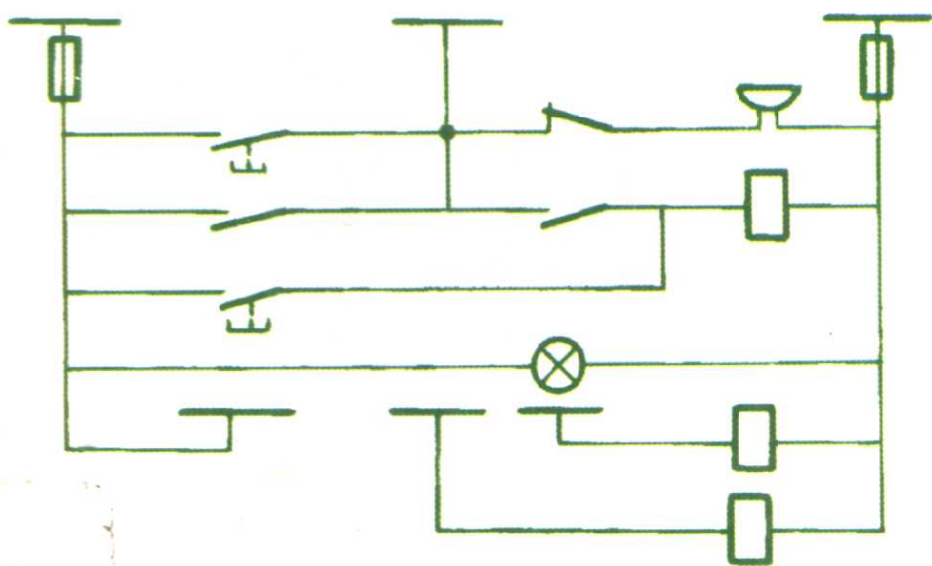


实用 电气二次回路 200例

邹仇平 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

M645.2
972

197489

TM645.2
Z972

大市

电气二次回路

200例

邹仇平 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书共分十二章，主要内容有：电气二次回路的基本知识；互感器的二次回路；直流操作电源系统的二次回路；断路器的控制与信号系统；中央信号回路；电气测量仪表回路；水电站、变电所同期系统；同步发电机的励磁系统；自动重合闸和备用电源自动投入回路；输配电线路保护回路；变压器保护回路；发电机保护回路。

本书内容理论联系实际，由浅入深、通俗易懂、图文并茂，可供具有初中文化程度、从事电气设计的技术人员和从事电气运行的电工及工矿企业、电力系统电工和农村电工阅读，也可供电力技校及中等专业学校的学生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电气二次回路 200 例 / 邹机平编. — 北京：中国电力出版社，2000
ISBN 7-5083-0328-8

I. 实… II. 邹… III. 电气回路-二次系统-基本知识 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 26182 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 [http //www cepp. com. cn](http://www.cepp.com.cn))

北京白帆印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 10 月第一版 2000 年 10 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 10.75 印张 231 千字 2 插页
印数 0001—6000 册 定价 18.00 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)

前言

电气二次回路是变电所和水电站的重要组成部分，它直接关系到变电所和水电站的综合自动化水平，影响到变电所和水电站的安全运行。随着我国变电所和小型水电站的大量建设，农村电网的不断拓展，电力行业队伍在不断壮大，为了满足广大基层设计人员、电力行业工人、技术人员的实际工作需要，作者根据多年实际工作经验并参考了有关资料，编写了本书。本书紧密结合工程实际需要，对照设计图例，在着重阐述基本工作原理的基础上，讲解动作过程，介绍回路设计特点，指明回路适用对象，同时还介绍了一些基本知识，并进行了一些实用计算，以便广大电工、技术人员和学生加深对电气二次回路的理解，提高实际工作能力。

本书重点为第一、二、四、五、七、九章。对于继电保护的内容，限于篇幅原因和针对农网实际状况，只是对 35kV 及以下电压等级的电网，简单介绍继电保护设计方案和二次回路接线。由于作者水平有限，错误之处在所难免，恳求读者批评指正。

黄俊同志参加了第一、二、六章的编写，陈景惠同志对本书进行了认真详细的审阅，并提出了很多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

编者

2000年5月

ABE60/95

目 录

前言

第一章 电气二次回路的基本知识	1
1-1 二次回路及其作用	1
1-2 二次回路的内容	1
1-3 二次回路图的种类	3
1-4 看二次回路图的基本方法	6
1-5 何谓“穿越原则”	8
1-6 何谓“对面原则”	9
1-7 怎样读端子排图	9
1-8 端子排的布置原则	9
1-9 解释 LW2 型控制开关的型号、型式及其 符号并举例说明	11
1-10 控制电缆芯线截面在不同负荷下的最大 允许电缆长度	13
1-11 串接信号继电器和附加电阻的选择	14
1-12 控制屏（屏台）上模拟母线色别	16
1-13 控制屏上主要小母线的色别	17
1-14 直流屏或所用屏小母线相序及涂色表	17
1-15 电气常用新旧图形符号对照表	18
1-16 电气常用新旧文字符号对照表	36
1-17 小母线新旧文字符号及其回路标号表	43

