

南京地铁2号线ATS系统的组成及常见故障处置

王寅

(南京地铁运营有限责任公司 南京 211135)

摘要 列车自动监控系统(Automatic Train Supervision, ATS)是地铁信号系统的重要组成部分,可通过与信号系统中其他子系统的协同配合,实现对城市高密度轨道交通的信号自动化管理和全自动行车调度监控。文中以南京地铁2号线ATS系统为例,结合ATS系统的结构组成和工作原理,对常见的ATS系统故障处置方法进行了总结,通过对故障现象分析及处置过程的描述,提高了ATS系统的维护质量。

关键词: 地铁信号;ATS系统;故障分析;应急处置

中图分类号 TP399

A Brief Analysis for the Composition and Fault Handling of the ATS System in Nanjing Metro Line 2

WANG Yin

(Nanjing Metro Operation Co., Ltd., Nanjing 211135, China)

Abstract Automatic Train Supervision (ATS) is an important component of the metro signal system, which can be coordinated with other subsystems in the signal system to realize the automatic signal management and automatic traffic scheduling monitoring of urban high-density rail transit. Taking the ATS system of Nanjing Metro Line 2 as an example, combined with the structure and working principle of the ATS system, the common fault handling methods of the ATS system are summarized. Through the analysis of the fault phenomenon and the description of the handling process, the maintenance quality of the ATS system is improved.

Key words Subway signaling, ATS system, Fault analysis, Emergency handling

1 ATS系统简介

列车自动监控系统(Automatic Train Supervision, ATS)^[1]是地铁信号系统的重要子系统,可通过与列车自动防护系统ATP、列车自动运行系统ATO、正线联锁系统等协同配合,实现对地铁线路运营和列车运行调度的监督和控制。同时,ATS系统可通过与电力调度系统SCADA、火灾报警系统FAS、环境控制系统BAS等非信号系统的集成,实现对这些系统的监控。

2 南京地铁2号线ATS系统概述

南京地铁2号线于2010年5月正式投入运营,2号线西延线于2021年12月正式通车,西延后的2号线使用了恩瑞特ATS系统。该ATS系统能在各终端显示屏及调度大厅背投大屏上反映线路的实时状态(如道岔位置、信号机状态、轨道占用情况)和列车运行信息,具备运营时刻表管理、列车自动调整、列车监督与追踪、进路自动排列等功能。同时,该系统支持各种调度控制功能,如临时限速、车站跳停、关闭区段等,可对列车进入正线、运行、进出站、停站、折返、

返段、列车进路安排等调度操作进行自动化控制^[2]。

3 南京地铁2号线ATS系统的组成

3.1 系统总体架构

南京地铁2号线ATS系统主要由中央ATS(Central-ATS)、本地ATS(Local-ATS)及通信传输网络3个部分组成,系统通信网络使用以太网进行数据传输,以总线的方式连接。系统总体架构如图1所示。

3.2 中央ATS(Central-ATS)

南京地铁2号线的中央ATS设备设置在控制中心(OCC),位于珠江路地铁大厦。中央ATS系统的各部件、终端和服务器之间通过冗余配置的局域网连接。控制中心局域网采用TCP/IP通信协议,用两台以太网交换机实现路由功能。

中央ATS主要包括冗余配置的通信网络、冗余配置的中央应用服务器(CAS)、冗余配置的数据库服务器(DBS)及磁盘阵列^[3]、冗余配置的中央前端处理器(CFEP)、冗余配置的操作员工作站(HMI)、记录回放工作站、背投工作站、

