

铁路机务信息化 应用技术概论

莫易敏 周廷美 等编著



化学工业出版社

铁路机务信息化 应用技术概论

莫易敏 周廷美 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

发行部：010-64786000

定价：48.00元

本书介绍了机务系统信息化的常用技术以及机务系统信息化技术的最新发展趋势,着重介绍了自主研发的部分软件系统,对其主要子系统进行了详细的需求分析、概念设计、总体设计、编码和测试,并将该软件系统应用于某铁路局所属的机务段的安全生产指挥调度系统中。本书通过工程实例给出了解决问题的具体思路、应用技术和方法。本书以大量应用性的案例系统研究分析为主,反映了机务系统信息化建设近几年的最新研究成果。本书既可供高等学校机车专业和机械专业的研究生及本科生的相关课程作为教材使用,也可供有关专业的学生、教师阅读,同时可作为从事机务工作的工程技术人员及管理人士的参考书。

机务系统信息化应用案例

莫易敏 周廷美 编著

图书在版编目(CIP)数据

铁路机务信息化应用技术概论/莫易敏,周廷美等编著. —北京:化学工业出版社,2017.10
ISBN 978-7-122-30434-6

I. ①铁… II. ①莫…②周… III. ①信息技术-应用-机车工程 IV. ①U26-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第195713号

责任编辑:李玉晖 杨 菁

装帧设计:韩 飞

责任校对:宋 玮

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:三河市延风印装有限公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张13¼ 字数315千字 2017年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00元

版权所有 违者必究



>>> 前言

随着铁路的高速发展,机务系统的整备、检修、运用工作越来越重要,直接关系到机车运行的安全性。因此,对机务领域的整备、检修、运用工作进行信息化管理,对提高机务系统的工作效率和管理水平具有重要意义。

为了适应培养高素质应用型工程技术人才的需要,编者结合多年来在机务信息化建设中积累的经验,针对机务系统信息化的特点,有选择地介绍了相关系统开发的常用技术;本书紧密联系机务系统信息化技术的最新发展趋势,介绍了自主研发的部分软件系统。以某铁路局机务系统的安全生产指挥平台为研究对象,针对机务系统信息化的需求,对其主要子系统进行了详细的需求分析、概念设计、总体设计、编码和测试,并应用于该铁路局所属的3个机务段。这里通过工程实例给出了解决问题的具体思路、应用技术和方法,注重提高解决实际问题的能力。在编写本书的过程中,参考了国内外的资料,以大量应用性的案例分析为主,反映了机务系统信息化建设近几年的最新研究成果,体现了内容的完整、科学和新颖。

全书共分9章,第1章、第7章由莫易敏撰写;第2章、第3章由周廷美撰写;第4章由高峰、王丁、周廷美撰写;第5章由余国景、魏贝、周廷美撰写;第6章由刘萍、尤小玲、莫易敏撰写;第8章由焦青青、王绍伟、周廷美撰写;第9章由张廷雷、尹湘立、莫易敏撰写;全书由莫易敏、周廷美统稿。武汉瑞尔威科技开发有限公司提供了大量的研究资料,在书中还引用了其他一些作者的资料,在此一并致谢。

本书内容丰富、取材新颖、实用性强,既可供高等学校机车专业和机械专业的研究生及本科生的相关课程作为教材使用,也可供有关专业的学生、教师阅读,同时可作为从事机务工作的工程技术人员及管理人员的参考书。

由于编者水平有限,书中的不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2017年8月

目 录

第1章 绪 论

1

1.1 铁路机务信息化建设的现状	1
1.2 铁路机务信息化建设存在的问题分析	2
1.3 铁路机务信息化建设目标与原则	2
1.3.1 建设目标	2
1.3.2 建设原则	4
1.4 铁路机务信息化总体架构	4
1.4.1 体系结构与网络布局	4
1.4.2 应用体系层次结构与功能划分	9
1.4.3 技术架构	10
参考文献	10

第2章 铁路机务信息化的相关应用技术

11

2.1 信息编码技术及应用	11
2.1.1 概述	11
2.1.2 编码系统设计	11
2.1.3 机车配件识别码的编码规则及标准	12
2.2 数据库管理技术	21
2.2.1 数据库系统概述	21
2.2.2 数据模型	22
2.2.3 数据库系统的模式结构	25
2.2.4 DBMA 的功能	27
2.2.5 数据库设计的步骤	28
2.2.6 机务信息平台数据库的构成	29
2.3 数据仓库技术	32
2.3.1 数据仓库的概念	32
2.3.2 数据仓库系统的组成	33
2.3.3 数据仓库的数据模型	34

