



“十三五”普通高等教育本科规划教材

电气类专业实验实训系列教材

DIANQI YUNXING SHIXUN JIAOCHENG

电气运行实训教程

孙广岩 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

电气类专业实验实训系列教材

电气运行实训教程

主编 孙广岩

编写 李茂青 刘宝贵 王 亮

王 永 纪进卜 王雪杰

主审 吴怀诚



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为电气类专业实验实训系列教材。全书共分三篇，二十二个单元。内容包括知识讲解、技能训练、技能拓展训练。知识讲解篇，介绍电气主接线及电气设备从低压到高压的认识；技能训练篇，讲解几种典型倒闸操作技能训练；技能拓展训练篇，讲解几种典型电气运行事故判断处理技能拓展训练，并提供习题思考和实操训练题，能使读者对电气运行实训知识进行总结回顾。

本书可作为应用技术型普通本科高校电力类教材，同时可作为电力企业新入职员工岗位技能的培训教材，还可作为从事发电厂和变电站电气运行、管理等工作的人员及相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气运行实训教程/孙广岩主编. —北京：中国电力出版社，
2016.6

“十三五”普通高等教育本科规划教材 电气类专业实验实训系列教材

ISBN 978-7-5123-8613-6

I. ①电… II. ①孙… III. ①电力系统运行-高等学校-教材
IV. ①TM732

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 081154 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 6 月第一版 2016 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 347 千字

定价 29.00 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

前言

电气运行是在电能的发、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。

为深化教育领域综合改革,我国提出构建以就业为导向的现代职业教育体系,引导一批普通本科高校向应用技术型高校转型。目前适用应用技术型高校培养目标和针对发电厂及变电站电气运行岗位新入职的员工培训的教材颇为匮乏。本书基于就业为导向的教育目标,课程内容以知识为先导,以技能训练为主要载体,采用技能拓展训练做延伸的螺旋式提升培训模式。电气运行实训课程是一门实践性和理论性较强的专业必修课,是在学习“发电厂电气部分”“继电保护与自动装置”“电力系统”等课程的基础上开设的。通过本课程的学习可以全面系统地了解掌握发电厂、变电站的电气运行、操作、巡视、检查、异常及事故状态的分析、判断和处理方法,为将来从事发电厂、变电站电气运行工作打下坚实的基础。

本书突破了一般教材的体系,教学内容以运行实习过程的层次为单元,从电气设备的认知到电气设备倒闸操作,延伸至对运行事故的判断处理,步步推进,层层提高。结构设计模块化,体系安排合理化,联系现场实际,循序渐进,实用性强,符合学生认知、理解、运用的学习过程。既满足了基本技能的训练,又对技能的拓展做了适当的外延,满足了不同水平学员的需求。

本书单元一由吉林电力股份有限公司李茂青编写,单元二和单元二十二由沈阳工程学院刘宝贵编写,单元三由沈阳工程学院王亮编写,单元二十由吉林电力股份有限公司王永编写,单元二十一由吉林电力股份有限公司纪进卜编写,附录B由沈阳工程学院王雪杰编写,单元四至单元十九由主编孙广岩编写并进行统稿,最后由辽宁省电力有限公司检修分公司高级工程师吴怀诚主审。

在此感谢吉林电力股份有限公司相关单位的热忱支持,以及为本书编写提供了大量技术资料,为本书编写提出了诸多有益的建议的相关技术人员,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,欢迎广大读者批评指正,我们会及时做出修正和补充。

