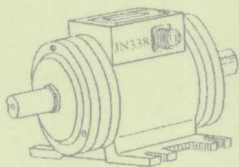
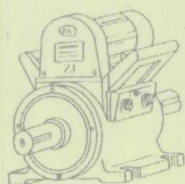
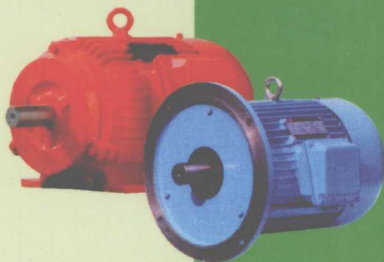
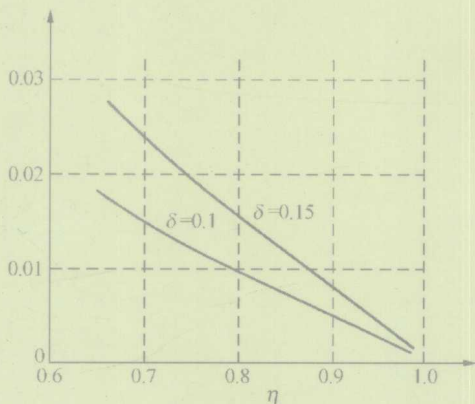
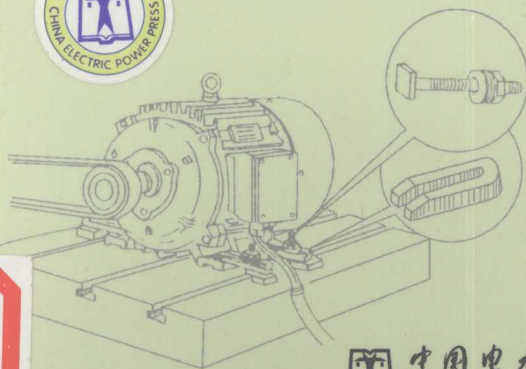


才家刚 编著



图解

交流异步电动机 试验技术与质量分析



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

图解 交流异步电动机 试验技术与质量分析

才家刚 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书系统地介绍了常用中、小、微型各类三相和单相交流异步电动机试验方面最新的技术标准、检测设备、仪器仪表及电气线路、操作方法、试验报告的编写和电机性能数据分析、故障判定等内容。

本书采用了图文并茂和以实例说明的形式，通俗易懂、可操作性强。

本书可作为电机生产和修理单位试验人员的培训教材，也可作为从事电机设计、制作、修理、教学和研究技术人员的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解交流异步电动机试验技术与质量分析/才家刚编著. —北京: 中国电力出版社, 2007

ISBN 978-7-5083-5198-8

I. 图… II. 才… III. ①异步电动机-试验-图解②异步电动机-质量分析-图解 IV. TM343.06-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 011903 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 4 月第一版 2007 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 13.625 印张 554 千字

印数 0001—4000 册 定价 25.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

► [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，对于从事电机研究、生产和维修行业的单位来讲，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。

本书从解决上述问题出发，汇集了我国现行最新的有关中、小、微型交流异步电动机试验、检测方面的技术标准（所采用的标准截止到 2007 年 1 月），并结合作者近 30 年的实践经验，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、故障判定等多方面内容，进行了详细介绍。本书采用了图文并茂和以实例说明的形式，各项内容都很容易理解和实施。

上海海鹰机电检测设备厂董事长兼总经理吴亚旗先生，为本书提供了有关匝间绝缘试验等方面的技术资料，在此表示诚挚的感谢。

限于作者的经验和技术水平，书中难免有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编著者

2007 年 2 月

►[目 录]

