一种夹紧保持治具的设计

肖玉星[1]，吴光明[1]，许俊[1]，王俊锋[2]，李政[2]
1．东莞市技师学院　广东东莞　523470
2．广东鼎泰机器人科技有限公司　广东东莞　523940

摘要：针对现代精密制造中对工件夹紧保持能力的高要求，研制了一种新型夹紧保持治具，详细介绍了其结构和工作原理。该治具通过精巧的结构设计，实现了对工件的高效稳定夹持。不仅解决了传统夹紧治具在夹持力稳定性和复位精度上的不足，而且通过一体化设计提高了治具的紧凑度与耐用性。

关键词：夹紧保持；治具；一体化；结构

1　序言

在现代精密制造领域，特别是在微细加工如磨削微小棒料等高精度作业中[1，2]，工件的夹紧保持能力直接影响加工精度和生产效率。传统的夹紧治具在夹持力和稳定性方面存在诸多不足，如夹持力不均、夹持力不稳定、复位精度差等[3]，难以满足现代精密制造的需求。如图1所示的小直径刀具，材料为高速钢或硬质合金，切削刃部分直径很小（0.05～1.0mm），长度可达20mm，需研磨刀具尖部的主刀面和副刀面。实际生产中通常使用弹性筒夹夹持小直径刀具柄部。由于刀具柄部的直径和长度都较小，难以确保夹持力的均匀性和稳定性，容易导致刀具在加工过程中歪斜、形变、损伤甚至断裂，从而严重影响加工质量和效率。因此，设计一种能够显著提升工件夹紧保持能力的新型夹紧治具显得尤为重要[4]。



图1　小直径刀具

需要解决的主要技术问题有以下3个。

（1）夹持力均匀性与稳定性　传统夹紧治具往往存在夹持力分布不均、夹持力不稳定的问题，导致工件在加工过程中易发生形变或偏移。如何确保夹持过程中左右夹持力的均匀分布与稳定控制，避免工件产生形变或偏移，是首要解决的技术难题。

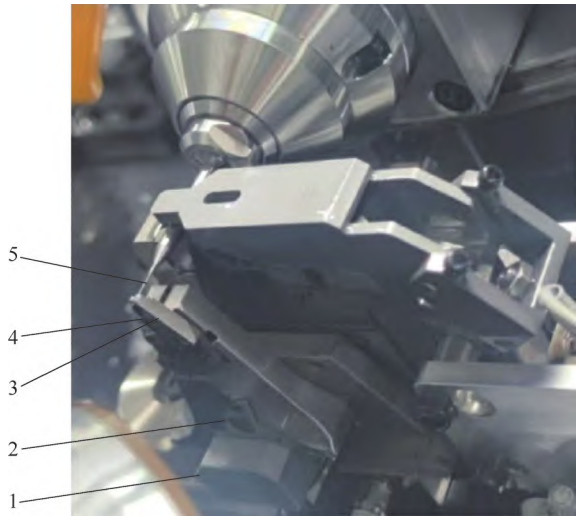
（2）复位精度　在加工过程中，治具的复位精度直接影响工件的加工精度。传统治具的复位机制较简单，难以实现高精度复位。如何设计合理的夹持结构与传动机制，确保治具在使用过程中的复位精度，是提高加工质量的关键。

（3）适应性　考虑到不同规格的工件对夹持方式的不同需求，夹持机构需具备良好的通用性和可调节性。如何通过优化结构设计等手段，实现对多种规格工件的稳定夹持，是设计中的考量重点。

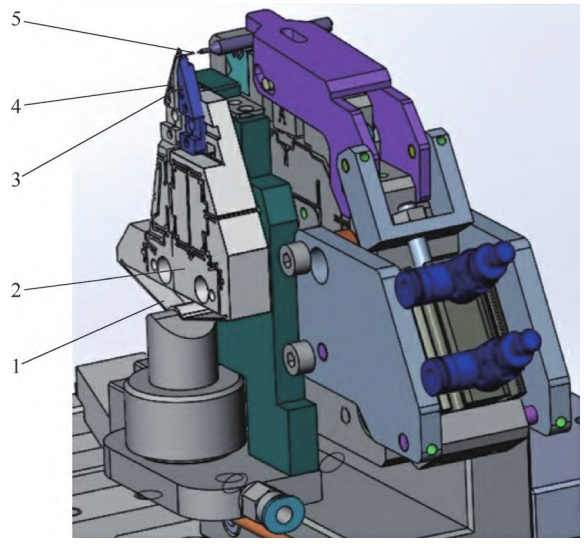
2　夹紧保持治具的结构设计

针对上述问题，我公司研制了一种新型小直径刀具夹紧保持治具，安装在我公司DTMA1200微小四站研磨机上，用于夹持刀具杆部，辅助夹持刀具柄部的筒夹。通过精巧的结构设计和优化的传动机制，实现对工件的稳定、可靠夹持[5]。