编者

2016年5月

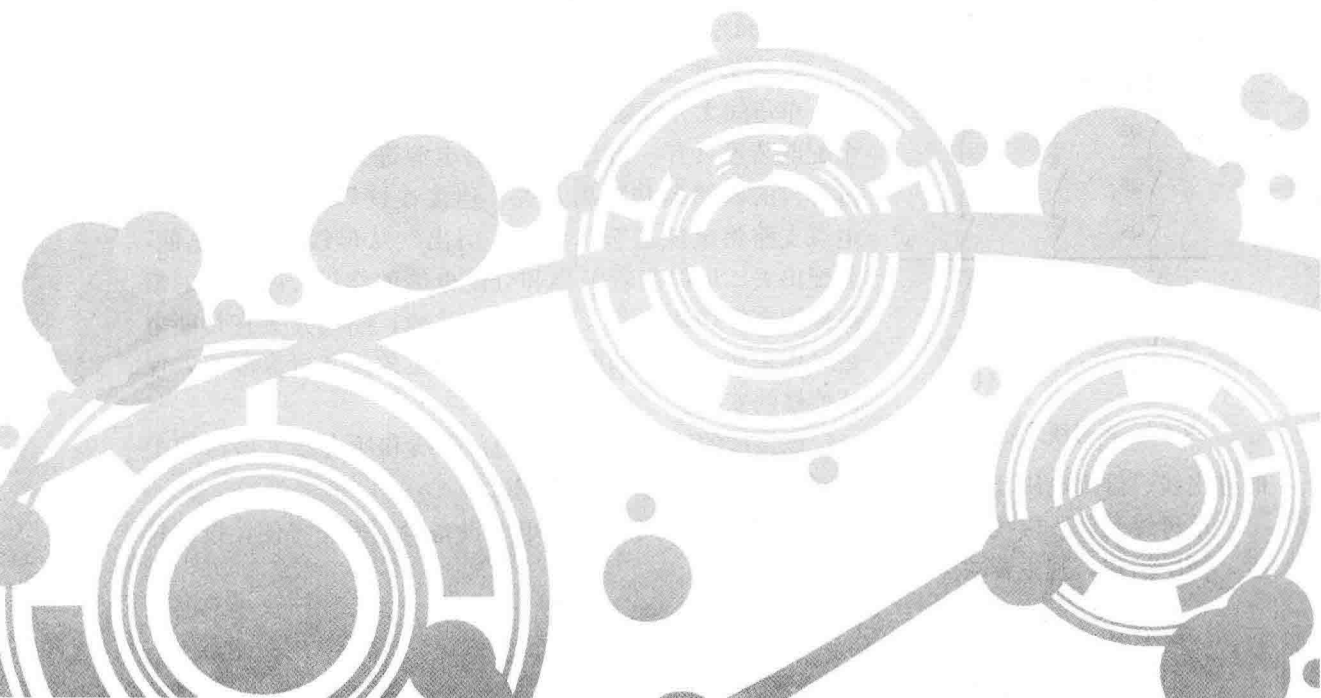
目 录

前言

知识讲解篇	1
单元一 电气主接线	2
单元二 发电厂、变电站电气主接线的典型接线	15
单元三 低压电器设备	21
单元四 高压断路器设备	32
单元五 隔离开关设备	47
单元六 电压互感器	58
单元七 电流互感器	70
单元八 变压器	77
单元九 继电保护与自动装置配置	89
单元十 电气设备倒闸操作	102
技能训练篇	109
单元十一 线路倒闸操作	110
单元十二 母线倒闸操作	119
单元十三 厂用电倒闸操作	126
单元十四 变压器倒闸操作	129
单元十五 发电机倒闸操作	143
技能拓展训练篇	149
单元十六 输电线路单相瞬时性故障处理	150
单元十七 输电线路单相永久性故障处理	157
单元十八 输电线路单相断线故障处理	166
单元十九 输电线路相间瞬时性故障处理	169
单元二十 输电线路三相短路故障处理	174
单元二十一 母线相间故障转两相接地短路的故障处理	179
单元二十二 习题思考与实操训练	186
附录 1 电力安全工作规程	190
附录 2 其他典型操作票	215
参考文献	222

“十三五”普通高等教育本科规划教材

知识讲解篇



单元一 电气主接线

一、电气主接线的基本接线形式及其运行特点

发电厂、变电站的电气主接线是电力系统接线的主要组成部分。它主要取决于发电厂、变电站的规模及其在电力系统中的地位、电压等级和出线的回路数、电气设备的特点以及负荷的性质等条件。同时要满足供电可靠,保证对用户不间断供电;运行经济灵活,可便于调度倒闸操作和扩建的可能性;而且投资省,占地面积小、电能损失少等条件。

所谓运行方式,是指电气主接线中各电气元件实际所处的工作状态(运行状态、检修状态、备用状态)及其相连接的方式。运行方式分为正常运行方式和允许运行方式。

正常运行方式是指正常情况下全部设备按固定连接方式投入运行时,电气主接线经常采用的运行方式,包括母线及进、出线回路的运行方式和中性点的运行方式两个方面。电气主接线的正常运行方式一旦确定后,母线及进、出线回路的运行方式和中性点的运行方式也随之确定,且继电保护和自动装置的投入也随之确定。对某一发电厂、变电站来说,其电气主接线的正常运行方式只有一种,是综合考虑各种因素和实际情况而确定的,正常运行方式一旦确定,任何人不得随意改变。

电气主接线的允许运行方式是指在事故处理、设备故障或检修时,电气主接线所采用的运行方式。由于事故处理、设备故障和设备检修的随机性,发电厂、变电站的允许运行方式有多种,可以根据运行的实际情况进行具体的安排和调整。

典型的电气主接线形式可分为有母线和无母线两大类。有母线的电气主接线主要有单母线接线、双母线接线、一台半断路器(3/2)接线等。无母线的电气主接线主要有桥形接线、多角形接线和单元接线等。

