



工业锅炉设备

Copyright © 2013 DGUT. Permission required for reproduction or display.

任课教师：张彦佐

Email: zhangyz@dgut.edu.cn

化学工程与能源技术学院
School of Chemical and Engineering and Energy Technology
东莞理工学院
DongGuan University of Technology



2014年3月



作业：

1. 说明影响排烟热损失的主要因素及降低排烟热损失的措施是什么？

答：影响 q_2 的主要因素是排烟焓的大小，而影响排烟焓的主要因素是排烟容积和排烟温度。措施：

- 选择合理的排烟温度及合理的过量空气系数。尽量的降低排烟温度及排烟容积。
- 运行中尽量减少炉膛及烟道漏风。因为漏风不仅会增大排烟容积，还可能使排烟温度升高。
- 运行中应及时对受热面吹灰打焦，经常保持受热面的清洁。因为受热面积灰和结渣会使传热减弱，促使排烟温度升高。

2. 提高锅炉热效率时为什么不能把排烟温度降得很低？

答：降低排烟温度可以降低排烟热损失，提高锅炉热效率，节约燃料消耗量，但降低排烟温度必须增加尾部受热面，增加了锅炉的金属消耗量和烟气流阻力。另一方面，由于烟温太低会引起尾部受热面酸性腐蚀，特别是燃用硫分较高的燃料时，这种腐蚀更为严重。因此提高锅炉效率不能把烟温降的过低。



2、某厂SZP10-1.3型锅炉燃用收到基灰分为17.74%、低位发热量为25539kJ/kg的煤，每小时耗煤1544kg。在运行中测得灰渣和漏煤总量为213kg/h，其可燃物含量为17.6%；飞灰可燃物含量为50.2%，试求固体不完全燃烧热损失q₄。

解：

假设 i_r 、 Q_{zq} 、 Q_{wl} 均为零，则 $Q_r = Q_{net,ar}$

(P87, 3-118)

$I_r = h_r$ ：燃料的物理热，只有当收到基水分大于等于 $Q_{net,ar}$ 时才计算

$Q_{wl} = Q_{wr}$ ：用锅炉外部热源加热空气时，带入炉内的热量

$Q_{zq} = Q_{wh}$ ：雾化重油所耗用的蒸汽带入炉内的热量

$$q_4 = \frac{32866A_{ar}}{100Q_r} \left(\frac{\alpha_{hz} C_{hz}}{100 - C_{hz}} + \frac{\alpha_{lm} C_{lm}}{100 - C_{hz}} + \frac{\alpha_{fh} C_{fh}}{100 - C_{hz}} \right) \times 100\% \quad (\text{P90, 3-129})$$



3、某链条炉热工试验测得数据如下： $C_{ar}=55.5\%$ ， $H_{ar}=3.72\%$ ， $S_{ar}=0.99\%$ ， $O_{ar}=10.38\%$ ， $N_{ar}=0.98\%$ ， $A_{ar}=18.43\%$ ， $M_{ar}=10.0\%$ ， $Q_{net,ar}=21353\text{kJ/kg}$ ，炉膛出口的烟气成分 $RO_2=11.4\%$ ， $O_2=8.3\%$ 以及固体不完全燃烧热损失 $q_4=9.78\%$ ，试求气体不完全燃烧热损失 q_3 。

解：

$$q_3 = \frac{235.9 C_{ar} + 0.375 S_{ar}}{Q_r} \frac{(1 - q_4) (CO)}{RO_2 + CO} \times 100\%$$

(P89, 3-127)



第四章 工业锅炉本体结构

- 4.1 锅炉发展概况
- 4.2 锅壳锅炉
- 4.3 水管锅炉
- 4.4 热水锅炉
- 4.5 特种工业锅炉（自学）
- 4.6 工业锅炉辅助受热面
- 4.7 工业锅炉安全附件

任务：了解锅炉发展史，熟悉锅炉本体结构、辅助受热面及安全附件

锅炉的发展分锅和炉两个方面

18世纪上半叶，英国煤矿使用的蒸汽机，包括瓦特的初期蒸汽机在内，所用的蒸汽压力等于大气压力。18世纪后半叶改用高于大气压力的蒸汽。19世纪，常用的蒸汽压力提高到0.8兆帕左右。与此相适应，最早的蒸汽锅炉是一个盛水的大直径圆筒形立式锅壳，后来改用卧式锅壳，在锅壳下方砖砌炉体中烧火。

随着锅炉越做越大，为了增加受热面积，在锅壳中加装火筒，在火筒前端烧火，烟气从火筒后面出来，通过砖砌的烟道排向烟囱并对锅壳的外部加热，称为火筒锅炉。开始只装一只火筒，称为单火筒锅炉或康尼许锅炉，后来加到两个火筒，称为双火筒锅炉或兰开夏锅炉。

发展历史

- 1830年左右，在掌握了优质钢管的生产和胀管技术之后出现了火管锅炉。一些火管装在锅壳中，构成锅炉的主要受热面，火(烟气)在管内流过。在锅壳的存水线以下装上尽量多的火管，称为卧式外燃回火管锅炉。它的金属耗量较低，但需要很大的砌体。19世纪中叶，出现了水管锅炉。锅炉受热面是锅壳外的水管，取代了锅壳本身和锅壳内的火筒、火管。锅炉的受热面积和蒸汽压力的增加不再受到锅壳直径的限制，有利于提高锅炉蒸发量和蒸汽压力。这种锅炉中的圆筒形锅壳遂改名为锅筒，或称为汽包。初期的水管锅炉只用直水管，直水管锅炉的压力和容量都受到限制。
- 二十世纪初，汽轮机开始发展，它要求配以容量和蒸汽参数较高的锅炉。直水管锅炉已不能满足要求。随着制造工艺和水处理技术的发展，出现了弯水管式锅炉。开始是采用多锅筒式。随着水冷壁、过热器和省煤器的应用，以及锅筒内部分离元件的改进，锅筒数目逐渐减少，既节约了金属，又有利于提高锅炉的压力、温度、容量和效率。

- 在水汽系统方面，给水在加热器中加热到一定温度后，经给水管道进入省煤器，进一步加热以后送入锅筒，与锅水混合后沿下降管下行至水冷壁进口集箱。水在水冷壁管内吸收炉膛辐射热形成汽水混合物经上升管到达锅筒中，由汽水分离装置使水、汽分离。分离出来的饱和蒸汽由锅筒上部流往过热器，继续吸热成为一定温度的过热蒸汽（目前大多300MW、600MW机组主汽温度约为540°C左右），然后送往汽轮机。
- 在燃烧和烟风系统方面，送风机将空气送入空气预热器加热到一定温度。在磨煤机中被磨成一定细度的煤粉，由来自空气预热器的一部分热空气携带经燃烧器喷入炉膛。燃烧器喷出的煤粉与空气混合物在炉膛中与其余的热空气混合燃烧，放出大量热量。燃烧后的热烟气顺序流经炉膛、凝渣管束、过热器、省煤器和空气预热器后，再经过除尘装置，除去其中的飞灰，最后由引风机送往烟囱排向大气。

锅炉的燃烧设备

- 锅炉的燃烧方式有三种形式：层燃（火床燃烧）、室燃（悬浮燃烧）、沸腾燃烧。各种燃烧方式有其相应的燃烧设备。固定炉排、链条炉排、往复炉排、振动炉排等属于层燃式，适用于燃烧固体燃料。煤粉锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉等属于室燃式，适用于粉状固体燃料，液体燃料和气体燃料。鼓泡流化床、循环流化床属于沸腾燃烧方式，适用于燃烧颗粒状固体燃料。抛煤机链条炉排，兼有层燃和室燃的燃烧方式，属于混合燃烧方式。





概述

锅炉本体结构特点：锅壳锅炉与水管锅炉

- ▶ 锅壳锅炉——有一个较大的钢制筒体，内布置烟管受热面。根据燃烧装置的布置可分为内燃式锅壳锅炉与外燃式锅壳锅炉。特点：结构紧凑，整体性好，对水质要求不高。
- ▶ 水管锅炉——本体由较小直径的锅筒和管子组成，受热面与炉膛布置灵活，传热好，适合大容量、高参数锅炉，但是对水质要求高。

(一) 烟管锅炉特点

高温烟气在火筒或烟管内流动放热，低温介质在火筒或烟管外吸热

优点：结构简单、维修方便、水容积大、水质要求低

缺点：炉温低、燃烧差（尺寸受限）
传热效果差、排烟温度高、热效率低
汽压不宜提高、蒸发量受限
结构刚性大、清洗水垢困难、易堵灰

(二) 水管锅炉特点

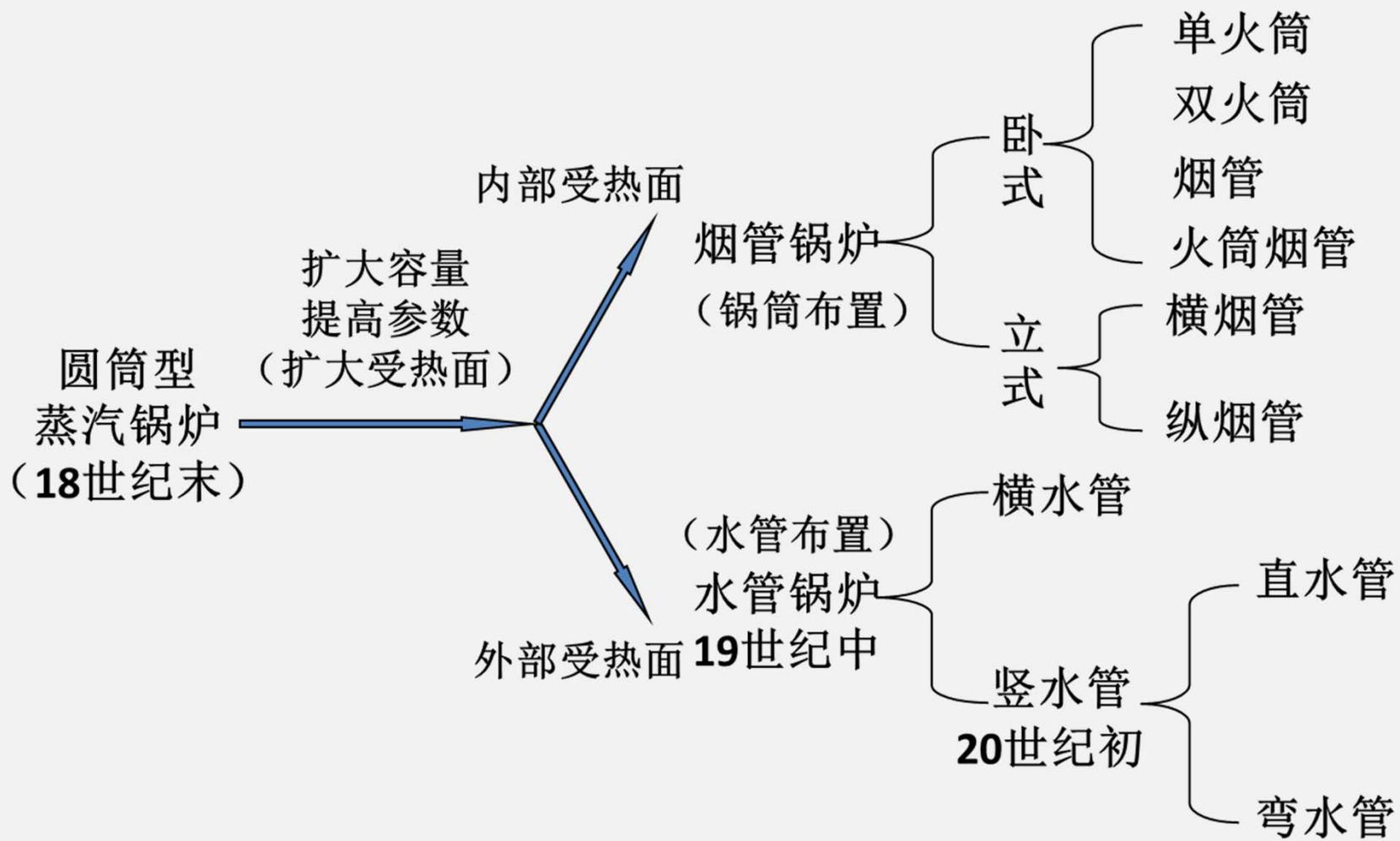
高温烟气在管外冲刷流动放热，汽水在管内流动而吸热蒸发

摆脱了火筒、烟管锅炉受锅筒尺寸的制约，在燃烧条件、传热效果和受热面布置方面得到根本改善，便于清洗和维修，提高了锅炉容量、参数和热效率，水质要求高。



§ 4-1 锅炉发展概况

- 随着科学技术进步和工业生产发展，特别是蒸汽机的发明，**锅炉**应运而生，**18**世纪末，圆筒形蒸汽锅炉诞生，至今已有**200**多年的历史。此期间锅炉发展：**型号、压力、温度、结构**。

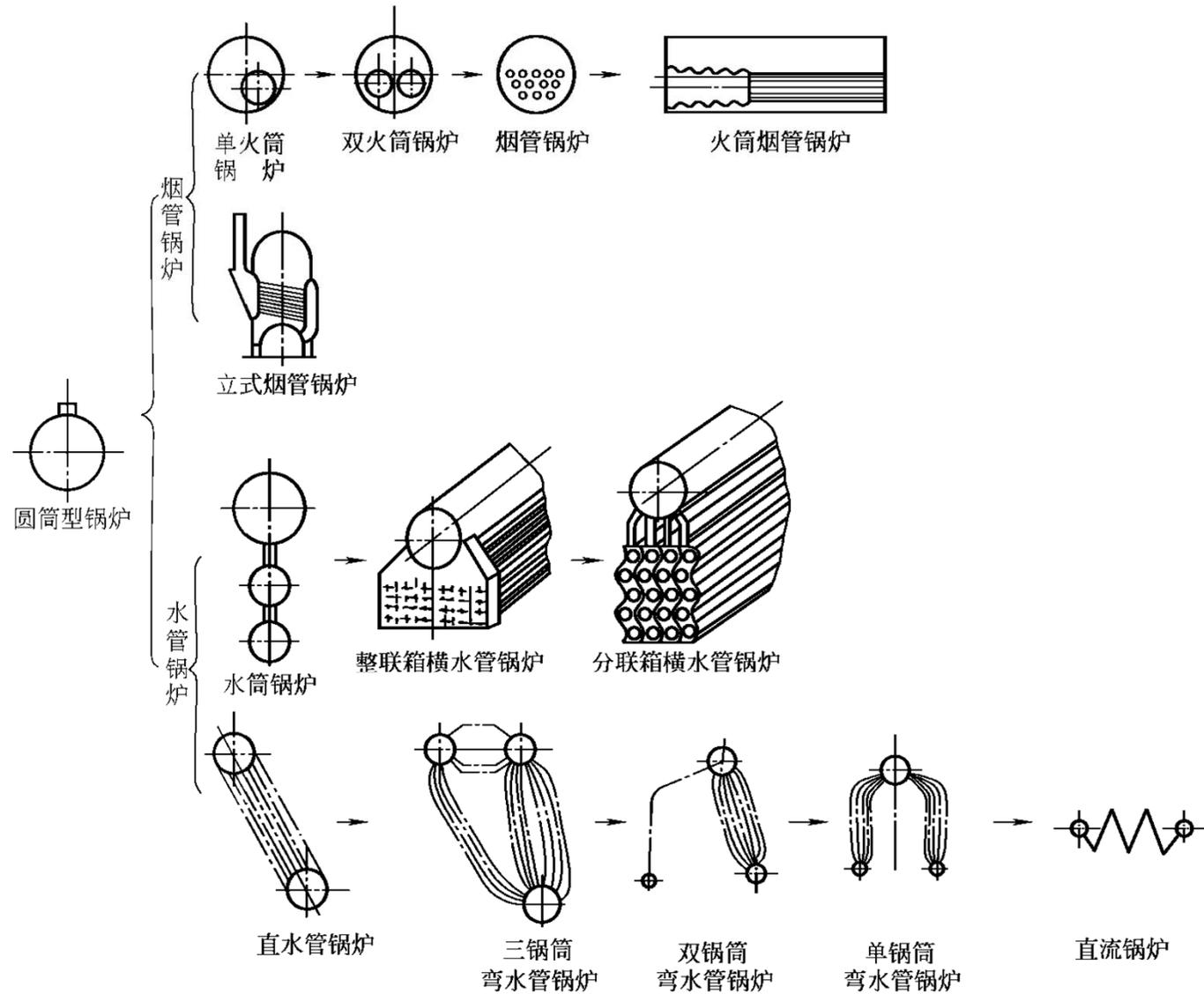


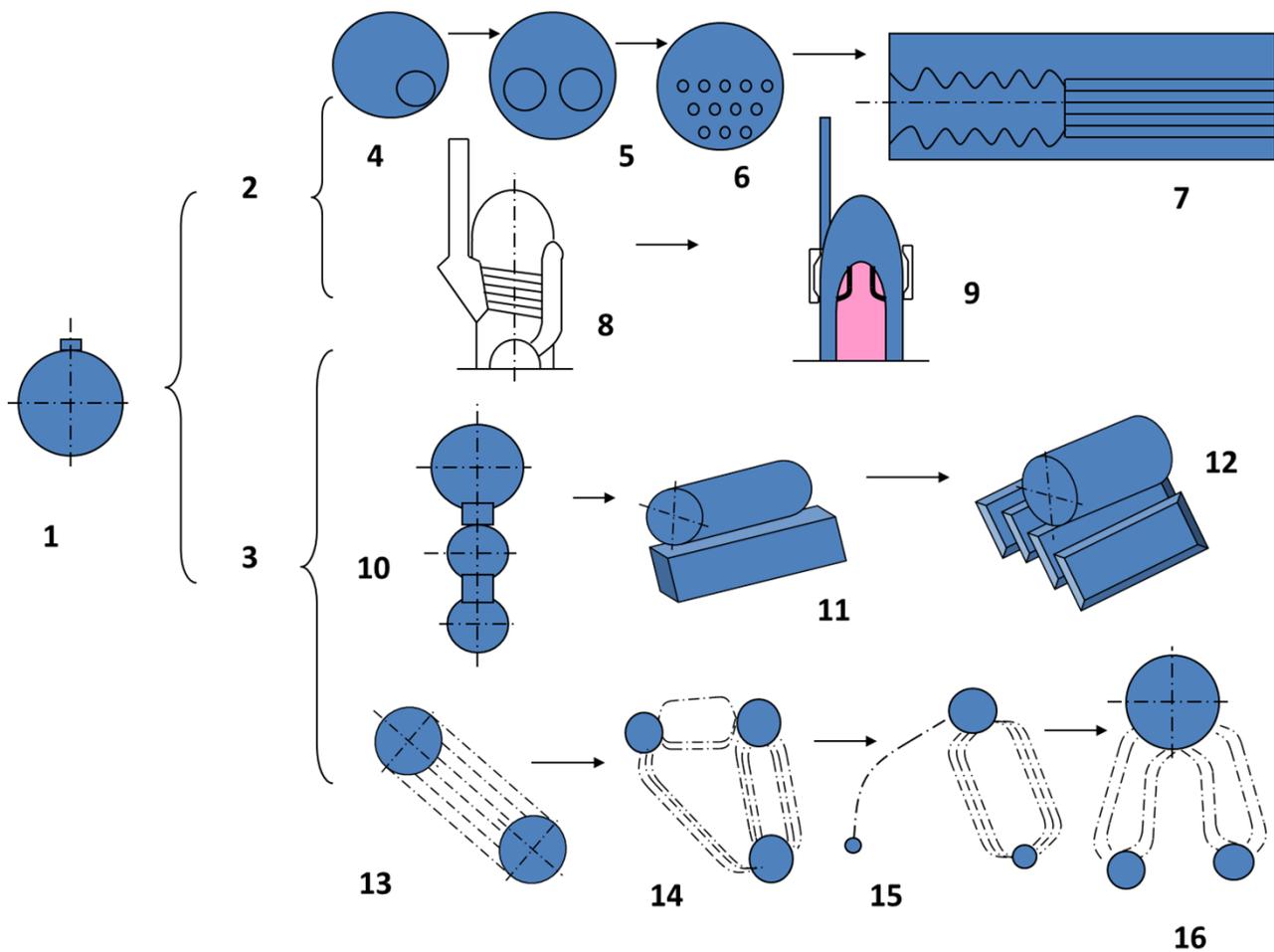


- 锅炉的演变过程如[图](#)所示，形象地展示了锅炉的发展方向和结构型式的演变过程。
- 在蒸汽锅炉发展的同时，由于热水供热系统的发展和节能的需要，热水锅炉(热水采暖)也正在迅速发展。还有一部分余热锅炉也受到普遍重视。



