

中小型电机修理手册

上海市电子电器技术协会 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 38.625 插页 40 字数 1,317,000

1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷

印数 1—17,000

ISBN 7-5323-1449-9/TM·37

定价: 20.00 元

内 容 提 要

本书是一本取材新颖、内容丰富和实用性很强的中小微型电机修理工具书。书内共介绍了约 100 种中小微型各类电机的修理技术数据及修理方法,是一本较全面地介绍各类电机修理技术的工具书。本书以图表形式为主,辅以简单的文字说明,通俗易懂。本书中除了介绍近年来有关新电机的技术数据外,还介绍了目前仍在广泛使用的各类老电机的修理技术数据。本书中所列各类电机的技术数据均取自各有关制造厂。此外,书末还附有六十余幅电动机绕组布线、接线范例彩图及大量的老系列电动机铁心、绕组技术数据,供电机修理人员查阅。

全书共分十八章,内容包括:交直流电机概述、直流电机技术数据、三相异步电动机技术数据、三相变极多速异步电动机、起重及冶金用异步电动机、BJO₃ 系列隔爆型三相异步电动机、直流电机扩大机、旋转式直流弧焊机、小型潜水电泵及深井泵用电动机、三相同步发电机、驱动用微电机、电扇电动机、部分家用电器用电动机、电动工具用电动机、汽车和拖拉机及内燃机用电机、电磁调速电动机、三相异步换向器电动机及电机维修常用材料。

本书可供广大电机修理人员使用,也可供从事电机设计、制造及使用的工程技术人员参考。

前 言

中小微型电机在工矿企业、农业、交通运输业及城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。为满足电机维修人员的迫切需要以及从事电机设计、制造、安装、使用等单位的工程技术人员工作参考需要,上海市电子电器技术协会在调查研究的基础上组织了有关电机制造厂的工程师、总工程师、技术副厂长等专业技术人员编写了这本比较全面、系统的电机修理专著——《中小微型电机修理手册》。

本手册汇编了常用中小微型交直流电机,共约100个品种的技术资料,重点突出维修用铁心尺寸、绕组线规、匝数等关键技术数据。其中:Y和YR系列三相异步电动机;YZ和YZR系列起重及冶金用三相异步电动机;AO2、BO2、CO2和DO2系列驱动用微电机等都是近年来投入生产的新产品。其中Z4系列、ZD3系列、ZZJ-800系列等则是直流电机中的最新产品,本手册介绍了其技术性能数据、安装及外形尺寸。本手册还介绍了电机常见故障的排除方法、绕线、嵌线、烘漆、浸漆等修理操作工艺,绕组的重绕计算,电机修理后的测试方法以及电机维修用的各种常用材料。在附录中编入了70余幅各类电动机的布接线彩色范例图及其他维修用有关资料,供读者查阅。

参加编写的主要有(以编写的章节为序):

李修衡、陈沛铭、高歧山、陈永伉、汪方朗、王文傑、许从善、周旭、毛文华、刘一平、许上明、王财富、张耀林、章锦华、吴广盛、罗选强、孙海宝、俞铭灿、宓惠萍、李长关、烈枫、章寿朴。

参加本手册编审工作的主要有:刘一平、孙增荣、黄承尧。

在编写过程中得到了上海市跃进电机厂、先峰电机厂、南洋电机厂、华生电扇总厂、人民电机厂、起重电机厂、机械电子工业部上海电动工具研究所等单位的大力支持以及汪方朗等同志的热情帮助,特表示衷心的感谢。

