

重庆渝东高速公路有限公司

基础设施数字化转型-渝东 ETC 天线国密改造

施工图设计

中交基础设施养护集团有限公司

CCCC Infrastructure Maintenance Group Co., Ltd

二〇二五年三月·北京

重庆渝东高速公路有限公司

基础设施数字化转型-渝东 ETC 天线国密改造

施工图设计

项目负责人		主管项目总工		总工程师	
部门负责人		主管副总经理		总 经 理	
证书编号	工程设计：甲级 A111007685				
	工程勘察：甲级 B111007685				
编制单位	中交基础设施养护集团有限公司				
编制日期	二〇二五 年 三 月				

基础设施数字化转型-渝东 ETC 天线国密改造

施工图设计说明

一、 概述

1.1 项目建设背景

渝东公司辖区内收费站 ETC 车道作为区域交通枢纽的关键节点，其通行效率直接影响基础设施服务效能。当前，部分车道使用的艾特斯和万集一代 ETC 天线因长期高负荷运行进入老化阶段，内部元件磨损、线路老化导致设备稳定性骤降，更因缺乏数字化管理能力，无法实时捕捉信号波动、设备温度等关键参数，故障预警滞后，进一步加剧了运行风险。设备老化引发的信号定位偏差问题尤为突出，原应精准覆盖本车道的信号边界模糊，相邻车道信号频繁干扰，导致误交易、交易失败率攀升；射频信号衰减则使车辆 ETC 信息读取延迟，交易成功率持续走低，高峰时段拥堵问题凸显，而现有系统数据采集零散、分析能力薄弱，难以支撑运营决策优化，与基础设施数字化转型要求存在显著差距。

随着交通流量激增与智能化交通体系加速建设，传统 ETC 系统已无法满足“安全、高效、智能”的发展需求。本次渝东 ETC 天线国密改造项目，正是响应基础设施数字化转型的关键实践：通过更换新一代 ETC 天线，不仅从硬件层面解决设备老化问题，更将构建“感知-传输-分析-决策”的智能化模式，支持设备运行状态、交易数据的实时采集与云端汇聚，推动运营管理从“被动响应”向“主动预判”升级；同时，实现“技术迭代”与“安全筑基”双提升。此次改造既是解决当前通行痛点的必要举措，更是渝东公司推进基础设施数字化转型的具体实践，通过“智能感知+数据驱动+国密防护”的技术路径，全面提升 ETC 车道服务效能与安全等级，契合现代交通基础设施高质量发展要求。

因此，为保障 ETC 车道快速稳定通行，提升服务质量，将更换新一代 ETC 天线，以适应交通发展的新需求。

1.2 路段概况

（1）沪渝高速石忠路路段起点位于渝鄂界冷水附近，终点位于忠县互通起点位置。桩号范围 K1500+000~K1581+605，道路全长约 81.605Km。沿线有河源互通、沙子互通、三店枢纽互通、石柱枢纽互通、大歇互通、磨子互通、罗家湾枢纽互通，共计设置 20 套 ETC 门架（含 1 处省界）。沿线设置 3 处服务区：冷水服务区、三店服务区、忠州服务区（收费站）。沿线主要隧道有：竹林坪隧道、吕家梁隧道、方斗山隧道、康定山隧道、望天堡隧道和银山隧道。沿线收费站有河源（2 入 3 出）、沙子

（2 入 3 出）、石柱（3 入 3 出）、大歇（2 入 3 出）、磨子（2 入 3 出）和普乐收费站（分离式，各 2 入 2 出）。

（2）沪蓉高速长寿至万州段（长万高速）起点位于青杠坝互通，终点位于桃花枢纽互通，设计时速 80km/h，双向四车道，路基宽度 24.5 米。桩号范围 K1491~ K1702，存在断链 K1619+000= G50K1650+178，断链长度 31.178Km，道路沿线全长约 179.377Km。沿线设置长寿（分离式，2 入 3 出）、长寿湖（4 入 5 出）、合兴（2 入 2 出）、石堰（4 入 3 出）、云台（2 入 2 出）、澄溪（2 入 3 出）、垫江（5 入 7 出）、周嘉（2 入 2 出）、云龙（2 入 2 出）、梁平（3 入 5 出）、孙家（2 入 2 出）、分水（2 入 2 出）和万州（4 入 4 出）共计 13 座收费站。沿线共计设置 9 座隧道：柱山隧道、罗家湾隧道、小垭口隧道、柑子坪隧道、三正隧道、马王槽 1 号隧道、马王槽 2 号隧道、亭子垭隧道和金竹林隧道。道路沿线共计设置 34 套 ETC 门架。

1.3 设计依据、规范及标准

- 1）《重庆高速公路收费站智能化设计指南》（试行）；
- 2）《公路隧道设计规范》第二册 交通工程与附属设施（JTG D70/2-2014）；
- 3）《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》交公路发【2007】358 号；
- 4）《公路工程技术标准》JTG B01-2014；
- 5）《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》 JTG D80-2006；
- 6）《高速公路联网运行收费、监控、通信系统技术要求》 DB33/T747-2009；
- 7）《高速公路监控技术要求》 交通运输部 2012 年第 3 号公告；
- 8）《道路交通标志和标线第 4 部分:作业区》（GB 5768.4-2017）；
- 9）《公路网运行监测与服务暂行技术要求》交通运输部 2012 年 3 号公告；
- 10）《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198-2011；
- 11）《数据中心设计规范》GB50174-2017；
- 12）《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB50268-2018
- 13）《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010；
- 14）《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019；
- 15）《电力工程电缆设计规范》GB50217-2018；

- 16) 《交通工程手册》；
 - 17) 《公用计算机互联网工程设计规范》YD/T5037—2005；
 - 18) 《重庆“三环十射多联线”高速公路交通工程总体方案设计》；
 - 19) 《高速公路监控设施通信规程》（JT/T 606—2004）；
 - 20) 《收费公路联网电子不停车收费技术要求》（交通部 2011 年第 13 号公告）；
 - 21) 《公路通信及电力管道设计规范》（JTG/T 3383-01-2020）；
 - 22) 《公路电子不停车收费联网运营和服务规范》（JTG B10-01-2014）；
 - 23) 《低压配电设计规范》（GB 50054—2011）；
 - 24) 《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）；
 - 25) 《关于加强机电专项工程施工图设计工作的通知》（渝高速路文[2023]9 号）；
 - 26) 《营运高速公路施工管理规范》（DB50/T 959-2019）；
 - 27) 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》（GB 50254-2014）；
 - 28) 《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG F80/2-2020）；
 - 29) 公路养护安全作业规程（JTG H30-2015）；
 - 30) 交通部颁发的有关技术标准、规范、规程及强制性条文
 - 31) 其他有关法律、法规、国家标准、规范、规程；
- 以上规范如有更新版本，则以最新版本为准。

二、 测设过程

项目组与高速公路运营单位机电管理部门管理人员、机电系统维护单位针对 2025 年机电专项工程-基础设施数字化转型升级-渝东 ETC 天线国密改造专项进行了现场勘查，查阅了相关图纸及相关资料，进行了机电设备、材料的市场调研，在与机电系统相关方人员进行沟通协调的基础上，最终确定了相应的设计方案，随后正式开展施工图设计工作。

三、 设计内容

工程主要包括以下内容：基础设施数字化转型升级-渝东 ETC 天线国密改造，具体包括：磨子、大歇、石柱、沙子、河源、万州、分水、孙家、梁平、云龙、周嘉、垫江、云台、合兴和桃花街共 15 个收费站，将现有老化、损坏的 ETC 天线更换。

四、 现场调查

现场勘察发现，渝东公司各收费站部分车道的 ETC 天线为艾特斯和万集的一代天线，由于使用年限较长，设备老化严重、设备外壳多有裂纹、接口氧化锈蚀，长期高负荷运行导致设备频繁出现无规律重启、响应延迟等稳定性问题；信号覆盖区域实测显示，原设计的单车道信号边界模糊，出现临道信号干扰严重；射频信号强度检测中，老化天线的信号覆盖半径较出厂标准衰减，车辆正常通过时，ETC 信息读取平均耗时增加，高峰时段交易成功率减少，导致车道 ETC 交易成功率较低，已无法满足技术需求，且现厂家已升级换代，建议更换新一代天线；运营管理层面，当前依赖人工巡检记录设备状态，数据采集零散，缺乏实时监测手段，故障发现平均时间滞后，难以支撑精准调度与主动维护。部分收费站 ETC 天线如图 4.1-1 所示。



