高精度控制锪孔加工深度和表面粗糙度装置

张文杰，孙宏海，刘志伟，陈龙飞，郭峰
中车唐山机车车辆有限公司　河北唐山　064000

摘要：针对空调框锪孔加工难点，提出一种能够控制锪孔加工精度、降低表面粗糙度值的钻具辅助装置和使用方法。相较于传统锪孔方法，该装置增加了深度控制调节装置，能更加精确地控制锪孔深度，提高锪孔的表面质量和工作效率。

关键词：新型地铁；空调框；锪孔；加工精度；钻具装置

1　序言

一些城轨地铁车型中，车顶结构中设计空调框用于安装空调机组，空调框安装座通常设计U形滑槽，通过安装滑块实现空调机组的安装。某新型地铁项目的空调框设计与此不同，其安装座结构为15mm平板，需要加工ϕ8mm锥形沉孔，用于后续安装沉孔螺钉紧固空调，完成空调机组的安装。

锪孔工艺是一种机械加工方法，主要用于在工件的孔口表面加工平底或锥形沉孔。这种工艺通过使用特定的切削工具——锪钻，来实现对孔口的精细加工，以达到所需的形状和尺寸精度。锪孔工艺在制造业中有着广泛的应用，特别是在需要精确控制孔口形状和尺寸的场合。由于手工锪孔无法提供精准的进给控制量，容易出现孔中心偏移、表面质量差等问题，造成位置误差较大，精度很难保证[1, 2]。

2　空调框锪孔工艺及难点分析

空调框锪孔，主要是在钻孔完成后加工锥形沉孔（见图1），要求精度高，加工难度大。操作人员用装有锪钻头（90°锥形锪钻，见图2）的风钻直接对通孔进行锪孔加工，存在下述问题。

（1）加工精度低　风钻转速很快，操作人员控制不好风速，风钻在加工过程中无法精确保证锪钻头与通孔表面垂直，造成同轴度超差。

（2）沉孔外圆尺寸超差严重　由于在锪孔过程中操作人员无法准确控制进给量，因此极有可能会锪孔过多或者切削不够（见图3a），严重的会造成部件的返修。

（3）生产效率低　在锪制沉孔的过程中为保证深度合格，操作人员会多次对沉孔加工深度进行测量，使锪孔工作无法一次性完成，延长工作时间。

（4）沉孔表面质量差　严重时会在锪孔口的

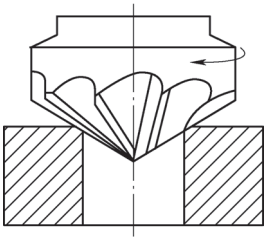
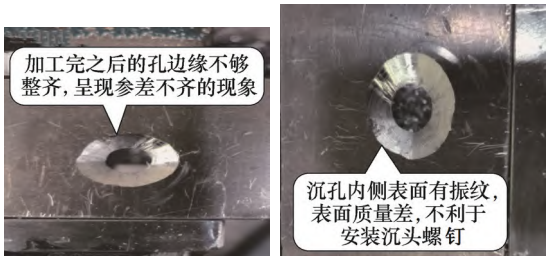


图1　锪锥形沉孔

图2　90°锥形锪钻



a）问题一　　b）问题二

图3　锪孔后常见问题

端面产生多角形振纹（见图3b），由于手工进给压力不能保证持续性在匀速状态，造成锪孔轴向抗力忽大忽小，切削作业时就使得切削量断断续续，还会反作用于锪钻上，使锪钻跳动，产生振纹且令沉孔表面粗糙。

总之，由于加工难度大，所以使得操作人员在钻削时要时刻处于紧张状态，对操作人员的技艺水平要求较高。

3　钻具辅助装置

本文根据实际工况，结合产品结构特点，设计了一种锪孔辅助装置，相较于传统锪孔方法，该装置增加深度控制调节装置，更加精确地控制锪孔深度，提高锪孔的表面质量，从而提高工作效率。

3.1　装置结构及工作原理

如图4～图6所示，该装置包括限位装置组件，将钻具限制其中并沿其固定行程范围作业；定位固定组件，对限位装置组件位置进行限制；进给控制组件，控制限位装置组件内钻具的进给量。工作原理如下所述。

1）通过定位固定组件，对限位装置组件位置进行限制，能够提高锪孔的加工精度，确保被锪沉孔与原有孔同轴（对中方式可以采用人眼对中或者与台钻机一样的对中方式），让后续安装的沉头螺钉可以垂直下沉到孔里，使外观整齐，装配位置紧凑。

