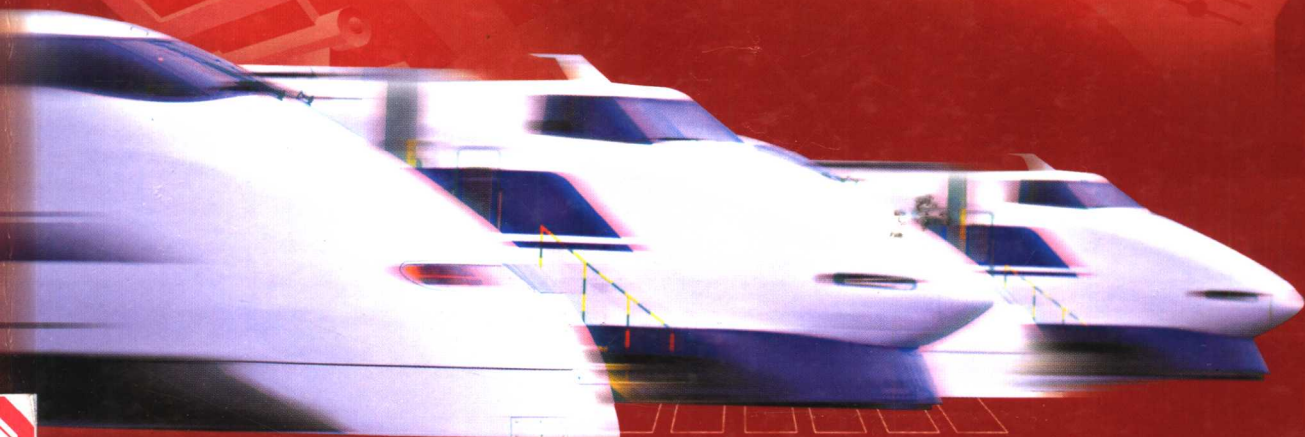




智能铁路运输系统

ITS-R

汪希时 编著



中国铁道出版社

铁路科技图书出版基金资助出版

智能铁路运输系统

ITS-R

汪希时 编著

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 4 年 · 北 京

内 容 简 介

本书第一次提出智能铁路运输系统(ITS-R)。本书的主要内容分为4个部分:第1部分为ITS-R概论;第2部分为ITS-R系统;第3部分为ITS-R的各主要子系统及重要传感器;第4部分为在ITS-R系统中常用的可靠性数学基础和可靠性技术。本书主要为自动控制专业、交通运输专业及有关IT专业的本科生、研究生、教师及相关的科技人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

智能铁路运输系统 ITS-R/汪希时编著. —北京:中国铁道出版社,2004.10
ISBN 7-113-06226-1

I. 智… II. 汪… III. 铁路运输—自动化系统 IV. U29-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第109878号

书 名:智能铁路运输系统 ITS-R

作 者:汪希时

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:殷小燕

责任编辑:殷小燕

封面设计:冯龙彬

印 刷:北京市兴顺印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:20.75 插页:4 字数:522千

版 本:2004年10月第1版 2004年10月第1次印刷

印 数:1~1500册

书 号:ISBN 7-113-06226-1/U·1723

定 价:68.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换

编辑部电话:市电(010)51873147 路电(021)73147 发行部电话:市电(010)51873172 路电(021)73172



作者简介

汪希时 1930 年 10 月出生在上海市青浦县,1950 年毕业于哈尔滨铁道学院。1954 年被公派去前苏联学习。1958 年夏毕业于前苏联列宁格勒铁道工程学院研究生院,是我国第一位获得铁路自动控制与远程专业的副博士学位的学者,也是我国第一批铁道运输自动化方面的专家。

汪希时在北京交通大学内历任教研室主任、系副主任、系主任、校计算中心主任、铁道部科技干部培训中心主任、北京交通大学电子信息学院运输自动化科学技术研究所所长。博士生导师、资深教授。现为运输自动化科研所名誉所长。

