

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4440.2023.09.003

深圳都市圈城际铁路信号系统 综合智能运维平台建设方案

胡 威

(深圳铁路投资建设集团有限公司, 广东深圳 518000)

摘要: 简要介绍深圳都市圈城际铁路建设背景以及信号系统的运维现状。提出深圳都市圈城际铁路信号系统综合智能运维平台的建设目标, 通过分析设备的运维需求, 给出一套具体的软、硬件建设方案。该平台建成后, 有利于全面提升设备的运用维护和管理水平, 也有利于实现数据资源的整合和优化配置。

关键词: 智能运维; 信号系统; 城际铁路

中图分类号: U284.92

文献标志码: A

文章编号: 1673-4440(2023)09-0011-04

Construction Scheme of Comprehensive Intelligent Operation and Maintenance Platform for Intercity Railway Signaling System for Shenzhen Metropolitan Area

Hu Wei

(Shenzhen Railway Investment & Construction Group Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: This paper introduces the construction background of intercity railway in Shenzhen Metropolitan Area and the operation and maintenance status of the signaling system, proposes the construction goal of the integrated intelligent operation and maintenance platform. By analyzing the operation and maintenance requirements of the equipment, a set of specific software and hardware construction schemes are given. After the completion of the platform, it is conducive to comprehensively improving the O&M and management level of the equipment, and is also conducive to the integration and optimal configuration of data resources.

Keywords: intelligent operation and maintenance; signaling system; intercity railway

城际铁路作为典型的资产密集型行业, 涉及专业多, 管理的设备设施数量巨大^[1]。其中, 信号系统关系到铁路行车安全和保障运输效率, 有着重要

作用。传统铁路信号相关监测、运维系统存在数据标准不一, 数据的一致性、完整性难以确保; 缺乏有效的分析手段, 难以对数据进行深入分析和挖掘等缺点^[2]。随着城际铁路信息化的建设, 以及新技术新设备的大量投入, 同时为实现资产的全生命周期管理, 如何能够在运营过程中更加智能地对信号

收稿日期: 2022-05-27; 修回日期: 2023-07-05

作者简介: 胡威 (1989—), 男, 高级工程师, 硕士, 主要研究方向: 铁道信号, 邮箱: visitvic@hotmail.com。

系统进行运用维护成了一门需要在建设过程中亟待研究的课题^[3]。

1 建设背景

2020年8月4日，国家发改委正式批复《粤港澳大湾区（城际）铁路建设规划》，规划近中期到2025年，大湾区铁路网络运营及在建里程达到4 700 km，全面覆盖大湾区中心城市、节点城市

和广州、深圳等重点都市圈^[4]。根据相关安排，深圳地铁集团将负责粤港澳大湾区中深圳都市圈城际铁路的规划、设计、建设及运营。按照规划，深圳都市圈内共涉及11条城际铁路，线路总长度约1 071 km，如图1所示。2022年前启动建设的有：穗莞深城际南延线、深圳至惠州城际前海保税区至坪地段（含大鹏支线）、深圳机场至大亚湾城际深圳机场至坪山段。

