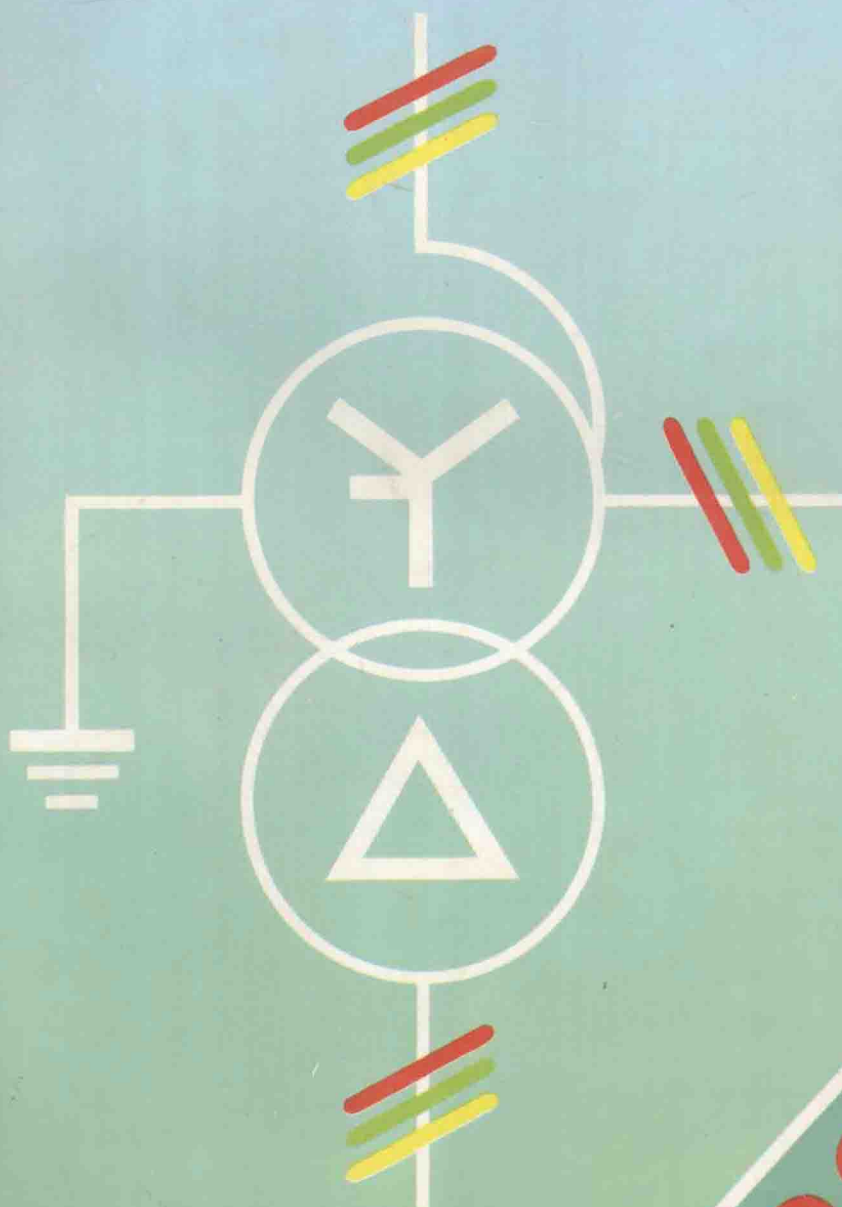


变电运行技能培训教材

(220kV 变电所)

江苏省电力工业局 编



中国电力出版社

220

变电运行技能培训教材

(220 kV 变电所)

江苏省电力工业局 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为变电运行技能培训教材之一，是根据部颁《变电运行岗位规范》和《电力工人技术等级标准》的要求，结合电力生产的在岗培训、上岗培训和转岗培训的实际需要，在制订技能培训大纲的基础上编写的，突出技能，只讲 220kV 的变电倒闸操作、巡视检查、异常运行分析及事故处理。其具体内容有：变电运行调度管理、倒闸操作、安全措施，电力变压器、断路器、互感器、隔离开关、电网、线路、母线、消弧线圈、电容器、电抗器、电力电缆、防雷设备、直流系统、所用电系统、二次回路、继电保护及自动装置等电气设备的运行操作、巡视检查及异常与事故处理，变电所运行管理等。还附有常用调度、操作术语，母差保护、高频闭锁保护、综合重合闸等自动装置的运行操作、检查与事故处理实例，电气图形、文字符号的对照表等。

本书作为中、高不同技术等级的 220kV 变电运行工人、技师、技术员和管理人员等的岗位技能培训教材，也可作为大、中专及技工学校的师生现场实习和工作阅读与课程教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电运行技能培训教材：220kV 变电所/江苏省电力工业局编. -北京：中国电力出版社，1995

ISBN 7-80125-016-8

I. 变… II. 江… III. 变电所，220kV-技术培训-教材

IV. TM631

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 07962 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1995 年 9 月第一版 1998 年 5 月北京第二次印刷

