

- 三相异步电动机故障查找与处理
- 单相异步电动机故障查找与处理
- 特种异步电动机故障查找与处理
- 直流电动机故障查找与处理
- 电动机启动装置故障查找与处理
- 电动机调速装置故障查找与处理
- 电动机制动装置故障查找与处理
- 低压发电机故障查找与处理

电机故障 查找与处理

DIANJI GUZHANG
CHAZHAO YU CHULI

陈家斌 主编

河南科学技术出版社

责任编辑 孙 彤
责任校对 申卫娟 王艳红
封面设计 张 伟

ISBN 7-5349-3413-3/T · 693
定价: 21.00 元

ISBN 7-5349-3413-3

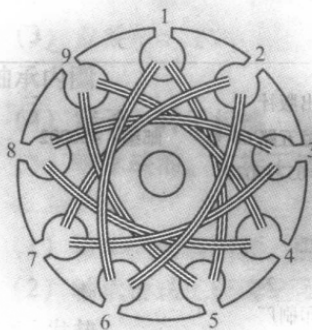


9 787534 934131 >

分类建议: 工业技术 / 电工技术 / 电机

电机故障 查找与处理

陈家斌 主编



河南科学技术出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了各类电机运行中出现的种种故障的查找与处理过程,突出岗位实际操作技能,初学者通过阅读本书可取得“一学就会,拿来就用,立竿见影”的效果。

本书通俗易懂,重点突出,实用性强,立足电工岗位应知应会技能,适合广大城乡电工阅读使用,也可作为电工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电机故障查找与处理/陈家斌主编. —郑州:河南科学技术出版社, 2006. 1

ISBN 7-5349-3413-3

I. 电… II. 陈… III. ①电机-故障诊断②电机-故障修复
IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 120596 号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路 66 号 邮编:450002

电话:(0371) 65737028

责任编辑:孙 彤

责任校对:申卫娟 王艳红

封面设计:张 伟

印 刷:河南第一新华印刷厂

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:140mm×202mm 印张:12.125 字数:297 千字

版 次:2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1—4 000

定 价:21.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

前言

随着电机使用范围的扩大，电机的故障查找与处理也显得越来越重要，为满足广大的电工岗位应知应会的技能要求，我们组织生产第一线专家，根据多年积累的工作经验，特编写本书，供广大电工学习参考。

本书全面系统地介绍了各类电机运行中出现的各种故障查找方法及处理过程，深入浅出地介绍了作为电工岗位应知应会的技术知识，突出岗位实际操作技能，尤其是对初学的青年技工，可通过阅读此书达到“一学就会，拿来就用，立竿见影”的效果。

广大电工可在本书指导下提高自己的岗位技能，缩短处理设备事故的时间，提高工作效率。

由于编者水平有限，书中可能存在不当或错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 10 月

编写人员

主 编：陈家斌

副 主 编：刘 炼 高 建 崔军朝 季 宏
雷 明 马 雁 郭宝明

编写人员：殷竣河 刘竞赛 吴 建 吴 璇
方 富 冷 超 沈 磊 张露江
李 琦 孟凡中 牛新平 王云浩
李拥军 张洪宾 景 胜 朱秀文
李强友 段志勇 刘 辉 周 军
张 利 李文霞



第一章 电机基础知识	(1)
第一节 电机类型及使用条件	(1)
第二节 电机及其控制设备的选择	(5)
第三节 电机故障类型及原因	(12)
第二章 三相异步电动机故障查找与处理	(22)
第一节 三相异步电动机故障特点及处理方法	(22)
第二节 电动机不能启动及转速偏低故障查找与处理	(27)
第三节 电动机振动、响声异常故障查找与处理	(39)
第四节 电动机过热故障查找与处理	(45)
第五节 电动机绝缘故障查找与处理	(58)
第六节 电动机绕组接地故障查找与处理	(66)
第七节 电动机绕组短路故障查找与处理	(74)
第八节 电动机绕组断路故障查找与处理	(80)
第九节 电动机绕组接线错误查找与处理	(83)
第十节 电动机转子的修理	(89)
第十一节 定子绕组的修理	(95)
第三章 单相异步电动机故障查找与处理	(104)
第一节 分相式单相异步电动机故障查找与处理 ...	(104)

