

薄壁零件隔墙的高效加工工艺

赵文娟, 曹连静, 王新虎, 董翔

中国电子科技集团第五十五研究所 江苏南京 210016

摘要: 基于薄壁零件隔墙原有的加工方法, 分析工艺特点和可以改进的地方。针对不同类型的隔墙, 提出相应的优化工艺方案, 可获得更高的尺寸精度和一致性, 并显著提高生产效率, 降低操作人员劳动强度。

关键词: 隔墙; 尺寸精度; 高效加工; 工艺优化

1 序言

隔墙因其结构变化灵活且便于装配使用, 被广泛应用于各种类型的器件盒体内。隔墙结构尺寸如图1所示, 其外形开放, 壁厚小, 结构强度不高,

加工过程中容易产生生变形, 尺寸间的相互位置精度不易控制。隔墙的加工过去主要依赖普通铣床和线切割, 并配合少量数控铣削加工, 产品质量不稳定, 生产效率低, 操作人员的劳动强度高。

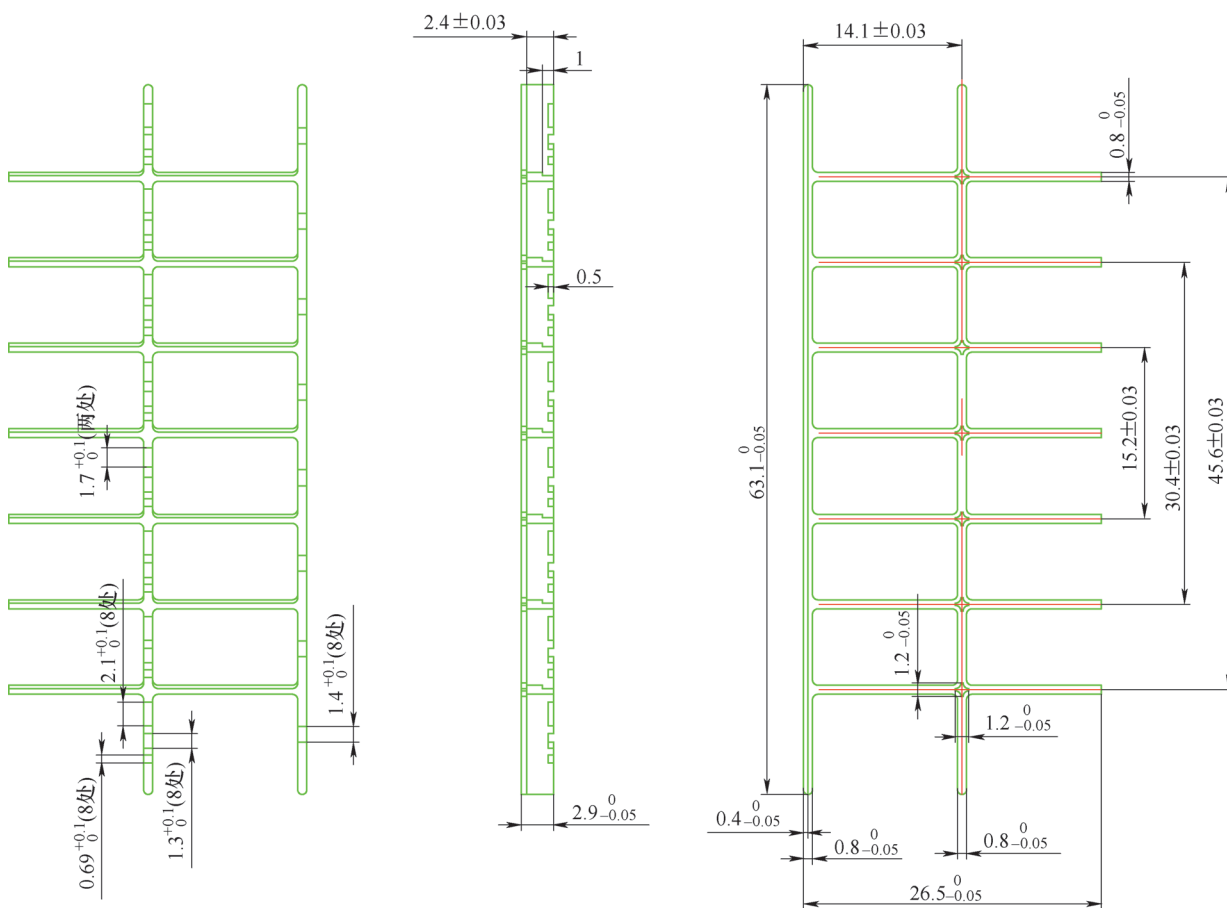


图1 隔墙结构尺寸

2 原工艺方案

2.1 主要工序

(1) 铣工序 铣六面。

(2) 数控铣削 以铣好的外形定位，铣隔墙正反面的台阶及槽成形，在隔墙通腔处每个腔内定心一个穿丝孔。

(3) 钳工序 制作穿丝孔。

(4) 线切割 以铣好的外形定位，多次穿丝完成隔墙外形和通腔的切割加工。

2.2 存在的问题

1) 尺寸精度与一致性不易控制。原工艺方案中影响成品最终尺寸的加工步骤分散在多个工序之中，定位装夹的次数较多，尺寸一致性和相互位置精度不易控制。隔墙的厚度及外形几何公差由铣工序保证，由于数控铣削及线切割的定位基准同为铣削后毛坯的外形四边，所以毛坯的质量直接影响后面工序的加工精度。毛坯的外形平行度和垂直度偏差将直接复现在后续加工中，在数控铣削和线切割工序中尺寸偏差还将逐渐累积。

在铣床加工毛坯的过程中，零件需要进行多次装夹，定位误差将直接反映到加工零件的尺寸精度上。毛坯外形精度与铣床操作人员的技术水平密切相关。此外，多次装夹、分批加工而成的外形一致性也较差。

在实际生产过程中，还时常发生不同工序加工的外形尺寸相互位置精度不高的质量问题。

