

第八章 除灰渣系统

编写单位 华东电力设计院
上海电站辅机厂

编写人 邵骐运
黄寿椿

主 审 陈振荣

常用符号表

A_{ar} ——煤的应用基灰分(%)	R ——灰浆的水灰比
B_m ——锅炉最大耗煤量(t/h)	V ——气锁阀排放容积, 贮气罐容量(m^3)
G_K ——空气预热器灰斗灰量(t/h)	v_0 ——灰粒的水力沉降速度(mm/s)
G_m ——除尘器灰量, 空气斜槽输灰量(t/h)	v_s ——输灰速度(m/s)
G_n ——锅炉排灰量(t/h)	ρ ——灰的堆积密度(kg/m^3)
G_{na} ——锅炉灰渣总量(t/h)	φ ——喷嘴流量系数
G_{sa} ——省煤器灰斗灰量(t/h)	φ_a ——空气预热器灰斗灰量占总灰渣量的百分比(%)
G_s ——锅炉排渣量(t/h)	φ_s ——灰量占总灰渣量的百分比(%)
p ——压力(MPa)	φ_{sa} ——省煤器灰斗灰量占总灰渣量的百分比(%)
q ——灰浆浓缩机出力 [$t/(m^2 \cdot h)$]	φ_s ——渣量占总灰渣量的百分比(%)
q_t ——锅炉机械未完全燃烧损失(%)	η_c ——除尘器效率(%)
$Q_{net,v,ar}$ ——煤的应用基低位发热量(kJ/kg)	
Q_j ——冲渣耗水量(t/h)	

电厂的除灰渣系统在发电过程中占有重要的地位。随着电厂容量增大,这种重要性越来越被人们所重视。除灰渣系统对电厂的安全、经济运行有密切关系,应根据灰渣量、灰渣的化学物理特性、排渣装置型式、除尘器型式、水质、水量、电厂与贮灰渣场的距离和标高差、地质、地形、气象,以及灰渣综合利用、环保要求等条件,通过技术经济比较来选定除灰渣系统。

电厂中的除灰渣系统包括炉内和炉外 2 部分。炉内常采用水力、蒸汽、气力等吹灰、除灰系统,以保持各受热面的清洁,确保有效传热。炉外除灰渣系

统种类繁多,大致可分为下列几类:

(1) 水力除灰渣系统。包括灰渣沟输送系统;用排灰渣设备输送灰和渣的分除系统;用排灰渣设备输送灰和渣的分除系统;中速磨煤机石子煤的水力输送系统和高浓度灰渣输送系统。

(2) 气力除灰系统。包括正压气力除灰系统;负压气力除灰系统;空气斜槽输送系统;负压集中、正压输送的联合系统。

(3) 机械除灰渣系统。包括汽车运输和船舶运输。

(4) 水力、气力、机械混合除灰系统。

第一节 灰渣量的计算

煤在锅炉内燃烧后产生烟气及灰渣,灰渣又有炉底排渣和飞灰之分。随着锅炉燃烧方式、煤种的差异,产生的灰渣数量(百分数)是不同的。电厂灰渣量计算方法如下。

一、电厂总灰渣量的计算

除灰渣系统排出的总灰渣量应按锅炉最大连续蒸发量时设计煤种灰渣量计算,并用校核煤种的灰渣量进行校核。

每台锅炉的灰渣量

$$G_{ns} = B_m \left(\frac{A_{ar}}{100} + \frac{Q_{net,v,ar} q_4}{33913 \times 100} \right) \quad (\text{t/h}) \quad (4-8-1)$$

式中 B_m ——每台锅炉最大连续蒸发量时燃料消耗量(t/h);

A_{ar} ——燃料接收基灰分(%);

$Q_{net,v,ar}$ ——燃料接收基低位发热量(kJ/kg);

q_4 ——锅炉机械未完全燃烧损失(%)。其值可取自锅炉热力计算。

电厂总灰渣量是各台锅炉灰渣量之和。

二、锅炉炉底排渣量的计算

锅炉炉底排渣量(渣量)、飞灰量(灰量)与锅炉型式有关。锅炉各部分排放的灰渣量应按锅炉厂提供的灰渣和飞灰分配比例进行计算。在未取得锅炉厂提供的数值时,其数值可参照表 4-8-1 选取。

表 4-8-1 各种类型锅炉的灰、渣分配表(%)

灰渣比例	固 态 排渣煤粉炉	液 态 排渣煤粉炉	旋 风 炉	
			立 式	卧 式
渣 φ	10~20	40	55~60	70~85
灰 φ	90~80	60	45~40	30~15

$$\text{渣量 } G_s = \varphi_s G_{ns} \quad (\text{t/h}) \quad (4-8-2)$$

式中 φ_s ——锅炉排出的渣在灰渣总量中所占的百分比(%)。其值可由制造厂供给或从表 4-8-1 中查得。

电厂炉底排渣量是电厂内各台锅炉渣量之总和。

三、锅炉飞灰量的计算

锅炉燃烧时产生的飞灰量可由锅炉制造厂热力计算中提供,也可从表 4-8-1 查得。飞灰量包括省煤器灰量、空气预热器灰量、除尘器灰量和烟囱排灰量。

当设有省煤器灰斗时,省煤器灰量

$$G_m = \varphi_m G_{ns} \quad (\text{t/h}) \quad (4-8-3)$$

式中 φ_m 为 5%。

当设有空气预热器灰斗时,空气预热器灰量

$$G_k = \varphi_k G_{ns} \quad (\text{t/h}) \quad (4-8-4)$$

式中 φ_k 为 3%。

除尘器灰量

$$G_m = \varphi_b G_{ns} \eta_c \quad (4-8-5)$$

式中 φ_b ——锅炉排出的灰量占总灰渣量的百分比(%)。其值由锅炉制造厂提供,也可从表 4-8-1 中查得。

η_c ——除尘器效率(%),应由各除尘器制造厂提供。在未取得厂家提供数值时,可参照表 4-8-2 选取。

电厂飞灰量是电厂内各台锅炉飞灰量之总和。

总之,电厂灰渣量的计算是电厂除灰系统设计的最主要依据。

表 4-8-2 各种型式除尘器效率

除尘器 型式	多管式	高效旋 风式	洗涤水 膜式	文丘 里式	布袋式	静电除尘器		
						第一 电场	第二 电场	第三 电场
效率(%)	75	85	85~90	93~95	99	75~80	75~80	75~80

四、灰渣密度

在除灰渣系统计算中,当选择灰管、灰泵、灰场等设施时,灰渣数量应以体积计算,这就需要有灰渣密度。灰渣密度可由试验求得,在未取得实际数值时,可参照表 4-8-3 选取。

表 4-8-3 灰渣密度 (t/m³)

灰渣类别	堆积密度	真实密度
干灰	0.70~0.75	2.0~2.2
固态渣	0.80~1.00	2.2~2.4
液态渣	1.20~1.40	2.4~2.7
湿灰	1.20~1.40	
湿固态渣	1.30~1.40	
湿液态渣	1.60~1.80	
磨煤机排出的石子煤	2.0~2.5	3.5~5.0
灰场堆积的灰	≈1	

第二节 吹灰系统

一、概述

锅炉烟气侧的沉积物如任其发展,将会引起结渣,积灰,甚至堵灰,以致降低锅炉传热效果,增大烟道阻力,严重时会使迫使锅炉计划外停炉。

在锅炉运行时,利用吹灰器及时地去除受热面烟气侧的沉积物是目前最通用的一种有效方法。在装设吹灰器的同时,必然要配备介质的输送管路和操纵控制装置。

随着电站锅炉机组容量的增大和应用劣质燃料的政策,装设吹灰器的数量也随之增加,还有机组自动化程度和可靠性要求的提高,就要求把吹灰器,吹灰介质管路以及自动化操作、控制的装置三者作为一个新的、独立的系统来设计、制造、供货和安装使用。这样,吹灰器、管路系统和控制装置就形成了一个新的系统。

现时,吹灰系统主要的发展和课题有:

- (1) 发展吹灰器的新形式和新结构,及应用新材料;
- (2) 吹扫介质的应用研究;
- (3) 设计、计算方法的统一和标准化,法规、技术标准的制订和完善;
- (4) 管路系统设计和布置方法的改进和完善;扩大控制装置的控制功能,更好地适应锅炉工况和进一步提高自动化水平和可靠性。

(一) 吹灰效益

提高吹灰效益主要采用如下措施:

