

绪 论

本章重点讲述建设工程预算的基本知识和电力建设工程预算费用的构成及简单计算。

第一节 建设工程造价管理的形成和发展

建设工程造价，习惯简称为工程造价，它是指进行某项工程建设所花费的全部费用，即该建设项目（工程项目）有计划地进行固定资产再生产和形成最低量流动基金的一次费用总和。建设概预算是计算建设工程全部费用的文件，是工程设计文件中的重要组成部分。

一、工程造价管理发展史

人们对工程造价管理的认识是随着生产力的发展，随着商品经济的发展和现代科学管理的发展而不断加深的。

资本主义社会化大生产的发展，使共同劳动的规模日益扩大，分工协作越来越细、越来越复杂，对工程建设的消耗进行科学管理更加重要。以英国为例：十六世纪到十八世纪是工程造价管理发展的第一阶段。这个时期，随着设计和施工的分离并各自形成一个独立的专业后，施工工匠需要有人帮助他们对已完成的工程量进行测量和估价，以确定应得的报酬，这些人在英国被称为工料测量师。这时的工料测量师是在工程设计和工程完工后才去测量工程量和估算工程造价的，并要以工匠小组的名义与工程委托人和建筑师进行洽商。从十九世纪初开始，资本主义国家开始推行招标承包制。形势要求工料测量师在工程设计后和工程开工前就进行测量和估价，根据图纸算出实物工程量并汇编成工程量清单，并为招标者确定标底或投标者做出报价，从此，工程造价管理逐渐形成独立的专业。1881年英国皇家测量师学会成立，这个时期通常被称为工程造价管理发展的第二个阶段。至此，工程委托人能够做到在工程开工前预先了解到需要支付的投资额，但是他还不能做到在设计阶段就对工程项目所需的投资进行准确预计，并对设计进行有效的监督、控制。因此，往往在招标时或招标后才发现，按照已完成的设计，工程费用过高、投资不足，不得不中途停工或修改设计。业主为了使投资花得明智和恰当，为了使各种资源得到最有效的利用，迫切要求在设计的早期阶段做投资决策时，就开始进行估算，并对设计进行控制。另一方面，由于工程造价规划技术和分析方法的应用，工料测量师在设计过程中有可能相当准确地作出概预算，甚至在设计前作出估算，并根据工程委托人的要求使工程造价控制在限额内。这样从本世纪四十年代开始，一个“投资计划和控制制度”就在英国等商品经济国家应运而生，工程造价管理发展进入了第三阶段。

从上述工程造价管理发展史中可看出，工程造价管理专业是随着工程建设的发展和商品经济的发展而产生并且日臻完善的。这个发展过程归纳起来有以下特点：

（1）从事后算帐发展到事前算帐。即从最初反映已完工工程量的价格，逐步发展到在

开工前进行工程量的计算和估价，进而发展到在初步设计时提出概算，在可行性研究时提出投资估算，成为业主作出投资决策的重要依据。

(2) 从被动地反映设计和施工发展到能主动地影响设计和施工。即从最初的负责施工阶段工程造价的确定和结算，逐步发展到在设计阶段、投资决策阶段即对工程造价作出预测，并对设计和施工过程投资的支出进行监督和控制，进行工程建设全过程的造价控制和管理。

(3) 从依附于施工者或建筑师发展成一个独立的专业。如在英国有专业协会，有统一的业务职称评定和职业守则，不少高等院校也开设了工程造价管理专业，培养专门人才。

二、我国工程造价管理的发展史

在中国漫长的封建社会中，不少官府的建筑规模宏大、技术要求高，历代工匠积累了丰富的经验，逐步形成了工料限额管理制度，即现在我们所说的人工、材料定额。据《辑古纂经》等书记载，我国唐代就已有夯筑城台的用工定额——功。明代所编著的《工程做法》也流传至今。两千多年来，我国也有许多把技术与经济相结合从而大幅度降低工程造价的实例。

在“一五”计划期间我国的概预算制度与英国相比，其相同点是：在初步设计阶段编制概算，作为控制基本建设投资的最高限额；施工图设计阶段编制预算，作为甲乙双方结算的依据。其不同点是：我国确定了工程造价的审批程序，反映了计划经济的特点。在文革中，概预算制度被破坏，概预算对设计和施工都失去了控制。十一届三中全会后，随着我国经济体制改革的深入，适应改革开放的概预算制度正在形成。

三、我国工程造价管理工作的改革

随着社会主义市场经济的深入发展，建筑市场面临着投资主体多元化、市场主体经济成分多样化、承包方式多种化，工程造价改革的重点放在以下几个方面：

(1) 按照工程造价全过程控制和动态管理的改革思路，对计价依据实行“控制量、指导价、竞争费”的改革思想，使建筑产品成本构成要素的价格与市场价格水平相一致。

(2) 按照国际上的通常作法，进一步改革现行计价体系，统一概预算定额标准，合理确定计价定额水平。

(3) 加强工程造价管理理论和政策研究，加强工程建设的法规建设，探索符合社会主义市场经济要求的工程造价管理模式。

(4) 大胆借鉴发达国家的先进管理制度的方法，按照国际惯例探索工程风险机制，建立保险索赔制度。

第二节 建设工程概预算的基本知识和原理

一、基本建设概述

所谓基本建设就是新增固定资产的经济活动，即把一定的物资（如各种建筑材料、机械设备等）通过购置、建筑和安装等活动，转化为固定资产，形成新的生产能力或使用效益的过程。与此相联系的其它工作，如征用土地、勘察设计、筹建机构、培训生产职工等，

也都属于基本建设。

1. 基本建设的内容

基本建设工程因建设项目的不同而不同，但基本都由以下内容组成：

(1) 建筑工程：按其用途不同分为一般土建工程、特殊构筑物工程、工业管道工程、卫生工程、电气照明工程等。

(2) 设备安装工程：一般分为机械安装工程和电气设备安装工程两大类，它包括生产、动力、起重、运输、传动、医疗、实验等各种机械及电气设备的装配与安装。与设备相连的工作台、梯子等的装设，附属于设备的管线敷设，设备的绝缘、保温、油漆等工作，以及为测定安装工作质量的试车等也属于设备安装工程。