前言

第一章 通用知识

第一节	概述	1
第二节	电机及电机试验常用术语及其定义	3
第三节	电机的工作制与定额	5
第四节	电机的安装方式及其代号	7
第五节	电机的线端标志与旋转方向	9
一、	线端标志符号	9
二、	绕组线端标志的规则和示例	10
三、	常用电机绕组接线图	13
四、	旋转方向	16
第六节	旋转电机外壳防护分级 (IP 代码)	17
一、	表示方法	17
二、	第一位表征数字 (防固体等级) 的内容	17
三、	第二位表征数字 (防液体等级) 的内容	18
第七节	电机的冷却方式及其代码	20
一、	旋转电机冷却方式的表示方法	20
二、	常见电机冷却方法举例	21
第八节	电机试验计算和最终结果的数值修约 (取位)	
	规则	22
一、	电机试验最终结果的修约规则	22
二、	电机试验计算过程中的数值修约规则	23

第九节 电机性能指标考核标准容差的一般性规定	24
一、保证值和容差的定义	24
二、国家标准中对电机性能指标容差的规定	24

第二章 电机试验用电源、负载设备及常用工装

第一节 电动机试验用交流电源设备	26
一、对试验用交流电源的质量要求	26
二、三相感应调压器	29
三、接触式自耦调压器	34
四、交流三相单频发电机组	35
五、交流变频发电机组	36
六、变频器——交流变频电源	37
七、用于回馈法进行负载试验的电子内回馈电源系统	39
第二节 试验用直流电源设备	41
一、直流电源的分类	41
二、直流电源机组	41
三、整流电源	42
四、用自耦调压器调压的整流电源	44
第三节 电动机试验机械负载设备	45
一、以直流发电机作负载	45
二、由交流异步电动机转化成的交流发电机负载	46
三、磁粉制动器负载	53
四、转矩-转速传感器与机械负载组成的测功机	54
五、传统的测功机	55
六、测功机转矩读数的修正方法	57
七、微型电动机绳索滑轮加载法	58
八、发电机负载——电负载设备	59
九、变频机组容量小于被试电机容量时的解决办法	62
第四节 电机试验用工装	64

一、试验平台和安装固定器件	64
二、对小功率电机发热试验用支架及散热板的规定	64
三、架用凸缘端盖安装的电机用弯板	65
四、联轴器	65
第五节 电机试验实用配电和控制电路	71
一、三相异步电动机出厂试验配电线路	71
二、单台三相异步电动机频繁起动自动控制电路	71
三、单台三相异步电动机按一定周期正、反转的 自动控制电路	71
四、周期工作制电机发热试验自动控制电路	73
五、一种可以进行单相和三相交流电动机试验的 综合电路	77

第三章 电机试验常用仪器仪表和测量线路

第一节 电量测量仪表及其使用方法	78
一、电量测量仪表的分类	78
二、仪表的误差和准确度分级	78
三、电机试验测量对仪表准确度的要求	79
四、常用指示仪表的特征、用途及扩大量程的方法	79
五、电动系交流功率表的使用方法	80
六、电机试验中常用的指示仪表	84
七、电机试验中常用的数字仪表	85
第二节 电流互感器、电压互感器和分流器	86
一、互感器的误差及其修正方法	86
二、电流互感器的用途、分类及准确度分级	88
三、电流互感器的使用方法及注意事项	89
四、电流互感器及其接线的常见故障和原因	92
五、电压互感器的使用方法及注意事项	93
六、分流器及其使用方法	94

七、霍尔电流传感器	96
第三节 交流异步电动机试验测量电路	97
一、单相和三相电流测量电路	97
二、单相和三相电压测量线路	99
三、功率测量线路	99
四、三相异步电动机试验三相电流、电压及功率综 合测量线路	102
五、两表法三相功率测量线路常见故障	103
六、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	104
第四节 钳形电流表	105
第五节 用于电机试验的测温仪器和温度传感器	107
一、电机试验对测温仪器的准确度要求和常用种类	107
二、热电偶	107
三、测温热电阻	108
四、热敏电阻	108
五、光纤温度传感器	109
第六节 测量直流电阻的仪器和使用方法	111
一、常用仪器的类型	111
二、单臂电桥的使用方法和注意事项	111
三、双臂电桥的使用方法和注意事项	113
第七节 用“电压—电流法”测量直流电阻的线路和 有关计算	116
一、测量线路和仪表的选用要求	116
二、电阻的计算和误差的修正	116
第八节 测量绝缘电阻的仪表——绝缘电阻表	118
一、仪表的分类	118
二、测量电机绕组绝缘电阻时应选用的绝缘电阻表 规格	118
三、手摇式绝缘电阻表的使用方法	119

