

高等学校教材

# 电力机车 总体及走行部

(第二版)

DIANLI JICHE ZONGTI JI ZOUXINGBU

张效融 朱喜锋 主 编

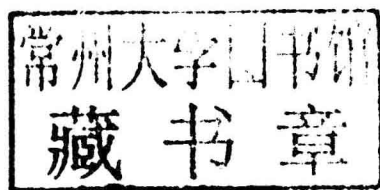
中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校教材

# 电力机车总体及走行部

(第二版)

张效融 朱喜锋 主编



中国铁道出版社

2011年·北京

## 内 容 简 介

该书结合国产电力机车现状,对我国铁路主型电力机车  $SS_{3B}$ 、 $SS_7$  作了重要介绍,并涉及了  $SS_{4G}$ 、 $SS_8$ 、 $SS_9$ 、 $SS_{7D}$ 、 $SS_{7E}$ 、HXD<sub>3B</sub> 等高速重载电力机车有关内容;对机车牵引特性、传动、功率等主要参数进行了分析;着重叙述了  $SS_{3B}$ 、 $SS_7$  电力机车总体布置及转向架各零部件组成、构造、原理及性能;对机车轴重转移、几何、动力曲线通过作了分析,探讨了机车动力学有关问题。

本书可作为高等院校电力机车专业的本科教材,也可供从事电力机车工作及技术人员参考资料,抽出一些实用章节也可作为培训教材使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

电力机车总体及走行部/张效融,朱喜锋主编. —

2版. —北京:中国铁道出版社,2011.8

高等学校教材

ISBN 978-7-113-13304-7

I. ①电… II. ①张… ②朱… III. ①电力机车—高等学校—教材 IV. ①U264

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 180796 号

书 名: 电力机车总体及走行部 (第二版)

作 者: 张效融 朱喜锋 主编

---

策 划: 阚济存 编辑部电话: 010-51873133 电子信箱: td51873133@163.com

责任编辑: 阚济存 教材网址: www.tdjiaocai@163.com

编辑助理: 杜丽君

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 孙 玫

责任印制: 陆 宁

---

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 航远印刷有限公司

版 次: 2008 年 11 月第 1 版 2011 年 8 月第 2 版 2011 年 8 月第 2 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 20.25 字数: 509 千

印 数: 2001~5 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-13304-7

定 价: 42.00 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

## 第二版前言

随着中国铁路的飞速发展,当前中国铁路电力机车发展正处在新的历史阶段。自 21 世纪初,“和谐型”大功率交流传动 HXD<sub>1</sub>、HXD<sub>2</sub>、HXD<sub>3</sub> 等成功设计与生产,并投入运用使用,标志着我国电力机车行业成功实现了由交一直流传动向交一直一交流传动的转化,电力机车技术平台达到了世界先进水平。

在这种新的形势下,为了能更好的应用新型电力机车交流传动技术,使学生了解和熟悉国产电力机车直流、交流传动各型电力机车的技术特点。我们在《电力机车总体及走行部》(第一版)的基础上增加了电气化铁道供电系统、交一直一交流电传动原理及大功率交流传动“和谐号”(HXD)等有关内容,并对原书章节进行了调整和完善。

这次编写及修订由兰州交通大学张效融、朱喜锋主编,全书共十六章,具体分工如下:绪论,第一章由张效融老师编写,第二章,第六章,第十章及第十四章由天津铁道职业技术学院赵连域编写,第三章,第七章,第十一章由兰州交通大学张正老师编写,第四章,第五章,第八章,第九章,第十二章,第十三章由兰州交通大学魏薇老师编写,第十五章,第十六章由朱喜锋老师编写,全书由张效融老师统稿和组织编写。

由于时间仓促,铁路科技变化更新速度又快,加之作者水平有限,错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者  
2011 年 8 月

# 第一版前言

随着我国经济腾飞,铁路电气化事业突飞猛进,作为铁路运输牵引动力之一的电力机车从 20 世纪 80 年代之后得到了飞速发展。电力机车具有功率大、速度快、能源洁净、对环境污染小的优点,特别适合铁路高速、重载的要求。

从 20 世纪 90 年代末期随着铁路牵引动力的需要,我校开办了电力机车专业本科教学,当时没有适合的教材。作者通过现场了解、查询有关资料,结合多年的教学经验,编写了《电力机车总体及走行部》一书,并在多届教学中进行了试用讲述,不断进行完善与修改,现正式出版。

本书既介绍了机车牵引黏着理论、机车特性、重量转移、几何曲线通过、动力曲线通过等理论问题,又以  $SS_{3B}$ 、 $SS_7$  为主介绍了电力机车总体布置、转向架各零部件具体结构,使学生对电力机车有一个总体的认识。本书无特殊说明机车均指电力机车。

