(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101807355 B
(45)授权公告日 2012.01.11

(21)申请号 200810227351.0

(22)申请日 2008.11.26

(73)专利权人 中国石油天然气管道局
地址 065000 河北省廊坊市广阳道 87 号

(72)发明人 刘彦儒 肖兵 王成会 张文海 荣萍 张素玲 张宝玉 张小谦 张淑清 杨文川 张伟 王玮 田金波

(74)专利代理机构 北京市中实友知识产权代理有限责任公司 11013
代理人 金杰 任清汉

(51)Int.Cl.
G09B 7/02(2006.01)
G09B 9/00(2006.01)
G09B 19/00(2006.01)
G05B 19/418(2006.01)
H02B 1/20(2006.01)

(56)对比文件
CN 2049430 U,1989.12.13, 全文.
JP 特开 2005-27459 A,2005.01.27, 全文.
JP 特开 2000-341859 A,2000.12.08, 全文.
CN 101158847 A,2008.04.09, 全文.
CN 101227063 A,2008.07.23, 全文.
CN 201141903 Y,2008.10.29, 全文.

审查员 李宁馨

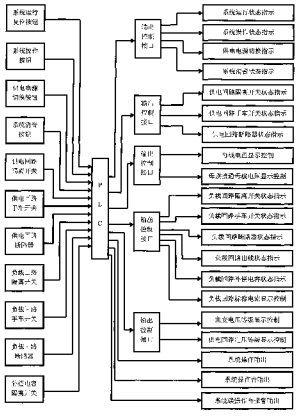
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 13 页

(54)发明名称

管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测方法及系统

(57)摘要

本发明是一种长输管道变电所操作安全预警及模拟培训的长输管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测方法及系统，涉及电路紧急保护装置、供电和配电的电路装置和管道系统技术领域。其特征是其检测操作按钮信号控制流程是：当有检测操作按钮信号，经逻辑判断，如错误，则发出声音报警，返回初始状态；如正确，则由输出控制接口分别控制发出按键音、隔离开关状态指示、手车开关状态指示、断路器状态指示、负载出线状态指示、补偿电容状态指示后返回初始状态。本发明功能多、灵活、能反复操作、安全可靠。



CN 101807355 B

1. 一种长输管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测方法，其特征是其检测操作按钮信号控制流程是：当检测到操作按钮信号时，经逻辑判断，如错误，则发出声音报警，返回初始状态；如正确，则由输出控制接口分别控制发出按键音、隔离开关状态指示、手车开关状态指示、断路器状态指示、负载出线状态指示、补偿电容状态指示后返回初始状态；所述检测操作按钮信号分为变压器高压和变压器低压两部分：

变压器高压部分分接地开关、高压 PT 开关、高压隔离开关、高压断路器、分段隔离开关、分段断路器六部分的操作逻辑方法：

①接地开关操作逻辑方法：当按下接地开关，高压 PT 开关如接通，则返回初始状态；如断开且接地开关也断开，则接通接地开关后返回，如接地开关接通，则断开接地开关后返回；

②高压PT开关操作逻辑方法：当按下高压PT开关，如接地开关接通，则返回初始状态；如接地开关断开，并高压隔离开关接通，则返回初始状态；如接地开关断开，并高压隔离开关断开，视高压 PT 开关的开关状态而定：若高压 PT 开关接通，则断开高压 PT 开关，返回初始状态；若高压 PT 开关断开，则接通高压 PT 开关，返回初始状态；

③高压隔离开关操作逻辑方法：当按下高压隔离开关，如高压 PT 开关断开，则返回初始状态；如高压 PT 开关接通，则视高压断路器的开关状态而定：若高压断路器接通，则返回初始状态；若高压断路器断开，并高压隔离开关接通，则断开高压隔离开关返回初始状态；若高压断路器断开，并高压隔离开关断开，则接通高压隔离开关返回初始状态；

④高压断路器操作逻辑方法：当按下高压断路器，如高压隔离开关断开，则返回初始状态；如高压隔离开关接通，则视高压断路器的开关状态而定：若高压断路器断开，则接通高压断路器返回初始状态；若高压断路器接通，并低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；若高压断路器接通，并低压 PT 接地开关断开，则断开高压断路器返回初始状态；

⑤分段隔离开关操作逻辑方法：当按下分段隔离开关，如高压断路器断开，则返回初始状态；如高压断路器接通，并分段断路器接通，则返回初始状态；如高压断路器接通，并分段断路器断开，则视分段隔离开关的状态而定：若分段隔离开关接通，则断开分段隔离开关返回初始状态；若分段隔离开关断开，则接通分段隔离开关返回初始状态；

⑥分段断路器操作逻辑方法：当按下分段断路器，如分段隔离开关断开，则返回初始状态；如分段隔离开关接通，则视低压 PT 接地开关的状态而定：若低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；若低压 PT 接地开关断开，并分段断路器接通，则断开分段断路器返回初始状态；若低压 PT 接地开关断开，并分段断路器断开，则接通分段断路器返回初始状态；

变压器低压部分分 PT 接地开关、PT 隔离开关、低压隔离开关、低压断路器、母联隔离开关、母联断路器六部分的操作逻辑方法：

①PT 接地开关操作逻辑方法：当按下 PT 接地开关，如低压 PT 开关接通，则返回初始状态；如低压 PT 开关断开，则视接地开关的状态而定：若接地开关接通，则断开接地开关返回初始状态；若接地开关断开，则接通接地开关返回初始状态；

②PT隔离开关操作逻辑方法：当按下PT隔离开关，如接地开关接通，则返回初始状态；如接地开关断开，并低压隔离开关接通，则返回初始状态；如接地开关断开，并低压隔离开关断开，则视低压PT隔离开关的状态而定：若低压PT隔离开关断开，则接通PT隔离开关返回初始状态；若低压 PT 隔离开关接通，则断开 PT 隔离开关返回初始状态；

③低压隔离开关操作逻辑方法：当按下低压隔离开关，如低压 PT 开关断开，则返回初始状态；如低压 PT 开关接通，并低压断路器接通，则返回初始状态；如低压 PT 开关断开，并低压断路器断开，则视低压隔离开关的状态而定：若低压隔离开关断开，则接通低压隔离开关返回初始状态；若低压隔离开关接通，则断开低压隔离开关返回初始状态；

④低压断路器操作逻辑方法：当按下低压断路器，如低压隔离开关断开，则返回初始状态；如低压隔离开关接通，则视低压断路器的状态而定：若低压断路器断开，则接通低压断路器返回初始状态；若低压断路器接通，并低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；若低压断路器接通，并低压 PT 接地开关断开，则断开低压断路器返回初始状态；

⑤母联隔离开关操作逻辑方法：当按下母联隔离开关，如供电段 PT 接地开关断开，则返回初始状态；如供电段 PT 接地开关接通，并母联断路器接通，则返回初始状态；如供电段 PT 接地开关接通，并母联断路器断开，则接通分段隔离开关返回初始状态；

⑥母联断路器操作逻辑方法：当按下母联断路器，如母联隔离开关断开，则返回初始状态；如母联隔离开关接通，并低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；如母联隔离开关接通，并低压 PT 接地开关断开，则按下分段断路器返回初始状态。

2. 根据权利要求 1 所述的长输管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测方法，其特征是在检测操作按钮信号控制流程中还有五防功能控制逻辑：防止带负载合隔离开关控制逻辑、防止误跳断路器控制逻辑、防止带负载拉隔离开关控制逻辑、防止带电挂接地线控制逻辑、防止带地线合隔离开关控制逻辑；

所述防止带负载合隔离开关控制逻辑分两种情况：一是初始状态断路器断开，若接地开关断开、隔离开关闭合、手车开关闭合、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器闭合；二是初始状态隔离开关断开，若接地开关断开、断路器断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器闭合；

所述防止误跳断路器控制逻辑为：初始状态断路器闭合，若接地开关断开、隔离开关闭合、手车开关闭合、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器断开；

所述防止带负载拉隔离开关控制逻辑为：初始状态隔离开关闭合，若接地开关断开、断路器断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器断开；

所述防止带电挂接地线控制逻辑为：初始状态接地开关断开，若断路器断开、隔离开关断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则接地开关闭合；

所述防止带地线合隔离开关控制逻辑为：初始状态隔离开关断开，若接地开关断开、断路器断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则隔离开关闭合。

3. 一种如权利要求 1 所述方法的长输管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测系统，其特征是它包括控制系统和供电电路两部分：控制系统由 PLC 控制系统、操作和指示系统组成；系统运行复位按钮、系统操作按钮、供电电源切换按钮、系统消音按钮、供电回路隔离开关、供电回路手车开关、供电回路断路器、负载回路隔离开关、负载回路手车开关、负载回路断路器、补偿电容隔离开关均接 PLC 控制系统的输入端，而 PLC 控制系统的输出端接 5 个输出控制接口及直接接系统操作输出、系统操作音输出、系统误操作音报警输出；5 个输出控制接口中的第一个分别接系统运行状态指示、系统操作状态指示、供电电源切换指示、系统消音状态指示；第二个分别接供电回路隔离开关状态指示、供电回路手车开关状态指示、供电回路断路器状态指示；第三个分别接母线电压显示控制、母联接通母线电压显

示控制；第四个分别接负载回路隔离开关状态指示、负载回路手车开关状态指示、负载回路断路器状态指示、负载回路出线状态指示、负载回路补偿电容状态指示、负载回路标称电流显示控制；第五个分别接主变电压等级显示控制、供电回路电压等级显示控制；

供电电路部分包括主变电源进线、高压和低压三部分：

主变电源进线高压侧采用内桥接线，选用两台主变；两个电源进线分别模拟两个电压等级，即 110kV 和 35kV；设有电源监测、防雷保护和接地保护；

高压供电接线分为两段，来自 1# 主变的 1# 进线接 I 段 PT 和多台泵电机；来自 2# 主变的 2# 进线接 II 段 PT、备用、站变和多台泵电机；1# 进线和 2# 进线之间由母线连络连接；

低压供电接线采用单母线分段接线，电压等级为 6kV；负荷有照明、动力柜、仪表、直流柜、通信。

管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明是一种长输管道变电所操作安全预警及模拟培训的长输管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测方法及系统，涉及电路紧急保护装置、供电和配电的电路装置和管道系统技术领域。

背景技术

[0002] 目前长输管道现有变电所运行人员的培训方法除在校学习专业知识外，就是在变电所跟班实习，这种培训方式虽是有效的，但不够理想；由于电力生产和运行的特点是其生产的连续性，因此这一特点决定了运行人员在其日常工作中只能“看、听、想”，而不能动手练。一旦出现异常、事故需要动手时，就要求在很短的时间内不允许有丝毫差错地进行系统的各种倒闸操作，这项工作只有具备熟练的实际操作技能的人员才能很好地完成。因此，为了保证输油气泵站变电所安全可靠地运行，必须对变电所运行人员进行有效的培训，并且是能适应各层次管道变电所操作人员离线培训需求，操作方式与变电所在线操作系统操作方式完全相同，操作人员培训就如同亲临实际现场一样能进行灵活的、安全可靠的、反复的操作练习，使操作运行人员可从中积累处理各种异常、障碍和事故的经验，提高操作技能，以提高变配电运行人员的综合素质。

