

文章编号:1005-0523(2001)04-0056-03

冲裁件优化排样系统的开发

刘 军, 罗意平, 杨 岳

(中南大学铁道校区 机电工程学院, 湖南 长沙 410075)

摘要: 借鉴单排多边形顶点算法的思想, 构造了改进的多边形顶点算法, 并开发出一个冲裁件优化排样系统¹⁹。该系统能快速的计算出普通单排、普通双排、对头单排、对头双排的排样结果, 并给出零件的优化排样方案, 系统效率高、实用性强, 运行稳定¹⁹。

关键词: 冲裁件; 优化排样; CAD

中图分类号: TP161

文献标识码: A

0 引言

排样是冲压生产中的一个重要环节, 不同的排样方案对冲压加工的材料利用率有重要影响¹⁹。传统的手工排样完全依靠操作者的个人经验, 排样效果不稳定, 平均材料利用率低, 效率低下¹⁹。随着计算机技术、CAD 技术等的飞速发展, 借助于计算机的强大计算能力, 开发出高效、实用的计算机辅助优化排样系统对提高产品质量、降低生产成本、提高生产效率有重要意义¹⁹。近年来, 国内外学者对冲裁排样进行了深入研究, 提出了多个优化算法如最优化数学模型及算法、动画寻优法、一步平移法、多边形顶点算法等^[1~4]¹⁹。本文借鉴了单排多边形顶点算法的思想, 构造出了可应用于其他排样方式的改进的多边形顶点算法, 并开发出了与之相应的冲裁件优化排样系统¹⁹。

1 算法设计

鉴于板料合理剪裁的过程较简单, 本文以冲裁件在条料上的排样作为优化目标¹⁹。对于普通单排, 考虑搭边值后的冲裁件等距放大图彼此相切地排布在一条直线上, 料宽 B 和送料步距 W 是图形与条料夹角 R (方位角) 的单值函数¹⁹。普通单排时的多边形顶点算法原理如图 1 所示, 等距放大图 S (123451) 与 S' (1'2'3'4'5'1') 相切¹⁹。

从 S 的各顶点向对边作水平线并相交, S 在各

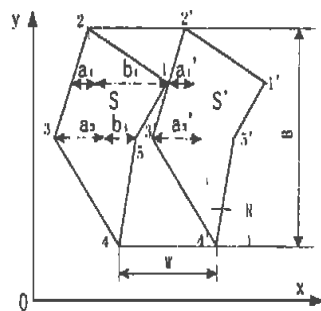


图 1 单排算法原理图

顶点处的宽度为 $W_i = a_i + b_i$, 由于 S 与 S' 全等且平行, 必有 $a_i = a_i'$ ¹⁹。几何学可以证明^[5], 两图形相切的顶点 1 处宽度最大, 其值为 $a_1 + b_1$, 这就是方位角为 R 时的送料步距 W , 即:

$$W = \max [W_i] \quad (i = 0, 2, 3, 4 \dots n) \quad (1)$$

在某些情况下, S 与 S' 可能是点与边相切或边与边相切, 但共同边界部分至少已包含其中一个图形的顶点, 因此, 该算法具有普遍性¹⁹。式 (1) 表明: 普通单排时, 送料步距为图形的最大顶点宽度¹⁹。用一维搜索法, S 在 $0 \sim 180^\circ$ 每转过一个角度增量 ΔR 即得到一种排样方案, 其中单件耗料 $B \times W$ 最低的方案即为所求¹⁹。

计算最佳利用率的数学模型可表示为

$$\begin{cases} W = \max [W_i] \\ B = \max [y_i] - \min [y_i] - \Delta b_1 + 2 \Delta b_2 \\ \eta = \frac{A}{BW} \end{cases} \quad (2)$$

收稿日期: 2001-05-15;

作者简介: 刘军, 1978-21 男, 湖南岳阳人, 中南大学硕士研究生¹⁹。

中国知网 <https://www.cnki.net>

式中 y_i —— 零件各顶点的 y 坐标值;
 Δb_1 —— 零件间搭边值;
 Δb_2 —— 条料边缘搭边值;
 η —— 材料利用率;
 A —— 单个零件面积.

