

一种新型履带板零件的加工方法

马小光, 刘心黎, 邢程, 孙超

北京北方车辆集团有限公司 北京 100072

摘要: 针对履带板零件在数控加工中存在的钻孔、镗孔和内侧倒角等难点进行分析、研究, 探索出一套经济有效的加工方案, 通过工艺试验, 确定刀具和夹具的设计方案, 合理选择切削用量, 有效地解决了此类零件的加工难点。

关键词: 履带板; 钻孔; 镗孔; 反倒角; 夹具

1 序言

履带是特种装甲车辆行走机构中的重要部分, 其中履带板零件是负重与行走的主要部件, 零件生产基数大, 材料去除量大, 其加工质量直接影响车辆的行驶性能和整条履带的寿命。某新型号一体结构履带板(见图1)具有横向扭转强度高的特点, 可提高履带在车辆转向时的扭转刚度, 以及履带销、端联器等相关零件的受力均衡性, 减少脱带现象, 并可有效提升整条履带的使用性能。

针对新型号一体结构履带板的特殊结构, 开展工艺试验, 在综合考虑质量、生产效率与成本的前

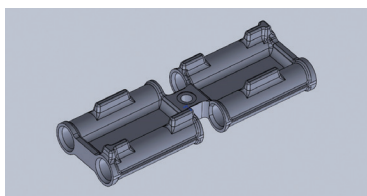


图1 一体结构履带板

提下, 总结出一种适合在立式加工中心上完成的中等批量生产的工艺方法。

2 零件技术要求

如图2所示为某型号履带板的加工要求, 产品材料为42CrMo, 锻造毛坯硬度200~240HBW, 热

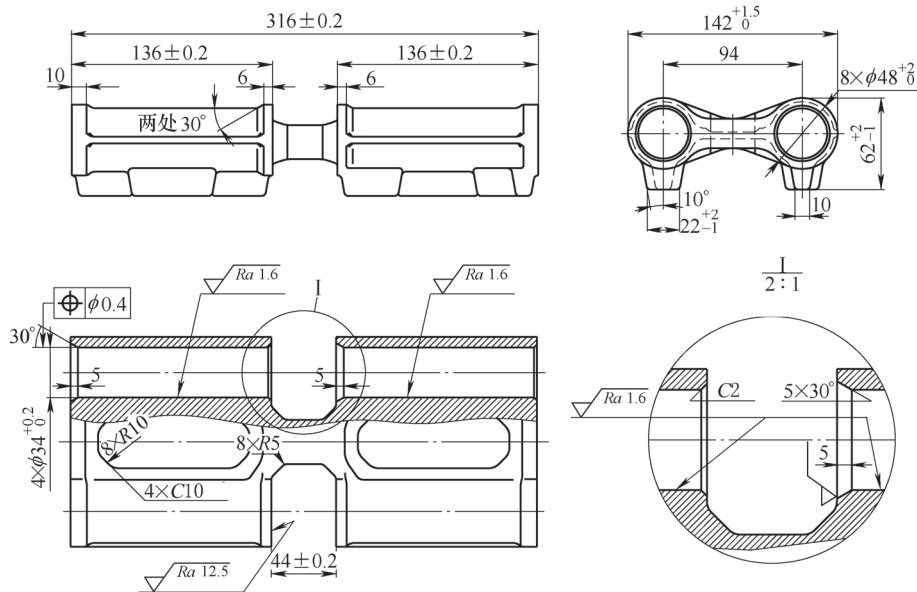


图2 某型号履带板加工要求

处理后精加工硬度401~461HBW，零件外形尺寸（316±0.3）mm、（142±1.5）mm。加工要素为4处 ϕ 34mm履带销安装孔和两端孔口倒角，销孔同轴度要求 ≤ 0.2 mm，销孔位置度要求 ≤ 0.4 mm，以保证最终加工完成后的端部最小壁厚 > 6.7 mm，最后工件要100%进行无损检测。

