

基于CiteSpace的小目标检测研究热点与发展趋势探析

佟 磊^{1,2}

¹河北软件职业技术学院软件工程系, 河北 保定

²河北省智能互联装备与多模态大数据应用技术研发中心, 河北 保定

收稿日期: 2026年1月26日; 录用日期: 2026年4月7日; 发布日期: 2026年4月16日

摘 要

为系统梳理小目标检测领域的研究脉络与发展态势, 精准捕捉领域知识结构与前沿动态, 以中国知网收录的1728篇核心期刊论文为研究对象, 综合运用文献计量法与CiteSpace可视化分析技术, 从文献时间分布、关键词共现网络、聚类结构及突现特征四个维度展开深度分析。研究表明, 小目标检测领域的发展历程呈现萌芽探索、平稳积累、爆发增长三阶段演化特征; 领域研究热点已形成算法优化、场景应用、技术支撑相互关联的三层体系; 前沿演进路径遵循从传统图像处理方法到深度学习深度融合, 再到轻量化模型工程化落地的清晰逻辑。本文通过量化分析与质性研究相结合的方式, 全面呈现小目标检测领域的学术图景, 可为科研人员把握领域研究动态、布局创新研究方向提供重要参考, 同时为相关技术的产业化落地提供理论支撑与实践指导。

关键词

小目标检测, 文献计量法, CiteSpace, 知识图谱, 研究热点, 发展趋势

Research Hotspots and Development Trends of Small Target Detection Based on CiteSpace

Lei Tong^{1,2}

¹Department of Software Engineering, Hebei Software Institute, Baoding Hebei

²Hebei R&D Center for Intelligent Connected Equipment and Multimodal Big Data Application Technology, Baoding Hebei

Received: January 26, 2026; accepted: April 7, 2026; published: April 16, 2026

Abstract

To systematically sort out the research context and development trend in the field of small target detection, and accurately capture the domain knowledge structure and cutting-edge dynamics, this paper takes 1728 core journal papers included in China National Knowledge Infrastructure (CNKI) as the research objects, and conducts an in-depth analysis from four dimensions: temporal distribution of literature, keyword co-occurrence network, clustering structure and burst characteristics, by comprehensively adopting bibliometrics and CiteSpace visual analysis technology. The research results show that the development process of the small target detection field presents distinct evolutionary characteristics of three stages, namely embryonic exploration, steady accumulation and explosive growth; the research hotspots in this field have formed an interrelated three-tier system composed of algorithm optimization, scenario application and technical support; the cutting-edge evolution path follows a clear logic from traditional image processing methods to the in-depth integration of deep learning, and then to the engineering implementation of lightweight models. By combining quantitative analysis with qualitative research, this paper comprehensively presents the academic landscape of the small target detection field, which can provide an important reference for researchers to grasp the research dynamics and layout innovative research directions in this field, and also offer theoretical support and practical guidance for the industrialization of relevant technologies.

Keywords

Small Target Detection, Bibliometrics, CiteSpace, Knowledge Graph, Research Hotspots, Development Trend

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在计算机视觉技术从基础感知向精准认知跨越的关键发展阶段,小目标检测作为核心支撑技术之一,凭借其对低像素、弱特征、小尺度目标的精准识别能力,在智能监控、遥感图像解译、无人机巡检、车载视觉感知、工业缺陷检测等众多领域发挥着不可替代的作用。小目标检测的技术定义通常基于目标在图像中的像素占比与特征维度,一般认为当目标像素占比低于图像总像素的10%或目标边长像素数小于 32×32 时,即可界定为小目标[1][2],这类目标普遍存在信息压缩损失、低信噪比与低可探测性、对边界框微小偏差的高敏感性等技术难点,其检测精度与实时性一直是领域研究的核心挑战[3]。

早期小目标检测的研究主要依赖人工设计特征提取算子实现简单场景下的小目标识别,代表性方法包括基于灰度阈值的分割算法、边缘检测算子、形态学处理等[4][5]。这一时期的研究成果受限于特征表达能力不足,检测性能难以满足复杂场景需求,仅在特定简单背景下具有一定应用价值。随着深度学习技术开始全面渗透到目标检测领域,小目标检测的技术范式发生根本性转变,检测精度与处理速度得到显著提升[6]-[10]。

近年来,随着5G、边缘计算、人工智能芯片等技术的协同发展,小目标检测面对日益丰富且分散的研究成果,传统的定性综述方法难以全面、客观地捕捉领域知识结构、研究热点与演进规律,亟需借助量化分析工具开展系统性研究。CiteSpace作为一款基于知识图谱的文献计量分析软件,能够通过挖掘文