2.3.4 数据仓库的应用	36
2.4 铁路机务信息系统异构数据集成	36
2.4.1 异构数据的概念	36
2.4.2 机务信息共享需求分析	36
2.4.3 机务信息平台与运输信息集成平台的数据交换	37
2.4.4 信息共享和信息接口	39
2.4.5 铁路机务信息系统异构数据集成技术	41
2.5 网络集成技术	42
2.5.1 网络传输介质	43
2.5.2 网络传输设备	44
2.5.3 网络交换技术	45
2.5.4 网络接入技术	46
2.5.5 网络存储技术	47
2.5.6 网络管理	48
参考文献	49

第3章 铁路机务信息安全与维护

50

3.1 铁路机务信息的安全需求	50
3.1.1 网络安全需求	50
3.1.2 主机安全需求	51
3.1.3 数据安全需求	51
3.1.4 应用安全需求	51
3.1.5 物理环境安全需求	51
3.2 铁路机务信息的安全方案	52
3.2.1 网络安全设计	52
3.2.2 数据安全设计	52
3.2.3 应用安全设计	53
3.3 铁路机务信息安全防护技术	53
3.3.1 加密技术	53
3.3.2 认证	54
3.3.3 数字签名	55
3.3.4 访问控制机制	56
3.3.5 防火墙技术	57
参考文献	58

4.1 机务生产调度指挥信息平台的硬件系统规划设计	60
4.1.1 生产调度指挥中心概述	60
4.1.2 生产调度指挥中心网络布局	60
4.1.3 生产调度指挥中心电视墙设计	63
4.1.4 生产调度指挥中心电视墙显示内容布置	64
4.2 机务生产调度指挥信息平台的软件需求分析	66
4.3 系统总体结构	68
4.4 生产调度指挥管理系统功能设计	69
4.4.1 机车状态综合信息系统应用功能设计	69
4.4.2 机车运用综合信息系统应用功能设计	70
4.4.3 机车股道自动化信息系统集成应用功能设计	70
4.4.4 车站信息系统应用功能设计	71
4.4.5 专家诊断系统	71
4.4.6 实时预警系统	72
4.4.7 业务决策分析系统	72
4.5 基于 SOA 和 XML 的机务生产调度指挥信息平台的实现 ...	73
4.5.1 基于 SOA 的系统架构	73
4.5.2 SOA 架构实现	75
4.5.3 XML 技术在数据交换中的实现	77
4.5.4 基于 XML 数据交换的实现	80
4.5.5 XML 技术在系统中的应用	82
4.6 系统的安全设计	84
4.6.1 权限管理	84
4.6.2 通信安全	84
4.7 系统开发环境	85
4.8 系统运行情况	85
参考文献	87

5.1 机车整备业务流程分析	88
5.2 系统需求分析	89

5.2.1 功能需求	89
5.2.2 其他需求	90
5.3 机车整备管理系统的设计与实现	91
5.3.1 系统的开发环境及关键技术	91
5.3.2 系统数据库设计	93
5.3.3 整备管理信息系统设计与实现	99
参考文献	110

第6章 机车检修生产管理信息系统

111

6.1 机车检修生产业务流程分析	111
6.2 检修生产管理系统需求分析	112
6.2.1 功能需求分析	112
6.2.2 机车检修信息/数据流分析	113
6.3 机车检修生产管理信息系统的设计与实现	114
6.3.1 系统数据库设计	114
6.3.2 机车检修生产管理信息系统的设计开发	121
6.3.3 检修系统的主要功能模块实现	125
参考文献	138

第7章 机务运用安全管理系统

140

7.1 机务运用安全的业务分析	140
7.1.1 机务段运用安全管理	141
7.1.2 路局运用安全管理	141
7.2 机务运用安全管理系统的功能分析	142
7.2.1 机车运用管理子系统	142
7.2.2 运行揭示管理子系统	144
7.2.3 乘务管理子系统	144
7.2.4 劳时统计和计工管理子系统	145
7.2.5 安全管理子系统	145
7.2.6 培训管理子系统	145
7.2.7 指导司机管理子系统	146
7.3 机车运用安全管理系统的设计与实现	146
参考文献	146