发明内容

[0003] 本发明的目的是发明一种功能多、灵活、能反复操作、安全可靠、能客观、准确地实现变电所运行操作人员操作训练的管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测方法及系统。

[0004] 本发明是选择长输管道泵站变电所典型的桥型接线为原形，在充分体现长输管道泵站变电所特点的基础上，开发出的一套管道泵站变电所运行岗操作人员培训、操作票检验和变电所系统工作状态模拟显示方法及装置。

[0005] 本管道变电所模拟操作安全预警操作按钮信号检测的控制流程如图 3 所示。其检测操作按钮信号控制流程是：当有检测操作按钮信号，经逻辑判断，如错误，则发出声音报警，返回初始状态；如正确，则由输出控制接口分别控制发出按键音、隔离开关状态指示、手车开关状态指示、断路器状态指示、负载出线状态指示、补偿电容状态指示后返回初始状态。

[0006] 其中：

[0007] 检测操作按钮信号分为变压器高压和变压器低压两部分：

[0008] 变压器高压部分如图 1 所示，变压器高压部分分接地开关、高压 PT 开关、高压隔离开关、高压断路器、分段隔离开关、分段断路器六部分的操作逻辑方法：

[0009] ①接地开关操作逻辑方法：当按下接地开关，高压 PT 开关如接通，则返回初始状态；如断开且接地开关也断开，则接通接地开关后返回，如接地开关接通，则断开接地开关

后返回；

[0010] ②高压 PT 开关操作逻辑方法：当按下高压 PT 开关，如接地开关接通，则返回初始状态；如接地开关断开，并高压隔离开关接通，则返回初始状态，高压隔离开关断开，视高压 PT 开关的开关状态而定：若高压 PT 开关接通，则断开高压 PT 开关，返回初始状态；若高压 PT 开关断开，则接通高压 PT 开关，返回初始状态；

[0011] ③高压隔离开关操作逻辑方法：当按下高压隔离开关，如高压 PT 开关断开，则返回初始状态；如高压 PT 开关接通，则视高压断路器的开关状态而定：若高压断路器接通，则断开高压隔离开关返回初始状态；若高压断路器断开，则接通高压隔离开关返回初始状态；

[0012] ④高压断路器操作逻辑方法：当按下高压断路器，如高压隔离开关断开，则返回初始状态；如高压隔离开关接通，则视高压断路器的开关状态而定：若高压断路器断开，则接通高压断路器返回初始状态；若高压断路器接通，并低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；若高压断路器接通，并低压 PT 接地开关断开，则断开高压断路器返回初始状态；

[0013] ⑤分段隔离开关操作逻辑方法：当按下分段隔离开关，如高压断路器断开，则返回初始状态；如高压断路器接通，并分段隔离开关接通，则返回初始状态；如高压断路器接通，并分段隔离开关断开，则视分段隔离开关的状态而定：若分段隔离开关接通，则断开分段隔离开关返回初始状态；若分段隔离开关断开，则接通分段隔离开关返回初始状态；

[0014] ⑥分段断路器操作逻辑方法：当按下分段断路器，如分段隔离开关断开，则返回初始状态；如分段隔离开关接通，则视低压 PT 接地开关的状态而定：若低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；若低压 PT 接地开关断开，并分段断路器接通，则断开分段断路器返回初始状态；若低压 PT 接地开关断开，并分段断路器断开，则接通分段断路器返回初始状态；

[0015] 站场低压供电部分分 PT 接地开关、PT 隔离开关、隔离开关、断路器、母联隔离开关、母联断路器六部分的操作逻辑方法（见图 2）：

[0016] ①PT 接地开关操作逻辑方法：当按下 PT 接地开关，如 PT 开关接通，则返回初始状态；如 PT 开关断开，则视接地开关的状态而定：若接地开关接通，则断开接地开关返回初始状态；若接地开关断开，则接通接地开关返回初始状态；

[0017] ②PT 隔离开关操作逻辑方法：当按下 PT 隔离开关，如接地开关接通，则返回初始状态；如接地开关断开，并低压隔离开关接通，则返回初始状态；如接地开关断开，并则低压隔离开关断开，则视低压 PT 隔离开关的状态而定：若低压 PT 隔离开关断开，则接通 PT 隔离开关返回初始状态；若低压 PT 隔离开关接通，则断开 PT 隔离开关返回初始状态；

[0018] ③低压隔离开关操作逻辑方法：当按下低压隔离开关，如低压 PT 开关断开，则返回初始状态；如低压 PT 开关接通，并低压断路器接通，则返回初始状态；如低压 PT 开关断开，并低压断路器断开，则视低压隔离开关的状态而定：若低压隔离开关断开，则接通低压隔离开关返回初始状态；若低压隔离开关接通，则断开低压隔离开关返回初始状态；

[0019] ④低压断路器操作逻辑方法：当按下低压断路器，如低压隔离开关断开，则返回初始状态；如低压隔离开关接通，则视低压断路器的状态而定：若低压断路器断开，则接通低压断路器返回初始状态；若低压断路器接通，并低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；若低压断路器接通，并低压 PT 接地开关断开，则断开低压断路器返回初始状态；

[0020] ⑤母联隔离开关操作逻辑方法：当按下母联隔离开关，如供电段 PT 接地开关断

开，则返回初始状态；如供电段 PT 接地开关接通，并母联断路器接通，则返回初始状态；如供电段 PT 接地开关接通，并母联断路器断开，则接通分段隔离开关返回初始状态；

[0021] ⑥母联断路器操作逻辑方法：当按下母联断路器，如母联隔离开关断开，则返回初始状态；如母联隔离开关接通，并低压 PT 接地开关接通，则返回初始状态；如母联隔离开关接通，并低压 PT 接地开关断开，则按下分段断路器返回初始状态；

[0022] 为了防止意外发生，在操作安全预警控制流程中还有五防功能，即防止带负载合隔离开关控制逻辑、防止误跳断路器控制逻辑、防止带负载拉隔离开关控制逻辑、防止带电挂接地线控制逻辑、防止带地线合隔离开关控制逻辑：

[0023] 防止带负载合隔离开关控制逻辑又分两种情况：一如图 4 所示；初始状态断路器断开，若接地开关断开、隔离开关闭合、手车开关闭合、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器闭合；二如图 6 所示；初始状态隔离开关断开，若接地开关断开、断路器断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器闭合；

[0024] 防止误跳断路器控制逻辑如图 5 所示；初始状态断路器闭合，若接地开关断开、隔离开关闭合、手车开关闭合、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器断开；

[0025] 防止带负载拉隔离开关控制逻辑如图 7 所示；初始状态隔离开关闭合，若接地开关断开、断路器断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则断路器断开；

[0026] 防止带电挂接地线控制逻辑如图 8 所示；初始状态接地开关断开，断路器断开、隔离开关断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则接地开关闭合；

[0027] 防止带地线合隔离开关控制逻辑如图 9 所示；初始状态隔离开关断开，若接地开关断开、断路器断开、补偿电容断开、供电电源工作、互感器投运，则隔离开关闭合；

[0028] 另有常规的防止人员误入带电间隔控制逻辑，如图 10 所示，初始状态系统停运，若系统投运、进入检动作，则系统报警。

[0029] 按上述方法，本发明之系统包括控制系统和供电电路两部分。

[0030] 控制系统的构成如图 11 所示，是由 PLC 控制系统、操作和指示系统组成。系统运行复位按钮、系统操作按钮、供电电源切换按钮、系统消音按钮、供电回路隔离开关、供电回路手车开关、供电回路断路器、负载回路隔离开关、负载回路手车开关、负载回路断路器、补偿电容隔离开关均接 PLC 的输入端，而 PLC 的输出端接 4 个输出控制接口及直接接系统操作输出、系统操作音输出、系统误操作音报警输出；4 个输出控制接口中的一个分别接系统运行状态指示、系统操作状态指示、供电电源切换指示、系统消音状态指示；第二个分别接供电回路隔离开关状态指示、供电回路手车开关状态指示、供电回路断路器状态指示；第三个分别接母线电压显示控制、母联接母线电压显示控制；第四个分别接负载回路隔离开关状态指示、负载回路手车开关状态指示、负载回路断路器状态指示、负载回路出线状态指示、负载回路补偿电容状态指示、负载回路标称电流显示控制；第五个分别接主变电压等级显示控制、供电回路电压等级显示控制。

[0031] 供电电路部分包括主变电源进线、高压和低压三部分。

[0032] 长输管道变电所操作安全预警装置屏面示意图见图 12；主变电源进线如图 13 所示。主变电源进线高压侧采用内桥接线，选用两台主变；两个电源进线分别模拟两个电压等级，即 110kV 和 35kV；设有电源监测、防雷保护和接地保护。

[0033] 高压供电接线分为两段，图 14 为高压供电（I 段）接线图，图 15 为高压供电（II

段）接线图。来自 1# 主变的 1# 进线接 I 段 PT 和多台泵电机；来自 2# 主变的 2# 进线接 II 段 PT、备用、站变和多台泵电机。

[0034] 高压供电 I 段、II 段母线联络接线图见图 16，是 1# 进线和 2# 进线之间由母线连络连接。

[0035] 低压供电接线图如图 17 所示，低压侧采用单母线分段接线，电压等级为 6kV；负荷有照明、动力柜、仪表、直流柜、通信。动力柜负荷主要由输油泵、消防泵等动力设备组成。

[0036] 一段开关设备选用隔离开关和断路器，二段选用高压开关柜作为用电设备的控制和保护。设有负荷监测、接地保护、防雷保护、过载和短路保护等装置。

[0037] 另外，本系统中采用红外探头对进入带电间隔的人员进行探测，当有人员进入带电间隔时，系统发出声音报警信号，以此模拟防止人员误入带电间隔的防护功能。

[0038] 站场高低压接线原理：

[0039] 系统实时检测模拟屏操作按钮，判断是否满足“五防”操作规程；操作正确时，输出控制相应指示灯，表示完成一次正确操作，并输出正确操作音和正确操作输出脉冲；操作错误时，输出错误操作音，并输出错误操作输出脉冲。

[0040] 管道变电所操作安全预警系统屏面示意图如图 12 所示。

[0041] 本发明利用 PLC 技术和必要的变电所物理模拟设备，在离线状态下能够实现防止电气误操作的闭锁装置，既所谓“五防”功能：防止误跳、误合断路器；防止带负载拉、合隔离开关；防止带电挂接地线；防止带地线合隔离开关；防止人员误入带电间隔。

