

证书号第 1953256 号



发 明 专 利 证 书

发 明 名 称：一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机

发 明 人：陈振亚;沈兴全;辛志杰;杨承昌;郭婷婷

专 利 号：ZL 2014 1 0102160.7

专利申请日：2014 年 03 月 19 日

专 利 权 人：中北大学

授权公告日：2016 年 02 月 17 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 03 月 19 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨





一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种小口径内排屑高速深孔加工机床部件，具体涉及一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机。

背景技术

[0002] 深孔加工在制造业中扮演重要角色，据统计，在 29 个制造行业中，至少有 50%对深孔加工技术及装备有直接需求，1/3/以上有迫切需求，所以深孔加工质量的好坏，将会直接影响机械产品的生产效率及加工质量。为此，开发高性价比、多功能的深孔加工装备，对我国的制造业发展有重要意义。

[0003] 深孔加工是机械加工的难点，高速深孔加工过程中冷却润滑难、切屑排出难，对于连续长时间工作的小口径高速深孔机床来说，刀具切削等产生的大量切削热，会使冷却液温度迅速升高，产生的热效应往往影响到加工质量；同时小口径高速深孔加工产生的切屑易堵塞排屑通道，尤其是对批量大而难加工的材料来说，除对机床、刀具、材料、主轴转速、进给量等相关切削参数的正确选择外，切屑能否顺畅排出，决定着深孔加工质量和生产效率；将尽量多的功能集成到深孔加工负压抽屑装置上，使同一部件同时具有钻孔、镗削深孔螺纹、冷却润滑和排屑的功能，提高深孔加工效率，有巨大的应用价值。纵观深孔加工的发展历程，没有一种装置能够实现深孔加工排屑的同时，完成对深孔切削液的冷却，兼顾深孔完成深孔加工钻、镗孔，精确加工深孔螺纹的特点。

[0004] 为描述方便一般将钻杆进行钻孔的一端称作前端，另一端相应的称作后端。

发明内容

[0005] 本发明为解决目前深孔钻机排屑困难、不能有效对钻屑冷却的技术问题，提供一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机。

[0006] 本发明是采用以下技术方案实现的：一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机，包括一个由竖直支座以及设置在竖直支座上部的两端开口的水平筒组成的支撑架，水平筒靠近前端口内壁之间固定设有一组轴承；轴承组每个轴承的外圈均与水平筒的内壁连接；水平筒的前端口内水平套设有一个中心为前后贯通结构的主轴，主轴的后半部分与轴承组中每个轴承的内圈固定，主轴的前半部分伸出水平筒；水平筒的前端口处设有中心开孔的套在主轴上的轴承顶盖，轴承顶盖与主轴之间设有 O 型密封圈；主轴伸出水平筒的部分的中部固定连接有一个套设在主轴上的法兰盘；法兰盘的外周圈固定套设有一个皮带轮；主轴



说明书

上位于法兰盘前方靠近法兰盘的位置设有用于对法兰盘限位的限位装置；还包括用于驱动皮带轮的主轴刀杆电机；所述主轴的前端口固定有内部为前后贯通结构的钻杆；所述钻杆与主轴的中心贯通；所述水平筒内位于主轴后端口的位置固定有一个外径由前向后呈收缩结构且中心开有通孔的前喷嘴，水平筒的后端口处固定设有一个中心开有通孔且前部内径由前向后呈收缩结构的后喷嘴，所述后喷嘴外壁与水平筒内壁之间密封固定连接；前后喷嘴之间顺次设有至少一个负压喷嘴，所述负压喷嘴的后半部分外径由前向后呈收缩结构，前半部分内径由前向后呈收缩结构；按照由前向后的顺序排列，位于前方的喷嘴后半部分外径和与其相邻且位于其后方的喷嘴的前半部分内径相配合；相邻的两个喷嘴中，位于前方的喷嘴的外壁和与其相邻且位于其后方的喷嘴的前端口以及水平筒内壁之间形成流体空间；位于前方的喷嘴的外壁和与其相邻的位于其后部的喷嘴的内壁之间形成工作喷口；所述喷嘴均与主轴的中心孔相贯通；所述水平筒的上部筒壁上开有与每个流体空间相贯通的出油口；所述水平筒的内壁下部位于前后喷嘴之间的部分沿水平筒的轴线走向设有凸起的导轨，所述每个负压喷嘴的下部外壁均开有与导轨相配合的导轨架；所述负压喷嘴通过导轨架滑动的设置在导轨上；每个负压喷嘴的上部外壁上均开有前后贯通的凹槽，凹槽的一条槽边上水平设有齿条；水平筒的侧壁上与每个负压喷嘴凹槽相对应的位置上均开有螺孔，螺孔内竖直设有齿轮轴杆，齿轮轴杆上端位于水平筒外且设有旋转螺母，齿轮轴杆下端伸入水平筒内并与负压喷嘴的齿条相啮合；每个旋转螺母还配有一个第二止转销；齿轮轴杆与螺孔之间设有密封件。

