

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2016.05.08

金属板料可冲裁区域在线检测

胡杰, 韩震宇, 田庸, 姚爽, 郭羽鹏

(四川大学 制造科学与工程学院, 四川 成都 610065)

摘要: 在冲压零件的生产过程中, 材料费用是必须考虑的问题, 提高材料利用率和生产效率对降低生产成本具有重要意义。本文开创性的将冲裁工艺与机器视觉相结合, 通过拍摄冲裁件图片, 进行图像处理, 分析出可冲裁区域, 并精确排样, 从而大大的提高了材料利用率和生产效率。

关键词: 冲压; 图像处理; 机器视觉; 材料利用率; 生产效率

中图分类号: TB93; TP2

文章标识码: A

文章编号: 1674-5795(2016)05-0029-05

Visual Inspection in the Blanking Area of Materials

HU Jie, HAN Zhenyu, TIAN Yong, YAO Shuang, GUO Yupeng

(School of Manufacturing Sci. & Eng., Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: In the production of stamping parts, material cost is a problem that must be considered, and it is important in improving utilization of materials and production efficiency for reducing manufacturing cost. In this article we connect punching with machine vision for the first time. The blanking area in materials is analyzed by image processing and stocking layout precisely. Thus the utilization of materials and production efficiency is improved much.

Key words: punching; image processing; production efficiency; utilization of materials

0 引言

冲压加工优点突出, 广泛应用于批量生产, 在现代工业生产中有着举足轻重的地位, 是民用工业以及国防工业中不可缺失的一种加工方法。相比较其他方法, 冲压加工方法有许多优点: 技术比较成熟、加工成本较低; 生产出来的工件具有高生产率、高精度和低功耗特点。进行冲压成型加工中模具是至关重要的。因模具技术要求高, 一般都是小批量生产, 加工难度大, 生产成本低, 所以只有在大批量生产冲压零件的情况下, 才会采用冲压成型的方法。

传统的冲裁工艺是通过冲裁模事先在冲裁件上比对, 记录好位置, 然后依次冲裁, 材料利用率和生产效率均较为低下。本文将冲裁工艺与机器视觉相结合, 用机器视觉代替人工检测, 进行冲压件的优化排样, 提高了材料利用率和生产效率。

1 系统介绍

机器视觉检测系统是由机械结构、硬件系统和软

件系统精密联系在一起的, 缺一不可。稳定精确的送料系统、可靠的硬件系统和成熟的软件系统是成功的关键所在。

1.1 系统整体结构图

本系统由图像识别系统、运动控制系统、送料机构三大部分组成, 如图 1 所示。

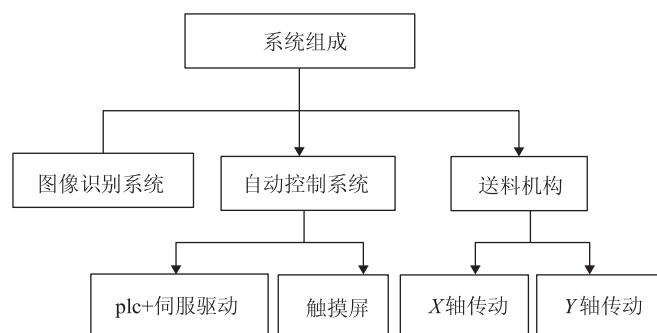


图 1 系统结构图

1.2 送料机构

该送料机构有 X 和 Y 两个运动方向, 当材料移动后如可以冲裁, 则系统冲裁材料, 否则移到下一个区域判断是否可以冲裁。当材料完成加工后, 更换新的板料进行加工。

收稿日期: 2016-07-20

作者简介: 胡杰(1991-), 男, 硕士研究生, 研究方向为机器视觉测量与控制等。

1.3 图像识别系统原理

对材料进行拍摄,通过计算机处理,识别出可以冲裁的区域,而后把数据传输给自动控制系统,自动控制系统根据传过来的数据控制送料机构的移动,并同时决定是否冲裁材料,控制执行机构的信

