

电气运行 操作必读

周志敏

周纪海 编著

纪爱华

电工实用技术系列

电气运行操作必读

周志敏 周纪海 纪爱华 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以《电气设备倒闸操作规范》和《电业安全工作规程》的要求为原则,系统地介绍了变电站(发电厂)的操作票、倒闸操作、安全操作、五防闭锁装置、运行电工危险点分析、变电设备巡视、电气测量操作、运行管理、安全与事故及触电急救等内容,深入浅出地阐述了与电工倒闸操作中密切相关的规范和规程,分析了电气运行操作中的问题及处理方法。书中内容结合运行实践,新颖实用,语言通俗易懂,是电气运行操作人员的必备读物。

本书注重规范、标准和电气操作实践的结合,可直接用于指导电气运行的生产实践,可供具有初中以上文化程度的电工阅读,也可供相关电气运行培训的教师及电气运行管理人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气运行操作必读/周志敏,周纪海,纪爱华编著. —北京:电子工业出版社,2004.9
(电工实用技术系列)
ISBN 7-121-00104-7

I. 电… II. ①周…②周…③纪… III. 电力系统运行 IV. TM732

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第068227号

责任编辑:富 军 刘继红

印 刷:北京天宇星印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

经 销:各地新华书店

开 本:850×1168 1/32 印张:12.625 字数:342.72千字

印 次:2004年9月第1次印刷

印 数:5000册 定价:18.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

电工是工矿企业及城乡从事技能操作的“智能”型工种，是发电、供电、用电企业中重要且特殊的工种。电工处于生产第一线，是保证电网安全、经济运行和人们生产及生活用电的关键岗位。电工的技术素质将直接影响电网的供电质量和用电的安全，与社会生产和人民生活密切相关。为了加强变电站、发电厂运行操作的技术管理，提高变电站、发电厂的安全运行水平，原电力部下发了《电气设备倒闸操作规范》和《电业安全工作规程》，为全面提高电气运行人员技术素质和加强岗位责任提供科学的、系统的标准和规范，促进和加强了电气运行的技术管理，使电工操作逐步走向正规化、规范化、标准化，以适应发电、供电、用电企业安全运行及安全用电发展的需求。

本书紧紧围绕《电气设备倒闸操作规范》和《电业安全工作规程》，以提高电气运行安全操作技能为目的，系统地把变电站（发电厂）操作票、倒闸操作、安全操作与五防闭锁装置、危险源点分析、设备巡视、电气测量、运行管理、安全与事故、触电急救有机地结合起来，便于电气运行人员学习电气操作的基本知识，掌握和提高电气运行操作技能。全书尽量做到针对性和实用性，在保证科学性的同时，注重通俗性。读者可以以此为“桥梁”，系统地了解 and 掌握电气操作的标准、规范及实际操作中的问题分析和处理方法。本书的宗旨是提高电气运行操作技能与管理水平。本书附录附有《电气设备倒闸操作规范》，其用意是使读者将本书讲述的内容与规范要求有机地结合起来，起到指导工作实践的作用。

本书在写作过程中，从资料的收集和技术信息的交流上都得到了国内的专业学者和同行的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间短，加之作者水平有限，书中难免有谬误之处，敬请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 变电站（发电厂）的操作票	(1)
1.1 操作票	(1)
1.1.1 操作票的填写	(1)
1.1.2 特殊操作票与辅助操作	(5)
1.2 继电保护安全措施票	(8)
1.3 微机填写操作票	(10)
1.3.1 微机开操作票的特点	(11)
1.3.2 微机开操作票的实现	(12)
1.3.3 微机开操作票应解决的问题	(14)
第 2 章 变电站（发电厂）的倒闸操作	(18)
2.1 倒闸操作	(18)
2.1.1 倒闸操作前的准备工作	(19)
2.1.2 倒闸操作	(28)
2.2 倒闸操作管理	(34)
2.2.1 监护人的管理	(34)
2.2.2 倒闸操作中的技术管理	(36)
2.2.3 变电站（发电厂）运行操作中的问题分析	(39)
2.2.4 电气操作中应注意的细节问题	(46)
2.3 倒闸操作中的误操作	(55)
2.3.1 误操作事故	(55)
2.3.2 误操作原因分析	(62)
2.3.3 防止误操作的基本措施	(66)
2.4 综合自动化变电站中的防误操作系统	(74)
2.4.1 全仿真变电站的防止误操作系统	(74)
2.4.2 综合自动化变电站中的防误操作系统的应用	(78)

