

实用新型除尘装置—环栅式动力除尘器

李伟顺¹, 吕佳², 王林¹, 夏军宏¹

(1. 哈尔滨·第七〇三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036; 2. 哈尔滨理工大学, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 实用新型除尘装置—环栅式动力除尘器采用了先进的气动造型和流体计算技术, 其工作原理类似于传统的百叶窗除尘器, 但是其除尘效率远高于百叶窗除尘器。该除尘器具备机械式除尘器结构简单、造价低和维护方便的优点, 而且还有运行阻力低, 占地面积小, 抗腐蚀、耐高温、无二次污染, 安装方式灵活多样的特点, 可广泛地应用在水泥、电力、冶金、化工、粮食、烟草加工以及木材加工等领域。

关键词: 除尘器; 环栅; 新型

中图分类号: X701.2 文献标识码: B

1 概述

工业除尘器的发展已有一百多年的历史, 早期除尘器主要用于回收物料, 因而除尘效率不高或中等。20世纪60年代以来, 环境保护的要求日益严格, 各国都制定了粉尘排放标准, 从而促进了除尘设备的发展。

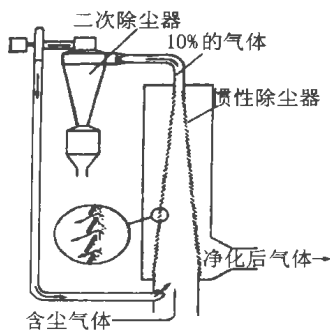


图1 百叶式惯性除尘器

目前工业上使用的除尘器基本分为四大类: (1)机械除尘器, 如重力沉降室、惯性除尘器和旋风除尘器等; (2)过滤式除尘器, 如袋式除尘器和颗粒层除尘器等; (3)湿式除尘器, 如低能湿式除尘器和高能文氏管除尘器等; (4)电除尘器。表1给出了这四大类除尘器的性能比较。

通过对传统的惯性除尘器进行分析研究发现: 惯性除尘器主要是依靠含尘气流在运动方向突然改

变时, 粉尘粒子由于惯性不能随气流转向而继续按照原来方向运动, 碰撞到挡板后而被收集下来或直接落入灰斗中。如图1所示的百叶式除尘器, 即为一种典型的惯性除尘器。

由于受当时设计条件的限制, 这种传统的百叶式惯性除尘器效率仅为73%~85%, 而且运行阻力大、能耗高、磨损严重, 因此并未得到有效的推广应用。

笔者运用现代计算流体力学技术和先进的流体计算软件, 结合燃气轮机叶片气动设计和造型技术的丰富经验, 在传统的惯性除尘器的基础上, 经过充分的两相流理论研究和计算, 开发出了“环栅式动力除尘器”, 并且建立了除尘试验台(如图2所示), 应用了多种先进的测量手段。

