

20万千瓦 汽轮机的结构

2000MW
2000MW
2000MW

哈尔滨汽轮机厂

水利电力出版社



186237

20万千瓦 汽轮机的结构

哈尔滨汽轮机厂

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书着重介绍三缸三排汽20万千瓦汽轮机的结构特点,对完善化设计后的主机本体、辅机设备、调节系统、油系统和保护系统都作了较为详细的叙述。本书充分利用多种图表和数据加以显示说明,同时还介绍了改型后的三缸两排汽20万千瓦汽轮机。

本书可供汽轮机专业的技术人员和工人阅读,也可供高等院校热能动力专业的师生参考。

20万千瓦汽轮机的结构

哈尔滨汽轮机厂

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米,16开本 23.25印张 531千字 2插页

1992年7月第一版 1992年7月北京第一次印刷

印数0001—4910册

ISBN 7-120-01454-4/TK·235

定价17.15元

前 言

70年代初期，首台20万千瓦汽轮机在辽宁朝阳发电厂投入运行。根据首台机组在设计、制造、安装、测试、运行和检修过程中所表现出来的一些问题，制造厂又进行了完善化设计工作，并于1978年通过了国家鉴定。而后又进行了定型设计，使定型后汽轮机的性能和质量都有很大的提高。

目前，在全国各地安装、调试和运行的20万千瓦汽轮机已逾百台，它们正在电力工业战线上发挥着重要的作用。为适应生产发展的需要，对1980年出版的《20万千瓦汽轮机的结构和运行》一书进行重新修订。这次修订分成结构和运行二书出版，本册为《20万千瓦汽轮机的结构》。

本书主要介绍完善化设计后的三缸三排汽20万千瓦汽轮机的主机本体、辅机设备、调节系统、油系统和保护系统等的结构特点和特性数据。完善化设计的内容主要有：调整通流间隙，加大隔板、前汽封、后汽封、轴承箱挡油环的动静轴向间隙，从而增大了机组的允许胀差，提高了机组的调峰性能和经济性；加粗阀杆，在阀壳内增设导流肋，加大阀杆顶端压紧力，与操纵座连接处由卡套式改为球面连接，从而可防止阀杆的断裂；采用长喉部射水抽气器，提高了机组运行的安全性，减小了噪音和振动；用低速盘车装置代替高速盘车装置。此外，本书还介绍了凝汽器胶球自动清洗装置、调速给水泵以及改型后的三缸两排汽20万千瓦汽轮机。

本书由哈尔滨汽轮机厂设计研究所的朱安仁、齐复东、冯宗麟、徐其福、谢永乐、魏汇川、孙柏臣、段明水、杨焕义和武国贤等同志参加编写和校对，由哈尔滨汽轮机厂副总设计师胡六逸同志统稿。另外，华北电管局陈思琦同志补写了调速给水泵部分。

在修订本书过程中，得到了哈尔滨汽轮机厂领导和有关资料室专业人员的热情帮助；陈思琦、徐贞禧同志仔细阅读了原稿并提出了许多中肯的意见，谨此一并表示衷心感谢。

由于编者水平和所掌握的资料有限，错误和不当之处在所难免，请读者批评指正。

编 者

1990年11月

目 录

前 言	
第一章 200MW汽轮机简介	1
第一节 概述	1
第二节 热力系统	6
第二章 汽轮机本体	11
第一节 汽缸	11
第二节 隔板与隔板套	28
第三节 汽封	33
第四节 转子	37
第五节 动叶片	48
第六节 轴承座与轴承	55
第七节 盘车装置	63
第八节 汽阀和操纵机构	66
第九节 汽轮机本体安装要求	78
第三章 液压调节与保安系统	96
第一节 液压调节系统及部套	96
第二节 保安系统及部套	125
第三节 调节、保安系统的试验和调整	149
第四节 东方汽轮机厂200MW汽轮机液压调节保安系统	159
第四章 功-频电液调节系统	181
第一节 功-频电调装置简介	182
第二节 功-频电调装置功能及系统设计思想	186
第三节 跟踪系统	195
第四节 电液转换器	199
第五节 东方汽轮机厂200MW汽轮机电液调节系统简介	204
第五章 汽轮机的油系统	207
第一节 主油泵	211
第二节 射油器	214
第三节 组合式油箱	216
第四节 冷油器	218
第五节 顶轴系统	221
第六节 油净化装置	223
第六章 汽水系统及辅助设备	225
第一节 汽轮机本体疏水系统	225

第二节 旁路系统及设备227

第三节 凝汽系统及设备240

第四节 给水回热加热系统及设备259

第五节 除氧给水系统及设备293

第六节 汽封系统及设备328

第七节 循环水系统及设备333

第七章 汽轮机微机控制和危急跳闸系 统340

第一节 汽轮机微机控制系统340

第二节 危急跳闸系统352

第八章 三缸两排汽汽轮机简介361

第一章 200MW汽轮机简介

第一节 概 述

200MW超高压中间再热凝汽式汽轮机的型号是N200-12.75/535/535,下简称N200型。“N”表示汽轮机为凝汽式,“200”表示机组容量为200MW;“12.75/535/535”表示进入高压汽缸的新蒸汽参数为12.75MPa(130ata)、535℃,经再热后进入中压汽缸的再热蒸汽温度为535℃。

