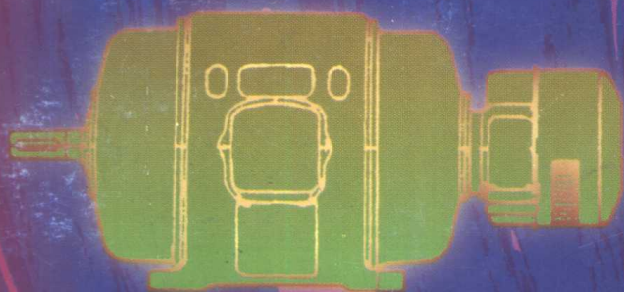


高压电动机 故障诊断与修理

张庆达 高齐烈 杜瑞存 编



上海科学技术出版社

高压电动机故障诊断与修理

张庆达 高齐烈 杜瑞存 编

上海科学技术出版社

高压电动机故障诊断与修理

张庆达 高齐烈 杜瑞存 编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 常熟市印刷八厂印刷

开本 850 X 1156 1/32 印张 18.5 字数 486 000

1999年4月第1版 1999年4月第1次印刷

印数: 1 - 3 000

ISBN 7 - 5323 - 4666 - 8 TM · 110

定价: 35.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重

质量问题, 请向承印厂联系调换

内 容 提 要

本书从实用出发,主要介绍国产高压交流三相异步及同步电动机故障现象与类别、故障原因、故障诊断及查找方法、故障排除措施及修理方法以及修理经验及修理实例。

全书共分9章,主要内容为高压交流三相异步及同步电动机故障诊断与修理,定、转子绕组重绕工艺及计算,高压电动机改压、改极、改频等改装与计算,高压电动机安装、维护,高压电动机修理质量及修后试验。

本书内容实用,技术先进,工艺齐全,适合各类高压电机修理厂工程技术人员参考及修理技术工人学习;更适合工艺装备差、技术力量薄弱的新建修理厂及新兴第三产业性质的修理厂学习和使用;同时又可供拥有高压电动机驱动设备的厂家维护及运行人员使用;也可供大、中专院校电机专业的师生参考。

目 录

第 1 章 概述	1
第 1 节 分类、应用及综合参数	1
1. 分类	1
2. 我国生产的高压电动机系列产品	2
3. 高压电动机型号组成及含义	2
4. 结构形式、安装形式及冷却方式	4
5. 高压电动机应用范围	4
6. YR、Y 新系列电动机结构性能特点	5
第 2 节 日常维护及故障诊断与修理总程序	9
1. 高压电动机日常维护保养	9
2. 在线运行电动机异常现象诊断	11
3. 高压电机在线运行管理与监督	12
第 3 节 高压电机故障机理及修理类别	18
1. 故障机理与征兆	18
2. 修理类别及内容	18
第 4 节 高压电机绕组概念及基本参数	23
1. 绕组分类	23
2. 绕组基本参数	23
3. 绕组出线标志及接线图	31
第 5 节 高压电机绝缘老化机理及原因	48
1. 高压电机绝缘老化原因	48
2. 绝缘老化机理	50
3. 高压电机绝缘老化鉴定与试验	50
第 2 章 三相异步电动机故障与修理	56
第 1 节 定子绕组故障诊断与排除	56

1. 绕组故障现象及类别	56
2. 绕组故障原因及修理方法	56
3. 圈式定子绕组局部修理的几种方法	57
4. 高压异步电动机技术数据	62
第2节 笼型转子故障诊断与修理	121
1. 故障类别及现象	121
2. 故障原因及修理方法	121
3. 铜笼条断条开焊等故障的原因及修理	126
第3节 高压绕线转子故障与修理	129
1. 故障类别及现象	129
2. 绕组电气故障原因诊断与修理	130
3. 集电装置故障及修理	137
4. 转轴弯曲或断裂的修理	142
第3章 同步电动机故障诊断与修理	150
第1节 同步电动机常见故障及排除	150
1. 同步电动机运行中逆磁故障及排除	150
2. 同步电动机运行中失磁故障及排除	151
3. 同步电动机起动故障及排除	153
第2节 同步电动机励磁系统故障及调试	157
1. 晶闸管励磁装置现状及特点	157
2. 晶闸管励磁装置常见故障修理与调试	157
3. 新型 BKL-1 型励磁装置在某钢厂的应用情况及维修经验	166
第3节 同步电动机局部故障修理	168
1. 同步电动机的拆卸与装配	168
2. 同步电动机定子铁心故障及修复	171
3. 同步电动机技术数据	174
第4节 同步电动机转子故障及修理	174
1. 转子故障类别	174
2. 凸极式转子绕组及其绝缘规范	174
3. 凸极式转子磁极及线圈拆卸程序	191
4. 凸极式转子线圈的绕制、浸烘及热压	191
5. 磁极装配	199