[0007] 主轴刀杆电机的动力输出轴通过皮带驱动皮带轮；水平筒内的喷嘴与水平筒之间组成了负压抽屑装置内腔，高压冷却液经过负压抽屑装置内腔，由前后喷嘴之间锥形负压间隙向后高速喷射，形成喷吸效应，在刀杆尾端产生负压抽吸效应，由于冷却液射速较高，故后喷嘴采用液体喷射泵的结构，用来提高极限喷射系数减小压力损失；冷却液通过出油口泵入水平筒内，出油口上一般设有密封头 39 与外部油路连接，用于保证密封，进一步增强了负压抽屑装置内腔中的负压效果；负压喷嘴则可以沿着导轨前后滑动，转动旋转螺母则可以调节负压喷嘴前后移动的位移量；可调式负压喷嘴调节负压间隙可以提高实际喷射系数。前后喷嘴之间相互配合是指前后喷嘴之间（前喷嘴与负压喷嘴之间、负压喷嘴之间以及负压喷嘴与后喷嘴之间）能够相互有一定程度的嵌套，且能够留有一定的间隙（工作喷口），有利于冷却液的流动，并能够保证腔内的负压状态。第二止转销用于对旋转螺母进行限位，以免旋转螺母转动过大使负压喷嘴脱离进而无法控制，其结构、安装方法及使用方法为现有公知技术。

[0008] 实际使用时，更好的工作方式如下：出油口交替连接进油通路与出油通路，首先开

说明书

启深孔加工整个油路，在整个油路形成回流的基础上，开启首级负压，其次开启相邻的后一级负压，依次开启以后的负压。开启首级的负压过程为，首先打开首级负压出油通路上的流量计和流速阀；其次打开进油通路上的流量计和流速阀，控制进油通路进入的油量使其与出油通路的油量相同；最后拧动旋转螺母使负压喷嘴在导轨上前后移动，调节最佳的喷射间隙，达到最好的喷射效果后，完成首级负压的调节；以后每一级负压都按照此过程进行操作。

[0009] 进一步的，所述水平筒的两个侧壁为中空结构，内部设有循环水道，水平筒的外侧壁上设有与循环水道相连通的水管接头，水管接头连接有连接水管；循环水道还设有其上设阀门的进水口；水平筒的外侧壁上还设有与最后一个出油口相贯通的高效喷雾器；所述水平筒的外侧壁上未设置高效喷雾器的部分设有散热片。

[0010] 当每级负压都在最佳状态工作时，打开高效喷雾器通入冷却雾化液体，开启循环水，实现多次冷却。高效喷雾器包括进气管、进水管、进油管，三管的出口端并安装雾化器，通过压缩空气作为动力，在末端造成负压抽吸效应产生高效系统抽屑能力。高效喷雾器为现有公知产品，为市场上容易买到的。

[0011] 进一步的，所述水平筒的下方还设有一个排列方向与主轴的轴线方向平行的丝杠，所述丝杠定位于机床上且通过进给电机驱动，丝杠上设有丝杠螺母；所述竖直支架包括一对相互平行且间隔一定的竖直板；两个竖直板的内侧面均水平开有孔，所述支撑架通过分别设在丝杠螺母两端的支撑轴和套筒支撑在丝杠上；支撑轴和套筒的一端均与丝杠螺母的固定连接；支撑轴和套筒的另一端均通过第一轴承设置在竖直板的孔内；进给电机与主轴刀杆电机分别通过一个脉冲发生器与 PLC 电机速度控制装置相连接。

[0012] 整个支撑架支撑在丝杠螺母上，可以沿着丝杠前后滑动；脉冲发生器可以发出相应信号控制进给电机与主轴刀杆电机的转动速度，使二者合理配合，实现钻孔与进给的配合。所述的通过脉冲发生器控制电机转动的方法是本领域的常规技术，是易于实现的。

[0013] 开启主轴刀杆电机和丝杠电机通过 PLC 电机速度控制装置，使丝杠旋转速度与刀杆旋转速度形成一定比例，进行深孔加工的钻削和镗螺纹孔，可实现高速的深孔加工。

