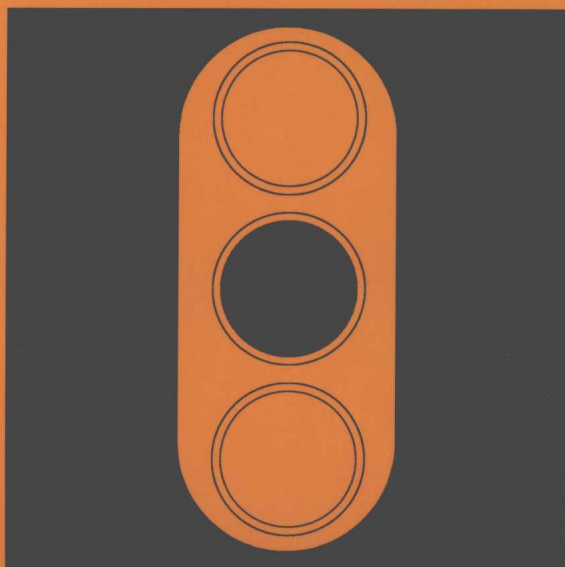
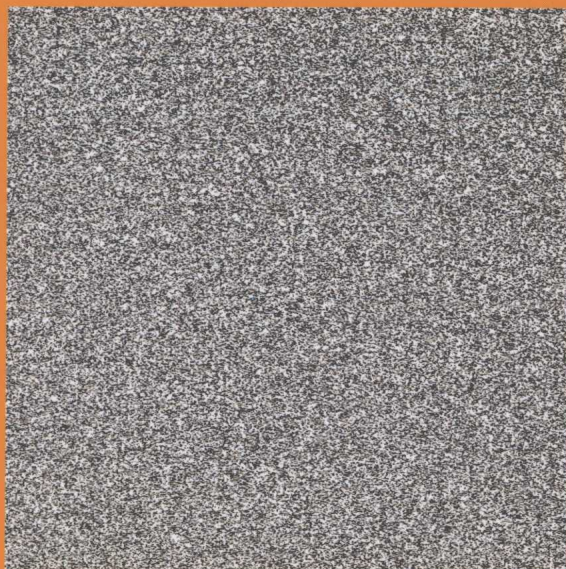


铁路工程设计技术手册

# 信号

TIELU GONGCHENG SHEJI JISHU SHOUC



● 中国铁道出版社



铁路工程设计技术手册

# 信号

(修订版)

中国铁路通信信号总公司研究设计院 主编

中国铁道出版社

· 2007年·北京

## 内 容 简 介

本手册是铁路信号工程设计的工具书,主要介绍目前使用的铁路信号各类技术设备的主要技术条件、设计原则、器材元件基本性能和技术数据,以及有关计算公式和图表等。

本书在原版本的基础上,根据近几年信号技术发展状况进行了补充和修改。编入了四种制式自动闭塞及与之配套的机车信号、六种用于站内的轨道电路、调度集中和调度监督采用微机的三种制式、驼峰信号考虑了设备的系统化,此外还增补了道口信号设备及近几年批准生产的新器材等。

本手册可供铁路信号设计人员使用,也可供施工、维修和教学、科研等方面信号工作人员参考。

铁路工程设计技术手册

信 号

(修订版)

中国铁路通信信号总公司研究设计院 主编

中国铁道出版社出版、发行

(北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑 陈广存 封面设计 翟达

北京铭成印刷有限公司印刷

---

开本:787×1092 1/16 印张:52.75 字数:1614千

1979年10月第1版

1993年2月第2版 2007年8月第4次印刷

印数:13 101—14 600册

---

ISBN 978-7-113-01220-5/TP·120 定价:88.00元

# 目 录

<b>第一篇 信号设备</b> .....	1
<b>第一章 自动闭塞</b> .....	1
第一节 自动闭塞区间通过信号机布置 .....	1
第二节 自动闭塞方向电路 .....	8
第三节 移频自动闭塞 .....	11
第四节 交流计数电码自动闭塞 .....	36
第五节 极频自动闭塞 .....	47
第六节 微电子交流计数电码自动闭塞 .....	57
<b>第二章 电气集中</b> .....	64
第一节 电气集中设计 .....	64
第二节 6502 电气集中 .....	79
第三节 6502G 电气集中 .....	82
第四节 6036 电气集中 .....	91
第五节 平面调车电气集中 .....	95
第六节 电气集中计算机辅助设计 .....	97
<b>第三章 驼峰信号</b> .....	103
第一节 驼峰信号设计 .....	103
第二节 驼峰溜放及调车进路控制设备 .....	106
第三节 驼峰推送机车控制设备 .....	113
第四节 货车溜放速度控制设备 .....	117
第五节 调车作业通知单传输系统 .....	125
<b>第四章 电锁器联锁</b> .....	128
第一节 臂板电锁器联锁 .....	128
第二节 色灯电锁器联锁 .....	131
<b>第五章 机车信号</b> .....	132
第一节 移频机车信号 .....	132
第二节 极频机车信号 .....	159
第三节 交流计数电码机车信号 .....	166
第四节 双频点式机车信号 .....	183
第五节 微电子交流计数电码机车信号 .....	196
第六节 机车信号安装 .....	200
<b>第六章 继电半自动闭塞</b> .....	205
第一节 基本要求 .....	205
第二节 单线继电半自动闭塞 .....	206
第三节 双线继电半自动闭塞 .....	213
第四节 计轴设备 .....	217
<b>第七章 道口信号</b> .....	221
第一节 列车检测设备 .....	221
第二节 道口报警设备 .....	225
第三节 逻辑控制电路 .....	229
第四节 其它设备 .....	235
第五节 道口信号设备的供电 .....	237
第六节 工程设计有关问题 .....	238
<b>第八章 调度集中与调度监督</b> .....	241
第一节 D4 调度集中及调度监督.....	241
第二节 SFB-DJ-1 调度监督 .....	248
第三节 CTC-2000 调度集中及调度 监督 .....	253

<b>第九章 站内轨道电路</b> .....	260
第一节 交流连续式轨道电路 .....	260
第二节 25Hz 相敏轨道电路 .....	272
第三节 不对称脉冲轨道电路 .....	284
第四节 移频轨道电路 .....	299
第五节 交、直流驼峰轨道电路 .....	311
第六节 高灵敏轨道电路 .....	312
<b>第二篇 信号及转辙设备</b> .....	315
<b>第一章 地面固定信号</b> .....	315
第一节 色灯信号机及信号表示器 .....	315
第二节 臂板信号机及有关器材 .....	339
第三节 导线装置 .....	353
第四节 信号机用玻璃及灯泡 .....	360
第五节 信号机柱和梯子 .....	363
第六节 信号托架 .....	369
<b>第二章 信号控制设备</b> .....	376
第一节 单元控制台及表示盘 .....	376
第二节 面板式控制台 .....	387
第三节 其它 .....	394
<b>第三章 转辙设备</b> .....	397
第一节 转辙机及安装装置 .....	397
第二节 道岔握柄及转辙装置 .....	426
第三节 导管装置 .....	431
<b>第四章 架、柜、箱、盒</b> .....	435
第一节 组合、组合架及综合架 .....	435
第二节 分线盘及走线架 .....	445
第三节 继电器箱及 AX 型继电器防 震架 .....	448
第四节 变压器箱及电缆盒 .....	450
<b>第五章 轨道电路连接线与钢轨绝缘</b> .....	465
第一节 道岔跳线、钢轨绝缘配置及各 部尺寸 .....	465
第二节 轨道电路连接线 .....	469
第三节 钢轨绝缘 .....	475
第四节 绝缘轨距杆 .....	483
<b>第六章 信号设备混凝土制品</b> .....	484
第一节 混凝土概要 .....	484
第二节 信号设备基础 .....	486
第三节 信号混凝土电缆槽 .....	500
第四节 驼峰雷达天线及管路支架基础 .....	503
<b>第七章 电线路</b> .....	506
第一节 电缆线路 .....	506
第二节 架空电线路 .....	512
<b>第三篇 信号用电器、器材</b> .....	514
<b>第一章 继电器</b> .....	514
第一节 概述 .....	514

