

全国星火计划丛书

农电技术问答丛书

邹仇平 编

# 小型发电机

中国电力出版社

44

PDG

全国星火计划丛书

农电技术问答丛书

电工基础知识  
小型发电机  
中小型变压器  
配电装置  
继电保护与二次回路  
配电线路  
农用电动机  
电测仪表与电能计量  
屋内布线与家用电器

ISBN 7-80125-641-7



9 787801 256416 >

ISBN 7-80125-641-7/TM · 37

定价：6.00 元

TM  
272

PDG

176952

农电技术问答丛书

# 小型发电机

邹仇平 编

中国电力出版社

PDG

## 内 容 提 要

本书为全国星火计划丛书农电技术问答丛书中的一个分册。本书主要内容有：交流电常识、同步发电机基本原理、同步发电机励磁系统、同步发电机运行、同步发电机安装与检修、同步发电机试验。

本书文字通俗；图形清晰，除了作为农电工人培训教材外，亦可作为广大农村电工的自学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

小型发电机/邹仇平编. -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 7-80125-641-7

I. 小… I. 邹… II. 小型-发电机-问答 N. TM31-44

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第01235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4月第一版 1998年4月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 5.5印张 113千字

印数0001—5080册 定价6.00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	靳春城	王立新
	朱鹤梅	李光宝	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	黄迥元
	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

随着我国农村电气化建设事业的发展，农村电工队伍迅速壮大，其业务技术素质的提高是各级农电培训部门迫切需要解决的问题。为做好技术培训工作，国家电力公司农电发展局和中国电力出版社共同组织编写了《小型发电机》一书。

本书根据农电工作的实际需要，采用问答形式，全面地介绍了农电应用技术和实际操作方面的基本知识，其内容提纲挈领，针对性较强。在本书编写过程中，既考虑到作为培训班的教材，又考虑到自学的需要，所以通俗易懂，深入浅出，易于掌握。

本书承王冰同志审校，在此表示衷心的感谢。

限于作者水平，书中的缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1997年12月





# 目 录

## 序 前言

### 第一章 交流电常识

- 1-1 交流电是怎样产生的? ..... 1
- 1-2 什么是交流电的周期、频率和角频率? 电网的频率  
通常为什么采用 50 赫兹或 60 赫兹? ..... 2
- 1-3 什么是正弦交流电的最大值、平均值和有效值? 它  
们之间的关系如何? ..... 4
- 1-4 什么是交流电的相位和相位差? ..... 5
- 1-5 什么是相位的超前、滞后、同相和反相? ..... 6
- 1-6 什么是三相交流电的正序电压、负序电压和零序电  
压? 它们之间关系如何? ..... 7
- 1-7 什么叫相电压、线电压? 什么叫相电流、线电流? ..... 8
- 1-8 三相交流电路常用的接线方式有哪几种? 相电压和  
线电压、相电流和线电流之间的关系如何? ..... 8
- 1-9 什么叫电抗和阻抗? 什么是阻抗角? ..... 11
- 1-10 什么是有功率和有功负载? 什么是无功功率和  
无功负载? 电网上为什么需要无功功率? ..... 12
- 1-11 怎样计算有功功率、无功功率和视在功率? 它们  
三者有何关系? ..... 15
- 1-12 为什么常用的交流发电机都采用三相制而不采用  
单相制? ..... 16

