

火力发电机组运行人员现场规范操作指导书

DIANQI FENCE

电气分册



望亭发电厂 编

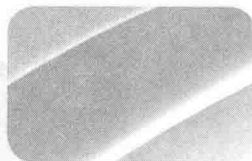
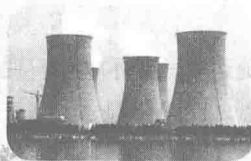
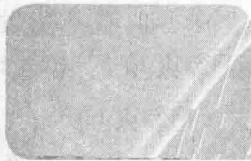
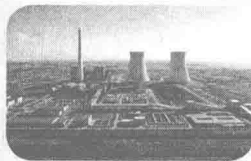


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

火力发电机组运行人员现场规范操作指导书

DIANQI FENCE

电气分册



望亭发电厂 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《火力发电机组运行人员现场规范操作指导书》包括锅炉、汽轮机、电气、脱硫除灰、化学、燃料共6个分册,涵盖了火力发电机组各专业的内容。本套丛书按照目前火力发电企业生产流程和一般管理界限,以岗位运行知识为基础,以提高操作技能为目的,根据火力发电厂生产一线人员在运行维护过程中总结的经验,详细介绍现场规范操作,包括巡回检查、现场操作、监盘等常规运行工作。

本书为《火力发电机组运行人员现场规范操作指导书 电气分册》,内容包括发电机并列解列、发变组及励磁系统、电气及厂用电系统、直流系统、220kV线路及母线、柴油发电机、发电机励磁系统、6kV辅机及低压辅机等的操作和运行维护,以及以上系统及设备运行过程中易发生问题的分析和处理。

本书可作为火力发电机组电气运行人员、维护人员的上岗及在岗培训指导书,也可供电气专业的技术及管理人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

火力发电机组运行人员现场规范操作指导书. 电气分册/望
亭发电厂编. —北京:中国电力出版社,2015.8

ISBN 978-7-5123-7545-1

I. ①火… II. ①望… III. ①火力发电-发电机组-电力系统运行-技术操作规程 ②火电厂-电气设备-技术操作规程
IV. ①TM621-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 071485 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

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 328 千字

印数 0001—3000 册 定价 40.00 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

《火力发电机组运行人员现场规范操作指导书》

编 委 会

主 任 委 员 杨惠新

副主任委员 刘志军

委 员 莫国平 包献忠 陈立新 冯程辉

主 编 包献忠

副 主 编 陆 烨

主要编写人员 杨 波 杨 炜 朱建平 陆 烨

俞德民 顾蕾蕾 朱晨明 陈立民

夏 炜 于小川 胡 隆 金志伟

李浩侃 罗志浩 严晓锋

序

近年来，随着国民经济的飞速发展，中国电力工业的装备技术和管理水平取得了长足的进步，呈现出生产过程更加环保、自动化程度不断提高、运行定员不断减少的良好趋势。与此同时，自动化程度越来越高的设备和越来越严格的安全和环保要求，对机组运行人员专业技术素质提出了更高的要求。

作为一家1958年建厂的国有火力发电企业，望亭发电厂在20世纪80年代末即已跨入装机容量超百万的电厂行列，从国内第一台300MW双水内冷机组到国内第一批390MW级燃气—蒸汽联合循环机组的投运，再到国内第一个拆除30万kW机组、“上大压小”投产国内首台国产引进型660MW超超临界燃煤机组，该电厂在创新求发展的过程中，不仅取得了突出的经营业绩，也积累了丰富的运行管理经验，形成了系统完善、制度严谨、流程清晰的运行管理体系。

本套丛书按照目前火力发电企业生产流程和一般管理界限，分为锅炉、汽轮机、电气、脱硫除灰、化学、燃料共6个分册，涵盖了火力发电机组各专业的内容。本套丛书着重以岗位运行知识为基础，以提高操作技能为目的，根据电厂生产一线人员在运行维护过程中总结的经验，详细介绍现场规范操作，包括巡回检查、现场操作、监盘等常规运行工作。通过制定符合运行现场实际的规范操作指导丛书，可以规范运行人员操作，使各专业操作既安全又经济，同时使一些优良的运行传统能不断延续下去。作为本套丛书的编撰方，望亭发电厂生产技术人员倾注了大量的心血，书中收录了许多在望亭发电厂经过几十年才沉淀下来的丰富经验，宝贵而实用。认真研读，字里行间，可以清晰地感受到望亭发电厂勤奋、严细、求实、创新的企业精神和管理理念。

