

铁路行车指挥自动化系统

中国铁道管理学院

日本国际协力事业团 合编

中国铁道出版社

1991年·北京

前 言

根据中日双方签订的中日专项技术合作“中国铁道管理学院计算机应用”项目协议的精神,日本国际协力事业团分期分批派遣日本专家来华系统地介绍了与日本铁路运营管理自动化有关的技术。本书就是根据廣瀬 勳、小野 力、福井宣夫、持地達夫、大川水澄等日本专家讲课内容,结合中国铁路实际并部分取材于中国已有的资料编写而成的。因此,本书的出版是中日友好的具体体现,也是双方专家技术合作的成果。在本书编写过程中得到日本国际协力事业团中国事务所八岛继男、田口定則、三浦敏一先生和日方协调员千田勝己、吉田義雄先生的大力支持,在此表示感谢。相信本书在培训中国铁路现代化管理人才和进行有关“行车指挥自动化系统”的研制等方面,将会发挥积极的有益的作用。本书由张瑄昇执笔。编译组成员有张全寿、沈庆衍、秦作睿、张瑄昇、董志昇、陆祖春。由于时间紧迫并限于执笔者水平,本书在取材和内容编排方面难免有疏漏甚或错误之处,欢迎读者批评指正。

编译组

1991年3月 于北京

内 容 简 介

本书主要根据日本专家讲课内容介绍日本铁路行车指挥自动化系统(COMTRAC)的硬件、软件构成和该系统的主要功能。全书共分8章,内容包括行车指挥自动化系统概要、列车跟踪和进路控制、列车运行调整、PRC系统管理、列车运行图的编制和管理、列车运行模拟、课题及展望、系统开发及软件设计等。其中部分内容取材于中国已有资料和科研成果。

本书可供铁路高校教学和从事行车指挥自动化方面的科研和系统设计人员参考。

铁路行车指挥自动化系统

COMTRAC

中国铁道管理学院
日本国际协力事业团 合编

★

中国铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

责任编辑陈晓东 褚书铭 封面设计刘景山

中国铁道出版社印刷厂印

开本:850×1168毫米 1/32 印张:9.25 插页:2 字数:201千

1991年3月 第1版 第1次印刷

印数:(精)1—150册
(平)1—2000册

(平)ISBN7-113-01087-3/U·331 定价:8.00元

(精)ISBN7-113-01102-0/U·334 定价:11.15元

目 录

第一章 概 要.....	1
1. 新干线运行信息处理分类.....	1
2. 新干线运行信息处理计算机化的现状.....	2
3. 新干线开发过程.....	2
4. COMTRAC 系统构成	8
5. COMTRAC 软件概要	8
6. 有关 COMTRAC 的各种数据.....	8
7. COMTRAC 硬件构成概要	8
8. 与 COMTRAC 联接的外部系统	15
9. 关于可靠性的计算	29
第二章 列车跟踪和进路控制	32
一、概 述	32
1. 进路控制自动化方式	32
2. 进路控制系统设计中的一些问题	33
3. 进路控制系统的基本功能	35
二、列车跟踪及表示	36
1. 列车跟踪方式	37
2. 列车位置信息的取入点	37
3. 地点信息变化检出方法	39
4. 列车跟踪方法	41

5. 列车跟踪处理(TAC)	47
6. 出发处理(LPT)	53
7. 始发终到处理(TERMI)	54
8. 列车跟踪的异常监视	56
9. 车次的设入与显示	59
三、进路控制	62
1. 概 述	62
2. 进路输出要求	65
3. 进路输出处理	66
4. 进路输出后的处理	67
5. 进路控制的不同方式	69

第三章 列车运行调整 74

一、概 述	74
1. 列车运行调整自动化的必要性	74
2. 列车运行调整自动化的原则	75
3. 列车运行调整自动化的功能特点	76
二、列车运行与设备报警及文件监视	77
1. 作 用	77
2. 报警、监视的显示、操作方式及流程图	77
3. 报警与监视功能	79
4. 文件监视子系统(MOS)	83
三、人机对话的方式	85
1. 工 具	85
2. 关于用户与 MMS 连接的工作原理	86
四、直接输入和运行图文件变更	87
1. 运行图文件变更的作用	87
2. 直接输入和文件变更内容	88