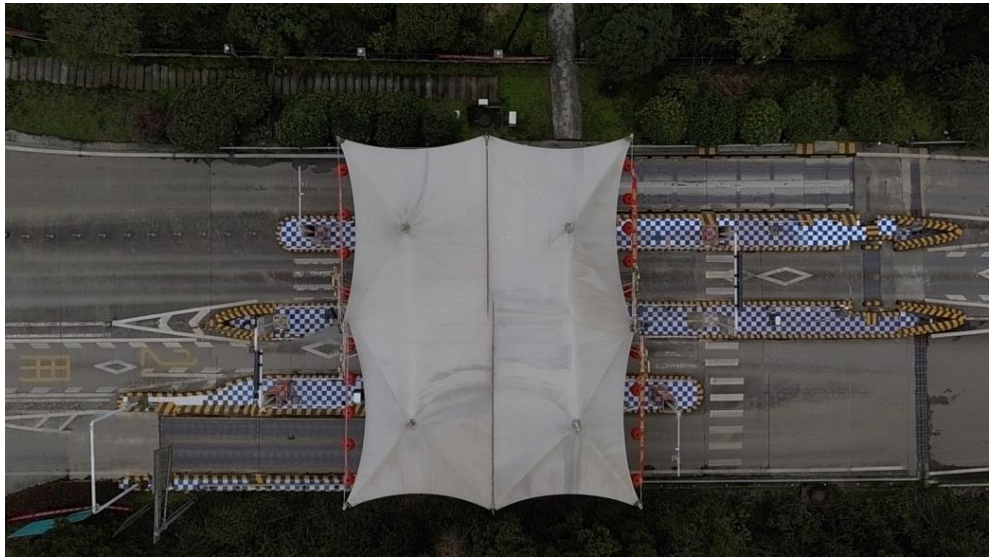
（a）长寿收费站



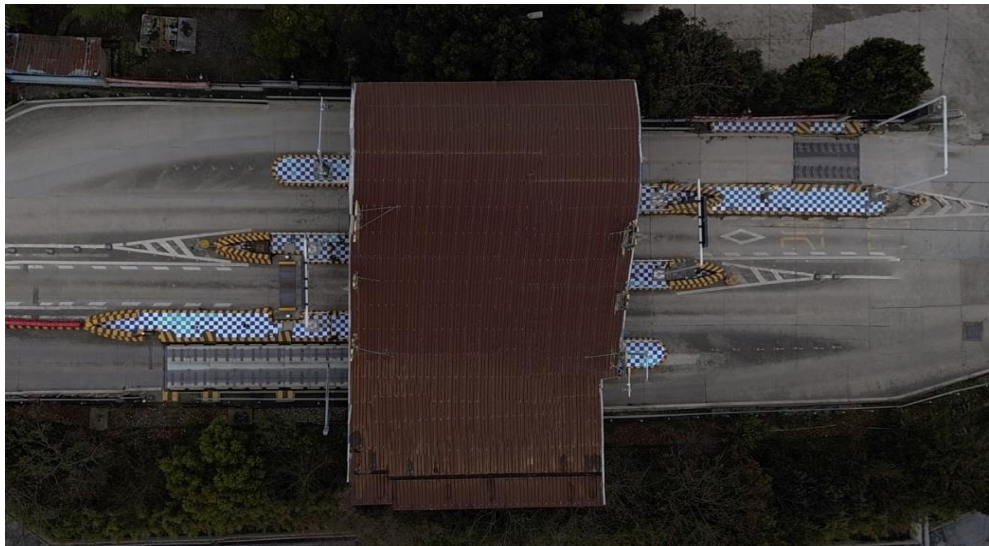
（b）万州收费站



(c) 1 磨子收费站



(d) 云龙收费站



(e) 孙家收费站

图 4.1-1 路段收费站 ETC 现状

在此现状下，推动 ETC 系统向数字化、智能化转型具有显著必要性：传统 ETC 天线仅具备基础交易功能，数据采集能力薄弱、分析维度单一，已无法满足基础设施数字化转型中“全要素感知、全流程可控、全数据驱动”的核心要求。现场勘察的硬件老化、信号紊乱、交易低效等问题，本质上反映了传统设备与“智能交通”发展的技术代差——数字化转型可通过新一代天线集成的智能传感器，实时采集设备运行温度、信号强度、交易响应时长等 20 余项关键参数，推动管理从“事后维修”转向“事前预判”；此次转型不仅是解决当前现场痛点的技术刚需，更是渝东公司落实基础设施数字化转型的关键实践，通过“硬件迭代+数据赋能+智能决策”，全面提升 ETC 车道的通行效能、管理精度与安全等级，契合现代交通基础设施高质量发展的必然趋势。

五、 设计方案

5.1 更换点位情况

通过现场勘察，本次对磨子、大歇、石柱、沙子、河源、万州、分水、孙家、梁平、云龙、周嘉、垫江、云台、合兴、桃花街、长寿湖共 16 个收费站的部分无法满足通行需求的 ETC 天线进行更换，共计 55 套 ETC 天线，具体更换点位情况如表 5.1-1 所示。

表 5.1-1 更换点位一览表

序号	收费站	点位	收费软件车道号	单位	数量	备注
1	磨子	磨子入 1	10	套	1	
2		磨子出 1	11	套	1	
3		磨子出 2	12	套	1	
4		磨子出 3	13	套	1	
5	大歇	大歇入 1	14	套	1	
6		大歇出 1	3	套	1	
7		大歇出 2	4	套	1	
8		大歇出 3	5	套	1	
9	石柱	石柱入 1	3	套	1	
10		石柱入 2	12	套	1	
11		石柱出 1	14	套	1	
12	沙子	沙子入 1	10	套	1	

序号	收费站	点位	收费软件车道号	单位	数量	备注
13		沙子出 1	11	套	1	
14		沙子出 2	12	套	1	
15		沙子出 3	13	套	1	
16	河源	河源入 1	12	套	1	
17		河源出 1	13	套	1	
18		河源入 2	19	套	1	
19		河源出 2	20	套	1	
20		河源入 3	21	套	1	
21		河源出 3	22	套	1	
小计：					21	
22	万州	万州出 1	107	套	1	
23		万州出 2	103	套	1	
24		万州入 1	8	套	1	
25		万州入 2	4	套	1	
26	分水	分水出 1	103	套	1	
27		分水入 1	3	套	1	
28	孙家	孙家出口 1	103	套	1	
29		孙家入口 1	3	套	1	
30	梁平	梁平出口 1	107	套	1	
31		梁平出口 2	102	套	1	
32		梁平入口 1	1	套	1	
33		梁平入口 2	2	套	1	
34	云龙	云龙入口 1	3	套	1	
35		云龙出口 1	103	套	1	
小计：					14	
36	周嘉	周嘉出口 1	ETC 出口 103	套	1	

序号	收费站	点位	收费软件车道号	单位	数量	备注
37		周嘉入口 1	ETC 入口 3	套	1	
38	垫江	垫江入口 1	ETC 入口 1	套	1	
39		垫江入口 2	ETC 入口 2	套	1	
40		垫江出口 1	ETC 出口 101	套	1	
41		垫江出口 2	ETC 出口 102	套	1	
42		垫江出口 3	ETC 出口 103	套	1	
43	云台	云台入口 1	ETC 入口 3	套	1	
44		云台出口 1	ETC 出口 103	套	1	
45	合兴	合兴入口 1	ETC 入口 3	套	1	
46		合兴出口 1	ETC 出口 103	套	1	
47	桃花	桃花街入口 1	ETC 入口 4	套	1	
48		桃花街出口 1	ETC 出口 101	套	1	
49		桃花街出口 3	ETC 出口 105	套	1	
50	长寿湖	长寿湖出口 1	ETC 出口	套	1	
51		长寿湖出口 2	ETC 出口	套	1	
52		长寿湖出口 3	ETC 出口	套	1	
53		长寿湖入口 1	ETC 入口	套	1	
54		长寿湖入口 2	ETC 入口	套	1	
55		长寿湖入口 3	ETC 入口	套	1	
小计：					20	
合计					55	

5.2 更换方案

本次 ETC 天线原位替换方案以“最小改造、最大利旧、精准升级”为核心原则，仅对老化的艾特斯和万集一代 ETC 天线进行硬件更换，其余配套设备（含车道控制器、道闸系统、车牌识别相机、收费终端、网络交换机、电源线路及安装支架等）全部利旧，配合利旧设备的稳定运行，实现“安全筑

基、效能倍增”的转型目标，为渝东公司基础设施数字化转型提供可复制的“低成本、高效率”升级范式。

设备更换方案主要集中在对现有故障或性能低下的 ETC 天线进行更换，确保具备高速车辆的精准识别能力和较强的抗干扰能力。新天线的规格应符合行业标准，能够覆盖所有车道，并确保信号稳定，保障车辆通过时的高效识别。安装时，新天线应与现有车道布局相匹配，确保天线安装位置正确，信号覆盖区域广泛，且能够有效提高识别率。

对于现有电缆线路和接口，新的 ETC 天线与控制单元将使用现有的电源和信号线，不需要重新布设线路。电源与信号线的规格将与现有设备兼容，确保天线与控制单元能够稳定运行。数据接口方面，新设备的接口标准与现有收费系统相符，确保信息传输无障碍，同时减少对现有设施的改动，避免增加额外的工程量。