N200型汽轮机采用一次中间再热,也就是新蒸汽由锅炉过热器出来,经过汽轮机高压汽缸做功后,再回到锅炉再热器加热。在额定工况下,高压汽缸排汽压力为2.44MPa(24.88ata)、316℃;经过再热器后,压力降为2.05MPa(20.9ata)、温度升高至535℃,回到汽轮机中压汽缸继续做功。

中间再热的优点,主要是提高机组的热效率,在同样的初参数条件下,再热机组一般比非再热机组的热效率提高4%左右。而且由于末级蒸汽湿度较非再热机组大大降低,因此对防止汽轮机组低压末级叶片水蚀特别有利。但是中间再热式机组的热力系统比较复杂。

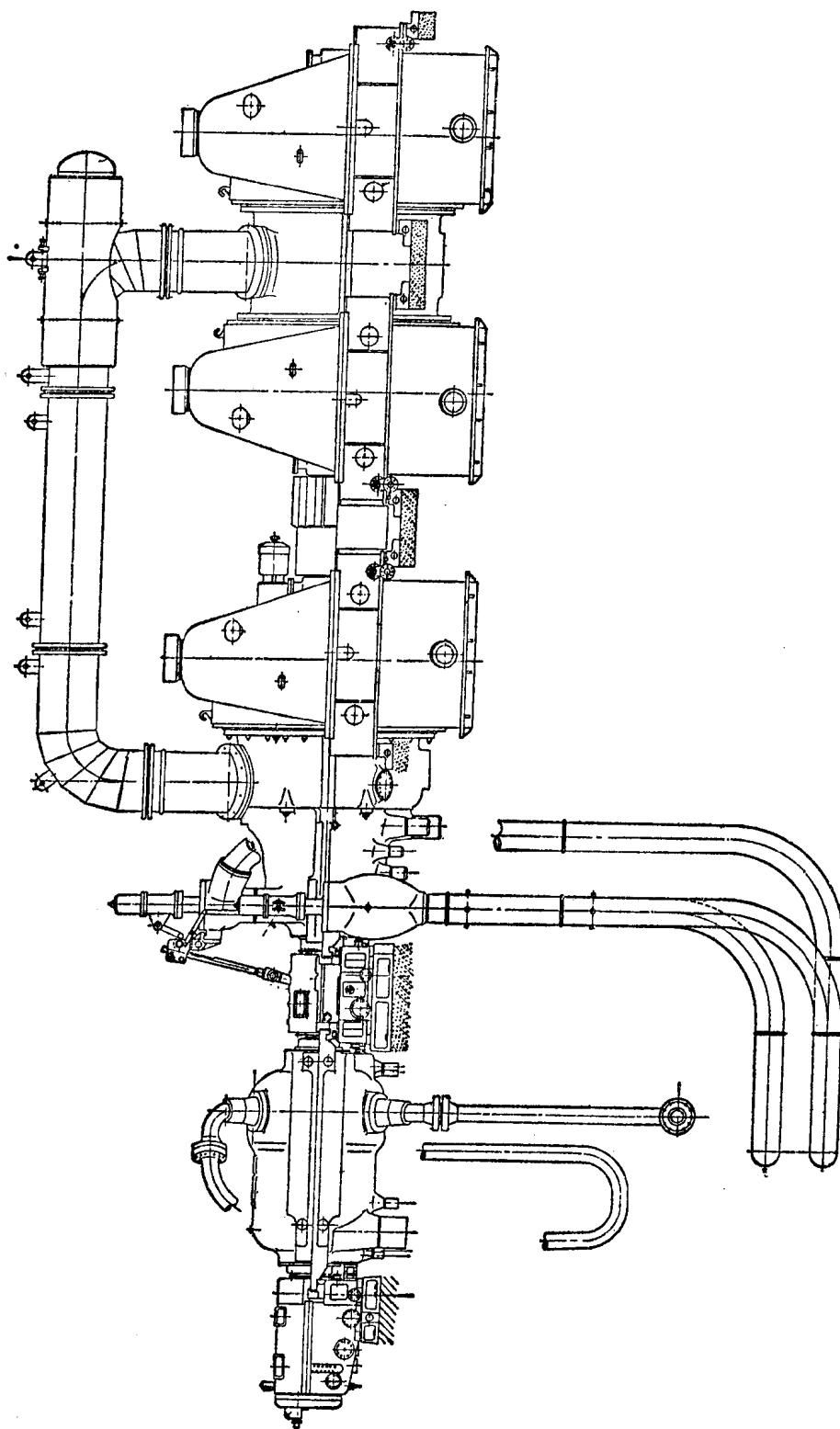
N200型汽轮机全长为21m,宽为10.8m,高(至运行层平台)为4.7m。汽轮发电机组总长为36.3m。机组的外貌见图1-1。