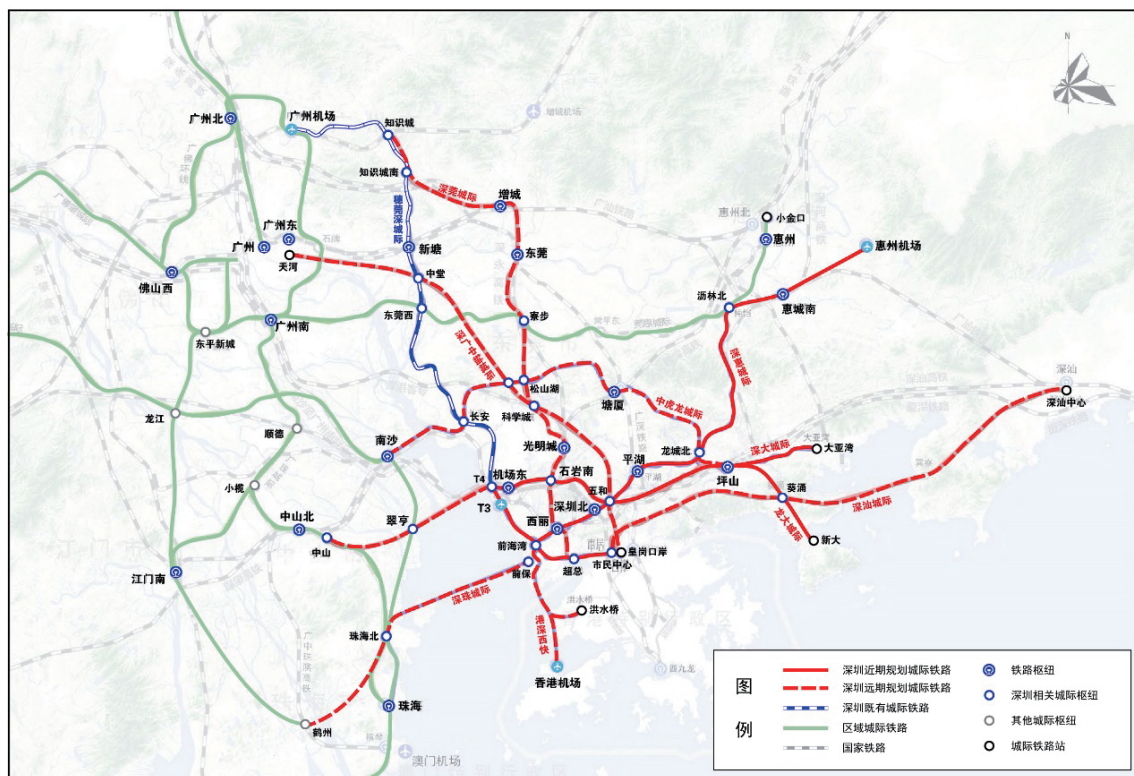


图1 深圳都市圈城际铁路建设范围
Fig.1 Construction scope of intercity railway in Shenzhen Metropolitan Area

2 信号系统运维现状

2.1 信号监测系统

信号集中监测系统或计算机监测系统作为信号专业的子系统之一，被普遍运用在国家铁路以及城际铁路线路中。信号监测系统把铁路信号设备作为监测对象，通过本地或网络远程实时监测信号设备的工作状态及电气特性，并能记录被操作的过程。信号监测系统具有自动监测、存储、报警等功能，同时提供了回放、异常分析等工具，是铁路信号设

备的综合测试、分析和管理系统^[5]。目前，新版信号集中监测系统还具有一定的趋势分析、报警分析等功能，但主要的信号设备故障分析还需依靠人工来完成，智能化的深度和广度还不够。

2.2 其他运维系统

除信号监测系统外，经过近十几年的装备与发展，其他涵盖了信号设备台账、监测检测、故障统计等多个业务，包括列控设备动态监测系统（Dynamic Monitoring System, DMS）、信号动态检测系统、列车自动防护系统（Auto Train

Protection, ATP) 车载设备信息管理系统、器材检修管理系统、信号安全生产调度管理系统及其他生产作业管理系统、信号技术设备履历管理系统、轨道车运行实时监测系统、列车运行实时检测系统等也在推进建设中。这些系统产生和积累了设备技术状态、故障报警、作业记录等海量数据。但是,各系统也存在着相互独立、接口和编码不统一、数据利用和共享不充分、数据存储不集中等问题,形成了信息孤岛,无法建立数据之间的关联关系,难以实现对信号设备状态进行全方位的科学评价与分析,造成大量数据闲置。同时,数据缺乏深度挖掘和开发,在对异常或故障事件的实时分析与诊断支持、采样数据的自动实时处理、设备状态的趋势判断、报(预)警信息的主动通知等方面,仍然存在严重的不足^[6]。

3 城际铁路信号系统综合智能运维平台

3.1 建设目标

遵循铁路信息化总体规划和“统一规划、统一标准、统一平台”的思路,按照“硬件平台统一化、数据采集归一化、数据接口集中化、综合资源共享化、专业应用定制化”的建设原则,构建电务大数据智能运维一体化平台,提升智能应用水平^[7]。建成集设备资产管理、综合分析管理、作业监控管理于一体的信号系统综合智能运维平台,实现信号系统运维管理的内容可视化、业务流程化、知识体系化、决策智能化和管理少人化。

3.2 需求分析

1) 管理需求:对管内各线路所有信号设备类的资产进行管理;能够记录涵盖出厂、安装、验收、运用、维护、维修、报废等全生命周期信息,并依据关联性分析、故障信息等资料制定备品备件的配置计划。

2) 采集需求:主要是从信号各子系统中采集并进行记录各类生产作业类数据,包括调度集中(Centralized Traffic Control, CTC)、计算机联锁(Computer Based Interlock, CBI)、列控中心

