

光 型 调 度 集 中

H. Φ. 裴 根

H. A. 巴夫洛甫

闵 耀 兴 译

中 国 铁 道 出 版 社

1988年·北京

故障和需经常调整的电磁继电器，其中包括专用的有极继电器。提高了包含调度命令的信号传输的可靠性。由于考虑可以调度控制车站调车作业，从而加速了完成计划外调车工作时列车的通过。

本书描述了设备构成原理，给出了设计、调整和运用“光”型调度集中设备所需的数据，

内 容 简 介

本书介绍了苏联目前大量推广运用的“光”型调度集中设备的原理及其构成,详细叙述了通道设备和逻辑设备,完整地列出了设计、调整和运用这种设备的一些数据。

为了便于读者参考使用,作者根据实际运用中可能出现的各种情况,提出了调度楼内和沿线分界点设备的具体结构,包括与各种站场布置(纵列式和横列式)以及与双线插入段和迂回支线衔接的方案,同时考虑了当设备故障时,不中断设备运用的各种安排,还提出调度员作业量和设备架容量的计算方法。

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ «ЛУЧ»

Н.Ф.ПЕНКИН Н.А.ПАВЛОВ

Москва «Транспорт» 1982

光型调度集中

(苏) Н.Ф.裴根 Н.А.巴夫洛甫

闵耀兴 译

中国铁道出版社出版

责任编辑 陈广存 翟国理 封面设计 刘景山

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经售

北京顺义燕华营印刷厂印

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 7.625 字数: 175 千

1988年3月第1版第1次印刷

印数: 0001—2,000 册 定价: 1.75 元

译 者 的 话

调度集中能增强铁路线路通过能力，改善机车车辆的利用，提高劳动生产率，并大大减少运营费用。调度集中在苏联铁路上已广泛地运用，并正继续安装。不但已在单线上与自动闭塞一起安装，而且在双线上也开始大量安装。

在七十年代中期以前，苏联铁路主要推广“涅瓦”型调度集中。近一些年来，由于铁路运量的急剧增长和铁路工作条件的复杂化，对行车调度控制提出了许多新要求，原“涅瓦”型调度集中已不能适应新形势发展的需要，因此，研制了“光”型调度集中。

本书描述了“光”型调度集中设备的构成原理，详细介绍了通道设备和逻辑设备，较完整地列出了设计、调整和运用这种设备的一些数据。

“光”型调度集中吸取了“涅瓦”型调度集中的运用经验，技术性能有了一些改进，容量也更大了，传送速度更高了，因而可以用于直接控制车站调车进路，并适应计算机控制。“光”型调度集中采用了硅晶体管和运算放大器，扩大了设备工作的环境温度，提高了设备工作的稳定性，并用无接点组件代替了大量电磁继电器，从而大大减少了设备的维修工作量。

在设计上，“光”型调度集中本着提高铁路通过能力，尽量实现运输过程作业管理集中化和自动化的原则（可作为铁路管理自动化系统 *АСУЖТ* 的子系统），考虑了调度楼内

和沿线分界点设备的具体结构提出了与各种站场布置（纵列式和横列式）以及与双线插入段和迂回支线衔接的方案，增加了当设备故障时，以发送“责任命令”不中断设备运用的各种安排，还提出了调度员作业量和设备架容量的计算方法。

本书可供从事调度集中研究、设计、施工和运用的工程技术人员参考使用，也可供大专院校有关专业的老师和学生参考。

本书第1～5章由闵耀兴译，第6章由陈广存译，由于译者水平所限，译文可能存在不妥之处，希读者批评指正。

本书译出后经张锡弟同志校阅，在此表示感谢。

前 言

推广采用和不断完善新型行车调度控制的技术设备是铁路技术进步的重要方向之一。铁路采用新的行车调整技术，能改善铁路线路通过能力的利用。由于加快列车的通过和改善机车车辆的利用而减少铁路运营费用以及提高铁路员工的生产力。

苏联政府决定，今后要继续广泛采用自动闭塞和调度集中。在苏联铁路上已广泛运用的调度集中设备是最完善的行车调度控制的技术设备。在单线铁路上采用自动闭塞，一般都配套安装调度集中设备。在双线铁路上也广泛采用调度集中。

近十年来，在苏联全国铁路上广泛采用周期检查的“涅瓦”型调度集中。但是，急剧增涨的运量，以及由此而使铁路工作条件的复杂化，对调度集中设备提出了许多新要求；另一方面，由于科学技术新成就的出现，有可能满足铁路在调度控制领域内增长的要求。根据这一理由，全苏铁路运输科学研究院在《国家通信信号设计院》和交通部《运输通信》工厂的参与下研究了新的“光”型调度集中，这种调度集中与已广泛运用的“涅瓦”型调度集中相比，性能有了改进，技术指标更加完善。