本体总重量约为500t。

N200型汽轮机为单轴、三缸、三排汽,其纵剖面图见书末图1-2,主要技术规范见表1-1。本汽轮机的通流部分由高中低压三部分组成,共有37级。高压部分有1个单列调节级和11个压力级;中压部分为10个压力级;低压部分为三分流式,每一分流有5个压力级,其中一个分流布置在中压汽缸后部,另外两个分流对置在低压汽缸中。

本汽轮机采用喷嘴调节,四个喷嘴组分布于全周。进入高压汽缸的新蒸汽由两个高压自动主汽阀和四个高压调节汽阀控制(一个主汽阀和两个调节汽阀连在一起),分别布置在机组两侧的基础上,主蒸汽管道以此作为死点,四个调节汽阀分别用四根 $\phi 245 \times 25$ 合金钢管与汽缸相接。高压汽缸的排汽经逆止阀进入中间再热器,蒸汽再热后经过两个中压主汽阀和四个中压调节汽阀进入中压汽缸。中压导汽管为四根 $\phi 426 \times 16$ 合金钢管。自第22级叶轮后的中压汽缸排汽分三路进入低压部分。其中三分之一流量进入中压后汽缸,其余三分之二经过两根连通管进入低压汽缸。两根连通管为 $\phi 912 \times 6$ 碳素钢管。在连通管上装有特制的波纹管和平衡鼓,用于热膨胀补偿。蒸汽经过中压后汽缸和低压汽缸后排入三台凝汽器。