汪希时在专业方面有较深的造诣,完成了不少杰出的工作。

1986~1987 年,汪希时创造性地研究开发成功第一代通用式机车信号,他将微机单片机首次应用在机车信号,使它有适应国内各种制式轨道电路。这不仅保障了列车行车安全,而且为各种后接列车自动控制系统的应 用奠定了基础。1989~1991 年,汪希时又进一步应用微机的冗余技术,构成了也能适应电气化铁道的通用式机车信号,这第二代通用式机车信号进一步拓宽了机车信号的应用。1992~1993 年,汪希时领导的科技组又进一步研究成功第三代通用式机车信号,它的特点是:采用数字信号处理技术,它不仅提高了系统本身的抗干扰性,而且性能更好,为后续的控制系 统具有更好的扩展应用余地。汪希时开创的通用式机车信号要比欧共体提出开发类似的通用机车信号模式早很多年完成。这类通用式机车信号几乎已在全国万余台机车上获得推广应用。在九五期间为此通用式机车信号获得铁道部科技进步一等奖,及全国科技进步奖。在几代通用式机车信号基础上,课题开发组于 1994~2000 年间继续努力,又完成了第四代通用式机车信号,它的特点是:一、具有主体化机车信号性能;二、更安全可靠,具有自动记录性能;三、运算速度更快等,它为全 国铁路列车提速运行创造了条件。

1991~1995 年间,汪希时承担了“八五”国家科技攻关项目“列车超速防护系 统”(ATP)的研究,他组织了数百名科技人员进行研究。研究成果获得全国科委、计委、经委及财政部的表扬,并通过铁道部的鉴定,且获奖。研究成果 ATP 系统的先进性:一、它能适应全国各类制式自动闭塞系 统;二、在国内第一次提出实现机车制动控制应用速度——距离模式曲线,它不仅能应用于客车,而且也能应用于不同载重量的货车,这在全世界范围内至今尚居少见;三、它也能应用于基于通

信的列车运行控制系统,因此它是一种典型的先进的 ITS-R 系统。该系统的改进型目前已在城市轨道交通中获得应用。该项目成果的 ATP 系统是奠定了我国在列车运行控制的基础。

汪希时对区间列车运行理论有较深入的研究。早在 20 世纪 60 年代初期,他发表论文率先提出基于无线、并使控制信息处于闭环的高安全,高可靠的无线闭塞系统。这种系统不仅使铁路行车安全、可靠,而且可以使列车在区间运行时充分发挥效率。当时虽然进行了局部实验室试验,但终因社会环境所限而未获得最后结果。但这种先进的、创新思想已对现存的各类基于轨道电路的自动闭塞系统提出了挑战。在这之后近 20 年,即 20 世纪 80 年代起美国、欧洲等提出各类新型 CBTC 系统(ATCS,ETCS 等)实际上即归属于同一类无线自动闭塞系统范畴之内的系统。

汪希时于 1964~1979 年间由于国家需要,在核工业部第二研究设计院工作,曾任室主任、室主任工程师、院实验室副主任、院计算中心副主任等职,进行过核方面应用射流技术,激光技术应用研究等。

作者重视实践和实验,对新技术尤为敏感,在不同单位内建设了不少有关实验室和中心实验室等。

作者培养过几十名硕士研究生、博士研究生,并且指导博士后工作。在社会上曾担任过中国自动化学会理事、自动化学会教育委员会委员、中国铁道学会铁道学报编辑委员会副主任,铁道学会计算机应用委员会副主任等。

汪希时先后获得全国总工会“五一”劳动奖章、北京市政府颁发的先进工作者、铁道部和部政治部颁发的先进工作者、优秀知识分子、优秀科技工作者等各种奖励。1993 年获第一届茅以升铁道科技奖。1991 年起获国务院特殊贡献津贴。

汪希时积极参加国际和国内各种学术会议,先后发表学术论文、专利、书籍等百多种。

前 言

第一次世界大战后,美国公路蓬勃发展。第二次世界大战之后,欧洲公路也有较大发展。公路的大规模建设自然会引发出行车和管理方面的问题,因此在 20 世纪后半时期人们提出开发智能运输系统(ITS)。它的目标之一是希望解决公路发展中问题,二是希望能开创与之相应的产业——智能汽车和智能控制部件产品(Telematics),为此将智能技术引入到交通运输系统中去。虽然 ITS 泛指交通运输系统,但是实际上在欧美等工业发达国家,ITS 基本上限在公路范围内。作为发展中大国的中国,公路在近十多年中也有非常迅速的发展,而铁路智能化控制与管理进程也很快,相比之下,在中国,铁路在交通运输中仍然占领着重要地位。在过去几十年里就已经开始铁路智能化进程,但是由于铁路在欧美并不受到青睐,所以极少提到它。这种情况在中国及其他工业发展中国家则完全是另一个景象。针对这一现象,作者认为 ITS 在铁路交通运输中应该建立自己特有的技术领域,所以作者提出给它一个专有技术名称——智能铁路运输系统(ITS-Railway,简称 ITS-R)。

作者认为建立 ITS-R 技术领域希望能至少引发出两个效应:

