某薄壁壳体收带工艺改进

赵广军[1]，李春文[1]，张立岩[1]，李荣智[1]，高云斌[1]，李云龙[1]，姜秀凤[1]，程玲舒[2]，郑旭东[1]
（1. 北方华安工业集团有限公司，黑龙江 齐齐哈尔 161046；
2. 西南技术工程研究所，重庆 400039）

摘要：分析了弹体收带工艺产生的变形问题，理论计算弹带收带所需挤压力，确定收带弹体变形产生的原因，通过改进收带工艺和夹爪结构、优化调整收带芯子与弹体内膛配合间隙，减少了薄壁弹体收带变形，降低了收带废品率，保证了薄壁弹体收带质量，节约了生产成本。

关键词：薄壁壳体；收带；夹爪；芯子
DOI：10.3969/j.issn.1674-6457.2013.05.014
中图分类号：TG376　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1674-6457(2013)05-0057-04

Tightening Band Process Improvement of a Thin-walled Shell

ZHAO Guang-jun[1], *LI Chun-wen*[1], *ZHANG Li-yan*[1], *LI Rong-zhi*[1],
GAO Yun-bin[1], *LI Yun-long*[1], *JIANG Xiu-feng*[1], *CHEN Ling-shu*[2], *ZHENG Xu-dong*[2]
(1. North Huaan Industry Group Corporation Ltd., Qiqihar 161046, China;
2. Southwest Technology and Engineering Research Institute, Chongqing 400039, China)

Abstract: The deformation problem in tightening band process of projectile shell is analyzed. Theoretical calculation of the extrusion load of tightening band process of projectile shell is conducted. The cause of deformation problem is determined. By improving tightening band process and clamping jaw structure and optimizing the fit clearance of between core of tightening band and shell bore the deformation of in tightening band of the thin-walled shell is reduced. The rejection rate is decreased. The quality is ensured. The production cost is saved. The experience of tightening band of the thin-walled shell is obtained.

Key words: thin-walled shell; tightening band; clamping jaw; core

某产品通过推板将弹体内膛子弹推出，对敌目标进行毁伤，具备杀伤、破甲、随进杀伤纵火等功能，结构较为复杂，精度要求较高。为提高子弹杀伤威力，必须提高子弹装药量，要求母弹内膛尽可能大，因此弹体壁厚较薄，给加工制造带来一定难度，特别是在弹体收带时，易使弹体产生变形。

某产品弹体壁厚较薄、无弹底，为薄壁筒形结构，弹带材料为H96黄铜，弹带形状为环形，使用5000 kN径向收带机进行收带，收带前弹体内膛放入专用收带芯子，使用专用夹爪进行收带。由于弹壁较薄，收带后部分弹体内膛产生变形，影响产品质量，收带废品率较高，使生产成本增加。

经过收带现场排查、技术分析讨论，确定收带变形产生的原因主要有以下几点。

1）弹体壁厚较薄，单边最小壁厚为7.8 mm，弹带所需收带挤压力较高。

收稿日期：2013-06-03
作者简介：赵广军(1980-)，男，黑龙江齐齐哈尔人，工程师，主要研究方向为机械加工制造及工艺技术研究。

2）收带芯子与弹体内膛配合间隙选择不恰当。

3）工艺不合理，一次收带变形量太大。

1 基本情况

据 H96 黄铜抗拉强度、挤压截面形状及变形量等参数计算收带所需挤压力 F：

$$F=c\times p\times A \tag{1}$$

式中：F 为挤压力，kN；p 为单位挤压力，MPa；A 为收带夹爪与环带接触面在垂直挤压力平面上的投影面积，mm^2；c 为安全系数，一般取 $c\geqslant 1.3$。

$$p=Z\times n\times \sigma_b \tag{2}$$

式中：Z 为环带形状变形系数；N 为挤压方式及变形程度修正系数；σ_b 为挤压前 H96 黄铜的强度极限，挤压前 $\sigma_b=250$ MPa。

通过计算收带总挤压力 F 为 4850 kN[1-2]。

收带机由 PLC 逻辑控制器、液压站、电磁液压阀、主机、控制面板等组成，主机由 6 个液压缸、柱塞、顶料装置、机身等组成，如图 1 所示。液压缸柱塞头部放置专用收带夹爪，通过 PLC 控制电磁液压阀使主机 6 个液压缸带动 6 个收带夹爪轴向移动，进行弹带挤压收带[3-4]。

