

简单
易学

JIANDAN YIXUE

100%

贺应和 编著

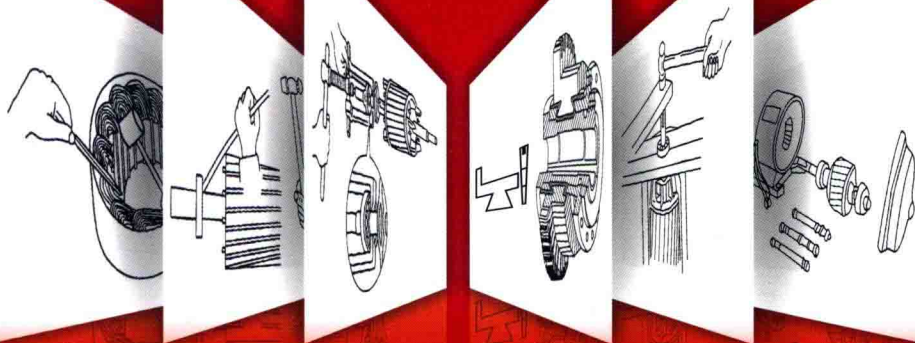
DIANDONGJI WEIXIU JINENG
YIXUE JIUHUI

电动机维修技能

一学就会

实用的维修技能 <<<

全面的知识讲解 <<<



化学工业出版社

DIANDONGJI WEIXIU JINENG
YIXUE JIUHUI

电动机维修技能 一学就会

贺应和 编著

责任编辑：李文海
封面设计：刘雨村

文字编辑：刘雨村
封面设计：刘雨村

本书可作为从事电动机维修工作的初、中级技术人员的培训教材，也可供从事电动机维修工作的工程技术人员参考。
（CIP000000） 图书在版编目（CIP）数据：电动机维修技能 / 贺应和编著. — 北京：化学工业出版社，2018.7
I. ①电… II. ①贺… III. ①电动机—维修—技能—教材 IV. ①TM92—43

850mm×118mm 1/32 印张 284 千字

2018年7月北京第1次印刷

定价：39.00元（含邮费） ISBN 978-7-122-32888-1

网址：http://www.cip.com.cn

本书由化学工业出版社出版，印刷厂承印。



化学工业出版社

地址：北京市东城区黄城根北街2号

· 北京 ·

定价：39.00元（含邮费）

本书针对广大电动机维修人员和初学者的学习需要,以图表和案例的形式全面介绍了电动机维修涉及的各项知识与技能、技巧。重点介绍了电动机机械部件的维修、电动机绕组的排列、电动机绕组局部故障的维修、电动机绕组的拆换、电动机修复后的检查试验与运行维护等内容。书中尽量以电动机常见实际故障为例作说明,教会读者电动机故障诊断与维修方法。

本书可供电机维修技术人员、初学者和电工人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电动机维修技能一学就会/贺应和编著. —北京:
化学工业出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-122-26567-8

I. ①电… II. ①贺… III. ①电动机-维修 IV.
①TM320. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 057387 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 王 静

文字编辑: 谢蓉蓉
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 264 千字
2016 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着电动机广泛应用于各行各业及日常生活中,电动机的保养、维修工作越来越多,为此,笔者从实际出发,本着易懂、易学、方便、实用的原则编写了本书,引导电动机维修技术人员轻松掌握电动机维修的基本知识和技能。

本书从初学者的角度精心设计内容和表现形式,突出实用性和可操作性,注重基本知识和实用技能的掌握,主要介绍了电动机维修基础知识、电动机机械部件的维修、电动机绕组的排列、电动机绕组局部故障的维修、电动机绕组的拆换、电动机修复后的检查试验与运行维护等内容。书中尽量以电动机常见实际故障为例作说明,教会读者电动机故障诊断与维修方法。

本书由贺应和编著,由祖国建审稿。在编著过程中借鉴了相关的专业资料,在此向原作者致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