第一,发展铁路交通运输的智能技术应用,并渗透到铁路的各个工种和多个方面中去,其中包括铁路运输组织和管理、机车车辆、铁路通信信号、铁路工务、铁路供电、供水、防灾抗灾、铁路设计和施工、铁路规划、铁路财务、公安、旅游、铁路产品生产过程等等,从此创建更多新的 ITS-R 系统,目的是进一步保证运行安全和运行效率。

第二,要像西方对待 ITS 一样,更广泛地、有计划地创办有关 ITS-R 的国内和国际学术会议,出版 ITS-R 的刊物和图书,制定有关 ITS-R 的各类标准,创建各类 ITS-R 基金会等等,目的是有助于提高社会文化水平。

这就是作者提出建立 ITS-R 的初衷。

为了使广大读者对 ITS-R 有进一步认识,所以在本书中介绍目前在国内外已经应用的 ITS-R,分析 ITS-R 控制系统中各种重要的子系统和重要传感器,并且简要分析在 ITS-R 中经常应用的可靠性技术及其简单的数学基础。

本书中介绍了由作者在“八五”期间领导和组织完成的国家科技攻关项目“列车超速防护系统”的主要内容。此项目的先进性在于:第一,它在全国能通用,因为在此系统中有自主开发的通用式机车信号,它能适应全国各种制式的轨道电路;第二,它能保证全国各种类型列车的行车安全,特别是对货物列车,能针对各种牵引重量的货物列车实施速度—距离模式制动曲线,保证行车安全。这个系统是由多个子系统组成,并具有智能化,因此它是一个典型的 ITS-R 控制系统。这个项目由百余人集体完成。此项目通过了铁道部鉴定,其中有一个子系统还获得国家科技进步奖。本书介绍的目的,希望国内学者和技术人员在此领域内可以在它的基础之上继续前进,保持在世界领先水平。

全书共有 16 章,分为 1 个部分,除第 1 部分给出 ITS-R 概念外,第 2 部分介绍 ITS-R,其

中有第一次全面介绍基于通信的移动自动闭塞系统的分析;国内较大规模 ITS-R 范畴内的系统;有 ITS-R 控制系统的核心——列车超速防护系统分析、LCF/ATP、欧洲 ETCS/ERTMS 介绍等。第 3 部分则分析和介绍 ITS-R 控制和管理系统中最经常应用的子系统和传感器,其中有最近已被国家批准从欧洲引进的 GSM-R,它的由来和概况等;有国内自行创造开发的轨道电路叠加信息系统、查询应答器、轨道感应回线等。本书的第 4 部分则集中介绍针对 ITS-R 提高可靠性而应用的数学基础及其相应技术简况。

作者认为虽然本书是第一次提出 ITS-R 系统,但由于科学技术的迅猛发展,特别是通信、计算机和控制的 3C 技术以及智能技术的日新月异的前进,相信它们会大力促进 ITS-R 技术,使它像雨后春笋般地生长和发展。作者在此书所提内容只是起到抛砖引玉的作用。

本书的出版得到铁路科技图书出版基金的资助。杨希明、翟金坤、石森、梁克勤、梁际翔、杨焕之、潘淑娟、刘伯森、李鲁山和周婷等同志参与了 ITS-R 专藉的收集材料、绘图、录入、多次校核、文句修饰、专业复核等工作。在此,作者向他们表示衷心的感谢。

由于作者才疏学浅,所以在书中一定有不少遗漏和错误,谨请各界有识之士不吝赐教。谢谢!

汪希时

北京交通大学·北京

2004 年 1 月

目 录

第 1 部分 概 论

第 1 章 ITS-R 基本概念	1
1.1 ITS 的产生	1
1.2 ITS-R 与 ITS	2
1.3 什么是 ITS-R	3
1.4 ITS-R 的目的	4
1.5 ITS-R 的研究战略和策略	5
本章主要参考文献	6
第 2 章 新型列车运行控制系统 ——CBTC 系统	7
2.1 列车运行控制系统发展与 TBTC	7
2.2 CBTC 系统的提出	11
2.3 CBTC 系统发展简况	15
2.4 CBTC 系统发展原因的分析	19
2.5 CBTC 系统定义与分类	21
2.6 IEEE 对 CBTC 的标准建议	25
2.7 CBTC 系统中主要关键技术	30
2.8 CBTC 系统基本功能	35
第 2 章附录 CBTC 系统开发的国际机构	36
本章主要参考文献	37

