

方大千 方成 等编著

★★★★★
电工实用技术
问答丛书

XIAOXING FADIAN
SHIYONG JISHU 200WEN

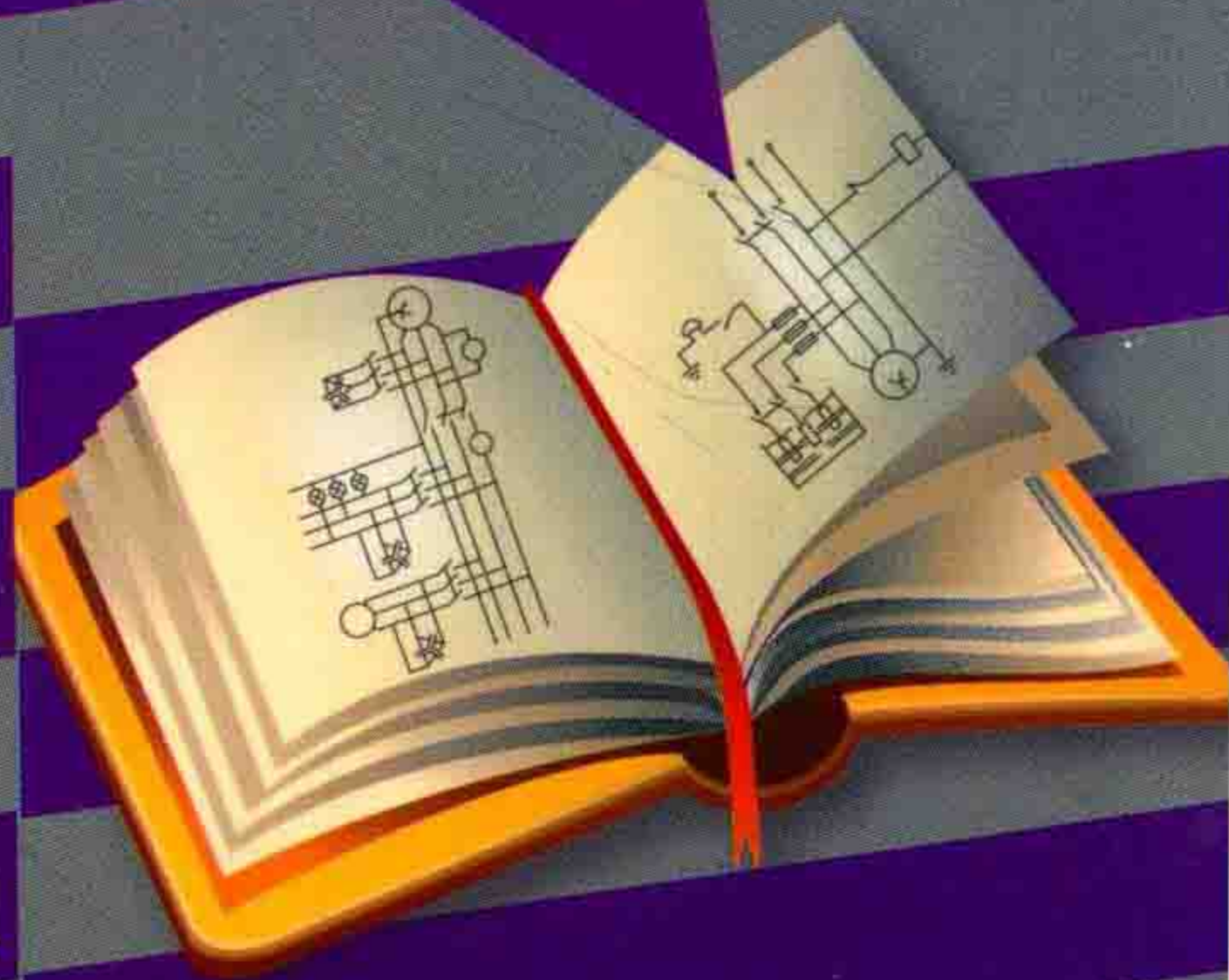
小型发电 实用技术？

200问

能快速解决实际工作中技术问题

重点突出，查阅方便，拿来即用

内容丰富，涵盖电工技术各个专业



化学工业出版社

+++++
电工实用技术
问答丛书
—●—

XIAOXING FADIAN
SHIYONG JISHU 200WEN

小型发电 实用技术？

200问

方大千 方 成 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

小型发电实用技术 200 问/方大千等编著. —北京:
化学工业出版社, 2016.8
(电工实用技术问答丛书)
ISBN 978-7-122-27592-9

I. ①小… II. ①方… III. ①发电机-问题解答
IV. ①TM31-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 159398 号

责任编辑: 高墨荣

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 263 千字

2016 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

随着我国电力事业的快速发展，新技术、新产品、新工艺的不断涌现，电气化程度的日益提高，电气工作者必须努力提高自己的技术水平，才能适应当今时代的需要。为了让读者能够掌握新知识、新技术，并学会快速地解决实际工作中经常遇到的各种技术问题，提高动手能力，我们组织编写了“电工实用技术问答丛书”。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新知识、新技术。

本套丛书包括：《输配电及照明实用技术 250 问》、《变电所及变压器实用技术 250 问》、《电动机实用技术 260 问》、《高低压电器实用技术 300 问》、《继电保护及二次回路实用技术 300 问》、《电子及晶闸管实用技术 300 问》、《变频器、软启动器及 PLC 实用技术 260 问》、《小型发电实用技术 200 问》、《安全用电实用技术 230 问》、《节约用电实用技术 230 问》，共十种。

本套丛书有如下特点。

特点一：实用、便捷。本套丛书紧密结合实际，重点突出，实用性强，查阅方便，拿来即可使用，利于读者节省时间，提高工作效率。

特点二：全面、新颖。本套丛书内容十分丰富、新颖，涉及面广，几乎涵盖电工技术的各个专业。书中不仅介绍了传统电工技术知识，同时还介绍了新技术、新产品、新工艺。读者通过本套丛书的学习，能快速提高自己的技术水平和动手能力。

