



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

变电所及电力网 设计与应用

孙成普 编著



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

要 容 内

本书根据教育部颁布的《中等职业学校电力技术类专业教学大纲》编写，主要内容包括：第一章 绪论；第二章 电力系统概述；第三章 电力系统稳态分析；第四章 电力系统暂态分析；第五章 电力系统继电保护；第六章 电力系统稳定性分析；第七章 电力系统调度自动化；第八章 电力系统通信；第九章 电力系统无功功率补偿；第十章 电力系统谐波；第十一章 电力系统过电压；第十二章 电力系统防雷；第十三章 电力系统接地；第十四章 电力系统短路故障分析；第十五章 电力系统故障排除；第十六章 电力系统运行维护；第十七章 电力系统安全运行；第十八章 电力系统事故处理；第十九章 电力系统运行记录；第二十章 电力系统运行考核。

变电所及电力网 设计与应用

编 著 孙成普
主 审 张 智

ISBN 978-7-5083-2501-6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第02466号
I. 变... II. 孙... III. ①变电所—职业教育—教材
②电力系统—职业教育—教材 IV. TMe3 TMe3
中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第02466号

中国电力出版社出版

(北京三里河路6号 100044 电话: 010-63714000)

北京三里河路6号 100044 电话: 010-63714000

各省市新华书店均有代售

2007年2月第1版 2007年2月北京第1次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 10.75印张 228千字
印数 0001-3000册 定价 18.00元

告 告 告

本书根据国家电网公司《电力系统安全稳定导则》编写，主要内容包括：第一章 绪论；第二章 电力系统概述；第三章 电力系统稳态分析；第四章 电力系统暂态分析；第五章 电力系统继电保护；第六章 电力系统稳定性分析；第七章 电力系统调度自动化；第八章 电力系统通信；第九章 电力系统无功功率补偿；第十章 电力系统谐波；第十一章 电力系统过电压；第十二章 电力系统防雷；第十三章 电力系统接地；第十四章 电力系统短路故障分析；第十五章 电力系统故障排除；第十六章 电力系统运行维护；第十七章 电力系统安全运行；第十八章 电力系统事故处理；第十九章 电力系统运行记录；第二十章 电力系统运行考核。



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>



内 容 提 要

本书为全国电力职业教育规划教材。

全书共分为两篇十三章, 主要内容包括变电所的设计与应用、电气主接线设计、短路电流计算、高压电气设备的选择、变电所的电气布置、变电所的直流操作电源、继电保护的基本原理和整定计算、变电所二次回路及信号系统、变电所及电力网的防雷接地保护、施工设计图、电力网设计的基本知识、电力网设计题目、电力网的电气计算。

本书可作为职业院校电力技术类专业的实践指导教材, 也可作为电力系统的培训教材, 并可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电所及电力网设计与应用/孙成普编著. —北京: 中国电力出版社, 2007

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 5501 - 6

I. 变... II. 孙... III. ①变电所—职业教育—教材
②电力系统—职业教育—教材 IV. TM63 TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 055466 号

中国电力出版社出版、发行

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

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 5 月第一版 2007 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.75 印张 252 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
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

根据国家职业技术教育教学的要求,结合现代职业教育电气类专业实践教学的特点,编写了这本适合于职业院校电气技术类专业的实践应用技术教材。本教材主要突出了发电厂和变电所电气设备、电力网及电力系统、电力系统继电保护、高压工程技术等主干课程综合知识技能的应用,结合了某钢厂变电所及电力网的工程设计实例进行分析,理论与实践相结合,并融合了变电所及电力网设计的新知识和新技术。

全书共分两篇。第一篇主要讲述变电所的设计与应用,第二篇主要讲述电力网的设计与应用。本书具有理论知识全面且实践性强的特点,适用于普通职业技术学院电气技术类专业工程设计的应用技术实践指导,可作为学生课程设计、毕业设计的应用技术指导书,也可作为工程设计技术人员实践应用的参考书。

本书由沈阳职业技术学院副教授、高级工程师孙成普编著,由牡丹江电力工业学校张智老师主审。在编著过程中得到了邵欣源等老师的大力支持,并提出了许多宝贵意见,谨在此表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,本书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2007年2月

