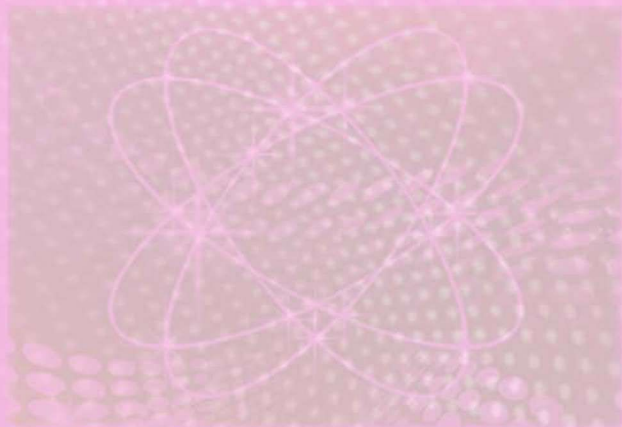


# 地级电网调度倒闸操作

廖学静 主编



宁夏人民出版社

# 地级电网 调度倒闸操作

廖学静◎主编

图书馆  
章



黄河出版传媒集团  
宁夏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

地级电网调度倒闸操作 / 廖学静主编.—银川：宁夏人民出版社，2012.9

ISBN 978-7-227-05269-2

I. ①地… II. ①廖… III. ①电网-电力系统调度-倒闸操作-基本知识 IV. ①TM73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 221466 号

地级电网调度倒闸操作

廖学静 主编

责任编辑 康景堂  
封面设计 王玉娟  
责任印制 张国祥

黄河出版传媒集团 出版发行  
宁夏人民出版社

地 址 银川市北京东路 139 号出版大厦 (750001)  
网 址 <http://www.yrpubm.com>  
网上书店 <http://www.hh-book.com>  
电子信箱 [renminshe@yrpubm.com](mailto:renminshe@yrpubm.com)  
邮购电话 0951-5044614  
经 销 全国新华书店  
印刷装订 四川西南建筑印务有限公司

开本 880mm×1230mm 1/32 印张 5.25 字数 150 千  
印刷委托书号(宁) 0010065 印数 500 册  
版次 2012 年 9 月第 1 版 印次 2012 年 9 月第 1 次印刷  
书号 ISBN 978-7-227-05269-2/TM.3

定 价 26.00 元

版权所有 翻印必究

 **编委会委员**

主 编：廖学静

副主编：黄云江 尹 琦 陈 曦 任 铃

编 委：张 帆 宋汉蓉 刘 卫 周 瑛

唐中伟 冯成铭 丁 睿 邓 颖

谭 兵 韦 涛 黄 潇 徐 艳

程 钢 刘青丽 刘海洋 杨 英

罗洪琼

# 前 言

随着电网规模的不断扩大，电网设备数量不断增多，设备修试工作量也随之急剧增加，相应的倒闸操作也大量增加。调度人员对标准、规范、技术资料掌握与否，能否在日常倒闸操作中正确实施各类要求，将直接影响电网和设备的安全运行。为给地级调度人员培训提供系统、实用的培训教材，提高调度人员对操作的认识和确保操作的正确性，造就一支能力强、业务精、能打硬仗的调度队伍，我们组织编写了《地级调度实用技术培训丛书——地级电网调度倒闸操作》。

本书总结多年调度培训实践经验，集中多位专家、优秀人才和调度现场人员的集体智慧，结合《国家电网公司电力安全工作规程（变电部分）》《国家电网公司电力安全工作规程（线路部分）》等相关规程，按照统一标准和要求编写。

本书详述了电力系统调度合倒闸操作的基本要求与相关知识，列举了各类设备的正常调度倒闸操作及新设备启动投产的实例，其内容覆盖了220kV及以下各电压等级、各种类型接线方式，具有通用性和可操作性。该书的出版将对地级调度人员，特别是新入调度行业人员有较大的指导意义和实用性。