夹紧保持治具夹持如图2所示，夹紧保持治具实物如图3所示，2D图如图4所示，3D图如图5所示。



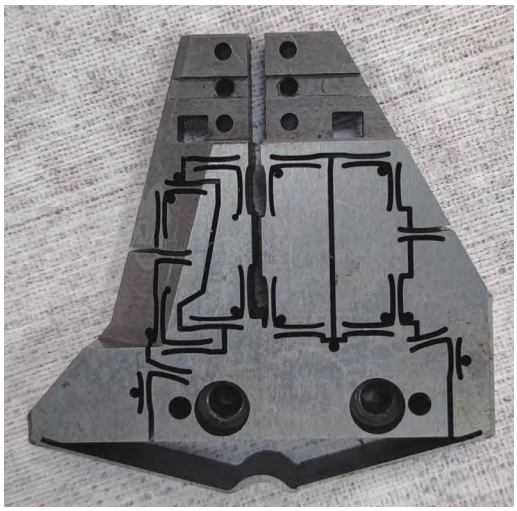
a）夹紧实物



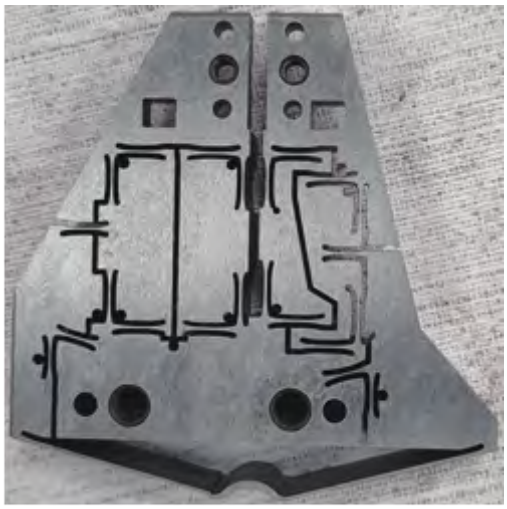
b）夹紧示意

图2　夹紧保持治具夹持示意

1—驱动板部　2—安装部　3—第二夹臂部
4—第一夹臂部　5—被夹持刀具



a）正面



b）反面

图3　夹紧保持治具实物

2.1　关键零部件设计

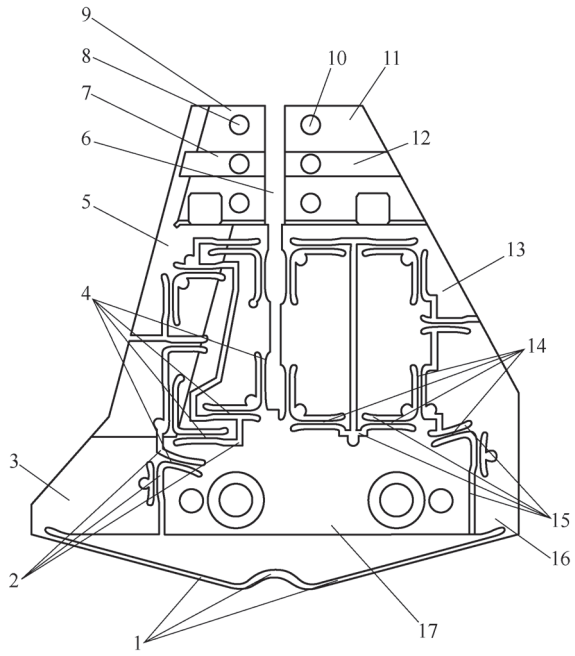
该夹紧保持治具主要由安装部、第一夹臂部、第二夹臂部以及驱动板部4个关键部分组成，各部件之间通过精密的机械设计和巧妙的连接方式，共同实现高效的夹紧保持功能[6]。

（1）安装部设计　安装部作为整个治具的基座，结构稳定并能承受加工过程中的各种力作用。安装部上设有精确的安装面和定位孔，用于精确安装和定位第一夹臂部和第二夹臂部，以及驱动板部和其他必要的附件。