汽轮机的负荷变化主要靠高压调节汽阀进行调节。在低于额定负荷35%时,中压调节汽阀才参与调节,在其他工况时中压调节汽阀保持全开状态。主汽阀和调节汽阀能全部快



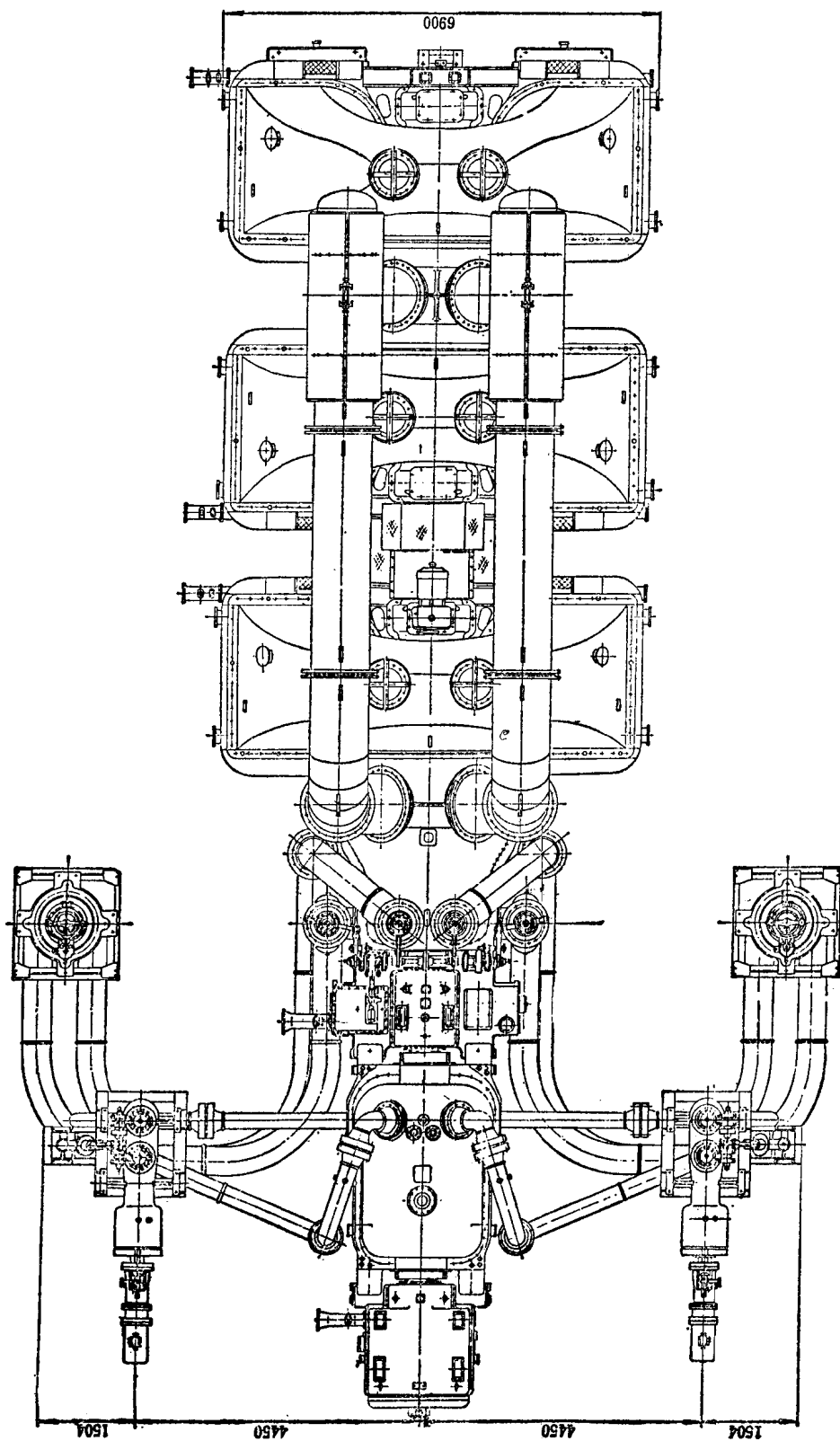


图 1-1 机组外貌

表 1-1

N200 型 汽 轮 机 主 要 技 术 规 范

额 定 功 率		200 MW
经 济 功 率		200 MW
额定工作参数	新蒸汽压力	12.75MPa(130ata)
	新蒸汽温度	535 °C
	再热蒸汽压力	2.05MPa(20.9ata)
	再热蒸汽温度	535 °C
	背 压	0.0058MPa(0.0591ata)
冷 却 水 温 度		20 °C
给 水 温 度		244 °C
额定功率时蒸汽消耗量		610 t/h
转子旋转方向		顺时针(从机头看)
转 速		3000 r/min
工作电网频率		50 Hz
末级叶片长度 ^①		665 mm
末级叶片节径		2 m
总排汽面积		12.4 m ²
凝汽器总冷却面积		11220 m ²
凝汽器冷却水量		25000 t/h
凝汽器自重		261 t
调节油压		1.96MPa (20kgf/cm ²)(表)
最大吊装重量 ^②	安装时(低压缸下部组合)	近65 t
	运行时(低压缸上部组合)	近35 t

① 东方汽轮机厂制造的200MW机组的末级叶片长度为680mm。

② 本书沿用重量一词，实质上就是质量，以下类同。

速关闭，迅速切断汽轮机供汽，以防止在紧急情况下造成汽轮机超速事故。

本汽轮机的结构特点是高压汽缸为双层缸结构，以便降低汽缸壁的压力差和温度差；而中低压汽缸为单层隔板套式结构；与凝汽器的连接为刚性焊接结构。高中压缸通流部分为反向布置，而低压缸为对称分流。为满足调峰机组快速启动的需要，高中压汽缸都设有法兰、螺栓加热装置，且采用较大而合理的通流间隙。

汽轮机汽缸的横向定位依靠与前轴承箱、中轴承箱和键槽基架相配的垂直键，纵向热膨胀有两个死点，分别在第一、第二排汽口后壁以横向键定位。前轴承箱、中轴承箱和中压汽缸依靠基架的纵向平键导向，向前（机头）膨胀，死点后的低压汽缸向发电机方向膨胀。

转子的纵向膨胀是以高中压汽缸之间的推力轴承来定位的，此定位点随汽缸、轴承箱的纵向膨胀而移动，故称为相对死点。转子对汽缸的相对膨胀值（即胀差）可用相对膨胀

指示器测量。

汽缸的前后端汽封，隔板汽封都采用梳齿式汽封。

高压转子为整锻式；中压转子为整锻加套装结构，即从第20级起采用套装叶轮；低压转子则为全部套装结构。高压转子仅作低速动平衡试验，中低压转子则要在DH-90型动平衡机上进行高速动平衡试验，而低压转子还需要进行超速试验。除转子首末级叶轮端面具有平衡槽外，中低压转子还具有中间平衡面，以便于调整一阶振型。高中低压转子的长度、重量和临界转速见表1-2。

表 1-2 高中低压转子的长度、重量和临界转速汇总

名 称	长 度 (mm)	重 量 (kg)	临 界 转 速 (r/min)	
			计 算 值	实 测 值
高压转子	4377	6822	1822	1890
中压转子	7711	22521	1509	1572
低压转子	6735	21124	1972	1908

高中压两转子采用刚性联轴器连接，由三个轴承支承，称作三支点。高压转子在装卸、找中时需使用找中轴瓦作临时支撑，这样设计可以缩短机组的总长度。中低压两转子分别通过接长轴用刚性联轴器连接，而低压转子与发电机转子则采用半挠性联轴器连接。低压转子由两个轴承支承，这样本机就有五个支持轴承，有平切三油楔轴承和椭圆轴承可供选用。其中2号轴承为推力支持联合轴承，该轴承设置在高、中压汽缸之间的中轴承箱内，推力轴承为摆动瓦块结构，即密切尔式推力轴承。