8.1 安全应急管理系统的功能分析	147
8.1.1 值班盯岗	147
8.1.2 应急预案	147
8.1.3 事故救援	148
8.1.4 故障救援	149
8.1.5 安全分析	149
8.2 安全应急管理系统的数据库设计	149
8.2.1 数据库需求分析	149
8.2.2 数据库结构设计	150
8.3 安全应急管理系统的开发	151
8.3.1 值班盯岗	152
8.3.2 应急预案	155
8.3.3 事故救援	156
8.3.4 故障救援	158
8.3.5 安全分析	161
参考文献	163

9.1 机车在途监控及其相关技术	164
9.1.1 Web Services 技术	164
9.1.2 CDMA 无线通信技术	165
9.1.3 GIS 技术	166
9.2 机车在途信息监控系统的总体方案设计	168
9.2.1 系统设计原则	168
9.2.2 系统功能需求分析	169
9.2.3 系统总体构架设计	169
9.2.4 系统开发环境	171
9.3 机车在途监控系统的设计与实现	172
9.3.1 机车数据采集	172
9.3.2 数据传输方式的选取	174
9.3.3 通信服务器的设计与实现	175
9.3.4 数据库的设计	179

9.3.5 基于 GIS 的机车运行地图的开发	182
9.4 基于 C/S 与 B/S 的监控终端软件的设计与实现	190
9.4.1 C/S 结构与 B/S 结构概述	190
9.4.2 监控系统软件的设计与实现	192
9.5 系统的测试与应用	198
参考文献	198

第1章

绪 论

信息化是铁路企业不断提高生产、经营、管理、决策的效率和水平，从而提高企业经济效益和竞争力的关键。在铁路实施政企分开、实行公司化运转、加快推进货运组织改革、实现铁路运输由内部生产型向市场导向型转变中发挥了重要的技术支撑作用。机务信息化是铁路信息化的重要组成部分，是提高机务部门安全风险管理水平、优化生产组织和业务流程、促进标准化作业和规范化管理、提高生产效率和设备质量、降低能耗和生产成本的必由之路。当前，机务信息化建设相对滞后，发展水平已经严重不适应铁路运输发展的要求，加快机务信息化建设已成为当务之急。

1.1 铁路机务信息化建设的现状

机务部门的业务工作包括机车调度、运用、安全、技术、质量、检修、整备、设备、验收、救援、燃料等方面。随着铁路改革的不断深化和机务事业的不断发展，近年来，机务信息化在某些应用领域已经取得了一定的效果，具体的应用现状如下。

(1) 机务运用安全管理系统已普及使用并不断完善。自 20 世纪 90 年代推广机务运用安全管理系统以来，系统功能经过不断完善，在促进机务运用部门各项行车安全管理制度落实、规范机车乘务员作业标准化执行、提高机务运用安全管理能力和水平等方面取得了明显效果。

(2) 机车检修和质量管理系统取得较大进展。随着大功率机车检修段的建设，围绕机车检修生产过程和质量控制、配件管理、成本核算几条主线，推广实施了机车检修和质量管理系统，在落实“四按三化”记名修制度和对检修质量、配件状态跟踪管理等方面进行了积极探索。

(3) 机车整备信息化随机车整备能力建设同步开展。通过机车整备信息化建设，监督管理机车整备作业流程，实施数据化整备，为构建网络化大整备格局，加强轮乘制条件下机车运用及质量管理，保证机车长交路、轮乘制的顺利实施提供信息支撑。

(4) 机务动力配置、机车及动车组司机、机务设备等已经初步实现了全路统一信息化管理。

(5) 机车车载信息自动采集和远程传输取得突破。中国机车远程监测与诊断子系统

(CMD, Chinese locomotive remote monitoring and diagnosis system) 经过多年研发和装车试验, 技术条件已经成熟并通过评审, 为全面装车推广奠定了基础。

(6) 基层网络建设有了初步基础。全路各机务段均建设了段内主干光缆局域网, 基本覆盖了段内主要作业场所及业务管理部门, 机务段到铁路局均实现了 2M 以上的铁路广域网出口。