希望本套丛书的出版，能够为电力行业的同仁们提供借鉴和帮助，也为火力发电技术人员，尤其是运行人员的技术培训提供支撑。

杨惠新

2014年8月

前 言

随着电力工业技术的不断进步,社会用电量的持续增加和环保要求的日趋严格,发电行业向高参数、环保型转变升级的步伐明显加快,有着较高技术含量的电力新设备不断投用,对火力发电厂运行人员技术素质提出了更高要求。为了进一步规范机组运行人员日常操作,将以往优良的运行传统传承下去,降低运行人员误操作的概率,减少因技术、管理人员操作、指挥、管理不当造成机组非停的次数及对设备的损害,中国华电集团公司望亭发电厂在中国电力出版社的大力支持下,组织各级技术人员耗时两年时间,精心编写了《火力发电机组运行人员现场规范操作指导书》。

针对火力发电厂运行工作的特点,本套丛书侧重于对现场规范操作的描述及总结,对相关原理及设备只做简单介绍,着重以岗位运行知识为基础,以提高技能操作能力为目的,力求用浅显易懂的语言、以符合现场实际的描述,更好地满足火力发电厂各岗位运行、技能操作和继续教育的需要。本套丛书也可供高等院校有关专业的相关师生参考。

本书是《火力发电机组运行人员现场规范操作指导书 电气分册》,共十四章,由俞德民主编,俞德民、王刚、顾蕾蕾、陆烨、陈立民、徐振宇、徐倩红、陈斌、周强、吴健、史亮、杨波、尤少军、高惠军、张晔、俞若华、张继春、严晓锋、钱一苏、浦菊平等编写,全书由俞德民统稿,陆烨主审。

本书在编写过程中,参阅了部分已正式出版的技术文献及设备制造厂、电力设计院、安装单位、调试队伍的有关技术资料、说明书、图纸等,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,加之编写时间紧迫,错漏之处在所难免,敬请读者批评指正并提出宝贵意见。

编 者

2014年8月

目 录

序 前言

第一章 发变组和励磁系统操作及运行维护	001
第一节 发变组设备简介.....	001
第二节 发变组设备停复役操作方法及步骤.....	010
第三节 主变压器冷却器一、二次接线及设备原理.....	018
第四节 发变组设备的绝缘测量及维护.....	028
第五节 发变组设备的巡检方法及内容.....	031
第六节 设备操作及运行中易发生问题的分析与处理.....	036
第二章 发电机并列解列操作	056
第一节 发电机并列同期原理及同期装置.....	056
第二节 发电机并列、解列操作过程.....	060
第三节 发电机并列、解列操作中易发生问题的分析与处理.....	063
第三章 厂用电系统操作及运行维护	065
第一节 6kV、400V 母线设备的构成	065
第二节 6kV、400V 母线设备停复役操作方法	079
第三节 低压厂用电汇切换操作方法及步骤.....	084
第四节 低压厂用变压器停复役操作方法及步骤.....	087
第五节 6kV、400V 母线电汇的巡检方法及内容	090
第六节 设备操作及运行中易发生问题的分析与处理.....	091
第四章 厂用电汇备合闸操作及运行维护	096
第一节 6kV、400V 备合闸作用及原理	096
第二节 6kV 快切装置	098
第三节 备合闸校验操作方法及步骤.....	103
第四节 设备操作及运行中易发生问题的分析与处理.....	104
第五章 6kV 辅机操作及运行维护	106
第一节 6kV 辅机一、二次设备构成及原理	106
第二节 6kV 辅机操作方法及步骤	111
第三节 6kV 辅机测量绝缘方法及步骤	113
第四节 设备操作及运行中易发生问题的分析与处理.....	115
第六章 低压辅机操作及运行维护	117
第七章 电网系统调度	121
第一节 电网调度指挥的构成.....	121

第二节	电厂值长厂内调度指挥的构成	122
第三节	网管设备调度管理流程	123
第四节	调度术语及其含义	128
第八章	电气及厂用电系统运行	139
第一节	电气系统运行方式	139
第二节	继电保护配合的规定	141
第三节	电力系统稳定措施	142
第四节	厂用电系统运行方式	142
第五节	电气系统故障处理	143
第九章	220kV 线路操作及运行维护	149
第一节	220kV 一、二次设备构成	149
第二节	220kV 线路断路器与线路停复役操作方法及步骤	153
第三节	220kV 线路二次保护投退操作方法及步骤	158
第四节	220kV 线路一、二次设备的检查	161
第五节	设备操作及运行中易发生问题的处理	163
第十章	220kV 母线操作及运行维护	165
第一节	220kV 母线操作及运行维护	165
第二节	220kV 母差保护的投退操作	176
第三节	设备操作及运行中易发生问题的分析与处理	180
第十一章	直流系统操作及运行维护	183
第一节	直流系统设备及作用概述	183
第二节	直流系统有关操作	185
第三节	设备操作及运行中易发生问题的分析与处理	189
第十二章	发电机励磁系统操作及运行维护	192
第一节	发电机励磁系统概述	192
第二节	发电机集电环装置的构成与作用	196
第三节	发电机碳刷更换操作方法	198
第四节	发电机碳刷的检查及日常维护	199
第五节	碳刷维护及运行中易发生问题的分析与处理	201
第十三章	柴油发电机操作及运行维护	204
第一节	柴油发电机组的构成	204
第二节	事故情况下的柴油发电机自动投入与手动投入	208
第三节	柴油发电机定期维护校验操作方法	209
第四节	柴油发电机的检查与维护	211
第五节	柴油发电机操作及运行中易发生问题的分析与处理	213
第十四章	电气安全工器具的使用及维护	215
第一节	个人电气安全防护器具的使用方法及维护	215
第二节	电气公用安全器具的使用方法及维护	216