第九节 耐交流电压试验仪及其使用方法	120
一、耐交流电压试验仪的类型和工作原理	120
二、对耐压试验设备有关元件的要求	121
三、使用注意事项	123
第十节 绕组匝间耐冲击电压试验仪及其使用方法	124
一、仪器的规格	124
二、试验原理	124
三、仪器的使用方法及注意事项	125
第十一节 转子转速和转差率的测量与计算	126
一、转速的测量方法	126
二、转差率的测量与计算	126

第四章 普通三相异步电动机试验

第一节 指导试验的主要标准和试验项目	131
一、指导试验的主要标准	131
二、试验项目	131
第二节 绝缘电阻测定试验	133
一、试验设备、测量方法及有关要求	133
二、测量结果的判断	134
三、吸收比的测量计算和考核标准	136
第三节 介电强度试验(耐电压试验)	137
一、耐交流电压试验方法和试验电压的规定	137
二、对重复试验和修理后绕组试验的规定	138
三、对耐交流电压试验结果的判定原则	138
四、耐直流电压试验	139
第四节 绕组对机壳(对地)耐冲击电压试验	141
一、试验设备	141
二、试验加压对象和有关规定	141
三、试验电压波形、数值、加压时间及结果判定	141

第五节	绕组匝间耐冲击电压试验	143
一、	交流低压电机散嵌绕组试验方法	143
二、	交流低压电机散嵌绕组匝间绝缘试验电压限值	144
三、	试验结果（显示波形）的判定	145
第六节	绕组直流电阻的测定试验	151
一、	测量绕组直流电阻的目的和仪器选用原则	151
二、	三相绕组直流电阻的测量方法	151
三、	相电阻与线电阻的换算关系	152
四、	不同温度时导体直流电阻的换算	153
第七节	堵转试验	154
一、	试验目的	154
二、	试验设备和线路	154
三、	试验步骤及注意事项	155
四、	试验结果的计算	157
五、	采用圆图计算法求取工作特性的深槽和双笼型 电动机附加堵转试验	159
六、	采用等效电路法求取工作特性的附加堵转试验	160
七、	出厂检查试验时堵转试验的有关规定	160
八、	绕线转子电动机的堵转试验问题	162
九、	关于 JB/T 8158—1999 中提出的起动性能代号 问题	163
第八节	空载试验	164
一、	定义和试验目的	164
二、	试验设备、试验过程和有关参数的测定方法	164
三、	试验结果的计算和特性曲线的绘制	165
四、	求取机械损耗及铁心损耗	167
五、	求取额定电压时的空载电流和空载损耗	167
六、	出厂检查试验时空载试验的有关规定	167
第九节	热试验	170
一、	试验目的	170

二、试验方法分类和负载设备	170
三、获得温升或温度值的方法	170
四、电机部件温度（或温升）测量方法的选择原则	171
五、用电阻法测量和求取电机绕组温升的试验及计算 过程	172
六、等效负载法之一——降低电压负载法	179
七、等效负载法之二——降低电流负载法	180
八、等效负载法之三——定子叠频法	180
九、电机绕组及相关部件的温升或温度限值及有关 规定	182
十、集电环温度的测量及温度限值	184
十一、轴承温度的测量和温度限值	184
第十节 负载试验	186
一、试验目的	186
二、直接负载试验方法之一——额定电压负载法	186
三、直接负载试验方法之二——降低电压负载法	187
四、直接负载试验法试验结果的计算	187
第十一节 杂散损耗的测定试验和有关规定	189
一、杂散损耗的定义和试验目的	189
二、基频杂散损耗的测定方法	189
三、采用反转法测定高频杂散损耗的试验和计算过程	189
四、采用输入—输出法测定高频杂散损耗和求取总杂 散损耗的试验计算过程	193
五、绕线转子电动机的另一种直接测定法	194
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	195
七、杂散损耗的线性回归过程及有关规定	196
八、GB 18613—2002 中规定的杂散损耗限值	197
九、GB/T 1032—2005 中规定的杂散损耗推荐值	198
第十二节 效率的确定方法	199