1.2 铁路机务信息化建设存在的问题分析

2006 年机务信息化专项规划制定后, 由于种种原因, 没有实现从全路层面整体推进, 形成了全路机务信息化发展不平衡的现状。机务部门结合自身业务需求, 近年来虽然开发和投用了一批应用系统, 但各自为战, 互不联通, 系统林立, 名称各异, 标准不一, 没有形成规模效应, 影响机务信息化的整体效果。部分铁路局的机务信息化建设发展缓慢、缺乏建设积极性、被动等, 也存在对现有信息设备和应用系统管理不到位、未有效运用、造成闲置浪费等问题。其存在的主要问题如下。

(1) 信息采集缺乏总体规划, 自动采集技术手段应用少, 信息采集源点未完全覆盖。在自动采集机车和机车乘务员动态信息方面 (包括机车出入段、机车运行位置及人车线绑定、机车乘务员出退勤、出入寓等信息), 信息采集不全面, 没有形成完整的机务运行信息数据链。机车电子标签损坏率较高且缺少机车乘务员、列车编组信息, 没有得到有效利用。CMD 系统尚未在全路推广使用, 缺乏机车运行信息自动采集手段。在机车整备、检修生产过程中, 自动检测设备应用不普遍或未进行数据接口, 大量生产信息需要人工录入。

(2) 在总公司和铁路局层面上没有建立机务信息的集成交换平台, 使铁路局之间、机务段之间、各机务应用系统之间不能进行信息交换和共享, 机务信息处于分散、游离、断链状态, 形成了信息孤岛。

(3) 没有有效利用其他信息系统的共享信息, 如铁路车号自动识别系统 (ATIS, automatic train identification system) 系统读取的机车电子标签信息, 铁路运输信息集成平台的列车计划、列车运行线、列车运行时刻、确报信息等。

(4) 网络条件不适应机务信息化的发展要求, 主要体现在带宽不足和最后一公里不通。机务段广域网出口普遍采用铁路信息网 2M 通道, 局与段、段与段、本段与异地车间之间信息传输延时长, 影响信息系统使用; 大部分段外乘务点、公寓不具备网络联通条件, 影响机车乘务员动态信息的采集。

1.3 铁路机务信息化建设目标与原则

1.3.1 建设目标

铁路机务信息化建设围绕“人、车、图”三要素, 以机车和机车乘务员为主线, 以优化

流程、提高效率、降低成本、提升安全风险管理水平为目标,建设全路统一的机务管理信息系统,全方位整合机务信息资源并与其他相关信息系统有效衔接,满足机车造、修、管、用各业务需求,实现企业效益最大化。以全路统一的机务信息平台、机务信息自动采集为核心,以统一基础编码、机车电子档案管理、机车及动车组司机管理为重点,统一规划和推进硬件、软件及网络建设,形成全路机务信息化的发展基础。整合既有资源,规范接口标准,进一步发展完善机务运用安全管理、机车整备管理、机车检修管理、机车验收管理、机务设备管理、机务救援指挥、机务燃料管理等应用子系统,整体提升机务信息化的发展水平。具体目标如下。

(1) 构建全路机务信息平台,实现八个统一:统一基础编码和机车、机车乘务员基础数据库;统一各子系统技术规范;统一内部及外部数据交换格式;统一数据交换方式;统一车上车下数据;统一整合处理各铁路局、机务段(大功率机车检修段)以及机车及配件造修企业的机务数据;统一与铁路运输信息集成平台进行数据交换;统一机务管理信息系统功能界面。通过八个统一,在平台上形成全面、连续、完整、准确、时效性强的机务数据链,实现全路机务数据的集成、整合、交换和统计分析,成为覆盖总公司、铁路局、机务段(大功率机车检修段)、机车及配件造修企业的机务大数据共享服务平台,为各级用户提供专业管理、辅助决策和综合业务查询服务。机务信息平台按总公司、铁路局、机务段(大功率机车检修段)三级部署。

(2) 统一基础编码和机车、机车乘务员等基础数据库,为集成和整合全路机务数据,实现跨局、跨段、跨企业机务数据的交换和共享,服务运输生产和调度指挥,开展总公司、铁路局、机务段(大功率机车检修段)三级专业管理和统计分析奠定基础。