6. 转子装配及连接线焊接包扎	200
7. 大中型电机转子线圈更换匝间及对地绝缘修理	201
8. 转子绕组接地、短路及变形故障与修理	203
第4章 高压圈式定子线圈制作及嵌接线	206
第1节 圈式定子绕组结构及绝缘规范	206
1. 线圈结构类型	207
2. 线圈绝缘结构	208
3. 绝缘规范及绝缘尺寸计算	211
第2节 圈式定子绕组重绕拉整形及浸烘	232
1. 适用范围及工序范围	232
2. 绕制准备	232
3. 线圈绕制、初包及拉整形	232
4. 浸匝间绝缘漆	237
第3节 线圈包对地绝缘及模压成型操作	238
1. 适用范围及工序范围	238
2. 包对地绝缘	239
3. 模压工艺程序	243
4. 全粉绝缘结构低温半固化及模压工艺	245
5. 包对地绝缘及模压操作注意事项	246
6. 全粉液压及模液压工艺	246
7. 线圈对地绝缘厚度及计算方法	249
第4节 高压圈式定子线圈嵌接线与浸烘	252
1. 嵌线方式及适用范围	252
2. 连线焊接、包扎及接线	258
3. 定子整体浸烘及喷漆	259
4. 全粉结构线圈无溶剂整浸工艺	261
5. 检查、试验及待装配	263
第5节 高压圈式定子线圈防晕处理	263
1. 适用范围	263
2. 电晕及其产生的原因	263
3. 防晕处理工艺方式	265
4. 三种防晕处理的做法及实例	265

第 6 节 圈式定子绕组线圈计算·····	272
1. 计算需要的数据·····	272
2. 计算程序·····	272
第 7 节 重绕包扎、模压实例计算与施工·····	279
1. 重绕大修高压电动机技术数据·····	280
2. 重绕大修方案·····	280
3. 重绕有关计算·····	280
第 5 章 绕线式转子波形绕组制作·····	286
第 1 节 插入式波形绕组结构及绝缘规范·····	286
1. 插入式波形绕组结构形式·····	286
2. 插入式波形绕组绝缘规范·····	289
第 2 节 插入式波形绕组制作、穿线及焊接·····	294
1. 适用范围·····	294
2. 工艺准备·····	294
3. 波形绕组制作程序·····	297
4. 插入式波形绕组模压和卷烘工艺·····	297
5. 非模压及非热卷烘绝缘包绕新工艺·····	298
6. 穿插线圈入槽程序·····	300
7. 并头套的制作及焊接·····	301
第 3 节 插入式波形绕组绑扎与浸烘·····	303
1. 波形绕组端部绑扎的重要性·····	303
2. 无纬带绑扎工艺·····	304
3. 原钢丝绑扎改用无纬带绑扎的换算·····	311
第 4 节 插入式波形绕组首末引线所在槽的确定方法·····	313
1. 首末引线确定的原则·····	313
2. 修理中如何确定首末引线·····	313
3. 首末引线槽号及槽内层次确定方法·····	313
第 5 节 波形绕组排接线规律及精确复形用施工图表·····	319
1. 波形绕组的波形绕向·····	319
2. 波形绕组排线表·····	320
3. 一台绕线转子绕组多种编排方法·····	337
4. 波形绕组精确复原修理用施工图表·····	342

