

全国星火计划丛书

农电技术问答丛书

黎其臻 编

农用电动机

中国电力出版社

全国星火计划丛书 农电技术问答丛书

农 用 电 动 机

黎 其 臻 编

0257877

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是全国星火计划丛书《农电技术问答丛书》的农用电动机分册。内容包括直流电动机、三相异步电动机、同步电动机以及汽车、拖拉机电系，其中以使用最为普遍的三相异步电动机为重点。

本书深入浅出，结合农村及乡镇企业实际，以解答农电工作人员实际工作中的问题为主。主要读者对象是农电工作者、农村电工及乡镇企业电工等，也可作为培训教材和电业工人及技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

农用电动机/黎其臻编. -北京:中国电力出版社,1998
(全国星火计划丛书·农电技术问答丛书)
ISBN 7-80125-646-8

I. 农… I. 黎… III. 电动机, 农用-问答 N.
TM32-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 01240 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京鑫正大印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 7.75 印张 163 千字

印数 0001—5070 册 定价 9.00 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)

全国星火计划丛书

农电技术问答丛书

编委会名单

主任	杨洪义			
副主任	宗健	原固均	张克让	
委员	万千云	黎英	新春城	王立新
	朱鹤梅	李光保	齐立新	商福恭
	刘建民	王明立	黎其臻	孙保安
	涂会田	殷乔民	邹仇平	黄迺元
	赵孟祥	肖兰	丁雁	杨元峰

序 言

随着改革开放的不断深入和农村经济的蓬勃发展，我国农村电力事业取得了令人瞩目的成就。农村用电水平、通电率和电网技术水平得到很大提高，农村电网规模发展很快，农村用电结构不断改善，农电职工队伍逐渐成长壮大，农电管理体制的改革取得新进展，各级管理机构日益健全。特别是近年来，通过开展电力为农业、为农民、为农村经济服务的电力“三为”服务活动，实施电力扶贫工程，建设农村电气化县，进一步加强了农电企业的精神文明和物质文明建设，取得了很大成绩。

为了适应农村电气化新形势的要求，必须花大力气，做切实的工作，尽快提高100多万农电职工的科技素质和知识水平。但由于农电工人队伍流动性大，农电方面适用的技术图书又相对比较缺乏，农电工人的培训工作一直难度很大，任务较重。

中国电力出版社在《农村电工》杂志社的协助下，通过分析市场需求和图书结构，组织出版了这套《农电技术问答丛书》（共九分册），得到了各方面的支持，并列入全国星火计划。这套丛书的作者都来自农电生产一线，有着丰富的实践经验。他们在广泛收集资料和充分调研的基础上，归纳出农电工作中最常见的实际问题，采用一问一答的形式在书中给予解答，而且非常注意知识的体系化。整套丛书基本覆盖了农电各技术领域，内容简明实用，详略得当，文字简洁流畅，是农电领域不可多得的一套好书，特此推荐。

为保证丛书的质量，国家电力公司农电发展局委托中国电力出版社专门组织有关专家对丛书进行了审定。在丛书即将付梓之际，谨对所有在丛书编辑出版过程中付出劳动的同志表示感谢。希望能有更多的同志结合农电工作实际，总结工作经验，写出更多更好的农电图书来。

是为序。

国家电力公司农电发展局局长 杨洪义

1998年3月12日

前 言

改革开放以来，我国工农业生产有了飞速发展，乡镇企业和农电事业得到了长足的进步，农电工作者、农村电工及乡镇企业电工队伍不断壮大。

由电力工业部和中国电力出版社组稿的《农电技术问答丛书》是全国星火计划丛书之一。本书是《农电技术问答丛书》的一个分册，主要以农电工作者、农村电工及乡镇企业电工等为读者对象，也可以作为培训用教材和电业工人、技术人员的参考书。

本书力求理论联系实际，深入浅出，通俗易懂，结合农村实际，以解决广大农电工作者的实际需要为目标。内容涉及直流电动机、三相交流异步电动机、同步电动机及汽车拖拉机电系，重点对三相交流异步电动机作了较深入的介绍。

