



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104015015 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201410283469. 0

(22) 申请日 2014. 06. 23

(71) 申请人 什邡市明日宇航工业股份有限公司  
地址 618400 四川省德阳市什邡经济开发区  
(北区) 蓝天大道 3 号

(72) 发明人 刘波 罗敏锐

(74) 专利代理机构 四川力久律师事务所 51221  
代理人 熊晓果 韩洋

(51) Int. Cl.  
B23P 15/00 (2006. 01)

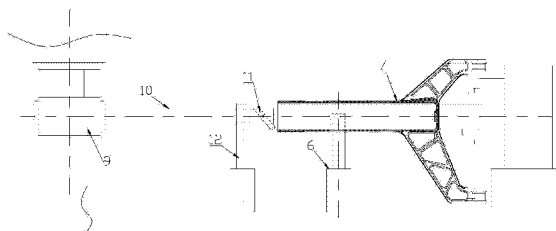
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54) 发明名称

飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术

(57) 摘要

本发明涉及飞机起落架的加工领域, 特别涉及一种飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术, 其粗加工时, 在起落架上留工艺头, 工艺头上钻制中心孔, 同时在起落架外筒的底部和中部加工基准外圆, 运用了新的工艺基准, 加工中夹持起落架时, 采用了新的夹持方法, 提高效率, 稳定质量, 同时精加工时, 翻转了夹持方向, 运用了 90° 动力转换头, 使起落架在卧式的情况下, 同样能够用普通机床加工出起落架外筒的内孔; 本发明的目的在于提供一种经济、效率高、质量稳定的起落架数控集成制造技术。



1. 一种飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术,其包括:

步骤一,进入粗加工阶段,由钳工划线初步确定毛坯外形,再用铣床按照划线边界对外形进行扒皮加工,按最大投影尺寸单边留量,普车精车起落架的基准外圆,该基准外圆设定为两个,一个在起落架外筒的中部,一个在外筒的底部,从外筒底部开始粗钻外筒的内孔,在外筒顶部预留工艺头,在其上钻制中心孔;

步骤二,进入半精加工阶段,把起落架夹持在四轴机床上,保证机床最大回转半径大于起落架以外筒中心线为轴的回转半径,用四爪卡盘夹持外筒底部的基准外圆,用尾座顶住所述步骤一中加工的外筒顶部的中心孔,用一支撑架夹持并支撑外筒中部的基准外圆;

步骤三,把起落架在机床上翻各面加工外形至净尺寸,粗铣叉耳留余量,粗镗各叉耳单边留余量,机床攻丝,起落架转入淬火热处理;

步骤四,进入精加工阶段,装夹起落架,由机床修正基准,抛光两处基准外圆,期间保证其同轴度,重制中心孔D,制作过程中必须保证该孔与之关联的基准外圆段的同轴度,经检验合格后如所述步骤二装夹,自动翻面精铣各处叉耳,精镗各叉耳孔至尺寸;

步骤五,起落架掉头安装,四爪卡盘夹持住外筒的顶部的工艺头,支撑架夹持并支撑外筒中部的基准外圆,更换90°动力转换头,安装镗刀精镗外筒的内孔至尺寸,内孔单边留量,镗铣内孔的螺纹,换铣刀头立式加工工艺夹头,精铣基准外圆并与步骤三的加工痕迹接顺,起落架下机床转磨床磨内孔内无螺纹部分至要求留珩磨余量,单边0.02 mm,珩磨内孔后,铣床去外筒顶部的工艺头。

2. 根据权利要求1所述的飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术,其特征在于,所述步骤一中,最大投影尺寸单边留量10 mm,所述基准外圆均为 $\varnothing 141$ 。

3. 根据权利要求2所述的飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术,其特征在于,所述步骤一中,粗钻起落架外筒的内孔,为粗钻 $\varnothing 106$ 至 $\varnothing 100$ 。

4. 根据权利要求3所述的飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术,其特征在于,保证机床最大回转半径大于起落架的回转半径时,根据需求在机床下加上等高调整块。

5. 根据权利要求4所述的飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术,其特征在于,步骤三中,粗铣叉耳留余量1 mm,粗镗各叉耳单边留余量1 mm。

6. 根据权利要求5所述的飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术,其特征在于,步骤五中,内孔单边留量0.2mm。

## 飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术

### [0001] 技术领域

本发明涉及飞机起落架的加工领域,特别涉及飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术。

### 背景技术

[0002] 起落架是飞机零部件中深切影响飞机整体安全的重要部件,是保证飞机在滑行、起飞和着陆期间飞机和人员安全的关键零件,起落架在起飞和着陆过程中承受巨大的冲击和循环交变载荷,由于受交变应力和大冲击力的影响,质量要求极高,其质量的好坏就决定了飞机的质量、安全和可靠性,其生产周期也决定了飞机的交付周期;

现有技术中,对于大型的生产商,是采购一个大型的专用加工设备对其加工,但是非常贵,对于小的生产商来说,是无能力购买的,所以小的生产商都用一般的机床加工,但是现有的方法工序流转次数、工件装夹次数较多,使用工装也较多,不仅效率低,而且质量不稳定。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术中所存在的上述不足,提供一种经济、效率高、质量稳定的起落架数控集成制造技术。

[0004] 为了实现上述发明目的,本发明提供了以下技术方案:

一种飞机主起落架外筒零件数控集成制造技术,其包括:

步骤一,进入粗加工阶段,由钳工划线初步确定毛坯外形,再用铣床按照划线边界对外形进行扒皮加工,按最大投影尺寸单边留量,普车精车起落架的基准外圆,该基准外圆设定为两个,一个在起落架外筒的中部,一个在外筒的底部,从外筒底部开始粗钻外筒的内孔,在外筒顶部预留工艺头,在其上钻制中心孔;

