

实用电工电子自学丛书

徐文媛 主编

电机修理 自学通



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

实 用 电 工 电 子 自 学 丛

电机修理自学通

徐文媛 主 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

《实用电工电子自学丛书》电机修理自学通

内 容 提 要

本书是一本介绍电机修理基础技术的专业图书。全书共分为 10 章, 主要包括: 电机的基本结构与工作原理、电机常见机械故障检修、电动机绕组及其接线图、电动机绕组的故障检修、交流电机定子绕组的拆换及重嵌工艺、直流绕组的拆换及重嵌工艺、绕组的改接及绕组的简易计算、电机修复后的试验、电机的常见故障及处理方法、电机的安装、使用与维护。本书文字简练、通俗易懂、实用性强。

本书可供从事电机修理的初学者、技术人员阅读, 也可供职业技术学校相关师生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电机修理自学通/徐文媛主编. —北京: 中国电力出版社, 2004

(实用电工电子自学丛书)

ISBN 7-5083-2213-4

I. 电… II. 徐… III. 电机—维修 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 052118 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 11 月第一版 2004 年 11 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 10.125 印张 264 千字

印数 0001—4000 册 定价 20.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

《 实用电工电子自学丛书 》

编委会成员

主 任：赵建彬

副主任：赵国增 赵红顺

委 员：（以姓氏笔划为序）

王如松	王利敏	王 琳	白俊平
刘志军	刘燕军	孙士尧	朱扣军
张延琪	张爱民	李 华	孟凤果
战崇玉	徐文媛	萧淑霞	章彬宏
曹振军	彭景瑞	路 勇	魏素珍

84.11.17/21

《实用电工电子自学丛书》

序 言

生活中的每个领域都离不开电，在城市、乡村，在工业、农业等各行各业。电工人员的队伍已相当庞大。

近年来，电子技术发展迅猛，各种家用电器、工业生产中的自动设备都离不开电子电路和元件。电子设备的生产、使用和维护已成为社会上的一种广泛需要，并且吸引着大批的电子爱好者。

可见电工、电子技术已深入到社会生活的每个角落，每年都有大批的初学者或爱好者加入到这个领域中来。为了使这些初学者通过自学的方式尽快掌握电工电子基本知识和基本技能，使他们顺利走上各自的工作岗位，我们组织编写了《实用电工电子自学丛书》。这套丛书可以为他们今后进一步深造和发展打下基础。

本套丛书共 11 本，分别为《建筑电工实用技术自学通》、《电机修理自学通》、《电工实用技术自学通》、《电子电路知识及识图自学通》、《电工识图自学通》、《怎样选用电子元器件》、《怎样用万用表检测电子元件》、《万用表使用技巧》、《常用电工电路 280 例解析》、《常用电子电路 280 例解析》及《单片机应用自学通》。

本套丛书的作者大多有多年的职业培训经验和电工电子技术实践经验，并且十分关心电工电子领域科学普及工作，愿意把他们的经验奉献给广大读者。

本套丛书的特点突出一看就懂，具有普及性、实用性。

本套丛书的读者主要是国企、乡镇企业的电工、电子技术初学者；城市、乡村中的广大电工、电子技术爱好者。也可作为职业技术学校培训的初级教材。

我们衷心希望广大电工、电子技术工作者和广大读者对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见。大家共同努力，为普及电工技术、电子技术做出贡献。为我国高级技工的培养打下坚实基础。

《实用电工电子自学丛书》编委会

2004年3月

前 言

随着我国现代化建设的发展和家用电器的发展与普及,电机的应用日益广泛。电机维修行业也得到了迅速的发展,从业人员也日益增多。为了普及电机维修知识,提高从事电机维修人员的技术水平和满足他们的工作需要,提高检修质量,我们编写了这本《电机修理自学通》。本书的宗旨是突出实用为主,理论联系实际,深入浅出,通俗易懂。在编写过程中,力求做到科学性、完整性、系统性、知识性相统一。

《电机修理自学通》主要介绍交、直流电机的基本结构和工作原理,电机维护及运行故障的检查与处理,电机机械故障的修理,电机电气故障的检查,电机绕组的拆换、改接、重绕、重嵌及电机修复后的试验等。