目 录

前言

第一篇 变电所的设计与应用

第一章 变电所设计的基本知识	1
第一节 变电所的作用与分类	1
第二节 变电所设计的基本要求	3
第三节 变电所设计的程序内容及方法	4
第四节 变电所初步设计方案	6
第五节 变电所的布局规划设计	8
小结	9
习题与思考题	9
第二章 电气主接线设计	10
第一节 电气主接线设计的基本知识	10
第二节 主变压器容量和台数的选择	11
第三节 35~110kV 变电所电气主接线	12
第四节 6~10kV 变电所电气主接线	15
第五节 变电所自用电接线	17
小结	18
习题与思考题	18
第三章 短路电流计算	19
第一节 短路的基本知识	19
第二节 电路元件参数的计算	19
第三节 三相短路电流的计算方法步骤	24
第四节 三相短路电流计算	26
第五节 两相短路电流计算	28
小结	28
习题与思考题	29
第四章 高压电气设备的选择	30
第一节 电气设备选择的基本条件	30
第二节 高压一次设备的选择及校验	31
第三节 母线及电缆线截面的选择与校验	35
第四节 绝缘子和穿墙套管的选择及校验	40

第五节 互感器的选择及校验	41
小结	44
习题与思考题	45
第五章 变电所的电气布置	46
第一节 变电所的总体布置	46
第二节 变配电所的结构	49
第三节 变电所的配电装置	51
第四节 屋外配电装置	54
第五节 屋内配电装置	56
第六节 箱式变电所	57
小结	58
习题与思考题	58
第六章 变电所的直流操作电源	59
第一节 直流操作电源的类型	59
第二节 复式整流装置	60
第三节 电容储能晶闸管整流装置	63
小结	65
习题与思考题	66
第七章 继电保护的基本原理和整定计算	67
第一节 继电保护的基本知识	67
第二节 高压输电线路的保护	68
第三节 电力变压器的保护	72
第四节 变压器过电流保护的整定计算	78
小结	79
习题与思考题	79
第八章 变电所二次回路及信号系统	80
第一节 变电所二次回路的基本知识	80
第二节 断路器的距离操纵控制回路	82
第三节 信号系统	84
第四节 二次回路电器元件的选择	86
小结	88
习题与思考题	88
第九章 变电所及电力网的防雷接地保护	90
第一节 变电所的防雷保护	90
第二节 变电所的直击雷保护	93
第三节 避雷针保护	95
第四节 电力网的防雷保护	97
第五节 避雷器保护	100
第六节 变电所的接地装置	103

小结	105
习题与思考题	105
第十章 施工设计图	106
第一节 总平面图设计	106
第二节 高压配电装置的断面图	108
第三节 电气设备的安装图	109
第四节 关于图纸的有关规定	110
小结	112
习题与思考题	112

第二篇 电力网的设计与应用

第十一章 电力网设计的基本知识	114
第一节 电力网设计的基本内容及方法	114
第二节 变电所及电力网的负荷计算	116
第三节 电力网电压的选择	119
第四节 电力网接线图的确定	120
第五节 电力网导线截面的选择	123
第六节 电力网设计的其他有关问题	126
小结	127
习题与思考题	127
第十二章 电力网设计应用举例	128
第一节 电力网设计题目	128
第二节 电力网额定电压的选择	128
第三节 电力网设计方案分析	130
第四节 电力变压器的选择	132
小结	134
习题与思考题	134
第十三章 电力网的电气计算	135
第一节 钢厂电力网的参数计算	135
第二节 电力变压器的参数计算	136
第三节 电力变压器的调压计算	139
小结	141
习题与思考题	141
附录	142
参考文献	162

第一篇 变电所的设计与应用

第一章 变电所设计的基本知识

内容提要

本章主要讲述变电所的作用与类型,变电所设计的基本要求、设计程序、内容和方法步骤,变电所布局规划设计的基本原则;变电所设计总的部分,工程设计依据,工程建设目的,变电所在系统中的地位和作用;根据所址选择报告,重点说明本变电所的周边地理、交通、人文状况、占地面积等情况。