本书的编写是贯彻落实国网公司有效开展人才培养和教育培训的重要举措，是提升调度人员素质、保证电网安全稳

定运行的重要支撑。本书的出版将有效加快调度人员能力培养提升，也将提高调度技能培训的针对性和有效性。

由于编写时间仓促，水平有限，难免存在不足和疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，以便进一步补充和完善。

编者

2012年3月

1. 电力系统调度操作基本知识 .....	001
1.1 电力系统运行操作的原则 .....	001
1.2 调度操作指令的形式及适用范围 .....	002
1.3 调度术语中“同意”“许可”“直接”“间接”的含义 .....	002
1.4 调度下令操作前应认真考虑的问题 .....	003
1.5 系统中的正常操作，应尽可能避免的时间段 .....	003
1.6 电网运行备用容量配置要求 .....	004
1.7 电力系统标准频率及其允许偏差 .....	004
1.8 核相原因及需要核相的情况 .....	004
1.9 系统并列操作的规定 .....	005
1.10 合解环路操作的规定 .....	005
1.11 负荷预测的概念及原理 .....	006
2. 线路操作 .....	008
2.1 线路操作的一般规定 .....	008
2.2 线路的电容效应 .....	008
2.3 交流输电线路中的电功率是否由高电压端向低电 压端传送 .....	009
2.4 操作实例一 .....	010
2.5 操作实例二 .....	012

2.6	操作实例三 .....	014
2.7	操作实例四 .....	017
2.8	操作实例五 .....	020
3.	<b>变压器操作</b> .....	022
3.1	变压器操作的一般规定 .....	022
3.2	变压器并联运行条件不满足造成的不良影响 .....	022
3.3	变压器停电电操作时,其中性点需接地的原因 .....	023
3.4	励磁涌流及其产生的原因 .....	024
3.5	新变压器或大修后的变压器正式投运前做冲击试验的原因及要求 .....	024
3.6	操作实例一 .....	025
3.7	操作实例二 .....	027
3.8	操作实例三 .....	028
3.9	操作实例四 .....	031
3.10	操作实例五 .....	034
3.11	操作实例六 .....	035
4.	<b>母线操作</b> .....	038
4.1	母线操作的一般规定 .....	038
4.2	母线操作方法和注意事项 .....	038
4.3	如何避免用母联断路器向空母线充电发生谐振 .....	039
4.4	在母线电流差动保护中采用电压闭锁元件的原因 .....	040
4.5	设置母线充电保护的原因 .....	040
4.6	线路备自投的动作条件 .....	040
4.7	分段备自投的动作条件 .....	041
4.8	操作实例一 .....	042
4.9	操作实例二 .....	044
4.10	操作实例三 .....	046
4.11	操作实例四 .....	048



4.12	操作实例五 .....	050
5.	开关操作 .....	052
5.1	开关操作的一般规定 .....	052
5.2	在调度运行中, 出现需要向上级调度借用旁路 (或母联) 开关的情况时的正确做法 .....	053
5.3	线路备自投的充放电条件 .....	053
5.4	分段备自投的充产电条件 .....	054
5.5	操作实例一 .....	055
5.6	操作实例二 .....	057
5.7	操作实例三 .....	058
5.8	操作实例四 .....	060
6.	刀闸操作相关知识及实例 .....	062
6.1	刀闸操作的一般规定 .....	062
6.2	操作实例一 .....	062
6.3	操作实例二 .....	064
7.	电压互感器操作 .....	068
7.1	电压互感器操作的一般规定 .....	068
7.2	电压互感器所接的保护及自动装置 .....	069
7.3	电压互感器的操作顺序 .....	069
7.4	运行中的电压互感器二次侧短路的危害 .....	069
7.5	电压互感器二次侧必须接地的原因 .....	069
7.6	在双母线系统中电压切换的作用 .....	069
7.7	两台电压互感器并列运行应注意的事项 .....	070
7.8	大修或新更换的电压互感器核相(定相)的原因 .....	070
7.9	操作实例一 .....	071
8.	CT 更换、PT 更换、综自改造、保护更换后送电操作 .....	074
8.1	操作实例一 .....	074

