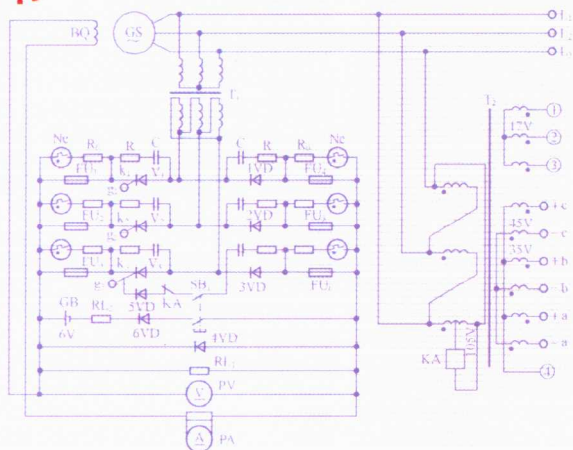


实用电工技术
问答丛书



小型发电

实用技术

问答

方大千 等 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

实用电工技术问答丛:

小型发电实用技术问答

方大千 等 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

小型发电实用技术问答/方大千等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007. 11

(实用电工技术问答丛书)

ISBN 978-7-115-16792-7

I. 小… II. 方… III. 发电机—问答 IV. TM31-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 140138 号

实用电工技术问答丛书 小型发电实用技术问答

◆ 编 著 方大千 等

责任编辑 刘 朋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 850 × 1168 1/32

印张: 8.25

字数: 210 千字

2007 年 11 月第 1 版

印数: 1-5000 册

2007 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16792-7/TN

定价: 17.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

内 容 提 要

本书以问答形式较详细地介绍了异步发电、柴油发电和小水电实用技术，具体包括异步电动机改作发电机、柴油发电机组、水轮发电机组、发电机控制及保护装置、发电机励磁装置、励磁装置元器件选择以及灭磁开关和断路器等内容。

本书通俗易懂，紧密结合实际，可供从事小型发电工作的电工、值班人员、电气技术人员及设备管理人员学习使用，也可供小水电产品开发者、水利水电及电力企业的有关技术人员参考。

前 言

为了适应当今时代高效率、快节奏的工作要求,让读者能够快速地解决实际工作中经常遇到的各种技术问题,提高其技术水平和动手能力,我们组织有关人员编写了“实用电工技术问答丛书”。本套丛书内容涉及初、中级电工在实际工作中必须掌握的各种实用技术和电气设备应用知识,主要包括《输配电及照明实用技术问答》、《变电所及变压器实用技术问答》、《电动机实用技术问答》、《高低压电器实用技术问答》、《变频器、软起动器及 PLC 实用技术问答》、《小型发电实用技术问答》、《继电保护及二次回路实用技术问答》、《安全用电实用技术问答》和《节约用电实用技术问答》。本套丛书以问答形式进行编写,紧密联系实际,重点突出、查阅方便,拿来即可使用,利于读者节省时间,提高工作效率。

目前全国拥有小水电站约 15 万座,从事小型发电的工作人员数以百万计。《小型发电实用技术问答》一书以小水电为主,兼顾柴油发电和异步发电,紧紧围绕小型发电机组及控制保护装置、励磁装置和相关设备的选择、使用、维护、保养、故障诊断等内容来编写,重点突出水轮发电机组的运行、控制及保护装置和励磁装置的使用、调试、维护及故障处理等内容。书中介绍了水轮发电机组在不同电站运行条件下安全、高效运行的方法,以便使电站获得最佳的经济效益;介绍了常规的控制及保护装置和励磁装置,也介绍了微机型现代控制及保护装置和全数字励磁调节器等;介绍了励磁装置的设计和元器件选择方法,老式励磁系统的改造以及小水电站的防雷措施;还介绍了灭磁开关、DW15 和 ME 系列断路器的应用,以及手动励磁调节器、水库水位告警器、闪光信号灯的制作方法。

本书作者设计过 1000kV 余热发电站,从事小水电工作多年,

熟悉小水电站人员的素质和设备情况，所开发的 JZL-11、TWL-Ⅱ、JZLF-11F 和 JZLF-31F 型高压、低压发电机励磁装置等小水电产品在全国各地得到了推广使用。本书集中体现了作者多年来所积累的小水电站维修和故障处理经验，具有较强的实用性和针对性。

在本书的编写过程中，力求做到简明实用，并注意内容的先进性、新颖性和查阅的方便性。本书可供从事小型发电工作的电工、值班人员、电气技术人员及设备管理人员学习使用，也可供小水电产品开发者、水利水电及电力企业的有关技术人员参考。

