

TIELU
XINHAO
XINJISHU
GAILUN

铁路信号 新技术概论

(修订版)

林瑜筠 李 鹏 李岱峰 汤百华 等 编著
刘胜利 审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路信号新技术概论(修订版)

林瑜筠 李 鹏 等 编著
李岱峰 汤百华
刘胜利 审

中国铁道出版社

2007年·北京

地址：北京市西城区广安门内大街137号
邮编：100045
电话：(010) 2183112
电邮：ztp@tdpress.com
网址：www.tdpress.com
发行：中国铁道出版社
印刷：北京中顺兴印刷厂
开本：787mm×960mm 1/16
印张：22.5
字数：470千
版次：2007年3月第1版 2007年9月第2次印刷
印次：2007年3月第1版 2007年9月第2次印刷

电话：(010) 2183112 电邮：ztp@tdpress.com
地址：北京市西城区广安门内大街137号
邮编：100045

内容简介

本书概要介绍中国铁路信号新技术设备的基本原理及概况,内容包括新型信号基础设备、车站计算机联锁、新型自动闭塞、列车运行控制系统、行车调度指挥自动化系统(列车调度指挥系统、分散自律调度集中系统)、驼峰自动化、信号微机监测等七部分。本次修订增加了近年来新审定上道的新技术设备,删掉了第一版中已淘汰过时的技术设备。

本书内容丰富、翔实,可作为高等学校以及中专学校信号新技术课程的教材,并可作为铁路信号工作人员学习信号新技术的培训教材,也可为非信号专业的管理人员、技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路信号新技术概念/林瑜筠等编著. —2版. —北京:
中国铁道出版社, 2007.9

ISBN 978-7-113-08272-7

I. 铁… II. 林… III. 铁路信号-新技术-概论 IV. U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 154840 号

铁路信号新技术概论 (修订版)

作 者: 林瑜筠 李鹏 李岱峰 汤百华 等 编著

策划编辑: 魏京燕

责任编辑: 魏京燕

电话: (010) 51873115 电子信箱: dianwu@vip.sina.com

封面设计: 陈东山

责任印制: 李佳

出版发行: 中国铁道出版社

地 址: 北京宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054

网 址: www.tdpress.com

电子信箱: 发行部 ywk@tdpress.com

印 刷: 北京市市兴顺印刷厂

总编办 zbb@tdpress.com

版 次: 2005年3月第1版 2007年9月第2版 2007年9月第2次印刷

开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 22.5 字数: 470千

书 号: ISBN 978-7-113-08272-7/TP·2562

定 价: 43.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170, 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

前言

铁路信号设备是铁路的主要技术装备,在保证行车安全、提高运输效率、传递行车信息等方面起着不可替代的作用。从 20 世纪 50 年代以来,我国铁路信号设备在非常薄弱的基础上取得了长足的进步。尤其是改革开放以来,我国铁路积极引进国外先进技术,致力于自主研发创新,铁路信号设备有了迅速的发展,大大提高了装备率和技术层次,涌现了一大批新技术、新设备,适应并促进了铁路的提速和扩能。在铁路发展的进程中,我国铁路致力于全面提升信号技术装备的水平,实现由制约型向适应型、模拟技术向数字技术、计划修向状态修的转变,从而使设备的数字化、网络化、综合化、智能化的特点日益突出。

为了给铁路信号专业大中专学生提供学习信号新技术的教材,也为使铁路信号工作者对铁路信号新技术有完整的了解,以及为使非信号专业的广大铁路工作者全面了解铁路信号,我们编写了此书,并期望本书能对大家的学习和工作有所帮助,对铁路信号的发展做出微薄的贡献。

铁路信号设备的内容十分丰富,为简明扼要起见,本书在对各项信号设备的发展做简要介绍后,着重介绍信号新技术、新设备,包括我国自主研发的和从国外引进的,主要是 20 世纪 90 年代以后出现的诸如计算机联锁、新型自动闭塞、通用机车信号、TDCS、自动化驼峰、信号微机监测以及新型信号基础设备,还有在铁路快速发展中已经取得突破的关键技术——新一代 CTC(分散自律调度集中)和 CTCS(CTCS-2 级列车运行控制系统)的有关内容。对于信号传统技术,如 6502 电气集中、64 型继电半自动闭塞、传统自动闭塞、继电式驼峰道岔自动集中等,本书不做介绍。2005 年本书第一版出版后,铁路信号又有了许多新技术,于是做相关增删,作为第二版。

由于本书的概论性质,对于各种信号设备主要介绍它的系统组成、系统特点和基本工作原理,对具体电路不做介绍。读者若需了解具体电路,请参考其他有关书籍。

各学校在组织信号新技术教学时,请根据具体情况安排教学内容,和其他专业课程相协调,并且密切结合本地地区的实际情况,充分做到因地因时制宜。新技术是在不断发展的,在教学中还应补充最新的科技成果和发展动态,真正做到面向现代化,使教学能紧跟信号技术发展的步伐。