“光”型调度集中，除了增加控制和表示对象的极限数外，还改善了质量指标。采用硅晶体管和运算放大器，扩大了设备工作的环境温度范围，并提高设备工作的稳定性。采用无接点组件代替大量（每100km250~300个）有机械磨损

目 录

1. 系统的特性及其单元	1
1.1 系统的特性	1
1.2 遥控遥信信号的构成	3
1.3 无接点逻辑设备的单元	11
1.4 遥控遥信通道设备的单元	19
1.5 “光”型调度集中设备的电源	30
2. 遥控遥信通道设备	32
2.1 调度集中线路电路特点	32
2.2 调度集中楼遥控遥信通道设备	36
2.3 沿线分界点遥控遥信通道设备	45
2.4 直接中继和再生中继设备	51
2.5 “光”型调度集中定型架	54
3. 无接点逻辑设备	62
3.1 遥控逻辑设备的特点	62
3.2 调度集中楼遥控设备	63
3.3 沿线分界点遥控设备	87
4. 无接点遥信逻辑设备	104
4.1 概 论	104
4.2 沿线分界点遥信设备	105
4.3 调度集中楼遥信设备	115
5. 设计问题	135
5.1 概 论	135
5.2 调度控制的结构	136

5.3	调度集中楼.....	146
5.4	沿线分界点.....	154
5.5	责任命令.....	159
5.6	设计文件.....	163
6.	继电接点设备	173
6.1	概 论.....	173
6.2	遥控信号形成设备.....	174
6.3	遥信信号执行设备.....	195
6.4	遥控信号执行和遥信信号形成设备.....	206
6.5	事故变更运行方向责任命令的形成 和执行设备.....	225

1. 系统的特性及其单元

1.1 系统的特性

“光”型调度集中研制吸取了“涅瓦”型调度集中的运用经验,使其具有比“涅瓦”型更好的特性。以运用最为广泛的二导线方案考虑“涅瓦”型调度集中为3个并联遥信通道,总容量为1380个二位式表示对象,而“光型”调度集中的并联遥信通道可以增加到4个,总容量增长33%,为1840个二位式表示对象。因为通过改进其遥控通道设备,使其遥控通道所占频带较窄,从而可能得到另一个遥信通道,在遥控通道中仅使用一个采用相对调相(ОФМ)的500Hz工作频率。

遥控通道的传送速度增加到62.5波特(“涅瓦”型调度集中20.8波特),遥控信号传送时间缩短一半,大约为0.5s。研制遥控通道设备时考虑了调度集中遥控通道利用者不仅是列车调度员,而且还有电力调度员,以及负责监督调度集中设备技术状态的电务段调度员;此外,列车调度员也可以是两个,将来其中一人的工作可由控制计算机担当。因此,研究了可由四个不同任务的工作地点向遥控通道设备输入信息。

在设计和推广采用“涅瓦”型调度集中的过程中,主要发现由于车站不同用途被控设备的数量以及在某种情况下被控车站的数量问题需要大大增加遥控通道的容量。这是因为想实现车站调车作业由调度控制代替利用“局部控制”技术设备,从而经常要损失大量时间。因此,“光型”调度集中把

用于控制调车信号机的遥控信号分开，车站被控设备的组数由开始的7增加到16（第一区段上），以后增加到20。被控分界点最多有32个。表1.1比较了“光型”和“涅瓦”型调度集中的特性。

表1.1

特 性	“涅瓦”型	“光”型
遥控通道数	1	1
遥控通道工作频率 (Hz)	500, 600, 700, 800	500
遥控通道键控方式	调频	相对调相
传速速度 (波特)	20.8	62.5
最多分界点数	20	32
分界点各种命令组的数量	7	20
一组的命令数	8	10
两导线方案遥信通道数	3	4
遥信通道表示设备组的数量	23	23
组中二位式对象数	20	20
遥信通道容量 (二位式对象)	460	460
两导线方案一套设备的总容量 (二位式对象)	1380	1840

在遥控通道中还需要发送特别重要的命令，用于当信号设备发生故障，首先是轨道电路故障情况下让列车通过。这些命令应在不具备就地检查执行保证行车安全命令的所有条件下，由分界点设备执行。为了与另一些命令进行区别，把这个命令命名为责任命令。属于这些责任命令的有：

故障情况下改变单线区段自动闭塞色灯信号机运行方向；

道岔区段虚假占用故障情况下转换道岔；
道岔区段虚假占用时解锁进路；
开放分界点引导信号（进站或出站）。

目前最迫切需要解决的任务是上述第一项，与司机广泛采用无线通信的情况下是最易实现的。解决这一任务和其他各项任务最主要的前提是使遥控通道中对危害性的失真信号有高的可靠性和防卫度。为此，“光型”调度集中遥控信号的构成相当复杂，并采取对分界点接收信号的质量进行监督的措施。

