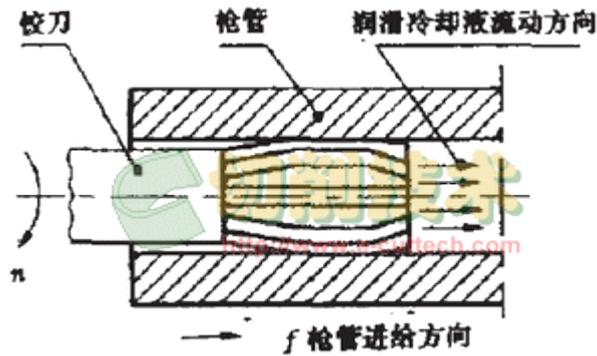


猎枪枪管枪膛的深孔加工

摘要：着重介绍了猎枪枪管枪膛深孔铰削工艺及刀具的应用，特别是采用了硬质合金铰刀高速铰孔后，提高了枪膛表面粗糙度、产品合格率及生产效率。

猎枪枪管枪膛既是产品设计基准，又是加工弹膛和枪管外部各尺寸的工艺基准，因此说其质量的高低直接影响着整枪性能的优劣。按照传统的军工产品加工工艺，猎枪枪管枪膛的加工制造采取深孔低速铰削加工，并将其加工余量分成粗铰、半精铰、精铰等多次加工，因此造成枪管加工的生产率低和废品率高。现采用硬质合金铰刀高速铰削加工枪管枪膛加工工艺手段，并且在生产实际中得到应用。



1、枪管枪膛的深孔铰削的运动方式和方 法

1. 枪管枪膛的深孔铰削的运动方式

枪膛铰削时，通常采用下列两种运动方式：铰刀随主轴回转，工件不转，只是轴向进给；工件随主轴回转，铰刀不转，只是轴向进给。该两种方式各有利弊，首先是第一种方式，便于工件装夹，并且一次可同时装夹6~8个枪管，机床结构简单。因此采用的比较广泛；其次是第二种方式，该种结构易于使枪管中心与刀具中心同轴，但是工作时机床震动大，并且受机床结构限制，一次只能装夹1~2根枪管。

2、深孔高速铰削的方法

深孔高速铰削的方法有两种：推铰法——铰刀推过枪膛；拉铰法——铰刀拉过枪膛。如图1~图2所示。

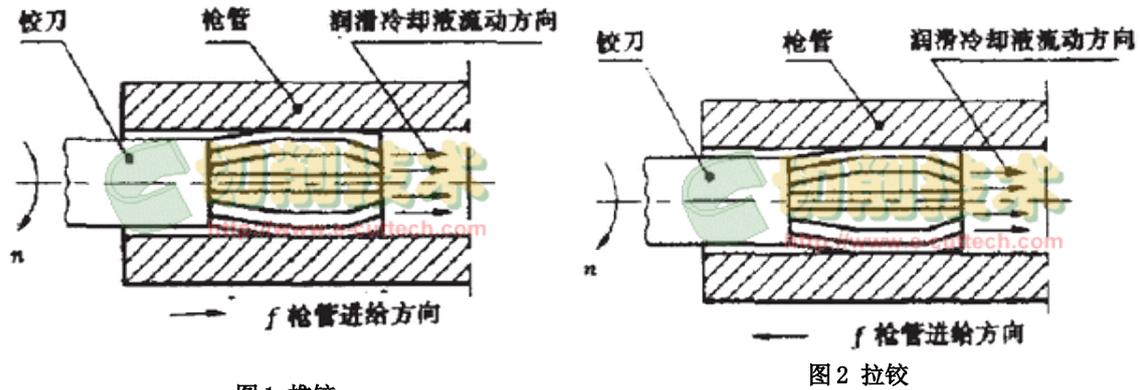


图1 推铰

图2 拉铰

推铰时校刀的前锥是切削刃，刀具的加工制造、刃磨较为方便，刀杆通过已较大的枪膛，其直径可做得稍大些。但由于刀杆承受轴向压力和扭力，其压力可使刀杆发生弯曲而擦伤已加工的枪膛表面。铰孔完毕后，需要将校刀退出枪膛，以便重新装夹，这时可能会损伤已加工的枪膛表面，或者在铰孔完毕之后，先卸下校刀，然后将刀杆退出枪膛，再装上校刀，这将使辅助时间增加，所以说该种铰削方法比较适用于低速铰削。

