

全国工业交通展览会
技术 资料
机械工业出版社出版

机 械 館
第 9 号

硬質合金刀具制造的 实用經驗

1958



近几年来，我厂在制造硬质合金刀具中，一直存在着刀片产生裂纹的问题而未能解决，虽经多次努力，总是效果不大。从制造车刀、切刀、挑扣刀、镗刀头、铰刀、铣刀等品种的报废率来看，常达40%左右，特别是几种镗刀头，废品竟达85%以上，使有关制造人员束手无策。经过半年的努力情况已大有好转，现在，废品率已降低到1%左右，有时达到100%的合格。在近几年的学习、研讨和分析中，我们已初步的找到了使硬质合金形成开裂的一些主要因素，并提出了各种办法加以克服，但这些因素与办法，是否完全正确，希望兄弟厂提供经验共同交流。现将现场情况介绍如下：

(一) 必须作好刀体的机械加工的工序

按刀片形状铣刀片槽时，必须使其焊接面紧贴密合不得有空隙，如有空隙也不得大于0.25公厘，刀槽焊接面的光洁度应达 $\nabla\nabla\sim\nabla\nabla 5$ 要求，刀槽底面应比刀片略大0.1~0.3公厘，但刀片顶面应比刀体顶面略高0.1~0.3公厘，同时刀槽一般按前角铣

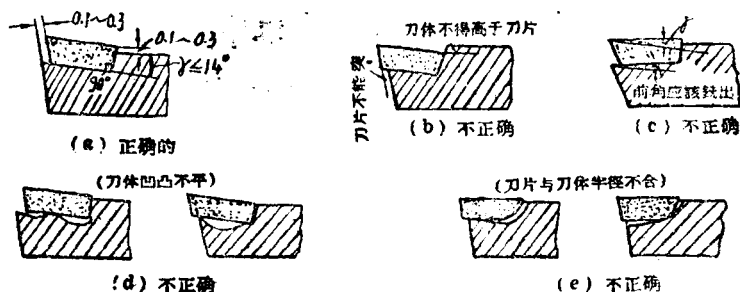


图 1

出，以减少合金在刃磨中的磨削余量（如图1a所示）。

对以上最低要求还达不到的話，則后续工序就无法保証。如焊接面不紧贴或底面不平整，不但影响了焊接的牢固性，同时由于硬質合金的抗弯、抗拉强度很差（弯曲能力极小），加上底面不平，在刃磨或使用中一受外力的作用即会产生裂紋。但底面也不必过于光滑，一般刀片底面可以不磨，只有那些底面不平，有空隙或弯曲的才予以磨平，而刀槽只要沒有很大的刀痕即可。否則，如焊接面过于光洁平滑，便会使焊接的牢固性降低。此外，对多刃刀具如鉋刀、銑刀等銑刀槽时，刀槽寬应略比刀片大0.1~0.2

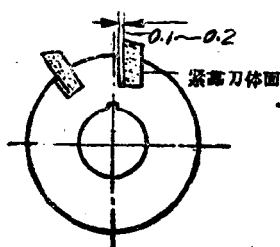


图 2

公厘（如图 2 所示），否則，在焊接加热时如无空隙而发生热膨胀，就会使刀体开裂。

做好以上这些焊接前的准备工序，对其后续的加工程序具有很大意义，从前我厂就因缺乏对这些工序的重视而大大的影响了刀具的质量。

（二）掌握焊接的关键工序

对焊接的关键性我們从前是認識不足的，甚至还盲目自滿，認為开裂完全是由于刃磨所造成，因此也就长期影响了我厂开裂关键的解决。56年五月，厂部抽調了新的技术力量参加焊接工作，并将焊接及刃磨方面的实际工作者組成了研究小組，展开了研究学习和互相交流經驗。在学习积极的贯彻了苏联的先进經驗和参考了各种資料，再加上結合了我厂老焊工郭羽明老师傅多年的实际經驗，很快的就突破了焊接上的关键操作。在实际操作中，我們針对着硬質合金的导热性差、綫膨胀系数与鋼不同，焊

