

基于低功率激光诱导焊接技术在分级破碎机破碎齿修复中的应用

张玉伟

1 中煤科工集团唐山研究院有限公司, 河北唐山, 063012;

2 河北省煤炭洗选工程技术研究中心, 河北唐山, 063012;

摘要: 以准东露天矿破碎站一级破碎机 SSC1200 为例, 结合针对沁选煤厂一台 SSC700 原煤破碎机使用过程中出现破碎齿辊磨损严重、齿环齿头断裂、齿辊窜轴的问题, 结合分级破碎机齿辊的整体结构和外观尺寸, 采用更换齿型结构、优化齿环锁紧方式的措施对破碎齿辊进行改造升级。生产实践表明, 改造后的齿辊具有耐磨性能好、破碎效率高、可靠性能高的特点, 在实际生产中取得了较好的效果。

关键词: 低功率激光诱导焊接技术; 分级破碎机; 破碎齿修复

Application of Low Power Laser Induced Welding Technology in the Repair of Crushing Teeth in Graded Crushers

Zhang Yuwei^{1,2}

1.China Coal Technology & Industry Group Tangshan Research Institute Co., Ltd., Tangshan 063012,China;

2.Hebei Province Coal Washing Engineering Technology Research Center,Tangshan 063012,China.

Abstract: In view of the serious wear of the crushing tooth roller, the fracture of the tooth ring tooth head and the passing shaft of the tooth roller during the use of an SSC700 raw coal crusher in Qinxin coal preparation plant, combined with the overall structure and appearance size of the tooth roller of the grading crusher, the measures of replacing the tooth shape structure and optimizing the tooth ring locking method were adopted to transform and upgrade the crushing tooth roller. Production practice shows that the transformed tooth roller has the characteristics of good wear resistance, high crushing efficiency and high reliability performance, and has achieved good results in actual production.

Key words: Low power laser-induced welding technology; Grading crusher; Crushing effect

DOI: 10.69979/3060-8767.24.2.041

引言

在我国当前的煤炭破碎设备市场中, 双齿辊破碎机处于主导地位。该设备通过剪切与拉伸的协同作用, 完成物料的破碎过程。它利用高扭矩、低转速的齿辊以及特定的截齿形状, 实现对产品粒度的精确控制, 并显著降低物料的过粉碎率。双齿辊破碎机在生产过程中展现了卓越的粒度控制性能, 并具备一定的分级功能, 因此亦被称作分级破碎机。作为煤炭产能提升过程中必不可少的矿山设备, 分级破碎机在经历了模仿国际品牌、自主研发创新和成熟发展三个阶段后, 目前在对破碎强度、处理能力和破碎效率要求较高的大型矿井、露天矿和选煤厂选矿厂中得到广泛的应用。尤其在大型露天矿破碎筛分系统中, 因其处理量大、成块率高和检修成本低等特点, 深受客户的青睐。

分级破碎机的核心工作组件主要包括两个并行设置的破碎辊, 这两个破碎辊在轴向上配置了若干破碎齿。这些破碎齿根据被破碎物料的特性和参数, 以向内旋转的方式运作。在物料进入破碎机的过程中, 破碎齿会以特定的角度和速度进行旋转, 从而对物料施加压力。物料在破碎过程中, 可能因承受相互垂直的应力而被撕裂, 或因剪切力的作用而发生滑移, 亦或是在这两种力的共同作用下被破碎。在分级破碎机的整个使用周期内, 由于破碎齿直接与物料接触, 其耐用性最差, 属于易损部件。破碎齿的使用寿命是评价分级破碎机性能的关键技术指标, 因此, 对分级破碎机破碎齿的修复研究具有极其重要的意义。

1 破碎齿磨损严重的因素

1.1 齿辊的工作原理

齿辊破碎机的工作原理主要是通过施加剪切力、剥破力和劈裂力等多重作用力来实现对物料的破碎效果。这一过程充分利用了岩石、煤炭、焦炭等岩矿物料的强度特性，即它们的抗压强度通常大于抗剪强度，而抗剪强度又大于抗拉强度（具体数据可参见表 1）。同时，分级破碎机的破碎齿型及其布局是根据具体的应用需求进行定制设计的，能够一次性将大块物料啮合破碎，而小于所需粒度的物料则会直接通过破碎腔，从而避免了二次破碎的需要。此外，分级破碎机的转速相对较低，这降低了破碎齿在破碎过程中刮削物料的频率，从而有效减少了产品中粉煤的含量，提高了破碎效率和产品质量。

