

第十四章 吹灰、除尘、 除灰渣设备

编写单位 上海电站辅机厂
上海锅炉厂
编写人 黄寿椿 沈汉浩
主 审 吴元新

第一节 吹灰器

一、概述

(一) 定义

本节所述的吹灰器是指用流体作吹扫介质,通过喷嘴的作用,形成高速射流,来吹扫锅炉受热面烟气侧沉积物的一种锅炉辅机。应用其他原理来除灰的设备,仅择要提及。

(二) 使用吹灰器的利弊

(1) 使用吹灰器,可以提高锅炉的传热效率和可用率。

(2) 利用吹灰器的投用与否及改变投用顺序和间隔时间,可以起到调温作用。

(3) 如计及吹灰后提高了受热面的清洁度,可以减少受热面的金属设计用量。

(4) 吹灰器的吹扫介质,不能回收,是一项能量耗费。

(5) 吹灰器吹扫,会加重受热面的磨损和冲蚀。

(6) 吹灰器大多是湿式除灰,携入的水分会加剧锅炉尾部受热面腐蚀、瞬时降低烟气温度和干扰烟气流场。

(7) 吹灰器的工作条件恶劣,运行、维护要求高,备件和维护费用也较高。

(三) 部分名词术语

下列名词在吹灰器行业应用时,有专业上的含义。

(1) 沉积物。指燃料中的灰分及部分可燃质,在燃烧时由于温度、烟气流场、化学反应及受热面的几何形状等多种因素,在锅炉受热面烟气侧形成的结渣、积灰、油垢等的统称。

(2) 结渣。呈熔融状的、粘性的或已积聚成坚实的沉积物。

(3) 积灰。干态的、疏松的、颗粒状的沉积物。

(4) 吹扫介质。供喷射做功的流体、如饱和蒸汽、过热蒸汽、压缩空气、工业水和排污水等。

(5) 吹扫能力指标。用以衡量喷嘴后射流做功能力大小的指标。常用的有:

1) 线密度。单位长度上受到喷射介质的质量,以 kg/m 计,常用于水力吹灰器,以判断受热面上不同半径处受到的冲刷量。供吹灰器设计和分析热冲击时用。

2) 面密度。单位面积上受到喷射介质的质量,以 kg/m^2 计,常用于各种形式的、用蒸汽和压缩空

气作介质的吹灰器,以介质流量,吹扫面积及面积有效系数来计算。在不同的喷嘴口径、吹扫压力、运动速度、喷嘴布置角度、吹扫方式等条件下,用来比较各种吹灰器相对的吹扫能力。

上述2种指标,由于未计及烟温、介质蒸发、射流变形、散射以及实际受热面不是一个光滑平面等影响因素,所以,它们只是作为相对比较的一种指标。

3) 动压 p_d 。单位体积的流体所具有的动能,这里往往是指射流在不同距离处,中心线上的动压峰值 $p_{d\max}$ (MPa),如图4-14-1所示。

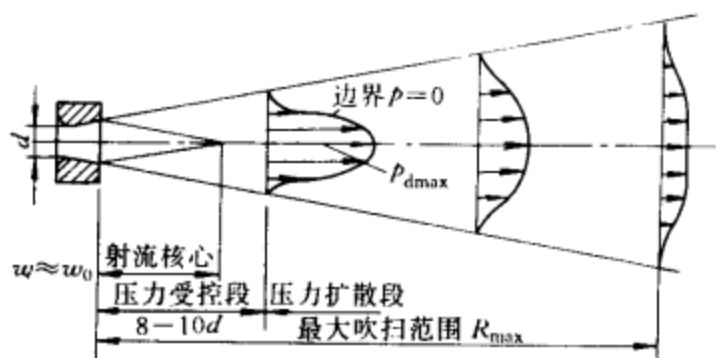


图4-14-1 动压分布示意图

对一个喷嘴口径、进口压力已定的射流,其动压头的峰值是随距离的增加而迅速递减。所以对结渣性强的沉积物,因无法增大口径和进口压力,动压头峰值也就受到限制,这时就应考虑改变吹扫介质或多布置吹灰器。

4) 有效吹扫半径。从喷嘴出口到射流的某距离处的动压头,都能满足清除灰渣要求,此距离称作有效吹扫半径。

(6) 射流移动速度。射流扫过某点时的速度。旋转吹扫时射流移动速度 w (m/s) 为:

$$w = \frac{2\pi Rn}{60}$$

式中 R ——该点距喷嘴的距离(m);

n ——喷嘴转速(r/min)。

(7) 停留时间。射流有宽度,停留时间是指从射流宽度进入到离开某点所经历的时间。

这常是衡量吹扫效果,也是考虑冲刷磨损和受热面热冲击的一种指标。

旋转吹扫时停留时间为

$$t = \frac{\text{锥形射流在某点处时的直径}}{w} \quad (s)$$

(8) 压力。压力分为管路压力、阀后压力和吹扫压力，吹扫压力是喷嘴进口的压力。

(9) 管子净间距。受热面管子与管子金属表面之间的距离。

(10) 吹灰管。习惯上将携带吹扫介质装有喷嘴并作一定动作的管子统称为吹灰管。

(11) 内管。向吹灰管内输送介质的内层管，常指用于长伸缩式吹灰器的供给管或输送管。

(四) 吹灰器的除灰机理

吹灰器吹扫干灰是利用射流的能量将干灰分离，吹扬，然后由烟气流带走。

吹灰器吹扫积渣的作用是十分复杂的，它既有热力学的激冷淬裂作用，也有利用射流的机械能产

生的冲击、切割、剥离、粉碎、吹扬等联合除渣作用。

影响吹灰器清除灰渣效果的因素有介质种类、介质参数、喷嘴的型式和排列方式、受热面的形状和管排深度、燃料成分、烟气温度、流速和流向，锅炉燃烧方式等等。至今，对吹灰机理的研究多来自模拟试验，尚未形成完整的理论体系。所以，目前用吹灰器除灰还只是一种应用技术，许多设计和应用上的问题尚依靠经验。

(五) 吹灰器的种类及其用途

表 4-14-1 和表 4-14-2 分别列出了几种吹灰器的用途和国内外主要厂家生产的吹灰器种类及其型号。

表 4-14-1 各种吹灰器的用途

名称	动作方式	主要用途
长伸缩式吹灰器 (又称长吹灰器)	吹灰管伸入炉内作长距离的边行进边旋转的吹扫动作。根据用途也有只作行进或边进退边摆动的吹扫动作	吹扫大中型锅炉的过热器，再热器，省煤器等
半伸缩式吹灰器 (又称半程式吹灰器)	动作同长吹灰器。约1/4炉宽的吹灰管留置炉内，工作行程约为长吹灰器的1/2，这样一次吹扫过程，其覆盖宽度为炉宽的1/2	吹扫大型电站锅炉的低温再热器、省煤器、灰斗、烟道等
炉膛吹灰器	吹灰管作短距离伸缩、旋转运动、有伸到位吹扫1~2周，也有边进退边旋转的吹扫	吹扫工业锅炉，大、中型电站锅炉的炉膛水冷壁
固定回转式吹灰器	吹灰管上带许多个喷嘴，长期留置炉内，吹扫时作1~3周旋转运动	用于烟气温度800℃以下的大中小型锅炉的对流受热面的吹扫
耙式吹灰器	吹灰管组件形状如耙具，一根总管上装有带喷嘴的耙管1~3排，耙管随着总管边作往复运动边吹扫	用于中小型锅炉，工业锅炉的省煤器和管式空气预热器的吹扫。尤常用于鳍片式受热面
回转式空气预热器吹灰器	主要有固定喷嘴管式，摆动式和伸缩式3种型式	用于大、中型锅炉的回转式空气预热器的吹扫

注：本表名称按 ZBJ98008—88《锅炉吹灰器名称及型号编制办法》。

(六) 电站锅炉对吹灰器的基本要求

(1) 配用的吹灰器应能在预定的烟气温度条件下工作，并能完成预期的吹扫任务。

(2) 配用的吹灰器应具有较广的适应性。如：吹扫压力可以方便地调整，吹灰管或喷嘴无需拆除，其位置可进行调整，起喷位置、长吹灰管挠度也可调整，吹扫角度和吹扫轨迹等可以改变。

(3) 吹灰器要附带穿过炉墙的密封箱或连接套管，它既是密封组件，又是吹灰器前端的支承结构。
*长吹灰器要附供后部悬吊组件。

(4) 在锅炉热态时，炉膛吹灰器应能随炉膛一起膨胀。长吹灰器前端与炉墙之间应采用铰链结构，以保证膨胀时不影响吹灰器的工作。且仍保持长吹灰管前倾，以利疏水。

(5) 吹灰器的零部件应具有相应的耐热、耐磨、耐腐蚀、耐冲蚀及自润滑性和可靠的密封性。电气配件要有良好的绝缘性能，动作安全可靠以适应露天、多灰和高温、水汽、烟气腐蚀等恶劣工况下使用。

(6) 吹灰器配用的介质导入阀应口径适当、启闭力小、启闭灵活、关闭严密、复位性能好，密封面能

表 4-14-2 国内外吹灰器主要的种类及型号^①

主要项目及厂家	炉膛吹灰器		长伸缩式吹灰器				固定回转式吹灰器		半伸缩式吹灰器		耙式吹灰器		回转式空气预热器吹灰器		
	主要应用部位	炉膛水冷壁	炉膛上部、水平烟道、后烟井折焰角下方等	带喷嘴的短伸缩式吹灰管	带喷嘴的长伸缩式吹灰管	烟温 800℃ 以下的受热面、烟道	中、小锅炉的省煤器、管式空气预热器	回转式空气预热器	烟温 800℃ 以下的受热面、烟道	带多个喷嘴且部分吹灰管留置炉内	蒸汽、空气	蒸汽、空气	蒸汽、空气	蒸汽、空气	蒸汽、空气
吹扫元件	吹扫介质	吹扫方式	蒸汽、空气	水	力	蒸汽、空气	水	力	蒸汽、空气	水	力	蒸汽、空气	水	力	
吹灰管传动方式	螺杆 螺纹管	齿轮 齿条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	链 条	
(中)上海电站辅机厂	L6-1	/	/	C4-1/2	/	G-1D	B4-1	/	T-20 T-30IE	/	T-20 T-30IE	/	T-20 T-30IE	/	
(中)湖北锅炉辅机厂	/	D1, D3	/	C1A C2	/	G	/	/	/	/	WF-1	/	/	H4-1	
(中)哈尔滨锅炉厂	/	/	/	HG	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
(美) COPEL-VULCAN	/	5E RW6E 7E	/	T-20E 1E T30IE 1E	TRE, T-40	DSE	/	/	/	/	/	/	/	T-20TEH	
(合资) DP-SC/DPH ^②	IR-3C	/	/	IK-4M IK-500	IK-WB	G9B	/	/	/	/	IK525	/	/	IK-AH	
(德) BERGE-MANN	V-58	/	/	LSV68 LSB64 LKS73	/	D-58	/	/	/	/	LKT68	/	/	/	
(俄) ИЛЬМАРИНЕ	OP-3 OP-5	/	/	OPK-8 OPK-9 OP-8,12	/	OPK-7	/	/	/	/	OPB-01B	/	/	OPB-1 OPEB-05	
(日) 三菱重工	S-3E	/	/	5 ST-7 12	5E STR-8E 13E	R	/	/	/	/	/	/	/	/	
(英) CLYDE	IX/E	/	/	422/E 435/E 445/E	/	SR/FH/E L1X	/	/	/	/	TMJ/E	/	/	A.H.R	
(比) FOREST	F144	/	/	/F330~ F370	/	F240	/	/	/	/	F438 F439	/	/	/	