2.4.3	监控中心遥控操作的安全技术措施	(83)
2.5	变电站(发电厂)标准化操作	(86)
2.5.1	变电站(发电厂)标准化操作建设	(86)
2.5.2	标准化操作在发电厂中的应用	(88)
2.6	典型电气设备性能及操作	(94)
2.6.1	隔离开关操作	(94)
2.6.2	断路器操作	(105)
2.6.3	变压器操作	(109)
2.6.4	电容器组操作	(116)
第3章	变电站(发电厂)安全操作	(120)
3.1	验电操作	(120)
3.1.1	验电器	(121)
3.1.2	验电操作和验电注意事项	(124)
3.2	装设和拆除接地线	(126)
3.2.1	接地线的作用及技术条件	(126)
3.2.2	停电设备上的感应电压	(128)
3.2.3	接地线装设和拆除	(131)
3.3	电工绝缘安全用具	(140)
3.3.1	电工绝缘安全用具的种类	(140)
3.3.2	电工绝缘安全用具的使用	(142)
3.4	标示牌和遮栏	(144)
3.4.1	标示牌	(144)
3.4.2	遮栏	(146)
3.5	电气火灾	(148)
3.5.1	发生电气火灾的处理	(148)
3.5.2	电缆火灾	(150)
3.5.3	充油电气设备火灾	(153)
第4章	变电站(发电厂)的五防闭锁装置	(156)

4.1	机械程序电磁联动闭锁装置	(156)
4.1.1	JLS 型机械程序电磁联动闭锁装置的组成	(156)
4.1.2	机械程序电磁联动闭锁装置的应用	(159)
4.2	微机五防装置	(166)
4.2.1	微机五防闭锁装置的特点及设计原则	(166)
4.2.2	微机五防装置的功能	(170)
4.2.3	微机防误闭锁装置构成及应用	(172)
第 5 章	运行电工危险点分析	(179)
5.1	工作危险性分析	(179)
5.1.1	安全性评价与危险点分析	(179)
5.1.2	危险点预控	(185)
5.2	电气运行工作中的风险预测	(195)
5.2.1	运行中的风险预测	(195)
5.2.2	电气操作的主要危险点及控制措施	(198)
5.3	典型工作危险点控制	(203)
5.3.1	典型倒闸操作的危险点及其防范措施	(203)
5.3.2	电力电容器的危险点控制	(208)
5.3.3	检修作业危险点预控	(214)
第 6 章	变配电设备巡视	(216)
6.1	变电站巡视工作	(216)
6.1.1	变电设备的巡视	(216)
6.1.2	配电设备巡视检查方法	(225)
6.2	影响变电站设备巡视的因素	(227)
6.2.1	影响设备巡视质量的客观因素	(227)
6.2.2	影响设备巡视质量的主观因素	(230)
6.2.3	影响巡视质量的管理因素	(231)
6.3	大型变电站实施分级巡视制度	(232)
6.3.1	对设备巡视的基本分析	(232)

6.3.2	原有巡视制度存在的问题	(233)
6.4	变电站(发电厂)运行分析	(236)
6.4.1	运行分析方法	(237)
6.4.2	运行分析步骤	(238)
6.4.3	变电站(发电厂)运行应加强的工作	(239)
第7章	电气测量操作	(246)
7.1	电气测量仪表	(246)
7.1.1	电气测量的基本要求	(246)
7.1.2	电气测量仪表的正确使用	(250)
7.2	绝缘电阻的测量	(254)
7.2.1	兆欧表的结构原理和使用	(254)
7.2.2	绝缘电阻的正确测量	(258)
7.3	万用表的正确使用	(263)
第8章	变电站(发电厂)运行管理	(266)
8.1	变电站(发电厂)的安全运行	(266)
8.1.1	保证变电站(发电厂)设备安全运行的条件	(266)
8.1.2	变电站(发电厂)运行人员	(268)
8.1.3	变电运行人员的岗位互换	(276)
8.2	变电站(发电厂)技术管理	(281)
8.2.1	变电站(发电厂)站用电系统管理	(281)
8.2.2	提高继电保护运行的可靠性	(284)
8.2.3	正确检验出口压板回路	(288)
8.2.4	加强对继电保护及自动装置的安全管理	(291)
8.2.5	二次熔丝及保护压板的管理	(296)
8.2.6	高频保护与重合闸的投停原则	(297)
8.2.7	保证继电保护安全运行的措施	(300)
8.2.8	变电站(发电厂)接地装置的管理	(302)
8.3	变电站(发电厂)设备管理	(305)

