

目 录

一 认识实习的任务与目的·····	3
二 火力发电厂的生产过程·····	4
三 实习电厂锅炉主要设备及系统·····	7
四 实习电厂汽轮机设备及系统·····	18
五 实习电厂主要辅助设备·····	21
六 实习心得体会·····	23

一 认识实习的任务与目的

为了更好的认识与了解专业知识，并拓展实际的知识面，我们参观了扬州第二发电厂。通过对该厂的初步认识，加深了我们对电厂及其相关行业的了解，并对其厂内设备有了初步认识。总的来说，认识实习的目的是熟悉热能工程专业相关企业（主要是火力发电厂）的主要热力系统、设备技术特点及其布置，重点学习主要热力设备的结构和基本原理，为学习后续课程建立感性认识，奠定必要的基础。

在这次的认识实习中，我们的主要任务是了解火电厂的两个主要设备及其他辅助设备。

1. 汽轮机部分

- （1）汽轮机的整机概况；
- （2）转子部分的构成及结构形式；
- （3）静子部分的结构、支承方式、连接形式以及结构形式；
- （4）凝汽器的技术规范与基本技术参数、总体构造与汽水流程等；
- （5）回热加热器的技术规范、结构形式、布置方式和疏水方式等；
- （6）给水泵、汽动给水泵汽轮机的配置、技术规范、技术特点、结构形式和现场布置；
- （7）凝结水泵、循环水泵的配置、技术规范、技术特点、结构型式、现场布置。

2. 锅炉部分

- （1）锅炉的整体概况（锅炉技术规范与基本参数，锅炉本体外尺寸和整体布置）；
- （2）锅炉系统的汽水系统、风烟系统、及制粉系统；
- （3）锅炉本体设备结构（炉膛和烟道的结构布置，汽包的结构和布置，下降管、炉水泵、定期排污，水冷壁的结构、管径、布置方式，过热器、再热器的结构、管径、布置，过热器、再热器的结构、管径、布置、减温器的结构及布置的级数，省煤器的结构型式、管径、布置、连接，空气预热器的结构和布置方式）；

(4) 燃料与燃烧设备（制粉系统的组成、工作流程，磨煤机的类型和结构，给煤机、给粉机的类型和结构，燃烧器的类型、结构、整体布置）；

(5) 锅炉风机的用途、类型、结构、配置和现场配置。

3. 热力系统部分

(1) 原则性热力系统；

(2) 主蒸汽与再热蒸汽系统；

(3) 汽轮机旁路系统与设备；

(4) 汽轮机抽真空系统与设备；

(5) 循环水系统与设备；

(6) 给水回热系统与设备；

(7) 汽轮机轴封系统与设备；

(8) 锅炉减温水系统；

(9) 锅炉排污水回收利用系统与设备。

二 火力发电厂的生产过程

我们认识实习所去的扬州第二发电厂使用的燃料是煤炭，是凝汽式发电厂。其生产过程概括的说就是把燃料（煤炭）中含有的化学能转变为电能的过程。整个生产过程可分为以下三个阶段：