(3) 设备、工具、器具的购置：按照设计进行并达到固定资产标准的设备、工具、器具的购置和自制活动。

(4) 其他基本建设工程：除上述以外的各种基本建设工作，如土地征购、青苗赔偿、迁坟移墓、干部及生产人员培训、科学研究以及生产和办公用具的购置等。

2. 基本建设项目的构成

基本建设工程一般可划分为建设项目、单项工程、单位工程。

(1) 建设项目：基本建设项目（简称建设项目）是指具有设计任务书，经济上实行统一核算，行政上具有独立组织形式的基本建设单位。一般的企事业单位的建设工程都可作为一个建设项目，如一个工厂、一所学校。

(2) 单项工程：单项工程又称工程项目，是建设项目的组成部分，是指在建设项目中具有单独的设计文件，竣工后能独立发挥生产能力或使用效益的工程实体。如学校的办公楼、食堂、宿舍工程等。

(3) 单位工程：单位工程是单项工程的组成部分，是指具有单独的设计文件，可以独立组织施工的工程实体。通常按照单项工程所包含的不同性质的工程内容，根据能否独立施工的要求，将一个单项工程划分为若干个单位工程。如一个变电站的建设由建筑物、配电装置安装、变压器安装等单位工程组成。

3. 基本建设程序

所谓基本建设程序就是在进行基本建设工作中必须遵循的先后顺序，即是指基本建设项目从决策、设计、施工到竣工验收整个过程中各个阶段及其先后次序。基本建设程序一般为：

(1) 可行性研究：根据发展国民经济的远景规划，对建设项目进行可行性研究，使建设项目的决策建立在科学的基础之上。这就需要做确切的工程地质和水文地质勘察、地形测量、科学研究、地震气象、环境保护等资料的收集，并在此基础上论证建设项目在技术上、经济上和生产力布局上的可行性，由此做多方案的比较，推荐出最佳方案，作为编制设计任务书的依据。

(2) 编制设计任务书：设计任务书是确定基本建设项目，编制设计文件的主要依据，它在基本建设程序中起着主导作用。设计任务书一方面把国民经济计划落实到建设项目上，另一方面使项目建设及建成投产后所需的人、财、物有可靠保证。一切新建、扩建、改建项

目都要根据国家发展国民经济的计划和要求，按照项目的隶属关系，由主管部门组织计划、设计等单位编制设计任务书。

(3) 编制设计文件：建设项目的任务书经批准后，主管部门指定设计单位或由招标投标的设计单位，按照设计任务书的要求编制设计文件。设计文件是安排建设项目和组织工程施工的主要依据。五十年代的设计工作分三个阶段：即初步设计、技术设计、施工图设计。1958年以后三阶段设计改为二阶段设计。现在大中型项目，一般采用两阶段设计，即初步设计和施工图设计。对于技术上复杂而又缺乏设计经验的项目经主管部门确定后，可增加技术设计阶段。

(4) 建设准备工作：要保证施工的顺利进行，就必须做好各项准备工作。新建工程或扩建工程超过原有容量的可组建筹建机构，负责建设和生产的各项准备工作。

(5) 列入国家的年度计划：一切建设项目都要纳入国家计划，进行综合平衡，争取投资和自筹资金。

(6) 组织施工：建设项目列入国家年度计划后，要充分做好建设准备工作，在具备条件之后才能开工建设。由于基本建设需用大量的物资和施工力量，主管部门要根据年度计划，对建设项目进行施工安排，确定建设项目先后次序，达到计划、设计、施工三个环节互相衔接。尽可能做到资金、工程内容、施工图纸、设备材料、施工力量等五个方面的落实，保证全面完成基建计划。

(7) 生产准备：为了保证项目完成后能及时投产，建设单位要根据建设项目的生产技术特点，组成专门的生产筹备机构，抓好人员培训等生产准备工作。

(8) 竣工验收：所有建设项目，按批准的设计文件规定的内容建成，并经联合试运转考核达到生产能力后，都应及时组织验收交付使用。

二、建设工程预算的作用

在基本建设中，建设工程概预算是国家确定建设投资、建设单位确定工程造价、编制建设计划、建设银行拨付工程价款、施工单位签订经济合同、推行投资包干制和招标承包制的主要依据。建设工程概预算包括投资估算、设计概算、施工图预算、测算标底、竣工结算和竣工决算。工程概预算是工程造价管理的两大任务之一。工程造价管理的两大任务：一是对工程造价的测算，即在合理的确定工程造价的构成和水平的基础上，在设计、建设各阶段正确编制估算、概算、预算、合同价、结算价和竣工决算；二是对工程造价的控制，即在投资决策、设计、招标承包、施工、竣工阶段，把技术与经济紧密结合起来，有效控制造价，使工程实际投资不超过批准的造价限额。

根据设计和建设阶段的不同，概预算起着不同的作用：

(1) 投资估算的作用：可行性研究阶段的投资估算是国家确定建设工程项目的主要决策依据之一，它既是核定建设项目总投资的经济文件，也是编制设计任务书的依据之一。

(2) 概算的作用：初步设计阶段编制的概算是基本建设项目初步设计文件的重要组成部分。它反映基本建设的投资额；是国家控制基本建设项目投资的最高限额；是编制基本建设计划的依据；是控制施工图预算，考核设计的经济合理性和建设成本的依据；是实行

基本建设投资包干或招标标底的依据。

(3) 预算的作用：施工图阶段编制的预算是建设单位确定工程造价、编制建设计划、建设银行拨付工程价款、施工单位签订经济合同、推行投资包干制和招标承包制的主要依据。同时，也是建设单位与施工单位进行工程价款结算和拨付工程款的依据。

(4) 竣工结算的作用：基本建设工程项目建成投产后，建设单位应与施工单位进行工程价款的最后结算。其目的主要是考核工程项目投资使用效果的好坏，同时可将施工实践的技术经济数据，经过整理加工后，为修订定额提供可靠的依据。

(5) 竣工决算的作用：基本建设竣工决算是建设项目或单项工程竣工后，由建设单位向国家报告建设成果和财务状况的总结性文件。它反映工程建设项目的实际造价和建设交付使用的固定资产和流动资产的详细情况，作为财产交接和考核交付使用财产成本以及使用部门建立财产明细表和登记新增财产价值的依据。

综上所述，概预算工作是建设项目造价的管理工作，它相当于工业产品价格的制定和管理。因此，概预算工作是基本建设现代化管理的基础工作之一。它对于改善经营管理、生产管理，实行经济核算，考核工程成本，参与国内市场竞争，提高投资效益等都具有极其重要的作用。