第二章 互感器的二次回路	48
2-1 电流互感器的极性标志方法	48
2-2 电流互感器 10% 误差曲线的含义及用途	49
2-3 保护装置用的电流互感器一次电流 倍数的计算方法	50
2-4 电流互感器二次负载的计算	51
2-5 电流互感器准确等级的选择	54
2-6 电流互感器二次负载计算实例	54
2-7 电流互感器的动稳定、热稳定校验实例	56
2-8 继电保护与测量仪表公用电流互感器时, 对接线的要求	58
2-9 在什么情况下电流互感器二次侧采用串联 或并联接线	58
2-10 电流互感器与继电器的几种常用接线方式	59
2-11 解释电压互感器的铭牌数据	61
2-12 解释 35kV 电压互感器电压比 $35/0.1$ 、 $100/\sqrt{3}$ 、 $100/3$ 的含义	62
2-13 电压互感器二次侧接地起什么作用? 为什么 有的电压互感器二次侧采用 v 相接地	63
2-14 v 相接地的电压互感器二次电路图	64
2-15 中性点 N 接地的电压互感器二次电路图	65
2-16 电压互感器二次回路中的熔断器及自动 开关的选择	67
2-17 双母线系统的电压互感器二次电压切换 电路	68
2-18 电压互感器的常用接线及适用范围	69

2-19	电压互感器二次绕组接地系统的分析比较	72
2-20	分析 35kV 及 110kV 电压互感器辅助 绕组相电压	74
第三章 直流操作电源系统的二次回路		76
3-1	对直流操作电源的基本要求	76
3-2	直流负荷分类	76
3-3	硅整流电容储能直流系统电路图	77
3-4	镉镍电池直流屏电路图	79
3-5	镉镍电池直流屏容量的选择计算实例	81
3-6	免维护铅酸蓄电池直流屏的容量选择 计算实例	83
3-7	简单的直流系统绝缘监视电路图	84
3-8	由电磁继电器构成的直流系统绝缘 监视电路图	85
3-9	直流系统的电压监视电路	87
3-10	由闪光继电器构成的闪光装置	88
3-11	简易事故照明切换电路图	89
3-12	小型变电所事故照明切换电路图	90
3-13	事故照明切换电路图	91
第四章 断路器的控制与信号系统		94
4-1	对断路器控制回路的基本要求	94
4-2	常用的断路器控制开关触点图表	94
4-3	断路器的电气防跳接线图	97
4-4	防跳继电器保持回路中串入电阻的作用 及大小的确定	99

4-5	电磁操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (一)	100
4-6	电磁操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (二)	102
4-7	电磁操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (三)	103
4-8	电磁操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (四)	104
4-9	弹簧操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (一)	106
4-10	弹簧操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (二)	107
4-11	弹簧操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (三)	108
4-12	弹簧操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图 (四)	109
4-13	固定式开关柜交流控制、信号 电路图	110
4-14	手车式开关设备直流控制、 信号电路图	111
4-15	手车式开关设备交流控制、 信号电路图	112
4-16	液压操作灯光监视的断路器控制、 信号电路图	114
4-17	音响监视的断路器控制、信号电路图	116
4-18	小型水电站灯光监视的断路器控制、 信号电路图	118

4-19	小型水电站音响监视的断路器控制、 信号电路图	120
4-20	小型水电站发电机出口断路器控制、 信号电路图	121
4-21	小型水电站双绕组变压器断路器的控制、 信号电路图	124
4-22	35kV 变电所变压器断路器的控制及 信号电路图	125
4-23	常用信号灯及附加电阻的选择	128
4-24	合闸电缆的选择	129
第五章 中央信号回路		130
5-1	中央事故音响信号的起动回路	130
5-2	由 ZC-23 型冲击继电器构成的中央事故 信号电路	131
5-3	由 JC-2 型冲击继电器构成的中央事故 信号电路	133
5-4	由 BC-4S 型冲击继电器构成的中央事故 信号电路	135
5-5	中央复归不重复动作的中央事故信号电路	137
5-6	交流操作中央复归不重复动作的中央事 故信号电路	139
5-7	不重复动作的事故信号电路	140
5-8	中央事故信号和中央预告信号的区别	141
5-9	中央预告信号的起动电路	142
5-10	光字牌查灯电路	143
5-11	由 ZC-23 型冲击继电器构成的中央预告	

