



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103056179 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201310009770. 8

US 2005079919 A1, 2005. 04. 14,

(22) 申请日 2013. 01. 11

DE 102009045254 A1, 2010. 07. 08,

US 3605475 A, 1971. 09. 20,

(73) 专利权人 燕山大学

地址 066004 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段 438 号

审查员 王斐

(72) 发明人 赵军 王伟 马瑞 孙红磊
屈晓阳

(74) 专利代理机构 石家庄一诚知识产权事务所
13116

代理人 李合印

(51) Int. Cl.

B21C 23/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1367051 A, 2002. 09. 04,

CN 102107228 A, 2011. 06. 29,

CN 102151711 A, 2011. 08. 17,

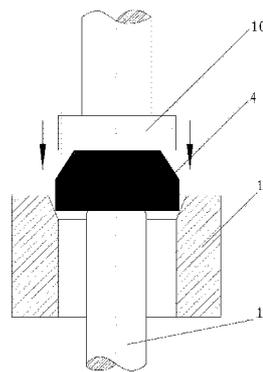
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法

(57) 摘要

本发明公开了直齿圆柱齿轮的温挤压成形工艺方法,旨在采用温成形并结合差温成形对坯料进行加热,合理的模具设计和润滑的选择,其技术方案的要点是:方法一:挤压+镦粗+反向第二次挤压(同一套挤压模具);方法二:挤压+反向第二次挤压(不同尺寸的凹模)。此成形工艺可有效降低成形力,同时齿形充形良好。其优点是:不仅克服了切削加工方法材料利用率低,生产效率低,产品成本高,同时由于金属纤维被切断而导致齿轮强度和使用寿命降低等缺点。同时,克服了其它塑性成形方法遇到的成形力大,角隅填充困难,模具使用寿命低等问题,有望在塑性成形领域实现直齿圆柱齿轮的工业化生产。



1. 一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法,其特征在于:该方法的具体步骤如下:

第一步 下料:根据目标齿轮确定坯料的尺寸,进行下料,坯料下部为圆柱形,上部为圆锥形,底部圆柱直径比目标齿轮分度圆直径大 $6\% \sim 10\%$,顶部倒角为 $12^\circ \sim 15^\circ$;

第二步 模具预热:使用乙炔焰将模具预热至 $200^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$,以减少坯料与模具接触时的热量损失;

第三步 坯料加热:在坯料表面涂抹润滑剂后,通过中高频感应加热对坯料实施差温加热,使坯料外部温度达到温挤压的温度范围,而内部保持较低温度;

第四步 第一次挤压:对坯料进行第一次挤压,挤压前在模具表面涂抹润滑剂,使摩擦系数达到 $0.4 \sim 0.6$;

第五步 镦粗:对坯料再次加热后进行一定镦粗比的镦粗;

第六步 反向第二次挤压:将镦粗后的坯料塌角段朝上,即将第一次挤压的坯料放置状态调转 180° 后,进行第二次挤压;

上述方法的实施步骤中所采用的模具包括凸模和凹模,所述的凸模采用具有不完全齿形的类齿轮设计,相当于所要生产的目标齿轮被切去齿顶部分后的形状;所述的凹模包括入模段和成形段,所述的凹模成形段的内轮廓与目标齿轮平面投影形状一致,而尺寸偏大,是由目标齿轮齿廓向外偏置一定的数值所得;所述的凹模入模段是具有相应入模角度的倾斜段,入模段高度和入模角度是根据目标齿轮的参数确定的。

2. 一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法,其特征在于:该方法的具体步骤如下:

第一步 下料:按照设计的坯料尺寸下料,坯料下部为圆柱形,上部为圆锥形,底部圆柱直径比目标齿轮分度圆直径大 $6\% \sim 10\%$,顶部倒角为 $12^\circ \sim 15^\circ$;

第二步 模具预热:使用乙炔焰将模具预热至 $200^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$,以减少坯料与模具接触时的热量损失;

第三步 坯料加热:在坯料表面涂抹润滑剂后,通过中高频感应加热对坯料实施差温加热,使坯料外部温度达到温挤压的温度范围,而内部保持较低温度;

第四步 第一次挤压:对坯料进行第一次挤压,挤压前在模具表面涂抹润滑剂,使摩擦系数达到 $0.4 \sim 0.6$;

第五步 反向第二次挤压:将第一次挤压的坯料放置状态调转 180° 后,进行第二次挤压;

上述方法的实施步骤所采用的模具包括凸模和凹模,所述的凸模采用具有不完全齿形的类齿轮设计,相当于所要生产的目标齿轮被切去齿顶部分后的形状;所述的凹模包括入模段和成形段,所述的凹模成形段的内轮廓与目标齿轮平面投影形状一致,而尺寸偏大,是由目标齿轮齿廓向外偏置一定的数值所得;所述的凹模入模段是具有相应入模角度的倾斜段,入模段高度和入模角度是根据目标齿轮的参数确定的;所述的第四步中的第一次挤压所用凹模较所述的第五步中的第二次挤压所用凹模齿形轮廓要大。

