

国家骨干高职院校建设项目
——铁道机车车辆专业规划教材

交流传动机车

牵引与控制

JIAOLIU CHUANDONG JICHE QIANYIN YU KONGZHI

主 编 张铁竹 王秀清
副主编 宋天义
主 审 张占乐



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

责任编辑 黄淑文

封面设计



JIAOLIU CHUANDONG JICHE
QIANYIN YU KONGZHI

国家骨干高职院校建设项目

——铁道机车车辆专业规划教材

交流传动机车网络监控与诊断系统

电力机车构造

电力机车运用与管理

▲ 交流传动机车牵引与控制

交流传动机车制动系统

交直流传动机车牵引与控制

重载列车司机实务

文軌車書
交通天下

ISBN 978-7-5643-2988-4



9 787564 329884 >

定价: 45.00元

国家骨干高职院校建设项目——铁道机车车辆专业规划教材

交流传动机车牵引与控制

主 编 张铁竹 王秀清

副主编 宋天义

主 审 张占乐

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书是国家骨干高职院校建设项目——铁道机车车辆专业项目化教学规划教材之一。针对高等职业院校技能型人才培养的特点,以HXD型电力机车运用检修的各项任务、项目过程为导向,培养学生面向工作岗位的理论基础和实践能力。全书内容以HXD₃型电力机车为主型机车,分七个项目进行介绍,分别为:电力牵引传动系统整体认知、电力机车工作原理及速度调节、HXD型电力机车牵引电传动系统、HXD型电力机车高压电器、HXD型电力机车辅助电气系统、HXD型电力机车控制电气系统和HXD型电力机车电气试验及常见故障判断与处理,每个项目有若干学习任务和技能训练任务。

本书融HXD型电力机车理论知识和运用检修于一体,可作为职工教育、成人中专、职业中专、技工学校等电力机车专业教学用书,也可作为电力机车运用与检修人员和有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

交流传动机车牵引与控制 / 张铁竹, 王秀清主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2014.5
国家骨干高职院校建设项目. 铁道机车车辆专业规划教材

ISBN 978-7-5643-2988-4

I. ①交… II. ①张… ②王… III. ①交流电力机车—电力牵引—高等职业教育—教材②交流电力机车—控制—高等职业教育—教材 IV. ①U264.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第052027号

国家骨干高职院校建设项目——铁道机车车辆专业规划教材

交流传动机车牵引与控制

主编 张铁竹 王秀清

*

责任编辑 黄淑文

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路146号 邮政编码: 610031

发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都中铁二局永经堂印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 20.5

字数: 510千字

2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-2988-4

定价: 45.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

国家骨干高职院校建设 项目化教学规划教材编委会

- 主 任** 苏东民（郑州铁路职业技术学院）
李学章（郑州铁路局）
- 副主任** 董黎生（郑州铁路职业技术学院）
张 洲（郑州市轨道交通有限公司）
胡书强（郑州铁路局职工教育处）
- 委 员** 宋文朝（郑州铁路局机务处）
石建伟（郑州铁路局车辆处）
马锡忠（郑州铁路局运输处）
王汉兵（郑州铁路局供电处）
杨泽举（郑州铁路局电务处）
李保成（郑州铁路局工务处）
马子彦（郑州市轨道交通有限公司）
张中央（郑州铁路职业技术学院）
华 平（郑州铁路职业技术学院）
张惠敏（郑州铁路职业技术学院）
伍 玫（郑州铁路职业技术学院）
徐广民（郑州铁路职业技术学院）
戴明宏（郑州铁路职业技术学院）
倪 居（郑州铁路职业技术学院）
胡殿宇（郑州铁路职业技术学院）
李福胜（郑州铁路职业技术学院）
冯 湘（郑州铁路职业技术学院）
陈享成（郑州铁路职业技术学院）
耿长清（郑州铁路职业技术学院）
张 勤（郑州铁路职业技术学院）

