

第三章 辅助汽水系统

编写单位 上海发电设备成套设计研究所
编写人 余鸿达 宋汉武
主 审 王乃宁

常用符号表

3

C ——冷却水比热(容) $[\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})]$	Q_R ——太阳辐射送入的热量 (kJ/h)
D ——锅炉蒸发量 (t/h)	Q_u ——排污水带走热量 (kJ/h)
D_k ——进入冷凝器的蒸汽量 (kg/h)	q ——喷水密度 $[\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$
D_{pw} ——锅炉排污量 (t/h)	R ——扩容器汽容间强度 $[\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})]$
D_{qh} ——排污水汽化量 (kg/h)	r ——扩容器压力下的汽化潜热 (kJ/kg)
F ——冷却塔横截面 (m^2)	S_g ——给水含盐量 (mg/L)
h_1 ——锅筒内饱和水焓 (kJ/kg)	S_b ——锅水含盐量 (mg/L)
h_2 ——扩容器压力下饱和水焓 (kJ/kg)	S_q ——蒸汽含盐量 (mg/L)
h_k ——汽轮机排汽焓 (kJ/kg)	t_{w1} ——冷凝器进口冷却水温度 $(^\circ\text{C})$
h'_k ——背压为 p_k 时的饱和水焓 (kJ/kg)	t_{w2} ——冷凝器出口冷却水温度 $(^\circ\text{C})$
m ——锅水浓缩度	Δt ——冷却水温降 $(^\circ\text{C})$
p ——锅炉排污率 $(\%)$	v_2 ——扩容器压力下的蒸汽比体积 (m^3/kg)
Q ——蒸发散热量 (kJ/h)	V_{kr} ——扩容器容积 (m^3)
Q_c ——接触散热量 (kJ/h)	W ——冷却水量 $(\text{kg}/\text{h}, \text{m}^3/\text{h})$
$Q_{\text{net}, \text{v}, \text{ar}}$ ——煤的低位发热量 (kJ/kg)	W_p ——喷水池总冷却水量 (m^3/h)
Q_m ——补充水带入的热量 (kJ/h)	x ——扩容器出口蒸汽干度

第一节 补给水系统^[1~3]

一、系统的必要性

(一) 用途

火力发电厂热力设备及其管道在运行过程中,总是不可避免地会有一些蒸汽和凝结水损失,如系统水、汽排放和泄漏,锅炉排污以及热电厂供热损失等。因此,必须不断地向热力系统补充足够数量、品质合格的水,以保证汽、水系统的平衡,维持发电厂的连续正常运行。这种补充水称为锅炉补给水。提供补给水的系统叫补给水系统,其主要由锅炉补给水处理系统组成。

在火力发电厂中,水质的优劣关系到机组能否

安全经济运行。天然水中含有许多杂质,若锅炉补给水不加处理或者处理不当,水质达不到质量标准,而直接进入热力系统,则会给热力设备、管道和阀门附件等带来严重后果,如结垢、积盐和腐蚀等。所以火力发电厂的锅炉补给水必须进行处理。

(二) 补给水量的确定

锅炉的正常补给水量是根据发电厂的全部正常水、汽损失确定的。补给水系统的最大容量还应该考虑机组起动或事故而增加的水量。

火力发电厂各项正常水、汽损失及机组起动或事故而增加的损失见表 4-3-1。

表 4-3-1 机组的汽水损失率

序号	损 失 类 别	正 常 损 失	机组起动或事故而增加的损失
1	厂内水、汽循环损失	200MW 以上机组	锅炉最大连续蒸发量的 1.5%
		100MW~200MW 机组	锅炉最大连续蒸发量的 2.0%
		100MW 以下机组	锅炉最大连续蒸发量的 3%
2	锅筒锅炉排污损失	根据计算确定,但不少于 0.3%;凝汽式发电厂不宜超过 1.0%;供热式发电厂不宜超过 2.0%	全厂容量最大锅炉最大连续蒸发量的 6% 全厂容量最大锅炉最大连续蒸发量的 10%
3	发电厂其他用汽用水损失	根据资料	
4	对外供热损失及厂外用水量	根据资料	

锅炉补给水处理系统设备的出力还应包括其本身的自用水率。

(三) 补给水质量标准

补给水的质量应以不影响锅炉给水的质量为标准,一般按表 4-3-2 的规定控制。

锅炉给水的质量标准见表 4-3-3。

表 4-3-2 补给水质量标准

种 类	硬度($\mu\text{mol/L}$)	二氧化硅($\mu\text{g/L}$)	电导率(25℃)($\mu\text{S/cm}$)	碱度(mmol/L)
一级化学除盐系统出水	≈ 0	≤ 100	≤ 5	—
一级化学除盐-混床系统出水	≈ 0	≤ 20	≤ 0.2	—

表 4-3-3 锅炉给水质量标准

炉 型	锅炉压力(MPa)	硬度 ^① ($\mu\text{mol/L}$)	溶氧($\mu\text{g/L}$)	铁($\mu\text{g/L}$)	铜($\mu\text{g/L}$)	钠($\mu\text{g/L}$)	二氧化硅($\mu\text{g/L}$)
锅筒锅炉	3.82~5.78	≤ 1.5	≤ 15	≤ 50	≤ 10	—	应保证蒸汽中二氧化硅符合标准
	5.88~12.64	≤ 1.0	≤ 7	≤ 30	≤ 5	—	
	12.74~15.58	≤ 1.0	≤ 7	≤ 20	≤ 5	—	
	15.68~18.62	≈ 0	≤ 7	≤ 20	≤ 5	—	≤ 20

(续)

炉 型	锅炉压力 (MPa)	硬度 ^① ($\mu\text{mol/L}$)	溶氧 ($\mu\text{g/L}$)	铁 ($\mu\text{g/L}$)	钢 ($\mu\text{g/L}$)	钠 ($\mu\text{g/L}$)	二氧化硅 ($\mu\text{g/L}$)
直流锅炉	5.88~18.62	≈ 0	≤ 7	≤ 10	$\leq 5^{\text{②}}$	$\leq 10^{\text{③}}$	≤ 20

- ① 有凝结水处理电厂的给水硬度应为 $0\mu\text{mol/L}$ 。
- ② 争取 $\leq 3\mu\text{g/L}$ 。
- ③ 争取 $\leq 5\mu\text{g/L}$ 。

二、系统类别

(一) 化学补给水系统

锅炉化学补给水系统主要包括水的预处理和除盐处理。典型的处理流程为：

生水→预处理→除盐处理→补给水

1. 预处理 预处理的目的是先除去水中的悬浮物、胶体颗粒和有机物等杂质，为后阶段处理创造有利条件。预处理的主要工艺为混凝、沉淀、过滤。当生水含盐量较高时，膜技术作为预脱盐手段，除去水中绝大部分盐类后，再经离子交换进一步除盐，以提高水处理系统的经济性。常用的预脱盐设备有电渗析和反渗透等。

预处理系统的流程一般为：

生水→混凝→沉淀→过滤→(预脱盐)→清水

(1) 混凝、沉淀。这两个过程通常在澄清池中进行，通过投加化学药剂，如混凝剂和助凝剂等等，使水中的悬浮杂质和胶状杂质转化为大块絮体，即矾花(此过程称为混凝)。然后矾花在重力的作用下沉降，与水分离(此过程称为沉淀)。混凝的作用是为了加速沉淀过程。常用的混凝剂有硫酸铝、硫酸亚铁、聚合铝等。

(2) 过滤。过滤是进一步除去水中细小悬浮颗粒的措施。澄清器出水流经过滤器或过滤池时，悬浮杂质被过滤设备中的滤料吸附和截留，使水得到进一步澄清。对于悬浮物含量很低的水，例如地下水，可不经混凝沉淀过程而直接进行过滤。常用的滤料有石英砂和无烟煤等。

(3) 预脱盐

1) 反渗透法(R、O法)。此法是利用半透膜只能让溶剂(水)透过的特性，在溶液侧加上一个比渗透压更大的压力，使浓缩中的水透过半透膜流向稀液侧，从而获得淡化水。反渗透系统主要由反渗透器、高压泵、计量控制设备等组成。

2) 电渗析法(ED法)。这种方法是利用离子交换膜对离子的选择性、透过性，在直流电压的作用

下，使水中的阴阳离子发生定向迁移，从而得到淡化水。电渗析系统主要包括电渗析器和电气控制设备。

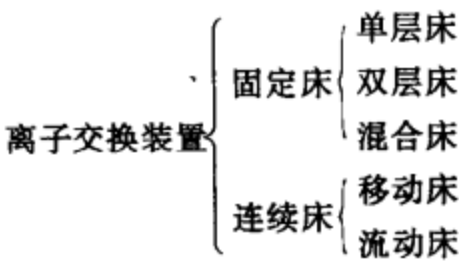
2. 除盐处理

水的除盐就是除去水中的盐类杂质。除盐处理有各种不同的方法。现代大型火力发电厂的锅炉补给水处理以离子交换除盐法应用最为广泛，它是发电厂水处理工艺中的一个重要步骤。

离子交换必须借助离子交换剂来进行。目前电厂使用最普遍的离子交换剂为离子交换树脂。离子交换树脂按其功能可分为强酸性阳离子交换树脂、弱酸性阳离子交换树脂、强碱性阴离子交换树脂和弱碱性阴离子交换树脂。

