

城市轨道交通信号车辆接口的通用统型方案

凌光清 张楚潘 叶富智

(广州地铁集团有限公司, 510308, 广州)

摘要 [目的] 信号系统升级改造难度大、费用高、周期长,改造阶段对线路的日常运营也有较大的影响。为解决上述问题,应对信号车辆接口进行统型。[方法] 通过对不同信号系统的安装接口进行分析,提出了兼容的信号车辆安装接口平台。基于车载信号系统的组成及功能,重点对信号车辆的机械安装接口统型、电气及控制接口统型、网络接口统型3个类别进行了研究,提出了不同设备接口的通用统型方案。[结果及结论] 该方案可在很大程度上匹配不同信号厂家的设备安装需求。新信号系统设备安装时,既有车辆安装平台接口不需要大幅变动。该方案可以有效降低信号系统升级改造的难度,减少改造费用,提高改造效率。

关键词 城市轨道交通; 信号车载系统; 信号改造; 车辆接口统型

中图分类号 U284.48+5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.09.041

Universal Standardization of Signal Vehicle Interfaces for Urban Rail Transit

LING Guangqing, ZHANG Chupan, YE Fuzhi

(Guangzhou Metro Group Co., Ltd., 510308, Guangzhou, China)

Abstract [Objective] Upgrading and modifying signal system is difficult, costly and time-consuming, greatly affecting the line daily operation during its modification stage. In order to solve the above problem, the signal vehicle interface should be standardized. [Method] By analyzing the installation interfaces for different signal systems, a compatible signal vehicle installation interface platform is proposed. Based on the composition and function of the onboard signal system, the standardization of the mechanical installation interface, electrical and control interface and network interface for signal vehicles is highlighted. On this basis, a general standardization solution for different device interfaces is put forward. [Result & Conclusion] The solution can match the equipment installation demands of different signal manufacturers to a great extent, and the interfaces of the existing vehicle installation platform don't need great modification when the new signal system equipment is installed. It can effectively reduce the difficulty of signal system upgrading and the cost of modification, and improve

the modification efficiency.

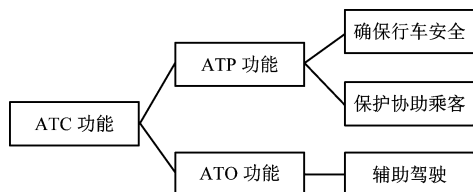
Key words urban rail transit; onboard signal system; signal modification; vehicle interface standardization

在城市轨道交通线路运营过程中,确保信号系统工作稳定至关重要。对于老旧的信号系统而言,及时进行升级改造,是确保设备稳定运行的重要手段。目前,城市轨道交通列车上信号设备安装及电气接口设计均是针对项目初始确定的信号系统进行的定制化设计,当信号系统已到设计寿命或因需进行更新迭代时,由于列车上未预留接口,导致信号系统改造难度大,费用高。在列车的改造及调试过程中,由于信号系统改造的要求,列车扣车时间较长,这在一定程度上影响了全线的可用车数量。

基于上述原因,如在设计初期能提前开展信号车辆接口统型工作,则可为后续信号系统升级及改造带来很大的便利,可提高改造效率,降低改造成本,缩短调试周期。本文结合当前信号车辆接口所面对的后续升级改造困难问题,开展信号车辆接口统型方案研究,以实现在设计初期提出通用的信号车辆接口方案,便于后期的升级改造。

1 信号车辆接口组成

城市轨道交通车载信号系统主要由车载控制主机、信号显示屏、速度传感器、信标天线、中继器及DCS(数据通信子系统)等设备组成。图1为车载信号功能示意图。



注:ATC—列车自动控制;ATP—列车自动防护;ATO—列车自动运行。

图1 车载信号功能示意图

Fig.1 Schematic diagram of onboard signal functions

基于车载信号系统的组成及功能,信号与车辆的接口主要包含机械安装接口、电气及控制接口、网络接口3类。本文主要基于这3类接口对信号车辆接口统型开展研究。

2 机械安装接口统型

机械安装接口的统型是信号车辆接口统型工作开展的基础,其统型原则为:结合不同信号系统的安装需求,寻求最大的交集。

为实现信号车辆接口统型,减少不同信号系统车载设备因安装需求不同引起的车辆设计变更,机械安装接口统型可在以下2个方面同步开展:①要求不同厂家的机械安装接口保持一致;②在列车上提供统一的机械安装接口平台,各信号厂家的设备安装应与之相匹配。