8.3.1	新投运变电站(发电厂)二次设备验收	(305)
8.3.2	变电站(发电厂)设备缺陷的管理方法	(307)
8.4	变电站(发电厂)消防管理	(312)
8.5	电力系统的安全运行管理	(316)
8.5.1	电网调度管理	(316)
8.5.2	500kV 变电站二次设备运行管理	(318)
8.5.3	无人值班变电站的运行管理	(321)
第 9 章	安全与事故	(324)
9.1	安全的基本概念	(324)
9.1.1	系统安全的概念	(324)
9.1.2	安全意识	(327)
9.2	事故基本概念	(329)
9.2.1	事故的概念及统计	(329)
9.2.2	导致事故的心理因素	(334)
9.3	变电站(发电厂)运行事故	(337)
9.3.1	变电站(发电厂)运行事故预防措施	(338)
9.3.2	验电器使用不当引起事故	(340)
9.3.3	继电保护人为责任和设备事故	(341)
9.3.4	提高运行人员的事故处理能力	(344)
9.3.5	事故异常及未遂的控制	(347)
9.4	变电站(发电厂)事故分析与处理	(350)
9.4.1	事故处理的原则和程序	(350)
9.4.2	变电站(发电厂)事故处理	(353)
9.5	由铁磁谐振引起的变电站事故案例分析	(361)
第 10 章	触电急救	(367)
10.1	触电急救措施	(367)
10.1.1	触电者脱离电源和急救措施	(367)
10.1.2	触电急救方法和应用	(370)

10.2 触电者的电弧灼伤的抢救	(375)
附录 A 电气设备倒闸操作规范	(377)
参考文献	(392)

第1章 变电站（发电厂）的操作票

1.1 操 作 票

电力网要实现安全高效连续运行，适应电网改革的经济体制的需要，必须对全网的电力负荷实行科学的调控管理并对生产运行实行高度集中统一指挥。电网运行调度人员按照《电网调度管理条例》规定的职责范围，对电力网中各发电厂和变电站发布各种操作、调整电网运行等的命令。所以，调度人员下达的正确无误的操作命令，就是发电厂或变电站运行值班人员填写操作票倒闸操作的依据。运行值班人员接受命令后，按照调度人员命令的工作内容填写倒闸操作票。

1.1.1 操作票的填写

1. 操作票填写的项目

操作票内的项目包括发电厂和变电站相对重要的和关系重大的操作，概括起来主要有以下几个方面。

（1）性质重要的操作

断路器和隔离开关是电力线路和单元设备通断与隔离的控制电器。通过将断路器和隔离开关的操作填入操作票，并通过操作、监护和值长三方监督互审，依据操作票按步骤实施各项操作，可以使被操作对象得以确认，防止看错、拉错等问题发生。

（2）具有程序步骤的操作

由于各种电气设备的作用不同，它们共同配合形成了一个功能整

体。因而，设备的投切自然而然地就有着严格的操作程序，如断路器、隔离开关和验电、接地等，必须遵守它们的内在规律。使用操作票可从技术上和组织上以完整的手段充分保证其程序按要求完成。

(3) 关系重大的步骤检查

高压电气设备的操作，绝大多数都是通过传动机构和各种操作机构来实现的。如其机构发生故障，必将影响操作结果。所以，值班人员在操作中必须对操作是否到位、接触是否良好、机械防误闭锁销子是否扣入等进行认真的检查。这里需要突出强调的是，对集中控制的设备项目来说，这种检查是亲临设备间隔处，通过具体位置指示器、机构状态等确认、合后位置正确，切不可图便利、凭经验，以防止误操作事故的发生。在倒闸操作票中，检查断路器和隔离开关的位置均作为一个单独项目填写。这些检查主要有：

① 防止带负荷拉、合隔离开关。在断路器退出备用时的隔离开关操作或由冷备用转入运行操作前，要检查相应断路器是否在断开位置。

② 在倒母线、倒旁路或进行由母线联络断路器带线路的操作时，拉、合母线联络断路器或旁路隔离开关前，必须先实地检查相应断路器是否在断开位置。在倒负荷操作或进行主变压器电源解列操作时，要先检查解列后是否会出现过负荷现象；解列操作后，检查运行的电源系统运行得是否良好。解列操作后，需检查负荷分配是否正常。