步骤二,进入半精加工阶段,把起落架夹持在四轴机床上,保证机床最大回转半径大于起落架以外筒中心线为轴的回转半径,用四爪卡盘夹持外筒底部的基准外圆,用尾座顶住所述步骤一中加工的外筒顶部的中心孔,用一支撑架夹持并支撑外筒中部的基准外圆;

步骤三,把起落架在机床上翻各面加工外形至净尺寸,粗铣叉耳留余量,粗镗各叉耳单边留余量,机床攻丝,起落架转入淬火热处理;

步骤四,进入精加工阶段,装夹起落架,由机床修正基准,抛光两处基准外圆,期间保证其同轴度,重制中心孔D,制作过程中必须保证该孔与之关联的基准外圆段的同轴度,经检验合格后如所述步骤二装夹,自动翻面精铣各处叉耳,精镗各叉耳孔至尺寸;

步骤五,起落架掉头安装,四爪卡盘夹持住外筒的顶部的工艺头,支撑架夹持并支撑外筒中部的基准外圆,更换90°动力转换头,安装镗刀精镗外筒的内孔至尺寸,内孔单边留量,镗铣内孔的螺纹,换铣刀头立式加工工艺夹头,精铣基准外圆并与步骤三的加工痕迹接顺,起落架下机床转磨床磨内孔内无螺纹部分至要求留珩磨余量,单边0.02 mm,珩磨内孔后,铣床去外筒顶部的工艺头。

[0005] 现有技术的工序流转有 17 次,工件装夹有 23 次,使用工装 20 套,而本发明的方法,工序流转 12 次,工件装夹 12 次,使用工装 10 套,工序流转减少 5 次,工件装夹减少 11 次,使用工装节约 10 套,工序流转减少使效率提高,工件装夹减少使其精度得到保证,质量稳定,使用工装节约,使加工过程经济。

[0006] 作为本发明的优选方案,所述步骤一中,最大投影尺寸单边留量 10 mm,所述基准外圆均为  $\varnothing 141$ ,结合起落架外筒的尺寸,把两个基准外圆定义为同一大小,方便确认其同轴度。

[0007] 作为本发明的优选方案,所述步骤一中,粗钻起落架外筒的内孔,为粗钻  $\varnothing 106$  至  $\varnothing 100$ ,现有技术是粗钻  $\varnothing 106$  至  $\varnothing 90$ ,由于本发明方法后续的加工精度能够保证,所以这一步可以直接加工至  $\varnothing 100$ ,提高效率。

[0008] 作为本发明的优选方案,保证机床最大回转半径大于起落架的回转半径时,根据需求在机床下加上等高调整块,根据不同大小回转半径的起落架,调整等高调整块的大小。

[0009] 作为本发明的优选方案,步骤三中,粗铣叉耳留余量 1 mm,粗镗各叉耳单边留余量 1 mm,现有技术中,粗铣叉耳留余量 1 mm,粗镗各叉耳单边留余量 2mm,因为本发明的方法使用了可靠的工艺基准,所以现在此步骤的加工余量可以适当减少,以提高精加工效率。

[0010] 作为本发明的优选方案,步骤五中,内孔单边留量 0.2mm,现有技术内孔单边留量是 0.5mm,因为本发明的方法使用了可靠的工艺基准,所以现在此步骤的内孔单边留量可以适当减少,以提高珩磨效率。

[0011] 与现有技术相比,本发明的有益效果:  
经济、效率高、质量稳定。

[0012] 附图说明:

图 1 是本发明中所加工起落架的正视图。

[0013] 图 2 是本发明中所加工起落架的侧视的剖视图。

[0014] 图 3 是本发明中所加工起落架的轴测图。

[0015] 图 4 是本发明的第一加工示意图。

[0016] 图 5 是本发明的第二加工示意图。

[0017] 图 6 是本发明的第三加工示意图。

[0018] 图 7 是本发明的第四加工示意图。

[0019] 图 8 是本发明的第五加工示意图。

[0020] 图 9 是图 2 中的 A 处局部放大图。

[0021] 图 10 是现有技术加工过程图。

[0022] 图 11 是本发明方法加工过程图。

[0023] 图 12 是现有技术与本发明的数据对比图。

[0024] 图中标记:1-工艺头,2-中心孔,3-基准外圆 B,4-基准外圆 C,5-尾座,6-等高调整块,7-外筒,8-支撑架,9-90° 动力转换头,10-镗刀杆,11-镗刀片,12-镗刀架。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合实施例及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例,凡基于本发明内容所实现的技术均属于本

发明的范围。

#### [0026] 实施例 1

一种飞机主起落架(其结构如图 1、2、3、9)外筒零件数控集成制造技术,其包括:

步骤一,进入粗加工阶段,由钳工划线初步确定毛坯外形,再用铣床按照划线边界对外形进行扒皮加工,按最大投影尺寸单边留量 10mm,普车精车起落架的基准外圆,该基准外圆设定为两个,均为 $\varnothing 141$ ,一个在起落架外筒 7 的中部,如图 4,为基准外圆 B3,一个在外筒 7 的底部,如图 4,为基准外圆 C4,从外筒 7 底部开始粗钻(即粗车)外筒 7 的 $\varnothing 106$ 内孔至 $\varnothing 100$ ,在外筒 7 顶部预留工艺头 1,在其上钻制中心孔 2D(如图 5);这几项要素的修改和加入主要是为后续半精及精加工提供统一的工艺基准和夹持位置,以实现有效避免基准误差现象和减少装夹找正的次数与时间,以往的工艺基准是以产品外形作为基准来进行的,而在制造过程中时由于粗加工及半精加工都要对外形进行铣削和车削加工,那么基准也反复被切削,所以要保证工艺基准的准确性一方面需要保证每次的切削加工精度,另一方面在重新找正的过程中还需要反复验证避免误差,两方面的因素累积在一起极易造成工艺基准与实际制造基准的基准误差导致产品错位等质量事故,为了有效杜绝基准误差,现在更改了对工艺基准的设计,使用机床卡盘夹持 $\varnothing 141$ 基准外圆并保证旋转中心重合,再以尾座 5 顶紧中心孔 2D 以确定基准母线(见图 7),此基准一旦确定在随后的半精加工过程和精加工过程中将不会再对这两个地方进行切削,始终以此基准来进行加工直至精加工完成(包括磨削加工),才去除工艺夹头,保证各工序之间的工艺基准和制造基准间的基准重合和基准统一;