- (1) 提高锅炉传热效率。锅炉受热面烟气侧沉积物的热阻相当于同厚度的石棉的 5 倍。当管壁外

粘附的灰渣厚度达 5mm 时,传热损失会达 70% 以上。所以,使用吹灰器得当,将及时改善受热面的清洁程度,提高传热效率,可使燃煤量节省 1%~3%。

(2) 提高锅炉机组的可用率。由结渣、积灰引起的锅炉堵灰及爆管等事故,影响了锅炉的连续运行,使用吹灰器可及时清除结渣、积灰,避免事故停炉。

(3) 防止局部堵塞后引起过高的烟速。沉积物将会堵塞烟气通道,导致局部受热面过热、烟气流速增加而加剧冲刷磨损以及引风机出力不足或电耗剧增。

(4) 调整吸热分配。利用吹灰器投用或局部停用,有意识地改变受热面清洁度,从而调整各受热面的吸热量分配。

(5) 防止或减轻受热面的外部腐蚀。利用吹灰器及时地去除管壁外沉积的腐蚀性灰渣,可避免或减轻受热面的外部腐蚀。

(6) 减少锅炉金属需用量。锅炉设计中,如果确实计及吹灰后可以改善吸热效果,就可以减少某些受热面的金属耗量。

(二) 系统的组成及其相互关系

吹灰系统由以下几部分组成。

- (1) 吹灰器。详见本卷第十四章。
- (2) 管路系统。管路系统是指输送吹扫介质从汽、气、水源抽取处至吹灰器上阀门进口,以及至疏水阀出口外至零米层范围内的流通管道及其上的阀门、仪表、膨胀补偿装置、管路固定和支吊件等。水力吹灰还应包括回水系统。

- (3) 控制装置。能接受锅炉、吹灰器及管路等信

号,经人工或自动处理后发出对吹灰器、阀门动作的整套接收、转换、处理、发令的电气控制设备。

实践证明,一套性能良好的吹灰器,若介质选用不当,管路布置不合理,或控制装置的功能不完善,还有各种附件、仪表选用不匹配,吹灰器就不可能安全、可靠地执行预期的吹扫任务。所以,在锅炉方案设计一开始,就应该对吹灰系统的容量、介质的抽取、疏水位置、动作的自动化程度提出明确的要求,以便吹灰器制造厂按技术要求进行设计、制造、配套和供货。

(三) 对吹灰系统配套和应用的要求

1. 对锅炉设计的要求

(1) 现代化的大型锅炉,应配备功能齐全的、能自动按预定程序操作的吹灰系统;

(2) 锅炉上布置吹灰器的部位,正好是要求吹扫的位置,布置的间距是所选品种的吹灰器能力所能达到范围,受热面间布置吹灰器时要考虑吹灰管的动作和最小的保护距离以及检修通道。

(3) 某些受热面布置时要考虑在布置吹灰器处是否会产生烟气局部正压或脉动正压,确有局部正压存在时,设计布置和订货时要注明。

(4) 采用锅炉自身蒸汽作吹扫介质时,接出口处的温度、压力和通径要满足吹灰器(多台)最大负荷的要求和品质要求。

(5) 在炉外装有吹灰器的部位,要配置检修、行走平台和吹灰器的固定、支吊构架件。

(6) 有设置密封、吹扫空气要求时,锅炉和锅炉房设计应配置风源和供气管路。

(7) 为实现最优化设计,锅炉上有关部位应装设温度、压力、负荷等信号元件。

2. 对吹灰器设计和制造的要求

(1) 配用的吹灰器应能解决预定的吹扫任务。

(2) 吹灰器的零、部件和管路用材,应能适应相应的烟气温度、蒸汽温度,并能在预定的蒸汽压力下工作。

(3) 受压零部件的选材、制造、检查均应符合国际、国内的有关法规。

(4) 所供的吹灰器要有一定的适应性,如:吹扫压力、吹灰管转速、行速、安装尺寸等,可以方便地调整或改变。

(5) 露天安装使用的吹灰器,电气配件及有关组件要满足露天工作的要求。

(6) 长吹灰器中吹灰管的挠度和炉膛吹灰器中

吹灰管喷嘴位置应是可以调整的。

(7) 吹灰器既能手动,又能就地电控或远方遥控和能接自动程序控制。

(8) 吹灰器的安装和检修维护要求要简单、方便。与炉墙的联接要能适应热态时的位移。

3. 对电厂、用户使用的要求

为了经济、安全、有效地使用吹灰器,要求做到:

(1) 在订购锅炉的同时,对吹灰系统要求成套供货,并要有明确的订货技术条件。

(2) 从订购、安装、投运、调试到维护检修都有专门的规程和技术条件。

(3) 经常检查吹灰器使用效果,判断是否达到预期的要求,判断是否需要改变吹扫压力、吹灰管速度、吹扫顺序,选定最佳吹扫周期,甚至考虑是否需要变动吹灰器安装位置和数量。真正做到经济、有效地使用吹灰器。

(4) 判断吹灰管路是否达到原定的功能,电气、仪表等附件工作是否正常。

(5) 注意投用时的锅炉工况,投用后对烟温、烟压、汽温、汽压的影响,除空气预热器外,尽可能不在起动阶段和低负荷时投运吹灰器,还应定期检查吹扫射流是否冲刷到炉墙、集箱等不该吹扫的部位。

(6) 做好日常对吹灰器、管路附件及控制装置的检查、清洁、润滑补给、电气接触等维护工作,使整个吹灰系统一直处于良好的备用状况。

(7) 有适量的备品备件。

(8) 吹灰系统不宜长期停置不用。

二、管路系统

(一) 对管路系统的要求

(1) 管路应按使用的温度、压力等级来进行设计、计算和选用材料,并符合法规的规定。

(2) 能提供符合要求参数的介质,吹扫时能自动调节,以保证压力、流量的稳定。

(3) 减压流量调节、截止、单向和疏水等阀门以及流量、压力信号、温度控制等仪表、附件要齐全。

(4) 管路除能自动调节压力、流量和控制疏水外,还应能向控制装置提供保护吹灰器和疏水阀状态等连锁信号。

(5) 管道口径的选取和布置,不应引起噪声、水击、吹扫介质带水、腐蚀、冲蚀和闪蒸等缺陷。

(6) 对管路的流通能力有如下几点要求:

1) 通流能力要足以保证预定台数吹灰器同时投用时流量和压力的稳定,以保证在预定时间内完

成吹扫周期。

2) 管路设计的通过流量和压力均应有 10% 的裕度, 以适应负荷、燃料的变动。

(7) 为在锅炉周围布置方便, 吹灰管路的管径不宜大于 D_N100 , 如流量过大, 应另增一套功能相同的管路系统, 由控制装置同时投用。

(8) 疏水阀的启闭, 先进的设计是以保持管路内介质的设定温度恒定来设计。

(9) 管路的流程

1) 大型锅炉机组应采用左、右两侧对称布置的管路。

2) 带坡度的单线, 自上而下的回路是先进的布置方法。

3) 同时投用的吹灰器, 应尽量避免从同一支管中用汽。

4) 管路的走向应尽可能做到: 管路的末端正好是起始投用的吹灰器所在, 这样布置会使投用中形成的冷凝水最少。

(10) 管道内存积的冷凝水的危害是: 引起腐蚀、水击、冲蚀、噪声、受热面冲蚀、受热面热应力裂纹, 还会增加后受热面露点腐蚀及在空气预热器波形片表面形成水泥样结垢直至堵塞, 而且也会损

伤吹灰器阀门的密封面和密封填料。随着机组增大, 管路也增长, 所以散热增加而形成的冷凝水量也增加。所以应重视管路排除冷凝水的设计。

(11) 管路压力的设定

1) 减压站后的设定压力, 应该是能满足距离最远那台吹灰器的最高吹扫压力和加上沿程压力损失和适量裕度。

2) 设定的压力应满足最高烟温处用的长吹灰器吹灰管的冷却所需流量时压力的要求。

3) 安全阀起跳压力应该是限于保护下游设备安全的压力, 但为防止安全阀频繁起跳, 对设定压力等于及小于 4MPa 时, 起跳压力可取 1.4~1.6 倍的设定压力。

(二) 吹扫介质

1. 定义

吹灰器用的吹扫介质是指除了特殊需要的添加剂以外的各种可供吹灰喷嘴作功的工质。通常用的有饱和蒸汽、过热蒸汽、压缩空气、工业水、锅炉回收的排污水等。对大型机组, 以用自身的过热蒸汽为最普遍。

2. 选用吹扫介质的比较

吹扫介质选用时的比较因素列于表 4-8-4。

表 4-8-4 吹扫介质选用的比较因素

项 目	吹 扫 介 质				备 注
	湿蒸汽或 饱和蒸汽	过热蒸汽	压缩空气	水力 (排污水或 工业水)	
相同口径、压力下的射流动能	0.87	1	0.5	/	①
吹灰器和管路的投资费用	较高	最高	低	较低	
初投资(总)	中小机组少	中小机组少	中小机组多	少	②
日常维护费用	较高	最高	低	较低	
增加吹灰器台数的灵活性	方便	方便	增加空压机	增加水泵	
水源和增加补给水费用	较高	最高	/	低	
水处理费用	需要	需要	不需要	不需要	
冷却吹灰管的能力	尚可	差	差	好	③
引起受热面热冲击的程度	轻	最轻	无	易产生	
引起受热面冲蚀	高速水滴冲蚀	少	无	/	
处理流态渣	可能有效	差	无效	有效	
降低露点温度	严重	轻	不严重	后受热面 很少采用	饱和蒸汽不宜用于 500℃以下烟气区域
引起后受热面水泥样结垢	易	不易	不易	易	

(续)

