

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷



[12] 发明专利申请公开说明书

F41A 21/18

F41A 21/02

B21C 23/22

B21C 25/02

[21] 申请号 200510056145.4

[43] 公开日 2005 年 12 月 14 日

[11] 公开号 CN 1707215A

[22] 申请日 2005.3.22

[21] 申请号 200510056145.4

[30] 优先权

[32] 2004.11.2 [33] CN [31] 200410092072.X

[71] 申请人 张 鸣

地址 150010 黑龙江省哈尔滨市道里区安道街 60 号 404 室

[72] 发明人 张 鸣

权利要求书 1 页 说明书 4 页

[54] 发明名称 镶嵌加工法自竖高强度复合膛线技术方案

[57] 摘要

“镶嵌加工法自竖高强度复合膛线技术方案”，应用于兵器工业制造武器的线膛加工。其技术特征为膛线材料有别于武器身管，采用高温硬度高、耐磨性能好、高温韧性好的硬质合金，单独轧制加工成形后镶嵌进入身管，形成高强度的、长寿命的光滑膛线。膛线的磨损对于武器性能和寿命的影响最为重要，实施此项技术方案可以从根本上解决现有武器寿命短的问题。在这个基础上可以增加射击的发射能量和密度、提高武器系统的一致性，从而获得更好的外弹道性能和终点效应；可以研发新的弹药品种。有利于提高军力、节约资源、降低国防开支，并且有利于环境保护。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

-
1. 发明专利的名称为“镶嵌加工法自坚高强度复合膛线技术方案”。本发明含有一种不同于身管基质材料的膛线材料、进行管状容器内表面嵌入异质材料的加工方法和实施此项加工的专用工具，应用于兵器工业制造线膛武器的工艺过程。本发明与现有技术相对照，针对其特征提出如下权利要求。高强度的膛线，其特征在于：相对于身管基质材料而言，膛线是高温硬度高、耐磨性能好、高温韧性好的其它硬质材料。该膛线是有别于身管另外生产的。
 2. 加工“权利要求1”的工艺方法，其特征在于：将另外生产的具有规定结构的异质材料，通过碾挤加压、镶嵌加工方法使之结合进入基质材料中的工艺过程。
 3. 实施“权利要求2”之工艺方法的专用工具—导程阳模，其特征在于：符合武器口径标准、表面具有合乎膛线结构和数目、尺度、缠距之规定的螺旋型凸凹形状，由引导膛线定位的头锥和发挥加工力的圆柱及其过渡部分构成，用于将异质材料碾挤加压进入基质材料中。
 4. 包括“权利要求1、2、3”每项项目在内所制造的产品。

镶嵌加工法自坚高强度复合膛线技术方案

技术领域

本发明涉及兵器工业生产，是制造身管发射武器（火炮和大口径枪械）所需要的线膛加工技术。属于 IPC《国际专利分类表》—“B21”部（基本上无切削的金属机械加工）和“F41”（武器）部之技术领域。

背景技术

军力是国家的安全保障。武器始终是军力的一项重要基础，也大量占用和消耗着国家资源。无疑应该努力提高武器系统的技术指标，使之高效率、低消耗的生产和运行，利于节约资源，也可能更多的储存战略物资。在研发制造高技术武器同时，发展和维护常规武器仍具有重大意义。

各种身管武器，重要战技指标包括初速、射程、远程精确度、外弹道特征、终点效应及其它项目；除却操作方面的影响，所对应的决定因素包括有武器的身管材料、膛线特征、口径比、自重、作用力矢量、射击方式，以及弹丸材料、形状、结构、重量、炮弹有无弹底排气甚至制导，环境气象条件和发射药的爆温、燃速、药量、装填密度、装药温度等，是一个完整系统的综合体现。线膛武器远程精度高、弹丸稳定方便、弹丸稳定程度可以根据不同武器系统需要来确定，适用于不同的外弹道要求。线膛武器所表现的优良特性是滑膛武器不可比较的，所以自发明以来一直被广泛应用。武器的使用寿命实际非常短，一般以通常条件下的射弹数评估。自动步枪的寿命还可以达到上万发、通用机枪约两万发、大口径机枪数千发至上万发，一般火炮为数千发，（北约组织《联合弹道谅解备忘录》标准：52 倍身管全装药射击两千发），而膛压高、口径比大的火炮如坦克炮，寿命一般不足千发，（有资料称射弹百发身管即开始出现显著磨损），以英国挑战者坦克的 L30 炮为例仅有 300 发的寿命；大口径反器材步枪数百发，（二战期间的反坦克步枪寿命仅数十发）。身管寿命终了的标志包括本体出现裂纹或膨胀、初速下降（下降值 5—15%）、散布特征量增大（一般为 2—2.5 倍）、规定射程上椭圆或横弹孔达到 20%（普通枪弹）—50%（大口径机枪弹）。身管损耗的原因主要有磨损、烧蚀、腐蚀几方面。发射药爆燃的高温使内膛表面薄层熔融、基质金属机械强度降低；伴随弹丸强力挤压和燃气的高速冲刷，原本硬度就并不特别高的膛线发生塑性形变，同时造成膛内的硬铬镀层逐渐崩解脱落，露出基质金属；武器身管内是不允许使用常规润滑剂的，（是否有可能开发弹膛粉末润滑将是新的课题，譬如一种可耐高温的粉末润滑防腐剂置于弹药药筒里，随每次射击沉降于膛内），发生的膛内磨损远较一般机械的磨损进程更迅速、更严重；相对于身管材料，弹丸含有不同金属，在发射后内膛表面遗留残余，即“挂铜”或“挂铅”，在发射药燃烧产生的电解质和水分作用下，通过原电池效应发生电化腐蚀。各项原因联合作用，逐渐造成膛线磨平、弹丸导引变坏、内膛失去光洁度、燃气泄露增加，使身管状态和射击效果达到寿命终了指标。其中膛线变化的影响最为重要。

