



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103480919 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201310438635. 5

(22) 申请日 2013. 09. 24

(73) 专利权人 二重集团(德阳)重型装备股份有限公司

地址 618013 四川省德阳市珠江西路 460 号

(72) 发明人 刘毅 付建平 张英军 王永成

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通合伙) 51124

代理人 李阳

(51) Int. Cl.

B23F 19/00(2006. 01)

B23C 5/02(2006. 01)

B23C 5/16(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101850446 A, 2010. 10. 06,

CN 101134249 A, 2008. 03. 05,

CN 103223532 A, 2013. 07. 31,

CN 202239972 U, 2012. 05. 30,

CN 102357784 A, 2012. 02. 22,

KR 20110044561 A, 2011. 04. 29,

RO 127384 A2, 2012. 05. 30,

张强等. 浅谈大模数齿条数控加工. 《国防制造技术》. 2012, (第 6 期), 27-29.

审查员 李宁

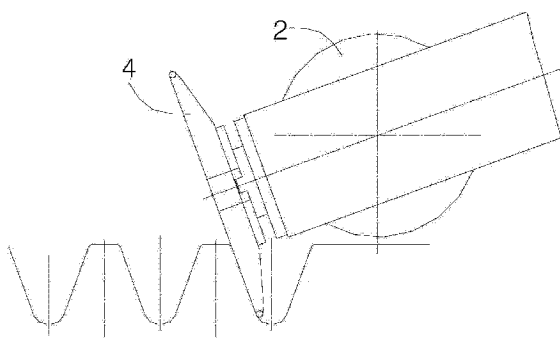
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

大模数硬齿面齿条齿形精加工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大模数硬齿面齿条齿形精加工方法, 生产效率高, 适合批量件生产。该方法将表面淬火后的齿条安装在机床的工作台上, 先对左齿斜面和右齿斜面通过面铣刀用轨迹法铣削; 再对左齿底圆弧面和右齿底圆弧面通过球头铣刀用成形法铣削; 然后对齿底面通过球头铣刀用轨迹法铣削。此外, 本发明还对刀具结构, 刀具和机床的选择, 刀具的使用方式以及刀具的安装方式进行了优化。与现有技术相比, 显著提高了加工效率, 并可保证齿面粗糙度符合要求。



1. 大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:将表面淬火后的齿条安装在机床的工作台上,先对左齿斜面(701)和右齿斜面(702)通过面铣刀(4)用轨迹法铣削;再对左齿底圆弧面(801)和右齿底圆弧面(802)通过球头铣刀(1)用成形法铣削;然后对齿底面(901)通过球头铣刀(1)用轨迹法铣削;所述面铣刀(4)包括碟形基体(5),沿碟形基体(5)的外周设置有多个硬质合金涂层圆刀片刀位(6)和至少1个CBN修光刃刀片刀位(7),当硬质合金涂层圆刀片刀位(6)上安装有硬质合金涂层圆刀片且CBN修光刃刀片刀位(7)上安装有CBN修光刃刀片时,所述CBN修光刃刀片的切削刃高于硬质合金涂层圆刀片的切削刃。

2. 如权利要求1所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:包括2个所述CBN修光刃刀片刀位,所述2个CBN修光刃刀片刀位以碟形基体的轴心线为对称轴对称设置。

3. 如权利要求1或2所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:先在各个硬质合金涂层圆刀片刀位上安装硬质合金涂层圆刀片,通过硬质合金涂层圆刀片对左齿斜面和右齿斜面铣削,去除90%的精加工余量,并留出10%的精加工余量进行光整加工,光整加工方法为:在其中一个CBN修光刃刀片刀位上安装CBN修光刃刀片,CBN修光刃刀片的切削刃与硬质合金涂层圆刀片的切削刃的高度差为H,当光整加工余量小于H时,只通过CBN修光刃刀片对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工,当光整加工余量大于等于H时,通过CBN修光刃刀片和硬质合金涂层圆刀片共同对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工。

4. 如权利要求3所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:所述面铣刀和球头铣刀都采用干式切削方式,并通过压缩空气对面铣刀和球头铣刀进行排屑和冷却。