项 目	吹 扫 介 质				备 注
	湿蒸汽或 饱和蒸汽	过热蒸汽	压缩空气	水力 (排污水或 工业水)	
对燃油的高温区受热面吹扫效果	无效	无效	无效	有效	
安全要求	高	最高	低	对工业水低 对排污水高	
输送管道的坡度要求	最大	大	小	小	

① 动能的比较,是以相同压力来核算,因空气的密度大,可用较低的吹扫压力,同压力时空气的质量流速约比饱和蒸汽增加 38%。

② 对大型机组,用湿蒸汽,饱和蒸汽,过热蒸汽和压缩空气吹灰的初投资和日常费用相加大体相近。

③ 有观点认为,用过热蒸汽作介质,在吹灰管伸出过程中的吸热而使管材许用应用应力下降很多,故认为空气的冷却作用比过热蒸汽好;而另一种观点认为,空气传热系数低,冷却吹灰管效果差。

3. 介质吹扫压力的选用

锅炉受热面的型式、燃料灰渣特性、烟气温度和流向、介质种类、吹灰管动作速度等都影响到吹扫压力的选定。

压力选择的原则是:以最少的能量消耗和损伤受热面危险性最低的前提下,能获得最佳的吹扫效果。另外,某些用于高温烟气区域的长吹灰管,是按其冷却需要量来选定吹扫压力的。

常用的吹灰器吹扫压力列于表 4-8-5。

表 4-8-5 常用的吹灰器介质吹扫压力^①
(MPa)

按吹灰器型式 ^②			
型 式	正 常 需 要	严重沉积物时	
固定回转式吹灰器	0.5~1.1	2.1	
炉膛吹灰器	1.0~1.5	2.1	
长伸缩式吹灰器	0.7~1.8	2.3	
按吹扫对象			
吹扫对象	空 气	蒸 汽	水 力
积尘或干灰	0.52	0.62	
炉膛水冷壁		1.0~1.5	
高温过热器及大屏	1~1.8	1.2~2.1	
低温过热器, 再热器, 省煤器		0.7~1.4	
炉膛流态结渣			0.7~1.4

① 压力均指喷嘴前的表压力。

② 用空气吹扫时,需要压力可偏下限。

最佳吹扫压力应在投运半年后,根据效果作最后选定。

4. 吹扫介质的温度

用蒸汽作为吹扫介质时,提高温度可减少用汽量和防止携水,一般希望有 100~150℃ 的过热度,但对没有过热器的锅炉,只能用饱和蒸汽。另外,为使减压站后管道和附件不用合金钢,有时也用过热度较低的再热器热段或冷段蒸汽。

对空气来说,随着温度升高,比体积增大,压缩机效率下降,相同压力时其质量流速减低。

就水力来说,经验表明:水温对受热面的热冲击影响不明显。利用排污水时,要防止水泵进口处产生汽化。

5. 水力吹扫的特点

某些劣质煤的结渣性特别严重,用蒸汽或压缩空气往往不能清除,这时用水射流对渣的“激冷淬裂”原理,将熔融状的流态渣先“淬裂。后吹除,这是一种有效的方法。

对水力吹扫持不同看法,最根本的分歧点是担心水激冷管壁,引起热冲击。但事实证明,只要严格控制壁温的瞬时温降,水力吹扫是有效的,而且也是安全的,并具有水质要求不严、辅助配套设备简单、管道投资低及维护费用低等优点。

(三) 管路系统的组成

吹灰管路系统的主要组成部分有:

1. 减压站

减压站是用以使管路压力、流量的整定值恒定的一套组件,由一些阀门、仪表等组成,典型的减压

站组成见图 4-8-1。

2. 疏水系统

(1) 疏水方式的进展。吹灰系统疏水方式的进展简况如图 4-8-2。

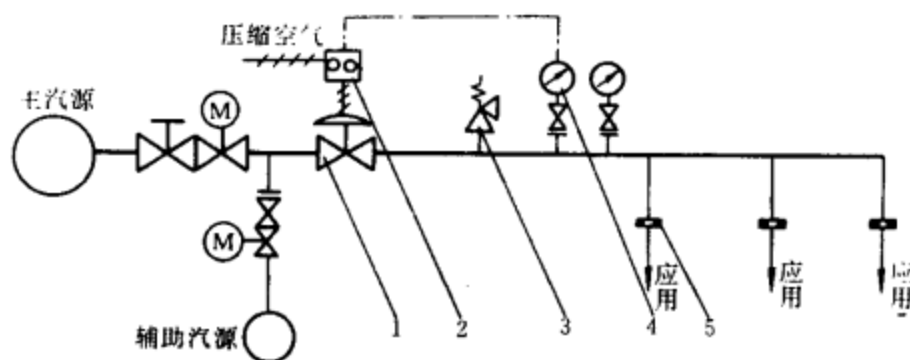


图 4-8-1 典型的减压站组成

1—减压-调节阀 2—定位器 3—安全阀
4—压力信号仪表 5—流量信号及仪表

疏水方式的进展是基于认识到如下几点：

1) 随机组的增大，手动疏水已不符合自动化要求；

2) 重力式疏水器不能适用于高温高压的蒸汽；

3) 孔板式连续疏水存在着孔径小，暖管时间长，且易堵塞，孔径大又浪费大量能源的问题；

4) 机组增大后，管路增多，必然存在待用管段会产生新的冷凝水的问题。

所以，目前先进的设计是采用温度控制器来启闭疏水阀，它可以随时排出积水，又可以利用管段流动来回升管道内的汽温，还可降低排放疏水造成的能源消耗。

(2) 疏水系统的布置要点

1) 每组分支管路的末端，均应分别布

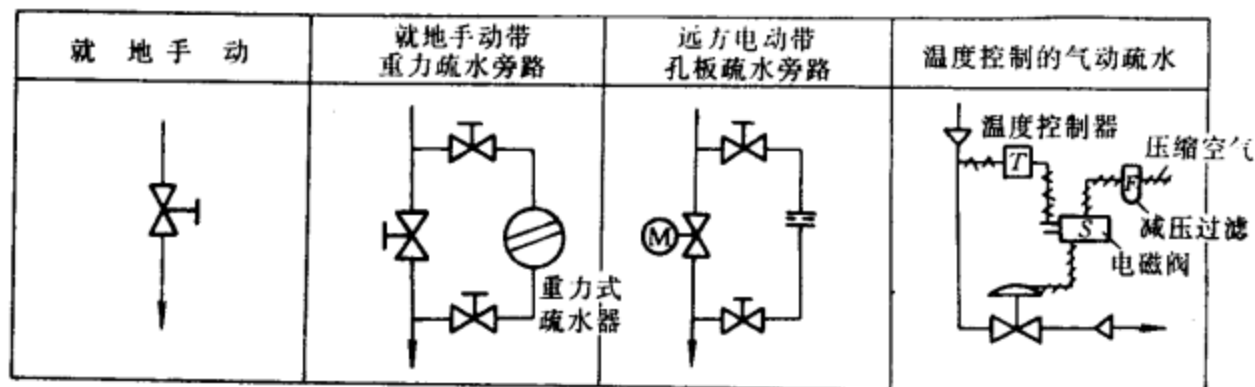


图 4-8-2 疏水方式的进展

置疏水装置。

2) 疏水阀应尽量靠近扩容器或收集总管。

3) 疏水阀出口端管径应适当放大，以满足瞬时扩容的需要。

4) 疏水阀要带有微动开关，以向程控装置提供信号，作为吹灰器动作的连锁信号。

5) 疏水阀的温度、压力等级应考虑疏出蒸汽时的温度、压力的等级。

6) 一般空气驱动的疏水阀，采用正作用式，即充气关闭，在气源故障时，阀门呈打开状态，由程控装置作出连锁指令，使吹扫顺序中断或不能开始投运。

7) 用温度控制器的疏水阀，系统停用时间阀门呈开启状态，可以节省下一次的暖管时间，但疏水总管应通入扩容膨胀器的水面以下。

8) 空气预热器吹灰，往往启动时用辅助汽源，这时温度控制器由程控装置与辅助汽源阀门自动连锁切换。

3. 管路系统中常用的一次仪表

常用的一次仪表有：

(1) 压力变送仪表。用以测量减压-调节阀以后的压力值，并把信号输往阀门的定位器，经与设定值自动比较后，决定该阀应开大或关小。减压阀驱动方式不同，变送元件和比较元件也是不同的。

(2) 流量孔板和带电接点的流量信号变送仪表。常用于保护吹灰管，因当测得的流量低于设定值时，程控装置会发出指令，使吹灰管不能伸出或将已伸出的吹灰管退回。

炉膛吹灰器和长伸缩式吹灰器因流量值相差较大，流量孔板一般应分别设置。对固定回转式吹灰器和空气预热器吹灰器，因其吹灰管长期留置于烟道中，其汽源管路中不需要设置流量保护信号孔板。

