

钢材中的氢气



钢材中的氢气

氢气 (H) (原子数为 1, 原子量为 1.008) 是一种无色气体。它的密度为 0.0899 克/升。氢的熔点为-259.2 摄氏度, 沸点为-252.8 摄氏度, 氢-铁的相图见图 1。

图 1 Fe-H 相图

钢中的 H 被认为是一种不受欢迎的杂质, 在某些应用中相当有害。由于它对钢铁产品的加工特性和使用性能有普遍的不利影响, 它始终是钢铁生产中各种问题的来源。仅仅是溶解在钢中的百万分之几的 H 就足以造成危害。因此, 在必要的情况下, 应避免使用或按要求去除。

氢气的来源

氢气有多种来源，可以通过几种途径进入钢中。在初级炼钢炉中，氢的来源是水，它通过未完全干燥的湿废料、熔剂材料、铁合金和耐火材料进入炉内。水在与钢水接触时解离，产生 H，被钢水吸收。这种 H 通常被碳（C）沸腾的净化作用所清除，但也有一些会留在钢中。

钢液与钢包耐火材料中的水分和/或潮湿空气的接触会导致钢液吸收 H。

炉渣中的亲水氧化钙（CaO）和耐火材料的分解（需要足够的抗热震性）也会导致 H 进入钢中。

在采用碳氢化合物燃料燃烧的炼钢过程中产生的炉气中所包含的水蒸气的解离（下面的公式）产生了 H，可以被钢吸收。



然而，在炼钢的任何时刻，钢中的 H 含量是由 H 从气体中进入钢液和通过碳沸和脱气去除 H 的竞争反应之间的平衡决定的。

在低水平的碳中，H 的吸收率高于其去除率。钢液中溶解的 H 含量在碳沸腾结束时降至最低水平，但随着铁合金和合成矿渣的加入，它又会增加。

与电弧炉炼钢的做法相比，在高频感应炉中炼钢时，液态钢的 H 含量较低。另外，在氧化性酸渣下生产的钢的氢含量也比在还原性渣下生产的低。

固体状态的钢也可以通过发生在钢表面的电化学反应的作用吸收氢。这种现象最常见的例子是酸洗、电镀、阴极保护和腐蚀。在电化学反应过程中释放的 H，在重新组合成无害的氢气泡之前，部分被钢的表面吸收了。电解液中存在的硫化物、砷化物、磷化物和硒化物有助于钢中 H 的吸收，因为这些化合物对 H 的重组反应具有抑制作用。

当钢铁在高温和高压下暴露在气体中时，H 也可以进入钢铁。这是化学和石化加工设备吸收 H 的一个相当普遍的现象。水蒸气和碳氢化合物在这方面也是有害的。

通常情况下，H 以单原子状态溶解在钢的间隙中，但不知道它是以原子还是质子的形式溶解。

氢气在钢中的溶解度

用来表示钢中 H 含量的单位是百万分之一（ppm）和每 100 克钢中修正为标准温度和压力的毫升或立方厘米的 H。这两个单位之间的关系是：1 ppm = 1.11 ml/100 gm。

H 在钢中的溶解度在很大程度上取决于晶体结构、温度和成分。H 在奥氏体（铁）中的溶解度比在铁素体（铁和铁）中的溶解度大得多。

二原子的 H 气体与钢发生反应，并根据西弗特定律以原子形式溶解到钢中。H 的溶解度的数据由以下公式总结，并在图 2 中显示。



下面的方程式表示上述反应中的平衡常数。

$$K = [\text{ppm H}] / (\text{pH}_2)?$$

对于 α 、 δ （bcc）铁、 γ （fcc）铁和液态铁（液体），在 $\text{pH}_2=1$ 大气压的平衡状态下，K 的温度依赖性由以下方程给出。

$$\text{对数 } K (\alpha, \delta) = -1418/T + 1.628$$

$$\text{对数 } K (\text{伽马}) = -1182/T + 1.628$$

$$\text{对数 } K (\text{液体}) = -1900/T + 2.423$$

其中温度 T 的单位是开尔文度。

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>>.