

焊接缺陷以及防止措施

焊接缺陷及防止措施.....	2
1、外观缺陷:	2
2、气孔和夹渣	3
3、裂纹	4
4、未焊透	7
5、未熔合	8
6、其他缺陷	8

焊接缺陷及防止措施

1、外观缺陷:

外观缺陷(表面缺陷)是指不用借助于仪器,从工件表面可以发现的缺陷。常见的外观缺陷有咬边、焊瘤、凹陷及焊接变形等,有时还有表面气孔和表面裂纹。单面焊的根部未焊透等。

A、咬边是指沿着焊趾,在母材部分形成的凹陷或沟槽,它是由于电弧将焊缝边缘的母材熔化后没有得到熔敷金属的充分补充所留下的缺口。产生咬边的主要原因是电弧热量太高,即电流太大,运条速度太小所造成的。焊条与工件间角度不正确,摆动不合理,电弧过长,焊接次序不合理等都会造成咬边。直流焊时电弧的磁偏吹也是产生咬边的一个原因。某些焊接位置(立、横、仰)会加剧咬边。

咬边减小了母材的有效截面积,降低结构的承载能力,同时还会造成应力集中,发展为裂纹源。

矫正操作姿势,选用合理的规范,采用良好的运条方式都会有利于消除咬边。焊角焊缝时,用交流焊代替直流焊也能有效地防止咬边。

B、焊瘤焊缝中的液态金属流到加热不足未熔化的母材上或从焊缝根部溢出,冷却后形成的未与母材熔合的金属瘤即为焊瘤。焊接规范过强、焊条熔化过快、焊条质量欠佳(如偏芯),焊接电源特性不稳定及操作姿势不当等都容易带来焊瘤。在横、立、仰位置更易形成焊瘤。

焊瘤常伴有未熔合、夹渣缺陷,易导致裂纹。同时,焊瘤改变了焊缝的实际尺寸,会带来应力集中。管子内部的焊瘤减小了它的内径,可能造成流动物堵塞。

防止焊瘤的措施:使焊缝处于平焊位置,正确选用规范,选用无偏芯焊条,合理操作。

C、凹坑 凹坑指焊缝表面或背面局部的低于母材的部分。

凹坑多是由于收弧时焊条(焊丝)未作短时间停留造成的(此时的凹坑称为弧坑),仰立、横焊时,常在焊缝背面根部产生内凹。

凹坑减小了焊缝的有效截面积,弧坑常带有弧坑裂纹和弧坑缩孔。

防止凹坑的措施:选用有电流衰减系统的焊机,尽量选用平焊位置,选用合适的焊接规范,收弧时让焊条在熔池内短时间停留或环形摆动,填满弧坑。

D、未焊满 未焊满是指焊缝表面上连续的或断续的沟槽。填充金属不足是产

生未焊满的根本原因。规范太弱,焊条过细,运条不当等会导致未焊满。

未焊满同样削弱了焊缝,容易产生应力集中,同时,由于规范太弱使冷却速度增大,容易带来气孔、裂纹等。

防止未焊满的措施:加大焊接电流,加焊盖面焊缝。

E、烧穿 烧穿是指焊接过程中,熔深超过工件厚度,熔化金属自焊缝背面流出,形成穿孔性缺。

焊接电流过大,速度太慢,电弧在焊缝处停留过久,都会产生烧穿缺陷。工件间隙太大,钝边太小也容易出现烧穿现象。

烧穿是锅炉压力容器产品上不允许存在的缺陷,它完全破坏了焊缝,使接头丧失其联接及承载能力。

选用较小电流并配合合适的焊接速度,减小装配间隙,在焊缝背面加设垫板或药垫,使用脉冲焊,能有效地防止烧穿。

F、其他表面缺陷:

(1)成形不良 指焊缝的外观几何尺寸不符合要求。有焊缝超高,表面不光滑,以及焊缝过宽,焊缝向母材过渡不圆滑等。

(2)错边指两个工件在厚度方向上错开一定位置,,它既可视作焊缝表面缺陷,又可视作装配成形缺陷。

(3)塌陷 单面焊时由于输入热量过大,熔化金属过多而使液态金属向焊缝背面塌落,成形后焊缝背面突起,正面下塌。

(4)表面气孔及弧坑缩孔。

(5)各种焊接变形如角变形、扭曲、波浪变形等都属于焊接缺陷 0角变形也属于装配成形缺陷。

2、气孔和夹渣

A、气孔 气孔是指焊接时,熔池中的气体未在金属凝固前逸出,残存于焊缝之中所形成的空穴。其气体可能是熔池从外界吸收的,也可能是焊接冶金过程中反应生成的。

(1)气孔的分类气孔从其形状上分,有球状气孔、条虫状气孔;从数量上可分为单个气孔和群状气孔。群状气孔又有均匀分布气孔,密集状气孔和链状分布气孔之分。按气孔内气体成分分类,有氢气孔、氮气孔、二氧化碳气孔、一氧化碳