(3) 压力开关。常用带电接点的压力开关，以向程控装置提供压力信号，作为吹扫程序的连锁条件。也有供远方读数用的压力变送信号开关。

(4) 温度控制器。主要用于热动力疏水的温度检测和疏水阀动作转换，一般设定值高于饱和温度 5~10℃。

(5) 气路控制阀。用于气力驱动阀门的回路中，用以调节减压阀的打开速度来满足不同的暖管升温要求。

(6) 空气滤渣、减压组件。用于气力驱动阀门的气源端，以阻止进入气路的气压，并经过滤后供仪表、阀门使用。

4. 减温装置

大型机组采用高温、高压蒸汽作吹扫介质是一个有利的选择。然而，某些锅炉能供抽用的蒸汽，尽管经减压阀后可以降低温度，但其蒸汽温度仍高于碳素钢所允许的工作温度，为节省管路投资费用，这就需要在减压阀的后面装设一套减温装置，并要装设超温保护检测元件。

5. 管路回路的布置

主要原则是：

(1) 从汽源到吹灰器之间的管路应尽可能短。
(2) 回路应采用自上而下的单线强制流动式的线路布置。

(3) 大型锅炉上，吹灰管路应左、右侧对称分别布置。

(4) 回路布置应尽量做到：起始吹扫的吹灰器最好位于管路的末端，使管路内介质一直是流动着的。

(5) 管线的坡度一般不小于 5° ，水平管段在人行通道的上方，应保持 2.2m 的净距。

(6) 所有的管道(包括疏水阀后)都应保温。

(7) 管路敷设应考虑合理的支承件、吊架和膨胀节，以使炉墙膨胀时管路不受影响，管路也不会向吹灰器施加附加力。

(四) 蒸汽系统

1. 通流能力的确定

大型电站锅炉上装用的吹灰器数量较多，为赶上结渣、积灰的速度，一般要求：所有的炉膛吹灰器应在 2h 内吹扫一遍、长伸缩式吹灰器应在 4h 内吹扫一遍，这样管路的通流能力要满足多台多种吹灰器同时投用的总用量，还应加上一定的裕度。而且，炉膛吹灰器和长吹灰器的用汽量应该是叠加的，不能考虑错开投用。

图 4-8-3 是计算管路用汽量的负荷图。

由图 4-8-3 可知，管路设计的通流能力应该取 $\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_6$ 。设计流量还应加上 10% 的裕度，即最大通流能力为 $1.1\Sigma Q$ 。

2. 电厂中一般采用的蒸汽系统有：减压站

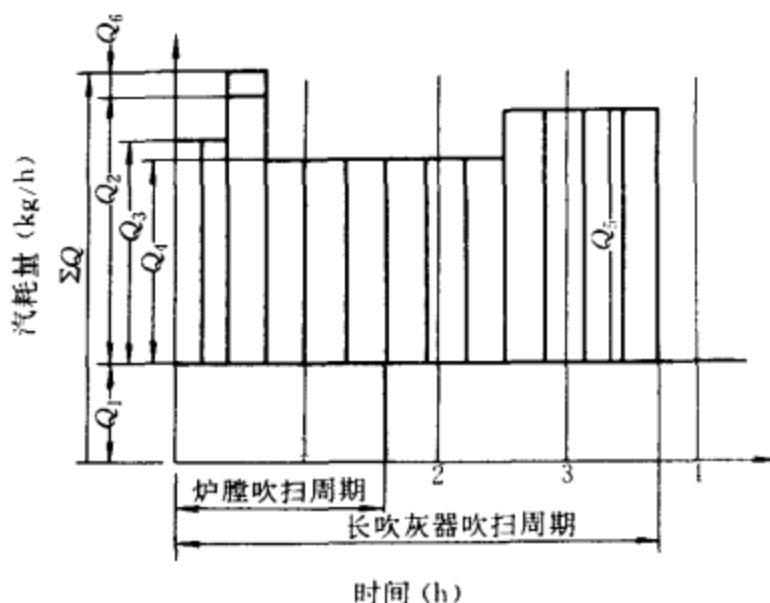


图 4-8-3 管路用汽量负荷图

Q_1 —多台炉膛吹灰器用汽量 Q_2 —2 台高温区长吹灰器用汽量 Q_3 —1 台最高温区长吹灰器用汽量 Q_4 —2 台中温区长吹灰器用汽量 Q_5 —4 台低温区长吹灰器用汽量 Q_6 —2 台空气预热器吹灰器用汽量

低位布置的系统(见图 4-8-4)；减压站高位布置，回路呈树枝状的系统(见图 4-8-5)；减压站高位布置，分路单线强制流动系统(见图 4-8-6)；蒸汽、水力两种介质的管路布置系统(见图 4-8-7)。

(五) 水力系统

用作水力吹扫的水源，既可是电厂的工业用水，也可是收集、冷却后的锅炉排污水。

水力吹扫可以清除蒸汽和空气无法吹扫掉的结渣，还可以节省能量和维护费用。

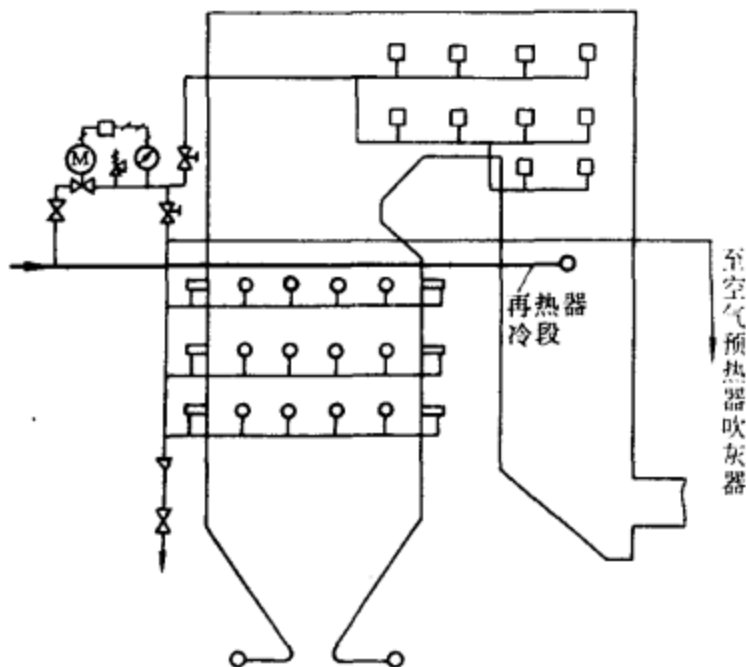


图 4-8-4 减压站低位布置的蒸汽系统

为了保护吹灰器阀门、填料和管路,进水应经过滤,供水中固溶物的含量不得超过 600mg/L,氯化

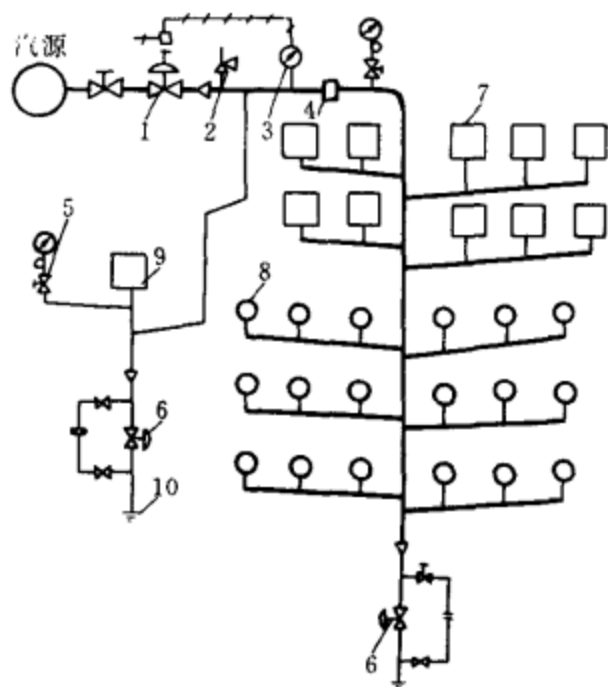


图 4-8-5 减压站高位布置、树枝状蒸汽系统

1—气动式减压调节阀 2—安全阀
3—压力变送信号 4—流量检测信号 5—压力开关 6—气动式疏水阀 7—长吹灰器 8—炉膛吹灰器 9—空气预热器吹灰器 10—通往疏水扩容膨胀器

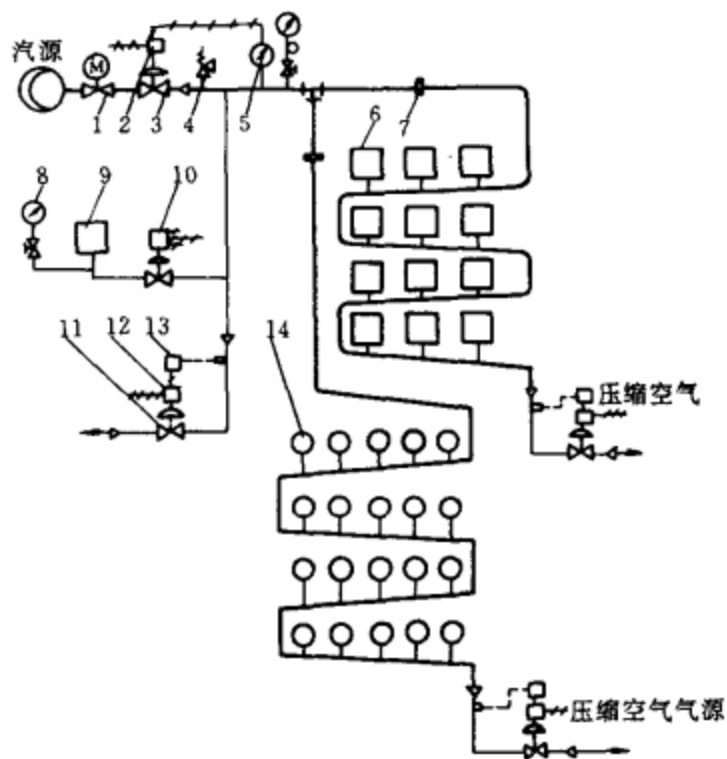


图 4-8-6 减压站高位布置、分路单线

强制流动的蒸汽系统

1—电动截止阀 2—先导式定位器 3—气动式减压调节阀 4—安全阀 5—压力变送信号 6—长吹灰器 7—流量检测信号 8—压力开关 9—空气预热器吹灰器 10—气动二次减压控制阀 11—气动式疏水阀 12—电磁阀 13—温度控制器 14—炉膛吹灰器

