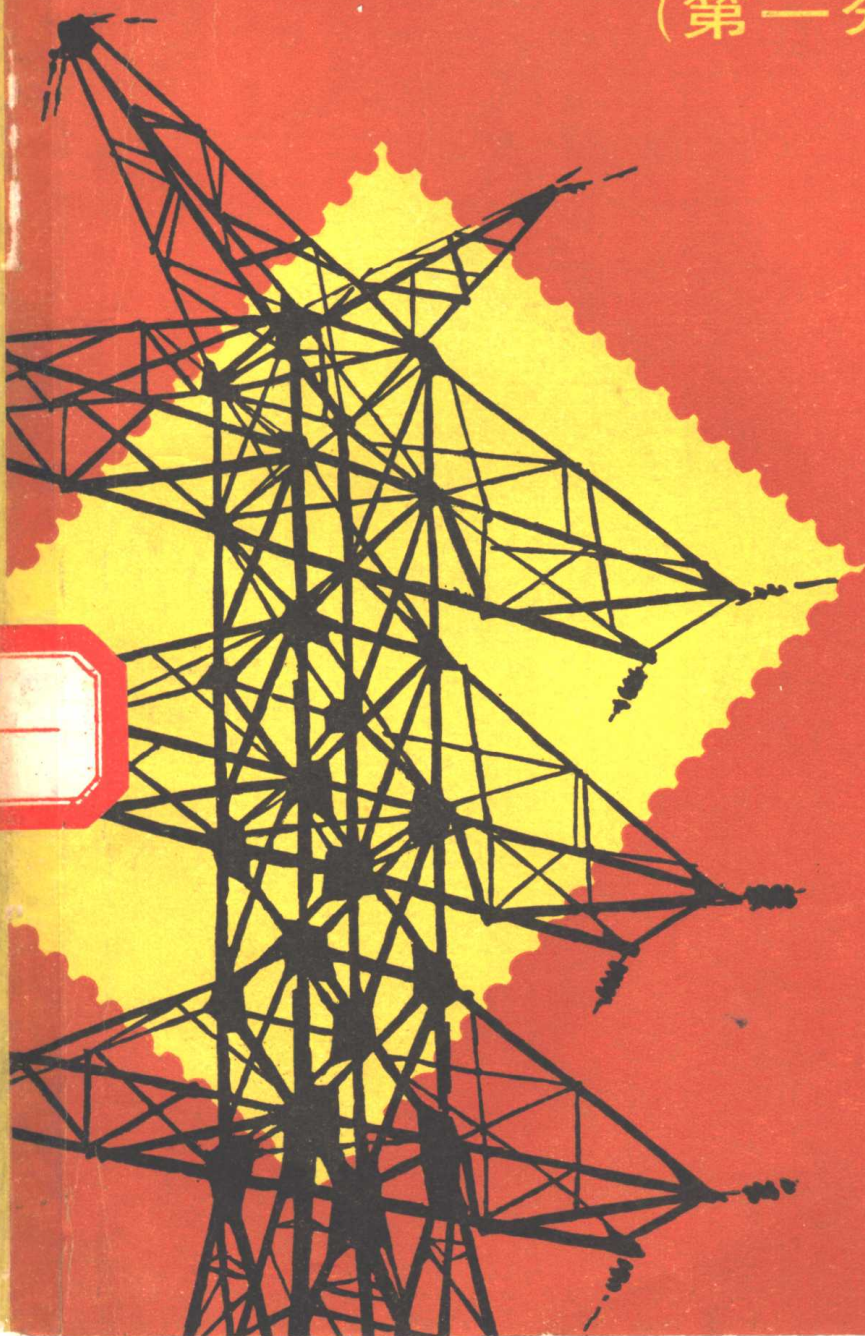


《電世界》信箱选集

(第一分册)



《電世界》信箱选集

(第一分册)

上海市电机工程学会
《電世界》编辑委员会编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是从《电世界》月刊五十年代以来“读者信箱”专栏所刊载过的1000多则问题和解答汇选分类重新修订而成。本分册是电动机专辑，内容包括：异步电机、同步电机、直流电机、单相电机以及特种电机的有关基本理论与结构、运行、故障、维修等具有代表性的实际技术问题。一问一题，解答开门见山，深入浅出，简明扼要。

本书可供工厂企业从事电工的技术人员和大中院校师生参考。

封面设计 董黎明

《电世界》信箱选集

(第三分册)

上海市电机工程学会《电世界》编辑委员会编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路50号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.625 字数 143,000