在其他排样方式中,并非将等距放大图彼此相切地排放在一条直线上,而是先将图形平移或旋转加平移后相切排放,并且,对于双排如图2所示,材料利用率不仅取决于方位角 R 还取决于两排图形的错移量 h ,其不同于普通单排的是,以每两个等距放大图构成一个排样单元,即把移动后的两个图形合并为一个图形来处理,单元面积仍记为 $B \times W$,此时,采用改进的多边形顶点算法可较好地解决这三种排样问题^[13]下面以对头双排为例详细说明这一算法^[13]如图2示(图中 $X_{\max}$ 、 $Y_{\max}$ 等是冲裁件等距放大图的顶点坐标值),主要计算步骤如下:

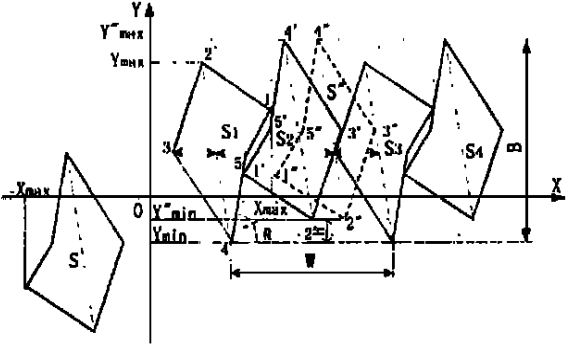


图2 对头双排多边形顶点算法原理

- 1) 将等距放大图 S_1 绕原点 O 旋转 180° 得到 S_2 ,再将 S_2 沿 X 轴平移 $2X_{\max}$,沿 Y 轴平移 $Y_{\max} + Y_{\min} + h$,得到 S_2' (虚线表示)^[13]
- 2) 将 S_1 与 S_2' 分别按 $Y_{\max}$ 、 $Y_{\min}$ 、 $Y'_{\max}$ 、 $Y'_{\min}$ 四点拆成左右两部分,以 S_1 右半部分各顶点与 S_2' 左半部分各顶点为顶点构成一个虚拟多边形 $21542'1'5'4'2'$,借鉴普通单排多边形顶点算法思想,可求得该虚拟多边形的最小顶点宽度,即
- $$W_{\min} = \min[W_i] \tag{3}$$
- 3) 将 S_2' 沿 X 轴反方向平移 $W_{\min}$ 长度使之与 S_1 相切得到 S_2 , S_1 与 S_2 构成一个排样单元^[13]以 S_1 左半部分各顶点与 S_2 右半部分各顶点为顶点构成一个虚拟多边形 $2342'3'4'2'$,该虚拟多边形的最大顶点宽度就是所求送料步距 W ,即

$$W = \max[W_j] \tag{4}$$

- 4) 计算条料宽度
- $$B = \max[y'_i] - \min[y'_i] - \Delta b_1 + 2\Delta b_2 + h \tag{5}$$

式中 y'_i —— S' 所代表的零件各顶点的 y 坐标值
 y_i —— S 所代表的零件各顶点的 y 坐标值
5) 用一维搜索法, S_1 在 $0 \sim 180^\circ$ 内每转过一个适当的方位角增量 ΔR ,同时,调整 h 的值,重复步骤(1)~(4)可得到一个新的排样方案,如此循环直到求得使一个排样单元耗料 $B \times W$ 最小的方案^[13]

计算材料最佳利用率的数学模型可表示为

$$\begin{cases} W = \max[W_j] \\ B = \max[y'_i] - \min[y'_i] - \Delta b_1 + 2\Delta b_2 + h \\ \eta = \frac{2A}{BW} \end{cases} \tag{6}$$

表1 对象类完成的操作

类名	完成的操作
CClosedLoop	拾取零件轮廓图并等距放大
CLayout	求取优化计算所需参数
CSingleRow	完成普通单排的优化计算
CDoubleRow	完成普通双排的优化计算
CPSingleRow	完成对头单排的优化计算
CPDoubleRow	完成对头双排的优化计算

普通双排、对头单排均可采用与对头双排多边形顶点算法类似的步骤来完成,在此不再详细描述¹⁹.

