

实用电工技术必读丛书

SHIYONGDIANGONG
JISHUBIDU
CONGSHU

农村

实用电工



出版社

实用电工技术必读丛书

农村实用电工

主	编	李 强					
编	委	李 刚	李 光	李 强			
		卢琳皓	张艳玲	吴 影			
		吴 波	梁 立	穆森骏			

延边人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

农村实用电工/李强主编. —延吉:延边人民出版社, 2003. 4

ISBN 7 - 80648 - 964 - 9

(实用电工技术必读丛书)

I. 农... II. 李... III. 农村 - 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003) 第 025799 号

·实用电工技术必读丛书·

农村实用电工

主 编:李 强

责任编辑:金河范

出 版:延边人民出版社

经 销:各地新华书店

印 刷:长春市东文印刷厂

开 本:850×1168 毫米 1/32

字 数:4200 千字

印 张:200

版 次:2003 年 6 月第 1 版

印 次:2003 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1 - 2000 册

书 号:ISBN 7 - 80648 - 964 - 9/TM·2

总定价:300.00 元(单册:20.00 元 共 15 册)

前 言

近几年,我国农村经济得到了飞速的发展,相应地,农村的用电需求量出现了前所未有的增长势头,农村电网也迅速地发展起来。不可否认,电力为农村经济发展、农民生活质量的提高起到了无法估量的作用。

但由于农村用电中存在着电网建设滞后、设备老化、管理体制不健全、县乡管电人员素质偏低等诸多弊端,使得农村用电过程中暗含着许多隐患。

为了更好地加快农村电网的建设与改造,加强农村电工的专业素质,使电力资源更好地为农村经济和广大农民服务,特编写此书,以满足广大农电工作者工作和学习的需要。

本书在认真总结农电工作实践经验的基础上,以简浅易懂的文字、直观明了的图像和公式符号,尽可能把复杂的公式和过于专业的名词解释清楚。

由于编者水平有限,时间也很仓促,难免有疏漏或不妥之处,望广大读者批评指正,以便我们及时改正。

目 录

第一章 农村能源利用

第一节	沼气发电	(1)
第二节	风力发电	(3)

第二章 电气的基础知识

第一节	电路的基本概念	(10)
第二节	电压、电流及电动势	(11)
第三节	电气设备的额定值和电路的几种工作状态	(14)
第四节	电阻、电容及电感	(17)
第五节	简单电路的计算	(19)
第六节	功率、电能及功率因数	(23)
第七节	电与磁	(27)

第三章 农村常用电工材料

第一节	电工材料的种类和用途	(33)
第二节	电线和电缆	(39)
第三节	绝缘漆、绝缘油和绝缘子	(46)
第四节	其他常用材料	(49)

第四章 电工基本操作工艺

第一节	电工常用安全用具	(54)
第二节	电工登杆技艺	(62)
第三节	导线的连接与封端	(69)
第四节	电气安装预埋件的施工	(87)
第五节	电焊机与电焊基本操作	(91)

第五章 农村常用电工仪表

第一节	农村常用电工仪表种类	(98)
第二节	控制测量用电工仪表	(103)
第三节	电工检修用仪表	(113)
第四节	常用电工仪表的检修	(122)

第六章 常用高压电器

第一节	油断路器	(126)
第二节	六氟化硫断路器和真空断路器	(129)
第三节	高压隔离开关	(134)
第四节	高压负荷开关	(139)
第五节	户外型高压熔断器	(149)
第六节	高压配电装置	(153)

第七章 农村低压输电线路

第一节	低压架空线路的结构	(156)
-----	-----------------	-------

第二节	低压架空线路的设计	(163)
第三节	低压架空线路的施工	(172)
第四节	接户线和进户线	(186)
第五节	低压架空线路常见故障及处理方法	(190)
第六节	电力电缆线路的安装	(194)
第七节	电缆线路常见故障	(196)

第八章 农村常用低压电器

第一节	刀开关	(198)
第二节	自动开关	(204)
第三节	交流接触器	(210)
第四节	低压电器的修理	(211)
第五节	熔断器	(215)
第六节	控制按钮	(226)
第七节	起动器	(229)

