

中国不锈钢市场

CHINA STAINLESS STEEL MARKET



中国金属材料流通协会不锈钢分会会刊

2016 2

中国金属材料流通协会不锈钢分会暨中国不锈钢协会（筹）

会长姜海洪先生、执行会长李龙先生

向不锈钢行业的各位同仁拜年了！

祝大家在猴年里身体健康！

工作顺利！家庭幸福！万事如意！



贺
年



电话：0593-6600031

传真：0593-6600061

地址：福建省福安湾坞镇工贸区

铁晶粒尺寸对合金钢声波振动传播速度的影响

INFLUENCE OF GRAIN SIZE FERRITE ON SPEED OF DISTRIBUTION SONIC VIBRATIONS IN ALLOY STEEL

I. Vakulenko, Yu. Nadezhdin, V. Sokyrko, A. Yaremchuk

翻译：许小海 汪源

08X18T1号钢（俄罗斯国标ГОСТ 5582-75）是一种适合制造气体管道和零件以及汽车部件的耐腐蚀不锈钢板。将其进行冷轧变形和重结晶退火后，我们对铁素体晶粒尺寸和纹理对声波传播速度的影响进行了研究。本文确定了晶粒尺寸和纹理对硬度和声波振动传播速度影响的特性。

一、提出问题

没有控制和调节工艺状态的自动化系统，就不可能有集约化生产。而要实现这种控制和调节，就必须提高评价材料特性的精确度和速度，评价数据是及时调整工艺状态的依据。建设上述自动化系统必须使用声学、声辐射和电磁等无损探测方法。

评价金属特性的著名声学方法为测量声波振动传播速度(V)。这是金属内部结构学决定的敏感的可测量的特性。研究结果证明：声波振动传播速度取决于第二相颗粒的形态和分散度、金属基体颗粒尺寸、是否有亚结构存在等等。因为在多相合金中结构分量对V值产生的综合影响相当复杂，所以必须坚持不懈地开展研究，来评价每个分量对于V值的

单独作用。

二、研究目的

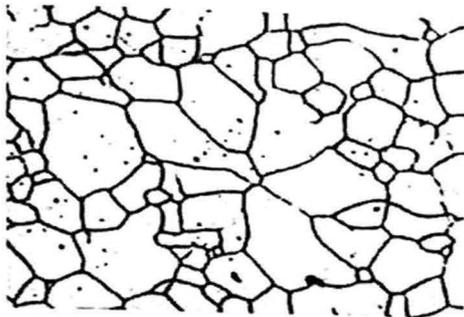
解释合金钢铁晶粒尺寸对于声波振动传播速度的影响。

三、研究方法和材料

研究材料为X18T1号钢板，厚度1.4mm，化学元素成分符合本牌号标准：0.12%C, 17.5%Cr, 1%Mn, 1.1%Ni, 0.85%Si, 0.9%Ti。按习惯分类，该牌号钢属于半铁素体钢。通过挤压量为20~30%的冷轧制变形后在750℃下完成再结晶退火。在光学显微镜下研究材料结构，用金相学方法确定了晶粒尺寸，用X射线分析方法评估了二级晶格变形（微应力），用脉冲频率为1.024kHz的专用仪器测量了声波振动传播速度，用布氏硬度测量了强度特性。

