

Discussion on Production Technology and Quality Control of Gear Steel

Maofan Yun

Baowu Group Xinjiang Bayi Iron and Steel Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830022, China

Abstract

This paper studies the production process and quality control points of gear steel, and compares the process control situation of Xiangsteel, Shigang, Panzhihua steel and Xingcheng. This paper first discusses the key points of steel composition analysis, low power pickling analysis, in situ analysis, heat treatment hardness detection, cross section carbon segregation detection and non-metallic inclusions detection, and emphasizes the vital importance of quality control in the production process of gear steel. Secondly, by comparing the practical results of different steel mills, the control technologies of each steel mill in terms of purity, end hardenability, grain size, etc. were elaborated, and the quality evaluation methods of gear steel were emphasized. Finally, the comparison of process control levels of different steel mills and some important insights on the production process and quality control of gear steel. This paper has an important reference value for the process improvement and quality improvement of gear steel production.

Keywords

gear steel production; process control; steel type composition; control technology; comparative research

浅谈齿轮钢生产工艺及质量控制要点

云茂帆

宝武集团新疆八一钢铁股份有限公司炼钢厂, 中国·新疆 乌鲁木齐 830022

摘要

论文深入研究了齿轮钢的生产工艺及质量控制要点, 对湘钢、石钢、攀钢和兴澄等多家钢厂的工艺控制情况进行了综合比较。论文首先探讨了钢种成分分析、低倍酸洗分析、原位分析、热处理硬度检测、横截面碳偏析检测以及非金属夹杂物检测等关键点, 强调了对齿轮钢生产过程中质量控制的至关重要性。其次, 通过对比不同钢厂的实践结果, 阐述了各家钢厂在纯净度、末端淬透性、晶粒度等方面的控制技术, 并强调了齿轮钢的质量评价方法。最后, 总结了不同钢厂工艺控制水平的比较, 以及对齿轮钢生产工艺和质量控制的一些重要见解。论文对于齿轮钢生产的工艺改进和质量提升具有重要的参考价值。

关键词

齿轮钢生产; 工艺控制; 钢种成分; 控制技术; 比较研究

1 引言

齿轮钢的重要性在机械工程领域愈发凸显, 作为能源传递和运动转换的核心元件, 齿轮的质量和性能直接决定了机械设备的可靠性和效率。然而, 随着工程技术的不断演进, 对齿轮钢的性能和质量要求也不断提高。在这一背景下, 论文旨在深入探讨齿轮钢的生产工艺及质量控制要点, 以满足工程领域不断升级的需求。齿轮钢的生产工艺和质量控制涉及多个复杂要点, 其在制造业中的关键性无法被低估^[1]。各个钢厂采用不同的工艺控制技术, 导致了齿轮钢的性能和质量存在明显差异。论文的研究目标在于通过比较多家钢厂的

工艺控制情况, 揭示出各自的优势和不足之处, 为齿轮钢的生产提供更为全面的指导和改进建议。通过深入研究和分析齿轮钢的生产工艺和质量控制, 有望为提高齿轮钢的质量、降低生产成本以及增强机械设备的可靠性提供有力支持。这项研究既在理论层面具有重要意义, 也为实际制造业提供宝贵的实践经验。

2 工艺要点分析

2.1 钢种成分分析

齿轮钢的质量和性能取决于其钢种成分。具体而言, 合金元素、碳含量以及杂质的准确控制对于满足不同工程需求至关重要。在齿轮钢生产过程中, 需要精确分析和调整这些元素的含量, 以确保齿轮钢具备理想的硬度、强度和韧性。同时, 杂质元素的存在可能导致问题, 如气泡、裂纹或夹杂

【作者简介】云茂帆(1990-), 男, 中国新疆乌鲁木齐人, 硕士, 工程师, 从事钢铁冶金研究。

物的形成,故而必须对其进行精确的分析和控制。此外,通过调整碳含量,可以满足不同强度和硬度的要求,以满足不同工程应用的需求。因此,钢种成分分析是生产工艺中的核心环节。

2.2 低倍酸洗分析

低倍酸洗在齿轮钢生产中扮演着至关重要的角色,不仅用于去除表面氧化物,还能够改善材料的表面质量(图1)。酸洗过程中的酸浓度、温度和处理时间等参数,直接影响到钢材表面的光洁度和化学成分。必须对低倍酸洗的工艺参数进行精确分析和调整,以确保齿轮钢表面的质量达到设计要求。此外,酸洗的环保性也需考虑,因此在齿轮钢生产中需要采用更环保的酸洗技术,以减少废水和废气排放。酸洗的效率和质量是齿轮钢生产中的重要环节,需要充分地分析和控制。