第 2 部分 ITS-R

第 3 章 移动自动闭塞系统	39
3.1 铁路运输密度、速度、载重与信号关系	39
3.2 移动自动闭塞系统主要特性	41
3.3 移动自动闭塞系统中安全保护距离	42
3.4 移动自动闭塞系统的宏观结构	43
3.5 移动自动闭塞条件下列车在区间追踪运行模式	47
3.6 MAS 下“撞硬墙”模式的列车在区间间隔模型	49
3.7 MAS 条件下区间运输能力分析的难点	50
3.8 MAS 的优点及问题	51
本章主要参考文献	52

第 4 章 国内较大规模 ITS-R	55
4.1 导 言	55
4.2 运输管理信息系统(TMIS)	55
4.3 调度集中系统(CTC)	60
4.4 调度监督系统	63
4.5 调度指挥管理信息系统(DMIS)	64
4.6 旅客信息响导系统及客运站行车信息管理系统	72
4.7 计算机辅助行车调度系统	73
4.8 铁路综合列车运行调度和管理系统	74
4.9 编组站综合自动化系统	76
4.10 车站列车运行控制系统——车站计算机联锁系统	80
本章主要参考文献	83
第 5 章 ITS-R 区间运行控制系统核心	85
5.1 ATP/ATC/ATO/ATS 简述	85
5.2 国内外 ATP 系统发展由来	86
5.3 ATP 定义和基本结构	88
5.4 列车制动的简单概念	89
5.5 列车制动计算简单分析	91
5.6 制动曲线计算中线路纵断面的化简	96
5.7 ATP 系统两种形式的制动曲线	98
5.8 两种制动曲线的简单比较	100
5.9 ATP 计算中所需数据内容	102
5.10 ATP 系统处置方法及比较	103
5.11 ATC 系统概要	106
本章主要参考文献	111
第 6 章 LCF/ATP 型列车超速防护系统	112
6.1 LCF/ATP 型列车超速防护系统开发由来	112
6.2 LCF/ATP 系统总概念	112
6.3 LCF/ATP 系统功能及主要特点	113
6.4 LCF/ATP 系统中的制动问题	115
6.5 LCF/ATP 系统的车载设备总体结构	115
6.6 LCF/ATP 系统车载设备的工程结构	117
6.7 LCF/ATP 系统车载设备列车自律式 ATP 系统	118
6.8 LCF/ATP 系统机车信号	120
6.9 LCF/ATP 系统车载设备内部通信子系统	126
本章主要参考文献	127
第 7 章 欧洲列车运行控制系统和欧洲有轨交通管理系统(ETCS/ERTMS)	129
7.1 起因历史和项目	129
7.2 系统总目标和规范	131

7.3	系统的应用级别	134
7.4	系统应用第一级	135
7.5	系统应用第二级	136
7.6	系统应用第三级	137
7.7	专用传输模块 STM	138
7.8	系统运行模式	139
7.9	系统结构及车载子系统	140
7.10	系统管理功能	141
7.11	无线闭塞中心(RBC)与外部设备联接	142
7.12	ETCS-RBC 的重要与非重要功能	144
7.13	ETCS 系统语言	147
7.14	ETCS 的近期工程应用计划	150
	本章主要参考文献	151
第 8 章	国外几种工程应用的 ITS-R	152
8.1	莫斯科地铁的 ARS-R	152
8.2	日本新干线的 COSMOS	157
8.3	完善的列车控制系统(PTC)	161
8.4	日本 ATACS	165
8.5	瑞典无线闭塞系统	168
8.6	美国旧金山海湾 AATC 系统	171
	本章主要参考文献	176

第 3 部分 ITS-R 中常用传感器和子系统

第 9 章	CBTC 中移动无线通信	178
9.1	CBTC 对无线电通信的需求	178
9.2	CBTC 系统中的无线电通信种类	180
9.3	无线信道受干扰的概念	181
9.4	TETRA 制式	185
9.5	GSM-R 的产生	187
9.6	GSM-R 系统的简单工作过程	190
9.7	GSM-R 接入应用的网络结构	192
9.8	信息在 GSM-R 通信信道中传输的延迟时间	197
9.9	点对点传输延迟分析	198
9.10	GSM-R 的初步测试结果	199
9.11	欧洲列控系统 with GSM-R	201
9.12	欧洲几国铁路应用 GSM-R 进展	203
9.13	漏泄电缆与漏泄波导通信法概念	205
9.14	漏泄波导通信方式在 CBTC 系统应用示例 ^[注]	206
9.15	CBTC 系统中应用扩频通信制式	213

