



全国电力继续教育规划教材
国网技术学院培训教材

变电站倒闸操作解析 (上册)

焦日升 徐志恒 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



全国电力继续教育规划教材
国网技术学院培训教材

变电站倒闸操作解析

(上册)

编著 焦日升 徐志恒

主审 李 欣



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为全国电力继续教育规划教材。

全书共分为上、中、下三册，主要以 110、220、500kV 典型设计接线的变电站为模型，共涉及 10、35、66、110、220、500kV 六个电压等级。本书根据国家电网公司有关规定和标准编制变电站线路操作、断路器操作、电容器操作、低压电抗器操作、站用电操作、母线操作、主变压器操作、旁路代出操作、保护操作九种操作模式的操作票，对编制和形成的每一份操作票以及操作票中的操作项目所依据的有关规程、制度和理论知识进行由浅入深、由表及里的详实解析。本书为上册，主要以 220kV 东方变电站为例，详细解析了变电站 60 例典型倒闸操作内容。

本书可作为电力行业及院校电力技术类及相关专业的教学用书，也可作为电气运行人员与维护人员培训用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电站倒闸操作解析. 上册/焦日升, 徐志恒编著. —北京:
中国电力出版社, 2011. 12

全国电力继续教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 2437 - 4

I. ①变… II. ①焦…②徐… III. ①变电所—倒闸操作—高等职业教育—教材 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 258612 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 332 千字

定价 30.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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

国网技术学院教材编写委员会

主任 赵建国

副主任 费耀山 程 剑 马放瑞

委员 康梦君 李勤道 石 椿 肖成芳 黄保海

马敬卫 王立志 陈威斋 马 骐 王立新

王云飞 于洲春 杨 健 高建国 陈祖坤

商自申 王付生 刘汝水 赵桂廷 刘广艳

主 审 李 欣

前言

本书是根据国家电网公司企业标准 Q/GDW 232—2008《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》变电运行岗位相应知识及技能规定标准编写的一本变电运行专业岗位技能培训教材。在编写过程中得到了全国各网省电力公司有关专家、生产技术人员的大力支持与帮助。

本书从变电站的实际工作出发，通过对变电站线路操作、断路器操作、电容器操作、低压电抗器操作、站用电操作、母线操作、主变压器操作、旁路代出操作、保护操作九种操作模式的操作票的深入解析，旨在解决困扰现场变电运行人员执行倒闸操作任务时的几个难题，即如何编制一份合格的操作票？根据什么这样操作？不这样操作会产生哪些问题？能够满足变电运行专业从业人员急需而且必须掌握的变电站倒闸操作技能知识，并且能够通过培训全面提高国家电网公司生产技能人员的职业能力。本书图文并茂、内容丰富，具有可操作性强、适用广泛的鲜明特点。

理论联系实际，崇尚实用性和通用性是本书的另一大特点，如果能够配合变电站仿真系统进行学习培训将会起到更好的效果。

通过教学培训实践证明：本书对现场变电运行专业从业人员倒闸操作技能水平的迅速提高将起到很大的促进作用，具有较深远的指导意义，并得到了现场员工的广泛认同，认知度较高。

本书第一章由焦日升、徐志恒共同编写，第二～五章由焦日升编著；全书由李欣教授主审。此外，国网技术学院王立新、王云飞高级工程师和于洲春、王玉彬教授对本书的编写也提出了建设性意见，在此一并表示感谢。

对在本书中所引用的有关专业书籍、设备装置说明书内容的作者和有关设备制造厂家致以衷心的感谢！

编者

2012年6月

目 录

前言

第一章 220kV 东方变电站设备和系统、保护配置	1
第二章 10kV 系统倒闸操作	6
第一节 线路操作	6
典型操作 1	6
典型操作 2	11
典型操作 3	14
典型操作 4	15
第二节 电容器操作	19
典型操作 5	19
典型操作 6	20
典型操作 7	20
典型操作 8	21
第三节 站用电操作	23
典型操作 9	23
典型操作 10	27
第四节 变压器有载（或无载）调压开关操作	31
典型操作 11	31
典型操作 12	33
第五节 母线操作	35
典型操作 13	35
典型操作 14	44
第六节 备用、运行设备切换操作	54
典型操作 15	54
典型操作 16	56
第三章 110kV 系统倒闸操作	58
第一节 线路停、送电操作	58
典型操作 17	58
典型操作 18	62
典型操作 19	65
典型操作 20	66
第二节 母线操作	68
典型操作 21	68
典型操作 22	71