气孔、氧气孔等。熔焊气孔多为氢气孔和一氧化碳气孔。

(2) 气孔的形成机理 常温固态金属中气体的溶解度只有高温液态金属中气体溶解度的几十分之一至几百分之一, 熔池金属在凝固过程中, 有大量的气体要从金属中逸出来。当凝固速度大于气体逸出速度时, 就形成气孔。

(3) 产生气孔的主要原因 母材或填充金属表面有锈、油污等, 焊条及焊剂未烘干会增加气孔量, 因为锈、油污及焊条药皮、焊剂中的水分在高温下分解为气体, 增加了高温金属中气体的含量。焊接线能量过小, 熔池冷却速度大, 不利于气体逸出。焊缝金属脱氧不足也会增加氧气孔。

(4) 气孔的危害 气孔减少了焊缝的有效截面积, 使焊缝疏松, 从而降低了接头的强度, 降低塑性, 还会引起泄漏。气孔也是引起应力集中的因素。氢气孔还可能促成冷裂纹。

(5) 防止气孔的措施 a. 清除焊丝, 工作坡口及其附近表面的油污、铁锈、水分和杂物。 b. 采用碱性焊条、焊剂, 并彻底烘干。 c. 采用直流反接并用短电弧施焊。 d. 焊前预热, 减缓冷却速度。 e. 用偏强的规范施焊。

B、夹渣 夹渣是指焊后溶渣残存在焊缝中的现象。

(1) . 夹渣的分类 a. 金属夹渣: 指钨、铜等金属颗粒残留在焊缝之中, 习惯上称为夹钨、夹铜。 b. 非金属夹渣: 指未熔的焊条药皮或焊剂、硫化物、氧化物、氮化物残留于焊缝之中。冶金反应不完全, 脱渣性不好。

(2) 夹渣的分布与形状有单个点状夹渣, 条状夹渣, 链状夹渣和密集夹渣

(3) 夹渣产生的原因 a. 坡口尺寸不合理; b. 坡口有污物; c. 多层焊时, 层间清渣不彻底; d. 焊接线能量小; e. 焊缝散热太快, 液态金属凝固过快; f. 焊条药皮, 焊剂化学成分不合理, 熔点过高; g. 钨极惰性气体保护焊时, 电源极性不当, 电、流密度大, 钨极熔化脱落于熔池中。 h. 手工焊时, 焊条摆动不良, 不利于熔渣上浮。可根据以上原因分别采取对应措施以防止夹渣的产生。

(4) 夹渣的危害 点状夹渣的危害与气孔相似, 带有尖角的夹渣会产生尖端应力集中, 尖端还会发展为裂纹源, 危害较大。

3、裂纹

焊缝中原子结合遭到破坏, 形成新的界面而产生的缝隙称为裂纹。

A、. 裂纹的分类

根据裂纹尺寸大小,分为三类:(1)宏观裂纹:肉眼可见的裂纹。(2)微观裂纹:在显微镜下才能发现。(3)超显微裂纹:在高倍数显微镜下才能发现,一般指晶间裂纹和晶内裂纹。

从产生温度上看,裂纹分为两类:

(1)热裂纹:产生于 A_{c3} 线附近的裂纹。一般是焊接完毕即出现,又称结晶裂纹。这种二裂纹主要发生在晶界,裂纹面上有氧化色彩,失去金属光泽。

(2)冷裂纹:指在焊毕冷至马氏体转变温度 M_B 点以下产生的裂纹,一般是在焊后一段时间(几小时,几天甚至更长)才出现,故又称延迟裂纹。

按裂纹产生的原因分,又可把裂纹分为:(1)再热裂纹:接头冷却后再加热至 $500\sim 700^{\circ}\text{C}$ 时产生的裂纹。再热裂纹产生于沉淀强化的材料(如含 Cr 、 Mo 、 V 、 Ti 、 Nb 的金属)的焊接热影响区内的粗晶区,一般从熔合线向热影响区的粗晶区发展,呈晶间开裂特征。