第二节	AX 系列继电器	518
第三节	电源屏系列继电器	530
第四节	其它常用继电器	538
第二章	变压器、整流器、电抗器及 稳压电源	549
第一节	变压器	549
第二节	整流器	567
第三节	电抗器	575
第四节	稳压电源	576
第三章	电源屏	579
第一节	大站(15kVA)电源屏	579
第二节	中站(5kVA)电源屏	593
第三节	小站(2.5kVA)电源屏	604
第四节	25Hz 轨道电源屏及 25Hz 分 频器	612
第五节	驼峰电源屏	629
第四章	电阻器、电容器	640
第一节	电阻器、电容器的标称系列	640
第二节	电阻器	640
第三节	电容器	645
第五章	电缆及电线	654
第一节	信号电缆	654
第二节	电线	662
第三节	电力电缆	668
第六章	电池	670
第一节	一次电池	670
第二节	硅太阳电池	671
第三节	蓄电池	674
第七章	其它元件	680
第一节	手柄	680
第二节	按钮	683
第三节	XX 型单元按钮和光管	689
第四节	SX 型单元按钮和光管	701
第五节	表示灯、交换机灯泡及光管	709
第六节	数码管及发光二极管	711
第七节	端子板、汇流板及插接件	717
第八节	信号用熔断器	726
第四篇	驼峰机械设备	728
第一章	调速设备	728
第一节	车辆减速器	728
第二节	绳索牵引推送小车	745
第二章	传动系统	747
第一节	气动系统	747
第二节	液压传动系统	751
第三节	管道设计	757

第五篇	信号设备的测试、报警及防护	763
第一章	测试设备	763
第一节	轨道电路测试盘	763
第二节	电缆绝缘测试	766
第三节	驼峰自动集中微机检测	768
第四节	驼峰轨道电路及道岔恢复继 电器缓放时间测试盘	770
第五节	电气集中微机检测	770
第二章	报警设备	773
第一节	自动闭塞报警	773
第二节	主灯丝断丝报警	779
第三节	熔丝报警	779
第三章	电力牵引区段接触网对信号 设备的危险影响及防护	784
第一节	接触网对信号设备的危险影响	784
第二节	信号设备的防护	787
第四章	信号设备雷电防护及接地 装置	791
第一节	信号设备雷电防护	791
第二节	接地装置	805
第六篇	信号设备电气计算	811
第一章	电缆网络计算	811
第一节	信号设备电缆通用计算	811
第二节	色灯信号机电缆网络计算	813
第三节	转辙机电缆网络计算	815
第四节	交流轨道电路电缆网络计算	816
第五节	车辆减速器电缆计算	819
第六节	电锁器联锁设备电缆计算	819
第二章	电源导线截面及设备用电 量计算	821
第一节	电源导线截面计算	821
第二节	供电设备选择及用电量计算	821
第三节	熔断器的选择	825
第四节	硅太阳能电源供电容量计量	828
附录		832
一、	铁路信号产品正常工作环境条件	832
二、	信号产品的绝缘电阻	832
三、	通信信号产品的温升	833
四、	通信信号产品的绝缘耐压	834
五、	中华人民共和国法定计量单位	834

# 第一篇 信号设备

## 第一章 自动闭塞

### 第一节 自动闭塞区间通过信号机布置

#### 概 述

自动闭塞区段的区间划分成若干个闭塞分区,每个闭塞分区的分界处设立通过信号机,站内和区间均装设轨道电路。当闭塞分区有列车占用或线路断轨故障时,通过轨道电路的传输和信号机的显示,将闭塞分区的占用状态自动地通知追踪列车,实现区间自动闭塞。采用这种设备的区间,两站之间同时同方向可以运行两列或两列以上的列车,因而,提高了区间通过能力,为了保证行车安全,《铁路技术管理规程》(以下简称“技规”)第 61 条规定:“通过信号机应设在闭塞分区或所间区间的分界处。自动闭塞区段的通过信号机,不应设在停车后可能脱钩的处所,并尽可能不设在起动的地点。两架通过信号机间的距离,不得小于 1200m。”等等。可以看出,通过信号机设置的位置与机车牵引重量、运行速度、时间、线路条件及制动距离等因素关系极为密切。

牵引计算的主要内容就是以力学为基础,研究列车运行中加减速力与列车运行加减速度的相互关系。通过牵引计算解决排列区间通过信号机位置有关的各种问题。

为了合理地布置区间通过信号机,在正式开展设计之前,应进行必要的现场勘测调查和搜集资料,通过分析研究,比较全面地、详细地掌握设计区段的情况、对列车追踪间隔进行可行性研究,提出论证,报请上级批准,做为设计依据。

本手册只列入了三显示自动闭塞通过信号机的设计原则和方法。对于四显示通过信号的设计技术条件,因目前尚无成熟的运营经验和设计标准,故未予列入。

#### 一、设计资料

布置区间通过信号机需要的资料主要包括:

1. 线路平面、纵断面详图;无缝线路的缓冲区里程座标;
2. 车站平面图;
3. 客、货机车类型(包括补机),牵引特性曲线及基本阻力;
4. 客、货列车牵引重量、列车计长、车辆平均总重(自重+载重)、车辆单位基本阻力及每百吨闸瓦

压力、动力制动力;

5. 现行运行图资料。

#### 二、牵引计算的常用数据

牵引计算中有关列车阻力、列车制动力、换算摩擦系数、常用制动系数、机车牵引力等常用数据,均依照《中华人民共和国铁道部部标准 TB1407—82——列车牵引计算规程》(以下简称“牵规”)。

#### 三、列车单位合力计算

排列区间通过信号机需要根据不同机型牵引不同吨数的客、货列车的速度曲线及时间点,这就要通过牵引计算来获得,而牵引计算首先要进行列车单位合力计算。为了绘制列车合力曲线图,必须先计算列车在平直线路上不同运行速度的合力值。

表 1·1·1·1 是韶山<sub>1</sub>型电力机车牵引 4000t 货物列车单位合力计算的举例。

表 1·1·1·1 中第 1、2、4、9、13、18 栏中的数据,根据“牵规”的规定;第 3 和第 5 栏分别为机车和车辆全阻力;第 6 栏为机车和车辆在运行条件下的全阻力,是第 3 栏和第 5 栏数据之和;第 7 栏为第 1 栏减去第 6 栏数据之差,将这些数值( $F - W_0$ )除以( $P + G$ ),得给电状态下有关级位的单位力,列入第 8 栏;第 11 栏为第 10 栏与第 5 栏之和,并以其值除以( $P + G$ ),填入第 12 栏得列车绝电运行时单位阻力;根据公式  $b = 1000\varphi_n \cdot \theta_n$  或  $b = 1000\theta_n \cdot \varphi_n$  算出单位全制动力,列入第 14 栏,然后乘以常用制动系数 0.5,算出单位制动力列入第 15 栏;第 12 栏和第 15 栏的数值相加,得出列车常用制动单位合力,列入第 17 栏;第 22 栏为常用制动系数 0.2 乘以单位制动力  $b$ (第 21 栏)与第 20 栏动力制动力相加,得动力制动与空气制动的混合制动力。

根据算出的  $f - w_0$ (第 8 栏)、 $w_0 d$ (第 12 栏)、 $0.5b + w_0 d$ (第 17 栏)、 $bd + w_0$ (第 20 栏)和  $0.2b + bd + w_0$ (第 22 栏)的数据,用规定的比例尺绘成单位合力曲线图,如图 1·1·1·1 所示。单位阻力  $w_0 d$  和制动力  $0.5b + w_0 d$ 、 $bd + w_0$ 、 $0.2b + bd + w_0$  的曲线绘在速度轴的右侧,单位加速力  $f - w_0$  绘在速度轴左侧。

运行阻力大于机车牵引力时,单位合力为负值。

绘制曲线图所采用的比例关系:(详见“牵规”表 23)

