

农 技 员 丛 书

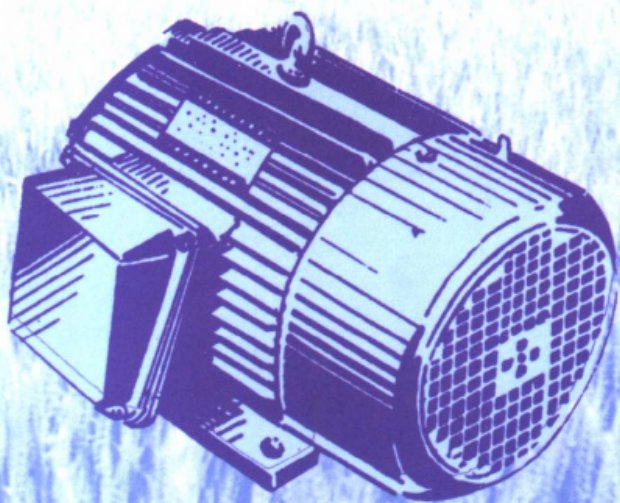
农 技 员 必 备



专 业 户 指 南

异步电动机 使用与维修

王建平 编著



中 国 农 业 出 版 社

国家“九五”重点图书

权威推出—农业部部长作序，副部长主编，农业行政、农技推广部门领导与学者组成编委会，近百名资深专家执笔。

涵盖广阔—包括作物种植、果树蔬菜、花卉、食用菌、植物保护、肥料、农业机械、动物养殖、饲料等，共 69 种图书。

定位准确—为 120 万农技员、上千万科技示范与专业户服务，说农技员想知道的，写专业户能看懂的。



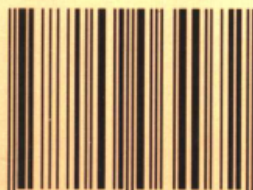
本书内容提要

本书以应用较广泛的三相异步电动机为重点，较系统地介绍了三相、单相异步电动机的工作原理、基本性能、控制方法、故障分析和维护检修等方面的知识和技能；介绍了异步电动机的经济运行及最佳运行方式、异步电动机的特殊运行。书后附录给出了目前国产几种异步电动机的技术数据，可作为选择和修理电动机时参考。

书末附有全部书目供您选择



ISBN 7-109-06407-7



9 787109 064072 >

ISBN 7-109-06407-7/TM · 42

定价：10.50 元



农 技 员 丛 书

异步电动机 使用与维修

王建平 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

异步电动机使用与维修/王建平编著. - 北京: 中国农业出版社, 2000.9

(农技员丛书)

ISBN 7-109-06407-7

I. 异… II. 王… III. 异步电动机-基本知识 IV. TM343

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 60111 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 彭明喜

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8.25

字数: 184 千字 印数: 1~7 000 册

定价: 10.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



《农技员丛书》编委会

主 编 刘 坚

副主编 崔世安 贾幼陵 牛 盾 沈镇昭

编 委 (按姓氏笔画排序)

方智远 朴永范 朱宝馨 许维升

沈秋兴 陈江凡 陈萌山 季之华

郝林生 信乃谕 栗铁申 徐百万

徐定人 阎汉平 谢忠明 谢洪钧



出版说明

新中国成立五十多年以来，党和政府高度重视农业技术推广体系建设，使各类农业技术推广机构和队伍得以不断发展壮大，为促进农业科研成果转化和农业科学知识普及，提高广大农民文化科技素质，发展农业生产和振兴农村经济做出了巨大贡献。

目前，我国现有县级以上的种植业、养殖业、水产业和农机化服务业四类农业技术推广机构 16.56 万个；技术推广人员已达到 120 万人，他们是农业技术推广的主力、“二传手”。同时，还有以 15 万个农民专业技术协会、乡村农业技术服务组织和科技示范户为主体的上千万农业技术推广大军，他们直接面向九亿农民，为农民依靠科技致富起到积极的示范作用。

党的十一届三中全会以来，我国农村实行了以农村家庭联产承包为主的多种形式的责任制，极大地调动了广大农民的生产积极性，他们渴望先进的农业生产技术以提高作物产量，于是，杂交种子、地膜覆盖、工厂化育秧、保护地栽培、病虫害防治、机械化耕作等一大批科研成果得以在生产上推广运用。近几年来，随着农产品的生产向着专业化、规模化、商品化的方向发展，各类专业户的涌现，广大农民不再满足产量增加，更加注重农产品的优质、高效生产及其产后精深加工增值。于是，农作物新品种及其配套技术、畜禽杂交优势利用及其规范化饲养技术、配合饲料、网箱围栏养鱼、特种畜禽水产动物养殖、农产品深加工等先进实用技术，通过“二传手”的传播和科技示范户的作用，日益深入农户；农村市场经济体系的建设



