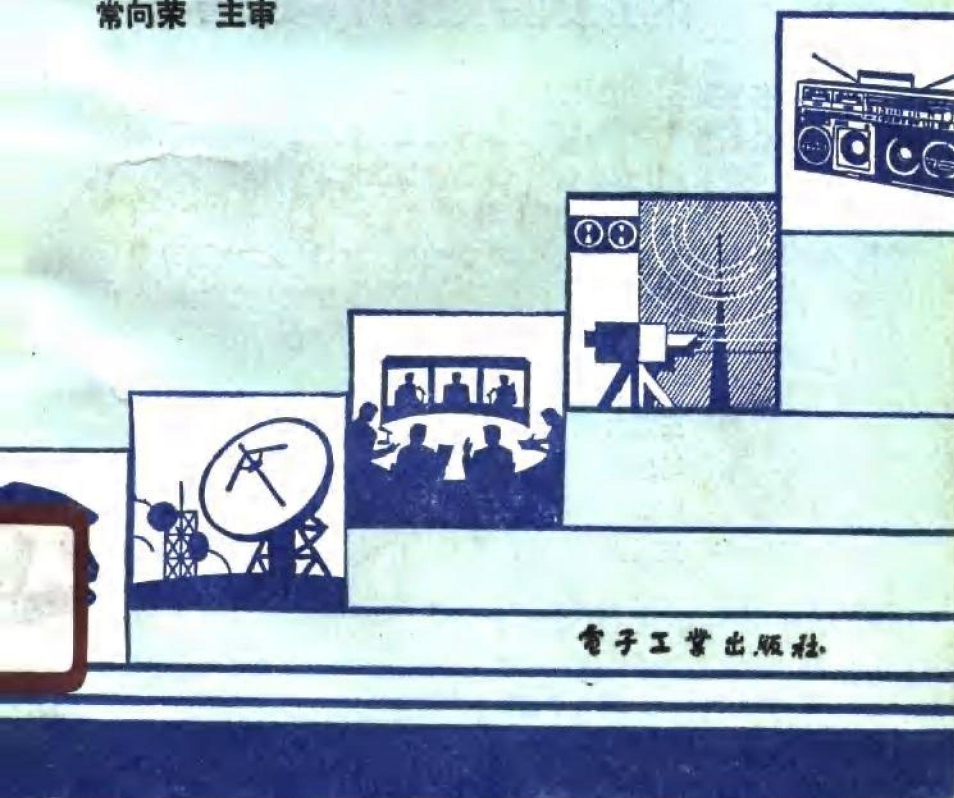


职业学校教材 (实用电子技术专业)

电机的结构与维修

王冠玮 尚艳华 刘万海 编

常向荣 主审



电子工业出版社

内 容 提 要

本书为职业学校教材,参考学时96。主要讲授中小型和微型交、直流电机的工作原理、结构和维修,使学生掌握电机的安装和维修技能。全书共分九章。概述部分介绍电机的分类和铭牌;第一章讲功率电动机的原理与结构;第二章讲电机机械故障检修;第三章讲电机绕组的排列;第四章讲绕组故障的检修;第五章讲绕组重嵌工艺;第六章讲异步电机绕组的简单计算;第七章讲电动机的运行维护;第八章讲电动机修复后的测试;第九章讲控制电机;书末附录给出电机维修有用资料。本书适合职业学校、中专、家电维修班作教材。