③ 保证安全的技术措施的操作。设备检修工作完毕，合闸送电前，必须检查所装接地线是否已拆除；布置检修工作安全措施的操作，如装设接地线，检验设备确无电压，电压互感器防反充电，控制回路熔断器（保险器）等的安装与拆除等，都应作为单独项目填写入操作票。

2. 操作票填写的具体操作项目

操作票填写的具体操作项目有：

① 拉合开关（断路器）；

- ② 拉合开关（断路器）后的检查；
- ③ 拉合刀闸；
- ④ 拉合刀闸后的检查；
- ⑤ 挂地线前进行验电；
- ⑥ 挂拆接地线；
- ⑦ 装取保险器（熔断器）；
- ⑧ 检查电源、电压等。

3. 填写操作票的基本规定及考核

（1）填写操作票的基本规定

操作人依据调度或变电站值长的命令，参照现场使用的典型操作卡或范例操作票，用钢笔或圆珠笔填写操作票。其内容和格式应符合《电业安全工作规程》（全书中简称《安规》）中的有关规定及上级颁发的倒闸操作行为标准，其基本规定如下：

① 所填操作票票面整洁、字迹清晰、无涂改，特别是时间部分要按实际操作时间正确填写，不得提前填写和对其进行涂改。

② 执行倒闸操作票的依据是调度命令，在部颁格式的操作票上，可以写入调度命令号或者填入发令人的代号。属于厂、所自管的设备操作，亦应注明规定的命令号字样。

③ 操作票按有关要求应事先连续编号，按序号使用。

④ 操作任务明确，操作任务与调度命令内容和操作票中所填项目相符。

⑤ 所有操作术语应符合规定，除操作任务栏外，设备名称使用双重名称中的一种（一般应使用数字代号名称），含义清晰，与实际相符。

⑥ 操作项目正确，顺序无颠倒，无漏项、并项，规定的检查项目必须单独列出。

⑦ 操作票未填完空格，应从第一空行起用终止号顶满两行做结

束符。

⑧ 一个操作任务续页填写时，续页的前一页下边应注明“接上页 No: ×××××”，续页上操作任务栏应写出所承接上页的操作票编号“No: ×××××”。命令号及开始操作时间填在第一页上，操作终了时间填在最后一项，所有各页上的操作、监护、值班负责人都应签名，所有操作项目均应连续编写序号。

⑨ 操作票填写完毕由操作人自查，无误后签名，不得由别人代签或模仿签名，不得由非操作人填写操作票。

⑩ 操作票填写错误应盖“作废”字样章，命令中止或本值未用的操作票应盖“未执行”字样章。

⑪ 操作票编号和各种各样的注明，都是运行安全和管理上的需要，以防乱用、混用操作票和作废操作票而发生错误操作。对于这些问题，电力生产运行单位都有详细的安全管理制度。对于使用过的操作票，原则上至少应保存三个月；有时根据需要，为了接受检查，总结经验，大多数单位对其应保存一个检查评比周期至一年的时间。

(2) 操作票考核的内容

对于操作票本身，凡属下列任一情形的，均属不合格操作票：

- ① 无编号或编号混乱的；
- ② 无操作命令号、发令人代号或命令代号字样的；
- ③ 一张操作票填写了两个及两个以上操作任务且违反《现场运行规程》规定的；
- ④ 操作任务与操作项目不符的；
- ⑤ 操作票漏项；
- ⑥ 操作顺序颠倒；
- ⑦ 填写字迹不清，任意涂改的；
- ⑧ 有省略号的；
- ⑨ 所使用的操作票非部颁规定的标准格式；
- ⑩ 非操作人填写了操作票，有代签名、模仿签名的；

- ⑪ 操作术语不符合规定且语义重复或含义不清的；
- ⑫ 有续页而未按规定填写转接承前号和签名的；
- ⑬ 操作设备双重名称混写或名称错误的；
- ⑭ 所余空格未按规定打终止符号的；
- ⑮ 操作票中有错字、白字、丢字，形成内容错误的。

