

编号: (77)012

内 部

出国参观考察报告

日本铁路行车指挥自动化技术

科学技术文献出版社



出国参观考察报告
日本铁路行车指挥自动化技术
(限内部发行)

编辑者: 中国科学技术情报研究所
出版者: 科学技术文献出版社
印刷者: 中国科学技术情报研究所印刷厂
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 11.5 印张 294 千字

统一书号: 15176 · 243 定价: 1.20 元

1977 年 11 月出版



目 录

一、概述	(1)
(一) 日本电务设备的发展概况	(1)
(二) 行车指挥自动化方面的几种做法	(1)
二、武藏野线程序进路控制 (PRC) 装置	(10)
(一) 运营状况和特点	(10)
(二) 武藏野线的行车组织	(11)
(三) PRC 功能和系统构成	(18)
(四) 车次表示和追踪	(30)
(五) 运行图的基本数据和修改变更	(34)
(六) 数据的输入和变更手续	(36)
(七) 进路控制方法	(50)
(八) 计算机的硬件	(60)
(九) PRC 的软件	(80)
三、日本有关行车指挥自动化系统	(103)
(一) 东海道新干线 COMTRAC	(103)
(二) 京王线 TTC 系统	(107)
(三) 都营地下铁道 6 号线 ITC 系统	(112)
四、盛冈铁路局东北本线的 CTC 综合控制系统	(116)
(一) 东北本线的概况	(116)
(二) 自动进路贮存装置	(120)
(三) 新型列车车次表示装置	(124)
五、目前日本新型 CTC 系统与计算机的接口设备	(137)
(一) CTC 发展概况	(137)
(二) CTC-4 S 型调度集中	(138)
(三) CTC-5 型调度集中	(143)
(四) 日本对调度集中系统可靠性的考虑	(152)
(五) 列车位置表示的传输设备	(157)
(六) 东海道新干线 CTC 输出输入处理装置 SPC	(159)
六、与行车指挥自动化有关的设备	(166)
(一) 集中监视装置	(166)
(二) 接地自动警报器	(171)
(三) 工厂新工艺简介	(175)
(四) 日本色灯信号机的显示方式	(177)
附图	(180)

日本铁路行车指挥自动化技术

中国铁路行车指挥和列车编组自动化考察组

一、概 述

考察组一行十人自1976年9月21日从北京起程至同年10月19日从东京起程回国，在日本共计停留29天。根据出国前组织上研究确定，这次考察在行车指挥自动化方面以武藏野PRC (Programmed Route Control程序进路控制) 为重点，围绕这一重点相应地考察了东海道新干线的COMTRAC (Computer aided traffic Control运用电子计算机的运行控制)、东北本线盛冈至青森段的加装有进路贮存装置和车次记忆装置的复线调度集中、京王线TTC (Total traffic Control列车运行综合运输控制) 以及东京地铁6号线ITC (Integrate traffic control综合运行控制)，此外还考察了有关设备的生产工厂日立制作所、三菱电机、日本电气、大同信号、京三制作所、日本信号和东邦电机等制造厂。

通过考察初步看到日本国营铁路电务设备的发展概况和近年来在行车指挥自动化方面的几种做法。

(一) 日本电务设备的发展概况

日本国营铁路的几项主要指标如表1—1。

现有信号设备的一般状况如表1—2。他们的一些新技术的采用大部分也是在战后50年代以后才开始，从表1—3、表1—4可见其一斑。

日本采用电子计算机实现行车指挥自动化的控制系统共有10个(见表1—5)，还有一些系统虽然没有采用计算机，但也增加了一些自动化措施，如盛冈到青森的自动进路贮存装置和车次记忆装置和复线调度集中同时使用，也收到一定效果，所以我们也把它归在行车指挥自动化系统一起介绍。

(二) 行车指挥自动化方面的几种做法

1. 新干线的COMTRAC

东海道新干线全长1069公里，是日本国营铁路为了实现210公里/小时(东京~冈山间)和250公里/小时(冈山~博多间)高速行车而专门修建的一条线路。线路的行车密度很高(5分钟间隔行车)，而且只行驶客车，又是一条和其他线路不相联接的封闭线路，所以运营条件比较简单，因而采用了自动化程度比较高的COMTRAC系统，运用电子计算机和外