(Train Control Center, TCC)、车载信号设备、集中监测系统等日志、告警等信息,以及轨旁设备的电气特性、开关量等信息。

3) 分析需求:根据采集到的各类数据,使用人工智能模型分析系统健康状态,对设备寿命、运行情况、故障隐患等进行预测;运用大数据等方法生成信号设备的专家经验,对发生的故障提供故障溯源,给出合理有效的维修指导策略。

4) 生产需求:指导日常的维修生产作业,实现班组人员管理、维修材料管理、作业单派发等,以及异常情况下的应急调度指挥功能。

3.3 建设方案

3.3.1 总体方案

信号系统综合智能运维平台按照“硬件平台+应用模块”的模式,在不改动信号集中监测和其他运维系统的功能和结构的情况下,通过安全设备采集各子系统数据,进一步对数据进行清洗和筛选后,统一进行数据分析,满足各类运维需求。

硬件平台方面,在城际铁路控制中心统一部署数据库服务器、应用服务器、存储及备份系统、防火墙、大屏展示系统等设备。在深铁城际运营公司、信号维修车间和工区部署远程终端及相关外设,依托内部网络系统访问综合智能运维平台。

应用模块方面,依据需求分析,至少应包含信号设备资产管理、全生命周期管理、信号设备综合监测、故障智能诊断、故障预测与健康管理等、运维综合分析、作业管理、工机具管理、应急调度指挥等。

整个城际铁路信号系统综合智能运维平台构成如图2所示。

3.3.2 应用模块设计

1) 资产管理模块:规范收集设备基础台账,按照运维管理业务对象细分,形成资产、功能位置、设备、构件等多个级别的层级化设备分类,实现信号机、轨道电路、计轴、转辙机、应答器、系统设备等设备履历管理。设备履历电子化可实现班组-车间-维修基地-城际运营公司的网络填报、自动汇总,实现履历数据的大数据管理。

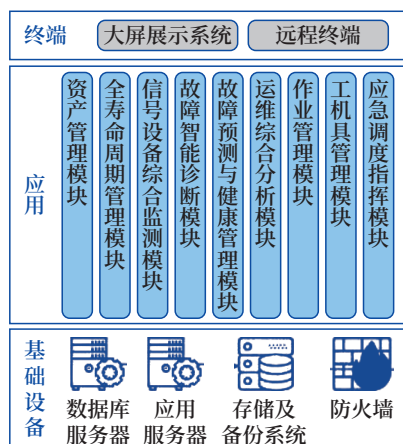


图2 信号系统综合智能运维平台构成
Fig.2 Composition of integrated intelligent O&M platform for signaling system

2) 全寿命周期管理模块：结合设备检测缺陷、特性测试、生产维修及更换等历史记录形成全寿命周期管理功能。按照“一单元一档案”的原则，通过对设备设施按单元将基础信息以及寿命周期内的静态信息和动态信息与编码进行关联，形成完整的设备单元技术状态档案，并提供对该单元的信息查询和自动统计^[8]。

3) 信号设备综合监测模块：利用既有信号监测系统，将监测系统收集的各信号设备的数据进行复现，并对全线车站进行统一管理，通过结构化图形，更好地展示各设备的工作状态。

4) 故障智能诊断模块：采用智能化的算法，对综合监测模块采集到的数据进行横向比对，提前发现设备隐患。当发生设备故障或者报警时，智能诊断模块能够诊断故障范围并定位故障点，根据历史数据及专家经验找出故障原因。

5) 故障预测与健康健康管理模块：依据设备资产的投产时间、监测数据、缺陷历史和作业频次，按照可调权重算法对各专业设备单元进行量化评分，综合分析设备劣化趋势，筛选重点病害地段、缺陷设备，实现对信号设备故障预测与健康管理和动态养护等功能，形成完善的设备健康评分机制。

6) 运维综合分析模块：主要由故障诊断与健康评分结果决定，推行灵活的设备维护模式。根据设备健康管理数据，将设备的健康状态分为周期性故

障、偶发性故障、损耗性故障和缺陷性故障等类别，分别采取加强监测、周期维修、升级改造、报废处理等方式，实现维修支出与维修效果的性价比最大化，为智能推送作业方案提供决策支撑。

7) 作业管理模块：包括维修年月表的制定、维修方案编制及审批、日计划作业票及派工单编制、相关风险要素控制及审批和作业过程安全卡控等。可利用移动终端软件对现场作业点进行实时监控，以录音、录像、视频监控等方式全程跟踪作业过程。