第2章 电动机机械部件的维修

93

2.1 电动机的拆装

93

2.1.1 电动机轴头和转子的拆装

100

目 录

第1章 电动机维修基础 1

1.1 电动机的用途和分类	1
1.1.1 三相异步电动机的用途和分类	1
1.1.2 单相异步电动机的用途和分类	4
1.1.3 直流电动机的用途和分类	7
1.1.4 特种电机的用途和分类	10
1.2 电动机的结构和工作原理	11
1.2.1 三相异步电动机的结构和工作原理	11
1.2.2 单相异步电动机的结构和工作原理	20
1.2.3 直流电动机的结构和工作原理	31
1.2.4 特种电动机的结构和工作原理	37
1.3 电动机维修常用工具和设备	58
1.3.1 电动机维修常用工具和量具	58
1.3.2 电动机维修常用器具和仪表	65
1.3.3 电动机维修常用设备和自制工具	74
1.4 电动机维修常用材料	76
1.4.1 电动机维修常用导电材料	76
1.4.2 电动机维修常用绝缘材料	84
1.4.3 电动机维修常用辅助材料	91

第2章 电动机机械部件的维修 98

2.1 电动机的拆装	98
2.1.1 电动机轴承和转子的拆装	100

2.1.2	电动机带轮和联轴器的拆装	104
2.1.3	电动机轴承盖和端盖的拆装	104
2.2	转动部件的机械故障与维修	107
2.2.1	转轴的故障与维修	107
2.2.2	轴承的故障与维修	109
2.2.3	集电装置的故障与维修	113
2.2.4	转子的平衡	120
2.3	固定部件的机械故障与维修	121
2.3.1	电动机定子铁芯的维修	121
2.3.2	定子机壳的维修	122
2.3.3	机座与端盖裂缝的维修	122

第3章 电动机绕组的排列 124

3.1	绕组的基本概念	124
3.1.1	绕组和绕组展开图	124
3.1.2	槽数和磁极数	127
3.1.3	极距和节距	128
3.1.4	电角度和相带	128
3.1.5	每极每相槽数	129
3.2	三相异步电动机绕组的排列	130
3.2.1	单层绕组	131
3.2.2	双层绕组	139
3.2.3	多速电动机绕组	150
3.3	单相异步电动机绕组的排列	157
3.3.1	单层绕组	157
3.3.2	双层绕组	161
3.4	直流电动机绕组的排列	163
3.4.1	电枢绕组概念	163
3.4.2	单叠绕组	166
3.4.3	单波绕组	168

第4章 电动机绕组局部故障的维修

172

4.1 转子断条故障的检修	172
4.1.1 转子断条的故障现象	172
4.1.2 转子断条的故障原因	172
4.1.3 转子断条的检查	173
4.1.4 转子断条的维修	175
4.2 定子绕组故障的检修	176
4.2.1 绕组受潮绝缘下降	176
4.2.2 绕组接地	177
4.2.3 绕组短路	180
4.2.4 绕组断路	182
4.2.5 绕组接线错误	185
4.2.6 个别线圈损坏后的穿绕修补	189

第5章 电动机绕组的拆换

190

5.1 拆除旧绕组	190
5.1.1 记录原始数据	190
5.1.2 冷拆法	193
5.1.3 热拆法	195
5.1.4 溶剂法	196
5.1.5 拆除旧绕组的注意事项	196
5.2 选制绕线模	197
5.2.1 模芯尺寸的确定	197
5.2.2 绕线模的选择	201
5.2.3 绕线模的制作	202
5.3 绕制线圈	203
5.3.1 绕线前的准备	203
5.3.2 绕制线圈的步骤	205
5.3.3 绕制线圈的注意事项	206

5.4 嵌线操作	207
5.4.1 嵌线前的准备	207
5.4.2 嵌线的技术要求	208
5.4.3 绝缘材料的配置	209
5.4.4 嵌线操作方法	211
5.4.5 嵌线工艺	215
5.5 绕组接线与焊接	221
5.5.1 绕组的连接	221
5.5.2 绕组接头的焊接	223
5.5.3 绕组端部的绑扎	225
5.6 绕组检查与试验	226
5.6.1 绕组的初步检查	226
5.6.2 空载运行试验	229
5.7 绕组浸漆与烘干	229
5.7.1 绕组浸漆烘干的目的与要求	229
5.7.2 绝缘漆的选用	230
5.7.3 浸漆的主要方法	234
5.7.4 烘干的主要方法	235
5.7.5 浸漆与烘干工艺	238

第6章 电动机修复后的检查试验与运行维护 **243**

6.1 电动机修复后的检查	243
6.1.1 装配质量检查	244
6.1.2 绕组绝缘电阻的测定	244
6.1.3 绕组直流电阻的测定	246
6.2 电动机修复后的试验	247
6.2.1 绕组的交流耐压试验	247
6.2.2 电动机的空载试验	249
6.2.3 电动机的短路试验	251
6.2.4 电动机的超速试验	252