表 1—1

指 标 项 目	单 位	数 量
营 业 里 程	公 里	21,271.9
电 气 化 里 程	公 里	7,581.6 (内直流4545.5)
机 车 台 数	台	4,373
	其中 内燃	2,134
	电力	2,060
	蒸汽	179
货 车 总 数	辆	124,288
客车总数 (包括动车)	辆	21.475
一日平均列车公里	千 公 里	1,898
年 输 送 人 员	百 万 人	7,113
年 输 送 吨	百 万 吨	158

注：日本私营铁路约5,740公里

1976年料资

表 1—2

顺 序	项 目 名 称	单 位	数 量	备 注
1	调度集中	公 里	5,105.3	
2	自动闭塞	公 里	10,035.0	
3	半自动闭塞	公 里	1,330.4	
4	路牌闭塞	公 里	9,328.9	
5	速度控制方式 (ATC)	公 里	1,176.5	
6	自动停车 (ATS)	公 里		
7	信号高压配电双回路区间	公 里	3,577.6	
8	信号高压配电单回路区间	公 里	5,068.7	
9	以交流电气牵引架空线作为电源的区间	公 里	525.8	

表 1—3 (信号)

采 用 年 代	新 技 术 项 目 名 称
1961年	新鹤见调车场装设车辆减速器
1957年	在北陆线田村、敦贺间采用音频轨道电路
1958年	伊东线开始使用CTC
1963年	开始使用自动停车装置 (ATS-S型)
1964年	东海道新干线开通采用 7 显示ATC
1968年	郡山自动化编组场开始使用
1972年	新干线COMTRAC开始使用
1974年	武藏野和盐滨调车场实现自动化, 新干线COMTRAC第二期系统开始使用

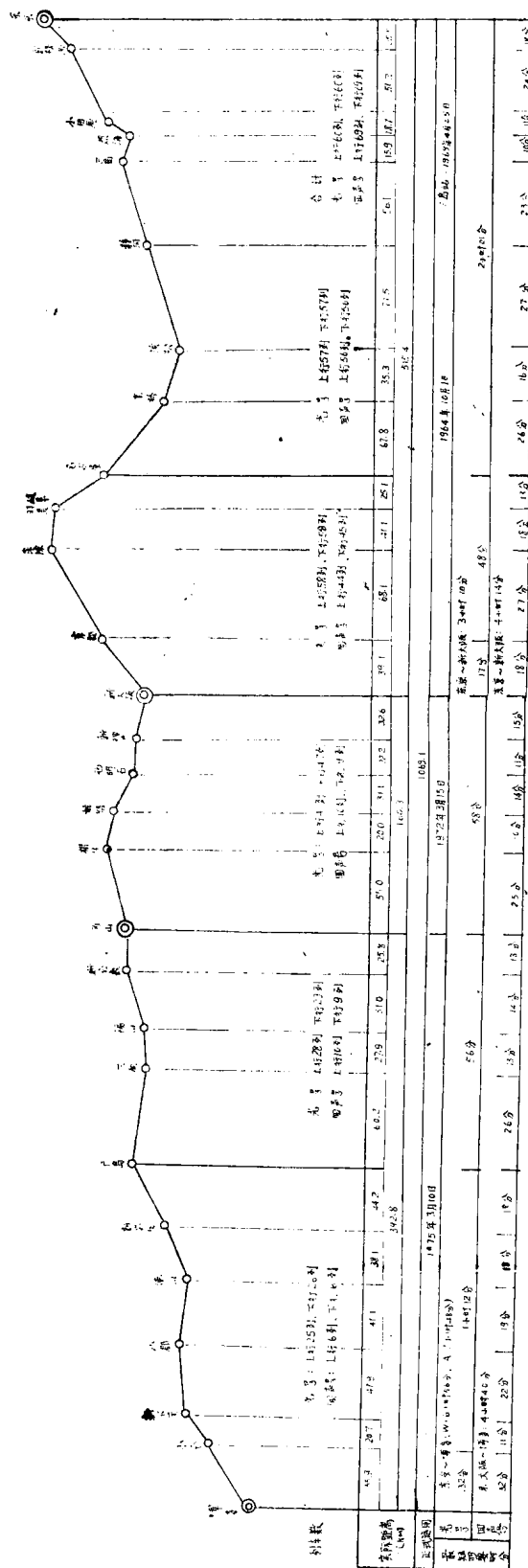


表 1-4 (通信)