接中极易产生内应力等缺点而采取了以下措施:

1. 选择高温均匀适当快速加热的设备 从前本厂是采用高周波电爐焊接, 其优点甚多: 能均匀加热, 生产率高, 操作过程中看得清楚。但其主要缺点是加热的速度太快, 对 TK 类合金是不大适应的(因 TK 类合金导热性更小), 因此我厂便采用了焦炭爐设备。在焦炭爐的构造与设计上, 我们充分满足了焊硬質合金高温、均匀、适当的快速加热的要求, 如将爐床体积缩小到 $130 \times 150 \times 160$ (高 $\times$ 宽 $\times$ 深) 公厘尺寸 (参看图 3 所示): 爐内放焦炭厚约为爐膛高度的一半, 燃烧时使火焰均匀集中, 并以鼓风机鼓风, 使其达

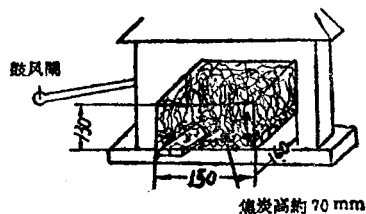


图 3

到适当的快速加热, 当在爐温达一定程度时, 即可将刀具放入爐内进行均匀、高温、快速的加热。

2. 預热 焊接前先将刀体預热至温度 $600^{\circ} \sim 700^{\circ} \text{C}$, 預热部位长约 70 公厘, 經預热后之刀体, 取出后用无水硼砂清理刀槽。預热目的与保温有些相同, 是为了改善鋼与硬質合金綫膨胀系数及内应力的产生, 同时預热后对焊接加热的時間能有很大的縮短, 这对适应的快速加热是有利的。否則, 因加热速度过慢, 硬質合金在焊接过程中就会产生很大的氧化, 从而使焊接的質量无法保証。

3. 使用补偿片减少内应力的产生 在刀片与刀槽焊接面中間夹放一层約 $0.1 \sim 0.2$ 厚的細鉄絲网作补偿片, 是消除焊接时产生内应力的有效措施, 我厂在使用中成績良好。但因这类細鉄絲网非常缺乏而很难买到, 目前已停止使用。

4. 注意加热及焊接技术 我厂郭雪明老师傅在加热和焊接时,对防止硬質合金开裂上取得了显著的成績,他的操作方法是这样的:接受刀片后,首先复查刀片是否有裂紋,然后放入煮沸的硼砂水(无水硼砂20~30%)中煮数分鐘,拿出刀片后保持清洁即可使用。这样作的目的方面是为了刀片焊前去污,另一面是为了焊后檢查刀片产生裂紋的性質。如果刀片裂紋乃是原来就有,則焊后裂紋中一定可見到銅,因經硼砂水洗过的刀片,焊接时銅一定会流入裂縫中;反之,如裂縫中无銅,則該裂縫乃是由于焊接方面的原因而产生。

当刀体預热至 $600^{\circ}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 时即取出,在刀槽內放一层硼砂后再繼續送入爐內加热,等无水硼砂完全熔化后再取出将刀槽內污物一起刮去,随即将清洗过的刀片放入槽內,再放一块电解紫銅为焊药,紫銅厚1公厘为刀槽面积 $\frac{1}{8}$,最后再盖一层无水硼砂并立即放入爐中火力最集中处繼續均匀加热,鼓风由小而大使其达到均匀快速加热至 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$,待焊药熔化完毕并停留一秒鐘后(与此同时略将鼓风减小),将加热之刀具取出并立即校正刀片位置和加压,最后放入木炭箱內緩慢均匀冷却。

