

低碳钢焊接方法和焊后热处理的研究

刘晓兰

哈尔滨华德学院 黑龙江 哈尔滨 150025

摘 要: 低碳钢因具有价格便宜和综合力学性能优良等特点得到广泛使用。Q235 是低碳钢中最常见的一种材料, 在焊接后接头性能相对稳定。本文将以 Q235 为研究对象, 研究低碳钢的焊接工艺、焊接缺陷, 以及焊后热处理对焊件性能的影响。

关键词: 低碳钢; 焊接工艺; 焊接缺陷; 焊后热处理

我国是低碳钢的生产和使用大国, 低碳钢有着巨大的潜力和发展前景。Q235 低碳钢是一种最为常见的低碳钢, 主要含有铁元素和碳元素, 室温组织基体是铁素体和渗碳体组成的机械混合物, 具有较好的塑性、韧性, 焊接性良好, 在各种结构零件和结构件中得到广泛应用。

1 Q235 低碳钢

在钢铁的领域之中, 碳素结构钢是应用的最早且应用最广泛的一种材料。碳素结构钢中主要含有铁和碳元素, 碳含量小于 2.11%, 此外还有一定量的硅, 锰等元素。在碳素结构钢中或多或少都存有杂质, 其中以磷和硫为主要杂质。

碳素结构钢按照化学成分可以分为低碳钢、中碳钢和高碳钢。

Q235 低碳钢常用于焊接、锻造, 含碳量在 0.22% 以下, 因此力学性能比较适中, 在低碳钢中属 Q235 钢的成本低廉, 可以在不进行预热的前提下开始焊接, 且焊接后组织不易脆化, 一般都用来制造受压力载荷小、以及性能普通的工件。但 Q235 钢在切削加工有一定的限制, 不能制造精密的零件。

Q235 低碳钢有 A、B、C、D 这 4 种质量等级的钢, 字母序列越靠后的钢越能承受冲击载荷, 其钢中的硫含量相比前面的钢越少。

2 Q235 低碳钢的焊接方法

Q235 低碳钢适用于大部分传统焊接方法, 例如焊条电弧焊、二氧化碳气体保护焊、埋弧焊、氩弧焊等。每一种焊接方法都有自己的优缺点, 根据材料的特性, 选择正确焊接方法的同时, 也要保证生产过程的经济性, 以及最后成品的焊接产品质量。

2.1 焊条电弧焊

焊条电弧焊是一种常规的电弧焊方法, 接通电源, 利用焊条摩擦工件后产生的电弧熔化焊芯, 被高温熔化的焊芯成细小的水滴状, 在焊接熔池上阻挡一部分空气的侵蚀, 这种金属熔滴随电弧的移动在工件上逐渐冷却成一道焊缝。焊条电弧焊施焊器械成本低, 不用辅助设备, 不容易受环境影响, 多数场所都能进行焊接, 对焊件施焊部位要求不高, 但凡焊条能抵达的地方都能进行焊接, 即使是机械不易接触

地方, 焊条电弧焊同样能完成任务。绝大多数金属材料都能通过焊条电弧焊焊接。但对劳动者的操作能力要求高, 焊条电弧焊属于人工操作, 焊缝成形质量在于人为, 生产效率不能和机器相比。

2.2 二氧化碳气体保护焊

在焊接时, 加入二氧化碳这种气体介质, 这样在焊接过程中, 焊枪的喷嘴和焊丝周围都有二氧化碳为其保护, 焊接熔池隔绝了空气的进入, 焊接出的工件质量较好。二氧化碳气体保护焊的送丝机构是自动送丝, 是机械化焊接, 产品生产效率高, 经济性好, 被广泛地应用在各大工厂的焊接生产车间中。

2.3 埋弧焊

埋弧焊是熔化极电弧焊的一类方法, 也是焊接 Q235 低碳钢厚板的一种焊接方法。埋弧焊焊接时非常有利于发挥电弧的作用, 焊丝和焊件在焊剂层下运转, 产生的摩擦与波动会随之产生一定的热量。热量到达焊丝和母材的熔点时, 就会使母材和焊丝熔化, 形成焊缝。