表 1 煤炭强度特性表

	抗压强度 (MPa)	抗剪强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)
范围	5~50	1.1~16.5	0.25~5.9
一般	10~16	2.5~5	1.5~2.5
与抗压 强度比	1	0.25~0.5	0.009~0.06

该破碎机提高了处理效率，减少了能源消耗，并避免了物料的剧烈冲击，显著降低了物料损失和内部裂纹，减少了后续加工中的二次破碎风险，确保了产品成块率。

2 生产现状

破碎机主要处理来自 3 号和 5 号煤层的煤炭，这些煤层的煤炭质量较差，赋存条件复杂。煤层顶板稳定性差，易崩塌，且存在火成岩。破碎机进料中研石含量高，超粒物料多，导致设备磨损严重，破碎效率下降。大块研石难以破碎，加剧磨损，甚至导致设备损坏和生产中断。

经过深入研究与分析，本研究认为分级破碎机的破碎效果不佳主要由以下三个因素造成：

1) 入料煤质较差，其中研石含量超过 50%，主要为火成岩、高岭岩等硬质物料，这要求破碎齿的铸造质量和综合力学性能必须达到高标准。然而，实际操作中，齿辊磨损过快，甚至出现齿环、齿头断裂等严重问题。观察原破碎机的齿盘断口，可见断裂处铸造晶粒粗大，存在显著的铸造缺陷。

2) 破碎齿的设计不合理，其破碎方式主要依赖于挤压。在破碎腔内，物料通过的空间受限，高硬度物料对破碎齿施加的交变载荷较大，容易导致破碎齿疲劳断裂。加之破碎齿的铸造材料质量不佳，一旦发生故障，后果更为严重。

3) 齿辊齿环的锁紧结构稳定性不足，该结构更适合处理煤质较好、物料对齿辊冲击力较小的破碎环境。

在处理高硬度物料时，极易发生故障，对设备造成严重损害。

分析显示，分级破碎机因铸造材料差、齿型设计不合理和锁紧结构稳定性差，无法满足破碎需求。选煤厂决定更换破碎齿辊总成，优化材质，重新设计齿型，并升级锁紧结构，以保证破碎机稳定运行。

3 改造升级方案

3.1 升级破碎齿材质

选用中碳贝氏体耐磨钢作为破碎齿盘的材料，并采用离心铸造技术，以优化补缩条件，使得铸件结构更为紧密，力学性能更为优越，从而满足了现场处理高硬度物料的破碎需求。

3.2 更换破碎齿齿型

依据剪切破碎原理设计的齿型，在确保出料粒度合格的同时，增大了破碎齿的齿前空间，实现了物料的选择性点接触式破碎。这不仅降低了破碎能耗，还显著提升了设备的破碎性能，并减少了破碎齿的磨损。通过增加破碎齿的厚度，实现了对高硬物料的强力破碎，同时提高了齿头的强度，使得齿辊运行更加可靠。

3.3 变更齿环的锁紧结构

原始的齿环锁紧系统采用圆形螺母进行固定，这种固定方式依赖于手工安装，导致紧固效果不均匀且强度不足。一旦圆形螺母经过焊接，在维修时只能通过火焰切割来移除。在长时间破碎硬质物料的现场环境中，圆形螺母容易出现焊接开裂和松动，以及齿辊轴向位移和损坏齿轮的问题，这些问题会直接威胁到标准件的使用寿命、导致设备停机和现场生产中断。

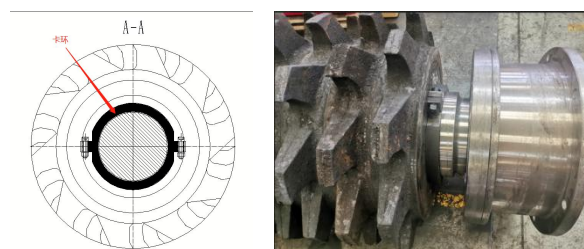


图 2 齿环锁紧结构 Figure 3 Ring locking structure

在齿辊轴齿盘的锁紧部位设计了新齿环锁紧结构，并在其中设置了凹槽。完成齿环的安装后，通过将卡环嵌入这些凹槽中，显著提升了齿辊的紧固效果和稳定性。这种使用“卡环”作为紧固件的方法取代了传统的圆螺母，卡环由 40Cr 材料制成，能够更有效地承受齿辊在轴向上的冲击力。因此，齿辊的紧固质量与稳定性均得到增强，确保了分级破碎机的平稳运行，并且提升了其使用性能。

4 改造升级效果

4.1 SSC700 分级改造升级后的主要技术参数:

入料粒级/mm	≤400
出料粒级/mm	≤60
处理能力/(t · h — 1)	400
破碎强度/MPa	≤260
齿辊直径/mm	700
齿辊长度/mm	2 00
装机功率/kW	2 × 110
供电电压/V	660