作者简介:王寅(1986—),本科,中级工程师,从事城市轨道交通信号技术研究与应急管理工作。

背投大屏、维护员工作站(维护 HMI)、时刻表编辑器(TTE) 以及运行图显示工作站。

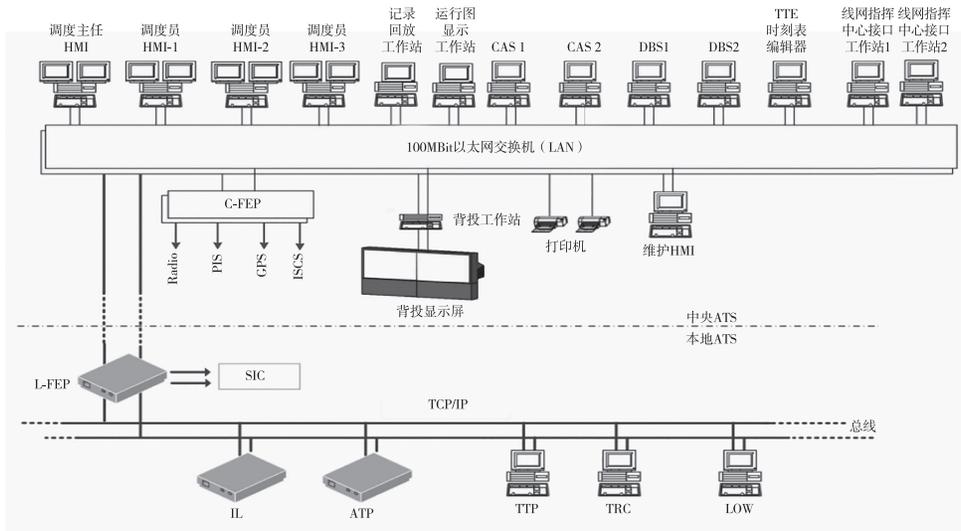


图1 2号线ATS系统的总体架构

CAS是中央ATS系统的数据处理中枢,可以处理来自联锁系统、列车自动防护系统(ATP)和其他外部系统的数据。CAS服务器可以通过对数据进行逻辑运算,实现对列车运行操作的自动控制,如进路自动排列、列车自动调整、列车自动监督与追踪等。同时,基于CAS服务器功能的重要性,CAS服务器采用双网冗余、双机热备组件,主机和备机同时工作,且备机实时与主机进行数据同步,可实现无缝切换,提高可靠度。数据库服务器(DBS)包含一套磁盘阵列,负责中央ATS系统数据的调用和存储。所有的系统数据和应用软件都存储在DBS服务器上,如站场布置图、计划时刻表以及其他配置数据。在运行期间,所有相关的运行数据(如时刻表、操作日志等)都将存在Oracle数据库中(用于查询和报告生成)。中央前端处理器(CFEP)负责提供ATS系统与其他外部子系统的接口,实现与外部系统的信息交互。一方面,CFEP负责提供信号系统与其他外部系统的交互接口;另一方面,CFEP可用于隔离信号系统网络和其他外部系统网络,保障信号系统网络不受外界网络的影响。操作员工作站(HMI)能为操作人员提供中央ATS系统的各项操作功能。中央ATS系统中存在多台HMI,并能根据操作人员的角色为其分配不同的功能权限,如调度工作站、维护员工作站(维护HMI)、背投工作站、记录回放工作站、车辆段/停车场工作站、运行图显示工作站等。各HMI在软件上具有相同的结构,利用多窗口技术和清晰简单的图形化信息表达手段,能根据用户角色和设备角色实现不同的功能。时刻表编辑器(TTE)可以管理时刻表的工作站,负责运营时刻表的离线构建和验证、实际运营时刻表的在线编辑。列车运行时刻表的生成、编辑、验证、导入、导出等操作都可通过TTE实现。

3.3 本地ATS(Local-ATS)