787×1092 毫米 16 开本 16 印张 392 千字

印数 15111—19140 册 定价 19.00 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

大力开展职工岗位培训，提高职工本岗位的工作能力和生产技能，是职工教育的重点，也是提高劳动生产率和工作效率的重要手段。为了适应电力生产安全经济运行的需要，提高变电运行人员的技术素质和管理水平，江苏省电力工业局在多年来变电运行岗位培训实践的基础上，根据部颁《变电运行岗位规范》、《电力工人技术等级标准》和有关规程制度的要求，组织全省有关供电局的工程技术人员编写了本套变电运行技能培训教材。

《变电运行技能培训教材》分 35kV 变电所、110kV 变电所和 220kV 变电所三册，分别由淮阴供电局、南通供电局和苏州供电局组织编写。曾几易其稿，并经生产第一线有关人员多次会审和修改定稿。本套教材既结合江苏电力系统的实际，又考虑能满足全国各地的通用要求，符合部颁有关规程制度的规定，电气图形符号和文字符号符合国家新标准。本教材的最大特点是突出了运行技能训练和运行管理的内容，深受变电运行第一线值班人员的欢迎。这套教材实用性能，通俗易懂，覆盖面广，是变电运行人员的技能培训和考核的教材，适宜于自学，既可作现场工程技术人员的参考书，也可作为技工、中专学校的教学参考书。由于变电所的具体情况不尽相同，在使用本教材时可酌情增补或删减，使之更切合于相应系统的实际。

《变电运行技能培训教材（220kV 变电所）》由苏州供电局王文渊同志主编，各章节由吴烈、戴明华、王文渊、任柏寿、尤爱珍、李连荣、徐根元、林新群、郭健伟、袁力超、沈炯、何建明等同志分别编写。第三章由无锡供电局尤爱珍同志按变压器运行新规程、新导则，作了修改和补充。第七章由王文渊、周德义同志参考扬州、南通供电局供稿的内容，作了重新编写。本教材由吴国忠、金韬同志进行了初审，由苏州供电局总工程师、教授级高级工程师姜祥生同志和江苏省电力工业局高级工程师杨盘兴同志主审。

本教材在编写过程中，虽经反复会审修改，但是，由于编者水平有限，加之编写时间仓促，不足之处在所难免，希望各单位、各读者在使用中及时提出宝贵意见，以便再版时修订和完善。本教材在编写过程中得到扬州、无锡、镇江供电局等单位及有关部门、有关工程技术人员的大力协助，在此一并表示谢意。

江苏省电力工业局

1995 年 6 月

目 录

第一章 变电运行调度管理	1
第一节 电网的频率、电压调整管理.....	2
第二节 变电所设备的停电检修与新设备的投入管理.....	4
第三节 倒闸操作管理.....	5
第四节 继电保护与自动装置的投切、更改整定和运行管理.....	8
第五节 事故处理的管理.....	9
第二章 变电所主接线、倒闸操作及安全措施	11
第一节 变电所电气主接线	11
第二节 一次系统的防误装置	13
第三节 电气倒闸操作及操作票	18
第四节 一次设备倒闸操作中的异常分析与处理	39
第五节 220kV 变电所倒闸操作实例	43
第六节 变电所的工作票及安全措施	64
第三章 电力变压器的运行、巡视、异常与事故处理	72
第一节 概述	72
第二节 变压器的运行方式	74
第三节 变压器在运行中的巡视检查	79
第四节 变压器的正常运行与维护	82
第五节 变压器运行中的异常与分析	84
第六节 变压器事故处理	88
第七节 自耦变压器	92
第八节 变压器的交接与检修后的验收	95
第四章 高压断路器的运行、检查与事故处理	98
第一节 高压断路器概述	98
第二节 高压断路器运行中的巡视、检查和维护	99
第三节 高压断路器的事故处理.....	105
第四节 高压断路器的安装交接及大修后的验收.....	112
第五章 变电所电气设备的运行、检查与事故处理	114
第一节 电气设备事故处理总则.....	114
第二节 互感器的运行、检查与事故处理.....	116

第三节	隔离开关的运行、检查和事故处理	124
第四节	电网、线路及母线的事故处理	127
第五节	消弧线圈的运行与事故处理	132
第六节	电力电容器的运行、检查与事故处理	133
第七节	电抗器的运行、检查与事故处理	136
第八节	电力电缆的运行、检查与事故处理	137
第九节	防雷设备及过电压保护装置的运行、检查与事故处理	139
第十节	变电所的所用电及直流系统的运行、检查与事故处理	140
第十一节	二次回路的运行、检查与事故处理	145
第六章	继电保护及自动装置的运行、检查与事故处理	152
第一节	220kV 变电所继电保护及自动装置的配置	152
第二节	主变压器的继电保护	153
第三节	母线差动保护的运行操作、检查与事故处理	155
第四节	零序电流保护的运行操作、检查与事故处理	167
第五节	线路距离保护的运行操作、检查与事故处理	169
第六节	电网高频保护的运行操作、检查与事故处理	172
第七节	线路的微机保护	186
第八节	综合重合闸装置的运行、检查与事故处理	193
第九节	故障录波器的作用及其使用方法	197
第十节	变电所的远动设备、通信设备及其使用	201
第七章	变电所的运行管理	208
第一节	变电所的基本制度和常规工作	208
第二节	变电所的设备管理	214
第三节	变电所的技术管理及记录、报表管理	218
第四节	变电所的安全管理与安全考核	225
附录一	调度常用术语	231
附录二	常用电气设备新旧图形符号对照	236
附录三	常用电气设备文字符号	243
复习思考题		247

