

才家刚 主编

电机

DIANJI ZUZHUANG GONGYI JI
CHANGGUI JIANCE

组装工艺及常规检测



化学工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电机组装工艺及常规检测/才家刚主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-122-01704-8

I. 电… II. 才… III. ①电机-组装②电机-检测 IV. TM3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 196835 号

责任编辑: 卢小林 刘 哲

文字编辑: 李玉峰

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 韩 飞

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 装: 北京彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 237 千字

2008 年 1 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: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

据不完全统计,我国从事中小型交、直流电机的生产企业已超过三千家,其中很多是新兴的民营或私营企业,从业人员已达到数十万,其中大部分为年轻的员工。这些企业里的年轻员工很需要掌握正规的生产工艺,以便制造出高质量的产品。

质量合格的零部件+先进的组装工艺+具有熟练技能和
责任心的员工=高质量的成品

在电机制造过程中,组装工艺被列为重点工艺之一(对于交流异步电动机,转轴磨轴承档、机座止口精车、转子调动平衡和整机组装合称为“四大重点工艺”),这说明组装环节的重要性。

质量合格的零部件是组成合格整机的保障。在组装前,应对所用零部件的合格与否进行确认,这就要求对其进行检验和试验。组装成的整机是否能达到相关标准的要求,也需要对其进行检验和试验。这些工作虽然需要专业检验和试验人员使用专用设备来完成,但作为一名组装工,也需要有所了解,最好是能熟练地掌握。特别是在整机检验和试验中发现的不符合要求的问题,一般需要组装人员进行返工或返修处理,所以掌握故障的原因和准确的处理方法也很必要。这也是本书围绕组装工艺介绍了很多相关知识和工艺的原因。

为了便于广大从事电机组装和检验试验人员学习和掌握,本书采用了大量的插图,所有内容均来自于国内中小型电机行业技术领先企业的生产实践,具有较强的实用性和先进性,并且通俗易懂。特别适宜作为电机生产企业和相关技术院校培训电机组装和检验人员的教材,以及编制电机相关工艺的参考资料。

本书由才家刚主编,高建平、王喆、范继彤、吴秋生等参加了

部分内容的编写。北京毕捷电机股份有限公司（原北京市电机总厂）各级领导和相关人员在本书的编写中给予了大力支持和协助，在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限，不妥之处诚请广大读者提出宝贵意见和建议。

编者

2008 年 1 月

目 录

第一章 电机通用知识	1
第一节 常用电机的分类及型号编制方法	1
一、常用电机的分类	1
二、常用电机型号的编制方法	3
三、常用电机名称与型号	6
四、三相异步电动机的额定功率、电压、电流、频率和转速	13
第二节 电机的安装型式及其代号	15
一、电机安装型式代号的组成	15
二、由三部分组成和由两部分组成的两种表示方式之间的关系	18
第三节 电机的冷却方式及其代号	19
一、旋转电机冷却方式的表示方法	19
二、常见电机冷却方法举例	22
第四节 电机的线端标志与旋转方向	23
一、线端标志符号	23
二、绕组线端标志的规则和示例	23
三、常用电机绕组接线图	23
四、旋转方向	24
第五节 旋转电机外壳防护分级 (IP 代码)	32
一、表示方法	33
二、第一位表征数字 (防固体等级) 的内容	33
三、第二位表征数字 (防液体等级) 的内容	34
练习题	35
第二章 滚动轴承的常识和装配方法	37
第一节 概述	37
一、轴承质量和装配质量的重要性	37

二、组成轴承的部件及各部位的名称	37
第二节 滚动轴承的分类	38
一、按承受载荷方向、公称接触角及滚动体形状分类	38
二、按轴承的结构分类	39
三、按轴承的尺寸大小分类	41
第三节 滚动轴承代号编制方法	41
一、代号的三个部分名称及包含的内容	41
二、基本代号	42
三、后置代号所用符号和所包含的内容	43
第四节 滚动轴承的游隙和测量方法	49
一、轴承游隙的定义	49
二、轴承游隙的重要性和选择原则	50
三、深沟球轴承游隙的简易测量方法	50
四、深沟球轴承和圆柱孔圆柱滚子轴承的径向游隙和施加载荷后 径向游隙的增量	51
第五节 滚动轴承的装配工艺	53
一、滚动轴承装配前的检查	54
二、滚动轴承装配前的清洗	54
三、轴承的装配工艺	55
第六节 电机用润滑脂的品种、特性和选用原则	57
一、电机用润滑脂的主要质量指标和选用原则	57
二、电机用润滑脂的品种、特性和适用场合	58
三、润滑脂加入量及注入要求	58
练习题	61
第三章 组装前对零部件的处理和检查	62
第一节 对零部件外观的检查和处理	62
一、外观检查项目和要求	62
二、清理零部件的方法和要求	63
三、除锈的方法	65
第二节 对交流异步电动机零部件机械尺寸和形位公差检测	65
一、机座的检测方法和相关规定	66
二、端盖机械尺寸和形位公差的检测	86

