



一种合金堆焊冲裁模的方法

贵州金江航空液压有限责任公司技术开发中心 (贵阳 550018) 张秀康

一、概述

合金堆焊冲裁模是以普通碳素钢为模具基体,在刃口部分堆焊合金作为冲裁刃口,经过一定的工艺处理后,能够满足冲裁要求的一种模具制造方法。

这种方法的主要特点表现如下:

(1) 简化模具结构 对于大型模具的制造来说,采用堆焊代替拼合结构,可减少制造工序,从而缩短生产周期。

(2) 节省合金钢等贵重钢材,模具基体可重复利用 当刃口堆焊合金层损坏后,可经退火将合金层车去,重新堆焊进行修补,从而降低了模具的制造成本。

(3) 延长模具的使用寿命 与两次刃磨间的冲裁数量和高碳高铬合金钢制造的模具相比,二者的使用寿命差别不大。

(4) 堆焊工艺简单 合金堆焊冲裁模是模具制造中的一种先进工艺。本文从冲裁模堆焊的实践,对该工艺进行了探讨。

二、焊条的选用及使用规范

1. 焊条的选用

用于堆焊冲裁模的焊条应有良好的焊接性能、机械加工性能及热处理性能,堆焊金属与基体金属应能均匀熔合,有足够的剪切强度、硬度、耐磨性及冲击韧度,并且不易产生气孔、裂纹及夹渣等有碍冲裁的缺陷。

根据上述要求,选用 EDRCrMoWV-Al-15 焊条为宜。这是一种碱性低氢钠型的焊条,这种焊条硬度较高,即使在高温条件下也能保持足够的硬度和抗疲劳性能。它含有钒、钨、铬、钼等元素,能有效地改善焊接质量和合金的组织性能。如钒在焊接过程中是一种良好的脱氧剂,除氮能力强,极易形成钒的化合物,改善碳化物在钢中的分布,加热

时能阻止晶粒长大,提高合金的密度;铬在堆焊时是一个脱氧剂,能使合金的耐磨性和耐腐蚀性增加;钼和钨能阻止合金的晶粒长大,能减少脆性和对应力的敏感性,提高合金强度和冲击韧性。但这种焊条也存在一些缺点,如焊好后在常温下不易修补,热处理温度较高等。

2. 焊条的使用规范

用 EDRCrMoWV-Al-15 焊条堆焊冲模,用直流电弧焊机反接,这样起弧方便,电弧稳定,焊波平滑。当焊条直径为 4mm 时,堆焊电流以 140 ~ 170A 较好;直径为 5mm 时,以 150 ~ 200A 较好。电弧要短,通常弧长是 1 ~ 2mm,因为短弧焊接可以降低合金的含氮量和含氧量。

三、基体材料选择

在堆焊过程中,由于熔池温度高,各部分受热和冷却不均匀,造成金属组织差异较大,应力也较为复杂,结晶时碳的化合物容易形成网络,从而使塑性减低,增加了合金对冷却速度的敏感性。如果基体含碳量低,基体本身的塑性较好,过渡区的网状碳化物也较小,承受应力的能力相应变大。但含碳量过低,过渡区的硬度和耐磨性就差,则堆积的合金厚度就要增大。堆焊低碳的基体金属时,在过渡区的反应并不甚好。基于此,模体金属一般采用 45 中碳结构钢或 Q235 钢。

四、工艺过程

1. 焊前准备

根据要求对模体进行粗加工,见图 1。内外圆留 2 ~ 3mm 余量,厚度留 1 ~ 2mm 的变形余量。即

对于凸模 $d_2 - d = 1 \sim 2\text{mm}$

$d - d_1 = 2 \sim 3\text{mm}$

对于凹模 $D_2 - D = 1 \sim 2\text{mm}$

$D - D_1 = 2 \sim 3\text{mm}$

模体堆焊前需用铲清除干净,使堆焊的刃口部

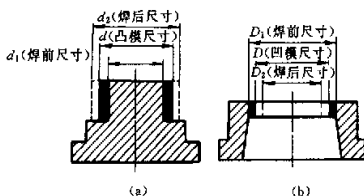


图1 模具堆焊示意图

(a) 凸模堆焊 (b) 凹模堆焊

分无污物、铁锈、杂质，然后进炉加热到 450 ~ 500℃，保温 1 ~ 2h 准备堆焊。先将焊条在 250℃ 左右的温度下焙烘 12h，将模体放在可以水平或垂直方向回转的工具上。

2. 堆焊过程

按照选用的焊接规范进行焊条电弧焊。焊条移动方向采用螺旋式的轨迹，次序由里到外，每堆一层要清渣一次，连续一次堆焊完。间隔时间不大于 10min，当一根焊条用完后，接另一根焊条也要清渣，注意接头处要重叠。

堆焊完毕后送炉回火，回火的时间不超过 8h，回火工艺曲线见图 2。回火后的合金层硬度不低于 HRC54 ~ 58。

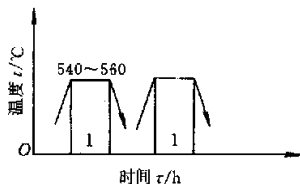


图2 回火工艺曲线

3. 半精加工

将堆焊合金部分粗磨，检查有无气孔、裂纹或夹渣等缺陷。一般非工作面部分允许有极小或极细的裂纹或气孔，如缺陷较大，则要修补。修补时先将模体预热到 300℃ 左右，用原来的焊条、焊机和较小的电流，对有缺陷处进行补焊。

