

列车运行监控记录装置

杨志刚 主编

唐克林 主审

中国铁道出版社

1999年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书系统地介绍了列车运行监控记录装置(简称监控装置)的结构、性能、原理和应用技术,并对与监控装置配套的信息传递、信号传感、显示技术、控制执行设备、测试设备以及监控装置数据的分析处理技术进行了介绍。

本书适于从事监控装置等列车运行速度控制设备研究、设计、制造的技术人员,设备的使用、维修人员以及相关的技术管理和教学人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

列车运行监控记录装置/杨志刚主编.-北京:中国铁道出版社,1999

ISBN 7-113-03233-8

.列... .杨... .铁路-行车组织-监控设备
.U292.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 03542 号

书 名:列车运行监控记录装置

著作责任者:杨志刚主编

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)

责任编辑:张贵珍 王风雨

封面设计:

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张: 插页: 字数: 千

版 本:1999年 月第1版 1999年 月第1次印刷

印 数: 一 册

书 号:ISBN7-113-03233-8/U·890

定 价: 元

版权所有 盗印必究

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。

前 言

列车运行监控记录装置(简称监控装置)是中国技术人员研制的用于保证行车安全的列车速度控制设备,同时,监控装置具有完备的列车运行状态参数记录功能,是机车运行管理现代化的重要基础设备。到1998年底,全国铁路用于干线牵引任务的内燃机车和电力机车已全部安装了LKJ-93型(含作了部分功能扩充的LKJ-93A型)或JK-2H型监控装置,总安装机车数量达1.2万台。监控装置的推广使用对铁路行车安全和机车运行管理的改善取得了公认的良好效果。在铁路机务工作各项传统业务基础上,近年来出现了一项以监控装置的日常检查、转录数据、维修和专业管理为内容的新业务。全国各使用了监控装置的铁路机务段都设有专门从事监控装置工作业务的机构,在全国铁路机务职工中形成了相当规模的监控装置专业人员队伍。

在本书编辑之前,我国尚未出版过全面、系统地介绍监控装置的书籍,这与该项设备的使用规模是极不相称的。本着能够向广大技术人员系统全面地介绍监控装置和为从事该项工作的人员汇集一册方便工作的实用资料的目标,我们编辑了本书。为保持内容的系统性,本书在重点介绍LKJ-93型和JK-2H型监控装置结构、原理、性能和应用技术的同时,对与监控装置配套的轨道电路、机车信号技术以及监控装置专用测试设备、数据转录设备进行了介绍。

本书第一章由杨志刚编著;第二章由张明武、欧树民、高亚举、张惠芳编著;第三章由杨期翔、唐献康编著;第四章由唐献康、周志飞、廖岳汉、任文毅、张明武、杨十力、杨期翔编著;第五章由张明武、张家勇、周志飞、唐献康、杨十力、方光华编著;第六章由笪迪英、石洪涛、张子健编著;第七章由张子健、笪迪英编著;附录一由张明武编著;附录二由杨期翔、王奇编著;附录三由孙寰编著;附录四由杨振荣、刘豫湘编著。

限于编者水平,书中难免存在不足和错误之处,敬请读者指正。

编 者

一九九八年十二月

目 录

第一章 概 述.....	1
第一节 监控装置的特征.....	1
第二节 监控装置的功能和主要技术参数.....	1
第二章 技术基础知识.....	5
第一节 轨道电路、列车闭塞、机车信号.....	5
一、轨道电路	5
二、列车闭塞	6
三、机车信号	8
第二节 单片机介绍	12
一、MCS-51 系列单片机	12
二、MCS-96 系列单片机	33
三、V40 系列单片处理器	58
第三章 速度监控基本原理	91
第一节 影响列车运行的因素	91
第二节 列车制动距离的计算	94
一、列车制动力的计算.....	94
二、列车制动距离的计算.....	96
第三节 监控装置速度控制模式设计	98
第四章 LKJ-93 型监控装置原理	103
第一节 系统组成与电路原理.....	103
一、系统组成	103
二、电源插件	105
三、滤 继 板	109
四、数字量输入插件	110
五、数字量输出插件	112
六、监控主机插件	114
七、信号调整插件	117
八、绝缘节检测插件	119
九、记录插件	122
十、显 示 器	125
第二节 转储器、测试台的硬件组成与电路原理	128
一、转 储 器	128
二、测试台	131