[0042] 本发明功能多、灵活、能反复操作、安全可靠，能客观、准确地实现变电所运行操作人员操作训练。

附图说明

[0043] 图 1 管道变电所操作安全预警流程图（高压部分）

[0044] 图 2 管道变电所操作安全预警流程图（低压部分）

[0045] 图 3 操作安全预警的系统控制流程图

[0046] 图 4 防止带负载合隔离开关控制逻辑图

[0047] 图 5 防止误跳断路器控制逻辑图

[0048] 图 6 防止带负载合隔离开关控制逻辑图

[0049] 图 7 防止带负载拉隔离开关控制逻辑图

[0050] 图 8 防止带电挂接地线控制逻辑图

[0051] 图 9 防止带地线合隔离开关控制逻辑图

[0052] 图 10 防止人员误入带电间隔控制逻辑图

[0053] 图 11 管道变电所操作安全预警系统原理框图

[0054] 图 12 管道变电所操作安全预警装置屏面示意图

[0055] 图 13 管道变电所操作安全预警系统主变电源进线图

[0056] 图 14 管道变电所操作安全预警系统站场高压供电（I 段）接线图

[0057] 图 15 管道变电所操作安全预警系统站场高压供电（II 段）接线图

[0058] 图 16 管道变电所操作安全预警系统站场高压供电 I 段、II 段母线联络接线图

[0059] 图 17 管道变电所操作安全预警系统站场低压供电接线图

具体实施方式

[0060] 实施例．本例的构成如图 11 所示，是由 PLC 控制系统、操作和指示系统组成。系统运行复位按钮、系统操作按钮、供电电源切换按钮、系统消音按钮、供电回路隔离开关、供电回路手车开关、供电回路断路器、负载回路隔离开关、负载回路手车开关、负载回路断路器、补偿电容隔离开关均接 PLC 的输入端，而 PLC 的输出端接 4 个输出控制接口及直接接系统操作输出、系统操作音输出、系统误操作音报警输出；4 个输出控制接口中的一个分别接系统运行状态指示、系统操作状态指示、供电电源切换指示、系统消音状态指示；第二个分别接供电回路隔离开关状态指示、供电回路手车开关状态指示、供电回路断路器状态指示；第三个分别接母线电压显示控制、母联接母线电压显示控制；第四个分别接负载回路隔离开关状态指示、负载回路手车开关状态指示、负载回路断路器状态指示、负载回路出线状态指示、负载回路补偿电容状态指示、负载回路标称电流显示控制；第五个分别接主变电压等级显示控制、供电回路电压等级显示控制。

[0061] 图中系统检测接收模拟屏操作按钮信号，经 PLC 逻辑判断后输出控制信号，输出控制接口将 PLC 的控制信号转换、扩展成面板显示控制信号模拟显示执行器状态。

[0062] 管道变电所操作安全预警装置屏面示意图见图 12。

[0063] 主变电源进线如图 13 所示。主变电源进线高压侧采用内桥接线，选用两台主变；两个电源进线分别模拟两个电压等级，即 110kV 和 35kV；设有电源监测、防雷保护和接地保护。

[0064] 高压供电接线分为两段，图 14 为高压供电（I 段）接线图，图 15 为高压供电（II 段）接线图。来自 1# 主变的 1# 进线接 I 段 PT 和多台泵电机；来自 2# 主变的 2# 进线接 II 段 PT、备用、站变和多台泵电机。

[0065] 高压供电 I 段、II 段母线联络接线图如图 16 所示，1# 进线和 2# 进线之间由母线连络连接。

[0066] 低压供电接线图如图 17 所示，低压侧采用单母线分段接线，电压等级为 6kV；负荷有照明、动力柜、仪表、直流柜、通信。动力柜负荷主要由输油泵、消防泵等动力设备组成。

[0067] 一段开关设备选用隔离开关和断路器，二段选用高压开关柜作为用电设备的控制和保护。设有负荷监测、接地保护、防雷保护、过载和短路保护等装置。

[0068] 另外，本系统中采用红外探头对进入带电间隔的人员进行探测，当有人员进入带电间隔时，系统发出声音报警信号，以此模拟防止人员误入带电间隔的防护功能。

[0069] 系统及接口说明：

[0070] 主变电源进线回路隔离开关（图 13 中 1101-1、1101-2、1101-3、1102-1、1102-2、1102-3）：用来隔离供电电源，以保证其它电器设备的安全检修；

[0071] 主变电源进线回路断路器（图 13 中 1101、1102）：用来通断供电电流，并在严重过载和短路时自动跳闸，切断过载电流和短路电流；

[0072] 高压供电回路手车开关（图 15 中 614、.....618）：兼有隔离开关和断路器的双重作用，具有操作灵活的特点；

[0073] 高压供电回路隔离开关（图 14 中 603-1、603-2、605-1、605-2、.....611-1、611-2）：用来隔离高压母线，以保证其他电器设备的安全检修；

[0074] 高压供电回路断路器（图 14 中 603、605、.....611）：用来通断负载回路电流，并在严重过载和短路时自动跳闸，断开故障回路；

[0075] 低压供电回路手车开关（图 17 中 041、042、043、044、045、046、049）：兼有隔离开关和断路器的双重作用，具有操作灵活的特点；

[0076] 低压供电补偿电容隔离开关（图 17 中 040）：用来隔离电容器和高压电源，以保证电容器的安全检修；

[0077] 系统运行复位按钮（见图 11）：系统运行按钮与系统操作按钮配合使用，按下系统运行按钮显示当前变电所供变电系统的运行状态；当按下系统运行按钮达三秒钟时，供变电系统设备全部复位，即主接线图中接地隔离开关接通，其余隔离开关和断路器全部断开；

[0078] 系统操作按钮（见图 11）：按下系统操作按钮系统进入操作状态，此时可通过模拟屏上的操作按钮模拟各种倒闸操作；

[0079] 供电电源切换按钮（见图 11）：长输管道变电所供电有 220kV 和 110kV 两种，为了反映出长输管道变电所供电情况设置了此按钮；

[0080] 系统消音按钮（见图 11）：在系统操作时会发出操作按钮音和错误操作音，此提示音可在按下消音按钮后关闭；

[0081] 输出控制接口（见图 11）：完成 PLC 的 I/O 端与模拟各种电力控制设备的按钮和指示灯的接口；

[0082] 系统操作输出（见图 11）：输出系统操作脉冲；

[0083] 系统操作音输出（见图 11）：非消音时系统正确操作时的声音提示；

[0084] 系统误操作音报警输出（见图 11）：非消音时系统错误操作时的声音提示。

[0085] 本系统按照前述的操作安全预警系统的控制流程和操作计数及考核成绩显示流程进行运行。

[0086] 其操作安全预警系统的控制流程如图 3 所示。控制流程分为检测操作按钮信号和操作计数及考核成绩显示流程，检测操作按钮信号控制流程是：当有检测操作按钮信号，经逻辑判断，如错误，则发出声音报警，返回初始状态；如正确，则由输出控制接口分别控制发出按键音、隔离开关状态指示、手车开关状态指示、断路器状态指示、负载出线状态指示、补偿电容状态指示后返回初始状态。

[0087] 操作过程：

[0088] 本系统具有的四种基本工作方式，即两台变压器分别供电；两台变压器并列供电（一般不允许并列）；由一路电源两台变压器分别供电；由一路电源一台变压器供电。这三种基本工作方式在相互切换时能完成四十二项倒闸操作。

[0089] 系统操作分为两部分，一是开关复位后三种基本运行方式下系统投入运行的操作；二是由某种运行方式直接转换到另一种运行方式的操作。

[0090] 1. 开关复位后三种基本运行方式下系统投入运行的操作：

[0091] ①打开模拟屏上的钥匙开关；

[0092] ②按住运行按钮大于 3 秒钟各开关复位；

[0093] ③按操作按钮；

[0094] ④按照以下各种运行方式的具体操作步骤操作；

[0095] ⑤操作完成后，按运行按钮（指示灯变为红色），模拟屏上的各开关不能操作；

[0096] 2. 开关复位后三种基本运行方式下系统投入运行的操作包括下列七种方式：

[0097] 由两路电源两台变压器分别供电；

[0098] 1AA 段电源进线和两台变压器分别供电；

[0099] 2AA 段电源进线和两台变压器分别供电；

[0100] 1AA 段电源进线 1# 变压器单独供电；

[0101] 2AA 段电源进线 2# 变压器单独供电；

[0102] 1AA 段电源进线 2# 变压器单独供电；

[0103] 2AA 段电源进线 1# 变压器单独供电。

[0104] 长输管道变电所操作安全预警系统功能：

[0105] 1. 泵站变电所离线“五防”功能，即：

[0106] ①防止误跳、误合断路器；

[0107] ②防止带负载合隔离开关；

[0108] ③防止带负载拉隔离开关；

[0109] ④防止带电挂接地线；

[0110] ⑤防止带地线合隔离开关；还有防止人员误入带电间隔功能；

[0111] 系统中以 PLC 模拟的方式实现变电所设备操作的闭锁保护，这是本系统培训的主要功能，当产生误操作时，系统发出错误报警音；另外的防止人员误入带电间隔功能，现场设备采用的是物理防护，本系统中采用红外探头对进入带电间隔的人员进行探测，当有人员进入带电间隔时，系统发出声音报警信号，以此模拟防止人员误入带电间隔的防护功能；

[0112] 2. 模拟变电所模拟量（电压、电流等）显示功能

[0113] 对于供电回路供电电压、站内主变参数、母线电压、负载电流均按标称值进行显示，使学员对整个变电所的设备运行参数有全面的了解；

[0114] 3. 各种复杂运行方式下的倒闸操作的正误判断，对错误操作可发出报警信息；

[0115] 系统的“五防”功能决定了所有变电所电气设备的操作规程，违背此操作规程是变电所操作所不允许的，此时，系统发出误操作声音报警；

[0116] 4. 系统进行 7 种基本操作，42 项供电倒闸操作和根据出线数量对各用电设备供电和切换操作，同时，系统配置了 16 条二次高压负载出线回路和低压负载出线回路，根据需要可进行负载设备供电的切换操作；

[0117] 5. 附属功能

[0118] ①倒闸操作票验证功能；

[0119] 变电所操作是按照操作票进行操作的，操作票编制的正确与否，可以应用本系统对操作票进行验证，从而保证操作票操作程序的正确，克服操作票中不规范和错误的操作步骤，起到变电所操作安全预警的作用；

[0120] ②变电所运行模拟管理功能；

[0121] 系统可以根据变电所设备的投运情况进行设置显示，使当前设备运行状态一目了然，便于变电所的供电管理；

[0122] ③系统状态掉电记忆功能；

[0123] 系统软件设计采用具有掉电记忆功能的内部寄存器，当系统掉电后能够记忆系统当前状态，上电后，系统将显示与掉电前完全相同的系统状态信息；

[0124] ④电网频率监测功能；

[0125] 系统以一个 4 位数字表头显示当前电网频率，电网频率监测仪显示周期为 800ms，显示精度在 800ms 内平均值为 0.01Hz；其作用是使学员了解电网频率的变化情况；

[0126] ⑤可显示日历、时钟、安全运行天数及掉电走时功能；

[0127] 为了与现场的变电所模拟屏保持一致，系统设置了日历、时钟及安全累进日板显示器，其中日历、时钟具有掉电走时功能；系统对已设定和累进的安全运行天数进行存储，并根据日历的时间以及系统掉电后日历、时钟的走时情况计算出相应的天数，累加到安全运行天数中，保证系统掉电恢复后也能有正确的显示。

