

热处理工艺对低屈强比高强度结构钢组织与性能的影响

柳家琦

哈尔滨飞机工业集团有限责任公司 黑龙江 哈尔滨 150066

【摘要】随着国民经济建设的快速发展,各种技术结构对钢材的需求不断增加,对质量和性能的要求越来越高,不仅强度高,而且耐高温性好,耐焊性好,耐疲劳性和抗裂性好。一般来说,当采用各种加固机构来提高钢的强度时,其弯曲率必然会增加。但对于一些特殊的技术结构,如桥梁,建筑物,管道,海上平台等。出于安全考虑,结构钢的弯曲比有严格的要求。

【关键词】低屈强比;高强度钢;热处理;组织;性能;

对结构钢的低弹性和高强度实验室产品进行了大量的热处理试验,使用了(L+T),(Q+L+T)和(N+T)方法。研究了三种热处理对实验钢结构和性能的影响。结果表明,在标准化和点火过程中,试验钢的初始组织和冷却速度的差异决定了两相点火前的最终组织和性能。采用L+T工艺,试验钢具有最高的强度和最高的耐久性。在Q+L+T工艺过程中,试验钢的弹性比略有下降,但强度明显下降。在N+T工艺中,试验钢具有最低的弹性比,其强度与Q+L+T工艺相似。

1. 试验材料和方法

实验钢在150 kg真空指示炉中熔炼,铸件厚度可达150mm×150mm×420mm钢的设计含量低,C、Mn含量低。它用相应量的Ni、Cr、Mo和Cu合金强化,提供高强度和低屈服系数Nb、Ti和V,并具有低焊接裂纹敏感性指数($P_{cm} = 0.24$)。切割后的测试环由厚度为30mm的钢板制成,测试环由两个750mm的反向测试环组成。具体工艺参数:加热温度1200℃,保温时间2h,初始温度1050℃,最终温度830℃,水幕装置以15℃/s的速率冷却,然后快速冷却至110℃。拉伸试样和冲压方向,确定距离为8mm×410,选择与冲击方向平行的冲击试验,厚度为1/4,尺寸为10mm×10mm×55mm,加工成V型切割。按照夏比450J冲击试验机的冲击试验方法,在-20℃下进行冲击试验,用卡尔·蔡司金相显微镜观察金属材料的显微组织。

2. 试验结果与分析

当两相区的沸点温度为760℃和780℃时,由于沸点温度低,在沸点温度下形成的变形区仍然清晰可见。试验钢的微观结构以火球为主,晶界上存在大量颗粒状的马氏体,其尺寸主要为1~2微米。当燃烧温度为800℃时,变形区随燃烧温度的升高而消失,晶界生长出粒状马氏体,其尺寸约为5μm,但材料中仍有大量平行铁素体。随着燃烧温度提高到820℃,马氏体的体积分数和尺寸增加,而铁氧体的体积分数减少。二次冲压后,试验钢的

微观结构主要为铁素体+马氏体或M-A(马氏体-奥氏体),但其形状、尺寸和体积随着试验钢温度的升高两相变化。当两相沸腾温度为760℃时,被试钢的微观组织以多边形铁氧体和M-A形散射元件为主,大量颗粒状马氏体在晶界处呈链状分布,其尺寸小,一般在1~2微米之间。当两相区的沸点温度为780℃时,颗粒化马氏体的尺寸变大,铁素体由一个大的M-A元件分成条带。当两相沸石的温度为800℃时,铁素体矩阵中的微小分量M-A升高,而铁素体矩阵中的长分量M-A仍为针形,使马氏体尺寸增大。当两相燃烧温度为820℃时,马氏体的体积比和尺寸进一步增大,在800℃时仍有一部分针状铁氧体相似,随着焦点温度的升高,试验钢的微观结构发生显著变化。当点火温度为760℃时,试验钢的微观结构以点火为主,变形区仍然清晰可见,变形区内存在大量颗粒状的马氏体。当点火温度为820℃时,会形成大量平行铁氧体和颗粒。当点火温度为860℃时,试验钢的主要组织是颗粒状铁素体和铁素体消失。当点火温度为900℃时,测试钢中会出现多晶铁氧体,即多晶铁氧体和颗粒铁氧体。