(2)层状撕裂主要是由于钢材在轧制过程中,将硫化物(MnS)、硅酸盐类等杂质夹在其中,形成各向异性。在焊接应力或外拘束应力的使用下,金属沿轧制方向的杂物开裂。

(3)应力腐蚀裂纹:在应力和腐蚀介质共同作用下产生的裂纹。除残余应力或拘束应力的因素外,应力腐蚀裂纹主要与焊缝组织组成及形态有关。

B、. 裂纹的危害裂纹,尤其是冷裂纹,带来的危害是灾难性的。世界上的压力容器事故除极少数是由于设计不合理,选材不当的原因引起的以外,绝大部分是由于裂纹引起的脆性破坏。

C、. 热裂纹(结晶裂纹)

(1)结晶裂纹的形成机理热裂纹发生于焊缝金属凝固末期,敏感温度区大致在固相线附近的高温区,最常见的热裂纹是结晶裂纹,其生成原因是在焊缝金属凝固过程中,结晶偏析使杂质生成的低熔点共晶物富集于晶界,形成所谓"液态薄膜",在特定的敏感温度区(又称脆性温度区)间,其强度极小,由于焊缝凝固收缩而受到拉应力,最终开裂形成裂纹。结晶裂纹最常见的情况是沿焊缝中心长度方向开裂,为纵向裂纹,有时也发生在焊缝内部两个柱状晶之间,为横向裂纹。弧坑裂纹是另一种形态的,常见的热裂纹。

热裂纹都是沿晶界开裂,通常发生在杂质较多的碳钢、低合金钢、奥氏体不

锈钢等材料气焊缝中

(2) 影响结晶裂纹的因素

a. 合金元素和杂质的影响碳元素以及硫、磷等杂质元素的增加,会扩大敏感温度区,使结晶裂纹的产生机会增多。

b. 冷却速度的影响冷却速度增大,一是使结晶偏析加重,二是使结晶温度区间增大,两者都会增加结晶裂纹的出现机会;

c. 结晶应力与拘束应力的影响在脆性温度区内,金属的强度极低,焊接应力又使这部分金属受拉,当拉应力达到一定程度时,就会出现结晶裂纹。

(3) 防止结晶裂纹的措施 a. 减小硫、磷等有害元素的含量,用含碳量较低的材料焊接。 b. 加入一定的合金元素,减小柱状晶和偏析。如铝、铈、铁、镍等可以细化晶粒。 c. 采用熔深较浅的焊缝,改善散热条件使低熔点物质上浮在焊缝表面而不存在于焊缝中。 d. 合理选用焊接规范,并采用预热和后热,减小冷却速度。 e. 采用合理的装配次序,减小焊接应力。

D、再热裂纹

(1) 再热裂纹的特征

a. 再热裂纹产生于焊接热影响区的过热粗晶区。产生于焊后热处理等再次加热的过程中。

b. 再热裂纹的产生温度:碳钢与合金钢 550~650℃奥氏体不锈钢约 300℃

c. 再热裂纹为晶界开裂(沿晶开裂)。

d. 最易产生于沉淀强化的钢种中。

e. 与焊接残余应力有关。

(2) 再热裂纹的产生机理

a. 再热裂纹的产生机理有多种解释,其中模形开裂理论的解释如下:近缝区金属在高温热循环作用下,强化相碳化物(如碳化铁、碳化钒、碳化镍、碳化钴等)沉积在晶内的位错区上,使晶内强化强度大大高于晶界强化,尤其是当强化相弥散分布在晶粒内部时,阻碍晶粒内部的局部调整,又会阻碍晶粒的整体变形,这样,由于应力松弛而带来的塑性变形就主要由晶界金属来承担,于是,晶界应力集中,就会产生裂纹,即所谓的模形开裂。

(3) 再热裂纹的防止 a. 注意冶金元素的强化作用及其对再热裂纹的影响。 b.