9.16	CBTC 系统中其他无线通信方法	214
9.17	CBTC 系统实际工程中通信方式分析	215
	本章主要参考文献	216
第 10 章	ITS-R 中测速和定位技术	218
10.1	测速和定位的重要性	218
10.2	ITS-R 中测速、定位技术的实用方法	219
10.3	近期 CBTC 系统应用测速和定位技术概况	220
10.4	ETCS 系统中定位和测速规定的简单法则	222
10.5	LCF/ATP 系统中开发的测速—测距法	223
10.6	LCF/ATP 车载测速—测距系统抗干扰分析	227
10.7	LCF/ATP 车载测速—测距子系统中加/减速求解	229
10.8	LCF/ATP 车载测速—测距子系统中有关测距问题	230
	本章主要参考文献	232
第 11 章	查询—应答器	233
11.1	查询应答器的来历	233
11.2	查询—应答器的功能	233
11.3	查询—应答器的类型	235
11.4	查询—应答器工作原理	237
11.5	查询—应答器工作场强分析	240
11.6	查询—应答器中重要参数	244
11.7	国内外几种查询—应答器	246
11.8	ETCS/ERTMS 中 EUROBALISE 项目	253
	本章主要参考文献	256
第 12 章	轨道电缆感应子系统	257
12.1	轨道交叉电缆感应子系统基本概念	257
12.2	轨道交叉电缆的实际设置方法	258
12.3	轨道交叉电缆感应子系统中双向通信编码	259
12.4	ETCS/ERTMS 系统中的 EUROLOOP	261
12.5	ETCS/ERTMS 中 EUROLOOP 的应用方法	263
	本章主要参考文献	265
第 13 章	轨道电路叠加信息子系统	266
13.1	轨道电路叠加信息子系统来由	266
13.2	轨道电路叠加信息子系统工作原理	267
13.3	轨道电路叠加信息分析	268
13.4	轨道电路叠加信息子系统的结构	271
13.5	轨道电路叠加信息子系统的创新点分析	276
	本章主要参考文献	277
第 14 章	GPS 在 ITS-R 中应用	278
14.1	GPS 定位原理	278

14.2	卫星定位系统的组成	279
14.3	影响 GPS 定位精度因素的概念	280
14.4	差分 GPS(DGPS)定位技术	280
14.5	GNSS 卫星定位系统	281
14.6	GPS 在 ITS-R 中应用举例	282
	本章主要参考文献	289

第 4 部分 ITS-R 可靠性基础

第 15 章	铁路智能控制系统常用可靠性数学基础	290
15.1	前 言	290
15.2	可靠性常用的名词及其定义	290
15.3	可用性	292
15.4	可维修性	293
15.5	可靠性工程中常用的几种概率分布	294
15.6	智能铁路系统中几种常用结构的可靠度	298
	本章主要参考文献	306
第 16 章	ITS-R 中可靠性技术应用	307
16.1	前 言	307
16.2	ITS-R 中的冗余技术	308
16.3	容错技术与避错技术的应用	313
16.4	软件可靠性技术	315
16.5	可靠性分配	317
16.6	故障—安全与 RAMS	321
16.7	欧洲 ITS-R 的安全性等级分析	322
	本章主要参考文献	325

第 1 部分 概 论

第 1 章 ITS-R 基本概念

1.1 ITS 的产生

社会生产的发展是任何人不能阻挡的必然趋势，发展了生产，才能使人们生活水平得以提高。在推动社会生产过程中，交通运输是其中重要的一环，它可以产生生产所需原料流动，半成品、加工品的流动，加工设备的流动，劳动力的流动，加工后成品的流动，生活改善所需物品的流动等。自古以来，交通运输工具经历了畜车工具、非动力工具、火车、轮船等多种方式。19 世纪世界上出现了第一列火车和第一辆小汽车后的 100 多年里，交通运输面貌有极大变化，使生产效率有极大的提高，生活质量也有很大改善。但是在治理交通运输发展的同时也产生了另一方面的问题，诸如能源大量的消耗、排放的车尾气大大污染了空气、交通噪声也成为社会公害之一，同时交通运输道路的拥挤堵塞、交通事故层出不穷、人员大量伤亡，这些使行车速度又大量减慢。因此到 20 世纪 70、80 年代，针对公路运输，世界上经济发达国家提出智能交通系统（Intelligent Transportation Systems, ITS）研究，显然这是基于这些国家以下背景：

- 公路网迅速扩张；
- 车辆数大量增加；
- 行车速度要求提高；
- 司机要求有更多前方路途的信息；
- 要求缩短高速公路交费口或缩短停车场口停留时间；
- 人们对城市公共交通系统希望有更好的服务质量；
- 要求商业车队的管理有更佳的业绩；
- 对行车安全要求有更好的保障；等等。

