

管束式气动旋流除尘除雾器在转炉一次除尘超低排放改造中的应用

晋华东 张建帅 于菲

航天环境工程有限公司 天津 300450

【摘要】介绍了管束式气动旋流除尘除雾器基本原理及其在某钢铁企业转炉一次除尘超低排放改造中的应用,为转炉炼钢一次烟气超低排放改造提供了有效的技术手段。

【关键词】转炉一次除尘; 放散烟气; 超低排放; 管束式气动旋流除尘除雾器

钢铁行业是我国大气污染的重要来源,转炉炼钢是炼钢技术中是比较常见的工艺之一。由于在其过程中会产生大量气体和粉尘,故转炉除尘工艺是减少炼钢过程中排放烟气的必要措施。现有转炉一次除尘技术主要分为两大类,湿法 OG 除尘和干法 LT 除尘^[1]。2019年4月底,生态环境部会同五部委联合印发了《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》,对钢铁行业的超低排放提出了明确要求。目前,国内大多数钢厂的转炉一次除尘都很难符合现行超低排放标准,需要进一步改造。针对转炉一次除尘超低排放改造的技术,目前主要有湿式电除尘器^{[2][3]}和布袋除尘器^[4]等技术,但由于存在湿式电除尘器运行能耗高,布袋除尘器存在烧袋、糊袋的风险等问题^[5],亟需针对转炉一次除尘超低排放改造要求开发一种新的技术。管束式气动旋流除尘除雾器作为一种自主技术,已经在电力行业脱硫除尘的超低改造中得到广泛应用^{[6][7]},因此,将其应用于转炉一次除尘超低排放改造领域是一种积极的尝试。

1 管束式气动旋流除尘除雾器简介

1.1 管束式气动旋流除尘除雾器原理

管束式气动旋流除尘除雾器由气动旋流器、导流筒、安装座和冲洗水管等组成。其工作原理是:经过饱和和喷淋后的烟气含有大量的含尘雾滴,当这部分净烟气进入多级气动旋流除雾器,多级气动旋流除雾器筒内加设的旋流器使烟气在气旋筒内旋转起来,在旋流器上方形成气液两相的剧烈旋转及扰动,从而使得净烟气中的细小液滴、细微粉尘颗粒、气溶胶等微小颗粒物互相碰撞团聚凝聚成大液滴,再在气动旋流器结构作用下,使脱硫净烟气向外离心运动,聚合形成的大液滴与导流筒壁碰撞,并被导流筒壁液膜捕获吸收,经过冲洗水的定期冲

洗实现高效除雾除尘。

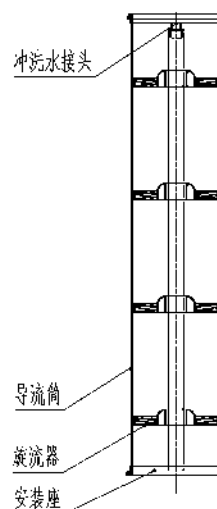


图 1 管束式气动旋流除尘除雾器结构示意图

1.2 技术特点

(1) 除尘除雾效果良好

除雾器除雾效率与除雾器的极限分离粒径有关,随颗粒粒径的增大,管束式气动旋流除尘除雾器除雾效率增加^[8],所有大于极限分离粒径的粉尘或雾滴全部被除雾器捕集。极限粒径的大小可直接影响除雾器出口液滴浓度,进而影响除尘塔出口含尘量。每一级旋流器对不同粒径液滴的捕集效率详见表 1:

表 1 旋流器对不同粒径液滴的去除效率

旋流器级数	去除效率 %		
	1um 液滴	5um 液滴	10um 液滴
第一级	53.17	60.81	84.21
第二级	65.87	78.68	96.14
第三级	75.36	89.76	99.13
第四级	83.17	94.2	100

在气旋过程中,粉尘与液滴碰撞聚集,并随着液滴一起被除雾器捕集,在入口尘浓度不超过 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 时,出口尘含量可达到 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下^[9],满足超低排放标准。

(2) 运行成本低

管束式气动旋流除尘除雾器本身不耗能,仅配套循环水喷淋需要增加少量能耗,相比湿式电除尘器等技术,具有运行成本低,维护简单等优点。

2 项目应用

2.1 项目概况

某钢铁厂 ESP 制造部 4#、5#、6# 脱碳炉采用 LT 干法除尘技术。主要流程为:转炉在冶炼过程中产生的高温烟气约 1500°C 经汽化冷却烟道冷却,温度降至约 900°C ,然后,通过蒸发冷却器冷却,烟气温度降至约 220°C ,降温的同时对烟气进行了调质处理,使烟气粉尘的比电阻更有利于电除尘器的捕集。调质后的烟气进入圆筒型电除尘器,进入电除尘器的烟气温度约在 180°C 。经电除尘器净化后,烟气含尘量约为 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。煤气切换站由两个液动杯阀所组成。当烟气符合回收条件时,回收杯阀打开,放散杯阀关闭,此时烟气进入煤气冷却器,经喷淋冷却将温度由 170°C 降至 70°C 以下进入煤气柜。当烟气不符合回收条件时,放散杯阀打开,回收杯阀关闭,此时烟气由放散烟囱放散。

