

51146

DAIHUABIANDIANSUOZHANYUNXINGQUANSHI

现代化变电所(站)运行全书



中国物价出版社

现代化变电所(站)运行全书

赵 亮 主编

中国物价出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代化变电所(站)运行全书/赵亮主编. - 北京:中国物价出版社,1999.6

ISBN 7-80155-049-8

I.现… II.赵… III.变电所(站)-运行-基本知识 IV.TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 25412 号

现代化变电所(站)运行全书

赵 亮 主编

出版发行/中国物价出版社(电话:68020336 邮编:100837)

地址:北京市西城区月坛北小街2号院3号楼

经销/新华书店

印刷/北京市忠信诚胶印厂

开本/787×1092毫米 1/16开 印张/78 字数/2000千字

版本/1999年7月第1版 印次/1999年7月第1次印刷

印数/1-1000册

书号/ISBN 7-80155-049-8/F·27

定价/298.00元

前 言

电力工业作为社会主义建设事业的重要组成部分,是我国国民经济发展的主要动力。随着我国社会主义建设事业的蓬勃发展,电力工业企业也以高速度持续增长,成为我国现代化的基础工业。变电所作为电力工业的基层部门,它的安全运行直接关系到供电质量及我国各行业的稳定发展,并确保电力工业系统运行的稳定性、可靠性、安全性和经济性提供了保证。为此,我们组织了清华大学、华北电力学院的一批专家、教授以及常年工作在电力系统前线的工程技术人员和电力企业的管理干部共同编撰了本书。

全书共分十篇,第一篇:分别论述了电力系统基本知识及其运行原理;第二篇:变电所电气设备;第三篇:变电所电气设备检修;第四篇:变电所运行原理及其故障处理;第五篇:变电所安全技术;第六篇:配电网设备、装备;第七篇:工厂、企业变电所技术;第八篇:农村变电所技术管理;第九篇:无人值班变电所;第十篇:变电所企业管理。最后收录了电力系统的最新文件法规。全书共 200 万字,内容充实,是电力企业、变电所不可多得的大型工具书。

本书编排新颖,理论联系实际,既有电力理论深度,又具有实用性和可操作性,适合电力系统工程技术人员在日常工作中使用,也可作为电力行业、变电所领导管理本单位的业务工具书。本书采用的数据标准、电力电器符号全部按新颁布的规范标准,采用法定计量单位。

编写这一大型工具书,得到各界相关学者、专家的大力支持,在此深表感谢,但由于时间仓促,不足之处在所难免,敬请有关专家、学者及电力系统工程技术人员指正。

编 者

1999.6

《现代化变电所(站)运行全书》编委会

主 编： 赵 亮

副主编： 杨伯良

编 委： 何 景

刘立国

杨子丽

顾智鹏

罗朝林

刘应宽

石万俭

焦亿良

潘家铮

韩根师

黄德明

谭国柱

周绍文

廖国明

乌力吉

林孔兴

赵蜀享

赵铭文

熊 敏

陈积民

李菊根

史天锡

杨海滨

张贵行

李惠玲

王炳华

程光杰

胡德成

刘振亚

丁中智

目 录

第一篇 电力系统综述	(1)
第一章 电力系统的基本概念	(3)
第一节 电力系统概述	(3)
一、电力系统的组成	(3)
二、电力系统的特点和运行的基本要求	(4)
第二节 电力系统负荷	(6)
一、负荷分类	(6)
二、负荷曲线	(7)
三、负荷的复功率表示法	(8)
第三节 电力系统的结线方式	(9)
一、电力系统结线图	(9)
二、电力系统基本结线方式及其特点	(9)
第四节 电力系统的额定电压	(11)
一、电力系统的额定电压等级	(11)
二、电力网电压等级的选择	(12)
第五节 电力系统中性点的接地方式	(13)
一、中性点不接地系统	(13)
二、中性点经消弧线圈接地系统	(14)
三、中性点直接接地系统	(15)
四、各种接地方式的比较及应用范围	(16)
第六节 电力线路的结构	(17)
一、架空线路的结构	(17)
二、电缆线路的结构	(22)
第二章 电力系统的经济运行	(24)
第一节 电力网电能损耗的计算	(24)
一、电力网的电能损耗和网损率	(24)
二、线路中电能损耗的计算方法	(24)
三、变压器中电能损耗的计算	(26)