拉铰时刀杆承受轴向拉力和扭力，不会发生弯曲，加工完毕后，校刀已拉出枪膛，新装夹时，不会损伤已加工的表面。切屑通过已较大的枪膛排出，排屑条件更为有利。但校刀的切削刃靠近刀杆，刃磨较为困难。每铰完一根枪管，必须取下校刀，才能重新安装、加工，致使辅助时间增加。因此该种铰削方法即适用于低速铰削，也适用于高速铰削。

2、枪管枪膛深孔铰削工艺特点

猎枪枪管枪膛的主要技术参数为：内径 $\varnothing 18.4^{+0.20}\text{mm}$ ；粗糙度 $Ra1.6\mu\text{m}$ ；全长460~800mm；枪膛的直线度为 $\varnothing 0.20\text{mm}$ 。通过这些技术参数可以看出枪膛的加工工艺性较差，按照传统的加工工艺——深孔低速铰削工艺加工枪管枪膛，其主要工艺特点：

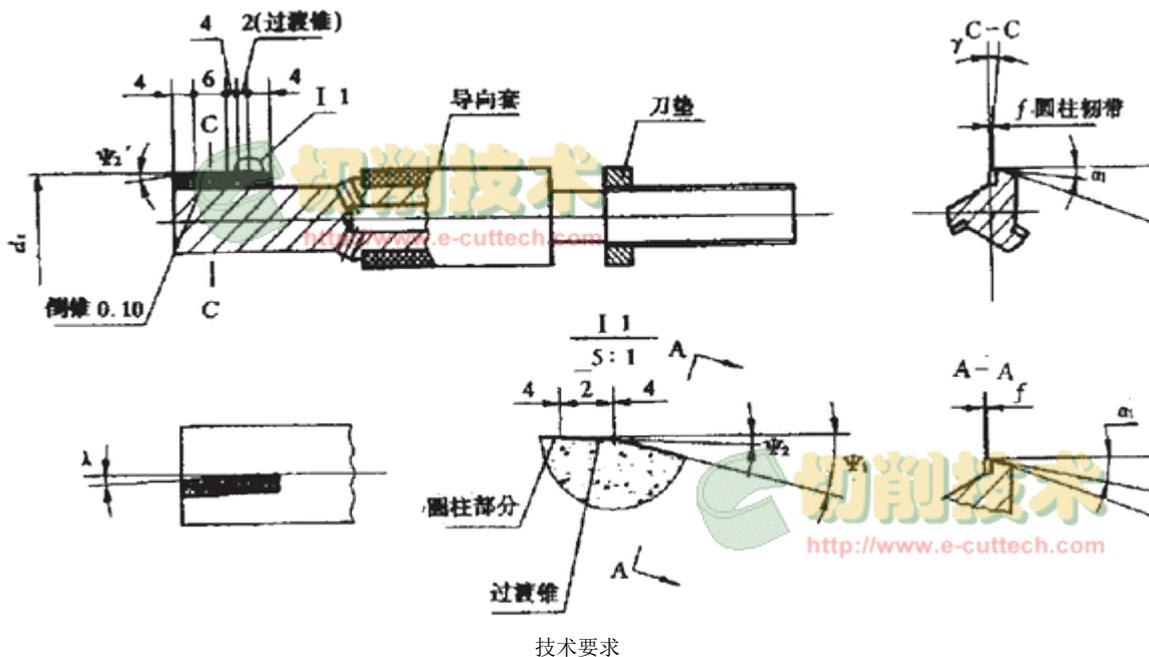
1. 切前用量小，生产率低，其切削速度 $v=5.5\sim 8\text{m}/\text{min}$ ，进给量 $f=0.10\sim 0.15\text{mm}/\text{r}$ ，切入深度 $a_p=0.05\sim 0.25\text{mm}$ 。若加工余量为1mm，则需要加工5~6刀次方能达到尺寸精度要求。枪管长度按760mm计算，则一次走刀时间将达到35~45min。
2. 低速铰孔后可获得较高的精度，通常可达IT7~IT8级，表面粗糙度可达 $Ra1.6\mu\text{m}$ ，但是需用植物油如豆油)进行润滑，方能保证。
3. 由于刀具制造过程中的一些缺陷，如：刃口的粗糙度差，刃口不够锋利，校刀的直线度、切削角度与所加工材料的匹配性等诸多因素影响，会使枪膛内表面有沟，铰孔后孔径扩大或缩小、椭圆孔、校刀磨损快、刀刃崩刃、铰孔直线度差等缺陷。
4. 低速铰加工时余量小，工作时间长，因此要保证刀具每个刀刃必须都得参加切削，这就要求操作者对校刀进行磨刀，这是一项技术性与经验性要求较高的操作，同时还需要制作精度很高的刀套用来检验磨刀的好坏。

