



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204123200 U

(45) 授权公告日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201420599582. 5

(22) 申请日 2014. 10. 16

(73) 专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923 号

(72) 发明人 刘战强 蔡玉奎 史振宇 万熠

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 王吉勇

(51) Int. Cl.

B23Q 11/10 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

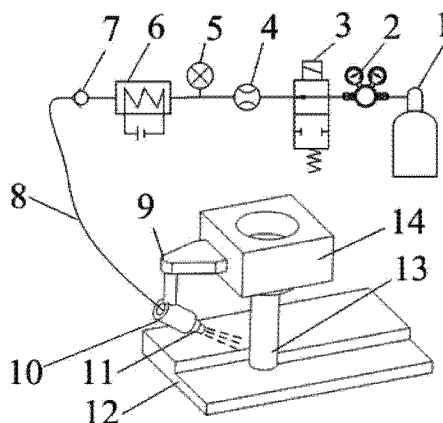
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,包括高压气瓶或空气压缩机,高压气瓶或空气压缩机的输出管路上依次连接有减压阀、电磁阀、流量阀、压力表、温度调节器、单向阀,单向阀通过金属软管与喷射组件相连接;喷射组件包括喷射转换接头、收缩扩张型喷嘴,收缩扩张型喷嘴包括喷嘴收缩段、喷嘴喉部、喷嘴扩张段三段。能够获得出口速度为超音速的低温气流,具有喷射速度高的特点,提高了切削热对流的效率,高速喷射对于材料的断屑排屑有较好的辅助作用。相对其他制冷方式本实用新型能够降低成本,消耗品是成本低廉的高压气体,获取方式简易。



1. 一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,其特征是,包括高压气瓶,所述高压气瓶出口通过输气管路与减压阀入口连接,所述减压阀出口通过输气管路连接控制整个气路通断的电磁阀,所述电磁阀通过输气管路与流量阀相接,所述流量阀出口通过输气管路连接压力表,所述压力表通过输气管路连接调节气流温度的温度调节器,所述温度调节器出口的输气管路上连接有单向阀,所述单向阀通过金属软管与喷射组件相连接;

所述喷射组件包括喷射转换接头、收缩扩张型喷嘴,所述收缩扩张型喷嘴包括喷嘴收缩段、喷嘴喉部、喷嘴扩张段三段;所述喷嘴收缩段为直线型壁面锥形,所述喷嘴喉部为圆弧过渡、所述喷嘴扩张段为直线型壁面锥形;

所述温度调节器保证收缩扩张型喷嘴入口气流温度可调。

2. 一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,其特征是,包括空气压缩机,所述空气压缩机出口通过输气管路与减压阀入口连接,所述减压阀出口通过输气管路连接控制整个气路通断的电磁阀,所述电磁阀通过输气管路与流量阀相接,所述流量阀出口通过输气管路连接压力表,所述压力表通过输气管路连接调节气流温度的温度调节器,所述温度调节器出口的输气管路上连接有单向阀,所述单向阀通过金属软管与喷射组件相连接;

所述喷射组件包括喷射转换接头、收缩扩张型喷嘴,所述收缩扩张型喷嘴包括喷嘴收缩段、喷嘴喉部、喷嘴扩张段三段,所述喷嘴收缩段为直线型壁面锥形,所述喷嘴喉部为圆弧过渡、所述喷嘴扩张段为直线型壁面锥形;

所述温度调节器保证收缩扩张型喷嘴入口气流温度可调。

3. 如权利要求 1 所述一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,其特征是,所述高压气瓶内的气流主要成分为氮气、氩气、氦气中的任何一种。

4. 如权利要求 2 所述一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,其特征是,所用气流为空气。

5. 如权利要求 1 或 2 所述一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,其特征是,所述喷射转换接头与收缩扩张型喷嘴通过螺纹相连接。

6. 如权利要求 1 或 2 所述一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,其特征是,所述喷嘴转换接头中间内部设有凸台。

一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及切削加工技术领域,尤其涉及一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置。

背景技术

[0002] 高效洁净机械制造是制造业未来发展的方向,在切削加工领域中有多种高效洁净切削方式,其中一种重要方式是使用低温气体代替切削液作为切削加工的冷却介质。众所周知,切削液对环境污染严重,危害操作人员的身体健康,部分材料断屑排屑困难。采用低温气体冷却切削尤其对于高速切削及超高速切削意义深远,由于高速切削及超高速切削刀具寿命短,切削热产生较多,而低温气流能快速带走切削热,并使刀具温度保持在合理的范围内,从而使刀具保持较高的强度。

