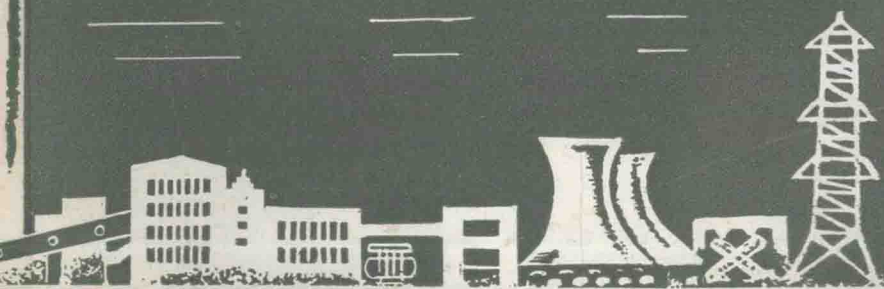


火电建设类中级工培训教材

汽轮机安装及试运行

(试用本)



西北电力建设局编

火电建设类中级工培训教材

汽轮机本体安装 及试运行

江苏工业学院图书馆

藏书章

(试用本)

西北电力建设局编

火电建设类中级工培训教材

汽轮机安装及试运行

(试用本)

西北电力建设局编

解放军 7226 厂印刷

一九八五年十月第一次印刷

313 千字 14.75 印张

印数：7,500

定价：2.30 元

内 容 提 要

本书是汽机安装中级工培训专业课教材。是在初级工培训教材的基础上增加了深度和广度，并以国产大型再热式机组为主要内容而编写的。内容有：汽轮机的主要热力系统、管道安装基础知识、汽轮机本体主要部套的结构以及调节系统的试验与调整、汽轮发电机设备的安装及检修、刚性转子高速动平衡、汽缸保温、汽轮机整套启动及试运行。

本书在编写过程中，力求做到与现场实际相结合，对施工工艺采取了分析比较的方法，以便在施工中择优选用；并对试运行中常出现的设备事故编写了常用的主要检修工艺；还结合试运中的主要监督内容做了较详细的叙述。这些对提高安装质量和防止恶性事故的发生，都将起到一定的作用。

本书还可供电厂汽机检修工和初级技术人员参考。

前 言

火电建设类中级工技术理论培训教材是水利电力部委托西北电力建设局组织编写的。包括机、炉、电、送、变电安装、焊接、起重等十个工种、十九种教材。其中基础课教材六本，专业课教材十三本。

这套教材是根据原电力工业部颁发的《工人技术等级标准》中有关工种的四——六级工“应知”部分，结合我国现阶段火电建设的施工需要编写的。在内容选择方面既注意了和学徒工、初级工技术理论培训教材的衔接，又照顾了课程自身必不可少的系统性、完整性。在编写过程中强调了要突出一个“新”字，能反映我国八十年代火电设备和施工水平；围绕一个“用”字，教材内容的详简取舍都着眼于施工实际需要，学以致用，以提高工人操作技能、工艺水平，提高施工质量，提高劳动生产率的目的；在文字表达方面力求简明扼要，通俗易懂，尽量突出工人培训教材的特点。