① 收集资料限于各厂样本,手动未列入。

② 国外有应用至 1050℃。

③ DPSC/DPH. 湖北戴蒙德机械有限公司。

耐腐蚀和冲蚀。并附供配对法兰、垫片、紧固件等。

(7) 每台吹灰器要配供单向空气导入阀。炉内负压时,可自行吸入冷空气,正压时靠该阀接入的高压空气供冷却和清扫之用。

(8) 吹灰器既要就地手动,又能就地电动和远方遥控或接入自动程序控制。

(9) 吹灰器配用的填料和填料函应是调节型的或自动补偿型的。以防泄漏。

(10) 以蒸汽为吹扫介质的吹灰器喷嘴,设计上应同时考虑能用压缩空气吹扫。用户有要求时,吹灰器也可用作水力清洗的设备。

(11) 吹灰器应附有下列技术资料:出厂证明书,各种试验、检查记录,使用说明书,安装、维护和修理用的图样和备件清单。

二、各种吹灰器在电站锅炉上的应用

(一) 吹灰器的选用

各种吹灰器都因其吹扫对象、安装部位、锅炉燃料、吹扫介质等条件的不同,而分别设计成不同的结构形式,所以选用前,应充分了解各种吹灰器的结构、特性和适用对象等。

1. 燃料的影响

锅炉燃用不同的燃料,对是否需要布置吹灰器及布置数量密切相关,燃料的含灰量是直接影响吹灰器型式和数量的重要因素。燃料的灰熔点、灰的开始结渣温度、灰渣的粘度、灰的酸碱比等指标,均会影响到选用的吹灰器型式、数量和吹扫介质及其参数。煤灰中的碱性氧化物 Na_2O 和 K_2O 的含量(以煤的干燥基质量分数计),大于 0.4% 的称高碱煤,小于 0.4% 的称低碱煤,常以此作为判断结渣严重与否的一种指标。对一些钠、钾、钒、铁等元素含量高的煤灰,易使灰渣在炉膛内呈流态状,这时用蒸汽或压缩空气来吹扫,只能改变其形状而不能把它从受热面上剥离下来,应考虑用水作吹扫介质的吹灰器。

燃油的灰渣,熔点较低,在水冷壁和高温过热器表面呈薄薄的膜态渣,使用吹灰器很少奏效,但这层膜对传热影响较小。除为防止酸腐蚀和防爆目的外,一般燃油炉的高温区受热面不装吹灰器。

天然气可视为洁净燃料。除防腐、防爆外一般也不装设吹灰器。

2. 燃烧方法

燃烧方法也是影响吹灰器选用的一个因素,如抛煤机炉排炉燃烧方式,飞灰量大,灰中可燃物多,水平烟道和后烟井受热面上沉积较多的颗粒状干

灰。采用预燃式旋风筒燃烧和液态排渣炉时,烟气携带的灰量就少。煤粉悬浮式燃烧时,烟气中含灰量高,尤其是配风和扰动控制不佳时,会在炉膛某些部位造成缺氧燃烧而加重了结渣。

3. 受热面的结构形式

水冷壁单面结渣时,可以用炉膛吹灰器强力吹扫。双面水冷壁的结渣可用对墙水力喷枪或水力长伸缩式吹灰器。对屏式过热器、高温过热器、再热器,习惯上用长吹灰器。后烟井的热面一般选用长伸缩式吹灰器和半伸缩式吹灰器。折焰角下方宜用长吹灰器结合后水冷壁一起吹扫。冷灰斗等处可用长伸缩式或半伸缩式吹灰器来吹扫。炉膛四角处,要靠对炉膛吹灰器限制吹扫角度来保护。

受热面的悬吊管或受力的节点处装设的吹灰器,应采用圆形直孔形喷嘴,并限制吹扫压力,布置时要保证受热面与喷嘴间的安全距离,并加装防磨板。

屏式过热器由于节距大,可用喷嘴斜置式的长吹灰器,并可加快行走速度,以节省汽耗。

对流受热面的管束是顺列还是错列布置形式和管距等结构都将影响到有效吹扫半径和射流穿入管排的深度,进而影响到吹灰器的布置数量和介质压力。

固定回转式吹灰器,其吹灰管长度限于 6m。吹灰管的喷嘴型式、口径、布置间距和使用的介质压力均应按受热面的结构形式而作不同的设计,还应考虑炉内支吊的生根和避让、受热面差胀等要求。

(二) 炉膛吹灰器

1. 炉膛吹灰器的吹扫形式

(1) 封闭环形吹扫(见图 4-14-2)。这种吹扫方法是在吹灰管推进到位后,才打开阀门,喷嘴作一周

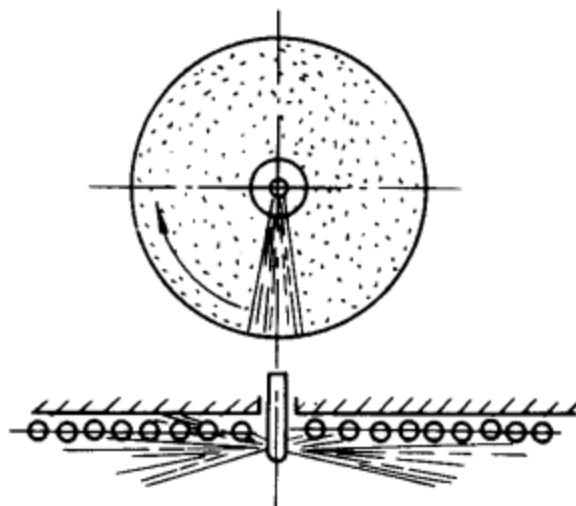


图 4-14-2 封闭环形吹扫

或几周吹扫，在水冷壁上形成一个封闭环形的吹扫痕迹。

(2) 平面螺旋线形吹扫(见图 4-14-3)。吹灰管边旋转、边行进到起喷位置后，阀门开启，吹灰管就边旋转，边行进，边吹扫直至前 endpoint，然后反向，边后退，边旋转，边吹扫，返至起喷位置后，阀门关闭，吹灰管继续边转边退至停用位置。这种吹扫方式，加上轨迹错开机构，会在水冷壁上形成四根平面螺旋线的吹扫痕迹(2 个喷嘴)。

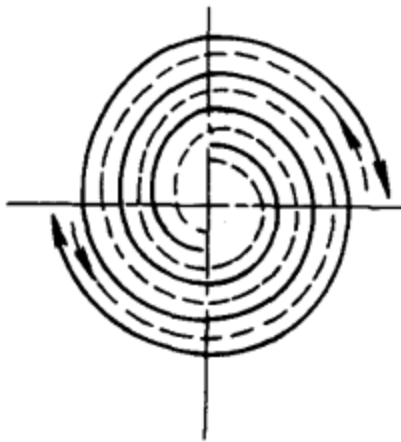


图 4-14-3 平面螺旋线形吹扫

第(1)种形式常选用大口径单喷嘴，吹扫力强，宜对结渣作强力吹扫。显然，射流的动能会随半径增大而急剧减小，而半径小处的水冷壁易受到冲蚀磨损。对于第(2)种吹扫形式，若阀门开度随吹灰管推进而逐渐加大，作变压吹扫，则可以做到不同半径处的冲刷线密度大致相等。一般对称装 2 个口径较小、带后倾角的喷嘴，使散射少，吹扫均匀，冲蚀程度也很轻。水力吹灰器常用这种形式。

2. 最大吹扫半径

吹扫半径是由射流的动能决定的，但也随燃料的灰熔点、烟气温度、烟气流向及流速、受热面形状等因素而变化的。

封闭环形吹扫在水冷壁上形成的痕迹，由于重力和烟气流动的影响，实际上是一个竖立的椭圆，所以常用吹扫面尺寸来代替吹扫半径。

对于喷嘴口径为 $\phi 25\text{mm}$ ，吹扫压力在 1.2MPa 左右的吹灰器，其吹扫面尺寸为：

对通常的结渣：椭圆的长径为 3.6m 左右，短径为 3m 左右。

对严重的结渣：椭圆的长径为 2.5m 左右，短径为 2m 左右。

3. 吹灰器布置的间距

根据锅炉容量、燃料结渣严重程度、安装区域的烟气温度和已知的吹灰器的吹扫半径来布置水冷壁

上吹灰器的数量，以及吹灰器的水平和垂直间距。图 4-14-4 列出的数值，可供锅炉设计师布置吹灰器时参考。

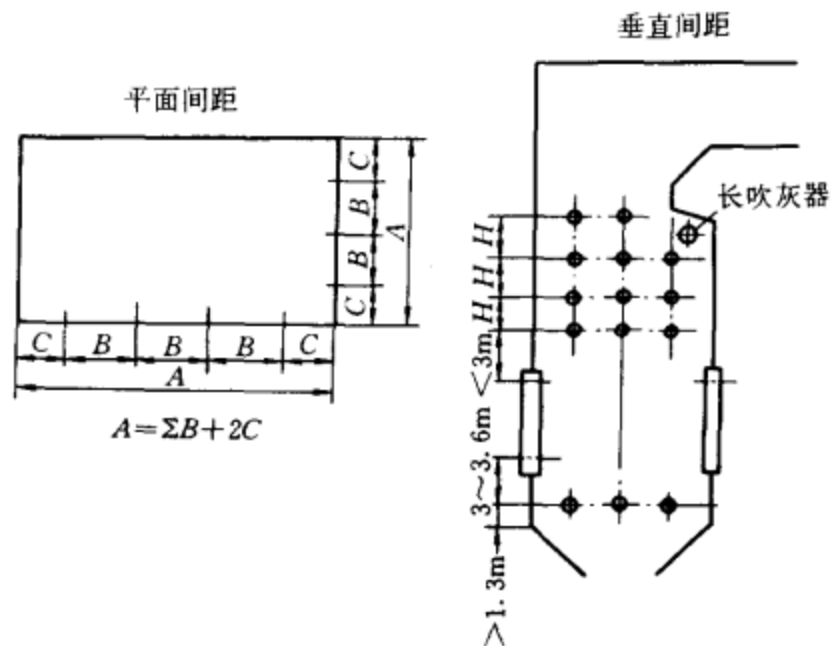


图 4-14-4 炉膛吹灰器布置的间距

正常结渣：

$$C=1.3\sim 2\text{m} \quad B=2.3\sim 3.5\text{m} \quad H=3\sim 3.6\text{m}$$

严重结渣：

$$C=1.2\sim 1.5\text{m} \quad B=2\sim 2.5\text{m} \quad H=2.4\sim 3\text{m}$$

4. 吹扫压力

炉膛吹灰器常用的吹扫介质有蒸汽和压缩空气 2 种，由于过热蒸汽的密度小，要获得相同的质量流量，就要用较高的蒸汽压力。常用的蒸汽压力(喷嘴前)为 1.0~1.5MPa，最高为 2.1MPa，压缩空气压力为 0.8~1.4MPa。水力吹扫压力常在 0.7~1.5MPa 之间。