由于编者水平有限,书中难免有不当和错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录



《实用电工电子自学丛书》序言

前言

第一章 电机的基本结构与工作原理 1

第一节 电机的基本知识 1

第二节 直流电机的基本结构和工作原理 14

第三节 三相异步电动机的基本结构和工作原理 20

第四节 单相异步电动机的结构和工作原理 26

第五节 同步电机的结构和工作原理 35

第六节 控制电机和特殊用途电机的结构 40

第二章 电机常见机械故障的检修 52

第一节 电机修理前的整体检查 52

第二节 电机的正确拆装 55

第三节 转轴的故障和检修 59

第四节 轴承的检查修理 61

第五节 电机铁心及机座的修理 72

第六节 集电环与电刷装置的故障及修理 74

第三章 电动机绕组及接线图 86

第一节 绕组的结构型式 86

第二节 三相异步电动机定子绕组 88

第三节 单相电动机绕组 98

第四节	直流电动机绕组	102
第四章	电动机绕组的故障检修	110
第一节	故障检修概述	110
第二节	定子绕组故障检修	111
第三节	转子绕组故障检修	127
第四节	直流电枢绕组的故障检修	132
第五节	直流励磁绕组的检修	141
第六节	绕组的干燥与绝缘处理	143
第五章	交流电机定子绕组的拆换及重嵌工艺	152
第一节	记录铭牌和原有数据	152
第二节	制作绕线模	154
第三节	绕制线圈	157
第四节	安放槽绝缘	158
第五节	嵌线工艺	160
第六节	接线与焊接	165
第七节	绕组试验	170
第六章	直流绕组的拆换及重嵌工艺	172
第一节	直流电枢绕组的重绕及嵌线	172
第二节	并励励磁绕组的重绕	180
第三节	串励励磁绕组的重绕	182
第四节	换向极绕组的重绕	184
第七章	绕组的改接及重绕的简易计算	186
第一节	改变导线规范的计算	186
第二节	单相异步电动机空壳重绕的计算	191
第三节	三相异步电动机空壳重绕的计算	197

第四节	改变电机电压的计算	206
第五节	改变电动机极数的计算	214
第六节	单速电动机改绕成多速电动机的简易计算	216
第七节	三相异步电动机改为单相异步电动机使用的 接线方法	218
第八节	直流电动机重绕计算	220
第八章	电机修复后的试验	224
第一节	电机的国家标准和检查试验项目	224
第二节	电机试验前的准备	228
第三节	电机的检查试验方法	232
第四节	三相异步电动机其他检查试验	245
第五节	三相同步电动机其他检查试验	254
第六节	直流电机其他检查试验	257
第九章	电机的常见故障及处理方法	264
第一节	直流电机的常见故障及处理方法	264
第二节	三相交流异步电动机的常见故障及处理方法	271
第三节	同步电动机的常见故障及处理方法	275
第四节	同步发电机的常见故障及处理方法	277
第五节	单相异步电动机的常见故障及处理方法	279
第六节	其他常用电机的常见故障及处理方法	281
第十章	电机的安装、使用与维护	288
第一节	电机的安装与调整	288
第二节	电机的使用与维护	294
第三节	各种电机的使用与维护	296
第四节	电机的定期检查与维护	308
参考文献		311

第一章

电机的基本结构与工作原理

第一节 电机的基本知识

一、电机的基本类型

电机通常分为两大类，一类是直流电机，另一类是交流电机。交流电机按其转速与电源频率之间的关系，又分为同步电机和异步电机。

1. 直流电机

直流电机按其用途分为电动机和发电机。随着晶闸管整流电源的广泛应用和日益完善，在许多领域中不再采用直流发电机。但在某些领域中，如真空冶炼工业和无交流电网且又需要直流电源的场合，直流发电机仍有一定的用途。

直流电机的特性与其励磁方式有密切联系，按不同的励磁方式可分为他励、并励、串励和复励等。直流电机还可按转速、电流、电压、工作定额、防护型式、安装结构型式以及通风冷却方式等特征来分类。如 Z2 系列为一般用途的小型直流发电机和直流电动机系列；Z4 系列为我国统一设计的最新直流电机系列，采用多角形叠片机座及 F 级绝缘，已达到国际先进水平。

2. 同步电机

同步电机按其用途分为发电机、电动机和补偿机，但主要是用作发电机，如汽轮发电机、水轮发电机、柴油发电机和燃气轮发电机等。

同步电机按结构形式分为旋转电枢式和旋转磁场式两种。一般

都采用旋转磁场式,只有小型或特殊用途的同步电机,如无刷励磁同步电机所用的交流励磁机等,才采用旋转电枢式。按磁极形状又分为隐极式和凸极式。隐极式适用于极对数 $p \leq 2$ 的同步电机,如汽轮发电机;凸极式适用于极对数 $p \geq 2$ 的同步电机,如水轮发电机、同步电动机和由内燃机拖动的同步发电机等。其中 T2 系列为小型三相同步发电机,TF、TD 系列分别为中大型三相同步发电机和同步电动机。