采用L+T工艺,试验钢的弯曲率在0.82和0.91之间,拉伸强度在790和857MPa之间。760℃时弯曲比(0.82)最小,790MPa时抗拉强度为18.7%,冲击吸收能为134J-20℃,780℃和800℃时,抗拉强度、抗拉强度和抗冲击能力与760℃相比没有明显变化,但随着废气温度的升高,污染能力提高。820℃后的拉伸强度和拉伸强度明显提高,分别为784MPa和857MPa。在-20℃时,牵引和冲击吸收能量为18.7%。122焦耳的性能也明显提高到0.91%,一般来说,试验钢的韧性和塑性不明显,两相浸入温度仅为820℃,Q+L+T试验钢的力学性能表明,试验钢的弯曲比在0.80~0.88之间,拉伸强度在725~801MPa之间。当两相浸入温度为760℃时,强度和弯曲比最低,而当两相浸入温度为820℃时,强度和弯曲比最高。一般情况下,随着两相区冲击温度的升高,试验钢的性能强度、抗折比和抗拉强度都有下降的趋势,但在

-20° C 时冲击性能良好,N+T 处理试验钢的抗折比小于 0.80,抗拉强度在 697~750MPa 之间。如果两相区点火温度(760° C 和 820° C)时,试验钢的强度、伸长率和弯曲率没有明显变化,抗拉强度和拉伸强度约为 550MPa 和 750MPa,冲击伸长率和吸水率为-20° C,当点火温度为 860° C 时,强度和弯曲率增加,而在-20° C 时,冲击伸长率和吸水率下降,当点火温度为 900° C 时,强度和弯曲率明显下降。目前的抗拉强度、抗拉强度和抗折比分别为 484MPa、697MPa 和 0.69,而-20° C 时的抗拉强度和抗冲击吸收率明显高于 860° C 时的 21.8%,采用 Q+L+T 工艺,被试钢的抗折比略有下降,主要低于 0.85,但与 L+T 工艺相比,强度明显下降。采用 N+T 工艺,试验钢的弯曲率最低,一般为 0.75,强度与 Q+L+T 工艺相似。

3. 讨论

结果表明,在双相冲压过程中,试验钢的初始组织对后续冲压的组织 and 性能有重要影响。对于 L+T 工艺,缺乏完整的简化工艺对切割试验钢的后两个阶段有重要影响。两相区(760~780° C)低温烧成时,微变形区仍清晰可见。晶界处只形成 1~2 微米的奥氏体颗粒,燃烧后形成马氏体,但由于衰变不完全,大量微小晶体结构仍保持在这种状态。当两相区沸点温度升高时,轧辊成

形过程中形成的变形区消失,但贝塞尔结构仍然存在。对于 Q+L+T 工艺,因为两相区中的试验钢在该温度之前被加热,所以织物中的层状结构在第一温度(910° C)之后转变成马氏体。因此,当在第二相区加热到第二温度时,原来的贝氏体铁基体消失,取而代之的是块状铁基体。与 L+T 工艺的显微组织相比,模拟铁素体基体的强度远低于平行贝塞耳铁素体基体,导致 Q+L+T 工艺钢的强度和断裂较低,但韧性和塑性略有提高。对于 N+T 工艺,虽然试验钢没有完全氧化,但在较低燃烧温度(760~820° C)下的冷却速率远低于燃烧时的冷却速率。当点火温度为 900° C 时,奥氏体温度高,冷却慢,试验钢中存在大量多边形钢筋,使试验钢的强度和弯曲比大大降低,韧性和塑性大大提高。

总之,在三种热处理方法中,L+T 方法的使用导致试验钢的最高强度和更高的弹性比;在 Q+L+T 过程中,弹性比略有下降,但强度显著下降;在 N+T 工艺中,试验钢的弹性比最低,其强度与 Q+L+T 工艺相似。

【参考文献】

- [1]李华.低屈强比高强度结构钢的发展概况.2020.
- [2]刘钊.浅谈热处理工艺对低屈强比高强度结构钢组织与性能的影响.2022.