(3) 实现机务动静态信息的自动采集。统一规划建设中国机车远程监测与诊断子系统(CMD),实现机车实时定位,动态跟踪“人、车、图”,对在途机车进行状态监测、远程诊断和故障排除,及时发现和处置司机错误操作和运行异常情况,实现对行车安全风险的实时防控。统一规划建设机务运行信息自动采集子系统,整合CMD系统定位信息、铁路车号自动识别系统(ATIS)定位信息、动车组司机操控信息分析系统(EOAS, engineer operation analysis system)信息、机车乘务员指纹出退勤(出入寓)信息、列车运行控制记录装置LKJ记录文件信息以及铁路运输信息集成平台提供的列车运行线信息、列车运行时刻信息、确报信息等。在全路机务信息平台上形成机务运行信息数据库、电子报单数据库。为运输生产和调度指挥提供全路机车和机车乘务员实时动态,为运用统计分析提供准确数据来源。

(4) 围绕机车、机车乘务员两条主线,建设机车电子档案管理子系统和机车及动车组司机管理子系统,实现对机车的全生命周期管理和对全路机车乘务员人力资源的综合管理。

(5) 规范各应用子系统技术条件和接口标准,全面推进机务运用安全管理子系统、机车整备管理子系统、机车检修管理子系统、机车验收管理子系统、机务设备管理子系统、机务燃料管理子系统、机务救援指挥子系统等七个主要应用子系统的建设和完善。

(6) 依托全路机务信息平台,在总公司和铁路局分别实现综合查询功能,为总公司、铁路局、机务段(大功率机车检修段)等各级用户提供机务综合信息查询和辅助决策服务。

1.3.2 建设原则

机务信息化是铁路信息化的重要组成部分,机务信息化建设应符合铁路信息化的总体要求,在总公司的统一组织下,坚持“五统一”的原则,即统一领导、统一规划、统一标准、统一建设、统一管理,遵循自上而下规划设计,自下而上开展建设,上下结合、一次规划、分步实施、急用先干,边建设、边整合、边完善,适用、实用、好用、通用的原则。具体原则如下。

(1) 做好机务信息化的顶层设计,明确机务信息化的总体思路和建设目标,做好机务信息化经济效益分析。

(2) 编制铁路机务管理信息系统总体方案,总体方案要以机车为核心,充分体现机务动态信息和静态信息的管理特点,满足各专业业务流程管理需要。

(3) 机务信息化建设要以机务信息平台 and 机务运行信息自动采集为重点,全路统一规划和建设。

(4) 机务信息化建设要以工作流程为主线,梳理各子系统需求;以“人、车、图”三个生产要素为核心,与运输、调度、车辆、电务、统计等相关信息系统进行衔接,实现资源共享,信息互通。

(5) 处理好已建、在建及待建系统间的关系,要分析已建和在建系统情况,与总体方案有冲突的项目要停止建设,符合总体思路的在建项目要整合优化,做好继承和创新工作,避免造成重复投资。

1.4 铁路机务信息化总体架构

机务部门是铁路运输体系的主要部分和运输联动的关键环节。机务部门运转着庞大的固定资产,是铁路运输的成本支出大户,是铁路运输安全、正点、高效的关键。机务业务工作包含机车调度指挥、机车技术质量管理、运用安全管理、机车整备管理、机车检修管理、机车验收管理、机务设备管理、机务燃料管理、机务救援管理等众多门类。

机务部门由铁路总公司运输局机务部、铁路局机务处、机务段(大功率机车检修段)三级构成,业务实行垂直管理。机务部门组织机构如图 1-1 所示。

1.4.1 体系结构与网络布局

铁路机务管理信息系统是铁路总公司、铁路局、机务段(大功率机车检修段)的三级应用系统,还包括机车及配件造修企业。铁路机务管理信息系统与运输信息集成平台、车辆、电务、物资、统计等其他系统应有信息共享接口。铁路机务管理信息系统以“人、车、图”三个生产要素为核心,由机务信息平台、综合查询及若干子系统构成,铁路机务管理信息系统在铁路总公司、铁路局、机务段(大功率机车检修段)三级部署,统一设计硬件平台、系统软件平台,运行于铁路信息网内,并提供外网访问入口。机务管理信息系统的体系结构如图 1-2 所示。