本书在编写中得到了电力工业部、中国电力出版社领导和编辑同志的亲切关怀和大力支持，也得了有关专家的大力帮助和指导，提出了许多宝贵的意见。在此一并表示感谢。

由于本人知识水平有限，在编写中难免有各种错误和缺陷，敬请广大读者和有关专家批评指正。

作 者

1997年11月18日

目 录

前言

第一章 直流电动机

第一节 直流电动机的基本构造及工作原理	1
1-1 直流电动机的主要特点是什么？它适用于哪些场合？.....	1
1-2 直流电动机的基本构造如何？各主要部件如何构成？ 都起什么作用？.....	1
1-3 直流电动机的工作原理是怎样的？.....	4
1-4 什么是并励、串励、复励？如何接线？各有什么特点？...	5
1-5 电枢绕组的绕线方式如何分类？各自的连接规律、特点、适用范围如何？.....	7
1-6 电枢绕组的元件总数与电枢槽数及换向片数的关系如何？.....	7
1-7 什么是电动机的机械特性？机械特性的硬度含义是什么？它分为哪三类？.....	7
1-8 并励、串励、复励的直流电动机各自的机械特性如何？各适用于哪些场合？.....	9
1-9 什么是直流电机的换向？换向过程主要受哪些因素的影响？.....	10
1-10 换向不良的现象是什么？电刷下火花过大对电机有何危害？.....	10
第二节 直流电动机的运行与维修	11
1-11 换向器电刷下的火花如何分级？各有何特点？一般电机正常运行时火花应保持在什么等级之内？.....	11
1-12 电刷下火花过大的原因是什么？如何处理？.....	12
1-13 为什么直流电动机的起动电流很大？过大的起动电流	

有何危害?	12
1-14 直流电动机的起动方法有哪几种?	13
1-15 如何改变直流电动机的转向?	15
1-16 直流电动机的调速方法有哪几种? 各有什么特点? 适用范围如何?	16
1-17 直流电动机的制动方法有哪几种? 各自的制动原理 和特点如何?	17
1-18 在额定运行条件下, 为什么温升升高后, 并励直流电 动机的额定转速有的下降, 有的升高, 有的却会保持 稳定不变?	18
1-19 如何使用晶闸管变流器对直流电动机供电?	19
1-20 使用晶闸管变流器供电对直流电动机有何影响? 为什么?	19
1-21 直流电机和交流电机的电刷可否混用? 为什么?	20
1-22 如何测定电刷中性线的位置?	21
1-23 直流电动机常见故障有哪些? 怎么处理?	21
1-24 如何维修换向器?	22
1-25 如何检查电枢绕组的接地、短路、断路故障?	23

第二章 三相交流异步电动机

第一节 异步电动机的构造及工作原理	25
2-1 异步电动机有何主要特点? 适用于哪些场合?	25
2-2 异步电动机的结构是怎样的?	25
2-3 新系列异步电动机的型号含义是什么?	27
2-4 Y系列(IP44)异步电动机有什么特点?	29
2-5 我国新设计生产的Y2系列(IP54)异步电动机有什 么特点?	30
2-6 三相交流电机的旋转磁场是如何产生的? 它的转向、	