锅炉的发展演变过程





1-圆筒型锅炉；2-火管锅炉；3-水管锅炉；4-单火管锅炉；5-双火管锅炉；6-烟管锅炉；7-烟火管锅炉；8-立式烟火管锅炉；9-立式弯水管锅炉；10-水筒锅炉；11-整联箱横水管锅炉；12-分联箱横水管锅炉；13-直水管锅炉；14-三锅筒弯水管锅炉；15-双锅筒弯水管锅炉；16-单锅筒弯水管锅炉



中国的锅炉产业

- 中国的锅炉产业，它既不是“朝阳产业”，也不是“夕阳产业”，而是与人类共存的永恒产业，且在中国还是一个不断发展的产业。20世纪80年代以后，中国的经济发生了突飞猛进的变化，锅炉行业更加突出，全国锅炉制造企业增加近二分之一，并形成了独立开发研制一代又一代新产品的能力，产品的技术性能已接近发达国家水平。锅炉是经济发展时代不可缺少的商品，未来将如何发展，是非常值得研究的。
- 工业锅炉目前是中国主要的热能动力设备，工业锅炉多于电站锅炉，近十年来，中国电站锅炉行业取得了快速的发展。其一，产量大幅增长，行业的产能快速提升。目前，整个行业的产能已经超过8000万千瓦，不仅能满足国内电力工业建设的需要，而且还进入了国际市场。





环保锅炉

顾名思义，环保锅炉所必需的燃料是水煤浆。水煤浆是一种新型清洁燃料，是燃料家族的新成员。它以煤炭为主料，以水、化学添加剂为辅料组成，经过专用设备的研磨、细化，并充分与水混和均匀，在化学添加剂的作用下，制出均匀、稳定的水煤浆。传统燃煤锅炉中，煤炭燃料是固态燃烧方式，而环保锅炉革命性的将之改变为高压流态雾化喷燃方式。这种类似燃油燃烧的方式，充分整合了液态燃料、空气、水种种燃烧因素的化学物理特点，实际效果上促进了燃料燃尽率的大幅提高（相对燃煤锅炉）。依据液态煤基燃料燃烧机理，锅炉整个系统进行优化重置设计，既大大提高了锅炉最终的热效率，又减少了主要污染物的气体排放量，从而，环保锅炉充分实现了环保又节能的社会效应和工业效益。



环保锅炉





电站锅炉

电站锅炉，通俗来讲就是电厂用来发电的锅炉。一般容量较大，现在主力机组为300MW。电站锅炉主要有两类：煤粉炉和循环流化床锅炉。循环流化床锅炉（简称CFB），其燃烧机理是把固态的燃料流体化，使它具有液体的流动性质促成燃烧。可以加石灰或煤矸石除硫，比较环保。循环流化床锅炉燃烧的是煤颗粒对锅炉的磨损比较严重，维修费用一般都挺高。电站煤粉炉，只是把煤磨细成煤粉，然后用空气吹入炉膛燃烧。燃烧的是粉末对锅炉磨损较小，比循环流化床锅炉好控制，给锅炉加压或着降压的时候它的反应时间比循环流化床快。电站锅炉的“水冷壁”、“过热器管”、“再热器管”、“省煤器管”的高温腐蚀和磨损，是造成管道泄露的主要原因，也是常见的技术问题，它给电厂的安全运行带来很大威胁，常常导致事故的发生。电厂简称其为电站锅炉“四管”。



燃煤锅炉

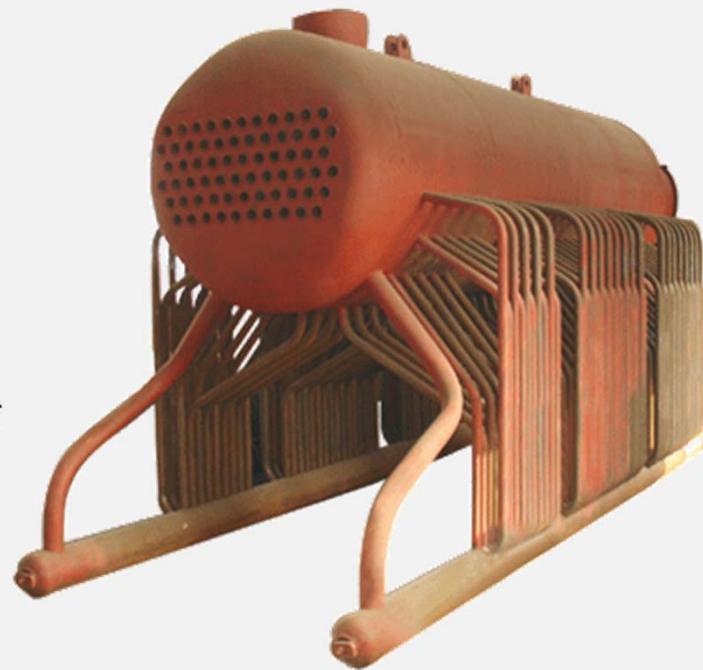
- 燃煤锅炉科技名词定义
- 中文名称：燃煤锅炉 英文名称：coal-fired boiler
定义：以煤为燃料的锅炉。
- 燃煤锅炉有多种类型，可按燃烧方式、除渣方式以及结构安装方式分类。
- 按燃烧方式可分为4种：
 - ①层燃炉
 - ②室燃炉
 - ③旋风炉
 - ④沸腾燃烧炉





发展方向

- 1 高参数大容量
- 2 结构简单、金属耗量低
- 3 热效率高
- 4 安全可靠
- 5 机械化、自动化、智能化程度高
- 6 环保性能好



§ 4-2 锅壳锅炉

1. 分类
2. 特点
3. 燃煤卧式单火筒锅壳锅炉的构造、工作原理和特点
4. 卧式燃油、燃气内燃锅壳锅炉的结构、工作原理和特点
5. 卧式外燃锅壳锅炉的结构、工作原理和特点
6. 立式锅壳锅炉的分类，各类型的结构形式、工作原理和特点

§ 4-3 水管锅炉

1. 分类
2. 特点/优点
3. 单锅筒纵置式水管锅炉的构造、工作原理和特点
“A”型锅炉
4. 双锅筒纵置式水管锅炉的构造、工作原理和特点
“D”型锅炉 “O”型锅炉
5. 单锅筒横置式水管锅炉的结构、工作原理和特点
6. 双锅筒横置式水管锅炉的结构、工作原理和特点
7. 小型直流锅炉工作原理和特点

§ 4-4 热水锅炉

1. 分类
2. 特点
3. 强制循环（直流式）热水锅炉
 - 角管式锅炉的特点
 - 带锅筒的强制循环热水锅炉的特点
4. 自然循环热水锅炉本体布置和特点
5. 常压热水锅炉的优点
6. 铸铁热水锅炉的特点
7. 壁挂式燃气热水锅炉的特点特点



§ 4-2 锅壳锅炉

- 锅壳锅炉是在工业上应用最早的一种锅炉形式
- 特点：
 - 水的加热、汽化、汽水分离等过程均在锅壳内完成，水循环安全可靠；锅壳体积大，水容积大，适应负荷变化的能力强；对水质要求不高。
 - 炉膛小，四周水冷程度大，燃烧条件差，炉内温度低，需要优质煤；烟气纵向冲刷，传热效果差；锅壳直径大，耗材多，而且蒸汽参数受到限制。



锅壳锅炉分类

- 按照燃烧设备内置还是外置分
 - (1) 内燃式锅壳锅炉
 - (2) 外燃式锅壳锅炉
- 按照锅壳锅炉锅壳布置方式分
 - (1) 立式锅壳锅炉
 - 立式火管锅炉
 - 立式水管锅炉
 - 立式无管锅炉
 - (2) 卧式锅壳锅炉
- 按照受热面管内介质分
 - (1) 水管锅炉
 - (2) 火管（烟管）锅壳锅炉
 - (3) 水火管锅炉



一、卧式锅壳锅炉

- 卧式锅壳锅炉：内燃式、外燃式。

目前国产锅炉多为内燃式，配置的有链条炉排、油燃烧器或燃气燃烧器。

1. 卧式内燃锅壳锅炉

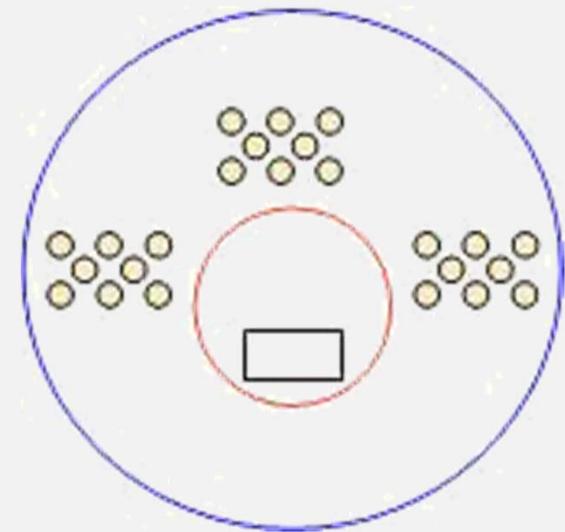
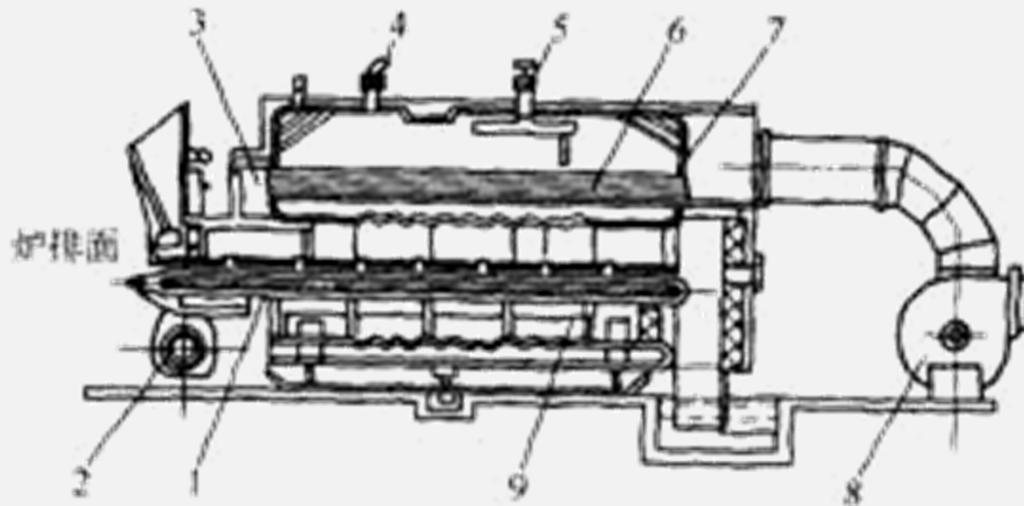
单火筒锅炉和双火筒锅炉。

➤ 燃煤卧式单火筒锅壳锅炉

图4-2为WNL4-1.3-AⅡ型卧式烟管锅炉。



- **锅炉构造：** 在卧置的锅筒内，有一个具有弹性的波形火筒，火筒内设置炉排；在锅筒左、右侧及火筒上部布置有烟管；火筒和烟管都沉浸在锅壳的水容积里。





- 工作原理：

烟气在锅炉内呈三个回程流动，称三回程锅炉。

第一回程：燃烧后的烟气在火筒内向后流动。

第二回程：烟气经后烟箱导入左、右侧烟管，向前流动。

第三回程：烟气经前烟箱汇集后，进入火筒上部的烟管向后流动，见[图4-2d](#)。

最后，烟气经引风机、烟囱排入大气。



- 特点:

优点—结构紧凑，体积小；水容量较大，能适应负荷变化，对水质要求低。

缺点—烟管采用胀接，易渗漏，烟管之间距离小，清除水垢困难；烟管水平布置易积灰；燃烧条件差，不宜燃用低质煤；炉排安装、拆卸、维修不大方便。



2. 卧式燃油、燃气内燃锅壳锅炉

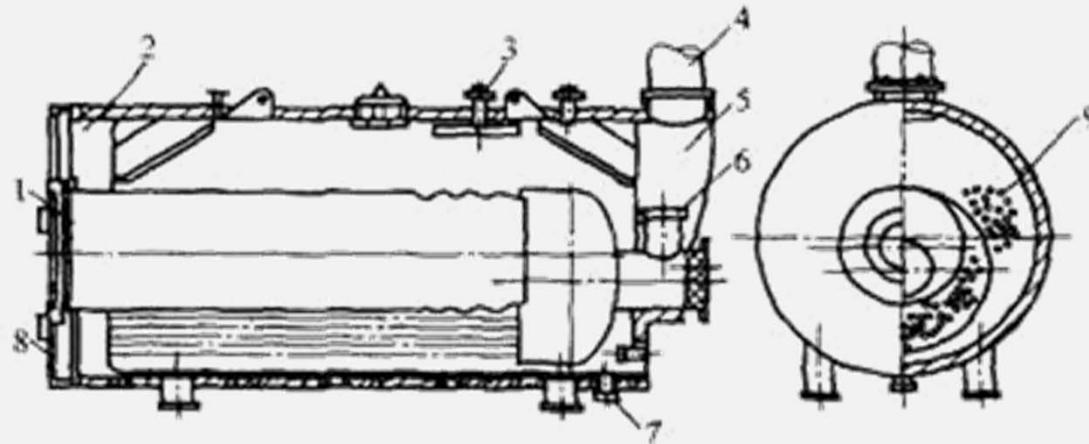
图4-3为WNS4-0.8-Q、Y型锅炉。

- 锅炉结构：

火筒：后部采用波形结构，以减少刚性；

烟管：采用双面螺纹管，以强化传热；

炉膛前部：采用耐火材料砌筑拱碯，以达到蓄热，稳燃和增强辐射的目的；配置燃油或燃气设备，微正压燃烧（**2000Pa**），可不用引风机。



• 工作原理:

烟气在锅炉内呈三个回程流动，称三回程锅炉。

第一回程: 燃烧后的烟气在火筒内向后流动；

第二回程: 烟气经火管下部的烟管，向前流动；

第三回程: 烟气经前烟箱汇集后，进入火筒两侧的烟管向后流动。

最后，烟气经省煤器由(引风机) 烟囱排入大气。



燃油燃气蒸汽（热水）锅炉





3. 卧式外燃锅壳锅炉

卧式外燃锅壳锅炉，又称烟水管锅炉。[图4-5d](#)所示为DZL2-1.3-AⅡ型锅炉。

- 结构形式（[图4-5](#)）

锅筒偏置，受热面主要有对流管束、烟管、铸铁省煤器；

炉排采用大块炉排片链条炉排，分仓送风，双速四挡调速装置；

高低水位报警和超压保护装置。



- 工作原理：（[图4-5d](#)）

烟气在锅炉内呈三个回程流动：

第一回程：燃烧后的高温烟气在炉膛内经前、后拱组成的喉口，由前向后流动；

第二回程：烟气由炉膛后部出口，进入对流烟道，由后向前流动；

第三回程：烟气经前烟箱汇集后，进入火筒内的烟管由前向后流动。

最后，烟气经省煤器，由引风机、烟囱排入大气。



- 特点:

优点—结构较合理，安全可靠性好；燃烧稳定，热效率可达**77%~81%**。煤种适应性较强，排烟黑度和含尘浓度能达到国家规定排放标准。

缺点—金属耗量高，制造复杂，耗工多，制造成本过高。



二、立式烟管锅炉

- 有横烟管和竖烟管。蒸发量在0.5t/h以下，通常是手烧炉。

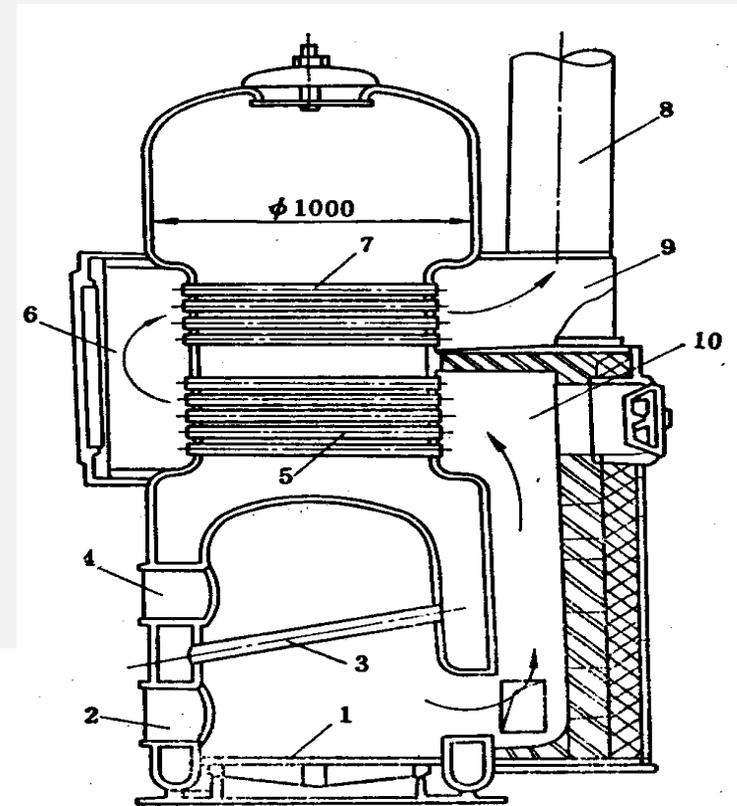


图 5-2 立式烟管锅炉

1—下炉排； 2—下炉门； 3—水冷炉排； 4—上炉门；
5—第一烟管管束； 6—前烟箱； 7—第二烟管管束；
8—烟囱； 9—后上烟箱； 10—后下烟箱



- 结构型式：
水冷炉排管、炉胆内壁—为辐射受热面；
横贯锅筒的众多烟管—为对流受热面。
- 工作原理：
煤由人工通过上炉门加在水冷炉排上，在上、下炉排上燃烧后生成的烟气，经炉膛出口进入后下烟箱，而后纵向冲刷流经第一、二水平烟管管束，最后汇集于后上烟箱，再经烟囱排至大气。
- 特点：
结构紧凑，占地少，便于安装和搬迁。属内燃式炉膛，炉膛温度水平低，低质煤难以燃烧和燃尽，热效率和出力都有所降低。适应于燃较好的烟煤。



§ 4-3 水管锅炉

- 特点

水管锅炉与火管锅炉相比有下列优点：

- (1)在结构方面：没有特大直径的锅筒和烟管；
- (2)在燃烧方面：炉膛不再受锅筒限制，可根据燃料特性自如布置，燃烧条件改善，热效率有较大提高；
- (3)在传热方面：可尽量组织烟气对水管的横向冲刷，与烟管的纵向冲刷相比传热系数提高；
- (4)水循环方面：水管锅炉具有良好的水循环；
- (5)水容积小，升火速度较快。



- 分类(锅筒及内部)

- (1) 按锅筒数目：单锅筒和双锅筒，前苏联还有三锅筒。
- (2) 按锅筒布置形式：纵置式、横置式和立置式。



一、单锅筒纵置式水管锅炉

- [图4-8d](#)为DZL20-2.5/400-A型抛煤机倒转链条炉排锅炉。
- 锅炉构造（[图4-8](#)）
 - 锅筒位于炉膛的正上方，两组对流管束与炉排成“A”字形布置。
 - 炉膛四周布置水冷壁，前墙水冷壁由锅筒引接的下降管供水，后墙及两侧墙水冷壁由对流管束下联箱引接的下降管供水。
 - 两侧墙水冷壁的下联箱兼作炉排的防渣箱。
 - 蒸汽过热器布置在右侧前半部对流烟道中。

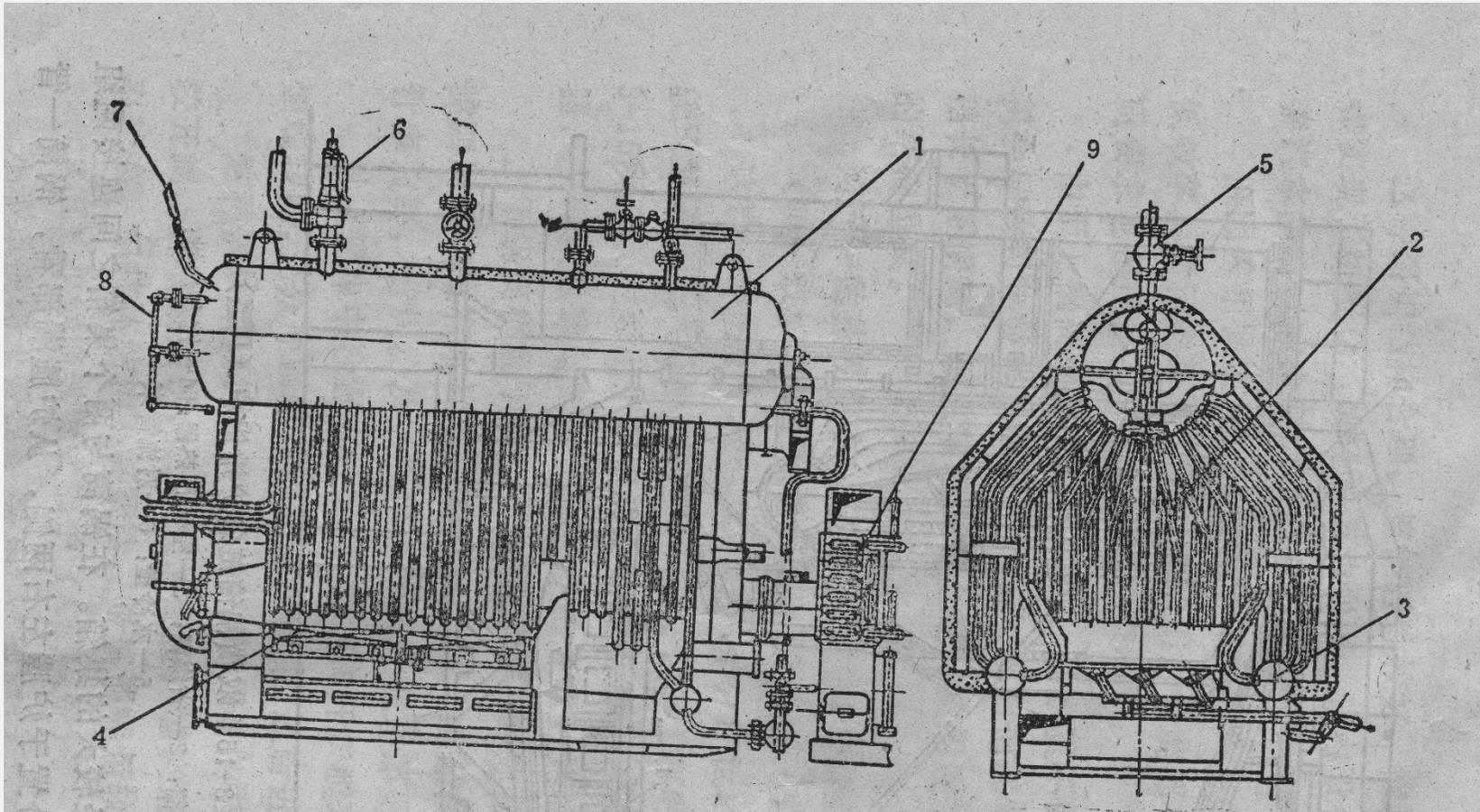


图3-16 单锅筒纵置式锅炉（A型）

1-锅筒； 2-对流管束； 3-集箱； 4-振动炉排； 5-主汽阀； 6-安全阀； 7-压力表； 8-水位表； 9-省煤器；



DZL型锅炉



我国生产的DZL型锅炉



- 工作原理：

烟气流程—锅炉配置机械风动抛煤机和倒转链条炉排，燃煤大部分被抛向炉膛后部，并在此开始着火燃烧。随着炉排由后向前逐渐移动，煤层逐渐燃尽，最后灰渣在炉排前端落入灰渣斗。炉内高温烟气→前墙左右两侧烟道→对流烟道，烟气由前向后横向冲刷对流管束。左右两侧的烟气在炉后的顶部汇集，折转 90° 向下→过省煤器、空气预热器→除尘器、引风机、烟囱排入大气。



- ▶ 汽水流程——软化除氧水经锅炉给水泵加压，送入省煤器预热后进入锅筒，分别在水冷壁和对流管束两个循环回路内受热、汽化，形成汽水混合物再回到锅筒，经汽水分离装置进行汽水分离，分离出来的水回到锅筒水空间，合格的饱和蒸汽引入蒸汽过热器加热，达到额定参数的过热蒸气经主蒸汽阀送往用户。



- 特点

优点—结构紧凑，占地面积小，水循环较稳定，着火迅速，耗钢材少。

缺点—锅筒水容积小，出力较大，锅炉需设自动给水设备，水质要求较高。飞灰含碳量高，燃烧不完全，热损失大。



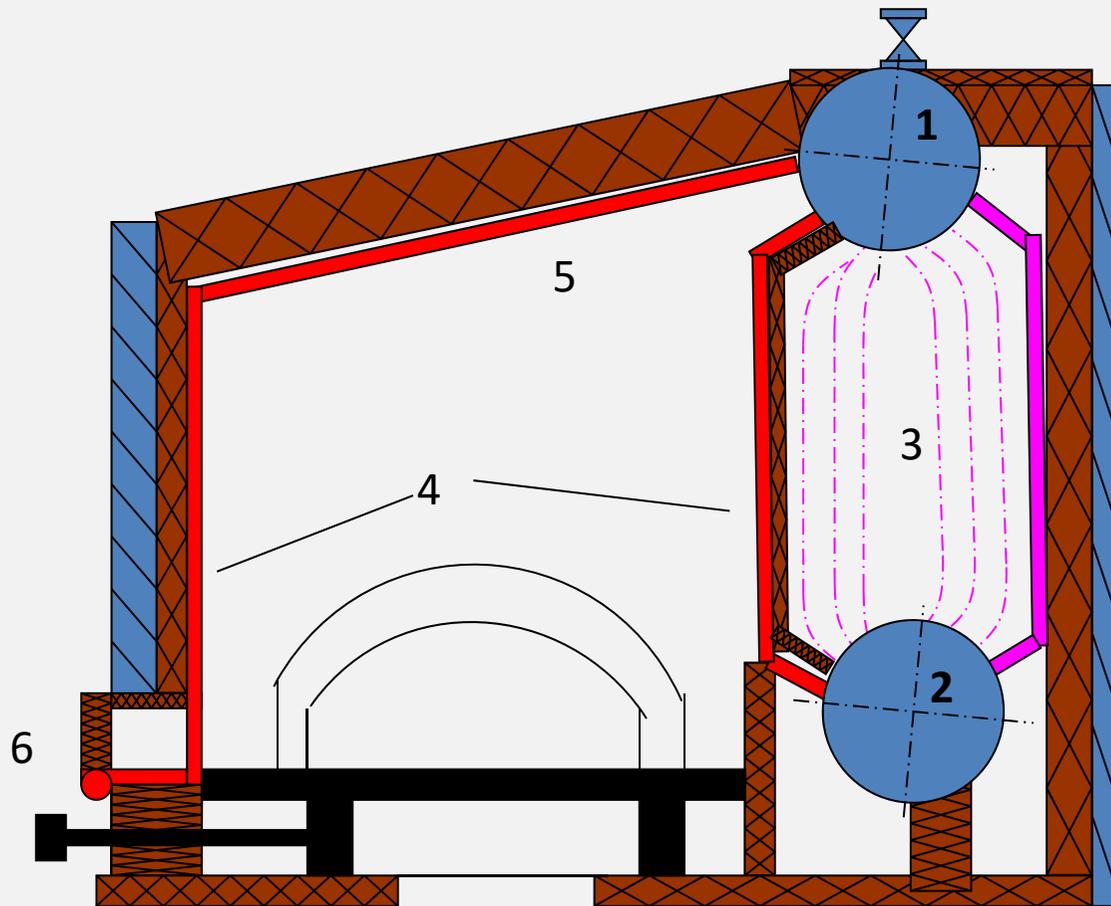
二、双锅筒纵置式水管锅炉

1. 双锅筒纵置式“D”型锅炉（[图4-9d](#)）

▶ 锅炉构造（[图4-9](#)）

炉膛与对流烟道平行布置，一侧为炉膛，另一侧为对流烟道。炉膛四周布置水冷壁，其中一侧水冷壁管弯曲形成炉顶。在对流烟道中，布置对流管束。布置方式成“D”形。

在对流管束（管排）中常设有纵向隔墙，将对流管束分成两部分。烟气由炉膛流出后，先流过第一组管束，再由第二组管束流出。



- 1-上锅筒
- 2-下锅筒
- 3-弯水管
- 4-左、右侧水冷壁
- 5-炉顶水冷壁
- 6-集箱
- 7-炉排

图3-13 双纵锅筒弯水管锅炉（D形）



➤ 工作原理

- 煤由煤斗落到链条炉排上，煤层随炉排向后移动，在移动过程中完成煤的燃烧过程，最后燃尽的灰渣移到炉排末端，经老鹰铁落入灰渣斗。
- 燃烧产生的高温烟气→炉膛后拱上部的烟气出口→切向进入燃尽室→燃尽室左侧的烟气出口→第一对流管束→第二对流管束→省煤器、引风机和烟囱排入大气。



➤ 特点

- 水容量较大，可适应热负荷变化。
- 对流管束布置较方便。
- 炉膛采用一侧狭长布置，有利于采用机械化炉排，燃料在炉排上停留的时间长，可降低固体燃烧不完全损失。
- 只能单面操作，单面进风，燃煤锅炉容量以不大于**10t / h**为宜。



2. “O”型锅炉

[图4-10](#)所示为SZP型双锅筒纵置式抛煤机锅炉。[图4-10+](#) SZL6-1.3-AⅢ型锅炉。

➤ 结构形式

- 锅炉炉膛在前，对流管束在后。正面看，居中纵置双锅筒间对流管束，构成“O”字形布置。
- 炉膛两侧布置水冷壁，如上锅筒为长锅筒，水冷壁上端直接接入上锅筒，呈“人”字形联接；如上锅筒为短锅筒，则两侧水冷壁分别设置上集箱，再由汽水引出管将上集箱和锅筒相连。



➤ 特点

- 属耗量低；
- 结构紧凑，整体总装出厂，可单层布置，节省基建投资；
- 水容积大，水循环可靠；
- 高温烟气横向冲刷对流管束，传热效果好；
- 热效率高



三、双锅筒横置式水管锅炉

下图1-1为SHL10-1.27/350-W III型双锅筒横置式水管锅炉。

- 锅炉结构

上、下锅筒、对流管束安装在炉膛之后，炉膛四周及炉顶全部布满水冷壁（蒸发受热面），烟窗在炉膛后墙上部，后墙水冷壁在此处被拉稀，形成凝渣管。

- 工作原理（[图1-1d](#)）

燃料燃烧生成的烟气经烟窗凝渣管，经蒸汽过热器、锅炉管束，进入尾部烟道，经省煤器、空气预热器、除尘器、引风机、烟囱排入大气。

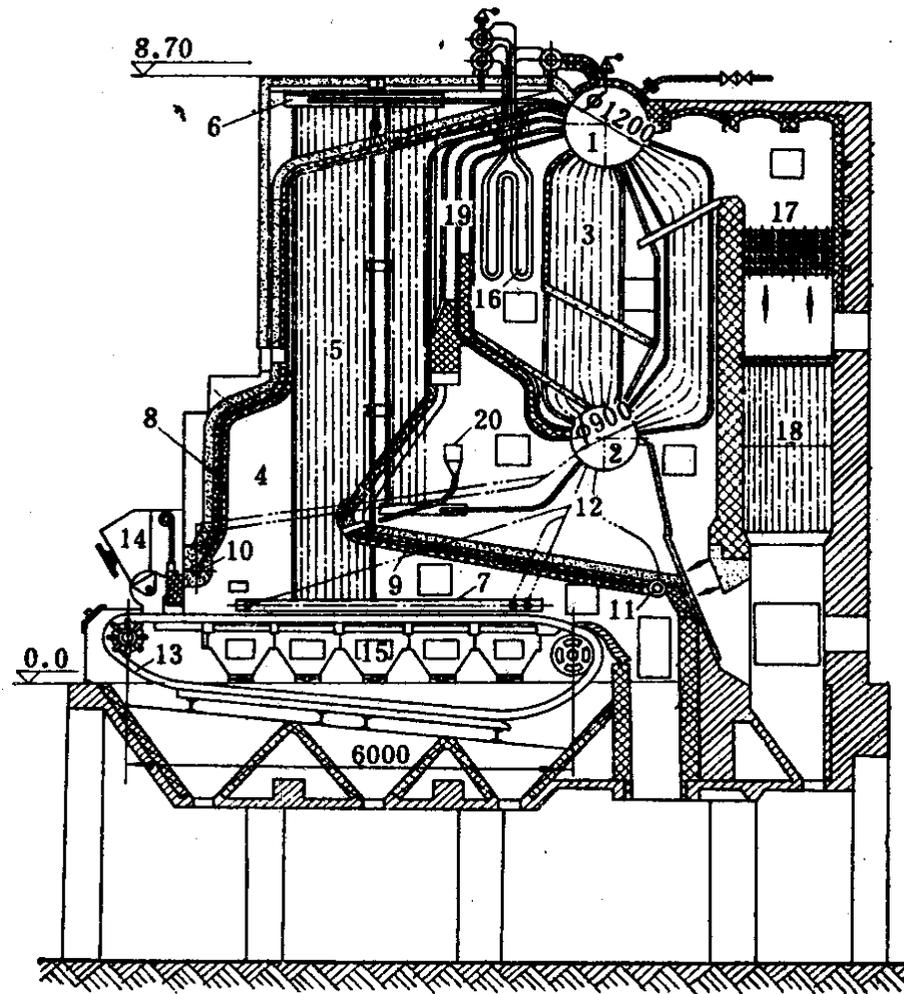


图 1-1 SHL型锅炉

1—上锅筒；2—下锅筒；3—对流管束；4—炉膛；5—侧墙水冷壁；6—侧水冷壁上集箱；7—侧水冷壁下集箱；8—前墙水冷壁；9—后墙水冷壁；10—前水冷壁下集箱；11—后水冷壁下集箱；12—下降管；13—链条炉排；14—加煤斗；15—风仓；16—蒸汽过热器；17—省煤器；18—空气预热器；19—烟窗及防渣管；20—二次风管



- 特点

- 受热面齐全，布置灵活；
- 燃烧设备机械化程度高，锅炉自控系统比较完善。
- 锅炉整体性差，宜采用散装形式，构架和炉墙较复杂，安装周期长，金属耗量大，成本高。