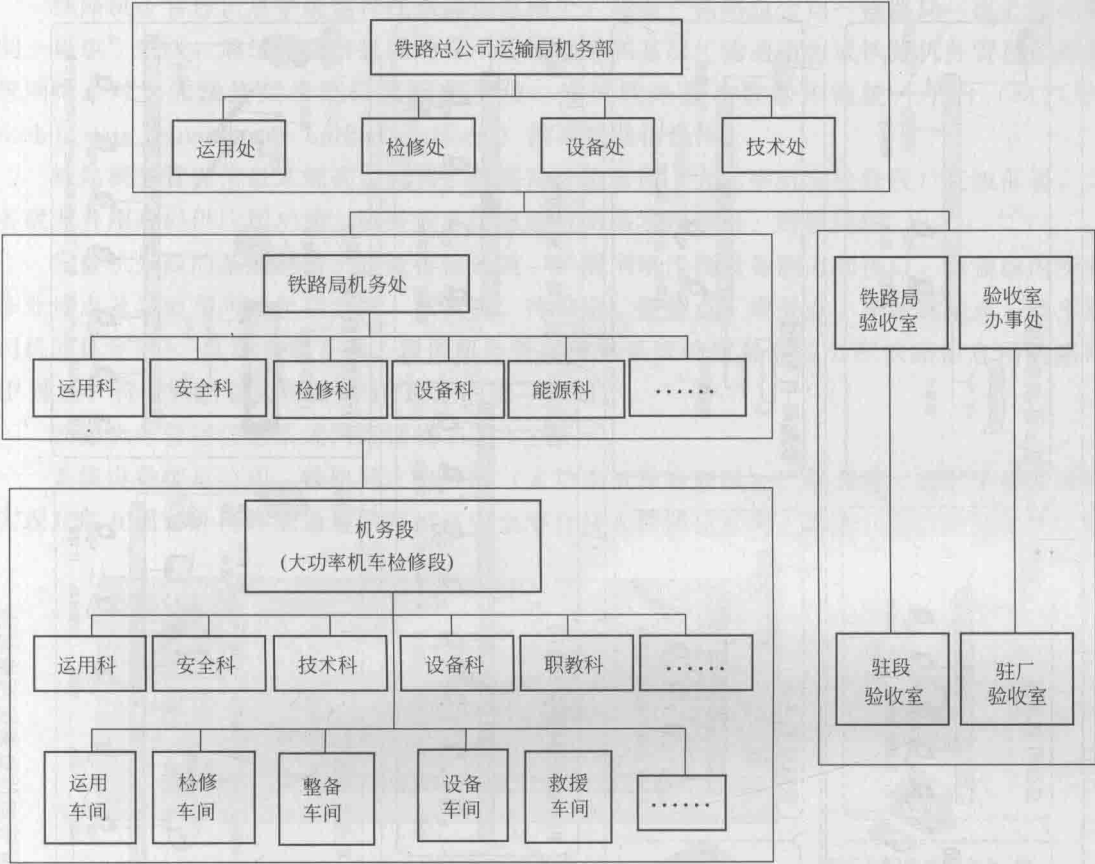


图 1-1 机务部门组织机构图

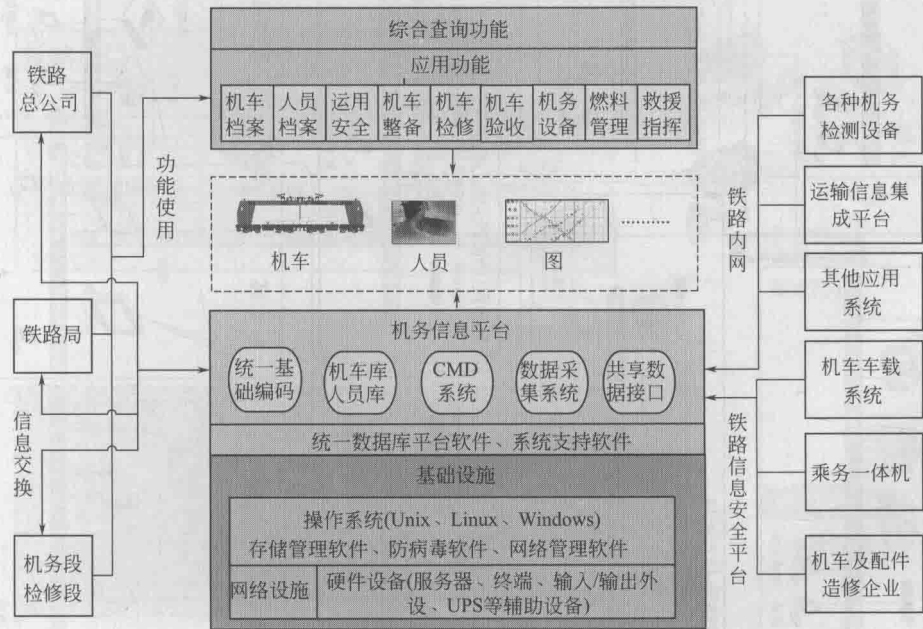


图 1-2 机务管理信息系统的体系结构

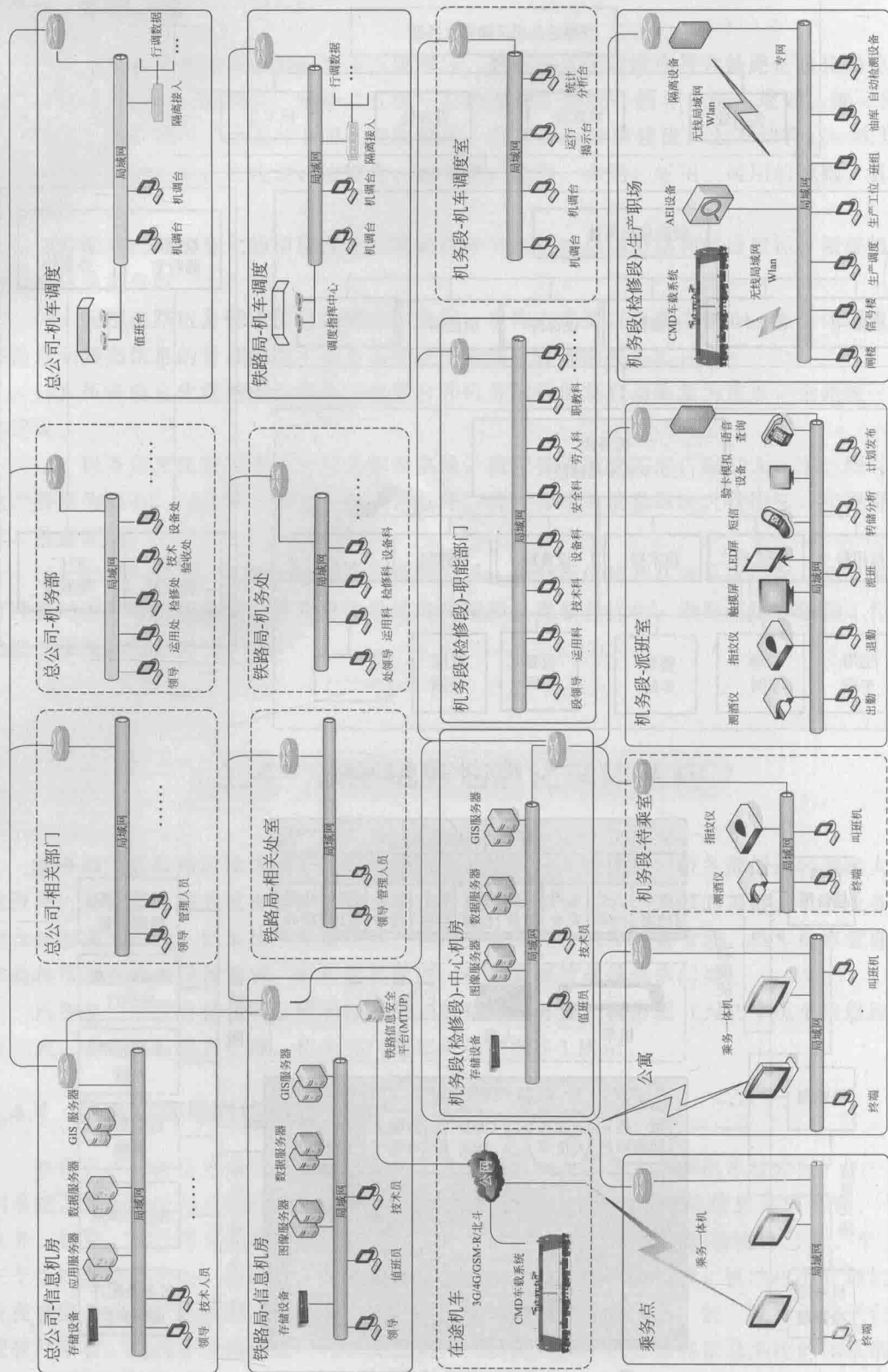


图 1-3 铁路机务管理信息系统网络结构

铁路机务管理信息系统运行在铁路信息网上，覆盖“铁路总公司—铁路局—机务段—车间—班组”各级，通过铁路信息网的骨干传输通道和基层传输通道组成铁路机务管理信息系统网络。对于无法连接铁路信息网的单位，通过铁路移动数据传输统一平台（MTUP，mobile data transmission unified platform）接入铁路信息网。