第一章

发变组和励磁系统操作及运行维护

第一节 发变组设备简介

一、单元机组接线

发变组是发电机—变压器组的简称，指的是单元制接线的发电系统，也就是说一台发电机的出线直接接至升压变压器的低压侧绕组，再由升压变压器升压后与母线进行连接，最后母线与电网进行并网运行。

发变组单元制接线一般为大功率发电机与变压器的组合运行方式，在以发电为主的发电厂一般均会采用该种接线方式。而热电厂的发电机组一般功率偏小，主要是以供热为主，发电为辅，所以其主回路的接线方式一般不会采用发变组单元制接线方式。

发变组单元制接线是所有主接线中最简单的一种形式，是大型机组最广泛采用的接线形式。其优点是：结构简单，断路器设备少，操作简便，由于不设有发电机电压级别母线，而是在发电机和变压器之间采用了封闭母线，使得在发电机和变压器低压侧短路几率和短路电流都有所减少。

发电机不设出口断路器的发电机—双绕组变压器组单元接线方式，在大型机组中得到了广泛的应用。然而，它在运行中也存在着如下技术问题：

(1) 主变压器或支接的高压厂用变压器发生故障时，除了跳主变压器高压侧出口断路器外，还需要跳发电机灭磁断路器，由于大型发电机组励磁回路的时间常数较大，即使发电机灭磁断路器跳开后也不可能立刻灭磁，因此在一段时间内通过发变组或支接的高压厂用变压器的故障电流依然很大；如果灭磁断路器拒跳，则后果更为严重。此外，如果发电机本身故障，若主变压器高压侧出口断路器失灵拒跳，则只能通过失灵保护出口母差保护或发远方跳闸信号使线路对侧断路器动作跳闸，使得故障切除时间延长和故障范围扩大，造成发电机和变压器严重损坏。

(2) 当发变组故障跳闸时，将失去厂用工作电源，而这时备用电源的快速切换极有可能不成功，因而机组面临厂用电中断的威胁。

相对而言，大容量发电机出口装设断路器的优越性主要体现在：

(1) 主变压器或支接高压厂用变压器故障时，能迅速断开主变压器高压侧出口断路器和发电机出口断路器，有利于发电机和变压器的安全。

(2) 发电机故障时，只需要断开发电机出口断路器，而不需要断开主变压器高压侧出口断路器，不会引起高压系统正常运行下接线方式的改变，有利于电网安全运行。

(3) 发电机正常启、停或事故停机时，只需操作发电机出口断路器，厂用电可由主变压器从系统倒送，不需要切换厂用电操作，大大提高了厂用电的可靠性。

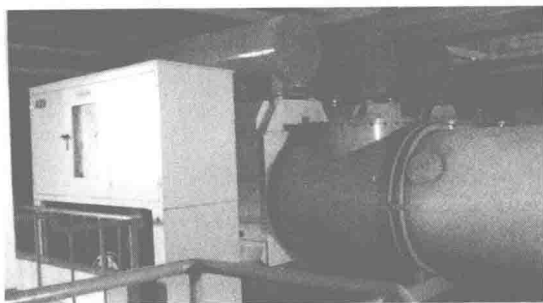


图 1-1 9F 级燃气轮机机组发电机出口断路器

9F 级燃气轮机机组发电机出口断路器示意。

二、发变组单元制接线的主要电气设备

(1) 发电机的功能是将原动机转轴上的动能通过发电机转子和定子间的磁场耦合作用，转换到定子绕组上变为电能，其工作原理是基于电磁感应定律和电磁力定律。如图 1-2 所示为 660MW 燃煤发电机组。

(2) 变压器是发电厂常用的电气设备，它利用电磁感应原理，把一种电压的交流电能转变成频率相同的另一种电压的交流电能。主变压器是发变组系统中连接发电机与电网系统的升压变压器，可采用三相一体式，当容量过大或受到制造条件、运输条件限制时，也可由三台单相变压器连接成三相组合使用。如图 1-3 所示为常州东芝 780MVA 主变压器。