装有离子交换树脂的处理装置称为离子交换器(简称交换器)。按所装填离子交换树脂的种类，交换器可分为阳离子交换器(简称阳床)、阴离子交换器(简称阴床)，和混合离子交换器(简称混床)；按运行方式，交换器又可分为固定床和连续床两大类。

固定床依照原水与再生液的流动方向又可分为两种形式：当原水与再生液分别自上而下以同一方向流经交换器时，称为顺流再生固定床；原水与再生液流向相反时，称为逆流再生固定床。



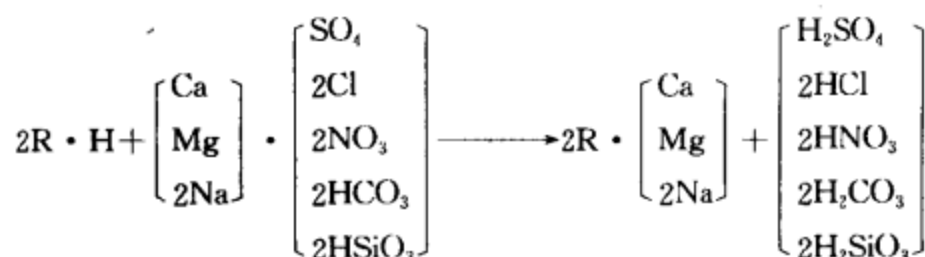
(1) 离子交换除盐。原水只一次相继地经过 H 型和 OH 型交换器的除盐系统称为一级复床除盐系统，简称一级除盐系统。

为了进一步提高水质，可在一级除盐后再加混床构成二级除盐。混床为水的精制设备，它把阴阳离子交换树脂放在同一个交换器内均匀混合，同时完成阴、阳离子交换。实际上混床可视作是由无数级复床串联组成的，故其出水质量很高。

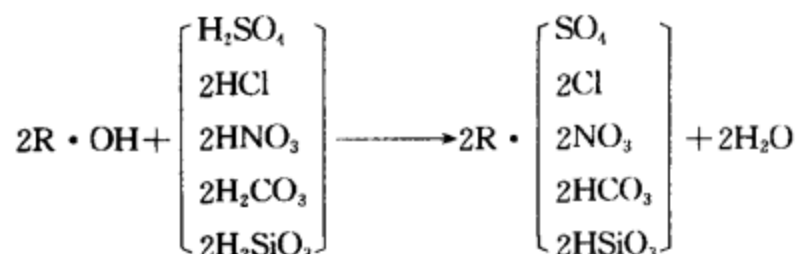
原水通过阳床，与 H 型离子交换树脂接触时，

水中的各种阳离子(Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} 等)被树脂吸附, 树脂上的 H^{+} 被置换到水中, 生成各种盐类所对应的无机酸。为减轻 CO_2 对 OH 型离子交换树脂的负担, 阳床出水先经脱碳器除去 CO_2 等气体后, 再

进入阴床。这时, 水中所有的阴离子(SO_4^{2-} , Cl^{2-} , HCO_3^{-} , SiO_3^{-} 等)均被树脂中的 OH^{-} 所取代, 进入水中的 OH^{-} 立即与 H^{+} 结合成 H_2O , 即除盐水, 其反应过程如下所示:



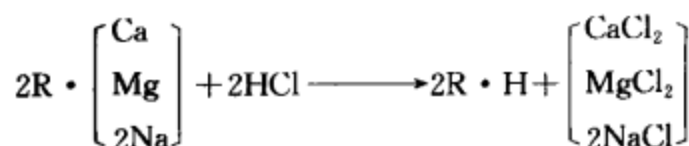
阴床



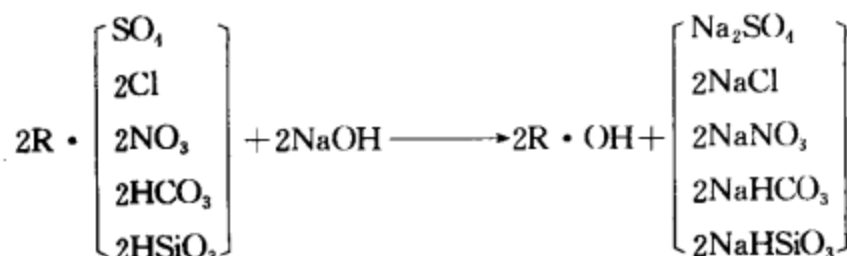
$\text{R} \cdot \text{H}$ 和 $\text{R} \cdot \text{OH}$ 分别代表 H 型强酸性阴离子交换树脂和 OH 型强碱性离子交换树脂。

离子交换树脂有一定的交换容量, 当其达到饱和

和失效后, 可以用化学药品如酸、碱等, 通过再生来恢复其交换能力, 重新使用, 离子交换树脂再生过程的化学反应如下:



阴床



(2) 除盐系统。因为一级离子交换除盐系统, 有时不能制得水质很高的出水, 而混床的运行操作又比较复杂; 此外为了节约再生剂的用量, 有必要将阴床、阳床和混床组成各种除盐系统。

根据阴、阳离子交换树脂的各种特性, 在组成离子交换除盐系统时, 可参照以下一些原则:

1) 第一个交换器通常是 H 型阳离子交换器。因为设在第一位置上的交换器, 由于反离子的作用, 其交换力必然不能得到充分的利用。以阴阳两种树脂相比, 阳树脂的价格便宜, 酸性强, 交换容量大, 而且稳定。所以把它放在前面较合适。

此外, 如第一个交换器是阴离子交换器, 运行时还有在此交换器中析出碱性沉淀物, 如 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 等的缺点, 以致不能正常运行。

2) 除硅必须用强碱性阴树脂, 对于除硅要求高的水应采用二级强碱性阴离子交换器, 或带混床。

3) 混床可以制得水质很高的水。如对水质要求很高时, 除盐系统中可设有混床。

4) 弱碱性阴树脂的作用是除去水中强酸阴离子。由于弱碱性阴树脂的交换容量大(比强碱性树脂约大 3 倍)、再生用碱耗低, 适于处理含强酸阴离子量大的水。

5) 弱酸性阳树脂的作用是除去与碱度相对应的阳离子。由于弱酸性阳树脂的交换容量大(约相当于强酸性的 2 倍)、再生用酸耗低, 适于处理碱度大的水。

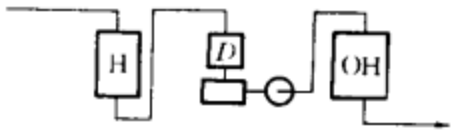
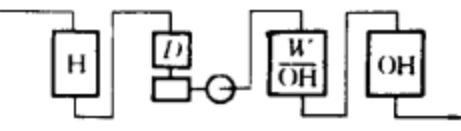
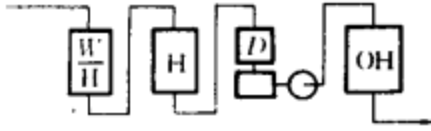
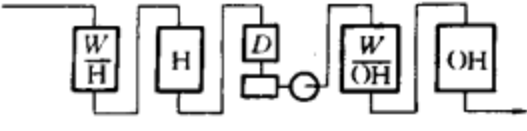
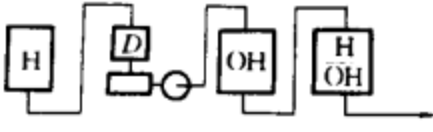
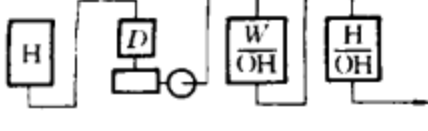
6) 除碳器应安置在强碱性阴离子交换器之

前。

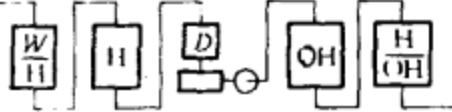
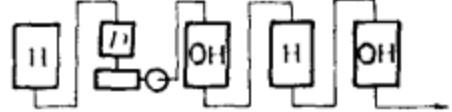
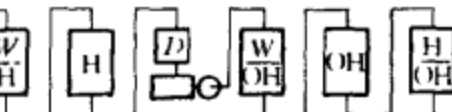
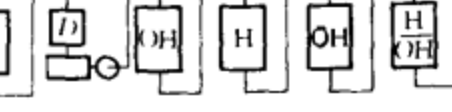
表 4-3-4 所列的是常用的离子交换除盐系统。此外,根据实际情况,还可以组成其他除盐系统。

