H13 热挤压凸模失效形式及提高寿命的途径

国营东风机械制造厂 （河南 474674） 李克敏 温志高

我厂是生产汽车半轴套管的专业厂，热挤压工艺应用较广泛，大至工程机械轮边支承轴，小至微型车半轴套管。模具以采用 H13（4Cr5MoSiV1）钢制造为主，由于钢中含有大量的碳化物形成的 Cr 和 Mo，因而具有较高的高温红硬性和耐热疲劳性，是一种较理想的热挤压模具钢。

在实际生产中，热挤压模具的工作条件十分恶劣，受力复杂，寿命偏低。而模具的使用寿命直接影响到产品质量、生产效率和成本。同时也是衡量一个企业技术管理水平的重要指标，因此模具寿命的高低在实际工作中显得特别重要。在热挤压模具中凸模的工作条件最为苛刻，因此多用它来衡量模具的使用寿命。从多年的生产实践和大量的模具失效分析试验中可知，热挤压凸模的失效形式以开裂、堆塌、搓板状花纹、气沟四种为主，并且这四种失效形式往往是在一个凸模上同时存在，但其主要失效原因是开裂，少数是气沟和堆塌，搓板状花纹不单独构成失效形式。

一、失效形式

1. 开裂

开裂是热挤压凸模最常见的一种损坏形式。图 1 所示为热挤压凸模工作状态的示意图，热挤压凸模在工作时，为降低温度、凸模内腔通有循环水、外部喷自来水，由此可见热挤压凸模必须承受激冷激热的考验。在这种反复的被加热和冷却的过程中，材料内部受到拉伸和压缩的热交变应力，金属组织里的结晶产生间隙（晶间裂纹）和局部变形，其结果是产生了微小的网状裂纹。另外，组织应力也对开裂起一定的推动作用。根据金相组织检查的结果：凸模服役后的组织已极不均匀，而钢在退火状态时的比容最小，而淬火态的马氏体最大，凸模表层由回火马氏体转变为索氏体，而心部组织未变，这样以来，表层的比容小于心部，从而使表层出现拉应力，拉应力使已经产生的微小网状裂纹的开裂加剧。因此说开裂的主要原因是热交变应力和组织应力造成的。

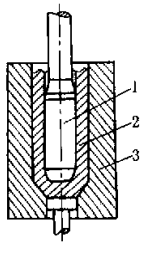

图 1
1. 凸模
2. 工件
3. 凹模

2. 堆塌

凸模头部堆塌变形如图 2 所示，经过对凸模头部剖开作流线检查发现：凸模心部流线比较直，而接近凸模外表面的流线则改变了方向，在不同的位置上产生了不同程度的转折，这是头部产生塑性变形的痕迹，主要发生在凸模头部外表层。另外，检查凸模头部的金相组织发现：外层的硬化层为马氏体，其次为索氏体→屈氏体，心部为原始组织。而索氏体→屈氏体层深约 10mm 左右，显然属于软化区。这充分说明，凸模在工作时的使用温度已超过 Ac_1，在喷水冷却时重新淬火，因此引起凸模堆塌变形的原因是凸模受高温作用过渡回火软化及压力作用的结果。

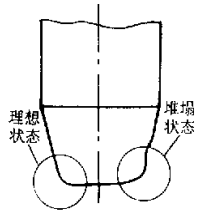

图 2

3. 搓板状花纹

在热挤压生产中，高温的金属坯料相对于模具表面有剧烈的金属流动。由于摩擦，模具表面被研磨，导致模具表面凸缘磨钝。另外，金属流动的剪切应力和压缩应力的合力把模具表面剪切成小沟槽。当存在氧化皮或模具被氧化时，已软化的部位还会被高速流动的金属“冲刷”出大沟槽，时间一久，就形成了搓板状花纹。

4. 气沟

气沟是一种特殊的失效形式，它与不合理使用有关。经生产现场观察，如果凸模在工作时不采用放木块或锯末的方式脱料，则不会出现气沟。因为木块或锯末在坯料中燃烧分解成气体和碳灰，当气压达到一定值后，便从凸模与坯料之间夺路而出，并发出很大的爆炸声，使凸模受到强烈的震动和冲击。

二、提高模具寿命的途径

影响模具寿命的因素很多，经过对凸模失效形式的分析及凸模在加工制造过程中存在问题的探讨，我们重点从模坯锻造、机加工、热处理、表面强化及模具使用等方面采取措施，以期达到提高模具寿命的目的。

1. 模坯锻造

H13 钢在锻造前，应对钢材表面或内部进行检查或无损探伤，以确保原材料的质量。

H13 钢中合金元素含量较高，锻造时变形抗力较大，而材料导热性差，产生共晶温度较低，稍不注意就会过烧。因此在加热时，既要控制好炉温，又要力求加热均匀，坯料在炉堂内应翻转 90°，翻转次数不能少于两次，而且在锻造过程中必须通过多次镦粗拔长，使总锻造比≥3、内镦粗比≥2，开锤时先轻锤快打，然后逐渐加重，随后再轻打，应避免连续重打和冷锤。通过对模坯的改锻，可以达到下述目的：

（1）改进锻件致密度，使组织均匀，以求改进其使用性能。

（2）改变锻件的流线方向，达到改善力学性能和使用性能的目的。

（3）消除块状、网状及带状碳化物，使组织均匀细小，达到改善热处理性能和使用性能的目的。

2. 锻后退火处理

模坯锻后退火除了降低硬度、改善切削加工性能外，还可消除残余内应力及组织缺陷，细化晶粒，为最终热处理作准备。H13 钢属于过共析钢类型，可以采用等温球化退火，等温球化退火工艺如图 3 所示。

