

既有动车段（所）调车防护系统安装调试方案研究

王正堂 张君成

中铁六局电务公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：动车组调车防护系统是在不改变既有车载列控设备（ATP）的基础上，通过在动车组经常调车作业的线路上，需要防护的地点（例如调车信号前方以及尽头线前方）安装调车防护应答器组的方式构建一套安全防护系统。

本方案主要针对动车运用所出入库检修、存车场临修转线等调车作业中需要依靠司机人工确认信号开放状态的过程进行了一系列研究。调车应答器组根据进路状态，向列控车载设备发送相应的报文信息，动车组ATP车载设备以CTCS-2级调车模式运行时，防护系统对动车组冒进信号提供防护。动车组调车防护系统不需对车载设备软硬件进行任何更改，不改变既有的ATP控车逻辑，不改变司机的任何操作。

关键词：ATP；防护系统；CTCS-2；应答器

引言

动车组调车防护系统是在不改变既有车载列控设备（ATP）的基础上，通过在动车组经常调车作业的线路上，需要防护的地点（例如调车信号前方以及尽头线前方）安装调车防护应答器组的方式构建一套安全防护系统。调车应答器组根据进路状态，向列控车载设备发送相应的报文信息，动车组ATP车载设备以CTCS-2级调车模式运行时，防护系统对动车组冒进信号提供防护。动车组调车防护系统不需对车载设备软硬件进行任何更改，不改变既有的ATP控车逻辑，不改变司机的任何操作。

1 绪论

1.1 研究背景与研究意义

铁路是国民经济大动脉、关键基础设施和重要民生工程。铁路运输已经成为中国交通运输中的重点运输方式，为了保证铁路运输的顺利进行，需要确保铁路调车作业的高效执行，安全运行。不断强化调车作业的安全性，才能更好的保障铁路运输安全。

高铁安全是铁路行车安全的重中之重，目前高铁动车组在运行途中主要由ATP完全监控行车，安全可靠。而动车组在出入库检修、存车场临修转线等调车作业过程中则需要依靠司机人工确认信号开放状态并操控运行，因此存在一定的安全风险。动车组调车防护系统不需对车载设备软硬件进行任何更改，不改变既有的ATP控车逻辑，不改变司机的任何操作就能安全有效的对动车组进行控制。

1.2 研究方案特点

（1）施工周期短。由于本研究方案采取了标准化预制和装配，大大缩短了上道作业时间，使得施工周期明显缩短。

（2）对既有设备影响少。使用模块化施工工艺，对

原路基扰动范围缩小，既有箱盒施工配线一次成型，避免反复扰动既有设备造成安全隐患。

（3）试验效率高。在由于静态核验在上道装配前可全部进行，确保了上道安装的正确性和可靠性，上道安装时进行及时的动态核验，保证报文传输准确无误，确保了实车验证试验能一次通过。

（4）上道作业集中度高，易于实施安全方面管控。采用集中资源逐点推进的施工方案，能确保安全监管下有效范围内实施，有效降低作业安全风险。

（5）采用固定模具安装应答器装置，提高了应答器安装尺寸的精准度和安装工艺的美观性。减少了安装装置调整量，降低了对道砟扰动的幅度和面积。

（6）对运输生产影响小。不受车场站型及车务作业方式影响，可以成型一部分，验证一部分，开通一部分的方法，对运输生产的干扰降到最低。

1.3 工艺原理与关键技术

根据信号平面布置图首先核对列控工程数据表相关数据，看设计是否有将调车防护系统应答器组在C2列控数据表里进行连接。如无连接则相对简单，仅需核对应答器报文及编号是否与现场信号机布置相互一致即可。如有同C2列控数据进行连接则，则需严格按照路局业务部门审定的列控工程数据表核对应答器顺位及报文，并严格按照数据表描述的具体位置进行定位测量及安装。利用模拟电源给接口模块供电并检测应答器组报文信息，准确无误后做好标识。

