

温州大学

WENZHOU UNIVERSITY



搜索达人竞赛报告

题目: 三维激光切割机理

学院: 机电工程学院

专业: 机械工程

姓名: 管倩倩

学号: 15461472058

目录

- 1 检索需求分析
 - 1.1 论文检索需求分析
 - 1.2 专利检索需求分析
- 2 数据库的选择
- 3 检索词的选取
- 4 检索过程描述
 - 4.1 论文检索
 - 4.2 专利检索
- 5 检索结果分析
 - 5.1 论文检索结果分析
 - 5.2 专利检索结果分析
- 6 检索结果的归纳总结

1 检索需求分析

三维激光切割机机理研究属于工程类，出于对此的初步认识让我们能够快而准确的挑选合适的数据库。对题目解析可以获取以下关键字：激光切割、三维/3d，翻译之后为 laser cutting/laser beam cutting、3D/three dimensional；这些可以作为检索关键字，同时他们按照检索重要性前后排列，首先重要的是激光切割，其次是 3d,在我们后期在浩瀚的数据库中提取我们需要的文章时，分清主次有利于我们准确删选我们需要的文献。为了进一步的精简，我们可以将输入的搜索关键字加引号如：‘laser beam cutting’ ‘three dimensional’ 等使搜索内容更精准。

1.1 论文检索需求分析

论文又分为期刊论文，学位论文和会议论文，在研究时各有侧重。故而检索时应该分而期刊论文、学位论文和会议论文。

期刊论文是我们最常用的文献，因起内容精简和严谨，使我们更方便的了解到行业现状。学位论文相比较期刊论文而言更加系统全面，同时结合了整个实验室几年的科研成果，对我们科研方面更好的指导意义，但由于学位论文篇幅长，数量相对少，相比期刊论文而言较不常用。但通过学位论文可以指导一整套研究体系及研究方法。分析方法类似期刊论文，故不深入。会议论文在三种论文中更新速度最快，使我们能够紧跟行业发展现状。

通过对论文的检索，分析被引频次高的一定数量内的论文情况，我们可以得到以下信息：

- a) 行业内知名研究机构：列出被引频次前 3 的论文的作者所属机构和与其有密切合作的其他机构；
- b) 行业内知名专家：列出被引频次高的若干论文的第一作者或其导师；
- c) 行业内知名期刊：列出被引频次高的若干论文所发表的期刊及其影响因子。

1.2 专利检索需求分析

通过对专利的了解，可以了解该研究在应用方面的情况。应用主要分布在哪个方面，全国各地区专利申请量的分布情况，哪个地区最多，哪个机构最多，哪个发明人在该领域专利最多等等。

2 数据库的选择

因为三维激光切割机理研究属于工程类，因此我们要选择工程类的数据库。

常用的中文数据库有：知网、维普等，同时通过超星电子图书可阅读相关材料学著作，有利于系统理解材料机理。

中文数据库（按首字母顺序排列）

(B)北大法宝法律库	(B)本校硕士论文库	(C)畅想之星	(C)超星电子图书
(D)读秀	(G)古今图书集成	(H)瀚堂典藏	(K)库克音乐
(L)历代书法碑帖集成	(M)温州民俗学特藏	(Q)起点考试网	(R)人大复印资料
(S)师范专题数据库	(S)四库全书	(T)同花顺金融	(T)台湾文献丛刊
(T)台湾文献丛刊续编	(W)万方视频	(W)万方数据	(W)维普
(W)网上报告厅	(W)温州地方文献	(X)新东方英语	(Z)中国基本古籍库
(Z)中国数图	(Z)中国知网	(Z)中国方志库	(Z)中国谱牒库
(Z)中国丛书库	(Z)中国类书库	(Z)中国近代报刊库	(Z)中华医学会
(Z)中文社会科学引文索引			

图 2.1 中文数据库选择

常用的外文数据库有：EI 工程检索、scopus 文献引文、web of science、IEEE 等。

外文数据库（按首字母顺序排列）

ACS美国化学学会	AIP美国物理联合会	APA美国心理学会
APS美国物理学会	ASCE美国土木工程师学会	BIOSIS Previews (BP)
CADAL大学数字图书馆	Cambridge剑桥回溯期刊	EBSCO (ASP) 学术资源大全
EBSCO (BSP) 商管财经全文	EI工程索引	Elsevier ScienceDirect
Emerald管理学全文期刊库	Gale文学资源中心	IEEE/IET (IEL)
IOP英国物理学会	LexisNexis 学术大全	Nature
OCLC FirstSearch	Oxford牛津期刊	PQDT国外博硕士学位论文
RSC英国皇家化学学会	SAGE回溯期刊数据库	Science
SciFinder (CA网络版)	Scopus文摘引文	Springer电子期刊数据库
Wiley Online Library	Web of Science-SCIE科学引文索引	

图 2.2 外文数据库选择

3 检索词的选取：

对题目解析可以获取以下关键字：激光切割、三维/3d，翻译之后为 laser cutting、3D；这些可以作为检索关键字。重要性按排列顺序，从前往后由强及弱，以检索信息分析，酌情增减关键词。以知网和 web of science 为例：

高级检索 专业检索 作者发文检索 科研基金检索 句子检索 文献来源检索 跨库选择

输入内容检索条件：

(主题 激光切割 词频 并含 词频 精确)

并且 (主题 三维 词频 或含 3D 词频 精确)

基本检索

"laser beam cutting" 主题

AND "3D" or "three dimensional" 主题

+添加另一字段 | 清除所有字段

检索

最终决定检索条件依然是：在主题范围下检索关键词：“laser beam cutting”、“3D” or “three dimensional”，年限为 2007 年至 2009 年。而上述问题通过对检索文献的题目及摘要部分进行人工删选。

4 检索过程描述：

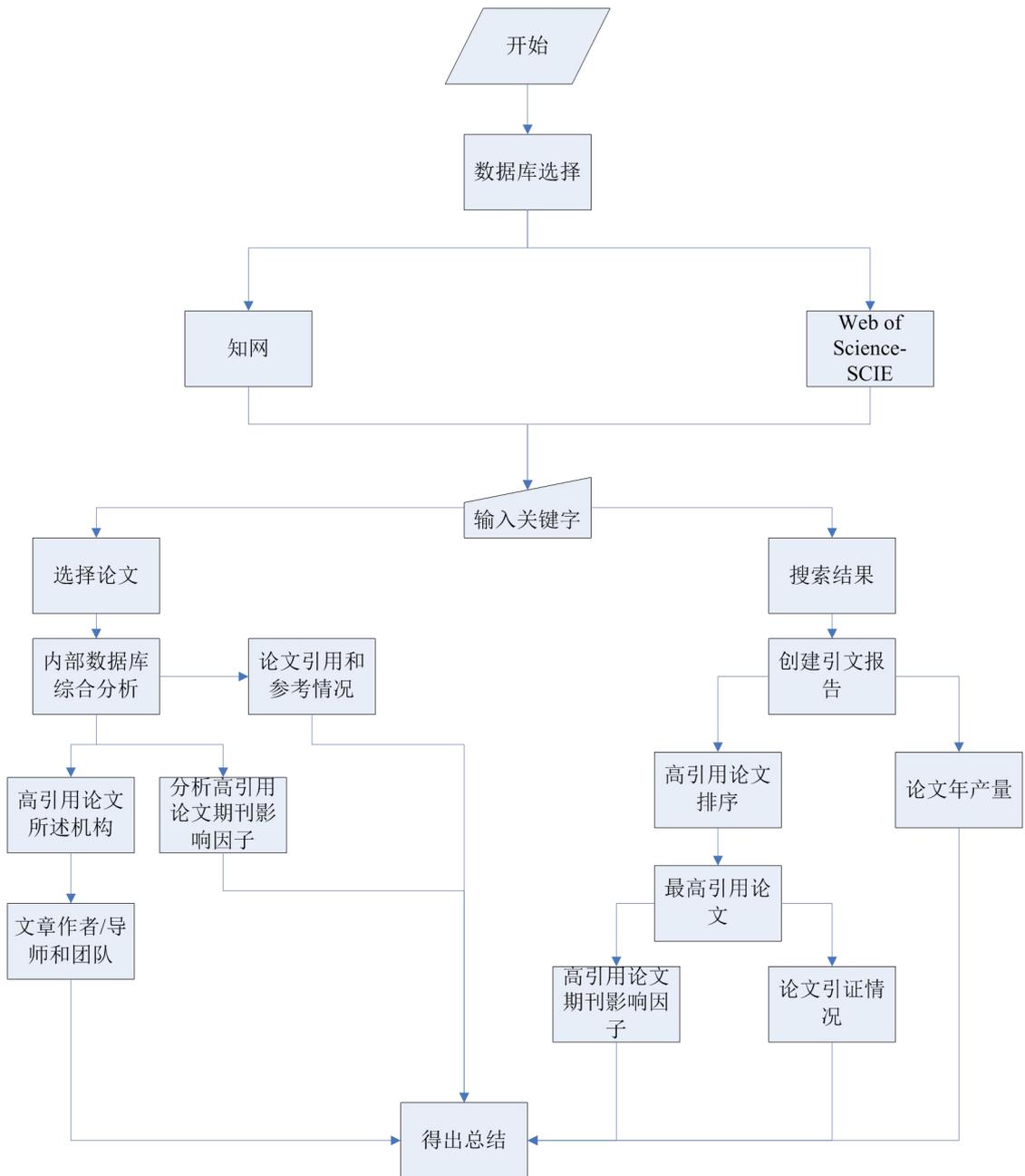


图 4.1 论文检索过程流程图

4.1 论文检索

(1) 在知网中输入搜索关键词

高级检索	专业检索	作者发文检索	科研基金检索	句子检索	文献来源检索	跨库选择
输入内容检索条件:						
+	-	(主题)	激光切割	词频	并含	(词频 精确)
并且		(主题)	三维	词频	或含	(3D 词频 精确)

