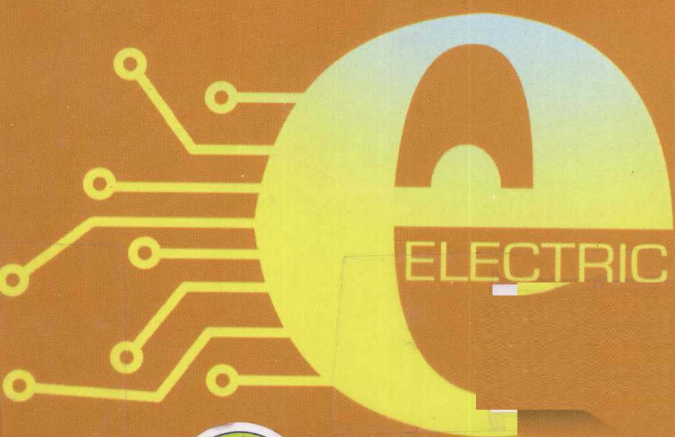


220kV 变电站

典型二次回路详解

■ 郑新才
陈国永 主编

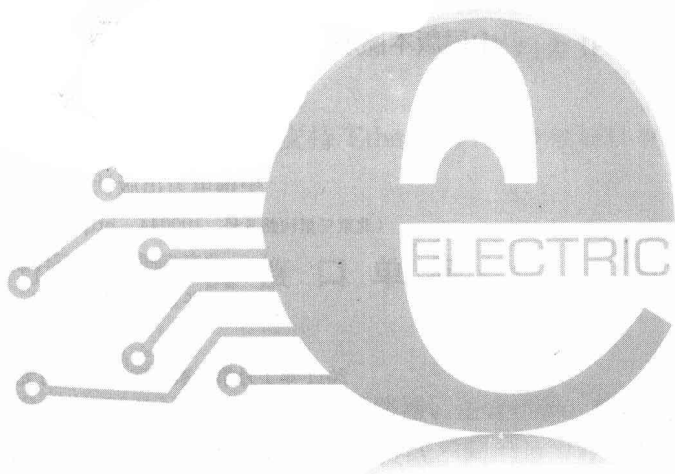


中国电力出版社
www.cepp.com.cn

220kV变电站

典型二次回路详解

■ 郑新才 陈国永 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



内 容 提 要

本书以正在运行的某一 220kV 变电站为例,依据实际设备及竣工的图纸,结合 220kV 变电站典型设计的要求,重点分析了站内各系统的回路接线、运行原理及常见故障,为变电站运行人员提供可供参考的异常及事故处理思路。

全书共分为 14 章,主要内容包括:220kV 模板变电站设备的基本配置、站用电系统、变电站的直流系统、电压互感器、电流互感器、隔离开关的操作回路、断路器的控制回路、保护装置、220kV 线路保护、220kV 主变压器保护、220kV 母联保护、220kV 母线差动保护、110kV 线路保护、测控装置。

本书内容全面,可作为电力系统运行人员的培训教材,也可作为低压检修、继电保护人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

220kV 变电站典型二次回路详解/郑新才,陈国永主编. —北京:
中国电力出版社,2010.12

ISBN 978-7-5123-0604-2

I. ①2… II. ①郑…②陈… III. ①变电所-二次系统
IV. ①TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 121162 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 1 月第一版 2011 年 1 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11 印张 183 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

随着科技的进步,电力系统逐步向超高压、大电网、大容量方向发展,对电力系统的安全、稳定、可靠运行提出了更高的要求。为了应对随时出现的各种异常和事故,运行值班人员不仅要具备娴熟的操作技能,还要具备丰富的专业知识和运行经验,特别是对变电站的交直流系统、二次设备接线必须清楚、了然于胸,这样才能对运行异常和事故原因做出正确的判断和处理,以保障电力系统安全可靠、稳定地运行。

目前,在市面上关于运行人员的培训书籍较多,但将变电站作为一个整体系统进行介绍的较少。本书结合竣工的二次图纸,比较详细而系统地介绍了 220kV 变电站的各系统的接线及运行原理,对变电站的常见设备如断路器、隔离开关的二次控制回路接线都进行了介绍,特别是对各种异常信号的报出过程都进行了详细的说明和分析,所举例子虽然是一特例,但具有普遍意义。可以用于变电站值班人员的培训,也可作为继电保护人员的初级教材。