6.3 电动机的运行维护	252
6.3.1 电动机维护保养的内容	252
6.3.2 电动机维护保养的要求	254
6.3.3 电动机启动前的检查	254
6.3.4 电动机运行中的监视	256
6.3.5 电动机的定期维护和保养	258
6.4 电动机常见故障的检修	260
6.4.1 电动机不能启动故障的检修	260
6.4.2 电动机转速偏低故障的检修	263
6.4.3 电动机过热故障的检修	265
6.4.4 电动机响声异常故障的检修	270
6.4.5 电动机漏电故障的检修	273
6.4.6 电刷火花过大故障的检修	273

参考文献 276

电动机是一种将电能转换成机械能的动力设备，能带动生产机械工作，也是工业企业使用最广泛的动力机。按电源电压的不同电动机分为交流电动机和直流电动机，电力系统中大部分是交流电动机。按流电动机按工作原理的不同又分为异步电动机和同步电动机。异步电动机又分为三相异步电动机和单相异步电动机。异步电动机具有结构简单、价格低廉、工作可靠、维护方便等优点，所以应用十分广泛。

1.1.1 三相异步电动机的结构及分类

1.1.1.1 三相异步电动机的主要组成

三相异步电动机多用于工业生产中，是工厂最常用的电动机。其结构、型号、主要技术参数如下。

图 1-1 三相异步电动机的主要组成

名称	代号	主要参数	备注
定子铁心	1	定子铁心、定子绕组、定子冷却系统	1.1.1.1
转子铁心	2	转子铁心、转子绕组、转子冷却系统	1.1.1.2

第1章

电动机维修基础

1.1 电动机的用途和分类

电动机是一种将电能转换成机械能的动力设备,能带动生产机械工作,也是厂矿企业使用最广泛的动力机。按所需电源的不同电动机分为交流电动机和直流电动机,电力系统中大部分是交流电动机,交流电动机按工作原理的不同又分为同步电动机和异步电动机,异步电动机又分为三相异步电动机和单相异步电动机。异步电动机具有结构简单、价格低廉、工作可靠、维护方便等优点,所以应用十分广泛。

1.1.1 三相异步电动机的用途和分类

1.1.1.1 三相异步电动机的主要用途

三相异步电动机多用于工矿企业中,常用三相异步电动机的名称、型号、主要用途见表 1-1。

表 1-1 常用三相异步电动机的名称、型号、主要用途

产品名称	型号	主要用途	旧型号
鼠笼式转子异步电动机	Y	一般拖动用,适于灰尘多、尘土飞溅的场所,如碾米机、磨粉机及其他农村机械、矿山机械等	J、JO ₂

续表

产品名称	型号	主要用途	旧型号
绕线转子异步电动机	YR	用于需要小范围调速的传动装置；电网容量小，不足以启动鼠笼式电动机或要求较大启动转矩的场合	JR、JRO
防爆型异步电动机	YB	用于有爆炸性混合物的场所，如石油、化工、煤矿井下等	JB、JBO
高转差率异步电动机	YH	用于惯性大、有冲击性负荷的机械传动，如剪床、锻压机等	JH、JHO
高启动转矩异步电动机	YQ	用于静止负荷或惯性力矩较大的机械，如压缩机、传送带、粉碎机、碾泥机等	JQ、JQO
变极多速异步电动机	YD	用于需要分级调速的一般机械设备，可以简化或代替传动齿轮箱，如机床、印染机、印刷机等	JD、JDO
起重、冶金用异步电动机	YZ YZR	用于各种形式的起重机械及冶金设备中辅助机械的驱动，按断续方式运行	JZ
井下潜水异步电动机	YQS	用于井下直接驱动潜水泵，为工矿、农业及高原地带提取地下水	JQS
精密机床异步电动机	YJ	用于精密机床	JJ、JJO
电梯异步电动机	YTD	用于电梯等升降动力	JTD
震撼器振动异步电动机	YUD	混凝土振动器用	JUD
电磁调速异步电动机	YCT	用于一般设备的无级调速	JZT

