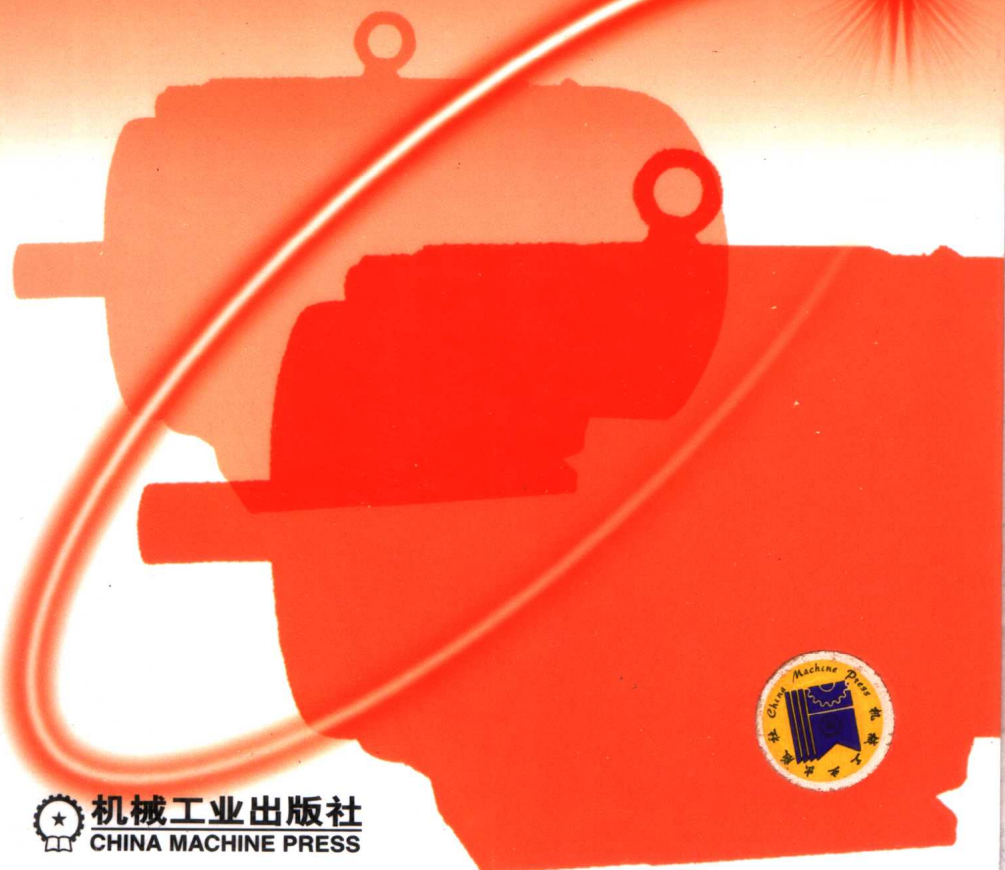


电动机实用技术丛书

电机试验技术 及设备手册

才家刚 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电动机实用技术丛书

电机试验技术及设备手册

才家刚 编著



机械工业出版社

本手册系统地介绍了各类中小型电机试验方面最新技术标准、检测设备、仪器仪表、电气线路、实用操作方法、试验报告的编写和电机性能数据分析等内容。

由于采用了图文并茂和以实例说明的形式，使所述内容很容易理解和实施。

本手册可作为电机生产厂和修理单位试验人员的工具书和培训教材，也可作为从事电机设计、制造、修理、教学的科技人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电机试验技术及设备手册/才家刚编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.3

(电动机实用技术丛书)

ISBN 7-111-14129-6

I. 电... II. 才... III. ①低压-电机-试验-技术手册 ②低压-电机-试验设备-技术手册 IV. TM306.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 017250 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 李振标 版式设计: 霍永明 责任校对: 李秋荣
封面设计: 姚毅 责任印制: 李妍
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2004 年 5 月第 1 版第 1 次印刷
850mm×1168mm $\frac{1}{32}$ ·24.125 印张·2 插页·863 千字
0 001—4 000 册
定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

电机试验及检测是电机研究、生产和维修过程中不可缺少的重要环节。因此，对于从事这些行业的单位来讲，具备一套符合要求的电机试验检测设备和一定数量的具有一定技术水平的试验技术人员，是非常必要的。