《小型发电实用技术 200 问》一书以小水电为主，兼顾异步发电、柴油发电、风力发电和太阳能光伏发电，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、故障诊断及处理等内容来编写，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、智能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的选择方法，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；手动励磁调节器、水库水位告警器等的制作方法，以及免维护铅酸蓄电池及不间断电源（UPS）容量的选择等。

笔者设计过 1000kW 余热发电站，从事小水电工作十多年，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推广使用。本书集中体现了笔者十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、先进和新颖，技术数据力求最新。

本书由方大千、方成、方欣、方立、郑鹏、朱丽宁、张正昌、朱征涛、方亚平、许纪秋、张荣亮、那宝奎编著。全书由方大中审校。

限于编者的水平，不妥之处在所难免，望广大读者批评指正。

编著者

目 录 CONTENTS

第 1 章

异步电动机改作发电机

1

- 1. 怎样将笼式异步电动机改作异步发电机? 2
- 2. 怎样选配电容器? 3
- 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作同步发电机? 5

第 2 章

柴油发电机组

10

- 5. 怎样选择柴油发电机组的机型? 11
- 6. 柴油发电机组的型号含义是怎样的? 12
- 7. 柴油发电机组的容量（功率）是怎样定义的? 12
- 8. 怎样选择柴油发电机组的容量? 13
- 9. 怎样选择柴油发电机组的台数? 14
- 10. GF 系列柴油发电机的技术数据如何? 14
- 11. GFZ 系列自动化型柴油发电机组的技术数据如何? 18
- 12. 柴油发电机组运行前应做哪些检查工作? 18
- 13. 环境条件对柴油发电机有何影响? 18
- 14. 怎样检查和维护柴油发电机? 20
- 15. 怎样选用柴油和机油? 21
- 16. 怎样选用冷却水? 22
- 17. 柴油发电机有哪些机械性故障? 怎样处理? 23
- 18. HF4-28-50 型柴油发电机的调压线路是怎样的? 24
- 19. HF4-28-50 型柴油发电机调压装置有哪些常见故障?
怎样处理? 25
- 20. 120GF1 型柴油发电机励磁装置线路是怎样的? 27

