

某子母弹弹体毛坯加工工艺改进

李中麟, 夏克祥, 姜春茂, 刘有江, 朱晓英, 赵裕民, 王波, 王威威, 单利剑
(北方华安工业集团公司, 黑龙江 齐齐哈尔 161046)

摘要: 为了提高弹体毛坯的材料利用率和降低生产成本, 开展了钢管一次收口工艺改进。根据钢管收口过程的变形规律, 改进已有工装、模具, 最终实现了弹体毛坯由钢管一次收口成形。该工艺的难点是控制收口的形状, 以及收口过程中模具润滑材料的选择。工艺改进后, 简化了工序, 减少了工模具及刀具的消耗, 改善了工作环境, 降低了操作工人的劳动强度, 极大地提高了材料利用率, 产品质量稳定, 符合制造与验收规范要求。

关键词: 子母弹弹体; 钢管收口; 拉伸

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2013.05.012

中图分类号: TG386.3⁺2

文献标识码: A

文章编号: 1674-6457(2013)05-0049-04

Technology Improvement of a Shrapnel Shell Blank

LI Zhong-lin, XIA Ke-xiang, JIANG Chun-mao, LIU You-jiang, ZHU Xiao-ying,
ZHAO Yu-min, WANG Bo, WANG Wei-wei, SHAN Li-jian
(North Hua'an Industrial Group Co., Ltd., Qiqihar 161046, China)

Abstract: In order to improve the material utilization of projectile blank and reduce the production cost, a one-pass necking process improvement was carried out by steel tube. According to the deformation rule of steel tube necking process one-pass necking process of projectile blank by steel tube was realized by improving the existing tooling, mold. The process difficulty is control of the necking shape and the mould lubrication material choice in necking process. After process improvement, the process is simplified, the consumption of the die and cutting tool is reduced, working environment is improved, the labor intensity of operators is decreased, material utilization is greatly improved, product quality is stable and the demands of manufacturing and acceptance specification can be met.

Key words: shrapnel projectile shell; necking of steel tube; drawing

目前国内弹体毛坯生产仍普遍沿用前苏联的传统工艺方式, 即方钢下料→感应加热→热冲孔→热拉伸→收口前粗车→热收口。该工艺方式存在材料利用率低、能源浪费严重、工装模具消耗大、劳动强度大等缺点。该弹是由一个母弹和多枚子弹组成, 是消灭敌方坦克群体的有效破甲杀伤武器。该产品零件的尺寸精度要求较高, 弹体在指定的高度必需

开仓, 否则将导致全弹报废。

1 零件

该产品弹体是无弹底薄壁的长锥筒形结构, 如图1所示。为顺利完成新产品的试制任务, 并且以优质的服务 and 产品质量开创国内外市场, 某厂成立

收稿日期: 2013-04-07

作者简介: 李中麟(1972-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 高级工程师, 主要研究方向弹药制造技术。

了试制生产工作组,并编制了符合设计要求、生产要求和标准化要求的冲压、机加、热处理、焊接、表面处理、装药和装配工艺,建立了以该弹为代表的中大口径弹丸柔性生产线,其中某些技术达到了国内领先水平。对提高我军的战斗力,加速国防现代化进程有重大意义。

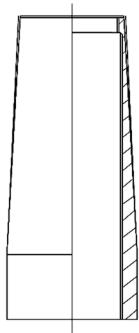


图1 弹体零件

Fig.1 The projectile part

2 方钢拉伸工艺分析

方钢拉伸的主要工艺流程为:下料→钢坯加热→除氧化皮→压型→冲孔→拉伸→打中心孔→齐口→车外圆→钻孔→平底→镗孔→倒角→热处理→半精车→精车。

采用以上工艺流程加工弹体毛坯,毛坯壁厚差较大,材料利用率很低,仅为38.92%,工艺过程复杂,浪费工时,能源浪费严重,工作环境恶劣,劳动强度大,良品率不高,处理品较多。

3 解决问题的技术途径

实现毛坯精化是大弹体改造的重要战略目标,既是为提高经济效益,也是衡量热冲压技术水平的重要标志。它具体包括以下几方面主要内容:低的壁厚差;最高的材料利用率;合理的制造工艺和先进的加工设备;低废品率^[1]。在生产实践中存在如下几点问题。

1) 工厂现有设备(水压机)的精度很难保证小的壁厚差。

2) 除壁厚差的原因外,该产品主要是由于无弹底,而方钢热拉伸工艺性要求必需得有工艺底,造成原材料的浪费。另外,虽然该弹体内孔为直孔,但在

模具上设计了拔模斜度也是造成原材料浪费的原因之一(如图2所示)。

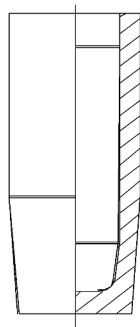


图2 热拉伸毛坯

Fig.2 Hot drawing blank

3) 工艺落后。传统的方钢热拉伸工艺需将钢坯加热到1200℃左右进行,并同时启动2台水压机,总功率达到了2700多kW,能源消耗很大,单发弹体仅冲压部分的成本就达到了50多元。