3. 对输入数据的合理性校核	90
4. 文件变更时的数据流程	91
五、列车运行自动局部调整	93
1. 自动局部调整的内容	94
2. 自动局部调整管理功能	94
3. 始发列车间隔监视	95
4. 列车争用到达股道判断	97
5. 待避判断	100
6. 到发优先判断	106
7. 列车出发顺序的自动修正(TOC)	109
第四章 PRC 系统管理	115
一、PRC 系统运行管理	115
1. 概 述	115
2. PMS 简述	131
3. 系统运行操作子系统(COS)	140
4. 二重系管理子系统(DMS)	144
5. 计算机间通讯子系统(CCS)	146
6. 人机 I/O 控制子系统(MMS)	148
二、计算机时刻管理及为了维修、调试的一些功能	151
1. 计算机时刻管理	151
2. 为了维修、调试的一些功能	154
三、故障恢复	157
1. 概 述	157
2. 系统异常处理	158
3. 文件恢复方式	163
4. 系统保护子系统(SCS)	164
5. 列车跟踪恢复(TREC)	167

第五章 列车运行图的编制和管理	172
一、列车运行图的编制	172
1. 概 述	172
2. 列车运行图的编制步骤	173
3. 列车设定的原则	174
4. 列车运行图的数值表现	174
5. 列车的设定方法	179
6. 最佳列车运行图	180
二、列车运行图编制系统(DIAPS)简介	185
1. 概 述	185
2. 机器构成	188
3. 系统的功能	189
三、列车运行图管理	193
1. 概 述	193
2. 运行图文件的存贮及其数据结构	196
3. 运行图文件. 存取方法	202
4. 运行图文件的制作及其登记方法	207
5. 班计划及三小时计划的编制	212
第六章 列车运行模拟器(TTS)	215
1. 概 述	215
2. TTS 的机器构成	216
3. 计算机的利用	219
4. TTS 的功能	219
5. TTS 的操作	226

第七章 课题及展望	228
一、概 述	228
二、自律分散型行车指挥自动化系统	230
1. 自律分散系统的构成及功能特点	230
2. 自律分散系统与中国铁路特点的适应性	236
三、无线列车控制系统	239
1. 高级列车控制系统 ATCS	239
2. 实时列车自动跟踪系统 ASTREE	241
第八章 系统开发及软件设计	243
一、概 述	243
1. 系统的分类	243
2. 对系统开发中某些问题的检验	244
3. 对系统的评价标准	245
二、系统开发的步骤和方法	246
1. 系统开发全过程	246
2. 系统调查	248
3. 系统分析的展开方法	248
4. 系统开发计划的编制	250
三、系统设计	251
1. 系统设计阶段	251
2. 系统设计的内容	251
3. 系统设计的基本结构	252
4. 系统的基本设计	253
5. 实施可能性的检查	254
6. 系统的详细设计	254
四、关于软件设计的技法	259

1. 关于软件设计的全过程.....	259
2. 关于功能规格书和处理规格书.....	259
3. 关于软件共同部分的设计.....	262
4. 关于具体程序设计.....	267
主要缩写词对照表.....	278
附 图	插页

第一章 概 要

日本铁路“新干线行车管理系统”——COMTRAC(COMputer aided TRAffic Controll system),中国通称“行车指挥自动化系统”。

