

南宁轨道交通 5 号线行车综合自动化系统 新增功能联调方案与验证

颜 纯

(上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 200070, 上海//助理工程师)

摘 要 结合南宁轨道交通 5 号线一期工程,对 FAO(全自动运行)和智慧车站等技术应用下 TIAS(行车综合自动化系统)新增的典型功能,即 SPKS(人员防护开关)与门禁抽屉的联动功能、一键开关站功能的联调方案进行了研究,并分析了该功能验证过程中的常见问题和解决方案。

关键词 城市轨道交通;行车综合自动化系统;新增功能;联调;验证

中图分类号 U29-39

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.02.029

Joint Commissioning Scheme and Verification of Nanning Rail Transit Line 5 Train Integration Automatic System Newly Added Functions

YAN Chun

Abstract Based on the phase I project of Nanning Rail Transit Line 5, the joint commissioning scheme of the new typical functions of the TIAS (train integration automatic system) under the application of FAO (fully automatic operation) and smart station technology is studied, and the functions are the linkage of SPKS (staff protection key switch) and ACS (access control system) drawer, and the one key switching station. The common problems and solutions in the process of function verification are analyzed.

Key words urban rail transit; TIAS; newly added function; joint commissioning; verification

Author's address Shanghai Shentong Rail Transit Research and Consultancy Co., Ltd., 200070, Shanghai, China

南宁轨道交通 5 号线(以下简称“5 号线”)是华南地区第一条城市轨道交通 FAO(全自动运行)线路,也是我国第一条信号与综合监控深度集成的线路。该线路建设全过程以运营需求为导向,基于《南宁市轨道交通 5 号线一期工程 FAO 场景说明书》划分的 156 个 FAO 场景开展机电系统的设计与

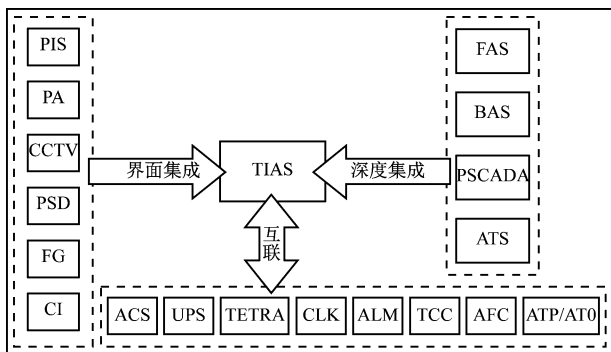
建设。

FAO 技术和智慧车站应用下的轨道交通线路相较于常规线路,其通信、信号、车辆、综合监控、站台门等核心系统高度集成和互联,专业交叉多、系统复杂性高。FAO 线路的综合联调若单以标准、规范作为依据进行功能验证,便无法覆盖系统设计及运营要求的全部功能。5 号线综合联调工作针对 FAO 系统多专业联动的特点,通过与系统总包管理工作有效对接,以运营场景说明书为基础,对 FAO 系统涉及的所有关联接口及其功能进行有效梳理,分解制定出 41 项 FAO 系统的功能验证方案。本文对 TIAS(行车综合自动化系统)相关 FAO 系统功能验证方案进行了分析研究,为后续新建 FAO 线路综合联调工作提供参考建议。

1 5 号线 TIAS 的架构

5 号线 TIAS 的主要目的是采用系统化方法将各分散的自动化系统联结为一个有机的整体,实现 5 号线一期工程各专业系统之间的信息互通、资源共享,提高各系统的协调配合能力,高效实现系统间的联动,以提高 5 号线一期工程全线的整体自动化水平。

TIAS 采用以行车指挥为核心的综合调度指挥系统,将信号系统、变电所 PSCADA(电力监控和数据采集)系统、BAS(环境与设备监控系统)、UPS(不间断电源)系统、PSD(站台门)系统、CCTV(闭路电视)系统、PA(广播)系统、ACS(门禁系统)、无线通信系统、CLK(时钟)系统、轨道交通 TCC(列车控制中心)、OPS(大屏显示系统)等统一纳入一个综合数据信息平台内,从而使各系统的信息形成一个紧密结合的整体,在 TIAS 上实现对车、电、机的统一监控。5 号线 TIAS 结构如图 1 所示。



注:PIS 为乘客信息系统;FG 为防淹门;CI 为计算机联锁;FAS 为火灾报警系统;ATS 为列车自动监控;TETRA 为泛欧集群无线电;ALM 为集中告警;AFC 为自动售检票;ATO 为列车自动运行;ATP 为列车自动防护。