(2) 得到 236 条搜索信息，以被引次数排序

排序: 主题排序 发表时间 被引 下载 切换到摘要 每页显示: 10 20 50

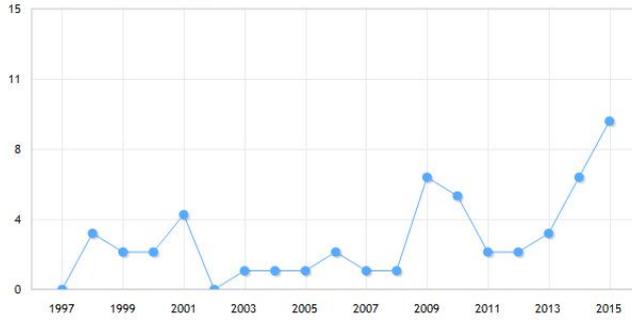
(0) 清除 导出 / 参考文献 分析 / 阅读 找到 236 条结果 浏览 1/12 下一页

<input type="checkbox"/>	题名	作者	来源	发表时间	数据库	被引	下载	预览	分享
<input type="checkbox"/> 1	激光切割板材表面质量研究综述	鄢健; 李力钧; 李娟; 谢小柱; 张屹	激光技术	2005-06-28	期刊	53	947		
<input type="checkbox"/> 2	激光加工技术在汽车车身制造中的应用	周建忠; 张永康	电加工与模具	2000-08-30	期刊	44	681		
<input type="checkbox"/> 3	激光切割的研究现状及展望	黄开金; 谢长生	激光与光电子学进展	1998-04-15	期刊	42	984		
<input type="checkbox"/> 4	激光焊接、切割在汽车制造中的应用	陈根余; 梅丽芳; 张明军; 刘旭飞; 王祖建	激光与光电子学进展	2009-09-10	期刊	35	868		
<input type="checkbox"/> 5	三维激光切割的应用和研究	陈根余; 曹茂林; 黄丰杰	激光与光电子学进展	2007-03-10	期刊	32	780		
<input type="checkbox"/> 6	三维激光切割的发展现状	黄开金; 谢长生	激光技术	1998-12-25	期刊	32	317		
<input type="checkbox"/> 7	激光切割中入射角对切割质量的影响	陈维民; 左铁钊	中国激光	2001-11-25	期刊	29	343		
<input type="checkbox"/> 8	激光束姿态对三维激光切割质量的影响	张永强; 吴艳华; 陈武柱; 张旭东; 阎启	中国激光	2006-01-20	期刊	25	251		
<input type="checkbox"/> 9	陶瓷激光切割技术的研究现状与思考	季凌飞; 闫胤洲; 鲍勇; 蒋	中国激光	2008-11-15	期刊	24	717		

(3) 知网学术趋势：<http://trend.cnki.net/TrendSearch/>，输入关键字可得



学术关注度 三维激光切割

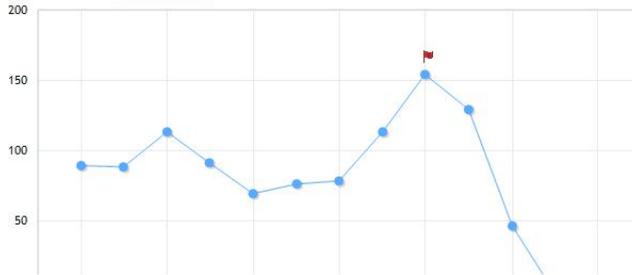


全部年份三维激光切割的相关热门被引文章

- 激光切割的研究现状及展望
黄开金, 谢长生 - 被引频次 42 次
- 三维激光切割的应用和研究
陈根余, 曹茂林, 黄丰杰 - 被引频次 32 次
- 三维激光切割的发展现状
黄开金, 谢长生 - 被引频次 32 次
- 激光切割中入射角对切割质量的影响
陈维民, 左铁钊 - 被引频次 29 次
- 激光束姿态对三维激光切割质量的影响
张永强, 吴艳华, 陈武柱, 张旭东, 阎启 - 被引频次 25 次

[查看更多文章>>](#)

用户关注度 三维激光切割



近一年三维激光切割的相关热门下载文章

- 激光切割的研究现状及展望
黄开金, 谢长生 - 下载次数 271 次
- 三维激光切割在机械加工机床中的集成研究
孙晓, 蒋明, 陈聪, 高明, 曾晓雁 - 下载次数 131 次
- 三维激光切割的应用和研究
陈根余, 曹茂林, 黄丰杰 - 下载次数 121 次
- 三维激光切割的发展现状
黄开金, 谢长生 - 下载次数 61 次
- 激光技术在汽车轻量化中的应用和展望
范彦宏, 荀苏文, 崔永忠 - 下载次数 56 次

(4) 进入 web of science 界面，输入关键字

欢迎使用全部

基本检索 ▼

laser cutting ✕ 主题 ▼

AND ▼ 3D ✕ 主题 ▼ 检索

[+ 添加另一字段](#) | [清除所有字段](#)

Web of Science™ InCites™ Journal Citation Reports® Essential Science Indicators™ EndNote™ 登录 帮助 简体中文

WEB OF SCIENCE™ THOMSON REUTERS™

检索 我的工具 检索历史 标记结果列表

检索结果: 198 (来自所有数据库)

您的检索: 主题: (laser cutting) AND 主题: (3D) ...更多内容

排序方式: 出版日期 (降序) 第 1 页, 共 20 页

选择页面 保存至 EndNote online 添加到标记结果列表

1. **Laser cutting of composites-Two approaches toward an industrial establishment**
作者: Staehr, R.; Bluemel, S.; Jaeschke, P.; 等
JOURNAL OF LASER APPLICATIONS 卷: 28 期: 2 文献号: UNSP 022203 出版年: MAY 2016
被引频次: 0 (来自所有数据库)
使用次数

2. **Conductivity of laser printed copper structures limited by nano-crystal grain size and amorphous metal droplet shell**
作者: Winter, Shoshana; Zenou, Michael; Kotler, Zvi
JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 卷: 49 期: 16 文献号: 165310 出版年: APR 27 2016
被引频次: 0 (来自所有数据库)
使用次数

3. **A high-precision Jacob's staff with improved spatial accuracy and laser sighting capability**
作者: Palacci, Marco
SEDIMENTARY GEOLOGY 卷: 335 页: 66-69 出版年: APR 15 2016
被引频次: 0 (来自所有数据库)
使用次数

4. **Sexual dimorphism in frontal bone roundness quantified by a novel 3D-based and landmark-free method**
作者: Bulut, Ozgur; Petaros, Anja; Hizliol, Ismail; 等
FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL 卷: 261 文献号: UNSP 162 e1 出版年: APR 2016
被引频次: 0 (来自所有数据库)
使用次数

创建引文报告

点击右侧创建引文报告，进行创建引文报告进行分析

(5) 分析报告可以获得每年论文收录数量和引用数量，也能按照引用频次对论文进行排序

排序方式: 被引频次 (降序) 第 1 页, 共 20 页

	2012	2013	2014	2015	2016	合计	平均引用次数/年
选择记录前面的复选框，从“引文报告”中删除记录 或者限定在以下时间范围内出版的记录，从 1980 至 2016 转至	158	169	281	346	110	1399	63.59
1. 3D segmentation of single trees exploiting full waveform LIDAR data 作者: Reitberger, J.; Schnorr, C.; Krzystek, P.; 等 ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING 卷: 64 期: 6 页: 561-574 出版年: NOV 2009	4	4	10	6	3	30	4.29
2. Extended confocal microscopy of myocardial laminae and collagen network 作者: Young, A. A.; Legrice, I. J.; Young, M. A.; 等 Journal of Microscopy (Oxford) 卷: 192 期: 2 页: 139-150 出版年: Nov, 1998	1	0	2	0	1	30	1.15
3. Close-range terrestrial digital photogrammetry and terrestrial laser scanning for discontinuity characterization on rock cuts 作者: Sturzenegger, M.; Stead, D. ENGINEERING GEOLOGY 卷: 106 期: 3-4 页: 163-182 出版年: JUN 12 2009	6	2	3	1	0	29	2.23
4. Mapping of fiber orientation in human internal capsule by means of polarized light and confocal scanning laser microscopy 作者: Axar, Hubertus v. Keyserlingk, Diedrich Graf Journal of Neuroscience Methods 卷: 94 期: 2 页: 165-175 出版年: Jan. 15, 2000	4	7	4	7	4	26	5.20
5. Tree species classification and estimation of stem volume and DBH based on single tree extraction by exploiting airborne full-waveform LIDAR data 作者: Yao, Wei; Krzystek, Peter; Heurich, Marco REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT 卷: 123 页: 368-380 出版年: AUG 2012	1	1	4	1	0	24	3.00
6. Non-destructive 3D imaging of composite restorations using optical coherence tomography: Marginal adaptation of self-etch adhesives 作者: Makishi, Patricia; Shimada, Yasushi; Sadr, Alireza; 等	4	6	3	6	1	21	3.50

(6) 点击被引频次最高的论文，获得如下论文信息

Web of Science™ InCites™ Journal Citation Reports® Essential Science Indicators™ EndNote™ 登录 帮助 简体中文