第一章 变电运行调度管理

中华人民共和国国务院令（第 115 号）发布的《电网调度管理条例》（以下简称“条例”）自 1993 年 11 月 1 日起施行。该“条例”具有法律效力。我们必须全面、完整、准确地理解、掌握其规定和精神，更好地贯彻、执行。所称的“电力系统”，是指发电、供电、用电设施及其有关的继电保护、自动装置、计量装置、电力通信设施、电力系统调度自动化设施等所构成的整体。因此，本书内容就需要反映上述“电力系统”的主要方面。“条例”指出：电力系统调度是指电力系统调度机构为保障电力系统的安全、优质、经济运行，对电力系统运行的组织、指挥、指导和协调。凡是在我国境内的发电、供电、用电单位和个人（包括各级政府及其经济管理部门、生产调度部门，各级电力行政主管部门等单位），必须遵守“条例”的规定。

在“条例”的基本内容中阐明：电是商品，且不是一般商品，它具有价值和使用价值。现代化电力工业同社会的关系密切，事关国计民生。同时，电能具有多方面的特点：交流电能的生产、输送、能量转换与使用，虽然电能的总量随时在变化，但是，都在瞬间同时完成平衡，以确保电能质量指标（频率、电压和谐波分量）符合国家规定的标准。再则，交流电不易储存，这就需要对电力系统这个技术复杂的系统工程进行严格的科学管理。同时要防止当电力系统发生突然事故时，应能正确迅速地进行处理，并尽快恢复供电。

随着我国电力系统的发展与负载增长（尤其乡镇工业腾飞）不够协调、供需矛盾，能源资源分布与开采的不平衡；电力工业体制改革的深化与电网调度管理出现的新情况，因此大型发电厂与单机容量不断增加，大电网（跨几个省市）也很快形成。目前装机容量超过 200GW 的有华东、东北、华中、华北和南方互联电力系统等 5 个跨省大电力系统。由于电力系统越大，技术越先进、复杂，自动化程度就越高。为保证电力系统安全、稳定和经济运行，客观上就必须设置电力系统各级调度机构，以实现统一调度，使大电力系统在国民经济发展中发挥巨大的作用。

为此需用法规形式对电力系统发展、规划、建设和调度加以明确。“条例”具有法律的作用，使电力系统管理中运用技术的、经济的、行政的手段和法律的保障来保证统一调度。“条例”规定了调度及值班人员的行为规则和发布各种调度指令的法律依据，解决新形势下电力系统管理中出现的一系列矛盾，例如发电与用电，各省电力公司之间、省电力公司与联合电力公司之间，电力企业与电力用户之间，不同产权电厂与电网之间的利益关系等重大问题，用“条例”作为准则。

我国电力系统调度体制分为五级：即国家设“国调”，跨省大电力系统设“网调”，各省、自治区设“省调”，各省辖市级供电局设“地调”，县供电局设“县调”。许多 220kV 变电所（站）汇集大电源与联络线，处于主系统或地区电力系统的枢纽地位，容量多在 200~480MV·A 以上，是巨大的功率和电压的控制点，如果全所停电，将引起地区电力系统瓦解，大面积停电，甚至影响整个系统，乃至几个省、市的正常供电。目前，华东电力系统装机容量已超过 34.0GW，东北、华北电力系统将近 30.0GW，华中电力系统达到 26.0GW，西北电力系

统超过 10.0GW，各电力系统在高速发展，220kV 变电所已遍及地区，甚至县（市），上海已有我国第一座 220kV 城市地下大型变电所，共分 5 层布置，其 35、110、220kV 电气设备一次系统均采用 SF₆ 全封闭组合电器（GIS），占地面积和空间很小，宜用于地下洞内。同时，主变压器的强油、水冷却装置和变电所的消防设备均作了特殊的安排处理。设备在国、内外达先进水平，容量为 720MV·A（已投运 2×240MV·A），对繁荣经济，保证现代化建设具有重要的意义。现在江苏省装机容量已超过 13.5GW，已投运的 220kV 变电所有近 70 座，其中，即使 220kV 的终端变电所以对地区供电的影响也很大。

“条例”规定了“调度系统”包括各级调度机构和电力系统内的发电厂、变电所的运行值班单位。调度机构调度管辖范围内的发电厂、变电所的运行值班单位（包括各类发电厂和变电所与企业的自备发电厂、变电所，不论其产权归属和管理形式均在此列），必须服从该级调度机构的调度。下级调度机构必须服从上级调度机构的调度。