本书由兰州交通大学张效融主编,朱喜锋副主编。第一、十三、十五章由张效融编写;第二、六、十章由张正编写;第三、四、七、八、九章由吴刊选编写;第五章由李宁洲编写;第十一、十二、十四章由朱喜锋编写。

限于作者水平有限,加之时间仓促,书中错漏之处在所难免,希望广大读者批评指正。

编 者

2008 年 11 月 20 日

# 目 录

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 绪 论                                 | 1  |
| 第一章 电气化铁道系统简介                       | 3  |
| 第一节 电气化铁道供电系统                       | 3  |
| 第二节 电力机车                            | 5  |
| 复习思考题                               | 9  |
| 第二章 列车牵引理论                          | 11 |
| 第一节 动轮与钢轨间黏着                        | 11 |
| 第二节 蠕滑理论简介                          | 12 |
| 第三节 机车牵引力及限制                        | 14 |
| 第四节 黏着系数                            | 15 |
| 第五节 基本阻力                            | 16 |
| 第六节 附加阻力                            | 17 |
| 第七节 列车运行阻力计算                        | 20 |
| 第八节 列车运动方程                          | 21 |
| 第九节 列车运行状态                          | 23 |
| 第十节 机车功率、牵引特性及列车阻力间的关系              | 24 |
| 复习思考题                               | 27 |
| 第三章 电力机车特性                          | 28 |
| 第一节 电力机车特性控制                        | 28 |
| 第二节 SS <sub>7</sub> 型电力机车特性         | 30 |
| 第三节 SS <sub>3B</sub> 型电力机车特性        | 38 |
| 第四节 HXD <sub>3B</sub> 型机车的主要特点和技术参数 | 47 |
| 复习思考题                               | 49 |
| 第四章 电力机车设备布置与通风                     | 51 |
| 第一节 概 述                             | 51 |
| 第二节 SS <sub>3B</sub> 型电力机车的设备布置     | 52 |
| 第三节 SS <sub>7</sub> 型电力机车的设备布置      | 56 |
| 第四节 SS <sub>7</sub> 型机车通风系统         | 60 |
| 第五节 SS <sub>3B</sub> 型电力机车通风系统      | 62 |
| 第六节 HXD <sub>3B</sub> 型机车的设备布置      | 63 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 第七节 HXD <sub>3</sub> B 型交流电力机车通风冷却系统 .....                   | 64  |
| 复习思考题 .....                                                  | 69  |
| <b>第五章 电力机车车体、车架与缓冲装置</b> .....                              | 70  |
| 第一节 车体概述 .....                                               | 70  |
| 第二节 车架承载式车体 .....                                            | 71  |
| 第三节 整体承载式车体 .....                                            | 71  |
| 第四节 SS <sub>7</sub> 型电力机车的车体 .....                           | 72  |
| 第五节 SS <sub>3B</sub> 型电力机车的车体 .....                          | 77  |
| 第六节 HXD <sub>3</sub> B 型交流传动电力机车车体 .....                     | 84  |
| 第七节 牵引缓冲装置 .....                                             | 86  |
| 复习思考题 .....                                                  | 90  |
| <b>第六章 转向架</b> .....                                         | 91  |
| 第一节 机车转向架概述 .....                                            | 91  |
| 第二节 机车转向架构架概述 .....                                          | 93  |
| 第三节 SS <sub>7</sub> 系列机车转向架构架 .....                          | 94  |
| 第四节 SS <sub>7</sub> 系列机车转向架 .....                            | 98  |
| 第五节 SS <sub>3B</sub> 型机车转向架构架 .....                          | 103 |
| 第六节 SS <sub>3B</sub> 型机车转向架 .....                            | 105 |
| 第七节 HXD <sub>3</sub> B 型交流传动电力机车转向架 .....                    | 108 |
| 第八节 货运机车径向转向架 .....                                          | 111 |
| 复习思考题 .....                                                  | 117 |
| <b>第七章 牵引连接装置</b> .....                                      | 118 |
| 第一节 SS <sub>1</sub> 、SS <sub>3</sub> 型电力机车牵引销和旁承连接牵引装置 ..... | 118 |
| 第二节 牵引杆的运动分析 .....                                           | 120 |
| 第三节 牵引杆及橡胶堆旁承连接与牵引装置 .....                                   | 122 |
| 第四节 牵引杆及高圆弹簧弹性旁承连接牵引装置 .....                                 | 125 |
| 第五节 Z 字形牵引杆装置 .....                                          | 128 |
| 复习思考题 .....                                                  | 131 |
| <b>第八章 电力机车弹簧装置</b> .....                                    | 132 |
| 第一节 概 述 .....                                                | 132 |
| 第二节 圆 弹 簧 .....                                              | 133 |
| 第三节 板 弹 簧 .....                                              | 138 |
| 第四节 橡胶弹簧 .....                                               | 139 |
| 第五节 组合弹簧的计算 .....                                            | 144 |
| 第六节 电力机车一系弹簧与二系弹簧悬挂系统 .....                                  | 145 |
| 复习思考题 .....                                                  | 154 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 第九章 液压减振器与摩擦减振器                       | 155 |
| 第一节 概 述                               | 155 |
| 第二节 减振器的类型                            | 155 |
| 第三节 液压减振器的工作原理                        | 157 |
| 第四节 液压减振器的结构、调节、性能比较及试验               | 159 |
| 第五节 液压减振器阻力特性的计算与分析                   | 162 |
| 第六节 摩擦减振器                             | 168 |
| 复习思考题                                 | 172 |
| 第十章 机车轮对组装                            | 173 |
| 第一节 轮对概述                              | 173 |
| 第二节 轮对组装                              | 173 |
| 第三节 磨耗性踏面                             | 178 |
| 第四节 轮对横动量                             | 181 |
| 第五节 轴 箱                               | 182 |
| 第六节 轴箱组装                              | 186 |
| 复习思考题                                 | 189 |
| 第十一章 驱动机构                             | 190 |
| 第一节 概 述                               | 190 |
| 第二节 齿轮传动装置                            | 191 |
| 第三节 牵引齿轮传动的工作特点及其改善措施                 | 197 |
| 第四节 牵引电动机轴悬式(抱轴式)驱动机构(半悬挂)            | 199 |
| 第五节 刚性轴旋式驱动在国产机车上的应用                  | 201 |
| 第六节 架悬式驱动机构                           | 209 |
| 第七节 体悬式驱动装置                           | 217 |
| 复习思考题                                 | 219 |
| 第十二章 机车空气管路系统                         | 220 |
| 第一节 SS <sub>3B</sub> 型电力机车空气管路系统      | 220 |
| 第二节 SS <sub>7</sub> 型电力机车空气管路系统       | 231 |
| 第三节 HXD <sub>3B</sub> 型交流传动电力机车空气制动系统 | 252 |
| 复习思考题                                 | 256 |
| 第十三章 电力机车基础制动装置                       | 257 |
| 第一节 制动力产生和闸瓦制动力的形成                    | 257 |
| 第二节 机车动力制动力                           | 261 |
| 第三节 制动倍率、制动传动效率、机车制动率                 | 264 |
| 第四节 SS <sub>3B</sub> 型电力机车基础制动装置      | 266 |

