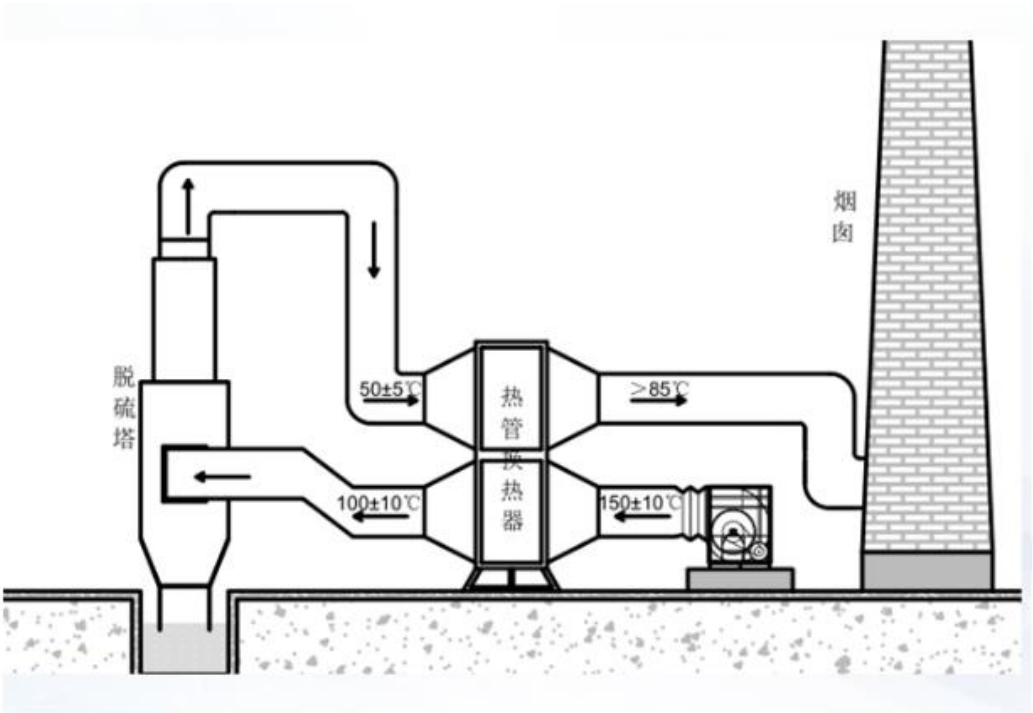
“白色烟羽”形成机理

湿法脱硫后的湿烟气，会携带部分水蒸气，饱和湿烟气从烟囱排出与温度较低的环境空气混合降温，其中水蒸汽过饱和凝结，对光线产生折射、散射，使烟羽呈现出白色或者灰色的“湿烟羽”(俗称“大白烟”)。白烟中往往都含有脱硫剂、副产品、三氧化硫，还有气溶胶，对环境形成的污染是很明显的。

热管式GGH简介

传统的 GGH 装置，多数存在污染物逃逸，从而导致 SO2 超标排放、换热片腐蚀、积灰结垢、烟气堵塞、阻力大、运行及维护费用高等系列问题，故障严重时甚至影响系统的正常运行，针对上述问题，研发了热管式 GGH 技术，采用热管换热原理，提升净烟气的温度，提高烟气排放的抬升高度，降低污染物的落地浓度，从而消除白烟现象。

热管式GGH工作原理



1、在原烟道上安装整体式热管 GGH 换热器吸收原烟气热量，通过降低原烟道的温度吸收热能。进口烟气温度降低 40℃，即将 160℃脱硫塔进口烟气降至 120℃。大大减少了脱硫塔内的水汽蒸发热，初步从源头上减少水汽的生成量，由于原脱硫系统的吸收反应跟烟气的温度有关系，温度越低对脱硫的吸收效率越有利，即降温的同时能够提升了脱硫塔的反应效率。

2、通过脱硫、除雾、除尘冷凝出来的烟气，温度降至 50℃，此时的烟气通常是饱和湿烟气，需要整体式热管 GGH 换热器再次加热升温到 85℃以上，转变为蒸汽，蒸汽在压差的作用下上升至放热段；受管外净烟气的冷却作用，蒸汽冷凝并向外放出汽化潜热，净烟气获得热量，冷凝液依靠重力回到受热段,如此周而复始，原烟气热量便传给净烟气，使净烟气得到加热，达到烟气脱白的效果。

热管式GGH布置形式

热管式低温烟气再热是脱硫烟气加热众多方式中的一种,热管式GGH可以有多种布置形式.

（1）立式热管 GGH,原烟气、净烟气分别在换热器的下部烟道和上部烟道,采用逆流布置,实现冷、热流体的热交换。

（2）斜置式热管 GGH，原烟气、净烟气分别在换热器的左下部烟道和右上部烟道，采用逆流布置，实现冷、热流体的热交换。这里，热管采取倾斜放置，这种布置形式更有利于清灰处理。