步骤二,进入半精加工阶段,把起落架夹持在四轴机床上,保证机床最大回转半径大于起落架以外筒 7 中心线为轴的回转半径,当机床最大回转半径不满足要求时,在机床下加上等高调整块 6,如图 6,使机床达到使用要求;在机床改造完成后,要达到使用目的还需为机床准备专门的数控语言,即后置开发,就是制作对应数控机床所需要的机床代码翻译器,将计算机终端上的图形式刀轨转译为机床能够识别的简单数字代码,驱动机床做出铣、钻、翻面、换刀等动作;

用四爪卡盘夹持外筒 7 底部的基准外圆,用尾座 5 顶住所述步骤一中加工的外筒 7 顶部的中心孔 2,用一支撑架 8 夹持并支撑外筒 7 中部的基准外圆,如图 7;

以往的半精加工外筒 7,由于使用的是加工中心三轴加工外形再由镗床粗加工叉耳孔。要完成铣削加工,必须要两次工序流转翻面装夹数次才能完成,产品也需反复找正,不但增加了劳动强度,降低了生产效率,而且提高了对现场操作水平的要求和难度,使外筒 7 的制造过程增加了许多人为不确定因素和质量隐患,极易因现场操作失误造成零件加工位置偏移和其他误操作所产生的质量事故,为达到减少工序流转,缩短装夹时间,降低劳动强度,提高生产效率,稳定产品质量的效果,本发明给这一阶段半精加工及后续精加工设计了四轴一夹(卡盘)、一项(尾座 5)、一支撑(支撑架 8)的快装方法(称为三一装夹,安装效果见图 7),大大缩短了安装时间,支撑架 8 的安装也给切削加工提供了更稳定的工作条件,不但解决了装夹找正的难题,而且让机床的功能得到了拓展,全面利用了四轴转台功能,使其实现自动翻面并集成钻镗床功能,将以往由人工保证的关键点改为机床保证,为实现高效加工创造了有利条件;

步骤三,把起落架在机床上翻各面加工外形至净尺寸,粗铣叉耳留余量 1mm,粗镗各叉

耳单边留余量 1mm, 机床攻丝, 起落架转入淬火热处理;

步骤四, 进入精加工阶段, 装夹起落架, 由机床修正基准, 抛光两处基准外圆, 期间保证其同轴度, 重制中心孔 2D, 制作过程中必须保证该孔与之关联的基准外圆段的同轴度, 经检验合格后如所述步骤二装夹, 自动翻面精铣各处叉耳, 精镗各叉耳孔至尺寸;

步骤五, 如图 8, 起落架掉头安装, 四爪卡盘夹持住外筒 7 的顶部的工艺头 1, 支撑架 8 夹持并支撑外筒 7 中部的基准外圆, 更换 90° 动力转换头 9, 安装镗刀精镗外筒 7 已加工的  $\varnothing 100$  内孔至尺寸  $\varnothing 106$  (如图 8、9), 镗刀包括镗刀杆 10、镗刀片 11、镗刀架 12, 内孔单边留量 0.2mm, 镗铣内孔 M116 的螺纹(如图 9), 换铣刀头立式加工  $\varnothing 141$  工艺夹头, 精铣基准外圆并与步骤三的加工痕迹接顺, 起落架下机床转磨床磨内孔内无螺纹部分至要求留珩磨余量, 单边 0.02 mm, 珩磨内孔后, 铣床去外筒 7 顶部的工艺头 1。

[0027] 现有技术加工过程如图 10, 分析图 10, 得出以下数据:

- 1: 主要工序流转 17 次
- 2: 使用专用切削机床 5 类(车、铣、镗、磨、钻) 11 台
- 3: 工件装夹 23 次(包括工序内各工步间的翻面、掉头)
- 4: 主要工序使用专用工装 20 余套

本发明方法如图 11, 分析图 11, 得出以下数据:

- 1: 主要工序流转 12 次
- 2: 使用专用切削机床 3 类(车、铣、磨) 7 台
- 3: 工件装夹 12 次(包括工序内各工步间的翻面、掉头)
- 4: 主要工序使用专用工装 10 套

对比图 10、图 11 后, 能够得出图 12 的数据, 计算成本:

A, 装夹时间成本:

以每次装夹耗时 120 分钟计算, 那么节约的辅助时间应为

$120 \times 11 = 1320$  分钟合 22 小时, 以每小时 150 元来计算机床成本

既节约了  $150 \times 22 = 3300$  元

B, 工装制造成本:

如不考虑材料费用, 单纯以每套专用工装需要 6 小时加工完成来

计算, 那么节约制造成本为  $6 \times 10 \times 150 = 9000$  元

C, 工件返修成本:

因改进了工艺减少了 5 次工序流转, 控制了关键环节的人为因素, 降低了出错几率, 所以极少出现返修, 这部分成本是隐形的, 用以往经验保守判断节约时间平均为 8 小时, 既节约成本  $8 \times 150 = 1200$  元

综上, 本技术的应用, 保守估计能为每架次的起落架外筒 7 制造节约成本  $3300 + 9000 + 1200 = 13500$  元, 可见此方法提高效率保证质量的同时, 其经济性是良好的。