各个轴承均有测轴承合金温度的WZCM-001型端面铜热电阻，各轴瓦下部都设有高压油顶起油袋，供机组启动盘车前顶起转子之用。

改型前汽轮机备有高速盘车装置，现改型设计的新型汽轮机采用低速盘车装置。低速盘车转速约为3.3r/min，可使汽轮机在停用任何时间后能再次启动。在机组启动前和停止后，要将盘车装置投入，以避免汽轮机大轴产生热弹性弯曲和永久性弯曲。为了减小盘车的启动转矩从而减小盘车装置电动机的容量，且避免转子轴颈和轴承合金的磨损，汽轮机配有一套顶轴装置，其供给各个轴承的顶轴油压可使大轴抬起0.04~0.06mm。

主油泵为离心式油泵，布置在前轴承箱内，经齿形联轴器由汽轮机主轴带动。正常运行时，主油泵除供调节系统用油外，还供两台射油器所需的工作用油。主油泵的入口进油来自1号射油器，而2号射油器供润滑系统用油。

汽轮机的油系统采用组合式油箱，低位布置，有效容积为23m³，油位差的最大值为400mm。新设计的三台立式辅助油泵，即高压启动油泵、交流润滑油泵、直流事故油泵以及两台射油器均安装在组合油箱盖板上。这三台立式辅助油泵的研制成功使油系统日趋完善。

在油系统中还装有三台冷油器，其中两台运行，一台备用。另外附设有排烟装置、YJH-8000型油净化装置、两台UT-81C型油位指示器、油压降低继电器及溢油阀等。

汽轮机的叶片在电网频率高于49Hz而低于50.5Hz时可长期安全运行。

本机组的调节系统有纯机械液压调节和电液结合调节（简称电调），这两套系统可以通过电液切换阀切换，控制机组的运行。

液压调节系统通过调整油动机反馈滑槽的斜率，并借以节流阀可使调节系统的速度变动率在3%~6%范围内进行无级调整。迟缓率能做到不大于0.3%。机组允许参加一次调频。在负荷改变时，机组能够迅速适应电网负荷的变化；当机组甩全负荷时，系统能够维持汽轮机空转。

当转速超过额定转速的11%~12%（3330~3360r/min）时，危急遮断器立即动作，使自动主汽阀及高、中压调节汽阀迅速关闭，从而切断汽轮机的供汽。当汽轮机甩全负荷后转速上升，如危急遮断器没有动作，转速继续升高超过额定转速的14.5%（3435r/min）时，附加保安油口动作，使汽轮机停机，进一步保证汽轮机不发生重大的飞车事故。

本机组还装备了轴向位移保护装置、低真空保护装置和防火保护等各种保安设施。

第二节 热 力 系 统

N200型汽轮机与670t/h的锅炉及200MW的发电机配套。根据目前电网负荷的需要，它既适宜于带基本负荷，又可作为调峰机组使用，为此锅炉与汽轮机的热力系统采用单元制布置。其特点是系统简单、阀门少、管道短而阻力小、节约钢材，有利于自动化集中控制。

本机组在额定工况下的通流部分热力过程线（本体定型系统）见图1-3所示。机组的原则性回热系统见图1-4。

在额定工况时，冷却水温为20℃、排汽压力为0.0058MPa（0.0591ata）、给水温度为244℃时，汽轮机保证热耗率为8390.1kJ/(kW·h)[2003.93(kcal/(kW·h))],汽耗率为2.9793kg/(kW·h)。

汽轮机的额定功率为200MW，经济功率也为200MW。新蒸汽从锅炉到汽轮机由两根 $\phi 355.6 \times 50$ 的主蒸汽管道，经电动主闸阀进入高压自动主汽阀和高压调节汽阀，然后通过四根导汽管进入高压汽缸。主汽阀前的主蒸汽压力为 12.75 ± 0.49 MPa（ 130 ± 5 ata），主蒸汽温度为 535 ± 5 ℃，主蒸汽管道材料为12Cr MoV，进入高压汽缸的导汽管材料也为12Cr1MoV。蒸汽在高压汽缸内膨胀作功后，排汽经两根 $\phi 476 \times 10.5$ 的管道进入锅炉再热器加热。在额定功率时，高压汽缸排汽压力为2.44MPa（24.88ata），温度为316℃。高压缸排汽到再热器进口的蒸汽管道简称为再热蒸汽冷段母管，在靠近汽轮机侧的管道上设置两个F-450-1型扑板式逆止阀，以防止蒸汽倒回入高压汽缸中去，再热器冷段母管材料为20号碳钢。

蒸汽经过再热器后，温度由316℃升高至535℃，压力由2.44MPa（24.88ata）降至2.05MPa（20.9ata）。此时蒸汽流量变化不大，但蒸汽比容却增加将近一倍，故再热后的蒸汽经由两根 $\phi 476 \times 12.5$ 的管道分别进入位于中压汽缸两侧的中压自动主汽阀，再经由