四、论述

轧制时塑性变形的程度越高，晶体结构缺陷的积累越多。在随后的再结晶退火过程中形成了带多面体晶粒的铁素体结构，其尺



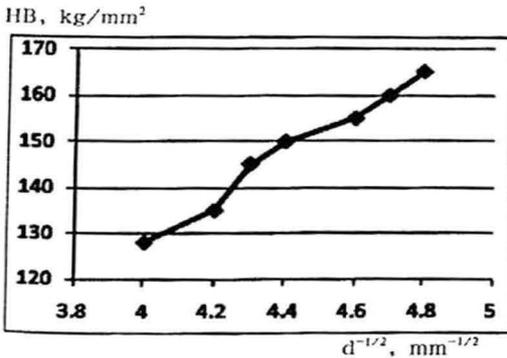
图一 X18T1号钢变形和750°C退火后的微观结构，放大100倍。

寸(d)较之被研究的钢来说有43-65 μm区间内的改变。图一展示了被研究钢的典型微观结构。正常的晶粒尺寸分布规律表明再结晶过程已经完成。

随着铁素体晶粒尺寸增大，钢的硬度降低(见图二)。通过霍尔-彼特奇公式可以很好地描述这种相互关系。

$$HB = HB_0 + kd^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

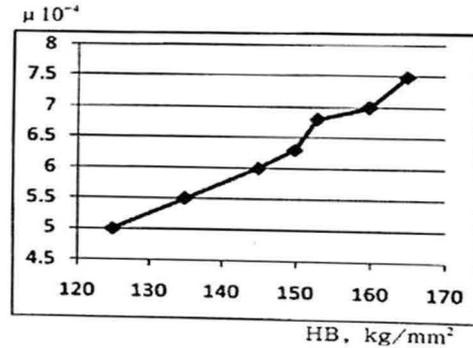
其中， HB_0 为铁素体晶粒尺寸无限大时钢的硬度， k 为关系式的角度系数。根据对该关系的分析(见图2)确定了固定方程式(1)，而在本案中， $HB_0 = 7 \sim 10 \text{ kg/mm}^2$ и $k = 45 \text{ kg/mm}^{3/2}$ 。



图二 铁素体晶粒尺寸和钢硬度的关系

将所得数据与大多数钢的已知数据进行对比可以看出： HB_0 的绝对值已经接近铁素体晶格的摩擦应力， k 值超过大多数钢已知数据十倍以上。值的提高可能与金属应力状态变化有关。这样，在用硬度计压头测量硬度时，造成了整体应力状态，与大量分析霍尔-彼特曲线的研究一样，试验在单轴拉伸下进行。

众所周知，在一定加工条件下上述钢结构中可能出现奥氏体相。为了评估奥氏体对于钢材值的可能影响，确定了铁素体二级晶格的变形量(μ)。分析值和钢硬度的关系表明，它们之间成正比例关系(见图三)。在不改变金属结构情况下，铁素体晶粒尺寸越



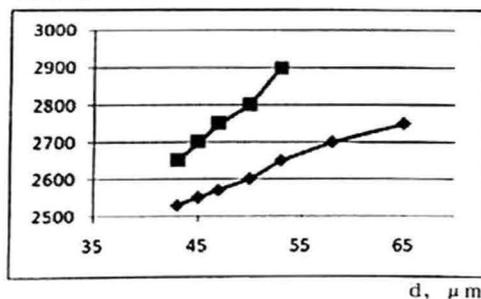
图三 μ 量与硬度的相互影响变化

小，二级变形(微应力)程度越高。据此可以认为：在被研究金属结构中奥氏体相的存在不会破坏铁素体晶粒尺寸与钢硬度和二级变形之间的影响关系。

测量声波振动在金属中传播速度并与晶粒尺寸相关联，结果表明轧制纹理对传播速度有很大影响。图四显示了声波振动传播速度与晶粒尺寸以及钢板轧制方向的相互关

系。 V_{vp} (沿轧板纵向传播速度) 和 V_{pp} (沿轧板横向传播速度) 与铁素体晶粒尺寸 d 的影响性质没有改变。但是轧板塑性变形方向对 V_{vp} 和 V_{pp} 绝对值大小有影响, 对晶粒形状和尺寸也有影响。根据关系式角度系数 $V=f(d)$ 来评价 V 值对于 d 值变化的敏感度, 声波沿轧板纵向传播时角度系数 ($\alpha_1 = \Delta V_{vp} / \Delta d$) 是沿轧板横向传播时的角度系数 ($\alpha_2 = \Delta V_{pp} / \Delta d$) 的 2.5 倍。这一结果再次证明轧制纹理对被研究金属 V 值有影响。