4. 焊后热处理

堆焊后，模具需进行退火、淬火、回火处理。经过热处理后，模具堆焊层硬度可从 HRC54 ~ 58 提高到 HRC56 ~ 62。在承受较大的冲击应力下，也不致引起开裂。

退火规范是在箱式加热炉中加热到 860 ~ 870℃，保温 2 ~ 3h，再降到 720 ~ 740℃，在奥氏

体不稳定区域里保温 3 ~ 4h，然后空冷到室温（或炉冷到 400℃ 左右，再空冷），见图 3。退火后的硬度为 HRC23 ~ 25。

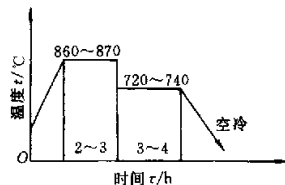


图3 退火工艺曲线

淬火和回火规范是第一次预热到 840 ~ 860℃，再最后加热到 1240 ~ 1260℃，保温时间以有效厚度 9 ~ 11s/mm 计算，保温后风冷到 900℃ 左右淬入植物油中，回火 2 ~ 3 次，时间均为 1h，见图 4。回火后的硬度为 HRC56 ~ 60。

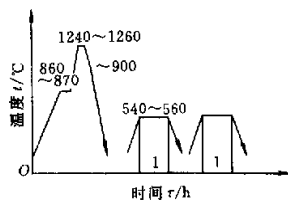


图4 最后热处理工艺曲线

5. 焊后组织分析

模具堆焊后，合金层中各元素含量（质量分数）为：7% ~ 10% W，1.00% V，2.5% Mo，0.5% C，≤ 0.2% Si，5% Cr，≤ 0.035% P，≤ 0.04% S。这种成分相当于高速工具钢，堆焊后不需任何相变处理。基体组织是马氏体 + 复合碳化物 + 残余奥氏体，它的晶粒比较粗大，复合碳化物呈网状分布在晶粒周围，故硬度较高，耐磨性较好。堆焊合金经 860 ~ 870℃ 等温退火后，碳化物仍有网络现象。如将这种退火钢再经 1240 ~ 1260℃ 淬火，540 ~ 560℃ 回火，其组织变成马氏体 + 复合碳化物 + 珠光体型的产物。

从淬火后的金相组织看，结晶组织无显著变化，原来的晶界没有充分打破；相反，基体部分即模体金属部分，因受到高温加热淬火，过热相当严重，力学性能显著降低，所以该方法具有局限性，只能在一定条件下使用。



五、缺陷及防止措施

(1) 表面成分和组织不均, 硬度不一, 出现软点 这种缺陷一般是由焊条变质、焊药脱落, 预热不充分, 或焊接规范选择不当所造成。另外, 因使用的合金部分还处于过渡区域, 如堆焊层数不够, 也易引起组织不均匀, 硬度不一。防止方法是妥善保管焊条, 焊前将模体充分预热, 选择妥当的焊接规范。

(2) 气孔 一般都发生在合金内部, 同堆焊时熔池的化学反应产生的一氧化碳、氧、氮、氢等气体造成的。焊条潮湿, 产生的气孔就更多, 堆焊表面有油脂或电流过大, 也会产生气孔。一般防止方法是在焊前将焊条进行焙烘, 焊接表面要保持清洁, 电流应适当, 每焊完一层, 需检查一遍, 如发现气孔随时补好。

(3) 夹渣 产生原因: 一是焊接时造渣性能不好; 二是焊接表面不够清洁, 或清渣不彻底。如有夹渣时, 可在夹渣部分补焊。

(上接第5页)

(3) 堆焊层金相组织特性 SH13 堆焊层组织为铁素体和马氏体 (见图 2), 但分布不均匀, 个别部位有树枝状的铸态结构。

一般情况下, 当温度高于奥氏体转变点以上才存在 δ 铁素体, 但堆焊时, 冷却速度较大 (大于 $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$), δ 相由于来不及转变为奥氏体而保持到室温, 在室温下具有很高的硬度, 它和粗大马氏体共存, 使得堆焊层韧性降低。

图 2

(4) 裂纹 由于模体是高碳钢, 含碳较多, 塑性较差, 在过渡区就容易形成较多的碳化物网络, 加大了对应力的敏感性。冷却不均匀, 或冷却速度太快, 也是产生裂纹的一个重要因素。尤其是产生气孔或夹渣的地方, 应力最易集中, 也易产生裂纹。防止方法是用含碳量低、塑性好的材料做模体, 断面设计要合理、均匀, 焊后放在热砂中缓冷, 或及时回火或退火, 在未进行消除组织应力的回火之前, 不可受到激烈的震动或冲击, 焊接时要尽量避免产生气孔或夹渣。

(5) 过热或烧损 堆焊时熔池温度很高, 基体金属、过渡层都有可能因过热而产生粗晶, 降低力学性能, 严重时甚至使组织烧损自行脱落, 尤其修补时更易烧损, 故堆焊时电流不宜太大。

六、结语

经过实践, 在冲裁模上进行合金堆焊是切实可行的, 且这种方法在生产实际中得到了广泛而有效的应用。

(20030816)

堆焊层经 600°C 回火后, 观察到组织细化 (见图 3)。块状铁素体和回火马氏体分布比较均匀, 堆焊层性能显著改善。

图 3

4. 结语

通过上述探讨可知:

(1) 采用雾化合金粉末填充制造无缝药芯焊丝工艺生产的 SH13 热模钢焊丝成本低、质量可靠。

(2) 采用 TIG 或 MAG 堆焊工艺, 并经回火处理, 可得到较好性能的热模钢堆焊合金。

(20030615)