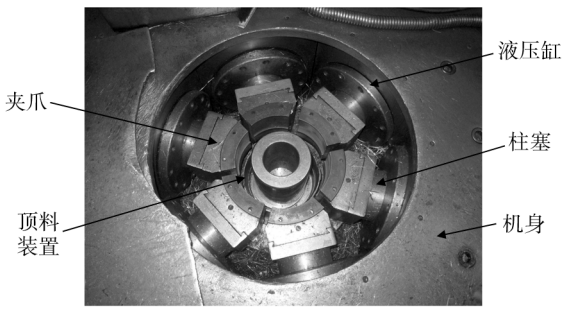


图 1 径向收带机主机

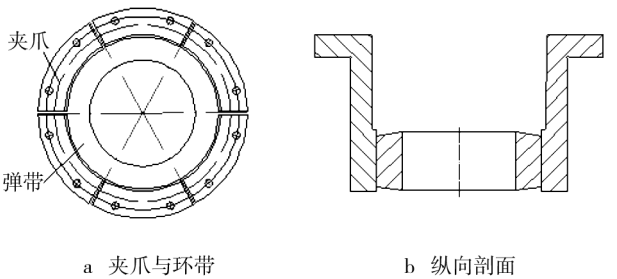
Fig. 1 Host machine of radial tightening band machine

收带机挤压力公式为：$F=6\times P\times S$。其中：系数 6 为液压缸的数目；P 为作用在液压缸柱塞横截面积的单位压力，MPa；S 为液压缸柱塞横截面积，mm^2。

夹爪的形状如图 2 所示，表示了夹爪与环带之间的关系。由收带机挤压力公式可知，夹爪与环带作用面积越小，弹带所需挤压力就越小，随之收带机挤压力 F 就越小，作用在弹体上的压力随之降低。

H96 黄铜环带收带前后截面形状如图 3 所示。

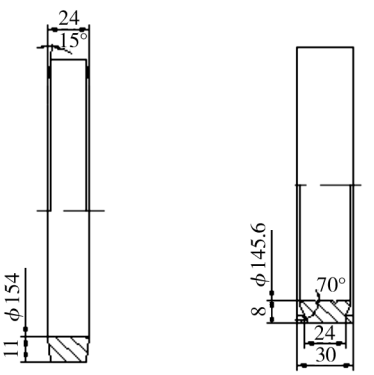
收带前环带力学性能：抗拉强度 $R_m\leqslant 250$ MPa，



a 夹爪与环带 b 纵向剖面

图 2 工作时的夹爪与环带

Fig. 2 Clamping jaw and belt in work



a 收带前 b 收带后

图 3 弹带

Fig. 3 Belt

伸长率 $A\geqslant 40\%$；收带后环带力学性能：抗拉强度 $R_m\geqslant 260$ MPa，伸长率 $A\geqslant 30\%$。收带后需保证弹带完全充满弹带槽。

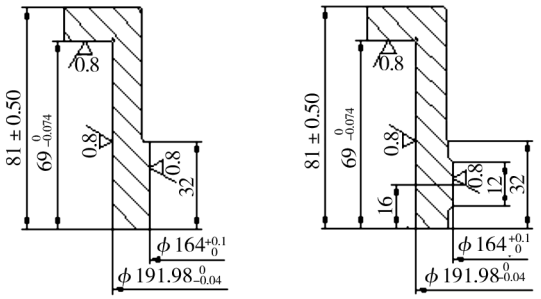
2 工艺改进

2.1 工艺和夹爪的改进

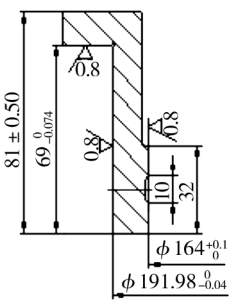
原来采用 1 次收带，由于收带挤压力较大，弹体内膛容易产生变形，影响产品质量。将一次收带改为 2 次收带，采用一次、二次等 2 种结构收带夹爪进行收带，一次夹爪收弹带中部，二次夹爪收弹带上、下两侧，收带夹爪与弹带接触面积减小约一半，收带挤压力 F 随之减小一半左右，减小了作用在弹体上的压力，降低弹体收带变形量。产品要求收带后弹带力学性能提高，实际收带过程中，如压力高，则伸长率不合格；压力低，则抗拉强度不合格。通过改进收带夹爪结构，经过多次收带试验摸索，在保证收带