典型操作 23	72
典型操作 24	76
典型操作 25	77
典型操作 26	80
典型操作 27	81
典型操作 28	89
第四章 220kV 系统倒闸操作	95
第一节 线路停、送电操作	95
典型操作 29	95
典型操作 30	102
典型操作 31	105
典型操作 32	109
第二节 保护退出、投入操作	111
典型操作 33	111
典型操作 34	116
典型操作 35	117
典型操作 36	120
典型操作 37	121
典型操作 38	125
典型操作 39	127
典型操作 40	129
第三节 母线操作	136
典型操作 41	136
典型操作 42	139
典型操作 43	140
典型操作 44	145
典型操作 45	146
典型操作 46	151
第五章 主变压器倒闸操作	163
第一节 主变压器由运行转为冷备用操作	163
典型操作 47	163
典型操作 48	174
典型操作 49	177
典型操作 50	178
第二节 主变压器由冷备用转为运行操作	181
典型操作 51	181
典型操作 52	182
典型操作 53	183
典型操作 54	186

第三节 保护退出、投入操作.....	192
典型操作 55	192
典型操作 56	193
典型操作 57	194
典型操作 58	196
典型操作 59	197
典型操作 60	199
附录.....	206
参考文献.....	211

220kV 东方变电站设备和系统、保护配置

一、220kV 变电站一次设备正常运行方式

220kV 变电站一次设备分三个电压等级，分别为 220kV、110kV、10kV。220kV 采用双母线接线方式，110kV 采用双母线接线方式，10kV 采用单母线分段接线方式，两台主变压器并列运行。

220kV 变电站一次系统主接线图如图 1-1 所示。

220kV：东方 2 线、东方 3 线、1 号主变压器 220kV 侧运行于 220kV I 母线，东方 1 线、东方 4 线、2 号主变压器 220kV 侧运行于 220kV II 母线。220kV 母联 200 断路器在合位，母差有选择。

110kV：1 号主变压器 110kV 侧、东方 5 线、东方 6 线运行于 110kV I 母线，2 号主变压器 110kV 侧、东方 7 线、东方 8 线运行于 110kV II 母线，110kV 母联 100 断路器在合位，母差有选择。

10kV：1 号主变压器 10kV 侧、东方 9 线、东方 10 线、东方 11 线、1 号接地变压器运行于 10kV I 段母线，2 号主变压器 10kV 侧、东方 12 线、东方 13 线、2 号接地变压器运行于 10kV II 段母线，10kV 分段 014 断路器热备用，1 号、3 号电容器运行，2 号、4 号电容器热备用。

主变压器：1 号主变压器 220kV 侧中性点（1-QS20）、110kV 侧中性点（1-QS10）接地，2 号主变压器 220kV 侧中性点（2-QS20）不接地、2 号主变压器 110kV 侧中性点（2-QS10）接地。

0.4kV：1 号站用变压器低压侧 41 断路器带 0.4kV I 段母线负荷运行；2 号站用变压器低压侧 42 断路器带 0.4kV II 段母线负荷运行，0.4kV 分段 40 断路器热备用。

直流系统 I、II 母线分段运行。1 号充电柜对 1 组蓄电池进行浮充电，并带 I 段母线负荷；2 号充电柜对 2 组蓄电池进行浮充电，并带 II 段母线负荷；禁止两组蓄电池长时间并列运行。

220kV、110kV 设备区为 GIS 组合电器。

二、继电保护及自动装置

1 号主变压器配有 PST-1200（双重配置）、PST-12 型成套保护装置。

2 号主变压器配有 RCS-978（双重配置）、RCS-974FG、RCS-921A 型成套保护装置。

220kV 母线配有 BP-2B、RCS-915 型母线保护装置，110kV 母线配有 RCS-915 型母线保护装置。

220kV 东方 3 线、东方 4 线配有 LFP-901A、LFP-902A、RCS-923 型成套保护装置，东方 1 线、东方 2 线配有 RCS-931、RCS-902A、RCS-923 型成套保护装置。110kV 东方 5 线、东方 6 线、东方 7 线、东方 8 线配有 RCS-941 型成套保护装置。10kV 线路配有 RCS-9612A 型成套保护装置，10kV 接地变压器配有 RCS-9621A 型成套保护装置，10kV 电容器配有 RCS-9633B 型成套保护装置，10kV 分段配有 RCS-9652 II 型备用电源自投装置。