本书由南京铁道职业技术学院林瑜筠主编,铁道部运输局刘胜利主审。第四章由兰州交通大学谭丽撰写,第五章由卡斯柯信号有限公司李鹏撰写,第六章由铁道科学研究院通号所李岱峰、汤百华撰写,第七章由湖南交通工程职业技术学院刘孝凡撰写,其

余各章由林瑜筠撰写,南京铁道职业技术学院徐彩霞、薄宜勇、张国侯、钱爱民等参加撰写。在本书撰写过程中,还得到全路许多单位和同志的帮助和支持,在此一并表示由衷的感谢。

书中错误、疏忽、不妥之处恳望读者批评、纠正,期望本书成为铁路工作者喜爱的读物。

本书编写过程中,参考了国内外有关文献,并参考了有关标准、规范和规程。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。

本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。

本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。

本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。

本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。本书在编写过程中,得到了南京铁道职业技术学院领导的大力支持,并得到了有关单位和同志的帮助。

目 录

第一章 新型信号基础设备	1
第一节 LED 色灯信号机	1
第二节 新型轨道电路	4
第三节 新型道岔转换与锁闭设备	12
第四节 信号智能电源屏	34
第五节 铁路数字信号电缆	50
第二章 车站计算机联锁	53
第一节 计算机联锁概述	53
第二节 三取二计算机联锁	57
第三节 二乘二取二计算机联锁	63
第四节 用于平面调车的计算机联锁	76
第三章 新型自动闭塞	81
第一节 新型自动闭塞概述	81
第二节 UM 系列无绝缘自动闭塞	85
第三节 ZPW-2000A 型无绝缘自动闭塞	91
第四节 ZPW-2000R 型无绝缘自动闭塞	109
第五节 计轴闭塞	118
第四章 列车运行控制系统	128
第一节 通用机车信号	128
第二节 叠加方式站内轨道电路电码化	148
第三节 列车运行控制系统	155
第五章 行车调度指挥自动化系统	203
第一节 行车调度指挥自动化系统的发展	203
第二节 列车调度指挥系统(TDCS)	208

第三节 新一代分散自律调度集中系统	223
第六章 驼峰自动化	237
第一节 驼峰自动化概述	237
第二节 自动化驼峰基础设备	240
第三节 驼峰进路自动控制系统	254
第四节 驼峰推峰机车速度控制系统	259
第五节 驼峰溜放速度自动控制系统	266
第六节 驼峰计算机过程控制系统	268
第七节 编组站综合自动化	283
第八节 编组站综合集成自动化系统	285
第七章 信号微机监测	311
第一节 TJWX-2000 型信号微机监测系统	311
第二节 TJWX-2006 型信号微机监测系统	326
第三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第二十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第三十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第四十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第五十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第六十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第七十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第八十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十一节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十二节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十三节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十四节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十五节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十六节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十七节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十八节 转辙机表示缺口报警装置	339
第九十九节 转辙机表示缺口报警装置	339
第一百节 转辙机表示缺口报警装置	339

第一章

新型信号基础设备

各种信号基础设备正在更新换代,诸如新型信号机、新型轨道电路、道岔外锁闭装置、新型转辙机、智能型电源屏、新型信号电缆等,为铁路信号技术的发展提供了物质基础和技术保证,也提高了技术水准和运用质量。

第一节 LED 色灯信号机

LED 色灯信号机构大小同透镜式色灯信号机,机构采用铝合金材料,信号点灯单元由 LED 发光二极管构成。LED 色灯信号机构及控制系统,在与现有点灯控制电路兼容、LED 驱动电路与二极管供电方式的设计方面取得突破,从机械结构到电路的安全可靠以及现场安装、操作、更换等方面,经不断完善、改进,已形成系列产品。LED 铁路信号显示系统作为一种节能、免维护的新型光源系统被成功运用。

一、LED 色灯信号机构的优点

LED 色灯信号机构采用轻便、耐腐蚀的单灯铝合金机构,组合灵活、安装简单。显示距离超过 1.5 km,且清晰可辨、安全可靠。通过监测控制系统的电流,可监督信号显示系统的工作状态,预警异常情况,有助于准确判断故障点,便于及时处理故障。用 LED 取代传统的双丝信号灯泡和透镜组,具有以下显著优点:

(1) 可靠性高 发光盘是用上百只发光二极管和数十条支路并联工作的,在使用中即使个别发光二极管或支路发生故障也不会影响信号的正常显示,提高了信号显示的可靠性。

(2) 寿命长 发光二极管的寿命是信号灯泡的 100 倍,改用发光盘后可免除经常更换灯泡的麻烦,且有利于实现免维修。

(3) 节省能源 传统信号灯泡耗电为 25 W,而发光盘的耗电量还不到信号灯泡的二分之一。

(4) 聚焦稳定

发光盘的聚焦状态在产品设计与生产中已经确定,现场不需调整,给安装与使用带来方便,并能始终保持良好的聚焦状态。

(5) 光度性好

发光盘除有轴向主光束外,还有多条副光束,有利于增强主光束散角之外以及近光显示效果。

(6) 无冲击电流

点灯时没有类似信号灯泡冷丝状态的冲击电流,有利于延长供电装置的使用寿命,并减少对环境的电磁污染。

二、组成和工作原理

现使用的 LED 色灯信号机构有 XSLE 型、XLL 型、XSZ(G、A)型、XLG(A、Y)型和 XSL 型等。

XSLE 型由发光盘、BXZ-40 点灯单元和 GTB 隔离调压报警单元组成。XLL 型由发光盘和 XLL 型 LED 信号机点灯单元组成。XSZ 型的发光盘可与现有信号点灯变压器配合使用。XLG 型由发光盘和减流报警单元组成。XSL 型由 PFL 型 LED 发光盘和 FDZ 发光盘专用点灯装置组成。各种型号的 LED 色灯信号机的部件是配套使用的。

现以 XSL 型 LED 色灯信号机为例进行介绍。XSL 型 LED 信号机由铝合金信号机构、PFL-I 型铁路 LED 发光盘和 FDZ 型发光盘专用点灯装置组成。

1. 铝合金信号机构

铝合金信号机构分为高柱机构和矮型机构。

(1) 高柱机构

高柱信号机构由背板总成、箱体总成、遮檐和悬挂装置四部分组成。

背板总成带有背板,并用来安装箱体总成。背板总成分为二灯位背板总成(设有两个灯位安装孔)和三灯位背板总成(设有三个灯位安装孔)两种。两种背板总成的高度不同。

把每个灯位组装成一个整体称为高柱箱体总成。箱体总成也分为二灯位箱体总成(XSLG2 型)和三灯位箱体总成(XSLG3 型)两种。两种机构除背板总成不同外,其余均相同。用两个箱体总成分别固定在二灯位背板总成上,即构成二灯位高柱信号机构。用三个箱体总成分别固定在三灯位背板总成上,即构成三灯位高柱信号机构。箱体总成的玻璃卡圈换上透镜组用双丝信号灯泡点灯,也能作为色灯信号机用。

遮檐用螺钉装在机构箱体上的玻璃卡圈上。

悬挂装置将背板总成固定在信号机水泥机柱上。悬挂装置采用现有的上部托架、下部托架等设备,并经特殊的喷涂表面处理,以增强其抗锈蚀能力。

(2) 矮型机构

矮型机构分为二灯位矮型机构(XSLA2 型)和三灯位矮型机构(XSLA3 型)两种,其安装方法与透镜式信号机构相同,即厂家已按二灯位(或三灯位)组装成一个整体。

另有遮断及复示信号铝合金机构、灯列式进站复示信号铝合金机构。

2. PFL-I 型铁路 LED 发光盘

PFL-I 型铁路 LED 发光盘(以下简称发光盘)是采用发光二极管制成的铁路信号灯的新光源。

发光盘分为高柱发光盘、矮型发光盘和表示器发光盘。

发光盘的结构可与多种传统信号机构兼容:高柱发光盘适用于高柱透镜式色灯信号机构、遮断信号机构和高柱复示信号机构;矮型发光盘适用于矮型透镜式色灯信号机构、引导信号机构、容许信号机构、矮型复示信号机构和发车线路表示器机构;表示器发光盘适用于表示器机构、高柱进路表示器机构、矮型进路表示器机构和棚下发车表示器机构。

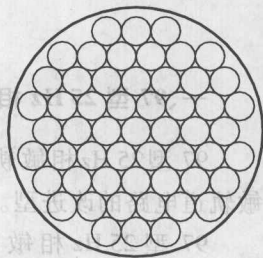


图 1-1 发光盘

发光盘为圆形盘状结构,其上安装众多发光二极管,如图 1-1 所示。

发光盘前罩上有鉴别销,以确认该灯位的颜色。只有发光盘的灯光颜色与该灯位灯箱玻璃卡圈上的鉴别槽相吻合,才能安装。

发光盘前罩上有三个凸出的卡销,用来在安装时对准灯箱玻璃卡圈上的三个卡槽,以安装牢固。

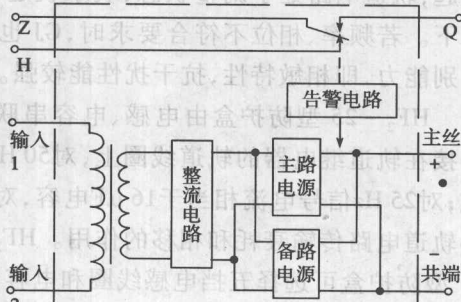
为满足曲线轨道的信号显示,可根据现场实际需要,安装偏散镜片,叠装在需要偏散的高柱发光盘的前面。