三、工程概预算的原理

目前，我国建设工程预算普遍采用定额预算法，又称分部组合计价法，这是一种按分析法的思路从微观到宏观求得工程造价的方法。

定额预算法是将一个建设项目划分成若干个单项工程，每个单项工程又划分成若干个单位工程，以单位工程为编制单位，分别按定额规定的原则计算工程量，然后套定额。经汇总的单位工程费，再由单位工程逐级综合得到建设项目总造价的一种方法。电力工程项目是建设项目中的一个重要组成部分，它包含了多个专业类别：土建、锅炉、汽轮机、配电装置、输电线路及通信等部分。各类工程的内容和施工方法各不相同，但编制预算的原理和具体方法是完全一致的，其中一个重要的基础工作就是对建设项目进行分解。

根据《电力工业基本建设预算项目及费用性质划分办法》的规定，项目划分一般分为三级，第一级为扩大单位工程，第二级为单位工程，第三级为分部工程。第一级扩大单位工程是按独立生产系统进行划分的。例如热力系统中的锅炉机组、汽轮发电机组、汽水管道系统等。第二级单位工程是指具有单独设计项目，可以独立施工，并能单独发挥效用的。例如运煤设备、码头、卸煤站台等。第三级分部工程是对单位工程的进一步分解，是按工程部位、设备种类划分的。如热力系统中的冷风道、热风道等。现以热力系统为例来表示项目的三级划分：

热力系统：

- 1 锅炉机组（第一级：扩大单位工程）；
 - 1.1 锅炉本体（第二级：单位工程）；
 - 1.1.1 组合安装（第三级：分部工程）；
 - 1.1.2 分部试验及试运（第三级：分部工程）。

关于项目划分的具体问题，将在以后各篇中按专业再分别讨论。

第三节 电力建设工程预算费用的构成和预算编制的深度

一、电力建设工程预算费用的构成

火电、送变电工程建设预算费用是由建筑工程费、设备购置费、安装工程费、其他费用和价差预备费、建设期贷款利息、铺底生产流动资金组成，详见表 0-1、表 0-2、表 0-3、表 0-4。

表 0-1 火电工程单位工程安装费及设备购置费计算内容与步骤表

序号	费用名称	计算基数	费率 (%)				
1	直接工程费						
1.1	基本直接费						
1.1.1	人工费	定额人工费					
1.1.2	材料费	定额材料费+装材费					
1.1.3	机械费	定额机械费					
1.1.4	地区工资性津贴性补差	人工费	(工程所在地工资补贴单价-1.91)/工程所在地人工单价				
1.2	其他直接费						
1.2.1	冬雨季施工增加费	人工费	地区分类				
			I	II	III	IV	V
			9.96	14.10	21.58	28.27	31.54
1.2.2	夜间施工增加费	人工费	5.81				
1.2.3	施工用具使用费	人工费	14.10				
1.2.4	特殊工程技术培训费	热力系统各单位工程人工费	单机容量 (MW)				
			≤125	≤250	≤400	≤600	
			20.23	16.44	13.30	10.69	
1.2.5	特殊地区施工增加费		按工程所在地省、自治区、直辖市主管部门规定计列				
1.3	现场经费						
1.3.1	临时设施费	基本直接费	地区分类				
			I	II	III	IV	V
			4.80	5.26	5.60	5.83	6.06
1.3.2	现场管理费	人工费	42.96				
2	间接费						
2.1	企业管理费	人工费	69.93				
2.2	财务费用	基本直接费	2.5				
2.3	施工机构转移费	人工费	单机容量 (MW)				
			≤125	≤250	≤400	≤600	
			18.46	17.34	15.77	14.08	
3	计划利润	1+2	7.00				
4	税金	1+2+3	按施工企业所在地税率计列。如无特殊规定，一般按：市区 3.35；城镇 3.28。				
5	设备购置费						
5.1	设备原价	合同价或信息价					
5.2	设备运杂费						

续表

序号	费用名称	计算基数	费率 (%)	
5.2.1	主设备运杂费	主设备原价	铁路、公路:100km 及以内为 1.5%; 超过 100km, 每增加 100km 费率增加 0.25%; 不足 100km 按 100km 计取	公路: 50km 及以内为 1.06%; 超过 50km 时, 每增加 50km 费率增加 0.5%; 不足 50km 按 50km 计取
5.2.2	其他设备运杂费	其他设备原价	铁路、水路	公路
			上海、天津、北京、辽宁、江苏 3.5%	与主设备相同
			浙江、安徽、山东、山西、河南、河北、黑龙江、吉林、湖南、湖北 4%	
			陕西、江西、福建、四川 5%	
			内蒙、云南、贵州、广东、广西、宁夏、甘肃 (武威以东) 6%	
			新疆、青海、甘肃 (武威以西) 7.5%	
			西藏 具体测算	

表 0-2 变电工程单位工程安装费及设备购置费计算内容与步骤表

序号	费用名称	计算基数	费率 (%)				
1	直接工程费						
1.1	基本直接费						
1.1.1	人工费	定额人工费					
1.1.2	材料费	定额材料费+装材费					
1.1.3	机械费	定额机械费					
1.1.4	地区工资性津贴性补差	人工费	(工程所在地工资补贴单价-1.91)/工程所在地人工单价				
1.2	其他直接费						
1.2.1	冬雨季施工增加费	人工费	地区分类				
			I	II	III	IV	V
			9.07	12.85	19.66	25.75	28.74
1.2.2	施工工具用具使用费	人工费	8.34				
1.2.3	特殊地区施工增加费		按工程所在地省、自治区、直辖市主管部门规定计列				
1.3	现场经费						
1.3.1	临时设施费	基本直接费	地区分类				
			I	II	III	IV	V
			2.70	3.15	3.45	3.82	4.20
1.3.2	现场管理费	人工费	39.75				
2	间接费						
2.1	企业管理费	人工费	65.29				
2.2	财务费用	基本直接费	2.5				
2.3	施工机构转移费	人工费	电压等级 (kV)				
			≤220	330	500		
			15.69	13.62	12.46		
3	计划利润	1+2	7.00				
4	税金	1+2+3	按施工企业所在地税率计列。如无特殊规定,一般按:市区 3.35; 城镇 3.28				

