

高压交流电动机 检修技术

■ 赵家礼 / 主编

问答



GAOYA JIAOLIU
DIANDONGJI
JIANXIU JISHU WENDA



化学工业出版社

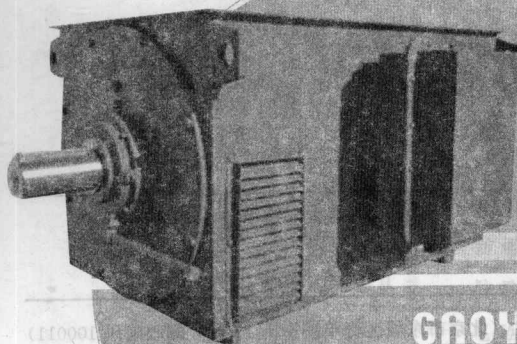
第 2 版 (91C) 目录附录五

高压交流电动机 检修技术



赵家礼 / 主编

问答



GAOYA JIAOLIU
DIANDONGJI
JIANXIU JISHU WENDA



化学工业出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

高压交流电动机检修技术问答/赵家礼主编. —北京:
化学工业出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-122-01535-8

I. 高… II. 赵… III. 高电压-交流电机-检修-问答
IV. TM340.7-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 179092 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 于 兵

责任校对: 宋 夏

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: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 7 字数 155 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: 18.00 元

版权所有 违者必究

化学工业出版社电气类图书

书号	书 名	定价/元
00772	继电器及继电保护装置实用技术手册	85
00333	电缆及其附件手册	72
01079	三相异步电动机检修技术问答	18
01362	直流电动机检修技术问答	18
9249	小功率异步电动机维修技术	39
00911	图解变压器检修操作技能	35
9333	化工设备电气控制电路详解	25
9334	工厂电气控制电路实例详解	25
8966	电气技术丛书——UPS应用技术	28
9852	电气技术丛书——自备电厂	45
8213	电气设备丛书——电气测量仪器	29
8108	电气设备丛书——电热设备	38
7932	电气设备丛书——防爆电器	29
8056	电气设备丛书——防雷与接地装置	23
9148	电气设备丛书——电动机原理与应用	32
8701	电气设备丛书——开关电源技术	35
00481	电气设备丛书——低压电器	33

以上图书由化学工业出版社 机械·电气出版分社出版。如要出版新著,请与编辑联系。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888

编辑:010-64519265(高墨荣) Email: gmr9825@163.com

前 言

高压交流电动机是指电压在 1kV 以上的交流电动机，常用的有 3kV、6kV 和 10kV 三个等级，又可划分为同步电动机和异步电动机。高压电动机的优点是功率大，承受冲击能力强；缺点是惯性大，启动和制动都比较困难。由于电力拖动的需要，高压电动机广泛应用于电力、冶金、炼焦、化工及煤矿等工业部门作传动压缩机、鼓风机、水泵等机械之用。由于电压高，电流冲击大，高压电动机必须满足过电压的要求，绝缘水平必须足够高。电动机的故障可分为电气故障和机械故障。机械方面的主要故障是振动、轴承过热、转子扫膛、运转声音异常等；电气方面则主要是电动机绕组接地、短路、开路、接触不良、转子断条等故障。为满足企业技术工人岗位培训的需要，不断提高维修工人的电动机检修操作技能，增强技术工人的市场竞争力，我们编写了本书。