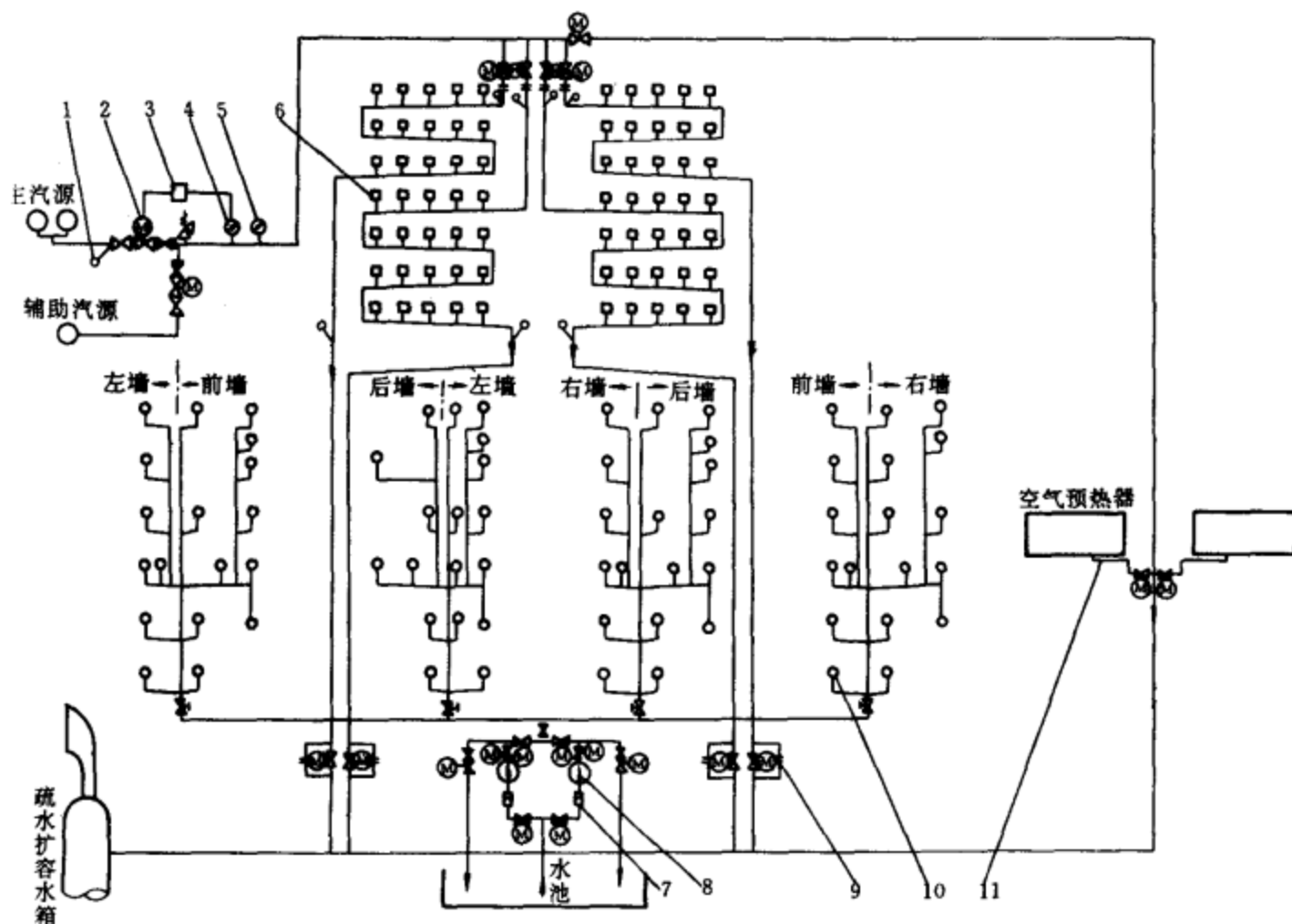


图 4-8-7 蒸汽、水力两种介质的管路系统

1—电接点温度计 2—电动减压调节阀 3—电动执行器 4—压力变送器 5—压力显示表 6—长吹灰器
7—过滤器 8—水泵 9—常疏水孔板 10—炉膛水力吹灰器 11—空气预热器吹灰器

物含量不大于 50mg/L, 氟化物含量不大于 5mg/L, 水的 pH 值在 6~9 范围内。

水力系统主要由水源水池(或水箱)、过滤器、吸入管段装置、水泵站、出水总管及回水、放空气管系以及与吹灰器连接的管道和控制用的阀门、仪表、电气信号操作件等组成。

1. 泵站的容量

为不致影响炉膛燃烧的稳定性, 同时投用的水力吹灰器不宜过多, 如元宝山电厂 600MW 锅炉, 规定只能同时投用 4 台吹灰器。

并且, 水力吹灰器现大多采用长直孔、小口径 (6~10mm) 的喷嘴, 这样就可以估算水泵容量。

$$Q = nQ_1 + \Delta Q \quad (4-8-6)$$

式中 n ——同时投用的吹灰器台数;

Q_1 ——每台吹灰器用水量 (kg/s), 一般取 2kg/s;

ΔQ ——设计裕度 (kg/s), 取 nQ_1 总量的 25%~40%。

另外, 确定水泵台数时, 通常应考虑检修, 所以要有同容量的备用泵 1~2 台。

2. 水泵压头

水力吹灰器喷嘴前需要水压, 根据很多经验, 炉膛吹灰器大多用 0.8~1.5MPa, 据此, 考虑吹灰器内阻力和管路压降, 再加上一定裕度, 可以选定水泵出口压头。如元宝山电厂的水力吹灰器吹扫压力 0.8MPa, 水泵出口压头取为 1.6MPa

3. 水管路布置

(1) 为了便于程控装置操纵分组, 以及吹扫时不影响炉膛燃烧的稳定性, 分支管路应尽可能多。

(2) 管路应尽量垂直敷设, 水平段要短。

(3) 由于水管道不存在明显膨胀, 常固定于锅炉钢柱上, 沿钢柱上升和分布。

(4) 钢制水管与吹灰器阀门间用高压橡胶管连接, 以补偿锅炉炉墙上吹灰器热态时位移量。

(5) 露天布置的管路, 应有防冻措施。

(六) 空气系统

在锅炉上最早就以可移动的人工喷枪, 用压缩空气进行吹灰的。其后, 小型锅炉, 特别是自身不产生蒸汽的锅炉, 总用压缩空气作吹扫介质。目前, 大型电站锅炉仍有用空气吹扫的, 特别是缺水地区。但我国目前新建电厂多采用自身蒸汽作为吹扫介质。

压缩空气系统增加了压缩机、机房、贮气罐等初

投资, 但对管路布置、材料费用、检修等要求均较低。

1. 系统组成

系统主要由压缩机、贮气罐、管道、阀门、压力和流量信号仪表、疏水系统等组成。

图 4-8-8 示出了压缩空气系统的一个例子。

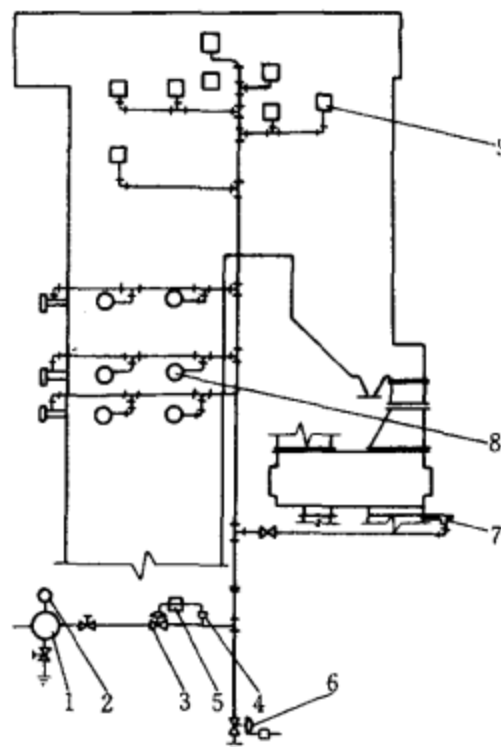


图 4-8-8 压缩空气吹灰的管路系统

- 1—贮气罐 2—压力信号
3—减压调节阀 4—压力变送器
5—先导式定位器 6—气动式疏水阀
7—空气预热器吹灰器 8—炉膛吹灰器
9—长吹灰器

2. 系统压力

压缩机出口压力一般取 2.5~3.5MPa, 减压阀总管压力可设定在 1.8~2.5MPa。

3. 贮气罐容量

贮气罐是用来平衡压缩机的负荷和稳定输出压力。单元机组配用的空压站贮气罐容量可按式(4-8-7)计算

$$V = \frac{(V_1 - V_2)p_0}{\Delta p} \quad (4-8-7)$$

式中 V_1 ——一个吹扫周期中用气量最大的吹灰器(或吹灰器组)的用气量(m^3);