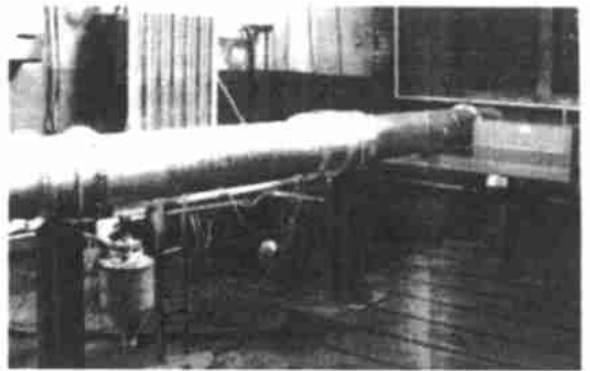


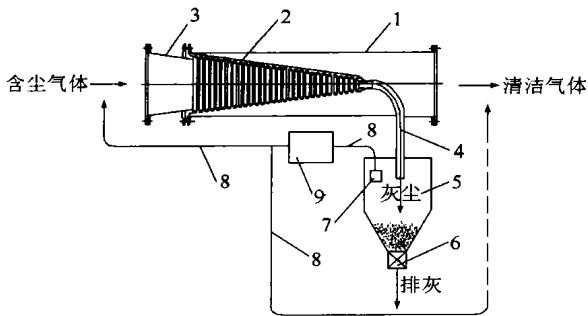
图2 环栅式动力除尘器试验台

环栅式动力除尘器既有机械式除尘器结构简单、造价低和维护方便的优点, 又有运行阻力低、占地面积小、安装方式灵活多样特点, 取得了非常好的除尘效果。

表1 各类除尘器的性能比较

	主要形式	分离粒径/ μm	运行阻力/ Pa	除尘效率/%	特点
机械除尘器	重力除尘器、惯性除尘器、旋风除尘器	> 10	500~2 500	< 85	结构简单、造价低、维护方便; 易磨损、效率低
过滤除尘器	袋式除尘器、颗粒除尘器	> 0.1	500~2 000	~99	效率高、阻力大、运行费用高、常更换滤袋
湿式除尘器	低能湿式除尘器、文氏管除尘器	> 1	300~5 000(湿式)	~92	效率高、占地面积大、能耗高、产生二次污水
电除尘器		0.1~20	50~200	~99	效率高、能耗低、耗钢材多、占地面积大

2 环栅式动力除尘器的基本结构和 工作原理



1—外壳; 2—环栅; 3—进口以锥; 4—排尘管; 5—集尘装置;
6—排灰阀; 7—引风过滤器; 8—引风管; 9—引风装置
图3 环栅式动力除尘器结构及外部系统图

图3为环栅式动力除尘器结构及外部管路和设备图。

环栅式动力除尘器本体包括一个圆筒形外壳、内部锥形环栅和排尘管,环栅依据空气动力学原理设计而成,沿气流方向,环的直径按渐缩规则排列,从而形成一定的锥度,环与环之间保持一定的间隙,以保证气体通过。利用现代流体力学计算方法结合叶片造型技术,将环的型线设计成特定的叶型形状可以提高灰尘分离效率,同时减小气动阻力,降低运行能耗。除尘器的外部管路和设备有集尘装置、引风装置、引风过滤器、引风管。

环栅式动力除尘器的分离机理是利用气流方向改变时粉尘粒子所受到的惯性力。当含尘气体以一定的速度进入除尘器入口,在环栅处,灰尘颗粒在气动力、惯性力及与环栅碰撞力的综合作用下,无法通过环栅间隙,返回到中心气流中,在空气动力的作用下,沿着环栅内壁向环栅锥顶运动,最终随一定量的气体经过排尘管进入集尘装置中。而空气在环栅内外压差的作用下,通过环与环的间隙流向外侧,由壳体出口排出,从而实现除尘的目的。

3 装置特点

3.1 除尘效率高

由于采用先进的气动造型和流体计算技术,环栅式动力除尘器具有很高的除尘效率,随着灰尘的粒度、密度的不同,除尘效率可达99%以上。经过

实际应用检测表明:采用2级串联时,对卷烟厂中卷烟机所产生的尘屑的除尘效率为99.2%;采用单级时除尘效率也可达96.7%;三级串联时粉煤灰(50% @5.3 μ m)的除尘效率为99.05%。

3.2 体积小,运行阻力低

以CRM-250A型环栅式动力除尘器为例,其直径为250 mm,长度为1560 mm,处理风量3500 m³/h时,其运行阻力仅为950 Pa。与旋风式除尘器CLT/A-5.5型相比,在达到同样处理风量,其圆筒外壳直径为600 mm,运行阻力达到1340 Pa。

3.3 运行、维护费用低

由于没有活动部件或过滤器,环栅式动力除尘器运行成本远低于滤袋式除尘器、静电除尘器及湿式洗涤过滤器。

3.4 材料性能好

可以根据使用场合的不同,选择耐高温材料制造,以满足高温运行的要求。同时,除尘器内环栅采用了硬化处理工艺,提高了除尘器的耐磨性和使用寿命,使其运行更加安全可靠。

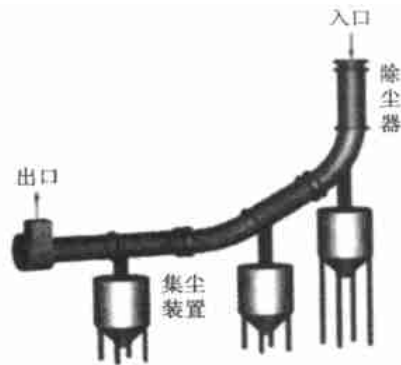


图4 环栅式动力除尘器串联布置示意图

此外,该产品还具有安装方便、抗静电、无二次污染等特点。

此外,该产品还具有安装方便、抗静电、无二次污染等特点。

4 布置方式

环栅式动力除尘器采用模块化结构设计,布置方式灵活多样,可以串联或并联组合,采用串联方式,对于环栅式动力除尘器进行布置可以进一步提高除尘效率,采用并联方式可以满足不同流量需求。环栅式动力除尘器可以水平、垂直或倾斜安装(见图4),由于所需空间小,使之成为在狭小空间内高效除尘的最佳选择。