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 第五节 SS <sub>7</sub> 型电力机车基础制动装置 .....                              | 268        |
| 第六节 砂箱及其撒砂装置 .....                                                 | 272        |
| 复习思考题 .....                                                        | 273        |
| <b>第十四章 轴重转移</b> .....                                             | <b>274</b> |
| 第一节 概 述 .....                                                      | 274        |
| 第二节 C <sub>0</sub> -C <sub>0</sub> 机车轴重转移求解 .....                  | 274        |
| 第三节 B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> 式机车轴重转移求解 ..... | 277        |
| 第四节 B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> 机车轴重转移求解 .....                  | 278        |
| 第五节 机车的黏着重量利用率计算 .....                                             | 280        |
| 第六节 内燃机车和电力机车的黏着问题 .....                                           | 283        |
| 第七节 提高黏着重量利用率措施 .....                                              | 285        |
| 第八节 提高电力机车黏着牵引力的措施 .....                                           | 286        |
| 复习思考题 .....                                                        | 287        |
| <b>第十五章 机车几何曲线通过</b> .....                                         | <b>288</b> |
| 第一节 概 述 .....                                                      | 288        |
| 第二节 便利机车几何曲线通过的措施 .....                                            | 288        |
| 第三节 机车几何曲线通过的图示法 .....                                             | 289        |
| 第四节 转向架的转心 .....                                                   | 290        |
| 第五节 机车几何曲线通过的解法 .....                                              | 291        |
| 复习思考题 .....                                                        | 298        |
| <b>第十六章 动力曲线通过引起轮轨相互作用力</b> .....                                  | <b>299</b> |
| 第一节 曲线超高度和缓和曲线长度 .....                                             | 299        |
| 第二节 动力曲线通过引起轮轨相互作用力 .....                                          | 301        |
| 第三节 缓和曲线长度对 2C <sub>0</sub> 轴式机车曲线通过性能的影响 .....                    | 309        |
| 第四节 改善机车动力曲线通过的措施 .....                                            | 312        |
| 复习思考题 .....                                                        | 315        |
| <b>参考文献</b> .....                                                  | <b>316</b> |