3. 异步电机

异步电机一般用作电动机,它是各种电动机应用最广、需要量最大的一种电机。为了适应各种机械配套的要求,异步电动机的系列、品种、规格繁多。异步电动机分为单相和三相两大类。

单相异步电动机一般为 1kW 以下的小功率电动机,分为单相电阻起动、单相电容起动、单相电容运转、单相电容起动与运转和单相罩极式等,广泛应用于工业和人民日常生活的各个领域,尤其以电动工具、医疗器械、家用电器等使用的更多。

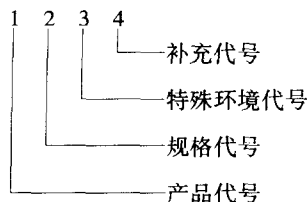
三相异步电动机按转子绕组型式分为笼型和绕线型两类,小型异步电动机大多为笼型。三相异步电动机可按其尺寸大小、防护型式、安装结构型式、绝缘等级和工作定额等来分类。J2、JO2 系列为一般用途的小型笼型三相异步电动机,目前已被 Y 系列笼型三相异步电动机所取代。Y 系列电动机具有效率高、节能、堵转转矩高、噪声低、振动小和运行安全可靠等优点,安装尺寸和功率等级符合 IEC 标准,是我国统一设计的最新基本系列,其主要技术数据可参见有关手册。

二、电机的型号及类型

(一) 电机产品型号的构成及其内容的规定

1. 电机产品型号

电机产品型号由产品代号、规格代号、特殊环境代号和补充代号四个部分组成,并按下列顺序排列:



2. 电机产品代号

电机产品代号由电机类型代号、电机特点代号、设计序号和励磁方式代号四个小节顺序组成。

(1) 类型代号表征电机的类型，用汉语拼音字母表示，按表 1-1 的规定选取。

表 1-1 电机类型代号

序号	电机类型	代号	序号	电机类型	代号
1	异步电动机（笼型及绕线型）*	Y	6	汽轮发电机	QF
2	同步电动机	T	7	水轮发电机	SF
3	同步发电机（除汽轮发电机、水轮发电机外）	TF	8	测功机	C
4	直流电动机	Z	9	交流换向器电动机	H
5	直流发电机	ZF	10	潜水电泵	Q
			11	纺织用电机	F

* 本表中“异步电动机”及其代号“Y”专用于笼型及绕线转子感应电动机。其他异步电动机如交流换向器异步电动机等将另加说明并另给代号（如 H 等）。

(2) 特点代号表征电机的性能、结构或用途，用汉语拼音字母表示。

(3) 设计序号指电机产品设计的顺序，用阿拉伯数字表示。对于第一次设计的产品，不标注序号。

(4) 励磁方式代号分别用字母 S 表示三次谐波励磁、J 表示晶闸管励磁、X 表示相变励磁。

3. 电机的规格代号

电机的规格代号用中心高、铁心外径、机座号、机壳外径、

轴伸直径、凸缘代号、机座长度、功率、电机等级、转速或极数等来表示。主要系列产品的规格代号按表 1-2 的规定来选取。

机座长度用国际通用字母符号表示：S 表示短机座，M 表示中机座，L 表示长机座。铁心长度按由短至长顺序用数字 1、2、3…表示。

表 1-2 系列产品规格代号

序号	系列产品	规格代号
1	小型异步电动机	中心高 (mm) — 机座长度 (字母代号) — 铁心长度 (数字代号) — 极数
2	中大型异步电动机	中心高 (mm) — 铁心长度 (数字代号) — 极数
3	小型同步电机	中心高 (mm) — 机座长度 (字母代号) — 铁心长度 (数字代号) — 极数
4	中大型同步电机	中心高 (mm) — 铁心长度 (数字代号) — 极数
5	小型直流电机	中心高 (mm) — 机座长度 (字母代号)
6	中型直流电机	中心高 (mm) 或机座号 (数字代号) — 铁心长度 (数字代号) — 电流等级 (数字代号)
7	大型直流电机	电枢铁心外径 (mm) — 铁心长度 (mm)
8	汽轮发电机	功率 (MW) — 极数
9	中小型水轮发电机	功率 (kW) — 极数/定子铁心外径 (mm)
10	大型水轮发电机	功率 (MW) — 极数/定子铁心外径 (mm)
11	测功机	功率 (kW) — 转速 (仅对直流测功机)
12	分马力电动机 (小功率电动机)	中心高或机壳外径 (mm) — (或/) 机座长度 (字母代号) — 铁心长度、电压、转速 (均用数字号)
13	交流换向器电机	中心高或机壳外径 (mm) — (或/) 铁心长度、转速 (均用数字代号)