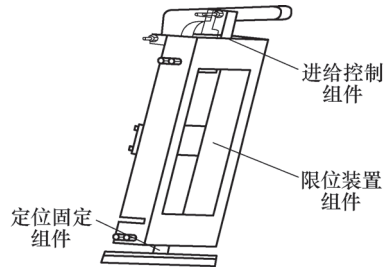


图4　装置结构示意

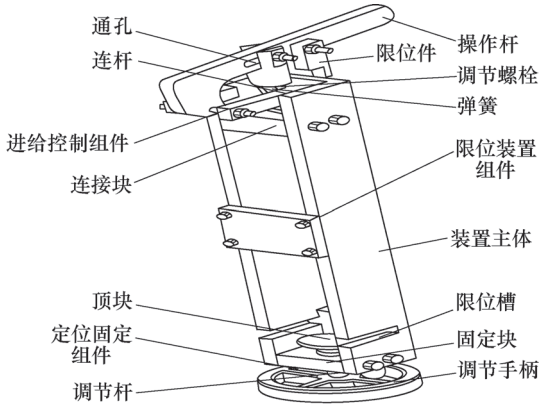


图5　限位装置及定位组件示意

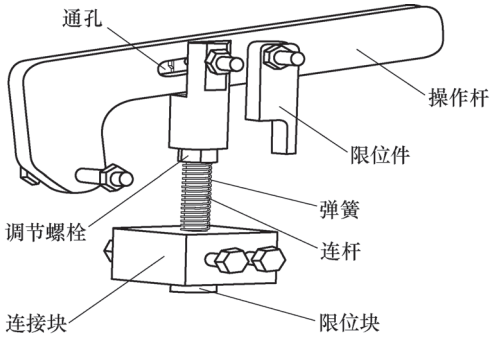


图6　进给控制组件示意

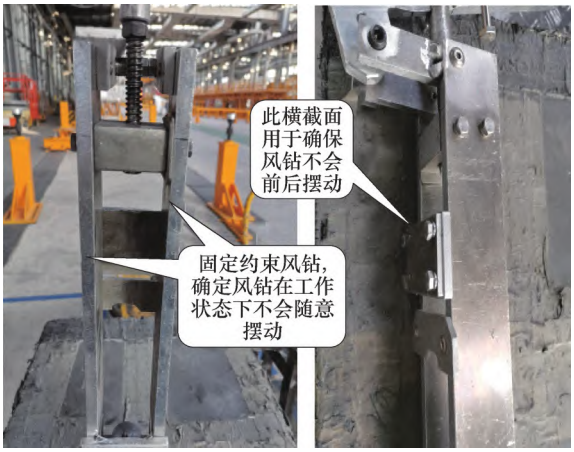
2）通过进给控制组件能精确控制锪孔深度，确保加工完的沉孔尺寸标准一致；同时能够降低沉孔的内壁表面粗糙度值，消除振纹的产生，更有利于后续安装工作的开展[3]。