本书内容主要包括高压异步电动机、高压同步电动机的基础知识，电气故障检查修理，机械故障检查修理，电动机检查试验等内容。

本书采用一问一答的形式，密切联系实际，以操作技能为主，言简意赅，通俗易懂。

参加本书编写的还有高级工程师赵捷、何青、梁孟杰、刘福振、孙树文等。

由于作者水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

主 编

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 三相异步电动机的基础知识	1
1-1 三相异步电动机结构特点及工作原理是什么?	1
1-2 三相异步电动机是怎样进行分类的?	3
1-3 三相异步电动机的型号意义是什么?	7
1-4 三相异步电动机出线端是如何标志的?	9
1-5 三相异步电动机铭牌上数据的意义是什么?	11
1-6 什么是三相异步电动机的机械特性?	16
1-7 异步电动机的电磁转矩、额定转矩、启动转矩和最大转矩 都有什么区别?	17
1-8 启动三相异步电动机时,要考虑哪些技术问题?	19
1-9 三相异步电动机常用的启动方法有哪些?	20
1-10 三相异步电动机的小修、中修、大修项目都有哪些? 检修 周期如何确定?	22
1-11 异步电动机运行时怎样进行维护检查?	24
1-12 怎样靠外观检查判断三相异步电动机的故障原因?	24
1-13 三相异步电动机在运行前后要检查哪些项目?	26
1-14 三相异步电动机常见故障现象及产生的原因有哪些? 如何处理?	27
第二节 三相同步电动机的基础知识	29
1-15 同步电动机的结构特点及工作原理是什么?	29
1-16 同步电动机的特点是什么?	32
1-17 同步电动机为什么要装设灭磁电阻?	34
1-18 同步电动机转子装阻尼绕组的作用是什么?	34

1-19	同步电动机的转速与极数和电源频率有什么关系?	35
1-20	什么是同步电动机的失步?	35
1-21	同步电动机铭牌数据的意义是什么?	36
1-22	同步电动机损耗有哪些? 功率是怎样传递的?	37
1-23	同步电动机在启动前要做好哪些检查和准备工作?	38
1-24	同步电动机启动方法有哪些? 各应用特点是什么?	39
1-25	同步电动机连续启动次数有哪些限制?	40
1-26	同步电动机为什么不能自行启动?	41
1-27	同步电动机在运行中要检查哪些内容?	41
1-28	同步电动机停机后要检查哪些内容?	42
1-29	同步电动机常采用哪几种冷却方式?	43
1-30	同步电动机的检修周期和项目有哪些?	43
1-31	小功率同步电动机的类型及用途有哪些?	45
第二章 电动机电气故障检查修理		46
第一节 三相异步电动机电气故障检查修理		46
2-1	笼型转子断条故障有哪些现象? 外观检查故障种类有哪些?	46
2-2	笼型转子断条的检查方法有哪些?	47
2-3	采用短路侦察器测量 630kW 电动机转子, 发现有 95% 的笼条开焊, 可是具体检查时又无问题, 这是什么原因?	49
2-4	铸铝转子端环开裂故障如何修理?	50
2-5	铸铝笼改铜笼结构时怎样进行改制?	50
2-6	铜笼转子断条故障如何进行检查?	51
2-7	电动机绕组短路故障原因有哪些? 怎样进行检查?	53
2-8	电动机绕组断路故障原因有哪些? 怎样进行检查?	57
2-9	电动机绕组接地故障原因有哪些? 怎样进行检查?	59
2-10	电动机绕组接反故障原因有哪些? 怎样进行检查?	61
2-11	怎样检查和试验电动机铁芯质量?	65
2-12	怎样做交流电动机短时升高电压检查试验及正常短时升高电压试验?	71
2-13	起重、冶金用三相异步电动机空载试验时, 发现有的电	