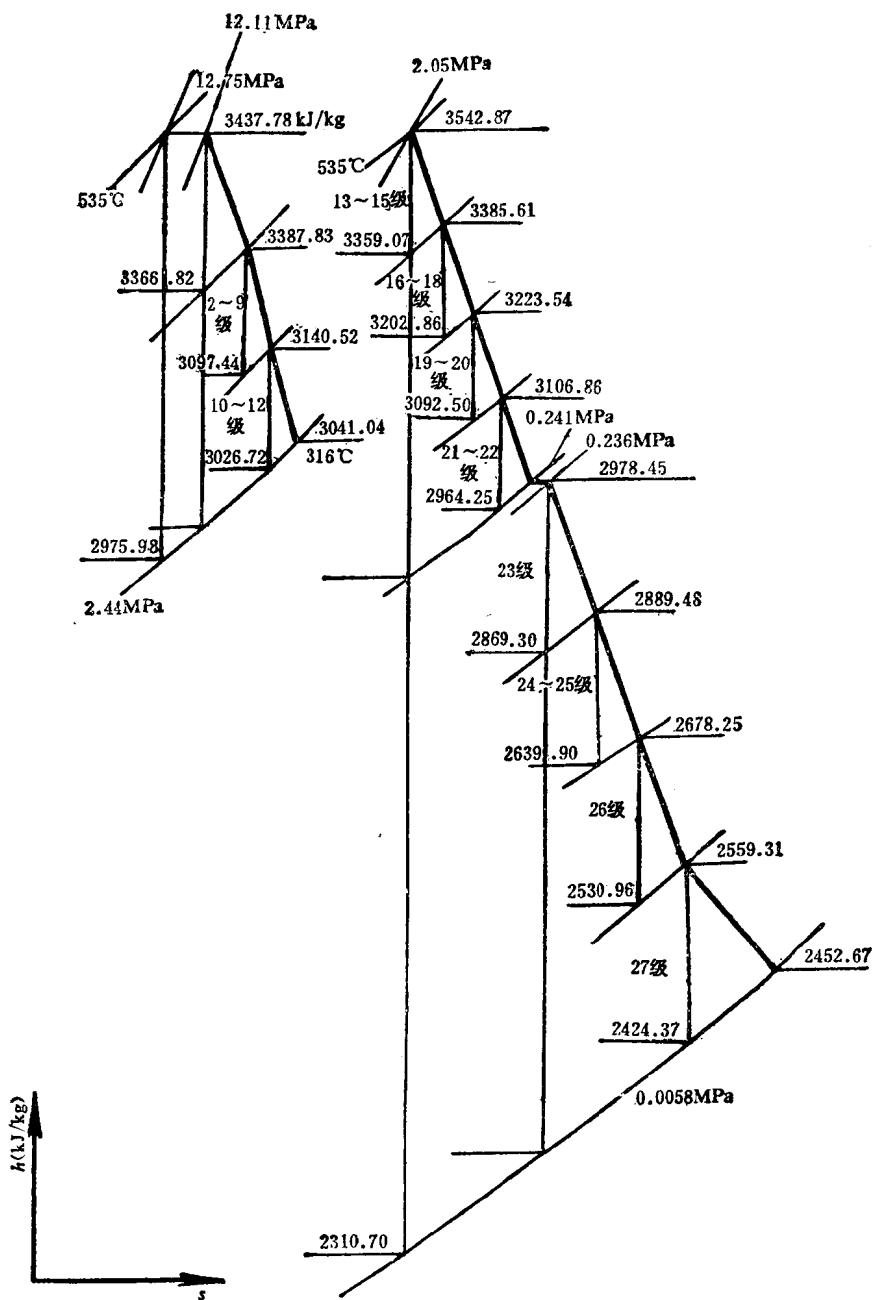


图 1-3 热力过程线（本体定型系统）

四根导汽管分别进入四个中压调节汽阀，然后进入中压汽缸。蒸汽在中压前汽缸膨胀做功后，其中，1/3的流量经中压后汽缸内的低压部分继续做功后直接排入一台凝汽器，其余2/3的流量通过两根连通管进入低压汽缸膨胀做功后排入另外两台凝汽器。凝汽器热井中的凝结水由凝结水泵打出，经过汽封加热器及四台低压加热器后进入除氧器；再由电动给水泵打出，经三台高压加热器及外置式蒸汽冷却器，在额定工况下被加热到244℃进入锅