本地ATS系统可在中央ATS系统出现故障时实现后备

控制功能。如果中央ATS的两台中央应用服务器(CAS)都发生故障,后备ATS模式就会自动启用,由本地ATS设备提供进路自动排列、列车自动跟踪、本地时刻表管理等功能,避免ATS功能完全丧失。南京地铁2号线的本地ATS设备可根据安装位置的不同分为4类。(1)设置在控制中心(OCC)的本地ATS设备,如调度大厅的中央操作员工作站(C-LOW)。(2)设置在联锁设备集中站的本地ATS设备,如设置在马群站、集庆门大街站的本地前端处理器(LFEP)。(3)设置在各车站的本地ATS设备,如本地操作员工作站(LOW)。(4)设置在停车场、车辆段的场段前端处理器(DFEP)。其中,集庆门大街站为具有后备ATS功能的设备集中站,额外设置了本地时刻表处理器(TTP)和列车排路计算机(TRC),是中央ATS系统的主要后备。

本地ATS主要包括冗余配置的通信网络、本地操作员工作站(LOW)、设置在中央的本地操作员工作站(CLOW)、本地前端处理器(LFEP)、场段前端处理器(DFEP)、列车排路计算机(TRC)^[4]、本地时刻表处理器(TTP)、发车计时器(TDT)、车站LED等设备。本地前端处理器(LFEP)是中央ATS系统与联锁系统和ATP/ATO系统的接口设备,也是中央ATS系统与本地ATS系统之间的接口设备。其还与车站接口柜SIC连接,负责为TDT、IBP、车站LED屏等站台设备提供接口。本地操作员工作站(LOW)设置于各车站,通过以太网实现与联锁系统和列车自动防护系统ATP的通信。行车调度员、车站值班员可通过CLOW/LOW来查看线路和列车状态、查看报警记录等,并通过CLOW/LOW控制联锁系统设备(如道岔、信号机、轨道)。列车排路计算机(TRC)与本地时刻表处理器(TTP)负责在后备ATS模式下接管中央ATS服务器的工作。TRC的TMT组件(负责列车监督与追踪)可根据列车状态信息或车次号信息(目的地号、表号、服务号)进行列车运行追踪,为调度员提供列车位置信息。TRC的ARS组件(负责自动排列进路)则能结合列车当前位置、车次号等信息将需要排列的

进路分配给相应的列车。本地时刻表处理器(TTP)可以储存与中央ATS一致的的时刻表,当中央ATS存在故障时,如果时刻表已同步,TTP将继续使用当前的时刻表;如果未同步,TTP将自动调用并加载默认的时刻表。

4 ATS系统中的常见故障处置

4.1 常见的ATS系统故障类型

基于南京地铁2号线恩瑞特ATS(列车自动监控)系统的组成及实际维保经验,可将常见的ATS系统故障分为硬件类、软件类和通信类故障。(1)硬件类故障通常由ATS设备部件的物理损坏或老化引起。例如,风扇、数据存储器件(如硬盘和磁盘阵列)、接口板件或电源模块等。它们在长时间的运行过程中可能因环境因素(如温度、湿度、灰尘、振动等)或频繁启停导致性能下降或损坏,产生故障。(2)常见的软件类故障包括ATS系统软件卡死、报错、冗余设备数据不同步及软件程序缺陷。例如,底层操作系统故障、系统内存不足、硬盘空间不足、ATS软件升级不当或冗余设备抢主等均可导致此类故障。软件故障在严重时可能导致整个ATS系统陷入瘫痪。(3)通信类故障主要表现为数据信息传输存在延迟或中断现象,影响设备与设备间、控制中心与本地车站及列车间的信息交换。产生这类故障的原因较多,如通信交换机故障、通信传输线缆及接头的松动或损坏、网络配置错误或通信板卡故障等。

