

现场氮气发生器（制氮机）在冷轧钢的退火处理

冷轧钢的退火

退火是一个通用术语，表示一种处理方法，包括加热到并保持在一个合适的温度，然后以适当的速度冷却，主要用于软化金属材料。在普碳钢中，退火通常会产生铁素体-珠光体微结构。

制造冷轧板的正常方法是生产热轧卷，将其酸洗以去除鳞片（氧化物），然后冷轧到所需的最终规格。冷轧可以使热轧板的厚度减少 90% 以上，这增加了钢的硬度和强度，但严重降低了其延展性。如果要进行任何大量的后续冷加工（如成型、拉拔等），就要恢复钢的延展性。

钢的冷轧是在低于再结晶温度的温度下进行的。在冷轧过程中，厚度的减少是由于通过位错运动发生的塑性变形。由于这些位错的堆积，钢材会变硬。这些位错降低了冷轧钢的延展性，使其无法用于成型操作。为了恢复延展性，冷轧钢需要进行退火处理，以消除在冷轧过程中在微观结构中积聚的应力。

在钢的冷轧过程中，钢在室温下的广泛变形大大降低了冷轧板的延展性和可塑性。这就需要进行退火处理，冷轧板通过恢复、再结晶和晶粒生长的机制得到应力释放。退火是冷轧厂中最重要的工艺之一，因为它决定了冷轧钢板的质量。事实上，它是控制冷轧板机械性能的一个重要过程。

退火包括将钢加热到再结晶温度以上，在该温度下浸泡，然后再冷却。在退火过程中，钢的加热有利于铁原子的移动，导致位错的消失和不同尺寸的新晶粒的形成和生长。重度冷加工钢板的退火可分为三个物理上不同但通常重叠的阶段，即复原、再结晶和晶粒生长。

随着退火的继续，再结晶的过程发生了，新的、更加等轴的铁素体晶粒从拉长的晶粒中形成。在再结晶过程中，强度迅速下降，延展性也相应增加。在温度下进一步的时间导致一些新形成的晶粒在牺牲其他晶粒的情况下成长。这就是所谓的晶粒增长，并导致强度的适度下降和延展性的小幅（但经常是相当大的）增加。大多数普通碳钢都进行了退火处理，以促进完全再结晶，但要注意避免过度的晶粒长大，这可能导致成型部件的表面缺陷（如桔皮）。

退火过程进行的速度是被退火钢的化学成分和先前历史的函数。例如，少量的元素如铝、钛、铌、钒和钼会降低钢的再结晶速度，使退火反应迟缓，因此需要更高的温度或更长的退火时间来产生相同的性能。尽管这些合金元素的存在通常是有意添加的结果，旨在改变板材的性能（如铝、钛、铌和钒的情况），但一些元素可以作为残留元素存在（例如钼），其数量足以改变退火反应。

另一方面，大量的冷加工（更大的冷减量）会加速退火反应。因此，不可能指定一个单一的退火循环，在所有的钢中产生一套特定的机械性能，化学成分和冷加工量也要考虑在内。

冷轧钢的退火通常是为了从冷轧产生的高度拉长的应力晶粒中产生再结晶的铁素体微结构。图 1 显示了退火对低碳冷轧钢的微观结构的影响。图 1(a)显示了冷轧的微观结构，与图 1(b)和 1(c)中的部分和完全再结晶的微观结构形成对比。