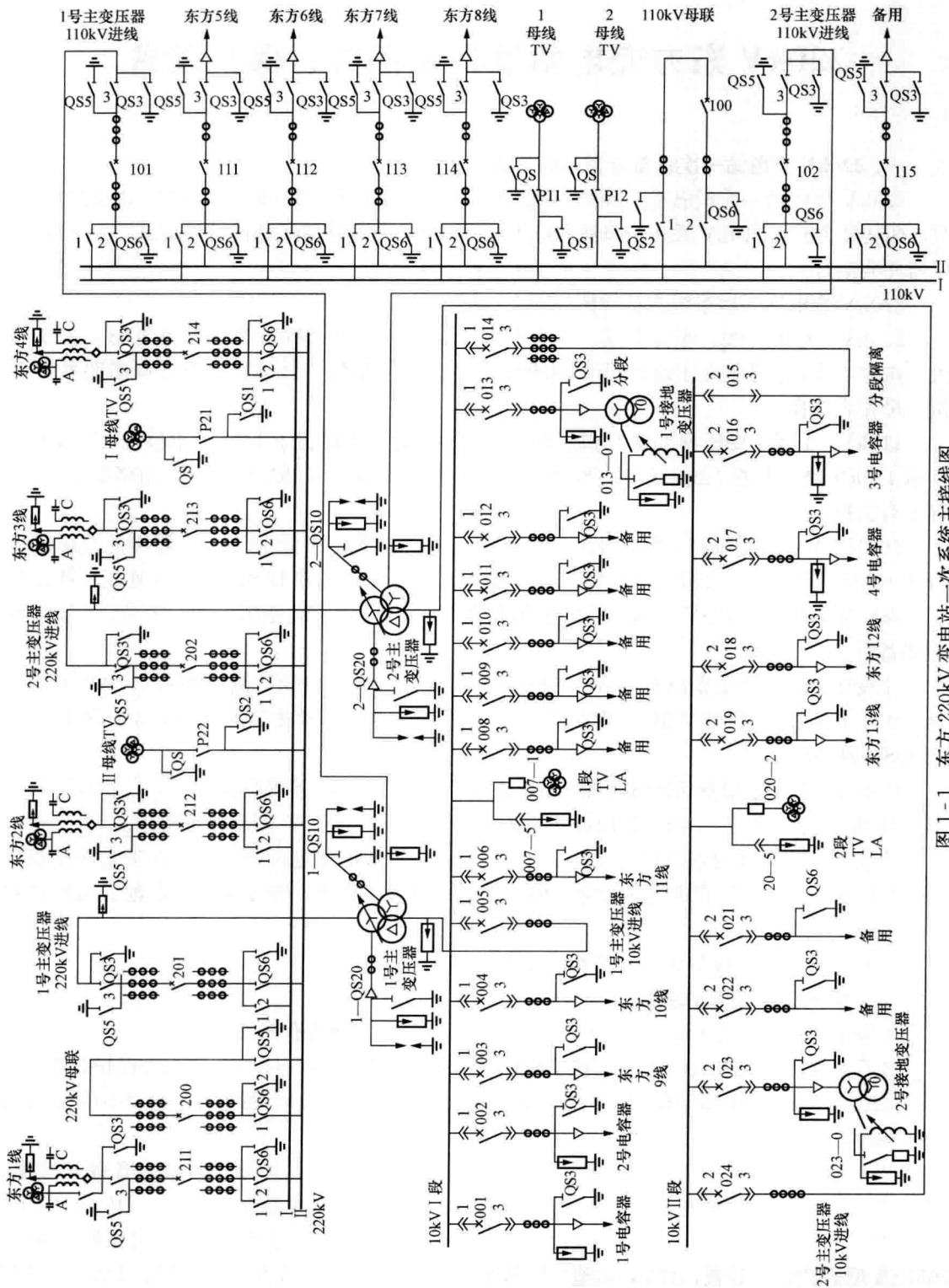


图 1-1 东方 220kV 变电站一次系统主接线图

220kV 母差保护、失灵保护投入, 110kV 母差保护投入。

220kV 东方 3 线 213 断路器投单相重合闸, 东方 4 线 214 断路器投综合重合闸, 东方 1 线 211 断路器、东方 2 线 212 断路器投三相重合闸。