2.1 信号车载机柜安装接口统型

图2为车载信号机柜通用安装接口示意图。车载信号机柜在车体侧墙区域预留了安装区域,该区域预留了通用的C型槽,且在地板位置预留了安装螺纹孔。对信号车载机柜的侧部及底部安装接口进行统型,以适配车体预留的安装接口。在需要安装新的信号车载机柜时,可直接拆除预留区域的侧墙板及地板布,使用预留的C型槽及螺纹孔进行安装,不需要单独设置信号车载机柜安装座。

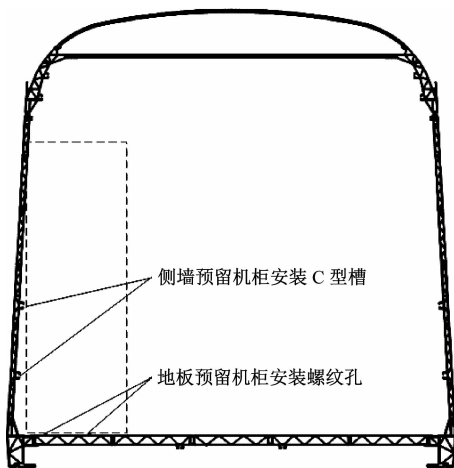


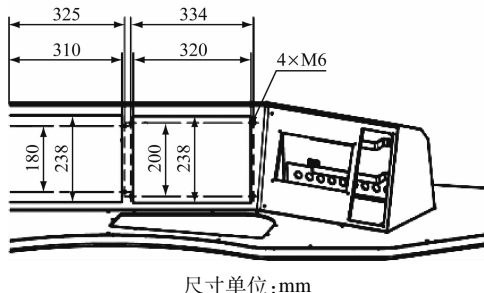
图2 车载信号机柜通用安装接口示意图

Fig.2 Schematic diagram of general installation interface of onboard signal cabinet

2.2 司机台信号显示屏安装接口统型

图3为司机台信号显示屏安装接口示意图。提供通用的信号显示屏安装接口螺母孔,其尺寸适配目前主流的信号显示屏安装方案。各信号系统厂

家的信号显示屏在选择安装孔开孔尺寸时,须遵循此安装孔的尺寸要求,以实现信号显示屏安装接口的统型。在信号显示屏改造时,新的信号系统显示屏可实现快速替换。



尺寸单位:mm

图3 司机台信号显示屏安装接口示意图

Fig.3 Schematic diagram of the installation interface of the cab signal display screen

2.3 信号速度传感器安装接口统型

各信号系统速度传感器的技术方案存在接口差异。受限于技术路线的不同,无法将不同类型的信号系统速度传感器进行强制统型。为解决不同信号系统速度传感器的安装需求,确定其统型原则为:在车辆转向架上提供通用的速度传感器安装接口。

通用的速度传感器安装接口主要包括:

1) 通用的带动盘安装接口。不同信号厂家的速度传感器在安装时仅需替换带动盘,不需要对车辆的轴端安装孔及轴端尺寸进行重新加工。

2) 通用的速度传感器轴箱安装接口。针对不同信号厂家的速度传感器安装尺寸,提前在车辆上预留好轴箱的安装螺孔。安装新信号系统的速度传感器时,可以直接进行安装,不需要更换轴箱体。

2.4 信标天线安装接口统型

与速度传感器类似,不同信号系统选用的信标天线的安装接口不一致。车辆为信号系统提供适配各家信标天线安装需求的预留安装空间,并提供过渡支架安装接口。通过预留的安装空间及接口,在安装新信号厂家的信标天线时,车辆转向架不需要重新加工,仅需由新的信号厂家提供过渡支架。图4为信标天线通用安装接口示意图。