武器寿命短，不但直接影响日常实弹训练，不利于提高军队战斗技能，更可以想象战场对抗情况下，如果武器技术指标不合格、发生射弹不中时的结果。谁打得准、打得远，谁就能拥有胜利先机。

在保证闭气的前提下，为了尽量降低弹丸在膛内弹道的阻力，并且减轻膛线的磨损，除了缩短弹丸圆柱部的长度外，现代枪弹普遍采用被甲弹头，需要在弹头壳内加装铅衬，以得到弹头适宜的形变性能；而线膛发射的炮弹则采用数条铜制弹带，与膛线配合进行闭气和导转。为了减轻膛内挂铜的影响，炮弹药筒里还要另外加入除铜剂—铅。从弹药方面就需要占用、消耗大量的战略金属，也存在制造工艺复杂、成本高的问题。

部分手枪和单发步枪的枪管用优质碳素结构钢制造（GB/699 中的 F 类兵器用钢），对大口径、高膛压或连射武器的身管，大多采用耐压强度高、耐腐蚀、耐磨性能好、耐烧蚀、高低温脆性小、缺口敏感性小、回火脱碳倾向小的，含有钨铬镍钼钒硅等元素的合金高强度结构钢（GB/T3077—1999 类）制造。尽管这类材料各项性能优秀，但材质硬度并不特别高，与其它硬质合金相比较，仍属于易磨损材料。少数武器采用了内膛衬套技术，衬套与身管配装有相当的加工难度；由于加工膛线困难，衬套也不可能采用硬质合金。因此武器身管的膛线与膛线基质为同一材料。

暂且不论线膛武器身管制造过程的外型加工、校直、成型后热处理、高压弹试验、探伤检验、外表面处理等工序。谨讨论内膛加工，计有光膛、线膛、弹膛和内膛表面四个步骤。

1. 加工光膛：对毛坯材料进行校直、回火、切端面、中心孔定位，深孔钻钻成通孔后，粗铰、半精铰、校直、挤光（或珩磨、电解）。
2. 加工线膛：膛线的规定，包括有膛线的结构、数目、阴阳膛线的宽度、阴膛线的深度、膛线的缠度；膛线的结构按形状分类，为矩形、梯形、圆弧形、多弧形、多边弧形和弓形膛线；膛线按缠度变化分类，为等齐膛线和渐速膛线；膛线的数目和深度由身管的口径决定；两侧阳膛线的相对直径即是身管的口径。按线膛前后直径有无变化分为圆柱形线膛和圆锥形线膛。

当前分别有下列四种工艺可以进行膛线加工。

刻膛刀具拉削法：用膛线拉刀在专用拉床上进行。膛线拉刀由刀杆、刀片和进刀量微调机件构成，刀片的数量、宽度、形状和斜度根据膛线的规定确定。拉刀按导程要求作径向旋转同时轴向进动。一次拉削后微调进刀量再次进行，达到规定阴膛线深度为止。此工艺方法简单、成型准确，可以加工渐速缠度膛线。但生产效率低；膛线表面毛糙有刀痕，使内弹道阻力大；新武器投入使用后，要经过一定射弹磨合才能进入稳定技术状态，寿命全程中最好的技术状态期限短。

冷作挤压法（内孔挤压强化工艺的应用）：用硬质合金制造挤压头，挤压头工作面按膛线的规定加工为阳模。用专用机床带动，身管坯件按导程相对于挤压头作旋转进动，使基质材料塑性形变形成膛线。此工艺方法简单、成型精确、生产效率高；同时对内膛表面进行冷作硬化加工，可以使身管寿命提高；线膛光滑。所形成的阴膛线深度有限，不适于加工火炮膛线。