第 6 章 特种高压电动机故障与修理	355
第 1 节 防爆隔爆电动机故障及检修	355
1. 使用环境及应用范围.....	355
2. 常见故障与修理.....	357
3. 特殊故障与修理.....	366
第 2 节 高压三相潜水电动机故障与修理	373
1. 使用环境及应用范围.....	373
2. 高压潜水电泵类型及我国生产情况.....	373
3. 结构特点及性能参数.....	374
4. 常见故障诊断与修理.....	380
第 3 节 高压冶金及起重用电动机故障诊断与修理	383
1. 应用范围.....	383
2. 技术特征及参数.....	383
3. 故障特点及修理方法.....	384
4. 修理实例.....	388
第 7 章 高压电动机的改装与重绕计算	391
第 1 节 改压计算与重绕	391
第 2 节 改极计算与重绕	399
1. 概述.....	399
2. 改极前应注意的问题.....	400
3. 改极方案的确定.....	405
4. 改极校核计算.....	410
5. 改极重绕计算.....	426
6. 改极重绕后的转子端部接线状况.....	441
7. 电机改极前后主要数据.....	441
8. 改极过程中的特殊处理和运行状况.....	444
第 3 节 改频计算与实例	444
1. 概述.....	444
2. 改频简易计算.....	445
3. 改频时需考虑的其他问题.....	445
4. 改频计算实例.....	446
第 4 节 结合大修增容改造实例	449

1. 简介	449
2. 增容改造	452
3. 小结	455
第 5 节 空壳重绕计算与实例	455
1. 测定电动机各部尺寸、数据	455
2. 确定电动机极数	456
3. 估算输出功率	460
4. 定、转子各部磁密或热负荷验算	462
5. 绕组数据计算	464
6. 空壳重绕计算	464
第 6 节 同步电动机重绕计算与实例	477
1. 概述	477
2. 重绕计算程序	478
3. 实例	483
第 8 章 大中型高压电机安装调试及座式轴承的修理	490
第 1 节 大型高压电动机的安装	490
1. 安装调试内容及程序	490
2. 垫板组的安装	490
3. 底板的安装与调整	492
4. 座式轴承座的安装	494
5. 联轴器的装配	496
6. 转子和定子的安装及调整	500
7. 电机安装中的定心操作	502
8. 气隙的调整	504
第 2 节 座式轴承轴瓦修理及间隙调整	506
1. 座式轴承的结构特点及形式	506
2. 座式轴承乌金轴瓦的修补和浇铸刮研	513
3. 轴瓦各部间隙的测量及安装	517
4. 座式轴承漏油原因及处理	519
5. 油环作用及故障修整	521
6. 座式轴承故障及修理	523
第 3 节 高压电机安装中的干燥、试验及试车	526

1. 安装过程现场干燥	526
2. 安装后现场有关试验	530
3. 交接、试车及试运行	531
第9章 高压电动机修理质量标准及试验	533
第1节 高压异步电动机修理质量标准	533
1. 高压圈式定子线圈制作	533
2. 高压定子线圈嵌线	535
3. 高压定子线圈接线	540
4. 插入式转子线圈制作	541
5. 绕线型转子修理	543
6. 笼型转子修理	544
7. 集电环总装	545
8. 电刷、刷握装配	546
9. 轴承与轴的连接及轴承座安装	546
10. 浸漆与干燥	548
11. 加工件、半成品件修配	549
12. 总装配	552
13. 空转检查	554
14. 空载运行	556
15. 金属表面敷漆	556
第2节 高压同步电动机修理质量标准	557
1. 磁极线圈	557
2. 磁极装配	557
3. 转子装配	558
4. 电气性能	558
第3节 试验	559
1. 试验依据	559
2. 试验目的	559
3. 试验项目	560
4. 试验步骤和方法	561

第 1 章 概 述

高压电动机是指在工频 50Hz、额定电压为 3kV、6kV 及 10kV 三级交流三相电压下运行的电动机。本书涉及容量范围：交流三相异步电动机为 75kW 至 6300kW；交流三相同步电动机为 125kW 至 5000kW。电动机极数范围：异步电动机为 $2p=2\sim 12$ ；同步电动机为 $2p=6\sim 40$ 。