1.1.1.2 三相异步电动机的分类

三相异步电动机的种类繁多，一般按以下方式分类。

(1) 按三相异步电动机的转子结构形式分类 可分为鼠笼式和绕线式，其中鼠笼式电动机使用得最广泛。

(2) 按三相异步电动机的防护形式分类 可分为开启式 (IP11)、防护式 (IP22 及 IP23)、封闭式 (IP44) 等，如图 1-1 所示。

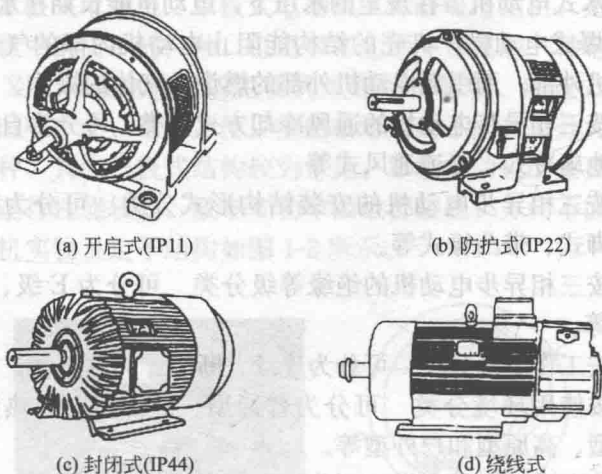


图 1-1 三相异步电动机外形图

① 开启式 (IP11) 开启式电动机的外形如图 1-1 (a) 所示。开启式电动机价格便宜, 散热条件最好, 由于转子和绕组暴露在空气中, 只能用于干燥、灰尘很少又无腐蚀性和爆炸性气体的环境。

② 防护式 (IP22 及 IP23) 防护式电动机的外形如图 1-1 (b) 所示。防护式电动机的转动和带电部分有必要的机械保护, 通风散热条件也较好, 可防止水滴、铁屑等外界杂物落入电动机内部, 只适用于较干燥且灰尘不多又无腐蚀性和爆炸性气体的环境。防护式电动机按其通风口防护结构不同分为: 网罩式、防滴式、防溅式三种。

③ 封闭式 (IP44) 封闭式电动机的外形如图 1-1 (c) 所示。封闭式电动机的机壳结构能够阻止壳内外空气自由交换, 适用于潮湿、多尘、易受风雨侵蚀、有腐蚀性气体等较恶劣的工作环境, 应用最普遍。

④ 其他形式 根据防护形式的不同, 还分为在特殊环境条件下应用的特殊电动机, 如防水式、水密式、潜水电机、隔爆式等。

a. 防水式电动机 电动机的机壳结构能够阻止具有一定压力的水进入电动机内部。

b. 水密式电动机 当电动机浸没在水中时, 电动机机壳的结构能够阻止水进入电动机内部。

c. 潜水式电动机 在规定的水压下,电动机能长期在水中运行。

d. 隔爆式电动机 机壳的结构能阻止电动机内部的气体爆炸传递到电动机外部,而引起电动机外部的燃烧性气体的爆炸。

(3) 按三相异步电动机的通风冷却方式分类 可分为自冷式、自扇冷式、他扇冷式、管道通风式等。

(4) 按三相异步电动机的安装结构形式分类 可分为卧式、立式、带底脚式、带凸缘式等。

(5) 按三相异步电动机的绝缘等级分类 可分为 E 级、B 级、F 级、H 级等。

(6) 按工作定额分类 可分为连续、断续、间歇三种。

(7) 按使用环境分类 可分为普通型、湿热型、干热型、船用型、化工型、高原型和户外型等。

(8) 按电动机容量分类 可分为大、中、小型和微型。

1.1.2 单相异步电动机的用途和分类

1.1.2.1 单相异步电动机的主要用途

常用单相异步电动机的类型、型号及主要用途见表 1-2。

表 1-2 常用单相异步电动机的类型、型号及主要用途

类 型		主要用途	型号
罩极式电动机		用于小功率空载启动的场合,如计算机后面的散热风扇、各种仪表风扇、电唱机等	YCT
分相式电动机	单相电容运行异步电动机	常用于电风扇、电冰箱、洗衣机、空调器、吸尘器等	YY
	单相电容启动异步电动机	用于重载启动的机械,如小型空压机、洗衣机、空调器等	YC
	单相电阻启动异步电动机	广泛应用于电冰箱压缩机中	YU
	单相双值电容异步电动机	广泛应用于小型机床设备中	YCT