图1 5号线 TIAS 架构

Fig.1 TIAS architecture of Line 5

2 5号线 TIAS 的新增功能

2.1 人员防护开关与门禁抽屉的联动功能

为了能为工作人员提供可靠的安全防护,并防止列车非预期移动,需在正线各车站控制室全自动 IBP(综合后备操作盘)上设置 SPKS(人员防护开关)及相应表示灯;在 DCC(车辆段控制中心)控制室设置 SPKS 及相应表示灯的控制盘。转动 SPKS,使之处于激活状态时,建立相应封锁区域。封锁区域外的列车不能进入该区间,封锁区域内的列车制动停车或保持停止状态不发生移动。

在正线车站站台端头门后设备区通道与区间的隔离门及车辆基地有人区和无人区隔离门处设置门禁,根据5号线的运营需求及管理模式,由中央

门禁系统统一授权。综合监控工作站能显示隔离门的门禁状态,以及能显示处于打开状态隔离门的告警信息。该工作站在车站/车辆基地车控室设置隔离门专用的门禁卡抽屉。SPKS 与门禁卡抽屉联动且一一对应,且仅在 SPKS 处于区间封锁状态位置时,专用门禁卡抽屉才能打开。

车站/车辆基地控制室 IBP 的 SPKS 处于非激活状态时,无法抽出门禁卡抽屉;SPKS 处于激活状态时,信号系统封锁相应区段,此时可抽出对应门禁卡抽屉,门禁卡抽屉的抽出/收起状态不影响 SPKS 的操作;将 SPKS 旁路开关打至激活状态,再将 SPKS 打至激活状态,相关区段处于非防护状态。

2.2 TIAS 一键开关站功能

TIAS 能采集、汇总和处理所集成、互联系统的设备运行状态和故障信息。为协助车站运营人员方便、高效地完成运营日常工作,提高车站自动化运营水平,实现运营管理的全面自动化,TIAS 增加了对车站站内站台门、卷帘门、AFC、电扶梯、通风空调系统、照明、CCTV 等相关机电系统的一键开关站功能。

TIAS 一键开关站功能由《南宁市轨道交通5号线一期工程FAO场景说明书》划分的156个场景确定。大部分FAO场景中对TIAS的功能需求都可由该系统界面中分立的子系统界面、系统联动、弹框等功能完成。对部分操作步骤较多的场景,设置了专门的场景画面,对涉及的相关系统、设备进行集中监控、集中操作;同时对于部分紧急的、流程复杂的场景,通过界面流程展示提供辅助支持。一键开关站流程如图2所示。