采用年代	新技术项目名称
1948年	青森、函馆间400MHz多路无线电话完成
1952年	青森、函馆间4000MHzSHF开通
1953年	东京、门司间采用模写电报
1960年	东海道线特快开始使用列车电话
1964年	3万个座席预约自动化系统MARS-101正式使用
1972年	百万座席的大型计算机预约系统MARS-105开始使用, 传输通道采用 12,000MHz 的PCM

表 1-5 日本采用计算机行车

线 路 名 称		新 干 线 COMTRAC				札 幌 市 (南北线)	阪 神 (本线)
		至 岡 山		至 博 多			
厂 家		日 立		日 立		日 立	三 菱
开 通 使 用 期		1972年 3 月		1975年 3 月		1971年12月	1972年11月
控制对象数	控制站数	16		31		14	14
	线路长度 (KM)	730		1069		23	38.4
	行车间隔	5 分		5 分		5 分	
	列车数 (列/日)	756		1,200			
	其 他						
硬 件	计 算 机 台 数	H-7250 二 台	H-8811 一 台	H-700 三 台	H-8450 二 台	H-100 一 台	M-350-S 二 台
	主 存 容 量	32KW	16KW	128KW	1MB	16KW	16KW
	文件存贮容量	512KW	2.5MW	1.5MW	29MB	64KW	256KW
	系统构成特征	二重系 并 列	图 形 显 示 器	三 机 二重系	待 机 图 形 显 示 器		二 重 系
功 能	车辆运用计划			□			
	列车群调整	□		□			
	信 息 传 输			□			
	进 路 控 制	□		□		□	□
	旅 客 广 播			□		□	□

围设备实行调度工作的自动化除自动排列进路、自动报送车次号、自动描绘实际运行图和自动通知关于列车正晚点情况外，当运行秩序局部打乱时，还可以及时进行自动调整，调度人员不必介入，当运行秩序大范围打乱时，计算机可以及时提供恢复方案供调度员选择和修改，使运行秩序较快地恢复正常。在运行过程中计算机通过图形显示器向调度员预告未来3小时45分钟范围内的列车运行计划，并允许调度员进行修改补充。由于具备这种运行图自动调整功能，因而整个控制系统比较复杂，造价也比较高，但它的自动化程度和适应能力在日本铁路现有的几个自动化系统中也是比较高和比较强的。新干线径路如图1—1，COMT-RAC调度室如图1—2所示。

2. 武藏野线PRC

武藏野线是东京外环线的一部分，它和东海道本线、中央、东北、常磐、总武诸线相接，因而各线相互间的直通列车可以不必经过东京或东京内环山手线而直接输送，武藏野线路图

指 挥 自 动 化 系 统 表

大阪市交 (堺筋线)	大阪市交 (御堂筋线)	西 铁 (大牟田线)	国 铁 武藏野线	京王帝都 (全线)	营团地铁 (有乐町线)	札幌市交 (南北线)	札幌市交 (东西线)
东 芝	日 立	京 三 (三菱)	日本信号 (日立)	京三(IBM)	日 立	日 立	日 立
1972年	1972年12月	1974年4月	1974年6月	1975年5月		1975年	1975年
2	9	25	12	17	11	34	30
	19.5	79.3	82.5	80	10.2		
		4分	4分	6分	2.5分		
482	760			700	560		
T-3000 一 台	H-100 一 台	MELCOM-70 二 台	H-500 二 台	IBM-517 二 台	H-350 二 台	H-350 二 台	H-350 二 台
8KW	16KW	24KW	32KW	64KW	32KW	32KW	32KW
64KW	128KW	131KW	131KW	2.4MW	384KW	384KW	384KW
			保持时刻表 先到达优先 处理		二重系 并 列	二重系 并 列	二重系 并 列
		□		□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
	□					□	□