一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机械加工方法,特别涉及一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法。

背景技术

[0002] 齿轮作为传递运动和动力的最基本零件之一,在工程领域特别是在制造业有着非常广泛的应用。其中,直齿圆柱齿轮不仅形状复杂,而且尺寸精度、表面质量及综合力学性能要求很高,并且具有生产批量大的特点。目前,直齿轮生产大多采用传统的切削加工方法,材料利用率低,生产效率低,产品成本高,同时由于金属纤维被切断而导致齿轮强度和使用寿命降低。总之,目前的直齿圆柱齿轮的加工工艺存在以下不足:1、材料利用率低;2、生产效率低;3、产品成本高;4、产品强度和使用寿命低等。

发明内容

[0003] 本发明克服了现有技术中的不足,提供了一种直齿圆柱齿轮精制坯的加工工艺。

[0004] 为了解决上述存在的技术问题,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0005] 方案一:

[0006] 一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法,其具体步骤如下:

[0007] 第一步下料:根据目标齿轮确定坯料的尺寸,进行下料,坯料下部为圆柱形,上部为圆锥形,底部圆柱直径比目标齿轮分度圆直径大 $6\% \sim 10\%$,顶部倒角为 $12^\circ \sim 15^\circ$;

[0008] 第二步模具预热:使用乙炔焰将模具预热至 $200^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$,以减少坯料与模具接触时的热量损失;

[0009] 第三步坯料加热:在坯料表面涂抹润滑剂后,通过中高频感应加热对坯料实施差温加热,使坯料外部温度达到温挤压的温度范围,而内部保持较低温度;

[0010] 第四步第一次挤压:对坯料进行第一次挤压,挤压前在模具表面涂抹润滑剂,使摩擦系数达到 $0.4 \sim 0.6$;

[0011] 这时所得的工件头部存在一定尺寸的塌角,若直接进行后续加工会造成较多的材料浪费。

[0012] 第五步镦粗:对坯料再次加热后进行一定镦粗比的镦粗;

[0013] 第六步反向第二次挤压:将镦粗后的坯料塌角段朝上,即将第一次挤压的坯料放置状态调转 180° 后,进行第二次挤压。

[0014] 这样就可以得到符合尺寸要求的齿轮精制坯,并且具有很高的材料利用率。

[0015] 在方法一第四步中所述的模具包括凸模和凹模,所述的凸模采用具有不完全齿形的类齿轮设计,相当于所要生产的目标齿轮被切去齿顶部分后的形状;

[0016] 这样设计的凸模避免了圆柱类凸模在挤压过程中由于对齿形部分无约束而造成的金属反向流动,产生较大的毛刺。未采用完全齿形设计是因为允许金属适量的反向流动,从而降低成形力,对凹模起到保护作用。

[0017] 所述的凹模包括凹模入模段和凹模成形段;

[0018] 所述的凹模成形段的内轮廓与目标齿轮平面投影形状一致,而尺寸偏大,是由目标齿轮齿廓向外偏置一定的数值所得;

[0019] 这样设计凹模成形段的目的是,即使挤压过程中轮齿部分角隅填充困难,未能完全充满,也能保证挤压成形后的齿形轮廓达到或稍大于目标齿轮,满足齿轮精制坯的要求。

[0020] 所述的入模部分是具有相应入模角度的倾斜段,入模段高度和入模角度是根据目标齿轮的参数确定的。如齿轮模数为 2,入模角度一般选为 $35^{\circ} \sim 55^{\circ}$,入模角过大或过小都会导致工件端部形成较大塌角或充形不足。入模段轮廓是从凹模轮齿中部齿根圆部分一点向成形段过渡的三个过渡曲面。这样设计是为了使充足的金属流向成形段,满足充形的需求。

[0021] 方案二:

[0022] 一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法,其具体步骤如下:

[0023] 第一步下料:按照设计的坯料尺寸下料,坯料下部为圆柱形,上部为圆锥形,底部圆柱直径比目标齿轮分度圆直径大 $6\% \sim 10\%$,顶部倒角为 $12^{\circ} \sim 15^{\circ}$;

[0024] 第二步模具预热:使用乙炔焰将模具预热至 $200^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,以减少坯料与模具接触时的热量损失;

[0025] 第三步坯料加热:在坯料表面涂抹润滑剂后,通过中高频感应加热对坯料实施差温加热,使坯料外部温度达到温挤压的温度范围,而内部保持较低温度;

[0026] 第四步第一次挤压:对坯料进行第一次挤压,挤压前在模具表面涂抹润滑剂,使摩擦系数达到 $0.4 \sim 0.6$;