21.	120GF1 型柴油发电机励磁装置有哪些常见故障? 怎样处理?	29
22.	7kW 柴油发电机晶闸管调压线路是怎样的?	30
23.	12V135 型柴油发电机晶闸管调压线路是怎样的?	31
24.	12V135D 型柴油发电机的飞车保护线路是怎样的? 怎样调试?	33
25.	长江 1.5kW 汽油发电机晶闸管调压线路是怎样的?	35

第 3 章

风力发电和太阳能光伏发电

37

26.	小型风力发电机的结构是怎样的?	38
27.	怎样安装小型风力发电机组?	39
28.	怎样维护小型风力发电机组?	40
29.	风力发电机组怎样防雷和接地?	41
30.	小型风力发电机组有哪些常见故障? 怎么处理?	42
31.	常用小型风力发电机组的技术数据如何?	43
32.	太阳能光伏发电系统由哪些部分组成?	45
33.	怎样安装太阳能光伏发电系统?	46
34.	怎样维护太阳能光伏发电系统?	48
35.	太阳能光伏发电系统怎样防雷和接地?	49
36.	常用太阳电池的技术数据如何?	49

第 4 章

水轮发电机组

51

37.	怎样计算水电站出力和发电量?	52
38.	怎样选择压力水管的内径及壁厚?	54
39.	怎样选择水轮机?	55
40.	水轮机有哪些类型? 适用范围如何?	56
41.	怎样选择水轮机的转速?	58
42.	手控电动水轮机的调速器线路是怎样的?	59
43.	电动调速备用电源自动投入线路是怎样的?	61
44.	BWT-1B 型步进微机调速控制器有哪些功能特点?	62

45.	小型水轮机开机前应做哪些检查？	63
46.	小型水轮机有哪些常见故障？ 怎样处理？	64
47.	怎样选择水轮发电机？	65
48.	水轮发电机有哪些型号？ 各有何特点？	67
49.	发电机能直接启动多大功率的异步电动机？	68
50.	同步发电机有哪些额定参数？	68
51.	运行参数变化对发电机有何影响？	70
52.	发电机长期安全运行的必要条件是什么？	71
53.	小型发电机开机前应做哪些检查工作？	72
54.	新装或大修后的发电机组在使用前应做哪些试验？	74
55.	怎样进行发电机组的负载试验和甩负荷试验？	75
56.	发电机组怎样开机和停机？	76
57.	怎样对运行的发电机进行调整？	77
58.	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？	78
59.	发电机处于“调相运行”状态时应注意哪些事项？	78
60.	发电机处于“异步运行”状态时应注意哪些事项？	79
61.	丰水期和枯水期发电机运行应注意哪些事项？	80
62.	发电机事故过负荷怎样处理？	80
63.	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？	81
64.	发电机不发电有哪些原因？ 怎样处理？	82
65.	发电机过热有哪些原因？ 怎样处理？	83
66.	发电机电刷冒火有哪些原因？ 怎样处理？	84
67.	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？	85
68.	发电机振动有哪些原因？ 怎样处理？	86
69.	发电机定子绕组绝缘击穿有哪些原因？ 怎样处理？	86
70.	发电机中性线电流很大是什么原因？ 怎样处理？	87
71.	怎样防止小型发电机“飞车”？	89

72.	怎样采用水电阻防止“飞车”？	90
73.	怎样检查和维护发电机？	92
74.	怎样对发电机进行小修和大修？	94
75.	怎样干燥小型发电机？	96
76.	怎样干燥被洪水淹没的小型发电机？	97
77.	发电机检修后及一般性试验项目有哪些？	98
78.	对定子绕组绝缘试验及直流电阻测定有何规定？	99
79.	对定子绕组直流和交流耐压试验有何规定？	99
80.	对转子绕组应做哪些试验？有何规定？	100
81.	对定子铁芯试验有何规定？	100
82.	电站厂用变压器电流速断保护是怎样的？	101
83.	电站厂用变压器反时限过电流保护是怎样的？	102
84.	小水电站有哪些防雷措施？	103