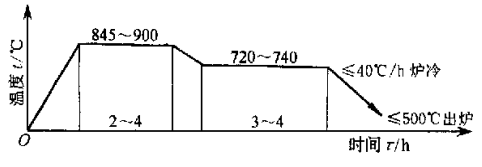

图 3

H13 钢退火后，适宜的组织应是由球状珠光体和少量的粒状碳化物组成，热处理后的硬度以 192～229HB 为宜。

3. 机械加工

机械加工是模具加工过程中不可缺少的重要环节，其加工质量和工艺对模具寿命有直接影响，对热挤压凸模应按照粗加工→热处理→精加工的模式进行，尤其是凸模工作部分 R 应放在热处理后进行，表面粗糙度值一般应达到 $R_a = 7\mu m$ 以上。磨削时严禁磨削量过大、进给过快，因为模具表面过热引起的龟裂在热挤压时会发展成网状裂纹，磨削完毕最好能进行一次低温防氧化回火。

4. 热处理

合理的热处理工艺是提高模具寿命的关键，热挤压凸模在工作时不但要承受很大的挤压力，而且还要承受激冷激热的考验，因此要求模具不但在高温下有足够的红硬性，而且还要有足够的抗热疲劳性。在实际生产中，为求得最佳的 H13 钢热处理工艺，进行了如下表所示的对比试验。

H13 钢热处理工艺

工艺序号	淬火/℃	保温/min	一次回火/℃×h	二次回火/℃×h	低温回火/℃×h	硬度 HRC
a	1070	30	600×2.5	620×3	200×2	45～47
b	1100	30	600×2.5	620×3	200×2	48～49
c	1100	30	600×2.5	600×3	200×2	51～53
d	1130	30	600×2.5	620×3	200×2	48～50

将 *a*、*b*、*c*、*d* 四组采用不同热处理工艺的凸模用于生产，结果发现以 *b* 组和 *d* 组凸模寿命最好，尤以 *b* 组最为突出，因此 H13 钢热处理硬度范围以 47～50HRC 为宜。

5. 模具表面强化

模具表面强化可以大幅度地提高模具的使用寿命，H13 热挤压凸模采用离子氮化表面处理，氮化层深 0.2～0.3mm，表面硬度可达 1000HV 以上，氮化后模具的耐磨性、抗蚀性、红硬性及抗氧化性均有所提高，从而达到了提高模具使用寿命的目的。

6. 模具使用

（1）模具预热　热挤压模与其他锻造模具一样，在使用前必须进行预热，预热温度为 200～300℃，预热方法可用烘铁法或将模具置于炉门口预热。之所以必须预热，是因为模具钢在此温度下具有较好的韧性，不致于在突然承受载荷时发生脆

介绍一种脱料机构

西北奔牛实业集团有限公司铆焊分厂　(753001)　赵玉平

随着我公司刮板输送机电缆钩生产批量的增大，脱料难的问题越来越明显。针对上述情况，我们对原压模（630kN 油压机原有的压模结构如图 1 所示）的上模结构作了改动，如图 2 所示。在上模钻 ϕ10mm 的孔，用以固定脱料钩和挡销。用脱料垫块（δ30mm）代替原垫块，将脱料钩通过挡销定位，使其在水平方向不摆动。在上模两侧各安装一个脱料钩，位于脱料垫铁的下方，随上模的工作行程上下运动。当工件压制成形后，上模回程，脱料钩带动脱料垫铁向上运动。工件随脱料垫铁从下模凹槽中自动脱出，此时脱料垫铁起到支垫工件压弯成形和脱料的作用。

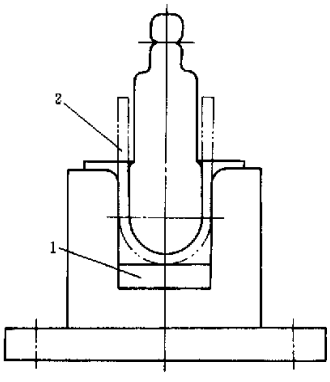

图　1

1. 垫块　2. 工件

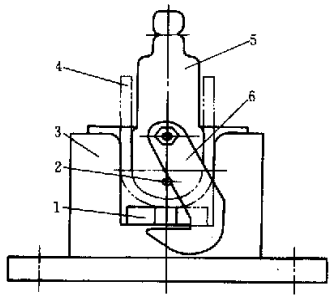

图　2

1. 脱料垫块　2. 挡销　3. 下模
4. 工件　5. 上模　6. 脱料钩

这种改进后的上模结构在使用过程中节省了操作工的手工脱料时间，既方便了操作，又提高了生产效率。　(20030618)

性开裂。尤其是在天气寒冷的情况下，预热必须进行得更充分、更完善。

(2) 模具冷却和润滑　模具的冷却，目的不是将模具冷却至室温，因为室温下模具钢的使用性能不及在 200 ~ 300℃下的性能，所以应力求使冷却和散热效果与模具的升温效果相平衡，模具可以采用内部通循环水，外部浇水的方法进行。

良好的润滑不仅能降低热挤压件的表面粗糙度值，减小挤压力，而且能保持模具表面的光洁度，从而提高模具的使用寿命。

(3) 及时修理模具　热挤压凸模在使用过程中产生局部堆塌后，工作部分的直径有所增大；在使用过程中还会“粘上”一些氧化皮，这时应及时修理模具，延长模具使用寿命。

三、结语

本文列举的 H13 钢热挤压凸模失效形式及提高寿命的途径，在热挤压生产中具有一定的代表性。但在实际生产中还要具体问题具体分析，以便采取相应措施，使模具的使用情况达到理想状态。另外，充分发挥工艺潜力也是提高模具寿命的一种重要手段。　(20030828)