2.5 车顶DCS天线接口统型

车辆在车顶位置提供了通用的金属安装平台,用于布置车顶DCS天线的安装接口。在安装新信号系统的天线时,只需在金属安装平台上钻孔,不需要对原有车体进行切割焊接作业,即可快速实现新信号系统DCS天线的安装。

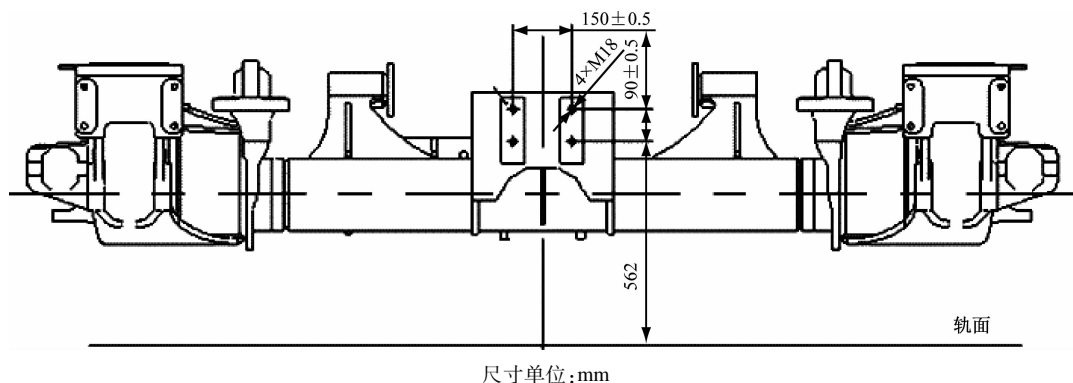


图4 信标天线通用安装接口示意图

Fig. 4 Schematic diagram of general installation interface of signal antenna

2.6 车底雷达安装接口统型

车底雷达采用通用的安装接口,通过提供车底C型槽满足不同厂家、不同型号雷达的安装需求。安装新信号系统所需要的雷达设备时,仅需提供过渡支架,不需要在车底焊接新的雷达安装座。

2.7 中继器安装接口统型

中继器采用通用安装接口,通过在车体侧顶板区域预留通用的C型槽及安装空间实现接口统型。在安装新信号系统所需的中继器时,可通过预留的C型槽直接进行安装,不需要额外焊接安装接口。

3 电气及控制接口统型

电气及控制接口的统型主要包括车载信号设备供电接口统型、电气控制功能的输入/输出接口统型、信标天线及速度传感器电气接口统型等。

3.1 车载信号设备供电接口统型

不同信号厂家车载主机的电气接口形式不一,所使用断路器的数量及容量也不一致。在考虑电气接口统型时,应考虑断路器数量适配空开需求最多的信号厂家的设计方案。在后续如由于不同厂家断路器的容量不一致时,仅需对断路器的容量进行调整,这样可极大地减少因信号厂家设计方案的不同引起车辆电路变更的工作量。

3.2 电气控制功能的输入/输出接口统型

由于FAO(全自动运行)项目与传统有人驾驶项目存在较大差异,应考虑包含FAO的接口,并将二者进行统型罗列,并予以备注。信号车辆电气控制功能的输入接口功能列表如表1所示,输出接口功能列表如表2所示。

信号车辆电气控制功能的输入/输出接口统型,应针对不同的信号系统预留电气接口,以实现

对车辆相同功能的控制及采集。在进行控制及采集功能接口预留时,应考虑最复杂的信号系统接口,依据最复杂的信号系统来预留电气接口。这样,在新信号系统接入时,不需要额外增加电缆布线。

对输入/输出的电气接口进行统一规划布局,将相同信号类型的接口以连接器形式集中排布,车辆接口侧采用插座形式,设置插座时考虑预留最大化的接口需求。不同信号厂家可依据自身的接口需求,生产对应的插头。在信号系统更新改造时,不需要变动车辆接口电路。

3.3 信标天线及速度传感器电气接口

信标天线及速度传感器的电气接口实现统型的难度较大,应在机械安装接口统型的基础上,预留信标天线及速度传感器的布线空间,在信号车辆接口连接器位置处预留速度传感器及信标天线连接器接线模块。在安装不同信号厂家的设备时,可通过预留的布线空间较容易地实现信标天线及速度传感器电缆的部署及电气连接。