韶山<sub>1</sub>型电力机车合力

$P=138t$

$G=4000t$

运行工况	栏别	公式关系	$V$ km/h							
			0	10	20	30	37.6	40		
牵引运行	1	$F$	33m		42300	39500	38000		37050	
			33 I							
			33 II							
			33 III							
	2	$w''_0$		1.81	2.02	2.29	2.53	2.62		
	3	$W'_0 = P \cdot w'_0$		249.78	278.76	316.02	349.63	361.56		
	4	$w_0$		1.10	1.19	1.32	1.44	1.49		
	5	$W_0 = G \cdot w_0$		4400	4760	5280	5760	5960		
	6	$W_0 = W'_0 + W_0$		4649.78	5038.76	5596.02	6109.63	6321.56		
	7	$C = F - W_0$	33m		37650.2	34461.2	32404		30728.4	
			33 I							
			33 II							
33 III										
8	$c = f - w_0$ $= \frac{C}{P + G}$	33m		9.10	8.32	7.83		7.43		
		33 I								
		33 II								
		33 III								
惰力运行	9	$w_0 d$		2.47	2.47	2.76	3.11		3.52	
	10	$W_0 d = P w_0 d$		340.86	340.86	380.88	429.18		485.76	
	11	$W_0 d = W'_0 d + W_0$		4740.86	4740.86	5140.88	5709.18		6445.76	
	12	$c = w_0 d = \frac{W_0 d}{P + G}$		1.15	1.15	1.24	1.38		1.56	
制动运行	空气制动	13	$\varphi_j$		0.356	0.264	0.214	0.181	0.164	0.159
		14	$b = 1000 \theta_h \varphi_j$		92.56	68.64	55.64	47.06	42.64	41.34
		15	$0.5b$		46.28	34.32	27.82	23.53		20.67
		16	$0.8b$							
		17	$c = 0.5b + w_0 d$		47.43	35.47	29.06	24.91		22.23
	电阻制动	18	$B_d$			9100	18200	27200	34100	31900
		19	$C = B_d + W_0$			13749.78	23238.76	32796.02	40209.63	38221.56
		20	$c = b d + w_0 = \frac{C}{P + G}$			3.32	5.62	7.93	9.72	9.24
	电空控制混动	21	$0.2b$			13.73	11.13	9.41	8.53	8.27
		21	$c = 0.2b + b d + w_0$			17.05	16.75	17.34	18.25	17.51

注： $P$ ——机车计算重量，

$v$ ——运行速度；

$G$ ——牵引重量；

$F$ ——机车轮周牵引力；

$w'_0$ ——机车牵引运行单位基本阻力；

$w_{0d}$ ——机车惰行单位基本阻力；

$w_0 d$ ——列车惰行单位基本阻力；

$w''_0$ ——车辆运行单位基本阻力；

$w_0$ ——列车牵引运行单位基本阻力；

$w'_0$ ——机车阻力；

$W'_0$ ——车辆阻力；

$W_0 d$ ——惰行阻力；

$W_0$ ——列车阻力；

曲线计算表(小时制)

$\theta_n=0.26$

表 1·1·1·1

41.2	42	46.1	50	50.8	55.3	60	70	80	90
37000	35000		17600			10200	6900	4800	3200
		32000	23950			14100	9500	6700	4800
				29400		17800	12700	9600	7300
					26800	20800	15200	11800	8900
2.66	2.69	2.84	2.99	3.02	3.21	3.42	3.89	4.42	5.01
367.08	371.22	391.92	412.62	416.76	442.98	471.96	536.82	609.96	691.38
1.52	1.53	1.62	1.72	1.73	1.85	1.99	2.30	2.67	3.08
6080	6120	6480	6880	6920	7400	7960	9200	10680	12320
6447.08	6491.22	6871.92	7292.82	7336.76	7842.98	8431.96	9736.82	11289.96	13011.38
3552.9	28508.8		10307.4			1768	-2836.8	-6490	-9811.4
		25128.1	16657.4			5668	-236.8	-4590	-8211.4
				22063.2		9368	2963.2	-1690	-5711.4
					18957	12368	5463.2	510	-4111.4
7.38	6.89		2.49			0.43	-0.69	-1.57	-2.37
		6.07	4.03			1.37	-0.06	-1.11	-1.98
				5.33		2.26	0.72	-0.41	-1.38
					4.58	2.99	1.32	0.12	-0.99
			4.00			4.54	5.15	5.82	6.55
			552.00			626.52	710.70	803.16	903.90
			7432			8586.52	9910.7	11483.16	13223.9
			1.80			2.08	2.40	2.78	3.20
			0.142			0.130	0.120	0.112	0.105
			36.92			33.80	31.20	29.12	27.30
			18.46			16.90	15.60	14.56	13.65
			20.26			18.98	18	17.34	16.85
			25500			21300	18500	16300	146000
			32792.62			29731.96	28236.82	27589.96	27611.38
			7.92			7.19	6.82	6.67	6.67
			7.38			6.76	6.24	5.82	5.46
			15.30			13.95	13.06	12.49	12.13

$Bd$ ——动力制动力;  
 $bd$ ——动力制动单位制动力;  
 $b$ ——列车单位制动力;  
 $bd+w_0$ ——动力制动、列车单位制动力合力;  
 $33m\cdots\cdots 33II$ ——不同运行级位的轮周牵引力;  
 $\varphi_n$ ——换算摩擦系数;

$\varphi_j$ ——简化换算摩擦系数;  
 $C$ ——合力值;  
 $c$ ——单位合力值。

以上所列有关量的名称、符号及计量单位,详见“牵规”



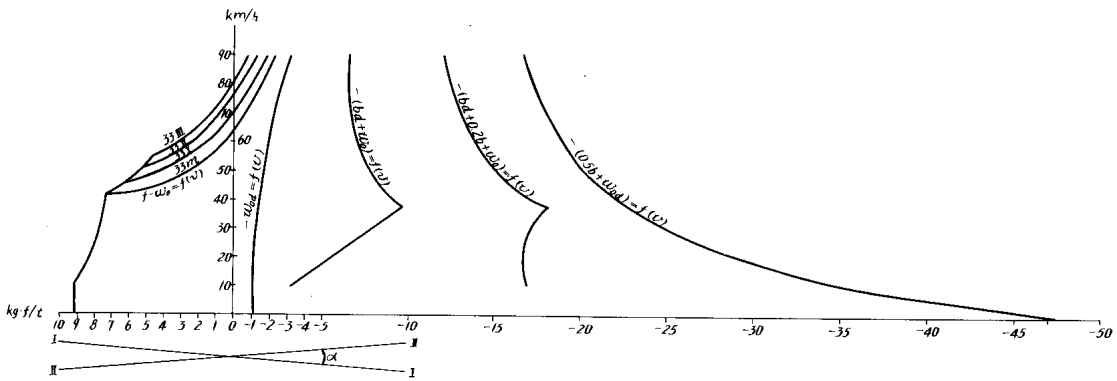


图 1·1·1·1 韶山 1 型电力机车  $G=4000t$   
合力曲线图

单位力:  $9.8N/t=K(mm)$

速度:  $1km/h=m(mm)$

线路:  $1km=y=\frac{120m^2}{K}(mm)$

位力  $f-w_0=f(v)$

#### 四、列车运行速度曲线与时间点的绘制

##### (一)速度曲线的绘制

列车速度曲线绘制方法很多,这里只将自动闭塞设计经常采用的“扎眼转动法”介绍如下:

采用“扎眼转动法”绘制列车速度曲线,首先须在单位合力曲线图上画出回转角  $\alpha$ ,回转角  $\alpha$  按下式比例关系确定:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\Delta t m}{K}$$

式中  $\Delta t$ ——在回转角  $\alpha$  全转条件下的单位时间 (min)。

当速度和单位合力的比例尺  $m$  和  $K$  已知时,选定合适的  $\Delta t$  便可求出回转角  $\alpha$ ,经过任一选定的时间,便可找出速度曲线上的点。

绘制速度曲线上的比例尺,应根据计算所要求的准确性和绘图的方便而确定。

当前,习惯采用下列两种比例尺:

- 其一: 单位力  $9.8N/t=5mm$ ;
- 速度  $1km/h=2.02mm$ ;
- 线路  $1km=100mm$ ;
- 回转角  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{5}$ 。

- 其二: 单位力  $1kg/t=6mm$ ;
- 速度  $1km/h=1mm$ ;
- 线路  $1km=20mm$ ;
- 回转角  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{12}$ 。

绘制速度曲线时,将合力线图描绘在透明纸上,放置在已绘好化简后的纵断面线路图上,使合力线图单位力轴上的“o”点,与列车中心位置相对应的线路坡度相重合(假如列车中心位于平道),以“0”点为轴,先逆时针方向转动合力曲线图,使回转角 I—I 边与线路轴平行,如图 1·1·1·2 中虚线位置。单