110kV 东方 5 线 111 断路器、东方 6 线 112 断路器、东方 7 线 113 断路器、东方 8 线 114 断路器重合闸投入。

10kV 东方 9 线 003 断路器、东方 10 线 004 断路器、东方 11 线 006 断路器、东方 12 线 018 断路器、东方 13 线 019 断路器重合闸投入, 10kV 备自投装置投入。

附 设备状态定义

1. 一次设备状态

发电厂、变电站的电气设备需进行检修、试验, 有时还会遇到事故处理, 故需改变设备的运行状态和改变系统的运行方式, 这些状态都需通过倒闸操作来完成。电气设备由一种状态转变到另一种状态, 或改变系统运行方式所进行的一系列操作, 称为倒闸操作。

倒闸操作与电气设备实际所处的状态密切相关, 设备所处的状态不同, 倒闸操作的步骤、复杂程度也不同。故进行电气设备的倒闸操作, 必须知道设备所处的状态, 根据设备的状态和系统运行方式, 编制操作票, 经过预演, 然后再进行倒闸操作。

电气设备所处的状态有检修状态、冷备用状态、热备用状态和运行状态四种, 有时称为设备检修、备用、试验、运行四种状态。

(1) 检修状态: 是指连接设备的各侧均有明显的断开点或可判断的断开点, 需要检修的设备已接地的状态, 或该设备与系统彻底隔离, 与断开点设备没有物理连接时的状态。在该状态下设备的保护和自动装置、控制、合闸及信号电源等均应退出。

(2) 冷备用状态: 是指连接该设备的各侧均无安全措施, 且连接该设备的各侧均有明显断开点或可判断的断开点。

(3) 热备用状态: 是指该设备已具备运行条件, 经一次合闸操作即可转为运行状态的状态。母线、变压器、电抗器、电容器及线路等电气设备的热备用是指连接该设备的各侧均无安全措施, 各侧的断路器全部在断开位置, 且至少一组断路器各侧隔离开关处于合闸位置, 设备继电保护投入, 断路器的控制、合闸、信号电源投入。断路器的热备用是指其本身在断开位置、各侧隔离开关在合闸位置, 设备继电保护及自动装置满足带电要求。

(4) 运行状态: 是指设备或电气系统带有电压, 其功能有效。母线、线路、断路器、变压器、电抗器、电容器及电压互感器等一次电气设备的运行状态, 是指从该设备电源至受电端的电路接通并有相应电压 (无论是否带有负荷), 且控制电源、继电保护及自动装置正常投入。

2. 二次设备状态

(1) 检修状态: 是指该设备与系统彻底隔离, 与运行设备没有物理连接时的状态。

冷备用状态: 是指其工作电源退出, 出口连接片断开时的状态。

(2) 热备用状态: 是指其工作电源投入, 出口连接片断开时的状态。

(3) 运行状态: 是指其工作电源投入, 出口连接片连接到指令回路的状态。

3. 操作术语

电气操作: 是指将电气设备状态运行转换, 一次系统运行方式变更, 继电保护定值调

整、装置的启停用,二次回路切换,自动装置投切、实验等所进行的操作执行过程的总称。常用电气操作如下:

- (1) 单一操作:是指一个操作项完成后,不再有其他相关联的电气操作。
- (2) 倒母线:是指双母线接线方式的变电站(开关站),将一组母线上的部分或全部线路、变压器倒换到另一组母线上运行或热备用的操作。
- (3) 倒负荷:是指将线路(或变压器)负荷转移至其他线路(或变压器)供电的操作。
- (4) 并列:是指发电机(调相机)与电网或电网与电网之间在相序相同,且电压、频率允许的条件下并联运行的操作。
- (5) 解列:是指通过人工操作或保护及自动装置动作使电网中断路器断开,使发电机(调相机)脱离电网或电网分成两个及以上部分运行的过程。
- (6) 合环:是指将线路、变压器或断路器串构成的网络闭合运行的操作。
- (7) 同期合环:是指通过自动化设备或仪表检测同期后自动或手动进行的合环操作。
- (8) 解环:是指将线路、变压器或断路器串构成的闭合网络开断运行的操作。
- (9) 充电:是指空载的线路、母线、变压器等电气设备有标称电压的操作。
- (10) 核相:是指用仪表或其他手段核对两电源或环路相位、相序是否相同。
- (11) 定相:是指新建、改建的线路或变电站在投运前,核对三相标志与运行系统是否一致。
- (12) 代路:是指用旁路断路器代替其他断路器运行的操作。