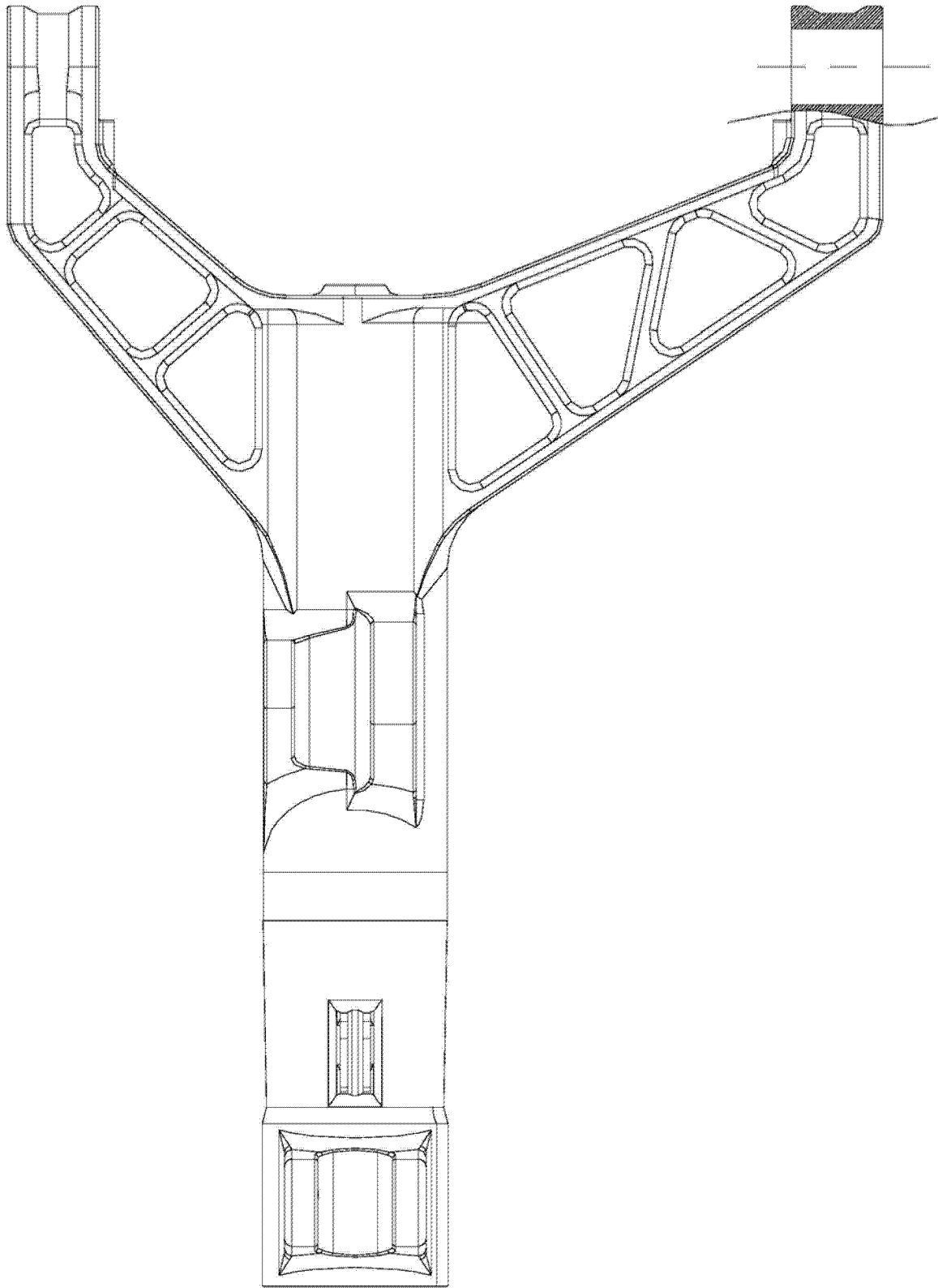


图 1

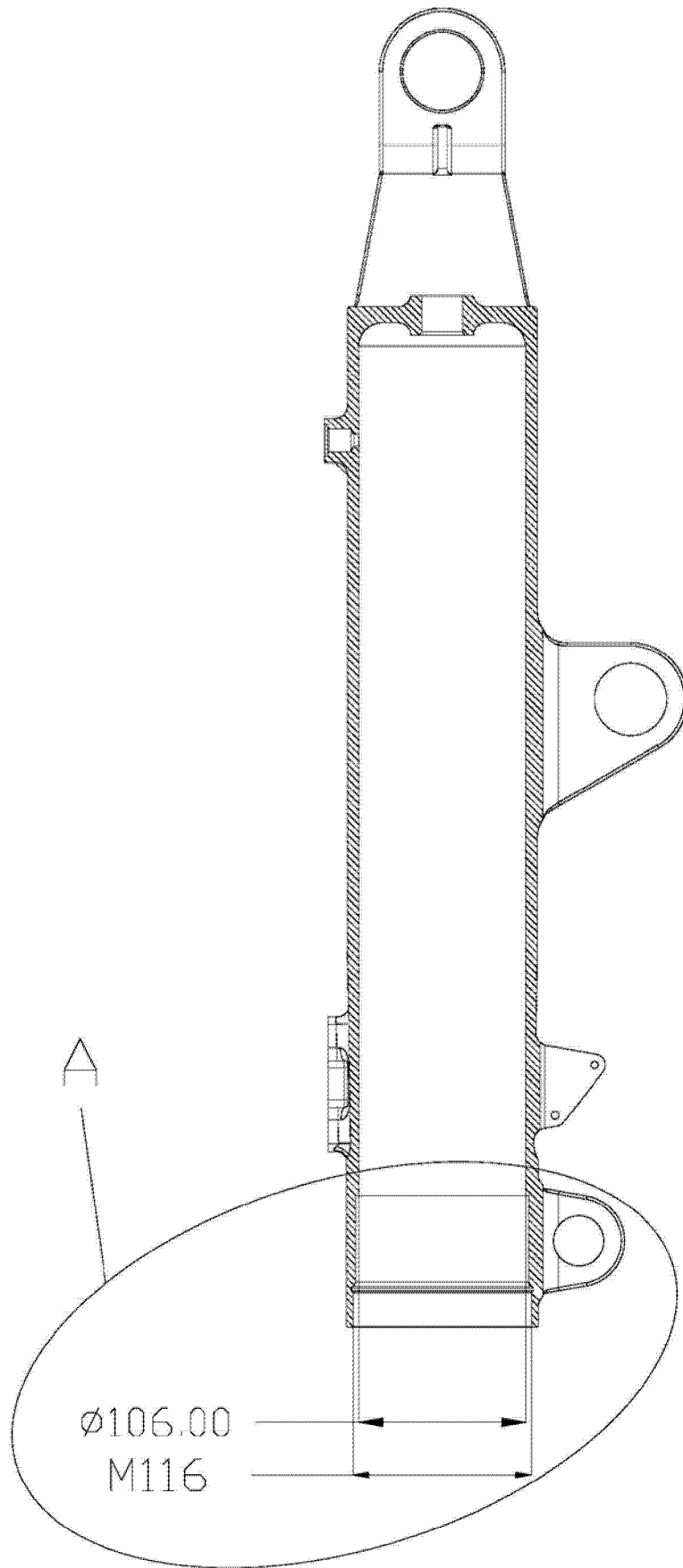


图 2



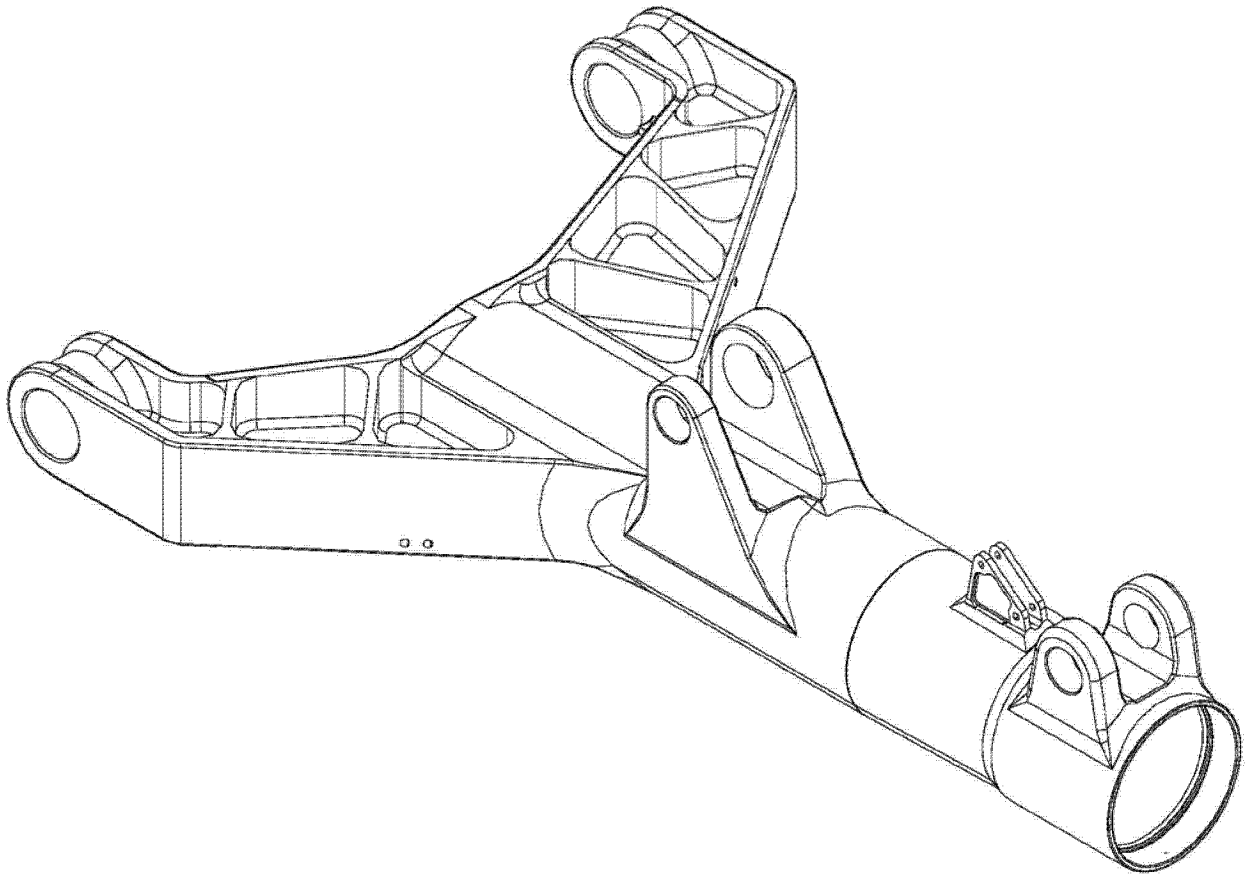