与之相反，在公路交通中出现了大量上述问题，促使人们从中寻找出路：将智能技术渗透到交通系统中去，构成智能交通系统（ITS）。

ITS 的产生合乎市场发展规律，它不仅研究设法逐步解决上述问题，并产生两种新产业：

- 智能交通产品（Telematics）产业，一种专门服务于 ITS 的机械和电子的硬/软设备；
- 智能汽车工业。

现在 ITS 正在蓬勃发展，涉及 ITS 研究的开发的重要方面如图 1.1 所示。

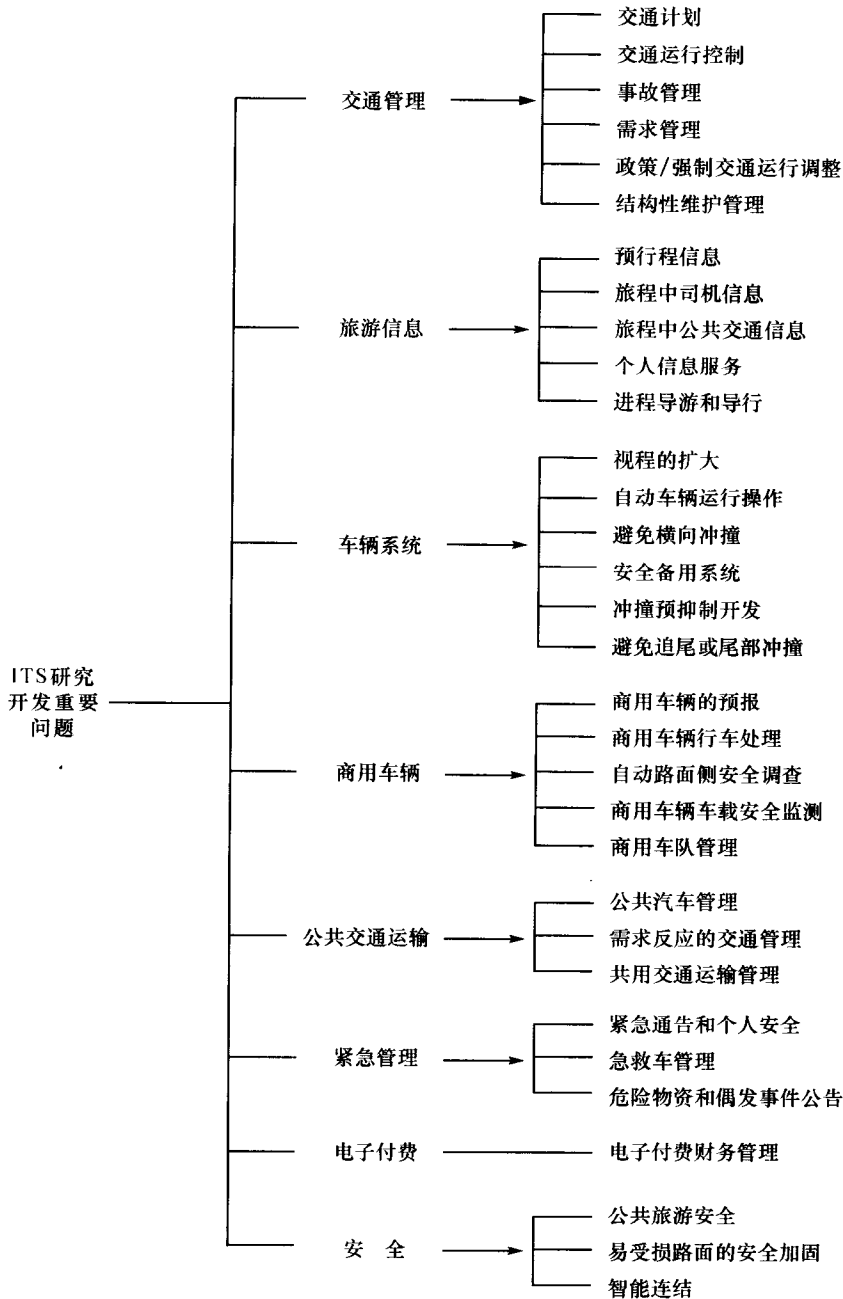


图 1.1 ITS 研究开发重要方面示意图

1.2 ITS-R 与 ITS

ITS 名义上是泛指交通系统方面，实质上欧美技术界进行的研究、开发等大都是在公路交通范围内的工作，这可以从各类 ITS 国际会议、ITS 刊物、ITS 规范、ITS 计划、