献关键词、作者、机构等元数据的关联关系，以可视化方式呈现领域研究的核心节点、热点聚类与前沿趋势，已在人工智能、计算机视觉、信息科学等多个领域的计量研究中得到广泛应用[11]-[13]。

基于此，以 1996~2025 年中国知网收录的核心期刊论文为数据基础，借助 CiteSpace 软件开展多维度可视化分析，旨在系统揭示小目标检测领域的研究现状、热点方向与发展趋势。为科研人员精准把握领域研究动态、优化研究方向布局提供学术参考，为相关技术的产业化落地提供理论支撑。

2. 研究设计

2.1. 研究数据

研究的数据源选择中国知网(CNKI)数据库，数据检索采用高级检索模式，设定主题检索词为“小目标检测”，初步检索结果显示，共获得相关文献 2558 篇，其中最早的文献发表于 1987 年。为了选择有代表性的期刊论文，检索范围限定为北大核心期刊、CSCD 核心库期刊及 CSSCI 来源期刊，检索时间截止年份设定为 2025 年，最终获得有效文献 1728 篇，所有文献均以 Refwork 格式导出，包含文献标题、作者、关键词、摘要、发表年份、期刊名称等完整元数据，为后续可视化分析提供数据支撑。

2.2. 研究方法与工具

本研究综合采用文献计量法与可视化分析法，核心分析工具选用 CiteSpace。研究方法的具体实施流程包括数据预处理、参数设置、图谱构建与结果分析四个环节。

数据预处理阶段主要完成文献数据的格式转换与去重处理。将从 CNKI 导出的 Refwork 格式文献数据导入 CiteSpace 软件，通过“Data→Import/Export→CNKI”路径完成数据格式转换，生成 CiteSpace 可识别的格式文件。时间切片设置方面，考虑到小目标检测领域的研究成果在不同时期的发表密度存在差异，将时间切片长度设定为 1 年，即每个时间切片对应 1 年的文献数据，能够精准反映领域研究的年度动态变化。节点类型选择“关键词”，关键词作为文献核心内容的高度凝练，能够有效反映研究主题与热点方向，是文献计量分析中最常用的节点类型。网络优化算法选用“Pathfinder”算法，该算法能够有效简化复杂网络结构，突出核心节点与关键连接，提高知识图谱的可读性与解释力。在关键词突现分析中，设置 γ 值为 1，最小持续时长为 1 年，以准确识别具有显著阶段性特征的研究热点。

3. 研究结果与分析

3.1. 文献时间分布分析

小目标检测领域 1996~2025 年的发文量时间序列呈现出显著的阶段性特征，整体符合技术领域“萌芽-成长-成熟”的发展规律，见图 1。通过对年度发文量数据的统计与趋势分析，可将领域发展划分为三个核心阶段，各阶段在发文量、研究内容、技术特征等方面均呈现出鲜明差异。

萌芽探索期的时间跨度为 1996~2018 年，这一阶段的年度发文量整体处于较低水平，年均发文量不足 30 篇，其中 1996 年仅发表 1 篇相关论文，该研究基于视觉非线性的图像分割方法检测海上小目标，标志着国内小目标检测研究的正式起步。在随后的 20 余年里，发文量呈现缓慢增长趋势，2018 年发文量增至 21 篇，但整体增长速度平缓。这一阶段的研究核心以传统图像处理技术为主，主要聚焦于红外图像、海面背景、天空背景等简单场景下的小目标提取问题，核心技术方法包括小波变换、中值滤波、形态学处理、阈值分割等。

过渡积累期的时间跨度为 2019~2021 年，这一阶段的发文量呈现快速增长态势，从 2019 年的 44 篇增至 2021 年的 108 篇，年均增长率达到 67.9%，成为领域发展的重要转折点。发文量的显著增长主要得益于深度学习技术在目标检测领域的快速渗透，基于卷积神经网络的特征自动提取能力，有效解决了传统方法

中人工特征表达不足的难题。这一阶段的研究重心逐渐从传统技术向深度学习方法转移，Faster R-CNN、YOLO、SSD 等经典检测框架的改进研究成为核心热点。研究人员通过优化网络结构、改进损失函数、设计多尺度特征融合模块等方式，提升小目标检测的精度与速度。同时，这一阶段的应用场景探索也逐步启动，无人机巡检、遥感图像解译等新兴场景成为研究热点，为后续的爆发式增长奠定了坚实基础。

