

可调式手动绕弯模具制作与应用

朱凯

中石化华东油气分公司采油气工程服务中心 江苏泰州 225300

摘要：页岩气集气场站建设过程中，地面集输工艺流程管线需要大量不同规格的管卡支撑固定，设计能满足现场施工要求且具有简便快捷结构特点的专用手动弯曲模具，成功应用于生产集输管线安装，实现了降低工程施工成本的目的。

关键词：页岩气；管卡；手动；绕弯模具；结构特点

1 序言

随着页岩气开发规模扩大，地面集输场站建设不断增多。由于地面输气生产管线具有压力较高、易燃易爆的特点，需对地面工艺管线进行安全有效的固定。采用管墩+管卡安装固定，可以实现标准化安装。管卡加工质量直接影响工艺管线的安装质量。受现场条件限制，采用自制绕弯模具，可以解决管卡加工难的问题。

2 零件材料、结构工艺分析

弯曲件毛坯材料为60mm×6mm镀锌扁钢，材质为Q235B。Q235B有一定的伸长率、良好的韧性和铸造性，易于冲压和焊接，广泛应用于一般机械零件的制造。

根据图样技术要求，计算出弯曲件毛坯展开尺寸。当弯曲变形程度不大时（ $R/\delta > 3$ 时），可以认为应变中性层处于板料厚度的中心位置，即弯曲变形区的应变中性层长度就是弯曲件的展开长度。对不同规格的PK-3型管卡分别计算出毛坯展开长度，见表1和图1。

表1 PK-3型管卡尺寸 （单位：mm）

型号	管径DN	A	B	R	δ	展开长度
5-50	50	174	60	32	6	276
5-65	65	190		40		317
5-80	80	206		47		355
5-100	100	238		60		428
5-150	150	280		86		539

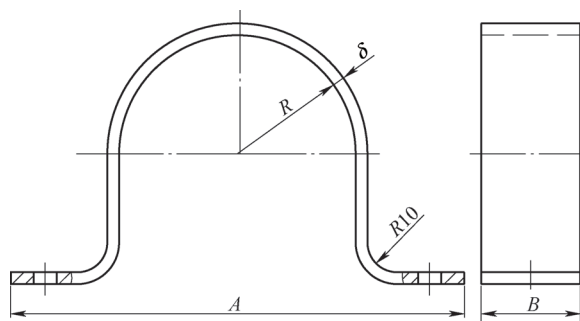


图1 PK-3型管卡

3 绕弯模具结构设计

模具设计制作的弯曲工艺是材料产生塑性变形并形成具有一定曲率和角度的零件的冲压工艺。弯曲成形工艺包括压弯、折弯、拉弯、滚弯和辊压等。零件具有结构简单、非封闭横截面的结构特征，弯曲应力较小时可以实现手动弯曲，弯曲半径较大时可以一次弯曲成形。综合分析比较，决定采用绕弯工艺加工。弯曲过程中，压紧轮在自转的同时绕弯曲模轴心公转，处于压轮和弯曲模中心连线的板材受碾压变形，压轮迫使板材绕弯曲模成形。

弯曲力计算公式为：

$$P = \frac{0.25\sigma_b\delta B}{1000} \quad (1)$$

式中， P 是折弯所需力，单位为kgf（1kgf=9.8N）； σ_b 是材料抗拉强度，单位为kgf/mm²（1kgf/mm²=9.8Pa）； B 是弯曲工件的宽度，单位为mm； δ 是材料厚度，单位为mm；0.25是系数。

