



屈志坚 著

Data Process Technology of
Railway Power Supply Dispatching Information Flow

铁道供电调度信息流 处理技术

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

铁道供电调度信息流处理技术

Data Process Technology of
Railway Power Supply Dispatching Information Flow

屈志坚 著

内 容 简 介

铁道电网是现代铁路,特别是高速铁路的重要组成部分,铁道电网的安全运行很大程度取决于调度监控信息流的通畅和高效处理。为了深入研究,将铁道电网信息归类整理为公共信息流、量测值存取信息流、运行方式监测信息流和交互接口信息流,提出了柔性技术及相关定义。采用蒙特卡洛和 LHS-MC 新方法,对公共信息流进行统计试验研究,找到信息延迟时间的概率分布和置信区间。通过应用 Hadoop 集群和 Map/Reduce 引擎进行分布式集群压缩,并进行了验证。采用源流链算法、元胞自动机算法和图矩阵寻迹算法,对铁道电网运行方式监测信息流进行探讨。研究了 P/S-R 回调方法和智能联盟方法, P/S-R 回调方法融合了发布/订阅与远程方法调用,以解决铁道供电调度自动化系统中传统交互接口效率不高、紧密耦合和集成困难等问题。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

铁道供电调度信息流处理技术/屈志坚著. —北京:北京理工大学出版社, 2016. 11
ISBN 978-7-5682-3134-3

I. ①铁… II. ①屈… III. ①电气化铁道-供电-调度-研究 IV. ①U223.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 227200 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 11.5

字 数 / 267 千字

版 次 / 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 42.00 元

责任编辑 / 李秀梅

文案编辑 / 杜春英

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

序

“提速铁路信号电源在线监控自动化成套装备研制 (GJJ10138)”“浙赣线提速改造工程铁路信号远动系统关键技术研究 (GJJ09223)”是依托北京太格时代自动化系统设备有限公司的工程项目,是为解决铁道信号电源监控中的“客户/服务器模式效率低下和存储数据量大”等问题,提高自动化系统装备的可靠性和综合集成能力而开展的科研工作。此部分工作受到的资助主要来源于:国家自然科学基金资助项目 (51267005、51567008)、“基于 Web 的牵引变电所设备在线监控系统设计 (EX09008)”和“变电所监控技术服务 (E11X00070)”创新科技基金项目,依托兰州铁路局郭家窑牵引变电所在线监测与管理自动化系统,设计和研发了新的运行方式在线监测子系统,并与原系统实现了集成应用;依托陇海线自动化系统设备改造升级,实现了不同系统应用之间的柔性集成,应用效果良好。

以上项目的目标是提高铁道电网的安全监控水平和自动化系统的快速信息处理、交互集成能力,本书按项目要求,对铁道电网信息流的关键技术问题展开研究,提出了铁道电网信息流柔性技术,研究了铁道电网公共信息流的统计模拟技术、量测值存取信息流的压缩柔性技术、运行方式监测信息流的拓扑算法柔性技术、实时流计算技术和铁道电网交互接口信息流的柔性技术,部分章节内容进行了工程应用,效果良好。

北京太格时代自动化系统设备有限公司技术部在制定实验方案和提供实验数据等方面给予了许多有价值的意见和帮助,且提供了部分源程序代码,在实验现场协助完成了调试工作;西安铁路局电力调度中心、兰州铁路局郭家窑牵引变电所等都为系统调试、测试和运行给予了支持;华东交通大学交通信息工程及控制研究所提供了部分实验条件,为本课题的顺利完成提供了有力支持和保障。

前 言

本书获得江西省科技厅杰出青年人才计划项目资助和国家自然科学基金项目(51567008)的资助。

铁道电网是现代铁道运输装备的组成部分,牵引变电所和接触网是现代轨道交通的重要基础设施,铁道电网的调度自动化和智能化水平对提高铁道电网系统的安全运行和维护管理具有重要意义。随着高速铁路的快速发展,对铁道电网调度信息处理的要求也越来越高,信息海量化和调度管理精细化需求也促进了铁道电网信息流处理的研究。