# 绪 论

铁路诞生以来,轨道运输技术不断发展与之相适应的牵引动力,出现了蒸汽机车、内燃机车、电力机车、动车组及城市轨道用车,它们广泛用于干线铁路运输、城市交通及工矿运输。它们都依赖于车轮与钢轨的互相作用,钢轨依然限制了机车车辆的运动范围,自由度小,但其有运量大、速度快、能耗省、运费低、占地少、污染小的特点,因而成为世界各国主要的运输手段。我国电力机车的发展大体经历了3个阶段。

第一阶段是从1958年到20世纪70年代末。这一阶段是我国电力机车发展的起步期。第一台干线交流电力机车由湘潭电机厂(负责电气和总装)、株洲田心机车车辆工厂(负责机械部分)共同研制。1958年试制成功韶山型引燃管整流器式电力机车,该车参照前苏联H60型电力机车设计。1969年,株洲电力机车工厂与株洲电力机车研究所共同研制了一台SS<sub>2</sub>型电力机车。从此,我国电力机车从无到有,从模仿前苏联的技术入手,通过三次大的技术改造,生产出了性能稳定,运行可靠的SS<sub>1</sub>型电力机车,作为客货牵引动力的主型干线机车。到1988年止,共生产SS<sub>1</sub>型机车828台。

第二阶段是从20世纪70年代末到80年代末,这是我国电力机车发展的成长期。这一阶段发展的主要目标是:研制我国自己的相控机车,提高机车功率和可靠性,充分发挥电力机车的优越性,这个时期的代表机型是SS<sub>3</sub>和SS<sub>4</sub>型电力机车。

SS<sub>3</sub>型电力机车采用调压开关级间平滑调压方式,是调压开关调压向相控调压过渡的方案。这种调压方式实现了调压开关无弧断开,提高了工作可靠性,既保留了调压开关调压功率因数高、整流电压脉动小、对通信干扰小的优点,又具有平滑无级调压、能充分利用机车黏着重量的优点。例如,改装后的SS<sub>1</sub>型031号电力机车,采用级间平滑调压试验结果表明,与原来有级调压相比,启动牵引力提高13%~18%,坡停启动时机车功率提高2~4倍。但由于该调压方式仍采用调压开关作级间转换,主电路结构较复杂。目前利用引进技术已将SS<sub>3</sub>型机车改成了全相控方式(即SS<sub>3B</sub>型或SS<sub>3</sub>4000型),改进的项目主要包括:8级级间平滑调压改为三段不等分桥相控调压、机车特性控制;两级电阻制动改为加馈电阻制动;中心销牵引装置改为低位平拉杆牵引装置等。

SS<sub>4</sub>型电力机车是我国自行研发的第一代重载货运、全相控调压、B<sub>0</sub>转向架机车。该机车由相同的两节车组成,每节车上只有一台劈相机,用一台通风机作先导机。该机车从性能指标上已达到我国货运主型电力机车的要求。由于该机车从20世纪80年代初开始研制,其技术水平仍属70年代开发研究的层次,且由于运输需要,从样机到大批量生产的过程太短,初期生产的158台车至今仍有有些技术问题没有彻底解决。针对早期存在的质量问题,1993年对原SS<sub>4</sub>型机车进行了重大改进俗称SS<sub>4</sub>改进型。改进的主要项目有:经济四段桥相控改为不等分三段桥相控;加装功率因数补偿装置;二级电阻制动改为加馈电阻制动;恒流、恒压控制改为恒流准恒速特性控制;加装空转(滑行)保护装置,轴重转移补偿装置;Z形低位斜杆牵引装置改为推挽式低位斜杆牵引装置等。

第三阶段始于20世纪90年代中期。通过消化吸收和应用6K、8K等国外电力机车的先

进技术,我国电力机车的研制水平有了长足进步。在这一阶段,电力机车的开发年年出新,机型全面换代,是我国电力机车发展的全盛时期。所采用的新技术主要有:8K 机车的电子控制柜、大功率晶闸管及硅机组、受电弓、空气断路器、预布线、预布管工艺、单边刚性齿轮传动及滚动抱轴承结构;6K 机车的  $3B_0$  转向架;SS<sub>6B</sub> 机车的 ZD114 型牵引电动机;8G 机车的牵引装置;车载微机控制系统;列车供电技术;轮对空心轴高速传动技术;LCU 逻辑控制单元等。结合我国传统的牵引电动机并联的主电路形式,应用新技术相继研制或改进了 SS<sub>5</sub>、SS<sub>8</sub>、SS<sub>3B</sub>、SS<sub>6</sub>、SS<sub>6B</sub>、SS<sub>7</sub>、SS<sub>4</sub> 改、SS、SS<sub>7C</sub>、SS<sub>7D</sub>、SS<sub>7E</sub>、SS<sub>9</sub> 等型电力机车和 AC4000 型交—直—交传动原型电力机车。