第 5 章

发电机控制及保护装置

106

85.	同步发电机并车有哪些条件？	107
86.	两台发电机的功率不同、功率因数不同时能并联运行吗？	107
87.	励磁方式不同的两台发电机能并联运行吗？	108
88.	小型发电机有哪些并车方法？各有何特点？	108
89.	怎样采用灯光熄灭法并车？	109
90.	怎样采用灯光旋转法并车？	111
91.	怎样采用整步表法并车？	112
92.	怎样采用自同期并车法并车？	113
93.	怎样采用粗同期并车法并车？	114
94.	BKQ 系列自动并列控制器有哪些特点和技术指标？	117
95.	BKQ 系列自动并列控制器的工作原理是怎样的？	118
96.	怎样使用 BKQ 系列自动并列控制器？	120
97.	STK-W-3 型微机控制器有哪些功能？	121
98.	怎样检查 STK-W-3 型微机控制器？	123
99.	怎样安装 STK-W-3 型微机控制器？	125

100.	怎样调试 STK-W-3 型微机控制器?	126
101.	怎样使用 STK-W-3 型微机控制器?	129
102.	PTQ2000A1 型微机智能准同期控制器有哪些功能?	133
103.	PTQ2000A1 型微机智能准同期控制器有哪些参数内容 显示?	135
104.	怎样安装和使用 PTQ2000A1 型微机智能准同期控制器?	136
105.	怎样调试 PTQ2000A1 型微机智能准同期控制器?	139
106.	PTQ2000B1 型微机智能准同期控制保护器有哪些功能?	139
107.	怎样调试 PTQ2000B1 型微机智能准同期控制保护器?	141
108.	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?	142
109.	怎样选择发电机控制柜?	144
110.	BKSF-□2 系列发电机控制柜线路是怎样的?	145
111.	怎样使用和维护 BKSF-□2 系列控制柜?	148
112.	BKSF-□2A 系列发电机微机控制柜线路是怎样的?	151
113.	怎样使用和维护 BKSF-□2A 系列微机控制柜?	155
114.	怎样选择三合一控制柜?	157
115.	怎样选择自动化控制柜?	161
116.	小型发电机继电保护怎样配置?	163
117.	怎样实现小型发电机过电流和过电压保护?	164
118.	怎样实现小型发电机超速保护和失磁保护?	166
119.	PLB-1 型发电机过流、过压保护器有哪些特点和功能?	168
120.	PLB-2 型发电机综合保护器有哪些特点和功能?	170

第 6 章

发电机励磁装置

172

121.	小型水轮发电机有哪些常用的励磁方式?	173
122.	怎样检查、调整和使用励磁装置?	176
123.	怎样检查和维护晶闸管励磁装置? 怎样检查和维护复式 励磁装置和电磁型电压调整器?	179
124.	JZLF-11F 型晶闸管励磁装置有哪些特点? 其技术指标	

如何?	180
125. JZLF-11F 型晶闸管励磁装置的基本工作原理是怎样的?	182
126. 励磁装置的测量放大和移相触发器的工作原理是 怎样的?	184
127. 励磁装置的校正电路和调差电路的工作原理是怎样的?	186
128. JZLF-11F 型晶闸管励磁装置有哪些常见故障? 怎么处理?	188
129. 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?	190
130. JZLF-31F 型晶闸管励磁装置线路是怎样的?	191
131. JZLF-31F 型晶闸管励磁装置有哪些常见故障? 怎么处理?	195
132. KGLF-31F3 型晶闸管励磁装置线路是怎样的?	196
133. JL-2SCRC 型晶闸管励磁调节器线路是怎样的?	200
134. FKL-32 型晶闸管励磁装置线路是怎样的?	202
135. TLG1-02 型晶闸管励磁装置线路是怎样的?	207
136. 怎样调试和检修 TLG1-02 型晶闸管励磁装置?	209
137. TWL-Ⅱ型无刷励磁调节器有哪些特点? 其技术指标 如何?	210
138. TWL-Ⅱ型无刷励磁调节器线路是怎样的?	211
139. TWL-Ⅱ型无刷励磁调节器有哪些常见故障? 怎么处理?	214
140. TWL-B 型无刷励磁调节器线路是怎样的?	216
141. PXL-2 型全数字无刷励磁调节器有哪些主要功能?	218
142. 怎样安装 PXL-2 型全数字无刷励磁调节器?	219
143. PXL-2 型全数字无刷励磁调节器怎样设置参数?	221
144. 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?	224
145. 怎样选择手动或自动调节励磁?	225
146. 怎样确定发电机是正调差?	226
147. CJ-12 型励磁调节器线路是怎样的?	227