电机的结构与维修

王冠玮 尚艳华 刘万海 编

常向荣 主审

责任编辑 王德声

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

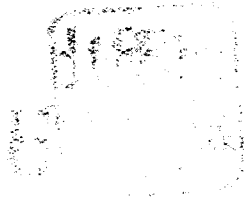
北京市燕山联营印刷厂印刷

开本 787×1092毫米1/32 印张:12.75 字数:297千字

1991年1月第1版 1991年1月第1次印刷

印数:18000册 定价:4.70元

ISBN 7-5053-1143-3/TN·345



出版说明

根据1986年全国职业技术教育工作会议关于“职业技术教育管理职责暂行规定”的分工精神和国家教委的要求，为了满足职业高中、职业中专等职业学校的迅速发展对教材的需要，我部组织了职业学校电子类教材的编审与出版。通过全国部分省、市及参与编审工作的有实践经验的教师，从事电子技术工作的工程师，职业教育研究工作者的共同努力，已编审出版的教材深受职业学校师生的欢迎。我们在总结前段工作的基础上，为推进该层次的教材建设，成立了有北京、上海、天津、江苏、浙江、山东、辽宁、吉林、黑龙江、河北、河南、四川、新疆、甘肃共十四个省、市、自治区的教师和职教主管部门领导参加的职业学校电子类教材工作领导小组和编审委员会，制订了“实用电子技术”及“计算机技术”两个专业的参考性教学计划和1988~1990年教材出版规划。根据教学计划的需要，列入规划的教材共23种。

我们组织编写的这套教材，是以实用电子技术和计算机技术专业的教学计划为依据。为突出职业学校着重职业技能训练的特点，侧重于教材的实用性、科学性以及增强学生实验和操作技能训练的内容。为适应各地电子工业发展的需要，教材除注意基础知识外，也适当反映了电子专业的现代技术。另一方面，由于电子类专业分支多，教材编写还立足于宽口径，以方便不同专业选用。

编写职业学校教材是一个新课题，经验不足，希望全国电子类职业学校广大师生积极提出批评建议，共同为进一步提高教材质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

一九八八年十二月

前 言

本教材系由机械电子工业部职业学校电子类教材编审委员会实用电子技术编审组评审、推荐出版的，作为职业学校电子专业“电机的结构与维修”课程的教材。

该教材由济南信息工程学校王冠玮担任主编，天津师范大学物理系常向荣副教授主审，参加审阅工作的还有天津市教育教研室岳舟同志。

本课程的参考教学时数为96学时。主要讲授中小型和微型交、直流电机的工作原理、结构，使学生掌握电机的安装、维修技能。内容有三相、单相交流异步电动机和直流电机的原理和结构；常用电机的拆装及机械故障检修常识；电机绕组的排列及故障检修；绕组重嵌工艺；绕组的简单计算；常用电动机的运行维护和修复后的测试；常见控制电机的简单原理和基本结构。

这本教材，从职业学校的实际情况出发，兼顾一般电机修理人员的需要，说理深入浅出，内容突出实用性；注重动手操作能力的培养。本书既可供职业学校教学使用，也可供具有初中文化水平的人员自学。

本教材由王冠玮编写“概述”和第一、二、三、六章，尚艳华编写第七、八、九章，刘万海编写第四、五章。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，殷切希

望广大师生批评指正。

编者
1989年9月

目 录

概述	1
一、电机的分类	1
二、电机的铭牌	4
练习	9
第一章 功率电动机的原理与结构	10
第一节 三相交流异步电动机的工作原理	10
第二节 三相异步电动机的结构	19
第三节 单相异步电动机的工作原理	26
第四节 单相异步电动机的结构	37
第五节 直流电机的工作原理	41
第六节 直流电机的结构	44
练习	51
第二章 电机机械故障检修	53
第一节 电动机的拆装	53
第二节 转轴的故障和修理	57
第三节 轴承的检查修理	61
第四节 集流装置的修理	71
第五节 转子的平衡	79
练习	83
第三章 电机绕组的排列	85
第一节 绕组的基本概念	85
第二节 单相交流异步电动机绕组	93

