

# 对钢中白点的几种认识与讨论

周 平      朱伟华  
(技术中心) (品质保证部)

**摘要:** 主要介绍有关钢中白点的定义、形成原因以及消除白点的预防方法,对生产实践中避免白点产生具有重要的指导意义。

**关键词:** 白点    定义    成因    预防方法

**Abstract:** The definition and formation reasons of white spot and measures to prevent white spot formation are introduced, which have directive function for eliminating white spot in the practical production.

**Key Words:** white spot, definition, formation reasons, prevention measures

## 1 前言

早在本世纪初,冶金工作者就已经注意到钢中白点的存在及其对钢材使用性能的危害。经国内外冶金工作者的努力,已经对钢中白点的机理作出了一些解释,并提出了相应的预防措施。但是,近几年来,由于诸多的原因,又呈现出钢中的白点缺陷不断增加的趋势。尤其是连铸轴承钢过程中常常遇到这种问题,造成大量的经济损失。本文从理论上归纳总结了人们对白点普遍认识和一些新的观点,对于生产实践过程中解决白点困扰会提供一些帮助。

## 2 白点的定义

白点也称“发裂”,是常见于含引起晶格畸形强化合金(Mn、Cr、V、Ni等),含碳量较高的低应变能力钢中。它是一种低倍缺陷,通常用肉眼或低倍放大后进行观察和判断,低倍组织试样片上呈放射性、不规则裂纹,有时遍布整个试验面,如图1所示。

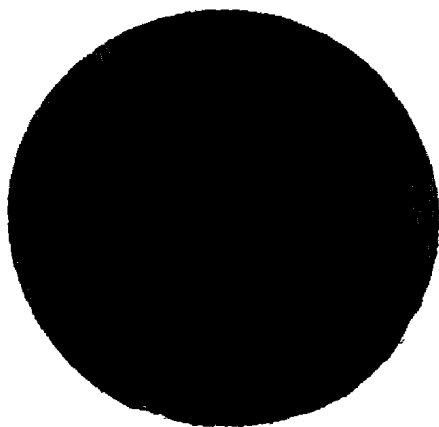


图1 低倍横截面试样上的白点形貌

在淬火断口上,白点的典型形貌为圆形或椭圆形的银白色斑点,分布在纤维状断口的灰色基体。在空气中暴露一段时间后,银白色斑点被氧化成银灰色,继而失去金属光泽,如下图2所示。

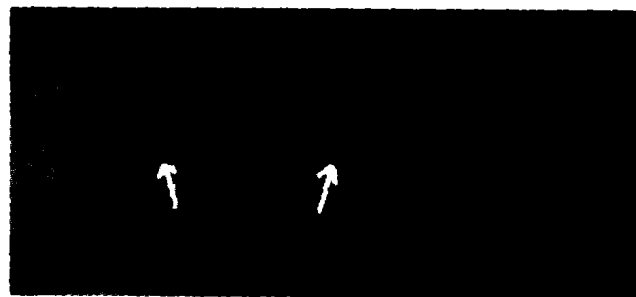


图2 淬火断口试样的白点形貌

根据1939年英国不列颠委员会的经典定义,“钢中白点为平滑的银白色区域,无论是带有变形方向,还是带有偏析区,都不具有一定的方位。”

在一般情况下,白点不暴露在钢材的表面。白点的破坏性极大,作为钢中的显微裂纹,可能成为疲劳裂纹源,降低钢的强度。钢中的白点在进一步热加工中可能被焊合。

## 3 白点成因的几种认识

### 3.1 普遍观点

#### 3.1.1 形成原因

长期以来,被人们所普遍接受观点是由于钢中氢含量高,与应力共同作用,会形成“白点”。白点的形成温度与钢中的氢含量、合金化程度、坯件的尺寸及冷却速度有关,但是一般来说都要在150℃以下,且白点的形成又有一“孕育”期。消除白点的有