续表

序号	费用名称	计算基数	费率 (%)	
5	设备购置费			
5.1	设备原价	合同价或信息价		
5.2	设备运杂费			
5.2.1	主设备运杂费	主设备原价	铁路、公路:100km 及以内为 1.5%; 超过 100km, 每增加 100km 费率增加 0.25%; 不足 100km 按 100km 计取	公路: 50km 及以内为 1.06%; 超过 50km 时, 每增加 50km 费率增加 0.5%; 不足 50km 按 50km 计取
5.2.2	其他设备运杂费	其他设备原价	铁路、水路 上海、天津、北京、辽宁、江苏 3.5% 浙江、安徽、山东、山西、河南、河北、黑龙江、吉林、湖南、湖北 4% 陕西、江西、福建、四川 5% 内蒙、云南、贵州、广东、广西、宁夏、甘肃 (武威以东) 6% 新疆、青海、甘肃 (武威以西) 7.5% 西藏 具体测算	公路 与主设备相同

表 0-3 送电工程单位工程安装费计算内容及步骤表

序号	费用名称	计算基数	费率 (%)					
1	直接工程费							
1.1	基本直接费							
1.1.1	人工费	定额人工费						
1.1.2	材料费	定额材料费+装材费						
1.1.3	机械费	定额机械费						
1.1.4	地区工资性津贴性补差	人工费	(工程所在地工资补贴单价-1.91)/工程所在地人工单价					
1.2	其他直接费							
1.2.1	冬季施工增加费	人工费	地区分类					
				I	II	III	IV	V
			工地运输及土石方	4.60	6.52	9.95	13.00	14.55
			其他部分	8.70	12.27	18.76	24.53	27.42
1.2.2	施工工具用具使用费	人工费	工地运输及土石方		4.20			
			其他部分		7.90			
1.2.3	特殊地区施工增加费		按工程所在地省、自治区、直辖市主管部门规定计列					
1.3	现场经费							
1.3.1	临时设施费	基本直接费	地区分类					
			I	II	III	IV	V	
			1.42	1.69	1.89	2.09	2.29	
1.3.2	现场管理费	人工费	工地运输及土石方		14.54			
			其他部分		27.57			
2	间接费							
2.1	企业管理费	人工费	工地运输及土石方		31.41			
			其他部分		51.47			
2.2	财务费用	基本直接费	2.7					

续表

序号	费用名称	计算基数	费率 (%)			
			电压等级 (kV)			
2.3	施工机构转移费	人工费	≤220	330	500	
			工地运输及土石方	4.60	3.84	3.43
			其他部分	8.66	7.30	6.50
3	计划利润	1+2	5.00			
4	税金	1+2+3	按施工企业所在地税率计列。如无特殊规定，一般按： 市区 3.35；城镇 3.28			

表 0-4 地区分类表

地区分类	省、市、自治区名称
I	上海、江苏、安徽、浙江、福建、江西、湖南、湖北、广东、广西、海南
II	北京、天津、山东、河南、河北（张家口、承德以南地区）、云南、贵州、四川
III	辽宁（盖县及以南）、陕西（榆林以南地区）、山西、河北（张家口、承德及以北）
IV	辽宁（盖县以北）、陕西（榆林及以北）、内蒙赤峰市、乌兰察布盟、哲里木盟、兴安盟、锡林郭勒盟（锡林浩特以南各旗）、新疆（伊犁地区及哈密地区以南）、吉林、甘肃、宁夏
V	黑龙江、青海、西藏、新疆（伊犁地区及哈密地区以北、含伊犁、哈密）、内蒙除上述四类地区以外的其它地区

二、预算编制深度及表现形式

预算书的表现形式与深度，要符合量价足、经济分析和积累经济指标等要求。因此，必须按照《电力工业基本建设预算管理制度及规定》（以下简称《预规》）中规定的表格形式、项目划分办法的内容、排列次序、费用性质划分等要求逐项编制汇总。其编制的深度和内容表现在说明书和统一规定的各种预算表上。

初步设计概算书和施工图预算书有以下内容：

- (1) 说明书（包括投资分析）。
- (2) 工程概况及主要技术经济指标表，即《预规》中的表五甲、表五乙、表五丙（见附录八、附录九、附录十）。
- (3) 总预（估、概）算表，即《预规》中的表一甲、表一乙（见附录十一、附录三）。
- (4) 专业汇总预算表，即《预规》中的表二甲，表二乙（见附录一、附录四）。
- (5) 单位工程预算表，即《预规》中的表三甲、表三乙、表三丙（见附录二、附录六、附录七、附录五）。
- (6) 其他费用表，即《预规》中的表四（见附录十七、附录十八）。
- (7) 附件及附表（见附录十二、附录十三、附录十四、附录十五、附录十六）。

第一篇 热力设备安装工程预算

第一章 热力设备安装工程基础知识

本章主要阐述发电厂热力系统工程专业知识，内容包括热力系统、热力设备及热力附属设备和相应安装工程施工图识图。

第一节 热 力 系 统

一、热力系统的组成

发电厂的热力部分是由各种不同功用的设备，按照汽水循环途径以管道连接起来组成的系统，称为“热力系统”。热力系统是一个整体，是表示发电厂运行时热力循环状态的特征。发电厂最简单的热力系统是由锅炉、汽轮发电机组、凝汽器、凝结水泵、抽气器、低压加热器、除氧器、给水泵、高压加热器、连续排污扩容器以及化学软化水加热器等设备组合而成。

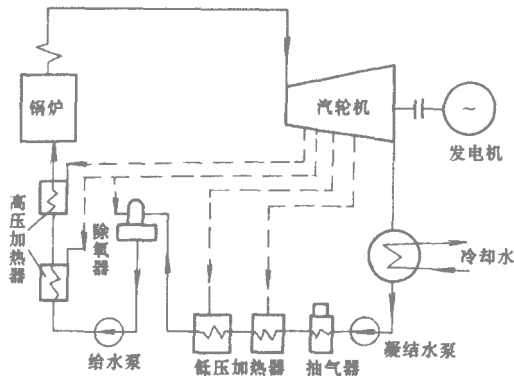


图 1-1 凝汽式发电厂热力系统

图 1-1 表示一个凝汽式发电厂简单的热力系统流程。新蒸汽在汽轮机内做功后，将蒸汽排入凝汽器。蒸汽经过冷却后，变为凝结水，由凝结水泵将凝结水送入蒸汽抽气器内，经低压加热器送至除氧器。凝结水在除氧器内与补充软化水混合进行除氧，然后经给水泵升压送至高压加热器加热，将给水温度提高到所需的温度后送入锅炉，产生湿蒸汽（即饱和蒸汽），再进入过热器将湿蒸汽干燥过

