

第五册

电气设备安装工程 预算与基础知识

水利电力部电力规划设计院



内 容 提 要

本书是《电力工业基本建设预算基础知识和工作指导丛书》的一个分册。本册共分八章，包括：电气专业基础知识；热工控制专业基础知识；电气设备安装工程项目划分；电气设备安装工程专业预算定额；工程量计算；施工图预算书编制；电气设备安装工程概算指标；初步设计概算书编制。

本书可作为电力工业建设、设计和施工单位技术经济人员的培训教材，也可供其他建设、设计和施工单位技术经济工作人员和大专院校工程经济专业师生参考。

编者的话

建国以来，贯彻高效率高质量的建设方针，电力工业有了很大的发展，在第一个五年计划中，我国就建立起一套技术经济管理制度，使工程的概算、预算、决算相互衔接，能严格地控制工程投资，工程的造价比较合理，经济效益也比较好。

电力建设在贯彻工程经济管理和经济效益上是重视的，为了将多年的工作体验有所总结和借鉴，故编写电力建设工程预算基础知识和工作指导丛书。《电气设备安装工程预算与基础知识》为本套丛书的第五分册。本分册较详细的论述了电气设备安装工程的特点和经济工作的程序，工程经济概算预算的编制。着重讲述概预算编制的最基本方法，结合实际并举有实例。

本书由华东电力设计院朱静贞同志主编写，朱守峰同志作了校审工作。

限于我们的水平，书中难免存在错误和缺点，敬请读者给予批评指正。

丛 书 前 言

一九八一年我们曾组织编写了一套电力工业基本建设概、预算讲义，对建设、设计和施工单位技术经济工作人员的培训起了重要作用。为了适应国民经济发展的新形势，做好技术经济工作，特别是为满足基层技术经济人员系统地了解电力基本建设技术经济工作有关业务知识，提高技经人员的工作水平，特重新编写本套丛书。

本书共分六册，第一册为《电力工业基本建设预算总论》；第二册为《工程经济分析》；第三册为《建筑工程预算与基础知识》；第四册为《热力设备安装工程预算与基础知识》；第五册为《电气设备安装工程预算与基础知识》；第六册为《输电线路及通信工程预算与基础知识》。

在编写过程中，我们力求理论联系实际，期望着能引起读者的兴趣，学有所成。由于我们的水平有限，虽经反复修改，但缺点、错误在所难免。希望读者指正，以便我们再作修改。

本书可作为电力工业建设、设计和施工单位技术经济人员的培训教材，也可供建设、设计和施工单位技术经济工作人员和大专院校工程经济专业师生参考。

水利电力部电力规划设计院

一九八五年十二月

目 录

内 容 提 要

编 者 的 话

丛 书 前 言

第一章 电气专业基础知识	(1)
第一节 电力系统的组成及其作用	(1)
第二节 电气主接线	(4)
第三节 配电装置	(15)
第四节 照明和防雷接地	(22)
第五节 通信及运动装置	(25)
第六节 控制、保护及测量	(29)
第七节 交直流换流站	(36)
第二章 热工控制专业基础知识	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 热工检测	(41)
第三节 热工控制方式	(47)
第四节 热工自动调节	(50)
第五节 辅助车间热工测量及控制	(56)
第六节 热工信号及保护装置	(64)
第七节 程控装置	(68)
第八节 远程检测装置及电子计算机的应用	(69)
第三章 电气设备安装工程项目划分	(61)

第一节	项目划分的作用与要求	(61)
第二节	项目划分的界限与规定	(62)
第三节	各系统项目划分的范围	(63)
第四章	电气设备安装工程专业预算定额	(70)
第一节	预算定额的内容与规定	(70)
第二节	预算定额的使用	(74)
第五章	工程量计算	(108)
第一节	工程量	(108)
第二节	工程量计算方法	(108)
第三节	工程量计算要点	(110)
第六章	施工图预算书编制	(116)
第一节	预算编制方法	(115)
第二节	预算编制程序	(115)
第三节	单位工程及分项工程预算的编制	(116)
第四节	说明书编写	(119)
第五节	施工图预算投资分析	(120)
第六节	施工图预算编制实例	(123)
第七章	电气设备安装工程概算指标	(136)
第一节	概算指标的内容与规定	(136)
第二节	概算指标的使用	(137)
第八章	初步设计概算书编制	(155)
第一节	编制原则和依据	(155)
第二节	编制要求与深度	(157)
第三节	编制方法	(158)
第四节	说明书编写内容	(160)
第五节	概算投资分析	(161)
第六节	概算编制实例	(164)