第二节	罩极单相异步电动机故障查找与处理	(124)
第三节	单相交直流两用串励电动机故障查找与处理	(126)
第四节	单相异步电动机绕组修理	(130)
第四章	特种异步电动机故障查找与处理	(139)
第一节	三相交流换向器电动机故障查找与处理 ..	(139)
第二节	三相变极多速电动机故障查找与处理	(147)
第三节	力矩三相异步电动机故障查找与处理	(151)
第四节	潜水三相异步电动机故障查找与处理	(154)
第五节	防爆电动机故障查找与处理	(160)
第六节	牵引电动机故障查找与处理	(164)
第五章	直流电动机故障查找与处理	(171)
第一节	直流电动机运行不正常的故障查找与处理	(171)
第二节	换向器不正常的故障查找与处理	(181)
第三节	电刷故障查找与处理	(186)
第四节	直流电动机绕组故障查找与处理	(192)
第六章	电动机启动装置故障查找与处理	(198)
第一节	三相笼型异步电动机全压启动故障查找与 处理	(198)
第二节	电动机串电阻降压启动故障查找与处理 ..	(217)
第三节	电动机 Y/ Δ 降压启动故障查找与处理	(223)
第四节	自耦变压器降压启动故障查找与处理	(234)
第五节	延边 Δ 降压启动控制电路故障查找与处理	(242)
第六节	绕组转子感应电动机启动故障查找与处理	(245)
第七节	多速电动机启动故障查找与处理	(257)

第八节	直流电动机启动电路故障查找与处理	(268)
第七章	电动机调速装置故障查找与处理	(278)
第一节	电磁调速三相异步电动机故障查找与处理	(278)
第二节	异步电动机变频调速故障查找与处理	(290)
第三节	整流子三相异步电动机调速装置故障查找与处理	(299)
第四节	直流电动机调速装置故障查找与处理	(303)
第八章	电动机制动装置故障查找与处理	(314)
第一节	三相笼型异步电动机制动装置故障查找与处理	(314)
第二节	电磁制动异步电动机故障查找与处理	(324)
第三节	旁磁制动电动机故障查找与处理	(327)
第四节	锥形转子制动三相异步电动机故障查找与处理	(331)
第五节	直流电动机制动装置故障查找与处理	(337)
第九章	低压发电机故障查找与处理	(343)
第一节	发电机不发电故障查找与处理	(343)
第二节	发电机其他故障查找与处理	(354)
第三节	柴油发电机组故障查找与处理	(365)
第四节	直流发电机故障查找与处理	(369)
第五节	车用发电机故障查找与处理	(373)

第一章 电机基础知识

电机故障查找是与电机的工作原理、运行方式、具体结构密切相关的，在具体分析查找故障之前，首先应了解电机的构造、运行条件、基本原理和结构特点。

第一节 电机类型及使用条件

一、电机的类型及组成

1. 电机的类型 电机分类方式很多，依照不同的分类方式，可以把电机分成各种类型。

以工作方式分类，电机可分成发电机、电动机、转换机、调相机；以电源性质不同，可分为直流电机、交流电机。交流电机又可分为同步电机和异步电机；按励磁方式来分类，可分为自励、他励、并励、复励等。当今使用最广泛、数量最多的4种电机是同步发电机、同步电动机、异步电动机和直流电动机。

2. 电机基本组成 电机主要由定子、转子、轴承装置、底板及其他附属机构组成。

3. 电机绝缘

(1) 对绝缘结构的要求：绝缘层的作用是隔离电路与磁路、导体与导体以及带电导体与地（外壳）之间不同的电传导。

电机内的绝缘层往往是由几种绝缘材料组成，并经过各种绝缘工艺处理。如包绕、烘压、浸漆、表面处理等，这种由多种绝缘材料经加工和特殊处理形成的复合绝缘层，通常称为绝缘结构。绝缘结构比单一的绝缘材料具有更好的电气性能、防潮性

