



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 电气运行

电厂及变电站电气运行专业

主编 潘龙德



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

---

# 电气运行

电厂及变电站电气运行专业

主 编 潘龙德

责任主审 孙保民

审 稿 王 玮 郭家骥



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本书共十章, 主要介绍发电厂、变电站电气运行基本知识, 介绍发电厂、变电站的电气主接线、自用电接线、发电机、变压器、电动机、断路器、SF6 组合电器、母线和隔离开关、互感器、消弧线圈、电抗器、蓄电池直流系统、UPS 装置、无功补偿装置的正常运行、维护、操作、运行分析、异常运行和事故处理。

本书作为电力工业学校电厂及变电站电气运行、电气检修专业的教材, 也可作为发电、供电、变电部门电气运行人员晋升高级工、技师的培训和考核教材, 还可作为电力系统电气工程技术人员参考书。

### 图书在版编目(CIP) 数据

电气运行/潘龙德主编. -北京: 中国电力出版社,  
2001

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5083-0774-7

I. 电… II. 潘… III. 电力系统运行-专业学校-教材 IV. TM732

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 068254 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

\*

2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.25 印张 362 千字

印数 0001—4000 册 定价 19.50 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)

# 电力中等职业教育国家规划教材

## 编委会

主任 张成杰

副主任 杨昌元 宗健 朱良镠

秘书长 尚锦山 马家斌

委员 丁雁 王玉清 王宝贵 李志丽 杨卫民

杨元峰 何定焕 宋文复 林东 欧晓东

胡亚东 柏吉宽 侯林军 袁建文 涂建华

梁宏蕴

# 中等职业教育国家规划教材

## 出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成[2001]1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

# 前 言

《电气运行》是电力工业学校《电厂及变电站电气运行》专业（三年制）的主干专业课程，是按照国家教育部2000年9月颁布的教学计划（试行）和中等职业技术教育电力行业指导委员会审定的教学大纲为依据进行编写的。

本书遵照电力职业技术教育课程改革的原则和基本思路，力求贯彻以能力为本位的思想。全书共十章，主要讲述电气运行基本知识、电气系统和主要电气设备的运行方式、操作、维护、运行分析、异常运行和事故处理。本教材的特点是：内容新颖、反映当前电厂及变电站采用的新设备、新技术，突破了传统教材的体系，以现场规程、规范、标准等内容为主线，按岗位、按设备、按现场需要组编教材内容，从而突出生产技能，专业理论与实际相结合，具有较强的针对性和实用性，能最大限度满足学生从业能力、综合职业能力和专业水平等全面素质培养的需要，充分体现了教材内容的“宽、浅、用、新、能、活”六字原则。本书力求传授知识和培训技能相结合，融讲授、演练为一体，边讲边练，因此，教材安排了“理论教学和实践教学”内容，其比例接近1:1。

参加本教材编写的有：武汉电力学校高级讲师、电气工程师潘龙德（第一、二、三、五、六、八、九章），成都水力发电学校高级讲师肖艳萍（第四章），上海电力工业学校讲师田继（第七、十章）。全书由高级讲师潘龙德主编，并对全书进行修改和补充，上海电力工业学校副教授邵子刚担任主审。

书中难免有些缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2001年9月

# 目 录

中等职业教育国家规划教材出版说明

前言

<b>第一单元 电气运行基本知识</b> .....	1
课题一 电气运行的任务及运行组织 .....	1
课题二 电气运行制度 .....	3
课题三 电气设备倒闸操作 .....	6
课题四 事故处理原则 .....	14
小结 .....	16
习题 .....	16
<b>第二单元 电气主接线的运行</b> .....	18
课题一 电气主接线的运行方式 .....	18
课题二 电气主接线的操作及事故处理 .....	30
小结 .....	40
习题 .....	41
<b>第三单元 自用电系统的运行</b> .....	42
课题一 自用电系统接线及运行方式 .....	42
课题二 厂用电系统的运行操作及事故处理 .....	57
小结 .....	68
习题 .....	69
<b>第四单元 发电机运行</b> .....	72
课题一 发电机辅助系统 .....	72
课题二 发电机运行方式 .....	76
课题三 发电机的运行操作 .....	83
课题四 发电机运行中的监视与维护 .....	90
课题五 发电机的异常运行及事故处理 .....	95
小结 .....	100
习题 .....	111
<b>第五单元 变压器的运行</b> .....	113
课题一 变压器的允许运行方式 .....	113