第三节	车载软件的结构和原理.....	133
一、	概述	133
二、	监控软件	134
三、	记录软件	139
四、	绝缘节检测软件	141
五、	显示器软件	142
第四节	记录数据分析处理软件的功能、结构和原理	143
一、	功 能	143
二、	结构和原理	143
第五章	LKJ-93 型监控装置的使用	147
第一节	测距、地面数据开发及监控参数设定	147
一、	测 距	147
二、	地面数据开发	150
三、	监控参数设定	166
第二节	运行中的操作.....	193
第三节	记录数据转储操作.....	195
第四节	记录数据的分析处理.....	200
一、	软件运行环境	200
二、	系统操作	201
第五节	监控装置故障判别.....	211
一、	使用装置的自检功能判别故障	211
二、	使用替换法查找故障	216
三、	使用维修工具查找故障	217
四、	使用单片机仿真器查找故障	217
第六章	JK-2H 型监控装置的原理	218
第一节	系统硬件组成与电路原理.....	218
一、	硬件系统组成及特点	218
二、	CPU 的外围电路	220
三、	82C55 芯片在 JK-2H 型监控装置中的运用	226
四、	语音合成电路	227
五、	串行通信接口电路	233
六、	A/D 转换电路	235
七、	时钟电路	238
八、	存 储 器	239
九、	键盘、显示器接口电路.....	243
十、	机车条件及接口电路	246
十一、	副机电路	253
十二、	电 源	257
十三、	适应功能扩展的硬件改造	263

第二节	转储器、测试仪的硬件组成与电路原理	267
一、	ZJK 型数据转储器	267
二、	ZJK -B 型数据转储器	276
三、	ZJK -S 型数据转储器	283
四、	ZJK -T 型数据转储器	292
五、	CJK -2H 型测试仪	292
第三节	系统软件的结构和原理	302
一、	系统软件的组成	302
二、	地面数据文件的内部结构	303
三、	监控程序的结构与原理	307
四、	生成写入文件步骤	314
第四节	扩展板电路原理	314
第七章	JK-2H 型监控装置的使用	319
第一节	监控参数的设定及地面数据的开发	319
一、	条件汇编概述	319
二、	条件汇编文件	319
三、	地面数据的开发	332
第二节	运行中的操作	341
一、	键盘及操作类别	341
二、	乘务人员基本操作	344
三、	功能扩展后操作的说明	350
第三节	记录数据的转储操作	351
一、	文件转储操作	351
二、	功能扩展后转储操作变化的说明	352
第四节	记录数据的分析处理	352
一、	系统概述	352
二、	运行记录数据处理子系统基本知识	354
三、	运行记录数据处理子系统菜单命令及使用说明	356
四、	运行记录数据处理的一般操作	366
五、	运行记录数据分析	369
第五节	监控装置的试验、检测、修理与故障处理	374
一、	主要生产工艺措施	374
二、	调试与检测	375
三、	常见故障分析与处理	381
附录一	监控装置的有关配套设备简介	400
(一)	机车轴端光电转速传感器	400
(二)	TQG14 型机车压力变送器	403
(三)	双针速度表	405
附录二	LKJ-93 型监控装置在各主型机车上的安装	407
(一)	装置及相关设备的安装技术要求	407

(二) 装置与内燃机车各部件的连接.....	412
(三) 装置与电力机车各部件的连接.....	416
附录三 JK-2H 型监控装置在各主型机车上的安装	425
(一) 安装位置.....	425
(二) 安装步骤.....	425
(三) 装车后的调试.....	428
(四) JK-2H 型监控装置系统配线表	429
附录四 适应监控装置实现常用制动控制对有关机车制动机的改造.....	432
(一) 对 JZ-7 型机车制动机的改造	432
(二) 对 DK-1 型机车制动机的改造	437