4. 调度指令

(1) 综合令:是指发令人说明操作任务、要求、操作对象的起始和终结状态,具体操作步骤和操作顺序项目由受令人拟订的调度指令。只涉及一个单位完成的操作才能使用综合令。

(2) 单项令:是指由值班调度员下达的单项操作的操作指令。

(3) 逐相令:是指根据一定的逻辑关系,按顺序下达的综合令或单项令。

5. 倒闸操作内容

倒闸操作有一次设备的操作也有二次设备的操作。其操作内容如下:

- (1) 拉开或合上某些断路器(开关)和隔离开关(刀闸)。
- (2) 拉开或合上接地开关(接地刀闸),拆除或装设接地线。
- (3) 装上或取下二次回路中的某些控制回路、信号回路、测量回路、电压互感器回路的熔断器(保险)或空气断路器(空气开关)。
- (4) 投入或退出某些继电保护和自动装置及改变其整定值。
- (5) 改变变压器或消弧线圈的分接头。

6. 操作票执行

(1) 操作票:是指进行电气操作的书面依据,包括调度指令票和变电操作票。

(2) 操作任务:是指根据同一个操作目的而进行的一系列相互关联、依次连续进行的电气操作过程。

(3) 双重命令:是指按照有关规定确定的电气设备中文名称和编号。

(4) 模拟预演(模拟操作):是指为保障倒闸操作的正确和完整,在电网或电气设备进行倒闸操作前,将已拟定的操作票在模拟系统上按照已定操作程序进行演示操作。

(5) 复诵：是指将对方说话内容进行的原文重复表述，并得到对方的认可。

(6) 唱票：是指监护人根据操作内容（或事故处理过程中确定的操作内容）逐项朗诵操作指令，操作人朗声复诵指令并得到监护人认可的过程。

7. 操作常用动词

(1) 合上：是指各种断路器（开关）、隔离开关通过人工操作使其由分闸位置转为合闸位置的操作。

(2) 拉开：是指各种断路器（开关）、隔离开关通过人工操作使其由合闸位置转为分闸位置的操作。

(3) 装设接地线：是指通过接地短路线使电气设备全部或部分可靠接地的操作。

(4) 拆除接地线：是指将接地短路线从电气设备上取下并脱离接地的操作。

(5) 投入、停用、切换、退出：是指使继电保护、安全自动装置、故障录波装置、变压器有载调压分接头、消弧线圈分接头等设备达到指令状态的操作。

(6) 取下或装上：是指将熔断器退出或嵌入工作回路的操作。

(7) 插入或拔出：是指将二次插件嵌入或退出工作回路的操作。

(8) 悬挂或取下：是指将临时标示牌放置到指定位置或从放置位置移开的操作。

(9) 调整：是指将变压器调压抽头位置或将消弧线圈分接头进行切换的操作等。

10kV 系统倒闸操作

第一节 线路操作



典型操作

1

操作任务 10kV 东方 9 线线路由运行转为检修。



1. 操作项目

- (1) 选择 10kV 东方 9 线 003 断路器分闸。
- (2) 检查 10kV 东方 9 线 003 断路器分闸选线正确。
- (3) 拉开 10kV 东方 9 线 003 断路器。
- (4) 检查 10kV 东方 9 线 003 断路器分位监控信号指示正确。
- (5) 检查 10kV 东方 9 线 003 断路器分位机械位置指示正确。
- (6) 检查 10kV 东方 9 线 003 断路器负荷指示正确, 电流值, A 相____ A、B 相____ A、C 相____ A。
- (7) 将 10kV 东方 9 线 003 断路器操作方式开关切至就地位置。
- (8) 将 10kV 东方 9 线 003 小车断路器由工作位置拉至试验位置。
- (9) 检查 10kV 东方 9 线 003 小车断路器确已拉至试验位置。
- (10) 检查 10kV 东方 9 线电流互感器线路侧带电显示器三相指示无电。
- (11) 合上 10kV 东方 9 线 003-QS3 接地开关。
- (12) 检查 10kV 东方 9 线 003-QS3 接地开关确在合位。
- (13) 拉开 10kV 东方 9 线 003 断路器控制直流电源空气断路器。