V_2 ——在同一时间内, 由压缩机可提供的空气量(m^3);

p_0 ——为标准大气压(MPa), 取 0.1013MPa;

$\Delta p = p_1 - p_2$ (表压力)(MPa), 一般取 0.7~1.4MPa, 其中

p_1 ——贮气罐投入吹扫前表压力(MPa);

p_2 ——贮气罐投入吹扫后表压力(MPa)。

(七) 密封、清扫空气系统

密封、清扫空气系统主要用于吹灰器在炉墙开孔处的密封和从吹灰器阀壳上接入清扫风以在停用时清除阀门、内管和吹灰管内的冷凝水,又可防止由于炉内正压的烟气将烟气和灰粒从吹灰管喷嘴口倒入内管和阀腔,以致吹灰管、内管、阀腔产生低温腐蚀和磨损,也可防止烟灰损坏密封填料。

该系统在微正压燃烧的锅炉上是必须配备的,然而现在很多运行中的平衡通风式锅炉,仍有局部正压或脉动正压产生,宜也设有密封、清扫空气系统。

该系统的气源可从锅炉送风机进空气预热器的

风道上抽取,但用热风再循环的送风方式易使灰尘进入吹灰器阀门,就应设置专用的密封风机。微正压炉膛,则应配专用的压缩空气气源。

密封和清扫空气的压力要求为:接入的风压应高于炉内烟压 1.47kPa ($150\text{mmH}_2\text{O}$);单独装设的风机,其出口压头取 $5\sim 7\text{kPa}$ 。

三、控制装置

控制装置(习称程控装置)是吹灰系统三个组成部份之一。本节仅介绍控制装置的要求,功能项目以及在吹灰系统上应用的特点。

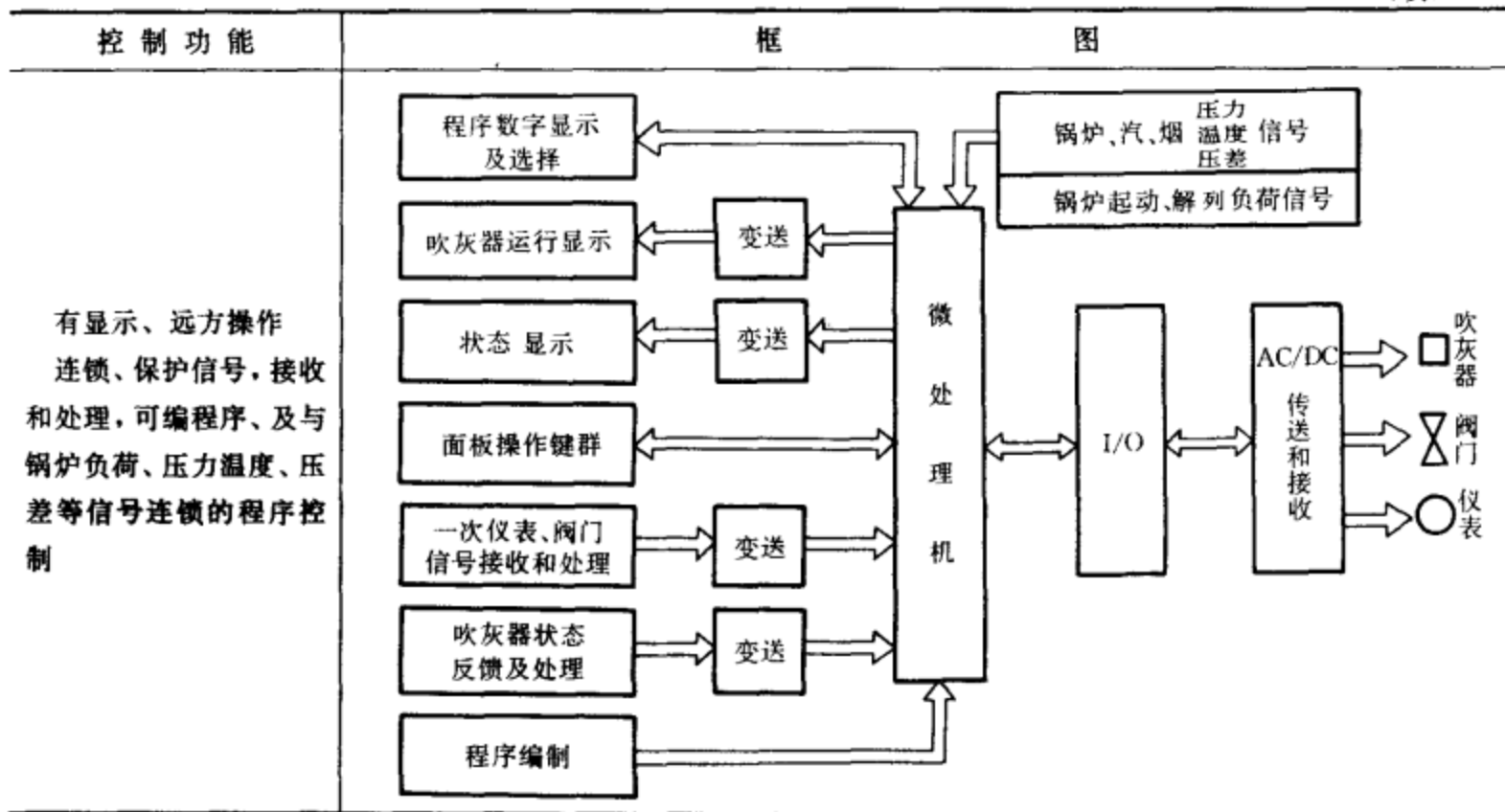
(一) 锅炉吹灰系统控制的进展

吹灰器及系统的控制是随着锅炉机组的发展和
控制元件的进步而逐步发展的,见表 4-8-6。

表 4-8-6 锅炉吹灰系统控制的进展

控制功能	框图
就地手动	
吹灰器就地电动疏水 阀就地手动	
远方集控、电动	
远方、有显示、固定顺序程控	
有显示、固定顺序,接受动作反馈,发出连锁指令的程控	

(续)



(二) 对控制装置的基本要求

大型电站锅炉上吹灰系统的控制装置应满足下列基本要求:

(1) 程序可编,能自动地按选定的程序对吹灰器、管路和附件进行管理和操作。

(2) 控制装置能方便地作整套顺序吹扫,也可以解列或重复某台(组)吹灰器的投用,也可以在某步上中断顺序并再在该步上恢复顺序,也可以作仅为一次的全部吹灰器按原顺序逆向投用。

(3) 编制程序时要将吹灰器分组,以保证全部吹灰器在预定时间内吹扫完毕。

(4) 编入的程序,不能因电源丧失或干扰而消失。

(5) 控制装置能管理管路的暖管、正常吹灰和停用等全过程的操作,并能接入锅炉负荷、烟气、蒸汽的压力、温度及压差、减温水用量等信号和锅炉主燃料解列信号,还能接收吹灰管压力、流量、疏水阀

状态、吹灰器故障等信号,作为微机的判据,经处理后能输出相应的操作指令。

(6) 控制屏应具有齐全的显示、操作和核查用的仪表和操作件。

(7) 控制装置的面板和内件应有扩展余地。

(三) 主要功能项目

1. 状态显示采用模拟板或电视屏幕显示。主要是:各种阀门的开或关;左、右(前、后)吹灰器在前进或后退;吹灰器电机电流;吹扫介质压力或流量过低;电动机过载;吹灰器工作时间超限;吹灰器启动失效,贮气罐压力过低(仅对空气作介质);长吹灰管无旋转运动,管路在暖管,控制电源丧失;水力吹灰的水泵站各阀门状态;水泵出水压力;密封风机开或停;密封风机出口风压;锅炉解列;锅炉负荷低于某定值(如低于10%MCR)等。

2. 连锁、保护功能

主要功能项目列于表4-8-7。

表 4-8-7 吹灰器控制装置主要的连锁、保护功能项目

状 态	连 锁 及 保 护	处 理
锅炉启动	预热器吹灰用辅助汽源	显示 主、辅汽阀门连锁、疏水阀关
锅炉负荷>10MCR	准备暖管,疏水	显示 主汽阀疏水阀等动作
锅炉负荷>30MCR	准备投用吹灰器	显示 程序检查后投用吹灰器
锅炉主燃料解列	吹扫程序中止	显示 程序中止,关主汽阀,疏水阀开

