



电工实用手册系列

DIANGONGSHIYONGSHOUCEXILIE

简明电机修理 技术手册

张春雷 汪建设 赵玲 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

简明电机修理 技术手册

张春雷 汪建设 赵玲 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册是一本系统、新颖、内容丰富和实用性很强的电机修理工具书。对目前国内生产的各种电机的结构原理、重绕工艺、改绕计算、故障修理、浸漆烘干、电机实验等方面作了详细的介绍，并重点突出了电机修理技术。

本书共分九章，内容包括：三相异步电动机、直流电机、控制电机、单相异步电动机、多速异步电动机、电动工具用电机、特殊用途电机。对各种电机的技术数据、电机修理的常用材料、工具等都作了详细论述。

本手册可供广大从事电机使用、选择和修理的工程技术人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

简明电机修理技术手册/张春雷, 汪建设, 赵玲主编. —北京: 中国电力出版社, 2005
ISBN 7-5083-3356-X

I. 简... II. ①张... ②汪... ③赵... III. 电机-维修-技术手册 IV. TM307-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 038921 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>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 10 月第一版 2005 年 10 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 24 印张 870 千字

印数 0001—4000 册 定价 50.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

《简明电机修理技术手册》

编写组名单

主 编 张春雷 汪建设 赵 玲

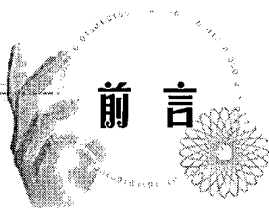
编写人员 占新平 穆 健 王飞建

段俊龙 乔振衡 于文磊

王 磊 王飞舟 李好仁

冯家隆 钟本民

主 审 宋家成



为了适应近几年来国家推行的新型节能电机以及新工艺、新材料的应用和新的工业标准的实施，满足广大电机修理工、维修电工和从事电机工程的技术人员使用、维护及修理电机的需要，我们编写了《简明电机修理技术手册》一书。

本手册在编写过程中，坚持以实用为主，力求做到科学性、完整性、系统性、知识性相统一，重点突出修理技术和修理技能，包括电机运行中常见故障的检查和修理，电机的各种特性及其与控制电路的关系，电机大修的绕线、嵌线、接线方法、浸漆烘干等修理操作工艺。对绕组的重绕计算、绕组的变换、电机的改压、单速改双速、改变导线规范的计算和修理后的测试方法等电机修理中的常见的难点和疑点，本手册都作了详细论述。同时，本手册介绍了一些简单实用的修理工具和方法，并注意编写了电机修理工国家职业标准的内容，这是电机修理工考工定级的重要参考资料。

本手册文字通俗易懂，技术数据实用准确，图文并茂，有较强的直观性和可操作性。本手册对使用广泛的典型电机单独成章。

本手册由全国自学成才奖获得者，英国皇家科学院荣誉院士宋家成同志担任主审。并在编写过程中，得到聊城大学理工学院的大力支持，对此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间较短，疏漏或错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2005年6月

前言

第1章 电机常用技术标准、电机修理常用材料及工具 (1)

1.1 电机常用技术标准	(1)
1.1.1 常用符号	(1)
1.1.2 常用电机设备图形符号	(4)
1.1.3 电机的线端标志	(17)
1.1.4 电机常用标准技术数据	(19)
1.2 电机修理常用材料	(22)
1.2.1 导电材料	(22)
1.2.2 绝缘材料	(38)
1.2.3 磁性材料	(49)
1.2.4 其他材料	(51)
1.3 电机修理常用工具	(57)
1.3.1 嵌线工具	(57)
1.3.2 线模	(58)
1.3.3 拉具	(61)
1.3.4 电烙铁	(62)

第2章 三相异步电动机 (63)

2.1 结构原理及用途	(63)
2.1.1 分类	(63)
2.1.2 型号和用途	(63)
2.1.3 电动机铭牌	(69)
2.1.4 结构	(71)
2.1.5 工作原理	(75)
2.2 选择与使用	(79)
2.2.1 电动机的选择	(79)