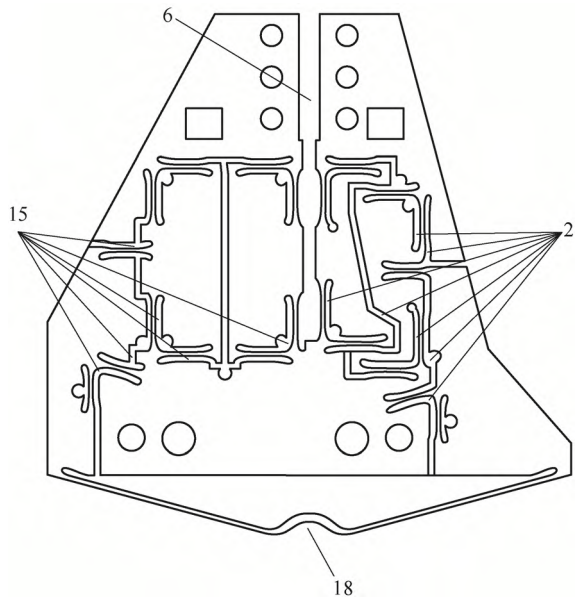
（2）第一夹臂部与第二夹臂部设计　第一夹臂部和第二夹臂部是该治具的核心夹持部件，它们分别位于安装部的两侧，并通过弹性连接方式与安装部相连。每个夹臂部由前端和后端组成，前端用于安装夹爪或夹具以直接接触工件，后端则与驱动板部相连，通过驱动板部的变形实现夹臂部的开合动作。

具体而言，第一夹臂部包括第一前端和第一后端，第二夹臂部则包括第二前端和第二后端。第一夹臂部和第二夹臂部通过各自的弹性臂（第一弹性臂和第二弹性臂）与安装部弹性连接，这种设计使得夹臂部在受到驱动时能够发生弹性形变，从而更好地配合工件的形状和尺寸，实现更紧密的夹持[7, 8]。

（3）驱动板部设计　驱动板部是连接第一夹臂



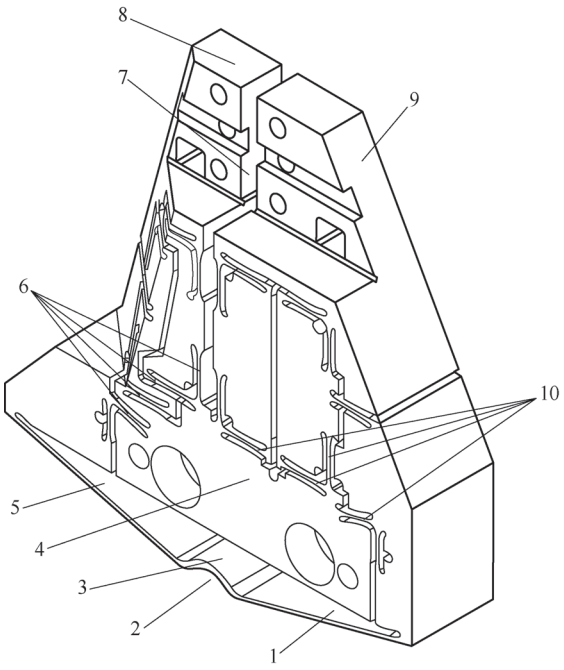
a）正面



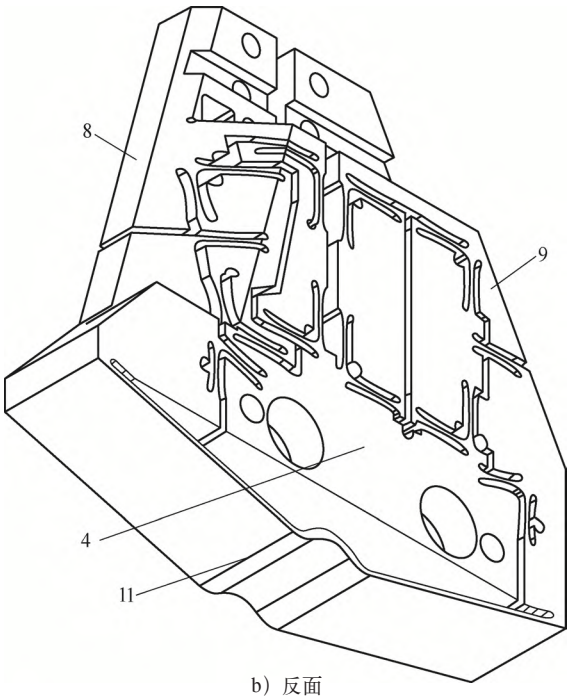
b）反面

图4　夹紧保持治具2D图

1—驱动板部　2—第一镂空缝组　3—第一后端　4—第一弹性臂　5—第一夹臂部　6—间隔　7—第一定位槽　8—第一安装孔　9—第一前端　10—第二安装孔　11—第二前端　12—第二定位槽　13—第二夹臂部　14—第二弹性臂　15—第二镂空缝组　16—第二后端　17—安装部　18—定位凹槽