5.3 主要设备技术指标

(1) ETC 天线

■ ETC 路侧设备（RSU）符合“电子收费 专用短程通信”系列标准（GB/T 20839、GB/T 20851.1、GB/T 20851.2、GB/T 20851.3、GB/T 20851.4、GB/T 20851.5）等相关国家标准，同时至少满足以下技术要求：

■ 基本功能要求 路侧设备由车道天线及天线控制器等功能模块组成。车道天线和天线控制器可以集成一体，也可以是分离模块。

■ RSU 应具有以太网方式的上位机通信接口。

■ 路侧设备应内置至少 4 个符合 ISO/IEC 7816 标准的 PSAM 卡座。

■ RSU 应内置符合 JR/T 0025 安全交易规范规定的 PSAM 作为安全认证模块，所有的加密和认证过程均通过 PSAM 的方式进行。PSAM 卡通信速率不低于 56kbps。

■ 路侧设备应具有通过上位机接口进行在线程序和应用更新的能力。

■ SDK 支持平台提供 WINDOWS 和 Linux 两个版本。

■ 通信区域：宽度≤3.3m，一般为 2m~2.5m

■ 长度：能从 4m~9m 之间可调，安装角度控制在与水平夹角 40° ~60° 相邻车道安装不同信道的 RSU 时，相互不得有干扰产生。

■ 路侧设备的车道天线采用钢结构支架安装在 ETC 车道上。车道天线高度应不低于 5.5 米。

■ 路侧设备可对进入通信范围内的多个电子标签进行读写，不会遗漏任何一个电子标签。

■ 当相邻两条或两条以上车道需设计成电子不停车收费车道时，各车道读写器的天线工作频率应可交叉配置，避免相邻频谱干扰。

■ 路侧设备应提供必要的防雷击措施和浪涌电流吸收装置。路侧设备的供电应符合收费车道工作环境。

■ 路侧设备的免维护寿命应不低于 50,000 小时。

■ 路侧设备应能在收费站可能存在的各种环境下稳定工作。

■ 工作方式

■ 应提供应用层服务原语接口；

■ 应提供设备调用动态库。

■ 应用接口

■ 应提供数据传输接口和调试接口。数据传输接口采用标准 RJ45 型以太网接口。调试接口主要用于设备安装时的调试。

■ 技术标准

参数	规格	
电源	交流 220V/50Hz，电压适应范围 85-300V 交流	
通信接口	RS232/RS485、以太网、USB1.1 或 USB2.0	
电气接口	2 路线圈控制输入、4 路光电隔离输入、2 路光电隔离输出	
其它接口	支持 4 路 PSAM 卡、1 路 SD 卡	
通信检错	DSRC：CRC16 循环冗余校验；RS232/485：异或和校验	
典型交易时间	≤230ms	
防雷	气体放电管、瞬变二极管、温度保险管和压敏电阻组成的三级防雷电路	
可靠性	MTBF>70000h	
参 数	规格	
载波频率	信道 1	下行：5.830GHz；上行：5.790 GHz
	信道 2	下行：5.840GHz；上行：5.800GHz
占用带宽		≤ 5MHz
频率容限		±10×10 ⁻⁶
等效全向辐射功率		≤+33dBm
杂散发射	30 MHz~ 1000 MHz	≤-36 dBm / 100 kHz
	2400 MHz ~ 2483.5 MHz	≤-40 dBm / 1 MHz

参数	规格	
	3400 MHz ~ 3530 MHz	≤-40 dBm / 1 MHz
	5725 MHz ~ 5850 MHz	≤-33 dBm / 100 kHz
	其它 1 GHz ~ 20 GHz	≤-30 dBm / 1 MHz
天线极化		右旋圆极化
邻道泄漏功率比		≤-30dB

六、 机电安装工程要求

6.1 一般要求

本工程所有机电设备和材料应能适应在以下环境条件正常工作：

- 1) 温度：-5~+55℃；
- 2) 外场 95%；
- 3) 房间内 80%；
- 4) 各种设备都要求在短时不正常条件下能够在更恶劣的温度和湿度条件下工作。
- 5) 化学侵蚀Ⅰ：硫磺产品燃烧后的常压蒸汽。
- 6) 化学侵蚀Ⅱ：常压硫化氢蒸汽。
- 7) 阳光辐射：安装在室外的设备应能经受因阳光直射而使机壳内超过正常环境温度的高温。
- 8) 发霉：不能使用会促进霉菌生长的材料。
- 9) 冲击：设备组件应能经受在工作台上进行粗鲁的修理工作时出现的敲击和摇振。
- 10) 振动：设备应能经受来自过往车辆产生的道路振动的作用。

6.2 设备安装工序

- 1) 施工前检查
- 2) 设备和机架安装
- 3) 布线、绑扎
- 4) 绕接电缆芯线
- 5) 接地
- 6) 零附件安装

7) 设备标识

8) 布线检查

9) 通电试验

10) 单机测试

11) 施工前的检查

设备安装工程开始之前，必须对设备安装环境进行检查，机房装修符合设备环境指标和安全要求，设备程式和数量符合订货合同，设备所附带的零备件、产品合格证/检测单/技术文件齐全， 设备电缆型号符合规格符合使用要求，且电缆通过绝缘测试。

12) 设备固定安装

设备、机架的固定安装位置应符合设备平面布置图，设备、机架的固定牢固、整齐、无倾 斜，其垂直度水平偏差，所有的设备外壳和机架必须接地良好。

水平电缆走道与设备、机架保持平行，水平偏差，垂直电缆走道与机房地面保持垂直。

设备电缆与电源电缆应尽可能分开布放，电缆布放应横平竖直，交叉时必须垂直交越，电缆不得有中间接头。电缆弯曲半径不小于电缆直径的 15 倍。走道电缆绑扎要牢固，松紧适度、 扣距均匀、线束顺直、出线整齐准确。设备电缆下弯曲应均匀圆滑、顺直，从正面看垂直，从侧面看重叠平行。电缆两端必须有明显的线号标志。电缆焊接焊接点要牢固、光滑均匀，不得有冷焊、漏焊、假焊和连焊。电缆芯线绕接必须用绕接枪，绕接应紧密，不得叠绕。屏蔽电缆、 视频电缆、同轴电缆、线对的外导体等应在输入输出口接地。设备零附件安装牢固正确。设备标志符号应位置一致整齐，字迹清晰端正。

1) 通电试验和单机测试

- (1) 核对电缆规格程式及其布线符合设计要求，各接插件接触良好，相关电缆进行绝缘测试。
- (2) 供电设备、配电盘、通信电源盘等符合设备运行要求，各级熔丝和设备熔丝符合设备说 明书。
- (3) 通电后各段电压降在人工满负荷条件下测试，均不超过规定值
- (4) 接通、切断电源， 设备电源指示或紧急告警正确。
- (5) 检查设备出厂测试记录，测试性能指标满足合同要求或产品说明书的技术指标。
- (6) 通过通电试验的设备可进行单机测试。逐项测试设备的各项指标和功能，检验其是否满足相关技术文件。

6.3 设备安装工艺

- 1) 全部设备和安装的材料选择和设计成不易受损的、阻燃、防火型。
- 2) 设备机箱、操作台等用优质的冷轧型钢制成。门和面板平滑有倒角，不允许有任何毛刺。 所有的焊缝要干净、整齐和平滑。
- 3) 机箱的外表面镀铬处理或进行其它不易磨损的表面处理。固定机箱的结构应牢固，经得住长期使用。
- 4) 机箱与机芯有滚动轮或低摩擦系数的滑动器，滚动轮或滑动器有制动装置，方便维修。
- 5) 所有安装的金属机壳、箱体、立桩用被认可的方法采取保护措施。
- 6) 自攻螺丝不能用在维修时须挪开或移动保护盖的设备上。
- 7) 合同中所有的设备、元件，包括连接盒有标明性能指标的标签用于操作和维修。所有的标签清晰并用螺钉或其它认可的方式安装上，全部标签用中文。
- 8) 保险和小型断路器：标明功能、号码、指标的图纸要固定在机壳内。
- 9) 这些图要用被认可的方式和材料装配，图纸要用不易褪色的墨水绘出并用透明塑料膜保护。
- 10) 部件：当一个设备里有两个以上相同的单元时，每一个单元都要有一个刻写式的塑料标 签来说明它的功能。
- 11) 配电板：每一个配电板和保险盘都有一个刻写式的塑料标签说明它的功能，识别号码和 最大工作电压。
- 12) 全部设备有防止无线电干扰措施。如果需要，还将防止来自其它设备的正常操作干扰。
- 13) 所有危险标志和警告牌选用耐久材料，字迹清晰、耐磨。并用被认可的方法进行永久性 安装。
- 14) 设备中相同的部件采用统一标准，可以互换。
- 15) 接触器的材料做到寿命长，操作可靠。