另外，对于从事电机设计和制造的技术人员，若不甚了解电机试验的有关知识，也将给自己的工作带来一定的困难。

本手册从解决上述问题的目的出发，汇集了我国最新的有关中、小型电机试验检测方面的技术标准，并结合作者及其他从事电机试验工作人员的实践经验，对电机试验方面的理论、设备选用和组建、试验操作方法、试验数据的采集和处理、试验报告的编写和性能数据分析等多方面内容，进行了详细地介绍。由于采用了图文并茂和以实例说明的形式，使所述内容很易理解和实施。

本手册可作为电机生产厂和修理单位试验人员的工具书和培训教材，也可作为从事电机设计、制造、修理、教学的科技人员参考。

应当指出的是，随着科学技术的不断发展，电机试验检测技术和有关设备也将不断地更新和改善，与之对应的有关标准也将进行不断地补充或更改，因此，请读者随时注意相关变化内容，采用最新标准。

另外还需说明的是，本手册中大部分内容均来自于现行的有关标准，但本手册并不是具有法律效力的标准，所以在对其中某些内容有争议时，请以文中所提到的标准原文为准。

在本手册的编写过程中，作者曾得到国家中小型电机监督检验中心常务副主任陈伟华、副主任金惟伟、高级工程师李宝金、陈业绍、肖兆波等同志，北京毕捷电机股份有限公司技师黄昌

梅、韩绍承，以及其他在电机试验检测岗位工作的许多专家和师傅们的热心指导和帮助，天津正大电子有限公司耿洪奎同志提供了第十二章中的部分资料，在此一并表示衷心感谢。

限于作者的经验和技术水平，书中定有不妥和错误之处，欢迎广大读者批评指正。

编著者

2003年1月

目 录

前言

第一章 通用知识	1
第一节 电机试验分类	1
一、半成品试验	1
二、成品试验	1
第二节 电机及电机试验常用术语、定义和符号	2
一、电机及电机试验常用术语和定义	2
二、电机及电机试验常用物理量名称及符号	4
第三节 电机试验常用物理量单位符号及相关量之间的换算关系	7
一、关于单位用字母书写格式和大小写的规定	7
二、量值数量级的字母符号	7
三、电机与电机试验常用物理量单位名称及符号	7
四、常用非法定计量单位与法定计量单位之间的换算关系	9
五、希腊字母及其近似读音	10
第四节 电机试验标准	10
一、标准编号方法和有关说明	10
二、电机常用标准目录	12
第五节 电机型号的编制方法及常用电机名称和型号	25
一、常用电机型号的编制方法	25
二、常用电机名称与型号	27
第六节 电机的工作制与定额	33
第七节 电机的安装方式及其代号	36
一、电机安装型式代号的组成	36
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	40
第八节 电机的冷却方法及其代号	41
一、旋转电机冷却方法的表示方法	41

二、常见电机冷却方法举例	43
第九节 电机的线端标志与旋转方向	43
一、线端标志符号	43
二、绕组线端标志的规则和示例	44
三、常用电机绕组接线图	50
四、旋转方向	54
第十节 测量误差常识	55
一、误差的定义和分类	55
二、提高测量精度和削弱系统误差的基本方法	57
三、测量结果的误差计算	58
第十一节 数值修约规则及其在电机试验计算中的应用	62
一、GB/T 8170—1987《数值修约规则》主要内容	62
二、修约规则在电机试验计算中的应用	65
第十二节 电机性能指标考核标准容差的一般性规定	66
一、保证值和容差的定义	66
二、国家标准中对电机性能指标容差的规定	66
第十三节 旋转电机外壳防护分级 (IP 代码)	68
一、表示方法	68
二、第一位表征数字 (防固体等级) 的内容	69
三、第二位表征数字 (防液体等级) 的内容	70
第十四节 电机试验电路中常用的图形符号和文字符号	71
一、电气图用图形符号	71
二、电机试验电路中常用文字符号	103
第二章 电机试验用电源、负载设备及常用工装	110
第一节 电动机试验用交流电源设备	110
一、对试验用交流电源的质量要求	110
二、电力变压器	112
三、三相感应调压器	115
四、接触式自耦调压器	124
五、交流三相单频发电机组	126
六、交流变频发电机组	126
七、变频器——交流变频电源	128