中级工技术理论培训，应是经过初中文化补课和初级技术补课合格的人员参加。否则，程度太低，有些内容难于接受，影响培训效果。

这套教材在编写过程中，得到了有关省（区）兄弟单位的大力支持，提供了资料和施工经验，在此表示衷心感谢！

《汽轮机本体安装及试运行》系专业课教材之一，由西北电力建设局苏云提主编，西安电力学校李馥主审，西北电力建设局张武、西北电建局一公司肖永平、刘宏根参加了审

稿。

出于水平有限，经验不足，编写时间仓促，错误和不妥之理在所难免，恳请使用单位、教师、读者批评指正，以便进一步修改，提高再版质量。

西北电力建设局教材编写领导小组

一九八五年五月

目 录

第一章 再热机组的汽水系统	(1)
第一节 火力发电厂热力系统.....	(1)
第二节 主蒸汽及再热蒸汽系统.....	(4)
第三节 旁路系统.....	(8)
第四节 汽机本体疏水、汽封、汽加热系统.....	(16)
第五节 主凝结水及真空系统.....	(22)
第六节 给水回热加热系统.....	(24)
第七节 除氧给水系统.....	(30)
第八节 循环冷却水系统.....	(40)
第二章 热力发电厂的汽水管道的安装	(45)
第一节 管道及其附件的选用和检验.....	(45)
第二节 管道的简易计算.....	(49)
第三节 管道的弯制与校正.....	(53)
第四节 管道的膨胀与补偿.....	(61)
第五节 阀门的检修.....	(65)
第六节 管道安装.....	(68)
第三章 汽轮机本体设备结构	(75)
第一节 中间再热机组的应用及其特点.....	(75)
第二节 汽缸.....	(81)
第三节 转子.....	(96)
第四节 轴承.....	(103)
第四章 汽轮机的调节、保安系统及其主要部套	(119)
第一节 再热机组的调节特点.....	(119)

第二节	哈汽车厂 20 万千瓦 汽 轮机的调节及其主要部套·····	(122)
第三节	东汽厂 20 万千瓦 汽 轮的调节及其主要部套·····	(137)
第四节	上汽厂 12.5 万 汽 轮的调节及其主要部套·····	(148)
第五节	20 万汽轮机的保安系统及其主要部套·····	(159)
第五章	汽轮机调节系统的调整试验·····	(172)
第一节	汽轮机调节的基本概念·····	(172)
第二节	调整试验的目的和内容·····	(179)
第三节	上汽厂 12.5 万千瓦汽轮机的调整试验·····	(181)
第四节	哈汽厂 20 万千瓦汽轮机的调整试验·····	(197)
第五节	东汽厂 20 万千瓦汽轮机的调整试验·····	(203)
第六节	东方厂 20 万千瓦 汽 轮机调节系统的部分改进·····	(209)
第六章	汽轮机本体设备安装及检修·····	(215)
第一节	施工前的主要准备工作·····	(215)
第二节	安装中几种专用工具和精密仪器的配置和使用·····	(218)
第三节	台板及轴承座的检修及安装·····	(228)
第四节	轴承的检修及安装·····	(231)
第五节	汽缸的检修及安装·····	(246)
第六节	转子的检修及安装·····	(273)
第七节	汽缸内各部套的测量调整·····	(294)
第八节	扣大盖及扣盖后的几项主要工作·····	(301)
第七章	调节系统及油管道的检修安装·····	(307)

第一节	调节系统安装中的一般要求·····	(307)
第二节	调节系统主要部套的安装检修·····	(310)
第三节	油管道的一次组装工艺·····	(323)
第四节	油管道的油冲洗·····	(329)
第五节	油系统的主要缺陷改进·····	(334)
第八章	刚性转子找高速动平衡·····	(338)
第一节	刚性转子找动平衡原理·····	(338)
第二节	刚性转子找动平衡方法·····	(344)
第三节	谐分量法找动平衡·····	(361)
第九章	发电机安装·····	(370)
第一节	发电机安装前的准备工作·····	(370)
第二节	发电机定子安装·····	(372)
第三节	发电机转子安装·····	(376)
第四节	励磁机的安装·····	(385)
第五节	氢冷发电机氢系统的安装·····	(385)
第六节	双水内冷发电机水系统的安装·····	(390)
第十章	汽缸保温·····	(395)
第一节	常用的保温材料·····	(396)
第二节	汽缸保温·····	(402)
第三节	管道保温·····	(407)
第四节	喷涂保温工艺·····	(409)
第十一章	汽轮机整套启动及试运行·····	(415)
第一节	水管道系统冲洗和汽管道系统吹洗·····	(415)
第二节	整套设备启动前的试验·····	(421)
第三节	汽轮机的启动及接代负荷·····	(422)
第四节	机组启动升速、加负荷过程中	