和农业产业结构的战略性调整，不仅使广大农民迫切需要新的知识和新的技术，而且对各类农业技术推广人员的知识结构和科技示范户、专业户的技能水平，提出了新的更高的要求。

新世纪即将到来。为了实现党的十五大提出的 2010 年建设有中国特色社会主义新农村的发展目标，加快推动农村两个文明的建设步伐，中国农业出版社出版了这套国家“九五”重点图书——《农技员丛书》，希望对各类广大农业技术推广人员汲取新的农业科技知识和信息，提高农业技术水平，指导九亿农民依靠科技勤劳致富奔小康有所帮助。

《农技员丛书》的内容，涵盖农业科技的方方面面，包括农作物种植、果树、蔬菜、花卉、食用菌、植物保护、土壤肥料、农业机械、畜牧、兽医、水产等十多个专业的新知识、新信息、新技术、新成果。广大农技员可通过社会化服务的手段，对地（市）、县（区）、乡镇各类农技站进行技术指导；科技示范户、专业户也可通过举办各种形式的培训班、现场指导，向农民传播和普及这些新技术，从而加快我国农业科技成果的转化进程，依靠科技进步，促进我国农业现代化的建设。

2000 年 8 月



序 言

当前,我国农业和农村经济发展已进入了一个新的发展阶段。为了适应新的形势要求,需要对农业和农村经济结构进行战略性调整,开辟农民增收的新途径和新领域,这是今年和今后一个时期农业和农村经济工作的中心任务。

推进农业和农村经济结构的战略性调整,必须坚持面向市场、因地制宜和充分尊重农民的自主权的原则。在此基础上,农业科技必须面向农业和农村经济结构的战略性调整。要重点开发和推广以良种为主的优质高效高产种养技术、以农产品精深加工增值为主的保鲜贮藏及综合利用技术、以生物措施为重点的生态环境建设技术和以节水灌溉为重点的农业降耗增效技术,逐步建立具有世界先进水平的农业科技创新体系,高效率转化科研成果的技术推广体系,不断提高农民科学文化素质的农业教育培训体系。

农业技术推广体系是农业社会化服务体系和国家对农业支持保护体系的重要组成部分,是实施科教兴农战略的重要载体。经过多年努力,我国已初步形成了比较健全的农业技术推广网络,农业技术推广事业有了长足的发展。各级农业技术推广机构在农业技术引进、试验示范和推广应用,开展技术培训和咨询,提高广大农民文化科学素质,推动农业和农村经济发展等方面,发挥了不可替代的作用。特别是《中华人民共和国农业技术推广法》的颁布实施,充分调动了广大农业科技推广人员的积极性,他们深入农业生产第一线直接为农民服务,加速了农业科研成果的转化与应用,为确保农业和农村经济稳定



发展做出了积极贡献。但是，在一些地方，基层农业技术推广机构还存在着人员素质不高等的突出问题，严重影响了农业技术推广体系的稳定和农业技术推广事业的发展。

解决当前农业技术推广体系中存在的一些问题，要认真贯彻落实国务院办公厅转发的《关于稳定基层农业技术推广体系的意见》，进一步稳定农技推广队伍；积极转变农技推广和服务机制；加强农技员培训工作，提高人员素质；大力推广先进实用技术，支持农业结构调整；有关单位要做好农业实用技术的宣传、传播工作。

基于以上要求，中国农业出版社坚持为发展农业、振兴农村经济、农民增收服务的宗旨，以帮助地（市）、县（区）、乡镇各类农技员知识更新和提高农村专业户掌握先进技术使用的水平为出发点，在农业部有关司局和全国农业技术推广服务中心、全国畜牧兽医总站、全国水产技术推广总站、农业部农业机械化管理总站等单位支持下，组织了农业科研、院校、推广单位的具有知识渊博、实践经验丰富的专家、学者、推广人员编写了《农技员丛书》。该套丛书的内容涉及到种植业、养殖业、农业机械等十多个专业的新技术、新知识、新成果、新信息，具有科学性、先进性、可操作性的特点，它的出版将对百万农技员和千万农村专业户汲取新的农业科技知识和信息，提高农技水平起到积极的作用；同时，广大农技员通过各种形式搞好先进实用技术推广和农民科技培训，一定能够在加快农业科技成果的转化，推动农业生产和农村经济增长中发挥巨大作用，从而为我国农业现代化建设作出新的贡献。

