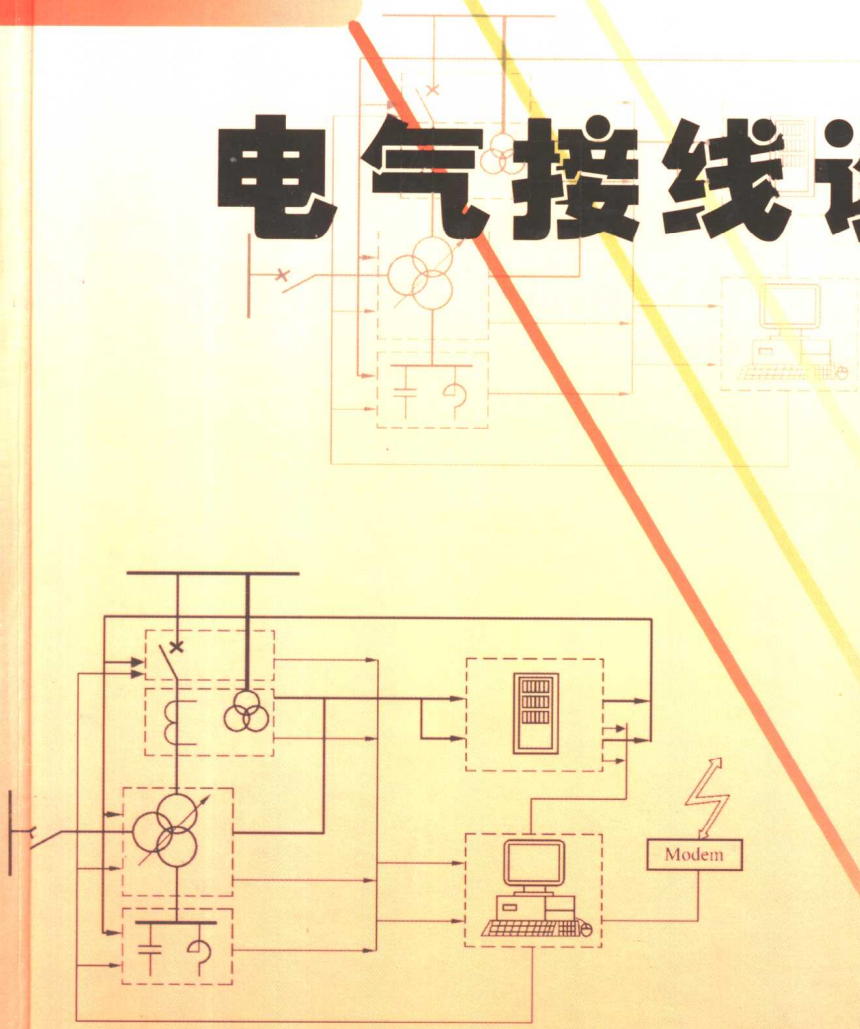


220~500kV

变电所

电气接线设计

宋继成 著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

220~500kV

变电所电气接线设计

宋继成 著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书是在总结 220 ~ 500kV 变电所设计、运行实践经验的基础上, 结合我国国情并参考国外资料和文献而写成的。本书全面、系统、综合地论述了变电所电气一次、二次接线方面的问题, 全面、详细地讲述了 220 ~ 500kV 变电所电气接线设计所涉及到的各方面问题, 包括电气主接线、无功补偿、自用电、控制、保护、计算机应用、互感器、直流系统等。本书内容丰富、技术先进, 并且紧密联系实际。除了文字论述外, 书中还有大量的图表、公式以及工程应用的实例供读者参考。

本书可供从事 220 ~ 500kV 变电所电气设计、运行、管理的工程技术人员阅读使用, 也可供各行业从事电气专业设计、运行安装、调试人员阅读参考, 还可作为高等院校电力工程专业教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

220 ~ 500kV 变电所电气接线设计 / 宋继成著. — 北京: 中国电力出版社, 2004

ISBN 7-5083-2347-5

I . 2 . . . II . 宋 . . . III . 变电所-电气控制装置-导线连接 IV . TM645

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 060660 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>)

北京铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 7 月第一版 2004 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 23 印张 517 千字

印数 0001—3000 册 定价 52.00 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)

前 言

本书是在中国电力出版社 1996 年版的《220 ~ 500kV 变电所二次接线设计》的基础上进行的全面修订，同时增写了变电所的电气一次接线、无功补偿、变电所的所用电等内容，因此，本书名为《220 ~ 500kV 变电所电气接线设计》。