第九章 农村配电变压器

第一节	配电变压器的型号、连接组别与技术数据	(243)
第二节	配电变压器容量与安装位置的选择	(252)
第三节	配电变压器的安装	(256)
第四节	配电变压器的运行及故障处理	(260)
第五节	箱式变电站	(267)

第十章 农村常用电动机

第一节	电动机的结构和工作原理.....	(276)
第二节	电动机的铭牌和型号特征.....	(282)

第三节	三相电动机的启动.....	(285)
第四节	电动机的操作运行与维护.....	(289)
第五节	电动机的安全使用.....	(295)
第六节	电动机的安装与选择.....	(300)
第七节	电动机的拆卸、装配和检查	(303)
第八节	交流定子绕组的拆换及重嵌工艺.....	(311)
第九节	单相异步电动机.....	(329)

第十一章 接户线、进户线与室内外配线

第一节	接户线、套户线与进户线	(334)
第二节	室内外配线.....	(336)

第十二章 照明与生活用电

第一节	照明.....	(357)
第二节	生活用电.....	(373)
第三节	安全隔离变压器和行灯.....	(384)
第四节	开关、插头、插座.....	(385)

第十三章 安全用电与触电急救

第一节	电气设备的安全用电.....	(389)
第二节	电工安全用具.....	(396)
第三节	触电及其预防.....	(400)

第一章 农村能源利用

第一节 沼气发电

一、水压式沼气池

1 水压式沼气池结构

水压式沼气池结构如图 1-1 所示。

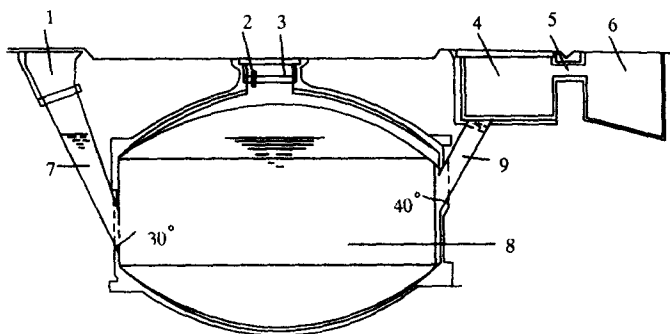


图 1-1 水压式沼气池结构

1- 进料口, 2- 导气管, 3- 活动盖; 4- 水压间; 5- 溢流管;

6- 圈肥池; 7- 进料管; 8- 发酵间; 9- 出料管

2 水压式沼气的分类与特点

水压式沼气池具有受力合理、构造简单、取材容易、施工方便、造价较低和适应性强等特点。实践中,在圆筒形的基础上,又推出圆球形、椭圆球形、底层出料型、顶返水型、双拱顶型等。水压式沼气的分类与特点如表 1-1 所示。

表 1-1 水压式沼气池的分类与特点

分 类	特 点
圆 筒 形	出现较早、推广量大、群众熟悉、使用管理方便;池盖和池底形状为削球球形,池身呈圆筒形
圆 球 形	一种新型池,结构合理、整体性好、逐步推广;突出特点是对地基的适用范围广,能在土质差、地下水位高的地基条件下建造;分为Ⅰ型和Ⅱ型两种
椭圆球形	一种新型池,埋置深度浅,受力性能好,适应性广,施工管理方便;分A型和B型两种
底层出料型	取消了中层出料的出料管,使发酵间底部直接与水压间相连通,把水压间壁做成踏步状
顶返水型	池顶水压间对气箱有水密封作用,有利于拱顶的安全,增强了沼气池的整体性,占地面积小,但造价偏高
双拱顶型	是顶返水型的改进型,将顶部的盖板改为拱盖,有利于保温和减少水分散失

