

组件用波纹管加工常见问题分析与改进

■ 陕西宝光真空电器股份有限公司（宝鸡 721006） 姬 丽

摘要：在波纹管零件的加工过程中，由于其结构的特殊性，常出现焊接平面成形挤不实、车制端面撕裂以及整形双层压不紧等现象，严重影响组件焊接质量。结合生产过程分析这些缺陷产生的原因，采取相应解决措施，有效提高了组件焊接质量。

1. 问题的提出

根据厂家需求加工波纹管组件，组件包括法兰1、法兰2和波纹管（厂家不同有所不同）。要完成波纹管组件样品的试制，必须保证各零件的加工尺寸、表面粗糙度、形位公差、波纹管的气密性和表面质量要求。

零件法兰1、法兰2是车制件，通过车制加工和钳工采用钻模钻孔能够保证零件尺寸与孔位。而波纹管结构特殊，不像灭弧室中采用的波纹管端口形式是NN型、WW型、WD型和WN型，而是WQ_D型或Q_DQ_D型，端

面平面度0.10mm必须保证（见图1）。此种形状的波纹管以前从未加工过，如何才能加工出符合要求的波纹管是摆在面前的问题。

2. 初步解决方案

（1）方案一：在现有波纹管结构的基础上采取措施。①从波纹管波峰处切断，发现波纹管端面处于凹形状，端面平面度达不到焊接平面要求。②从波纹管波谷处切断，发现波纹管端面又处于凸形状，端面平面度也达不到焊接平面要求。

（2）方案二：波纹管的加工工艺路线为成形→清洗→车制→检

漏→整形→成品。对加工工艺进行分析，认为波纹管两端面或一端的平面可以在成形过程中完成。将波纹管两端口的第一波波形在成形时挤实，使波纹管端面为双层壁厚，然后由车制工序从波谷处将多余的直边切断，以此来达到波纹管两端面的平面度要求。