3 工艺方案设计

（1）热前粗加工阶段 粗加工阶段要分工序做好底面和侧面基准，316mm两端面和中间空缺，侧面淬火后不再加工，因此要保证尺寸公差， ϕ 34mm孔粗加工到 ϕ 32mm，要尽可能提高效率，并保证与基准的相互位置，为精加工留好余量。粗加工各工序要及时发现锻造毛坯的缺陷，减少加工浪费。

（2）热处理后精加工阶段 精加工阶段要恢复定位基准，保证两孔精度要求，镗孔和倒角最好一次加工完成，提升加工效率，以避免工序周转。

根据以上分析，具体的加工工艺过程见表1。

表1 加工工艺过程

工序	加工内容	设备	型号	夹具
5	锻造	—	—	—
10	热处理	—	—	—
15	铣底面基准面	铣床	X52K	虎钳
20	铣侧面基准面	卧式铣床	X52K	虎钳
25	铣两端基准面	铣床	X52K	虎钳
30	打孔	加工中心	NBP-1100A	专用夹具
35	热处理（401~461HBW）	—	—	—
40	铣底面基准面	铣床	X52K	虎钳
45	精镗孔、倒角	加工中心	NBP-1100A	四轴回转夹具
50	无损检测	—	CDV-6000	—

4 加工难点及解决方案

（1）4×34mm销孔粗加工 零件4× ϕ 34mm销孔热处理前粗加工要钻至尺寸 ϕ 32mm，综合考虑产品质量和加工效率，选择哪种钻削方法非常关键。第一种：摇臂钻安装钻模使用普通高速钢加长钻头加工，此方法的特点是加工成本低，但人员劳动强度大（需要钻头刃磨技巧）且加工效率较低。

第二种：深孔钻加工，此方法效率较高，但需要专用深孔加工设备或者外协加工。第三种：立式加工中心使用U钻钻孔，此方法通用性好，加工效率高。

经对比分析，选择了第三种方案。公司现有1台友佳NBP-1100A立式加工中心（见图3），具备中心出水功能，并且冲水压力达到8MPa，能够适合内孔的加工工况。接下来选择刀具，经过参阅株洲钻石的刀具样本，选择了 ϕ 32mmZTD05系列U钻（见图4）。经过分析和实践，发现此系列U钻采用螺旋内冷结构，容屑空间大，可以大进给切削，效率较高，而且钻削过程中内刃速度低，工况恶劣，使用YBG212韧性好的刀片，外刃使用耐磨性好的YBG205刀片，刀片寿命及稳定性均表现出色，适合42CrMo材料的切削。有了合适的刀具还需要稳定的工装夹具，以保证稳定的工件定位装夹和整个工艺系统的刚性，考虑到产品生产周期，根据零件特点设计制作了一套简单钻孔用夹具（见图5）。



图3 NBP-1100A立式加工中心



图4 U钻

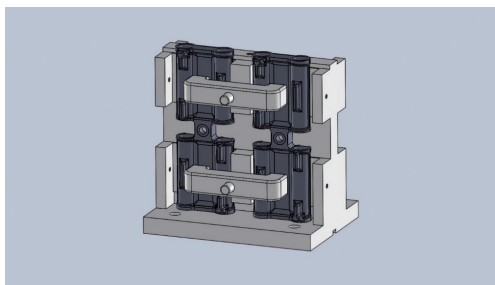


图5 钻孔用夹具

(2) $4 \times \phi 34\text{mm}$ 细长销孔镗削 $4 \times \phi 34\text{mm}$ 销孔最终精加工要求同轴度 $\phi 0.2\text{mm}$ ，位置度要求 $\phi 0.4\text{mm}$ ，孔表面粗糙度值 $Ra=1.6\mu\text{m}$ 。零件总长316mm，单向很难完成加工，因此只能采用掉头加工。选择了具备四轴回转的工作台，能实现工件翻转，并设计有侧面和底面的定位工装夹具（见图6），实现一次装夹两工件，正反两面加工。精加工孔选择粗镗+绞孔或粗镗+精镗两种方式，但考虑到专用合金铰刀制作周期较长，故选择了粗、精镗的加工方法。为提高加工质量和效率，配置刚性较好的整体合金刀杆和耐用度较高的切削刀片。