[0128] 本发明的有益效果是，它适应各层次长输管道变电所操作人员离线培训需求，操作方式与变电所在线操作系统操作方式完全相同。本例功能多，有四十二种倒闸操作程序，严格按照变电所操作规程设计，通过对变电所操作票的检验，可以完全从操作程序上杜绝各种误操作及不规范操作。操作人员在本系统上培训就如同亲临实际现场一样能进行灵活的、安全可靠的、反复的操作练习，使操作运行人员可从中积累处理各种异常、障碍和事故的经验，提高操作技能。同时，本系统能客观、准确地实现变电所运行操作人员的实际操作训练。

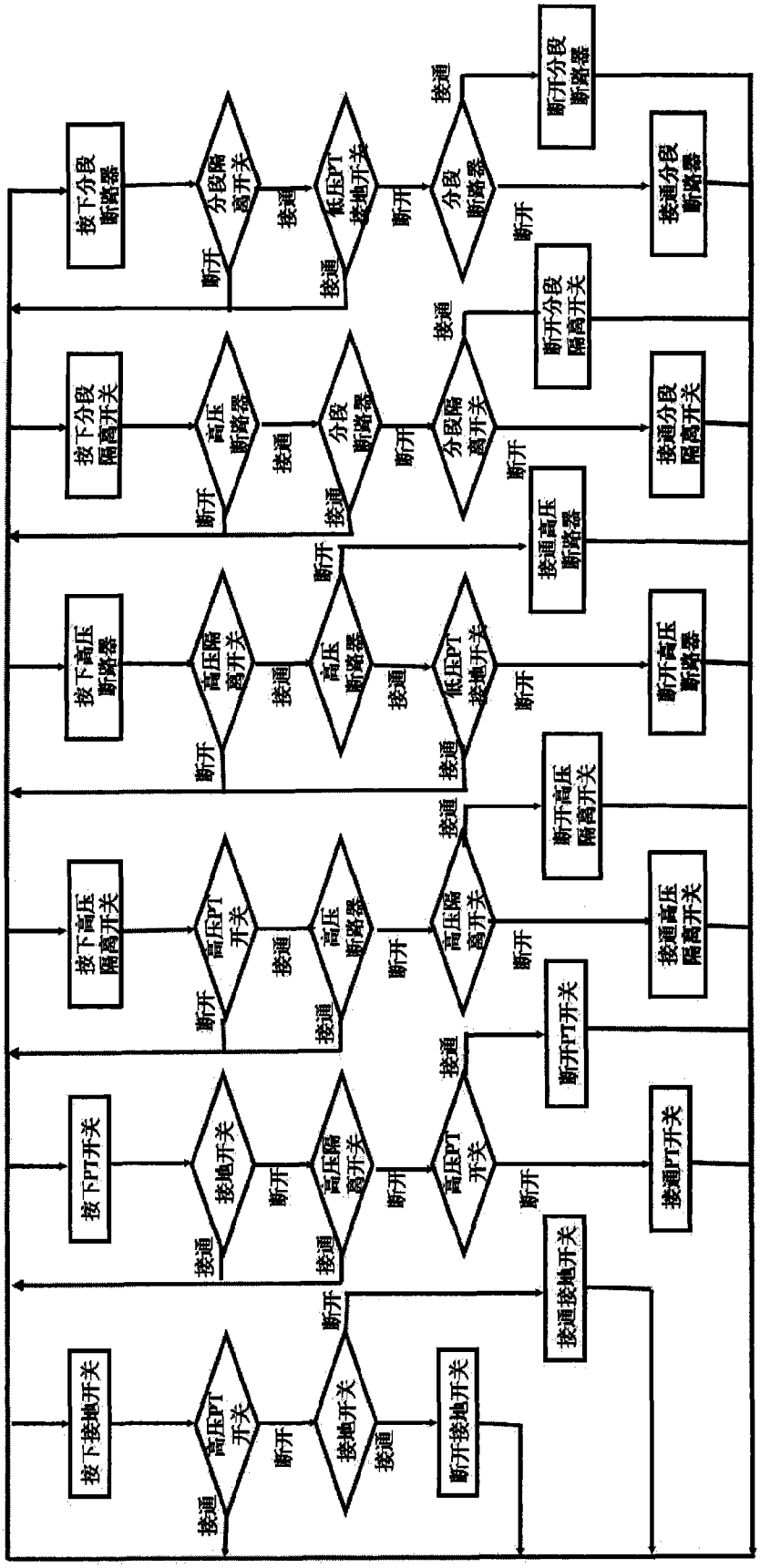

按下分段断路器
分段隔离开关
低压PT接地开关
分段断路器
断开分段断路器
接通分段断路器
按下分段隔离开关
高压断路器
分段断路器
分段隔离开关
断开分段隔离开关
接通分段隔离开关
按下高压断路器
高压隔离开关
高压断路器
低压PT接地开关
接通高压断路器
断开高压断路器
按下高压隔离开关
高压PT开关
高压断路器
高压隔离开关
断开高压隔离开关
接通高压隔离开关
按下PT开关
接地开关
高压隔离开关
高压PT开关
断开PT开关
接通PT开关
按下接地开关
高压PT开关
接地开关
断开接地开关
接通接地开关
接通
断开

图 1

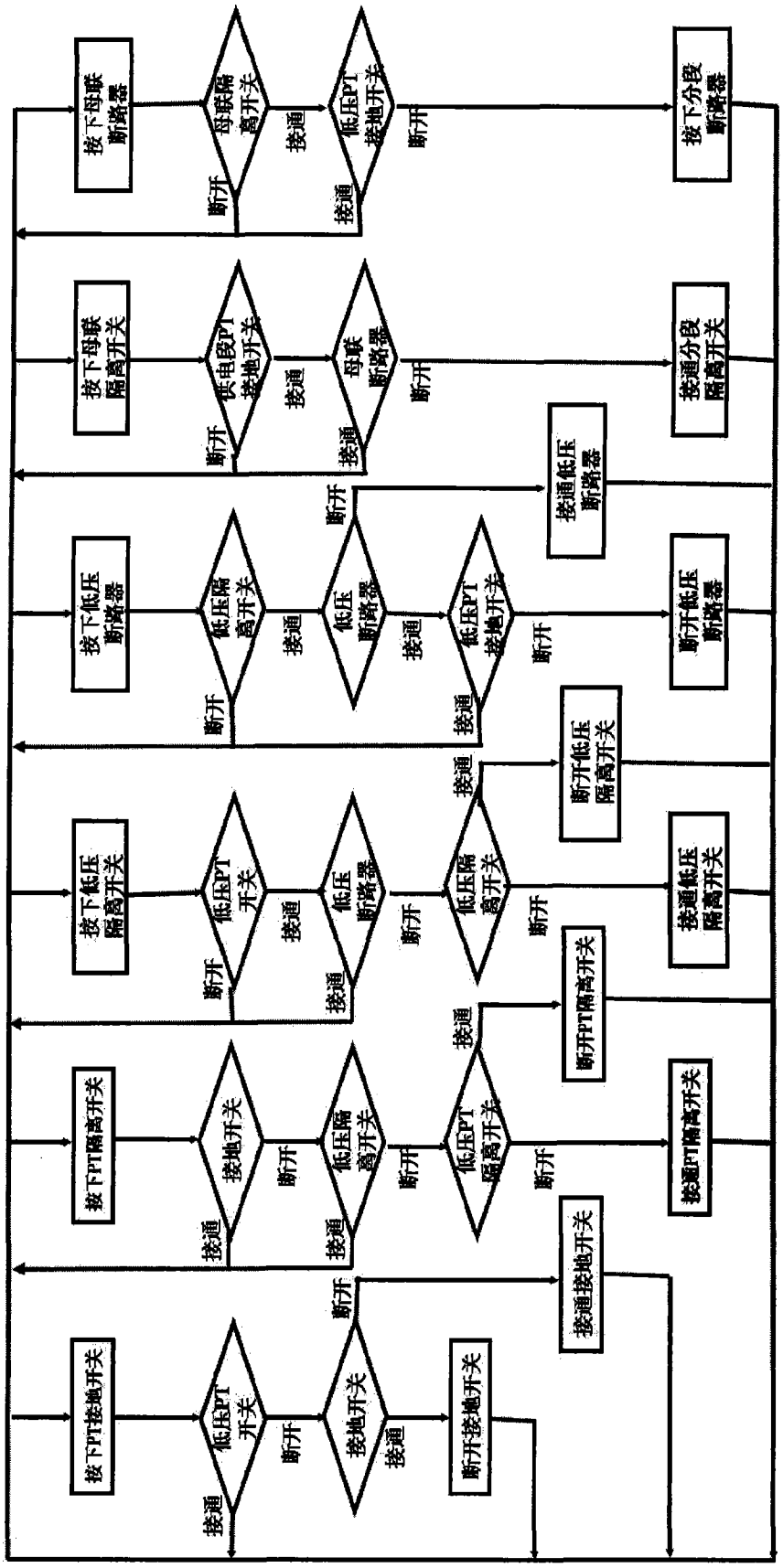

按下母联断路器
母联隔离开关
接通
低压PT接地开关
断开
按下分段断路器
断开
接通
按下母联隔离开关
供电段PT接地开关
接通
母联断路器
断开
接通分段隔离开关
断开
接通
接通低压断路器
按下低压断路器
低压隔离开关
接通
低压断路器
接通
低压PT接地开关
断开
断开低压断路器
断开
接通
接通
断开低压隔离开关
按下低压隔离开关
低压PT开关
接通
低压断路器
断开
低压隔离开关
断开
接通低压隔离开关
断开
接通
接通
断开PT隔离开关
按下PT隔离开关
接地开关
断开
低压隔离开关
断开
低压PT隔离开关
断开
接通PT隔离开关
接通
接通
接通
接通接地开关
断开
按下PT接地开关
低压PT开关
断开
接地开关
接通
断开接地开关
接通