发光盘后面有一个凸起的防雷盒。

3. FDZ 型发光盘专用点灯装置

FDZ 型发光盘专用点灯装置是为配合 PFL-1 型 LED 发光盘而研发的新一代信号点灯装置,它只能与 PFL-1 型发光盘配套使用。该装置输出稳定的 12 V 直流电压,不仅性能稳定可靠,能适用于电压波动较大的区段,而且使用方便,现场不需要调整。

装置原理框图如图 1-2 所示。由隔离变压器、整流电路、稳压电路和告警电路构成。输入电源经变压、整流后,由两路稳压电路进行稳压,两路稳压电路热备,以保证输出稳定的 12 V 直流电压。当发光盘内部 LED 二极管损坏数量超过总数的 30% 时,以及主、备电源一路发生故障时,均产生告警条件,接通告警电路发出告警。



装置采用主、备电源热备切换的工作模式,当主路电源发生故障时自动切换到备路电源。

图 1-2 FDZ 型发光盘专用点灯装置原理框图

电路采用电磁兼容设计,具有较强的抗电磁干扰能力。

输入端一侧接 FDL-1 型防雷模块,可承受 $10\text{ kV}/300\text{ }\mu\text{s}$ 雷电波冲击。

装置输入端采用变压器隔离,具有体积小、重量轻、稳压范围宽等特点。采用一体化设计,配线简单,施工方便。采用插入式安装方式,便于检修和更换。

第二节 新型轨道电路

一、97 型 25 Hz 相敏轨道电路

97 型 25 Hz 相敏轨道电路,是原 25 Hz 相敏轨道电路的改进型。

97 型 25 Hz 相敏轨道电路,采用交流 25 Hz 电源连续供电,受电端采用交流二元轨道继电器 (JRJC₁-70/240)。其原理电路如图 1-3 所示。

25 Hz 电源屏分别供出 25 Hz 轨道电源和局部电源,并且局部电源超前轨道电源 90° 。轨道电源由室内供出,通过电缆供向室外,经送电端 25 Hz 轨道电源变压器 (BE_{25})、送电端限流电阻 (R_x)、送电端 25 Hz 扼流变压器 (BE_{25})、钢轨线路、受电端 25 Hz 扼流变压器 (BE_{25})、受电端 25 Hz 轨道中继变压器 (BG_{25})、电缆线路,送回室内,经过防雷补偿器 (Z)、25 Hz 防护盒 (HF) 给交流二元轨道继电器 (GJ) 的轨道线圈供电。局部线圈的 25 Hz 电流由室内供出。当轨道线圈和局部线圈电源满足规定的相位和频率要求时, GJ 吸起,轨道电路处于调整状态,表示轨道电路空闲。列车占用时,轨道电源被分路, GJ 落下。若频率、相位不符合要求时, GJ 也落下。这样, 25 Hz 相敏轨道电路就具有相位鉴别能力,即相敏特性,抗干扰性能较强。

HF_2-25 型防护盒由电感、电容串联而成,线圈电感为 0.845 H ,电容为 $12\text{ }\mu\text{F}$ 。它并接在轨道继电器的轨道线圈上,对 50 Hz 呈串联谐振,相当于 $15\text{ }\Omega$ 电阻,以抑制干扰电流;对 25 Hz 信号电流相当于 $16\text{ }\mu\text{F}$ 电容,对 25 Hz 信号电流的无功分量进行补偿,起着减小轨道电路传输衰耗和相移的作用。 HF_3-25 型防护盒可选择不同的电感量。 HF_4-25 型防护盒可选择五挡电感线圈和电容器。

防雷补偿器有 $FB-1$ 型和 $FB-2$ 型。 $FB-1$ 型内设两套防雷补偿单元, $FB-2$ 型内设一套防雷补偿单元。补偿单元内有对接的硒片和电容器。硒片用来防雷,电容器 C 用来提高轨道电路局部线圈电路的功率因数,以减小变频器输出电流。

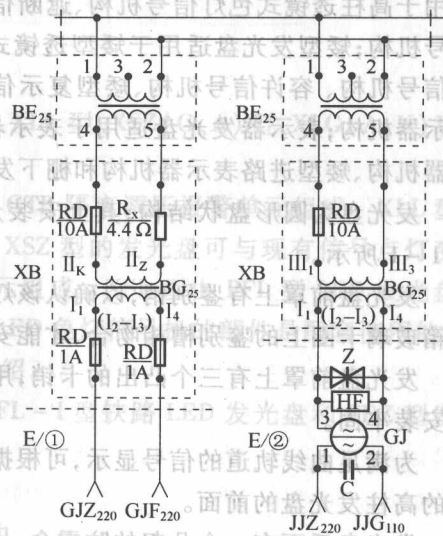


图 1-3 25 Hz 相敏轨道电路原理图

扼流变压器 BE_{25} 用来使牵引电流顺利地越过绝缘节,而使信号电流在本轨道区段内流通。轨道变压器 BG 在送电端和受电端采用同一型号,但所用端子不同。

25 Hz 相敏轨道电路只能用以检测轨道电路区段是否空闲,不能传输其他信息。因电源频率较低,传输损耗较低,故传输距离长。

二、JXW-25 型微电子相敏轨道电路

由于交流二元轨道继电器返还系数较低,约 50%,不利于提高 25 Hz 相敏轨道电路的传输性能;由于其机械结构的原因,易发生接点卡阻,列车进入轨道电路区段轨道继电器不能可靠落下,曾造成重大行车事故;抗干扰能力差,当电力机车升弓、降弓、加速或减速时,在轨道电路中产生较大的 50 Hz 脉冲干扰,可能造成继电器错误动作,直接危及行车安全。