1984年5月第1版 1984年5月第1次印刷

印数：1—57,000

统一书号：15119·867 定价：(科四) 0.63元

前 言

上海市电机工程学会编辑委员会汇编出版的《电动机文辑》、《变压器文辑》、《读者信箱》、《电工问答》等“《电世界》丛书”曾深受广大读者欢迎。自从六十年代初期以后，丛书随着《电世界》暂时停办而中断出版。

《电世界》复刊以来，在广大读者热切要求下，经编辑委员会决定，拟于近年陆续恢复丛书的编选出版工作。蒙上海科学技术出版社大力支持，《读者信箱》拟先予出版。

本信箱选集由编辑委员会委请殷元章同志担任主编，王群祐、柯士锵同志担任副主编。经酝酿分三个分册出版，本分册为第一分册，以电动机为主要内容，由王群祐、王慎言、朱仲卿、潘稚英同志负责编辑，朱建德、冯维泰、顾荣保同志担任责任编辑。

本分册电动机专业部分的内容得到许多电机专家的支持，并经常为《电世界》信箱审稿，在此谨向樊虎、陆保襄、黄瑞霖、高纶、李中藩、许萃群、曹显钧、姜承谟、陈善祥、周均、施凉奎、蒋貽庆、周亘乃等同志表示感谢。

上海市电机工程学会《电世界》编辑委员会

1983年5月1日

目 录

第一章 电机的基本概念、制造材料	1
1-1 电动机的温升	1
1.1.1 温升的标准和测量	1
1.1.2 电机最高容许温度	4
1.1.3 电机运行的持续率	5
1-2 电机的绝缘电阻	6
1-3 电机的制造材料	7
1.3.1 绝缘材料的选用和浸渍	7
1.3.2 铁心材料和机座材料	8
1.3.3 电刷材料	9
1.3.4 润滑脂	10
1.3.5 变色漆的配方	10
1-4 环境温度、高海拔与电机性能的关系	12
1-5 电机的寿命	14
1-6 电机的保养	15
第二章 异步电机	18
2-1 异步电动机的基本原理和构造	18
2.1.1 电压、电流和容量的确定	18
2.1.2 功率因数、效率和频率的确定	21
2.1.3 电动机的起动电流和起动次数	25
2.1.4 转速和转向	26

• 1 •

2.1.5	双速电动机两套绕组间的感应	29
2.1.6	定、转子槽及配合	29
2-2	异步电动机的绕组结构、连接和改接	30
2.2.1	绕组的节距和分数槽	30
2.2.2	绕组的嵌线	33
2.2.3	单、双层绕组的比较	34
2.2.4	膺圈	35
2.2.5	双层转子绕组	36
2.2.6	三相绕组的接线	36
2.2.7	Δ 接改为Y接	39
2.2.8	Y接改为 Δ 接	41
2.2.9	双 Δ 、双Y接及改接	41
2.2.10	绕组改变电压	44
2.2.11	绕组改变极数	45
2.2.12	双速电动机接线	47
2.2.13	电动机改绕及空壳计算	53
2.2.14	三相电动机改为单相	54
2-3	异步电动机的起动	56
2.3.1	鼠笼型电动机的起动方法	56
2.3.2	直接起动	58
2.3.3	定子串电阻起动	60
2.3.4	用自耦变压器起动	61
2.3.5	绕线型电动机附加电阻的计算	65
2.3.6	绕线型电动机附加电阻的使用	70
2.3.7	绕线型电动机改用自耦变压器起动	73
2-4	异步电动机的运行与调速	74
2.4.1	60 赫电动机用于 50 赫电源	74
2.4.2	电压降低对电动机性能的影响	76
2.4.3	绕线型电动机改作调压器、同步电机	78

2.4.4	卧式电动机改作立式	81
2.4.5	两台电动机同轴运转	82
2.4.6	绕线型电动机转子开路	82
2.4.7	断相保护与熔丝选择	82
2.4.8	异步电动机的拖动电路	84
2.4.9	异步电动机调速运行	86
2-5	异步电动机的故障	87
2.5.1	不能起动	87
2.5.2	空载电流过大	90
2.5.3	空载电流过小	93
2.5.4	三相电流不平衡	94
2.5.5	绕组发热冒烟	98
2.5.6	绕组烧坏	101
2.5.7	绕组击穿和短路	105
2.5.8	转速降低	108
2.5.9	Y接法断相后中性点有电压	110
2.5.10	Y接法一相接地后仍转动	111
2.5.11	噪声和振动	111
2.5.12	绕组改绕后的故障	115
2.5.13	转子轴向窜动	116
2.5.14	轴承损坏	117
2.5.15	起动电器损坏	118
2.5.16	降压起动器跳闸	119
2-6	异步电动机的修理	120
2.6.1	电动机烘燥	120
2.6.2	定子绕组修理	123
2.6.3	鼠笼型转子断条修理	124
2.6.4	绕线型转子钢丝箍扎线松断	126
2.6.5	转子轴颈修补	126