第二节 降低电力网线损的技术措施	(28)
一、改善电网中的功率分布	(28)
二、合理组织电力网的运行方式	(29)
三、对原有电网进行技术改造	(30)
第三节 火力发电厂间有功负荷的经济分配	(30)
一、发电机的燃料消耗量特性曲线	(30)
二、发电机燃料消耗量微增率曲线	(30)
三、等微增率准则	(31)
第四节 各类发电厂负荷的合理分配	(32)
一、火电厂的运行特点	(32)
二、水力发电厂的特点	(33)
三、核能发电厂	(33)
四、各类发电厂在系统日负荷曲线中的位置	(33)
第三章 电力系统的稳定性	(35)
第一节 稳定问题的发展简况	(36)
第二节 机电暂态稳定性	(36)
一、大扰动稳定	(37)
二、小扰动稳定性	(38)
三、稳定性的分析方法	(38)
第三节 电力系统规划设计和运行中对稳定性的考虑	(39)
第四节 稳定控制措施	(40)
第五节 负荷模型	(41)
一、稳定计算用负荷模型	(42)
二、负荷模型对稳定计算结果的影响	(43)
三、负荷模型的成分合成法	(47)
第六节 电压稳定性	(49)
一、有关电压稳定性的几个定义	(49)
二、电压稳定性的分析	(49)
三、电压稳定性的分析方法	(51)
四、防止电压崩溃的可靠性准则	(52)
五、缓解电压稳定问题的措施	(53)
六、电压失稳和崩溃的经验	(54)
第四章 变电所类型	(56)
一、枢纽变电所	(56)
二、中间变电所	(56)
三、地区变电所	(57)
四、终端变电所	(57)

第二篇 变电所电气设备 (59)

第一章 变电所变压器 (61)

第一节 变压器的基本结构 (61)

一、铁芯 (61)

二、绕组 (62)

三、套管 (63)

四、分接头切换装置 (65)

五、冷却装置 (66)

六、油箱及附件 (67)

第二节 变压器的干燥 (68)

一、油箱铁损真空干燥法 (68)

二、零序电流干燥法 (71)

三、铜损干燥法 (73)

四、热油真空雾化干燥法 (74)

五、变压器的其它干燥法 (75)

第三节 变压器油的处理 (75)

一、变压器油的再生 (75)

二、变压器油的干燥和净化 (75)

第二章 低压开关和低压保护电器 (78)

第一节 低压空气断路器 (78)

一、空气断路器的型号和常用的种类 (79)

二、低压空气断路器的选用 (82)

三、低压空气断路器的运行维护 (82)

第二节 低压刀开关 (83)

一、低压刀开关的型号和种类 (83)

二、低压刀开关的选用 (84)

三、低压刀开关的运行维护 (84)

第三节 交流接触器 (84)

一、交流接触器的型号 (85)

二、交流接触器的选用 (85)

三、交流接触器的运行维护 (86)

第四节 磁力起动器 (87)

一、磁力起动器的型号和分类 (88)

二、磁力起动器的选用 (89)

三、磁力起动器的运行维护 (89)

第五节 热继电器	(89)
一、热继电器的型号和常用种类	(90)
二、热继电器的选用	(91)
三、热继电器的运行维护	(91)
第六节 低压熔断器	(92)
一、低压熔断器的型号和种类	(92)
二、低压熔断器的选用	(93)
三、低压熔断器的运行维护	(95)
第三章 高压开关和高压保护电器	(96)
第一节 高压断路器	(96)
一、高压断路器的型号及主要技术参数	(96)
二、少油断路器	(98)
三、真空断路器	(102)
四、六氟化硫断路器	(104)
第二节 高压负荷开关	(106)
一、高压负荷开关的型号和技术数据	(107)
二、负荷开关的原理和选用	(107)
三、负荷开关的运行维护	(108)
第三节 高压隔离开关	(108)
一、高压隔离开关的型号和技术数据	(109)
二、高压隔离开关的选用	(109)
三、高压隔离开关的运行维护	(110)
第四节 高压熔断器	(111)
一、户内式高压熔断器	(111)
二、户外式高压熔断器	(112)
三、熔断器的选择和配合	(113)
第四章 互感器	(116)
第一节 互感器的作用与工作特性	(116)
一、互感器的主要作用	(117)
二、互感器的工作特性	(117)
第二节 互感器的误差分析	(118)
一、误差的定义	(118)
二、实际变比与运行工况的关系	(120)
三、提高互感器精度的措施	(122)
四、互感器的精度等级	(124)
第三节 电压互感器的分类与参数	(125)
一、结构分类	(125)