(1) 燃料的化学能在锅炉中转变为热能，加热锅炉中的水使之变为蒸汽，称为燃烧系统；

(2) 锅炉产生的蒸汽进入汽轮机，推动汽轮机旋转，将热能转变为机械能，称为汽水系统；

(3) 由汽轮机旋转的机械能带动发电机发电，把机械能转变为电能，称为电气系统。

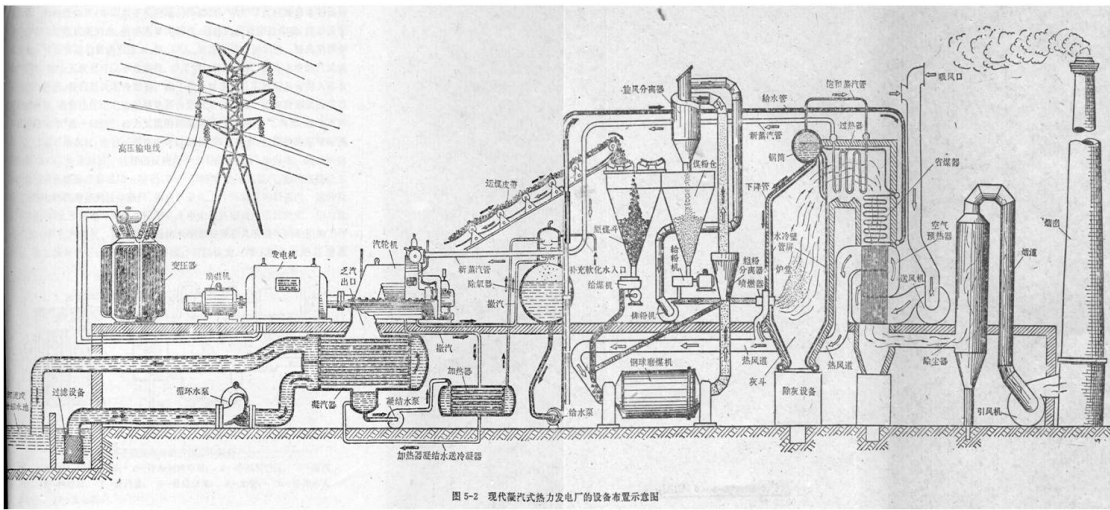
整个电能生产过程如图一所示。

(一) 燃烧系统

燃烧系统由输煤、磨煤、燃烧、烽烟、灰渣等环节组成。

(1) 输煤。电厂的用煤量是非常大的，我们所实习的扬二厂地处长江岸边，故其所用煤均靠船运，该厂配有 3.5 万吨级进煤码头及 40 万吨储煤场。

(2) 磨煤。用轮船将煤运至电厂的储煤场后，经初步筛选处理，用输煤皮带送到锅炉间的原煤仓。煤从原煤仓落入煤斗，由给煤机送入磨煤机磨成煤粉，并经空气预热器送来的一次风烘干并带至粗粉分离器。该厂磨煤机选用 HP1003 磨煤机，一次风正压直吹式制粉系统，将碾磨好的煤粉经分配器均匀送到燃烧器；每台磨另有一个润滑油站，一个液压油站与之相配套使用。在粗粉分离器中将不合格的粗粉分离返回磨煤机再行磨制，合格的细粉被一次风带出分离器，送到锅炉中燃烧。



图一：发电厂生产过程

(3) 锅炉与燃烧。一次风携带煤粉与二次风按一定比例混合后经燃烧器喷入炉膛内燃烧。该厂的燃烧器采用 LNASB 燃烧器。

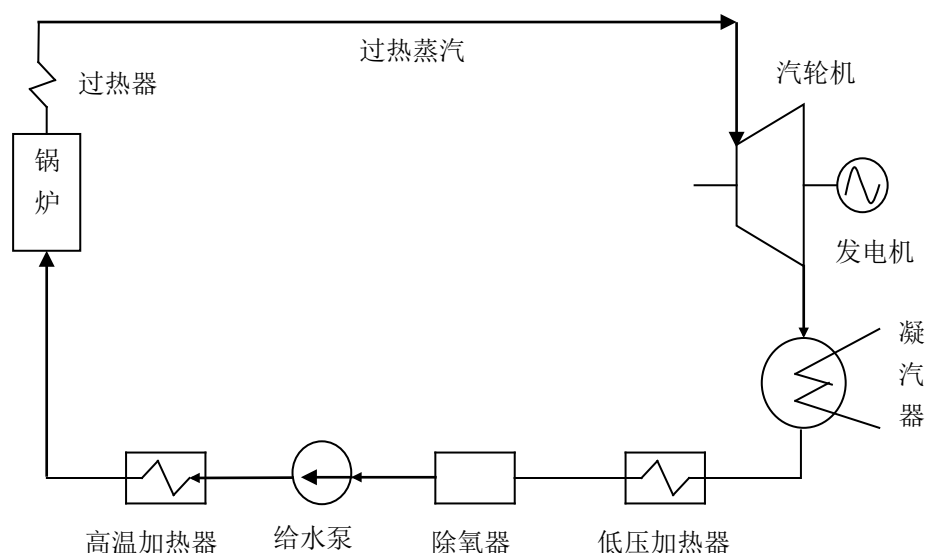
(4) 风烟系统。送风机将冷风送到空气预热器加热，加热后的气体一部分经磨煤机、排粉风机进入炉膛，另一部分经燃烧器外侧套筒直接进入炉膛。炉膛内燃烧形成高温烟气，沿烟道经过热器、省煤器、空气预热器逐渐降温，再经除尘器出去 90%~99% 的灰尘，经引风机送入烟囱，排向天空。