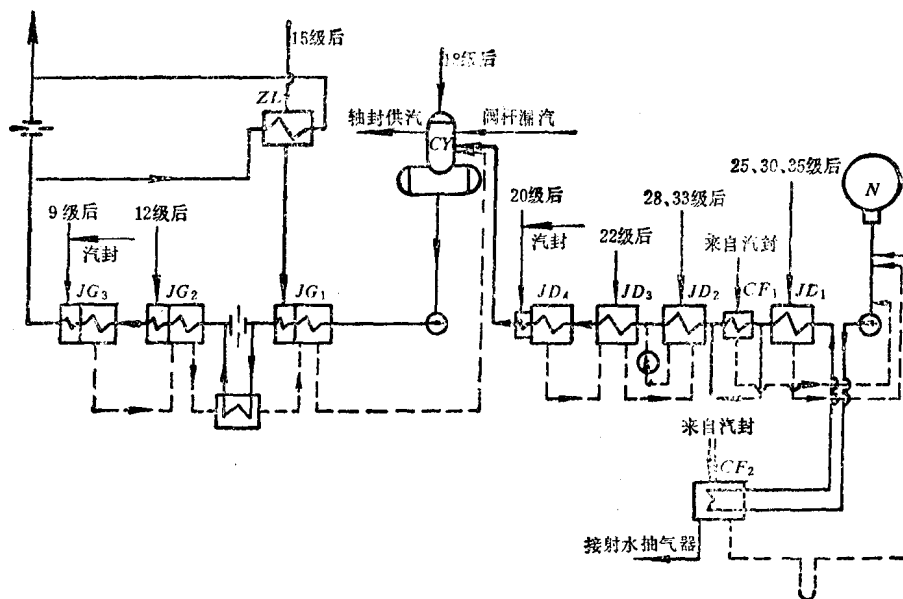


图 1-4 原则性回热系统

N—凝汽器；JD₁、JD₂、JD₃、JD₄——一至四号低压加热器；CF₁—汽封加热器；CY—除氧器；JG₁、JG₂、JG₃—高压加热器；ZL—蒸汽冷却器；CF₂—汽封冷却器

炉。由于排污及热力循环中有泄漏损失，锅炉需要有一定的补充水量，补充水可以直接补入除氧器，也可从凝汽器补入。此外，机炉在启动过程中，凝结水因水质不良不能回收，也需要大量化学补水，但补水务必均匀，应避免水量突变。

为了适应再热机组的启停需要，保证锅炉在低负荷时能稳定运行，同时保证再热器有足够的冷却流量，以保护再热器不被干烧，在热力系统中设有两级快速减温减压装置，简称旁路系统。旁路容量的大小是根据锅炉的最低负荷来考虑选择的。N200型汽轮机的旁路容量是锅炉额定容量的30%。目前国内生产的200MW中间再热机组普遍采用I、II级旁路串联的两级旁路系统。

I级旁路位于主蒸汽管道与再热器进口冷段母管之间，主蒸汽从电动主闸阀前引出，蒸汽经减温减压后排至再热器冷段母管。II级旁路位于再热器出口热段管道与凝汽器之间，把再热蒸汽从中压自动主汽阀前引出，蒸汽再经两次减温减压后排至凝汽器。

汽轮机的回热系统在机组改型设计时，将由原来第19级叶轮后抽汽改为从第20级叶轮后抽汽至4号低压加热器。在1号高压加热器上并联一个外置式蒸汽冷却器，这样可减小1号高压加热器管板所承受的温差；且将从第17级叶轮后抽汽改为从第18级叶轮后抽汽至除氧器，因而提高了系统的经济性。本体定型后的回热系统简称为“本定系统”，即三台高压加热器、一个外置式蒸汽冷却器、四台低压加热器及一台除氧器。除氧器滑压运行，滑压范围为0.29~0.88MPa（3~9ata）。

汽轮机共有八段非调节抽汽。抽汽点位置及各汽缸在额定工况下的内功率、内效率见表1-3。

已投运的200MW机组还采用了与“本定系统”不同的回热系统，它共有七级非调节

表 1-3

抽汽点位置及各汽缸在额定工况下的内功率和内效率

	高 压 部 分	中 压 部 分	低 压 部 分	全 机
级 数	1T+11Y	10Y+5Y	2×5Y	1T+21Y+3×5Y=37
抽汽点位置	9,12	15,17,19, 22,23,25	28/33,30/35	共 8 段抽汽
功率(kW)	~65000	~100000	~40000	
内 效 率	0.859	0.905	0.841	0.882

抽汽, 取消了原 1 号高压加热器, 将原在第18级叶轮后抽汽又改为第17级叶轮后抽汽, 以供除氧器用汽。第15级叶轮后的抽汽口被堵死。

N200型汽轮机的几种回热系统见表1-4。

表 1-4

N200 汽 轮 机 的 几 种 回 热 系 统

		本体定型前系统	本体定型系统	非本体定型系统
回热级数		8	8	7
高压加热器数目		3	3	2
外置式蒸汽冷却器数目		0	1	2
除氧器数目		1	1	1
低压加热器数目		4	4	4
抽汽位置	高压加热器序号	3 号	第 9 级叶轮后	第 9 级叶轮后
		2 号	第12级叶轮后	第12级叶轮后
		1 号	第15级叶轮后	第15级叶轮后
	除 氧 器		第17级叶轮后	第17级叶轮后
	低压加热器序号	4 号	第20级叶轮后	第20级叶轮后
		3 号	第22级叶轮后	第22级叶轮后
		2 号	第23级叶轮后	第23级叶轮后
		1 号	第25级叶轮后	第25级叶轮后

