(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108907046 B
(45)授权公告日 2021.01.29

(21)申请号 201711328883.9
(22)申请日 2017.12.13
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108907046 A
(43)申请公布日 2018.11.30
(66)本国优先权数据
201611146711.5 2016.12.13 CN
(73)专利权人 上海泛华紧固系统有限公司
地址 201206 上海市浦东新区新金桥路1122号方正大厦502室
(72)发明人 周俊 张永良 杨建明 杨敏君
(74)专利代理机构 上海一平知识产权代理有限公司 31266
代理人 姜龙 徐迅
(51)Int.Cl.
B21H 3/04(2006.01)
(56)对比文件
JP H06179030 A,1994.06.28
WO 2007101056 A1,2007.09.07
JP H01107937 A,1989.04.25
WO 2015120840 A1,2015.08.20
审查员 冯爽

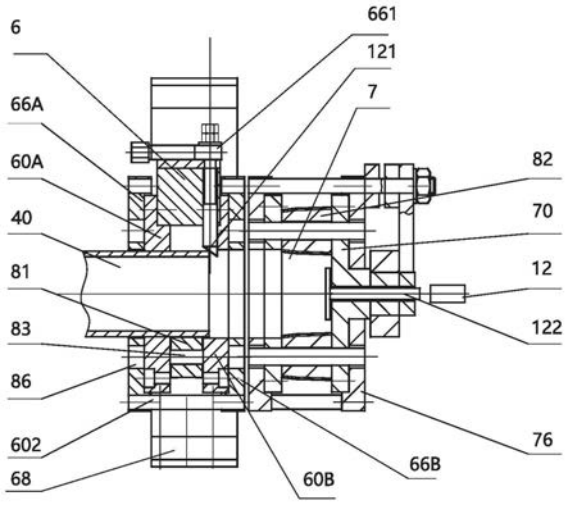
权利要求书3页 说明书32页 附图29页

(54)发明名称

管螺纹加工方法、滚压头、设备、模块、生产线及其产品

(57)摘要

本发明提供了一种通过至少二次滚压对空心毛坯进行管外螺纹加工的方法：首先，第一滚压轮组将所述空心毛坯的外表面滚压加工成具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面，其次，第二滚压轮组对经过步骤一加工后的所述空心毛坯的外表面再次进行滚压加工，滚压形成管外螺纹；其中，任意两个在加工次序上前后衔接的滚压工序中所用的滚压轮组中的滚压轮数量是奇偶各异的。本发明还提供了多种实现上述加工方法的滚压头、滚压设备、加工模块及其生产线，其结构简单，便携实用，对空心毛坯进行管外螺纹滚压加工成品率提高；另外，本发明还提供了一种经第一滚压轮组滚压加工成的具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面的产品。



CN 108907046 B

1.一种管外螺纹的滚压加工方法，包括运用第一滚压轮组和第二滚压轮组对空心毛坯依次进行滚压加工，其特征在于，所述第一滚压轮组包含至少3个沿圆周布置的第一滚压轮，所述第二滚压轮组包含至少2个沿圆周布置的第二滚压轮，所述第一滚压轮的外表面具有预成形螺纹，所述第二滚压轮的外表面具有管外螺纹成形部分，并且

所述滚压加工方法包括以下步骤：

步骤一、所述第一滚压轮组将所述空心毛坯的外表面滚压加工成具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面；

步骤二、所述第二滚压轮组对经过步骤一加工后的所述空心毛坯的外表面再次进行滚压加工，滚压形成管外螺纹；其中

所述第一滚压轮组中的第一滚压轮与所述第二滚压轮组中的第二滚压轮在数量上奇偶相异；

所述预成形螺纹的螺距与所述管外螺纹成形部分的螺距相同，并且所述预成形螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高。

2.如权利要求1所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量大于所述第二滚压轮组中的第二滚压轮的数量。

3.如权利要求1所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，用于加工圆锥管外螺纹，并且所述第一滚压轮组中的滚压轮是环形滚压轮，第二滚压轮组中的滚压轮是螺旋滚压轮。

4.如权利要求1所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，用于加工圆锥管外螺纹，并且所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮，并且其轴线与所加工空心毛坯的轴线在垂直方向存在一个不大于9度的偏向角。

5.如权利要求4所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，所述偏向角不大于3度。

6.如权利要求1所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，用于加工圆锥管外螺纹，并且所述第一滚压轮组将所述空心毛坯上欲加工所述管外螺纹部分的外表面滚压加工成具有螺纹的圆锥面，并且所述圆锥面的锥度为2^{o}～12^{o}。

7.如权利要求6所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，所述圆锥面的锥度为$3^{o}30''$ ～ $8^{o}30''$。

8.如权利要求1所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，通过步骤一所滚压形成的具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面的轴向长度大于等于所欲滚压的管外螺纹产品的螺纹长度。

9.如权利要求8所述的管外螺纹的滚压加工方法，其进一步特征在于，通过步骤一所滚压形成的具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面的轴向长度比所欲滚压的管外螺纹产品的螺纹长度大1-3个螺距。

10.一种管外螺纹的滚压加工方法，其特征在于，所述方法为在预成形滚压加工的空心毛坯外表面上进行管外螺纹成形滚压加工，其中，

所述预成形滚压加工是指通过第一滚压轮组将所述空心毛坯的外表面滚压加工成具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面；所述第一滚压轮组包含至少3个沿圆周布置的外表面具有预成形螺纹的第一滚压轮，

所述管外螺纹成形滚压加工由第二滚压轮组完成，所述第二滚压轮组包含至少2个沿圆周布置的第二滚压轮，所述第二滚压轮的外表面具有管外螺纹成形部分；

并且所述第一滚压轮组中的第一滚压轮与所述第二滚压轮组中的第二滚压轮在数量上奇偶相异；

并且所述预成形螺纹的螺距与所述管外螺纹成形部分的螺距相同，所述预成形螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高。

11.一种管外螺纹滚压加工模块，其特征在于，包含第一滚压头和第二滚压头，所述的第一滚压头包含至少3个沿圆周布置的第一滚压轮，所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的滚压轮；

所述的第二滚压头包含至少2个沿圆周布置的第二滚压轮，所述第二滚压轮的外表面具有管外螺纹成形部分，

并且所述的第一滚压头中第一滚压轮与所述第二滚压头中的第二滚压轮在数量上奇偶相异；

并且所述第一滚压轮螺纹的螺距与所述第二滚压轮螺纹成形部分的螺距相同，所述第一滚压轮螺纹的牙高小于所述第二滚压轮螺纹的牙高。

12.如权利要求11所述的管外螺纹滚压加工模块，其特征在于，所述第一滚压头包含至少4个沿圆周布置的第一滚压轮，所述第二滚压头包含至少3个沿圆周布置的第二滚压轮。

13.如权利要求11所述的管外螺纹滚压加工模块，其特征在于，所述第一滚压头中的第一滚压轮数量大于所述第二滚压头中的第二滚压轮的数量。

14.如权利要求11所述的管外螺纹滚压加工模块，其进一步特征在于，所述第一滚压头中的滚压轮是环形滚压轮，第二滚压头中的滚压轮是螺旋滚压轮。

15.如权利要求11所述的管外螺纹滚压加工模块，其进一步特征在于，所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮，并且预成形的所述圆锥形滚压轮的锥度为2°～12°。

16.如权利要求15所述的管外螺纹滚压加工模块，其进一步特征在于，预成形的所述圆锥形滚压轮的锥度为3°30′ ～8°30′。

17.如权利要求11所述的管外螺纹滚压加工模块，其特征在于，所述第一滚压头以及第二滚压头是组合成一体的，并且所述第一滚压头和所述第二滚压头与所需加工的空心毛坯同轴心地设置在一起，其中第一滚压头设置在靠近管外螺纹加工起始的一侧。

18.如权利要求11所述的管外螺纹滚压加工模块，其特征在于，还包括第一滚压头座、第二滚压头座、变速装置和动力电机，所述第一滚压头座上固定安装所述第一滚压头，所述第二滚压头座上固定安装所述第二滚压头；所述的变速装置的输入主轴与所述动力电机输出主轴机械配合，所述的变速装置的输出主轴与所述第一滚压头座以及第二滚压头座同时构成机械配合；动力电机可通过变速装置带动所述第一滚压头座以及第二滚压头座旋转，进而带动第一滚压头以及第二滚压头旋转。

19.一种管外螺纹滚压加工设备，包括如权利要求11-14任一所述的滚压加工模块，其特征在于，还包括机座、动力电机、夹紧装置、电机控制装置以及变速装置，所述机座上设有所述动力电机、所述电机控制装置、所述夹紧装置以及所述滚压加工模块，所述动力电机通过所述变速装置同所述夹紧装置相连，所述动力电机在电机控制装置的控制下，通过所述

变速装置使所述夹紧装置夹持的空心毛坯旋转，进而与所述滚压加工模块产生相对滚压旋转运动。

20.如权利要求19所述的管外螺纹滚压加工设备，其特征在于，所述夹紧装置包括动力装置、第一夹紧模座、第一夹紧模、第二夹紧模和夹紧框架；

所述动力装置与所述第一夹紧模座配合连接；所述第一夹紧模安装固定在所述第一夹紧模座上；所述动力装置、所述第一夹紧模座与所述第一夹紧模安装在所述夹紧框架内一侧；所述第二夹紧模安装在夹紧框架内的另一侧；

并且所述第一夹紧模和第二夹紧模在相对的位置分别均设有第一半圆柱形内腔和第二半圆柱形内腔；

在所述动力装置的作用下，所述第一夹紧模座可带动所述第一夹紧模移动，并使之与所述第二夹紧模合拢，进而夹紧空心毛坯。

21.如权利要求20所述的管外螺纹滚压加工设备，其特征在于，所述第一半圆柱形内腔和第二半圆柱形内腔的内表面均具有至少两条凸起的圆弧形体，并且所述圆弧形体的弧度与所欲夹持的空心毛坯的弧度基本一致。

22.一种管外螺纹滚压加工设备，包括如权利要求11-14任一所述的滚压加工模块，其特征在于，还包括机座、动力电机、夹紧装置、电机控制装置以及变速装置，所述机座上设有所述动力电机、所述电机控制装置、所述夹紧装置以及所述滚压加工模块，所述动力电机通过所述变速装置同所述滚压加工模块相连，所述动力电机在电机控制装置的控制下，通过所述变速装置，使所述滚压加工模块中的第一滚压轮和/或第二滚压轮旋转，进而与所述夹紧装置夹持的空心毛坯产生相对滚压旋转运动。

管螺纹加工方法、滚压头、设备、模块、生产线及其产品

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对钢管或空心毛坯，特别是对普通钢管，进行管外螺纹滚压加工的方法、滚压头、设备、模块及其生产线；另外，还提供了一种用本发明的方法、滚压头、设备、模块及其生产线所生产的具有预成形螺纹产品，属于螺纹，特别是管外螺纹，加工机械领域。

背景技术

[0002] 滚压管外螺纹相比切削管外螺纹具有质量稳定、密封性能好以及机械连接强度高等显著优点，被愈来愈多的人们所重视。但现有一般钢管的外径和壁厚等参数是按切削工艺要求而制定的，相对于滚压工艺而言外径偏大并具有一定的不圆度，这两者构成了管螺纹滚压的二个最大问题。现有技术中，外径偏大可以通过比如轴向冲压圆锥面或者圆柱面或者径向滚压缩径或者使用符合滚压要求的中径管的方法来实现；而不规则的不圆度的问题目前所采取的方法是专利CN1251820C所揭示的一种轴向冲压完美圆锥面或者专利CN2582780Y所揭示的一种先用刀具在钢管加工管外螺纹段切削出完美圆锥面，而后进行锥管外螺纹滚压的加工工艺。

[0003] 轴向冲压存在着设备复杂庞大和对钢管损伤等问题，而先用刀具在钢管加工管外螺纹段切削出圆锥面则对机床的加工精度，如工件与刀具的同心度要求较高，不易在管网安装施工现场实现，同时破坏了镀锌钢管的表面锌层。由此，市场需要新的管外螺纹加工工艺以及结构设计合理、适用性强的管外螺纹加工设备。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种适用性强的滚压管外螺纹的加工方法、模块、设备及其滚压加工生产线。具体的讲，是提供一种能以现有的具有标准外径和不圆度的一般钢管作为毛坯，不采用模具冲压或刀具切削圆锥面的预备工艺，而通过本发明的预滚压来完成预备工艺，再通过螺纹滚压加工成形管外螺纹的方法、模块、设备及其滚压加工生产线。另外，本发明还提供了一种用所述管外螺纹滚压加工方法、滚压头、设备、模块及其生产线所生产的具有预成形螺纹产品。

[0005] 本发明一方面提供一种管外螺纹的滚压加工方法，其特点是，包括运用第一滚压轮组和第二滚压轮组对空心毛坯依次进行滚压加工，所述第一滚压轮组包含至少3个沿圆周布置的第一滚压轮，优选地，包含至少4个沿圆周布置的第一滚压轮，所述第二滚压轮组包含至少2个沿圆周布置的第二滚压轮，优选地，包含至少3个沿圆周布置的第二滚压轮，所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的滚压轮，所述第二滚压轮的外表面具有管外螺纹成形部分，并且

[0006] 所述滚压加工方法包括以下步骤：

[0007] 步骤一、所述第一滚压轮组将所述空心毛坯的外表面滚压加工成具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面；

[0008] 步骤二，所述第二滚压轮组对经过步骤一加工后的所述空心毛坯的外表面再次进行滚压加工，滚压形成管外螺纹；其中

[0009] 所述第一滚压轮组中的第一滚压轮与所述第二滚压轮组中的第二滚压轮在数量上奇偶相异；

[0010] 所述预成形螺纹的螺距与所述管外螺纹成形部分的螺距相同，并且所述预成形螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高。

[0011] 优选地，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量大于所述第二滚压轮组中的第二滚压轮的数量；

[0012] 同样优选地，所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，比较优选地，所述预成形螺纹为正弦线螺纹，这样会大大延长了预成形滚压轮的寿命。

[0013] 更优选地，经过所述步骤一的滚压，空心毛坯的外表面的螺纹的表面粗糙度Ra小于0.125，表面硬度提高20% ～ 100%，不圆度降低10% ～ 50%；特别优选地，保护涂层完整。

[0014] 运用本发明的方法进行管外螺纹滚压时，在进行所述步骤一的滚压加工之前不需要进行任何处理工序(包括不需要外倒角)，简化了工艺步骤，而且由于螺纹完全是通过滚压形成，保护并强化了毛坯的表面，特别是镀锌管的表面锌层，节省了材料，保护了环境，实现了真正的无切削加工，并与目前切削管外螺纹工艺的操作方法相同。

[0015] 在一个较佳的滚压圆锥或圆柱管外螺纹加工方法的实施例中，所述第一滚压轮组中的滚压轮是环形滚压轮，所述第二滚压轮组中的滚压轮是螺旋滚压轮。

[0016] 在另一个较佳的实施例中，所述空心毛坯的不圆度大于100um。

[0017] 在另一个较佳的实施例中，所述第一滚压轮组和所述第二滚压轮组的滚压加工方式选自以下配合中的一种：

[0018] a、所述第一滚压轮组和所述第二滚压轮组的滚压加工方式均为轴向滚压；

[0019] b、所述第一滚压轮组的滚压加工方式为径向滚压，所述第二滚压轮组的滚压加工方式为轴向滚压；

[0020] c、所述第一滚压轮组的滚压加工方式为轴向径向混合滚压，所述第二滚压轮组的滚压加工方式为轴向滚压。

[0021] 特别地，当所述滚压方法用于在2寸以下的空心毛坯上加工管外螺纹时，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量以及所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量均不超过15个，优选地是3、4、5、6、7、8或9个；或当用于在2寸至4寸的空心毛坯上加工管外螺纹时，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量以及所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量均不超过19个，优选地是4、5、6、7、8、9、10或11个；或当用于在4寸以上的空心毛坯上加工管外螺纹时，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量以及所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量均不超过35个，优选地是4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19或20个。

[0022] 在本发明优选的实施例中，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量与所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量是相差1到11个，更优选地是相差1、3、5或7个。

[0023] 在本发明的一般实施例中，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量为4个，所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量为5个或7个或9个或11个；或所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量为5个，所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量为6个或8个或10个或12个。

[0024] 在本发明特别优选的实施例中，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量为4个，所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量为3个；或所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量为5个，所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量为4个；或所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量为6个，所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量为5个或3个，或所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量为7个，所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量为6个或4个，或所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量为8个，所述第二滚压轮组的第二滚压轮的数量为7个或5个或3个。

[0025] 再一方面，当运用本发明的管外螺纹滚压方法加工圆锥管外螺纹时，优选地，所述第一滚压轮组将所述空心毛坯上欲加工螺纹部分的外表面滚压加工成具有螺纹的圆锥面，并且所述圆锥面的锥度为2°～12°，优选地为3°30′～8°30′。

[0026] 在一个特别优选的实施例中，运用本发明所述管外螺纹滚压加工方法加工圆锥管外螺纹，所述第一滚压轮具有以下特征中的一个或多个：

[0027] a)为外表面具有预成形螺纹的圆柱形或圆锥形或圆柱圆锥混合形滚压轮；

[0028] b)所述螺纹螺距与所述管外螺纹成形部分的螺距相同，并且所述螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高，优选地，所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，更优选地，所述预成形螺纹为正弦线螺纹。

[0029] c) 其轴线与所加工空心毛坯的轴线在垂直方向存在一个不大于9度的偏向角；

[0030] d)与其所在的滚压轮座之间存在自由活动间隙。

[0031] 更佳地，所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮，并且其轴线与所加工空心毛坯的轴线在垂直方向存在一个不大于9度的偏向角，优选地，是一个小于3度的偏向角。

[0032] 所述滚压轮组中的滚压轮是环形滚压轮或螺旋滚压轮，优选地，第一滚压轮组中的滚压轮是环形滚压轮，第二滚压轮组中的滚压轮是螺旋滚压轮。这样可以充分利用环形滚压轮对牙方便和螺旋滚压轮具有矫圆和管外螺纹成形这二大功能。

[0033] 本发明另一方面还提供一种管外螺纹的滚压加工方法，其特点是，所述方法为在预成形滚压加工的空心毛坯外表面上进行管外螺纹成形滚压加工，其中，所述预成形滚压加工是指通过第一滚压轮组将所述空心毛坯的外表面滚压加工成具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面，所述第一滚压轮组包含至少3个沿圆周布置的外表面具有预成形螺纹的第一滚压轮，优选地，包含至少4个沿圆周布置的外表面具有预成形螺纹的第一滚压轮，所述管外螺纹成形滚压加工由第二滚压轮组完成，所述第二滚压轮组包含至少2个沿圆周布置的第二滚压轮，优选地，包含至少3个沿圆周布置的第二滚压轮，所述第二滚压轮的外表面具有管外螺纹成形部分，并且所述第一滚压轮组中的第一滚压轮与所述第二滚压轮组中的第二滚压轮在数量上奇偶相异，优选地，所述第一滚压轮组中的第一滚压轮的数量大于所述第二滚压轮组中的第二滚压轮的数量；并且

[0034] 所述预成形螺纹的螺距与所述管外螺纹成形部分的螺距相同，所述预成形螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高，优选地，所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，更优选地，所述预成形螺纹为正弦线螺纹。

[0035] 比较优选地，所述第一滚压轮组中的滚压轮是环形滚压轮，第二滚压轮组中的滚

压轮是螺旋滚压轮。

[0036] 更优选地，用于加工圆锥管外螺纹，所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮，并且其轴线与所加工空心毛坯的轴线在垂直方向存在一个不大于9度的偏向角，优选地，所述偏向角不大于3度；更优选地，所述第一滚压轮组将所述空心毛坯上欲加工所述管外螺纹部分的外表面滚压加工成具有螺纹的圆锥面，并且所述圆锥面的锥度为2°～12°，更优选地为3°30″ ～ 8°30″。

[0037] 本发明再一方面提供一种滚压头，其特点是，包括至少2个沿圆周布置的滚压轮81或82、第一滚压轮盘60A或70A、第二滚压轮盘60B或70B以及连接销轴602或702，所述滚压轮数量，优选地，至少3个，其进一步特点是，所述第一滚压轮盘和第二滚压轮盘上设有相互对应的径向槽71、工件加工工作孔704以及销轴孔701，所述滚压轮81或82通过其滚压轮轴83与所述第一压轮盘和第二滚压轮盘上的径向槽71配合，所述径向槽71与所述滚压轮81或82的安装面是一斜平面或平面703配合；所述第一滚压轮盘和所述第二滚压轮盘通过与所述销轴孔601或701相配的连接销轴602或702相互连接固定，同轴心地组成滚压头，并且所述滚压轮轴83在两端分别均具有相互平行的斜平面或平面832a、832b，所述滚压轮轴83通过所述斜平面或平面832a、832b安装在所述滚压轮盘的径向槽71上，所述滚压轮的轴心线与斜平面或平面832a、832b构成了一夹角。

[0038] 优选地，所述夹角小于9度，更优选地小于3度。

[0039] 当所述滚压轮为螺旋滚压轮时，所述斜平面为平面，所述夹角为0度。

[0040] 优选地，所述第一滚压轮组的滚压轮为外表面具有预成形螺纹的滚压轮，并且所述滚压轮带有与之一体成形的切料刀。

[0041] 优选地，所述第一滚压轮组的滚压轮为外表面具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮，并且所述圆锥形滚压轮的锥度为2°～12°，优选地为3°30″ ～8°30″。

[0042] 特别地为了获得更好的滚压效果，在采用本发明的滚压头作为预成形滚压头时，所述滚压轮为环形滚压轮，其外表面具有预成形螺纹，或当采用本发明的的滚压头作为管外螺纹滚压头时，所述滚压轮为环形滚压轮，其外表面具有管外螺纹成形部分。并且上述两种情况下所述环形滚压轮均满足以下设置：所述环形滚压轮的轴线与所述工件加工工作孔的轴线在垂直方向存在不大于9度的偏向角，所述滚压轮在其表面还存在起始部分螺纹，所述起始部分螺纹是指所述环形滚压轮在螺纹滚压加工时与空心毛坯最先接触到的螺纹，其设置满足以下条件：

[0043] 设所述第二滚压头中共有N个环形滚压轮，以其中一个环形滚压轮R_i为起始，沿同一个时针方向的下一个滚压轮R_{i+1}上的起始部分螺纹为：基于滚压轮R_i的起始部分螺纹，并沿滚压轮R_i轴线方向按照原有的牙形和螺距延伸1/N个螺距的距离后得到的螺纹。

[0044] 特别优选地，在采用本发明的滚压头作为后续管外螺纹滚压头时，所述滚压轮为螺旋滚压轮，其外表面具有管外螺纹成形部分。此时，所述滚压轮的轴心线与平面832a、832b构成了0度夹角。

[0045] 在一个优选的滚压头的实施例中，所述的滚压头还包括第一调节盘76A、第二调节盘76B以及调节盘销轴763，所述第一调节盘和第二调节盘上设有相互对应的定位安装盲孔766、弧形槽762、工件加工工作孔764以及销轴孔761，所述第一调节盘和第二调节盘通过所述定位安装盲孔766分别同轴心地安装在所述第一滚压轮盘和第二滚压轮盘的外侧并用调

节盘销轴763相互连接;滚压轮轴83的两端在所述斜平面或平面的外侧还具有延伸部833,所述滚压轮轴的延伸部833安装在调节盘的弧形槽762中,转动调节盘76可以带动滚压轮轴83在弧形槽762中滑动,进而带动滚压轮轴83在滚压轮盘70的径向槽71中作径向移动;当所述滚压轮为螺旋滚压轮时,所述斜平面为平面;

[0046] 更优选地,所述滚压头进一步包括滑动块,所述滚压轮轴的延伸部与所述滑动块轴孔配合,并通过所述滑动块836安装在调节盘的弧形槽762中,转动调节盘76可以带动滑动块在弧形槽762中滑动,进而带动滚压轮轴83在滚压轮盘70的径向槽71中作径向移动;

[0047] 或同等更优选地,所述滚压头进一步包括控制调节触杆122,所述控制调节触杆122安装在滚压头完成滚压加工一侧的末端;滚压过程中,当空心毛坯接触到所述控制调节触杆122时,所述控制调节触杆122可带动光电感应装置工作,控制所述第一调节盘和第二调节盘的转动,进而控制滚压工序的启动和终止。

[0048] 或同等更优选地,所述滚压头进一步包括控制调节触杆121,所述控制调节触杆121安装在滚压头完成滚压加工的一侧顶部或者底部,滚压过程中,当空心毛坯接触到所述控制调节触杆121时,所述控制调节触杆121可带动光电感应装置工作,控制所述第一调节盘和第二调节盘的转动,进而控制滚压工序的启动和终止。

[0049] 或同等更优选地,所述第一滚压轮盘与第一调节盘或第二滚压轮盘与第二调节盘之间设有相对转动位置角度检测装置123。

[0050] 本发明还提供一种管外螺纹滚压设备,特点是,包含至少一个上面提到的滚压头,如图21、22、24、26和图32所示。

[0051] 本发明另外还提供一种管外螺纹滚压加工模块,其特点是,包含第一滚压头和第二滚压头,所述的第一滚压头包含至少3个沿圆周布置的第一滚压轮,优选地,包含至少4个沿圆周布置的第一滚压轮,所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的滚压轮;

[0052] 以及所述的第二滚压头包含至少2个沿圆周布置的第二滚压轮,优选地,包含至少3个沿圆周布置的第二滚压轮,所述第二滚压轮的外表面具有管外螺纹成形部分,并且所述的第一滚压头中第一滚压轮与所述第二滚压头中的第二滚压轮在数量上奇偶相异,优选地,所述第一滚压头中的第一滚压轮的数量大于所述第二滚压头中的第二滚压轮的数量;

[0053] 并且所述预成形螺纹的螺距与所述管外螺纹成形部分的螺距相同,所述预成形螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高。

[0054] 优选地,所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线,更优选地,所述预成形螺纹为正弦线螺纹。

[0055] 优选地,所述第一滚压轮组中的滚压轮是环形滚压轮,第二滚压轮组中的滚压轮是螺旋滚压轮。

[0056] 优选地,所述第一滚压轮为外表面具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮,并且所述圆锥形滚压轮的锥度为2^{o}～12^{o},优选地为$3^{o}30''$ ～$8^{o}30''$。

[0057] 本发明还提供一种第一滚压头以及第二滚压头是组合成一体的管外螺纹滚压加工模块,并且所述第一滚压头和所述第二滚压头与所需加工的空心毛坯同轴心地设置在一起,其中第一滚压头设置在靠近管外螺纹加工起始的一侧;更优选地,所述第一滚压头包含与之相应的第一滚压轮盘70A、第二滚压轮盘70B以及连接销轴763,所述第一滚压轮盘70A和第二滚压轮盘上设70B有相互对应的径向槽71、工件加工工作孔704以及销轴孔701,所述

滚压轮81或82通过其滚压轮轴与83所述第一压轮盘70A和第二滚压轮盘70B上的径向槽71配合，所述径向槽71与所述滚压轮81或82的安装面是一斜平面或平面703；所述第一滚压轮盘70A和所述第二滚压轮盘70B通过与所述销轴孔701相配的连接销轴763相互连接固定，同轴心地组成滚压头，并且所述滚压轮轴83在两端分别均具有相互平行的斜平面或平面832a、832b，所述滚压轮轴83通过所述斜平面或平832a、832b安装在所述滚压轮盘的径向槽71上，所述滚压轮的轴心线X与斜平面或平面832a、832b构成了一夹角，所述夹角小于9度，优选地小于3度，当所述滚压轮为螺旋滚压轮时，所述斜平面为平面，所述夹角为0度；所述第一滚压头还包括控制调节触杆，所述控制调节触杆安装在滚压头完成滚压加工的一侧顶部或者尾部。

[0058] 并且所述第二滚压头也包括与之相应的第一滚压轮盘、第二滚压轮盘以及连接销轴，所述第一滚压轮盘和第二滚压轮盘上设有相互对应的径向槽、工件加工工作孔以及销轴孔，所述滚压轮通过其滚压轮轴与所述第一压轮盘和第二滚压轮盘上的径向槽配合；所述第一滚压轮盘和所述第二滚压轮盘通过与所述销轴孔相配的连接销轴相互连接固定，同轴心地组成滚压头，所述第二滚压头还包括滚压控制调节触杆，所述滚压控制调节触杆安装在所述第二滚压头完成滚压加工一侧的末端。

[0059] 所述第一滚压头和第二滚压头通过销轴同轴心地设置在一起。

[0060] 特别优选地，所述第一滚压头还包含与之相应的第一调节盘、第二调节盘以及调节盘销轴，所述第一调节盘和第二调节盘上设有相互对应的定位安装盲孔、弧形槽、工件加工工作孔以及销轴孔所述第一调节盘和第二调节盘通过所述定位安装盲孔分别同轴心地安装在所述第一滚压轮盘和第二滚压轮盘的外侧并用调节盘销轴相互连接；所述滚压轮轴的两端在所述斜平面或平面的外侧还具有延伸部，所述滚压轮轴的延伸部安装在调节盘的弧形槽中，转动调节盘可以带动滚压轮轴在弧形槽中滑动，进而带动滚压轮轴在滚压轮盘的径向槽中作径向移动；当所述滚压轮为螺旋滚压轮时，所述斜平面为平面。

[0061] 并且所述第二滚压头也包括与之相应的第一调节盘、第二调节盘以及调节盘销轴，所述第一调节盘和第二调节盘上设有相互对应的定位安装盲孔、弧形槽、工件加工工作孔以及销轴孔所述第一调节盘和第二调节盘通过所述定位安装盲孔分别同轴心地安装在所述第一滚压轮盘和第二滚压轮盘的外侧并用调节盘销轴相互连接；所述滚压轮轴的两端安装在调节盘的弧形槽中，转动调节盘可以带动滚压轮轴在弧形槽中滑动，进而带动滚压轮轴在滚压轮盘的径向槽中作径向移动。

[0062] 在另一个本发明管外螺纹滚压加工模块的实施例中，所述管外螺纹滚压加工模块，其进一步特点是，还包括第一滚压头座、第二滚压头座、变速装置和动力电机，所述第一滚压头座上固定安装所述第一滚压头，所述第二滚压头座上固定安装所述第二滚压头；所述的变速装置的输入主轴与所述动力电机输出主轴机械配合，所述的变速装置的输出主轴与所述第一滚压头座以及第二滚压头座同时构成机械配合；动力电机可通过变速装置带动所述第一滚压头座以及第二滚压头座旋转，进而带动第一滚压头以及第二滚压头旋转。优选地，所述的变速装置输出主轴与所述第一滚压头座以及第二滚压头座的机械配合形式为蜗杆和蜗轮配合，所述蜗杆的一端与所述变速装置的输出轴机械配合，所述蜗杆的另一端与第一蜗轮以及第二蜗轮配合，所述第一蜗轮和第二蜗轮的中心分别设有所述的第一滚压头座以及第二滚压头座。更优选地，还包括至少一个第三蜗轮以及安装在其上的加工工具

头座，所述加工工具头座上通过键槽配合安装有锥度切削加工工具、毛坯内空矫正工具、端面加工工具和螺纹表面加工工具中的一种。

[0063] 在上述的另一种管外螺纹滚压加工模块中，其进一步特点是，所述第一滚压头或者第二滚压头中的任意一个或多个滚压轮的末端设置有光电感应装置，用于控制所述动力电机的运行。

[0064] 本发明还提供一种管外螺纹滚压设备，其特点是，包含至少一个上面提到的滚压加工模块，并且还包括机座、动力电机、夹紧装置、电机控制装置以及变速装置，所述机座上设有所述动力电机、所述电机控制装置、所述夹紧装置以及所述滚压加工模块，所述动力电机通过所述变速装置同所述夹紧装置相连，所述动力电机在电机控制装置的控制下，通过所述变速装置使所述夹紧装置夹持的空心毛坯旋转，进而与所述滚压加工模块产生相对滚压旋转运动。

[0065] 在另一个根据本发明的管外螺纹滚压设备的实施例中，所述管外螺纹滚压设备包含至少一个上面提到的滚压加工模块，还包括机座、动力电机、夹紧装置、电机控制装置以及变速装置，所述机座上设有所述动力电机、所述电机控制装置、所述夹紧装置以及所述滚压加工模块，所述动力电机通过所述变速装置同所述滚压加工模块相连，所述动力电机在电机控制装置的控制下，通过所述变速装置，使所述滚压加工模块中的第一滚压轮和或第二滚压轮旋转，进而与所述夹紧装置夹持的空心毛坯产生相对滚压旋转运动。

[0066] 进一步的，所述夹紧装置可以包括动力装置、第一夹紧模座、第一夹紧模、第二夹紧模和夹紧框架；所述动力装置与所述第一夹紧模座配合连接；所述第一夹紧模安装固定在所述第一夹紧模座上；所述动力装置、所述第一夹紧模座与所述第一夹紧模安装在夹紧框架内一侧；所述第二夹紧模安装在夹紧框架内的另一侧；并且所述第一夹紧模和第二夹紧模在相对的位置分别均设有第一半圆柱形内腔和第二半圆柱形内腔，优选地，所述第一半圆柱形内腔和第二半圆柱形内腔的内表面均具有至少两条凸起的圆弧形体，并且所述圆弧形体的弧度与预夹持的空心毛坯的弧度基本一致；在所述动力装置的作用下，所述第一夹紧模座可带动所述第一夹紧模移动，并使之与所述第二夹紧模合拢，进而夹紧空心毛坯。

[0067] 本发明进一步提供一种空心毛坯夹紧装置，其特征在于，包括动力装置、第一夹紧模座、第一夹紧模、第二夹紧模和夹紧框架；所述动力装置与所述第一夹紧模座配合连接；所述第一夹紧模安装固定在所述第一夹紧模座上；所述动力装置、所述第一夹紧模座与所述第一夹紧模安装在夹紧框架内一侧；所述第二夹紧模安装在夹紧框架内的另一侧；并且所述第一夹紧模和第二夹紧模在相对的位置分别均设有第一半圆柱形内腔和第二半圆柱形内腔，优选地，所述第一半圆柱形内腔和第二半圆柱形内腔的内表面均具有至少两条凸起的圆弧形体，并且所述圆弧形体的弧度与所欲夹持的空心毛坯的弧度基本一致；在所述动力装置的作用下，所述第一夹紧模座可带动所述第一夹紧模移动，并使之与所述第二夹紧模合拢，进而夹紧空心毛坯。

[0068] 优选地，所述第二夹紧模与夹紧框架固定配合或者是与第一夹紧模相配备的移动配合，形成第二夹紧模和第一夹紧模的径向运动。

[0069] 进一步地，所述动力装置是液压装置，所述的第一夹紧模和第二夹紧模是塑形材料。

[0070] 本发明还提供一种管外螺纹生产线，其特点是，包含至少一个上面提到的滚压加

工模块，第一滚压头和第二滚压头分别安装在各自独立的滚压设备上，先后采用所述第一滚压头和第二滚压头对空心毛坯进行滚压加工。

[0071] 日本专利JP6039470虽然披露了一种在空心圆柱毛坯上径向滚压出双圆锥面同时切割工件的滚压预准备工艺，中国专利CN102423789A也披露了径向滚压缩径的滚压预准备工艺，但上述两个专利所要解决的问题仅仅是钢管空心毛坯圆锥面的形成或者空心毛坯的缩径，并没有解决不圆度这个对后续滚压至关重要的问题。

[0072] 根据大量失败经验，并据此基础上的分析与研究发现，由于受钢管的外径、不圆度、壁厚及其均匀度、材料、焊缝质量以及钢管残余应力等影响，在实践中径向滚压(双)圆锥面或径向滚压缩径后，其不圆度会增加30%～100%，特别是对与不圆度符合国家标准但大于100um的钢管更是如此；当继续进行管外螺纹滚压加工时，其不圆度会进一步增加，使后续管外螺纹滚压工艺常常失败。因而难以在现有一般钢管(特别是有缝焊管)上直接滚压出管外螺纹，特别是难以滚压出锥管外螺纹，对于焊管和薄壁管更是如此。

[0073] 经过逾10年试验与总结、分析与研究，本发明揭示了预滚压所形成的空心毛坯端口外径、锥度、长度以及预成形螺纹的牙高、牙型与后续螺纹牙形、长度精度以及螺纹牙高这二个工序之间的先后因果辩证关系，创造性地采用预成形螺纹的概念，提出预成形螺纹的螺距需与后续欲加工的管外螺纹的螺距相同，预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，更优选地，所述预成形螺纹为正弦线螺纹的结论和试验数据、预成形螺纹的牙型与滚压轮寿命的关系。再结合前后衔接的两道滚压工序中滚压轮数量奇偶数相异，特别是预滚压滚压轮数量多于管螺纹成形滚压轮数量的独特思路。

[0074] 一方面有目的的利用前后滚压预成形螺纹与管外螺纹之间螺纹螺距相同牙高与牙型不同的技术特点，有目的的控制预成形螺纹的牙高与牙型，在预成形滚压过程中滚压轮逐步接触空心毛坯时，逐步释放空心毛坯部分残余应力和逐步减少(钢管)空心毛坯的原始残余曲率范围，使空心毛坯滚压部分的截面由原来的无规则多边形滚压成形为可控制的有一定椭圆度的圆柱形或圆锥形或圆柱圆锥混合形，该有规则的空心毛坯符合后续管外螺纹滚压要求。试验发现预滚压过程中降低了原先毛坯的不圆度10%～35%；另一方面，有动机地利用管螺纹成形滚压轮数量与预成形滚压轮数量奇偶数相匹配这一创新方案，使得滚压管外螺纹过程中，进一步释放空心毛坯部分残余应力和进一步减少(钢管)空心毛坯的原始残余曲率范围；最后一方面，利用螺旋滚压轮同时具有矫圆和管外螺纹成形二大功能，使具有一定椭圆度的圆柱形或圆锥形或圆柱圆锥混合形进一步滚压成形为符合标准的管外螺纹，解决了管外螺纹滚压，特别是焊管和薄壁管，进料滚压初始不圆度容易增加而变形，造成管外螺纹滚压失败的技术瓶颈，极大地放宽了空心毛坯不圆度的适用性。不但适用于现有的有缝与无缝、厚壁与薄壁空心毛坯，而且适用于相对较软的各种壁厚的铜管或铝合金管等等其它各类金属空心毛坯；通过对不同空心毛坯的外径公差、屈服强度、弹性模量与滚压管外螺纹时弹塑变形力的科学计算，合理的控制预成形滚压轮径向位置和锥度、滚压次数与时间、滚压轮数量和螺旋线的长度、毛坯的残余应力与弹塑变形以及所需滚压力大小，配合前后滚压螺纹的螺距相同但牙高与牙型差异的思路，再配合管外螺纹成形滚压轮的数量、形式和滚压方式的匹配，简化了滚压设备，使最终滚压管外螺纹产品合格率达到99%以上，大大增强了滚压管螺纹技术的实用性。

[0075] 本发明的有益效果是:放宽了滚压管外螺纹工艺对占市场95%的普通钢管(空心圆柱毛坯)不圆度的要求,省略了冲压圆锥面工艺或外倒角切削工艺,节省了材料,保护和强化了毛坯表面保护层,简化了滚压设备,不但实现了与目前管外螺纹加工100%采用的套丝机操作步骤完全一致的加工方法,而且实现了稳定的真正的无切削滚压工艺。相比现有的滚压管外螺纹产品,工艺更加环保,其产品应力分布更加合理,质量更佳。

[0076] 下面将结合附图说明和具体实施方式对本发明的前述目的、技术方案和有益效果进行详细的描述。

附图说明

[0077] 图1是现有技术中的一种滚压管外螺纹工艺。

[0078] 图1a是根据现有滚压管外螺纹技术冲压完美圆锥面的工艺示意图。

[0079] 图1b是根据现有滚压管外螺纹技术切削出完美圆锥面工艺示意图。

[0080] 图1c是图1a和1b冲压或者切削圆锥面后再轴向滚压管外螺纹过程工艺示意图。

[0081] 图2是根据本发明的一种径向预成形滚压工艺的实施例。

[0082] 图2a是预成形滚压形成带螺纹的圆柱面的工艺示意图。

[0083] 图2b是预成形滚压形成带螺纹的圆锥面的工艺示意图。

[0084] 图3是根据本发明的一种轴向预成形滚压工艺的示意图。

[0085] 图3a是预成形滚压形成带螺纹的圆柱面的工艺示意图。

[0086] 图3b是预成形滚压形成带螺纹的圆锥面的工艺示意图。

[0087] 图3c是预成形滚压形成带螺纹的圆柱圆锥混合面的工艺示意图。

[0088] 图4是根据本发明的一种沿轴向径向混合方向预成形滚压工艺的示意图。

[0089] 图4a是预成形滚压形成带螺纹的圆柱面的工艺示意图。

[0090] 图4b是预成形滚压形成带螺纹的圆锥面的工艺示意图。

[0091] 图4c是预成形滚压形成带螺纹的圆柱圆锥混合面的工艺示意图。

[0092] 图5是在图2、图3和图4预滚压后的空心毛坯上轴向滚压形成管外螺纹的工艺示意图。

[0093] 图5a是经过预滚压后,加工表面为带有螺纹的圆柱面的空心毛坯准备进行标准管螺纹成形滚压的工艺示意图。

[0094] 图5b是经过预滚压后,加工表面为带有螺纹的圆锥面的空心毛坯准备进行标准管螺纹成形滚压的工艺示意图。

[0095] 图5c是经过预滚压后,加工表面为带有螺纹的圆柱圆锥混合面的空心毛坯准备进行标准管螺纹成形滚压的工艺示意图。

[0096] 图5d是完成图5a、图5b、图5c空心毛坯管螺纹成形滚压的示意图。

[0097] 图6是根据本发明的一种有五个滚压轮的预成形滚压头的实施例。

[0098] 图6a是预成形滚压头的五个滚压轮的分布示意图。

[0099] 图6b是仅有滚压轮盘的滚压头中安装着具有预成形螺纹的预成形滚压轮的一实施例结构示意图。

[0100] 图7是根据本发明四种预成形滚压轮的结构示意图。

[0101] 图7a是本发明的一种圆锥形预成形滚压轮结构示意图。

[0102] 图7b是本发明的一种一体式圆柱面预成形滚压轮结构示意图。

[0103] 图7c是本发明的一种预成形滚压轮与切料刀为分体的结构示意图。

[0104] 图7d是本发明的一种预成形滚压轮与切料刀为一体的结构示意图。

[0105] 图8是本发明的一种与图6相匹配的有滚压轮盘和调节盘的配有四个滚压轮的管螺纹成形滚压头的实施例。

[0106] 图8a是管螺纹成形滚压头的四个滚压轮的分布示意图。

[0107] 图8b是带调节盘和滚压轮盘的滚压压头中安装着管螺纹成形滚压轮的一实施例结构示意图。

[0108] 图9是本发明的一种包含四个环形滚压轮的管螺纹成形滚压头的实施例中各个环形滚压轮的起始部分螺纹821、822、823和824的位置分布示意图。

[0109] 图10是本发明的一种配有光电感应机械装置的仅有滚压轮盘的轴向滚压的滚压头实施例。

[0110] 图11是图10滚压头中的配有六个滚压轮的滚压轮盘结构示意图。

[0111] 图11a是滚压轮盘的正视图。

[0112] 图11b是图11a的侧视图。

[0113] 图12是图10滚压头中的滚压轮轴的结构和安装示意图。

[0114] 图12a是滚压轮轴的正视图。

[0115] 图12b是图12a的俯视图。

[0116] 图12c是图12a的侧视图。

[0117] 图12d 是图12a的滚压轮轴和空心圆柱毛坯轴线在垂直方向设置夹角δ示意图。

[0118] 图12e是另一种滚压轮轴的正视图。

[0119] 图12f是图12e的俯视图。

[0120] 图12g是图12e的侧视图。

[0121] 图12h是图12e的滚压轮轴和空心圆柱毛坯轴线在垂直方向设置夹角δ为0度示意图。

[0122] 图13是根据本发明的一种在图10基础上进一步包含调节盘的轴向滚压的滚压头实施例结构示意图。

[0123] 图14是图13滚压头中的配有六个滚压轮的滚压轮盘结构示意图。

[0124] 图14a是滚压轮盘的正视图。

[0125] 图14b是图14a的侧视图。

[0126] 图15是图13滚压头中的调节盘结构示意图。

[0127] 图15a是调节盘的正视图。

[0128] 图15b是图15a的侧视图。

[0129] 图16图13滚压头中的滚压轮轴的结构和安装示意图

[0130] 图16a是滚压轮轴的正视图。

[0131] 图16b是图16a的俯视图。

[0132] 图16c是图16a的侧视图。

[0133] 图16d 图16a的滚压轮轴和空心圆柱毛坯轴线在垂直方向设置夹角δ示意图。

[0134] 图16e是另一种滚压轮轴的正视图。

[0135] 图16f是图16e的俯视图。

[0136] 图16g是图16e的侧视图。

[0137] 图16h是图16e的滚压轮轴和空心圆柱毛坯轴线在垂直方向设置夹角δ为0度示意图。

[0138] 图17是本发明的滚压轮结构、滚压轮轴与滚压轮和滚压轮轴座(滑动块)配合的示意图。

[0139] 图17a是本发明的滚压轮结构和其与滚针轴承配合的示意图。

[0140] 图17b是本发明的滚压轮、滚针轴承与滚压轮轴配合的示意图。

[0141] 图17c是与滚压轮轴匹配的滚压轮座(滑动块)的截面图。

[0142] 图18是根据本发明另一种包含光电感应控制调节触杆装置的轴向滚压的滚压头实施例。

[0143] 图19是根据本发明的一种手动轴向径向混合滚压的滚压头实施例。

[0144] 图20是根据本发明一种包含图13和图18的预成形滚压头和管螺纹成形滚压头组合成一体的滚压加工模块示意图。

[0145] 图21是一种包含图13以及图18所示的滚压头的管外螺纹滚丝机的实施例。

[0146] 图22是另一种包含两组图20滚压加工模块的管外螺纹滚丝机的实施例。

[0147] 图23是根据本发明包含图10或者图13滚压工具的一种单动力或者多动力电机控制的、旋转滚压头座呈前后布置的滚压加工模块结构示意图。

[0148] 图23a是滚压加工模块的正视图。

[0149] 图23b是图23a的俯视图。

[0150] 图24是一种包含图23的滚压加工模块的滚压设备的结构示意图。

[0151] 图25是根据本发明一种单动力电机的滚压头座呈平行布置的加工工具组结构示意图。

[0152] 图25a是滚压加工模块的正视图。

[0153] 图25b是图25a的俯视图。

[0154] 图26是一种根据本发明的包含图10或者图13滚压头的滚压设备实施例示意图。

[0155] 图26a是滚压设备的正视图。

[0156] 图26b是图26a的俯视图。

[0157] 图27是根据本发明的包含图10或者图13滚压头的一种单动力电机控制的旋转滚压头座呈L形布置的滚压加工模块结构示意图。

[0158] 图27a是滚压加工模块的正视图。

[0159] 图27b是图27a的俯视图。

[0160] 图28是根据图27的一个实施例。

[0161] 图29是图28的后续加工示意图。

[0162] 图30是根据本发明的一种包含图10和图13滚压头以及其它加工装置的显十字架分布的滚压设备俯视图。

[0163] 图30a是滚压加工模块的正视图。

[0164] 图30b是图30a的俯视图。

[0165] 图31是根据本发明的一种包含图10或者图13或者图18或者图20滚压头的双头圆

锥管外螺纹滚压生产线的结构俯视图。

[0166] 图32是另一种根据本发明的包含图10或者图13滚压头的滚压设备实施例示意图。

[0167] 图32a是本发明一设备的正视图。

[0168] 图32b是图32a的俯视图。

[0169] 图33所示是本发明通过蜗轮蜗杆转递旋转动力的滚压头旋转的结构示意图。

[0170] 图33a是本发明通过蜗轮转递动力使滚压头旋转的滚压头结构示意图。

[0171] 图33b是图33a进一步带蜗杆的结构示意图。

[0172] 图33c图33b进一步带调节盘的结构示意图。

[0173] 图34所示是根据本发明的一种在图33基础上进一步包含调节盘的轴向滚压的滚压头一实施例结构示意图。

[0174] 图35是一种用本发明的方法、滚压头、模块、设备及其生产线所生产的预成形产品示意图。

[0175] 图35a是一种圆柱形预成形管螺纹产品。

[0176] 图35b是一种圆锥形预成形管螺纹产品。

[0177] 图35c是一种圆柱圆锥混合体预成形管螺纹产品。

[0178] 图35d是图35a、图35b和图35c的正弦线管螺纹牙形局部示意图。

[0179] 图36是一种根据本发明的夹紧装置,可以用于图26所示的管外螺纹滚压设备。

[0180] 图37是图36所示的夹紧装置中的夹紧模的半圆柱形内腔的示意图。

[0181] 附图标记列表：

[0182] 1机座及机座架；

[0183] 2动力电机及变速装置、20电机开关、21变速装置、22动力电机、23空心主轴；

[0184] 3夹紧装置、31夹紧框架、32第二夹紧模、33第一夹紧模、34第一夹紧模座、35动力装置、36A第一半圆柱内腔、36B第二半圆柱内腔、361凸起的圆弧形体；

[0185] 4空心毛坯与管螺纹产品、40原始空心毛坯、400加工起始端、401加工结束端、403原始空心圆柱外径、42预准备工艺后的空心毛坯、420加工起始端、421加工结束端、423圆柱毛坯外径、424圆柱毛坯圆柱面、425圆柱毛坯锥面、46滚压技术管螺纹产品、460螺纹头部、461螺纹尾部、48本发明管螺纹产品、480螺纹头部、481螺纹尾部；

[0186] 5滚压切料装置、51 滚压切料刀；

[0187] 6首次预成形滚压头、60 滚压头、60预成形滚压头、60A第一(前)预成形滚压轮盘或者上滚压头座、60A1上滚压头座推杆、60A2上滚压头座板、60B 第二(后)预成形滚压轮盘或者下滚压头座、60B2下滚压轮座板、601销轴孔、602销轴、604工件工作孔、611导柱、631蜗杆、6311 预成形滚压头蜗杆、6312 管螺纹滚压头蜗杆、636蜗轮、65控制杆、66预成形调节盘、66A第一(前)预成形调节盘、66B第二(后)预成形调节盘、661销轴、67键销、68滚压头框架、69扭矩放大齿轮组、691旋转柄、696丝杠螺母；

[0188] 7管螺纹成形滚压头、7A第一组滚压头、7B第二组滚压头、70管螺纹成形滚压轮盘、70A第一(管外螺纹)滚压轮盘、70B第二(管外螺纹)滚压轮盘、701销轴孔、702 销轴、703斜平面、704工作孔、71 滚压轮径向槽、731蜗杆、736 蜗轮、75 滚压头座、76管外螺纹调节盘、76A第一前调节盘、76B后调节盘、761销轴孔、762弧形槽、763销轴、764工作孔、766 安装盲孔、77键销；

[0189] 8滚压轮、80 现有滚压管外螺纹技术滚压轮、81本发明预成形滚压轮、82本发明管螺纹成形滚压轮、821 4个环形滚压轮的第一个滚压轮螺纹起始部分、822 4个环形滚压轮的第二个滚压轮螺纹起始部分、823 4个环形滚压轮的第三个滚压轮螺纹起始部分、824 4个环形滚压轮的第四个滚压轮螺纹起始部分、83本发明滚压轮轴、831滚压轮轴滚针轴承、832滚压轮轴端斜平面、832a滚压轮轴端小斜平面、832b滚压轮轴端大斜平面、833 滚压轮轴端圆柱端、836 滚压轮轴端滑动块、86本发明滚压轮座、891 轴向间隙、892径向间隙；

[0190] δ滚压轮轴与工件在垂直方向偏向角、X滚压轮轴的轴心线、X’空心毛坯的轴心线；

[0191] 9倒角装置(或端面加工工具)、91加工切削刀、936蜗轮、95滚压头座；

[0192] 10 滑座、101 滑座的摇柄、102主滑座(左右滑座)、103副滑座(前后滑座)；

[0193] 11 机座上(二根)轴向导柱或者是平面导轨、111 水平左右平面导轨、112 水平前后平面导轨；

[0194] 12 光电感应装置、121(光电感应)控制调节触杆1、122 (光电感应) 控制调节触杆2；

[0195] 13 锥度冲压加工模；

[0196] 14 内空加工工具、1436蜗轮、145内孔加工工具座；

[0197] h牙高、P螺距。

具体实施方式

[0198] 下面将结合较佳的实施例对本发明进行详细的描述，应当注意的是，在后述的描述中，尽管所使用的术语是从公知公用的术语中选择的，但是有些术语则是申请人按其判断来选择的，其详细含义应根据本发明欲揭示的精神来理解。本文中使用的“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后” 、“水平”、“垂直”等关于方向的表述仅表示是在说明书图示中说明性的，并不表示对各装置和部件在使用时的方向进行限制。

[0199] 术语说明

[0200] 术语“奇偶相异”任意两个在加工次序上前后衔接的滚压轮组中，当一个滚压轮组中所包含的滚压轮数量为奇数时，另一个滚压轮组中包含的滚压轮数量为偶数。

[0201] 不圆度：在圆形钢管的横截面上存在着外径不等的现象，即存在着不一定互相垂直的最大外径和最小外径，最大外径与最小外径之差的绝对值即为不圆度。由于有不圆度的存在，钢管(空心毛坯)实际上是一个不规则的多边形体。

[0202] 术语“斜平面”是指以滚压轮轴心线取一基准水平面，与此水平面有一夹角(螺旋升角)的平面。

[0203] 本发明所述的两条线(假设为a线和b线)在“垂直方向”存在角度，可以这样来理解，在XYZ三维坐标系中，与a线和b线均平行的平面设为XY平面，则a线和b线沿着Z轴投射在XY平面内所形成的两条线(a’ 线和b’线)的夹角即为a线和b线在“垂直方向”存在的角度。例如：滚压轮的轴线与所加工空心毛坯的轴线在垂直方向存在一个不大于9度的偏向角，可以这样来理解，在XYZ三维坐标系中，与滚压轮的轴线和所加工空心毛坯的轴线均平行的平面设为XY平面，则滚压轮的轴线和所加工空心毛坯的轴线沿着Z轴投射在XY平面内所形成的两条线的夹角不大于9度。

[0204] 螺纹长度精度：用标准环规与被检测的管螺纹自由旋紧，检测其螺纹端口与环规

的第一、第二或者第三台阶平面相平程度，与第二台阶相平是标准螺纹长度精度，与第一台阶相平是标准螺纹长度精度的上限，与第三台阶相平是标准螺纹长度精度的下限。

[0205] 本发明所述的空心毛坯是指可进行冷成形加工的空心毛坯，不仅包括钢管、铝管、铜管等金属管材，也包括管接头、三通等具有中空管状部分结构的金属工件，还可以包括具有类似形状，并可进行冷成形加工的其他塑料管材或工件。

[0206] 本发明所述的管外螺纹是指现有国家标准或国际标准或企业标准或具有实际使用功能的管外螺纹。本发明所述的预成形管螺纹是指其螺纹的螺距与所欲加工的管外螺纹的螺距相同，而其牙高小于所述管外螺纹牙高的管外螺纹。所述管外螺纹成形部分是指滚压轮上与所欲加工的管外螺纹相对应的螺纹部分，其螺纹的形状、螺距、牙高和牙形均与所欲加工的管外螺纹一致，通过所述具有管外螺纹成形部分的滚压轮可以在毛坯上滚压形成管外螺纹，这对现有技术人员是容易理解的。

[0207] 本发明所述的预成形滚压是指通过表面带有预成形管螺纹的滚压轮，不管是环形滚压轮还是螺旋滚压轮，在空心毛坯上滚压出具有一种特殊管螺纹的圆柱面或者具有管螺纹的圆锥面或者具有管螺纹的圆柱圆锥混合面的滚压过程。需要说明的是所述具有管螺纹的圆柱面或者具有管螺纹的圆锥面或具有管螺纹的圆柱圆锥混合面并不是严格意义上的面，而是带特殊管螺纹的表面，其表面的整体形状呈现出相应的圆柱面或者圆锥面或者圆柱圆锥混合面的形状，其表面螺纹的形状同预成形滚压轮上的管螺纹相匹配；只有当所述预成形螺纹的牙高为零时，所述具有管螺纹的圆柱面或者具有管螺纹的圆锥面或者具有管螺纹的圆柱圆锥混合面是光滑表面。需要特别指出的是，所述预成形管螺纹是一种滚压非标准管螺纹，其牙型不但要根据后续管外螺纹牙型，而且要根据空心毛坯的壁厚、口径、材料、不圆度以及滚压轮使用寿命来确定的，是一种不同与传统意义上的用于传动或密封或紧固目的的管螺纹，也不是为了解决粘扣、滑脱、泄露或拉伸失效等问题而设计的管螺纹。它不同与目前标准中的普通管螺纹、米制管螺纹、55°管螺纹、60°管螺纹、API管螺纹以及在API管螺纹基础上改进的管螺纹，而是一种类似于滚珠丝杠的滑道的螺纹，且仅仅是为了后续管外螺纹滚压产品不变形而设计的一种非标准滚压管螺纹。

[0208] 所述预成形管螺纹的外表面螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高，进一步地，所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，更进一步第，所述预成形螺纹为正弦线螺纹。

[0209] 通过本发明预成形的管螺纹或螺纹，其螺纹表面粗糙度Ra小于0.125，表面硬度提供20% ～ 100%，不圆度降低10% ～ 50%；特别是对于镀锌管，其表面锌层经预滚压后完整。

[0210] 本发明所述的“圆柱圆锥混合面”是指同时包含圆柱面和圆锥面的空心毛坯外表面，或者可以理解为是由一个或多个圆柱面和一个或多个圆锥面共同构成的外表面。

[0211] 本发明所述的管螺纹成形滚压是指通过滚压轮在预成形后的空心毛坯上滚压出圆柱或者圆锥管外螺纹的滚压过程。

[0212] 本发明中，在某些场合下为叙述方便，也将通过“第一滚压轮组”或“第一滚压头”进行的滚压工序称为“预成形滚压”，或将“第一滚压轮组”称为“预成形滚压轮组”，将“第一滚压头”称为“预成形滚压头”将通过“第二滚压轮组”或“第二滚压头”进行的滚压工序称为“管螺纹成形滚压”，或将“第二滚压轮组”称为“管螺纹成形滚压轮组”，将“第二滚压头”称为“管螺纹成形滚压头”。但这种叙述并不限定本发明中所述的“第一滚压轮组”或“第一滚

压头”实现的仅是矫正或预成形的这种功能，也不表示只依靠“第二滚压轮组”或“第二滚压头”就能达到或实现本发明中所述的技术效果。

[0213] 本发明预成形滚压头结构与本发明管螺纹滚压头结构可一样或相似。

[0214] 本发明滚压头转动而空心毛坯不转动或者本发明滚压头不转动而空心毛坯转动是相对的，也是可以转换的或者二者相互转动。

[0215] 本发明所述的滚压轮组是指用在同一滚压加工工序中的多个滚压轮的组合。这些滚压轮在滚压加工工艺中的具体设置方法是可用本领域内技术人员所公知的技术来设定(如《螺纹加工》一书，王先逵主编，机械工业出版社2008年出版)。因此本发明的方法并不限定于某一特定的滚压设备中。

[0216] 本发明所述的滚压头是指用于在空心毛坯上滚压加工出适合进一步加工管外螺纹的中间毛坯和管螺纹产品的装置，主体部件包括用于滚压管螺纹的数个滚压轮以及用于支撑或固定滚压轮的滚压轮座。所述滚压轮通过滚压轮轴与所述滚压轮座配合，并且围绕空心毛坯径向等分分布。特定的情况下，多个滚压轮座被一体成形在同一轮盘结构中，形成滚压轮盘。

[0217] 本发明所述滚压加工模块是指多个滚压头的组合或者是多个滚压头和其他加工工具的组合，各个滚压头可以是完全独立的也可以是设置在一整体结构内的，所述的其他加工工具包括锥度切削加工工具、毛坯内空矫正工具、端面口内外倒角切削加工工具和螺纹表面加工工具等。

[0218] 本发明所述“沿轴向径向混合方向滚压”或者“轴向径向混合滚压”是指在滚压过程中滚压轮与毛坯的相对运动包括轴向和径向方向的同时运动，该相对运动是滚压轮与空心圆柱毛坯咬合旋转时利用滚压轮相对与空心毛坯螺旋升角或者是滚压轮轴心线与空心圆柱毛坯轴心线在垂直方向的偏向角产生的轴向分力使滚压轮与空心圆柱毛坯产生相对的轴向移动，同时滚压轮按一定工艺要求径向进给以完成滚压的工艺。当径向方向的相对运动速度为零时，即所述的“沿轴向方向滚压”或者“轴向滚压”；当轴向方向的相对运动速度为零时，即所述的“沿径向方向滚压”或者“径向滚压”。因此，轴向滚压和径向滚压是轴向径向混合滚压的特例。实际的轴向滚压和径向滚压的实现方法可以是多种多样的，以下结合附图进行详细说明，应当说明的是以下说明并非用于限定本发明的范围。

[0219] 本发明所述的从“空心毛坯内侧”和“空心毛坯端部”可以理解为在所欲加工管外螺纹部分中螺纹尾部和螺纹头部所对应的位置，所述的从空心毛坯内侧向空心毛坯端部方向完成轴向滚压可以理解为从螺纹尾部的对应位置向螺纹头部的对应位置方向完成轴向滚压。运用该方法的轴向径向混合方向的预滚压方法可以参考专利WO2014161447A1所示的管外螺纹的滚压方法。

[0220] 下面结合附图来详细说明：

[0221] 1、现有技术

[0222] 图1显示了一种现有的滚压工艺示意图。如图1a所示，空心毛坯40在进行螺纹滚压之前先用锥度冲压模13瞬间轴向冲压形成圆锥面425；或者如图1b所示，轴向切削装置9中的切削刀91切削整个圆锥面425；而后如图1c所示，利用滚压轮80对包含圆锥面425的空心毛坯46进行螺纹滚压加工；

[0223] 图1a工艺需要利用锥形模具机械(或液压)轴向运动冲压工件，先加工形成圆锥

面，再在圆锥面上滚压加工管螺纹，否则的话，管螺纹牙形非完整，管体容易开裂。

[0224] 目前图1a这种滚压管外螺纹加工工艺至少存在下列2个问题：

[0225] 1.由于滚压管外螺纹加工工艺比目前套丝或者是切削加工管外螺纹工艺多了一道设备庞大的圆锥面加工工序，不但费时，而且对于管网现场加工管外螺纹操作非常不便，无法使人接受；

[0226] 2.由于巨大轴向瞬间冲压压力，锥面成形时，管体材料特别是焊管焊缝材料容易受到隐性和显性等破坏，可能造成管外螺纹产品安全隐患。

[0227] 图1b显然存在着切削工艺的缺陷，不再赘述。

[0228] 2、本发明的管外螺纹成形滚压工艺

[0229] 在一个具体的实施例中，本发明的管外螺纹成形滚压工艺包含预成形滚压螺纹和管螺纹成形滚压两个基本步骤，即先在空心毛坯上运用预成形滚压轮进行螺纹预滚压，而后利用管外螺纹成形滚压轮对预滚压后的不圆度、端口外径、锥度、牙高、牙高和其轴向长度均符合后续滚压要求的空心毛坯进行进一步的管螺纹成形滚压加工，并且工艺过程中，预成形滚压的滚压轮数量与管外螺纹成形滚压的滚压轮数量必须奇偶数相异。

[0230] 图2到图4分别显示了本发明的三种预成形滚压工艺实施例。

[0231] 图2显示了本发明一种径向预成形滚压的工艺实施例。当空心毛坯40旋转时，滚压轮81采用径向进给逐步增加滚压力的方式，完成圆柱面424(图2a)和圆锥面425(图2b)的预成形滚压。当滚压轮设计成为圆锥圆柱混合体时，被预成形的空心毛坯也为圆锥圆柱混合体。由于其滚压方式与现有径向滚压螺纹工艺相近，在此不再赘述。预滚压后空心毛坯外表面具有预成形螺纹。

[0232] 为了减少设备径向滚压力，本发明预成形工艺优选地采用轴向滚压预成形工艺。

[0233] 图3显示了本发明一种轴向预成形滚压的工艺实施例。如图3a所示，预成形滚压轮81为具有预成形螺纹的圆柱形滚压轮，并且滚压轮81与空心毛坯之间设置有径向偏置角。预成形滚压过程中，至少3个圆柱形滚压轮在空心毛坯外表面进行圆柱面滚压，优选地包含至少4个圆柱形滚压轮在空心毛坯外表面进行圆柱面滚压，所述圆柱面滚压是指滚压后的空心毛坯外表面呈圆柱面424。如图3b所示，当预成形滚压轮81为具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮，至少3个圆锥形滚压轮，优选地包含至少4个圆锥形滚压轮，在空心毛坯外表面进行圆锥面滚压，所述圆锥形滚压指滚压后的空心毛坯外表面呈圆锥面425。如图3c所示，当空心毛坯端口轴向超过圆锥形滚压轮81时，其超过部分则为圆柱部分，完成预成形滚压后的空心毛坯为圆柱圆锥混合面，预滚压后空心毛坯外表面具有螺纹。

[0234] 需要指出的是，本发明轴向预成形滚压过程中，当所述外表面具有预成形螺纹的预成形滚压轮的牙高为零时，所述预成形滚压轮即为外表面光滑的滚压轮。通过设置光滑滚压轮与空心毛坯之间的径向偏置角δ(如图12d和图16d所示)，将光滑滚压轮变成为有一定螺距的环形滚压轮；螺距的大小一部分取决于径向偏置角δ大小。径向偏置角δ使空心毛坯与滚压轮旋转接触在400处时，二者之间产生轴向相对移动，完成至401处的轴向预成形滚压，改变了光滑滚压轮只能径向进给滚压的技术偏见。牙高越小，空心毛坯轴向逐步自动进给预成形时其对钢管的压变形力越小；当牙高为零，当空心毛坯轴向逐步自动进给预成形时其对钢管的压变形力最小。预成形螺纹的螺距必须与管外螺纹螺距一致，当预成形滚压采用光滑滚压轮时，其螺距为特殊螺距，可以认为也是与管外螺纹螺距一致的情况。

[0235] 为了进一步减少设备的径向滚压力和设备的颠覆扭矩，优选地采用轴向径向混合预成形滚压工艺。

[0236] 图4显示了根据本发明的一种轴向径向混合预成形滚压的工艺的实施例，其中预成形滚压轮81为具有螺纹的圆柱形(图4a)或是具有螺纹的圆锥形滚压轮(图4b)，且滚压轮有效长度小于欲加工的管外螺纹产品的螺纹长度，滚压轮81与空心毛坯之间设置有径向偏置角。滚压轮81从空心毛坯内侧400处，向空心毛坯端部401处轴向移动，同时滚压轮81径向进给至一定的工艺位置保持不变或者同步径向进给至一定工艺位置保持不变，使空心圆柱毛坯欲加工螺纹部分的外表面分别加工成形为具有螺纹的圆柱面(图4a)或具有螺纹的圆锥面(图4b)或具有螺纹的圆柱圆锥混合面(图4c)。

[0237] 图2、图3和图4所述成形后的具有螺纹的圆柱面或者具有螺纹圆锥面或者具有螺纹圆柱圆锥混合面，滚压形成上述各种表面的预成形滚压轮上的预成形螺纹的螺距与后续欲滚压的管外螺纹的螺距相同，但预成形螺纹的牙高小于后续欲滚压的管外螺纹的牙高，具体地所述预成形螺纹可以按照如下的方式来设定：

[0238] 牙高：用于滚压圆柱管外螺纹时，所述预成形螺纹的牙高为相对应的欲加工圆柱管外螺纹牙高的5%～70%，优选地是其牙高的5%～40%。

[0239] 用于滚压圆锥管外螺纹时，所述预成形螺纹的牙高等于相对应的欲加工圆锥管外螺纹牙高的5%～60%，优选地是其牙高的10%～40%。

[0240] 比较优选地，所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线。

[0241] 牙型：优选地，所述预成形螺纹牙型为正弦线螺纹牙型。

[0242] 锥度：用于滚压圆柱管外螺纹时，所述预成形螺纹的锥度为零；

[0243] 用于滚压圆锥管外螺纹时，所述预成形螺纹的锥度一般为2°～12°，优选地为3°30′～8°30′。

[0244] 轴向长度：所要指出的是，通过预成形滚压形成的具有螺纹的圆柱面或具有螺纹的圆锥面或具有螺纹的圆柱圆锥混合面的轴向长度应大于等于后续螺纹产品的轴向长度，优选地是大1～3个螺距，特别优选地是大2个螺距。

[0245] 如此经过本发明的预成形滚压后，空心毛坯欲加工螺纹段的毛坯上形成了预成形螺纹，应力得到部分释放，同时毛坯的不圆度达到了符合后续滚压管螺纹的要求，并其符合后续要求的圆柱面和圆锥面端口外径、锥度和其长度(或者高度)更适合后续的管螺纹成形滚压，对进行下一步的管螺纹成形滚压至关重要。

[0246] 本发明预成形滚压轮的形状并不限于圆柱形滚压轮、圆锥形滚压轮和圆锥圆柱混合形这三种，所述的圆柱形滚压轮和圆锥形滚压轮不仅可以是外表面带有螺纹的滚压轮，当螺纹的牙高为零时即可以是外表面光滑的滚压轮，也可以是带有螺纹和光滑面的混合形滚压轮。

[0247] 所述的滚压轮的形状和组合也可以参考专利WO2014056419A1来设置；所述预成形滚压轮可以是环形滚压轮也可以是螺旋滚压轮，在采用环形滚压轮的实施例中，为了能够使空心毛坯在预成形滚压工序中自动轴向进给，预成形滚压轮轴线与空心毛坯轴线在垂直存在一定偏向角，偏向角的角度与预成形管螺纹的螺纹升角相同。

[0248] 在一个特殊的实施例中，本发明预成形滚压轮是采用表面光滑的圆锥形滚压轮，

同时为了能够使空心毛坯在预成形滚压工序中自动轴向进给，预成形滚压轮轴线与空心毛坯轴线在垂直方向存在一个径向偏向角，所述径向偏向角越大，空心毛坯的轴向进给速度越快，一般不大于9度，优选地，小于3度。当所述预成形滚压轮相对于所述空心毛坯旋转或者是所述空心毛坯相对于所述预成形滚压头旋转或者是二者相对旋转时，通过所述的偏向角产生的轴向分力来完成预成形滚压轴向进给。

[0249] 实际使用中，采用表面光滑的预成形滚压轮对毛坯进行轴向预成形滚压时，可能会发生毛坯进料困难，操作失败的现象，影响设备的工艺性。为加强工艺稳定性，可以在此基础上额外增加切削外倒角工艺，但端口处1.5个螺距左右长度的钢管毛坯被切削削薄，表面镀锌层被破坏了。为实现全程无切削的滚压，避免破坏钢管表明镀锌层，预成形滚压轮优选地是采用表面具有牙高不为零的预成形螺纹的滚压轮，所述外表面螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高，比较优选地，所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，更优选地，所述预成形螺纹为正弦线螺纹。

[0250] 本发明的预成形滚压工艺可以只运用一组预成形滚压轮对空心毛坯进行预滚压，也可以运用多组预成形滚压轮对空心毛坯进行反复预滚压，空心毛坯经过反复预滚压后再按照本发明的精神进行螺纹滚压，形成管外螺纹。

[0251] 经过图2到图4所示的任一预滚压工艺加工成形的空心毛坯，再配合本专利所揭示的前后滚压头滚压轮结构形式相适应、奇偶数相匹配和滚压轮总数量的精神，合理与现有的管螺纹加工工艺匹配进行螺纹滚压，可以滚压出符合标准的管螺纹产品。相应的螺纹滚压轮的设计和布置以及螺纹滚压头的设计和布置可以采用专利WO2014056419A1所述的方案。

[0252] 图5是本发明的一种在预滚压后的空心毛坯上进一步轴向滚压形成管外螺纹的工艺示意图。

[0253] 如图所示，本发明管螺纹成形滚压轮包含管外螺纹成形部分，通过所述管外螺纹成形部分的滚压可以在预滚压后的空心毛坯上形成所需管外螺纹。

[0254] 本发明的管外螺纹加工工艺从原理上讲可以理解为根据空心毛坯外径、壁厚、不圆度和材料以及后续的管螺纹牙形和螺纹长度精度，对空心毛坯段需加工管螺纹部分先进行径向或轴向或轴向径向混合预滚压，由于前后滚压预成形螺纹与管外螺纹之间螺纹螺距相同牙高不同，有目的的控制预成形管螺纹的牙高，在一个实施例中，国标55°DN20的管外螺纹的牙高是1.162毫米，预成形螺纹牙高取为0.4毫米，但螺距相同，这样实际上是一条特殊的螺旋线。其外表面螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高，进一步地，所述预成形螺纹的牙型截面积轮廓线不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，更优选地，所述预成形螺纹为正弦线螺纹。

[0255] 在预成形滚压过程中滚压轮逐步接触空心毛坯时，逐步减少(钢管)空心毛坯的原始残余曲率范围和逐步释放空心毛坯部分残余应力，使空心毛坯滚压部分的截面由原来的无规则多边形滚压成形为可控制的仍有一定椭圆度的圆柱形或圆锥形或圆柱圆锥混合体，该有规则的毛坯符合后续螺纹滚压要求。试验发现根据不同原始毛坯的不圆度，预成形滚压后可降低原先毛坯不圆度约10%～35%。为了减少预成形滚压时设备的径向受力，优选地采用轴向滚压或轴向径向混合滚压；进一步地为了减少预成形滚压时设备的颠覆扭矩，优选地采用轴向径向混合滚压。在此基础上进一步有动机地利用管螺纹成形滚压轮数量与预

成形滚压轮数量奇偶数相匹配这一方案，使得滚压管外螺纹过程中形成多条长度可控制的螺旋线进一步释放部分空心毛坯残余应力，进一步纠正毛坯的不圆度。最后，由于螺旋滚压轮同时具有矫圆和管外螺纹成形二大功能，这个有一定椭圆度的圆柱形或圆锥形或圆柱圆锥混合体被滚压成形为符合标准的管外螺纹。通过对不同空心毛坯的外径公差、屈服强度、弹性模量与滚压管外螺纹时弹塑变形力的科学计算，合理的选择与控制预成形滚压轮牙高与径向位置、锥度与长度、滚压次数与时间、滚压轮数量、结构与分布形式、毛坯的残余应力与弹塑变形以及所需滚压力大小，简化了滚压设备，使最终滚压管外螺纹产品合格率达到99%以上，大大增强了滚压管螺纹技术的实用性。

[0256] 3、本发明工艺中预成形滚压轮与管外螺纹成形滚压轮的设置

[0257] 根据本发明的精神，相邻两个滚压步骤中的滚压轮的数量必须相异；亦即在具有预成形滚压和管外螺纹成形滚压两个不同工艺步骤的实施例中，预成形滚压的滚压轮数量与外管螺纹成形滚压的滚压轮数量必须奇偶数相异。当预成形滚压工艺中的滚压轮数量是奇数时，所述的相邻管外螺纹成形滚压工艺中的滚压轮数量必须是偶数；所述的预成形滚压工艺中的滚压轮数量是偶数时，所述的相邻管外螺纹成形滚压工艺中的滚压轮数量必须是奇数。在奇偶数匹配的情况下，再通过有效控制预成形螺纹牙高与牙型、预成形后毛坯端口外径、锥度和轴向长度，可以显著提升管螺纹成形滚压产品的良品率。

[0258] 除了滚压轮数量奇偶相异的设置之外，本发明预成形滚压的矫正滚压轮数量至少为3个，并且管螺纹成形滚压的管螺纹成形滚压轮数量也至少为2个。特别优选地，矫正预滚压轮数量要求大于等于4个，管螺纹成形滚压轮数量要求大于等于3个，并且矫正预滚压轮数量多于管螺纹成形滚压轮数量；预成形滚压轮的长度大于等于管螺纹产品的轴向长度，优选地大1～3道牙的螺距。如此，即使空心圆柱毛坯存在一定的不圆度，例如当空心圆柱毛坯的不圆度大于100um时，也能很好地滚压出所需的管外螺纹，成品率高于99%。

[0259] 需要说明的是，本发明管螺纹成形滚压工艺中的预滚压工艺，可以通过一次预滚压实现，也可以通过多次的滚压实现，例如：进行首次、再次、复次矫正预滚压后再进行管螺纹成形滚压，但相邻两个滚压步骤中的滚压轮的数量必须相异。

[0260] 图6显示了本发明的一个仅有滚压轮盘60的预成形滚压头示意图，该实施例中预成形滚压轮81的数量为5个，所述5个预成形滚压轮等分分布在空心毛坯加工轴线的四周。动力电机通过销轴67带动的滚压头转动，从而使滚压轮81围绕滚压轮轴83的结构示意图。

[0261] 图7显示了本发明多种预成形滚压轮的实施例。本发明预成形滚压轮可以是表面具有预成形螺纹的圆锥形滚压轮(7a)、环形滚压轮与滚压轮轴为一体的柱形滚压轮(7b)、与切料刀组合的柱形滚压轮(7c)以及是与切料刀设置为一体的柱形滚压轮(7d)等多种形式。通过带有切料刀的滚压轮可以在空心毛坯上形成所需具有螺纹的圆柱面或者是具有螺纹的圆锥面或是具有螺纹的圆柱圆锥混合面时，同时完成空心毛坯的切料，大大提供了管外螺纹的加工效率。

[0262] 图8显示了本发明的一个包含径向调节盘76和滚压轮盘70的与图6相匹配的管螺纹成形滚压头示意图，包含4个管螺纹成形滚压轮82，所述4个管螺纹成形滚压轮等分分布在空心毛坯加工轴线的四周。动力电机通过销轴77带动的滚压头转动，从而使滚压轮82围绕滚压轮轴83的结构示意图。

[0263] 还有一个实施例中，预成形滚压轮数量为4个，管螺纹成形滚压轮数量为3个。

[0264] 另一个实施例中，预成形滚压轮数量为6个，管螺纹成形滚压轮数量为3个或者是5个。

[0265] 又有一个实施例中，预成形滚压轮数量为7个，管螺纹成形滚压轮数量为4个或者是6个。

[0266] 再有一个实施例中，预成形滚压轮数量为8个，管螺纹成形滚压轮数量为5个或者是7个。

[0267] 还有一个实施例中，预成形滚压轮数量为9个，管螺纹成形滚压轮数量为4个、6个或者是8个。

[0268] 在实践中，对于2寸以下的空心毛坯，预成形滚压的滚压轮数量以及管螺纹成形滚压的滚压轮数量一般不超过15个，优选地是4、5、6、7、8或9个；

[0269] 在实践中，对于2寸至4寸(包括2寸和4寸)的空心毛坯，预成形滚压的滚压轮数量以及管螺纹成形滚压的滚压轮数量一般不超过19个，优选地是4、5、6、7、8、9、10或11个；

[0270] 对于4寸以上的空心毛坯，预成形滚压的滚压轮数量以及管螺纹成形滚压的滚压轮数量不超过35个，优选地是4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19或20个。

[0271] 预成形滚压轮数量与管螺纹成形滚压轮数量相差1到11个，优选地是1、3、5或7个。所述的相差个数可以是预成形滚压轮数量比管螺纹成形滚压轮多或者少的个数。优选地是预成形滚压轮个数多的奇偶数匹配，如此可以减少管螺纹成形滚压轮的数量，从而减少管螺纹滚压过程中对牙的难度。

[0272] 需要说明的是本发明中的预成形滚压轮数量、锥度、牙高与牙型和其长度与管螺纹成形滚压轮数量、管螺纹产品长度精度这二者关系可以根据空心毛坯外径、壁厚与材料、其不圆度、滚压轮直径大小、滚压轮形式、螺纹牙形以及滚压螺纹长度精度等要求进行增减或匹配。

[0273] 预成形滚压轮和管螺纹成形滚压轮的形式优选地是滚压轮与滚压轮轴为一体的结构。这样，可以有效地增加滚压轮数量，有利于减少分次滚压的次数和延长滚压轮寿命。

[0274] 在一个优选地预成形滚压或管螺纹成形滚压头的实施例中，滚压轮与滚压轮座之间存在轴向自由活动空间891(图6b和图8b)，当然径向也应该有一定的活动空间892(图6b和图8b)。所述的活动空间是指存在一个空间可以使得滚压轮在该空间内自由地活动。所述的轴向活动空间指所述滚压轮在滚压轮轴的轴线方向上的活动空间。所述轴向活动空间的轴向距离是指所述滚压轮在沿所述滚压轮轴的轴线方向上可自由活动的最大距离。所述径向活动空间指所述滚压轮在沿所述空心毛坯加工轴线的垂直方向上的活动空间，该径向活动空间的径向距离是指所述滚压轮体管螺纹成形部分沿所述空心毛坯加工轴线的垂直方向上可相对欲加工的空心毛坯自由活动的最大距离。

[0275] 活动空间的实施方式可以参考专利WO2014056419A1，在一个优选地实施例中，滚压轮与其滚压轮座之间或者是滚压轮轴与其滚压轮座之间可以是轴孔自由间隙活动配合。图6b和图8b显示了该种配合方式，其中图6b是显示了仅仅包含滚压轮盘的管螺纹成形滚压头的结构示意图，所述的滚压轮与滚压轮轴为一体结构；图8b显示了包含滚压轮盘和调节盘的预成形滚压头的结构示意图。所述的滚压轮与滚压轮轴之间可自由配合活动，并显示了所述滚压轮与滚压轮座的自由配合示意图。

[0276] 值得注意的是本发明管螺纹成形滚压轮或预成形滚压轮可以是环形滚压轮也可

以是螺纹滚压轮，优选地是预成形滚压轮采用环形滚压轮，管外螺纹成形滚压轮采用螺旋滚压轮。

[0277] 当采用环形滚压轮时，滚压轮的轴线与所述工件加工工作孔的轴线在垂直方向存在不大于9度的偏向角；同时为了使得各个环形滚压轮在浮动空间内能够以最省力的方式实现自动对牙，减轻滚压力对空心毛坯不圆度的伤害，滚压轮与其滚压轮座之间或者是管螺纹成形滚压轮轴与其滚压轮座之间可以是轴孔自由间隙活动配合；并且各个环形滚压轮的表面还存在起始部分螺纹，该起始部分螺纹是指环形滚压轮在螺纹滚压加工时与空心毛坯最先接触到的螺纹，优选地起始部分螺纹采用等分延伸或等分缩进设计，具体的设计思路是：

[0278] 假设管螺纹成形滚压头中共包括N个环形滚压轮，以其中一个环形滚压轮R_i为起始，沿同一个时针方向的下一个滚压轮R_{i+1}上的起始部分螺纹为：基于滚压轮R_i的起始部分螺纹，并沿滚压轮R_i轴线方向按照原有的牙形和螺距延伸1/N个螺距的距离后得到的螺纹。

[0279] 需要指出所述经过延伸后得到的螺纹是一个假想的概念，下面结合本发明的一个实施例以具体说明：

[0280] 图9显示的是本发明的一个包含4个环形滚压轮的管螺纹成形滚压头中各个环形滚压轮的起始部分螺纹821、822、823和824的位置分布示意图。

[0281] 图中各个环形滚压轮按照其在管螺纹成形滚压头中顺时针方向的排布顺序，由左到右排成一列。所示环形滚压轮R_1起始部分螺纹821为一圈从牙底起始的完整环形螺纹；滚压轮R_2的起始部分螺纹822为滚压轮R_1的起始部分螺纹821沿着滚压轮R_1轴线方向延伸1/4个螺距的距离所得到的螺纹；滚压轮R_3的起始部分螺纹823为滚压轮R_2的起始部分螺纹822沿着滚压轮R_2轴线方向延伸1/4个螺距的距离所得到的螺纹；滚压轮R_4的起始部分螺纹824为滚压轮R_3的起始部分螺纹823沿着滚压轮R_3轴线方向延伸1/4个螺距的距离所得到的螺纹；滚压轮R_1的起始部分螺纹821为滚压轮R_4的起始部分螺纹824沿着滚压轮R_4轴线方向延伸1/4个螺距的距离所得到的螺纹。

[0282] 本发明所述的滚压轮组螺旋滚压轮的设置结构可以参照本领域内技术人员所公知的技术来设定不再赘述。

[0283] 4、滚压头的结构

[0284] 本发明预成形滚压头和管螺纹成形滚压头可以采取相同或者是类似的结构设计。在一个具体的实施例中，预成形滚压头和管螺纹成形滚压头都可以采用带有滚压轮盘和调节盘的结构设计或者是仅仅有滚压轮盘的结构设计。图10～16详细描述了本发明一种通用的滚压头结构的实施例。

[0285] 图10是根据本发明的一种轴向滚压的滚压头实施例结构示意图。图11是图10滚压头中的配有六个滚压轮的滚压轮盘结构示意图。其中，图11a是滚压轮盘的正视图，图11b是滚压轮盘的侧视图。如图10～11所示，滚压头包括前后滚压轮盘(70A、70B)、与滚压轮盘上径向槽71相配的滚压轮轴83及其滚压轮8以及与滚压轮盘上销轴孔701相配的连接销轴702；所述滚压轮盘中心有一工件加工工作孔704，所述滚压轮盘径向槽71与所述滚压轮的安装面是一斜平面703；所述滚压轮轴83通过其与所述滚压轮盘上的径向槽71相匹配的二端斜平面832a和832b安装在所述滚压轮盘径向槽71上，所述径向槽71的形状与尺寸可使所述滚压轮轴83轴向安装。所述的两张滚压轮盘70A和70B通过所述的滚压轮盘连接销轴702

相互连接固定，同轴心地组成滚压头。此外，在滚压头末端装有滚压时间和位置控制调节触杆121，用于控制预成形滚压时间和滚压轴向长度。

[0286] 图12是图10滚压头中的滚压轮轴的结构三视图和滚压轮轴与空心圆柱毛坯轴线在垂直方向径向偏置角δ设置示意图。其中，图12a是滚压轮轴的正视图，图12b是滚压轮轴的俯视图，图12c是滚压轮轴的侧视图。

[0287] 滚压轮轴83二端各有一上下斜平面832a和832b，上下斜平面相互平行，其斜平面的x'轴与滚压轮轴的轴心线x构成一径向设置角δ。加工中心轴线与x'平行，x与加工中心轴线和x'构成的平面呈夹角，该夹角角度等于径向设置角δ。

[0288] 图12d清晰地显示了当滚压轮同轴心地安装在滚压轮轴中央时，滚压轮轴心线与斜平面832a、832b构成了一径向设置角δ。

[0289] 由于滚压轮轴斜平面832a和832b，使其被安装后的滚压轮轴轴向与空心毛坯轴向成形一个螺纹升角δ，当空心毛坯与滚压轮接触相互转动时，空心毛坯可以轴向被移动。螺纹升角δ越大，空心毛坯轴向移动的速度越快，一般不超过9度。对于2寸以下的钢管，所述径向设置角δ优选地为小于5度；对于2寸～6寸的径向设置角δ优选地为小于3度。

[0290] 当滚压轮为螺旋滚压轮时，所述径向设置角为0度。图12e，12f，12g和12h是图10滚压头中的滚压轮轴的结构三视图和滚压轮轴与空心圆柱毛坯轴线在垂直方向径向偏置角δ=0设置示意图。其中，图12e是滚压轮轴的正视图，图12f是滚压轮轴的俯视图，图12g是滚压轮轴的侧视图。图12h清晰地显示了当滚压轮同轴心地安装在滚压轮轴中央时，滚压轮轴心线与平面832a、832b构成了一径向设置角为0度的设计。其它与图12a、12b、12c和12d类似，不再赘述。

[0291] 图13是根据本发明的一种在图10基础上进一步包含调节盘的轴向滚压的滚压头实施例。

[0292] 图14是图13中滚压轮盘的结构示意图。其中，图14a是滚压轮盘的正视图，图14b是滚压轮盘的侧视图。图14滚压轮盘与图11滚压轮盘结构基本相似，所不同的是径向槽71的形状。图14滚压轮盘径向槽71是一圆柱体与长方体之组合，圆柱体的存在是为了安装带圆柱端的滚压轮轴之用，而图11滚压轮盘径向槽71是近似长方体，配合带近似长方体端的滚压轮轴安装。其它结构相同，不再赘述。

[0293] 图15是图13滚压头中的调节盘结构示意图，其中，图15a是调节盘结构的正视图，图15b是调节盘结构的侧视图。径向调节装置包括前后调节盘76A和76B，与调节盘上销轴孔761相配的固定连接销轴763；调节盘中心设有与所述滚压轮盘匹配的工件加工工作孔764以及与所述滚压轮盘匹配的调节盘定位安装盲孔766；调节盘76通过所述调节盘定位盲孔766分别前后同轴心地安装在所述滚压轮盘的外侧并用调节盘销轴763相互连接，并与安装盲孔766形成轴孔配合；转动调节盘76，安装滚压轮轴二端833的滑动块836，如图17c所示，在调节盘的弧形槽762中滑动，从而使滚压轮轴83在滚压轮盘70的径向槽71中作径向移动，组成滚压轮径向位置可调节的滚压头；此外，在滚压头完成滚压加工的一侧装有滚压位置光电感应控制调节触杆122，用于控制滚压时间和滚压长度。应当指出是，当预成形滚压头采用图10所示结构，管螺纹成形滚压头采用图13所示结构时，图10中的通过光电感应控制调节触杆121控制的预成形滚压时间与图13中的通过控制调节触杆122控制的螺纹滚压时间必须合理匹配，才能滚压出合格的管外螺纹产品。动力电机通过销轴77带动的滚压头转

动，从而使滚压轮8围绕滚压轮轴83的结构示意图。

[0294] 图16是本发明滚压轮轴的结构三视图和径向偏置角的设置示意图，其中，图16a是滚压轮轴的正视图，图16b是滚压轮轴的俯视图，图16c是滚压轮轴的侧视图，图16d 滚压轮轴和空心圆柱毛坯轴线在垂直方向设置夹角δ示意图。

[0295] 当滚压轮为螺旋滚压轮时，所述径向设置角为0度。图16e，16f，16g和16h是本发明滚压头中的滚压轮轴的结构三视图和滚压轮轴与空心圆柱毛坯轴线在垂直方向径向偏置角δ=0设置示意图。其中，图16e是滚压轮轴的正视图，图16f是滚压轮轴的俯视图，图16g是滚压轮轴的侧视图。图16h清晰地显示了当滚压轮同轴心地安装在滚压轮轴中央时，滚压轮轴心线与平面832a、832b构成了一径向设置角为0度的设计。其它与图16a、16b、16c和16d类似，不再赘述。

[0296] 图17a是根据本发明的滚压轮结构的示意图。滚压轮分导入部分和滚压部分。预成形滚压部分的滚压轮锥度为2°～12°，其锥度的大小需根据本发明的精神实质来确定，优选地为3°30″ ～8°30″。导入部分的角度一般可以为13°；管螺纹滚压部分为1:16的管螺纹锥度。

[0297] 图17b是根据本发明的滚压轮、滚针轴承与滚压轮轴配合的示意图。滚压轮8与滚针轴承831的配合主要是减少滚压轮旋转摩擦力。滚压轮8通过滚针轴承831自由地安装在所述滚压轮轴83上，滚压轮轴83与滚压轮8之间还可以通过滚珠、调心或者是其它轴承配合；

[0298] 图17c是与滚压轮轴匹配的滑动块的截面图。

[0299] 如图17c所示滚压轮轴83二圆柱端833安装在(位置调节)滑动块836孔中，形成轴孔配合；所述的滑动块836安装在所述调节盘的弧形槽762(图15a)中，形成圆柱与圆弧配合。此外，在滚压头末端装有滚压位置控制调节触杆122，用于控制滚压时间和滚压长度。所述的滚压轮盘通过滚压头框架68(如图18所示)浮动固定在设备机架上(未显示)。

[0300] 所述调节盘相对于所述滚压轮盘转动。调节盘上有一凸轮装置(图中未显示)，通过凸轮曲线控制滚压轮径向距离的调整与滚压头径向打开。必要的时候，滚压轮盘和调节盘之间还可以设置一位置相对转动的检测装置123(图中未显示)，用于数控目的。

[0301] 图18是在图13基础上改进的空心毛坯可以穿越滚压头的轴向滚压的滚压头实施例。

[0302] 在滚压头末端装有滚压位置控制调节触杆121，用于控制滚压时间以实现滚压螺纹的长度的控制。管螺纹滚压时间的控制与预成形的滚压时间和其滚压轮径向位置必须合理匹配。一般而言，预成形后的具有预成形螺纹的圆锥面或者圆柱面或者轴向径向混合面的长度应大于等于需滚压的管螺纹长度，优选地为1～3道牙螺距，更优选地为2道牙的螺距。

[0303] 所述径向位置的设置决定预成形后空心毛坯端口外径。

[0304] 图18的滚压头的框架结构68侧端有孔(未显示)和销轴若干(未显示)，框架结构68或者是滚压头侧端通过销轴套设在滚压设备滑架上的孔，形成浮动连接，从而实现所述滚压模块座与空心毛坯的自对中心。图18中的滚压盘60和调节盘66与图11、14和15相似，滚压轮轴与滚压轮的安装与设置与12、16完全相同，不再赘述。图18与图6、8、10和图13之区别是前滚压盘和前调节盘中心不设有其他辅助或传动装置，这样，空心毛坯可以穿过滚压头进

行轴向滚压。

[0305] 图19显示了本发明的一个手动轴向径向预成形滚压头的实施例的结构示意图。该滚压头包括：上滚压轮座板60A2、带有螺纹的上滚压轮座推杆60A1、扭矩放大齿轮组69、丝杠螺母696、旋转柄691；上滚压轮座板60A2与上滚压轮座60A固定连接，并套设在导柱611上形成轴孔配合，上滚压轮座推杆60A1一端低靠上滚压轮座板60A2固定连接，另一端与丝杠螺母696配合、且与扭矩放大齿轮组中的输出齿轮内孔轴承同轴心配合，扭矩放大齿轮组69输入轴与旋转柄691固定连接，下滚压轮座板60B2与下滚压轮座60B固定连接并套设在导柱611上固定，在旋转柄691带动齿轮输入轴转动时，通过扭矩放大齿轮组69和丝杠螺母696，带动上滚压轮座杆60A1上下移动；当空心圆柱毛坯40被滚压轮81咬合旋转时，完成滚压轮径向进给滚压。当滚压轮81设置成其轴向与空心毛坯在垂直方向(径向)有一偏向角δ时，径向滚压就变成了轴向径向混合滚压。当滚压轮为带切料刀的预成形滚压轮时，该滚压头还可以完成空心圆柱毛坯的切料工艺，预成形滚压轮，优选地，采用预成形螺纹结构。

[0306] 图19的滚压头的框架结构侧端有孔是601和销轴若干(未显示)，滚压头侧端通过销轴套设在滚压设备滑架上的孔，形成浮动连接，从而实现所述滚压模块座与空心毛坯的自对中心。

[0307] 图18、图19和图20的滚压头与空心毛坯通过相对滚压头座与机座的轴孔间隙配合的浮动连接设计实现自对中心实际解决了设备的制造和装配精度与空心毛坯实际装夹的同心度问题，对滚压也是至关重要的。轴孔间隙的大小取决于设备的设计和制造精度，优选地不大于+/-1毫米。

[0308] 图33a是本发明通过蜗轮转递动力使滚压头旋转的滚压头结构示意图，图33b是图33a进一步带蜗杆的结构示意图，图33c图33b进一步带调节盘的结构示意图。

[0309] 图33a中的滚压头结构与图18相似，带有第一、第二滚压盘、连接销轴等。其滚压盘结构与图11相似，滚压轮和滚压轮轴安装方式与图12完全相同，不再赘述。所不同的是，前滚压盘中心不设有其他辅助或传动装置，这样，空心毛坯可以轴向穿过滚压头进行轴向滚压。

[0310] 图33b是图33a滚压头中包括蜗杆或者齿轮731、变速装置21和动力电机(图中未显示)，所述蜗杆或者齿轮731一端与所述的变速装置21的输出轴机械配合，另一端与所述蜗轮或者齿轮736机械配合，所述的动力电机通过变速装置21带动所述的蜗杆或者齿轮731旋转，通过蜗轮或者齿轮736从而带动滚压轮盘70旋转。

[0311] 图33c是根据本发明的一种在图33b基础上进一步包含调节盘的轴向滚压的滚压头实施例，调节盘的结构与图14、15相似，滚压轮和滚压轮轴安装方式与图16完全相同，不再赘述。不同的是，前调整盘中心不设有其他辅助或传动装置，空心毛坯可以轴向穿过滚压头进行轴向滚压。

[0312] 图34所示是根据本发明的一种在图7基础上进一步包含调节盘的轴向滚压的滚压头一实施例结构示意图。

[0313] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而其并非用以限定本发明，任何熟悉本领域的一般技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，应当可以作出种种的等效的变化或替换，例如：所述滚压头的结构还可以参照下面所列专利中涉及到的相应滚压头装置进行合理的设置和改造：US5699691A、US3058196A、EP282889A2、US3452567A、US3058196A、

US20060162411A1、JP10034270A、JP10244340A、JP2003126937A、JP9327742A、CN100542735C、CN2555962Y、CN103264128A、CN103286245A、SU1344479A1、US20120011912A1、US4617816A、US4785649A、US5870918A、GB1150525A、JP1273637A、SU703197A1。

[0314] 5、一体式管螺纹成形滚压加工模块以及相应滚压设备

[0315] 本发明的预成形滚压头和管螺纹成形滚压头可以是分开的，也可以是组合成一体的。当两者组合成一体时可以有效节省工序，序贯性地滚压形成所欲加工的管外螺纹，整体设计显得更为小巧，便于运输和安装。

[0316] 图20显示的是本发明一种预成形滚压头6和管螺纹成形滚压头7组合成一体的滚压加工模块结构示意图。位于左边的是具有5个滚压轮81的预成形滚压头6，位于右边的是具有4个滚压轮82的管螺纹成形滚压头7，预成形滚压头6采用与图18类似的滚压头结构，管螺纹成形滚压头7采用与图13类似的滚压头结构，具体地，各滚压头中径向槽(71)与所述滚压轮(8)的安装面可以是斜平面(703)也可以是常规的平面(如图6 或图8所示)，具体的结构设计并不局限于本发明所直接揭示的滚压头结构。此外，预成形滚压头6和管螺纹成形滚压头7的滚压轮盘和调节盘之间都有一相对转动位置角度检测装置123，根据毛坯直径变化、壁厚以及材料和管螺纹产品的实际要求来确定。以国标环规旋紧检测管螺纹产品第二个台阶为标准，当要求管螺纹产品达到第一个台阶时，预成形滚压头的滚压轮径向位置相应缩小不大于0.5毫米，当要求管螺纹产品达到第三个台阶时，预成形滚压头的滚压轮径向位置相应放大不大于0.5毫米；由滚压时间来控制的预成形滚压面的长度为大于等于管螺纹产品螺纹长度，优选地为大1～3道牙的螺距长度，更优选地为2道牙的螺距长度。预成形滚压头6和管螺纹成形滚压头7通过销轴相互连接，保证预成形滚压头6和管螺纹成形滚压头7与所需加工的空心毛坯同轴心地设置在一起。其中工件穿过预成形滚压头后，直接进入管螺纹滚压。

[0317] 空心毛坯40从左边进入滚压头，121和122是控制预成形滚压时间和顺序的光电感应装置的控制调节触杠。当空心毛坯40完成预成形滚压时，其头部接触控制调节触杆121，控制调节触杠121带动光电感应装置工作，启动调节盘66反向旋转打开，使空心圆柱毛坯脱离滚压轮81，完成预成形滚压，进入右边的管螺纹成形滚压工艺，当其头部接触控制调节触杆122，光电感应装置工作，启动调节盘76反向旋转打开，使空心圆柱毛坯脱离滚压轮81，完成管螺纹滚压，工艺与前述相似，不再赘述。

[0318] 图21显示的是一种包含图13和图18所示滚压头的空心毛坯转动的单头预成形滚压和管螺纹成形滚压设备的结构示意图。该设备除滚压头的设计外，其余部件的设计和专利WO2014056419A1所披露的空心毛坯转动的单头管螺纹成形滚压设备一致。主体结构包括：机座1、动力电机22、夹紧装置3、电机控制装置20以及联接动力电机与空心圆柱毛坯夹紧装置或者是滚压头的变速装置21。其中，所述机座1上设有所述动力电机22及所述电机控制装置20及用于夹紧待加工空心圆柱毛坯的所述夹紧装置3，所述动力电机22在电机控制装置20的控制下，通过所述变速装置21，使所述滚压轮与所述夹紧装置3夹持的空心毛坯40产生相对滚压旋转运动。

[0319] 图22所示的是一种包含两套图20的一体式滚压加工模块的双头管外螺纹生产设备的结构示意图。图中左右二边分别设置空心毛坯预成形滚压头6和管螺纹成形滚压头7，

左右四个滚压头的轴向与径向工作方式、设备的基本配置与功能与图20和图21所述的相同，在此不在赘述。根据需要可以设置倒角装置9完成倒角功能。

[0320] 6、旋转式滚压加工模块及其滚压设备

[0321] 图23～30和图32是本发明滚压加工模块的四种实施例的分布结构图，滚压头由动力(伺服)电机，通过减速箱、蜗轮蜗杆等机械传动带动滚压头的旋转。滚压头中通过图10或者图13中的键槽67或者77配合安装预成形滚压头、管螺纹成形滚压头以及其他加工工具，如：管口端面外倒角加工刀具、内空修正刀具、锥度修正刀具以及螺纹表面磨削或者是热处理工具等。这种空心毛坯固定，滚压头旋转的加工方式，很适合长管的管外螺纹加工，特别是对于石油套管的管外螺纹加工很有实际意义。在石油套管管外螺纹加工中，内孔的尺寸控制很重要。因此，我们可以通过切削加工锥度的方法加工圆锥面，然后滚压管外螺纹，而不通过滚压加工圆柱或者是圆锥面工艺。还可以在加工管外螺纹后，对内孔进行修复加工工艺。预成形滚压头和管螺纹滚压头结构与图13所示的相似，因此不再赘述。

[0322] 图23是根据本发明的一种滚压加工模块的实施例的结构示意图。图中预成形滚压头和管螺纹成形滚压头呈前后设置。二台(伺服)动力电机22分别安装在预成形滚压头和管螺纹成形滚压头中间上方，通过变速装置21和蜗杆6311和6312将旋转动力分别转递给前后二边的蜗轮636和736，蜗轮636和736再通过其中的滚压头座65、75分别带动安装在滚压头座上的预成形滚压头6(图中未显示)和管螺纹成形滚压头7(图中未显示)旋转。也可以安装一台(伺服)动力电机，由变速装置21分别通过蜗杆6311和6312来控制蜗轮636与736转递矫正和管螺纹成形滚压头的旋转。

[0323] 图24显示的是一种包含图23的滚压加工模块的管螺纹成形滚压设备的结构示意图。其中预成形滚压头与管螺纹成形滚压头呈前后水平布局，动力电机通过变速装置21和蜗杆631使滚压头转动。空心毛坯40被夹紧装置3夹紧固定；当电机22开始工作，通过变速装置21、蜗杆631和蜗轮636和736带动预成形滚压头6和管螺纹成形滚压头7旋转，安装在滑座10上的夹紧装置3在滚压轴向力的作用下沿水平(左右)平行导轨11逐步向左轴向进给切入滚压，滚压完成预成形滚压，光电感应装置12控制电机反转，滚压头6退出，夹紧装置3向右轴向退出，完成预成形滚压工位。随后，手动将滚压头组转180度，使管螺纹成形滚压头7进入工位，经过预成形滚压的中间毛坯轴向推入管螺纹成形滚压头7，完成管螺纹轴向成形滚压。

[0324] 图25是根据本发明的一种滚压加工模块的另一实施例的结构示意图。图中预成形滚压头和管螺纹成形滚压头呈左右设置。动力电机通过齿轮21啮合减速并放大扭矩输出动力。一台(伺服)动力电机22安装在预成形滚压头和管螺纹成形滚压头中央上方，通过变速装置21和蜗杆631将旋转动力分别转递给左右二边的蜗轮636和736，蜗轮636和736再通过其中的滚压头座65、75分别带动安装在滚压头座上的预成形滚压头(图中未显示)和管螺纹成形滚压头(图中未显示)旋转。

[0325] 图26是另一种根据本发明的管螺纹成形滚压设备的结构示意图，包含图10或者图13或者图18所示的滚压头的滚压加工模块。二个滚压头6和7呈左右水平布置。空心毛坯40被夹紧装置3夹紧固定，第一步骤，如图26b所示，滑座103上的预成形滚压头6沿前后平面导轨112向前移动至其轴心与空心毛坯轴心同心，然后预成形滚压头6沿左右水平导轨111轴向移动至预成形工位，利用轴向分力开始轴向预成形加工空心毛坯40，完成预成形滚压，光

电感应装置12控制电机反转，滚压头6退出；第二步骤，滑座103沿前后平面导轨112移动将滚压头7的轴心与预成形后的空心毛坯40轴心同心，图中未表示，滚压头7沿左右水平导轨111移动至滚压螺纹工位，利用轴向分力对空心毛坯进行螺纹滚压加工，完成管螺纹滚压，光电感应装置12控制电机反转，滚压头7退出完成整个滚压工艺。

[0326] 滑座102和滑座103的平面运动(前、后、左和右)可用数控或者手动来执行。光电感应装置可分别安装在每一个工序上，预成形和螺纹滚压，通过控制系统和本发明的精神实质来控制加工时间和速度。需要指出的是，优选地是采用径向位置可以调节的滚压头，根据钢管毛坯外径、其不圆度、壁厚和材料以及后续管螺纹的要求来调整其滚压轮径向位置；当然前后工序中的滚压轮数量必须奇偶匹配和滚压轮总数量，优选地预成形滚压轮采用环形滚压轮，而管外螺纹成形滚压轮采用螺旋滚压轮。

[0327] 对于具有保护涂层的管材的螺纹滚压，图26所示的夹紧装置3优选地可以采用图36所示的结构，它是由动力装置35、第一夹紧模座34、第一夹紧模33、第二夹紧模32和夹紧框架31构成；

[0328] 所述动力装置35与所述第一夹紧模座34配合连接；所述第一夹紧模33安装固定在所述第一夹紧模座34上；所述动力装置35、所述第一夹紧模座34与所述第一夹紧模33安装在夹紧框架31内一侧；所述第二夹紧模32安装在夹紧框架31内的另一侧；

[0329] 并且所述第一夹紧模33和第二夹紧模32在相对的位置分别均设有第一半圆柱形内腔36A和第二半圆柱形内腔36B，优选地，所述第一半圆柱形内腔36A和第二半圆柱形内腔36B的内表面均具有至少两条凸起的圆弧形体361，并且所述圆弧形体361的弧度与所欲夹持的管件的弧度基本一致；

[0330] 在所述动力装置的作用下，所述第一夹紧模座34可带动所述第一夹紧模33移动，并使之与所述第二夹紧模32合拢，进而夹紧管件。

[0331] 所述动力装置优选地是液压系统。

[0332] 工作原理是：将管件套入第一夹紧模和第二夹紧模内，开启液压泵，通过油缸作用推动第一夹紧模座带动第一夹紧模和第二夹紧模相对作用压相向管件，将管件固定住。由于夹紧模接触管件表面是一个圆弧面，和管件是面接触，最大化地增大了接角面积，模具内圆弧面上开有三个凸槽(形成了4条圆弧形体)。使夹具模与管件面积受力更均匀，凸槽转角处带有小圆弧起到保护涂层过渡作用。在对涂层管件进行螺纹滚压的过程中，既保证了滚丝工作的进行，又保护了涂层的不损坏。

[0333] 对比图26，图32是再一种包含图10或者图13或者图18所示的滚压头的滚压加工模块的管螺纹成形滚压设备的结构示意图。图32a是设备的正视图，图32b是设备的俯视图。二个滚压头6和7呈左右水平布置与滑座10上。空心毛坯40被夹紧装置3夹紧固定，第一步骤，如图32b所示，滑座10上的预成形滚压头6沿前后平面导轨112向前移动至其轴心与空心毛坯轴心同心，然后预成形滚压头6沿左右水平导轨111轴向移动至预成形工位，利用轴向分力开始轴向预成形加工空心毛坯40，完成预成形滚压，光电感应装置121控制电机反转，滚压头6退出；第二步骤，滑座10沿前后平面导轨112移动将滚压头7的轴心与预成形后的空心毛坯40轴心同心，图中未表示，滚压头7沿左右水平导轨111移动至滚压螺纹工位，利用轴向分力对空心毛坯进行螺纹滚压加工，完成管螺纹滚压，光电感应装置122控制电机反转，滚压头7退出完成整个滚压工艺。

[0334] 滑座10的平面运动(前、后、左和右)可用数控或者手动来执行。光电感应装置可分别安装在每一个工序上,预成形和螺纹滚压,通过控制系统和本发明的精神实质来控制加工时间和速度。需要指出的是,优选地是采用径向位置可以调节的滚压头,根据钢管毛坯外径、其不圆度、壁厚和材料以及后续管螺纹的要求来调整其滚压轮径向位置;当然前后工序中的滚压轮数量必须奇偶匹配和滚压轮总数量,优选地预成形滚压轮采用环形滚压轮,而管外螺纹成形滚压轮采用螺旋滚压轮。

[0335] 图27是根据本发明的一种滚压加工模块的又一实施例的结构示意图。图中预成形滚压头和管螺纹成形滚压头呈L形设置。一台(伺服)动力电机22安装在预成形滚压头和管螺纹成形滚压头上方,通过变速装置21和蜗杆631将旋转动力分别转递给二组的蜗轮636和736,蜗轮636和736再通过其中的滚压头座65、75分别带动安装在滚压头座上的预成形滚压头(图中未显示)和管螺纹成形滚压头(图中未显示)旋转。

[0336] 图28是利用图27滚压头L形布置滚压预成形加工圆柱毛坯的进一步说明图。圆柱毛坯工件的移动方式和滚压头进给方式与前述的相似,不再赘述。

[0337] 图29是图28进一步加工管螺纹说明图。当完成预成形滚压后,滚压头组在外力的作用下,旋转90度,继续进行管外螺纹加工。圆柱毛坯工件的移动方式和滚压头进给方式与前述的相似,不再赘述。

[0338] 图30是根据本发明的一种滚压加工模块的再一实施例的结构示意图。图中预成形滚压头、管螺纹成形滚压头和其它工艺加工组呈十字架设置。一台(伺服)动力电机22安装在预成形滚压头、管螺纹成形滚压头和其它工艺加工组中央上方,通过变速装置21和蜗杆631将旋转动力分别转递给四边的蜗轮636、736、936和1436,蜗轮再通过其各自的滚压头座65、75、95和145分别带动安装在滚压头座上的预成形滚压头(图中未显示)与管螺纹成形滚压头(图中未显示)旋转以及后续的辅助加工刀具(图中未显示,可以是圆柱毛坯内孔加工、端面加工、锥度加工或者是螺纹表面加工等)工作。辅助刀具的工作原理与现有公知的技术相近,在此不再赘述。滚压头组在外力的作用下,每旋转90度,进行各种加工,例如:内孔修正加工14、端面加工15、螺纹感应热处理、螺纹磨削以及螺纹涂胶加工等,其工作方式与现有技术相似,其加工工具安装在滚压头座1436、1536的形式与前述的形式,因此不再赘述。

[0339] 7、管螺纹成形滚压生产线

[0340] 图31是根据本发明的一种双头圆锥管螺纹成形滚压生产线的结构示意图。

[0341] 图中左右二边前后分别设置空心毛坯预成形滚压头6和管螺纹成形滚压头7,它将预成形滚压和管螺纹成形滚压分成A工位和B工位。当空心毛坯40被锁紧并通过动力电机(图中未显示)按设定的转速旋转时,左右二个首次预成形滚压头6分别由400处也即欲加工的螺纹头部开始预成形滚压切入,由外向里至401处也即欲加工的螺纹尾部完成首次预预成形滚压,工件被松开,预成形滚压头6向外退出,机械手将工件从A工位转递到B工位,再次锁紧并通过动力电机(图中未显示)按设定的转速旋转,管螺纹成形滚压头7,分别由420处也即欲加工的螺纹头部开始矫圆滚压切入,由外向里至421处也即欲加工的螺纹尾部完成再次滚压管外螺纹,工件被松开,管螺纹成形滚压头7向外退出,机械手将管外螺纹产品从B工位转递到下一个工位,完成双头圆锥管外螺纹产品滚压加工。将A工位的预成形滚压工艺改成冲压或者是挤压工艺同样可以实现滚压管外螺纹的产品,但其工艺和产品缺陷已如上述的说明,在此不再赘述。

[0342] 8、一种用本发明的方法、滚压头、模块、设备及其生产线所生产的预成形管螺纹产品

[0343] 图35一种用本发明的方法、滚压头、模块、设备及其生产线所生产的预成形产品。图35a是一种圆柱形预成形管螺纹产品，图35b是一种圆锥形预成形管螺纹产品，图35c是一种圆柱圆锥混合体预成形管螺纹产品，图35d是图35a、图35b和图35c的为正弦线管螺纹牙形局部示意图。图示的外表面螺纹的螺距与后续管外螺纹成形部分的螺距相同，其外表面螺纹的牙高小于所述管外螺纹成形部分的牙高，进一步地，图示预成形螺纹的牙型截面积轮廓线(剖面线部分)不超过所述管外螺纹成形部分的牙型截面积轮廓线，更进一步地，图示预成形螺纹为正弦线螺纹。预成形滚压后的螺纹产品，其表面粗糙度Ra小于0.125，表面硬度提供20% ～ 100%，不圆度降低10% ～ 50%；对于镀锌管而言，其表面锌层完整。

[0344] 9、本发明管外螺纹加工实施例

[0345] 下面以燃气行业常用规格为DN32、长度为6000毫米、壁厚为3.5毫米，不圆度为150um，材料为Q235的燃气专用镀锌焊管现场安装为例，结合图1、图3和图5以及图32对比现有滚压加工管外螺纹工艺，对本发明的前述目的、技术方案和有益效果加以进一步详细说明。

[0346] 根据现有国家标准《低压流体输送用焊接钢管》(GB3091～2008)DN32燃气专用镀锌钢管的外径423为42.4毫米，普通壁厚为3.50毫米，不圆度小于500um。根据现有国家标准《55°密封管螺纹》(GB/T7306.1～2000)DN32管螺纹的牙高是1.479毫米，螺距是2.309毫米。

[0347] 如图1a所示，采用现有滚压管外螺纹工艺，采用大吨位轴向冲压装置，首先加工1:16的圆锥面425；如图1c所示，然后利用管螺纹成形滚压轮80，从管口端420处也既欲加工的管外螺纹头部460处开始滚压切入至421处也既欲加工的管外螺纹尾部461处方向轴向滚压加工管外螺纹产品，完成管外螺纹产品46的滚压加工。这种滚压加工方法必须有大吨位轴向冲压或者是径向挤压设备，专门用于加工圆锥面425。同时，在冲压或挤压压力在成形锥面时，对管体材料，特别是钢管原始外径423与圆锥面交集处的焊管焊缝461，造成隐性和显性的破坏，给滚压管外螺纹产品留下安全隐患。

[0348] 或者我们采用图1b所示的切削圆锥面的方法，利用外倒角装置9中的切削刀91加工圆锥面425，其结果是表面镀锌层被完全切削，空心毛坯壁厚减薄，失去了滚压管螺纹的很多优势，同时加工刀具要求高，难度大。

[0349] 我们还试验采用三滚压轮进行缩径滚压和锥度滚压作为预滚压工序，其结果钢管毛坯均显三角形，其不圆度从150um增加至650um左右，增加约225%，超出国家标准500um约30%。而后，采用三个管螺纹滚压轮滚压，滚压显示出更加明显三角形的管螺纹，不圆度进一步加大，显然是废品；或者采用四个管螺纹滚压轮滚压，依然滚压出显三角圆形的管螺纹，其螺纹外径的不圆度大于为2mm，显然又是废品；

[0350] 为了解决前述问题，如图3b、图5b和图5d以及图32所示，采用本发明的预成形滚压方法对空心毛坯40，利用圆锥面具有预成形螺纹滚压轮81，进行圆锥面预成形滚压。空心毛坯的材料为Q235，属于中低碳钢，根据本发明的精神，使毛坯上成形牙高为0.5毫米的，螺距为标准螺距2.309毫米的预成形螺纹，同时部分释放钢管生产时的残余应力。预成形后的圆锥面425的锥度为6度。如图32所示，滚压头6由400处也既欲加工的管外螺纹头部420处开始预成形滚压，利用滚压头6上的滚压轮81与空心毛坯40的偏向角在滚压过程中产生的轴向

分力，向401处也即欲加工管外螺纹尾部421轴向预成形滚压形成带预成形螺纹的一条圆弧与圆弧相连的特殊螺旋线的圆锥面425；之后，已形成圆锥面425的毛坯进入轴向管螺纹成形滚压工艺，如图5b所示，在具有矫圆功能的螺旋管外螺纹成形滚压轮82的作用下，产生矫圆和管外螺纹成形工艺，标准DN32钢管外径空心毛坯40在480与481处形成合格的管外螺纹。由于采用同一台设备和同一个动力电机直接滚压方法，设备结构大大简化轻便，为滚压管外螺纹工艺的推广打下了基础。同时，由于摈弃了冲压工艺和设备，避免了冲压压力在锥面成形时对管体材料，特别是在钢管标准外径与锥面交集处481的焊管焊缝的隐性和显性破坏，大大减少了现有滚压技术对管外螺纹产品产生的安全隐患。同时，避免了切削锥面工艺带来的镀锌层被破坏钢管被削薄等问题，以及径向三滚轮滚压圆锥面或者缩径成圆柱面带来的空心毛坯变形造成滚压失败的后果。

[0351] 下面结合图32进一步详细说明具体加工实施步骤。首先，将前述标准钢管外径毛坯40的DN32置于夹紧装置3之中并夹紧，打开电机开关使空心毛坯40旋转，手动将浮动的滚压切料装置5按工艺径向进给，滚压切断空心毛坯40的6000毫米的长度至所需长度2750毫米，手动反向旋转松开滚压切料装置5，关闭电机开关，完成切料工位。通过摇柄101手动将预成形滚压装置6轴向进给推至加工位置400也即欲加工的管外螺纹的头部420位置；手动将浮动的预成形滚压装置6中的滚压轮81轴向接触空心毛坯40的加工位置400，空心圆柱毛坯40被导入，利用具有预成形螺纹的圆锥形预成形滚压轮与空心毛坯40的偏向角进行轴向预成形进给滚压，当完成预成形滚压后，也就是滚压轮到达空心毛坯的尾部401时，光电感应装置控制调节触杆121工作，电机反向旋转，之后手动搬动预成形滚压控制盘上的径向位置控制扛(图中未显示)，使预成形滚压装置中的滚压轮6与空心毛坯40脱离；水平径向推动滑座10，将其上的管螺纹成形滚压装置7推送至工作工位，并使其中的滚压轮82轴向接触圆锥毛坯40加工位置420，圆锥毛坯被导入，利用螺旋滚压轮的螺旋升角与圆锥毛坯40的导入角差异轴向进给矫圆与管螺纹成形滚压，当完成管螺纹成形滚压后，也就是滚压轮到达圆锥毛坯的尾部421时，光电感应装置控制调节触杆122工作，电机反向旋转，之后手动搬动管螺纹成形滚压控制盘上的控制扛(图中未显示)，使滚压装置与管外螺纹产品脱离；滚压加工完成。在加工管外螺纹过程中，根据滚压工艺需要，可以将浮动的倒角装置一并使用。

[0352] 结合图1至图8以及图32，将它们相对比，本发明的管外螺纹产品的方法、滚压头及其设备与现有技术的管外螺纹产品的制造方法、滚压头及其设备的差异性显而易见，由此带来其有益效果是：适用性更广，产品合格率大于99%以上，与目前现场100%采用的切削套丝工艺步骤基本接近，加工装置简易轻便，符合人们目前使用习惯，便于大量推广使用。

[0353] 下面再以燃气行业常用规格为DN20、长度为1000毫米、壁厚为2.8毫米，不圆度为120um，材料为Q195的燃气专用镀锌焊管预成形管螺纹为例，结合图3a、图33、34和35，对用本发明的方法、滚压头、设备、滚压模块和其生产线所生产的预成形螺纹产品的前述目的、技术方案和有益效果加以进一步详细说明。

[0354] 为了解决前述预成形工艺的问题、减少施工现场的螺纹加工工序，提高施工效率，如图3a、图33和34所示，采用本发明的预成形滚压方法对空心毛坯40，利用具有预成形螺纹的圆柱滚压轮81，进行圆柱面预成形滚压。空心毛坯的材料为Q195，属于中低碳钢。国标55°DN20的管外螺纹的牙高是1.162毫米，根据本发明的精神，预成形管螺纹牙高取为0.4毫米，但螺距相同，使空心毛坯上成形牙高为0.4毫米的，螺距为标准螺距1.162毫米的正弦线管

螺纹，同时部分释放钢管生产时的残余应力。如图34和35a所示，滚压头7A由400处也既欲加工的空心毛坯头部420处开始预成形滚压，利用滚压头7上的滚压轮81与空心毛坯40的偏向角在滚压过程中产生的轴向分力，向401处也即欲加工空心毛坯尾部421轴向滚压形成带正弦线管螺纹的一条圆弧与圆弧相连的特殊螺旋线的圆柱面。在预成形滚压过程中滚压轮逐步接触空心毛坯时，逐步减少(钢管)空心毛坯的原始残余曲率范围和逐步释放空心毛坯部分残余应力，使空心毛坯滚压部分的截面由原来的无规则多边形滚压成形为可控制的仍有一定椭圆度的圆柱形体，该有规则的毛坯符合后续管外螺纹滚压要求。使用所述产品，一根在工厂化标准生产的长1米的带预成形管螺纹的毛坯，可以在现场根据施工需要切料，直接进行管外螺纹滚压工艺，省略图32所述的二次滚压方法中预成形管螺纹滚压。由于预成形螺纹滚压对后续管外螺纹滚压生产的质量直接相关，等于控制了后续管外螺纹的生产质量，同时实现快速安装。如图34所示，根据实际需要，可以使用7B滚压头或者不用7B滚压头作二次预成形滚压。

[0355] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而其并非用以限定本发明，任何熟悉本领域的一般技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，应当可以作出种种的等效的变化或替换，并不受前述的滚压方法与方向、预成形滚压轮的牙型、滚压轮数量与安装形式、滚压头数量与安装形式、滚压次数与滚压方式、滚压轮座径向与轴向运动形式等限制。

[0356] 例如：预成形滚压轮和管螺纹成形滚压轮切入点可以是从管外螺纹的螺纹头部开始，也可以是从有效螺纹的螺尾或者是从完整螺纹的螺尾或者是完整螺纹的其它非螺纹口端开始滚压切入，向螺纹头部方向完成螺纹滚压。

[0357] 各个滚压头可以是水平布置，也可以是垂直布置。

[0358] 对预成形螺纹的螺距，根据毛坯的外径、壁厚、材料和不圆度等以及其牙高的大小，可以与管外螺纹滚压轮的螺距有30%以下的公差。

[0359] 当滚压轮没有完全径向进给到位而轴向滚压时，我们可以等同地认为该滚压头上的滚压轮实际上就是不完整螺纹或牙高小于设计牙高的滚压轮。

[0360] 特别要指出的是，当钢管毛坯在采用现有冲压工艺完成完美的不圆度后或者钢管毛坯本身是精密钢管，其不圆度很小时，本发明的预成形滚压工艺可以简化和省略，而直接进入本发明的矫圆与管螺纹成形滚压工艺；或者是当甲方在某地经由本发明所揭示的加工方式生产出符合后续管外螺纹加工所需的空心毛坯后，运送至乙方所在地用管外螺纹滚压加工方式后续生产管外螺纹产品，也是可以生产出合格的管外螺纹产品。

[0361] 针对不同钢管种类：如碳钢管、不锈钢管、铜钢管、钛合金钢管以及特殊合金钢管等；不同尺寸钢管：如3/8寸以下及6寸以上等，或者是其它非标准外径尺寸空心毛坯；不同钢管厚度、有缝无缝钢管；不同管外螺纹牙形；如NPT、BSPT、API以及米制管螺纹等，特别是钢管不圆度，可以根据利用本发明所揭示的滚压方法确定滚压轮的结构与数量、预成形螺纹的牙高等设计加工管外螺纹。

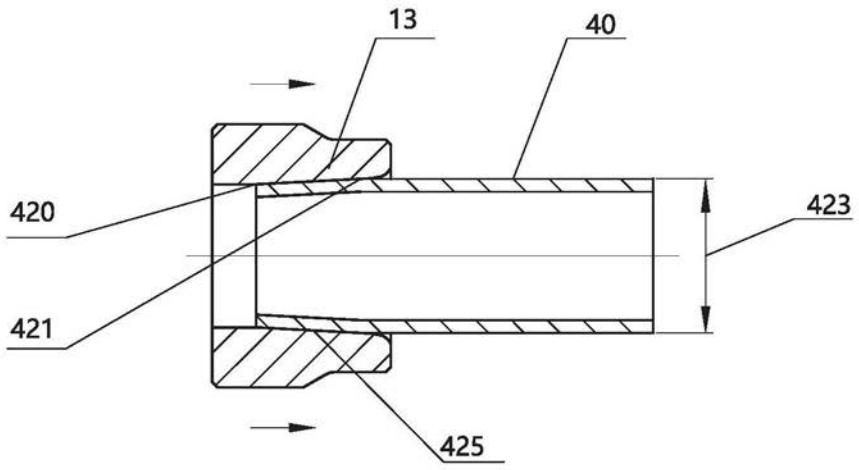
[0362] 另外，通过合理的设计，我们也可以将其它钢管矫正装置组合在本发明的滚压头和设备中，完成管螺纹成形滚压。

[0363] 每个滚压轮也可以自带旋转动力以滚压轮轴为中心自行旋转产生相对于空心毛坯的运动。

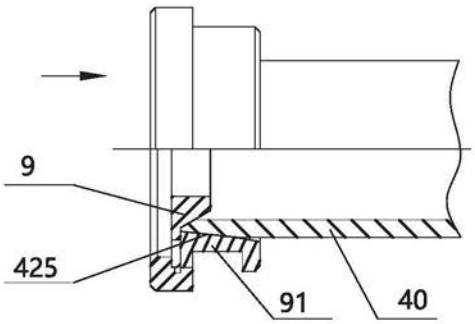
[0364] 最后需要说明的是本发明的滚压方法不但适合空心毛坯。我们可以利用其预成形

滚压头的奇偶数相异原则，运用多组滚压轮对需要进行矫直、缩径或者是表面强化的毛坯进行多道滚压，使得工件的表面应力分布更为均匀，从而提高毛坯的不圆度、直线度和表面硬度的质量。

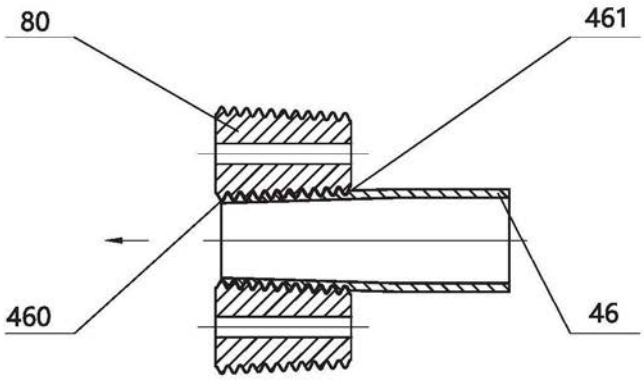
[0365] 因此，本发明的保护范围当视后附的本申请权利要求所界定的范围为准。



a

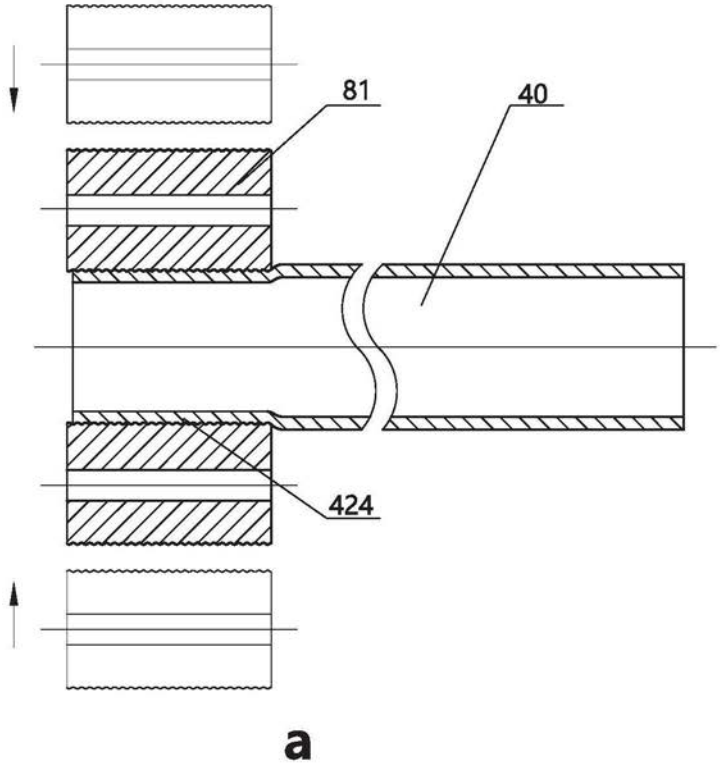


b

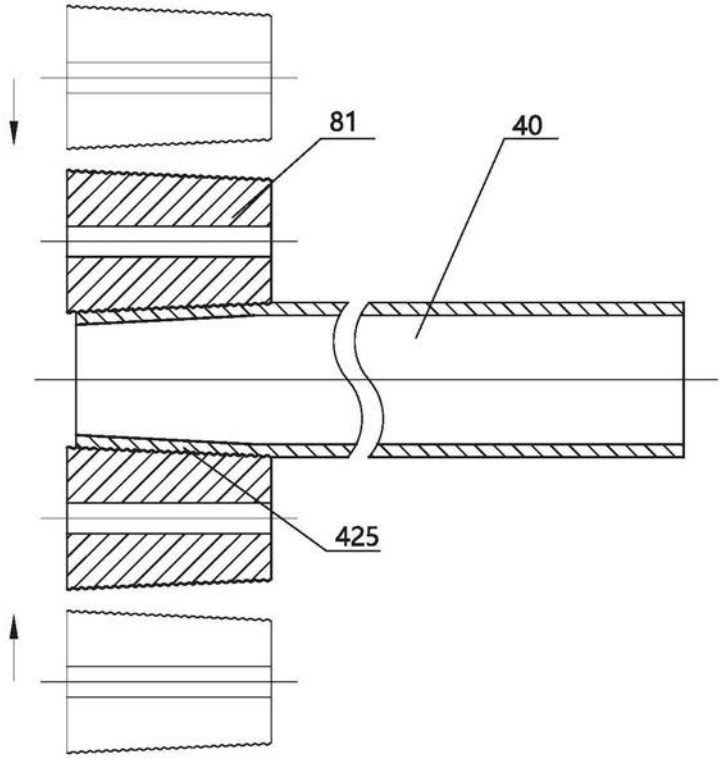


c

图1



a



b

图2

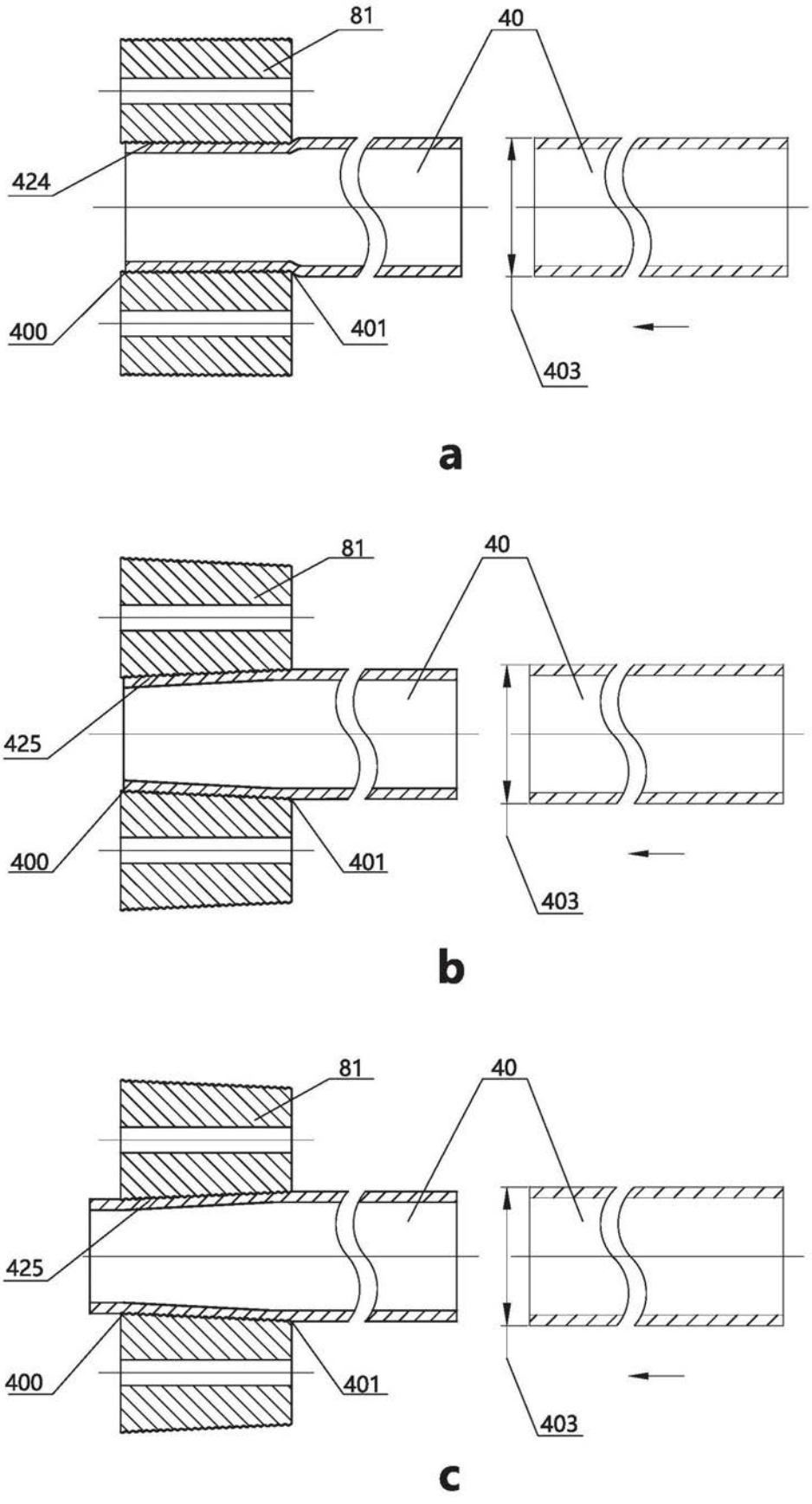

81
40
424
400
401
403
a
81
40
425
400
401
403
b
81
40
425
400
401
403
c

图3

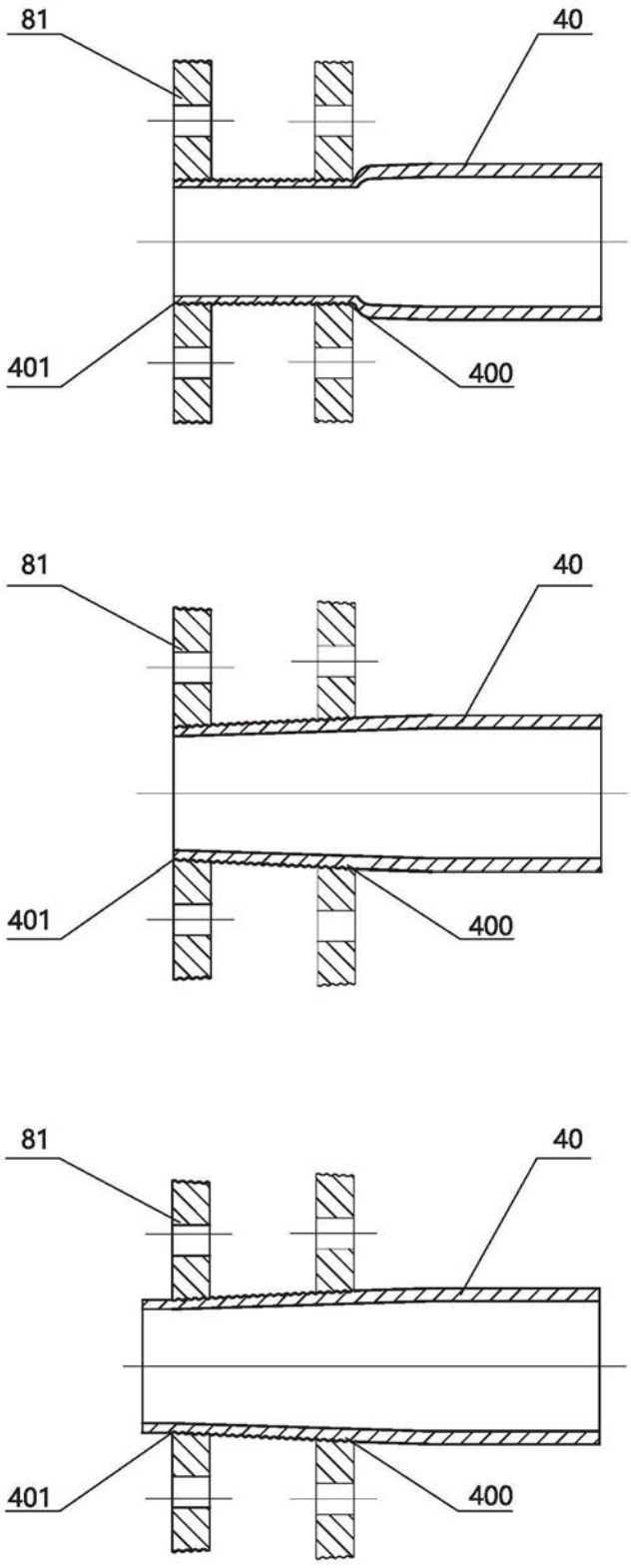


图4

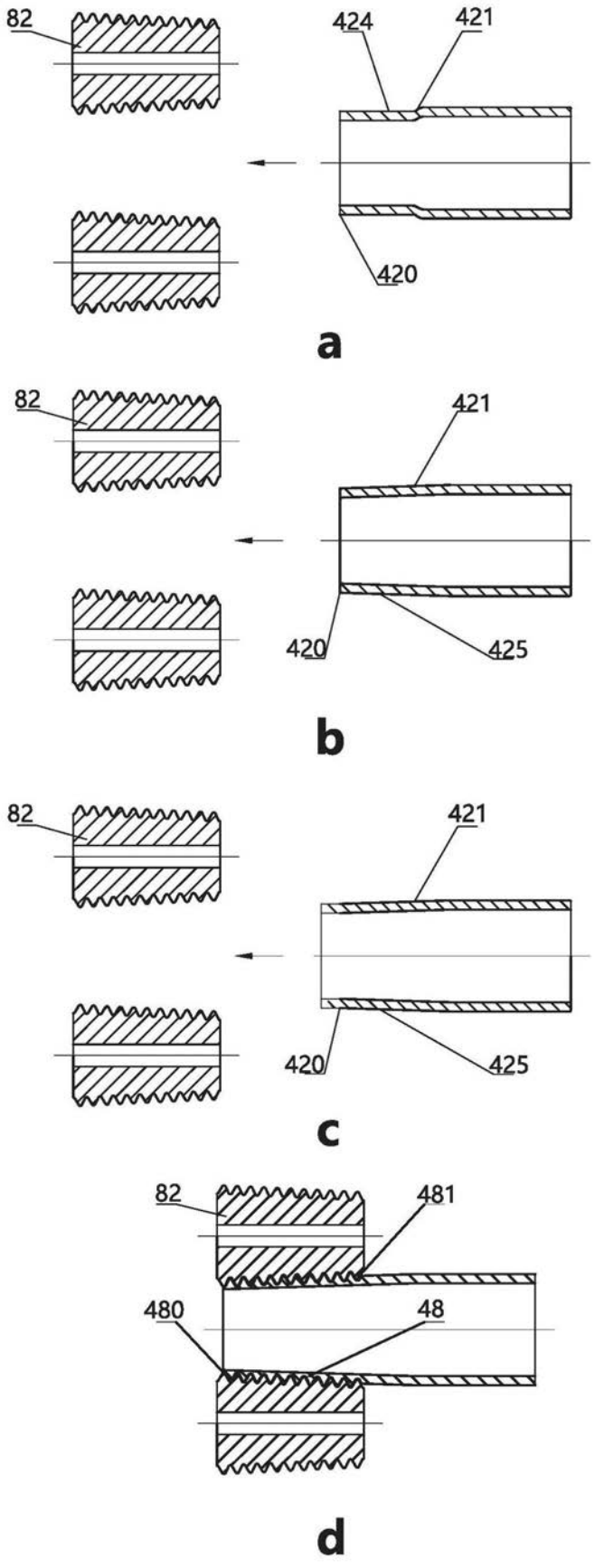
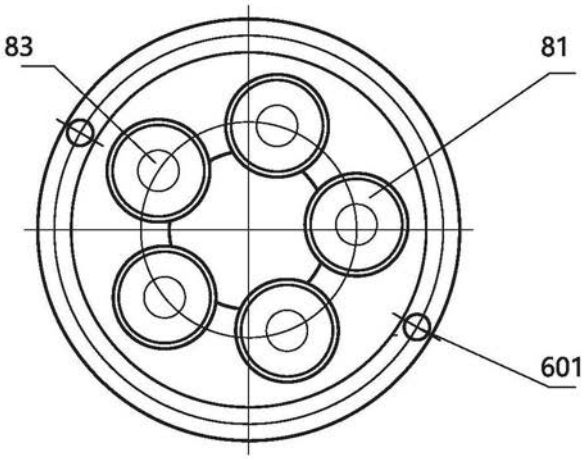
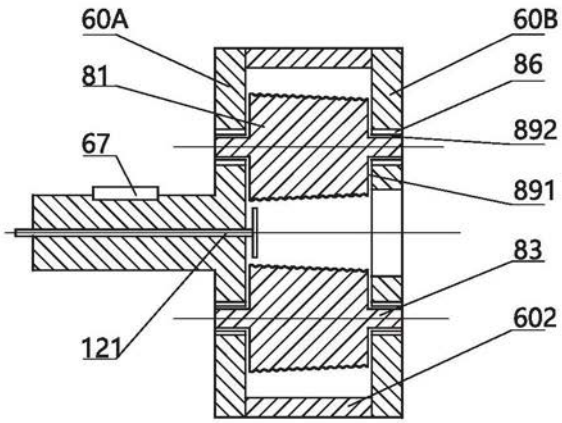


图5



a



b

图6

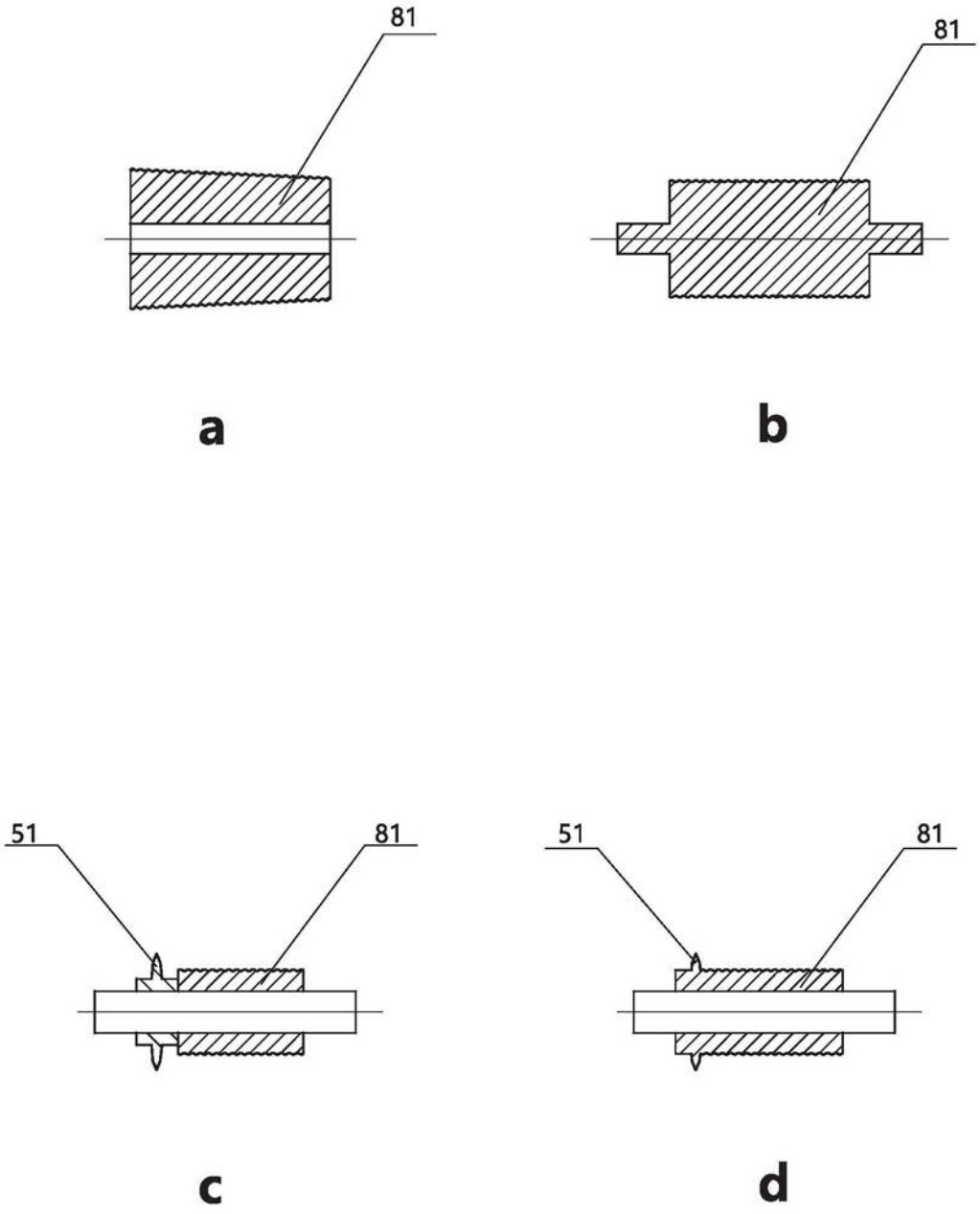
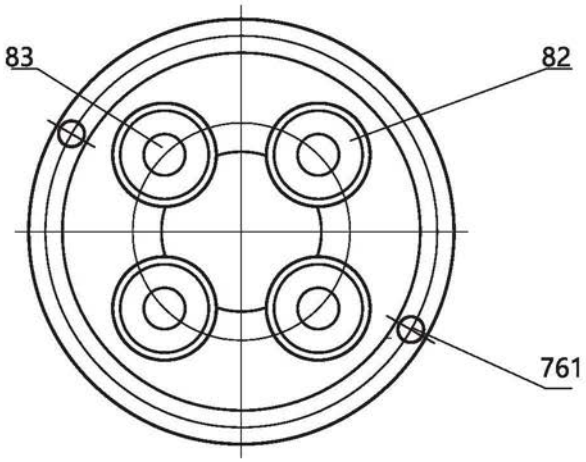
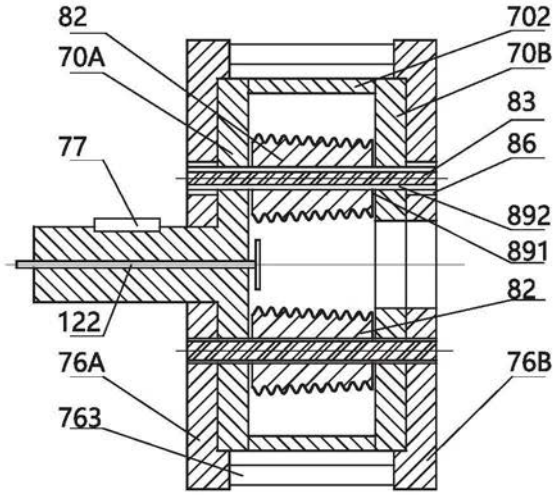


图7



a



b

图8

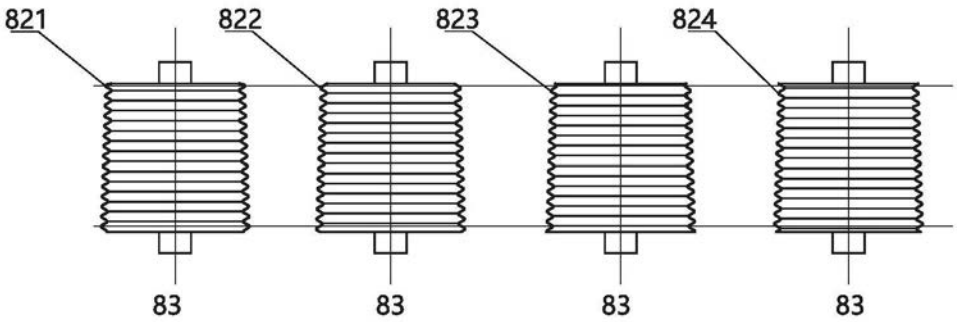


图9

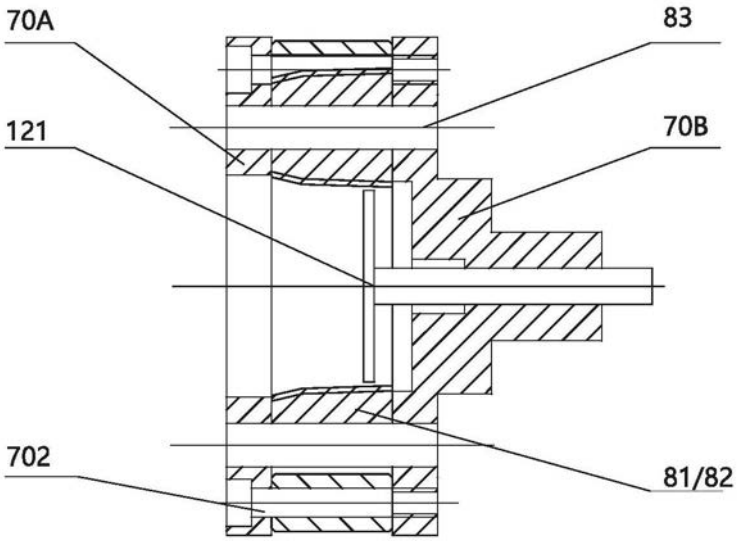


图10

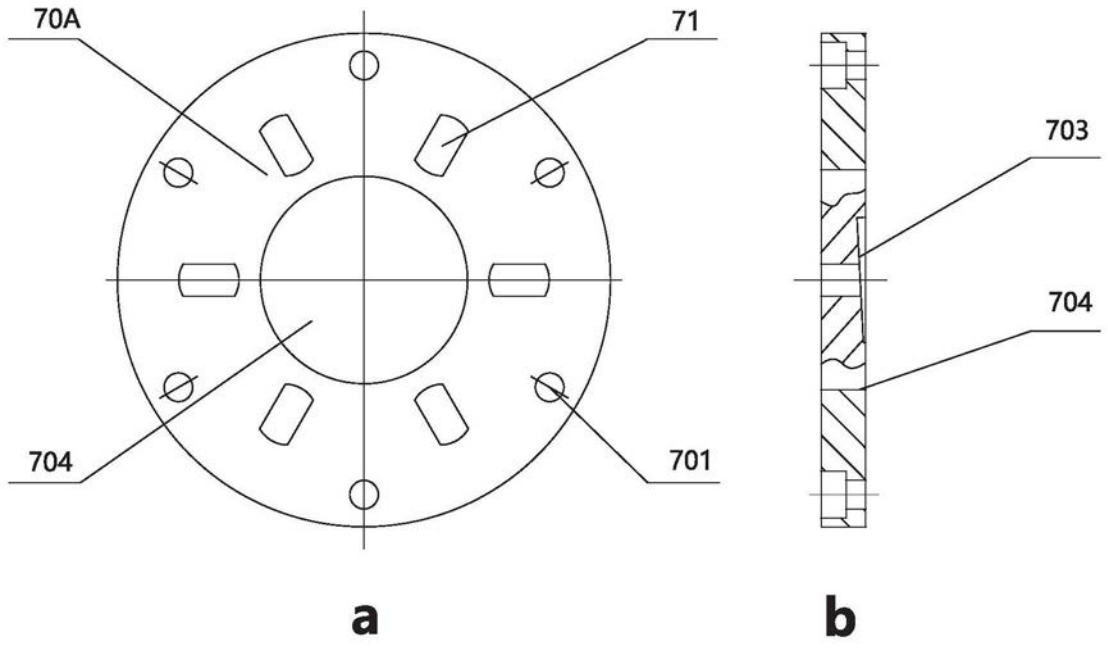
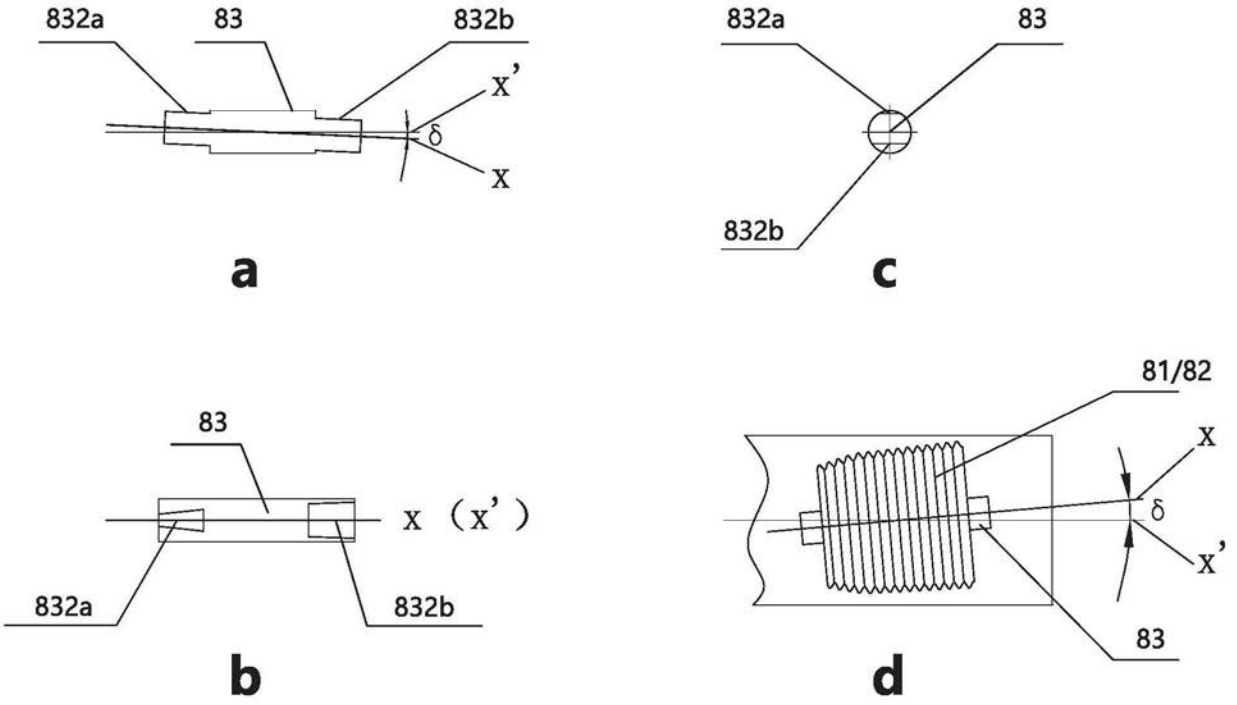

70A
71
703
704
704
701
a
b

图11


832a
83
832b
x'
δ
x
a
832a
83
832b
c
83
x (x')
832a
832b
b
81/82
x
δ
x'
83
d

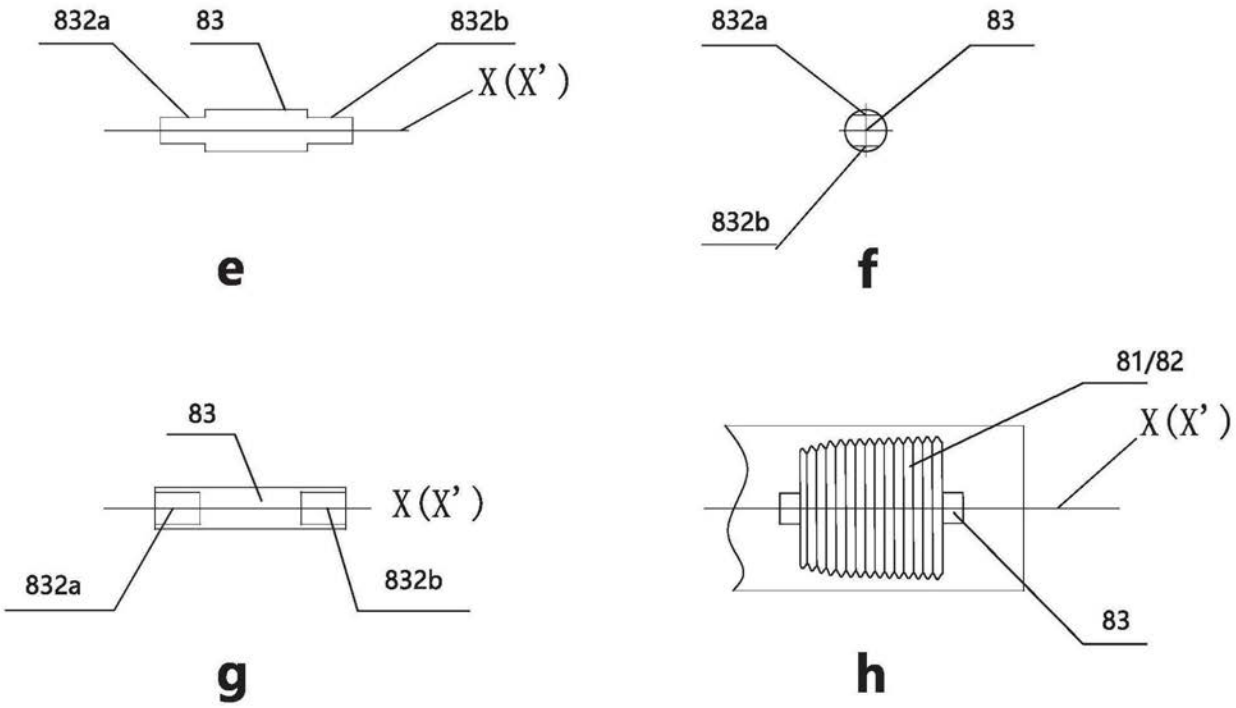

832a
83
832b
X(X')
e
832a
83
832b
f
83
X(X')
832a
832b
g
81/82
X(X')
83
h

图12

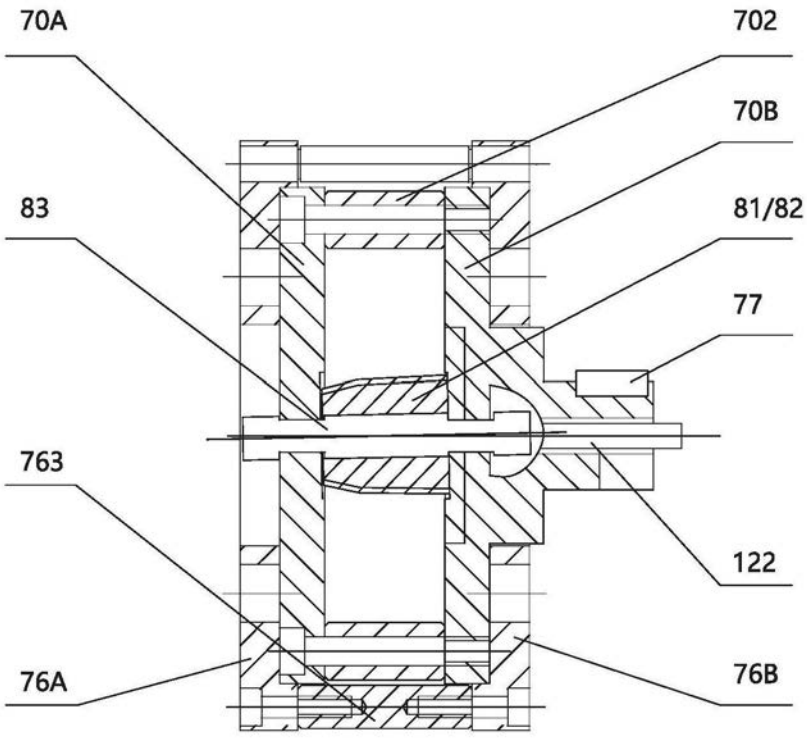

70A
702
70B
83
81/82
77
763
122
76A
76B

图13

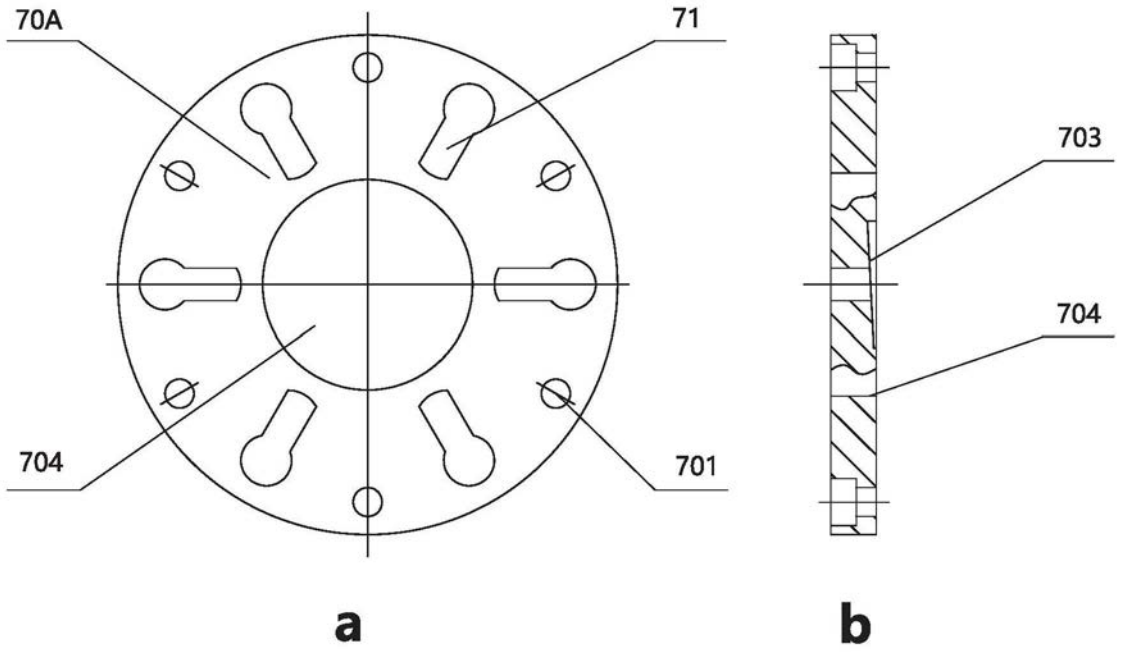


图14

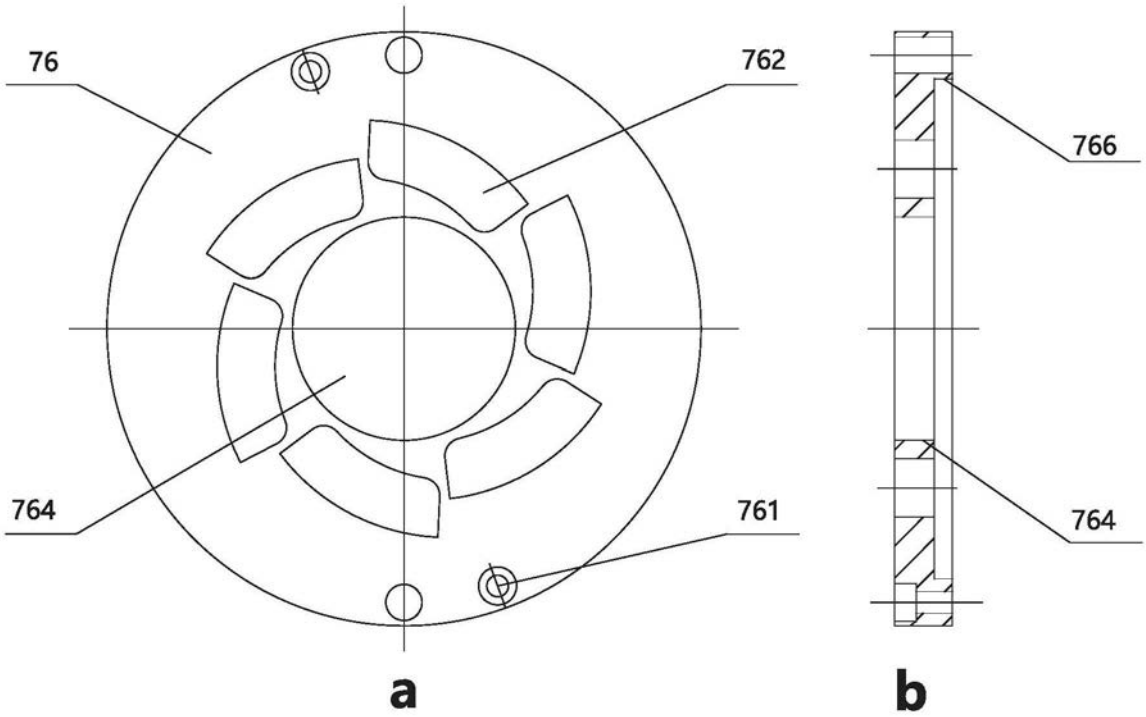


图15

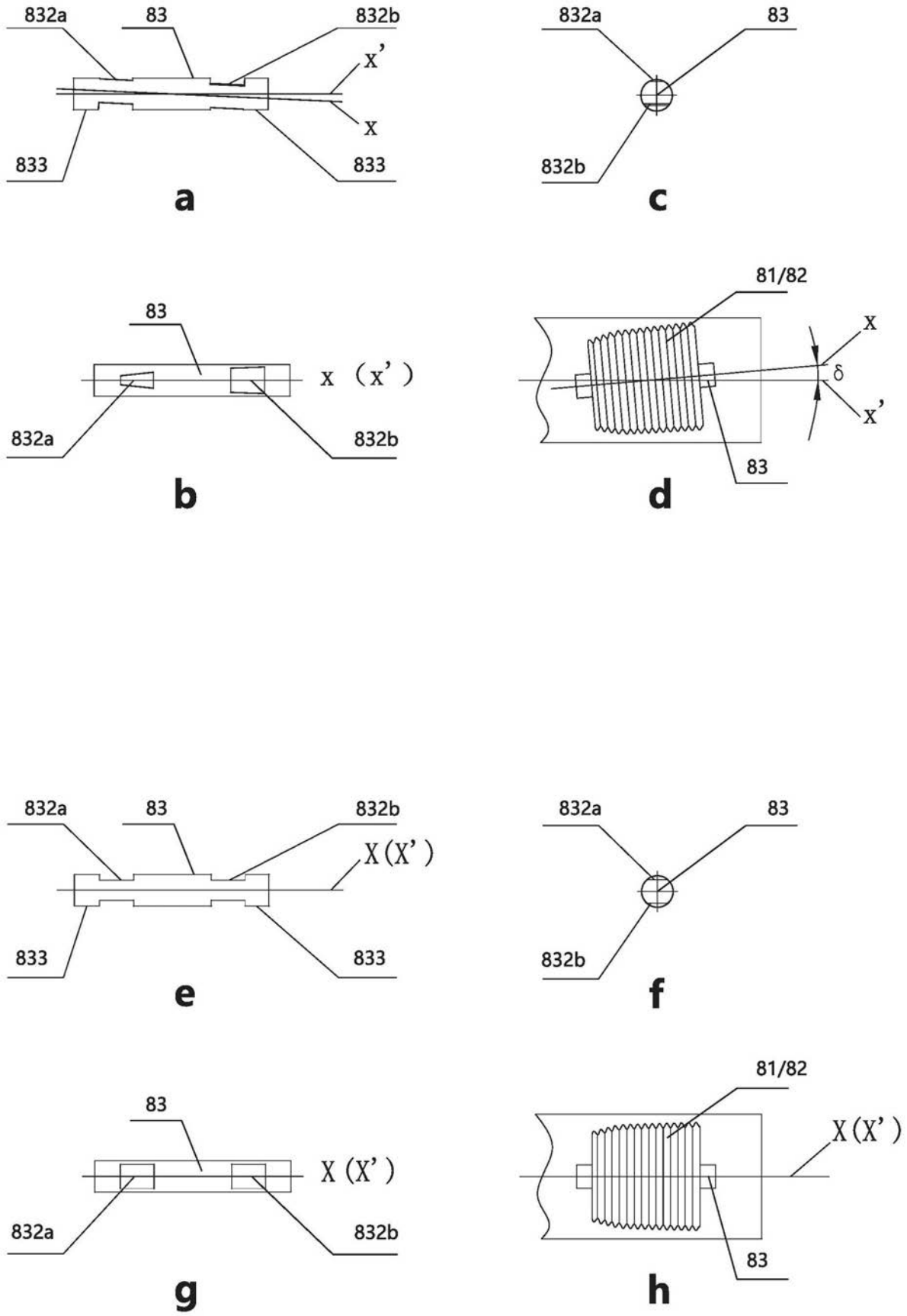

832a
83
832b
x'
x
833
833
a
832a
83
832b
c
83
x (x')
832a
832b
b
81/82
x
δ
x'
83
d
832a
83
832b
X(X')
833
833
e
832a
83
832b
f
83
X (X')
832a
832b
g
81/82
X(X')
83
h

图16

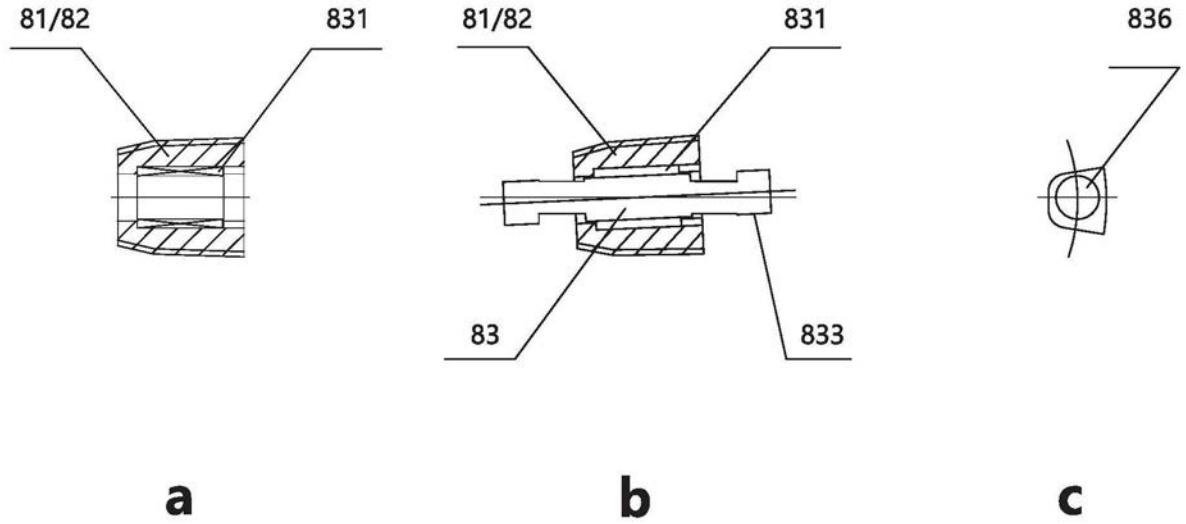

81/82
831
81/82
831
836
83
833
a
b
c

图17

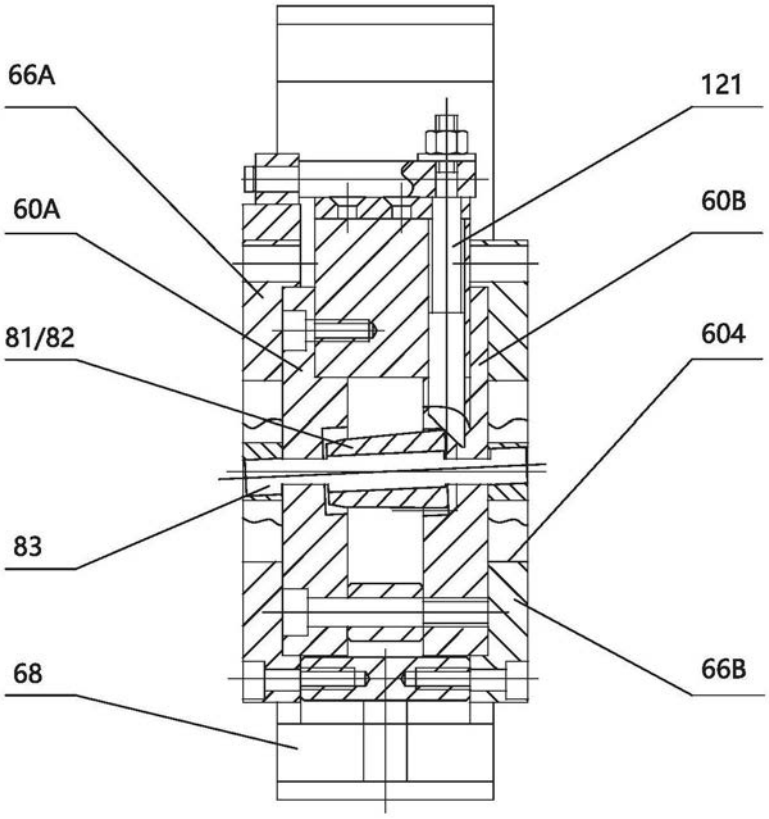

66A
121
60A
60B
81/82
604
83
68
66B

图18

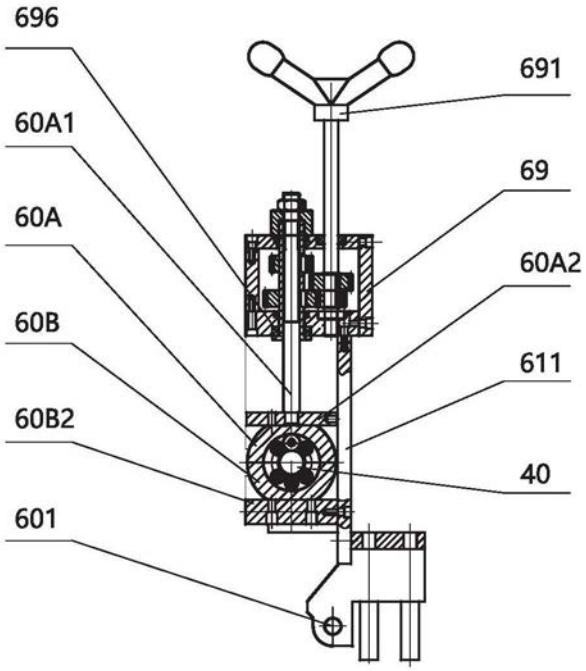

696
691
60A1
69
60A
60A2
60B
611
60B2
40
601

图19

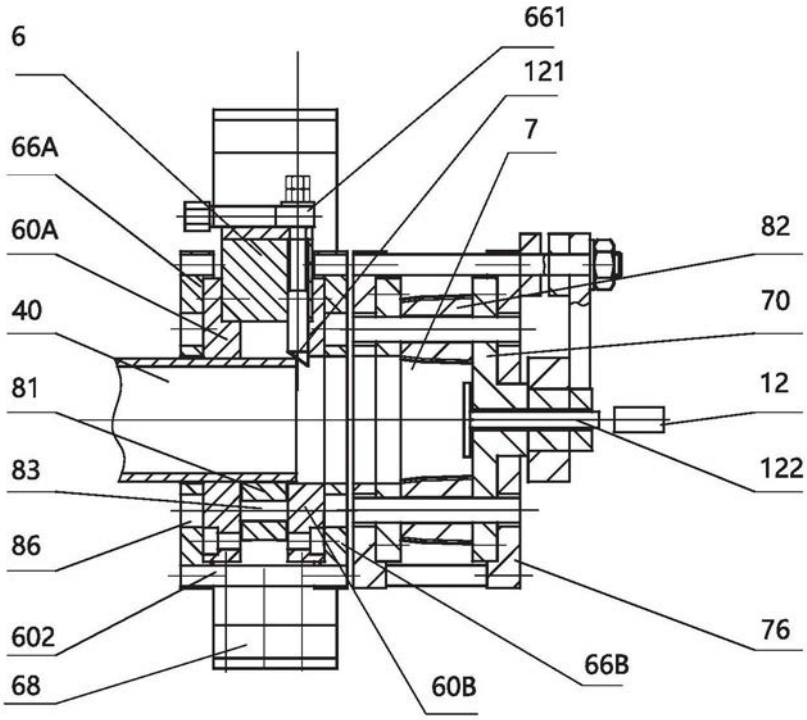

661
6
121
7
66A
82
60A
70
40
12
81
122
83
86
76
602
66B
68
60B

图20

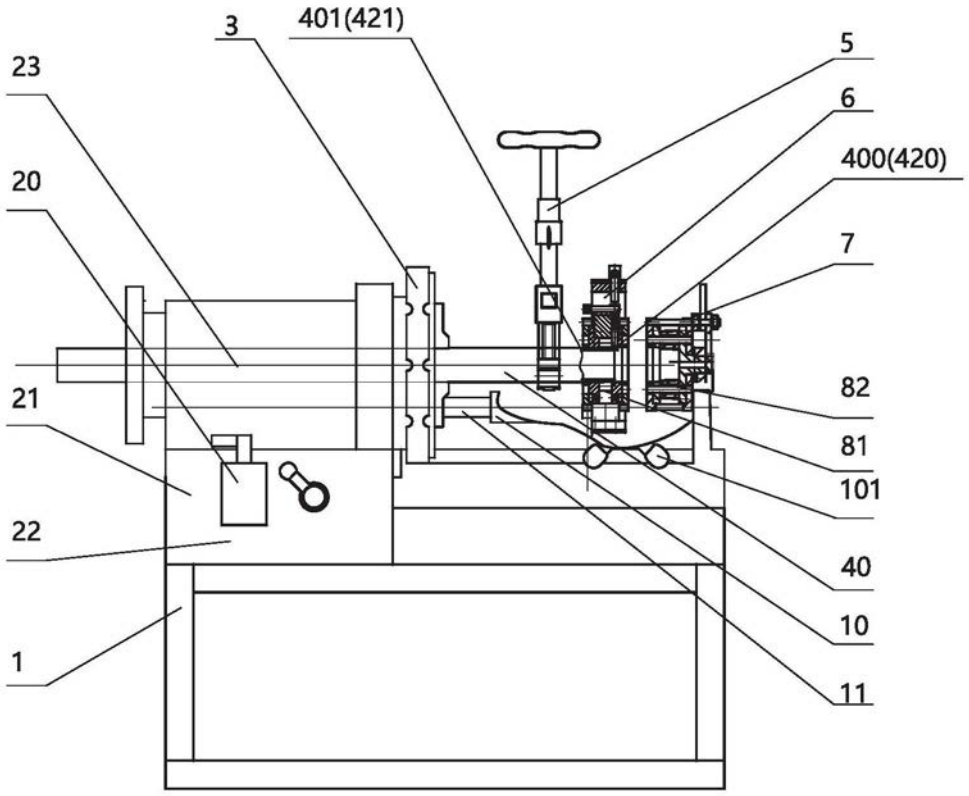

3
401(421)
5
23
6
400(420)
20
7
82
21
81
101
22
40
10
1
11

图21

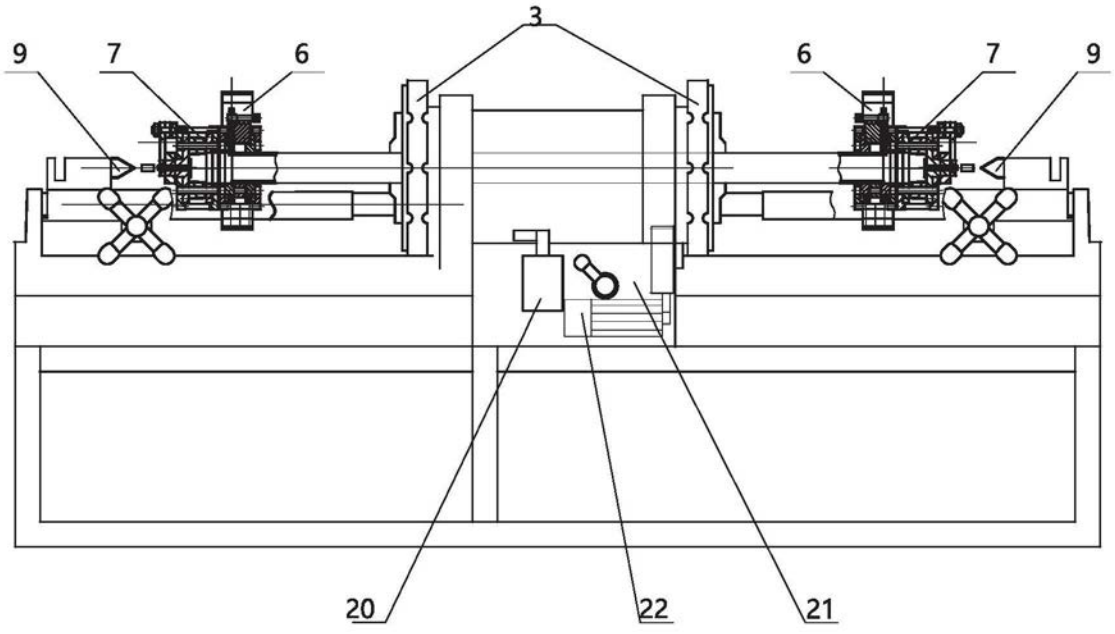
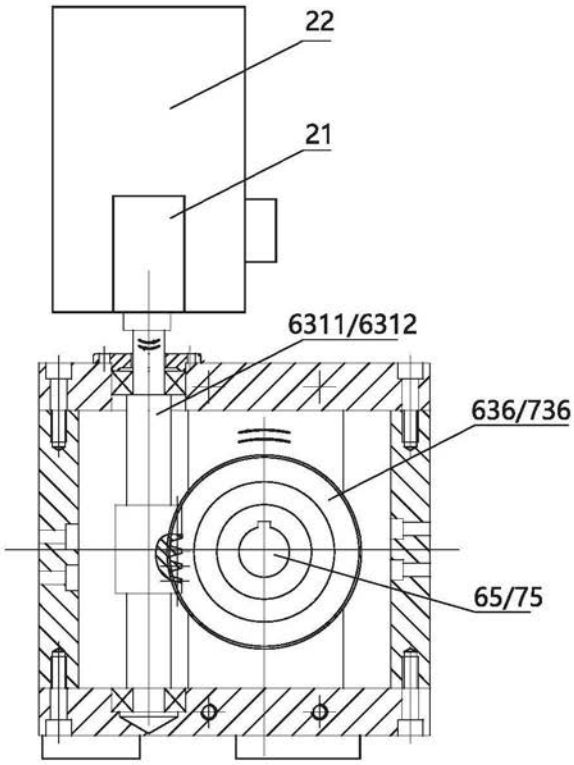
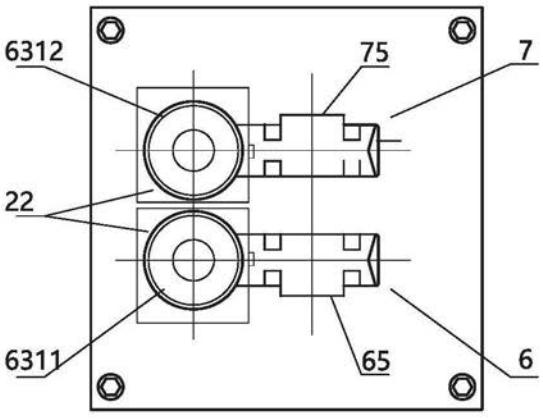

3
9
7
6
6
7
9
20
22
21

图22



a



b

图23

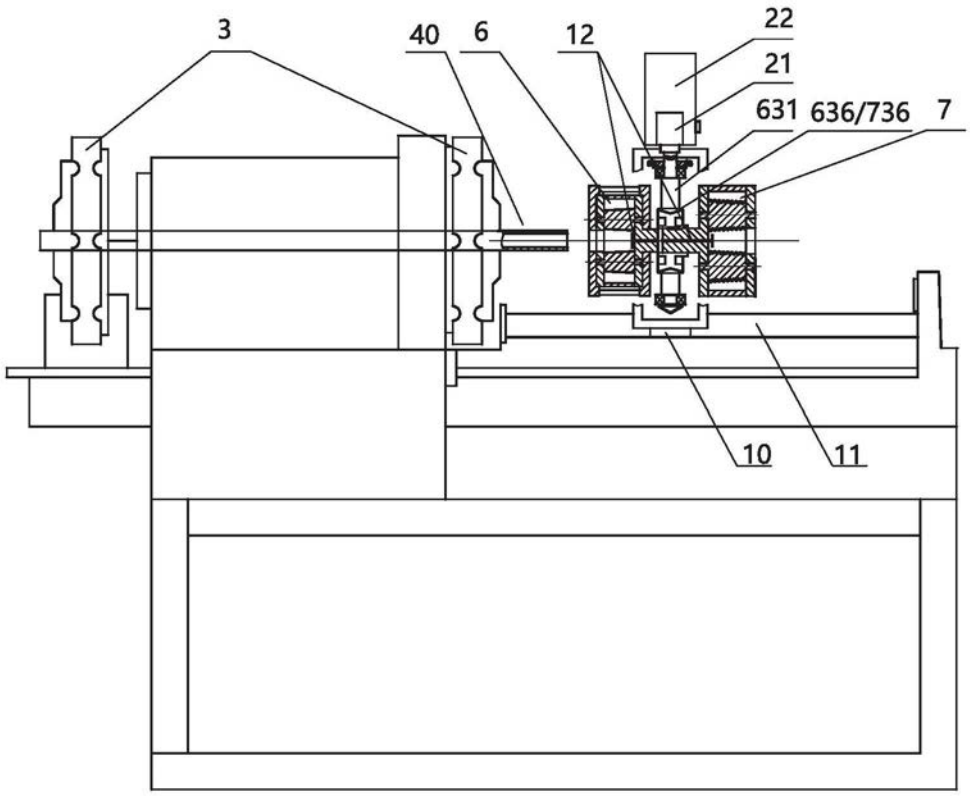
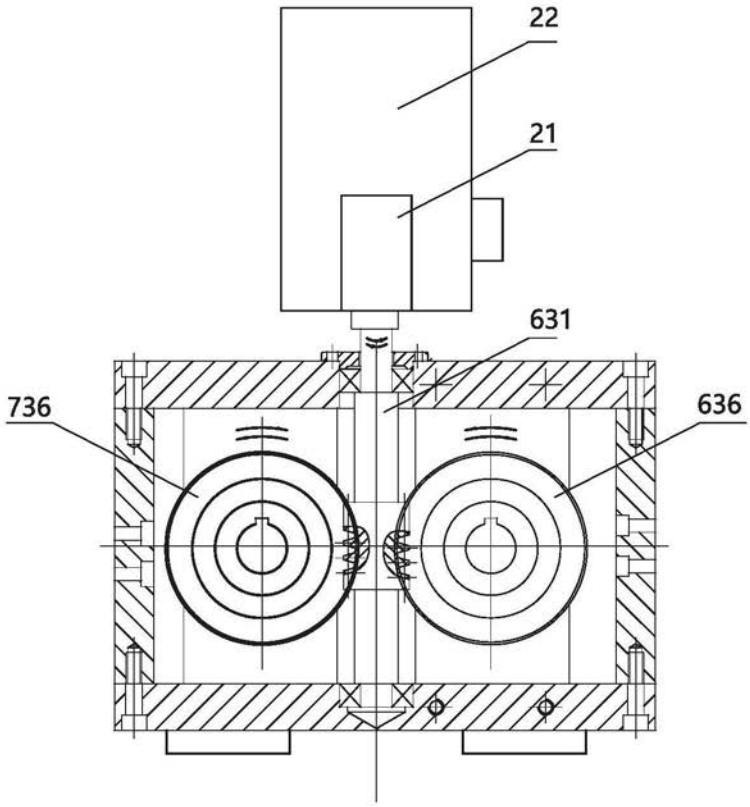
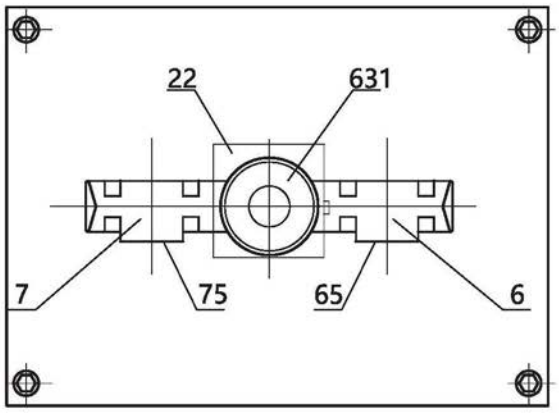


图24

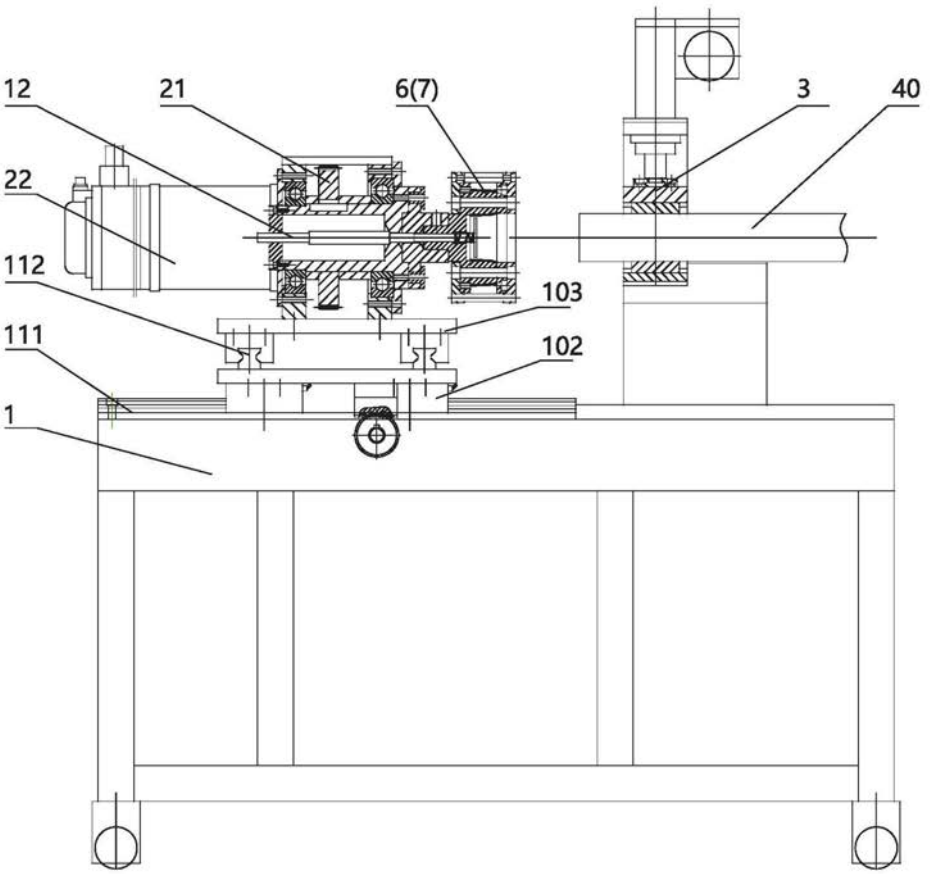


a

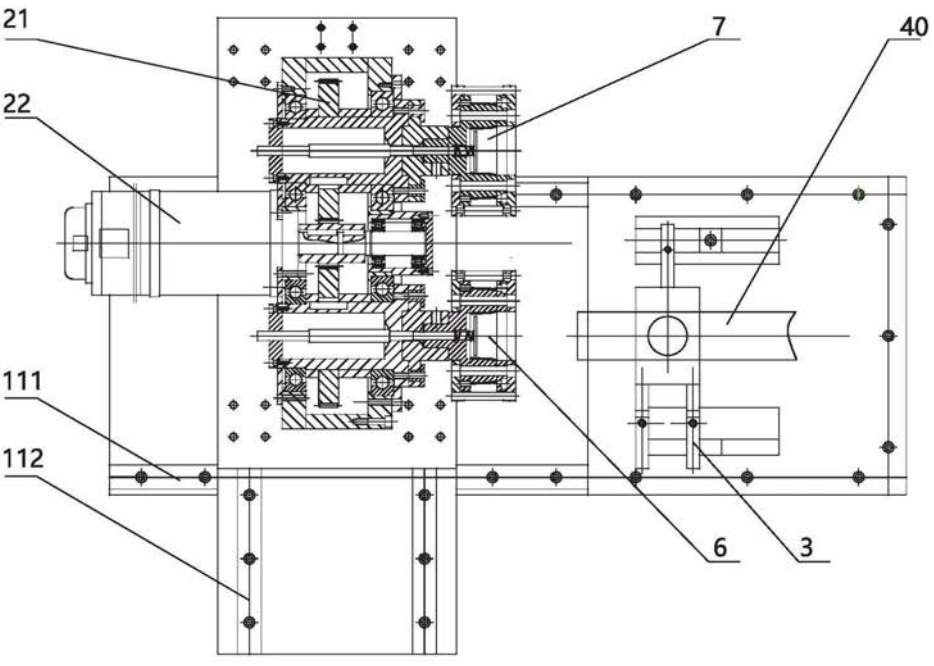


b

图25

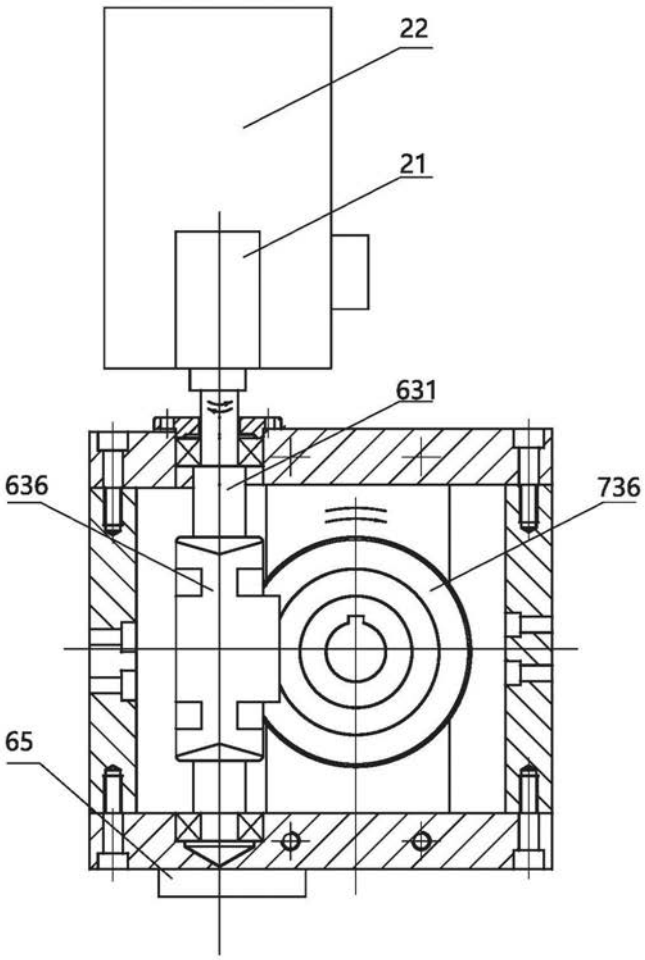


a

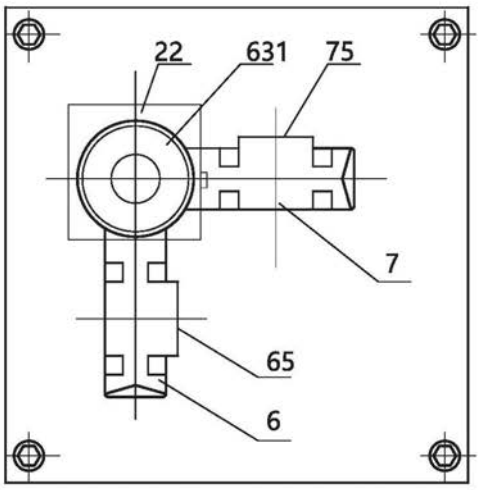


b

图26



a



b

图27

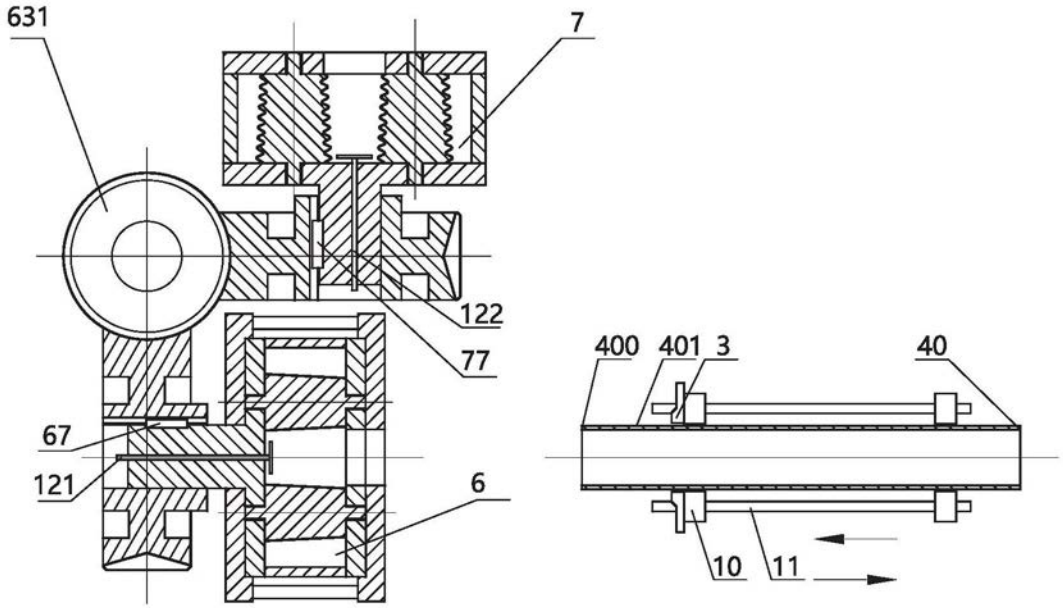

631
7
122
77
67
121
6
400
401
3
40
10
11

图28

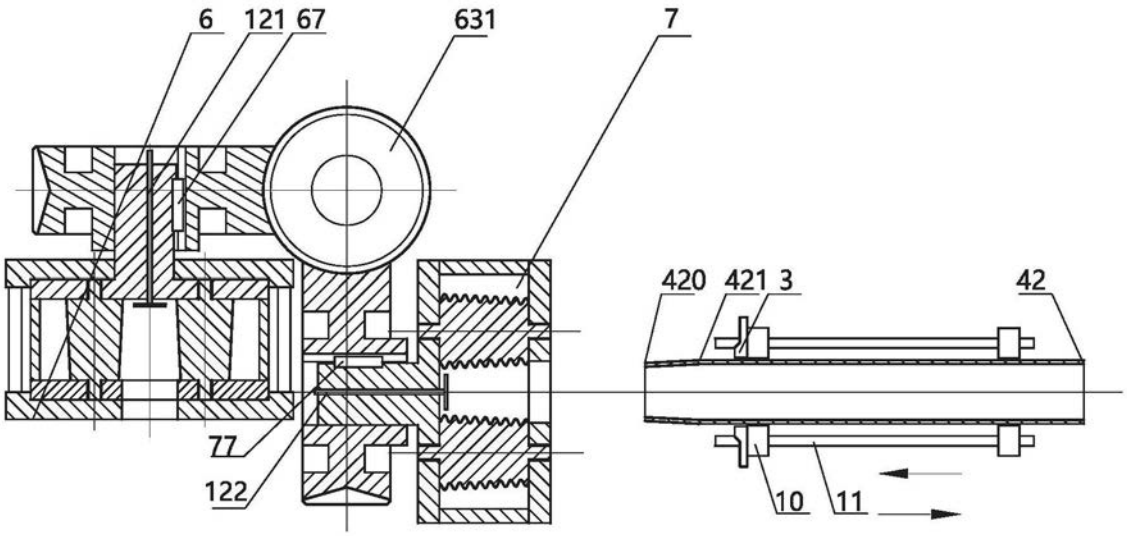
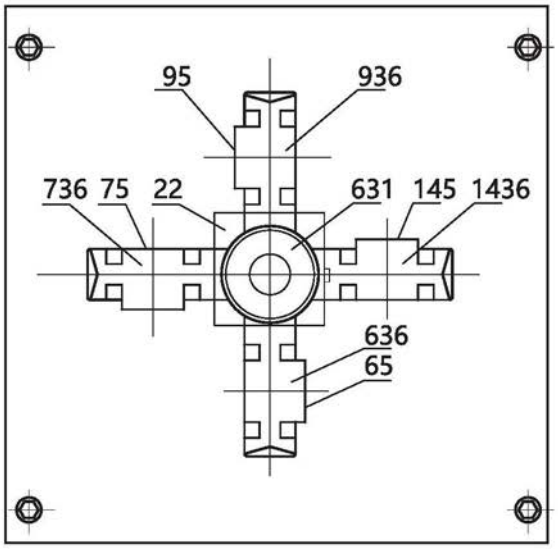
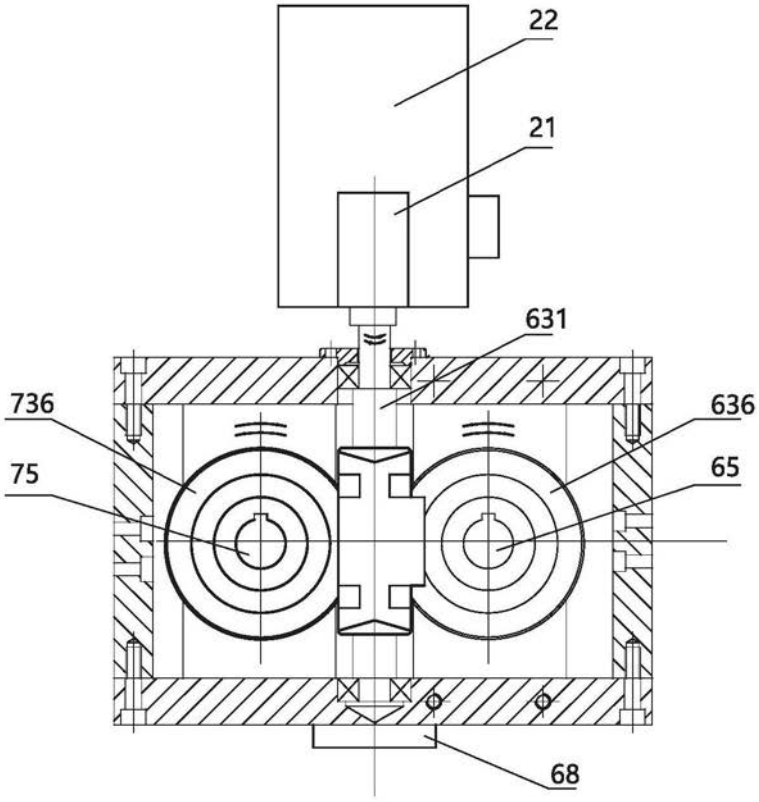

6
121
67
631
7
77
122
420
421
3
42
10
11

图29



a



b

图30

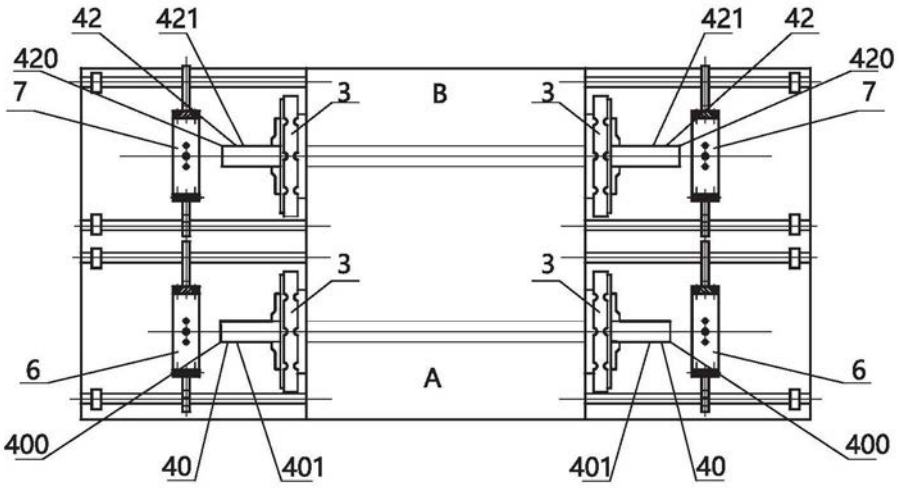
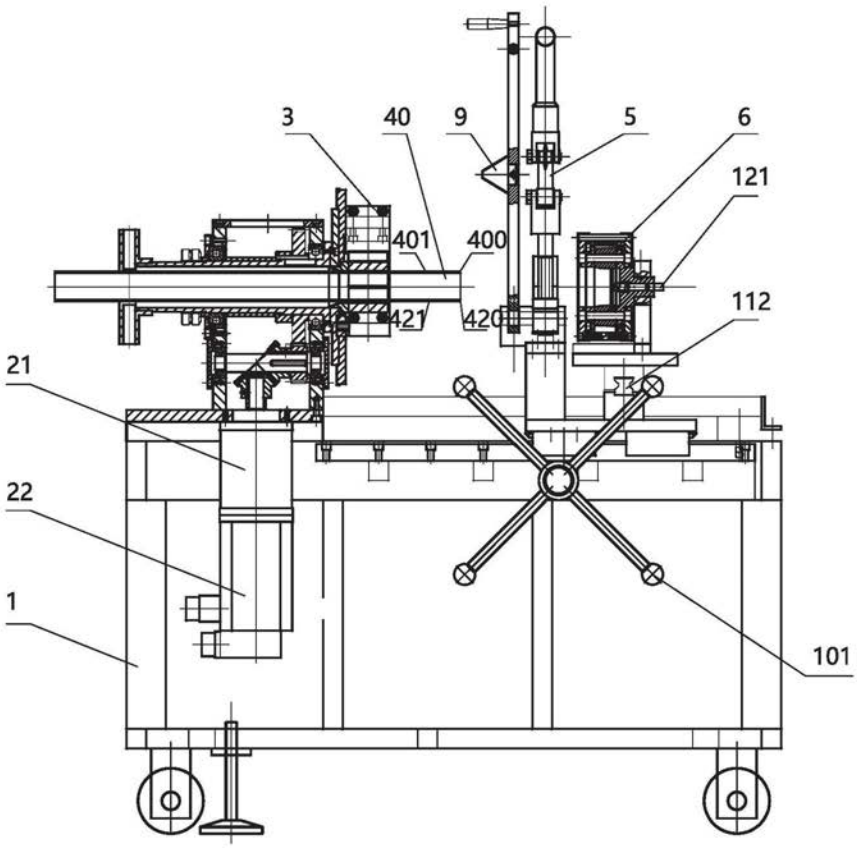
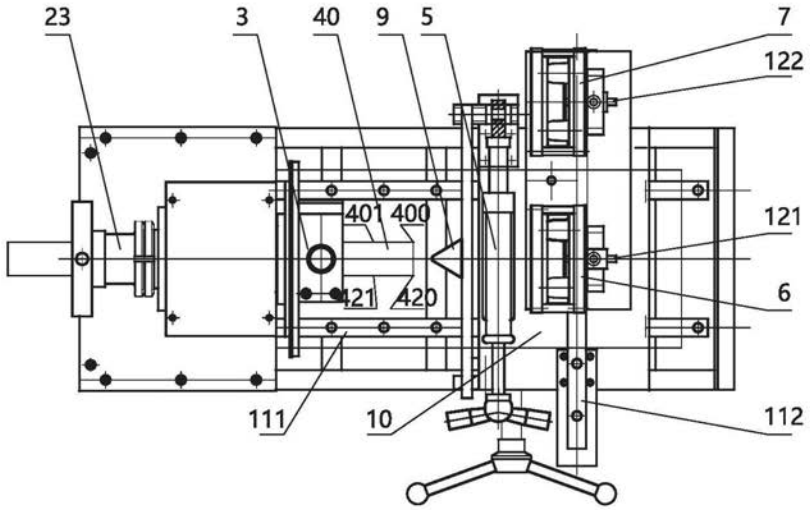


图31

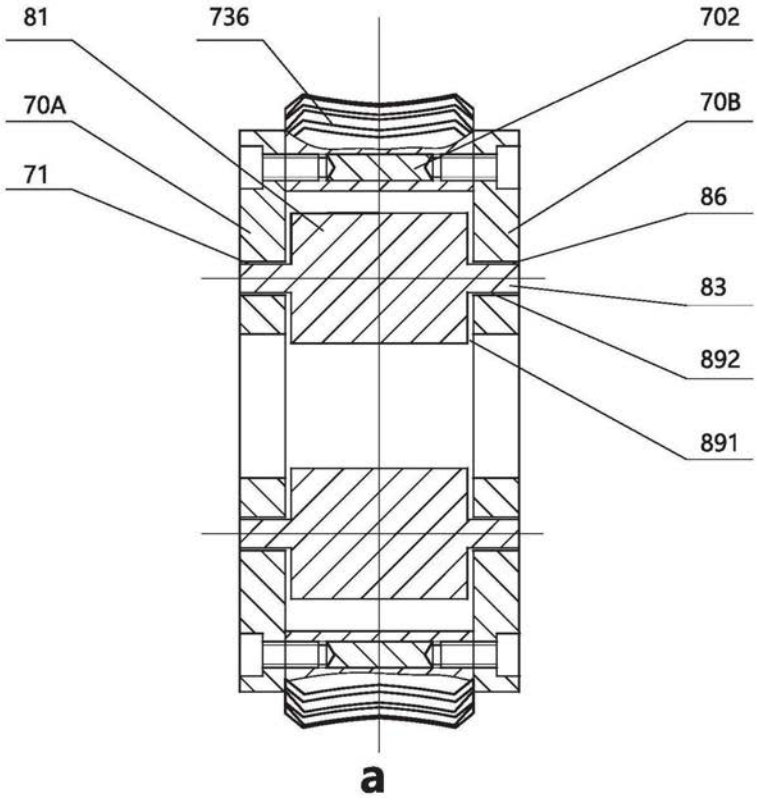

3
40
9
5
6
121
401
400
421
420
112
21
22
1
101

a

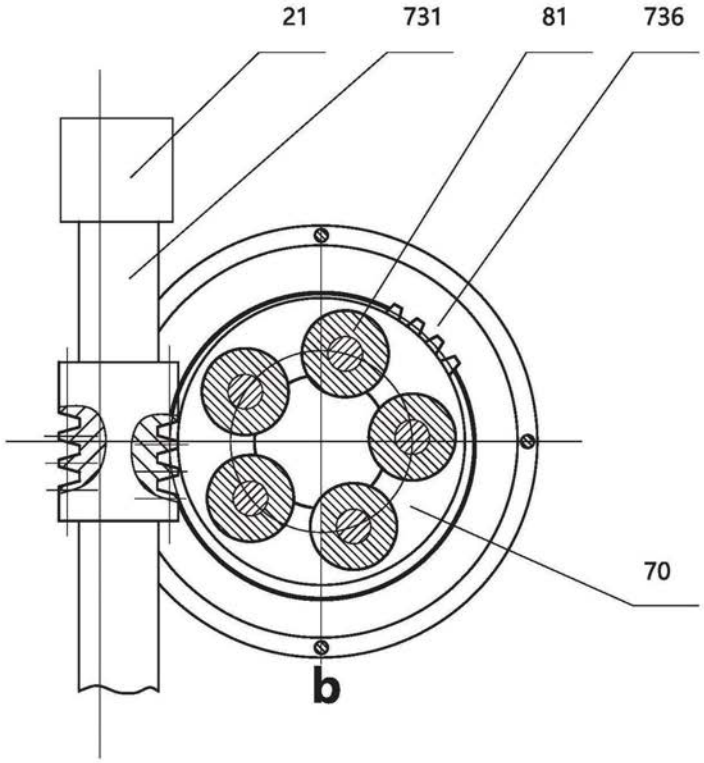

23
3
40
9
5
7
122
401
400
121
420
6
111
10
112

b

图32



a



b

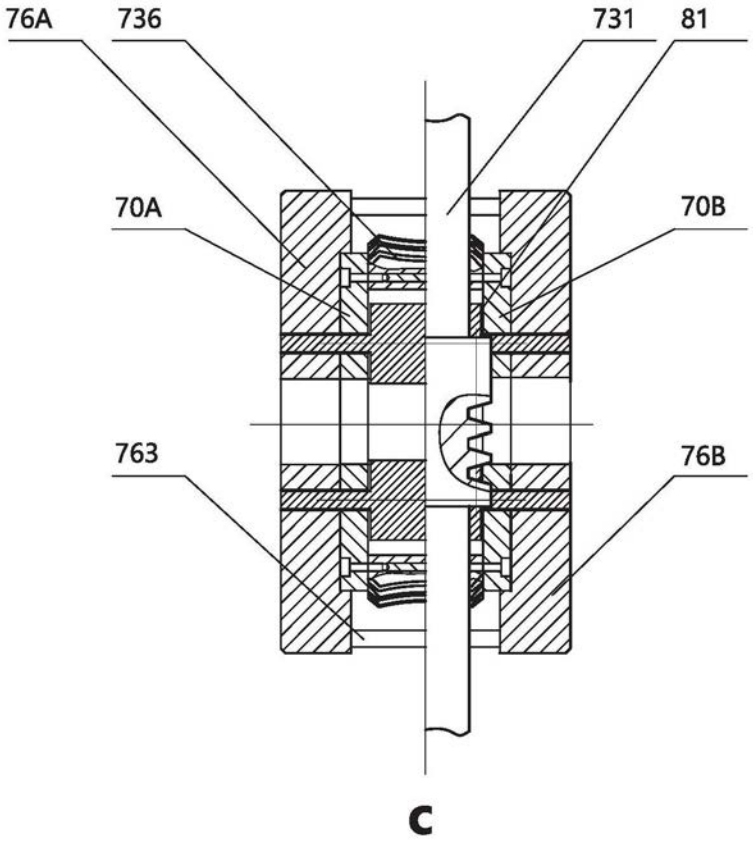


图33

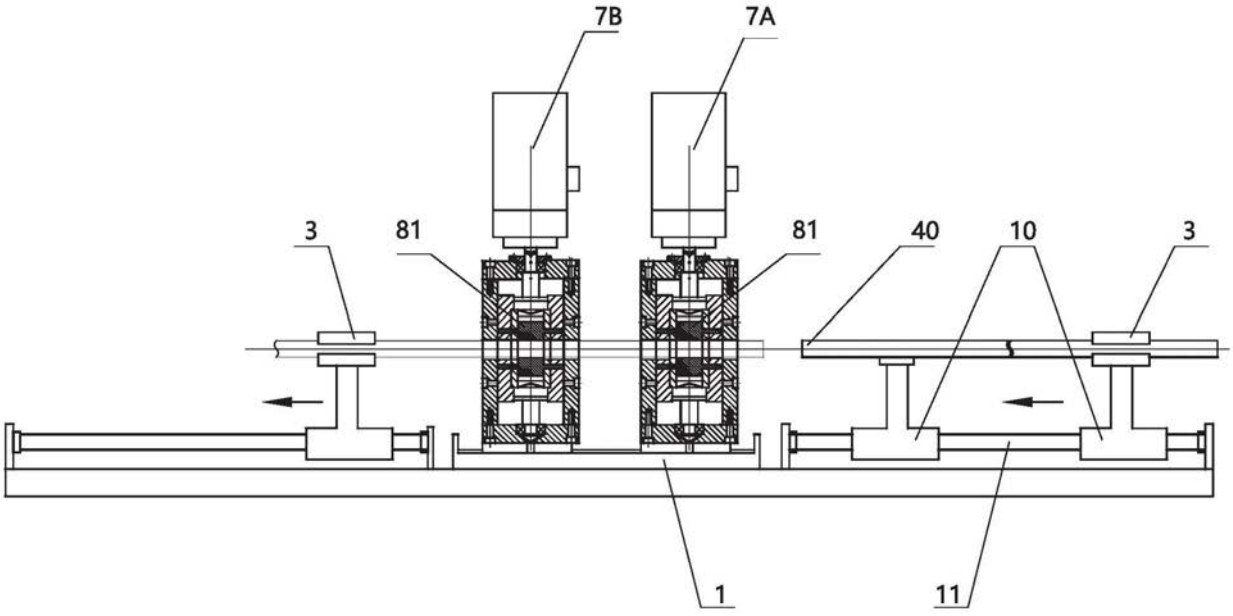


图34

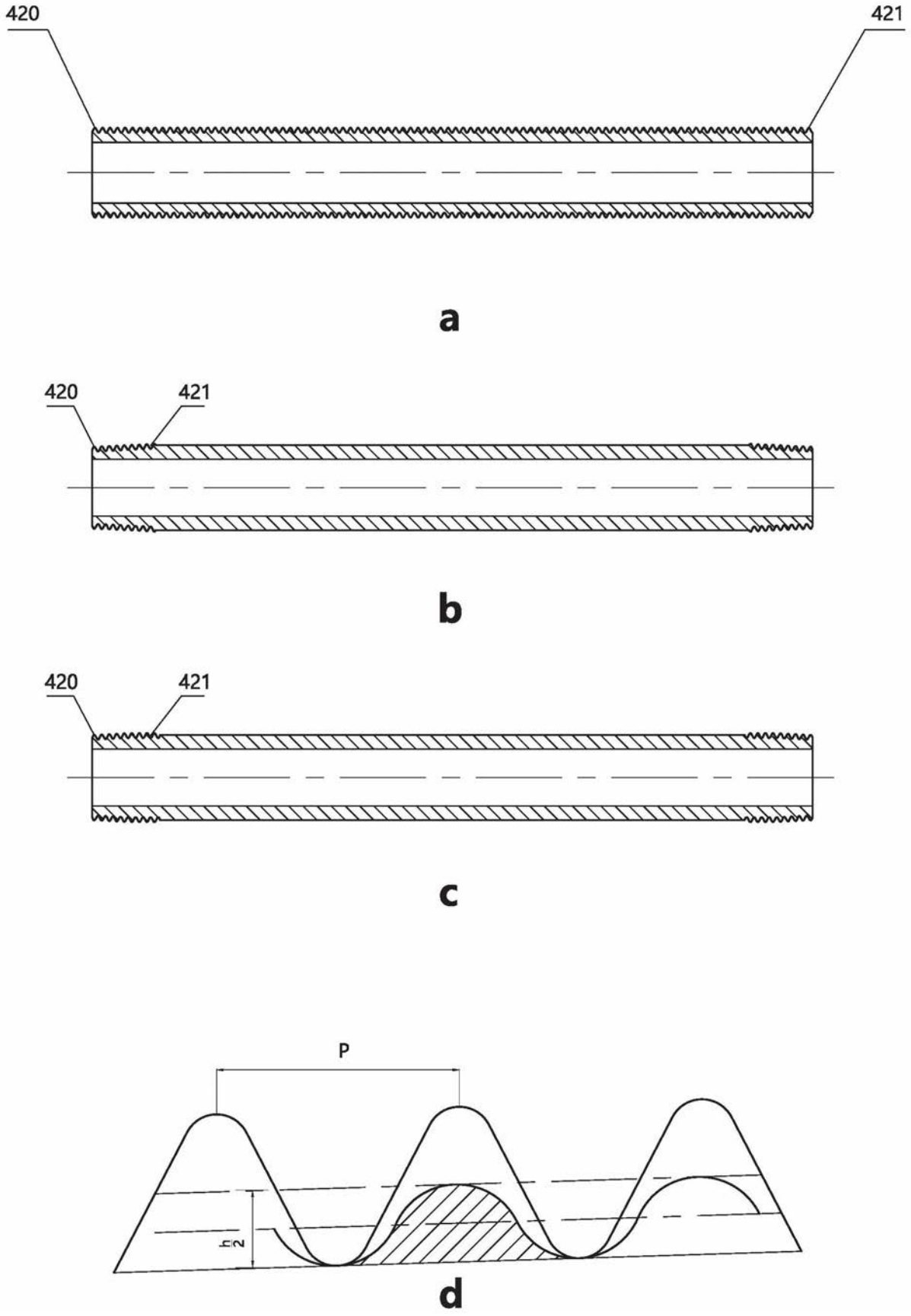


图35

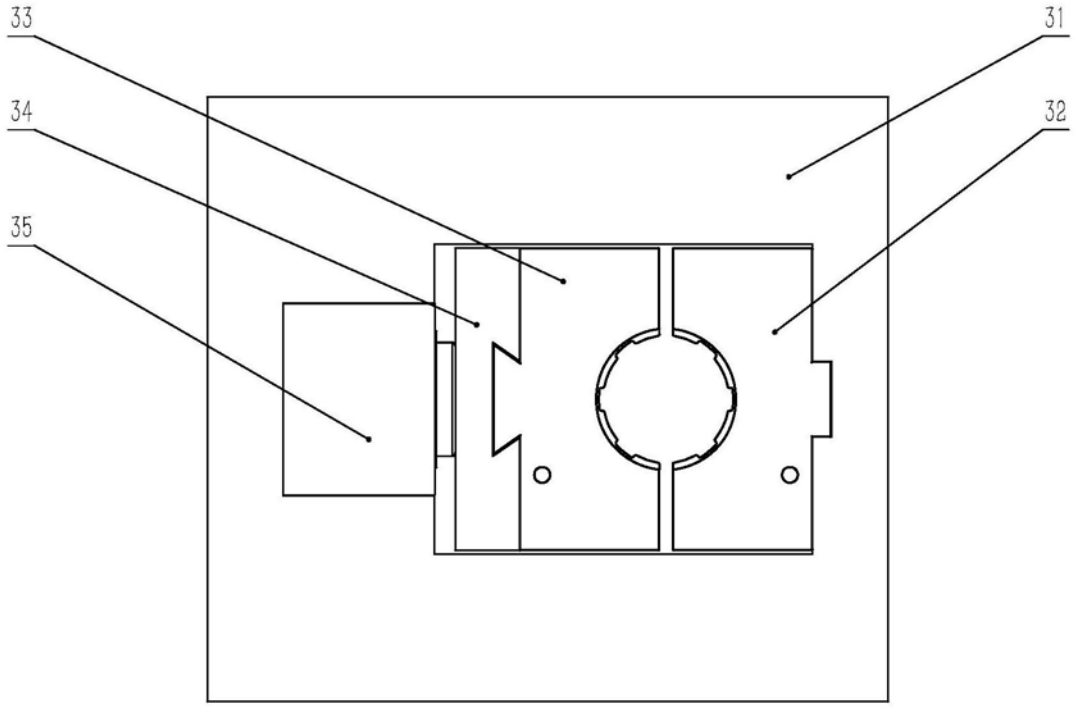


图36

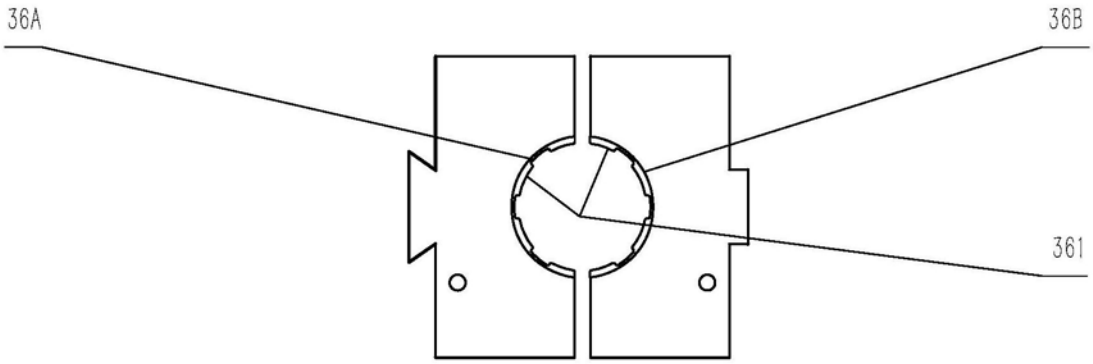


图37