[0027] 第五步反向第二次挤压:将第一次挤压的坯料放置状态调转 180° 后,进行第二次挤压。

[0028] 方法二流程与上述方法一流程的不同点是使用了两套凹模,其中第一次挤压所用凹模较第二次挤压所用凹模齿形轮廓更大,可认为将上述方法一流程中的第一次挤压和镦粗工序合并。

[0029] 应当注意的是,为了避免坯料放置时发生倾斜造成设备偏载导致模具受损,在坯料放置时,应将顶出杆顶出至合适位置,将坯料平稳放置在顶出杆上端面,顶出杆随坯料一同压回。

[0030] 本发明提供的一种直齿圆柱齿轮的温挤压成形方法,保留了塑性成形方法所具有的材料利用率高、生产效率高、产品机械性能好等特点。同时,克服了其它塑性成形方法遇到的成形力大,角隅填充困难,模具使用寿命低等问题。再配以后续的精加工,有望在塑性成形领域实现直齿圆柱齿轮的工业化生产。本发明主要是:直齿圆柱齿轮温挤压工艺成形模具的设计;坯料形状尺寸的设计;齿轮加工的工艺流程;成形过程中润滑条件的实现;模具预热的方法等。

[0031] 由于采用上述技术方案,本发明与传统的直齿圆柱齿轮加工工艺相比,具有这样的有益效果:

[0032] 1、采用本发明的工艺方法大大提高了材料利用率和生产效率;

[0033] 2、本发明采用挤压成形工艺,坯料受三向压应力状态,使材料晶粒细化,提高致密度,并且塑性成形保留了金属纤维的完整性,使产品性能大幅提高;

[0034] 3、本发明采用温成形并结合差温法,降低了氧化皮对加工精度的影响,保证了精

制坯的精度；

[0035] 4、本发明的工艺方法所需的模具设计独特,可有效提高模具的使用寿命,降低生产成本。

附图说明

[0036] 图 1 是本发明实施例 1 直齿圆柱齿轮精制坯示意简图；

[0037] 图 2 是本发明实施例 1 坯料形状示意简图；

[0038] 图 3 是本发明实施例 1 模具总装图；

[0039] 图 4 是本发明实施例 1 凸模轮廓示意简图；

[0040] 图 5 是本发明实施例 1 凹模轮廓示意简图；

[0041] 图 6 是本发明实施例 1 挤压示意简图；

[0042] 图 7 是本发明实施例 2 两次挤压凹模轮廓对比图；

[0043] 图中:1. 底座、2. 套筒、3. 螺母、4. 坯料、5. 导柱、6. 导套、7. 上模座、8. 凸模固定套、9. 螺钉、10. 凸模、11. 压环、12. 螺钉、13. 上垫环、14. 凹模、15. 套环、16. 下垫环、17. 螺钉、18. 顶杆

具体实施方式

[0044] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述：

[0045] 以模数为 2, 齿数为 31, 压力角为 20° 的标准直齿圆柱齿轮精制坯的温挤压成形为例。材料为 20Cr2Ni4, 精制坯形状尺寸如图 1 所示, 齿宽 $B=17.5\text{mm}$; 分度圆直径 $D=62\text{mm}$; 齿顶圆直径 $D_1=66.9\text{mm}$; 精制坯与标准齿轮的轮廓偏差 $\Delta =0.3\text{mm}$ 。

[0046] 方法一：

[0047] 第一步下料

[0048] 将 $\Phi 70$ 的棒料进行切割、车削, 得到设计坯料形状尺寸, 如图 2 所示。底部圆柱直径为 $D=67.5\text{mm}$; 顶部直径 $d=57.5\text{mm}$; $H=35\text{mm}$; $h=15\text{mm}$ 。用此坯料一次可生产两个齿厚的齿轮坯。

[0049] 第二步模具预热

[0050] 使用乙炔焰对模具进行预热, 使模具和顶杆端部温度达到 200°C 左右。模具设计如图 3 所示。凸模如图 4 所示 $D=62\text{mm}$ 。凹模如图 5 所示 $D=65\text{mm}$; $D_a = 100\text{mm}$; $D_b=67\text{mm}$; $D_c=55\text{mm}$; $H=45\text{mm}$; $h=11.5\text{mm}$; 入模角 $\alpha =36^\circ$ 。

[0051] 第三步坯料加热

[0052] 先将提前配置好的润滑剂涂覆于坯料表面, 然后使用中高频感应加热对坯料进行加热, 使外部温度达到温成形温度范围, 而内部保持较低温度。

[0053] 第四步第一次挤压

[0054] 将润滑剂均匀涂抹于模具表面, 然后将坯料平稳放置在顶出杆端部, 使用 Y315 压机进行第一次挤压, 如图 6 所示。

[0055] 第五步镦粗

[0056] 将第一次挤压后的坯料重新加热后进行一定镦粗比的镦粗。

[0057] 第六步第二次挤压

[0058] 将镦粗后的坯料塌角段朝上,即将第一次挤压的坯料放置状态调转 180° 后,进行第二次挤压。

[0059] 方法二:

[0060] 第一步——第三步工序与方法一相同;

[0061] 第四步第一次挤压

[0062] 将润滑剂均匀涂抹于模具表面,然后将坯料平稳放置在顶出杆端部,使用 Y315 压机进行第一次挤压。

[0063] 第五步第二次挤压

[0064] 将第一次挤压后的坯料重新加热,然后塌角段朝上,即将第一次挤压的坯料放置状态调转 180° 后,进行第二次挤压。两次挤压所用凹模对比,如图 7 所示。

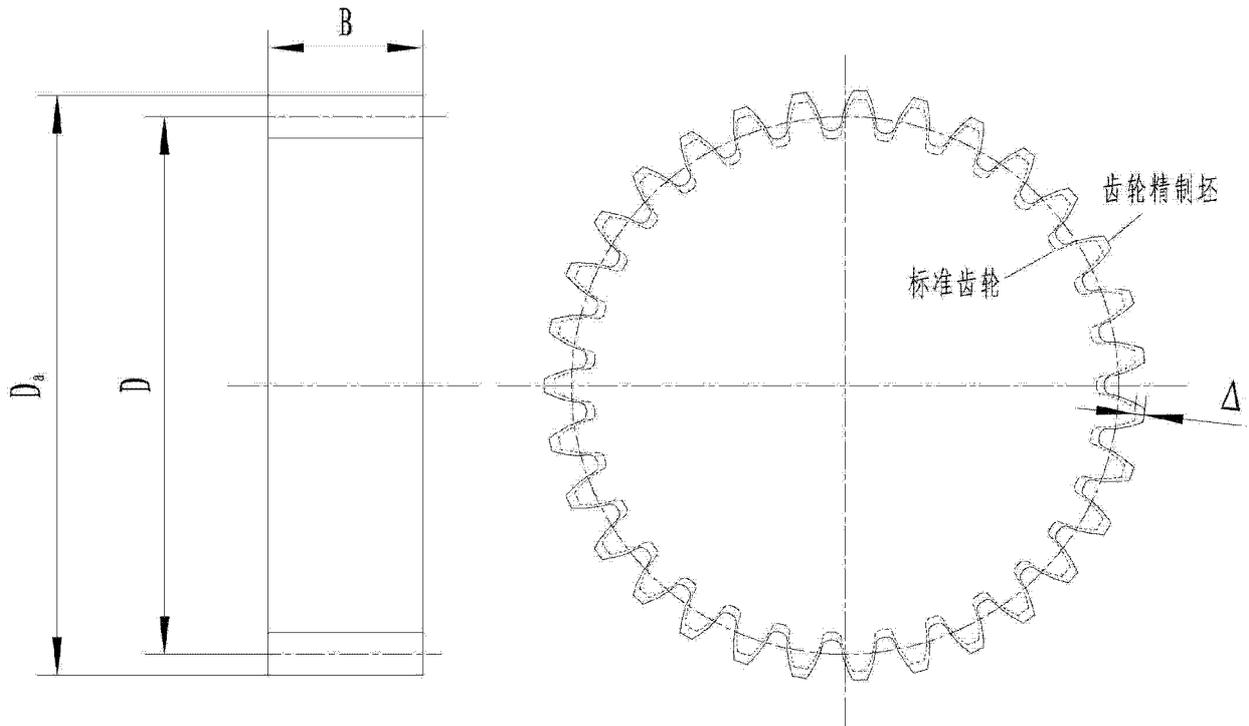


图 1

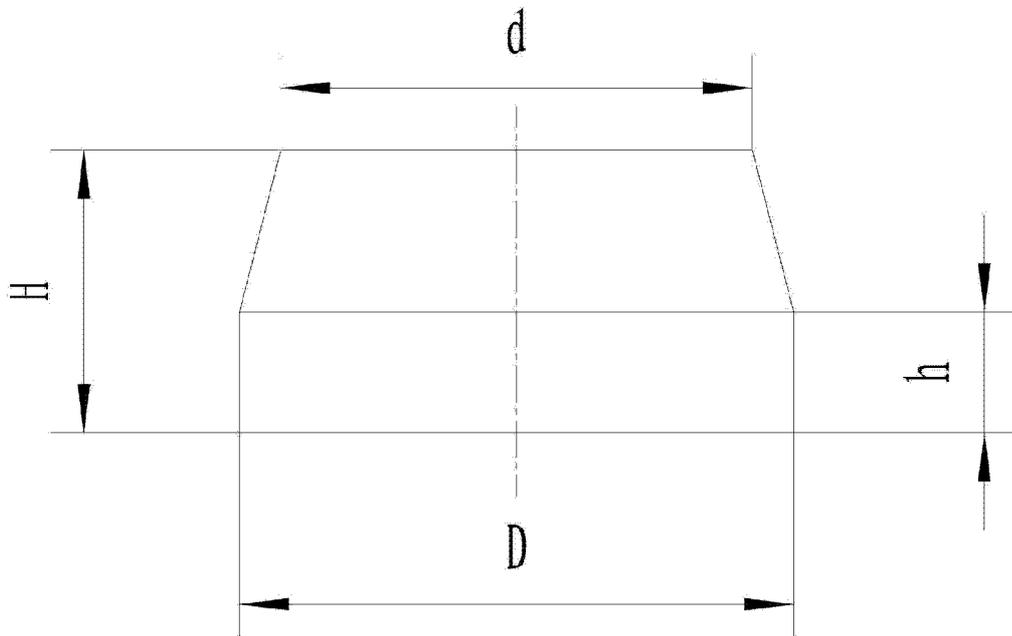


图 2

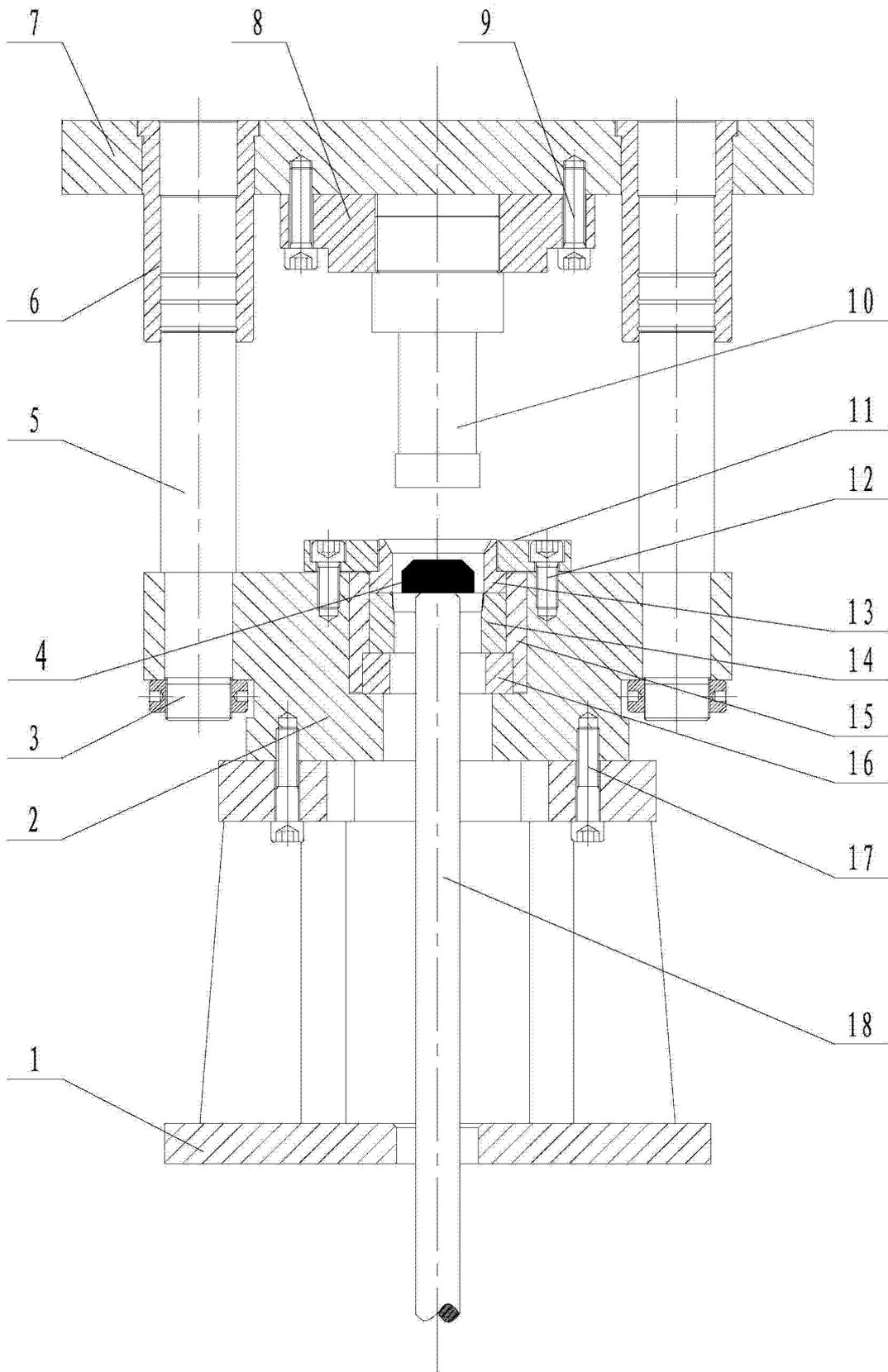