三、转子铁心尺寸和形位公差的检测	95
四、转轴主要尺寸和形位公差的检测	98
五、对有绕组定子铁心主要尺寸和形位公差的检测	106
第三节 对电气性能的检查	107
一、测量绝缘电阻	107
二、绕组耐交流电压试验	109
三、绕组匝间耐冲击电压试验	112
四、绕组直流电阻的测定试验	119
五、三相接线的相序检查	126
六、对埋置的热敏元件以及空间加热器的试验	128
练习题	129

第四章 三相交流电动机的组装工艺

第一节 组装用工作台（流水线）、通用工装和工具	131
一、组装用工作台（流水线）	131
二、组装用通用工装	135
三、组装用通用工具	136
第二节 普通三相异步电动机的结构	142
第三节 普通三相异步电动机的组装工艺	144
一、定子铁心压入机座工艺	144
二、铝机壳电机定子铁心装入机座的方法	146
三、安装接线装置和接线	147
四、转子装入定子（机座）内膛的方法	150
五、轴承的装配工艺（组装流水线上的自动装配工艺）	153
六、端盖、轴承盖的装配工艺	155
七、安装外风扇和风扇罩	157
八、其他配套部件的安装	159
九、轴承室有内挡圈的较小电机装配特点	159
第四节 绕线转子三相异步电动机的组装工艺特点	159
一、绕线转子三相异步电动机的结构特点	159
二、对转子的检查与试验	159
三、集电环的组装	161
四、电刷装置的组装	163

第五节 永磁转子交流电机的组装工艺特点	170
一、永磁转子交流电机的结构特点	170
二、永磁转子交流电机的组装特点	170
练习题	172
第五章 三相交流电机组装后的检查、试验与考核	174
第一节 整机机械尺寸和形位公差标注	174
一、常用电机外形结构尺寸和代码	174
二、电机整机外形的形位公差	180
第二节 整机机械检查和测量考核	180
一、外观和转动情况检查	180
二、轴伸及键槽尺寸和形位公差的测量	180
三、轴中心高的测量	181
四、轴中心线对底脚支承面的平行度的测量	181
五、轴伸肩至邻近的底脚孔轴线的距离 (C 尺寸) 测量	183
六、凸缘端盖安装孔相关尺寸及位置度的测量	185
七、凸缘端盖止口尺寸及形位公差的测量	185
八、轴伸端面至凸缘端盖止口端面距离的测量	187
九、转子轴向窜动量的测量	187
十、底脚平面度的测量	188
十一、底脚安装孔相关尺寸的测量及计算	188
十二、利用辅助工装测量 A/2 的简易方法	190
十三、底脚安装孔位置度的计算	191
十四、总长的测量	191
十五、定、转子气隙的测量和气隙均匀值的计算	192
第三节 整机电气试验和考核	193
一、测量绕组的绝缘电阻和直流电阻	194
二、耐电压试验	194
三、匝间耐冲击电压试验	194
四、绕组对机壳 (对地) 耐冲击电压试验	194
五、对埋置的热敏元件以及空间加热器的试验	196
六、堵转电流和损耗的测定试验	196
七、绕线转子电机的定、转子电压比的测定试验	198

八、空载电流和损耗的测定试验	200
九、振动的测定方法及限值	200
十、噪声的测定方法及限值	208
第四节 三相异步电动机出厂试验中异常现象的原因分析	216
一、通电后不起动,也无任何声响	217
二、通电后不起动或缓慢转动并发出“嗡嗡”的异常声响	217
三、三相电阻不平衡度较大	218
四、三相电阻平衡,但都较大或较小	218
五、空载电流三相不平衡度超过标准限值	218
六、空载电流较大或较小	219
七、空载损耗较大	220
八、堵转电流较大或较小	220
九、堵转电流三相不平衡度超过标准限值	221
十、堵转损耗较大或较小	221
十一、轴承过热	222
十二、电刷过热	222
十三、电刷与滑环接触面有较大火花	222
十四、振动较大	223
十五、噪声较大	224
练习题	226

