

H13 钢锻造工艺研究

鞍山市腾鳌特区金钢大型锻造厂 董绍国 孙春国 徐艳君

摘 要: 介绍锻造 H13 钢时产生裂纹的原因, 并制订了锻造工艺方案和锻后热处理方法。

H13 钢系美国牌号, 相当于我国的 4Cr5MoSiV1 钢, 是 5%Cr 系中的中碳中合金热作模具钢, 已大量用于热锻模具。该钢具有优异的韧性和良好的冷热疲劳性能, 在 600℃ 工作条件下的机械性能与室温下的机械性能基本相同, 适用于制造工作温度在 600℃ 以下, 对韧性和塑性要求较高的模具。

用 H13 钢替代 5CrNiMo、5CrMnMo 制造汽车连杆、曲轴的锻模, 模具的使用寿命有明显提高, 用该钢制造的铝合金压铸模具和铝型材挤压模具的使用寿命也较高。另外, 该钢还可以作塑料模具。目前, 该钢的优良性能已在国内得到了广泛认可, 用量已呈上

升趋势。但是, H13 钢的锻造工艺性能差, 其锻造温度范围很窄, 只有 150~200℃。由于该钢硬而脆, 锻造时极易产生裂纹。如果锻造工艺安排不当, 就会产生废品。目前我国锻造此钢的经验很少, 为此经我单位有关工程技术人员集体讨论研究, 制订出一套最佳的锻造工艺方案。在方案中, 我们多方面采取措施, 尽量减少裂纹产生的可能性, 从而降低废品率。

一、裂纹产生的原因及避免裂纹产生的可行性研究

锻造 H13 钢时, 最大的锻造缺陷就是产生裂纹。我们分析裂纹产生的原因, 先从分析它的化学成分入手。

H13 钢的化学成分如下: %

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	As
0.32~0.42	0.80~1.20	<0.40	4.50~5.50	1.00~1.50	0.80~1.10	<0.03	<0.03

从 H13 化学成分可以看出, 它含有较高的铬、钼和钒。它的铬含量是其它常用模具钢如 5CrNiMo、5CrMnMo 铬含量的 4~5 倍, 它的钼含量也是 5CrNiMo、5CrMnMo 钼含量的 4~5 倍, H13 钢的钒含量是常用模具钢如 3Cr2W8V 钒含量的 3~4 倍。根据有关资料介绍, 当钼含量低于 0.6% 时, 钢的强度和硬度随钼含量的增加而增加, 钢的塑性也随钼含量的增加而上升, 但当钼含量高于 0.6% 时, 钢的强度和硬度随钼含量的增加而增加, 而钢的塑性开始随钼含量的增加而下降。在一般的合金钢中, 钒的含量一般不高于 0.3%, 若钒含量越高, 则钢的强度、硬度越高, 变形抗力越大。因此, 该钢变形困难, 并且在锻造过程中极易产生裂纹。

锻 H13 钢产生裂纹的原因有以下几种情况:

(一) 坯料装炉温度过高

该钢的导热性能差。如果炉温过高, 坯料装炉后, 坯料表面与心部温差大, 造成内应力过大产生裂纹。

(二) 加热温度过高

当加热温度高于 1150℃ 时, 坯料的晶粒易粗大, 锻造时, 受打击部位由于打击效应而温度升高, 造成局部晶粒粗大加剧而产生裂纹。

(三) 终锻温度过低

当锻造温度低于 900℃ 时, 此钢的变形抗力增大,

因该钢硬而脆, 强行打击易产生裂纹。

(四) 打击效应

在锻粗时, 如果 $L < D < 2L$ (其中 D 为坯料直径, L 为上砧宽度), 则坯料心部受打击时间长, 由于打击效应, 坯料心部温度升高, 心部与其四周的温差增大, 造成内应力过大而在坯料心部产生弧形裂纹。