热后进入汽轮机。水和蒸汽在一系列的装置中循环而使各个装置发生功用，使燃料的化学能转变为热能，再将热能转变为机械能，最后将机械能转变为电能。热能转变为机械能是所凭借的工质——水和蒸汽在各个装置中循环做功而完成。

二、热力系统管道

发电厂热力系统管道是指所有运行的和备用的热力设备相互间连接的水管、蒸汽管、阀门及管子附件等。热力循环系统按功能可划分为下列主要管道系统：① 主蒸汽管道系统；给水管道路系统；回热抽气管道系统；除氧器和给水箱管道系统；补充水管道路系统；⑥ 疏水管道路系统；⑦ 排污管道系统；⑧ 循环冷却水管道路系统。

1. 主蒸汽管道系统

主要包括由锅炉到汽轮机以及减温减压器、汽动给水泵等用汽设备的管道、附件。

常用的主蒸汽管道有单元制系统、切换单母管制系统、单母管集中制系统和扩大单元制系统四种。

(1) 单元制系统如图 1-2 所示。单元制系统的特点是一炉配一机，系统简单，管道长度短，附件少，无母管，投资低，压力损失少。其缺点是一个单元内有一处故障，都会使整个单元停运。由于各台机炉之间不能交叉工作，也不能与备用锅炉连接，在机炉容量不配套的情况下，锅炉富裕容量不能发挥作用。大容量高温高压机组一般采用单元制系统。

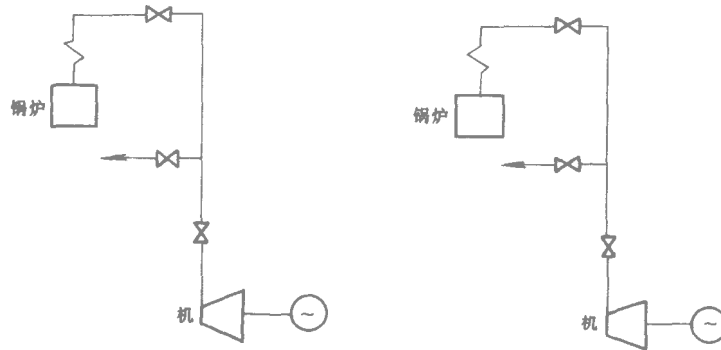


图 1-2 单元制主蒸汽管道系统

(2) 切换单母管制系统如图 1-3 所示。切换单母管制系统的特点是每一台锅炉与相配合的汽轮机连接，由锅炉至汽轮机的蒸汽管经过支管与切换母管相连接，机炉可以交叉运行，通至减温减压器和汽动给水泵等设备去的管道可以从母管上接出。采用此系统的基本条件是各机炉容量基本上配套，当锅炉容量有一定富裕及热电厂由于供热系统的特殊需要，必须通过母管交换一部分蒸汽时，可采用本系统。该系统的主要优点是运行灵活、简单、可靠、可充分利用锅炉的富裕量，大多数中、小型发电厂多采用此系统。

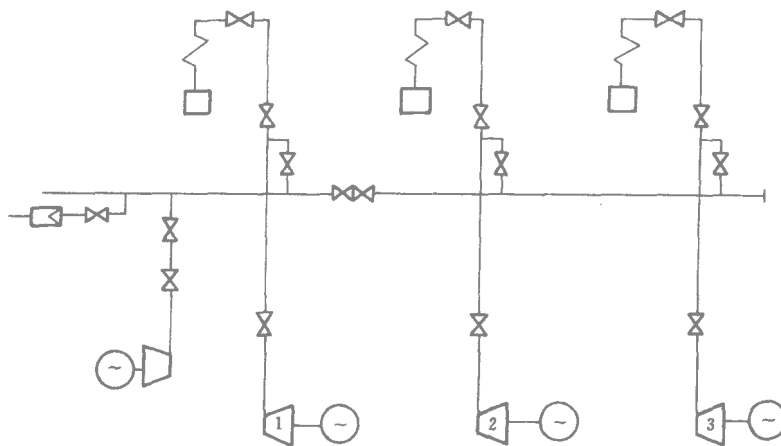


图 1-3 切换单母管制主蒸汽管道系统

(3) 单母管集中制系统如图 1-4 所示。单母管集中制系统的特点是锅炉与集汽母管相联，蒸汽从集汽母管再分送至汽轮机、减温减压装置及汽动给水泵等。在本系统的集汽母管上装有分段阀门两个，以确保在发生故障时，不使发电厂全部停止运行。该系统简单，布置方便，运行可靠，但灵活性比切换单母管制系统差。目前一般中、小型发电厂较少采用此系统。

(4) 扩大单元制系统如图 1-5 所示。扩大单元制系统是介于单元制和切换母管之间的一种扩大单元制，它与单元制系统相比多一条母管，使机炉可以交叉运行；与切换母管制相比可以节省高压阀门。在单机容量为 50~100MW 机组的发电厂中有采用这种系统的。

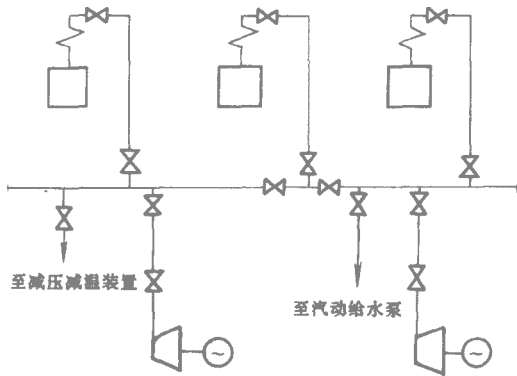
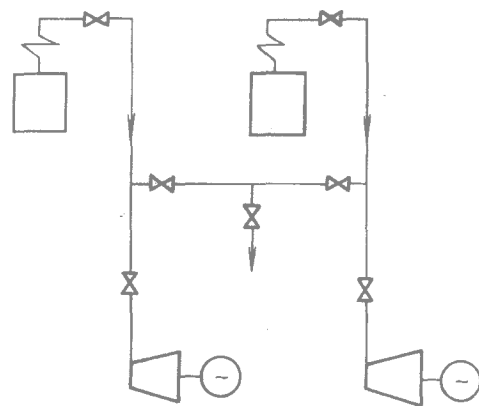