表 4-3-4 中的第 1 至第 4 系统都属于一级除盐系统。第 2、3、4 系统是将第 1 系统加以改进,增设弱酸性和弱碱性离子交换器,利用它们易于再生的

表 4-3-4 常用的固定床离子交换除盐系统

序号	系 统	出 水 水 质		适 用 范 围	备 注
		电导率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	二氧化硅 (mg/L)		
1		<10	$0.03\sim0.1$	进水总阳离子量小于 $6\text{mmol}/\text{L}$; 强酸性阴离子总量小于 $1.5\text{mmol}/\text{L}$; 硅酸根含量小于 $15\text{mg}/\text{L}$	当进水碱度小于 $0.6\text{mmol}/\text{L}$ 或有石灰预处理时,可不设除二氧化碳器
2		<10	$0.03\sim0.1$	1. 当进水强酸阴离子总量 $>1.5\text{mmol}/\text{L}$ 时可选用本系统 2. 本系统抗有机物污染能力较强	1. 碱耗较低 2. 弱碱交换柱也可置于除二氧化碳器之前 3. 进水水质条件合适时,亦可采用阴双层床
3		<10	$0.03\sim0.1$	进水碱度大于 $4\text{mmol}/\text{L}$, 含钠量较低, 符合弱酸-强酸树脂串联运行的水质条件时	1. 该系统酸耗低 2. 当进水水质条件合适时,可采用阳双层床
4		<10	$0.03\sim0.1$	当进水碱度高, 强酸根离子含量大时, 可选用本系统	1. 酸碱耗低 2. 弱碱交换柱也可置于除二氧化碳器之前 3. 进水水质条件合适时,可采用阳、阴双层床
5		$0.2\sim0.5$	<0.02	1. 进水总阳离子量小于 $10\text{mmol}/\text{L}$, 强酸性阴离子总量小于 $1.5\sim3\text{mmol}/\text{L}$, 适合选用本系统 2. 要求出水水质较好时	系统较简单, 出水水质稳定
6		$0.2\sim0.5$	$0.02\sim0.1$	1. 进水中性盐含量大 2. 出水水质好	

(续)

序号	系 统	出 水 水 质		适 用 范 围	备 注
		电导率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	二氧化硅 (mg/L)		
7		0.2~0.5	<0.02	进水水质条件同 5 系统, 当出水水质要求高时, 可选用本系统	
8		0.2~0.5	<0.02	1. 进水碱度大于 4mmol/L, 含钠量较低, 符合弱酸-强酸树脂串联运行的水质条件时 2. 出水水质较好	
9		0.2~1	0.01~0.05	1. 进水碱度较高 2. 要求出水电导率及二氧化硅含量均较低时	1. 可采用串联再生酸碱耗较低 2. 第二级除盐设备树脂的装填量约占总量的 1/4~1/3, 可采用较高流速(60m/h)
10		0.2~0.5	0.01~0.02	当进水碱度大, 强酸根离子含量高, 出水水质要求较高时	
11		0.1~0.2	0.005~0.01	进水碱度较高, 出水水质好	

注: 1. 表中符号的意义: H—强酸阳离子交换器; OH—强碱阴离子交换器; $\frac{W}{H}$ —弱酸阳离子交换器; $\frac{W}{OH}$ —弱碱阴

离子交换器; D—除二氧化碳器; $\frac{H}{OH}$ —强酸强碱混合床。

2. 表中除盐系统的出水质量为顺流再生时的出水终点控制水质, 实际运行时, 系统出水水质比上述指标稍好, 如一级复床除盐系统选用顺流再生固定床时, 出水电导率小于 $5\mu\text{S}/\text{cm}$, 二氧化硅含量小于 $50\mu\text{g}/\text{L}$; 采用逆流再生固定床时, 系统的实际电导率小于 $1\sim 2\mu\text{S}/\text{cm}$, 二氧化硅含量小于 $20\text{mg}/\text{L}$; 采用浮动床出水的电导率约 $2\sim 5\mu\text{S}/\text{cm}$, 二氧化硅含量小于 $50\mu\text{g}/\text{L}$ 。

3. 弱酸、强酸(弱碱、强碱)的系统可采用串联再生方式, 以降低酸(碱)耗量。

4. 进水的总含盐量大于 $500\text{mg}/(\text{L}\cdot\text{h})$, 是否采用离子交换除盐, 需进行技术经济比较后确定。

5. 进水总阳离子量大于 $2\text{mmol}/\text{L}$ 时, 宜采用逆流再生, 以提高出水品质, 节省酸碱耗量, 提高经济性。

性能, 以达到节约再生剂用量的目的。如第 2 系统和第 1 系统相比, 加设了弱碱性阴离子交换器, 故第 2 系统就宜于用来处理含强酸阴离子 (SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^-) 量多的原水, 因为弱碱性阴树脂可以吸着强

酸阴离子, 因而有利于强碱性阴树脂吸去水中的 HSiO_3^- 。而且, 可以利用强碱性阴树脂再生废液来再生弱碱性阴树脂, 即将再生液先通过强碱性阴树脂, 后通过弱碱性阴树脂进行串联再生, 以节约再生

用碱量。此外,弱碱性阴树脂还有交换容量大的优点。

同理,第3系统中设置了弱酸性阳离子交换器,适用于处理含 HCO_3^- 量高的水。因为弱酸性阳树脂可以使 HCO_3^- 转变成 H_2CO_3 ,这样就减轻了强酸性阳树脂的负担。加用弱酸性阳树脂的原因,是因为其交换容量大和可以利用强酸性阳树脂的再生废液来再生。第4系统增设了弱酸性阳离子交换器和弱碱性阴离子交换器,因而它适用于含盐量大的水。

第5至第10系统都属于二级除盐系统,其中第5至第8系统及第10系统都设有混床,所以其出水水质较高。第5系统设置了强碱性阴离子交换器,原水通过它和混床,相当于经过二级除硅,故可使出水含硅量降得很低。第7、8、10系统和第2、3、4系统相似,只是出水的水质更高。

第11系统属于三级除盐系统,它与第9系统相似,适用于处理碱度大的水,只是前者比后者的出水质量更高。

(二) 用蒸发器的补给水系统

用蒸发器制造蒸馏水(除盐水)是补给水除盐的一种加热处理方法,即蒸馏法。根据工作原理,蒸发器分为沸腾蒸发和扩容蒸发两种。前者通过加热使水汽化,后者通过扩容产生蒸汽,将得到的蒸汽冷凝后即可获得蒸馏水,而盐类则留在未蒸发的水中。实际应用时,往往将几个蒸发器串联起来,组成多级蒸发器或多级扩容蒸发器,以提高制水量和水质。

由于蒸发器是利用汽轮机的回热蒸汽进行加热的,所以,使用蒸发器的发电厂,其经济性有不同程度的降低。另外,蒸发器设备和系统复杂,费用昂贵;为防止结垢,进入蒸发器的水须进行软化处理;其出水大多数仍需要进一步作化学除盐。故蒸馏法一般适用于生水含盐量较高、补给水质量要求不高、补水率不大及化学药品运输困难地区的发电厂。选用时,应与离子交换法进行技术经济比较,以确定水处理方法。

蒸发器仅在早期的发电厂补给水处理系统中采用过,因为当时的离子交换化学除盐技术还不能满足机组对水质的要求。多年来,随着化学除盐技术的不断完善以及膜技术的迅速发展,现代火力发电厂中,蒸发器基本上已被取代。

(三) 补给水进入热力系统的方法

经除盐后品质合乎要求的化学除盐水,通过管道被送至汽轮机车间,补入凝汽器,也有补入除氧器的。对于大功率机组,除氧器压力较高,且补入凝汽器可提高回热系统效率,故补水一般补入凝汽器。

补水进凝汽器的方式通常有两种,一种通过管道直接进入凝汽器,并由调节阀调节补充水流量,达到控制冷凝器水位的目的。

另一种是除盐水先进入凝水箱,然后通过两台凝结水输送泵,经补水调节阀将除盐水补至凝汽器,同时起到补水和控制凝汽器水位的双重作用。具体系统如图4-3-1所示。

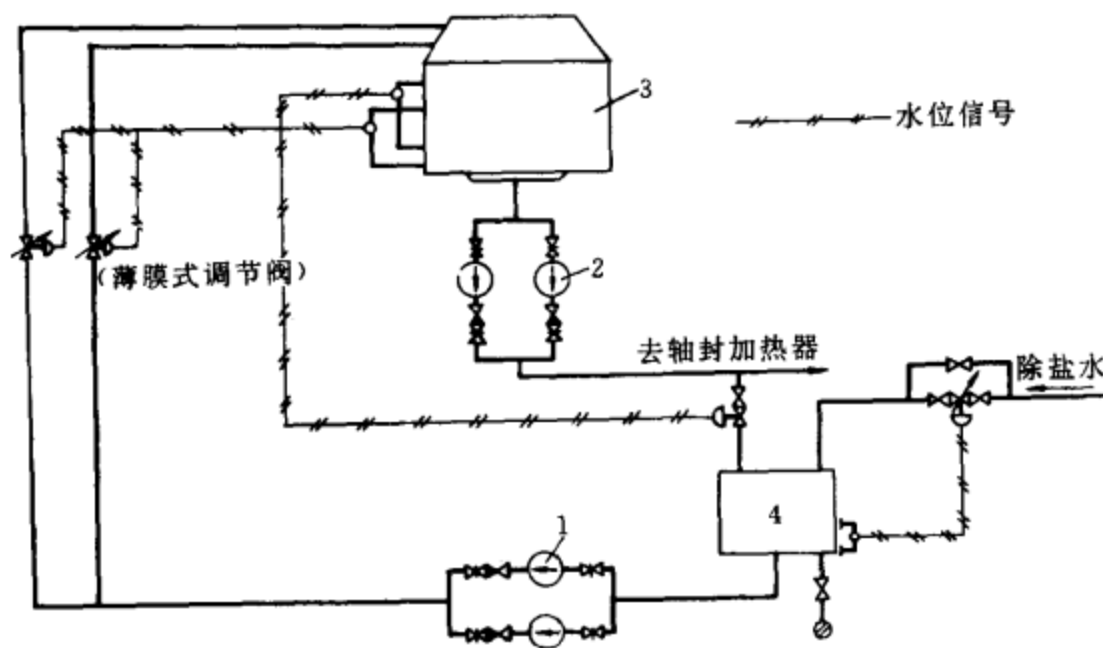


图 4-3-1 经凝水箱的除盐水补给系统

1—凝结水输送泵 2—凝结水泵
3—凝汽器 4—凝水箱

第二节 疏水系统

一、疏水系统的功能

(一) 疏水系统的作用与设置原则

在机组起动、暖管及运行过程中,机组本体及蒸汽管道因蒸汽冷凝会产生积水现象。蒸汽管道中积水在运行中会引起水击,使管道发生振动,严重时会使管道破裂。若水进入汽轮机,还会损坏叶片,引起金属部件永久变形,动静部分摩擦及推力轴承损坏等。为此必须设立疏水系统及时地将蒸汽管道及本体设备中集聚的凝结水疏出。