§ 4-4 热水锅炉

- 特点

- 锅内介质无相变，始终都是水（水温低于压力对应下饱和温度**20°C**以上，无需汽水分离装置）。
- 结构紧凑，外形尺寸小，锅炉房基建投资少。
- 金属耗量少，比同容量蒸汽锅炉节省约**30%**。
- 传热温差大，受热面不易结垢，热阻小，传热效率高，热效率高，节约燃料。
- 安全可靠性好，操作简单。



- 分类
 - 按结构型式：烟管、水管和烟-水管组合式
 - 按热水温度：低温($\leq 120^{\circ}\text{C}$)、高温 ($> 120^{\circ}\text{C}$)
 - 按流动方式：强制循环、自然循环
- 注意的问题
 - 防止锅炉水的汽化（突然停电）；
 - 低温受热面的低温腐蚀与积灰（回水温度低）；
 - 与供热管网直接连接时，注意除污。



一、强制循环（直流式）热水锅炉

1. 特点

- (1)通常不设锅筒；
- (2)受热面由多组管排和集箱组成；
- (3)结构紧凑，制造、安装方便；
- (4)钢材耗量少。

2. 受热面布置型式（按烟气与水的流动方向）

- 顺流式（方向一致）、逆流式（流动方向相反）和混流式（介于二者之间）。



3. 角管式锅炉（[图4-12](#)）

➤ 锅炉构造

强制循环热水锅炉一般不设置锅筒，而是由受热的并联排管和集箱组成，又称为管架式锅炉。

锅炉四角布置4根垂直不受热的大直径管子(角管)，大直径管与上、下集箱联通；炉膛四周的膜式水冷壁固定在上、下集箱间；角管、集箱、膜式水冷壁构成整体。

锅炉由前、后两部分组成，前面为炉膛，后面为对流烟道，中间用隔火墙隔开，隔火墙上部设置烟窗，后墙水冷壁在此处拉稀，形成凝渣管。



— 烟气流程

燃料燃烧后生成的高温烟气上行至炉膛出口烟窗，折转后进入对流烟道，横向冲刷对流受热面，从对流烟道底部流出锅炉，经除尘器、引风机、烟囱排入大气。

— 汽水流程（[图4-13](#)）

热网回水经循环水泵加压，进入进口集箱**8**，送入旗式对流受热面**6**，经上集箱**5**，通过角管**7**送入水冷壁下集箱**2**，分配到炉膛四周水冷壁**3**，加热后汇集到出口集箱**4**，经供水阀送往用户。



二、自然循环热水锅炉

- 自然循环热水锅炉是靠下降管和上升管中水的密度差，产生的循环推动力，使下降管内的水不断下降，上升管内的水不断上升，形成循环流动。
- 自然循环热水锅炉的循环推动力称为流动压头或运动压头。
- **下图**为DHL14-1.27/130/70-AⅡ型热水锅炉，

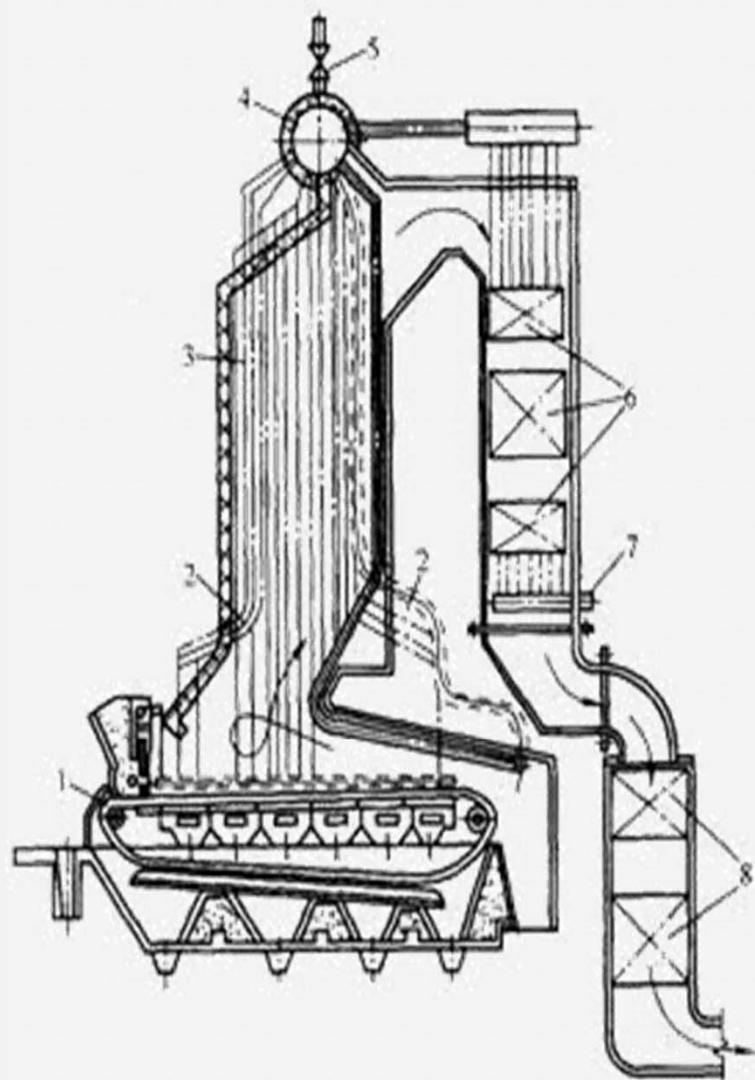


图4-14 DHL14-1.27/130 / 70-AH型自然循环热水锅炉

1-链条炉排 2-下降管 3-水冷壁 4-锅筒 5-供热水出口 6-对流受热面(钢管省煤器)7-回水入口集箱 8-空气预热器

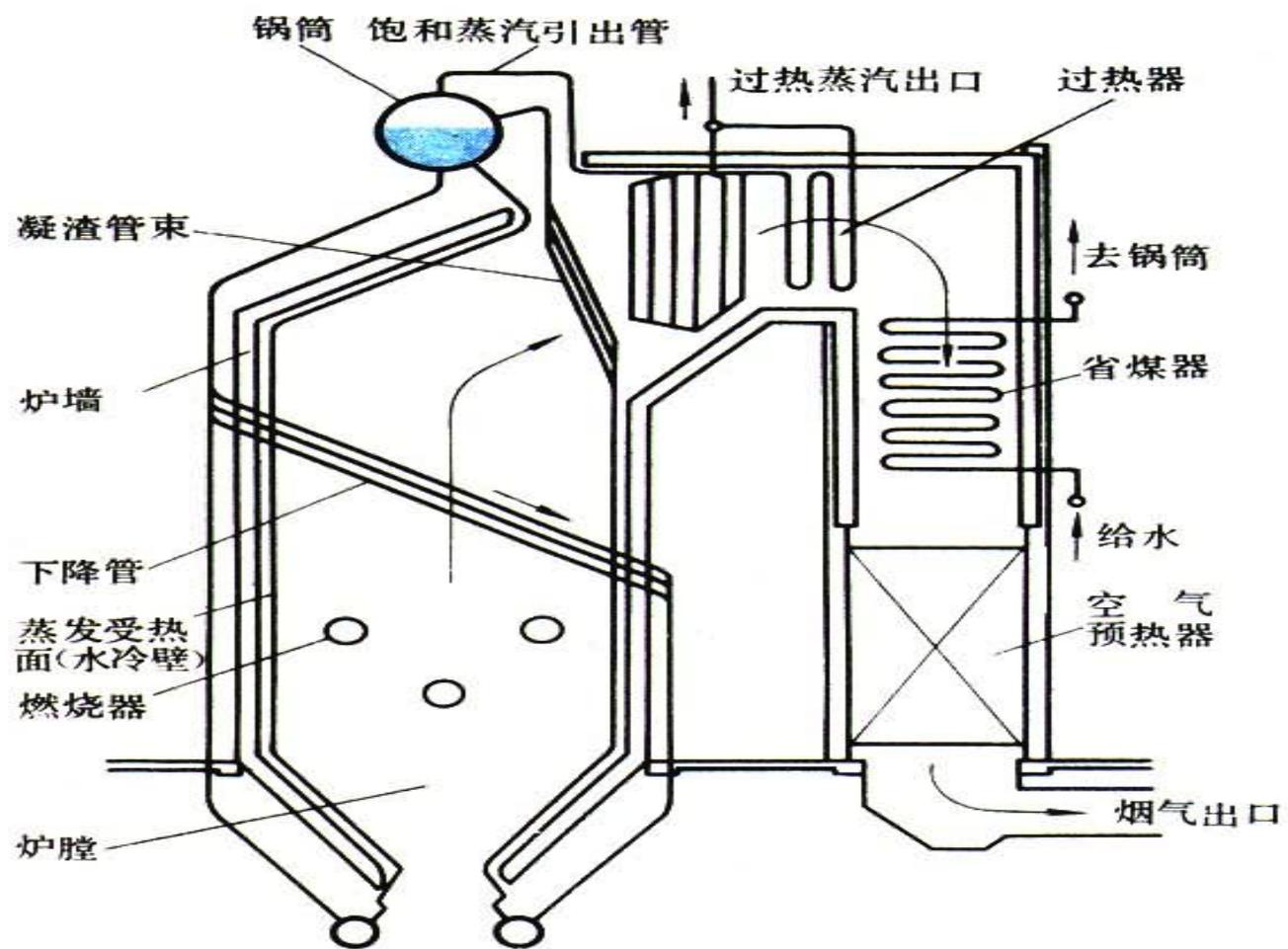


图 4 自然循环锅炉简图



1. 锅炉本体布置

- ▶ 单锅筒横置式链条炉，锅炉呈 Π 型布置。炉膛四周布置水冷壁，尾部竖井布置省煤器，尾部烟道布置管式空气预热器。
- ▶ 采用鳞片式链条炉排，两侧进风。
- ▶ 为适应燃料燃烧，采用了低而长的后拱(倾角为 10°)，与前拱配合以达到加强气流扰动和改善炉膛充满度的目的。



2. 水系统

- ▶ 循环水泵将循环水 → 省煤器第一组管束 → 中间混合联箱 → 第二组管束 → 第三组管束 → 出口联箱，并通过4根 $\Phi 108 \times 4\text{mm}$ 的连接管 → 锅筒。
- ▶ 锅筒内设有隔板，由省煤器来的循环水 → 锅筒两端的下降管区域，锅水 → 分散下降管 → 水冷壁下联箱 → 水冷壁，在水冷壁内吸热 → 锅筒。



3. 烟风系统（[图4-14d](#)）

- 燃烧用空气由炉排下部风室送入，燃烧产生的高温烟气在后上方沿炉膛宽度均匀地进入水平烟道，再转折向下，依次流经省煤器和空气预热器，排出炉外。



三、常压热水锅炉

- 工质压力是大气压，亦即表压力为零，也称为无压锅炉。此种锅炉本体是敞开的，直接与大气相通，一般在锅炉制造时在本体上开一个流通面积很大的孔，以便安装通气管，这保证了表压力永远为零。
- 优点：
 - 不带压，不属于压力容器，不会发生超压爆炸事故；
 - 无承压部件，制造工艺、材料材质要求不高，成本低。



注意的问题：

- ▶ 循环水泵的安装位置不同（承压锅炉循环水泵在供热回水管道上，常压锅炉循环水泵在供水管道上）；
- ▶ 常压热水锅炉属于开式系统，水泵耗电量比较大，并随着建筑高度增加，其耗电量随之增加；
- ▶ 突然停电时，系统回水容易倒回锅炉，所以一般在高于锅炉本体的位置安装缓冲水箱和采取相应的自控措施；
- ▶ 回水温度低，受热面容易腐蚀，影响寿命。



四、铸铁热水锅炉

- 与钢制锅炉相比：
 - 耐腐蚀性好，寿命长；
 - 铸铁与钢相比，制造成本低；
 - 用户可根据热负荷的大小来确定锅片数量；
 - 结构紧凑，运输安装方便；
 - 锅片带有翅片散热片，增加了换热面积，提高锅炉热效率。



- 铸铁热水锅炉可分为整体式铸铁锅炉与组合式铸铁锅炉。
- 组合式铸铁锅炉可参考教材图4-15。
 - 前锅片：固定燃烧器与控制器；
 - 中锅片：承压与传热部件，主要的受热面，片数按照锅炉容量增减；
 - 后锅片：烟气出口，进、出水管的接口，安装有安全阀、压力表。



五、壁挂式燃气锅炉

- 优点：
 - 节省资金；
 - 节约能源（减少了中间的换热环节）；
 - 保护大气环境；
 - 结构紧凑，体积小，重量轻，不占用家庭的有效利用空间。
- 主要包括燃烧系统、热交换系统、水循环系统、通风系统以及自动控制系统。



§ 4-5 特种工业锅炉

一、余热锅炉（自学）

- 管壳式余热锅炉
- 烟道式余热锅炉

二、废料锅炉（自学）

三、汽水两用锅炉（自学）



四、冷凝式热水锅炉 (冷凝式锅炉的设计思想及原理)

1、分类

(1) 按照使用燃料分：

- 燃气冷凝式热水锅炉
- 燃油冷凝式热水锅炉
- 燃煤冷凝式热水锅炉

(2) 按照结构分：

- 整体冷凝式热水锅炉
- 分体冷凝式热水锅炉

(3) 按照换热方式分：

- 间壁式冷凝式热水锅炉
- 接触式冷凝式热水锅炉

2、特点

- 优点：效率高，可大于100%（按低位发热量），节约能源环保性能好，有脱硫脱销作用
- 缺点：成本高，冷凝受热面（低温受热面）要采用耐腐蚀材料



五、有机热载体锅炉(简称热载体炉)

1、分类

(1) 按照使用燃料分：

- 燃煤热载体炉
- 燃油热载体炉
- 燃气热载体炉
- 电热载体炉
- 熔盐炉

(2) 按照结构分：

- 盘管式热载体炉
 - 园盘管式炉 (立式、卧式)
 - 方盘管式 (方盘管架式燃煤热载体炉)
- 锅壳式热载体炉



2、有机热载体炉产品适用范围（用途）

- ◆化工：聚合、缩合反应、蒸馏、浓缩、蒸发、熔融；
- ◆油脂：分解、脱臭、脂肪酸蒸馏、加热、加氢反应、酯化；
- ◆石化：合成、反应、蒸馏、精馏、加热、保温；
- ◆塑料、橡胶：热压、压延、挤压、硫化成型、人造革等加工
- ◆纺织、印染：热定型、干燥、焙烘；
- ◆纤维：聚合反应、熔融纺纱、模压、热固、
- ◆碳素：沥青熔融、漫渍、混练、成型；
- ◆原子能工业：核燃料处理：
- ◆延伸、干燥；
- ◆造纸印刷：热熔融、波纹板加工、纸张、干燥；
- ◆木材：热压、干燥；
- ◆金属：酸洗、电镀、涂装、油浴、热处理；
- ◆涂装：涂烤干燥；
- ◆车辆、飞机：加热成型、高温粘结
- ◆建筑：公路沥青熔解、保温；
- ◆水泥：燃料加热；
- ◆电气：树脂浸渍、溶解保温；
- ◆空调：辐射供暖；
- ◆其它：350℃以下各种高温热源的应用。



3、系统简介（[系统流程图](#)）

4、工艺特点

有机热载体炉是以烟煤、轻油、重油、可燃性气体、废木料、砂光粉为燃料，导热油或熔盐为热载体，通过循环泵强制液循环将热能输送给用热设备，继而返回加热炉再加热的直流式特种工业炉，有着其它工业炉不能比拟的工艺特点：

- 能在较低的运行压力下，获得 350°C 以下的工作温度。
- 具有低压高温的技术特性；
- 可实现稳定的加热和精确的温度调节，满足不同的要求；
- 在热负荷变化的场合，热效率均能保持在最佳水平；
- 完善的运行控制和安全监测装置，操作方便，安全可靠；
- 闭路循环，液相输送热能，热损失小，节能效果显著，环保效果好。



六、电加热锅炉（自学）

七、热风炉

1、分类

（1）按照使用燃料分

燃煤热风炉（[换热器式燃煤热风炉](#)）

燃油热风炉

燃气热风炉

电热风炉

（2）按照结构分

管式热风炉

锅壳热风炉

2、用途

3、特点

[八、水煤浆锅炉](#)（自学）



作业：

1.热水锅炉与蒸汽锅炉相比其最大特点是节能。试问热水锅炉为什么能节能？



工业锅炉设备

Copyright © 2013 DGUT. Permission required for reproduction or display.

