立柱零件矩形深槽的加工研究

■ 中国空空导弹研究院 （河南洛阳 471009） 邢浩文

摘要：针对直径小、深度长的槽（孔）结构，通过现场加工试验，设计出一种合理可用的加工方案，为实际批量加工提供了依据和帮助。

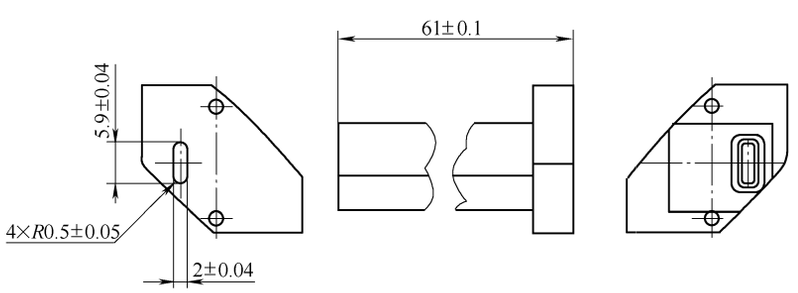
1. 零件结构特点

我厂加工的一种立柱零件，其中心矩形深槽为波导腔，具有较高的尺寸精度和表面粗糙度要求，该深槽宽2mm、深61mm，加工难度大。

零件整体为长柱形结构，如附图所示，除了中心有贯通的矩形深槽外，其余都为实体，而矩形深槽的尺寸也较小，零件材料为3A21铝合金，因此零件整体刚性较好，加工后的变形也较小。

2. 加工难点分析

零件上的两个矩形槽，宽2mm、长5.9mm、深61mm，公差要求为±0.04mm。由于矩形槽很深，使用电火花加工效率非常低，工艺选择慢走丝的加工方案，而穿丝孔的加工就成了关键。而该槽宽度仅2mm，因此穿丝孔的直径必须小于2mm，对于61mm的穿丝孔加工时，不可避免地会有形状尺寸误差、较大的位置误差和直线度误差，如果考虑到切槽时单边预留余量0.1mm，孔直径误差0.1mm，轴线歪斜0.3mm，因此穿丝孔的直径必须在1mm以内。相对于61mm的深度，该孔长径比达到60倍以上，且孔轴线歪斜量不大于0.3mm，加工难度非常大。并且ϕ1mm的普通钻头长度也只有30mm多长，还需要专门采购加长的钻头。而采用两边钻孔虽然解决了刀具长度不够的问题，同时极大地降低了加工难度，但势必会在中间形成接刀，如按单边歪斜0.2mm估算，则最后作用孔径可能仅有0.6mm左右，慢走丝穿丝也仅成为理论上的可能。



立柱零件结构图

3. 加工过程

为保证加工精度和加工效率，综合考虑厂内设备情况，最终选用打断裂丝锥的电火花打孔机加工穿丝孔，该设备的优点是加工效率高，缺点是定位和加工精度差。为解决此问题，在加工穿丝孔前，由铣工在零件两端预钻ϕ1mm小孔，作为电极丝的导向定位，在加工时使用专用工装，以两个ϕ2mm孔为定位进行两端打孔加工，减少因加工深孔产生的电极丝偏移误差。

首次在慢走丝机床加工穿丝孔时，有一部分槽的切割无法进行，分析原因为，在电火花打穿丝孔时，由于为放电加工，在孔内壁形成一层氧化层，其主要成分为氧化铝（Al_2O_3），导电性能差，阻碍电极与零件表面导电，无法产生电解反应，致使矩形槽加工不完全。

解决方案：在慢走丝加工前，使用稍大一点的钻头（如ϕ1.6mm钻头）重新进行一次扩

箱体类钛合金零件加工技术

■ 中航工业沈阳飞机工业（集团）有限公司数控加工厂 （辽宁 110850） 孙国雁 王金海 崔 洋

摘要：本文选取某一典型钛合金箱体类零件作为研究对象，通过在实际生产中对此箱体类零件的数字化加工的研究，摸索出了箱体类钛合金零件变形量控制技术和高效数字化加工方法，为今后其他军、民用飞机钛合金材料箱体零件的数字化加工制造提供了有利的参考依据。

从航空结构件的发展方向看，整体结构件将逐步成为主流，同时伴随零件结构的日趋复杂、零件几何精度的不断提高，高性能材料得到了大批量的应用。鉴于钛合金材料具有比强度高、热强度好及耐腐蚀性好等一系列优良性能，因此在军、民机结构件中得到了最为广泛的应用，是现阶段最有应用前景的材料之一。

箱体零件结构有封闭式、半封闭式和开敞式，来料均为模锻件且余量分布不均。本文选取了一种典型的钛合金箱体零件，其特点是：型腔内转角规格不等，槽腔较深，配合面尺寸精度高，缘条内外表面存在较厚的下陷，箱体内壁上分布不同规格导孔需要钻制，并且由于该箱体类零件交付俄方后需要焊接成一个整体件，加工过程中需要按俄方工艺数模制造，所有筋条或缘条端面留有阶梯状余量，需要采用T形刀具进行加工。本文的研究过程中，为钛合金箱体类零件的数字化加工制造积累了宝贵经验，这对提高我国机械制造工业的技术水平有很大的帮助。

1. 零件结构特点

本文选取的箱体零件为钛合金模锻件，结构上属于半封闭式箱体（见图1），是某机型前机身封闭式箱体焊接组件（见图2）中一个最大

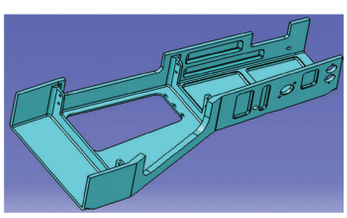


图1 箱体结构零件示意图

孔加工，去除表面多余的氧化层，按此方案零件可以正常加工。

在切除矩形槽过程中，电极丝在加工槽一周最后即将切断时，切除下的废料与零件表面连接部分会由于废料的自重和线切割产生的切削力而断裂，在起点和终点交接处的内壁上残留一部分多余物，而由于槽宽较小，中心切除下的废料需使用工具将其顶出后，再把零件重新装夹进行一次精加工，将这一部分残留切除干净，这样才能保证矩形槽整体的外形尺寸。

4. 结语

通过该零件的加工，摸索出了一种有类似直径小且深度长的槽（孔）结构件的加工方法，为以后此类零件的加工提供了借鉴。

参考文献：

[1] 孟少农. 机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，1996.
[2] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，2006.

MW（收稿日期：20160629）

专家点评

该文别出心裁地选用打断裂丝锥的电火花打孔机加工深槽穿丝孔，并借助专用工装，采用两端打孔的方法，解决打孔机定位和加工精度差的问题，减少了电极丝偏移误差。文章很实用，小设备解决大难题，就地取材的方法给了我们很好的启示。