手册汇编的有关内容虽经努力,但仍有不够齐全的情况,不足之处请批评指正。

上海市电子电器技术协会

1989.3

目 录

第一章 交、直流电机概述	1
1-1 直流电机	1
1-1.1 直流电机的分类与用途	1
1-1.2 直流电机的结构简介	2
1-1.3 直流电机的主要工作特性及适用范围	6
1-1.4 电枢绕组	6
1-1.5 直流电动机的运行	8
1-1.6 直流电机的维护与保养	12
1-1.7 直流电机绕组重绕	16
1-1.8 直流电机试验	23
1-2 三相异步电动机	26
1-2.1 三相异步电动机的分类、型号、结构特征及用途	26
1-2.2 三相异步电动机的主要结构	32
1-2.3 三相异步电动机的技术指标	32
1-2.4 三相异步电动机定子绕组及其故障	32
1-2.5 三相异步电动机的维护保养及故障修理	62
1-2.6 三相异步电动机定子绕组的重绕	67
1-2.7 三相异步电动机重绕计算	74
1-2.8 三相异步电动机改极计算	89
第二章 直流电机技术数据	95
2-1 Z2 系列直流电机	95
2-1.1 Z2 系列直流电机的主要技术数据	95
2-1.2 Z2 系列直流电机的安装及外形尺寸	100
2-1.3 Z2 系列直流电机的轴承号	107
2-1.4 Z2 系列直流电机结构及绕组数据	108
2-2 Z3 系列直流电机	146
2-2.1 Z3 系列直流电机的主要技术性能数据	146
2-2.2 Z3 系列直流电机的安装及外形尺寸	153

2-2-3 Z3 系列直流电机的轴承号	158
2-2-4 Z3 系列直流电机的结构及绕组数据	159
2-3 Z4 系列小型直流电机	177
2-3-1 特点及用途	177
2-3-2 电机性能	178
2-3-3 安装结构型式	179
2-3-4 冷却方式	179
2-3-5 电机技术数据	180
2-3-6 安装及外形尺寸	206
2-4 ZD3 系列中型直流电机	218
2-4-1 概述	218
2-4-2 ZD3 系列电机规格	218
2-4-3 ZD3 系列电动机安装及外形尺寸	230
2-5 ZF2、ZD2 系列中型直流电机	230
2-5-1 ZF2、ZD2 系列电机简介	230
2-5-2 ZF2、ZD2 系列电机铁心及绕组数据	230
2-5-3 ZF2、ZD2 系列电机安装及外形尺寸	230
2-6 起重及冶金用直流电动机	254
2-6-1 ZYY 系列起重及冶金用直流电动机	254
2-6-2 ZZJ2 系列起重及冶金用直流电动机	286
2-6-3 ZZJ-800 系列轧机辅传动用直流电动机	293
2-7 蓄电池供电的直流电动机	293
2-7-1 电机结构与性能	294
2-7-2 使用和维修注意事项	294
2-7-3 电机型号、规格及绕组数据	295
2-8 电车电动机	304
2-8-1 电车电动机的主要技术数据	304
2-8-2 电车电动机的特性曲线	306
2-8-3 电车电动机的外形及轴伸尺寸	308
2-9 ZBD、ZBF 型龙门刨床用直流电机	309
2-10 Z2-02-MD 型磨床用直流电动机	313
2-11 ZK-32 型直流电动机	315
2-12 ZYS 型永磁直流测速发电机	321

2-13 ZZD 型直流串激电动机	323
2-13.1 ZZD 型直流电动机的主要技术数据	323
2-13.2 ZZD 型直流电动机的铁心及绕组技术数据	323
2-13.3 ZZD 型直流电动机的安装及外形尺寸	328
第三章 三相异步电动机技术数据	329
3-1 J2、JO2 系列三相异步电动机	329
3-2 JO3 系列三相异步电动机	329
3-3 Y 系列三相异步电动机	329
3-4 YR 系列绕线转子三相异步电动机	387
3-4.1 YR (IP44) 系列绕线转子三相异步电动机	387
3-4.2 YR (IP23) 系列绕线转子三相异步电动机	396
3-4.3 YR 系列电动机的轴承型号	407
3-4.4 YR 系列电动机的电刷牌号及尺寸	407
3-4.5 YR 系列电动机转子绕组的绝缘结构	410
3-4.6 YR 系列电动机的常见故障及处理方法	410
3-5 高转差率三相异步电动机	410
3-5.1 JH02 系列高转差率三相异步电动机	411
3-5.2 YH 系列高转差率三相异步电动机	411
3-6 JS、JR 系列中型三相异步电动机	411
3-6.1 JS、JR 系列电机简介	411
3-6.2 JS、JR 系列电机的铁心及绕组数据	411
3-7 JS2、JR2 系列中型低压三相异步电动机	442
3-7.1 JS2、JR2 系列电机简介	442
3-7.2 JS2、JR2 系列电机的铁心及绕组数据	442
3-7.3 JS2、JR2 系列电机安装及外形尺寸	442
3-8 Y、YR 系列中型高压三相异步电动机	442
3-8.1 Y、YR 系列高压电机简介	442
3-8.2 Y 系列中型高压三相异步电动机的技术数据	478
3-8.3 YR 系列中型高压三相异步电动机的技术数据	479
3-8.4 Y、YR 系列中型高压三相异步电动机安装尺寸	479
3-9 JG2 系列辊道用三相异步电动机	479
3-9.1 JG2 系列三相异步电动机简介	479
3-9.2 JG2 系列三相异步电动机的铁心及绕组数据	484