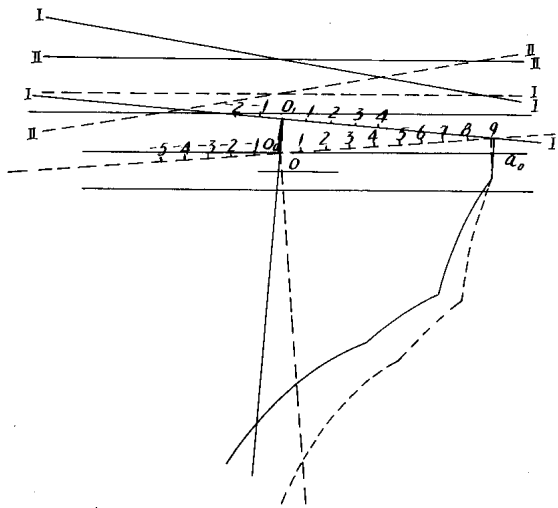


图 1·1·1·2 速度曲线绘制方法(一)

曲线同线路纵断面图横轴相交于  $a_0$  点,然后以  $a_0$  点为轴顺时针方向转动曲线图,使 II—II 边与线路轴平行,如图 1·1·1·2 中实线位置。

于是,单位力曲线图横轴  $o_0$  点移动到  $o_1$  点,将  $o_0$  点同  $o_1$  点连接起来,便得到列车供电运行时这段线路的  $v=f(s)$  曲线。同理以  $o_1$  点为轴,逆时针方向转动曲线图,单位力  $f-w_0=f(v)$  曲线同线路图横轴相交于  $a_1$  点,如图 1·1·1·3 中虚线位置。再以  $a_1$  点为轴顺时针方向转动曲线图,得出  $o_2$  点,如图 1·1·1·3 中实线位置,连接  $o_1$  与  $o_2$  点,得供电运行的另一段  $v=f(s)$  曲线,其余类推。

图 1·1·1·3 与图 1·1·1·2 是一样的,为了说明点  $a_0, a_1$  及  $o_0, o_1, o_2$  是如何得出来的,都是通过 I—I 边、II—II 边交替与线路纵断面图横轴平行所得,由于线条太多在一张图上不易看清楚,故用两张图来表示。

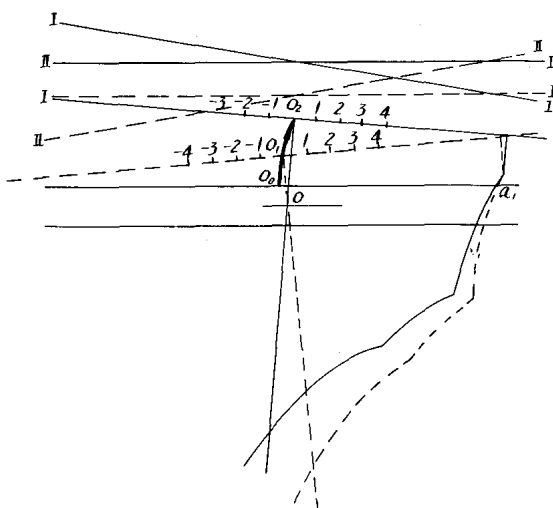


图 1.1.1.3 速度曲线绘制方法(二)

采用  $-w_0d=f(v)$  和  $-(bd+w_0)=f(v)$ 、 $-(bd+0.2b+w_0)=f(v)$ 、 $-(0.5b+w_0)=f(v)$  可绘制绝对惰行和制动的速度曲线。

制动停车速度曲线的绘制,应从停车点向反方向绘制,使制动曲线与惰行速度曲线相交,绘制程序与牵引运行相反。

(二)时间点的计算与绘制

自动闭塞设计习惯采用时分板划分速度曲线的方法计算区间运行时分。

时分板分 1 分式板、1/2 分式板和 1/4 分式板三种。1 分式板一般按三角板高度等于  $120 \times 2 = 240$  (mm),底边等于  $20 \times 2 = 40$ mm,或高度等于  $120 \times 2.02 = 242.4$ mm,底边等于  $100 \times 2 = 200$ mm 两种比例尺制成。1/2 分式板和 1/4 分式板,高度不变,底边相应地减为 1 分式板之 1/2 和 1/4。

求第 1 分钟时间点,将时分板放在已绘好的速度曲线  $v=f(s)$  的图上,使三角板 ABC 的 AB 边与线路图的横轴重合,顶点 B 对准回转点  $a_0$ ,三角板另一边 BC 截速度曲线于点 1,便得出第 1 分钟时间点,如图 1.1.1.4 中虚线所示。

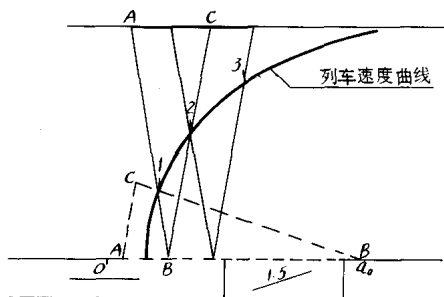


图 1.1.1.4 时间点绘制方法

然后,将三角板直立,使三角板顶点沿线路纵断面横轴平行向右侧移动,直到 AB 边同速度曲线第一时间点相交,另一边 BC 截速度曲线于点 2,得第 2 分钟时间点。继续平行移动时分板,依次截速度曲线于各相应时间点,依此类推,得出其余时间点,如图 1.1.1.4 中实线所示。列车运行速度曲线及时间点绘出后,可进行区间通过信号机布置工作。

### 五、区间通过信号机布置

(一)区间通过信号机布置原则

1. 区间通过信号机在以货运为主的线路上,应按货物列车运行速度曲线及时间点布置,但闭塞分区长度应满足高速旅客列车的制动距离要求;在以客运为主的线路上,应按旅客列车运行速度曲线及时间点布置;

2. 在一般情况下,应在两追踪列车之间以三个闭塞分区间隔布置区间通过信号机。在上坡道上,列车运行速度低,当按三个闭塞分区布置,追踪间隔时间增大时,可按两个闭塞分区布置;技术作业站及单线区间的中间站,发车时应按两个闭塞分区布置;

3. 区间通过信号机应在车站进站、出站信号机位置确定后开始布置;

4. 为了节省投资及维修方便,上、下行方向的通过信号机,在不影响行车效率和司机了望的情况下,尽可能并列布置;

5. 在利用动能闯坡和在列车停车后可能脱钩的处所,不宜设置信号机。在起动困难的坡道上,也应尽量避免设置信号机,如必须设置时,应装设容许信号。但进站信号机前方第一架通过信号机不得装设容许信号,并应涂三条黑斜线,以与其他通过信号机相区别;

6. 通过信号机在正常情况下应设在便于司机了望的直线上,在不利条件下,信号机显示距离应不小于 200m;

7. 乘降所前后的通过信号机设置地点,应会同铁路局有关单位共同研究确定,但不得影响通过能力;

8. 在无缝线路上设计自动闭塞时,对长钢轨接缝,即缓冲区,应详细了解,并由铁路局工务部门提供长轨的设计图纸,在不影响行车安全和效率的条件下,信号机尽可能设在长钢轨缓冲区的中心位置。如信号机布置的位置与缓冲区坐标相差很大时,应与工务部门协商锯轨或变更长轨的缓冲区位置。

在有计划装设自动闭塞的区段,设计无缝线路时,应预留自动闭塞通过信号机处的轨道电路绝缘轨缝,避免将来锯轨造成损失;

9. 信号机位置确定后,应进行编号,号码以信号机坐标公里数和百米数组成,下行编奇数,上行编偶数。

(二)追踪间隔时间的确定原则

在同一方向有两列或两列以上列车,彼此以闭塞分区相间追踪运行,前后两列车之间所保持的

最小时间,称为追踪间隔时间,是通过能力的计算依据。间隔时间短,通过的列车对数多,反之,通过的列车对数少。但是,由于受线路条件、机车类型、牵引重量、制动距离等因素的影响,间隔时间不可能采用得太小,否则会危及行车安全。实践证明,目前采用追踪列车之间划分为三个闭塞分区,对列车运行有利,在这种情况下,后行列车司机能始终地在绿色灯光下以正常速度运行。当列车之间划分两个闭塞分区时,后行列车除在确认信号显示的短暂时间内能见到绿色灯光外,其余大部分时间都在黄灯下运行。因此,三显示自动闭塞,在列车高速运行的地段,列车间隔一般按三个闭塞分区划分,在低速运行的地段,当按三个闭塞分区划分有困难时,可按两个闭塞分区划分,以此作为计算间隔时间的基本原则。