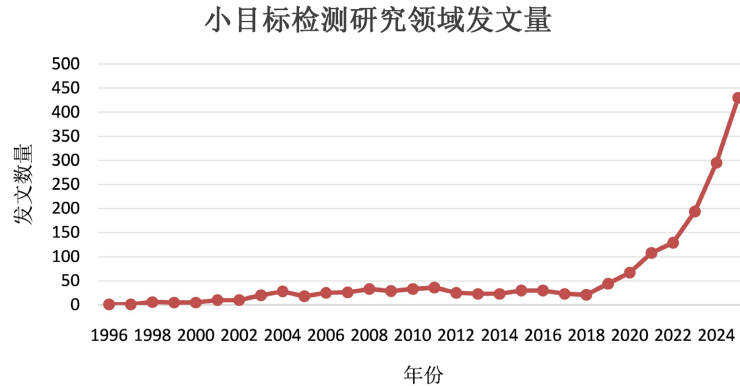


Figure 1. Publication output in the field of small target detection research
图 1. 小目标检测研究领域发文量

爆发增长期的时间跨度为 2022~2025 年，这一阶段的发文量呈现爆发式增长态势，从 2022 年的 129 篇跃升至 2025 年的 430 篇，其中 2024~2025 年两年的发文量增幅超过 79%，成为领域研究的黄金发展期。这一阶段的研究呈现出多元化、深度化、工程化的显著特征，文献类型不再局限于单纯的算法改进，而是转向算法轻量化、跨场景适配、硬件部署优化等更具实践价值的深度研究。轻量化模型、动态卷积、注意力机制、知识蒸馏等新技术在小目标检测中得到广泛应用，有效解决了模型部署过程中的资源约束问题。同时，应用场景进一步拓展，工业缺陷检测、医疗影像小病灶检测、车载视觉感知等细分领域的研究成果显著增加，体现出领域从理论突破向产业应用转型的核心趋势。

3.2. 关键词共现分析

关键词共现网络是反映领域研究热点关联结构的重要工具，通过分析关键词之间的共现频次与连接强度，能够清晰识别领域研究的核心节点与热点体系。小目标检测领域的关键词共现图谱见图 2，图谱共包含 278 个节点、260 条连线，网络密度为 0.0068，网络密度值较低表明领域研究的关键词分布相对集中，核心热点明确，同时各热点之间存在一定的关联强度，形成了较为完整的研究网络。

表 1 呈现的小目标检测高频关键词 Top20，其关联与演进深刻映射领域算法创新逻辑：“目标检测” (363 次，中心性 0.78)与“小目标” (242 次，中心性 0.83)稳居核心，后者作为特征弱、易受干扰的核心痛点，牵引算法向深度学习主导、场景化落地演进。“深度学习” (239 次)成为绝对范式，张瑞芳等提出的 BiEO-YOLOv8s 通过双向加权特征融合与新增小目标检测头，适配无人机航拍场景[14]；翁智等设计 CSD-YOLOv8s 融入 CBAM 注意力机制与轻量卷积，实现密集羊只小目标精准检测[15]，均体现深度学习对场景适配的深化。

“特征融合” (136 次)是性能提升主线，演进从简单拼接走向动态适配：胡佳乐等改进 RTDETR，设计 DyASF 特征融合结构，避免小目标特征丢失[16]；徐辛超等在 YOLOv5s 中引入四尺度融合网络，强化多尺度特征交互[17]。“轻量化”“缺陷检测”的高频出现标志工程化转型，洪炎等改进 YOLOv8，通过深度可分离卷积与四检测头，实现煤矿输送带小目标异物检测，mAP@50 达 92.27% [18]；桑雨等优化 YOLOv7-tiny，参数量降低 49.6%，适配遥感小目标检测[19]。