变电技术的发展与电网的发展和设备的制造水平密切相关。近年来，为了满足经济快速增长对电力的需求，我国电力工业也在高速发展，电网规模不断扩大。目前我国建成的 500kV 变电所有近 200 座，220kV 变电所几千座；500kV 电网已经成为主要的输电网络，大经济区之间实现了联网，最终将实现全国联网。电气设备的制造水平也在不断提高，产品的性能和质量都有了较大的改进。除空气绝缘的高压电气设备外，GIS、组合化、智能化、数字化的高压配电装置也有了新的发展；计算机监控微机保护已经在电力系统中全面推广采用；代表现代输变电技术最高水平的 500kV 直流输电、500kV 交流可控串联补偿也已经投入商业运行。我国电网供电的可靠性近年来也有了较大的提高，在发达国家连续发生严重的电网事故的同时，我国电网的运行比较稳定，保证了经济的高速发展。

在未来，随着经济的增长，变电技术还将有新的发展，同时也给电力工程技术人员提出了一些需要解决的新课题，例如：高压、大容量变电所深入负荷中心进入市区所带来的如何减少变电所占地问题、环境兼容问题；电网联系越来越紧密，如何解决在事故时快速切除隔离故障点，保证系统安全稳定问题；系统短路电流水平不断提高，如何限制短路电流问题；在保证供电可靠性的前提下，如何恰当地选择设备、降低工程造价问题等。

庞大电网的运行、维护和管理，大批新工程的建设以及新课题的研究，对从事电力工程设计、维护、调试和管理的工程技术人员提出了更高的要求。他们不仅要有扎实的基础知识，同时也要拓宽知识领域，增加新知识，解决新问题。他们迫切需要一些专业性强的技术书籍，以供解决实际问题时参考。但目前专门介绍变电所电气接线设计的书籍较少，不能满足广大工程技术人员的需求。本书的出版可在一定程度上填补这方面的空白，为读者提供一份综合性的参考资料。

本书将变电所电气接线涉及到的内容分成十一章。内容的编排上，在总结成熟经验的同时，力求技术先进，能够反映当前的发展水平并有一定的前瞻性，注重理论联系实际，以解决工程实际问题为主，结合工程设计的需要作必要的理论上的阐述和运算公式的推导。对可选择的方案和数据，书中也给出了推荐的意见。为了方便问题的阐述和减少篇幅，书中附有必要的图表和工程实例。为开阔读者的视野，书中还介绍了一些国外相关技术的发展状况，以供借鉴。书中涉及有关当前技术政策、技术标准方面的问题，与现行的规程、标准相吻合。

本书的读者对象主要是在电力系统中从事 220 ~ 500kV 变电所设计、运行维护和管理的技术人员。由于本书对电气接线的主要问题进行了系统性、综合性的论述，因此它

同时可供其他行业（如冶金、化工、煤炭、交通等行业）的电力工程技术人员学习、参考。本书还可供高等院校电力工程专业教学参考。

由于条件和水平所限，对某些问题的看法可能会带有片面性，书中难免有不当之处，欢迎广大读者批评指正。

宋继成

2004年4月26日

目 录

前言

第一章 变电所的电气主接线设计 1

第一节 对电气主接线的评价 1

一、可靠性 (1) 二、灵活性 (2) 三、经济性 (2)

第二节 常用的各种接线方式及特点 2

一、变压器—线路组接线 (2) 二、桥接线 (3) 三、单母线接线 (4)
四、单母线分段接线 (5) 五、双母线接线 (5) 六、双母线分段接线 (7)
七、带旁路母线的母线制接线 (8) 八、 $1\frac{1}{2}$ 断路器接线 (9) 九、双母线
双断路器接线 (12) 十、变压器—母线接线 (13) 十一、 $4/3$ 断路器接线
(14)

第三节 变电所主接线的选择 15

一、主接线选择的主要原则 (15) 二、变电所的分类 (15) 三、各种配
电装置的接线方式 (15)

第四节 主接线设计所需的原始资料和专业间配合 18

一、主接线设计需要的系统资料 (18) 二、变电所主接线作为其他专业的
设计依据 (19)

第五节 主接线中的设备配置 19

一、隔离开关的配置 (19) 二、接地开关和接地器的配置 (20) 三、避
雷器、阻波器、耦合电容器的配置 (20) 四、电流、电压互感器的配置 (21)

第六节 变电所主接线的实例 28

一、220kV 终端变电所 (28) 二、220kV 地区变电所 (28) 三、330kV 变
电所 (28) 四、500kV 变电所 (28) 五、大容量 500kV 变电所 (36)

第二章 变电所的控制 37

第一节 变电所控制系统设计的基本要求 37

一、变电所控制系统的设计内容 (37) 二、对控制系统的基本要求 (37)
三、500kV 变电所控制系统的特点 (38)