本书将铁道电网信息归类整理为公共信息流、量测值存取信息流、运行方式监测信息流和交互接口信息流,在此基础上提出信息流处理的柔性技术及相关定义。介绍了铁道电网的结构特征与任务、运行方式和特点,公共信息流的统计模拟技术,量测值存取信息流的压缩技术,运行方式监测信息流的拓扑算法,交互接口信息流技术、流计算并行滑动窗口技术,铁道电网信息流技术的应用。

本书是编者多年来从事铁道牵引供电微机监控技术、铁路电力系统监控技术、高铁接触网隔离开关监控技术研究和系统研发、测试、运行中关于信息处理方面内容的总结和升华,在内容上力图反映我国铁道电网调度监控信息处理技术的发展,有关资料来源于实际工程和相关的科学研究成果,引用了部分技术标准和规程,参考了国内外大量的技术文献,在此,对文献作者表示感谢,并希望能为从事工业调度监控专业的同人提供参考。

本书可作为电气工程及其自动化专业、轨道交通电气自动化专业和其他相关专业的本科或研究生参考教材,也可用作设计部分和工程技术人员的参考书。

在编写本书的过程中,部分内容得到了北京交通大学和敬涵教授、王立德教授、王毅

教授、王玮教授、张小青教授，中国铁道科学研究院叶柏洪研究员，中铁五院集团四电院汪吉健院长，中铁工程设计咨询集团电化设计院魏宏伟院长等的审阅，在此表达最诚挚的感谢。此外，本书撰写期间得到了中国铁道科学研究院李娜博士，博士研究生杨昱、张纪伟，硕士研究生薛福成、刘靖等的帮助，在此特别感谢。

本书需要特别感谢北京交通大学刘明光教授在理论方面的教诲和华东交通大学陈剑云教授在工程实践方面的指导，在此对两位导师表达最诚挚的感谢。

由于时间仓促和作者水平有限，书中不足和遗漏之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

1 绪论	1
1.1 课题研究背景与意义	1
1.1.1 铁道电网的结构特征与任务	1
1.1.2 铁道电网的运行方式和特点	2
1.1.3 铁道电网信息流	4
1.1.4 本书研究的意义	8
1.2 研究现状	9
1.2.1 铁道电网信息流统计模拟研究现状	9
1.2.2 大数据集量测信息压缩处理现状	10
1.2.3 基于拓扑算法的铁道电网运行方式研究现状	12
1.2.4 柔性监控的交互技术研究现状与问题	12
1.3 铁道电网信息处理的现代要求和方向发展	14
1.3.1 应用信息集成问题	14
1.3.2 IEC 标准与铁道电网信息处理的标准化技术	16
1.4 本书主要内容	17
2 铁道电网信息流柔性技术的定义与数学基础	20
2.1 信息流柔性技术的定义与应用环境	20
2.1.1 信息流柔性技术的定义	20
2.1.2 铁道电网信息流柔性技术的应用条件与环境	23
2.2 排队模型	23
2.2.1 主备模式下的预处理队列模型	23