为便于行文与分析,本书以实际运行的某一 220kV 变电站作为模板(书中称模板站),介绍其二次回路的基本接线,因该变电站完成设计的时间为 2006 年,在《国家电网公司输变电工程典型设计》出版之前,故在二次回路接线图中仍采用了旧的图形符号和名称,为保持图纸的原貌,本书对采用的图纸未加改动。

全书共分 14 章,分别为 220kV 模板变电站设备的基本配置、站用电系统、变电站的直流系统、电压互感器、电流互感器、隔离开关的操作回路、断路器的控制回路、保护装置、220kV 线路保护、220kV 主变压器保护、220kV 母联保护、220kV 母线差动保护、110kV 线路保护、测控装置。

本书由郑新才、陈国永主编,其中第 2 章由李锤良执笔,第 4 章由李志勇执笔,第 6、7 章由陈国永执笔,第 8 章由马保军执笔,第 9 章由马孝民执笔,第 11 章由郑伟执笔,第 12 章由卢红玲执笔,第 14 章由宁庆歌执

笔，其他内容由郑新才编写。本书由李孟超主审，李孟超对本书稿进行了仔细审阅，提出了许多宝贵修改意见，在此表示衷心的感谢！

在编写本书时，参考了大量的相关书籍和图纸，在此对原作者表示深深的谢意！

由于经验和理论水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请广大读者批评、指正。

编 者

2010 年 4 月

目 录

前言

第 1 章 220kV 模板变电站设备的基本配置	1
1.1 一次设备	1
1.2 二次设备	3
第 2 章 站用电系统	7
2.1 站用变压器的常见接线形式	7
2.2 低压交流母线的备投装置	8
2.3 变电站的低压交流供电网络	15
2.4 逆变电源系统	15
2.5 站用变压器的运行方式	18
2.6 站用电系统的常见故障及分析	18
第 3 章 变电站的直流系统	20
3.1 直流系统的组成	20
3.2 直流系统的接线及运行方式	20
3.3 直流系统各功能模块	22
3.4 直流系统供电网络	27
第 4 章 电压互感器	32
4.1 电压互感器的分类	32
4.2 电压互感器的绕组接线	33
4.3 电压互感器的重动、并列装置	35
4.4 电压小母线	39
4.5 电压切换装置	42
4.6 电压回路中性点及接地	43
4.7 电压回路标号	44
4.8 线路上的电压互感器（抽压 TV）	44

第 5 章 电流互感器	46
5.1 电流互感器的极性及绕组	46
5.2 电流互感器的准确度等级	47
5.3 电流互感器的绕组接线	48
5.4 电流互感器二次端子及交流回路的标号	49
5.5 电流互感器的中性线及接地	50
第 6 章 隔离开关的操作回路	51
6.1 220kV 隔离开关操动机构回路	51
6.2 110kV 隔离开关操动机构回路	54
6.3 中性点隔离开关操动机构回路	57
6.4 隔离开关的辅助开关触点及信号	59
第 7 章 断路器的控制回路	61
7.1 GL314 型断路器控制回路	61
7.2 LW125-16 型断路器控制回路	69
第 8 章 保护装置	72
8.1 电压切换装置	72
8.2 开关量输入、输出回路（开入、开出回路）	73
8.3 操作箱	74
8.4 二次回路	75
8.5 继电器及触点	76
第 9 章 220kV 线路保护	78
9.1 屏后设备布置图及端子排	78
9.2 南瑞的 RCS-931B 保护	79
9.3 WXH-802 型高频闭锁距离保护	85
9.4 断路器保护	96
9.5 保护装置、操作箱与断路器操作箱	103
9.6 线路保护的 control 回路	105
第 10 章 220kV 主变压器保护	118
10.1 主变压器的电量（主保护）	118
10.2 主变压器的风冷装置	127
10.3 主变压器的非电量保护	131
10.4 主变压器保护装置的控制回路	136