图 1-4 单母管集中制主蒸汽管道系统图



1-5 扩大单元制主蒸汽管道系统

对上述四种主蒸汽管道系统，从设计、实践运行方面来看，近代发电厂的高温高压机组均采用单元制系统，中压机组多采用切换母管制系统。

2. 给水管道系统

给水管道系统由高压给水管道系统和低压给水管道系统两部分组成。高压给水管道系统是指从给水泵出口至母管经高压加热器至锅炉给水阀的全部管道。低压给水管道系统是指从除氧器水箱至给水泵入口范围内的全部管道。由于锅炉缺水将会引发严重故障，因此要求给水管道系统必须安全可靠地向锅炉供水，以及在发电厂任何运行方式和发生任何故障的情况下，都应保证向锅炉供水。

(1) 高压给水管道系统。在目前运行的发电厂中，采用较多的高压给水管道系统有两种形式，即锅炉房切换单母管系统和给水压力母管分段系统。

1) 锅炉房切换单母管系统如图 1-6 所示。该系统在锅炉房为切换单母管，给水泵的压力母管为一条。给水泵出口的压力水可以直接经过高压加热器进入锅炉间，也可以先经切换母管再进入高压加热器和锅炉间。采用单母管可以大大降低管道与阀门的造价，并节省钢材。系统事故也随着管路、阀门及附件的减少而减少，提高了运行安全性，在现代发电厂中已被广泛采用。该系统中有一条用于连接给水压力母管和锅炉给水母管的冷供管，在汽轮机起动或当高压加热器发生事故时（或停运检修时），使用这条管路。冷供管又可用于在调节给水温度以及在锅炉点火时灌水和冲洗过热器。

2) 给水泵压力母管分段系统如图 1-7 所示。该系统给水泵压力母管为单母管分段制，用

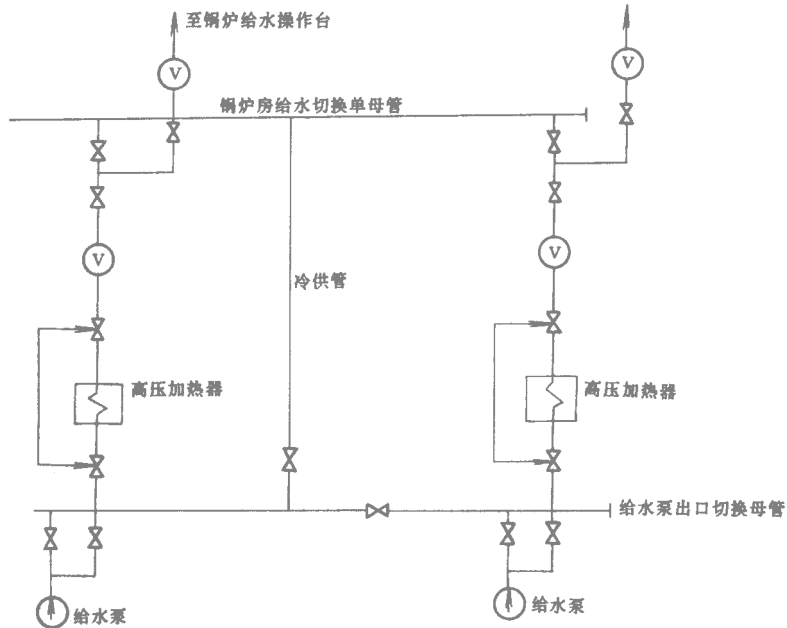


图 1-6 锅炉房切换单母管系统

分段闸门将单母管分段。锅炉的给水总管采用两条。由给水泵的压力母管经高压加热器进入锅炉给水双总管，每一给水泵的压力侧（水流方向）应装设逆止阀，以免当给水泵停止时，给水泵和进水管受到过多的压力。该系统的运行十分可靠，在高压发电厂中采用较多。

(2) 低压给水管道系统。低压给水管道系统也有两种形式，即单母管分段系统与切换母管系统。

1) 单母管分段系统如图 1-8 所示。本系统布置简单，在低压给水母

管扩建时，隔离分段阀后的备用给水泵仍能运行。缺点是当与母管有关的阀门发生事故时，将影响分段内的所有给水泵和除氧器的正常运行。

2) 切换母管系统（如图 1-9 所示）。本系统调度灵活，事故范围小（只影响一台除氧器和一台给水泵），扩建时不影响原有系统的运行。

3. 回热加热器管道系统

回热加热器管道系统是指高、低压加热器与加热蒸汽、疏水、主凝结水和给水的管道，以及切换管道、旁路管道等连接的系统。回热加热器管道系统是发电厂热力系统的重要组

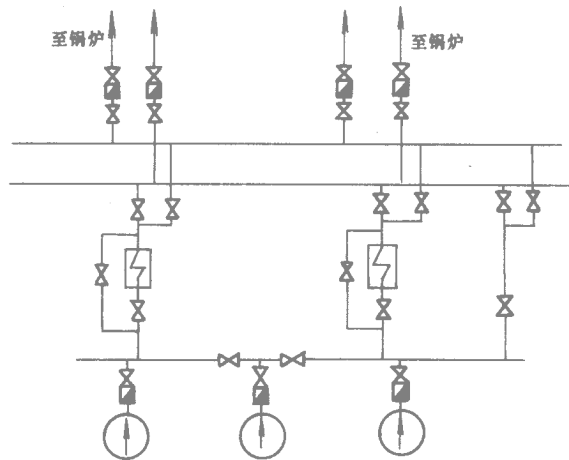


图 1-7 给水泵压力母管分段系统

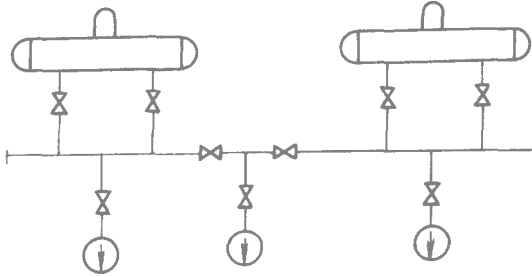


图 1-8 单母管分段系统

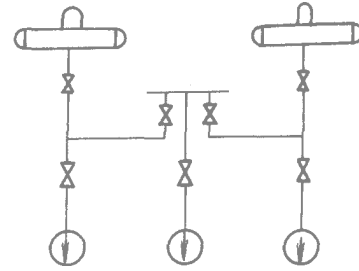


图 1-9 切换母管系统

成部分，它对发电厂的安全经济运行起着重要的作用。根据回热加热器的不同种类，疏水、过热蒸汽冷却器不同的连接方式，可组成各式各样的回热系统，其经济性也各有差异。下面分别介绍一般高压回热加热器管道系统与低压回热加热器管道系统的连接方式。

