



激光切割在工程机械板材件生产中的典型应用

李贺德 李德明 丁志远

【摘要】近年来,随着大功率激光器的发展以及激光切割质量和效率的优势,激光切割机在工程机械板材件生产中得到广泛的应用。不仅大大改善钢板切割下料的切割质量,而且在部分工艺性切割上替代传统的机械加工方式,大大提高生产效率,降低了劳动强度。另外,应用激光切割机高精度的优势,可以减小钣金件工艺豁口的大小、提高其大小的精确度以及通过切割制作后续的钣金和钻孔样板,为钣金件整体的生产提供效率和质量保证。

关键词:激光切割;高精度;工艺豁口;样板

1. 概述

激光切割是激光振荡器输出的激光光速通过聚焦镜聚焦,产生的高密度能量照射在材料上熔化材料并使之蒸发而进行的切割方法。与生产中常用的热切割法(火焰,等离子等)相比,由于单位面积的能量大,所以能进行切割割缝较小的高精度切割。

目前,在工程机械板材加工行业内主要使用的激光切割机有两种,一种是CO₂激光切割机,另一种是光纤激光切割机。CO₂激光的波长是10.6 μm,借助反射镜进行传播,一般是在与外界空气隔离的光路内进行;而光纤激光的波长是1.08 μm,在含有一种作为媒介的Yb(ytterbium)化合物结晶的光纤中传播,能够通过光纤进行传播的原因在于它的波长较CO₂激光切割机的波长要小得多。如图1、图2所示,图1是CO₂激光切割机,图2是光纤

激光切割机。

本文研究和使用的激光切割机是上海田中(TANAKA)机械有限公司生产的LMXR-TF2000激光切割机。本激光切割机(以下简称切割机)的构成如图3所示,由机器主体、产生激光光束

的激光振荡器、控制激光振荡器和机器主体的NC控制装置以及操作切割机的操作盘组成。

2. 激光切割机在工程机械板材件生产中的典型应用

(1) 激光切割机在切割细长工件中的应用 工件在长度尺



图1 CO₂激光切割机



图2 光纤激光切割机

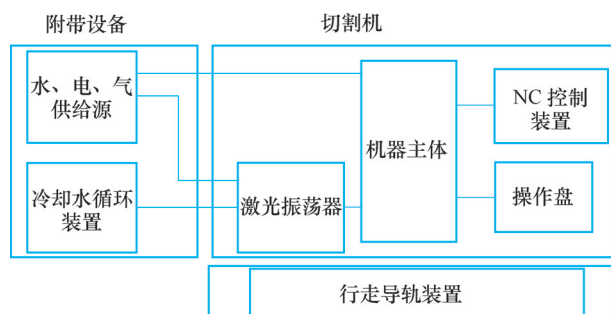


图3 LMXR-TF2000激光切割机构成

寸精度方面，根据生产中的经验数据，其工艺保证能力可以汇总如表1所示。另外，激光切割机由于其切割时产生的热量比较集中，对工件的热影响区较小，使用激光切割机切割工件可以有效地控制工件的热变形，尤其对要求直线度的细长工件效果较好，当工件长度达到5500mm以上时，可以利用切割机本身的“微连接”功能有效地控制工件的直线度。图4是在工件和钢板间增加微连接，使工件在切割过程中始终和整张钢板连接在一起，减小应力变形，旁弯控制在2mm之内，解决了细长在下料时的旁弯变形问题，为后续控制加工焊接坡口的均匀程度、保证折弯成形时满足工件的直线度和平面度打

下了基础。

(2) 激光切割机在孔类较多的板材件生产中的应用 首先，激光切割圆孔方面，在大量的生产实践和试验的基础上，LMXR-TF2000激光切割机对不同板厚的钢板切割圆孔最小直径和板厚的关系如表2所示。特定的板厚时，只要工件圆孔直径尺寸要求大于或等于对应的最小直径的值，且粗糙度和直径尺寸要求在切割机的保证能力范围内都可以使用激光直接下料，省去钻孔工序，提高了劳动生产效率。

对于一些含有孔类较多的工件，并且光孔的直径或者丝孔的底孔比试验数据中激光能够切割的最小直径小时，我们可以利用激光的打点功能确定孔的位置

(见图5)，为后续孔的钻孔工序省去定位孔的时间，也省去了钻模板的制作费用，不仅提高了生产效率，降低了制造费用，而且提高了产品的精度。

(3) 激光切割在钣金件预留工艺豁口中的应用 钣金件预留的工艺豁口也叫止裂槽或者工艺孔。在钣金生产中工艺豁口的设计一般有三种形式：第一种是两个或者多个折弯部位相邻，如图6所示；第二种是某一条边折弯部分为长度方向部分完全折弯，如图7所示。对于第二种工艺豁口，传统的形式如图7所示，留出 $a \times b$ 的长方形，如果使用激光切割机在切割时直接在该位置切割出长度为 a 的割缝即可，对于一些要求比较高的工件就可以使用激光切割机直接预留割缝的形式。第三种形式，当钣金件在折弯时两端无法在折弯机下模上面支撑处于悬空位置时工件会发生变形，遇到这种情况，可以使用激光切割机在工件下料时预留出一道割缝以防止工件在折弯时发生变形，其下料图和预留割缝如图8所示，在虚线往上部位折弯时悬空，下料时沿折弯线预留割缝，类似情况不一列举。