## 第二章 同步发电机基本原理

- 2-1 三相同步发电机的原理是怎样的? ..... 18
- 2-2 三相同步发电机“同步”是什么意思? ..... 19
- 2-3 发电机铭牌上标示的型号、容量、电压、电流、  
温升等都是什么意思? ..... 20
- 2-4 同步发电机的电抗有几类? 何谓短路比? 其大小  
对同步发电机运行特性有何影响? ..... 22
- 2-5 为什么水轮发电机转子的极数比汽轮发电机的多  
几倍? ..... 24
- 2-6 为什么异步电机定子和转子之间的气隙小, 而同  
步发电机的气隙大? ..... 25
- 2-7 什么是高次谐波? 高次谐波电压、电流的存在有  
什么危害? ..... 26
- 2-8 怎样削弱高次谐波? ..... 27
- 2-9 三相同步发电机定子绕组为什么常接成星形而不  
接成三角形? ..... 28
- 2-10 三相同步发电机定子绕组在结构上有什么特点?  
分数槽绕组每极每相槽数如何分配? ..... 29
- 2-11 什么是同步发电机的电枢反应? ..... 31
- 2-12 为什么调有功(即调频)应调进水量(或进气量),  
而调无功(调电压)应调励磁? ..... 32
- 2-13 为什么有的发电机中性点接地而有的发电机中性  
点不接地, 还有的发电机将中性点经消弧线圈接  
地? ..... 33
- 2-14 发电机中性点对地存在电压主要有哪些原因? ..... 34
- 2-15 异步发电机发电原理如何? 这种发电方式有何优  
缺点? ..... 34

### 第三章 同步发电机励磁系统

- 3-1 对同步发电机励磁系统有什么要求? ..... 36
- 3-2 小型水轮发电机有哪几种励磁方式? ..... 37
- 3-3 晶闸管励磁系统的基本组成是怎样的? ..... 42
- 3-4 自动励磁调节器的发展及分类如何? ..... 44
- 3-5 同步发电机转子磁极铁芯为什么不用硅钢片来做?  
它的励磁绕组中有没有感应电动势? ..... 45
- 3-6 有的同步电机的磁极上装设了阻尼绕组, 它有什么  
作用? ..... 45
- 3-7 强行励磁起什么作用? 强励动作后应注意什么? ..... 46
- 3-8 同步发电机为什么要配备强行减磁装置? ..... 48
- 3-9 同步发电机设置自动灭磁装置有什么作用? 灭磁  
电阻的阻值有多大? ..... 48
- 3-10 同步发电机起动时升不起电压有哪些原因? ..... 50
- 3-11 采用晶闸管励磁的发电机用什么方法起励? ..... 52
- 3-12 为什么晶闸管和硅二极管等硅整流元件要用快速  
熔断器保护? 能否用普通熔断器代替快速熔断器? ..... 55
- 3-13 为什么晶闸管励磁装置主整流回路都不加滤波元  
件? ..... 56
- 3-14 什么是发电机的过励状态和欠励状态? 为什么发  
电机一般都运行在过励状态? ..... 56
- 3-15 什么是逆励磁? 逆励磁对同步发电机的运行有无  
影响? 怎样处理? ..... 57
- 3-16 整流元件的保护如何配置? ..... 59
- 3-17 当发电机并列运行于发电机电压母线上时, 如何  
保证其无功负荷按给定的比例进行分配? ..... 63
- 3-18 同步发电机失磁后会产生什么现象? 有何危害? ..... 64
- 3-19 为什么单机运行时, 无功负荷可以随便增减? 而

## 第四章 同步发电机运行

- 4-1 同步发电机在运行中应该注意哪些方面的检查？ ..... 68
- 4-2 同步发电机的绝缘等级和温升限值是怎样规定的？ ..... 68
- 4-3 空冷发电机的入口风温对发电机运行有什么影响？  
出入风温差发生变化的原因有哪些？ ..... 71
- 4-4 水轮发电机起动前和起动过程中，电气值班人员  
要进行哪些试验或操作？ ..... 73
- 4-5 发电机并列运行有哪些好处？并列方法有几种？  
各有什么优缺点？ ..... 75
- 4-6 发电机并列运行的条件是什么？不具备这些条件  
会产生什么后果？ ..... 76
- 4-7 怎样进行发电机手动准同期并列？ ..... 79
- 4-8 什么叫非同期并列？有什么危害？怎样防止？ ..... 81
- 4-9 自同期并列有何优点？怎样进行自同期并列？ ..... 82
- 4-10 小型水电站的并列操作应注意哪些问题？ ..... 84
- 4-11 怎样将并列运行的发电机解列？ ..... 85
- 4-12 为什么在同一个电站中只允许共用一个同期转换  
开关作为操作把手？ ..... 85
- 4-13 采用自同期并列时，合闸瞬间为什么会有冲击电  
流？这个电流对电机有危害吗？电机是怎样拉入  
同步的？ ..... 87
- 4-14 自动准同期装置常用哪些产品？其功能如何？ ..... 88
- 4-15 不同的发电机在并列运行时，零线能否连在一起，  
为什么？ ..... 92
- 4-16 发电机在运行中怎样进行调整？ ..... 93
- 4-17 同规格的两台同步发电机 G1、G2 并联运行，两  
发电机的功率表指示相同，G1 的电流表指示值大，