书中引用符号和代码的含义及 首次出现的章节

符 号	含 义	首次出现的章节
ASCII	美国国家信息交换标准代码	第二章第二节
RAM	随机存取存储器	第二章第二节
ROM	只读存储器	第二章第二节
CPU	中央处理器	第二章第二节
CRT	显示器	第二章第二节
I/O	输入输出	第二章第二节
EU	指令执行部件	第二章第二节
BIU	总线接口部件	第二章第二节
ALU	算术逻辑运算单元	第二章第二节
FR	标志寄存器	第二章第二节
CS	代码段寄存器	第二章第二节
DS	数据段寄存器	第二章第二节
ES	附加段寄存器	第二章第二节
SS	堆栈段寄存器	第二章第二节
PR	状态寄存器	第二章第二节
IP	指令寄存器	第二章第二节
PROM	可编程只读存储器	第二章第二节
EPROM	紫外线可擦除可编程只读存储器	第二章第二节
E ² PROM	电可改写编程只读存储器	第二章第二节
KB	千字节	第二章第二节
HSI	高速输入器	第二章第二节
HSO	高速输出器	第二章第二节
CAM	内容寻址存储器	第二章第二节
W	列车阻力	第三章第一节
W	机车阻力	第三章第一节
W	车辆阻力	第三章第一节
w	列车单位阻力	第三章第一节
w	机车单位阻力	第三章第一节
w	车辆单位阻力	第三章第一节
P	机车计算重量	第三章第一节

符 号	含 义	首次出现的章节
G	机车牵引重量	第三章第一节
W_i	坡道附加阻力	第三章第一节
W_r	曲线附加阻力	第三章第一节
i	坡道坡度	第三章第一节
B	列车制动力	第三章第二节
k	每块闸瓦压力	第三章第二节
k_h	换算闸瓦压力	第三章第二节
k	每块闸瓦摩擦系数	第三章第二节
h	换算摩擦系数	第三章第二节
V	列车速度	第三章第二节
V_0	制动初速度	第三章第二节
b	单位制动力	第三章第二节
b_{hc}	列车换算制动率	第三章第二节
b	常用制动系数	第三章第二节
S_k	制动空走距离	第三章第二节
S_e	制动有效距离	第三章第二节
S_b	列车制动距离	第三章第二节
t_k	制动空走时间	第三章第二节
i_j	加算坡道坡度	第三章第二节
L	制动距离安全系数	第三章第三节
V_L	列车限制速度	第三章第三节
V_a	列车实际速度	第三章第三节
V_{ZL}	道岔限制速度	第三章第三节
V_{BJ}	报警速度整定值	第三章第三节
V_{CY}	启动常用制动整定值	第三章第三节
V_{JJ}	启动紧急制动整定值	第三章第三节
V_{HJ}	缓解整定值	第三章第三节
L_j	紧急制动预留安全距离	第三章第三节
L_c	常用制动预留安全距离	第三章第三节
ZTL	自动停车装置	第三章第三节
$V_{11} \sim V_{13}$	速度信号	第四章第一节
ESI、ESG	柴油机转速信号	第四章第一节
FCI、FCG	原边电流信号	第四章第一节
TPPI、TPPG	列车管压力信号	第四章第一节
ASI	实际速度	第四章第一节
TSI	目标速度	第四章第一节
	进站信号机	第五章第一节
	出站信号机	第五章第一节

符 号	含 义	首次出现的章节
—	预告信号机	第五章第一节
=	通过信号机	第五章第一节
	带容许信号的通过信号机	第五章第一节
L	绿灯信号	第五章第一节
H	红灯信号	第五章第一节
U	黄灯信号	第五章第一节
H/U	红/黄灯信号	第五章第一节
U/U	双黄灯信号	第五章第一节
B	白灯信号	第五章第一节
Ⓚ	括号中内容为键盘按键	第六章第二节
[]	括号中内容为装置显示区显示内容	第六章第二节

第一章 概 述

第一节 监控装置的特征

列车运行监控记录装置简称监控装置,是中国广大技术人员在分析中国铁路设施状况和运输实际需求的基础上研制的一种以保障列车运行安全为主要目的的列车运行速度控制装置。该装置在实现安全速度控制的同时,采集记录与列车安全运行有关的各种机车运行状态信息,促进了机车运行管理的自动化和机车操纵的规范化。

在铁路技术发达国家,把以保障运行安全为目的,以监测运行速度为手段对列车运行进行控制的系统称为列车自动防护系统 ATP(Automatic Train Protection System)。通常,这种系统由运行指令信息传递、运行所处线路参数信息传递、列车自身运行状况信息的采集等信息获取环节和对信息进行处理并做出控制的主机组成。