火力发电厂疏水系统主要指汽轮机本体疏水和汽管道疏水两部分。对于采用单元制系统和滑参数起动方式的再热机组,其本体疏水系统还包括主蒸汽管和再热蒸汽管的疏水。由于机组起动暖机时各疏水点压力不同,为了避免各疏水互相干扰,甚至产生高压疏水倒窜回汽轮机的情况,汽轮机本体各处疏水应根据压力高、低分别引入压力不同的疏水母管,再接至2~3个本体疏水扩容器。扩容器位于凝汽器附近,其汽、水侧与凝汽器相连。而接入同一疏水母管的各疏水还应按照压力的不同依次接入,疏水压力愈低,应越靠近疏水扩容器。汽管道的疏水一般也考虑进入本体疏水扩容器或排地沟。

在机组起动暖管过程中,锅炉本体也会出现蒸

汽冷凝积水现象。这些水,量不多,均由各集箱下端疏水管引出,先送至疏水膨胀箱,进而降压、扩容回收部分热量后,送至疏水箱。当疏水箱水位高时,再由疏水泵将水质合格的水打回除氧器,其管路系统比较简单。

随着机组技术的发展,锅炉本体疏水也被考虑进入锅炉定期排污扩容器,因此,系统中原疏水箱的作用已发生了很大的变化,疏水箱逐渐不再起收集机组正常疏水和起动疏水的作用,仅用作一些设备的溢、放水之用,且疏水箱中水质也常不合要求,故有些电厂已不设疏水箱。国内300MW大功率机组也仅设2只40m³的疏水箱。疏水箱内接纳的各设备放水被作机组检修时冲洗锅炉受热面之用。

(二) 疏水量的估算

蒸汽管道起动暖管时的疏水量很难精确计算,用估算方法求出的主蒸汽管道起动疏水量可用作设计时参考。

主蒸汽管道的疏水量可参见表4-3-5,制表时取暖管的温升速度为5℃/min,保温材料的温升速度为钢管温升速度的一半。阀门的保温层暂时当作管道保温层计,同时乘以阀门的长度,保温层以最大厚度计,其密度按500kg/m³确定。

表 4-3-5 主蒸汽管道的起动暖管疏水量

管径×壁厚 (mm)	用过热蒸汽暖管		随锅炉升压暖管	
	管路疏水[kg/(m·h)]	阀门疏水[kg/(h·只)]	管路疏水[kg/(m·h)]	阀门疏水[kg/(h·只)]
$p=9.80\text{MPa}$ $t=540^{\circ}\text{C}$				
76×6	2.32	2.69	3.06	3.55
133×10	4.58	14.38	6.05	19.05
168×13	5.92	22.00	7.8	29.05
194×14	7.15	23.00	9.44	30.38
219×6	8.70	24.90	11.50	32.88
273×20	11.53	26.90	15.22	35.50
325×24	15.21	41.00	20.10	54.10
$p=9.80\text{MPa}$ $t=510^{\circ}\text{C}$				
76×4.5	2.26	2.76	2.92	3.56
108×6	3.40		4.38	
133×7.5	4.34	14.75	5.59	19.02

(续)

管径×壁厚 (mm)	用过热蒸汽暖管		随锅炉升压暖管	
	管路疏水[kg/(m·h)]	阀门疏水[kg/(h·只)]	管路疏水[kg/(m·h)]	阀门疏水[kg/(h·只)]
$p=9.80\text{MPa}$ $t=510^\circ\text{C}$				
168×9	5.32	22.60	6.86	29.20
194×11	6.70	23.54	8.36	30.40
219×12	7.96	25.60	10.26	33.00
245×13	8.94		11.51	
273×15	10.36	27.6	13.50	35.60
325×18	13.5	42.0	17.40	54.20
$p=3.92\text{MPa}$ $t=450^\circ\text{C}$				
76×3.5	2.22		2.80	
89×4.5	2.44	8.4	3.07	10.58
108×4.5	3.30	10.05	4.15	12.63
133×6	4.20	12.12	5.28	15.25
159×7	4.88	14.42	6.14	18.15
219×9	7.33	24.41	9.22	30.72
273×11	9.22	38.00	11.60	47.80
325×13	11.78	40.60	14.80	51.00

估算时,仅考虑管道的温升是由加热蒸汽冷凝时放出的汽化潜热的加热结果,不考虑散热影响。

(三) 疏水管管径的选择

疏水在流动过程中,由初压降至疏水接受容器内的压力时,不断汽化,体积增大。管内末端可能已全部是蒸汽,在考虑疏水管管径时,一般限制蒸汽的流动速度为 30m/s。其比体积按初压与背压的平均值取之。

疏水管管径一般可按表 4-3-6 选用。

表 4-3-6 疏水管管径 (mm)

主管公称通径 D_N	≤ 125	150~200	225~300	350~600
起动疏水	20~25	25~32	32~50	32~50
经常疏水	20	20	20	25

疏水母管管径一般可按表 4-3-7 选用。

表 4-3-7 疏水母管管径 (mm)

$p_N > 100$ 的管道	$p_N 40 \sim p_N 100$ 的管道	$p_N \leq 25$ 的管道
50~80	80~100	80~150

实际设计电厂时,疏水管管径一般不作计算,均按经验确定。另外,许多电厂为了加快机组的起动时间,特意将疏水管放大。

二、管道疏水

(一) 热力系统管路的疏水系统

蒸汽管道的疏水,按管道投入运行的时间和工况可分为:

1. 起动疏水

即暖管过程中排出的疏水。需装设起动疏水的地点:按暖管方向分段暖管的管段末端;水平管道上每隔 100~150m 处;在装设经常疏水装置处,应同时装设起动疏水装置;所有可能积水而又需要及时疏出的低位点。

2. 经常疏水

即在蒸汽管道正常工作时的疏水。通常包括:处于热备用状态的设备(如驱动给水泵的汽轮机,减温减压装置等)的进汽管段;蒸汽不经常流通的管道死端,而且是管段的低位点时;饱和蒸汽管道和蒸汽伴热管道的适当地点;装设在水平管道上的焊制波形补偿器的每个波节的下部。

为了减少疏水装置的数量,设计中应结合具体

情况,合理简化疏水系统,如图4-3-2所示。

蒸汽管道为母管制系统时,疏水系统一般采用

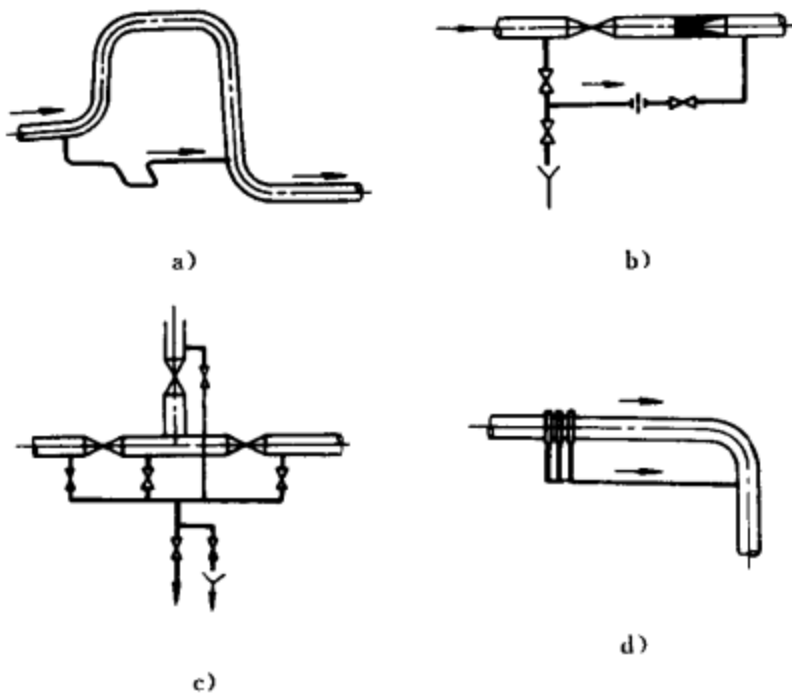


图4-3-2 各种管道疏水形式

a)高位至低位的疏水转注

b)高压至低压的疏水转注

c)疏水集中处的疏水合并

d)焊接波形补偿器波节底部的疏水合并

母管制。不同压力的蒸汽管道分别设置相应的经常

疏水和启动疏水母管,压力相差不大的疏水管道,可采用一根母管。各疏水母管分别引入疏水扩容器,并考虑有旁路措施。当疏水压力较低而进入疏水扩容器有困难时,可引入疏水箱。