确实, 如果考虑到冷塑性变形程度越高重结晶晶粒生长源的数量就会越多, 那么很自然, 应该在退火时把铁素体晶粒结构搞得细碎一些。从另一方面来说, 降低变形压缩量可以提高变形金属加热时多边化过程的发



图四 声波传播速度和晶粒尺寸及轧制方向的相互关系: ■—纵向(V_{vp}) и ◆—横向(V_{pp})

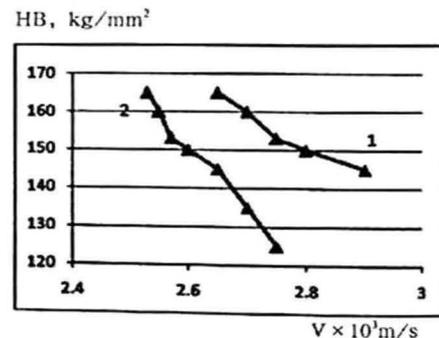
展概率。

多边形过程会妨碍重结晶晶粒之晶核的形成。所以导致晶粒尺寸增大的前次冷塑变形的纹理应该有更大的影响力。这样一来, 金属经受冷塑变形越小, 重结晶退火后取得的晶粒尺寸越大, 冷轧制纹理的影响就保留

得越多。

利用 V_{vp} 与 V_{pp} 对于 d 值的相互关系 (见图四)、向外推演至两线交汇 ($V_{vp} \approx V_{pp}$) 处, 确定晶粒的尺寸, 在这一点上轧制纹理的影响应该不存在。 d 值大约应该为 $30 \sim 33 \mu\text{m}$ 。这样一来, 为了完全消除重结晶退火后轧制纹理的影响, 必须增加压缩程度。此时重结晶过程会更加充分, 会形成更细小的颗粒结构。

硬度 HB 与声波振动传播速度 V 值的相互关系 (图五) 确认了关于重结晶后轧制纹理影响的诊断。



图五 硬度和声波传播速度的变化 (1- V_{vp} , 2- V_{pp})

向外推演 HB 和 V_{vp} 与 V_{pp} 关系曲线至交汇处 ($V_{vp} \approx V_{pp}$), 获得需要的金属硬度, 应该符合计算值 $190 \sim 195 \text{kg}/\text{mm}^2$ 。如果将此计算值带入先前的 HB 和晶粒尺寸的关系式 (图二) 则得到 $d^{-1/2} \approx 5.8 \text{mm}$, 确实符合 $30 \sim 33 \mu\text{m}$ 。

根据上述原理, 在合金钢板轧制工业生产条件下, 利用测量声波振动传播速度的方法, 可以及时对生产工艺进行监测和调整。

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРНА ФЕРРИТА НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

INFLUENCE OF GRAIN SIZE FERRITE ON SPEED OF DISTRIBUTION SONIC VIBRATIONS IN ALLOY STEEL

И.А. Вакуленко, Ю.Л. Надеждин, В.А. Сокирко

I.A. Vakulenko, Yu.L. Nadezhdin, V.A. Sokirko

На примере легированной стали X18T1 после холодной деформации прокаткой и рекристаллизационного отжига исследовано влияние размера зерна феррита и текстуры на скорость распространения звуковых колебаний. Установлен характер влияния размера зерна и текстуры на соотношение твердости и скорости распространения звуковых колебаний.

On the example of steel X18T1 after cold rolling and annealing influence of grain size ferrite and texture is investigational on speed of distribution sonic vibrations. Character influence of grain size and texture is set on correlation of hardness and speed of distribution sonic vibrations.

Вплив розміру зерна фериту на швидкість розповсюдження звукових коливань в легованій сталі

На прикладі легованої сталі X18T1 після холодної деформації прокаткою і рекристалізаційного відпалу досліджений вплив розміру зерна фериту та текстури на швидкість розповсюдження звукових коливань. Визначений характер впливу розміру зерна і текстури на співвідношення твердості і швидкості розповсюдження звукових коливань.