二、电压互感器的参数	(128)
第四节 电压互感器的配置原则与接线形式	(129)
一、电压互感器的配置	(129)
二、电压互感器接线形式	(129)
第五节 电流互感器的分类与参数	(131)
一、电流互感器分类	(131)
二、电流互感器的参数	(132)
第六节 电流互感器的配置原则与接线形式	(134)
一、配置原则	(134)
二、电流互感器接线形式	(135)
第五章 变电所绝缘子和母线	(137)
第一节 绝缘子	(137)
一、支柱绝缘子	(137)
二、套管绝缘子	(138)
第二节 母线	(139)
第六章 发电厂和变电所的电气主接线	(141)
第一节 单母线接线	(141)
一、单母线接线	(141)
二、单母线分段接线	(143)
三、单母线分段带旁路接线	(144)
四、倒闸操作	(145)
第二节 双母线接线	(146)
一、双母线接线	(146)
二、双母线分段接线	(148)
三、双母线带旁路接线	(149)
四、一台半断路器接线	(150)
第三节 桥形接线	(151)
一、内桥接线	(151)
二、外桥接线	(152)
第四节 变电所的电气主接线	(154)
第三篇 变电所电气设备检修	(157)
第一章 低压开关检修	(159)
第一节 交流接触器和磁力起动器的检修	(159)
一、交流接触器和磁力起动器	(159)
二、常见故障和消除方法	(162)

三、检修工艺	(163)
第二节 自动空气开关检修	(166)
一、DW10 型自动空气开关检修	(166)
二、DZ10 型自动空气开关检修	(169)
第二章 母线检修	(171)
第一节 母线的加工	(171)
一、母线的校正	(171)
二、母线的下料	(171)
三、母线的弯曲	(171)
四、母线钻孔	(171)
第二节 母线的安装	(172)
一、母线的固结	(172)
二、母线的连接	(172)
第三节 母线的检修	(173)
第三章 电力电缆的检修	(174)
第一节 概述	(174)
一、电力电缆的种类和特点	(174)
二、电缆结构质量的检查	(176)
三、电缆的型号及应用范围	(178)
第二节 电力电缆的选择与敷设	(180)
一、电力电缆的选择	(180)
二、电力电缆的敷设	(185)
第三节 电力电缆的运行与维护	(191)
一、电缆的巡查	(191)
二、电缆的维护	(194)
三、电缆的防火	(197)
第四节 电力电缆故障分类及测寻方法	(198)
一、电力电缆故障产生的原因及分类	(198)
二、电力电缆故障的测寻步骤	(200)
三、电力电缆故障点的烧穿	(201)
四、电力电缆故障点的粗测	(203)
五、电力电缆故障点的精测定点	(212)
第五节 电力电缆接头的制作	(213)
一、制作电缆接头的基本操作工艺	(213)
二、35kV 浸渍纸绝缘电缆终端头的制作	(219)
三、35kV 浸渍纸绝缘电缆中间接头的制作	(221)
四、35kV 交联聚乙烯电缆终端头的制作	(223)

五、35kV 交联聚乙烯电缆中间接头的制作	(226)
第六节 电力电缆的试验	(228)
一、电力电缆的试验项目、周期和标准	(228)
二、绝缘电阻的测量	(232)
三、泄漏电流试验和直流耐压试验	(234)
第四章 高压熔断器的检修	(239)
一、外部清扫检查和接触点处理的一般要求	(239)
二、熔断器的装配工艺	(240)
第五章 变电所变压器检修	(244)
第一节 变压器常见的故障、原因及处理	(244)
第二节 变压器不吊芯检查	(245)
一、变压器大修解体前的检查和小修	(245)
二、故障变压器的检查	(245)
第三节 变压器吊芯检修	(246)
一、吊芯	(246)
二、组装	(247)
三、绕组和铁芯检修	(248)
第四节 其它部件检修	(250)
一、套管检修	(250)
二、油箱和顶盖的检修	(252)
三、油枕和防爆管的检修	(252)
四、分接头切换装置的检修	(252)
五、阀门、油再生装置及空气过滤器的检修	(252)
六、冷却装置的检修	(253)
七、充氮保护装置的检修	(253)
第六章 配电线路的检修	(254)
第一节 检修工作的组织措施	(254)
一、制定计划	(254)
二、检修设计	(254)
三、准备材料及工具	(255)
四、组织施工	(255)
五、竣工验收	(255)
第二节 检修工作的安全措施	(256)
一、断开电源和验电	(256)
二、装设接地线	(256)
三、登杆检修的注意事项	(256)

