电气化铁路基本知识

(修订版)

冯金柱　主编

中　国　铁　道　出　版　社

2000年·北京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书概括地介绍了世界电气化铁路的发展和我国电气化铁路的建设情况,电气化铁路的基本构成,牵引供电系统和电力机车的工作原理及电气化铁路的运行管理和安全要求等,可供从事电气化铁路运营的管理人员和广大职工学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气化铁路基本知识/冯金柱主编. —修订版. —北京: 中国铁道出版社, 2000.3
ISBN 7-113-03661-9

Ⅰ.电… Ⅱ.冯… Ⅲ.电气化铁道-基本知识
Ⅳ.U22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 15528 号

书 名:电气化铁路基本知识(修订版)
著作责任者:冯金柱 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:王风雨
封 面 设 计:
印 刷:
开 本:850× 1168 1/32 印张:10.125 字数: 千
版 本:1995 年第 1 版 2000 年 月第 2 版第 2 次印刷
印 数:5001 册
书 号:ISBN7-113-03661-9/U·1011
定 价:16.60 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

《电气化铁路基本知识》一书原是1995年受北京军区交通战备领导小组办公室委托，由电气化工程局冯金柱主编，冯金柱、李清超、周斯祜、张炳基编写，张余昌审定，中国铁道出版社出版。该书是按军事运输人员的要求，结合战时保障的特点进行编写的，供内部学习参考使用。

鉴于近年来我国电气化铁路建设发展很快，全国14个铁路局(集团公司)已有11个铁路局(集团公司)有了电气化铁路，不但电气化铁路里程有了快速增长，而且其优越性已被业内人士所认识，特别是在繁忙干线、重载、快速线路的运输中，取得了明显的社会效益和经济效益。因此，为普及电气化铁路基本知识，建设好、管理好电气化铁路，使其在我国国民经济建设中发挥更大的作用，决定对原书进行修改、补充，重新出版。

本书的修改和补充由冯金柱、张余昌、李清超担任，由冯金柱主编、张余昌审定。由于时间仓促，经验不足，水平有限，内容难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

本书在修改和补充过程中得到了北京军区交通战备领导小组办公室和电气化工程局等单位的领导、专家的大力支持和帮助，在此再次表示衷心感谢。

编　者

目　　录

第一章　电气化铁路概述…… 1
　第一节　电气化铁路的组成…… 1
　第二节　电气化铁路的优越性…… 7
　第三节　电气化铁路的发展概况 …… 13
　第四节　电气化铁路的电流和电压制 …… 34
第二章　电气化铁路牵引供电系统 …… 40
　第一节　电力系统对电气化铁路的供电 …… 40
　第二节　电气化铁路的供电方式 …… 43
　第三节　牵引变电所的备用方式 …… 51
　第四节　电气化铁路对电力系统的影响及对策 …… 54
　第五节　电气化铁路对通信和广播线路、油气管道及
　　其他设施的影响与防护 …… 64
第三章　牵引变电所 …… 75
　第一节　牵引变电所的作用 …… 75
　第二节　牵引变电所的场址选择 …… 78
　第三节　牵引变电所的电气主接线 …… 80
　第四节　牵引变电所的电气设备 …… 95
　第五节　屋内外配电装置及总平面布置…… 119
　第六节　防雷和接地…… 125
　第七节　牵引变电所的运行与检修…… 129
第四章　接触网…… 134
　第一节　接触网的组成及要求…… 134
　第二节　接触悬挂的类型及其结构…… 137
　第三节　接触网的支柱及基础…… 150
　第四节　接触网的支持装置…… 159