第三节	三相交流异步电动机绕组	106
第四节	直流电动机绕组	132
第五节	通用电动机绕组	147
练习		153
第四章	绕组故障的检修	157
第一节	定子绕组故障的检修	157
第二节	转子绕组故障的检修	174
第三节	短路侦察器的制作	178
练习		183
第五章	绕组重嵌工艺	185
第一节	记录铭牌与原始数据	185
第二节	旧线圈的拆除	189
第三节	绕线模的制作	192
第四节	线圈的绕制	200
第五节	嵌线工艺	202
第六节	接线与焊接	212
第七节	绕组的浸漆与烘焙	218
练习		227
第六章	异步电机绕组的简单计算	229
第一节	绕组数据的确定	229
第二节	改变导线规格的计算	239
第三节	三相异步电动机的改极计算	246
第四节	改压计算	251
第五节	正弦绕组的安排计算	257
练习		263
第七章	电动机的运行维护	265
第一节	电动机的选用	265
第二节	电动机的启动	268

第三节 运行中电动机的监视.....	270
第四节 电动机的定期维护和保养.....	279
练习.....	280
第八章 电动机修复后的测试.....	285
第一节 绝缘电阻的测量.....	285
第二节 绝缘耐压试验.....	288
第三节 空载运转试验.....	291
第四节 温升试验.....	295
第五节 超速试验.....	298
练习.....	299
第九章 控制电机	300
第一节 伺服电动机.....	300
第二节 测速发电机.....	313
第三节 微型同步电动机.....	318
第四节 步进电动机.....	330
第五节 自整角机.....	337
练习.....	350
附录	352
一、产品代号所用字母的含义.....	352
二、滚动轴承的识别.....	354
三、电机电刷的选择.....	357
四、线规.....	359
五、Z ₂ 系列直流电动机铁芯、绕组技术数据.....	361
六、JW系列三相感应电动机铁芯和绕组的 技术数据.....	369
七、JZ系列单相分相电动机铁芯、绕组技术 数据.....	373
八、JY系列单相电容起动电动机铁芯、绕组	

技术数据	375
九、JX系列单相电容运转电动机铁芯、绕组	
技术数据	377
十、JO系列电动机的技术数据	379
十一、JO ₂ 系列异步电动机铁芯和线圈的技术	
数据	385
十二、小型低压电动机常用绝缘材料和导线	
分类表	396
十三、常用浸漆的性能	396

概 述

电能是现代最常用的一种能源。电机是与电能有关的能量转换机械。发电机是将机械能转换为电能的机械设备，电动机则是把电能转换为机械能的设备。近几十年中，我国的电力工业、电机制造工业发展十分迅速，不仅发电量、各类电机的生产数量有了很大的增加，而且生产技术水平也有显著的提高。电机在国民经济的各个领域及人们的日常生活中的应用与日俱增。电机的维护修理工作无疑也要跟上客观需要。在本课程中，我们根据职业学校的特点和生产、生活的实际需要，介绍中小型、微型交、直流电机的工作原理，讲述常用电机的结构和维修知识，学习电机的修理技术。

首先，我们对电机的分类、铭牌做些介绍，使大家对电机有个初步认识。

一、电机的分类

电机的种类十分繁多，适用场合也各不相同。随着国家建设的发展，还将有更新品种问世。就一般地讲，电机有以下一些类别：

(1) 按电机所用电源（或产生电动势）的性质分类，有交流电机、直流电机以及交直流通用电机几类，其中交流电机又有三相和单相交流电机之分。

在交流电机中，又可以根据电机转速跟旋转磁场转速的

关系，分为同步电机和异步电机两类。同步电机指电机转速等于磁场转速的电机。同步电机工作是可逆的，既可作发电机用，又可作电动机用，但主要是作发电机用。在现代电力系统中，几乎全部交流电能都是由同步发电机发出的。同步电动机转速固定不变，常用在对转速有严格要求的机械上，比如电钟中的电机就常采用同步电动机。异步电动机也称感应电动机。与其它类型的电机相比，它具有结构简单、坚固耐用、使用方便等优点，得到十分广泛的应用，是电机家族中最庞大的一支。

(2) 按照电机外壳尺寸的大小进行分类，有大、中、小型和微型电机几类。

每一系列的电机按其定子铁芯外圆尺寸规定的编号叫机座号。1~10号机座（铁芯外径125~560毫米）的电机，称为小型电机。11~15号（铁芯外径560~990毫米）的为中型电机。15号以上（铁芯外径大于990毫米）的为大型电机。小于1号机座的电机称为微电机。很多电机的机座号直接用电机轴中心高度或机壳外径表示。