(5) 灰渣系统。炉膛内煤粉燃烧后生成的小灰粒，被除尘器收集成细灰排入冲灰沟，燃烧中因结焦形成的大块炉渣，下落到锅炉底部的渣斗内，经过碎渣机破碎后也排入冲灰沟，再经灰渣水泵将细灰和碎炉渣经冲灰管道排往储灰场，扬二厂又 5500 亩储灰场。

(二) 汽水系统

火电厂汽水系统由锅炉、汽轮机、凝汽器、除氧器、加热器等设备及其管道等组成，包括给水系统、循环水系统和补水系统，如图二所示。

1. 给水系统。由锅炉产生的过热蒸汽沿主蒸汽管道进入汽轮机，高速流动的蒸汽冲动汽轮机叶片转动，带动发电机旋转产生电能。在汽轮机内作功后的蒸汽，其温度和压力大大降低，最后排入凝汽器并被冷却水冷却凝结成水（称为凝结水），汇集在凝汽器的热水井中。凝结水由凝结水泵



图二 汽水系统

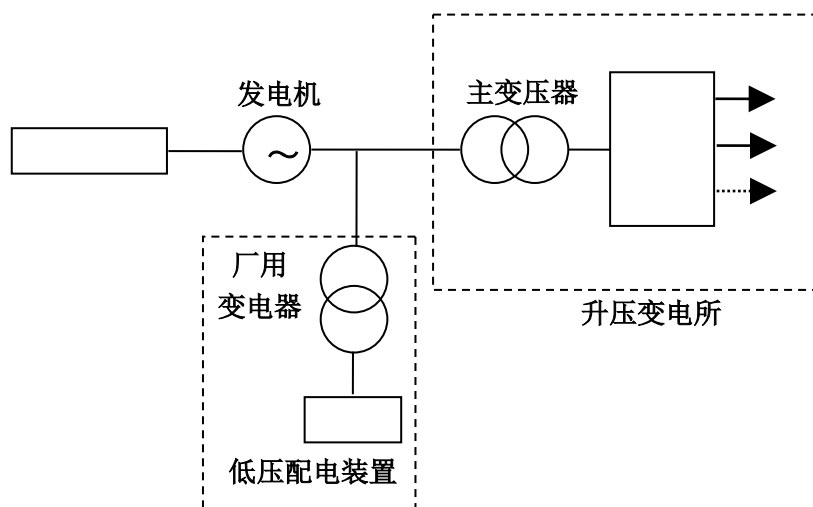
打至低压加热器中加热，再经除氧器除氧并继续加热。由除氧器出来的水（叫锅炉给水），经给水泵升压和高压加热器加热，最后送入锅炉汽包（该厂二期锅炉无汽包）。

2. 补水系统。在汽水循环过程中总难免有汽、水泄漏等损失，为维持汽水循环的正常进行，必须不断地向系统补充经过化学处理的软化水，这些补给水一般补入除氧器或凝汽器中，即是补水系统。

3. 循环水系统。为了将汽轮机中作功后排入凝汽器中的乏汽冷凝成水，需由循环水泵从长江之中抽取大量的江水送入凝汽器，冷却水吸收乏汽的热量后再排入长江之中。

（三）电气系统

发电厂的电气系统，包括发电机、励磁装置、厂用电系统和升压变电所等，如图三所示。



图三 发电厂的电气系统

三 实习电厂锅炉设备及系统

锅炉是火力发电厂的三大主要设备之一，它的作用是将水变成高温高压的蒸汽。水要变成高温高压的蒸汽，必须吸热，它的热源来自燃料。燃料在空气的帮助下燃烧、发热、生成高温的燃烧产物（烟气），这个过程就是把燃料的化学能转化为烟气的热能。然后烟气通过锅炉的各种受热面，将这些热能传给水，水吸热后便变成蒸汽。由此可见，锅炉是进行燃料燃烧、传热和使水汽化三种过程的综合装置。