6.4 电缆敷设

- 1) 一般要求供电电缆中间不得以任何形式做接头。各类供电线缆统一沿墙布设，与墙壁间距为10-60cm。各类电线缆均应做线缆标识，各类型供电线缆用尼龙线扎捆成束，捆扎间距小于 60cm。供电如需穿墙，应用镀锌钢管做防护。钢管外径不小于 76mm，壁厚不小于 3.5mm。钢管管口应打磨光滑无毛刺。钢管中心距地面大于 8cm。电源插座全部采用三联安全插座。
- 2) 电缆敷设工艺

- (1) 全部电力和控制电缆芯数按需求配置，控制电缆线芯要有不少于 10%的余量（最少是两芯），在 10 芯以内的至少增加 1 芯。
- (2) 根据相关的原理图在电缆、电线上作清晰的编号标记，用以按序和回路的检查。每根电 缆在端头处装有标签，在“竣工”电缆记录中给出其参考号。
- (3) 电缆、电线进入房屋或设备时采用紧压式的线孔，所有线缆整齐排列，可靠安装，并且要阻止害虫侵入，设置适当支撑减轻电缆终端的重量，在每一进线处要提供一定余量的线孔。
- (4) 终端接头根据原理图进行标记和识别，电缆、电线的记号用来帮助正常接序。终端接头 做成抗震型，并且它的电流使用范围不小于电缆或电线的额定电流值。用在控制、报警回路中的电缆终端接头要区分开或者用轨槽夹住。
- (5) 全部设备和接线箱有每一根线芯（包括备用芯）分离的终端接头。安装时，电线和终端接头的排序要相互一致。
- (6) 为解决在管道中和机壳中电缆的长距离引线，将提供跳线和转换端子。易弯曲的电缆要恰当地安装，并且要保护它不被擦伤、挤压及在通过门或其它移动部分处不被拉紧。
- (7) 全部主线、电缆管道、布线和接地导体是安全、可靠的。电缆由电缆支架、托架等支撑。在建筑物内安装的任何永久性电缆，电线和导体均不会松动、散落。电缆由尺寸合适的线夹夹住。
- (8) 任何的无保护电缆安装是不允许的。
- (9) 电缆安装在电缆盘上运输且电缆端头要有效密封。当电缆盘上的一截电缆被剪断后剩下的端头要立即密封以防止湿气侵入。
- (10) 当电缆通过电缆孔洞、电缆管道和类似的地方时要密封，防止害虫和水进入。
- (11) 使用合格电缆产品并保存完整的封签和保证书以便在日后出故障时用以检验和记录，全部电缆将提供产品测试的合格证。
- (12) 全部电缆要适应周围的环境条件和安装条件指标。电力电缆的线芯直径不小于 1.5mm。
- (13) 竣工图要标明每根电缆的位置和标记。

6.5 供电及接地

- 1) 机房设备供电及接地 机房设备（含通信设备）和收费车道、收费广场设备采用联合接地。
- 2) 供电
 - (1) 设备供电电源为三相或单项 220VAC，设备端电压损失一般情况下应≤5%，特殊情况下最大不超过 10%。

(2) 电力电缆采用铠装外皮作为地线，在电缆接头处必须进行电气连接。施工时严格按照《电气装置安装工程验收规范》（GBJ232-82）执行。

4) 接地

(1) 外场设备均做保护及防雷接地，接地采用独立接地，独立接地其接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。若设备距站区距离较近，也可通过接地引线连接至联合接地网，并在设备处重复接地。

(2) 外场设备保护接地与设备防雷接地连成一体，防雷引下线采用 $\Phi 10$ 以上圆钢（或类似材料），并与基础内预留的接地引线端子采用焊接方式连接，在圆钢外加保护套。

(3) 接地极采用一致形排列，材料选用角钢，接地极欲引下线焊接，每个接地极之间相距应 $\geq 5000\text{mm}$ ，埋深应 $\geq 700\text{mm}$ 。接地极的数量根据测得的接地电阻确定，不满足要求时，可增加接地极的数量或适量添加降阻剂。

(4) 避雷针采用 $\Phi 25$ 包铜圆钢。安装时，其高度应能使整个设备在保护范围内，顶部成针状，与立柱绝缘，接地引下线外套 PVC 套管，与杆体固定。接地引下线与接地极焊接，焊接时，在焊接处涂防腐剂，焊点应饱满、牢固，不应有夹渣、吸肉、气孔及未焊透现象。

(5) 接地系统的施工必须符合以下规范的有关要求：

(6) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343-2004）； (7) 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB 50169-92）。

6.6 设备安装

机房设备的安装位置和安装方式应按相关规范以及施工方案进行施工，并确保系统施工安装细节符合施工及验收规范（最新版本）的要求。

在安装过程中，施工单位均应确保外场设备及其安装附件不得侵入道路限界。

所有设备的安装附件（如：安装支（吊）架、支撑件）、紧固件（如：各类螺钉、螺母、垫圈）等均应做好防腐、防锈处理，以确保设备的正常工作。

所有设备或其防护装置（如：防护罩、设备箱柜、线缆接头盒等）还应具有良好的防水、防尘性能，防护等级应不低于 IP65。

七、 施工及注意事项

7.1 现场管理安全措施

- 1) 施工现场实行封闭式管理，进入施工现场必须戴好安全帽及佩带工作证。
- 2) 现场挂设安全标志布置总平面图，并按安全标志布置总平面图设置安全标志。

3) 材料和设施堆放在围墙内，且离开围墙与生活设施分隔分类堆放整齐，标识清楚，散料砌池围筑，杆料立杆设栏块料起堆叠放，堆放高度不高于 2 米。

4) 现场电动机械必须接地、接零，一机一闸一漏电，开关必须有箱有锁中途停电或下班时，必须关闸断源，关箱加锁；电动机械出故障，必须断电源，停机修理，不准在运行中排障，机械更不准带病运行；非经安排操作机电的人员不准擅自乱动一切机电设备。

9) 建筑物内清除的设备包装物，严禁从门窗向外抛掷，要在现场处理好带回公司。

7.2 施工安全准备

(1) 确定目标：

坚决做到文明施工、安全第一，杜绝死亡及重伤事故。

(2) 分解目标：

制定统一安全生产指标、文明施工指标、伤亡事故控制指标。

(3) 责任的确立：

按相关部委的责任制度，确定安全责任制、文明施工责任、防火小组责任。制定各阶段施工方案。制定各工种及工具的各种操作规程。建立安全制度、安全检查制度、安全教育制度、工地班前活动制度、工伤事故制度、文明施工检查制度。制定安全标志平面图。

7.3 安全生产

1) 建立安全生产责任制，并作具体化签证及文字化

2) 制定工具的安全操作规程及管理制度

3) 目标管理 项目安全管理目标的分解：应分解成伤亡控制指标、安全达标目标、文明施工达标目标。 责任目标考核办法：考核的内容和标准及考核办法，考核的奖罚措施。考核的部门：由同一等检查单位的部门考核。

4) 施工组织设计方案安全部分应具备以下内容：施工安全措施、用电安全措施、防火安全措施。

7.4 现场临时用电（低压）电工操作施工安全

1) 必须经技术培训考核合格后持有效的特种作业上岗，从事作业的难易程序，须符合电工等级要求。对难度较大、较复杂的电气工程不得由低等级电工完成。

2) 电工必须熟悉《施工现场临时用电安全技术规范》，所有绝缘检验工具，应妥善保管，严禁他用，并要定期检查、校检。

- 3) 线路上禁止带负荷接电或断电，并禁止带电操作、带危险作业，必须有人在安全距离外监护。
- 4) 电力传动装置的调试和维修时，除采取可靠的断电措施外，在开关箱外应悬挂“有人操作、禁止合闸”标志牌，并有专人监护。
- 5) 配电系统必须采取分级配电，各类配电箱、开关箱的安装和内部设置必须符合有关规定，开关电器标照用途，各类配电箱、开关箱外观应完整、牢固、防雨、防尘，箱体应外涂安全色标，统一编号，停止使用的配电箱应切断电源，箱门上锁。
- 6) 独立配电系统应按有关标准规定采用三相五线制的接零保护系统，非独立系统可根据现场实际情况采取相应的接零或接地保护，各种电气设备和电力施工机具的金属外壳，金属支架和底座必须按规定采取可靠的接零或接地保护。同时，应设两级漏电保护装置，实行分级保护，形成完整的保护系统。