a）正面



b）反面

图5　夹紧保持治具3D图

1—第二连接臂　2—定位凹槽　3—连接部　4—安装部　5—第一连接臂　6—第一弹性臂　7—间隔　8—第一夹臂部　9—第二夹臂部　10—第二弹性臂　11—驱动板部

部和第二夹臂部的关键零部件，它通过弹性形变来控制2个夹臂部的开合。当驱动装置（如气缸、电动机等）驱动驱动板部时，驱动板部发生弹性形变，推动第一夹臂部和第二夹臂部相向或相背移动，从而实现工件的夹紧或松开。

驱动板部的设计充分考虑了结构的稳定性和形

变能力，通过精细的镂空缝组设计（第一镂空缝组和第二镂空缝组），在不影响整体强度的前提下，提高了形变能力，使得夹持力更加均匀且可调。

2.2 结构与细节设计

为了进一步提升夹紧保持治具的性能，这里融入多项结构与细节设计。

（1）弹性臂设计　根据被夹紧工件所需夹持力，第一弹性臂和第二弹性臂的宽度被精确控制在0.05～0.5mm，确保了足够的形变能力，同时保证了结构的稳定性。此外，弹性臂的数量也可根据实际需求进行调整，本设计中至少设置了2条弹性臂，以提高夹持的均匀性和可靠性。

（2）镂空缝组设计　通过在安装部和夹臂部之间设置精细的镂空缝组，不仅减轻了整体质量，还提高了形变效率和精度。镂空缝组的对称或非对称设计，可根据夹持工件的形状和尺寸进行灵活调整，以实现最佳的夹持效果。

（3）定位与调节机制　设计中包含了定位凹槽和可调节部件，确保在驱动过程中能够精确定位并稳定传输动力。同时，通过引入调节机制，使得夹持位置和力度可根据实际需求进行微调，进一步提高了治具的适应性和灵活性。

（4）一体化设计成形　安装部、第一夹臂部、第二夹臂部以及驱动板部等关键部件采用一体化设计思路，由一片具有弹性形变能力的金属板切割成形，减少了部件间的配合间隙和松动可能性，提高了整体结构的紧凑度、稳定度及精密度。

2.3 结构设计特点

（1）夹紧力稳定可靠　通过弹性臂和驱动板部的精巧设计，本夹紧保持治具能够在驱动装置的作用下实现稳定可靠的夹紧力输出。本治具的夹紧力不仅由驱动装置进行保持，而且由形变的驱动板部、弹性臂共同保持，即使在驱动装置出现轻微的行程误差时，驱动板部和弹性臂也不会直接出现很大的形变，夹持力也能保持相对稳定，从而避免了传统夹紧治具中因行程误差导致的夹持力大幅波动问题。

（2）适应性强　本治具的结构设计充分考虑了不同形状和尺寸工件的夹持需求。通过调整弹性臂的数量、宽度以及镂空缝组的布局等参数，可以灵活应对各种复杂工件的夹持挑战。同时，定位与调节机制的引入更是大大增强了治具的适应性和灵活性。

（3）复位精度好　在加工过程中，治具的复位精度直接影响工件的加工精度。本设计通过精巧的结构设计和弹性复位组件，实现了夹臂部的精确复位，显著提高了复位精度。

（4）结构紧凑耐用　一体化设计思路的应用使得整个治具结构更加紧凑且耐用。关键零部件采用高强度材料制成并通过表面处理技术增强其耐磨性和抗腐蚀性，有效延长了治具的使用寿命。

（5）操作简便　本夹紧保持治具在操作上更加简便快捷。由于采用了弹性连接和一体化设计思路，使得夹持和松开工件的动作更加顺畅且省力。同时，调节机制的引入也使得夹持位置和力度的调整变得更加直观和易操作。

3　夹紧保持治具的工作原理

本夹紧保持治具在具体的工作过程中，通过驱动板部的受控弹性形变，实现了第一夹臂部和第二夹臂部的相对运动，从而完成对工件的夹紧与释放。具体工作过程如下。

（1）初始状态　在初始状态下，驱动板部未受外力作用，保持自然状态。此时，第一夹臂部和第二夹臂部在各自弹性臂的作用下，自然张开至一定角度，形成一定的张开间隙，等待工件的放置。安装部稳固地支撑整个治具，确保治具在工作过程中的稳定性。