图 3

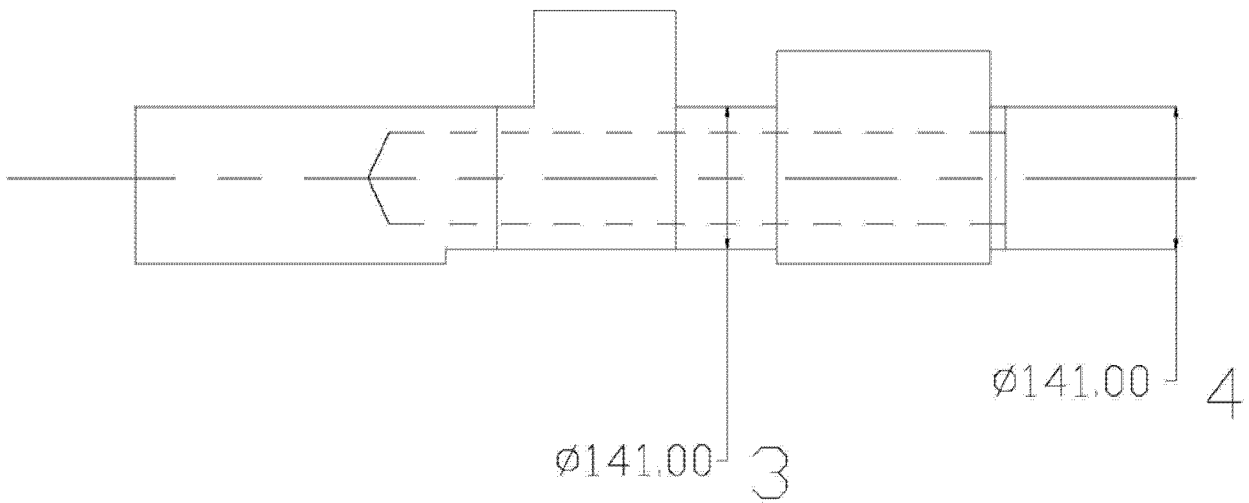


图 4

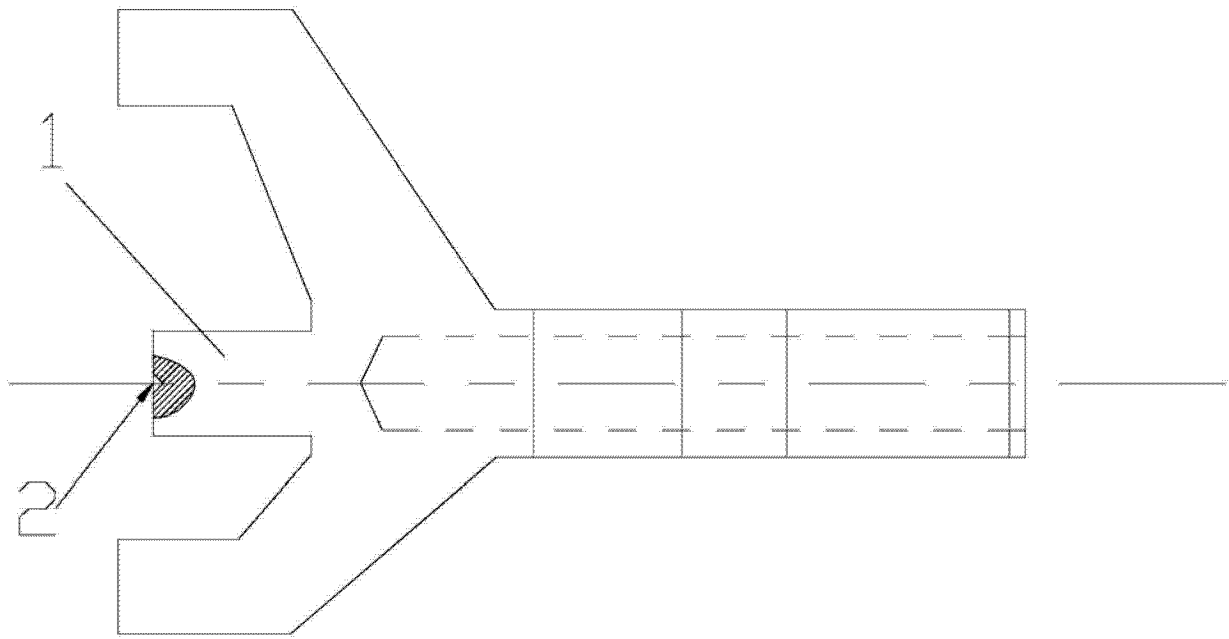


图 5

