

氧化物冶金技术研究现状及发展前景

郭焕花 (广西自贸区佳瑞信息科技有限公司, 广西 钦州 535000)

摘要: 针对氧化物冶金技术的发展问题, 本次研究结合氧化物冶金技术的发展现状, 首先对该种类型技术的研究现状进行全面分析, 在此基础上, 对其发展前景进行全面的分析, 为推动该领域的进一步发展奠定基础。研究表明: 目前, 在氧化物冶金技术发展的过程中, 工作人员首先需要对氧化物的分布情况以及属性进行全面的控制, 然后将氧化物作为钢中所有非均质物质的核心, 对其他类型物质的分布进行全面控制, 最终对钢中所有的氧化物进行全面控制, 使得钢的加工性得到改善, 未来, 氧化物冶金技术将会朝着超细晶粒钢的方向进行研究, 同时, 该方面技术在管线钢方面的应用将会得到大范围的推广, 相关的氧化物冶金产品将会得到开发。

关键词: 氧化物; 冶金技术; 研究现状; 冶金思路; 发展前景

1 氧化物冶金技术研究现状

1.1 氧化物冶金技术的提出

对于金属钢而言, 其性能与组织结构之间的关系相对较为密切, 在提高金属钢强度以及韧性的过程中, 对晶粒进行细化属于一项重要的技术方法, 在对铁素体晶粒进行细化的过程中, 快冷、细化母项的晶粒、在加工的过程中促进相变出现、充分利用夹杂物都属于重要的措施。在利用夹杂物的过程中, 由于各种类型夹杂物在尺寸、性质以及属性方面存在较大的差异, 因此, 对金属钢的影响也存在一定的差异, 部分夹杂物可以使得金属钢的强度及韧性提升, 但是, 部分夹杂物也可以使得金属钢的强度及韧性降低。如果夹杂物的尺寸相对较大, 脆性相对较强, 在进行金属钢加工的过程中, 非常容易出现表面缺陷问题, 因此, 在进行金属钢加工的过程中, 需要采取合理的措施除去尺寸较大的夹杂物。对于尺寸相对较小的夹杂物而言, 其可以被称之为析出相, 这种类型的夹杂物非常容易在金属钢固相阶段析出, 进而使得金属钢的强度得到提升, 金属钢的晶粒在高温作用下将会得到充分的利用。

事实上, 在上世纪中期之前的研究中, 尺寸过小的夹杂物并没有引起研究人员的注意, 研究人员思想上认为这些夹杂物的存在并不会对金属钢的性能产生影响, 但是进入到上世纪中后期阶段以后, 研究人员发现尺寸相对较小的夹杂物在进行金属钢冷却的过程中, 会引发金属钢中的铁素体形成核, 最终使得金属钢组织得到全面的细化, 焊缝以及热影响区的强度以及韧性都将得到改善, 同时, 对于尺寸相对较小的夹杂物而言, 在进行金属钢加工的过程中难以将其完全除去, 这些类型的夹杂物主要是在金属凝固冷却的阶段形成, 因此, 研究人员开始对这些夹杂物的利用进行研究, 这是氧化物冶金技术利用以及研究的起始阶段。

近些年来, 大线能量焊接技术以及控冷焊接技术得到了大面积的推广及应用, 随着细晶粒钢的不断研究及发展, 使得焊接母材的质量得到了大幅提升, 这对焊缝

提出了相对较高的要求, 通过使用大线能量焊接技术, 可以使得焊接效率得到提升, 同时, 还可以使得输入能量得到提高, 在另一方面, 对于厚板以及型钢等多种类型的金属钢而言, 在使用控冷技术的过程中, 无法对其进行组织细化, 这就要求工作人员需要对其加工压力进行提高, 最终达到这些金属钢组织细化的目的。

1.2 氧化物冶金技术思路

事实上, 氧化物冶金技术最早是由日本技术人员于上世纪 90 年代所提出, 所采用的技术思路可以分为三步: ①对金属钢中各种类型氧化物的分布情况以及属性进行全面控制, 氧化物的属性包括成分以及尺寸等; ②对这些氧化物进行充分的利用, 使其可以成为非均质物质的核心, 对金属中的碳元素以及氮元素的析出以及分布进行全面控制; ③对金属钢中的氧元素以及碳元素进行充分的利用, 在高温条件下, 晶界将会出现移动, 这种移动现象将会对晶粒产生抑制作用, 晶粒将难以成长, 通过对晶体内的铁素体进行促进, 使得金属钢组织得到全面的细化, 通过在金属钢内逐渐产生碳化物, 进而使得金属钢的含碳量降低, 最终使得金属钢的加工性能得到全面提升。

事实上, 在对金属钢进行加工的过程中, 对于硫化物以及碳化物等物质而言, 在冷却的过程中非常容易从固体中析出, 其分布情况与金属钢的晶界有关, 同时, 难以使得这些物质在金属钢内均匀分布。对于金属钢内的氧化物而言, 主要在金属钢加工的脱氧阶段以及凝固阶段中形成, 与硫化物以及碳化物进行对比后发现, 金属钢内氧化物的分布相对较为均匀。由于金属钢中的氧化物形成相对较早, 分布相对较为均匀, 因此, 所谓的氧化物冶金技术就是通过对氧化物进行充分的利用, 对金属钢中的硫化物以及碳化物的分布以及析出进行全面的控制, 通过充分利用这些夹杂物, 使得金属钢的加工性能得到提升。