(续)

状 态	连 锁 及 保 护	处 理
丧失控制, 动力电源	程序不能起动或中止, 已投吹灰管退回	显示, 报警 已投入吹灰管退回, 检查, 修理
管路介质压力低	吹灰器不能投入, 已投吹灰管退回	显示, 报警 检查
管路流量低于下限	程序中止, 吹灰管不准伸出, 已伸的退回	显示, 报警 检查, 修理
前一台吹灰器动作未结束	后一台不能投用	显示, 报警 检查, 修理
起动失效	吹灰器故障, 前一台未完成, 电气故障	显示, 报警 检查, 修理
电动机过载	吹灰器故障, 程序中止	显示, 报警 检查, 修理或先解列该台
吹灰器动作超时	机械、电气故障, 程序中止	显示, 报警 检查, 修理或先解列该台
吹灰管无旋转运动	机械、电气故障, 程序中止	显示, 报警 检查, 修理或先解列该台
程序不能连续	机械、电气故障, 程序中止	显示, 报警 检查, 修理
解列或重复吹扫	人工干预程序	显示, 操作
运行中疏水	下一步顺序不能开始	显示

3. 操作件项目

主要有各种操作键群和开关, 如: 电源总开关、自动暖管开始、预热器吹灰汽源选择、阀门检查、分组选择、程序检查、允许起动、不允许起动、紧急退回、某台(组)吹灰器解列、阀门远方操作、吹灰器程序模式选择、单台吹灰器远方操作、吹灰器就地操作、程序中断和恢复、顺序结束、灯光试验等操作件。

4. 吹灰器的分组

由于大型锅炉上吹灰器数量多而且分散, 吹扫对象不同, 要用介质流量和压力也就不同, 所以需按型式和区域来分组。分组的目的是编制出最经济的流量负荷图, 确定各分路管径, 由程控装置来执行, 以按限定时间内完成吹扫周期。分组数量是因机组大小而异。一般炉膛吹灰器要分成4~10组, 长吹灰

器分成4~8组, 固定回转式分成2~6组, 回转式空气预热器的吹灰器一般为2台, 要既可单台也可2台同时投用。制造厂提供的分组方法, 用户应在有运行经验后, 重新改定最佳的分组方法。

5. 吹扫顺序

最合理的吹扫顺序要按既考虑吹灰器组的分组, 又考虑烟气流动方向来编制顺序。最合理的投用顺序应该是, 既顾及受热面结渣、积灰情况, 又要按锅炉汽温、汽压及各区的烟温、压差、排烟温度的信号来自动投用, 但目前主要还是以经验来编制吹扫顺序。

常用的顺序是: 炉膛及其上部采用自上而下地投用, 水平烟道及其后是顺烟气流动方向来编排顺序。

第三节 水力除灰渣系统

一、锅炉排渣系统

锅炉排渣的运行方式应根据锅炉台数、排渣设备型式、灰渣量和灰渣特性等因素确定。对于装有刮板式或斜螺旋式等机械排渣设备的锅炉, 应采用连续的(水力)排渣方式。对于装有排渣槽、湿式水封式排渣斗的锅炉, 应采用定期排渣方式。

当采用定期排渣方式时, 每个冲渣周期内至少应有1h的间歇时间。湿式水封斗的有效容积应能贮存锅炉8~10h的排渣量。如果煤质很差, 排渣设备

布置有困难时, 其容积亦应贮存锅炉5h的排渣量。排渣槽的充满系数可取0.8。锅炉排渣槽的排渣可分为压力式、灰渣沟自流式和机械式等输送方式。煤粉锅炉一般采用水力排渣系统。

二、除尘器排灰系统

采用湿式除尘器时, 应通过技术经济比较确定选用高浓度或低浓度水力除灰系统。当采用干式除尘器时, 而厂外采用高浓度或较高浓度系统时, 则除尘器灰斗排灰宜采用干灰集中制成灰浆的水力除灰

系统。干式除尘器排灰可采用间断排灰或连续排灰。

三、灰渣沟输送系统

电厂中常采用灰沟、渣沟水力输送飞灰和炉渣。除灰渣系统的灰渣沟不设备用，其布置应力求短而直，并考虑扩建时便于连接。灰渣沟用铸石镶板衬砌，并考虑检修和更换镶板的方便。灰沟坡度应 $\geq 1\%$ ，渣沟坡度应 $\geq 1.5\%$ ，液态渣沟应 $\geq 2\%$ 。渣沟的起始深度不应小于500mm，灰沟的起始深度不小于400mm。灰渣沟的曲率半径均为2m。在灰渣沟始点的每只落渣口和落灰口前1.5~2m处，灰渣沟转弯处和直交处，宜装设激流喷嘴。在灰渣沟直段，应根据喷嘴前水压及排灰方式，每隔15~30m装设激流喷嘴。通常是灰渣沟流至灰浆泵房，然后由压力除灰管道送灰渣到灰场。如地形适宜，电厂厂址高出灰场，且灰场较近，可用自流灰渣沟方式将灰渣水力输送到灰场，其中关键是要满足灰渣沟必要的自流坡度。

四、除灰渣供水系统

除灰渣供水主要用于锅炉排渣槽(斗)的水封和熄火冷却用水、除尘器用水及灰渣沟内激流喷嘴用水。

除灰渣供水系统的每一单元的划分与锅炉单台容量有关，即单机容量为125MW及以下时，则每四台锅炉为一单元，每台锅炉从总母管上通过隔离阀门引接支母管；单机容量为125~300MW时，则每两台锅炉为一单元；单机容量为300MW以上至600MW时，每台锅炉为一单元。

锅炉排渣槽(斗)的水封及熄火冷却水要求连续供应，水量、水压应由锅炉厂提供。排渣槽(斗)熄火水和湿式除尘器用水，当水中含有杂质较多时，宜用砾石过滤器或旋转式过滤器过滤之。

湿式除尘器的耗水量应根据锅炉热力计算的烟气量来确定。用水点处的水压宜为：喷嘴(文丘里喷嘴、格栅喷嘴)供水压力：150~300kPa，溢流槽式捕滴器供水压力为50~150kPa，环形喷水式捕滴器供水压力为9.8~19.6kPa。湿式除尘器应连续供水并装设稳压设施，宜采用2~4m³的稳压水箱。对容量为120t/h及以下的锅炉，每2台锅炉设1只稳压水箱；对240~410t/h锅炉，每台锅炉设1只水箱；对670t/h及以上的锅炉，每台锅炉设2只水箱。除尘器、空气预热器及省煤器灰斗下部应装设水封式冲灰装置。

冲渣和激流喷嘴的耗水量 Q_i 可按式(4-8-8)计

算

$$Q_i = 3.98 \times 10^3 \varphi_i d^2 p^{0.5} (\text{m}^3/\text{h}) \quad (4-8-8)$$

式中 d ——喷嘴直径(m)；

p ——喷嘴入口处冲洗水压力(kPa)；

φ_i ——喷嘴流量系数，按表4-8-8取用。

表 4-8-8 不同喷嘴直径的 φ_i 值

喷嘴直径(mm)	8	10~16	18	20~22
φ_i	0.7	0.75	0.8	0.85

水力除灰系统各种水泵压力可按下列条件选取：

冲渣水泵：784~1176kPa

冲灰水泵：490~588kPa

粒化水泵：不小于196kPa

水封、熄火冷却水泵：98~147kPa

除灰系统用的各种水泵应各设一台备用泵。水封式排渣斗冲渣后的补水，如由冲渣水泵供给，则冲渣水泵的容量应考虑能在短时间内向渣斗补满水的要求。

五、灰渣混除系统

这是电厂中最常用的除灰系统，又称水力出灰混除系统。炉渣自排渣槽排出后，经过炉底碎渣机粉碎后，进入渣沟；除尘器排出的细灰经冲灰器后进入灰沟。渣沟与灰沟相遇，灰渣水浆流入灰浆泵房入口管沟或入口水池，然后用灰渣泵抽吸灰渣浆，用压力管道把灰渣浆输送到灰场。这种混除系统的优点为系统简单、投资小，适用于对灰渣没有综合利用要求的电厂。混除系统按灰浆浓度区分为低浓度灰渣混除系统及高浓度灰渣混除系统。低浓度灰渣混除系统中的水灰比约为10:1左右，高浓度混除系统水灰比约为1.5:1。在低浓度混除系统中，随着灰场与电厂距离远近以及灰坝标高与电厂厂址标高差异，根据灰渣管道阻力及灰浆泵扬程，可以选用一级灰浆泵或多级灰浆泵串联，以及中继灰浆泵房方案。当灰浆泵的结构强度能满足要求时，优先采用直接串联方案。

在灰渣混除系统中，灰渣(浆)泵房占有十分重要地位，故较详细地叙述有关灰(渣)浆泵房的布置。

灰渣(浆)泵房位置应尽量靠近锅炉房，有条件时宜将灰渣(浆)泵布置在锅炉房内。根据灰渣管道阻力、灰浆流量以及灰浆泵的特性曲线选择灰浆泵，每台泵的流量不应小于计算灰浆量的110%，其扬