第六章 直流电机的组装工艺	228
第一节 直流电机的结构及接线型式	228
一、直流电机的结构	228
二、直流电机的接线型式	231
第二节 对组装前所用部件的检查和试验	232
一、对电枢的检查与测量	233
二、对磁极铁心及磁极绕组的检查与测量	237
三、对电刷、刷盒和刷架的检查	239
四、对换向器的检查	240
第三节 直流电机的组装工艺	241
一、磁极的组装和检查	241
二、组装转子风扇、轴承和将转子装入定子中	245

三、安装电刷装置和两端端盖	245
四、接线及接线后的检查	245
五、安装专用风机和测速发电机（用于 Z4 系列）	246
第四节 对直流电机成品的检查与试验	246
一、机械检查	246
二、电刷中性线位置的测定和调整试验	247
三、电气试验项目	249
四、电气试验方法和有关规定	250
第五节 电磁式直流电动机出厂试验中异常现象的原因分析	255
一、通电后电动机不启动，电枢绕组也无电流	255
二、通电后启动困难，并且电枢电流较大	255
三、通电启动后很快就停转	255
四、并励直流电动机转速超过正常值	255
五、复励直流电动机启动时逆转后又改为顺转	255
六、启动电流较大，负载转速高	256
七、转速低于正常值	256
八、电枢绕组过热	256
九、励磁绕组过热	256
十、电刷下火花较大，换向器过热	256
第六节 电磁式直流发电机出厂试验中异常现象的原因分析	257
一、不发电（被拖动后，无输出电压）	257
二、空载电压正常，但加负载后电压下降较多	257
三、空载电压正常，但加负载后电压降低很快最后改变极性	257
四、电压波动较大	258
练习题	258
附录	260
附录 1 电机成品耐交流电压试验（试验时间为 1min）电压值	260
附录 2 Y（IP44）和 Y2（IP54）系列三相异步电动机噪声声功率 极限值	261
附录 3 Y 和 Y2 系列电机额定电压时的空载电流和额定电流时的堵转 电压统计平均值	263
附录 4 Y 和 Y2 系列三相异步电动机空载电流统计平均值范围	265

附录 5	电机换向火花等级的确定标准	265
附录 6	电机轴线对底脚支撑面的平行度公差	265
附录 7	电机底脚支撑面的平面度公差	265
附录 8	凸缘止口直径 N 、凸缘止口对电机轴线的径向圆跳动及凸缘 配合面对电机轴线的端面圆跳动公差	266
附录 9	电机轴伸直径 D 、键槽宽 F 、 G 尺寸及其公差、键槽对称度、 轴伸长度一半处的径向圆跳动公差	266
附录 10	铜热电阻分度表	268
附录 11	BA1 和 BA2 (Pt100) 型铂热电阻分度表	268
附录 12	T 分度铜-康铜和 K 分度镍铬-镍硅热电偶分度表 (0~+200℃, 冷端温度为 0℃)	269
参考文献		270

第一章 电机通用知识

第一节 常用电机的分类及型号编制方法

一、常用电机的分类

电机分类的方式与其分类因素有关。根据主要因素，可简单分类如表 1-1 所示（其中有些栏目还可以增加很多内容，例如“用途”一栏）。

表 1-1 按不同的分类因素对常用电机的分类及简要介绍

分类因素	主要类别		简 要 介 绍
能量转化方式	(1)发电机	直流发电机	将机械能转化成电能的设备
		交流发电机	
	(2)电动机	直流电动机	将电能转化成机械能的设备
		交流电动机	
外形大小	(1)大型电机		机座号(轴中心高) $\geq 630\text{mm}$
	(2)中型电机		机座号(轴中心高) $355\sim 560\text{mm}$
	(3)小型电机		机座号(轴中心高) $63\sim 315\text{mm}$
	(4)微型电机		机座号(轴中心高) $< 63\text{mm}$
交流电动机的转速	(1)同步电动机	凸极转子	转子转速始终与定子旋转磁场的转数相同。凸极转子一般用于中、小型电机或大型水力发电机，永磁转子用于小型或微型电机，隐极转子则一般用于大型汽轮发电机
		隐极转子	
		永磁转子	
	(2)异步电动机		转子转速始终低于定子旋转磁场的转数。绕线转子电动机一般用于需要高起动转矩但起动电流又较小的场合