图1 自动化酸洗线

2.3 原位分析

原位分析技术在齿轮钢生产中的应用愈发关键,因为它能够实时监测生产过程中的关键参数。这些技术包括X射线荧光光谱分析、电子探针分析等,它们能够实时测量钢材的化学成分、微观组织和非金属夹杂物等关键指标。通过原位分析,生产过程中的变化可以立即检测到,从而实现实时控制和调整。这对于确保齿轮钢的质量和性能至关重要。原位分析技术的应用可以大大提高生产效率,减少资源浪费,并确保齿轮钢的一致性。

2.4 热处理硬度检测

热处理是齿轮钢制造的重要步骤之一,通过调整热处理工艺可以实现不同硬度和强度的要求。因此,热处理后的硬度检测至关重要。硬度测试方法包括洛氏硬度、布氏硬度和维氏硬度等,这些测试方法能够准确测量钢材的硬度,从而判断其质量和性能是否符合设计要求。通过精确的硬度检测,可以确保齿轮钢在不同应用中具有所需的硬度和强度,以满足工程需求。

2.5 横截面碳偏析检测

碳偏析是齿轮钢生产中常见的问题,它可能导致不均

匀的碳分布,从而影响钢材的性能。横截面碳偏析检测是一种关键的质量控制方法,它通过测量不同部位的碳含量来评估碳分布的均匀性。这种检测方法可以帮助生产过程中实时控制碳分布的均匀性,从而确保齿轮钢在使用中不会出现性能不均匀的问题。

2.6 非金属夹杂物检测

在齿轮钢生产中,非金属夹杂物的存在可能对材料的性能和可靠性造成负面影响,所以必须对非金属夹杂物进行精确的检测和控制。检测方法包括金相分析、超声波检测和X射线探伤等。通过这些检测方法,可以及时发现和排除非金属夹杂物,以确保齿轮钢的质量和性能达到设计要求。非金属夹杂物的存在是齿轮钢生产中的一项重要挑战,需要精细的检测和控制方法。

3 多家钢厂对比

3.1 钢种成分与质量控制

根据抽选的几家钢厂查阅到的信息来看,不同钢厂生产的钢材在钢种成分方面存在显著差异。湘钢相对其他钢厂来说,对硫(S)、铜(Cu)、砷(As)、钛(Ti)、铝(Al)和氮(N)等元素的控制较为保守。这种控制策略可能有助于确保材料的易切削性和延展性。然而,南钢的钢材在硫含量上较高,可以提高易切削性,而兴澄的钢材则具有相对较高的氮含量,这有助于细化晶粒。各家钢厂的钢材差异需根据具体应用领域进行综合考虑。

3.2 低倍酸洗工艺比较

低倍酸洗是生产中的一道关键工艺,用于去除钢材表面的氧化层和杂质,以确保表面质量。从对比结果来看,湘钢在低倍酸洗方面表现较为出色,没有出现白亮圈和心部黑点,这有助于提高表面质量。然而,需要注意的是,不同钢材规格可能会对低倍酸洗的效果产生影响,因此对比结果需谨慎考虑。

3.3 原位分析技术的应用

原位分析技术在钢铁生产中具有重要作用,它可以帮助监测和调整生产过程,以提高材料的性能。通过对比分析,可以看出湘钢在原位分析方面存在改进的空间,具体表现为较高的碳统计偏析度。这需要深入研究和改进,以确保材料质量的一致性。

3.4 热处理工艺与硬度控制

热处理工艺对于钢材的硬度控制至关重要,它直接影响了材料的力学性能。石钢和兴澄在热处理硬度的均匀性上表现最佳,这表明它们的热处理工艺相对稳定。相比之下,韶钢在这方面表现较差,需要改进其热处理工艺。湘钢的热处理硬度控制处于中上水平,显示出一定的控制水平,但仍需要继续优化。



图2 齿轮表面淬火

3.5 碳偏析和非金属夹杂物控制策略

碳偏析和非金属夹杂物的控制对于材料的性能和可靠性至关重要，各家钢厂在这方面的控制策略大致相当。大冶和韶钢的钢材中包含C类和Ds类夹杂物，这需要引起关注。其他钢厂的钢材中主要存在A类和D类夹杂物，这些夹杂物的级别通常在1.0~1.5。需要注意的是，夹杂物的控制对于齿轮钢材的质量和性能具有直接而重要的影响。这些微小的杂质和夹杂物，虽然在钢材中微不足道，却能在实际应用中导致严重的问题。夹杂物的存在可能会降低材料的力学性能，降低其可加工性，甚至可能引发零部件的失效^[2]。因此必须不断改进和优化夹杂物的控制方法，以确保钢材的高质量和可靠性。