5 应用

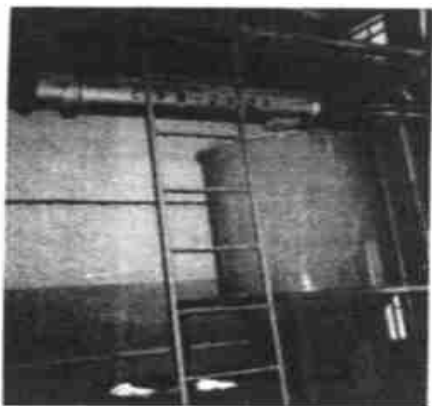


图 5 CRM-250A 环栅式动力除尘器在内蒙古乌兰浩特卷烟厂的应用实例

环栅式动力除尘器可广泛地应用于锅炉、烟草、水泥、电力、冶金、化工、粮食及木材加工等领域的除尘和物料回收。目前,环栅式动力除尘器已在烟厂和锅炉除尘方面

得到应用,并取得较好的除尘效果。例如:对乌兰

浩特卷烟厂卷接包车间 4 台/套 MK9-5 卷接机组除尘系统改造工程,采用了单级 CRM-250A 型环栅式动力除尘器(见图 5),除尘风量为 $2\ 800\ \text{m}^3/\text{h}$,压损为 710 Pa,除尘效率可达到 97%,满足了用户要求,并已经开始广泛地推广应用。

参考文献:

- [1] 刘长和. 船用增压锅炉技术的新进展[J]. 热能动力工程, 1999 14(4): 241-245
- [2] 谭天佑, 梁凤珍. 工业通风除尘技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.
- [3] 化工部热工设计技术中心站. 热能工程设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.
- [4] 林明清. 通风除尘[M]. 北京: 化学工业出版社, 1982

(辉 编辑)

(上接第 419 页)

的压差迅速增大,远远超过隔板装置设计的强度极限,首先在最薄弱处造成隔板变形。隔板装置的作用是作为阻隔蒸汽沿规定的流程流动,因此实际设计中不能作为受压元件考虑。作为结构件,该隔板装置仅能承受 0.3 MPa 的压差。由于运行操作不当而造成的 3 MPa 压差,显然是隔板装置无法承受的。

该锅炉过热器管子材质基本符合 GB/T5310 的要求,导致管子爆管的原因是其主锅炉启动过程中,因过热蒸汽出口截止阀开启速度过快,开启时阀门前后压差过大,导致过热器集箱内部隔板装置承受的压差过大而产生变形,蒸汽在集箱内短路,使流经过热器管束的蒸汽量大大减少,管壁温度急剧上升,最终导致管束材料发生蠕变胀粗,从而造成爆管。

5 防止爆管措施

从前面的讨论分析可知,如何防止隔板装置变形,是解决过热器爆管的关键所在。为此,从以下两个方面进行改造调整:

(1) 过热器集箱隔板装置设计时虽然不作为受压件考虑,但作为结构件其在承受压力冲击方面的安全系数偏小。原设计隔板装置可承受 0.3 MPa 的压力,可满足正常工作时承受每个流程最大为 0.1 MPa 流动阻力的压力条件,但若满足某些突发或不规范操作所带来的不利影响,却略显不足。为此,对隔板装置的材料、结构重新进行了调整和加强,使

得隔板装置的承压能力提高到 0.5 MPa,增大了安全系数。

(2) 进一步明确锅炉运行操作规程,同时为确保运行人员的操作满足规程要求,在过热蒸汽出口截止阀前后增设一条通径为 DN25 的平衡管路,当过热器压力超过蒸汽母管压力 0.5~1 MPa 时,接通平衡管路,以提高过热蒸汽阀门的背压,确保阀门开启时其前后压差不超过 1 MPa,减小了阀门的快速开启对隔板装置造成的压力冲击,从而保证了过热器安全可靠工作。