2.2.2	运行及维护	(84)
2.3	常用异步电动机的技术数据	(86)
2.3.1	Y系列电动机的技术数据及铁心、绕组技术数据	(86)
2.3.2	YR (IP44) 系列绕线转子电动机的技术数据及铁心、绕组数据	(106)
2.3.3	YR (IP23) 系列绕线转子电动机技术性能数据及铁心、绕组数据	(113)
2.3.4	JHO2、YH 系列高转差率电动机技术数据	(120)
2.4	常见故障的检查方法	(127)
2.4.1	电动机不能起动	(127)
2.4.2	电动机起动时熔断器熔断或热继电器断开	(129)
2.4.3	电动机起动后转速低于额定转速	(130)
2.4.4	电动机振动	(131)
2.4.5	电动机运转时有噪声	(131)
2.4.6	电动机温升过高或绕组烧毁	(132)
2.4.7	定子绕组接地	(132)
2.5	电动机绕组	(133)
2.5.1	对绕组的要求及分布原则	(133)
2.5.2	基本概念	(133)
2.5.3	单层绕组	(137)
2.5.4	双层绕组	(140)
2.5.5	分数槽绕组	(141)
2.5.6	单、双层混合绕组	(143)
2.5.7	绕线式转子绕组	(144)
2.6	绕组的修理	(148)
2.6.1	定子绕组受潮、接地的修理	(148)
2.6.2	定子绕组短路的检查与修理	(148)
2.6.3	绕组断路的修理	(150)
2.6.4	鼠笼转子断条的修理	(150)
2.6.5	绕线转子的局部修理	(151)
2.7	定子绕组重绕工艺	(152)
2.7.1	记录数据	(152)
2.7.2	拆除旧绕组	(153)
2.7.3	绕制线圈	(154)

2.7.4	制放槽内绝缘	(159)
2.7.5	嵌线	(160)
2.7.6	接线	(168)
2.7.7	线头的焊接	(174)
2.7.8	绑扎与整形	(178)
2.8	绕线转子的重绕工艺	(179)
2.8.1	记录数据	(179)
2.8.2	旧绕组的拆除	(179)
2.8.3	线圈的绕制	(179)
2.8.4	嵌线及接线	(181)
2.8.5	转子端部的绑扎	(183)
2.9	电动机的简易计算	(187)
2.9.1	三相异步电动机空壳重绕计算	(188)
2.9.2	计算实例	(198)
2.9.3	改变导线规范的计算	(201)
2.9.4	改压计算	(202)

第3章 单相异步电动机 (205)

3.1	概述	(205)
3.1.1	分类	(205)
3.1.2	型号与系列	(205)
3.1.3	结构特点及用途	(206)
3.1.4	定子绕组	(206)
3.2	单相异步电动机的技术数据	(211)
3.2.1	额定功率与机座代号的对应关系	(211)
3.2.2	JZ及JZ新系列电动机数据	(211)
3.2.3	JY及JY新系列电动机数据	(218)
3.2.4	JX及JX新系列电动机数据	(222)
3.2.5	BO、BO2系列电阻起动异步电动机技术数据	(228)
3.2.6	CO、CO2系列电容起动电动机技术数据	(231)
3.2.7	DO、DO2系列电容运转异步电动机技术数据	(236)
3.3	电阻起动电动机	(236)
3.3.1	结构类型	(236)
3.3.2	工作原理	(238)

3.4	电容式电动机	(239)
3.4.1	电容起动式电动机	(239)
3.4.2	电容运转式电动机	(239)
3.4.3	电容起动与运转式电动机	(240)
3.5	罩极电动机	(241)
3.5.1	结构类型	(241)
3.5.2	工作原理	(242)
3.6	家用电器用电动机	(243)
3.6.1	电风扇用电动机	(243)
3.6.2	洗衣机用电动机,	(257)
3.6.3	电唱机及鼓风机用电动机	(261)
3.6.4	三相异步电动机作单相运转	(263)
3.7	单相异步电动机绕组重绕	(266)
3.7.1	记录数据	(266)
3.7.2	重绕方法	(267)
3.7.3	绕组接线	(270)
3.8	空壳重绕计算	(273)
3.8.1	测量电动机铁心的各部分尺寸	(273)
3.8.2	计算方法	(273)
3.8.3	计算实例	(278)