5. 如权利要求3所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:在通过硬质合金涂层圆刀片对左齿斜面(701)和右齿斜面(702)铣削时,刀具切削速度:200-250米/分,每齿进给量0.08-0.12毫米,吃刀深度0.3-0.4毫米,在通过硬质合金涂层圆刀片和CBN修光刃刀片共同对左齿斜面(701)和右齿斜面(702)进行光整加工时,刀具切削速度:400-450米/分,每齿进给量0.04-0.06毫米,吃刀深度0.04-0.06毫米。

6. 如权利要求1所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:在通过球头铣刀对左齿底圆弧面(801)、右齿底圆弧面(802)和齿底面(901)铣削时,刀具转速:550-650转/分,每齿进给量0.25-0.35毫米,吃刀深度0.25-0.35毫米。

7. 如权利要求1所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:在对左齿斜面(701)和右齿斜面(702)通过面铣刀(4)用轨迹法铣削时,采用多齿法的进刀方式控制面铣刀的运动轨迹。

8. 如权利要求1所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:所述机床包括主铣头,所述球头铣刀(1)直接安装在机床的主铣头的主轴上。

9. 如权利要求1所述的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,其特征是:所述机床上安装有角铣头(2),所述面铣刀(4)直接安装在角铣头(2)上。

大模数硬齿面齿条齿形精加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种齿形精加工方法,尤其涉及一种批量件大模数硬齿面齿条齿形精加工方法。

背景技术

[0002] 齿条是齿轮传动装置中重要的基础传动件之一,其承载能力和使用寿命的高低是齿条制造技术水平的重要标志。现有矿山设备和锻压、轧钢等冶金设备中的大模数齿条,其齿形精度常采用国家标准(GB1009-88)8级~9级中等精度等级,齿面硬度常采用 $HB \leq 350$ 的中等硬度,齿面粗糙度 Ra 要求 $3.2 \sim 1.6 \mu m$ 。此类大模数中硬齿面齿条的铣削加工技术已非常成熟。

[0003] 近年来随着制造技术水平的不断提高,大型大模数硬齿面齿条已逐渐得到推广应用。这类齿条齿面硬度超过 HRC55,齿面粗糙度 Ra 要求达到 $0.8 \mu m$ 。其齿形很难通过传统的精加工方法进行加工。目前,其齿形精加工通常采用磨削加工。例如中国专利 201010187152.9 公开了一种大模数齿条齿形精加工方法。对于这种大模数含 $M > 50$ 的特大模数淬火齿条,齿面尤其齿根部分表淬后存在残余应力,采用磨削加工,极易出现磨削裂纹现象。当磨削进给量稍大或冷却液冷却不充分时,又极易出现磨削烧伤现象。同时磨削加工需要配置专用磨削机床或装置,加工占用机床时间长,加工效率低,不能满足批量件加工要求。

发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是提供一种生产效率高的适于批量生产应用的大模数硬齿面齿条齿形精加工方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,将表面淬火后的齿条安装在机床的工作台上,先对左齿斜面和右齿斜面通过面铣刀用轨迹法铣削;再对左齿底圆弧面和右齿底圆弧面通过球头铣刀用成形法铣削;然后对齿底面通过球头铣刀用轨迹法铣削。

[0006] 进一步的是:所述面铣刀包括碟形基体,沿碟形基体的外周设置有多个硬质合金涂层圆刀片刀位和至少 1 个 CBN 修光刃刀片刀位,当硬质合金涂层圆刀片刀位上安装有硬质合金涂层圆刀片且 CBN 修光刃刀片刀位上安装有 CBN 修光刃刀片时,所述 CBN 修光刃刀片的切削刃高于硬质合金涂层圆刀片的切削刃。

[0007] 进一步的是:包括 2 个所述 CBN 修光刃刀片刀位,所述 2 个 CBN 修光刃刀片刀位以碟形基体的轴心线为对称轴对称设置。

[0008] 进一步的是:先在各个硬质合金涂层圆刀片刀位上安装硬质合金涂层圆刀片,通过硬质合金涂层圆刀片对左齿斜面和右齿斜面铣削,去除 90% 的精加工余量,并留出 10% 的精加工余量进行光整加工,光整加工方法为:在其中一个 CBN 修光刃刀片刀位上安装 CBN 修光刃刀片,CBN 修光刃刀片的切削刃与硬质合金涂层圆刀片的切削刃的高度差为 H ,当光整