(二) 疏水箱、疏水泵的容量和选型

由于电厂容量、蒸汽参数、管道系统(母管制或单元制)的差别很大,并考虑到现代电厂中疏水箱的作用已发生了很大的变化,其设置只数及容量根据各电厂实际需要而定。

疏水泵多采用2台,在容量上应能在2h内打空疏水箱,扬程应考虑能把疏水送入除氧器。

三、典型的疏水系统示例

(一) 125MW 机组的疏水系统

图4-3-3是国产125MW机组汽轮机本体疏水系统图。汽轮机的高、中压自动主汽门前、各调速汽门前、汽缸及各个抽汽管道止回门前等处的疏水,统称为汽轮机本体疏水系统。

该系统具有以下特点:

(1) 采用2台疏水扩容器,高、中、低压疏水管路分开。

(2) 汽轮机本体内、外疏水母管分开,即汽轮机冲转前的疏水母管与冲转后的疏水母管分开,抽汽

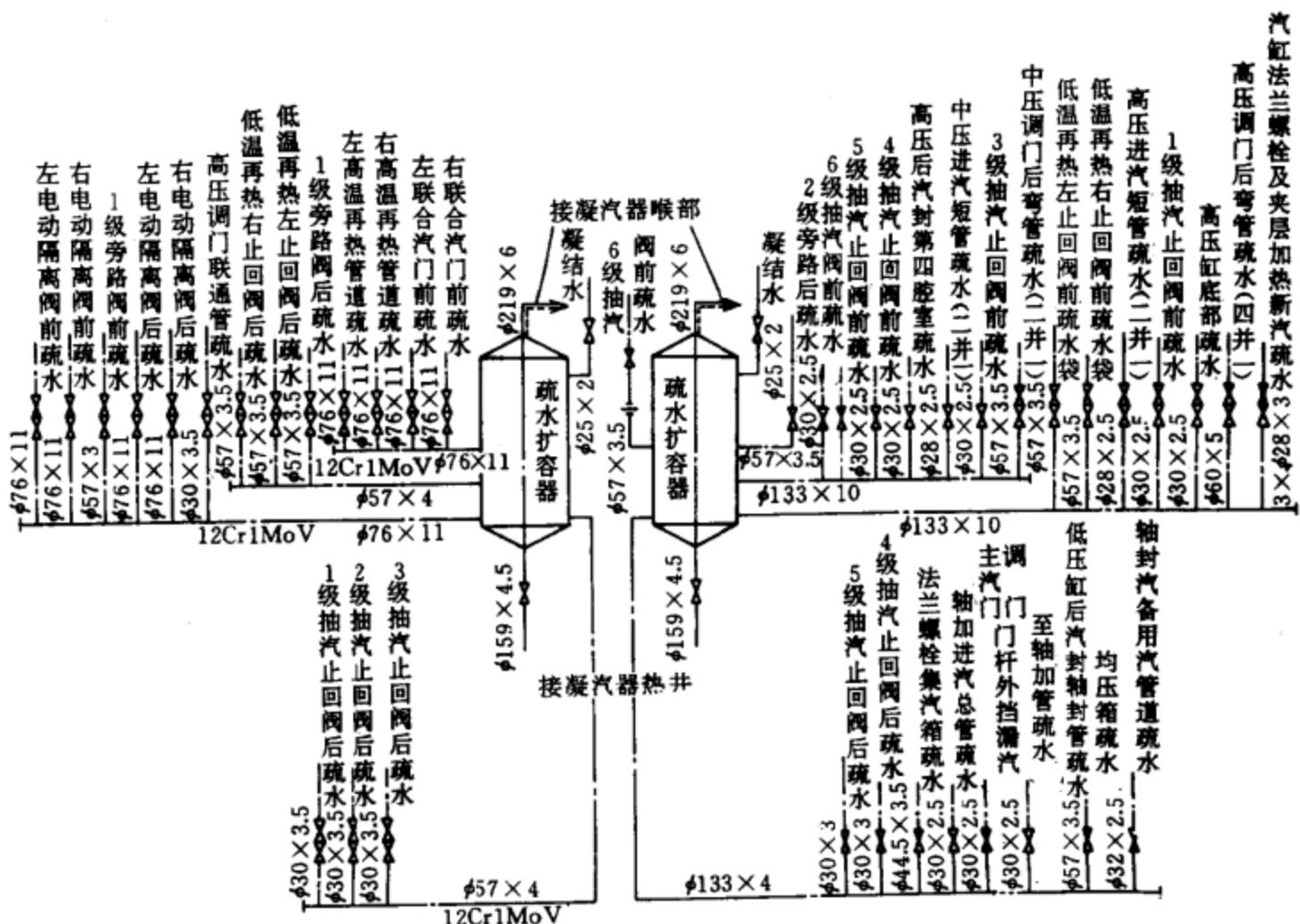


图4-3-3 125MW 机组汽轮机本体疏水系统图

止回阀前、后的疏水母管分开。

(3) 按照启动过程中各疏水点的压力,依次接入疏水母管,疏水压力越低就越应靠近扩容器。

(4) 较重要的和特殊的疏水,如高压缸排汽(低温再热蒸汽)、止回阀后疏水、高压旁路后疏水、低压旁路后疏水等单独接入扩容器。

(5) 系统还考虑从凝结水泵出口接一路凝结水至疏水扩容器,在机组事故工况下,大量汽水混合物进入疏水箱使用,避免对凝汽器的影响。

(二) 300MW 机组的疏水系统

引进型 300MW 机组的疏水系统有许多改进之处:汽机本体疏水系统中取消了疏水扩容器,在凝汽器壳体上装有许多具有疏水母管作用的集水管,集

水管短而粗,口径达 300mm 以上,汽机本体及其他管道疏水按照压力不同,分组进入各集水管,继而直接进入凝汽器降压扩容,系统中的疏水阀都配有电动装置,或者是遥控的气动阀,再配上控制系统,组成自动疏水系统;锅炉本体疏水,除了锅炉炉顶进口集箱疏水和锅炉启动 5% 旁路疏水,经减压阀排至高加危急疏水扩容器外,其他各部位疏水,如省煤器、锅筒、锅炉下集箱的疏水,锅炉启动疏水及停炉放水等均由集箱下端疏出管引出后,汇集到疏水总管,再由疏水总管排入定期排污扩容器,扩容器有管子与定期排污坑相通,最后,疏水经排污坑由排污母管排出。除 5% 旁路疏水和前部下集箱放水管采用电动阀门外,其他所有锅炉疏、放水都是手动操作的截止阀。

第三节 锅炉排污系统

从锅炉蒸发段排出含杂质多的炉水,经扩容器和热交换器(或只经过扩容器)回收部分工质和热量,最后排入下水道或其他出处的管道系统,称锅炉排污系统。

排污可分为连续排污和定期排污两种。主要用于自然循环和辅助循环的锅筒锅炉上。在蒸发段出口设有分离器的早期直流锅炉上也曾进行排污,从分离器下部引出排污水。随着给水品质提高,现代直流锅炉在正常运行时已不再进行排污。

一、锅炉排污系统的作用和组成

(一) 作用

锅水中的各种杂质(各种溶解盐类和泥渣)是由给水带入的。随着给水在蒸发段中不断蒸发,除了少量盐分被蒸汽带走外,绝大部分留在锅水中,使锅水含盐浓度不断提高,以至影响到蒸汽品质。为此,就必须把一部分含盐量较高的锅水连续排出锅外,同时以较干净的给水补充,使锅水的含盐浓度稳定在一定水平,这就是连续排污的作用。

但是,连续排污不能将锅内的泥渣完全排出,还必须进行定期排污。泥渣常常积聚在锅内最低处,定期排污就是在锅内最低处定期(3~7 天进行一次)进行短时间($\approx 30s$)排污,以清除泥渣。

(二) 组成

排污系统由排污管道、阀门、节流孔板、扩容器、热交换器和流量计、压力表等组成。

连续排污系统中为了充分回收工质和热量,常

设置扩容器和热交换器。连续排污管应从炉水含盐量浓度最高点引出,对两段蒸发系统,应从盐段引出;对不分段蒸发的系统,则沿锅筒长度设置取水管(图 4-3-4),均匀取水。取水管上开有孔径为 4~5mm 的取水小孔,孔中的水速一般应大于 2m/s,取水管内的水流动阻力应小于小孔的阻力。在凝汽式电厂中,锅炉排污量不大,此时为确保连续排污顺利进行,系统中需配备调节灵敏的小流量排污装置,除节流孔板外还配有针形调节阀。