5. 吹灰管的旋转速度

旋转速度影响到射流的吹扫时间，不同的灰渣积聚强度和尺寸，需要不同的吹扫时间。各种吹灰器的旋转速度相差很大，从 0.7r/min 到 40r/min。较低的转速，吹扫的面密度较大，吹扫充分，可用较低的介质压力，但停留时间长，会使冲蚀加剧。转速过高(如 40r/min)则射流停留时间过短，不能起到冲击、剥离灰渣的作用。根据经验，对封闭环形吹扫方式可取 1~3r/min。这样既可达到除渣目的，还可节省介质和减轻受热面冲蚀。

6. 吹灰管在炉内的最小安全避让距离

(1) 射流离相邻吹灰器中心的距离应大于 $\phi 0.6\text{m}$ ；

(2) 射流对着垂直受热面的吹扫距离应大于 1.2m；

(3) 吹灰器的中心线距折焰角下方至少应有 1.2m;

(4) 采用封闭环形吹扫方式时, 吹灰喷嘴孔中心线应距水冷壁表面 40~45mm;

(5) 在燃烧器区域布置炉膛吹灰器时, 应不使射流喷射到燃烧器的火焰根部;

(6) 装于炉膛近四角处的吹灰器, 有时要限制吹扫角度, 以免损伤侧墙, 例如作 300°的吹扫。

(三) 长伸缩式吹灰器

1. 结构特点

长伸缩式吹灰器是借助于顶端部带有喷嘴的长吹灰管, 远距离悬臂伸入炉膛内部, 吹扫悬吊式受热面的一种吹灰器。若炉膛两侧墙对称装设, 则吹灰管约覆盖炉宽的 1/2, 吹灰管停用时全部退至炉外。这种吹灰器可以用来吹扫炉膛折焰角下方和大屏过热器, 也可吹扫水平烟道和后烟井的各种受热面。它是一种应用范围较广的吹灰器, 其主要特点有:

- (1) 吹灰管纯作悬臂伸缩, 不需炉内支吊。
- (2) 喷嘴口径较大, 吹扫能力强, 配以适当的旋转-行走速度, 可以相对地节省能耗。
- (3) 吹灰管停用时全部退出炉外, 所以受温度限制少, 受烟气腐蚀的程度轻。
- (4) 构造复杂, 用材和制造要求高, 所以造价也高。
- (5) 占用炉外空间多, 还需配以后部支吊架及运行、检修平台。
- (6) 由于悬伸的长吹灰管是作有挠度和晃动的旋转-伸缩吹扫动作, 受热面布置时要给予足够的工作和检修用空间。

2. 使用温度

长吹灰器通常使用于 500~1200℃的温度范围, 有时也可用于 1600℃左右的烟气温度条件。所以使用长吹灰器要注意到:

- (1) 没有吹扫介质进入时, 吹灰管不允许伸入炉内。
- (2) 烟气温度高于 1100℃时, 吹灰介质的流量要服从冷却管材需要的流量。计算时还要增加 100℃烟温, 以防偶然的烟温上升。
- (3) 锅炉燃油时, 烟温高于 950℃区域的沉积物呈液态膜状, 这时用吹灰器吹扫往往无效, 要考虑定期水冲洗或加入添加剂吹扫。

3. 吹扫压力

长吹灰器的吹扫压力值除了满足自身冷却需要

的最低压力外, 从投运初期的试用压力, 应经过运行验证后, 再调整到最佳的吹扫压力。

一般吹扫时, 蒸汽压力取 0.7~1.8MPa, 空气压力取 0.8~1.5MPa, 严重结渣或高温区域, 蒸汽压力可取 1.8~2.1MPa。

必须指出, 喷嘴处压力提高会使管路压力相应提高, 导致用材等级提高, 增加吹扫能耗, 加剧了受热面的冲蚀和磨损。

4. 最大吹扫半径

吹扫半径的影响因素除与炉膛吹灰器相同的几项以外, 由于长吹灰管喷嘴吹扫时作螺旋线运动, 所以实际半径要小一些, 表 4-14-3 列出了经验数据。

表 4-14-3 吹扫半径的经验数据 (m)

吹灰器安装处 平均烟温 (°C)	正常结渣的煤		严重结渣的煤		残渣油
	烧煤	煤油混烧	煤或煤油混烧	煤油混烧	
≈700	2.5~3.0	2.0~2.5	1.8~2.0		2.2
700~820	2.5~3.0	1.5~2.0	1.5~1.8		1.8~2.0
820~980	2.0~2.5	1.5~2.0	1.2~1.5		/
900 至渣的 塑态温度	1.8~2.0	1.8~2.0	1.2~1.5		/

5. 有效吹扫管排深度

吹扫管排深度除与烟气温度、流速、流向有关外, 很大程度上受到管束排列形式和间距的影响, 表 4-14-4 列出了长吹灰器在不同部位的吹扫管排深度处的经验数据。

表 4-14-4 长吹灰器的吹扫管排深度^① (m)

吹灰器 安装方式	管子 ^② 空间 (mm)	平均烟气温度 (°C)					
		低于 650		650~750		高于 760	
		高含 碱煤	低含 碱煤	高含 碱煤	低含 碱煤	高含 碱煤	低含 碱煤
管排两侧 均装	<40	/	1.5	/	1.5	/	1.5
	40~45	/	1.8	/	1.7	/	1.5
	>50	1.8	2.1	1.5	1.8	1.2	1.7
位于管排 前方 (顺烟气 流向吹 扫)	<40	/	1.1	/	1	/	0.9
	40~45	/	1.2	/	1.1	/	1.1
	>50	1.1	1.2	0.9	1.2	0.9	1.2

(续)

吹灰器 安装方式	管子 ^③ 空间 (mm)	平均烟气温度 (°C)					
		低于 650		650~750		高于 760	
		高含 碱煤	低含 碱煤	高含 碱煤	低含 碱煤	高含 碱煤	低含 碱煤
位于管排 后方 ^② (逆烟 气流 向吹 扫)	<50		0.6	/	0.6	/	0.6
	50~150	/	0.75	/	0.75	/	0.6
	165~240	/	0.75	/	0.75	/	0.75
	>250	/	/	/	0.9	/	0.9

- ① 燃油时的有效吹扫管排深度约比燃煤小20%~30%。
- ② 不提倡在垂直烟道中将吹灰器逆烟气流向安装。
- ③ 管子空间是指管壁面之间净空。

6. 长吹灰管在炉内的最小安全距离

安全距离是指喷嘴应与被吹扫的受热面和炉内的集箱、锅筒、炉墙及折烟挡板等的最小距离，以防止射流吹扫而造成损伤。图 4-14-5 示出了炉内布置

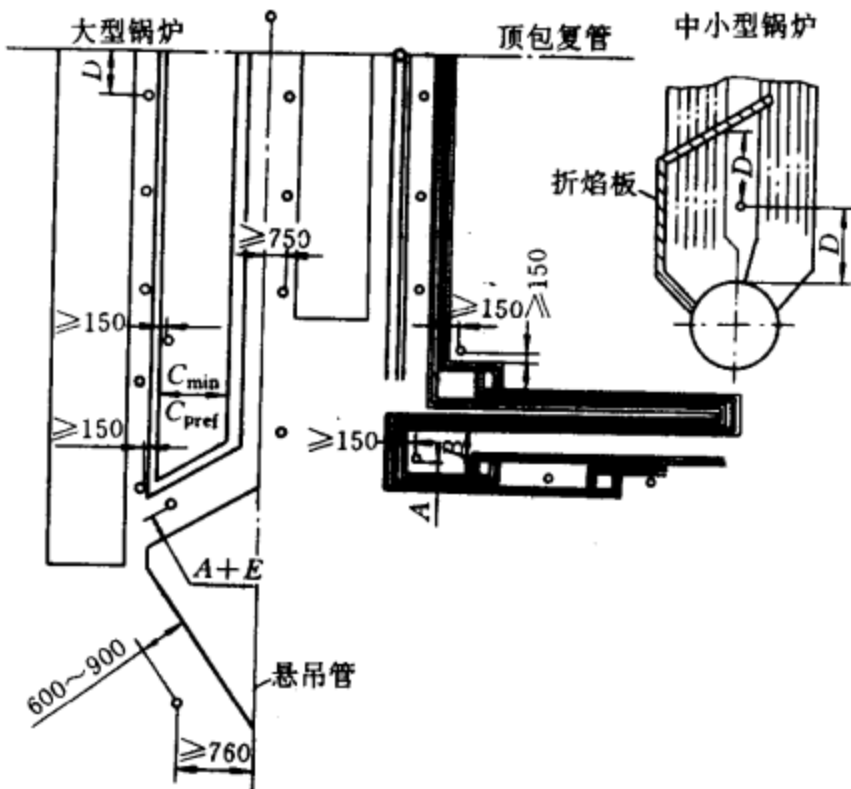


图 4-14-5 长吹灰管在炉内的最小安全距离 (mm)

T	A	B	C _{min}	C _{pref}	D	E
≤4000	240	420	380	560	1200	460
4000~6000	240	430	380	560	1200	460
6000~7500	330	550	380	560	1200	460
7500~9000	350	600	540	690	1200	610
9000~10500	550	800	540	690	1200	610
10500~12000	650	850	540	690	1200	610