第五节　接触网的导线、设备及零部件 …… 170
第六节　接触网的绝缘与供电分段…… 186
第七节　接触网支柱侧面限界及接触线、承力索的
高度…… 195
第八节　接触网的平面布置…… 201
第九节　接触网的运行管理与检修…… 208
第五章　电力机车…… 212
第一节　电力机车的发展概况…… 212
第二节　电力机车的基本工作原理及构造…… 215
第三节　国产电力机车…… 224
第四节　进口电力机车…… 241
第五节　交—直—交电力机车…… 250
第六节　电力机车的运用与检修…… 253
第六章　电气化铁路牵引供电设备的运行管理…… 264
第一节　牵引供电设备的运行管理体制…… 264
第二节　牵引供电调度…… 265
第三节　牵引供电设备的远动系统…… 269
第四节　供电段…… 276
第五节　抢修和检测装备…… 284
第七章　电气化铁路的安全要求…… 287
第一节　供变电安全…… 287
第二节　接触网安全…… 291
第三节　电力机车运用与检修安全…… 297
第四节　列车运行和车站作业安全…… 300
第五节　工务、电务维修作业安全 …… 306

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章　电气化铁路概述

在铁路运输中,主要有三种牵引形式:蒸汽牵引、内燃牵引和电力牵引。蒸汽牵引是铁路上最早采用的一种牵引形式,至今已有170余年的历史。由于它热效率低、燃料消耗大、污染环境重,严重影响铁路技术经济效能和铁路运输能力的提高,从20世纪60年代初开始,已逐渐被淘汰。而内燃牵引和电力牵引,在技术上比较先进,是从20世纪40年代以后才发展起来的,它们功率大、热效率高、过载能力强,能更好地实现多拉快跑,提高铁路的运输能力,所以发展很快。特别是电力牵引,它除了具有上述优点外,还能综合利用资源和不污染环境,是今后发展的主要一种牵引形式。

第一节　电气化铁路的组成

电气化铁路,是以电能作为牵引动力的一种现代化交通运输工具。由于它的牵引动力是电能,所以又称电力牵引。它与蒸汽牵引和内燃牵引不同的地方,是电力机车(或电动车组)本身不带能源,必须由外部供给电能。专门给电力机车(或电动车组)供给电能的装置称作牵引供电系统。因此,电气化铁路是由电力机车(或电动车组)和牵引供电系统两大部分组成的。电气化铁路的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(或电动车组)的。为了区别于牵引供电系统,一般把国家的电力系统称为电气化铁路的一次供电系统,也称电气化铁路的外部供电系统。电气化铁路供电系统的构成如图1—1所示。

一、一次供电系统

一次供电系统主要包括发电厂、区域变电所和电力传输线。发电厂是生产电能的场所,它一般建设在动力资源(如水力、煤炭、石

图 1—1　电气化铁路供电系统构成示意图

1—发电厂；2—输电线路；3—牵引变电所；4—馈电线；

5—回流线；6—接触网；7—电力机车；8—轨道回路。

油、天然气等)丰富的地区。根据发电厂所取用的动力种类不同，可分为水力发电站、火力发电站、核能发电站、风力发电站、地热发电站、太阳能发电站和潮汐发电站等。目前，我国主要是利用火力发电站生产电能。火力发电站的装机容量和年发电量分别占全国发电总装机容量的 75.6% 和年总发电量的 82.6%。在我国，电气化铁路所使用的电能都是由国家电力部门的发电厂供给的，国外也有一些国家的电气化铁路是由铁路自营的发电厂供给电能的。区域变电所是接受电能、分配电能和改变电能的场所，它一般建立在电力负荷的中心，如城市、工业原料基地、交通枢纽和战略要地等处，然后再由它馈送出去，分配到各个电力用户。目前，发电和输电大都采用三相交流电。为了减少输电过程中的电能损失，发电厂发出的电能，需先在升压变电站进行升压，变成 110 kV 或 220 kV

高压电能后，再通过电力传输线输送到区域变电所。为了远距离输电，目前正在向 500 kV 超高压输电的方向发展。同时，为了寻找更合理的高压远距离输电方式，一种 500 kV 高压逆变直流输电方式，也已经在葛洲坝至上海间建成并投入运行。电力传输线又称输电线，它的功能主要是传递电能，同时也将发电厂、区域变电所和电力用户连接起来，构成一个电力系统，实行并列运行。强大的电力系统可以保证供电的最大可靠性、灵活性和经济性。