电气主接线的确定与电力系统的安全稳定和灵活经济运行,以及对发电厂、变电站的电气设备选择,配电装置的布置,继电保护和控制方式的拟定等都有密切的关系。

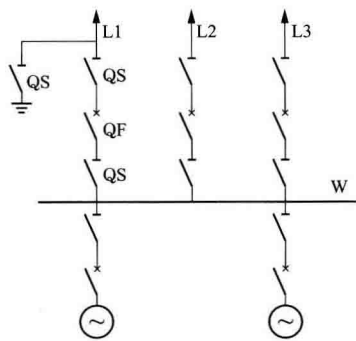


图 1-1 单母线无分段接线

1. 单母线无分段接线

单母线无分段接线如图 1-1 所示。这种接线的特点是整个配电装置只有一组母线,所有电源进线和出线回路均经过各自的断路器和隔离开关,连接在该母线上并列运行。电源支路将电能送至母线上,引出线从母线上获得电能,分配出去。母线起着汇集和分配电能的作用。回路中的断路器用来投切该回路及切除短路故障;隔离开关在切断电路时用来建立明显的断开点,使停运的设备可靠隔离,保证检修的安全。

该接线的正常运行方式为:母线和所有接入该母线上的进出线、母线电压互感器均投入运行,各继电保护按规定投入。

单母线无分段接线的主要优点是接线简单、清晰,所用电气设备少,操作方便,投资较少,便于扩建。其主要缺点是:

(1) 只能提供一种单母线运行方式,对运行状况变化的适应能力差。

(2) 母线和任一母线隔离开关故障或检修时,全部回路在检修和故障处理期间必须停运(有条件进行带电检修的除外)。

(3) 任一断路器检修时,其所在回路需要停运。

因此单母线无分段接线可靠性和灵活性均较差,只能用于某些回路数较少、对供电可靠性要求不高的小容量发电厂与变电站中。

2. 单母线分段接线

单母线分段接线如图 1-2 所示。单母线用分段断路器进行分段,以提高供电的可靠性和灵活性。

正常运行时,单母线分段接线有以下两种正常运行方式:

(1) 分段母线并列运行。该运行方式为:分段断路器 QF 闭合,其两侧隔离开关闭合,电源和负荷均衡地分配在两段母线上,以使两段母线上的电压均衡和通过分段断路器的电流最小。各段上的电压互感器投入运行,继电保护按规定投入。运行中,当任一段母线发生故障时,由继电保护动作跳开分段断路器和接至该母线段上的电源断路器,另一段非故障母线则继续供电。

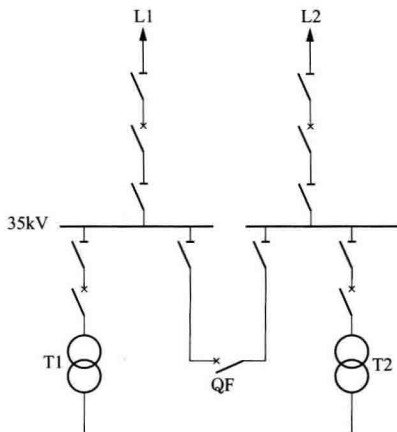


图 1-2 单母线分段接线

(2) 分段母线分列运行。分段断路器 QF 断开,两段母线上的电压可能不相等。每个电源只给接至本母线段上的引出线供电,当任一电源故障时,该电源支路断路器自动跳闸后,由备用电源自动投入装置自动接通分段断路器,以保证向全部引出线继续供电。这种运行方式需要加装备用电源自动投入装置。另外,两段母线电压不相等时,给重要用户供电会带来一些困难。但分段断路器断开运行可以限制短路电流。

单母线分段接线与不分段的单母线形式相比,可靠性和灵活性都明显提高。其主要特点是:

(1) 可以分段检修母线而缩小停电的范围,降低了全部停电的可能性。当母线发生故障时,保护动作使分段断路器跳闸,保证正常段母线继续运行,仅故障段母线停止工作。

(2) 对于重要用户,当采用双回路供电法,将双回路分别接于不同段母线上,以保证对重要用户的供电可靠性。

(3) 当任一段母线故障或检修时,必须断开在该段母线上的全部电源和引出线,减少了系统的发电量,并使该段单回线路供电的用户停电。

(4) 任一回路断路器检修时,该回路也将停电。

(5) 出线为双回线时,架空线路会出现交叉跨越。

单母线分段接线,虽然较单母线不分段接线提高了供电的可靠性和灵活性,但是,当电源容量较大、出线数目较多时,其缺点也更加明显。

3. 单母线分段带旁路母线的接线

为解决出线断路器故障检修时所在回路必须停电的缺点,可采用增设旁路母线的方法,构成单母线分段带旁路母线的接线。

单母线分段带旁路母线的接线如图 1-3 所示。每段母线通过一台旁路断路器 QF15 与旁路母线相连,每一回出线的线路侧均装一组旁路隔离开关与旁路母线相连。

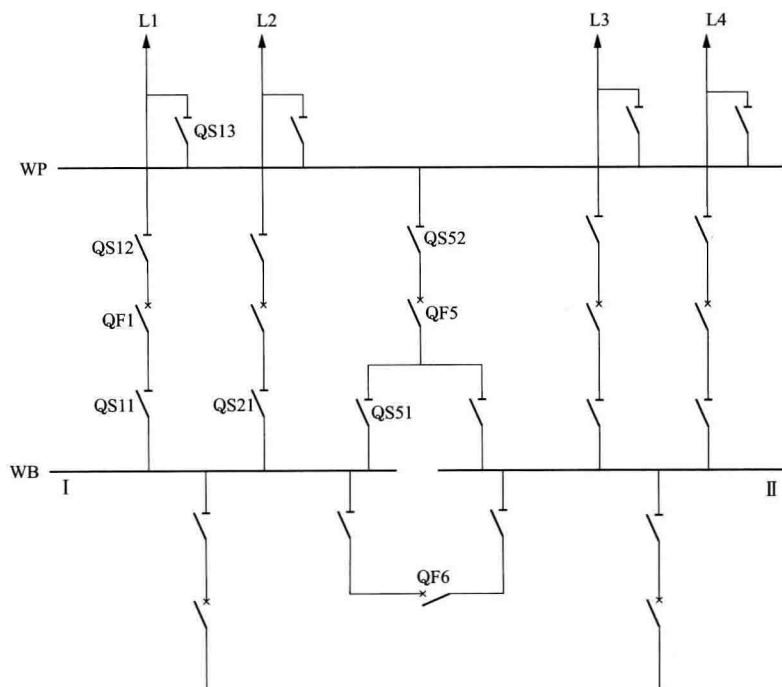


图 1-3 单母线分段带旁路母线接线

在正常情况下，旁路断路器 QF5 及旁路隔离开关都是断开的。与单母线分段接线相比，接线中增加了一组旁路母线，旁路母线通过专用旁路断路器 QF5 分别与 I、II 母线连接，每一出线回路分别装有旁路隔离开关与旁路母线相连。

该接线的正常运行方式为，旁路母线正常运行时不带电，处于冷备用状态，旁路断路器 QF5 及两侧隔离开关断开。

当线路断路器需要检修时，可以通过倒闸操作，用旁路断路器 QF5 代替该回路断路器继续为该回路供电，增加了供电可靠性。

假设 L1 线路的断路器 QF1 需要检修，就可以用旁路断路器 QF5 代替 L1 线路的断路器 QF1 向 L1 线路继续供电。

- (1) 旁路断路器 QF5 投入与 L1 线路断路器 QF1 一致的保护（其保护定值也相同）。
- (2) 合上旁路断路器 QF5 的 I 母线侧隔离开关 QS51。
- (3) 合上旁路断路器 QF5 的旁路母线侧隔离开关 QS52。
- (4) 合上旁路断路器 QF5，向旁路母线 WP 充电。
- (5) 若旁路母线充电良好，拉开旁路断路器 QF5。
- (6) 合上 L1 线路的旁路隔离开关 QS13。
- (7) 合上旁路断路器 QF5。
- (8) 拉开 L1 线路的断路器 QF1。
- (9) 拉开 L1 线路的负荷侧隔离开关 QS12。
- (10) 拉开 L1 线路的电源侧隔离开关 QS11。

从以上操作可以看出，出旁路断路器 QF5 代替 L1 线路的断路器 QF1 向 L1 线路供电，

L1 线路的供电未受影响,而断路器 QF1 可停电检修。所以,带旁路母线接线的优点是当出线断路器检修时,该出线不需要停电。

线路断路器 QF1 检修完毕后,可由断路器 QF1 恢复对 L1 线路供电,其操作步骤如下:

- (1) 投入 L1 线路断路器 QF1 的保护。
- (2) 合上 L1 线路的电源侧隔离开关 QS11。
- (3) 合上 L1 线路的负荷侧隔离开关 QS16。
- (4) 合上 L1 线路的断路器 QF1。
- (5) 拉开旁路断路器 QF15。
- (6) 拉开 L1 线路的旁路隔离开关 QS15。
- (7) 拉开旁路断路器 QF15 的旁路母线侧隔离开关 QS155。
- (8) 拉开旁路断路器 QF15 的电源侧隔离开关 QS151。

虽然单母线分段带旁路母线接线配置较为复杂,投资有所加大,但可以不停电进行出线断路器的检修,具有相当高的灵活性和可靠性,因此被广泛应用于 35kV 以上的接线中。

一般电压为 35kV 而出线在 8 回以上、电压为 110kV 而出线在 6 回以上、电压为 220kV 而出线在 4 回以上的屋外配电装置都加装旁路母线。但当采用可靠性较高的 GIS (SF_6 封闭式组合电器) 时,可不装设旁路母线。6~20kV 屋内配电装置可不装设旁路母线,因其负荷小、供电距离短 (4~20km),在系统中容易取得备用电源。