第4章 三相多速异步电动机 (281)

4.1	基本概念	(281)
4.1.1	绕组系数	(281)
4.1.2	相带绕组的概念	(283)
4.1.3	槽矢量星形图的应用	(283)
4.2	变极变速原理	(285)
4.2.1	反向变极法的原理和绕组排列	(286)
4.2.2	换相变极的接线方法	(295)
4.2.3	变节距变极法	(302)
4.3	技术数据	(307)
4.4	单速电动机改变成多速电动机的方法	(319)
4.4.1	电动机的选择	(319)
4.4.2	改绕步骤	(321)

4.4.3	改绕的简单计算	(321)
4.4.4	单速电动机改多速电动机的经验方法	(323)
4.5	单绕组多速电动机绕组方案	(324)
4.5.1	方案1	(325)
4.5.2	方案2	(326)
4.5.3	方案3	(327)
4.5.4	方案4	(328)
4.5.5	方案5	(332)
4.5.6	方案6	(334)
4.5.7	方案7	(336)
4.5.8	方案8	(339)
4.5.9	方案9	(340)
4.5.10	方案10	(343)

第5章 单相串励电动机及电动工具 (347)

5.1	单相串励电动机基本知识	(347)
5.1.1	结构	(347)
5.1.2	工作原理	(347)
5.1.3	换向火花及其改善方法	(349)
5.2	单相串励电动机电枢绕组及重绕工艺	(351)
5.2.1	电枢绕组	(351)
5.2.2	重绕工艺	(353)
5.2.3	绕组展开图	(357)
5.3	单相串励电动机技术数据	(368)
5.3.1	电钻用单相串励电动机技术数据	(368)
5.3.2	电动工具用串励电动机技术数据	(368)
5.3.3	U、SU型单相串励电动机技术数据	(368)
5.3.4	G型单相串励电动机技术数据(老型号)	(368)
5.3.5	G系列单相串励电动机技术数据	(368)
5.4	常用电动工具的使用与修理	(383)
5.4.1	电钻	(383)
5.4.2	电动曲线锯	(388)
5.4.3	单相串励电动扳手和电动螺丝刀	(390)

第6章 直流电机 (393)

- 6.1 直流电机基本知识 (393)
 - 6.1.1 分类和用途 (393)
 - 6.1.2 结构 (394)
 - 6.1.3 工作原理 (400)
 - 6.1.4 励磁方式及接线 (404)
 - 6.1.5 铭牌 (407)
- 6.2 常用直流电机技术数据 (408)
 - 6.2.1 Z2系列直流电机技术数据 (408)
 - 6.2.2 Z3系列直流电机技术数据 (408)
 - 6.2.3 大、中型直流电机技术数据 (479)
 - 6.2.4 ZHC2系列充电用直流发电机电技术数据 (497)
 - 6.2.5 龙门刨床用直流电机技术数据 (497)
- 6.3 直流电机的使用与维修 (498)
 - 6.3.1 使用与维护 (498)
 - 6.3.2 常见故障及排除方法 (499)
 - 6.3.3 直流电机的修理 (505)
- 6.4 直流电机的绕组 (509)
 - 6.4.1 电机绕组的基本概念 (509)
 - 6.4.2 单叠绕组 (510)
 - 6.4.3 单波绕组 (514)
 - 6.4.4 复叠绕组 (518)
 - 6.4.5 复波绕组 (520)
 - 6.4.6 均压线 (521)
 - 6.4.7 混合绕组(蛙形绕组) (523)
- 6.5 直流电机电枢绕组的重绕工艺 (526)
 - 6.5.1 做好标记并记录数据 (526)
 - 6.5.2 电枢绕组的拆除 (527)
 - 6.5.3 绕制线圈 (528)
 - 6.5.4 对地绝缘的置放 (532)
 - 6.5.5 嵌线 (533)
 - 6.5.6 换向器和电枢绕组的焊接 (535)