电机铁芯的大小直接影响到电机功率（也称“容量”），一般地，小型电机功率为0.6~100千瓦，中型电机功率为100~1000千瓦，大型电机功率在1000千瓦以上，微型电机为数百毫瓦到数百瓦。近年来，国内外微电机发展较快，它不仅在工业、国防等领域有着重要应用，而且正步入人们的家庭，成为众多家用电器中不可缺少的组成部分。

(3) 如果按照电机的职能分类，可分为功率电机和控制电机两大类。

在生产、生活中，广泛应用的各类异步电动机、直流电

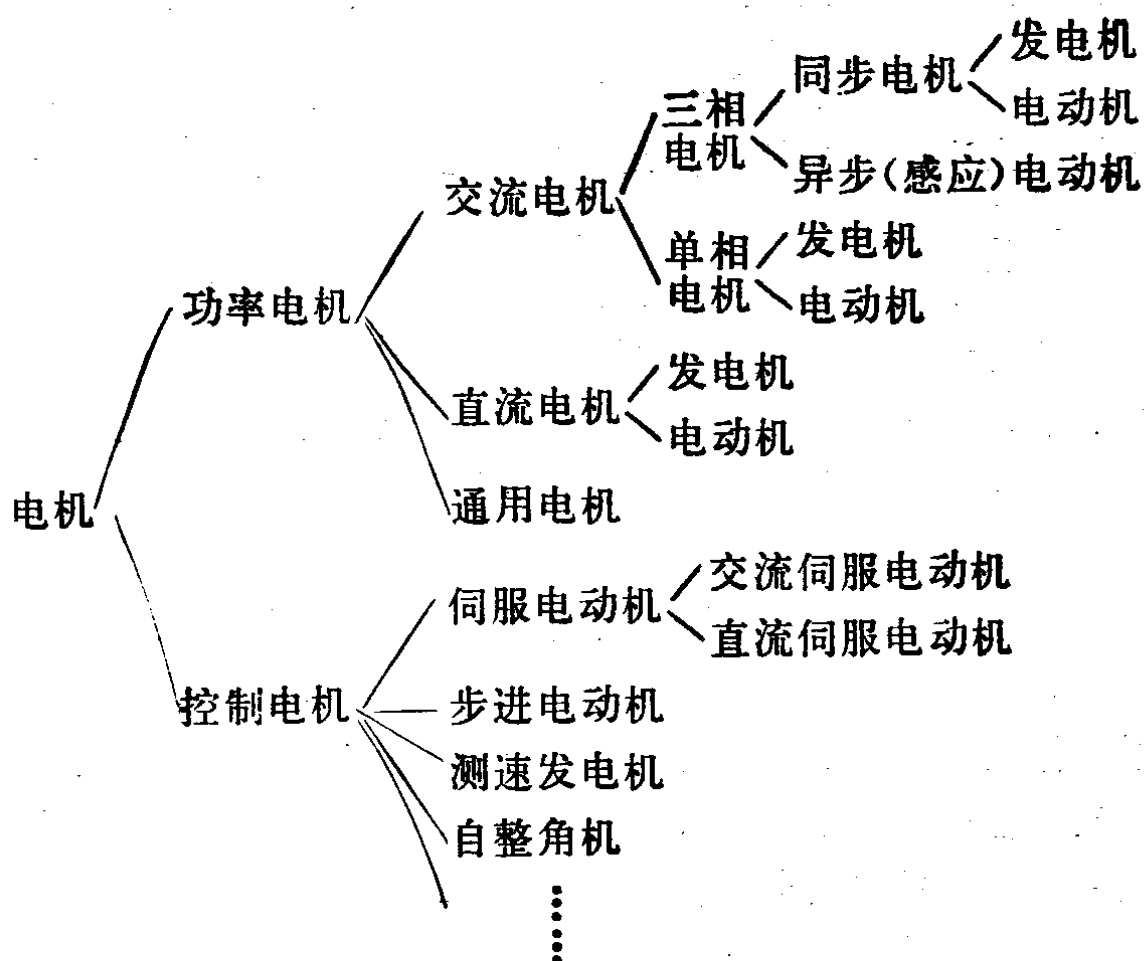
机等，是作为动力设备拖动负载工作的，它们的作用是输出功率，即向负载提供能量，充当原动机。这类电机就是功率电机（或叫驱动电机）。大型功率电机的容量可达几千千瓦，驱动微电机功率在几百瓦以下。