4. 双母线接线

双母线接线如图 1-4 所示。两组母线之间通过母联断路器进行联络。每一回电源和出线都经一台断路器和两组母线隔离开关分别连接到两组母线上。此种接线有三种运行方式:①一组母线备用,一组母线工作;②双母线分列运行;③双母线并列运行。

双母线接线主要优点:

- (1) 检修任一组母线可不中断供电。
- (2) 检修任一回路的母线隔离开关时只断开该回路。
- (3) 当工作母线故障时,可将全部回路转移到备用母线上。

(4) 检修任一回路的断路器时,不致使该回路的供电长时间停电。

(5) 在个别回路需要单独进行试验时,可将该回路从工作母线上退出,并单独接至备用母线上。

(6) 扩建方便。

双母线接线的主要缺点:

(1) 接线较复杂,在倒母线过程中把隔离开关当成操作电器使用,一旦误操作会引起重大事故。

(2) 工作母线发生故障,在切换母线过程中仍需短时停电。

(3) 检修任一线路断路器时,用母联断路器代替工作之前必须用跨条将其短接,此时该线路也短时停电。

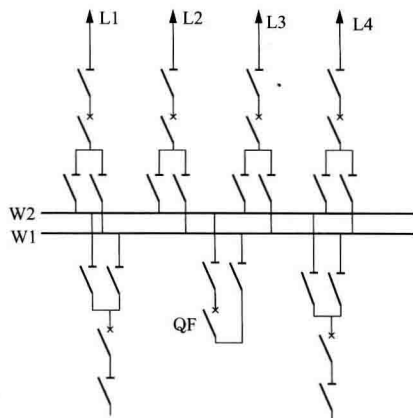


图 1-4 双母线接线

(4) 母线隔离开关数目增多, 配电装置结构也复杂, 故建造费用增加很多。

在实际工作中, 常采用以下措施来消除部分缺点:

(1) 为防止隔离开关的误操作, 可在隔离开关与断路器间装设防误操作闭锁装置。

(2) 为避免工作母线故障时造成整个装置停电, 可采用双母线并列运行方式。

(3) 采用双母线分段接线。

(4) 为避免在检修线路断路器时造成短时停电, 可采用双母线带旁路母线的接线方式。

5. 双母线带旁路母线的接线

为了在检修线路断路器时不致中断回路供电, 可采用双母线带旁路母线的接线, 如图 1-5 所示。

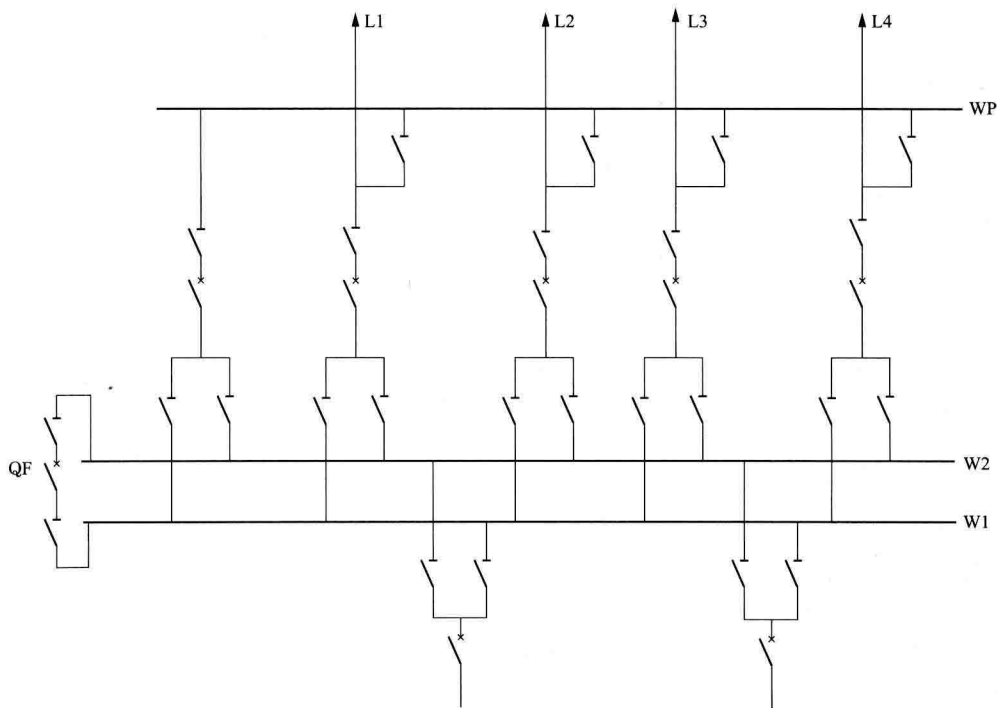


图 1-5 双母线带旁路母线接线

双母线带旁路母线接线是我国最常用的电气主接线形式之一, 它具有两组母线 W1、W2。每回线路都经一台断路器和两组隔离开关分别与两组母线连接, 母线之间通过母线联络断路器 QF (简称母联) 连接。它使运行的可靠性和灵活性大为提高, 其优点如下:

(1) 母线可以轮流检修而不致使供电中断。当一组母线检修时, 可将该母线上的电源和负荷切换到另一组母线上运行。

(2) 如遇一组母线故障, 只影响 50% 左右的电源和负荷停电, 而且可将故障母线上的负荷和电源倒向正常母线上运行, 能迅速恢复供电。

(3) 当进出线母线隔离开关需要检修时, 只需该进线 (或出线) 和一组母线停电, 而不影响其他回路的正常供电。

(4) 调度灵活。各电源和负荷可以任意在一组母线上运行, 并可根据潮流变化或其他要

求改变运行方式。

(5) 扩建方便。双母线可以向左右任意一个方向扩建出线,且扩建时不影响供电。

(6) 便于试验。当需要时可以空出一组母线供出线或母线试验而不影响供电,还可将母线联络断路器与被试线路断路器串联运行,形成双重保护,以保证试验时的安全。此外,当进出线断路器出现异常(如不能操作)时,也可采用上述串联运行方式将线路停下。

(7) 双母线进出线断路器与保护为一对一方式,故保护方式比较简单。由于发电机—变压器组只有一台断路器,故可在单元控制室控制,有利于单元机组炉、机、电之间的协调配合。

(8) 布置清晰,便于运行人员记忆和操作。双母线接线在我国具有丰富的运行和检修经验。

(9) 当装设有旁路母线时,出线断路器需要检修时可用旁路断路器代替,线路可不停电。

我国 220kV 配电装置常采用旁路母线,以满足断路器检修时不影响进出线正常运行的要求,但随着断路器制造质量的日益提高,旁路母线的应用范围已逐渐减少。目前规程已规定,采用 SF₆ 断路器的主接线不宜设旁路设施。

双母线带旁路母线接线的缺点:

(1) 在改变运行方式时,母线隔离开关作为操作电器进行操作,倒闸操作比较复杂,因而易造成误操作。

(2) 双母线存在全停的可能,如母线联络断路器故障(短路)或一组母线检修而另一组母线故障(或出线故障,断路器拒动)时。这一缺点对于大容量电厂和 330~500kV 系统的影响尤为严重。

6. 一台半断路器 (3/2) 接线方式

在具有大型发电机组的电厂,主接线广泛采用双母线一台半断路器接线方式,即两个元件(进出线或电源)共用三台断路器的接线方式,如图 1-6 所示。每一回路经一台断路器接至一组母线,分别接在两组母线上的两条回路之间装有一台联络断路器,在两组母线之间形成一个三台断路器构成的“断路器串”,平均每条回路使用一台半断路器,故又称二分之三接线。

(1) 一台半断路器 (3/2) 接线方式的特点。

1) 能避免由于母线故障引起的大量线路停电及电源中断。对一台半断路器 (3/2) 接线方式,当任一母线故障,母差保护动作,切除与该母线直接连接的各断路器,故障母线即从系统中切除,连接在该主接线中所有电源进线及超高压出线仍可通过另一台断路器保持与系统相连,避免了因母线故障而引起的机组停用或超高压线路停电。

2) 运行方式灵活。一台半断路器 (3/2) 接线方式的每一串任一断路器检修或故障时,均不影响正常的发供电,无须限制发电机出力。

3) 隔绝操作简单方便。当任一断路器因检修或故障需从系统中隔绝时,仅需断开该断路器及其两侧的隔离开关。

4) 投资较高。一台半断路器 (3/2) 主接线方式,高压断路器设置的总数较之双母线带旁路接线的要多,高压断路器是比较昂贵的设备,相比之下,较双母线带旁路接线总的投资将高一些。