4) 在料温为1200℃左右的环境下工作,再加上润滑材料在高温下产生的气体对空气的污染,不但劳动强度增大,而且增加了对人体的危害。

4 钢管收口工艺实践

针对以上分析确定了用钢管代替方钢的工艺改进思路。将定点采购的厚壁钢管验收合格后直接进行机械加工,其工艺虽然简单,但由于管壁较厚,大部分材料变成了铁削,没有得到有效利用,加之钢管的价格比方钢高许多,综合成本较高。为彻底解决材料利用率很低的问题,根据零件结构特点,采用将原材料钢管壁厚减薄经粗车后局部温热收口成形的方案。

4.1 材料规格选择

合理地选择原材料规格,是实现毛坯精化的关键所在。由产品零件特点和金属塑性变形特点,结合选用材料时应尽量标准化、通用化的要求,根据GB/T 8162—1999《结构用无缝钢管》和GB/T 17395—1998《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》的要求选择了 $\phi 159\text{ mm} \times 18\text{ mm}$ 壁厚的标准钢管,经过与厂家协商提出倍尺要求,预计材料利用率可达50%以上。

4.2 工艺流程

根据弹体的形状,金属的余量分布是外圆大于内孔,而且外圆比内孔更易加工,因此确定以内孔定位来加工外圆。主要工艺过程为:下料→车外圆→倒角→镗孔→感应加热(口部)→收口→热处理→半精车→精车。

4.3 优化模具设计

为了提高收口毛坯质量,优化模具设计,收口模具采用芯模定位和模具口部导向结构,使收口质量大大提高,废品率为0^[2-5]。具体采用了如下措施。

1) 收口模具采用芯模结构,不但起到了定位作用,而且同时起到成形毛坯内孔的作用。芯模限制了金属的自由流动,使毛坯得到了精化(如图3所示)。底部退料机构采用了复合顶出机构,使毛坯退料自由,操作方便。

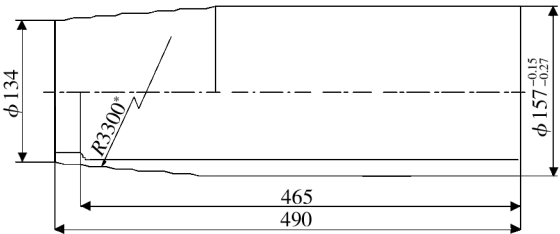


图3 收口毛坯
Fig. 3 Necking blank

2) 选用的感应加热系统为:上料自动线 ZS01、加热器 WF1175、光电高温计 WDL-31。其特点是功率大,加热速度快,测温准确,弹体可在炉内转动并与炉体同轴,保证了加热质量^[6-7]。通过对线圈疏密度及温度梯度的调整,使每一段的加热温度适应于相应的弹体毛坯的壁厚,使之加热均匀,在收口过程中金属流动一致,减少筋(肋)的产生。经过反复试验,确定了工艺参数。

3) 采用双向润滑,即加热时在弹体变形部分涂抹一层某厂自行研制的水基润滑剂,第2次润滑是在收口模和芯模涂抹油基润滑剂(52#汽缸油与石墨配制)。效果良好^[8-10],解决了缩口毛坯料短的问题。

4) 收口设备采用 5000 kN 框架立式水压机。

设备刚性好、精度高,便于控制收口质量。在原有基础上,对设备进行改造,增加一个工作小缸,用于退料,降低了操作者的劳动强度。

4.4 小批量验证

经过小批量试制生产 500 发,考核钢管收口代替方钢热冲拔的工艺达到了预期的效果。具体结果如下所述。

- 1) 毛坯的壁厚差 ≤ 2.5 mm(原材料的壁厚差);
- 2) 材料利用率为 55.6% ;
- 3) 良品率由 94.5% 提高到 98.6% ;
- 4) 减少加工工序 7 道;
- 5) 各项性能指标满足产品要求,塑性高于方钢拉伸的毛坯。

5 结果分析

采用钢管收口代替方钢拉伸后,良品率由 94.5% 提高到 98.6%,降低了材料消耗,节约了生产成本。具体见表 1。

表1 工艺改进前后对比统计
Table 1 Statistic comparison before and after process improvement

项目	钢管收口工艺	方钢热拉伸工艺
毛坯的壁厚差/mm	≤ 2.5	≤ 5
材料利用率/%	55	38.92
良品率/%	98.6	94.5
主要工序数量/道	9	7
能源/(元·件 ⁻¹)	14.2	44.5
工具工装消耗量/(元·件 ⁻¹)	13.5	48.9
原材料价格/(元·件 ⁻¹)	294	216
节约辅助材料等/(元·件 ⁻¹)	22	
节约工时费/(元·件 ⁻¹)	6.8	
减少废品损失/(元·件 ⁻¹)	28.9	
累计节约价值/(元·件 ⁻¹)	45.4	