2. 操作项目解析

- (1) 操作项目总体操作步骤划分。

步骤一：停电。

操作项目中的 (1)~(3) 项, 为操作人员在监控机上进行的操作项目。

步骤二：检查断路器运行工况。

操作项目中的 (4)~(6) 项, 其中操作项目 (4) 为操作人员在监控机上进行的检查项目, 操作项目 (5)~(6) 项为操作人员在 10kV 东方 9 线 003 断路器操控屏上进行的检查项目。

步骤三：将需要停电的线路与变电站 10kV 母线隔离。

操作项目中的 (7)~(9) 项, 为操作人员在 10kV 东方 9 线 003 断路器操控屏上进行的检查、操作项目。

步骤四：布置必要的安全措施。

操作项目中的 (10)~(13) 项, 为操作人员在 10kV 东方 9 线 003 断路器操控屏上进行

的检查、操作项目。

(2) 操作项目总体操作步骤解析。

10kV 线路断路器柜一次侧接线图如图 2-1 所示。

步骤一解析：《国家电网公司电力安全工作规程》(变电部分) 2.3.6.1 规定：“停电拉闸操作应按照断路器(开关)—负荷侧隔离开关(刀闸)—电源侧隔离开关(刀闸)的顺序依次进行，送电合闸操作应按与上述相反的顺序进行。严禁带负荷拉合隔离开关(刀闸)。”

在实际操作过程中必须执行上述之规定，因为断路器与隔离开关作用不同，断路器具有相当完善的灭弧结构和足够的断流能力；而隔离开关只装有简单的灭弧装置，断流能力是很小的。他们配合在一起连接成一组设备运行。电路的通断，必须由断路器来完成，只有断路器能够可靠地断开电路正常与事故短路时的故障电流，而隔离开关不能用来切断负荷电流。断路器组装在电路中的作用有三个：一是为了改变一次接线，形成灵活的运行方式；二是为了设备检修的需要——隔离电源；三是用以拉、合小电流设备的电路。断路器断开后，再拉开隔离开关，以形成明显的空气绝缘间隙。现场操作时，应先拉开线路侧隔离开关。这样，如果遇上走错间隔带负荷拉隔离开关，引起弧光短路点在断路器的线路侧，将由线路保护动作切除；而若先拉母线侧隔离开关，短路点在母线侧，将由母线保护或其后后备保护延时切除，将造成故障范围扩大。在送电操作中，如果因种种原因断路器在合位。此时先合上母线侧隔离开关，同样可以防止事故扩大。其次，从母线到线路逐级送电，出现事故便于判断和处理。

小车断路器的操作有着其特殊性，因为小车断路器的电源侧和负荷侧一般不会配有隔离开关，小车断路器的电源侧和负荷侧的插入式触头起到了隔离开关作用，只是在拉开小车断路器后将小车断路器拉出操作过程中不能按先拉负荷侧隔离开关、后拉电源侧隔离开关的顺序依次进行的规定进行操作。这给小车断路器操作带来了安全隐患，因为一旦由于某种原因在小车断路器未拉开的情况下误将小车断路器拉出，相当于带负荷拉开母线侧隔离开关，将造成母线弧光短路事故。这样不但会造成严重的设备损坏、变电站停电事故，而且会造成人身伤亡事故。

为了防止误操作事故的发生，操作项目中的(1)~(3)项必须在监控机上相应设备的分画面上进行操作，不允许在监控机上主画面上操作。

步骤二解析：《国家电网公司电力安全工作规程》(变电部分) 2.3.6.5 规定：“电气设备操作后的位置检查应以设备实际位置为准，无法看到实际位置时，可通过设备机械位置指示、电气指示、带电显示装置、仪表及各种遥测、遥信等信号的变化来判断。判断时，应有两个及以上的指示，且所有指示均已同时发生对应变化，才能确认该设备已操作到位。以上