4 网络接口统型

网络接口统型主要包括信号系统自动控车、自动广播、信号车辆联动控制、列车状态监控等接口功能。为减少软件变更的工作量及次数,实现信号车辆网络接口的功能模块化,网络接口统型应从顶层设计,并进行模块化数据规划。

网络接口统型可从接口方式、接口数据两方面开展。信号车辆网络接口方式应采用以太网或MVB(多功能车辆总线)网络接口,以实现不同接口通信制式的统一。网络接口数据建议按照数据类型,从车辆发送给信号的数据、信号发送给车辆的

表 1 信号车辆电气控制功能的输入接口功能列表

Tab.1 Input interface function list of signal vehicle electrical control functions

序号	信号名称	信号类型	节点形式	序号	信号名称	信号类型	节点形式
1	驾驶室激活状态	安全	干节点	19	主控手柄处于惰行位置	非安全	干节点
2	司机钥匙激活状态	安全	干节点	20	模式选择升级(自复位)	非安全	干节点
3	列车完整性状态	安全	干节点	21	模式选择降级(自复位)	非安全	干节点
4	牵引已切除状态	安全	干节点	22	自动折返按钮(自复位)	非安全	干节点
5	紧急制动状态	安全	干节点	23	手动开左门信号	非安全	干节点
6	保持制动已施加	安全	干节点	24	手动开右门信号	非安全	干节点
7	主控手柄在零位且方向向前	安全	干节点	25	手动关左门信号	非安全	干节点
8	主控手柄在牵引位且方向向前	安全	干节点	26	手动关右门信号	非安全	干节点
9	确认按钮(自复位)	安全	干节点	27	ATO 起动按钮(自复位)	非安全	干节点
10	车门紧急解锁请求/车辆紧急操作装置(选配)	安全	干节点	28	门控模式(AA)	非安全	干节点
11	障碍物及脱轨检测	安全	干节点	29	门控模式(AM)	非安全	干节点
12	制动重故障	安全	干节点	30	门控模式(MM)	非安全	干节点
13	紧急疏散门状态	安全	干节点	31	休眠按钮(自复位)	非安全	干节点
14	方向向后	安全	干节点	32	蓄电池欠压状态	非安全	干节点
15	ATC 切除开关状态	安全	干节点	33	检修按钮(自锁)	非安全	干节点
16	门关好状态	安全	干节点	34	唤醒按钮(自复位)	非安全	干节点
17	门锁闭状态	非安全	干节点	35	低压上电检测	非安全	干节点
18	烟火报警状态	非安全	干节点				

注:AA—自动模式;AM—半自动模式;MM—手动模式;序号 11—13、序号 18、序号 31—38 仅适用于 FAO 列车。

表 2 信号车辆电气控制功能的输出接口功能列表

Tab.2 Output interface function list of signal vehicle electrical control functions

序号	信号名称	信号类型	节点形式	序号	信号名称	信号类型	节点形式
1	紧急制动指令	安全	干节点	16	ATO 牵引指令	非安全	湿节点
2	牵引切除指令	安全	干节点	17	ATO 制动指令	非安全	湿节点
3	左门使能指令	安全	干节点	18	保持制动指令	非安全	湿节点
4	右门使能指令	安全	干节点	19	开左门指令	非安全	湿节点
5	列车零速信号	安全	干节点	20	开右门指令	非安全	湿节点
6	紧急疏散门使能(选配)	安全	干节点	21	关左门指令	非安全	湿节点
7	列车起动灯	安全	干节点	22	关右门指令	非安全	湿节点
8	左侧车门紧急解锁禁止(选配)	安全	干节点	23	自动折返指示灯	非安全	湿节点
9	右侧车门紧急解锁禁止(选配)	安全	干节点	24	ATO 起动指示灯	非安全	湿节点
10	司机室激活(自动折返)	非安全	干节点	25	列车向前运行	非安全	湿节点
11	FAO 模式	非安全	干节点	26	列车向后运行	非安全	湿节点
12	CAM(蠕动模式)	非安全	干节点	27	跳跃指令	非安全	湿节点
13	停放制动施加指令	非安全	干节点	28	休眠指令	非安全	湿节点
14	停放制动缓解指令	非安全	干节点	29	唤醒指令	非安全	湿节点
15	ATO 已激活	非安全	湿节点				