新中国成立后，我国的电力工业有了飞速的发展，发电装机容量和年发电量增长了数十倍。特别是在进入改革开放的 20 世纪 80 年代之后，我国除修建了一大批大容量的火力发电站外，还先后修建了 10 多个大型水力发电站。我国最大的三峡水利发电工程，现也已经动工修建，它的总装机容量近 1 820 万 kW，年发电量达 847 亿 kWh。近年来，我国也开始发展核能发电站，装机容量 30 万 kW 的浙江秦山核能发电站已于 1992 年建成并网发电，广东大亚湾核能发电站的两台 90 万 kW 机组分别于 1994 年 2 月和 5 月建成并网发电，江苏连云港田湾核电站主体工程，也于 1999 年 10 月正式开工，其设计容量为 4 台 100 万 kW 级核电机组，并留有再建两台的余地。到 1996 年底，我国发电总装机容量已达到 23 654 万 kW，全国总发电量已突破 1 万亿 kWh，预计到 20 世纪末，我国发电总装机容量将达到 3.1 亿 kW。我国输电网也有了很大发展，现在全国已形成了 13 个大电网，其中 5 个是跨省的大区电网，8 个是省(区)电网。全国输送电线路和变电容量，500 kV 的已达到 13 035 km 和 5 136 万 kVA，330 kV 的已达到 6 218 km 和 915 万 kVA，220 kV 的已达到 102 417 km 和 20 369 万 kVA。所有这些都为我国电气化铁路的发展创造了有利条件。

一次供电系统，在我国是由国家电力部门建设和管理的。

二、牵引供电系统

牵引供电系统主要包括牵引变电所和牵引网两个部分，而牵引网又由馈电线、接触网、轨道回路和回流线组成。牵引变电所是电气化铁

路供电系统的心脏。在采用单相工频交流制时,它的主要功能是变压和变相。它将电力系统输送来的高压(110 kV 或220 kV)变成电力牵引所需要的电压并将电力系统输送来的三相电变成与电力牵引相适应的单相电。在采用单相低频交流制时,还要进行变频,如变成16 Hz或25 Hz。对于直流电气化铁路,还要进行整流,把交流电变成相应电压的直流电。我国电气化铁路采用的是单相工频交流制,其频率与工业企业使用的电源频率是一致的,这个频率也是发电厂发出电能的频率,都是50 Hz,所以,在使用国家电力系统的电能时,无需进行频率变换。

牵引变电所是沿电气化铁路线路设置的。根据牵引变电所及电力系统的发电厂和区域变电所的位置,以及高压输电线路对牵引变电所的引入方式,牵引变电所可分为中间变电所、中心变电所和终端变电所。为了保证供电的可靠性,牵引变电所通常应由两个相互独立的电源(区域变电所或发电厂)供电,或者由一个电源经由两个回路的输电线路供电,以便当一个回路的输电线路进行检修或发生故障时,可由另一个回路的输电线路完成全部输电任务。另外,根据主变压器的备用方式,牵引变电所又可分为固定备用和移动备用两种。在我国电气化铁路发展初期采用移动备用方式,现在基本都采用固定备用方式。还有一种移动备用牵引变电所正在研究设计中,它安装在流动的车辆上,可用来在固定的牵引变电所发生故障或进行检修时给电气化铁路区段供电,也可用来在牵引负荷增大时临时增大固定牵引变电所的容量,特别是在战时,这种移动备用牵引变电所更具有重要的意义。

牵引网的任务,是质量良好地不间断地向电力机车供应电能。电流从牵引变电所馈出,经馈电线输送到接触网,然后通过电力机车(或电动车组),再经由轨道回路和回流线流回到牵引变电所。接触网是电气化铁路上的主要供电装置,它直接架设在铁路线路的上方,其功能是通过与电力机车顶部受电弓的滑动接触将电能供给电力机车(或电动车组)。最早的电气化铁路是采用第三轨式接触网,后来随着电压的提高,运输量的增大,技术的进步,以及人身安全的要求,逐渐发展为目前采用的架空式接触网。在地下铁道