[0003] 低温气体冷却切削能够减少环境污染,降低产品成本,提高产品质量。其核心技术在于研制低温气体发生装置,目前常用的方法主要有:使用低沸点介质的间接制冷,由于液氮等低沸点介质在外部制备,整个系统运行成本高,不太实用;循环压缩间接制冷,制冷程序复杂,成本高;涡流管直接制冷,制冷效率较低。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的就是为了解决上述问题,提供一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,通过该项装置可以提供低温超音速气流,所用气流是空气、氮气、氩气、氦气中的任一种;根据不同的环境和加工材料选择合适的气流用于切削加工,高效带走切削热,并以超音速气流喷射切削区,由于气流喷出速度较高,对切削过程中材料断屑及排屑有利,不仅代替了切削液对切屑的冲击作用,同时能够高速喷射到刀具表面,对于抑制积屑瘤的产生也有作用。

[0005] 为了实现上述目的,本实用新型采用如下技术方案:一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,包括用于提供高压气流的高压气瓶,高压气瓶的出口输气管路上连接有高压减压阀,高压减压阀的出口通过输气管路与电磁阀相连,电磁阀控制气路的通断,电磁阀出口的输气管路上依次连接流量阀、压力表,流量阀可以调节气流的流量大小,压力表用于指示气流压力;压力表通过输气管路与调节气流温度的温度调节器相连,温度调节器的输出管路上有防止回流的单向阀,单向阀通过金属软管与喷射组件相连接。

[0006] 所用气流为空气时,高压气瓶用空气压缩机代替,其他结构不变。

[0007] 所述喷嘴组件通过支架固定在机床上。

[0008] 所述喷射组件包括喷射转换接头、收缩扩张型喷嘴,所述收缩扩张型喷嘴包括喷嘴收缩段、喷嘴喉部、喷嘴扩张段三段;所述喷嘴收缩段为直线型壁面锥形,所述喷嘴喉部为圆弧过渡、所述喷嘴扩张段为直线型壁面锥形。

[0009] 高压气瓶用于提供高压气流,经过减压阀调节至合适压力,利用电磁阀控制整个气路的通断,根据不同切削条件要求通过流量阀调节气流流量,温度调节器用于使流入收

缩扩张型喷嘴的气流温度恒定可调,流量、压力、温度恒定的亚音速气流经过金属软管和喷嘴转换接头流入收缩扩张型喷嘴,在收缩扩张型喷嘴收缩段气流不断加速,压力和温度随之降低,并在喉部达到音速,在扩张段继续加速,从而在出口得到低温超音速气流,并将其对准切削区域喷射。

[0010] 减压阀输出压力根据气体动力学公式 (1) 计算得到,从而保证收缩扩张型喷嘴的出口为超音速气流。

$$[0011] \quad (Ma^2 - 1) \frac{dV}{V} = \frac{dA}{A} \quad (1)$$

[0012] 式中, Ma 为气体马赫数, V 为气体流速, A 为管道面积。

[0013] 收缩扩张型喷嘴能够实现气流超音速的基本原理:从式 1 可以看出,当马赫数 Ma < 1 时, $Ma^2 - 1 < 0$, 当喷嘴面积缩小时, $\frac{dA}{A} < 0$, 所以 $\frac{dV}{V}$ 肯定大于 0, 即亚音速气流随面积

缩小速度增加;马赫数 Ma > 1 时, $Ma^2 - 1 > 0$, 当喷嘴面积扩大时, $\frac{dA}{A} > 0$, 所以 $\frac{dV}{V}$ 肯定大于 0, 即超音速气流随面积增大速度增加。

[0014] 温度调节器保证收缩扩张型喷嘴入口气流温度可调,气流入口温度及出口温度满足气体动力学公式 (2), 根据所要求的超音速气流温度,将所要求的入口温度计算出来,并利用温度调节器调节。

$$[0015] \quad \frac{T}{T_e} = 1 + \frac{k-1}{2} Me^2 \quad (2)$$

[0016] 式中, k 为气体的比热比, T 为气体入口总温, T_e 为气体出口静温, Me 为收缩扩张型喷嘴出口马赫数。

[0017] 本装置中收缩扩张型喷嘴出口压力为大气压,则收缩扩张型喷嘴入口压力和出口压力满足公式 (3), 由此公式计算出收缩扩张型喷嘴入口压力。

$$[0018] \quad \frac{P}{P_e} = \left(1 + \frac{k-1}{2} Me^2 \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (3)$$