虽然 ATP 往往被作为一个完整的技术系统来描述,但历史上是由轨道电路、机车自动信号、自动停车等各项技术逐步发展而来的。随着铁路运输要求的提高和现代电子技术的发展,原来单纯以保障行车安全为目的的相对独立的 ATP 系统,正在被扩展为既保障行车安全,又提高运输效率,并且改善运营管理的铁路运输控制、管理系统(如欧洲的 ERTMS 或北美的 ARES)。监控装置以在中国铁路已普遍使用的轨道电路及机车自动信号设备作为列车运行指令的信息源,以线路数据预置于主机的独特方式获取运行线路参数信息,采用计算机智能处理对列车运行速度进行安全监控,实现通常意义的 ATP 功能。同时,监控装置完成了机车运行管理和机车操纵规范化所需的列车运行实际参数的采集、记录工作,为实现机车运行管理自动化和进一步发展铁路运输管理系统提供了基础条件。

第二节 监控装置的功能和主要技术参数

一、监控装置的功能

(一) 速度控制功能

监控装置以连续平滑速度变化模式曲线方式实现对列车运行速度的控制。

1. 防止列车运行越过关闭的地面的信号机。当运行速度有可能使列车越过关闭的地面信号机时,发出常用制动或紧急制动指令。

2. 防止列车以高于道岔允许的最高运行速度通过岔区。当运行速度有可能超过道岔允许的最高运行速度时,发出常用制动或紧急制动指令。

3. 防止列车以高于运行区段线路允许的最高速度运行。当运行速度超过线路允许的最高速度或可能超过线路固定处所的限制速度时,发出常用制动或紧急制动指令。

4. 防止列车以高于机车、车辆构造允许的最高速度运行。当运行速度超过机车、车辆构造允许的最高速度时,发出常用制动或紧急制动指令。

5. 防止在特殊条件下列车以高于规定的速度运行。在自动闭塞区间,当在关闭的地面信号机前停车后列车继续向此关闭的信号机所防护的闭塞分区内运行时,如果运行速度超过规定的速度值,发出常用制动或紧急制动指令;在装有容许信号显示关闭信号的通过信号机所防护的闭塞分区内运行时,如运行速度超过规定的速度值,发出常用制动或紧急制动指令。

6. 防止列车倒溜。当检测到列车向后行方向溜动时,发出紧急制动指令。

7. 防止机车超过规定速度值进行调车作业。监控装置与有关无线信息调车指令灯显系统连接,当超过各项指令要求的限制速度运行时,发出紧急制动指令。

为适应引导进站、路票发车等特殊行车作业要求,司机能够操作按键有条件地解除部分速度控制模式。

(二) 显示和警告提示功能

1. 显示运行前方地面信号机的种类和编号。
2. 显示列车距前方地面信号机的距离。
3. 显示控制速度值和列车实际运行速度值。
4. 可由操作人员选择显示输入监控装置中各种状态参数。
5. 当实际运行速度值接近控制速度值时,以语音进行警告。
6. 当机车信号显示状态变化时,以语音进行提示。
7. 在运行到达规定司机进行列车有关项目操纵的固定地点之前进行语音提示。

(三) 运行记录功能

1. 特殊条件下,对以下项目进行一次性记录。
 - (1) 开机记录:日期、时间、机车型、机车号、监控装置序号。
 - (2) 乘务员输入参数:牵引车次、牵引客货车别、牵引总重、编组辆数、司机编号。
 - (3) 关机记录:日期、时间。
2. 运行中对以下各项参数变化随时记录。在进行各项记录的同时,对时刻、所处线路公里标、运行实际速度、模式控制速度、列车制动主管压力、机车信号显示状态等均进行记录。

- (1) 运行实际速度每变化 5 km/h 或速度为 0。
- (2) 模式控制速度每变化 5 km/h。
- (3) 列车制动主管压力每变化 20 kPa 或压力降为 0。
- (4) 机车信号显示状态变化。
- (5) 机车运行工况(牵引、制动、级位手柄等)变化。
- (6) 运行通过闭塞分区分界点。
- (7) 司机进行按键解除控制模式操作。
- (8) 机车转入或退出调车作业状态。
- (9) 监控装置发出常用或紧急制动指令。