内,由于受空间条件窄小的限制,大多数是采用第三轨式接触网,现在也向架空式接触网发展。我国上海和广州的地下铁道采用的就是架空式接触网。架空式接触网,按其悬挂形式又分为简单接触悬挂和链形接触悬挂。在我国干线电气化铁路上基本都采用链形接触悬挂,只有在个别隧道多的区段内采用简单接触悬挂。架空式接触网是户外装置,经常遭受气象条件的侵袭,很容易损坏,而且没有备用。因此,一旦遭到损坏,就会使行车中断,给铁路运输带来重大损失。为了保证电气化铁路的正常运行,对接触网提出很多要求,其中主要的是,在车速变化和恶劣气象条件下应保持正常取流,应具有足够的耐磨性和抗腐蚀能力,而且结构应力求简单可靠,保证在施工和运营中有足够的灵活性和可靠性。

馈电线是牵引变电所与接触网之间的连接线,它的功能是从牵引变电所向接触网供电。它由牵引变电所的母线上引出,在分相装置的两侧连接到接触网上。在一般情况下,馈电线均采用架空导线,只有在不允许架设架空线的情况下,才使用地下电缆。

在电气化铁路上是利用走行轨作为牵引电流的回路的,通常称轨道回路。由于轨道与大地之间是不绝缘的,所以牵引电流的一部分要流经大地,从埋设在牵引变电所下面的接地网回到牵引变电所。

回流线是轨道回路与牵引变电所之间的连接线,它的作用是将轨道回路内的牵引电流吸回牵引变电所。回流线一般是先由架空线引到铁路线附近,然后改用地下电缆连到轨道回路上。如果牵引变电所靠近铁路线,则可省去架空线,直接用地下电缆连接。

牵引供电系统是由铁路部门自己建设和管理的。

三、电力机车和电动车组

电力机车和电动车组是靠电能驱动运行的机车车辆。电力机车由机械部分、电气部分和空气管路系统三部分组成。它的机械部分和空气管路系统基本上与内燃机车相同。机械部分主要包括机车车体和走行部分,空气管路系统主要包括制动气路系统、控制气

路系统和辅助气路系统，而电气部分主要包括受电弓、主断路器、牵引变压器、转换硅机组、调压开关、整流硅机组、平波电抗器、牵引电动机和制动电阻柜等。为了保证电力机车的正常运行，机车上装有许多辅助电气设备，如电动压缩机组、电动通风机组、电动油泵机组等；机车上还装有许多控制电器，如司机控制器、按钮开关、接触器等。通过它们来控制机车上的各种电气设备，实现机车的起动、调速、反向运行和进行电阻制动。电力机车运行时，受电弓升起，从接触网上取得 25 kV 交流电，通过主断路器进入牵引变压器，将接触网的高压交流电变成低压交流电，然后经整流硅机组将交流电整流成直流电，再经平波电抗器滤波后，供给牵引电动机。牵引电动机旋转带动车轴和车轮转动，由于轮轨间的粘着作用，从而产生牵引力，驱使列车前进。牵引电动机的转速不同，机车的运行速度就不同。牵引电动机的转向改变，机车的运行方向也随之改变。牵引电动机还可作发电机运行，将列车运行的机械能变成电能，进行电气制动。整流器式电力机车的构成如图 1—2 所示。

图 1—2　整流器式电力机车构成示意图

1—受电弓；2—主断路器；3—牵引变压器；4—转换硅机组；5—调压开关；6—整流硅机组；7—主回路柜；8—平波电抗器；9—牵引电动机；10—劈相机。

电动车组，又称摩托车辆，它一般采用在城市近郊、大城市之间及城市地下铁道的旅客运输中。电动车组由带有牵引电动机能产生牵引力的动车和乘载旅客的附挂车组成，电动车组一般由两节以上的车辆编成，最多可以达到十几节，两端都有驾驶室，因而往返行驶不需要转头设施。根据运行速度和附挂车数量的多少，电动车组内动车的数目也不一样。由于电动车组运行距离较短，线路