2.2.2	并列服务器下的实时队列模型	25
2.2.3	并列服务器下的轮询队列模型	27
2.3	蒙特卡洛统计试验法	30
2.3.1	蒙特卡洛法	30
2.3.2	蒙特卡洛法模拟信息流的步骤	32
2.4	拉丁超立方抽样理论	33
2.4.1	分层抽样与多维抽样空间	33
2.4.2	拉丁超立方抽样	34
2.5	拓扑图理论基础	36
2.5.1	链式拓扑的源流追踪原理	36
2.5.2	环形拓扑的拟桥分量追踪原理	41
2.5.3	嵌套复杂环形拓扑的元胞演化原理	45
2.5.4	多态拓扑的图矩阵模型	50
2.6	分布式智能联盟理论	54
2.6.1	智能体的 BDI 五元组增强模型	54
2.6.2	智能体通信模式	56
2.6.3	智能体联盟的信息交互分析	58
3	公共信息流的统计模拟技术	61
3.1	引言	61
3.2	通信预处理服务模型的模拟	62
3.2.1	通信预处理排队参数的确定	62
3.2.2	通信预处理服务的蒙特卡洛模拟	62
3.2.3	通信预处理服务的 LHS-MC 模拟	66
3.3	并列集群信息服务的蒙特卡洛模拟	68
3.3.1	控制中心集成的标准信息模型	69
3.3.2	并列集群信息服务的模拟	72
3.3.3	主备模式信息服务的模拟	73
3.4	模拟信息流的柔性分析	75
3.4.1	LHS-MC 模拟技术的柔性分析	75

3.4.2 并行集群信息服务的柔性分析	76
4 量测值存取信息流的压缩柔性技术	77
4.1 引言	77
4.2 变断面压缩存取法	78
4.2.1 变断面压缩存储模式	78
4.2.2 变断面压缩的量测值存入	79
4.2.3 变断面量测值的取出	81
4.2.4 变断面量测值压缩效果	83
4.3 基于分布式网格的集群压缩柔性技术	83
4.3.1 网格集群规模对量测值存取性能影响的柔性分析	83
4.3.2 集群压缩技术	86
4.3.3 量测值集群压缩柔性研究	88
5 运行方式监测信息流的拓扑算法柔性技术	91
5.1 引言	91
5.2 铁道电网拓扑源流链算法	92
5.2.1 源流链模型	92
5.2.2 算法实现技巧	93
5.2.3 算例分析	94
5.3 环网拓扑元胞自动机演化算法	95
5.3.1 元胞链式存储模型	96
5.3.2 元胞自动演化算法	96
5.3.3 元胞演化实验的过程分析	97
5.4 多态拓扑图矩阵寻迹算法	101
5.4.1 寻迹算法的引出和原理	101
5.4.2 寻迹算法的步骤	102
5.5 拓扑算法的柔性分析	104
5.5.1 链式拓扑源流追踪算法空间复杂度柔性分析	104
5.5.2 环形拓扑元胞自动机演化算法空间复杂度柔性分析	105
5.5.3 多态拓扑图矩阵寻优算法柔性分析	106

6 铁道电网交互接口信息流柔性技术	109
6.1 引言	109
6.2 铁道电网模型交互与应用接口信息流	110
6.3 P/S-R 回调交互接口技术	112
6.3.1 铁道电网轮询交互信息的问题	112
6.3.2 P/S 消息传递机制和回调策略	113
6.3.3 消息交互接口的 P/S-R 回调框架	114
6.3.4 P/S-R 回调交互接口的实现	116
6.4 基于 Agent 的信息智能联盟交互接口技术	117
6.4.1 铁道电网的信息智能体联盟	117
6.4.2 消息事件及其触发器	120
6.4.3 铁道电网智能交互接口信息流	121
6.5 交互接口信息流的柔性分析	123
6.5.1 P/S-R 回调交互信息流的柔性分析	123
6.5.2 智能体交互信息流的柔性分析	125
7 流计算并行滑动窗口技术	127
7.1 流计算在调度自动化监控的研究概述	127
7.2 流计算拓扑	128
7.3 流计算并行拓扑编程模型	130
7.3.1 喷嘴/螺栓组件拓扑编程模型	130
7.3.2 遥测值的流式并行处理过程	132
7.4 快速并行滑动窗口原理	134
7.4.1 遥信信息流的滑动窗口处理	134
7.4.2 连续聚集查询计算	135
7.4.3 快速滑动窗口拓扑实现	137
8 铁道电网信息流柔性技术应用	140
8.1 在陇海线自动化系统改造升级中的应用	140
8.1.1 工程背景	140
8.1.2 华山牵引变电所自动化改造应用集成关键技术	141