电解加工法：身管坯件作为阳极，用制成符合膛线宽度、缠度之凸凹形状的芯棒作为阴极，用氯化钠溶液作为电解质，加直流电后芯棒在身管坯件内按规定导程相对旋转进动（分芯棒固定和芯棒移动两种方式），通过电解作用使光膛内析出金属形成阳膛线。此方法现广泛应用于大中口径机枪身管加工。加工过程时间长；如果电解条件不当将影响沉积的金相组织，使阳膛线金属强度达不到寿命要求；难以形成技术较为先进的膛线结构；形成的阳膛线高度有限，达不到火炮膛线的高度要求。

精密冷作锻造法：用专用精锻机进行。在身管坯件内置入合乎膛线规定的阳模芯棒，运作对称装置的数对锻锤，向置有芯棒的身管坯件高频锻击，同时身管坯件旋转进动，在螺旋式重复锻击下形成膛线。这是当前较好的加工技术，在提高身管强度、精度和材料利用率各方面均有优点。中国 95 式枪族身管是以这项技术加工制造的，达到了世界先进水平。但这项技术不便加工大尺度、大重量的工件（目前尚未获得关于应用水压机进行各种身管加工的信息）。

上述加工方法均不能得到强度明显高于基质材料的膛线。

3. 加工弹膛：按镗膛、粗铰弹膛—二锥体、半精铰一至四锥体、精铰各锥体步骤进行，最后用齿前角是负角的压光铰刀抛光；或者也采用精锻方法。

4. 内膛镀铬：完成身管内部结构加工后，在包括线膛和弹膛的内膛表面，采用高硬度、高致密度工艺分数次进行，可以达到维氏硬度 1000，是一般工业镀硬铬的一倍。能够使内膛具有高耐磨损、高耐温、高耐腐蚀的性能和精确尺寸，进一步提高身管寿命。虽然硬铬镀层本身强度高，厚度毕竟有限，一旦相对较软的膛线发生形变，硬铬镀层将逐渐崩解剥脱，失去对内膛的保护作用。

发明内容

为了解决现有背景技术中，不能加工出硬度特别高于基质材料的膛线这一问题。

1. 设计了“自坚式高强度复合膛线”方案，“GB/T1299-1985”合金工具钢中 *GrW2Si 系列耐冲击合金钢、热作模具钢，“GB/T9943-1988”中以 W6Mo5Gr4V2 为代表的高速工具钢，或类似美国“440、154 系列不锈钢、1095 工具钢”，通常具有良好的高温状态硬度和耐磨性，并有相当的高温韧性，设计应用这一类材料制造膛线；
2. 为这个方案设计了不同于以往的“镶嵌加工”工艺方法，将不同于身管材料的多条膛线碾挤加压镶嵌融合进入身管基质中，使之结合成为一体；
3. 为这个工艺方法设计了“专用导程阳模”。

此项技术方案适用于加工武器各种类型的等齐圆柱形线膛身管。

总结既往的认识积累，并且针对相关题目对专利文献进行查询，未见与本发明之技术方案相似者。

发明与背景技术比较所具有的积极效果

这项技术也相当于“内孔挤压强化工艺”的一种变相应用，可以获得一种具有需要结构的高强度阳膛线、并且内膛十分光滑的身管；坚硬的阳膛线不变形不移位，维持完整状态；并且可以保障硬铬镀层的附着，也就保护了阴膛线的镀层。从根本上解决身管寿命问题。

高耐温、高强度的长寿命膛线身管，利于为每件武器提高射速和持续时间、增加火力密度，（尤其对于火炮）。也提供了这样一个基础：增加发射能量、提高膛压、使射弹初速提高，获得更好的外弹道性能和终点效应。

光滑的内膛阻力小，在发射相同的弹药时，利于提高射弹初速和射程，外弹道平直。对于枪弹可以增大危险界和侵彻力；对于直射火炮可以提高反装甲能力和打击运动目标的精确度。

身管一致性好，因此同一武器系统的战技性能统一，利于提高集团兵力的火力密度。

随着膛线强度提高，使开发适用弹种和改变弹带材料成为可能：除穿甲燃爆、曳光等特种弹外，普通弹可以应用简单的冲压工艺生产低碳钢实芯弹；可能研发新的枪弹弹型，取得更好的弹道性能以及终点效应；可以应用软铁制造炮弹弹带，或者弹带与弹体共同成型。利于大幅度降低材料成本和加工成本；避免占用和消耗有色金属，对于节约国家资源和环境保护都具有积极意义。可能研发新的膛线结构，譬如膛线承压面和其相对支撑面都是简单的坡面，这个支撑面是由身管基质材料形成，成为一种三角形或梯形膛线结构，线膛截面便成为多角形，有可能提高射击时的闭气效果和降低膛内弹道阻力。