	的主要监护和调整·····	(432)
第五节	热态滑参数启动·····	(444)
第六节	汽轮机的停机·····	(449)
第七节	试运中几种恶性事故及其预防·····	(453)

第一章 国产再热机组汽水系统

火力发电厂是通过各种汽水管道来联系主机（锅炉、汽轮机）和辅助设备（凝汽器、加热器、除氧器、水泵等）组成各种系统来实现热能转变为机械能，进而在发电机内实现机械能转变为电能的。其系统能否合理布局，对电厂的安全、经济运行都有较大的影响。通过本章学习，除应掌握各系统的组成和作用外，还应对系统的合理性具有初步的判断能力。

第一节 火力发电厂热力系统

火力发电厂的热力设备按照热力循环的顺序和要求，用管道和管件连接起来组成为一个有机的整体，称为热力系统。根据应用目的和编制原则的不同，一般又分“原则性热力系统”和“全面性热力系统”两种。

一、原则性热力系统

只表示工质工作过程实质的汽水循环系统称为原则性热力系统。它的特点是：相同的设备在图上只表示一个，备用设备之间的联系用单线来表示，故原则性热力系统比实际上的热力系统要简单的多。

因为原则性热力系统能表明工质工作过程的实质，所以在一定程度上它能标志出电厂的技术完善程度和热经济性，并且通过计算可以确定各设备的汽水流量、工质参数以及电

厂的热经济指标等。因此，它是发电厂设计和技术改进中的一个重要内容。

由于各电厂的具体情况不同和采用的主要热力设备类型也不一样，因此拟定的原则性热力系统也往往有较大的差别。

图 1-1，为原则性热力系统图：

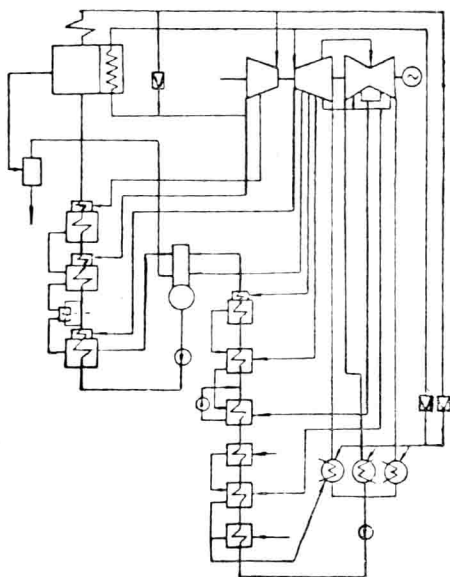


图 1-1 N200-130/535/535 型机组原则性热力系统

拟定原则性热力系统主要应考虑：确定发电厂的型式和容量；选择蒸汽参数和再热热参数；选择汽轮机的单机容量和型式；选择锅炉的单机容量和型式；原则性热力系统的拟

定及计算；热力系统的辅助设备的选择等。

图 1-1 为国产 20 万千瓦汽轮机，配 HG-670/140 型锅炉的发电厂原则性热力系统图。再热器的冷、热段参数分别为 25.14ata/311.16℃、21.12ata/535℃。该机组有八级回热抽汽，一台高压除氧器，七台表面式加热器。前三段抽汽分别送到三台高压加热器，第四段抽汽供压力除氧器作加热蒸汽用，后四段抽汽供四台低压加热器的加热用汽。高压加热器疏水采用逐级自流到除氧器，低压加热器的疏水也逐级自流到二号低压加热器，然后用疏水泵送入主凝结水管中。一号与二号高压加热器间装有一台外置式疏水冷却器，可利用这部分余热多发电 210 千瓦。系统设二台轴封加热器，位于 1 号低压加热器前后，高压缸和中压缸轴封来汽相应送入各轴封加热器，其疏水自流入凝汽器。