中华人民共和国农业部部长

陈瑞邦

2000年8月



前 言

随着我国农业现代化的迅速发展,人民生活水平的不断提高,单、三相异步电动机在冶金工业、机械工业、纺织工业、食品工业、农副产品加工业、农用排灌、电气牵引等方面得到了越来越广泛的应用。根据统计,在电力网的总负荷中,异步电动机占总负荷的80%以上,由此可见异步电动机在工农业生产中的重要性。近年来,随着科技的发展、人民生活水平的提高、家用电器的普及,单相异步电动机在家庭中的使用也愈来愈多,如洗衣机、电风扇、电冰箱、空调机等都用单相异步电动机来拖动。

本书以应用较广泛的三相异步电动机为重点,以电动机易损部件等为主要内容,较为详细地介绍了单、三相异步电动机的工作原理、基本性能、控制方法、故障分析和维护检修等方面的内容,着眼于实用技术,并兼顾到发展趋势。书后附录部分给出了目前国产几种主要电机的技术数据,可作为选择、修理电动机时的参考。本书适用于工矿企业和农村电工以及有关技术人员的学习和参考,也可作为中、高等专业学校电类专业师生的教学参考书。

在本书编写、定稿过程中,参阅和利用了国内外部分资料,在此对原作者一并致谢。

限于作者水平,加上时间仓促,缺点和错误在所难免,热切欢迎广大读者批评指正。

编著者

2000年8月



目 录

出版说明

序 言

前 言

第一章 异步电动机的结构与铭牌 1

一、异步电动机的工作原理和结构 2

（一）异步电动机的工作原理 2

（二）异步电动机的结构 4

二、异步电动机的铭牌 11

（一）型号 11

（二）额定值、铭牌数据 13

三、异步电动机出线端的判别方法 15

第二章 异步电动机的绕组 19

一、绕组的构成原则及分类 19

二、单层绕组 22

（一）同心式绕组 22

（二）链式绕组 25

（三）交叉式绕组 28

三、双层绕组 31

（一）双层叠绕组 32

（二）双层波绕组 36

四、分数槽绕组 38

五、单双层绕组 40



六、正弦绕组	42
第三章 异步电动机的启动、调速与制动	47
一、三相异步电动机的启动	47
(一) 鼠笼式异步电动机的启动	49
(二) 绕线式异步电动机的启动方法	55
(三) 深槽式和双鼠笼式异步电动机的启动	59
二、三相异步电动机的调速	62
(一) 变极调速	62
(二) 变频调速	65
(三) 改变转差率调速	66
三、三相异步电动机的制动	70
(一) 机械制动	70
(二) 电气制动	72
第四章 单相异步电动机	75
一、单相异步电动机的工作原理	75
二、单相异步电动机的启动方法	78
(一) 单相电阻启动异步电动机	79
(二) 单相电容启动异步电动机	81
(三) 单相电容运转异步电动机	82
(四) 单相电容启动与运转异步电动机	83
(五) 单相罩极异步电动机	84
三、三相异步电动机的单相运行	85
(一) 三端接线方式	85
(二) 六端接线方式	86
(三) 正、反向旋转的接线方式	86
第五章 异步发电机	89
一、单机运行的异步发电机	89



(一) 异步发电机的自动过程	89
(二) 励磁电容器的计算	91
(三) 异步发电机的运行特性	92
二、并网运行的异步发电机	93
第六章 三相异步电动机的经济运行	96
一、基本损耗与特性	96
(一) 基本损耗	96
(二) 运行特性曲线	98
二、综合运行的负载系数和运行负载系数	100
(一) 综合运行的负载系数	100
(二) 运行负载系数	101
三、异步电动机的无功补偿	102
(一) 补偿原理	102
(二) 补偿容量的计算	103
(三) 电动机补偿的接线方式	105
(四) 电动机补偿的技术要求及注意事项	106
四、异步电动机的节能改造	108
第七章 异步电动机的控制与保护	112
一、常用的控制与保护元件	112
二、常用的几种控制与保护电路	128
(一) 正转控制线路	128
(二) 正反转控制线路	132
(三) 星—三角形 ($\text{Y} - \Delta$) 降压启动控制线路	137
三、异步电动机的接地保护与接零保护	139
第八章 异步电动机的安装与监视	141
一、异步电动机的安装	141
二、异步电动机的监视与维护	143