根据路局批准的天窗计划，在天窗点内进行设备就位安装，安装装置提前安装及动态检测试验。编制并申报试验计划，按照业务部门批准的试验计划有序的进行应答器组的上道安装并立即进行实车验证，避免应答器

组反复拆卸带来劳力浪费。

关键技术：列控数据核对确认；现场安装数据测量

收集；集中预配拼装；动静态检测试验；编制验证计划并组织实车验证。

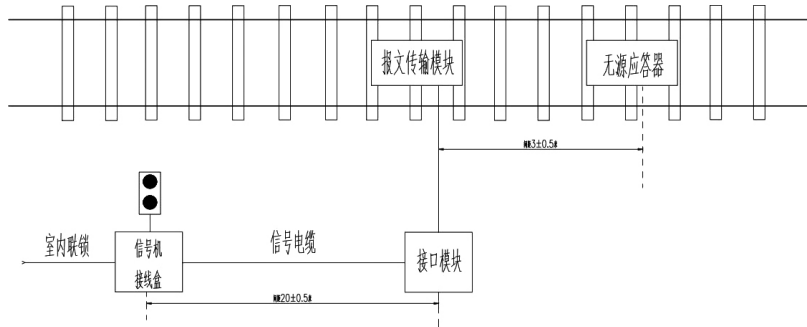


图1 调车防护系统示意图

2 施工工艺流程及操作要点

2.1 施工工艺流程及图示

2.1.1 设计数据核对

根据设计发布的列控工程数据表和信号设备平面布置图核对有源应答器、无源应答器的名称、位置等相关数据，制定现场定测方案，根据现场定测情况及时反馈联系设计部门修订工程数据表。并根据最终审定的工程数据表相关数据进行复测及定位。应答器组安装外置为距所防护信号机外方20米±0.5米，应答器组间距离为3米±0.5米。受站场条件限制时，应答器组可适当向信号机方向移设，单不能小于15米。



图2 调车防护应答器组布局示意图

2.1.2 现场定位测量

1) 测量自信号机至接口模块设备箱位置敷设电缆长度，根据信号机名称做好记录，以便准确预配支线电缆长度。并用红油漆在设备箱位置加以□标记。

2) 利用手推钢轨长度测量仪，自防护点信号机所属轨道绝缘断面处测量第一位应答器安装位置并用红油漆在对应枕木上加以◆标记。顺推第二位应答器安装位置并做标记，记录实测数据以便核对校正工程数据表相关数据。

3) 测量接口模块设备箱安装位置至有源应答器安装位置间距离，按照信号机名称进行记录，以便准确预制

应答器尾缆防护套管。

4) 测量并标记出设备安装枕木之中心点，以便准确安装应答器安装装置。

5) 如遇宽枕则采用化学锚栓安装方式进行安装，测量时一并做好化学锚栓锚孔定位标记。

2.1.3 预配拼装

1) 电缆预配：根据现场定位测量记录及信号机型号选用PTYA23-4芯及PTYA23-8芯电缆，截取相应长度的电缆将一端按照信号机配线图在设备箱内做好配线安装并灌胶封闭。

2) 接口模块安装及预配：用自攻螺丝将接口模块固定在变压器箱内。按照信号机灯位将点灯电源对应配在接口模块输入端子，线把采用7*0.52电源线进行预配。1、2号端子为B灯电源（QH），3、4号端子为A灯电源（QH），5、6号端子为B灯电源（QH）。

3) 应答器预配：根据现场测量数据截取∅25mm直径的胶皮管对应应答器尾缆进行保护，应答器侧用环形卡箍紧固，变压器箱侧利用保护管将尾缆引入固定并灌胶封闭。按照应答器尾缆芯线标识将其配置接口模块相应端子。具体定义见附表1。