[0014] 本发明所述的一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机，装置分为多级负压，同时每一级负压间隙，均可以手动调节，以提高实际喷射效率。

[0015] 所述的一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机，带有散热片的自冷式负压抽屑箱，外壁的循环水系统可实现对切削液的冷却。

[0016] 所述的一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机，抽取与排放切削液间隔设

说明书

置，最后一级负压抽屑采用高效喷雾器对切削液再次冷却。

[0017] 所述的多用途深孔负压抽屑装置，通过匹配丝杆转速与刀杆转速，精确加工通孔、螺纹孔。

[0018] 所述的多级负压抽屑装置每一级负压，喷嘴内腔均由工作喷嘴、接受室、混合室、扩散室组成，前后工作喷嘴由光滑曲线过渡，曲线轨迹为圆滚线，以减小压力损失。

[0019] 所述的多级负压抽屑装置，每一级负压可以分调冷却液的流量及压力，用来提高极限喷射系数，增强冷却效果。

[0020] 所述的多用途深孔负压抽屑装置，可以根据负压、冷却效果的好坏，自行确定负压的级数和高效喷雾器的数量。

附图说明

[0021] 图 1：多用途深孔负压抽屑装置的主视图即图 4 的 B-B 剖视图。

[0022] 图 2：多用途深孔负压抽屑装置的右视图。

[0023] 图 3：图 4 的 A-A 剖视图。

[0024] 图 4：多用途深孔负压抽屑装置的俯视图。

[0025] 图 5：多级负压局部原理图。

[0026] 图 6：负压喷嘴侧视结构示意图。

[0027] 图 7：高效喷雾器剖视图。

[0028] 1-主轴刀杆电机，2-皮带轮，3-键，4-定位销，5-钻杆夹紧座，6-脉冲发生器，7-钻杆，8-弹性夹头，9-主轴，10-PLC 电机速度控制装置，11-一限位块，12-法兰盘，13-进给电机，14-轴承顶盖，15-O 型密封圈，16-角接触球轴承，17-第一轴承挡环，18-径向推力球轴承，19-第二轴承挡环，20-前喷嘴，21-负压喷嘴，22-出油通路，23-出油口，24-丝杠螺母，25-丝杠，26-支撑架，27-至移盘，28-拧紧螺母，29-后喷嘴，30-调整螺母，31-连接法兰，32-第一止转销，33-高效喷雾器，34-流量计，35-调速阀，36-旋转螺母，37-齿轮轴杆，38-第二止转销，39-密封头，40-内六角圆柱头螺钉，41-散热片，42-进水口，43-顶紧端盖，44-第一轴承，45-支撑轴，46-套筒，47-循环水道，48-水管接头，49-连接水管，50-工作喷口，51-接受室，52-混合室，53-扩散室，54-凸锥圆滚面，55-凹锥圆滚面，56-齿条，57-导轨架，58-入水口，59-入油口，60-入气口，61-进油管，62-壳体，63-进水管，64-雾化片，65-旋转雾化槽，66-竖直板，67-凹槽。