计算追踪间隔时间,一般选择大站发车速度较低(受道岔限速)或在连续上坡道上,列车运行速度低,再者是列车制动距离长的困难区段。按牵引计算图解法绘出的运行速度曲线及时间点确定之。根据行车实践,除应在上述困难区段计算追踪间隔时间外,还应计算同方向到发的间隔时间。然后将这几种间隔时间相互比较,取其中最大的数值,作为确定追踪间隔时间、划分闭塞分区排列信号机位置的依据。

计算间隔时间时:假定的闭塞分区长度为1200m或1000m,或以列车最大制动距离为准;司机确认通过信号机显示的时间为0.25min;电气集中车站办理进路的时间为0.5min;车站值班员显示发车指示信号、车长显示发车信号、司机确认出站信号机显示状态、开动列车等作业时间为0.5~0.7min。

举例说明:

1. 自动闭塞区段列车通过区间信号机时的追踪间隔时间。在困难的上坡道,此项间隔时间是前一列车通过两个闭塞分区时起,至后一列车运行到距前一列车两个闭塞分区信号机前,不小于司机确认信号显示0.25min时止的最小间隔时间,从速度曲线上查得为6.9min。如图1.1.1.5所示

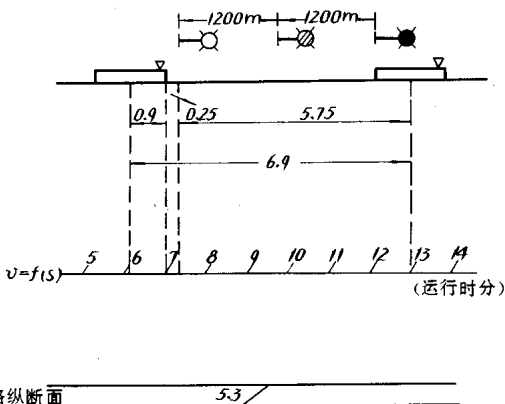


图 1.1.1.5 区间最小间隔时间  
注:单位:min

2. 在装有自动闭塞的区段,除应根据上述条件计算该区段的追踪间隔外,还应对每一车站分别上、下行方向查定车站同方向发车( $I_{发}$ )、同方向到达( $I_{到}$ )的间隔时间。

同方向发车的间隔时间( $I_{发}$ ),是目前一列车由车站发出或通过时起,至由该站再发出另一同方向列车时止的最小间隔。(详见《中华人民共和国铁道部铁路列车间隔时间查定办法》)如图1.1.1.6

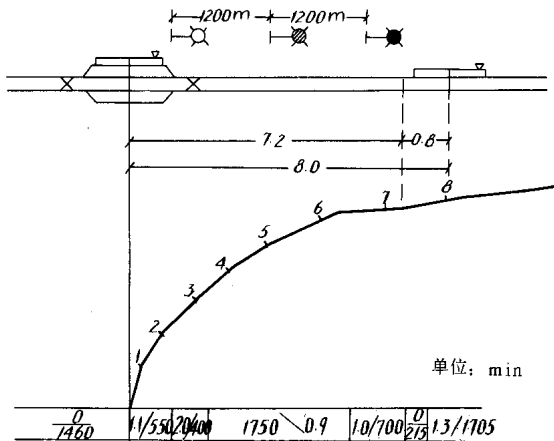


图 1.1.1.6 同方向发车最小间隔时间

所示。其中第一项时间7.2min为前一列车自车站起动至列车尾部越过第二闭塞分区的时间,第二项0.8min为车站值班员给后一列车开放出站信号0.1min及后一列车司机确认出站信号显示状态、车站值班员显示发车指示信号、车长显示发车信号、列车起动0.7min之和。行车作业细则规定的车站值班员监督前一列车出发0.7min、准备后一列车发车进路0.1min、确认后一列车发车进路准备妥当0.1min,共计0.9min,与第一项时间平行作业,不另计时,从图中看出, $I_{发}$ 间隔时间共为8.0min。

同方向到达的间隔时间( $I_{到}$ )是自前一列车到达时起,至同方向的后一列车到达该站时止的最小间隔,如图1.1.1.7所示。其中0.3min为车站值班员准备后一列车接车进路0.1min及确认接车进路、开放进站信号0.2min时间之和,0.25min为司机确认信号显示时间。行车细则规定车站值班员监督后一列车到达的时间为0.5~0.7min,此项时间与列车通过进站距离时平行作业,不另计时,从图中看出, $I_{到}$ 间隔时间共为4.7min。

按上述三种情况算出的间隔时间,比较结果,其中以同方向发车间隔时间8.0min最大。因此,自动闭塞最小追踪间隔时间即应确定为8.0min。

(三)闭塞分区划分原则

三显示自动闭塞追踪列车之间应划分三个闭塞分区,这样可以保证追踪列车经常在绿色灯光下运行。如图1.1.1.8所示。

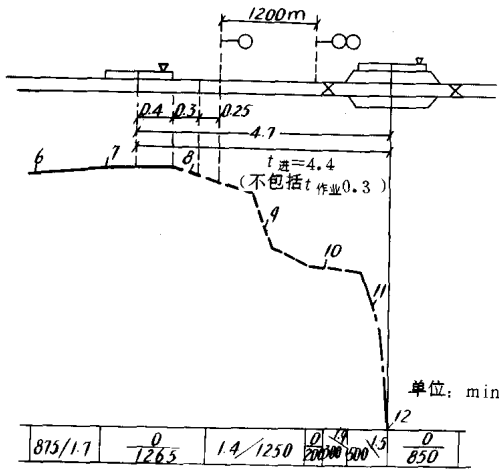


图 1.1.1.7 同方向到达最小间隔时间

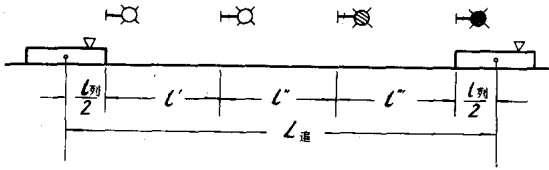


图 1.1.1.8 三个闭塞分区最小间隔时间  
 $l', l'', l'''$ ——闭塞分区长度(m);  
 $l_{列}$ ——列车长度(m);  
 $L_{追}$ ——两列车追踪距离(m)。

如因桥梁、隧道等建筑物的限制和弯道的影响，按三个闭塞分区划分时允许增加 1min 运行间隔。

在区间内遇有困难的上坡道，当按确定的运行间隔不能满足划分三个闭塞分区的要求时，或从车站发车，可按两个闭塞分区划分。当按两个闭塞分区划分信号机时，不得增加确定的运行间隔，在列车运行间隔内还必须包括确认信号机变换显示的时间 0.25min，车站发车还要包括车站值班员显示发车指示信号、车长显示发车信号、司机确认出站信号的显示、起动列车的时间 0.5~0.7min。如图 1.1.1.9 所示。

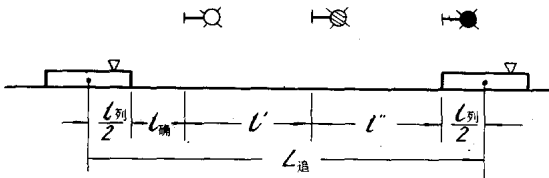


图 1.1.1.9 两个闭塞分区最小间隔时间  
 $l', l''$ ——闭塞分区长度(m);  
 $l_{列}$ ——列车长度(m);  
 $l_{确}$ ——司机确认通过信号显示时间内走行距离(m);  
 $L_{追}$ ——两列车追踪距离(m)。

划分闭塞分区时，每个分区的最小长度必须满足“牵规”第 3.8.3 条规定，计算固定信号机间的距离取列车换算制动率全值的 0.8，或自动停车装置紧急制动的距离。计算制动距离时，必须考虑区间客货列车远、近期可能达到的最高行车速度，提高安全性。