ITS 科研项目、ITS 工程实施和投资等来说明。这是很自然的事，因为公路交通在工业发达国家交通系统中占有极重要的部分，在这些国家中，通过公路交通可以运送绝大部分旅客和货物。但是对于发展中国家，像中国、印度等，则将是另一番景象：铁路运输在发展中国家的运输业中占主导地位。因此，中国需要有公路的 ITS 的发展，但是远远不够，必须还有智能铁路运输系统（Intelligent Transportation System-Railway, ITS-R）。

ITS-R 与现在欧美国家的 ITS 有共同点和相似点，但也存在极大差异。

主要共同点和相似点是：

- 广泛应用移动通信系统，因为公路对象是移动中的汽车，在铁路中则为运行中的列车；
- 尽可能地应用智能技术；
- 系统中有很多种类似的智能传感器和智能管理。

主要差异性在于：

- 铁路更具有计划性，它有运行时刻表，较少随机性，但公路运输随机性很突出，它大部分是门对门运输；
- 铁路运输的运行时刻表是对全社会承担责任，先有公告，然后执行和修正，但公路交通的私有性很强；
- 铁路运输是在两根钢轨上行走，站与站之间运行列车不可能更改车道，但在公路运输中不然，汽车则可以较自由地改道，随意性较大；
- 列车具有较大惯性，制动距离要比载重汽车的制动距离大几十倍乃至上百倍；等等。

正因为如此，ITS 和 ITS-R 虽均有“智能”，但应用的策略、具体技术和实施方法是有很大不同的，而且在硬件和软件上也有很大差异。

ITS-R 在全世界范围尚未有人正式提出，作者是根据几十年的工作经验的积累，特别是科研知识积累，深知其重要性，才正式提出 ITS-R 的研究开发，目的是与有关各界和有识之士进行探讨，以便更好地促进铁路运输的发展，为我国经济建设服务。

1.3 什么是 ITS-R

铁路交通系统已经存在一个世纪以上，它为国民经济的发展创下了丰功伟绩。现在有了 3C 技术，即通信（Communication）、计算机（Computer）和控制（Control）的蓬勃发展，再加上近 20 多年来新兴的智能技术（Intelligent Technology），从此可以产生 ITS-R，它们之间的关系可以用图 1.2 来表示，其中 ITS-R 是铁路交通学科（Railway Transportation Science, RTS）、3C 技术学科和人工智能技术（Artificial Intelligence, AI）三者的交集，或用公式来表示则为

$$\text{ITS-R} = (3\text{C}) \cap \text{AI} \cap \text{RTS} \quad (1.1)$$

因此 ITS-R 与传统的铁路交通系统相比就有它自己的特点，具体是：

1. 它与 3C 技术相联系，所以它具有高科技性质，因为通信技术的发展，加上网络技术使之延伸，同时还有人工智能、计算机作为辅助，使铁路交通的一切决策、信息的传递、效



率的提高、安全的保障等，决非昔日系统所能比拟。

2. 它的综合集成能力强，因为有 3C 技术之后，不论是控制还是管理都可以从横向来综合，也可以从纵向来集成，使任何决策更具有活力。

3. 由于它与 AI 相结合，所以它具有更丰富的能力，它是集成大量经验教训和事物发展规律来作出结论，所以它的生命力强。

4. 它的作用范围广，因为通信、网络、计算机等技术的运用，使铁路交通系统可以在大范围内作出相应的决定，再辅之以 AI，所以它的适应性强，从此可以获得较大的效益。

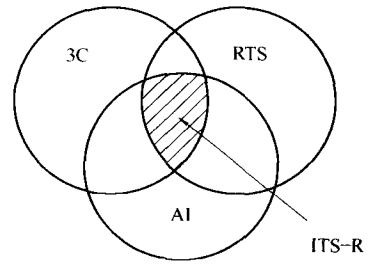


图 1.2 ITS-R 与相关技术的关系

1.4 ITS-R 的目的

原本铁路运输系统中存在着控制与管理两大部分，它们的目的是保证铁路行车安全和提高行车效率。但是实际控制与管理工作中往往由于下列情况而难以有确切的控制和精明的管理：

- 被控对象是有很明显的非线性行为，难以全部用数学模型方式描述；
- 对被控对象影响的因素太多，实际上难以全面照顾到这些因素；
- 被控和被管理对象受诸多因素的影响，难以说明它们之间各因素影响之间关系和确切深度；
- 被控制对象行为极为模糊，往往没有精确的数学表达；等等。