4.2 常见ATS系统故障处置案例

4.2.1 操作员工作站HMI及背投大屏上车次框显示异常

(1)故障描述。在操作员工作站HMI及背投大屏的线路轨道图上,若发现所有运营列车丢失车次框(轨道图上只显示列车实际占用的位置,列车上方无车次框显示)或列车车次框来回闪烁,即可确定列车车次框存在异常。(2)故障处置。首先需要查看报警记录并观察HMI上及背投大屏上的轨道图的显示状态,判断是否符合故障描述;确认故障现象后,立即查看中央应用服务器CAS是否正常运行(系统图上CAS1和CAS2的网络连接状态是否显红、设备房内CAS服务器是否正常运行),再查看CAS报文确定故障原因。若故障原因为CAS主备机互相抢主,应立即关闭一台CAS,实现单机运行,避免抢主,待夜间停运后再进行排查;如果故障原因为双机宕机,应立即重启CAS双机。

4.2.2 LOW机(本地操作员工作站)灰显

(1)故障描述。单站LOW机(本地操作员工作站)灰显,显示屏上的轨道线路元素状态以及各控制操作按钮均灰显,车站值班员无法进行操作。(2)故障处置。首先,需要尝试回到操作系统桌面,强制关闭LOW机软件,再依次打开桌面软件,重新登录后查看故障是否恢复。若无效,则对LOW机主机进行重启,启动后依次打开桌面软件并登录,查看故障是否恢复。若上述操作无法解除故障现象,则应

排查LOW机的网络连接情况。首先,查看LOW机主机网口灯位状态,若网口灯位异常,则拔插、紧固网线后再观察灯位,确认网口灯位恢复正常且相邻站设备可PING通后,再重新打开软件并登录,查看故障是否恢复。若上述操作后故障仍未恢复,则可尝试将电脑的网卡先禁用再启用,再重新登录LOW机软件。

4.2.3 背投大屏蓝屏故障

(1)故障描述。调度大厅背投大屏显示蓝屏,影响调度员查看整体线路状态、全线列车位置及运行情况。(2)故障处置。首先,查看背投大屏哪部分出现蓝屏,判断是所有屏幕都蓝屏还是部分大屏蓝屏。若所有屏幕都蓝屏,则应考虑重启背投工作站,重新接入背投显示的信号;若重启背投工作站后蓝屏故障未恢复,则可考虑更换背投工作站。若背投大屏部分蓝屏,则应首先考虑将故障屏幕与非故障屏幕的输入线互换,观察故障现象是否转移。若故障现象转移,则考虑更换故障屏幕的输入线缆;若故障现象未转移,则考虑更换故障屏幕的输入板。

4.2.4 数据库服务器DBS功能失效

(1)故障描述。数据库服务器DBS出现故障时,主要存在3种情况,分别是HMI工作站报表功能无法使用;HMI工作站的运图TGI软件无法调用归档时刻表文件;HMI工作站软件重启后无法再次打开,显示“连接数据库失败”。(2)故障处置。出现此类故障现象时,首先应尝试登陆DBS服务器上的Rose终端管理软件,手动对DBS服务器进行主备切换,然后重启一台HMI工作站,以验证连接数据库是否正常。若切换完成后上述现象仍然存在,可在主用DBS服务器上尝试手动重新挂载数据库,若手动挂载失败或报错,则说明DBS服务器中的Oracle数据库文件存在问题,需要利用数据库备份对Oracle数据库文件进行重构。

5 结语

ATS系统的功能设计和可靠运行对提升地铁运营的效率 and 安全性至关重要。掌握ATS系统的结构组成、工作原理和常见故障的处置方法,维保人员便可以准确判断故障类型,并进行有效的应急处置,降低故障对地铁运营效率和服务质量的影响,为地铁的高效运行提供支撑。

参考文献

- [1] 唐斌. 浅析地铁CBTC制式下ATS子系统[J]. 信息通信, 2015(2): 136-137.
- [2] 朱晨呈. 浅谈地铁信号系统自动控制技术及其应用实践[J]. 通讯世界, 2016(2): 53.
- [3] 王鑫. 地铁信号ATS系统的功能分析[J]. 科技创新导报, 2018, 15(10): 10, 12.
- [4] 刘南川. 浅析大连地铁2号线信号ATS子系统与故障案例[J]. 科技创新导报, 2019(32): 121-122.