锅炉设有单级连续排污系统，旁路系统采用了三级旁路系统，即一级高压旁路、一级低压旁路和整机大旁路。

二、发电厂的全面性热力系统

发电厂全面性热力系统的任务是要明确地反映电厂的各种工况及事故时的运行方式。故其特点是按设备的实有数量，即包括运行的和备用的全部主、辅热力设备及其系统。因此全面性热力系统是发电厂设计、施工及运行中的重要文件之一。

为了使全面性热力系统更清晰，通常对属于设备本身的附属系统和一些次要的管道系统，不表示在全面性热力系统图中。如汽轮机本体的疏水系统等。

发电厂的全面性热力系统包括全部主要热力设备和辅助热力设备及连接设备的各局部系统组成的。现将各局部系统

分别予以介绍。

第二节 主蒸汽及再热蒸汽系统

一、主蒸汽管道系统

锅炉与汽轮机之间连接的蒸汽管道，以及使用新蒸汽的管道，都属于主蒸汽管道系统。发电厂中常用的主蒸汽管道系统有：单元制、切换母管制、集中母管制和扩大单元制系统等，在现代具有大容量再热机组的发电厂中，机炉容量一般是相互配合的，为了节约高级合金材料及整个电厂投资，主蒸汽系统几乎都采用单元制系统。

(一)单元制系统

单元制系统是指一炉一机相配合的系统，不同单元的蒸汽管道没有横向联系。

单元制系统的主要优点：系统简单，管道短、阀门少，可节省大量优质合金钢材和高压阀门，投资少，给设计、施工和运行带来很多方便；且蒸汽管道本身的可靠性高，便于集中控制，使压力损失和散热损失减少，检修工作量也少；事故范围只限于一个单元。

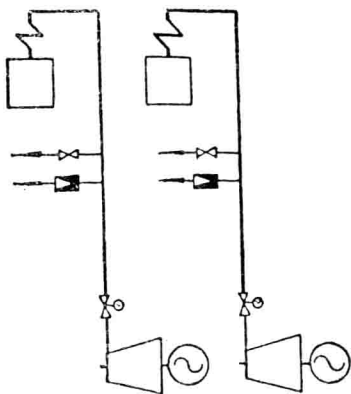


图 1-2 单元制主蒸汽管道系统

其缺点是：无法进行切换，运行上不够灵活，当锅炉或汽轮机因故障停运或检修时，整个单元要停止运行。

(二)切换母管系统

每台汽轮机与相应的锅炉仍然组成单元，但各单元之间则通过切换母管联系起来。当机炉需要检修或发生事故时，各单元之间可以通过切换母管进行切换。

切换母管制系统的优点：能保证各锅炉与汽轮机之间有
足够的调度灵活性，

尤其是机炉台数较多的
电厂，事故检修时
机炉能切换运行。

与单元制系统比较
切换系统有投资
大，阀门多，管道长，
系统复杂，压力和散
热损失大等缺点。所
以大容量机组多不采
用。只适用于中小容
量或供热机组。

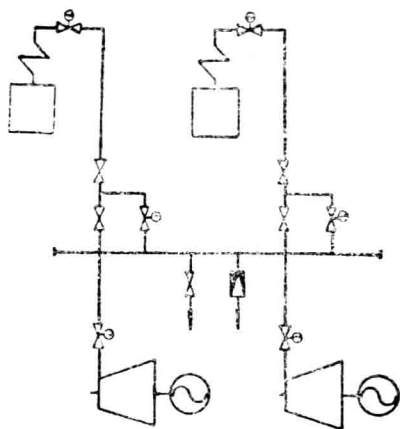


图 1-3 切换母管制主蒸汽管道系统

(三)集中母管制系统

所有锅炉生产的蒸汽都送到集中母管中，再由母管分送到各汽轮机的蒸汽系统。

单母管集中制系统的优点：系统比较简单，布置方便，
但与切换母制比较，运行上并不灵活，缺乏机动性。所以只
有在锅炉和汽轮机的单元容量相差较大，而又不宜采用切换
母管制时，才考虑采用本系统。