电力系统调度管理的任务和主要工作，包括以下四方面：

（1）尽设备最大能力满足负荷的需要。

（2）使整个电力系统安全可靠运行和连续供电。

（3）保证电能质量，全电力系统所有发、供、用电单位应协同运行，由调度统一指挥来实现。

（4）经济合理利用能源，使电力系统在最大经济效率的方式下运行，达到每千瓦·时电能的燃料消耗和电能输送中损耗为最小的“低耗多供电”，成本最低。为此，实现电力系统调度通信自动化是非常重要的。

华东电力系统调度机构的设置，采用四级制，即网调、省调、地调和县调，实行统一调度、分级管理为整体的原则。各级调度机构的值班员在其当值期间为电力系统运行和操作的指挥人，值班调度员应对其发布的调度命令的正确性负责。下级调度机构、发电厂和变电所的值班人员应该认真严肃、正确、迅速地执行调度命令，听从调度指挥，发现调度命令和指挥有错误，应向值班调度指出纠正意见，当调度员坚持原命令时，值班人员应立即执行，但可在事后向上级领导报告。

第一节 电网的频率、电压调整管理

电能的质量标准是以频率、电压和波形来衡量的，电能的质量直接影响工、农业等各方面用户的工作质量。

一、系统频率的调度管理

1. 频率标准

我国规定电力系统频率的额定值为 50Hz，系统容量在 30GW（即 3000MW）及以上时，频率偏差不得超过 $\pm 0.2\text{Hz}$ ，电钟与标准钟的偏差每日累计不得超过 30s，系统容量在 30GW 以下时频率偏差不得超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ ，电钟与标准钟的偏差每日累计不得超过 1min。

2. 调频厂选择

系统应指定几个电厂担任调频厂。第一调频厂应保持系统频率在 $50 \pm 0.2\text{Hz}$ 以内，当频率超过 $50 \pm 0.2\text{Hz}$ 时，第二调频厂协助第一调频厂调频，系统内其它发电厂为负载监视厂，当频率超过 $50 \pm 0.5\text{Hz}$ ，应自动参加调频。

3. 频率正常管理手段

为了保持系统的频率正常，在编制电力系统及发电厂的日负载调度曲线时，应考虑到必要的运行备用容量（高峰时备用容量一般为系统负荷的2%~3%）。

4. 频率不正常的处理

系统频率超出 $50\pm 0.2\text{Hz}$ 为事故频率，事故频率允许的持续时间为：超过 $50\pm 0.2\text{Hz}$ ，总持续时间不得超过60min；超过 $50\pm 1\text{Hz}$ ，总持续时间不得超过15min。当系统频率降至49.8Hz以下时，各级调度、发电厂、变电所运行值班人员应根据《电气事故处理规程》规定的步骤使频率迅速恢复到49.8Hz以上。

为了加速事故处理，避免系统瓦解，系统内必须装设足够容量的按频率自动减负载装置。同时各级调度部门应按照用户的重要性排出紧急“拉路”顺序表。

系统的按频率自动减负载装置，未经许可不得随意停用，如到规定频率应动作而未动作时，应立即自行手动拉开该线路断路器。

二、系统电压的调度管理

系统电压是标志电力系统运行状态（安全、经济）的重要运行指标，各级调度、运行值班人员必须加强对管辖范围内各级运行电压的监视和调整工作。

1. 电压监视点

系统的运行电压，应考虑电气设备安全运行的要求和现场规程的规定，发电厂母线运行电压一般不得超过额定电压的 $\pm 5\%$ ；变压器运行电压，一般不得超过其相应分接头电压的5%。

为了使用户获得正常电压，调度机构应选择地区负载集中的发电厂和变电所的母线作为电压控制点和电压监视点。

2. 电压正常管理

合理调整与选择变压器的分接头，是保证电压合格率和降低线损的重要手段之一，变电所主变分接头位置的改变，按调度规程的规定执行。

做好无功功率供需平衡工作，是保证系统运行电压正常的前提，无功功率应以就地平衡为原则，避免地区间无功的长距离输送。

3. 电压调整

值班调度员应经常掌握和监视系统控制点的监视点母线的电压水平，当发现超出电压允许偏差范围时，应采取以下办法进行调整：

- (1) 就地调整发电机、调相机无功出力（必要时投、切变电所的电容器或电抗器组）；
- (2) 调整有载调压变压器分接头运行位置；
- (3) 调整变压器运行台数（若负载允许时）；
- (4) 在确保系统安全的前提下，适当改变送端电压来调整近距离受端的母线电压；
- (5) 调整电网的接线方式（包括转移部分负载，若对主系统有影响时，应先得上级调度同意）。

4. 不正常电压的处理

发电厂、变电所的值班人员应经常监视母线电压，当母线运行电压偏移额定电压达到 $\pm 5\%$ 及以上时，应立即调整发电机、调相机的无功出力和投、切变电所及有关用户的电容器，同时报告有关值班调度员。