3-9.3 JG2 系列三相异步电动机的安装及外形尺寸	484
3-9.4 JG2 系列电动机的轴承牌号	486
第四章 三相变极多速异步电动机	487
4-1 变极多速异步电动机简介	487
4-1.1 改变电机绕组极对数的方法	487
4-1.2 单绕组多速异步电动机的变极原理和方法	487
4-1.3 单绕组多速电动机的速比	488
4-1.4 单绕组双速电动机的特性	488
4-2 三相单绕组多速电动机方案	489
4-3 YD 系列三相变极多速异步电动机	503
4-3.1 YD 系列三相变极多速异步电动机简介	503
4-3.2 YD 系列三相变极多速异步电动机技术数据	503
4-4 JDO2 系列三相变极多速异步电动机	503
4-4.1 JDO2 系列三相变极多速异步电动机技术数据(甲组)	503
4-4.2 JDO2 系列三相变极多速异步电动机技术数据(乙组)	566
4-5 JDO3 系列三相变极多速异步电动机	566
4-6 单速电动机改绕成多速电动机简明计算	566
4-6.1 改绕基本原则	566
4-6.2 改绕方案的选择	566
4-6.3 记录被改单速电动机的有关数据	579
4-6.4 改绕简明计算	579
第五章 起重及冶金用异步电动机	584
5-1 JZR ₂ 、JZ ₂ 系列起重及冶金用三相异步电动机	584
5-1.1 概述	584
5-1.2 电动机的技术性能数据	584
5-1.3 电动机的安装及外形尺寸	584
5-1.4 电动机的铁心及绕组数据	598
5-1.5 电动机结构	598
5-1.6 电动机的轴承	599
5-1.7 集电环及电刷	600
5-2 YZR、YZ 系列起重及冶金用三相异步电动机	600
5-2.1 概述	600
5-2.2 电动机的机座号、同步转速和功率关系	600
5-2.3 电动机的主要技术性能数据	601

5-2.4 电动机的安装及外形尺寸	616
5-2.5 电动机的铁心及绕组数据	616
5-2.6 电动机的轴承	616
5-2.7 集电环及电刷	616
5-3 ZD、ZDY 系列锥形转子制动三相异步电动机	618
5-3.1 概述	618
5-3.2 电动机的结构及工作原理	618
5-3.3 电动机的主要技术性能数据	619
5-3.4 电动机的铁心及绕组数据	619
5-3.5 电动机的安装及外形尺寸	621
5-3.6 电动机的轴承	621
5-3.7 电动机的调试	621
5-4 交流电梯电动机	626
5-4.1 性能与结构特点	626
5-4.2 电动机的技术数据	626
5-4.3 JTD 型电动机的安装及外形尺寸	629
5-4.4 电动机的使用和维修	629
第六章 BJO ₂ 系列隔爆型三相异步电动机	632
6-1 BJO ₂ 系列电动机的主要技术数据	632
6-2 BJO ₂ 系列电动机的铁心及绕组数据	640
6-3 BJO ₂ 系列电动机的安装及外形尺寸	640
6-4 隔爆型电动机使用与维护	640
6-4.1 电动机的安装	643
6-4.2 电动机的接线	643
6-4.3 电动机的拆卸	644
6-4.4 隔爆结合面的防锈措施	644
6-4.5 电动机的维护	645
6-4.6 电动机的存放	645
6-4.7 隔爆知识简介	646
第七章 直流电机扩大机	650
7-1 直流电机扩大机的构造及工作原理	650
7-2 扩大机的选用	651
7-3 直流扩大机的试验和调整	652