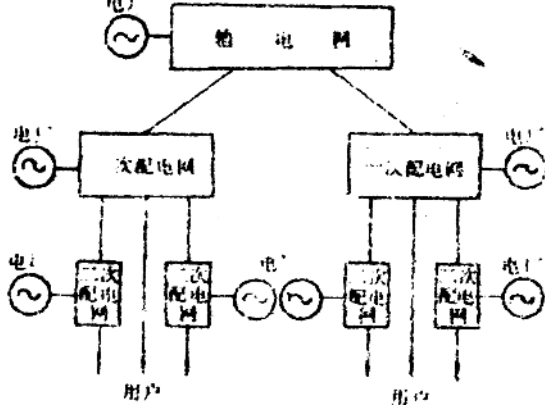
第一章 电气专业基础知识

第一节 电力系统的组成及其作用

电力系统由电源、电网和用户组成，电网是电力系统的一个重要组成部分。电网是由线路和变电所组成的，是电源和用户之间的中间环节。

电网按其功能分为输电网和配电网两部分。输电网是由输送大型发电厂巨大电力的出线、输电线以及连接这些线路的变电所组成，是电力系统的主要网络（简称上网），起到电力系统骨架的作用，所以又可称为网架。配电网是由配电线和配电变电所组成，它的作用是分配电力到各配电变电所后再向用户供电。也有一部分电力不经各级配电变电所，而直接分配到大用户。配电网又可分为一次和二次配电网两部分，在一次配电网中，由于输电和配电的界限难于确定，又称为次输电网。

电力系统中的各级电网具有横向和纵向的联系，这种联系如图一所示。二次配电网担负分配某一地区的电力以及向该地区的用户供电的任务，它与邻近地区没有直接的横向联系，而是通过高一级电网即一次配电网发生横向联系。同样，各一次配电网之间不发生直接的横向联系，而是通过输电网发生横向联系。纵向联系是通过输电网逐级降压而形成。输电网和接入输电网的大型发电厂组成输电系统，从纵向联系看，相当于电力系统的主要骨架。



图一 电力系统的基本结构

随着四化建设和国民经济的发展，发电厂和电网也不断增建，供电范围也逐步扩大，电力系统的规模越来越大，电力系统之间通过联络线并网，形成联合电力系统（简称联合系统）。电力系统和联合系统的作用是降低最高负荷，减少备用容量，便于安装大机组，便于利用大型动力资源，提高供电可靠性，提高电能质量，提高运行经济性。

一、电力系统的类型

(1) 按频率分，有50赫的电力系统和60赫的电力系统两种。我国和世界多数国家均为50赫。

(2) 按系统的最高电压分，有110千伏、220千伏、330千伏、500千伏、750千伏电力系统等。我国各地区多为110千伏和220千伏，西北地区最高电压建有330千伏，我国目前已建成输电线路的最高电压为500千伏。

(3) 按系统容量分,有大容量和中、小容量电力系统。我国目前总容量在百万千瓦以上为大容量电力系统,当然,这种大、中、小的划分,只是相对而言。

(4) 按系统结构分,有小容量送端地区系统与大容量受端地区相连,小容量受端地区系统与大容量送端地区系统相连,容量可比拟的两个地区系统强联系或弱联系的电力系统。此外,还有放射形、链形、环形和多回路形等多种复杂结构的电力系统。

二、电力系统的负荷

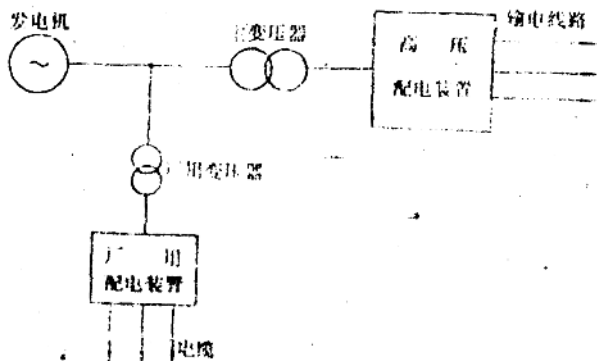
连接在电力系统的一切用电设备所消耗的功率称为电力系统的负荷。其中,把电能转换为其它能量(机械能、光能、热能等)并在用电设备中真实消耗掉的功率称为有功负荷。例如电灯(电能转换为光能),电炉(电能转换为热能)以及电动机(电能转换为机械能)用来带动水泵、风机、车床及轧钢设备等机械所消耗的功率就是有功负荷。但电动机为了要带动机械,需要在其定子中产生磁场,通过电磁感应电动机的转子中感应出电流,使转子转动,从而带动机械运转,这种为产生磁场所消耗的功率称为无功负荷。