第 11 章	220kV 母联保护	139
11.1	RCS-923A 型断路器失灵及辅助保护的电流回路	139
11.2	RCS-923A 型断路器失灵及辅助保护的电压回路	140
11.3	RCS-923A 型断路器失灵及辅助保护的直流回路	140
11.4	RCS-923A 型断路器失灵及辅助保护的开入回路	140
11.5	RCS-923A 型断路器失灵及辅助保护的开出回路	142
11.6	RCS-923A 型断路器失灵及辅助保护的 control 回路	142
第 12 章	220kV 母线差动保护	144
12.1	WMZ-41B 型母线差动保护的电流回路	145
12.2	WMZ-41B 型母线差动保护的电压回路	145
12.3	WMZ-41B 型母线差动保护的直流电源回路	146
12.4	WMZ-41B 型母线差动保护的开入回路	147
12.5	WMZ-41B 型母线差动保护的开出回路	150
12.6	WMZ-41B 型母线差动保护的信号回路	151
第 13 章	110kV 线路保护	153
13.1	保护装置的电流回路	154
13.2	保护装置的电压回路	155
13.3	保护装置的直流电源回路	156
13.4	110kV 线路保护的 control 回路	157
13.5	110kV 线路保护装置的 control 回路	160
第 14 章	测控装置	162
14.1	测量单元	162
14.2	遥信单元	163
14.3	控制输出单元	163
14.4	脉冲计数单元	165
14.5	通信单元	165
14.6	人机接口单元	165
参考文献		166

220kV模板变电站设备的基本配置

为便于行文与分析,本书以某一实际运行的 220kV 变电站为模板(以下称模板站),介绍其二次回路的基本接线,因该变电站完成设计的时间为 2006 年,在《国家电网公司输变电工程典型设计》出版之前,故在二次回路接线图中存在一些旧的图形符号和名称,为保持图纸的原貌,本书对采用的图纸未加改动。

1.1 一 次 设 备

1.1.1 模板变电站一次设备的配置

主变压器:容量为 120MVA 的三相风冷变压器 2 台,型号为 SFSZ10 - 120000/220;

220kV 出线:2 回,220kV 线路一和 220kV 线路二;

110kV 出线:7 回,110kV 线路一至 110kV 线路七;

10kV 系统不出线,每段母线配置 2 组电容器、1 台站用变压器;

110kV 隔离开关:型号为 GW4 - 126W,操动机构 CJ6;

220kV 隔离开关:型号为 SPVT;

110kV 断路器:型号为 LW25 - 126;

220kV 断路器:型号为 GL314;

110kV 电流互感器:型号为 LB6 - 110W;

220kV 电流互感器:型号为 LVQB - 220W2;

110kV 电压互感器:型号为 TYD 110/ $\sqrt{3}$ -0.02H;

220kV 电压互感器:型号为 TYD220/ $\sqrt{3}$ -0.005H;

10kV 断路器:型号为 ZN63A (VS1);

10kV 电流互感器:型号为 REL - 10;

