



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106541193 B

(45)授权公告日 2018.07.24

(21)申请号 201611058189.5

(22)申请日 2016.11.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106541193 A

(43)申请公布日 2017.03.29

(73)专利权人 国营第六一六厂
地址 037036 山西省大同市1号信箱科技部

(72)发明人 郭巨寿 张雪冬 袁宇亭 王惠忠
尹国华 于霞

(74)专利代理机构 中国兵器工业集团公司专利
中心 11011

代理人 刘东升

(51)Int.Cl.

B23H 9/00(2006.01)

B23H 11/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 105364232 A,2016.03.02,

JP 2003094249 A,2003.04.03,

DE 19917963 A1,2000.11.09,

JP 2000246548 A,2000.09.12,

CN 103056218 A,2013.04.24,

审查员 李宁

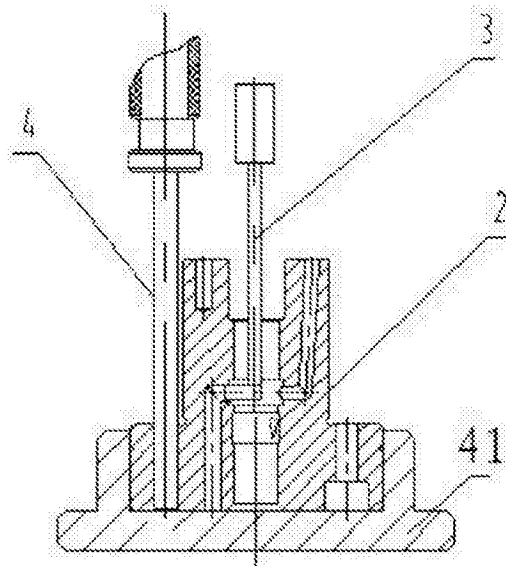
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

精密异形高压油道加工方法

(57)摘要

本发明属于机械加工技术领域,公开了一种精密异形高压油道加工方法。本发明包括以下步骤:步骤一:设计阀体安装工装;步骤二:设计异形放电电极;步骤三:放电电极加工端尺寸确定;步骤四:放电电极制造;步骤五:加工工艺参数的确定;步骤六:高压横槽加工。本发明能够有效提高零件内孔表面清洁度、安全可靠、质量稳定、操作简单、无电解物噪音污染等优点,解决产品研发的技术瓶颈,降低产品研发成本,可以用于类似产品的加工生产。



1. 一种精密异形高压油道加工方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:设计阀体安装工装

阀体安装工装包括夹具本体(41)和定位插销(42),夹具本体(41)为圆盘状,用于与设备工作台连接,夹具本体(41)上开有两个位于同心圆上的定位插销(42),通过定位插销(42)定位两个待加工高压油道位置;

步骤二:设计异形加工电极

对应两个待加工高压油道,设计两组四种加工电极,每组包括一个精加工电极和一个粗加工电极;加工电极一端为加工端,另一端为安装端,中间通过电极杆连接;加工电极加工端形状与待加工阀体横槽形状相匹配;

步骤三:加工电极加工端尺寸确定

根据粗加工时粗加工电极单边放电间隙和精加工时精加工电极单边放电间隙的设定,确定四种加工电极加工端尺寸;

步骤四:加工电极制造

首先采用线切割方法将电极加工成形,其次采用钳工修磨圆弧,最后钳工将电极加工部位折弯完成加工电极加工;

步骤五:加工工艺参数的确定

确定电极放电间隙、加工速度和加工电极相对损耗;

步骤六:高压横槽加工

将夹具本体(41)与设备工作台连接,零件阀体(2)通过定位插销(42)确定两个被加工精密异形高压油道位置;找正柱塞孔中心,通过设备主轴移动加工电极偏心进入柱塞孔,确定加工高压横槽位置,进行加工。

2. 如权利要求1所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述步骤二中,加工电极加工端尖角放电部位做圆弧倒角处理。

3. 如权利要求1所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述步骤二中,加工电极采用紫铜制作。

4. 如权利要求2所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述加工电极横截面为长圆形。

5. 如权利要求4所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述步骤三中,四种所述加工电极包括大孔粗加工电极、大孔精加工电极、小孔粗加工电极、小孔精加工电极。