加工余量小于H时,只通过CBN修光刃刀片对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工,当光整加工余量大于等于H时,通过CBN修光刃刀片和硬质合金涂层圆刀片共同对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工。

[0009] 进一步的是:所述面铣刀和球头铣刀都采用干式切削方式,并通过压缩空气对面铣刀和球头铣刀进行排屑和冷却。

[0010] 进一步的是:在通过硬质合金涂层圆刀片对左齿斜面和右齿斜面铣削时,刀具切削速度:200-250米/分,每齿进给量0.08-0.12毫米,吃刀深度0.3-0.4毫米,在通过硬质合金涂层圆刀片和CBN修光刃刀片共同对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工时,刀具切削速度:400-450米/分,每齿进给量0.04-0.06毫米,吃刀深度0.04-0.06毫米。

[0011] 进一步的是:在通过球头铣刀对左齿底圆弧面、右齿底圆弧面和齿底面铣削时,刀具转速:550-650转/分,每齿进给量0.25-0.35毫米,吃刀深度0.25-0.35毫米。

[0012] 进一步的是:在对左齿斜面和右齿斜面通过面铣刀用轨迹法铣削时,采用多齿法的进刀方式控制面铣刀的运动轨迹。

[0013] 进一步的是:所述机床包括主铣头,所述球头铣刀直接安装在机床的主铣头的主轴上。

[0014] 进一步的是:所述机床上安装有角铣头,所述面铣刀直接安装在角铣头上。

[0015] 本发明的有益效果是:

[0016] 1、既可对中软齿面硬度的大模数齿条齿形进行半精加工和精加工,也可对齿面硬度低于HRC60的大模数硬齿面齿条齿形进行半精加工和精加工。

[0017] 2、通过铣削加工代替磨削加工,加工效率显著提高。对于批量件加工,效果非常显著。

[0018] 3、通过对面铣刀进行优化设计,一方面可提高面铣刀的使用寿命,另一方面,由于可降低换刀频率,因此可提高加工效率。此外,由于CBN修光刃刀片的切削刃高于硬质合金涂层圆刀片的切削刃,因此在进行光整加工时,不需要将硬质合金涂层圆刀片从刀位上拆卸下来,只需将CBN修光刃刀片安装到相应刀位上即可通过两种刀片共同进行光整加工。此结构的面铣刀还可对CBN修光刃刀片起到过载保护作用,当光整加工余量过大时,硬质合金涂层圆刀片和CBN修光刃刀片共同进行光整加工。由于面铣刀上安装的硬质合金涂层圆刀片数量很多,如果不需拆卸,则可省去大量拆卸时间,可进一步提高生产效率。

[0019] 4、通过对上述面铣刀的使用工艺参数进行优化设计,可保证加工出的表面粗糙度Ra达到 $0.8\mu\text{m}$ 。

[0020] 5、多齿法的进刀方式控制面铣刀的运动轨迹,也就是第一次进刀后,将所有齿同侧相同齿面加工完后再进第二刀,这样可进一步提高加工效率,并保证齿条加工精度。

[0021] 6、球头铣刀直接安装在机床的主铣头的主轴上,稳定性较高,加工效果好。

[0022] 7、将面铣刀直接安装在角铣头上可保证具有较高的支撑强度。

[0023] 8、面铣刀直径大,一个蝶形基体上刀片数量多,既可获得高的切削效率,又有利于排屑和散热,刀片的耐用度高,刀具寿命高。同时刀具和切屑带走了大部分切削热,加之采用压缩空气辅助排屑和冷却,可保证切削齿面不会出现因切削热产生的铣削裂纹和烧伤现象。

[0024] 9、面铣刀蝶形基体上设置了2个CBN修光刃刀位。1个CBN修光刃刀位已能满足

加工要求。另一个 CBN 修光刃刀位作为备用刀位,有效提高铣刀的使用寿命。此外,当对齿面质量有更高要求时,同时安装 2 片 CBN 修光刃刀片进行光整加工,可以获得更高的表面质量。