（一） 锅炉的整体概况

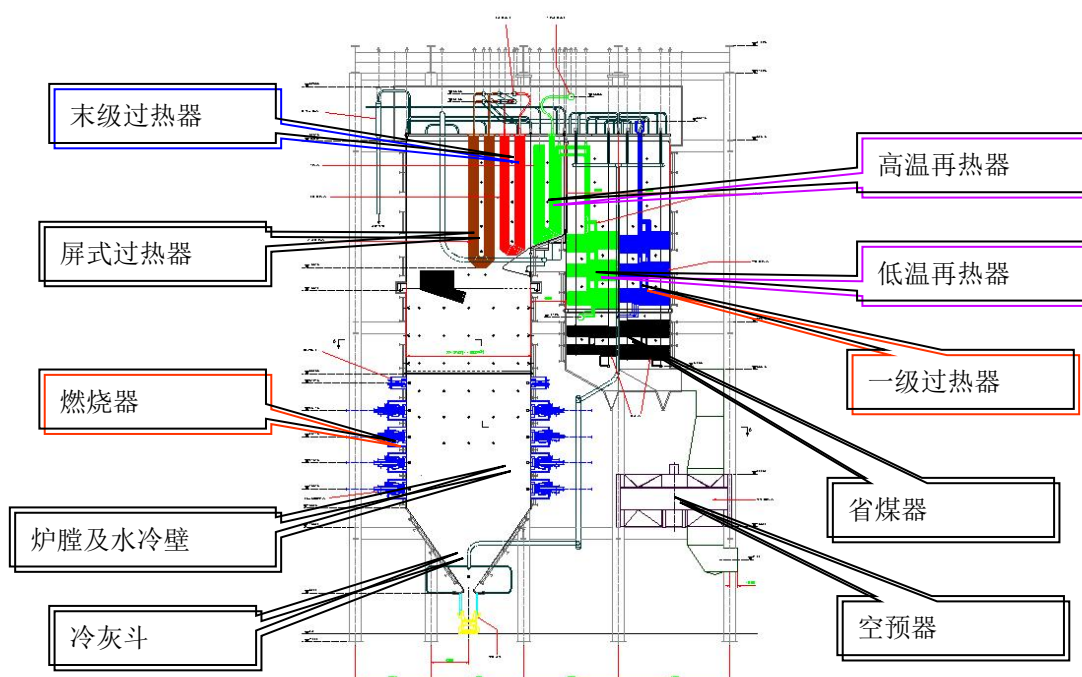
我们所实习的扬州第二发电厂二期工程采用哈尔滨锅炉厂引进三井巴布科克能源公司技术生产的超临界变压运行直流锅炉。锅炉型号为 HG1956/25.4-YM，型式为单炉膛、一次再热、平衡通风、露天布置、固态排渣（采用碎渣机方案）、全钢构架、全悬吊结构Ⅱ型锅炉。锅炉以神府烟煤作为设计煤，以山西晋北烟煤作为校核煤。锅炉的主要参数见表一。

名 称	单 位	BMCR	TRL	75%TH
过热蒸汽流量	t/h	1956	1862	1250
过热器出口蒸汽压力	MPa(g)	25.4	25.28	20.74
过热器出口蒸汽温度	℃	543	543	543
再热蒸汽流量	t/h	1591	1511	1048
再热器进口蒸汽压力	MPa(g)	4.87	4.62	3.20
再热器出口蒸汽压力	MPa(g)	4.68	4.44	3.07
再热器进口蒸汽温度	℃	304.5	299	286.2
再热器出口蒸汽温度	℃	569	569	569
省煤器进口给水温度	℃	290	286.4	262.8

表一 HG1956/25.4-YM 型锅炉的主要设计参数

该锅炉的汽水流程以内置式汽水分离器为界设计成双流程。从冷灰斗进口一直到标高 46.46m 的中间混合集箱之间为螺旋管圈水冷壁，再连接至炉膛上部的水冷壁垂直管屏和后水冷壁吊挂管，然后经下降管引入折焰角和水平烟道侧墙，再引入汽水分离器。从汽水分离器出来的蒸汽引至顶棚和包墙系统，再进入一级过热器中，然后再流经屏式过热器和末级过热器。再热器分为低温再热器和高温再热器两段布置，低温再热器布置于尾部双烟道中的前部烟道，末级再热器布置于水平烟道中，逆、顺流混合换热。水冷壁为膜式水冷壁，下部水冷壁及灰斗采用螺旋管圈，上部水冷壁为垂直管屏。从炉膛出口至锅炉尾部，烟气依次流经上炉膛的屏式过热器、末级过热器、水平烟道中的高温再热器，然后至尾部双烟道中烟气分两路，一路流经前部烟道中的立式和水平低温再热器、省煤器，一路流经后部烟道的一级过热器、省煤器，最后进入下方的两台回转式空气预热器。制粉系统采用直吹系统，每炉配 6 台 HP1003 型磨煤机，B-MCR 工况下