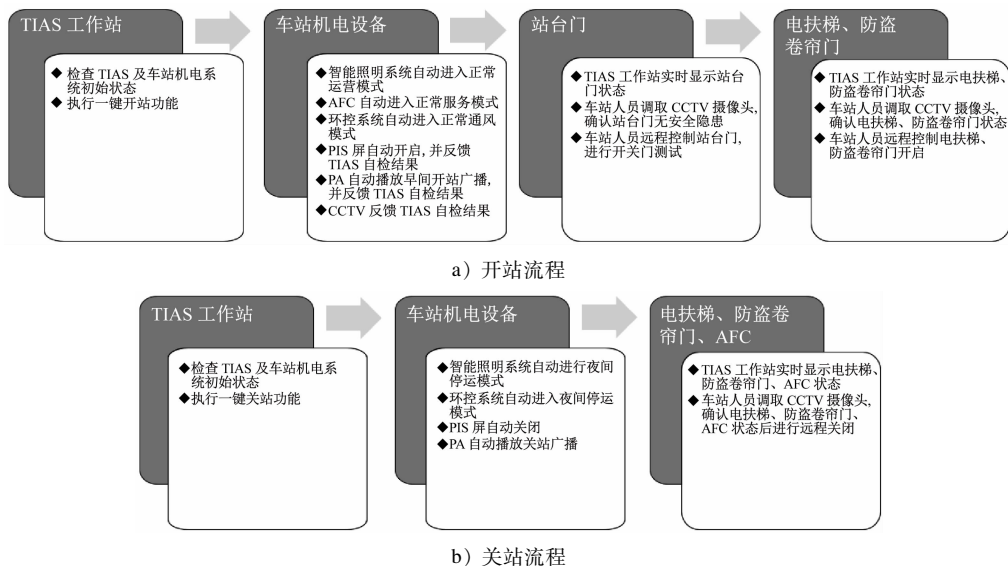


图2 TIAS 一键开关站流程

Fig.2 TIAS one key switching station process

3 5 号线 TIAS 新增功能的验证

3.1 SPKS 与门禁抽屉联动功能验证方案

3.1.1 前置条件确认

- 1) 控制中心及车站 TIAS 服务器的 FEP(前端处理器)设备已完成安装调试。车控室 TIAS 工作站已完成安装调试,并可投入使用。TIAS 至各接口专业的线缆敷设、接续及校验已完成。
- 2) TIAS 与各接口子系统之间已经完成单体测试和功能测试,能正确接收显示子系统的上传信息,同时可提供由监理签字的单系统调试报告。
- 3) 车控室 IBP 已安装完成,IBP 至信号系统专用设备专用线缆的敷设、接续、校验完成,IBP 与信号系统相关操作按钮已完成对点测试。
- 4) 信号系统具备正线动车调试条件,ATP、TIAS、ATO 系统功能检验已完成。所有相关设备都

已开启使用并正式纳入信号联锁(站台门开启信息、防淹门开启信息、紧急停车按钮激活信息等的接点封连线等临时调试设备均已拆除)。TIAS 与 IBP 接口、IBP 与门禁抽屉接口调试已完成。

5) 测试前由施工单位提交各专业单机、单系统测试报告,并由综合联调方确认是否具备进行本项测试的能力。

3.1.2 DCC 控制室 SPKS 与门禁抽屉联动功能验证

DCC 控制室 SPKS 与门禁抽屉联动功能验证步骤如表 1 所示。

3.1.3 车站控制室 SPKS 与门禁抽屉联动功能验证

车站控制室 SPKS 与门禁抽屉联动功能验证步骤如表 2 所示。

表 1 DCC 控制室 SPKS 与门禁抽屉联动功能验证步骤

Tab.1 Function verification steps of SPKS and ACS drawer linkage in DCC control room

步骤	验证内容	预期结果
1	在 DCC 控制室 IBP 将 SPKS 开关打至非激活状态,依次尝试抽出所有门禁卡抽屉,观察抽屉是否依旧锁住	将 SPKS 打至非激活状态,所有门禁卡抽屉锁住无法抽出
2	依次将各 SPKS 打至激活状态,观察信号系统是否对相应区段进行防护,尝试抽出对应门禁卡抽屉,观察门禁卡抽屉是否可抽出以及其他门禁卡抽屉是否仍旧锁住	将 SPKS 打至激活状态,信号系统对该 SPKS 对应的区段进行防护,且与该 SPKS 对应的门禁卡抽屉可以抽出,其他抽屉锁住
3	将门禁卡抽屉分别设置为抽出/收起状态,观察是否能将 SPKS 打至非激活/激活状态	门禁卡抽屉处于抽出状态中,对应 SPKS 可以打至激活状态和非激活状态;门禁卡抽屉处于收起状态中,对应 SPKS 可以打至激活状态和非激活状态
4	按下紧急停车按钮,观察信号系统所在相关区段的防护情况	按下 DESB(车场紧急关闭按钮)后,信号系统对相关区段进行防护
5	将 SPKS 旁路开关打至激活状态,再将 SPKS 打至激活状态,观察信号系统所在相关区段的防护情况	SPKS 旁路开关打至激活状态后,将 SPKS 打至激活状态,信号系统所在相关区段处于非防护状态

表 2 车站控制室 SPKS 与门禁抽屉联动功能验证步骤

Tab.2 Verification steps of SPKS and ACS drawer linkage function of station control room

步骤	内容	预期结果
1	在车站车控室 IBP 将 SPKS 打至非激活状态,依次尝试抽出所有门禁卡抽屉,观察抽屉是否依旧锁住	将 SPKS 打至非激活状态,所有门禁卡抽屉锁住无法抽出
2	依次将各 SPKS 打至激活状态,观察信号系统相关区段的防护情况,尝试抽出对应门禁卡抽屉,观察门禁卡抽屉是否可抽出以及其他门禁卡抽屉是否仍旧锁住	将 SPKS 打至激活状态,信号系统对该 SPKS 对应的区段进行防护,且与该 SPKS 对应的门禁卡抽屉可以抽出,其他抽屉锁住
3	将门禁卡抽屉分别设置为抽出/收起状态,观察是否能将 SPKS 打至非激活/激活状态	门禁卡抽屉处于抽出状态中,对应 SPKS 可以打至激活状态和非激活状态;门禁卡抽屉处于收起状态中,对应 SPKS 可以打至激活状态和非激活状态

