

# 首钢高炉煤气燃气—蒸汽循环锅炉内螺纹换热管的传热特性

于彬彬

首钢矿业公司 河北 迁安 064404

**【摘要】**钢铁企业在炼铁过程中,要产生大量的副产品——高炉煤气,高效回收利用高炉煤气将有利于节能降耗,减少环境污染。首钢迁钢建造的一套机组额定负荷154MW,燃料量为27.71万m<sup>3</sup>/h,其中高炉煤气量为24.92万m<sup>3</sup>/h,焦炉煤气量为2.79万m<sup>3</sup>/h。CCPP机组年发电量10.5亿kwh,循环机组应用为高炉煤气的高效利用,节能降耗和解决环保问题做出了贡献。本文针对首钢余热锅炉的换热模块广泛采用内螺纹管,来防止或推迟传热恶化的发生,阐述了内螺纹管的传热机理,并对国内的内螺纹管在燃气锅炉传热性能进行综述。

**【关键词】**传热 内螺纹管 水冷壁 热管

中图分类号:TU833+.12 文献标识码:B 文章编号:1009-4067(2012)08-85-01

## 1. 螺纹管的介绍

螺纹管换热器,是一种强化传热的高效换热器,其结构与浮头式换热器、固定管板式换热器和U型管式换热器基本相同,所不同的是管束中的管由以扩展表面强化传热的螺纹管所替代,可与折流杆、外导流筒、新结构高效换热器组合,是目前强化传热用量最大,推广较好,使用场合多的强化传热元件,属于成熟技术。

### 1.1 螺纹管的优点

螺纹管换热器优点为:1总传热系数可提高30%以上;

2具有良好的抗腐蚀性;

3具有良好的抗垢性能;

4强化冷凝效果显著;

5特别适用于重油系统传热;

6适合于各种无相变传热。

## 2. 水冷壁内螺纹管传热特性分析

水冷壁是锅炉的主要蒸发受热面。水冷壁由许多并列上升管组成,紧贴炉墙形成炉墙四周内壁或布置在炉膛中部。

### 2.1 水冷壁的作用

(1)吸收炉膛中的高温火焰和烟气的辐射热量,将水本分变成饱和蒸汽

(2)使炉墙温度大大下降,因而炉墙结构简化,减轻炉墙的重量。

(3)降低炉墙附近和炉膛出口处烟气温度,防止或减少炉膛结渣。

### 2.2 内螺纹管传热特性分析

由于内螺纹管的内壁具有螺旋形槽道,内壁面处流体的旋转运动阻止了壁面上形成的

连续汽膜,即使形成汽膜也会使其受到扰动而减少热阻;由于气流的旋转使水滴落到到壁面上,形成被润湿的水膜,使临界含汽率增大;内螺纹管增大了表面积越百分之二十五左右,是单位表面积的热负荷下降。

影响两相流传热的主要参数包括热负荷、质量流速、管子直径和管子内表面的粗糙度及流动介质压力和含汽量,根据这些参数出现的组合,可区分为两种流动状态,分别与两类传热恶化相对应。第一类是在欠热区域或低干度区发生的膜态沸腾,此时由于热负荷很高,管周产生的蒸汽来不及汇入主汽流而在管周形成蒸汽膜,致使传热系数大幅度下降而导致壁温飞升。第二类是发生在较高蒸汽干度区的液膜干涸现象,此时管壁四周的液膜被主汽流撕破或被蒸干,将管壁直接暴露于蒸汽中,引起显著的壁温飞升。

两种流动状态对于光管和内螺纹管都是适用的。介质在内螺纹管内流动传热和得以强化的主要原因是:管壁上螺纹沟槽破坏

了管壁上液膜边界层,使内表面积增加,迫使流体旋转,将液体抛向管壁,使管壁得到良好冷却。经研究发现内螺纹管内的两相流在低得多的含汽率条件下,便进入环状流,环状流是内螺纹管的主要流型。美国Babcock & Wilcox公司的George B. Waston等人试验了光管及内螺纹管在垂直及倾斜状态下的临界热负荷(实验参数为:压力P=19MPa,质量流速G=200~1800kg/(m<sup>2</sup>·s),热负荷Q=200~1200(kW/m<sup>2</sup>)。试验发现由于内螺纹管中流体的旋流作用,大大提高了CHP发生的热负荷及蒸汽干度。认为对于一定的工况组合,存在一个临界质量流速,在高于此临界质量流速的情况下,质量流速和倾角对传热的影响是微弱的。对于不同结构参数的管,评价其传热性能的程度由Na决定。Na等于加速力与重力的比值,Na数越大,效果越好。

根据燃气蒸汽循环机组的实际运行参数,其实际内螺纹管的内径d=60mm,外径D=65,综合以上文献可得出结论该内螺纹管得传热性能没有达到最佳状态,造成热量未能完全利用,削弱了传递效果。可适当的调整内螺纹管得管径及斜度,增大Na系数,从而增强传热。

为了更好的利益尾部烟气热量,提高热能的利用率,从而将高温尾部烟气通过管道输送到邻近的余热锅炉,用来加热给水,提高给水温度,节约能源,降低成本。

## 3. 热管及其在电厂的应用

热管是一种新型传热元件,并应用广泛,近十几年热管更广泛的用于电厂的应用和推广。工作原理:热管由密闭的壳体和特定的液体组成。先将密闭的管内抽成负压,然后充入少量的液体。管的内壁上贴有吸液芯。吸液芯内充满工作液体。在热管的一端加热后,吸液芯中的液体因吸收外界热量而蒸发蒸汽在微小的压差下流向另一端,并向外界放出热量凝结也液体。

### 3.1 热管的物性

具有极好的导热性,良好的均温性,热流方向的可逆性,热流密度的可变性以及具有较强的适应性。

因此热管常用来制成热管余热锅炉,利用烟气活其他气体的余热来产生蒸汽或加热给水,达到节能目的,这在首钢的很多自备电站得以实施推广,大大提高了能源的利用率,同时也减少了有害气体的排放,充分利用了能量资源,为企业创造客观的效益。

### 参考文献

[1]周菊华等合编,《电厂锅炉》2005.03.

[2]张天孙主编,《传热学》2008.06.

[3]许进良等,内螺纹管水冷壁传热及阻力特性研究,1993年6期.