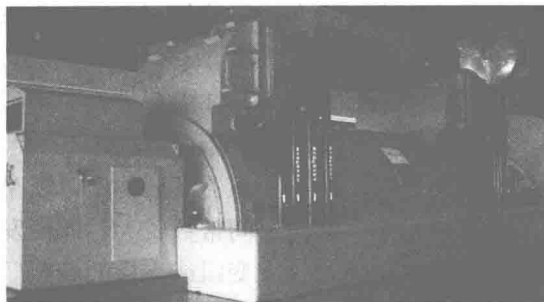


图 1-2 660MW 燃煤发电机组

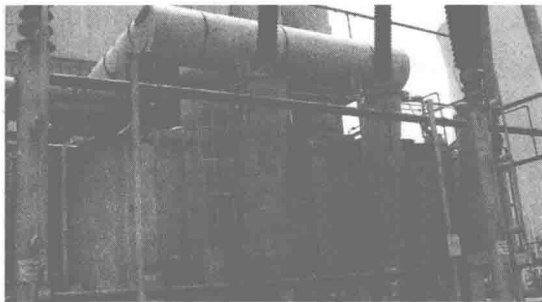


图 1-3 常州东芝 780MVA 主变压器

(3) 高压厂用变压器是连接发电机出口与中压厂用电系统的降压变压器，其高压侧与发电机出口离相式封闭母线相连接，低压侧通过电缆或共箱母线连接至中压厂用电系统。如图 1-4 所示为上海阿海法 50/30-30MVA 分裂式高压厂用变压器。

(4) 电压互感器的作用是把高电压按比例关系变换成 100V 或更低等级的标准二次电压，供保护、计量、仪表装置使用。同时，使用电压互感器可以将高电压与电气工作人员隔离。可以说，电压互感器是一个被限定结构和使用形式的特殊变压器。如图 1-5 所示为发电机出口侧电压互感器。

(5) 在测量交变电流的大电流时，为便于二次仪表测量，需要转换为比较统一的电流（我国规定电流互感器的二次额定电流为 5A 或 1A），且线路上的电压都比较高，如直接测量是非常危险的。电流互感器就起到变流和电气隔离的作用。电流互感器是电力系统中测量仪表、继电保护等二次设备获取电气一次回路电流信息的传感器，能将高电流按比例

转换成低电流，其一次侧接在一次系统，二次侧接测量仪表、继电保护等。如图 1-6 所示为 660MW 发电机出口和中性点侧电流互感器。



图 1-4 上海阿海法 50/30-30MVA 分裂式
高压厂用变压器

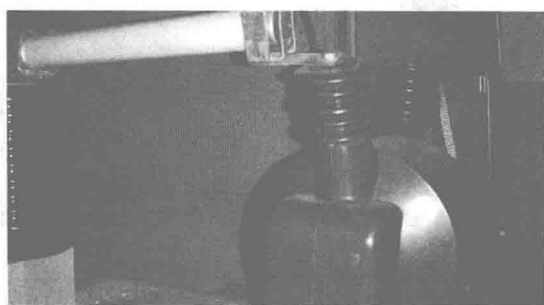


图 1-5 发电机出口侧电压互感器



图 1-6 660MW 发电机出口和
中性点侧电流互感器

(6) 中性点接地变压器主要是为了限制发电机发生单相接地时的短路电流，并且可以在中性点接地变压器的二次侧抽取零序以做保护之用。如图 1-7 所示为发电机中性点接地变压器。

(7) 避雷器是能释放雷电或兼能释放电力系统操作过电压能量，保护电气设备免受瞬时过电压危害，又能截断续流，不致引起系统接地短路的电气装置。避雷器通常接于带电导线与地之间，与被保护设备并联。当过电压值达到规定的动作电压时，避雷器立即动作，流过电荷，限制过电压幅值，保护设备绝缘；电压值正常后，避雷器又迅速恢复原状，以保证系统正常供电。如图 1-8~图 1-9 所示分别为主变压器 220kV 侧避雷器和发电机出口侧避雷器。

(8) 用外壳加以封闭保护的母线，称为封闭母线。按照外壳结构又可以分为共箱式封



图 1-7 发电机中性点接地变压器

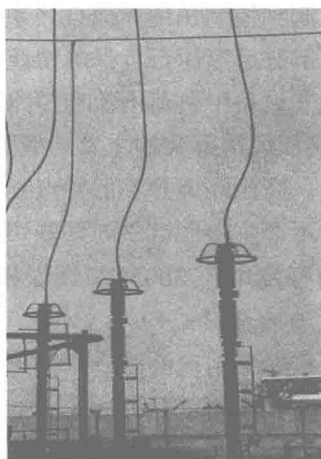


图 1-8 主变压器 220kV 侧避雷器

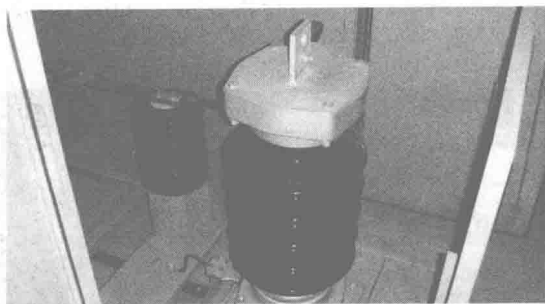


图 1-9 发电机出口侧避雷器

闭母线、隔相式封闭母线和离相式封闭母线（又称分相式封闭母线）。共箱式封闭母线是三相母线导体共用一个金属外壳的封闭母线（见图 1-10）。隔相式封闭母线是三相母线布置在相间有金属（或绝缘）隔板的金属外壳内的封闭母线。离相式封闭母线是每相母线导体都有一个金属外壳的封闭母线（见图 1-11）。采用封闭母线主要有以下优点和作用：