课题二 变压器的运行操作 .....	126
课题三 变压器正常运行的监视与维护 .....	134
课题四 变压器的异常运行及事故处理 .....	138
小结 .....	144
习题 .....	145
<b>第六单元 电动机的运行 .....</b>	<b>148</b>
课题一 电动机的允许运行方式 .....	148
课题二 电动机操作、运行监视与维护 .....	151
课题三 电动机异常运行及事故处理 .....	155
小结 .....	157
习题 .....	158
<b>第七单元 配电装置的运行 .....</b>	<b>160</b>
课题一 高压断路器的运行 .....	160
课题二 母线及隔离开关的运行 .....	178
课题三 互感器的运行 .....	185
课题四 消弧线圈的运行 .....	190
课题五 电抗器的运行 .....	196
课题六 电力电缆的运行 .....	201
小结 .....	203
习题 .....	204
<b>第八单元 直流系统的运行 .....</b>	<b>207</b>
课题一 蓄电池直流系统 .....	207
课题二 蓄电池直流系统运行方式 .....	208
课题三 蓄电池直流系统运行维护 .....	211
课题四 蓄电池直流系统的异常运行及事故处理 .....	214
小结 .....	216
习题 .....	217
<b>第九单元 交流不停电电源 (UPS) 的运行 .....</b>	<b>218</b>
课题一 UPS 简介 .....	218
课题二 UPS 系统正常运行与维护 .....	221
课题三 UPS 系统异常运行及事故处理 .....	223
小结 .....	224
习题 .....	225
<b>第十单元 无功补偿设备的运行 .....</b>	<b>226</b>
课题一 电力系统的无功及无功平衡 .....	226



课题二 调相机的运行 .....	227
课题三 电力电容器的运行 .....	233
课题四 静止无功补偿器 (SVC) 的运行 .....	240
小结 .....	246
习题 .....	247
参考文献 .....	249

## 电气运行基本知识

### 内容提要

本单元主要介绍电气运行的任务及运行组织，电气运行制度，倒闸操作，事故处理原则等方面的基本知识。

### 课题一 电气运行的任务及运行组织

电气运行是指发电厂、变电站、电力系统在电能的发、供、配、用过程中，运行值班人员（含系统调度员）对发供电气设备进行监视、控制、操作和调节，使发供电设备正常运行，同时，对设备运行状态进行分析，在出现异常状态及事故情况下，及时进行处理，以保证发电厂、变电站和电力系统的安全、稳定、优质、经济运行。

#### 一、电气运行主要任务

电气运行工作的主要任务就是满足用电需求，确保电力生产的安全运行和经济运行。

##### 1. 保证电力生产安全运行

电力生产的特点是发电、供电、用电同时完成。因电能不能大规模储存，发、供、用电处于动平衡状态，这种生产方式，决定了发、供电必须有极高的可靠性和连续性。随着电网规模的不断扩大和电网大机组不断增多，发、供电的可靠性就显得更加重要。如果一个电厂、一个变电站或系统的一条联络线发生事故，就可能引起大面积停电，甚至造成整个电网瓦解，后果之严重是显而易见的。所以，运行值班人员一定要把电力安全生产放在第一位，保证发电厂、变电站以及整个电力系统的安全稳定运行。

##### 2. 保证电力生产经济运行

在保证电力生产安全运行的前提下，应千方百计地搞好电力生产的经济运行。电力生产的经济运行应从多方面着手。供电部门应做好计划用电、节约用电和安全用电，加强电网管理，降低网损；发电部门应降低燃料消耗和厂用电率，尽可能地多发电、少耗电，降低每千瓦时电的生产成本。为此，各级生产人员和值班人员，应做好下列工作：