任课教师：陈佰满

Email: chenbm@dgut.edu.cn

能源与化工系
Energy and Chemical Engineering
东莞理工学院
DongGuan University of Technology



2014年3月



第四章 工业锅炉本体结构

- 4.1 锅炉发展概况
- 4.2 锅壳锅炉
- 4.3 水管锅炉
- 4.4 热水锅炉
- 4.5 特种工业锅炉（自学）
- 4.6 工业锅炉受热面**
- 4.7 工业锅炉安全附件

任务：了解锅炉发展史，熟悉锅炉本体结构、辅助受热面及安全附件



§ 4-6 工业锅炉受热面

蒸发受热面

水冷壁
凝渣管束
对流管束

辅助受热面

蒸汽过热器
省煤器
空气预热器



蒸发受热面

1、水冷壁（辐射换热）

1) 锅炉主要受热面；

2) 保护炉墙，减少熔渣和高温对炉墙的破坏。



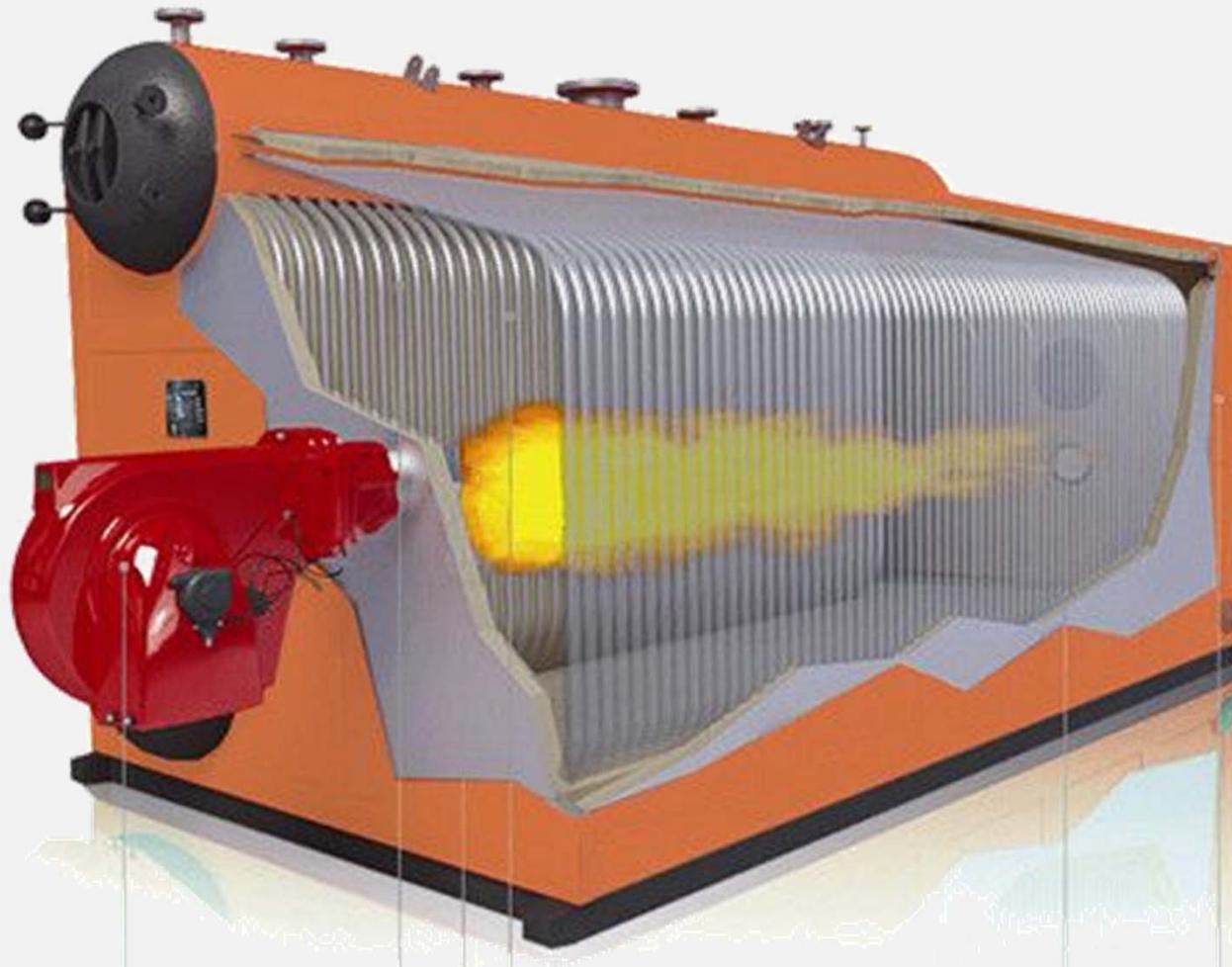
光管水冷壁



膜式水冷壁



蒸发受热面





蒸发受热面

1、水冷

1)

2)



破坏。



光管水冷壁



膜式水冷壁



蒸发受热面

2、凝渣管束

在中压工业锅炉和小容量电站锅炉中常把后墙水冷壁上管拉稀形成凝渣管束（形成对流蒸发受热面）。

作用：

- 当燃烧室中的烟气上升到燃烧室出口时，其温度约降低到 $1000-1200^{\circ}\text{C}$ 之间，烟气中所带的溶化或软化灰粒易于粘附在过热器上形成结渣。因此，在锅炉中，常常将后墙水冷壁管在燃烧室出口，拉稀成3-4排束冷却烟气，使烟气中的灰粒凝固，因而不易粘结灰渣。
- 凝渣管也是辐射受热面的一部分，可产生部分蒸汽。
- 对烟气进行均流并减轻烟气的残余旋转动能。



蒸发受热面

3、对流管束

在低压工业锅炉中，锅炉水冷壁满足不了蒸发受热面的需要，还要增加锅炉对流管束（对流蒸发受热面）





蒸发受热面





辅助受热面

一、蒸汽过热器

蒸汽过热器是将饱和蒸汽加热成为具有一定温度的过热蒸汽的装置。

蒸汽过热器内侧流过的是过热蒸汽，它不单是锅炉各受热面中**温度最高**的工质，而且放热系数也最小，其工作条件最差。





1、分类

(1)按传热方式分：

- 对流式过热器
- 辐射式过热器
- 半辐射式过热器

(2)按介质流向分：

- 顺流过热器
- 逆流过热器
- 混合流过热器

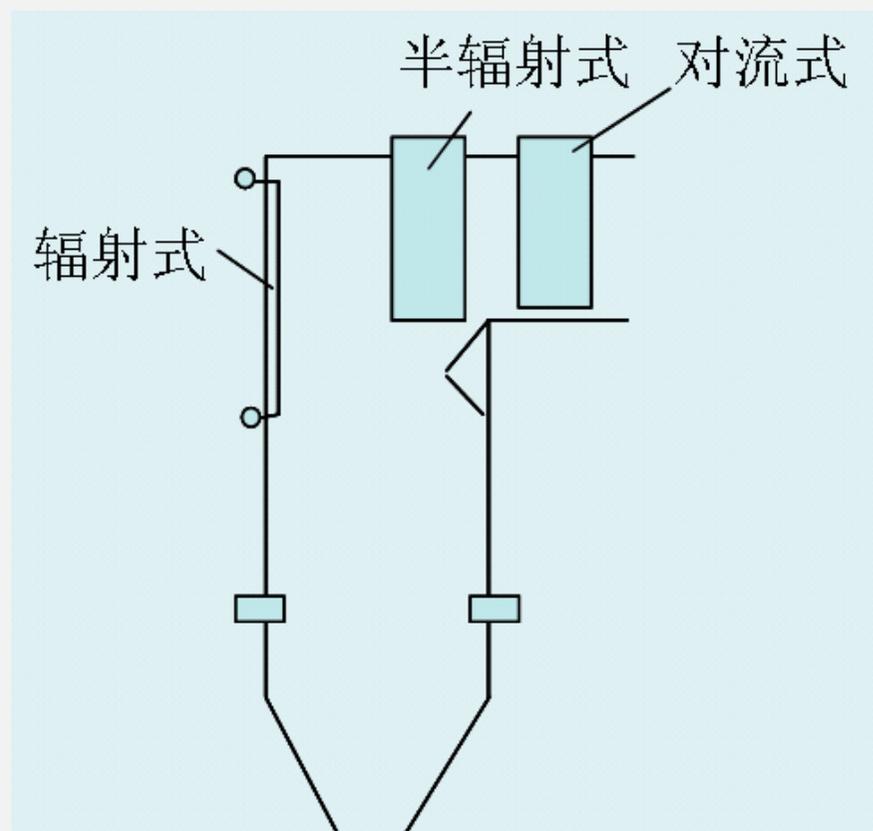
(3)按安装固定方法分：

- 悬挂式过热器
- 卧式（水平）式过热器



① 布置位置和传热方式

- 对流式过热器：位于对流烟道，吸收对流放热。
- 半辐射式(屏式)过热器：位于炉膛出口，呈挂屏型，吸收对流放热和辐射放热。
- 辐射式(墙式)过热器：位于炉膛墙上，吸收辐射放热。





② 蛇形管的放置方式

- 立式过热器：支吊简便、可靠，不易积灰或结渣，但疏水和排气性差，停炉时易积水腐蚀管壁，启动时管内空气积滞易烧坏管子。
- 卧式过热器：疏水排气方便，支吊困难。
- 供热锅炉多采用立式对流式过热器，见下图。



2、蒸汽过热器的布置方式

按照蒸汽与烟气的流动方向，可将过热器布置成顺流、逆流和混合流等多种型式，如图所示。

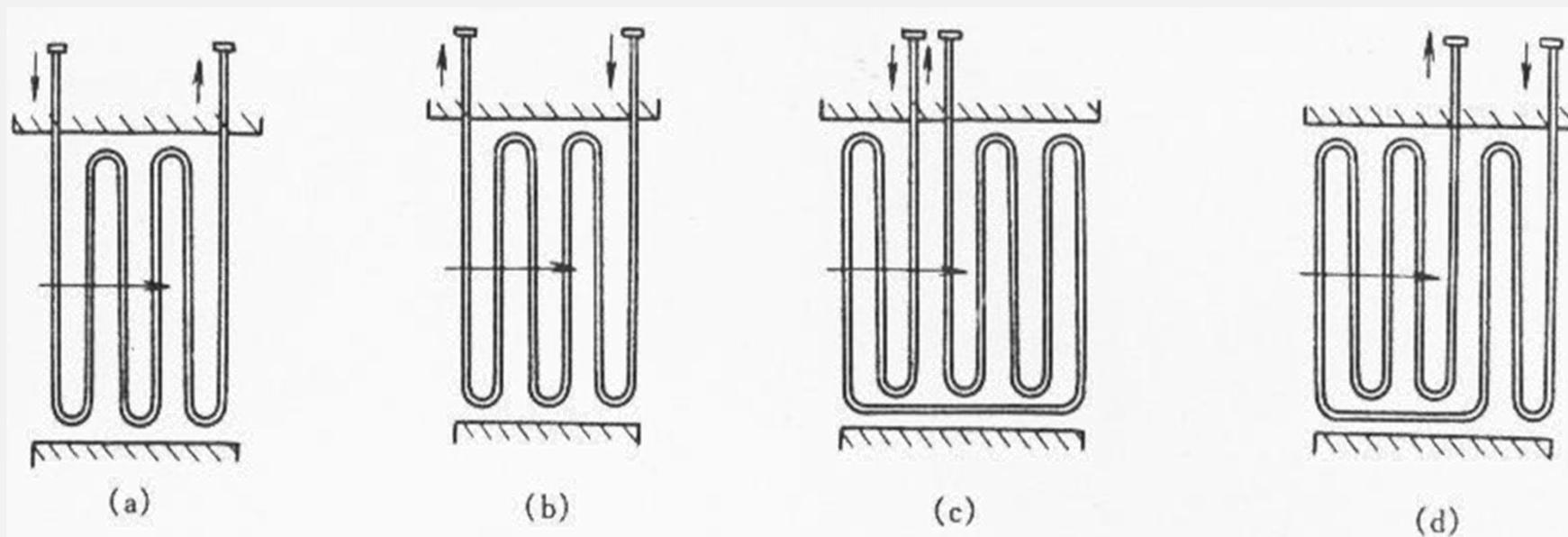


图 5-26 根据烟气与蒸汽流动方向划分的过热器型式
(a) 顺流式；(b) 逆流式；(c) 双逆流式；(d) 混流式



按自集箱引出的重叠管圈数目分：

单管圈式（紧密布置单管圈式）

双管圈式

多管圈式

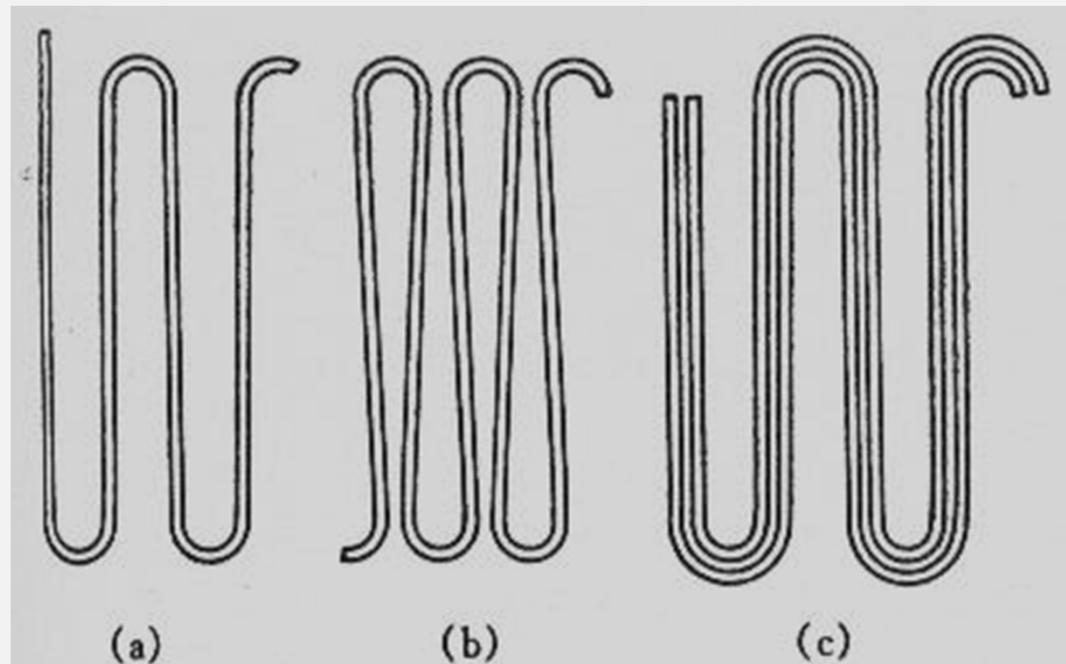


图 5-27 过热器蛇形管的管圈型式
(a) 单管圈；(b) 紧密布置单管圈；(c) 双管圈



屏式过热器： 立式、卧式、垂直疏水式

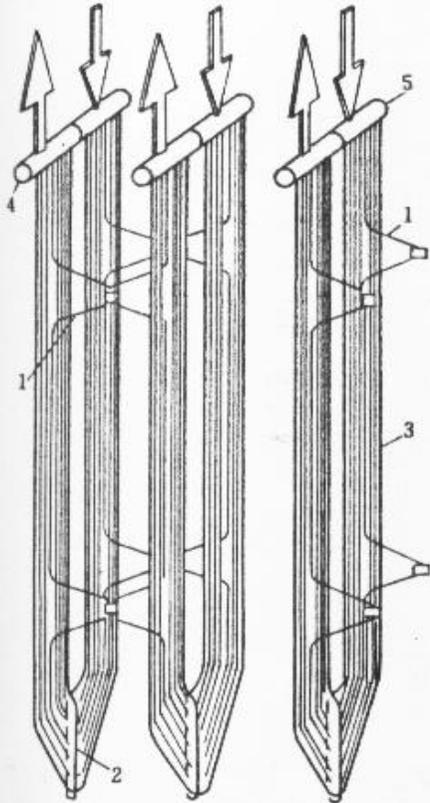


图 5-34 立式屏式过热器
结构示意图

1—包扎管；2—连接管；3—屏式过热器管子；4—一片屏的出口集箱；5—一片屏的进口集箱

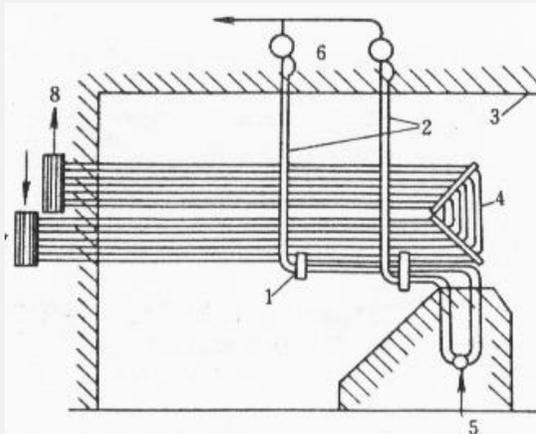


图 5-35 卧式屏式过热器结构
示意图

1—夹板；2—有水冷却的悬吊管；
3—炉顶；4—屏式过热器；5—冷却
水进口集箱；6—冷却水出口集箱；7—
过热器进口集箱；8—过热器出口集箱

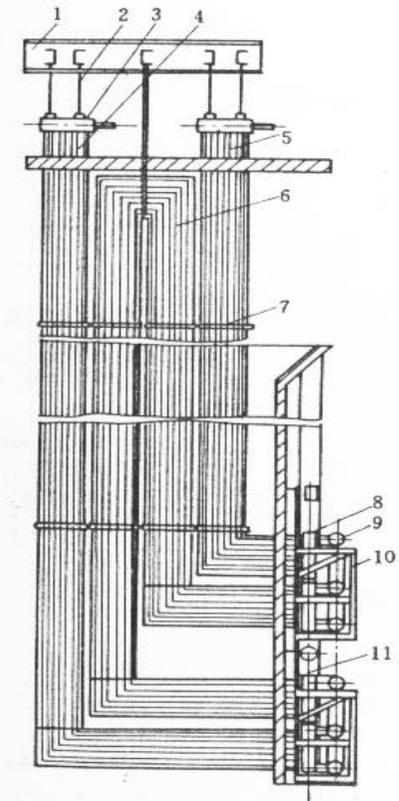


图 5-36 垂直疏水式屏式
过热器结构示意图

1—构架的上部梁；2—拉杆；
3—左管组上集箱；4—左管组；
5—右管组；6—中间管组；7—夹板；
8—下集箱；9—连接集箱；10—
金属结构；11—锅炉构架柱



二、省煤器

1、作用：顾名思义，就是省煤。省煤器是利用锅炉尾部烟气来预热锅炉给水的热交换设备。它能有效地降低锅炉排烟温度，提高锅炉热效率，节约燃料，因此而得名。





2、分类

(1)按给水预热程度分:

- 沸腾式省煤器
- 非沸腾式省煤器

(2)按制造材料分:

- 铸铁省煤器
- 钢管省煤器

3、结构

4、布置

5、省煤器的保护

- 设置旁通烟道
- 设置再循环管
- 设置安全阀



6、流速确定

水流速:

水在省煤器中受热的过程中，溶于水中的气体会析出形成气泡。为了能及时将气泡带出，省煤器中水速一般不得低于 0.3m/s ，但也不宜超过 1m/s ，以免使省煤器阻力过大。

烟气流速:

烟速一般在 $8\text{-}10\text{m/s}$ 。



1. 铸铁省煤器

在供热锅炉中使用得最普遍的是**非沸腾式铸铁省煤器**。

(1) 构造

如下图所示。

(2) 特点

- 优点：对高速灰粒有较好的耐磨性能；对气体腐蚀有较好的抗蚀能力，适宜安装压缩空气吹灰；不耗用价贵的金属；
- 缺点：性脆，不耐冲击；鳞片间易堵灰，难清扫；连接弯头多，安装工作繁重，易泄漏，笨重、易积灰，承压能力低，法兰易漏水。