10kV 站用变压器:型号为 SC9 - 400/10。

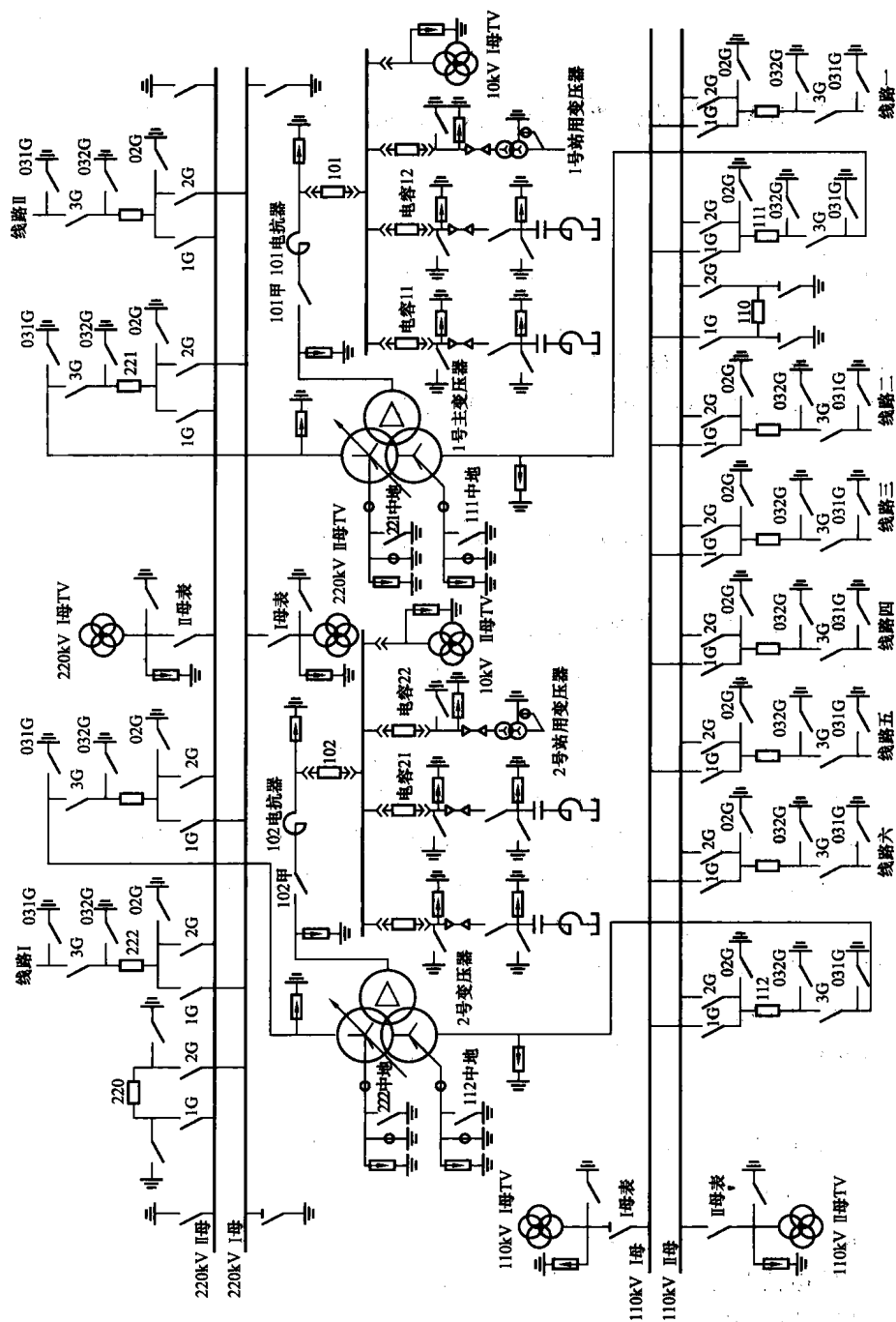


图 1-1 一次设备接线图

1.1.2 主接线

电力系统中的电气设备按作用的不同可分为一次设备和二次设备。一次设备是指直接进行电能的生产、输送、分配的电气设备，包括发电机、变压器、母线、架空线路、电力电缆、断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器、避雷器等。由一次设备连接组成的电路称为一次接线或主接线，用规定的文字符号和图形符号按照设备的连接顺序来表示电气设备的组成及连接关系的图形称为一次设备接线图。

本模板站 220kV 电气主接线采用双母线接线，采用户外设备；110kV 电气主接线采用双母线接线，采用户外设备；10kV 电气主接线采用单母线接线，采用户内开关柜设备。如图 1-1 所示为一次设备接线图。

1.2 二次设备

为实现电力系统的安全、稳定运行，除了一次设备外，还必须有相应的二次设备。二次设备是指对一次设备进行检测、控制、调节和保护的设备，包括各种测量仪表、控制和信号装置、继电保护及安全自动装置等。广义的二次设备还包括站内低压交直流系统、通信系统监控及远动系统等。

1.2.1 模板变电站二次设备的配置

保护装置配置如下。

主变压器保护装置：配置 CSC-326B 型数字式变压器保护、CSC-336A 型非电量保护、CSC-122T 型断路器辅助保护、JFZ-12TB 和 JFZ-13TB 型组合操作箱；

220kV 出线保护装置：主保护为 RCS-931B 型光纤差动保护（配 CZX-12R1 型操作箱）、WXH-802 型高频闭锁保护（配 ZYQ-81 操作箱，SF-960 收发信机）和 WDLK-864 型断路器保护；

220kV 母线保护：WMZ-41B 型微机母线保护；

220kV 母联保护：RCS-923A 型断路器失灵及辅助保护装置；

110kV 出线保护装置：CSC-161A 型线路保护；

110kV 母线保护：WMZ-41B 型微机母线保护；

110kV 母联保护：RCS-9611A II 型断路器失灵及辅助保护装置；

电容器保护装置：WCR-823 型微机电容器保护测控装置；

站用变压器保护装置：WCR-821 型微机厂用变压器保护测控装置。

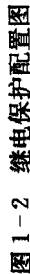


图 1-2 继电保护配置图

图 1-2 为变电站的继电保护配置图，它是在一次设备接线图的基础上简化一些接线，同时将继电保护的基本信息添加上去，能比较直观地反映变电站的保护配置、定值大小等情况。

