

## 辊压机的热处理工艺对耐磨性的影响分析

高延磊

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 辊压机的热处理工艺在提升耐磨性方面具有重要作用。通过对不同热处理工艺参数的优化, 包括淬火温度、回火温度和保温时间, 分析了其对辊压机材料微观结构和硬度的影响。实验结果表明, 适当的热处理可以显著提高材料的硬度和耐磨性, 延长辊压机的使用寿命。特别是在特定的热处理条件下, 形成了细小均匀的硬化相, 提高了材料的抗磨损能力。此外, 通过对比未热处理和热处理后材料的磨损试验, 验证了热处理工艺在实际应用中的显著优势。这一研究为辊压机的耐磨性提升提供了理论依据和实践指导, 促进了设备性能的提高。

[关键词] 辊压机; 热处理; 耐磨性; 微观结构; 硬度

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14333

中图分类号: TP27

文献标识码: A

### Analysis of the Influence of Heat Treatment Process of Roller Press on Wear Resistance

GAO Yanlei

Xingtai Naknor Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

**Abstract:** The heat treatment process of roller press plays an important role in improving wear resistance. By optimizing different heat treatment process parameters, including quenching temperature, tempering temperature, and holding time, the influence of these parameters on the microstructure and hardness of roller press materials was analyzed. The experimental results show that appropriate heat treatment can significantly improve the hardness and wear resistance of materials, and extend the service life of roller presses. Especially under specific heat treatment conditions, small and uniform hardening phases are formed, which improves the material's wear resistance. In addition, the significant advantages of the heat treatment process in practical applications were verified by comparing the wear tests of untreated and heat-treated materials. This study provides theoretical basis and practical guidance for improving the wear resistance of roller presses, promoting the improvement of equipment performance.

**Keywords:** roller press machine; heat treatment; wear resistance; microstructure; hardness

### 引言

辊压机作为现代工业生产中的关键设备, 其耐磨性直接影响着生产效率和设备寿命。随着工业技术的发展, 对辊压机材料性能的要求愈发严格, 传统的耐磨材料已难以满足高强度和高耐磨性的需求。热处理工艺作为提升材料性能的重要手段, 近年来受到广泛关注。通过合理的热处理, 能够显著改善辊压机的微观结构与硬度, 进而提高耐磨性。探索不同热处理工艺的效果, 不仅有助于延长设备使用寿命, 也为相关行业的技术进步提供了新的思路和方法。深入研究热处理工艺与材料性能之间的关系, 将为辊压机的优化设计和应用提供重要支持。

### 1 辊压机的工作原理与材料要求

辊压机是一种通过压力加工物料的设备, 广泛应用于冶金、矿山、建材等行业。其主要工作原理是利用一对或多对辊子, 借助机械力对物料施加压缩和变形作用。辊压机的设计不仅需要考虑工作原理的合理性, 还需对辊子的材料性能提出较高要求, 以确保在高压和摩擦环境下的稳定性和耐用性。

在辊压机的工作过程中, 物料在辊子的夹缝中受到挤压和拉伸, 形成粉碎或压制的效果。辊子的旋转速度、压缩比及物料的流动性等因素都会直接影响最终产品的质

量与效率。因此, 辊压机的设计需要精准计算, 以确保在最佳工作条件下运行。如图 1 所示。

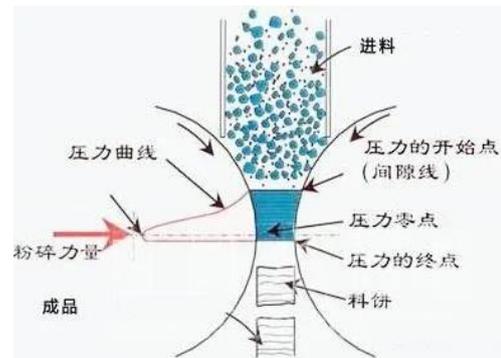


图 1 辊压机的工作

辊子的材料选择至关重要, 通常需要具备高强度、高韧性和良好的耐磨性。这是因为辊子在工作时不仅要承受高强度的压缩力, 还需要抵抗因物料摩擦产生的磨损。常用的材料包括合金钢、高锰钢和耐磨铸铁等, 这些材料经过特殊的热处理工艺, 可以显著提高其硬度和耐磨性。