6. 如权利要求5所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述步骤三中,四种加工电极中,每种电极加工端的长轴长度记为A,短轴长度记为B;大孔粗加工电极长轴长度 $A1=3.5_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B1=1.8_0^{+0.05}$,大孔精加工电极长轴长度 $A2=3.65_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B2=1.95_0^{+0.05}$;小孔粗加工电极长轴长度 $A3=2.8_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B3=1.5_0^{+0.05}$,小孔精加工电极长轴长度 $A4=2.95_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B4=1.65_0^{+0.05}$ 。

7. 如权利要求6所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述步骤五中,电极放电间隙为0.01mm~0.17mm,精加工加工速度为0.01~0.04g/min,粗加工加工速度为0.2~0.5g/min,精加工电极相对损耗0.5~1%,粗加工电极相对损耗1~3%。

8. 如权利要求6所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述步骤六中,加工

时,首先使用粗加工电极进行试加工,然后使用精加工电极进行试加工,并对加工零件尺寸、粗糙度检验,根据检验数据和加工速度、电极相对损耗情况,在满足零件要求前提下,提高加工速度、减少电极相对损耗,同时与电极放电间隙匹配,确定最终加工工艺参数进行加工。

9.如权利要求8所述的精密异形高压油道加工方法,其特征在于,所述最终加工工艺参数包括:粗加工加工速度0.32g/min,电极相对损耗1.5%,粗加工电极单边放电间隙0.05mm;

所述精加工加工速度0.016g/min,电极相对损耗0.5%,精加工电极单边放电间隙0.023mm。

精密异形高压油道加工方法

技术领域

[0001] 本发明属于机械加工技术领域,涉及一种精密异形高压油道加工方法。

背景技术

[0002] 电控单体泵是现代柴油机配套的先进燃油喷射系统之一,属于时间控制式燃油喷射系统,利用两位两通的常开式高速电磁开关阀实现喷油量、喷油定时的联合控制,具有泵端喷射压力高、功率覆盖范围大的技术特点,可以精确控制燃油喷射压力、时间、流量,最高喷射压力可达到1400bar~1800bar,单缸功率1~1000kW,是满足柴油机经济性和排放指标、提升功率的重要系统。控制阀部件是电控单体泵的关键零件,主要由阀体1、阀芯2、衔铁3、弹簧4、调整垫5、限位环6组成等组成,如图1所示。阀体是控制阀部件的基本零件,用于形成高压油腔和安装零部件,其结构形状尺寸如图2所示,阀体材料18Cr2Ni4WA,高压油腔由进油孔 $\phi 2.1_0^{+0.05}$ 、异形高压油道($2_0^{+0.1} \times 3.7_0^{+0.1}$ 与进油孔 $\phi 2.1$ 贯通、 $1.7_0^{+0.1} \times 3_0^{+0.1}$ 与出油孔 $\phi 1.8$ 贯通)、出油孔 $\phi 1.8_0^{+0.05}$ 和阀芯孔 $\phi 6_0^{+0.01}$ 构成,通过控制阀芯实现高压燃油压力、时间、流量的精确控制。其中异形高压油道因零件功能和可靠性需要,设计为小截面高精度盲孔,加工后异形高压油孔应具有较高清洁度、无毛刺、异物和加工表面光滑,以保证燃油供油畅通。

[0003] 通常盲孔(槽)加工一是机械加工方法获得,二是采用电解加工方法获得。

[0004] 1、机械加工是先在钻床或铣床上使用钻头至少钻(铣)通一端作为工艺孔,然后采用工艺螺堵挂胶封堵或铆死工艺通孔的工艺方法完成盲孔的加工如图3所示。

[0005] 首先,这种机械加工方法用在普通零件油、气、水腔盲孔加工是可行的,其压力一般在20bar以内,可以满足零件设计可靠性要求。因单体泵燃油压力可达1800bar~2000bar,这种方法工艺堵密封可靠性差,易造成工艺堵处高压燃油渗漏甚至工艺堵崩脱,难以满足柴油机性能要求,而且存在严重安全隐患。

[0006] 其次,这种方法加工产生交叉孔内腔毛刺难以清理,无法满足单体泵供油清洁度要求,影响柴油机性能,甚至造成阀芯、柱塞卡死。

[0007] 再次,由于异形油道截面小,必须采用铣削方法加工,既没有小直径铣刀又无法满足尺寸和粗糙度要求,而且异形工艺孔无合适封堵方法。

[0008] 2、电解加工是利用金属在电解液中发生电化学阳极溶解的原理,将零件加工成形的工艺方法。

[0009] 电解加工影响因素多,技术难度大,难以获得较高加工精度和加工稳定性,工具电极设计制造和修正困难,电解产物污染环境处理回收困难。

发明内容

[0010] (一)要解决的技术问题

[0011] 本发明要解决的技术问题是:提供一种精密异形高压油道加工方法,改变传统盲

孔加工方法,实现加工质量稳定、安全可靠、延长使用寿命、外表美观、无污染等优点。

[0012] (二)技术方案

[0013] 为了解决上述技术问题,本发明提供精密异形高压油道加工方法,其包括以下步骤:

[0014] 步骤一:设计阀体安装工装

[0015] 阀体安装工装包括夹具本体41和定位插销42,夹具本体41为圆盘状,用于与设备工作台连接,夹具本体41上开有两个位于同心圆上的定位插销42,通过定位插销42定位两个待加工高压油孔位置;

[0016] 步骤二:设计异形放电电极

[0017] 对应两个待加工高压油孔,设计两组四种放电电极,每组包括一个精加工电极和一个粗加工电极;放电电极一端为加工端,另一端为安装端,中间通过电极杆连接;放电电极加工端形状与待加工阀体横槽形状相匹配;

[0018] 步骤三:放电电极加工端尺寸确定

[0019] 根据粗加工时粗加工电极单边放电间隙和精加工时精加工电极单边放电间隙的设定,确定四种放电电极加工端尺寸;

[0020] 步骤四:放电电极制造

[0021] 首先采用线切割方法将电极加工成形,其次采用钳工修磨圆弧,最后钳工将电极加工部位折弯完成放电电极加工;

[0022] 步骤五:加工工艺参数的确定

[0023] 确定电极放电间隙、加工速度和加工电极相对损耗;

[0024] 步骤六:高压横槽加工

[0025] 将夹具本体41与设备工作台连接,零件阀体2通过定位插销4确定两个被加工精密异形高压油孔位置;找正柱塞孔中心,通过设备主轴移动放电电极偏心进入柱塞孔,确定加工高压横槽位置,进行加工。

[0026] 其中,所述步骤二中,加工电极加工端尖角放电部位做圆弧倒角处理。

[0027] 其中,所述步骤二中,加工电极采用紫铜制作。

[0028] 其中,所述加工电极横截面为长圆形。

[0029] 其中,所述步骤三中,四种所述加工电极包括大孔粗加工电极、大孔精加工电极、小孔粗加工电极、小孔精加工电极。

[0030] 其中,所述步骤三中,四种加工电极中,每种电极加工端的长轴长度记为A,短轴长度记为B;大孔粗加工电极长轴长度 $A1=3.5_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B1=1.8_0^{+0.05}$,大孔精加工电极长轴长度 $A2=3.65_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B2=1.95_0^{+0.05}$;小孔粗加工电极长轴长度 $A3=2.8_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B3=1.5_0^{+0.05}$,小孔精加工电极长轴长度 $A4=2.95_0^{+0.05}$ 、短轴长度 $B4=1.65_0^{+0.05}$ 。

[0031] 其中,所述步骤五中,电极放电间隙为0.01mm~0.17mm精加工加工速度为0.01~0.04g/min,粗加工加工速度为0.2~0.5g/min,精加工电极相对损耗0.5~1%,粗加工电极相对损耗1~3%。

[0032] 其中,所述步骤六中,加工时,首先使用粗加工电极进行试加工,然后使用精加工电极进行试加工,并对加工零件尺寸、粗糙度检验,根据检验数据和加工速度、电极相对损

耗情况,在满足零件要求前提下,提高加工速度、减少电极相对损耗,同时与电极放电间隙匹配,确定最终加工工艺参数进行加工。

[0033] 其中,所述最终加工工艺参数包括:粗加工加工速度0.32g/min,电极相对损耗1.5%,粗加工电极单边放电间隙0.05mm。

[0034] 其中,所述精加工加工速度0.016g/min,电极相对损耗0.5%,精加工电极单边放电间隙0.023mm。

[0035] (三)有益效果

[0036] 上述技术方案所提供的精密异形高压油道加工方法,通过设计制造放电电极、合理匹配的放电间隙、加工速度、电极相对损耗,完成精密异形高压油孔加工。相较于现有加工方法,能够有效提高零件内孔表面清洁度、安全可靠、质量稳定、操作简单、无电解物噪音污染等优点,解决产品研发的技术瓶颈,降低产品研发成本,可以用于类似产品的加工生产。