八、 施工流程

- (1) 前期准备
 - 人员组织：安排专业的技术人员和施工人员组成更换团队，明确各成员的职责和分工。
 - 现场勘查：对收费站 RTC 天线的安装位置、周围环境、电源供应等情况进行详细勘查，了解天线的型号、规格和安装方式。
 - 制定方案：根据现场勘查结果，制定具体的更换方案，包括施工步骤、时间安排、安全措施等。
 - 准备材料和工具：准备好新的 RTC 天线、连接线缆、固定配件等材料，以及登高设备、螺丝刀、扳手、测试仪等施工工具。
 - 安全防护：为施工人员配备必要的安全防护用品，如安全帽、安全带、绝缘手套等。
- (2) 关闭设备和安全隔离
 - 通知相关部门：提前通知收费站管理部门和相关业务系统的运维人员，告知天线更换的时间和影响范围。
 - 关闭设备电源：按照操作规程，关闭与 RTC 天线相关的设备电源，如收费主机、通信设备等，避免在更换过程中发生触电事故。
 - 设置安全隔离区域：在施工区域周围设置明显的安全警示标志，划定安全隔离区域，禁止无关人员进入。
- (3) 旧天线拆除

- 拆除线缆连接：小心地拆除旧天线与设备之间的连接线缆，如馈线、电源线等，并对拆除的线缆进行标记，以便后续安装新天线时正确连接。
- 拆卸固定配件：使用合适的工具，拆卸旧天线的固定配件，如螺栓、螺母等，将旧天线从安装支架上取下。
- 清理安装位置：对天线安装位置进行清理，去除灰尘、杂物和锈迹，确保新天线安装表面平整、干净。
- (4) 新天线安装
 - 安装天线支架：根据新天线的安装要求，将天线支架固定在安装位置上，确保支架牢固、水平。
 - 安装新天线：将新天线安装在支架上，并使用固定配件进行牢固固定，确保天线安装稳定、垂直。
 - 连接线缆：按照标记，正确连接新天线与设备之间的线缆，如馈线、电源线等，连接完成后检查连接是否牢固、接触良好。
- (5) 调试和测试
 - 恢复设备电源：按照操作规程，依次开启与 RTC 天线相关的设备电源，等待设备启动正常。
 - 天线调试：使用专业的测试仪器，对新天线的性能进行调试，如调整天线的方向、角度、增益等，确保天线的信号强度和覆盖范围符合要求。
 - 系统测试：对收费站的收费系统、通信系统等进行全面测试，检查天线更换后系统的运行情况，确保各项业务功能正常。
- (6) 验收和恢复运营
 - 验收检查：由施工团队和收费站管理部门共同对更换后的 RTC 天线进行验收检查，检查内容包括天线安装质量、信号强度、系统运行情况等。
 - 问题整改：对验收过程中发现的问题，及时进行整改，确保天线满足使用要求。
 - 恢复正常运营：验收合格后，拆除安全警示标志，恢复收费站的正常运营，并做好相关的记录和报告。
 - 根据勘查的现场情况，安排好终端系统实施工程师和协助人员的工作，同时准备施工需要的工具如螺丝套批、活动扳手、快速扳手、电工绝缘胶布、搬运小拖车、万用表等相关的工具。
 - 得到用户的许可后，准备对终端系统安装。
 - 然后终端系统工作状态等情况并做好记录。
 - 6、终端系统安装完成后，按规定标准进行测试、现场实验，提供实验内容并作好相应数据记录，由业主方签字确认。

九、 施工组织方案

9.1 交通组织概况

本施工交通组织方案为建议方案，具体以施工单位上报批复的施工交通组织方案为准，施工单位可参考借鉴并进一步完善本施工交通组织方案。

本交通组织方案是根据设计方案和《营运高速公路施工管理规定》（DB50/T 959-2019）的技术标准，并遵循“畅通主导、安全至上、服务为本、创新引领”的方针，做到尽量避免占用或者减少占用通行车道，在确保工程质量合格、工期以及道路安全畅通前提下，结合工程的实际情况编制。施工单位需根据本施工组织方案进一步细化和报批，按最终报批施工组织方案组织施工和验收。

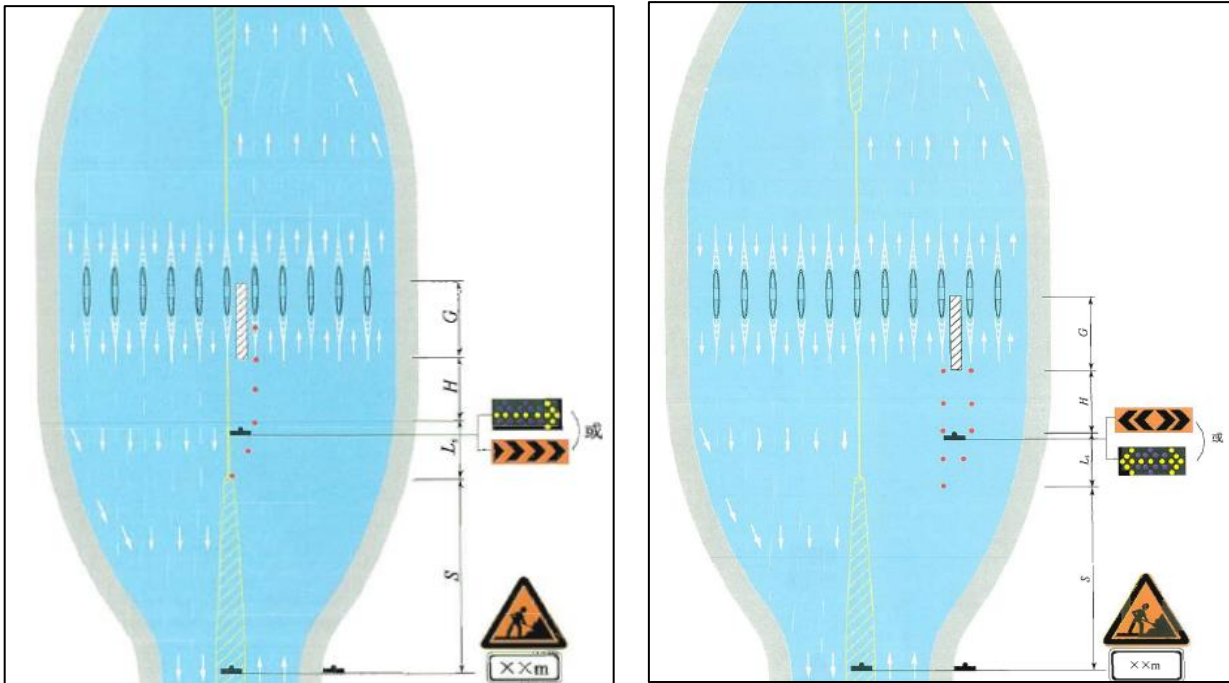
9.2 执勤点设置

根据本工程的施工特点，在施工区间前设置执勤点，负责此路段在施工期间的交通安全管理以及应急控制。

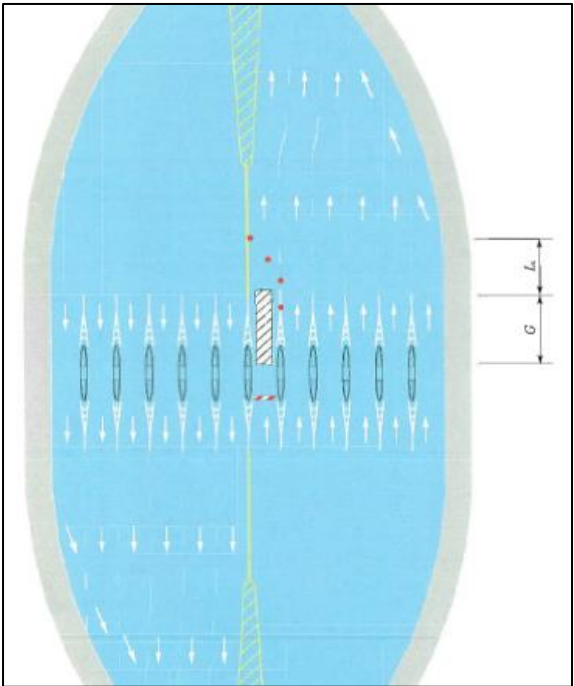
9.3 收费广场养护作业控制区布置

（1）收费广场养护作业应关闭受养护作业影响的收费车道，并布置养护作业控制区。进行各类养护作业时不得全部封闭单向收费车道。

1）主线收费广场养护作业控制区可简化，应符合下列规定:1 工作区在收费车道入口处，可仅布置警告区、上游过渡区、缓冲区和工作区警告区应布设施工标志，上游过渡区应布设闪光箭头或导向标志，车辆无须变道时，宜布设施工标志。以设计速度 40km/h，S=700 米，L_s=40 米，H=50 米，工作区按照现场需求定，作业控制区布置示例见图 9.3-1。