第二节 变电所的控制方式及二次设备布置 41

一、由值班人员控制的变电所 (41) 二、遥控变电所 (42) 三、变电所

二次设备布置 (42)	四、500kV 变电所的二次设备分散布置 (43)	
第三节 断路器的控制方式		46
一、断路器的各种控制方式及其特点 (46)	二、220kV 变电所断路器控制方式的选择 (51)	
三、500kV 变电所断路器控制方式的选择 (51)		
第四节 断路器的控制回路接线		52
一、对断路器控制回路设计的基本要求 (52)	二、500kV 断路器控制回路的特点 (53)	
三、断路器的典型控制回路接线 (53)		
第五节 隔离开关的控制和安全操作闭锁		58
一、隔离开关的控制方式 (58)	二、隔离开关的安全操作闭锁 (62)	
三、隔离开关的操作闭锁电源 (66)		
第六节 控制屏的选择		68
一、板式控制屏 (68)	二、拼块式控制屏 (68)	
第七节 主控制室设计及有关工程心理学方面的问题		69
一、概述 (69)	二、主控制室的位置 (70)	
三、主控制室面积的计算 (70)	四、与主控制室设计有关的工程心理学知识 (72)	
五、主控制室的布置 (77)	六、主控制室的环境设计 (84)	

第三章 变电所的计算机监控系统 86

第一节 变电所的常规监控系统		86
第二节 常规监控系统存在的问题		87
一、信息处理方面的问题 (87)	二、信息变换方面的问题 (88)	
三、信息传输方面的问题 (88)	四、500kV 变电所监控系统出现的新问题 (89)	
第三节 在监控系统中应用计算机		89
一、利用微处理机改进变电所的测量和信息系统 (90)	二、装设计算机监控系统及二次设备集中布置 (91)	
三、分布式的监控系统及二次设备分散布置 (93)	四、利用计算机实现变电所的无人值班 (94)	
五、变电所计算机监控系统发展的展望 (95)		
第四节 计算机监控系统的功能		96
一、信息的采集 (96)	二、信息的存储 (98)	
三、运行监视 (98)	四、控制、调节及安全操作闭锁 (99)	
五、显示和制表打印 (99)	六、事件顺序记录 (100)	
七、事故追忆 (100)	八、信息的远传 (100)	
九、时钟同步 (101)	十、人一机联系 (101)	
十一、事故处理指导、技术管理 (101)	十二、自诊断、自恢复和自动切换 (102)	
第五节 计算机监控系统的系统结构及硬件配置		102
一、单主机集中式监控系统 (102)	二、双主机集中式监控系统 (102)	

三、双主机分布式监控系统 (103)	四、监控系统的硬件 (104)	
第六节 监控系统的软件要求		106
一、对软件的一般要求 (106)	二、监控系统的主要软件 (106)	三、监控系统数据库及管理 (106)
第七节 监控系统的相关问题		107
一、培训工作站 (107)	二、“五防”功能的设置 (107)	三、有关微机保护及故障录波的信息管理 (108)
四、与站内其他智能装置的通信 (109)		
第八节 监控系统的信息采集和输出回路设计		109
一、对信息采集和输出回路设计的要求 (109)	二、各种信息采集回路的设计 (110)	
第九节 工程实例		113
一、220kV 变电所的监控系统 (113)	二、500kV 变电所的监控系统 (115)	

第四章 $1\frac{1}{2}$ 断路器接线二次线设计特点

第一节 基本接线及安装单位的划分		121
一、 $1\frac{1}{2}$ 断路器接线的一般形式 (121)	二、安装单位的划分 (121)	
第二节 电流、电压互感器的配置及二次回路		123
一、电流互感器的配置 (123)	二、电流回路接线 (126)	三、和电流接线对测量和保护的影响 (127)
四、电压互感器的配置及电压回路 (129)		
第三节 控制回路及同期回路		130
一、控制回路 (130)	二、同期回路 (130)	
第四节 隔离开关的安全操作闭锁		133
第五节 断路器失灵保护及自动重合闸		133
一、断路器失灵保护 (133)	二、自动重合闸 (134)	三、保护及二次设备布置 (135)

第五章 变电所的无功补偿装置

第一节 概述		136
第二节 并联电抗器		137
一、并联电抗器的接线 (137)	二、并联电抗器保护 (138)	
第三节 并联电力电容器		143
一、并联电力电容器组的接线 (144)	二、电力电容器的故障和不正常运行方式 (146)	三、并联电容器组保护的特点 (148)
四、并联电容器组的熔断器保护 (149)	五、并联电容器组的工频过电压保护 (152)	六、并联电

容器组的过电流保护 (160)	七、并联电容器组的失压保护 (160)	八、并联电容器组对其他设备及保护的影响 (160)
第四节 无功功率—电压的自动调节	162	
一、概述 (162)	二、无功功率—电压的调节原理 (162)	三、对无功功率—电压自动调节装置的一般要求 (167)
四、无功功率—电压自动调节装置 (168)		
第五节 串联补偿装置	170	
一、概述 (170)	二、串联补偿装置的接线 (172)	三、串联补偿电容器组的接线 (173)
四、串联补偿装置的过电压保护 (174)	五、串联补偿装置的继电保护 (176)	
六、串联补偿装置的监控和通信 (176)		
第六节 可控补偿装置	177	
一、电力系统对可控补偿的需求 (177)	二、高压、大功率电力电子器件的发展及应用 (178)	三、可控静止并联补偿装置 (179)
四、可控串联补偿 (179)	五、灵活交流输电系统 (182)	