从 2001 年至 2010 年由于高速重载的需要,在引进大功率交流电传动电力机车技术的基础上,相继设计制造出和谐号 HXD<sub>1</sub>、HXD<sub>2</sub>、HXD<sub>3</sub> 及 HXD<sub>3B</sub> 大功率货运电力机车以满足国民经济大发展和货物运输的需要。

# 第一章 电气化铁道系统简介

## 第一节 电气化铁道供电系统

电气化铁道是指设有牵引供电系统,以电力机车作为列车牵引动力的铁路。其主要优点是运输能力大,可节约大量能源,爬坡能力强,乘务员工作条件好。电气化铁道已成为世界各国铁路现代化的发展方向。

电气化铁道沿线要设置完善的、不间断地向电力机车提供电能的设备,这套供电设备构成的系统称为牵引供电系统,如图 1-1 所示。牵引供电系统本身并不产生电能,而是将电力系统的电能传送给电力机车或动车。

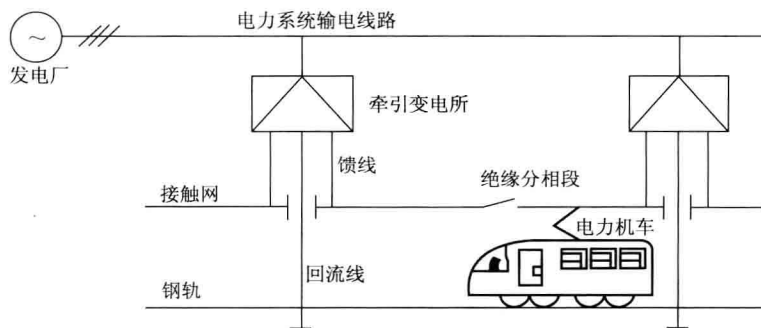


图 1-1 牵引供电系统

牵引供电系统主要包括牵引变电所和接触网两部分。发电厂发出的电流经升压变压器提高电压后,由高压输电线送到铁路沿线的牵引变电所。在牵引变电所内将电流转换成所要求的电流或电压,再经馈电线转送到接触网上供电力机车使用。

### 一、牵引变电所

牵引变电所的任务是将电力系统高压输电线输送来的 110 kV(220 kV)的三相交流电按照牵引供电的标准要求变换成不低于 25 kV 的单相交流电后,再经馈电线向它的邻近区间和所在站场线路的接触网送电,并保证可靠而又不间断地供电。

#### 1. 牵引变电所的设备

牵引变电所内主要设备有主变压器、自备用变压器、高压断路器、隔离开关、避雷器等电气设备。为保证电气设备正常运行,确保系统安全可靠供电,牵引变电所内还装有各种控制、监视、保护、信号显示和计量装置等。

#### 2. 牵引变电所的供电方式

牵引变电所的供电方式包括电力系统对变电所的供电方式和牵引变电所对牵引网的供电方式。

电力系统对变电所的供电方式与当地电力系统的分布状况、发电厂和区域变电所的位置及容量有关。目前我国电力系统向牵引变电所的供电大多数采用 110 kV 的输电线,供电方式有环形供电、两边供电、一边供电和辐射供电等。

牵引变电所对牵引网的供电有单边供电和双边供电两种方式。为提高牵引供电系统的灵活性和可靠性,两相邻牵引变电所之间的接触网从中间部分断开开设供电分区,即分成两个供电臂。每个供电臂的接触网只能从一端的牵引变电所获得电流,称为单边供电。其优点是当某一供电分区发生故障时,只影响本供电臂,而不影响其他供电臂的正常供电,从而缩小事故范围。双边供电是供电分区间接触网可以同时从两个牵引变电所供电。双边供电可以提高接触网的电压水平,但发生事故时影响范围大,一般较少采用。我国一般采用单边供电方式。

## 二、接 触 网

接触网是电气化铁道上空架设的特殊输电线,它的功能是向行走在铁路线上的电力机车不间断地供应电能。电力机车利用顶部的受电弓与接触线滑动摩擦而获得电能。接触网组成如图 1-2 所示。