WEB OF SCIENCE™ THOMSON REUTERS™

检索 返回检索结果 我的工具 检索历史 标记结果列表

出版商处的全文 保存至 EndNote online 添加到标记结果列表 第 1 页, 共 198 条

3D segmentation of single trees exploiting full waveform LIDAR data

作者: Reitberger, J (Reitberger, J)^[1]; Schnorr, C (Schnorr, C)^[2]; Krzystek, P (Krzystek, P)^[1]; Stilla, U (Stilla, U)^[2]
 查看 ResearcherID 和 ORCID

ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING
 卷: 64 期: 6 页: 561-574
 DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2009.04.002
 出版年: NOV 2009
[查看期刊信息](#)

摘要
 This paper highlights a novel segmentation approach for single trees from LIDAR data and compares the results acquired both from first/last pulse and full waveform data. In a first step, a conventional watershed-based segmentation procedure is set up, which robustly interpolates the canopy height model from the LIDAR data and identifies possible stem positions of the tallest trees in the segments calculated from the local maxima of the canopy height model. Secondly, this segmentation approach is combined with a special stem detection method. Stem positions in the segments of the watershed segmentation are detected by hierarchically clustering points below the crown base height and reconstructing the stems with a robust RANSAC-based estimation of the stem points. Finally, a new three-dimensional (3D) segmentation of single trees is implemented using normalized cut segmentation. This tackles the problem of segmenting small trees below the canopy height model. The key idea is to subdivide the tree area in a voxel space and to set up a bipartite graph which is formed by the voxels and similarity measures between the voxels. Normalized cut segmentation divides the graph hierarchically into segments which have a minimum similarity with each other and whose members (= voxels) have a maximum similarity. The solution is found by solving a corresponding generalized eigenvalue problem and

引文网络

124 被引频次
 23 引用的参考文献
 查看 Related Records
 查看引证关系图
 创建引文跟踪
 (数据来自 Web of Science™ 核心合集)

全部被引频次计数
 131 / 所有数据库
 124 / Web of Science 核心合集
 33 / BIOSIS Citation Index
 8 / 中国科学引文数据库
 0 / Data Citation Index
 0 / Russian Science Citation Index
 0 / SciELO Citation Index

点击查看期刊信息，查看引证关系图，直接了解相关信息，如下图

ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING

影响因子
3.132 **4.652**
 2014 5 年

JCR® 类别	类别中的排序	JCR 分区
GEOGRAPHY, PHYSICAL	9/46	Q1
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	24/175	Q1
IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	4/24	Q1
REMOTE SENSING	6/28	Q1

数据来自第 2014 版 Journal Citation Reports®

出版商
 ELSEVIER SCIENCE BV, PO BOX 211, 1000 AE AMSTERDAM, NETHERLANDS
 ISSN: 0924-2716

研究领域
 Physical Geography
 Geology
 Remote Sensing
 Imaging Science & Photographic Technology

关闭窗口

果列表

3D segmentation of single trees exploiting full waveform LIDAR data

作者: Reitberger, J (Reitberger, J)^[1]; Schnorr, C (Schnorr, C)^[2]; Krzystek, P (Krzystek, P)^[1]; Stilla, U (Stilla, U)^[2]

ares the results acquired both from first/last pulse and full waveform data, which robustly interpolates the canopy height model from the local maxima of the canopy height model. Secondly, this segmentation approach is combined with a special stem detection method. Stem positions in the segments of the watershed segmentation are detected by hierarchically clustering points below the crown base height and reconstructing the stems with a robust RANSAC-based estimation of the stem points. Finally, a new three-dimensional (3D) segmentation of single trees is implemented using normalized cut segmentation. This tackles the problem of segmenting small trees below the canopy height model. The key idea is to subdivide the tree area in a voxel space and to set up a bipartite graph which is formed by the voxels and similarity measures between the voxels. Normalized cut segmentation divides the graph hierarchically into segments which have a minimum similarity with each other and whose members (= voxels) have a maximum similarity. The solution is found by solving a corresponding generalized eigenvalue problem and

http://cm.webofkn... Web of Science [v.5.21]

WEB OF SCIENCE™

THOMSON REUTERS™

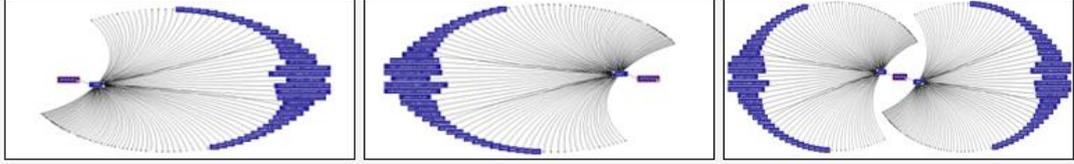
文献记录的引证关系图设置

引证关系图帮助 | 关闭引证关系图

使用此屏幕可为在上述标题栏中命名的记录 (目标记录) 创建引证关系图 (可以对比目标记录的前向引证关系, 后向引证关系或引证关系图), 还可选择要对比的引证层次的深度或数量

选择方向:

前向引证关系 (施引文献) 后向引证关系 (引用的文献) 双向引证关系



"选择"前向引证关系(施引文献)"可查看引用目标记录的记录, 选择"后向引证关系(引用的文献)"可查看目标记录引用的记录, 选择"双向引证关系"可查看这两种类型的记录"

选择深度: 1 层

选择要在所创建的关系图中查看的引证层数, 直接引用目标记录或被目标记录直接引用的记录为第一层, 引用了第一层中引用记录的记录以及被第一层中被引用记录引用的记录为第二层, 依此类推

警告: 选择 2 层可能因检索的记录数过多而导致引证关系图超时, 在选择 2 层时如果要提高检索效率, 则选择"前向引证关系"或"后向引证关系".

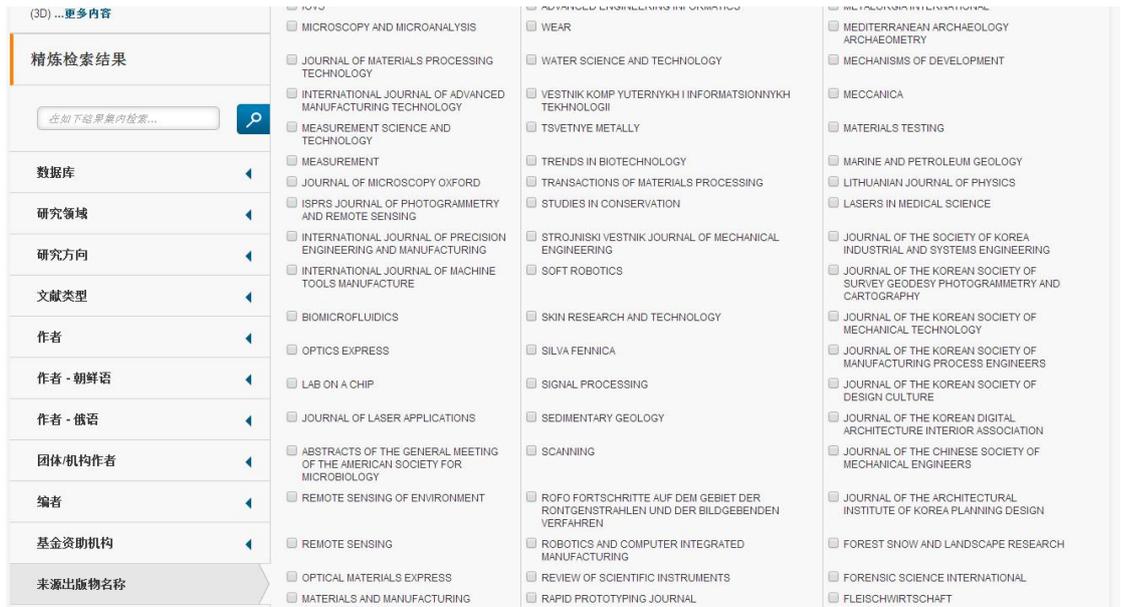
取消 创建映射

© 2016 THOMSON REUTERS 使用条款 隐私策略 反馈

点击左栏, 可以查看数据库, 作者, 国家, 机构等信息

文献类型	◀
作者	◀
作者 - 朝鲜语	◀
作者 - 俄语	◀
团体/机构作者	◀
编者	◀
基金资助机构	◀
来源出版物名称	◀
来源出版物名称 - 朝鲜语	◀
来源出版物名称 - 俄语	◀
会议名称	◀
出版年	◀
语种	◀
国家/地区	▶

如初版刊物名称可得到以下结果：



论文检索结果分析见 5.1

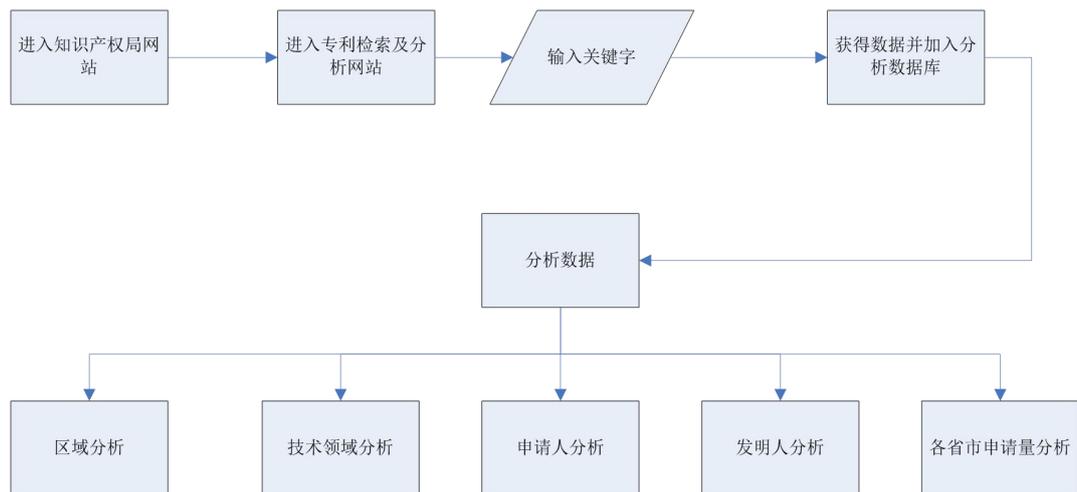


图 4.2 专利检索过程流程图

4.2 专利检索

点击进入中华人民共和国国家知识产权局——专利检索与分析，分别进入专利检索界面和专利分析界面

用户名 密码 验证码 8356 记住密码 [注册向导](#) [找回密码](#) [收藏本站](#) [设为首页](#)