1.1.2.2 单相异步电动机的分类

单相交流异步电动机主要分为罩极式电动机和分相式电动机两大类。

(1) 罩极式电动机 罩极式电动机又称蔽极电动机, 是小型单相感应电动机中最简单的一种, 也是日常生活中常见的一种电动机。系列型号为 YJ。罩极电动机的主要优点是结构简单、制造方便、成本低、运行时噪声小、维护方便。按磁极形式的不同, 可分为凸极式和隐极式两种, 其中凸极式结构较为常见。罩极电动机的主要缺点是启动性能及运行性能较差, 效率和功率因数都较低, 方向不能改变。罩极式电动机实物及定子结构如图 1-2 所示。

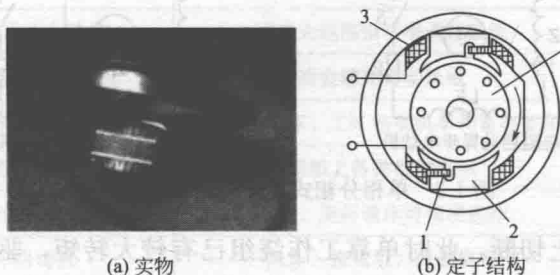


图 1-2 罩极式单相交流电动机实物图与定子结构示意图
1—短路环; 2—凸极式定子铁芯; 3—定子绕组; 4—转子

(2) 分相式电动机 分相式电动机在定子上安装两套绕组, 一套是工作绕组 (或称主绕组), 长期接通电源工作; 另一套是启动绕组 (或称为副绕组、辅助绕组), 以产生启动转矩和固定电动机转向, 两套绕组的空间位置相差 90° 电角度。根据启动方法或运行方式的不同, 可分为电容运行电动机、电容启动电动机、电阻启动电动机和双值电容电动机, 如图 1-3 所示。

① 单相电容运行异步电动机 这是使用较为广泛的一种单相交流异步电动机, 启动绕组与电容器串联后, 再与工作绕组并联接在单相交流电源上, 其电路图如图 1-3 (a) 所示。电容运行电动机结构简单, 使用维护方便, 堵转电流小, 有较高的效率和功率因数。

② 单相电容启动异步电动机 启动绕组与电容器、启动开关一起串联后, 再与工作绕组并联接在单相交流电源上, 其电路图如图 1-3 (b) 所示。当电动机转子静止或转速较低时, 启动开关 S 处于接通位置, 启动绕组和工作绕组一起接在单相电源上, 获得启动转矩。当电动机转速达到额定转速的 80% 左右时, 启动开关 S 断开, 启动

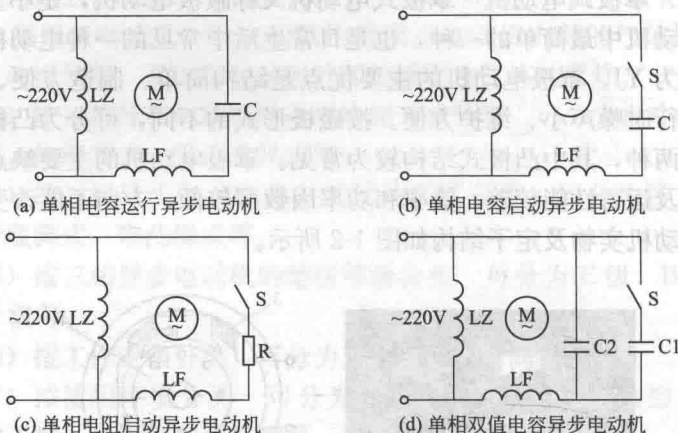


图 1-3 单相分相式异步电动机电路图

绕组从电源上切断，此时单靠工作绕组已有较大转矩，驱动负载运行。电容启动电动机具有较大启动转矩（一般为额定转矩的 1.5~3.5 倍），但启动电流相应增大。

③ 单相电阻启动异步电动机 启动绕组与电阻器、启动开关一起串联后，再与工作绕组并联接在单相交流电源上，其电路图如图 1-3 (c) 所示。启动时工作绕组、启动绕组同时工作，当转速达到额定值的 80% 左右时，启动开关 S 动作，把启动绕组从电源上切除。电阻启动电动机具有中等启动转矩（一般为额定转矩的 1.2~2.2 倍），但启动电流较大。实际上许多电动机的启动绕组没有串联电阻 R，而是设法增加导线电阻，从而使启动绕组本身就有较大的电阻。

④ 单相双值电容异步电动机 两只电容并联后与启动绕组串联，再与工作绕组并联接在单相交流电源上，其电路图如图 1-3 (d) 所示。启动时两只电容都工作，电动机有较大的启动转矩，转速上升到 80% 左右额定转速后，启动开关将启动电容 C1 断开，启动绕组上只串联工作电容 C2，电容量减少。双值电容电动机既有较大的启动转矩（为额定转矩的 2~2.5 倍），又有较高的效率和功率因数。

