

建设社会主义新农村图示书系



小型发电机 巧用速修 一点通

鲁植雄 薛金林 主编



 中国农业出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

建设社会主义新农村图示书系

小型发电机 巧用速修

一点通

鲁植雄 薛金林 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小型发电机巧用速修一点通/鲁植雄, 薛金林主编
· 一北京: 中国农业出版社, 2010. 9
ISBN 978 - 7 - 109 - 14887 - 1

I. ①小… II. ①鲁…②薛… III. ①发电机-维修
IV. ①TM310. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 156993 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 100125)
责任编辑 黄向阳 何致莹

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 17.75 插页: 2
字数: 290 千字 印数: 1~6 000 册
定价: 38.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内容提要

□□□□□□□□□□□□□□□□

本书全面系统地叙述了几种小型发电机组的构造、使用、保养、调整、故障诊断等内容。全书共分五章，分别介绍了小型发电机巧用速修的基本知识、小型柴油发电机组的巧用速修、微型水力发电机组的巧用速修、小型风力发电机组的巧用速修、车用发电机的巧用速修。

本书以图示为主，并附有相应的图解文字加以说明，简单明了，易于理解，尤其适合于小型发电机的使用和维修人员阅读，也适合农机管理人员及农机技术人员参考使用。

参 编	赵兰英	李正浩	赵苗苗
	李晓勤	席鑫鑫	徐 煌
	逢小凤	殷新东	陆垚忠
	袁 俊	王文伟	类 雪
	田丰年	周克林	王 庆
	胡 超	魏 伟	白学峰
	常江雪	党振如	

前 言

为适应农村农机专业户和广大农村青年学习、使用、维修小型发电机的需要，我们编写了《小型发电机巧用速修一点通》一书。书中不涉及高深的专业知识，您只要了解小型发电机的构造和原理，会使用常用的维修仪表和工具，按照本书的指引，通过自己的努力，很快就可以正确使用操作小型发电机，并能迅速排除小型发电机的常见故障，从而延长小型发电机的使用寿命，降低使用成本。

本书以图示为主，并附有相应的图解文字加以说明，简单明了，易于理解，尤其适合于小型发电机的使用和维修人员阅读，也可供农机管理人员及农机技术人员参考使用。

本书由南京农业大学鲁植雄和薛金林主编。参加本书编写的有赵兰英、李正浩、赵苗苗、李晓勤、席鑫鑫、徐煌、逢小凤、殷新东、陆焱忠、袁俊、王文伟、类雪、田丰年、周克林、王庆、胡超、魏伟、白学峰、常江雪、党振如等同志。

在本书编绘过程中，得到了许多小型发电机生产企业的大力支持和协助，并参阅了大量参考文献，在此表示诚挚地感谢。

编 者

2010年7月

目 录

前言

第一章 小型发电机巧用速修的基本知识	1
一、小型发电机的类型	1
二、小型发电机的基本原理	5
三、小型发电机的基本构造	12
四、小型发电机的铭牌	16
五、小型发电机的常用维修仪表	17
六、小型发电机的常用维修工具	20
七、小型发电机的检修常用安全用具	27
八、安全用电	30
第二章 小型柴油发电机组的巧用速修	36
一、小型柴油发电机组的组成	36
二、小型柴油发电机组的型号	39
三、几种小型柴油发电机组的技术参数	40
四、小型柴油发电机组的使用	50
五、小型柴油发电机的检查与调整	63
六、小型柴油发电机组的故障诊断与排除	94
第三章 微型水力发电机组的巧用速修	123
一、微型水力发电机组的组成与类型	123
二、微型水力发电机组的选型	131
三、微型水电站的建设	152
四、微型水力发电机组的安全使用与维护	174

五、微型水力发电机组的常见故障诊断与排除	181
第四章 小型风力发电机组的巧用速修	189
一、小型风力发电机组的应用	189
二、风力发电机组的类型	193
三、小型风力发电机组的组成	196
四、小型风力发电机的技术特点与技术参数	208
五、小型风力发电机组的选型	214
六、小型风力发电机组的安装	215
七、小型风力发电机组的使用	228
八、小型风力发电机组的故障诊断与排除	232
九、小型风光互补发电系统	234
第五章 车用发电机的巧用速修	244
一、车用发电机的类型与构造	244
二、车用发电机的工作原理	252
三、电压调节器	256
四、车用发电机检测	257
五、车用发电机的故障诊断与排除	260
参考文献	275