能、机械强度、导热性和整体性。电机内因有数种绕组，往往有几种不同的绝缘结构，构成了电机的绝缘系统。

为了减少铁心中涡流产生的损耗和阻尼作用，铁心叠片之间用绝缘作为隔离层，通常是极薄的一层漆膜。

电机的运行性能和使用寿命，与绝缘材料和绝缘系统的性能密切相关，很大程度上取决于它们的性能和质量。电机要能在恶劣的环境条件下可靠工作，绝缘结构应具备电气强度高、耐热性高、导热性好、防潮防尘性好、机械强度高和便于维护等特点，此外对于在湿热带、海上等环境工作的电机，其绝缘结构应经过特殊处理。

(2) 绝缘结构的组成：电机内有几种不同的绝缘结构，每种绝缘结构的制作都必须根据绝缘制作工艺规范来进行。绝缘结构是由很多种绝缘材料组成的，它们的作用和性能也各不相同。主要有以下几种：

①匝间绝缘：用来隔离同一绕组同不同电位的导体，片间绝缘与股线绝缘也属匝间绝缘性质，其承受电压较低。

②对地绝缘：是主绝缘，承受对地电压，其作用是隔离地（外壳）与导体之间电位，要求有较高的电气强度，绝缘层的厚度根据电机的电压等级来确定。

③层间绝缘：用来作为上下层导线，或上下层绕组间的绝缘，要求具有较好的弹性和韧性。

④保护绝缘：用来保护主绝缘，使主绝缘在制造和运行过程中避免受到机械损伤。保护绝缘要求具有好的机械性能，而不要追求过高的绝缘性能，保护绝缘最常见的是线圈最外层的保护布带、槽衬等。

⑤支撑绝缘：主要用来使绕组和带电部件在电机内可靠地定位和固定，槽楔、引线夹板、端子板、端部绑扎等皆属支撑绝缘，支撑绝缘要求有较好的强度，并在长期工作中不应变形。

(3) 绝缘结构的耐热等级：电机内的各种绝缘结构，在高温下长期运行，其电气和机械性能都将逐渐下降。这是由于绝缘层内有机物中挥发性成分的逸出、氧化裂解、热裂解、水解等化学、物理变化，致使绝缘层变硬、变脆和出现裂纹，而导致力学、电气、理化性能变差，这是通常所说的绝缘老化现象，是一种劣化的过程。

绝缘材料老化的主要原因是长期高温，即所谓热老化。因此，提高绝缘材料和绝缘结构的耐热性，是改善电机性能、延长使用寿命和提高运行可靠性的重要措施。不同的绝缘材料有不同的耐热性能，电机内的绝缘结构都应有相同的耐热等级。绝缘的耐热等级规定见表 1-1。

表 1-1 绝缘耐热等级

耐热等级	Y	A	E	B	F	H
允许最高温度/℃	90	105	120	130	155	180

除温度因素外，臭氧、日光照射、电场、机械振动和冲击都是加速老化的因素，老化实际上是绝缘结构和绝缘材料劣化的综合表现。

二、电动机运行方式及常用冷却方式

1. 电动机的运行方式（工作制） 电动机容量选择决定于电动机的负荷和机械结构强度，即取决于电动机的温升和机械应力。电动机的温升则与其负载大小、运行方式以及通风冷却方式有关，电动机的运行方式是选型时必须要考虑的重要因素，分为如下 9 类：

(1) 连续工作制（S1 工作制）：电动机带不变负荷运行，其持续时间足以达到热平衡。

(2) 短时工作制（S2 工作制）：带负荷运行时间短，不能

达到热平衡。随之间隔时间很长，实际上已使电动机温度降到冷却介质温度。

(3) 断续周期工作制 (S3 工作制): 电动机按相同周期运行，每一个周期包括一段恒定负载运行和一段间歇时间。但是，无论是负荷时间或是冷却时间都不足以在这段时间内达到热平衡，并假设启动电流对温升没有显著影响。

(4) 包括启动的断续周期工作制 (S4 工作制): 电动机按相同的工作周期运行，每一周期都包括一段对温升有显著影响的时间，一段恒定负载的时间和一段间歇时间。

(5) 包括电制动的断续周期工作制 (S5 工作制): 电动机运行周期中，包括一段对温升有显著影响的启动时间、一段恒定负载的时间、一段快速电制动的时间和一段间歇时间，这些时间都不足以在该时间间隔内达到热平衡。