- (1) 贯彻执行各项规章制度，杜绝事故的发生，防止事故造成重大损失。
- (2) 保证检修质量，提高设备健康水平，使设备安全、经济、满发。
- (3) 采用合理运行方式，使系统和设备安全、经济运行。
- (4) 及时排除系统及设备异常工况，正确、迅速处理事故，将事故影响减小到最小范围。
- (5) 运行工作应做到四勤。

1) 勤联系。当增、减负荷时，电气、汽轮机、锅炉（核反应堆）运行人员应及时联

系，相互配合调整负荷。

2) 勤调整。机、炉（或核电厂中的核堆）、电运行人员应严密监视设备的运行参数，及时调整各项参数，使其运行在规定范围内。

3) 勤分析。对设备的运行状况勤分析，随时掌握设备的运行工况，以便采取相应对策。

4) 勤检查。按运行规程规定，定期巡视检查运行设备，及时发现和消除设备缺陷，保证设备运行在正常工作状态下。

(6) 做好与运行有关的其他工作。如运行日志的填写，运行参数的打印，各项参数的计算，图纸、资料、备品、工具的管理等。

## 二、电力系统运行组织机构

在电力系统中，设有各级运行组织机构，分别担负电力系统各自管辖范围内的运行工作。

### 1. 电网调度机构

各级电网均设有电网调度机构。电网调度机构是电网运行的组织、指挥、指导和协调的机构，负责电网的运行。各级调度机构分别由本级电网管理部门直接领导，它既是生产运行单位，又是电网管理部门的职能机构，代表本级电网管理部门在电网运行中行使调度权。

电网调度机构是随电网的发展逐步健全的。目前，我国的电网调度机构是五级调度管理模式，即国调、网调、省调、地调、县调。

(1) 国调。它是国家电力调度通信中心的简称，是电网运行最高调度机构。它直接调度管理各跨省电网和各省级独立电网，并对跨大区域联络线及相应变电站和起联网作用的大型发电厂实施运行和操作管理。

(2) 网调。它是跨省电网电力集团公司设立的调度局的简称，是国调下属电网调度机构。它负责区域性电网内各省间电网的联络线及大容量水、火、核电骨干电厂的运行和操作管理。并接受国调相关的调度管理。

(3) 省调。也称中调，它是各省、自治区电力公司设立的电网中心调度所的简称，是网调的下属电网调度机构，负责本省 220kV 电网及并入本省 220kV 及以下电网的大、中型水、火电厂的运行及操作管理，并接受网调相关调度管理。

(4) 地调。它是省辖市级供电公司设立的调度所的简称，是省调下属调度机构，它负责该供电公司供电范围内的网络和大中城市主要供电负荷的调度管理，并兼管地方电厂及企业自备电厂的并网运行。接受省调相关调度管理。

(5) 县调。县调是县电力公司（县供电局）设立的调度所的简称，负责本县城乡供配电网及负荷的调度管理。在调度业务上归地调领导，接受地调相关调度管理。

上述各级电网调度机构，均设置了系统调度的运行值（3~4 个或 4~5 个），各值设置正值班员 1 名，副值班员 2 名，或正、副值班员各 1 名，并配辅系统运行方式、继电保护、自动装置及通信等人员。

### 2. 发电厂变电站运行组织机构

目前，发电厂、变电站的运行值班分别是运行值和运行班（3~4个或4~5个），实行四班三倒或五班四倒，即实行8h或6h轮换值班。无人值班的变电站，由变电站控制中心进行控制，控制中心设置轮流值班的运行班。发电厂的每一个运行值，变电站的每一个运行班（或变电站控制中心的每个运行班）称为运行值班单位。

采用主控制室方式的发电厂，其运行值班单位由值长、电气值班长、汽轮机值班长、锅炉值班长、燃料值班长、化学值班长及各班值班员组成。

集控方式的发电厂，其运行值班单位由值长、机长、燃料值班长、化学值班长及各班（或各机）值班员组成。一台机组设置一个机长，机长下设：锅炉主控、副控和辅机值班员；汽机主控、副控和辅机值班员；电气主控、副控和电气巡视员等。