第一章 小型发电机巧用 速修的基本知识

一、小型发电机的类型

由于电能的生产、管理、传输、分配、使用、控制以及能量转换等方面均比较方便，因此，电能是现代最常用的一种能源，广泛应用于工业、农业及国防等各个领域。

发电机是将其他形式的能源转换成电能的机械设备，它由柴油机、汽油机、水轮机、汽轮机或其他动力机械驱动，将燃料燃烧或水流、气流、风力、原子核裂变产生的能量转化为机械能传给发电机，再由发电机转换为电能。发电机在工农业生产、国防、科技及日常生活中有广泛的用途。

发电机的形式很多，其分类方法也多种多样。

按发出电流的性质不同，可分为直流发电机和交流发电机。农村广泛应用的小型发电机一般为交流发电机，为此，本书主要介绍交流发电机。

交流发电机又分为单相发电机与三相发电机，或同步发电机和异步发电机（很少采用）。目前，国内外大量使用的发电机均为旋转式同步交流发电机，其类型很多，具体分类如下。

1. 按功率区分 小功率同步交流发电机，其额定功率小于 10 千瓦，多用于小功率汽油发电机组。中功率同步交流发电机，其额定功率为 10~1 000 千瓦，多用于柴油发电机组。大功率同步交流发电机，其额定功率为 1 000~200 000 千瓦，多用于火电厂、水电站、核电站等大型电站。

2. 按相数区分 单相同步交流发电机，多为小功率发电机。三相同步交流发电机，多为大、中功率发电机。

3. 按频率区分 低频同步交流发电机，其额定频率为 50 赫和 60 赫，我国和世界上大多数国家采用 50 赫的频率，美国、日本和加拿大等国兼用

两种频率。中频同步交流发电机，其额定频率为 400 赫和 800 赫。我国目前采用 400 赫的同步交流发电机，常用于飞机、雷达、火箭、航天器等特殊场合。

4. 按电压等级区分 低压同步交流发电机，其额定电压低于 1 000 伏。进口的单相汽油发电机可分别提供 110 伏、115 伏、120 伏、230 伏、240 伏、110/220 伏、115/230 伏、120/240 伏的额定电压。有的汽油发电机除提供交流电压外，还可同时提供 12 伏的直流电压。三相发电机为三相四线制接线方式，可提供 230/400 伏的额定电压。高压同步交流发电机，其额定电压高于 1 000 伏。

5. 按结构区分 旋转磁极式（简称转磁式或转场式）和旋转电枢式（简称转枢式）。无刷发电机的励磁机采用此种结构。

6. 按磁极形状区分 凸极式同步交流发电机又称显极式，适用于中、小功率的同步交流发电机。大功率同步交流发电机多采用隐极式磁极。

7. 按励磁方式区分 供给同步交流发电机励磁功率的方式，称为励磁方式，又称为激磁方式。根据励磁方式不同，同步交流发电机可分为自励式、他励式和永磁式。

自励式：励磁功率由自身供给的发电机，称为自励式同步交流发电机。

他励式：励磁功率由独立的电源供给的发电机，称为他励式交流发电机。

永磁式：用永久磁铁制作磁极的发电机，称为永磁式同步交流发电机。通常把永磁式发电机归入自励式发电机之列。

8. 按调压方式区分 调节同步交流发电机的励磁电流从而调节其输出电压的方式，称为调压方式。随着工况变化而自动调节电压使之维持在规定内的发电机，称为自动调压式同步交流发电机。人工调压方式也称为手动调压方式。当发电机的工况变化而引起电压变化时，由人工调节其励磁电流从而达到调节电压目的的发电机，称为人工调压式同步交流发电机。



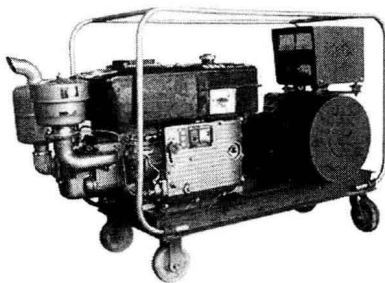
三相同步发电机的类型



单相同步发电机的类型

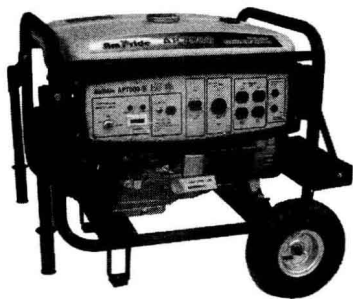
9. 按原动机区分 可分为汽油发电机组、柴油发电机组、水轮发电机组、汽轮发电机组、风力发电机组等。农村广泛采用小型汽油发电机组、小型柴油发电机组、微型水轮发电机组和小型风力发电机组。