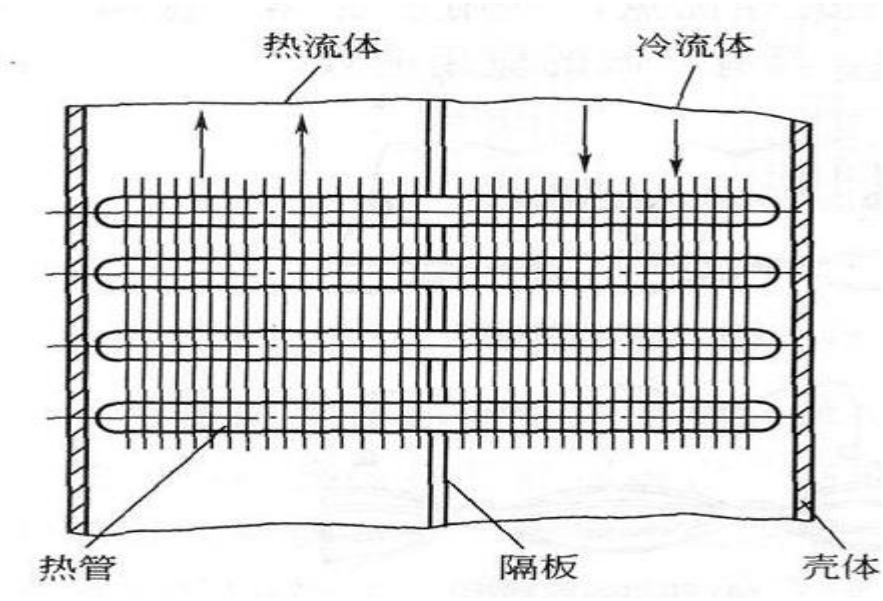
立式热管

斜置式热管

热管换热器结构特点

(1) 中间管板的密封

热管式 GGH 中中孔板是分隔原烟气与净烟气的隔板，不使原烟气与净烟气串流， 其密封性要求较高。设计时采用密封圈和锥面线密封对原烟气与净烟气加以双重密封，确保密封的可靠性。 为了确保热管在运行中热膨胀及振动引起的密封破坏，保证中孔板的严格密封，在每根热管的顶部（或底部）用弹簧对热管进行压紧（或拉紧），确保万无一失。



(2）热管的热膨胀

热管式 GGH 中每根热管只有一个固定点，该固定点在中孔板处，其两端均可自由膨胀，因此热管的膨胀不会对换热器产生危害。

热管换热器优势

（1）热管换热设备较常规换热设备更安全、可靠，可长期连续运行。常规换热设备一般都是间壁换热，冷、热流体分别在器壁的两侧流过，如管壁或器壁有泄漏，则将造成停产损失。由热管组成的换热设备，是二次间壁换热，即热流体要通过热管的蒸发段和冷凝段管壁才能传到冷流体，而热管一般不可能在蒸发段和冷凝段同时破坏，所以大大增强了设备运行的可靠性；

（2）传热效率高，热管的冷、热侧均可根据需要采用缠绕翅片来增加传热面积；

（3）有效地避免冷、热流体的串流，每根热管都是相对独立的密闭单元，冷、热流体均在管外流动，并由中间密封结构将冷、热流体完全隔开；

（4）有效的防止露点腐蚀，通过调整热管根数或调整热管冷热侧的传热面积比，使热管壁温提高到露点温度以上；

（5）有效的防止积灰，换热器设计时能够采用变截面形式，保证流体通过热管换热器时等流速流动，达到自清灰的目的；

（6）无任何转动部件，没有附加动力消耗，不需要经常更换元件，即使有部分元件损坏，也不影响正常生产；

（7）单根热管的损坏不影响其它的热管，同时对整体换热效果的影响也可忽略不记。

管排布置与清灰方式

（1）考虑到整个脱硫系统中烟气的含尘量较高，在设备中，为提高传热效率，热管仍采用错排形式，但管外缠绕的翅片采用了大螺距、低翅高形式。为考虑清灰，设备内按一定间距布置了若干组吹灰管束。同时，在换热器的冷、热流体通道中每隔 4-6 排管排就留出人行通道，必要时可采取人工进入彻底清灰，也利于设备的内部维护。 设备底部和中部

均留有排污口和排液口，方便清灰处理和及时排污。

（2）选择合适的烟气流动速度，达到自清灰性能。一般说来，能使热管具有自清灰性能的风速范围是 8-12 m/s，热管式 GGH 中，在满足烟气阻力降的要求下，烟气流速控制在 9-10 m/s 之间,说明该设备在正常运行时,能达到自清灰的作用。

热管换热器防腐处理

(1) 选用合适的管材

换热器中热管元件采用耐腐蚀 ND 钢管。目前，ND 钢管是专门用于耐硫酸低温露点腐蚀的材料，可以降低腐蚀速率，延长使用时间。

(2) 搪瓷防腐

在热管的外表面采用烧镀搪瓷或陶瓷的技术来防止其低温露点的腐蚀。

搪瓷传热元件是在普通碳钢（翅片管）外涂一层耐酸搪瓷。由于搪瓷层很薄，一般厚度为 0.2mm，与碳钢结合紧密，对传热效果影响很小，搪瓷管的传热系数≥48.38W/（m2℃），与碳钢管相比，相对降低率小于 7.14%；且搪瓷表面光滑，不易结垢和积灰，又耐磨损、抗腐蚀；投资费用较选用耐酸不锈钢有明显的降低。

(3) 壳体的防腐处理

在换热器壳体内，原烟气、净烟气通道均采取措施，可以采用内衬鳞片衬里。该技术目前已成为烟气脱硫防腐的首选技术，在美国和日本普遍使用，我国现运行的引进装置中均采用此技术。鳞片衬里具有抗渗性好，施工难度小，易修补，物理失效少等优点。

服务承诺

1、提供专业解决方案，按要求完成工程任务，保质保量保效率；

2、经本公司设计的烟气换热装置，烟气排放保证达到地方和国家标准要求；

3、安装调试期间，负责培训技术人员。包括日常操作管理、设备故障检修等；

4、定期回访，了解设备运行情况，听取客户反馈意见，做好工程技术咨询工作。