图 1-10 为高压回热加热器管道系统的一般连接方式。第一级与第二级抽汽分别送入 #1 高压加热器及 #2 高压加热器。在第一级抽汽管路上装有压力自动调整阀，能自动保持给水温度；在第二个加热器管路上布置有泄水器、闸阀、旁路通道及疏水排向地沟的支管。给水由除氧器水箱经过 #1、#2 高压加热器送入锅炉。考虑到加热器容易发生事故，因此各装有备用旁路通道，当加热器发生故障时，给水可通过此通道进入锅炉。

图 1-11 为低压回热加热器管道系统的一般连接方式。第三、四级抽汽分别进入 #3、#4 低压加热器，凝结水经 #3、#4 加热器后进入除氧器。在抽汽管路上装设有旁路通道，如果 #3 或 #4 加热器发生事故，凝结水可不经加热器而进入除氧器，以保证锅炉不因加热发生故障而停止工作。

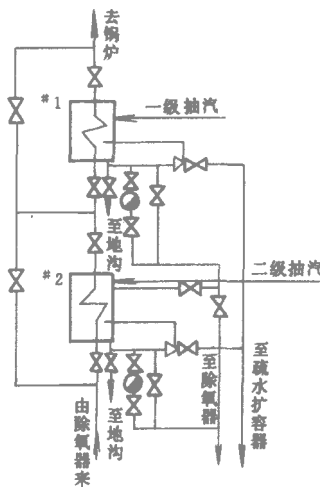


图 1-10 高压回热加热器管道系统

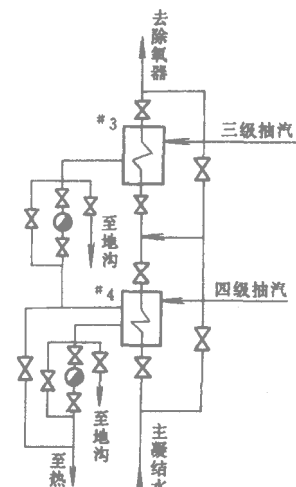


图 1-11 低压回热加热器管道系统

4. 除氧器和给水箱管道系统

除氧器和给水箱管道系统包括由化学水处理来的补充水管、主凝结水管，疏水箱来的疏水管、加热蒸汽管及除氧器给水箱之间的平衡管、疏水管、溢流管等管道。

除氧器是火电厂回热系统中的一个混合式加热器。为了适应负荷变动时给水的波动，保证锅炉给水不间断，除氧器下设有有一个储水箱——除氧水箱。习惯上把除氧器和与之相连的水箱统称为除氧器。

图 1-12 为两台并列运行的大气压力式除氧器和水箱的管道系统。除氧器的加热蒸汽引进除氧器本体的底端，所有被加热的水引进除氧器顶部的配水槽中。

为了使两台除氧器的工况一致，除氧器给水箱的蒸汽空间和容水空间，都用平衡管连接起来。

5. 疏水系统

疏水系统是将蒸汽管路及设备中的凝结水、积水以及水容器的溢水收集、处理的系统。为了充分利用疏水本身的热量，因此对一部分疏水（即管道中蒸汽的凝结水）送到疏水箱或直接送入除氧器，另一部分流入漏斗排出去。

疏水系统包括以下三部分：

(1) 自由疏水。这部分疏水是无压力的，疏水出口一般装在每个管段隔开的最低点和管段转弯的升高处。自由疏水排入疏水箱或低位水箱。

(2) 经常疏水（又称自动疏水）。在饱和蒸汽管及过热蒸汽管的端头，装设泄水器或针孔疏，用作周期性的水排出，通到疏水扩容器加以利用。

(3) 起动疏水。这是在暖管时及在管道停用后排出蒸汽使用的。起动疏水设置在隔离管段的端头及管道转弯最低点，如管道的 U 形、Ω 形伸缩节等。起动疏水一般通到定期排污扩容器或疏水扩容器。

火电厂的疏水系统包括疏水器、疏水膨胀箱、疏水箱、低位水箱、疏水泵以及将上述连接起来并保证其可靠运行的管道和阀门附件等，如图 1-13 所示。

6. 锅炉排污水系统

中低压锅炉一般设单级排污扩容装置；高压锅炉一般设置双级排污扩容装置。近代大型高压汽包式锅炉均采用独立的排污扩容器和集中的热交换器装置，以充分利用扩容器排污水的热能，通过热交换器来预热供给锅炉的补充水。一般电厂中每台锅炉装设一套排污扩容器，但排污水冷却器则通常在全厂集中装一个或两个，用来加热锅炉的补充水。

图 1-14 为两级连续排污扩容器及定期排污扩容器的连接系统。来自锅炉的连续排污水经节流孔后，压力降低，进入第一级排污扩容器，产生的蒸汽进入高压除氧器，排污水进入第二级排污扩容器。当第二级排污扩容器的进口阀门发生事故时，排污水可直接排到定期排污扩容器，然后排入地沟。