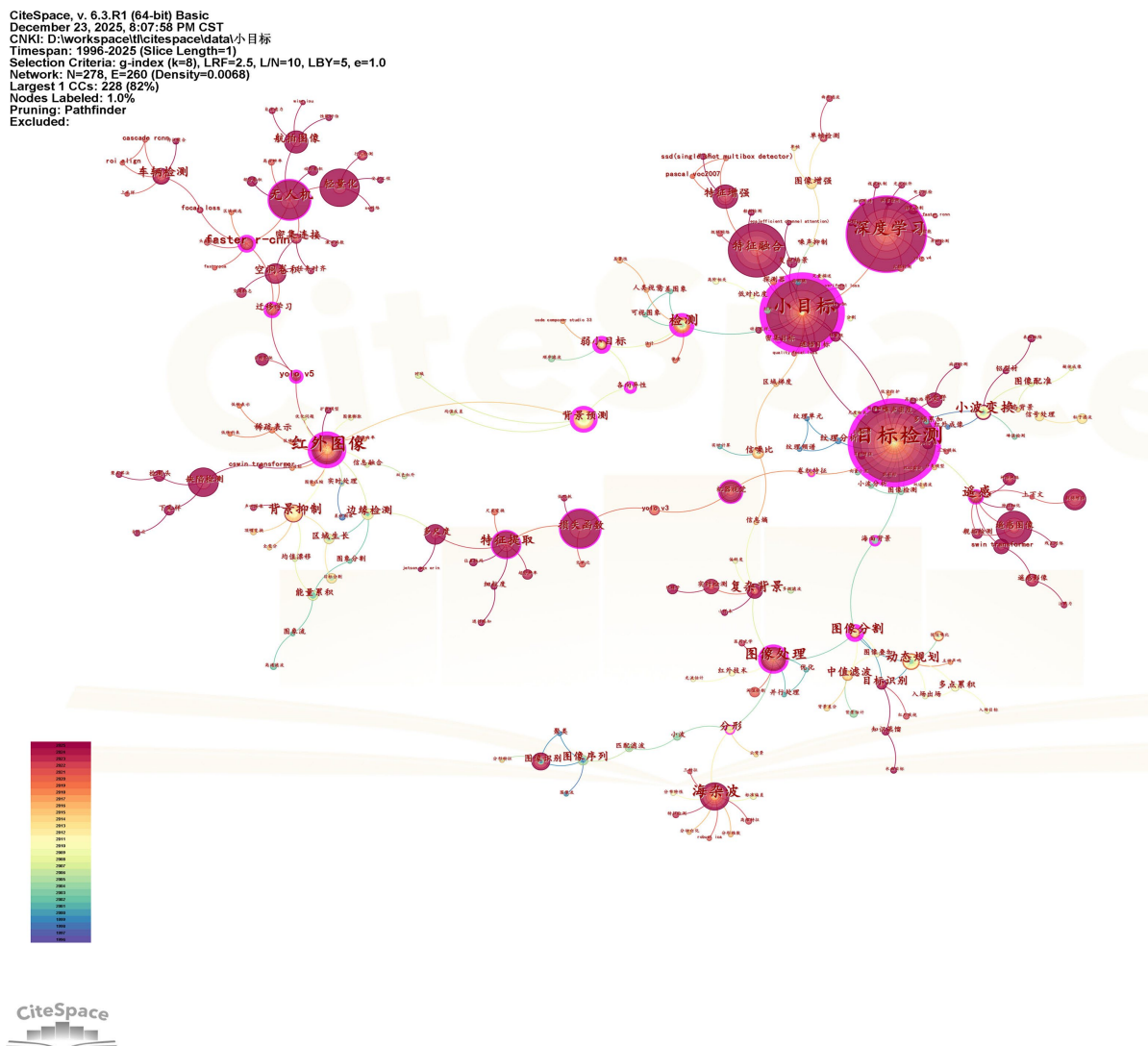


Figure 2. Keyword co-occurrence map of small target detection research
图 2. 小目标检测研究的关键词共现图谱

损失函数与注意力机制优化贯穿始终，胡昭华等用 SIoU 损失提升遥感目标定位精度[20]，李峻宇等在 YOLOv5 中加入通道 - 细节注意力模块，优化红外小目标检测[21]。整体来看，核心关键词完整映射了技术从理论突破到工程优化的迭代路径，更构建起“技术创新 - 性能提升 - 产业适配”的闭环体系，为领域从实验室研究向规模化应用转化提供了坚实支撑。

Table 1. Top 20 high-frequency keywords in small target detection research
表 1. 小目标检测研究高频关键词 Top20

序号	关键词	词频	中心性
1	目标检测	363	0.78
2	小目标	242	0.83
3	深度学习	239	0.14
4	特征融合	136	0.07

续表

5	红外图像	79	0.60
6	无人机	76	0.13
7	损失函数	71	0.10
8	图像处理	67	0.29
9	轻量化	66	0.04
10	遥感图像	51	0.01
11	海杂波	44	0.09
12	缺陷检测	40	0.05
13	特征提取	38	0.10
14	机器视觉	29	0.10
15	特征增强	27	0.04
16	多尺度	25	0.07
17	航拍图像	24	0.04
18	数据增强	23	0.00
19	复杂背景	22	0.07
20	背景抑制	22	0.07