- 1) 减少接地故障，避免相间短路。
- 2) 减少母线周围钢构件发热。
- 3) 减少相间电动力。
- 4) 母线封闭后通常采用微正压充气方式运行，可以防止绝缘子结露，提高运行可靠性。
- 5) 运行安全可靠。因为母线置于外壳中能防止相间短路，而且外壳多点接地可以保证人员触碰时安全。

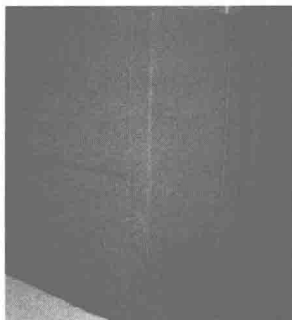


图 1-10 共箱式封闭母线



图 1-11 离相式封闭母线

(9) 高压断路器主要功能是：在正常运行时倒换运行方式，把设备或线路接入系统或退出运行，起到控制作用；而且当系统一旦发生故障时能够自动、快速切断故障电流，以保证无故障部分继续运行，保障系统的稳定运行，起到保护作用。高压断路器的最大特点是能断开电气设备中负荷电流和短路电流。

(10) 高压隔离开关的主要功能是：保证高压电气设备及装置在检修时的安全，有明显的间断点。高压隔离开关的特点是不能用于切断、投入负荷电流或开断短路电流，仅可以允许用于不产生强大电弧的某些切换操作。

三、望亭发电厂 300MW 燃煤机组发变组接线

1. 电气主接线

电气主接线采用发电机变压器组单元接线方式如图 1-12 所示。变压器高压侧经引线通过高压断路器和隔离开关接入 220kV 系统。

具有以下特点：

- (1) 发电机出口至主变压器低压侧和高压厂用变压器高压侧，采用了分相全连自冷式

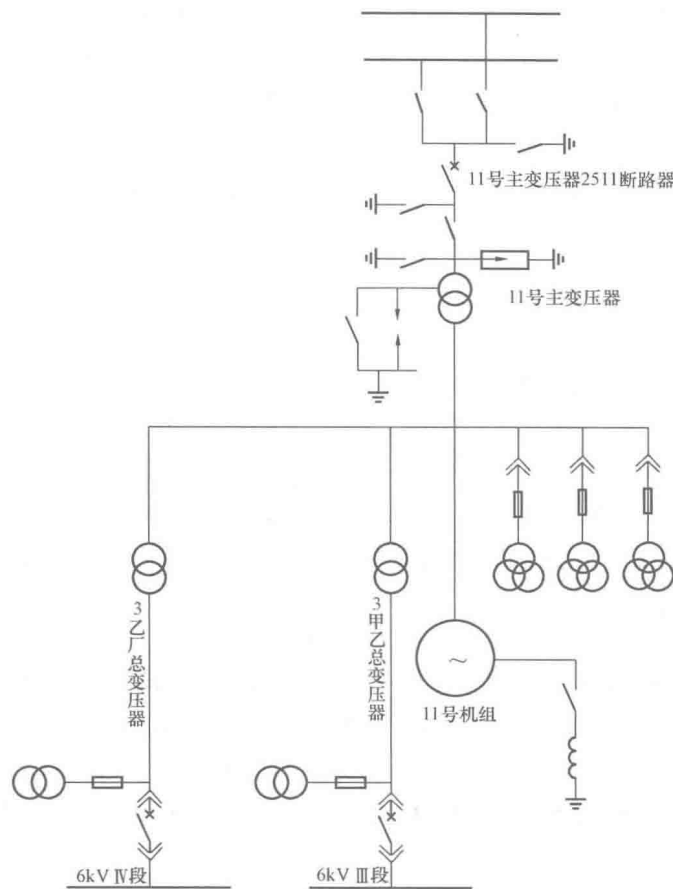


图 1-12 发电机—变压器组单元接线

封闭母线。为了提高封闭母线的安全可靠，装设有微正压充气装置。

- (2) 发电机出口无断路器和隔离开关。
- (3) 发电机出口支接了两台高压厂用变压器，供给厂用电。
- (4) 在发电机出口侧，通过高压熔断器接有 3 组电压互感器。
- (5) 在发电机出口侧和中性点侧，每相均装有电流互感器 4 只。
- (6) 发电机中性点接有干式中性点接地变压器。
- (7) 在每台高压厂用变压器高压侧装设有电流互感器 4 组，低压侧装有 2 组。
- (8) 在主变压器 220kV 侧装有一组避雷器。