水电厂的运行值班单位由值长、电气值班长、水机值班长和各班值班员组成。

变电站的运行值班单位由值班长、主值班员、副值班员、值班助手等组成。

无人值班变电站控制中心运行班一般由2~3人组成，控制多个无人值班变电站。

由上述介绍可知，发电厂进行全厂运行值班的是各个运行值和，由各运行值、运行技术人员组成了发电厂的运行组织机构。

变电站进行全站运行值班的是各个运行班，由站长领导，各运行班及站长组成了变电站的运行组织机构。

### 3. 电网运行调度指挥系统

由于电力系统是一个有机的整体，系统中任何一个主要设备运行工况的改变都会影响整个电力系统的运行。因此，电力系统必须建立统一的运行调度指挥系统。电网运行调度指挥系统由发电厂、变电站运行值班单位（含变电站控制中心）、电网各级调度机构等组成。电网的运行由电网调度机构统一调度。

我国《电网调度管理条例》规定，调度机构调度管辖范围内的发电厂、变电站的运行值班单位，必须服从该级调度机构调度员的调度，下级调度机构的调度员必须服从上级调度机构调度员的调度。

调度机构的调度员在其值班时间内，是该级别系统运行工作技术上的领导人，负责管辖范围内系统的运行操作和事故处理、直接对下属调度机构的调度员、发电厂的值长、变电站的值班长发布调度命令。

发电厂的值长在其值班时间内，是全厂运行工作技术上的领导人，负责接受上级调度员的命令，指挥全厂的运行操作、事故处理和调度技术管理，直接对下属值班长（机长）发布调度命令。

变电站的值班长在其值班时间内，负责接受上级调度员的命令，指挥全变电站的运行操作和事故处理。

## 课题二 电气运行制度

发电厂、变电站、调度机构根据生产的需要和长期运行经验，均制订了一系列符合现

场实际的运行制度。其中包括电气运行制度。各级运行值班人员必须熟悉本单位的各种运行制度。电气运行制度是现场生产管理制度的一个方面，它是针对电气运行值班人员，为加强责任制，维持正常的生产秩序，保证安全生产，提高运行水平而制定的。下面简要介绍发电厂、变电站主要的电气运行制度（详见各生产单位制订的各种电气运行制度）。

### 一、工作票制度

正常情况下（事故情况除外），凡在电气设备上的工作，均应填用工作票或按命令（口头或电话）执行的制度，称为工作票制度。工作票制度是保证检修人员在电气设备上安全工作的组织措施之一，它是为避免发生人身和设备事故，而必须履行的一种设备检修工作手续。

该制度介绍了工作票的种类，工作票的使用范围，工作票的正确填用（填写和使用），工作票的申请手续，工作票中的责任人及相应安全责任，工作票的终结手续和管理。

为了避免发生人身和设备事故，保证系统和设备的安全运行，运行值班人员应按照工作票的要求，进行停电倒闸操作，做好安全措施，然后由运行值班人员（工作许可人）与检修工作负责人（监护人）共同办理工作票的开工手续。检修工作结束时，运行值班人员与检修工作负责人共同检查、验收被检修设备，并共同办理工作票的结束手续。

### 二、操作票制度

凡影响机组生产（包括无功）或改变电力系统运行方式的倒闸操作及机炉开、停等较复杂的操作项目，均必须填用操作票的制度，称为操作票制度。操作票制度是保证正确、迅速完成操作任务，防止误操作的重要组织措施。

该制度介绍了操作票使用的规定、填用操作票的要求、操作票的操作、操作的监护和复诵、操作票的管理等。

倒闸操作是一项复杂而又极为重要的工作，操作的正确与否直接关系到操作人员的人身安全和设备安全，关系到系统的正常运行，因此必须严格执行操作票制度。违反操作票制度，其后果是十分严重的。如操作时，监护人不认真监护，操作人操作时不执行唱票复诵，其结果可能造成操作人误操作。