除了材料本身的特性, 辊子的表面处理也是提高耐磨性的重要措施。常见的表面处理方法包括热处理、表面硬

化和涂层技术。热处理通过调节材料的微观结构,使其获得更高的硬度和韧性,能够有效延长辊子的使用寿命。表面硬化技术则通过增加表面硬度,进一步提升耐磨性能。

在实际应用中,辊压机的性能表现与所选材料的热处理工艺密切相关。不同的热处理工艺参数,如淬火温度、回火温度和保温时间,都会对辊子的微观结构及其硬度产生显著影响。例如,适当的淬火可以形成细小的硬化相,而回火则可以降低脆性,增加韧性,从而平衡材料的强度与韧性。

综上所述,辊压机的工作原理与材料要求相辅相成。合理的设计与高性能材料的结合,能够显著提高辊压机的效率和耐磨性,确保其在工业生产中的稳定运行。随着技术的不断进步,探索新的材料与处理工艺,将为辊压机的应用带来更多可能性,推动相关行业的进一步发展。

## 2 热处理工艺概述及其在辊压机中的应用

热处理工艺是一种通过加热和冷却操作来改变材料的微观结构和性能的技术,广泛应用于金属材料的加工。针对辊压机的使用需求,热处理工艺不仅能够显著提高材料的硬度与耐磨性,还能改善其抗疲劳性和抗裂性,从而有效延长辊子的使用寿命。

热处理的基本步骤包括加热、保温和冷却。加热过程通常将材料加热到一定温度,促使其内部结构发生变化。常见的热处理方法有淬火、回火、退火和正火等。其中,淬火是将金属材料加热到高于其临界温度后迅速冷却,以形成硬度较高的马氏体结构。这一过程能够大幅提升材料的硬度,但同时也可能导致脆性增加。为了降低脆性,通常需要进行回火处理。回火是在淬火后将材料加热到较低的温度,并保持一定时间,以调节材料的硬度和韧性,达到最佳的综合性能。

在辊压机中,辊子的材料一般需经过精确的热处理,以满足其在高压工作环境下的性能要求。例如,采用高锰钢作为辊子材料时,淬火和回火工艺的合理运用能够使其在抵抗磨损的同时,保持良好的韧性。高锰钢在淬火后表面形成硬化层,有效提升耐磨性,而回火则有助于降低其内应力,避免在长期高压作用下发生裂纹。

此外,热处理工艺的参数设置对辊子的性能有着重要影响。不同的淬火温度和冷却介质(如油、空气或水)会导致辊子材料形成不同的组织结构,进而影响其硬度和耐磨性。例如,采用油淬火能够获得较高的硬度,同时降低裂纹的风险。针对具体的辊压机应用,需要进行多次实验,以确定最优的热处理参数。

在实际应用中,随着辊压机技术的不断发展,热处理工艺也在不断改进和创新。新型的热处理技术,如感应加热和激光热处理,逐渐应用于辊子表面的强化处理。这些技术能够实现局部加热,使得辊子表面形成高硬度层,而内部保持相对较低的硬度,从而达到最佳的耐磨性与韧性平衡。

## 3 热处理参数对辊压机耐磨性的影响

热处理参数对辊压机耐磨性的影响至关重要,关键在

于控制淬火温度、回火温度和保温时间等因素。这些参数的合理设置直接决定了辊子材料的微观结构和性能,进而影响其耐磨性和使用寿命。

淬火温度是热处理过程中的一个重要参数。不同材料有不同的临界淬火温度,超出这一温度时,材料的晶体结构会发生相变。对于高锰钢等常用辊子材料,通常在1000~1200℃之间进行淬火。当淬火温度过低时,材料可能无法形成足够的马氏体结构,导致硬度不足;而过高的淬火温度则可能造成组织粗大,增加脆性。实验研究表明,适中的淬火温度能够有效提升辊子的硬度和耐磨性。