(4) 激光切割在制作钣金样板和钻孔样板中的应用 在工程机械行业一些钣金件，对于一些形状不规则的工件，为了提高

表1 激光切割机对工件长度尺寸的工艺保证能力 (mm)

尺寸范围	≤200	200~500	500~1000	1000~1600	1600~3000	3000~6000
保证公差	±0.15	±0.25	±0.4	±0.7	±1	±1.5

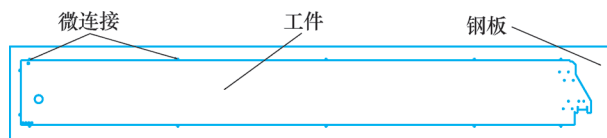


图4 “微连接”示意

表2 不同板厚对应的最小切割直径 (mm)

板厚	5	8	10	12	15
最小直径	3.3	5.5	12	16	22



图5 激光在钢板上划线打点试验状态



检测下料件的精度和效率使用激光切割机制作下料检测样板,如推土机松土器上的支角、挖掘机斗杆和动臂上的大头板等;对于一些卷板成形的工件,在工件制作和检测时需要使用和圆弧相吻合的样板辅助生产和检测,为了提高工件制作的精度和检测的效率,通常情况下,我们使用激光切割下料进行生产这些工件的样板,并利用激光切割机的划线功能在样板上标注出圆弧和直边的界限,如推土机的弧形板、挖掘机的斗杆和动臂的弯板及挖斗等;还有一些形状不规则的机器人割坡口样板,换算出坡口的横向尺寸也使用激光制作其划线样板,如挖掘机斗杆和动臂上的大头板割坡口的划线样板,为了节约材料和下料检测样板合并一块制作即可,如图9所示。

对于一些需要钻孔的工件,在没有形成批量生产的情况下,制作钻模周期长、成本高,使用激光切割机制作钻孔的打点样板可以缩短新产品的试制周期,增

加钻床加工工件的柔性,样板设计方法是,以工件要求的圆孔或外形定位,在需要钻孔的相对位置处预留打点定位小孔,如图10所示。

3. 激光切割机在工程机械行业的发展趋势

为了使激光更广泛、更高效的在钢板下料生产中发挥优势,目前激光切割机主要有以下发展趋势。

(1) 在激光切割钢板下料工艺参数不断完善的前提下,激光切割钢板在NC代码的转换上更加快捷、高效,能够更好地通过切割编程更好地处理切割工艺本身存在的缺陷造成的切割质量问题,使工件从产品设计到制造生产更加系统化、完善化和高效化。

(2) 向多功能的激光加工中心发展,拓展激光使用的范围,将外形切割、坡口加工、焊接等各道工序后的质量信息集成在一起,发挥好激光加工的整体优势。

(3) 在智能化研究方面,

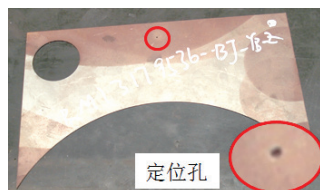


图10 某钻孔样板

进一步把激光器与计算机数控技术、先进的光学系统以及高精度和自动化的T件定位相结合,将自动排料、切割工艺数据库、远程诊断、远程控制集成一体,不断提高激光切割的自动化程度。

4. 结语

随着研究的不断深入和“互联网+”、“大数据”等元素的融入,激光切割机将不断地向高精度、高智能化方向发展;不断地解决工程机械板材件生产中的诸多难题,越来越多的运用在工程机械行业,在板材件生产中发挥着越来越重要的作用。激光切割的应用不断提高板材件生产的柔性化程度,不仅促进了板材件生产效率的提升,降低工人的劳动强度,而且保证了板材件的生产质量。

参考文献:

- [1] 李贺德.激光划线功能和切割圆孔在生产中的实际应用[J].金属加工(热加工),2016.
- [2] 陈家璧,彭润玲.激光原理及应用[M].北京:电子工业出版社,2013.
- [3] 李贺德,等.高强薄板长臂管焊接变形的控制方法[J].金属加工(热加工),2014.

作者简介:李贺德等,山推工程机械股份有限公司。

MW 20170208

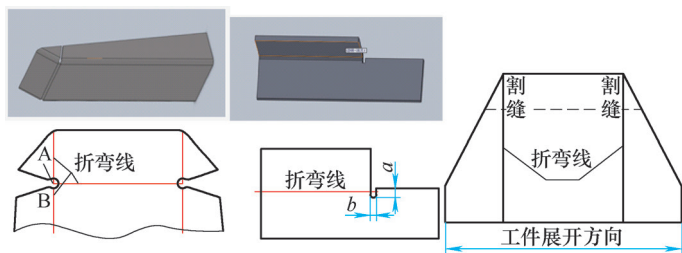


图6 折弯部位相邻 图7 长度方向完全折弯 图8 折弯线处预留割缝

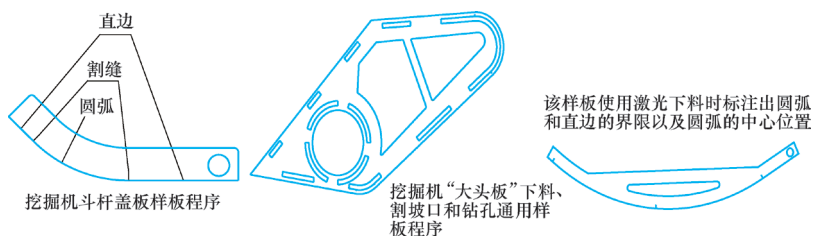


图9 一些样板程序