二、监控装置的主要技术参数

(一) 使用环境条件

1. 海拔不超过 2 500 m。
2. 最高周围空气温度,在海拔 1 000 m 以下时为 45 ;在海拔 1 000 ~ 2 500 m 时,每升高

100 m 海拔, 温度在 45 基础上递降 0.5 。直接靠近电子元件处最高周围温度不超过 70 。

3. 最低周围空气温度为- 25 , 允许在- 40 存放。

4. 周围空气湿度: 最湿月月平均最大相对湿度不大于 90% (该月月平均最低温度不低于 25)。

5. 相对于机车的垂向、横向和纵向存在着频率 1 ~ 50 Hz 的正弦振动, 振动加速度不大于 10 m/s², 机车连挂冲击激起的振动加速度不大于 30 m/s²。

6. 安装在能防雨、雪、风、沙的车体内。

(二) 技术参数

LKJ-93 型和 JK -2H 型结构及参数有所不同。

LKJ-93 型技术参数

设备配置.....	每台机车上装设 1 个主机和 2 个显示器, 允许 1 个主机与 1 个显示器配置使用
机械尺寸	
主机箱	长 400 mm× 宽 258 mm× 高 206 mm
显示器	长 247 mm× 宽 100 mm× 高 170 mm
电气参数	
输入电源	电压 DC 110 V ^{+20%} _{-30%} 功耗最大时低于 55 W
系统对外输出电源	DC 15V ± 1V, 0.5 A, 2 路 DC 24 V ± 1 V, 0.2 A, 1 路
机车信号显示状态信息输入接口	DC 40 ~ 60 V, 功耗低于 0.25 W
机车工况信息输入接口	DC 70 ~ 130 V, 功耗低于 0.55 W
轨道绝缘节识别信息输入接口.....	灵敏度 8 mV, 输入电阻不小于 100 k
运行速度信息输入通道	信号电压 AC 40 V, 采样灵敏度 AC 0.5 V, 脉冲频率 1 ~ 3000 Hz
制动主管压力信息输入通道	信号电压 DC 0 ~ 5 V, 采样分辨率 5 mV/kPa, 压力 采样范围 10 ~ 1000 kPa
语音提示输出	输出功率不低于 2 W
控制指令输出	采用继电器节点方式输出, 触头参数 DC 110 V, 0.2 A
系统通信	
主机与显示器间通信	串行 RS-485, 传输速率 9 600 Baud
运行记录数据对外输出口.....	串行 RS-232, 传输速率 28 800 Baud
系统指标	
系统运行速度计算误差.....	小于 1 km/h
系统走行里程计算误差	小于 2%
断电后运行记录数据保存时间	不少于 36 h
运行记录容量.....	不小于 256 KB

JK-2H 型技术参数

设备配置	每台机车上装设 1 个主机和 1 个副机, 允许仅装设 1 个主机使用
机械尺寸	
主机	长 284 mm× 宽 116 mm× 高 190 mm
副机	长 284 mm× 宽 96 mm× 高 190 mm
电气参数	
输入电源	电压 DC 110 V ^{+20%} _{-30%} 功耗最大时低于 35 W
系统对外输出电源	DC 15 V ± 0.2 V, 不小于 0.2 A
机车信号显示状态信息输入接口	DC 40 ~ 60 V, 功耗低于 0.25 W
机车工况信息输入接口	DC 70 ~ 130 V, 功耗低于 0.55 W
轨道绝缘节识别信息输入接口	灵敏度 DC 8 mV, 输入电阻不小于 200 k
运行速度信息输入通道	信号电压 AC 40 V, 采样灵敏度 AC 0.5 V, 脉冲频率 1 ~ 3 000 Hz
制动主管压力信息输入通道	信号电压 DC 0 ~ 5 V, 采样分辨率 5 mV/kPa, 压力 采样范围 10 ~ 1 000 kPa
语音提示输出	输出功率不低于 0.5 W
控制指令输出	采用继电器节点方式输出, 触头参数 DC 110 V, 0.2 A
系统通信	
主机与副机间通信	串行 RS-485, 传输速率 28 800 Baud
运行记录数据对外输出接口	TTL 电平, 传输速率 28 800 Baud
系统指标	
系统运行速度计算误差	小于 0.5 km/h
系统走行里程计算误差	小于 2%
系统断电后运行记录数据保存时间	不小于 36 h
运行记录容量	不小于 256 KB