续表

分类因素	主要类别	简要介绍
交流电的相数	(1)单相	一般为正弦交流电。分别称为单相或三相同步发电机或同步电动机、三相或单相异步电动机等
	(2)三相	
电压的高低	(1)高压电机	额定电压 $\geq 1000\text{V}$
	(2)低压电机	额定电压 $< 1000\text{V}$
使用时的安装方式	(1)卧式	轴线为水平方向
	(2)立式	轴线为竖直方向
可适应的使用环境(防护功能)	(1)普通型	适用于无特殊要求的使用环境,可分为多种防护类型
	(2)隔爆型	用于含有可爆炸性气体或粉尘的场所
	(3)化工防腐或防盐雾型	用于含有可造成腐蚀的气体或其他物质的场合
	(4)防湿热或干热型	可在湿热或干热带正常使用
	(5)防振型	使用环境有较大振动或所带负载需要产生较大振动
用途	(1)普通型	用于一般设备,如风机、水泵、普通机床等
	(2)冶金及起重用	用于冶金及起重用设备
	(3)井用(潜水或潜油等)	用于潜水或潜油泵
	(4)需隔爆环境用	用于含有可爆炸性气体或粉尘的场所
	(5)化工用	用于含有可造成腐蚀的气体或其他物质的场合
	(6)电梯用	电梯曳引机用
	(7)高起动转矩型	要求起动转矩较高的设备,例如油田用抽油机
	(8)高转差型	转差率较高,可达到普通电动机的2~4倍
	(9)振动机械用	用于产生振动的机械,例如混凝土振动棒等
	(10)船用	在船上使用,可防水冲击和防海水腐蚀
	(11)精密设备用(低振动型)	运行时产生的振动较小

另外,对于不是永磁转子的同步电机,又可以按其励磁方式分成有刷和无刷两大类,在有刷一类中,还可分为不可控相复励、三次谐波励磁、可控励磁等多种;对于直流电机,也可按其励磁方式

分成有刷和无刷两大类，在有刷一类中，还可分为他励、并励、串励和复励等多种；在用途一栏中，其未列入的类别更多。

二、常用电机型号的编制方法

国家标准 GB/T 4831 中规定了我国电机型号编制方法。下面介绍其中有关内容，并给出一些常用的电机名称和型号，以便使用时查找。

我国电机型号一般由如下四部分组成。

1—产品代号—2—规格代号—3—特殊环境代号—4—补充代号

1. 产品代号

产品代号即电机所属的系列及类型代号。一般采用电机所属系列和名称汉语文字中有代表性的一个或几个字的汉语拼音字头来组成。例如，交流异步电动机的代号为“Y”（异）；交流同步电动机的代号为“T”（同）；交流同步发电机的代号为“TF”（同、发）；通风用三相异步多速电动机的代号为“YDT”（异、多、通）等。这一部分中，有时也采用多年来已习惯应用的国际通用字母代号。例如，交流单相电容电动机，其代号则为“YC”，其中的“C”为国际通用的电容器代号。当字母代号后面跟有一位阿拉伯数字时，该数字表示本系列产品的设计序号或改型次数，有时也称为“代数”。例如，Z4 系列直流电动机，即第 4 次设计的或第 4 代的直流电动机，第一次设计的产品一般不出现这一部分，即“1”可以省略。

2. 规格代号

规格代号即电机规格型式代号。它包括电机的结构参数，如机座号、铁心规格、中心高、凸缘端盖代号、电机性能参数（极数、容量、电压、电流等级、转速等）等。

在这一部分中，能用具体数字表示的项目则用阿拉伯数字给出，如轴中心高（简称为中心高）、额定电压等；不能或不好用具体数字表示的，则用字母或数字代号表示，如机座的长短用 L、M、S（长、中、短，英文单词字头），同一机座中不同长短的铁心用 1、2、3 等数字表示（数字越大，铁心越长）等。