铁道机车车辆专业项目化教材编委会

- 主 任** 张中央（郑州铁路职业技术学院）
张予生（郑州铁路局郑州机务段）
- 副主任** 张铁竹（郑州铁路职业技术学院）
赵庆国（郑州铁路局郑州机务段）
- 委 员** 石现波（郑州铁路局机务处）
辛宝升（郑州铁路局郑州机务段）
张玉明（郑州铁路局新乡机务段）
赵高亭（郑州铁路局洛阳机务段）
张 远（郑州铁路局职工培训基地）
高 伟（郑州铁路职业技术学院）
马金法（郑州铁路职业技术学院）
李建龙（郑州铁路职业技术学院）
张红涛（郑州铁路职业技术学院）
毕红雪（郑州铁路职业技术学院）
李书营（郑州铁路职业技术学院）
王秀清（郑州铁路职业技术学院）
金 光（郑州铁路职业技术学院）
左东亮（郑州铁路局郑州机务段）
刘向阳（郑州铁路局郑州机务段）
朱永焕（郑州铁路局郑州机务段）
宋天义（郑州铁路局郑州机务段）
郑学温（郑州铁路局郑州机务段）

前 言

重载运输已成为我国铁路货运发展的方向和必然趋势,重载列车牵引重量从 5 000 t 到 1 万 t、2 万 t,需要大批量的大功率牵引动力。目前全国铁路已有 6 000 多台“和谐型”大功率重载交流传动机车承担重载牵引,到 2015 年将有 1 万多台投入运用,大功率交流传动机车将成为我国主流牵引动力。

随着铁路牵引动力新技术的发展,为了给铁路运输提供坚实可靠的人才保障,快速提升企业在职人员和职业院校学生实际运用和检修的专业水平,在消化吸收 HXD 型电力机车相关技术资料的基础上,从实际需要出发,编写了本教材。

本教材在编写过程中,首先分析了电力机车运用与检修岗位,确定专业核心能力,从而确定培养专业核心能力所需的知识和能力。围绕这些知识和能力要求,与机务生产一线人员共同进行专业职业能力分析,对照电力机车司机、电力机车电工、钳工等岗位应具备的电气系统操作、维护保养、检查检修、试验、故障应急处理等能力要求及标准选定教学内容,以专业岗位真实工作任务和真实工作过程为导向,开发出电力牵引传动系统整体认知、电力机车工作原理及速度调节、HXD 型电力机车牵引电传动系统、HXD 型电力机车高压电器、HXD 型电力机车辅助电气系统、HXD 型电力机车控制电气系统和 HXD 型电力机车电气试验及常见故障判断与处理 7 个项目,33 个学习任务和技能训练任务。

本教材特点是以工作任务为中心,以技能训练为引导,以基础理论知识为背景,根据训练任务的需要把背景知识融入能力训练项目之中,使理论知识与实践有机融合。

本教材在编写过程中,得到了郑州铁路职业技术学院“国家骨干高职院校建设项目”的支持。郑州铁路职业技术学院机车车辆学院为该教材的出版,投入了大量的人力、物力及财力;郑州铁路局机务处对编写工作给予了具体的指导和帮助;郑州机务段、新乡机务段、洛阳机务段、郑州职工培训基地技师、工程师等直接参与了编写和审稿工作。在此,致以深切的谢意。

全书由郑州铁路职业技术学院张铁竹、王秀清主编,郑州机务段张占乐主审,张铁竹编写项目一、二、三,郑州铁路职业技术学院金光编写项目四,郑州铁路职业技术学院陈然、金光编写项目五,王秀清编写项目六,郑州机务段宋天义、郑州职工培训基地张远、郑州铁路职业技术学院李世伦编写项目七。

由于编写水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不当之处,恳请读者给予批评指正并提出宝贵意见。

编 者

2013 年 12 月

目 录

项目一 电力牵引传动系统整体认知	1
任务一 电力机车基本组成与工作过程认知	1
任务二 电力牵引的优越性	4
任务三 我国电力牵引发展历程展示	7
技能训练 识别我国电力机车类型, 比较各型机车性能	11
项目二 电力机车工作原理及速度调节	13
任务一 电力机车的工作原理	14
任务二 电力机车的调速方法	18
任务三 电力机车的起动方法	26
任务四 电力机车的电气制动方法	28
任务五 电力机车的特性控制技术及特性曲线	39
技能训练 探究电力机车控制方法	46
项目三 HXD 型电力机车牵引电传动系统	49
任务一 牵引电路分析与检查	49
任务二 主变压器检查与试验	57
任务三 牵引变压器维护保养与检查	67
任务四 牵引电机维护保养与检修	99
技能训练一 主变压器维护检查与试验	111
技能训练二 牵引电机的维护保养、故障诊断与检修	115
项目四 HXD 型电力机车高压电器	127
任务一 受电弓维护保养与检修	127
任务二 主断路器维护保养与检修	142
任务三 高压隔离开关和高压接地开关维护保养	148
任务四 高压连接器的检修与维护	155
任务五 高压电压互感器、高压电流互感器的维护与检修	158
任务五 避雷器的维护保养	162
任务六 25 kV 高压套管和车顶绝缘子的维护保养	163
技能训练一 受电弓的维护与检修	166
技能训练二 主断路器的检查与检修	171