3. 沼气的成分及单一成分的发热量

沼气的成分及单一成分的发热量见表1-2。

表 1-2 沼气的成分及单一成分的发热量

沼气成分	甲烷 CH_4	二氧化 碳 CO_2	一氧化 碳 CO	氢气 H_2	氮气 N_2	碳氢化合 物 C_mH_n	氧气 O_2	硫化氢 H_2S
体积(%)	61.9	31.6	0.03	2.4	1.88	1.62	0.23	0.34
高位发热量 (kJ/标 m^3)	39816.5	—	12635.7	12744.6	—	—	—	25346.9
低位发热量 (kJ/标 m^3)	35880.9	—	12635.7	10785.2	—	—	—	23366.5

二、沼气发电机组

沼气发电具有较好的经济效益。发1千瓦·小时电,耗沼气0.75立方米,可供25盏40瓦的电灯照明1小时;而0.75立方米

沼气直接燃烧点灯,只能供 7 盏沼气灯照明 1 小时,且电灯比沼气灯更加卫生、安全。因此,在没有其他电源而沼气业又很发达的农村,沼气发电很有发展前途;在有机废料丰富的地方,利用沼气发电是一条提高农村经济效益的好措施。目前我国用于沼气发电的机组类型及特点见表 1-3。

表 1-3 我国用于沼气的发电机组类型及特点

类 型	特 点
小型沼气发电机组	(1)能发几千瓦的电,宜于在居住不很分散的农村使用 (2)以沼气-柴油双燃料发动机作动力,带动三相交流异步发电机发电 (3)结构简单,操作维护方便,故障较少,比较安全,售价低廉 (4)能承受超载 10% 运行,当外线发生短路事故时也不会烧坏发电机 (5)发电质量差,电压不稳,动力负荷小,用于带动电动机时效率较低
与大中型沼气工程配套的发电机组	(1)沼气产量高,可发动较大功率的发动机,配 30~30 千瓦的同步发电机 (2)自用不完的电,可并入大电网

第二节 风力发电

一、风轮机

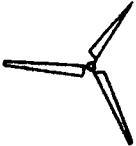
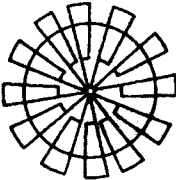
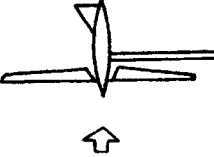
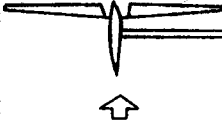
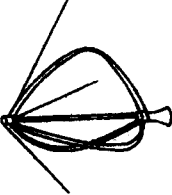
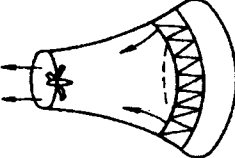
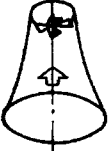
1. 风轮机的分类

因地制宜地在适当的地区开发利用风能资源是有很大经济效益的。我国江苏、吉林、安徽、浙江、辽宁、新疆、内蒙、山西、河北等地先后建起了容量不等的中小型风力发电站。中小容量风力发电装置多是为农村或分散的孤立用户而设计的,其特点是工作风速范围大(从几米每秒到十几米每秒),可用于各种恶劣气候条件下,能防沙、防水,维修简便,寿命长。

风力发电装置主要由风轮机、传动变速机构、发电机等组成,风轮机是发电装置的核心,它的样式很多,目前用于发电的主要是翼式风轮机。风轮机分类图形如表 1-4 所示。

风轮机的分类图形

表 1-4

桨叶绕水平轴转动的型式		桨叶绕垂直轴转动式	
双叶式	三叶式	多叶式	"S"型叶片式
			
顺风式		偏导器式	
			
扩散器式		集中器式	
			

2. 风轮机的迎风装置和超速控制

风轮机的转速和风速成正比,出力和风速的立方成正比,所以,风速的变化将反映在出力和转速的变化上。实际运行时风速的大小、风的方向在经常不断地变化,因此,风轮机必须有相应的措施来适应这些变化,以保证稳定的工作。迎风装置的作用就是使风轮能随风向的变动而作相应的转动,以保持风轮始终与风向垂直;超速控制的作用是使风轮桨叶或风轮在风速过高时作相应的调整,以保持额定的风轮转速及出力。超速控制也是风轮安全可靠运行所必需的。