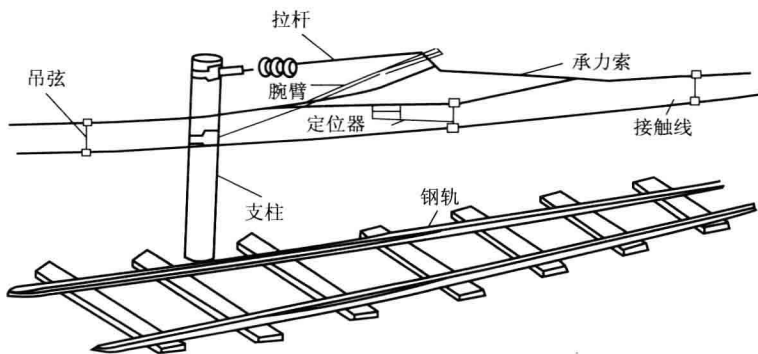


图 1-2 接触网组成

接触网与受电弓形成弓网受流系统,接触网的结构形式、参数性能直接影响弓网受流质量。因此必须保证接触网有良好的工作状态,满足电力机车在线路上安全、高速运行的要求。

### 1. 电流制

按电气化铁道接触网供给电流的种类分为直流制和交流制两种。交流制由有低频单相交流制和工频单相交流制,电流制不同,所用的电力机车也不一样。现在大多数国家包括我国都采用工频(50 Hz)单相交流制。

### 2. 牵引网

接触网与馈电线、轨道回路和回流线共同组成牵引网。馈电线是用于连接牵引变电所和接触网的导线,把牵引变电所的电能馈送到接触网。电气化铁道利用走行轨(钢轨)作为牵引电流的回路,通常称轨道回路。回流线是轨道回路和牵引变电所之间的连接线,它把钢轨中的电流吸回牵引变电所。

### 3. 通信线路的防护

由于在电气化铁道接触网周围空间产生磁场,因此会对邻近的通信线路产生很大的电磁感应影响,使通信质量下降,严重的甚至危及设备及运行人员的安全。为解决这一问题,电气

化铁道一般采用 AT 供电方式如图 1-3 所示。

AT 供电方式是在接触网与正馈线之间并联接入一台自耦变压器,如图 1-3 所示。绕组的中点与钢轨(G)相接,形成两条牵引电流回路。自耦变压器将牵引网的供电电压提高一倍,而供给电力机车的电压仍是 25 kV。在理想情况下,接触网与正馈线中流过的电流大小相等,方向相反,因此在通信线路中产生的影响相互抵消,有效地减弱了对通信线的干扰。

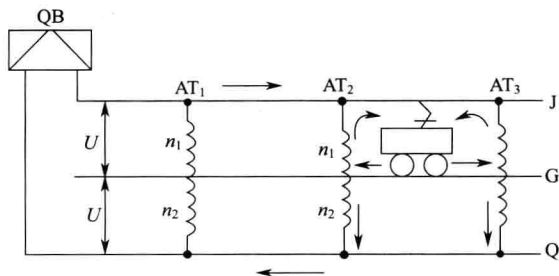


图 1-3 AT 供电方式

QB—牵引变电所;AT—自耦变压器;J—接触网;  
G—钢轨;Q—正馈线;U—牵引网电压

### 三、远动系统

牵引供电系统设有电力调度所,统一指挥供电系统在正常和事故情况下的运行工作,并集中管理铁道沿线分布的许多牵引变电所中的电力设备。为了完成变电所与调度所之间的远距离信息的适时自动传输,需要应用远动技术进行电力调度的现代化运行管理。

远动系统是一个监视控制和数据采集的综合系统,简称 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 系统,该系统由调度端设备、执行端(被控站)设备和远动通道组成,系统传送信息流程如图 1-4 所示。

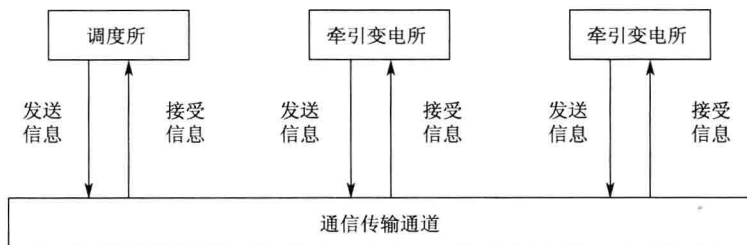


图 1-4 远动系统传送信息示意图

远动系统是利用远程通信技术完成远程控制、远程信号、远程测量、远程调节等功能。

远程控制即遥控,从调度所发出命令以实现远程操作与切换。远程信号即遥信,将被控站的设备状态信号远距离传送给调度所。远程测量即遥测,将被控站的某些运行参数送给调度所。远程调节即遥调,调度所直接对被控站的某些设备的工作状态和参数进行调整。