	而 G2 的功率因数表指示值大, 何故? 如何处 理? .....	94
4-18	同规格的两台发电机并联运行时, 功率因数为 0.8, 供电电流为 400A, 现增大 G1 发电机的励磁, 使它输出 250A 电流, 问此时, 两台发电机各自的 功率因数是多少? .....	95
4-19	同规格的两台发电机并联运行, 若 G1 机功率表 和电流表指示逐渐减小, 则功率因数表的指示也 随之降低, 相反, G2 机的功率、电流和功率因数 表的指示值逐渐增大, 原因何在? .....	96
4-20	什么叫调相运行? 水轮发电机调相运行时和发电 状态时有什么不同? .....	96
4-21	怎样测定电网和发电机的相序? .....	97
4-22	发电机能否过负荷运行? 过负荷运行时间怎样确 定? .....	100
4-23	三相电流不对称时对发电机有什么影响? .....	101
4-24	发电机端电压过高或过低, 对发电机会产生什么 影响? .....	103
4-25	频率过高或过低, 对发电机本身有什么影响? .....	104
4-26	什么叫短路? 短路电流为什么很大? 发电机在发 生哪种短路时短路电流最大? .....	105
4-27	短路对发电机有什么危害? .....	106
4-28	发电机定子绕组单相接地, 对发电机有危害吗? 怎样监视单相接地? .....	107
4-29	水轮发电机突然甩负荷后会产生什么现象? .....	108
4-30	发电机端电压过高是什么原因? .....	109
4-31	发电机运行中温度过高是何原因? 怎样处理? .....	110
4-32	发电机运行中发生噪音是什么原因? .....	110
4-33	引起发电机着火的原因有哪些? 发电机着火后 应当怎样处理? .....	111

4-34	发电机运行中发生振动是什么原因? .....	112
4-35	怎样利用水冷却电炉丝作为水轮发电机组的防 飞车负载? .....	112
4-36	同步发电机发生转子一点接地有何危害? 如何 寻找故障点? .....	114
4-37	水轮发电机为什么会产生振荡和失步? 表计有 何反应? 值班人员应如何处理? .....	116
4-38	轴电流产生的原因是什么? 如何防止? .....	118
4-39	打雷对发电机有危害吗? 发电机有哪些防雷措施? .....	119
4-40	发电机带上负荷后端电压为什么会降低? .....	122

## 第五章 同步发电机安装与检修

5-1	同步发电机订货应注意哪些技术要求? .....	124
5-2	怎样布置发电机引出线、出线互感器、机旁盘等电 气设备? .....	126
5-3	立式水轮发电机的安装程序是怎样的? .....	127
5-4	卧式水轮发电机如何安装? .....	129
5-5	立式水轮发电机转子如何找正? .....	130
5-6	为什么立式水轮发电机组检修完后要进行总体盘 车? 盘车时经常遇到哪些问题? 如何处理? .....	132
5-7	引起轴瓦油温升高或烧瓦的原因有哪些? .....	136
5-8	怎样利用定子铁损干燥法对发电机定子进行干燥? .....	137
5-9	怎样对直流电机进行干燥? .....	140
5-10	怎样修理同步发电机的转子绕组? .....	141
5-11	为什么励磁机整流子表面脏污时不允许用含钢砂 纸或粗玻璃砂纸进行研磨? .....	143
5-12	运行中励磁机整流子发黑是什么原因? 怎样处理? .....	143
5-13	直流励磁机的电刷冒火花, 是什么原因? .....	144
5-14	怎样测量换向器片间直流电阻? .....	145