38	电动机不转, 有的加较高电压, 例如大于 80V (额定电压	
38	380V) 才转, 这是否说明电动机有故障?	71
38	2-14 一台 JZR 型三相异步电动机, 定、转子重绕后试空载, 是	
38	什么原因造成的只有一个方向能启动?	72
38	2-15 一台 22kW 三相笼型异步电动机, 重绕后测定子三相空载	
38	电流平衡, 装配后三相空载电流不平衡, 这是什么原因造	
01	成的?	72
12	2-16 3kV、B 级绝缘的定子绕组重绕时, 怎样选择绝缘规范? ...	73
12	2-17 6kV、B 级绝缘的定子绕组重绕时, 怎样选择绝缘规范? ...	74
31	2-18 10kV、B 级绝缘的定子绕组重绕时, 怎样选择绝缘规范?	78
31	2-19 扁铜导线线圈怎样绕制?	81
31	2-20 高压线圈采用包带机包扎云母带的工艺要求有哪些?	81
31	2-21 高压线圈采用手工包扎云母带的工艺要求有哪些?	83
31	2-22 高压线圈热压工艺如何确定?	85
31	2-23 低压硬绕组如何进行嵌线?	86
31	2-24 转子铜条绕组如何进行嵌线?	88
31	2-25 高压模压线圈如何进行嵌线?	90
31	2-26 绕组连接线和引出线焊接工艺要求有哪些?	92
02	第二节 同步电动机电气故障检查修理	94
02	2-27 同步电动机常见电气故障有哪些?	94
02	2-28 同步电动机不能启动的原因是什么? 如何处理?	95
12	2-29 同步电动机启动后, 并加上励磁电流, 但达不到同步转速,	
32	并有较大振动, 如何排除?	95
32	2-30 同步电动机运行中振动过大原因是什么? 如何排除?	95
32	2-31 励磁线圈故障有哪些? 如何修理?	96
12	2-32 同步电动机运行温升过高是什么原因? 如何处理?	98
32	2-33 同步电动机定子过电流故障原因是什么? 如何排除?	99
17	2-34 同步电动机转子绕组发生接地的故障原因是什么?	
17	如何检修?	100
17	2-35 同步电动机转子绕组发生短路故障的原因是什么?	

如何检修?	101
2-36 常见阻尼绕组故障有哪些? 如何修理?	102
2-37 怎样采用 H-4 胶修理高压电动机定子绕组故障?	103
2-38 怎样采用自粘性硅橡胶三角带修理高压定子线圈?	106
2-39 高压电动机定子绕组断路故障怎样进行修理?	107
2-40 高压定子线圈绝缘磨损及电腐蚀事故, 怎样进行修理?	109
2-41 防止绝缘电腐蚀和磨损故障发生通常有哪些措施?	110
2-42 高压电动机铜笼转子开焊故障怎样选择焊料?	111
2-43 笼条与端环焊接处开焊怎样进行修理?	112
2-44 少量笼条断裂故障怎样进行修理?	112
2-45 大量笼条断裂故障怎样进行修理?	114
2-46 凸极同步电动机转子常见故障有哪些?	116
2-47 阻尼端环与连接板接触不良故障怎样进行修理?	116
2-48 阻尼端环表面凸凹不平故障怎样进行修理?	117
2-49 阻尼条沿轴向窜动的原因是什么? 怎样修理?	117
2-50 阻尼条开焊或断开的故障怎样进行修理?	118
2-51 端环变形故障原因是什么? 怎样修理?	118
2-52 造成转子斜键松动原因有哪些? 怎样修理?	119
2-53 磁极线圈在磁铁上松动的原因有哪些? 怎样处理?	120
2-54 凸极磁极线圈匝间短路应怎样进行修理?	120
2-55 对同步电动机凸极转子检查内容有哪些要求?	122
第三章 电动机机械故障检查修理	123
3-1 造成铁芯松动的原因有哪些? 如何进行修理?	123
3-2 铁芯齿部产生扇状现象(弹开)的原因是什么? 如何进行修理?	124
3-3 怎样修理铁芯表面擦伤故障?	125
3-4 怎样修理铁芯局部烧熔故障?	125
3-5 常用的集电环结构有哪些形式? 电刷技术特性和工作 条件是什么?	128
3-6 集电环常见故障有哪些?	130