控制电机不以功率传递为主要职能，而是在自动控制系统中起调节、放大和控制作用。例如伺服电动机，将电压信号转换为旋转信号，有电压信号则转，无信号则停。这是控制系统中的一种执行电机。又例如步进电动机是一种将电脉冲信号变换成角位移（或直线位移）的电机，每当输入一个电脉冲，它就转过一个固定的角度。控制输入脉冲的数量、频率以及对各绕组的输入次序，可得到多种需要的运行特性。控制电机多属微电机，功率一般从数百毫瓦到数百瓦，机壳外径一般在12.5~130毫米之间。在大功率自动控制系统中，也有的控制电机功率可达几千瓦。

把上述的几种分类方法综合起来，各类电机的关系可用下面的示意图表示。

除了上面讲的电机的各种分类以外，根据电机的结构、功能、用途等方面的不同，还有许多更细致的分类。比如根据转子结构的不同，异步电动机又有鼠笼式和绕线式之分；直流电机因其励磁方式的不同，又可分为串励式、并励式、复励式等几种；为适应不同工作环境的需要，电机外壳结构有防护式、封闭式、防爆式等若干类型……

尽管电机的种类繁多，性能各异，但它们所遵循的电磁规律都是一样的，基本工作原理没有原则上的差别，工作特性也大致相似。因而它们的基本结构及其修理也多有相通之处。只是在修理中要注意到：对不同类电机的性能要求有所



不同，技术指标也不一样。

二、电机的铭牌

每台电机的外壳上都有一块铭牌，标志出这台电机的主要规格。铭牌是我们认识一台电机的基本依据，在使用和维修电机时，都应按照铭牌提供的数据正确操作。电机铭牌上所列项目有电机型号、额定值等，下面是一台电动机铭牌的例子：