采用埋弧焊焊接时, 焊剂平铺在工件表面, 在焊剂层下, 电弧燃烧。因此焊接时不会被弧光打眼, 没有灰尘。埋弧焊是自动送丝, 所以自动化程度高, 焊接产品质量不受人为因素的影响, 焊缝成型质量好。但埋弧焊焊接位置有限, 且投入资金大, 设备要求高, 维护费用昂贵, 焊接后清渣时间长, 但凡工件有所偏斜就难以焊接, 也不适合对薄板施焊。

埋弧焊焊接的热输入大, 所以埋弧焊适用于中厚板结构的焊接。在大型造船厂、大型锅炉压力容器装置中, 由于板材为中厚板, 广泛采用埋弧焊焊接。科技的进步, 机械化水平的普及, 进一步提升埋弧焊的生产效率提高, 特别是焊接中厚板结构时, 效果更加明显。埋弧焊现在也应用到有色金属中厚板焊接中。

2.4 氩弧焊

钨极氩弧焊是采用的保护气体是氩气, 氩气是一种惰性气体, 在焊接时, 氩气作为保护气体, 不会产生像二氧化碳气体保护焊焊接时保护气体和液态金属反应的现象, 能够有效防止金属的氧化。

与此同时, 氩气还可以使焊接过程更加顺利。因为氩弧焊热源比较集中, 焊接完成后焊件的焊接变形和残余应力小, 适用于薄壁零件的焊接。氩弧焊根据使用的电极材料可以分为钨极氩弧焊和熔化极氩弧焊。

3 Q235 低碳钢焊接缺陷

焊接缺陷是焊接过程中产生的缺陷。焊接缺陷有很多种类, 如未熔合、未焊透、夹渣、气孔、热裂纹和冷裂纹等。焊接缺陷的存在会对焊接后产品质量产生影响, 如缩小焊面尺寸、焊缝抗冲击能力降低、局部应力集中, 强度等力学性能下降, 可能导致焊接结构发生破坏。在这些危害里, 焊接裂纹是危害最大的缺陷, 会导致焊接结构发生低应力脆性断裂。

热裂纹是指在高温结晶过程中产生的偏析现象, 它们会沿着晶界破裂, 偏析后的物质基本上都是熔点比较低的杂质元素。在熔池结晶后期以液态形式存在, 再收缩拉应力作用下就会被彻底拉断而成裂纹。在电子显微镜中观察, 其局部断面处呈氧化色, 因此也称为结晶裂纹。如果焊缝中存在较多 S、P 等杂质元素, 则低熔点共晶物质易于聚集在晶界位置, 产生结晶裂纹。如果低熔点共晶物质聚集在热影响区的晶界位置, 会产生液化裂纹。焊接热裂纹种类有很多, 如: 纵向的和横向的等。

冷裂纹就是焊接后延迟一段时间, 由于受到氢扩散的影响而产生的裂纹称为冷裂纹。冷裂纹的危害性非常大, 在焊接过程中保护措施不到位或者药皮成分不佳的等原因, 氢通过液态金属进入熔池, 并在高温后从熔池中释放, 在温度低的情况下, 氢从液态金属中析出, 富集在钢的缺陷处, 导致周边应力集中, 这就是冷裂纹产生的原因。

Q235 低碳钢在焊接时, 焊接性良好, 但在操作不当时也会产生焊接裂纹。

焊接裂纹是特别严重的一种焊接缺陷。因为裂纹周围会造成应力集中, 最终会发展到焊件整体开裂, 所以要严格控制产生裂纹的因素, 以保证在焊接时不会产生裂纹。

4 Q235 低碳钢焊后热处理

4.1 正火

低碳钢的含碳量小于 0.25%, 碳含量低导致低碳钢的室温组织基体为珠光体, 材料的强度和硬度较低, 在机械加工过程中, 钢屑容易粘在刀具上。如何提高低碳钢的强度和硬度? 可以采用焊后热处理方法。通过热处理, 改变低碳钢的组织, 提高低碳钢的强度和硬度, 使钢屑不粘刀, 改善切削加工性能。Q235 低碳钢焊接接头经过正火处理后, 可以得到细化的珠光体, 提高了材料的强度和硬度。同时塑性和韧性得到改善, 使断口形貌由脆性的解理断裂转变为韧性的穿晶断裂。