3-7	集电环工作表面常见故障原因有哪些? 怎样进行修理?	130
3-8	在现场就地车削集电环工作面怎样进行?	131
3-9	塑料集电环短路故障怎样修理?	132
3-10	紧固式集电环短路故障怎样进行修理?	134
3-11	对电刷装置有哪些技术要求?	135
3-12	集电环松动故障原因有哪些? 怎样修理?	136
3-13	集电环温度过高原因有哪些? 怎样进行修理?	137
3-14	集电环短路装置的故障原因有哪些? 如何进行修理?	137
3-15	集电环检修后有哪些质量要求?	139
3-16	转轴断裂故障怎样修理?	140
3-17	怎样进行热态直轴法? 有几种直轴方式?	141
3-18	轴伸和轴头螺纹故障的检查方法有哪些? 怎样进行修理?	142
3-19	采用轴颈镶套法修复轴颈尺寸时, 要注意哪些技术问题?	143
3-20	怎样修理损伤的键槽故障?	144
3-21	轴颈磨损的原因有哪些? 怎样进行检修?	144
3-22	端盖轴承室磨损, 怎样进行镶套修理?	146
3-23	端盖油封故障怎样进行修理?	147
3-24	端盖轴承室配合表面轻微磨损的简易处理方法有哪些?	147
3-25	端盖破裂怎样进行修理?	148
3-26	机座底脚断裂怎样进行修理?	148
3-27	滑动轴承怎样正确装配?	150
3-28	轴电流产生的原因有哪些? 如何进行处理?	151
3-29	滑动轴承有哪些特点? 常见故障原因有哪些?	153
3-30	滑动轴承径向间隙最大允许磨损值是多少?	154
3-31	怎样进行浇铸轴瓦? 有哪些技术要求?	155
3-32	电动机本身的联轴器如何装配?	157
3-33	电动机与负载间联轴器如何装配?	158
3-34	高压电动机装配质量有哪些要求?	160

第四章 电动机检查试验	161
4-1 怎样测定交流电动机的绝缘电阻和吸收比?	161
4-2 怎样测定高压电动机线圈的介质损耗因数 $\tan\delta$ 及其增量 $\Delta\tan\delta$?	165
4-3 怎样做高压电动机的泄漏和直流耐压试验?	168
4-4 怎样做高压交流电动机的匝间检查试验?	171
4-5 造成绕组直流电阻不合格的主要原因有哪些? 如何测定电动机直流电阻?	172
4-6 绕组的线电阻怎样换算成相电阻值?	174
4-7 一台三相绕线转子异步电动机, 修后测试转子直流电阻不合格, 应如何查找故障?	175
4-8 怎样估算异步电动机的额定电流和空载电流?	177
4-9 造成空载电流增大的主要原因有哪些? 怎样解决?	178
4-10 三相空载电流不平衡可能是哪些原因造成的?	179
4-11 电动机空载电流大时, 怎样重绕计算合适的线圈匝数?	179
4-12 怎样测定转子绕组开路电压比?	181
4-13 集电环的检查试验内容和标准有哪些?	183
4-14 交流电动机堵转试验的目的是什么? 怎样进行试验?	185
4-15 交流电动机空载试验的目的是什么? 怎样进行试验?	188
4-16 交流电动机工频耐压试验怎样进行?	192
4-17 怎样测定电动机的振动?	196
4-18 怎样做交流电动机的超速试验?	197
4-19 怎样用万用表判断无铭牌电动机的转速?	198
4-20 电动机噪声和振动增大的原因有哪些? 如何鉴别和解决?	199
4-21 电动机三种噪声简易鉴别法是什么?	200
4-22 解决噪声和振动的措施有哪些?	201
4-23 造成电动机堵转转矩降低的原因有哪些? 如何提高堵转转矩?	203
4-24 电动机修后温升偏高的原因是什么? 怎样降低温升?	204

第一章 基础知识

第一节 三相异步电动机的基础知识

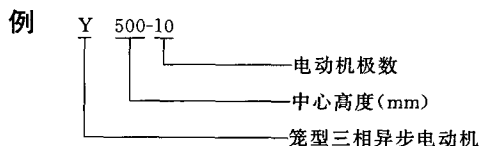
1-1 三相异步电动机结构特点及工作原理是什么？

(1) 结构特点

Y 系列中型三相异步电动机基本结构为防护式 (IP23)，也可根据用户需要制成 IP44、IP45 等管道通风型、封闭自扇冷却型、封闭水冷型以及其他防护形式。图 1-1 是 Y 系列中型三相异步电动机 (H355~H500) 外形图。图 1-2 是 JRQ 系列中型绕线转子三相异步电动机结构图，该系列电动机中心高有 355mm、400mm、450mm 和 500mm。