7-4 扩大机的常见故障及其检查方法·····	653
7-5 ZKK 系列电机扩大机的技术数据·····	655
7-6 扩大机的安装及外形尺寸·····	666
第八章 旋转式直流弧焊机 ·····	669
8-1 旋转式直流弧焊机的结构·····	669
8-2 旋转式直流弧焊机的工作原理·····	670
8-2.1 差复励式直流弧焊发电机·····	670
8-2.2 换向极去磁式直流弧焊发电机·····	671
8-2.3 裂极式直流弧焊发电机·····	671
8-3 旋转式直流弧焊机的技术数据·····	673
第九章 小型潜水电泵及深井泵用电动机 ·····	679
9-1 QY 型油浸式农排电泵·····	679
9-1.1 农排电泵的结构·····	680
9-1.2 农排电泵的技术参数·····	684
9-1.3 农排电泵的外形尺寸·····	686
9-1.4 农排电泵的铁心和绕组技术数据·····	686
9-2 QX 型污水(工程)用潜水电泵·····	688
9-2.1 污水电泵的结构·····	689
9-2.2 QX 型污水(工程)用潜水电泵的技术参数·····	691
9-2.3 污水电泵的外形尺寸·····	692
9-2.4 QX 型污水电泵的铁心和绕组技术数据·····	693
9-3 QD 型单相工程用潜水电泵·····	699
9-3.1 单相电泵的结构·····	694
9-3.2 单相电泵的技术参数·····	696
9-3.3 电泵的外形尺寸、铁心及绕组技术数据·····	696
9-4 JLB2(JTB2)系列长轴深井泵三相异步电动机·····	699
9-4.1 深井电动机的结构特点·····	701
9-4.2 深井电动机的技术数据·····	701
9-4.3 深井电动机的外形与安装尺寸·····	703
9-4.4 深井电动机铁心与绕组的技术数据·····	706
9-5 节能型 YLB 系列长轴深井用异步电动机·····	708
9-5.1 深井电动机的结构·····	709
9-5.2 深井电动机与深井泵的技术数据·····	711
9-5.3 深井电动机的外形与安装尺寸·····	715

9-5.4 深井电动机铁心及绕组技术数据	717
9-6 潜水电泵与深井电动机的故障与处理	719
9-6.1 潜水电泵使用注意事项	719
9-6.2 潜水电泵的故障产生原因和处理方法	720
9-6.3 深井电动机使用注意事项	722
9-6.4 深井电动机的故障原因和解决方法	722
第十章 三相同步发电机	724
10-1 T2 系列小型三相同步发电机	724
10-1.1 T2 系列同步发电机简介	724
10-1.2 T2 系列同步发电机的励磁方式	725
10-1.3 T2 系列同步发电机的铁心及绕组数据	727
10-1.4 T2 系列同步发电机的安装尺寸	734
10-2 TSWN、TSN 系列小容量水轮发电机	738
10-2.1 TSWN、TSN 系列发电机简介	738
10-2.2 TSWN、TSN 系列发电机的技术数据(12~75千瓦)	739
10-2.3 TSWN、TSN 系列水轮发电机的技术数据(75~160 千瓦)	748
10-2.4 TSWN、TSN 系列水轮发电机的技术数据(125~630 千瓦)	748
10-2.5 TSWN、TSN 系列水轮发电机的安装及外形尺寸	758
第十一章 驱动用微电机	762
11-1 概述、分类、用途	762
11-1.1 微型异步电动机	762
11-1.2 微型同步电动机	762
11-1.3 微型换向器电动机	762
11-1.4 微型中频电动机	763
11-2 JW、JX、JY、JZ 老系列微型异步电动机的铁心及绕组 技术数据	763
11-2.1 JW 老系列三相感应电动机	763
11-2.2 JX 老系列单相电容运转电动机	763
11-2.3 JY 老系列单相电容起动电动机	768
11-2.4 JZ 老系列单相分相起动电动机	777
11-3 JW、JX、JY、JZ 新系列微型异步电动机的铁心和绕组 技术数据	780
11-4 AO2、BO2、CO2、DO2 系列微型异步电动机的铁心和绕组 技术数据	793