正火是将亚共析钢或过共析钢加热到全部转变为奥氏体, 保温一段时间, 然后在空气中冷却, 得到晶粒细化的珠光体组织。经过正火处理后, 组织晶粒细化,

低碳钢的强度、硬度、塑性和韧性得到了提高, 低碳

钢的切削加工性能变好。亚共析钢在正火处理后会得到片状珠光体, 而且随着铁素体和渗碳体层片间的间距变小, 晶界增多, 提高了低碳钢的强度和硬度。过共析钢也可以进行正火处理, 正火处理的主要优点就是能够消除一些加工上的热缺陷, 例如粗大的先共析铁素体或先共析渗碳体。

此外, 正火大多数在钢制工件上运用较多。在钢制工件上, 退火和正火的效果没有太大的区别, 但是在冷却速度上有些许差异。由于钢本身的特殊材质导致正火后的硬度远远高于退火。正火时不需要随炉一同冷却, 消耗时间短, 生产效率高。因此, 在现阶段, 我国的工业生产上大多数使用正火, 用于最后一步环节的热处理。由于正火处理后的焊件硬度、塑性等加工性能远大于退火处理后的焊件, 所以被更广泛使用, 常被用于热处理的最终环节, 也会提高焊接后工件的质量。

4.2 退火

退火在金属的热处理过程中可以将金属加热至临界点, 当保温至相当长一段时间后, 进行冷却处理。在退火时后, 工件能够恢复到平衡结晶状态下的组织和性能。大多数工件焊接加工后焊件内会存有残余应力, 倘若无法有效地进行避免, 就会发生变形、开裂等情况。退火在加工生产中, 可以有效消除工件内部残余应力, 防止工件发生变形而失效。在经历退火后工件的硬度会稍许降低, 但相应的塑性能够很好的改善。退火过程中, 原子发生扩散, 降低位错密度, 同时原子的扩散也可以消除热加工工艺缺陷例如铸造、锻造、焊接、冶炼, 使用程度十分广泛。退火按照加热温度可以分为临界温度 A_{c1} 以上和 A_{c1} 以下温度, 加热到临界温度 A_{c1} 以上有完全退火、不完全退火、扩散退火、球化退火等等。

加热至临界温度之下时, 又有软化退火、再结晶退火、去应力退火等等。退火工艺种类很多, 其用途也各有不同。

Q235 低碳钢焊件为了消除焊接工件内部的残余应力, 防止焊件在切削加工时产生变形, 通常采用去应力退火。

低碳钢的焊后热处理手段种类繁多, 正火和去应力退火均能作为低碳钢的热处理手段。正火能够细化晶粒、提高低碳钢的强度和硬度, 同时消除热加工缺陷, 提高低碳钢的切削加工性能。退火可以消除工件内的残余应力, 防止因为内应力的存在导致工件变形甚至开裂。但退火处理后少量珠光体会球化, 珠光体球化后, 应力集中减小, 材料的强度和硬度降低, 低碳钢变软, 在后续的加工过程中容易粘刀。

从切削加工性能上看, 低碳钢 Q235 很适合正火, Q235 钢在正火后, 硬度得到提高, 解决了因为硬度低所导致的难以切削加工, 此外, 正火也可以作为最终热处理手段。从成本角度上考虑, 正火采用的是空冷, 退后采用的是随炉冷却, 正火生产周期短, 操作方便, 因此选用正火作为低碳钢的焊后热处理手段, 如果正火后钢硬度的强度和硬度不能满足使用要求, 可以适当提高正火加热温度, 这样处理后得到的珠光体片成间距更小, 材料的强度和硬度更高, 能够达到使用

要求。对于焊件,正火可以改善热影响区的组织和力学性能。

本文以低碳钢为研究对象,分析了适用于低碳钢的焊接方法和焊后热处理方法。绝大多数焊接方法均可以焊接低碳钢,包括:焊条电弧焊、二氧化碳气体保护焊、埋弧焊和氩弧焊等。低碳钢焊接性良好。可以采用正火和退火对低碳钢进行焊后热处理。针对 Q235 低碳钢材质特点和焊接缺陷,应采用正火作为焊后热处理的方式。

参考文献:

- [1] 范伟,杜明.关于低碳钢的焊接性与焊接缺陷的分析[J].湖北农机化,2019(09):54.
- [2] 周志良,刘书华.焊后热处理对 DQTH80 钢热影响区断裂韧性的影响[J].焊接学报,1998(01):39-43.
- [3] 李之义,毛盛华.焊后热处理方法[J].石油加工设备,1987(03):29-34.