转速如何确定？	31
2-7 异步电动机工作原理是怎样的？“异步”的含义是什么？	33
2-8 电动机运行时有哪些损耗？是怎样产生的？	35
2-9 为什么异步电动机的气隙一般做得很小？	35
2-10 什么是电动机的效率和功率因数？异步电动机的效率和功率因数有何特点？	35
2-11 怎样计算三相电动机的额定电流？有何简便方法估算？	37
2-12 电源电压变化对电动机有何影响？	38
2-13 电源频率过低对电动机有何影响？	39
2-14 电动机的绝缘等级如何划分？	39
2-15 电动机的允许温升是何意思？一般电动机的允许温升是多少℃？	40
2-16 电动机的发热是怎样产生的？如何冷却？	41
2-17 环境温度对电动机的输出功率有何影响？	42
2-18 如何改变三相异步电动机的转向？	42
2-19 如何判定电动机的转速？	42
2-20 如何判定电动机定子绕组的头、尾？	43
2-21 三相异步电动机的接线方式有哪几种？如果错接对电动机有何危害？	44
2-22 Y形接法的三相异步电动机中性点对地电压是否为零？为什么？	46
2-23 为什么大容量异步电动机多采用△形接法，而小容量电动机多采用Y形接法？	46
2-24 异步电动机的转矩特性如何？什么是最大转矩、起动转矩和额定转矩？	47
2-25 电动机铭牌上都给出些什么内容？它们的含义是什么？	49
2-26 什么是电动机的空载电流？一般异步电动机空载	

电流有多大？	50
2-27 为什么异步电动机起动电流很大？而起动转矩却 不大？	51
2-28 绕线型异步电动机有何特点？	51
2-29 选择电动机一般应考虑哪些方面的问题？	53
2-30 怎样根据负载情况选取电动机容量？	53
2-31 三相异步电动机怎样在单相电网中使用？	55
2-32 外国进口的 60 赫的三相异步电动机如何在 50 赫 电源上使用？	57
第二节 异步电动机的绕组	57
2-33 三相交流绕组的构成原理是怎样的？	57
2-34 什么是绕组的极距、节距、全距元件和短距元件？	60
2-35 什么是槽电动势星形图？如何使用槽电动势星形 图排列定子绕组？	60
2-36 如何绘制单层绕组展开图？	63
2-37 单层链式绕组的嵌接线特点是怎样的？	65
2-38 单层同心式绕组的嵌接线特点是怎样的？	67
2-39 单层交叉式绕组的嵌接线特点是怎样的？	68
2-40 如何绘制双层绕组展开图？	68
2-41 双层绕组的接线特点是怎样的？	70
2-42 如何检查定子绕组线圈和极相组的极性连接是否 正确？	71
2-43 如何计算定子绕组每相的感应电动势？	72
2-44 怎样计算定子绕组的参数？	73
2-45 定子绕组参数计算中应注意些什么？	76
2-46 绕制线圈时，如何确定绕线模的尺寸？	76
2-47 如何确定槽绝缘尺寸？	78
2-48 如何计算异步电动机气隙的主磁通值？	79
2-49 如何选取气隙磁通密度的最大值？	79

2-50	如何进行电动机绕组的浸漆？	81
2-51	鼠笼转子绕组结构上有何特点？	82
2-52	为何鼠笼转子槽多做成斜的？	83
2-53	铸铝鼠笼转子导条断裂如何进行拆除、修理？	83
2-54	怎样进行鼠笼异步电动机空壳铁芯重绕计算？	84
2-55	如何进行异步电动机的改极计算？	88
2-56	修理中，如何进行不同线径导线的代用？	89
2-57	修理中，铝线定子绕组如何用铜线代用重绕？	90
2-58	定子绕组局部损坏，如何处理？	91
2-59	废旧的定子绕组如何拆除？	92
2-60	电动机绕组如何进行烘干？	93
第三节 异步电动机的起动		95
2-61	起动电动机时应注意些什么？	95
2-62	如何选用笼型异步电动机的起动方法？	96
2-63	笼型异步电动机各种降压起动方法的特点及适用范围如何？	96
2-64	如何根据电源容量确定允许直接起动的电动机容量？	97
2-65	自耦变压器降压起动法是怎样的？	98
2-66	Y— Δ 转换降压起动法是怎样的？	98
2-67	延边三角形降压起动方法是怎样的？	99
2-68	定子回路串联电阻或电抗器降压起动法是怎样的？	101
2-69	绕线型异步电动机如何起动？	102
2-70	如何选择直接起动电动机的开关设备？	102
2-71	自耦减压起动器自动控制线路是怎样的？	103
2-72	Y— Δ 起动器自动控制线路是怎样的？	104
2-73	磁力起动器是怎样的？	105
2-74	怎样使用和维护自耦减压起动器？	107
2-75	自耦减压起动器过热的原因是什么？	107