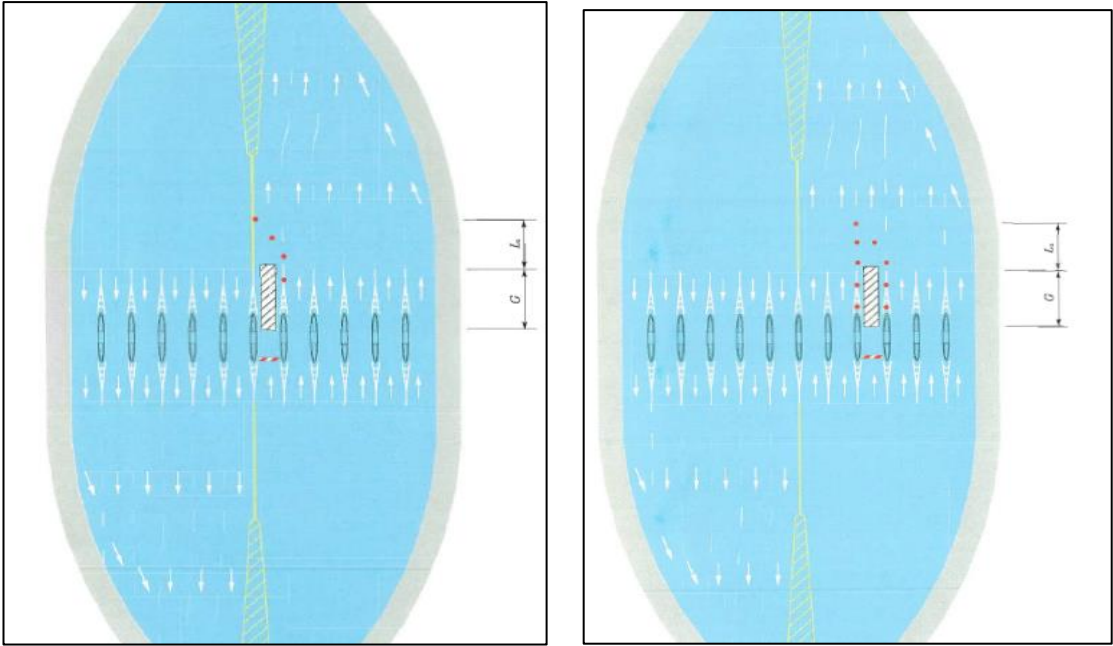
（a）广场封闭入口内侧车道养护作业 （b）广场封闭入口中间车道养护作业



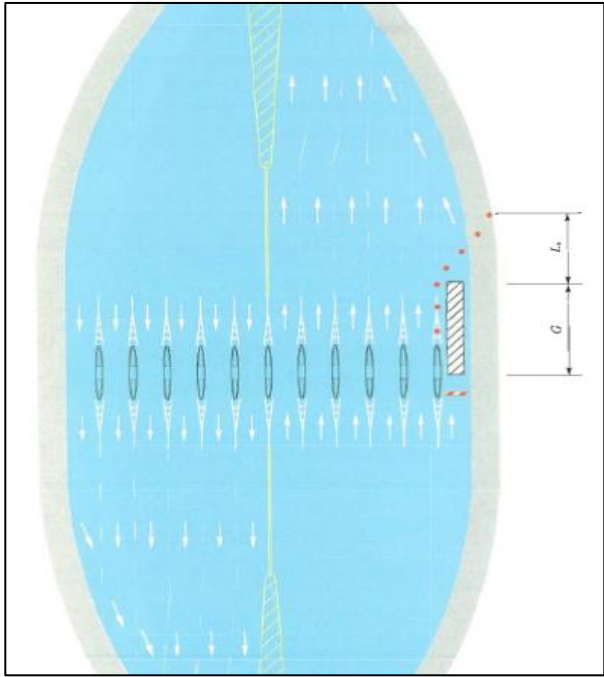
（c）广场封闭入口外侧车道养护作业

图 9.3-1 主线收费广场封闭入口车道养护作业

2）工作区在收费车道出口处，可仅布置工作区和下游过渡区，并关闭对应的收费车道，以设计速度 40km/h，L_s=40 米工作区按照现场需求定。作业控制区布置示例见图 9.3-2。



(a) 广场封闭出口内侧车道养护作业 (b) 广场封闭出口中间车道养护作业



(c) 广场封闭出口外侧车道养护作业

图 9.3-2 主线收费广场封闭出口车道养护作业

9.4 施工总目标

质量目标：确保工程合格，争创优质工程，为立交施工积累经验。

安全目标：无重大安全责任事故，更好的优化交通组织方案，确保车辆通行畅通。

工期目标：招标后确定。

9.5 总体施工部署

根据工程实际情况，施工段落临时占道施工时间如下：

施工路段交通管制形式及管制时间计划表（需根据施工时间确定后再定）。

9.6 施工道路安全畅通的保证措施

本工程工期紧，施工干扰大，要在规定的工期内完成，关键在于精心组织，周密安排，必须有各方的大力支持和保障。

- （1）施工过程中及时与业主等单位紧密联系，通报每天施工范围。
- （2）及时上报交通组织方案，严格按照批准的交通组织方案执行。
- （3）所有施工人员一律经施工通道进入施工区域，严禁擅自横穿高速公路。
- （4）施工机械及施工材料进入封闭区域施工时必须采取有效安全措施安全后方可驶入。

9.7 施工对高速公路通行影响及安全影响评估分析

（1）通行影响评估

本项目对高速公路车流的影响以临时占道施工为主。在科学高效的交通组织下，能基本满足社会车量的通行需求。

（2）安全影响评估

本项目工程施工本着安全第一，质量与工期并重的理念，严格按照重庆市营运高速公路施工标准化管理规定编写本交通组织设计，并按本设计指导交通管制施工。能够在确保安全的前提下满足对质量和工期的要求。

（3）应急处置方案

为了保证关键工期项目的正常进行，设备后勤保障必须跟上，施工设备的维修保养人员必须随时做好准备，若发生设备故障时必须保证在 24 小时内修复使用。

（4）安全施工保证体系

安全为了生产，生产必须安全。本工程施工的重点和难点是交通维护，特别是交通转换中最容易发生安全事故。为确保工程的顺利完成，必须制定完整的安全保证体系和安全保证措施：

（5）安全生产目标

本工程项目的安全生产目标确定为“三无一创建”，“三无”即：无工伤死亡事故、无交通死亡事故、无火灾伤亡事故，“一创建”即：创建安全文明工地。

9.8 工期安排

施工区域交通管制形式及管制时间计划表根据招标工期确定。

9.9 应急处置方案

为了应对突发状况，成立应急管理团队，包括项目经理、安全管理员、技术工程师及其他关键人员。确保所有施工人员都接受了应急培训，包括急救技能、疏散程序和事故报告。准备应急物资，如急救包、消防器材、应急照明、通讯设备等，并确保它们处于易于访问的位置。

对施工过程进行风险评估与预警，实施全面的风险评估，识别所有可能的风险，如高空坠落、电气事故、火灾、结构崩塌等。及时获取恶劣天气预警，如强风、雷暴等，以便提前采取应急措施。

确定各类紧急事件的具体应对程序，如坠落事故立即启动救护程序，并关闭相关区域。对于电气事故，迅速断开电源并启动应急照明，防止事态扩大。一旦发生火灾，立即启动消防程序，使用消防器材并疏散人员。

为了保证关键工期项目的正常进行，设备后勤保障必须跟上,施工设备的维修保养人员必须随时做好准备，若发生设备故障时必须保证在 24 小时内修复使用。

开工前施工单位应与附近的类似施工单位签订设备租赁合同，若本单位设备出现故障，不能及时修复，可作为施工设备的备用预案。

此工程项目的各种机械设备，施工单位应有富余设备作为后勤应急保障，开工前进行设备检修，并采购储备大量的零部件。开工前配足常规易损配件，为保证设备的正常运行作好充分的准备。