四、恢复送电之前的工作	(257)
第三节 线路的检修工作内容	(257)
一、停电登杆检查清扫	(257)
二、电杆和横担检修	(258)
三、拉线的检修	(258)
四、导线检修	(258)
五、导线接头的检查与测试	(259)
第四节 带电作业的基本概念	(259)
一、带电作业的优点	(259)
二、带电作业的操作方法	(260)
第四篇 变电所运行技术	(261)
第一章 终端变电所运行	(263)
第一节 倒闸操作	(263)
一、概述	(263)
二、倒闸操作的基本知识	(264)
三、倒闸操作的专用术语	(266)
四、倒闸操作的步骤与方法	(275)
五、操作票的填写方法	(280)
六、断路器检修转为运行	(293)
第二节 电气设备的异常运行分析及事故处理	(294)
一、概述	(294)
二、变压器的异常运行分析及事故处理	(296)
三、互感器的异常运行分析及事故处理	(302)
四、消弧线圈的异常运行分析及事故处理	(304)
五、电力电容器的异常运行分析及事故处理	(305)
六、高压断路器的异常运行分析及事故处理	(307)
七、隔离开关的异常运行分析及事故处理	(313)
八、避雷针、避雷器的事故及处理	(314)
九、电力电缆的异常运行分析及事故处理	(315)
十、母线、绝缘子的异常运行分析及事故处理	(316)
第二章 地区变电所	(320)
第一节 变电所的两票	(320)
一、变电所的倒闸操作票	(320)
二、变电所的工作票	(338)
第二节 电气设备运行及故障处理	(350)
一、互感器运行及故障处理	(350)

二、消弧线圈运行及故障处理	(355)
三、隔离开关运行及故障处理	(358)
四、电力电缆运行及故障处理	(361)
五、电力电容器运行及故障处理	(363)
六、母线、线路运行与故障处理	(366)
第三章 中间变电所运行	(377)
第一节 倒闸操作	(377)
一、倒闸操作的原则和基本操作方法	(377)
二、倒闸操作的步骤和注意事项	(380)
三、操作票的填写方法	(384)
四、典型倒闸操作的操作要点及新设备投运	(395)
五、防误闭锁装置	(402)
第二节 变压器的运行标准和规定	(406)
一、主变压器运行油温的标准	(406)
二、主变压器负载运行的规定	(407)
三、变压器的并列运行	(409)
四、冷却装置的运行要求	(410)
五、瓦斯继电器的运行	(410)
六、呼吸器的运行	(410)
七、有载分接开关的运行	(411)
第三节 变压器的巡视检查	(411)
一、变压器正常运行检查项目及内容	(411)
二、变压器的特殊巡视内容和要求	(412)
第四节 变压器的故障分析及处理	(413)
第五节 电流互感器的运行规定	(417)
一、电流互感器的分类及铭牌规范	(417)
二、技术参数	(417)
三、电流互感器的运行规定	(419)
第六节 电流互感器的巡视检查	(419)
第七节 电流互感器的故障分析及处理	(420)
第八节 断路器的参数与运行规定	(420)
一、断路器的型号、技术参数	(420)
二、高压断路器的运行	(422)
第九节 断路器的巡视检查	(422)
一、油断路器的正常及特殊巡视内容	(422)
二、SF ₆ 断路器的正常巡视检查内容	(423)
三、空气断路器的正常巡视检查内容	(423)
四、真空断路器的正常检查内容	(424)