常用的迎风装置有尾舵式和舵轮式,如图 1-2 所示。

对于小功率风轮机,常用的超速控制方法是风轮摆动法,如图1-3所示。当风速超过规定速度时,作用在风铲2上的风力形成的力矩 M 就足以克服弹簧拉力所形成的反力矩和机头转动的摩擦力矩,而使机头摆动一角度,建立新的平衡条件。

二、中小容量风力发电装置

用于孤立用电地区的中小容量风力发电机组多采用直流发电机,并利用蓄电池保持一定的电压,在无风时还可用蓄电池供电。中小容量风力发电机组的特点及安装、运行注意事项如下:

(1) 由于风能是经常变化的能量, 因此多采用直流发电机-蓄电池的配套装置。这样既可以适应风速多变, 而且可对外提供恒定的电压。

(2) 小机组的输出电压都较低,这就要求负载应离发电站不远,最好是就地使用。如 1500W 的机组,输出电压为 32 伏,则电流为 46.9 安。如采用 7/0.64 (断面积为 0.145 平方厘米) 的输电线,则每米 (双程) 的压降为 0.112 伏,换言之,50 平方米的距离将有 5.6 伏的压降,亦即线路损失约占发出功率的 17%。这一损失在采用粗电线时可减少,但将使投资显著增加。

(3) 风力发动机必须很好地用钢索固定好, 以抗大风和减少振动。风轮机塔应高于周围树木和建筑物, 塔身应有足够的高度, 至少在 10~12 米以上。不允许把风轮机装在建筑物的顶上, 尤其是风轮又离屋顶不远, 在大风时, 作用在风轮机上的正面压力会使屋顶遭到破坏。

(4) 这种装置中所用的风轮机多为双桨叶或三桨叶风轮机, 其高速特性参数 $\lambda = 5 \sim 8$, 风轮机的转速应调整在发电机的许可转

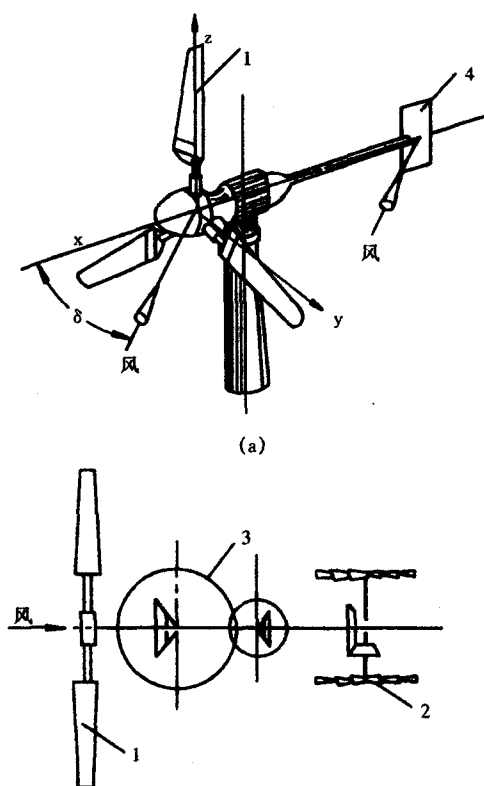


图 1-2 风轮机的迎风装置

(a)尾舵式；(b)舵轮式

1-风轮；2-舵轮；3-固定在塔身上的齿轮；4-尾舵

速范围内。

(5)所用直流发电机通常都是他激的，激磁线圈与电刷并联，但有的发电机还另装附加电刷，以使激磁电压低于发电机电压。这种方式的好处是，即使在发电机转速变化时，充电电流也可保持