专利检索及分析

Patent Search and Analysis of SIPO

[首页 Home](#)
[专利检索 Patent Search](#)
[专利分析 Patent Analysis](#)
[服务信息 Service](#)
[专利运用 Communication](#)

[站内检索](#)

通知 Notice [更多](#)

- 系统维护通知 2016-02-26
- 系统维护通知 2016-02-02
- 系统维护通知 2016-01-29
- 系统维护通知 2016-01-19

经典问题 FAQs

专利申请指南 Granting Procedure

专利知识 Patent Knowledge

各国专利常用信息 General information of patent offices

专利检索
PATENT SEARCH

专利分析
PATENT ANALYSIS

专利统计快报 Patent Statistics [专利新视点](#)

2016年5月12日美国公开专利数据统计	2016-05-13
2016年5月12日日本公开（公告）专利数据统计	2016-05-12
2016年5月11日欧洲专利局公开专利数据统计	2016-05-12
2016年5月5日-2016年5月11日韩国公开公告专利数据统计...	2016-05-11
2016年5月11日中国专利公布数据统计	2016-05-11
2016年5月10日美国授权专利数据统计	2016-05-11

[更多>>](#)

经典案例分析 Classic Cases [政策法规](#)

学军每日一案：侵害专利权纠纷案件中商城经营管理者对...	2016-05-13
全国首例视频聚合盗链不正当竞争案尘埃落定	2016-05-13
欧盟注册外观设计侵权判断——Trunki 乘骑式动物行李...	2016-05-12
中文在线诉阿里云手机助手侵权二审胜诉	2016-05-06

系统收录专利数据范围 [更多](#)

CN 19850910~20160504
US 17900731~20160410
JP 19130206~20160408
KR 19731023~20160415

法律状态查询 Legal Status

申请号

分类号查询 IPC Inquiry

分类号

在线提问 Online Q & A

输入检索关键词



自动识别
 检索要素
 申请号
 公开（公告）号
 申请（专利权）人
 发明人
 发明名称

获得检索结果，点击全选加入分析文献数据库：

[专利检索](#) | [常规检索](#) | [表格检索](#) | [药物专题检索](#) | [检索历史](#) | [文献收藏夹](#) | [多功能查询器](#) | [批处理管理](#) | [批量下载库](#)

调整检索 **SIPO** 检索式: (三维激光切割) 检索

显示设置: [设置显示字段](#) [过滤中国文献类型](#) [设置排序方式](#) [设置日期区间](#) [设置文献优先显示语言](#) [显示统计信息](#) 检索历史列表

选择操作: [全选本页](#) [取消全选](#) [浏览文献](#) [浏览全部文献](#) [加入文献收藏夹](#) [加入分析文献库](#) [全选加入分析文献库](#)

1 [2] [3] [4] [5] 下一页 最后一页 共5页 44条数据

申请号 CN201510904573.1 【发明】 申请日 2015.12.09 [隐藏](#) [页首](#) [页尾](#)

申请号: CN201510904573.1 【公开】 [隐藏](#)

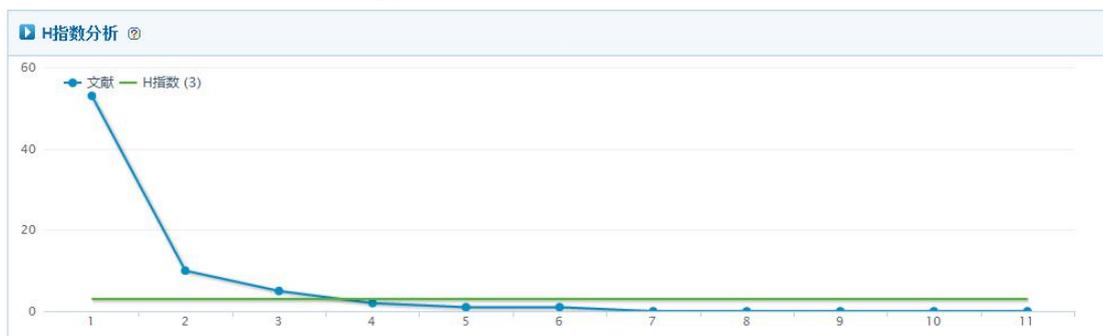
申请日: 2015.12.09
公开(公告)号: CN105414844A
公开(公告)日: 2016.03.23
发明名称: [一种用于三维激光切割的磁铁定位模具](#)
IPC分类号: B23K37/04; B23K26/38;
申请(专利权)人: 安徽合力股份有限公司;
发明人: 张伟; 田星亮; 胡佳乐;
优先权号:
优先权日:
代理人: 鲍文娟; 金凯;

专利检索结果分析见 5.2.

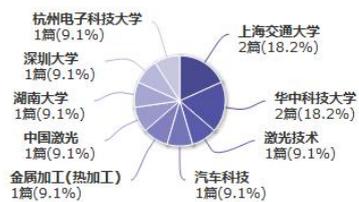
5 检索结果分析：

5.1 论文检索结果分析

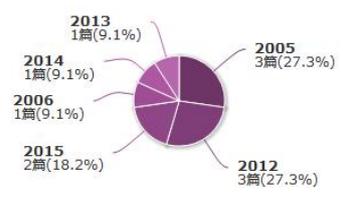
(1) 全选论文，点击分析/阅读，进入文献管理中心，点击分析。



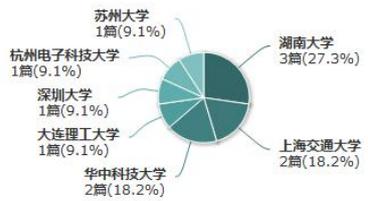
来源分布



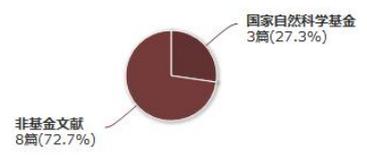
年分布



机构分布



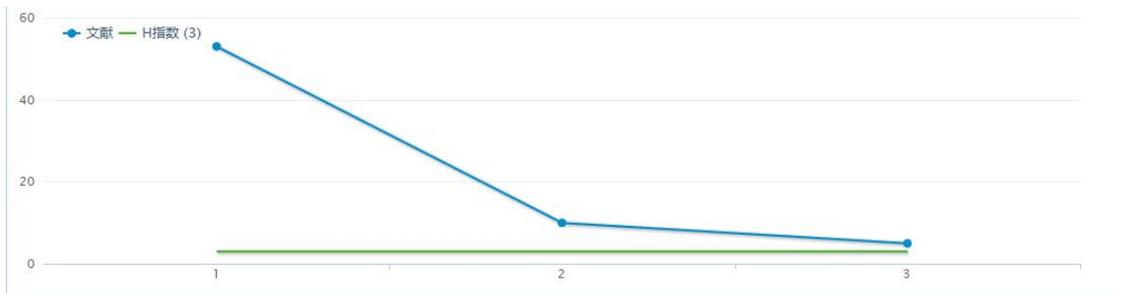
基金分布



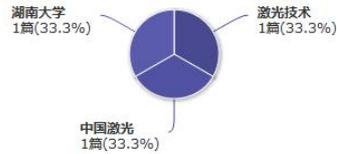
(2) 选出被引最高的前三论文，点击分析/阅读，进入文献管理中心，点击分析。

全部清除		分析	阅读	阅读: 50条, 定制: 50条		
<input checked="" type="checkbox"/>	题名	(第一)作者/主编	来源	发表时间	数据库	删除
条件: 主题=激光切割 and 主题 = 机理 and 主题 = 3D (精确匹配)						
<input checked="" type="checkbox"/>	1 激光切割板材表面质量研究综述	鄢胜; 李力勃; 李娟; 谢小柱; 张屹	激光技术	2005-06-28	期刊	X
<input checked="" type="checkbox"/>	2 基于去除熔化物形态分析的铝合金薄板激光切割试验研究	王彦飞; 王续跃; 康仁科; 徐文强; 郭东明	中国激光	2012-08-10	期刊	X
<input checked="" type="checkbox"/>	3 基于三维激光切割技术的车身覆盖件切割夹具设计方法研究	谢德华	湖南大学	2005-04-26	硕士	X

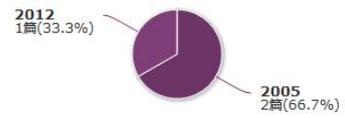
得到以下系统分析数据：



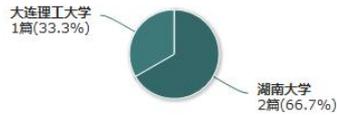
来源分布



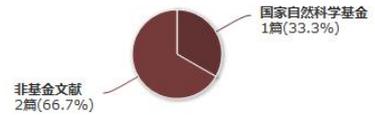
年分布



机构分布



基金分布



被引最高的前三论文机构或密切合作机构分别是：湖南大学激光研究所、大连理工大学。（可知国内这两个机构所得科研成果在该领域内得到相对多的认可，其他机构还有华中科技大学，深圳大学，杭州电子科技大学等）