(2) 进、出线布置的特点。

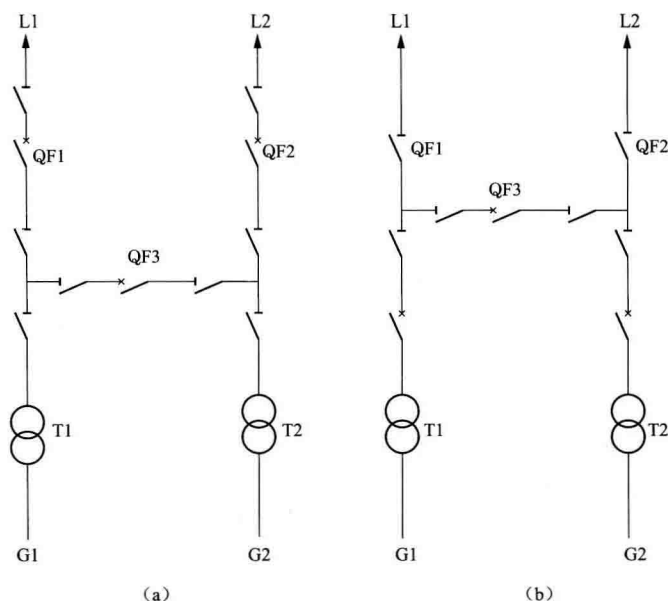


图 1-7 桥形接线
(a) 内桥接线；(b) 外桥接线

引起系统开环运行，可增设并联的旁路隔离开关以供检修之用，正常运行时则断开。有时装设两台旁路隔离开关（QS1、QS2），是为了轮流检修任一台旁路隔离开关之用。桥形接线采用设备少，接线清晰简单，但可靠性不高，且隔离开关又用作操作电器，只适用于小容量发电厂或变电站，以及作为最终将发展为单母线分段或双母线的初期接线方式。

8. 发电机—变压器组单元接线

为了提高电力系统稳定性，加强受端电网与电源间的联系，在远离负荷中心的大型发电厂，越来越多的人推荐采用“发电机—变压器—线路”单元接线方式。如图 1-8 (a) 所示，这种接线方式使用设备最少，接线简单，省去了高压配电装置，明显地减少了检修工作量和运行操作量，相应的事故概率也少得多。其缺点是，当线路发生故障或需要检修时，以及发电机—变压器组故障或检修时，发电机、变压器、线路三元件将互相牵制，被迫停运。因此，这种接线适用于某些条件允许的场合。对于容量在 200MW 以上的发电机组一次接线，大都采用“发电机—变压器组”单元接线，如图 1-8 (b) 所示。图中单元接线仅在变压器高压侧装设断路器。原因如下：

(1) 大容量发电机发出的电能主要是通过双绕组主变压器升压，以一种电压方式送入电力系统。在发电机出口侧仅支接厂用高压变压器和励磁变压器，不设置发电机电压的其他任何出线，因此不设发电机出口断路器是可行的。

(2) 对 200MW 及以上机组，当发电机内部或出口侧短路时，需发电机出口断路器切断

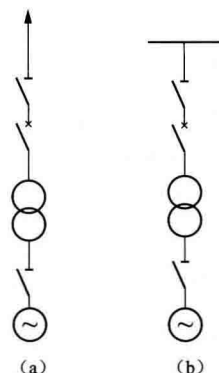


图 1-8 单元接线
(a) “发电机—变压器—线路”单元接线；
(b) “发电机—变压器组”单元接线

的故障电流比较大,制造成本高,经济性差。

(3) 当发电机内部、支接厂用高压变压器、发电机出口侧故障时,将通过相应的继电保护装置断开主变压器高压侧的断路器(对一台半断路器接线方式,则断开与该发电机—变压器组相连的两台断路器)及发电机励磁开关,将故障点从系统中切除并灭磁。

(4) 采用发电机—变压器组单元接线,有利于实现机、炉、电集中控制,接线简单、清晰,维护、运行管理方便,从而提高运行可靠性。

目前我国及许多国家的大容量机组的单元接线中,发电机出口一般不装设断路器,其理由是,大电流大容量断路器(或负荷开关)投资较大,而且在发电机出口至主变压器之间采用封闭母线后,此段线路范围的故障可能性亦已降低。甚至在发电机出口也不装隔离开关,只装设可拆的连接片,以供发电机测试时用。

发电机出口也有装设断路器的,主要从以下几方面考虑:

(1) 发电机组解、并列时,可减少主变压器高压侧断路器操作次数,特别是 500kV 或 220kV 为一台半断路器(3/2)接线时,能始终保持一串内的完整性。当电厂接线串数较少时,保持各串不断开(不致开环),对提高供电供电的可靠性有明显的作用。

(2) 启停机组时,可用厂用高压工作变压器供电给厂用电,减少了厂用高压系统的倒闸操作,从而可提高运行可靠性。当厂用工作变压器与厂用启动变压器之间的电气功角 δ 相差较大(一般 $\delta > 15^\circ$)时,这种运行方式更为需要。

(3) 当发电机出口有断路器时,厂用备用变压器的容量可与工作变压器容量相等,且厂用高压备用变压器的台数可以减少。如我国规程规定,2 台机组(不设出口断路器)要设置 1 台厂用备用变压器,而苏联的设计一般为 6 台机组设置一台厂用备用变压器。