### 三、交接班制度

运行值班人员在进行交班和接班时应遵守有关规定和要求的制度，称为交接班制度。交接班制度是确保连续正常发供电的一项有力措施。

该制度介绍了交接班的内容、规定、要求及注意事项。

运行值班人员在进行交接班时，一定要做到：交班要认真负责，接班要心中有数。只有认真执行交接班制度，才能避免因交接班不清而引发的事故。

### 四、巡回检查制度

运行值班人员在值班时间内，对有关电气设备及系统进行定时、定点、定专责全面检查的制度，称为巡回检查制度。通过巡回检查，可以及时发现设备缺陷和排除设备隐患，掌握设备的运行状况和健康水平，积累设备运行资料，从而保证设备安全运行。

本制度介绍了巡回检查的要求、规定、巡视周期和巡视检查的基本方法。

巡回检查制度是减少事故和实现安全生产的重要手段之一。各级运行人员应做好设备

的巡回检查工作，不断总结和丰富巡回检查的实践经验。

#### **五、设备定期试验与切换制度**

发电厂、变电站按规定对主要设备进行定期试验与切换运行，这种制度称设备的定期试验与切换制度。通过对设备的定期试验与切换运行，以保证设备的完好性，保证在运行设备故障时备用设备能真正起到备用作用。

本制度介绍了设备定期试验与切换的有关规定、要求，设备定期试验与切换的项目及周期等。

设备定期试验与切换应填写操作票，应做好记录。

以上介绍的工作票制度、操作票制度、交接班制度、巡回检查制度和设备定期试验与切换制度，就是人们常说的“两票三制”。

#### **六、运行分析制度**

运行分析是运行管理的主要工作，是保证安全、经济生产的重要环节。为了不断掌握生产规律，积累运行经验，提高运行管理水平，必须经常对设备的运行、操作、异常情况以及人员执行规章制度的情况进行科学、细致和全面地分析。通过运行分析，找出薄弱环节，及时发现问题，有针对性地制订防范措施，保证设备和系统的安全、经济运行。

本制度介绍了运行分析的内容、运行分析的方法及运行分析的要求。各级生产人员应认真做好运行分析工作。

#### **七、设备缺陷管理制度**

运行值班人员对发现的设备缺陷进行审核、登记、上报、处理及缺陷消除结果进行记录的制度，称为设备缺陷管理制度。该制度是为了及时消除影响安全运行或威胁安全生产的设备缺陷，提高设备完好率，保证安全生产的一项重要制度。它为编制设备检修、试验计划提供了依据。

该制度介绍了设备缺陷的分类、缺陷的审核、缺陷记录及记录要求、缺陷的上报、缺陷的处理、缺陷处理后的验收及记录。

#### **八、运行维护制度**

运行维护主要指对电刷、熔断器等部件的维护，其次按制定的维护项目、维护周期进行清扫、检查、测试。对发现的设备缺陷，运行值班人员能处理的应及时处理，不能处理的由检修人员或协助检修人员进行处理，以保证设备处于良好运行状态。

#### **九、运行规程及调度规程**

发电厂、变电站根据现场实际编制了本单位相应电气设备及系统电气运行规程，配置了电力系统调度规程。电气运行规程包括电气主系统、厂用电系统、发电机、变压器、电动机、配电装置、继电保护、自动装置等运行规程。这些规程是电气设备安全运行的科学总结，反映了电气设备运行的客观规律，是保证发电厂、变电站安全生产的重要技术措施，是电气运行值班人员工作的基本依据。所有电气运行值班人员都应认真学习，正确执行这些规程。

各级调度机构也有相应的电网调度规程，它是调度人员进行电网正确调度的依据。各级调度人员也必须认真学习和正确执行本网调度规程。

## 十、值班日志和运行日志

### 1. 值班日志

为了使值班人员及时掌握设备的运行情况，了解设备运行的历史及积累资料，值班控制室一般设有交接班记录本、倒闸操作登记本、工作票登记本、设备变更记录本、设备绝缘登记本、继电保护和自动装置定值变更本、配电盘记事本、断路器事故遮断登记本、设备缺陷登记本、熔断器更换登记本、变压器分接头位置登记本、消弧线圈分接头位置登记本等。这些统称值班日志。