2) 生产效率不高，劳动强度较大。单个毛坯生产单个零件，工艺路线长，生产效率不高，操作人员的劳动强度较大。同时每个毛坯都需要留有线切割装夹余量，耗费大量材料。

线切割加工隔墙内外形时，以毛坯的外形四边作为定位基准，通常将一定数量的工件堆叠在一起同时进行加工，如果毛坯外形不一致，将直接造成最终隔墙成品出现尺寸偏差。如果针对每个零件外形单独制作夹具，分批加工，则又将耗费大量材料与工时。线切割加工通腔时需要多次穿丝，耗费大量时间，直接影响加工效率，同时又增加了操作人员的劳动强度。

3 优化后的工艺方案

3.1 单面有筋及槽的隔墙

(1) 钳工序 在毛坯料上制作安装孔。

(2) 数控铣削 用螺钉将毛坯料拧紧在底板上，铣削加工隔墙实体处厚度至成品尺寸，台阶成形，通腔成形，四周外形成形，隔墙实体四周局部留厚度0.05mm的连接点，连接点将隔墙实体与毛坯料连接。剪断连接点即获得隔墙成品。

3.2 两面都有筋及槽的隔墙

(1) 铣工序 毛坯料铣外形四边。

(2) 钳工序 在毛坯料上制作安装孔。

(3) 数控铣削 用螺钉将毛坯料拧紧在底板上，铣外形四边，正反面铣隔墙实体处厚度至成品尺寸，正反面台阶、通腔及槽成形。

(4) 线切割 线切割隔墙外形至成品尺寸。

3.3 厚度4mm以上的隔墙

(1) 铣工序 毛坯料铣外形两边。

(2) 数控铣削 四周铣方，光平上表面，铣台阶与槽，夹正面外形四方铣反面外形四方，两面外形四方可形成台阶。铣反面隔墙实体处至厚度尺寸，铣隔墙通腔及槽成形。

(3) 线切割 以较大的外形四方定位，线切割隔墙外形至成品尺寸。

4 优化后工艺的主要特点

对于薄隔墙，特别是厚度在2mm以内的仅单面有筋槽的隔墙，改进后的工艺采取数控铣削一次成形的加工方法，工艺路线短，工序复合性高，只需一次装夹定位即可完成主要加工过程，不存在重复定位，尺寸精度及相互之间的位置精度容易得到保证，产品的一致性好，操作人员的劳动强度低。数控铣削一次加工成形的隔墙实物如图2所示。