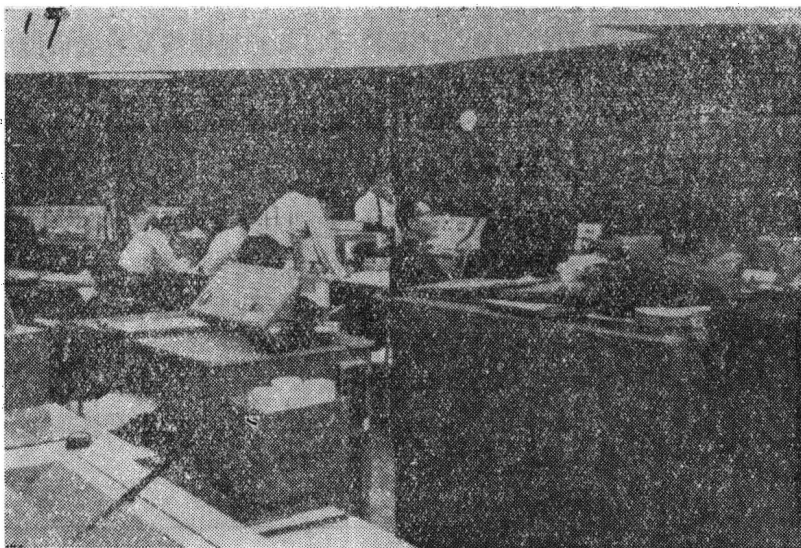


图1—2 新干线调度室

如图1—3所示。除了直通列车以外还有环线内的到发列车，而且还联接着新鹤见、大宫和武藏野三个编组站。建设武藏野线的目的是为增加首都圈的物资运输，发展东京外围工业基地，便于沿线通勤、通学。于1965年开工，总工程费1400亿日元，信号与自动控制工程费仅20亿日元约1,300万人民币。由新松户到府中本町是1500伏直流电气牵引。武藏野线分为东线（马桥至西浦和间长30公里）、西线（西浦和至府中本町间长29.5公里）、南线（府中本町至新鹤见间长23公里）三段，全长82.5公里，站数18个（其中乘降所6个）。东、西线于

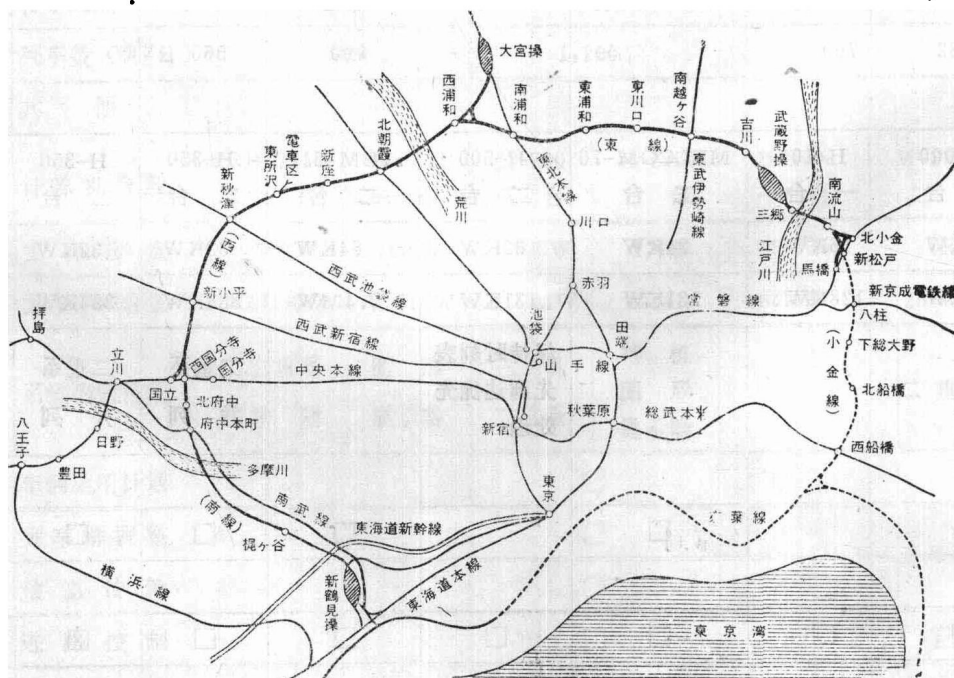


图1—3 武藏野线线路略图

1973年4月开通，南线于1975年底开始营业。PRC系统现尚处于试验中，计划1976年底交付使用。

新松户与府中本町间是客、货混运，其他如新鹤见至府中本町间、西国分寺至国立间和马桥间基本上是货运，还有大宫编组站至西浦和与南浦和间的三角线运输。从上述可见整个线路的运营情况也是比较复杂的，一方面调度人员比较繁忙，另一方面在技术上也很难做到象新干线COMTRAC系统那样高的自动化水平，而且日本国铁除新干线以外的旧线基本上都是连年亏损，在投资上也受到限制，因而采取了PRC这种比较经济、自动化程度也略低的控制系统。

PRC在设备方面是在CTC的基础上增加电子计算机系统，其主要功能是对行车进路实行自动控制，自动显示列车车次、自动描绘实际运行图和自动统计列车的走行公里等。当运行秩序打乱时，调度员可以通过适当的人工操作进行修正。武藏野线的调度所与计算机机房的平面布置见图1—4和图1—5。