第六章 电流、电压互感器的特性及二次回路

第一节 概述	185
第二节 电流互感器的稳态参数选择	186
一、一次额定电流选择 (186)	二、二次额定电流选择 (187)
三、电流互感器额定输出容量的选择 (188)	四、对准确度的要求 (190)
五、仪表安全系数 F_0 的选择 (193)	六、电流互感器二次绕组数的确定 (193)
第三节 保护用电流互感器的暂态参数选择	194
一、采用暂态型电流互感器的必要性 (194)	二、电流互感器的暂态计算 (194)
三、电流互感器的工作循环 (198)	四、具有暂态特性的保护用电流互感器分级 (198)
五、暂态保护级电流互感器的选择 (201)	
第四节 电流互感器的二次回路设计	202
一、电流互感器的二次回路接线 (202)	二、测量仪表的电流回路接线 (204)
三、保护用电流互感器的二次回路接线 (204)	
第五节 电压互感器的参数选择	205
一、额定电压 (206)	二、额定二次输出容量 (206)
三、电压互感器的误差 (206)	四、电压互感器的选型 (207)
五、电容式电压互感器的暂态特性 (208)	六、电磁式电压互感器的铁磁谐振 (208)
第六节 电压互感器的二次回路接线	209
一、电压互感器二次绕组接地方式 (209)	二、测量仪表的电压回路电压降 (209)
三、继电保护和测量仪表的电压回路供电方式 (210)	四、电压互感器二次回路保护 (214)
五、电压回路切换 (215)	六、其他问题 (217)

第七节 电压抽取装置	217
一、ZY-2 型电压抽取装置 (217)	
二、TYC-01 型电压抽取装置 (218)	
第八节 电子式互感器	220
一、概述 (220)	
二、电子式互感器的基本结构和基本参数 (221)	
三、电子式互感器的基本工作原理 (222)	

第七章 电力变压器保护

第一节 变压器可能发生的故障和不正常运行方式	225
一、变压器内部的各种短路故障 (225)	
二、变压器附属设备故障引起的不正常运行 (225)	
三、外部短路引起的变压器过电流 (226)	
第二节 变压器保护装置的原则	226
第三节 瓦斯保护	227
第四节 纵差动保护	228
一、对纵差动保护的要求 (228)	
二、纵差动保护的构成 (228)	
三、纵差动保护的整定计算 (232)	
四、分侧差动保护的采用 (236)	
五、纵差动保护用电流互感器的选型 (240)	
六、关于纵差动保护电流回路断线问题 (243)	
第五节 变压器的相间故障后备保护	244
一、变压器的相间故障后备保护的配置原则 (244)	
二、变压器的相间故障后备保护的配置方式 (245)	
三、变压器的相间故障后备保护的整定计算 (246)	
第六节 接地故障后备保护	253
一、变压器接地保护的配置原则 (253)	
二、变压器接地保护的接线 (255)	
三、接地保护的整定计算 (256)	
第七节 过负荷保护	259
第八节 变压器的其他保护	260
一、分裂绕组变压器的差电压保护 (260)	
二、过励磁保护 (262)	
第九节 变压器保护装置的选型和典型接线	264
一、变压器保护装置的选型 (264)	
二、采用微机型变压器保护应注意的问题 (265)	
三、变压器保护的典型接线 (266)	

第八章 变电所的同步系统和信号装置

第一节 变电所的同步系统	269
一、概述 (269)	
二、同步系统的电压回路设计 (269)	
三、手动准同步回路 (271)	
四、变电所的自动同步 (273)	
五、变电所的同步系统接线 (275)	
第二节 变电所的信号装置	277

一、概述 (277) 二、事故信号和预告信号装置功能 (279) 三、事故信号和预告信号装置的接线 (280) 四、位置信号和动作信号 (285) 五、信号系统的其他问题 (287)

第九章 变电所的 380/220V 所用电系统..... 289

- 第一节 所用电负荷的性质** 289
- 一、所用电负荷 (289) 二、所用电负荷性质 (289)
- 第二节 所用电系统接线** 290
- 一、所用电源 (290) 二、所用电 380/220V 侧接线 (291) 三、所用电负荷的供电回路接线 (291)
- 第三节 所用变压器的选择** 294
- 一、所用变压器型式的选择 (294) 二、所用变压器主要参数选择 (294) 三、所用变压器容量的选择 (295) 四、接地变压器的容量选择 (295)
- 第四节 所用电系统的监控、保护和自动装置** 298
- 一、所用电系统的控制 (298) 二、所用电系统的保护 (298) 三、所用电系统的自动装置 (302)
- 第五节 所用电系统的设备布置** 303
- 一、所用变压器的布置 (303) 二、所用 380/220V 主配电屏的布置 (303) 三、所用 380/220V 分馈电屏的布置 (304) 四、配电屏的选型 (304) 五、检修和试验电源的配置 (304)