6 结束语

该船主锅炉按上述措施改造后,至今已运行了数千小时,并曾一次连续运行上千小时无任何故障。几次对过热器集箱内部隔板装置进行检查,未发现任何变形迹象。以上说明,导致过热器管束爆管的因素已彻底消除。

参考文献:

- [1] 潘家楨. 压力容器材料实用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [2] GB/T5310-1995. 高压锅炉用无缝钢管[S].
- [3] 宋贵良. 锅炉计算手册[M]. 辽宁: 辽宁科学技术出版社, 1999.

(辉 编辑)

某船主锅炉过热器管束爆管原因分析及解决措施 = **An Analysis of the Causes of Tube Explosion in the Superheater Tube Bank of a Marine Main Boiler and the Measures Taken for Resolving the Problem** [刊, 汉] / SHEN Zhi-gang, LI Yan-jun, MA Yun-xiang, et al (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(4): 418 ~ 419, 422

In connection with the tube explosion occurring in the superheater tube bank of a marine main boiler tests were conducted with respect to the material used for the tube bank, the superheater construction and system operating mode, etc. followed by relevant calculations, a discussion and analysis of the test results. The cause of the tube explosion has thus been identified as follows: an improper operation and manipulation had caused the deformation of the partition plate of a superheater header when it was suddenly subjected to an excessively high pressure difference, eventually leading to a steam short circuit-sparked tube explosion. In view of the above situation relevant measures were proposed to eliminate the causes leading to the tube explosion. **Key words:** superheater, tube explosion, partition plate device, deformation

实用新型除尘装置——环栅式动力除尘器 = **A Novel and Functional Dust-removal Device of the Ring-grid and Dynamic Type** [刊, 汉] / LI Wei-shun, LU Jia, WANG Lin, et al (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(4): 420 ~ 422

A novel and functional dust-removal device of the ring-grid and dynamic type has been made by adopting an advanced aerodynamic profile and by using fluid calculation techniques. Its operating principle is similar to that of a traditional louver-type dust removal device, but its dust removal efficiency is considerably higher. Moreover, the device under discussion features a variety of merits, such as a simple construction specific to a mechanical dust removal device, low fabrication cost and ease of maintenance. Other advantages include a low operating resistance, a small space occupied, corrosion and high-temperature resistant properties, the absence of secondary pollution and a unique flexibility in the selection of installation modes. It can be widely employed in various engineering sectors, such as cement making, electric power generation, metallurgical and chemical enterprises, food and tobacco processing and lumber processing, etc. **Key words:** dust removal device, ring-grid type

汽轮机旁路与引进型过热器(5 % BMCR)小旁路的特点比较 = **Comparison of a Steam Turbine Bypass with the Small Bypass of a Foreign-made Superheater** [刊, 汉] / YU Ze-zhong, LI Dong-mei, LI Rui (Harbin Boiler works Co. Ltd., Harbin, China, Post Code: 150046) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(4): 423 ~ 425, 430

耒阳电厂 200 MW 汽轮机滑负荷原因分析及调速系统改造 = **An Analysis of the Causes Leading to a Sliding Load of the 200 MW Steam Turbine at Leiyang Power Plant** [刊, 汉] / YANG Ji-ming, et al (Changsha electric Power Institute, Changsha, China, Post Code: 410077) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(4): 426 ~ 428

Through the usage analysis of a speed governing system identified were the causes leading to the sliding load and load jump phenomenon discovered in the mechanical/hydraulic speed governing system of a 200 MW steam turbine, which used a high-speed elastic governor as sensing elements. The implementation of a technical modification scheme has eliminated the sliding load and load jump phenomenon of the speed governing system. **Key words:** steam turbine, speed governing system, sliding load, coupling

600 MW 机组离心式引风机故障分析与处理 = **Failure Analysis of the Centrifugal Induced-draft Fan of a 600 MW Power Plant** [刊, 汉] / ZHOU Kui-ying, JIANG Cun-tao, FU Zhi-fang (Pingwei Power Generation Co. Ltd., Huainan, China, Post Code: 232089) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2002, 17(4): 429 ~ 430