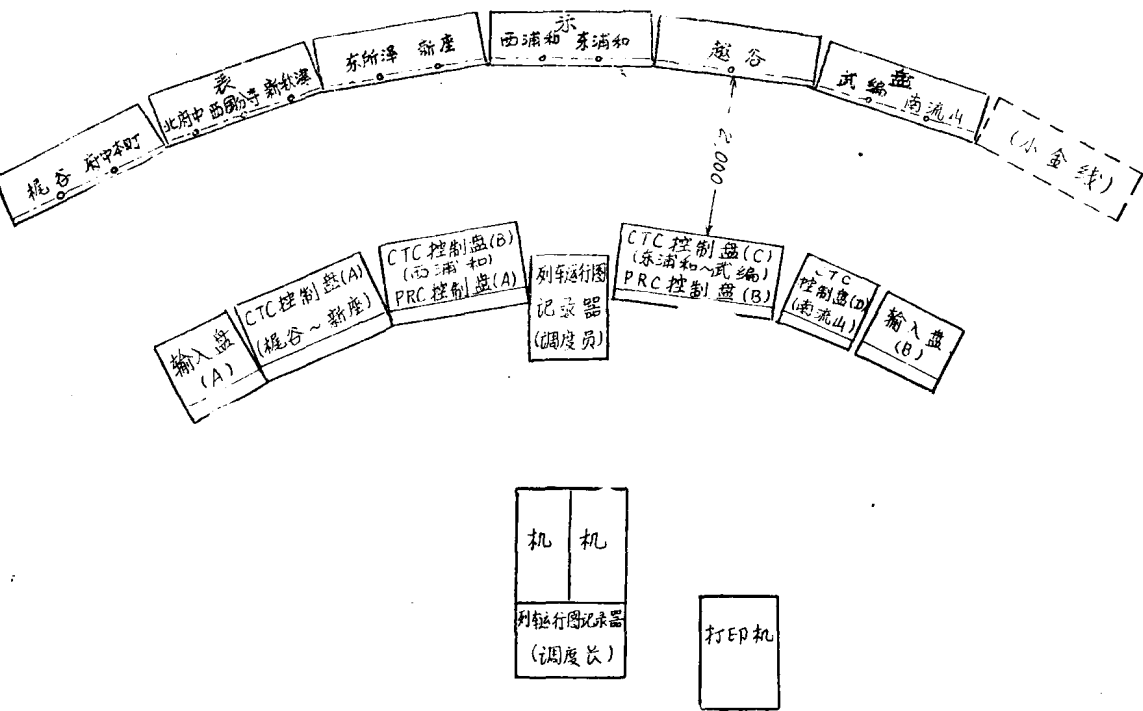


图1—4 武藏野线调度所平面布置图

3. 东北本线由石越到青森段的加装自动进路贮存装置和车次记忆装置的复线调度集中综合控制系统

东北本线是指从东京到本州北部青森的一条2万伏交流电化复线铁路，其径路如图1—6所示。从石越到青森间315.7公里采用CTC，全段被控车站46个，仅有表示的车站8个，无连锁的车站11个，共计65站。目前盛冈到青森一段203.9公里共41站已建成并交付使用。

东北本线为客、货混运的线路，行车速度客车时速120公里，货车时速90公里。旅客列车种类有特快、快和普通三种，货车有直达和普通两种。东北本线在盛冈铁路局所属10条线