表1 配线表

接口模块端子号	应答器尾缆芯线标识	定义
7	12V+	电源
8	12V-	电源
9	XH1+	B灯信号线
10	XH2+	A灯信号线
11	XH3+	H灯信号线
12	信号地	信号共用回线
13	5V+	监测电源
14	5V+	监测
15	T-A	通信线
16	T-B	通信线



图3 接口模块预配组装图

2.1.4 静态检测及标识

1) 编号标识: 利用标签机打印该信号机所属应答器在工程数据表中的链接名称(如BD112-1\BD112-2等)并黏贴在应答器正面右上角。按照有源和无源配套的方式连同变压器箱整理堆放并做好防护。

2) 报文写入: 根据路局批准发布的列控数据表进行报文核对, 核对无误后利用报文读写工具将做好标识的

应答器对应报文写入。

3) 静态检测: 利用报文读写工具检查报文写入的内容是否准确并及时纠正。在接口模块输入端子临时接入模拟信号机点灯电源核对有源应答器报文数据是否正确。

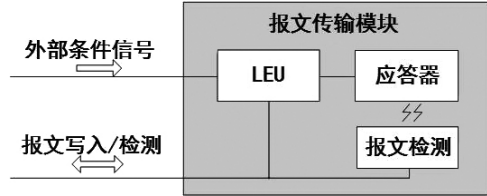


图4 应答器报文传输示意图

2.1.5 调车防护系统室内监测设备安装

为满足管理部门对设备状态的监控分析, 系统配有室内监测报警装置, 实时监测室外设备的工作状态及调车应答器的报文信息, 并在监测报警主机上记录、显示输出设备状态信息。对异常情况进行报警, 以便管理部门及时发现并判断防护设备状态。

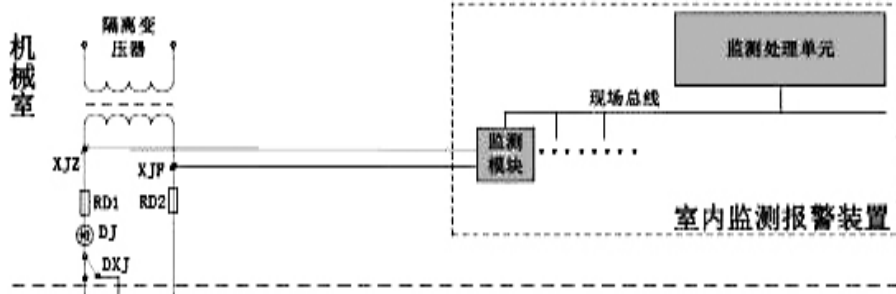


图5 室内监测系统示意图

1) 室内设备主要由监测模块, 通信总线, 室内报警监测终端机柜及采集配线等组成。利用申请的天窗点安装监测模块组合柜、终端机柜, 布放采集配线及通信总线。

2) 采集配线采用23*0.15室内电源线, 通信总线采用2*32*0.15内屏蔽双绞线。配线完毕后对机柜通电进行检测核对。

箱盒, 按照原箱盒配线图并接配线端子, 灌胶封闭处理。

3) 接口模块设备箱就位: 安装变压器箱金属支架, 在定位标记位置安装变压器箱。箱盒基础顶面与轨面平齐, 箱盒距所属线路及临线距离满足信号设备限界要求。

4) 应答器安装装置安装: 安装装置分抱枕式安装和化学锚栓安装。

A抱枕式安装: 刨开道渣, 将底板从轨枕底部穿过。把橡胶垫和固定压板放在轨枕上方。套上U型轨枕夹使用M12内六角螺栓(65mm或90mm)固定轨枕夹和底板。调节轨枕夹及固定压板的位置, 使应答器安装在轨枕中央, 固定死U型轨枕夹和底板。应答器下面放置橡胶垫, 检查调整应答器表面到钢轨表面高度应在120~150mm间。