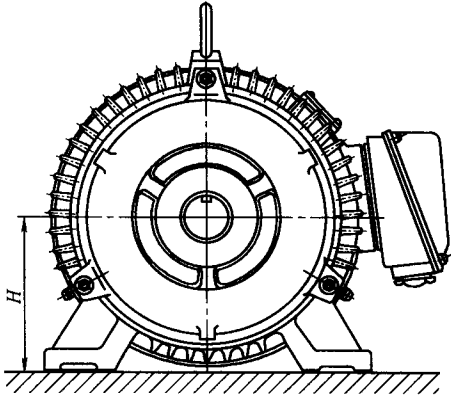


图 1-1 电机轴中心高的定义

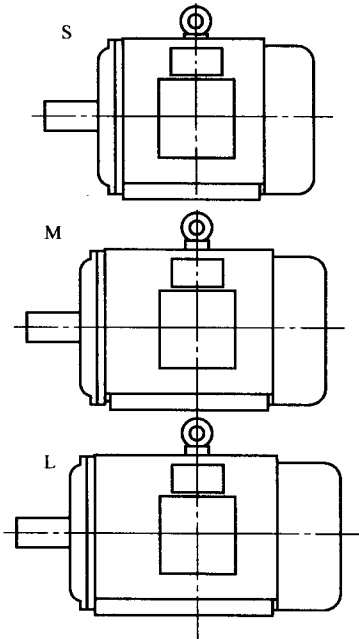


图 1-2 同一中心高三种不同长度的机座

对于无底脚的电机，其机座号用与其内径相同的带底脚电机的轴中心高来表示。

图 1-1 给出了“轴中心高”的定义，图 1-2 和图 1-3 分别为同一中心高的不同机座长短和同一长度的机座内不同长度铁心的示意图。

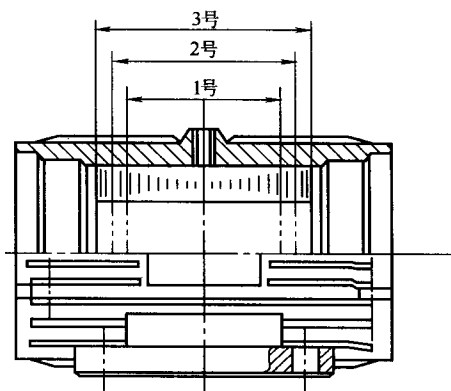


图 1-3 同一长度的机座内装三种不同长度的铁心

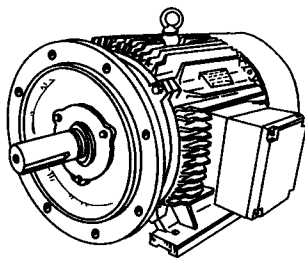


图 1-4 FF 型凸缘端盖电动机实物示例

凸缘端盖代号采用国际通用的字母符号 FF（凸缘上带通孔，如图 1-4 所示）或 FT（凸缘上带螺孔）连同凸缘固定孔中心基圆直径的数值来表示。

3. 特殊环境代号

特殊环境代号给出电机所能适应的特殊工作环境内容。用特定的字母或字母加数字表示，如用 W 表示该电机可在屋外使用；TH 表示该电机可在湿热环境中使用等。这一部分只在有需要时给出，也就是说，普通常用电机无此部分。

4. 补充代号

补充代号仅用于有此要求的电机。内容包括安装方式、派生序号等，用字母（除有统一规定的专用符号外，一般使用汉语拼音字头）或阿拉伯数字组成。例如，V1 表示该电机应立式安装（主轴伸朝下）；P18 表示该电机为第 18 种派生产品。补充代号所代表的内容应在产品标准中规定。

例如，YD2-160M2-4/6 TH V3。其中：“YD2”为第 1 部分；“160M2-4/6”为第 2 部分；“TH”为第 3 部分；“V3”为第 4 部分。

YD2——该电机为第 2 次设计（或第 2 代）的普通变极多（D）速三相异（Y）步电动机。

160——该电机的机座号为 160。对于带底脚的电机，则其轴中心高为 160mm；对于无底脚的电机（例如用凸缘端盖安装的电机），则表示该电机的机座与轴中心高为 160mm 带底脚电机的机座内径相同。

M2——中等长度机座；其中所用铁心长度代号为 2 号。

4/6——极数为 4 极和 6 极。

TH——该电机可用于湿热环境中。

V3——该电机使用时为立式安装，并使其主轴伸朝上。

三、常用电机名称与型号

尽管有上述规定，但由于电机产品种类繁多，特别是有些生产企业不严格执行国家相关标准，自行命名（主要指上述第一部分）等原因，使实际生产中所见到的电机型号的内容还不太统一。

为方便大家在工作时查找和识别，现将常用电机名称和型号对