8.2	操作实例二 .....	076
8.3	操作实例三 .....	078
8.4	操作实例四 .....	080
8.5	操作实例五 .....	083
8.6	操作实例六 .....	084
8.7	操作实例七 .....	085
9.	保护定值调整操作 .....	088
9.1	线路保护的运行操作原则 .....	088
9.2	需要停用重合闸的情况 .....	089
9.3	母差保护及失灵保护的运行操作原则 .....	089
9.4	220kV 母差保护停运时间较长时的保护调整要求 .....	090
9.5	220kV 变电站的 110kV 母线保护停运时间较长 时的保护调整要求 .....	091
9.6	变压器保护的运行操作原则 .....	091
9.7	操作实例一 .....	092
9.8	操作实例二 .....	094
10.	启动投产 .....	097
10.1	新设备投运应具备的条件 .....	097
10.2	新设备启动的相关要求 .....	098
10.3	启动投产方案实例一 .....	098
10.4	启动投产方案实例二 .....	107
10.5	启动投产方案实例三 .....	120
10.6	启动投产方案实例四 .....	133
	附录一：一次设备常用调度指令 .....	145
	附录二：继电保护装置常用调度指令 .....	155

# 1. 电力系统调度操作基本知识

## 1.1 电力系统运行操作的原则

1.1.1 电力系统运行操作，应按规程规定的调度指挥关系，在值班调度员的指挥下进行。

1.1.2 操作前要充分考虑操作后系统接线的正确性，并应特别注意对重要用户供电的可靠性的影响。

1.1.3 操作前要对系统的有功和无功功率加以平衡，保证操作后系统的稳定性，并应考虑备用容量的分布。

1.1.4 操作时注意系统变更后引起源潮流、电压及频率的变化，并将改变的运行接线及潮流变化及时通知在关现场。

1.1.5 任何停电作业的电气设备，必须先在所有电源侧挂地线后，才允许在作业侧挂地线，开始作业；送电前，必须所有作业单位全部作业结束，现场地线全部拆除，作业人员已全部撤离现场，然后才能将所有电源侧地线拆除。

1.1.6 继电保护及自动装置应配合协调。

1.1.7 由于检修、扩建有可能造成相序或相位紊乱者，送电前注意进行核相。环状网络中的变压器的操作，可能引起电磁环网中接线角度发生变化时，应及时通知有关单位。

1.1.8 带电作业，要按检修申请制度提前向所属调度提出申请，批准后方允许作业。

1.1.9 严禁约时停、送电，严禁约时挂、拆接地线，严禁约时开始、结束检修工作。

1.1.10 系统操作后，事故处理措施应重新考虑。应事先拟好事故预想，并与有关现场联系好。系统变更后的解列点必要时应重新考虑。

## 1.2 调度操作指令的形式及适用范围

操作指令分单项操作令、逐项操作令、综合操作令三种。

1.2.1 单项操作令：只对一个单位，只有一项操作内容的操作，如发电厂开停机炉、投退 PSS 功能等，值班调度员可以发布单项操作令，由接受指令的调度系统值班人员操作，发令、受令双方均应作好记录并录音。

1.2.2 逐项操作令：涉及两个及以上单位或前后顺序需要紧密配合的操作，如线路停送电等，应下达逐项操作令，操作时值班调度员应事先按操作原则拟定操作指令票，再逐项下达操作指令。接受调度指令的调度系统值班人员应严格按值班调度员的指令逐项执行，未经发令人许可，不得越项进行操作。在不影响安全的情况下，值班调度员可将连续几项由同一单位进行的同一类型操作，一次按顺序下达，运行值班人员应逐项操作，一次汇报。

1.2.3 综合操作令：只涉及一个单位、一个综合任务的操作，如主变停送电等，值班调度员可以下达综合操作令，明确操作任务或要求。具体操作项目、顺序由接受调度指令的调度系统值班人员自行负责，操作完毕后向值班调度员汇报。