为了满足有功负荷和无功负荷的需要,发电机既发有功功率,又发无功功率。发电机的全功率(又称视在功率)等于它的额定电压与额定电流的乘积(单位为千伏安)。发电机的有功功率与汽轮机的功率相等(单位为千瓦)。有功功率与全功率的比值称为功率因数。发电机的额定功率因数一般在0.8到0.9之间。负荷的功率因数,电动机在额定负荷下为0.8左右;普通电灯和电炉,由于不消耗无功功率,功率因数等于1。

由于电能不能大规模储存，发电、送电和用电的过程实际上是同时进行的，发电机组发出的功率与用电设备消耗的功率始终保持平衡。若两者产生不平衡，有功功率小于有功负荷，则系统频率降低；反之，则系统频率升高。无功功率小于无功负荷，则系统电压降低；反之，系统电压升高。

第二节 电气主接线

发电机发出的电力，绝大部分由主变压器升高电压后经过高压配电装置和输电线路向用户供电，一小部分供发电厂（变电所）自用，称为厂（所）用电。厂用电通常由厂用变压器降低电压后供电动机等各种用电设备使用。其电气系统示意图如图二所示。



图二 电气系统示意图

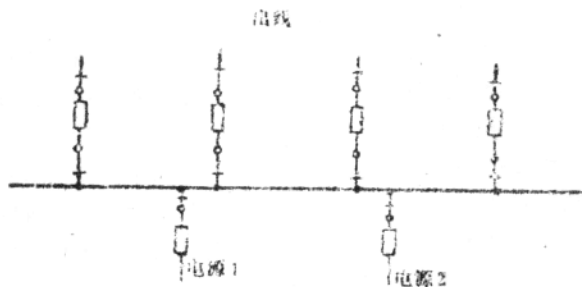
电气主接线通称一次线，是发电厂（变电所）的主要电气设备按照一定要求顺序连接起来的电路，即由发电机、变压器、互感器、断路器、隔离开关、电抗器等各种设备及其连接线组成。各设备元件用统一规定的图形符号表示出来的接线图，称为主接线图。利用它可以说明发电厂（变电所）电力输送和分配的关系以及运行方式。为了使图表达简单、清晰，在主接线图中，其三相的三条线常用单线来表示，各电气设备用统一图形符号来代表。

在设计电气主接线时，应考虑发电厂（变电所）在电力系统中的地位、有无地区负荷、可靠性和经济性问题。同时，尽可能做到简单、清楚、操作方便、检修安全，并在满足用户用电要求的原則下，力求减少投资和运行费用。

电气主接线的基本环节是发电机、变压器和引出线路。母线是中间环节，它起着汇总和分配电力的作用，有了母线可使任意数量的发电机、变压器和引出线连接在一起，设备容易扩充。电气主接线有多种形式，分述如下。

一、单母线接线

单母线接线如图三所示，这种接线简单，操作简便，断路器与隔离开关可做成可靠的联锁，避免误操作。它的优点是设备少、投资少和运行费用低。缺点是当母线发生故障或检修时要全部停电，当隔离开关检修时也要全部停电，断路器检修时断路器所在的电路（也称为回路）也要停电。这种接线方式适用于小容量和用户对供用可靠性要求不高的发电厂和变电所。

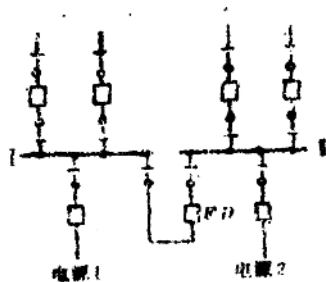


图三 单母线的接线电路

二、单母线分段的接线

单母线分段的接线如图四所示，断路器FD为分段高压断路器，它将母线分为两段，其目的是为了提提高发、供电的可靠性。正常运行时，分段断路器FD处于合闸状态，母线I、II段并列运行。当其中有一段母线发生短路时，依靠继电保护装置的作用将断路器FD和连接于该段母线上的电源回路中的断路器自动跳闸，这时故障段母线虽然停电了，但另一段母线仍可继续工作，保证一半的负荷用电，避免了母线故障全厂停电的严重后果。

单母线分段的接线虽然有上述优点，但是在故障母线段修复投入运行以前的这段时间内，电气主接线不能恢复正常运行，几乎使发电厂或变电所的二分之一出力受到限制。不过母线故障是比较少的，故这种接线在中等容量的发电厂或变电所中使用较多。

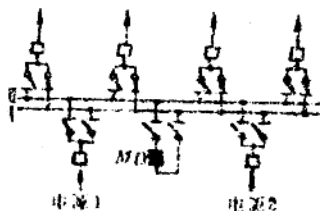


图四 单母线分段接线

三、双母线接线

双母线接线如图五所示，它的特点是具有两套母线系统，且在两套母线之间装设一台断路器MD。断路器MD的功用是联络两套母线系统的，故称它为母线联络断路器（简称母联断路器）。双母线接线在正常情况下可以有两种运行方式，其一是一套母线工作，另一套母线作备用，其二是两套母线通过母联断路器并列运行。