压合质量及力学性能满足产品要求同时,降低收带压力,减少收带弹体变形量[5-7]。

夹爪收带改进前后纵剖面对比如图 4 所示。



a　改进前　　b　改进后的一次夹爪



c　改进后的二次夹爪

图 4　夹爪

Fig. 4 Clamping jaw

2.2　优化收带芯子尺寸

弹体材料为 35CrMnSiA,弹体热处理后力学性能 $R_{p0.2} \geqslant 900$ MPa,弹体内膛尺寸为 $\phi 130^{+0.25}_{0}$ mm,收带前弹体如图 5 所示。

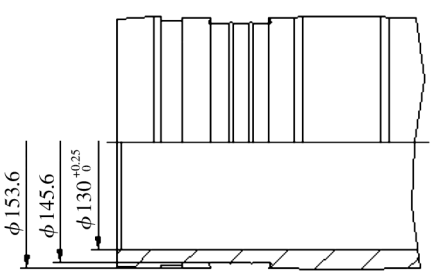
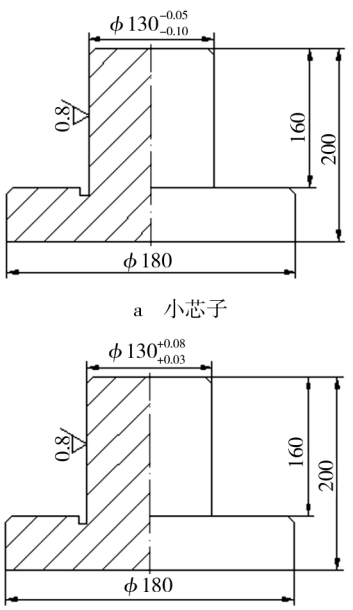


图 5　弹体

Fig. 5 Projectile shell

收带芯子采用 60 钢材料,热处理后洛氏硬度为 52 ~ 58HRC,产品图允许收带后弹体内膛有 ≤0.05 的变形量,但必须保证收带后弹体内膛尺寸在 ϕ130 mm 范围内。收带前弹体内膛必须放入专用收带芯子,芯子与弹体为间隙配合,芯子外圆尺寸为 $\phi 130^{+0.25}_{0}$ mm,最大间隙为 0.4 mm,最小间隙为 0.1 mm。如配合为最大间隙,收带压力可能会导致弹体产生塑性变形,因此在保证芯子顺利放入弹体内膛中,应尽可能减小配合间隙。为此通过收带试验摸索对收带芯子尺寸进行优化[8-10],按弹体内膛尺寸 $\phi 130^{-0.10}_{-0.15}$ mm 中间值 ϕ130.125 mm 和最小值 ϕ130 mm,分别设计大、小 2 个芯子,芯子外径尺寸分别为 $\phi 130^{+0.08}_{+0.03}$ mm,$\phi 130^{-0.05}_{-0.10}$ mm。收带前对弹体内膛尺寸进行实测值测量分类,内膛尺寸在 ϕ130.25 mm 和 ϕ 130.125 mm 之间的使用大芯子,在 ϕ130.125 mm 和 ϕ130 mm 之间的使用小芯子,尽可能减小配合间隙,收带芯子结构如图 6 所示。



a　小芯子

b　大芯子

图 6　收带芯子

Fig. 6 Core of tightening band

3　结语

通过优化设计工艺,改进收带夹爪结构,减小了夹爪与弹带接触面积,降低了收带挤压力。调整优化收带芯子与弹体内膛配合间隙,使弹体不产生塑性变形。通过上述工艺改进,解决了该产品弹体收带变形问题,降低了收带废品损失,节约了生产成本,同时积累了薄壁筒形开仓类零件收带技术经验。

参考文献：

[1] 濮良贵. 机械设计[M]. 北京：高等教育出版社，2002.
PU Liang-gui. Mechanical Design[M]. Beijing: Higher Education Press, 2002.