初步设计图纸,断面图主要明确布置方案、综合运行、检修、安装等各方面的要求,确定有关尺寸、主控制室和配电装置间的关系、工程概算及施工设计等内容。

第一节 变电所的作用与分类

随着科学技术的发展,现代工农业生产、交通运输及城乡人民生活等许多方面都广泛地使用电能。因为,电能易于转换成其他形式的能量,电能的使用、输送与分配经济方便。发电厂生产的电能经电力网传输、分配给电能用户使用,这一任务只能由输电线路和变电所承担。

一、变配电所的任务

变电所的任务是接受来自电力系统的电能,经过变压器变换电压,再重新分配电能。

配电所的任务是接受来自电力系统的电能,经过高压配电母线汇总电能,再重新分配电能。

图 1-1 是一个城区供电网示意图,用来说明电能传输与分配的过程。

发电厂往往建在地处燃料产地或水利资源丰富的山谷,距离大工业区较远,生产的电能经过电力变压器升压后,再由高压输电线路将电能输送到大工业区,供给电能用户使用。

图 1-1 中,BS-1 为地区系统的一次变电所,电压为 110kV/35kV,这种变电所从电力系统的主要高压电网接受电能,35kV 侧电压用来供给工业企业较集中的大区域用户供电,也可以作为个别工业企业的专用变电所。

图 1-1 中,BS-2、BS-3、BS-4 为地方的二次变电所,电压为 35kV/10kV,受电于地区一次变电所的二次侧电网。二次变电所的二次侧 10kV 电压,通过城区供电线路与配电所的变压器相连接。

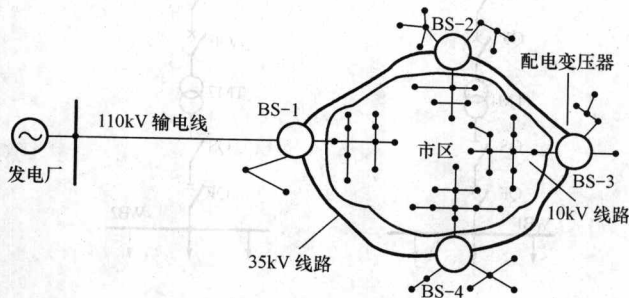


图 1-1 城区供电网示意图

输电线路的电压取决于输送功率和输送距离。电压低,输送距离较近,而且不经济,因此,只能采取逐级降压方法,将电能层层分配下去。为了解决集中发电和分散用电这个矛盾,就要有不同类型的变电所进行多次降压。当然变电层次过多也是不适宜的,要解决好这个问题,必须使各变电所的布局合理,所以在设计新变电所时选择所址应尽量接近负荷中心。

二、变电所的类型

从变电所在系统中的地位和作用可以分为下面几种类型。

(一) 枢纽变电所

枢纽变电所是指连接系统各个部分或汇集多个电源的 110kV 及以上的变电所。所内接线比较复杂,引出线回路数较多,变电容量大,电网最高电压及中压侧电压均有功率交换,有时不直接给用户供电,这类变电所称为枢纽变电所,如图 1-2 所示。