(6) 连续周期工作制 (S6 工作制): 电动机每一运行周期中，包括一段恒定负载运行时间和一段空转时间，但无间隔时间。

(7) 包括电制动的连续周期工作制 (S7 工作制): 电动机每一运行周期中，每一周期包括一段启动时间、一段恒定负载时间和一段电制动时间，但无间歇时间。

(8) 包括变速变负荷的连续周期工作制 (S8 工作制): 电动机工作周期中，包括一段在一种速度下的恒定负载时间和其他转速下恒定负载的时间，但无间歇时间。

(9) 负载和转速非周期变化工作制 (S9 工作制): 电动机的负载和转速，在允许范围内变化的非周期工作制，这种工作制度包括经常过载，其值可远远超过满载。

2. 电动机常用的冷却方式

(1) 自冷冷却: 冷却空气是由安装在转子上的风扇吹送的，通常用于转速不变或变化很小的电动机上。

(2) 表面冷却：热量由电动机表面向周围介质散发，通常用于带散热筋的封闭式电动机。

(3) 开路通风：电动机由连续更换的冷却空气散热。

(4) 外部冷却：电动机由单独的通风机来冷却。

(5) 循环冷却：电动机通过中间介质散热，中间介质在电动机和散热器之间连续循环。

第二节 电机及其控制设备的选择

由于电动机的使用量较大，这里只介绍电动机及其控制设备的选择。

一、电动机机型、电压与转速的选择

1. 电动机选择的具体内容及一般步骤 首先要根据生产机械对电力传动提出的要求，决定选用交流电动机还是选用直流电动机；其次是应结合电源情况选择电动机额定电压的大小；再由生产机械所要求的转速以及传动设备的要求，选取它的额定转速；然后根据电动机和生产机械的安装位置和周围环境情况来决定电动机的结构形式和防护形式；最后由生产机械所需要的功率大小来决定电动机的额定功率（容量）。综合以上各方面的考虑，最后在电动机产品目录中选择与要求相符的电动机。如果产品目录中所列的电动机不能满足生产机械的某些特殊要求，还可以向电动机制造厂家单独定制。

2. 电动机种类的选择 选择电动机的种类是从交流或直流、机械特性、调速与启动性能、维护及价格等方面来考虑的。三相异步电动机有笼型和绕组转子型之分，在选择时可参考下列原则：

(1) 应首先考虑选用三相笼型异步电动机，因为它具有结

构简单、坚固耐用、工作可靠、价格低廉和维护方便等优点。它的主要缺点是调整困难，功率因数较低，启动电流较大及启动转矩较小。因此，主要适用于作为机械特性较硬而无特殊调整要求的一般生产机械的拖动。如一般的机床、功率小于 100kW 的水泵和通风机等生产机械。

对某些要求启动转矩较大的生产机械，如纺织厂的梳棉机、织布机以及压缩机、皮带运输机等，则可以选用高启动转矩笼型电动机。

在只要求有级调整的场合，可以选用笼型多速电动机，它适用于有级变速的机床和电梯等生产机械。

(2) 绕组转子电动机的价格较笼型电动机高，但是它的机械特性可通过转子外加电阻的办法加以调整，因而能限制启动电流，提高启动转矩。故它可适用于电源容量较小、电动机功率较大或有调整要求的场合。如某些起重机、卷扬提升设备、锻压机及重型机床的横梁移动等。

(3) 当调整范围低于 1:10，且又要求能平滑调整的生产场合，可先选用滑差电动机。

(4) 电动机的结构形式按其安装位置的不同可分为卧式与立式两种。卧式电动机的转轴是水平安装的，立式电动机的转轴则与地面相垂直。两者轴承的安装方向不同，故不可任意将卧式电动机竖立起来使用。在一般情况下应尽量选用卧式电动机，只有在需要垂直运转的场合（如立式深井水泵及钻床等），为了简化传动装置时，才考虑采用立式电动机（因为它的价格较贵）。