注：T—行程 C_{pref}—推荐值
≥150mm—管间净空距离

长吹灰器时，应保持的安全距离。

7. 长吹灰器的布置

(1) 吹灰器的布置间距、安全距离，应参照上述各点后确定。

(2) 大型锅炉上，长吹灰器总是在锅炉两侧对称布置，并同时投用。

(3) 长吹灰管与对面墙之间，或相向两管顶端之间要保持 65mm 左右距离。

(4) 结渣、堵灰严重而需相对两台吹灰管重叠吹扫，则两台吹灰器的开动时间至少要错开 20s。

(5) 不同烟温区域应布置不同管材、不同吹扫压力、不同动作速度的长伸缩式吹灰器。

(6) 吹灰器的炉外平台标高应便于检修和日常检查、维护。

(7) 炉内悬吊管附近的吹灰器，宜采用圆形直孔形喷嘴，以降低射流冲刷力。

(8) 炉外平台要考虑长吹灰器后部支吊件的生根。要布置门型吊架或在上层平台下面装设吊架。

8. 投用的间隔时间

长吹灰器投用的间隔时间，取决于灰渣的积聚速度和吹扫效果，包括管壁冲蚀程度和受热面进、出口烟温、汽温及压差等变化。所以最佳的投用间隔时间要在锅炉投用一段时间后，经检查、测定才能确定，必要时还可增加吹灰器台数或改变吹灰器的安装位置。为此，在布置吹灰器时，就应考虑炉墙上有备扩展的备用孔。

在确定管路能力和设计程控装置时，要考虑最严重的结渣和积灰程度。有些电厂要求，不论吹灰器安装数量多少，炉膛吹灰器须在 2h 内全部吹扫完毕，长吹灰器要在 4h 内吹扫完毕。

9. 减少介质消耗，降低运行费用

各种吹灰器中，长吹灰器的用汽量是较大的，每天的耗汽量直接影响到运行费用。减少介质消耗的办法有：

(1) 适当加快吹灰管的行走速度，试验表明：行走速度从 1800mm/min 提高到 3550mm/min，吹扫效果不变，而每次耗汽量可节省近一半。

(2) 合理降低吹灰压力。由于推荐的压力是根据最差的燃料定出的，经试验应用后，在不影响吹灰管的冷却保护和吹扫效果的前提下

下,可以适当降低吹扫压力。

(3) 停用某些已证明没有必要的吹灰器。

(4) 对有些高烟区域的、用空气作吹扫介质的吹灰器,可掺入少量工业水、以节省能耗和增加吹灰管的安全性。

(5) 改变喷嘴的布置角度,减少散射,提高吹扫效果。

(四) 固定回转式吹灰器

1. 吹扫方式和主要特点

(1) 固定回转式吹灰器的吹扫方式,按吹灰管上喷嘴形式和布置,有管间吹扫(见图 4-14-6)和管群吹扫(见图 4-14-7)2 种方式。前者用口径小、扩散角小的喷嘴,对着管排的空间吹扫,穿透深度较深;后者采用口径较大、扩散角大的喷嘴,对几排受热面管子吹扫,这时要求用较高的吹扫压力,但吹灰管离管子应有较大距离。

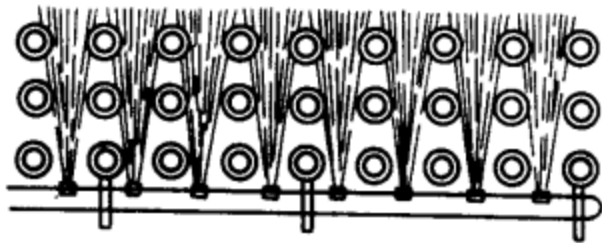


图 4-14-6 管间吹扫方式

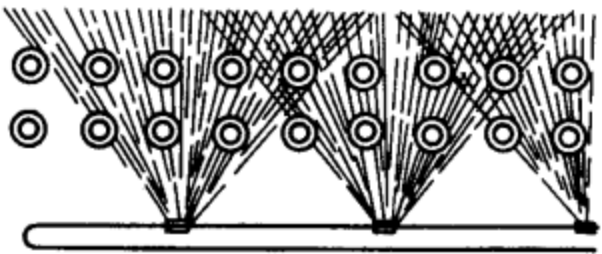


图 4-14-7 管群吹扫方式

(2) 固定回转式吹灰器主要的特点是:带多喷嘴的吹灰管长期留置炉内,投用时只作旋转吹扫动作,所以它的结构简单,造价低,而且炉外需要的平台及占用空间均很小,也不需要炉外支吊架。但由于吹灰管长期留置炉内,易产生定向弯曲、腐蚀和喷嘴孔被堵塞等缺陷,另外吹灰管的炉内支架或吊架,热态时随受热面变形,使吹灰管转动卡滞甚至转不动,而且吹灰管错位后,喷嘴易吹损受热面。吹灰管采用单侧进汽,通流能力有限,所以吹灰管长度、喷嘴口径和数量都受到限制。通常规定:工地安装的锅炉,其吹灰管长度不得长于 5.5m,组装锅炉不得长于 6m。吹扫次数一般为 1~3 转。吹扫角度可以用改变开汽凸轮的形状或凸轮的装入块数的办法,作 30°~

360°不等角度的变化。

2. 适用范围

(1) 固定回转式吹灰器对燃料种类和安装位置的适应性较广,但对黑液炉、废物焚烧炉及燃用劣质油炉的吹扫效果较差。另外,对含灰量和含硫量高的燃料,将影响吹灰管的寿命,喷嘴孔也易被堵塞。

(2) 固定回转式吹灰器的适用温度范围为 300~1000℃,通常限于 800℃。特殊需要用于更高温度时,要装设冷却空气和空气导入阀,以使其停用时能不断地冷却吹灰管。

3. 吹灰管材料

1) 吹灰管采用厚壁无缝钢管,常用的管径有 φ38mm, φ48mm, φ60mm、φ76mm 4 种。

2) 吹灰管材质按使用部位的烟气温度来选用(见表 4-14-5)。

表 4-14-5 吹灰管材质的允许工作温度

		(℃)
材 质		允许工作温度
碳 钢		<450
耐酸不锈钢 (铬、镍钢)		>450~800
耐热不锈钢 (高铬, 高铬镍钢)		<980

在电站锅炉上高于 800℃烟温区域常用其他型式的吹灰器。为防止腐蚀,延长吹灰管使用寿命,特别是有低温硫腐蚀存在时,即使较低的烟温也采用 18-8 型耐酸不锈钢。

4. 吹扫管排深度

有效吹扫深度与受热面管子的排列形式、管子间距、烟气温度和流向等有关,表 4-14-6 列出了与上述因素有关的吹扫管排深度的经验数据。

表 4-14-6 吹扫管排深度 (m)

吹灰器 安装方向	需清扫侧 管子净 空间 (mm)	吹扫 方式	吹扫管排深度			
			油和不带 磨粒的燃料		煤和带磨 粒的燃料	
			烟温 < 650℃	烟温 650~ 790℃	烟温 < 815℃	烟温 815~ 1035℃
管束两 面安装	25~45	管群	1.5	1.2	/	/
	≥50	管群或 管间	1.5	1.2	1.5	1.1
单侧、顺 烟气、管 束上游侧	25~45	管群	1.1	0.9	0.9	0.76
	≥50	管群或 管间	1.1	0.9	1.1	0.76

(续)

吹灰器 安装方向	需清扫侧 管子净 空间 (mm)	吹扫 方式	吹扫管排深度			
			油和不带 磨粒的燃料		煤和带磨 粒的燃料	
			烟温 < 650℃	烟温 650~790℃	烟温 < 815℃	烟温 815~1035℃
单侧、逆 烟气、管 束下游侧	25~45	管群	0.6	0.6	/	/
	≥50	管群或 管间	0.6	0.6	0.6	0.6

5. 有效吹扫半径

有效吹扫半径与吹扫管排深度一样，同样受烟温、流向、流速、受热面形式、燃料种类、燃烧方法、锅炉负荷等因素的影响。一般吹扫半径在 0.6~1.5m。表 4-14-7 列出了有效半径的经验数据。

表 4-14-7 有效吹扫半径 (m)

吹灰管安装 处的平均 烟气温度 (°C)	吹扫半径		
	燃油或 燃煤加油	燃料中含碱总量<0.4%的煤种 煤粉炉、下饲式炉排 抛煤机炉	
<650	1.5	1.6	1.8
651~790	1.05	1.5	1.8
791~1050	/	1.5	1.5

6. 吹扫压力

吹扫压力选定的原则是：以最少的能耗、最少的受热面损伤程度而得到最佳的吹扫效果。所以吹扫压力应用的范围相当大，常用的压力为 0.5~1.2MPa；对难以清除的积灰，可能要达 2.1MPa。表 4-14-8 列出了一些经验数据，最佳吹扫压力应通过试验决定。

表 4-14-8 推荐的吹扫压力 (MPa)

燃料和燃烧方式	蒸汽吹扫		空气吹扫	
	φ8mm 喷嘴	φ9.5mm 喷嘴	φ8mm 喷嘴	φ9.5mm 喷嘴
层燃煤、油、煤气、酸渣、甘蔗渣、木材、废热、焦炉煤气	1.1	1.1	0.8	0.8
煤粉、抛煤机燃烧焦屑、褐煤	管间吹扫	管群吹扫	0.55	0.55
	0.6	0.8		

7. 吹灰管在炉内的最小安全距离

吹扫射流常常是损坏折焰板、炉墙、集箱支座等的一个原因，尤其用蒸汽吹扫时，由于带水滴，管壁受到冲蚀和热冲击，烟气中如携带磨料颗粒较多，还会加剧管壁磨损。所以，对上述相关部在吹灰管布置时要留有一个安全距离(表 4-14-9)。

表 4-14-9 吹灰管布置要求的安全距离

吹扫方式	(m)	
	最 小	最 大
管群吹扫	垂直管束 0.45~0.56	垂直管束 0.76
	水平管束 0.56	水平管束 1.4
管间吹扫	0.1	0.3