148.	怎样用 CJ-12 型励磁调节器改造老式励磁系统?	229
149.	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?	232
150.	发电机不能启励升压是什么原因? 怎样处理?	233
151.	发电机启励升压时间过长是什么原因? 怎样处理?	234
152.	发电机启励升压一定值后又回零是什么原因? 怎样处理?	235
153.	发电机残压不能启励建压, 而用干电池则需 9V 才能启励 建压是什么原因? 怎样处理?	236
154.	发电机组受雷击跳闸后不能启励建压是什么原因? 怎样处理?	237
155.	发电机空载建压正常, 带一定负载后励磁振荡是什么原因? 怎样处理?	238
156.	发电机空载或并网运行均发生励磁振荡是什么原因? 怎样处理?	239
157.	发电机并网运行后功率因数无规律波动是什么原因? 怎样处理?	239
158.	发电机运行数月正常, 后发现无功发不足是什么原因? 怎样处理?	240
159.	两机一变发电系统, 单机运行正常, 两台同时运行异常 是什么原因? 怎样处理?	241

第 7 章

励磁装置元器件选择

243

160.	晶闸管有哪些基本参数?	244
161.	怎样选择励磁装置中晶闸管和整流二极管的参数?	244
162.	怎样防止励磁装置晶闸管失控?	246
163.	怎样选择晶闸管换相过电压保护阻容元件的参数?	248
164.	怎样选择励磁变压器二次侧过电压阻容保护元件的 参数?	249
165.	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?	250

166.	高压机组励磁绕组晶闸管过电压保护线路是怎样的?	252
167.	怎样计算与调试励磁绕组晶闸管过电压保护装置?	253
168.	怎样选择励磁装置中的快速熔断器?	255
169.	什么是 PDW-1 型数字电位器?	256
170.	怎样使用 PDW-1 型数字电位器?	257
171.	怎样设计励磁变压器?	259
172.	常用低压单相励磁变压器的规格、尺寸是多少?	261
173.	怎样设计脉冲变压器?	262
174.	怎样设计单晶体管触发电路?	263
175.	怎样设计带晶体管功率放大器的单晶体管触发电路?	264
176.	怎样选择晶闸管励磁装置配用的冷却风机?	266

第 8 章

灭磁开关、 断路器及其他

268

177.	发电机的灭磁原理是怎样的?	269
178.	BT9404 型灭磁开关的技术数据和控制线路是怎样的?	270
179.	DW10M 型灭磁开关的技术数据和控制线路是怎样的?	271
180.	DW16M-630 型灭磁开关的技术数据和控制线路是 怎样的?	273
181.	DM2-2500 型灭磁开关的技术数据和控制线路是怎样的?	275
182.	怎样安装灭磁开关?	276
183.	怎样使用和维护灭磁开关?	277
184.	DW15 (C) 系列断路器的技术数据如何?	278
185.	DW15 系列断路器电磁铁吸合储能合闸线路是怎样的?	280
186.	DW15 系列断路器电动机合闸线路是怎样的?	281
187.	ME 系列断路器的技术数据如何?	282
188.	ME 系列断路器电动合闸线路是怎样的?	285
189.	ME 系列断路器电动机预储能带释能合闸线路是怎样的? ...	286
190.	DW15 和 ME 系列断路器延时脱扣器线路是怎样的?	287
191.	怎样计算直流电源免维护铅酸蓄电池的容量?	288
192.	怎样选择不间断电源 (UPS) 的容量和配用电缆截面积? ...	291

193.	怎样利用永磁机剩磁作为小水电站的事故照明电源?	292
194.	怎样制作电站照明调光器和风机调压器?	293
195.	怎样使交流接触器在电压较低时能启动?	295
196.	怎样制作手动励磁调节器?	296
197.	怎样制作水库水位告警器?	298
198.	怎样制作水库水位监视器?	299
199.	怎样制作相序测定器?	300
200.	怎样制作闪光信号灯?	301