因为射弹和新品种弹带与身管均属于相似性质的钢铁材料，能够避免膛内的电化学腐蚀，利于减轻身管损耗提高寿命、减轻武器日常保养的工作强度。

这个技术方案利于修复和升级现役老旧武器：只要身管没有膨胀，将其加工成光膛后，更换镶嵌了阳膛线就可以制造为新武器。武器口径是两侧阳膛线的最大相对直径，加工改造的难度不大，加工而成的身管仍然可以和现装备弹药配合使用。

所以实现本技术方案最终可以取得提高我国军力、节约国家资源、降低国防开支的效果。

具体实施方法

本项技术方案，应该在加工线膛之前初步加工弹膛。

具有规定结构的高强度硬质合金膛线可以按设计批量热轧生产。

怎样将高强度膛线嵌入光膛身管、使两种材料互相熔融结合：设计专用高频电炉，用感应加热的方法使光膛身管红热软化；将所需要数目的膛线置入光膛中。显然，在光膛基质材料被加热软化温度下，本技术方案拟采用的膛线材料仍能保持应有的硬度；将膛线穿入“专用导程阳模”的导向槽中，用拉杆或顶杆带动阳模进动，令膛线被强力碾挤加压嵌入身管基质中。因为阳模的阴阳线本身就具有规定的缠度特征，光膛身管、阳模可以或者不必按导程进行旋转。镶嵌膛线后，提高感应炉温度和保持时间，使膛线与基质的金属材料互相渗透融合，随之即可进行下一步的调质热处理过程。（这部分加工全过程中的加热软化和热处理程度易于控制，也便于实现自控）。之后校直身管、磨削线膛导引部、精加工弹膛、内膛镀铬，（可以研究关于渗碳氮工艺在武器膛内的应用）。可以有两种方法镶嵌膛线，需要进一步研究实验哪种方法更恰当：膛线直接嵌入光膛基质。这个方法工艺简单；先在光膛中开膛线安装槽，使膛线嵌入槽中，用阳模挤压膛线槽旁的凸台部分（类似于现有技术中的“阳膛线”构造，但形状和尺度有所差异），靠凸台的永久形变和两种材料的融合，将膛线牢牢地固定结合。膛线嵌入部分“脚”的形状，对于直接嵌入方法，“脚”的截面应是以方形为主的多边形或U形，而开槽嵌入方法的“脚”则可选用嵌入部分扩大，类似于梯形或球形，能够增加膛线的结合牢度，那么加工身管开槽时，应该预留包埋膛线所需要的材料分量。对于以上两种方法，导程阳模的结构、尺度自然有所区别。弹丸弹头壳或者炮弹弹带通过线膛时挤压膛线，将产生沿身管径向方向的压力分力、身管长轴的同轴同向分力和旋转分力，使膛线产生变形、偏移、脱位的倾向，也同时挤压固定膛线的基质材料，每一次射击都相当于对膛线的一次紧定加固过程，因此将此称之为“自坚高强度复合膛线”，所采取的加工方法为“镶嵌加工法”。

制造专用导程阳模：相似于背景技术已采用的挤压头，这里称之为导程阳模，是因为这件工具要同时起到引导膛线正确就位和挤压镶嵌作用。导程阳模的直径以及阴阳线的形状、角度、高度由武器口径和膛线的结构、缠度和尺度决定。导程阳模由锥体部分导引膛线就位、柱体部分对膛线以及基质材料施压镶嵌。关键在于导程阳模的材料，要求具有比硬质合金更强的高温硬度、抗氧化、耐磨和耐压性能，并且不被高频加热，这种材料自身也要求便于加工。金属陶瓷正是这样一种材料，工作温度在千度以上时仍可以保障所需要的性能要求，很容易加工成工作面非常光滑的需要形状。在实施本项加工技术时不存在冲击力，也就不必顾及金属陶瓷脆性大的缺陷。如果导程阳模推杆同样采用金属陶瓷材料，也就不必考虑其冷却问题；如果采用金属材料，除了选择高速钢一类外，也很容易实施采用适当的冷却剂作循环内冷的技术。

借鉴此项发明，可以扩展为其他，即需要工作部位材料强度远高于基质材料、使用不同材料相结合达到所需的性能要求，以及在基质材料热熔融状态下直接或预先开安装槽、运用碾挤加压和进一步加热保温的措施，使两者牢固结合这样一种技术方案。