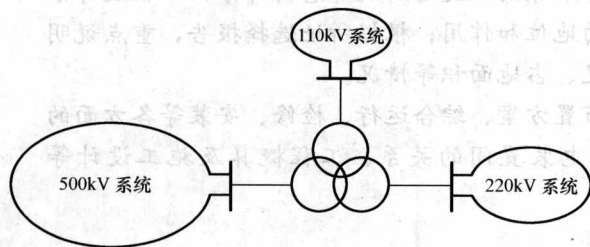


图 1-2 枢纽变电所示意图

(二) 中间变电所

中间变电所除供给本所用用电负荷外,系统中还有穿越功率,通过高压侧母线起功率交换的作用,如图 1-3 所示。

(三) 支援变电所

支援变电所是指输电线路引出分支线接到的变电所,称为支援变电所,如图 1-4 所示。

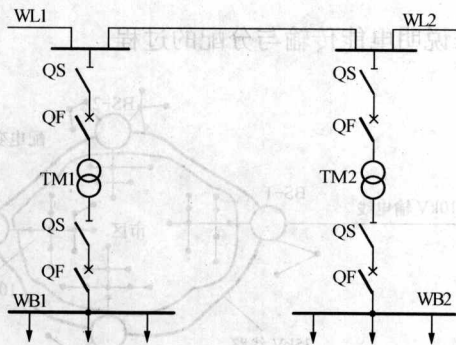


图 1-3 中间变电所示意图

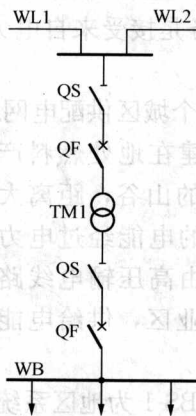


图 1-4 支援变电所示意图

(四) 终端变电所

终端变电所处于线路的终端。这种变电所无系统潮流穿越,主要进行地方性的局部变电,如图 1-5 所示。

(五) 工业企业专用的变电所

工业企业专用的变电所往往属于支援变电所或网络终端的变电所居多,如图 1-6 所示。

按变压器的安装地点分类,有工厂总降压变电所和车间变电所等以下几种类型。

1. 附设变电所

附设变电所的一面或数面墙与车间的墙共用,且变压器室的门和通风窗向车间外开。图1-6中的1和2是内附设式,3和4是外附设式。

2. 露天变电所

露天变电所的变压器位于露天地面上,见图1-6中的5。如果变压器的上方设有顶板或屋檐,则称为半露天变电所。

3. 独立变电所

独立变电所为一独立建筑物,见图1-6中的6。

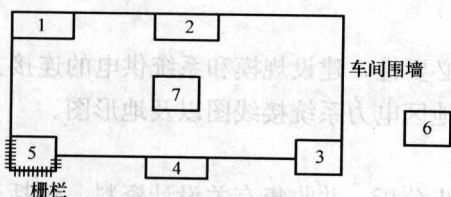


图 1-6 工业企业专用的变电所类型

电所。

上述的附设变电所、独立变电所、车间内变电所及地下变电所,统称为户内型变电所。而露天、半露天变电所及杆上变电台,统称为户外型变电所。

在负荷大而集中且设备布置比较稳定的大型生产厂房内,可以考虑采用车间内变电所,以便尽量靠近车间的负荷中心。

对生产面积较小或生产流程要经常调整的车间,宜采用附设变电所的形式。

第二节 变电所设计的基本要求

一、变电所设计的基本要求

变电所设计和其他工程设计一样,包括设计、施工、运行三步。设计是第一步,且工作责任重大。因此,工程设计必须严格遵照以下几点要求。

(1) 必须遵照国家标准,认真执行国家的技术经济政策,并应做到保障人身和设备的安全,供电可靠,电能质量合格。

(2) 积极采用新技术,提高自动化水平,尽量结合具体情况采用定型设计,做到工程技术先进、经济合理、安全适用,确保设计质量。

(3) 根据规划进行设计,必要时可分期建设,做到远、近期结合,以近期为主,适当考虑工程扩建发展的可能。

(4) 从生产实际出发,树立设计、施工、运行的整体观念,防止片面性和绝对化。

(5) 必须从全局考虑,统筹兼顾,按照负荷性质、用电容量、工程特点和本地区供电条

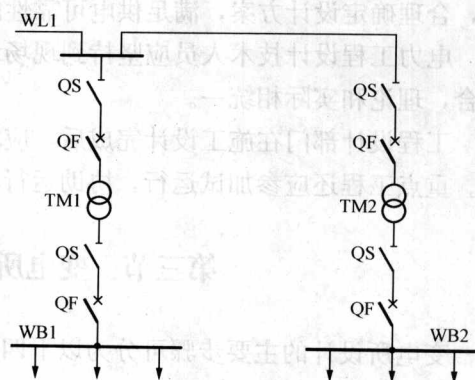


图 1-5 终端变电所示意图

4. 车间内变电所

车间内变电所是位于车间内部的变电所,且变压器室的门向车间内开,见图1-6中的7。

5. 杆上变电台

杆上变电台,其变压器装在室外的电杆上面。

6. 地下变电所

整个变电所装设在地下的设施内的为地下变电所。

件,合理确定设计方案,满足供电可靠性的要求。