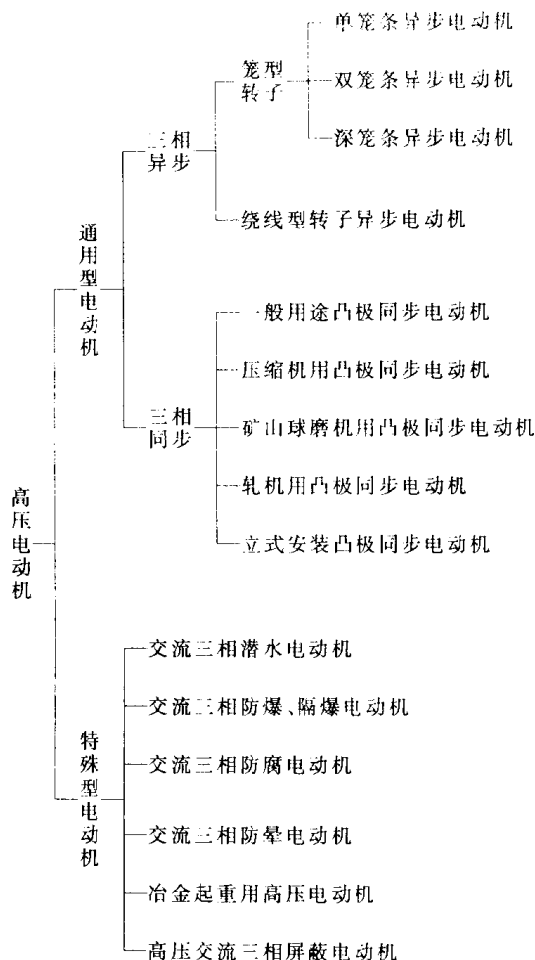
本书重点介绍应用广泛的新、旧系列中小型及部分大型高压电动机结构特点、运行维护要点；着重阐述其故障类别、故障诊断方法及故障排除或修理措施；以实例为绳索，介绍实用的修理方法、更换绕组大修操作程序、重绕简明计算及浸烘工艺参数、高压电动机拆卸及安装、调试要领、修后试验及试车程序；同时还介绍行之有效的高压电机在线运行监督保护措施；各章系统地收集整理了具有实用价值的技术性能数据及铁心、绕组数据，供修理中核对资料或直接选用、应用；更主要的是强化修理质量、贯彻节能修理方针，为此，全面地介绍经实践证明的新材料、新工艺及结合大修进行高压电动机改压、改极、改频、增容及绝缘升级的技术改造、改装设计与施工。

第 1 节 分类、应用及综合参数

1. 分类

高压电动机分类方法有多种，从容量大小分为小型、中型、大型及特大型四种；从绝缘等级分为 A、E、B、F、H 级电动机；从结构及用途上分为通用型高压电动机及特殊结构与用途高压电动机。表 1-1 是按此原则分类表。

表 1-1 高压电动机按结构、用途分类



2. 我国生产的高压电动机系列产品

国产高压电动机大部分已系列化、规格化。表 1-2 是高压电动机名称、代号及容量、极数范围。

在上述诸多系列产品中, Y(J)、YR(JR) 为基本系列异步电动机, 其他为派生系列; 同步电动机基本系列为 T 系列。

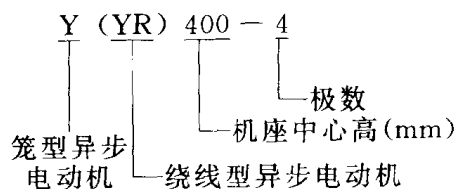
3. 高压电动机型号组成及含义

现以几例来说明高压电动机型号含义及排列顺序。

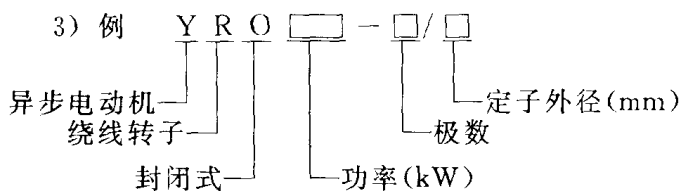
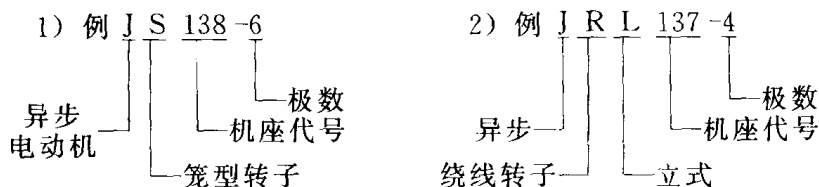
(1) 异步电动机基本系列