需要全本请访问 www.ertongbook.com

设施轻便,牵引负荷变化不大,所以设备的构造也比较简单。动车上的主要电气设备都装设在车体下面两个转向架的中间部位。由于动力设备分散装在各个车辆的车轴上,大大减轻了电动车组的轴重,因而容易实现较大的牵引力,适用于高速运行。电动车组的发展趋向是减轻自重,加大功率,提高速度,增加座席,提高舒适度,采用双供电制或多供电制,使电动车组在地下铁道和地面铁路上或在几个国家的铁路上都能行驶。运行在广深铁路上的高速动力集中型电动车组动力车的总体构成如图 1—3 所示。

目前,在国外高速电气化铁路上,旅客列车大都采用电动车组的牵引方式。日本的 200 系列和俄罗斯的 ЭР-200 型高速旅客列车采用的是动力分散的电动车组,而法国的 TGV、英国的 APT-A 和德国的 ICE 高速旅客列车则采用动力集中的电动车组。在动力分散的电动车组中有的几节车为带牵引电动机的动车,也有的每节车都是带有牵引电动机的动车。动力集中的电动车组的牵引动力一般集中在列车首尾两端的车辆上。北京地下铁道的电动车组采用两节一组,每节车上都带有牵引动力,是典型的动力分散的电动车组。

第二节　电气化铁路的优越性

在铁路牵引动力中,有久经沙场的老将——蒸汽机车,也有后来居上的新秀——内燃机车,可是,现在国内外都一致公认:在提高铁路运输能力,改进铁路运营工作,合理利用资源和保护生态环境上,电力机车是目前世界上最理想的铁路牵引动力。究竟电力机车有哪些优点呢?让我们把它同蒸汽机车和内燃机车作一下比较。

一、电力机车的主要优点

我们知道,蒸汽机车烧的是煤,它燃烧时产生的热能把锅炉里的水变成高压蒸汽,进入汽缸推动活塞,通过连杆驱动动轮,使机车运行。内燃机车是用柴油作燃料,柴油直接在柴油机的气缸内燃烧,产生高压气体推动活塞,通过连杆把活塞的往复运动变成曲轴

图 1—3　电动车组动车构成示意图

1—司机室；2—受电弓；3—真空断路器；4—主整流柜；5—牵引变压器；6—空气机；7—牵引电动机；8—牵引通风机；9—微机控制柜；10—司机控制台；11—车轮。

的旋转运动，使机车运行。这两种机车都是用热能作为动力，而且这种热能又都是由机车本身装载的燃料——煤和柴油等燃烧产生的。

电力机车则完全不同，它用电能作动力，这种电能不是由机车本身产生，而是通过高压输电线路从发电厂输送来的，而发电厂可以利用自然界里的各种能源生产电能。目前，可供利用的能源有火力、水力、核能、风力、地热、太阳能和潮汐等。所以，有人说电力机车取用能量具有“万能性”。就是说，电力机车所需要的电能，可以由很多形式的能量转换而来。不管是哪一种能量，电力机车都能利用由它转换来的电能推动自身运行。正是由于这种取用能量的“万能性”，使电力机车具有一系列优点，其中最主要的是：功率大、热效率高、速度快、过载能力强和运行可靠。

(一) 功率大。由于电力机车本身不带产生能量的装置，也不储备燃料，因而，同样的机车重量，它的功率要比蒸汽机车和内燃机车大很多。比如，我国功率最大的货运蒸汽机车——前进型蒸汽机车的功率是 2 200 kW，东风$_4$型内燃机车的功率是 2 430 kW，而韶山$_4$型电力机车的功率高达 6 400 kW。一台电力机车几乎可以顶三台蒸汽机车或两台内燃机车使用。目前，世界上电力机车的最大功率已经达到 10 000 kW，这是蒸汽机车和内燃机车所不及的。