1.2.2 二次设备的布置

二次设备的布置分集中布置和分散布置两种。集中布置是将变电站中所有的控制、保护和自动装置都集中在主控室内；分散布置是将继电保护、测控装置等二次设备按电压等级分散布置到各配电装置的保护小室内。采取何种布置方式主要是根据整体工程造价的经济性来确定。

二次设备的布置原则：

- (1) 按主设备的电压等级分别排列，做到设备分区清晰，不易发生误操作。
- (2) 需要经常监视、操作的屏柜，如测控屏等应布置在比较突出的位置上。
- (3) 电压并列切换屏、故障录波屏、自动装置屏等一般布置在保护屏的后排，但应保证小母线的连贯性。

(4) 当后期工程有较多的预留屏位时，应考虑后期扩建时不致造成施工困难。

本模板站的二次设备采取集中布置方式。在主控楼一楼设置保护室，布置站内 220kV 系统的保护屏、110kV 系统的保护屏、主变压器保护设备、直流系统设备、低压交流屏、保护及故障信息采集屏、故障录波屏。在主控楼二楼设置主控室及监控室，布置监控设备，包括 220kV 系统测控设备、110kV 系统测控设备、主变压器测控屏、公共测控屏、网络柜、电度表柜、远动屏。10kV 电容器、站用变压器的二次设备采用保护测控一体化装置，分散布置在就地开关柜上。

图 1-3 是一楼保护室屏位布置图，图中虚线部分为预留屏位。

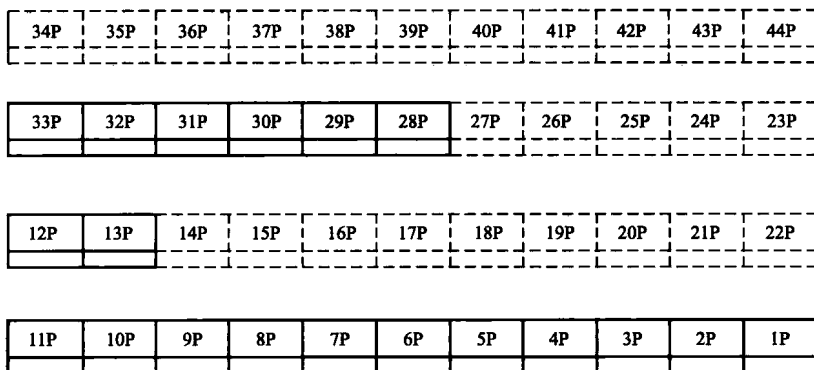


图 1-3 一楼保护室屏位布置图

图 1-3 中 1P 为 220kV 线路一光纤差动保护屏；2P 为 220kV 线路一高频距离保护屏；3P 为 220kV 线路二光纤差动保护屏；4P 为 220kV 线路二高频距离保护屏；5P 为 220kV 第一套母线保护屏（含失灵保护）；6P 为 220kV 第二套母线保护屏；7P 为 1 号主变压器保护屏 A；8P 为 1 号主变压器保护屏 B；9P 为 2 号主变压器保护屏 A；10P 为 2 号主变压器保护屏 B；11P 为主变压器消防控制屏；12P 为 220kV、110kV 母联保护屏；13P 为 220kV 故障录波屏；14P 为 220kV、110kV 电压重动并列辅助柜；15P~22P 为 220kV 线路保护屏备用；23P~27P 为 110kV 线路保护屏备用；28P 为 110kV 线路五、六保护屏；29P 为 110kV 线路四、三保护屏；30P 为 110kV 线路二、一保护屏；31P 为 110kV 母线保护屏；32P 为 110kV 故障录波屏；33P 为继电保护及故障信息管理柜；第一、二排为 220kV 设备的保护屏；第三、四排为 110kV 设备的保护屏；第五排为直流设备屏；第六排为低压交流设备屏。