合理预热或采用后热,控制冷却速度。c.降低残余应力避免应力集中。d.回火处理时尽量避开再热裂纹的敏感温度区或缩短在此温度区内的停留时间。

E. .冷裂纹.

(1)冷裂纹的特征 a.产生于较低温度,且产生于焊后一段时间以后,故又称延迟裂纹。b.主要产生于热影响区,也有发生在焊缝区的。c.冷裂纹可能是沿晶开裂,穿晶开裂或两者混合出现。d.冷裂纹引起的构件破坏是典型的脆断。

(2)冷裂纹产生机理 a.淬硬组织(马氏体)减小了金属的塑性储备。b.接头的残余应力使焊缝受拉。c.接头内有一定的含氢量。

含氢量和拉应力是冷裂纹(这里指氢致裂纹)产生的两个重要因素。一般来说,金属内部原子的排列并非完全有序的,而是有许多微观缺陷。在拉应力的作用下,氢向高应力区(缺陷部位)扩散聚集。当氢聚集到一定浓度时,就会破坏金属中原子的结合键,金属内就出现一些微观裂纹。应力不断作用,氢不断地聚集,微观裂纹不断地扩展,直致发展为宏观裂纹,最后断裂。决定冷裂纹的产生与否,有一个临界的含氢量和一个临界的应力值。当接头内氢的浓度小于临界含氢量,或所受应力小于临界应力时,将不会产生冷裂纹(即延迟时间无限长)。在所有的裂纹中,冷裂纹的危害性最大。

(3)防止冷裂纹的措施 a.采用低氢型碱性焊条,严格烘干,在 100~150℃下保存,随取随用。b.提高预热温度,采用后热措施,并保证层间温度不小于预热温度,选择合理的焊接规范,避免焊缝中出现淬硬组织。c.选用合理的焊接顺序,减少焊接变形和焊接应力。d.焊后及时进行消氢热处理。

4、未焊透

未焊透指母材金属未熔化,焊缝金属没有进入,接头根部的现象。

A、产生未焊透的原因(1)焊接电流小,熔深浅。(2)坡口和间隙尺寸不合理,钝边太大。(3)磁偏吹影响。(4)焊条偏心度太大(5)层间及焊根清理不良。

B、.未焊透的危害 未焊透的危害之一是减少了焊缝的有效截面积,使接头强度下降。其次,未焊透引起的应力集中所造成的危害,比强度下降的危害大得多。未焊透严重降低焊缝的疲劳强度。未焊透可能成为裂纹源,是造成焊缝破坏的重要原因。未焊透引起的应力集中所造成的危害,比强度下降的危害大得多。未焊透严重降低焊缝的疲劳强度。未焊透可能成为裂纹源,是造成焊缝破坏的重

要原因。

C、.未焊透的防止 使用较大电流来焊接是防止未焊透的基本方法。另外,焊角焊缝时,1 用交流代替直流以防止磁偏吹,合理设计坡口并加强清理,用短弧焊等措施也可有效防止未焊透的产生。

5、未熔合

未熔合是指焊缝金属与母材金属,或焊缝金属之间未熔化结合在一起缺陷。按其所在部位,未熔合可分为坡口未熔合,层间未熔合根部未熔合三种。

A、.产生未熔合缺陷的原因(1)焊接电流过小;(2)焊接速度过快;(3)焊条角度不对;(4)产生了弧偏吹现象;旺,(5)焊接处于下坡焊位置,母材未熔化时已被铁水复盖;(6)母材表面有污物或氧化物影响熔敷金属与母材间的熔化结合等。

B、未熔合的危害 未熔合是一种面积型缺陷,坡口未熔合和根部未熔合对承载截面积的减小都非常明显,应力集中也比较严重,其危害性仅次于裂纹。

C、.未熔合的防止 采用较大的焊接电流,正确地进行施焊操作,注意坡口部位的清洁。

6、其他缺陷

(1)焊缝化学成分或组织成分不符合要求: 焊材与母材匹配不当,或焊接过程中元素烧损等原因,容易使焊缝金属的化学成份发生变化,或造成焊缝组织不符合要求。这可能带来焊缝的力学性能的下降,还会影响接头的耐蚀性能。

(2)过热和过烧: 若焊接规范使用不当,热影响区长时间在高温下停留,会使晶粒变得粗大,即出现过热组织。若温度进一步升高,停留时间加长,可能使晶界发生氧化或局部熔化,出现过烧组织。过热可通过热处理来消除,而过烧是不可逆转的缺陷。

(3)白点:在焊缝金属的拉断面上出现的象鱼目状的白色斑,即为自点 F 白点是由于氢聚集而造成的,危害极大。