电力工程设计技术人员应坚持到现场调查,收集有关资料,使设计和施工、运行检修相结合,理论和实际相统一。

工程设计部门在施工设计完成后,应增设为工程服务项目,派出施工服务人员,配合施工。重点工程还应参加试运行,协助运行单位,解决设计中存在的问题等。

第三节 变电所设计的程序内容及方法

变电所设计的主要步骤可分为以下四步进行。

一、变电所设计程序

接受设计任务后收集有关设计资料。在进行变电所设计之前,必须由上级计划部门下达设计任务书或上级机关的审批文件,这是整个工程设计的主要文件依据。

(一) 工程设计任务书

工程设计任务书的内容包括:工程建设的目的、必要性,建设规模和系统供电的连接方式,用电单位的负荷容量,工程建设期限,同时附有地区电力系统接线图以及地形图。

(二) 收集有关资料

工程设计人员接到任务书后,可对设计任务作初步分析,并收集有关设计资料,包括当地有关自然地理条件及技术数据等。如当地的电力负荷、海拔、地耐力、土壤冻结深度、地震烈度、最大风速、主导风向、年最高气温及最低气温、导线覆冰厚度、全年雷电日及环境污秽情况等。

二、所址选择原则

设计前期的工作主要是所址选择,所址选择可参考变电所设计规范中的有关内容。所址的选择是否合理,直接影响供配电系统的运行和经济造价,所以应满足以下原则。

- (1) 尽量靠近负荷中心,以便减少电压损耗、电能损耗和有色金属消耗量。
- (2) 电源进出线要方便,特别是采用架空进出线时应着重考虑进出线条件。
- (3) 所址位置应尽量靠近电源侧,对总降压变电所和配电所要注意强调这一点。
- (4) 所址位置应尽量不设在多尘或有腐蚀性气体的场所,若无法远离时则应设在污染源的上风侧。

- (5) 避免设有剧烈震动的场所,尽量躲开低洼积水的场所。
- (6) 所址应交通运输方便,且尽量不占用农田或少占用农田。
- (7) 与易燃易爆危险场所保持规定的安全距离。
- (8) 高压配电所应尽量与变电所合建在一起。
- (9) 不应妨碍用电单位的发展,并适当考虑今后扩建的可能。

三、所址选择方案的确定

首先,确定几个方案进行技术经济比较,应使所址选择接近负荷中心或网络中心,就可以使变电所二次侧电力线路的距离缩短,减少导线截面,节约投资,降低电能损耗。电力负荷分布图如图 1-7 所示,变电所位置的确定方案比较如图 1-8 所示。下面以方案 I、方案 II 进行技术比较来说明负荷中心的确定方法。

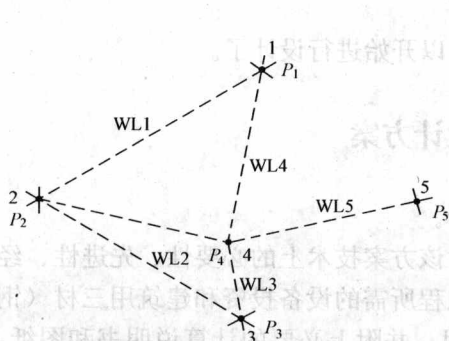


图 1-7 电力负荷分布图

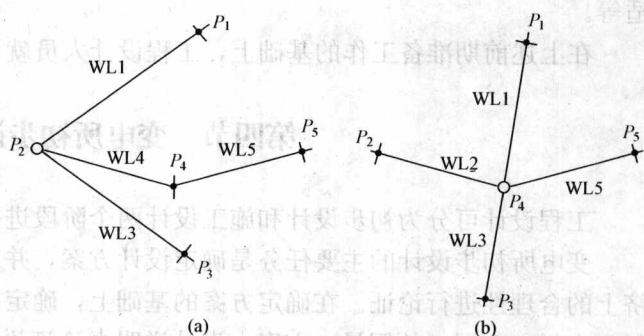


图 1-8 变电所位置的确定方案比较

(a) 方案 I; (b) 方案 II

(一) 对方案进行技术比较

在图 1-7 中, 有 1、2、3、4、5 五个负荷点, 各负荷点的负荷 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 相差不多, 各负荷点之间的线路 WL1、WL2、WL3、WL4、WL5 的距离也相差不多。在这种情况下, 把所址设在负荷点中心, 即设在方案 II 的 4 点处较为合适, 这样比把所址设在偏于负荷中心一侧的方案 I 2 点处好。其优点是线路供电距离短, 导线有色金属消耗量和电能损耗都较小。