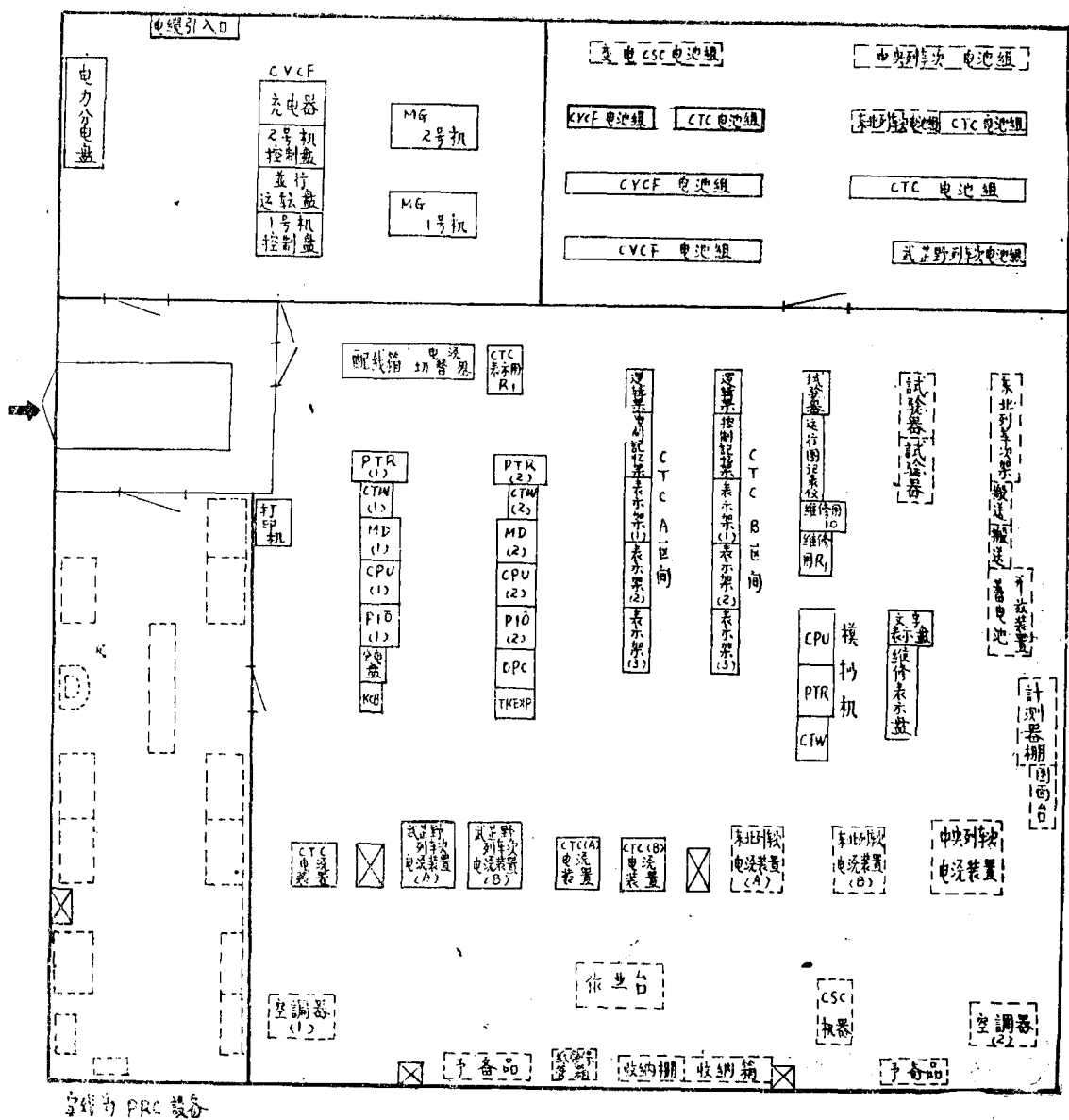


图 1—5 武藏野线PRC计算机机房平面布置图

路中货运量已是最大的了，但每日发送吨数平均也只有 4,360 吨，因此还是以客运为主的线路。现上行运量 108 列，下行 107 列，最忙区段上行 115 列、下行 116 列。自动闭塞轨道电路站内采用 83.3 赫轨道电路，区间采用 25 赫变频轨道电路。由于运量较大，因而决定采用复线调度集中来强化线路。但采用调度集中以后调度员的作业量更大了，原来车站办理进路的作业也移到调度所来了，为了减轻调度员的工作，采用自动进路贮存装置，对侧线待避列车可以一次设定待避 1~3 列车，中间不需人工干预，并设置了车次号记忆装置，每日根据列车运行图将全区段内的列车车次，按运行图的顺序穿孔做成纸带送到车次记忆装置的磁心体中存贮起来，随着运行图的执行不断自动从磁心体中顺序提取出来，在表示盘上进行表示。整个车