(3) 被引最高的前三论文第一作者或其导师是：鄢铨、王彦飞、谢德华（导师：钟志华；陈根余；）

点击导师名字，可得到导师及其团队的研究成果，发现陈根余教授及其团队在激光方面做了大量研究

查找：同名作者为 陈根余 的文献	
《中国学术期刊（网络版）》	共找到 130 条 更多
[1] 张明军,陈根余,毛聪,周宇. 高功率光纤激光深熔焊接小孔特征直接观测[J]. 北京工业大学学报. 2015(12)	
[2] 陈根余,黎长部,周聪,张焱,夏海龙. 高功率光纤激光非稳态透焊接5A06铝合金[J]. 激光技术. 2016(01)	
[3] 任成高,申晓龙,张明军,陈根余. 高功率激光器及应用于厚板焊接的技术进展[J]. 热加工工艺. 2016(01)	
[4] 邓辉,陈根余,周聪,周兴才. 脉冲激光切削整形径向修整青铜金刚石砂轮[J]. 中国激光. 2014(11)	
[5] 陈根余,廖生慧,周聪,李时春,陈晓峰. 高功率激光焊接SUS304不锈钢数值模拟与试验研究[J]. 热加工工艺. 2014(23)	
[6] 陈根余,夏海龙,周聪,李时春,黎长部. 高功率光纤激光焊接底部焊缝的机理研究[J]. 中国激光. 2015(02)	
[7] 陈根余,周兴才,周聪,邓辉,张焱,陈俊. 树脂结合剂CBN砂轮光纤激光径向修整及磨削实验研究[J]. 中国激光. 2015(02)	
[8] 陈根余,陈晓峰,周聪,李时春,廖生慧. 激光深熔焊接细长小孔数值模拟与试验研究[J]. 激光技术. 2015(02)	
[9] 冯清贤,陈根余,卓沛. 基于SG3525的小型化钛泵高压电源的研制[J]. 通信电源技术. 2015(01)	
[10] 周聪,张玲,陈根余,邓辉,蔡颂. 激光修整砂轮工艺参数的预测和优化算法[J]. 激光技术. 2015(03)	
中国博士学位论文全文数据库	共找到 2 条
[1] 陈根余. 钛及其合金微弧氧化膜的制备表征及特性研究[D]. 吉林大学. 2011	
[2] 陈根余. 声光调Q Nd:YAG脉冲激光修整青铜金刚石砂轮机理及技术研究[D]. 湖南大学. 2006	
中国重要会议论文全文数据库	共找到 7 条
[1] 陈根余,冯清贤,李冬林,卓沛. 高精度干扰点逆生成机理分析[A]. 决策论坛——系统科学在工程决策中的应用学术研讨会论文集(上)[C]. 2015	
[2] 陆婉琴,陆国栋,陈根余. 我院汤剂用药状况与肿瘤治疗的关系分析[A]. 2000年全国肿瘤学术大会论文集[C]. 2000	
[3] 张均,陈根余,赵智,刘旭飞. 激光深熔焊接等离子体温度分布的光谱测量[A]. 2007年中国机械工程学会年会论文集[C]. 2007	
[4] 黄丰杰,陈根余,刘旭飞. 三维激光切割技术在车身覆盖件制造中的应用[A]. 2007年中国机械工程学会年会论文集[C]. 2007	
[5] 范洪元,邓树森,陈根余,黄丰杰. 激光加工在汽车车身制造中的应用与发展[A]. 2007年中国机械工程学会年会论文集[C]. 2007	
[6] 由晓龙,陈根余,朱传力,任东. 高强度镀锌板数控激光焊接质量的试验研究[A]. 2007年中国机械工程学会年会论文集[C]. 2007	

(4) 被引最高的前三论文发表的期刊及影响因子为：激光技术，中国激光，第三篇因为是学位论文影响因子分析忽略不计。

直接点击来源激光技术、中国激光得到两个期刊的相关信息，其中包括影响因子，影响因子也可以作为其论文质量的评定的参考值。

激光技术影响因子：1.0

中国激光影响因子：1.8

<input type="checkbox"/>	题名	作者	来源	发表时间	数据库	被引	下载	预览	分享
<input checked="" type="checkbox"/>	1 激光切割板材表面质量研究综述	鄢继; 李力勃; 李娟; 谢小柱; 张屹	激光技术	2005-06-28	期刊	53	937		
<input checked="" type="checkbox"/>	2 基于去除熔化物形态分析的铝合金薄板激光切割试验研究	王彦飞; 王续跃; 康仁科; 徐文骥; 郭东明	中国激光	2012-08-10	期刊	10	302		
<input checked="" type="checkbox"/>	3 基于三维激光切割技术的车身覆盖件切割夹具设计方法研究	谢德华	湖南大学	2005-04-26	硕士	5	384		



激光技术

Laser Technology

核心期刊 CA SA JST Pж(AJ) CSCD

基本信息

主办单位: 西南技术物理研究所
 出版周期: 双月
 ISSN: 1001-3806
 CN: 51-1125/TN
 出版地: 四川省成都市

出版信息

出版文献量: 5461篇
 总下载量: 451460
 总被引量: 19206
 专辑名称: 基础科学; 信息科技
 专题名称: 无线电电子学; 物理学

评价信息

复合影响因子: 1.0250
 综合影响因子: 0.7660
 该刊被以下数据库收录:
 CA 化学文摘(美)(2014)
 SA 科学文摘(英)(2011)



中国激光

Chinese Journal of Lasers

核心期刊 CA SA JST Pж(AJ) EI CSCD

基本信息

主办单位: 中国光学学会; 中国科学院上海光学精密机械研究所
 出版周期: 月刊
 ISSN: 0258-7025
 CN: 31-1339/TN
[更多介绍](#)

出版信息

出版文献量: 13758篇
 总下载量: 1371412
 总被引量: 67952
 专辑名称: 基础科学
 专题名称: 物理学

评价信息

复合影响因子: 1.8070
 综合影响因子: 1.4690
 该刊被以下数据库收录:
 CA 化学文摘(美)(2014)
 SA 科学文摘(英)(2011)

(5) 被引次数最高的文章的引文网络：

点击文章名字，进去文章界面，得到引证情况及参考文献情况

激光切割板材表面质量研究综述

[推荐 CAJ下载](#)
[PDF下载](#)
[CAJViewer下载](#)
 不支持迅雷等下载工具。
 [免费订阅](#)

暂
无
此
图
片

【作者】 鄢铨; 李力钧; 李娟; 谢小柱; 张屹;

【Author】 YAN Cuo,LI Li-jun,LI Juan,XIE Xiao-zhu,ZHANG Yi (Institute of Laser,Hunan University,Changsha 410082,China)

【机构】 湖南大学激光研究所; 湖南大学激光研究所 长沙410082; 长沙410082; 长沙410082;

【摘要】 从激光切割的优点、表面质量内容及其影响因素和激光切割板材表面质量研究进展进行了综述,最后说明了激光切割板材表面质量机理的研究将更加深入和透彻,尤其对于激光切割动态行为和在线监测以及三维切割的研究将倍受重视。

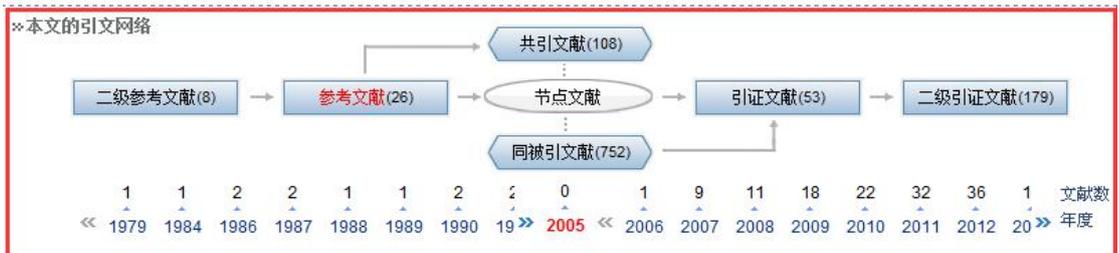
【关键词】 激光切割; 板材; 表面质量; 研究进展;

激光技术 , Laser Technology,
编辑部邮箱,
2005年03期
(给本刊投稿)

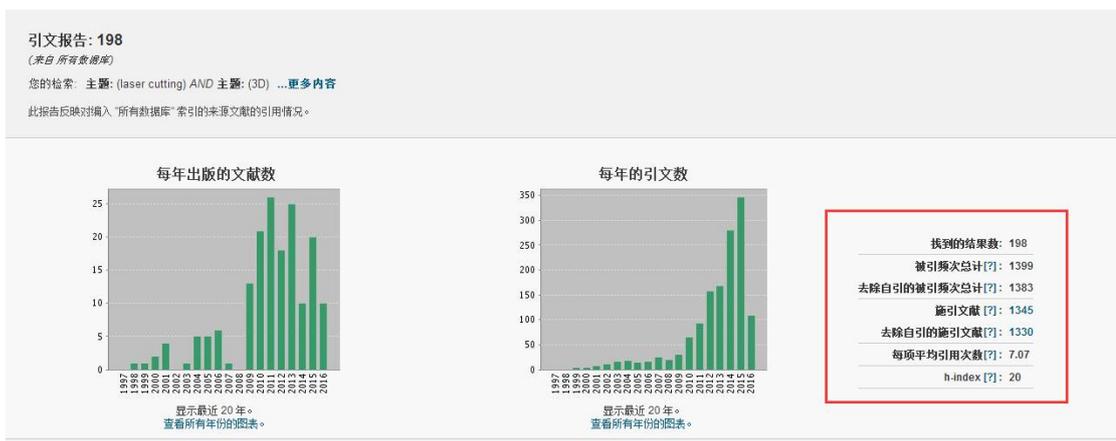
【分类号】 TG485 【被引频次】 53 【下载频次】 937

节点文献中: [全文快照搜索](#) [知网节下载](#)