	信号电路	143
5-12	由 JC-2 型冲击继电器构成的中央预告 信号电路	146
5-13	由 BC-4Y 型冲击继电器构成的中央预告 信号电路	148
5-14	由 ZC-11A 型冲击继电器构成的中央预告 信号电路	150
5-15	直流操作中央复归不重复动作的中央事故 及预告音响信号电路	152
5-16	交流操作中央复归不重复动作的中央事故 及预告音响信号电路	152
5-17	变电所的中央信号电路实例	155
5-18	小型水电站的中央信号系统实例	160
5-19	交流系统闪光装置原理接线图	161
第六章 电气测量仪表回路		163
6-1	直流电流表扩大量程计算实例	163
6-2	直流电压表扩大量程计算实例	164
6-3	三相三线制有功功率表的测量电路	164
6-4	三相四线制有功电能表的测量电路	166
6-5	三相三线制三相有功电能表的测量电路	169
6-6	三相三线制无功电能表的测量电路 (一)	169
6-7	三相三线制无功电能表的测量电路 (二)	171
6-8	水电站母线绝缘监视电压表测量电路	172
6-9	变电所母线绝缘监视电压表测量电路	174
6-10	水电站常备电气测量仪表配置	175
6-11	水轮发电机定子测量仪表电路实例	176

6-12 变电所变压器测量仪表电路实例 177

第七章 水电站、变电所同期系统 179

7-1 准同期并列条件 179

7-2 发电机三相同期电压的引入电路 180

7-3 发电机单相同期电压的引入电路 181

7-4 转角变压器的接线 182

7-5 双绕组变压器三相同期电压引入电路 183

7-6 双绕组变压器单相同期电压引入电路 185

7-7 集中手动准同期电路 186

7-8 分散手动准同期电路 189

7-9 同期闭锁电路的设计 191

7-10 同期点断路器的控制方式 193

7-11 集中自动准同期接线图 195

7-12 水轮发电机自动自同期接线图 196

7-13 水电站发电机断路器同期合闸回路 199

7-14 水电站同期系统接线实例 200

7-15 水电站同期闭锁电路的设计分析 202

7-16 发电机同期电压调整电路 203

7-17 发电机同期调速电路 203

7-18 D, y1 与 Y, d11 接线组别的转角变压器的相
量分析及变比选择 204

7-19 小型发电机简易自动准同期接线图 206

7-20 一段式捕捉同期电路图 208

7-21 二段式捕捉同期电路图 211

7-22 ZTB-1 型捕捉同期装置接线图 212

7-23 由电磁继电器构成的导前相角准同期装置

电路	213
第八章 同步发电机的励磁系统	216
8-1 对发电机励磁系统的基本要求	216
8-2 发电机晶闸管励磁系统设计内容	217
8-3 继电强励装置接线图 (一)	217
8-4 继电强励装置接线图 (二)	219
8-5 继电强减装置接线图	220
8-6 DW10M 型灭磁开关控制接线图	221
8-7 发电机灭磁电路	222
8-8 复式励磁系统控制、测量及信号原理接线 图	223
8-9 晶闸管励磁的发电机起励电路 (一)	226
8-10 晶闸管励磁的发电机起励电路 (二)	227
8-11 晶闸管励磁的发电机起励电路 (三)	228
8-12 晶闸管励磁的发电机起励电路 (四)	229
8-13 整流元件的过电流保护设置	230
8-14 整流元件的过电压保护设置	231
8-15 励磁用电压互感器的断相保护设置	233
8-16 自并激励磁装置控制、保护、信号 原理接线图	234
8-17 自复式励磁装置控制、保护、信号 原理接线图	237
第九章 自动重合闸和备用电源自动投入回路	239
9-1 对自动重合闸 APR 的基本要求	239
9-2 重合闸采用前加速保护的优缺点	239

9-3	重合闸采用后加速保护的优缺点	240
9-4	单侧供电线路的三相一次后加速重合闸 接线图	241
9-5	检查无压和检查同期的 APR 起动电路	244
9-6	三相一次前加速重合闸接线图	246
9-7	CT8 型弹簧操作机构三相一次自动 重合闸接线图	248
9-8	CT7 型弹簧操作机构三相一次重合闸 接线图	251
9-9	对备用电源自动投入装置 AAT 的基本要求	252
9-10	高压侧为内桥接线的桥断路器 AAT 接线图	253
9-11	两台变压器互为备用的 AAT 接线图	256
9-12	母线分段或联络断路器的 AAT 接线图	258
9-13	互为备用的两条馈线的 AAT 接线图	262
9-14	厂用电源 AAT 接线图 (一)	266
9-15	厂用电源 AAT 接线图 (二)	267
第十章 输配电线路保护回路		269
10-1	主保护、后备保护和辅助保护	269
10-2	系统的运行方式	269
10-3	10kV 线路保护方案 (一)	270
10-4	10kV 线路保护方案 (二)	271
10-5	35kV 线路保护方案 (一)	272
10-6	35kV 线路保护方案 (二)	273
10-7	35kV 线路保护方案 (三)	274
10-8	35kV 线路保护方案 (四)	275