2 系统简介

根据上述算法,以AutoCAD 2000为平台,结合VC++ 6.0与ObjectARX 2000,开发出了一个冲裁件优化排样系统¹⁹图3为该系统的结构层次图¹⁹系统采用面向对象的方法开发,图4和表1分别描述了系统主要对象类之间的层次关系和所实现的操作¹⁹.

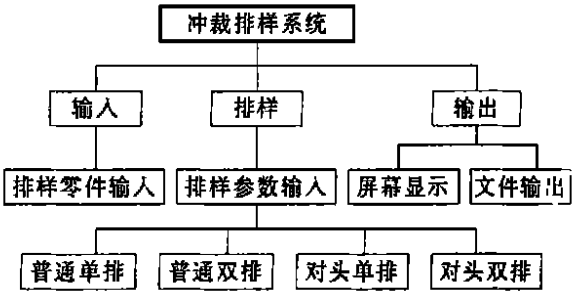


图3 系统结构层次图

系统加载后作为一个动态链接库,与AutoCAD在同一地址空间运行,能够直接利用AutoCAD的内核代码,访问AutoCAD的数据库与图形系统,这给冲裁件图形的输入及信息处理带来了极大的方便¹⁹.利用ObjectARX提供的丰富的图形处理函数,

能较容易地实现图形等距放大、布尔运算等操作¹⁹。因而,系统计算速度快,并具有良好的稳定性¹⁹。

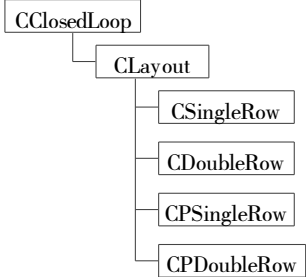


图4 类层次结构图

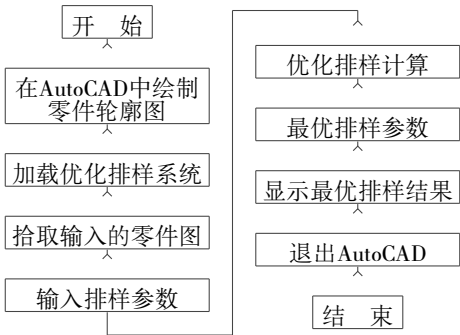


图5 系统操作流程图中

系统的操作流程如图 5 所示¹⁹。在 AutoCAD 中以 1:1 的比例绘出零件轮廓图(或从磁盘中调入 dwg 格式的图形文件);拾取该轮廓图并将它存储

为一个选择集,作为后续处理的输入;通过对话框输入材料指标、方位角增量等排样参数,进行排样计算;最后,系统将四种方式各自的最优排样参数和效果图显示到 AutoCAD 窗口¹⁹。由操作流程图可见,系统操作简单、实用性强、自动化程度高¹⁹。

3 结 论

- 1) 系统易于掌握,维护简便,较适合中小企业单一下料场合¹⁹。
- 2) 系统应用于生产现场后,创造了良好的经济效益,具有一定的推广普及价值¹⁹。

参考文献:

[1] 曹炬,等. 冲裁件最优化的数学模型及算法[J]. 锻压技术,1993,6.
[2] 杨洪旗. 冲裁件的排样优化与动画寻优法[J]. 锻压机械,1987,6.
[3] 刘岩,蔡玉俊,等. 各种排样方式下顶点算法的研究[J]. 太原重型机械学院学报,1997,18(3).
[4] 林好转. 平行线分割一步平移法排样算法的研究[J]. 锻压技术,1994,5.
[5] 曹炬. 优化排样 CAD 系统的研究与开发[C]. 华中理工大学博士论文. 1996,8.

The Development of Optimum Layout System for Blanking Part

LIU Jun, LUO Yi-ping, YANG Yue

(College of Mech. & Elect. of Railway Campus of CSU, Hunan Changsha 410075, China)

Abstract:In light of the algorithm for the apex of polygon in a single row,an improved algorithm for the apex of polygon are built,an optimum layout system for blanking part is developed .The system can quickly calculate the optimum results of single row ,double row ,pai-wise single row ,pair-wise double row ,and also can give the optimum layout plan of a workpiece.It is an efficient ,practical and stable system .

Key words: blanking part ; optimum layout ; CAD