### 2. 运行日志

运行日志的记录是值班工作的动态文字反映，是整个运行工作中的一个重要内容。它能够帮助值班人员掌握电气设备的运行参数，进行运行分析；发现设备的隐患，及时调整负荷和更改运行方式，从而保证生产任务的完成和降低消耗指标。运行值班人员应学会记录运行日志，计算有关参数。

运行日志中的主要参数有如下几项：

(1) 电量 (kWh)。包括发电量、厂用电量、受电量（指发电厂与系统并列运行时，发电厂从系统接受的电量）、送出电量等。

(2) 电力 (kW)。主要有发电电力、受电电力、送出电力、厂用电力、最大负荷和最小负荷。

(3) 几项指标。主要有厂用电率（在同一时间内，厂用电耗电量占发电厂总发电量的百分数）、负荷率（平均发电有功功率与最大发电有功功率比的百分数）、煤耗率（实际燃煤量与总发电量的比）、给水泵用电单耗、循环水泵用电单耗、制粉用电单耗、锅炉风机用电单耗等。

(4) 主要设备的电流、温度、各母线的电压。

## 课题三 电气设备倒闸操作

### 一、倒闸操作与设备状态

发电厂、变电站的电气设备，常需进行检修、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，这些都需通过倒闸操作来完成。电气设备由一种状态转换到另一种状态，或改变系统的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，写好操作票，然后再进行倒闸操作。

如图 1-1 所示，电气设备所处的状态有四种，即：检修状态、冷备用状态、热备用状态和运行状态。

(1) 检修状态。检修状态系指检修设备各方面的电源及所有操作电源均已断开，并布置了与检修有关的安全措施（如合接地刀闸或挂接地线、悬挂标示牌、装设临时遮栏）。

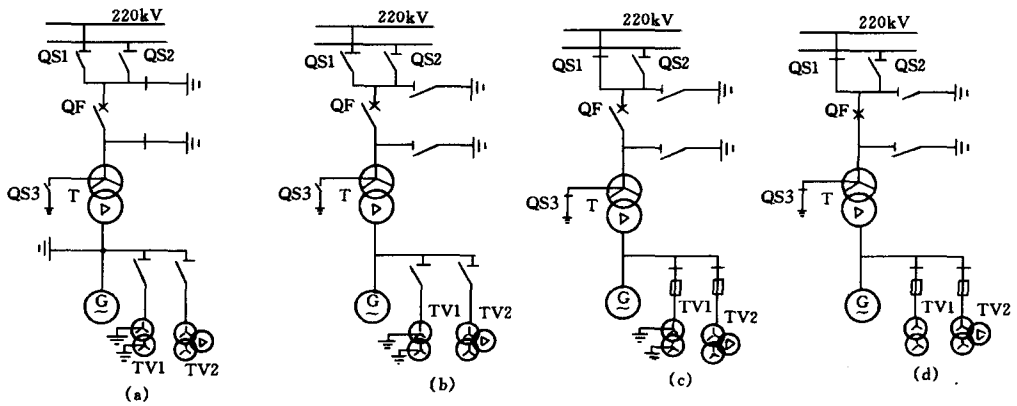


图 1-1 发电机—变压器组的四种状态

(a) 检修状态; (b) 冷备用状态; (c) 热备用状态; (d) 运行状态

如图 1-1 (a) 所示, 发电机—变压器组停电检修, 其各方面的电源已断开 (与系统电源相连的隔离开关 QS1、QS2 和断路器 QF 均断开, 主变压器 T 的中性点接地隔离开关断开, 发电机励磁系统有关开关断开, 电压互感器 TV1、TV2 高压侧隔离开关拉开, 其一、二次熔断器均取下), 所有的操作电源 (QF、QS1、QS2 的操作电源, 励磁系统有关开关操作电源) 也断开, 检修过程中可能来电的各个方面均挂了接地线或合上接地隔离开关。

(2) 冷备用状态。冷备用状态系指设备的检修工作已全部结束, 有关检修临时安全措施已全部拆除, 恢复常设安全设施, 其各方面的电源和所有操作电源仍断开, 设备具备一切投入运行的条件。如图 1-1 (b) 所示, 发电机—变压器组检修工作全部结束, 其检修临时安全措施接地线已拆除, 接地隔离开关已拉开, QS1、QS2、QF、电压互感器高压侧隔离开关、励磁系统有关开关、所有操作电源均在断开位置。发变组等设备具备一切投入运行的条件。