双母线接线与单母线分段接线相比较，可以看出前者较后者运行灵活，可靠性也较高，但设备较多，接线也较复杂。双母线接线较多地用在大、中容量的发电厂和变电所中。

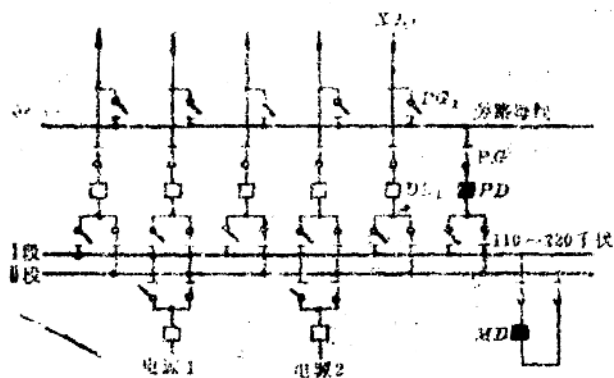


图五 双母线接线

四、双母线带旁路母线的接线

对于110~220千伏系统，每条线路的输送容量比较大，当其中有一台线路断路器需停电检修时，该条线路在断路器检修期间无法运行，影响广大地区的用电。为了解决这个问题，可在双母线基础上附加装设一套旁路母线和旁路高压断路器，它们的功用是当任何一条线路的高压断路器停电检修时，可以用旁路系统代替线路断路器，使线路照常运行。由于这种接线设备增加不多，而能有效地解决线路断路器检修期间的发、供电问题，对于线路较多的发电厂，其优点就更突出，因此它被较广泛地应用于110~220千伏的发电厂或变电所母线接线中。

双母线带旁路母线的接线，如图六所示，它是在双母线接线的基础上加了一套旁路母线和旁路电路， PQ_1 断路器为旁路断路器。



图六 双母线带旁路母线的接线

五、单母线分段带旁路母线，不设专用旁路断路器的接线

单母线分段带旁路母线的接线有两种方案，其一是在每段母线上装设一条专用的旁路断路器电路，但这个方案使用断路器较多，投资较大。其二是不装设专用旁路断路器，采用分段断路器兼作旁路断路器的接线，正常情况下，两段母线通过母线分段断路器FD和隔离开关MG₁和MG₂并列运行。母线分段隔离开关FG处于断开位置。

六、一个半断路器接线

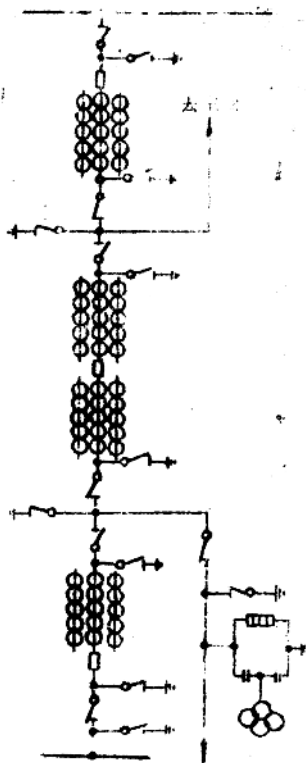
一个半断路器接线如图七（b）所示。这种接线方式一般便于处理断路器事故，与双母线带旁路母线接线相比，一个半断路器接线的投资和用地相近，缺点是如果一回路靠母线的断路器检修时，同串的另一回路故障，则两回路都将停电。

采用一个半断路器接线方式时，母线侧断路器通常用一组电流互感器，其二次绕组中有两个供给线路保护，其他两个分别供给母线保护和测量仪表。线路保护分成两组，分别接在电流互感器的不同二次绕组上。例如高频保护接一组，距离、零序电流保护接另一组，以便保护可以部分停用校验。回路串中的中间断路器所用电流互感器要供给两条线路的保护装置和测量仪表，一般需要6个二次绕组。

电压互感器的配置有三种方案：①每条线路装设一组，母线上不装设；②每组母线上装设一组，线路上不装设；③每条线路和每组母线上均装设一组。

采用一个半断路器接线时，断路器可以分别检修，线路可以带电检修。

一个半断路器接线设计上考虑各个断路器和各线路可以分别停电检修，要求继电保护二次回路相应分别停用。以便在检修、试验有关回路时，不影响运行中的设备，故二次回路各部分联系较复杂。



图七 一个半断路器接线

七、发电机—变压器组接线

凡发电机发出来的电力，可以直接经变压器升压后，送入电力系统或远方用户，此种接线方式称为发电机—变压器组接线。