程不应小于灰渣管道阻力的 110%~120%。

在同一泵房内,灰渣(浆)泵的备用台数应按表 4-8-9 选取。

表 4-8-9 灰渣(浆)泵备用台数

除灰渣系统及设备				同时运行泵的台(组)数		
				1	2	3
灰渣混除	单级泵(台)			2	3	4 ^①
	串联泵(组)			2	3	4 ^①
灰渣分除	灰浆泵	单级泵(台)		1	2	2
		串联泵(组)		1	2	2
	灰渣泵	灰浆泵可作备用	单级泵(台)	1	2	
			串联泵(组)	1	2	
		灰浆泵不可作备用	单级泵(台)	2	3	
			串联泵(组)	2	3	

① 安装 3 台(组),另一台(组)存泵房备用。

灰渣(浆)泵前应设有灰渣缓冲池,其有效容积可为 3~5min 泵的设计流量。灰渣(浆)泵房中相邻两台泵之间通道应不小于 1.2m。

根据灰渣(浆)泵设备情况,可采用低位布置,也可采用高位布置。

灰渣(浆)泵低位布置时,泵房设计应满足下列要求:

(1) 灰渣(浆)泵电动机底座应高出地面 200~300mm;

(2) 泵房底层应设 2 台容量 30~50m³/h 的排水泵;

(3) 轴封水泵宜布置在泵房的零米层上;

(4) 在零米层以下、在渣管和电缆的穿墙处应密封。

灰渣(浆)泵采用高位布置时,从泵轴中心线至吸入管口垂直距离及其阻力损失之和应小于由制造厂提供的泵的允许吸入真空高度。灰渣(浆)泵高位布置时,泵房设计应满足下列要求:

(1) 灰渣(浆)泵电动机的底座应高出地面 100~150mm;

(2) 泵房内排水应排至灰渣(浆)池内;

(3) 在同一池内,各灰渣(浆)泵吸入管的入口应靠紧布置;

(4) 在灰渣(浆)泵吸入管上对准泵的入口应接起动水源。

根据灰渣(浆)泵制造厂的要求,确定灰渣(浆)泵是否需装设专用的轴封水泵。如需要装设轴封水泵,则其压力和流量应根据制造厂要求选取,在未取得制造厂资料时,轴封水泵的压力应较灰渣(浆)泵出口最大压力高出 176~294kPa,其流量为同时运行的灰渣(浆)总额定流量的 3%~5%。

灰渣(浆)泵出口管上,应根据运行方式及切换要求等情况,装设阀门。当灰场标高与泵的出口标高相差较大时,宜装设逆止阀。根据需要,灰渣管宜设有清洗管道的水源和清洗措施。灰渣(浆)泵房内应设有检修电源、检修场地及值班控制室。检修场地面积一般为 30~40m²;控制室面积不宜小于 20m²,室内有防噪音及通风设施。在条件允许情况下,也可将灰渣(浆)泵房布置在烟囱底部零米以下,这样可以节约投资和用地,目前已有几家大型电厂采用这种布置方式。

在同一泵房内,当灰渣(浆)泵直接串联时应注意下列几点:

(1) 多级串联泵的流量和压力选择,应根据灰渣(浆)量和灰渣(浆)管道总阻力确定,各级串联泵的型号宜相同。

(2) 选用串联泵宜在第一级或末级泵装设调速装置,工况波动较大的系统宜在末级泵处装设调速装置。

(3) 泵的出口与次级泵的吸入口以直管相接,此管道上应设置伸缩节,以减少轴向荷载及振动的传递。

(4) 串联泵应设专用的轴封水泵。

需要说明的是,高浓度灰渣混除系统在某些电厂中也曾被采用,这是由于灰渣场距电厂较远或灰场标高较高,而且又无综合利用要求时,采用高浓度灰渣混除系统具有节省投资和运行费用等优点。

六、灰渣水力分除系统

该系统一般指用水力灰管输送细灰、用水力排渣管输送炉渣的系统。用水力除灰管输送细灰到灰场,用机械方法把炉渣输送到渣场或综合利用,这种系统也可称为灰渣分除系统。

灰渣分除系统可分为低浓度灰渣分除系统和高浓度灰渣分除系统两类。有关高浓度输送灰渣将在下节阐述,本节着重说明低浓度的灰渣分除系统。

灰渣分除的目的是:由于灰渣综合利用的需要,或者是从除灰渣系统的投资和运行经济性方面考

虑,如有的电厂厂区附近只有容量较小的渣场,而容量大的灰场距电场较远,此时采用近距离排渣、远距离输送细灰的灰渣分除系统是较为适宜的。与灰渣混除系统相比较,在灰渣管选用、灰渣(浆)泵房布置等方面有如下不同:

(一) 灰渣管道

在输送细灰、灰渣浆和渣这三种介质时,管道内的流速和管道数量均有所区别。管内流速与灰渣浆浓度、灰渣颗粒大小及灰渣管管径等有关。流速太低会使灰渣在管内沉积,流速太高会加剧管道磨损及增加流动阻力。一般按下列推荐值选取:

灰管流速 $\geq 1.0\text{m/s}$

灰渣管流速 $\geq 1.6\text{m/s}$ (即灰、渣、水三者混合)

渣管流速 $\geq 1.8\text{m/s}$

液态渣管流速 $\geq 2.2\text{m/s}$

灰渣系统中清水管道的流速可按下列值取用:

离心水泵的吸清水的管道

$0.5 \sim 1.5\text{m/s}$

离心水泵打出清水的管道和其他压力清水管道

$2 \sim 3\text{m/s}$

无压排水管道

$< 1\text{m/s}$

由于排渣用水与排灰用水不同,而且灰管、渣管、灰渣管内流速也不同,故灰渣分除系统中一般采用不同管径的灰管和渣管。在连续排灰、连续排渣的灰渣分除系统中,往往采用直径较小的渣管和直径较大的灰管。

当采用钢管作灰渣管时,应考虑内壁的磨损,其管壁厚度推荐为:

灰管 $\geq 7\text{mm}$

灰渣管 $\geq 10\text{mm}$

当正常运行的灰渣(浆)管的数量为 1~3 条时,一般设 1 条备用。

灰渣分除在满足灰渣输送要求的情况下,可设 1 条公共备用管。

必须指出,电厂其他污水(包括雨水)一般不宜排入灰渣沟(池)内。

(二) 灰渣(浆)泵房

表 4-8-9 中已列出灰渣混除、灰渣分除等不同情况下,灰浆泵、灰渣泵的台数和备用泵台数。灰渣分除系统中灰渣泵和灰浆泵的总台数要比灰渣混除系统中灰渣泵的台数增多。灰渣分除系统中渣泵房可以单独建设,也可以与灰浆泵合建在同一泵房内。

七、高浓度水力除灰渣系统

在水力除灰渣系统中,高浓度水力除灰渣系统是与低浓度水力除灰渣系统相比较而言的。在灰渣浆中,以灰渣占的质量浓度大小而区分为高浓度和低浓度,即以水灰渣比的多少而区分。

传统的做法是:采用低浓度水力除灰渣系统,即水与灰渣的质量比是很大的,灰渣浆中灰渣的浓度很低。例如单独送细灰,水灰质量比为 7:1 以上,即 1 份灰至少需用 7 份水来输送;又如单独输渣,水渣比为 15:1 以上;再如灰渣混合输送,水与灰渣比为 10:1 以上。实际上电厂运行中,由于种种原因,在低浓度水力除灰渣系统中,水灰比远远大于上述数字,有水灰渣比 20:1~30:1,甚至更大的。这就明显地增加了不少运行费用和基建费用。

高浓度水力除灰渣系统是我国近些年来不断发展起来的比较先进的水力除灰渣系统。水灰比的数值是很小的,有 3:1、2:1、1.5:1、1:1,即灰渣浆中灰渣质量分数为 25%~50%。

(一) 优点

高浓度输送灰渣系统与低浓度水力除灰渣系统相比较,具有下列优点(在大容量电厂中这些优点更为明显):

(1) 可以节省大量除灰设备及灰管的基建费用。这在大容量电厂的远距离输灰、或灰坝标高高出电厂厂址标高几十米的情况下,更具有较大经济效益。

(2) 可以节省大量输灰渣的电能消耗。即减少厂用电,这在大容量电厂或燃料中含灰量高的电厂运行中,节能更加显著。

(3) 可以节省大量用于输送灰渣的水。这对我国北方缺水地区显得十分重要。

(二) 种类

高浓度水力除灰渣系统可分为除细灰系统和除灰渣混合物系统,下面分别叙述。

1. 高浓度水力除灰系统

这是目前高浓度除灰系统中最常用的系统。由于电厂除尘器形式的不同,通常可分为湿灰浓缩或干灰加水两种系统。对于水膜式(包括文丘里式)除尘器,一般是在其下面装有力冲灰器,细灰由此进入细灰沟,然后用泵提升至浓缩池,在浓缩池内浓缩后,溢流水由浓缩池上部溢流槽中排出,而浓缩后的灰浆则以 25%~50% 质量分数,由浓缩池底排浆口排至灰泵进口,再由高扬程的油隔离泵、柱塞泵、或