1. 新干线运行信息处理分类

(1) 运行计划系统

①根据运输需要制定列车基本计划(定期列车、季节列车、预定临时列车)和对未来列车计划的预测。

②制定与列车计划和未来列车预计有关的乘务员和车辆配备的运用计划。

③根据运输的季节性波动和工程等需要,对原计划进行追加、修正和调整,制定每日的运行实施计划。

④对运行实施计划进行整理、分类,向有关处所传达。

(2) 列车运行管理系统

①行车调度系统(运行调整系统、列车群管理系统):

a. 掌握列车运行状态,进行紊乱的检出和紧急的运行调整。

b. 进行列车运行的模拟,制定预测运行图。

c. 制定必要和适度的运行调整(包括车底运用的变更)方案,向有关处所发布命令。

d. 进行车底运用变更的调整。

②进路控制系统:根据运行实施计划和运行指令,自动设

定列车进路。

③列车信息系统：向有关处所（旅客响导系统）传达旅客响导方面必要的信息和列车的运行状态。

(3)资源管理系统

①车辆管理系统：

a. 根据运行实施计划和编组别使用实绩，配置适量的车底和进行检查指定。

b. 进行与车辆保养有关的各种数据管理和进行检修作业的指示。

②车辆基地管理系统：进行运行区段内必需的人员、经理及资材等各种业务信息的管理。

(4)管内作业管理系统

即车辆基地管内作业计划及控制的自动化。

(5)统计、分析系统

对计划及实绩数据的收集和分析，对基本计划及其他计划的反馈。

2. 新干线运行信息处理计算机化的现状

新干线运行信息处理计算机化的现状如图 1—1 所示。

3. 新干线开发过程

(1)关于 COMTRAC

所谓 COMTRAC 即利用计算机对新干线的行车进行全面管理的系统。其具体目标为：

①适应运输变化需要，编制并传达包括车辆及乘务员运用在内的合理的运行计划。

②当运行图紊乱时，编制并传达运行调整的运行图（包括车辆、乘务员运用）。

东北、上越新干线开通

72.3

72.11

74.11

75.3

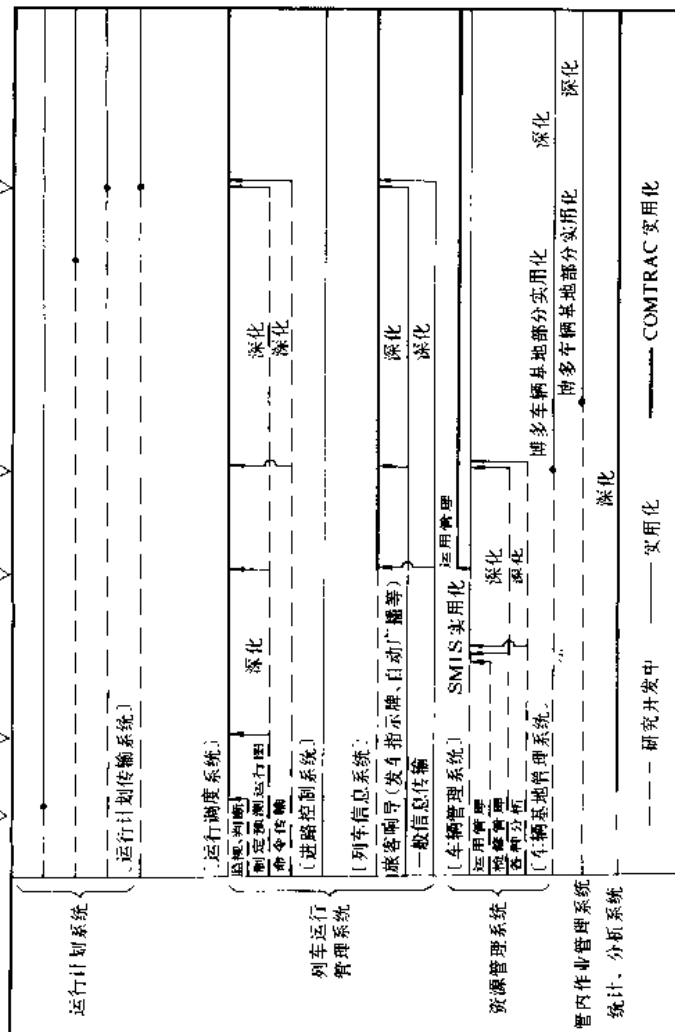


图 1 1 新干线运行信息处理计算机化的现状

③与此相应的进路控制自动化。

(2)开发经过

①适应冈山(岡山)的 COMTRAC(ph—1—第 1 期):以 1972 年 3 月冈山开通为目标进行建设,预计在冈山开通时,列车种别将从原有“光号、声号、回送”3 种增至“W 光号、A 光号、B 光号……,回送等”多种,原来以列车上所设置的列车种别设定器为核心的人工控制进路将达到极限,因此,必须用计算机来控制进路,从而推进了 COMTRAC 的建设。但是,由于工期和技术等问题,仅建设了上述功能中紧迫性较高的“进路控制”主体和与其关系较密切的“编制运行计划”、“编制调整运行图”的部分功能。