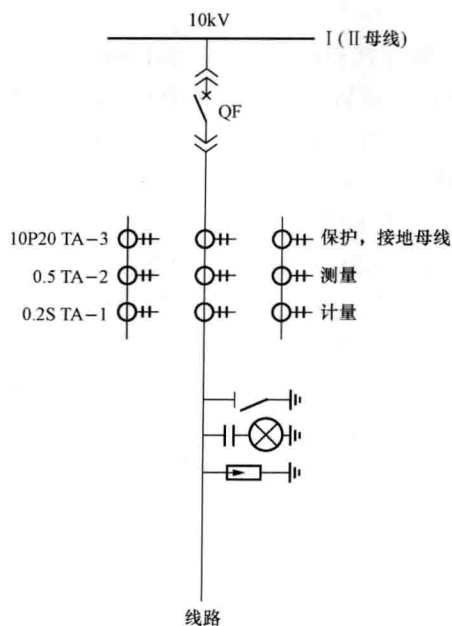


图 2-1 10kV 线路断路器柜一次侧接线图

检查项目应填写在操作票中作为检查项。”

“检查 10kV 东方 9 线 003 断路器分位监控信号指示正确”是操作人员在监控机上进行检查的项目，同时操作人员在监控机上应检查 10kV 东方 9 线电流、有功、无功指示 0 值。

“检查 10kV 东方 9 线 003 断路器分位机械位置指示正确”是操作人员在 10kV 东方 9 线 003 断路器操控屏上进行的检查项目，不但要检查 10kV 东方 9 线 003 断路器位置指示牌在“分闸”位置，而且还要检查 10kV 东方 9 线 003 断路器机械位置指示正确。

“检查 10kV 东方 9 线 003 断路器负荷指示正确，电流值，A 相___ A、B 相___ A、C 相___ A”是操作人员在 10kV 东方 9 线 003 断路器操控屏上进行的检查项目，检查此项目的目的在于确证 10kV 东方 9 线 003 断路器已断开了供电线路负荷，且与监控机上“10kV 东方 9 线电流、有功、无功指示 0 值”信息一致。

步骤三解析：《国家电网公司电力安全工作规程》（变电部分）4.2.2 规定：“检修设备停电，应把各方面的电源完全断开（任何运行中的星形接线设备的中性点，应视为带电设备）。禁止在只经断路器断开电源或只经换流器闭锁隔离电源的设备上工作。应拉开隔离开关，手车断路器应拉至试验或检修位置，应使各方面有一个明显的断开点，若无法观察到停电设备的断开点，应有能够反映设备运行状态的电气和机械等指示。对于与停电设备有关的变压器和电压互感器，应将设备各侧断开，防止向停电检修设备反送电。”

高压断路器的断路能力虽然很强，但其开断行程很有限。断路器的动静触头在灭弧室内，分合状态只有靠分合闸指示牌指示，外观上不够明显，如果断路器在退出状态时操作能源没有断开，一旦其控制回路出现问题或发生二次混线、误碰、误操作等，都会使断路器的操动机构自动合闸使设备带电。如果因为断路器操动机构故障时，可能发生操动机构显示断路器在分位，而断路器实际位置在合位的状况。因此安规规定：“禁止在只经断路器（断路器）断开电源或只经换流器闭锁隔离电源的设备上工作。”

“将 10kV 东方 9 线 003 断路器操作方式开关切至就地位置”的目的在于断开 10kV 东方 9 线 003 断路器远方操控回路，防止远方误操作。

小车断路器处于“运行”、“试验”、“检修”位置示意图如图 2-2 所示。

“将 10kV 东方 9 线 003 小车断路器由工作位置拉至试验位置”是使 10kV 东方 9 线线路与 10kV 母线有一个明显的断开点。

“检查 10kV 东方 9 线 003 小车断路器确已拉至试验位置”是为了确证 10kV 东方 9 线 003 小车断路器的实际位置，不但要检查 10kV 东方 9 线 003 小车断路器的在“试验”位置，而且还要检查 10kV 东方 9 线 003 断路器机械位置指示正确。

步骤四解析：《国家电网公司电力安全工作规程》（变电部分）4.3.3 规定：“对无法进行直接验电的设备、高压直流输电设备和雨雪天气时的户外设备，可以进行间接验电。即通过设备的机械指示位置、电气指示、带电显示装置、仪表及各种遥测、遥信等信号的变化来判断。判断时，应有两个及以上的指示，且所有指示均已同时发生对应变化，才能确认该设备已无电；若进行遥控操作，则应同时检查隔离开关（刀闸）的状态指示、遥测、遥信信号及带电显示装置的指示进行间接验电。330kV 及以上的电气设备，可采用间接验电方法进行验电。”