第十章 直流和不间断电源系统..... 306

- 第一节 直流系统接线** 306
- 一、直流母线接线 (306) 二、直流系统的电源配置 (308) 三、直流馈线网络 (308)
- 第二节 直流系统的工作电压** 309
- 一、强电直流电压 110V 与 220V 的比较 (309) 二、变电所强电直流系统电压的选择 (310) 三、变电所弱电直流系统的电压 (311)
- 第三节 蓄电池组及其附属设备的选择** 311
- 一、蓄电池的选择 (311) 二、蓄电池组数的确定 (316) 三、蓄电池组的构成方式 (317) 四、无端电池的蓄电池选择 (317) 五、硅降压装置的选择 (322)
- 第四节 充电器和浮充电器的选择** 325
- 一、对充电器和浮充电器的一般要求 (325) 二、两组蓄电池时充电和浮充

电装置的配置方式 (325)	三、充电和浮充电装置的选择 (325)	
第五节 直流设备的监控与布置		327
一、直流设备的监控 (327)	二、直流设备的布置 (329)	
第六节 变电所的不间断电源系统		329
一、变电所设不间断电源系统的必要性 (329)	二、对 UPS 系统的要求 (330)	
三、变电所 UPS 系统的配置方式 (330)	四、集中式 UPS 系统的接线 (331)	
五、UPS 系统的构成及基本工作原理 (332)	六、UPS 系统的配置方式 (336)	

第十一章 变电所二次系统的其他问题 337

第一节 变电所的抗干扰问题		337
一、二次回路干扰电压的来源 (337)	二、干扰电压的抑制 (340)	三、对变电所抗干扰措施的建议 (342)
四、保护下放的抗干扰情况分析 (344)		
第二节 变电所的图像监控系统		345
一、图像监控系统在变电所的用途 (345)	二、图像监控系统的功能要求 (346)	
三、图像监控系统的构成 (346)	四、图像监控系统设计要考虑的问题 (348)	
第三节 二次设备的运行维护		349
一、弱电设备的维护 (349)	二、户外二次设备的运行维护 (350)	
第四节 提高二次回路可靠性的若干措施		352
一、直流回路断路器或熔断器的配置及其相关的联系 (352)	二、控制、保护回路用中间继电器的选择及相关回路设计 (353)	
三、跳闸连接片的配置 (354)	四、保护屏的选择及接线 (354)	五、控制电缆的选择 (354)

变电所的电气主接线设计

变电所电气主接线设计是依据变电所的最高电压等级和变电所的性质，选择出一种与变电所在系统中的地位和作用相适应的接线方式。变电所的电气主接线是电力系统接线的重要组成部分，它表明变电所内的变压器、各电压等级的线路、无功补偿设备以最优化的接线方式与电力系统连接，同时也表明在变电所内各种电气设备之间的连接方式。一个变电所的电气主接线包括高压侧、中压侧，低压侧以及变压器的接线。因各侧所接的系统情况不同，进出线回路数不同，其接线方式也不同。

变电所的电气主接线设计是整个变电所设计的核心技术。它对变电所内电气设备选择、布置，继电保护及自动装置的设计，变电所总平面布置的设计，都起着决定性作用。

电气主接线直接影响变电所乃至相关电力系统安全、经济、稳定、灵活的运行。

变电所一般都需要经过多次扩建后才能最终完成所选择的接线方式。因此，过渡接线的设计是变电所各发展阶段中电气主接线设计的重要内容之一，它直接关系到变电所建设初期或扩建的安全性、灵活性和经济性。

电气主接线的设计与所在电力系统及所采用的设备密切相关。随着电力系统的不断发展、新技术的采用、电气设备的可靠性不断提高，设计主接线的观念也应与时俱进、不断创新。

第一节 对电气主接线的评价

对变电所电气主接线的设计一般从可靠性，灵活性和经济性等方面进行评价。

一、可靠性

根据变电所的性质和在系统中的地位和作用不同，对变电所的主接线可靠性宜提出不同的要求。

主接线的可靠性是接线方式和一次、二次设备可靠性的综合。对主接线的可靠性可以作定量的计算，但需要各种设备的可靠性指标、各级线路、母线故障率等原始数据。一般情况下，在主接线设计时尚缺乏准确的可靠性计算所需的原始资料，而且计算方法各异，也不成熟，故通常不作定量计算。即使进行了可靠性计算，其结果也只能作参考。通常采用定性分析来比较各种接线的可靠性，一般比较以下各项：