2. 主要电气设备

(1) 发电机。生产厂家：上海电机厂；型号：QFSN-300-2；额定容量：367MVA；有功功率：330MW；无功功率：160Mvar；冷却方式：水氢氢。

(2) 主变压器。生产厂家：沈阳变压器厂；型号：SFP9-360000/220；额定容量：360000kVA；冷却方式：强迫油循环风冷。

(3) 高压厂用变压器。生产厂家：沈阳变压器厂；型号：S7-20000/20；额定容量：20000kVA；冷却方式：油浸自冷。

(4) 高压断路器。型号: LW6-220; 制造厂: 平顶山高压断路器厂; 额定电压: 220kV; 最高工作电压: 252kV; 额定电流: 3150A; 额定开断电流: 50kA; 额定关合电流: 125kA; 固有合闸时间: $\leq 90\text{ms}$; 固有分闸时间: $\leq 28\text{ms}$; 灭弧介质: SF_6 ; 机构操作介质: 航空油 (10 号)。

(5) 高压隔离开关。型号: CR20-MH25; 额定电压: 220kV; 额定电流: 2500A。

(6) 电压互感器。型号: JDZJ-20; 额定电压: 20kV; 一次侧电压: $20/\sqrt{3}\text{kV}$; 二次侧电压 $0.1/\sqrt{3}\text{kV}$, $0.1/3\text{kV}$ 。

(7) 电流互感器。

1) 主变压器 220kV 侧。型号: JCWB₇-220W₁; 变比: 1200/5。

2) 发电机中性点侧、发电机出线侧。型号: LMBL; 变比: 15000/5。

3) 高压厂用变压器高压侧。型号: LMZB6-10; 变比: 15000/5。

4) 高压厂用变压器低压侧。型号: LMZB6-10; 变比: 3000/5。

(8) 中性点接地变压器。额定电压: 20kV; 一次侧电压: 20kV; 二次侧电压: 0.1kV; 冷却方式: 干式。

(9) 避雷器。型号: Y10W-220/500; 额定电压: 220kV; 冲击电压: 442kV。

(10) 离相式封闭母线。型号: QZFM-20/12500; 主回路额定电压: 20kV; 主回路额定电流: 12500A; 厂用支接额定电压: 20kV; 厂用支接额定电流: 2500A; 母线运行最高温升: $\leq 50\text{K}$; 外壳运行最高温升: $\leq 30\text{K}$; 冷却方式: 自冷。

四、望亭发电厂 390MW 燃气机组 (以 1、2 号机组为例) 发变组接线

1. 电气主接线

电气主接线采用发电机—变压器组单元接线方式如图 1-13 所示。发电机出口经发电机断路器、变压器高压侧经引线通过高压断路器和隔离开关接入 220kV 系统。

具有以下特点:

(1) 发电机出口至主变压器低压侧和高压厂用变压器变高压侧, 采用了离相式封闭母线。为了提高封闭母线的安全可靠性能, 装设有微正压充气装置。

(2) 发电机出口设有断路器和隔离开关。

(3) 发电机出口支接了一台高压厂用变压器, 供给厂用电。

(4) 在发电机出口侧, 接有两组电压互感器和一组避雷器。在发电机断路器主变压器侧也装有一组电压互感器和一组避雷器。

(5) 在发电机出口侧和中性点侧, 每相均装有电流互感器 4 只。

(6) 发电机中性点接有干式中性点接地变压器。

(7) 在每台高压厂用变压器高压侧装设有电流互感器 4 组, 低压侧装有 2 组。

(8) 机组启动采用静态变频启动装置 LCI。6kV 厂用电源经隔离变压器供给 LCI, LCI 经过功率转换, 输出可变电电流和频率的交流电源至发电机, 启动时, 在零转速至 90% 额定转速拖动发电机作为同步电机运行。

2. 主要电气设备

(1) 发电机。生产厂家: 美国 GE; 型号: 390H; 额定容量: 468MVA; 额定有功功

率：397.8MW；冷却方式：全氢冷。

(2) 主变压器。生产厂家：常州东芝变压器有限公司；型号：SFP-480000/220；额定容量：480MVA；冷却方式：强迫油循环风冷。

(3) 高压厂用变压器。生产厂家：中山 ABB 变压器有限公司；型号：SZ9-25000/19；额定容量：25MVA；冷却方式：油浸自冷。

(4) 主变压器高压侧断路器。型号：LW6-220；制造厂：平顶山高压断路器厂；额定电压：220kV；最高工作电压：252kV；额定电流：3150A；额定开断电流：50kA；额定关合电流：125kA；额定热稳定电流：50kA；额定热稳定时间：3s；固有合闸时间： $\leq 90\text{ms}$ ；固有分闸时间： $\leq 28\text{ms}$ ；灭弧介质： SF_6 ；机构操作介质：航空油（10号）。