项目五 HXD 型电力机车辅助电气系统	176
任务一 辅助电路的分析与检查	176
任务二 辅助电器的维护与保养	187
技能训练 辅助电路的分析与检查	206
项目六 HXD 型电力机车控制电气系统	208
任务一 微机网络控制系统概述	208
任务二 机车控制监视系统	209
任务三 列车通信网络	220
任务四 网络控制系统	235
任务五 机车控制电路分析	238
任务六 机车控制电器维护	256
技能训练 机车控制监视显示屏操作练习	288
项目七 HXD 型电力机车电气试验及常见故障判断与处理	290
任务一 HXD _{1C} 型电力机车低压试验	290
任务二 HXD _{1C} 型电力机车高压试验	293
任务三 HXD _{1C} 型电力机车常见故障判断与处理	297
任务四 HXD ₃ 型电力机车低压试验	307
任务五 HXD ₃ 型电力机车高压试验	310
任务六 HXD ₃ 型电力机车常见故障判断与处理	314
参考文献	319

项目一 电力牵引传动系统整体认知

【项目描述】

本项目主要学习电力机车的基本组成、工作过程、电力牵引的优越性，展示我国主型电力机车的主要技术特征与性能指标，描绘电力牵引技术的发展历程与未来发展方向。

【教学目标】

1. 知识目标

- (1) 掌握电力机车基本组成与工作过程；
- (2) 了解电力牵引的优越性；
- (3) 了解我国电力牵引发展历程；
- (4) 了解电力牵引技术的进步与未来发展前景；
- (5) 了解最新交流传动大功率电力机车技术性能及技术参数。

2. 能力目标

- (1) 能画出电力机车简图并标出其主要组成部分；
- (2) 能阐明牵引传动系统的工作过程；
- (3) 能通过查阅资料、网上浏览收集各种电力机车的技术资料，整理出我国干线运用电力机车的主要性能指标；通过对比这些性能指标，从而总结我国电力机车技术进步与技术升级的主要特征，结合目前铁路牵引动力发展实际，洞悉我国牵引动力的发展方向。

任务一 电力机车基本组成与工作过程认知

【教学目标】

1. 知识目标

掌握电力机车基本组成与工作过程，掌握电力机车的分类。

2. 能力目标

能画出电力机车简图并标出其主要组成部分，能阐明牵引传动系统的工作过程。

【相关知识】

一、什么是电力机车

一般来说,电力机车就是本身不带原动机,靠升起的受电弓接受接触网送来的 25 kV 交流电流作为能源,经机车内部一系列变换环节后向机车的牵引电动机提供电源,由牵引电动机通过传动装置驱动机车的车轮转动,从而产生牵引动力的一种动力装置。图 1-1 是一台 HXD₃ 型电力机车的外形图片。



图 1-1 HXD₃ 型电力机车外形图

二、电力机车的组成与工作过程

一台电力机车的主要组成部分如图 1-2 所示,电力机车的主要组成部分有受电弓、主断路器等高压电器部分;司机控制器、自动开关等低压电器部分;车体及转向架机械部分;变流器与牵引电机等。从图中可以看出,其牵引传动系统的构成主要有受电弓、主断路器、主变压器、变流器及其控制电路、牵引电机等。接触网导线上的电流,经受电弓进入机车后经过主断路器再进入主变压器,交流电从主变压器的牵引绕组经过变流装置后,向牵引电动机供电,使牵引电动机产生电磁转矩,将电能转变为机械能,经过传动装置的传递驱动机车动轮转动。