②适应博多的 COMTRAC(ph—2—第 2 期):博多线从 1971 年 10 月开始施工,当时预计 1975 年 3 月开通。该系统大大充实了运行调整功能,利用 GD 人——机对话方式,当运行图紊乱时编制调整运行图,并且向有关车站、运转所、机务段进行传达。另外,对冈山开通时的新干线信息管理系统 SMIS (Shinkansen Management Information System)追加了车辆运用功能和对车站发车指示牌进行控制的旅客响导(PIC)功能。

③东北、上越 COMTRAC(ph—3—第 3 期):1982 年 6 月开通,在 ph—1、ph—2 实绩基础上,把已有功能予以提高、深化,充实了乘务员和基本、临时计划的编制功能。把 COMTRAC 进行了全面检查,对以下诸项进行了重点设计。

a. 减轻调度业务的负担:提高手柄的自动化率,缩短异常时的恢复时间;

b. 有效地利用信息:降低车站人员的劳动强度,提高对旅客的服务,对职员指示(显示)的确切化;

c. 有效地利用资源和人力:更有效地运用车辆,缩短异常

时恢复时间。

开发过程中把以下项目置于重要位置：

a. 通过利用高级语言和结构化设计，提高软件的开发性和维修性(EDP—PL/1；PRC—SPL)；

b. 对常数等数据进行一元化管理，在车站设备等变更时，提高其灵活性；

c. 更多地利用外部能力，ph—2 系统是日本国铁与厂家共同开发的，而 ph—3 则大部分利用外力，即功能规格书(用户需求)由日本国铁编制，以下的程序编制等由厂家担当。

(3)东北、上越 COMTRAC 功能分类及其主要内容如表 1—1 所示。

(4)东海道、山阳 COMTRAC 的变化

于 1985~1987 年在新开设车站(东海道 3 站、山阳 2 站)的同时，对已使用多年的 CTC 和 COMTRAC 进行了更新(有时称之为 ph—4 即第 4 期工程)。

在 CTC 方面采用小型计算机，在信息传输的可靠性、信息量和传输速度上都有显著提高，信息量从原来的 126 群/1 区间(21bit/1 群)变为 210 群/1 区间，速度从 1200BPS 变为 2400BPS。

在保留综合表示盘条件下，列车运行显示实现了 CRT 化。

原有的 COMTRAC 系统是由信息处理系统(EDP)和进路控制系统(PRC)构成。其中 EDP 是在 1985 年 2 月修改运行图时，进行了更新，这次(1987 年 11 月投入使用)部分功能又得到改善。PRC 系统功能也有所改善，其中，对运行图紊乱的监视和报警功能，从根本上进行了强化。