11-4.1 技术数据	793
11-4.2 安装及外形尺寸	802
第十二章 电扇电动机	806
12-1 电扇电动机的种类	806
12-2 电扇电动机的机械结构	806
12-3 电扇电动机的电器结构	814
12-3.1 罩极式电动机	814
12-3.2 电容分相运转式电动机	814
12-3.3 串激式交直流两用电动机	817
12-3.4 交流永磁式微型同步电动机(转页扇用电动机)	817
12-4 电扇电动机的技术数据	818
12-4.1 交流电扇电动机的绕组数据	818
12-4.2 直流、交直流电扇串激电动机的电枢绕组数据	828
12-5 电扇调速器的技术数据和接线原理图	829
12-5.1 电扇调速器的技术数据	829
12-5.2 常用调速器线头编号及接线图	835
12-6 电扇电动机常见故障及处理办法	835
第十三章 部分家用电器用电动机	841
13-1 电冰箱压缩机组的电动机	841
13-1.1 电冰箱压缩机组	841
13-1.2 电冰箱压缩机组的电动机	857
13-2 洗衣机用电动机	860
13-2.1 XDC、JXX、XD 型洗衣机用电动机	860
13-2.2 XDL、XDS 型洗衣机用电动机	864
13-3 吸尘器用电动机	867
13-3.1 吸尘器用电动机的绕组数据	867
13-3.2 电动机绕组的重绕	867
13-4 电吹风用电动机	873
13-4.1 电吹风用电动机的种类	873
13-4.2 电吹风用电动机的技术数据	873
13-4.3 电吹风用电动机的故障与维修	874
13-5 空调器风扇电动机	874
13-5.1 产品简介	874

13-5.2	型号说明	874
13-5.3	结构特点	874
13-5.4	技术数据	876
13-5.5	电动机接线图	876
13-5.6	电动机外形及安装尺寸	876
13-5.7	维护使用	876
13-5.8	YYKF-120-4 型空调器风扇电动机铁心及绕组数据	883
13-6	电动剃须刀用电动机	884
第十四章	电动工具用电动机	885
14-1	概述	885
14-2	电动工具用交直流两用电动机	887
14-2.1	基本原理	887
14-2.2	设计的技术参数	887
14-2.3	一般结构及主要部件的技术要求	887
14-2.4	故障分析	891
14-2.5	修理方法	893
14-3	电动工具用三相异步电动机	903
14-3.1	基本结构	903
14-3.2	装配步骤	904
14-3.3	故障分析	904
14-3.4	修理方法	906
第十五章	汽车、拖拉机、内燃机电机	911
15-1	汽车、拖拉机、内燃机用发电机	911
15-1.1	交流发电机的结构特点	911
15-1.2	交流发电机的主要技术数据	911
15-1.3	交流发电机的绕组数据	918
15-1.4	交流发电机的安装及外形尺寸	920
15-1.5	使用注意事项	936
15-1.6	发电机的故障与检修	933
15-2	起动机	945
15-2.1	起动机的结构	945
15-2.2	起动机起动前的准备工作	945
15-2.3	起动机使用注意事项	945
15-2.4	起动机的安装	950