息能实时反馈到上位机端。当一次加工周期完成后,重新装夹材料发送信号给计算机,启动下一次的图像处理。

1.4 系统控制流程

机器视觉检测系统控制流程图如图2所示。

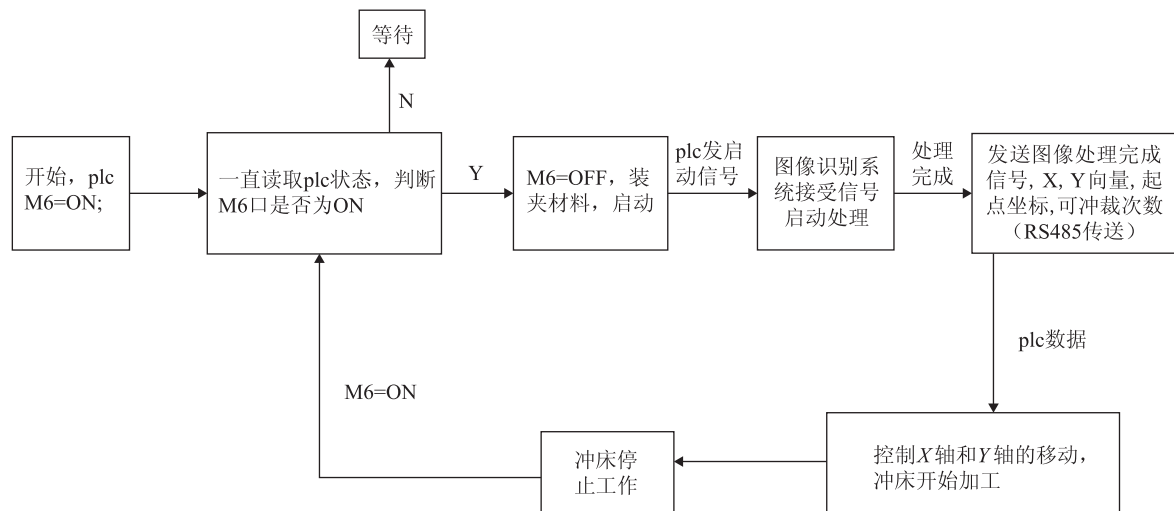


图2 系统控制流程

2 图像检测系统介绍

机器视觉检测系统的设计与检测需求密切相关,不可分割,只有知道了检测指标,才能合理的选择相机和光源,确定相机的安装高度和光源的打光方式。

2.1 检测指标

工业生产中需要大量不同形状的金属冲压件,这时,需要提高被冲金属板材利用率,尽可能多的冲出样品。

冲压件类型:最大幅宽为 100 mm×100 mm;被冲金属板材最大幅宽:500 mm×500 mm;冲压件精度要求:尺寸精度为 2 mm×2 mm,表面允许有 0.5 mm×0.5 mm 以下的孔,毛刺划痕不做要求。

2.2 硬件选型

2.2.1 相机

对于这种传统加工方式,板料在模具里直接受到变形力会产生一些毛刺,尺寸准确度往往没有精密加工那样高,不过幅宽过大,分辨力取适中即可;由于对表面检测要求不高,选择一般的 CMOS 相机即可,本研究选择的是德国进口的映美精工业相机 DMK23 GM021。

2.2.2 光源

冲压件表面检测没有太多要求,首选打背光,由

于照射幅宽过大,选择普通白炽灯组合成灯箱即可。

2.3 图像处理部分

2.3.1 冲压件取样

由于冲压件形状各异,必须先对冲压件拍图取样。然后经过一定的阈值处理才能真实反映冲压件的形状,常见的阈值分割有灰度阈值分割和边缘阈值分割。

1)灰度阈值的分割方法是一种很常见的方法,原理为 $g(i, j) = \begin{cases} 0, & f(i, j) < T \\ 1, & f(i, j) \geq T \end{cases}$ 。其中,设定固定的灰度阈值 T ,对于像元素的灰度值大于 T 时, $g(i, j) = 1$,灰度值小于 T 时则 $g(i, j) = 0$ 。