图 2

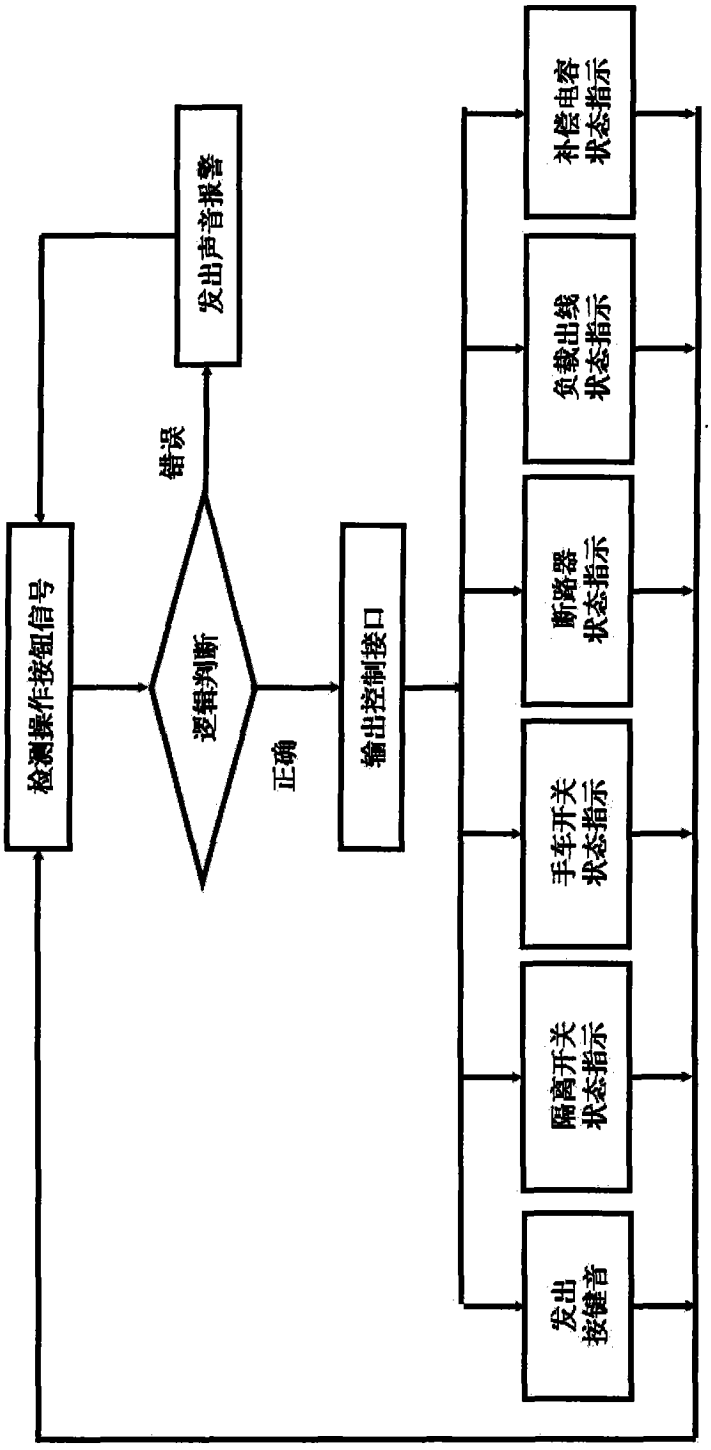

检测操作按钮信号
逻辑判断
错误
发出声音报警
正确
输出控制接口
发出按键音
隔离开关状态指示
手车开关状态指示
断路器状态指示
负载出线状态指示
补偿电容状态指示