图 3

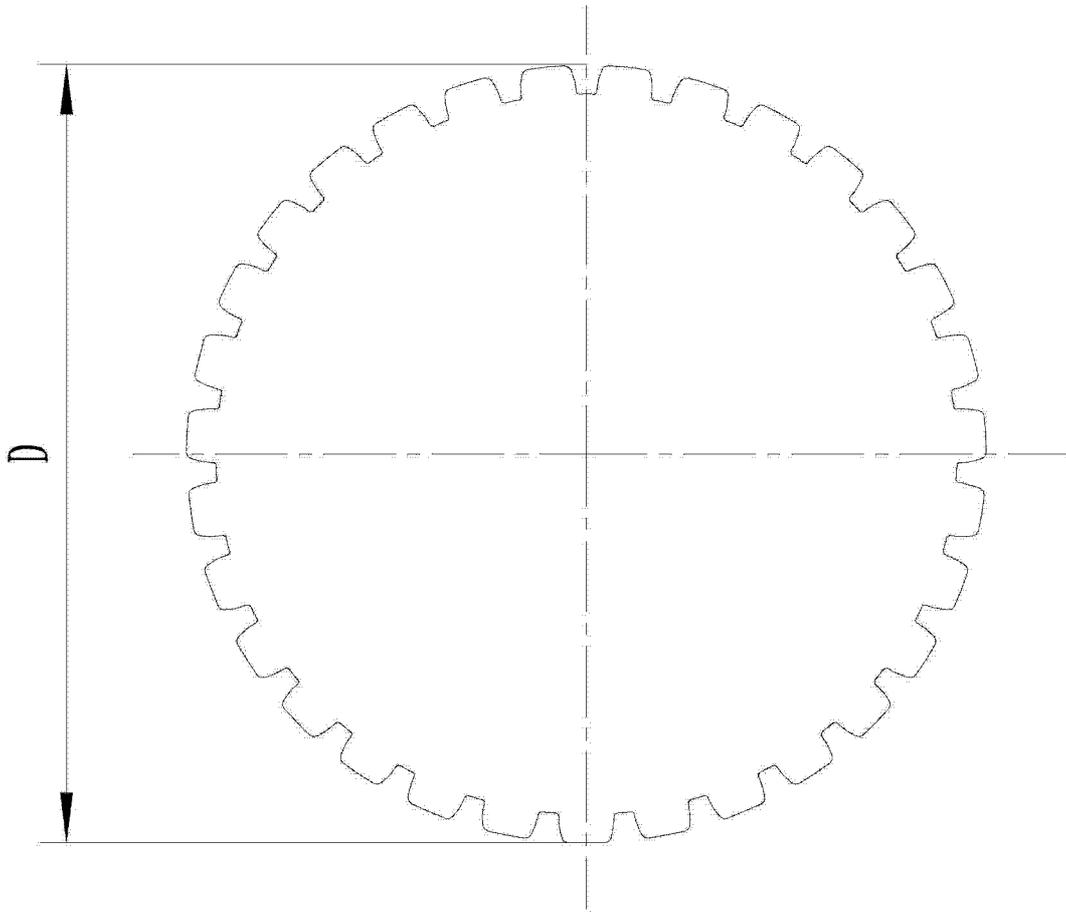


图 4

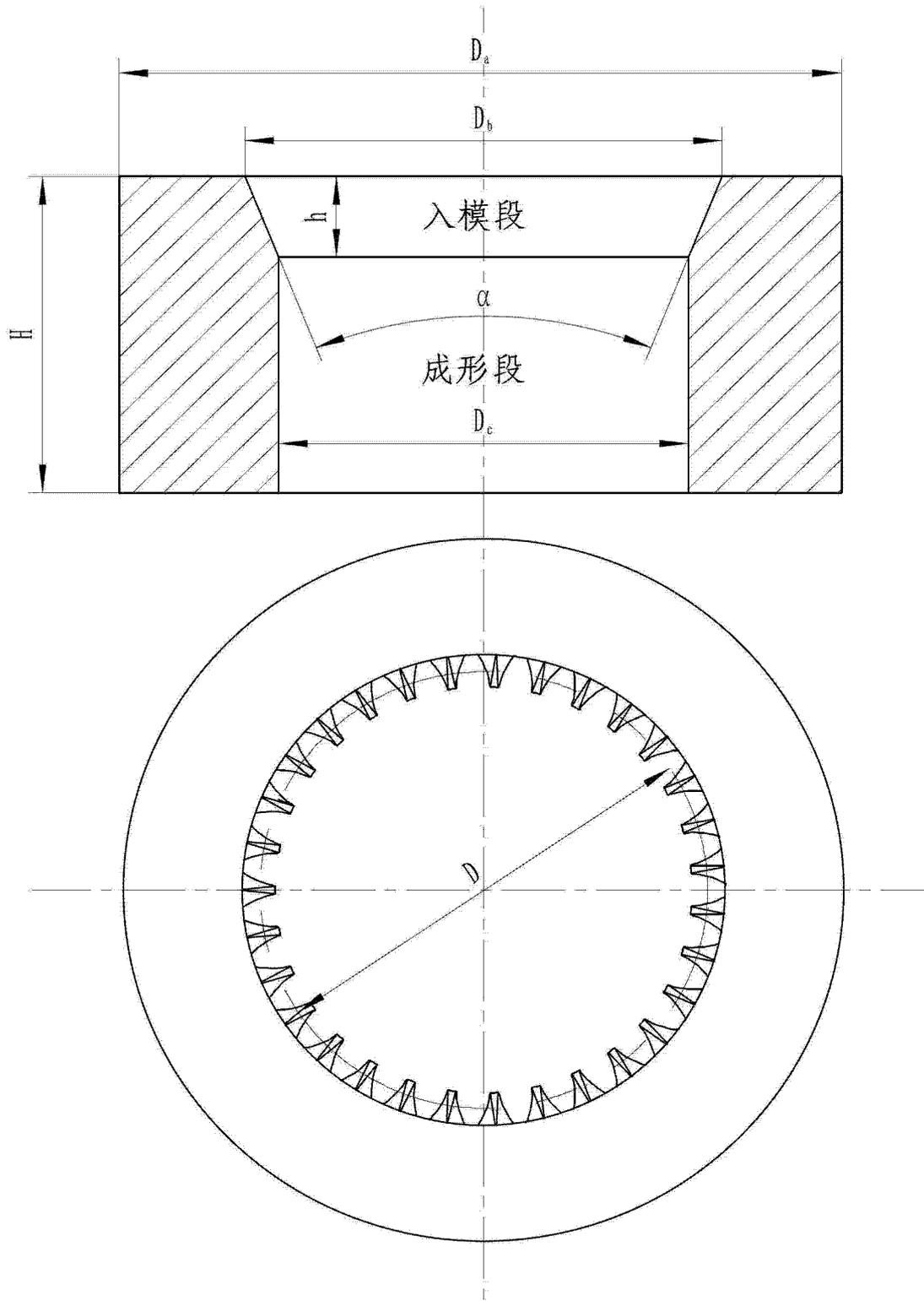