其工作流程为:接触网电能—受电弓—主断路器—主变压器降压—变流器—牵引电机—传动装置—驱动轮对产生电磁转矩—通过轮轨接触产生牵引力—牵引列车运行。

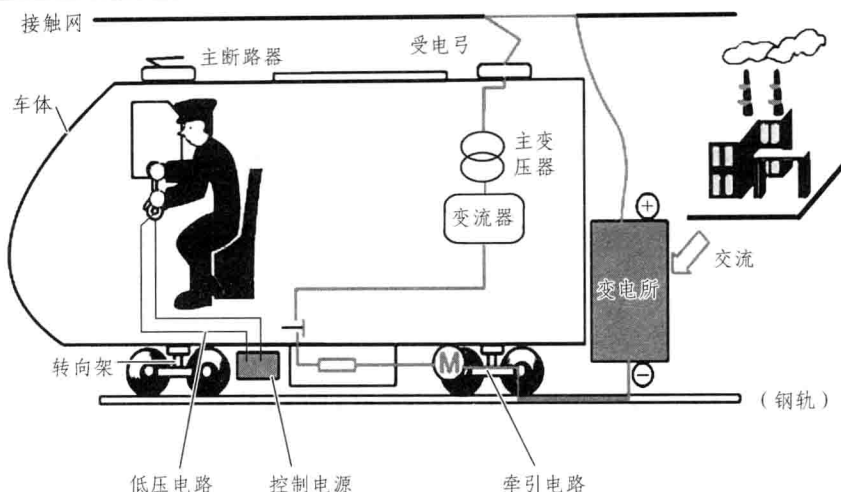


图 1-2 电力机车及其主要组成部分示意图

三、电力机车的类型

电力机车可按机车的不同技术指标、特征和用途进行分类。

1. 按用途分类

按用途可分为客运电力机车、货运电力机车、客货混用电力机车和调车电力机车等。

客运电力机车：用来牵引旅客列车。其特点是牵引力不大，运行速度高。

货运电力机车：用来牵引重载货物列车。其特点是牵引力大，运行速度不高。

客货混用电力机车：用来牵引旅客或货物列车。其牵引力和速度介于客、货电力机车之间。

调车电力机车：用来在站场上编组列车。机车的功率不大，牵引力和速度均较低。

2. 按传动方式分类

按传动方式可分为具有个别传动的电力机车和具有组合传动的电力机车。

具有个别传动的电力机车：电力机车每一轮对由单独的牵引电动机驱动。这些轮轴称为动轮或动轴。

具有组合传动的电力机车：电力机车上某几个轮对（通常为同一转向架上的几个轮对）互相联接成组，然后由一台电动机来驱动。

3. 按机车动轴数分类

按机车动轴数不同可分为 4 轴、6 轴、8 轴和 12 轴等电力机车。一般动轴数较多的电力机车用作货运机车，动轴数较少的电力机车用作客运机车。

4. 按供电电流制——传动形式分类

按供电电流制——传动形式不同可分为以下几类。

直流供电——直流牵引电动机的直-直型电力机车。接触网供电电压为直流 1500 ~ 3 000 V，机车牵引电动机为直流牵引串励牵引电动机。

交流供电——直（脉）流牵引电动机的交-直型电力机车，又称单相交直型整流器电力机车。其牵引电动机为脉流串励或复励牵引电动机。我国生产的韶山系列电力机车即属于此种形式。

交流供电——变流器环节——三相交流异步电动机的交-直-交型电力机车。

交流供电——变频环节——三相交流同步电动机的交-交型电力机车。

任务二 电力牵引的优越性

【教学目标】

1. 知识目标

了解电力牵引的优越性。

2. 能力目标

能对比蒸汽机车和内燃机车，找出电力机车的特点，总结电力牵引的优越性。

【相关知识】

一、电力机车的特点

在各种牵引动力中，电力机车与蒸汽机车、内燃机车的根本不同点在于它牵引列车时所需的能量不是由机车本身产生的，而是通过接触网（或其他供电装置）供给的，这种机车称为非自给式机车。而蒸汽机车、内燃机车在牵引列车时所需要的能量，则是由机车本身装载的燃料（如煤、柴油等）燃烧而产生的，这种机车称为自给式机车。由于电力机车与其他机车这种根本的区别，客观上决定了它取用能量的万能性。对于自给式机车来说，只有机车上储存的燃料才能作为它能量的来源，这就决定了它取用能量的单一性。但对于电力机车来说，它所需要的电能却可以由一切形式的能量转换而来，如可以由热力、水力、天然气甚至于地热、原子能、太阳能、核能等转换而来，只要有相应的发电站，便可以利用相应的能量。由于这种取用能量的非自给性，使得电力机车具有一系列的特点。