JXW-25 和 JXW-50 型微电子相敏轨道电路接收器保留了原相敏轨道电路的优点,克服其缺点,成为具有高可靠、高抗干扰能力的一种新型相敏轨道电路。

当 25 Hz 微电子相敏轨道电路接收器接收到 25 Hz 轨道信号,且局部电压超前轨道电压一定范围的角度时,微电子接收器使轨道继电器吸起。在 $\theta = 90^\circ$ 时,处于最佳接收状态。当收到的信号不能满足以上条件时,轨道继电器落下。JXW-25 型相敏轨道电路如图 1-4 所示。

微电子相敏轨道电路接收器电路如图 1-5 所示,由输入部分、计算机部分、输出部分和电源等组成。

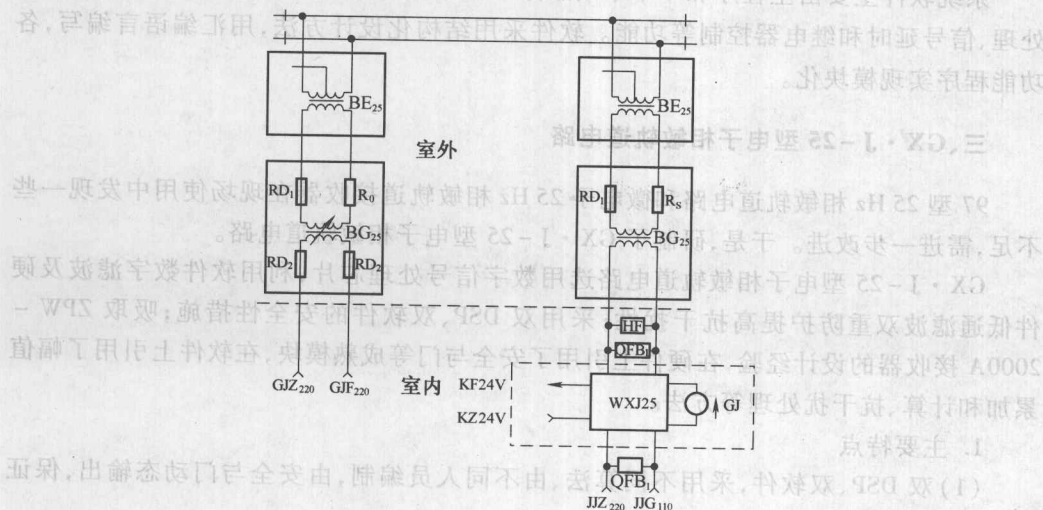


图 1-4 JXW-25 型相敏轨道电路原理图

输入部分由局部信号输入电路和轨道信号输入电路组成。局部信号输入电路是将局部信号经光电耦合输入给单片机。轨道信号输入电路包括隔离变压器、轨道输入相位辨别电路和接口电路。隔离变压器对输入信号起隔离、输入阻抗匹配以及防雷电冲击保护微电子设备的作用。轨道输入信号相位辨别电路和接口电路将轨道输入的模拟信号转换为数字信号,然后送入单片机对信号进行数字处理。

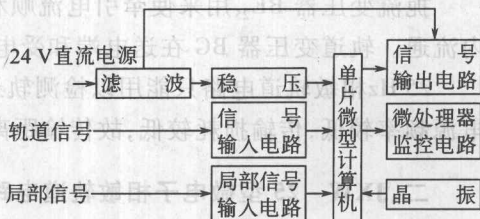


图 1-5 微电子相敏轨道电路接收器原理框图

计算机部分由单片机、微处理器监控电路、晶体振荡电路组成,完成接收器的数字处理功能。微处理器监控电路的功能是:有效检测单片机在不可预测的干扰作用下产生的程序执行紊乱和自动恢复,以提高单片机系统的可靠性和抗干扰能力。微处理器监控电路运行后,若单片机在规定时间内访问它,单片机正常工作;若规定时间内未能访问它,则使单片机自动复位,使系统重新初始化。

输出部分由驱动电路、功放电路、隔离变压器等组成。单片机部分对输入信号处理后,输出一高频信号至输出部分,经驱动电路送到功放电路中,通过放大输出给隔离变压器,再进行整流、滤波,控制轨道继电器工作。