5. 緩慢均匀冷却 当加压后,焊药已凝固的即可放入木箱內緩慢冷却,如图4所示刀具插入箱內其互相間隔为30公厘距离

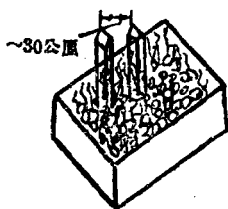


图 4

不宜过近。否則,在木炭箱內保温温度过高(超过 700°C 以上),焊药就很难凝固,在繼續插入刀具影响下,刀片还会略略产生移动,这样就影响了焊接的牢固性。此外,亦可在 $300^{\circ}\sim 400^{\circ}\text{C}$ 的电爐中或炭灰中加以保温緩慢冷却。以上这两种冷却方法对消除焊后內应力有很大作用,它能保

証刃磨中大大减少因內应力而产生的开裂。

6. 焊藥的选择 焊藥一般以申解紫同片为主，以前我們用Л62及Л68 黃銅为主要焊藥，使用結果刀片很易脫落（因本厂絕大多數是 T15K6 受大切削力的刀具），而且刀具表面上全是銅瘤，在刃磨中浪費時間，常把刀片磨出了裂紋。自采用紫銅片焊接后，既保持了刀具的清潔，又克服了刀片在使用中脫落的現象。

除以上几点在焊接中应注意外，还必須注意刀片与刀槽的清潔工作的改进，焊层的厚薄（不得超过 0.15 公厘，在刃磨中檢查），焊后的刀片位置是否正确，以及檢查刀片裂紋和防止碰坏等問題。只有在作好焊接中各道工序的保証下，刃磨才能获得較好的質量。

（三）硬質合金的刃磨

刃磨是为了得到刀具正确的几何形状、尺寸和应有的光洁度，以及沒有裂紋的良好表面，但由于硬質合金的加工性不良而造成了刃磨中的很大困难。只有遵守一定的硬質合金刃磨工艺規則，才能保証刃磨任务的完成。

1. 正确的选择砂輪 刃磨硬質合金刀具，最好采用綠色碳化硅 (E3)、陶土結合剂、硬度 M2~3 軟砂輪，但市上很难买到；而硬度 CM₁ 的砂輪买回后尚須降低硬度才能使用。我們有时亦采用黑色碳化硅砂輪 (K4)，但磨削性能沒有綠色的好，至于其他砂輪則不能使用。冷却剂因其妨害工作时的視綫，有时还可能产生局部受冷受热現象而引起合金的开裂，我厂沒有采用冷却剂。

2. 确定合适的砂輪圓周綫速 加工硬度合金时，砂輪的圓周綫速我厂严格規定在 8~12 公尺/秒 ($V = \frac{\pi Dn}{1000}$ 公尺/秒 砂輪直徑 D

公厘，主軸每分鐘轉數 n ，綫速 V 。）的範圍以內（用機械固定刀具，不用冷卻劑加工時）；如果用手持刀進行刃磨，則砂輪速度可高一些，但不得超過18公尺/秒，以免引起裂紋的產生，對多刃刀具如鉸刀、銑刀等磨外圓時，砂輪外圓綫速可高到25公尺/秒；但在刃磨前面、後角後，絕不能使用這樣的速度，我廠曾有不遵守以上綫速而造成成批報廢的教訓（數十塊刀片都產生可裂紋，損失數千元）。綫速度不能過高，是因為硬質合金太脆，承受不了因綫速過高，砂輪變硬和從而產生的極大動能；反之，如綫速太低，小是8公尺/秒時，砂輪就幾乎不起磨削作用也不好。

3. 改善刀具刃磨時的緊固方法 我廠所有刀具皆以機械方法緊固在機床上進行刃磨，其最大優點是能獲得刀具精確的幾何形狀和良好的表面光潔度。但由於機械緊固沒有緩沖作用，如砂輪主軸若有跳動，刀片就受到衝擊載荷引起刀片產生裂紋。當我們採用墊一塊1公厘的橡皮後（墊在刀具底面、虎鉗底面或虎鉗接頭上），就大大改善了這種現象（如圖5）。必須注意不能使橡皮墊得太厚而引起彈性太大，使磨出的刀具表面不平直或產生弧形等現象，所以，不得同時墊兩層橡皮。