注：吹灰管至锅筒、集箱、挡板、支座距离，对非磨粒燃料为 0.6m，对磨粒燃料为 1.2m，与砌砖和耐火混凝土的安全距为 1.2m。

8. 吹灰管的炉内布置

(1) 炉内不设支座或吊架的最大炉宽。烟温 200℃以下，为 1.8m；烟温 200℃以上，为 1.2m。

(2) 炉内支吊架的间距。炉内支吊架的间距应随吹灰管直径而定，由材质决定的推荐尺寸如下：

- 碳钢 1.2m
- 碳钢渗铬 0.5m
- 不锈钢 0.8~1.0m

炉内生根于悬吊式受热面的支、吊架布置数量过多时，各点的差胀很大，吹灰管不能保持直线，致使转动不灵活，甚至无法转动。这时，要适当减少支、吊架数量。

(3) 设计吹灰管时，应根据吹扫方式、喷嘴总流量、烟气温度、吹扫角度、炉膛宽度、受热面型式来选择管径、管材、喷嘴排列形式、喷嘴口径及采取管间还是管群吹扫方式。对较长吹灰管上的喷嘴，如作 360 吹扫，尽可能间隔呈 180°对称布置，以减少焊接变形和抵消吹扫时反作用力；第一只喷嘴离吹灰管接口的距离 L 见图 4-14-8。另外，吹灰器的轴向可调尺寸 B，在管间吹灰时用来调节喷孔位置，以避免喷嘴对着管子喷射。

(4) 支承板上的孔径应大于管径，且呈直立腰圆形，并应计及炉中心区和侧墙之间的温差，以便热态运行时孔中心线能在一一直线上，不影响吹灰管转动。

(5) 吹灰管的喷嘴应尽量避免逆烟气流向停用。

(6) 吹灰管的通流能力应为喷嘴总流量加上一

定裕量,对过长的管子,要保证末端处的喷嘴仍有介质喷出。

(7) 吹灰管的转速通常取 $1.5 \sim 2r/min$ 。

(8) 固定回转式吹灰器的阀门要有足够大的通径,以便运行中调节吹扫压力。

(五) 半伸缩式吹灰器和耙式吹灰器

这2种吹灰器主要用于后部受热面或烟气温度较低部位。其吹灰管也要长期留置炉内。

1. 半伸缩式吹灰器

其动作和吹扫方式与长伸缩式吹灰器相同,但吹灰管有一半长度留置炉内。吹灰管上有2组喷嘴,第一组位于吹灰管头部,第二组位于炉外。投运时,整根吹灰管伸入炉内,第二组吹扫从炉壁内侧至 $1/4$ 炉宽这一区间,第一组从炉宽 $1/4$ 处吹扫到锅炉中心线,若锅炉两侧墙各装1台,则吹扫范围可以覆

盖整个炉宽。吹灰器的工作行程约为长伸缩式的 $1/2$ 。所以称之为半伸缩式吹灰器。

由于吹灰管有约 $1/2$ 长度留置于炉内,所以只能像固定回转式吹灰器一样,用于烟气温度较低的部位。但是它的喷嘴口径大,吹扫能力强,又可以避免固定回转式吹灰管覆盖宽度限于 $6m$ 的缺点,所以更适于大型电站锅炉上使用,加上行程只占炉宽的 $1/4$ 左右,占用炉外空间也小,可以用于后烟井、烟道及外围有热风道的部位吹扫。

由于有 $1/2$ 长度的吹灰管长期留在炉内,管材要能耐热和耐腐蚀。半伸缩式吹灰器可以装设炉内支承来减少吹灰管挠度(见图 4-14-9)。一般行程小于 $3.5m$ 可以不装支吊件; $5m$ 以内装设1个;大于 $5m$ 宜装2个支吊件。

半伸缩式吹灰器的吹扫压力、喷嘴口径、行走速

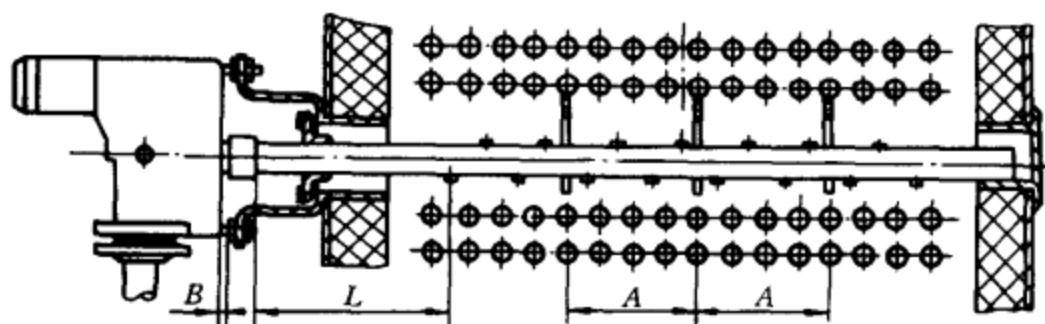


图 4-14-8 固定回转式吹灰器的吹灰管布置示意图

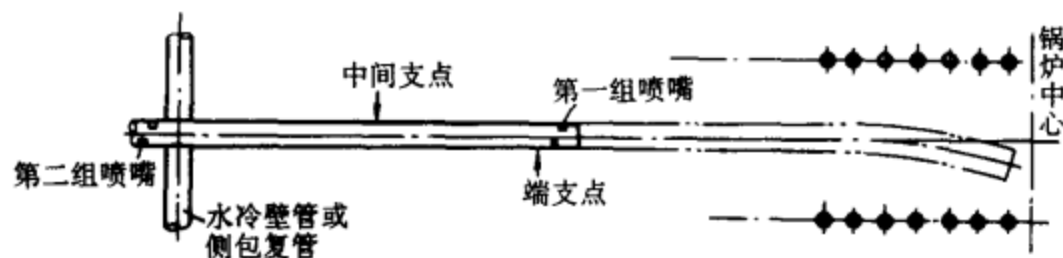


图 4-14-9 半伸缩式吹灰器炉内支承示意图

度、吹扫管排深度、有效吹扫半径等可参照长伸缩式吹灰器的有效数值,在吹扫水平布置的受热面时,其炉内最小安全距离的规定也可参照长伸缩式吹灰器的数值。

2. 耙式吹灰器

这是一种将吹灰管长期留置炉内,吹灰管作较小行程就可以覆盖整个炉子宽度的吹灰器(锅炉较宽时可左右侧对称布置)。

图 4-14-10 示出了耙式吹灰器的示意图。一般在中心吹灰管上横向配置几排耙管,喷嘴常布置在耙管的下部,对着下部的受热面作往复吹扫。根据锅炉的宽度,可确定吹灰管耙管的排数和行程。两侧墙对称安装时,行程 T 取炉宽的 $1/6 \sim 1/4$,以中心管

允许通流能力为前提,结合受热面形状,决定耙管上喷嘴口径和只数,为使吹扫覆盖面有叠接,耙管的行程 T 要比节距 P 大 $100mm$ 左右,如图 4-14-11 所示。

耙式吹灰器由于喷嘴总流量受中心管限制,以及耙管架易变形,只能适用于中、小型锅炉上的管式空气预热器和鳍片式省煤器。

耙管的行走速度可参照长吹灰器的下限,喷嘴口径和节距以及喷嘴离受热面的距离可参照固定回转式吹灰器的数据。

(六) 水力吹灰器

水力吹灰器用水作为吹扫介质,炉膛吹灰器和长伸缩式吹灰器都可以改作水力吹灰器,仅在用材、

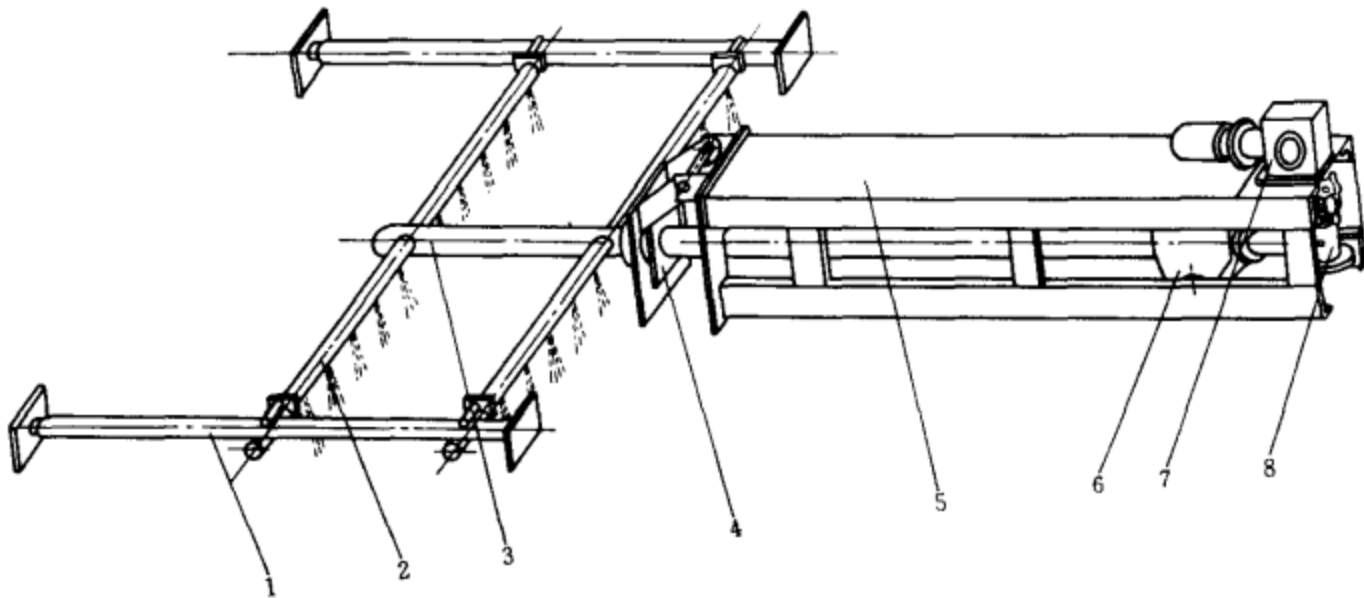


图 4-14-10 耙式吹灰器示意图

1—导轨 2. 耙管 3. 中心管 4. 炉墙接口密封 5—大梁 6—行车小车 7—传动齿轮箱 8—介质导入阀

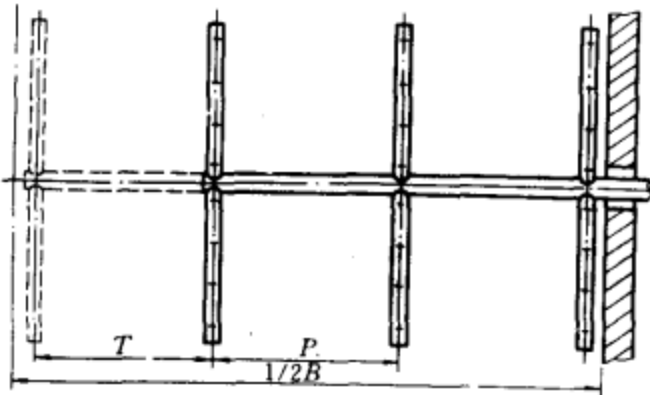


图 4-14-11 耙管布置示意

速度、阀门动作方式等方面因温度、压力较低及变压力吹扫而有所不同。

由于采用水力吹灰，可以清除某些呈流态或粘聚力较强的灰渣，可以吹扫蒸汽和压缩空气吹不掉的灰渣。受热面受到的热冲击要比蒸汽吹扫时大2~3倍。经验表明，只要控制瞬时温降的程度，水力吹灰器是安全的。