- 5-15 怎样保养换向器? ..... 146
- 5-16 怎样正确使用电刷? ..... 147

## 第六章 同步发电机试验

- 6-1 同步发电机的空载特性试验与短路特性试验有什么不同? ..... 148
- 6-2 同步发电机停机后和开机前为什么要测量定子绕组的绝缘电阻? 对定子绕组绝缘电阻的测量有何要求? ..... 149
- 6-3 发电机大修后, 为什么要对定子绕组做交流耐压、直流耐压和感应耐压试验? ..... 152
- 6-4 发电机大修时为什么要测量定子绕组和转子绕组的直流电阻? ..... 153
- 6-5 发电机大修时测量转子绕组交流阻抗的目的是什么? ..... 154
- 6-6 为什么测正极和负极的对地电压就能监视励磁系统的绝缘? ..... 156



## 第一章 交流电知识

### 1-1 交流电是怎样产生的？

答：图 1-1 为单相交流发电机示意图。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，U1

是绕组的首端，U2 是绕组的尾端）；②转子——是能转动的磁极。当转子被原动机（水轮机、汽轮机）拖着转动时，定子绕组的 U1 边和 U2 边便切割磁力线（相当于转子不动而定子绕组反向旋转）。

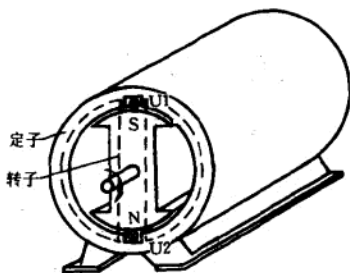


图 1-1 单相交流发电机示意图

根据电磁感应原理和右手定则，可以确定，当 S 极经过 U1 边时，U1 边中感应电动势方向朝外（用符号“·”表示）。当转子转过半周后，N 极经过 U1 边时，U1 边的感应电动势方向朝里（用符号“×”表示）。

转子每转一周，绕组两端间感应电动势的方向变化一次，绕组任意时刻的感应电动势为

$$e = E_{m\sin\omega t} = E_{m\sin\alpha}$$

式中： $\alpha = \omega t$ ，为绕组平面与转子磁极中心面的夹角。当  $\alpha = 90$  度及  $270$  度时，绕组感应电动势最大，即  $e = E_m$ 。当  $\alpha = 0$  度及  $180$  度时，绕组感应电动势最小，即  $e = 0$ 。所以感应电



动势的大小是随着转子的旋转不断变化的。这种大小和方向都随时间变化的电动势，就是交流电动势。如果在绕组两端接上负载（例如灯泡），这台发电机就能向负载输送交流电流。交流电动势、交流电压、交流电流随时间变化的规律可以用图 1-2 中的曲线来表示，这里是一条正弦曲线。所以工程上所

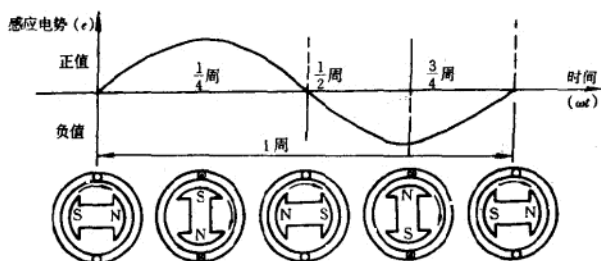


图 1-2 交流电的变化规律

用的交流电亦称正弦交流电。横轴代表时间（这里用周期数表示），纵轴的上方表示交流电的正方向，下方表示交流电的负方向。曲线的高低表示交流电在各个时刻的大小。

**1-2 什么是交流电的周期、频率和角频率？电网的频率通常为什么采用 50 赫兹或 60 赫兹？**

答：从图 1-2 可见，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）叫作周期，通常用字母  $T$  表示。

交流电在 1s 内变化的周数叫做频率，常用字母  $f$  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