1. 功率大

现代铁路运输的发展，要求机车具有强大的功率。由于电力机车是非自给式机车，没有燃料储备，因而在同样的机车重量下，其功率要比自给式机车大。机车按单位重量所具有的功率称为比功率，这是衡量机车技术水平的一个标志。目前，电力机车的比功率一般达到 40 ~ 60 kW/t，而较好的内燃机车，其比功率也只有 25 ~ 30 kW/t。按每轴功率来说，交-直型电力机车已达到 900 kW，交流传动机车最高已达到 1 600 kW，较好的内燃机车的每轴功率为

440~580 kW。从整台机车来说,电力机车的轮周功率最高已达 9 600 kW 甚至 10 000 kW 以上,而我国生产的大功率内燃机车最高功率为 4 800 kW。

2. 速度高

提高机车运行速度是铁路运输的另一重要方向。由于电力机车功率大,因而可以获得较高的速度。目前,客运电力机车运行速度已经可以达到 250 km/h,货运电力机车也可以达到 120 km/h,随着新型电力机车的不断出现,机车运行速度将进一步提高。法国的电力机车在试验线路上已经达到 331 km/h 的速度,TGV 电动车组试验速度为 574.8 km/h。1995 年代表我国机车工业赶超世界先进水平的 SS8 型准高速电力机车落成,在环行道上创造了每小时 212.6 km 的最高时速,1998 年 6 月又在京广线郑武段上创造了 240 km/h 的试验速度。代表世界铁路最高速度等级的我国京津城际高速铁路和武广高速客运专线的高速电动车组运营速度已经达到了 350 km/h。

3. 效率高

机车效率的高低直接影响到铁路运输的经济指标。对于自给式机车来说,每台机车的平均热效率实际上是基本固定的,例如蒸汽机车的平均热效率为 8%~10%,内燃机车的平均效率为 25%左右。电力机车本身的效率是很高的,但考虑到整个电力牵引系统,其平均效率则不是固定的,它与供电系统的电能来源有关,在由水力发电站供电的情况下,电力牵引的效率可达到 60.70%,在由高参数火力发电站供电时,其效率为 25%左右,由低参数火力发电站供电时,其效率为 16%~18%。由此可见,在电力牵引的电能来源平均来自各种电站的情况下,其效率要高于内燃机车和蒸汽机车。

4. 过载能力强

机车在起动、牵引重载列车和通过困难区段时,具有一定的过载能力是十分重要的。自给式机车的过载能力要受两方面的限制,一方面受机车发动机(如蒸汽机、内燃机车的牵引发电机或液力变扭器)过载能力的限制,另一方面又受机车所带的能量装置(如锅炉、柴油机)过载能力的限制。对于非自给式电力机车,其能量是来自较强大的供电系统,因而机车的过载能力是较高的。

二、电力牵引的优越性

由于电力机车具有上述一系列的特点,故在铁路运输中显示出很大的优越性和良好的运营效果。根据电力机车的运行经验,其优越性表现在下述几个方面。

1. 运输能力强

电力机车功率大、速度高,最符合铁路货运重载的要求,可以提高牵引定数,缩短区间运行时间,因而使线路通过能力大大提高,其完成铁路运量的效果更为显著。法国、德国、日本等国电气化铁路里程占全国总运量的 30%~40%,但完成铁路运量却达到全国总运量的

52%~83%。我国宝成铁路电气化后,完成的货运量为蒸汽机车牵引的3倍。1980年开通的宝天电气化铁路,牵引定数由双机2600 t提高到3250 t,年运输能力由570万t提高到1400万t。有资料表明,1条电气化铁路的运输能力,相当于1.5条内燃机车或3条蒸汽机车牵引铁路的运输能力。此外,电力牵引还不受外界条件的限制,在山区和高寒地区较之蒸汽机车和内燃机车更为优越。

2. 经济效益显著

由于电力机车的检修周期长,检修工作量少,从而减少了维修费用和人力,使机务成本大大降低。据宝鸡电力机务段统计,电力牵引的成本仅为蒸汽牵引成本的56%。仅石家庄电力机务段的48台电力机车,一个月即可节约43.8万元。有资料表明,电力机车牵引万吨公里能耗仅为内燃机车牵引的2/3,为蒸汽机车牵引的1/3。此外,由于电力机车整备作业少,宜于长交路行驶,这样就可以减少机务段的数目,实现长交路轮乘制改革,使机车乘务人员和使用的机车台数也相应减少,劳动生产率大大提高。