- (1) 断路器停电检修时，对供电的影响程度。
- (2) 进线或出线回路故障，断路器拒动时，停电范围和停电时间。
- (3) 母线故障或母线检修时，停电范围和停电时间。
- (4) 母线联络断线器或母线分断路器故障的停电范围和停电时间；
- (5) 全停的几率。

二、灵活性

主接线的灵活性主要体现在正常运行或故障情况下都能迅速改变接线方式，具体情况如下：

(1) 满足调度正常操作灵活的要求，调度员根据系统正常运行的需要，能方便、灵活地切除或投入线路、变压器或无功补偿装置，使电力系统处于最经济、最安全的运行状态。

(2) 满足输电线路、变压器、开关设备停电检修或设备更换方便灵活的要求。设备停电检修引起的操作，包括本站内的设备检修和系统相关的厂、站设备检修引起的站内的操作是否方便灵活。

(3) 满足接线过渡的灵活性。一般变电站都是分期建设的，从初期接线到最终接线的形成，中间要经过多次扩建。主接线设计要考虑接线过渡过程中停电范围最少，停电时间最短，一次、二次设备接线的改动最少，设备的搬迁最少或不进行设备搬迁。

(4) 满足处理事故的灵活性。变电所内部或系统发生故障后，能迅速地隔离故障部分，尽快恢复供电操作的方便和灵活性，保障电网的安全稳定。

三、经济性

经济性是在满足接线可靠性、灵活性要求的前提下，尽可能地减少与接线方式有关的投资。主要内容如下：

(1) 采用简单的接线方式，少用设备，节省设备上的投资。在投产初期回路数较少时，更有条件采用设备用量较少的简化接线。能缓装的设备，不提前采购装设。

(2) 在设备型式和额定参数的选择上，要结合工程情况恰到好处，避免以大代小、以高代低。

(3) 在选择接线方式时，要考虑到设备布置的占地面积大小，要力求减少占地，节省配电装置征地的费用。

变电所电气主接线的可靠性、灵活性和经济性是一个综合概念，不能单独强调其中的某一种特性，也不能忽略其中的某一种特性。但根据变电所在系统中的地位和作用的不同，对变电所电气主接线的性能要求也有不同的侧重。例如，系统中的超高压、大容量枢纽变电所，因停电会对系统和用户造成重大损失，故对其可靠性要求就特别高；系统中的中小容量中间变电所或终端变电所，因停电对系统和用户造成的损失较小，这类变电所的数量特别大，故对其主接线的经济性就要特别重视。

第二节 常用的各种接线方式及特点

一、变压器—线路组接线

变压器—线路组接线如图 1-1 所示。这种接线是一台变压器与一条线路构成一个接线单元。常用的接线方式有两种：一种是变压器低压侧没有电源，在变压器和线路间只装设

一组带接地刀闸的隔离开关，不装设断路器，如图 1-1 (a) 所示。线路故障时，由线路对侧保护动作，线路对侧断路器切除故障；变压器故障时，变压器保护动作，通过远方跳闸装置动作于线路对侧断路器切除故障。

另一种是在变压器和线路间除了装设一组带接地刀闸的隔离开关外，还装设断路器，如图 1-1 (b) 所示。当线路故障时，由线路对侧和本侧保护动作，线路两侧断路器切除故障；当变压器故障时，变压器保护动作，由变压器两侧断路器切除故障。这种接线可用于变压器低压侧有电源或无电源的情况。

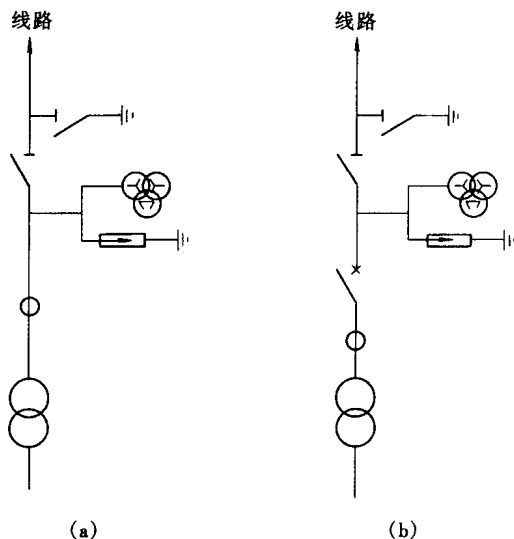


图 1-1 变压器—线路组接线

在变压器与线路间不装设断路器，虽然节省投资，但变压器故障需通过远方跳闸装置由线路对侧断路器切除，保护和二次回路接线复杂，变压器停电操作也不方便。是否装设断路器要根据工程的具体情况，经比较确定。