表 1-2 高压电动机名称、代号及容量、极数范围

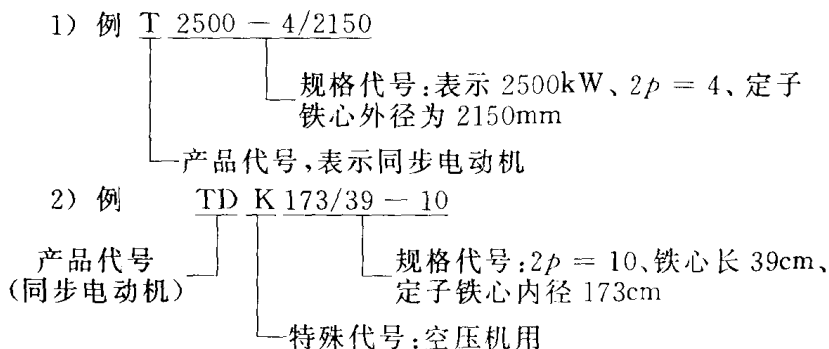
类别	产品代号		电动机名称	代号汉字意义	容量范围(kW)	极数
	新代号	旧代号				
大型高压三相交流异步电动机	Y		三相笼型异步电动机	异	630~2500	6~16
	YR	JR	三相绕线型异步电动机	异绕	630~4000	6~24
	YK	JK	三相高速笼型异步电动机	异二	1000~4000	2
	YL	JL	三相立式笼型异步电动机	异立	630~3000	6~20
	YRG	JZR、JSBZ	高速绕线型三相异步电动机	异绕二	2000~6000	2
	YLB(O)		三相笼型变速异步电动机	异变	360~2000	8~20
	YRO		三相绕线型异步电动机	异绕	400~1250	6~10
	YLG	JKZ、JKZ ₂	高速笼型三相异步电动机	异二	5000~6300	2
中小型高压三相交流异步电动机	Y	JS、JSQ	中型高压三相交流异步电动机	异	90~1250	4~12
	YR	JR、JRO、JRQ	中型绕线式高压三相异步电动机	异绕	90~1250	4~12
	YLS	JSL	立式三相异步电动机	异立三	125~2500	4~16
	YRL	JRL	绕线型立式三相异步电动机	异绕立	125~2500	4~16
	YK	JK	中型高速三相异步电动机	异二	100~440	2
	JC		中小型深笼三相异步电动机	异深	95~680	2~8
高压三相异步电动机	YZR 型		高压冶金及起重用绕线式三相异步电动机	异重绕	300~1250	8~12
	QKSG、YQSG 型		高压矿、井用潜水三相电动机	异潜	630~1200	2~5
	JBO 系列		高压隔爆型三相异步电动机	异爆闭	200~1250	2~8
	BJO		高压隔爆型三相异步电动机	爆异闭	200~1250	2~8
大中型同步电动机	T	TD、TDO	大中型同步电动机	同动	250~5000	4~24
	TK	TDK	压缩机用三相同步电动机	同动压	250~4000	14~48
	TDMK	TDQ	矿山磨机用三相同步电动机	同动磨	400~2500	16~40
	TDZ		大型轧机用三相同步电动机	同动轧	630~4000	6~12
	TDG		大型高速三相同步电动机	同动高	3200~5000	2
	TL	TDL	大中型立式三相同步电动机	同动立	300~5000	10~40



(2) 其他系列



(3) 同步电动机



4. 结构形式、安装形式及冷却方式

高压电动机型号较多,其结构特征及形式、安装形式及方式、通风冷却方式各不相同。表 1-3 为大中型高压电动机结构与安装型式及冷却通风方式。表 1-4 则为其代号及冷却特点。