应注意的是不能把电力负荷中心和地理位置中心混淆起来。负荷中心是由送电距离、送电容量等条件决定的, 它与地理位置的中心有时是一致的, 如图 1-7 所示的情况, 但在多数情况下是不一致的。例如当有两个负荷 $P_1 = 1000\text{kW}$ 、 $P_2 = 100\text{kW}$ 时, 这时地理中心在两个负荷之间连成的中点处, 而负荷中心应在 1000kW 负荷附近。

选址时不应占或少占农田, 还应便于各级电压线路引入和引出。进出线走廊要宽敞, 能满足发展的需要, 要有适宜的地址条件和地理位置等。

(二) 大容量重要变电所方案的确定

当设计大容量重要的一次变电所或枢纽变电所时, 设计人员可先按地形图根据所址选址原则进行室内定点。考虑军事设施或地面、地下条件的限制, 可以先制订几个方案考虑, 然后会同地方有关部门进行现场勘探、工程选址, 在争得有关部门的同意后, 确定所址位置、签定协议书。

四、中小容量的二次变电所的设计

为了简化设计步骤, 对于容量不大的二次变电所的设计, 通常已由计划部门在设计任务书中给定了变电所的地理位置、类型、规模、电压等级等, 甚至主变压器容量也已确定。但设计时, 设计人员还是应该深入地调查了解, 会同供电部门等共同研究存在的以下原则性问题, 达成一致意见。

(1) 所址选择是否合理, 是否接近负荷中心, 进出线走廊是否宽敞, 地质条件、所址标高、地形是否合适, 是否有污秽区等。

(2) 供电运行方式和供电电压是否合理, 现有系统潮流分布、电源和负荷点分布及发展规划情况、附近地区电网电压等级情况, 以及各种可能的运行方式等与本所有关的因素是否考虑了。

(3) 主变压器容量、电源进出线数目、电力负荷增长情况、工程分期建设年限是否合

适等。

在上述前期准备工作的基础上,工程设计人员就可以开始进行设计了。

第四节 变电所初步设计方案

工程设计可分为初步设计和施工图设计两个阶段进行。

变电所初步设计的主要任务是确定设计方案,并对该方案技术上的必要性、先进性、经济上的合理性进行论证。在确定方案的基础上,确定工程所需的设备投资和建筑用三材(钢材、木材、水泥)的用量。方案由设计说明书论证说明,并附上必要的计算说明书和图纸,作出工程概算并列出设备材料汇总表,交给上级主管部门审批。

一、变电所设计总的部分

(一) 工程设计的设计依据

工程设计的设计依据包括:建设部门下达的设计任务书,上级主管部门审批意见的文号,审批的时间(年、月、日),所址审定意见及上级主管部门确定与本工程有关的其他文件。

(二) 工程建设目的

在设计中应阐明本工程建设的必要性,并附本地区年负荷增长及平衡情况的说明。

(三) 本变电所在系统中的地位和作用

说明本变电所和系统的连接方式;系统在本所有无穿越潮流,有无并、解列操作要求;本工程近期及远期规划,包括主变压器容量、台数、各级电压网络数,无功补偿装置的容量、调压装置的类型等。

(四) 所址概况

根据所址选择报告,重点说明本变电所周边的地理、交通、人文状况,占地面积及占用农田等情况。

(五) 自然气象条件

自然气象条件包括当地气温数据如年最高温度、年最热月平均温度,当地海拔情况,年雷电日等。年雷电日供设计变电所防雷接地装置用;当地土壤性质及土壤电阻率,供设计变电所接地装置用;当地年主导风向、地下水位及最高洪水水位等,供选择变电所所址用。

(六) 经济指标

经济指标包括工程概算投资、三材用量、材料单位造价。

二、变电所电气部分重要设计原则的确定

(一) 电气主接线方案的确定

电气主接线方案的确定应首先阐明变电所中各级电压本期设计和远景规划设计的接线方式。例如:本期设计采用单母线接线方式;远景规划设计由于电力负荷的增长,可以采用双母线的接线方式。