第九章 异步电动机的故障分析	146
一、异步电动机的一般故障	146
(一) 异步电动机常见故障和处理方法	146
(二) 电动机轴承常见故障和处理方法	149
二、常见的三相交流绕组故障分析	150
(一) 单相运行	150
(二) 匝间短路	152
(三) 相间短路	152
(四) 接地	153
(五) 过载	154
三、单相异步电动机的故障分析	155
第十章 异步电动机的修理	158
一、异步电动机的拆装	158
(一) 电动机的拆卸	158
(二) 电动机的装配	160
二、机械故障的修理	161
三、铁心故障的修理	167
四、绕组故障的修理	168
(一) 填写原始数据	169
(二) 旧绕组拆除	170
(三) 制作线模	172
(四) 绕线	174
(五) 嵌线	176
(六) 接线	180
(七) 绕组的浸漆与烘干	180
五、绕组的重绕计算	184
(一) 三相异步电动机的重绕计算	184
(二) 改压计算	189

第十一章 异步电动机的检查试验	191
一、外观检查	191
二、直流电阻和绝缘电阻的测量	192
(一) 直流电阻的测量	192
(二) 绝缘电阻的测量	193
三、耐压试验	194
(一) 绕组对地和绕组间的耐压试验	194
(二) 匝间耐压试验	195
四、空载和短路试验	196
附录	198
一、Y 系列 (IP44) 220/380 伏异步电动机的 技术数据	198
二、JO2 系列异步电动机的技术数据	205
三、BO、CO、DO、BO2、CO2、DO2 系列单相异步 电动机绕组匝数分布图	211
四、BO、CO、DO、BO2、CO2、DO2 系列单相异步 电动机的技术数据	232
五、交流电机常用电磁线型号及数据	238
参考文献	243



第一章 异步电动机的结构与铭牌

电能因易于转换、传输、分配与控制,是现代能源的主要形式。电机是与电能生产、传输和使用有关的机电能量转换或改变电能特性的机械,不仅是工业、农业、交通运输业和航空航天工业的主要设备,而且在人们的日常生活中应用也愈来愈广泛。

异步电动机就是将交流电能转换成机械能的一种电机,它主要用作拖动各种生产机械,作为生产机械的原动机。如用来拖动中、小型轧钢设备,各种机床、矿山机械、轻工机械,农用排灌、脱粒、粉碎和其它农副产品加工机械。根据统计,在电力网的总负荷中,异步电动机占总负荷的 80% 以上,由此可见异步电动机在工农业生产中的重要性。近年来,随着科技的发展、人民生活水平的提高、家用电器的普及,单相异步电动机在家庭中的使用也愈来愈多,如洗衣机、电风扇、电冰箱、空调机等都用电动机来拖动。

异步电动机的结构简单,制造方便,运行可靠,坚固耐用,价格低廉,并且有良好的使用性能。与同容量的直流电动机相比,重量约为直流电动机的一半,价格仅为直流电动机的 $1/3$ 。但是,异步电动机的应用也有一定的限制,这主要是由于异步电动机要从电网中吸取滞后的无功电流,使电网的功率因数降低,增加了线路的损耗,限制了电网的有功功率的输出;再有异步电动机的调速性能差,若生产机械本身对调速性能有很高的要求时,如调速范围较大或连续平滑调速,对异步



电动机来说,需要加装变频调速装置,不像直流电动机那样调速方便。

异步电动机的分类方法很多,从不同的角度看,有不同的分类方法。

按定子的相数可分:单相异步电动机、三相异步电动机。

按转子的结构形式可分:鼠笼式异步电动机、绕线式异步电动机、换向器式异步电动机。

按定子所加电压的高低可分:高压异步电动机(3千伏、6千伏)、低压异步电动机(380伏以下)。

按其不同的工作性能,还可分为高启动转矩、高转差率、多速的异步电动机,等等。

异步电动机在运行时,定子绕组通入交流电源,转子绕组短路。这样,在转子绕组中的电势、电流都是由电磁感应产生的,转子的有功电流与磁场的相互作用产生电磁转矩,实现机电能量的转换。所以,异步电动机又称为感应电动机。

异步电机有时也作为发电机使用,但因工作性能较差,仅用于要求不高的山区农村小型电站中。异步电动机在使用过程中,往往会出现多种多样的故障,有机械方面的,有电磁方面的。在寻找电动机故障时,必须对电动机进行全面的研究和分析,找出发生故障的原因,迅速给予排除。

一、异步电动机的工作原理和结构

(一) 异步电动机的工作原理 三相异步电动机的三相绕组通入三相对称电流时,将在电动机的气隙中产生一个旋转磁场。旋转磁场在定、转子之间的气隙中以同步转速 n_1 旋转,旋转的速度与通入电流的频率 f 成正比,与电动机的极对数 p 成反比,即