与当地 120 联系，建立事故紧急救援生命通道，确保 120 能在第一时间赶到事故现场，救助伤员。

与高速交警联系，建立事故快速处理程序，使事故车辆能被迅速拖离事故现场，确保道路交通快速恢复。

表 9.9-1 应急设备表

序号	设备	数量（台）	备注
1	吊车	1	
2	应急货车	2	
3	干粉灭火器	2	8kg

十、 其他

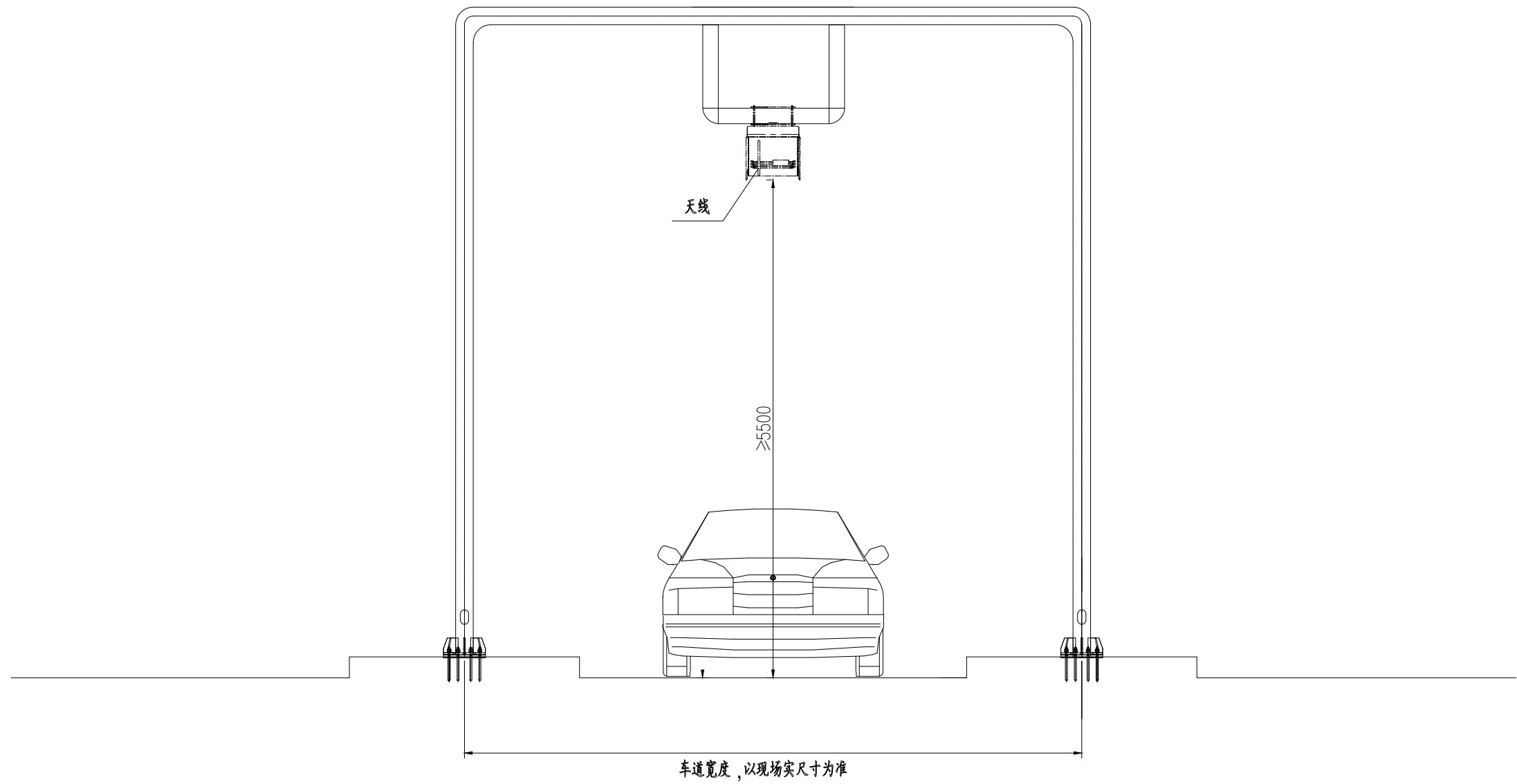
根据中华人民共和国国务院令第 293 号《建设工程勘察设计管理条例》第二十七条规定：设计文件中选用的材料、构配件、设备，应当注明其规格、型号、性能等技术指标。所以，图纸设计时必须

按某一产品来选择。但并不表示其为指定产品，建设方可以选用其它公司的同类产品，但必须满足设计的技术和参数要求。

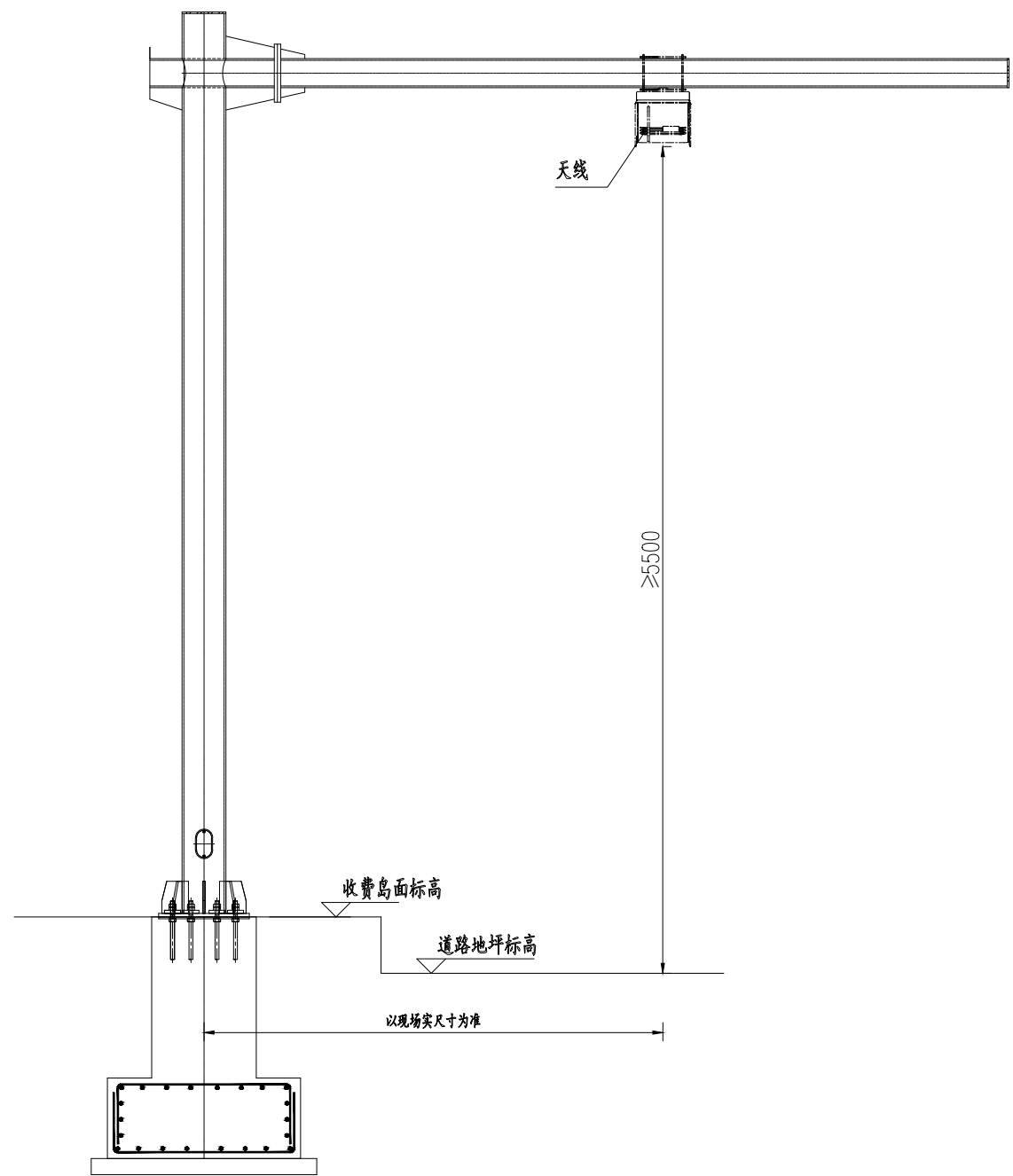
序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	ETC天线	含安装支架、卡箍、膨胀螺栓等	套	55	
2	天线控制器	含数据线	套	55	
3	施工交通组织		天	55	
4	附件辅材	完成本分项工程所需的附件、辅材等	项	1	

序号	路段	收费站	收费软件车道号	单位	数量
1	石忠路	磨子入1	10	套	1
2		磨子出1	11	套	1
3		磨子出2	12	套	1
4		磨子出3	13	套	1
5		大歇入1	14	套	1
6		大歇出1	3	套	1
7		大歇出2	4	套	1
8		大歇出3	5	套	1
9		石柱入1	3	套	1
10		石柱入2	12	套	1
11		石柱出1	14	套	1
12		沙子入1	10	套	1
13		沙子出1	11	套	1
14		沙子出2	12	套	1
15		沙子出3	13	套	1
16		河源入1	12	套	1
17		河源出1	13	套	1
18		河源入2	19	套	1
19		河源出2	20	套	1
20		河源入3	21	套	1
21		河源出3	22	套	1
	小计:				21