3. 能源利用合理

电力牵引的能源可以来自多方面,因而实行电力牵引可以合理地利用能源,特别是可以利用丰富而廉价的水力资源和天然气资源,即使由火力发电站供电,发电站也可以使用质量较差的煤作燃料,蒸汽机车则要消耗优质煤。

使用电力牵引时,燃料的消耗也较蒸汽机车和内燃机车低得多。我国宝成铁路使用电力牵引代替蒸汽牵引后,每年可节省优质煤10余万吨。在第二次世界大战后,由于石油价格低廉,使得一些国家采用了以内燃牵引为主的方针,但随着工业及国防对石油需求的日益增加,特别是20世纪70年代以来,世界性石油危机使石油价格暴涨,各国对铁路电力和内燃牵引重新进行了经济评价,电力牵引更加受到青睐。因而日本、法国、德国等发达国家都趋向发展电气化铁道和电力牵引。

4. 有利于环境保护

蒸汽机车和内燃机车工作时,均要排出大量的煤烟和有害气体造成空气污染。使用电力牵引时则排除了这种情况,增强了环境保护。特别是在机车运行中,当机车进入市区和人口稠密地区时,电力机车的噪声干扰也大大低于蒸汽牵引和内燃牵引,因而改善了乘务人员的劳动条件和铁路沿线居民的生活环境。因而使用电力牵引的交通工具被誉为绿色大众交通。

5. 提高了行车安全性

宝成铁路电气化后,列车正点率大幅度提高,1962—1964年正点率为98.2%,以后一直保持着较高的水平。电力牵引装有电气制动,提高了长大坡道上的运行速度,保证了行车安全,解决了由蒸汽牵引而带来的大量车辆、轮、轴等事故,并且大大减少了因使用空气制动而产生的闸瓦熔化引起的火灾事故,因此电力牵引使行车更安全。

任务三 我国电力牵引发展历程展示

【教学目标】

1. 知识目标

了解我国电力牵引发展历程；了解电力牵引技术的进步与未来发展前景；了解最新交流传动大功率电力机车技术性能及技术参数。

2. 能力目标

能通过查阅资料、网上浏览收集各种电力机车的技术资料，整理出我国干线运用电力机车的主要性能指标；通过对比这些性能指标，从而总结我国电力机车技术进步与技术升级的主要特征，结合目前铁路牵引动力发展实际，洞悉我国牵引动力的发展方向。

【相关知识】

电力牵引自 1879 年 5 月在柏林举办的世界博览会上,由德国西门子和哈尔斯克公司展出了世界第一条长约 300 m 的电气化铁路以来,已有一百多年的历史了。在电力牵引发展初期,主要是采用直流电力机车,另外也有一部分三相交流制和单相低频制电力机车。由于当时科学技术水平的制约,直流制电力机车供电电压不高,三相交流制接触网设备过于复杂,单相低频制电力机车又需要单独的供电电网,因此电力牵引初期发展速度较慢。直流制电力牵引经历了一个时期的运用和发展,到 20 世纪 20 年代中期,接触网电压由过去的几百伏提高到了 3000 V,世界各国电气化铁道大部分采用的都是直流制,接触网电压为 1 500 ~ 3 000 V。为了克服直流电力牵引接触网电压低的缺点,1904 年瑞士开始采用单相交流制电力牵引,用以提高接触网供电电压。但因工频电源使牵引电动机换向困难,所以采用单相低频交流制。1932 年匈牙利试验成功了单相工频交流电力机车,引起世界各国的重视,此后德国、法国相继进行研制,1950 年法国试制了引燃管整流器式电力机车,从而使直流制电力牵引中牵引电动机的一系列优点和单相工频交流制供电电压较高的特点完善地结合起来,形成了单相工频交-直流制电力牵引,开辟了工频交流电气化的新纪元,推动了电力牵引的迅速发展。从 1960 年西德制成半导体整流器式电力机车以来,目前世界各国电气化铁道大部分已采用单相工频交流制电力牵引供电系统,接触网供电电压 25 kV。1958 年美国发明晶闸管后,60 年代中期晶闸管相控机车开始问世,至今交流供电、直流牵引的直流传动技术已完全成熟。晶闸管的发明使制造大功率机车变为现实,80 年代初西德率先成功研制了交-直-交电力机车,之后英国、美国、苏联、法国、日本等国也都进行了研制。交流传动比直流传动具有极大的优越性,目前世界先进国家新造的大功率电力机车几乎都采用了三相交流传动技术,单轴功率达到 1 000 ~ 1 600 kW 的大功率客货通用型变频调速电力机车已广泛投入商业应用。在 250 ~ 300 km/h 及其以上的高速领域,交流传动的电动车组独领风骚,在 140 ~ 220 km/h 的快速客货运输领域,交-直型电力机车(或其他直流传动机车)也正在被三相交流传动技术所取代。