6.6	直流电机定子绕组的重绕	(536)
6.6.1	并励线圈的统制方法	(536)
6.6.2	串励绕组和换向极绕组的绕制	(537)
6.7	直流电机绕组重绕的简单计算	(539)
6.7.1	直流电机改压计算	(539)
6.7.2	直流电机电枢空壳重绕计算	(541)
6.7.3	并(他)励绕组的估算	(545)
6.7.4	换向极绕组匝数的估算	(547)

第7章 特殊用途电机 (548)

7.1	直流弧焊机	(548)
7.1.1	电源外特性与焊接电弧的关系	(548)
7.1.2	对弧焊机的要求	(549)
7.1.3	旋转式直流弧焊机的结构原理	(549)
7.1.4	直流弧焊机用发电机和电动机技术数据	(553)
7.1.5	直流弧焊机常见故障及排除方法	(560)
7.2	汽车、拖拉机用电机	(562)
7.2.1	汽车、拖拉机用发电机	(562)
7.2.2	起动机	(576)
7.2.3	磁电机	(583)
7.3	电磁调速异步电动机	(586)
7.3.1	结构	(586)
7.3.2	工作原理	(587)
7.3.3	工作特性	(588)
7.3.4	技术数据	(589)
7.3.5	使用注意事项	(594)
7.4	电泵	(595)
7.4.1	深井泵用异步电动机	(595)
7.4.2	潜水泵用异步电动机	(597)
7.4.3	技术数据	(600)
7.4.4	常见故障及排除方法	(601)
7.4.5	修理与试验	(608)
7.5	自制动异步电动机	(611)
7.5.1	旁磁式自制动异步电动机	(611)

7.5.2	杠杆式自制动异步电动机	(612)
7.5.3	锥形转子异步电动机	(613)
7.5.4	自制动异步电动机技术数据	(613)
7.5.5	使用与维修	(617)
7.6	三相力矩异步电动机	(618)
7.6.1	特性	(618)
7.6.2	结构特点	(618)
7.6.3	技术数据	(619)
7.6.4	力矩电动机的控制	(620)
7.7	无刷直流电动机	(621)
7.7.1	特点	(621)
7.7.2	结构	(622)
7.7.3	工作原理	(624)
7.7.4	控制方法	(625)
7.8	三相换向器变速异步电动机	(626)
7.8.1	用途与分类	(626)
7.8.2	结构	(627)
7.8.3	工作原理	(628)
7.8.4	使用与维护	(629)
7.8.5	常见故障及检查方法	(631)
7.8.6	技术数据	(637)
7.8.7	修理	(644)
7.8.8	改装	(647)

第 8 章 控制电机 (650)

8.1	电机扩大机	(650)
8.1.1	结构	(650)
8.1.2	工作原理	(652)
8.1.3	技术数据	(654)
8.1.4	选择与使用	(658)
8.1.5	常见故障及检修方法	(659)
8.2	步进电动机	(662)
8.2.1	用途与分类	(662)
8.2.2	结构原理	(664)