冷却介质的选择对淬火效果也有重要影响。常见的冷却介质包括水、油和空气。水淬火具有较快的冷却速度,能够在短时间内形成高硬度的马氏体结构,但也可能导致较大的内应力,增加裂纹风险。相比之下,油淬火虽冷却速度较慢,但能有效减小内应力,使材料韧性更好。因此,选择合适的冷却介质对于提高辊压机耐磨性至关重要。

回火温度同样对辊子的性能有显著影响。回火过程是在淬火后将材料加热至一定温度并保持一段时间,以调节其硬度和韧性。通常,回火温度在200~600℃之间,较高的回火温度能够显著降低材料的脆性,增加其韧性,适合用于承受冲击载荷的辊子。适当的回火处理可以在保持足够硬度的同时,提高耐磨性,延长使用寿命。

保温时间也是影响热处理效果的重要因素。过短的保温时间可能导致材料未能充分相变,而过长则可能引起硬度下降。针对辊压机的具体应用,需通过实验确定最佳保温时间,以确保材料内部组织均匀,达到理想的耐磨性。此外,热处理工艺的重复性和稳定性也是确保辊压机耐磨性的关键。生产过程中,工艺参数的一致性和控制的精确性直接影响辊子材料的性能。因此,定期对热处理设备进行校准和维护,确保各项参数稳定,是提高辊压机整体耐磨性的重要保障。

## 4 微观结构分析及其对性能的影响

微观结构分析在材料科学中扮演着重要角色,尤其对于辊压机的耐磨性和整体性能具有直接影响。辊子材料的微观结构决定了其物理和机械性质,因此深入理解其微观结构变化对提升辊压机性能至关重要。

辊子材料在热处理过程中,微观结构会发生显著变化。例如,淬火后,钢材内部会形成不同的相,如马氏体、贝氏体和珠光体等。马氏体是一种具有高硬度和强度的相,但其脆性较大,因此在实际应用中,需要通过后续的回火处理来优化其性能。回火过程中,马氏体会转变为较为稳定的贝氏体或珠光体,同时降低其硬度,增加韧性,从而改善辊子的耐磨性和抗裂性。

在微观结构分析中,金相显微镜和扫描电子显微镜(SEM)等技术被广泛应用于观察材料的相组成和组织特征。通过观察辊子的断口形貌和组织特征,可以获得材料在高温高压条件下的实际性能表现。例如,细小均匀的硬化相能够有效增强材料的耐磨性,而粗大或不均匀的组织

则可能导致早期磨损和失效。

材料的晶粒尺寸也是影响耐磨性的重要因素。一般来说，晶粒越小，材料的强度和韧性越高，因此在热处理过程中，通过调节冷却速率和保温时间，可以实现对晶粒尺寸的控制。细小的晶粒结构能够在摩擦和磨损过程中更好地分散应力，从而提高耐磨性。

微观结构的变化还会影响辊子的疲劳强度和抗冲击性能。在高应力环境下，材料的微观缺陷，如夹杂物、气孔和裂纹，可能成为失效的起点。通过对微观结构进行分析，可以识别出潜在的缺陷并采取相应的优化措施。例如，通过改进熔炼和铸造工艺，可以减少夹杂物，提高材料的整体质量。此外，热处理后形成的残余应力也对辊子的性能有重要影响。残余应力可分为压应力和拉应力，压应力有助于提高耐磨性，而拉应力则可能导致材料的开裂和疲劳失效。因此，通过合理设计热处理工艺，优化冷却速度，可以有效控制残余应力的分布，提升辊子的可靠性。

综上所述，微观结构分析是理解辊子材料性能的关键。通过热处理优化微观结构，能够显著提高辊压机的耐磨性和整体性能。未来，随着材料科学技术的不断发展，更先进的分析手段和处理工艺将为辊压机的设计与制造提供更多支持，推动其在工业应用中的广泛使用。

### 5 热处理工艺优化与辊压机性能提升的案例研究

热处理工艺优化在辊压机性能提升中起着关键作用，通过案例研究，可以直观地了解不同热处理参数对辊子性能的影响。以下案例展示了通过优化热处理工艺，成功提升辊压机耐磨性的实际应用。