第二节 试验用直流电源设备	129
一、对直流电源的质量要求	129
二、直流电源机组	130
三、固定输出电压和用晶闸管调压的整流电源	131
四、用自耦调压器调压的整流电源	131
第三节 电动机试验负载设备	141
一、以直流发电机作负载	141
二、由交流异步电动机转化成的交流发电机负载	143
三、磁粉制动器负载	149
四、涡流测功机	150
五、磁粉测功机	151
六、直流测功机	152
七、转矩-转速传感器与机械负载组成的测功机	153
八、“分析过的直流电机”测功机	154
九、测功机测量结果的修正	155
第四节 发电机试验负载——电负载设备	156
一、电阻负载	156
二、电感负载设备	158
三、交流发电机的回馈负载	160
四、变频机组容量小于被试电机容量时的解决办法	161
五、直流发电机的回馈负载	161
第五节 电机试验用工装	164
一、试验平台和安装固定器件	164
二、对小功率电机热试验用支架及散热板的规定	164
三、架电机用弯板	165
四、联轴器	166
第六节 电机试验实用配电和控制电路	170
一、三相交流异步电动机出厂试验配电线路	170
二、三相电流互感器比数选择控制电路	170
三、出厂试验电路中的试验项目选择电路	172
四、出厂试验电路中空载试验自动封、开表电路	173
五、单台三相交流电动机频繁起动自动控制电路	174
六、单台三相交流电动机按一定周期正、反转的自动控制电路	174

七、周期工作制电机热(温升)试验自动控制电路	176
八、三相定、转子绕组电流平衡性试验电路	178
九、交流耐电压试验设备电气线路	179
十、三相交流异步电动机Y- Δ 减压起动电路	180
十一、直流电机试验用励磁电源电路	180
十二、直流电机试验用配电和控制电路	181
十三、一种可进行单相和三相交流电动机试验的综合电路	186
第三章 电机试验常用仪器仪表和测量电路	188
第一节 电量测量仪表及其使用方法	188
一、电量测量仪表的分类	188
二、仪表的误差	188
三、电工仪表准确度分级	189
四、电机试验测量对仪表准确度的要求	189
五、指示仪表表盘标注图形符号的含义	189
六、仪表使用方法及注意事项的通用部分	192
七、常用指示仪表的特征、用途及扩大量程的方法	193
八、电动系交流功率表的使用方法	194
九、电机试验中常用的指示仪表	197
第二节 电流互感器、电压互感器和分流器	198
一、互感器的用途、分类及准确度分级	198
二、互感器的误差及其修正方法	198
三、电流互感器的使用方法及注意事项	201
四、电流互感器及其接线的常见故障和原因	204
五、电压互感器的使用方法及注意事项	205
六、分流器及其使用方法	206
第三节 交流电机试验测量电路	207
一、单相交流电流测量电路	207
二、三相交流电流测量电路	208
三、单相和三相电压测量电路	208
四、功率测量电路	208
五、三相交流异步电动机三相电流、电压及功率试验综合测量 电路	213

六、三相交流同步发电机三相电流、电压、功率、频率、功率 因数试验综合测量电路	214
七、两表法三相功率测量电路常见故障	215
八、用两表法测量三相功率时的读数计算三相负载的功率因数 ..	216
第四节 直流电机试验测量电路	216
第五节 交流电机绕组直流电阻带电测量仪及其使用方 法	217
一、测量电路组成	217
二、测量操作方法和注意事项	219
第六节 指针式万用表的使用方法	220
一、万用表的主要功能和准确度	220
二、万用表的使用方法及注意事项	220
第七节 钳形电流表	227
第四章 电机通用试验及设备	230
第一节 绝缘电阻测定试验	230
一、试验设备	230
二、测量方法及有关要求	231
三、测量结果的判断	231
四、吸收比及其考核标准	233
五、极化指数 (PI) 及其考核标准	233
第二节 介电强度试验 (耐电压试验)	233
一、耐交流电压试验的设备、试验方法及电压值	234
二、耐直流电压试验的设备、试验方法及电压值	239
第三节 对机壳 (对地) 耐冲击电压试验	240
一、试验设备	240
二、试验加压对象和有关规定	240
三、试验电压波形、数值及加压时间	240
第四节 绕组匝间耐冲击电压试验	241
一、试验设备	241
二、匝间仪使用方法及注意事项	242
三、试验原理	242
四、交流低压电机散嵌绕组试验方法	243