在 10kV 东方 9 线 003 小车断路器操控屏上无法进行直接验电，因此“检查 10kV 东方 9 线电流互感器线路侧带电显示器三相指示无电”是进行间接验电方法之一。

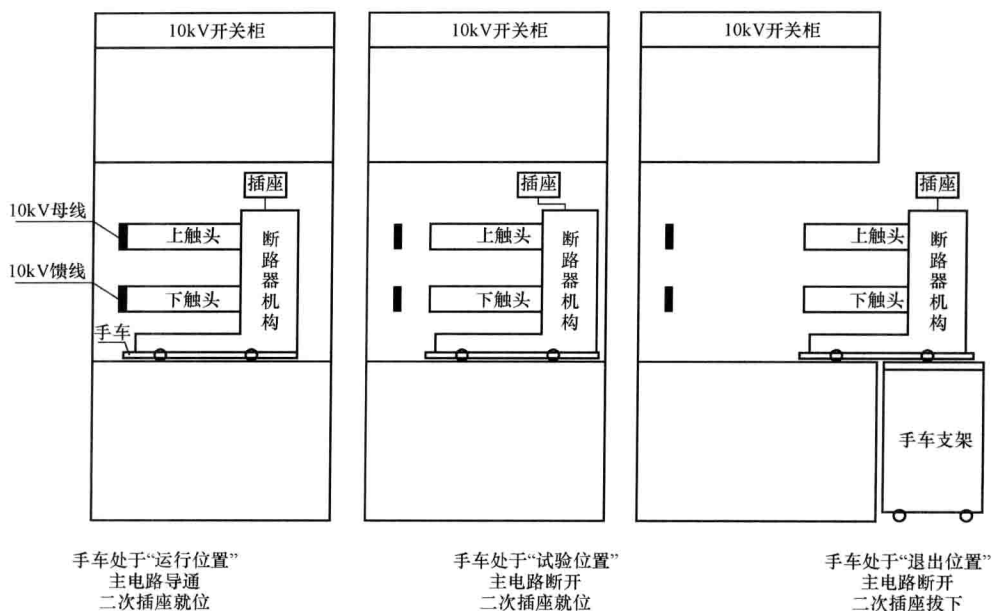


图 2-2 小车断路器处于“运行”、“试验”、“检修”位置示意图

《国家电网公司电力安全工作规程》（变电部分）4.4.2 规定：“当验明设备确已无电压后，应立即将检修设备接地并三相短路。电缆及电容器接地前应逐相充分放电，星形接线电容器的中性点应接地，串联电容器及与整组电容器脱离的电容器应逐个多次放电，装在绝缘支架上的电容器外壳也应放电。”

“将检修设备接地并三相短路”这是由实际故障在防护上的各种特点所决定的。如果只装设短路线而不接地，一旦遇有交叉线路一相断线串入单相电源时，工作设备因本身未接地，不仅不是等地电位而是故障线路的额定电压。如果不是接地并三相短路，而是三相分别接地，三相均对地存在一个对地等效电阻，电源一旦合闸，三相接地短路电流在该等效电阻上产生的相当大的电压降就会施加在检修设备上，足以危及工作人员的安全。因此，在工作地点两侧装设短路接地线，可以保证工作地点的等地电位，进行安全作业。

“合上 10kV 东方 9 线 003-QS3 接地开关”和“检查 10kV 东方 9 线 003-QS3 接地开关确在合位。”其目的在于立即将检修设备接地并三相短路且确证良好。

《国家电网公司电力安全工作规程》（变电部分）4.2.3 规定：“检修设备和可能来电侧的断路器（断路器）、隔离开关（刀闸）应断开控制电源和合闸电源，隔离开关（刀闸）操作把手应锁住，确保不会误送电。”

操作电源是对断路器和隔离开关控制电源及其各种形式的合闸电源的统称。断路器和隔离开关断开后，如果不断开他们的控制电源和合闸电源，可能会因为多种原因，如试验保护、遥控装置调试失当、误操作等，断路器或隔离开关会被突然合上，造成检修设备带电，使工作安全遭到破坏。

“拉开 10kV 东方 9 线 003 断路器控制直流电源空气断路器”目的在于防止断路器发生误合闸。