4 质量控制技术

4.1 纯净度控制技术

不同钢厂在纯净度控制技术方面采用了各自独特的方法。湘钢注重高效的氧气喷吹和渣浮法，通过高温条件下的应用，有效去除钢中杂质，提高了纯净度，同时也有助于环保和资源利用。南钢采用高温净化工艺，特别适用于高强度钢材的生产，通过高温处理去除不纯物质，确保产品品质。兴澄则采用化学净化方法，添加特定化学剂吸附和去除杂质，同时降低了能源消耗，提高生产效率。这些实践经验不仅有助于提高产品质量，还关系到生产过程的可持续性，有望减少资源浪费和环境污染。钢铁行业可以借鉴这些不同钢厂的方法，以选择适当的纯净度控制技术，从而满足不同类型钢材的生产需求，促进可持续生产的理念，降低对环境的不良影响。

4.2 末端淬透性控制技术

末端淬透性控制技术在钢材生产中发挥着至关重要的作用^[3]。不同钢厂采用各自独特的方法，以确保钢材具有卓越的淬透性。湘钢采用快速冷却工艺，这一方法不仅能够确保钢材的淬透性，而且特别适用于高强度钢材的生产。南钢则采用水淬技术，它不仅提高了淬透性，还能保持钢材的硬度，使其在高应力环境下表现出色。兴澄则采用控制气氛淬火工艺，通过调整淬火速度和淬火介质，实现淬透性的精确控制。这些多样性的淬透性控制方法使钢铁生产更加灵活，

能够根据不同应用领域的需求选择最合适的方法。这对于确保钢材在各种工程和机械制造领域中表现出卓越性能至关重要。不同的淬透性控制技术为钢材生产提供了更多选择，有望满足不断变化的市场需求，推动钢铁行业的不断发展和创新。

4.3 晶粒度控制技术

晶粒度控制对于钢材的强度和耐久性至关重要。湘钢采用冷却速度和晶粒度调节剂来细化晶粒，提高钢材的强度。南钢采用等温淬火工艺，通过控制淬火温度和保温时间来精确控制晶粒的大小，以满足不同应用的需求。兴澄则使用微合金化工艺，通过添加微量合金元素来改善晶粒度，提高了材料的强度和韧性。齐钢采用氮化处理工艺，通过高温处理来改善晶粒度。每个工艺都旨在实现最佳的晶粒度控制，以确保钢材的性能和质量。

4.4 齿轮钢质量评价方法

齿轮钢的质量评价对于齿轮的可靠性和性能至关重要。不同厂家采用各种方法来评估钢材的质量。湘钢主要依靠硬度测试、金相分析和冲击试验等传统方法，以确保钢材的机械性能。南钢则更加注重无损检测技术，如超声波检测和X射线检测，这些方法可以有效地检测内部和表面缺陷，提高了评价的精度。兴澄采用磁粉探伤技术，用于检测齿轮钢的表面和内部缺陷。齐钢则采用多种方法相结合，以确保钢材的质量。这些多样性的质量评价方法为齿轮钢的生产提供了更多选择，有望满足不断变化的市场需求，推动齿轮制造业的不断发展和创新。

5 结语

各家钢厂在钢材生产过程中都注重质量控制，但采用不同技术和方法。湘钢侧重纯净度控制，南钢采用水淬技术，兴澄注重晶粒度控制。末端淬透性控制至关重要，各工厂采用不同方法。晶粒度控制同样重要，方法不同。齿轮钢的质量评价方法各异，包括硬度测试、金相分析和无损检测技术，取决于产品和标准。齿轮钢生产工艺和质量控制对工程和机械制造至关重要，高质量齿轮钢提高性能、降低维护成本，减少故障风险，对齿轮制造至关重要。未来研究应深入研究不同质量控制技术的适用性，发展新评价方法，强化质量管理标准，推动可持续生产，提高工人培训和技术水平。这些方向可提高齿轮钢生产工艺和质量控制水平，满足市场需求，推动齿轮制造业发展，助力机械工程和相关领域的可持续发展。

参考文献

- [1] 潘顶. 齿轮钢生产技术及其发展研究分析[J]. 冶金与材料, 2023, 43(1): 122-124.
- [2] 赵克文, 王新华, 李海波, 等. 齿轮钢中非金属夹杂物控制技术研究[J]. 钢铁钒钛, 2009, 30(3): 38-43.
- [3] 张永. 高品质汽车齿轮钢关键控制技术[C]//第十二届中国钢铁年会, 2019.