五、交流低压电机散嵌绕组匝间绝缘试验电压限值	244
六、交流低压电机成型绕组匝间绝缘试验方法及限值	245
七、直流电机电枢绕组匝间绝缘试验规范	246
八、电机磁极线圈及磁场绕组的匝间冲击耐电压试验	248
九、试验结果(显示波形)的判定	250
十、试验波形差异量的允许值及其设定	252
第五节 交流高压电机定子成型线圈耐冲击电压试验	253
一、耐冲击电压水平	254
二、耐冲击电压水平试验	254
第六节 电机接触电流的测定试验	255
一、中小型电机	255
二、小功率电机	257
第七节 绕组直流电阻的测定试验	257
一、常用仪表和使用方法	258
二、“电压电流法”试验电路和有关计算	262
三、不同温度时导体直流电阻的换算	263
四、三相绕组直流电阻的测量	264
五、相电阻与线电阻的换算关系	264
第八节 电机外壳防护等级试验	265
一、有关规定	265
二、防固体能力试验方法及认可条件	266
三、防液体(水)能力试验方法及认可条件	269
第九节 防湿热试验	273
一、检验规则	273
二、湿热试验设备的配套及要求	274
三、湿热试验周期	276
四、湿热试验方法	276
五、中小型电机湿热试验验收规定	278
六、小功率电机湿热试验验收规定	281
七、表面油漆层附着力检查方法和质量标准分级	281
第十节 防盐雾试验	281
一、对试验设备的要求	282
二、试验液体	282

三、试验条件	282
四、试验过程	282
五、恢复和最后检测	283
六、盐雾试验的持续时间和合格标准	283
第十一节 电机的防爆试验	283
一、爆炸性气体环境用电气设备分类和温度组别	284
二、防爆电机的防爆试验项目	285
三、隔爆型电机专用项目的试验方法和设备	286
四、增安型电机专用试验	290
五、正压型电机专用试验	293
第十二节 电机轴电压的测定试验	295
一、试验目的和范围	295
二、试验方法	295
第十三节 转子转动惯量的测定试验	296
一、计算法	296
二、单钢丝实测法	296
三、双钢丝实测法	298
四、辅助摆摆动实测法	298
五、空载减速法	300
第十四节 非正常工作条件试验	300
一、偶然过电流试验	301
二、短时过转矩试验	301
三、短时过电压试验	302
四、三相同步发电机的突然短路试验	303
五、超速试验	303
六、小功率电动机的较长时间堵转试验	304
七、小功率三相电动机断相运行试验	305
第十五节 热试验	305
一、试验目的	305
二、试验方法分类	305
三、电机部件温度（或温升）测量方法的选择原则	307
四、用电阻法测量和求取电机绕组温升的试验及计算过程	307
五、集电环、换向器温度测量	315

六、轴承温度测量和限值	315
第十六节 电机绕组及相关部件的温升或温度限值及有关 规定	316
一、说明	316
二、用空气间接冷却绕组的温升限值	316
三、对在非基准条件下试验或运行的电机绕组温升限值的修正	316
四、集电环、换向器以及电刷和电刷机构温升或温度限值	319
第十七节 振动测量、评定及限值	319
一、对测量值的规定	319
二、测量仪器及设备	320
三、测定方法	324
四、测量结果的确定	326
五、振动限值	327
第十八节 电机噪声测定方法及限值	328
一、声音的量度	328
二、测试仪器和设备	330
三、测试场地	331
四、电机噪声声压级的测量方法	331
五、对试验环境影响因素的修正	334
六、试验结果的确定方法	337
七、声功率级和声压级之间的转换	338
八、电机负载噪声的测试方法	339
九、电机噪声的频谱测绘和分析	341
十、电机噪声限值	343
十一、声功率级值的表示与验证	345
第十九节 电机转速和转差率的测定与计算	345
一、转速测量仪表的种类及其使用方法	345
二、交流异步电动机转速或转差率的测量	346
第二十节 交流电机铁心损耗的测定试验	350
一、试验设备	350
二、试验方法	352
三、试验结果的确定	352
第二十一节 小功率电动机绳索滑轮加载法	352

第二十二节 电机气隙不均匀度的测量和考核标准	353
一、测量方法	353
二、气隙不均匀度的计算	354
三、考核标准	354
第五章 三相交流异步电动机绕组和成品检查试验	356
第一节 绕组的检查和试验	356
一、绕组外观的检查和试验	356
二、绕组几何尺寸的检测	357
三、直流电阻的测量	358
四、绕组匝数检查	358
五、中型高压电机定子成型和少胶整浸线圈绝缘性能试验	360
第二节 电工半成品试验	363
一、外观检查	363
二、电气性能检查和试验	363
第三节 电机成品检查试验	365
一、通用项目	365
二、堵转试验	365
三、空载试验	367
第四节 三相交流异步电动机出厂标准的确定原则	369
一、说明	369
二、性能参数正常波动范围	369
三、出厂试验数据与电机主要性能数据的关系	370
四、制定出厂标准的原则和步骤	370
第五节 三相交流异步电动机出厂试验数据分析	371
一、通电后不起动	371
二、通电后缓慢转动并发出“嗡嗡”的异常声响	372
三、三相电阻不平衡度较大	372
四、三相电阻平衡但都较大或较小	372
五、空载电流三相不平衡度超过标准限值	372
六、空载电流较大或较小	372
七、堵转电流三相不平衡度超过标准限值	373
八、堵转电流较大或较小	373