1. 主要优点

- (1) 能去除某些劣质煤燃烧时在炉内受热面上的流态渣或粘性渣。
- (2) 使用工业水代替蒸汽或压缩空气，可以降低吹灰器造价，节省能耗、水处理费用、维护费用和整个系统的初投资。
- (3) 射程远，可以减少吹灰器数量。
- (4) 水射流重力大，可以降低吹扫压力，不易磨损和冲蚀管壁金属。

2. 水力吹灰的安全性

影响水力吹灰安全的主要因素是对受热面的热冲击。许多试验研究表明：热冲击大小与喷嘴口径、

数量有直接关系；但与使用的水温高低无明显影响；与水压大小影响甚微（在 0.7~1.5MPa 范围内时）；与水流停留时间有明显的影响，试验表明，吹灰管转速从 6r/min 提高到 12r/min 时，管壁的平均温降减小 1/2。

炉膛水力吹灰的关键问题是使管壁金属的瞬时温降要小（有些试验得出要小于 80℃），最大吹扫半径与最小吹扫半径处的温降相近，即线密度在各半径处相近。目前常用的方法有下面 2 种：

(1) 改变吹灰管的转速。采用直流电机无级变速，使转速随吹灰管的伸入、射程的加大而逐渐减慢，以保持不同半径处的线密度相近。

(2) 改变阀门的开度。采用特殊的开阀机构，使吹扫压力随着吹灰管的伸入、射程的加大而逐渐升高，以保持不同半径处的线密度相近。

这两种方法都可以降低热冲击。

长伸缩式吹灰器用水力时，同样要核算水射流的停留时间，以使瞬时温降保持在允许的范围之内。

(七) 回转式空气预热器吹灰器

管式空气预热器的吹灰常用固定回转式或耙式吹灰器，也有用钢珠除灰的办法。

在大型电站锅炉上，较普遍采用的是回转式空气预热器。其传热元件间的烟气流通过隙小，易堵塞，烟灰中有水分时易产生“水泥状结垢”，燃油炉或煤粉炉点火燃油时，传热元件易附着油垢，导致阴燃或二次燃烧。所以回转式空气预热器一定要装设吹灰器、水力冲洗装置和喷水灭火装置。

1. 吹灰器型式

配用于不同转子直径的吹灰器型式见表 4-14-

10。

其所以采用不同型式的吹灰器，这是因为预热器转子直径增大，其内周和外周的周长差也越来越大，为解决外周吹扫不足、内周吹扫过甚的现象而采取的。

表 4-14-10 配不同转子直径的吹灰器型式

预热器转子直径 (mm)	采用的吹灰型式
$\phi 1321 \sim \phi 2038$	固定的、单排或双排、多喷嘴吹灰管
$\phi 2038 \sim \phi 9468$	单臂摆动式、单或双喷头
$\phi 9468 \sim \phi 19.825$	径向伸缩式 (2~5 个喷嘴)

对小直径的预热器来说，采用 1 根或 2 根径向固定的吹灰管，近中心处喷嘴口径小些，近外周处喷嘴口径大些，尽可能地使内外吹扫密度均匀。

鉴于回转式预热器转子直径随锅炉容量增大而增大，又发展了装于烟道内的单臂摆动式吹灰器，从切向伸入，使喷嘴头在内、外周之间来回摆动吹扫，使传热元件随转子的转动而受到冲刷。这种方法，虽

较固定吹灰管提高了均匀性，然而摆臂的摆动速度仍是匀速的，当内外径的差甚大时(1:10 以上)，这种形式还存在吹扫不均匀的缺点。

在现代大型电站锅炉上，回转式空气预热器的吹灰器都已采用径向伸缩式吹灰器。吹灰管上带有几只不同口径的喷嘴，吹灰管沿转子的径向向传热元件作往复吹扫，使吹扫均匀，并缩短了吹扫时间。吹灰管动作控制方法有 2 种：一种是喷嘴管的行走速度采取无级变速，即喷嘴管从外向内径连续移动吹扫时，行走速度逐渐加快，后退时逐渐减慢；另一种是喷嘴管的行走动作由定时器控制，待喷嘴吹扫传热元件一周后，前进一段距离，再停住吹扫，这样，几个不同口径的喷嘴，在传热元件水平面上形成几个直径不同的已吹扫环带。如此，一次一次地步进式吹扫，最后，环与环重叠覆盖了整个转子面。这种方法确实起到了：动作时间大大减少，内外周处的吹扫密度均匀，既节约了介质消耗，又保证了传热元件的通道通畅，还可防止内周处吹扫过度。图 4-14-12 示出了这种动作原理。

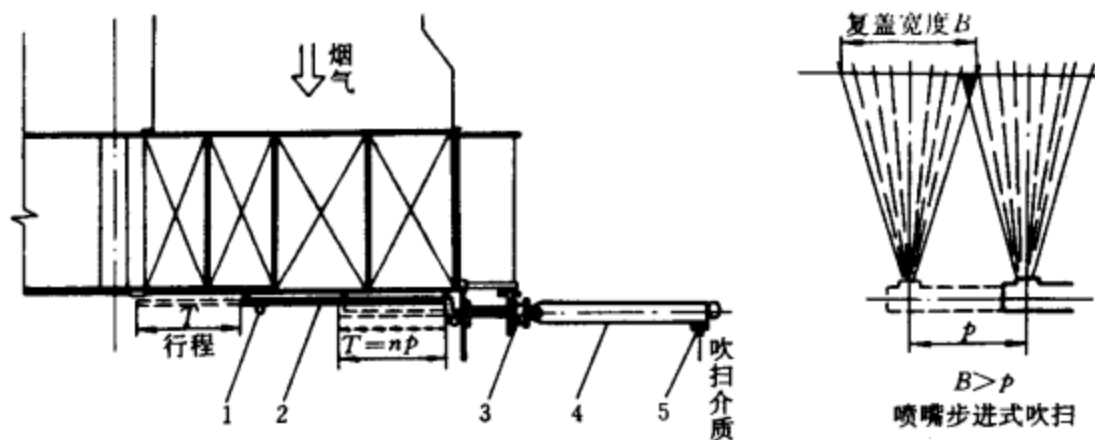


图 4-14-12 空气预热器吹灰器步进式吹扫动作示意图

1—烟道内支承 2—吹灰管组件 3—烟道接口密封及支承组件 4—吹灰器本体 5—介质导入阀

2. 空气预热器吹灰器的应用

(1) 通常装于空气预热器的出口烟道处(冷端)，当转子高度较高及燃料积灰倾向严重时，也可在转子的进出口同时装设，但优先考虑冷端，以减少飞灰携带到燃烧器热风管中的含量。

(2) 锅炉点火起动阶段，应用辅助汽源，连续地投用吹灰器，以防止未燃尽的油垢积聚。

锅炉正常运行以后，可以由程控装置作定时投用，或按预热器进出口烟气压差自动投用。

电厂在投用一段时间后，根据传热元件烟气阻力的对比情况，和传热元件磨损程度选定最佳吹扫间隔时间和吹扫压力。

(3) 投用吹灰器前应加大引风机开度，并切断

热风再循环。

(4) 空气和蒸汽都可以作为吹扫介质，要以介质携入的水分少为原则。因为空气预热器处在低烟温度区，水分不仅加重低温腐蚀，还会使灰中的某些矿物盐在传热元件上形成“水泥状结垢，这是一种很难去除的物质，将导致烟气通道变窄狭，直至堵塞。当用蒸汽作吹扫介质时，要求从喷嘴喷出的是干蒸汽，推荐的蒸汽参数见表 4-14-11。

由表可知，蒸汽的过热度应在 150℃ 以上才可以满足喷嘴后是干蒸汽的要求。

用压缩空气作为吹扫介质时，其压力一般选用 1.2MPa 左右，最高为 1.4MPa。

(5) 要重视汽源管道的保温，要采用先进的疏

水方法。吹灰器的介质导入阀在停用时应关闭严密。

(6) 固定管式吹灰管和伸缩式吹灰管所用的喷

表 4-14-11 推荐进入空气预热
器吹灰器的蒸汽参数

蒸汽压力 (表压) (MPa)	温 度 (°C)	焓 值 ^① (kJ/kg)	过热度 ^① (°C)
1.4	351.5	3152	153
1.45	355	3159	155
1.5	358.5	3167	157
1.6	365	3179	161
1.65	368.5	3184	163
1.7	372	3192	165

① 数值已修整。

嘴均为圆形缩放形，常用的口径为 $\phi 13$ 和 $\phi 16\text{mm}$ 。摆动式吹灰管常采用断面为长方形缩放形喷嘴，其长、短边之比为 4:1，可以获得两倍于圆形喷嘴的扩散角，所以覆盖面较宽且直边垂直于波形传热元件。