为了保持系统静态稳定,调度机构应对系统中若干中枢点规定最低的事故极限电压值,若上述各点电压下降至所规定的事故极限值时,为了避免系统电压崩溃,发电厂和装有同期调相机的变电所值班人员,应利用发电机和调相机事故过负载能力增加无功出力以维持电压,同时报告值班调度员;值班调度员迅速利用系统中所有的无功和有功备用容量来维持电压并消除上述过负载,必要时应切除部分负载,或投入低电压自动减负载装置。

第二节 变电所设备的停电检修与 新设备的投入管理

一、停电检修管理

1. 一般规定

系统设备的检修,分计划检修和临时检修两类,计划检修是指系统设备的定期检修、维修、试验和继电保护及自动装置的定期试验;临时检修是指非计划性检修,如因设备缺陷或其它原因(包括设备故障)而造成的停电检修等。计划检修分年度、季度、月度和节日检修四种。

凡是已投入电网运行的电力设备,无论在运行状态,还是在冷、热备用状态,当需要进行检修时,均必须按规定提出申请,经所属调度批准,并按照谁申请,由谁许可的原则执行。禁止在备用状态设备上未经有关调度部门的批准就进行工作。继电保护及二次回路设备亦同样要申请和经审批后再进行工作。

2. 计划检修的管理

列入检修计划的设备,在停电检修前,设备主管单位应在规定时间内向调度机构办理停电申请手续;调度机构批复后方可通知检修单位。

设备停役前应得到值班调度员的命令或许可后才能进行操作,检修申请未同意或未经申请审批手续者,均不得擅自将设备停役检修。

对已批准检修且已停电的设备,在未获得调度许可开工前,不得进行检修。严禁在未经申请和批准虽已停电的设备上(或虽已停电而未得到调度许可开工的设备上)进行工作。严禁约时检修或送电。

检修工作结束后,由停送电联系人向值班调度员汇报。

3. 计划外检修、临时检修和事故检修停电的管理

凡情况特殊又不涉及到用户,在一个值内可以完成的设备临时检修工作,可由变电所值班人员向当值调度提出口头申请,值班调度员有权随时批复。

设备检修如不能按期投入运行,检修单位应办理延期手续并说明原因;未经批准,不得随意自行延期。

已批准停用检修的设备,由于特殊原因不能按计划开工时,检修单位应在规定的时间内通知有关值班调度员,并申请延期开工或更改时间,未经值班调度员同意,不得将已批准的检修期限自行推迟。

为了减少设备停电次数和时间,各单位或用户临时提出配合设备停电进行检修工作时,在不增加停电操作项目时,尽可能给予批准而不受规定时间的限制,但应作临检考核。

4. 设备带电作业的管理

为保护系统和人身安全,有利于调度进行事故处理,带电作业视作业法提出对线路重合

闸是否停用及跳闸后是否强送的要求，并且作业前应得到值班调度员的同意后才能进行，带电作业结束后，应及时向值班调度员汇报。

二、新设备投入系统运行的管理

系统设备的命名采用谁管辖谁命名的原则，其中属于上级调度许可的设备，其命名编号应报上级调度机构核准。

1. 新设备投入系统运行的准备工作

(1) 建设单位应通过运行主管部门向有关调度机构提供有关资料。

(2) 设备运行主管部门向调度机构提出投入系统运行的申请书，由调度机构对新设备进行正式命名编号，划分设备的调度管辖和许可范围，确定设备投运后的运行方式，有关继电保护及自动装置的整定值，主变分接头放置的位置，远动通信要求等。

(3) 新设备主管部门应召集有关单位开启动会议，并对有关部门提出的调度操作、启动、试运行计划进行讨论，并取得统一意见，以便有关单位事先做好启动操作的准备，并贯彻实施。

2. 新设备起动前必须具备的条件

(1) 该工程已全部按照设计要求安装、调试完毕，并具备投运条件、设备验收工作已经结束、质量符合安全运行要求等。

(2) 参数测量工作已经结束，并已书面提供有关单位。

(3) 生产准备工作已经就绪。

(4) 现场具备起动条件，有关设备已移交生产单位和有关单位，且调度关系已明确。

(5) 有关调度通信和调度自动化系统良好。

3. 新设备投入系统送电的程序

(1) 按照法规和有关验收规程的规定进行冲击试验：线路、配电装置以及大修后的变压器冲击合闸试验 3 次，新变压器冲击 5 次。

(2) 对新线路或新变压器核对相序和相位，最后试并一次，确保正确。

(3) 对新保护装置进行必要的测试，如电流相位、不平衡电压等。

新设备由主管单位认为可以启动操作，向调度汇报时起，即已属调度管辖设备，未经申请批准或虽经申请批准，但未得到有关值班调度员命令或同意前，不得进行任何操作和工作，绝对禁止自行将新设备投入系统运行。