(1) 柴油发电机组。



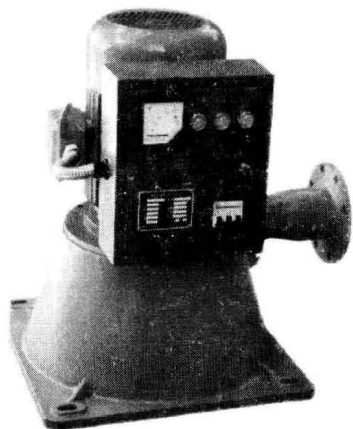
柴油发电机组是将柴油发动机与发电机组合在一起，以柴油为燃料，以柴油发动机为原动机，带动发电机的小型发电设备。它将柴油发动机、发电机、控制箱、散热水箱、联轴器、燃油箱、消声器及机座等组成刚性整体。整体可以固定在地基上，定位使用，也可以装在拖车上，移动使用。

(2) 汽油发电机组。



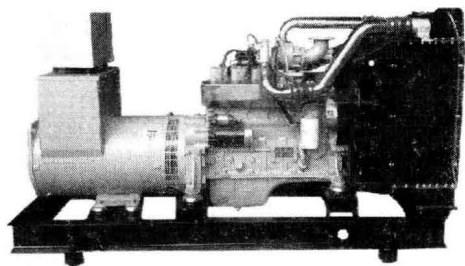
汽油发电机组是由汽油发动机驱动发电机运转，将汽油的能量转化为电能的一种发电设备。工作时，汽油发动机汽缸内的混合气体剧烈燃烧，体积迅速膨胀，推动活塞上下做功。汽油发动机一般有2~6缸，各汽缸按一定顺序依次点火做功，推动活塞、连杆机构作往复运动，带动曲轴旋转。由于发电机与汽油发动机曲轴同轴安装，因此，汽油发动机曲轴的旋转就带动了发电机的转子旋转，利用“电磁感应”原理，使发电机输出感应电动势，经闭合的负载电路产生电流。

(3) 水轮发电机组。



水轮发电机组是利用水的能量来作功的。水流经过引水建筑物进入水轮机，推动水轮机的转轮转动，再带动发电机产生电能。根据水流进入转轮后的流向和水轮机的结构特点，又可分为多种形式。微型水力发电机主要分为冲击式、反击式两大类型。

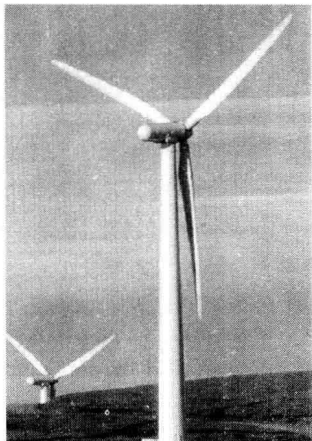
(4) 汽轮发电机组。



蒸汽机利用高温高压的蒸汽膨胀作功，通过连杆、曲柄将活塞的往复运动转变为主轴的旋转运动，带动发电机发电。

蒸汽轮机是用蒸汽来推动轮机转动的，它运转的基本原理和常见的风车相似，蒸汽轮机是由一个中央很厚的钢盘及钢盘外沿有很多密排的叶片组成的主体结构。从锅炉里出来的高压过热蒸汽从喷嘴喷到叶片上时，轮机就转动起来，蒸汽速度越高，轮机转动得越快（也就是蒸汽的内能在喷射中变成蒸汽的动能，它的动能又转变为机轴旋转的机械能）。

(5) 风力发电机组。

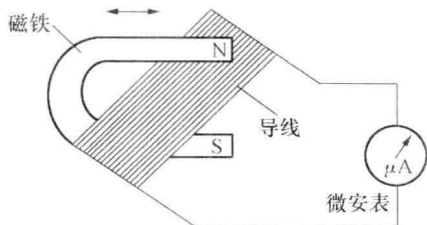


风力发电是将风能转换成电能，风能推动叶轮旋转，叶轮带动转动轴和增速机，增速机带动发电机，发电机通过输电电缆将电能输送到地面控制系统和负荷。风力发电技术是一项多学科的，可持续发展的，绿色环保的综合技术。