操作票在执行中出现的不合格情况如下：

- ① 操作票虽然填写正确但执行错误的；
- ② 现场操作未执行监护复诵制的（主要表现在各签名、时间或留有事后补填痕迹）；
- ③ 操作中不按规定一项一项打勾而在两行打勾的；
- ④ 监护人、值班负责人未按规定签名、续页无签名的；
- ⑤ 操作时间填写错误，有勾改，或续页时间未按规定填写的；
- ⑥ 操作完毕后，未按规定盖上已执行字样章的；
- ⑦ 操作时发生任何人身或设备责任统计事故的。

规定以上考核内容的原因是，出现其中任何一点或一条、一种情形的差错，都潜在着安全操作与生产运行管理中的某些问题，反映出违章、违反操作制度及操作纪律方面的现象。从安全监察的角度看，它们也是由于各种违章操作发生的事故中共有的原因特征。

1.1.2 特殊操作票与辅助操作

1. 特殊操作票的填写

(1) 单人值班的操作票的填写

单人值班的变电站，值班员从客观上已具备了把握自我操作行为正确无误的经验和能力，但现场仍然缺少总体安全的责任监督。因此，操作票必须由发令人将操作内容逐条向值班员传达，值班员根据传达填写操作票，复诵无误，在监护人处代替发令人签名，由发令人对操

作票顺序、步骤的完整性和所发命令内容的正确性负责。

(2) 检查负荷分配操作票的填写

检查负荷分配是一个相对重要的操作票项目,一般均在操作始末实施。操作之前慎重检查,可以对所带负荷做出正确估计,对解并列电源再次加以审度,安全把关。操作后的检查,负荷分配已平衡或线路已带负荷,是对整个操作目的的概括性验证,以避免回路中有接触不良或未接通等问题出现。

(3) 操作票中设备双重名称的填写

操作票填写设备名称和编号的作用有两个:一是使操作票简洁、明了,避免某些语句在书写和复诵上过于冗繁;二是通过使用双重名称,可以避免发令和受令时在听觉上出错,特别对同一变电站内同音或近音的设备尤其必要。应该注意的是,发电厂和变电站内的设备,编号要能明显地区分开来,不得重复编号。

2. 操作票的模拟审查与操作的模拟预演

模拟审票与模拟预演二者的侧重点是不相同的。操作票审查时核对模拟图只是从操作票所填内容出发查对。操作前的模拟预演,是在有关操作的准备工作全部就绪后,依照现场实际,把操作票内容和操作过程结合在一起,以全部到位的形式进行的实战演习。因此,操作票的审查和模拟预演是安全操作必须的两个检查步骤。通过这两个步骤,一方面可以使操作人和监护人进行一次全面实际的检查,作为开始操作的第一个步骤;另一方面,通过它能够发现操作票与设备不相符等安全措施不够完善的问题,从而设法弥补或澄清。所以,认真严肃地开展好操作票的审查和模拟预演是倒闸操作需要突出强调的问题。

3. 不用操作票的三种工作

使用操作票进行倒闸操作主要是为了保证实施操作的正确性。操

作票的准备和程序操作需要一定的时间，某些实际情况却不能满足需要。在《安规》第30条中，规定了三种可不填写操作票的操作项目，可不填写操作票的操作具有以下一些特征：

① 事故处理。在发生事故后，要求所有的操作、检查都能够进行得迅速、准确、有效，以争取时间，快速恢复电力生产的正常运行。

② 拉、合断路器的单一操作。这种操作电气值班人员经常进行，操作技能也比较熟练，设备从运行到备用，性质单一，无发生误操作的必然原因。

③ 拉开全发电厂（变电站）惟一的一组闭合的接地隔离开关或拆除全发电厂（变电站）惟一的一组接地线。这种操作任务也同样简单直接。因为是惟一的，仅限于拆，故没有拆错的可能和触电的危险。

总之，三种可不填写操作票的操作就是为了争取处理事故的时间以及性质单一、无危险和差错的操作。这些操作按照现场运行规程的规定，可以不填写操作票。

4. 倒闸操作中的辅助操作

倒闸操作中的辅助操作包括：

- ① 测量绝缘电阻；
- ② 变压器或消弧线圈改分接头；
- ③ 起停强油循环变压器的油泵；
- ④ 接通或断开断路器的合闸动力电源及隔离开关的控制电源或气源等。这些操作是否写入操作票中，应根据各发电厂（变电站）的操作规定而定。

5. 操作票实行“三审”制

“三审”是指操作票填好后，必须进行三次审查：

- ① 自审，由操作票填写人进行；
- ② 初审，由操作监护人进行；