(五) 棱角裂纹

锻造时, 由于坯料棱角处温度降低快, 使其变形抗力增大, 易在棱角周围产生裂纹。

(六) 锻后冷却不当

锻造后, 如果锻件冷却速度过快, 锻件的表面和心部产生的温差大, 由于锻造后组织应力和温度应力叠加, 造成内应力过大而产生裂纹。

为此, 在锻造工艺上, 针对裂纹产生的各种可能性, 我们分别采取相应的措施, 避免裂纹的产生, 提高锻件的成品率。

(一) 低温装炉

装炉时, 炉温要低于 500℃。冬季准备加热的钢锭要提前 48 小时运至室内, 待其温度达到室温后方可装炉。

(二) 严格控制加热温度

用红外线高温测温仪控制, 确保加热温度不超过顶温 1150℃。

(三) 严格控制锻造温度

作者简介: 董绍国, 男, 1978 年出生, 助工。

用红外线高温测温仪控制锻造温度在1100~900℃范围内。在此区间内,该钢的塑性较好。若坯料温度低于900℃,要及时返炉加热,适当增加锻造火次。

(四) 勤翻转

锻造时,对坯料要勤翻转,避免局部受打击时间过长,产生打击效应。

(五) 勤倒棱

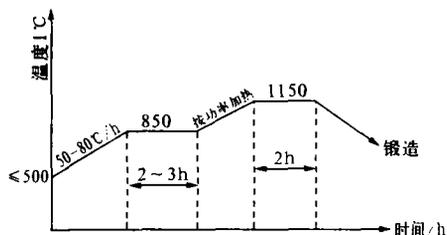
锻造时,对坯料要勤倒棱,尽量减少棱角的数量。

(六) 锻后缓冷

锻后对锻件采取灰冷的方式进行缓慢冷却。

二、对加热工艺的研究与确定

由于该钢的导热性能较差,为了避免高温装炉后坯料产生裂纹,要在炉温降到500℃以下时方可装炉。为了严格控制加热温度,防止过热和过烧,要用测温仪,如红外线高温测温仪测温。坯料装炉后在低温区必须缓慢加热,加热速度要控制在50~80℃/h范围内,当温度升至850℃时要保温2~3个小时,确保坯料透热,使其心部与表面温度一致。当加热到850℃以后,其导热系数与普通的低合金钢的导热系数基本相同,此时可以快速加热,当加热到顶温1150℃时保温两个小时,确保坯料各处温度均匀一致后才可出炉锻造。可以按下面的加热工艺曲线进行加热:



三、对锻造工艺的研究

锻H13钢是目前国内锻造工艺上的薄弱环节。而该钢有良好的综合性能,即有较高的热强度和硬度,有较好的耐磨性和韧性,有较好的耐冷热疲劳性能。目前,被广泛用于热作模具。由于该钢是较特殊的高强度钢,在锻造过程中变形抗力大且易产生裂纹,因此在制订锻造工艺时,必须考虑可能产生的各种缺陷,根据不同的情况采取相应的措施进行预防和补救,就能又快又好的锻造成功。

严格控制始锻温度和终锻温度。保证锻造温度范围为1100~900℃。当锻造温度降至900℃时必须停止锻打,要返炉加热到1150℃后再锻。若对锻件最后进行修整整形,锻造温度可以降至850℃。锻造时所用工具要预热到150~250℃。

锻造时,压下量要小,送进量要大。钢锭开坯锻造时,开始要轻锻,击碎钢锭表面的碳化物,以提高其

塑性。要勤翻转,勤倒棱,螺旋送进,减少裂纹产生的可能性。要及时清除坯料表面的氧化皮和毛刺,否则,呈颗粒状的氧化皮聚集易将锻件压出凹坑而造成废品。击碎钢锭表面的碳化物后,可以适当重击,当温度接近900℃时要轻击。本着两轻一重,即先轻打,后重打,最后再轻打的原则进行锻造。

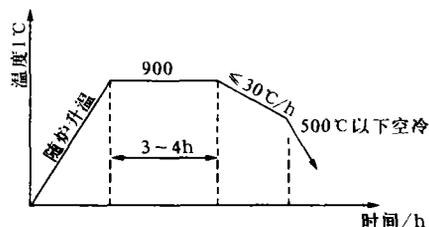
锻造中应注意三勤原则,即对坯料要勤翻转、勤倒棱、勤处理。一旦坯料出现细小裂纹,要在高温区(1000℃)用气焊清除彻底后再进行锻造,如果不清除或清除不彻底进行锻造,则裂纹加剧,易造成废品。由于该钢种较硬,变形抗力大,要选用较大吨位的设备进行锻造,这样可增加锻件内部的致密度,提高生产效率。

四、锻后处理及冷却方式

为了防止锻件冷却速度过快,内应力过大产生裂纹,因此采取锻后灰冷的方式对锻件进行缓慢冷却。

为消除锻件的残余内应力,降低其硬度以利于切削加工,锻后应进行退火处理。根据我厂总结出的经验,将锻件加热到900℃后,保温3~4个小时,然后出炉灰冷,确保冷却速度低于30℃/h,灰冷到500℃后进行空冷,也可一直灰冷至室温。若采取炉冷,占炉时间长,影响炉子的利用率,不利于安排生产,并且很难准确控制冷却速度。

可以按下面工艺曲线进行退火:



根据跟踪调查和客户反馈的信息表明,此方案是可行的,并取得了良好的效果。不但提高了锻件的成品率,还改善了锻件的机械性能,克服了切削加工困难的问题。同时又提高了炉子的利用率,从而提高了生产率。

H13钢是较难锻的钢种,但只要加强技术及管理工作,上下齐重视,严格遵守锻造工艺规程和金属变形规律,就会使锻造难度大的锻件锻造成功。我们对锻H13钢之所以能顺利地获得成功,主要原因是对该钢的锻造特点进行了充分的分析和研究,并采取了相应的措施,总结出了两轻一重和三勤的原则。为锻造H13钢种闯出了一条新路,而且此工艺对其它难锻的钢种如3~4Cr13、18Cr2Ni4W、30Mn2MoTiB等也起到了指导和借鉴的作用。■