二、电气主接线运行方式编制原则

电气主接线的运行方式,是电气运行人员在电气主接线正常运行、操作及事故状态下分析和处理各种事故的基本依据,因此,电气运行人员必须熟悉和掌握电气主接线的各种运行方式。

由于电力系统负荷频繁的变化,系统频率和电压的调整,潮流分布(功率分布)的改变,发电厂主辅设备的停电检修和修复后的设备投入运行以及发生电气事故等情况,故必须改变运行方式。在改变运行方式时,应最大限度地满足安全可靠的要求,因此应周密地考虑以下几个基本原则。

1. 保证对用户供电的可靠性

对重要用户要保证连续供电,此类用户应由两个独立电源供电,即当两个独立电源中的一个电源受到破坏或故障时,不影响另一个电源的工作,也就是采用双回路供电,其电源应布置在双母线制的不同母线组上,或布置在分段单母线的两个分段上。若发电厂与厂外系统电源的连接有两条联络线时,也应将联络线分配在不同母线组上或不同分段母线上,即分配在不同电源上。这样,当发电厂全厂启动或发生全厂停电事故时由电力系统分别向两路联络线送电,以保证对用户连续供电,提高对用户供电的可靠性。

2. 潮流分布要均匀

双母线并列运行时,要使电源进线和负荷出线功率均匀地分配在两组母线上,单母线分段时,分配在母线的不同分段上,这样流过母联断路器或分段断路器的电流最小,可避免设备过负荷或限制出力,同时,当部分电源及线路发生故障时,还可尽量少地影响其他系统的正

常运行,提高对用户包括厂用供电的可靠性。

3. 便于事故处理

若遇电力系统故障,使频率或电压突降,危及厂用电安全运行时,应能将预先选定好的厂用发电机与系统解列,以保持发电厂的正常运行。如遇 35、10.5kV 或 6.3kV 网络单相接地时,为缩小接地系统的故障范围,可将母线联络断路器或分段断路器短时解列。由于电源进线和负荷出线的功率均匀的分配在两组母线之间或两分段上,故当母线联络断路器或分段断路器断开时可减少对用户的少送电及发电厂负荷的降低,从而提高发电和供电的可靠性及灵活性。

4. 要满足防雷保护和继电保护的要求

当电气主接线运行方式改变时,防雷保护方式、继电保护及自动装置的整定值应作相应的调整,但不能改变太频繁。因此在各种运行方式下,都应该有相应的继电保护整定值,以避免在发生故障时,产生继电保护误动作(如越级跳闸或拒绝动作)而使事故扩大,从而提高运行的可靠性。

5. 在满足安全运行的同时,应考虑到运行的经济性

主要考虑的是实际接线位置的远近,并能满足发电机、变压器的对应性要求。应尽量使电能输送的距离缩短,以减少电能在导线上的损耗,保证经济运行。

6. 满足系统静态和动态稳定的要求

在电力系统的正常运行状态下,由于负荷的变化或发生各类型的短路事故,都会使功率失去平衡,造成电力系统静态和动态稳定的破坏,而使发电厂间或部分系统间发生非同期振荡事故。因此,在安排运行方式时,一定要满足系统稳定的要求。故在正常运行方式下,联络线的最大输送功率不得超过允许值,断路器切除故障的时间应尽量短(继电保护动作要正确),发电机自动装置(强行励磁及自动电压调整器)和线路的自动重合闸均应投入运行,以保证电力系统在异常运行情况下的稳定运行。

7. 电气设备的遮断(断流)容量应大于最大运行方式时的短路容量

在最大运行方式下,当短路容量超过电气设备的遮断容量时,在短路状态下,它就不能完全切断短路电流,从而使电气设备发生爆炸以至扩大事故,给国民经济带来严重损失。因此,在安排运行方式时,一定要使电气设备的遮断容量大于短路容量,以保证设备的安全运行。

三、电气主接线的设备编号

电气主接线的安全可靠运行,要求主接线中的每一个设备、每一条线路都要有一个编号,以便进行系统调度和运行人员操作。新投产 220kV 设备,尽可能按照 SD 240—1987《电力系统部分设备统一编号准则》套编。对设备进行编号应遵循以下原则。

(1) 唯一性。主接线中的每一个设备、每一条线路均有一个编号,且只有一个编号。换句话说,每一个设备、每一条线路都有一个编号,决不能有两个编号,但也不能没有编号。

(2) 独一性。主接线中的每一个编号只能对应一个设备或一条线路,也就是说系统中不能两个或两个以上的设备和线路有相同的编号。

(3) 规律性。编号按一定的规则进行编排,这样既可防止重复编号,又便于阅读和记忆。

下面介绍电气主接线设备编号的一般规则:

(1) 每个设备编号的第一个字均为所在变电站名称的简称。