因此，ITS-R 最大目标是：

1. 保证铁路行车有更大的安全，要尽量估计到以往难以估计的影响因素，所以首要目标是要提高全铁路运输体系的安全性。
2. 研究如何进一步提高行车效率，特别是如何在采用新技术后，使运输效率有明显提高，使投入/产出比更有成效。
3. 使铁路运输的全局调度管理和控制更趋于有序化、自动化、智能化。
4. 使铁路旅客在旅程中获得更大的舒适度。
5. 使铁路货运业主在其业务中获得更多的信息，对他们服务更好，从而使铁路运输在整个运输业中具有更大的竞争能力。
6. 使司机在驾驶列车中获得更多信息，从而使列车运行更安全和更可靠。
7. 使铁路员工劳动生产率提高，改善劳动强度。
8. 铁路运输具有更强的竞争力，等等。

总之，ITS-R 工作的开展是祈望使铁路运输有更好的质量。由于智能技术和所有高新技术都是在日新月异地变化着，所以 ITS-R 是不可能在一朝一夕达到完善化，而只能是逐步深化。因此，对 ITS-R 应该有它的战略和策略研究，在充分掌握现有技术和设备基础上，找出其发展的战略和策略，这是非常重要的方面。

1.5 ITS-R 的研究战略和策略

在明确 ITS-R 目的基础上，必须进一步搞清楚对它的战略和策略。

铁路运输系统是一个庞大的运动机，它本身有庞大的人事组织，有经济效益方面的制约要求，有复杂的技术装备，有很多严格的功能要求，有组成系统的标准等等，它的每个组成部分都牵涉到很多相关部门，但是研究铁路运输 ITS-R 的战略并不等于研究铁路运输系统的改革，而只是从中求得更好、更快地达到上一节中所提到的 ITS-R 的目的。

从铁路运输系统技术业务而言，它主要有机务、工务、电务、运输、车辆、安检、供电、公安、卫生等多个部门。指挥每日业务工作的中心环节是旅客运输、货物运输。完成上述中心环节的核心是运输指挥调度，它既要客运，又要针对货运来进行调度，而所有这些调度的背后又是集中着对电务（通信和信号）、对车辆、对机车、对乘务组、对电力、对安全检查等等多方面的各种类别的调度。在这些调度中实际包含着两大方面：

第一方面：ITS-R 控制（或称 ITS-R-C）；

第二方面：ITS-R 管理（或称 ITS-R-M）。

对于 ITS-R-C 和 ITS-R-M 而言，它们互相间并不是完全独立的，即两者之间有相互依赖部分，图 1.3 表达了它们之间的关系，其中公共部分是两者相互依赖部分和共用部分，例如基础数据、动态信息，等等。

从上述分析可以见到，对 ITS-R 的战略研究可以集中到对 ITS-R-C 和 ITS-R-M 两大方面，其中关键的战略是如何高速地发展铁路的信息化，用制定各种类别专业的信息工程作为中国 ITS-R 发展的战略，而在实现各种专业信息工程的战略目标过程中又必须要有实施的策略，其中包括各部门的近期、中期和远期目标，以及它们之间相互影响的关系。

中国铁路的 ITS-R 建设从实质上讲起步较早，诸如：

- 20 世纪 90 年代开始有铁路信息系统与运输管理信息系统（TMIS）的开发和研究；
- 20 世纪 90 年代开始有调度信息管理系统（DMIS）的开发和研究；
- 早在 20 世纪 60、70 年代开始就有各类自动闭塞系统的开发应用；
- 在 20 世纪 90 年代就完成了驼峰编组站自动控制系统的研究与应用；
- 20 世纪 90 年代的第八个五年计划就完成了国家科技攻关项目“列车超速防护系统”的研究和开发；
 - 在 20 世纪 80 年代及 90 年代期间全国就有多种大、中、小型车站的计算机联锁系统逐步代替原来已广泛应用的电磁继电器为主的车站联锁装置；
 - 在 20 世纪 80 年代末就已经开发成功由计算机控制铁路供电系统集中调度系统；

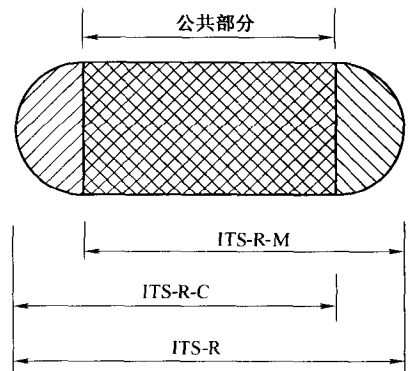


图 1.3 ITS-R 中控制与管理的关系