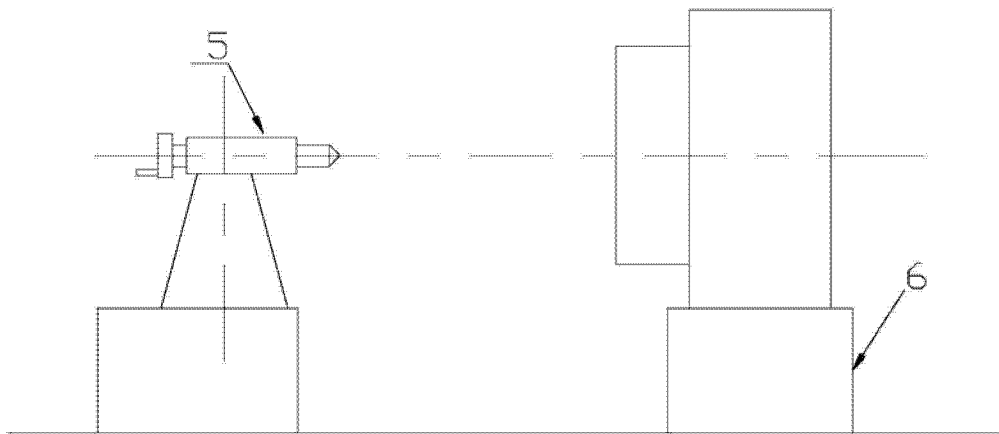


图 6

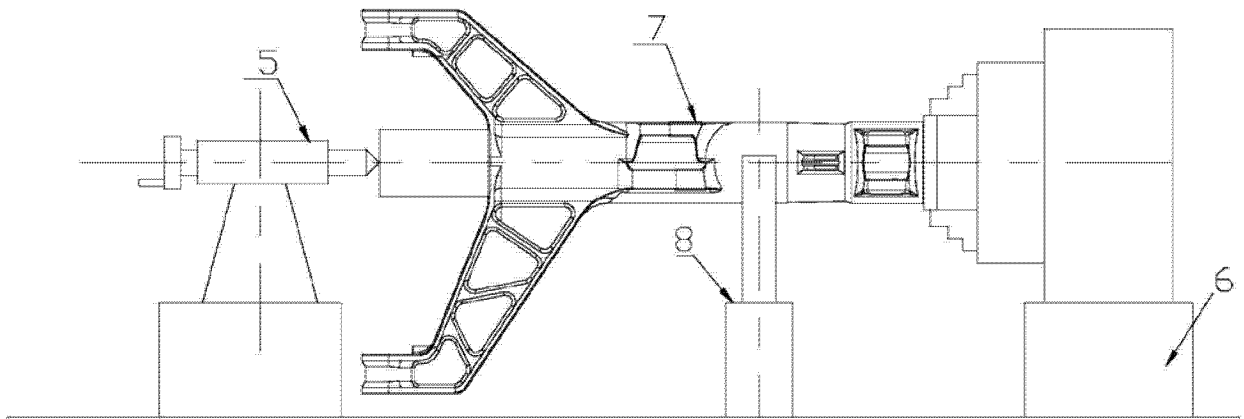


图 7

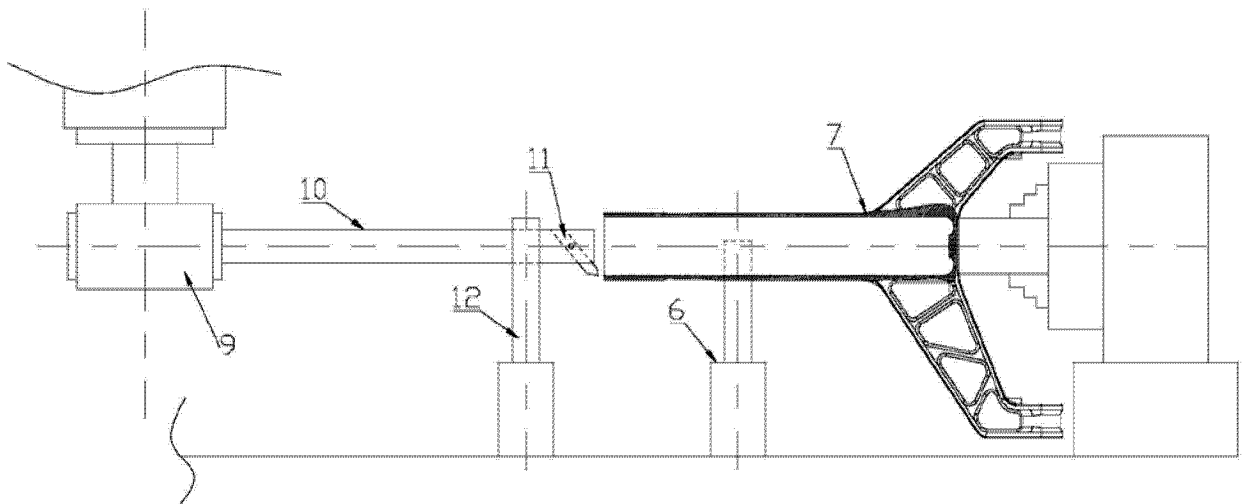