为了获得较高的尺寸精度等级和较小的表面粗糙度的内孔，以便提高枪管生产率、成品率及延长刀具的寿命，我厂在枪膛的深孔铰削中采用硬质合金校刀对枪膛进行深孔高速铰削加工，其具有以下几个特点：

1. 刀具为硬质合金铰刀(YT15)，工作部分做得比低速铰刀短些，采用拉铰法，切削锥体靠近柄部，在切削的同时伴随有对内孔的挤压作用，加工后，枪膛略有收缩，其收缩量一般为0.005~0.02mm。
2. 切削用量大，生产率高，其切削用量可达 $v=100\sim 120\text{m/min}$, $f=0.2\sim 0.4\text{mm/r}$, $a_p=0.5\sim 1.5\text{mm}$ 。
3. 能够获得较高质量的孔，加工精度达IT7~IT9级，表面粗粉度 $Ra1.6\sim 0.4\mu\text{m}$ 。
4. 由于采用拉铰法，刀杆受拉力，没有弯曲变形，且可承受较大的切前抗力，故可用于孔径较小的深孔加工且铰出的孔的直线度好，拉铰后，铰刀已离开深孔故刀齿不会损伤已加工表面；加工过程中也不需要操作者磨刀。
5. 采用刀杆内通入高压冷却液，并直达到刀具的切削部位，使切屑能及时排除，并将同时将枪管与刀具的切削热带走。由于高速铰切削用量大，其所产生的切削热很大，因此采用乳化油润滑是最合适的。

3 硬质合金铰刀的具体结构及其参数

硬质合金铰刀的具体结构及其参数见图3。



1. 刀片采用YT15，型号E320
2. 刀体材料45；
3. 刀片、刀体采用铜焊，焊后要进行保退处理
4. 齿数Z=3

图3 硬质合金铰刀的具体结构

硬质合金铰刀由刀体、刀片和导向套、刀垫组成。刀体上又可分为镶嵌硬质合金刀片的工作部分，装导向套的导向部分和与刀杆相连接部分。导向套采用夹布胶木材料，刀垫为45号钢淬火处理，刀垫的作用是防止刀具工作时受到旋转力矩作用而拧入到刀杆上锁紧。连接部分采用矩形螺纹，铰刀的工作部分做得比较短，这是因为铰刀的工作部分长度等于硬质合金刀片的长度，缩短铰刀的工作部分，可增强铰刀的抗振性。工作部分又分为切削部分、校准部分和后锥部分，硬质合金铰刀采用的是拉铰方式，故切削部分靠近刀杆一方，其具体的几何参数特点如下：