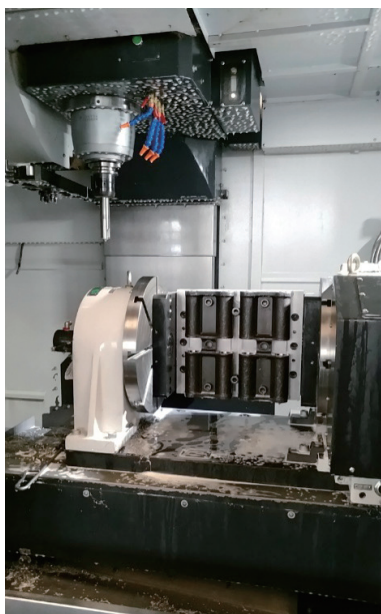


图6 工装夹具

(3) 销孔中间凹槽面孔口倒角 中间凹槽处有 $5 \times 30^\circ$ 和 $2 \times 45^\circ$ 倒角各2处，这是关键的加工难点，若分工序加工就需要增加人员和设备，降低加工效率。另外精镗后倒角在孔内侧会产生毛刺，不易去除，装配时会划伤履带销橡胶。因此设计了专用加工刀具，在精镗孔工序的同时完成倒角加工。经分析有3种方式可实现倒角加工。

1) 第一种是拆卸式组合倒角刀。此方法刀具制作成本低，使用设备简单，但在加工过程中需要反复手动装卸刀头，加工效率低。

2) 第二种是偏心式反镗倒角刀（见图7）。此类刀具是利用加工中心定向功能将刀尖旋转至设定角度，以偏心的位置将刀杆深入孔中，在到达孔底后移动，使刀具旋转中心与孔中心重合，此时刀具回转直径大于孔径，刀具开始向上加工，完成后按

照进入路径反向退出，开始加工下一个孔。

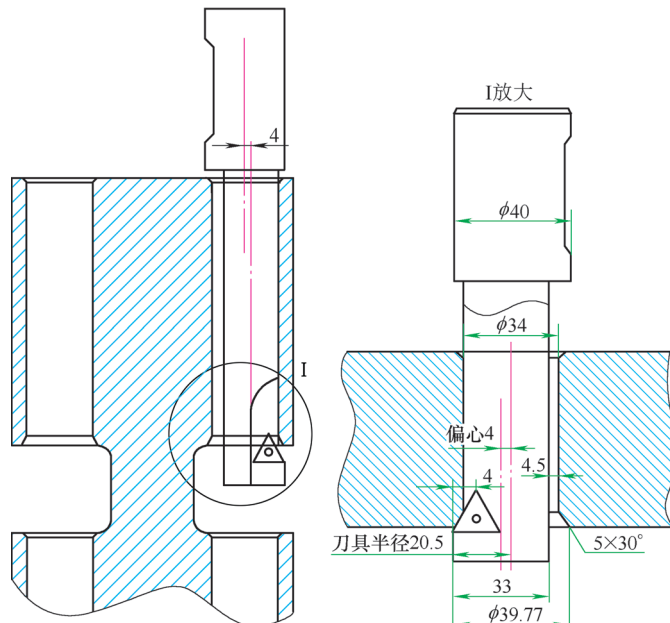


图7 偏心式反镗倒角刀结构

3) 第三种方法是选择进口刀具。有一种带刀夹自动式反刮刀，原理是刀杆反转伸入孔内，到达设定位置后，刀杆上的离合摩擦片与工件碰触，触动刀具内部机构打开刀夹，刀具进行切削。加工完成后，主轴正转并继续前伸，使刀杆底部摩擦离合片与工件再次接触，触动刀具内部机构，使刀夹收回，之后从孔中抬起。此刀具从原理上来说具有效率高的优势，但从现实使用角度来说，因为倒角角度有 30° 和 45° ，所以需要定制2种刀具。这类进口刀具价格非常昂贵，而且采购周期长，很难保证生产需要。

综合分析3类刀具，考虑加工效率及成本问题，选择第二种偏心式反镗倒角刀。

倒角加工时采用反镗的加工方式，如图8所示。在孔的下方反镗加工 $5 \times 30^\circ$ 倒角。保证刀具顺利通过孔，且下刀时刀杆和刀尖距孔的单边间隙量