4. 小型发电厂并网运行的规定

小型发电厂并网运行前须按新设备投入系统运行的规定，提供所有必须的资料，并签订并网运行协议书，明确调度关系、通信联系方式、运行要求和并、解列点。

每次并、解列操作，均应事先报告调度，并取得同意后进行；接到所连接的线路停电通知后，应在停电前 30min 与电网解列，事先应做好解列前的准备工作。

未同意并网的小型发电机组不得擅自与电网并列运行和在设备上装设防止误并列的措施。

第三节 倒闸操作管理

一、倒闸操作一般原则

系统内的倒闸操作，应根据调度范围划分，实行分级管理。

凡系统中运行设备或备用设备进行倒闸操作，均应根据值班调度员发布的操作命令票（任务票）或口头命令执行，如有发现直接威胁人身或设备安全时，可先行操作事后立即汇报调度，严禁没有调度命令擅自进行操作。

对所管辖范围内的设备，只有值班调度员有权发布其倒闸操作命令和改变它的运行状态。同时发电厂值长、变电所值班负责人、正值班员、下级值班调度员有权接受汇报。在发布和接受调度操作命令时，必须互报单位、姓名，严格执行发令、复诵、录音、汇报和记录制度，并使用统一的调度术语和操作术语，发令、受令双方应明确“发令时间”和“完成时间”，以表示操作的始终。

二、倒闸操作管理

1. 合、解环操作

(1) 合环操作必须相位相同，操作前应考虑合环点两侧的相角差和电压差，并估算合环潮流保证不超过环流限额。

(2) 解环操作应先检查解环点的有功、无功潮流，以确保解环后系统各部分电压在规定的范围内，各环潮流的变化不超过继电保护、系统稳定和设备容量等方面的限额。

2. 变压器操作

(1) 变压器投入运行时，应选择励磁涌流影响较小的一侧送电，一般先从电源侧充电，后合上负载侧断路器。变压器停电时，操作顺序则相反。

(2) 向空载变压器充电时，充电断路器应有完备的继电保护，并保证有足够的灵敏度。同时应考虑励磁涌流对系统继电保护的影响。

(3) 在运行中的变压器，其中性点接地的数目和地点，应按继电保护的要求设置，由调度掌握。控制运行中的变压器中性点接地的数目，其作用是控制零序阻抗值，为限制接地短路电流不超过三相短路电流，同时也是为零序保护的需要和使断路器切断短路故障能可靠地工作。所以，运行中的变压器中性点接地隔离开关如需倒换，应先合上另一台变压器中性点接地隔离开关，倒换后再拉开原来一台变压器的中性点接地隔离开关，使系统中性点接地个数保持一定。

(4) 为防止变压器在送、停电操作过程中所引起的过电压损坏绕组，在110kV及以上的中性点直接接地系统中，当变压器投入运行和退出运行时，在操作前必须先将中性点接地，待操作完毕后再拉开。

3. 消弧线圈操作

凡网络的电容电流值超过下述规定的极限电流时，均需采用补偿装置接地，如消弧线圈等。6~10kV网络， $I_c \geq 30A$ ；20~60kV网络， $I_c \geq 10A$ 。

为避免网络中线路自行跳闸时可能产生谐振，或在断线时产生过电压，消弧线圈弧的调整采用以过补偿运行方式。

消弧线圈隔离开关的拉开或合上均必须在该系统中确认不存在接地故障的情况下进行。在改变分接头位置时，亦必须将消弧线圈退出运行后方可进行。

消弧线圈可在两台变压器中性点之间切换使用。任何时间不得将两台变压器中性点并列使用消弧线圈。

4. 断路器操作

(1) 断路器合闸前，应检查继电保护已按规定投入。断路器合闸后，应确认三相均已接

通，自动装置已按规定放置。

(2) 当断路器使用自动重合闸装置时，应按现场规程规定考虑其遮断容量；当断路器切断故障电流的次数，按规定尚有一次时，若需继续运行，应停用该断路器的自动重合闸装置。

5. 隔离开关操作

允许用隔离开关进行下列操作：

- (1) 系统无接地时，拉合电压互感器。
- (2) 拉、合无雷击时的避雷器。
- (3) 拉、合不超过 5A 的母线充电电流（拉、合 220kV 及以下母线的充电电流）。
- (4) 在没有接地故障时，拉、合变压器中性点接地隔离开关或消弧线圈隔离开关。
- (5) 断路器在合闸状态下，拉、合与断路器并联的旁路电流（此时断路器必须三相完全接通，且断路器改为非自动）。

(6) 母联断路器在合闸位置时，进行倒换母线（等电位法操作）。

(7) 用隔离开关进行的解列、解合环、拉合空载变压器和空载线路等特殊操作，都须符合有关规定或事先经过计算、试验和设备主管单位领导批准。

6. 二次回路操作

凡继电保护和自动装置连接片的投入或退出以及整定值的改变，均应由调度发令进行操作。

一次设备的操作同时涉及到二次侧电流和电压回路的切换，均由变电值班人员按有关规定操作。

凡设备的继电保护或自动装置全投入或停用时，调度只发综合操作命令；但当几套保护装置中只投入某一套或停用某一套保护装置时，调度明确发令指出哪一套保护装置投入或停用。

7. 母线操作

(1) 向母线充电时，应使用具有反映各种故障类型的速动保护的断路器（母联、旁路或线路断路器）进行，迫不得已需用隔离开关向母线充电时，还必须先检查和确认母线绝缘正常。