Y 系列三相异步电动机可代替老系列 JS、JSQ 等产品。比老系列效率提高 2%，符合 IEC 标准。工作制为连续式 S1，容量范围 220~1400kW，电压 6kV 或其他。

型号意义：



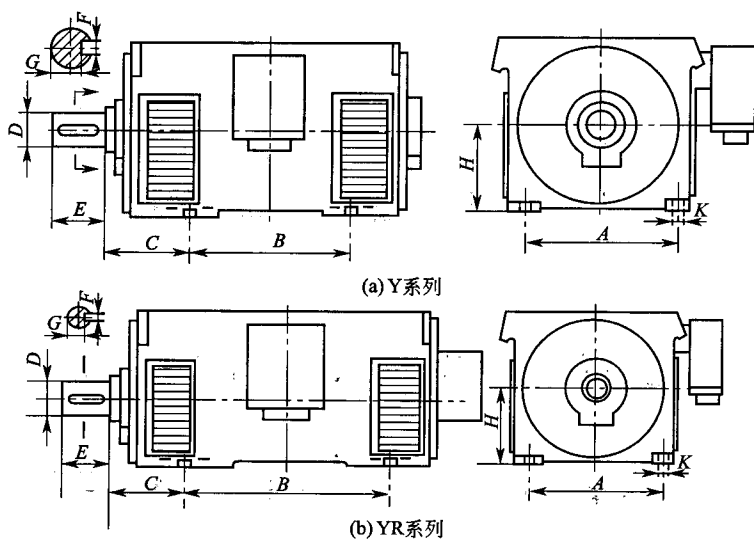


图 1-1 Y 系列中型三相异步电动机 (H355~H500) 外形

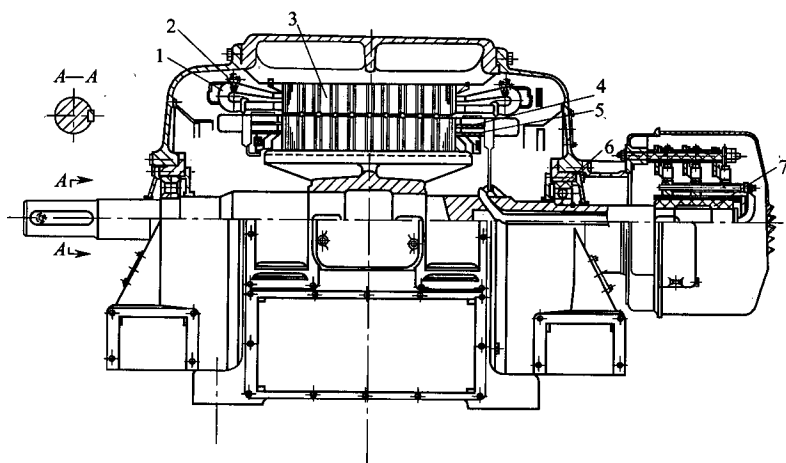
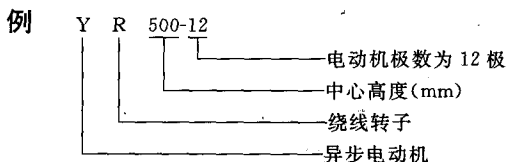


图 1-2 JRQ 系列中型绕线转子三相异步电动机结构

1—定子绕组；2—端箍；3—定子铁芯；4—转子绕组；5—转子铁芯；
6—轴承；7—集电环

YR 系列中型三相异步电动机的容量范围为 220 ~ 1250kW, 电动机中心高从 355 ~ 500mm, 额定电压 6kV, 电源频率 50Hz, 工作制为 S1, 防护等级 IP23, 绝缘等级 F 级、按 B 级考核, 平均效率提高 1.86% 左右, 可代替老产品 JR、JRQ 等系列电动机。

型号意义:



(2) 异步电动机工作原理

异步电动机定子有三相对称绕组, 接通三相对称电源后, 绕组中流有三相对称电流, 在气隙中产生一个旋转磁场, 转速为 n_1 , 大小取决于电动机的电源频率 f 和电动机极对数 p , 即 $n_1 = 60f/p$ 。此旋转磁场切割转子导体, 在其中感应出感应电动势和感应电流, 其方向可用右手定则确定, 此感应电流与磁场作用产生转矩, 转矩方向用左手定则确定, 于是电动机便顺着旋转磁场方向旋转, 但转子转速 n 必须小于 n_1 , 否则转子无感应电流, 也就无转矩, 这是异步电动机“异步”的由来。转差率 s 就是表示 n_1 与 n 之间差异程度, 即

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \times 100\%$$

因此有 $n = (1-s)n_1$ 关系式。

1-2 三相异步电动机是怎样进行分类的?

三相异步电动机种类繁多, 应用广泛, 通常是按照电动机结构尺寸、防护形式、冷却方式、运行工作制、转速类别、机

械特性、转子结构形式以及使用环境不同进行分类。

(1) 按电动机结构尺寸分类

① 大型电动机 指电动机机座中心高度大于 630mm, 或者 16 号机座及以上, 或定子铁芯外径大于 990mm 者, 称为大型电动机。

② 中型电动机 指电动机机座中心高度在 355~630mm 之间, 或者 11~15 号机座, 或定子铁芯外径在 560~990mm 之间者, 称为中型电动机。

③ 小型电动机 指电动机机座中心高度在 80~315mm, 或者 10 号及以下机座, 或定子铁芯外径在 125~560mm 之间者, 称为小型电动机。

(2) 按电动机转速分类

① 恒转速电动机 有普通笼型、特殊笼型(深槽式、双笼式、高启动转矩式)和绕线型。

② 调速电动机 有换向器的调速电动机。一般采用三相并励式的绕线转子电动机(转子控制电阻、转子控制励磁)。

③ 变速电动机 有变极电动机、单绕组多速电动机、特殊笼型电动机和转差电动机等。

(3) 按机械特性分类

① 普通笼型异步电动机 适用于小容量、转差率变化小的恒速运行的场所, 如鼓风机、离心泵、车床等低启动转矩和恒负载的场合。

② 深槽笼型 适用于中等容量、启动转矩比普通笼型异步电动机稍大的场所。

③ 双笼型异步电动机 适用于中、大型笼型转子电动机, 启动转矩较大, 但最大转矩稍小。适用于传送带、压缩机、粉碎机、搅拌机、往复泵等需要启动转矩较大的恒速负载上。

④ 特殊双笼型异步电动机 采用高阻抗导体材料制成,特点是启动转矩大,最大转矩小,转差率较大,可实现转速调节。适用于冲床、切断机等设备。

⑤ 绕线转子异步电动机 适用于启动转矩大、启动电流小的场所,如传送带、压缩机、压延机等设备。

(4) 按电动机运行工作制分类

工作制是对电动机各种负载(包括空载、停机、断能等)的持续时间和先后次序的说明。

① 连续工作制(S1) 电动机在铭牌规定的额定值条件下,能保证长期连续运行。

② 短期工作制(S2) 电动机在铭牌规定的条件下,只能在限定的时间内短时运行。该时间不足以达到热稳定,随之即停机并断能足够时间,使电动机再度冷却到与冷却介质温度之差在 2°C 以内。

短时运行的持续时间标准有四种:10min、30min、60min、90min。

③ 断续周期性工作制(S3) 电动机在铭牌规定的额定值下,按一系列相同的工作周期运行,每一周期包括一段恒定负载运行时间和一段停机并断能时间,这种工作制中每一周期的启动电流对电动机温升无显著的影响。

额定负载时间与整个周期之比,称为负载持续率,用百分数表示。标准的负载持续率有:15%、25%、40%,一个周期规定为10min。

④ 包括启动的断续周期工作制(S4) 电动机按一系列相同的工作周期运行,每一周期包括一段对温升有影响的启动时间、一段恒定负载运行时间和一段停机并断能时间。

⑤ 电制动的断续周期工作制(S5) 电动机按一系列相同