8.1.3 交互接口信息流的 P/S-R 柔性技术应用	142
8.1.4 大数据集量测值存取信息流的压缩效果	145
8.1.5 运行方式监测信息流的寻迹算法柔性分析	146
8.1.6 分布式模拟屏控制系统信息流与远动接入应用集成	148
8.2 在干武线电气化铁路中的应用	152
8.2.1 工程背景	152
8.2.2 元胞演化算法在运行方式监测系统中的应用	153
9 展望	156
参考文献	157

绪 论

1.1 课题研究背景与意义

1.1.1 铁道电网的结构特征与任务

铁道运输是我国物质周转、人员流动乃至国民经济的大动脉，近年来为适应提速、重载运输和经济建设需要，电气化铁道发展非常迅速。一方面，电力部门的供变电设施难以覆盖铁道全线，动车组、电力机车的电能供应方式较特殊，设备检修作业和供电调度需配合铁道行车；另一方面，铁道供电属于一级负荷，必须保证沿途车站通信、照明、信号灯和闭塞装置等设施的可靠供电，涉及与铁路接触网、信号、通信、电力与供配电专业间的接口，列车的运行通过信号指挥，在信号采用自动化闭塞和联锁装置后，其供电电源已成为列车安全运行的一个重要环节。这两方面因素促使铁道部门自己管理和维护铁道电网。

电气化铁道（含高速铁路）供电设施包括铁路牵引供电和铁路电力供电。铁路牵引供电采用牵引变电所、开闭所、分区所、自耦变压器所和接触网等，专为动车组或电力机车提供单相工频交流电源。铁路电力供电采用配电所、架空线和电缆等，专为铁道行车信号、照明和检修生产等提供电源，既包括为铁道沿线车站、信号设备和通信、照明设施等供电的10 kV 电力贯通线，也包括为车站和区间自动闭塞信号装置供电的10 kV 自动闭塞线。

按照铁道部门有关规程,铁道专用变配电所、供电线路及电气设备是铁道行车装备的重要组成部分,主要负荷为一级负荷,一旦中断供电就可能造成铁道运输秩序混乱、行车设备损坏、人身伤害,甚至造成重大经济损失和社会影响。因此,铁道供电安全可靠是铁道安全运输的基础,也是铁道供电设计、运行维护和管理的首要任务。

1.1.2 铁道电网的运行方式和特点

在电气化铁路中,牵引供电是为动车组或电力机车供电的牵引变电所、开闭所、分区所、自耦变压器所、接触网及相关的电气设备组成的供电形式。由于行进中的动车组或电力机车总是在运动中取流,这类系统的牵引负荷大小和位置都在不断发生变化,导致电网结构随之发生变化,从这个意义上讲,牵引供电是一种动态电网系统。它由牵引变电所提供电源,采用单相 25 kV 接触网向运动中的动车组或电力机车供电,馈线负荷电流由早期的 100~200 A 迅速增至 1 000 A 以上,牵引负荷大且变化频繁,电压、电流波动幅度大,间歇短时过负荷甚至超出 200%,母线电压波动超出 20%^[1],这使得牵引供电系统不断受到冲击负荷作用,因此不断产生动态变化的运行参数波动数据,牵引供电调度部门则配合行车计划,通过对电网运行数据的分析,实时监控供电设备,对牵引供电进行调度指挥。但高速动车组时速达 200~380 km,从一个供电臂驶入另一个供电臂只需 10 min 左右,最快达到三四分钟,高速列车发车密度增大,无疑也进一步促使牵引供电网络的动态特性加剧,大批量波动的现场运行实时数据及时、可靠地传输处理,是牵引供电维护和调度运行的基础。