[2] 张水忠. 挤压工艺及模具设计[M]. 北京：化学工业出版社，2009.
ZHANG Shui-zhong. Extrusion Technology and Die Design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2009.

[3] 王启平. 机械制造工艺学[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2002.
WANG Qi-ping. Machinery Manufacturing Technology[M]. Harbin: Harbin Industrial University Press, 2002.

[4] 谢建新. 金属挤压理论与技术[M]. 北京：冶金工业出版社，2001.
XIE Jian-xin. Metal Extrusion Theory and Technology[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2001.

[5] 邓文英. 金属工艺学[M]. 北京：高等教育出版社，2000.
DENG Wen-ying. Metallurgical Technology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2000.

[6] 刘永亮. 铜及铜合金挤压生产技术[M]. 北京：冶金工业出版社，2007.
LIU Yong-liang. Copper and Copper Alloy Extrusion Production Technology[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2007.

[7] 修树东. 机械加工工艺基础[M]. 哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社，1996.
XIU Shu-dong. Mechanical Processing Technology Foundation[M]. Harbin: Harbin Engineering University Press, 1996.

[8] 刘培兴. 铜合金加工基础[M]. 北京：化学工业出版社，2010.
LIU Pei-xing. Copper Alloy Processing[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010.

[9] 温景林. 有色金属挤压与拉拔技术[M]. 北京：化学工业出版社，2007.
WEN Jing-lin. Non-ferrous Metal Extrusion and Drawing Technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.

[10] 黄志坚. 液压系统控制与 PLC 应用[M]. 北京：中国电力出版社，2012.
HUANG Zhi-jian. Hydraulic System Control with PLC Application[M]. Beijing: China Power Press, 2012.

（上接第 56 页）

XIE Shui-sheng, PAN Hong-ping, DING Zhi-yong. The Overview of Study and Application of Semi-solid Metals Processing Technology[J]. Journal of Plasticity Engineering, 2002(2): 1-11.

[5] 黄晓锋，梁艳，王韬，等. 金属半固态成形技术的研究进展[J]. 中国铸造装备与技术，2009(2)：6-9.
HUANG Xiao-feng, LIANG Yan, WANG Tao, et al. Progress in Research on Semi-solid Metal Forming[J]. China Foundry Machinery & Technology, 2009(2): 6-9.

[6] 毛卫民. 半固态金属浆料先进制备技术的研究进展[J]. 铸造，2012(8)：839-855.
MAO Wei-min. Research Progress of Advanced Preparation Technology for Semi-solid Metal Slurry[J]. Foundry, 2012(8): 839-855.

[7] 郭旭东，李阳，宋鑫，等. 基于 PLC 的全自动机器人浇注系统设计[J]. 工业控制计算机，2013(1)：97-98.
GUO Xu-dong, LI Yang, SONG Xin, et al. Design of Automatic Robot Pouring System Based on PLC[J]. Industrial Control Computer, 2013(1): 97-98.

[8] FRANK Thomas, NITSCH Heinz, ROTZINGER Joachim. 机器人与浇注系统[J]. 现代制造，2005(8)：80-81.
FRANK Thomas, NITSCH Heinz, ROTZINGER Joachim. Pouring Robert and Its Systerm[J]. Maschinen Markt, 2005(8): 80-81.

[9] 黎小春，李新民，蔡俊涛. 浇注机自动浇注铸件浇不足的控制研究[J]. 铸造设备与工艺，2012(1)：32-33.
LI Xiao-chun, LI Xin-min, CAI Jun-tao. Research on Misrun in Cylinder Block Casting Using Auto Pouring Machine[J]. Foundry Equipment and Technology, 2012(1): 32-33.

[10] 广东科达机电股份有限公司. 一种铝液供给系统：中国，201120526935[P]. 2012-08-22.
Guangdong KEDA Industrial Co., Ltd. A Kind of Liquid Aluminum Supply System: China, 201120526935[P]. 2012-08-22.