3.3. 关键词聚类分析

关键词聚类分析能够基于关键词之间的共现关系，将领域研究划分为若干个主题相对集中的细分方向，通过聚类标签、聚类大小、轮廓值等指标，可进一步明确各细分方向的研究内容与成熟度。小目标检测领域的关键词聚类分析共得到 14 个有效聚类，见图 3。聚类质量评价指标显示，Q 值为 0.867 ($Q > 0.3$ 表明聚类结构显著)，S 值为 0.9743 ($S > 0.7$ 表明聚类结果可信)，充分说明聚类分析的结果具有较高的科学性与可靠性[22]。

具体聚类专题及高频关键词见表 2 所示。表中，“聚类编号”为系统自动生成的专题标识，用于区分不同研究方向；“聚类大小”代表聚类包含的关键词数量，规模越大通常意味着该主题的研究关注度越高；“轮廓值”用于衡量聚类质量，大于 0.7 即表明该聚类的内部关联性与类间差异性良好；“聚类高频关键词”是聚类中权重最高的核心词汇，直接体现对应专题的研究重点；“平均发表年份”反映该研究专题的兴起或活跃时间。通过对表 2 的深入分析，小目标检测研究的 14 个聚类可划分为四类：一是基础算法类(深度学习、损失函数)，聚焦 Faster R-CNN、YOLO 等检测框架优化与 Focal Loss 等损失函数改进，筑牢领域技术核心；二是场景应用类(车辆检测、遥感图像、遮挡目标)，覆盖自动驾驶、遥感解译、复杂遮挡等多元场景，体现技术向实体经济的深度渗透；三是传统技术类(小波变换、图像处理、海杂波)，涵盖中值滤波、阈值分割等传统方法，构成领域研究的技术根基；四是支撑技术类(轻量化、背景预测、特征融合)，聚焦模型轻量化部署、背景抑制与特征增强，为核心算法性能提升提供保障。从平均发表年份来看，清晰展现出从传统技术探索到深度学习融合，再到场景适配与工程化落地的演进路径，整体形成传统技术为基、核心算法为核、支撑技术为翼、场景应用为标的发展格局，彰显小目标检测领域从理论验证向工业化实用化转型的趋势。

CiteSpace, v. 6.3.R1 (64-bit) Basic
 December 23, 2025, 8:07:58 PM CST
 CNK: D:\workspace\citespace\data\小目标
 Timespan: 1996-2025 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: g-index (k=8), LRF=2.5, LN=10, LBY=5, e=1.0
 Network: N=278, E=280 (Density=0.0068)
 Largest CCs: 228 (82%)
 Nodes Labeled: 1.0%
 Pruning: Pathfinder
 Modularity Q=0.867
 Weighted Mean Silhouette S=0.9743
 Harmonic Mean(Q, S)=0.9175
 Excluded:

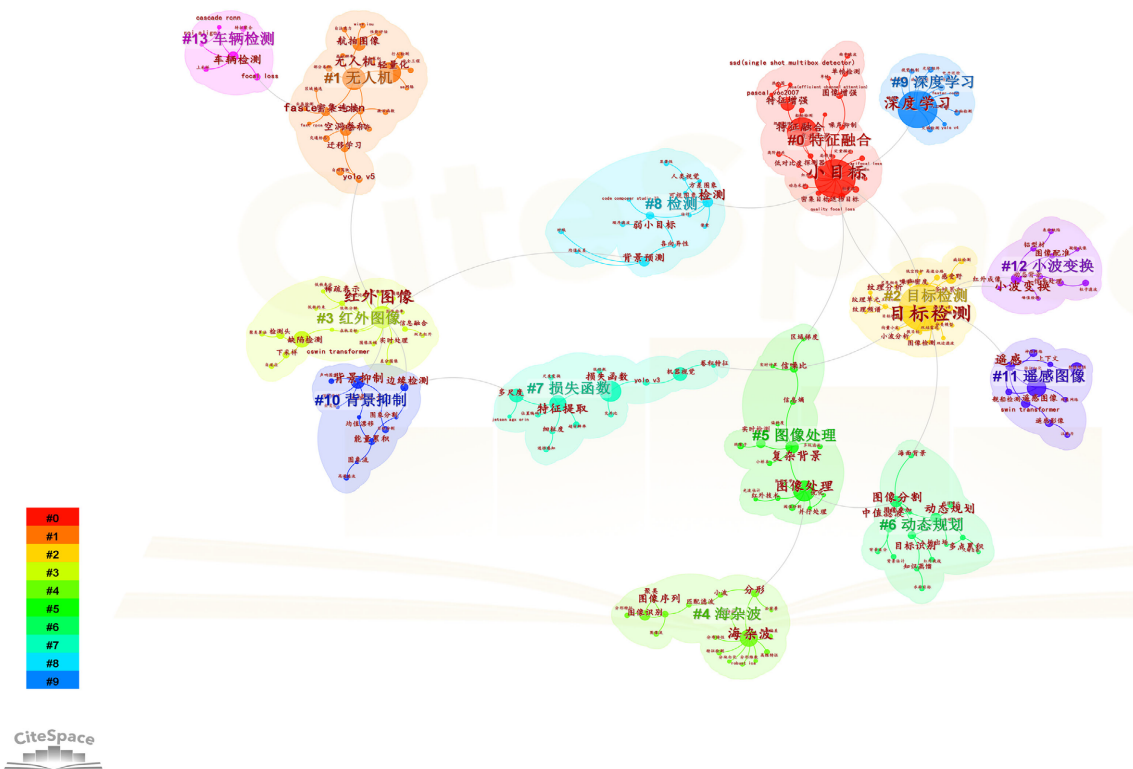


Figure 3. Keyword co-occurrence clustering map of small target detection research
 图 3. 小目标检测研究关键词共现聚类图

Table 2. Clustering thematic topics and their composition in small target detection research
 表 2. 小目标检测研究聚类专题及构成

聚类编号	聚类名称	聚类大小	轮廓值	聚类高频关键词	平均发表年份
0	特征融合	29	0.993	特征融合、小目标、特征增强、遮挡目标、小目标检测	2017
1	无人机	24	0.972	无人机、航拍图像、轻量化、部分卷积、faster rcnn	2022
2	目标检测	23	1	目标检测、小目标检测、感受野、纹理分析、轻量化	2009
3	红外图像	21	1	红外图像、缺陷检测、稀疏表示、实时处理、信息融合	2015
4	海杂波	18	0.983	海杂波、分形、图像序列、匹配滤波、特征检测	2008
5	图像处理	17	0.953	图像处理、复杂背景、信噪比、实时检测、信息熵	2009
6	动态规划	16	0.957	动态规划、多点累积、中值滤波、图像分割、目标识别	2010
7	损失函数	14	0.892	损失函数、特征提取、机器视觉、多尺度、yolo v3	2020
8	检测	14	0.969	检测、弱小目标、背景预测、对比度机制、顺序滤波	2009
9	深度学习	13	1	深度学习、小目标检测、光伏组件、yolov3-tiny、faster rcnn	2022
10	背景抑制	12	0.961	背景抑制、边缘检测、能量累积、bp 神经网络、区域生长	2006
11	遥感图像	11	0.992	遥感图像、遥感、数据增强、swin transformer、遥感影像	2021
12	小波变换	10	0.962	小波变换、图像配准、信号处理、动态背景、残差结构	2009
13	车辆检测	6	0.946	车辆检测、多目标识别、cascade rcnn、inceptionv3、focal loss	2021

3.4. 关键词突现分析

关键词突现分析可精准识别领域前沿动态与新兴趋势，小目标检测领域共筛选出 19 个显著突现关键词，按突现时间与主题特征划分为四个阶段，清晰呈现研究热点演进路径，见图 4。