图6 室内监测模块及终端机柜安装示意图

2.1.6 天窗点内设备就位

1) 电缆敷设: 给点后清理线间石渣清底, 安装预制的宽5cmx高5cm电缆防护槽, 将预配好的电缆敷设至电缆槽内并加盖, 水泥包封后将石渣回填。

2) 设备配线: 将预配好的电缆穿入对应信号机电缆

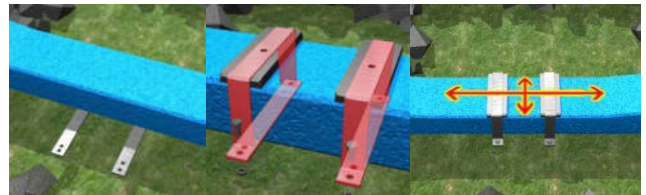


图7 抱枕式装置安装示意图

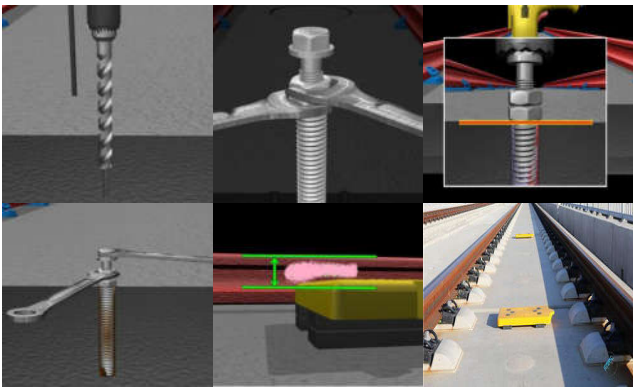


图8 宽枕板装置安装示意图

B化学锚栓安装：使用8mm钻孔器及定程停止器钻孔，孔深90-95mm，吹尘。使用18mm钻孔器及定程停止器扩孔，用刷子清理，吹尘，清理三遍。准备M10*40螺丝一个及M10螺母两个，将两螺母旋入螺杆中段位置。将M10*40螺丝旋入准备好的金属锚栓中，拧上面一个M10螺母使得与金属锚栓紧密连接在一起。化学药剂袋放入打好的安装孔内，用手电钻将连接好的金属锚栓旋入孔中，使得边旋边打碎化学药剂直到金属锚栓与轨枕

上表面齐平，清除多余胶泥。5分钟后，拧上面一个M10螺母，将2个M10螺母与金属锚栓松开，旋出M10*40螺栓，用一个封闭帽封住开口。移开遮蔽帽，清理表面，放置10mm或20mm垫板检查是否满足通用安装要求，并通过增加垫板调整应答器表面到钢轨表面高度，应保证在120~150mm间。应答器隔天安装，以确保化学锚栓完全硬化。

2.1.7 天窗点内动态检测

完成步骤1-3后，试验人员联系车站值班室开放该信号机各种相关灯位，利用应答器报文读写工具检测有源应答器、无源应答器传输报文是否正确。利用室外断开配线等方法测试室内监测系统报警信息是否准确等。试验无误后将应答器整理收纳至设备箱盒底部并做好防护，待实车验证时上道安装。

2.1.8 实车验证

1) 编制申报实车验证试验方案：按照试压目的、参考文件及依据、试验范围、试验进路序列相关内容编制上报试验方案。

表2 试验计划序列表

第一天，12月15日 13:30至17:00

试验存车线 I-20G,I-19G,I-18G,I-17G,I-16G,I-15G 共6股道，试验前需清空此6股道。试验前动车组 SI20 信号机前待备，试验后动车组在 I-20G 股道 SI20 信号机前停车。试验序列如下：

