



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101417401 B

(45) 授权公告日 2010.08.11

(21) 申请号 200810079987.5

(22) 申请日 2008.11.28

(73) 专利权人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市迎泽西大街 79 号

(72) 发明人 王时英 姚新改 韩世平 刘润爱 李雪红

(74) 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司 14101

代理人 庞建英

(51) Int. Cl.

B24B 1/04 (2006.01)

审查员 陈翔

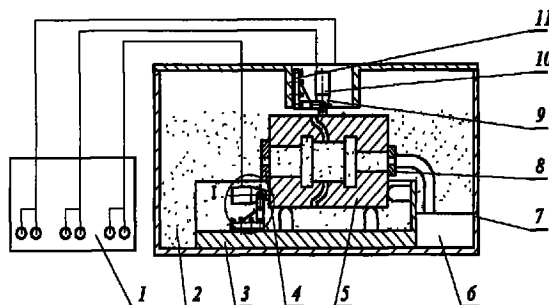
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种复杂表面光整加工设备及工艺

(57) 摘要

一种复杂表面光整加工设备及工艺属于特种加工技术领域范畴,其特征是一种超声变幅杆直接激振工件产生的高强度超声振动与在复杂工件表面强制流动的液固两相流体作用,产生了工件表面与磨粒的撞击及液体的空化导致磨粒对工件表面的冲击,实现复杂工件表面的光整加工,尤其是具有复杂通道的内凹表面亦存在高强度的超声振动及液固两相流体的无孔不入的特性,其优点在于:实现了复杂内外表面的光整加工,而且解决了内凹表面及内死角目前尚无法光整加工的难题。该技术可以全面有效地对内表面进行光整加工,有效降低零件的表面粗糙度值,从而大幅度提高零件的表面配合质量、表面耐磨性、表面密封性、零件的清洁度及使用寿命。



1. 一种复杂表面光整加工设备,其特征在于是一种超声变幅杆直接激振被加工工件产生的高强度超声振动与在被加工工件复杂表面强制流动的液固两相流体作用,产生被加工工件复杂表面与磨粒的撞击及液体的空化导致磨粒对被加工工件复杂表面的冲击,实现被加工工件复杂表面的光整加工,且对具有复杂通道的内凹表面存在高强度的超声振动及液固两相流体无孔不入特性,保证所述内凹表面同样有很好的光整加工效果的复杂表面光整加工设备,该设备由超声波发生电源(1)、液固两相流体(2)、机床工作台(3)、出口节流挡板(4)、被加工工件(5)、泥浆泵(6)、支座(11)、进口(8)、超声变幅杆(9)、超声换能器(10)及溶液槽(7)组成;溶液槽(7)和机床工作台(3)密封连接,被加工工件(5)旋转放置于机床工作台(3)上的相互独立的3个支承元件上,支座(11)固定在机床工作台(3)或溶液槽(7)上,出口节流挡板(4)连接在被加工工件(5)孔道出口上,泥浆泵(6)固定在溶液槽(7)内并与被加工工件孔道入口紧固;于转动轴组件(12)上设有圆弧槽,能使超声变幅杆(9)绕其旋转 $\pm 45^\circ$,并通过螺钉(13)固定超声变幅杆(9)的角度;通过移动调节螺钉和连接螺钉(15)实现对超声变幅杆(9)高度的调节,并由连接螺钉将其紧固,超声变幅杆角度和高度的调整适应不同形状的被加工工件表面。

2. 应用上述一种复杂表面光整加工设备的工艺,其特征在于,在光整加工时,被加工工件(5)旋转放置于机床工作台(3)上的相互独立的3个支承元件上,超声变幅杆(9)进行移动和转动调整以适应不同形状的被加工工件表面并保持被加工工件的有效平稳夹持;液固两相流体(2)在泥浆泵(6)的压力作用下,流过被加工工件(5)的内表面并充满各个角落;出口节流挡板(4)和溶液槽(7)相连通实现液固两相流体的循环流动,出口节流挡板(4)调节被加工工件不同孔径的流量;打开超声波发生电源(1)后,超声变幅杆(9)发生超声振动并激发被加工工件(5)产生高强度超声振动,被加工工件各个表面通过与磨粒的撞击及液体的空化导致磨粒对被加工工件表面的冲击,实现复杂工件表面的光整加工,对内凹表面存在高强度的超声振动及液固两相流体的无孔不入的特性,保证了内凹表面同样有很好的光整加工效果;被加工工件(5)全部浸入或部分浸入溶液槽中,对外表面根据需要进行整体加工或局部加工;具体加工的工艺步骤为:

I 在被加工工件(5)上固定三个超声变幅杆(9),所述被加工工件具有复杂的型腔表面和孔道,这些超声变幅杆与相应的超声换能器(10)相连,超声换能器(10)与能发出不同频率的超声波电源(1)相连,被加工工件(5)受到不同频率的超声激励而产生超声振动,超声振动在被加工工件内迭加;

II 所有超声变幅杆(9)分别固定在各自独立的支座(11)上,支座(11)与机床工作台(3)采用可拆卸易调节的活动连接方式,调整超声变幅杆的空间位置及角度,保持被加工工件的有效平稳夹持,以适合各种不同零件的加工要求;

III 液固两相流体(2)是液体中悬浮所述磨粒,所述磨粒是固体磨料颗粒,液体在泥浆泵(6)的作用下,通过管道导入被加工工件内表面,通过一个或多个出口节流挡板(4)排入溶液槽(7),被加工工件(5)及超声变幅杆(10)部分或全部浸入溶液槽(7)中,被加工工件(5)的所有需加工表面与液固两相流体(2)相接触;

IV 被加工工件(5)以 $20 \sim 35\text{kHz}$ 的频率超声振动,并与 $1 \sim 3$ 米/分速度流动的液固两相流体(2)中的磨粒发生撞击,导致液固两相流体在被加工工件孔道内流动发生空化,空化又使液固两相流体中的磨粒撞击被加工工件(5),同时液固两相流体(2)的流动连续

补充磨料实现进给运动,并且在被加工工件(5)表面滑擦,使加工表面粗糙度值降低,实现被加工工件复杂内表面的光整加工。

一种复杂表面光整加工设备及其工艺

技术领域

[0001] 本发明一种复杂表面光整加工设备及其工艺属于特种加工技术领域范畴。具体来讲,涉及超声能量的多维加载技术、超声振动系统的固定技术、液固悬浮两相流体在复杂表面的流动及冲击技术。本发明适应于加工复杂形状工件的内外表面。

背景技术

[0002] 零件表面的光整加工是目前机械加工中重点研究的课题和解决的关键问题之一,内表面的光整加工更是这方面研究需解决的难题;尤其是复杂交叉孔道的零件的内表面光整加工非常困难,是光整加工应用中的瓶颈;而类似于液压阀体这类内表面孔不但要和阀芯有配合要求实现密封,还要滑动实现换向,故要求配合表面硬度高、耐磨,粗糙度低,因此对液压阀体内表面孔光整加工难度大,目前尚无有效解决方法,成为科技工作者孜孜不倦追求解决的难题之一。现有的内表面光整加工技术主要有磁力研磨、挤压珩磨等。磁力研磨的磁刷虽然为柔性的,但它的电极为刚性的,难以加工复杂的通道;挤压珩磨的流体磨料为粘弹性的,也是柔性的,根据粘弹性力学,它在孔道的突出部分有很大的压力降,所以加工效果好,但在孔道的下落部分死角流体不流动,所以没有加工效果。目前对于零件表面的光整加工按表面类型可以分为四类:外平整表面已有许多成熟技术;直径大,通道形状简单的内表面有一些加工方法;对于复杂通道的内表面加工方法很少;而对复杂通道的内凹表面没有加工方法。所以急需复杂通道的内表面加工方法,尤其是复杂通道的内凹表面的加工方法。