10-9	小型水电站 35kV 线路的特点	275
10-10	提高小型水电站 35kV 线路保护灵敏 度的接线方案 (一)	276
10-11	提高小型水电站 35kV 线路保护灵敏 度的接线方案 (二)	279
10-12	提高小型水电站 35kV 线路保护灵敏 度的接线方案 (三)	279
10-13	自动切换运行方式算例	282
10-14	功率方向继电器的接线方式	283
10-15	功率方向继电器的 90°接线	285
第十一章 变压器保护回路		287
11-1	电流速断保护的缺陷分析	287
11-2	BCH-2 型差动继电器的接线图	288
11-3	BCH-1 型差动继电器的接线图	290
11-4	LCD-15 型差动继电器的接线图	291
11-5	LCD-11 型差动继电器的接线图	293
11-6	FL-8 型自耦变流器抽头选择计算	294
11-7	差动保护回路中电流互感器二次 接线方案 (一)	297
11-8	差动保护回路中电流互感器二次 接线方案 (二)	299
11-9	630~1600kVA 变压器保护方案	301
11-10	2000~16000kVA 变压器保护方案	303
11-11	厂用变压器保护方案	303
11-12	变压器—线路组保护方案 (一)	307
11-13	变压器—线路组保护方案 (二)	309

第十二章 发电机保护回路	310
12-1 何谓停机、解列并灭磁、解列	310
12-2 BCH-2型差动继电器构成的发电机纵差动 保护接线图	310
12-3 发电机高灵敏度纵差保护接线图	311
12-4 LCD-12型差动继电器构成的发电机 纵差保护接线图	313
12-5 LCD-8型差动继电器接线图	314
12-6 比率制动式差动继电器制动特性分析	315
12-7 复合电压起动的过电流保护接线图	316
12-8 电流记忆的复合电压起动的过电流保护图	317
12-9 带电流记忆的低压过流保护图	318
12-10 500~800kW 水轮发电机保护方案	319
12-11 1000~6000kW 发电机保护方案	322
12-12 发电机—变压器组保护方案	323

1-1 二次回路及其作用

发电厂和变电所的电气设备分为一次设备和二次设备。一次设备（也称主设备）是构成电力系统的主体，它是直接生产、输送和分配电能的设备，包括发电机、电力变压器、断路器、隔离开关、电力母线、电力电缆和输电线路等。二次设备是对一次设备进行控制、调节、保护和监测的设备，它包括控制器具、继电保护和自动装置、测量仪表、信号器具等。二次设备通过电压互感器和电流互感器与一次设备取得电的联系。一次设备及其连接的回路称为一次回路。二次设备按照一定的规则连接起来以实现某种技术要求的电气回路称为二次回路。

二次回路是电力系统安全生产、经济运行、可靠供电的重要保障，它是发电厂和变电所中不可缺少的重要组成部分。

1-2 二次回路的内容

二次回路的内容包括发电厂和变电所一次设备的控制、调节、继电保护和自动装置、测量和信号回路以及操作电源系统。

1. 控制回路

控制回路是由控制开关和控制对象（断路器、隔离开关）的传递机构及执行（或操动）机构组成的。其作用是对

一次开关设备进行“跳”、“合”闸操作。控制回路按自动化程度可分为手动和自动控制两种；按控制距离可分为就地 and 距离控制两种；按控制方式可分为分散和集中控制两种，分散控制均为“一对一”控制，集中控制有“一对一”和“一对N”的选线控制；按操作电源性质可分为直流和交流操作两种；按操作电源电压和电流大小可分为强电和弱电控制两种。

2. 调节回路

调节回路是指调节型自动装置。它是由测量机构、传送机构、调节器和执行机构组成的。其作用是根据一次设备运行参数的变化，实时在线调节一次设备的工作状态，以满足运行要求。

3. 继电保护和自动装置回路

继电保护和自动装置回路是由测量、比较部分、逻辑判断部分和执行部分组成的。其作用是自动判别一次设备的运行状态，在系统发生故障或异常运行时，自动跳开断路器，切除故障或发出故障信号，故障或异常运行状态消失后，快速投入断路器，恢复系统正常运行。

4. 测量回路

测量回路是由各种测量仪表及其相关回路组成的。其作用是指示或记录一次设备的运行参数，以便运行人员掌握一次设备运行情况。它是分析电能质量、计算经济指标、了解系统潮流和主设备运行工况的主要依据。

5. 信号回路

信号回路是由信号发送机构、传送机构和信号器具构成的。其作用是反映一、二次设备的工作状态。信号回路按信号性质可分为事故信号、预告信号、指挥信号和位置信号 4