(二) 热效率高。电力机车之所以力量大，最主要的原因是它的热效率高。目前，蒸汽机车的平均热效率只有 7%，也就是说，燃烧的煤只有 7% 变成有效的功，绝大部分不是从烟筒里跑掉，就是从别处泄漏了。内燃机车柴油机的平均热效率一般为 34%，如果考虑内燃机车的电力传动或液压传动部分的损失，其平均热效率仅为 26%，而电力机车的平均热效率为 28%，如果由水力发电站供电，其热效率可以达到 60%～70%，是蒸汽机车的 10 倍，内燃机车的 2.5 倍。我国是水力资源很丰富的国家，水力资源总储量达 6.8 亿 kW，发展电力牵引是非常有利的。

(三) 速度快。我们知道，机车的功率大小决定它的牵引力和运行速度。牵引同样重量的列车，用功率大的机车，运行速度肯定要快。电力机车的功率大，所以可以达到较高的运行速度。目前，国

外客运电力机车的运行速度,时速一般可以达到 200 km,货运电力机车可以达到 120 km。法国和日本的客运电力机车已达到时速 260 km,德国新制造出的客运电力机车,时速可以达 350 km,我国生产的韶山$_8$ 型客运电力机车最高试验时速达 240 km。因此,世界各国的高速铁路几乎都采用电力机车牵引。英国伦敦至布里斯特尔的高速铁路曾是世界上仅有的一个以内燃机车牵引实现高速行车的例子,后来,为了将行车速度由时速 200 km 提高到 240 km,也于 1980 年改成了电力机车牵引。

(四)过载能力强。由于电力机车的能量来自较强大的电力系统,获得能量不受限制,所以它具有较强的过载能力。这对机车起动、牵引重载列车和通过长大坡道非常有利。例如,我国第一条电气化铁路宝凤段,坡度大、桥隧多,30‰的大坡道长达 20 多 km。过去使用蒸汽机车牵引上坡时,前拉后顶用三台蒸汽机车才牵引 960 t,列车速度每小时仅 20～25 km。电气化后,同样用三台电力机车牵引,牵引重量达 2 400 t,为电气化前的 2.5 倍,现正向 2 550 t过渡。再如,京广线信阳至广水段,限制坡度为 12.5‰,最大下坡达 17.7‰,以前使用蒸汽机车双机牵引,在上坡地段遇信号停车不能起动,下坡运行遇信号不能限速。采用了电力机车牵引后,由于它的过载能力强,起动和限速问题都解决了。

(五)运行可靠。由于电力机车本身不带原动机,大的工作机件较少,因而机车结构比较简单,而且牵引电动机和电气设备的工作也比较稳定。因此,机车运行安全可靠,维修保养工作量少,检修周期长,故障率低,操作也灵活方便。例如,1989 年韶山$_1$ 型电力机车每 10 万 km 机破件数仅为 0.087 件,而东风型内燃机车每 10 万 km 机破件数为 0.12 件,比电力机车多 0.033 件。同年,电力机车每 10 万 km 临修件数为 1.9 件,而内燃机车每 10 万 km 临修件数为 4.4 件,比电力机车多 2.5 件。

二、电气化铁路的优越性

由于电力机车具有上面所说的那些优点,所以在铁路运输中

显示出很大的优越性,在运营中收到了良好的经济效果。电气化铁路的优越性主要表现在以下几个方面:

(一)能多拉快跑,提高运输能力。由于电力机车功率大、速度快,因而能多拉快跑,提高牵引定数,缩短区间运行时间,从而可以大幅度地提高铁路运输能力。根据我国铁路的运营经验,在6‰的双线自动闭塞区段的输送能力,蒸汽机车牵引为每年1 800万t,内燃机车牵引为每年3 702万t,而电力机车牵引为每年5 600万t。也就是说,一条电气化铁路的输送能力,相当于一条半内燃机车牵引或三条蒸汽机车牵引的铁路的输送能力。在坡道大、隧道长的山区区段和运输量大、运输繁忙的平直干线上,电力机车牵引的效果就更显著。例如,宝成线电气化后,广元以北由原来的每年250万t提高到1 350万t,提高了4.4倍。广元以南由原来的每年750万t提高到1 750万t,提高了1.3倍。石太线电气化前1978年的输送能力为2 660万t,电气化后1985年的输送能力达到5 600万t,比电气化前翻了一番还多。1988年经过扩能改造后,石家庄至阳泉段的年输送能力已达到8 000万t。