研究“光”型调度集中时，很注意在缩减由于脉动工作而引起机械磨损严重的继电器的数量。在分界点设备中，一般就没有这类继电器。以无接点逻辑元件来取消并替代继电器式计数器和PII-4和IP-5型有极脉冲继电器等。保留的这类继电器仅当送到的遥控信号已由无接点设备选择为该分界点时才动作一次。因此，这种动作一千万次寿命的继电器经过25年至30年机械磨损才比较明显。无接点逻辑元件采用硅三极管组成，通道设备采用集成电路（运算放大器）。

1.2 遥控遥信信号的构成

遥控信号采用三值相对调相方式构成，也就是采用频率500Hz信号，其相位为用 120° 加以区分的三个值，例如 $\varphi_1=0$ ， $\varphi_2=+120^\circ$ ， $\varphi_3=-120^\circ$ 。但这些值不是在该基本信号中的相位绝对值或单一节拍信号的相位绝对值，而是与前一节拍已定数值相比的相位变化符号。信号相位变化的次序为 φ_1 、 φ_2 、 φ_3 、 φ_1 ……等认为是正，而以相位变化的次序为 φ_3 、 φ_2 、 φ_1 、 φ_3 ……等则认为是负。发送二进制逻辑符号“1”为正相位变化，“0”为负相位变化，这样，每个逻辑符号有三个实施方案，如表1.2所示。

表1.2

二进制符号	相 位 变 化 可 能 实 施 方 案		
1	$\varphi_1-\varphi_2$	$\varphi_2-\varphi_3$	$\varphi_3-\varphi_1$
0	$\varphi_3-\varphi_2$	$\varphi_2-\varphi_1$	$\varphi_1-\varphi_3$

每个信号节拍持续时间为16ms。根据节拍开始时相位变化特性，它可以是“1”或“0”，遥控信号最后一个节拍的相位变化没有结束的界限。遥控信号接收終了是以在给定间隔时间内相位没有变化来区分。

遥控通道中的信号连续存在与有无发送无关。

每个遥控信号节拍的构成列于表1.3。

表1.3

节 拍 号	遥控信号内容	符 号 数		
		1	0	总计
0	信号开始标志	—	1	1
1—12	分界点地址	6	6	12
13—18	控制对象组号码	3	3	6
19—26	命令内容	4	4	8
27—30	命令标志	2	2	4
	总 计	15	16	31

下面详细研究遥控信号每部分的用途和构成。遥控信号开始符号必须这样发送，遥控通道中发送遥控信号的同时发送周期同步信号，包含4个节拍，形式为“1111”。这个信号送来时，表示分界点检查表示对象状态的新周期开始和所有遥信通道现有的同步发送遥信信号的设备置于初始状态（零位）。

表1.4

分界点地址	节 拍 中 逻 辑 符 号											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
3	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
4	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
5	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
6	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
7	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
8	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
9	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
10	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
11	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
12	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
13	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
14	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
15	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
16	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
17	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
18	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
19	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
20	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
21	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
22	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0

续上表

分界点地址	节 拍 中 逻 辑 符 号											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1
24	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
25	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
26	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
27	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
28	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
29	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
30	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
31	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
32	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1

发送分界点地址的12个节拍用冗余信息发送的方法，严格地以32个分界点地址进行编码。

应当指出，苏联第一套国产时间电码制调度集中为了组成35个分界点地址，总共需要7个信号节拍。

分界点地址信号的编码列于表1.4。为了减少由于干扰影响或地址信号设备不能正常工作，偶而形成虚假地址的概率，识别不少于4个节拍或4个二位式符号，并包含有恒定“1”数。由相同符号数组成的两不同编码信号，在相应拍节二位式符号不相同的数目称作电码码距，以 d 表示。由 n 个二进制符号组成的无防护的信号系统（ $d=1$ ）形成错误信号的概率用下式计算：

$$p_0 = \sum_{i=1}^n p^i (1-p)^{n-i} C_n^i = 1 - (1-p)^n, \quad (1.1)$$

式中 C_n^i —— n 单元取 i 的组合数,表示可能的失真方案数;

p ——由“1”变“0”或“0”变“1”的差错概率(认为这两种变换是同一概率)。

可用表示式表示1、2、3等各种差错概率; i 个差错概率的表示式为:

$$(1-p)^{n-i} p^i \frac{n(n-1)\cdots(n+1-i)}{1\cdot 2\cdot 3\cdots i}$$

调度集中的通道和线路电路维护较好时,这种设备出现错误信号的概率 p 等于 10^{-4} ,即认为平均传输10,000个二位式符号出现一个错误。

对无防护的信号系统($d=1$),当 $n=5$ 时,可以得到32个不同地址。当 $p=10^{-4}$ 时

$$p_0 = 1 - (1 - 10^{-4})^5 = 5 \times 10^{-4}$$

即平均2,000个地址信号出现一个错误信号。

为了得到 $d=2$,可以用恒定“1”的信号系统,它能防护同一错误的任何奇数错误。这种情况下在 $n=7$ 时,35个地址信号系统的概率

$$p_0 = (1-p)^7 \left[\frac{7 \times 6}{1 \times 2} \left(\frac{p}{1-p} \right)^2 + \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4}{4!} \right.$$

$$\left. \left(\frac{p}{1-p} \right)^4 + 7 \left(\frac{p}{1-p} \right)^6 \right]$$

$$p = 10^{-4}, \quad p_0 = 2.1 \times 10^{-7}$$

第二种方式是按平均值补加6个二位式符号实现防护。这时,附加符号可用于所有信号奇数(或者取偶数也可以)均为“1”。这类信号可以防护任何偶数错误。这时

$$p_0 = (1-p)^5 \left\{ \left[5 \left(\frac{p}{1-p} + \frac{5 \times 4 \times 3}{3!} \left(\frac{p}{1-p} \right)^3 + \right. \right. \right.$$

$$+\left(\frac{p}{1-p}\right)^5\Big]p+\left[\frac{5\times 4}{2!}\left(\frac{p}{1-p}\right)^2+\frac{5\times 4\times 3\times 2}{4!}+\left(\frac{p}{1-p}\right)^4\right](1-p)\Big\}$$

式中因子 p 和 $(1-p)$ 表示附加 6 个符号时有错误或无错误的概率。

因此, $p=10^{-4}$ 时, $p_0=1.5\times 10^{-7}$ 。

“光”型调度集中采用 $d=4$, 因此, 脉冲数 n 增加到 12; 信号为恒定“1”, 能防护任何偶数错误。这样, 信号能防护 1, 2, 3 和 5 的错误。 $p=10^{-4}$ 时, 4 错误的概率等于

$$p_0=\frac{12\times 11\times 10\times 9}{4!}10^{-16}=0.5\times 10^{-13}$$

6 错误的概率是 1.3×10^{-24} , 错误数大于 6 的概率不需要计算。这样码距等于 4 和一个节拍符号改变到相反符号的概率 $p_0=10^{-4}$ 的情况下, 得到错误地址的概率不超过 10^{-13} , 因此, 遥控遥信系统的可靠性是第一等的。

用以区分被控对象组号码(地址)发送的 6 个节拍, 可以构成有码距 $d=2$ 的 20 组地址码(表 1.5)。

$p_0=10^{-4}$ 时, 查不出组号变换的概率不超过 10^{-7} , 这个值大大超过“光”型调度集中分界点地址变换的概率, 但不超过“涅瓦”型调度集中地址变换的概率。应当指出, 即使这样, 在推广运用“涅瓦”型调度集中期间(大于 10 年)车站地址变换的情况也没发生。“光”型调度集中对这一点是采用命令标志来加强的。用这样的方法大大降低这类事故的概率, 即用上行信号错误开放代替下行信号, 或者相反; 列车进路转换到调车进路或者相反; 发“非责任命令产生责任命令。命令标志码的构成列于表 1.6。

表1.5

组号	编号节拍逻辑符号						组号	编号节拍逻辑符号					
	13	14	15	16	17	18		13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	1	1	1	11	1	0	1	0	0	1
2	0	0	1	0	1	1	12	1	0	1	0	1	0
3	0	0	1	1	0	1	13	1	1	0	0	0	1
4	0	0	1	1	1	0	14	1	1	0	0	1	0
5	0	1	0	1	0	1	15	1	1	0	1	0	0
6	0	1	0	1	1	0	16	1	1	1	0	0	0
7	0	1	1	0	0	1	17	1	0	1	1	0	0
8	0	1	0	1	1	0	18	0	1	1	1	0	0
9	1	0	0	1	0	1	19	1	0	0	0	1	1
10	1	0	0	1	1	0	20	0	1	0	0	1	1

表1.6

命令标志名称	编号节拍逻辑符号			
	27	28	29	30
下行列车进路	1	0	1	0
下行调车进路	1	0	0	1
上行列车进路	0	1	1	0
上行调车进路	0	1	0	1
信号不开放命令	1	1	0	0
责任命令	0	0	1	1

$p_0=10^{-4}$ 和 $d=2$ 时，命令标志变换概率同样不超过 10^{-7} 。个别转换码距较大，例如，信号没有开放和没有重要