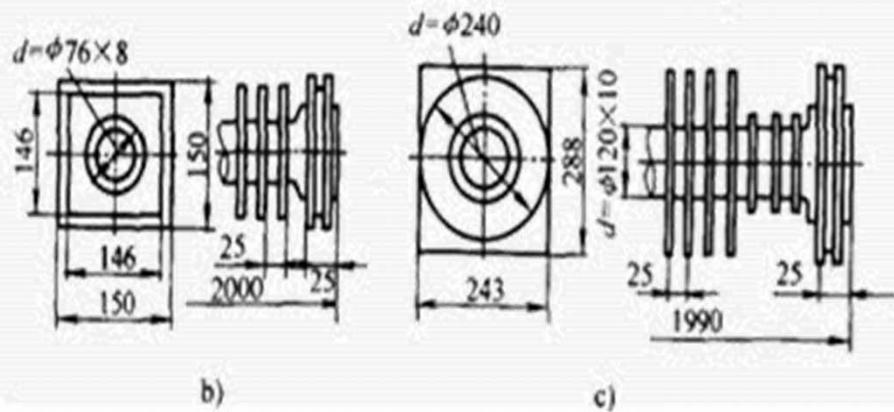
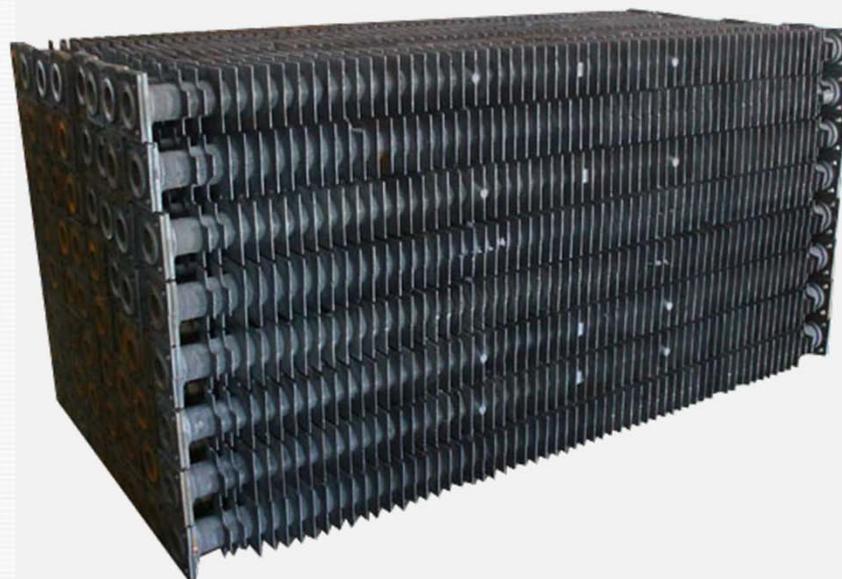
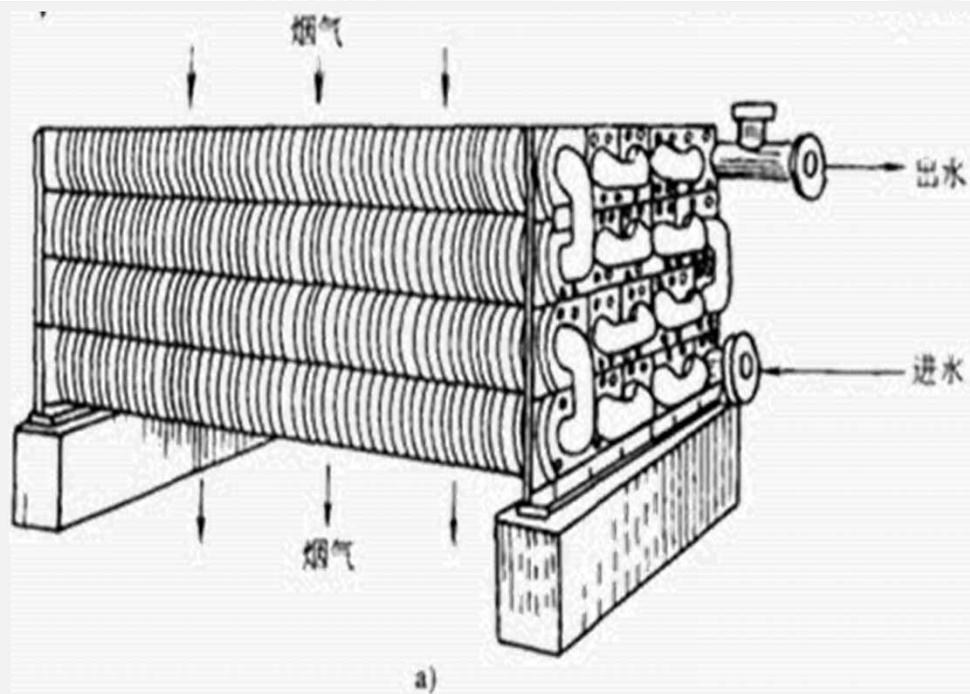


图4-26 铸铁省煤器及鳍片管

a) 铸铁省煤器 b) A型鳍片管 c) B型鳍片管

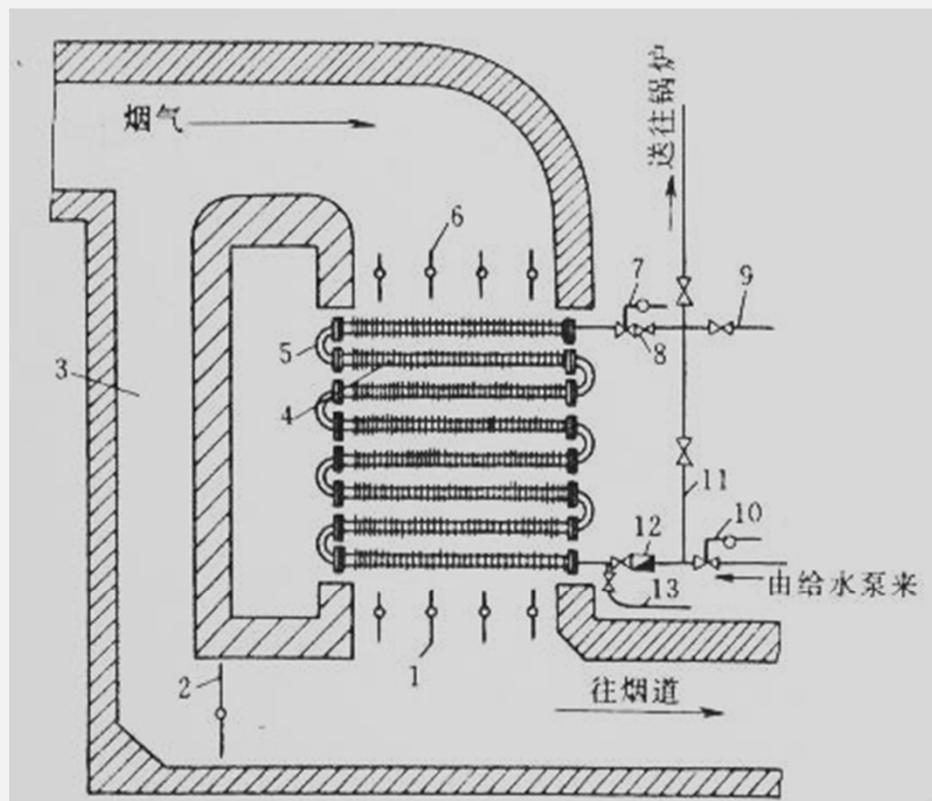


图 5-67 铸铁式省煤器的连接系统

- 1—烟气挡板；2—旁通烟道挡板；3—旁通烟道；
 4—铸铁式省煤器管；5—连接弯头；6—烟道挡板；
 7, 9, 10—安全阀；8—截止阀；11—旁通管；
 12—止回阀；13—疏水管



(3) 布置和管路系统（[图4-27](#)）

- 布置与换热形式：省煤器布置在锅炉尾部烟道中，烟气从上向下流动，给水自下向上流动，形成逆流放热。
- 设置旁通烟道：在省煤器处可设置旁通烟道，当省煤器发生故障或蒸汽锅炉启动点火时（不需要给水），烟气由旁通烟道流过。
- 设置再循环管：锅炉启动时，打开再循环管上的阀门，省煤器、上锅筒内的水，在温差作用下形成循环流动，使省煤器得到冷却。
- 设置安全阀：安全阀的始启压力应调整为装设地点工作压力的**1.1**倍，以防止省煤器超压。



(4) 铸铁省煤器的安全使用措施:

- 只能用作非沸腾式省煤器，其出口水温至少应比相应压力下的饱和温度低**30 °C**。
- 在进口处应装置压力表、安全阀及温度计。
- 在出口处应设安全阀、温度计及放气阀。
- 连接系统有烟气旁通烟道及直接向锅筒供水的给水旁路以便锅炉在启动、停炉或低负荷运行时能将省煤器退出运行并能在运行中抢修。



2. 钢管省煤器

- 钢管省煤器是由许多平行的蛇形无缝钢管组成，各蛇形管的进、出口端分别与进、出口集箱相连接。
- 钢管省煤器一般按逆流方式布置，管内给水自下而上流动吸热，管外烟气自上而下横向冲刷管束，对流放热。
- 钢管省煤器：沸腾式或非沸腾式。
- 设置不受热的再循环管，在锅炉启动点火时，以防止钢管省煤器烧坏。

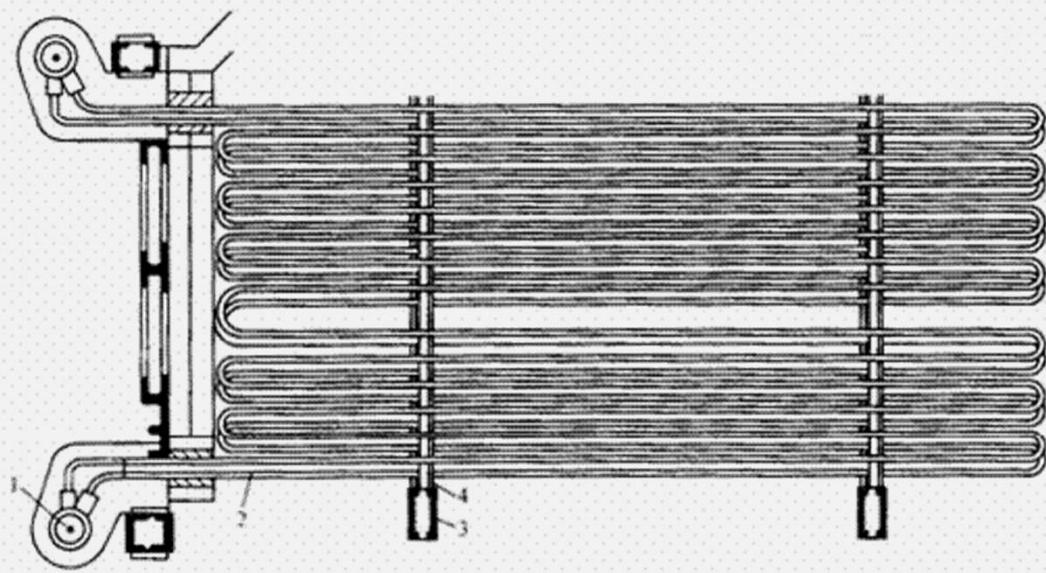


图4-28 钢管省煤器

1-集箱 2-蛇形管 3-空心支持梁 4-支架



三、空气预热器

空气预热器是利用锅炉尾部烟气的热量加热空气的换热设备。

1、作用：

- 可有效地降低排烟温度，减少排烟热损失；
- 可提高燃烧所需空气的温度，改善燃料在炉内的着火和燃烧条件，从而降低各项不完全燃烧损失，提高锅炉热效率。





2、分类

(1) 按结构分：

- 管式空预器
- 板式空预器
- 回转式空预器

(2) 按安装方式分：

- 立式空预器
- 卧式空预器

(3) 按传热方式分：

- 导热式空预器
- 再生式空预器

3、结构

4、流速确定

空气流速：5—7m/s。

烟速：10—14m/s。



2. 空气预热器的构造

按传热方式：**导热式和再生式**

- ▶ **导热式**：烟气和空气具有各自的通道，热量通过传热壁面连续地由烟气传给空气。**下图**为立式空预器结构示意图，供热锅炉大多采用管式空气预热器。
- ▶ **再生式**：烟气和空气交替流经受热面，烟气流过时将热量传给受热面并积蓄起来，待空气流过时受热面将热量传给空气。**大型电站锅炉**一般采用**再生式空气预热器**。