次初始设定工作完全是自动的，因而省去了调度员很多设定车次的手续和负担（东北本线CTC调度所盛冈见图1—7）。

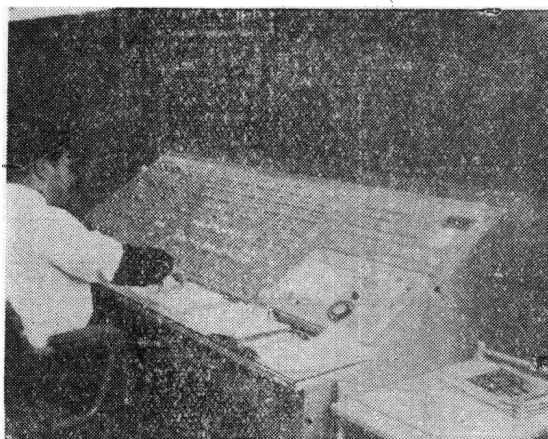


图1—7 东北本线CTC综合调度室布置图

二、武藏野线程序进路控制（PRC）装置

（一）运营状况和特点

武藏野线是东京的外环线，它所联结的几条干线如中央、总武和东海道本线等线路的行车间隔时分如表2—1，在客运高峰期间必须及时输送出换乘的旅客，否则就可能造成站台和车站堵塞，因此武藏野线也相应的采取4分钟间隔行车。现图定列车最忙区段客、货各50对左右，还是比较繁忙的线路。近期要发展到250列左右，整个线路的特点如下：

（1）与新鹤见、大宫和武藏野三大编组站相联接，其中新鹤见编组站居于线路的一端，没有考虑进路控制，只有始发列车的作业联系。大宫编组站与西浦和、南浦和形成三角线，

但东北本线和武藏野线在南浦和是立交，大宫编组站进出武藏野的列车均经过西浦和，PRC同样不控制大宫编组站的进路，也只有始发列车的作业联系。武藏野编组站情况和上述情况不一样，是武藏野线的必经之路，因此既要控制进路又要控制始发作业，为了不影响编组站作业，武藏野线作为编组站的外包线通过，如图2—1所示，



图2—1 武藏野编组站的外包线

PRC只控制1、2两条进路。

（2）是六大干线的联络线，因而与其他线路接续的地点较多。

（3）客货混运，为了减少各站的调车作业因此需要减少零星的货运，现归并为越谷、新座、新秋津和北府中四个车站办理，并在站场线路上考虑客货分开以便减少行车和调车作业的相互干扰。

(4) 在西浦和三角线地区, 经常有列车进路要同时办理, 因此想用人工迅速而准确地控制运行比较困难。

(5) 武藏野线是东京首都圈的重要组成部分, 而首都圈又是日本客运中心, 仅东京客站每日吞吐量达70万人, 整个首都圈达1,195万人占全国总乘车人数的6.1%, 如武藏野线内列车不能控制好, 就有可能影响全局, 因而采用比较现代化的控制系统来管理武藏野线的运输就成为十分必要的了。

表 2—1

项 目 \ 线 别	常 盘		中 央		总 武		东 北
	快 速	慢 车	快 速	慢 车	快 速	慢 车	
早上运转间隔	6(分)	3(分)	2(分)	3(分)	5(分)	3(分)	7(分)
晚上运转间隔	10	5	3	3	6	3:30	12
白天运转间隔	10—15	12	4—8	3:20—7	10—15	3:20—7	15—60
列车次数(全天)	196	306	424	424	230	460	97
平均站间公里数	6.6	2.1	3.0	1.2	3.3	1.9	5.9

(二) 武藏野线的行车组织

1. 行车调度组织

武藏野线调度属东京综合调度所的一部分(见表2—2)。属武藏野线区的调度员共18名, 按三班倒工作, 每班6人, 其中调度长一人。

2. 运行计划与调度作业

(1) 运行计划。武藏野线和东海道新干线不一样是24小时不间断运输的线路, 这点和我国情况相同。运输计划首先是基本运行图, 由国铁本社每年制订一次, 然后下达到首都圈本部列车课。根据季节运输特点再作季节性修改, 还有节日、假日等情况再作某些修改规定。

武藏野线只用一种基本运行图, 所有上述修改完成以后就是执行运行图, 即作为计算机控制的依据。计划每天分别下达到机调和行调, 然后再作进入计算机前的准备工作。基本运行图和每日修改内容的输入和准备工作是不一样的。

基本运行图进入计算机一般一年作一次, 由程序人员穿孔制成纸带经计算机反复校核无误以后, 再交国铁本社审核批准才正式生效。批准的纸带输入到计算机中, 由于数据数量较大存放在磁鼓中, 作为PRC控制的基本数据。

每日修改内容输入过程比较简单, 而且一般修改内容少, 因此下达到调度长, 由调度长在输入盘上进行修改, 修改后请求计算机打字输出, 调度长核对无误后按压承认按钮予以承认, 计算机即自动执行。