图 1-4 为二楼监控室屏位布置图，图中虚线部分为预备屏位。

33P	32P	31P	30P	29P	28P	27P	26P	25P	24P	23P

12P	13P	14P	15P	16P	17P	18P	19P	20P	21P	22P

11P	10P	9P	8P	7P	6P	5P	4P	3P	2P	1P

图 1-4 二楼监控室屏位布置图

图 1-4 中：1P~3P 为备用屏；4P 为 2 号主变压器测控屏；5P 为 1 号主变压器测控屏；6P 为 110kV 线路测控屏；7P 为 110kV 线路及母联测控屏；8P 为 220kV 线路及母联测控屏；9P 为公用测控屏；10P 为远动屏；11P 为网络通信屏；12P 为电压切换屏 I；13P 为电压切换屏 II；14P 为压切换屏 III；15P 为电压切换屏 IV；16P 为关口表屏 I，17P 为关口表屏 II，18P 为监控逆变电源屏；19P 为事故逆变电源屏；20P 为调度专网设备屏；22P~33P 为通信屏。

站用电系统

2.1 站用变压器的常见接线形式

变电站站用电系统是保障变电站安全、可靠运行的一个重要环节，站用变压器的接线形式直接或间接地影响到变电站安全、可靠运行。本模板站采用图 2-1 所示的接线形式。

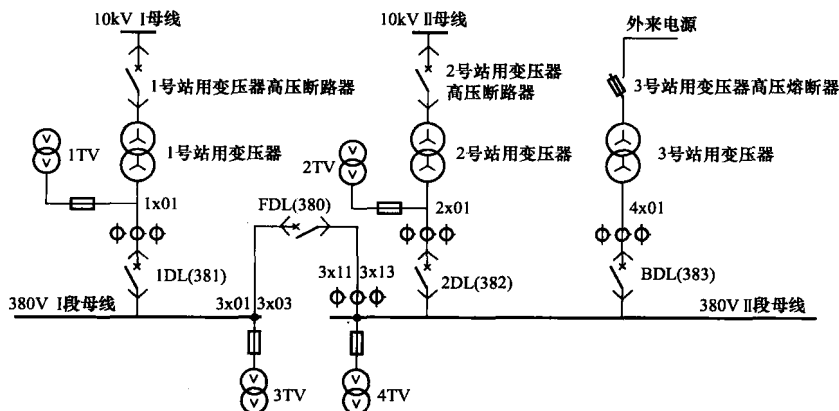


图 2-1 站用变压器接线图

图 2-1 中 1TV 为电源 I 进线电压互感器；2TV 为电源 II 进线电压互感器；3TV 为 380V I 段母线电压互感器；4TV 为 380V II 段母线电压互感器；1DL 为 380V I 段母线电源进线断路器；FDL 为分段断路器；2DL 为 380V II 段母线电源进线断路器，BDL 为 380V II 段母线备用电源进线断路器，图中 1DL、2DL、FDL 断路器为图纸设计时的符号，变电站运行后的设备编号为 381 断路器、382 断路器和 380 断路器。

(1) 1、2 号站用变压器分别接在 10kV I、II 母线上；3 号站用变压器为建设变电站时的施工变压器，接外来电源。

(2) 1、2 号站用变压器的低压侧各带一段 380V 低压交流母线；3 号站用变压器的低压侧接在 380V II 段低压母线上；站内的低压交流负荷分别接在

380V I、II段母线上。

(3) 在 380V I、II 段母线的电源进线上分别安装一组电压互感器 1TV、2TV，用于为备自投装置提供交流电压输入量；在 380V I、II 段母线上分别安装有一组电压互感器 3TV、4TV，用于测量。

站用电系统的正常运行方式：

如图 2-1 所示，站用电系统的运行方式以可靠性为前提。常见的有两种方式，一种是 1 号、2 号站用变压器各带一段低压交流母线运行（380 断路器在断开位置，两段母线分列运行），另一种是 1 号、2 号站用变压器中的一台带两段低压交流母线运行（380 断路器运行），另一台空载运行。在两种运行方式中 3 号站用变压器始终保持空载运行，以保证在 1 号、2 号站用变压器都失电的情况下仍能从外部获取站用电。

2.2 低压交流母线的备投装置

图 2-2 所示为 MP510 型微机备自投装置外部端子接线图，MP510 型微机备自投装置将采集到的电源进线的电压量和各断路器的开关量（工作位置）输入到微机装置中，由备自投装置的微机程序进行相应的运算、判断，经过运算后的跳合闸指令经开出回路接通相应断路器的跳合闸回路，对电源进行切换。