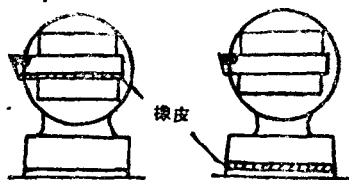


圖 5

4. 選擇合理的切削用量 一般刀具都應經過粗、精及研磨工序。我廠多數刀具均未經過研磨，即使有，也在集中磨刀站進行，這當然是值得今後改進的。由於砂輪的缺貨，有時我們不得不粗精磨都採用相同粒度的砂輪進行。刃磨中，在保證裂紋出現的最小可能，生產效率最高的原則下，切削規範可規定：粗磨採用E3、K、M2~M3，粒度46~60的砂輪，吃刀深0.03~0.08

公厘/每二往复行程，横向送进0.3~0.5公厘以上(工作台往复一次行程)；精磨用K3.K.M2~M3、粒度80~100的砂輪，吃刀深0.015~0.03公厘/每二往复行程，横向送进0.3~0.4公厘/每一往复行程，以上工作台纵向速度皆为1~1.5公尺/秒即可。当条件具备时，最好用15%的石腊加85%的碳化硼混合制成研磨膏研磨刀具刃口。

5 改善刀体后角加工及刃磨拉触面 如何减少刃磨中热量的产生，对硬質合金刀具來說也是重要問題之一。在这方面，我們首先将原来用氧化铝砂輪刀体后角改进为銑削加工，避免了由于刃磨而产生的大量热量，也提高了生产效率。在銑削中必須防止銑刀碰坏刀片。为此，可在刀体与刀片接合处留一約1~1.5公厘不必銑去的余量(如图6)。在刃磨中砂輪的接触面，我厂規定不得大于3公厘。否則，会使热量大量的产生并引起开裂(如图

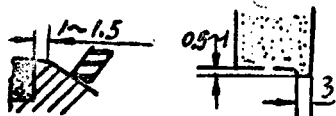


图 6



图 7



图 8

7)。刃磨时对車刀前面的R加工是比较困难的。因其接触面很大(如图8)、散热情况差，时常因此产生裂紋。这种情况必須分粗精二次刀輪或边磨边停使其冷却来改善。此外，在刃磨中还必須勤打砂輪，这一問題有許多操作者是不够重視的。

除以上所述外，还应在刃磨中注意避免刀片局部发热，以免引起裂紋的发生。如刀体后角在刃磨中产生高热时(用手感觉測定)，就应停止繼續加工使其空

冷。另外，机床主軸跳动不得超过0.04公厘。操作者在工作时，

还应多用10~20倍放大鏡檢驗刀片是否已产生裂紋，如有可能应立即找出原因并加以糾正。

附录 硬質合金刀具制造操作規則

一、刀片焊接前的准备注意事项

1. 刀片領到后，首先进行外觀檢驗是否合乎規格，并用10~20倍放大鏡檢驗刀片是否有裂痕。当刀片有代用情况时，其代用刀片不容許有任何一尺寸超过原規定尺寸 ± 2 公厘，遇有非代用不可而超过 ± 2 公厘公差的刀片时，必需由工具科工程师或車間工艺員的同意，才能投入正式制造。否則，就不得接受該种任务的加工。

2. 超过原規定尺寸 ± 2 公厘以上的代用刀片，应将多余的尺寸磨到与圖紙原規定尺寸相近后方可焊接。否則，由車間工艺員来按具体情况确定加工办法，亦可按刀片銑槽，焊好后再磨去多余的合金，不过这样做是不得已的。

3. 刀片下底或上下二底平面焊接前，皆应磨去黑皮至平整无空隙为止，然后用放大鏡檢驗刀片有无裂痕，当用放大鏡不能判定时，可采用“顏色探伤法”进行檢查。

4. 即将焊接的刀片，必須先浸入汽油中擦洗，或用四氯化碳或噴砂及无水硼砂水中煮沸等的方法来去油，等刀片干后便可焊接。注意干后不得用手摸，要保持十分清洁。

二、刀体焊接前的注意事项

1. 按刀片形状銑刀片槽，使刀片要与焊接面上緊貼密合，必要时可增加鉗工修理来达到要求。不得有中空、孔穴及裂縫，間隙在0.25~0.10公厘以內（不重要的刀具还可以大一些~0.3公厘）。同时刀片槽的底平面与槽端面要互相垂直，間隙为0.15~