3）此装置操作简单，使用方便，且可以安装在任一把手风钻上，降低对操作人员技能水平的要求。

3.2　使用方法介绍

如图7～图11所示，通过定位固定组件对限位装置组件位置进行限制，能够提高锪孔加工的精度，

图7　工装实物



a）正面　　b）侧面

图8　零件功能介绍1

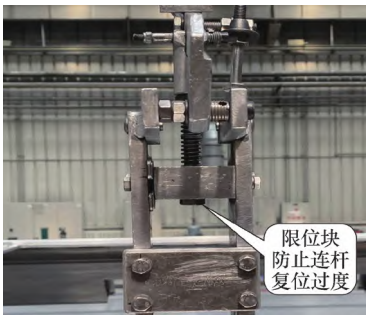


图9　零件功能介绍2

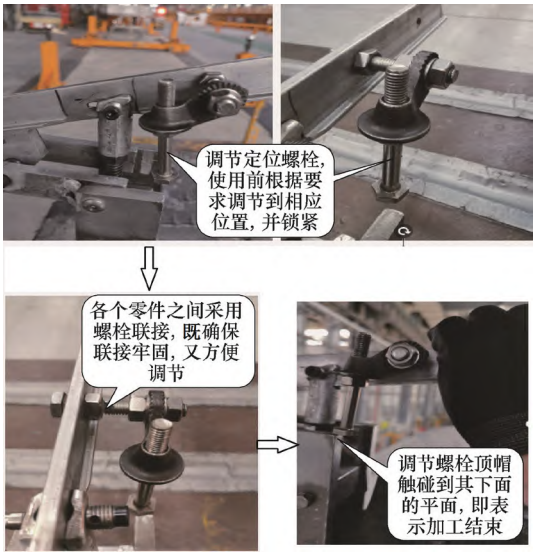
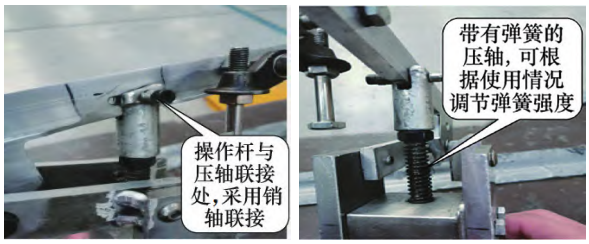


图10　零件功能介绍3



a）销轴联接　　b）弹簧压轴

c）定块

图11　零件功能介绍4

确保被锪沉孔与原有孔同轴，让沉头螺钉可以垂直地下到孔里，使外观整齐，装配位置紧凑。通过进给控制组件能精确控制锪孔深度值，确保加工完的沉孔尺寸标准一致；同时能够降低沉孔的内壁表面粗糙度值，消除振纹的产生，使沉孔位置正确，更有利于后续安装工作的开展。

定位固定组件和进给控制组件分别设置在限位装置组件的两端。限位装置组件包括装置本体，装置主体上设有限位槽。定位固定组件包括固定块、调节杆、调节手柄以及顶块，固定块上设有调节孔，调节杆与调节孔螺纹配合，顶块、调节手柄分置于调节杆的两端，其中调节手柄位于调节杆远离装置主体的一端上。通过限位槽的设置，能够将工作板放入其中，用顶块夹紧，进而实现对工作板的夹紧定位。

进给控制组件包括输出部连接块、操作杆以及连杆；操作杆的一端活动连接在装置主体上；连接块固定连接在装置主体上，固定块上设置有供连杆穿过的通孔，连杆的一端连接在操作杆的中部，另一端穿过通孔。还包括弹性件，设置在操作杆之间；远离操作杆的一侧上设置有限位块。通过弹簧的设置，能够实现操作杆的自动复位，而限位块的设置，能够避免复位过度（不设置限位块，连杆在回弹复位时会在连接块中心孔处弹出，见图9）。连杆通过调节件连接在操作杆上；连杆侧壁上设置有调节螺栓，连杆的侧壁上设置统一与调节螺栓配合的螺纹；弹簧套设在调节螺栓与连接块之间的连杆上。通过调节螺栓的设置，能够方便调节弹簧的弹力以及进给深度。通孔为长圆形孔，通过长圆形孔的设置，能够方便调节与选择不同的位置以及力度。进给控制组件包括限位件，一端固定在操作杆上，另一端朝向限位装置组件设置。在操作杆使用过程中，由于操作杆是下压的，当下压至一定程度时，限位件与限位装置组件发生碰撞，从而实现限位（见图10），保证了进给量的控制。