(5) 高压隔离开关。型号：CR20-MH25；额定电压：220kV；额定电流：2500A。

(6) 发电机出口断路器。型号：香港 ABB 有限公司 HECS-100；额定电压：19kV；额定电流 18000kA；发电机侧短路开断电流：80kA；系统侧短路开断电流：100kA；额定热稳定电流：100kA；额定热稳定时间：3s；额定分闸时间：34 $\pm$ 5ms；额定合闸时间：37 $\pm$ 5ms。

(7) 发电机出口隔离开关。生产厂家：ABB 公司有限公司；额定电压：24kV；额定电流 18000kA；分合闸时间： $< 3\text{s}$ 。

(8) 电压互感器。

1) 发电机出口侧。额定电压：19kV；一次侧电压：19kV；二次侧电压：0.1kV。

2) 发电机断路器主变压器侧。额定电压：19kV；一次侧电压：19/ $\sqrt{3}$ kV；二次侧电压 0.1/ $\sqrt{3}$ kV。

(9) 电流互感器。

1) 主变压器侧 220kV 侧。型号：LCWB7-220W1；变比：1200/5。

2) 主变压器侧 220kV 中性点侧。型号：LRB-110；变比：1000/5。

3) 发电机中性点侧。型号：LMB；变比：18000/5。

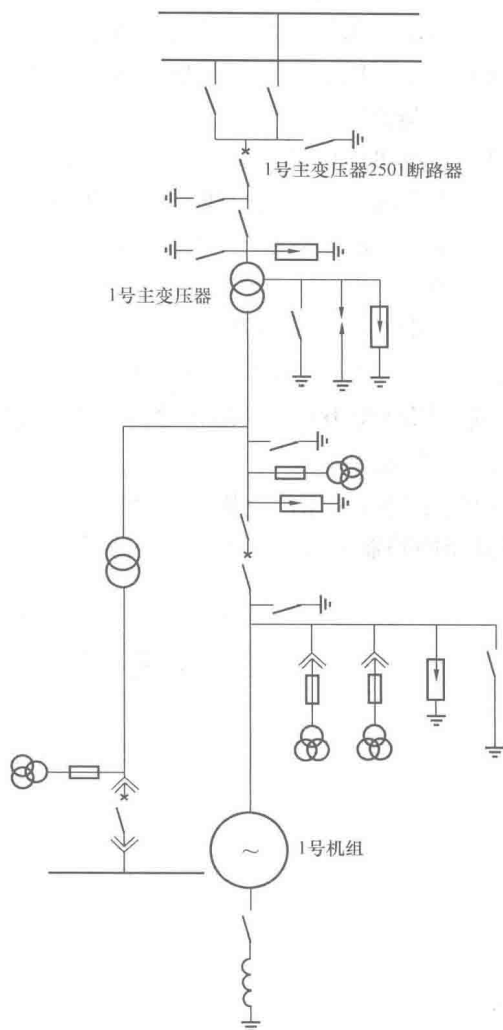


图 1-13 发电机—变压器组单元接线

4) 发电机出线侧。型号: LMB; 变比: 18000/5。

5) 高压厂用变压器高压侧。型号: LR-20-B; 变比: 1000/5; 变比: 1000/2。

6) 高压厂用变压器低压侧。型号: AS12/185h/2; 变比: 3150/5。

(10) 避雷器。

1) 发电机出口侧。额定电压: 21kV; 冲击电压: 58kV。

2) 发电机断路器主变压器侧。额定电压: 24kV; 冲击电压: 79.8kV。

3) 主变压器 220kV 侧。型号: Y10W-220/500; 额定电压: 220kV; 冲击电压: 442kV。

(11) 中性点接地变压器。型号: DC-80/20; 额定电压: 20kV; 容量: 80kVA; 一次侧电压: 20kV, 二次侧电压: 0.22kV; 冷却方式: 干式。