8.2.3	技术数据	(667)
8.2.4	选择与使用	(668)
8.2.5	常见故障及检修方法	(670)
8.3	伺服电动机	(675)
8.3.1	交流伺服电动机	(676)
8.3.2	直流伺服电动机	(678)
8.3.3	技术数据	(680)
8.3.4	选择与使用	(686)
8.4	测速发电机	(688)
8.4.1	用途与分类	(688)
8.4.2	直流测速发电机的结构原理	(689)
8.4.3	交流测速发电机的结构原理	(690)
8.4.4	霍尔效应测速发电机	(692)
8.4.5	技术数据	(693)
8.4.6	选择与使用	(693)
8.5	自整角机	(697)
8.5.1	用途与分类	(697)
8.5.2	结构原理	(699)
8.5.3	技术数据	(703)
8.5.4	常见故障及修理	(706)
8.5.5	选择与使用	(707)
8.6	旋转变压器	(708)
8.6.1	用途与分类	(708)
8.6.2	结构原理	(708)
8.6.3	技术数据	(710)
8.6.4	选择与使用	(713)

第9章 电机试验、浸漆和机械故障的修理 (715)

9.1	电机的拆卸和安装	(715)
9.1.1	电机的拆装步骤	(715)
9.1.2	拆卸电机的注意事项	(716)
9.1.3	各零配件的拆装方法	(716)
9.1.4	电机的清洗	(720)
9.1.5	电机的安装	(720)

9.2 电机机械故障的修理	(721)
9.2.1 转轴的故障与修理	(721)
9.2.2 滚动轴承的维护和修理	(723)
9.2.3 滑动轴承的故障与修理	(726)
9.2.4 端盖的修理	(729)
9.2.5 机座的修理	(730)
9.2.6 电机铁心的修理	(731)
9.2.7 转子校平衡	(731)
9.3 电机试验	(734)
9.3.1 异步电动机试验	(734)
9.3.2 直流电机试验	(741)
9.4 浸漆与烘干	(748)
9.4.1 浸漆与烘干的作用	(748)
9.4.2 浸漆与烘干的工艺要求	(749)
9.4.3 烘干方法	(750)

简明电机修理技术手册
jianmingdijixiujishushou

第 1 章

电机常用技术标准、电机修理 常用材料及工具

1.1 电机常用技术标准

1.1.1 常用符号

电机常用符号如表 1-1 所示。

表 1-1 常 用 符 号

符 号	名 称
A	线负载、电负载
a	加速度、导线绝缘厚度、绕组并联路数或支路对数
B	磁通密度
B_{ad}	电枢反应直轴磁通密度
B_{aq}	电枢反应交轴磁通密度
B_j	轭部磁通密度
B_m	主极极身磁通密度
B_δ	气隙磁通密度
b	宽度
b_v (或 b_d)	通风槽密度
b_K	换向区域宽度
b_P	极靴宽度
b_S	槽宽度、矩形槽宽度
b_{SC}	补偿槽宽度
b_{sh}	斜槽宽度、槽斜距
c	电机利用系数
C_A	电机常数
E	电动势
E_a	电枢电动势、电枢反应电动势
E_i	内电动势
E_u	u 次谐波磁场感应电动势
E_ψ	相电动势

续表

符 号	名 称
E_0	空载电动势
E_2	折算到定子测的转子电动势
F	磁动势、磁位降
F_a	电枢反应磁动势
F_{ad}	电枢反应直轴磁动势
F_{aq}	电枢反应交轴磁动势
F_c	补偿绕组磁动势
F_f	励磁磁动势
f_s	串励绕组磁动势
f	频率
H	磁场强度
H_j	轭部磁场强度
H_δ	气隙磁场强度
h	高度
I	电流有效值
I_N	额定电流
I_p	电流有功分量
I_Q	电流无功分量
I_{st}	起动电流、最初起动电流
I_x	电抗电流
i	电流瞬时值
j, J	电流密度
J_C	补偿绕组电流密度
J_k	换向绕组电流密度
J_c	串励绕组电流密度
K	换向片数、变比
K_C	短路比
K_{dp}, k_{dp}	绕组系数
K_{dpu}, k_{dpu}	ν 次谐波绕组系数
K_{Fe}	铁心叠装系数
k_i	电流比
k_s	磁路饱和系数
k_{sk}	斜槽系数
k_u	电压比
k_{wn}	电流波形系数
K	耦合系数
L	自感
L_a	电枢电感
L_f	励磁绕组电感