[0025] 10、面铣刀和球头铣刀均采用干式切削,外加压缩空气辅助排屑和冷却,不使用冷却液,不会造成环境污染。

附图说明

[0026] 图 1 为面铣刀直接安装在角铣头上的示意图;

[0027] 图 2 为面铣刀通过铣刀杆与角铣头相连的示意图;

[0028] 图 3 为球头铣刀加工齿底面的示意图;

[0029] 图 4 为齿形结构示意图;

[0030] 图 5 为碟形基体侧视图;

[0031] 图 6 为 CBN 修光刃刀片刀位和硬质合金涂层圆刀片刀位在碟形基体上布置方式示意图;

[0032] 图中标记为:球头铣刀 1,角铣头 2,铣刀杆 3,面铣刀 4,碟形基体 5,硬质合金涂层圆刀片刀位 6,CBN 修光刃刀片刀位 7,左齿斜面 701,右齿斜面 702,左齿底圆弧面 801,右齿底圆弧面 802,齿底面 901。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进一步说明。

[0034] 大模数硬齿面齿条齿形精加工方法,将表面淬火后的齿条安装在机床的工作台上,先对左齿斜面 701 和右齿斜面 702 通过面铣刀 4 用轨迹法铣削;再对左齿底圆弧面 801 和右齿底圆弧面 802 通过球头铣刀 1 用成形法铣削;然后对齿底面 901 通过球头铣刀 1 用轨迹法铣削。上述方法一方面可有效提高加工效率,另一方面可保证表面粗糙度达到相应要求。上述球头铣刀 1 优选使用日本日立高强度高硬度强力铣削机夹式球头铣刀,刀体型号:ABS5063BT50S。这种铣刀的特点是:刀片与刀体采用凸槽定位,刀片采用螺钉压紧和上压式压紧方式,适用于高强度高硬度强力铣削。

[0035] 在上述基础上,为了提高生产效率,本发明在现有面铣刀的基础上,进行了优化设计,如图 5 和图 6 所示,所述面铣刀 4 包括碟形基体 5,沿碟形基体 5 的外周设置有多多个硬质合金涂层圆刀片刀位 6 和至少 1 个 CBN 修光刃刀片刀位 7,当硬质合金涂层圆刀片刀位 6 上安装有硬质合金涂层圆刀片且 CBN 修光刃刀片刀位 7 上安装有 CBN 修光刃刀片时,所述 CBN 修光刃刀片的切削刃高于硬质合金涂层圆刀片的切削刃。上述硬质合金涂层圆刀片和 CBN 修光刃刀片可直接购买到。硬质合金涂层圆刀片的型号可按待加工零件的材料和硬度合理选择。碟形基体设计方式可在满足铣削加工时不发生干涉现象和强度要求的前提下,尽量减小铣刀的重量,这种碟形基体在现有技术中已经应用,本发明的特点是在这种碟形基体上设计两种不同的刀位,并通过选择合理的刀片进行铣削,这样可兼具使用寿命长和加工效率高的特点。由于 CBN 修光刃刀片是用于光整加工用,所以其刀位不需要设置过多。更多的刀位是硬质合金涂层圆刀片刀位,这是由于硬质合金涂层圆刀片主要用于快速去除精加工余量,硬质合金涂层圆刀片刀位多可提高加工效率。如图 6 所示,在碟形基体 5 的外

周均布有多个刀位,其中大部分刀位是硬质合金涂层圆刀片刀位 6,有 2 个刀位是 CBN 修光刃刀片刀位 7,所述 2 个 CBN 修光刃刀片刀位以碟形基体的轴心线为对称轴对称设置。这种设计方式一方面可最大限度的提高加工效率,另一方面,在使用时,可只使用一个 CBN 修光刃刀片刀位,另一个 CBN 修光刃刀片刀位作为备用刀位。这样,其中一个 CBN 修光刃刀片刀位损坏后,另一个 CBN 修光刃刀片刀位可顶替立即使用,不会导致由于一个 CBN 修光刃刀片刀位损坏而需更换整个面铣刀。从以上分析可知,该种设计使得面铣刀的使用寿命得以延长且可提高加工效率。