## 1.3 调度术语中“同意”“许可”“直接”“间接”的含义

1.3.1 同意：上级值班调度员对下级值班调度员或厂站值班人员提出的申请、要求等予以同意。

1.3.2 许可：在改变电气设备的状态和电网运行方式前，根据有关规定，由有关人员提出操作项目，值班调度员同意其操作。

1.3.3 直接：值班调度员直接向值班人员发布调度命令的调度方式。

1.3.4 间接：值班调度员通过下级调度机构值班调度员向其他值班人员转达调度命令的调度方式。

## 1.4 调度下令操作前应认真考虑的问题

1.4.1 运行方式改变后系统的稳定性和合理性，有、无功功率平衡及必要的备用容量，防止事故的对策。

1.4.2 操作时可能引起的系统潮流、电压、频率的变化，避免发生潮流超过稳定极限、设备过负荷、电压超过正常允许范围等情况，必要时可先进行分析计算。

1.4.3 继电保护、安全自动装置运行方式是否合理，变压器中性点接地方式、变压器分接头位置、无功补偿装置投入是否正确。

1.4.4 操作对安控、通信、自动化、计量、水库调度等方面的影响。

1.4.5 开关和刀闸的操作是否符合规定，严防非同期并列、带地线送电、带负荷拉合刀闸及 500kV 系统用刀闸带电拉合 GIS 设备短引线等误操作。

1.4.6 新建、扩建、改建设备的投运，或检修后可能引起相序、相位或二次接线错误的设备复电时，应查明相序、相位及相关二次接线正确。

1.4.7 注意设备缺陷可能给操作带来的影响，做好操作中可能出现异常情况事故预想。

1.4.8 对调度管辖范围以外设备和供电质量有较大影响时，应预先通知有关单位。

## 1.5 系统中的正常操作，应尽可能避免的时间段

系统中的正常操作，应尽可能避免在下列时间进行。但事故处理或改善系统不正常运行状况的操作，应及时进行，必要时应推迟交接班。

1.5.1 交接班时。

1.5.2 雷雨、大风等恶劣天气时。



1.5.3 系统发生异常及事故时。

1.5.4 系统高峰负荷时段。

1.5.5 通信中断或调度自动化设备异常影响操作时。

## 1.6 电网运行备用容量配置要求

运行备用容量是指同一时间内各电网的负荷备用容量和事故备用容量的总和。负荷备用容量是指电网的旋转备用容量。事故备用容量是指在规定时间内可供调用的备用容量。

负荷备用容量应按全网最大发电负荷的 2% ~ 5% 配置。装机容量在 4000 万 kW 及以上的电网，负荷备用容量应按不低于全网最大发电负荷的 2% 配置；装机容量在 3000 万 ~ 4000 万 kW 之间的电网，负荷备用容量应按不低于全网最大发电负荷的 3% 配置；装机容量在 3000 万 kW 及以下的电网，负荷备用容量应按不低于全网最大发电负荷的 4% 配置。

## 1.7 电力系统标准频率及其允许偏差

《电业生产事故调查规程》中规定，电力系统标准频率为 50Hz；对容量在 3000MW 以上的系统，频率允许偏差为  $50 \pm 0.2\text{Hz}$ ；容量在 3000MW 以下的系统，频率允许偏差为  $50 \pm 0.5\text{Hz}$ 。

## 1.8 核相原因及需要核相的情况

1.8.1 若相位或相序不同的交流电源并列或合环，将产生很大的电流，巨大的电流会造成发电机或电气设备的损坏，因此需要核相。为了正确的并列，不但要一次相序和相位正确，还要求二次相位和相序正确，否则也会发生非同期并列。

1.8.2 对于新投产的线路或更改后的线路，必须进行相位、相序核对。与并列有关的二次回路检修时改动过，也须核对相位、相序。

## 1.9 系统并列操作的规定

并列操作时，要求相序、相位相同，频率偏差在 0.3Hz 以内。机组与系统并列，并列点两侧电压幅值差在 1% 以内；系统与系统并列，并列点两侧电压幅值差在 10% 以内。事故时，允许 220kV 系统在电压幅值差不大于 20%、500kV 系统在电压幅值差不大于 10%，频率差不大于 0.5Hz 的情况下进行并列，并列频率不得低于 49Hz。所有并列操作必须使用同期装置。