一、效率确定方法的分类	199
二、A 法测定效率——效率的直接测定法	200
三、B (B1) 法测定效率——输入—输出损耗分析法	202
四、C (C1) 法测定效率——双机对拖反馈法	204
五、E (E1) 法测定效率——损耗分析法	206
六、F (F1) 法测定效率——等效电路法	206
七、G (G1) 法测定效率——降低电压负载法	210
八、H 法测定效率——圆图计算法	212
第十三节 除效率以外其他满载性能的确定方法	216
一、满载功率因数的直接确定方法	216
二、满载转差率的直接确定方法	216
三、满载转矩的直接确定方法	217
四、满载输入电流的直接确定方法	217
五、满载温升的直接确定方法	217
六、性能数据的间接确定方法	217
第十四节 最大转矩、最小转矩、转矩—转速特性	
曲线的测定试验	218
一、最大转矩、最小转矩的定义和转矩—转速特性曲线	218
二、求取最大转矩和最小转矩的目的	219
三、实测最大转矩的方法	219
四、最大转矩的圆图计算法	222
五、最小转矩的测试方法	226
第十五节 振动的测量、评定及限值	231
一、对测量量值的规定	231
二、测量仪器及设备	231
三、测定方法	235
四、测量结果的确定	236
五、振动限值	237
第十六节 电机噪声测定方法及限值	239

一、声音的量度	239
二、测试仪器和设备	241
三、测试场地	242
四、电机噪声声压级的测量方法	242
五、对试验环境影响因素的修正	244
六、试验结果的确定方法	248
七、声功率级和声压级之间的转换	249
八、电机负载噪声的测试方法	250
九、电机噪声限值	252
第十七节 非正常工作条件试验	255
一、偶然过电流试验	255
二、短时过转矩试验	255
三、短时过电压试验	256
四、超速试验	256
五、小功率电机的较长时间堵转试验	256
六、小功率三相电动机缺相运行试验	258
第十八节 电机外壳防护等级试验	259
一、有关规定	259
二、防固体能力试验方法及认可条件	259
三、防液体(水)能力试验方法及认可条件	262
第十九节 转子转动惯量的计算和测定试验	268
一、粗略计算法	268
二、用假转子辅助的单钢丝实测法	268
三、双钢丝实测法	269
四、辅助摆摆动实测法	270
五、空载减速实测法	272
第二十节 电机轴电压的测定试验	274
一、试验目的和范围	274
二、试验测试方法	274
三、合格标准	274

第二十一节 电机接触电流的测定试验	275
一、中小型电机	275
二、小功率电机	276
第二十二节 采用B法求取效率的型式试验报告计算和 编制实例	277
一、说明	277
二、汇总与试验有关的铭牌数据 (额定数据)	277
三、测定定子三相绕组的绝缘电阻	277
四、测定定子三相绕组的冷态直流电阻	278
五、堵转试验	278
六、热试验	280
七、负载试验	282
八、空载试验	283
九、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	286
十、最大转矩和最小转矩测试试验及计算	291
十一、噪声测试及计算	292
十二、振动测试及计算	293
十三、其他试验	293
十四、试验结果汇总	293
第二十三节 用异步机反转法实测杂散损耗的实例	296
一、说明	296
二、高频杂散损耗试验	296
三、计算各试验点的高频杂散损耗	296
四、绘制高频杂散损耗与定子电流的关系曲线	297
五、效率计算时求取各试验点杂散损耗的方法	297
第二十四节 采用圆图计算法求取最大转矩的计算实例	298
第二十五节 三相异步电动机试验报告分析	300
一、对试验报告内容的检查	300
二、对不合格项目的分析	300