五、望亭发电厂 660MW 燃煤机组 (以 3、4 号机组为例) 发变组接线

1. 电气主接线

电气主接线采用发电机变压器组单元接线方式如图 1-14 所示。变压器高压侧经引线通过高压断路器和隔离开关接入 220kV 系统。

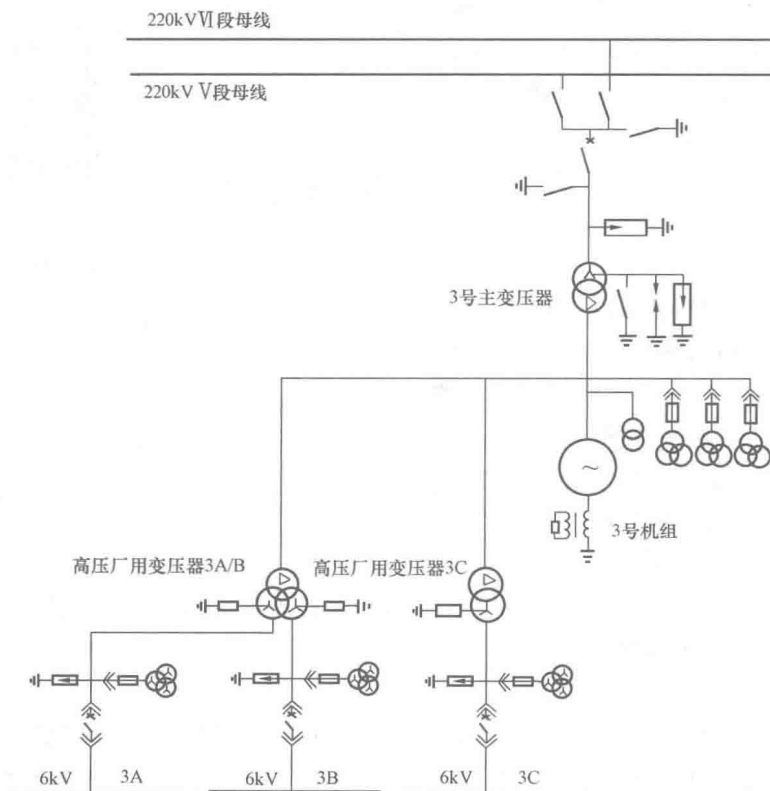


图 1-14 发电机—变压器组单元接线

具有以下特点:

(1) 发电机出口至主变压器低压侧和高压厂用变压器高压侧, 采用了离相式封闭母线。为了提高封闭母线的安全可靠性能, 装设有微正压充气装置。

- (2) 发电机出口无断路器和隔离开关。
- (3) 发电机出口支接了两台高压厂用变压器，供给厂用电。
- (4) 在发电机出口侧，接有 3 组电压互感器和一组避雷器。
- (5) 在发电机出口侧和中性点侧，每相均装有电流互感器 4 只。
- (6) 发电机中性点接有干式中性点接地变压器。
- (7) 在每台高压厂用变压器高压侧装设有电流互感器 5 组，低压侧装有 2 组。

2. 主要电气设备

(1) 发电机。生产厂家：上海电机厂；型号：QFSN-660-2；额定容量：733MVA；有功功率：660MW；无功功率：320Mvar；冷却方式：水氢氢。

(2) 主变压器。生产厂家：常州东芝变压器有限公司；型号：SFP-780000/220；额定容量：780000kVA；冷却方式：强迫油循环风冷。

(3) 高压厂用变压器。

1) 高压厂用变压器 A/B。生产厂家：上海阿海法变压器有限公司；型号：SF-50000/20；额定容量：50/30-30MVA；冷却方式：油浸自冷。

2) 高压厂用变压器 C。生产厂家：上海阿海法变压器有限公司；型号：SF-28000/20；额定容量：28MVA；冷却方式：油浸自冷。

(4) 励磁变压器。生产厂家：顺特电气有限公司；型号：ZSCB9-7200/20；额定容量：7200kVA；冷却方式：干式变压器。

(5) 电压互感器。型号：JDZX-20W2；额定电压：20kV；一次侧电压 $20/\sqrt{3}$ kV；二次侧电压：0.1/ $\sqrt{3}$ kV。

(6) 主变压器高压侧断路器 (GIS)。型号：ZF9-252/Y4000-50；制造厂：西安高压断路器厂；额定电压：252kV；额定电流：4000A；额定开断电流：50kA；额定关合电流：125kA；额定热稳定电流：50kA；额定热稳定时间：3s；固有合闸时间： ≤ 100 ms；固有分闸时间： ≤ 25 ms；灭弧介质：SF₆；机构操作介质：航空油 (10 号)。

(7) 高压隔离开关 (GIS)。型号：GWG5-252；额定电压：252kV；额定电流：4000A。

(8) 电流互感器。

1) 主变压器 220kV 中性点侧。型号：LRB-110；变比：1000/5。

2) 发电机中性点侧。型号：LMB；变比：28000/5。

3) 发电机出线侧。型号：LMB；变比：28000/5。

4) 高压厂用变压器高压侧。型号：LRB-40.5；变比 2000/1；LR-40.5，变比 $2 \times 2500/1$ 。

5) 高压厂用变压器低压侧。型号：LMZBJ-10Q；变比：4000/1。

6) 励磁变压器高压侧。型号：LDZB；变比：300/1。

7) 励磁变压器低压侧。型号：LMZJ1；变比：6000/1。

(9) 避雷器。发电机出口侧型号：Y2.5W1-25.4/56.2；额定电压：25.4kV；冲击电压：58kV。

主变压器 220kV 侧型号：Y10W1-200/520W；额定电压：200kV；冲击电压：442kV。

(10) 中性点接地变压器。型号：DC-80/20；额定电压：20kV；容量：80kVA；一