图 3

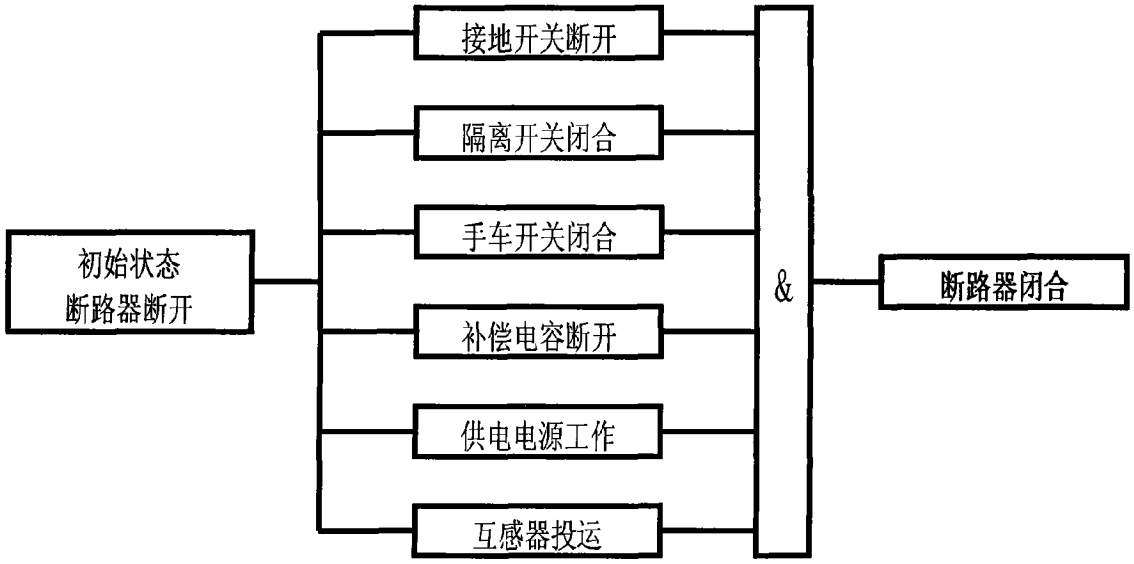

接地开关断开
隔离开关闭合
手车开关闭合
初始状态
断路器断开
&
断路器闭合
补偿电容断开
供电电源工作
互感器投运

图 4

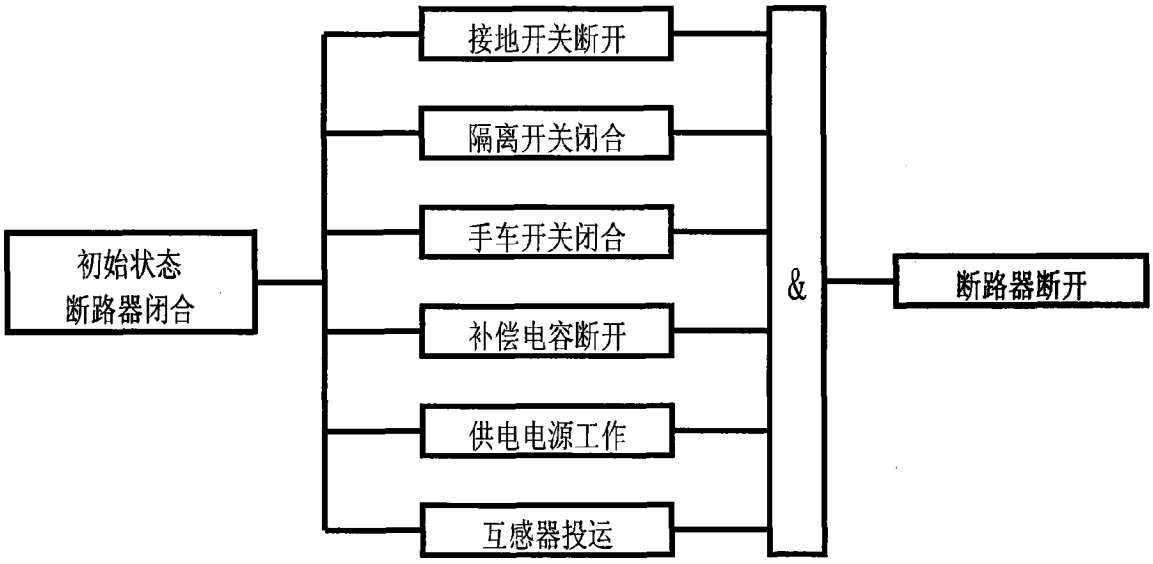

接地开关断开
隔离开关闭合
手车开关闭合
初始状态
断路器闭合
&
断路器断开
补偿电容断开
供电电源工作
互感器投运

图 5

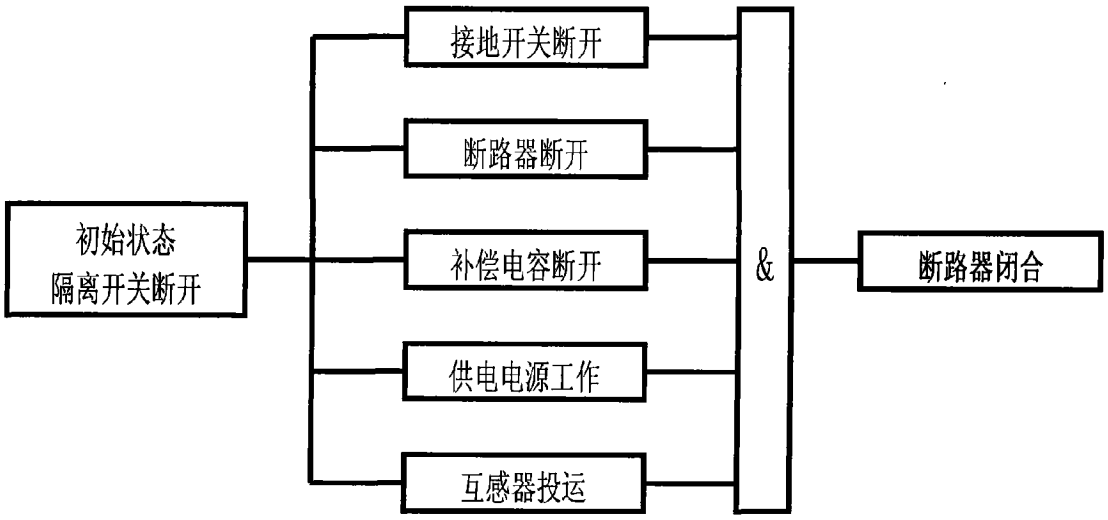

初始状态
隔离开关断开
接地开关断开
断路器断开
补偿电容断开
供电电源工作
互感器投运
&
断路器闭合

图 6

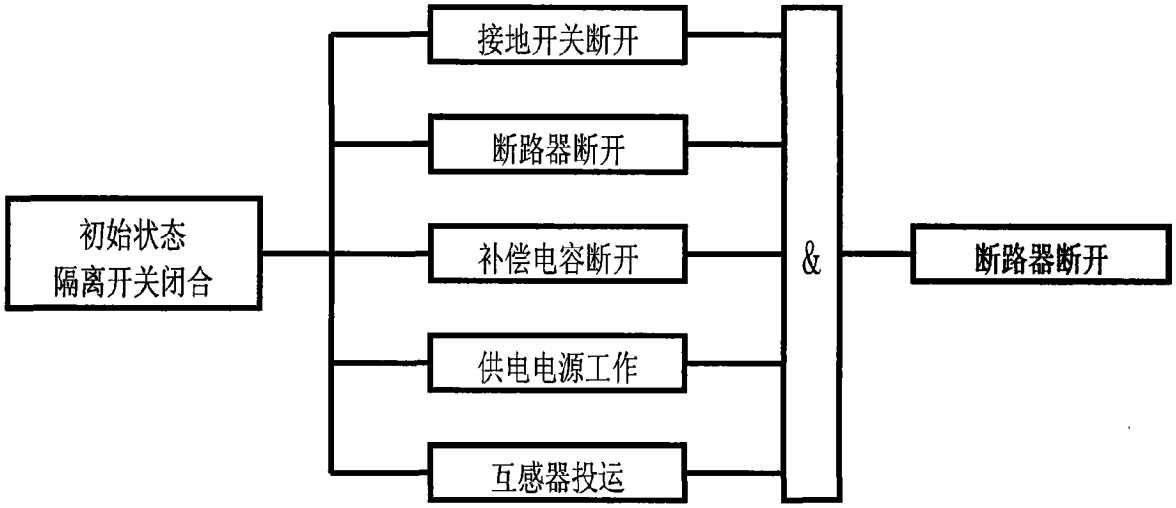

初始状态
隔离开关闭合
接地开关断开
断路器断开
补偿电容断开
供电电源工作
互感器投运
&
断路器断开

图 7

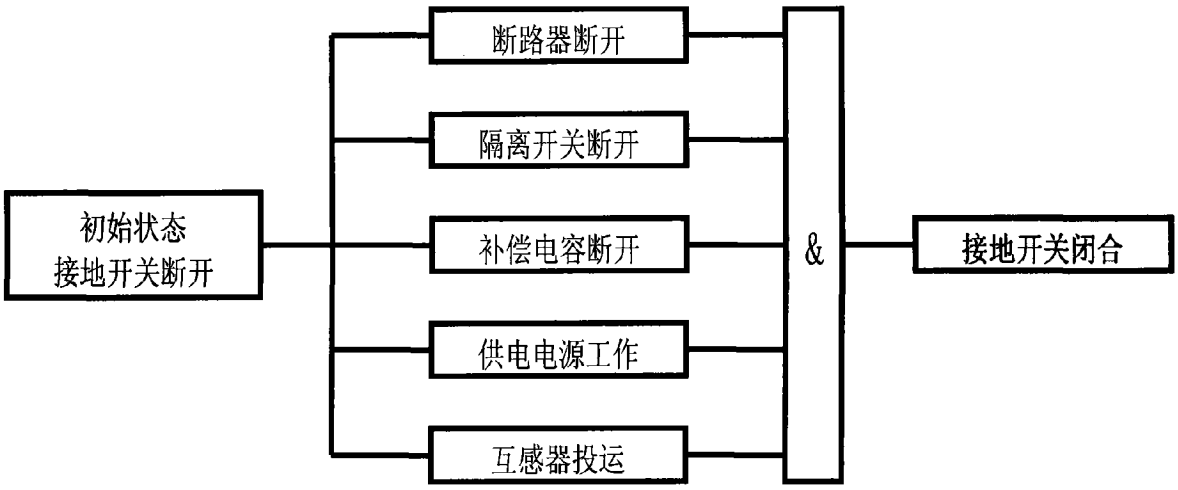

初始状态
接地开关断开
断路器断开
隔离开关断开
补偿电容断开
供电电源工作
互感器投运
&
接地开关闭合

图 8

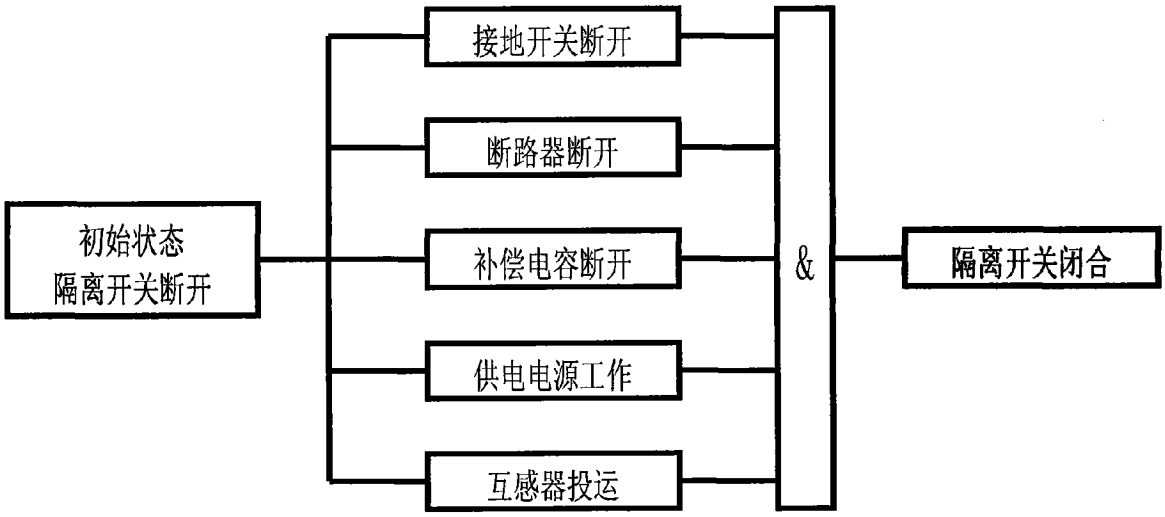

初始状态
隔离开关断开
接地开关断开
断路器断开
补偿电容断开
供电电源工作
互感器投运
&
隔离开关闭合

图 9

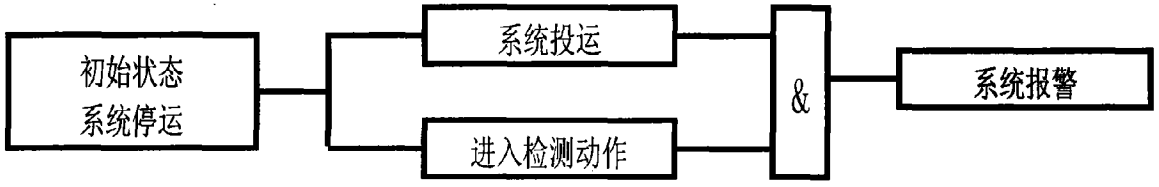

初始状态
系统停运
系统投运
进入检测动作
&
系统报警

图 10

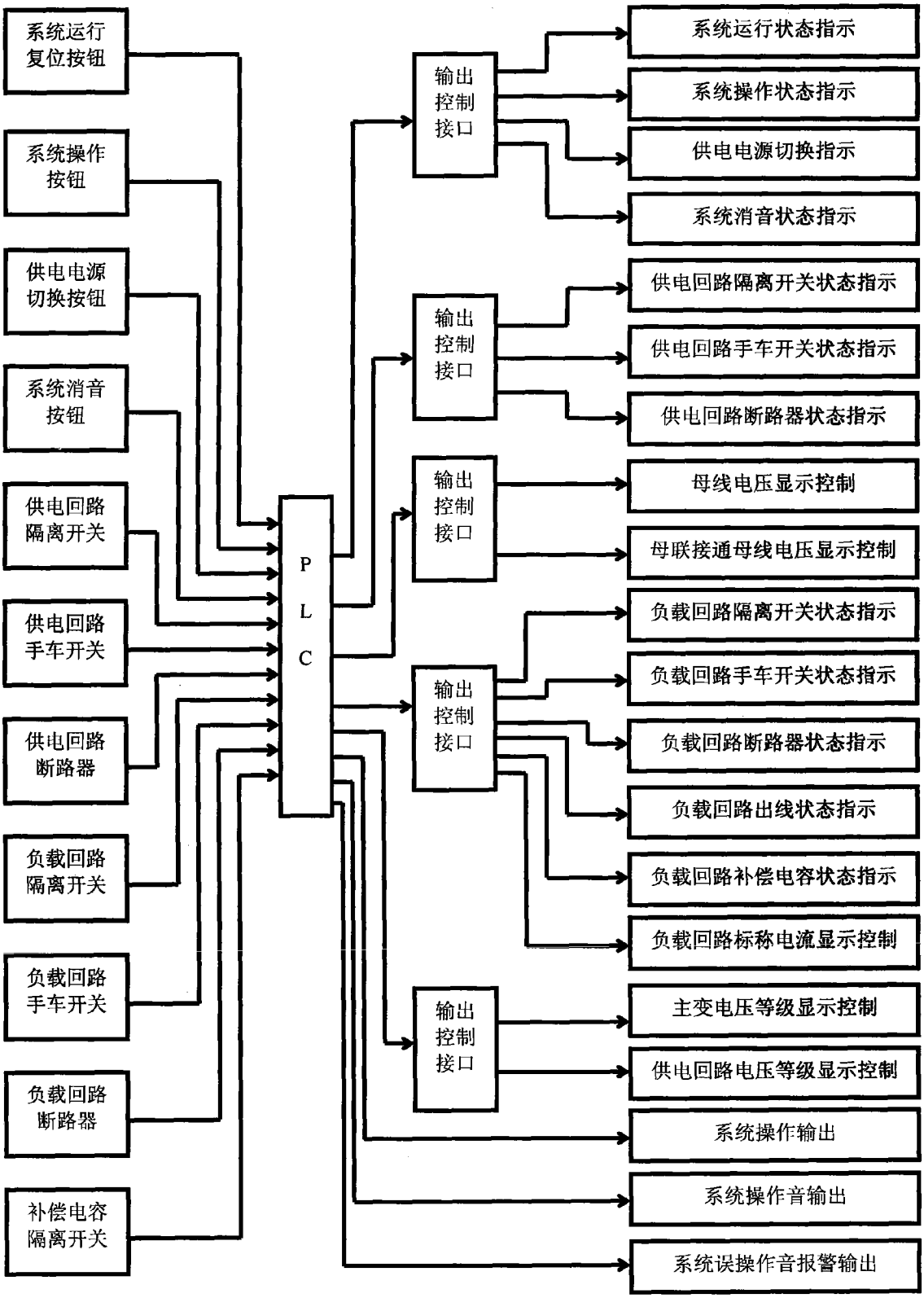

系统运行复位按钮
系统操作按钮
供电电源切换按钮
系统消音按钮
供电回路隔离开关
供电回路手车开关
供电回路断路器
负载回路隔离开关
负载回路手车开关
负载回路断路器
补偿电容隔离开关
P
L
C
输出控制接口
输出控制接口
输出控制接口
输出控制接口
系统运行状态指示
系统操作状态指示
供电电源切换指示
系统消音状态指示
供电回路隔离开关状态指示
供电回路手车开关状态指示
供电回路断路器状态指示
母线电压显示控制
母联接通母线电压显示控制
负载回路隔离开关状态指示
负载回路手车开关状态指示
负载回路断路器状态指示
负载回路出线状态指示
负载回路补偿电容状态指示
负载回路标称电流显示控制
主变电压等级显示控制
供电回路电压等级显示控制
系统操作输出
系统操作音输出
系统误操作音报警输出