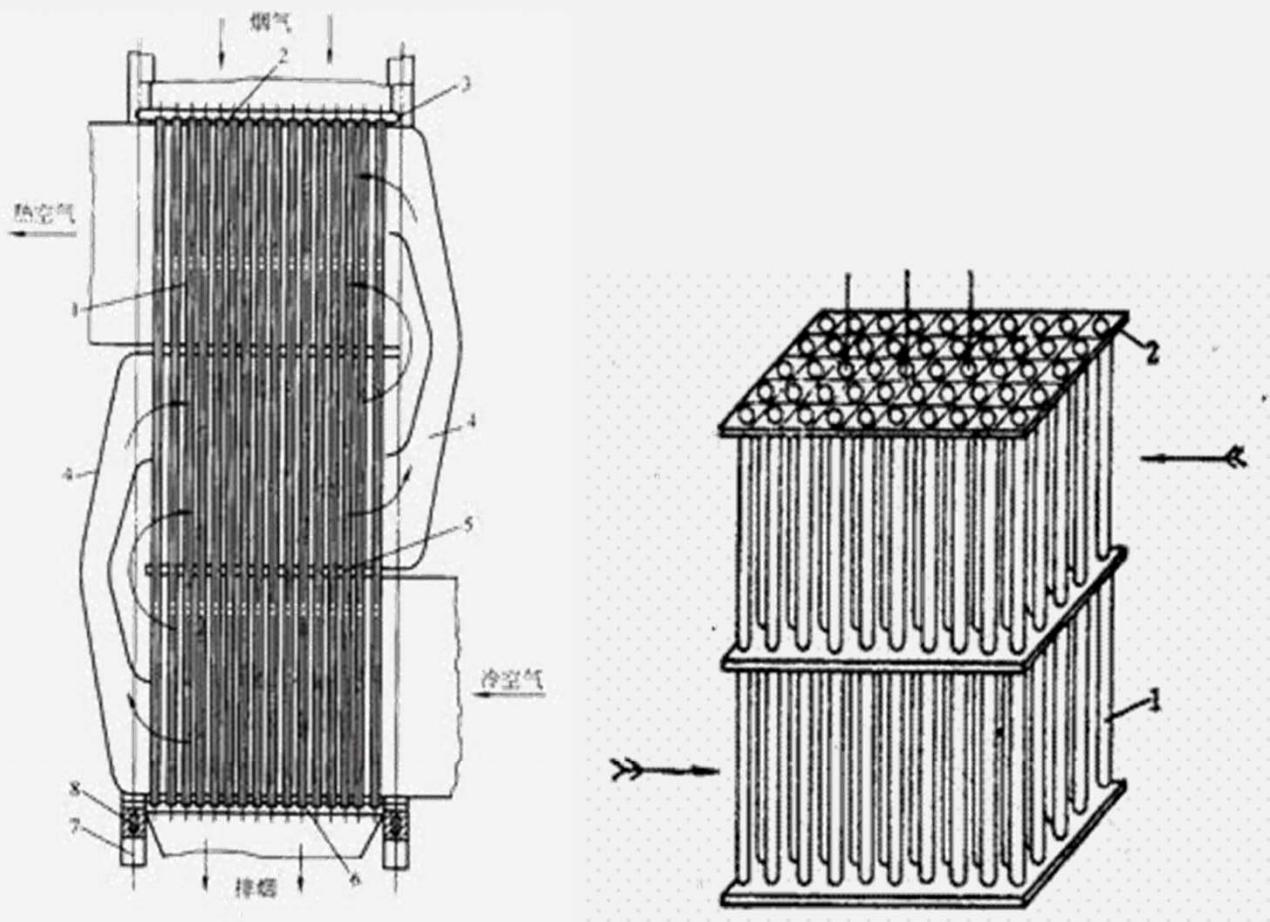


图4-29立式钢管空气预热器结构示意图

1-管子 2-上管板 3-膨胀节 4-空气连通罩 5-中间管板 6-下管板 7-构架 8-框架



1) 导热式空气预热器

又称表面式空气预热器。

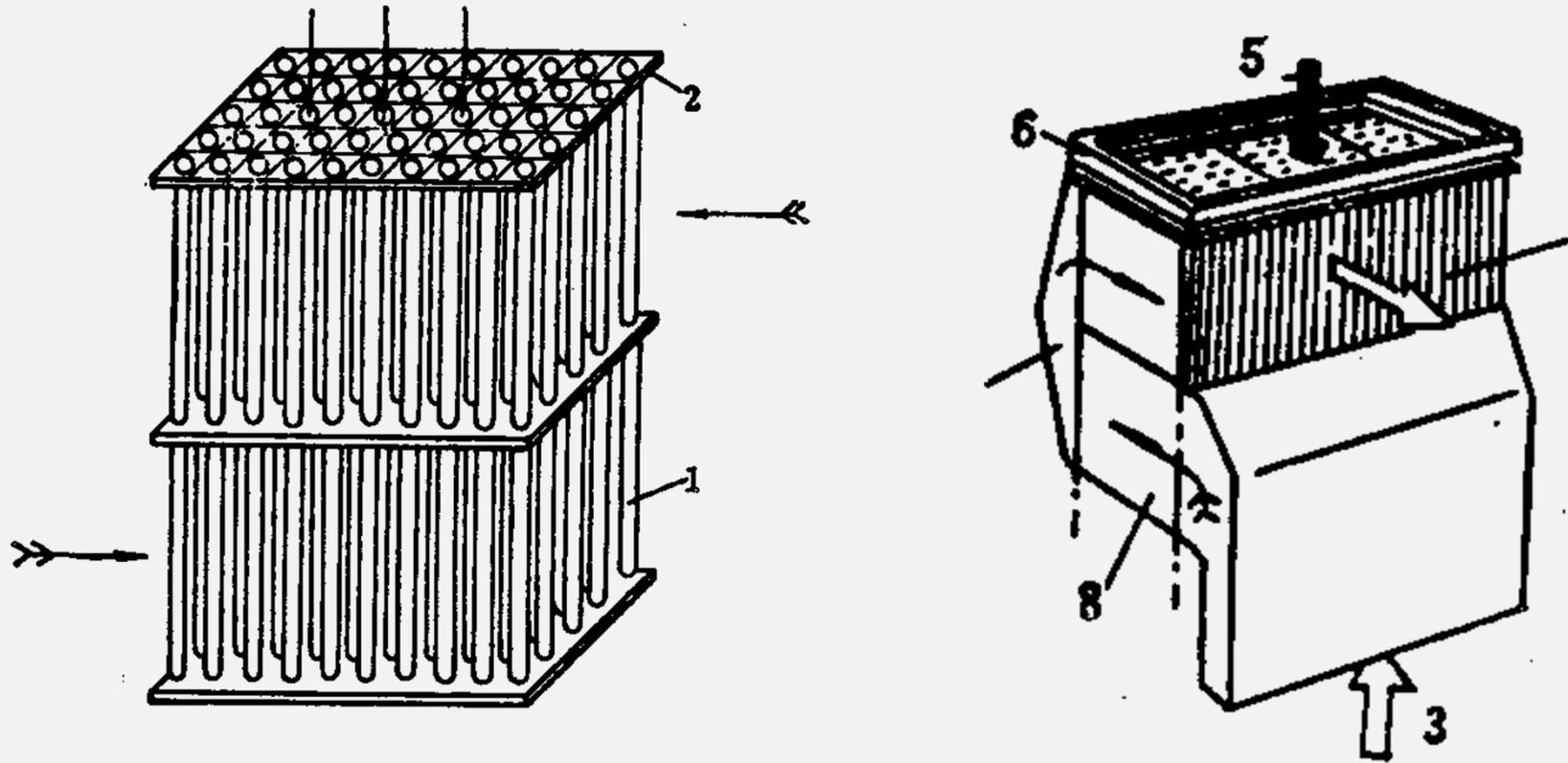
有板式和管式两种。

供热锅炉大多采用的是管式空气预热器，分为立式和卧式两种。

漏风小；

受热面固定和结构较简单；

质量重、体积大



1—烟管管束； 2—管板； 3—冷空气入口； 4—热空气出口；
5—烟气入口； 6—膨胀节； 7—空气连通罩； 8—烟气出口



2) 再生式空气预热器

又称回转式空气预热器。

按预热器布置可分为：垂直轴式
水平轴式

按部件旋转方式分为：受热面旋转
风罩旋转

外形小、重量轻、不易腐蚀；

结构复杂、漏风量较大。

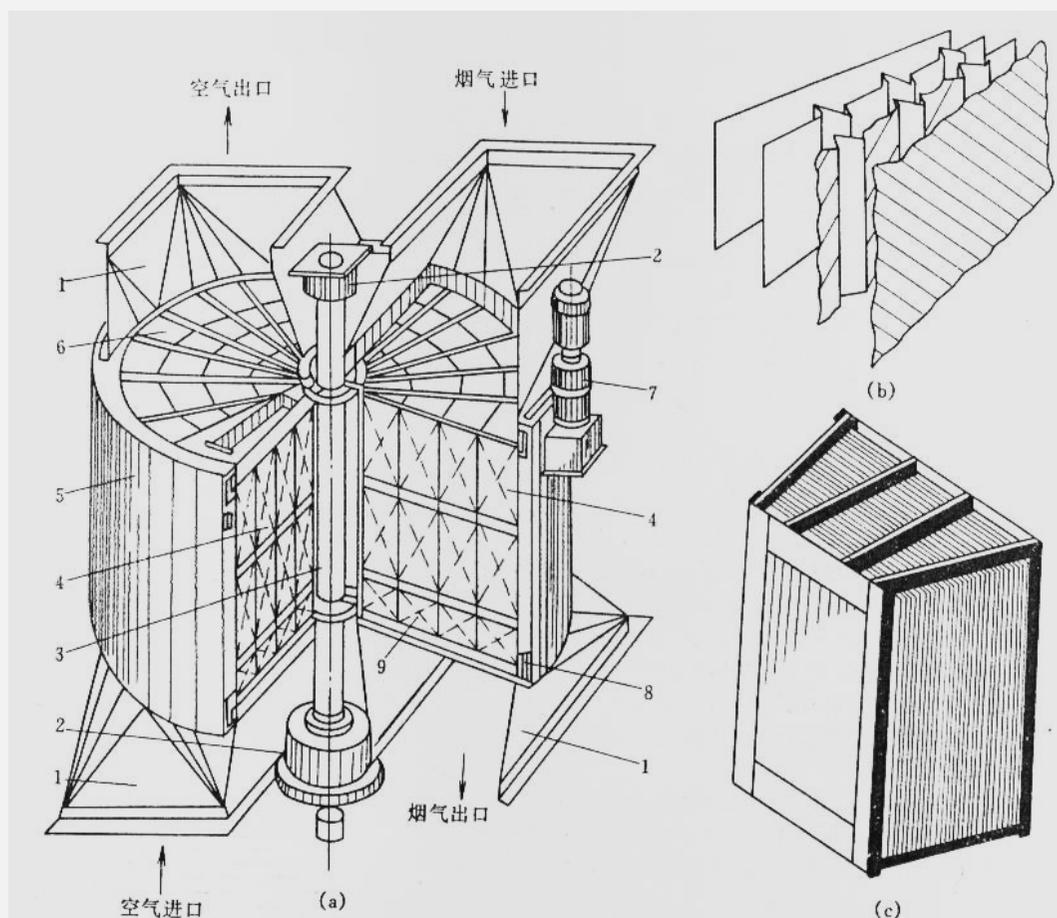


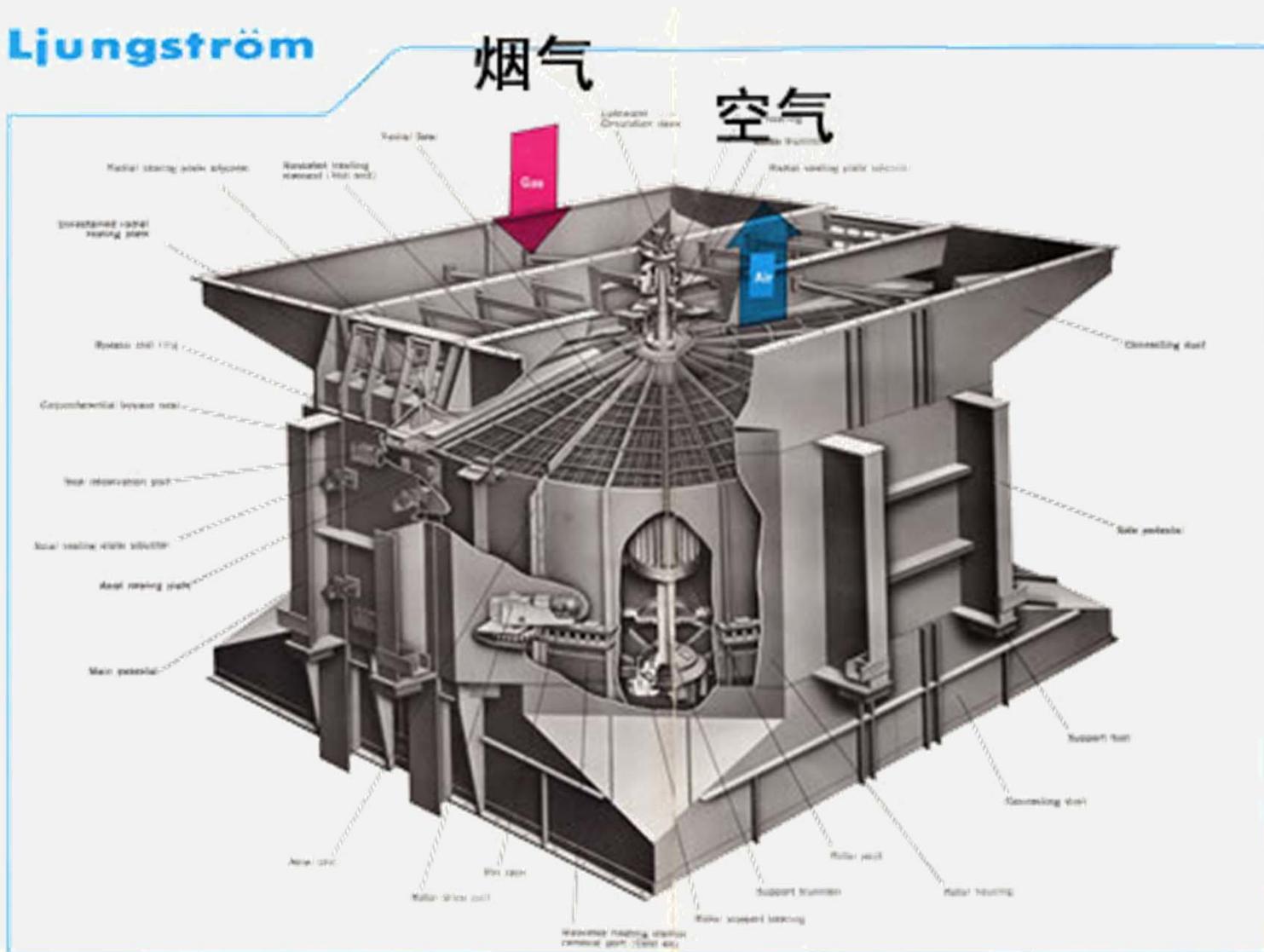
图 5-87 受热面旋转的垂直轴回转式空气预热器的结构示意图

(a) 预热器总体结构；(b) 受热面板型；(c) 受热面组件

1—管道接头；2—轴承；3—轴；4—高温段受热面；5—外壳；6—转子；7—电动机；8—密封装置；9—低温段受热



Ljungström



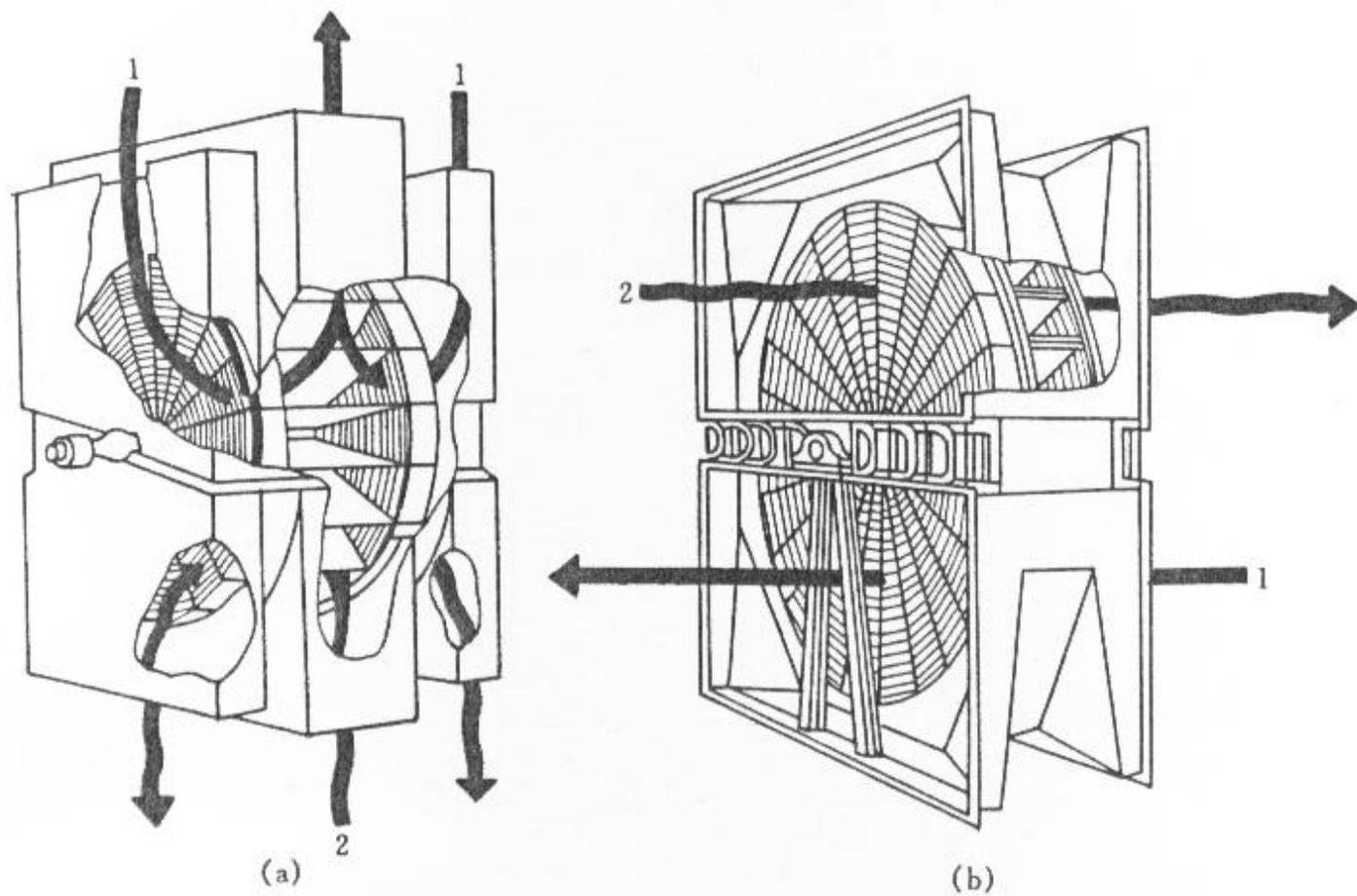


图 5-91 受热面旋转的水平轴回转式空气预热器的结构示意图
(a) 双圆盘结构；(b) 单圆盘结构
1—空气；2—烟气



3. 钢管空气预热器的磨损与腐蚀

低温腐蚀主要发生于空气预热器中的冷空气入口段的烟气侧。对于供热锅炉，由于给水温度较低，在省煤器中也可能发生低温腐蚀。

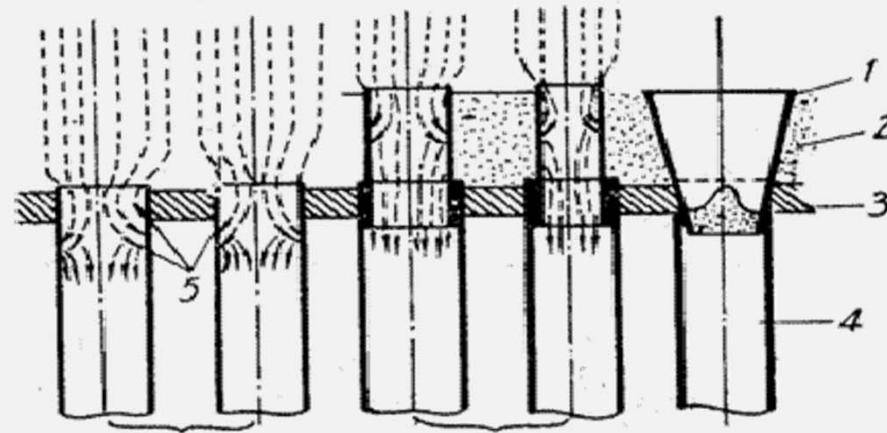
(1) 空气预热器防腐措施

- ▶ 在设计计算时：使空气预热器的壁温高出烟气露点 10°C ；
- ▶ 在运行时：在保证稳定燃烧的情况下，尽量减少过量空气系数和烟道漏风。
- ▶ 提高空气预热器进口空气温度，如将送风机吸风口引到锅炉房空气温度较高的屋架下面，或采用热风再循环。



(2) 空气预热器防磨措施

空气预热器的飞灰磨损，在管子入口处约**1.5~2.0**倍管外径处最为严重。为防止磨损可在烟管入口处加装防磨套管，**如下图**所示。



管式空气预热器的防磨套管

(a) 没有防磨套管的情况 (b) 防磨套管的正确安装 (c) 防磨套管的不正确安装

1-防磨套管 2-绝缘材料 3-管板 4-管束 5-飞灰磨损处



第四章 工业锅炉本体结构

- 4.1 锅炉发展概况
- 4.2 锅壳锅炉
- 4.3 水管锅炉
- 4.4 热水锅炉
- 4.5 特种工业锅炉（自学）
- 4.6 工业锅炉受热面
- 4.7 工业锅炉安全附件**



§ 4-7 工业锅炉安全附件

- 压力表
 - 安全阀
 - 水位计
 - 高低水位报警器
 - 止回阀
 - 排污阀
- 三大安全附件
(基本附件)



锅炉三大安全附件：压力表；水位表；安全阀

一、压力表

- 1、作用
- 2、原理结构
- 3、选用

二、安全阀

- 1、作用
 - 2、原理结构
- 弹簧式安全阀
- 重锤单杠杆安全阀

- 3、选用





三、水位表

1、作用

2、分类

- 玻璃管式/玻璃板式水位计
- 重液式低地位水位计
- 高低水位报警器

3、原理结构

4、选用



一、压力表

- 压力表：用以测量和显示锅炉汽、水系统工作压力的仪表。
- 锅炉常用压力表：弹簧管式压力表，见下图。
- 压力表装设位置：
 - ✓ 锅筒；
 - ✓ 在非沸腾式省煤器出口和给水管的调节阀前；
 - ✓ 在蒸汽过热器出口和主蒸汽阀之间。