1. 切削锥角

又称主切削刃锥角 ψ_1 即主偏角，是影响铰刀耐用度和铰孔后表面粗糙度的基本角度之一，当 $\psi_1=5^\circ$ 时，切入时容易振动，发生打刀；当 $\psi_1=45^\circ$ 时，刀口尖点负荷过重，容易产生崩裂，使表面粗糙度加大，通过实验取 $\psi_1=15^\circ$ ，这时可得到较小的表面粗糙度及较高的刀具耐用度。

2. 过渡切削刃锥角 ψ_2

在切削刃与校准刃之间应制造过渡刃，其长度为2~3mm，斜度即 $\psi_2=2^\circ \sim 3^\circ$ ，其作用是铰削平稳，刀具耐用度高，加工表面粗糙度好。

3. 校准部分的长度和直径

其影响着孔的粗糙度和精度及孔径的收缩，为了保证铰削过程中的引导作用及铰刀切削部分的刃磨，校准部分的长度一般取0.5~1倍铰刀直径。铰刀直径应按下式确定：

$$\begin{aligned}d_{1\max} &= D_{w\max} + P_{\min} \\d_{1\min} &= D_{w\max} + P_{\min} - G \\d_{if} &= D_{w\min} + P_{\max}\end{aligned}$$

式中： d_i 为铰刀直径；

D_w 为工件铰孔直径；

d_{if} 为铰刀报废尺寸；

P_a 为铰孔收缩量，一般为0.005~0.02mm；

G 为铰刀制造公差。

4. 前角 γ

采用负前角，一般为 $0^\circ \sim -6^\circ$ ，且生产中要用油石对切削刃进行研磨，并使其切削刃的圆角半径均大于0.05mm，为了使铰削时切屑易于排出，最好只将铰刀主切削刃和过渡切削刃前角做成较大的负前角，而校准刃的负前角的绝对值应适当减小一点，这样不仅刀具容易刃磨，而且还有利于切屑排向已加工方向，不致于使切屑与导向部分互相干涉。

5. 后角 α

后角 α 影响到铰刀的耐用度，耐用度随后角的减小而增加，但不能小于 6° ，否则会使磨擦增大，切削热升高而降低合金刀片的工作能力，一般取主后角 $\alpha_1=8^\circ \sim 12^\circ$ ，第二后角 $\alpha_2=15^\circ \sim 25^\circ$ 。

6. 刃带 f

校准部分应留刃带，但不能太大，否则孔的收缩率和圆度误差增大，表面粗糙度恶化。一般校准部位刃带宽为0.10~0.25mm，主切削刃上的刃带尽量小，一般宽度定为0.03~0.05mm。

7. 倒锥度

在校准部分上应做成倒锥角，这样可使铰刀在铰削时平稳无噪音，而且使轴向力和切削扭矩显著下降，一般取为0.02~0.10mm，直径大者取大值。

8. 倒锥角 ψ_2 及其长度

校准部分应有后锥，其作用是避免划伤已加工完的孔壁，一般倒锥角 $\psi_2=6^\circ \sim 10^\circ$ ，后锥长为3~5mm。

9. 切削刃的刃倾角 λ

硬质合金刀片镶嵌时加工成与刀体中心成 3° 的左斜式，此角度即为刃倾角 λ ，其作用是使切屑自动流向已加工完成的孔，同时减小圆周扭力。

4 结论

我厂通过近年来的实际应用，采用硬质合金铰刀高速铰削加工枪管内膛的质量、成品率及生产率同以往用低速铰加工枪管相比较，具有很大的差别。首先是加工质量有了很大的提高，低速铰加工枪管的合格率只能达到60%~70%，而高速铰铰削工艺则达到95%以上；其次是生产效率，旧工艺月产只能达到1500~2000支枪管，而新工艺则能达到3500~4000支枪管。因此说高速铰削加工枪管内膛是一种即能够保证质量又能提高生产率的新工艺。