

## 高温烟气余热回收技术让天空更蓝

冶金、化工、建材等高能耗高排放工业中高温烟气余热如何处置，是影响全球节能减排的重要因素。目前我国工业烟气余热回收率仅为29%，比国际平均水平低15%—20%。在这差距之中，相关技术的缺乏成了“拦路虎”。

2016年以来，由重庆大学、北京科技大学、中国科学院过程工程研究所等十家科研院校和企业组成了“工业含尘废气余热回收技术”项目组进行攻关，通过技术创新，掌握了“工业含尘废气余热回收技术”，在陶瓷膜过滤管上打破了国外的垄断，部分技术实现国内外首创，这让我国工业高温含尘烟气净化的应用成为可能。

### 高温烟气余热回收是技术难题

据统计，冶金，建材，化工三者能耗占全球总能耗的70%，其中烟气余热占总余能的35%。

要回收工业高温工业烟气余热并不容易。“高温工业烟气温度高达800—1200℃，具有成分复杂、含尘量高、腐蚀性强、工况变化大等特点。”重庆大学能源与动力工程学院院长、低品位能源利用技术及系统教育部重点实验室主任、项目负责人廖强教授说，这些烟气中存在非凝结性和易凝结性成分，使得烟气余热回收和净化装置存在滤料堵塞、再生困难、换热面积灰、磨损、腐蚀及余热回收和净化效率低等瓶颈问题，这在国内外都是一个技术难题。

在国外该技术属于高端技术，主要用于清洁能源领域。而引进到国内，不仅价格昂贵，而且存在禁运的风险。

### 技术攻关突破难点打破国外垄断

为此，“工业含尘废气余热回收技术”项目组对此进行了科研攻关。

“我们根据烟气性质进行分类，分为含凝结性尘粒烟气，高温高含尘烟气，含低浓度亚微米级尘粒烟气三种。”廖强介绍，研究团队再分别针对三种烟气不同的特点分别采用陶瓷球移动床过滤技术、蜂巢体和三维肋管技术以及陶瓷滤膜技术对烟气进行净化和余热回收。同时也可以将三种技术有机结合，应对不同工业复杂背景条件下高温含尘烟气的净化及余热回收问题。

其中，采用陶瓷球移动床过滤技术处理含凝结性尘粒的高温烟气，及采用蜂巢体和三维肋管相结合的换热与净化一体化技术处理高温高含尘（尘粒浓度>2000mg/Nm<sup>3</sup>）属于国内外首创。

同时，低浓度亚微米尘烟气的净化与回收难度也非常大。因为烟气中很多粒径小于1微米，分离难，活性高，高温条件下容易附着，要把它在高温中分离出去犹如“火中取碳”。

“国际上采用的方式是陶瓷膜过滤管，不过国内陶瓷膜过滤管生产工艺基础薄弱，生产成本高、寿命短，导致运行成本高昂，难以推广；稳定性和循环再生水平达不到产业化需求，特别是氧化气氛的最高使用温度只有700℃左右，制约了其应用范围。”廖强说，他们通过反复试验，最终研发出多孔陶瓷膜过滤管，能够承受1000℃以上温度，超过了国外碳化硅陶瓷膜过滤罐耐高温最多750℃的水平，而售价仅为国外的1/6。

同时，他们还开发了高温烟尘粒子高压预荷电陶瓷膜除尘净化技术。可以提高含尘气体的除尘效率，显著降低陶瓷膜过滤管的阻力，大大延长再生周期和陶瓷膜过滤管的使用寿命。

“这一难点的突破及推广应用将显著减少污染物的排放。”廖强解释，陶瓷膜过滤管净化后的烟气是超低排放，一般小于5mg/m<sup>3</sup>，大大低于国家标准，可大幅度减少工业PM<sub>2.5</sub>的一次排放，降低工业对环境的压力。

### 余热回收率可达7成 产业推广潜力大

该项目已设计建成了世界首套高温高含尘烟气净化和换热一体化综合试验平台，中试结果显示，该装置能够实现余热回收率70%以上，净化效率99%以上。

目前，该项目共申请专利32项，国际专利2项，项目组与重庆商顺换热设备有限公司、山东京博石化等11家公司进行技术合作，相关技术已经在溢达自备电厂、大唐贵州发耳发电有限公司、重庆松藻电力有限公司等地方投用。

“使用这种高效的换热设备，可以把烟气中的热量进行深度回收，以降低能源消耗。”廖强教授介绍，回收的能源可用于发电、预热燃烧用的燃气或空气、取暖、原材料的干燥等。也可用于钢厂自用热蒸汽、热水或接入市政供热管网。若推广实施本项目各类烟气净化与余热回收技术，预期可以达到70%的余热回收效率，效益显著。

下一步，项目组将进行装置的大型化技术研究，可靠性评估以及陶瓷膜过滤管的再生延寿技术研究，同时在冶金、建材、化工等行业进行推广。（记者 雍黎）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/142151.html>