(3) 热备用状态。设备一经合闸便带电运行的状态称热备用状态。如图 1-1 (c) 所示, 除发变组出口主断路器 QF 未合闸外, 其余设备均已操作至工作位置 (按运行方式 QS1、QS3、TV1 和 TV2 高压侧隔离开关、励磁系统有关开关均已合上, TV1、TV2 的高、低侧熔断器已装上, 所有操作电源已投入), 只要同期合上 QF, 发电机—变压器组便投入运行。

(4) 运行状态。凡带电设备均为运行状态。图 1-1 (d) 中, 除接地隔离开关、QS2 断开外, 其余断路器、隔离开关均在合闸位置, 设备的继电保护、所有操作电源均投入, 发电机、变压器及其相关设备均处带电运行状态。

## 二、倒闸操作的内容

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 (俗称开关) 和隔离开关 (俗称刀闸);
- (2) 拉开或合上接地刀闸 (拆除或挂上接地线);
- (3) 装上或取下某些控制回路、合闸回路、电压互感器回路的熔断器 (旧称保险);



(4) 投入或停用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。

### 三、倒闸操作一般规定

(1) 倒闸操作必须得到相应级别调度和值长的命令才能进行。

(2) 执行操作票和单项操作，均应在模拟图上进行模拟操作，以核对操作票操作顺序正确无误。

(3) 设备送电前，必须终结全部工作票，拆除接地线及一切与检修工作有关的临时安全措施，恢复固定遮栏及常设警告牌。对送电设备一次回路进行全面检查应正常，摇测设备绝缘电阻应合格。

(4) 设备投入运行（或备用）前，其保护必须先投入。

(5) 装有同期合闸的断路器，必须进行同期合闸，仅在断路器一侧无电压进行充电操作时，才允许合上同期闭锁 SA 开关解除同期闭锁回路。

(6) 检修过的断路器送电时，必须进行远方跳合闸试验，远方电动或气动合闸的断路器，不允许带工作电压手动合闸。运行中的小车断路器不允许解除机械闭锁手动分闸。

### 四、倒闸操作基本原则

电气运行人员进行倒闸操作时，应遵守下列基本原则。

#### 1. 停送电操作原则

(1) 拉、合隔离开关及小车断路器送电之前，必须检查并确认断路器在断开位置（倒母线例外，此时母联断路器必须合上）。

(2) 严禁带负荷拉、合隔离开关，所装电气和机械防误闭锁装置不能随意退出。

(3) 停电时，先断开断路器，后拉开负荷侧隔离开关，最后拉开电源侧隔离开关；送电时，先合上电源侧隔离开关，再合上负荷侧隔离开关，最后合上断路器。

(4) 在操作过程中；发现误合隔离开关时，不准把误合的隔离开关再拉开，发现误拉隔离开关时，不准把已拉开的隔离开关重新合上。只有用手动蜗姆轮传动的隔离开关，在动触头未离开静触头刀刃之前，允许将误拉的隔离开关重新合上，不再操作。

上述规定的制定，是由于隔离开关无灭弧装置，不能用于带负荷接通或断开电路，否则，操作隔离开关时，将会在隔离开关的触头间产生电弧，引起三相短路事故。而断路器有灭弧装置，只能用断路器接通或断开有负荷电流的电路。

#### 2. 母线倒闸操作原则

(1) 母线送电前，应先将该母线的电压互感器投入；母线停电前，应先将该母线上的所有负荷转移完后，再将该母线的电压互感器停止运行。

(2) 母线充电时，必须用断路器进行，其充电保护必须投入，充电正常后应停用充电保护。

(3) 倒母线操作时，母联断路器应合上，确认母联断路器已合好后，再取下其控制熔断器，然后进行母线隔离开关的切换操作。母联断路器断开前，必须确认负荷已全部转移，母联断路器电流表指示为零，再断开母联断路器。

倒母线操作前，取下母联断路器控制熔断器的原因是：若倒母线操作过程中，由于某