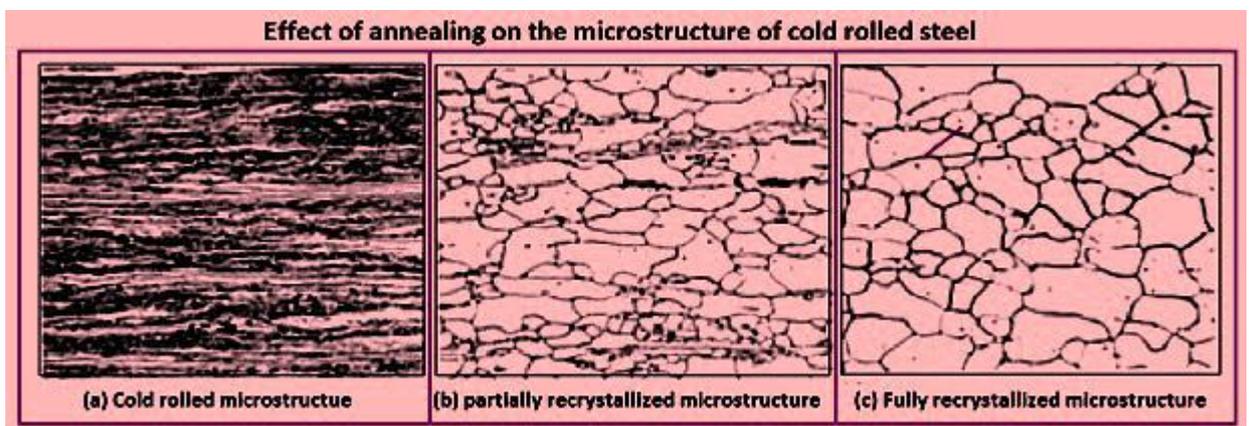


图 1 退火对冷轧钢的微观结构的影响

在钢的加热过程中，以及在退火循环的保持部分的第一段，首先发生的冶金过程是恢复。在此过程中，内部应变得到缓解（尽管微观结构变化不明显），延展性得到适度提高，而强度则略有下降。

恢复在相对较低的温度下占主导地位，包括空位和冷变形引入的位错的迁移，导致它们中的某一部分被湮灭或重新排列。然而，从更广泛的角度来看，恢复涉及到退火过程中对性能的任何改变，这发生在新的无应变再结晶晶粒出现之前。换句话说，恢复并不涉及高角度晶界（HAGBs）的迁移。在恢复过程中，发现材料的机械和物理性能与冷加工状态下的数值相比都有一些变化，这是正常的。通常情况下，机械性能，如硬度、屈服强度或延展性恢复到完全退火值，在恢复过程中只完成了大约五分之一。

在大约 480 摄氏度到 500 摄氏度的应力消除过程中，原子只移动了很小的距离，被周围的原子推拉到一个配置中，内部应力减少，但晶体之间的边界保持不变。再结晶阶段发生在 550 摄氏度左右，在这个阶段，新的晶体开始在原轧制晶粒的边界形成。这些晶体大致成长为球体，将冷轧晶粒的原子重新排列，直到它们的边界与其他新形成的晶粒的边界相接。一旦冷加工晶粒被完全消耗，钢就完全再结晶了。在晶粒生长的第三阶段，随着晶粒吞噬其他新形成的晶体并增大尺寸，钢会变得软化。这个阶段通常发生在浸泡期间。

在退火操作中，冷轧板的变形微观结构得到恢复，并发生再结晶。冷轧钢板的退火可以在批量退火炉中进行，其中冷轧板的退火是以线圈形式进行的，也可以在连续退火炉中进行，其中冷轧板的退火是以板状形式进行的。

由于在冷轧过程中不可能发生再结晶，因此结构和所产生的材料性能受到冷轧的很大影响。在冷轧过程中，晶粒在轧制方向上发生延伸，晶格的排列具有方向性特征。其他结构相的带状特征，如夹杂物、珠光体块等也得到发展。三种类型的纹理（即变形、结构和结晶学纹理）出现，这导致了机械性能的方向性特征。冷轧后的钢板退火是为了消除各向异性的特性。冷轧板退火后的微观结构取决于以下因素：(i) 冷轧前的初始材料结构，(ii) 总的冷减量，(iii) 退火条件（温度和时间），以及 (iv) 钢的

Spire Doc.

Free version converting word documents to PDF files, you can only get the first 3 page of PDF file.

Upgrade to Commercial Edition of Spire.Doc <<http://www.e-iceblue.com/Introduce/word-for-net-introduce.html>>.