3.3　使用过程展示

使用过程如图12～图14所示。

第一步：通孔加工好之后，将工装放置到相应位置，并用肉眼观测指针尖部正对孔的中心，将凹槽全部推到空调框底部，全部完成之后，旋紧根部的整体固定旋钮。

第二步：根据工艺要求的加工深度，调节好深度控制螺母并固定。

第三步：将用于加工沉孔的风钻垂直放置到此工装内，一手握紧风钻，一手用力向下压操作杆，

操作杆带动连杆下降使风钻匀速向下加工沉孔，直到限位装置发生作用，停止风钻转动，并抬起压杆使其复位。

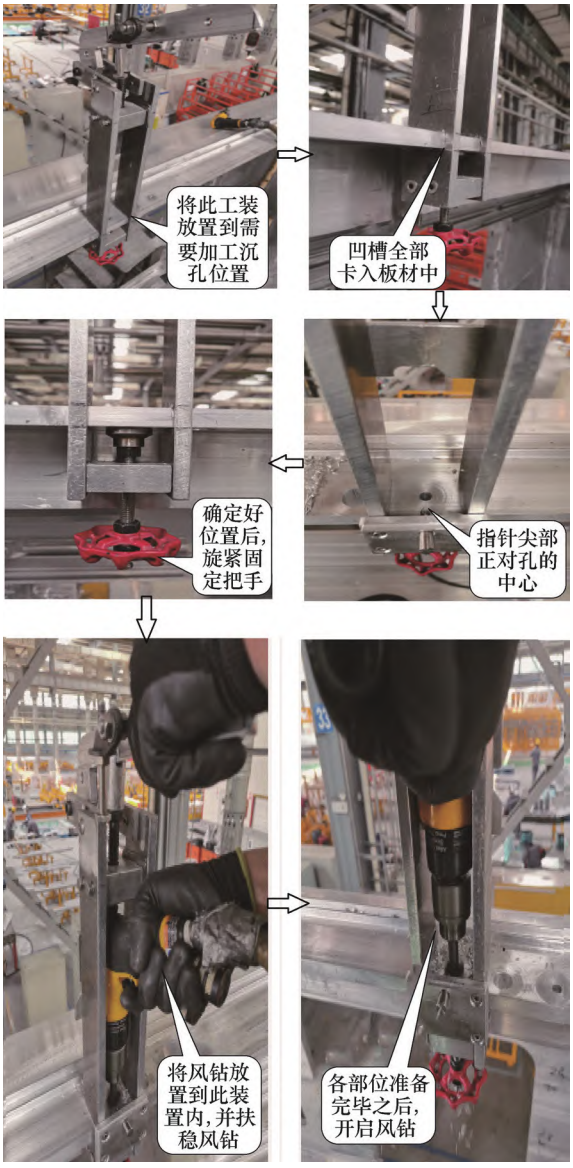


图12　实际操作步骤

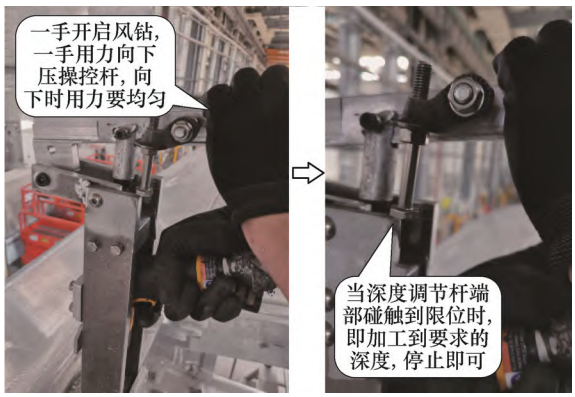
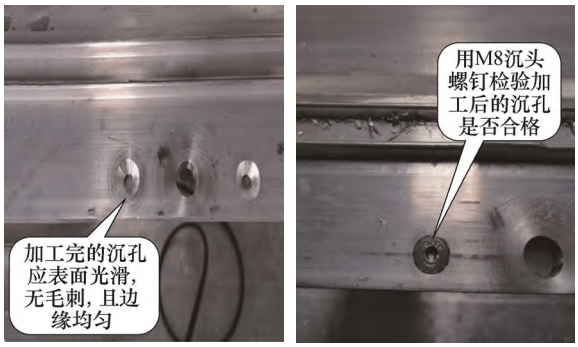


图13　加工过程



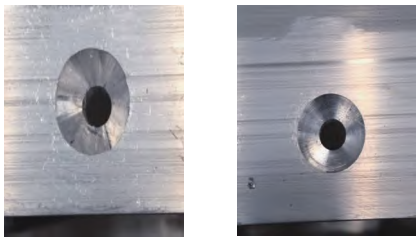
a）成品　　b）检测

图14　加工后检测

第四步：加工完毕后，取下此装置，放置到下一个待加工孔区域。将M8沉头螺钉置于加工好的沉孔内，检查其加工精度和表面粗糙度。

4　结束语

本方案通过定位固定组件，对限位装置组件位置进行限制，能够提高锪孔加工的精度，确保被锪沉孔与原有孔同轴；通过进给控制组件能精确控制锪孔深度，确保加工完的沉孔尺寸标准一致；同时能够提高沉孔的内壁表面质量，消除振纹的产生（见图15），并使沉孔位置更正，更有利于后续安装工作的开展。此装置操作简单，使用方便，且可以安装在任一把手风钻上，降低了对操作人员技能水平的要求。此方案可推广应用到其他工序的锪孔加工上，填补了在特殊部位手动加工锪孔精度控制上的空白。



a）改进前　　b）改进后

图15　最终效果对比

参考文献：

[1] 王金财. 组合夹具设计与组装技术[M]. 北京：机械工业出版社，2015.

[2] 孙平，郭喜禄，关兵奇. 钛合金框架加工工艺[J]. 金属加工（冷加工），2020（8）：36-39.

[3] 王先逵. 钻削、扩削、铰削加工[M]. 3版. 北京：机械工业出版社，2008.

MW 20240315