参加本书编写工作的有方大千、方成、方立、朱征涛、方欣和那罗丽。全书由方大中高级工程师审校。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

目 录

一、异步电动机改作发电机	1
1. 怎样将鼠笼式异步电动机改作异步发电机	1
2. 怎样选配电容器	2
3. 怎样使用和维护异步发电机	4
4. 怎样将绕线式异步电动机改为同步发电机	5
二、柴油发电机组	10
5. 怎样选择柴油发电机组的机型	10
6. 柴油发电机组的容量(功率)是怎样定义的	11
7. 怎样选择柴油发电机组的容量	12
8. 怎样选择柴油发电机组的台数	13
9. 柴油发电机组运行前应做哪些检查工作	13
10. 怎样检查和维护柴油发电机	14
11. 怎样选用柴油和机油	15
12. 怎样选用冷却水	16
13. 柴油发电机有哪些机械性故障? 怎样处理	17
14. HF4-28-50 型柴油发电机的调压线路是怎样的	18
15. HF4-28-50 型柴油发电机调压装置有哪些常见故障? 怎样处理	20
16. 120GF1 型柴油发电机励磁装置线路是怎样的	21
17. 120GF1 型柴油发电机励磁装置有哪些常见故障? 怎样处理	24
18. 7kW 柴油发电机晶闸管调压线路是怎样的	25
19. 12V135 型柴油发电机晶闸管调压线路是怎样的	26
20. 12V135D 型柴油发电机的飞车保护线路是怎样的?	

怎样调试	28
21. 长江 1.5kW 汽油发电机晶闸管调压线路是怎样的	30
三、水轮发电机组	32
22. 怎样选择水轮机	32
23. 水轮机有哪些类型? 适用范围如何	33
24. 手控电动水轮机的调速器线路是怎样的	35
25. 电动调速备用电源自动投入线路是怎样的	37
26. 小型水轮机开机前应做哪些检查	38
27. 小型水轮机有哪些常见故障? 怎样处理	39
28. 怎样选择水轮发电机	40
29. 水轮发电机有哪些型号? 各有何特点	41
30. 发电机能直接起动多大功率的异步电动机	43
31. 同步发电机有哪些额定参数	43
32. 运行参数变化对发电机有何影响	45
33. 发电机长期安全运行的必要条件是什么	46
34. 小型发电机开机前应做哪些检查工作	47
35. 机组开机前对配电盘及仪表应做哪些检查工作	48
36. 新装或大修后的发电机组在使用前应做哪些试验	49
37. 怎样进行发电机组的负载试验和甩负荷试验	50
38. 发电机组怎样开机和停机	51
39. 怎样对运行的发电机进行调整	52
40. 发电机并网后进入同步发电机运行状态时 应注意哪些事项	53
41. 发电机处于“调相运行”状态时应注意哪些事项	54
42. 发电机处于“异步运行”状态时应注意哪些事项	55
43. 丰水期和枯水期发电机运行应注意哪些事项	55
44. 发电机事故过负荷怎样处理	56
45. 怎样解决 10kV 级并网发电机超额定电压运行和	

欠发无功现象	56
46. 发电机不发电有哪些原因? 怎样处理	58
47. 发电机过热有哪些原因? 怎样处理	59
48. 发电机电刷冒火有哪些原因? 怎样处理	60
49. 发电机电压过低或过高及无功出力不足有哪些原因? 怎样处理	61
50. 发电机震动有哪些原因? 怎样处理	62
51. 发电机中性线电流很大是什么原因? 有什么危害	63
52. 怎样处理发电机中性线电流过大的问题	64
53. 怎样防止小型发电机“飞车”	65
54. 怎样采用水电阻防止“飞车”	66
55. 怎样实现小型发电机过电流和过电压保护	68
56. 怎样实现小型发电机过速保护和失磁保护	70
57. 怎样检查和维护发电机	73
58. 怎样对发电机进行小修和大修	75
59. 怎样干燥小型发电机	77
60. 怎样干燥被洪水淹没的小型发电机	77
四、发电机控制及保护装置	79
61. 同步发电机并车有哪些条件	79
62. 两台发电机的功率不同、功率因数不同时能并联运行吗 ...	80
63. 励磁方式不同的两台发电机能并联运行吗	80
64. 小型发电机有哪些并车方法? 各有何特点	80
65. 怎样采用灯光熄灭法并车	82
66. 怎样采用灯光旋转法并车	83
67. 怎样采用整步表法并车	84
68. 怎样采用自同期并车法并车	85
69. 怎样采用粗同期并车法并车	88
70. BKQ 系列自动并列控制器有哪些特点和技术指标	90

