

压铆连接的成形原理及应用*

邵兵¹, 白创明¹, 杨得寿²

(1. 兰州理工大学 机电学院, 甘肃 兰州 730050; 2. 兰炼仪表厂, 甘肃 兰州 730060)

摘要:叙述压铆连接的成形原理及工艺过程, 分析压铆圆点的组织性能, 并以洗衣机铝箱体的模具设计为例, 阐述压铆连接成形原理在模具设计中的应用。

关键词:压铆连接; 原理; 应用

中图分类号: TG38

文献标识码: A

文章编号: 1007-4414(2004)03-0038-02

薄板材料之间的连接通常采用点焊、铆接等技术。点焊属于内在连接, 它损害了材料的本征特性, 而且焊点熔区小, 应力相对集中。同时, 在焊接过程中产生高温, 破坏了材料的原始组织, 晶粒粗化, 降低了疲劳强度和抗腐蚀性能, 污染环境。另外, 设备投入成本高。

铆接工序多, 劳动强度大, 难以适应规模化生产的需求, 而且板料与铆钉之间容易产生剪切应力造成产品质量不稳定。另外, 还需要额外投入铆钉等原材料, 提高了产品的单件生产成本。因此, 点焊和铆接等传统连接工艺很难适应大批量、低成本、高效率、高质量、环保等多方面的要求。

1 压铆连接成形原理及工艺^[1~3]

压铆连接技术是利用冲压和铆接原理以及模具技术在具有塑性变形的薄板之间通过冷挤压产生相互嵌套的圆连接点(即圆点)。压铆连接是一种物理连接、点式连接, 其核心是通过冷挤压在板料上产生合适的圆点, 使板料在圆点处象铆接一样连接在一起。压铆连接能够将多层板连接在一起, 下面以双层板为例, 具体阐述压铆连接通过模具成形圆点的工艺过程。压铆连接工艺过程可分为初期压入、初期成形、塑性成型、保压等 5 个阶段。

1.1 初期压入阶段

如图 1 所示, 初期压入阶段从凸模接触上部板料开始, 到推杆 1 到达死点为止。这一阶段, 在凸模的挤压力作用下, 上、下板料主要以弹性变形为主, 并伴有少量塑性变形。

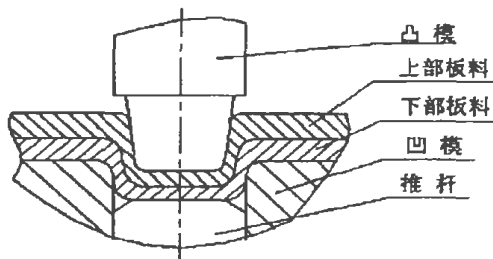


图 1 初期压入阶段

1.2 初期成形阶段

初期成形阶段从推杆到达死点开始, 至下部板料与推杆顶面完全接触并形成上部轮廓为止(见图 2)。在这一阶段, 从开始到结束, 随着凸模的下行, 上、下板料受到推杆、凹模和

凸模的约束, 在弹塑性变形的共同作用下, 形成上部轮廓。在初期成形阶段, 圆点颈部圆角处组织由于受到凸模和凹模的挤压, 晶格被压缩, 组织被强化。同时, 在凹模和推杆形成的环形凹槽处, 由于对材料无约束, 材料可以自由伸缩, 使材料其余部分晶格几乎不发生变化, 有利于圆点初步成形, 并为塑性成形阶段的材料变形留下空间。