注:序号 6—9、序号 11—14、序号 25—29 仅适用于 FAO 列车。

数据两个方面开展统型设计。

4.1 车辆发送给信号的数据

车辆发送给信号的数据主要包含心跳信息、时间信息及FAO列车工况信息等。

车辆反馈给信号的数据主要包括牵引指令反馈、制动指令反馈、级位反馈等相关控制命令的反馈信息,以及设备旁路状态信息、紧急制动原因信息、开关按钮信息、车门状态信息、火灾告警信息、设备自检及测试结果信息、设备故障信息、障碍物及脱轨检查信息、列车空转滑行信息等。

4.2 信号发送车辆的数据

信号发送给车辆的数据主要包括心跳信息、时间信息、软件版本信息、信号车载设备健康度信息、工况信息、运行模式信息、牵引制动指令信息、牵引制动级位信息、远程控制命令信息、自检指令信息、开门侧信息、广播信息、对位隔离信息、列车位置信息等。

上述网络接口数据信息应采用接口协议表形式,详细体现对应的信息点表内容,以确保所期望的自动控车、自动广播、信号车辆联动控制、列车状态监控等接口功能的实现。

5 结语

通过机械、电气及控制、网络接口的统型,车辆(包括信号车载设备)可采用通用的安装接口,在车辆不做变动的条件下实现信标天线、速度传感器、信号显示屏、测速雷达、中继器等设备的更换,在车辆做较小变动的条件下实现信号机柜、车顶天线等设备的更换。

信号车辆接口统型后,在车辆不增加额外电缆

的情况下,可快速满足新信号系统电气输入/输出接口的接入需求;在不需要复杂操作的情况下,可快速实现新旧信号系统控制主体的切换。此外,信号车辆接口的统型,可以降低信号系统升级改造的难度,减少改造费用,提高改造效率。

参考文献

- [1] 蒋承健. 地铁车载信号至车辆的接口功能与管理[J]. 科技创新与应用, 2014(8): 53.
JIANG Chengjian. Interface function and management of metro vehicle signals to vehicles[J]. Technology Innovation and Application, 2014(8): 53.
- [2] 李猛, 张艳兵, 徐成永, 等. 全自动运行系统地铁车辆关键技术[J]. 都市快轨交通, 2018, 31(1): 123.
LI Meng, ZHANG Yanbing, XU Chengyong, et al. Key technology of vehicle in fully automatic operation system[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2018, 31(1): 123.
- [3] 郭涛. 全自动驾驶地铁车辆安全性需求分析[J]. 交通世界, 2016(31): 118.
GUO Tao. Analysis of safety requirements for fully automated metro vehicles[J]. Transpo World, 2016(31): 118.
- [4] 翟国锐, 刘宏伟, 师秀霞. 下一代地铁车辆全自动无人驾驶信号系统关键技术[J]. 都市快轨交通, 2017, 30(3): 78.
ZHAI Guorui, LIU Hongwei, SHI Xiuxia. Key technologies for unattended train operation signaling system for new generation metro vehicles[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2017, 30(3): 78.

· 收稿日期:2023-12-18 修回日期:2024-06-15 出版日期:2024-09-10
Received:2023-12-18 Revised:2024-06-15 Published:2024-09-10
· 第一作者:凌光清,高级工程师,lingguangqing@gzmttr.com
通信作者:叶富智,高级工程师,yefuzhi@gzmttr.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

敬请关注《城市轨道交通研究》微信视频号

《城市轨道交通研究》微信视频号聚焦轨道交通行业内的热点问题、焦点问题,以及新技术、新成果,邀请相关专业领域内的专家学者及高级管理人员以视频方式解读和评述,是您及时获知行业资讯、深度了解轨道交通各专业领域的最佳平台。您还可以通过该平台查阅往期论文、查询稿件进度、开具论文录用通知书。敬请关注。