3. 试验模具的设计

以Q_DQ_D型波纹管加工为例，成形中板和端板模具的改造如图2所示。

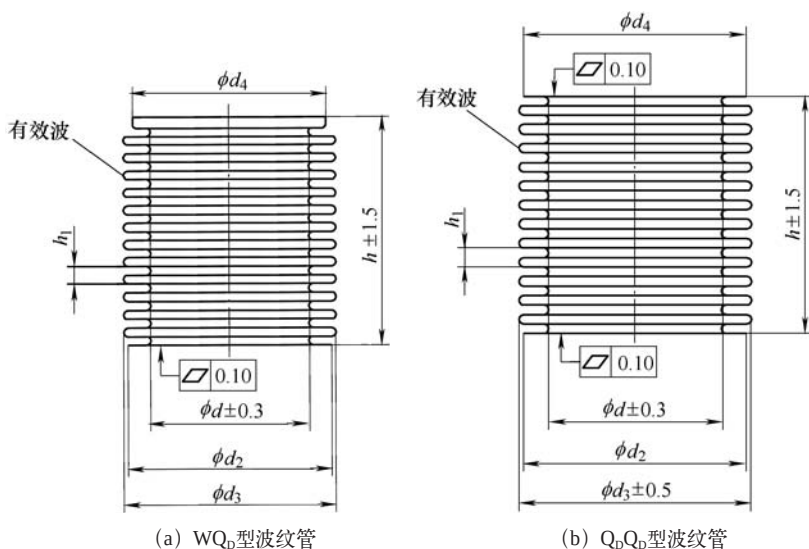


图 1

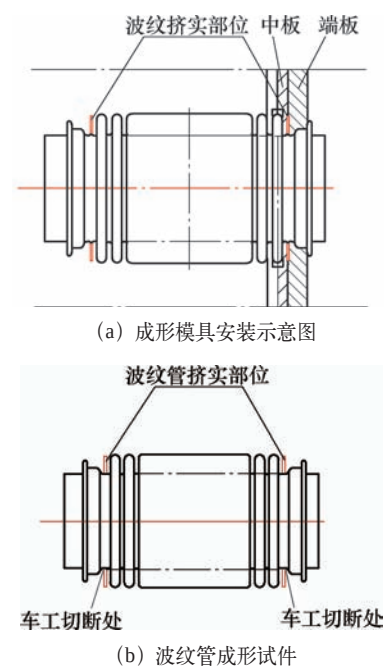


图 2

4. 样件加工中存在的问题

样件加工过程在清洗、检漏工序基本不存在问题，但在成形、车制和整形工序发现存在以下问题：

(1) 成形工序。在样件加工试验时，在成形模具强度允许的范围内，采用中板和端板模具组合，将行程开关调整到合理的位置，主缸挤紧整套成形模具，加工出的波纹管零件仍有多半达不到焊接平面要求。

(2) 车制工序。波纹管经过成形、清洗工序后，均要进行车工车制，需从波纹管端面波端口处切断，时常出现波纹管端面波撕裂，造成报废现象（见图3a），同时造成操作人员心理胆怯，减缓了加工进度。

(3) 整形工序。波纹管在成形工序存在焊接端波挤不实现象，需在整形工序通过专用特殊模具整形。试验中发现整形后的波纹管约有30%出现双边一周中小部分双层压不紧现象（见图3b）。波纹管端波双层压不紧将严重影响波纹管与法兰零件的焊接质量。



(a) 车制端口撕裂



(b) 整形端波挤不实

图 3

5. 工序分析及改进

(1) 成形工序。由于成形设备主缸系统温度的高低将影响主缸系统压力的变化，在成形工序没有好的控制办法，只能在后整形工序采取措施。

(2) 车制工序。起初车工将模具卡在第一波谷内，在车制时车刀沿横向进给，极易出现端口撕裂现象；后来采取两次装夹方式，首先采取以前加工波纹管的方式，车制后在波纹管端口留有直边尺寸3mm左右，通过第二次装夹，夹具装夹在第一波谷内，车刀沿纵向进给，车掉直边及车刀推到波纹管端波侧面，采用此种方式加工不易出现废品，但需两次装夹，比较费时，而且增加了产生波纹管磕碰现象的几率。

改进方法：通过采取车边夹具端面倒大斜角的方式，将波纹管端波卡在槽中进行保护，将端口直边车断后，车刀沿轴向进给，使端口直边尺寸不大于1.2mm。采用此种方法，既对波纹管端波进行保护，不再出现端波撕裂现象，而且仅采用一次装夹，又使车制效率大幅提高，减少一次装夹，同时避免出现磕碰现象，在后整形工序能够达到组件焊接的波纹管端面平面度要求。

(3) 整形工序。成形下线的波纹管通过清洗、车制，最终在定形工序通过专用特殊模具整形，发现波纹管均出现双边一周中小部分双层压不紧现象，将严重影响波纹管与其他零件的焊接质量。批次波纹管整形的返修率达30%以上。通过对波纹管双层挤压过程进行观察，初步认为是模具在受压过程中两半模具出现

外移，使模具与波纹管压紧面出现悬空现象，导致波纹管出现此现象。

改进方法：设计模具在波纹管两半模具将波纹管装进后，再放入筒状模具中，使模具在受到压力时，两半模具向外移动受到限制。对改进模具进行整形试验，波纹管整形成品率达到100%。

6. 结语

通过对波纹管组件产品的试制，对特殊结构波纹管在成形、车制和整形加工过程中存在的问题进行改进，从根本上解决了波纹管加工过程中出现的缺陷，解决了生产中的实际问题，从而有效提高了波纹管组件焊接的成品率，积累了实践经验，提高了制造水平。

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] 杨叔子. 机械加工工艺师手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2001.

MW (收稿日期：20160315)

专家点评

该文对特殊结构波纹管从成形、车制和整形加工过程中存在的问题进行分析和改进，从根本上解决了生产中的实际问题。文章有一定的思考深度，尤其是工序改进部分，分析到位、构思新颖，简单实用的工艺创新取得了很好的效果。