解列操作前，应先将解列点有功功率调整至接近于零，无功功率调整至最小，使解列后的两个系统频率、电压均在允许范围内。

## 1.10 合解环路操作的规定

1.10.1 合环操作 必须相位相同，保证合环后各环节潮流的变化不超过继电保护、安全自动装置、系统稳定和设备容量等方面的限额。合环前应将合环点两端电压幅值差调整至最小，合 220kV 环路一般允许在 20%，最大不超过 30%；合 500kV 环路（包括 500kV/220kV 电磁环路）一般不超过 10%，最大不超过 20%。合环时合环角差 220kV 一般不超过 30 度，500kV（包括 500kV/220kV 电磁环路）一般不超过 20 度。合环操作宜经同期装置检定，如果没有同期装置或需要解除同期闭锁合环，需经省调分管领导批准。

1.10.2 解环操作 应先检查解环点的有、无功潮流，确保解环后系统各部分电压在规定范围内，各环节的潮流变化不超过继电保护、安全自动装置、系统稳定和设备容量等方面的限额。

用刀闸合解站内 220kV 环路时，应退出环内开关操作电源。

500kV/220kV 电磁环网解环后，不允许在 500kV 与 110kV 及以下系统间构成电磁环网。如需转供负荷，必须采用停电倒换方式。

### 1.11 负荷预测的概念及原理

负荷预测是根据电力负荷的过去和现在推测它的未来数值，所以负荷预测工作所研究的对象是不肯定事件。

负荷预测的原理有 6 种。

1.11.1 可知性原理：也就是说预测对象的发展规律，其未来的发展趋势和状况是可以为人们所知道的。客观世界是可以被认识的，人们不但可以认识它的过去和现在，而且可以通过总结它的过去和现在推测其未来。

1.11.2 可能性原理：因为事物的发展变化是在内因和外因共同作用下进行的，内因的变化及外因作用力大小不同，会使事物发展变化有多种可能性。所以，对某一具体指标的预测，往往是按照其发展变化的多种可能性进行多种方案预测的。

1.11.3 连续性原理：又称惯性原理，是指预测对象的发展是一个连续统一的过程，其未来发展是这个过程的继续。它强调了预测对象总是从过去发展到现在，再从现在发展到未来。它认为事物发展变化过程中会将某些原有的特征保持下来，延续下去。电力系统的发展变化同样存在着惯性，如某些负荷指标会以原有的趋势和变化率发展下去。这种惯性正是我们进行负荷预测的主要依据。因此，了解事物的过去和现在，并掌握其变化规律，就可以对其未来的发展情况利用连续性原理进行预测。

1.11.4 相似性原理：尽管客观世界各种事物的发展各不相同，但一些事物发展之间还是存在着相似之处，人们就利用这种相似性进行预测。在很多情况下，作为预测对象的一个事物，其现在的发展过程和发展状况，可能与另一事物过去一定阶段的发展过程和发展状况类似，人们就根据后一事物的已知发展过程和状况，来预测所预测对象的未来发展过程和状况，这就是相似性。

1.11.5 反馈性原理：反馈就是利用输出返回到输入端，再



调节输出结果。预测的反馈性原理实际上就是为了不断提高预测的准确性而进行的反馈调节。

1. 11. 6 系统性原理: 这个原理认为预测对象是一个完整的系统, 它本身有内在的系统, 它与外界事物的联系又形成了它外在系统。这些系统综合成一个完整的总系统, 都要要进行考虑。这些系统综合成一个完整的总体, 都要进行考虑。即预测对象的未来发展是系统整体的动态发展, 而且整个系统的动态发展与它的各个组成部分和影响因素之间的相互作用和相互影响密切相关。系统性原理还强调系统整体最佳, 只有系统整体最佳的预测, 才是高质量的预测, 才能为决策者提供最佳的预测方案。