通过远动系统电力调度人员可以直接掌握变电所断路器的开闭位置状态,主要的电压电流值,接触网故障点数据,牵引供电系统的这种集中监视、集中控制,可以保证供电质量,提高调度效率,加快事故处理,实现值班无人化或少人化,提高劳动生产率,因而在技术先进的国家被广泛采用。

## 第二节 电力机车

电力机车是利用电能由电动机驱动运行的机车或动车。电力机车平均热效率比内燃

车高,它在提高铁路运输能力、合理利用资源、保护生态环境方面,是铁路最理想的牵引动力。

电力机车按照传动方式分为直流传动电力机车、交流传动电力机车。直流传动电力机车又分为直流供电和交流供电两种。我国主要采用交流供电直流传动电力机车。典型机型是韶山(SS)系列电力机车。

## 一、电力机车工作原理

### 1. 交一直型电力机车的工作原理

交一直型电力机车是靠其顶部升起的受电弓,从接触网上取得单相工频交流电,经牵引变压器降压,再经变流装置将交流电转换为直流电,供给直流(脉流)牵引电动机,经齿轮传动装置牵引列车运行,如图 1-5 所示。

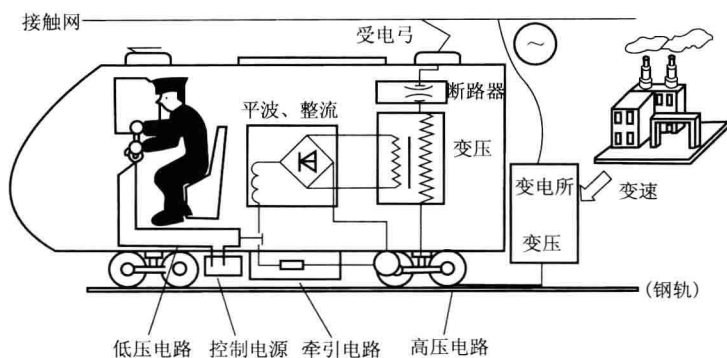


图 1-5 电力机车工作原理

通过大功率硅整流器使交流电变为直流电,然后供应给数台直流牵引电动机,如图 1-6 所示。

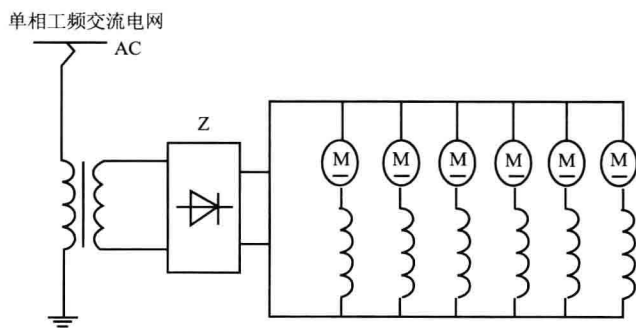


图 1-6 交一直流电力传动

### 2. 交一直—交流电力传动电力机车工作原理

具有中间直流环节的间接变频的交流电力传动,称为交一直—交流电力传动,如图 1-7 所示。

单相工频交流电通过降压由硅整流器变成直流电,再通过可控硅逆变器变成交流电通到机车( $C_0$ - $C_0$ )的 6 个交流牵引电动机。

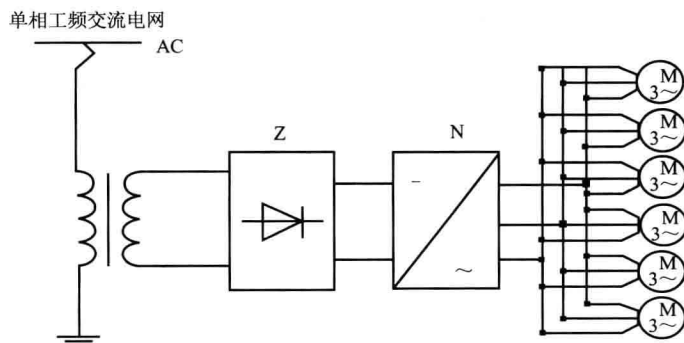


图 1-7 交—直—交流电力传动电力机车工作原理

Z—硅整流器；N—可控硅逆变器

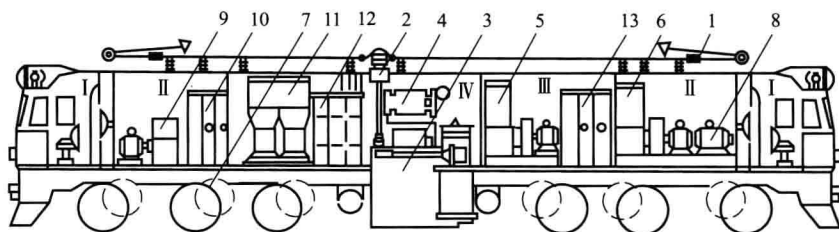
## 二、电力机车基本组成

电力机车结构上分为转向架、车体、司机室、机械间、车顶电器等部分。机械间内分高压室、变压器室和辅助室 3 部分，其总体布置如图 1-8 所示。也可以说由机械部分、空气管路系统和电气部分组成。

