

提高孔板加工精度的工艺措施

西南石油学院机械系 刘清友
电子科技大学CAE研究所 杜平安

在机械制造业中,薄壁圆盘类零件的加工占较大的比例。由于薄壁零件刚性差,切削力、切削热及装夹力等都会引起工件变形。诸多因素的存在,使得在薄壁零件的加工中废品率极高。这些零件的材料往往都为难加工的不锈钢,成本较高,从而造成巨大的经济损失。开展对薄壁零件加工工艺的研究,提高其加工精度具有十分重要的理论意义及应用价值。本文以测量天然气用的标准孔板加工为例,从工艺、夹具、刀具、切削液及切削用量优化等方面进行了分析,提出了较完整的加工工艺措施,以提高薄壁零件的加工精度,减少产品加工的废品率,从而提高企业经济效益。

当天然气通过标准孔板时,气流束在孔板处形成局部收缩,从而使流速增加,静压降低,在孔板前后形成压差,通过测量压差来测量流量的大小。为了确保测量的准确性,对标准孔板精度提出了较高的要求。

1. 技术要求

- (1) 流束入口一边的孔板端面垂直于开孔轴线;
- (2) 圆锥形出口部分的锥边与轴线夹角在 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间;
- (3) 孔板开孔的两端面边缘上不得有毛刺和伤痕;
- (4) 孔板开孔上游侧直角入口边缘应该是尖锐的。当孔板的孔径小于 150 mm 时,落在边缘上的光线不应有反射。

由于天然气含有易腐蚀成分,因此孔板材料采用了难加工的奥氏体不锈钢(1Cr18Ni9Ti),孔板外径从 82~482 mm 不等,厚度仅 3~6 mm,且有较高的形位精度要求和表面粗糙度要求。加工难度较大的原因有:

- (1) 因孔板较薄,刚性极差,由切削力及装夹力导致零件加工后发生变形;
- (2) 装夹工件时,由于定位面的调换,影响工件的重复定位精度;
- (3) 由于工件材料的加工性差,断屑困难,使得切削温度增加、切削力加大,从而导致积屑瘤的产生和表面加工硬化;
- (4) 刀具磨损严重、寿命低,影响工件表面质量。

2. 夹具的选择

由于天然气标准孔板为环形薄壁件,且尺寸分布范围大,工件材料为非导磁性材料,切削加工性差,毛坯质量差,且需要加工的面较多。综合分析以上原因,决定设计一种机械式夹具,使其实用于各种孔板的加工。

夹具设计的基本思想是借助于三爪卡盘的工作原理,如图 1 所示。由于加工设备仅有车床,且三爪卡盘操作方便、结构简单、工作可靠、自动定心等优点,因而可以借助三爪卡盘

的工作原理来装夹薄壁零件。采用了将几块孔板组合起来加工的方法,这样既提高了工件的刚度,又能保证内孔与端面的垂直度。

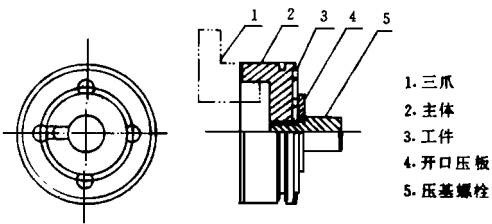


图 1 孔板加工夹具示意图

Fig. 1. Schematic drawing of orifice processing gripper.

3. 刀具材料的选择

孔板采用的材料是奥氏体不锈钢(1Cr18Ni9Ti),其中铬、镍的含量较高。铬能提高材料的强度和韧性,但在加工中容易粘刀;镍有稳定奥氏体的功能,但奥氏体的塑性大,易产生加工硬化。根据孔板材料的切削加工性,要求刀具材料具有较高的强度、耐热性、耐磨性等。在综合考虑各种因素后,决定采用 YG 类硬质合金刀具较为合理。

4. 切削用量的优化

如何合理、正确地选择切削用量是切削加工中的一个关键问题。在对孔板的加工中,采用优化技术对切削用量进行优选:①以刀具寿命为目标函数;②以孔板加工后的表面粗糙度、切削力、切削温度、刀杆强度、机床功率等为约束条件;③以切削用量三要素作为设计变量;④通过计算机求得加工孔板时的最佳切削用量;⑤粗加工时, $v = 62.5 \text{ m/min}$, $f = 0.294 \text{ mm/r}$, $a_p = 2.62 \text{ mm}$;⑥精加工时, $v = 85.6 \text{ m/min}$, $f = 0.128 \text{ mm/r}$, $a_p = 0.29 \text{ mm}$ 。

5. 刀具几何参数和切削液的选择

正确合理地选择刀具切削部分的几何形状,使之适合不锈钢的切削特点是十分重要的。孔板加工中的最佳刀具几何参数为:

- 粗加工时, $\gamma_0 = 15^{\circ}$; $\alpha_0 = 8^{\circ}$; $k_r = 75^{\circ}$; $k'_r = 10^{\circ}$; $\lambda = 0^{\circ}$;
- 精加工时, $\gamma_0 = 25^{\circ}$; $\alpha_0 = 10^{\circ}$; $k_r = 90^{\circ}$; $k'_r = 5^{\circ}$; $\lambda = 5^{\circ}$ 。

建议采用极压切削液,如 QTS-1 水基切削液最为合适。

审稿人 高级工程师 盛炳林
收稿日期 1996-02-06 编辑 王瑞兰