通过利用金属钢中的夹杂物, 在高温作用下, 对晶粒的成长进行抑制, 以此避免出现体积相对较大的奥氏

体晶粒，最终降低铁素体相变组织的体积，该种类型的方法已经在金属焊接以及金属热处理等领域中得到了广泛的应用。同时，在金属焊接以及金属凝固的过程中，通过对夹杂物进行充分的利用，可以在奥氏体向铁素体转变的过程中形成大量的针状组织，这种类型的组织可以对晶粒进行全面的细化，同时，由于晶粒之间呈现出了交叉互锁现象，因此，可以对裂纹的延伸起到一定的抑制性作用，最终使得金属钢的强度以及韧性得到改善。

事实上，晶粒尺寸的变化情况以及相变过程的产生情况都会对氧化物冶金技术产生重要的影响，这种类型的影响与具体的过程与夹杂物的种类之间具有很强的联系，该种类型技术的主要特点就是不对材料加工变形产生干扰，同时，还可以对材料的组织进行全面的细化，由此可见，氧化物冶金技术与控冷技术之间可以相互补充，例如可以在焊接作业晶粒成长的过程中采取控冷技术，在金属钢冷却的过程中采取氧化物冶金技术组织晶粒的成长。

2 氧化物冶金技术发展前景

2.1 应用现状

近些年来，国内外钢铁公司对于氧化物冶金技术的研究相对较多，已经逐渐开发出大量高强度以及高韧性的低碳钢以及非调质钢。德国的蒂森特钢铁公司在对49MnVS3非调质钢进行开发的过程中，对氧化物冶金技术进行了充分的利用，对金属中的Ti元素以及V元素进行了全面的微合金化，通过该种类型的措施，可以在金属内部产生TiN以及VN等多种类型的非金属夹杂物，最终可以发挥抑制奥氏体晶粒成长的作用，同时，TiN以及VN等多种类型非金属夹杂物的存在，会对晶体内的铁素体起到诱导作用，奥氏体的晶粒将会全面的细化，金属钢的强度可以达到500-800MPa，其韧性可以达到25J，在对该种类型非均质钢进行生产作业的过程中，由于取消了调质热处理环节，因此，加工过程还具有节能的优点，其冲击韧性相对较高，因此，该种类型的金属已经在连杆以及曲轴等材料的生产中得到了广泛的应用。

为了使得金属钢焊接热影响区的韧性得到提升，研究人员对微Ti脱氧氧化物类型的低碳钢进行了研究，在其成分中，碳元素的含量为0.07%，硅元素的含量为0.24%，锰元素的含量为1.52%，钛元素的含量为0.012%，由于还有微量的钛元素，可以在金属的内部产生氧化钛以及氮化钛等多种类型的非金属夹杂物，在进行焊接作业的过程中，这些物质的存在会在热影响区内对铁素体产生诱导作用，焊接作业过程中热影响区的强度以及韧性都可以得到提升。在对管线钢进行研究与开发的过程中，在进行氩弧焊的过程中热影响区韧性将会大幅降低，在-20℃的条件下，其冲击韧性仅有7J，这无法满足工

程的需求，通过使用Ti、Nb、V等元素的微合金化措施，最终可以在金属的内部产生大量非金属夹杂物，这些物质将会存在于晶界之中，对奥氏体晶粒的成长发挥抑制作用，在进行焊接作业的过程中，热影响区内的非金属夹杂物将会发挥诱导作用，此时在-20℃的条件下金属冲击韧性可以达到100J以上，进而使得管线钢可以满足工程实际需求。综合分析可以发现，氧化物冶金技术的推广及使用，将会使得焊缝金属的强度以及韧性得到大幅提升。

2.2 发展前景

近些年来，材料科学的发展速度相对较快，为了满足工程需求，对于氧化物冶金技术而言将会朝着三个方向发展：①在使用氧化物冶金技术的过程中，主要采用调控相变的方式，对金属内的晶粒进行全面的细化，最终使得金属钢的强度及韧性得到改善，因此，未来对于氧化物冶金技术而言，其会在超细晶粒钢方面进行全面的研发及产品开发；②尽管氧化物冶金技术已经在管线钢领域进行了初步的应用，但是目前的大多数应用处于中间实验时期，大量的技术问题并没有得到解决，例如氧化物的临界尺寸并没有明确的确定，氧化物的有益生成条件尚不明确，细化晶粒过程中的机理也并不明确，如果可以全面解决上述问题，则氧化物冶金技术必然会得到更大的发展及进步；③目前，氧化物冶金技术已经在非调质钢锻造冷却过程中得到了广泛的应用，特别是在型钢加工中的应用相对较广，在焊接组织控制中也得到了较多的应用，未来需要在锻造过程以及压力加工等各个过程中推广使用该种类型的加工技术。

3 结论

氧化物冶金技术是一种相对较为先进的金属加工技术，其主要可以通过使用大量微小的非金属夹杂物，对金属内的晶粒起到抑制作用，同时，还可以使得晶界得到改变，金属内其他类型物质的分布得到有效的控制，未来，氧化物冶金技术将会朝着超细晶粒钢的方向进行研究，同时，该方面技术在管线钢方面的应用将会得到大范围的推广，相关的氧化物冶金产品将会得到开发。

参考文献：

- [1] 赵福才,张朝晖,杨蕾,等.钙基氧化物冶金生产技术的发展与展望[J].钢铁研究学报,2018,30(04):259-264.
- [2] 朱立光,孙立根.氧化物冶金技术及其在船体钢开发中的应用及展望[J].炼钢,2017,33(05):1-11.
- [3] 赵林林,李冠楠.氧化物冶金技术在焊接中的研究与应用[J].河北企业,2017(07):196-197.
- [4] 吴晓燕,朱立光,梅国宏,等.氧化物冶金技术及其发展展望[J].铸造技术,2017,38(04):741-745.
- [5] 魏星,车飞,张华勇,等.压力容器用钢氧化物冶金技术研究[J].煤矿现代化,2017(01):43-45.