序列	调车进路	正向信号机	反向信号机	说明
1	开放 SI20 至 D103 调车进路	SI20	D103	动车组尾部越过 D103 信号机
2	开放 D103 至 SI20、XF20 至 D108 调车进路	D103、XF20、XI20、D108	SI20、SF20、D122、D114、D110	动车组尾部越过 D108 信号机
3	开放 D110 至 XI19、SF19 至 D103 调车进路	D110、D114、D122、SF19、SI19	XI20、XF19、D103	动车组尾部越过 D103 信号机
4	开放 D103 至 SI19、XF19 至 D108 调车进路	D103、XF19、XI19	SI19、SF19、D122	动车组尾部越过 D114 信号机
5	开放 D114 至 XI18、SF18 至 D103 调车进路	D114、D126、SF18、SI18	XI18、XF18、D103	动车组尾部越过 D103 信号机

2) 应答器上道安装：根据路局批准的试验方案及计划，将试验范围内所涉及的应答器在给点后20分钟内安装上道。将应答器安放在提前装好的安装装置上并测量调整安装高度及水平度、垂直度等参数，合格后紧固应答器固定螺栓，要求不能低于38N/M扭矩。完成后组织现场作业人员下道，通知试验负责人开始进行动车组实车验证。



图9 应答器组上道安装示意图

3) 及时处理试验过程中发现的问题并加以解决。配合下载收集试验数据、分析并出具试验报告。

2.2 施工工艺操作要点

2.2.1 预配及拼装

由于该研究方案主要应用在既有线增加调车防护系统的施工，为了提高施工天窗利用率，保证施工天窗能够按时高效完成，采取了提前进行工厂化、标准化预配的方式以减少天窗点内的工作量。根据每个安装点定位测量的详细数据，建立数据库，针对电缆、电缆槽、接口模块线把、有源应答器尾缆保护管等进行批量预制加工。完成预制后按照模块化进行拼装，将电缆与接口模块设备箱、有源应答器与接口模块设备箱间的连接安装

完整并配线整理到位。对预制电缆槽进行提前裁剪预拼装。对应答器安装装置进行成套化拼装及分类。

2.2.2 静态检测及标识

为提高现场安装准确率，在完成模块化拼装后及时进行设备状态的检测及修正，并加以标识区分，针对施工计划安排内容进行有序就位安装。提高了设备可靠性，减少各种故障的发生，确保实车验证试验准确无误。

2.2.3 标准化安装

安装装置标准化改造，提高安装精度，减少对道砟的扰动量。由于该产品提供的应答器安装装置为分体式结构，在枕木上安装时要时刻调整才能确保应答器固定螺孔和装置螺孔对齐，就要对枕底石渣大量清理，否则无法准确安装应答器。造成点内上道作业时间延长，安装精度下降。为解决这一问题，先将装置中两个分体的U型夹采进行标准化连接，确保两个U型夹之安装孔距与应答器固定螺栓孔距完全一致。这样就能将安装装置一次准确安装到位，无需再进行微调就能轻松安装应答器。



图10 应答器组上道安装示意图

3 结束语

由中铁六局集团电务工程有限公司承建的呼和浩特动车运用所工程在施工开通后以变更的形势增加了调车防护系统，并且结合第三阶段C2贯通进行了相关的验证开通。

呼和浩特动车运用所调车防护系统总共120个防护点，采用本研究方案施工共投入普工15人，利用了15天的时间就在已经开通运行的情况下完成了设备的安装和调试。并且最后的动车拉通试验阶段更是一次性通过，验证故障率为0%。设备状态稳定良好，取得了较好的效果。

参考文献

- [1]林晓军.新型铁路调车防护系统[J].中国铁路,2020,(09):9-13.
- [2]刘朝晖,赵阳.铁路车站调车作业安全防护系统研究[J].铁道运输与经济,2019,41(10):41-45+56.
- [3]高旭.浅谈机车站场调车作业安全防护系统研究及意义[J].内蒙古科技与经济,2021,(10):95-97.
- [4]刘朝晖,赵阳.铁路车站调车作业安全防护系统研究[J].铁道运输与经济,2019,41(10):41-45+56.