第二章 技术基础知识

第一节 轨道电路、列车闭塞、机车信号

一、轨道电路

(一) 轨道电路的组成

利用铁路线路的钢轨作导体,用以检查有无列车、传递列车占用信息以及其他信号信息的电路,称之为轨道电路。常用的轨道电路由送电端、钢轨线路和受电端三部分组成,如图 2-1-1 所示。

送电端(又称电源端或始端)由轨道电源和限流器等组成。根据轨道电路的类型不同,轨道电源可以用铅蓄电池浮充供电(或其他直流电源),也可以用轨道变压器或信号发生器供电。限流器一般可以用电阻器或电抗器构成,它的作用是保护电源设备,当轨道电路被机车车辆分路时,防止电流过大而损坏设备,并保证在列车占用轨道时,轨道继电器能可靠地落下,对某些交流轨道电路而言,它还兼有相位调整的功

效。轨道电源使用电子设备时,一般都不需要限流器。钢轨线路是由轨条、轨端接续线(又称轨端连接线或导接线)和钢轨绝缘等组成。为了减少轨条连接处的接触电阻,采用了轨端接续线。钢轨绝缘安装于轨道电路分界处,是为了分隔或划分轨道回路而装设的。也有不装钢轨绝缘的,这时根据轨道电流衰减到一定程度时即作为轨道电路的分界处。当然,这样的分界处的地点是比较模糊的。

受电端(又称继电器端或终端)的主要设备是轨道继电器(GJ),用它接收轨道信号电流来反映轨道电路的工作状态。电子轨道电路的接收设备一般都采用电子器件,其作用和轨道继电器相同。送、受电端的设备,都是通过引接线(钢丝绳)接向钢轨的。

两个绝缘节之间的钢轨线路(即从送电端到受电端之间),称为轨道电路的控制区段,也就是轨道电路的长度。轨道电路的长度要受轨道电路工作状态的制约,不同类型的轨道电路长度不同。

(二) 轨道电路的工作原理

轨道电路是铁路信号基础设备(如自动闭塞、电气集中等)的基础,借助它可以监督列车在线路上的运行情况,也可传递与行车有关的各种信息。最简单的轨道电路结构如图 2-1-2(a)所示。

平时,列车未进入轨道电路,即线路空闲时,电流流过轨道继电器线圈,使继电器保持在吸起状态,接通信号机的绿灯电路,允许列车进入轨道电路,如图 2-1-2(a)所示。当列车进入

图 2-1-1 轨道电路的组成

1—钢轨线路; 2—钢轨绝缘;
3—送电端; 4—限流器; 5—受电端。

轨道电路区段内,即线路被占用时,电流同时流过机车车辆轮对和轨道继电器线圈,由于轮对电阻比继电器线圈电阻小得多,使电源输出电流显著加大,限流器上的压降随之也增大,送向两根钢轨间的电压降低。因而流经轨道继电器线圈的电流减小到继电器的落下值,使轨道继电器的后接点接通信号机的红灯电路,向续行列车发出停车信号,以保证列车在该轨道电路区段内运行的安全,如图 2- 1- 2(b)所示。

图 2- 1- 2 轨道电路工作原理图

(a) 线路空闲;(b) 线路被占用。

就这样,轨道继电器 GJ 监督着轨道电路的工作状态,继电器的接点又控制着信号机的显示,信号又指示着列车的运行,列车的运行又改变着轨道电路的工作状态,这样反复循环地实行着自动控制,如图 2- 1- 3 所示。

图 2- 1- 3 轨道电路的自动控制作用逻辑关系图

从以上分析可见,轨道电路能否正常工作,直接关系到行车安全和行车效率。为此对轨道电路提出下列要求:

- (1) 当轨道电路无列车占用时,轨道继电器应可靠吸起,保持正常工作;
- (2) 轨道电路在任何一点被列车占用时,即使只有一根车轴进入轨道,轨道继电器的衔铁也应可靠落下;
- (3) 当轨道电路设备发生故障(如钢轨断裂、绝缘破损等)时,轨道继电器应立即失磁,使之关闭信号。