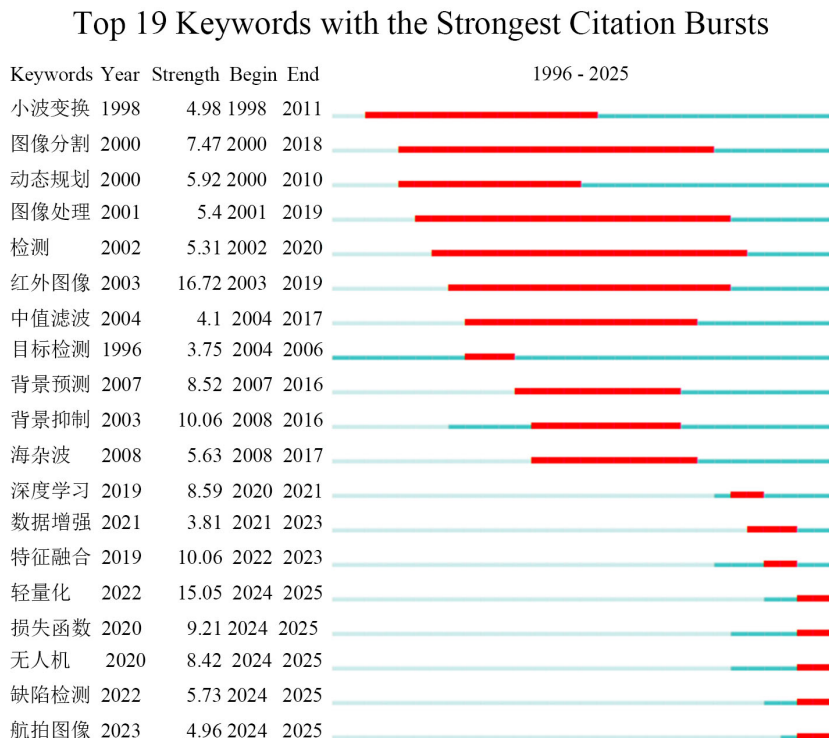


Figure 4. Keyword burst map of small target detection research
图 4. 小目标检测研究的关键词突现图

1998~2011 年为传统技术突现阶段，核心关键词包括“小波变换”、“中值滤波”与“图像处理”。这些传统技术是萌芽探索期的核心研究方向，“小波变换”作为主流特征提取方法，与“中值滤波”协同解决低信噪比场景检测难题，奠定领域技术基础。2003~2019 年进入场景探索阶段，“红外图像”以 16.72 的最高强度成为核心突现词，搭配“背景抑制”、“遥感图像”，标志研究从单纯技术探索转向场景适配，红外、遥感等场景为技术优化提供了典型测试环境，推动应用边界拓展。2019~2023 年是深度学习突现阶段，“深度学习”、“特征融合”、“注意力机制”成为核心，反映领域技术范式的根本性转变，通过多尺度特征融合与注意力权重调整，大幅提升小目标检测精度。2024~2025 年聚焦工程化落地，“轻量化”、“无人机”、“缺陷检测”突现，凸显领域从理论研究向产业应用转型的核心趋势，轻量化技术解决部署难题，无人机巡检、工业缺陷检测等场景进一步释放技术产业化价值。

4. 结论与展望

研究以 1996~2025 年中国知网收录的小目标检测核心期刊论文为基础，借助文献计量法与 CiteSpace 可视化技术，从多维度分析得出核心结论：该领域发展呈现萌芽探索、平稳积累、爆发增长三阶段特征，1996~2018 年以传统图像处理技术聚焦简单场景，发文增长缓慢；2019~2021 年深度学习渗透，算法改进与场景探索并行，发文量快速提升；2022~2025 年研究转向工程化、多元化，轻量化与跨场景适配成核心，2025 年发文量达 430 篇，较 2019 年增长 8.9 倍。同时，领域形成基础算法、场景应用、传统技术、

支撑技术四层知识体系，基础算法锚定深度学习优化，场景应用覆盖多细分领域，传统技术筑牢方法根基，支撑技术助力工程落地，四层体系协同构建完整研究框架。研究前沿按传统方法到深度融合再到轻量化落地演进，各阶段热点与技术、市场、政策因素深度绑定，呈现从理论探索到技术成熟再到产业应用的清晰逻辑。

未来小目标检测研究可聚焦多方向突破：算法层面深化动态卷积、注意力机制与检测网络的耦合，结合视觉、红外等多模态数据融合提升复杂场景鲁棒性，针对遮挡、低照度等场景设计定制化模型；技术融合上推动与数字孪生、边缘计算、5G 的协同，借数字孪生补全训练数据，凭边缘计算实现实时部署，以 5G 支撑多设备协同监测；场景落地需深耕工业缺陷检测、无人机巡检、医疗影像等细分领域，开发适配场景需求的轻量化高精度模型；同时应建立跨场景统一评估体系，构建涵盖多类型数据的标准化数据集，补充模型功耗、部署难度等工程化指标，提升研究可比性与技术实用性，推动小目标检测从技术创新向规模化产业化应用进阶。