2.6.6 调换轴承	127
2-7 异步电动机的测试	128
2.7.1 绕组温升测定	128
2.7.2 转子电阻测量	129
2.7.3 耐压试验和设备	129
2.7.4 负载测定	131
2.7.5 气隙测量	132
2.7.6 绕组短路测试设备	133
第三章 同步电机	135
3-1 同步电动机的起动	135
3-2 同步电动机的运行	135
3-3 同步发电机改为同步电动机	138
3-4 电钟	140
第四章 直流电机	142
4-1 直流电机的基本概念	142
4.1.1 电机及绕组的识别	142
4.1.2 额定电压、电流和转速的确定	144
4.1.3 电机温升	145
4.1.4 绕组清洗	146
4.1.5 磁极绕组一匝短路测量	146
4-2 直流电机的换向	147
4.2.1 换向情况变坏	147
4.2.2 换向器火花	148
4.2.3 换向器磨损与选用电刷	151
4-3 直流电机的运行	153
4.3.1 发电机运行	153
4.3.2 电动机运行故障	155

4.3.3	发电机和电动机互换运行	157
4.3.4	超速或低速运行	158
4.3.5	汽车用电动机接于交流电源	160
4.3.6	电车用直流电动机	161

第五章 单相电机和特种电机163

5-1 电扇.....163

5.1.1	电扇的绕组和接线	163
5.1.2	电容器的选用	168
5.1.3	起动故障	168
5.1.4	转速变慢	170
5.1.5	快、中、慢三档转速不明显	171
5.1.6	电扇发热	171
5.1.7	电扇噪声	172
5.1.8	摇头机构故障	173
5.1.9	装配质量	174

5-2 单相异步电动机.....174

5.2.1	定子绕组的计算	174
5.2.2	电容器的选择	177
5.2.3	改变旋转方向	177
5.2.4	不易起动	179
5.2.5	绕组发热、烧毁	181
5.2.6	不能重载	183
5.2.7	外壳带电	184

5-3 电钻.....184

5.3.1	绕组重绕计算和改绕	184
5.3.2	电钻反转	189
5.3.3	电钻漏电	189
5.3.4	电钻的故障和修理	190

5-4	单相串励电机.....	193
5-5	三相交流换向器电机.....	194
5-6	电磁调速异步电机.....	199
5-7	潜水电泵.....	200
5-8	锥形转子异步电机.....	202
5-9	自整角接收机.....	202

第一章 电机的基本概念、制造材料

1-1 电动机的温升

1.1.1 温升的标准和测量

【问】 电动机的额定温升到底是什么标准？电动机运转时应该怎样掌握它的温度？怎样计算温升？怎样来测量电动机的温度？

【答】 电动机的额定温升标准按各制造厂家而不同。根据我国 GB755-65 规定，在海拔 1000 米处、冷却介质温度为 40°C 时，不同绝缘等级的电机各部件的温升限度($^{\circ}\text{C}$)不应超过表 1 所规定的数值。

表 1

电机部件 名 称	A 级		E 级		B 级		F 级		H 级	
	温度 计法	电阻法	温度 计法	电阻法	温度 计法	电阻法	温度 计法	电阻法	温度 计法	电阻法
线 圈	50	60	65	75	70	80	85	100	105	125
定子铁心	60		75		80		100		125	
集电环	60		70		80		90		100	
轴 承	55		55		55		55		55	

温升等于电动机部件实测温度减去环境空气温度（即室温）。例如：某电动机定子铁心实测为 80°C ，室温为 20°C ，则温升为 $80 - 20 = 60^{\circ}\text{C}$ ，对 A 级绝缘来说，温升已达限值。

在电动机运转时，必须掌握温升和最高容许温度，如果已

达限值, 则负载电流不可再增加; 如已超出限值, 则应减小负载电流。

一般铭牌上所标额定电流, 系指空气(冷却介质)温度为定额 40°C 时的电流值。如果空气温度超过 40°C , 电动机的最大容许电流应按照表 2 规定减轻负荷; 反之, 当周围空气温度低于 40°C , 电动机额定电流可按表 3 增大。