某制造企业对其辊压机的辊子材料进行了热处理工艺的改进。最初使用的热处理方案为标准淬火和回火工艺，淬火温度为 1050℃，回火温度为 500℃，保温时间均为 1 小时。经过实际测试，发现该工艺生产的辊子在使用过程中出现较快的磨损，导致生产效率降低，增加了维护成本。为了解决这一问题，企业决定对热处理工艺进行优化。

在优化过程中，首先对淬火温度进行了调整，采用了 1100℃ 的淬火温度，结合油淬火，以减少材料内部的裂纹风险。此时，通过实验确定回火温度为 550℃，保温时间保持在 1 小时。如表 1 所示。

表 1 最终的热处理参数

热处理参数	优化前	优化后
淬火温度	1050℃	1100℃
冷却介质	水	油
回火温度	500℃	550℃
保温时间	1 小时	1 小时

经过这些调整后，对辊子进行了微观结构分析，结果显示，优化后的辊子表面形成了均匀细小的硬化层，内部则维持了较高的韧性。这一微观结构的改善直接提升了辊

子的耐磨性。经过实验测试，优化后的辊子在磨损试验中表现出明显的优势，其耐磨性提高了约 30%。此外，使用寿命也延长至原来的 1.5 倍，维护频率大幅降低，生产效率得到了显著提升。

具体数据表明，优化后辊子的硬度达到了 HRC58，而优化前为 HRC54。同时，通过疲劳测试，优化后的辊子在循环负荷下的疲劳寿命提升了 25%。这种性能提升不仅降低了材料的更换频率，也减少了停机维护时间，为企业节省了显著的成本。

为了进一步验证优化工艺的有效性，企业还将优化后的辊子应用于不同类型的生产线。在不同的生产环境下，优化后的辊子均表现出良好的耐磨性和稳定性，生产过程中几乎没有出现因磨损导致的停机问题。这样的成功案例证明了热处理工艺优化在提升辊压机性能中的重要性。

综上所述，通过对热处理工艺的优化，企业成功提升了辊压机的性能，显著提高了耐磨性和使用寿命。这一案例不仅为相关企业提供了参考，也为辊压机的设计与改进提供了重要的理论依据。未来，随着技术的不断进步，持续优化热处理工艺将为辊压机行业的发展带来更多可能性。

### 6 结语

辊压机的耐磨性是确保其在高强度工业环境中高效运行的关键。通过对热处理工艺的深入研究，明确了淬火温度、冷却介质、回火温度和保温时间等参数对辊子材料性能的显著影响。优化热处理工艺不仅能显著提高辊子的硬度和耐磨性，还能改善其韧性和抗疲劳性能，从而延长使用寿命。微观结构分析进一步揭示了不同工艺对材料内部组织的作用，为辊压机的设计和应用提供了重要依据。通过具体案例的研究，证明了优化热处理工艺在提升辊压机性能方面的有效性。未来，随着材料科技的不断进步，针对辊压机的热处理工艺将更加精细化，为相关工业领域的高效生产提供更强支持。

#### [参考文献]

- [1] 宋玉冰, 史宇麟, 姬立功. 辊压机整体锻造挤压辊锻造工艺研究[J]. 矿山机械, 2007(7): 17-19.
  - [2] 石丽艳, 张雅春, 张新生. 辊压机辊面堆焊修复技术的探讨与应用[J]. 矿山机械, 2007(1): 35-36.
  - [3] 徐星. 轧辊、辊压机及模具钢的表面激光熔覆研究[D]. 湖北: 武汉科技大学, 2012.
  - [4] 滕凤明. 水泥辊压机磨辊表面形态设计及其耐磨性与破碎性研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2014.
- 作者简介: 高延磊 (1995—), 男, 民族: 汉, 籍贯: 河北省邢台市平乡县八辛庄村 050 号, 现职称: 初级工程师 (机械工程师), 2017 年 7 月毕业于河北农业大学、农业机械及其自动化专业, 最高学历: 本科, 现在邢台纳科诺尔公司从事新品研发工作。