2-76	如何选用交流接触器?	108
2-77	自动开关的结构原理是怎样的?	108
2-78	热继电器的结构原理是怎样的?	109
2-79	使用交流接触器全压起动电动机的过程中, 有时 交流接触器会出现反复吸合、释放的抖动现象, 为什么? 如何防止?	110
2-80	BU1 型油浸起动变阻器如何构成? 怎样使用和维 护?	111
2-81	频敏变阻器的工作原理是怎样的?	112
2-82	如何正确使用 BP 系列频敏变阻器?	113
2-83	采用频敏变阻器起动绕线型电动机, 起动过程完 毕时, 为什么要将频敏变阻器短接?	113
2-84	什么是交流接触器的无声节能运行?	114
2-85	电磁系统的铁芯发生振动和过大噪声是何原因? 如何消除?	114
2-86	电器触头过热、烧损的原因是什么? 怎样处理?	115
2-87	什么是交流电动机软起(制)动技术? 它的工作 原理是什么?	116
2-88	使用固态软起动器有何优点?	116
2-89	国产 QWJ2 系列节电型固态软起动器的工作原理 及特性如何?	117
第四节 异步电动机的运行、维修及保护		119
2-90	电动机日常运行时应注意些什么?	119
2-91	运行中的电动机在什么情况下应停机检查?	120
2-92	如何进行电动机的定期维护保养?	120
2-93	通常电动机的大、中、小修包括哪些内容?	120
2-94	如何用摇表测量电动机的绝缘电阻?	121
2-95	造成电动机绝缘电阻下降的原因是什么?	122
2-96	造成电动机空载电流偏大的原因是什么? 如何处	

理?	123
2-97 电动机三相电流不平衡的原因是什么? 如何处理?	123
2-98 有一台异步电动机可以空载运行但不能带负荷是什么原因?	124
2-99 日常可用什么简易方法测定电动机温升是否过高?	124
2-100 造成电动机温升过高的原因是什么?	125
2-101 电动机轴承过热的的原因是什么? 如何处理?	126
2-102 引起电动机振动的的原因是什么?	127
2-103 电动机产生噪声的原因是什么?	128
2-104 什么叫电动机的扫膛? 产生扫膛的原因是什么? 对电动机有何危害?	128
2-105 造成电动机起动困难或不能起动的的原因是什么?	129
2-106 造成电动机单相运行的原因是什么? 单相运行对电动机有何危害?	129
2-107 电动机外壳漏电的原因是什么? 农用电动机外壳为什么必须可靠接地?	131
2-108 如何检查电动机定子绕组的接地故障?	131
2-109 如何检查电动机定子绕组的短路或断路故障?	132
2-110 如何检查电动机笼型转子断条故障?	133
2-111 使用短路侦察器检查绕组线圈匝间短路的道理是什么?	133
2-112 如何制做一个短路侦察器?	134
2-113 绕线型电动机的电刷在使用中应注意些什么?	136
2-114 如果绕线型电动机转子绕组一相断电, 其空载电流有何变化? 为什么?	136
2-115 对绕线型电动机进行调速时, 应在其转子绕组回路上串接多大的附加电阻?	136
2-116 如何选用熔丝或熔体对电动机进行短路保护?	137
2-117 安装熔丝时应注意些什么?	138