修改运行图采取不改变基本运行图存贮区内容的方式, 即另建立修改区制成修改表, 然后将基本运行图数据和修改区中修改表的数据在磁心存贮器中制成工作运行图, 也就是所谓

的“执行运行图”。电子计算机即可根据“执行运行图”完成PRC的各项控制功能。

在计算机内需要列车运行图的以下基本数据编制成文件存贮起来：

- ①列车车次：登记武藏野线内走行的全部列车的车次。
- ②电机组下次运用关系：线内列车最终到达时、接着进行折返，这时车次与折返后车次的关系要予以登记（包括停止过夜的列车与次日晨始发列车的关系）。
- ③“前一列车”顺序：登记货物站的到发线及从各站中线出发的列车和其“前一列车”的关系；
- ④国立支线列车顺序：登记由国立支线西国分寺站进入的列车顺序。
- ⑤货物站始发列车顺序：由货站始发列车的始发顺序（包括整列牵引的到发列车）。
- ⑥出库列车顺序：从东所泽电车库出库时，要登记出库的顺序。
- ⑦列车种别：对全部列车的种类要予以登记。
- ⑧行车进路：本线路内各列车在各站的进路要全部登记。

图 2—2 磁 芯 执 行 运 行 图

0	实际车次			
1	正在运行磁鼓区			
2	下次运行磁鼓区			
3			列车种别	
4	始发站		终点站	
5	计划始发时间（电车）			
6	进站列车			
7	出发列车			
8	现在站		下一个控制地点	
9	现在地点		下一个地点	
10	从前一个站发车实际时间			
11	备 用			
12	入 口	到达股道 1	到达股道 2	出 口
13	控制点 1		控制点 2	
14	控制点 3		控制点 4	
15	控 制 情 况			
16				
17				
18				
19				

本站 1

本站 2 和车站协同

⑨始发时间：对列车始发时间以及从中线出发的发车时间应予登记。

上述 9 类基本数据从运行图中摘出编成 9 个文件放在存贮器中。

线区内运行的所有列车车次和所有车站的执行运行图放在磁鼓内，按车次进行索引，以便查找。当列车始发前根据车次将磁鼓运行图的数据读出，每次两站，每列约 23 个字，以后按照列车运行不断更新、每次更新两站。由在线列车数据组成“磁芯执行运行图”，其中包括：

①实际车次。

②现用数据和下一次更新数据的磁鼓区域。

③始发终到车站和股道号。

④计划始发时间和各站发车时间。

⑤列车位置信息，即现在的轨道电路号和下一个轨道电路号等。

用上述数据编成磁芯执行运行图如图 2—2 所示。

武藏野线运行图的控制时刻单位最小为 15 秒，同时在线列车数最大为 75 列，运行图最大列车数 800 列。

表 2—3

区 间 \ 名 称	上下行别	天窗起止时间(小时:分)
大宫——西浦和	下 行	2:24~3:40; 13:32~14:34
	上 行	2:35~2:45; 14:34~15:30
新松户——武藏野编组站	下 行	1:08~2:32; 13:22~13:58
	上 行	1:30~2:32; 12:30~12:52
武藏野编组站——西浦和	下 行	13:30~14:06
	上 行	2:29~4:37; 14:46~15:21
西浦和——府中本町	下 行	1:54~3:42; 13:54~14:30
	上 行	2:02~3:58; 14:08~14:46
府中本町——新鹤见	下 行	2:25~4:15; 13:10~15:10
	上 行	1:38~3:30; 13:40~14:42

武藏野线列车是昼夜 24 小时运行，为了方便各部门的维修和临时性的施工，在基本运行图上规定有“维修天窗”，一般在午夜和中午各有一次，具体情况如表 2—3。

(2) 调度所和车站作业。采用 PRC 以后，在正常情况下调度员监视运行状态。但为了随时帮助记忆和掌握列车实际运行情况，虽然已有记录仪记录实迹运行图，调度员仍然非正规地画列车的实际运行线，这在东海道新干线 COMTRAC 调度所的调度员也是这样作的，否则一旦系统异常需要调度员介入时，临时要从头了解运行情况，容易措手不及。当运行秩序打乱时计算机在 PRC 控制盘上表示出来，同时告警。调度员可以通过该盘的有关按钮进行变更运行秩序的操作，需调度员变更的项目如下：

①变更进路：如需要变更列车的到达股道。