具体实施方式

[0029] 一种设有负压抽屑装置的多功能高速深孔钻机，包括一个由竖直支座以及设置在竖

说明书

直支座上部的两端开口的水平筒组成的支撑架 26，水平筒靠近前端口内壁之间固定设有一组轴承；轴承组每个轴承的外圈均与水平筒的内壁连接；水平筒的前端口内水平套设有一个中心为前后贯通结构的主轴 9，主轴 9 的后半部分与轴承组中每个轴承的内圈固定，主轴 9 的前半部分伸出水平筒；水平筒的前端口处设有中心开孔的套在主轴 9 上的轴承顶盖 14，轴承顶盖 14 与主轴 9 之间设有 O 型密封圈 15；主轴 9 伸出水平筒的部分的中部固定连接有一个套设在主轴 9 上的法兰盘 12；法兰盘 12 的外周圈固定套设有一个皮带轮 2；主轴 9 上位于法兰盘 12 前方靠近法兰盘 12 的位置设有用于对法兰盘 12 限位的限位装置；还包括用于驱动皮带轮 2 的主轴刀杆电机 1；所述主轴 9 的前端口固定有内部为前后贯通结构的钻杆 7；所述钻杆 7 与主轴 9 的中心贯通；所述水平筒内位于主轴 9 后端口的位置固定有一个外径由前向后呈收缩结构且中心开有通孔的前喷嘴 20，水平筒的后端口处固定设有一个中心开有通孔且前部内径由前向后呈收缩结构的后喷嘴 29，所述后喷嘴 29 外壁与水平筒内壁之间密封固定连接；前后喷嘴之间顺次设有至少一个负压喷嘴 21，所述负压喷嘴 21 的后半部分外径由前向后呈收缩结构，前半部分内径由前向后呈收缩结构；按照由前向后的顺序排列，位于前方的喷嘴后半部分外径和与其相邻且位于其后方的喷嘴的前半部分内径相配合；相邻的两个喷嘴中，位于前方的喷嘴的外壁和与其相邻且位于其后方的喷嘴的前端口以及水平筒内壁之间形成流体空间；位于前方的喷嘴的外壁和与其相邻的位于其后部的喷嘴的内壁之间形成工作喷口 50；所述喷嘴均与主轴 9 的中心孔相贯通；所述水平筒的上部筒壁上开有与每个流体空间相贯通的出油口 23；所述水平筒的内壁下部位于前后喷嘴之间的部分沿水平筒的轴线走向设有凸起的导轨，所述每个负压喷嘴 21 的下部外壁均开有与导轨相配合的导轨架 57；所述负压喷嘴 21 通过导轨架 57 滑动的设置在导轨上；每个负压喷嘴 21 的上部外壁上均开有前后贯通的凹槽 67，凹槽 67 的一条槽边上水平设有齿条 56；水平筒的侧壁上与每个负压喷嘴 21 凹槽 67 相对应的位置上均开有螺孔，螺孔内竖直设有齿轮轴杆 37，齿轮轴杆 37 上端位于水平筒外且设有旋转螺母 36，齿轮轴杆 37 下端伸入水平筒内并与负压喷嘴 21 的齿条 56 相啮合；每个旋转螺母 36 还配有一个第二止转销 38；齿轮轴杆 37 与螺孔之间设有密封件。

[0030] 所述水平筒的两个侧壁为中空结构，内部设有循环水道 47，水平筒的外侧壁上设有与循环水道 47 相连通的水管接头 48，水管接头 48 连接有连接水管 49；循环水道 47 还设有其上设阀门的进水口 42；水平筒的外侧壁上还设有与最后一个出油口 23 相贯通的高效喷雾器 33；所述水平筒的外侧壁上未设置高效喷雾器 33 的部分设有散热片 41。

[0031] 所述水平筒的下方还设有一个排列方向与主轴 9 的轴线方向平行的丝杠 25，所述丝

说明书

杠 25 定位于机床上且通过进给电机 13 驱动，丝杠 25 上设有丝杠螺母 23；所述竖直支架包括一对相互平行且间隔一定的竖直板 66；两个竖直板 66 的内侧面均水平开有孔，所述支撑架 26 通过分别设在丝杠螺母 23 两端的支撑轴 45 和套筒 46 支撑在丝杠 25 上；支撑轴 45 和套筒 46 的一端均与丝杠螺母 24 的固定连接；支撑轴 45 和套筒 46 的另一端均通过第一轴承 44 设置在竖直板 66 的孔内；进给电机 13 与主轴刀杆电机 1 分别通过一个脉冲发生器 6 与 PLC 电机速度控制装置 10 相连接。第一轴承 44 通过顶紧端盖 43 设置在竖直板 66 的孔内。

[0032] 所述负压喷嘴 21 在平行于水平筒轴线的竖直面剖开后的后半部分轮廓呈凸圆锥滚面 54，前半部分内壁呈凹圆锥滚面 55，位于前部的负压喷嘴的凸圆锥滚面 54 和相邻的负压喷嘴的凹圆锥滚面 55 之间的间隙形成工作喷口 50；负压喷嘴 21 内部由前向后分为内径逐渐减小的接受室 51、内径等大的混合室 52 以及扩散室 53。

[0033] 所述轴承组包括由前向后排列的角接触球轴承 16 和径向推力球轴承 18；角接触球轴承 16 和径向推力球轴承 18 之间设有第一轴承挡环 17，径向推力球轴承 18 和前喷嘴 20 之间设有第二轴承挡环 19。

[0034] 所述钻杆 7 是通过弹性夹头 8 和钻杆夹紧座 5 固定在主轴 9 的前端口的；所述主轴 9 的前端口直径大于内部直径，所述弹性夹头 8 的后部固定设置在主轴 9 前端口内且将钻杆 7 夹住，所述钻杆夹紧座 5 的后部与主轴 9 的外壁固定，钻杆夹紧座 5 的前部将弹性夹头 8 位于主轴外部的部分夹住。弹性夹头 8 与钻杆夹紧座 5 之间、钻杆夹紧座 5 与主轴 9 之间、弹性夹头 8 与钻杆 7 之间均设有密封件保持连接处的密封。