图 11

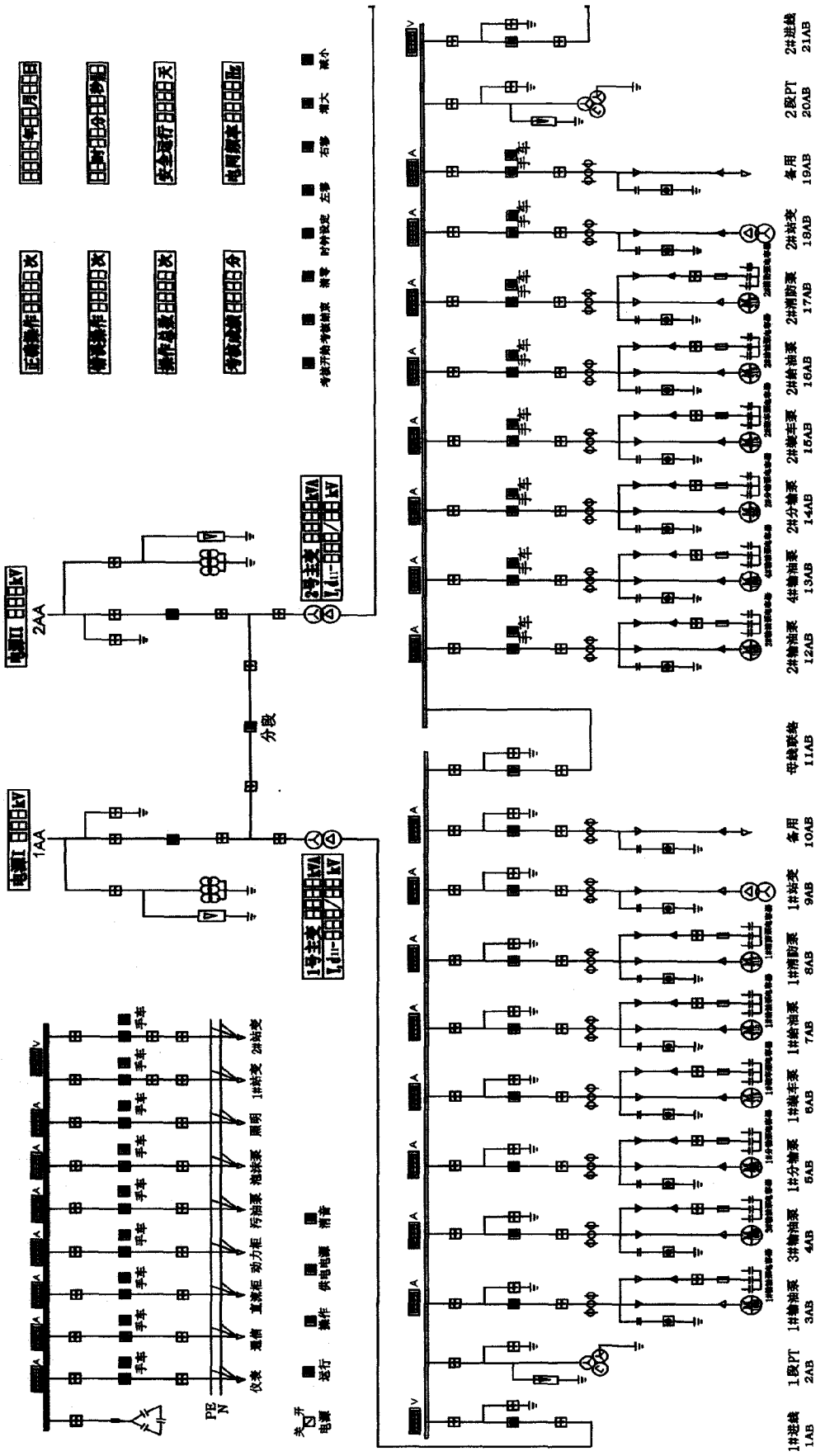

分段
1#进线 1AB
2#进线 21AB
母线联络 11AB
1#输油泵 3AB
2#输油泵 12AB
1#分输泵 5AB
2#分输泵 14AB
1#输手泵 6AB
2#输手泵 15AB
1#输油泵 7AB
2#输油泵 16AB
1#消防泵 8AB
2#消防泵 17AB
1#站变 9AB
2#站变 18AB
备用 10AB
备用 19AB
1段PT 2AB
2段PT 20AB
手车
PE
N

图 12

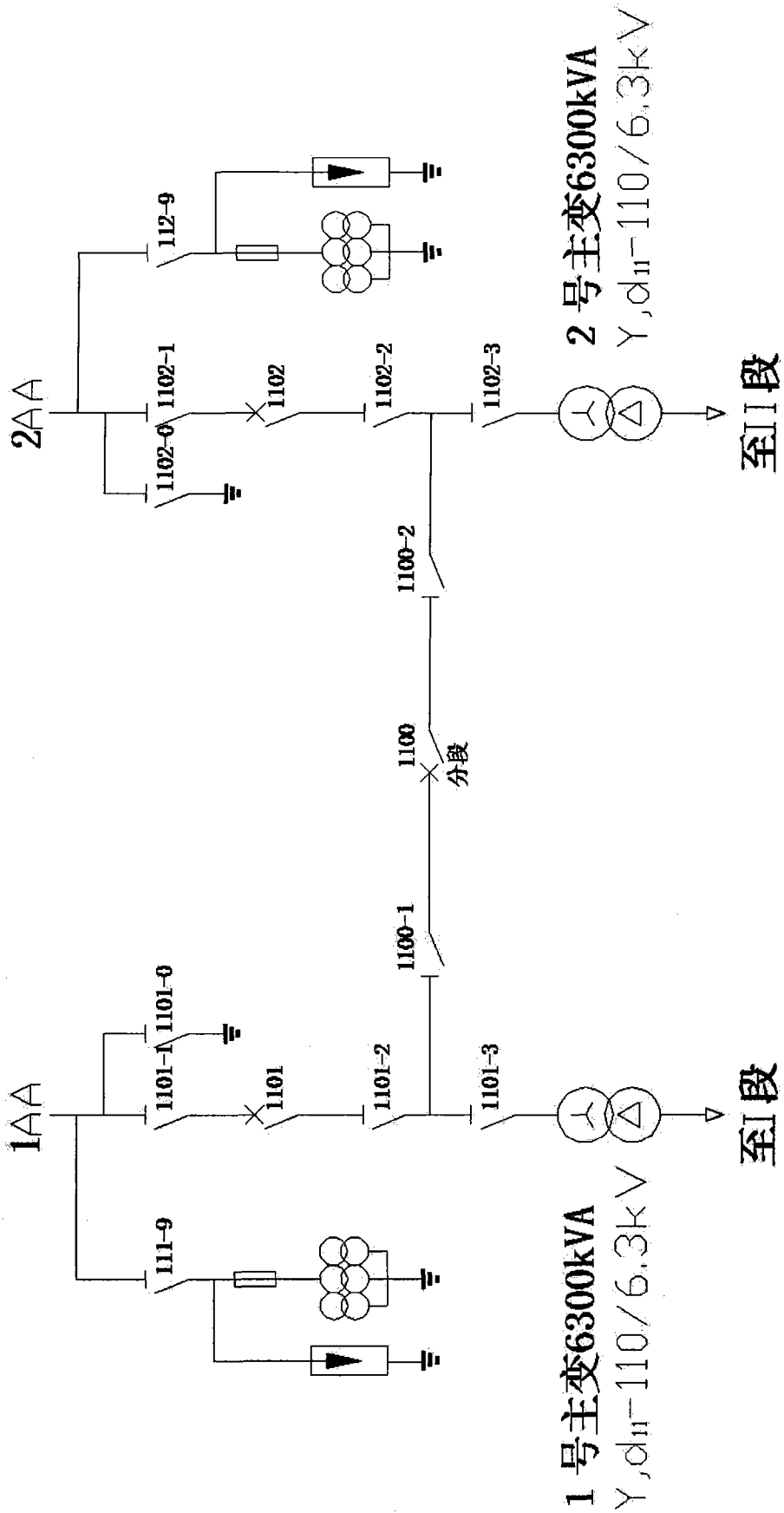

2AA
1AA
112-9
1102-1
1102-0
1102
1102-2
1102-3
1100-2
1100
分段
1100-1
1101-1
1101-0
1101
1101-2
1101-3
111-9
2 号主变6300kVA
Y,d11-110/6.3kV
1 号主变6300kVA
Y,d11-110/6.3kV
至II段
至I段

图 13

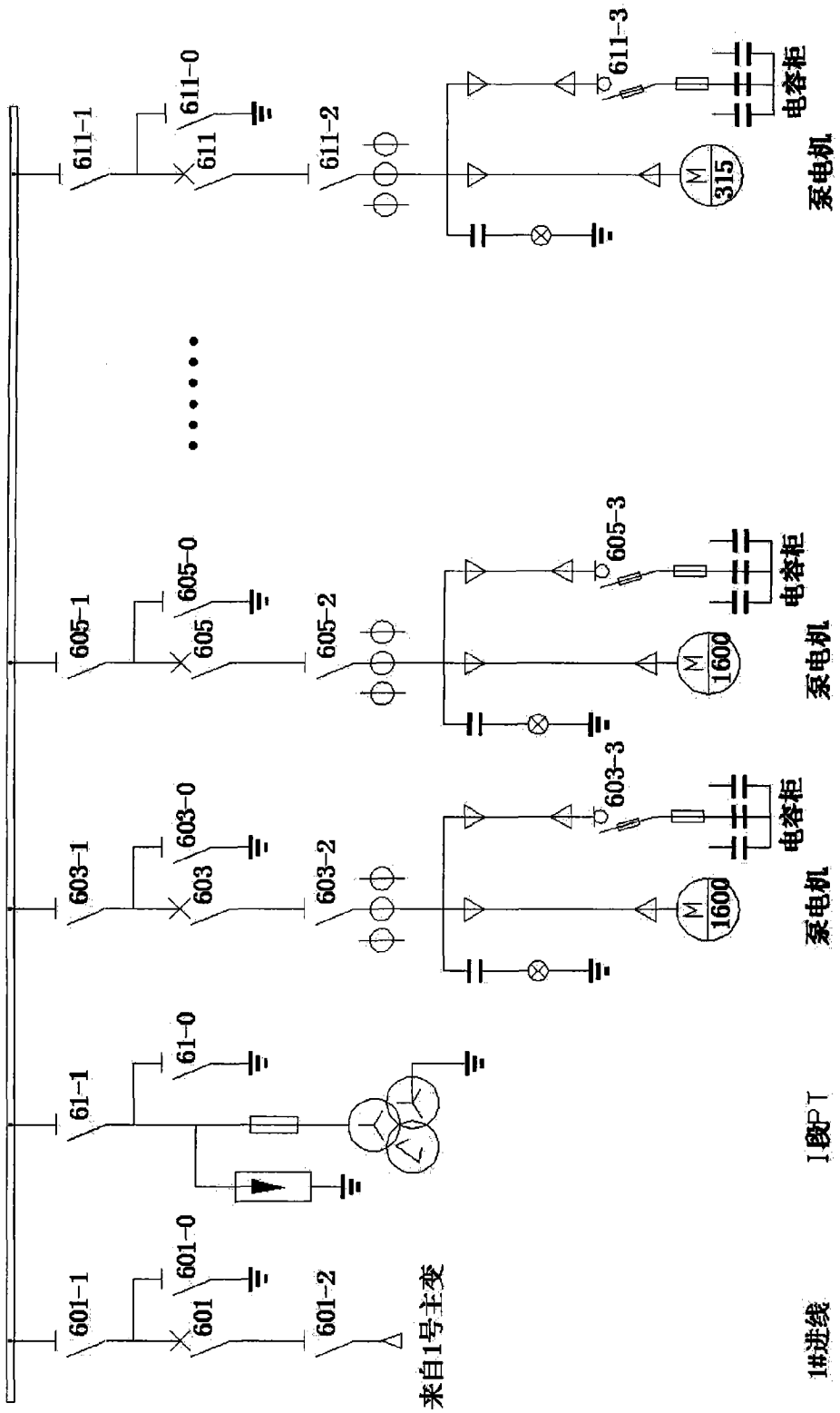

611-1
611-0
611
611-2
611-3
电容柜
M
315
泵电机
605-1
605-0
605
605-2
605-3
电容柜
M
1600
泵电机
603-1
603-0
603
603-2
603-3
电容柜
M
1600
泵电机
61-1
61-0
I段PT
601-1
601-0
601
601-2
来自1号主变
1#进线