基金项目

保定市科技计划资助，项目名称：基于深度学习技术的 PCB 表面缺陷检测系统研究，项目编号：2411ZG022。

参考文献

- [1] Lin, T., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., *et al.* (2014) Microsoft COCO: Common Objects in Context. In: Fleet, D., Pajdla, T., Schiele, B. and Tuytelaars, T., Eds., *Computer Vision—ECCV 2014*, Springer, 740-755. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10602-1_48
- [2] Krishna, H. and Jawahar, C.V. (2017) Improving Small Object Detection. 2017 4th IAPR Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR), Nanjing, 26-29 November 2017, 340-345. <https://doi.org/10.1109/acpr.2017.149>
- [3] 刘耿焕, 曾祥津, 豆嘉真, 等. 基于深度学习的小目标检测技术研究进展(特邀) [J]. 红外与激光工程, 2024, 53(9): 196-228.
- [4] 王新增, 严国莉, 关晓歆. 灰度形态学滤波的红外运动小目标检测方法[J]. 中国测试技术, 2006(5): 79-81.
- [5] 李胜勇, 姜涛, 朱强华. 红外序列图像中小目标实时检测系统设计与实现[J]. 红外技术, 2010, 32(8): 471-474.
- [6] 高星, 刘剑飞, 郝禄国, 等. 基于 YOLOv3 算法的训练集优化和检测方法的研究[J]. 计算机工程与科学, 2020, 42(1): 103-109.
- [7] 李澄非, 蔡嘉伦, 邱世汉, 等. 基于改进 YOLOv4 算法的 PCB 缺陷检测[J]. 电子测量技术, 2021, 44(17): 146-153.
- [8] 牛为华, 殷苗苗. 基于改进 YOLOv5 的道路小目标检测算法[J]. 传感技术学报, 2023, 36(1): 36-44.
- [9] 冯泰株, 张雪松, 宋存利, 等. 改进 YOLOv7 的小目标检测方法[J]. 计算机工程与应用, 2025, 61(10): 203-213.
- [10] 王建敏, 孙廷松, 孙建宇, 等. 遥感图像的多尺度和密集小目标检测算法[J]. 测绘科学, 2025, 50(11): 66-74.
- [11] 陈超美, 陈悦, 侯剑华, 等. CiteSpaceII: 科学文献中新趋势与新动态的识别与可视化[J]. 情报学报, 2009, 28(3): 401-421.
- [12] 王鹏, 程思儒. 人工智能高质量数据集的发展趋势及热点——基于 CiteSpace 的知识图谱分析[J]. 技术经济与管理研究, 2025(4): 43-48.
- [13] 陈伊高, 黄楚新. 人工智能技术与出版深度融合的焦点透视与趋势展望——基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 科技与出版, 2024(4): 112-120.
- [14] 张瑞芳, 杜伊婷, 程小辉. 无人机视角下小目标检测算法 BiEO-YOLOv8s[J/OL]. 激光与光电子学进展: 1-11. <https://link.cnki.net/urlid/31.1690.TN.20240624.2253.044>, 2026-02-05.
- [15] 翁智, 刘海鑫, 郑志强. CSD-YOLOv8s: 基于无人机图像的密集小目标羊只检测模型[J]. 智慧农业(中英文), 2024, 6(4): 42-52.
- [16] 胡佳乐, 周敏, 申飞. 面向无人机小目标的 RTDETR 改进检测算法[J]. 计算机工程与应用, 2024, 60(20): 198-206.
- [17] 徐辛超, 孟祥柯, 于佳琪. 基于改进 YOLOv5s 的遥感影像小目标检测[J]. 测绘科学, 2024, 49(6): 143-153.

- [18] 洪炎, 汪磊, 苏静明, 等. 基于改进 YOLOv8 的煤矿输送带异物检测[J]. 工矿自动化, 2024, 50(6): 61-69.
- [19] 桑雨, 李立权, 李铁. 轻量化 YOLOv7-tiny 的遥感图像小目标检测[J]. 科学技术与工程, 2024, 24(18): 7726-7732.
- [20] 胡昭华, 李昱辉. 基于 YOLOX-Tiny 有偏特征融合网络的遥感目标检测[J]. 遥感技术与应用, 2024, 39(3): 590-602.
- [21] 李峻宇, 刘乾坤, 付莹. 融合注意力机制的红外小目标检测[J]. 航空学报, 2024, 45(14): 84-95.
- [22] Chen, Y., Chen, C.M., Liu, Z.Y., *et al.* (2015) The Methodology Function of Cite Space Mapping Knowledge Domains. *Studies in Science of Science*, **33**, 242-253.