五、操动机构的正常巡视内容和要求	(424)
第十节 断路器的故障分析及处理	(424)
一、异常运行的分析处理	(424)
二、故障分析及处理	(425)
三、其它	(426)
第十一节 隔离开关的运行规定	(427)
一、对隔离开关的基本要求	(427)
二、技术参数及铭牌	(427)
三、隔离开关运行中的技术规定	(428)
第十二节 隔离开关的巡视检查	(428)
第十三节 隔离开关的异常及事故处理	(428)
第四章 枢纽变电所运行	(430)
第一节 电气倒闸操作的概念及原则	(430)
一、倒闸操作的概念	(430)
二、电气设备的状态	(430)
三、倒闸操作的一般原则	(431)
四、基本倒闸操作	(434)
五、倒闸操作票	(438)
六、倒闸操作的过程	(440)
第二节 典型倒闸操作	(442)
一、500kV 系统一次操作	(442)
二、主变停电操作	(446)
三、500kV 保护操作	(448)
第三节 变电所的工作票	(450)
一、工作票的作用和意义	(450)
二、保证工作安全的组织措施和技术措施	(450)
三、工作票的种类及使用范围	(451)
四、工作票中有关人员及安全责任	(452)
五、工作票应使用统一的设备名称及操作术语	(453)
六、执行工作票的一般规定	(454)
七、第一种工作票具体要求	(455)
八、第二种工作票的具体要求	(456)
九、标示牌的使用规定	(457)
十、安全措施操作票的规定	(458)
十一、工作票实施过程	(458)
第四节 变电所电气设备的运行及事故处理	(461)
一、互感器的运行及事故处理	(461)
二、隔离开关的运行及事故处理	(464)

三、避雷器的运行检查及事故处理	(466)
四、电力电缆的运行、检查及事故处理	(467)
第五篇 变(配)电所安全技术	(471)
第一章 变(配)电所安全知识	(473)
第一节 概述	(473)
第二节 安全工作制度	(474)
一、保证安全的组织措施	(474)
二、保证安全的技术措施	(476)
第三节 触电时的紧急救护	(478)
第四节 变配电所内其它安全措施	(478)
第五节 安全用具	(479)
一、绝缘棒和绝缘夹钳	(479)
二、绝缘站台、绝缘手套、绝缘靴和绝缘毯	(479)
三、验电器	(480)
第二章 输电线路的接地保护	(481)
第一节 中性点直接接地电网中线路的接地保护	(481)
一、中性点直接接地电网单相接地时的零序电压和零序电流	(481)
二、中性点直接接地电网中线路的接地保护	(482)
第二节 中性点不接地电网中线路的单相接地保护	(486)
一、中性点不接地电网单相接地时电压和电流的特点	(486)
二、中性点不接地电网中线路的接地保护	(488)
第三章 母线保护	(491)
一、概述	(491)
二、发电厂和变电所的非专用母线保护	(491)
三、电流差动式母线保护	(493)
四、母联电流比相式母线保护	(498)
五、电流相位比较式母线保护	(500)
六、快速动作的比例差动母线保护	(505)
七、断路器失灵保护	(506)
第四章 变压器保护	(508)
第一节 变压器的故障和不正常工作状态	(508)
第二节 瓦斯保护	(508)
第三节 变压器差动保护	(510)
一、变压器差动保护工作原理及实现时的特点	(510)

二、采用 BCH 型差动继电器构成的差动保护	(514)
三、采用带磁制动特性差动继电器构成的差动保护	(521)
四、谐波制动的变压器差动保护	(523)
五、鉴别波形间断角原理的差动保护	(528)
第四节 电流速断保护	(531)
第五节 变压器相间短路的后备保护和过负荷保护	(531)
一、复合电压起动的过电流保护	(531)
二、负序过电流和单相式低电压起动过电流保护	(533)
三、三绕组变压器过电流保护特点	(534)
四、过负荷保护	(535)
第六节 变压器接地保护	(535)
一、中性点直接接地运行变压器的零序保护	(536)
二、中性点可接地也可不接地运行的变压器零序电流保护	(537)
第七节 变压器过励磁保护	(538)
一、变压器过励磁及其后果	(538)
二、过励磁保护	(539)
第五章 变电所的防雷与接地	(541)
第一节 直击雷过电压保护	(541)
一、保护范围	(541)
二、保护措施	(541)
三、避雷针、避雷线保护范围计算	(541)
第二节 雷电侵入波的过电压保护	(544)
一、架空进线保护	(544)
二、电缆进线保护	(545)
三、阀型避雷器与被保护设备间最大电气距离的确定	(546)
第三节 变电所的接地装置	(548)
一、接地装置的类型	(548)
二、接地电阻值	(548)
三、接地电阻计算	(550)
四、高土壤电阻率地区的接地装置	(556)
五、接地电阻的测量方法	(557)
第六章 变电所的防火、防震与环境保护	(559)
第一节 变电所的防火	(559)
一、变电所的火灾原因	(559)
二、变电所防火的有关规定	(559)
第二节 变电所的防震	(560)
一、变电所防震的一般规定	(560)