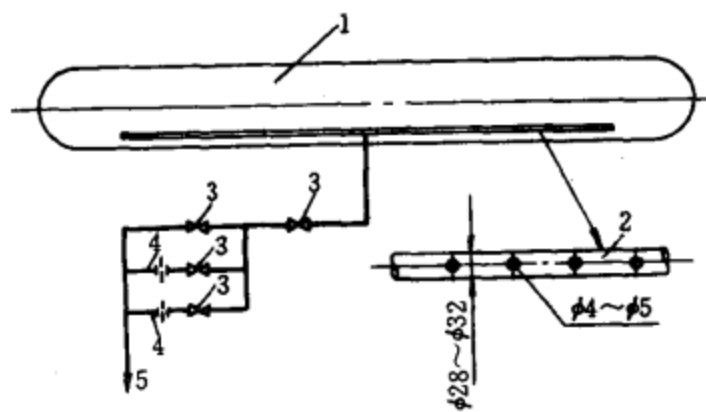


图 4-3-4 锅炉连续排污系统

1—锅筒 2—排污水取水管 3—截止阀

4—节流孔板 5—去连续排污扩容器

定期排污系统中排污引出点应设在泥渣最易沉积的地方,一般设在水冷壁下集箱或下降管下端,如图 4-3-5 所示。为防止定期排污时对水冷壁水循环的影响和排污阀门的磨损,排污管上应配有节流孔板。当定期排污阀全开时,排污量就决定于节流孔板

的孔径。此时应设置锅筒事故放水管,在锅筒满水时可以紧急放水。定期排污开启时使下降管流速增加,水冷壁流速降低,壁温上升。对一台高压锅炉上的测量结果知,定期排污时水冷壁壁温升高 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。因此,在确定节流孔板孔径时应考虑这些因素,选用适当的孔板。若定期排污水直接排入地沟,则在排入地沟前需进行喷水减温,以防止排污水入地沟时大量汽化。

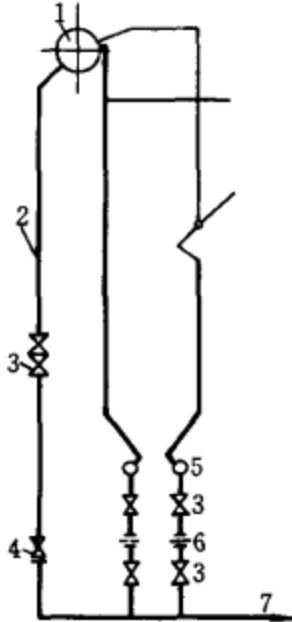


图 4-3-5 锅炉定期排污系统

- 1—锅筒 2—锅筒事故放水管 3—截止阀
4—止回阀 5—水冷壁下集箱
6—节流孔板 7—去定期排污扩容器

二、排污率和排污水的回收利用

（一）排污率

锅炉排污量与蒸发量之比称为锅炉排污率,即

$$p = \frac{D_{pw}}{D} \times 100 \quad (\%) \quad (4-3-1)$$

式中 p ——锅炉排污率(%);

D_{pw} ——锅炉排污量(t/h);

D ——锅炉蒸发量(t/h)。

给水带入的盐量应与排污水带出的盐量和蒸汽带走的盐量之和相平衡

$$(D + D_{pw})S_g = D_{pw}S_b + DS_q \quad (4-3-2)$$

式中 S_g ——给水含盐量(mg/L);

S_b ——锅水含盐量(mg/L);

S_q ——蒸汽含盐量(mg/L)。

将式(4-3-1)代入式(4-3-2),整理后就得到锅水含盐量、给水含盐量、蒸汽含盐量和排污率的关系

$$S_b = \frac{100 + p}{p} S_g - \frac{100}{p} S_q \quad (\text{mg/L}) \quad (4-3-3)$$

当蒸汽含盐量 S_q 很小可忽略不计时,根据式(4-3-

3),排污率可表达为

$$p = \frac{S_g}{S_b - S_g} 100 \quad (\%) \quad (4-3-4)$$

由此可知,允许的锅水含盐量一定时,给水含盐量增大,排污率就增大;或者允许的锅水含盐量较低时,排污率也增大。

锅水含盐量与给水含盐量之比,也就是锅水含盐量对给水含盐量的倍数,称为锅水浓缩度,以 m 表示

$$m = \frac{S_b}{S_g} \quad (4-3-5)$$

于是锅炉排污率也可用 m 表示为

$$p = \frac{1}{m - 1} 100 \quad (\%) \quad (4-3-6)$$

锅水浓缩度增加,排污率就降低。在自然循环锅炉上常采用两段蒸发,在盐段进行排污,这就可提高排污锅水的浓度,以降低排污率。

排污率增大就意味着工质和热量损失增加,所以电厂中对锅炉的排污率有一定限制。根据《火力发电厂水、汽监督规程》规定,各类火电厂允许的锅炉排污率列于表 4-3-8。

表 4-3-8 《火力发电厂水、汽监督规程》规定的锅炉排污率

电厂和给水条件	排污率 (%)
以化学除盐水或蒸馏水为补给水的凝汽式电厂	1
以化学除盐水或蒸馏水为补给水的热电厂	2
以化学软水为补给水的凝汽式电厂	2
以化学软水为补给水的热电厂	5

（二）排污水的回收和利用

为了确保蒸汽品质,锅炉需要排污,而排污就意味着工质和热量损失。因此,尽可能回收工质和利用这部分热量也是排污系统的任务。

连续排污时工质和热量的回收利用系统随电厂型式不同而有所不同,图 4-3-6 是凝汽式电厂和热电厂中常用的回收利用系统。为了降低排污水压力,同时回收部分工质,连续排污水首先接入连续排污扩容器,在其中骤然降压,使部分排污水迅速汽化。扩容器出来的蒸汽接入电厂低压蒸汽系统,可供除氧器和其他生产用汽。扩容器内余下的排污水含盐浓度更高,可通过热交换器将一部分热量传递给锅

炉补给水,冷却后的排污水就排入疏水系统,或直接排入地沟。在热电厂中这部分排污水还可作为热媒送入热网,进一步利用其热量。

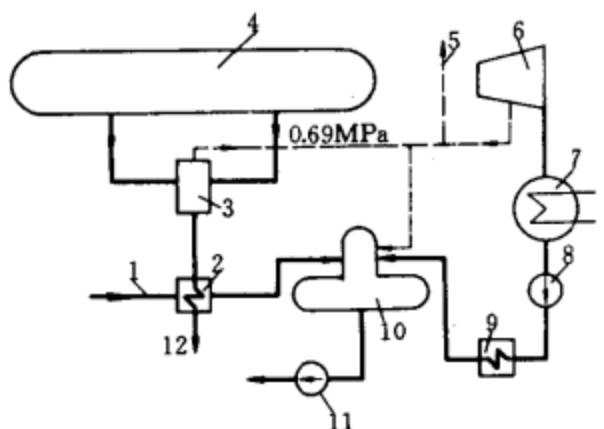


图 4-3-6 连续排污的回收利用系统
1—补给水 2—热交换器 3—排污扩容器
4—锅筒 5—供生产用汽 6—汽轮机
7—凝汽器 8—凝水泵 9—加热器
10—除氧器 11—给水泵 12—疏水
13—排污水箱 14—热网水泵

定期排污一般排污量较小,排污时间短,因此不再回收和利用。可直接排入地沟,或经过定期排污扩容器后蒸汽排向大气,水排入地沟。

(三) 排污扩容器的容积计算

为了回收工质,排污系统中配置扩容器,其容积与排污水量有关。扩容器内可分为汽容积和水容积两部分,汽容积决定于排污水的汽化量;而水容积较小,在计算时取为汽容积的 1/4。

排污水的汽化量按式(4-3-7)计算

$$D_{qh} = D_{pw} \frac{h_1 - h_2}{xr} \quad (\text{kg/h}) \quad (4-3-7)$$

扩容器的容积 V_{kr} 应为

$$V_{kr} = (1 + 0.25) \frac{D_{qh} v_2}{R} \quad (\text{m}^3) \quad (4-3-8)$$

式中 D_{qh} ——排污水汽化量(kg/h);

D_{pw} ——排污水量(kg/h);

h_1 ——锅筒内的饱和水焓, (kJ/kg);

h_2 ——扩容器压力下的饱和水焓(kJ/kg);

x ——扩容器出口的蒸汽干度(%);

r ——扩容器压力下的汽化潜热, (kJ/kg);

v_2 ——扩容器压力下的蒸汽比体积(m^3/kg);

R ——扩容器汽容间强度($\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$)。

在实际选用时,应根据工厂产品的规格取用比上述计算容积大一档的产品。

三、排污系统实例

(一) 配 125MW 机组的 420t/h 锅炉的排污系统

420t/h 锅炉的排污系统有连续排污和定期排污两种,见图 4-3-7。

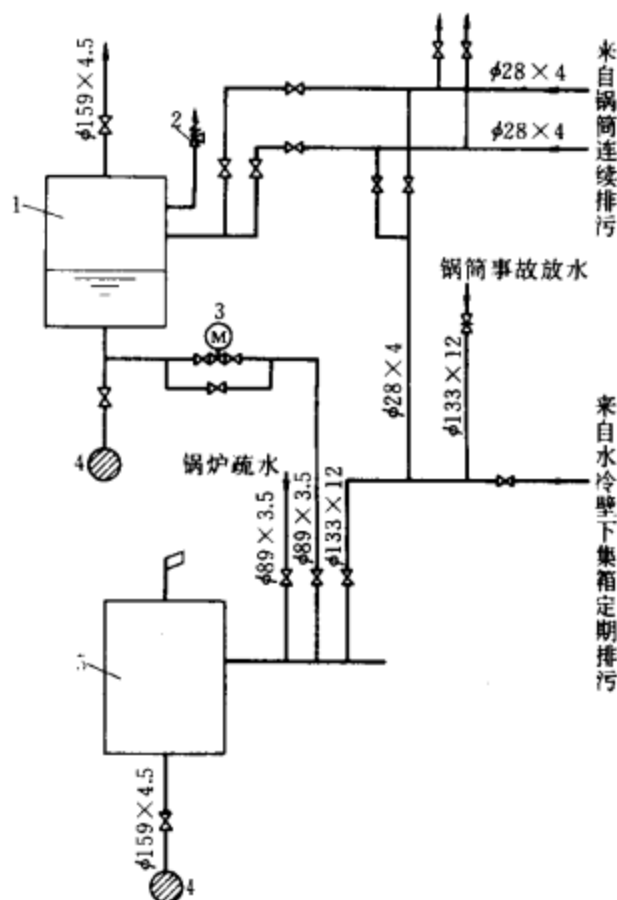


图 4-3-7 420t/h 锅炉排污系统图

1—连续排污扩容器 2—扩容器安全阀
3—排污水调节阀 4—地沟
5—定期排污扩容器

连续排污从锅筒引出,水压为 15.20MPa,按 2%排污率计,排污量为 8400kg/h。排污水经过排污管道、节流孔板和流量调节阀,排入连续排污扩容器。在其中压力降至 0.68MPa,产生 3771kg/h 蒸汽。所产生的蒸汽送至除氧器回收,污水送至定期排污扩容器或排入地沟。