15-2.5	起动机的维护、拆卸和检修	950
15-2.6	起动机的故障原因及修理方法	951
15-2.7	起动机的基本参数及齿轮参数	951
15-3	汽车用微型电动机	951
15-3.1	产品简介	951
15-3.2	型号说明	951
15-3.3	技术数据	952
15-3.4	汽车用微电机安装及外形尺寸	952
15-3.5	维护使用	956
15-3.6	电动机常见故障原因及检修方法	958
第十六章	电磁调速电动机	959
16-1	电磁调速电动机的分类和结构	959
16-2	JZT 系列电磁调速电动机	962
16-3	JZT2 系列电磁调速电动机	962
16-4	JZTT 系列电磁调速电动机	962
16-5	YCT 系列电磁调速电动机	962
16-6	控制器	973
16-7	电磁调速电动机的接线及调整	975
16-8	电磁调速电动机的试车、起动、调速和停车	977
16-9	电磁调速电动机的维护须知	978
16-10	电磁调速电动机的故障原因及排除方法	978
第十七章	三相异步换向器电动机	980
17-1	JZS2 系列三相异步换向器电动机的结构	981
17-1.1	定子	981
17-1.2	转子	981
17-1.3	调节机构	983
17-2	JZS2 系列三相异步换向器电动机的主要技术性能数据	984
17-3	JZS2 系列三相异步换向器电动机的安装和外形尺寸	984
17-4	JZS2 系列绕组数据	984
17-5	三相异步换向器电动机的接线	984
17-6	三相异步换向器电动机的运行	1000
17-6.1	起动	1000
17-6.2	速度调节和行程开关	1000

17-6.3	停车	1002
17-6.4	旋转方向的变换	1002
17-6.5	用速度继电器(例如 JY-1)来反接制动换向器电动机时的串联电阻	1003
17-6.6	电机运行中的噪声	1003
17-7	三相异步换向器电动机的维护	1004
17-8	三相异步换向器电动机大修注意事项	1005
17-9	三相异步换向器电动机故障原因和检查	1012
第十八章	电机维修常用材料	1019
18-1	电机常用电磁线及绝缘材料简介	1019
18-2	电磁线	1023
18-2.1	电磁线型号及应用范围	1023
18-2.2	圆电磁线规格	1025
18-2.3	扁电磁线规格	1038
18-2.4	铜、铝裸扁线截面尺寸	1058
18-3	电机用电刷	1063
18-3.1	电刷类别、型号、特征和应用范围	1063
18-3.2	电刷的接触特性和理化特性	1066
18-3.3	电刷的尺寸	1070
18-3.4	电刷的型式	1074
18-3.5	电刷产品	1074
18-3.6	电刷的维护与故障处理	1075
18-3.7	国产电刷与国外电刷型号对照	1093
18-4	漆布、漆管、复合箔、薄膜、粘带、绑扎带	1097
18-4.1	漆布	1097
18-4.2	漆管	1106
18-4.3	复合箔	1108
18-4.4	薄膜	1108
18-4.5	粘带	1108
18-4.6	绑扎带	1108
18-5	层压板及云母制品	1115
18-5.1	层压板	1115
18-5.2	云母制品	1125
18-6	浸渍漆、覆盖漆、硅钢片漆	1134

18-6.1 浸渍漆.....	1134
18-6.2 覆盖漆.....	1145
18-6.3 硅钢片漆.....	1147
附录1 电动机绕组布线接线图范例	1~70
附录2 各系列电动机铁心和绕组、Y系列电动机有关参数、中小型 电机浸渍工艺及交直流电机温升限度等技术数据表	71~136

第一章 交、直流电机概述

1-1 直流电机

1-1.1 直流电机的分类与用途

直流电机为直流发电机和直流电动机的总称，可分为普通的标准系列及适用于不同运行场合的派生和专用系列，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 直流电机分类名称及用途

名 称	用 途	型 号	原用型号
直流电动机	一般用途，基本系列	Z	Z、ZD、 ZO、Z ₂ 、 Z ₃ 、ZO ₂
直流发电机	一般用途，基本系列	ZF	
广调速直流电动机	用于调速范围较大的传动机械	ZT	ZT
精密机床用直流电动机	磨床、坐标镗床等精密机床用	ZJ	ZJD
船用直流电动机	船舶上各种辅助机械用	Z-H	ZH Z ₂ C
船用直流发电机	作船舶上电源用	ZF-H	ZO ₂ C
起重冶金用直流电动机	冶金辅助传动机械等	ZZJ	ZZ、ZZK ZZY
船用起重直流电动机	各种船舶的辅助设备	ZZJ-H	ZZ-H ZZK-H ZZY-H
龙门刨床用直流电动机	龙门刨床用	ZU	ZBD
永磁直流测速发电机	测量转速或作速度反馈元件	ZYS	ZYS
大功率他激直流测速发电机	作速度反馈元件	ZCF	ZCF
直流牵引电动机	电力传动机车、工矿用电机车 和蓄电池供电车等	ZQ	ZQ ZXQ
无槽直流电动机	快速动作伺服系统中用	ZW	ZWC
力矩直流电动机	用于位置或速度伺服系统中 作为执行元件	ZLJ	
直流永磁电动机	广泛用于小、微型、低压传动中	ZY	ZY