汽轮机采用回热加热系统可以减小排汽在凝汽器中的冷源损失, 提高装置循环的热效率。为获得良好的加热效果, 给水在各加热器中的受热量分配基本上是按等焓升的原则确定的。表1-5给出了各种参数变化时对热耗的影响程度。

可见汽轮机保持在额定参数、正常频率和设计的真空值状态下运行, 对其运行经济性是极为重要的。而保持通流部分的完好和必要的间隙, 保证机组的回热系统正常工作, 也是提高机组运行经济性不可忽视的条件。

此外, 在下列情况下允许汽轮机在额定工况下长期运行:

(1) 在冷却水温不超过20℃, 冷却水量不小于25000t/h时, 新蒸汽压力的变化范围

表 1-5

各种参数变化对热耗的影响程度

参 数	名 称	初 压	再热器压损	背 压	工作电网频率	初 温	再热温度	给水温度
	额定值	12.75MPa	0.39MPa	0.0058MPa	50Hz	535℃	535℃	244℃
参数偏差		1 % (相对值) 1 ℃						
引起热耗变化的 相对值(%)		0.08	0.006	0.037	0.1	0.03	0.025	0.025

可为12.26~13.24MPa (125~135ata)，温度变化范围可为525~540℃，而且压力、温度两者可同时有变化。

(2) 新蒸汽参数不低于额定值 (12.75MPa, 535/535℃)，冷却水量保持25000t/h时，允许冷却水温高到33℃。

以上仅是N200型汽轮机的概况，以下各章将从主机本体、调节系统、油系统及辅机设备等诸方面较为详细地阐述本机组的设计特点和各部套的结构要素，且提供一些必要的设计及其调整数据，以满足安装、运行的要求。

第二章 汽轮机本体

第一节 汽缸

汽缸的作用是将蒸汽包容在汽缸中膨胀做功。汽缸内装有喷嘴、隔板和汽封等，它们统称为静子。安装时，汽缸承受各零件的自重和管道的安装拉力；工作时，它承受汽缸内外的压差、蒸汽流出静叶时对静子部分的反作用力和各种连接管道热状态时对汽缸的作用力等。所以汽缸应具有足够的强度和刚度。在设计时还考虑了汽缸各部位在各个方向上的热膨胀，为了不受这些膨胀影响而保持静子与转子的相对间隙在允许范围内，汽轮机设置了滑销系统。

200MW汽轮机具有高压、中压和低压三个汽缸，中压缸带有一个排汽口，低压缸带有两个排汽口。蒸汽在高压汽缸和中压汽缸内流动的方向是相反的，在低压缸内是从中间进汽向两侧对称流动的，这样布置可以减小汽轮机总的轴向推力。

由于工作条件的差异，高压、中压、低压汽缸具有不同的结构特点，现分别介绍如下。

一、高压汽缸

高压汽缸的工作特点是缸内所承受的压力和温度都很高，因此要求汽缸的缸壁适当加厚，法兰的尺寸和螺栓的直径等也要相应加大。这种情况对汽轮机的启停和变工况运行都是不利的。为此在高压汽缸的高温部分采用了双层汽缸的结构，如图2-1所示。这样，内外层缸壁的厚度都比单层缸的要薄。这样在启动、停机和变负荷运行时，缸壁内外表面之间的温度差较小。对于一定的汽缸金属材料来说，汽缸壁的热应力也较小，因此有利于缩短启动时间和提高汽轮机对负荷的适应性。

但双层缸比单层缸结构复杂，零件增多，因而制造、安装和检修等工作量和材料耗量都有所增加。

高压内缸是用牌号为ZG20CrMoV的合金钢铸成的，缸壁最大厚度为75mm，内缸中包括四个喷嘴室。为了铸造方便，喷嘴室7是与内缸分开的单独铸件，材料与内缸相同，以其进汽短管10的端部焊在内缸上，然后与内缸一起精加工。四个喷嘴室的进汽短管是辐射方向对称布置的，这可使内缸的受热有很好的轴对称性，因而在受热膨胀时，可始终保持进汽短管中心线在汽缸圆截面的辐射线上，有利于高压进汽管的工作。但辐向布置给装拆带来麻烦，要打开高压外缸上半部或吊出高压内缸下半部必须先拆掉上半部或下半部的两根高压进汽管。

每个喷嘴室与内缸之间都有两个喷嘴室导向滑键9。受热时喷嘴室从焊接处向圆中心沿滑键膨胀，以保持喷嘴组与内缸同心，以及四个喷嘴组在同一个垂直平面中。

外缸是用牌号为ZG20CrMo的合金钢铸成的，最大壁厚为70mm。外缸一段抽汽口的