本文链接的文献网络图示:



(6) Web of science 生成的引文报告



可以看出, 2009年后, 3D 激光切割的论文数激增, 这说明激光切割是个比较新的研究领域, 具有较高的研究价值。

排序方式: **被引频次 (降序)** 第 1 页, 共 20 页

选择记录前面的复选框, 从“引文报告”中删除记录
 或者限定在以下时间范围内出版的记录, 从 **1980** 至 **2016** **重置**

	2012	2013	2014	2015	2016	合计	平均引用次数/年
<input type="checkbox"/>	158	169	281	346	110	1399	63.59
<input type="checkbox"/> 1. 3D segmentation of single trees exploiting full waveform LIDAR data 作者: Reitberger, J.; Schnoerr, C.; Krzystek, P.; 等 ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING 卷: 64 期: 6 页: 561-574 出版年: NOV 2009	4	4	10	6	3	30	4.29
<input type="checkbox"/> 2. Extended confocal microscopy of myocardial laminae and collagen network 作者: Young, A. A.; Legrice, I. J.; Young, M. A.; 等 Journal of Microscopy (Oxford) 卷: 192 期: 2 页: 139-150 出版年: Nov., 1998	1	0	2	0	1	30	1.15
<input type="checkbox"/> 3. Close-range terrestrial digital photogrammetry and terrestrial laser scanning for discontinuity characterization on rock cuts 作者: Sturzenegger, M.; Stead, D ENGINEERING GEOLOGY 卷: 106 期: 3-4 页: 163-182 出版年: JUN 12 2009	6	2	3	1	0	29	2.23
<input type="checkbox"/> 4. Mapping of fiber orientation in human internal capsule by means of polarized light and confocal scanning laser microscopy 作者: Axer, Hubertus; v. Kayserslingk, Diedrich Graf Journal of Neuroscience Methods 卷: 94 期: 2 页: 165-175 出版年: Jan. 15, 2000	4	7	4	7	4	26	5.20
<input type="checkbox"/> 5. Tree species classification and estimation of stem volume and DBH based on single tree extraction by exploiting airborne full-waveform LIDAR data 作者: Yao, Wei; Krzystek, Peter; Heurich, Marco REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT 卷: 123 页: 368-380 出版年: AUG 2012	1	1	4	1	0	24	3.00
<input type="checkbox"/> 6. Non-destructive 3D imaging of composite restorations using optical coherence tomography: Marginal adaptation of self-etch adhesives 作者: Makishi Patricia; Shimada Yasushi; Sadr Alinaza 等	4	6	3	6	1	21	3.50

报告中文章由被引频次排列, 可以比较直观的看出那些论文比较具有参考价值

(7) 从引用频次最高的文章来看, 期刊影响因子高达 4.6, 远远超过中文论
文期刊的影响因子。

ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING 结果列表

影响因子
3.132 **4.652**
 2014 5 年

JCR® 类别	类别中的排序	JCR 分区
GEOGRAPHY, PHYSICAL	9/46	Q1
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	24/175	Q1
IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	4/24	Q1
REMOTE SENSING	6/28	Q1

数据来自第 2014 版 Journal Citation Reports®

出版商
 ELSEVIER SCIENCE BV, PO BOX 211, 1000 AE AMSTERDAM, NETHERLANDS
 ISSN: 0924-2716

研究领域
 Physical Geography
 Geology
 Remote Sensing
 Imaging Science & Photographic Technology

关闭窗口

LIDAR data

1]; Stilla, U (Stilla, U.)^[2]

ares the results acquired both from first/last pu
), which robustly interpolates the canopy heigh
 from the local maxima of the canopy height mc
 the segments of the watershed segmentation
 robust RANSAC-based estimation of the stem
 gmentation. This tackles the problem of segm
 and to set up a bipartite graph which is formec
 archically into segments which have a minimu
 olving a corresponding generalized eigenvalu
 orest National Park with conventional first/last
 stem from TopoSys in a leaf-on situation at a
 nsity of 25 points/m(2) (leaf-off and leaf-on) a
 ch is capable of detecting small trees in the lo
 height model were applied to LIDAR data. Cu

(8) 左侧栏, 相关信息分析

国家/地区

显示前 100 个国家/地区 (按记录数)。

<input type="checkbox"/> USA	<input type="checkbox"/> SOUTH KOREA	<input type="checkbox"/> IRAN
<input type="checkbox"/> PEOPLES R CHINA	<input type="checkbox"/> FINLAND	<input type="checkbox"/> DENMARK
<input type="checkbox"/> GERMANY	<input type="checkbox"/> CZECH REPUBLIC	<input type="checkbox"/> SERBIA
<input type="checkbox"/> JAPAN	<input type="checkbox"/> BRAZIL	<input type="checkbox"/> SCOTLAND
<input type="checkbox"/> ITALY	<input type="checkbox"/> SWITZERLAND	<input type="checkbox"/> NORWAY
<input type="checkbox"/> FRANCE	<input type="checkbox"/> SINGAPORE	<input type="checkbox"/> NEW ZEALAND
<input type="checkbox"/> CANADA	<input type="checkbox"/> ISRAEL	<input type="checkbox"/> NETHERLANDS
<input type="checkbox"/> AUSTRIA	<input type="checkbox"/> INDIA	<input type="checkbox"/> MEXICO
<input type="checkbox"/> TAIWAN	<input type="checkbox"/> SOUTH AFRICA	<input type="checkbox"/> MALAYSIA
<input type="checkbox"/> ENGLAND	<input type="checkbox"/> SLOVENIA	<input type="checkbox"/> INDONESIA
<input type="checkbox"/> AUSTRALIA	<input type="checkbox"/> RUSSIA	<input type="checkbox"/> HUNGARY
<input type="checkbox"/> TURKEY	<input type="checkbox"/> POLAND	<input type="checkbox"/> GREECE
<input type="checkbox"/> UK	<input type="checkbox"/> LITHUANIA	<input type="checkbox"/> CROATIA
<input type="checkbox"/> SWEDEN	<input type="checkbox"/> JORDAN	<input type="checkbox"/> ARGENTINA
<input type="checkbox"/> SPAIN	<input type="checkbox"/> IRELAND	<input type="checkbox"/> ALGERIA

由于数据按照记录数来分类，可以看出，在 web of science 数据库中，USA 的相关论文较多，说明美国对该方面的研究相对较多，在做学术交流和研究时，可做参考。

5.2 专利检索结果分析

进入专利分析界面

专利分析 分析文献库 快速分析 定制分析 高级分析 日志/报告

维护分析文献库



<input type="checkbox"/> 全选	分析文献库名称	分析文献库描述	申请数量	是否激活	操作	创建时间
<input type="checkbox"/>	默认分析文献库		41			2016-05-15

共 1 页 1 条数据

分析文献库名称: 默认分析文献库

发明名称

<input type="checkbox"/> 全选	申请号	公开(公告)号	申请人	发明名称	发明人	分类号	申请人所在国
<input type="checkbox"/>	CN200520046158	CN2842424Y	宝山钢铁股份有限公司	金属材料三维激光切割工艺性测试用夹具	阎启	G01N33/20; B23K37/04;	中国
<input type="checkbox"/>	CN200620161208	CN200984769Y	刘联合	激光木工切割机	刘联合	B27M1/06; B23K26/40; B23K26/08;	中国
<input type="checkbox"/>	CN200810147834	CN101407008A	四川成飞集成科技股份有限公司	精确定位三维激光切割零件的坐标平台	黄森; 方建荣; 余洪	B23K26/42; B23K37/04;	中国
<input type="checkbox"/>	CN200820222802	CN201291362Y	四川成飞集成科技股份有限公司	激光切割三维零件的定位装置	黄森; 方建荣; 余洪	B23K37/04; B23K26/36; B23K26/38;	中国
<input type="checkbox"/>	CN200910247671	CN101773902A	上海斯典化工有限公司	一种车辆用车轮的表面着色方法及其车轮	张彦洲; 王立强	B05D5/06; B05D3/12; B05D3/10;	中国
<input type="checkbox"/>	CN201020297054	CN201760704V	扬州市扬子钣金制造有限公司	一种三维激光切割机	葛金洪; 陈良马; 朱明; 方敏	B23K26/42; B23K26/36;	中国
<input type="checkbox"/>	CN201020662810	CN201913390U	香港生产力促进局	胸腔腔壳三维激光切割系统	霍致行; 潘展乐; 冯国辉; 王智才; 李少文; 郑健城; 胡子燕	B23K26/36; B23K26/42; B23K26/08;	中国香港
<input type="checkbox"/>	CN201110147108	CN102179625A	张长征	机器人三维激光切割机	张长征	B23K26/36; B23K26/08;	中国
<input type="checkbox"/>	CN201110460511	CN102513798A	钢铁研究总院	一种热成形零件的定制设备及方法	董翔; 陈鹰; 惠卫军; 张英建; 时捷; 张涛	B23P15/00;	中国
<input type="checkbox"/>	CN201120183995	CN202155646U	张长征	机器人三维激光切割机	张长征	B23K26/36;	中国