一旦出现冰灾或雷暴等不可抗因素导致牵引变电所全所失电等异常情况,则需要供电调度统一实施越区供电。例如,在 2008 年南方持续低温冻雨和冰灾期间,沪昆线遭遇多年不遇的雨雪灾害,导致地方电力设施多处受损,部分牵引变电所全所停电,供电调度实施越区供电,如杨林越区供电至小新街上下行 153.83 h,吴官田越区供电至小新街上下行 153.06 h。对牵引供电系统实施多区域的越区供电时,要求调度人员必须完全掌控牵引供电的全局拓扑结构,自动化系统必须直观提示调度人员和牵引变电所相关工作人员,以防对运行方式的判断错误,避免造成触电伤亡事故。

牵引供电的高可靠性要求牵引变电所至少设置两路独立电源、两台主变压器,通常采用一主一备运行方式,但由于牵引网沿轨道架设,难以备用,一旦发生故障将中断电气化区段运营,影响运输计划,因此通过天窗检修设备和维护作业。开天窗时,必须断开相应馈线断路器和隔离开关,挂地线开展检修作业,作业完成后,再合上隔离开关和断

路器,操作过程中的明显特征是供电方式变化引起网络拓扑结构发生变化。考虑到检修作业通过人员与设备直接接触完成,为了有效提高系统的安全性,降低人为因素带来的风险,需要采取防误操作监控措施,对牵引供电线路运行方式进行动态着色,使调度人员和检修人员直观辨识和区分供电运行方式,这是铁道电网提高安全性的一项重要技术手段。

一般电力部门的变配电站大都建在多用户的地理中心,采用放射状线路覆盖大面积负荷区域,而铁路供电的特点是要跨越高原、穿越大山、通过沙漠,电力网络难以覆盖,因此,铁路部门沿铁道线架设专用电力线进行供电,保证铁道沿线和车站信号、通信、照明等设备的可靠供电。贯通铁道沿线所有车站的专用三相电力线路称为电力贯通线,贯通线是沿线车站照明等负荷的主电源。

对自动闭塞区段闭塞信号机和中间站通信设备提供工作电源的专用三相电力线路称为自动闭塞线,简称自闭线,是铁道沿线行车信号设备的主电源。对自动闭塞区段同时设置贯通线和自闭线,而对非自动闭塞区段仅设置贯通线作为车站主电源,另一路电源则通过设置 25 kV/220 V 单相越级变压器,从牵引变电所或接触网变换获得。

贯通线和自闭线统称为铁道电力线,与配电所和低压侧负荷一起构成铁路电力网,其工作的可靠性直接影响到铁道信号和通信设备的运行。铁道信号和通信设备的供电故障可能引起信号混乱,也可能引起通信中断,是列车行车安全的一个薄弱环节,因此通常将铁道电力线构成双电源、双回路的双重冗余备份供电方式,如图 1.1 所示。