表 2

周围空气温度($^{\circ}\text{C}$)	电 流 降 低 (%)
40	0
45	5
50	10

表 3

周围空气温度($^{\circ}\text{C}$)	电 流 增 加 (%)
35	5
35 以下	8

测量电动机各部件温度的办法很多。有些大型电动机测量定子绕组时用电阻式的线槽温度计, 测量定子铁心温度备有埋入装置的温度计, 但是有些中小型的电动机就没有此项温度计的配备。测量电动机定子铁心温度的最简单办法, 可将吊攀螺丝(一般电动机都有)旋去, 在此螺丝孔内插入温度计, 可以直接接触到定子铁心, 四周空隙用石棉绳塞好, 测得的定子铁心的温度比较准确。如果在电动机的外壳装置温度计来测量, 其准确度就很差了。所测得的温度也与其地位有关, 在电动机的顶部温度就较高些, 两旁就低些(因为热空气向上); 又与其外壳的材料有关, 如系钢板制外壳则测得温度较铸铁

制的外壳高(因为钢板比铸铁薄,传热容易)。不宜用外壳的温度推算铁心及绕组的温度。

【问】 电动机铭牌上的温升是指哪一部分的温升?如何测量?

【答】 交流电动机铭牌上的温升是指电机定子绕组的平均温升。实际上由于通风散热条件不同,定子绕组各部分温升是不一样的,为了测量方便起见,一般用平均温升来衡量绕组的发热情况。

测量绕组平均温升采用电阻法,它是利用铜、铝等导电材料发热时电阻升高的原理。当电机在冷却状态时测量绕组的电阻 R_1 (欧)及温度 t_1 ($^{\circ}\text{C}$) (在实际冷却状态下,绕组温度应该就是周围环境温度),然后在电机发热稳定时测量绕组电阻 R_2 和试验结束时的冷却介质温度 t_2 ,利用下式即可求得电机热态时铜绕组的温升 θ (将式中 235 改为 228 即适用于铝绕组)。

$$\theta = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) + (t_1 - t_2)$$

【问】 测量电机绕组温升时,电桥法的计算公式是怎样的?温度计法又如何测量?

【答】 电桥法通常称电阻法,是测量热态、冷态电阻并通过计算而得到温升 θ 的。其计算公式为

$$\theta = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) + (t_1 - t_2)$$

式中: R_2 ——试验结束后绕组热态电阻(欧);

R_1 ——试验开始前绕组冷态电阻(欧);

t_2 ——试验结束时冷却介质温度($^{\circ}\text{C}$);

t_1 ——试验开始前绕组冷态温度($^{\circ}\text{C}$)。

温度计法是将电机在需测量的条件下运转,用锡纸或油灰包裹好的温度计放置在绕组温度较高的部位,如绕组顶部、上下层之间,待其温升稳定(即温度不再升高),取其最高一点温度;将此温度减去当时环境温度,即是绕组温升。温度计法是比较粗糙的,有些场合只能测得铁心温度,如封闭式电机。但它可作为电阻法测温升的参考。

【问】 电动机的负载是否以温升为限度?温度是否以铁心为标准?

【答】 电动机的负载以温升为标准,如设计正确时,到达额定电流则温升也近于限度。因为设计时假定最高室温为 40°C ,冬天室温低时可以过负载运转。但电动机的负载还受到机械强度的限制,故即使线圈温升高,也不宜随便过载使用。

铭牌上的温升,系指绕组的平均温升(温度减去室温)限度,约等于绕组两端温升的平均值。铁心温度不能作标准,如在室温 12°C 时,铁心为 40°C 左右,则推测线圈的温升尚不致过热。所以最好直接测量线圈的温度。在热天一般要保持线圈较热的一端(出风端)在 80°C 以下。

【问】 有两种绝缘等级的电机如何表示其绝缘等级?

【答】 定转子采用不同绝缘等级时可以用分数形式表示,以分子表示定子绝缘等级,以分母表示转子绝缘等级。这种绝缘形式在中型同步电机和绕线型异步电机及直流电机中采用较多,只要看一下铭牌即可了解。

1.1.2 电机最高容许温度

【问】 夏天电动机工作时的温度超过了室内温度 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$,达到了 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$,这样继续运行,绕组是否会烧坏?