定期排污从水冷壁下集箱和大直径下降管下端部引出,采用 $\phi 28 \times 4\text{mm}$ 管子,共有 18 根排污管。排污水通过节流孔板排向定期排污扩容器,压力降至 0.15MPa。扩容器出口的蒸汽排入大气,污水排入地

沟。定期排污时 18 根排污管依次排放，每根排污时间持续 30s，轮转一次，共排污 1192.6kg。

(二) 配 200MW 机组的 670t/h 锅炉的排污系统

670t/h 锅炉的排污系统与 420t/h 锅炉相类似，也设有连续排污和定期排污扩容器。

连续排污自锅筒底部分左右两侧引出，接至连续排污扩容器。定期排污在 6 根大直径下降管的底部分别引出，然后汇总到 1 根总管，再引至定期排污扩容器。在每片水冷壁管屏的下联箱均设有排污放水管路，然后汇总到 2 根排污放水管。这些排污放水管主要用来放水，必要时也可作定期排污用。图 4-3-8 为 670t/h 锅炉连续排污和定期排污引出点的位置。

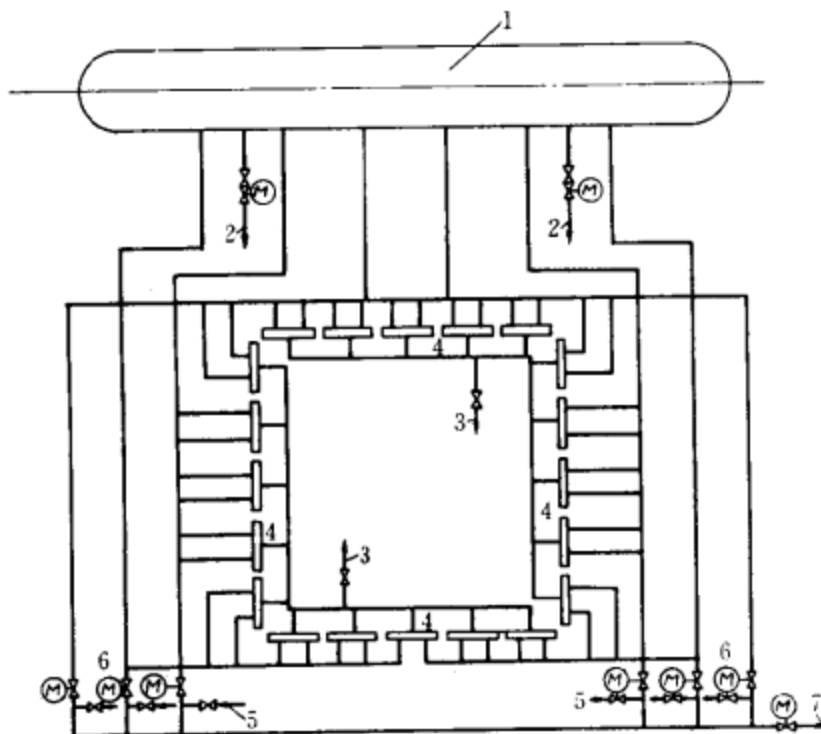


图 4-3-8 670t/h 锅炉排污引出管系

- 1—锅筒 2—连续排污 3—放水、排污
4—水冷壁下集箱 5—反冲洗
6—定期排污(支管) 7—定期排污(总管)

(三) 配 300MW 机组的 1025t/h 辅助循环锅炉的排污系统

1025t/h 锅炉的排污系统与锅炉各部分的疏水系统相连，在起动、停炉过程中各路疏水均接入连续排污扩容器。锅炉正常运行时所有疏水系统均关闭，只有连续排污系统投用。该炉的排污系统示于图 4-3-9。

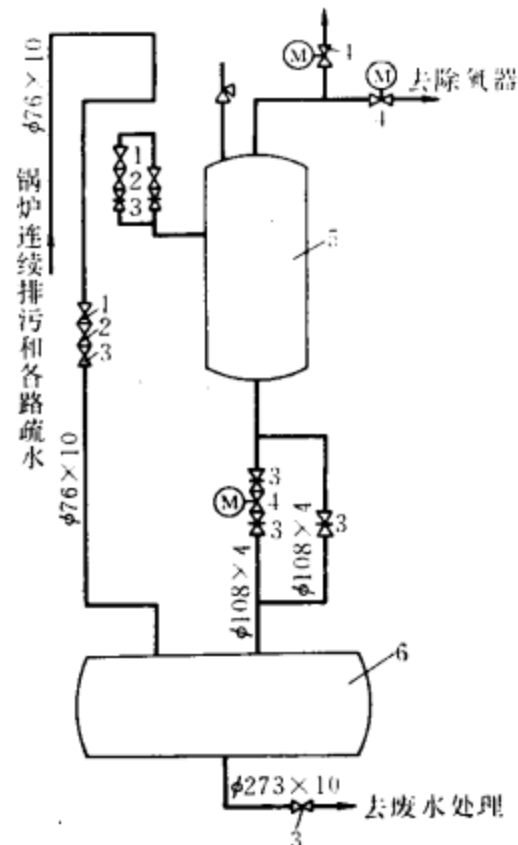


图 4-3-9 1025t/h 锅炉排污系统

- 1—截止阀 2—手动调节阀 3—闸阀
4—电动调节阀 5—连续排污扩容器
6—定期排污扩容器

连续排污系统的排污量是按汽轮机调节阀全开和 5% 超压工况时的 2% 给水量设计，但在机组不正常工况下，也可增加到 3%。连续排污从锅筒引出，经各阀门再送入连续排污扩容器。正常工况下的排污率为 1%，计 10.3t/h；扩容器内的工作压力为 1.0MPa，工作温度为 181℃。从连续排污扩容器分离出来的蒸汽送入除氧器，污水从其底部送至定期排污扩容器。

定期排污自水冷壁下集箱引出，送入定期排污扩容器，压力降至 0.11MPa。由此分离出来的蒸汽排向大气，污水进入废水处理系统，处理后排入地沟。

该系统中，当连续排污系统不能使用时或机组在非正常工况需增加排污量时，锅水可通过连通管直接从连续排污管路排向定期排污扩容器，而不需经过连续排污扩容器。

第四节 冷却水系统^[4]

一、概述

火力发电厂的冷却水系统主要是保证供给凝汽器的冷却用水，同时还供给一部分其他辅助系统的

用水。

(一) 火力发电厂的冷却水需要量

发电厂冷却水需要量主要取决于凝汽器所需冷

却水量。

汽轮机排汽在凝汽器中冷凝时释放的热量被冷却水吸收,所需冷却水量可由热平衡公式确定:

$$W = \frac{D_k(h_k - h'_k)}{c(t_{w2} - t_{w1})} \quad (\text{kg/h}) \quad (4-3-9)$$

式中 D_k ——进入凝汽器的蒸汽量(kg/h);

h_k ——汽轮机排汽焓(kJ/kg);

h'_k ——背压为 p_k 时的饱和水焓(kJ/kg);

c ——冷却水比热容[kJ/(kg·℃)];

t_{w2} ——凝汽器出口的冷却水温(℃);

t_{w1} ——凝汽器进口的冷却水温(℃)。

式中 $(h_k - h'_k)$ 为每千克蒸汽在凝汽器内冷凝时释放的热量,其值一般为 2383~2424kJ/kg, $(t_{w1} - t_{w2})$ 为冷却水在凝汽器内的温升。

冷却水系统除主要向凝汽器供给冷却水外,还向辅助冷却水系统、化学水处理系统、锅炉除灰系统等提供冷却水。这些水量的总和约占冷却水系统总水量的 12% 左右,其中辅助冷却水系统为 7%~10%,除灰渣用水为 2%~4%,水力除灰所需水量取决于燃料燃用量,灰分含量、除灰方法与除尘方法等。化学水处理系统所需的水量则很小。

(二) 水源与供水系统的选择

1. 水源

火力发电厂的水源主要有三种:

(1) 江、河或湖泊水。江、河水的特点通常是含有大量悬浮物、胶体杂质、有机物质和微生物,由于受腐殖质和工业废水的污染,经常有色度。江、河水硬度一般较低,矿物质也较少。上述特点会随着水流条件(流速、河床演变、潮汐等)、季节和水源环境(废水污染情况)而变化。