电源由滤波电路和两个三端稳压器组成。电源屏提供的 24 V 直流电,经滤波、稳压,输出 9 V 供轨道输入电路,5 V 供单片机电路,24 V 供信号输出电路。

系统软件主要由主程序和 4 个中断服务子程序组成,完成系统初始化、信号采集与处理、信号延时和继电器控制等功能。软件采用结构化设计方法,用汇编语言编写,各功能程序实现模块化。

三、GX·J-25 型电子相敏轨道电路

97 型 25 Hz 相敏轨道电路和微电子 25 Hz 相敏轨道接收器在现场使用中发现一些不足,需进一步改进。于是,研制了 GX·J-25 型电子相敏轨道电路。

GX·J-25 型电子相敏轨道电路选用数字信号处理芯片,利用软件数字滤波及硬件低通滤波双重防护提高抗干扰性;采用双 DSP、双软件的安全性措施;吸取 ZPW-2000A 接收器的设计经验,在硬件上引用了安全与门等成熟模块,在软件上引用了幅值累加和计算、抗干扰处理等方法。

1. 主要特点

(1) 双 DSP、双软件,采用不同算法、由不同人员编制,由安全与门动态输出,保证设备的安全性;

(2) 多路信号处理功能,可单机应用于两个轨道电路,能实现 0.5 + 0.5 并联冗余,或替代既有微电子接收器 1 + 1 并联使用;

(3) 轨道信号经防雷、隔离、降压、低通滤波器,进入 DSP 的 A/D 采样,用累加和运算准确判别出信号的幅值,根据正弦信号与余弦信号在一个周期内的相关特性实现相角的计算,进行双重防护;

(4) 软件中设计了数字滤波器,与硬件滤波器构成对干扰信号的双重防护;

(5) 测试指标、结构方式及功能兼容既有接收器;

(6) 软件控制缓吸缓放时间,在保证实时性的原则下,适当延长了缓吸缓放时间,降低了对干扰的敏感度。

2. 设备原理

GX·J-25 型电子相敏轨道电路发送设备仍为 25 Hz 分频器,接收器原理框图如图 1-6 所示。

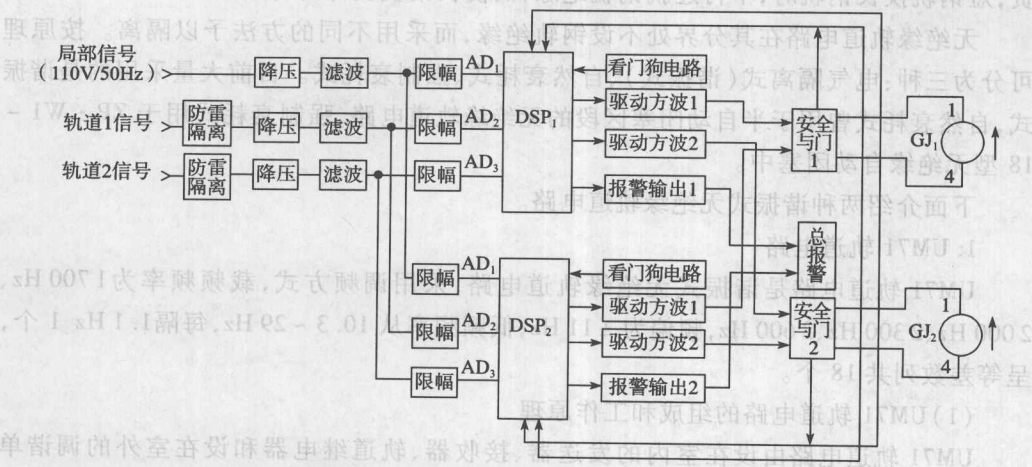


图 1-6 GX·J-25 型电子相敏轨道电路接收器原理框图

局部信号经过降压、滤波、限幅进入 DSP 的 A/D 采样模块;轨道信号经过防雷隔离、降压、滤波、限幅进入 DSP 的 A/D 采样模块。中央处理器采用美国 TI 公司的定点 DSP 数字信号处理芯片,内部集成 A/D 转换模块、CAN 控制器、RAM 及 FLASH 存储单元,可实现最小化微机系统设计。利用 DSP 的快速数字信号处理功能,不仅能实现复杂的数字滤波器设计、相位角的计算,还扩展了对轨道信号的处理功能。

硬件滤波功能由低通滤波芯片完成,该芯片的截止频率可由 DSP 灵活控制,从而有效地衰减高于 25 Hz 轨道信号频率之外的干扰信号。

两路安全与门电路分别驱动轨道 1、轨道 2 继电器。轨道 1、轨道 2 继电器为 JWXC-1700 安全型继电器。

3. 设备使用

GX·J-25 型电子相敏轨道电路接收器外形结构有两种:JRJC-66/345 型交流二元二位继电器结构和安全型继电器结构。GX·J-25 型电子相敏轨道电路接收器可同