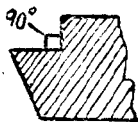


图 1

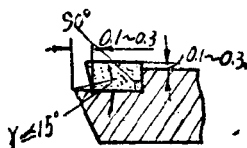


图 2

0.1或0.2公厘，否則由于平面的不平整而会影响焊缝的坚固性（如图1）。

2. 刀槽比刀片尺寸应略大，大約可比刀片大出0.1~0.3公厘，这是为了

了焊药不易漏掉，并对硬質合金磨削时更为可靠，同时刀片上平面又可比刀体面略略高出0.1~0.3公厘，以便于刀片磨削（如图2）。

另外，刀槽当前角小于 15° 时，皆应按刀具前角大小铣成。

3. 在多刃刀具的刀体上焊接刀片时，在刀片槽内装好刀片，而刀片与刀片槽的間隙应为0.1~0.2公厘，不宜过紧，否則会影响刀体在焊后开裂；但也不宜过松，否則刀片易于滑出焊不好（如图3）。

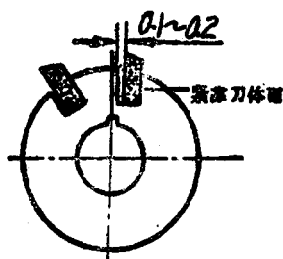


图 3

4. 将刀体及硬質合金鋼号、牌号，必須打标记于刀体上，以便后来加工或使用方便。

5. 将刀体噴砂，并浸入汽油擦洗去油等干后便可焊接。

三、刃磨操作注意事項

1. 砂輪选择要正确，加工硬質合金BK8、BK6、T5K10、T5KT可用綠色碳化硅，硬度CM₁的砂輪刃磨。加工硬質合金BK3、T14K8、T15K6与T30K4用硬度M2~M3的綠色碳化硅砂輪加工。以上砂輪皆为陶土胶合剂。

2. 必須分粗精二次刃磨：粗磨时用綠色碳化硅、陶土胶合

剂，粒度46~60硬度M2~M3的砂輪。精磨时用綠色碳化硅，陶土胶合剂，粘度80~100，硬度M2~M3的砂輪。然后用生鉄盘上涂以碳化硼来进行硬質合金的研磨，否則必須用綠色碳化硅、陶土胶合剂、粒度100~120、硬度M2~M3砂輪来代替研磨。

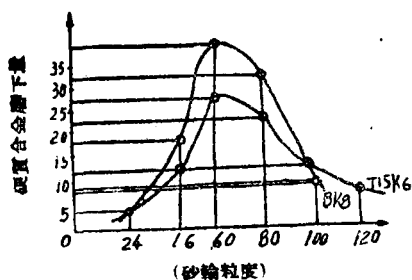


图 4

砂輪选择与确定的試驗 (如图4)。

此图是当 $V = 10$ 公尺/秒， $S = 0.045$ 公厘，加工面积为60公厘²时，采用各种不同粒度的砂輪刃磨的生产效率的变化。从而可見用60~80粒度磨削生产率为最高。

3. 砂輪的圓周速度应在8~12公尺/秒的范內，最好用10公尺，不需用冷却剂。粗磨时吃刀量为0.03~0.08，精磨为0.015~0.03，研磨为0.02~0.03（若端面吃刀可以使工作台二次往复行程后进行吃刀），縱向工作台步刀1~1.5公尺/分，橫向工作台一次往复行程后的走刀可为0.3~0.5公厘。