区域分析

专利分析 分析文献库 快速分析 定制分析 高级分析 日志/报告

区域分析 技术领域分析 申请人分析 发明人分析 中国专项分析

分析文献库: 默认分析文献库

区域构成分析 区域趋势分析 区域技术领域分析 区域申请人分析 区域发明人分析

日期选择

按申请日分析
 按最早公开(公告)日分析
 按最早优先权日分析

从 1900 到 2016

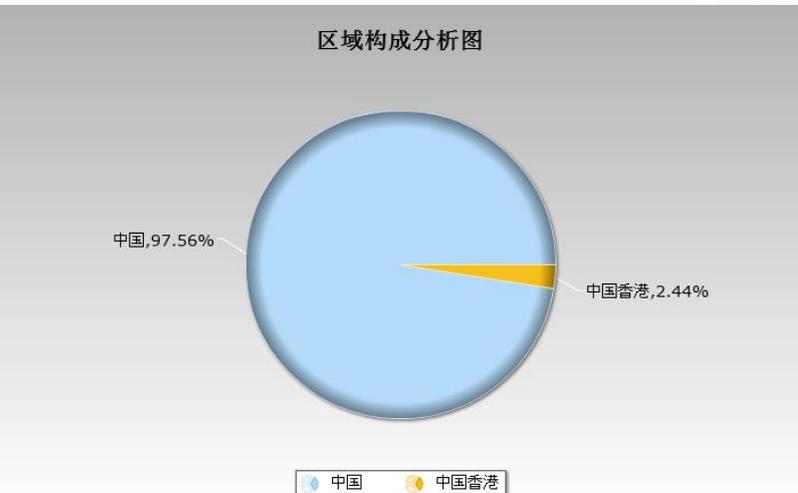
国家/区域/组织选择

请选择要分析的条件

其他操作

您可以选择输入显示前 个结果

区域构成分析图



区域	占比
中国	97.56%
中国香港	2.44%

系统清理规则: 默认为申请人清理 本系统不收录未公开数据, 分析结果不显示未知数据

默认清理规则

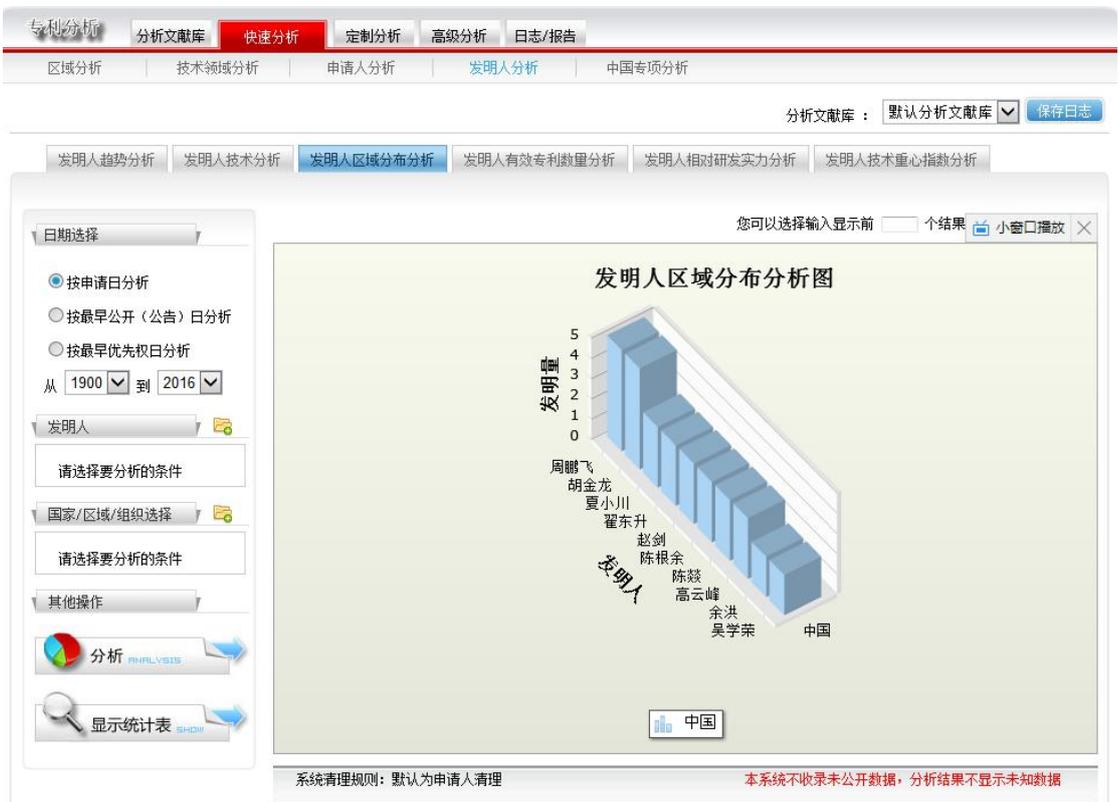


技术领域构成上可以看出,大部分的专利集中在机床这一块,可以看出,三维激光切割方面更注重应用这方面。





江苏扬力数控机床有限公司专利数量最多。



发明数量最多的是周鹏飞。



该领域专利最多的地区在江苏。

6 检索结果的归纳总结：

知网检索分析总结

- (1) 研究机构方面：高质量论文来自湖南大学和大连理工大学两个机构，可在研究过程中追踪这两个机构的研究成果，作为自己研究的参考。
- (2) 论文本身及期刊方面：引用频次最高的文章来自湖南大学鄢铨，发表在《激光技术》期刊中的“激光切割板材表面质量研究综述”一文；而从期刊影响因子来说，该期刊影响因子偏低，甚至不及引用次数第二的论文发布期刊《中国激光》。在后期阅读和研究过程中可以酌情参考。
- (3) 研究人员、专家、团队方面：湖南大学陈根余教授及其团队发表了大量关于激光方面的论文，具有很高的系统性，在研究过程中的参考意义很大。

Web of science 检索分析总结

- (1) 3D 激光切割属于新兴研究，具有较高的研究价值；

- (2) 外文期刊的影响因子和被引频次远远高于中文期刊，因此在研究过程中，要注意对外文文献的阅读积累；
- (3) 在 3D 激光切割领域，研究成果最多的国家是美国，因此在研究过程中，应当注意该国该领域的发展动态。

专利检索分析总结

- (1) 技术领域构成上，大部分的专利集中在机床这一块，可以知道，三维激光切割方面更注重应用这方面。
- (2) 三维激光切割专利申请最多的地区在江苏。

综述请见附件 1。

温州大学

WENZHOU UNIVERSITY



“搜索达人” 决赛综述

题目：__ 三维激光切割研究现状__

学院：__ 机电工程学院__

班级：__ 15 机械工程__

姓名：__ 管倩倩__

学号：__ 15461472058__

三维激光切割研究现状

摘要：总结了三维激光切割研究重点，介绍了国内外三维激光路径实现的方法、系统设备的研究、加工工艺与材料性能的影响。并对三维激光切割工艺未来的发展提出了建议。

关键词：激光切割；三维；路径.

Research Progress of 3D Laser Beam Cutting

Abstract: Laser cutting is one kind of advanced technology in the world. It is one of the most important parts in laser machining area. The generation of 3d laser cutting path ,the research of 3d laser beam cutting equipment and laser cutting process are introduced, and the development trend of 3D laser cutting process in the future is suggested.

Key words: laser cutting;3D; path.

0. 前言

激光切割是由激光器所发出的激光束，经透镜聚焦，在焦点处聚成一极小的光斑，利用光斑处会聚高达 10^6 — 10^9 W/cm²功率密度的激光束扫描材料表面。在极短时间内将材料加热到几千甚至上万摄氏度，使材料熔化或汽化，再用高压气体将熔化或汽化物质从切缝中吹走，达到切割材料的目的。在激光切割中，由于是用不可见的光束代替了传统的机械刀具，激光切割头的机械部分与工件无直接接触，不会对工作表面造成划伤。

世界上第一台三维五轴CO₂激光加工机是于1979年在意大利Prima工业公司诞生的，当时主要用于轿车内饰塑料件的切割。而在1985年以后，随着三维五轴激光加工系统的发展和日益完善，机床可以自动适应冲压件弹性变形造成的误差，使得三维激光切割技术成为精密且灵活的加工手段。如今，三维激光切割因其工作效率高、生产成本低、加工质量好的特点在汽车制造、航天航空等领域得到了广泛的应用。在生产线上，采用激光切割机器人或三维机床可以对已经冲压成型的部件进行在线立体切割。高效激光切割系统的应用，大幅度缩短了新车的研制时间和汽车的生产准备周期，使生产模式实现了自动化和柔性化，而且生产效率也得到了大幅度的提高。宝马、奔驰、菲亚特、沃尔沃、大众、日产等公司都拥有用于车身加工的五轴激光加工机。^[1,2]

国内外在3D激光切割技术方面进行了各方面研究，主要集中在3D激光的轨迹实现和3D激光设备及程序系统研发，在激光工艺与材料性能之间的相互作用方面少有涉及。本文将从3D激光轨迹实现、3D激光器设备及系统研发、激光工艺三个方面进行阐述。

1. 3D激光轨迹的实现

曲面形状复杂的三维零件，在进行3D激光切割时，切割头要追踪切割轨迹上各点的法线方向，需要不断地变换运动姿态^[3]。在运动过程中的某些特殊位置切割头可能会和工件发生碰撞。此外切割速度太高时，机床运动加速度增大，在进行上下坡转角切割时，切割头会产生抖动，也易发生碰撞，导致设备损伤，切割不能顺利进行。