第1章

异步电动机改作发电机



Chapter

1. 怎样将笼式异步电动机改作异步发电机？

一台三相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 1-1 所示。

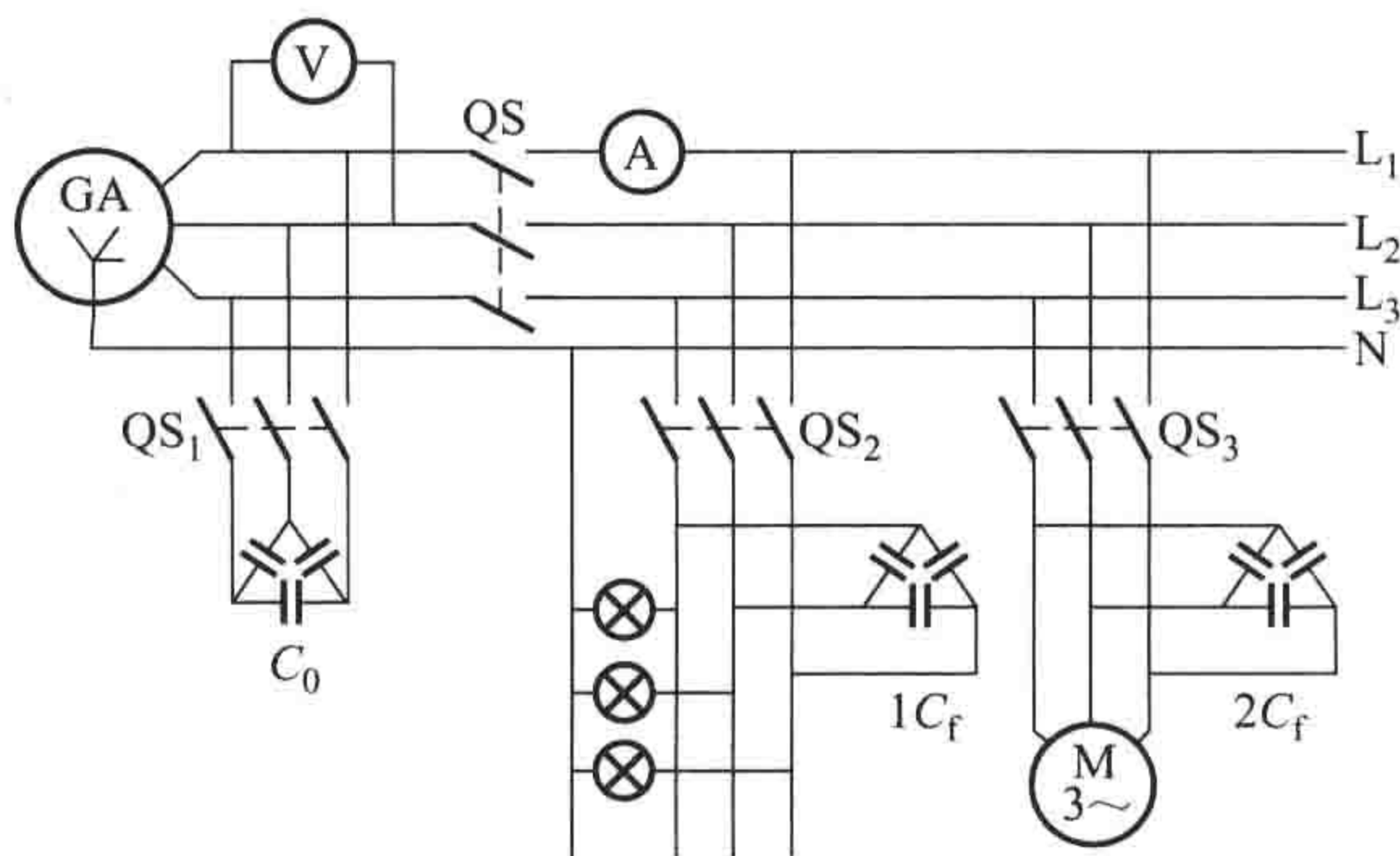


图 1-1 异步发电的接线

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

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（C₀）；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 C₀ 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。

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（见表 1-1），A。

表 1-1 Y (IP44) 系列和 JO₂ 系列电动机空载电流 I_0
单位：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
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	—	—	—	—	—	—	—