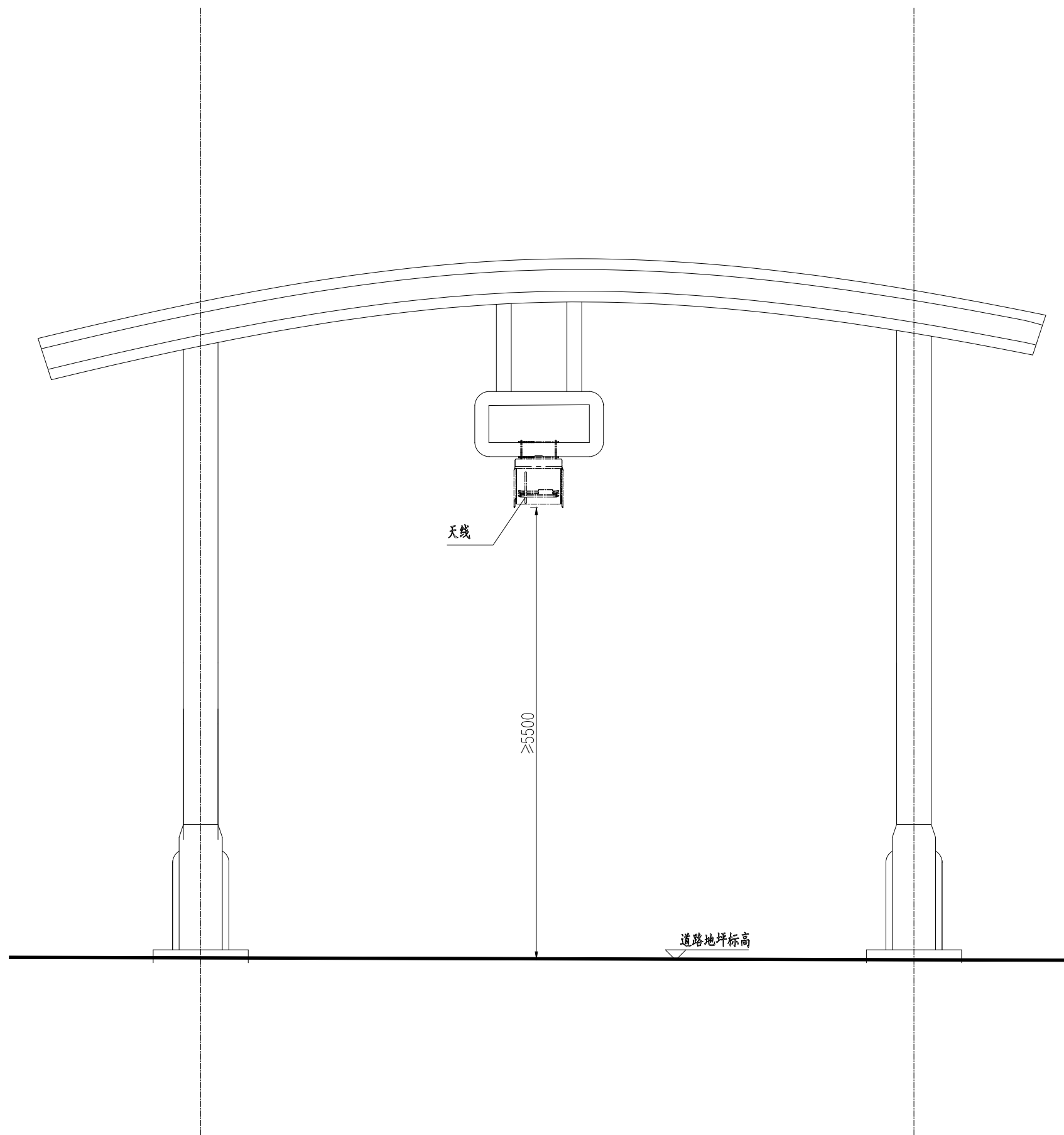
序号	路段	收费站	收费软件车道号	单位	数量
22	梁万路	万州出1	107	套	1
23		万州出2	103	套	1
24		万州入1	8	套	1
25		万州入2	4	套	1
26		分水出1	103	套	1
27		分水入1	3	套	1
28		孙家出口1	103	套	1
29		孙家入口1	3	套	1
30		梁平出口1	107	套	1
31		梁平出口2	102	套	1
32		梁平入口1	1	套	1
33		梁平入口2	2	套	1
34		云龙入口1	3	套	1
35		云龙出口1	103	套	1
	小计:				14
36	长梁路	周嘉出口1	ETC出口103	套	1
37		周嘉入口1	ETC入口3	套	1
38		垫江入口1	ETC入口1	套	1
39		垫江入口2	ETC入口2	套	1
40		垫江出口1	ETC出口101	套	1
41		垫江出口2	ETC出口102	套	1
42		垫江出口3	ETC出口103	套	1
43		云台入口1	ETC入口3	套	1
44		云台出口1	ETC出口103	套	1
45		合兴入口1	ETC入口3	套	1
46		合兴出口1	ETC出口103	套	1
47		桃花街入口1	ETC入口4	套	1
48		桃花街出口1	ETC出口101	套	1
49		桃花街出口3	ETC出口105	套	1
50		长寿湖出口1	ETC出口	套	1
51		长寿湖出口2	ETC出口	套	1
52		长寿湖出口3	ETC出口	套	1
53		长寿湖入口1	ETC入口	套	1
54		长寿湖入口2	ETC入口	套	1
55		长寿湖入口3	ETC入口	套	1
小计:					20
总计:					55



中交基础设施养护集团有限公司	渝东公司2025年机电专项工程	ETC天线门架安装示意图	设计		一审		三审		图号
			复核		二审		日期	2025. 03	SF-ETC-03



中交基础设施养护集团有限公司	渝东公司2025年机电专项工程	ETC天线L杆安装示意图	设计		一审		三审		图号
			复核		二审		日期	2025. 03	SF-ETC-04



中交基础设施养护集团有限公司	渝东公司2025年机电专项工程	ETC天线天棚吊装安装示意图	设计		一审		三审		图号
			复核		二审		日期	2025. 03	SF-ETC-05

施工图预算编制说明

一、 编制依据

- 1. 施工图设计文件；
- 2. 交通部 2018 年第 86 号《公路工程项目概算预算编制办法》(JTG 3830-2018)(以下简称“编制办法”)及《公路工程概算定额》(JTG/T 3831-2018)、《公路工程预算定额》(JTG/T 383-2018)、《公路工程机械台班费用定额》(JTG/T 3833-2018)；
- 3. 《重庆市公路养护工程预算编制办法》(【2018】渝非内字 023 字)，以下简称“《预算编制办法》”；
- 4. 《重庆市公路养护工程预算定额》([2018]渝非内字 022 号)
- 5. 交通部 2019 年第 26 号交通运输部关于调整《公路工程项目投资估算编制办法》(JTG 3820-2018)和《公路工程项目概算预算编制办法》(JTG 3830-2018)中“税金”有关规定的公告；
- 6. 重庆市建设工程造价管理总站《重庆工程造价信息》(2025 年第 8 期)。

二、 关于人工、材料、机械、设备费、规费的取定

- 1. 人工；定额人工费根据重庆市交通局关于发布重庆市公路工程补充性造价依据(2019-1)的通知渝交路【2019(29)号】，人工单价按 101 元/工日执行。
- 2. 材料：材料价格按《重庆工程造价信息》2025 年第 8 期相关造价信息及市场调整。
- 3. 设备：《重庆市交通工程机电设备参考价》(2025 年)
- 4. 施工机械台班预算价格按《重庆市公路养护工程预算定额》([2018]渝非内字 022 号)计算。
- 5. 规费：根据《重庆市交通局关于调整公路养护工程预算人工工日单价、规费费

率及补充配合比定额的通知》渝交管养【2022】34 号规定的标准计算，详列如下：

- 养老保险费：以各类工程人工费为基数，按 16%计算；
- 失业保险费：以各类工程人工费为基数，按 0.5%计算；
- 医疗保险费：以各类工程人工费为基数，按 10%计算；
- 住房公积金：以各类工程人工费为基数，按 8.5%计算；
- 工伤保险费：以各类工程人工费为基数，按 1.6%计算。

三、 利润和税金

- 1. 利润：根据《预算编制办法》规定：按定额直接费、措施费、企业管理费之和的 7.42%计列。
- 2. 税金：根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号)规定，结合《公路工程项目概算预算编制办法》(JTG 3830-2018)中“税金”有关规定的公告(交通运输部公告 2019 年第 26 号)文件规定按直接费、设备购置费、措施费、企业管理费、规费与利润之和的 9%计列。

四、 其他工程费

- 1. 设计文件审查费：公路工程概算预算编制办法，按建筑安装工程费总额的 0.077%计算。

五、 其他说明

- 1. 总预算表按照《重庆市公路养护工程预算编制办法》([2018]渝非内字 023 字)编制。
- 2. 根据《重庆市公路养护工程预算编制办法》(【2018】渝非内字 023 字)，I 类养护工程安全生产费按建安费的 2%计。
- 3. 根据《重庆市公路养护工程预算编制办法》(【2018】渝非内字 023 字)基本

预备费以建筑安装工程费、土地使用及拆迁补偿费、养护工程其他费用之和为基数，按费率 3%计算。

六、 预算金额

本工程预算总金额为 145.1023万元。

编制范围：基础设施数字化转型-渝东ETC天线国密改造

第 1 页

05表

编制:

复核:

表 A.0.2-14 人工、材料、施工机械台班单价汇总表

建设项目名称：基础设施数字化转型-渝东ETC天线国密改造

编制范围：基础设施数字化转型-渝东ETC天线国密改造

第 1 页

共 1 页

09表

[illegible]

编制:

复核: