放线→挖种植坑槽、换土→苗木调运→苗木种植→养护管理

6.8 隧道口生态恢复工程

6.8.1 一般要求

6.8.1.1 端墙式洞门景观工程应与周围环境相协调。对洞口喷射混凝土面宜采用爬藤植物和下垂植物中间小间距开凿种植或坑洞种植耐干旱、耐瘠薄植物的方式进行生态景观恢复。

6.8.1.2 削竹式洞门景观工程应注意与山体生态衔接。着重对隧道仰坡进行生态恢复，自然式种植乔、灌木，使隧道出入口与山体自然景观融为一体。

6.8.2 施工技术要点

6.8.2.1 开工前对施工坡面及靠近山体的区域进行安全隐患排查，有坍塌、滑坡等隐患时，应立即停止施工，并告知有关单位。大雨、大风后，应该对施工坡面、洞顶附近进行检查。

6.8.2.2 洞门施工前应对坡面进行平整处理，保持坡面平顺。

6.8.2.3 苗木栽植前应对苗木进行适当处理，保持水分平衡。地上部分的处理措施有:截杆、去梢、剪除枝叶、喷洒蒸腾抑制剂；地下部分的处理措施有:修剪机械损

伤或过长根系、浸蘸生根粉和杀菌剂的泥浆等。

6.8.2.4 洞顶栽植好苗木后，均匀撒播草籽。在靠近洞沿边处，设置拦水带，两端以自然方式流出，确保仰坡面不被雨水冲刷和雨水直接流入路面。

6.8.2.5 开种植孔洞时应注意在坑洞下半部开凿泄水孔，防止积水。

6.9 乔、灌木植物的养护管理

6.9.1 种植

6.9.1.1 根据各类苗木土球和树穴直径的大小，并在此基础上，加填土 20-30cm 来确定种植的高度。

6.9.1.2 新植树胸径大于 6cm，树高大于 2m。新植树必须设立护树桩保护，护树桩一般以露出地面 1.5-1.7m 为宜，护树板一般靠非机动车道方向绑扎。其他护树支架有竹子、木桩等，一般采用三角支撑方法。

6.9.1.3 乔灌木种植完毕后，均需在树苗周围浅挖一圆形保水圈，以直径 60-80cm，灌水保水圈大小以 40-60cm 为宜，深度均以 3-5cm 为宜。

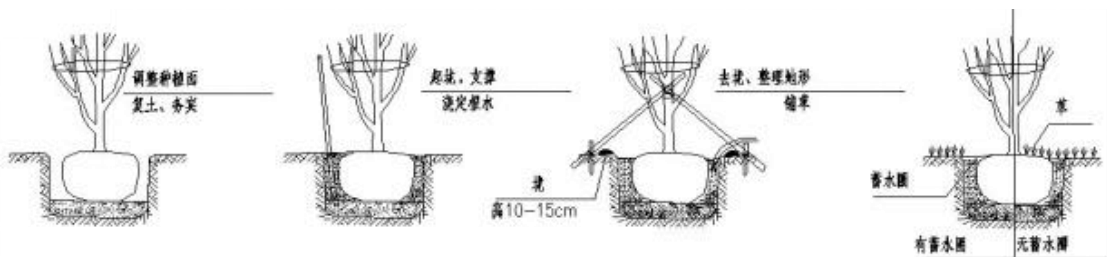


图 6.9-1 乔木种植图

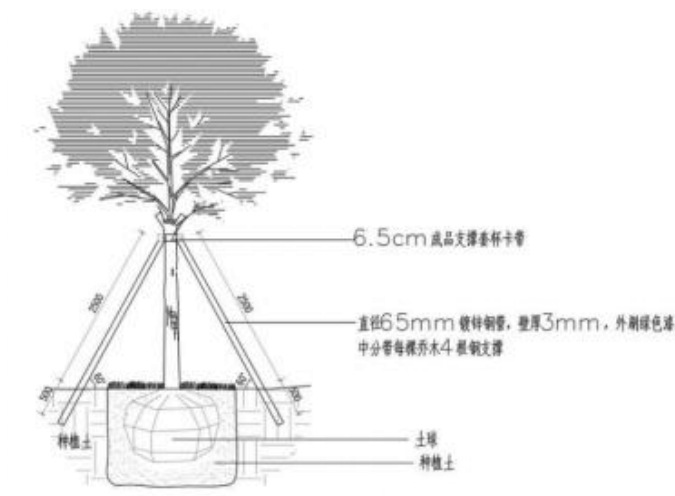


图 6.9-2 乔木支撑图

6.9.2 浇水

6.9.2.1 高速公路树木养护不能单纯依靠天然降水，必须借助人工灌溉，同时低洼地段也应注重人工排水。

6.9.2.2 浇水的时间要根据苗木耐旱性及缺水情况而定。如松柏类植物耐旱较强，适当的干旱有利于苗木生长。

6.9.2.3 灌溉分为新植幼树灌溉、休眠期灌溉和生长期灌溉三个时期。对新种的植物立即灌足头水、跟紧二水，落实三水。头三水根据天气情况一般相隔 2 至 3 天，以后按照见干见湿的原则，一般 5 至 7 天一次，如有积水及时排掉。

6.9.2.4 对片植花木洒水时，出水口应向上，不能直接冲击土球，角度保持 60 度半雾化喷洒，防止水的冲击力使新栽苗木倾斜倒状，一般浇树杆使得水慢慢流到土球内。

6.9.2.5 淋定根水须淋够、淋透，浇水后无遗漏、无大面积积水。

6.9.3 遮阳、防晒

6.9.3.1 高速公路夏秋两季绿化施工，气温在 35°C 以上时，应对新植植物布设防晒遮阴网，并增加早晚浇水频次，以防因水分过度蒸发导致植物死亡。

6.9.4 施肥

6.9.4.1 所有植物一年追肥不少于 3 次，以促进植物生长或延长绿期。施肥方法可采用叶面喷施、灌溉或坑施。每次施肥的种类和施肥量视植物生长势确定。

6.9.4.2 小树少施，大树多施。小树结合松土施液肥，大树在冠幅内地面均匀开穴干施，采用穴施或环施法，有机肥或复合肥均可，以复合肥为主，1-3 年幼年树采用 5 (N): 3 (P): 2 (K)，3 年以上的大树采用 3 (N) :2 (P) :1 (K)。

6.9.4.3 营养生长旺盛期多施氮肥，花果期、生殖生长期多施磷钾肥。

6.9.4.4 落叶树、速生树应侧重多施氮肥。针叶树应当减少氮肥比例，增加磷钾素肥料。

6.9.4.5 对土壤盐分反应敏感的树种，如松、杉类应少施或不施化肥，避免土壤局部盐渍化。

6.9.4.6 观赏用的小灌木每年冬季应施一次有机肥，每年 5-6 月应追肥一次复合肥，入冬前应施一次钾肥。

6.9.5 整形、修剪

6.9.5.1 高速公路车速快，空间封闭，为确保绿化植物不影响驾驶安全，必须定期进行整形修剪。

6.9.5.2 中分带植被修剪，必须保持水平面一条线相平而两侧面应略有一定倾斜度，即横断面是梯形(即上窄下宽)，这样有利于进行光合作用，不出现下面光秃等现象。

6.9.5.3 立交区、收费站等应根据设计风格定期修剪苗木，保证其观赏效果，如规则式或自然式。

6.9.5.4 乔、灌木的细弱枝、枯病枝、畸形枝、重叠枝、过密枝及遮挡交通标志、影响视距的枝条应及时剪除。

6.9.5.5 死亡的植株(枝条)及时进行清除与更换。

6.9.5.6 修剪时，剪口应在剪口芽的反侧呈 45°倾斜，剪口必须平滑，并涂抹防腐剂，防止树干损伤、高枝突起和树冠大小不一等。

6.9.5.7 休眠期修剪以整形为主，可稍重剪；生长期修剪以调整树势为主，宜轻剪。有伤流的树种应在夏、秋两季修剪。

6.9.6 病虫害防治

6.9.6.1 根据不同植物的生理特点、病虫害种类、养护目标的差异而进行不同的病虫害防治工作。

6.9.6.2 常见的防治方法为喷药法。喷药时间在晴天、无风的早晨或下午进行；使用农药时要“巧、准、狠”。

6.9.6.3 其他的防治方法还有：树干涂药法、毒签插入法、树干注封法、挂吊瓶法、根部埋药法。

6.10 草皮地被的养护管理

6.10.1 浇水

6.10.1.1 一般苗期微喷灌，湿润层 5-10cm；成坪后入冬前生长季湿润层 20-40cm；入冬前灌冻水，湿润层 40-50cm，以防止冬季干旱。

6.10.1.2 成熟的草坪每隔 15 天浇水一次，夏季 5-10 天一次，秋季为每月浇水

1-2 次，浇水的最好时间应选在天气凉爽的傍晚或早晨。

6.10.1.3 温度高的夏季尽量少浇水，浇水在下午或傍晚为宜，浇水要浇透，以深达下层土壤为宜，一般以 10cm 为准。

6.10.1.4 中分带草坪浇水配合乔灌木同时进行，浇水次数参考降水情况，平均每年浇水 6-8 次。

6.10.1.5 服务区、收费站和互通处的草坪可以利用喷灌来进行浇水，喷灌应在傍晚进行，以减少水分蒸发。

6.10.2 施肥

6.10.2.1 一般每年要施肥 1-2 次。冷季型草坪最佳施肥在春秋两季，暖季型草坪以早春为宜。

6.10.2.2 草坪施肥应以氮肥为主，各种肥料均衡使用，在草坪草生长旺盛时期施肥，冷季型草坪要避免在盛夏月份内施肥，暖季型草坪在温暖的春、夏生长旺盛期需要及时施肥。

6.10.2.3 施肥时间应在晴天或下雨前，晴天施肥后应及时浇水。

6.10.2.4 立交区边坡土质情况较差，肥料流失严重，应适当追肥，以提高存活率。

6.10.3 修剪

6.10.3.1 根据生长期的不同草坪草分为冷季型草坪草和暖季型草坪草，冷季型草修剪期一般在夏季。暖季型草在 25—30℃产量最高时修剪次数最多。

6.10.3.2 修剪高度通称修剪留茬，一般草坪草适宜留茬高为 3—4cm，部分遮荫留茬应高一些。一般草坪草长到 10cm 就要修剪，修剪高度不超过草长 1/2，

6.10.4 病虫害防治

6.10.4.1 当出现病虫害时，应立即上报，请相关技术人员鉴定病虫害后，配制药物进行喷洒，保证病虫害危害率小于 2%。

6.11 质量通病防治

6.11.1 声屏障工程质量通病及防治措施

6.11.1.1 质量通病

- (1) 吸音板块变形、脱落。
- (2) 整体外观顺直度较差。
- (3) 密封不严密，降噪效果不理想。

6.11.1.2 原因分析

(1) 引起吸音板块变形、脱落的原因主要是吸音板屏体在运输或现场堆放过程中未采取有效的防护措施，造成挤压变形。屏体安装不规范，导致单元板之间、屏体与立柱之间、屏体与基础之间的连接不紧密、不牢固，且未安装防脱落装置，出现屏体脱落现象。

(2) 导致整体外观顺直度较差的原因主要有：①声屏障吸音屏体上盖板安装未拉线校正；②收边收口位置处理不当影响整体外观效果；③耐力板尺寸不符合标准；④耐力板安装过程中未提前放线复核尺寸。

(3) 引起密封不严密，降噪效果不理想的原因主要有：屏体安装不规范，导致单元板之间、屏体与立柱之间、屏体与基础之间的连接不密实。缝隙未打胶密封或未安装橡胶密封胶垫。

6.11.1.3 防治措施

(1) 吸音板块变形的防治

①加强吸音屏体板块运输过程管理，装载捆扎牢固不侧滑并加垫垫块和衬板保护吸音屏体。在施工现场摆放时根据现场条件尽量使钢构件并列两排堆放，根据安装时的顺序，按每件构件退后顺序做到编码堆放。堆放时要适当倾斜，以免吸音板发生倾覆。

②为确保吸音屏体板块安装整个立面的垂直度与平整度，安装时应按照要求在吸音屏体板块整个立面的上下左右四个方向均要挂线测量检查，定位前要仔细测量检查每块吸音屏体四个方向的间距与垂直度，保证四个方向与拉线的间距一致。

③做好安装前质量检验与控制，禁止安装存在质量缺陷的吸音屏体板块。

(2) 声屏障整体外观顺直度较差的预防措施

①安装时严格控制尺寸误差，保证声屏障各部位构件严格控制在同一个平面；

②在不同的水平线上的上盖板，应实行分段安装，安装时实行带线作业。

③材料进场首先进行外观尺寸检验，对不符合尺寸标准的予以退货处理。

④安装完成后逐一测量检查声屏障各部位的垂直度及高度偏差，检查结果应满足构件垂直度控制在 5mm 以内，相邻吸声板高度偏差为±5mm 以内，整体高度偏差为

±10mm 以内。

(3) 密封不严密, 降噪效果不理想。

①加强材料进场检验, 使用合格产品;

②控制安装误差;

③重视后期缝隙打胶密封, 填充发泡型热塑弹性体, 杜绝漏声现象。

6.11.2 污水处理工程质量通病及防治措施

6.11.2.1 质量通病

(1) 构筑物墙裂缝漏水。

(2) 污水管道渗漏水, 闭水试验不合格。

6.11.2.2 原因分析

(1) 引起构筑物墙裂缝漏水的原因主要有: ①混凝土构筑物墙体发生裂缝的主要原因是混凝土收缩与温差应力大于混凝土的抗拉强度; ②收缩裂缝与混凝土的组成材料配合比有关; 与水、砂、石、外加剂、掺合料质量有关; 与施工时计量、养护也有关。③对施工缝留置、处理不当。

(2) 引起污水管道渗漏水的原因主要有: 基础不均匀下沉, 管材及其接口施工质量差、闭水段下端封堵不严密、井体施工质量差等原因均可不良现象产生漏水现象。

6.11.2.3 防治措施

(1) 构筑物墙裂缝漏水的防治措施

①墙外没有回填土, 沿裂缝切槽嵌缝并用氰凝浆液或其它化学浆液灌注缝隙, 封闭裂缝。

②严格控制原材料质量, 优化配合比设计, 改善混凝土和易性, 减少水泥用量。

③加强养护, 一般均应采用覆盖后的浇水养护方法, 养护时间不少于规范规定。同时还应防止气温陡降可能造成的温度裂缝。

④选择好接缝的形式并处理好接缝。

(2) 污水管道渗漏水的防治措施

①认真按设计要求施工, 确保管道基础的强度和稳定性。当地基地质水文条件不良时, 应进行换土改良处治, 以提高基槽底部的承载力。

②如果槽底土壤被扰动或受水浸泡, 应先挖除松软土层后和超挖部分用杂砂石或碎石等稳定性好的材料回填密实。

- ③所用管材要有质量部门提供合格证和力学试验报告等资料。
- ④管材外观质量要求表面平整无松散露骨和蜂窝麻面形象。
- ⑤安装前再次逐节检查,对已发现或有质量疑问的应责令退场或经有效处理后方可使用。
- ⑥选用质量良好的接口填料并按试验配合比和合理的施工工艺组织施工。
- ⑦抹带施工时,接口缝内要洁净,必要时应凿毛处理,再按照施工操作规程认真施工。
- ⑧检查井砌筑砂浆要饱满,勾缝全面不遗漏;抹面前清洁和湿润表面,抹面时及时压光收浆并养护;遇有地下水时,抹面和勾缝应随砌筑及时完成,不可在回填以后再行内抹面或内勾缝;
- ⑨与检查井连接的管外表面应先湿润且均匀刷一层水泥原浆,并座浆就位后再做好内外抹面,以防渗漏。

6.11.3 景观生态工程质量通病与防治措施

6.11.3.1 质量通病

- (1) 苗木规格偏小、质量偏差
- (2) 种植放线走样
- (3) 苗木种植稀疏

6.11.3.2 原因分析

- (1) 苗木规格偏小、质量偏差

- ①设计单位未对苗木规格做出合理控制,使施工单位选择靠下限规格的苗木。
- ②苗木供货商为了获取更多利润,以次充好。
- ③施工人员质量参差不齐,缺乏专业的园艺、园林从业人员。
- ④甲方未执行严格的验收制度,对苗木质量把控不严。

- (2) 种植放线走样

- ①施工人员未能理解设计意图,因此未达到种植效果。
- ②未按照正确的基准点或基准线放样,造成放样偏差。

- (3) 苗木种植稀疏

- ①设计图纸未明确规定苗木种植间距或种植密度。
- ②苗木规格、形状未达到设计要求。

6.12.3.3 防治措施

(1) 苗木规格偏小、质量偏差

①设计单位严格控制乔木胸径上下变幅范围在 2-3cm 内,对灌木高度与冠幅变幅范围在 5-10cm 内。

②供应商应按合同和设计要求提供苗木,以保证设计效果。

③提高施工队伍人员的质量,引进专业的园艺、园林人员,并进行针对性培训。

④甲方需在合同中明确规定苗木的形状、规格以及其他具体要求,并在施工中按照严格的验收标准进行验收。

(2) 种植放线走样

①施工人员在未理解设计图纸之前,需与设计人员进行充分沟通;设计单位在技术交底时应向施工人员详细介绍设计意图,以及施工中应特别注意的事项,以便施工人员对整个绿化设计有一个全面的理解。

②施工人员在施工前要踏勘现场,确定图纸与现场情况一致,再选择好定点放线的依据,确定好基准点。

(3) 苗木种植稀疏

①设计单位应在设计中明确、详实提供苗木种植间距或每平方米种植株数。

②采购方应严格按照设计要求和合同进行苗木采购,以确保设计效果。

6.12 四新技术推广应用

6.12.1 公路沿线植被及表土资源保护利用技术

6.12.1.1 技术特色

(1) 植被及表土资源调查技术。采用遥感解译技术,从宏观大尺度层面对公路路线经过区域的植被和土壤情况做整体的勘测,为进行现场样方调查提供依据。

(2) 植被分级保护技术。采取植被分级保护技术,可针对不同类型植被提出针对性保护对策,减少工作量,提高保护工作的效率和实用性。

(3) 分步清表施工技术。采取分步清表施工技术,通过多次控制性和精细化清表施工,能够明显减少清表施工扰动面积,与公路工程施工紧密结合,最大限度地保护植被和减少表土层土壤资源的破坏;同时利用清除的植被和表土层土壤资源进行后期生态恢复。

6.12.1.2 工艺流程

(1) 以宏观和现场调查结合为基础，制定科学详细的植被和表土保护利用技术方案。首先通过对公路路线范围的卫星图进行遥感解译和分析，识别公路经过区域主要植被类型和土地利用类型；其次根据每个路基施工标段穿越的植被类型及数量，设置现场植物样方调查的点位；然后开展现场植物样方调查和表土调查及采样；随后统计样方调查数据并计算相关参数；最后根据计算结果制定不同类型植物保护方法和表土收集方法。

(2) 根据植被样方调查结果，将公路沿线植被按照珍稀程度、树龄、径级和观赏性进行植被保护分级，主要分级保护标准和保护对策如下：

①古树名木、珍稀濒危植物为第一级，以就地保护为主，避免扰动，无法原地保留的移栽到自然保护区或植物园进行保护。

②树体高大、树形优美的孤植树、点景树为第二级，实行就地保护，避免破坏，使其形成公路的景观亮点。无法原地保留的要移栽到服务区、立交区等区域进行保护。

③常见的乔木为第三级，清表施工进行选择保护，不影响路基施工的一律就地保护，影响路基施工的乔木树种移栽用于公路绿化恢复。

④草本和灌木为第四级，清表施工中直接清除并粉碎腐熟后作为后期公路绿化的基质肥料。

(3) 分步清表技术适用于填方、挖方、半填半挖方路基的清表施工，根据公路施工现场情况进行科学调整，满足公路施工的特点。分步施工技术施工流程如下：

①清表前准备

对各施工标段公路用地范围内的植物资源状况进行调查，统计国家及地方保护植物以及可以进行保留和移栽的植物并制定指导手册，下发施工单位进行宣传培训；

根据各种土地利用类型，对全线公路用地进行分类，调查各类型公路用地内的表土层土壤厚度。

②第一步清表

第一步清表范围是通过勘测确定公路中线，沿该公路中线向两侧清表，直至清理出设计路面宽的宽度范围，达到贯通全线，保证施工车辆、机械和人员能够进入。包括清表区域内的植物分级保护操作和表土层土壤资源的收集操作。

③第二步清表

根据以下三种路基类型确定范围：

填方路基：第二步清表范围为所述设计路面宽的宽度外侧至设计的坡脚线位置之间的范围。

挖方路基：第二步清表范围为设计路面宽的宽度外侧至设计的坡口线位置之间的范围。

半填半挖路基：第二步清表范围是以上边坡设计的纵向高度和第二步清表范围分别所述填方一侧和挖方路基一侧的清表范围之和。

④最后一步清表

最后一步清表范围为设计填方路基的坡脚线或设计挖方路基的坡口线至公路用地边界之间的范围，清表操作根据截水沟或排水沟的设置及现场实地情况进行，对不影响施工操作的区域避免扰动。

6.12.1.3 控制要点

(1) “遥感解译+样方调查”综合调查技术，能快速掌握公路沿线植被和表土总体情况，弥补传统调查受环境限制的不足；结合样方调查，提高了遥感数据的准确性，提升了样方调查的效率，增加了保护的针对性、准确性。

(2) 在遥感解译图设置现场点位，指导现场植物调查样方和表土情况调查，同时考虑落实公路生态管理和保护措施的一致性。

(3) 在公路路线占地界内有针对性开展植物样方调查和表土情况调查，获取详细的植被情况和表土质量信息，为制定保护措施提供基础数据。

(4) 采用区域土地利用类型斑块分布法开展表土情况现场调查，调查情况更全面准确科学。

(5) 以精细管理原则，精细界定清表范围、界限、步骤，确定交通方案，制定表土迁移计划，制定原始植被及其他可利用植物的迁移或就地保留的实施方案，以及生态边沟建设或公路排水边沟设计变更、调整方案。

(6) 该技术适于山地、平原等多种生态环境和各类公路推广应用，将在古树名木保护、绿化工程、景观建设、生态防护等方面取得显著的环境效益和社会效益。

6.12.2 公路工程清表有机废弃物现场堆肥资源化技术

6.12.2.1 技术特色

(1) 利用自然界多种微生物或人工添加高效微生物菌剂，在合适的通风、湿度、pH、孔隙度等条件下，将有机固体废弃物中各种复杂的有机态组分转化为稳定的小

分子物质和腐殖质的微生物学过程，实现有机固体废弃物减量化和资源化处理。有机固体废弃物在堆肥处理后土地利用，可以有效提高土壤肥力，涵养水分，减少土壤侵蚀等功能，是高质量利用表土资源的有效手段。

(2) 通过收集公路清表的表土资源和植被废弃物，作为堆肥主料，辅以一定的农林剩余物调节堆肥物料配比和含水率，将堆肥原料 C/N 调控在 (25~40):1 的范围，含水率在 40%~60%之间，采用简易槽式制堆，辅以外源添加生物菌剂，进行堆肥发酵，定期监控堆肥过程的参数，并适时翻堆，直至熟化陈化。

6.12.2.2 工艺流程

(1) 清表有机固体废弃物混合堆肥配比设计

取样测试清表有机废弃物堆肥物料的基本特性，如 pH 值、含水率、总碳、总氮、C/N 比等，基于响应面分析，以溶解性碳氮比 (WSC/WSN)、溶解性有机碳 (WSCorg)、终点 C/N/初始 C/N(T)、有机质降解速率 (K)、 NH_4^+ 、 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 作为有机固体废弃物混合堆肥腐熟程度的判别指标，添加调理剂，采用 M fixture Design 混料设计进行堆肥试验，寻求合适的原料配比组合。

(2) 露天堆肥过程的工艺条件优化与调控

对影响堆肥过程中的主要工艺参数温度、含水率、通风速率进行科学调控。通过监测堆肥过程中的温度变化和含水率指标，适时人工干预发酵过程，实现高效堆肥。

(3) 实验测定堆肥产物的技术指标，根据种植植物和原种植土性质以及种植质量要求，配制作绿化用有机基质的种植土，配置方法如下：

- ①用于表土改良：可按表土与绿化基质 6:4~8:2 的比例进行混匀使用；
- ②用于草籽、草坪种植：可按原种植土与绿化基质 3:7~7:3 的比例混匀；
- ③用于灌木种植：可按原种植土与绿化基质 6:4~8:2 的比例进行混匀；
- ④用于乔木种植：可按原种植土与绿化基质 7:3~9:1 的比例进行混匀。

6.12.2.3 控制要点

(1) 本技术集科学性、实用性、可操作性于一体，2022 年已制定湖南省地方标准《线性工程清表有机废弃物现场堆肥处理技术规程》。其技术路径成熟可靠，过程操作简便，便于生产组织，产品可直接应用于工程绿化项目，就地实现了废弃资源循环利用，可实现工后土地复垦、绿化工程建设所需肥料零外购，为公路建设项目绿色工地创建、表土资源高质量再利用提供了技术支撑。④采用区域土地利用类型斑块分布法开展表土情况现场调查，调查情况更全面准确 科学。

(2) 以精细管理原则, 精细界定清表范围、界限、步骤, 确定交通方案, 制定表土迁移计划, 制定原始植被及其他可利用植物的迁移或就地保留的实施方案, 以及生态边沟建设或公路排水边沟设计变更、调整方案。

(3) 该技术适于山地、平原等多种生态环境和各类公路推广应用, 将在古树名木保护、绿化工程、景观建设、生态防护等方面取得显著的环境效益和社会效益。

6.12.3 隧道光伏智能照明技术

6.12.3.1 技术特色

(1) 隧道光伏智能照明技术将光伏发电、LED 照明、自动控制方面的最新研究成果有效整合, 从隧道照明的供电方式、隧道照明灯具、隧道照明控制方式等方面解决隧道照明的安全性和节能性之间的矛盾, 实现隧道照明系统的“开源”和“节流”。

(2) 隧道光伏智能照明技术基于“绿色循环低碳交通”理念, 提升绿色照明技术、用能设备能效提升技术及新能源、可再生能源在交通基础设施运营中的应用水平, 综合应用了自然光照明、LED 照明、太阳能光伏发电和智能传感调光控制等多项节能技术, 是一种可持续发展、全寿命周期成本最低的公路隧道绿色照明技术, 有效解决了以往隧道照明系统耗能大、维护费用高、控制模式单一、照明过度、不开或少开照明等安全隐患大的通病。

6.12.3.2 工艺流程

(1) LED 照明系统

从隧道照明系统的安全性和节能性两方面综合考虑, 智能照明系统采用可调光的隧道 LED 灯作为照明灯具。LED 光源由于寿命长、耗能少、体积小、响应快、抗震抗低温、污染小等突出的优点, 应用领域极为广阔。随着制造成本的下降和发光效率、光衰等技术瓶颈的突破, LED 光源优势日趋明显, 将逐全面取代传统光源。

(2) 光电互补供电系统

隧道光伏智能照明系统将光伏发电系统应用到高速公路隧道的机电系统中, 改变隧道机电系统的供电能源结构, 由全部化石能源供应优化为由可再生能源供应为主、化石能源供应为辅的能源结构, 大大降低高速公路隧道的机电系统化石能源的消耗, 降低运营成本, 减少温室气体排放。

光伏发电系统是将太阳能转变为电能的系统, 系统由光伏组件 PV 阵列、组串式并网逆变器、交流配电箱以及并网柜等部件组成。光伏阵列接受太阳光照射产生电能,

经过逆变器转变为三相交流电,通过交流配电箱将汇流整合成可用的稳定交流电,对隧道照明系统进行供电。

(3) 隧道照明控制系统

隧道光伏智能照明系统结合现有的智能化控制技术和LED灯具无级调光技术,提出一套高速公路隧道智能照明系统及相应控制设备和控制软件,可根据季节、天气、洞外亮度、时间、交通量等多参数精细化控制隧道照明质量。较传统隧道照明控制系统,本系统控制更加智能化和精细化,真正实现“按需照明”,节能效果明显。

(4) 远程监控系统

建立隧道内运营状况监测系统,利用云平台实现隧道运行状况的远程监控。主要监控对象包括光伏发电系统运行状况、隧道内灯具开启状况、洞外和洞内亮度情况以及隧道灯具故障情况等,增强系统的安全性、可靠性和先进性。

6.12.3.3 控制要点

(1) 目前传统隧道照明系统的控制方式有三种:手动控制模式、分时段进行的时序控制模式和有级控制模式,智能化程度不高,主要存在以下两个问题:采用手动控制模式及分段时序模式的系统,不能随时根据洞外的亮度变化进行洞内亮度调节,造成了很大的能源浪费;以自动控制模式为主、手动控制模式为辅的系统,洞内调光采用控制灯具的不同开关组合有级模式,不能实现无级调光。

(2) 控制系统配备时间控制器、光通量传感器和车流量传感器等多种控制器,可实现:第一,根据控制系统预设的照明时间段自动调整照明回路;第二,在各个照明时段根据洞外的亮度传感器信号变化自动调节灯光亮度,实现隧道内照明亮度和洞外亮度同步变化;第三,根据车辆传感器信号,在无车或者车流量小时,自动降低隧道内照明亮度,并在夜间照明时段实现“车来灯亮、车走灯灭”,最大限度地降低照明系统能耗;第四,在隧道内各照明段设置光照度传感器以检测洞内照明实际达到的亮度值,并与依据洞外亮度确定的各段设计照明亮度进行比对,调整照明灯具调光数值,实现闭环控制;第五,隧道内每盏灯均设置唯一的通信地址,可实现隧道内灯具的逐灯巡检。

(3) 目前隧道机电系统普遍采用电力监控方式进行远程监控,未实现运行状况的实时网络监控、运行数据的网络存储,不利于隧道运行数据的查询和访问。隧道光伏智能照明系统建立了一套基于云平台的隧道机电系统监控系统,利用本地控制器采集隧道洞内灯具状况信息、洞内亮度信息、车流量信息、机电设备运行信息、环境亮

度信息和视频监控信息，通过 4G 传输技术将采集的信息实时上传至云平台服务器，可远程登录服务器查看隧道机电系统运行状态，实时掌控隧道的运营情况。通过远程服务器终端，可调整隧道机电系统的控制参数，根据实际运行工况，远程控制机电系统的运行。

第七章 机电工程

7.1. 7.1 总则

本章规定了湖南省新建和改（扩）建高速公路机电工程施工的一般规定、各机电系统（监控、收费、通信、隧道机电）施工要求、质量通病和四新技术等四个部分。

7.2 一般规定

7.2.1 施工准备

7.2.1.1 合同谈判和签订

发出中标通知书后，业主与承包人进行合同谈判，进一步明确业主和承包人双方合同期间的权利、义务和责任，签订施工合同。

7.2.1.2 人员和设备进场

按照合同要求承包人进行项目部驻地建设，并满足项目部现场管理标准化要求，合同人员和设备进场。

7.2.1.3 联合设计

按照合同和业主要求，结合施工现场的具体情况，对招标文件中的施工图设计文件进行修改形成联合设计文件初稿，联合设计文件初稿经过联合设计专家评审，根据专家提出的意见修改，修改后经专家审核通过后形成联合设计文件，该文件为承包人的施工依据。



7.2.1.3-1 联合设计评审报告



7.2.1.3-2 联合设计专家讨论

7.2.1.4 工程变更

凡是与投标文件不相符的施工项目都需要进行工程变更，只有完成工程变更后该项目承包人才能实施。

7.2.1.5 订货

完成联合设计后，承包人应该与供应商签订供货合同，及早备货。

7.2.2 施工组织设计

施工单位编写的施工组织设计，需要上报监理及业主，监理和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才能作为施工组织管理的依据。施工组织设计应包括：

- (1) 总体施工组织布置及规划；
- (2) 重点、关键和难点工程的施工方案；
- (3) 工期关键线路图及保证措施；
- (4) 关键工程质量保证措施；
- (5) 安全保证措施；
- (6) 环境保护、水土保持、文明施工、文物保护保证措施；
- (7) 项目风险预测及防范，事故应急预案；
- (8) 其他应说明的事项。

7.2.3 现场准备

7.2.3.1 现场调查

跟踪调查路基、路面、隧道、房建、通信管道工程的施工情况，主要内容包括：

- (1) 路基、路面、桥梁、隧道的位置和长度，初步确定施工图纸中设备基础的位置；
- (2) 外场监控设备的供电管道和监控设备附近的分歧管道及进站通信分歧管道的预留、预埋情况；
- (3) 隧道土建施工单位为机电系统提供的隧道内的预留预埋施工情况；
- (4) 计重基坑的预留位置、排水管道的位置；
- (5) 收费站、分中心机电工程线缆路由和机房内设备布设需房建施工单位提供的界面和接口；
- (6) 隧道变电所建设情况和供电路由管线的预留预埋；
- (7) 通信管道敷设和试通情况；
- (8) 防雷接地及联合接地位置；

(9) 调研相关路段的通信设备情况，本路段并网可能引起的已建路段的机电系统改造工程量；

(10) 调查与新建路段相关的连接互通附近的 ETC 门架布设情况，在原通车路段上新建 ETC 门架布设位置及网络接入、产权归属等情况。

7.2.3.2 仓库租赁

承包人需要在施工现场附件设置有人看管的设备材料仓库，仓库的大小可根据施工进度和施工设备材料的多少进行调整，仓库必须建立出入库台账。

7.2.3.3 施工材料设备到场

所有设备和材料承包人按照施工组织计划组织进场，进场的设备和材料必须符合设计要求，进场材料必须进行检查，并做好记录，检查内容至少包括：

- (1) 包装；
- (2) 规格、型号、数量；
- (3) 装箱清单、技术文件、质量证明文件、专用工具等；
- (4) 外观。

7.3 监控系统

监控系统施工内容主要包括监控分中心设施和路段外场设施的安装、调试。

7.3.1 监控分中心设施

7.3.1.1 主要设备

监控分中心主要设备有监视墙（监视器或大屏幕拼接系统）、操作台、机柜、计算机和网络设备（包括服务器、工作站、交换机、防火墙、打印机、磁盘阵列等）、配电箱、UPS 等设备。

7.3.1.2 施工要求

(1) 监控分中心主要设备都布置在监控室、机房、配电房，房建完成后按照施工图要求结合现场情况对监视墙、操作台、机柜、配电箱、UPS 等设备进行定位；

(2) 按照施工图要求结合设备定位情况敷设强电线槽和弱电线槽；

(3) 首先安装电视墙、操作台、机柜、配电箱和 UPS；

(4) 然后安装计算机和网络设备；

(5) 强电弱电线缆分别敷设在强电线槽和弱电线槽，线缆从金属线槽到控制台

和机柜套金属波纹管，金属线槽、控制台和机柜底板按照波纹管的尺寸开孔。

7.3.1.3 控制要点

(1) 大屏幕拼接系统

1) 按照施工图纸要求安装的大屏幕固定支架必须稳定，支架上方两端和中间与墙体必须设置连接杆（连接杆的间距不大于 3 米）；

2) 安装前大屏幕拼接单元必须通电检查，检查屏幕表面坏点不能超过 3 个，并且不能在一起，不得存在屏幕损伤、边沿漏光；

3) 安装后屏幕物理拼接缝应均匀、平整，所有紧固、连接件齐全稳定；

4) 屏幕后维修通道不小于 0.8 米；

5) 空调出风口不得直对大屏幕拼接屏，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，不得有异物遗留等。

(2) 监视器墙

1) 按照施工图纸要求安装监视器固定支架，支架安装后必须稳定，支架上方两端和中间与墙体必须设置连接杆（连接杆的间距不大于 3 米）；

2) 检查屏幕表面坏点不能超过 3 个，并且不能在一起；

3) 监视器墙垂直偏差不应大于 2mm/m；

4) 监视器安装完成后应进行清洁，不得有异物遗留等。

(3) 操作台

1) 操作台下舱内设备均匀布置，留有散热空间，不得堵塞散热孔洞；

2) 操作台台面设备布局合理，安装稳固，接插件接触可靠；

3) 操作台线缆由下部引入，线缆敷设整齐有序，线缆两端留有余量，并有永久性标识。

(4) 机柜的安装应符合下列规定

1) 机柜前净距不小于 0.8m，机柜背面净距不应小于 0.6m；壁挂式机柜距地面宜为 1.2 米；

2) 机柜安装应牢固，垂直偏差不应大于 3mm，水平偏差不大于 2mm；

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。

(5) 计算机及网络设备的安装应符合下列规定

1) 设备布局应，留有适当操作、检修及散热空间，安装牢固，标识清晰；

2) 信号线、电源线应分开布设，布设时应路由合理、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规范要求；

3) 不得在地板下或线槽内非设计位置安装设备。

(6) 监控室、机房和 UPS 室内线缆安装应符合下列规定

监控室、机房和 UPS 室内线缆安装分为上走线和下走线两种方式。上走线方式是线缆从机柜上部走线架垂直向下通过机柜上部开孔引入机柜的方式，下走线方式是线缆从机柜下部走线槽向上通过机柜下部开孔引入机柜的方式。

1) 上走线方式符合下列规定

①强电弱电线缆应分开布设，并用绑扎在不同的走线架上；

②强电架距离地面高度为 2700mm，弱电架距离地面高度为 2500mm；

③弱电上走线架的边缘与机柜的背门对齐，强电上走线架的边缘与机柜的前门对齐，两个走线架可有部分重叠；

④走线架尽量贯穿整个机房，并将上走线架的两端固定于两边的墙上；

⑤走线架挂壁固定时，天花板的浇筑厚度不能满足走线架和线缆重力要求时，，可利用屋顶的承重梁和墙壁来承接主要重力，也可以增加落地支撑；

⑥走线架布线应整齐美观、绑扎牢固可靠、标识清楚；

⑦走线架必须可靠接地。

2) 下走线方式符合下列规定

①强电弱电线缆应分开布设，并用金属线槽保护；

②线槽之间用金属线联结，并可靠接地；

③布线应整齐美观、绑扎牢固可靠、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。

(7) 监控室、机房和 UPS 室内设备安装应符合下列规定

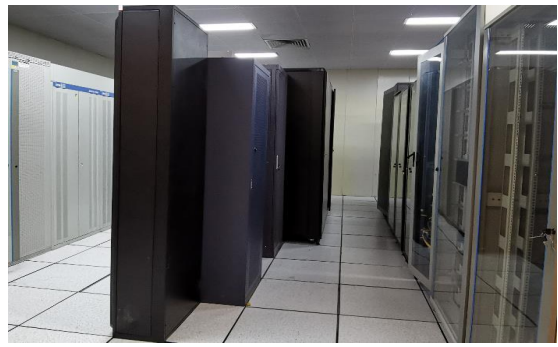
- 1) 设备之间连接线、插头等部件应连接可靠、紧密、准确;
- 2) 布线整齐、预留规整、标识清楚;
- 3) 固定螺丝等紧固, 无松动;
- 4) 机柜内设备布置整齐, 分类合理, 层次清楚。

(8) 监控室、机房和 UPS 室地面、地板安装应符合下列规定

- 1) 应有静电泄放措施和接地;
- 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。



7.3.1-1 监控室



7.3.1-机房

(9) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌, 标牌内容符合下列规定

- 1) 设备永久标牌包括设备编号、设备名称、规格型号、位置、安装时间;
- 2) 线缆永久标牌包括线缆用途、规格型号、起点位置、终点位置、长度、施工时间。

7.3.2 路段外场设施

7.3.2.1 主要设备

路段外场设备主要有摄像机、车辆检测器、气象检测器、可变信息标志和交调站等设备

7.3.2.2 施工要求

(1) 外场主要设备都布置在路侧和道路上方, 按照施工图要求结合现场情况对摄像机、车辆检测器、气象检测器、可变信息标志和交调站等设备进行基础定位; 对供电电缆路由放样, 如果是远程供电还需要对供电设备基础定位;

(2) 按照施工图要求进行基础制作和接地制作;

- (3) 防雷接地电阻必须不大于 $10\ \Omega$ ，联合接地电阻不大于 $1\ \Omega$ ；
- (4) 供电电缆敷设；
- (5) 基础上部设备安装结构件到达现场；
- (6) 设备安装结构件吊装（小型设备可以安装在结构件上一起吊装）；
- (7) 设备吊装，配套设备安装；
- (8) 远程供电设备调试通电。

7.3.2.3 控制要点

(1) 摄像机

1) 摄像机安装前应逐台通电进行检测、粗调和设置，遥控摄像机还应检查确认云台的水平、垂直转动角度满足设计要求，并根据设计要求确定云台转动起点方向；

- 2) 紧固摄像机和防护罩；
- 3) 检查摄像机底座与支架或云台的安装尺寸满足设计要求；
- 4) 摄像机安装完成后，通电细调、检查各项功能均需要满足设计要求。

(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) 环形线圈车辆检测器线圈的安装应符合

- ①线圈范围内不应有混凝土板块交接、伸缩缝、切割缝，金属物体；
- ②线槽切割深度宜为 $50\sim 70\text{mm}$ ，宽度宜为 $5\sim 7\text{mm}$ ，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引线槽切割与线圈切割相同，宽度应为线圈的两倍；
- ④环形线圈为整根线敷设，不能有断裂、打结或外皮损坏的情况；
- ⑤线圈敷设应留有余量；敷设完成后，填入细砂立即封装，封装时避免产生气泡；
- ⑥线圈敷设后应测量线圈电感量，电感量应符合车辆检测器要求；
- ⑦在 250V 直流电压测试条件下，线圈对地电阻应大于 $10\text{M}\ \Omega$ 。

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。

- 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参照 7.3.2.3-（1）。

(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，并能保持平衡。

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。

(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。

(4) 交调站的安装应符合下列规定

1) 门架位置确定时应应对门架选点进行复核，重点掌握工点埋地管线设施、周边电缆线路的分布情况，基础应避免与道路排水设施冲突。桥梁段门架选点应靠近桥墩，并避开伸缩缝位置；

2) 门架应确保钢材型号、防锈等级，镀锌层厚度必须达到设计要求；

3) 门架安装后立即对门架竖直度进行调整；

4) 对于通车路段必须有经管理部门批准的施工安全组织方案；

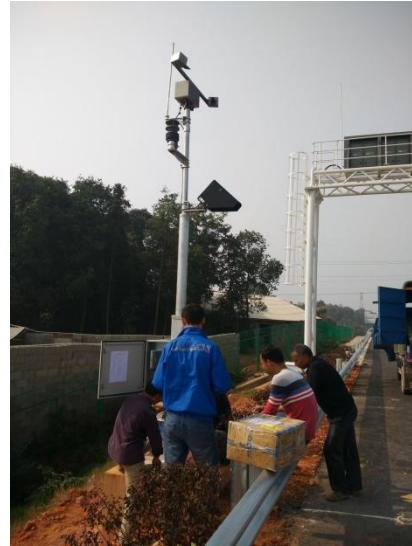
5) 超声波车辆检测器应满足 IP65 防护等级；

6) 设备和门架必须可靠接地，接地电阻必须达到设计要求，接地线与道路波形护栏不能有电气连接；

(5) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3- (9)。



7.3.2-1 遥控摄像机



7.3.2-2 气象检测器



7.3.2-3 可变信息标志 (1)



7.3.2-4 可变信息标志 (2)



7.3.2-5 市电交调站



7.3.2-6 太阳能交调站

7.4 收费系统

收费系统施工主要包括收费广场设施、主线 ETC 门架设施、收费站（收费管理所、收费分中心）设施的安装、调试。

7.4.1 收费广场设施

7.4.1.1 主要设备

收费广场设施主要包括车道设备和广场设备。收费车道主要设备收费亭外有防雾灯、手动栏杆、费额显示器（含通行灯）、ETC 天线、车牌识别摄像机、车道摄像机、自动栏杆机、自动发卡机、雨棚信号灯、绿通车道快速检测系统、治超车道轮廓检测器和计重设备等，收费亭内有收费亭摄像机、对讲、车道控制器、收费员终端（显示器、键盘）、CPC 卡读写器、票据打印机（仅出口配）等设备。广场设备主要有收费广场出入口摄像机，站前情报板和出口情报板。

7.4.1.2 施工要求

（1）收费广场的路基、路面工程成形后可以确定收费广场摄像机位置和收费站出口和入口情报板位置；

（2）收费岛成形后可以确定收费岛上设备安装位置；

（3）收费车道成形后可以确定计重设备安装位置；

（4）按照施工图要求结合实际情况准确定位基础位置，制作基础、预留孔洞和敷设管道，基础强度达到设计要求后就可以安装出入口情报板、广场摄像机、收费岛上设备和吊装计重设备；

（5）收费亭安装完成后可以安装亭内设备；

（6）收费大棚完成后可以安装雨棚信号灯；

（7）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。

7.4.1.3 控制要点

收费车道设备安装应符合下列规定：

（1）除双向收费岛上的设备出（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；

（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 7.3.2.3-(2)-2)。

(7) 车道摄像机宜安装在自动栏杆机后方（靠近岛尾侧）。

(8) 计重基础底部最低处必须设置排水管道，管道内径不小于 10cm。

(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。

(12) 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；

(13) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3-(9)。



7.4.1-1 收费车道



7.4.1-2 收费广场

7.4.2 主线 ETC 门架设施

7.4.2.1 主要设备

主要设备：ETC 门架、RSU 天线、车牌图像识别设备、补光灯、高清摄像机、综合机柜、远程供电、服务器、交换机、防火墙。

7.4.2.2 施工要求

- (1) 按照施工图和 ETC 门架布设原则确定门架安装位置；
- (2) 门架基础定位和施工；
- (3) 综合机柜、远程供电设备基础定位和施工；
- (4) 接地施工；
- (5) 基础施工完成后进行门架制造尺寸测量；
- (6) 门架工厂制造和到货；
- (7) 门架吊装；
- (8) 门架设备、综合机柜和远程供电设备安装；
- (9) 收费站门架系统设备安装。

7.4.2.3 控制要点

(1) 门架位置确定时应应对门架选点进行复核，重点掌握工点埋地管线设施、周边电缆线路的分布情况，避免 ETC 设施受到 5.8G 相近频点干扰和障碍物遮挡，基础应避免与道路排水设施冲突。桥梁段门架选点应靠近桥墩，并避开伸缩缝位置；

(2) ETC 门架应确保钢材型号、防锈等级，镀锌层厚度必须达到设计要求；

(3) 门架对接接头要求等强焊接，焊透全截面，并用引弧板施焊，引弧板割去处应予以打磨。对接焊缝和坡口焊缝应按照《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205-2001) 中的二级检验执行；

(4) 门架安装后立即对门架竖直度进行调整；

(5) 对于通车路段必须有经管理部门批准的施工安全组织方案；

(6) RSU 天线、车牌图像识别设备、高清摄像机和补光灯应满足 IP65 防护等级；

(7) 接头螺纹导水通道应保持畅顺；插座外壳底座和保护上壳之间的卡扣应锁紧到位，线缆密封螺套应旋紧；

(8) 设备和门架必须可靠接地，接地电阻必须达到设计要求，接地线与道路波形护栏不能有电气连接；

(9) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3- (9)。



7.4.2-1 ETC 门架系统 (1)



7.4.2-2 ETC 门架系统 (2)



7.4.2-3 ETC 门架综合机柜 1



7.4.2-4 ETC 门架综合机柜 2

7.4.3 收费站（所、分中心）设施

7.4.3.1 主要设备

收费站（所、分中心）系统主要包括监视墙、操作台、机柜、计算机和网络设备（包括服务器、管理计算机、交换机、防火墙、打印机、磁盘阵列等）、配电箱、UPS 等设备。

7.4.3.2 施工要求

- (1) 收费站（所、分中心）设施都布置在监控室、机房、配电房；
- (2) 房建完工后按照施工图要求结合现场情况对监视墙、操作台、机柜、配电箱、UPS 等设备进行定位；
- (3) 按照施工图要求结合设备定位情况敷设金属线槽；
- (4) 安装电视墙、操作台、机柜、配电箱和 UPS；
- (5) 安装计算机和网络设备；

(6) 金属线槽强弱电分别敷设在强电线槽和弱电线槽，线缆从金属线槽到控制台和机柜套金属波纹管，金属线槽、控制台和机柜底板按照波纹管的尺寸开孔。

7.4.3.3 控制要点

- (1) 监视器墙安装参照 7.3.1.3- (2)；
- (2) 操作台安装参照 7.3.1.3- (3)；
- (3) 机柜安装参照 7.3.1.3- (4)；
- (4) 计算机网络安装参照 7.3.1.3- (5)；
- (5) 收费站设备线缆安装参照 7.3.1.3- (6)；
- (6) 收费站设备安装参照 7.3.1.3- (7)；
- (7) 收费站监控室和机房地面、地板安装参照 7.3.1.3- (8)；
- (8) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3- (9)。

7.5 通信系统

通信系统施工内容主要包括光纤数字传输系统、语音交换系统、视频会议电视系统、通信电源、配线架、通信网管、光缆的安装、调试，各系统施工要求如下所述。

7.5.1 机房设备

7.5.1.1 通信机房主要设备

通信系统机房设备主要包括光纤数字传输系统、语音交换系统、视频会议电视系统、通信电源、配线架。

7.5.1.2 施工要求

- (1) 通信机房房建完成后按照施工图的要求确定通信设备的安装位置，标识划线；
- (2) 按照施工图的要求和确定了通信机房设备的安装位置，标识通信机房强电和弱电线槽的布设位置；
- (3) 通信机柜、配线架和电池柜安装底座；
- (4) 底座安装后即可安装通信机柜、配线架和电池柜；
- (5) 安装柜内设备，柜内设备一般有光线路终端 OLT、光网络单元 ONU、语音综合交换系统和通信电源及免维护电池等，按照柜内设备布置图的要求安装设备；
- (6) 通信电源的进线连接到通信机房配电箱。

7.5.1.3 控制要点

- (1) 通信机柜、配线架和电池柜必须安装底座；
- (2) 安装通信机柜内设备时必须佩戴可靠接地的防静电手环，电池柜内电池的安装必须使用带绝缘手柄的扳手和起子；
- (3) 强电和弱电线槽分开布设避免交叉；
- (4) 强电线槽要敷设到机房的配电箱，弱电线槽要敷设到光缆和网线、电话线进入通信机房的位置，使用三通、四通、弯头和堵头保证线槽的封闭和美观，线槽之间使用专用连接线连接，就近接到通信机房接地网。线槽必须使用不小于 $\phi 8*8$ 的膨胀螺栓固定在地板上，固定螺栓每条线槽不少于 2 个；
- (5) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3- (9)。



7.5.1-1 通信机房



7.5.1-2 通信电源



7.5.1-3 配线架



7.5.1-4 通信设备

7.5.2 线路设施

7.5.2.1 通信线路主要设施

通信系统线路设施主要包括通信管网、光缆。

7.5.2.2 施工要求

(1) 通信管网、光缆按照施工图的要求结合现场情况确定路由，按照路由进行敷设；

(2) 硅芯管配盘应根据现场测量的路由及人（手）孔布置情况，配盘采购，配盘的主要原则是尽量减少接头；

(3) 硅芯管的外型应均匀一致，无缺陷、无刮痕，管材内壁、外壁应光滑、平整、清洁，不允许有气泡、裂口和明显的凹陷、杂质等；

(4) 硅芯管外观颜色应均匀一致，宜采用带彩色色标的原色管。硅芯管附件、接头及密封塞等齐备，硅芯管管身和管口不应有变形，接续配件齐全有效，套管内径与插口外径应吻合；

(5) 沿线通信管道（含硅芯管、钢管、隧道弱电井、桥架、人井和手孔）未完成的路段，不得进行光缆施工；

(6) 光缆进场后，应进行单盘检测，检测内容至少包括 1310nm 和 1550nm 两个波长每公里的衰耗值；

(7) 光缆敷设前，应按设计核对光缆占用的管孔位置，先对管道进行疏通、清理，并复核路由走向、敷设方式、环境条件以及接续点具体位置；

(8) 施工前应检查管道管口无毛刺和尖锐棱角，管口宜做成喇叭形；

(9) 应根据路由复测计算出的光缆敷设总长度，合理、科学地安排每盘光缆在路由中的布放位置；

(10) 施工过程应避免光缆受到外界的冲击力和重物碾压，不得使光缆变形或光纤受损；

(11) 光缆接续部分的留长应按设计要求实施，人井内的光缆应盘留 10~20m，并挂放在光电支架上。

7.5.2.3 控制要点

(1) 敷设的硅芯管应无扭绞、缠绕、死弯、环扣等现象；

(2) 硅芯管接口断面应平直、无毛刺，应使用专用接头连接，硅芯管两端应用

膨胀管塞或热塑套管密封，以防止潮气和尘土进入管内，管塞的密封性应满足耐水压密封试验的要求；

(3) 硅芯管应按设计色谱的排列顺序分层叠放，每隔 2m 捆绑一次；

(4) 在中央分隔带敷设纵向硅芯管时，硅芯管轴线必须与中央分隔带中心线吻合；

(5) 硅芯管敷设完成后应进行试通，试通塞子应符合设计要求；

(6) 局前井内应预留不少于 20m 光缆，在机房或设备侧应预留 10~20m 光缆；

(7) 线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3- (9)。



7.5.2-1 硅芯管敷设 1



7.5.2-2 硅芯管敷设 2



7.5.2-3 光缆敷设

7.6 隧道机电系统

7.6.1 照明系统

7.6.1.1 主要设备

隧道照明设施主要包括照明灯具、桥架、供电电缆和照明配电箱。

7.6.1.2 施工要求

(1) 隧道内防火涂料喷涂已完成，路面标高确定后按照施工图要求对桥架标高和灯具标高进行定位；

- (2) 桥架标高确定后进行桥架底座定位；
- (3) 灯具标高确定后对灯具安装支架位置进行定位；
- (4) 桥架底座安装、桥架安装；
- (5) 灯具安装；
- (6) 照明配电箱安装、供电电缆敷设、接线；
- (7) 桥架和灯具线形调整；
- (8) 洞外路面标高和路侧水沟成型后按照施工图要求确定引道照明灯具安装位置；
- (9) 引道照明灯杆基础制作；
- (10) 引道照明灯具安装。

7.6.1.3 控制要点

- (1) 隧道弯道处可根据弯曲的程度把内弯灯具的间距适当放小，外弯灯具的间距适当放大，保证灯具、桥架对称、整体协调美观；
- (2) 桥架底座定位时，底座的边要和桥架定位线平行、底座安装孔要严格按照所划的点打孔；
- (3) 按照行车方向视觉顺直的要求调整桥架的线形；
- (4) 按照行车方向视觉顺直的要求调整全部开启的灯具的线形；
- (5) 引道照明灯具连接引下线测试灯具正常发光后才可吊装；
- (6) 引道照明灯具通电前，测试线间绝缘、线地间绝缘满足设计和规范要求；
- (7) 引道照明灯具线缆出入口处应设防尘、防水胶圈、每个引道照明灯杆检修口内必须单独设置空气开关控制灯具开关；
- (8) 每个照明回路必须单独测试满足设计要求；
- (9) 每个照明配电箱必须张贴该配电箱接线图；
- (10) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3-（9）。



7.6.1-1 照明灯具、桥架



7.6.1-1 照明配电箱

7.6.2 通风系统

7.6.2.1 主要设备

隧道通风系统主要包括风机及通风控制设施。

7.6.2.2 施工要求

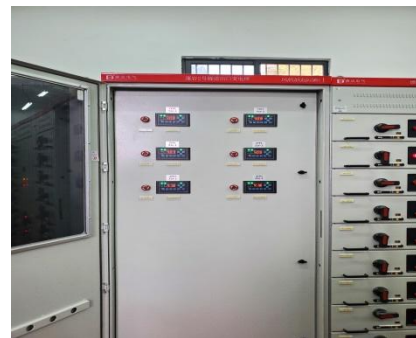
- (1) 隧道内射流风机安装预埋钢板荷载试验检验合格后焊接风机安装支架；
- (2) 安装支架安装完成后按照设计文件要求进行荷载试验，荷载试验合格后吊装风机；

7.6.2.3 控制要点

- (1) 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；
- (2) 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；
- (3) 风机下部最低距离路面垂直高度必须满足设计要求；
- (4) 风机正转反转符合设计要求；
- (5) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3-（9）。



7.6.2-风机



7.6.2-风机控制柜

7.6.3 供配电系统

7.6.3.1 主要设备

隧道供配电系统主要包括高压柜、低压柜、变压器、母线、不间断电源（UPS）和应急电源装置（EPS）、柴油发电机和电力监控设备等。

7.6.3.2 施工要求

（1）变电所的位置应尽量靠近高速公路以便于设备的运输和装卸，变电所房屋面积和房间的布局必须满足变电所机电设备安装的要求；

（2）变电所房建完工后检查预留预埋，预留预埋满足施工要求后按照施工图和现场实际情况对变电所设备进行初步定位；

（3）安装变电所设备槽钢底座；

（4）变电所设备精确定位；

（5）变电所设备安装。

7.6.3.3 控制要点

（1）实行生产许可或强制性认证（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；

（2）变电所设备安装后应牢固，且不应设置在水管的正下方，其安装的允许偏差应符合设计要求；

（3）母线支架和封闭式母线、插接式母线的外壳接地符合设计要求；

（4）高压的电气设备（高压柜、变压器和箱式变电站）、布线系统以及继电保护系统必须通过供电部门交接试验检验合格，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；

（5）不间断电源（UPS）和应急电源装置（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；

（6）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。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；

（7）柴油发电机安装前应根据设计要求、产品样本或柴油发电机本体实物对基础进行全面检查验收，柴油发电机基础应符合安装尺寸的要求；

（8）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；

（9）柴油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；

(10) 柴油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；

(11) 柴油发电机与市电的双向转换开关应可靠，双向开关的接线应经过当地供电部门验收；

(12) 在高压柜、低压柜安装电力监控测控单元，电力测控单元信号汇聚到电力监控主机，电力监控测控单元的数量和各单元采集的数量符合设计要求；

(13) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3-（9）。



7.6.3-1 高压柜



7.6.3-2 低压柜和变压器



7.6.3-3 不间断电源



7.6.3-4 柴油发电机

7.6.4 隧道消防系统

隧道消防系统主要包括水消防设备、便携式灭火设备、防火门、火灾报警设备。

7.6.4.1 水消防设备

1 主要设备

隧道水消防设施包括高低位水池、水泵、阀门、管道、消防箱（水成膜泡沫灭火装置）、消火栓、深水井。

2 施工要求

(1) 按照施工图要求确定高低位水池的位置和施工、检修便道的路线；

- (2) 确定需要征地的范围，征地完成后开始建设施工便道和高低位水池；
- (3) 敷设高位水池上水管和下水管，建设检修便道；
- (4) 检查隧道内消防箱和和管道、阀门预留位置符合设计要求；
- (5) 隧道内防火涂料完成喷涂后安装隧道内消防箱、管道和阀门；
- (6) 隧道口土建成形后安装隧道外管道、阀门和洞外消火栓；
- (7) 根据隧道口水文情况确定深水井的位置；
- (8) 钻井；
- (9) 水成膜泡沫液灌装。

3 控制要点

- (1) 高低位水池和施工、检修便道及早征地，早日施工；
- (2) 高低位水池不能漏水；
- (3) 深水井及早钻探，出水量满足设计要求；
- (4) 隧道外管道必须采取防腐措施；
- (5) 管网安装完毕后，进行强度试验、严密性试验需要符合设计要求；
- (6) 消防栓出水压力符合设计要求；
- (7) 水消防系统管网测试完毕后需要冲洗管道，冲洗前对系统的仪表采取保护措施、拆除止回阀后冲洗管道，冲洗工作结束后及时复位。

7.6.4.2 便携式灭火设备

1 主要设备

隧道便携式灭火设备包括灭火器箱和灭火器。

2 施工要求

隧道内灭火器箱预留符合设计要求；

3 控制要点

灭火器的有效期符合设计要求；

7.6.4.3 防火门

1 主要设备

防火门主要包括车行横洞防火卷帘门和人行横道防火门。

2 施工要求

- (1) 隧道内车行横洞和人行横洞完成后测量防火门制造尺寸；
- (2) 防火门安装。

3 控制要点

- (1) 车行横洞防火卷帘门具备远程控制功能，并且左右洞都有手动开关装置；
- (2) 人行横道防火门必须具备双向通行自动关闭功能；
- (3) 车行横洞防火卷帘门和人行横道防火门上面、左右侧必须采用防火材料封堵。

7.6.4.4 火灾报警设备

1 主要设备

火灾报警设备主要包括双波长火灾自动报警系统、光纤光栅自动报警系统和图像火灾探测器报警系统。

2 施工要求

- (1) 检查隧道内火灾报警设备和管道预留预埋符合设计要求；
- (2) 隧道内防火涂料喷涂完成后，开始安装火灾报警设备；
- (3) 隧道内弱电线槽敷设后，敷设火灾报警电源线和信号线。

3 控制要点

- (1) 双波长火灾自动报警器安装调试后及时清洁探头、移除探测器遮挡物；
- (2) 安装在隧道顶部光纤光栅火灾自动报警感温光缆，最低限界不能低于运营高度要求的下限；
- (3) 安装在隧道壁的图像火灾探测器如果在车道上方，最低限界不能低于运营高度要求的下限；
- (4) 手动火灾报警器调试后按钮全部复位；
- (5) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3-（9）。



7.6.4-1 泡沫灭火栓和灭火器



7.6.4-2 洞外消防栓



7.6.4-3 隧道车行横洞防火门



7.6.4-5 火灾报警主机



7.6.4-4 隧道人行横洞防火门



7.6.4-6 手动报警器

7.6.5 隧道通信监控系统

隧道通信监控系统包括隧道通信监控设备和隧道管理所监控中心设备。

7.6.5.1 隧道通信监控设备

1 主要设备

隧道监控系统主要包括紧急电话和广播、摄像机、车辆检测器、环境检测设施、信息诱导发布设备、区域和主控制单元等。

2 施工要求

- (1) 检查隧道内通信和监控设备及管道预留预埋符合设计要求；
- (2) 隧道内防火涂料喷涂完成后，开始安装隧道通信和监控系统设备；
- (3) 隧道内弱电线槽敷设后，敷设隧道通信和监控系统电源线和信号线。

3 控制要点

(1) 紧急电话和广播

- 1) 洞外紧急电话安装方向应保证使用人员面向来车方向；
- 2) 一键呼叫，响应灵敏。按键提示，简明易懂；
- 3) 语音清晰，音量适中，无噪音，无断续等缺陷；

- 4) 话机在通话过程及静态时，无嗡嗡声及沙沙声以及自激、哨声等杂音；
- 5) 控制台有自动录音功能；
- 6) 具有自检功能。断电后上电，控制台应自动恢复到工作状态；
- 7) 广播声音适中清晰。

(2) 摄像机

- 1) 摄像机安装前应逐台通电进行检测、粗调和设置，遥控摄像机还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；
- 2) 检查摄像机底座与支架或云台的安装尺寸满足设计要求；
- 3) 紧固摄像机和防护罩；
- 4) 摄像机安装完成后，通电细调、检查各项功能均需要满足设计要求；
- 5) 安装在隧道壁的摄像机如果在车道上方，最低限界不能低于运营高度要求的下限。

(3) 车辆检测器

车辆检测器主要是环形线圈车辆检测器和视频车辆检测器。

- 1) 环形线圈车辆检测器参照 7.3.2.3- (1)；
- 2) 视频车辆检测器的安装参照 3- (2)。

(4) 环境检测器

环境检测器主要是光强检测器、风速风向检测器、一氧化碳和能见度检测器等。

- 1) 洞外光强检测器安装在洞口右侧水沟外立柱支架上，高度 2.5~3.0m，光强检测器对着隧道入口；
- 2) 洞内光强检测器、风速风向检测器、一氧化碳和能见度检测器安装高度距离路面而约 3m，避开风机影响位置；
- 3) 一氧化碳和能见度检测器发射端与反射端镜面等位支架安装距离为 3 m，并保持同一高度，同轴度良好。

(5) 可变信息标志的安装应符合下列规定

可变信息标志包括隧道内可变信息标志和隧道外可变信息标志。

- 1) 隧道内可变信息标志包括可变情报板、限速标志、车道指示标志等，安装在隧道顶部，标志安装高度应满足设计要求，设备安装后最低限界不能低于运营高度要求的下限，水平偏差不应大于 3 mm/m，垂直偏差不应大于 5mm/m；
- 2) 隧道外可变信息标志参照 7.3.2.3- (4)。

(6) 区域和主控制单元

1) 区域控制器安装在隧道壁预留洞室，电源线和控制线进出必须采用下进下出的方式，完成安装后必须封堵进出线空隙；

2) 区域控制器能够把采集到的环境检测器光强检测器、风速风向检测器和一氧化碳能见度检测器的检测信号转化为数字量，并把数字量传送到隧管所监控中心机房；

3) 接收隧管所监控中心指令控制交通信号灯、车道指示器、车行横洞防火卷帘门的工作状态；

4) 主控制器安装在隧道外变电所，能够接收区域控制器采集的信号，在隧管所监控中心失去联络时可以控制交通信号灯、车道指示器、车行横洞防火卷帘门的工作状态，在隧管所监控中心恢复联络是交出控制权。

(7) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3- (9)。



7.6.5-1 隧道紧急电话



7.6.5-2 隧道广播



7.6.5-3 洞外光强探测器



7.6.5-4 洞外光强探测器



7.6.5-5 隧道区域控制器



7.6.5-5 环境检测器

7.6.5.2 隧道管理所监控中心设备

1 主要设备

隧道管理所监控中心主要设备有监视墙（监视器墙或大屏幕拼接系统）、操作台、机柜、计算机和网络设备（包括服务器、工作站、交换机、打印机、磁盘阵列等）、配电箱、UPS 等设备。

2 施工要求

（1）监控中心主要设备都布置在监控室、机房、配电房，房建完成后按照施工图要求结合现场情况对监视墙、操作台、机柜、配电箱、UPS 等设备进行定位；

（2）按照施工图要求结合设备定位情况敷设金属线槽；

（3）首先安装电视墙、操作台、机柜、配电箱和 UPS；

（4）然后安装计算机和网络设备；

（5）金属线槽强弱电分别敷设在强电线槽和弱电线槽，线缆从金属线槽到控制台和机柜套金属波纹管，金属线槽、控制台和机柜底板按照波纹管的尺寸开孔。

3 控制要点

（1）大屏幕拼接系统安装参照 7.3.1.3-（1）；

（2）监视器墙安装参照 7.3.1.3-（2）；

（3）操作台安装参照 7.3.1.3-（3）；

（4）机柜的安装参照定 7.3.1.3-（4）；

（5）计算机及网络设备的安装参照 7.3.1.3-（5）；

- (6) 监控室、机房和 UPS 室内线缆安装参照 7.3.1.3- (6)；
- (7) 监控室、机房和 UPS 室内设备安装应参照 7.3.1.3- (7)；
- (8) 监控室、机房和 UPS 室地面、地板安装参照 7.3.1.3- (8)；
- (9) 设备安装、线缆敷设后制作永久标牌，标牌内容参照 7.3.1.3- (9)。

7.7 网络安全

网络安全主要包括监控分中心、收费站和 ETC 门架系统网络安全。

7.7.1 监控分中心网络安全

(1) 监控分中心上联省联网中心和下联收费站的边界串联部署防火墙设备，防火墙同时开启访问控制、入侵防范、病毒过滤等功能实现边界防护；

(2) 监控分中心所有服务器和终端上安装终端安全管理系统客户端代理，客户端代理与省联网中心终端安全管理系统控制中心进行通信，实现终端安全防护；

(3) 监控分中心旁路部署网络安全准入系统实现用户和设备的网络实名制认证管理和网络安全准入控制；

(4) 监控分中心旁路部署日志审计（同时作为态势感知运营平台日志采集探针），实现路段中心网络安全日志的集中收集、存储和分析。同时满足《中华人民共和国网络安全法》和网络安全等级保护规定；

(5) 监控分中心旁路部署数据库审计，实现不同环境下数据库操作行为的细粒度审计及合规性管理系统，促进数据库安全防护；

(6) 监控分中心旁路部署运维审计系统，实现对路段中心和收费站中网络设备、安全设备、各种操作系统、数据库等运维过程的安全管理、安全审计，提升运维安全管理能力；

(7) 监控分中心旁路部署漏洞扫描系统，针对路段中心、收费站、ETC 门架涉及到的各类设备进行漏洞检测，促进漏洞风险发现和管理；

(8) 监控分中心旁路部署态势感知传感器（态势感知运营平台组成的一部分），针对路段中心、收费站、ETC 门架等网络流量进行采集、还原及威胁检测，与省联网中心态势感知运营平台协同实现全网安全态势感知。

7.7.2 收费站网络安全

(1) 收费站串联部署防火墙设备，用于上联监控分中心和下联 ETC 门架边界防

护，防火墙同时开启访问控制、入侵防范、病毒过滤等功能实现边界防护；

(2) 收费站所有服务器和终端上安装终端安全管理系统客户端代理，客户端代理与省联网中心终端安全管理系统控制中心进行通信，实现终端安全防护；

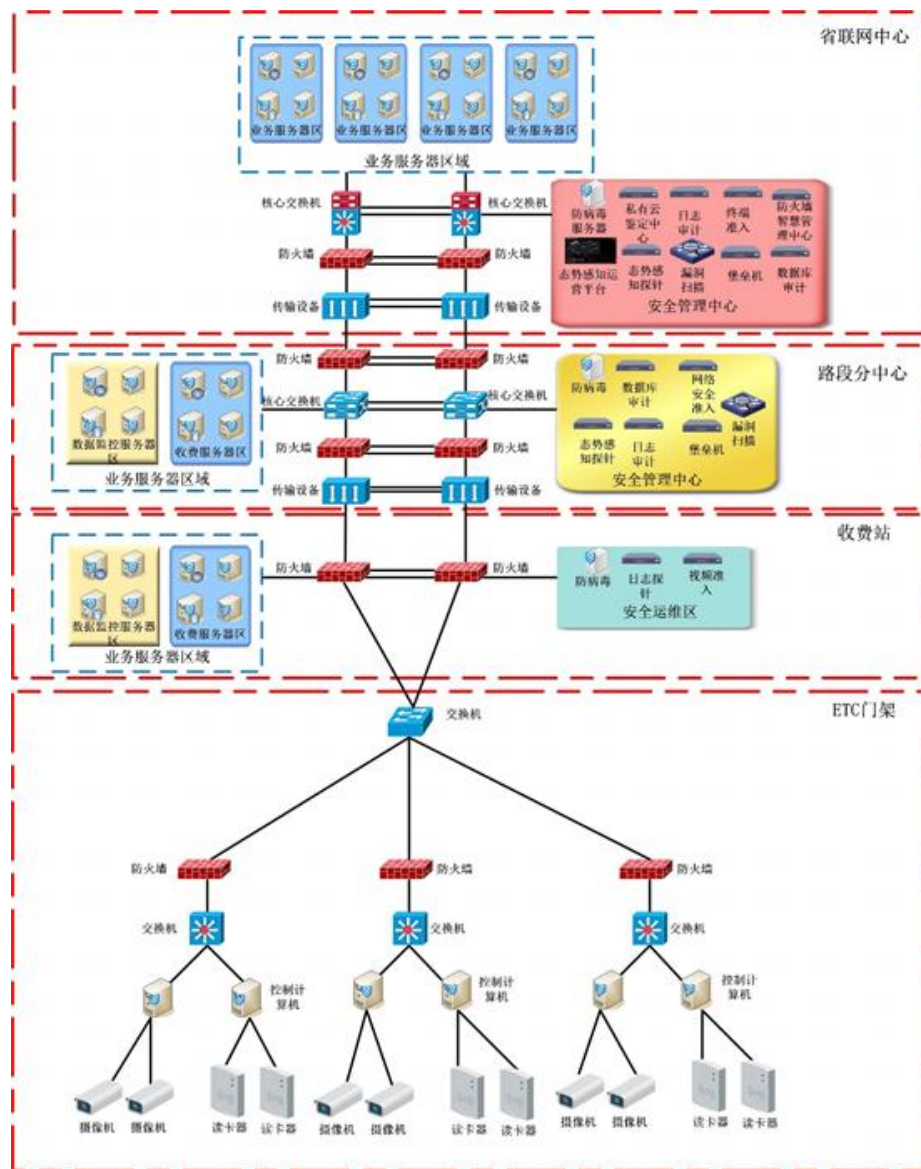
(3) 收费站旁路部署日志审计（同时作为态势感知运营平台日志采集探针），实现收费站网络安全日志的集中收集、存储和分析。同时满足《中华人民共和国网络安全法》和网络安全等级保护规定；

(4) 收费站旁路部署视频终端安全准入系统，实现 ETC 门架摄像头安全，防范非法私接、设备仿冒、非法扫描、DDoS 攻击等问题。

7.7.3 ETC 门架系统网络安全

(1) ETC 门架串联部署防火墙设备，用于上联收费站边界防护，防火墙同时开启访问控制、入侵防范、病毒过滤等功能实现边界防护；

(2) ETC 门架系统所有控制计算机上安装终端安全管理系统客户端代理，客户端代理与省联网中心终端安全管理系统控制中心进行通信，实现终端安全防护。



7.7 网络安全架构图

7.8 质量通病防治

7.8.1 电线电缆接续和设备连接接触不良

(1) 电线电缆接续和设备连接的方法

- 1) 同种材料的电线电缆直接和 T 接；
- 2) 不同材料的电线电缆直接和 T 接；
- 3) 铜质电线电缆和设备的连接；
- 4) 非铜质电线电缆和设备的连接。

(2) 病害现象

- 1) 接触电阻大；

2) 连接不可靠，时通时断。

(3) 原因分析

1) 施工工艺不规范；

2) 配件使用不当。

(4) 防治措施

1) 同种材料的电线电缆直接和 T 接

常用的电线电缆的芯线主要有铜、铝和铝合金三种，在进行接续时配件必须使用同种材质接头。

2) 不同材料的电线电缆直接和 T 接

不同材料的电线电缆直接和 T 接主要有铜接铝、铜接铝合金，在进行接续时配件必须使用铜铝专用接头和铜铝合金专用接头，两种接头不能混用。

3) 铝和铝合金电缆连接设备

设备接线端一般都是为铜线设计的，铝和铝合金电缆接入必须经过铜铝和铜铝合金直接转换后，由铜线接入。

4) 多股软线接续和端接

多股软线接续一般是采用铰接，铰接后必须烫锡；

多股软线端接必须压接同规格的接线端子后接入。

5) 电缆铰接

芯线材质相同的电缆可以采用铰接的方法接续，每股线至少缠绕 5 圈。

6) 网线

网线和网线头必须符合国家标准，网线头之间不允许有中接头。

7) 防水绝缘

电线电缆接续后裸露的导电部分首先使用防水胶布缠绕防水绝缘，正向反向各缠 1 次，两端多缠 2~3cm，每圈不超过胶布宽度的 1/2，然后使用电工胶布缠绕保绝缘护正向反向各缠 1 次，两端多缠 3~4cm，每圈不超过胶布宽度的 1/2；这样可以防水避免受潮和机械损伤。

8) 中压电缆的接续

中压电缆的接续必须使用专用接续包，按照中压电缆接续规程进行接续，不能在雨雾天气作业。

9) 加强维护

设备接线端在交付前必须全部紧固一次，避免松动接触不良，而后每隔半年需要检查并紧固一次，保证接触良好。

7.8.2 设备不受控制

(1) 病害现象

- 1) 设备故障；
- 2) 网络故障；
- 3) 系统软件故障。

(2) 原因分析

1) 设备损坏或工作不正常

- ①设备电源故障；
- ②设备故障。

2) 网络设置改变和物理连接故障

- ①网络设置改变；
- ②光缆损伤；
- ③跳纤折断和咬断；
- ④信号线损伤。

3) 软件没有及时更新

(3) 防治措施

1) 电源故障

及时更换损坏的电源模块和损坏的设备。

2) 网络故障

检查网络物理连接是否正常，物理连接恢复正常后如果还是不通，检查交换机网络配置和设备 IP 地址是否改变，如果改变立即恢复配置。

跳纤折断和咬断治理办法：

跳纤长度选取时按照实际路径计算后选取大于该长度最接近的成品跳纤，多余部分必须盘留并与路由上的跳纤一起绑扎，线槽和机柜外跳纤必须加保护套管；机柜外的跳纤一定要采取防鼠措施。

光缆损伤的治理办法：

- ①光缆敷设时过路、过沟、过坎必须使用钢管加强保护；

②人手井里盘留的光缆必须绑扎整齐后挂在侧壁的光电缆支架上，不能随意放置；

③人手井里的接续盒必须挂在侧壁的光电缆支架上，不能浸泡在水中；

④光缆敷设时避免转弯处弯度小于 15 倍光缆直径。

信号线损伤的治理办法

①信号线敷设时过路、过沟、过坎必须使用钢管加强保护；

②人手井里的信号线必须绑扎整齐后挂在侧壁的光电缆支架上，不能随意放置；

③信号线不能浸泡在水中。

3) 系统软件故障

及时更新软件，并做好软件维护。

7.8.3 设备基础

(1) 病害现象

蜂窝麻面、表面开裂。

(2) 原因分析

在混凝土浇筑时振捣不充分，浇筑完成后没有及时正确养护。

(3) 治理措施

在混凝土浇筑时加强振捣，尤其是临边振捣，浇筑完成后按照规范要求及时加强养护。

7.8.4 外场设备防雷接地

(1) 病害现象

防雷接地电阻未达到设计要求。

(2) 原因分析

制作外场基础时未按照施工图要求一起制作防雷接地。

(3) 防治措施

①增加接地极的数量；

②采用降阻剂降低接地极周围土壤的电阻；

③采用石墨接地体增加接地效果。

7.8.5 线缆敷设和绑扎

(1) 病害现象

线缆敷设不规范、绑扎未达到要求。

(2) 原因分析

- ①线缆强弱电未分开敷设；
- ②线缆未标识、多根线缆一起敷设；
- ③线缆敷设后未及时绑扎。

(3) 防治措施

- ①线缆强电弱电分开敷设；
- ②线缆尽量单根敷设，边敷设边绑扎边标记；
- ③如果多根线缆需要同时穿管敷设，敷设前每根电缆做好标记，敷设后立即绑扎；
- ④对应网线等单一线种可以采用压线器固定；
- ⑤线径大弯曲困难的动力电缆需要单独考虑走线路由；
- ⑥线路终端必须制作标签，标识清楚电缆的规格型号、用途和路由。

7.8.6 消防水管、阀门和接头漏水

(1) 病害现象

消防水管、阀门和接头漏水。

(2) 原因分析

- ①消防水管、阀门和接头质量缺陷；
- ②未按施工工艺施工。

(3) 防治措施

- ①消防水管、阀门和接头满足国家标准；
- ②沟槽卡箍等配件满足国家标准；
- ③消防管道水压试验必须符合国家标准；
- ④水管冲洗后把所有的沟槽卡箍和接头紧固一遍。

7.8.7 高低位水池漏水

(1) 病害现象

高低位水池裂缝和漏水。

(2) 原因分析

施工工艺不当。

(3) 防治措施

①水池底部混凝土浇筑完成后，墙体部分混凝土应连续浇筑成型，避免多次浇筑使结合部漏水；

②混凝土浇筑后加强养护；

③水池和底部裂缝必须使用防水材料及时修补。

7.9 四新技术推广应用（新材料、新设备、新工艺、新技术）

7.9.1 节能情报板

(1) 技术特色

节能情报板在制作中采用节能电源分隔供电、节能灯珠和节能电路降低能耗，在运营中使用屏体亮度自动调节功能降低运营能耗来达到节能目的。

(2) 工艺流程

见 7.3.2.2。

(3) 控制要点

见 7.3.2.3-（4）。

7.9.2 交（直）流远程供电技术

(1) 技术特色

交（直）流远程供电技术解决了高速公路路段远离供电点机电设备的电源供应问题，能够高效提供路段机电设备的电源。

交（直）流远程供电系统主要由电源发生器（又称局端机）、电源转换器（又称远端机）和传输电缆三部分组成。电源发生器一般布设在高速公路的收费站、服务区或隧道变电所内，电源转换器布设在高速公路沿途的外场监控设备旁，传输电缆布设在电源发生器和电源转换器之间的高速公路沿线。

(2) 工艺流程

1) 施工准备；

2) 电源发生器和电源变换器基础定位；

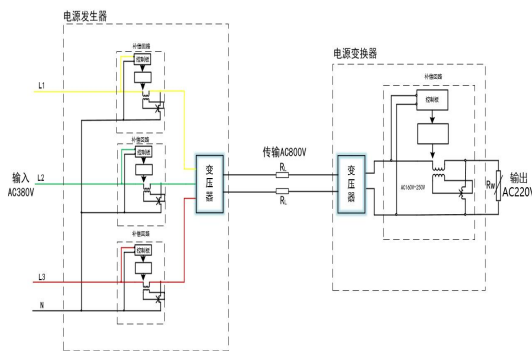
3) 电源发生器和电源变换器传输电缆路由放线；

4) 电源发生器和电源变换器基础制作养护；

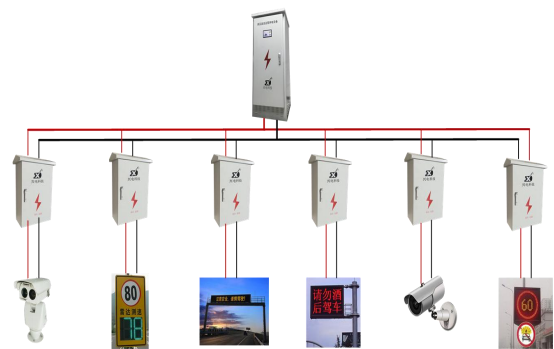
- 5) 传输电缆敷设;
- 6) 设备安装;
- 7) 接线、通电调试;
- 8) 投入使用。

(3) 控制要点

- 1) 收费站和服务区的电源发生器尽量靠近箱变;
- 2) 填方路侧的电源变换器基础必须采取加固措施防止水土流失和不均匀沉降;
- 3) 只有铠装电缆才能直埋;
- 4) 电缆敷设路由每隔 30 米埋设标志桩, 线缆敷设方向变化处必须埋设标志桩。



7.8.2-1 系统工作原理



7.8.2-2 系统结构示意图

7.9.3 智慧发卡和收费机器人

(1) 技术特色

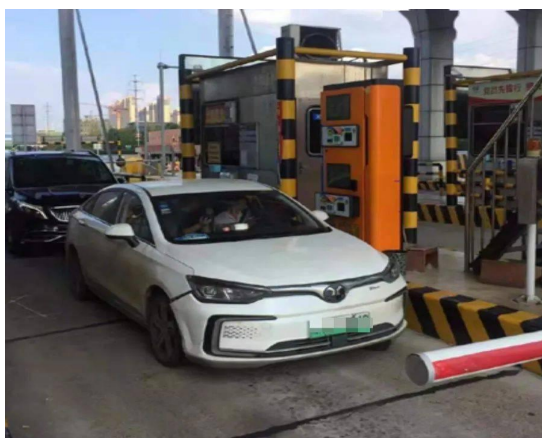
智慧发卡和收费机器人是将智能化 AI 引入收费系统, 该技术实施可以代替收费员进行车道收费业务, 减少收费人员, 降低运营成本。

(2) 工艺流程

- 1) 施工准备;
- 2) 设备定位、基础制作、管道预埋;
- 3) 设备安装、单机调试;
- 4) 设备接入车道收费系统联合调试;
- 5) 实车测试;
- 6) 开通使用。

(3) 控制要点

- 1) 通过给定的接口与收费车道软件进行交互，采集与车道收费、特情相关的设备状态信息和系统状态信息；
- 2) 能够采集与车道收费业务相关的特情事件信息和弹窗告警信息；
- 3) 根据不同的处理场景提供相应的操作界面，用户通过这些界面可以辨识流程执行到的阶段；
- 4) 当系统采集到有车辆进入车道并需要获取或返还卡片时，系统界面提示车主领卡或交卡操作。系统支持 CPC 卡、纸卷、ETC 卡等多种类型卡的交易处理；
- 5) 能够接收到从车道智能应急终端或云端客服系统处理的特情处理结果和指令；
- 6) 根据所接收的回控指令，按指令对当前车辆执行处理；
- 7) 当车主无法过车处理时，可根据机器人对话，引导车主完成交易处理；
- 8) 对软件中各类监测、告警类消息交互情况进行监测，包括消息的接收和上送性能，以及是否存在明显的消息积压等。



7.8.3-1 收费机器人 (1)



7.8.3-2 收费机器人 (2)

7.9.4 绿通车道快速检查系统

(1) 技术特色

绿色通道快速检测系统主要利用 X (γ) 射线辐射成像原理，由射线装置发出的扇形射线穿透封闭车厢及其装载的货物，被安装在另一侧的探测器接收。由于各种物品不同部位的密度不同，对 X (γ) 射线的吸收程度的差异，造成探测器输出的信号强度也不同，将探测器输出的强弱不同信号经图像处理后即可生成车辆装载的物品的轮廓和形态相关的图像，显示在计算机屏幕上，通过视频查看就可知封闭车厢内装载物品，从而区分是否有混装、空载等情况，达到快速检查、快速放行的目的。

(2) 工艺流程

- 1) 施工准备;
- 2) 设备定位、基础制作、管道预埋;
- 3) 由辐射源子系统安装调试;
- 4) 探测器子系统安装调试;
- 5) 数据成像控制子系统安装调试
- 6) 设备接入车道收费系统联合调试;
- 7) 实车测试;
- 8) 开通使用。

(3) 控制要点

1) 划分控制区和监督区

辐射源和探测器之间的检测区域及其两侧 0.5m 范围内检测通道区域为控制区，检查系统工作状态下任何人员不得进入控制区；

检查门架两侧各 3m 的车道范围内，除控制区外的区域为监督区，检查系统工作状态下除受检车辆的司机和辐射工作人员以外的任何人员不得进入监督区。除非检测需要，工作人员应停留在监督区之外。

2) 辐射剂量控制

工作状态控制区边界的辐射剂量率控制在不大于 $10 \mu\text{Gy/h}$ ，监督区边界的辐射剂量率控制在不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。

3) 只有车辆进入到检查位置时辐射源子系统才开始发出 X 射线，检查完毕立即停止发出 X 射线。

4) 在监督区粘贴电离辐射标志提醒无关人员不得进入监督区。

第八章 房建工程

8.1 总则

8.1.1 为规范高速公路房建工程施工，提高管理水平，确保各项建设流程实施到位，克服质量通病，保证工程质量，确保施工安全，倡导文明施工，编制本章节。

8.1.2 在使用和执行本指南过程中，应严格执行房建相关设计、施工、试验、检测、测量等方面技术标准、规范、规程、规定；本指南未涉及内容应按相关技术规范执行。

8.2 一般规定

8.2.1 房建工程应结合设置间距、公路沿线地形、城镇分布、自然环境、公路技术指标、交通状况、水电保障条件以及与周边社会资源衔接等因素合理选址。总体布局应符合所在地国土空间规划要求以及高速公路规划要求。

8.2.2 房建工程应根据实际情况统筹规划，合理布局；用地不得占用基本农田，尽量不占农田或少占农田，用地形状应利于功能布局，提高用地效益；用地所在行政区要单一，尽可能不跨越二个及以上的县级行政区；在不影响使用功能的前提下进行资源整合。当受到种种条件限制，在高速公路主线旁难以找到建设服务区的合适地方时，可以在离主线 2 公里范围内，选择合适的地点建设服务区，采用连接线将服务区与主线相连接。

8.2.3 场址应有满足服务要求的水源，其水量应满足服务区类别的供水要求，优先使用自来水；应具备良好的排水条件，尽可能直接接入城镇污水管网系统，尽可能减少对周边环境的影响。场址在洪涝灾害频发地区时，必须考虑自然灾害如洪涝灾害以及地下水位的影响等因素，严格按照防洪、防涝标准进行设计，做到防洪防涝。

8.2.4 服务区、停车区总体布局应提高土地利用率，宜将贯穿车道与停车区结

合起来设计，尽可能多地增加停车位和厕位，方便节假日高峰期小车停靠。旅游线路高速公路，可考虑设置房车停车区及相应设施。

8.2.5 建筑形体应体现湖湘文化的特点、有独特的建筑风格，既体现高速公路安全、高速、方便、舒适的特点，又能表达地方特色，使建筑与当地地理环境和周围环境融为一体。服务区的设计还应执行湖南省交通运输厅关于服务区及停车区品质提升的有关要求。

8.2.6 条件适宜时，服务、管理及养护等设施宜优先使用风、光、地热等清洁能源，在满足建筑使用功能的条件下，应尽量控制建筑层高，以实现节能减排。

8.2.7 应做好场地接驳施工用水用电，对道路测量控制桩、水准点和标高进行现场复测，做好开工、夜间施工、散体物料运输及排放、消防等准备工作。

8.2.8 组织测量人员对场地总平面控制点及高程控制点进行实地复测、校核，如果发现误差超过限差或控制点的精度，不能满足施工要求时，须及时上报。复测工作完成后，建立测区的加密控制网，并进行对测点的防碰撞保护。

8.2.9 应妥善保管进入现场的材料、半成品、工程设备、委托加工材料及厂商提供的产品，使之能够安全、完好的交付工程使用或安装。

8.2.10 施工单位应根据设计文件和施工组织设计的要求制定具体的施工方案，并应经监理单位审核批准后组织实施。对施工现场可能发生的危害、灾害与突发事件制定应急预案。应急预案应进行交底和培训，必要时进行演练。

8.2.11 土建施工单位将场区移交给房建施工单位时，房建施工单位须对场区进行复测，并与土建施工单位、土建监理单位、房建监理单位及建设单位进行五方联测，并做好五方联测记录，对联测结果进行签字确认。

8.2.12 房建施工与其他专业施工应严格执行项目施工界面划分要求，在项目前期即进行施工界面划分规定，避免项目过程中产生问题。

8.3 绿色施工

8.3.1 基本要求

(1) 绿色建筑应符合《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 的规定。

(2) 实施绿色施工，应依据因地制宜的原则，贯彻执行国家、行业和地方相关的技术政策，符合国家的法律、法规及相关的标准规范，实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。

(3) 实施绿色施工，应进行总体方案优化。在规划（包括施工规划）、设计（包括施工阶段的深化设计）阶段，应充分考虑绿色施工的总体要求，为绿色施工提供基础条件。实施绿色施工，应对施工策划、机械与设备选择、材料采购、现场施工、工程验收等各阶段进行控制，加强对整个施工过程的管理和监督。

8.3.2 具体措施

(1) 实施措施包括：钢材、木材、水泥等建筑材料的节约措施；提高材料设备重复利用和周转次数、废旧材料的回收再利用措施；生产、生活、办公和大型施工设备的用水用电等资源及能源的控制措施；环境保护如扬尘、噪声、光污染的控制及建筑垃圾的减量化措施等。

(2) 技术措施包括：采用有利于绿色施工开展的新技术、新工艺、新材料、新设备；采用创新的绿色施工技术及方法；采用工厂化生产的预制混凝土、配送钢筋等构配件；项目为达到方案设计中的节能要求而采取的措施等。

(3) 建立必要的管理制度，如教育培训制度、检查评估制度、资源消耗统计制度、奖惩制度，并建立相应的书面记录表格。



建筑材料利用

8.4 前期准备

8.4.1 成立项目机构，项目机构人员资料上报监理、业主审查，符合要求后备案。

8.4.2 项目机构应及时组织召开建设方、设计方、监理方和施工方参加的设计图纸会审会议，设计方就参建各方对设计图纸出现的错误、疑点进行答疑，形成会议纪要；对建筑场地所用路面、外墙、设备、电气、装饰等部位材料组织建设方、设计方、监理方确认后方可施工。施工中选用的各种建筑材料必须有出厂合格证明，并应符合国家及主管部门颁发的产品标准。主体结构所用的建材均应经试验合格和质检部门抽检合格后方可使用。

8.4.3 在开工前，必须建立健全质量、安全、环保管理体系和质量检测体系，并细化到各施工节点；对各施工班组、施工人员进行岗前培训和技术、安全等各项交底工作。

8.4.4 施工前各专业图纸应配合看，避免因看图不到位造成施工遗漏。墙体留洞及预留洞的封堵应注意结合提前熟悉图纸。砌筑墙留洞待管道设备安装完毕后，用细石混凝土填实。设备安装须在室内装修之前进行，施工须做好构件预埋和孔洞预留。

8.4.5 项目机构应调查沿线设施各站区的给水及雨水、污水、废水，优先纳入附近市政公共供水管网、排水管网系统。对于无城市供水的站点，应进行水文勘察，服务设施与管理设施设置屋面雨水收集利用系统；有条件的项目，生活热水系统采用空气源热水系统。

8.4.6 框架结构梁板柱配筋构造应严格按照现行国标图集 G101-1、2、3 要求进行施工。所有隐蔽工程钢筋须经自检、现场监理复检确认无误后方可进行隐蔽。

8.4.7 轻钢结构要求由有资质的钢结构施工公司进行深化、制作和安装，并于施工之前先与设计单位进行沟通，以便施工顺利进行。

8.4.8 按计划安排组织施工队伍、机械设备进场，并应满足工程实际需要。

8.4.9 提交开工报告，并报监理单位审批。

8.4.10 施工准备范围，现场交接准备，技术准备；检查试验准备；施工队伍准备；施工机械(机具)准备；施工设施和施工用水用电准备等。

8.5 基础工程

8.5.1 一般要求

8.5.1.1 施工土方前应根据工程地质和地下水位情况制定排水、降水方案，并配置合理的施工机具。

8.5.1.2 土方开挖前应了解现场地表建筑物、构筑物以及植被、树木情况，地下障碍物、地下管线和相关文物情况并及时联系相关部门安排清除和迁移。

8.5.1.3 基础施工前，提前对边坡及基坑进行支护。基坑支护应由有相应资质的岩土专业单位作专项的岩土工程设计，并由专业队伍施工。基坑开挖应根据设计要求进行监测，实施动态设计和信息化施工。

8.5.2 质量控制要点

8.5.2.1 地基基础工程必须进行验槽，验槽检验要点应符合《建筑地基基础工程施工质量验收标准》附录 A 的规定。

8.5.2.2 监理工程师要做好隐蔽工程的验收工作，需要对全部钢筋的型号、规格、数量、搭接长度、搭接位置、弯钩形状、焊缝的焊接质量情况进行严格检查，必须经检查验收合格后，才能进行下一道工序的施工。

8.5.2.3 安装完毕的模板必须具有足够的刚度、强度和稳定性，符合设计高程、尺寸。

8.5.2.4 混凝土浇筑前，施工单位必须向监理单位申报混凝土浇筑申请，经现场监理工程师检查合格后方可进行混凝土浇筑。

8.6 主体工程

8.6.1 一般要求

8.6.1.1 施工中选用的各种建筑材料必须有出厂合格证明，并应符合国家及主管部门颁发的产品标准。主体结构所用的建材均应经试验合格和质检部门抽检合格后方能

使用。

8.6.1.2 模板工程施工前需编制专项施工方案，模板支撑系统必须经过设计计算，并经审查合格后方可实施。

8.6.2 砌体工程

8.6.2.1 进场砌块的品种、强度等级必须符合设计要求，并应规格一致，砌块龄期应超过 28 天；产品有出厂合格证及复试报告；砌筑前应提前把砌块润湿。

8.6.2.2 水泥：宜采用符合要求的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，产品应有出厂合格证及复试报告。

8.6.2.3 砂：宜用中砂，并由试验室出具试验报告。

8.6.2.4 砂浆应按委托试验室提供的配合比进行拌制；根据砌筑量准备好砂浆试模。

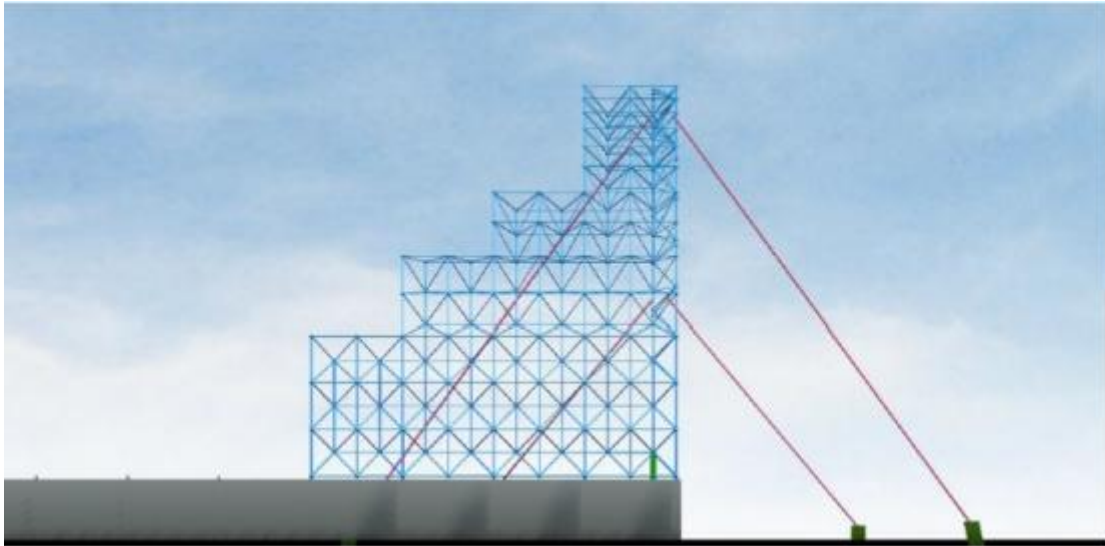
8.6.3 钢结构相关工程

8.6.3.1 钢结构工程施工单位应有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制及检验制度，施工现场应有经审批的施工组织设计、施工方案等技术文件。

8.6.3.2 构件工厂加工制作应采用机械化与自动化等工业化方式，并应采用信息化管理。

8.6.3.3 钢材的品种、规格、性能等应符合国家现行产品标准和设计要求，并具有质量合格证明文件。钢材的抽样复验应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定。

8.6.3.4 钢结构安装方法和顺序应根据结构特点、施工现场情况等确定，安装时应形成稳固的空间刚度单元。测量、校正时应考虑温度、日照和焊接变形等对结构变形的影响。



加缆风绳后形成稳定体系

8.6.3.5 对于大型复杂钢结构,应进行施工成型过程计算,并应进行施工过程监测;索膜结构或预应力钢结构施工张拉时应遵循分级、对称、匀速、同步的原则。

8.6.3.6 安装前对支座轴线与标高进行验线检查,轴线、标高位置必须符合设计要求和有关标准规定。

8.6.3.7 安装前对支座混凝土强度进行检查,混凝土强度必须符合设计要求和国家现行有关标准的规定后才能安装。

8.7 装饰装修工程

8.7.1 一般要求

8.7.1.1 内装修工程应符合《建筑内部装修设计防火规范》GB50222、《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB50325 的规定。

8.7.1.2 外墙从基体表面至饰面层应留分隔缝,金属网、找平层、防水层、饰面层应在相同位置留缝,缝宽 5mm,切缝后宜采用空气压缩机具吹除缝内粉末,嵌填高弹性耐候胶。

8.7.1.3 设备竖井内壁砌筑灰缝须饱满,并随砌随抹平。

8.7.1.4 电梯井道和机房与有安静要求的用房贴邻布置时,应采取减振、隔声措施;

8.7.1.5 内装修选用的各项材料，均由施工单位制作样板和选择，经建设、设计、监理、施工四方联合确认后进行封样，并据此验收。

8.7.1.6 装饰装修前应检查需预埋的接线盒、电箱、管线、管道套管是否固定牢固，位置是否正确。

8.7.2 室内抹灰工程

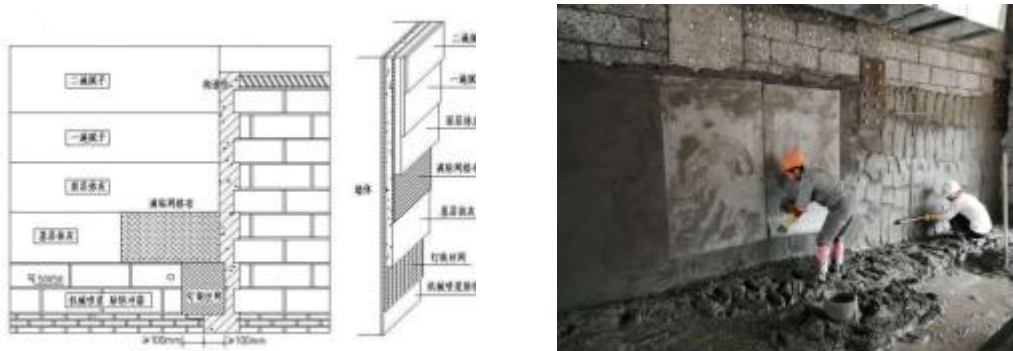
8.7.2.1 施工准备

(1) 作业条件：主体结构施工完毕经有关部门检验合格；门窗框的位置已经校正，与墙体连接牢固；墙、框连接处已用填缝材料分层嵌塞密实；安装专业的穿墙管、盒、箱等都已经安装并校正；清理墙体表面的灰尘、油污，并洒水湿润；样板间经各方确认并办理相关手续。

(2) 材料要求：普通硅酸盐水泥的规格符合设计要求，有出厂证明和复试报告；中砂使用前过 5mm 孔径的筛子，进场后复试合格，不得有粘土、草根、树叶等杂物；石灰膏采用袋装石灰粉在现场加水泡制，泡制后应细腻洁白。

8.7.2.2 质量要求

- (1) 抹灰工程应对水泥的凝结时间和安定性进行复验；
- (2) 抹灰前基层处理，必须经验收合格，并填写隐蔽工程验收记录；
- (3) 抹灰前基层必须彻底清理干净，对于表面光滑的基体应进行毛化处理；
- (4) 不同材料基体交接处表面的抹灰，应采取防止开裂的加强措施；
- (5) 室内墙面、柱面和门洞口的阳角做法应符合设计要求，设计无要求时，应采用 1:2 水泥砂浆做护角，其高度不应低于 2m，每侧宽度不应小于 50mm；
- (6) 当要求抹灰层具有防水、防潮功能时，应采用防水砂浆。



室内抹灰示意图

8.7.3 吊顶工程

8.7.3.1 根据施工图要求，核定吊顶天花高度、水平位置，用墨线标注于施工现场处。

8.7.3.2 吊顶内的各种管线都安装完毕，并做好隐蔽验收。

8.7.3.3 吊顶标高、尺寸、起拱和造型应符合设计要求。

8.7.3.4 饰面材料的材质、品种、规格、图案和颜色应符合设计要求；

8.7.3.5 吊顶工程的吊杆、龙骨和饰面材料的安装必须牢固；

8.7.3.6 吊杆、龙骨的材质、规格、安装间距及连接方式应符合设计要求。金属吊杆、龙骨应经过表面防腐处理；

8.7.3.7 饰面材料应洁净、色泽一致，不得有翘曲、裂缝及缺损；

8.7.3.8 吊顶内填充吸声材料的品种和铺设厚度应符合设计要求，并应有防散落措施；



吊顶安装示意图

8.7.4 内墙面砖工程

8.7.4.1 面砖的表面应光洁、方正、平整、质地坚固，其品种、规格、尺寸、色泽、图案应符合设计规定。不得有缺楞、掉角、暗痕和裂纹等缺陷。性能指标符合现行国家标准的规定。

8.7.4.2 大面积施工前应先放样，并作样板墙，确定施工工艺及操作要点，向施工人员做技术交底。样板墙完成后经验收合格后，方可组织班组按照样板墙要求施工。

序号	控制项目	质量控制要点
1	材料要求	墙面砖的品种、规格、图案、颜色和性能应符合要求。 墙砖表面不得有裂纹、剥边、斑点、波纹、缺釉等缺陷。 在图纸设计要求的基础上，对地砖的色彩、纹理、表面平整等进行严格的挑选。
2	基层处理	将尘土、杂物彻底清扫干净，保证无空鼓、开裂及起砂等缺陷。
3	弹控制线	施工前在墙体四周弹出标高控制线，在地面弹出十字线，以控制地砖分隔尺寸。
4	铺贴	1) 首先按照图纸进行预铺，对于预铺中可能出现的尺寸、色彩、纹理误差等进行调整、交换，直至达到最佳效果，按铺贴顺序堆放整齐备用。 2) 铺贴前应将地砖浸水 2h 以上，晾干表面水分。结合砂浆宜选用 1:2 水泥砂浆，砂浆厚度宜为 6—10mm。水泥砂浆应满铺在墙砖背面。 3) 阴阳角处搭接方式、非整砖使用部位应符合设计要求，至少不小于半砖。墙面突出物周围的墙面砖应用整砖套割吻合，边缘应整齐。 4) 粘贴时应随时用靠尺检查平整度，随粘随检查，阴阳角处按设计要求拼角，粘贴时要随时擦掉砖缝中流出的粘贴剂，保持砖面整洁。

5	清理	墙面砖粘贴完后，当水泥浆凝固后再用棉纱等物对地砖表面进行清理（一般宜在 12h 之后）。
6	质量要求	墙面砖粘贴必须牢固；无空鼓、裂缝；墙面砖板材之间缝隙均匀一致、填嵌密实、平直、颜色一致；表面平整度、立面垂直度、阳角方正、接缝平直允许偏差不得大于 2mm。

8.7.5 室内涂料工程

8.7.5.1 施工准备

涂饰工程施工前，对于有空鼓、裂缝等缺陷的部位先用切割机沿四周划缝，后剔凿清除，剔凿时小心铲除空鼓抹灰层，避免伤及主体结构。将砖墙面的砂浆块及浮灰清理刷洗干净。分三遍按设计要求将该部位抹水泥砂浆，拉槎处先刷素浆，以利于新老砂浆接合，抹灰表面压实抹光，保持与原抹灰面平。

8.7.5.2 质量要求

内墙面乳胶漆的品种、规格、色彩、光泽度按设计规定，必要时先出样板，经建设单位和监理单位鉴定后方能使用。再进行大面积施工。

8.7.6 地面铺地板砖工程

8.7.6.1 在铺地板砖前先将板背面刷干净，铺贴时保持湿润。根据水平线、中心线(十字线)，按预先铺好每一开间标准行后，再进行拉线铺贴。室内地砖面层的表面应洁净、图案清晰，色泽一致，接缝平整，深浅一致，周边顺直。板块无裂纹、掉角和缺楞等缺陷。

8.7.6.2 铺贴前先将基层浇水湿润，在刷素水泥浆(水灰比为 0.5 左右)，水泥浆随刷随铺砂浆，不得有风干现象。

8.7.6.3 铺干硬性水泥砂浆找平层，并拍实抹平。

8.7.6.4 进行预铺时，应对准纵横缝，用木锤着力敲击板中部，振实砂浆至铺设高度后，将地板砖掀起，检查砂浆表面与地板砖底相吻合后，在砂浆表面先用喷壶适量

撒水，再均匀撒一层水泥粉，把板块对准铺贴。铺贴时四角要同时着落。再用橡皮锤着力敲击至平正。

8.7.6.5 铺贴顺序应从里向外逐行挂线铺贴。

8.7.6.6 铺贴完成 24h 后，经检查板块表面无断裂、空鼓后，用稀水泥刷缝填饱满，并随即用干布擦净。

8.7.7 门窗工程

8.7.7.1 材料：门窗的规格、型号应符合设计要求，五金配件配套齐全并具有合格证；防腐、保温材料及其他材料应符合图纸要求。工种之间办好交接手续，按图示尺寸弹中线和水平线，如有问题应提前处理；安装前应对门窗进行检查，如有缺损，应处理后再进行安装。

8.7.7.2 质量技术标准：门窗及附件质量必须符合设计要求和有关标准规定；安装必须牢固，预埋件的数量、位置、埋设、连接方法必须符合设计要求；门窗安装位置、开启方向必须符合设计要求；边缝接触面之间必须做防腐处理，严禁用水泥砂浆做填充材料。

8.7.7.3 成品保护措施：门窗应入库存放；门窗保护膜要封闭好；抹灰前用塑料薄膜保护铝合金门窗；架子搭拆、室外抹灰时应注意铝合金门窗保护；建立严格的成品保护制度。门窗组合时，拼接头不平，有窜角，五金件安装不规矩，尺寸不准，面层污染，表面划痕。



门窗安装示意

8.8 屋面防水工程

8.8.1 一般要求

8.8.1.1 屋面工程防水设计应遵循“合理设防、防排结合、因地制宜、综合治理”的原则，确定屋面防水等级和设防要求。

8.8.1.2 因湖南省雨水季节较多，高速公路房建设施屋面工程建议优先采用坡屋面，利于排水。空气湿度较大的地区，主要建筑的屋面采用平屋面时，屋面可优先采用倒置式屋面做法。

8.8.1.3 单坡跨度大于9米的屋面应在结构上进行找坡，坡度设计不小于3%。当采用轻质材料或保温层找坡时，坡度一般为2%。

8.8.1.4 多种防水材料复合使用时，应注意：合成高分子卷材或合成高分子涂抹的上部，不得采用热熔型卷材或涂料；卷材与涂膜复合使用时，涂膜宜放在下部；反应型涂料和热熔型改性沥青涂料，可作为铺贴材性相容的卷材胶粘剂并进行复合防水。

8.8.1.5 伸出屋面的管道、设备或预埋件等，应在防水层施工前安设完毕。屋面防水层完工后，不得在其上凿孔、打洞或重物冲击。



屋面防水示意

8.9 安装工程

8.9.1 给水系统安装

8.9.1.1 生活用水系统

(1) 阀门安装：阀门安装前，应作耐压强度试验和严密性试验。对于安装在主干管上起切断作用的闭路阀门，应逐个作强度和严密性试验。

(2) 管道试压、冲洗：系统安装完毕后，应对系统进行试压及冲洗。强度试验压力若图纸无要求，按工作压力的 1.5 倍取。管道试压和冲洗合格后要及时办理隐蔽验收或中间验收。

8.9.2 排水系统安装

8.9.2.1 室外排水系统应采用雨、污分流。地面雨水经雨水口收集后排至雨水管道；生活污水经化粪池初处理、加水、汽修、加油站、洗车油污水经隔油沉淀池初处理、食堂油污水经隔油沉淀初处理后，再经污水处理设施（设备）深度处理达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）中一级 A 排放标准后排放。

8.9.2.2 为防止房建设施因场区的沉陷致使车坪道路沉陷、排污管道沉陷或断裂现象发生，土建施工时要严格控制场区填挖质量。

8.9.2.3 所有的污水管道在隐蔽或埋地前，必须进行灌水试验；在污水处理系统工程验收前，要进行管道内窥检测；确保污水管道畅通无阻及管道接口处无渗漏。

8.9.2.4 房建设施运营前，建设单位、施工单位、监理单位要与运营管理机构做好污水处理系统竣工交接工作。在污水处理系统交接时，建设单位、监理单位、施工单位和运营管理机构需现场查验，对污水处理系统工程及交接资料进行核实、确认；确定污水处理系统运行正常、提交的资料完整；由交接四方签字认可后，污水处理系统交付运营管理机构使用。

8.9.2.5 支架、吊架安装：根据测量放线确定的管道标高和坡度安装支吊架，立管根据施工图核对预留洞尺寸有无差错，标出立管的位置。洞口不正确的地方需剔凿，需断筋的地方，按技术交底要求进行处理。

8.9.2.6 主干、立管安装：柔性铸铁管安装前，必须将管材、管件内部的砂泥杂

物清除干净。用于室内排水的水平管道与水平管道、水平管道与立管的连接，应采用45度三通或45度四通和90度斜三通或90度斜四通。立管与排出管端部的连接，应采用弯头或曲率半径不小于4倍管径的90度弯头。

8.9.2.7 支管安装：卫生间所有卫生洁具排水点均要位于地砖中心。连接卫生器具的短管一般应伸出净地面，地漏甩口低于成活地面。

8.9.3 消防系统安装

8.9.3.1 闭式喷头在施工现场应进行密封性能试验，并以无渗漏、无损伤为合格，不合格者不能使用。

8.9.3.2 阀门及附件现场检验应符合下列要求：报警阀除有型号、规格等标志外，还应有水流方向的标志；报警阀和控制阀的阀瓣及操作机构应动作灵活，无异物堵塞；水力警铃的铃锤应转动灵活，无阻滞现象；报警阀应每个进行渗漏试验，水流指示器在安装前进行主要功能检查，不合格不得使用。

8.9.3.3 管道吊、支架安装

(1) 吊架和支架包括吊杆、角铁、槽钢和铁板等。

(2) 管道固定采用管道支架、吊架和防晃支架，管道支架、吊架的间距应满足表 10.1 要求。

公称通径 mm	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
距离 m	3.5	4	4.5	5	6	6	6.5	7	8	9.5	11	12

8.9.3.4 管道安装

(1) 管道安装，钢管公称直径小于100mm时，采用螺纹连接，当钢管公称直径大于等于100mm时，采用法兰连接。

(2) 管道安装位置应符合设计要求，喷淋横支管尽量抬高安装于通风管之上，贴梁底敷设。

(3) 每根配水干管管端部一般采用四通，并将多余的一个口用丝堵或法兰盖堵塞，以供系统冲洗用。

(4) 管道穿过建筑物的沉降缝时，两建筑物之间应设置同口径的不锈钢软管连接。穿墙及过楼板一般应加套管，穿墙套管长度不得小于墙厚，穿楼板套管应高出楼面或地面。在管道与套管空隙之间应采用防火材料完全填塞。

8.9.4 通风排烟系统安装

8.9.4.1 风管下料

(1) 板材剪切必须进行下料的复核，以免有误，按划线形状用机械剪刀和手工剪刀进行剪切。

(2) 剪切前，严禁将手深入机械压板空隙中，上刀架不准放置工具等物品，调整板料时，脚不能放在踏板上，使用固定式震动剪两手要扶稳钢板，用力均匀适当。

(3) 板材下料后在扎口前，必须用倒角机或剪刀进行倒角处理。

8.10.4.2 咬口及铆接

(1) 咬口后的板料放在折方机上，将画好的折方线对置于下模的中心线，操作时使机械上刀片中心线与下模中心线重合，折成需要的角度。

(2) 铆钉连接时，必须使铆钉中心线垂直于板面，铆钉头应把板材压紧，使板缝密合并且铆钉排列整齐、均匀，板材之间铆接。

8.9.4.3 风口安装

风口安装配合装饰吊顶进行。风口与风管连接要严密，风口布置根据施工图纸，尽量成行成列，风口外观平直美观，与装饰面紧贴，表面无凹凸和翘角。

8.9.5 空调系统安装

8.9.5.1 风机盘管安装

(1) 机盘管的安装力求水平，方便调整及拆卸，空调水管与风机盘管的连接采

用铜管，以便拆修，接管应顺畅，连接处应严密，严禁渗漏。

(2) 凝结水管与风机盘管的连接，可采用透明胶管，以观察凝结水泄水情况，透明胶管不得折弯。

8.9.5.2 柜式空调机组、风机安装

(1) 空调柜机的座地安装应平整，牢固。就位尺寸正确，连接严密，四角垫弹簧减振器，各组减振器承受荷载应均匀，运行时不得移位。

(2) 与机组连接的风管和水管的重量不得由机组承受。

8.9.5.3 消音器安装

(1) 消音器运输，安装时不得损坏，充填吸音材料要均匀，不得下沉，面层要完整牢固，消音器安装的方向应正确。

(2) 消音器片安装务必牢固，以防使用后跌落，片距要均匀。

8.9.6 动力系统安装

8.9.6.1 桥架由直线段和各种弯通组成，定货前必须根据设计的初步走向，现场确定立体方位，走向和转弯角度，并测量和统计直线段、各种弯通和附件的规格和数量，提出采购计划。

8.9.6.2 桥架定位设计时必须考虑动力电缆与控制电缆不要共用一个支架，如条件限制必须共用一个支架，动力电缆与控制电缆应分层敷，不宜超过三层，控制电缆桥架应布置上方，动力桥架在下方，必要时还要采取屏蔽措施。

8.9.6.3 桥架定位设计时要注意直线段钢制桥架超过 30m，铝合金桥架超过 15m，桥架跨越建筑物伸缩缝处时均应采用伸缩连接板。

8.10 室外工程

8.10.1 一般要求

沟槽开挖前，必须查清与施工现场相关的地下设施、管线、文物等情况。根据

图纸和有关资料，采取现场开挖探坑的方法了解地下情况。与已有管线相接处，必须在挖槽之前，对其平面位置和高程进行校对，必要时开挖探坑进行核实，若坑探结果与施工图及有关资料提供的位置或高程不符时，及时通知设计人员变更调整。

8.10.2 质量控制要点

8.10.2.1 施工管材的材质、规格均应满足设计及规范要求，排水坡度符合设计要求，坡向正确。

8.10.2.2 检查井的井底标高应符合道路设计要求，井底应按设计流向作出排水溜槽。

8.10.2.3 给水管道安装完毕后应及时做压力试验，排水管道应做闭水试验，做好隐蔽验收后方可进行管沟回填。

8.10.2.4 广场路基开工前，在监理工程师旁站下结合路段选择有代表性、长度不小于 100m 的路段作为试验路段，进行压实试验，并将试验结果报告监理工程师批准。

8.10.2.5 经监理工程师检查合格的各路面基层养生期应满足要求，养生期间用专门洒水车不停洒水始终保持表面潮湿状态。必要时铺以土工布覆盖洒水。

8.10.2.6 在路面正式施工之前，应进行试验段施工，检查施工的可行性、机械设备的性能及质量措施情况，试验段完成经监理验收合格后方可进行正常的施工。

8.11 质量通病防治

8.11.1 模板工程

8.11.1.1 病害现象：模板工程病害主要有模板炸模、局部模板嵌入柱梁间、模板拆除困难、局部漏浆。

8.11.1.2 原因分析

- (1) 炸模：侧模未设置压脚板、斜撑。
- (2) 局部模板嵌入柱梁间：模板未按规定要求起拱。

(3) 模板拆除困难：模板未用水浇透。

(4) 局部漏浆：未按规定要求钉牢。

8.11.1.3 防治措施

应按照设计要求合理设置压脚板与模板斜撑，防止模板脱落、裂开。同时，在模板工程安装之前，应充分浇水湿透、避免模板影响混凝土含水率，此外，在模板安装之前，应按规定要求起拱，钉牢连接点。

8.11.2 钢筋工程

8.11.2.1 病害现象：主筋位移、柱筋偏位、混凝土撞偏钢筋、骨架倾斜。

8.11.2.2 原因分析

(1) 主筋位移：模板支撑前，未进行有效加固。

(2) 柱筋偏位：梁柱钢筋排列错位。

(3) 混凝土撞偏钢筋、骨架倾斜：混凝土未分层浇筑、振捣不密实。

8.11.2.3 防治措施

在立框架柱模板支撑系统前，宜在现浇混凝土楼面上预埋钢筋头或短钢管作为支点，并使斜支撑能与支点有牢固的连接，起到撑顶、反拉和调节垂直度的作用。图纸会审与钢筋放样时注意梁、柱筋的排列，尽量减少竖向主筋因排列问题而产生的位移。在梁柱节点钢筋密集处，在柱与梁顶交界处，扎筋时给框架柱增加一个限位箍筋，用电焊将它与梁的箍筋点焊固定，再将柱主筋逐一绑扎牢固，并沿柱高临时绑扎箍筋，确保节点处柱筋在浇筑时不会发生偏位。

8.11.3 混凝土工程

8.11.3.1 病害现象：蜂窝、麻面、露筋、孔洞

8.11.3.2 原因分析：混凝土振捣不密实、浇筑顺序出错、模板面层不平整。

8.11.3.3 防治措施

按规定使用和移动振动器。中途停歇后再浇捣时，新旧接缝范围要小心振捣。清理模板表面及模板拼缝处的黏浆，才能使接缝严密，梁筋过密时选择相应的石子粒径。模板应平整光滑，安装前要把粘浆清除干净，并满涂隔离剂，浇捣前对模板要浇水湿润。对钢筋较密的部位(如梁柱接头)应分次下料，缩小分层振捣的高度；按照规程使用振动器。

8.11.4 装饰工程

8.11.4.1 病害现象：墙面空鼓开裂、面层起泡、面层接槎不平、阴角处不顺直

8.11.4.2 原因分析

- (1) 墙面空鼓开裂：基层不平整、未清理干净基层浮渣。
- (2) 面层起泡：压光过紧导致起泡现象。
- (3) 面层接槎不平：批次不一、基层浇水未浇透。
- (4) 阴角处不顺直：抹灰时没有横竖刮杠。

8.11.4.3 防治措施

抹灰前基层必须清理干净彻底，抹灰前墙体必须洒水湿润，每层灰不能抹的太厚，跟的太紧，混凝土基层表面酥皮剔除干净，施工后及时浇水养护。为保证阴角的顺直，必须用横杠检查底灰，是否平整，修整后方可罩面。抹罩面灰前底层湿度应满足规范要求，过干时，罩面灰水分很快会被底灰吸收，压光时容易出现漏压或压光困难，若浇的浮水过多，抹罩面灰后，水浮在灰层表面，压光后容易出现抹纹。所使用的水泥应为同品种、同批号进场。

8.11.5 楼地面工程

8.11.5.1 病害现象：面层起砂、起皮、面层空鼓、有裂缝、面层不光、有抹纹

8.11.5.2 原因分析：水泥过期、水灰比过大、养护未按流程操作，基层不平整、

8.11.5.3 防治措施

使用合格水泥，按照要求配置水灰比，在抹水泥砂浆之前必须将基层上的粘结物、灰尘、油污彻底处理干净，并认真进行清洗湿润，这是保证面层与基层结合牢固、防止空鼓裂缝的关键性工序。在水泥终凝前用力抹压不得漏压，直到将前遍的抹纹压平、压光为止。

8.11.6 电气工程

8.11.6.1 病害现象：线槽盖板接口不严、暗配管路弯曲过多盒、箱出现空隙、收口不好

8.11.6.2 原因分析：操作过急、未按图施工、灌浆不实、定位不准

8.11.6.3 防治措施

操作时应仔细地将盖板接口对好，避免有错台。应做好技术交底，提高摇测绝缘的必要性认识，加强安装人员的责任心。应在固定盒、箱时，其周围灌满灰浆，盒、箱口及时收好后再穿线上器具。

8.11.7 防水工程

8.11.7.1 病害现象：底板、侧墙、顶板漏水

8.11.7.2 原因分析：止水带未居中布置、防水材料出现破损、止水环等设施未按图施工、防水材料与基层之间出现杂物

8.11.7.3 防治措施

钢板止水凹面应朝向迎水面，转角处止水钢板应做成 45° 角，止水钢板居中布置。在浇筑混凝土时，在施工缝部位埋植木条，沿墙厚居中留置通长凹槽，混凝土接缝前将止水条放入凹槽内，用水泥钉固定。遇水膨胀止水条应具有缓胀性能。在进行大面积防水卷材铺贴前，应先穿好带有止水环的设备管道，并固定好，设备管道与套管之间的缝隙先填塞沥青麻丝，再填塞密封膏，将防水卷材收口嵌入设备管道与套管之间的缝隙，再用密封膏灌实，最后做一层矩形加强层防水卷材。穿墙管与内墙角凹凸部

位的距离管与管的间距应满足要求。墙板和底板，以及墙板和墙板之间的施工缝要留置适当，施工缝内杂物清理干净，防止新旧混凝土之间形成夹层，使地下水沿施工缝渗入。

8.11.8 砌体工程

8.11.8.1 病害现象：砂浆结块、砌块之间漏水、出现裂缝

8.11.8.2 原因分析：水泥与水泥砂浆强不一致、水灰比过大或过小、砂浆强度不够

8.11.8.3 防治措施

低强度水泥砂浆尽量不用高强水泥配制，不用细砂，严格控制塑化材料的质量和掺量，加强砂浆拌制计划性，随拌随用，灰桶中的砂浆经常翻拌、清底。砌块墙面及门窗框四周常出现渗水、漏水现象：认真检验砌块质量，特别是抗渗性能；加强灰缝砂浆饱满度控制；杜绝墙体裂缝；门窗框周边嵌缝应在墙面抹灰前进行，而且要待固定门窗框铁脚的砂浆达到一定强度后进行。

8.12 四新技术推广应用技术特色、工艺流程和控制要点

8.12.1 CRB600H 高延性高强冷轧带肋钢筋

8.12.1.1 技术特色：CRB600H 是由热轧低碳盘条钢筋经缩颈、压肋、回火热处理加工而成。其具有较高的屈服强度（ f_y 超过 540MPa），较明显的屈服台阶，优于一般冷轧钢筋的延性，良好的抗疲劳性能，具备竞争力的价格。因此，将 CRB600H 应用于钢筋混凝土结构能够节约钢材，提高项目综合效益，CRB600H 在建筑、桥梁、隧道、道路四个方面的钢筋混凝土结构中均有应用空间，发挥强度高，能够节约钢筋用量。比如：在建筑工程方面，尤其在板类构件中应用较多。经分析，综合替换量为 3%~5%，钢筋用量节约率为 0.45%~1%。

8.12.1.2 工艺流程



8.12.1.3 控制要点：钢筋应按国家现行有关标准的归档抽样检验屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能及单位长度重量偏差，检验结果应符合现行国家标准《冷轧带肋钢筋》GB/T13788 的规定。钢筋调直后应进行力学性能和重量偏差的检验，其强度应符合国家现行有关标准的规定。



水泥混凝土路面施工



边坡（基坑）喷锚支护

8.12.2 钢结构吊装技术

8.12.2.1 技术特色：为实现建筑物高质量、高速度建设提供必要的保障，大型建筑物就需要采用钢结构吊装施工技术。钢结构的吊装部位主要包括外框钢柱、网架钢框架、型钢梁、加劲柱等，吊装过程中应控制好各环节，保证上下工序的连续性。

8.12.2.2 工艺流程：首先，对塔机的起重能力进行评估，分析现场环境和路况，制定科学的安装方案，避免不利因素的影响。二是钢柱吊装采用分段法，在吊装过程中进行测量和监测，提高安装精度，将偏差控制在规定范围内，确保施工安全。三是在施工时间上，土建作业前进行钢结构作业，吊装后依次进行钢筋绑扎、支模和混凝土浇筑。四是以交叉工作面为重点，协调不同专业、不同工种，避免相互干扰。

8.12.2.3 控制要点：框架体系采取质量控制措施，施工工艺为钢柱主梁次梁悬臂梁。施工完成后，可先检查结构的稳定性，再进行周围结构的施工。第五，钢结构吊装完成后，应进行测量。根据测量数据，校正平面和垂直面，拧紧螺栓，焊接牢固，质量检验合格后进行混凝土浇筑。



钢结构吊装示意图

8.12.3 给排水中水回收技术

8.12.3.1 技术特色：中水，就是指在将生活中的污水进行简要的处理净化后再重新应用在日常生活中的非饮用水。但是并非所有的生活污水都能被开发处理成中水，只有一些优质杂排水才能被重新循环应用，中水的使用极大的提高了水资源的利用效率，降低了水资源浪费程度，大力开发中水是当前缓解水资源紧张的一项极具有有效性的建筑给排水节能技术。

8.12.3.2 工艺流程

以水解生物接触氧化为主的工艺流程：水→格栅→水解酸化调节池→两级生物接触氧化→沉淀→过滤→消毒→中水。

以生物接触氧化为主的工艺流程：原水→格栅→调节池→两级生物接触氧化→沉淀→过滤→消毒→中水。

以厌氧土壤处理为主的工艺流程：原水→水解池或化粪池→土壤处理→消毒→植物吸收利用、废水处理设备。

8.12.3.3 控制要点：中水管道严禁与生活饮用水管道连接；中水管道应设明显标志,防止发生误接、误用、误饮事故；中水储池的溢流管应设置格网，防止异物侵入。

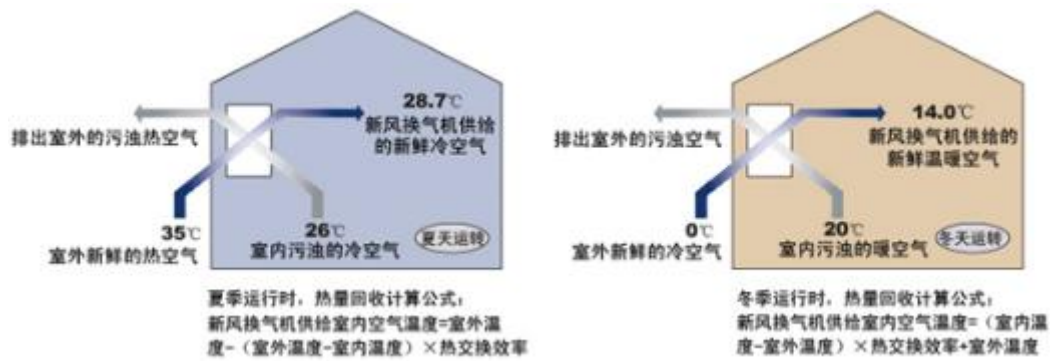
8.12.4 暖通全热回收技术

8.12.4.1 技术特色

热回收式新风换气机兼有新风换气设备的各种优点，最主要的是除了具有通风换气、过滤空气的功能之外，其还增加了全热回收的功能，节能高效。

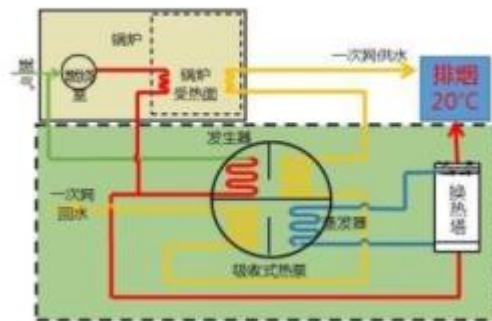
热回收式新风换气机主要由全热交换器、送风管道、排风管道、送风口、排风口及其它附件组成，它送排风新风系统的升级，即在“强制排风，强制送风”系统上加了一个热回收装置，是一种高效、环保、节能的全方位换气系统。

主机运转时新鲜空气从室外引入，经送风管道系统分配至各卧室、客厅;污浊空气从走廊、客厅等公共区域收集，通过排风风道从主机排出室外。新风气流和从室内排出的混浊气流在内置全热交换芯处进行温度及湿度交换，回收大部分能量通过新风送回室内。



全热回收运行示意

8.12.4.2 工艺流程



8.12.4.3 控制要点：确保管内无杂物，主管管松紧度应保证适宜，管道压力试验应满足规范要求。隐蔽管道在封闭前必须要进行压力试验，确保压力满足使用需求，

合格后，应进行防腐、保温等程序，办理隐蔽工程验收手续。管道坡度应满足要求，避免坡度过大或过小导致压力偏差。管道穿墙应设置套管，套管与墙体交界处应保证密封性能。

第九章 改扩建工程

9.1 总则

9.1.1 本章依据国家、交通运输部及湖南省、交通运输厅等工程建设主管部门发布的相关文件、标准、规范、规程、指南和行业内采取的成熟和先进的施工工艺、工法、技术和管理办法编制。本章未涉及内容按相关文件及技术规范等执行。

9.1.2 本章适用于湖南省所有改扩建高速公路项目的施工管理。

9.1.3 根据我省实际情况，从工序、技术、工艺和管理等角度，更加有效地消除改扩建施工质量通病，提高施工管理水平。

9.2 一般规定

9.2.1 改扩建路基施工时，施工单位应根据国家和行业现行有关标准的规定及设计要求做好必要的安全防护措施，确保既有道路的安全稳定。

9.2.2 应采取有效的工程措施，减少拼宽路基与既有路基之间的差异沉降，并确保新旧路基结合的整体性。

9.2.3 施工前应对既有路基填料、反压护道、支挡结构、工后沉降数据、维修保养等进行核查，若与设计图纸不符，应及时通知监理单位、设计单位、建设单位，调整施工方案或设计方案。

9.2.4 施工单位应做好路基施工期间临时排水总体规划和建设，临时排水设施应结合永久性排水设施综合考虑，与工程影响范围内的自然排水系统相协调。

9.2.5 结合改(扩)建工程特点，鼓励施工单位采用新技术、新材料、新设备、新工艺，提升路基拼接施工质量。

9.3 交通组织

9.3.1 总则

9.3.1.1 交通组织总体方案是一项系统工程，按照工程施工影响范围一般由三个层次构成。一是区域交通流组织，即区域分流方案；二是线层交通流组织，即改扩建项目整体保通方案；三是点层交通流组织，即具体到各工点的保通方案。

9.3.1.2 交通组织应与项目施工图设计及施工组织计划相协调统一，并兼顾项目影响区域路网状况、项目路段条件、交通条件、交通管制措施等客观因素。施工图设计前，应先从宏观上确定交通组织方案，包括区域分流方案和路段交通组织方案。

9.3.1.3 交通组织方案应由建设单位、设计单位、施工单位、监理单位及高速交警、运营管理单位等共同商定。

9.3.1.4 交通组织应急预案及保障措施应结合改扩建工程施工以及总体交通组织，并设置完善的临时交通工程设施。

9.3.1.5 临时交通工程设施应与主体工程设计方案、施工组织计划相协调、统一，并考虑永临结合，以节约造价。

9.3.1.6 临时交通工程设施包括路网分流交通工程设施、改扩建施工作业区临时交通工程设施（路基、路面、主线桥梁、上跨桥梁、互通立交、服务区、停车区、收费站、隧道、调坡路段、石方路段等）。

9.3.1.7 交通组织管理体系包括：常规交通组织管理、交通组织应急管理。

9.3.1.8 在满足安全和使用功能的条件下，积极推广使用可靠的新技术、新材料、新工艺、新产品。

9.3.2 路网交通组织

9.3.2.1 高速公路改扩建工程施工单位应在交通组织设计基础上进行现状调查与资料收集，结合项目施工图设计及施工组织计划对交通组织设计进行细化和完善，包括路网分流点、分流车型、分流路径、实施计划安排、管制方案等。

9.3.2.2 现状调查与资料收集如下：

(1) 项目影响区的地理及自然条件资料：地形地貌、水文地质、近十年的气候资料等，重点调查恶劣天气的发生和持续时间。

(2) 交通运输发展现状资料：路网、客货枢纽、物流园区等重要基础设施的布局、结构和规模等资料；技术等级、路面状况、桥梁承载、速度限制、交通事故、交通量等路网运行状况资料；公路客货运输量、道路收费标准、汽车运输成本、运输工具保有量及构成等资料；综合交通运输资料。

(3) 项目影响区其他道路建设、养护计划。

(4) 项目影响区国防、环境保护、交通运输等对改扩建交通组织有影响的政策法规。

(5) 项目影响区重要企事业单位、交警、路政、沿线政府部门、建设及施工单位等道路使用者及管理部门对交通组织设计的需求。

9.3.2.3 应根据施工路段行车条件、车种组成、限速方案、驾驶员特性等因素进行交通量预测、道路通行能力分析、运营单位营收损失分析。

9.3.2.4 应在现状调查分析与交通量预测的基础上，结合项目改扩建施工组织方案，考虑道路使用者、运营管理单位、建设施工单位的需求等因素，确定改扩建交通组织总体方案。

9.3.2.5 区域路网分流方案应充分利用影响区路网和综合交通条件，采取诱导分流、强制分流相结合的方案，必要时辅以应急分流措施。宜优先考虑采用高速公路网进行分流，分流方案应结合实际情况实时动态调整。

9.3.2.6 不宜利用地方道路进行长距离分流。当利用地方道路进行分流时，宜选用二级及以上公路，同时应重点对交通安全设施进行调查和完善、对桥梁进行承载力验收和加固等。

9.3.2.7 建议施工路段限制易燃易爆等危险品运输车辆、超限车辆的通行。

9.3.3 路段交通组织

9.3.3.1 高速公路四车道扩建路段保通方案可采用“双向四车道保通”、“双向三车道保通”和“单侧双向两车道保通”等方案。宜根据改扩建项目在区域路网中的地位、路段交通量状况及特性、结合施工组织设计等综合确定改扩建保通路段交通组织。

9.3.3.2 路段交通组织方案应与总体交通组织方案协调统一。

9.3.3.3 施工阶段不同，道路通行条件不同，应针对不同施工阶段分别制定交通组织方案。

9.3.3.4 在交通转换中央开口、临时交通转换的过渡段等特殊工点位置可结合开口长度、转弯圆曲线半径、超高横坡度、内侧车道宽度、中间带宽度的实际情况降低设计速度，但不宜低于 60km/h、不应低于 40km/h。

9.3.3.5 交通转换中央开口位置应选择在通视良好、平曲线半径较大的路段，尽量利用原中央分隔带开口位置，不得在通视不良或纵坡超过 3%的纵坡路段内设置开口，开口不宜设置在通道、桥梁等处以及超高大于 2%的弯道路段。

9.3.3.6 保通车道禁止施工车辆通行，保通车道与施工区域之间应采用移动钢护栏、混凝土隔离墩、塑料隔离墩、交通锥等进行物理隔离。两侧通行、中间施工时，建议施工车辆从拆除桥梁的桥头处进出施工区域。

9.3.4 节点交通组织

9.3.4.1 路基施工

(1) 应合理设置施工便道、禁止施工车辆进入或穿越高速公路。

(2) 路基路床以下施工时，禁止拆除原道路路侧护栏，同时应考虑路基与构造物锥坡失稳对交通组织的影响。

(3) 路基施工应与路侧护栏、交通标志、机电设备等拆除时机相协调统一，同时应设置必要的临时护栏、交通标志、机电设备等。

(4) 设置路侧临时护栏进行隔离防护后方可拆除原有路侧护栏，临时护栏防撞

等级不应低于 A 级。

(5) 不设护栏的低填浅挖及挖方边坡路段路基施工前应设置路侧临时护栏进行隔离防护，临时护栏防撞等级不应低于 A 级。

(6) 挖方边坡不宜采用爆破方式进行开挖（静态爆破除外），开挖前应设置防落物网等措施，防止落石、飞石等。

9.3.4.2 路面施工

(1) 当单侧双向通行时，对向行车道间设置的临时中央隔离设施应保障行车安全，并加设防眩设施。

(2) 路面施工至中面层开放交通的，建议禁止重载交通的通行。

(3) 路面施工一般采用上面层整体摊铺，此阶段需要封闭半幅交通进行施工，另外半幅双向通行。

9.3.4.3 主线桥施工

(1) 除特大桥、特殊结构桥梁外，主线桥梁施工交通组织应与总体保通方案相协调统一。

(2) 通道需要加大时，建议采用通道改桥的方式对通道进行加大或设置临时便道、便桥。

(3) 新老桥拼接施工时的交通组织和速度限制需考虑旧桥行车震动对接缝现浇混凝土的影响，保证接缝现浇混凝土的质量；建议拼接半幅接缝施工时禁止车辆通行、另外半幅双向通行。

(4) 拼宽桥梁与路基的过渡段应根据保通设计速度确定过渡段长度。

9.3.4.4 跨线桥施工

(1) 新建上跨桥中墩施工需占用内侧车道时，可利用硬路肩维持双向四车道通行，不宜压减车道数。

(2) 先建上跨桥和既有上跨桥建议均在主线路面上面层施工前完成。

(3) 跨线桥施工建议采用 SPMT/模块车快速拆建。

9.3.4.5 互通式立交、服务区施工

(1) 互通立交、服务区匝道施工时应设置临时出口预告标志，指路标志内容应与原标志保持一致。

(2) 临时匝道出入口三角端部应根据保通设计速度确定通视三角区长度；入口匝道宜设置必要的加速车道。

9.3.4.6 隧道施工

(1) 采用既有隧道改扩建时，应封闭主线交通、修建临时便道绕行。

9.3.4.7 纵坡调整段施工

(1) 纵坡调整段拼宽宽度宜保证两车道及以上的保通要求。

(2) 纵坡调整段落差较大时，应加强路侧防护，宜设置混凝土护栏或结合永久护栏进行设置，不宜采用移动钢护栏或混凝土隔离墩等。

(3) 纵坡调整段一般采取路面抬高的方式，拼宽施工时应提前设置临时排水沟和横向排水管。

9.3.5 临时交通工程

9.3.5.1 一般规定

(1) 设置于区域路网的临时交通工程设施，其设置标准不宜低于所在路段设计速度对应的交通设施设置标准，设置于保通路段的临时交通工程设施的设计标准不得低于 60km/h。

(2) 交通组织配套设施应坚持安全、绿色资源节约的设计理念，坚持系统性、容错性、永临结合、利旧的原则。

9.3.5.2 临时交通标志

(1) 宜将临时保通的标志和建成后永久使用的标志、现有道路拆除的标志综合

考虑，充分利用。

(2) 小型标志宜采用可重复利用的活动式混凝土基础或附着在护栏上。

(3) 临时交通标志不得侵入建筑限界。

(4) 临时交通标志换膜建议采用“外套法”施工，“外套法”工艺是指将预先制作好的新版面，通过铆接的方式安装在标志板上。预制的新版面采用“薄铝板+反光膜”的形式制作，整个标志版面根据尺寸分成多个小版面，采用拼装方式安装。

a、版面分割：将设计好的版面分割为数个单元，每个单元分别制作；

b、预成型版面制作：将新的反光膜贴附在 0.8mm 厚的薄铝板上；

C、成品：现场电钻取孔，通过铆钉将预制好的新版面与旧版面结合。



9.3-1 版面分割



9.3-2 版面制作



9.3-3 现场安装

(5) 当施工区段施工完毕后，临时交通标志应及时撤除、更换，避免引起歧义。

9.3.5.3 临时交通标线

(1) 临时交通标线的主要应用指标不应低于永久标线的设计指标。

(2) 临时交通标线材料应优先考虑既能为临时通行车辆提供清晰的信息，还应

注重标线材料易清除性。

(3) 为节约资金，临时交通标线可采用 1.2mm 厚，但应满足其使用需求。

(4) 新建成的路面上面层短期临时通车时，当车道布置与运营期车道布置不一致时，可不施划临时交通标线，但应用预成型标线带、交通锥、交通桶等代替。

9.3.5.4 临时防护设施

(1) 混凝土隔离墩设置时可考虑永临结合，如将预制的中央分隔带混凝土护栏作为隔离墩使用。为提高整体受力，宜采用锁扣式隔离墩或其他连接形式的隔离墩。

(2) 采用移动钢护栏作为临时防护设施时，为避免对路面造成破坏，建议采用免锚固的移动钢护栏。

(3) 为节约资金，建议将拆除下来的旧护栏作为临时防护设施使用。

(4) 在路基、桥梁施工过程中，护栏应采用“先防护后拆除”的原则。护栏拆除前，应根据保通设计速度对车辆进行限速。

9.4 路基拼宽

9.4.1 一般填方路基拼宽施工

9.4.1.1 填前压实完成后，在台阶开挖前，一般先进行原路基边坡 40cm 左右清表。清表应根据填筑速度和台阶的开挖高度从下往上沿路线逐段进行。

9.4.1.2 在路堤清表后填筑前，应根据加宽路基设计宽度及其边坡坡度恢复加宽路基边线，并用石灰撒出路堤填筑边线，边线应比加宽路基坡脚线超宽 50cm。

9.4.1.3 每级台阶控制点为台阶宽度 200cm，由底至上填筑一层台阶高度的路基再开挖上一层台阶。

9.4.1.4 对于老路基边坡松散严重、台阶立面难以自稳的路段，应将松散范围内的老路基边坡土全部清除。

9.4.1.5 超高段的台阶开挖，为调坡需要，可在 96 区以下（即路床底面以下部分）

逐渐调平，96区起（即路床底面）为水平坡，然后形成超高。

9.4.1.6 施工时，台阶开挖要确保开挖层面落在坚实的土基上，严禁为了台阶线性一致而用虚土人工培护台阶。

9.4.1.7 开挖台阶后未及时填筑，应在降雨后清除表层过湿土，再开始填筑。

9.4.1.8 为保证新旧路基拼接质量，每级老路基台阶宽度范围宜采用液压夯进行增强处理。

9.4.1.9 碾压后的结合部位不得有松散、软弹、翻浆及表面不平整现象。如不合格，应重新处理。重型压路机碾压不到的边角部位，应采用小型振动压路机碾压或用小型振动夯夯压密实。

9.4.1.10 为降低新路基施工后压缩变形并提高新老路基结合部强度，采用常规压实后，应在下路堤底面（原地面覆盖后）、93区顶及96区以下15cm界面处采用32T重型压路机对老路基台阶面和新填路基部分进行增强补压。

9.4.1.11 既有挡土墙路基拼接时，上部支挡结构物应予以拆除，拆除高度宜低于路床底面；剩余未拆除的部分不应对新的路面结构层受力变形产生不利影响，并应对下部路基填料和拼接工艺提出相应要求。

9.4.1.12 加筋土挡墙、锚定板挡墙、桩板式挡墙等特殊挡墙路基拼接时，应提出合理的拆除工艺，确保路基稳定。



图 9.4-1 开挖台阶



图 9.4-2 拼宽路基碾压

9.4.2 高填与陡坡路堤拼宽施工

9.4.2.1 高路堤及陡坡路堤拼接，既有坡脚支挡结构物不宜拆除，拼接填筑时临近结构物处可采用小型机具薄层夯压密实，并应做好排水的衔接设计。

9.4.2.2 高填方路堤填料宜优先采用强度高、水稳性好的材料，或采用轻质材料。受水淹、浸的部分，应采用水稳性和透水性均好的材料。

9.4.2.3 高路堤基底承载力应满足设计要求。特殊地段或承载力不足的地基应按设计要求进行处理。覆盖层较浅的岩石地基，宜清除覆盖层。

9.4.2.4 陡坡路堤应从填方坡脚起向上设置向内侧倾斜的台阶，台阶宽度不小于2m，在挖方一侧，台阶应与每个行车道宽度一致、位置重合。有地下水或地面水汇流的路段，应采用合理措施导排水流。

9.4.2.5 陡坡路堤应从最低高程处的台阶开始分层填筑，分层压实。填筑时，应严格处理横向、纵向、原地面等结合界面，确保路基的整体性。路基填筑过程中，应及时清理设计边坡外的松土、弃土。

9.4.2.6 高路堤及陡坡路堤拼宽，应进行变形与稳定的动态监测设计，提出监测路段、项目、测点布置、监测方法及控制标准等要求。

9.4.3 挖方路基拼宽施工

9.4.3.1 可作为路基填料的土方应分类开挖、分类使用。土方开挖应自上而下进行，不得乱挖超挖，严禁掏底开挖。开挖过程中，应采取措施保证边坡稳定。开挖至边坡线前，应预留一定宽度，保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受到扰动。

9.4.3.2 开挖至零填、路堑路床部分后，应尽快进行路床施工；如不能及时进行，宜在设计路床顶高程以上预留至少30cm厚的保护层。工程中应采取临时排水措施，确保施工作业面不积水。

9.4.3.3 边沟与截水沟应从下游向上游开挖。截水沟通过地面坑凹处时，应将凹处填平夯实。边沟及截水沟开挖后，应及时进行防渗处理。

9.4.3.4 挖方路基施工遇到地下水时，应采取排导措施，将水引入路基排水系统，不得随意堵塞泉眼。路床土含水率高或为含水层时，应采取设置渗沟、换填、改良土质、土工织物等处理措施。路床填料除应符合规范相关规定外，还应具有良好的透水性能。

9.4.3.5 土质路基开挖应根据地面坡度、开挖断面、纵向长度及出土方向等因素，结合土方调配，选用安全、经济的开挖方案。

9.4.3.6 石方开挖应根据岩石的类别、风化程度、岩层产状、岩体断裂构造、施工环境等因素确定开挖方案。深挖路基施工，应逐级开挖，逐级按设计要求进行防护。爆破作业必须符合《爆破安全规程》(GB 6722)的规定。

9.4.3.7 深挖路堑施工过程中，应根据开挖情况随时进行地质核查，并对边坡稳定性进行监测，还应根据地形特征设置边坡控制点。

9.4.4 路基防排水改扩建施工

9.4.4.1 施工前应做好临时排水设施，可在新路堤边沟外侧开挖临时排水沟，纵坡不小于3%，排水沟的出口应通至桥涵进出口处。临时排水沟和灌溉渠不能共用和互通。

9.4.4.2 在进行路基拼接施工过程中应注意老路面的排水通道。路基拼接前，集中设置排水通道排除旧路面的表面水，防止路面水对老路基开挖台阶的冲刷，同时做好防水措施，阻止自由水对老路基的侵害。

9.4.4.3 对已破坏的老路边坡面，用砂浆或小石子混凝土按照原防护排水通道设置临时的引水通道，将路面水有规则的排至路基拼接段以外，避免路基拼接段的自由水漫流。在暴雨季节应安排人员进行值班，防止老路基的水毁。

9.4.4.4 路基施工中，各施工层表面不应有积水。当边坡或路堑内发生地下水渗流时，应根据渗流水的位置及流量大小采取设置排水沟、集水井、渗沟等设施降低地

下水位或将地下水排走。

9.4.4.5 应避免老路基开挖面长时间的暴露，对已开挖的老路基要做好施工组织设计，加快施工程序，同时还要考虑在气候发生变化时及时覆盖。



图 9.4-3 老路临时排水系统



图 9.4-4 新路临时排水系统

9.5 路面工程

9.5.1 一般规定

9.5.1.1 改(扩)建路面工程施工组织设计应考虑交通组织方案，合理规划施工材料运输路线，设置路侧开口，减少对营运交通的影响。

9.5.1.2 改(扩)建路面工程施工与其他专业施工交叉繁多，施工单位应建立交通管制制度，避免污染路面，确保施工安全。

9.5.1.3 改(扩)建路面工程应充分回收利用施工中产生的固体废弃物，减少资源浪费与环境污染。

9.5.1.4 施工单位应对全线原路面高程数据进行复测，重点关注路桥过渡段、路隧过渡段、有跨线天桥的路段和超高路段等，差异较大的应重新拟合。

9.5.1.5 原路面封闭后，建设单位应组织各参建单位充分调查和评估原路面状况，综合分析路面损坏原因，优化原路面病害处治方案。

9.5.1.6 改(扩)建路面工程应加强对原路肩的路面结构强度、排水设施的检测评估，合理利用原路肩。

9.5.2 原路面病害处治

9.5.2.1 改(扩)建原路面病害处治应根据设计文件、原路面动态检测结果,符合现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142)等的有关规定,编制专项施工方案,必要时进行评审。

9.5.2.2 原路面病害处治方案大规模实施前,应对原路面病害处治方案开展试验段验证。

9.5.2.3 改(扩)建原路面病害处治后应进行检测评价,满足设计要求后,方可进行下一工序施工。

9.5.2.4 原路面病害处治施工,应充分考虑天气、病害处治速度与交通组织等因素的影响,合理规划病害处治路段的长度。

9.5.2.5 原路面病害采用铣刨重铺方案时,应确保路面病害处治质量,加强混合料温度、接缝处治、交通组织管理与控制,以满足相应结构层检验评价标准的要求。

9.5.3 硬路肩铣刨及路面拼接

9.5.3.1 硬路肩铣刨前,应查明既有道路填、挖方路段硬路肩路面结构及路面排水设施状况,并结合项目实际情况,制定合理的铣刨方案和路面排水改造方案。

9.5.3.2 沥青路面硬路肩应采用铣刨机铣刨,水泥混凝土硬路肩应先采用切割机切割顺直后再挖除。

9.5.3.3 硬路肩铣刨宽度应进行专项设计,既有道路与扩建路面的纵向接缝宜避开轮迹带,铣刨应防止出现遗留薄层,对存在遗留薄层的,应彻底清除。

9.5.3.4 硬路肩铣刨施工应符合下列规定:

(1) 铣刨设备应配备自动找平装置,宽度宜为 0.5 ~ 2m,最大深度宜不小于 30cm,深度误差为±1.0cm。

(2) 铣刨速度应均匀、连续,并安排专人控制铣刨深度,避免出现遗留薄层与

超铄现象。

(3) 铄刨施工结束后，应对铄刨台阶进行清扫及修整，对台阶的松散、遗留薄层等缺陷进行处理，确保铄刨台阶的平整、坚实。

(4) 硬路肩铄刨后，应对软弱路床进行补强处理。

(5) 硬路肩存在横向盲沟的位置，应进行重点处理。

(6) 硬路肩铄刨施工应进行试验段验证。

9.5.3.5 改(扩)建路面拼接施工应符合下列规定：

(1) 摊铺扩建路面水泥稳定级配碎石结构层时，应对既有道路水泥稳定级配碎石结构层铄刨台阶的垂直面、水平面均匀涂刷或洒布水泥净浆；在台阶宽度较宽时，接缝表面（最上层的表面除外），应铺设横、纵向极限拉伸强度均不小于 50kN/m 双向拉伸土工格栅（网孔净尺寸 4~6cm）。

(2) 拼接部位水泥稳定碎石基层摊铺、碾压过程中，应采用人工补料等方式，防止拼接缝位置空隙过大、碾压不密实现象的出现。

(3) 拼接部位水泥稳定碎石基层碾压应控制压路机的碾压速度和振动频率，减少振动压路机对原道路基层的扰动破坏。

(4) 既有道路与扩建路面沥青面层接缝处，接缝侧面应涂刷热的 SBS 改性沥青或改性乳化沥青，或粘帖双面帖；接缝表面（包括上基层的接缝表面）应粘帖抗裂帖、自粘式玻纤格栅、沥青浸渍聚酯玻纤布或沥青浸渍单面燃毛土工布等防反射裂缝材料。

9.5.3.6 根据交通组织实际情况合理安排施工计划，避免沥青面层出现纵向冷接缝。

9.5.4 再生利用

9.5.4.1 改(扩)建路面工程应合理利用路面废旧材料，并合理规划回收材料存储场

地；铣刨材料应按材料类型分类堆放，提高回收利用率。

9.5.4.2 改(扩)建路面再生工程实施前，应对既有路面历史信息和技术状况等进行调查和评定，并根据工程要求、使用层位、气候条件及交通情况等选用符合要求的材料。

9.5.4.3 半刚性基层材料再生利用宜采用厂拌冷再生技术。

9.5.4.4 水泥混凝土路面材料宜采用就地再生利用技术，不方便就地再生利时也可采用集中破碎再生的方案。

9.5.4.5 沥青面层材料可采用厂拌热再生、就地热再生或厂拌冷再生技术进行高值化利用，回收材料破碎筛分不宜少于 3 档集料。

9.5.5 路面排水改造

9.5.5.1 横向排水管宜提前接长，对于既有道路加密设置横向排水管的，宜采用顶管法施工，保证路面排水畅通。

9.5.5.2 硬路肩铣刨后，应同步做好临时排水设施，特别是超高路段外侧。

9.5.5.3 当挖除原有硬路肩时，应按设计同步完成路面边沟、渗沟、排水沟等永久排水工程。

9.5.5.4 对于未施工完成的临时通行路面，应采取临时措施排除路面积水，确保行车安全。

9.6 桥梁拼宽

(1) 既有桥梁八字墙、侧墙破除前，宜采取钢板桩、喷射混凝土或钢花管注浆等临时支挡防护措施，防止既有桥梁桥头边坡滑移、搭板掏空下沉等形成安全隐患，同时做好桥头临时排水设施。桥台回填至路床前不宜拔除钢板桩防护。

(2) 桥台桩基施工时，不得在新建路基范围内开挖泥浆池。

(3) 对既有桥梁拼接部位或桥面系混凝土进行凿除或拆除时，应采取措防止

对原结构造成损伤或破坏，推荐采用高压水力破除技术。

(4) 施工单位在植筋前应检查被植筋的混凝土外观质量，如有缺陷应先行修复；并用探测仪测出植筋处混凝土内的钢筋或预应力筋位置，核对、标记植筋部位，以便钻孔时避让钢筋或预应力筋。

(5) 对既有桥梁铺装层的结合面应进行界面处理，可采用精铣刨或抛丸工艺，清除原结构表面的浮浆。

(6) 加宽桥面拼接处的钢筋较密时，可采用细石混凝土，并改进振捣措施，加强混凝土养护。

(7) 拼接施工完成后，应检查拼接部位混凝土质量。

(8) 交通转换临时通车幅桥面整体化层宜按混凝土路面铺装质量标准控制，桥梁临时伸缩缝可采用浅埋式橡胶伸缩缝。

(9) 新旧桥梁伸缩缝应设置在同一平面位置，既有桥梁伸缩缝更换时对梁端间隙进行处理，并清理梁端杂物。

9.7 隧道改扩建

9.7.1 一般规定

9.7.1.1 隧道改扩建分改建、扩建和增建，其施工应满足“安全环保、经济合理、技术先进”的总体要求，并符合《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660)的相关规定。

9.7.1.2 施工单位应在搜集既有隧道的竣工文件、定检报告及相应的养护情况基础上，结合隧道的水文地质条件、周边建（构）筑物的现状等编制改扩建专项施工方案。

9.7.1.3 对于改扩建工程存在的重大风险点，应按照《关于开展公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估试行工作的通知》(交质监发[2011]217号)的要求，进行施工安全风险评估。

9.7.1.4 应根据改扩建工程的特点，提前与交通主管部门对接，确定合理的交通疏解方案。

9.7.2 改建施工

9.7.2.1 既有隧道总体技术状况评定为1类、2类及3类的，按《公路隧道养护技术规范》（JTG H12）的要求进行正常养护及必要的维修。总体技术状况评定为4类和5类的，按设计文件进行加固施工。

9.7.2.2 除必要的临时加固外，隧道改建施工宜在增建隧道施工完成后进行。

9.7.2.3 隧道改建时应不侵入隧道建筑限界、不堵塞原有的排水系统，并应保证既有隧道主体结构的完整性。

9.7.2.4 施工应遵循“先加固，后治水”的原则。

9.7.3 扩建施工

9.7.3.1 扩建施工应根据既有隧道技术状况、扩建断面形状、地质情况及交通组织等综合比选，采取安全可靠、经济合理的拆除及爆破方案。

9.7.3.2 扩建施工的施工组织应与设计的交通组织相结合，保证运输能力及行车安全。

9.7.3.3 扩建的爆破处理措施应考虑围岩条件、结构支护参数等，并通过计算分析和实测结果综合确定。

9.7.3.4 既有隧道的二衬及初期支护的拆除应分开实施，二衬拆除后根据初期支护的变形情况，判定是否需要采取对周边围岩进行注浆加固、超前预加固及增设临时支撑等措施。

9.7.3.5 既有隧道二衬扩建拆除长度应根据隧道拟拆除段病害情况及其施工时是否存在塌方、围岩情况、施工缝及沉降缝的位置等进行确定，一次拆除长度不得跨越施工缝及沉降缝，并根据拆除施工时的监控量测数据进行调整。

9.7.3.6 若需利用既有隧道的衬砌，利用部分应对其渗漏水、裂缝等病害进行处

置。

9.7.3.7 扩挖后的二次衬砌应及早施作。

9.7.4 增建施工

9.7.4.1 根据增建隧道与既有隧道间的净距,按照《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》(JTG 3370)中小净距的划分原则,划定小净距段,并按照小净距隧道的要求施工。

9.7.4.2 增建隧道施工的具体要求参照新建隧道执行。

9.7.4.3 增建隧道的开挖应严格控制爆破措施及循环进尺,尽可能减少对既有隧道的影响,加强对既有隧道洞内结构的巡查与监测。

9.7.4.4 增建隧道和既有隧道之间新建横通道时,应从既有隧道端横向开洞施工,宜在增建和既有隧道之间合适位置贯通,不得从既有隧道端直接出洞。

9.8 机电工程

高速公路机电工程改扩建是在原有高速公路机电系统的基础上进行的,改扩建后的机电系统需要保留原有系统的部分设备,为了改扩建后新旧设备和系统正常运行,需要对新旧设备和系统进行融合;同时高速公路机电工程改扩建是高速公路改扩建的一部分,同土建、房建等项目是密不可分的,会发生交叉施工,需要经常与土建、房建沟通,做好交叉施工界面的协调和衔接。

9.8.1 联合设计和订货要求

由于高速公路机电工程改扩建是在原有高速公路机电系统的基础上进行的,改扩建后的机电系统需要兼容新增和留用设备,需要按照合同和业主要求,结合高速公路改扩建施工现场的具体情况和现有高速公路机电系统运营情况,对招标文件中的施工图设计文件进行修改形成联合设计文件初稿,联合设计文件初稿经过联合设计专家评审,根据联合设计评审专家提出的意见修改,修改后经过评审专家审核通过后形成

联合设计文件，该文件为机电工程改扩建的施工依据。

完成联合设计后，承包人应该及早与供应商签订供货合同，在订货合同里必须明确新增设备和服务必须满足机电工程改扩建正常运营的需要，及早备货。

9.8.2 施工组织设计

施工单位编写的施工组织设计，需要上报监理及业主，监理和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才能作为施工组织管理的依据。施工组织设计应包括

- (1) 总体施工组织布置及规划；
- (2) 重点、关键和难点工程的施工方案（包括新旧设备和系统的融合）；
- (3) 工期关键线路图及保证措施；
- (4) 关键工程质量保证措施；
- (5) 安全保证措施；
- (6) 环境保护、水土保持、文明施工、文物保护保证措施；
- (7) 项目风险预测及防范，事故应急预案；
- (8) 其他应说明的事项

9.8.3 施工过程界面跟踪

跟踪调查路基、路面、隧道、房建、通信管道工程的改扩建施工情况，主要内容

包括：

- (1) 改扩建后路基、路面、桥梁、隧道的位置和长度，初步确定施工图纸中设备基础的位置；
- (2) 外场监控设备的供电管道和监控设备附近的分歧管道及进站通信分歧管道的预留、预埋改扩建情况；
- (3) 隧道土建改扩建施工单位为机电系统提供的隧道内的预留预埋施工情况；

- (4) 改扩建后计重基坑的预留位置、排水管道的位置；
- (5) 改扩建后收费站、分中心机电工程线缆路由和机房内设备布设界面和接口的变化；
- (6) 隧道变电所改扩建建设情况和供电路由管线的预留预埋；
- (7) 改扩建后通信管道敷设和试通情况；
- (8) 改扩建后新增设备防雷接地及联合接地位置；
- (9) 调研相关路段的通信设备情况，本路段改扩建后并网可能引起的已建路段的机电系统改造工程量。

9.8.4 与其他施工单位的协调

加强与路基路面桥梁隧道施工单位的联系，对机电工程改扩建需要的预留预埋界面指派专人负责协调，对于未按照施工要求施工的预留预埋提出整改要求，并且及时整改到位。

9.8.5 设备的安装和调试

高速公路改扩建机电工程设备的安装和调试牵涉到新增和利旧设备，安装新设备必须考虑利旧设备的性能和安装位置，安装后新旧设备性能均满足设计要求，同时布局美观整齐。

高速公路改扩建机电工程设备调试既要调试新增设备，又要调试利旧设备，需要把新增和利旧设备统一融合到新的机电系统内。

9.8.6 废弃设备的拆除

根据高速公路机电工程改扩建的要求，有部分设备废弃不用，为了改扩建后高速公路运营的安全，必须拆除影响安全的废弃设备和安装机构，消除高速公路改扩建后运营的安全隐患。

- (1)拆除高速公路道路上方废弃设备和安装机构;
- (2)拆除高速公路路侧废弃设备和安装机构;
- (3)拆除收费站、监控分中心等运营场所的废弃设备和安装机构;
- (4)对安全不构成威胁的设备可以留在现有位置;
- (5)以上拆除和留在现有位置的设备必须拆除该设备的供电电源。

9.9 质量通病防治

9.9.1 路基拼接差异沉降

9.9.1.1 病害现象

旧路加宽后,由于新旧路基的固结沉降时间不同,或施工压实度不同,或新旧路基土质不同、地下水位差异等原因,致使新旧路基发生不均匀沉降。

9.9.1.2 原因分析

(1)新旧路基沉降不协调,由于新旧路基修建历史、填料和压实度的差异在新旧路基顶面产生不协调变形。

(2)路基填土压实度不足,导致填方路基发生不均匀沉降变形,路基两侧出现纵向裂缝。

(3)地基中存在软弱土层或岩溶,处理不彻底或回填材料控制不好。

(4)路基刚度差异显著,在相同外力的反复作用下,变形量不同,出现明显的差异沉降。

(5)路基填料不均匀,填料性质差异大,级配相差远。

(6)新旧路基结合部处治不当,如台阶开挖不达标、原有路基清表不足、填料品质控制不严等。

9.9.1.3 防治措施

(1)加强软弱地基的处理,在保证老路基稳固的前提下,对加宽区域的软弱地

基进行处理，保证地基的稳固。

(2) 新旧路基结合部处理，在填筑加宽路基前应先对老路基进行削坡和开挖处理，同时做好清表工作，保证边坡土层良好的强度和平整度；之后在边坡上自下而上地开挖出具有一定内倾角度的台阶；施工过程中，如果出现老路基渗水等情况时，应在不扰动老路基的前提下，增设盲沟等设施进行排水，保证新老路基良好的拼接质量。

(3) 合理选择路基填料，严格控制路基压实度。尽量选择质量轻、强度高、透水性好的土作为路基填土，同时也可通过物理化学方法来改善填土的变形性质，提高路基土强度。

(4) 路基加宽施工时，在新旧路基结合部设置土工格栅可有效改善新旧路基间的粘合力，确保新旧路基结合的稳固性。

9.10 四新技术推广应用

9.10.1 液压夯技术

9.10.1.1 技术特色

液压夯是一种利用液压系统工作的夯实机械，由夯锤、夯架、夯板、液压驱动装置等组成，可以用来对新老路基结合部等大型传统压实机械难以达到的特殊部位进行增强补压、保证拼接密实。此技术具有压实能量高、压实能量可调、压实影响深、简单可靠，灵活高效等特点。

9.10.1.2 工艺流程

施工前准备→夯点画线布置→夯机就位，记录数据→确定夯击次数和档位→数据分析，确定夯实标准→全面夯实。

9.10.1.3 控制要点

(1) 老路基台阶液压夯施工时，布设 2 排呈梅花型的夯点，各夯坑相切，夯锤落距 0.8m，每个夯点夯击 2 遍为宜。完后，再补料进行碾压整平。

(2) 在已施工完成并按设计要求的压实标准检测合格的夯实工作面上放出夯点，并按放样位置就位，使夯杆对准点位，将夯机调至强档进行夯击。夯击从路基中间开始，采用扇形扩延作业方法，每次作业左、中、右三点，再进行下一排三点施工，直至完成全部夯点。

(3) 夯击次数标准：每个夯点的强档夯实不得少于 18 锤(强档夯击能必须达到 36KJ)；夯实完 15 锤及 18 锤后分别进行测量及比对，若相对夯沉量差值大于 10mm 须以 3 锤为单位追加夯实次数，直至最后 3 锤与之前的相对夯沉量差值不大于 10mm。

(4) 填挖结合部应随路基的填筑每 1.5 米高度，按上述方法补强夯实一次。

(5) 整个工作面的夯实完成后必须将路基表面约 20cm 厚度的冲挤虚土全部铲除，并用机械刮平，小光轮压路机或小平板夯收压平整。而后按断面法测量最终路基面高程，进行下道工序施工。



图 9.9-1 液压夯设备



图 9.9-2 液压夯施工

9.10.2 隧道单侧原位扩建技术

9.10.2.1 技术特色

根据既有隧道和新建隧道的断面位置关系，双向四车道隧道扩建为八车道隧道的形式主要有原位扩建、并行扩建和组合扩建。并行扩建和组合扩建需要重新征地，且征地规模一般较大，需占用较多的土地资源，对环境影响大。部分地段受土地资源与地质条件的限制，甚至无法新建隧道。隧道原位扩建则可较好地解决这一问题。单侧扩建由于占地面积小，扩挖时对围岩扰动小，往往成为扩建方案的首选。

9.10.2.2 工艺流程

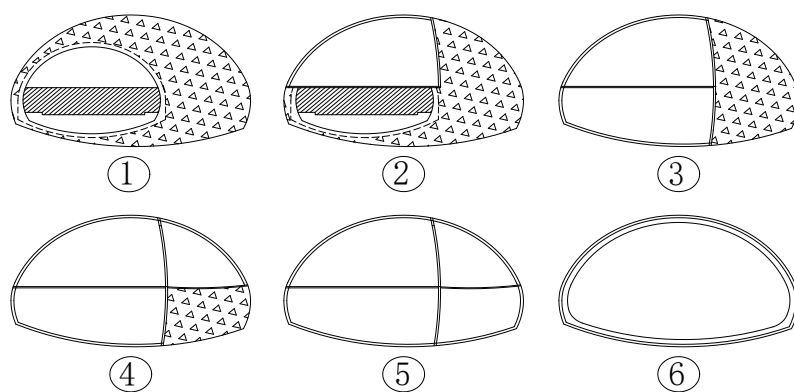
- (1) 回填既有的两车道洞室至起拱线高度处；
- (2) 向上挑顶并扩挖，完成四车道左侧拱部的开挖及支护；
- (3) 向下扩挖，完成四车道左侧边墙及仰拱的开挖及支护；
- (4) 向右上部扩挖，完成四车道右侧拱部的开挖及支护；
- (5) 向右下部扩挖，完成四车道右侧边墙及仰拱的开挖及支护；
- (6) 拆除临时支撑，全断面浇筑二次衬砌。

9.10.2.3 控制要点

(1) 原位扩建需拆除既有隧道再开挖形成大断面隧道，围岩经多次扰动，应力状态复杂，施工开挖及支护方案是工程建设成败的关键

(2) 原有洞室的破除宜采用机械切割，如需爆破，应采用控制爆破，并编制专项爆破方案。

(3) 原位扩建时应封闭该洞的交通，并做好交通组织方案。



9.10-3 单侧原位扩建施工工序

第十章 两区三厂建设

10.1 一般规定

10.1.1 驻地建设一般包括建设单位、监理单位、试验检测单位、施工单位的驻地建设，办公区、生活区、生产区应分开设置。

10.1.2 工地厂站应集中建设、全封闭管理，混凝土拌和、钢筋集中制作、混凝土构件预制集中施工，提倡使用新技术、新设备、新材料、新工艺，推行工厂化生产、机械化加工、自动化作业和智能数字化施工。

10.1.3 驻地选址应遵循“安全可靠、科学规划、因地制宜、永临结合、经济适用、绿色环保”的原则，远离地质自然灾害区域，周围无崩塌、滑坡、危岩体、泥石流、岩溶、采空区、地裂缝、地面塌陷、沉降等危险地段。

10.1.4 驻地应远离高频、高压电源及油、气、化工等其他污染源，满足安全、环保、水保等要求，交通、通讯便利，水、电和网络设施齐全。

10.1.5 驻地建设前应编制排水专项方案，场地内应设排水系统及污水处理系统，场地内部道路应根据具体情况硬化处理。

10.1.6 驻地内设备设施应符合现行《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB 50720）的有关规定，设置消防通道，在适当位置设置临时室外消防水池或消防砂池，配置相应的消防安全标识和消防安全器材，定期检查、维护、保养。

10.1.7 驻地和施工使用的电气设备和临时用电应符合现行《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46）和《建设工程施工现场供用电安全规范》（GB 50194）的有关规定。

10.1.8 驻地建设应体现以人为本的理念，科学合理布局，分区管理，着力改善项目各参建单位的生产、生活环境。

10.1.9 驻地内标识标牌宜统一、规范。

10.1.10 居住 10 人及以上的驻地选址、规划及验收应由项目部统一管理，并定期对驻地用电、消防、排水、临近边坡稳定性等进行检查。

10.2 两区建设

10.2.1 办公区

10.2.1.1 驻地办公用房的面积应满足工作需要，且符合各级部门的办公面积标准，高速公路项目配备标准一般不低于表 10.2.1 的规定。若条件受限，驻地面积及建筑面积可结合实际情况，经相关单位批准后适当调整。

表 10.2.1 高速公路各参建单位驻地办公房面积标准

名称	配备标准 (m ²)			
	建设单位	监理单位	检测单位	施工单位
办公室(人均面积)	6	6	6	6
会议室	100	60	60	60
资料室	60	30	40	60

10.2.1.2 驻地办公用房应实用、美观，通风、照明良好，并设有防暑、降温、取暖设备，房间应做好防潮、防有害生物（虫、鼠、霉等）措施。

(1) 办公室应符合以下规定：

- 1) 各科室门口应挂设名称牌，部门职责、岗位职责、安全职责应悬挂上墙。
- 2) 应配备必要的信息化软硬件设施，满足信息收集、整理、传递以及工程进度、质量、安全、计量、变更等信息化管理的相关要求。

(2) 会议室应符合以下规定：

- 1) 会议室应悬挂项目简介、组织机构框图等，整体布局要协调统一、美观大方。
- 2) 应配备必要的信息化软硬件设施，如多媒体等常用会议设施，应至少配备

一套视频会议配套设施。

(3) 资料室应符合以下规定：

1) 所有档案资料应由专人负责管理，并建立借阅登记制度。

2) 档案应保存在专用档案柜或档案架中，应进行分类，做好档案标识，档案盒宜样式统一。

3) 应配备必要的信息化软硬件设施，满足档案信息化管理的相关要求。

(4) 党员活动室应标识挂牌，并按人数配备相应的活动场所。

10.2.2 生活区

10.2.2.1 生活用房建设应体现以人为本的理念，应实用、美观、隔热、通风、防寒、防潮、防有害生物。

10.2.2.2 所有班组（含劳务人员）应纳入施工工区集中居住、统一管理。施工工区生活用房建设的最低标准见表 10.2.2，建设单位、监理单位、试验检测单位、施工单位项目部的生活用房建设标准应不低于施工工区生活用房的建设标准。

表 10.2.2 驻地生活用房面积标准

名称	配备标准 (m ²)	备注
宿舍	3.5	人均面积
食堂 (含餐厅)	0.8	人均面积
浴室	0.3	人均面积，总面积不小于 20 m ²
厕所	0.2	人均面积，总面积不小于 20 m ²

10.2.2.3 生活用房应设宿舍、食堂、浴室、厕所等，具备条件的宜设文体活动室、健身场地、医疗室等。

(1) 宿舍应符合以下规定：

1) 宿舍面积单人间不小于 10 m²，双人间不小于 15 m²，原则上不超过 30 m² /

间，人均使用面积应不小于 3.5 m²。

2) 宿舍门窗（可开启）应设置齐全，门净宽不小于 0.8m，门口及室内通道宽度不小于 1.2m，室内通风、照明良好，地面应硬化、防潮，有条件的可铺砌瓷砖，室外应设专门的晾衣处。

3) 宿舍严禁使用通铺，保证每人单铺（可分上下铺，不得超过 2 层），床铺应高于地面 0.3m，人均床铺面积不小于 2 m²，铺间距不小于 0.5m。

4) 宿舍应设置生活用品专用柜，个人物品摆放整齐，宜统一床上用品。室内严禁存放易燃、易爆物品，严禁乱拉电线、明火做饭和使用大功率电器设备。

5) 宿舍应整洁卫生，夏季宜有消暑、防蚊虫叮咬措施，冬季宜有保暖措施。

(2) 食堂应符合以下规定：

1) 食堂宜设置在离厕所、垃圾站及有害物质场所 20m 以外的位置，与办公用房、生活用房的距离不小于 10m。

2) 食堂净空应不小于 2.8m，门净宽不小于 1.2m，人均使用面积不小于 0.8 m²。

3) 食堂应设置独立的制作间、储藏间，做到生熟分离，配备消毒设备，配备纱门、纱窗、纱罩等；燃气罐应单独设置存放间并保证通风良好；宜设备油水分离池，地面应作硬化和防滑处理；食堂应保证通风良好，排水系统良好，避免污水淤积。

(3) 浴室应符合以下规定：

1) 浴室地面应作防滑处理，使用防水灯具和开关，并定时保证充足的冷、热水供给，排水、通风良好。

2) 浴室人均使用面积应不小于 0.3 m²，总面积不小于 20 m²，淋浴喷头数量与人员比例不小于 1 : 10，淋浴间与更衣间应分离设置，更衣间内应设置长凳、储衣柜或挂衣架。

(4) 厕所应符合以下规定：

1) 厕所应男女分设，且应为通风、采光良好的可冲洗式厕所，地面应作防滑

处理，并配备门、窗。

2) 厕所人均使用面积应不小于 0.2 m²，总面积不小于 20 m²，蹲位数量与人员比例不小于 1 : 10，大小便池内应镶贴瓷砖。

3) 厕所应指定专人负责卫生工作，落实除臭净味、四害消杀等要求，确保厕所内无积水积便、乱堆乱放、乱涂乱画、乱张乱贴等现象。

(5) 文体活动室、健身场地、医疗室应符合以下规定：

1) 文体活动室面积宜不小于 20 m²，具备活动、学习条件，通风、照明等设施良好，书籍、报纸、杂志等宜配备齐全。

2) 健身场地宜设置乒乓球、篮球场、羽毛球场以及相关的健身、娱乐等活动场所。

3) 医疗室可根据现场人员数量和就医的条件设置，配备必要的医疗设备、药物等，有条件的可配备相应的医务人员。

10.2.3 其他要求

10.2.3.1 两区建设可自建或租用沿线合适的房屋，且应安全适用；自建房屋最低标准为活动板房，应选用阻燃、防水材料，围护结构材质应符合现行国家标准《建筑用金属面绝热夹芯板》(GB/T 23932) 的规定。

10.2.3.2 生活污水的处理应达到排放标准，厕所污水应通过集中独立管道进入化粪池，封闭处理。

10.2.3.3 驻地内应设有必要的防雷设施；为加强驻地安全管理工作，维护企业财产安全和职工生命财产安全，在条件允许的情况下，驻地应设置报警装置和监控设施。

10.2.3.4 在办公区醒目位置应设置办公区平面示意图、指路牌、部门指示牌、项目简介栏、组织机构图、党建宣传牌及企业文化宣传栏等。

10.2.3.5 在各驻地单位附近主干道应设置指路牌，统一格式，并符合现行《公路

交通标志和标线设置规范》(JTG D82)的有关规定。

10.3 三厂建设

10.3.1 拌和厂

10.3.1.1 场地选址除满足一般规定外，还应根据本合同段的主要构造物分布、运输条件、通电和通水条件综合选址，尽量靠近主体工程施工部位，减少混凝土运输距离，做到运输便利、经济合理，并应远离生活区、居民区，尽量设在生活区、居民区的下风向。

10.3.1.2 场地建设应符合以下要求：

(1) 拌和厂应根据工程实际情况集中布置，采用封闭式管理，四周设置围墙或铁艺栅栏，入口处设大门和值班室。

(2) 拌和厂建设应综合考虑施工生产情况，合理划分拌和作业、材料计量、材料堆放、运输车辆停放、试验及生活区域，内设洗车池（洗车台）、污水处理系统和排水系统。生活区应与其他区域隔离，生活用房建设应符合本指南的有关规定。

(3) 推荐使用封闭式水泥混凝土拌和厂，拌和厂场地面积、搅拌机组配置及产能应满足生产、施工需求和工程进度要求，一般不低于表 9.3.1 的规定。

表 10.3.1 拌和厂建设标准

拌和站类型	场地面积 (m ²)	每个拌和站搅拌机组最低配置
水泥混凝土拌和厂	5000	2 个拌和楼 (每个至少 3 个水泥罐、4 个冷料仓)
沥青混合料拌和厂	24000	1 个拌和楼 (每个至少 6 个沥青罐、2 个粉料罐、5 个冷料仓、5 个热料仓)
水稳拌和厂	8000	1 个拌和楼 (每个至少 3 个水泥罐、4 个冷料仓)

注：①场地面积为拌和厂（含备料场地）面积，条件困难地区可适当调整。

②场地面积、搅拌机组配置可结合施工进度要求、备料场地大小等情况优化

调整。

(4) 拌和厂各罐体宜连接成整体，安装缆风绳和避雷设施，罐体应喷涂成统一颜色，并绘制公路项目名称以及施工单位简称，两者宜竖向平行绘制，颜色、字体应醒目。

(5) 拌和厂应设置工程公示牌、场区平面图、安全生产警示牌等，配合比标识牌应悬挂于操作间附近醒目位置。

(6) 拌和设备应符合以下要求：

1) 水泥混凝土拌和应采用不少于两台强制式拌和机，单机生产能力不宜低于 $75\text{m}^3/\text{h}$ 。拌和设备应采用质量法自动计量，水、外掺剂应采用全自动电子称量法计量，禁止采用流量或人工计量方式，应保证工作的连续性、自动性，且应具备计算机控制及打印功能。外掺剂罐体应加设循环搅拌系统。



10.3.1-1 水泥混凝土拌合厂



10.3.1-2 水泥混凝土搅拌楼

2) 水稳拌和设备推荐采用两级振动拌缸，设备应具备自动计量功能，一般设自动计量补水器加水，额定生产能力不低于 $800\text{t}/\text{h}$ 。

3) 沥青混合料应采用间歇式拌和机，型号宜采用5000型，优先采用液化天然气为燃料，尽量避免使用重油作为燃料；拌合应由计算机控制，能实时记录温度和所用集料、矿粉（水泥）、沥青、外加剂及混合料的质量等信息。

4) 拌和厂计量设备通过计量检定机构标定后方可投入生产，使用过程中应定期进行自校，确保计量准确。

(7) 拌和厂应根据拌和机设备的功率配备相应的备用发电机，确保拌和站有可

靠的电源。

(8) 原材料堆放应符合以下规定：

1) 凡用于工程的砂石料应按照级配要求，不同粒径、不同品种分区存放，每区醒目位置宜设置材料标识牌和样品盒，标识牌应注明材料名称、产地、规格、数量、进料时间、检验状态、试验报告号、检验批次等。隔料仓隔墙应牢固，高度一般不小于 2.5m，确保不串料。隔墙上应标注堆料线和清仓线。碎石储料仓的走向宜与拌和站冷料仓的排列平行一致，并预留一定的空间，方便装载机上料。

2) 水泥混凝土、路面面层储料场应使用混凝土进行硬化处理，路面基层储料场可用水稳材料进行硬化处理。料场底应高于外部地面，排水坡度应不小于 2%，并在料场口设置排水沟，防止料场积水。

3) 水泥混凝土、路面面层储料场应搭设顶棚，顶棚宜采用轻型钢结构，高度应满足机械设备操作空间（一般不宜小于 7m），并满足受力、防风、防雨等要求。

(9) 所有拌和厂的集料仓应搭设防雨棚，并设置隔板，隔板高度不宜小于 100cm，确保不串料。

10.3.1.3 其他要求

(1) 作业平台、储料仓、集料仓、水泥罐等涉及人身安全的部位均应设置安全防护装置，传动系统裸露的部位应有防护装置和安全检修保护装置。

(2) 应设专人定期进行拌和厂的清理和打扫，保持拌和厂内卫生。

(3) 临近居民区施工产生的噪声，应符合现行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523）的有关规定。

(4) 应根据需要设置车辆设备冲洗设施、排水沟及沉淀池，施工污水处理达标后方可排放，推荐使用砂石分离机等污水处理设备。

(5) 砂石料场底部、上料台、上料输送带下部废料应经常清理并保持清洁，严禁装载机铲料时铲底。

(6) 水泥等材料进料时，应保证材料罐顶的密封性能，预留通气孔应设有降尘措施。

10.3.2 钢筋加工厂

10.3.2.1 钢筋加工厂选址除符合一般规定外，还应根据本合同段的主要构造物分布、运输条件、钢筋加工量等特点综合选址，做到运输便利、经济合理。

10.3.2.2 钢筋加工厂的厂棚须进行设计及验算，并通过相关报审手续后方可投入使用。

10.3.2.3 场地建设应符合以下规定：

(1) 应采用封闭式管理。场地应按原材料堆放、钢筋下料、加工制作、半成品堆放、成品待检、合格成品、废料处理等进行科学分区，生产区、通道、车道应标识清晰，生产区与车道宜采用护栏隔离。



10.3.2-1 钢筋加工厂场地建设



10.3.2-2 钢筋堆放

(2) 场地面积应根据钢筋（材）加工量的大小、工期等要求设置，一般不低于表 10.3.2 的规定。

表 10.3.2 加工厂规模及面积

规模	加工总量 T (t)	场地面积 (m ²)
特大型	50000 < T	5000
大型	10000 < T ≤ 50000	3500
中型	6000 < T ≤ 10000	2000
小型	3000 < T ≤ 6000	1500
微型	T ≤ 3000	500

注：如受场地限制，可适当调整场地面积大小，但功整分区布局应科学、合理。

(3) 钢筋加工厂架构宜采用钢结构搭设，高度应满足加工设备操作空间（一般不小于 7m），并设置避雷及防风的保护措施。强风影响区域宜从材料、结构等角度进行强化。

(4) 个别桥梁、隧道、涵洞受地形和运输条件限制，可视实际情况采用简易钢筋棚加工。简易钢筋棚面积应满足生产、施工需求，棚内地面应按规定进行硬化或设置支垫，材料存放应下垫上盖。

(5) 钢筋加工机械设备应满足工程质量和进度需要，提倡配置智能化的加工机械，如钢筋分拣机器人、钢筋焊接机器人、钢筋笼滚焊机、钢筋网片焊接机等，并符合以下要求：

1) 机械设备应根据加工工艺的流水线要求合理布设，并悬挂机械操作安全规定公示牌（即安全操作规程）和设备标示牌。

2) 钢筋吊装宜采用门式起重机等专用设备，设备应证照齐全、检验合格，各类证照应悬挂牢固。

3) 金属加工机械工作台应稳固可靠，防止受力倾斜。

4) 箍筋、弯起钢筋等宜采用数控设备加工。

(6) 在加工制作区应悬挂各种型号钢筋的大样设计图，并标明尺寸，确保钢筋下料及加工准确。

10.3.2.4 其他要求

(1) 厂内应设置照明（含应急照明）设施，除满足临时用电相关规定外，还应符合《灯具通用安全要求和试验》（GB7000.1）和《灯具外壳防护等级分类》（GB7001）等相关规定。

(2) 焊接、切割、气瓶等管理应符合易燃易爆危险品管理的相关规定。

(3) 焊接、切割、使用氧气、乙炔等易燃易爆场所应设置禁止标志、警示标志。

(4) 易产生粉尘、有害气体的加工场、存放场应采取除尘、有害气体净化措施，且应远离生活区、居民区，尽量将加工场设于场地下风向。

10.3.3 预制梁厂

10.3.3.1 预制梁厂选址

选址除符合一般规定外，还应满足以下要求：

(1) 选址应以方便、合理、安全、经济及满足工期为原则，结合施工合同段预制梁板的尺寸、数量、架设要求以及运输条件、通电和通水条件等情况进行综合选址。

(2) 选址方案经监理单位审查同意，可将预制梁厂设置在红线征地范围内。

10.3.3.2 场地建设

(1) 预制梁厂建设前，施工单位应将梁场布置方案报监理单位审批，方案内容应包含各类型梁板的台座数量、模板数量、生产能力、存梁区布置及最大存梁能力等。

(2) 预制梁厂应采用封闭式管理。场地内应按原材料存放、构件加工、制梁和存梁、废料处理等科学合理设区，宜功能明确，标识清晰。如需现场设置办公区与生活区，应与其他区隔开。

(3) 当预制梁厂设置在红线征地范围内时，应增设车辆通行便道及梁场隔离设施，不得影响安全通行及后续施工，同时宜考虑将梁场硬化层进行再利用。

(4) 各合同段预制梁厂应统筹设置，建设规模和设备配备应与预制梁板的数量和生产工期相适应，一般不低于表 10.3.3 的规定。

表 10.3.3 预制梁厂规模和相关设备配备表

内容	要求
钢筋棚	至少 1 座（尽量使用合同段既有的钢筋加工场）
台座数量	应与预制数量、进度相匹配
吊装设备	满足吊装要求，至少 2 台
模板数量	套数按照台座数量的 1/6 ~ 1/4 配备
喷淋养生设施	每片梁板设置喷管不得少于 4 条（顶部、两侧、内腔各 1 条）
必要的施工辅助设施	横隔板钢筋定位架、钢筋骨架定位架、横隔板底模支撑架

（5）每个预制梁场须预制的梁板数量不宜少于 300 片。若个别受地形、运输条件限制的桥梁梁板需单独预制，规模可适当减小，但钢筋骨架定位胎模、自动喷淋养生等设施仍应满足施工生产要求。

（6）用电布设要求采用电缆滑槽线系统，将电缆架空于地面上方，保证施工场地整洁有序。

（7）预制梁板钢筋骨架应统一采用定位胎架进行加工，并设置高强度垫块保护钢筋保护层。

（8）场地内应根据梁板养生时间及台座数量设置足够的梁体智能喷淋养生设备，养生用水应进行过滤并循环使用，避免出现喷嘴堵塞现象。喷淋水压应保证梁板的每个部位均能喷淋养生到位，尤其是翼缘板底面及横隔板部位。

10.3.3.3 台座布设

（1）在不良地基路段，应先进行地基处理。为防止发生张拉台座不均匀沉降、开裂事故，影响预制梁板的质量，先张法施工不得采用重力式台座，宜采用可回收材料制作台座，如工字钢等。台座端部受力处应设置钢筋网片。

（2）预制梁模板应使用（复合）不锈钢模板，钢板厚度不小于 6mm，应采取防止变形措施。有条件的宜采用液压模板系统。



10.3.3.1 预制梁模板



10.3.3.2 梁体养生

(3) 存梁区台座尺寸、强度应满足使用要求，推荐采用可回收材料制作，如定型枕木、工字钢等。用于存梁的枕梁应设在离梁两端面各 50~80cm 处，且不影响梁片吊装，支垫材质应采用承载力足够的非刚性材料，且不污染梁底。

(4) 在使用过程中，监理和施工单位应定期对台座进行复测检查，非不良地基区域的台座每 3 个月应复测 1 次，不良地基区域的台座每月应复测 1 次，并建立观测数据档案，分析台座沉降情况，发现异常应及时处理。

(5) 梁板预制完成后，移梁前应对梁板进行统一标识和编号，标识内容包括预制时间、张拉时间、施工单位、梁体编号、部位名称等。

(6) 宜设置梁板检修台座，当预制梁的生产与架设非同一单位时，应有出场验收台账。

(7) 预制梁板存放应符合设计文件、国家和行业现行有关标准的规定。设计文件无规定时，空心板堆叠不得超过 3 层，小箱梁堆叠不得超过 2 层，T 形梁和 I 字梁不得叠放。预制梁存放时（特别是叠层存放）应采取支撑等措施确保安全稳定。

10.3.3.4 张拉与压浆

(1) 预应力张拉应采用自动化智能张拉与压浆技术。

(2) 预应力筋原则上应采用整束穿束工艺，若采用预应力钢绞线，则应对预应力钢绞线进行编束、编号，并应两边对称、同步张拉。

10.3.3.5 其他要求

(1) 预制场出入口应设置洗车台（池）。

(2) 预制梁场的排水应编制专项方案，满足以下要求：

1) 预制场的蓄水池应确保施工用水充足。

2) 场内应设置沉淀池，施工污水应先汇入沉淀池，处理达标后方可排放。

(3) 应积极推行智慧梁场的建设，运用物联网+BIM等新技术，研发信息化管控平台，构建全过程智能管控、预警，可视化、数字化的梁场（场站）生产管控体系，建设施工流程标准化、生产过程可视化、机械设备自动化、管理决策智能化的智慧场站，有效降低劳动强度，提升精细化管理、工程品质和安全管理水平，实现降本增效。

10.4 其他

10.4.1 小型预制构件厂

10.4.1.1 基本规定

(1) 小型预制构件厂选址除应符合一般规定外，还应以方便、合理、安全、经济及满足工期为原则，结合合同段工程量及运输条件综合选址，可结合拌和站或预制梁场等综合设置。

(2) 高速公路项目因预制场地、运输通道、工程数量等客观条件限制，小型预制构件混凝土工程量达不到 5000m^3 的合同段，可考虑相邻合同段合并（委托等）预制。小型预制构件混凝土工程量较大的，推荐采用自动化生产线生产。

10.4.1.2 场地建设

(1) 小型预制构件厂宜采用封闭式管理，场地内应按构件生产、存放、养生、废料处理等科学合理设区，宜功能明确，标识清晰。

(2) 小型预制厂的建设规模应结合预制构件数量和预制工期等参数进行规划设计，场地面积一般不小于 2000m^2 。

(3) 生产区应根据合同段设计图纸确定的预制构件种类设置生产线，同时配备小型拌和站，应尽可能利用既有拌和站。

(4) 养生区应采用自动喷淋养生系统结合土工布覆盖对构件进行养生，确保构件湿润状态；混凝土养生应符合规范要求。

(5) 成品应按不同规格分层堆码，层间应用土工布等柔性材料进行隔离，堆码高度应确保安全。预制构件养生期内不得堆码存放，以防损伤。存放、运输应用打包带打包，运输过程中防止缺边掉角。

10.4.1.3 其他要求

(1) 小型构件预制应选用振动台振捣。应经现场试验，对振动台的性能进行分析与比选，确定振动台电动机功率。振动台数量根据预制构件生产数量确定。

(2) 模板应使用钢模或高强度塑料模具。入模前应进行拼缝检查，拼缝达不到要求的，辅以双面胶或泡沫剂，应选用优质脱模剂，保证混凝土外观。在周转间歇期应有覆盖措施，防止雨淋、生锈、被污染。

10.4.2 自建料厂

10.4.2.1 自建料厂应先批后建，砂石料生产不得影响正常的施工组织，应满足环保要求且不影响路侧景观。

10.4.2.2 厂地建设应符合以下要求：

- (1) 原材料堆放区、生产区、成品堆放区应合理划分，实现人车分流。
- (2) 砂石料加工厂应进行排水专项设计。场地排水面坡度应不小于 3%，污水经过沉淀达标后方可排放。
- (3) 应根据工程需要进行设备选型，并配备除尘装置。
- (4) 加工后的碎石应转运至成品堆放区，根据工程需要分档存放，不得随地倾倒。
- (5) 机制砂应设置材料堆放仓（带顶棚），并满足自然风干的仓储条件。

10.4.3 库房

10.4.3.1 一般规定

- (1) 库房应选址合理，交通便利，距各使用地点综合距离较近。
- (2) 各库房门口应设置库房标识牌，内容包括库房名称、存放物品名称、型号、数量、危险级别、仓库管理员等。
- (3) 火工品库、油库、危险品库等危险品仓库应远离施工现场、居民区和既有设施，附近应设有明显标志及围挡设施。
- (4) 火工品库、危险品库、油库应符合爆破安全规程、民用爆炸物品管理条例、危险品管理条例和油库安全管理规程等法律、法规和其他有关规定。
- (5) 火工品库、油库、危险品库应设置视频监控系统，作业面、出入口、仓库、围墙等重点部位应安装监控点，监控部位应无监控盲区。
- (6) 库房内消防设施符合防火防爆要求，电力线路、电器设备应满足安全用电要求。
- (7) 严禁在库区使用明火、吸烟。

10.4.3.2 火工品库

- (1) 库区平面布置合理，设置验收区、发货区，应与居民区、工厂、建筑物等保持安全距离并隔离。贮药点至库区外保护对象的安全允许距离，应按保护对象的防护等级确定。
- (2) 炸药、雷管分库设置，距离不少于 30m。
- (3) 库门应为外开式且开启灵活、关闭严密；大门口应设置“入库人员须知”、“仓库重地 闲人免入”、“禁止烟火”等警示标志。
- (4) 库房应有防静电措施，且应符合通风、防潮、避雷、防火、排水等要求，并设有自动报警装置。
- (5) 库内货架应保证牢固、距墙不小于 0.1m。库内堆放的物资距墙应不小于 0.3m，垫高不小于 0.2m，放置雷管时必须铺设胶质皮垫。

(6) 火工品库应有专人值守。工作人员住房和看守房必须设在库外，看守房位置、高度以能瞭望全库和周围情况为准。

10.4.3.3 油库

(1) 油库应制订油库安全管理制度、用火管理制度、外来人员登记等管理制度。

(2) 油罐不得露天存放，必须安装顶棚，禁止太阳直接照射或雨淋；夏季露天装轻质油料的油罐应有降温措施；桶装油不得露天存放。

(3) 油库应划分消防区域，制订明确的报警信号、消防预案，设置消防工具和器材，并定期检查维护。

(4) 油罐区内禁止存放危险品、爆炸品和其他易燃物资。

(5) 库区应保持清洁整齐，严格按照规定处理油污，禁止在库区使用明火、吸烟。

10.4.3.4 危险品库

(1) 氧气瓶、乙炔瓶应符合气瓶管理、安全使用、存放等相关管理规定，库内具有良好的通风和防爆照明设备，悬挂安全标志。

(2) 剧毒、放射源等危险物品存放必须符合防爆、防雷、防潮、防火、防鼠、防盗等要求，且远离生活区。

(3) 润滑油料应专门设库存放。

第十一章 工地试验室建设

11.1 一般规定

(1) 贯彻实施国家关于试验检测、计量、环保和职业健康方面的法律、法规，执行有关试验检测的技术标准、规范、规程，认真执行上级和授权母体试验室的规章制度，负责试验室内部管理体系有效运行。

(2) 以工地试验室标准化建设为抓手，以项目部试验室标准化建设为重点，推动项目工地试验室建设全面升级。

(3) 施工、监理单位和检测机构应根据工程质量安全管理需要或合同约定，在工程现场设立与项目检测要求相适应的工地试验室；同一合同段内施工、监理单位的工地试验室不得由同一家母体检测机构授权设立；设立工地试验室的母体机构须取得《公路水运工程试验检测机构等级证书》，母体检测机构应在其等级证书核定的业务范围内对工地试验室进行授权；工地试验室按照规定到项目质监机构登记备案后，方可开展试验检测工作。

11.2 硬件建设

11.2.1 驻地建设

(1) 工地试验室应选址在项目部驻地或集中拌合场（站）内，方便试验检测工作。周围场地、交通通道均需硬化。选址时应充分考虑建设安全、环境及施工、质量管理要求及水电等。

(2) 工地试验室的空间和面积应满足试验检测工作和环境条件，一般应综合考虑设备放置、人员操作和行动通道所占空间和面积以及门窗位置等因素。对有温度、湿度条件要求的功能室，净高不宜超过 3m，否则应进行吊顶处理，以降低有效空间、提高保温保湿效果。试验室周边排水设施应完善、合理。

(3) 试验室标志、标牌

1) 试验室应制作试验室专用牌匾悬挂于醒目处，牌匾内容与工地试验室印章内容一致，为“母体检验检测机构名称+建设项目合同段名称+工地

试验室”，尺寸为高+宽=2400mm+400mm。

2) 办公室及功能室外应悬挂或张贴有统一规格的门牌标识。功能室门牌、责任区域牌尺寸均为长+宽=400mm+300mm。

3) 办公室内墙体上应悬挂工地试验室组织机构框图及人员配置图。条件允许的工地试验室可将主要管理制度及人员岗位职责同时上墙，但应注意布局协调、美观。

人员公示栏尺寸为长+宽=1000mm+1200mm,

组织机构框图尺寸为长+宽=1000mm+1200mm

管理制度尺寸为长+宽=900mm+600mm

人员岗位职责尺寸为长+宽=900mm+600mm。

4) 办公室应在墙体合适位置张贴工地晴雨表、人员考勤表、工程形象进度图、人员去向表等图表。

5) 晴雨表、考勤表尺寸为长+宽=600mm+900mm

11.2.2 功能区划分

(1) 试验室应根据工程项目规模和内容分设土工室、集料室、水泥室、水泥砼室、力学室、标准养护室、样品间、留样室、外检室、储藏室等。

(2) 试验室应设置办公区域，办公区域与各功能室应分设，具体包括办公室和资料室，办公室应满足 6m²/人的要求。

(3) 功能区建设应满足表 0-1 要求。

表 0-1 功能区各工作室使用面积

名称	土工室	集料室	石料室	水泥室	水泥砼室
面积 (≥m ²)	20	15	20	20	25
名称	力学室	沥青室	沥青混合料室	化学室	样品室
面积 (≥m ²)	25	20	25	12	15
名称	留样室	外检室	储藏室	办公室	资料室
面积 (≥m ²)	12	15	12	6m ² /人	15

(4) 试验室功能布局应符合以下原则:

- 1) 一个试验项目需要使用多个功能室的, 功能室之间距离不宜太远。
- 2) 试验过程产生振动的功能室宜设置在一起, 试验过程需要使用隔振要求较高的精密仪器的功能室应远离振源功能室。
- 3) 功能室室内设备应本着优化试验工作流程、减少功能室内的人流与物流的交叉、整体摆放和谐美观、同时作业不至于造成相互干扰等原则进行平面布局布置。

11.2.3 检测设备及人员配置

11.2.3.1 设备配置

- (1) 设备配置应满足以下要求:
- 1) 设备配置应满足招标文件要求, 符合投标文件承诺。
 - 2) 设备配置应能够适应工程内容及规模相关要求。使用频率高的设备应按能满足基本周转要求的原則配置多台。
 - 3) 设备精度、量程等技术指标应满足试验规程相关要求。
 - 4) 试验室应配备必要的试验辅助器具及工具。
 - 5) 试验室应至少配备 1 辆专用汽车。
 - 6) 试验室应配置必要的计算机、打印机、复印机、等办公设备, 具备网络通信条件。

(2) 仪器设备安装应符合以下规定：

1) 设备应按照设备使用说明书或试验规程相关要求进行分析。

2) 设备需要安设基座与其固定的，应在试验室建设时根据布局设计设置基座，基座顶面应保持水平，待设备就位调平后采用地脚螺栓进行固定。对基座有隔振要求的应设立不与其他建筑物直接相连的独立混凝土台座，周围存在振源时应在地面与台座间设 5mm 厚橡胶垫。

3) 对有环境条件要求的功能室，应配置相应设施，如喷湿装置、温控装置、抽湿装置、防振动装置等。对有环境条件要求的区域应有环境条件要求标识及限入标识。各功能室应在墙体上悬挂温湿度表。对于空间较大的功能室及标准养护室应在房屋对角墙体位置布置不少于两个温湿度表。

4) 压力机、万能材料试验机等力学设备应设置金属防护罩或安全防护网，防护网（罩）网眼尺寸不应大于 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ ，使用的防护网（罩）应既保证安全、方便操作，同时美观大方。

(3) 办公区域内办公桌、资料柜等布置摆放要合理，数量满足工程要求；试验台账与仪器使用台账均采用图片中类似荷叶夹，并贴上标签；

(4) 办公桌上要设置试验检测人员桌牌（长+宽=150mm+100mm），悬挂工地试验室负责人授权书和母体机构资质等级证书（尺寸均为长+宽=900mm+600mm）。

(5) 资料室应配备专用金属柜，应具备防潮、防蛀及通风条件。

11.2.3.2 人员配备

工地试验室人员岗位应按以下要求进行设置

(1) 授权负责人须持有交通运输部核发的试验检测工程师资格证书，具有三年以上试验检测工作经验，并需经母体检测机构授权后方可签发工地试验室检测报告。

(2) 工地试验室试验检测人员需具有交通运输部核发的试验检测工程师或

省交通运输厅核发的试验检测员资格证书。

(3) 工地试验室授权负责人、工地试验室试验检测人员均应注册登记在母体检测机构。

(4) 工地试验室试验检测人员所持证书类别应符合项目要求，能涵盖工程涉及专业范围和内容。

(5) 工地试验室不得聘用信用较差或很差的试验检测人员担任授权负责人，不得聘用信用很差的试验检测人员从事试验检测工作。

(6) 工地试验室配置的辅助人员应通过质监机构组织的培训及考核。

(7) 试验检测人员只能受聘于一家工地试验室。

(8) 试验检测人员不得在项目部其他内设部门兼职。

11.3 流程规范

11.3.1 工地试验室信息化管理办法及规程

11.3.1.1 人员设备管理

(1) 人员管理

1)工地试验室持证人员实行注册管理，所有持有试验检测人员证书的在岗人员必须在授权母体机构进行信息登记注册。

2)工地试验室对试验室持证人员年度信用评价自评进行管理。工地试验室不得聘用上年度信用评价等级为较差或很差的试验检测人员。

3)工地试验室应保持试验检测人员稳定，核定的试验检测人员 6 个月内不得变更。试验检测人员变更须先履行变更手续后再离岗。

4)工地试验室应加强考勤管理，确保应在岗人员全职在岗。监理单位应对施工单位工地试验室人员考勤情况进行抽查，每周不少于 1 次；总监办中心试验室应对驻地办工地试验室人员考勤情况进行抽查，每周不少于 1 次。