通过对比不难看出,钢管收口工艺的各项指标均高于方钢热拉伸工艺。虽然钢管的价格比方钢还高,但从综合成本和效益对比,钢管收口工艺经济可行。

6 结语

该弹体毛坯采用钢管收口后,材料利用率较高,

大大提高了零件良品率,尤其在收口工序,降低了废品损失。钢管材料强度的降低,塑性的提高,且热处理后性能的一致性好于方钢冲拔毛坯,从而便于机械加工,减少了刀具消耗。工艺方式简单,减少了压型、冲孔、拉伸、打中心孔、车外圆等主要工序,采用芯模定位、成形和复合顶出机构的模具技术,说明该技术可行。

参考文献:

- [1] 陈国光. 弹药制造工艺学[M]. 北京:北京理工大学出版社,2004:81-92.
CHEN Guo-guang. Ammunition Manufacturing Technology [M]. Beijing:Beijing University of Science and Technology Press,2004:81-92.
- [2] 许发铤. 实用模具设计与制造手册[K]. 北京:机械工业出版社,2000.
XU Fa-yue. Practical Mold Design and Manufacturing Manual[K]. Beijing: Mechanical Industry Press,2000.
- [3] 王浩,胡治,姚照云. 特种机械中杆类零件的局部成形工艺及模具设计[J]. 精密成形工程,2012,4(5):15-18.
WANG Hao,WANG Hao,YAO Zhao-yun. In the Special Mechanical Lever Parts Local Forming Technology and Die Design[J]. Journal of Netshape Forming Engineering,2012,4(5):15-18.
- [4] 王孝培. 冲压手册[K]. 北京:机械工业出版社,2000.
WANG Xiao-pei. Stamping Handbook [K]. Beijing: Mechanical Industry Publishing House,2000.
- [5] 严寿康. 冲压工艺及冲模设计[M]. 北京:国防工业出版社,1993.
YAN Shou-kang. Stamping Process and Die Design [M]. Beijing:National Defense Industry Press,1993.
- [6] 洪慎章. 谈锻压生产技术[J]. 精密成形工程,2011,3(3):88.
HONG Shen-zhang. Talk about Forging Production Technology [J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2011,3(3):88.
- [7] 张志明,黄少东,刘川林,等. 弹体成形工艺数字化设计系统的开发与实践[J]. 精密成形工程,2010,2(6):55-59.
ZHANG Zhi-ming,HUANG Shao-dong,LIU Chuan-lin, et al. The Forming Process of Projectile Development and Practice of Digital Design System[J]. Journal of Netshape Forming Engineering,2010,2(6):55-59.
- [8] 李硕本. 锻压手册[K]. 北京:机械工业出版社,2002.
LI Shuo-ben. Forging Manual[K]. Beijing: Machinery Industry Press,2002.
- [9] 孙杰,袁国定,陈炜. 薄板多工步冲压成形仿真的关键技术及有待解决的问题[J]. 新工艺新技术,2003(5):1-4.
SUN Jie,YUAN Guo-ding,CHEN Wei. The Key Technology of Multiplex Step Plate Stamping Simulation and to Solve the Problem [J]. Beijing: New Technology, New Technology,2003(5):1-4.
- [10] 王彬良. 弹体热冲压技术[M]. 北京:国防工业出版社,1987.
WANG Bin-liang. Elastic Body Heat Stamping Technology [M]. Beijing:National Defense Industry Press,1987.
- [19] 李向辉,张伟,李生斌. 浅谈典型设备液压系统的节能设计及应用[J]. 液压气动与密封,2012(12):40-42.
LI Xiang-hui,ZHANG Wei,LI Sheng-bin. Brief Introduction to Saving-energy Design and Application of Typical Equipment Hydraulic System [J]. Hydraulics Pneumatics & Seals,2012(12):40-42.
- [20] 吴根茂,邱敏秀,王庆丰,等. 新编实用电液比例技术[M]. 杭州:浙江大学出版社,2006.
WU Gen-mao,QIU Min-xiu,WANG Qing-feng, et al. New Practical Electro-hydraulic Proportional Technology [M]. Hangzhou:Zhejiang University Press,2006.
- [21] 李鄂民,王中龙,李怀印. 铜板自动包装生产线整形机液压同步控制系统的设计与改进[J]. 液压与气动,2010(1):75-77.
LI E-min,WANG Zhong-long,LI Huai-yin. The Design and Improvement of Synchronized Hydraulic Control System for the Automatic Packaging Line of Copper Plates [J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics,2010(1):75-77.

(上接第40页)