二、小型发电机的基本原理

1. 电磁感应定律 如果在导线和磁场之间存在相对运动，导线中就会产生电流，这种现象称为电磁感应。产生的电流数值受以下因素影响：

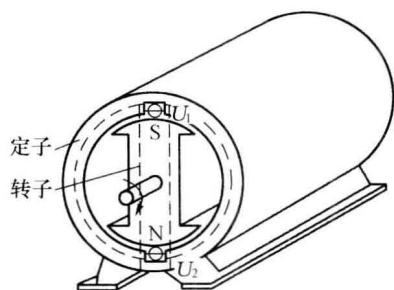
- (1) 导线和磁场运动的相对速度。
- (2) 磁场的强度。
- (3) 穿过磁场的导线数量。



将多股导线穿过U形磁铁中心（磁场最强的地方），手持磁铁在导线附近快速移动，观察微安表的指针摆动情况。当指针摆动不明显时，可增加导线股数或加快磁铁移动速度。

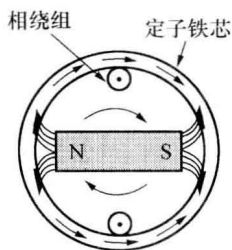
当导线垂直切割磁感线运动时，产生的电流最大；当导线平行于磁感线运动时，不产生电流。

2. 单相交流电的产生 利用电磁感应现象，就可以制成发电机。

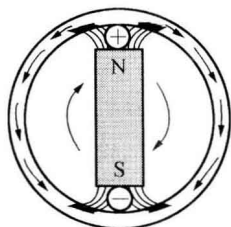


发电机主要由两部分构成：①定子——在定子铁芯内圆的槽中安放绕组（图中只画了一个绕组， U_1 是绕组的首端， U_2 是绕组的尾端）。②转子——是能转动的磁极。当转子被原动机拖着转动时，定子绕组的 U_1 边和 U_2 边便切割磁力线（相当于转子不动而定子绕组反向旋转）。根据电磁感应原理和右手定则，可以确定，当S极经过 U_1 边时， U_1 边中感应电动势方向朝外（用符号“ $\odot$ ”表示）。当转子转过半周后，N极经过 U_1 边时， U_2 边的感应电动势方向朝里（用符号“ $\otimes$ ”表示）。

发电机一般由提供磁场的转子和由导线组成的定子组成。转子（磁场）在定子（导线）中的不断转动，使得磁场与导线相对运动，产生电流。由于磁场与导线的位置不断变化，所以产生的电流也是不断变化的。



电压 0 A

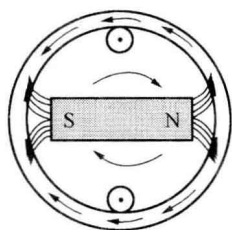


电压 0 A

1/4 转

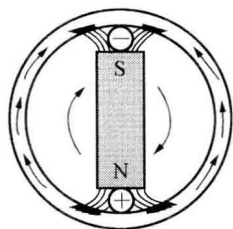
当磁场与导线平行时，导线没有切割磁感线，导线内不产生电流。

磁场顺时针旋转 90° ，磁场与导线呈直角，磁场转到这一点，在N、S极处导线切割的磁感线最多，导线产生的电流为正的最大值。电流方向是从上部导线流出，下部导线流入。