(二)能综合利用资源,降低燃料消耗。由于电力机车的能源可以来自多方面,因而可以综合利用资源,特别是可以利用丰富而廉价的水力资源和天然气资源,即使是由火力发电站供电,也可以使用劣质煤或重油,而蒸汽机车要耗用优质煤,内燃机车要用高价的柴油,燃料的消耗量也比电力机车高得多。据国外统计,旅客列车每万人公里的耗能量,电力机车是蒸汽机车的12%,是内燃机车的60%;货物列车每万吨公里的耗能量,电力机车是蒸汽机车的13%,是内燃机车的50%。日本在1960～1975年的15年中,列车数量增加了50%,而燃料消耗却降低了50%,前苏联在1960～1980年的20年中铁路劳动生产率提高了两倍,而煤炭却节约了20多亿t。我国石阳段过去使用蒸汽机车牵引时,上下行平均每万吨公里耗煤190 kg,而现在用电力机车牵引,上下行平均每万吨公里耗电122.95 kWh,按1 kWh电折合标准煤400 g计算,共消耗49.18 kg标准煤,仅为蒸汽机车的25.8%。从1981～1990年

10 年中共节约 148.6 万 t 标准煤。

(三) 能降低运输成本,提高劳动生产率。由于电力机车构造简单,牵引电动机和电气设备工作稳定可靠,因而机车检修周期长,维修工作量少,可以减少维修费用和维修人员。电力机车不需要添煤、加油和上水,整备作业少,宜于长交路行驶,因而可以少设机务段,乘务人员和运用机车台数也相应减少。这些都能使运输成本大大降低,同时还能增加机车运行时间,提高机车日产量。根据铁道部 1990 年全路运输业务决策报告,分别对蒸汽机车、内燃机车和电力机车三种牵引的机务成本进行了计算,以电力机车牵引为 100%,内燃机车牵引则为 136.9%,蒸汽机车牵引则为 135.1%。其中大修费以电力机车为 100%,内燃机车则为 297.3%,蒸汽机车则为 160.3%。由于电力机车牵引能大幅度地增大运输能力,提高和统一机车牵引定数,减免编组站列车换重作业,以及加速车辆周转,反映到运输成本,降低更大。

(四) 能改善劳动条件,不污染环境。因为电力机车本身不带原动机,不烧煤、不燃油,不但使机车乘务人员和沿线工务养路人员的劳动条件得到改善,也为广大旅客创造了舒适的旅行环境。例如,宝成线在电气化前采用蒸汽机车牵引时,列车通过长大隧道时,隧道内有害气体高达 0.25 mg/L,超过国家规定标准 12.5 倍,并有大量煤灰排入道床,给工务养路造成很大困难。更为严重的是,由于烟熏火烤,使得补机司机室内的温度高达 53 ℃,劳动条件很差,常常引起机车乘务员晕倒,严重影响人身健康和行车安全。由于列车车窗关闭,车内闷热,空气污浊,旅行环境十分恶劣。实行电气化后,司机驾驶电力机车,再也不受烟熏火烤的苦头了。司机室干净宽敞,冬季有暖气,夏天有电扇,有的机车还安装了空调设备,既安全又舒适。线路上煤灰不见了,工务养路人员的劳动条件大大改善了,旅客也可以打开车窗呼吸新鲜空气,眺望沿途美丽风光。

(五) 能促进铁路沿线实现电气化,有利于工农业的发展。电气化铁路的牵引供电装置,除了主要向电力机车供电外,还可以解决

需要全本请访问 www.ertongbook.com