图 8

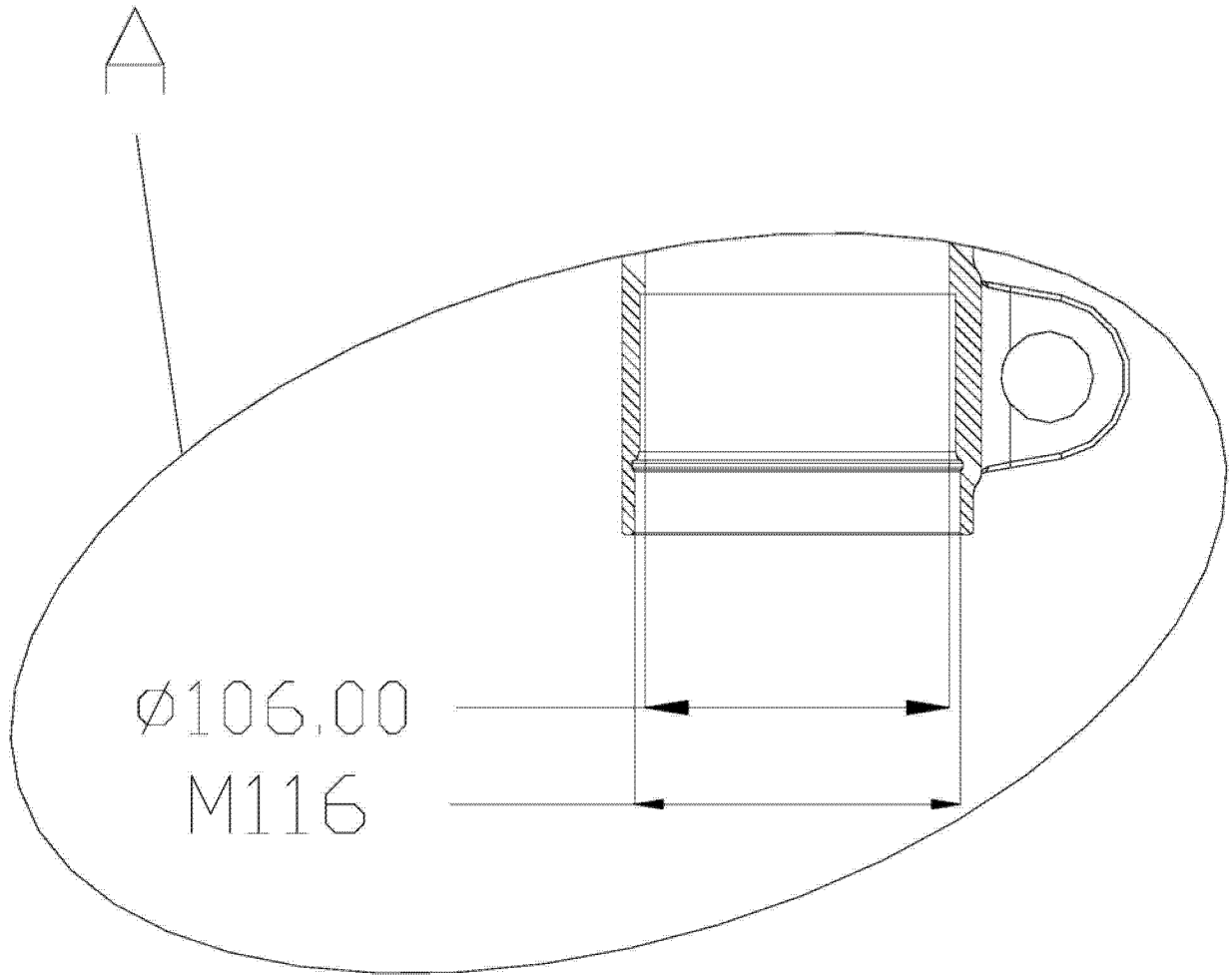


图 9

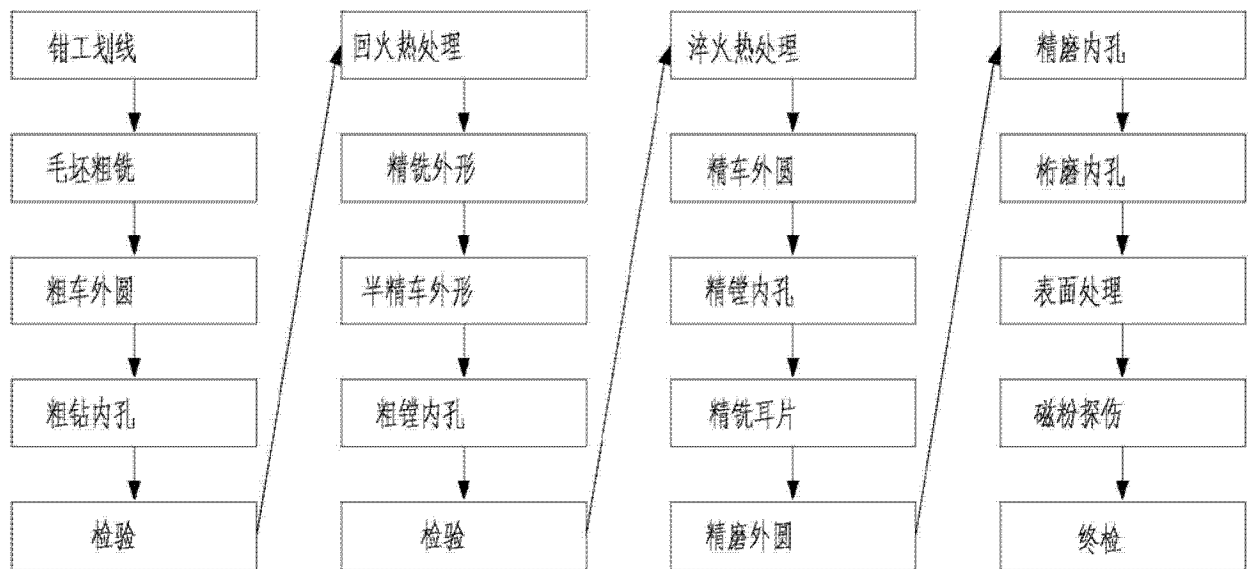


图 10

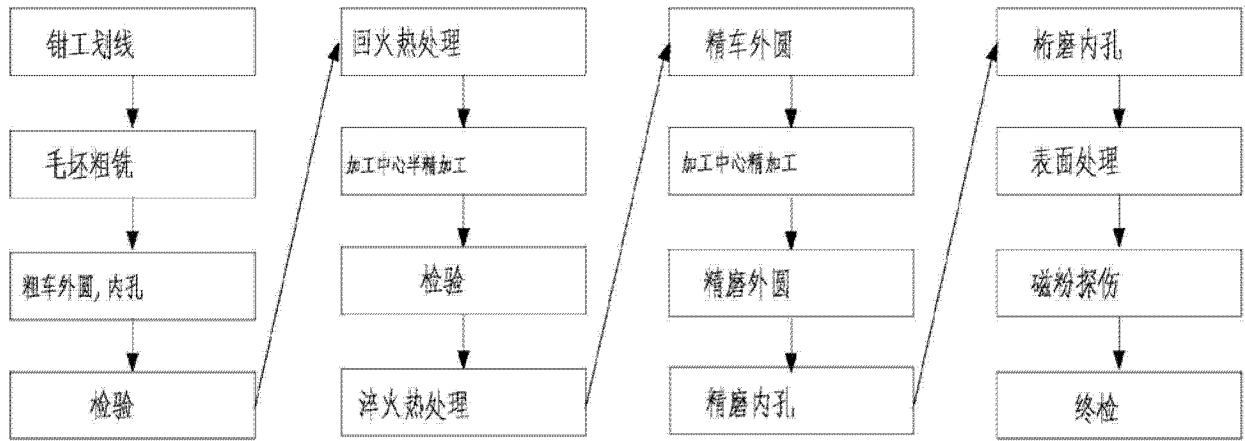


图 11

工艺类型 \ 指标	工序流转	工作装夹	使用工装
常规数控制造	17 次	23 次	20 套
集成数控制造	12 次	12 次	10 套
成果	减少 5 次	减少 11 次	节约 10 套

图 12