（2）工件放置与夹紧　当工件被放置在第一夹臂部和第二夹臂部之间的“间隔”后，随着驱动装置的启动，驱动板部开始受到外力作用并发生弹性形变。在这一形变过程中，驱动板部推动第一夹臂部的后端和第二夹臂部的后端相向移动。由于夹臂部与安装部之间通过弹性臂连接，随着后端的移动，第一前端和第二前端也相应地向内移动，实现对工件的夹紧[9]。

在这一阶段，驱动板部的形变程度直接决定了夹臂部的夹紧力度。通过精确控制驱动装置的输出力，可以实现对夹紧力度的精确调节，满足不同工件和加工需求的夹持要求。

（3）加工过程中夹紧保持　在加工过程中，由于弹性臂和驱动板部的共同夹紧作用，治具能够持续为工件提供稳定可靠的夹持力。即使加工过程

中产生振动或冲击力，驱动装置存在轻微的行程误差，由于驱动板部和弹性臂的弹性形变具有一定的容错性，夹持力也不会发生显著变化，夹持力也能保持相对稳定，有效防止工件因受力不均而发生偏移或形变，从而保证了工件在加工过程中的稳定性。

（4）工件释放与复位　加工完成后，驱动装置反向起动，驱动板部逐渐恢复至初始的自然状态。随着驱动板部的形变恢复，第一夹臂部和第二夹臂部也逐渐张开，释放对工件的夹紧力。此时，工件可以在机械手的辅助下轻松取下。在工件释放后，夹臂部在弹性臂的作用下自动复位至初始的张开状态，等待下一次夹紧操作[10, 11]。

4　结束语

本治具设计精巧，有效解决了传统夹紧治具中夹持力不均、夹持力不稳定、复位精度差等问题，显著提升了夹紧保持能力。通过弹性臂与驱动板部的精密配合，即使在驱动装置的行程出现轻微误差时，夹持力也能保持相对稳定，从而保证了工件的加工精度和产品质量。

此外，本治具具备优异的适应性，通过调整弹性臂的数量、宽度及镂空缝组的布局等参数，可以灵活应对多种形状和尺寸的工件夹持需求，显著提高了治具的通用性和可调节性。同时，精巧的结构设计和弹性复位组件的应用，确保了治具的复位精度，进一步提升了加工过程中的稳定性和可靠性。实际生产中，经检测，采用此夹紧保持治具后，小直径刀具重复安装定位精度达到±0.002mm，研磨良率达到99.2%以上。

目前，该治具已在我公司及相关客户公司得到广泛应用，解决了微小棒料夹持等领域的技术难题，为精密制造领域提供了可靠的技术支持，取得了显著的经济效益和社会效益。

参考文献：

[1] 吴光明，常牧，肖玉星. 小直径棒料垂直夹持机构[J]. 金属加工（冷加工），2023（5）：69-72.
[2] 李万昊，卢林. 一种新型棒料自动定位夹紧装置[J]. 工程机械，2024，55（3）：1-3，6.
[3] 林军. 棒料夹持结构对整体硬质合金直柄立铣刀刀刃径向跳动的影响分析[J]. 机械研究与应用，2022，35（5）：39-44.
[4] 沈健. 新型精密刀具夹持系统浅析[J]. 制造技术与机床，2002（5）：52-53，60.
[5] 杨林，潘永红，邱添. 工装夹具在生产中的应用[J]. 消费导刊，2018（1）：89-90.
[6] 王毅，梁家炜，王俊威，等. 封头接管移栽夹持机构设计与实验[J]. 机床与液压，2024，52（12）：66-72.
[7] 成大先. 机械设计手册：第3卷[M]. 5版. 北京：化学工业出版社，2008.
[8] 游津京，谢启明，康杰，等. 大口径薄型光学零件弹性夹具优化及夹持变形研究[J]. 工具技术，2022，56（2）：38-42.
[9] 成大先. 机械设计图册：第2卷[M]. 北京：化学工业出版社，2000.
[10] 张宪. 刀具夹持的技术创新[J]. 工具展望，2015（3）：14-18.
[11] 刘源，肖建英. 典型薄壁零件在数控车床上的装夹与加工[J]. 中国新技术新产品，2016（23）：54-55.

MW 20250410

欢迎关注“机工刀具世界”微信公众号

“机工刀具世界”定位于指导制造企业一线技术员工如何合理选择和使用数控刀具，介绍数控刀具使用技巧。关注刀具行业最新技术进展，为广大制造企业推荐先进、实用数控刀具产品。

扫描二维码即可关注！