5. 高压电动机应用范围

高压电动机广泛应用在水利电力、冶金、石化、煤炭、水泥制品

等厂矿,作大中型机械设备的驱动动力。表 1-5 为高压电动机主要应用范围一览表。

6. YR、Y 新系列电动机结构性能特点

YR、Y 新系列中型交流三相异步电动机,是高压中型基本系列,具有以下性能和结构特点。

1) 具有高效、节能的特点

该类新系列电动机铁心采用高导磁、低损耗冷轧无取向硅钢板冲成叠片叠压而成,且采取磁性槽楔。它的损耗比老系列降低 20%以上,效率提高 2%以上,效率和功率因数达到国际先进水平,具有明显的节能效果。

2) 温升低,使用和运行寿命长

该新系列电动机采用 F 级绝缘,但温升按 B 级考核,使绝缘老化时间延长,提高了电机的运行可靠性。

定子绕组采用了防晕工艺措施,使绝缘材料具有抗电晕的能力,防止了电晕腐蚀;定子绕组导线选用聚酰亚胺玻璃丝包扁铜线,其匝间绝缘强度高;定子嵌接线后,采用 F 级无溶剂整浸工艺,电机绝缘整体性能和防湿性能好;绕组端部采用涤玻绳绑扎,杜绝了老系列定子绕组绑扎松、槽楔松、端箍松的“三松”毛病,定子绕组整体结构牢固,无相对位移现象发生。

表 1-3 大中型高压电动机结构与安装形式及冷却通风方式

类别	系列型号	结构特征、结构与安装形式及冷却通风方式
大型三相交流异步电动机	Y 系列	卧式,笼型转子结构,座式轴承,自然通风或管道通风
	YR 系列	卧式,绕线式转子结构,座式轴承,自然通风或管道通风
	YK 系列	卧式,笼型转子结构,带底板及座式轴承,封闭式或管道通风
	JKZ(YLG)系列	高速笼型转子结构,带座式轴承,为防护式通风、管道通风或加装空气冷却器封闭自循环式冷却通风
	YRG 系列	高速绕线转子型,卧式结构,冷却通风方式同 JKZ 系列
	YRO 系列	绕线转子型,卧式结构,为全封闭自通风水冷式
	YL 系列	立式笼型转子结构,设有推力轴承,为开启式通风或防护式

(续表)

类别	系列型号	结构特征、结构与安装形式及冷却通风方式
中型三相交流异步电动机	JS、JR系列	JS为笼型, JR为绕线型, 卧式安装形式, 一端圆柱轴伸, 基本冷却方式为自行通风防滴式
	JSL系列	笼型转子, 立式安装结构
	JSR系列	绕线型转子, 立式安装结构
	JK系列	中型高速笼型转子结构, 为防护式或管道通风冷却
	JS ₂ 系列	中型高压双笼转子结构, 防护式卧式安装
	JO系列	中型笼型转子结构, 为全封闭自扇冷式
	JRO系列	中型绕线转子结构, 为全封闭自扇冷式
	JSQ系列	防护式双笼转子, 铸铁外壳, 卧式安装, 有的为管道通风式
	JRQ系列	绕线式转子, 铸铁外壳卧式安装, 防护式或管道通风式
	JC系列	中小型深笼转子, 卧式安装, 全封闭自扇冷式
特殊用途三相电动机	YZR型	绕线式转子, F级绝缘, IM1002安装形式, IP44防护等级、IC15冷却方式
	大型隔爆型	具有轴贯通隔爆面结构, 笼型转子, 卧式安装, 采用轴流式风扇及管式散热器通风散热
	JBO系列	隔爆型笼型转子, 采用轴转动曲路隔爆结构
	QKSG、YQSG型	充水湿式型, 配有上、下对称分布双吸式潜水泵, 形状细长, 笼型转子, 机内有强迫内径环冷却特殊装置
大中型三相同步电动机	TD、T	卧式, 一端轴伸, 一般为开启式通风冷却, 其余为管道式或密封循环通风
	TK	卧式, 一般为开启式, 其余为管道式或密封循环通风
	TDK	卧式, 一般为开启式, 其余为管道式或密封循环通风
	TDMK (TDQ)	卧式, 一端轴伸, 开启式自然通风
	TDZ	卧式, 一般为管道通风
	TDG	高速卧式隐极结构, 管道通风
	TL、TDL	悬式结构, 开启式及管道通风式