【答】 电动机的最高容许温度，根据电机的绝缘材料等级而不同，如电动机采用 A 级绝缘材料，容许温升为 60°C ，如果周围温度按 40°C 计算，则最高温度可达 100°C ，在这种温度下满载运行，寿命一般可达 10~20 年。根据来题所述，如果所测温度准确的话，那么离开最高容许温度尚远，可以保证安全运行，除非该电动机已有缺陷。

1.1.3 电机运行的持续率

【问】 铸铁机配用的 JZR2-51-8 型电动机的持续率为 25%。工作中电机外壳经常发热，定子温升很高。不知该电机能连续工作多长时间？

【答】 GB755-65《电机基本技术要求》中持续率的定义是：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。每个周期为 10 分钟。因此持续率为 25% 的电机，可按铭牌功率工作 2 分半钟后切断电源，停止工作 7 分半钟，然后按此方法循环运行。实际运行时不可能按此规律运行，但如果每次负载时间不超过 2 分半钟，负载周期与循环周期之比不超过 25%，则电机的温升不会超过容许值。

【问】 10~20 千瓦的电动机，如果电流达到满载，可否每日 24 小时连续运行？运转中突然过载，一分钟以内可以超过定额多少？如果经常超额 5% 是否可以？

【答】 合格的电动机，除非是短时定额的，都可以连续不停地满载运转。运转中偶然有很短时间的过载，虽到达 200% 的负载也无妨害，但不能经常有此现象，否则不但要发热，机械结构方面也容易损坏。电动机能否连续过载 5%，要看它的满载温升是否低于标准限度（通常是低于标准的），并须视平时保养的情况而定。

1-2 电机的绝缘电阻

【问】 电动机绕组的绝缘电阻值如何规定？

【答】 电机绕组的绝缘电阻，随温度的变化而呈指数变化。根据 GB755-65 规定，在接近工作温度时，电机的绝缘电阻应不低于下式所求得的数值

$$R = \frac{U_N}{1000 + \frac{P}{100}}$$

式中： R ——绝缘电阻(兆欧)；

U_N ——电机额定电压(伏)；

P ——电机功率(千瓦)。

【问】 我厂常出现异步电动机因过负载而转子被卡住不转的情况，此时电机很热。在热态下用 500 伏兆欧表测得三相对地绝缘电阻值接近于零，但过 4 小时后再测量，绝缘电阻高达 500 兆欧，不知何故？

【答】 根据绝缘材料固有的物理性能，当温度升高时，其绝缘电阻将显著降低。据试验结果，A 级绝缘材料的绝缘电阻与温度的关系可用下式表示

$$R_2 = R_1(0.44)^n$$

B 级绝缘材料则可用下式表示

$$R_2 = R_1(0.63)^n$$

式中： R_2 ——温度为 t_2 时的绝缘电阻；

R_1 ——温度为 t_1 时的绝缘电阻；

$$n = \frac{t_2 - t_1}{10}$$

从以上关系式看来，当电机被卡住一段时间以后，温度升

得很高,所以绝缘电阻极低,兆欧表的读数接近于零。过4小时之后,温度接近室温,所以绝缘电阻又升高到相当大的数值。

1-3 电机的制造材料

1.3.1 绝缘材料的选用和浸渍

【问】 防潮电机应用什么材料绝缘?

【答】 对于使用在潮气较大的环境中的电机,其绝缘是很重要的。

(1) 绝缘材料的选用:导线宜用双玻璃丝包线或高强度漆包线。层间绝缘可用玻璃布云母板或玻璃漆布。槽绝缘可用聚酯薄膜或一层玻璃漆布、一层云母纸。槽楔可用玻璃布层压板。

(2) 绝缘处理:浸渍用的漆以醇酸-三聚氰胺甲醛树脂复合漆为合适。一般要浸烘三次。

在线圈端部宜喷以烘干型灰磁漆。

【问】 环氧树脂如何涂刷到电机绕组上?采用何种牌号环氧树脂最适宜?环氧树脂的配方及配制过程如何?

【答】 用环氧树脂涂刷电机绕组的过程如下:

(1) 清除绕组上的灰尘、污物,然后放入烘箱内进行干燥处理;须待绝缘电阻稳定后,方可停止干燥处理。

(2) 把电机从烘箱中取出后,待绕组温度冷却到 60°C 左右,即可在绕组端部涂刷调制好的环氧树脂溶液。涂刷时,先把电动机侧放,然后连续涂刷三次,在绕组槽口处必须多涂一些,使其封闭,防止潮气侵入。一端涂好后翻身,用同样方法涂刷另一端。涂刷完毕,把电机再放入烘房中干燥8~10