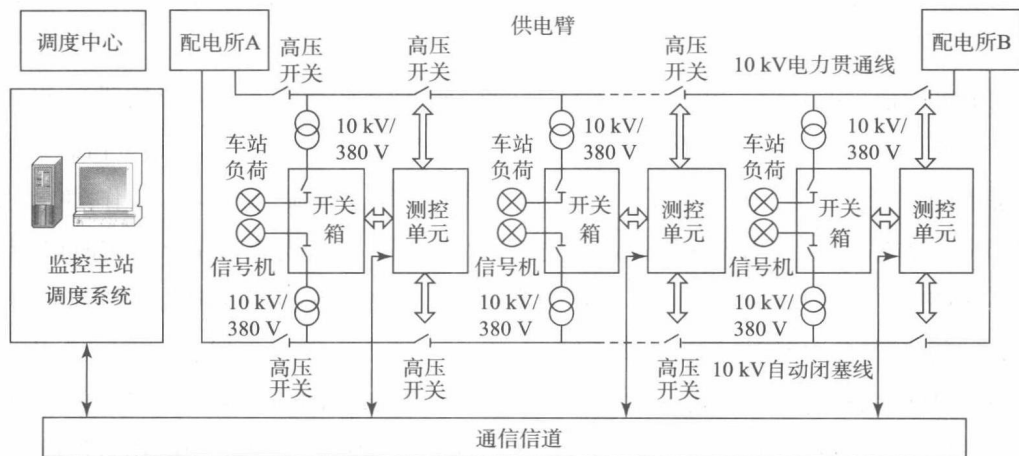


图 1.1 铁道电力线双重冗余备份供电方式

贯通线和自闭线均由两端配电所供电，一个配电所作为供电臂的主供电源，称为主供所，如图 1.1 中配电所 A，另一配电所 B 为备供所。当贯通线或自闭线发生故障时，主供所 A 馈线开关跳闸，备供所 B 自投，若自投失败，主供所 A 再重合一次，若自投仍不成功，则利用贯通线与自闭线的低压侧电源自动切换装置进行电源切换，以保证对车站和信号的供电可靠性。

高速铁路的信号管理采用自动化闭塞和联锁装置后，其供电电源成为高速列车安全运行的一个重要环节。然而，铁道电力线供电管理中存在“盲管”现象，即铁路电务、供电段在完成正常设备维护和巡视时，若线路故障失电，自动切换装置使备用线路自动投入，不影响行车，导致供电部门短小时内并不知情，而待备用线路也出现故障时，经逐级上报后进行故障抢修，此时已造成事故，严重时必然影响行车安全。同时，高速铁路行车密度增大，正常运行的信号供电电压、电流数据波动也异常频繁，导致自动化系统数据处理量大；铁路行车信号指示灯的供电电源也属一级负荷，其高、低压侧一般由不同的专业维护，在信号供电故障时可能会出现专业间互相推托责任的情况^[2~3]。

1.1.3 铁道电网信息流

信息流，是任意具有流通特性信息传输系统的主线，包括信息收集、信息处理和信息传递。

铁道电网信息的收集：铁道电网的自动化指挥调度需要保障信息流通畅，铁道电网信息收集是信息流运行的起点，负责将分散的各种铁道电网电量信息向调度中心进行报文传输。

铁道电网信息的处理：由于信息收集环节获取的信息较为零乱，需要按照一定的功能或行业标准进行分类，如可分为状态量信息处理、模拟量信息处理、控制量信息处理等，而状态量又分为开关类（隔离开关、断路器、熔断器等）、保护信号类（动作/恢复）、预告信号类（动作/恢复）和运行方式识别类（拓扑状态）等，模拟量又分为实时电参量类（电压、电流、功率等）和存储电参量类（断面记录），控制量信息又分为开关控制类（隔离开关、断路器等）和信号复归控制类等。

铁道电网信息的传递：信息传递是指在各个功能环节之间进行交互接口，各功能环节既是一个信息传递过程的源，也是另一个信息传递过程的宿，在各个功能环节传递和交互处理的过程中形成铁道电网信息流。

目前，铁道电网安全监控应用中面临的主要问题包括以下几个。

1) 公共信息的实时处理问题

一方面,铁道电网中变配电所正在逐步进行自动化设备升级改造,量测点多、信息量大,使信道中传输信息量增多,过量信息在信道中传输会造成通信处理设备任务繁重,使通道拥塞、信息延迟过大,难以保证信息的实时性。

另一方面,铁道供电调度自动化系统应该遵循国际标准 IEC 61970,但是 IEC 61970 定义的公共信息模型的类包关系复杂,例如,描述变电所母线电压的 1 个模拟量本身涉及 26 个基本属性、28 个关联属性,共 54 个属性,同时还涉及关联类的许多其他属性。模拟量的基本属性和关联属性如表 1.1 所示。