2.2 改造路线

由于放散侧烟气排放粉尘浓度浓度约为 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$,不满足现有的环保要求。为响应国家环保政策,满足日趋严格的环保排放标准,对现有设备进行超低排放改造。受场地及改造工期限制,本次改造在现有转换站和放散烟囱之间建设除尘塔系统,除尘塔内设有喷淋层和管束式气动旋流除尘除雾器等装置,对烟气进一步除尘之后再经放散烟囱放散,保证烟囱出口粉尘浓度满足超低排放标准要求。改造工艺流程见图 2。

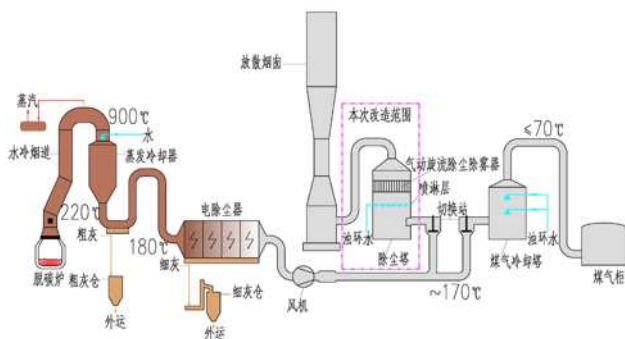


图 2 转炉除尘超低改造工艺图

2.3 主要设计参数

本项目设计烟气流速 $280000\text{Nm}^3/\text{h}$,入口粉尘浓度按不超过 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$,出口粉尘浓度不超过 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$,入口工况温度 180°C 。本次新建的除尘塔设计空塔流速 $3.5\text{m}/\text{s}$,塔径 6.5m ,塔高 23.65m 。塔内设计一层喷淋,喷淋循环量 $500\text{m}^3/\text{h}$ 。在喷淋层上方设置管束式气动旋流除尘除雾器,除雾器总共 174 根,每根直径 400mm ,高度 3.2m 。在除尘塔入口设置事故喷淋,对事故工况(如一次除尘泄爆时)下的烟气进行预喷淋降温。另外,设置除雾器冲洗水系统,冲洗水瞬时流量 $80\text{m}^3/\text{h}$ 。

2.4 管束式气动旋流除尘除雾器运行注意事项

为防止结垢,管束式气动旋流除尘除雾器需定时冲洗。冲洗过程中,开启冲洗水泵后逐一开启冲洗电动阀,其冲洗方式与传统除雾器大致相同。本项目采用间歇冲洗方式,按每两小时冲洗一个周期,冲洗水阀门依次启闭,单个阀门冲洗时间 1min 。冲洗水兼做循环水补水,因此,也可根据循环水补水要求加大冲洗频次。

2.5 改造小结

(1) 本超低排放改造项目实施中,除尘塔本体及内部喷淋层、气动旋流除尘除雾器等装置的安装均在机组停机前进行,仅对接烟道时需要短时间停机,大大减少了改造过程对转炉生产的影响。

(2) 项目投运后经环保检测,放散烟囱出口尘含量不超过 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$,满足超低排放要求。

(3) 经过一段时间的运行分析,管束式气动旋流除尘除雾器阻力平均在 190Pa 左右,对风机出力影响较小,原有风机出力满足要求。

(4) 放散烟气经过水洗的过程中,原烟气通过水蒸发带走大部分热量来降温并达到饱和含水量。因此,本项目水耗量相比改造前增加较多。

3 结语

采用除尘塔配套管束式气动旋流除尘除雾器实现烟尘的减排,相比于采用湿式电除尘器和布袋除尘器等技术,具有无需高压静电设备、空间占用小、不易堵塞、运行维护费用低等优点。管束式气动旋流除尘除雾器作为一种自主研发的新型除尘技术,前期在电力行业脱硫除尘超低改造过程中得到了广泛应用,随着国家对钢铁企业超低排放要求进一步提高,该技术为我国现役转炉除尘系统的超低排放改造提供了新的选择,是实现转炉炼钢一次烟气超低排放的有效手段,可助力钢铁企业实现超低排放改造目标,提升其污染治理水平。

【参考文献】

[1] 转炉除尘技术发展现状[J]. 矿产综合利用, 2018,(3):30-33.

- [2] 转炉煤气一次湿法除尘系统的创新技术及应用——湿式电除尘器超低排放, 中国设备工程, 2020,(16):175-177.
- [3] 转炉烟气超低排放复合技术的研究与应用 [J]. 冶金动力, 2018,(11):67-70.
- [4] 吴志逊, 转炉除尘超低排放处理系统的研发 [J]. 福建冶金, 2019,48(5):24-27.
- [5] 转炉一次除尘超低排放技术应用现状及挑战 [J]. 冶金能源, 2020,39(05):60-64.
- [6] 管束式除尘器在粉尘超低排放中的应用 [J]. 热电技术, 2016,(02):12-14.
- [7] 管束除尘除雾技术在燃煤发电机组深度除尘改造中的运用 [J]. 机电信息, 2016(12):109-110.
- [8] 管束式除雾器除雾特性数值模拟 [J]. 科技创新与应用, 2017,(12):6-8.
- [9] 管束式除尘除雾器在脱硫串塔系统中的应用及性能评价 [J]. 中国电力, 2017,50(12):173-177.