图 5

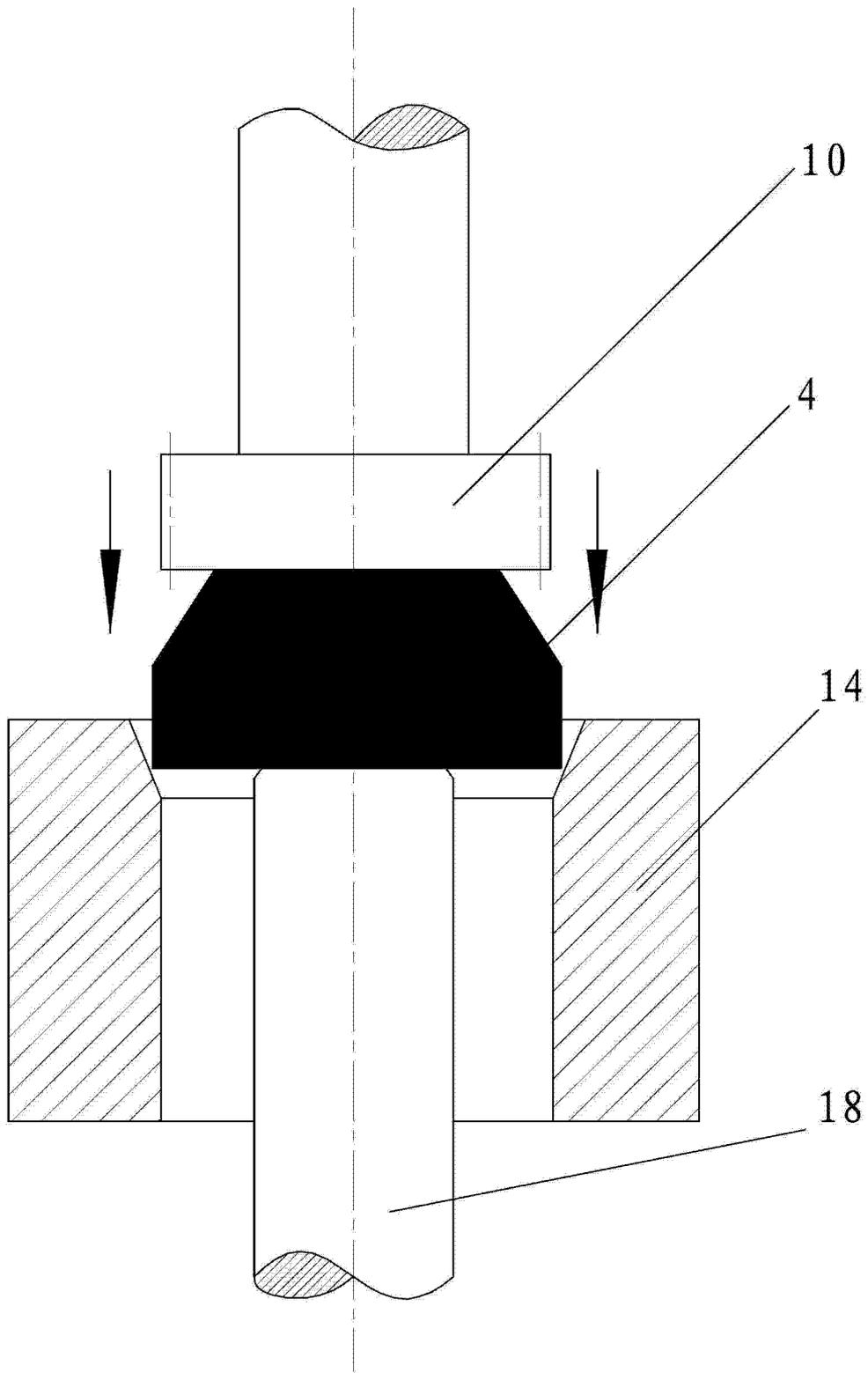


图 6

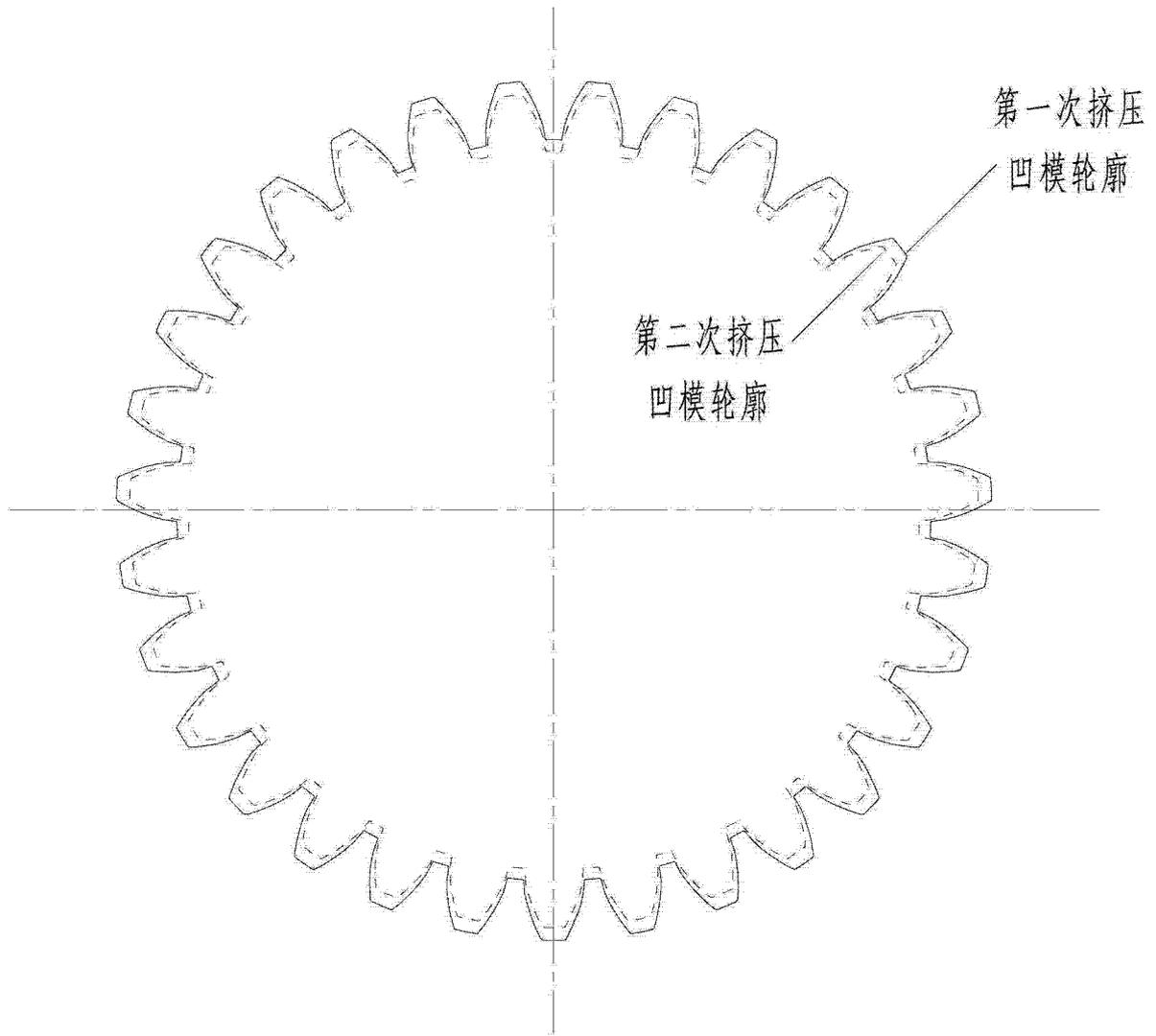


图 7