### 1. 机械部分

电力机车机械部分主要由车体、走行部、车底架、车钩缓冲装置及制动装置组成。

电力机车走行部也称转向架。电力机车转向架上安装有动力装置的轮轴称为动轴。通常用轴式来表示电力机车走行部的特征。

图 1-8 SS<sub>3</sub> 型电力机车总体布置

I—司机室；II—辅助室；III—高压室；IV—变压器室。

1—受电弓；2—主断路器；3—主变压器；4—调压开关；5—硅整流装置；6—平波电抗器；7—牵引电动机；

8—劈相机；9—空气压缩机；10—低压电器柜；11—制动电阻柜；12—控制柜；13—高压电器柜

C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>：“C”代表数字 3，表示转向架有 3 根轮轴，脚标“0”表示每根轴有驱动装置。C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>表示该机车有两台完全相同的互不相连的转向架，机车有 6 根动轴，单独传动方式。

B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>：“B”代表数字 2 表示该机车由两个二轴转向架组成，4 根动轴，单独传动。

B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>：“B”代表数字 2，该机车由 3 个二轴转向架组成，6 根动轴，单独传动。

2(B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>)：表示它是由两节机车联挂、每节机车由两个二轴转向架组成的 8 轴电力机车。

A1A-A1A 中间轴为非动轴，用 1 表示非动轴，A 是动轴，这表示 6 轴机车。

### 2. 空气管路系统

电力机车空气管路系统除了供给空气制动外，受电弓、主断路器等电气设备的操作也要用压缩空气。电力机车空气管路系统按功能分为 4 个部分。

(1)风源系统主要由空气压缩机、压力调节器、总风缸及其连接管路组成,为制动机系统及全车气动器械供给稳定和洁净的压缩空气。

(2)控制气路主要由辅助空气压缩机、辅助风缸、控制风缸、换向阀、联锁阀及其连接管路组成。它是用以供给全车气动电器的压缩空气以及用作安全保护措施。

(3)辅助气路主要由撒砂器、风喇叭、刮雨器及其连接附件、管路组成,用以确保机车安全运行及改善性能。

(4)制动机主要由制动机的整套装置及其连接管路、电路等组成。制动机由司机操作对列车实施减速、停车。

### 3. 电气部分

电气部分包括受电弓、牵引变压器、牵引电机、整流柜机组、辅助电机及司机控制器、接触器、继电器、转换开关、电控阀等。

另外电力机车上还装设有列车运行监控记录装置,其中客运机车还加装轴温报警装置,以保证行车安全。

## 三、电力机车电气设备与电路

电力机车上的各种电气设备,分别装设在主电路、辅助电路和控制电路 3 大电路中。

### 1. 主电路

主电路将产生机车牵引力和制动力的各种电气设备连成一个系统,实现机车的功率传输。主电路中主要电气设备有受电弓、主断路器、主变压器、整流调压装置、电抗器、牵引电动机和制动电阻等。

#### (1)受电弓

机车顶部一般装有两套单臂受电弓,受电弓紧压接触网导线滑行摩擦受流。机车运行时只需升起一套受电弓,另一套受电弓作为备用。接触网上送来的 25 kV 工频单相交流电就由此引入机车。

#### (2)主断路器

主断路器是机车的总电源开关和保护开关,用来接通或断开电力机车高压电路。当主电路发生短路、接地,整流调压电路、牵引电动机等设备发生故障时,它能自动切断机车电源,实现对机车上设备的保护。

#### (3)主变压器

主变压器又称牵引变压器,它把从接触网上取得的 25 kV 高压电通过 3 个次边绕组变压。其中牵引绕组用来向牵引电动机供电,励磁绕组用在电阻制动时给电动机提供励磁电流;辅助绕组用来给机车的辅助电机供电。

### 2. 辅助电路

辅助电路电源来自主变压器的辅助绕组,通过劈相机将单相交流电转变成三相交流电后,供给牵引通风机、油泵机和空气压缩机等辅助电机使用。

### 3. 控制电路

控制电路将主电路和辅助电路中各电气设备的控制电器(包括各种控制开关、接触器、电控阀等)同电源、照明、信号等的控制装置连成一个电系统。

以上 3 个电路系统在电气方面一般是相互隔离的,但三者通过电磁、电控或机械传动等方式相互联系、配合动作,低压电控制高压电,保证司机操作安全,实现机车安全运行。