

# 第一章 绪论

电力机车是一种由外部接触网供电、由牵引电动机驱动的现代化牵引动力设备。电力机车在构造上一般划分为电气部分、机械部分和空气管路系统三大部分。

对于韶山系列机车来说，电气部分包括牵引变压器、硅整流机组、牵引电动机、辅助电动机、高压电器和低压电器，通过导线连接成三大电路：主电路、辅助电路和控制电路。主电路由牵引电动机以及与之相连接的电气设备和导线共同组成，是电力机车上的高电压大电流的动力回路，主要作用是实现牵引与制动运行；辅助电路是指将辅助电机（压缩机电机、通风机电机、油泵等）和辅助设备及其相关的电器设备连接而成的线路，辅助电路的作用旨在保证主电路设备正常工作，改善司乘人员的工作条件；控制电路是指司机控制器、低压电器和各电器控制线圈组成的电路，主要作用是通过控制低压电器实现对主、辅电路设备的控制，使机车按照机车乘务员意图运行，完成运输任务。

机车电机电器主要讲述电力机车牵引电机、辅助电机、变压器和电器设备的结构组成、工作原理、技术参数及维护保养的有关知识。

## 第一节 机车电机简介

### 一、电机定义、分类及结构

电能是能量的一种形式，与其他形式的能量相比，具有明显的优越性，适用于大量生产、

集中管理、远距离传输和自动控制。电能转换成其他形式的能量及不同类型电能之间转换都较容易实现，这使其得到了广泛的应用。通常所说的电机，主要是依据电磁感应定律和电磁力定律实现机电能量转换和信号传递与转换的装置。电机的种类很多，静止的有变压器，运动的有直线电机和旋转电机，直线电机应用较少，技术较为复杂。我们主要学习旋转电机。电机按电流制分类有直流电机和交流电机，直流电机按励磁方式不同分为他励电机、并励电机、串励电机和复励电机；交流电机有异步电机和同步电机两大类。直流电机和交流电机在机车上应用广泛。电机从能量转换的角度分类有发电机和电动机，发电机是由原动机拖动，将机械能转换为电能的装置；电动机是将电能转换为机械能，驱动生产机械的装置。需要指出的是，发电机和电动机只是电机运行的两种形式，其本身是可逆的。也就是说，一台电机既可作发电机运行，又可作电动机运行。

对于旋转电机来说，主要是作为发电机运行或作为电动机运行，基本任务是实现机、电能量转换，因此，结构上必然有一个静止部分和一个旋转部分，且二者之间还有一个适当的间隙，静止部分称为定子，旋转部分称为转子，间隙称为气隙。转子通过电枢轴承支撑在定子上。电机是依据电磁感应来完成能量转换的，电机中必须有电流的通道和磁通通道，即通常所说的电路和磁路。电路主要由导电材料和绝缘材料制成，电机中导电材料主要是铜；对绝缘材料而言，其介电强度要高、耐热性能要好，例如，聚酯漆、环氧树脂、玻璃丝带、电工纸、云母片、玻璃纤维板等。导磁材料又叫铁磁材料，主要采用硅钢片，能减少由于交变磁化产生的磁滞损耗和涡流损耗。

另外还有控制电机，其主要完成信号的传递和转换，以及在自动控制系统中的检测、执

行等。本书不作讲述。

## 二、电机在机车上的应用

### 1. 牵引电机

电力机车、电传动内燃机车、动车组、地铁车辆和城市地铁等各种电传动机车车辆，都使用牵引电机驱动轮对来完成机车车辆的牵引运行。因此，我们把用作牵引功能的电机都称为牵引电机。牵引电机通常分为直流牵引电机和交流牵引电机，直流牵引电机一般采用串励电动机，这是因为直流串励电动机具有牵引性能良好、调速范围广、控制方便、系统简单可靠等优点。例如，我国的 DF 系列内燃机车大都采用直流串励电动机；我国自主研制的 SS 系列电力机车也采用直流电机，只不过电力机车从接触网获得单相工频交流电，经整流后加在电动机两端的电压为脉动电压，电动机通过的电流为脉动电流，也可称作脉流牵引电动机。但直流电动机主要缺点是必须有换向器，这不仅使机身质量和尺寸大、浪费铜，而且电机故障率高、维修保养工作量大，同时，还限制了转速的提高。随着科技的不断进步，尤其是三相交流异步电动机的控制技术的发展，现在很多机车采用三相交流异步牵引电机，其结构简单、牢固，没有换向器，维修方便，功率大，体积小，质量轻，具有良好的牵引性能。我国的 HX 系列内燃机车和电力机车都采用了三相交流异步牵引电动机。

### 2. 变压器

主变压器是交流电力机车上的重要部件，用来把接触网上的 25 kV 高压电降为具有多种电压的低压电，以满足机车各种电机、电器工作的需要。例如，SS<sub>4G</sub> 型电力机车，高压绕组额定电压 25 kV，牵引绕组额定电压 1 390.8 V，辅助绕组额定电压 399.86/226 V，励磁绕组