(2) 用变压器向 220kV、110kV 母线充电时，变压器中性点必须接地，向不接地或经消弧线圈系统的母线充电时，应防止出现铁磁谐振或母线三相对地电容不平衡而产生异常过电压，如有可能产生铁磁谐振，应先投入带适当长度的空载线路或采用其它消谐措施。

(3) 进行倒母线时，母联断路器应改为非自动，装有母差保护的变电所，应注意母差保护方式的调整。双母线（或单母线分段）停用一组母线时，应注意防止母线电压互感器低压侧倒送电。

8. 线路操作

(1) 联络线路停电前，应正确选择解列点或解环点，并应考虑减少系统电压波动。对馈电线路停电时一般先拉开受电端断路器，再拉开送端断路器；送电时操作顺序，则相反。对 220kV 及以上超高压长距离线路，还应考虑拉开空载线路充电功率的影响（尤其是电压波动过大引起的过电压）等。

(2) 线路送电，断路器必须具有完备的继电保护，并保证有足够的灵敏度。空载线路充

电应考虑充电功率可能引起的电压波动以及线路末端电压升高时对变压器的影响。

(3) 110kV 及以上电压等级的线路送端变压器中性点必须有一个接地点。

(4) 对新建或检修后相位可能变动的线路投入运行前，应先进行核相工作。

第四节 继电保护与自动装置的投切、 更改整定和运行管理

一、基本要求

继电保护及自动装置是保证电力系统安全、稳定运行和保护电力设备的重要装置。保护装置使用不当，或不能正确动作必将扩大事故停电范围，或损坏系统设备，甚至造成整个电力系统崩溃、瓦解。各单位要经常保持所管辖范围继电保护装置的正常运行及整定值的正确配合。

二、整定值管理（包括地调、县调等）

(1) 对运行中电力设备的继电保护整定计算工作，按调度管辖范围来划分，由管辖单位负责，许可设备的定值应交许可单位审核。

(2) 在系统运行方式有较大改变，或新工程投入对系统运行方式及参数均有改变时，对有关设备的保护定值均应进行验算，或重新编制整定方案。

(3) 系统保护装置整定方案，应根据下列资料编制：

1) 系统正常的和实际可能出现的检修运行方式。

2) 系统最大有功、无功潮流，母线最高、最低运行电压。

3) 电力系统稳定要求所决定的故障切除时间、重合闸时间、重合闸使用方式、最佳重合闸时间以及设置解列点等。

4) 最大、最小对称故障容量及开机方式。

5) 被保护电力设备基本性能及有关参数。

6) 其它必要的运行资料。

三、继电保护与自动装置的投、切和运行管理

(1) 凡带有电压的运行中设备，任何时候不得处于无保护状态下运行。当必须停用某设备的全部保护时，则必须验算上一级保护对该设备的后备保护灵敏度应不低于 1.25。

(2) 继电保护的直流电源，必须使用蓄电池、电容储能或复式整流等可靠的直流电源。

(3) 继电保护和自动装置的投入和停用，均须按照调度命令执行。

1) 凡继电保护和自动装置的整定值或二次接线的改变，均须按照有关负责人员发出的通知单进行，如在特殊情况下需要立即改变其整定值时，可由继电保护专责人将须改的定值单交值班调度员口头通知并执行。

2) 系统运行中出现特殊运行方式或超出继电保护整定范围时，值班调度员应及时与保护装置专责人员联系，商定处理方法；对有可能发生误动作的装置，值班调度员根据变电值班人员的汇报或申请，有权随时批准停用。

3) 凡有电压、电流或两个及以上电流等几个因素组成的保护装置和两相电流互感器、三相式保护装置，在新投入或二次回路有工作或更动，以及一次设备有变动后，必须进行利用

负载电流测定电流相位，并作差压（流）测定及动作方向试验；最后经分析确认正确后，才可投入跳闸运行。

4) 凡在运行方式改变须变更保护定值时，保护定值由大改小，应待操作结束后更改定值；保护定值由小改大，应首先改变定值后再操作。

(4) 馈电线路保护运行的几点规定：

1) 凡单电源线路在受电侧的保护一律停用，而重合闸一般可投入（220kV 线路的综合重合闸停用）。

2) 空载运行的线路，其保护应全部投入，但重合闸应停用。

3) 新线路或线路检修后投入运行时，保护应全部使用，但重合闸应停用。

4) 电力电缆线路运行时，保护应全部投入。

5) 事故跳闸后进行试（强）送电时，重合闸均应停用。

第五节 事故处理的管理

电力系统发生事故时，应根据事故现象、断路器跳闸、保护动作、表计指示变化等特征，迅速准确地判断，如对故障设备、故障性质、故障范围、故障原因等掌握主要情况，尽快处理，以缩小事故范围，减少损失和危害。