71. BKQ 系列自动并列控制器的工作原理是怎样的	91
72. 怎样使用 BKQ 系列自动并列控制器	93
73. STK-W-3 微机控制器有哪些功能	94
74. 怎样检查 STK-W-3 微机控制器	96
75. 怎样安装 STK-W-3 微机控制器	98
76. 怎样调试 STK-W-3 微机控制器	100
77. 怎样使用 STK-W-3 微机控制器	103
78. PTQ2000A1 微机智能准同期控制器有哪些功能	106
79. PTQ2000A1 微机智能准同期控制器有哪些参数 内容显示	108
80. 怎样安装和使用 PTQ2000A1 微机智能准同期 控制器	110
81. 怎样调试 PTQ2000A1 微机智能准同期控制器	113
82. 新装发电机并网时发现功率因数表、无功电能表 反转是怎么回事? 怎样处理	113
83. 怎样选择发电机控制柜	115
84. BKSF-□2 系列发电机控制柜线路是怎样的	116
85. 怎样使用和维护 BKSF-□2 系列控制柜	119
86. 怎样使用和维护 BKSF-□2A 系列微机控制柜	122
87. 怎样选择三合一控制柜	125
88. 怎样选择自动化控制柜	129
五、发电机励磁装置	131
89. 小型水轮发电机有哪些常用的励磁方式	131
90. 怎样检查、调整和使用励磁装置	135
91. 怎样检查和维护晶闸管励磁装置	137
92. 怎样检查和维护复式励磁装置和电磁型电压调整器	138
93. JZLF-11F 型晶闸管励磁装置有哪些特点? 其技术指标如何	139

94. JZLF-11F 型晶闸管励磁装置的基本工作	
原理是怎样的	140
95. 励磁装置的测量放大和移相触发器的工作	
原理是怎样的	143
96. 励磁装置的校正电路和调差电路的工作	
原理是怎样的	146
97. JZLF-11F 型晶闸管励磁装置有哪些常见故障?	
怎样处理	147
98. JZLF-31F 型晶闸管励磁装置有哪些特点和技术	
指标? 其基本工作原理是怎样的	150
99. JZLF-31F 型晶闸管励磁装置线路是怎样的	151
100. JZLF-31F 型晶闸管励磁装置有哪些常见故障?	
怎样处理	156
101. KGLF-31F3 型晶闸管励磁装置线路是怎样的	157
102. JL-2SCRC 型晶闸管励磁调节器线路是怎样的	161
103. FKL-32 型晶闸管励磁装置线路是怎样的	163
104. TLG1-02 型晶闸管励磁装置线路是怎样的	168
105. 怎样调试和检修 TLG1-02 型晶闸管励磁装置	170
106. TWL-II 型无刷励磁调节器线路是怎样的	171
107. TWL-II 型无刷励磁调节器有哪些常见故障?	
怎样处理	174
108. TWL-B 型无刷励磁调节器线路是怎样的	177
109. PXL-2 型全数字无刷励磁调节器有哪些主要功能	179
110. 怎样安装 PXL-2 型全数字无刷励磁调节器	180
111. PXL-2 型全数字无刷励磁调节器怎样设置参数	182
112. PXL-2 型全数字无刷励磁调节器是怎样进行	
工作状态检测和故障处理的	185
113. 怎样选择手动或自动调节励磁	186
114. 怎样确定发电机是正调差	187

115. CJ-12 型励磁调节器线路是怎样的	188
116. 怎样用 CJ-12 型励磁调节器改造老式励磁系统	190
117. 怎样将相复励或电抗分流发电机老式励磁系统 改造成晶闸管自动励磁	193
六、励磁装置元器件选择	195
118. 晶闸管有哪些基本参数	195
119. 怎样选择励磁装置中晶闸管的参数	196
120. 怎样选择励磁装置中整流二极管的参数	198
121. 怎样防止励磁装置晶闸管失控	198
122. 怎样选择晶闸管换相过电压保护阻容元件的参数 ...	200
123. 怎样选择励磁变压器二次侧过电压阻容保护 元件的参数	200
124. 怎样选择励磁变压器二次侧和整流器直流侧过 电压保护压敏电阻的参数	202
125. 高压机组励磁绕组晶闸管过电压保护线路 是怎样的	204
126. 怎样计算与调试励磁绕组晶闸管过电压保护装置 ...	206
127. 怎样选择励磁装置中的快速熔断器	207
128. 什么是 PDW-1 型数字电位器	208
129. 怎样使用 PDW-1 型数字电位器	210
130. 怎样设计励磁变压器	212
131. 常用低压单相励磁变压器的规格、尺寸是多少	213
七、灭磁开关、断路器及其他	215
132. 发电机的灭磁原理是怎样的	215
133. BT9404 型灭磁开关的技术数据和控制线路 是怎样的	216
134. DW10M 型灭磁开关的技术数据和控制线路	