3.2 TIAS 一键开关站功能验证方案

3.2.1 前置条件确认

- 1) 控制中心及车站 TIAS 服务器的 FEP 已完

成安装调试。车控室 TIAS 工作站已完成安装调试,并可投入使用。TIAS 至各接口专业线缆的敷设及接续、校验已完成。

2) TIAS 与各接口子系统之间已经完成单体测试和功能测试,能正确接收显示子系统上传信息,并提供由监理签字的单系统调试报告。

3) 车控室 IBP 已安装完成,IBP 至各接口专业设备专用线缆的敷设、接续、校验完成,IBP 各操作按钮与风机、站台门、BAS、门禁、售票闸机、消防栓泵、乘客信息系统、信号系统、电扶梯等接口已完成对点测试。

4) 无线通信系统已实现全线覆盖,无线手持台能实现 OCC(运营控制中心)与车站之间的相互

联系。

5) 测试车站所有设备的 UPS 已完成调试并投入使用,确保在失去市电时,由后备电源为设备供电。

3.2.2 TIAS 一键开关站功能验证

对 TIAS 一键开关站功能进行验证,发现该系统能够满足《南宁市轨道交通 5 号线一期工程 FAO 场景说明书》要求,能够通过场景画面对涉及的系统、设备进行集中控制与操作。TIAS 一键开关站功能验证的具体操作步骤如图 3 所示。