通过第二级排污扩容器后产生的二次蒸汽可通到低压加热器中，余下的排污水进入排污冷却器，预热化学补充水后排至地沟。

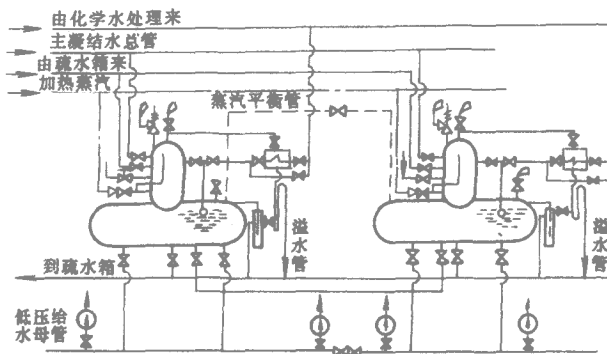


图 1-12 两台并列运行的大气压力式除氧器管道系统

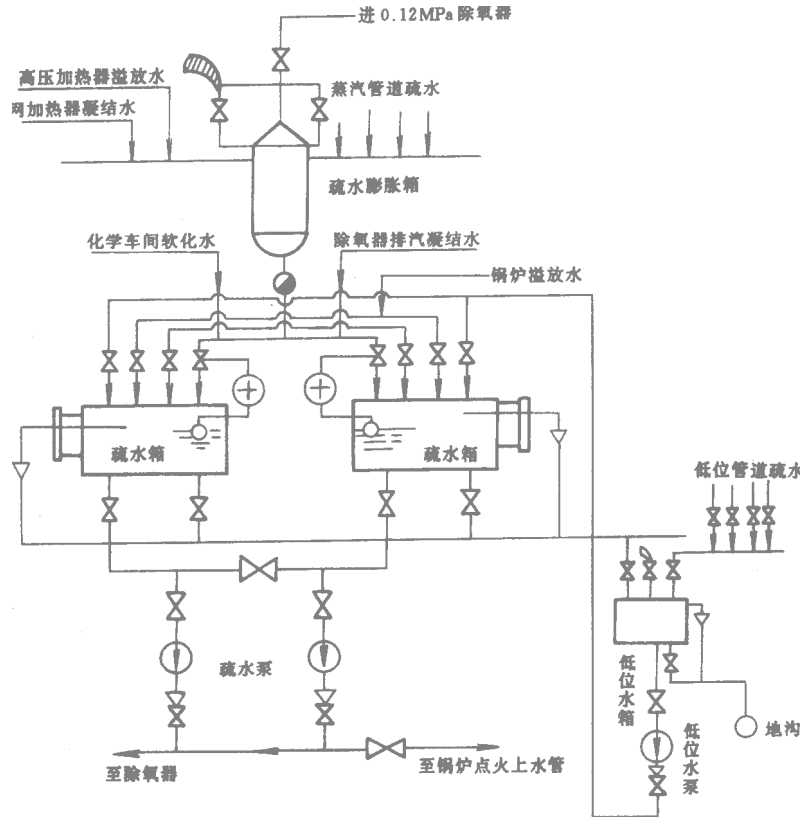


图 1-13 火电厂疏水系统

7. 再热机组旁路系统

再热机组设置旁路系统的主要功用如下：

(1) 回收工质。设置旁路系统后，在启动、停机及汽轮机甩负荷时，对多余的蒸汽经旁路减温减压后排入凝汽器，收回工质。

(2) 加速机组启动。高温高压机组一般均采用滑参数启动。在启动过程中根据不同阶段的需要，应不断调整锅炉汽温、汽压和蒸汽流量。如果只靠采用调整锅炉的燃料量是难以达到目的的。设置旁路系统后，可加大锅炉蒸发量，对多余的蒸汽经旁路系统进入凝汽器，便于锅炉调整汽温、汽压，以满足汽轮机启动过程中的需要。

旁路系统的容量是根据锅炉稳定运行的最低负荷与再热器冷却所需蒸汽流量来确定的。旁路系统有一级旁路系统（又称一级大旁路系统）和二级串联或并联旁路系统。

图 1-15 为一级大旁路系统。由锅炉来的一次蒸汽经大旁路减温减压后，进入凝汽器喉部进一步降温降压后排入凝汽器。

图 1-16 为二级串联旁路系统。由锅炉来的一次蒸汽经一级旁路减温减压后进入锅炉再热器，经再热器后出来的二级蒸汽进入二次旁路减温减压后排入凝汽器。二级旁路串联系统，已广泛应用在锅炉再热器需要保护的机组上。国产 20 万 kW 机组大多采用这种系统。

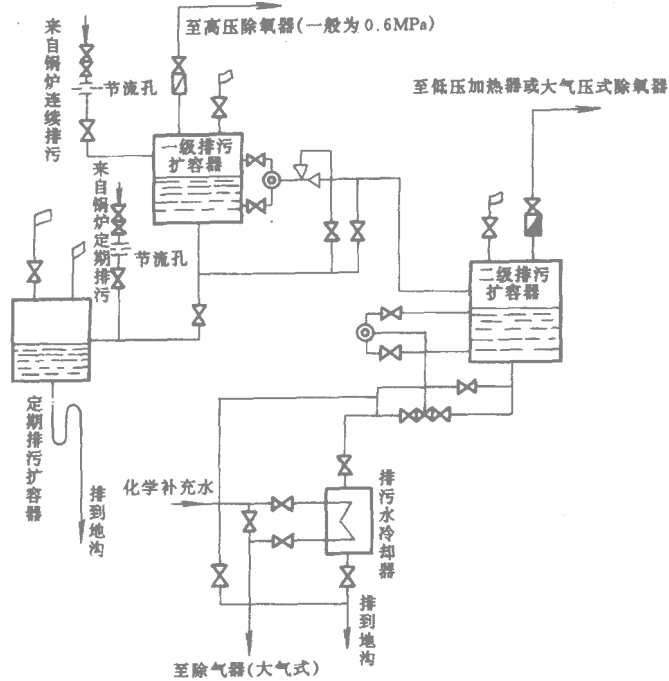


图 1-14 两级连续排污扩容器连接系统

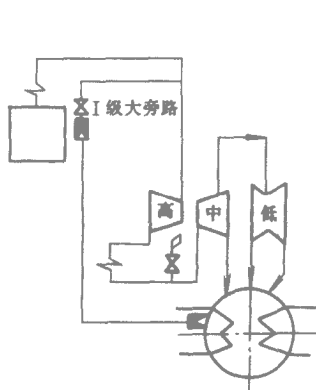


图 1-15 一级大旁路系统

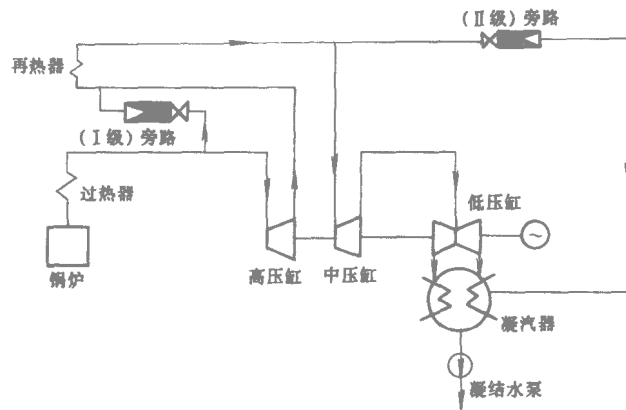


图 1-16 二级串联旁路系统

第二节 热 力 设 备

一、锅炉及其辅助设备

锅炉设备是火力发电厂的主要设备之一。它的任务是使燃料燃烧，将燃料的化学能转变成热能，给水加热，使之成为一定数量和具有一定压力和温度的蒸汽。

锅炉设备由锅炉本体和辅助设备两大部分组成。锅炉设备的组成如表 1-1 所示。

构成锅炉本体的主要部件有炉膛、汽包、过热器、省煤器和空气预热器等。而送风机、