2-118	RTO 系列熔断器的结构和性能如何?	139
2-119	安装和维护热继电器应注意些什么?	139
2-120	为何普通热继电器只能做电动机的过载保护而 不能做短路保护? 也不能做断相运行保护?	140
2-121	如何整定自动开关的过流电磁脱扣器和热脱扣器? ...	141
2-122	如何利用零序电压实现电动机的断相保护?	142
2-123	何谓正温度系数热敏电阻 (PTC)?	143
2-124	如何利用正温度系数热敏电阻对电动机进行保护? ...	144
2-125	什么是电动机的反时限过流保护?	146
2-126	电动机的保护技术发展状况如何?	147
2-127	国产 UL 系列电子式电动机保护器有何特点?	148
2-128	国产 JL10 系列电机保护器有何特点?	148
第五节	异步电动机的节能	149
2-129	电动机的节能措施主要有哪些?	149
2-130	如何合理更换电动机, 改变“大马拉小车”的状 况?	150
2-131	什么是电动机的 Y— Δ 转换运行的节电原理? 在 什么情况下可以采用?	150
2-132	采用 Y— Δ 转换运行应注意些什么?	153
2-133	固态软起动器为什么也叫节能器?	153
2-134	什么是磁性槽泥改造电动机节能技术?	154
2-135	磁性槽泥节能技术的节能原理是什么?	154
2-136	磁性槽泥是由什么构成的? 有何特点?	155
2-137	如何使用磁性槽泥改造电机?	155
2-138	使用磁性槽泥改造电机时应注意些什么?	157
2-139	什么是异步电动机无功功率就地补偿? 采用无功 就地补偿有何优点?	157
2-140	异步电动机采用无功就地补偿应注意些什么? 为 什么?	158

2-141	DWJ 系列电动机无功就地补偿器的主要特点是什 么?	159
2-142	如何正确计算电动机无功就地补偿电容器的容量? ...	160
2-143	电动机空载电流不易查知, 如何简便恰当地确定电 动机无功就地补偿电容器的容量?	160
2-144	电动机无功就地补偿, 如何正确并接电容器?	162
2-145	为什么说交流电动机调速技术是当前电动机节能 的一项重要手段?	163
2-146	改变三相异步电动机的转速可以从哪些方面着手 进行? 都有哪些调速方法?	164
2-147	各种调速方式的简要工作原理及其特点如何?	165
2-148	各种调速方式的适用范围及节能效果如何?	167
2-149	选择调速装置时应注意些什么?	168
2-150	变频调速分为哪几大类? 各有何特点? 适用场合 如何?	168

第三章 同步电动机

第一节	同步电动机的构造及工作原理	170
3-1	同步电动机有何主要特点? 适用于哪些场合?	170
3-2	为何同步电动机多做成旋转磁极型式?	170
3-3	同步电动机的基本构造是怎样的?	170
3-4	同步电动机的工作原理是怎样的?	172
3-5	什么是同步电动机的“V”形曲线? 它有什么实 用意义?	172
3-6	为什么同步电动机与异步电动机定子绕组结构型式 是相同的?	174
第二节	同步电动机的起动和励磁	174
3-7	同步电动机为什么不能自起动?	174

3-8	同步电动机的起动方法有哪些？	175
3-9	异步起动法的起动过程是怎样的？	175
3-10	异步法起动时励磁绕组为什么不能开路？而应串接一个电阻？	176
3-11	同步电动机采用全压起动还是降压起动，如何选择？如何降压起动？	176
3-12	为什么同步电动机要限制起动次数？两次起动时间一般至少相隔多长时间？	177
3-13	同步电动机对励磁系统有何要求？一般采用哪几种励磁方法？	177
3-14	同步电动机无刷励磁系统的原理是怎样的？	178
第三节 同步电动机的维修		179
3-15	同步电动机严重过热的常见故障原因是什么？	179
3-16	同步电动机合闸送电后刚一起动就立即跳闸的原因是什么？怎样处理？	179
3-17	同步电动机送电后仍然停止不动的原因是什么？怎样处理？	180
3-18	同步电动机起动时，发生严重辉光甚至击穿定子、转子绕组是何原因？怎样处理？	180
3-19	同步电动机电刷和滑环间电火花过大，滑环产生灼痕的原因是什么？怎样处理？	181
3-20	同步电动机振动过大的原因是什么？	182
3-21	同步电动机因失步而时有断端现象是何原因？	182
3-22	为什么同步电动机可以作调相机使用？	182
3-23	电网上装上调相机有何作用？	183

第四章 汽车拖拉机电系

第一节 发电机及调节器	184
--------------------------	-----