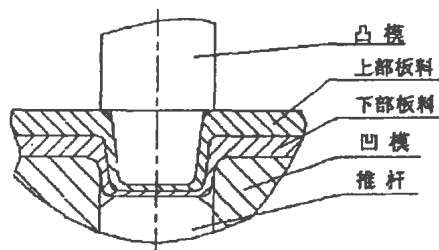


图 2 初期成形阶段

板料在初期压入阶段、初期成形阶段和普通冲压相似, 不同之处是在初期成形阶段只有圆点颈部圆角处晶格被压缩, 组织被强化, 形成了压铆连接圆点的上部轮廓。

1.3 塑性成型阶段

在塑性成型阶段, 凸模 1 继续下行, 挤压板料, 直到凸模到达死点为止(见图 3)。在这一阶段, 由于圆点在初期成形阶段形成了上部轮廓, 阻止了材料向上流动, 使其只能沿“最小阻力”的方向向环形凹槽和凹模侧面流动。材料首先在挤压力的作用下向环形凹槽处流动, 填充环形凹槽; 随着环形凹槽的逐步充满, 流向环形凹槽的阻力逐步增大, 当上部板料中的材料流向凹模侧面的阻力相对于环形凹槽较小时, 上部板料中的材料开始同时挤向下部板料的侧面, 直到凸模到达死点, 圆点完全成型, 形成类似于铆接的圆点, 从而达到铆接的目的。

1.4 保压阶段

在保压阶段, 模具继续保持一定时间的压力, 能够起到材料充分填充、嵌套和完全定型的目的, 并达到防止圆点回弹的作用。保压阶段控制的好坏直接影响产品合格率的高低。

1.5 反压阶段

压铆连接通常用于产品外表面的壳体连接, 不希望连接圆点有凸起, 因此需要将圆点反冲压 1 次, 将凸起压回去(见图 4)。反压时凹模用平砧座, 凸模采用圆柱冲头。

* 收稿日期: 2004-04-01

作者简介: 邵兵(1969-), 男, 甘肃天水人, 讲师, 现从事机械设计方面的研究教学工作。

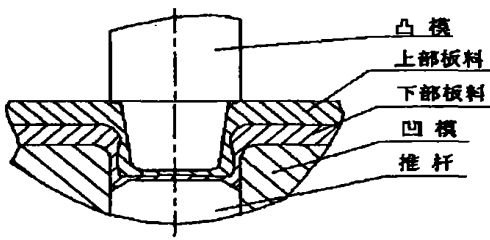


图3 塑形成型阶段

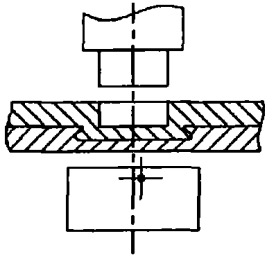


图4 反向冲压示意图

2 压铆圆点组织性能变化^[4,5]

图5表示了圆点金相组织变化。由图可见,在圆点a处,材料晶格基本未发生变化;在圆点b处,晶粒被压缩,组织细化;在圆点c处,晶粒被拉长(主要集中在靠凸模圆锥表面的部位)。这种金相组织与点焊时形成的铸态组织有很大的不同。

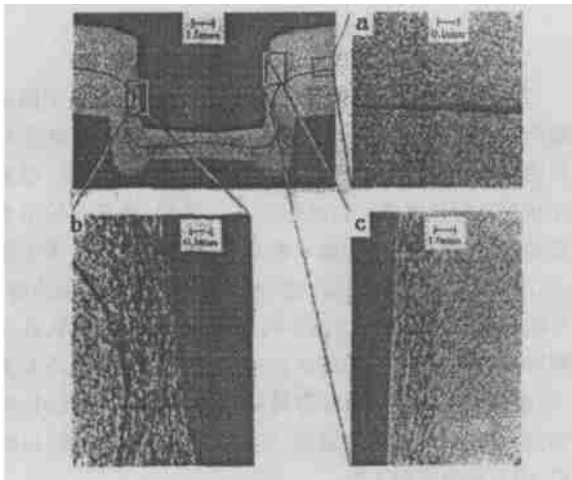


图5 圆点金相图

压铆连接是一种物理连接,它对材料的本征特性几乎没有损伤,反而在挤压作用下,颈状圆角处的组织被细化,硬度提高,承载能力增强。板料“相互咬合”部分是由冷挤压产生的,因此在塑性变形时,在表面张力的作用下(表面积趋于最小),使各组成部分形成平滑的过渡,从而产生一个既无棱边又无毛刺,且不存在明显的应力集中的圆连接点,从而使压铆连接圆点具有了极好的动态连接疲劳强度。另外,压铆圆点的点径越大,连接强度越高。