时处理两路轨道信号,也可单机处理两路轨道信号。GX·J-25型电子相敏轨道电路接收器可替代既有微电子接收器,此时为1/1并联使用。还可0.5+0.5并联使用。

四、无绝缘轨道电路

在无缝线路上采用钢轨绝缘妨碍很大,钢轨绝缘损坏率大,影响设备的稳定工作,且增加了维修工作量和费用。在电气化区段采用钢轨绝缘的缺点更显著。因此,自动闭塞区段已逐步采用无绝缘轨道电路。无绝缘轨道电路具有突出的优点:无需更换钢轨绝缘,减少了对运输的干扰,节约投资,自然消除工电矛盾;避免了线路病害;在无缝线路上设置信号机和调整自动闭塞间隔时不必迁就轨缝,大幅度地减少了工作量和投资;短钢轨换长钢轨时,不再迁就钢轨绝缘,而使长钢轨设计的合理。

无绝缘轨道电路在其分界处不设钢轨绝缘,而采用不同的方法予以隔离。按原理可分为三种:电气隔离式(谐振式)、自然衰耗式、强制衰耗式。目前大量采用的是谐振式,自然衰耗式曾用于半自动闭塞区段的无绝缘轨道电路,强制衰耗式用于ZP·W1-18型无绝缘自动闭塞中。

下面介绍两种谐振式无绝缘轨道电路。

1. UM71 轨道电路

UM71轨道电路是谐振式无绝缘轨道电路,采用调频方式,载频频率为1700 Hz、2000 Hz、2300 Hz、2600 Hz,频偏为 ± 11 Hz;低频频率从10.3~29 Hz,每隔1.1 Hz 1个,呈等差数列共18个。

(1) UM71 轨道电路的组成和工作原理

UM71轨道电路由设在室内的发送器、接收器、轨道继电器和设在室外的调谐单元、空芯线圈、带模拟电缆的匹配变压器及若干补偿电容组成,如图1-7所示。

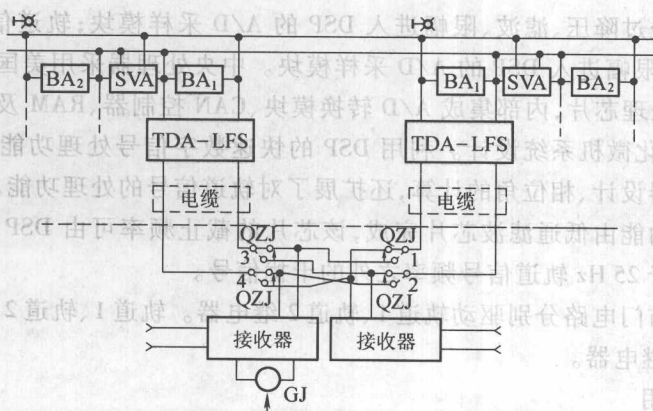


图 1-7 谐振式无绝缘轨道电路原理图

谐振式无绝缘轨道电路的每个闭塞分区设有发送器 FQ 和接收器 JQ, 它们通过调谐单元 BA 接至钢轨。两个调谐单元 BA_1 与 BA_2 间距离 26 m, 空芯线圈 SVA 位于 BA_1 、 BA_2 的中间。 BA_1 、 BA_2 、SVA 及 26 m 长的钢轨构成电气调谐区。电气调谐区又称电气绝缘节, 取消了机械绝缘节, 实现了相邻轨道电路的隔离。

电气绝缘节原理图如图 1-8 所示。调谐单元 BA 是电气绝缘节的主要部件。相邻轨道电路的载频不同, BA 的型号也不同。 BA_1 型由 L_1 、 C_1 构成, BA_2 型由 L_2 、 C_2 、 C_0 构成。图中, BA_1 的本区段是 1G, 相邻区段是 3G; 而 BA_2 的本区段是 3G, 相邻区段是 1G。

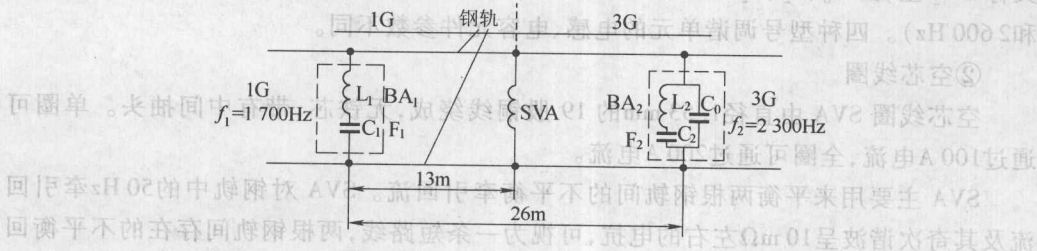


图 1-8 UM71 轨道电路电气绝缘节原理图

电气绝缘节的绝缘原理是利用谐振来实现的。当载频确定后, 选择 BA_1 及 BA_2 的参数, 使本区段的调谐单元对相邻区段的频率呈串联谐振, 只有百分之几欧姆的阻抗 (称为“0 阻抗”), 移频信号被短路; 而对本区段的频率呈容抗, 与 26 m 钢轨的电感和 SVA 的电感配合呈并联谐振, 有 $2 \sim 2.5 \Omega$ 的阻抗 (称为“极阻抗”), 移频信号被接收。这样, 某种载频的移频信号只能限制在本区段传送, 而不能向相邻区段传送, 就像有机绝缘节一样, 构成了电气隔离。