是怎样的	218
135. DW16M-630 型灭磁开关的技术数据和控制线路	
是怎样的	220
136. DM2-2500 型灭磁开关的技术数据和控制线路	
是怎样的	222
137. 怎样安装灭磁开关	223
138. 怎样使用和维护灭磁开关	224
139. DW15(C) 系列断路器的技术数据如何	224
140. DW15 系列断路器电磁铁吸合储能合闸线路	
是怎样的	227
141. DW15 系列断路器电动机合闸线路是怎样的	228
142. ME 系列断路器的技术数据如何	229
143. ME 系列断路器电动合闸线路是怎样的	232
144. ME 系列断路器电动机预储能带释能合闸线路	
是怎样的	233
145. DW15 和 ME 系列断路器延时脱扣器线路	
是怎样的	234
146. 低压小水电站有哪些防雷措施	235
147. 怎样利用永磁机剩磁作为小水电站的事故照明	
电源	237
148. 怎样制作电站照明调光器和风机调压器	238
149. 怎样使交流接触器在电压较低时能启动	240
150. 怎样制作手动励磁调节器	241
151. 怎样制作水库水位告警器	243
152. 怎样制作水库水位监视器	244
153. 怎样制作相序测定器	245
154. 怎样制作闪光信号灯	246
参考文献	248

一、 异步电动机改作发电机

1. 怎样将鼠笼式异步电动机改作异步发电机

一台三相鼠笼式异步电动机经原动机(如柴油发动机等)拖动,并在异步电动机定子绕组出线端并接一些电容器作为励磁电源,便能输出三相交流电。这种发电方式称作异步发电。

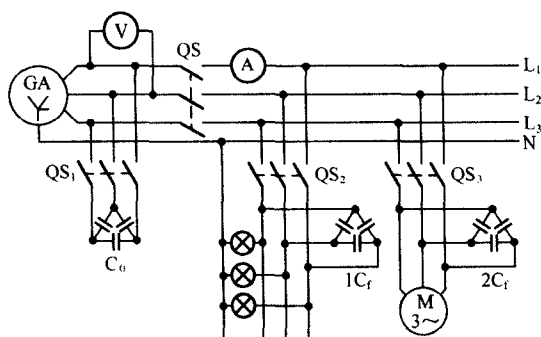
异步发电在供电紧张的山村边远地区应用普遍。它具有价廉、简单,技术要求低,使用安全可靠,短路故障时不会产生很大的短路电流,维护检修方便,能承受任何形式的不对称负荷等优点;缺点是发电机稳压较困难,不能连续平滑调压,容量较小(一般不宜超过 25kW),不宜远距离送电,以及用以自励的电容器较贵等。

异步发电的接线如图 1 所示。

自励电容器分作两部分:一部分使发电机在空载时产生额定电压,叫主电容(C_0);另一部分使发电机由空载到满载并保持额定电压不变,叫附加电容或调节电容($1C_f, 2C_f$)。

主电容 C_0 仅用一组,通常接成三角形,因在同样条件下,接成三角形的电容器的电容量是星形的 3 倍。只有当电容器的工作电压较低时,才考虑接成星形,因星形接法时电容器承受的电压为三角形接法的 $1/\sqrt{3}$ 倍。

附加电容 C_f 要随负荷的增减而增减,其分组数应由负荷的变化情况而定,若负荷较稳定,可用一组;若负荷变动较大,则可分成几组。



GA—异步发电机 QS、QS₁~QS₃—控制开关 C₀—自励主电容 1C_f—照明
负荷用附加电容 2C_f—动力负荷用附加电容 M—异步电动机

图1 异步发电接线图

2. 怎样选配电容器

主电容器的电容量可根据以下两式估算。

当用于额定电压为 380V 的发电机时：

$$C_0 = 14.55I_0 (\mu F)$$

当用于额定电压为 220V 的发电机时：

$$C_0 = 25I_0 (\mu F)$$

式中： I_0 ——改制的异步电动机空载电流(A)，见表1。

表1 Y(IP44)系列和JO₂系列电动机空载电流 I_0 (A)