效办法是钢液真空处理和热加工后续缓冷或等温退火处理。

有关生产实践表明,如果钢中含氢量为 2—3ppm 时,钢中完全没有白点。在钢中存在原子氢或质子氢,即有扩散能力的氢,才对形成白点有影响,如果是分子状态的氢对白点的形成并无影响。

### 3.1.2 钢中氢

钢中氢按其可动性分成可扩散氢和捕集残氢两部分,前者是可以通过工艺措施脱除氢的极限值。实验研究表明,钢中大部分氢均为可扩散氢,因此如果缓冷措施使用得当,它能将钢中的大部分氢除去(除氢率达 40%~60%)。

钢中氢含量是随钢的温度而变化,随氢在钢中的溶解度而变化。氢在  $\gamma$  相区的溶解度比在  $\alpha$  相区中的溶解度大,而氢在  $\alpha$  相区的扩散系数则比在  $\gamma$  相区的扩散系数大。所以,缓冷处理时,先促进  $\gamma$ — $\alpha$  相变,减少氢在钢中的溶解度。并在  $\alpha$  相区最高温度,予以保温,使氢在  $\alpha$  区以最大的扩散速度逐出钢的表面。就是说,钢中存在一个除氢峰效应。

### 3.1.3 有待于进一步解决的问题

白点的形成有一“孕育”期。在同一氢含量水平下,孕育期仍然是不确定的。尽管在氢含量较高时,生成白点孕育期趋向于减小,但也有很多例外的情况。因此关于孕育期不确定现象的微观机制有待于进一步的工作。

随着炼钢技术的进步及轧材制造技术的发展,缓冷工艺很难适合现代化连续作业的生产节奏,成为流水线生产的一个主要障碍。在生产中制定一个合理的临界氢含量,即保证钢中不形成白点的最高允许氢含量水平是技术关键。同时,对于个别炉号的高氢钢水,采取缓冷除氢作为一种补救措施。

### 3.2 最新观点

虽然近几年合金钢连铸生产得到迅速发展,真空处理手段日趋完善,但是轴承钢白点质量问题出现频率明显增加,有些企业连铸轴承钢检验时有 50% 的缺陷为“白点”。另外,电渣钢中几乎不产生“白点”。可以看出,“氢”是产生白点的主要原因值得质疑。尽管“白点”理论提出已经很多年了,但是

很多问题需要人们重新认识。

一种新的观念认为,尽管采用炉外精炼、真空处理等技术,钢液纯净度不断提高,但是与模注时代相比,连铸过程加工应力和组织应力明显增加,与热应力共同作用,在保温、缓冷措施不完善的条件下,消除钢中应力措施不到位,会造成铸坯中形成应力裂纹,在钢中短流程区域内形成微小断口,即类似“白点”的裂纹。

与传统观念一致地认为,钢中氢含量高时,氢会向小裂纹处扩散,当氢在位错区移动时,促进这些小裂纹的发展。

## 4 消除白点的预防方法

归纳总结人们目前对白点的不同认识,消除白点应沿着以下几个方向努力:

一是采用低氢冶炼技术并对钢液实行真空处理,整个炼钢过程应尽可能使钢水的吸气少,使钢中含氢量低于 2~3ppm。

二是充分重视连铸坯的缓冷、保温处理,以消除铸坯中应力,避免各种应力裂纹的出现。

三是增加轧制压缩比使内部组织致密,增加强度,提高对氢应力破坏作用的抵抗力,起到预防白点的作用。

四是对钢材采取补救措施,根据钢的材质、连续转变曲线(CCT)以及钢坯(材)截面的大小等通过试验来制定合理的缓冷工艺。

## 5 结束语

“白点”有时与其它裂纹难以区分,所以常常将一些微细裂纹划为“白点”之裂,因此看来,如果将“白点”也看成一种裂纹,统称发裂似乎更合适一些,但是这些只是叫法的区别,关键是应充分认识现象产生的实质。

本文对白点作了基础理论分析,能否正确应用到生产实践中需要一个不断摸索的过程,是一个复杂的系统工程。目前首要做的就是从所认识到的问题入手,并加以解决,一定会很好地抑制“白点”的产生。

审稿人:杜显彬