二、列车闭塞

(一) 概 述

铁路线路的两车站之间,叫区间。区间没有列车交会或避让设备,为保证列车在区间行驶时的安全,目前广泛采用空间间隔法,这种制度就叫闭塞制度。闭塞制度必须保证在同一时间内,同一区间只允许运行一个列车,即一旦允许了某一列车可以占用区间后,在未获得该列车出清区间以前,此区间就处于闭塞状态,不准再开进其他列车。

闭塞方式早些时候采用电报或电话闭塞,发车站值班员和接车站值班员取得联系后,签发路票,司机拿到路票后,可向路票所指定的区间开车。后来又采用了电气路签或电气路牌闭塞,司机取得路签或路牌后,才有权占用该路签或路牌所属区间。

电报、电话闭塞与电气路签、电气路牌闭塞均属人工闭塞,是有实物凭证的闭塞法,适用于

列车速度不高和行车密度较小的铁路线路。随着行车密度的增加,半自动闭塞和自动闭塞逐步发展起来,这两种闭塞属无凭证的闭塞法,不需要交接发车实物凭证,能显著提高铁路运输效率,普遍用于我国的广大铁道线路。

(二) 半自动闭塞

半自动闭塞以出站信号机或线路所通过信号机的进行信号作为列车占用区间的行车凭证,不再交接实物。两车站(或线路所)之间为一个闭塞分区。发车站值班员发出请求发车信号并收到接车站发来的同意接车信号后,出站信号机才能开放。某架出站信号机开放后,区间即为闭塞状态。列车根据出站信号机的进行信号开出车站,这架出站信号机和其他出站信号机一样被锁在关闭的位置上,只有取得证明该列车确实全部出清区间后(进入下一车站的进站信号机),才能解除对出站信号机的锁闭,此时,这个区间才又恢复为开通状态。

半自动闭塞可用于单线和复线铁路。半自动闭塞只在车站的进、出站信号机附近设有较短的一段轨道电路,区间不设轨道电路。为了证实列车在区间没有遗留下车辆,列车到站后要由车站值班员确认,即列车是否出清区间还要人工保证,所以叫半自动闭塞。

(三) 自动闭塞

1. 概述

自动闭塞是一种区间自动控制设备。它与半自动闭塞的主要区别是列车进出车站和在区间都有检查设备。它把大区间划分为若干个小区间,叫做闭塞分区,每个闭塞分区的起点设置一个通过信号机进行防护。由于闭塞分区内装有轨道电路,这些信号机的显示是随着列车的运行由列车本身自动地检查闭塞分区的占用情况。根据轨道电路的占用和空闲状态,通过信号机可以自动地变换显示,以追踪指示列车的运行。它不需要车站值班员参与办理手续,所以叫做自动闭塞。

2. 自动闭塞的分类

自动闭塞按列车运行方向可分为:

(1) 单向自动闭塞——每一正线只能用于一个方向的列车运行,用于正线单方向运行的复线区段。

(2) 双向自动闭塞——每一正线可用于两个方向的列车运行,用于单线区段。

自动闭塞按信号制度可分为:

(1) 二显示制度——通过信号机可显示红、绿两种色灯。红色灯光表示前一闭塞分区被占用或线路不良而要求停车;绿灯表示前方空闲。这种制度只能保证前方有一个空闲分区,目前已很少使用。

(2) 三显示制度——通过信号机可显示红、黄、绿三种色灯信号。红色灯光表示前方闭塞分区被占用或线路不良而要求停车;黄灯表示前方只有一个闭塞分区空闲,要求列车减速;绿色灯光表示前方至少有两个闭塞分区空闲。这种制度可保证前方有两个空闲分区,有利于提高列车运行速度。目前全路广泛使用的移频、交流计数都是三显示制度。

(3) 四显示制度——四显示制度的通过信号机可显示四种色灯信号,即红、黄、绿黄、绿。红灯和黄灯的定义与三显示相同,四显示增加了一个绿黄显示,表示前方有两个闭塞分区空闲,而绿灯情况下就能保证前方至少有了三个闭塞分区空闲。因此,四显示使机车能够更多的得到前方区间占用信息,给列车高速运行创造了良好条件。按照所采用的信息传输技术的不同,我国所采用的自动闭塞有移频自动闭塞、交流计数电码自动闭塞、极频自动闭塞。

3. 自动闭塞的基本原理