大长度零件的多孔加工与模具设计

广东倍海建筑有限公司 （阳江 529900） 何大开

我公司开发生产的铝合金建筑模板中，墙体模板上8个孔的加工是整个产品生产的重要工序（见图1）。这些孔的位置精度直接影响到产品的使用性能。

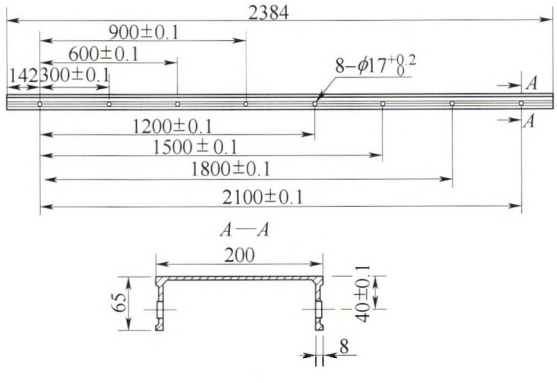


图1 工件

1. 零件特性分析

墙体模板是需大批量生产的产品，材料是6061－T6挤压铝合金型材，产品总长2 384 $_{-1}^{0}$ mm，8孔直线排列，孔径17 $^{+0.2}_{0}$ mm，任意两孔的孔距公差为±0.1 mm。如何保证任何两孔孔距的精度，就成为加工所要解决的问题。

2. 工艺方案分析

对于工件中8孔的加工，我们尝试过两个方案：方案一：利用厂内现有的Z5132钻床，分8次钻孔加工；方案二：利用厂内现有的J23—63型压力机冲孔，一次冲2个孔，分4次加工。

由于工件长度长，孔数多，用上述的两种方案，受限于装备的定位精度，产品头尾两孔的孔距公差均大于±0.5 mm，远未达到零件的精度要求，严重影响产品的使用性能。

为了保证加工精度，我们设计了专用组合机与冲孔模具，通过实践，成功解决了这类零件的加工精度问题。下面将该冲多孔模作一介绍。

3. 冲孔模设计

（1）总冲裁力和压力中心计算

冲孔力 $P_{孔}=KLt\tau$

式中，K为安全系数，可取$K=1.3$；L为冲裁周边总长，孔的直径为17 mm，经计算得$L=53.4$ mm；t为材料的厚度，取$t=8$ mm；τ为材料的抗剪强度，查材料手册得$\tau=245$ MPa。

将参数代入公式，得

$$P=1.3\times53.4\times8\times245=136.06\ (\text{kN})$$

该零件有8个孔，则总冲孔力为

$$P_1=8\times136.06=1\,088.48\ (\text{kN})$$

卸料力 $P_x=k_xP_1$

$$k_x=0.05$$

$$P_x=0.05\times1\,088.48=54.42\ (\text{kN})$$

总冲压力为$P_2=P_1+P_x=1\,142.9$（kN）。

基于经济节能的出发点，此考虑将冲孔凸模的工作长度设计成两种尺寸，每4个凸模为一组，长度相差一个料厚，即相差8 mm，如图2a所示。这样就可以使总冲压力减半，则总冲压力

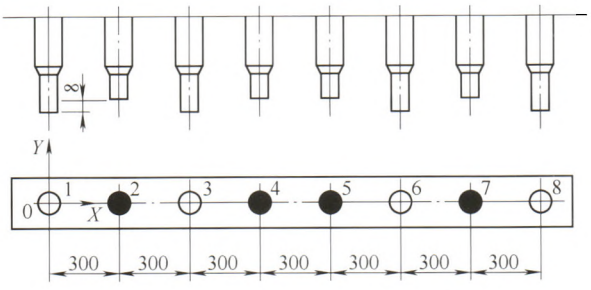
$$P_{总}=1\,142.9/2=571.5\ (\text{kN})$$

由此得，压力机的公称压力超过571.5 kN即可。

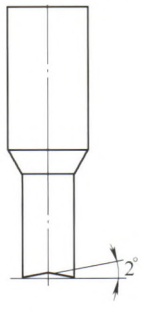
为了减少冲裁力，我们还将凸模的刃口加工成双斜面，即将凸模刃口的一半以倾斜2°或等于板料厚度1/10的倾斜度磨削，如图2b所示，转180°，依法磨另一半。这样凸模除可以减轻冲孔力外，还可以得到光洁的孔，并使卸料力减少到几乎为零。