变压器—线路组接线是最简单的接线方式，其优点是设备最少、高压配电装置简单、占地面积小、本回路故障对其他回路没有影响。缺点是可靠性不高：线路故障或检修时，变压器停运；变压器故障或检修时，线路停运。

二、桥接线

在两个变压器—线路组接线之间装设一台桥断路器便构成了桥接线。在桥接线中，4个元件只用3台断路器，是一种节省断路器的接线方式。桥接线又分为内桥接线、外桥接线和扩大桥接线，如图1-2所示。

内桥接线是桥断路器接在线路断路器内侧，如图 1-2 (a) 所示。其优点是线路的投入和切除操作方便，线路故障时，仅故障线路断路器断开，其他线路和变压器不受影响。其缺点是桥断路器检修停运，两回路需解列运行。变压器的投入和切除操作需要动作两台断路器，操作较复杂。当变压器故障时，两台断路器动作，致使一回无故障线路停电，扩大了故障切除范围。实际上，变压器的故障率远低于线路的故障率，所以内桥接线在系统中应用的较多。

外桥接线是桥断路器接在外侧，另外两台断路器接在变压器回路，如图 1-2 (b) 所示。其接线特点与内桥接线相反。这种接线主要用在变压器投入和切除操作比较频繁、通过桥断路器有穿越功率的情况下。

为了在检修线路或变压器回路断路器时不中断线路或变压器的正常运行，可装设正常断开的跨条 [如图 1-2 (b) 中虚线所示]，为了轮流停电检修任何一组隔离开关，在跨条上须装设两组隔离开关。桥断路器检修时，也可利用此跨条。