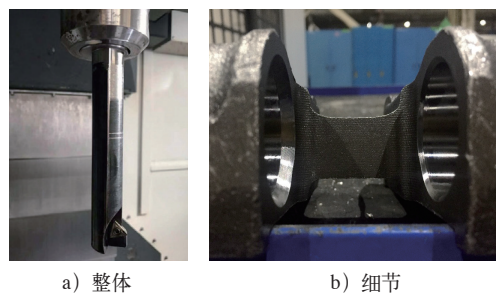


图8 反镗的加工方式

为0.5mm。

因为孔径为 $\phi 34\text{mm}$ ，所以将刀具底端尺寸设计成 $\phi 33\text{mm}$ 。因为 $5 \times 30^\circ$ 倒角最大处尺寸为 $\phi 39.77\text{mm} \approx \phi 40\text{mm}$ ，所以刀具回转半径设计成

20.5mm，刀具切削刃水平方向宽度4mm，刀具偏心量为4mm。根据以上参数计算，得出刀杆的最大直径是： $33 - 20.5 + (20.5 - 4) = 29\text{ (mm)}$ 。

精加工工序及切削参数见表2。

表2 精加工工序及切削参数

加工部位	刀具名称	S/mm	f/mm	A 轴角度/ $(^\circ)$
一面4个孔粗镗	$\phi 33.9\text{mm}$ 粗镗刀	800	150	0
二面4个孔粗镗	$\phi 33.9\text{mm}$ 粗镗刀	800	150	180
二面孔口倒角	45° 倒角刀	1000	80	180
内挡 $5 \times 60^\circ$ 倒角	60° 反倒角刀	500	50	180
一面孔口倒角	60° 倒角刀	1000	80	0
内挡 $2 \times 45^\circ$ 倒角	45° 反倒角刀	500	50	0
一面精镗 $\phi 34\text{mm}$ 孔	$\phi 34\text{mm}$ 精镗刀	1800	160	0
二面精镗 $\phi 34\text{mm}$ 孔	$\phi 34\text{mm}$ 精镗刀	1800	160	0

倒角加工程序如下。

G290
T23M6 (刀具交换)
G0G90A180 (A 轴定位 180°)
SPOS=150 (主轴定向 150°)
G90G54X-130.7Y-25.3 (刀具移到工件第一孔偏心位置)
M8 (切削液开)
Z100 (安全高度)
G01Z-156F3000 (下刀)
X-135.7F500 (移动到孔中心位置)
M3S500 (刀具正向旋转)
Z-148.5G01F30 (反镗加工)
Z-156F3000 (向下退刀)
M05 (停止旋转)
SPOS=150 (主轴定向 150°)
X-130.9 (X 向移动偏心位置)
Z100F3000 (到安全高度)
…… (开始加工下一孔)
G291

5 结束语

通过分析产品加工工艺，综合对比各种加工方法的优缺点，总结出一种履带板零件的中等批量加工方案。经过工艺实施验证，实现了粗加工阶段的经济高效和精加工阶段的质量可靠。单台机床复合加工，1天可完成60件产品，能够满足年生产数量要求。并且通过自制非标刀具、夹具，积累了相关

设计经验，只需调整工装夹具和刀具相关参数即可实现不同型号的零件加工。如果产品定型进入大批量生产阶段，可以借助成熟的工艺方法，实现自动化、柔性化的高效加工。

参考文献：

- [1] 刘献礼. 数控刀具选用指南[M]. 北京：机械工业出版社，2014.
- [2] 朱耀祥，浦林祥. 现代夹具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2009.
- [3] 翟瑞波. 数控加工工艺[M]. 北京：机械工业出版社，2012.

MW 20210712

欢迎关注：机工刀具世界

“机工刀具世界”定位于指导制造企业一线技术员工如何合理选择和使用数控刀具，介绍数控刀具使用技巧。关注刀具行业最新技术进展，为广大制造企业推荐先进、实用数控刀具产品。

扫描二维码即可关注！