4. 电机特殊环境代号

电机的特殊环境代号按表 1-3 的规定选用，如同时适用于一个以上的特殊环境时，则按表 1-3 的顺序排列。

表 1-3 特殊环境代号

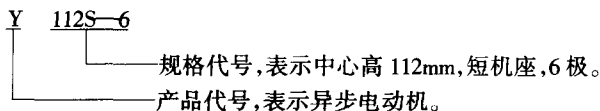
“高”原用	G	“热”带用	T
“船”(海)用	H	“湿热”带用	TH
户“外”用	W	“干热”带用	TA
化工防“腐”用	F		

5. 电机补充代号

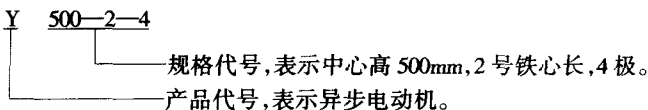
电机的补充代号仅适用于有此要求的电机。用汉语拼音字母或阿拉伯数字表示。补充代号所代表的内容,应在产品标准中规定。

(二) 电机产品型号示例

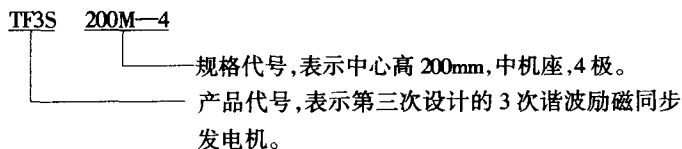
1. 小型异步电动机



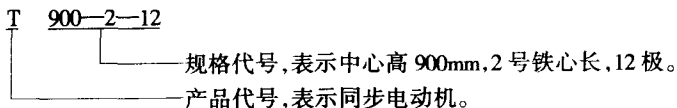
2. 中型异步电动机



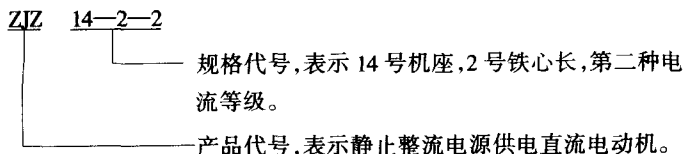
3. 小型同步发电机



4. 大型同步电动机



5. 静止整流电源供电直流电动机



6. 湿热带用小型直流电动机

Z 132L — TH

—— 特殊环境代号, 表示湿热带。

—— 规格代号, 表示中心高 132mm, 长机座。

—— 产品代号, 表示直流电动机。

7. 直流测功机

CZ 400—3000

—— 规格代号, 表示功率 400kW, 额定转速 3000r/min。

—— 产品代号, 表示直流测功机。

8. 氢冷汽轮发电机

QFSQ 600—2

—— 规格代号, 表示功率 600MW, 2 极。

—— 产品代号, QF 表示汽轮发电机, S 表示定子、转子线圈水内冷, Q 表示铁心氢冷。

9. 大型水轮发电机

SF 20—12/4250

—— 规格代号, 表示功率 20MW, 12 极, 定子铁心外径 4250mm。

—— 产品代号, 表示水轮发电机。

10. 户外化工防腐用小型隔爆异步电动机

YB 160M—4 WF

—— 特殊环境代号, W 表示户外用, F 表示化工防腐用。

—— 规格代号, 表示中心高 160mm, 中机座, 4 极。

—— 产品代号, 表示隔爆型异步电动机。

11. 分马力异步电动机

YS 71—1—4

规格代号,表示中心高 71mm,1 号铁心长,4 极。

产品代号,表示分马力异步电动机。

12. 分马力直流电动机

ZY 36/249

规格代号,表示机壳外径 36mm,2 号铁心长。电压代号为 4(额定电压的 1/3 即 12V),转速代号为 9(即 9000r/min)。

产品代号,表示永磁直流电动机。

13. 交流换向器电动机

HC 45—28

规格代号,表示中心高 45mm,2 号铁心长,转速代号为 8(8000r/min)。

产品代号,表示单相串励交流换向器电动机。

14. 永磁式三相同步发电机

TFY 90M2—2—TH—24b

补充代号,表示第二种噪声等级,第四种电压调整率,第二个暂定系列代号。

特殊环境代号,表示湿热带。

规格代号,表示中心高 90mm,中机座,2 号铁心长,2 极。

产品代号,表示永磁式三相同步发电机。

15. 热电机车用同步牵引主发电机

TOFR 300—2

补充代号,表示第三种规格。

规格代号,表示 3000kVA。

产品代号,表示热电机车用同步牵引主发电机。