在满足制动距离的前提下，目前我国采用的最小闭塞分区长度范围为 1000~1200m。

闭塞分区最大长度应以提高运输效率，保证行车安全为基本条件。尽可能地考虑轨道电路设备所能达到的长度。划分闭塞分区如超过轨道电路所允许的长度时，根据具体情况，可以采用增设信号机或分割点办法处理。

进站信号机与前方第一架通过信号机的距离一般不得大于 1500m，这主要考虑提高车站进站咽喉通过能力，减少同方向到达间隔时间和越行时列车在站停留时间。

车站的进站与正线上的出站信号机间应视为一个闭塞分区，其长度应不小于区间最小闭塞分区长度的要求。

## 六、区间通过信号机布置后的检查

### (一) 列车起动坡道的检查

设在上坡道的通过信号机，应进行起动验算，凡停车后起动困难的通过信号机，必须增设容许信号。

起动坡道按下式计算：

$$i_q \geq \frac{F_q - (Pw'_q + Gw''_q)}{P + G}$$

- 式中  $F_q$ ——起动牵引力(N);  
 $P$ ——机车计算重量(t);  
 $G$ ——牵引重量(t);  
 $w'_q$ ——机车单位起动阻力(N/t);  
 $w''_q$ ——货车单位起动阻力(N/t)。

注：kgf/t=9.81N/t

### (二) 动能坡道检查

布置区间通过信号机必须对区间动能坡道的分布情况进行检算。通过信号机设在动能坡道上列车停车后不易起动，或起动后减速运行长时间不能达到机车最低计算速度，行车安全受到影响。基于此种原因，自动闭塞区段不宜存在动能坡道。在一般情况下，自动闭塞区段存在较长的动能坡道时，很难执行“技规”214 条中规定列车在前方通过信号机显示停车信号时，以不大于 20km/h 速度继续运行的要求，并达到所要求的运营效果。如因运输需要，必须装设自动闭塞，而落坡工程费用浩大，难以实现，可采用大功率机车，改善牵引条件。或取得运营单位同意，确定动能坡道允许存在的范围，并应制订特殊的行车组织措施，使行车安全有充分保证的条件下，予以解决。

### (三) 长大下坡道检查

自动闭塞区段列车在长大下坡道内通过信号机红灯前停车，等候 2min 以后，准许以不超过 20km/h 的速度越过红灯继续运行，遇到障碍准备随时停车。

由于限速低,增速时间短,缓解充风时间如不能满足周期制动要求,将危及行车安全。则修建自动闭塞时,必须降低牵引定数,或经过牵引试验,根据实际情况及操纵经验,制订行车组织措施,以保证行车安全,并报上级批准。

(四)闭塞分区长度的检查

对较短的闭塞分区应进行制动距离检查,不能满足制动距离要求的闭塞分区,必须进行调整,以保证行车安全。

对超过轨道电路允许长度的闭塞分区,应根据具体情况,尽可能将信号机位置进行调整,或设置分

割点,满足轨道电路对长度的要求。

(五)现地勘测

当通过信号机的理论位置确定以后,应由铁路局组织运输、机务、工务、电务等有关单位,会同设计单位成立现场勘测小组。对信号机显示距离、制动距离、起动条件以及施工、维修等有关问题,进行现场勘测调查,信号机的位置经小组共同研究确定,并应作出勘测纪要,报请铁路局批准。然后设计单位提出牵引计算区间通过信号机位置总布置图,作为信号、电力供应和电力牵引接触网支柱设计及施工的依据。

## 第二节 自动闭塞方向电路

自动闭塞方向电路是双向自动闭塞的关键电路,它是两站间闭塞关系的基础,并通过它建立各站间双向自动闭塞区间。过去在双线区段一般采用单方向运行。只在单线区段采用双向自动闭塞。但近年来由于铁路运量的增加及设备维护的需要,对于行车密度较大的双线自动闭塞区段,如仍沿用单方向运行,难于满足运输要求,故在一些双线自动闭塞区段采用双线双方向运行,该两条线路均与单线区段一样,具有改变列车运行方向的功能。因此,对双线自动闭塞区间需设置两组方向电路。不论采用何种制式的自动闭塞,均可采用相同的方向电路。

### 一、主要技术条件

1. 电路应能监督区间空闲及占用和相邻车站接发车状态。当确认整个区间空闲及对方站未建立发车进路时,方能改变运行方向;

2. 改变运行方向应由原接车站办理,在排列发车进路后即可自动完成;

3. 电路应防止当区间轨道电路瞬时分路不良时,错误改变运行方向;

4. 电路应符合故障-安全原则,保证不出现敌对发车的可能;

5. 电路应适用于各种制式的自动闭塞;

6. 因故不能改变运行方向时,可使用辅助方式办理。按辅助方式改变运行方向后,出站信号的开放必须检查该相邻站间区间空闲;

7. 使用该电路的车站,应有相应的表示,在控制台上分别设置接、发车方向表示灯,接、发车区间占用表示灯,以及辅助办理表示灯,并设置相应的接、发车辅助按钮。

### 二、电路特点

方向电路目前使用的是四线制电路,原理电路如图 1·1·2·1 所示。使用器材规格见表 1·1·2·1。

方向电路使用器材规格表

表 1·1·2·1

名称	符号	规格	名称	符号	规格	
继电器	<i>FJ</i>	JYXC—270	线绕电阻器	<i>R<sub>GF</sub></i> <i>R<sub>GFF</sub></i> <i>R<sub>JQ</sub></i> <i>R<sub>JQ2</sub></i> <i>R<sub>JF</sub></i>	100Ω5W	
	<i>FGFJ</i>	JPXC—1000		电解电容器	<i>C<sub>GF</sub></i> <i>C<sub>JQ2</sub></i>	2200μF50V
	<i>JQJ</i>	JWXC—H600			<i>C<sub>GFF</sub></i>	200μF50V
	<i>GFJ</i> <i>GFFJ</i> <i>JQJ<sub>2F</sub></i> <i>FFJ</i> <i>JFJ</i>	JWXC—1700	<i>C<sub>JQ</sub></i>		1000μF50V	
	<i>KJ</i> <i>DJ</i>	JWXC—H340	<i>C<sub>JF</sub></i>		470μF50V	
	<i>JQJF</i>	JSBC—850	计数器	<i>JSQ</i>		
可调线绕电阻器	<i>R<sub>SF</sub></i> <i>R<sub>XF</sub></i> <i>R<sub>SQ</sub></i> <i>R<sub>XQ</sub></i>	500Ω20W				