在图 1-8 中, 通过选择 BA_1 和 BA_2 的参数, 使 BA_1 对相邻区段 3G 的移频信号呈串联谐振, 使 3G 的移频信号在 BA_1 处被短路。对 3G 的移频信号, BA_1 不能接收, 而且阻止其向左传送。同时, BA_1 对本区段 1G 的移频信号呈容性, 与 26 m 长的钢轨和 SVA 的电感相配合, 产生并联谐振, 使 1G 的移频信号能向左传送或被接收。同理, BA_2 对相邻区段 1G 的移频信号呈串联谐振, 1G 的移频信号在 BA_2 处被短路, 不能接收, 也不能向右传送; BA_2 在 26 m 长的钢轨和 SVA 的电感配合下, 对本区段 3G 的移频信号产生并联谐振, 能向右传送, 或被接收。

轨道电路采用的频率, 在同一线路的相邻轨道电路区段必须是不同的, 在两相邻线路上亦不相同, 以免互相干扰。电气调谐区长 26 m, 是轨道电路的“死区段”, 在“死区段”内失去对车辆占用的检查。这个“死区段”对列车的正常运行没有妨碍, 也不影响机车信号的连续显示。只是短于 26 m 的轨道车或最外轴距短于 26 m 的单机正好停在调谐区内才会造成失去检查的

情况。因此,规定调谐区内禁止轻型车辆和小车停留。

电气调谐区之所以确定为26 m,是与轨道电路的载频和频偏的选择、调谐单元元件参数的选择及钢轨材质参数等因素有关,成为UM71轨道电路的“固有问题”。

(2) 各部件及作用

① 调谐单元

调谐单元BA是由电感线圈和电容器组成的二端网络。它共有四种型号: V_1F_1 、 V_2F_1 、 V_1F_2 、 V_2F_2 。其中, V_1F_1 和 V_2F_1 称为 F_1 型,又称 BA_1 型,由 L_1 、 C_1 两个元件构成,分别用于上、下行频率较低的载频(1700 Hz和2000 Hz)。 V_1F_2 和 V_2F_2 称为 F_2 型,又称 BA_2 型,由 C_0 、 L_2 、 C_2 三个元件构成,分别用于上、下行线频率较高的载频(2300 Hz和2600 Hz)。四种型号调谐单元的电感、电容元件参数不同。

② 空芯线圈

空芯线圈SVA由直径1.53 mm的19股铜线绕成,无铁芯,带有中间抽头。单圈可通过100 A电流,全圈可通过200 A电流。

SVA主要用来平衡两根钢轨间的不平衡牵引回流。SVA对钢轨中的50 Hz牵引回流及其奇次谐波呈 $10\text{ m}\Omega$ 左右的电抗,可视为一条短路线,两根钢轨间存在的不平衡回流经SVA短路后,将不复存在。

由于空芯线圈没有铁芯,不存在较大电流下磁路饱和的问题,使平衡效果更好。

SVA设在电气调谐区中间,还有以下作用:参与和改善调谐区的工作;保证维修安全;作扼流变压器用。

③ 带模拟电缆的匹配变压器

带模拟电缆的匹配变压器TAD-LFS的作用是实现轨道和电缆的阻抗匹配,保证最佳传输效果。同时,为解决各信号点离信号楼距离不同导致电缆长度不等使轨道电路参数不一致而调整困难的问题,设有模拟电缆。模拟电缆与匹配变压器设在同一个盒内。

匹配变压器变比为1:7,钢轨侧为1,兼有升压和降压作用。

模拟电缆有0.5 km、1 km、2 km、4 km四级,同一轨道电路的送电端和受电端距信号楼的电缆长度均补充至7.5 km。模拟电缆与匹配变压器设在同一个盒内,且匹配变压器变比为1:7,钢轨侧为1,兼有升压和降压作用。模拟电缆有0.5 km、1 km、2 km、4 km四级,同一轨道电路的送电端和受电端距信号楼的电缆长度均补充至7.5 km。模拟电缆与匹配变压器设在同一个盒内,且匹配变压器变比为1:7,钢轨侧为1,兼有升压和降压作用。

盒内还有一个防雷器件和两个隔直电容。

④ 补偿电容

UM71轨道电路在钢轨中传输的移频信号频率较高,钢轨相当于一个感性负载,呈现较高的电感量(1.4 mH/m),使信号衰减较快,影响了轨道电路的传输长度。为了抵消钢轨的感性,保证轨道电路的传输距离和机车信号的可靠工作,需分段加装补偿电容。在道床电阻 $1.5\text{ }\Omega\cdot\text{km}$ 、分路灵敏度 $0.15\text{ }\Omega$ 的条件下,轨道电路长度为700 m,若每