4. 粗磨时亦不宜发高热，否則应停止加工（可用手判別），使其冷却，但不容許在水中或其他液体中冷却，否則都会引起合金的开裂。

5. 刃磨中压力不宜过大，否則易开裂，并尽可能地采用彈性夹具，如虎鉗口底面垫橡皮或装置彈簧等，以及用手拿着磨，这样将会大大地减少因压力过大或不均而造成的开裂。

6. 用碳化硅砂輪磨硬質合金时，不要磨到刀体碳鋼的材料上去，否則砂輪很快就会被碳鋼材料所堵塞而不銳利在刃磨中会

产生很大的热量，从而引起合金的开裂。另外还須注意經常打砂輪。打砂輪時必須用鋒利的金鋼鑽，特別在精磨時，否則由于金鋼鑽不鋒利而形成了滾壓砂輪的現象，这样就給刃磨帶來了害處。將砂輪修正得很鋒利，這一點在現場中尚有很多同志不夠重視或怕麻煩、不習慣，这也給我們帶來了害處，有很多开裂都可能是這一原因所造成的。

7. 砂輪的刃磨方向必須要与合金焊的相反（如图5），并使刀体后角加工尽量的改变为銑。

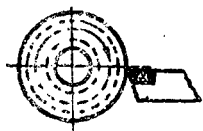


图 5

8. 焊好并已檢驗合格的刀具，首先应用氧化鋁砂輪，粒度46~60，硬度CM₁的磨去前面的焊接瘤，同时刀体后角亦应磨出来，否則应用銑削法將刀体反角銑去。然后再換上碳化硅砂輪来磨硬質合金，并且一定从頂面开始磨，随后再磨側面、端面。所以要按这样的順序，是因在磨頂面時由于此处磨輪离开刀头刃口，造成刃口上很易产生缺口（特別在刀具端面上），而在最后磨側面和端面時，由于磨輪进入刃口，这样，任何缺口痕迹都可从而清除（用碗形砂輪磨時）。

9. 一般的粗磨硬質合金余量可为0.3~0.5公厘，精磨0.1公厘，研磨为0.03公厘。

10. 在刃磨中最好采用碗形砂輪以端平面来磨，其优点是比圓形砂輪以圓周刃磨的綫速度变化要少得多，它能保持一定的圓周速度，同时也可以避免砂輪主軸的徑向跳动，这种跳动在用圓形砂輪磨時亦常能引起合金的开裂，但碗形砂輪的唯一缺点，是由于接触面过大而引起了較大的热量，使合金

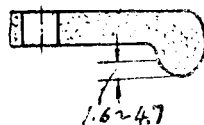


图 6

有着开裂的危險，不过这种缺点有方法来克服，如图 6 所示只要将碗形砂輪打成端面有圓弧形，即可减少接触面。一般刀头磨过后，正常的顏色为淡灰色，而在磨鈍了的砂輪上刃磨刀头，在将被燒毀时，合金表面上会同玻璃一样的发出亮光显示出来。用圓形砂輪可打成图 7 所示的要求，与刀片磨削接触面不得大于 3 公厘。

11. 刃磨硬質合金应在剛性較强的机床上进行，机器主軸必須无振动以及軸松动的現象。主軸徑向的跳动只許在 0.01~0.04 的范围以內，否則很易引起合金开裂。

12. 刃磨硬質合金刀具应由三級以上的磨工来操作，并要能掌握合金刀具制造規則，否則不准操作。当条件不够时，二級磨工可以給予一般簡單車刀刃磨的操作，但必須是掌握合金刀具制造操作規則者。學員一般不准操作。另外，任何一个操作工人在合金刃磨操作前，必須檢查一下自己准备工作是否滿足操作規則的要求，否則工艺員或工长檢查到有不合乎操作規則者，应立刻停止其加工。严重或多次違犯者，应于以違犯工艺紀律的處理或教育。

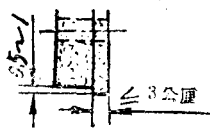


图 7

13. 硬質合金刃磨后应用 10~20 倍放大鏡来檢查是否有裂紋。当用放大鏡不能判定时，应该用“顏色探伤法”来檢查。

(蔣錫华)