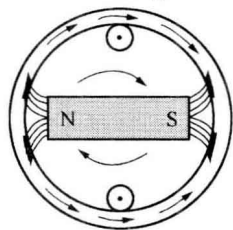
电压 0 A
+ B
- C
1/2 转

磁场再继续旋转 90° ，磁场反方向再次与导线平行，导线不切割磁感线，导线内不产生电流。



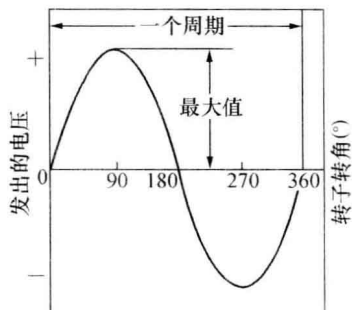
电压 0 A
+ B
- C
3/4 转 D

磁场再继续旋转 90° ，磁场方向上下颠倒，在 N、S 极处导线切割的磁感线最多，导线产生的电流为负的最大值。电流方向是从上部导线流入，下部导线流出。



电压 0 A
+ B
- C
1 转 D E

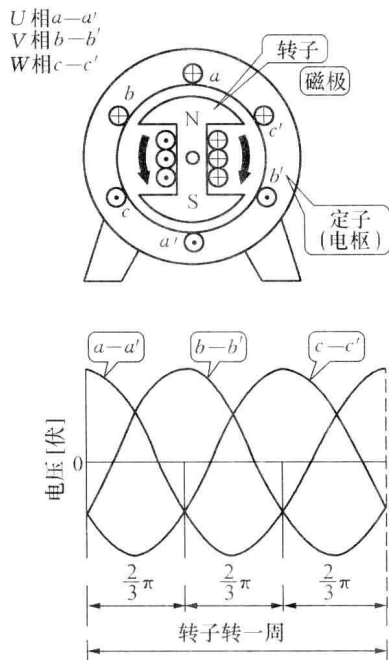
磁场转完一圈，返回到与导线平行的位置，导线内电流为零。



在这几个位置之间过渡时，导线中的电流数值是随着导线与磁场的相对角度连续变化的。这样磁场旋转一圈，导线内就产生了一个连续变化、具有几个特征值的正弦波形。

所以人们日常使用的交流电亦称正弦交流电。

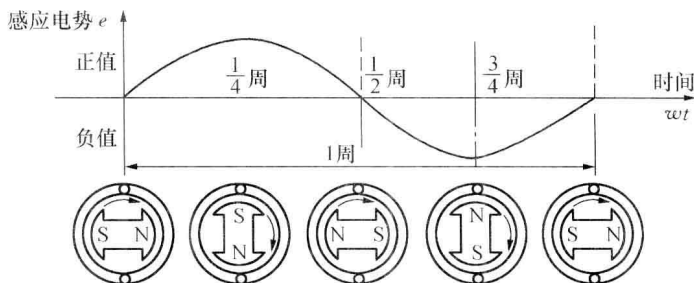
3. 三相交流电的产生



磁场旋转一圈，单匝导线上产生的正弦波为单相电流。如果在转子周围每相隔 120° 就布置一匝导线，磁场每旋转一圈，在三匝导线中就会产生三相电流。这样的发电机就称为三相交流发电机，汽车上的发电机都是三相交流发电机。

4. 交流电的几个概念

(1) 交流电的周期。交流电是从零变到正的最大值再变到零，又经过零变到负的最大值，再变到零，这样变化一周，以后又周而复始。交流电变化一周的时间（用秒作单位）叫做周期，通常用字母 T 表示。



交流电的变化规律

(2) 交流电的频率。交流电在 1 秒内变化的周数叫做频率, 常用字母 ω 表示。频率的单位名称是赫兹, 简称赫, 单位符号用字母 Hz 表示。频率与周期的关系式为

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{或} \quad T = \frac{1}{f}$$

式中 f ——频率 (赫兹);

T ——周期 (秒)。

交流电的频率是由发电机的磁极对数和转速决定的, 它们有下列关系

$$f = \frac{pn}{60}$$

式中 p ——磁极对数;

n ——转子每分钟转数 (转/分)。

我国电网的标准频率是 50 赫, 因此, 每一整数磁极 p 对数将对应某一同步转速 n 。

磁极对数 p 与转速 n 的关系表

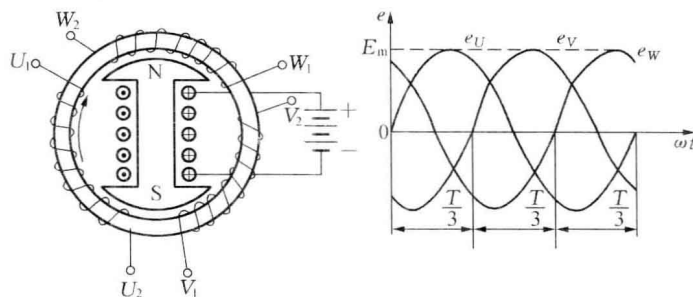
p (对数)	2	3	4	5	6	7	8	10	(11)	12	14	16
n (转/分)	1 500	1 000	750	600	500	428.5	375	300	(273)	250	214.3	187.5

我国和大多数国家都采用 50 赫作为电力标准频率, 有些国家 (如美国、日本等) 采用 60 赫。这种频率在工业应用广泛, 习惯上称为工频。通常的交流电动机和照明设备都采用这种频率。

(3) 交流电的角频率。交流电变化一周, 就相当于变化了 2π 弧度 (360°)。交流电的角频率, 就是每秒变化的弧度数, 用符号 ω 表示, 单位是弧度/秒, 它和周期、频率的关系为

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

(4) 交流电的相位。



两极三相同步发电机的工作原理