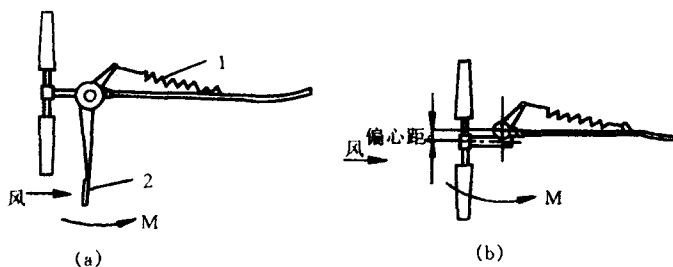


图 1-3 风轮摆动法超速控制

(a)利用风铲的方法；(b)利用偏心矩的方法

1 - 弹簧；2 - 风铲

不变。图 1-4 是三电刷直流发电机的示意图。

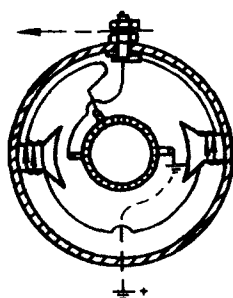


图 1-4 三电刷直流发电机

(6)当风速减小,风轮转速降低时,发电机的电压可能低于蓄电池电压,为了防止电流由蓄电池流向发电机,应装设逆流继电器。图 1-5 是逆流继电器示意图,在正常工作时电流线圈 2 与电压线圈 3 中的磁通方向相同,吸下衔铁 4,向蓄电池充电。当电机电压低于蓄电池电压时,电流线圈 2 与电压线圈 3 中磁通方向相反,吸力减少,衔铁则被弹簧拉起,电路中断。

(7)蓄电池的费用有时会接近风轮机的费用,尤其是它的寿命

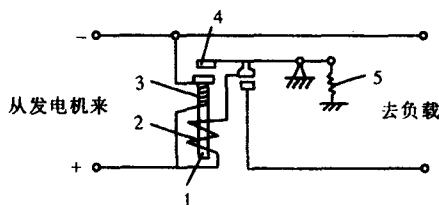


图 1-5 逆流继电器

1-铁芯;2-电流线圈;3-电压线圈;4-衔铁;5-弹簧

只有两三年,所以在使用期间要小心爱护。电池可以选用铅-稀硫酸蓄电池,也可选用镍-铁苛性钠或镍-铁苛性钾蓄电池,但它们通常要比铅蓄电池贵,而且它们的充电-放电电压特性不好和内阻较高。然而它们不易损坏,较适应风轮机发电的不规则运行条件。蓄电池组的容量取决于电机容量和它的电压,以及连续无风时间的长短。

三、立轴式戴瑞斯风力发电装置

立轴式风轮机的式样非常多,但最有前途的可用于风力发电的立轴式风轮机是戴瑞斯风轮,如图 1-6 所示。这种风轮机相对于水平轴式有一系列很突出的优点,但也存在一些缺点,见表 1-5。

表 1-5 立轴式戴瑞斯风力发电装置的优缺点

优 点	缺 点
(1)可以安装在地面或低空,风轮机塔架非常简单,尤其向大容量发展时这一优点更为突出 (2)操作、维修方便 (3)风轮机的工作完全不受风向的约束,无需迎风装置,大大简化了结构 (4)叶片制造容易,造价低,在小容量范围内它的造价约为水平轴式的 1/6 左右 (5)风能利用率高 (6)对于速度高达 24.5 米/秒挟带有大量沙尘的突然大风的适应能力较好	(1)没有辅助装置时,自己不能自行起动 (2)一般要在风速超过 5 米/秒以后才可发电工作 (3)风轮机的可运行范围很窄

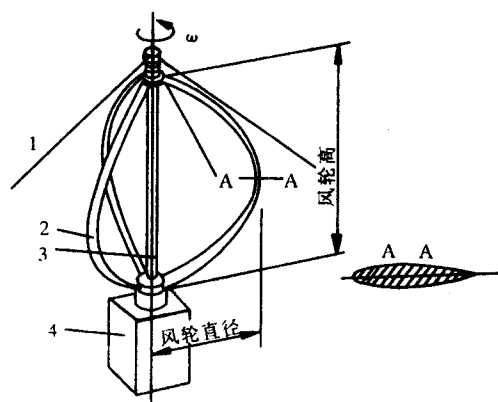


图 1-6 立轴式戴瑞斯风力发电装置

1—固定钢绳；2—叶片；3—立轴；4—内装传动机构和发电机