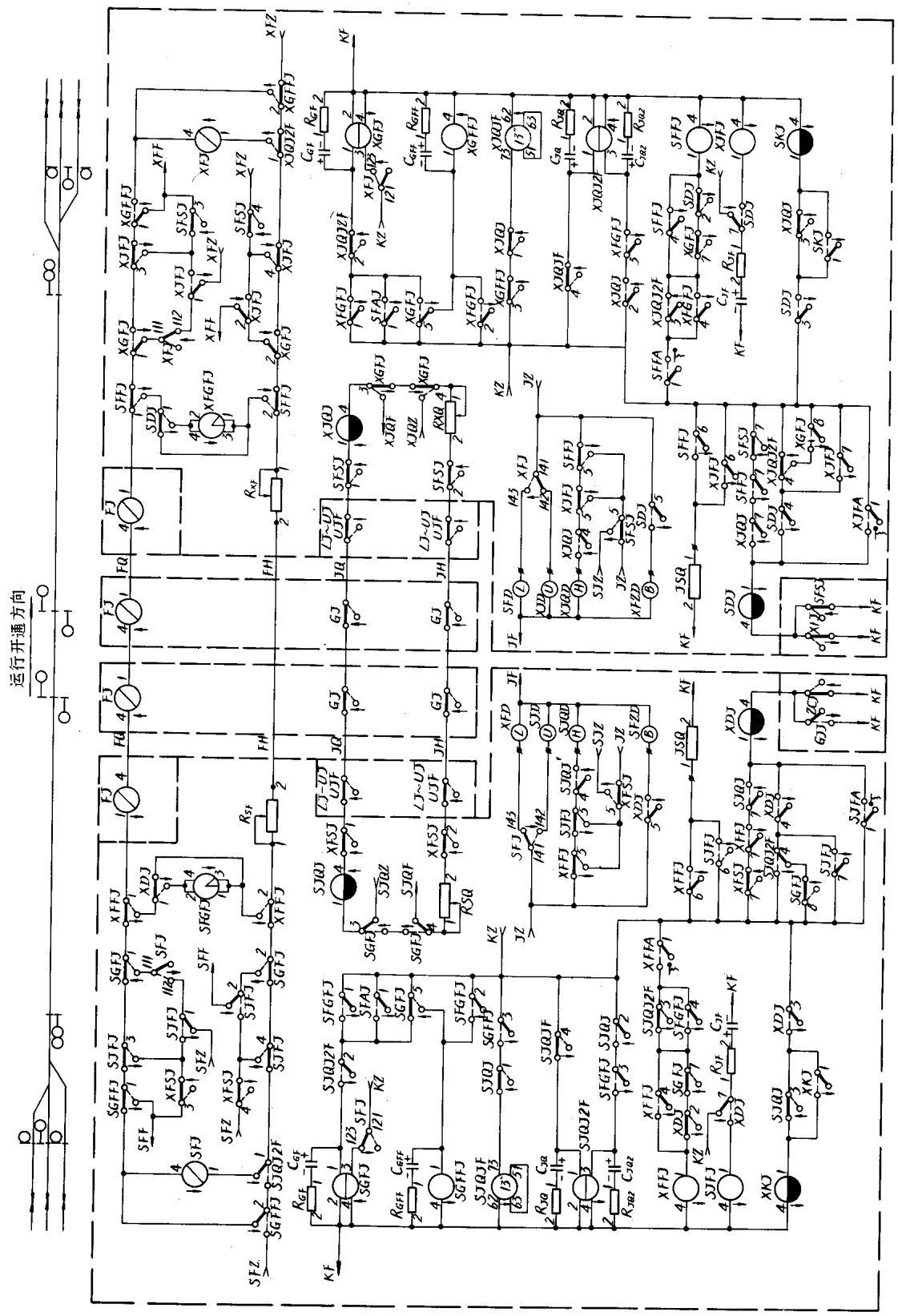


图 1.1.2.1 改变运行方向原理电路图

1. 分别将改变区间运行方向的控制回路与区间占用的监督回路独立设置,达到两者互不干扰,使电路的故障率降低,提高了电路动作的可靠性;

2. 本电路对确认区间空闲与否,只在电路转换运行方向之前进行检查,一旦开始转换运行方向,方向回路就保证继续工作直至对方站改为接车站及本站改为发车站为止。当监督区间电路发生故障时,不能妨碍改变运行方向的过程;

3. 增加故障辅助办理电路,由于某种原因使区间轨道电路发生故障或出现“双接”现象,使运行方向不能改变。可借助故障辅助办理来完成站间运行方向的改变,在办理时双方操纵人员根据规定,按一定顺序,互相协作完成;

4. 不论区间有无列车占用,方向回路内各方向继电器线圈中经常保持定向电流。提高系统的安全性。

### 三、与各种自动闭塞的结合

1. 根据开通方向,通过方向继电器的接点控制通过信号机的点灯电路,按开通的运行方向点灯,而反方向的通过信号机则在灭灯状态;

2. 根据运行方向,应满足向轨道发送机车信号所要求的信息,当向轨道电路发送的信息能同时满足机车信号要求时,尚需通过方向继电器接点互易送、受电端位置,并考虑对轨道电路可靠工作的要求;

3. 发车信号电路除检查运行方向外,还应检查在辅助办理时应具备的条件;

4. 由于接近和离去合用一组继电器,也应通过方向继电器的接点加以区分。对列车接近通知电铃应检查在接车状态。

6502 和 6036 型电气集中与方向电路结合原理电路如图 1·1·2·2 所示。

有关电路中使用的符号和名称对照见表 1·1·2·2。

名称符号对照表

表 1·1·2·2

符号	名称	符号	名称
DJ	短路继电器	GFFJ	改变运行方向辅助继电器
DLJ	电铃继电器	JD	接车方向灯
FD	发车方向灯	JFA	接车辅助按钮
FAJ	发车按钮继电器	JFJ	接车辅助继电器
FFA	发车辅助按钮	JQD	监督区间占用灯
FFJ	发车辅助继电器	JQJ	监督区间继电器
FGFJ	辅助改变运行方向继电器	JQJF	监督区间复示继电器
		JQJ <sub>2</sub> F	监督区间第二复示继电器
FJ	运行方向继电器	JSQ	计数器

续上表

符号	名称	符号	名称
FJF	运行方向复示继电器	JXJ	进路选择继电器
FSJ	发车锁闭继电器	KJ	控制信号继电器
FZD	辅助办理灯	LQJ	离去继电器
GFJ	改变运行方向继电器	LQJF	离去复示继电器
LJF	列车发车方向继电器	UJ	黄灯继电器
LJ	绿灯继电器	UJF	黄灯复示继电器
LLJF	绿灯复示继电器	ZJ	终端继电器
		ZCJ	照查继电器

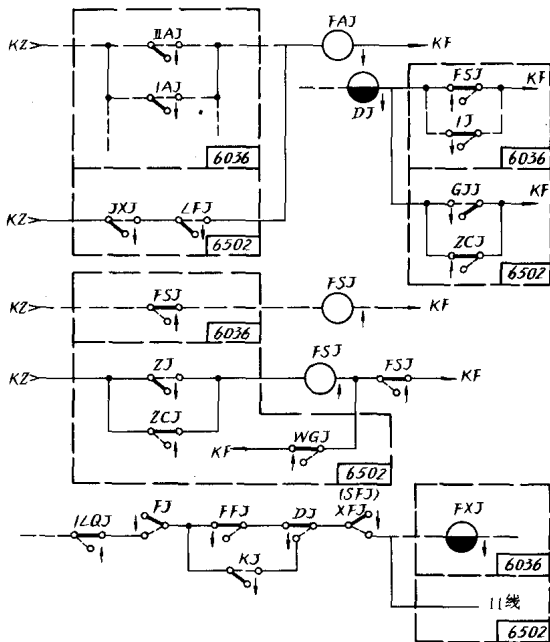


图 1·1·2·2 方向电路与 6502 和 6036 电气集中结合原理电路图

注:1. 图中在方框内分别注明用于 6502 或 6036 电气集中的结合电路,未注明者则两种电路均适用;

2. 与 6502 电气集中结合者未设无岔区段时,则 FSJ 电路中取消 WGJ 及 FSJ 接点。

### 四、方向电路的电源设备及供电电压

运行方向电路均采用 AX 型继电器。在改变运行方向控制电路和监督区间电路分为两个独立回路后,两个回路不仅要求独立供电,且工作电流不同,因此供电电压也不同。故设计两个独立输出回路的 ZG1— $\frac{220100}{0.10.1}$ 型和 ZG2— $\frac{220100}{0.20.1}$ 型整流器,前者两个回路的输出电流均为 100mA,后者的运行方向回路的输出电流为 200mA,可以根据需要选用,供电电

压应根据每个回路的状况分别计算。运行方向控制回路中电流应不小于 32mA, 供电电压值的选定可按(1·1·2·1)公式。

$$U_{Fmin} \geq 1.2 I_{FJ} \cdot R_F \quad (1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1)$$

式中  $U_{Fmin}$ ——运行方向控制电路最低供电电压(V);  
 $I_{FJ}$ ——方向继电器转极电流值(32mA);  
 $R_F$ ——运行方向控制电路电阻总值(包括传输线路、方向继电器、调整电阻等)。

监督区间回路中电流值应不小于 22mA, 供电电压值的选定按(1·1·2·2)公式。

$$U_{Jmin} \geq 1.2 I_{JJ} \cdot R_J \quad (1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 2)$$

式中  $U_{Jmin}$ ——监督区间回路最低供电电压值(V);  
 $I_{JJ}$ ——监督区间继电器的工作电流值(22mA);  
 $R_J$ ——监督区间回路电阻总值(包括传输线路、监督继电器、调整电阻等)。