压力中心的确定：如图2a所示。

孔的周长为53 mm。因为凸模有两种高度，所以冲孔过程是分两批进行的，先冲第1、3、6和8这4个孔，则



（a）凸模长度与压力中心



（b）斜刃凸模

图 2

X_1 =（53 × 0 + 53 × 600 + 53 × 1 500 + 53 × 2 100）/（53 × 4）= 1 050（mm）

后冲第 2、4、5 和 7 这 4 个孔，则

X_2 =（53 × 300 + 53 × 900 + 53 × 1 200 + 53 × 1 800）/（53 × 4）= 1 050（mm）

根据计算确定冲压的压力中心位于距原点 0 向右 1 050 mm 处。

（2）冲裁刃口尺寸计算：由冲孔尺寸为 $17^{+0.2}_{0}$ mm，得

凸模刃口尺寸 $d_p = (d + \chi\delta)^{0}_{-\delta_p}$

凹模刃口尺寸 $d_d = (d_p + Z_{min})^{+\delta_d}_{0}$

$= (d + \chi \cdot \Delta + Z_{min})^{+\delta_d}_{0}$

式中，d = 17 mm。另查模具设计手册得：χ = 0.5，Δ = 0.2 mm，δ_p = 0.02 mm，δ_d = 0.02 mm，Z_{min} = 0.88 mm，Z_{max} = 1.04 mm。

校核条件：$|\delta_p| + |\delta_d| \leqslant Z_{max} - Z_{min}$ 满足要求。

将已知数据代入公式，算得：凸模刃口尺寸 $d_p = 17.1^{0}_{-0.02}$ mm，凹模刃口尺寸 $d_d = 17.98^{+0.02}_{0}$ mm。

（3）模具结构设计：工件冲多孔模具结构如图 3 所示。下模、下模固定板和上模固定板这 3 个零件，为了便于加工制造，此将这几个零件做成 600 mm 长，各做 4 个，最后通过螺纹联接拼装于机架上。材料选择方面，考虑制作成本，尽可能地选用本厂内现有的材料，同时结合模具硬度的考虑，冲孔是由凸模楔入材料，是经受磨损的工作零件，其硬度应大些。为此，上模用 Cr12，热处理硬度 60 ~ 63 HRC；下模用 T10，热处理硬度 57 ~ 60 HRC；导柱与导套用 GCr15，热处理硬度 61 ~ 65 HRC。

工件在一个固定挡料块及 7 个橡胶压料轮的作用下进行定位，手动压紧，一次完成冲多孔工序。工件由刚性卸料板卸料，废料自然漏料。由于工件本身没有形位公差要求，此定位精度达到设计要求。

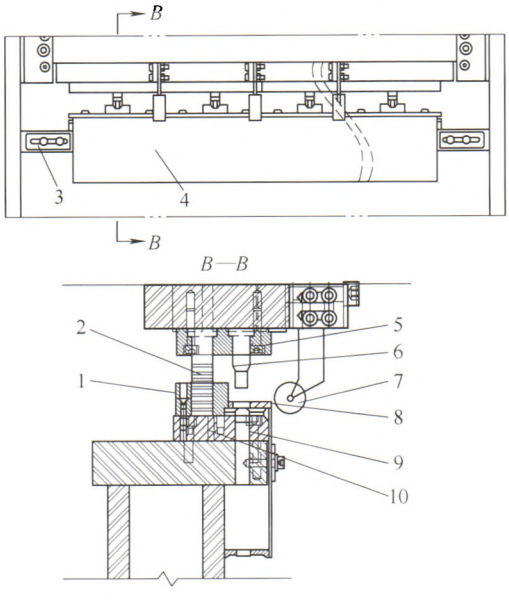


图 3 模具结构

1. 导套 2. 导柱 3. 定位块 4. 工件
5. 上模固定板 6. 上模 7. 橡胶压料轮
8. 卸料板 9. 下模 10. 下模固定板

（4）模具的修模与失效：当在生产过程中模具间隙大于 Z_{max} = 1.04 mm 时，需要对模具的凹、凸模进行修模。多次修模后，凹、凸模之间的啮合长度小于或等于工件厚度 8 mm 时，需要更换新模具。

4. 结语

结合该工件的特点，选择加工方法，利用专门设计的组合机冲孔模（见图 4），有效地解决了常规装备加工多孔保证不了加工精度的问题，生产效率、产品质量和可靠性得到显著提高。目前，该套冲孔模用于产品的批量生产，取得了良好的经济效益。

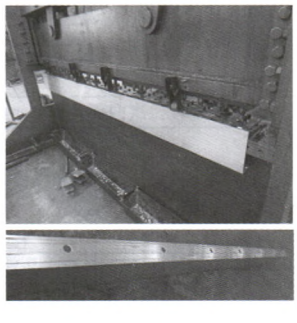


图 4

MW （收稿日期：20140319）