(2) 海水。海水的特点是矿物质含量特别高,可达 35000~37000mg/L,其中主要的溶解离子 Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} 和 Mg^{2+} 会引起凝汽器及其他冷却设备的腐蚀。

(3) 地下水。雨水渗入地层的过程中,由于土层的过滤作用,水中的悬浮杂质被大量去除。但是埋藏在地下的大量无机物质(钙、镁离子等)或有机物(腐殖质等)溶解于水,因此地下水具有悬浮杂质少和溶解杂质多的特点。至于溶解杂质的种类和数量则与土壤的性质有关。

在选择发电厂水源时,必须考虑下列几个问题:厂址应尽可能靠近水源,以节省建造引水沟渠的费用;收集和研究正确的水文气象资料,如水量、水质、

水温、水位、含砂量、河床和河岸的稳定性,坚固性等,这些因素对选择冷却方式,保证发电厂供水有着直接的影响。

2. 供水系统的要求

供水系统的可靠性直接影响到汽轮发电机组的运行。系统必须满足下列一些要求:

(1) 保证不间断地供给足够水量。

(2) 进入凝汽器的冷却水的最高温度一般不应超过制造厂的规定值。

(3) 最大程度地清除冷却水的杂质,以避免堵塞冷却设备。

3. 供水系统的选择

火力发电厂供水系统的型式以及相应供水装置的选择主要根据建厂地区供水水源和气候的特征来确定。

(1) 供水系统的种类。火力发电厂所采用的供水系统分为以下几种型式:

1) 直流供水系统。水自水源的上游引入,通过火力发电厂的冷却设备,使用一次后排至水源的下游,故又称开式供水系统。

2) 闭式循环供水系统。冷却水被重复利用的系统叫做闭式循环供水系统。温度升高了的冷却水在专设的冷却设备中冷却,降低温度后再次供电厂使用,构成一个密闭的循环。闭式循环供水系统按冷却水的冷却方式又分为冷却水池循环供水系统、冷却塔循环供水系统及喷水池冷却的循环供水系统。

(2) 供水系统选择的一般原则。当水源有足够的水量时,可以采用直流供水系统。如果电厂厂址高于水源的经常水位,但不超过 12m 或离水源不远于 1km 时,则采用直流供水系统较为有利;如厂址高于水位 10~12m 或离水源在 1.0~2.0km 的范围内时,应和闭式循环供水系统比较后决定。如电厂位置更高或离河更远时,则水泵所耗用的电力就要大大增加,采用直流供水系统是不合适的。

当水源的流量不足以供给直流供水系统的全部供水,但能满足闭式循环供水系统冷却水的损耗量时,则可采取利用拦河坝建成的冷水池系统。当水源流量不足,且电厂较河面或水池高出甚多或离它们很远时,则采用冷却塔或喷水池系统较为适宜。

二、直流供水系统

采用直流供水系统时,应保证当供水水源在枯水频率为 97% 的情况下,仍能供给发电厂满负荷运行所必需的水量。

(一) 取水口与排水口位置选择

根据电厂厂区离开水源的距离和位置,取水口和排水口的位置可有不同的选择:

岸边进水口:当河岸(或海岸)较陡,主流近岸,岸边水深足够,水质及地质条件较好,水位变化不太大时,适宜于从岸边进水。如图 4-3-10 所示。

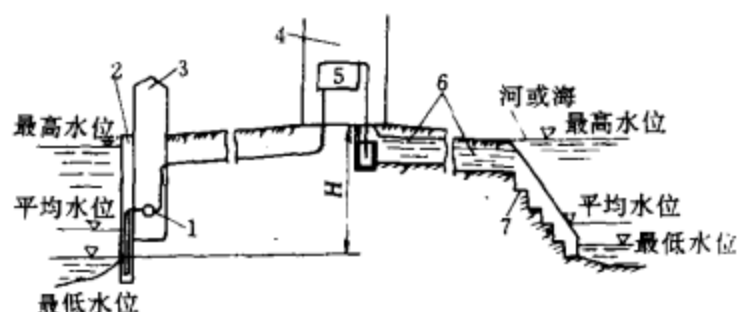


图 4-3-10 有岸边水泵房的直流供水系统

- 1—循环水泵 2—取水结构 3—水泵房
4—发电厂的主厂房 5—凝汽器 6—排水渠
7—差落 H—水泵送水的几何高度

河心进水口:当河岸较平坦,枯水期主流离岸较远,岸边水深不足或水质不好,而河心有足够水深或较好水质时,宜采用这种型式。从河心进水口取水的构筑物,称为河床式取水构筑物,如图 4-3-11 所示。

当海滩比较平缓时,也用引水管或引水渠自深水区引水至吸水井,再用泵站抽升。

中央水泵房供水方式:当水位与主厂房标高之差不太大而距离很远时,可以先由明渠引水进入中央水泵房,然后由冷却水泵将水直接打入汽机房,或打入另一明渠,再用汽机房内第 2 级水泵升高水头,分送各处。

凝汽器的排水由自流水沟道引出。为避免把被加热过的冷却水再度吸入进水口,排出口与进水口相距一般应大于 150m。当河水较深时,排出口的布置比较方便,可将排出口布置在水体上层,进水口布置在水体下层。水源为河道时,排出口须位于进水口的下游。电厂设计时,进、排水口的位置和型式应根

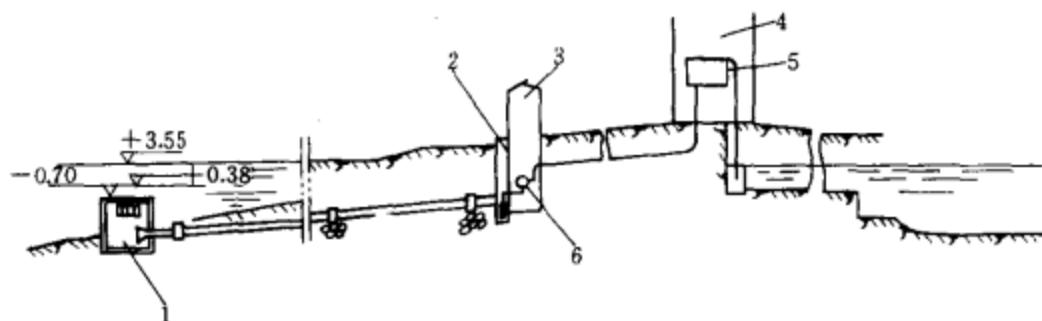


图 4-3-11 河心进水口的水泵房直流供水系统

- 1—取水头部 2—取水结构 3—水泵房 4—主厂房 5—凝汽器 6—循环水泵

据水源特点、高温排水影响和工程施工等因素,通过技术经济比较后确定。必要时应进行模拟试验。

(二) 冷却水泵房的设备与水工建筑物

大型发电厂的直流供水系统多半采用岸边联合式取水建筑物,也有采用岸边分离式的。第 1 种情况是取水和净水结构及水泵房合并为一个厂房,见图 4-3-12。

循环水泵房的设备包括循环水泵、旋转滤网、粗拦河栅、检修栅、平板闸门、高架起重机及其有关的阀门、管道等。

电厂中采用的循环水泵有卧式泵、立式泵、斜流泵(混流泵)等多种型式,以适应不同型式的供水要求。

粗拦河栅和垃圾清理车安装在多条水路上,粗拦河栅先将冷却水中的粗垃圾挡住,然后,垃圾清理车在整个滤网上行走,依靠垃圾耙子的上下运动,把附着在粗滤网上的垃圾捞起,扔进水泥槽中。

旋转滤网设置在粗滤网之后的取水路中。它将

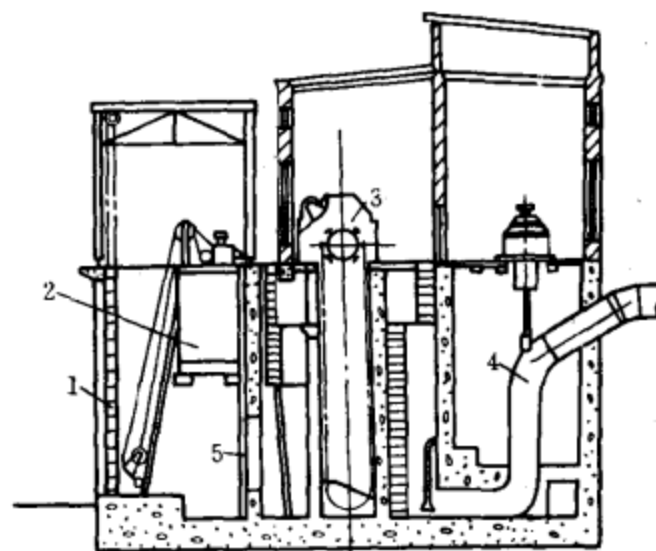


图 4-3-12 装设立式泵的岸边水泵房

- 1—检修栅 2—粗拦河栅和垃圾清理车
3—机械旋转式进水网 4—立式循环水泵
5—平板闸门

粗滤网未能清除的细垃圾、较小的鱼、虾之类微生物阻拦在网板上,用喷水清除后冲入排水槽中。旋转滤网由许多块可以移动的滤网组成,其迎水面积大,适