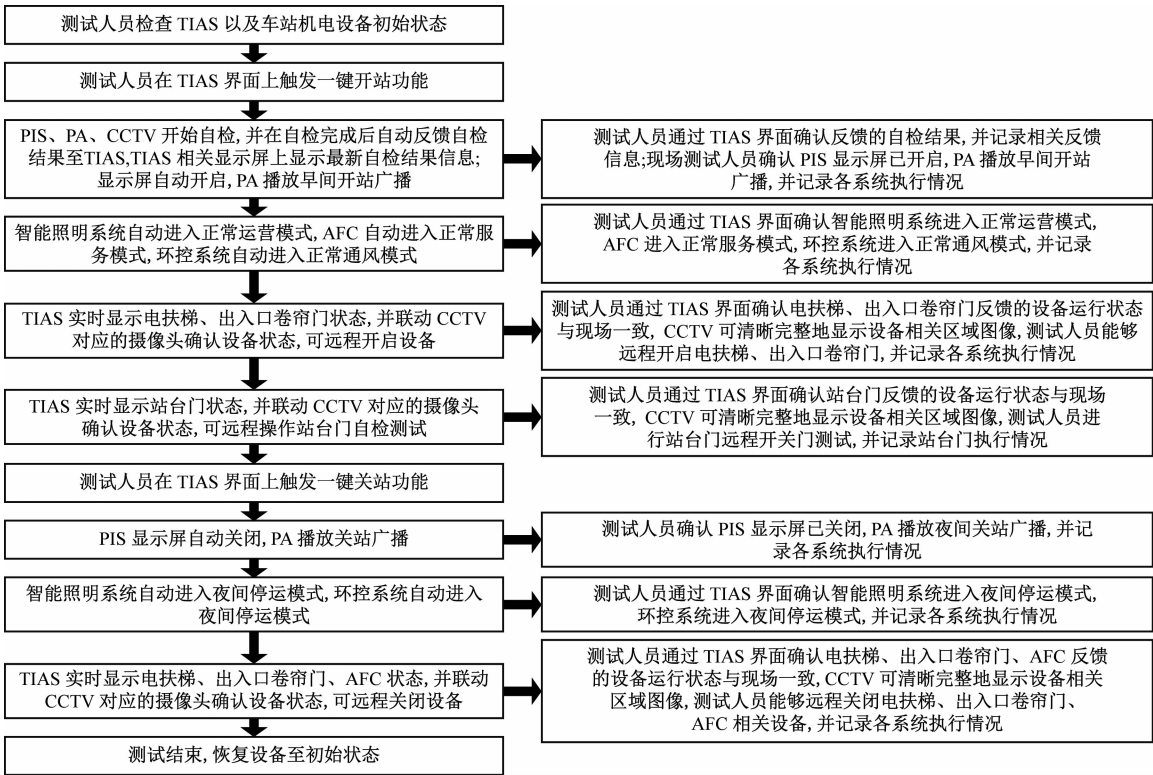


图 3 TIAS 一键开关站功能验证步骤

Fig. 3 Verification steps of TIAS one-button switching station function

3.3 安全注意事项

1) 参与测试的所有人员应遵守运营公司的相关安全规章及作业程序。

2) 所有参与联调的单位及人员均应熟悉联调组织及实施方案,并做好各项准备工作,其中必须包括调试过程中需要使用的通信工具。

3) 调试现场配置 1 名安全管理人员,负责对现场调试人员安全及设备安全进行巡检。

4) 现场调试组在对设备进行调试后,应对已合格的设备进行标识处理和锁闭处理,避免因误操作导致系统设备受到损坏。

5) 在系统调试过程中,各系统专业设备承包商

应配备足够的专用工机具和仪器仪表设备,严禁在调试现场采用危险性高的临时操作办法来进行设备操作。

6) 应设置应急抢险小组,确保系统调试过程中的安全应急响应。

4 5 号线 TIAS 新增功能联调验证中的存在问题及解决方案

5 号线 TIAS 新增功能联调验证中存在的问题如下:

1) 问题 1:将 SPKS 打至激活状态后,信号系统对应防护区段功能正常,当前测试的 SPKS 启用状

态指示灯未亮,其他 SPKS 的启用状态指示灯亮。

2) 问题 2:一键开关站功能调用 CCTV 对图像中的电扶梯等设备进行远程启停时,图像中对应的电扶梯无响应,TIAS 收到其他电扶梯动作反馈。

3) 问题 3:在综合联调过程中出现配合的单位人员未到位或未准备测试需要的工器具,以及问题接口在复测时未进行整改的问题。

针对上述 TIAS 新增功能联调验证中存在的问题,提出以下解决方案:

1) 针对问题 1,检查 IBP SPKS 与对应的指示灯接线是否正确,同时还应检查 IBP SPKS 与 SPKS 联动的门禁卡抽屉是否对应,以及其他抽屉在该情况下是否可以抽出。

2) 针对问题 2,为解决车站内电扶梯至 TIAS 与 IBP 的接线错误,电扶梯与 TIAS 及 IBP 需重新进行对点调试;同时还应考虑是否为 CCTV 调取图像错误,调取的图像对象为非正在进行测试的对象。TIAS 软件内点位配置错误亦会造成上述问题。

3) 针对问题 3,在综合联调期间使用信息化平台,通过发布联调通知与配合单位充分沟通后续联调需求。利用信息化平台对联调接口及点位进行 100% 覆盖,同时与参建单位同步共享联调进度,对发现问题整改进度实时跟踪,提高整个综合联调的质量和效率。

5 结语

FAO 线路建设是未来城市轨道交通行业发展的大趋势,人员安全保障及运营场景功能覆盖范围

在未来会更加重要、更加全面。本文研究了 SPKS 与门禁抽屉联动功能以及一键开关站功能的验证方案,以期为后续 FAO 线路 TIAS 相关功能验证提供参考。同时对于综合联调,应综合考虑各机电系统功能联调的节点,在提高系统及设备稳定性的同时达到控制时间和人力的效果。

参考文献

- [1] 上海申通轨道交通研究咨询有限公司. 南宁市轨道交通 5 号线一期工程综合联调总结评估报告[R]. 上海:上海申通轨道交通研究咨询有限公司,2021.
Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd. Summary and evaluation report on comprehensive joint commissioning of Nanning Rail Transit Line 5 phase I project[R]. Shanghai: Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd., 2021.
- [2] 上海申通轨道交通研究咨询有限公司. 南宁市轨道交通 5 号线一期工程全自动运行场景说明书[R]. 上海:上海申通轨道交通研究咨询有限公司,2021.
Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd. Fully automatic operation scenario specification of Nanning Rail Transit Line 5 phase I project[R]. Shanghai: Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd., 2021.
- [3] 南宁轨道交通集团有限责任公司. 南宁市轨道交通 5 号线一期工程信号系统(含综合监控系统)技术规格书[Z]. 南宁:南宁轨道交通集团有限责任公司,2018.
Nanning Rail Transit Group Co., Ltd. Technical specifications for signaling system (including ISCS) of Nanning Rail Transit Line 5 phase I project[Z]. Nanning: Nanning Rail Transit Group Co., Ltd., 2018.

(收稿日期:2022-11-11)

(上接第 127 页)

Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd. Report of integrated joint commissioning summary and evaluation of Nanning Rail Transit Line 5 Phase I project[R]. Shanghai: Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd., 2021.

- [3] 上海申通轨道交通研究咨询有限公司. 南宁市轨道交通 5 号

线一期工程全自动运行场景说明书[R]. 上海:上海申通轨道交通研究咨询有限公司,2021.

Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd. FAO scenario description of Nanning Rail Transit Line 5 phase I project[R]. Shanghai: Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd., 2021.

(收稿日期:2022-09-15)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》
服务热线 021—56830728 转 821