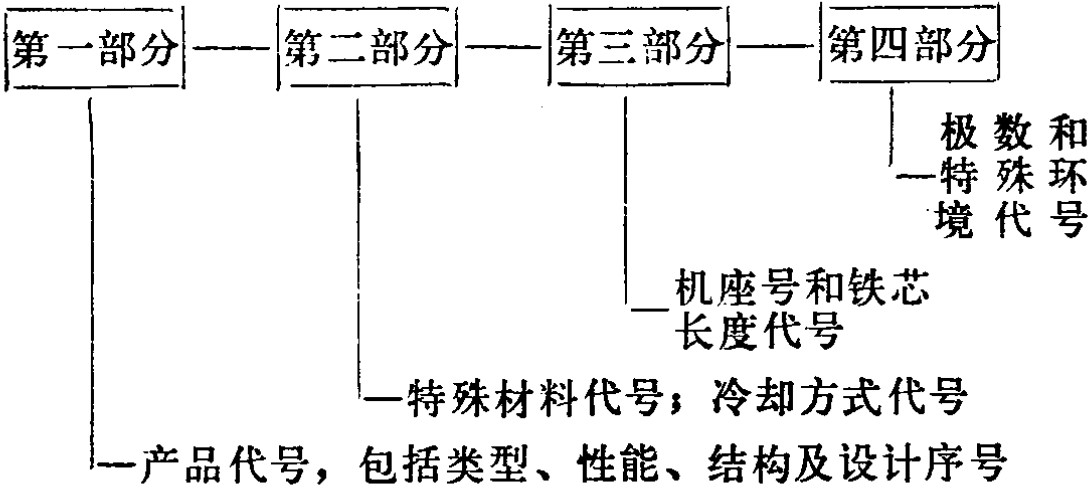
对铭牌上所列项目，我们逐项说明一下。

1. 型号

产品型号是表示产品名称、规格、型式等的代号。我国

三相异步电动机					
型号	YL180L-8	功率	11kW	频率	50Hz
电压	380V	电流	25.2A	接线	△
转速	746r/min	效率	86.5%	功率因数	0.77
定额	连续	绝缘等级	B	重量	kg
标准编号		出厂编号		出厂日期	
×× 电 机 厂					

电机产品型号一律采用大写汉语拼音字母和数字组成。一般中小型电机型号的各部分表示的意义如下：



产品代号用字母和数字表示。不同字母代表的意义参见附录一。

特殊材料、冷却方式代号用字母表示，如 L——铝线，S——水冷，F——风冷等。

机座代号用数字。中、小型电机机座有1~15号，微电机和一些新系列电机的机座号直接用电机轴中心高度或机壳外径的毫米数表示。机座（铁芯）长度用 L、M、S 分别代表长、中、短。也有的用数字表示，数字越大，铁芯越长。极数用数字表示。特殊环境代号用字母，如 TH——湿热带用，TA——干热带用，G——高原用，W——户外用，F——化

工防腐用，等等。

〔例题〕解释下列型号的意义：①JO₂-52-4，②Z₂-12，
③Y180M-2，④AO 71 14 T。

解：

①JO₂ - 52 - 4

—极数为4极
—5号机座，2号铁芯长
—第二次设计
—交流异步封闭式电动机

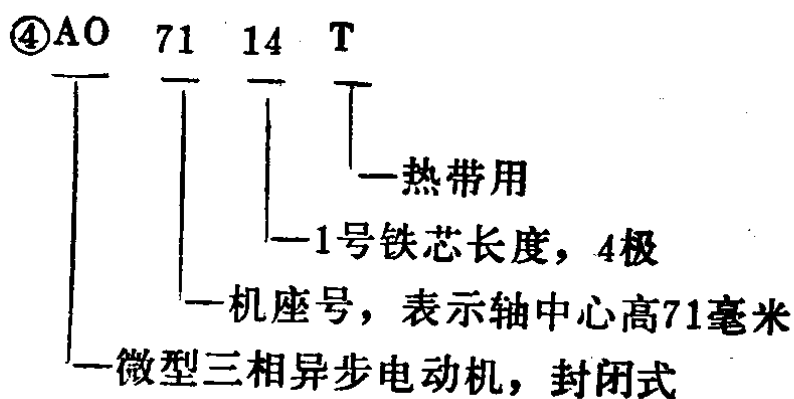
②Z₂ - 12

—1号机座，2号铁芯长
—直流电动机，第二次统一设计

③Y 180M - 2

—2极
—轴中心高度180毫米，中机座
—异步电动机

Y系列三相异步电动机是我国八十年代生产的新系列电机，较J、JO等老系列电机效率高，体积小，性能更优良。



2. 功率

指电机在铭牌规定的条件下正常工作时的输出功率。对发电机，指出线端输出的电功率；对电动机，指转轴上输出的机械功率，也有人称之为“出力”、“容量”。

3. 电压

指电机的额定线电压。对电动机来讲，要求电源电压值的变动不应超过额定电压的5%，否则电动机不能正常工作。有的电动机铭牌上标有两个电压值，比如“220/380 伏”，表示该电动机绕组采用两种不同接法时，可分别适用于这两种线电压。

4. 电流

指电机在额定工作状况下运行时的线电流。如果电动机铭牌上有两个电流值，表示绕组在两种不同接法时对应的输入电流。

5. 频率

对电动机而言，指电机所接交流电源的频率。

6. 转速

也叫额定转速，表示电机在额定功率时转子每分钟的转数。

7. 接线方法