分析可知,阈值的确定是一个关键性问题,阈值分割算法的关键是确定阈值,只有阈值合适,才能把图像和背景准确的分离开来。将每个像素点的灰度值与确定的阈值比较,而且每个像素可以并行地进行像素分割,速度快,最后可以得到处理后的图像区域。

灰度阈值分割的优点是速度快、计算简单、运算效率高,在检测速度要求很高的场合,得到了广泛应用。灰度阈值包括全局自适应阈值、全局阈值、最佳阈值等等。全局阈值是用同一个阈值对图像进行分割处理,适用于前景和背景有高对比度的图像。但是这种方法一般不考虑空间因素,只考虑本身的灰度值。常用的全局阈值选取方法有最大类间方差法、最小误

差法、最大熵自动阈值法等等。但多数情况下，图像中的对比度在每处相差很小，很难用一个阈值将背景和图像区分开来。这时可以根据图像的局部特征将图像分成若干子区域，分别选择阈值，或者根据像素的邻域范围选择，这种方式叫做自适应阈值。

2)边缘阈值分割是图像分割的一种重要途径，往往用来检测图像中灰度级突变的地方。在两个不同区域经常会有这种灰度级突变，这种不连续性称为边缘。图像的不同区域灰度相差较大，边缘一般很明显，利用此特征可以分割图像。这种分割算法往往用在对噪声不太敏感的场所。

由于工件打光方式为背光，物体与背景之间对比度明显，灰度值差异较大，可以选择灰度阈值中的全局阈值，这样检测速度快，提高了生产效率。

2.3.2 被冲板材的在线检测

1)当读取到 plc 发送的启动信号时才开始进行板材的图像处理，需要单独开启一个监听线程和图像处理线程。进入图像处理线程后，被检测图像同样要进行阈值分割，由于板材表面允许有一定范围的小孔，故检测之前需要对被检图像进行一定的形态学处理。

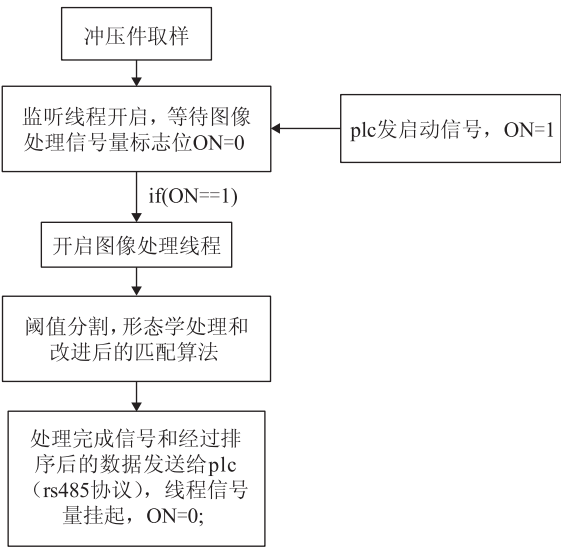
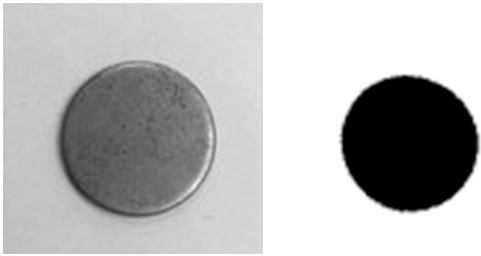