表 1.1 模拟量的基本属性和关联属性

量测类 名称	基本属性		关联属性	
	名 称	属性数	名 称	属性数
模拟量（母线电压、进出线电流，有功功率、无功功率、功率因数…）	量测点物理地址、死区值、接地电缆标记、量测输入标识、变化标志位、调整输出标识、端子盘标记、基地址偏移量、量测值点数、电源电缆标记、正常测量最大值、正常测量最小值、回线电缆标记、测量部件极性反转、校正因子、传感器生数据最大值、传感器生数据最小值、量测描述、可返回的最大值、可返回的最小值、量测实体的名称、对应端子排、对应的端电缆、工程量变比、逻辑或非掩码、制造商标识	26	电流互感器类	6
			电压互感器类	5
			量测值类	8
			扫描块类	9

一个常规变电所的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数等有关模拟量大约为 50 个,断路器、隔离开关、自动重合闸、各类继电保护状态信号等状态量约为 70 个。通常铁道供电的调度管理系统需要监控管辖多个站所,服务器 CPU 的实时访问和交互处理信息量非常大,可能会使信息处理产生较大延时。

信息实时处理能力依赖于软件系统,软件在投入实际运行前都应该进行实验考核,但是目前从文献上还未见到比较完整的考核方法,考虑到现场条件有限,实测数据较少,应该考虑采用数理统计方法对信息实时处理能力进行研究。

2) 大数据集信息压缩问题

牵引供电系统的机车负荷是大功率的冲击性负荷,高速动车组开行密度大,引起电压、电流等模拟量信息变化加剧,且具有波动幅度大、变化快等特点,这些信息在调度监

控系统的显示处理中需要不断进行信息存取，长期运行将产生大数据集信息。

对现有调度自动化系统的调研表明，直接对大数据集进行存取操作，系统的响应速度慢，甚至造成死机等问题。因此，需要对大数据集信息研究有效的压缩处理技术。

3) 运行方式在线监测问题

铁道供电运行方式灵活，可“越区供电”，有时还出现“反送电”，为确保系统运行和工作人员安全，需要对运行方式进行监测。由于牵引变电所、电力配电所、站场、电化区间和电力网的供电结构各不相同，通过沿铁道线架设的牵引供电线路和电力供电线路的连接方式总体呈现链式，但局部却含有环形或多环嵌套的多源点网络结构。

目前，对铁道电网运行方式的研究主要是采用邻接矩阵法、深/广度优先图形搜索法^[4]，前者容易受链式结构限制，空间复杂度太大，易造成维数灾问题；后者主要适用于树形结构，难以处理复杂的环形结构。因此，需要研究适应性好的快速算法。

4) 交互、接口与应用信息集成问题

目前，铁道供电自动化系统广泛采用客户服务器模式，客户机定时轮询服务器，造成服务器任务繁忙，效率低。如果 CPU 处理的信息量过大，容易丢失数据，造成重要信息丢失，甚至故障信息漏报。因此，需要研究高效的信息交互技术^[5~7]。

调度自动化系统设备间的私有模型，造成信息语义描述不一致，且客户服务器主要基于组件对象模型 (COM)、通用对象请求代理体系 (CORBA)、Web Service 等技术，但 COM 难以跨平台部署，CORBA 过于繁杂，耦合紧密且实现难度大，Web Service 主要用非实时信息交互。因此，需要进一步研究接口与应用信息集成技术。

为了针对上述 4 个问题展开研究，根据问题的侧重点，将其归类整理为 4 类信息流，按照这 4 类信息流的不同特征，从解决问题出发，本书提出相应的 4 种研究策略，如表 1.2 所示。

表 1.2 铁道电网 4 类信息流的特征与研究策略

序	信息流名称	信息流特征	研究策略
1	公共信息流	实时性强	统计模拟技术
2	量测值存取信息流	数据海量	变断面集群压缩技术
3	运行方式监测信息流	与主接线图紧密相关	拓扑技术
4	交互接口信息流	与应用信息集成密切相关	消息回调与智能联盟技术

按照上述信息流分类方法，相应信息流涉及的问题和研究方法如图 1.2 所示。