5 台运行。每台磨煤机供布置于一层的 LNASB 燃烧器，前后墙各 3 层，每层布置 5 只。在煤粉燃烧器的上方前后墙各布置 1 层燃烬风，每层有 5 只风口。锅炉布置有 98 只炉膛吹灰器、12 只半长吹、50 只长吹，空气预热器的冷、热端也配有 4 只吹灰器，吹灰器由程序控制。炉膛出口两侧各装设一只烟气温度探针，并设置炉膛监视闭路电视系统。锅炉除渣采用碎渣机方案，装于冷灰斗下部。其整体布置见图四。

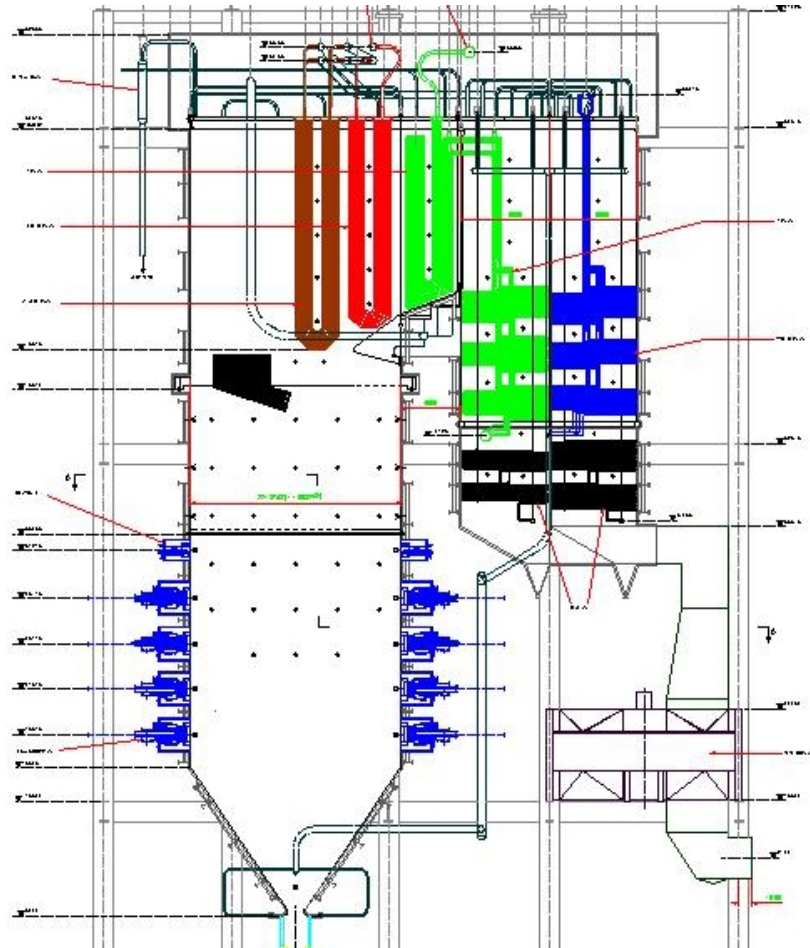


(二) 锅炉的汽水系统、风烟系统、及制粉系统

1. 汽水系统。 该锅炉为直流锅炉，其汽水流程如图五所示。

2. 风烟系统。 本锅炉风烟系统为平衡通风系统，即利用一次风机、送风机和引风来克服气流流通过程中的各项阻力。平衡通风系统不仅使炉膛及尾部烟道的漏风不会太大，保证较高的经济性，而且还能防止炉内高温烟气外冒，对于运行人员的安全和锅炉房岛的卫生条件均有好处。风烟系统分为二次风系统、一次风系统和烟气系统。

(1) 二次风系统。二次风系统的作用是供给燃料燃烧所需的大量热空气。送风机出口的二次风流经空气预热器的二次风风仓。在空气预热器出口热二次风道设置热风再循环管道；即在环境温度比较低的时候，将空气预热器出口的二次热风引一部分到送风机的入口，以提高进入空气预热器



图五 锅炉的汽水流程

的冷二次风温度，防止空气预热器的低温腐蚀。每台空气预热器对应一组送风机和引风机。两个空气预热器的进、出口风道都横向交叉联接在总风道上，用来向炉膛提供平衡的空气流。

(2) 一次风系统。