### 第三节 移频自动闭塞

#### 一、制式特征

移频自动闭塞是一种以移频轨道电路为基础的自动控制系统, 发送设备向轨道发送低频调制的频率键控信号, 接收设备能从调制的载频信号中解调低频信息, 借以自动控制相应的信号显示。

##### (一) 频率参数

1. 载频频率见表 1·1·3·1。

移频信号频率

表 1·1·3·1

使用区段	中心频率 $f_0$ (Hz)	低边频率 $f_1$ (Hz)	高边频率 $f_2$ (Hz)
双线区段上行线	650	595	705
双线区段下行线	850	795	905
双线区段下行线	550	495	605
双线区段下行线	750	695	805

注: 单线区段目前采用 650 及 850Hz

2. 频偏  $\Delta f = \pm 55\text{Hz}$ 。

3. 低频信号及其含义见表 1·1·3·2。

低频信号的含义

表 1·1·3·2

低频信号 $F_c$ (Hz)	列车前方地面信号机显示	机车信号机显示	备注
11	○	○	前方两个闭塞分区空闲
15	⊗	⊗	前方一个闭塞分区空闲
20	⊗ ⊗	⊗ ⊗	进站信号机显示向侧线接车
26	●	●	
由 11、15、20Hz 变为无信号		⊙	
由 26Hz 变为无信号	●	●	

4. 低频信号除 11、15、20、26Hz 四种频率外, 还可根据需要设置 8. 1、9. 4、12. 7(12. 1)、17. 4Hz 四种信息。

##### (二) 抗干扰性能

移频自动闭塞具有较强的抗干扰能力, 能防护交流、直流电力牵引区段牵引电流的谐波干扰, 和内燃机车电机所产生的谐波干扰, 既可适用于非电化区段, 又可适用于电化区段; 既可将设备集中设在室内, 又可分散设在沿线各信号点的移频箱内。

##### (三) 设备的故障-安全性能

1. 两相邻轨道电路采用不同载频频率, 当轨道绝缘破损时能得到可靠防护;
2. 设备内任何元件故障均可使系统转向安全;
3. 在干扰作用下, 不会产生升级显示。

##### (四) 系统的可靠性

移频自动闭塞采用热机备用、故障报警的双机系统。设备故障不会造成中断使用, 故系统的可靠性高。

##### (五) 防雷性能

移频自动闭塞对雷电过电压设有多级防护电路, 因而对一般雷电具有较好的防护能力。

##### (六) 与机车信号结合

移频自动闭塞、机车信号和自动停车可以构成区间列车间隔调整的整体系统。机车信号工作稳定可靠, 显示正确率高。

##### (七) 应变时间

信号显示的应变时间不大于 2s。

##### (八) 工作条件

1. 环境温度  $-25 \sim +60^\circ\text{C}$ ;
2. 相对湿度 不大于 95%(25°C);
3. 大气压力 74. 8~106kPa(海拔高度相当于 2500m 以下)。

### 二、专用设备

移频自动闭塞主要由发送设备、接收设备、电源设备及检测设备等组成。

#### (一) 发送设备

移频自动闭塞的发送设备是由低频信号发生器、频率调制器、激励及功率放大器组成的发送盒。电力牵引区段采用 ZP·HF-D 型, 非电力牵引区段采用 ZP·HF 型。两者的电路结构基本相同, 其不同点只在放大电路中个别电路及参数, 以及功放输出变压器的铁心和线圈参数等。功放输出变压器参数见表 1·1·3·3。



功放输出变压器参数表

表 1.1.3.3

项目 型号	铁心规格	线圈参数				负载阻抗
		$W_1$ (匝)	$d_1$ (mm)	$W_2$ (匝)	$d_2$ (mm)	$R_L$ ( $\Omega$ )
ZP·HF	ED12×20	2×100	0.51	45	0.83	3.3
ZP·HF-D	ED12×25	2×54	0.9	100	0.74	18

ZP·HF-D型及ZP·HF型发送盒原理电路分别如图1.1.3.1、1.1.3.2所示。发送盒的元件参数见表1.1.3.4,技术指标见表1.1.3.5。

发送盒元件参数表

表 1.1.3.4

符 号		参数或规格	
ZP·HF-D	ZP·HF	ZP·HF-D	ZP·HF
$R_1, R_6, R_{64}$	$R_1, R_6, R_{65}$	1.5k $\Omega$	
$R_2$		150 $\Omega$	
$R_3$		68k $\Omega$	
$R_4, R_{61}$	$R_4, R_{62}$	820 $\Omega$	
$R_5, R_{23}, R_{32}, R_{42}, R_{62}$	$R_5, R_{23}, R_{32}, R_{42}, R_{63}$	430 $\Omega$	
$R_7, R_{12}, R_{16}, R_{21}, R_{25}, R_{30}, R_{34}, R_{39}, R_{45}, R_{51}$		2.7k $\Omega$	
$R_8, R_{11}, R_{47}, R_{50}, R_{57}$		7.5k $\Omega$	
$R_9, R_{10}, R_{15}, R_{18}, R_{19}, R_{22}, R_{24}, R_{27}, R_{28}, R_{31}, R_{33}, R_{36}, R_{37}, R_{41}, R_{44}, R_{48}, R_{49}, R_{53}, R_{54}$		10k $\Omega$	
$R_{13}$		680 $\Omega$	
$R_{14}$		51 $\Omega$	
$R_{17}, R_{20}, R_{26}, R_{29}, R_{35}, R_{38}$		4.7k $\Omega$	
$R_{40}$		220 $\Omega$	
$R_{43}$		20k $\Omega$	
$R_{46}$		4.3k $\Omega$	
$R_{52}$		560 $\Omega$	
$R_{55}$		910 $\Omega$	
$R_{56}$	$R_{56}, R_{58}$	100 $\Omega$	
$R_{58}$	$R_{59}$	1.6k $\Omega$	
$R_{59}$	$R_{60}$	5.1k $\Omega$	
$R_{60}$	$R_{61}$	1k $\Omega$	
$R_{61}$	$R_{62}$	820 $\Omega$	
$R_{62}$	$R_{63}$	430 $\Omega$	

续上表

符 号		参数或规格	
ZP·HF-D	ZP·HF	ZP·HF-D	ZP·HF
$R_{63}$	$R_{64}$	56k $\Omega$	
$R_{65}$	$R_{66}, R_{67}$	2k $\Omega$	1k $\Omega$
$R_{66}$	$R_{68}$	20k $\Omega$	
$R_{67}$	$R_{69}$	3.6k $\Omega$	2k $\Omega$
$R_{68}$ (高强度漆包线绕)	$R_{70}$ (高强度漆包线绕)	91 $\Omega$	300 $\Omega$
$R_{69}$ (高强度漆包线绕)		240 $\Omega$	
$R_{70}$	$R_{71}$	30 $\Omega$	75 $\Omega$
$R_{71}$	$R_{72}$	1.2k $\Omega$	2.4k $\Omega$
$R_{72}$	$R_{73}$	MY23—100/1	
$R_{73}$	$R_{74}$	MY23—82/1	MY23—68/1
	$R_{75}$		100 $\Omega$
$BG_1, BG_2, BG_5, BG_6, BG_{10}, BG_{12}, BG_{16}, BG_{18}, BG_{22}, BG_{24}, BG_{28}, BG_{31}, BG_{34}, BG_{36}$		3DA150A	
$BG_3, BG_4, BG_7, BG_8, BG_9, BG_{11}, BG_{13}, BG_{14}, BG_{15}, BG_{17}, BG_{19}, BG_{20}, BG_{21}, BG_{23}, BG_{25}, BG_{26}, BG_{27}, BG_{29}, BG_{30}, BG_{33}$		BZO3C	
$BG_{32}, BG_{35}$		BWC110	
$BG_{37}, BG_{38}$		3DD102C	
$C_1$		200 $\mu$ F	
$C_2$		0.44 $\mu$ F	
$C_3, C_{16}$	$C_3$	1 $\mu$ F	
$C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9, C_{10}, C_{11}$		1300pF	
$C_{12}$		根据载频率选用	
$C_{13}$		0.22pF	
$C_{14}$		0.033 $\mu$ F	1 $\mu$ F
$C_{15}$		0.033 $\mu$ F	
$C_{17}$		220 $\mu$ F	