在电气主接线方案设计时要考虑变电所中各级电压电网的中性点接地方式,对不同电压等级的电网应采用不同的接地方式。例如:110kV以上的高压电网采用中性点直接接地方式;35~60kV电压等级的电网采用中性点经消弧线圈接地方式;10kV以下的电网采用中性点不接地方式等。

设计中还应考虑变电所各级电压高压侧调压范围的选择问题。对不同电压等级的电网,高压侧电压的调压范围应高于同级电网额定电压的5%或10%。

在设计中应采用两种方案进行经济技术比较,最后提出推荐方案。

(二) 屋外配电装置的确定

屋外配电装置的设计要考虑到配电装置元件的布置(包括母线、电力变压器、高压断路器、电缆沟、高压引出线的布置)、屋外配电装置类型选择(包括低型、中型、高型三种形式的选择)、屋外配电装置布置形式的确定(包括采用单列布置还是双列布置)等。

(三) 变电所自用电系统的选择

变电所自用电系统的选择包括:变压器容量、台数的选择,所自用电接线方式、动力及照明负荷电压的等级选择。

(四) 直流系统的确定

直流系统设计包括:控制、信号、继电保护回路、通信设备、远动装置及事故照明所需的直流容量的确定;直流电源的选择包括蓄电池组及充电、浮充电方式,整流电源等类型的选择。

(五) 主控制室及二次部分的确定

主控制室内设计包括:继电保护装置、各种测量仪表、二次部分的控制方式,高压母线及高压进出线路保护方式、主变压器保护方式的确定,对信号系统、灯光、音响、控制盘、保护盘的布置形式的选择确定等。

(六) 变电所防雷接地保护系统的确定

对于变电所防雷接地保护系统包括:对变电所户外高压配电装置采用避雷针保护、对变电所高压进线端采用避雷线保护、对变电所户内高压设备采用避雷器保护。

(七) 其他说明

对于变电所设计中采用新的科学技术及设计中需进一步明确的问题要加以说明等。

三、附图及设备清单

(一) 附图包括内容

(1) 电气主接线图(本期及远景规划接线图)。

(2) 总平面布置图(电气设备平面布置图)。

(3) 各级电压配电装置断面图。

(4) 主控制室平面布置图。

(5) 地区电力系统接线图及所用电系统图。

(二) 计算清单

(1) 电力负荷平衡计算表。

(2) 三短路电流计算结果。

(3) 电气设备的选择数量。

(4) 导线截面的选择计算。

(5) 所用电负荷的计算及所用变压器容量、台数的选择。

(6) 直流负荷的计算、直流装置的容量。

(7) 配电装置的尺寸确定及校验。

四、初步设计图纸

在初步设计提出的图纸中,断面图主要明确布置方案和综合运行、检修、安装等各方面的要求,确定有关尺寸;总平面图表明各设备之间、主辅厂房间、主控制室和配电装置间的关系和纵向、横向的尺寸。

一般要在断面图初步给出后才能画出总平面图,而总平面图又指导并校核断面图。因此,确定总平面图要考虑周到、反复比较,避免返工。总平面图一般兼户外配电装置平面图。比例采用 1:100 或 1:200,详见第十章第四节有关图纸的规定。

五、工程概算及施工设计

(一) 工程概算

初步设计中提出的设备、材料汇总表,必须说明设备类型、型号规格等。工程概算按概算标准做出,包括设备费、建筑费、安装费及其他的施工费、仪器设备购置费、运行人员培训费等。

(二) 施工设计

施工设计在初步设计审批通过后进行,用于指导施工、备料,为满足安装施工要求而进行的技术设计,重点是绘制安装施工图。对于初步设计,在特殊情况下,允许有局部的修改,有修改过的初步设计图纸要经审批后重新绘出。同时再加上部分大型不规则设备安装图纸的绘制。

施工图是指导施工安装用的图纸,各部分尺寸都要正确、详细。施工设计是即将付诸安装施工的最后决定性设计,因此设计时更有必要深入实际、调查研究、核实资料、精心设计,以便确保工程设计质量。

第五节 变电所的布局规划设计

电源电压在 35kV 及以下供电网络中的变电所,主要是为工矿企业及农村供电所用,这类变电所的布局就随之而定了。

电压在 35kV 及以上的变电所,除了为用户供电外,还应考虑与系统联络、运行及系统功率交换的需要,变电所总体布局应根据系统要求综合考虑,变电所的布局规划设计原则如下。