一、事故处理的原则

各级当值调度员是事故处理的指挥人，运行值班负责人是事故处理现场领导人，应对事故处理的正确、迅速负责。为此，值班调度员和各变电所值班人员须紧密配合，并应做到以下几方面：

(1) 迅速限制事故发展，消除事故根源，并解除对人身和设备安全的威胁；

(2) 限制停电范围的扩大，用一切可能的方法保持设备继续运行，以保证对用户的正常供电；

(3) 迅速对已停电的用户恢复供电，对重要用户应优先恢复供电；

(4) 调整系统的运行方式，使其恢复正常。

二、事故处理的一般规定

(1) 按调度规则，对调度管辖范围的设备规定：“未经值班调度人员许可，任何人不得操作调度机构管辖范围内的设备”。但符合下列情况之一，值班员可自行操作处理，处理完毕及时汇报有关调度：

1) 将直接威胁人身和设备安全、设备停电者。

2) 对已损坏的设备隔离。

3) 对规定可以自行处理者，如恢复所用电等。

(2) 发生事故时，值班人员应坚守岗位，正确执行当值调度命令，处理事故。此时，除有关领导和专业人员外，其它人员均不得进入控制室和事故地点。如事前进入的人员均应迅速离开，便于处理事故。

(3) 发生事故时，值班人员应迅速向有关当值调度汇报：准确简要汇报事故发生的时间、现象、设备名称、编号、跳闸断路器，继电保护和自动装置重合闸动作情况、频率、电压、潮流变化等，听候处理。

(4) 变电值班人员对发生事故时，各装置的动作信号不要急于复归，以便查核，作正确分析和处理。

(5) 事故处理时，必须严格执行发令、复诵、汇报、录音和记录制度（汇报内容应使用调度术语与操作术语）。

第二章 变电所主接线、倒闸操作及安全措施

第一节 变电所电气主接线

变电所的电气主接线应满足运行的可靠性、灵活性（调度、检修、扩建）、操作简便性和经济性等基本要求。电气主接线大致可以分为有母线和无母线两种接线类型。其发展过程一般为：①有母线类：单母线→单母线分段→双母线→增设旁路母线；②无母线类：变压器—线路组式接线（或称单元制接线）→桥式接线和多角形接线等。

根据目前 220kV 变电所常用的电气主接线情况，下面简单地介绍 3 种情况，即：①单母线不分段的接线；②单母线分段带旁路母线的接线；③双母线带旁路母线的接线。

一、单母线不分段的接线

母线是中间环节，其作用是汇集和分配电能。单母线不分段的接线是主接线中最简单的一种，但在 220kV 变电所几乎没有，主要原因是可靠性与灵活性差。

二、单母线分段带旁路母线的接线

在实际运用中，常用单母线分段带旁路母线的接线，如图 2-1 所示。

(1) 特点。将单母线分为两段并用断路器连接，线路侧增设旁路母线和旁母隔离开关。

(2) 优点。具有单母线接线的优点，由于增设了分段断路器，就减少了母线故障停电的范围，提高了供电可靠性，且由于增设了旁路母线，所以当出线断路器检修时，该线路仍能继续供电。

(3) 缺点。当任一段母线或母线隔离开关故障或检修时，该段母线上所有回路仍需停电。

(4) 适用范围。出线回路数可比单母线增加一倍，但仍不宜过多，一般规定：①10kV 系统为 6 回及以上；②35kV 系统为 4~8 回；③110kV 及 220kV 系统为 4 回。

该主接线在实际运用中，当 WB_1 母线在检修时，如 WB_2 母线上出线断路器也要检修，则由于 QF_1 旁路断路器接在 WB_1 母线上，而不能使用，这时该线路只能停电；当旁路断路器在检修状态，这时出线断路器如要检修，那么该线路只能停电。为了提高供电可靠性，只能增加投资，在 WB_2 母线上增设旁路断路器 QF_2 （见图 2-1）。

如果资金有限，那么可用增加隔离开关，减少断路器的方法来达到类似的效果，即采用分段断路器兼作旁路断路器的接线，如图 2-2 所示。

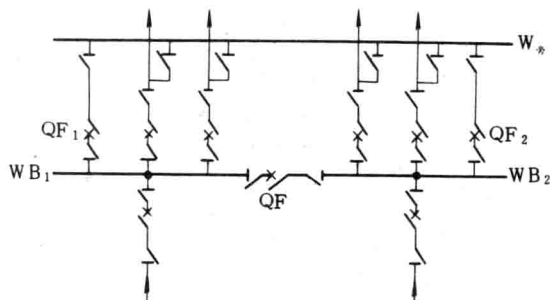


图 2-1 具有一个专用旁路断路器的单母线分段带旁路母线的接线图