当有 3 条线路、2 台变压器或 2 条线路、3 台变压器时，也可采用扩大桥接线，如图

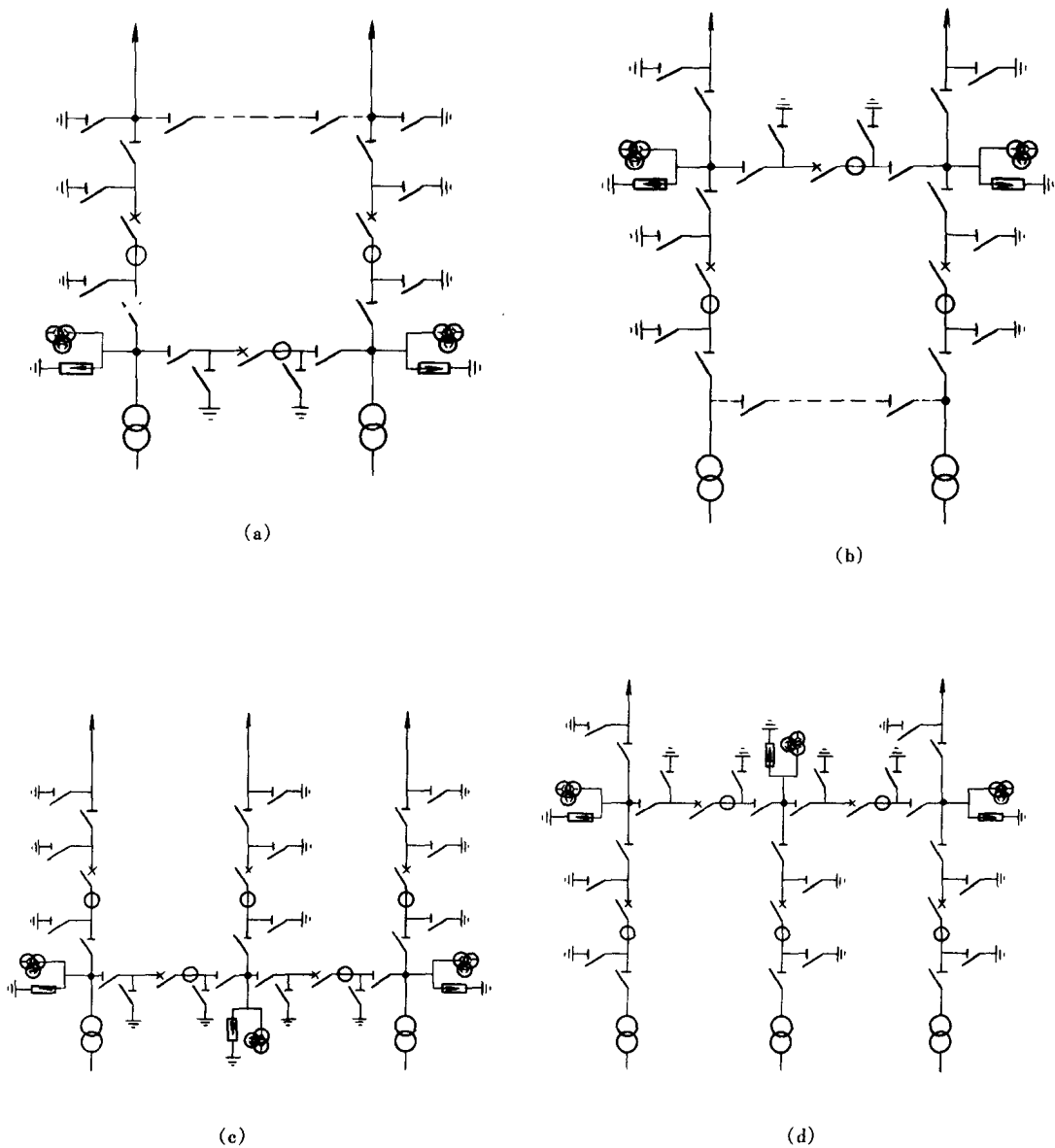


图 1-2 桥接线

1-2 (c)、(d) 所示。其接线特点与内桥接线或外桥接线基本相同。因该种接线需用的断路器数量与单母线接线相同，所以在实际工程中采用得较少。

桥接线可作为最终接线，也可作为过渡接线。只要在布置上留有位置，桥接线可过渡到单母线接线、单母线分段接线、双母线接线、双母线分段接线。

三、单母线接线

单母线接线如图 1-3 所示。这种接线的特点是设一条汇流母线，电源线和负荷线均通

过一台断路器接到母线上。它是母线制接线中最简单的一种接线。其优点是接线简单、清晰，采用设备少、造价低、操作方便、扩建容易。缺点是可靠性不高，当任一连接元件故障，断路器拒动或母线故障，都将造成整个配电装置全停。母线或母线隔离开关检修，整个配电装置亦将全停。

单母线接线可作为最终接线，也可作为过渡接线。只要在布置上留有位置，单母线接线可过渡到单母线分段接线、双母线接线、双母线分段接线。

四、单母线分段接线

这种接线是为消除单母线接线的缺点而产生的一种接线。用断路器将母线分段，分段后母线和母线隔离开关可分段轮流检修。对重要用户，可从不同母线段引双回路供电。当一段母线发生故障或当任一连接元件故障，断路器拒动时，由继电保护动作断开分段断路器。将故障限制在故障母线范围内，非故障母线继续运行，整个配电装置不会全停，也能保证对重要用户的供电。

这种接线除具有单母线接线的简单、清晰，采用设备少、操作方便、扩建容易等优点外，增加分段断路器后，提高了可靠性。因此，这种接线的应用范围也比单母线接线广。其缺点是当分段断路器故障时，整个配电装置会全停；母线和母线隔离开关检修时，该段母线上连接的元件都要在检修期间停电。

五、双母线接线

为克服单母线分段接线在母线和母线隔离开关检修时，该段母线上连接的元件都要在检修期间停电的缺点而发展出双母线接线。这种接线，每一元件通过一台断路器和两组隔离开关连接到两组母线上，两组母线间通过母线联络断路器连接，接线如图 1-4 所示。根据需要，每一元件可通过母线隔离开关连接到任一条母线上。在实际运行中，由于系统运行或继电保护的要求，某一元件要固定连接到一组母线上，以所谓“固定连接方式”运行。

双母线接线与单母线接线相比，具有较高的可靠性和灵活性，主要体现在以下几点：

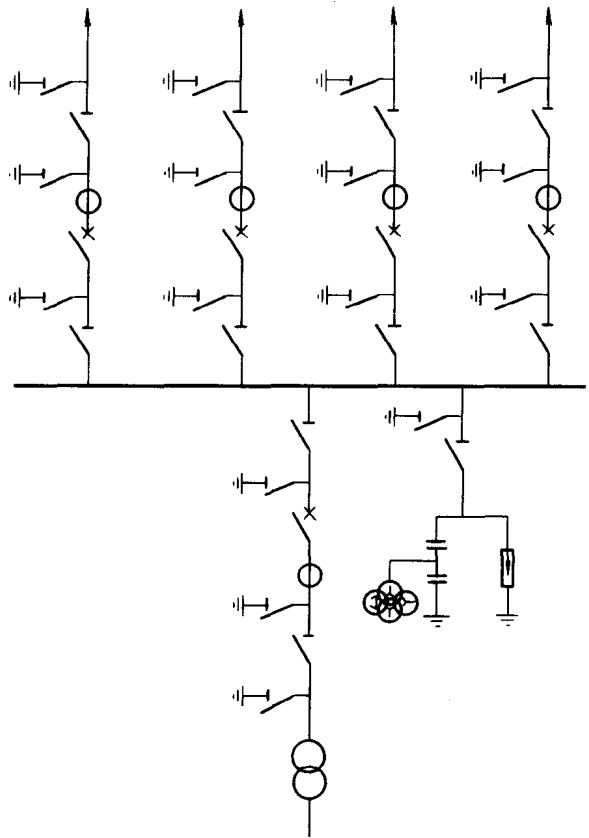


图 1-3 单母线接线