3 运用压铆连接成形原理进行模具设计

在实际生产中,为使上、下板料连接牢固及表面平整,采用多点连接。模具设计时所有凸模、凹模必须完全一致,行程必须完全相等,凸模和凹模必须同时接触板料。这样有利于负荷分散,能够最大限度地控制折皱压痕的产生,有效地提高

产品的表面质量。

3.1 凸凹模参数设置

设下部板料壁厚为 δ_1 ,上部板料壁厚为 δ_2 ;凹模直径为 ϕ_1 ,凹模圆角半径为 r_1 ,凹模深度为 h_1 ,环形凹槽开口为 b_1 ;凸模直径为 ϕ_2 (大端),凸模圆角半径为 r_2 ,凸模高度为 h_2 ,凸模锥度为 a_2 ;则在进行凸凹模设计时应满足以下关系式:

环形凹槽采用三角形结构,且 $\delta_1 \leq b_1$ 有利于材料在塑性成形时上、下板同时进入环形凹槽。

$$h_1 > (\delta_1 + \delta_2), h_2 > h_1$$

$$r_2 < \delta_2, r_1 \text{按板料引深设计。}$$

a_2 的选择应满足下列两个条件:①有利于形成可靠的连接圆点;②有利于模具脱模。

3.2 板料厚度确定

一般情况下,单块板料厚度以不小于0.5mm,组合板料厚度以不大于8mm为宜。

3.3 冲压设备选择

压铆模具一般选用气、液压设备。选用气、液压设备可以实现无级调节,使凸模在接触工件后,通过油压开关和压力表控制冲压力,有利于形成高质量的压铆连接圆点,同时在保压阶段也非常有用;气、液压设备也可以实现软到位,保证工件加工时无冲击、无噪声,改善了工作环境,符合环保工作要求;另外,气、液压设备有利于产品质量的控制。

4 结语

综上所述,压铆连接具有以下特点:

①压铆连接对材料的本征特性几乎没有损伤,而且在整个圆点成形过程中既没有高温变化又没有化学变化,因此,无论材料有无镀层、夹层或覆盖物,都可使材料原有性能不受损伤;

②压铆连接适用范围极广,理论上讲,只要能发生塑性变形的金属板件都可以采用压铆连接;

③压铆连接易于实现自动化、规模化的生产;

④易于进行产品质量控制;

⑤具有劳动强度低、环保无污染等特性;

⑥与同厚度的点焊相比,压铆圆点的连接强度大约为点焊的70%;

⑦与点焊相比,压铆连接可节省费用30%~60%;

⑧压铆连接可以通过增加圆点数量来提高强度,圆点之间的距离可以做得很近。

我们经过多年的研究和开发,采用模具压铆连接技术,利用其良好的工艺性能,解决了洗衣机铝箱体连接的大批量、低成本、高效率、高质量、环保等难题。经过在国营长风机器厂投产后,取得了巨大的经济效益。

参考文献:

- [1] 蒋奎华. 冲压工艺学与模具设计[M]. 北京:机械工业出版社, 1995.
- [2] 王孝培. 冲压设计资料[M]. 北京:机械工业出版社, 1984.
- [3] 徐芝纶. 弹塑性力学[M]. 北京:高教出版社, 1985.
- [4] 韩向东. 冲压圆点连接机理初探[J]. 模具工业, 2001(9):13-15.
- [5] 胡亚民. 一种先进的板料冲压连接技术——TOX 连接技术[J]. 锻压机械, 2000(5):15-16.