带入数据计算得：

$$P = \frac{0.25 \times 41 \times 6 \times 60}{1000} = 3.69 \text{ (kgf)}$$

压弯力估算数值结果表明可以实现手工弯曲加工。

根据加工零件结构特点设计模具参数及制作方法。具体加工步骤为底座焊接加工→手柄制作→转动支座加工→固定轮轴加工→整体安装→调试。

模具结构如图2所示，在固定底座1上设有2个旋转销轴，手柄2上焊接限位挡板12，手柄2和调节丝杆10分别绕各种销轴旋转，零件置于固定轮与压紧轮、固定螺栓之间，分别产生2个弯曲变形。手动弯曲模弯曲运动轨迹为水平圆周运动，便于手工操作。考虑到零件弯曲后会由于弹性变形产生回弹现象，固定轮和固定螺栓半径应略小于零件弯曲半径3~5mm。固定螺栓与底座根据零件规格不同在不同位置采用螺纹联接。底座、转动支座、固定轮和盖板通过坚固螺栓联接，固定轮通过盖板上的螺母实现压紧。滚轮采用4个小型向心轴承，轴承表面与毛坯表面形成滚动摩擦，极大地减少了摩擦阻力，避免工件表面产生划痕，防止弯曲过程中零件起皱现象。考虑到自由弯曲回弹大，限位块位置应充分考虑材料弯曲的弹性回弹量，弯曲毛坯应定位准确可靠，多次弯曲均采用同一边作为定位基准。毛坯在弯曲变形过程中需防止位移及扭曲，保证限位牢固准确。

该绕弯模具设计精巧，结构简单，能在施工现场加工制作完成。只需更换不同规格的固定轮，便

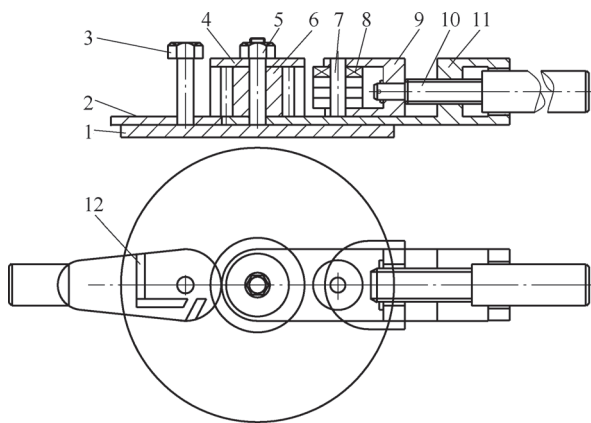


图2 模具结构示意图

- 1—底座 2—手柄 3—固定螺栓 4—盖板 5—紧固螺栓
6—固定轮 7—销轴 8—压紧轮 9—活动支座 10—调节丝杆
11—转动支座 12—限位挡板

可满足不同规格的管卡加工。模具操作简单，工件取放方便快捷。图3、图4分别为模具实物和加工成品零件。



图3 绕弯模具实物



图4 加工成品零件

4 弯曲加工过程

根据计算出的毛坯长度下料，将镀锌扁铁从固定螺栓3和固定轮6之间插入，以限位挡板12进行限位，旋转扳动与限位挡板12相连的手柄，手工扳至90°弯曲成形。取出零件后重新放置，以挡板开口处进行重新定位，旋转调节丝杆压紧扁铁，手工扳转丝杆至极限位置。调头重复上述步骤，实现另一端90°弯曲成形。根据现场要求，常用管子固定卡子规格有DN50、DN65、DN80、DN100及DN150。只需拧开螺母卸下盖板，更换固定滚轮，即可实现其他规格管卡的加工。

5 结束语

手工绕弯适合小批量生产，操作不需要专用设备，弯曲模具装置简单实用，加工成本相对较低。通过更换固定轮可以实现一套弯曲模具中加工多种规格的管卡，既能保证产品尺寸要求，又能提高零件的外观质量。对于无专用机械加工设备的施工，具有一定的推广应用价值。

参考文献：

- [1]杨占尧. 模具设计与制造[M]. 3版. 北京：人民邮电出版社，2017.
- [2]李晓海. 大速率外绕弯成形工艺的新探索[J]. 汽车工艺，1991（6）：34-36.