[0036] 上述面铣刀的使用方式有多种,先在各个硬质合金涂层圆刀片刀位上安装硬质合金涂层圆刀片,通过硬质合金涂层圆刀片对左齿斜面和右齿斜面铣削,去除 90% 的精加工余量,并留出 10% 的精加工余量进行光整加工,光整加工方法为:在其中一个 CBN 修光刃刀片刀位上安装 CBN 修光刃刀片, CBN 修光刃刀片的切削刃与硬质合金涂层圆刀片的切削刃的高度差为 H ,当光整加工余量小于 H 时,紧靠 CBN 修光刃刀片就可将 10% 的精加工余量去除,所以只通过 CBN 修光刃刀片对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工,当光整加工余量大于等于 H 时,为了提高效率,通过 CBN 修光刃刀片和硬质合金涂层圆刀片共同对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工。上述 CBN 修光刃刀片的切削刃与硬质合金涂层圆刀片的切削刃的高度差 H 与本领域在面铣刀上确认两个切削刃的高度差的方式相同。若硬质合金涂层圆刀片出现切削刃磨损或崩刃现象,只需将刀片沿圆周旋转一角度,继续使用。只有当硬质合金涂层圆刀片整个圆周一圈的切削刃磨损到规定的磨损量后,才更换硬质合金涂层圆刀片。1 个 CBN 修光刃刀片上对称布置有两个切削刃,切削时只需一个切削刃,另一个切削刃作为备用。使用方式有两种,第一种是光整加工余量小于 H ,通过 CBN 修光刃刀片对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工,硬质合金涂层圆刀片不参加切削。此种方式可获得较高的加工效率,刀具的耐用度高。第二种是光整加工余量大于等于 H ,通过 CBN 修光刃刀片和硬质合金涂层圆刀片同时对左齿斜面和右齿斜面进行光整加工。此种方式可获得更高的加工效率,刀具的耐用度有所降低,刀具成本略有增加。为了降低成本可优先采用第一种加工方式。

[0037] 在上述基础上,所述面铣刀和球头铣刀都采用干式切削方式,并通过压缩空气对面铣刀和球头铣刀进行排屑和冷却。干式切削方式也就是不使用冷却液,这样不会造成环境污染。

[0038] 在上述基础上,综合考虑加工效率、刀具使用寿命和齿面粗糙度等因素,使加工效率、刀具使用寿命和齿面粗糙度达到一个合理配置,对上述面铣刀的使用方式进行了优化设计:在通过硬质合金涂层圆刀片对左齿斜面 701 和右齿斜面 702 铣削时,刀具切削速度:200-250 米/分,每齿进给量 0.08-0.12 毫米,吃刀深度 0.3-0.4 毫米,在通过硬质合金涂层圆刀片和 CBN 修光刃刀片共同对左齿斜面 701 和右齿斜面 702 进行光整加工时,刀具切削速度:400-450 米/分,每齿进给量 0.04-0.06 毫米,吃刀深度 0.04-0.06 毫米。上述方式可在加工效率较高的情况下,提高刀具使用寿命,并保证齿面粗糙度符合相关标准。

[0039] 进一步的是,为了提高生产效率,本发明还对球头铣刀的使用方式进行了优化设计:在通过球头铣刀对左齿底圆弧面 801、右齿底圆弧面 802 和齿底面 901 铣削时,刀具转速:550-650 转/分,每齿进给量 0.25-0.35 毫米,吃刀深度 0.25-0.35 毫米。上述球头铣刀的使用方式可兼顾加工效率和表面粗糙度。

[0040] 为了进一步提高加工效率,在对左齿斜面 701 和右齿斜面 702 通过面铣刀 4 用轨

迹法铣削时,采用多齿法的进刀方式控制面铣刀的运动轨迹。也就是第一次进刀后,将所有齿同侧相同齿面加工完后在进第二刀,这样可进一步提高加工效率。例如将所有齿的左齿斜面 701 加工完成后,再对所有齿的右齿斜面 702 进行加工。