[0035] 所述后喷嘴 29 与水平筒内壁之间设有连接法兰 31；后喷嘴 29、连接法兰 31 以及水平筒三者之间通过第一止转销 32 相固定；连接法兰 31 位于水平筒外部的后端面上固定有至移盘 27；后喷嘴 29 位于水平筒外部的外壁上套设有调整螺母 30，调整螺母 30 的外端面上固定设有拧紧螺母 28。

[0036] 所述对法兰盘 12 进行限位的限位装置包括位于法兰盘 12 前端主轴 9 上方的定位销 4 和前端主轴 9 下方的限位块 11；所述法兰盘 12 通过键 3 固定在主轴上 9。

[0037] 出油口交替连接进油通路和出油通路 22；进油通路位于水平上方，出油通路 22 位于水平筒下方；在进油通路和出油通路 22 上均设有调速阀 34 和流量计 33，前一级的进油通路的流量和后一级的出油通路 22 的流量通过调速阀 34 和流量计 33 控制为相等。

[0038] 轴承顶盖 14 通过内六角圆柱头螺钉 40 固定在水平筒前端口上。

[0039] 高效喷雾器的组成为：进气管、进油管、出口端安装雾化器；具体结构为，进气管、进水管、进油管、三个同轴心的套合管，三管出口安装雾化器。外壳体为进气管，外壳

说明书

体由内至外依次为进油管 61，进水管 63，进气管；水、油、气分别通过入水口 58，入油口 59，入气口 60 进入高效喷雾器，外壳体 62 与进水管 63、进油管 61 出口端安装有雾化片 64，为获得更好效果可在一次雾化后再进入旋流雾化槽 65 二次雾化。

[0040] 第二止转销 38 用于对齿轮轴杆 37 以及负压喷嘴 21 的进一步定位。

[0041] 具体应用时，抽屑装置的轴向移动调节机构可采用以下形式：

在密封箱体后壁的固定衬套的尾部孔内设置螺纹，与凹孔心锥套的螺纹相配，在凹空心锥套外套锁紧螺母，转动凹空心锥调节两锥面之间的间隙，调好后拧紧锁紧螺母。

[0042] 拧动旋转螺母 36，齿条 56 啮合齿轮轴杆 37 作轴向移动，使负压喷嘴沿着导轨架 57 方向移动，调节前后喷嘴之间的负压间隙，实现轴向移动。

[0043] 高速加工深孔过程中，首先打开输油泵（图中未给出）通过流量计 34、调速阀 35 控制第一级回路流量的大小，拧动旋转螺母 36 控制第一级的负压间隙，得到第一级的最佳负压抽屑效果；保持第一级负压流量大小及第一级负压喷嘴的位置不变，开启下一级的流量计和调速阀调节下一级的流量大小，同样拧动旋转螺母 36 控制第二级的负压间隙，来达到第二级更好的负压效果；依次各级负压均可仿照此步骤操作；当装置达到最后一级负压时，控制高效喷雾器的各级流量，使压缩雾气喷射到最后一级的负压腔内，高压低温雾气同时冷却并加速最后一级冷却液的流速，实现末端的冷却及负压效果。

[0044] 负压间隙的调节方式可以选择从密封箱体的头部到尾部的方向调节，首先调节第一级的负压间隙的大小，随后依次调节各级负压间隙。

[0045] 负压喷嘴采用喷射泵的结构形式，负压喷嘴是由凸锥圆滚面 54 和凹锥圆滚面 55，工作喷口 50，接受室 51，混合室 52，扩散室 53 组成，凸锥圆滚面 54 和凹锥圆滚面 55 可以减小液体的流动阻力，提高液体的喷射速度。多级负压喷嘴的工作原理是高速高压液体从工作喷口 50 高速射入喷嘴接受室 51，经过混合室 52 进行充分的能量交换，由扩散室 53 排除流速相对均匀的冷却液，提高的冷却液的流速，经过进一步提高下一级加工过程中冷却液流速。图 5 中负压喷嘴采用两个。

[0046] 当调整完成负压大小时，开启冷却水泵（图中未画出）使冷却水从进水口 42 进入循环水道 47，实现外壁的冷却水循环流动。

[0047] 此时，开启主轴刀杆电机 1 使钻杆 7 作高速旋转，通过 PLC 电机速度控制装置 10，脉冲发生器 6，进给电机 13 控制丝杠 25 的转速，进而通过丝杠螺母 24，带动整个装置及刀杆的进给运动，实现刀杆进给与旋转速度的匹配，可以利用此装置，钻削深孔、镗削深孔、加工深孔螺纹等操作。