确定喷嘴与传热元件表面的距离时(见图 4-14-12)，既要考虑到射流穿透深度，又要防止对传热元件过度损伤，具体数值选用参见表 4-14-9。

三、国内外常用吹灰器的主要性能

(一) 性能数据

国内外常用吹灰器的主要性能数据列于表 4-14-12。

(二) 吹灰器结构示意图

各种形式吹灰器的结构如图 4-16-13~图 4-16-22。

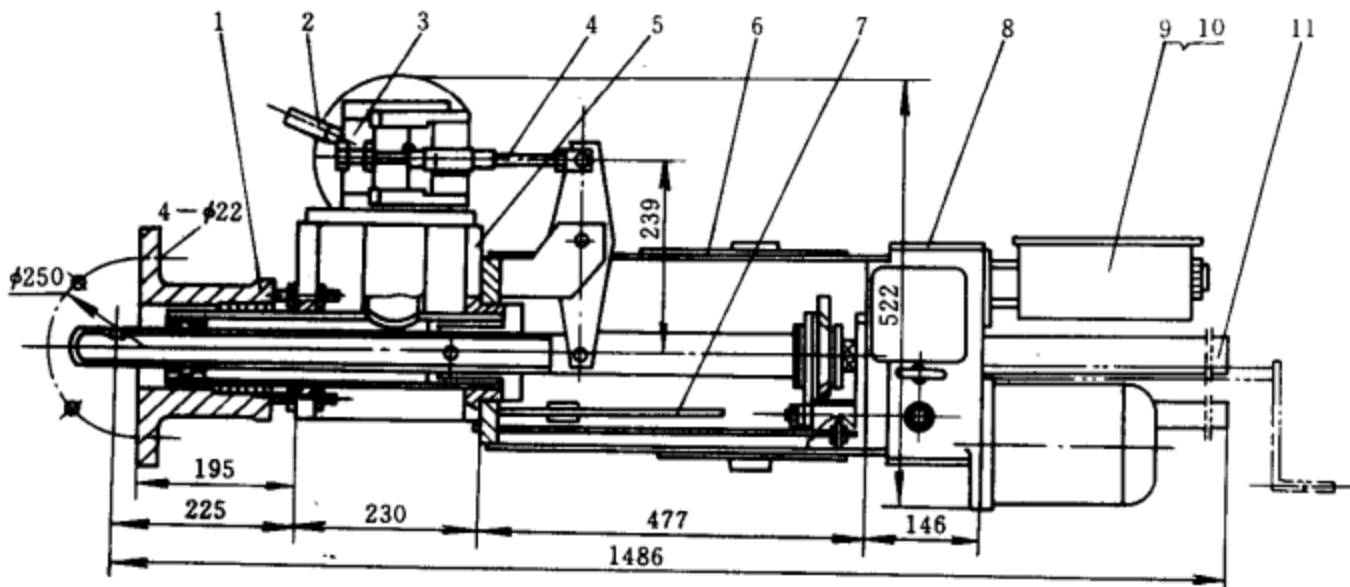


图 4-14-13 L6-1 型炉膛吹灰器(顶视)

1—炉墙接口法兰 2—空气阀 3—阀门 4—开阀机构 5—支座 6—套壳 7—脱开机构
8—齿轮箱 9—接线盒 10—行程限位开关 11—紧急退回手柄

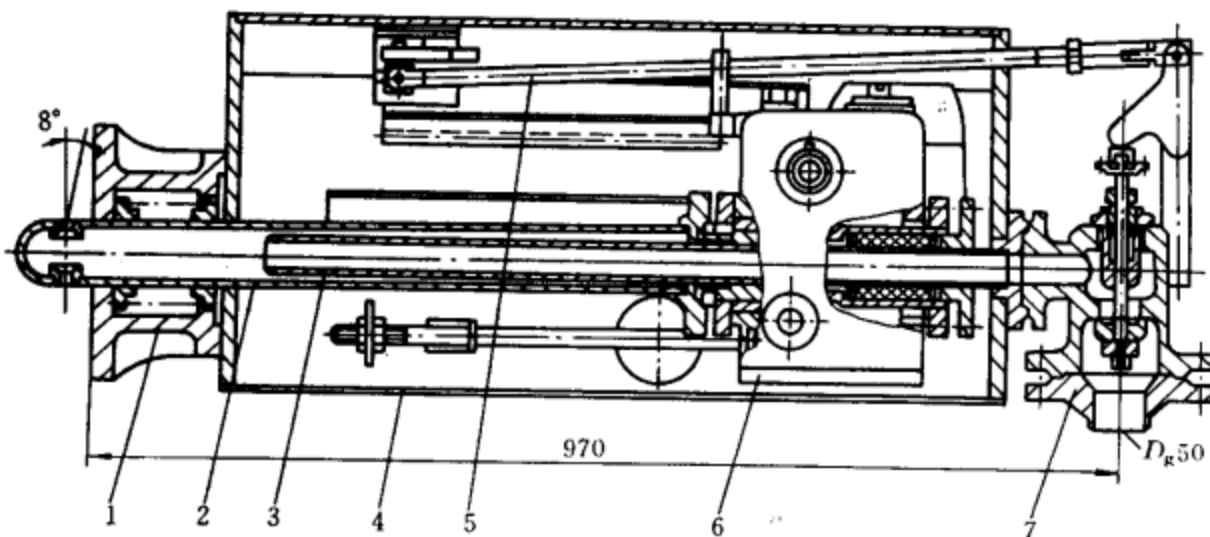


图 4-14-14 D-3 型炉膛吹灰器

1—炉墙开口密封箱 2—吹灰管 3—内管 4—箱体 5—开阀机构 6—行走齿轮箱 7—阀门组件

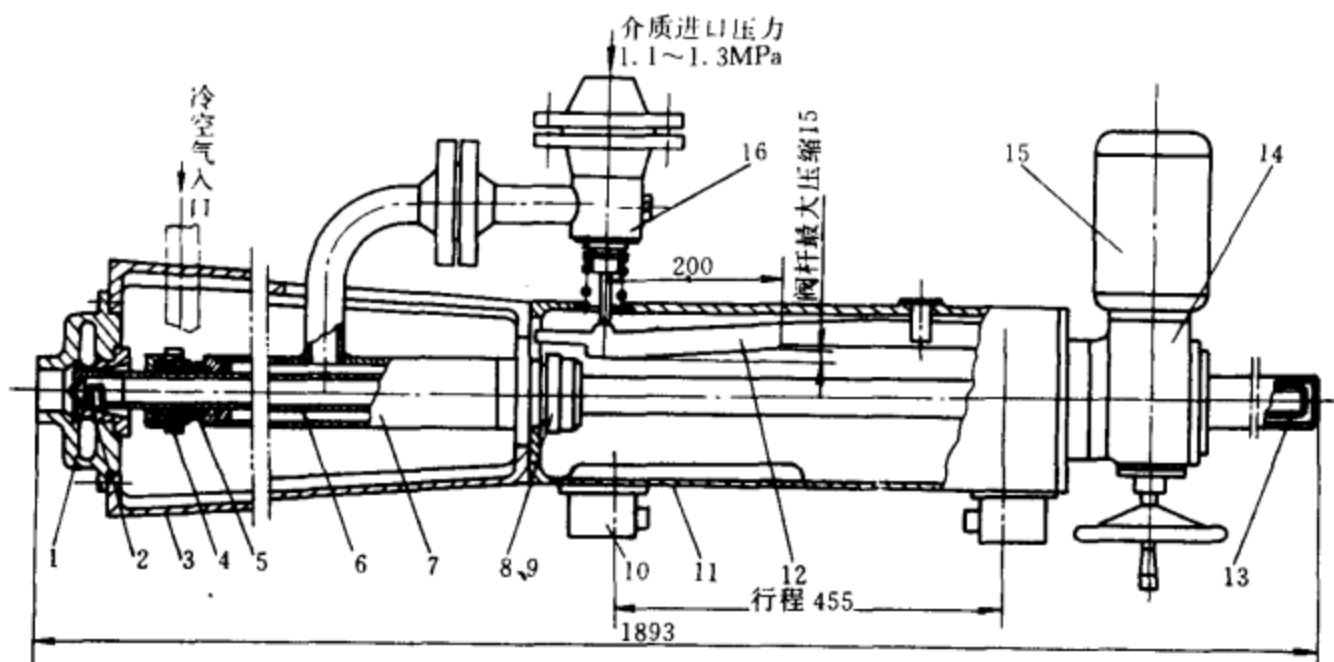


图 4-14-15 HG-SL 型炉膛水力吹灰器

- 1—密封装置 2—喷嘴 3—支架 4—压盖 5—填料 6—吹灰内管 7—吹灰外管 8—填料 9—压盖
10—行程开关 11—箱体 12—杠杆 13—丝杠 14—齿轮箱 15—电机 16—阀门