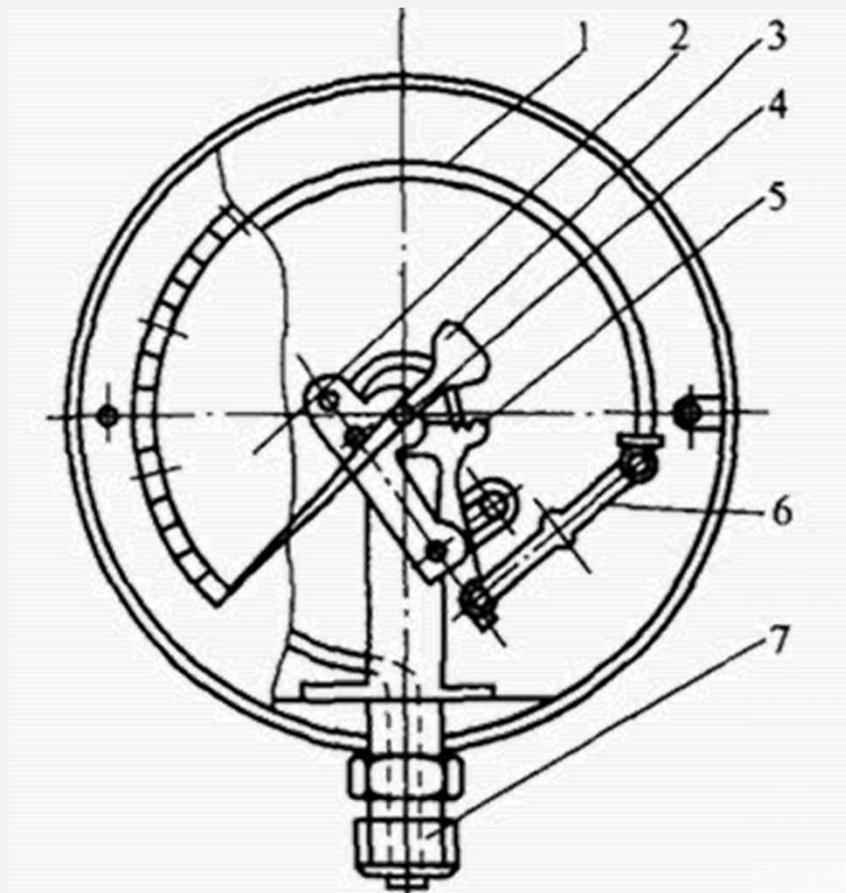


图4-30 弹簧管式压力表

1-弹簧弯管 2-表盘 3-指针 4-中心轴 5-扇形齿轮 6-拉杆 7-管接头



- ▶ 压力表的类型
- ▶ 压力表的安装
- ▶ 压力表的维护
- ▶ 压力表的故障排除



具有为自入弹的压(女)。大小。
; 气直



二、安全阀

安全阀是锅炉重要的安全附件。

1. 作用

当锅炉工作压力超过允许工作压力时，安全阀会自动开启，迅速泄放蒸汽，使锅炉压力下降，直至降到允许工作压力时，自动关闭。

2. 分类

- ▶ 静重式、杠杆式、弹簧式和脉冲式安全阀等多种型式。
- ▶ 供热锅炉最常用：杠杆式安全阀和弹簧式安全阀。



3. 弹簧式安全阀

➤ 弹簧式安全阀构造（见下图）

➤ 工作原理（[图4-31](#)）

它是利用弹簧变形时产生的弹力通过阀杆作用在阀芯上而制成的安全阀。

➤ (3)特点

结构紧凑，灵敏轻便，可在任意位置安装，能承受振动而不泄漏。但由于弹簧的弹性会随时间和温度的变化而改变，可靠性较差。

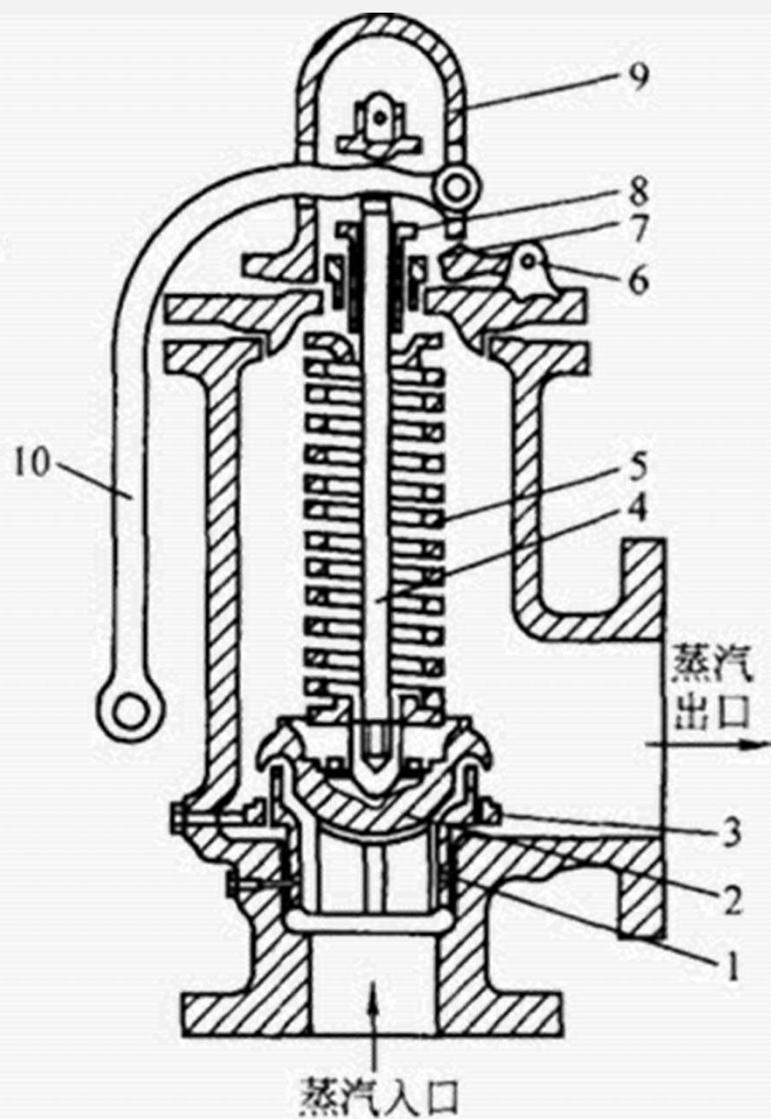


图4-31弹簧式安全阀

1-阀座 2-阀心 3-调整环 4-阀杆 5-弹簧 6-铅封孔口 7-锁紧螺母 8-调整螺母 9-阀帽 10-提升手把





4. 杠杆式安全阀

(1) 构造（见下图）

由阀体、阀座、阀心、阀杆、杠杆、导架和重锤等零部件组成。

(2) 工作原理（[图4-32](#)）

杠杆式安全阀是利用杠杆原理制作而成。

(3) 特点

结构简单，动作灵活准确，易于调节。

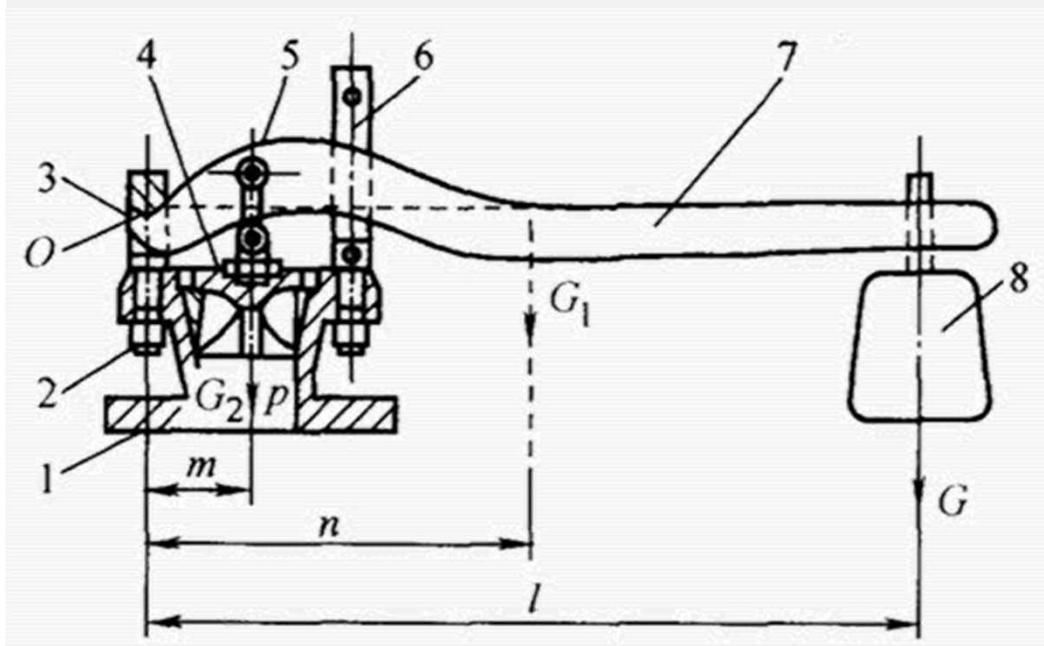


图4-32 杠杆式安全阀

1-阀体 2-阀座 3-支点 4-阀心 5-力点 6-导架 7-杠杆 8-重锤



三、水位计

- 水位计是用以显示锅炉水位或锅内水位达到最高或最低限界时发出警报信号的安全附件。
- 锅炉水位计的种类很多，工业锅炉上用得较多的有玻璃水位计、低地位水位计、高低水位报警器等。
- 操作人员通过水位表监视锅炉水位，控制和调节锅炉进水，或凭此调整和校验锅炉给水自控系统的工作，避免发生缺水和满水事故。



1、玻璃水位计

常见：玻璃管（低压）、玻璃板式（高压）。

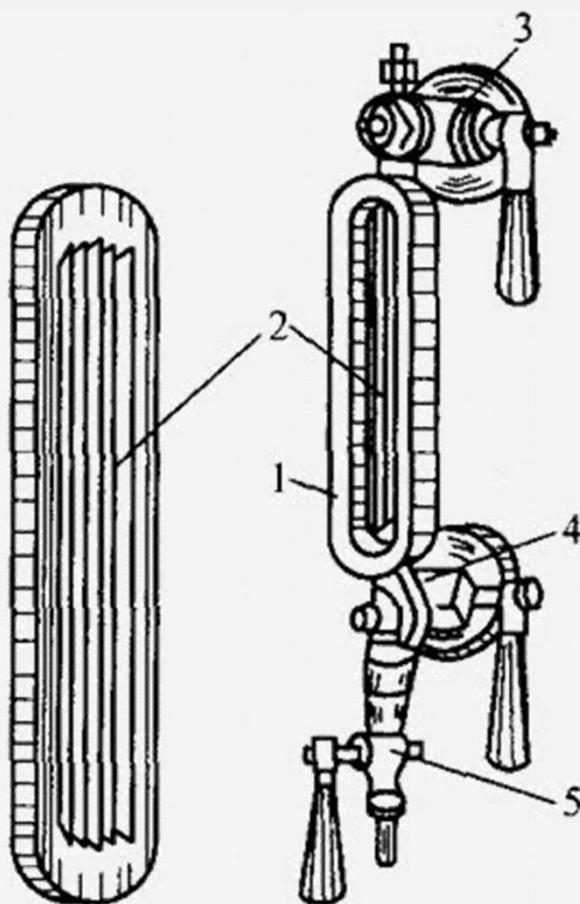
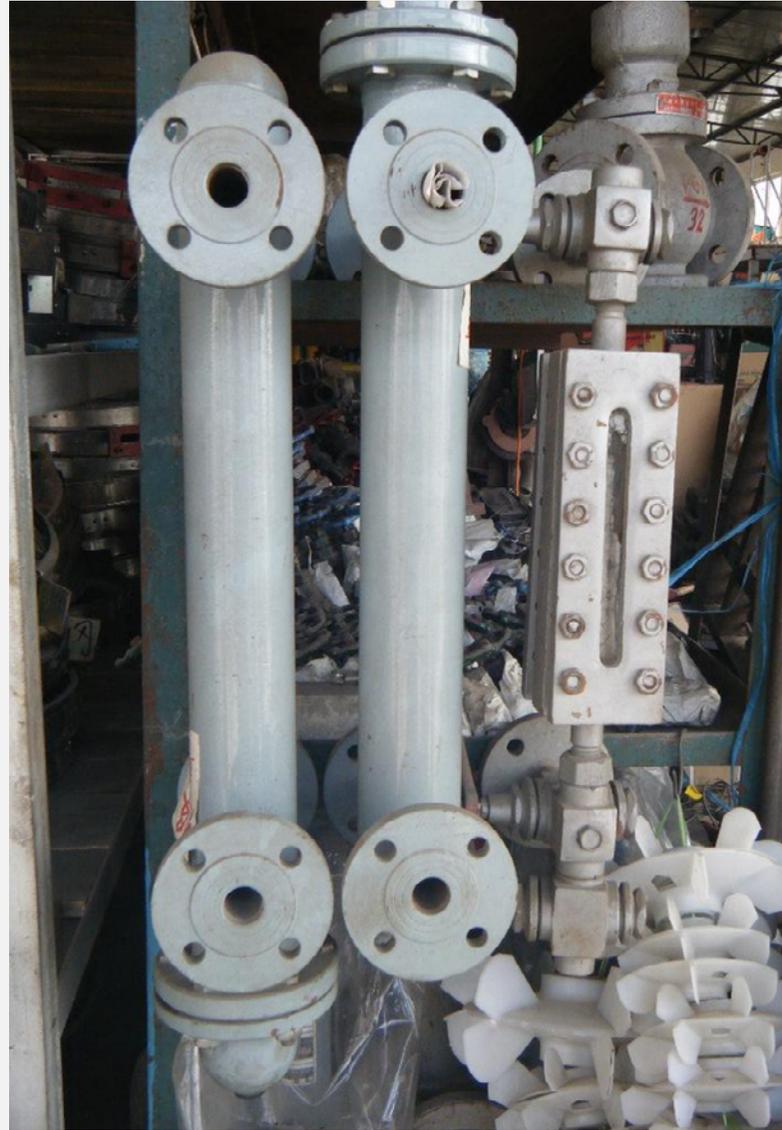


图4-33玻璃板式水位计

1-金属框盒 2-特制玻璃板
3-汽旋塞阀 4-水旋塞阀 5-放水旋塞阀





2、重液式低地位水位计

- ▶ 大容量工业蒸汽锅炉，锅炉本体高度较高，当水位计距离操作层高度大于**6m**时，应在操作层装设低地位水位计，**见下图**。
- ▶ 工作原理：锅内水位的变化时，必然引起U形管中带色重液面高度的变化，此液面的变化即锅内水位的变化，它可以通过安装在操作控制间内的带色重液与水交界处的玻璃水位计中显示出来。

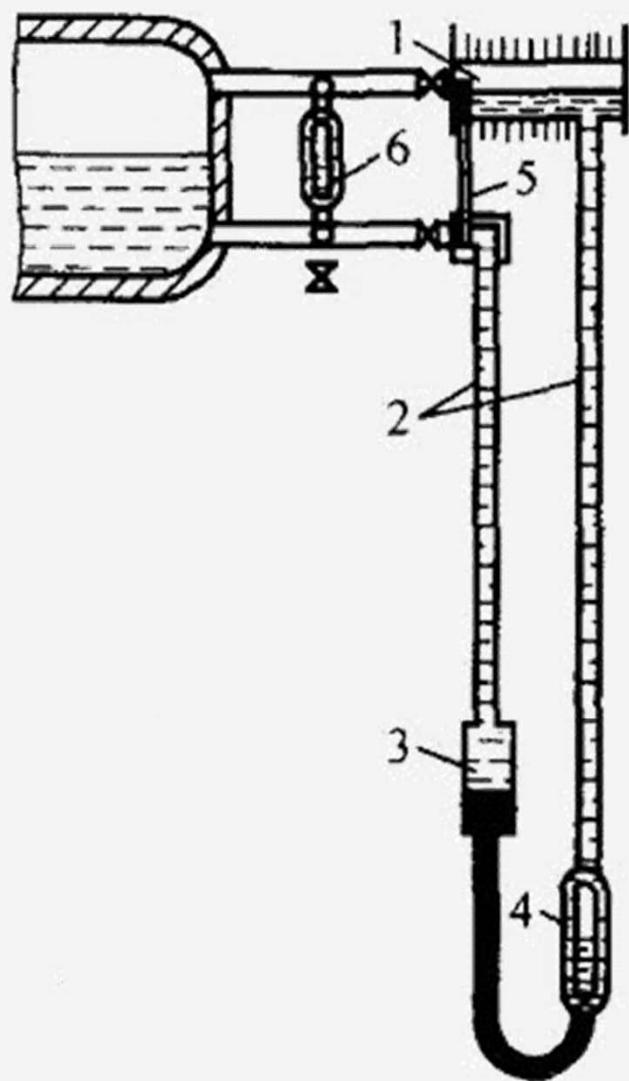


图4-34 重液式低地位水位计

1-冷凝器 2-U形连通管 3-膨胀器 4-下部水位计 5-溢水管 6-上部水位计



3、高低水位报警器

- ▶ 当锅内水位达到最高或最低允许限度时，能自动发出报警信号的装置，见下图。
- ▶ 按安装部位可分为：锅筒内和锅筒外两类。
- ▶ 工作原理：利用浮体随锅内水位的升降变化而自动发出警报信号，从而提醒操作人员注意水位的变化，及时采取有效措施，防止发生缺水和满水事故。

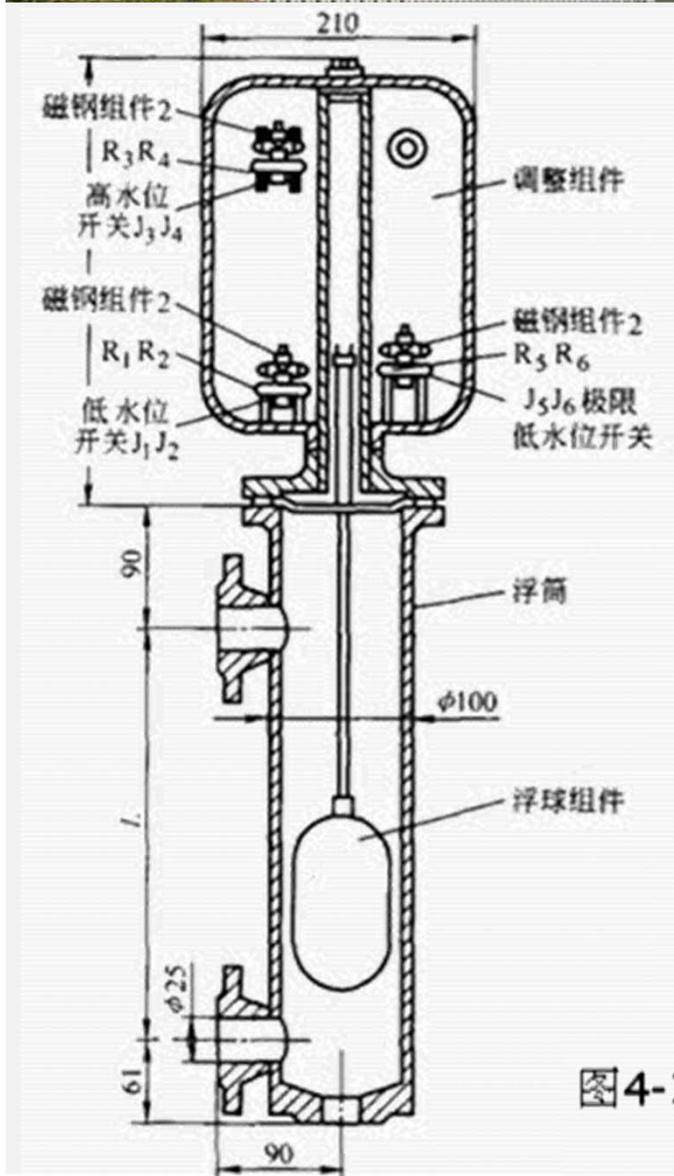


图4-35 UQK-32型浮球式锅炉水位控制器结构图



作业：

- 1.热水锅炉与蒸汽锅炉相比其最大特点是节能。试问热水锅炉为什么能节能？
- 2.蒸汽过热器的功能是什么？其结构型式有哪几种？
- 3.省煤器的功能是什么？沸腾式省煤器与非沸腾式省煤器的区别何在？
- 4.铸铁省煤器的进、出口集箱上应装置哪些必不可少的仪表、附件？各起什么作用？
- 5.为什么在锅炉起动及停炉过程中要对省煤器进行保护？如何保护？
- 6.空气预热器的功能是什么？



The End