[0003] 现有的超声波加工方法都是利用超声波振动系统中的变幅杆激振工具或介质来进行加工的,激振工具的超声加工方法主要用于一些复合加工,如:超声车削、铣削、磨削、珩磨等,主要用于表面加工,不属于光整加工工艺范畴;激振介质的加工方法有超声清洗及超声抛光,这两种加工方法都是利用安装在容器壁上的变幅杆激振加工介质,由于容器体积大,超声波在液体介质中传播时损耗较大,对零件表面的作用较小,所以超声波清洗的工件只能达到去除表面污物的效果,超声抛光是将工件放入加工质中,由于液体中超声的空化作用,在固体粒子的冲击下只能使小而硬的毛边及尖角被除去,对表面基本没有光整加工效果。因此现有的超声加工工艺方法不能很好地对复杂零件内表面进行光整加工,对内凹表面及内死角完全没有加工效果。

发明内容

[0004] 本发明一种复杂表面光整加工设备及其工艺目的在于:为了解决上述现有的复杂零件内表面光整加工工艺方法中难以解决的问题和存在的严重不足,从而公开一种超声变幅杆直接激振工件产生的高强度超声振动与在复杂工件表面强制流动的液固两相流体作用,产生了工件表面与磨粒的撞击及液体的空化导致磨粒对工件表面的冲击,实现复杂工件表面的光整加工,尤其是复杂通道的内凹表面亦存在高强度的超声振动及液固两相流体的无孔不入的特性,保证了内凹表面及内死角同样有很好的光整加工效果的技术方案。

[0005] 本发明一种复杂表面光整加工设备，

[0006] 本发明一种复杂表面光整加工设备，其特征在于是一种超声变幅杆直接激振工件产生的高强度超声振动与在复杂工件表面强制流动的液固两相流体作用，产生工件表面与磨粒的撞击及液体的空化导致磨粒对工件表面的冲击，实现复杂工件表面的光整加工，尤其是具有复杂通道的内凹表面亦存在高强度的超声振动及液固两相流体无孔不入特性，保证内凹表面及内死角同样有很好的光整加工效果的复杂表面光整加工设备，该设备由超声波发生电源 1、液固两相流体 2、机床工作台 3、出口节流挡板 4、被加工工件 5、泥浆泵 6、支座 11、进口 8、超声换能器 9、超声变幅杆 10 及溶液槽 7 组成；溶液槽 7 机床工作台 3 密封连接，被加工工件 5 旋转于机床工作台 3 上的支承元件上，支座 11 固定在机床工作台 3 或溶液槽 7 上，出口节流挡板 4 连接在工件 5 孔道出口上，泥浆泵 6 固定在溶液槽 7 内并与工件孔道入口紧固；与转动轴组件 12 上设有圆弧槽，能使变幅杆 9 绕其旋转 $\pm 45^\circ$ ，并通过螺钉 13 固定超声变幅杆 9 的角度；通过移动调节螺钉 11 和 15 实现对变幅杆 9 高度的调节，并由连接螺钉将其紧固，变幅杆角度和高度的调整适应不同形状的工件表面。

[0007] 应用上述一种复杂表面光整加工设备的工艺，其特征在于，在光整加工时，被加工工件 5 放在相互独立的三个支座 11 上，超声变幅杆 10 进行移动和转动调整以适应不同形状工件表面并保持工件的有效平稳夹持；液固两相流体 2 在泥浆泵 6 的压力作用下，流过被加工工件 5 的内表面并充满各个角落；出口节流挡板 4 和溶液槽 7 相连接实现液固两相流体的循环流动，出口节流挡板 4 调节工件不同孔径的流量；打开超声波发生电源 1 后，超声变幅杆 10 发生超声振动并激发被加工工件 5 产生高强度超声振动，工件各个表面通过与磨粒的撞击及液体的空化导致磨粒对工件表面的冲击，实现复杂工件表面的光整加工，内凹表面亦存在高强度的超声振动及液固两相流体的无孔不入的特性，保证了内凹表面及内死角同样有很好的光整加工效果；被加工工件 5 全部浸入、部分浸入或全部不浸入溶液槽中，对外表面根据需要进行整体加工、局部加工或全部不加工；具体加工的工艺步骤为：

[0008] I 在具有复杂的型腔表面和孔道的被加工工件 5 上固定了三个与超声变幅杆 10 相同的变幅杆，这些超声变幅杆与相应的超声换能器 9 相连，超声换能器 9 与能发出不同频率的超声波发生电源 1 相连，被加工工件 5 受到不同频率的超声激励而产生超声振动，超声振动在工件内迭加；

[0009] II 所有超声变幅杆 10 都分别固定在各自独立的支座 11 上，支座 11 与机床工作台 3 采用可拆卸易调节的活动连接方式，调整变幅杆的空间位置及角度，保持工件的有效平稳夹持，以适合各种不同零件的加工要求；

[0010] III 液固两相流体 2 是液体中悬浮固体磨料颗粒，液体在泥浆泵 6 的作用下，通过管道导入工件内表面，通过其它一个或多个出口节流挡板 4 排入溶液槽 7，被加工工件 5 及超声变幅杆 10 也部分或全部浸入溶液槽 7 中，被加工工件 5 的所有需加工表面与液固两相流体 8 相接触；

[0011] IV 被加工工件 5 以 20 ~ 35KHz 的频率超声振动，并与 1 ~ 3 米 / 分速度流动的液固两相流体 2 中的磨粒发生撞击，导致液固两相流体在工件孔道内流动发生空化，空化又使液固两相流体中的磨粒撞击被加工工件 5，同时液固两相流体 2 的流动连续补充磨料实现进给运动，并且在被加工工件 5 表面滑擦，使加工表面粗糙度值降低，实现工件复杂内表面的光整加工。

[0012] 本发明一种复杂表面光整加工设备及工艺的优点在于：利用液固两相流体的流动实现复杂表面的均匀连续补充磨料和超声振动的撞击加工能力及超声空化冲击相结合来实现工件复杂内表面的光整加工，尤其可以有效的对内凹表面进行有效的光整加工，从而解决了现有的复杂零件内表面光整加工工艺方法中难以解决的问题和存在的严重不足。有益效果是不但实现了复杂内外表面的光整加工，而且解决了内凹表面及内死角目前尚无法光整加工的难题。该技术可以全面有效地对内表面进行光整加工，有效降低零件的表面粗糙度值，从而大幅度提高零件的表面配合质量、表面耐磨性、表面密封性、零件的清洁度及使用寿命。

附图说明

[0013] 图 1 超声振动光整加工原理图

[0014] 图中的标号为：

[0015] 1、超声波发生电源 2、液固两相流体 3、机床工作台 4、出口节流挡板 5、被加工工件 6、泥浆泵 7、溶液槽 8、进口 9、超声换能器 10、超声变幅杆 11、支座

[0016] 图 2 变幅杆位移转角调整示意图

[0017] 图中的标号为：

[0018] 3、机床工作台 9、变幅杆 10、超声换能器 11、支座 12、压板 13、螺钉 14、销 15、连接螺钉 7、移动调节螺钉

具体实施方式：

[0019] 实施方式 1：浸入式加工

[0020] 结合附图 1，具体来进一步阐述，具有复杂内外表面的六面体被加工工件 5 是如何实现光整加工的。被加工工件 5 放在机床工作台 3 上，调整工件位置使孔道与泥浆泵的进口 8 连接；三个变幅杆 10 采用正交布置，移动或和转动变幅杆 10 确保其与工件的三个表面良好接触并使工件的平稳夹持；接好变幅杆 10 与超声电源 1 的连线，加入液固两相流体 2，开动泥浆泵 6，调整泵的压力使流速为 2 米 / 分左右，打开超声电源，微调整振动频率，使三个变幅杆振动良好；经过 10 分钟的加工，可以达到光整加工的要求。值得提出的是由于工件孔道截面积相差较大，出口 4 处设有节流挡板，均衡工件不同孔径的流量。环形内凹槽里亦充满悬浮磨料，凹槽表面的超声振动实现了光整加工。

[0021] 实施方式 2：浸入式加工

[0022] 结合附图 1，具体来进一步阐述，具有复杂内外表面的六面体被加工工件 5 是如何实现光整加工的。被加工工件 5 放在机床工作台 3 上，调整工件位置使孔道与泥浆泵的进口 8 连接；三个变幅杆 10 采用正交布置，移动或和转动变幅杆 10 确保其与工件的三个表面良好接触并使工件的平稳夹持；接好变幅杆 10 与超声电源 1 的连线，加入液固两相流体 2，开动泥浆泵 6，调整泵的压力使流速为 1 米 / 分左右，打开超声电源，微调整振动频率，使三个变幅杆振动良好；经过 5 分钟的加工，可以达到光整加工的要求。值得提出的是由于工件孔道截面积相差较大，出口 4 处设有节流挡板，均衡工件不同孔径的流量。环形内凹槽里亦充满悬浮磨料，凹槽表面的超声振动实现了光整加工。

[0023] 实施方式 3：浸入式加工

[0024] 结合附图 1, 具体来进一步阐述, 具有复杂内外表面的六面体被加工工件 5 是如何实现光整加工的。被加工工件 5 放在机床工作台 3 上, 调整工件位置使孔道与泥浆泵的进口 8 连接; 三个变幅杆 10 采用正交布置, 移动或转动变幅杆 10 确保其与工件的三个表面良好接触并使工件的平稳夹持; 接好变幅杆 10 与超声电源 1 的连线, 加入液固两相流体 2, 开动泥浆泵 6, 调整泵的压力使流速为 3 米 / 分左右, 打开超声电源, 微调整振动频率, 使三个变幅杆振动良好; 经过 15 分钟的加工, 可以达到光整加工的要求。值得提出的是由于工件孔道截面面积相差较大, 出口 4 处设有节流挡板, 均衡工件不同孔径的流量。环形内凹槽里亦充满悬浮磨料, 凹槽表面的超声振动实现了光整加工。

[0025] 实施方式 4: 非浸入式加工

[0026] 结合附图 2 说明具有复杂内表面且外表面不需加工的非浸入式加工式光整加工工艺装置。调整工件位置使其一孔道口与泥浆泵 6 的入口连接, 其它孔道口与导管将泥浆排出; 调整三个变幅杆 10 的空间位置, 使其保持与工件的三个表面良好接触并使工件的平稳夹持; 接好变幅杆与超声电源 1 的连线, 加入液固两相流体 2, 开动泥浆泵 6, 调整泵的压力使流速为 2 米 / 分左右, 打开超声电源, 微调整振动频率, 使三个变幅杆振动良好; 经过 10 分钟的加工, 可以达到光整加工的要求。内凹盲孔里亦充满悬浮磨料, 盲孔表面的超声振动实现了光整加工。

[0027] 实施方式 5: 非浸入式加工

[0028] 结合附图 2 说明具有复杂内表面且外表面不需加工的非浸入式加工式光整加工工艺装置。调整工件位置使其一孔道口与泥浆泵 6 的入口连接, 其它孔道口与导管将泥浆排出; 调整三个变幅杆 10 的空间位置, 使其保持与工件的三个表面良好接触并使工件的平稳夹持; 接好变幅杆与超声电源 1 的连线, 加入液固两相流体 2, 开动泥浆泵 6, 调整泵的压力使流速为 1 米 / 分左右, 打开超声电源, 微调整振动频率, 使三个变幅杆振动良好; 经过 5 分钟的加工, 可以达到光整加工的要求。内凹盲孔里亦充满悬浮磨料, 盲孔表面的超声振动实现了光整加工。

[0029] 实施方式 6: 非浸入式加工

[0030] 结合附图 2 说明具有复杂内表面且外表面不需加工的非浸入式加工式光整加工工艺装置。调整工件位置使其一孔道口与泥浆泵 6 的入口连接, 其它孔道口与导管将泥浆排出; 调整三个变幅杆 10 的空间位置, 使其保持与工件的三个表面良好接触并使工件的平稳夹持; 接好变幅杆与超声电源 1 的连线, 加入液固两相流体 2, 开动泥浆泵 6, 调整泵的压力使流速为 3 米 / 分左右, 打开超声电源, 微调整振动频率, 使三个变幅杆振动良好; 经过 15 分钟的加工, 可以达到光整加工的要求。内凹盲孔里亦充满悬浮磨料, 盲孔表面的超声振动实现了光整加工。

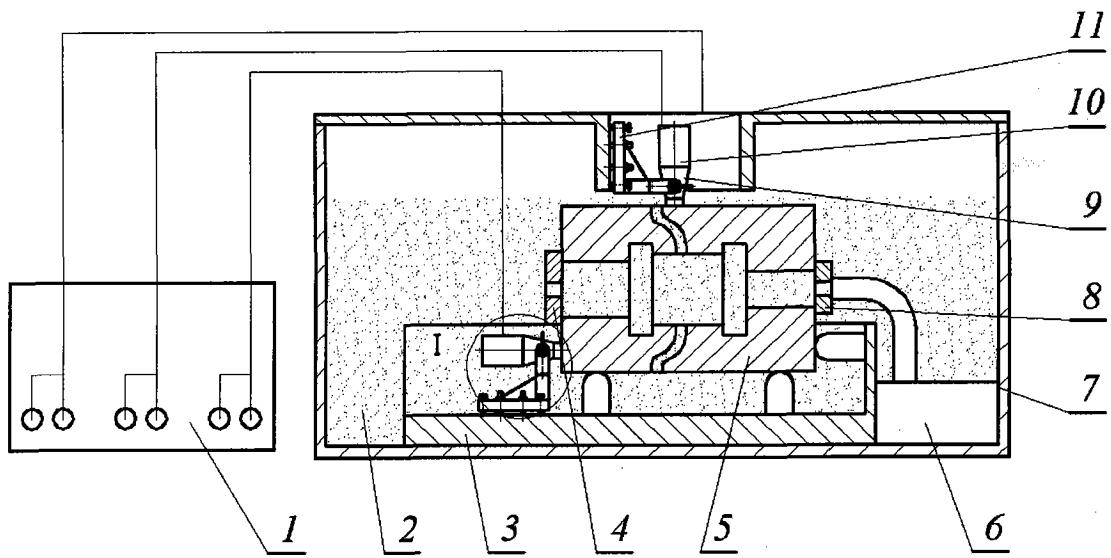


图 1

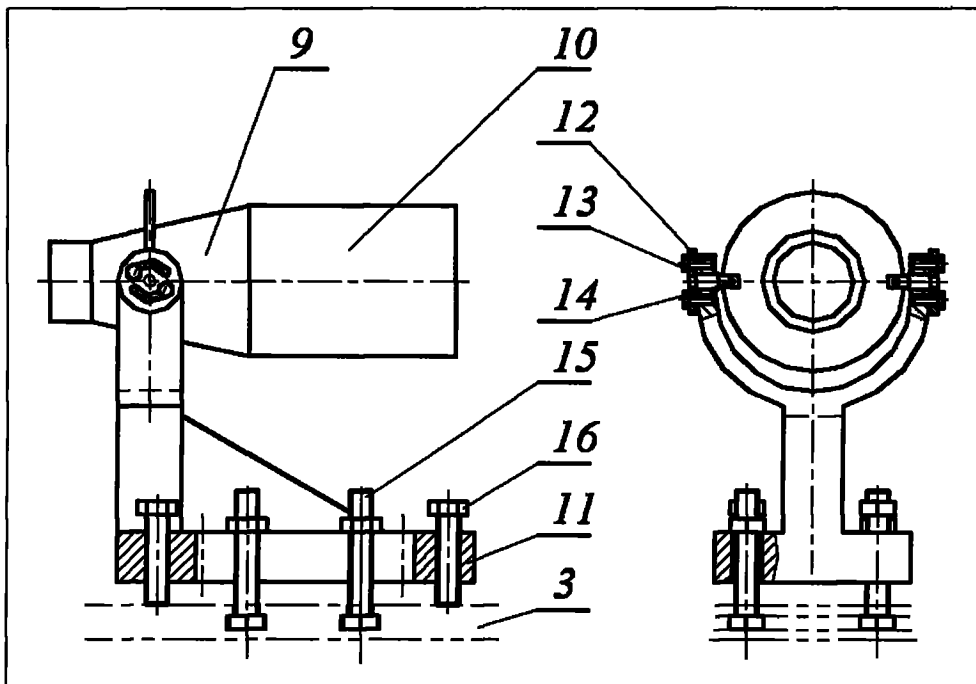


图 2