1.1.3 直流电动机的用途和分类

1.1.3.1 直流电动机的主要用途

常用直流电动机的名称、型号及主要用途见表 1-3。

表 1-3 常用直流电动机的名称、型号及主要用途

名 称	主要用途	型 号
直流电动机	基本系列, 一般工业应用	Z
广调速直流电动机	用于大范围恒功率调速系统	ZT
起重冶金直流电动机	冶金辅助传动机械	ZZJ
直流牵引电动机	电力传动车、工矿电动机车和蓄电池车	ZQ
船用直流电动机	船舶上各种辅助机械	ZH
精密机床用直流电动机	磨床、坐标镗床等精密机床	ZJ
汽车启动机	汽车、拖拉机、内燃机等	ST
挖掘机用直流电动机	冶金矿山挖掘机	ZKJ
龙门刨直流电动机	龙门刨床	ZU
无槽直流电动机	快速动作伺服系统	ZW
防爆增安型直流电动机	矿井和有易燃气体的场所	ZA
力矩直流电动机	作为速度和位置伺服系统的执行元件	ZLJ
直流测功机	测定原动机效率和输出功率	CZ

1.1.3.2 直流电动机的分类

直流电动机的种类较多, 性能各异, 一般按以下方式分类。

(1) 按励磁方式分类 直流电动机按励磁方式分类, 有他励和自励两类。自励的励磁方式包括并励、串励、复励等, 复励又有积复励和差复励之分。

① 他励直流电动机 他励直流电动机是指主磁极磁场绕组的励磁电流由其他的直流电源供电, 与电枢电路没有电的联系, 如图 1-4 所示。他励直流电动机的励磁电流由励磁电源电压及串联的调节电阻的大小决定, 调节电阻值的大小可以调节励磁电流。

永磁电动机也应属于他励电动机的一种, 自 20 世纪 80 年代起由

于钕铁硼永磁材料的发现,使永磁电动机的功率已经从毫瓦级发展到1kW以上。由于其具有体积小、结构简单、质量轻、损耗低、效率高、节约能源、温升高、可靠性高、使用寿命长、适应性强等突出优点而使用越来越广泛。它在军事上的应用占绝对优势,几乎取代了绝大部分电磁电动机。其他方面的应用有汽车用永磁电动机、电动自行车用永磁电动机、直流变频空调用永磁电动机等。

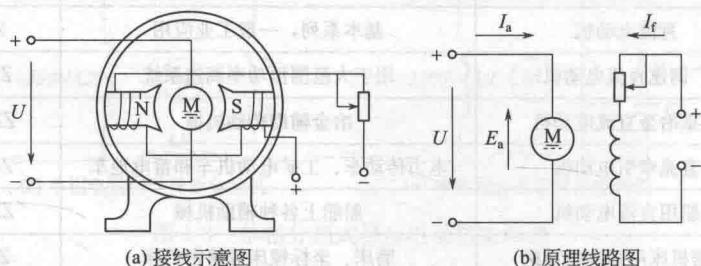


图 1-4 他励直流电动机

② 自励直流电动机 自励直流电动机是指主磁极励磁绕组的励磁电流与电枢电流由同一直流电源供给。自励电动机按励磁绕组与电枢连接方式的不同又分为并励、串励和复励三种。

a. 并励直流电动机 并励直流电动机的电枢绕组和励磁绕组并联,调节可调电阻值的大小可调节励磁电流,如图 1-5 所示。它的特点是励磁绕组匝数较多、导线截面较小、电阻较大、励磁电流只有电枢电流的百分之几。

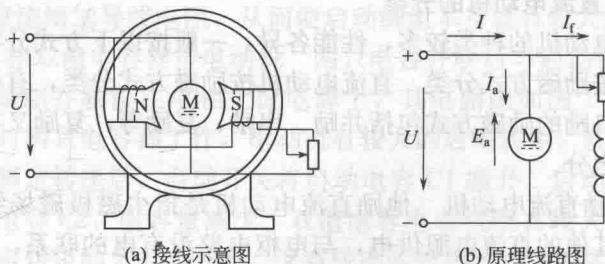


图 1-5 并励直流电动机

b. 串励直流电动机 串励直流电动机的电枢绕组和励磁绕组串