为了防止激光头碰撞，我们需要适当调整激光头姿态，或者利用自适应系统，实时监控调整激光头与工件间距离。Hu Z^[4]，提出了一种根据切口特征自动识别的三维激光切割轨道自动生成方法，通过对切口边缘环的激光半径补偿，确定激光束焦点位置，确定激光头姿态，保证软件系统运行稳定。Neubauer, Norbert等人在文献^[5]中，利用自使用光学和拉瓦尔喷管协作调整激光头和工件的位置。Lee^[6]等人通过5束激光探针并用CCD摄像机获取这些激光光斑图像，测量位置和方向，通过计算得到中心位置法线和激光切割路径，使加工更精确。朱虎^[7]等人提出了一种三维激光切割轨迹自动生成的方法，自动识别选取切口特征并进行激光束半径自动补偿，建立切口补偿模型，确定入射点及激光头姿态。Xu, Hebing^[8]等人为了得到合适的切削路径建立切割机的运动学模型得到各到位点坐标并转换成转动轴的运动坐标迪杰斯特拉最短路径算法优化出切割路径。

对零件进行3D激光切割时，在切割轨迹的上下坡转角处出现激光能量在局部累积时，容易产生过烧，降低切割表面质量。为了提升切割质量，在特殊部位，调整激光参数以适应切割路径。激光半径补偿或者调整激光功率密度是有

必要的。梅丽芳^[1]等人提出降低激光功率、采用脉冲激光并减小占空比或采用空气作为辅助气体时能有效避免钢在转角处的国安少现象 HQ Liu^[9] 等人为了确定切入点和防止过烧现象，利用摄影测量技术来避免未修剪的切割头的干扰，离线编程三维模型，选择合适切入点，修改法线和调整工艺参数。

2. 三维激光器设备及系统研发

2.1 3D激光机器人

机器人是高度柔性加工系统，所以要求激光器必须具有高度的柔性，目前都选择可光纤传输的激光器。^[10]

从高功率激光器发出的激光，经光纤耦合传输到激光光束变换光学系统，光束经过整形聚焦后进入激光加工头。激光加工头装于多自由度机器人本体手臂末端。激光加工头的运动轨迹和激光加工参数是由机器人数字控制系统提供指令进行的。由激光加工操作人员在机器人示教盒上进行示教编程或在计算机上进行离线编程。高功率激光与进给材料同步作用完成加工任务。机器视觉系统对加工区检测，检测信号反馈至机器人控制系统，从而实现加工过程的适时控制。

有研究表明，相比较对于激光切割厚度而言，以机器人为基础的三维切割应用程序更受市场欢迎，他在汽车行业等领域被广泛应用，需求量大^[11]。

2.2 在线编程系统

在线编程主要是示教编程，它的智能性最低，称为第一代机器人。根据实际作业条件事先预置加工路径和加工参数，在示教盒中进行编程，通过示教盒操作机器人到所需要的点，教给机器人按此程序动作1次，并把每个点的位姿通过示教盒保存起来，这样就形成了机器人轨迹程序。机器人将示教动作记忆存储，在正式加工中机器人按此示教程序进行作业。示教编程具有操作简单，对人员编程技术要求低，可靠性强，可完成多次重复作业等特点。

2.3 离线编程系统

离线编程是指部分或完全脱离机器人，借助计算机来提前编制机器人程序，它还可以具有一定的机器视觉功能，称为第二代机器人。它一般是采用计算机辅助设计(CAD)技术建立起机器人及其工作环境的几何模型，再利用一些规划算法，通过对图形的控制和操作，在离线的状况下进行路径规划，经过机器人编程语言处理模块生成一些代码，然后对编程结果进行3D图形动画仿真，以检验程序的正确性，最后把生存的程序导入机器人控制柜中，以控制机器人运动，完成所给的任务，是国内外技术人员争相研究的方向^[9]。Scheller T^[12]等利用pfo-3d(3D编程聚焦光学)和六轴机器人系统实现工件与激光头的相对运动。Wang L^[13]等人提出了刀位点离散方法，使得在满足精度要求下依次获得优化后的待加工轨迹到位点，开发出激光三维切割自动编程软件，实现了轨迹提取，曲线快速离散以及刀位点法矢获得等功能。周广兵^[14]等人利用6轴机器人及离线编程的方法设计了运动路径，发现离线编程产生误差有以下几个因素：工具坐标、工件建模、离线编程软件及机器人本体误差等，并针对可能产生的误差提出了解决方法。

3. 激光工艺

三维激光切割与二维激光切割很大的差别。首先，平面激光切割的重力方向始终与辅助气体喷射压力的方向一致；但三维激光切割的重力方向存在与辅

助气体喷射压力方向不一致的情况，对熔池形成有很大影响。重力场强烈影响熔池对流，从而影响热传导、两相区的深度和宽度以及熔池的深度比^[15]。

同时三维激光切割和二维激光切割还存在空间曲率半径不同，工件散热情况不同，切割程序和工艺技巧的不同。因此他们的切割机理是否存在异同，还需要进一步系统论证。

在三维激光切割过程中，切割质量不仅取决于二维切割中常用的工艺参数，如切割速度，激光功率密度等，激光头倾斜角度，上下坡角度等也会对其造成影响。Chen J^[16]利用人工神经网络方法来获得切割质量和切割参数之家的关系。证明人工神经网络在优化激光工艺参数，预测切割结果方面起到有效作用。Mei L F^[1]等人进行了利用二氧化碳激光器对五轴联动数控切割机进行了三维切割试验，针对上坡-下坡时碰撞和烧毁等问题进行探究，最后得出结论，激光头的姿态变化应限制在20度；上下坡时降低激光功率角或者改用脉冲激光，空气辅助气体等方法能有效避免烧毁问题。张永强^[3]等人在“激光束姿态对三维激光切割质量的影响”一文中阐述了激光束姿态即切割角度和切割方向，对工艺参数的影响，发现三维上坡切割的时候，工件质量合格的工艺参数范围比二维切割大。所以在进行三维切割时竟可能采用上坡切割，必须采用下坡切割时应降低切割速率来保证切割质量。

4. 总结

综上所述，三维激光切割技术已受到国内外研究者的重视并取得了一定的进展。为进一步提高激光切割的质量，应该加大研究力度，今后需要从以下几方面努力：

- (1) 激光器机器人方面应该向自动化，智能化方向发展，因此应该大力智能化系统装置。
- (2) 三维激光切割工艺要求与二维激光切割工艺要求存在明显差异，但国内外关于之间的机理差异研究依旧稀缺，应在此方面积极探寻。

参考文献

- [1]梅丽芳. 汽车白车身零部件激光三维切割与搭接焊研究[D]. 湖南大学, 2010.
- [2]黄开金, 谢长生. 激光切割的研究现状及展望[J]. 激光与光电子学进展, 1998, 04:1-8.
- [3]张永强, 吴艳华, 陈武柱等. 激光束姿态对三维激光切割质量的影响[J]. 中国激光, 2006, 33(1):124 ~ 127
- [4]Hu Z. Generation of 5-Axis Laser Cutting Path Based on STL Model[J]. Chinese Journal of Lasers, 2010, 37(3):863-867.
- [5]Neubauer N, Hoffmann P, Geiger M. Laser system technology for an improved workpiece tracking in 3D CO₂ laser beam cutting[C]// XI International Symposium on Gas Flow and Chemical Lasers and High Power Laser Conference. International Society for Optics and Photonics, 1997:768-771.
- [6]Lee R T, Shiou F J. Measuring Position and Orientation of Sheet Metal Parts by a 5-beam Laser Probe[J]. 中國機械工程學刊, 2013, 34.
- [7]朱虎, 韩福辰, 林雯雯. 金属板材件三维激光切割轨迹生成[J]. 中国激光, 2013, 08:88-93.
- [8]Xu, Hebing; Hu, Jun; Wu, Wencai. Optimization of 3D laser cutting head orientation based on the minimum energy consumption. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v 74, n 9-12, p 1283-1291, October 7, 2014
- [9]Liu H Q, Zhang Y S, Liu P X. Process Optimization of 3D Optical Fiber Laser Cutting Robot for Press Hardening of UHSS[J]. Advanced Materials Research, 2013, 753-755:2033-2036.
- [10]杨洗陈. 激光加工机器人技术及工业应用[J]. 中国激光, 2009, 11:2780-2798.
- [11]Thombansen U, Hermanns T, Stoyanov S. Setup and Maintenance of Manufacturing Quality in CO₂ Laser Cutting ☆[J]. Procedia Cirp, 2014, 20(20):98-102
- [12]Scheller T, Bastick A, Michel-Triller R, et al. Highest performance in 3D metal cutting at smallest footprint: benchmark of a robot based system vs. parameters of gantry systems[C]// Spie Lase. 2014:4177-4180.
- [13]Wang L. A New Method to Obtain Discrete Cutting Points of Space Curve in Three-Dimensional Laser Cutting[J]. Chinese Journal of Lasers, 2010, 37(6):1643-1646.
- [14]Zhou GB. The application of robot off-line programming in 3D fiber laser cutting[J]. Journal of Huazhong University of Science & Technology, 2011.
- [15]Domey J, Domey J, Aidun D K, et al. Numerical Simulation of the Effect of Gravity on Weld Pool Shape[M]. Springer US, 1994.
- [16]Chen J, Yang J, Shuai Z, et al. Parameter optimization of non-vertical laser cutting[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2007, 33(5):469-473.