(1) 变电所供电范围的划分,先应在地图上标明工矿企业、村镇等主要负荷的大小及位置,初步选择几个变电所布局方案进行技术经济比较、经分析论证后选择出合理的变电所布局方案。

(2) 根据电力系统的具体情况一般应设置区域变电所,且电压在 110kV 以上,向各地区主要用户供电。若区域变电所附近出现较大负荷的用户,经技术经济比较后,可设置用户专用变电所,由区域变电所高压母线引出专用线供电。

(3) 变电所的主变压器容量和台数超过下列范围时,应调整区域变电所的供电范围和变电所布局。对电压为 35kV 的变电所为 $2 \times 20\text{MV} \cdot \text{A}$; 110kV 的变电所为 $2 \times 60\text{MV} \cdot \text{A}$; 220kV 的变电所为 $2 \times 150\text{MV} \cdot \text{A}$ 。

(4) 变电所综合最大计算负荷 $P_{\max}$ 及变压器容量 S_T 和台数的确定,详见第二篇第十一章第二节有关电力负荷计算的内容。

小 结

本章重点讲述变电所的作用与类型,变电所设计的程序、内容和方法步骤,变电所布局规划设计的基本原则等。变电所设计总的部分包括工程设计依据和工程建设目的。变电所初步设计的主要任务是确定设计方案,然后对该方案技术上的必要性、先进性以及经济上的合理性进行论证,并应附必要的计算说明书和图纸,做出工程概算,列出设备材料汇总表。

习题与思考题

1. 变电所与配电所之间有什么区别?
2. 变电所有哪些类型? 各种类型变电所有什么区别?
3. 变电所所址选择原则是什么?
4. 变电所设计中附图包括哪些内容?
5. 变电所设计的主要方法步骤是什么?
6. 变电所设计的主要依据是什么?
7. 变电所初步设计图纸包括哪几方面的图纸?

电气主接线设计

内容提要

本章主要讲述 35~110kV 变电所电气主接线设计的基本方法及接线类型, 根据变电所在系统中的地位和作用、电力负荷的等级、电源进出线的回路数、主接线布置方式、高压设备结构特点、周围环境以及变电所总的负荷等条件确定。本章主要分析单母线接线、单母线分段接线、双母线接线、桥式接线、单元接线的原理。

第一节 电气主接线设计的基本知识

电气主接线是变电所电气部分的主体内容。在变电所的设计中, 正确选择主接线是非常重要的环节, 主接线的形式对设备的选择, 配电装置的布置, 运行的可靠性、经济合理性都有着密切的关系。

一、电气主接线

电气主接线是由各种电器元件连接组成的输送和分配电能的电路。电气主接线的确定是与供配电系统的电器布置、设备选择、继电保护、控制方式、测量仪表以及运行的可靠性、经济性等各方面有着密切的关系。因此确定电气主接线方案时必须全面分析诸多有关因素, 正确处理它们之间的关系。

(一) 电气主接线图的绘制

电力系统为三相对称系统, 所以电气主接线图通常以单线图表示, 使其简单清晰。它直观地表示了变电所的结构特点、运行性能、使用电气设备的多少及其前后的安排布置等。

(二) 电气主接线设计的基本要求

1. 供电可靠性

设计主接线时, 必须考虑安全可靠, 避免出现人身和设备事故, 同时还要考虑到检修方便。可靠性不是绝对的, 需根据系统和用户的具体情况采取适当的措施。

2. 供电经济性

在满足可靠性的前提下, 应尽量降低投资和运行费用, 以求得良好的经济性。经济性是设计主接线的重要原则之一, 要从整个国民经济的利益出发来考虑, 必须在保证可靠性的前提下, 再求得经济性。

3. 设计力求简单、操作方便

主接线设计应当力求简单明了、运行操作方便, 不应有多余的设备; 主接线布置应明显对称, 操作程序不繁琐, 避免误操作, 并便于处理事故。

4. 运行灵活性

电气主接线运行要灵活, 检修维护安全方便; 要考虑各种运行方式, 采用各种不同的接线和措施。