1-1.2 直流电机的结构简介

直流电机基于电磁感应原理进行电能与机械能的能量转换，其结构及主要零部件如图 1-1-1、图 1-1-2 及图 1-1-3 所示。

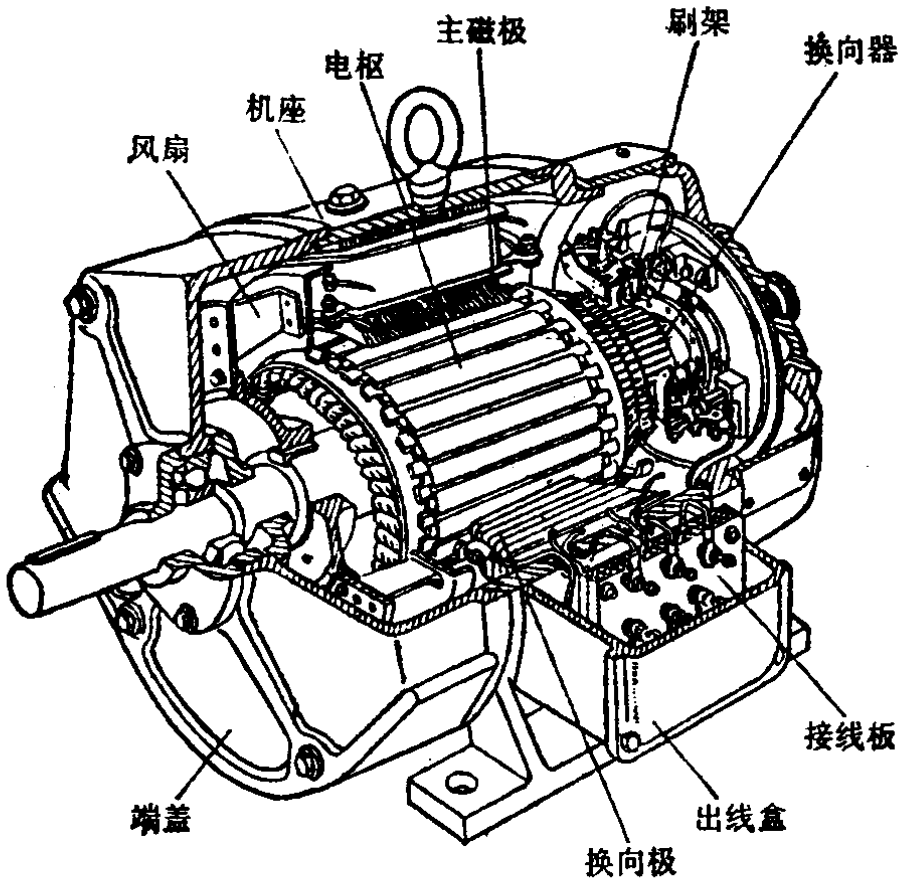


图 1-1-1 直流电机结构图

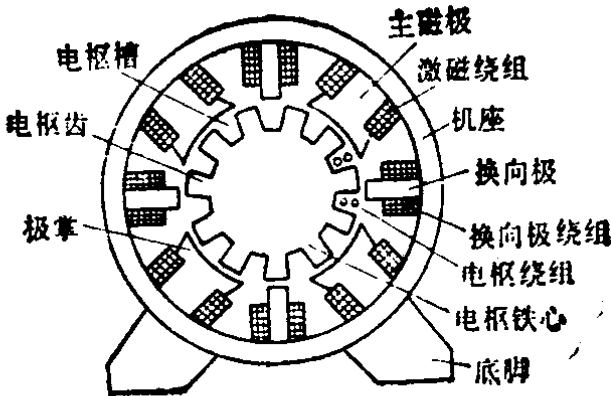


图 1-1-2 直流电机的剖面图