铁路机务管理信息系统在总公司、铁路局、机务段（大功率机车检修段）三级部署，为各级业务用户提供应用功能，机务业务信息通过网络实现跨局、跨段传输。

完善机务段的基层网络，建设传输通道，扩展网络连接设备能力和接口，覆盖段内所有作业地点及异地车间（包括公寓、派班室、待乘室、整备点、乘务点、车站继乘点、动车组司机间休室等），实现互联互通。段内机务管理信息系统的服务器应分配铁路信息网的路网 IP 地址，符合铁路总公司路网 IP 地址的统一规划。

铁路机务管理信息系统网络结构如图 1-3 所示。

系统设备按总公司、铁路局、机务段（大功率机车检修段）三级部署，通过铁路信息网实现互联互通。外网终端通过铁路信息安全平台接入铁路信息网，其中，运行中的机车车载

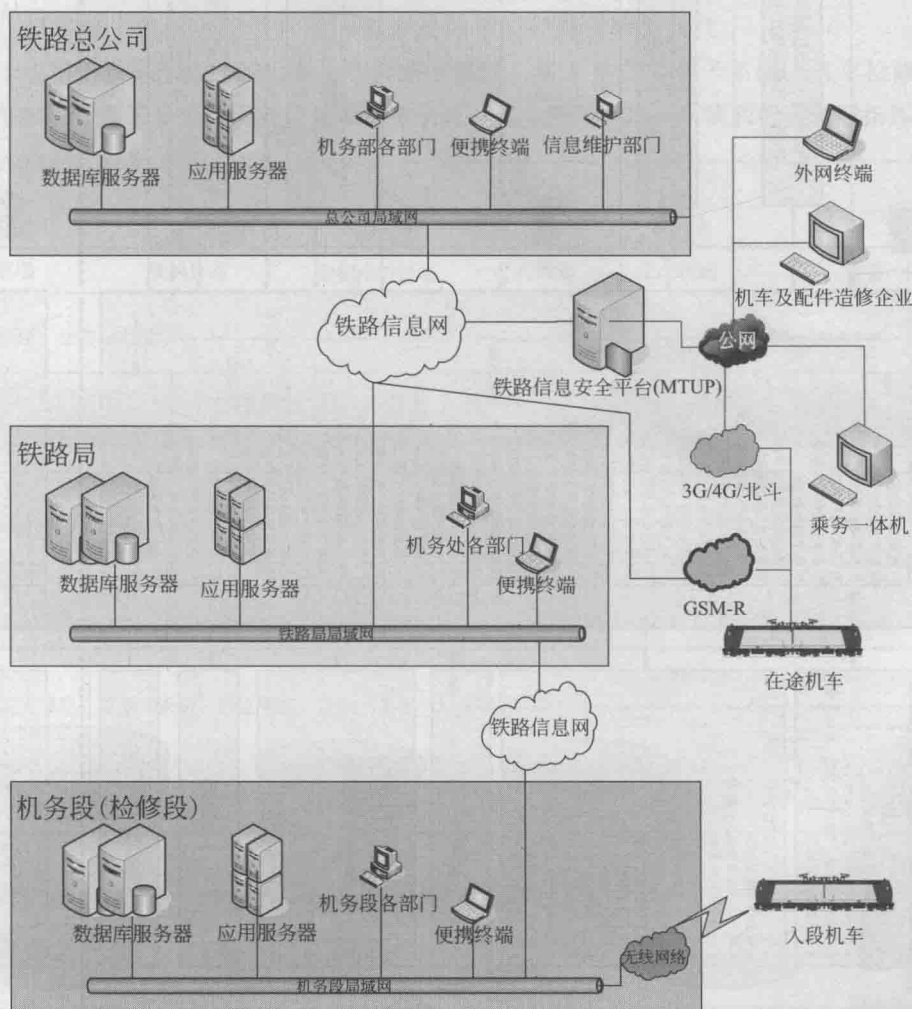


图 1-4 铁路机务管理信息系统物理架构