这次新开发了以 CRT 为主体的运行显示系统(MAP: Man, Machine Advanced Processor)，大规模地改善了人——机

系统。

在 COMTRAC 系统中,除 CTC 以外,尚有变电所远方监视装置、通信信息监视控制装置等,这些设备也引用了计算机

表 1—1

基本功能	子系统名称	主要内容	使用计算机
计 划	基本、临时计划	编制修正运行图及运量波动时的列车、车辆以及乘务员运用计划	EDP 系
	实施计划	在基本、临时计划基础上,制定每日列车、车辆的运用	EDP 系
资源管理	车辆运用	预计车辆的检查,编制使用计划	EDP 系
人员使用	乘务员运用	在基本、临时计划基础上,制定每日乘务员运用,同时进行当日列车运用实绩处理	EDP 系
运行管理	运行调整	监视列车运行,进行未来列车运行图预测	EDP 系
	信息处理	由于列车运行紊乱,需要变更列车运行图时的处理	PRC 系
	信息传输	把列车运行图的变更、列车晚点等信息传送给车站、运转所。同时传输车辆和乘务员运用、资料管理以及 SMIS 数据	EDP 系
	进路控制	根据列车运行图设定进路	PRC 系
旅客响导	旅客响导	为使车站自动广播、控制发车指示牌,传送列车运行图及晚点信息	EDP 系
管理资料	编制管理资料	统计每日列车、车辆及乘务员运用实绩	EDP 系
系统管理	EDP 系统管理	进行 EDP 系内部处理及共同处理	EDP 系
	EDP 系统支援	EDP 系统试验及调试程序用	EDP 系
	PRC 系统管理	进行 PRC 系内部处理及共同处理	PRC 系
	PRC 系统支援	PRC 系统试验及调试程序用	PRC 系

和进行了 CRT 化,使各系统有机地结合起来,把互相交换的信息进行加工、编辑,按功能别通过 CRT 画面进行显示,其优点如下:

①在 CRT 化和使各系统互联以后,不但可以显示在线的列车,而且还可以互相提供有价值的信息;

②通过充实报警功能,减轻了调度员的监视业务,并加速了异常的检出;

③由于在 CRT 上附装了触摸式控制板,可以在确认运行状态的同时,进行手动进路控制。

MAP·PRC 的 CRT 画面约有 450 个,按功能分大致如下:

①控制画面:在 PRC 跟踪中断时,用于手动进行设定和修改车次号。

②报警画面:对防护信号故障、停电、地震、风速信息以及轨道电路异常短路的报警,并对进路控制的运行图变更进行报警。

③监视画面:不仅有在线列车的显示,而且还有按站、按区间的列车晚点、出发顺序和出发时刻等运行情况的显示、终到显示、列车位置监视以及临时限速状况显示等画面。此次还开发了以轨道电路为单位的列车跟踪功能,因此,可以进行轨道电路非正常落下的检出和报警。同时,可为变电所远方集中监视装置发出列车位置的信息。

此次更新,大大提高了调度业务效率,使各种调度联系更为密切;改善了人——机接口,尤其增设 CRT 的触摸控制板,在手动设定进路方面提供了方便;使调度业务 OA 化,列车运行记录通过 CRT 监视,在必要时通过硬拷贝输出实绩运行图,废除了原来的 X—Y 描绘仪记录方式;提高了可扩展性,对今后增加新站,设备更新以及追加功能等,提供了更为灵活

的条件。

4. COMTRAC 系统构成

- (1) 东北、上越系统总体构成如图 1—2 所示。
- (2) 东海道、山阳系统总体构成如图 1—3 所示。

5. COMTRAC 软件概要

东海道、山阳新干线现行的程序分为进路控制系统、运行表示系统和信息处理系统三部分。

- (1) 进路控制系统程序构成如图 1—4 所示。
- (2) 运行表示系统程序构成如图 1—5 所示。
- (3) 信息处理系统程序构成如图 1—6 所示。

东北、上越新干线现行程序分为两部分。

- (1) 信息处理系统程序构成如图 1—7 所示。
- (2) 进路控制系统程序构成如图 1—8 所示。

6. 有关 COMTRAC 的各种数据

日本 1~4 期 COMTRAC 数据如表 1—2 所示。

7. COMTRAC 硬件构成概要

COMTRAC 硬件主要由主机和外围装置所构成。

(1) 主机(CPU)

东海道、山阳新干线：

- ① 信息处理系统为 M-260×2；
- ② 进路控制系统为 V90×3；
- ③ 运行表示系统为 V90×2。

东北、上越新干线：

- ① 信息处理系统为 M-170×2；