额定电压 104.3 V。

交流电力机车上还有很多特殊的变压器——互感器，能够把高电压、大电流变换成低电压、小电流，供给测量仪表及继电器的线圈使用。这样，就可以使测量仪表与高压电路绝缘，保证工作安全，扩大仪表量程。与继电器线圈相连，当电路过流时，继电器动作，可以对电路起到保护作用。

### 3. 辅助电机

为了保证机车的正常运行，在单相工频交流电力机车中装有许多辅助机械，这些辅助机械多采用结构简单、价格低廉的三相异步电动机驱动。辅助电机按用途可归纳为压缩机电动机、通风机电动机、主变压器油泵等几类。对于 SS<sub>4G</sub> 型和部分 SS<sub>9</sub> 型电力机车，还有把单相交流电转换成三相交流电的劈相机。

## 第二节 机车电器简介

### 一、电器的定义及分类

#### 1. 电器的定义

电器是应电能的运用而产生的。由于电能与其他形式的能相比具有易转换和便于控制、调整、输送等优点，因此在生产、生活及一切科学领域中获得了广泛的应用。然而电能的产生、输送到应用并不是一个简单的过程，而是较为复杂，同时也需要一系列的控制、调整、保护装置的作用才能很好地完成。例如对电力电路实行通、断；对电动机实行启动、停止、正转、反转控制；对用电设备进行超载、过压、短路、断相等故障的保护；在电路中传递、

变换、放大电或非电的信号，从而达到自动检测和调节作用等。

因此，凡是对电能的产生、输送和应用起开关、检查、保护和调节作用，以及利用电能来控制保护调节非电量器械设备的各种电工设备统称为电器。

## 2. 电器的分类

电器的用途广泛，职能多样，品种规格繁多，原理、结构各异，分类方法较多。根据分类方法不同，分类如下：

### 1) 按用途分

**开关电器：**用来自动或非自动地开闭有电流的电路，如闸刀开关、自动开关、按钮开关、转换开关、隔离开关和主断路器等。此类开关操作次数少，断流能力强。

**控制电器：**用于自动或非自动地控制电机的启动、调速、制动、换向等，例如司机控制器、接触器。

**保护电器：**用于保护电路电机和其他电器设备，使其免受高电压、大电流的损害，如各种保护继电器、避雷器、熔断器等。

**受电器：**用于接收电网电能，作为机车电源，如受电弓。

**成套电器：**由一定数量的电器按一定的电路要求组合而成的整体电器屏柜，如高压电器柜、低压电器柜、电源柜等。

### 2) 按接入电路电压分类

**高压电器：**用于 500 V 以上电压电路的电器，如受电弓、主断路器、转换开关、电控接触器等。

低压电器：用于 500 V 以下电路的配电系统和电机控制及保护的电器，如自动开关、中间继电器、司机控制器等。

### 3) 按操作方式分类

手动电器：按钮开关、司机控制器、闸刀开关、扳键开关等。

自动电器：接触器、继电器、熔断器、自动开关等。自动电器还可根据传动方式分为电磁传动电器、电空传动电器等，如电磁接触器为电磁传动，电空接触器为电空传动。

### 4) 按电器执行功能分类

有触点电器：通断电路的执行功能由触头来实现的电器，如开关、接触器、继电器等。

无触点电器：通断电路的执行功能是根据开关元件输出信号高低电平来实现的电器，如电子时间继电器。

## 二、电器在机车上的应用

在电传动机车上起开关、控制、转换、保护、检测、调节作用的电器称为牵引电器。

牵引电器按在机车上的功能不同分为以下几种：

受流器：用于电力机车从接触网取得电能的电器，如受电弓等。

保护电器：用于保护电力机车上电气设备不受过电压、过电流损害及保护设备不受损害的电器，如自动开关、熔断器、接地继电器、过流继电器等。

检测电器：用于与其他设备配套，检测电力机车各电路电压、电流及机车运行速度的电器，如互感器、传感器等。

控制电器：用于对电力机车上牵引设备进行切换、调节的电器，如司机控制器、接触器、

转换开关等。

### 三、本课程的任务

本课程是机车驾驶与检修专业的专业课程之一，主要任务是学习有关的电机和电器基本理论知识、结构、动作原理、技术参数，以及电机、电器维修保养的操作方法。通过教师讲授、学生探索学习、作业练习、现场实践等环节，达到如下要求：

- (1) 掌握直流电机和交流电机基本结构、工作原理、调速方法、技术参数等基本知识。
- (2) 掌握电接触、传动装置、灭弧方法和装置等基本理论知识。
- (3) 掌握电力机车上使用的各种低压电器的作用、结构、工作原理。
- (4) 掌握电力机车上使用的各种高压电器的作用、结构、工作原理。

## 复习思考题

1. 电机主要由哪几部分组成？
2. 电力机车上主要有哪些电机？
3. 什么是牵引电器？电力机车上牵引电器有哪几类？