额定功率 (kW)	Y(IP44)系列				额定功率 (kW)	JO ₂ 系列			
	2极	4极	6极	8极		2极	4极	6极	8极
0.55	—	1.02	—	—	0.6	—	0.9	—	—
0.75	0.82	1.3	1.6	—	0.8	0.8	1.1	1.5	—
1.1	1.06	1.49	1.93	—	1.1	1.0	1.5	1.9	—
1.5	1.5	1.8	2.71	—	1.5	1.2	1.6	2.2	—
2.2	1.9	2.5	3.4	3.71	2.2	1.7	2.4	3.2	4.2
3	2.6	3.5	3.8	4.45	3	2.3	2.7	3.3	4.4
4	2.9	4.4	4.9	6.2	4	2.7	3.5	4.0	4.6

续表

额定功率 (kW)	Y(IP44)系列				额定功率 (kW)	JO ₂ 系列			
	2极	4极	6极	8极		2极	4极	6极	8极
5.5	3.4	4.7	5.3	7.5	5.5	3.5	4.3	4.9	5.8
7.5	4.0	5.96	8.65	9.1	7.5	4.6	4.5	6.1	8.8
11	6.4	8.4	12.4	13	10	6.1	5.9	10.1	10.5
15	7.3	10.4	13.8	16.2	13	6.5	8.6	11.6	12.5
18.5	8.2	13.4	14.9	17.9	17	7.1	12.2	9.8	15.2
22	12	15.0	17.1	19.9	22	7.8	12.1	12.8	21
30	16.9	19.5	18.7	26	30	9.2	11.7	14.8	22.5
37	18.6	19	19.4	28.6	40	14	15.1	24	27.2
45	18.7	22	23.2	32.1	55	16.8	19	27.2	34.1
55	28.5	28.6	25.5	—	75	22.2	24.8	39.5	—
75	37.4	39.4	—	—	100	31	31.9	—	—
90	43.1	43.8	—	—	—	—	—	—	—

由于影响自励电容量的因素很多,确切数值要通过供电试验来获得,故以上两式算出的结果仅作参考。也可参照表2进行选择。

表2 电容器采取三角形接法时异步电动机与电容器的配套

电动机功率 (kW)	所需三相总电容量(μF)		
	空载时	额定负荷时	
		$\cos\varphi = 1$	$\cos\varphi = 0.8$
0.6	15	21	30
1.0	21	27	45
1.7	33	42	75
2.8	48	60	114
4.5	69	93	168
7.0	87	120	228
10	108	156	303
14	135	195	405
20	171	252	558

续表

电动机功率 (kW)	所需三相总电容量(μF)		
	空载时	额定负荷时	
		$\cos\varphi = 1$	$\cos\varphi = 0.8$
28	213	318	750
40	279	420	1053
55	347	530	1404

注：此表适用于 Y(旧型号为 J、JO、JQ)系列和 YR(旧型号为 JR)系列电动机。

电容器可选用金属化膜电容器或自愈式并联电容器，如 BCMJ、BKMJ、BMF、BFF 系列等，其额定电压不小于 400V。

3. 怎样使用和维护异步发电机

异步发电机有其本身的特点，使用和维护时应注意以下事项：

(1) 开车时，发电机转子在原动机的带动下，其转速要比同步转速提高 5% 左右，然后合上开关(图 1 中的 QS_1)，将主电容 C_0 接入。经 5 ~ 15s 后，发电机的电压即能从零上升到额定值。若发不出电，应停车充磁约 2min。

当发电机的电压升到额定值后，即可接入负荷，但感性负荷一般不应超过额定负荷的 25%。在供电过程中，应随着负荷大小及时增减附加电容。附加电容 $1C_f$ 可先于负荷(照明或电热)1 ~ 2s 加上，也可同时加上； $2C_f$ 可与负荷(电动机)同时加上。

(2) 当三相负荷平衡时，其最大运行电压不得大于额定电压的 105%；对单相或两相负荷，其不平衡电压不宜大于额定电压的 110%。当额定电压增高 5% 或 10% 时，额定电流减小 5%，频率变动不得超过额定频率的 $\pm 20\%$ ，即应在 40 ~ 60Hz 之间。发电机输出额定功率时，各相不平衡电流不应大于额定电流的 20%，且任何一相的电流都不得超过额定值。不允许超过规定的温度运行。只有在机组或线路发生事故时，才允许发电机短时间超过额定负