[0041] 为了在加工效率较高的情况下,保证加工过程稳定进行,并使加工效果良好,保证齿面粗糙度符合要求,本发明还对面铣刀和球头铣刀的安装方式进行了优化设计。优选实施方式为:所述机床包括主铣头,所述球头铣刀 1 直接安装在机床的主铣头的主轴上。上述主铣头也就是机床自带的主铣头,机床上还可设置角铣头等作为附件使用。主铣头的主轴一般竖直设置。这样可保证球头铣刀 1 的使用稳定性较高,加工效果好。此外,上述球头铣刀也可安装在机床上的角铣头上进行使用,但这样不如直接安装在机床的主铣头的主轴上使用的加工效果好。如图 1 所示,所述机床上安装有角铣头 2,所述面铣刀 4 直接安装在角铣头 2 上。这样可保证面铣刀 4 具有较高的支撑强度。使用稳定性较高。安装时,为保证铣削加工时不发生干涉现象,角铣头下部与齿条齿顶必须留有间隙。如图 2 所示,面铣刀也可采用加长铣刀杆装刀方式,也就是在角铣头上安装铣刀杆,将面铣刀与铣刀杆相连,这样能够有效减小面铣刀直径,但刀具悬伸长度需加长,面铣刀的支撑强度下降。

[0042] 在上述基础上,本发明还对机床进行了优化选择,上述方法优先选择带万向角铣头的数控龙门铣进行铣削加工,这样除了便于齿条的安装,主要是可以使铣削刀具获得较高的安装刚性,满足高硬度齿面的铣削要求,有利于保证加工效果良好。当然,带万向角铣头的卧式数控铣床虽然能够实现齿条齿形的加工,但因机床滑枕需水平悬臂伸出一段距离,且万向角铣头安装在滑枕端面。在铣削力作用下,机床滑枕刚性直接影响齿条加工精度及齿面表面质量。因此只有受加工设备条件限制、齿条加工精度要求不高时,可以考虑选择此加工设备。

[0043] 综合以上分析可知,本发明的方法通过铣削加工的方式对大模数硬齿面齿条齿形精加工,加工效率高,且表面粗糙度可达到 $0.8\mu\text{m}$ 。完全满足批量件加工要求。经过现场加工验证,成功实现大模数硬齿面齿条加工以铣代磨,有效提高加工效率。为大模数(含 $M > 50$ 的特大模数)硬齿面齿条批量件加工提供了一种技术成熟可靠、易于实施、加工效率高、加工刀具通用性强、适用于批量件加工的方法。