(5) 电动机的防护形式有多种，其正确选择也十分重要。由于电动机要能在具体的安装环境里长期工作，为防止受周围媒介质（如潮气、水分、粉尘、有害气体或杂质等）侵袭而造成故障或引发事故，必须根据不同的工作环境选择适宜的防护形式。

电动机的防护形式有开启式、防护式、封闭式、防爆式和潜水式等数种。开启式最便宜，但它只适用于干燥而清洁的环境；对于潮湿、易受风雨侵蚀、多灰尘、易燃、腐蚀性的环境应选用封闭式；当灰尘对电动机绝缘无害且易为压缩空气吹净时，可改用防护式（或防滴式）；至于潜水泵用电动机，则应采用完全密闭式，以保证在水中工作时，潮气不能侵入；当电动机在有火灾或爆炸危险的环境中工作时（如矿井或油池等），应注意必须选防爆式。

3. 电动机电压和转速的选择 电动机额定电压应与工厂配电电压相一致，根据不同电压等级经技术经济比较择优决定。

（1）我国规定的低电压标准为 220V/380V，高压配电电压为 10kV。一般中小容量的电动机大都是低压的，其额定电压分别为 220V/380V（ Δ/Y 接法）和 380V/660V（ Δ/Y 接法）两种。若采用星三角（Y/ Δ ）降压启动者则应选后一种；当电动机容量超过约 220kW 时，大都使用 3kV 或 6kV 高压电动机。如果工厂内采用 6kV 配电，则额定电压为 6kV 的电动机可直接接到工厂配电网上使用，若是 10kV 配电时，则不论 3kV 或 6kV 的电动机均应通过变压器后使用。

（2）电动机的（额定）转速，要据拖动生产机械的要求及传动装置的配比情况来考虑。电动机每分钟的转数通常有 3 000、1 500、1 000、750 及 600 等多种，异步电动机的额定转速由于存在转差率，一般要比上述（同步）转速低 2% ~ 5%。从电动机制造角度讲，同样功率的电动机，若额定转速愈高，其电磁转矩、外形尺寸就愈小，成本就愈低且重量亦轻；此外，高速电动机的效率及功率因数都较低速电动机为高。所以，若能选用额定转速愈高的电动机，则经济性便愈好。但若由此引起与被拖动机械间的转速相差过大时，所需装设减速装置的传动级数便要增多，这就会加大设备成本及传动的能量损耗。故要做分析比较，

经统盘考虑后择优选定。

实用中，通常宜选同步转速为 1500r/min 的 4 极电动机。因这种额定转速的电动机适应性较强，而且其功率因数和工作效率也较高。

二、电动机额定功率的选择

在选择电动机额定功率时，通常要考虑电动机的发热、允许的过载能力、电动机的启动能力这三方面因素。一般情况下以发热问题为主要矛盾。因为电动机的运转过程就是能量的转换过程，在运行中电动机内部存在着各种损耗，使电动机的温度升高，如果升高后的温度超过绕组绝缘材料最高允许温度，就会影响绝缘性能，甚至烧坏电动机。由于电动机的温升过程与其工作制（运行方式）有很大关系，所以电动机的运行方式不同，其额定功率的选择方法亦不同，现介绍如下：

1. 连续工作模式下电动机额定功率的选择 长期连续工作的电动机，其负载可分为两类，即恒定负载与变化负载。

(1) 恒定负载下电动机额定功率的选择：由于供连续方式使用的电动机在带有额定负载下长期工作时，其稳定温升在电动机绝缘所允许的最高温升限度内。因此对这种运行方式的电动机，应先计算出生产机械的功率（即负载功率） P_Z ，再选择电动机的额定功率 P_N ，使之等于或稍大于生产机械的功率便可，即 $P_N \geq P_Z$ 。属于这类负载条件的机械有水泵及鼓风机等。

(2) 变化负载下电动机额定功率的选择：由于电动机所带负载是随时间而变化的，因此若要计算它的等效功率比较复杂和困难。所以，实用中大都采用类比法、经验系数或经验公式法等来确定电动机的容量。

2. 短时工作模式下电动机额定功率的选择

(1) 闸门电动机、机床中的夹紧电动机、横梁移动电动机、