8) 工机具管理模块：通过电子标签动态识别技术，实现工机具设备出入库及进出场安全管理等功能，对现场遗落的工具进行报警。对各单位部门工具在用、领取、发放、报废等情况纳入系统进行信息管理，并进行查询统计、数据分析，关联使用人员、生产厂家、生产日期等信息，具备定额、周期、寿命追溯、状态评估等功能。

9) 应急调度指挥模块：为故障处理和巡检作业提供信息化辅助、作业安全提醒及作业指导、工单派发等。

4 结论

在城际铁路大规模建设的今天，信息化、智能化的运维需求应被重点关注。信号系统的运维是一个动态的过程，通过大数据、智能分析等手段，力争实现智能化监测、精准化维修的目的。信号系统综合智能运维平台的建设，有利于全面提升设备的运用维护和管理水平，也有利于实现数据资源的整合和优化配置。

参考文献

- [1] 杨航, 张海桃, 陆知言. 我国城市轨道交通设施智能维护分析[J]. 江苏科技信息, 2022, 39(1): 78-80.
- Yang Hang, Zhang Haitao, Lu Zhiyan. Analysis of Intelligent Maintenance of Urban Rail Transit Facilities in China[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2022, 39(1): 78-80.

(下转 22页)

- 路部分): TG/01-2014[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2014.
- [2] 中华人民共和国国家铁路局. 铁路信号设计规范: TB 10007-2017[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2017.
- [3] 中国铁路总公司. 列控系统临时限速技术规范: Q/CR 662-2018[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2019.
- [4] 中华人民共和国国家铁路局. 机车信号信息定义及分配: TB/T 3060-2016[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2016.
- [5] 中华人民共和国国家铁路局. 列控中心技术条件: TB/T 3439-2016[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2016.
- [6] 中国国家铁路集团有限公司. 列控中心技术条件: Q/CR 817-2021[S]. 北京: 中国国家铁路集团有限公司, 2021.
- [7] 中华人民共和国国家铁路局. 铁路车站计算机联锁技术条件: TB/T 3027-2015[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2016.
- [8] 中华人民共和国国家铁路局. 调度集中系统技术条件: TB/T 3471-2016[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2017.
- [9] 沈晓瑜. 朔黄铁路机车调度系统设计[J]. 铁路通信信号工程技术, 2021, 18(5): 28-32.
Shen Xiaoyu. Design of Locomotive Dispatching System for Shuohuang Railway[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2021, 18(5): 28-32.

(上接 14 页)

- [2] 胡启正, 杨勇, 王巍. 铁路电务智能运维应用系统研究与设计[J]. 中国铁路, 2021(4): 61-66.
Hu Qizheng, Yang Yong, Wang Wei. Research and Design of Intelligent Operation and Maintenance Application System for Railway Communication & Signaling[J]. China Railway, 2021(4): 61-66.
- [3] 李俊波, 王万齐, 沈鹏, 等. 高速铁路建维一体化数据管理与运用方法研究[J]. 中国铁路, 2022(3): 94-101.
Li Junbo, Wang Wanqi, Shen Kun, et al. Research on Integrated Data Management and Application Methods for Construction and Maintenance of High Speed Railway[J]. China Railway, 2022(3): 94-101.
- [4] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于粤港澳大湾区城际铁路建设规划的批复: 发改基础[2020]1238号[S]. 北京: 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 2020.
- [5] 马龙. 城市轨道交通信号系统智能维护监测平台研究与应用[J]. 铁道通信信号, 2021, 57(11): 73-76, 81.
Ma Long. Study and Application of Intelligent Maintenance Support Platform for Signal System in Urban Rail Transit[J]. Railway Signalling & Communication, 2021, 57(11): 73-76, 81.
- [6] 丁顺亭, 蒋纲, 王立延. 信号集中监测智能预警及诊断系统的设计与实现[J]. 铁道通信信号, 2019, 55(2): 21-24.
Ding Shunting, Jiang Gang, Wang Liyan. Design and Realization of Intelligent Warning and Diagnosis System of Centralized Signal Monitoring System[J]. Railway Signalling & Communication, 2019, 55(2): 21-24.
- [7] 陈建译. 电务大数据智能运维平台研究与应用[J]. 铁道通信信号, 2019, 55(S1): 162-166.
Chen Jianyi. Research and Application of Big-Databased Intelligent Operation and Maintenance Platform for Railway Communications and Signalling[J]. Railway Signalling & Communication, 2019, 55(S1): 162-166.
- [8] 王华伟. 铁路运输设备技术状态大数据平台研究[D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2017.