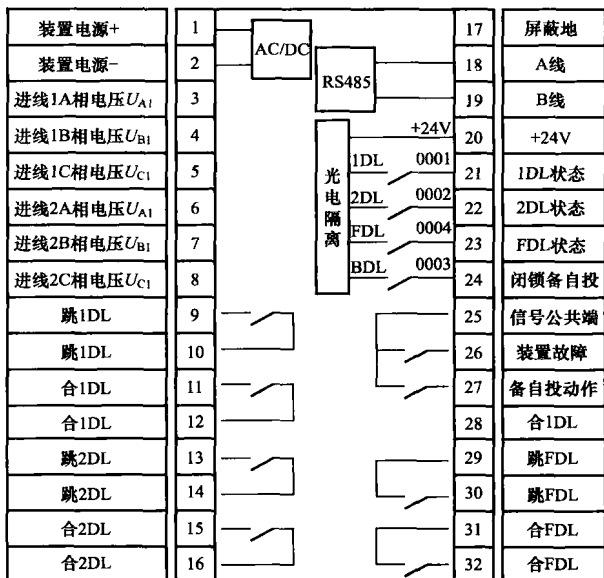


图 2-2 MP510 型微机备自投装置外部端子接线图

MP510 型微机备自投装置能实现母联备自投和线路备自投两种方式。

2.2.1 MP510 型微机备自投装置的电压回路

MP510 型微机备自投装置的电压取自电源进线上的电压互感器 1TV、2TV，1TV、2TV 按不完全星形进行接线，图 2-3 为电源进线 I 电压互感器的接线图，图 2-5 为电源进线 II 的 TV 接线图。所取得的电压直接接到 MP510 型微机备自投装置的交流电压端子，如图 2-4 所示。

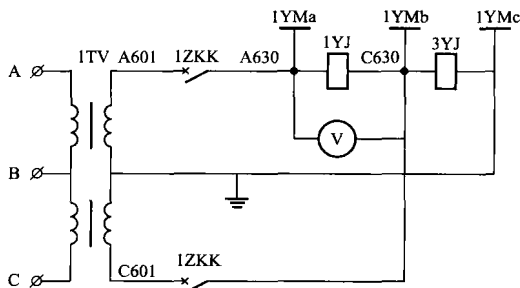


图 2-3 电源进线 I 电压互感器的接线图

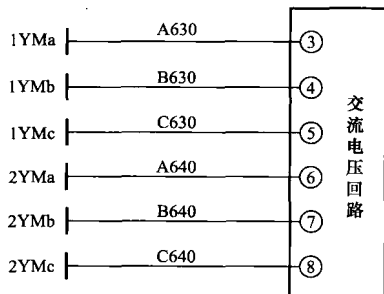


图 2-4 MP510 型微机备自投装置的电压回路图

图 2-3 中 1YJ 为电源进线 I AB 相电压继电器；3YJ 为电源 I 进线 BC 相电压继电器；1ZKK 为电源进线 I TV 二次空气开关；图 2-5 2YJ 为电源 II 进线 AB 相电压继电器；4YJ 为电源 II 进线 BC 相电压继电器；2ZKK 为电源 II 进线 TV 二次空气开关。

1YJ 动合触点串在进线 I 开关备自投合闸回路中，如图 2-7 所示，其作用是检测电源进线 I 的电压，当其电压满足定值电压时，其动合触点闭合，允许备自投装置合闸。3YJ 动断点串在备用进线开关的启动回路中，如图 2-10 所示，其作用是检测电源进线 I 的电压（2YJ、4YJ 的动断触点检测电源 II）进线的电压，当电源进线 I、II 电压失去时，其动断点闭合，启动备用电源。

2.2.2 MP510 型微机备自投装置的电源回路

图 2-6 为 MP510 型微机备自投装置的电源回路，MP510 型微机备自投装置的

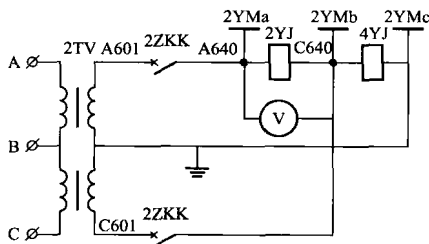


图 2-5 电源 II 进线电压互感器的接线图

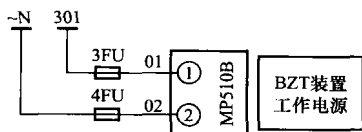


图 2-6 MP510 型微机备自投装置的电源回路接线图