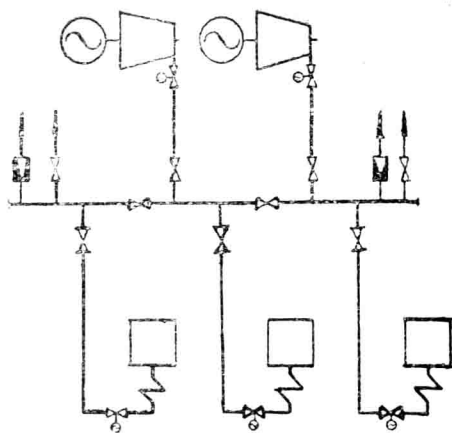


图 1-4 集中母管制主蒸汽管道系统

(四)扩大单元制

系统

扩大单元制系统是各单元间用一根直径不大的母管横向联系起来。

与单元制相比运行灵活，可在一定负荷下机炉交叉运行，与切换母管制相比可节省 2~3 只阀门，在高压凝汽式机组上根据具体情况，可采用这种系统。

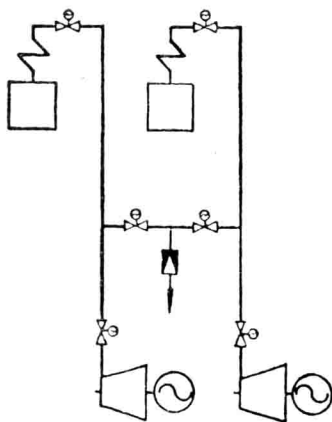


图 1-5 扩大单元制主蒸汽管道系统

二、国产 20 万千瓦机组主蒸汽及再热蒸汽系统

国产 20 万千瓦机组的主蒸汽系统，一般均为单元制联结方式。主蒸汽是由锅炉用两根 $\phi 355 \times 50$ 毫米的合金钢管引至汽机的两只电动主闸门，再经自动主汽门、调速汽门，进入汽轮机做功，从汽轮机高压缸排出经两只扑板式逆止门，由两根 $\phi 508$ 毫米（称冷段管）钢管回到锅炉尾部的再热器重新加热，将温度由 313°C 升温至 535°C ，压力因管道损失由 25 公斤/厘米² 降至 21 公斤/厘米²。由于再热温度的提高，使蒸汽比容几乎增大一倍，所以再热蒸汽（热段）选用四根 $\phi 470$ 毫米钢管。再热后的蒸汽经两个中压自动主汽门和四只中压调速汽门进入中压缸。蒸汽在中压缸做功后，其中三分之一直接进入中压缸后的低压段做功后排入凝汽器

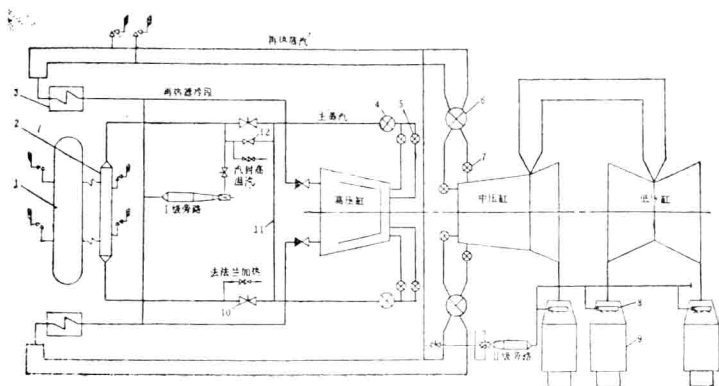


图 1-6 主蒸汽再热蒸汽系统图

- 1—锅炉大气包；2—过热蒸汽集汽联箱；3—锅炉再热器；
4—高压自动主汽门；5—高压调速汽门；6—中压自动主汽门；7—中压调速汽门；8—Ⅲ级减温减压器；9—凝汽器；10—电动主闸门；11—联络管；12—旁通门