第二十六节 GB/T 20137—2006 《三相笼型异步电动机 损耗和效率的确定方法》 简介	304
一、说明和相关规定	304
二、试验程序	304

第五章 绕线转子及其他特殊用途三相异步电动机试验

第一节 绕线转子三相异步电动机试验	308
一、绕线转子三相异步电动机简介	308
二、绕线转子三相异步电动机特有通用试验项目及 试验方法	308
三、绕线转子三相异步电动机出厂检查试验项目及 试验方法	310
四、YZRW 系列起重及冶金用涡流制动绕线转子 三相异步电动机试验	310
五、冶金及起重用强迫通风型绕线转子三相异步 电动机试验	314
六、YZR-Z 系列起重专用绕线转子三相异步电动 机试验	314
第二节 电动葫芦用锥形转子制动三相异步电动机试验	317
一、常用系列及其技术条件	317
二、制动的工作原理	317
三、基本参数	317
四、特殊试验项目及试验方法	318
第三节 制动电动机的制动性能试验	319
一、电机类型、结构和制动工作原理	319
二、静制动力矩测定试验	321
三、制动时间的测定试验	324
四、YEJ 系列电磁制动电动机制动性能指标	325
第四节 YCT 及 YCTD 系列电磁调速电动机试验	327

一、YCT 及 YCTD 系列电磁调速电动机基本结构	327
二、标称功率、额定转矩和额定调速范围	327
三、特有或有特殊要求的试验项目、试验方法及 要求	327
四、对配套控制器的要求	331
五、对电磁调速控制器的试验及相关要求	331
第五节 井用潜水电动机试验	335
一、主要系列和相关参数	335
二、特有或有特殊要求的试验项目、试验方法和 有关考核标准	335
第六节 YLJ 系列力矩三相异步电动机特有试验	338
一、性能特点简介	338
二、特有或有特殊要求的试验项目、试验方法和 有关考核标准	338
第七节 变频调速电动机的试验方法	340
一、用变频器供电时的试验方法	340
二、确定损耗和效率的方法	341
第八节 60Hz 电机用 50Hz 供电进行试验的计算方法	347
一、说明	347
二、试验方法	347
三、试验数据的折算	347

第六章 三相异步电动机出厂标准的确定 原则和试验数据分析

第一节 三相异步电动机出厂标准的确定原则	349
一、说明	349
二、三相异步电动机性能参数正常波动范围	349
三、三相异步电动机出厂试验数据与电机主要性能 数据的关系	350

四、制定三相异步电动机出厂标准的原则和步骤	350
五、三相异步电动机出厂标准（上、下限法）的建议数值	351
第二节 三相异步电动机在出厂试验及使用中出现的异常现象分析	353
一、通电后不起动，也无任何声响	353
二、通电后不起动或缓慢转动并发出“嗡嗡”的异常声响	353
三、三相电阻不平衡度较大	353
四、三相电阻平衡，但都较大或较小	353
五、空载电流三相不平衡度超过标准限值	354
六、空载电流较大或较小	354
七、空载损耗较大	355
八、堵转电流较大或较小	355
九、堵转电流三相不平衡度超过标准限值	355
十、堵转损耗较大或较小	355
第三节 Y 和 Y2 系列普通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	356
一、额定电压时的空载电流统计值	356
二、额定电流时的堵转电压统计值	356

第七章 单相异步电动机试验

第一节 单相交流异步电动机的原理接线图	359
一、分相起动类单相交流异步电动机	359
二、罩极起动类单相交流异步电动机	360
三、单相串励式电动机	360
四、单相多速电动机	361
第二节 单相异步电动机的通用试验	363
一、试验电源及电气测量	363