图 4 整个图像处理算法流程图

3 实验结果及分析

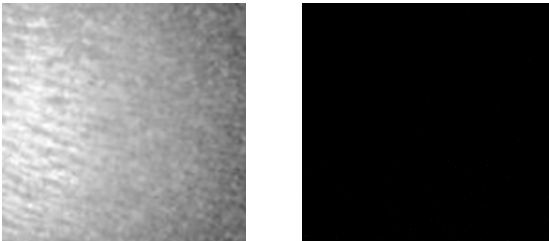
1) 冲压件和经过处理后的图像如图 5，图 5(b) 是保存下来的匹配模板。



(a) 冲压件 (b) 模板图

图 5 冲压件和经过处理后的图像

2)板材和处理后的图像如图 6 所示。可以看出板材上有一些小孔，由于表面允许有 0.5 mm×0.5 mm 以下的孔，图 6(b)已经进行了形态学上的处理。



(a) 待冲板材 (b) 待测图像

图 6 板材和处理后的图像

3)有了模板和待测图像，本系统用的是改进后的匹配算法，处理后的图像如图 7 所示。

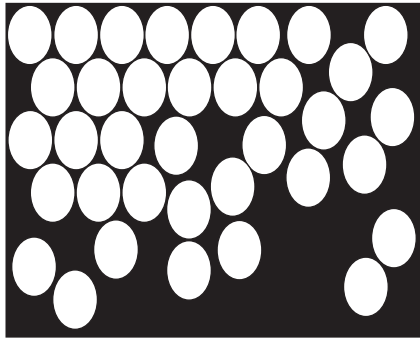


图 7 处理后的可冲区域

可以看出，板材被充分利用，那些超过标准的小孔是一些不可冲区域。

4) 图像处理完成后，上位机发送数据给 plc 后，plc 进而控制送料机构的进给，上面的讨论中已经论述过数据的先后顺序直接影响到送料机构进给运动的总行程，表 1 和表 2 是按图像处理得出的数据先后发送和经过优化后的顺序发送的数据分析。

表 1 优化前的数据发送 mm

当前加工点	距离上一点 X 轴进给	距离上一点 Y 轴进给	此次进给 总行程
2	70	0	70
3	70	0	70
4	70	0	70
5	70	0	70
6	70	0	70
7	78	0	78
8	119	0	119
9	54	44	98
10	461	18	479
11	70	0	70
12	70	0	70
13	70	0	70
14	70	0	70
15	70	0	70
16	172	34	206
17	105	4	109
18	454	23	477
19	70	0	70
20	70	0	70
21	221	5	226
22	136	1	137
23	291	22	313
24	87	15	102
25	117	11	128
26	278	7	285
27	70	0	70

续 表

28	70	0	70
29	70	0	70
30	316	33	349
31	429	14	443
32	191	1	192
33	318	19	337
34	239	4	243
35	274	19	293
36	450	15	465

加上第一个加工点坐标(65, 65)，总行程计算得 6193 mm

表 2 优化后的数据发送 mm

当前加工点	距离上一点 X 轴进给	距离上一点 Y 轴进给	此次进给 总行程
2	70	0	70
3	70	0	70
4	70	0	70
5	70	0	70
6	70	0	70
7	78	0	78
8	43	0	43
9	70	62	132
10	70	0	70
11	70	0	70
12	70	0	70
13	70	0	70
14	34	0	34
15	70	62	132
16	70	0	70
17	85	0	85
18	19	6	25
19	0	75	75
20	78	71	149
21	11	23	34
22	50	75	125
23	67	49	116
24	24	38	62
25	41	67	108
26	54	57	111
27	9	44	53
28	42	96	138
29	44	56	100
30	42	86	128
31	387	57	444
32	27	43	70
33	70	67	137
34	29	0	29
35	63	87	150
36	106	38	144

加上第一个加工点坐标(65, 65)，总行程计算得 3466 mm

通过对比、优化后,总行程从 6193 mm 减小到 3466 mm,减小显著。

5)图像处理完成后,上位机发送数据给 plc 后,plc 进而控制送料机构的进给,在加工过程中,通过访问 plc 固定寄存器,可以看到此时的加工状态。如图 8 所示。