图 14

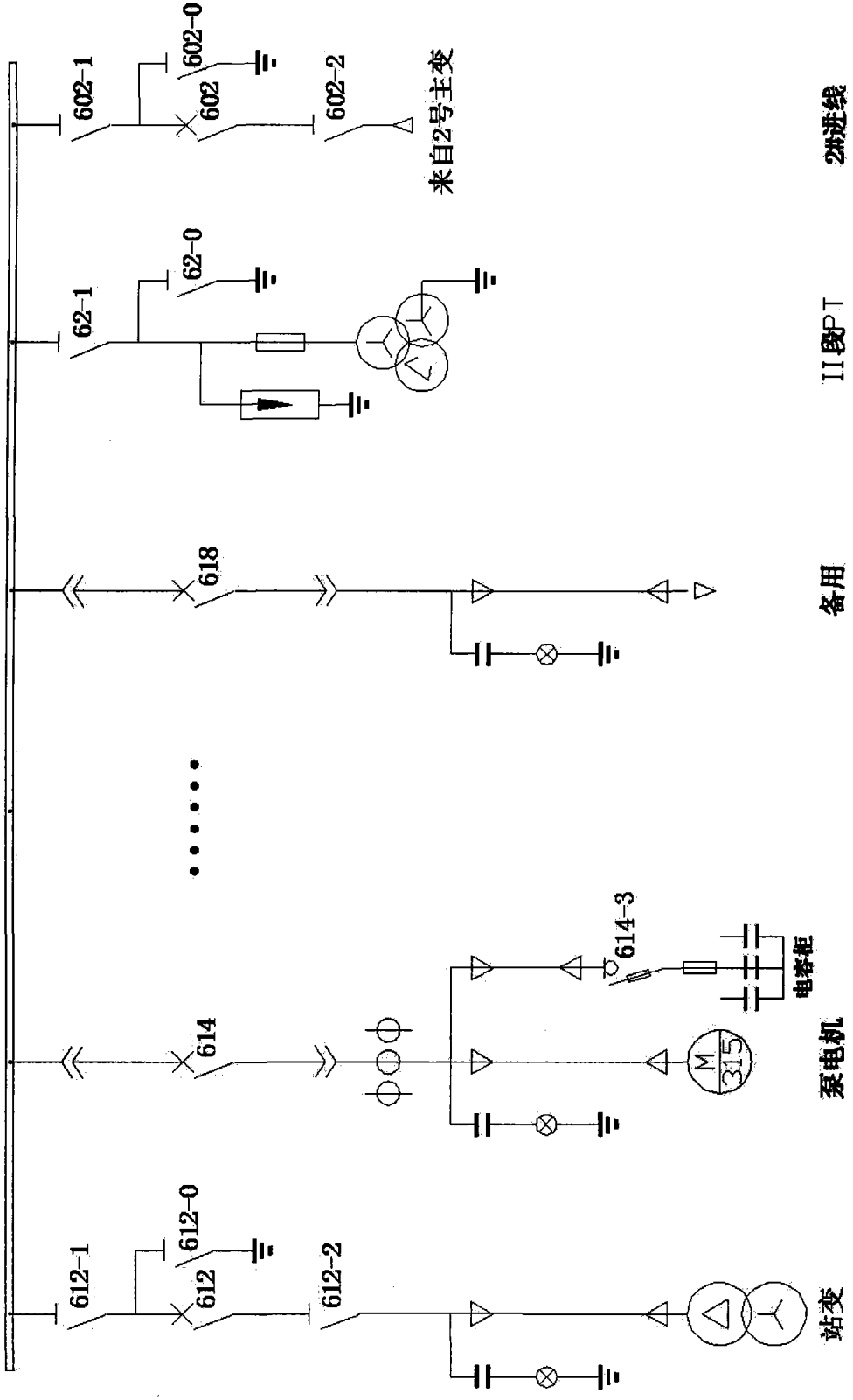

602-1
602-0
602
602-2
来自2号主变
2#进线
62-1
62-0
II段PT
618
备用
614
614-3
电容柜
M
315
泵电机
612-1
612-0
612
612-2
站变

图 15

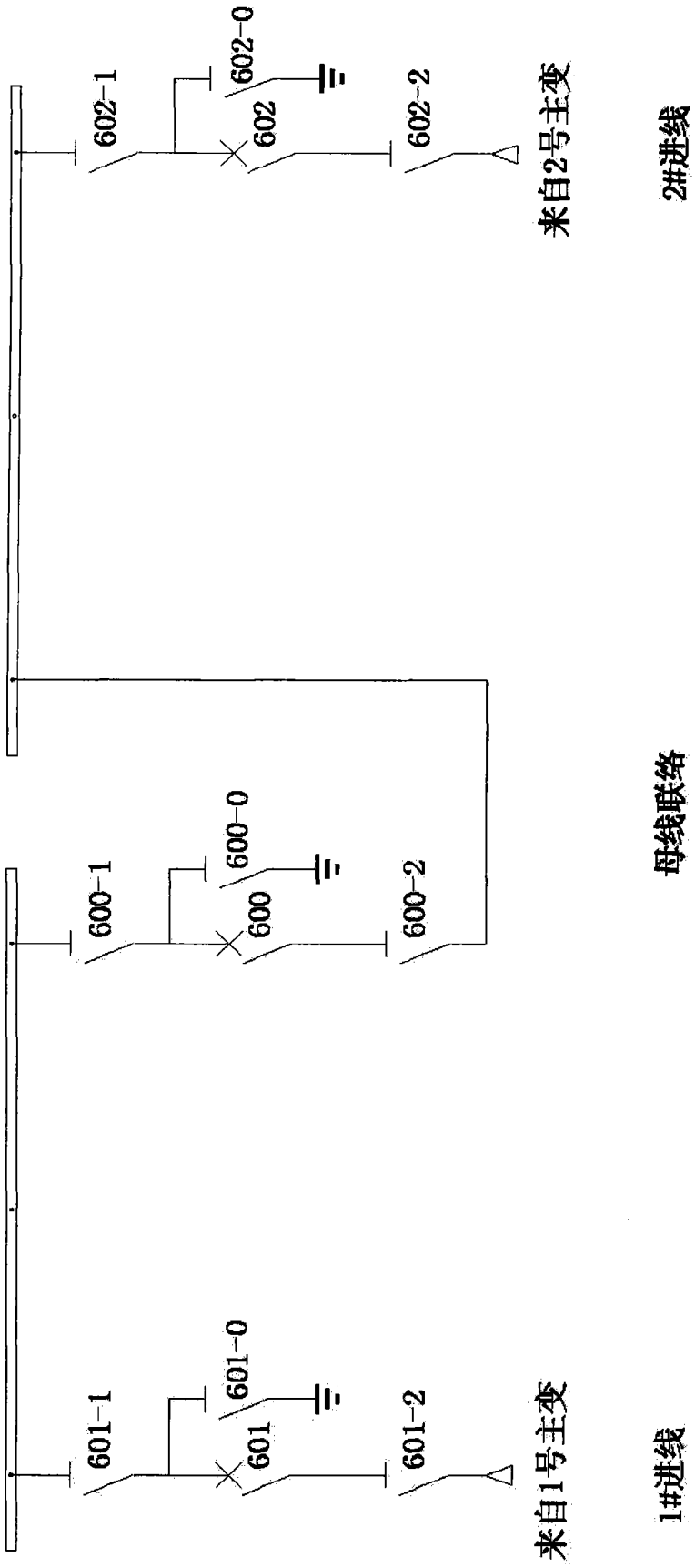

602-1
602-0
602
602-2
来自2号主变
2#进线
600-1
600-0
600
600-2
母线联络
601-1
601-0
601
601-2
来自1号主变
1#进线

图 16

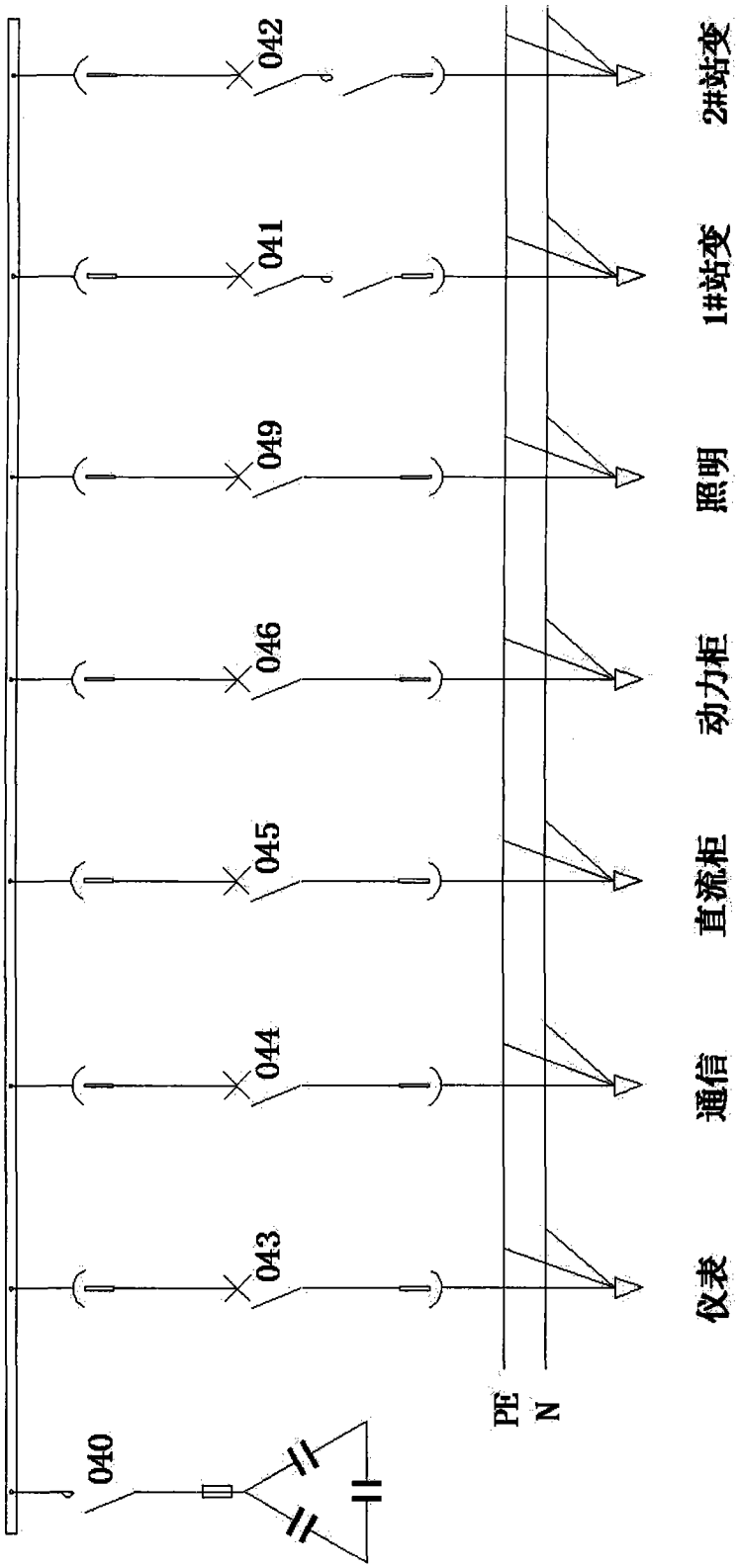


图 17