九、空载损耗较大	374
十、堵转损耗较大或较小	374
第六节 Y 和 Y2 系列三相异步电动机额定电压时的空载	
电流和额定电流时的堵转电压统计值	374
一、额定电压时的空载电流统计值	374
二、额定电流时的堵转电压统计值	377
第六章 三相交流异步电动机型式试验	378
第一节 指导试验的主要标准和试验项目	378
一、指导试验的主要标准	378
二、试验项目	378
第二节 空载试验	379
一、试验目的	379
二、试验过程和有关参数的测定方法	380
三、试验结果的计算和特性曲线的绘制	381
四、求取机械损耗及铁心损耗	382
五、求取额定电压时的空载电流和空载损耗	383
第三节 堵转试验	383
一、试验目的	383
二、试验设备和电路	383
三、试验步骤及注意事项	385
四、试验结果的计算	386
五、采用圆图算法求取工作特性时的附加堵转试验	388
六、采用等效电路法求取工作特性时的堵转试验	389
七、关于 JB/T 8158—1999 中提出的起动性能代号问题	389
第四节 热试验	390
一、试验目的	390
二、试验方法分类	390
三、直接负载法的几种负载型式及加载方法	390
四、间接负载法之一——降低电压负载法	390
五、间接负载法之二——定子叠频法	391
第五节 负载试验	392
一、试验目的	392

二、直接负载试验方法之一——额定电压负载法	392
三、直接负载试验方法之二——降低电压负载法	393
四、试验中转差率的测量方法	393
五、直接负载试验方法试验结果的计算	393
第六节 杂散损耗的规定试验和有关规定	395
一、杂散损耗的定义和试验目的	395
二、基频杂散损耗的测定方法	395
三、采用反转法测定高频杂散损耗和求取总杂散损耗的过 程	396
四、采用输入-输出法测定高频杂散损耗和求取总杂散损耗 的过程	399
五、绕线转子电动机的另一种直接测定法	400
六、采用测功机输入-输出法求取杂散损耗（对应效率测试的B法） 的确认问题	401
七、杂散损耗的线性回归过程及有关规定	402
八、GB 18613—2002 规定的杂散损耗限值	403
九、GB/T 1032—2004 中规定的杂散损耗推荐值	404
第七节 效率的确定方法	404
一、效率确定方法的分类	404
二、A 法测定效率——效率的直接测定法	405
三、B (B1) 法测定效率——输入-输出损耗分析法	408
四、C (C1) 法测定效率——双机对拖反馈法	409
五、E (E1) 法测定效率——损耗分析法	412
六、F (F1) 法测定效率——等效电路法	412
七、G (G1) 法测定效率——降低电压负载法	416
八、H 法测定效率——圆图计算法	417
第八节 除效率以外其他满载性能的确定方法	421
一、满载功率因数的直接确定方法	421
二、满载转差率的直接确定方法	421
三、满载转矩的直接确定方法	421
四、满载输入电流的直接确定方法	422
五、满载温升的直接确定方法	422
六、性能数据的间接确定方法	422

第九节 最大转矩测定试验和计算方法	422
一、最大转矩定义和转矩-转速特性曲线	422
二、求取最大转矩的目的和方法	423
三、接近额定电压时的实测试验和计算方法	423
四、电源和负载设备能力不足时的实测试验和计算方法	427
五、最大转矩的圆图算法	427
第十节 最小转矩测定方法	431
一、测功机、校正过的直流机或转矩-转速传感器法	431
二、反转制动法	431
第十一节 采用损耗分析法求取效率的型式试验报告计算 和编制实例	434
一、说明	434
二、汇总与试验有关的铭牌数据（额定数据）	434
三、测定定子三相绕组的绝缘电阻	435
四、测定定子三相绕组的冷态直流电阻	435
五、堵转试验	436
六、热试验	437
七、负载试验	439
八、杂散损耗试验	440
九、空载试验	441
十、满载效率、功率因数、定子电流、绕组温升、转矩和转差率的 确定	445
十一、求取最大转矩	449
十二、噪声测试数据及计算	450
十三、振动测试数据及计算	451
十四、其他试验	451
十五、试验结果汇总	451
第十二节 三相异步电动机试验报告分析	453
一、试验报告内容的检查	453
二、不合格项目的分析	453
第十三节 GB/T 1032—2004 中推荐的效率测定试验记录 及计算表格	457
一、A方法格式	458