5)工地试验室应根据自身实际情况，在仪器设备更新后或投入使用前、新标准或新方法实施之前组织技术人员进行集中业务学习。试验室应形成完整的学习记录归档。

6)工地试验室筹建初期应对所有检测人员进行母体检测机构质量体系文件、工地试验室各种管理制度的宣贯。宣贯记录应归档。

7)员档案应按一人一档要求进行。人员基本档案资料应由在岗人员动态清单、人员资格证书、学历证书、职称证书、劳务合同（或协议）影印件组成。

8)检测人员进行检测作业时应统一着装并挂牌上岗。

(2) 设备配置及检定

1) 试验仪器、设备应按我省管理要求进行检定、校准或自校。

2) 强制性检定仪器由符合条件的计量检定测试部门检定。

3) 列入公路工程专业设备清单的仪器设备由公路专门设备计量检定部门进行校准。

4) 其他设备、器具应按要求进行自检自校。自检自校应具备专人、专门器具及编制有检校规程等基本条件。

5) 仪器设备检校（含自检自校）覆盖率应达到 100%。

6) 工地试验室应编制仪器设备的检校或自校计划并按期实施。检校周期不得超过规定时限。

7) 设备必须经检定、校准或自校合格后方可投入使用。校准（含自校）类设备应按要求执行确认程序。试验过程使用的标准物质服从本条要求。

8) 在检定周期内，仪器设备如存在修理、搬运、移动等情况，要重新进行检校；

9) 对于性能不稳定、使用频率高和经常携带运输至现场进行检测的以及在恶劣环境下使用的仪器设备应进行期间核查或重新检定。

(3) 设备使用管理

1) 所有配置的仪器、设备、量具应具有唯一性编码标识。

2) 仪器、设备、量具实施“绿、黄、红”三色标志管理。绿、黄、红三色标志的使用定义如下：

①绿色标志：适用于经检定或校准或验证后达到使用量值和功能要求的仪器设备、量具。

②黄色标志：适用于某一功能或某一指标达不到仪器本身要求，但又可以限制使用的仪器、设备。

③红色标志：适用于仪器设备损坏，经检定或校准或验证技术指标达不到使用要求的；超过检定或校准或验证周期的；怀疑仪器设备有失准问题的，封存备用的。

(4) 仪器设备使用前，检测人员应仔细阅读使用说明书，并查看检定、校准或自校记录以便了解设备性能。

(5) 使用时应按要求填写设备使用（运行）记录。

(6) 设备使用过程中，检测人员应注意人身和设备安全，使用完毕应进行断电和必要的常规保养，保持仪器设备的清洁。

(7) 试验仪器设备，不论使用与否，均应定期或不定期进行维护保养并记录。

(8) 设备档案应按一机一档要求进行。设备基本档案资料应由设备台帐，设备履历表，设备说明书、出厂合格证，历年历次检校证书或记录，设备检校合格确认表，维修保养记录，收集的仪器设备运行记录等组成。

11.3.1.2 环境管理

(1) 试验室产生的废水、废气、废渣应保证安全排放。试验废水必须经沉淀后排放，化学废液应进行中和、消毒处理后方可排放，严禁直接排放。试验固体废弃物，应集中存放，定期清理到指定位置，不得到处摆放、随意丢弃；并设置标志。垃圾桶（池）设置指示标志（长+宽=300mm+150mm）及“讲究卫生，保护环境”提示牌（长+宽=400mm+300mm）。

- (2) 试验室环境条件应明确责任人进行日常维护。
- (3) 检测人员对检测环境应按要求进行监测并形成记录。
- (4) 试验室应经常性对灭火器等消防设备进行检查。

11.3.1.3 电子化档案管理

11.3.1.4 样品管理

- (1) 样品应有专人负责管理。
- (2) 工地试验室应建立统一的样品编号规则并按规则对取样样品进行编号。
- (3) 试验室对样品应进行识别管理。识别信息应含样品名称、规格型号、样品编号及样品状态（待检或在检或已检或留存）。样品识别标识应清晰、准确，与样品或样品包装包裹物接触牢固、紧密。桶装和瓶装样品宜直接正面粘贴，袋装样品宜直接粘贴在相同尺寸的硬板上，然后用细铁丝绑扎于袋口处；混凝土试件标识应在最后一次抹面后用铁丝或钢钉刻在试件表面，其内容为构造物名称（可用字母代号）、构件部位、强度等级和制作日期。
 - (4) 对于水泥、外加剂、外掺料等样品，试验室应另外留样作为复检样品。在对样品进行有效密封后编号标识、贴上封条，封条上应进行识别标识。一般情况下留样保存时间不少于 90 天。
 - (5) 样品存储环境应符合相关要求。有毒、有害及易燃物品应设专区存放。
 - (6) 试验样品在试验完成后、留样样品在规定留样时间到期后应按环境管理要求进行处置。
 - (7) 监理单位抽检的水泥砼试件样品成型后可在施工单位工地试验室标准养护室进行养生保存，但存放时间不得超过 10 日，监理单位应在样品上认真标识并督促施工单位进行妥善保管。
 - (8) 试验室应建立样品台帐（含留样台帐）、样品出入库登记台帐。

11.3.1.5 外委管理

- (1) 超出工地试验室核定能力范围的检测参数应进行外委。
- (2) 外委材料取样应进行见证；取样数量应满足试验要求；委托参数、试验频率应满足规范要求；选择的外委单位应具有交通质监机构核发的等级证书（含相应参数）同时通过计量认证（含相应参数）。
- (3) 外委试验应建立台帐，方便查阅。

11.4 质量管理

11.4.1 检测标准、方法管理

- (1) 工地试验室应根据项目工程内容及授权参数搜集齐全相关规程、规范、标准，工地试验室对搜集到的标准应进行控管，并定期建立本试验室的标准清单。
- (2) 若规程、规范及标准过期作废，试验室应及时取得最新有效版本进行更换，同时书面通知试验室人员和相关部门停止使用，并在本试验室标准清单及过期规范上标注“作废”字样。

11.4.2 取样管理

- (1) 施工单位工地试验室在收到项目材料物资部门材料进货通知后，监理单位工地试验室在收到施工单位项目部相关材料报验单后应及时对材料进行取样。
- (2) 取样方法应符合规范、规程要求。取样数量应满足试验过程需要，同时考虑留样数量要求。
- (3) 取样应有取样记录。取样记录中应包含取样时间、地点、取样样品标的规格型号、材料部门核定的进场（代表）数量、样品自编号等基本信息。取样人应在取样记录中签字，如有见证人也应在记录中签字。取样记录的格式按照试验用表中取样记录格式填写。
- (4) 当取样作为检测工作的一部分，即在现场抽样试验时，可将抽样记录直

接记录在原始记录上，如与环境存在关联，还应有环境记录。

(5) 取样应建立台帐，取样台帐、取样记录应与试验原始记录、报告一并存档。

(6) 监理单位抽检取样应由监理试验室检测人员抽取，严禁由施工单位代取。

11.4.3 试验检测管理

(1) 工地试验室只能从事母体机构授权参数范围内的工地检测活动。不得超业务范围开展检测工作。

(2) 试验过程应严格按照规程及作业指导书相关要求进行。

(3) 试验检测频率应满足项目招标文件或试验检测大纲相关要求。

(4) 试验技术资料中计量单位应符合相关要求，试验报告结论表述应规范、准确。

(5) 施工单位工地试验室应建立自检试验台帐，监理单位工地试验室应建立与所辖施工单位工地试验室自检台帐相对应的抽检台帐。试验台帐格式按照中心试验室下发台帐格式填写。

(6) 试验不合格报告应单独归档存放，并按要求建立不合格品试验台帐，同时收集相应不合格原材料、实体的处理说明或整改报告归档。

(7) 工地试验室应积极参加质监机构、项目建设单位组织的试验比对、技能竞赛等活动，加强岗位技术培训，持续提高试验室整体业务技能。

(8) 工地试验室应加强试验过程中检测人员的劳动保护。检测人员进行沥青、化学等有毒、有腐蚀性、有强噪声试验操作时，必须按要求佩戴相应的防护用品，加强操作人员的安全防护。

11.4.3.1 水泥试验

(1) 水泥比表面积测定：试验室相对湿度不大于 50%。

(2) 水泥胶砂强度检验：

1) 试体成型试验室的温度应保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%。

2) 试体带模养护的养护箱或雾室温度保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 90%。

3) 试体养护池水温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围内。

(3) 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验：

1) 试验室温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%；水泥试样、拌和水、仪器和用具的温度应与试验室一致。

2) 湿气养护箱的温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于 90%。

11.4.3.2 水泥混凝土试验

(1) 试件成型后，用湿布覆盖表面（或其它保持湿度方法），在室温 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于 50%的环境下静放一个到二个昼夜，然后拆模并作第一次外观检查、编号，对有缺陷的试件应除去，或人工补平。

(2) 将完好的试件放入养护室进行养护，标准养护温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 95%以上，试件间距至少 10—20mm，试件表面应保持一层水膜，并避免用水直接冲淋。

11.4.3.3 无机结合料稳定土的无侧限抗压强度试验

试件从试模内脱出并称重后，应立即放到密封湿气箱和恒温室进行保温保湿养生。但中试件和大试件应先用塑料薄膜包覆。有条件时，可采用蜡封保湿养生。养生时间视需要而定，作为工地控制，通常取 7 天。整个养生期间的温度，应保持 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 95%以上。

11.4.3.4 钢筋（含接头）试验

除非另有规定，试验一般在 $10^{\circ}\text{C}—35^{\circ}\text{C}$ 范围内进行。对温度要求严格的试验，试验温度应为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

11.4.3.5 沥青试验

大部分沥青原材试验均有试验温度要求，为使沥青试验尽可能在恒温条件下进行，保证试验结果的准确性，必须要对试验环境进行有效控制，在沥青室中应装冷热空调。

11.5 数据报告形式

11.5.1 数据报告原始记录管理

(1)原始记录应包含足够信息，以保证能够复现检测活动的全部过程。原始记录包括试验环境条件、设备运行状态、样品信息、试验过程原始数据等基本信息。

(2)工地试验室应按试验用表原始记录格式规范填写。

(3)原始记录不得漏记、补记、追记、转记。

(4)原始记录（含试验报告）填写错误的更正应按规范要求进行：采用“杠改”方式，本着谁记录谁更改的原则，由更正人在需“杠改”的记录处画二条水平线并加盖自己的名章或小签姓名后，在“杠改”记录的上方填上正确的内容，并保持原记录清晰可辨。

(5)试验原始记录、试验报告一律用蓝、黑色钢笔或签字笔书写，字迹应清晰、工整。

(6)试验原始记录、试验报告中数据修约应符合 GB8170-2008 标准要求。

11.5.2 档案电子化管理

工地试验室标准化建设鼓励开展档案电子化建设，档案电子化建设应贯彻项目全过程，档案电子化管理应遵循下列原则：

11.5.3.1 收集积累要求

(1)保存与纸质等文件内容相同的电子文件时，要与纸质等文件之间相互建立准

确、可靠的标识关系。

(2)在“无纸化”计算机办公或事务系统中产生的电子文件，应采取更严格的安全措施，保证电子文件不被非正常改动。同时必须随时备份，存储于能够脱机保存的载体上，并对有档案价值的电子文件制作纸质或缩微胶片拷贝件保留。

(3)用文字处理技术形成的电子文件，收集时应注明文件存储格式和属性。

(4)用扫描仪等设备获得的图象电子文件，如果采用非标准压缩算法，则应将相关软件一并收集。

(5)用计算机辅助设计或绘图等获得的图形电子文件，收集时应注意其对设备的依赖性，以及易修改性等问题，不可遗漏相关软件和各种数据。

(6)用视频设备获得的动态图象文件，收集时应注意收集其压缩算法和软件。

(7)用音频设备获得的文件，收集时应注意收集其属性标识和相关软件。

(8)由计算机多媒体技术制作的文件，其中包含前面所示的两种以上的信息形式，收集时应注意参数准确、数据完整。

(9)通用软件产生的电子文件，收集时应注意收集其软件型号和相关参数。专用软件产生的电子文件，收集时必须连同专用软件一并收集。

(10)计算机系统运行和信息处理等过程中涉及的各类参数、管理数据等应与电子文件一同收集。

11.5.3.2 归档方法

(1) 应明确规定归档时间、归档范围、技术环境、相关软件、版本、数据类型、格式、被操作数据、检测数据等，以保证电子档案的质量。

(2) 为保证电子档案的可利用性，从电子文件形成就应有严格的管理制度和措施，确保其信息的真实性、安全性和完整性。

(3) 归档电子文件同时存在相应的纸质或其他载体形式的文件时，则应在内容、相关说明及描述上保持一致。

(4) 具有保存价值的电子文件，必须适时生成纸质文件等硬拷贝。进行归档时，必须将电子文件与相应的纸质文件等硬拷贝一并归档。

11.5.3.3 存效性保证

(1) 每满 1 年，对电子档案涉及的形成单位和档案保管部门的设备更新情况进行一次检查登记。

(2) 每满 2 年进行一次抽样机读检验。抽样率不低于 10%如发现问题应及时采取恢复措施。

(3) 设备环境更新时应确认库存载体与新设备的兼容性，如不兼容，应进行电子档案的载体转换工作，原载体同时保留时间不少于 3 年。

(4) 磁性载体上的电子档案，每 4 年转存一次。原载体同时保留时间不少于 4 年。

(5) 定期检验结果应填入电子档案管理登记表。

11.5.3.4 利用及借阅

(1) 电子档案的封存载体不得外借，利用时使用拷贝件。利用时要遵守保密规定。

(2) 利用者对电子档案的使用应在权限规定范围之内。

(3) 具有保密要求的电子档案上网时必须符合国家或部门有关保密的规定，要有稳妥的安全保密措施。

(4) 数据报告信息管理平台

工地试验室应积极加强试验检测信息化建设。根据工程建设管理要求，在项目质监机构或项目建设单位统一部署下，建立试验检测信息化管理平台，平台建设应满足远程视频监控、检测数据自动采集、上传及报告资源共享、遏制数据造假等功能。着力提升工地试验室管理水平，保证试验检测工作质量。

11.5.3 数据报告信息管理平台

工地试验室应积极加强试验检测信息化建设。根据工程建设管理要求，在项目质监机构或项目建设单位统一部署下，建立试验检测信息化管理平台，平台建设应满足远程视频监控、检测数据自动采集、上传及报告资源共享、遏制数据造假等功能。着力提升工地试验室管理水平，保证试验检测工作质量。

11.6 四新技术

11.6.1 快速拆建技术在高速公路工地试验室建设的应用

为实现高速公路工地实验室的快速化、标准化建设与拆除，引进工民建领域的装配式施工工艺、铝模施工工艺，对工地试验室整体实行模块化拆解，按照模块预制施工后现场组装。

11.6.2 基于 BIM 技术的工地试验室功能区规划与建设

将 BIM 信息技术应用于工地试验室功能区规划与建设中，实现工地试验室规划建设全过程可视化和信息化，通过 BIM 技术，可有效解决试验室各功能分区的合理规划的问题。

11.6.3 试验检测全过程信息化管理平台

搭建工地试验室试验检测全过程信息化管理平台，实现多源数据融合及管理，使用信息化手段解决现有工地试验室试验检测粗放式的管理模式、彻底杜绝数据造假等不良行为，建立母体机构与工地试验室实时沟通的长效机制。

第十二章 其他临时工程

12.1 一般规定

12.1.1 施工组织设计

承包人应编制临时工程施工组织设计，施工组织设计包括临时工程建设、使用、维护、撤场恢复原貌的整个过程。该施工组织设计需要上报监理及业主，监理和业主根据合同文件和当地实际情况进行详细的审查，经过审查批准后的施工组织设计才能作为施工组织管理的依据。

12.1.2 临时工程用地准备

(1) 在当地城市、县人民政府城乡规划主管部门办理临时用地规划许可证；

(2) 与土地所有者签订临时用地合同。临时用地合同需要约定土地所有权人和临时用地的使用权人的权利、义务，临时用地的用途、使用期限、使用后的恢复措施、土地补偿等都必须通过合同双方约定，并严格执行。使用国有土地的，土地行政主管部门代表政府与土地使用者签订合同并按合同的要求支付临时用地补偿费；使用农民集体所有土地的，由农村集体经济组织或村民委员会代表所有者与临时用地使用者签订临时使用土地合同，并收取临时用地补偿费。

12.2 临时道路

临时道路主要有施工便道和便桥。

12.2.1 总体要求

(1) 施工便道、便桥需要结合地方道路规划进行专项设计，项目完工后尽量留地方使用。新建便道、便桥应尽量不占用农田、少开挖山体，节约资源，保护环境。

(2) 施工便道、便桥应充分利用已有县级及以上道路和桥梁。避免与既有铁路线、公路平面交叉，尽量避开当地居民生活区域。

(3) 施工便道、便桥应结合施工平面布置，满足工程施工机械、材料进场的要求。

(4) 施工便道分为主干线和引入线，主干道尽可能靠近各主要施工地点，引入线以直达施工现场为原则，并考虑与相邻合同段施工便道的衔接。

(5) 双车道施工便道宽度不宜小于 6.5m。单车道施工便道宽度不宜小于 4.5m，在视线良好的地段设置错车道，间距不宜大于 300m，设置错车道路段的施工便道宽度不宜小于 6.5m，有效长度不宜小于 20m；原则上不能设置在路线红线范围内。

(6) 便道最小转弯半径 15m，线路纵坡一般情况下不大于 8%，特殊地段坡度不大于 10%；路面横坡 2%（路拱坡度应根据路面类型和现场自然条件确定，并应大于 1.5%）；便道在急弯、陡坡处应视地形情况适当加宽，并进行硬化处理。

(7) 便道两侧设置排水系统，沟底宽度和深度大于 30cm，在汇水面积较大的低凹处设置涵洞，以满足排水泄洪要求。

(8) 易发生落石、滑坡等危险路段应根据需要设置防护设施。

(9) 施工便道使用的旧、危桥应做加固处理。山区高挖方便道、临山侧开挖面必需加固处理。

(10) 便道便桥的养护应组织专门的管养队伍，配备专门人员和必要的机械、工具和材料，对施工便道便桥进行管理和养护。

(11) 工程完工后根据临时用地合同要求拆除恢复原貌或留作地方使用。



12.2-1 施工便道



12.2-3 施工便桥



12.2-2 施工便道错车道

12.2.2 实施要点

（1）施工便道

1) 施工便道按照实际情况专门设计, 同时应根据施工便道性质满足材料、设备进出场运输需要, 如果作为运梁通道时还需满足运梁要求, 施工便道方案按要求报监理和业主审核批准, 批准后按照设计方案的要求对施工便道质量进行控制, 对于水泥混凝土面层根据《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2017) 进行验收, 验收合格后方可投入使用。

2) 山区高速公路施工便道路面最低标准应采用泥结碎石。特大桥、拌合站、钢筋加工厂(场)、预制场等大型作业区进、出便道 200m 范围路面宜采用 20cm 厚半刚性基层或砂砾垫层+20cm 厚的 C30 混凝土硬化处理。

3) 陡坡、弯道等处便道两侧设置防撞墩或波形护栏, 间距根据坡度大小、弯道急缓来确定。防撞墩分埋入式和装配式两种, 采用 C20 砼预制。

4) 防撞墩表面涂刷黄黑相间反光漆, 陡坡处也可刷涂红白反光漆, 其上涂刷箭头指示漆。防撞墩安全设施线形和高度应随便道曲线和坡度进行布设, 做到直线平顺、曲线圆滑。

5) 便道指示标志

①对施工便道从起点起依序统一编号, 设便道标识牌于路口处, 标明便道序号、方向(通往 XXXX) 等内容。

②路线明显变化、便道平面交叉处应设置指路和警告标志。

③便道途经村镇、街道、学校等人口密集区, 应设置禁令标志。

④易塌方、滚石等危险路段, 应设置道路防护及警告标志。

⑤在进入施工便道后的路侧应设置“进入施工现场, 请减速慢行”标志, 同时应并设限速标志。

⑥便道穿越干线公路或地方道路时应在公安交警和公路路政部门的指导下, 按《道路交通标志标线》(GB5768) 标准设置必要的标志和安全设施。



12.2-4 施工便道波形防撞



12.2-5 施工便道护栏防撞墩



12.2-6 施工便道指示标志



12.2-7 施工便道指示标志

(2) 施工便桥

1) 便桥结构按照实际情况专门设计, 同时应满足排洪、通航要求, 汽车便桥桥面宽度不小于 4.5m, 施工便桥方案按要求报监理和业主审核批准, 批准后按照设计方案的要求对施工便道质量进行控制, 对于水泥混凝土面层根据《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2017) 进行验收, 验收合格后方可投入使用。

2) 为防止水流冲刷, 宜于桥台上游回填部分钢筋片石笼。

3) 栈桥起始墩砌筑长 6m、宽 3m 的基础, 台帽浇筑 0.5m 厚 C30 混凝土, 在浇筑混凝土前注意预埋贝雷片安装预埋件; 便桥桥墩应优先使用钢管桩搭设, 对于有覆盖层的河床, 钢管桩的入土深度应能满足承载力要求; 对于无覆盖层的河床, 采用复合桩基形式, 先安放复合桩基护筒, 钢护筒随冲击钻跟进 2m, 钢护筒中浇筑混凝土, 钢管桩插入钢护筒中的混凝土内, 确保复合桩与河床有效锚固。

4) 施工便道上部结构最低处应高于上年最高洪水位以上 0.5m。

5) 桥头设置限高、限重、限速标志牌, 桥面设立柱间距 1.5m~2.0m、高 1.2m 的

栏杆防护，栏杆颜色标准统一，涂刷红白相间的警示反光漆，栏杆上应设置安全警示标志、救生圈等。根据现场实际，桥头可设置值班室、门禁系统、宣传图牌等。



12.2-8 施工便桥防护标志



12.2-9 施工便桥防护标志



12.2-11 施工便桥便桥护栏



12.2-12 施工便桥桥头门禁系统

12.3 临时排水设施

12.3.1 总体要求

做好施工期临时排水总体规划和建设，确保路基不受水的侵害，雨水不冲淹农田、淤积河道。

12.3.2 实施要点

(1) 路基工程土石方开挖前按照原地形、地貌进行临时排水规划，把开挖断面以外的汇水排出开挖断面以外，避免汇水汇集在开挖断面内，造成路基填料不适宜的影响，临时截水沟、排水沟与原水系永久排水沟接通；

(2) 对于处于水田、山坳路段，首先开挖纵横向排水沟，疏平地表水；

(3) 开挖纵横向排水沟自然排水有困难的路段，应设集水坑，采取人工强制排水；

(4) 在路基范围内设计设置的过水构造物，施工前在构造物一侧开挖临时排水

沟，排水沟不影响构造物正常施工，并保证水流畅通。

12.4 临时用电

12.4.1 主要设备

临时用电供配电设备主要有高压柜、变压器、配电柜或总配电箱、分配电箱、开关箱和电缆。

12.4.2 总体要求

(1) 施工现场临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46-2005)的规定，尽量与营运期永久用电相结合。

(2) 施工现场临时用电应编制专项方案并经监理和业主审批后实施。

(3) 临时用电采用三相五线制(三根火线，一根零线，一根地线)，三级配电总控、分控和开关，二级保护方式(分控、开关分设漏电保护)，配电室或箱变接地电阻不得大于 1Ω ；供电线路始端、末端必须重复接地；当线路较长时，线路中间应增设保护接地，其电阻不得大于 10Ω 。

(4) 在施工现场专用变压器供电的 TN-S 接零保护系统中，电气设备的金属外壳必须与地线连接。

(5) 埋地电缆宜选用铠装电缆；当选用无铠装电缆时应穿管(钢管或 PVC 管)保护，应保证电缆不受机械损伤，远离热源，尽量避开建、构筑物 and 交通要道。

(6) 施工现场开挖沟槽边缘与埋设电缆沟槽边缘的安全距离不小于 0.5m 。

(7) 采用深沟方式埋设电缆时，沟槽深度应不小于 0.7m ，在沟槽内均匀填充不小于 100mm 厚黄沙的隔离措施，并在上层覆盖硬质保护层(如砖块等)。

(8) 采用开式电缆沟埋设电缆时，沟槽宽度和深度不小于 $20\times 30\text{cm}$ ，必须使用混凝土浇筑，电缆沟面上制作止口位，用厚木板或钢板封闭，电缆沟应有防积水措施。

(9) 架空铺设电缆应沿墙或电杆(支架)做绝缘固定，严禁架设在树木、脚手架及其他设施上。敷设电缆时须用白色瓷瓶将电缆与支架进行隔离，悬挂距离地面高

度：室外墙体（围墙）不小于 1m，室内不小于 2m。

(10) 电缆从外电路引入或从地下、电箱等引出时，均应加设防护套管（钢管或 PVC 管）5) 穿过水域的架空线路应用绝缘物架设，电缆线应留有余量，作业过程中不得压或拉拽电缆线。

(11) 水上或潮湿地带的电缆线必须绝缘良好并具有防水功能，电缆线接头必须经防水处理。

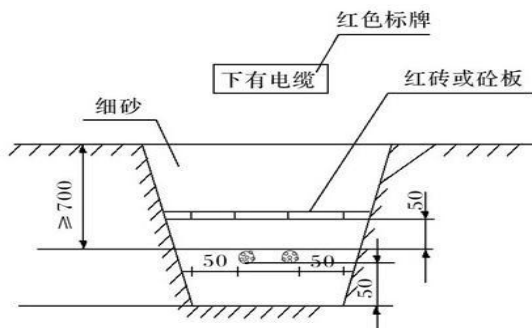
(12) 必要时，应对外线路采取绝缘隔离防护措施，并应悬挂醒目的警告标志。

(13) 配电房(箱)、变压器等固定电力设备均设安全防护屏障或网栅围栏，高度不低于 2.5m, 应设置明显的禁止、警告标志, 具体安全防护屏障或网栅围栏结构尺寸以当地供电局验收要求标准为准。

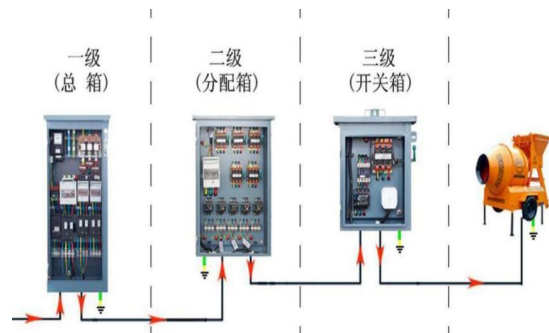
(14) 配备专职临时用电管理人员，电力作业人员持证上岗，按规定正确穿戴、使用劳动防护用品。

(15) 雨季施工应增加用电设备巡视次数，做好用电设施防雨措施。下雨时关好配电箱箱门，防止进水、受潮，发生漏电事故。雨后应对所有用电设备进行绝缘测试，合格后方可使用。

(16) 遇有临时停电、停工、检修或移动电气设备时，应关闭电源，并在配电箱及操作实悬挂“电气检修”或“机械检修”、“禁止合闸”等安全警示标识牌。



12.4-1 直埋电缆埋设示意图



12.4-2 配电系统

12.4.3 实施要点

(1) 三级配电

1) 选用的配电箱应符合国家标准和地方要求，选用的电器元件应有生产许可证和产品合格证。

2) 总配电箱中漏电保护器的外壳应为透明，其额定漏电动作电流应大于 30mA，额定漏电动作时间应大于 0.1s，但其额定漏电动作电流与额定漏电动作时间的乘积不应大于 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ ；开关箱中漏电保护器的外壳应为透明，其额定漏电动作电流不应大于 30mA，额定漏电动作时间不应大于 0.1s。

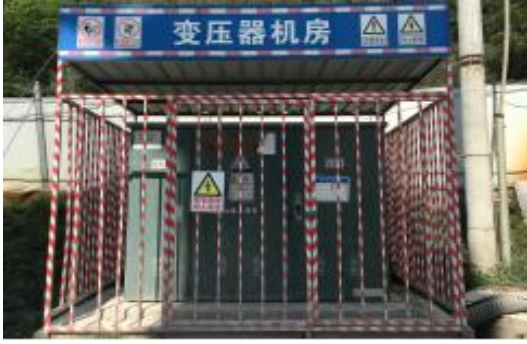
3) 配电箱应注明编号、责任单位、责任人和联系电话，箱内张贴配电线路图、巡检记录。

4) 每台用电设备必须独立设置开关箱。开关箱必须装设隔离开关及短路、过载、漏电保护器，严禁设置分路开关；配电箱、开关箱的电源进线端严禁用插头和插座做活动连接，确保“一机、一箱、一闸、一漏保”。

5) 用于单台固定设备的开关箱宜固定在设备附近，设备开关箱箱体中心距地面垂直高度为 1.5m 左右，与其控制的固定用电设备的水平距离不得超过 3m。

6) 连接固定设备的电缆宜埋地，且从地下 0.2m 至地面上 1.5m 必须加设防护套管，防护套管内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。

7) 配电箱、开关箱应采用冷轧钢板或阻燃绝缘材料制作，钢板厚度应为 1.2~2.0mm，其中开关箱箱体钢板厚度不得小于 1.2mm，配电箱箱体钢板厚度不得小于 1.5mm，箱体表面应做防腐处理，采用橘黄色或其他醒目颜色。



12. 4-3 变压器隔离防护图



12. 4-4 配电箱防护棚