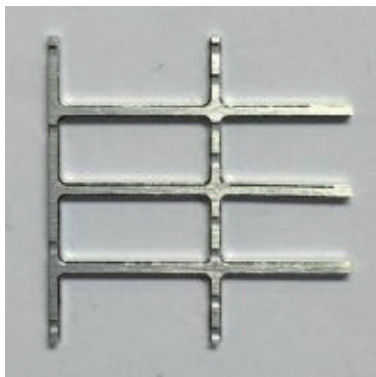


图2 数控铣削一次加工成形的隔墙实物

对于两面有筋或槽的薄隔墙和厚隔墙，改进后的工艺中，隔墙的台阶、槽和通腔都由数控铣削完

成加工，外形由线切割加工成形。图3为厚度4mm以上的隔墙零件排布实物，零件以阵列的方式排布在单个毛坯上，数控铣削单次装夹可完成多个零件的集中加工。改进后工艺的主要加工过程集中在数控铣削工序中，工序的复合性提高。尺寸精度、相互之间的位置精度及产品一致性得到提高。线切割定位基准为数控铣削加工所得的外形四边，外形一致性较好。通腔由数控铣削加工成形，与其他实体间的相对位置精度提高。线切割无需多次穿丝，大幅提升了加工效率，减轻了操作人员的劳动强度。

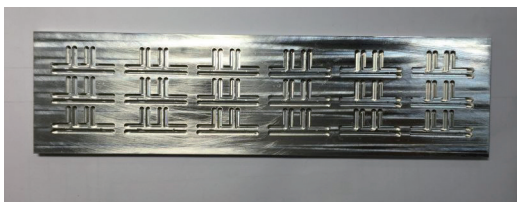


图3 厚度4mm以上的隔墙零件排布实物

5 优化后工艺方案的优势

(1) 生产效率提高 表1为隔墙加工工艺改进前后的工时对比，只计算主要工序时间，数据来源于数量>200件的批量生产统计数据。原工艺工时并未计入线切割穿丝时间及工序间周转用时。

表1 隔墙加工工艺改进前后的工时对比 (单位: min)

工艺方法	工序工时				合计
原工艺	主要工序	铣工序	数控铣削	线切割	40
	单件工时	9	21	10	
改进后的工艺	主要工序	数控铣削			15
	单件工时	15			

(2) 尺寸精度和一致性提高 对于仅单面有筋槽的薄隔墙，改进后的工艺采取数控铣削一次成形的加工方法，加工过程不存在重复定位，尺寸精度及相互之间的位置精度容易得到保证。对于两面有筋或槽的薄隔墙和厚隔墙，改进后的工艺中隔墙的台阶、槽和通腔都由数控铣削完成加工，台阶、槽和通腔的尺寸精度及其相互之间的位置精度容易得到保证。线切割加工外形时的定位基准由数控铣削加工所得，可以获得较好的几何公差和尺寸精度，并能保证较好的一致性。采用改进后的工艺，隔墙的不合格率仅为原来的1/10。

(3) 操作人员的劳动强度降低 改进后的工艺采取成批加工的方式，减少了操作人员装夹零件的次数。需要大量人工操作的铣工序，在优化后的工艺中仅占很小的比例。采用原工艺时，在加工过程中线切割操作人员需要进行多次穿丝、绕丝等繁复的操作，劳动强度较大，工艺改进后线切割操作人员无需进行穿丝操作。薄隔墙无需线切割，厚隔墙线切割操作工时也仅为原来的30%左右。

6 结束语

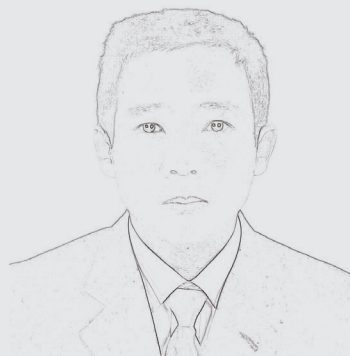
优化后的隔墙加工工艺具有工艺路线短、工序复合性高的优点，主要加工过程集中在数控铣削工序中，线切割通腔无需多次穿丝，可显著提高生产效率和质量稳定性，降低操作人员的劳动强度。

参考文献:

- [1] 陈宏钧. 实用机械加工工艺手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [2] 孙丽媛. 机械制造工艺[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.

MW 20210507

专家点评



该文介绍了薄壁零件隔墙的加工方法和原工艺中需要改进的地方，针对不同类型的隔墙，提出不同的优化工艺方案。新工艺采取数控铣削集中加工的方法，消除了毛坯质量不稳定和线切割多次穿丝的弊端，显著提高了生产效率。

文章的亮点是深入分析问题，注重过程、细节和实效，突出优化后工艺方案的优势和特点，采取成批加工的方式，将主要加工过程集中在数控铣削工序中，缩短了工艺路线。