附图说明

[0037] 图1为现有技术中阀体部件简图。

[0038] 图2为现有技术中阀体结构尺寸简图。b图为a图的俯视图,c图为a图的D-D向视图,d图和e图为B向视图。

[0039] 图3为现有技术中机械加工方法简图。b图和a图为两个状态图。

[0040] 图4为本发明夹具简图。

[0041] 图5为本发明放电电极形状简图。b图为a图的俯视图。

[0042] 图6为本发明电极工作部位简图。b图为a图的俯视图。

[0043] 图7为本发明放电电极加工简图。b图为a图的侧视图。

[0044] 图8为本发明加工简图。

具体实施方式

[0045] 为使本发明的目的、内容和优点更加清楚,下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。

[0046] 本发明是利用电火花加工原理和特点,设计制造成形放电电极,完成精密异形高压油孔的加工工艺方法。根据所加工零件材料、异形高压油孔的尺寸精度和粗糙度,通过设计结构、材料、尺寸合理的放电电极和调整控制单边放电间隙、加工速度、电极相对损耗等参数实现精密异形高压油孔的加工。

[0047] 具体地,本实施例加工方法包括以下步骤:

[0048] 步骤一:设计阀体安装工装

[0049] 设计阀体安装工装,其包括夹具本体41和定位插销42,夹具本体41为圆盘状,其上开有两个位于同心圆上的插孔,两个插孔之间的夹角为 110° ,夹具本体41与设备工作台连接,通过定位插销42定位,如图4所示,用于保证加工两个高压油孔位置精度,提高生产效率。

[0050] 步骤二:设计异形放电电极

[0051] 根据加工零件阀体材料和精密异形高压油孔结构、尺寸、粗糙度,设计放电两种

孔、粗精加工四种电极形状结构如图5所示。为保证放电间隙,放电电极加工部位形状按照阀体横槽形状设计;为避免电极在加工过程中因放电影响柱塞孔($\phi 6$)尺寸精度和表面粗糙度,在保证强度和电流的前提下将电极杆部设计更细 $\phi 1.5$;为保证加工精度电极设计为粗精加工电极;为保证电极放电集中尖角放电部位设计圆弧倒角;为保证加工质量便于电极制造采用紫铜作为电极材料。

[0052] 具体地,放电电极一端为加工端,另一端为安装端,中间通过电极杆连接。加工端横截面为长圆形。

[0053] 步骤三:放电电极加工部位尺寸确定

[0054] 放电电极加工部位与阀体盲孔间隙的大小决定被加工部位加工尺寸精度、粗糙度,间隙过大加工质量达不到设计要求,间隙太小,工作液流动性差影响放电效果、冷却和排屑,造成加工质量不稳定和效率低下。根据零件材料、加工尺寸精度和粗糙度以及设备提供的放电间隙参考数据,结合加工经验,确定精加工电极单边放电间隙 0.023mm 、粗加工放电间隙 0.05mm ,从而确定电极工作部位尺寸A和B:大孔粗加工 $A1=3.5_0^{+0.05}$ 、 $B1=1.8_0^{+0.05}$ 、大孔精加工 $A2=3.65_0^{+0.05}$ 、 $B2=1.95_0^{+0.05}$;小孔粗加工 $A3=2.8_0^{+0.05}$ 、 $B3=1.5_0^{+0.05}$ 、小孔精加工 $A4=2.95_0^{+0.05}$ 、 $B4=1.65_0^{+0.05}$,如图6所示,单位均为 mm 。

[0055]

粗	A	A1	3.5	$\phi 1.5$
		A2	3.65	$\phi 1.5$
	B	B1	1.8	$\phi 1.5$
		B2	1.95	$\phi 1.5$
精	A	A3	2.8	$\phi 1.5$
		A4	2.95	$\phi 1.5$
	B	B3	1.5	$\phi 1.5$
		B4	1.65	$\phi 1.5$

[0056] 步骤四:放电电极制造

[0057] 根据电极设计形状、尺寸和使用材料,首先采用线切割方法将电极加工成形,其次采用钳工修磨圆弧,最后钳工将电极加工部位折弯完成放电电极加工如图7所示。

[0058] 步骤五:加工工艺参数的确定

[0059] 根据研究确定的电极放电间隙和加工尺寸精度和粗糙度,进行工艺参数的选择,保证电极放电间隙、加工速度和电极相对损耗的相互匹配合理。

[0060] 其中,放电间隙为 $0.01\text{mm}\sim 0.17\text{mm}$;首先选择加工速度,速度太快加工精度无法满足零件精度要求,速度低了影响加工效率,初步选择精加工加工速度 $0.01\sim 0.04\text{g}/\text{min}$,粗加工加工速度 $0.2\sim 0.5\text{g}/\text{min}$;其次选择电极相对损耗,在已经确定电极放电间隙和加工速度的情况下,电极相对损耗越小对加工零件影响越小,质量越稳定,初步选择精加工电极相对损耗 $0.5\sim 1\%$,粗加工电极相对损耗 $1\sim 3\%$ 。

[0061] 步骤六:高压横槽加工

[0062] 将夹具本体41与设备工作台连接,零件阀体2通过定位插销4可以精确确定两个被加工精密异形高压油孔位置;找正 $\phi 6$ 柱塞孔中心,为避免放电电极3进入柱塞孔相互碰伤,通过设备主轴移动放电电极偏心(偏心量1~1.5)进入柱塞孔,确定一个加工高压横槽位置(如大横槽),加工小横槽时通过分度夹具定位保证两横槽位置精度,如图8所示。

[0063] 具体地,根据选择的粗加工加工速度(首先选用最高加工速度0.5g/min)和电极相对损耗(首先选用最低电极相对损耗3%),使用粗加工电极加工,通过放电电极前后移动进行试加工;更换精加工电极,根据选择的精加工加工速度(首先选用最高加工速度0.05g/min)和电极相对损耗(首先选用最低电极相对损耗0.5%),通过放电电极前后移动进行试加工,对加工零件尺寸、粗糙度检验,根据检验数据和加工速度、电极相对损耗情况,在满足零件要求前提下,尽可能提高加工速度、减少电极相对损耗,同时与电极放电间隙匹配,经试验确定粗加工加工速度0.32g/min、电极相对损耗1.5%,精加工加工速度0.016g/min、电极相对损耗0.5%,匹配粗加工电极单边放电间隙0.05mm、精加工电极单边放电间隙0.023mm,加工效率最高、电极相对损耗最小,加工零件阀体满足设计要求且质量稳定。

[0064] 加工工艺参数表

[0065]

	加工速度	电极相对损耗	单边放电间隙
粗加工	0.32g/min	1.5%	0.05mm
精加工	0.016g/min	0.5%	0.023mm

[0066] 由以上技术方案可以看出,本发明具有以下显著特点:

[0067] 1、根据零件阀体结构特点和要求,针对小截面精密异形高压油孔,放电电极设计采用了易于加工的成形电极、避免损伤柱塞孔表面杆部缩径的方法。

[0068] 2、针对放电电极紫铜材料小截面高精度难加工和加工变形制造问题,采用线切割成形加工和钳工折弯修磨的方法。

[0069] 3、根据两孔形状设计制造不同电极,为确保加工盲孔表面质量采用粗、精加工。

[0070] 4、确定合理的放电间隙、加工速度、电极相对损耗并匹配。

[0071] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

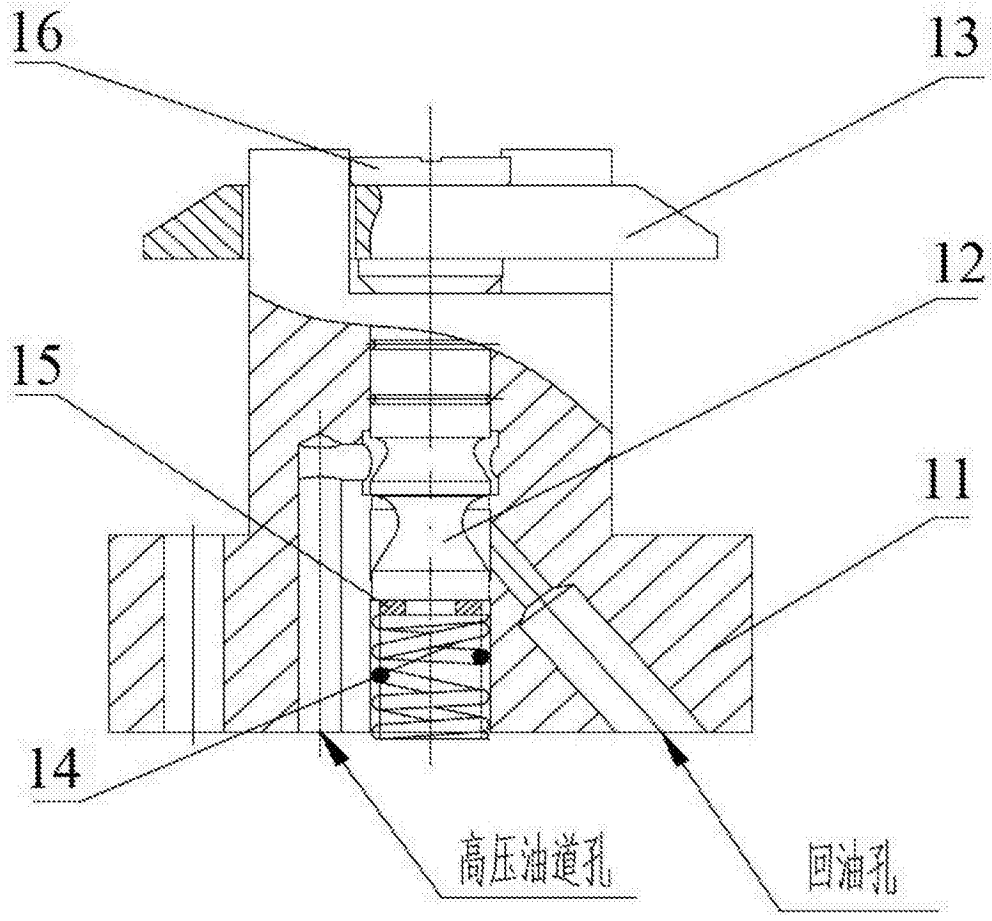


图1

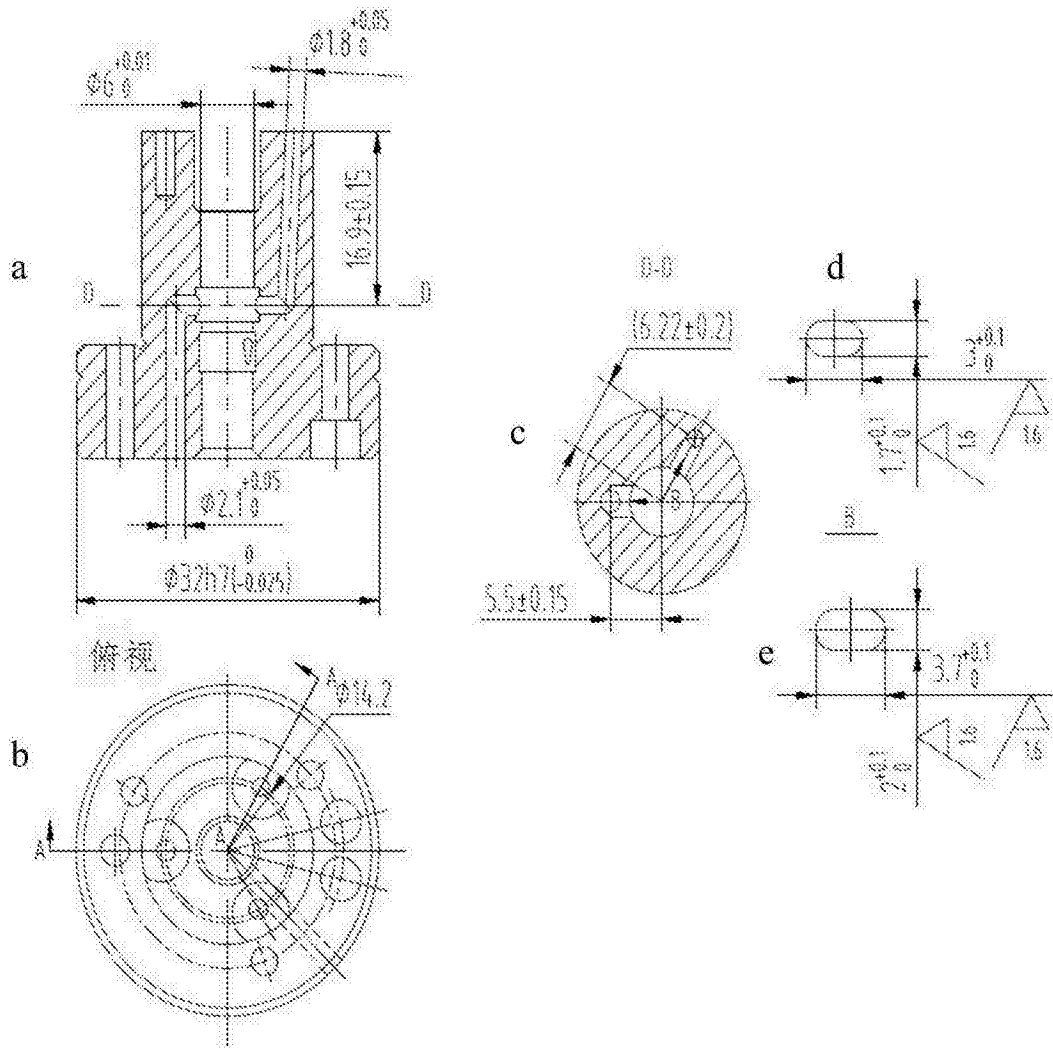


图2

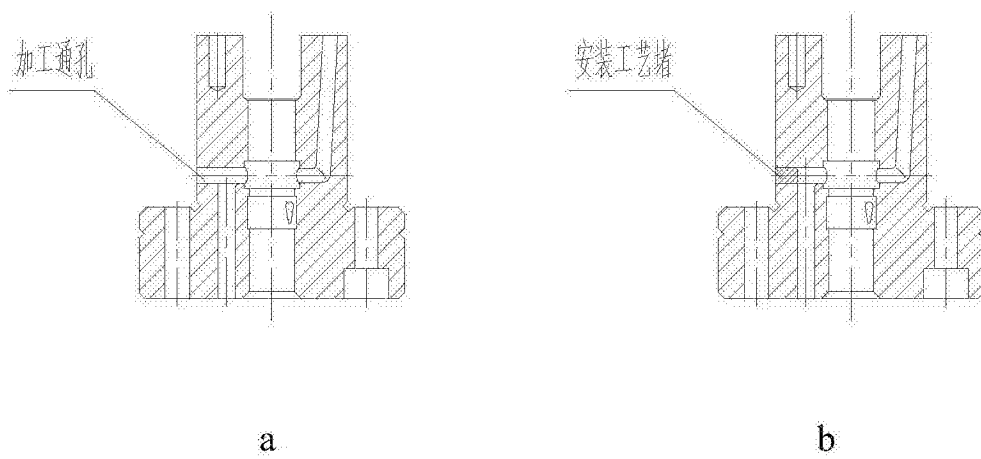


图3

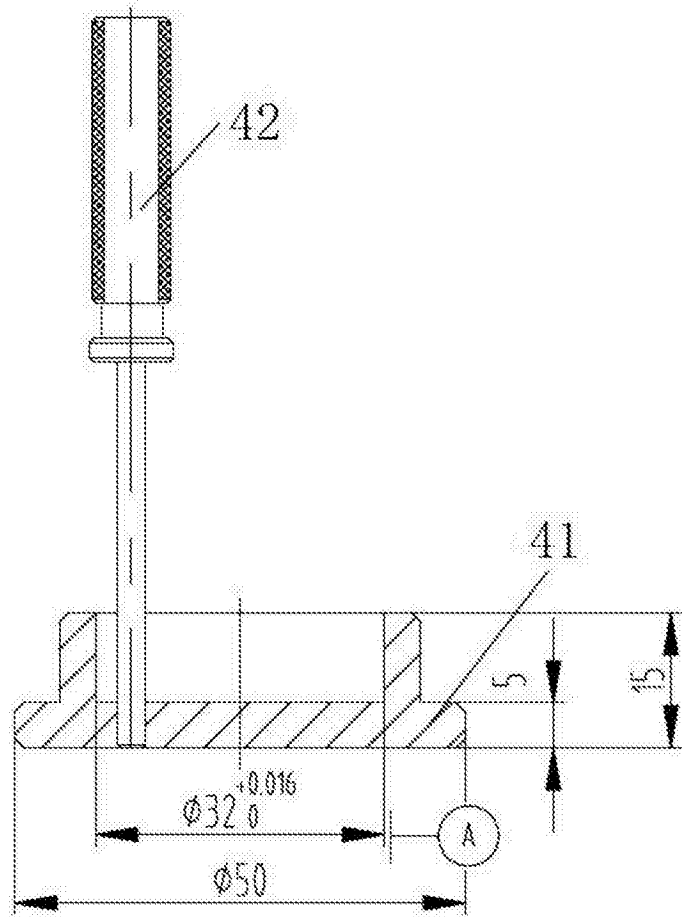


图4

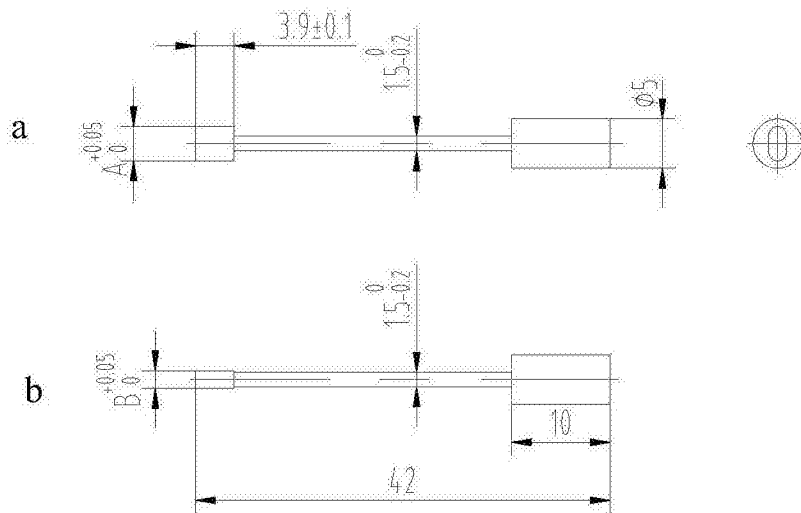


图5

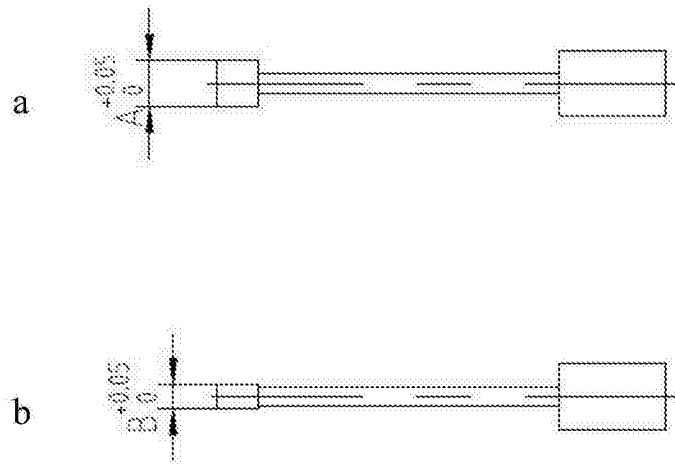


图6

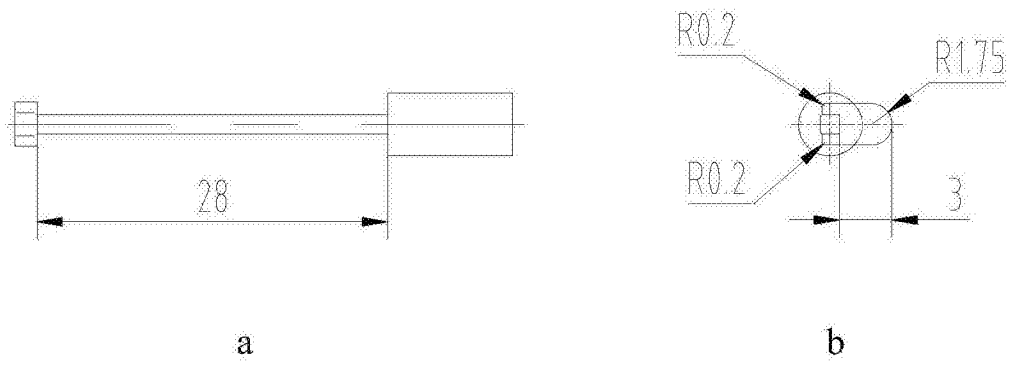


图7

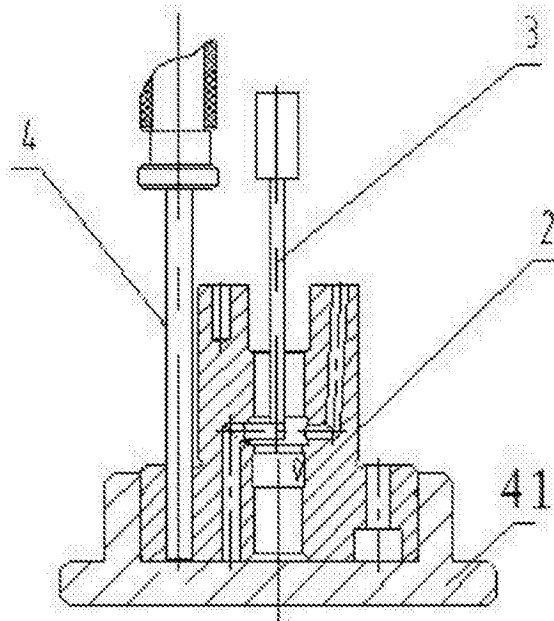


图8