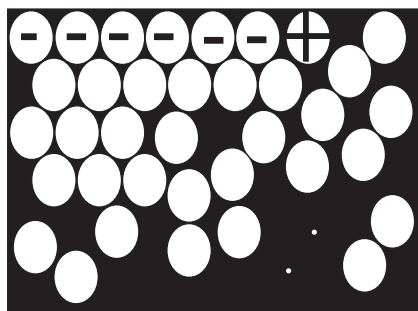


图 8 加工状态图

图 8 中,“—”区域为板材已经加工部分,“+”为正在加工部分,白色小孔为板材自身的孔洞,其它的白色部分为待加工区域。加工过程中,能够实时观测到板材的加工状态。

4 系统重点分析

机器视觉检测代替了人工检测尽管是当前检测工具发展的趋势,但与传统生产线的衔接上会遇到很多未知的问题,如果不能妥善处理,必然会引起很多问题。在本系统中,降低系统稳定性和可靠性的可能因素有:

1)由于本系统是打背光测量,对环境光非常敏感,在检测过程中稍有不慎,会将很多可冲区域定义为不可

冲区域,降低材料的利用率,影响正常的排样。本系统采用一个单独的暗箱,有效地杜绝了环境光的影响。

2)本系统的重点是在被冲材料中进行冲压件的优化排样,尽可能多地冲出产品,因此第一步取模板非常重要,要保证模板取样时上表面与被冲板材上表面放置同样的高度,能正确地反映比例关系。如不能准确地做到这点,会造成冲压交叠或间距过大。

3)加工过程中,被冲材料由于强大的冲压力,周围会产生很多毛刺,因此本系统必须设置一定的保护带,以免造成冲压件不合格。

参 考 文 献

- [1] 胡星,李淑慧. 高强度钢板压边力设计及敏感性分析[J]. 锻压技术, 2007(6): 68-72.
- [2] 郭玉琴,姜虹,王小椿. 板料冲压加工数值模拟中接触摩擦问题的研究[J]. 机械工程学报, 2004(11): 174-177.
- [3] 陈谊,杨怡,张国龙,等. 基于优先级自动排课算法 PCSA 的设计与实现方案[J]. 北京工商大学学报(自然科学版), 2002(2): 32-35.
- [4] 胡小兵,鲁宏伟. 基于模糊专家系统的排课系统关键技术的研究[J]. 长沙电力学院学报(自然科学版), 2001(4): 26-28.
- [5] 张留朝. 宽色域自适应 LED 背光源研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007.
- [6] 张爱卿,唐普英,汪康洪. VxWorks 中基于 RS485 总线的串口通信协议及实现[J]. 微计算机信息, 2006(17): 80-82.
- [7] 刘红生,包军,邢忠文,等. 22MnB5 超高强钢板热成形中的回弹机理分析[J]. 航空学报, 2010(4): 865-870.
- [8] 张志强. B 柱热冲压数值分析研究[J]. 锻压技术, 2010(3): 57-60.

《宇航计测技术》2016 年第 4 期目录

一种垂直度测量方法及其国际比对

栅格翼展开等效试验方法研究

某飞行器上红外成像装置减振结构设计

一种基于系统误差自动补偿的编队目标航迹精细关联算法

组合磁化用于增强铁磁材料脉冲涡流检测的灵敏度

iGPS 系统与经纬仪测量系统联合测量方法研究

一种水下航行体运动参数测量系统的设计

一种能量色散 X 荧光光谱仪核心控制系统设计

一种多点拖车式落锤弯沉仪设计

超长桁架变形的多点实时测量方法研究

基于 ABAQUS 的三轴转台随机响应分析

超音速靶机的总体设计与研究

潜通路分析在飞行器电气系统设计中的应用

飞行器采集系统路际串扰分析和研究

直升机目标的雷达特性分析

基于北斗导航检测平台的时间量值传递系统研究

基于嵌入式汇编角位移变换器的设计

北斗卫星导航空间信号模拟畸变研究

北斗 RDSS 用户机测试系统关键技术研究

基于 Labwindows/CVI 的发射机测试系统软件设计