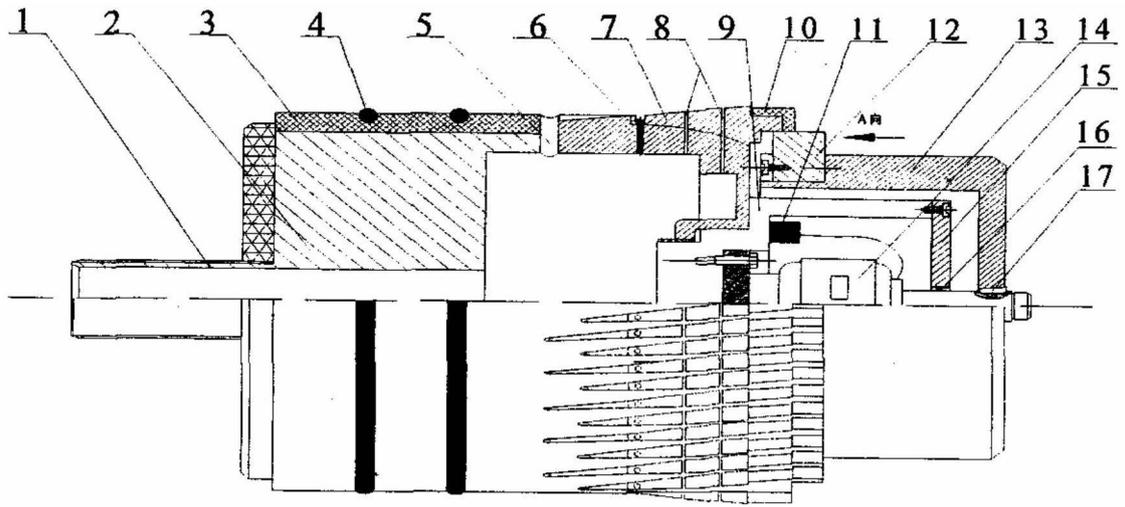


[0001] 本发明提出可编程分体式火炮混合膛线阴极及其独立工作齿控制方法。主要特征是将工作齿作为分立元件与阴极体做成两套独立的既联系又存在相对运动的分体式阴极，阴极前锥体尾部与独立工作齿底面为同心球面，后锥体内置编程器和微电机。加工时独立工作齿在随阴极体作X、Y合成运动的同时，接受由拨轮传递的内置编程器的控制和微电机的驱动，叠加随膛线缠角变化的转动，使工作齿齿长方向始终保持与膛线一致。本发明基于工作齿相对于阴极体的转动，解决了加工变缠角膛线时因刚性工作齿不可能始终与变化的膛线角度一致而造成膛线侧壁过蚀的问题，保证了加工线型精度，开创了从0度起变的变螺旋角螺旋线的数控电解加工方法。



1. 一种可编程分体式火炮混合膛线阴极,包括有前引导、后引导、带有工作齿的阴极体,工作齿均匀分布于阴极体外圆周,其特征在于:工作齿为独立于阴极体的分立元件即独立工作齿(7),还包括有编程器(11)、微电机(14)、拨块(12)、拨轮(13);独立工作齿(7)底面为球形、顶面为锥形、侧面为楔形,阴极体的前部为带连接头的阴极前锥体(2),与前引导(3)做成一体,通过销轴(6)与独立工作齿(7)的起始端相连,阴极前锥体(2)的尾部呈球形,与独立工作齿(7)底面为同心球面,在加工过程中独立工作齿(7)底面与前锥体(1)的尾部作相对运动并始终紧密贴合,独立工作齿(7)的尾部绝缘段即为后引导(10),阴极体的后部为阴极后锥体(9),内置微电机(14)和编程器(11),编程器(11)的信号输到微电机(14),拨轮(13)通过键(17)与微电机轴联接,其运动通过拨块(12)传到独立工作齿(7)尾部后引导(10),阴极后锥体(9)的后盖(15)靠密封圈(16)与微电机(14)的轴滑动配合及密封,阴极后锥体(9)与阴极前锥体(2)的连接方式是左旋螺纹。

2. 根据权利要求1所述的可编程分体式火炮混合膛线阴极,其特征在于:所说的独立工作齿(7)相邻之间的空位由相邻的独立工作齿(7)的两翼(18)衔接,独立工作齿(7)转动时,相邻两齿的侧翼(18)作相对滑动,阴极前锥体(2)上对应独立工作齿(7)的增液孔(8)扫过的弧线位置上开有略短于增液孔(8)运动弧线的通槽,使通槽始终处于独立工作齿(7)及其两翼(18)的覆盖之下。

3. 对可编程分体式火炮混合膛线阴极独立工作齿的控制方法,其特征在于:使用权利要求1或2所述的可编程分体式火炮混合膛线阴极对深孔变螺距内螺旋线或变缠角炮管混合膛线进行电解加工前,按照弹道方程编程,输入计算机数字控制,控制交流伺服驱动系统,实现对阴极体X、Y两路数控联动,与此同时,将独立工作齿(7)随缠角变化的程序输入编程器(11);加工时,独立工作齿(7)在随阴极体作X、Y两路合成运动的同时,还受安置在阴极后锥体(9)内的编程器(11)的控制和微电机(14)的驱动,叠加一个相对于阴极体的转动,使独立工作齿(7)的齿长方向始终保持与膛线一致。

可编程分体式火炮混合膛线阴极及其独立工作齿控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于机械领域,主要涉及加工深孔变螺距内螺旋线(如变缠角炮管混合膛线)电解加工的切削刀具(电极)的结构设计和控制技术,提出一种可编程分体式火炮混合膛线的阴极结构和对阴极体及独立工作齿叠加运动的控制方法。具体是一种可编程分体式火炮混合膛线阴极及其独立工作齿控制方法。

背景技术

[0002] 深孔内螺旋线(如炮管膛线)的传统加工方法是机械拉削,十几条或者几十条膛线,要用多把拉刀,分组拉削,需要几十次甚至几百次,才能完成全部膛线的加工。由于生产率和表面质量方面的原因,目前中小口径膛线加工基本已都改为采用电解加工,用一个阴极,一次成型,加工表面质量好,阴极不消耗,已成为等齐膛线(等螺距螺旋线)加工的定型工艺。

[0003] 二十世纪末,新型变缠角混合膛线(变螺距螺旋线)的产品问世,传统的电解加工技术也需要创新了,因为变缠角膛线不能沿用传统的电解加工方法,等齐膛线加工时通过变换齿轮的方法调节缠度,一旦换好齿轮,就只能加工一种缠度的膛线,而加工变缠角膛线,必须使阴极在作轴向送进的同时按缠度变化的要求改变旋转的速度。由于传统阴极的工作齿与阴极体是一体的,刚性的工作齿的角度一旦确定,在送进过程中不可能再改变,因此也就不可能始终保持与缠角的角度一致,必然会与膛线侧壁发生干涉,加工的结果使膛线加宽,产生阳线“塌壁”,缠角越大,缠角的变化越大、线越深,“塌壁”越严重。为解决此问题,缩短阴极工作齿的长度,干涉减小,据报道美国Anocut公司就曾采用移动式片状电解加工阴极加工小口径($\Phi 7.62\text{mm}$)浅膛线身管,但生产率极低,且由于流场条件差,表面质量不高;采用整体阴极(与身管等长)对中等口径膛线进行固定式电解加工,由于阴极细长,刚性差,加工时进出口电解液温差和电解产物含量的变化,加工精度难以保证,并且需要大功率电源。参见王天诚在1993年第7届全国电加工学术年会上发表的“炮管混合膛线电解加工技术分析”,王建业2001年编著的《电解加工原理及应用》一书也提及片状阴极的局限性。

[0004] 对于中等口径身管膛线,上述片状阴极和固定阴极均不可能完成加工。昆仑机械厂和西安工业大学经几十次试验,完成了“计算机控制电解加工”的工艺科研项目,解决了中小口径变缠角膛线的难加工问题,采用将工作齿的侧边切进的锥体移动式阴极,其设计思想是在工作齿与阴极体为一体的前提下对刚性工作齿三向各边长度、角度进行优化,以求取当阴极按弹道方程运动时兼顾加工精度和加工速度的最佳设计,实践上通过工艺试验实现对阴极结构参数(齿长和切进角度)的优化,这种阴极虽然没有从根本上解决加工过程因工作齿长度方向与缠角变化的线型始终吻合的问题,不能杜绝加工造成的阳线“塌壁”,由于从结构上将工作齿改为单边切进,从而在一定的缠角变化范围和线型公差允许的范围,兼顾了表面质量和加工效率,实现了中小口径身管变缠角膛线的加工。目前已稳定用于生产。参见范植坚,王天诚等在2005年《兵工学报》第5期的“火炮身管大缠角混合膛线计算机数字控制电解加工技术研究”一文。

[0005] 大口径变缠角混合膛线,目前仍然沿用机械拉削,几十条螺旋线需分组拉削,由于缠角是变化的,且材料硬度高,每拉一刀只能拉0.01mm深,不仅加工效率低,表面质量差,且刀具磨损严重,国内刀具寿命低,进口刀具价格高,每根螺旋线(膛线)需要几百次才能成型,每组刀具仅能加工4~5根炮管,拉刀的成本高,随着材料硬度的提高,新产品线型的加深,将使拉削更加困难。采用计算机控制电解加工技术是该领域研究和探讨的重要课题。

[0006] 由于线槽深,缠角变化大,上述单边切进的楔形工作齿锥体阴极难以保证电解成型精度,产品的口径、线深、缠角变化范围进一步加大,特别是起始缠角为0度的产品的提出,使加工难度几乎不可能逾越。

[0007] 对加工过程的控制方法,80年代初期曾采用6相6拍驱动电源,控制步进电机实现X、Y两个方向的运动,由于步进电机的调速是阶跃式的,控制X、Y两个方向的电机的运行频率的匹配问题必然影响到缠度控制的精度,生产中容易发生丢步现象,驱动电源故障率也较高。90年代,采用CNC控制交流伺服驱动系统,实现X、Y两路数控联动,调速是连续的,与步进电机驱动系统相比,可以精确地保证阴极进行两个方向的合成运动的轨迹符合弹道方程。但是由于传统阴极的阴极体与工作齿是一体的,以往的控制方法也仅仅限于对阴极整体运动的控制。

[0008] 发明人曾就本主题在兵器工业第210所研究所,以电解加工、阴极、随动或分体式为主题词,在GF报告库、中国专利文献库、中国学位论文摘数据库(CDDB)、中国优秀博士学位全文数据库(CDMD)、万方中国科技成果数据库(CSTAD)、科技部科技成果库、科技部863项目库、兵器专业文献数据库、世界专利、美国政府报告NTIS、美国工程索引EI、英国科技文摘INSPEC、专业文摘库、科学引文索引、金属数据库进行了检索,均没有检索到类似结构和控制方法的相关文献。

[0009] 经发明人自行对近10年的专利进行检索,未发现与本发明相同的结构,也未发现有相同技术的信息报道。

发明内容

[0010] 本发明的目的是克服上述加工控制和阴极结构存在的缺点,彻底解决深孔变缠角膛线也就是变螺旋角或者说变螺距螺旋线以及混合膛线的难加工问题,提供一种加工效率高,表面质量好,缠度控制精确,加工精度高的可编程分体式火炮混合膛线阴极及独立工作齿的控制方法。

[0011] 本发明的构思是:将工作齿作为分立元件与阴极体做成两套独立的既联系又存在相对运动的结构,工作齿为独立于阴极体的分立元件,加工过程由嵌入阴极后锥体中的微电机实现对独立工作齿的驱动,随膛线缠角的改变,在阴极体受拉杆牵引作轴向进给和径向运动的同时,通过对阴极体内机构的编程同步改变齿长方向与炮管轴线的夹角,保持与缠角一致。实现对于深孔变螺距内螺旋线如变缠角炮管混合膛线的独立工作齿变缠角随机电解加工的高精度切削。

[0012] 为此,本发明提出可编程分体式火炮混合膛线阴极的结构设计。同时也探索出基于该阴极结构的独立工作齿控制方法。

[0013] 下面对本发明进行详细说明:

[0014] 本发明的实现在于这种可编程分体式火炮混合膛线阴极,包括有前引导、后引导、

带有工作齿的阴极体,工作齿均匀分布于阴极体外圆周,其特征在予:工作齿为独立于阴极体的分立元件即独立工作齿,还包括有编程器、微电机、拨条、拨轮;独立工作齿底面为球形、顶面为锥形、侧面为楔形。阴极体的前部为带连接头的阴极前锥体,与前引导做成一体,通过销轴与独立工作齿的起始端相连,前锥体的尾部呈球形,与独立工作齿底面为同心球面,在加工过程中独立工作齿底面与前锥体的尾部作相对运动并始终紧密贴合,独立工作齿的尾部的绝缘段即为后引导,阴极体的后部为阴极后锥体,内置微电机和编程器,编程器的信号输到微电机,通过键带动拨轮,再通过拨条传到独立工作齿尾部后引导,阴极后锥体的后盖靠密封圈与微电机的轴滑动配合及密封。阴极后锥体与阴极前锥体的连接方式是左旋螺纹,这样连接,加工中当阴极前锥体按弹道方程作右旋时,可靠带动阴极后锥体同步运动。

[0015] 传统阴极的设计和进步多是在工作齿与阴极体为一体的前提下对刚性工作齿长度、三个方向的角度进行优化,以求取当阴极按弹道方程运动时兼顾加工精度和加工速度的最佳设计。如此改进,即使结合计算机上的仿真,也不可能从根本上消除侧壁过蚀即塌壁的问题。另外,由于线槽深,缠角变化大,上述单边切进的楔形工作齿锥体阴极难以保证电解成型精度,产品的口径、线深、缠角变化范围进一步加大,特别是起始缠角为0度的产品的提出,使加工难度几乎不可能逾越。本发明别开思路直接将工作齿设计为独立工作齿,让独立工作齿作为分立元件与阴极体做成两套独立的既联系又存在相对运动的结构。对于不同缠度的产品,只要改写程序,通过对独立工作齿的叠加控制,即可用一套阴极对变缠角深孔完成加工,从根本上实现了变缠角的随形加工,消除了阳线的“塌壁”现象,保证了线型精度。

[0016] 本发明的实现还在于:独立工作齿相邻之间的空位由相邻的独立工作齿的两翼衔接,独立工作齿转动时,相邻两齿的侧翼作相对滑动,阴极前锥体上对应独立工作齿的增液孔扫过的弧线位置上开有略短于增液孔运动弧线的通槽,使通槽始终处于独立工作齿及其两翼的覆盖之下。两翼的表面涂绝缘层,保护加工时阳线免受腐蚀。

[0017] 作为可编程分体式火炮混合膛线阴极独立工作齿的控制方法,本发明的实现在于:使用上述的可编程分体式火炮混合膛线阴极对深孔变螺距内螺旋线或变缠角炮管混合膛线进行电解加工前,按照弹道方程编程,输入计算机数字控制(CNC),控制交流伺服驱动系统,实现对阴极体X、Y两路数控联动,与此同时,将独立工作齿随缠角变化的程序输入编程器;加工时,独立工作齿在随阴极体作X、Y两路合成运动的同时,还受安置在阴极后锥体内的编程器的控制和微电机的驱动,叠加一个相对于阴极体的转动,使独立工作齿的齿长方向始终保持与膛线一致。

[0018] 由于本发明提出并设计了将工作齿作为分立元件与阴极体成为两套独立的既联系又存在相对运动的阴极结构,克服了传统阴极由于工作齿与阴极体为刚性整体,加工中阴极按照被加工工件的缠角变化旋转时,工作齿长度方向在加工中不能始终保持与即时所在位置的膛线缠角一致的缺点,保证了线型的加工精度,解决了缠角变化大的难加工问题,独立工作齿的长度不受限制,可极大地提高生产效率。尤其是使起始缠角为0度的产品的加工得以实现,开创了利用对工作齿的叠加控制使加工的膛线线型精度高的可编程分体式火炮混合膛线阴极及独立工作齿的控制方法。

附图说明：

[0019] 图1-a是本发明的可编程分体式火炮混合膛线阴极的结构示意图；

[0020] 图1-b是说明拨块与后引导位置的放大的A-A向视图；

[0021] 图2-a是本发明的独立阴极工作齿的结构示意图；

[0022] 图2-b是图2-a的俯视图；

[0023] 图2-c是图2-a的左视图；

[0024] 图2-d是图2-a的B-B向视图；

[0025] 图3是本发明可编程分体式火炮混合膛线阴极立体结构示意图。

[0026] 具体实施方式：下面结合附图对本发明进行详细说明：

[0027] 实施例1：

[0028] 参见图1-a和图3，本发明的可编程分体式火炮混合膛线阴极，包括有阴极前锥体2、前引导3、均匀分布于阴极体外圆周的独立工作齿7，阴极后锥体9，后引导10。创新之处在于：工作齿为独立于阴极体的分立元件即独立工作齿7，为了实现工作齿的随动（随阴极体运动）和独立运动（相对于阴极体的转动），将阴极体分解成前后两个锥体，阴极前锥体2与前引导3做成一体，其螺纹连接头1与牵引阴极的拉杆相连，阴极后锥体9内置编程器11和微电机14，前后阴极锥体以左旋螺纹连接，这样，加工中当拉杆牵引阴极前锥体1按弹道方程作右旋时，可靠带动阴极后锥体9同步运动。独立工作齿7底面为球形、顶面为锥形、侧面为楔形，参见图2-a。独立工作齿7的起始端通过销轴6与阴极前锥体2相连，前锥体2的尾部呈球形，与独立工作齿7底面为同心球面，球形体的半径按照被加工炮管的孔径计算，要求数控加工保证工作齿的底面和阴极体前锥的尾部球体形状吻合良好，要求装配精确，在加工过程中独立工作齿7底面与前锥体2的尾部作相对运动并始终紧密贴合。独立工作齿7的其尾部的绝缘段即为后引导10，加工时，内置于阴极后锥体9的编程器11的信号输到微电机14，通过键17带动拨轮13，再通过拨块12传到独立工作齿7尾部后引导10，拨块12安置并均匀分布在拨轮13的圆周，拨块12和独立工作齿7尾部后引导10一一对应，其相对位置参见图1-b。阴极后锥体9的后盖15靠密封圈16与微电机14的轴滑动配合及密封。

[0029] 阴极前锥体2的连接头1与机床上的拉杆相连，接电供液，并且牵引阴极按照弹道方程编制的程序作轴向进给和径向运动。独立工作齿7在随阴极前锥体2作X、Y两路合成运动的同时，受安置在阴极后锥体9中的微电机14的驱动，实现相对于阴极体的转动，因为在阴极体内部嵌入微电机受植入编程器11的按照渐速段缠角变化规律编程的控制，加工时随阴极进给其转动的角度符合渐速段缠角的变化，使独立工作齿始终保持齿长方向与即时所在位置的膛线缠角一致。

[0030] 本发明与现有的电解加工传统的工作齿和阴极体为一体的阴极相比，虽然结构要复杂得多，但是从功能上，可以彻底解决变缠角膛线（变螺旋角或者说变螺距螺旋线）、混合膛线的难加工问题，解决传统的一体式阴极加工变缠角（螺旋角）膛线（螺旋线）时因刚性工作齿长度方向在加工中不能始终保持与即时所在位置的膛线缠角一致而造成膛线侧壁过蚀（即塌壁）的问题，保证了线型的加工精度；解决了缠角变化大的难加工问题，独立工作齿的长度不受限制，因此可极大地提高生产效率。采用该阴极对155火炮变缠角炮管进行加工，加工过程基本不发生阳极“塌壁”现象。加工线型完全符合设计要求。与昂贵易耗的拉刀

相比,大大降低了生产成本。

[0031] 实施例2:

[0032] 可编程分体式火炮混合膛线阴极的总体结构同实施例1,参见图2,前引导3与深孔内表面按动配合设计,嵌有两个橡胶圈4起密封作用,当电解液从供液孔5喷出,橡胶圈4起防止电解液倒流的作用。独立工作齿7相邻之间的空位由相邻的独立工作齿7的两翼18衔接,见图2-b、图2-c和图2-d,两翼18表面涂绝缘层,保护加工时阳线免受腐蚀。独立工作齿转动时,相邻两齿间两侧翼边的相对运动为滑动,以减少漏液(少许漏液是允许的)。从供液孔5喷出的电解液经整流段流到独立工作齿7工作面,由于齿面呈锥型,参见图2-a,侧面呈楔形,见图2-b,独立工作齿7的工作面在齿长方向增加,需要补充电解液,逐在工作齿的中部开两排增液孔8。阴极体前锥体2上在相应于独立工作齿7转动时增液孔扫过的弧线位置上开有略短于增液孔运动弧线的通槽,参见图2-a和图2-b,使通槽始终处于独立工作齿的覆盖之下,解决了加工过程对加工区的供液问题。

[0033] 实施例3:

[0034] 可编程分体式火炮混合膛线阴极独立工作齿的控制方法,必须使用如实施例1或2所述的可编程分体式火炮混合膛线阴极。对深孔变螺距内螺旋线或变缠角炮管混合膛线进行电解加工前,按照弹道方程编程,输入CNC,控制交流伺服驱动系统,以实现阴极体X、Y两路数控联动,与此同时,将独立工作齿随缠角变化的程序输入编程器11。加工时,独立工作齿在随阴极前锥体2作X、Y两路合成运动的同时,还受安置在阴极后锥体9中的编程器11的控制和微电机14的驱动,叠加一个相对于阴极体的转动,使独立工作齿的齿长方向始终保持与膛线的方向一致。也就是说,本发明对分体式独立工作齿阴极的控制除了对阴极运动轨迹进行控制外,还通过嵌入阴极后锥体9内的微电机对独立工作齿7施加转动的程序,即接受由拨轮传递的内置编程器的控制和微电机的驱动,叠加随膛线缠角变化的转动,使独立工作齿齿长方向始终保持与膛线一致。这样,当阴极按产品要求的弹道方程进行X、Y两个方向的合成运动时,独立工作齿在随阴极体运动的同时又附加一个转动量,就好象地球在公转的时候同时自转一样。

[0035] 本发明开创了从0度起变的变螺旋角螺旋线电解加工的新方法。其次,对不同缠角及不同缠角变化的产品,只要改写阴极后锥体内编程器的程序;对于不同线深的同口径产品,只要更换作为分立元件的独立工作齿,可以方便地更新换代。

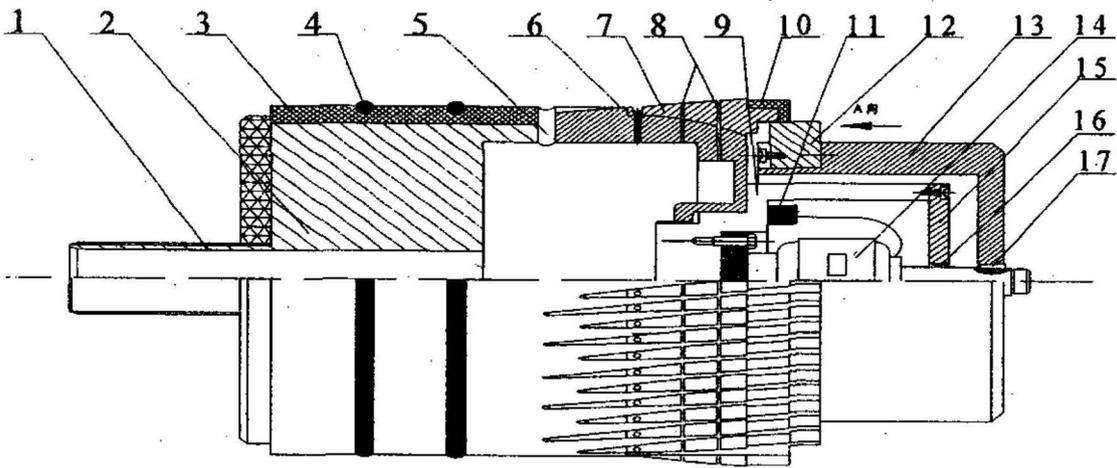


图1-a

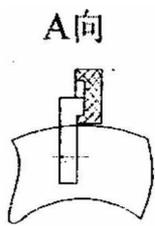


图1-b

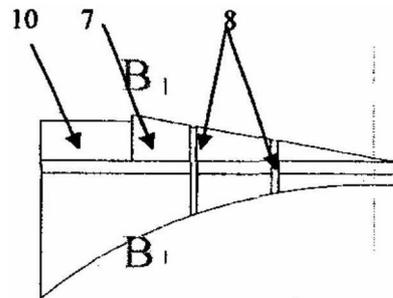


图2-a

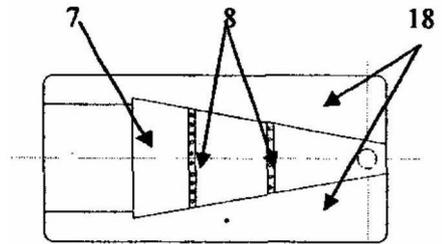


图2-b

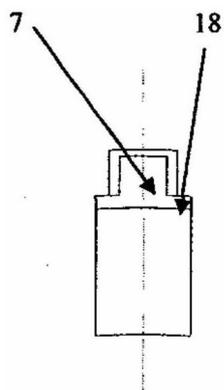


图2-c

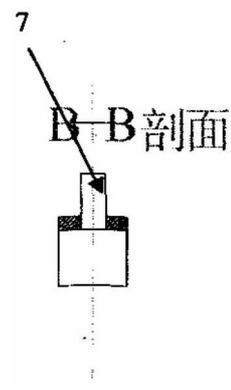


图2-d

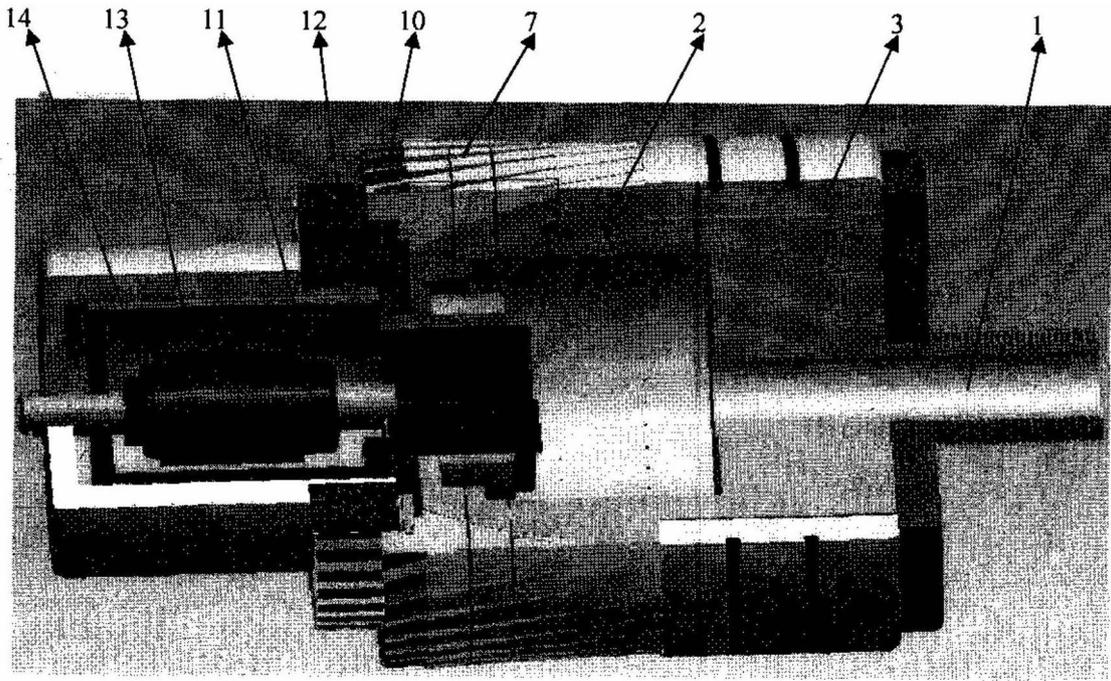


图3