[0019] 式中, P 为收缩扩张型喷嘴入口总压力, P_e 为喷嘴出口静压力, k 为气体的比热比, Me 为收缩扩张型喷嘴出口马赫数。

[0020] 收缩扩张型喷嘴尺寸根据气体动力学等熵面积公式 (4) 气体动力学等熵理论计算。

$$[0021] \quad \frac{A_e}{A_t} = \frac{1}{Me} \left[\left(\frac{2}{k+1} \right) \left(1 + \frac{k-1}{2} Me^2 \right) \right]^{\frac{k+1}{2(k-1)}} \quad (4)$$

[0022] 式中, A_e 为喷嘴的出口面积, A_t 为喷嘴喉部面积。

[0023] 获得所需温度和速度的气流,需要满足的条件有:

- [0024] 1、按照等熵面积公式 (4) 所设计加工的收缩扩张型喷嘴。
- [0025] 2、供给喷嘴按照式 (2)、(3) 所计算的一定温度和压力的气体,而温度的调节由系统中的温度调节器来完成,压力的调节通过减压阀控制。
- [0026] 本实用新型的有益效果:
- [0027] 1. 本实用新型的装置能够获得低温气流,并且可以根据不同的压力、温度、喷嘴尺寸参数对出口气流的温度、流量进行调节。
- [0028] 2. 本实用新型能够获得出口速度为超音速的气流,具有喷射速度高的特点,从而提高了切削热对流的效率,高速喷射对于材料的断屑排屑有较好的辅助作用。
- [0029] 3. 超音速气流喷射切削区,由于气流喷出速度较高,能够高速喷射到刀具表面,对于抑制积屑瘤的产生也有作用。
- [0030] 4. 可以利用多种气体,满足不同的切削条件和切削材料使用;
- [0031] 5. 相对其他制冷方式本实用新型能够降低成本,消耗品是成本低廉的高压气体,获取方式简易。
- [0032] 6. 解决了切削液的污染问题,同时达到降低切削区温度的作用。
- [0033] 7. 采用金属软管的目的保证喷射组件能够随着机床主轴的移动而移动,喷射组件固定于支架之上,保证了喷嘴与刀具的相对位置。

附图说明

- [0034] 图 1 是低温超音速气流发生装置结构示意图;
- [0035] 图 2 是支架结构示意图;
- [0036] 图 3 是喷射组件示意图;
- [0037] 图 4 是喷嘴转换接头结构示意图;
- [0038] 图 5 是喷嘴结构示意图。
- [0039] 其中,1、空气压缩机,2、减压阀,3、电磁阀,4、流量阀,5、压力表,6、温度调节器,7、单向阀,8、金属软管,9、支架,10、喷嘴转换接头,11、收缩扩张型喷嘴,11a、喷嘴收缩段,11b、喷嘴喉部,11c、喷嘴扩张段,12、工件,13、刀具,14、机床。

具体实施方式

- [0040] 下面结合附图与实施例对本实用新型作进一步说明。
- [0041] 如图 1 所示,一种用于切削加工过程冷却的超音速低温气流发生装置,所用气流为空气,该装置包括空气压缩机 1 及其出口的高压减压阀 2,用于控制整个气路的通断的电磁阀 3,决定了系统的工作与停止状态,管道中气流通过流量阀 4 调节流量,压力表 5 指示气流压力,温度调节器 6 用于调节气流温度,使气流温度满足收缩扩张型喷嘴 11 进口与出口气流温度关系,温度调节器 6 出口接单向阀 7 用于防止气流回流,单向阀 7 输出与金属软管 8 连接,保证收缩扩张型喷嘴 11 随机床 14 运动的时候行程足够,金属软管 8 末端连接喷嘴转换接头 10,喷嘴转换接头 10 另一端连接收缩扩张型喷嘴 11。
- [0042] 如图 2-4 所示,喷嘴转换接头 10 固定在支架 9 上,收缩扩张型喷嘴 11 利用螺纹旋在喷嘴转换接头 10 上,使低温气流对准工件 12 及刀具 12 切削区域,支架 9 固定在机床 14 上,喷嘴转换接头 10 的内部中间设有凸台,对金属软管 8 内部喷出的气流进行调整,保证气

流沿轴线方向进入收缩扩张型喷嘴 11。

[0043] 如图 5 所示,收缩扩张型喷嘴 11 包括喷嘴收缩段 11a、喷嘴喉部 11b、喷嘴扩张段 11c 三段。使用时根据对超音速气流温度和速度的要求,对收缩扩张型喷嘴 11 内部尺寸根据气体动力学等熵面积公式 (4) 进行计算,并制造收缩扩张型喷嘴 11,同时可以根据公式 (2)、(3) 计算出入口气流所需要温度和压力。

[0044] 减压阀输出压力根据以下气体动力学公式计算得到,从而保证收缩扩张型喷嘴的出口为超音速气流。

$$[0045] \quad (Ma^2 - 1) \frac{dV}{V} = \frac{dA}{A}$$

[0046] 式中, Ma 为气体马赫数, V 为气体流速, A 为管道面积。

[0047] 收缩扩张型喷嘴尺寸根据气体动力学等熵面积以下公式气体动力学等熵理论计算。

$$[0048] \quad \frac{A_e}{A_t} = \frac{1}{Me} \left[\left(\frac{2}{k+1} \right) \left(1 + \frac{k-1}{2} M_e^2 \right) \right]^{\frac{k+1}{2(k-1)}}$$

[0049] 式中, A_e 为喷嘴的出口面积, A_t 为喷嘴喉部面积。

[0050] 例如对于喷嘴出口马赫数 $Me = 3$ 的喷嘴,给定入口总温为 $T = 500K$ 的氮气 ($k = 1.4$),出口为大气压,即 $P_e = 1bar$,分别代入式 (2)、(3) 得式 (5)、(6)

$$[0051] \quad \frac{500}{T_e} = 1 + \frac{1.4-1}{2} \times 3^2 \quad (5)$$

$$[0052] \quad \frac{P}{1} = \left(1 + \frac{1.4-1}{2} \times 3^2 \right)^{\frac{1.4}{1.4-1}} \quad (6)$$

[0053] 经过计算得到所需入口总压为 $P = 36.73bar$, $T_e = 178.6K (-94.6^\circ C)$,因此只需要将符合条件的高压气体通入铣刀就可以获得 $-94.6^\circ C$ 下 3 倍音速的气流。

[0054] 获得所需温度和速度的气流,需要满足的条件有:

[0055] 1、按照等熵面积公式 (4) 所设计加工的收缩扩张型喷嘴。

[0056] 2、供给喷嘴按照式 (2)、(3) 所计算的一定温度和压力的气体,而温度的调节由系统中的温度调节器来完成,压力的调节通过减压阀控制。

[0057] 低温铣削 Ti-6Al-4V 实验表明,低温铣削可显著提高刀具的使用寿命;低温切削镍基高温合金实验表明,此法可大幅度提高刀具的使用寿命和已加工表面质量。

[0058] 上述虽然结合附图对本实用新型的具体实施方式进行了描述,但并非对本实用新型保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本实用新型的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本实用新型的保护范围以内。

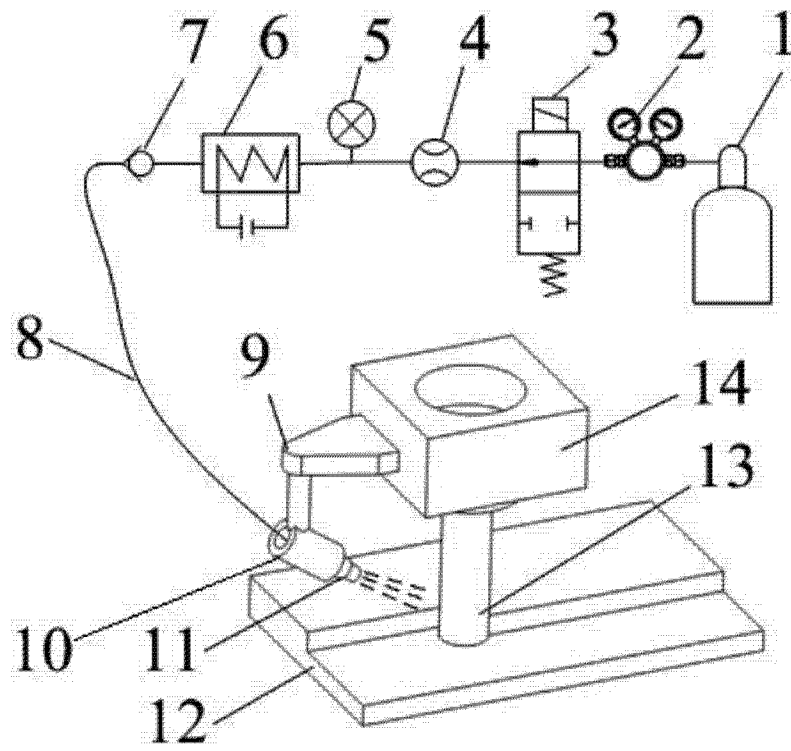


图 1

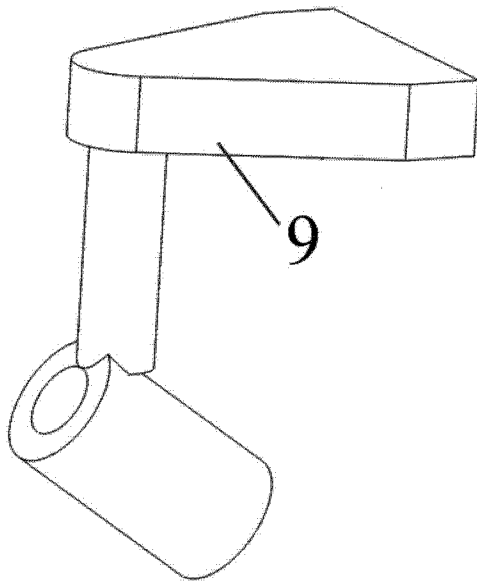


图 2

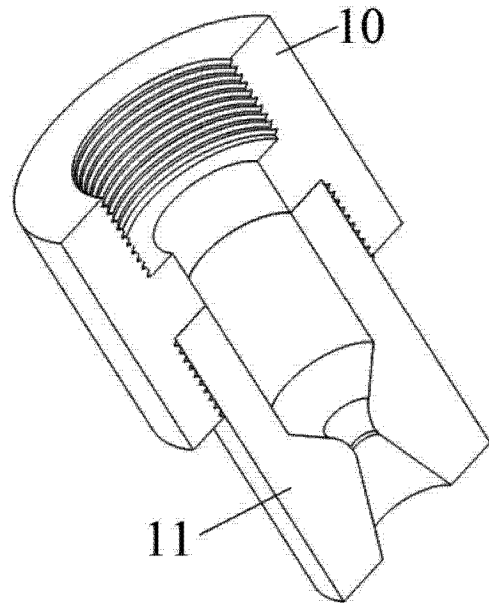


图 3

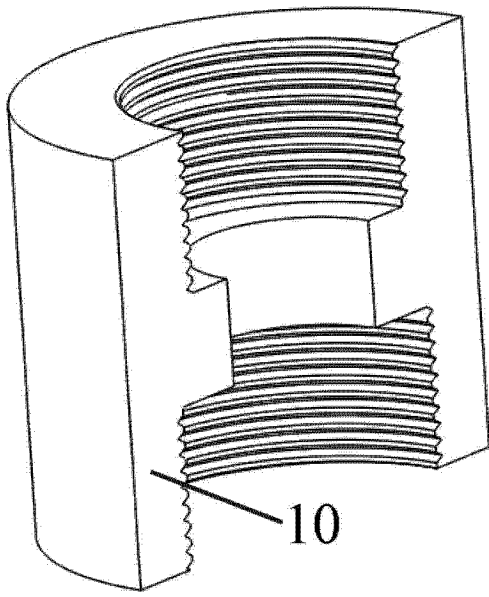


图 4

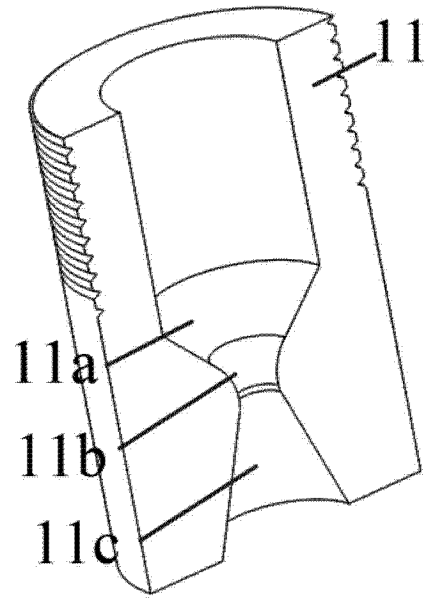


图 5