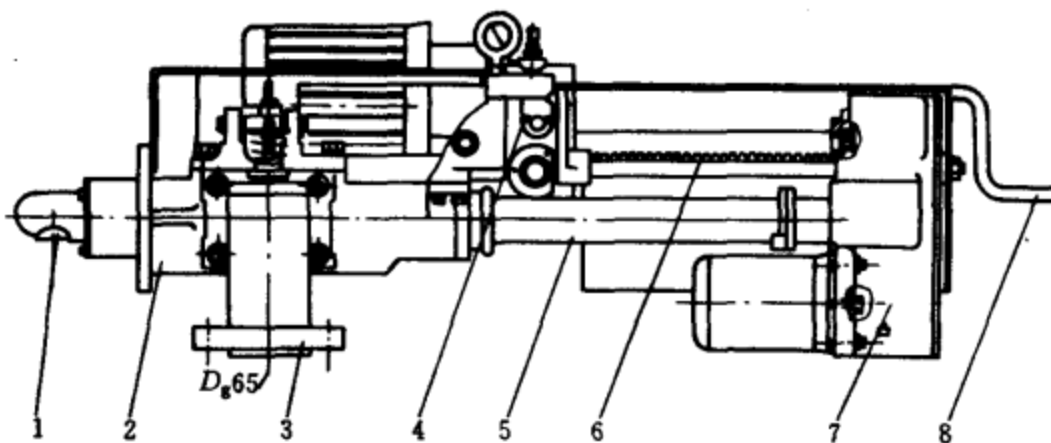


图 4-14-16 RW-5E 型炉膛吹灰器

- 1—喷嘴 2—进汽室 3—阀门 4—行走用齿轮箱及电机 5—吹灰管 6—行走齿条
7—转动用齿轮箱及电机 8—手动手柄

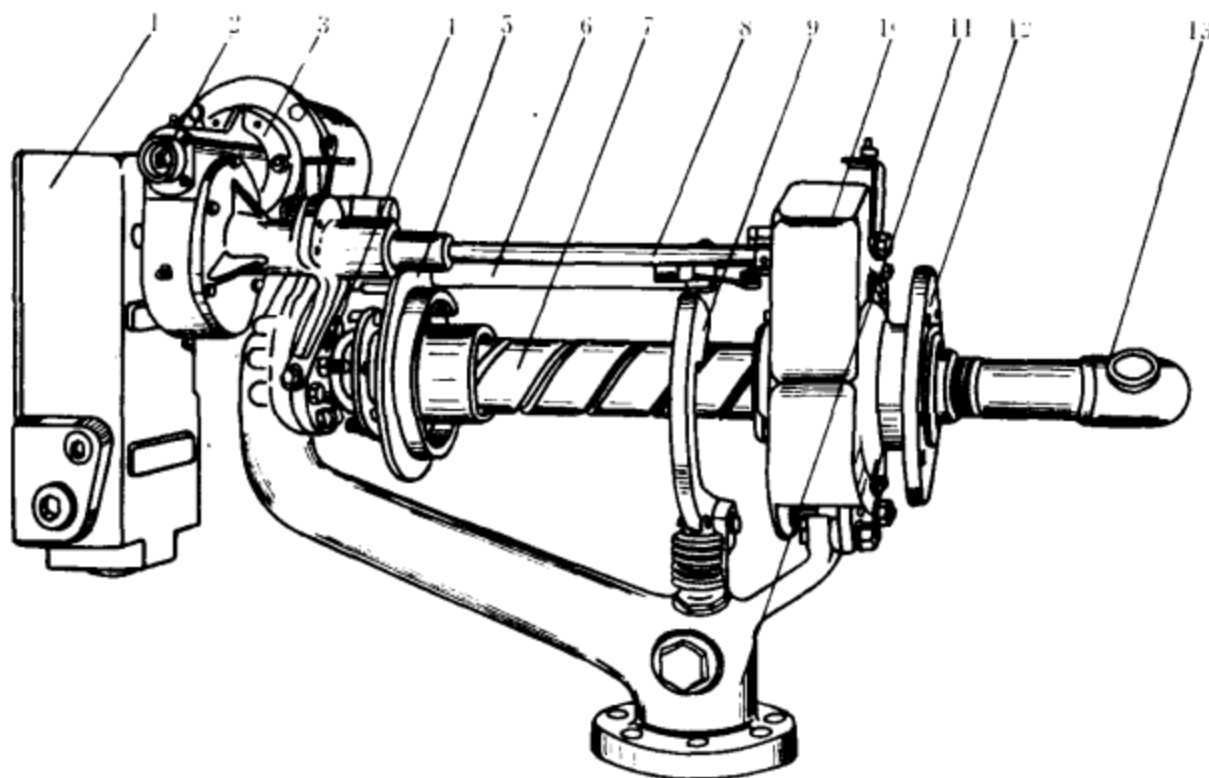


图 4-14-17 IR-3C 型炉膛吹灰器

- 1—随机电气箱 2—手动轴端 3—电动机及减速箱 4—进汽管及填料组 5—带导槽开汽凸轮 6—导向板及活门
7—大导程螺纹管(吹灰管) 8—传动轴 9—开阀杠杆 10—齿轮组 11—阀门组件 12—安装法兰 13—喷嘴头

表 4-14-12 国内外常用吹灰器

项 目	炉 膛 吹 灰 器						长 伸 缩	
	L6-1	D-3	HG-SL	5E RW-6E 7E	IR-3C	SK-58E	C4- $\frac{1}{2}$	C-2
制造厂商	SDF	湖北	哈锅	C. V. I	DPSC/ DPH	BERGE- MANN	SDF	湖北
主要应用部位	炉膛水冷壁						过热器、	
适用烟气温(℃)	≈1600						<1600	
吹灰管动作的传动方式	螺杆/ 六角轴	齿条	螺杆	齿条	大螺距管		链条	齿条
吹扫方式	前进到位 后吹一周	边走边转边吹		前进到位吹 1~3 周		边走边转 边吹	边走边	
吹扫角度	360°/ <360°	360°	360°	360°/ <360°		360°	360°	360°
行 程 (m)	0.23, 0.30	0.40	0.455	0.228 0.305	0.267	0.4~0.7 0.4~1.0	4~10	2.5~7.5
吹灰管直径(外)(mm)	φ48	φ60	φ45	φ60.3	φ60.3	φ48	φ76 φ89 φ108	φ76
吹灰喷嘴型线	圆缩放形		圆长直孔形	圆缩放形		圆长直孔形	圆缩放形 圆长直孔形	圆缩放形
喷嘴只数×最大喉径 (mm)	1×φ25	2×φ14	φ8	1×φ25.4	1×φ25.4	φ8	φ19 2×φ25 φ32	2×φ16
最小喉径(mm)	/	/	φ6	/	/	φ6	/	/
喷嘴扩散角	10°	13°	直孔	15°	13°	直孔	14°	13°
喷嘴安装角度 (垂直吹灰管轴线)	垂直	后倾 8°	后倾 5.5°	垂直	后倾 3°	后倾 8°	垂直/ 前后倾 15°	后倾
有效吹扫半径(m)	≈2	1.5~2	≈2.5	3×2.4 直立椭圆		max3.5	≈2.5	1.5~2
吹灰管行走速度(mm/ min)	无吹扫 1480	560	140	无吹扫 5486	无吹扫 667	173/58.6	1960, 2100,2300	2000
吹灰管转数(r/min)	0.7	5.6	14	0.86	2.5	双速 8.65/ 2.93	6.5,8.3, 10,12,15	18
适用吹扫介质	蒸汽/空气		水力	蒸汽/空气		水力	蒸汽/空气	
吹扫压力 蒸汽/空(水)(MPa)	1.2~ 1.5/	0.8~ 2.0/	(0.1~ 1.0)	1.0~ 2.1/	1.4~ 1.75/	(0.3~ 1.0)	0.7~ 1.5/	1.5/
阀前介质压力 (蒸汽)(MPa)	≤2.5	≈3	1.2	2~4.1	1.72~4.1	水泵 1.6	≤2.5	1.3~2.5
阀前介质温度 (蒸汽)(℃)	≤350/ ≤480	≤350	水 20~60	材质 WC8 WC6	≤480	300~400	≤350/ ≤480	≤350
内(进汽)管直径(外) (mm)	/	φ38	/	/	φ50	φ48	φ60/φ 76	φ38
阀门: 压力等级(MPa)	见长吹灰器	(4)	(4)	见长吹灰器	见长吹灰器	见长吹灰器	铸碳钢 6.3 400℃ Cr-Mo 铸钢 6.3, 480℃	(4)
通 径 D _N (mm)	50	50	50	65	65	80	50, 65	50
密封面型式	浮动平面	双级平面	锥形调压	锥形	弹性平面	浮动平面	浮动平面 双级 浮动平面	双级平面
电动机: 功率(kW)	0.55	0.37	0.55	0.56-1 0.05-1	0.120	双速 0.37/ 0.12	1.1/ 0.55 0.75	0.75
数量	1	1	1	2	1	1	1/2	1

注: 1. 本表数据来自各厂样本和报价资料, 且相差年限较长, 仅供参考, 请向各制造厂直接索取正确数据。

2. SDF—上海电站辅机厂, 湖北—湖北锅炉辅机厂, 哈锅—哈尔滨锅炉厂, C. V. I 美国 COPES-VULCAN 公司, GMBH 工厂。

3. 炉膛吹灰器的吹灰管头部停用时退至炉外, 一般的炉膛烟气温均能适用, 回转式空气预热器吹灰器, 随吹灰

的主要性能数据

式吹灰器				固定回转式吹灰器				回转式空气预热器吹灰器(伸缩式)		
HG	T-30 MK I E MK I E MK I E	525 IK-545 555	LSB-64	G-1	G	D-5E	G9B	H4-1	T-20 TEH	IK-AH
哈锅	C. V. I.	DPSC/ DPH	BERGE -MANN	SDF	湖北	C. V. I	DPSC/ DPH	SDF	C. V. I	DPSC/ DPH
再热器、省煤器等受热面				对流受热面				回转式空气预热器		
	<1648		1200	<800	<800	<982	<1038	≤600		
链条	链条	双齿条	齿条	齿轮				链条	链条	齿条
边转边吹				旋转吹扫				前进-步进式 后退-直退式		边走边吹
360°	360°/ 或按需要	360°/ 或按需要	360°/ 或按需要	角度可变				/	/	/
2.5~10	~7.6 7.6~12.2 12.2~15.2	~7.6 7.6~13.7 13.7~17	0.5~13.5	管长<6				<2.7	<2.7	按需要
φ76 φ108	φ76. φ114.3 φ89 φ139.8	φ88.9 φ101.6 φ127	φ88.9 φ101.6	φ48 φ60 φ76	φ38×4 φ50×5 φ60×5 φ76×5	φ48 φ60.3	φ60	φ60/ φ76	φ60	φ76 φ89
	圆缩放形 圆长直孔形	圆缩放形								
	φ25.4 2×φ31.75 φ44.45	2×φ22 ~φ31.75	φ19, φ22.5 φ27, φ32	φ12	φ6	φ15.875	φ8, φ9	φ16	φ15.875	φ15.875
2×φ12	/	/	/	φ5		φ4.76		φ13	φ12.7	φ12.7
14°	15°	15°		14°	14°		13°	14°		15°
前后倾	根据需要	根据需要		垂直				垂直		
1.5	1.5~2.7	≈2.5	随口径, 压力变化	视受热面形状和结构				/	/	/
2000	1220~4390	889,1778, 2540,3558	1960 2420	/	/	/	/	1971	1981	50.8~ 203.2
20	4.5,13, 6.5,7.1,9.3 12,14.4	8.5,11.5 12.3,17.6, 25.7	24.5	1.2	0.8/ 1.2	1.33/2	2.5	/	/	/
				蒸汽/空气				蒸汽/空气		
1.2~ 1.5/	1.45~2.76 0.55~1.45	max7.5	1.2~ 2.4	0.7~1.8	0.78~1.96	0.5~1.1 0.5~0.8	0.7~1.1 0.5~0.8	1~1.5	max1.38 max1.24	max1.38 max1.24
	2~4.1	见阀门	见阀门	<2.5	≈3	2~4.1	1.72~4.1	<2.75	1.4~2.1	
≤320	过热≈40	见阀门	≤450	≤350/ ≤480	≤350	过热≈40	≤480	≤350/ ≤480	过热 135~150	
φ60	φ60/ φ95.25	φ60.3/ φ76	φ60.3	φ60 φ76	φ60	φ60.3		φ48	φ48	φ60
(4)	球铁 5.9 340℃ 铸造碳钢 5.65,426℃ Cr-Mo 铸 钢 5.2, 510℃	铸铁 1.72, 232℃ 铸造碳钢 4.5,482℃ Cr-Mo 铸 钢 6.55, 482℃	GS-22Mo4 6.4,10 15 Mo3 16	见长吹灰器	4	见长吹灰器	见长吹 灰器	见长吹 灰器	不带	见长吹 灰器
50	65	65	80	65	50	65	65	/	/	65
浮动平面	锥形	弹性平面	浮动平面	浮动平面	双级平面	锥形	弹性平面	/	/	弹性平面
0.8/0.37 1.1/0.55	0.45/0.45 0.75/0.56 1.12/1.12	1.1	1.5	0.25 0.37	0.12	0.093	0.120	0.55	0.448	0.12
各1	各1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

DPSC/DPH—美国戴蒙德动力专业公司/湖北—戴蒙德机械有限公司, BERGEMANN—德国 BERGEMANN

管材质变化,可适应通常的该部位烟气温度。