4.2 应用效果

自从 SSC700 型分级破碎机安装了新的齿辊后,运行时间已超过八个月,期间未见齿头严重磨损、齿环频繁断裂或齿辊轴位移等故障,显示出其卓越的可靠性;该设备的处理能力瞬间可达到 400 吨每小时,完全符合现场生产要求。为了检验破碎效果真实性,在破碎机正常运转期间,我们在生产现场进行了采样分析,从而获得了原煤破碎前后的粒度分布和粒度变化曲线。

表 2 破碎机的入料与出料粒度组成

粒级/mm	入料		出料	
	产率	累计产率	产率	累计产率
> 300	23.66	23.66	0	0
300~200	13.34	37	0	0
200~150	6.38	43.38	0	0
150~100	5.89	49.27	0	0
100~50	8.96	58.23	0.94	0.94
50~25	12.54	70.77	49.97	50.91
25~13	10.98	81.75	36.89	87.8
< 13	18.25	100	12.2	100
合计	100			

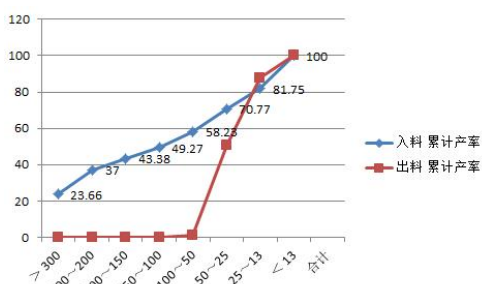


图 3 改造后破碎机出入料粒度曲线

根据表 2 和图 3 的数据分析,该破碎机的破碎效率达到了 95%,破碎效果令人满意,出料粒度满足了工艺标准,仅有 5%的超粒物料,且物料主要呈现条状或片状,对后续洗选工艺的处理效果不会产生不良影响。

5 结语

本文通过详细分析破碎齿磨损的原因,提出了针对性的改造升级方案,包括优化齿辊材料、改进齿型设计及加强齿环锁紧结构等措施。实践证明,改造后的 SSC700 型分级破碎机在处理能力和破碎效果上均表现出色,极大地提升了设备的可靠性和使用寿命,满足了复杂煤炭处理工艺的需要,为我国煤炭行业的稳定高效生产提供了有力支持。未来,期待进一步的技术创新和优化,以持续提升煤炭破碎设备的性能和适应性,推动整个行业的技术进步与发展。

参考文献

- [1]刘莉.中煤选择性破碎设备设计与破碎机理研究[D].中国矿业大学,2018
 - [2].陈通.神华韩家村选煤厂 SSC600 分级破碎机优化改造[J],煤炭加工与综合利用,2022 (2):7-10.
 - [3]李朋.SSC900 分级破碎机在国投塔山选煤厂的应用[J].选煤技术,2018(02):81-83. DOI: 10.16447/j.cnki.cpt.2018.02.019.
 - [4]王保强,王国法,李朋.国产煤用分级破碎设备的技术现状与发展趋势[J].煤炭工程,2018 (9): 121-123.
 - [5]张宇涛.选煤厂精煤破碎机适应性改造研究[J].自动化应用,2021(01):48-49+52. DOI: 10.19769/j.zdhy.2021.01.015.
 - [6]陈通.分级破碎机破碎齿材质及其性能的研究[J].选煤技术,2022,50(02):32-36. DOI: 10.16447/j.cnki.cpt.2022.02.006.
 - [7]卓荣明.分级破碎机齿环式破碎齿的改进[J].煤矿机械,2019,40(10):124-126. DOI: 10.13436/j.mkjx.201910040.
 - [8]李朋.粗碎型齿辊破碎机的设计与应用[J],煤矿机械,2019 (1):130-131.
 - [9]潘永泰.煤炭洗选加工过程中有关粒度控制问题的探讨[J],选煤技术,2012 (3): 66-69.
 - [10]李敏.矿用双齿辊破碎机试验机的设计研发[D],济南:山东大学,2020.
 - [11]马传广.破碎设备对中煤破碎再选效果的影响探究[J].现代制造技术与装备,2020,56(07):186-188. DOI: 10.16107/j.cnki.mmt.2020.0699.
 - [12]王宏迪,双齿辊破碎机工作参数与破碎机理数值模拟研究[D],长春:吉林大学,2017.
- 作者简介:张玉伟(1978-)女,汉族,河北唐山人,工程师,研究生,现就职于中煤科工集团唐山研究院,主要从事电气设计。