我国的电气化铁路从 1958 年开始筹建, 1961 年 8 月 15 日宝鸡—凤州段 91 km 电气化铁路通车。经过 50 多年的不懈努力, 我国的电气化铁路得到迅速发展, 电气化里程 2001 年末已达到了 17 000 多公里, 跃居亚洲第一, 世界第三, 电气化率为 24%。2005 年底, 电气化里程已达到 20 151 km, 电气化率达到 26.7%。到 2010 年, 铁路营业里程达到 9.5 万 km, 其中电气化里程达到 4 万 km, 客运专线 9 800 km, 铁路电气化率超过 40%。2011 年底我国电气化铁路营业里程达到了 4.6 万 km。根据中长期铁路发展规划, 我国铁路营业里程将达到 12 万 km 以上, 电气化率要超过 60%。

我国电力机车的研究与电气化铁道同步, 也始于 1958 年。第一台干线交-直型电力机车 6Y1 型, 由湘潭电机厂(负责电气及总装)、株洲田心机车车辆工厂(负责机械部分)共同研制。1968 年, 经过对 6Y1 型 10 年的研究改进, 在中国半导体工业发展的条件下, 将引燃管整流改为大功率半导体整流, 试制出我国第一代电力机车, 命名为韶山 1 型, 代号 SS₁。1969 年株洲电力机车工厂与株洲电力机车研究所试制了一台韶山 2 型电力机车试验车, 在此基础上应用晶闸管可控整流技术, 1978 年研制成功韶山 3 型电力机车, 1984 年开始批量生产。1985 年试制韶山 4 型电力机车, 1990 年试制韶山 5 型、韶山 6 型电力机车, 1994 年研制出韶山 8 型准高速电力机车, 1996 年开始生产。截止 20 世纪 90 年代末期, 我国电力机车的研究、生产已成为世界上主要力量, 已形成了 4、6、8 轴的韶山型系列电力车型谱。已经有 SS₁、SS₃、SS₄(SS₄B、SS₄改)、SS₆(SS₆B)、SS₇(SS₇B、SS₇C、SS₇D、SS₇E、) SS₈、SS₉(SS₉改)等交传动系列干线客货运电力机车投入运营。

进入 20 世纪 90 年代, 国外交流传动的发展已经进入了成熟期, 交流传动已占据了电力机车主导地位, 尤其是在铁路高速和重载牵引方面显示了很大的优越性。我国交流传动电力机车的研制和生产也取得了重大进展, 实现了牵引动力从交传动到交流传动的转换, 使生产货运机车单轴功率 1 200 ~ 1 600 kW、客运机车单轴功率 1 200 ~ 1 400 kW 的电力机车成为主流车。到 2005 年, 我国已经有自主研发生产的九方、澳星、天梭号、SSJ3 等交流传动电力机车问世并进行试运, 同时成功引进了世界上最先进的时速 200 km 以上动车组技术, 大功率交流传动电力机车技术, 引进技术项目已转入国产化设计并大量生产和运用 HXD₁、HXD₂、HXD₃“和谐型”大功率交流电力机车。

纵观我国电力牵引 50 多年的发展历程, 交传动电力机车大体经历了三个阶段:

第一阶段是从 1958 年到 70 年代末, 共 20 多年。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试制了一台 SS₂ 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, 经过三次大的技术改造, 生产出了性能稳定、运行可靠的 SS₁ 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 SS₁ 型机车 828 台。

第二阶段是从 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。这时期的代表机型是 SS₃ 和 SS₄ 型电力机车。

SS₃ 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