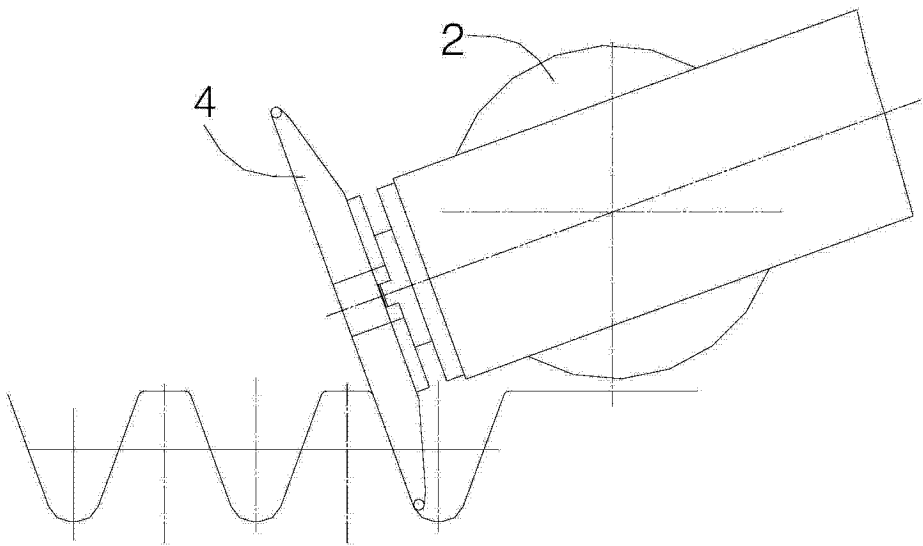


图 1

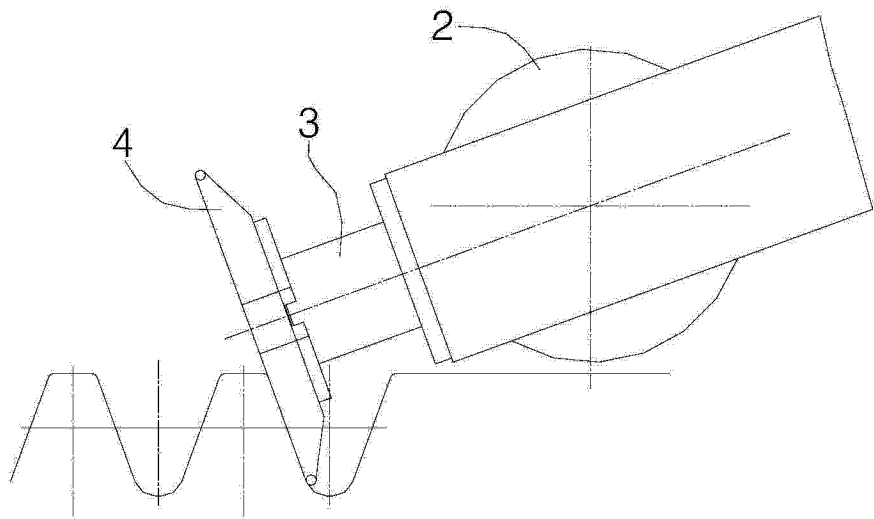


图 2

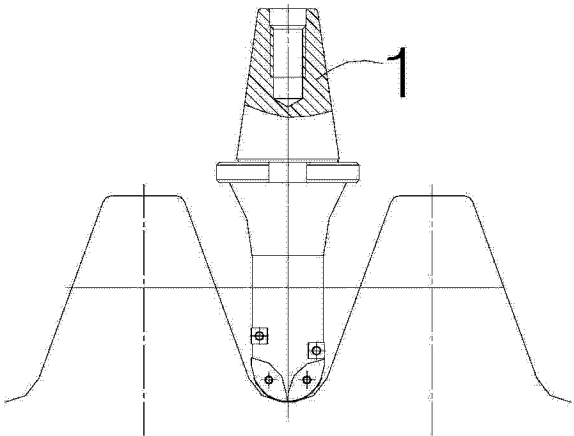


图 3

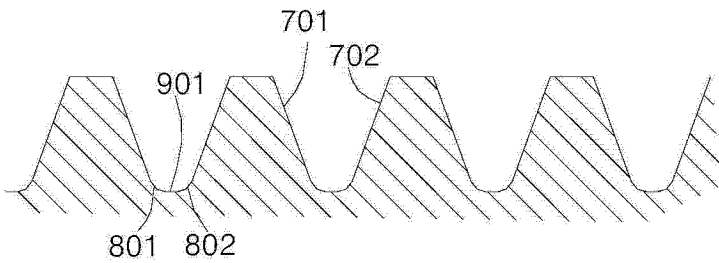


图 4

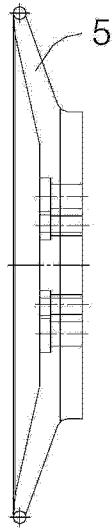


图 5

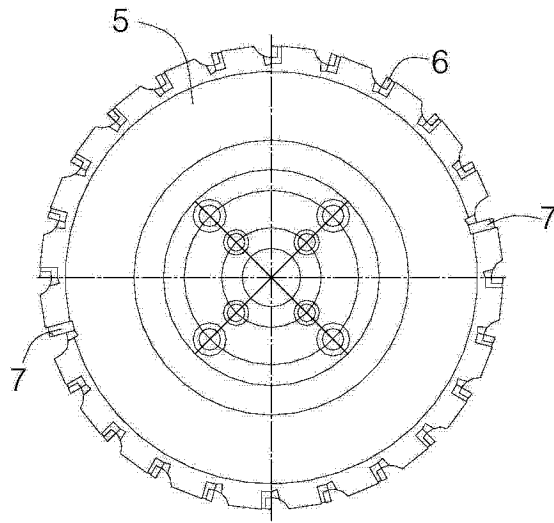


图 6