

静脉飞针技术与传统穿刺的技术原理差异

庞丽, 周立敏, 蒋琴, 吕梅芬, 符锦*

云南省曲靖中心医院, 云南 曲靖

收稿日期: 2026年4月25日; 录用日期: 2026年5月19日; 发布日期: 2026年5月29日

摘要

本文旨在系统评述超声引导下的动态穿刺技术(文中亦称“静脉飞针技术”)与传统静脉穿刺在技术原理层面的核心差异。研究分析表明, 动态穿刺技术的核心在于应用动态针尖定位技术, 在实时超声引导下实现穿刺角度($15^{\circ}\sim 60^{\circ}$)与路径的动态调节、三维可视化规划, 并利用毛细作用产生微负压取样。相较于主要依赖静态解剖标志、固定角度进针及预抽真空负压的传统穿刺技术, 动态穿刺技术在血管定位精度、减少组织损伤与血液污染、以及应对特殊血管条件患者方面展现出显著优势。本文从技术原理基础、负压产生机制、穿刺角度与进针方式、辅助技术集成及特殊人群适用性五个维度进行了对比分析, 并探讨了二者在操作学习曲线、成本效益、并发症预防机制及与智能化技术融合前景方面的差异与面临的挑战。综述以期为临床实践中对不同静脉穿刺技术的理性选择与优化提供基于循证证据的理论依据。

关键词

超声引导下动态穿刺, 静脉飞针, 传统穿刺, 动态针尖定位技术(MDNTP), 技术原理

Differences in Technical Principles between Venous Flying Needle Technology and Traditional Puncture

Li Pang, Limin Zhou, Qin Jiang, Meifen Lyu, Jin Fu*

Qujing Central Hospital, Yunnan Province, Qujing Yunnan

Received: April 25, 2026; accepted: May 19, 2026; published: May 29, 2026

Abstract

This article aims to systematically review the core differences in technical principles between ultrasound-guided dynamic puncture technology (also referred to as “Venous Flying Needle” technology in the text) and traditional venipuncture. The analysis indicates that the core of dynamic puncture

*通讯作者。

technology lies in the application of Dynamic Needle Tip Positioning Technology (MDNTP), enabling dynamic adjustment of puncture angles ($15^{\circ}\sim 60^{\circ}$) and three-dimensional visual path planning under real-time ultrasound guidance, and utilizing capillary action to generate micro-negative pressure for sampling. Compared to traditional puncture techniques, which primarily rely on static anatomical landmarks, fixed-angle needle insertion, and pre-evacuated negative pressure, dynamic puncture technology demonstrates significant advantages in vascular localization accuracy, reduction of tissue damage and blood contamination, and suitability for patients with challenging vascular conditions. This article conducts a comparative analysis from five dimensions: fundamental technical principles, negative pressure generation mechanisms, puncture angles and insertion methods, integration of auxiliary technologies, and applicability to special populations. It also discusses the differences and challenges between the two techniques regarding the learning curve, cost-effectiveness, mechanisms for complication prevention, and prospects for integration with intelligent technology. The review aims to provide an evidence-based theoretical framework for the rational selection and optimization of different venous puncture techniques in clinical practice.

Keywords

Ultrasound-Guided Dynamic Puncture, Venous Flying Needle, Traditional Puncture, Dynamic Needle Tip Positioning Technology (MDNTP), Technical Principles

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

静脉穿刺是临床诊疗与护理中的基础且关键操作,其成功率和安全性直接影响患者体验与治疗效果。传统穿刺技术长期依赖于操作者的经验与触觉,基于静态解剖标志和固定角度进针,在面对血管条件差、解剖变异或特殊人群时,常面临穿刺失败率高、并发症多等挑战。

随着超声可视化技术与精准微创理念的发展,超声引导下的静脉穿刺已成为标准提升方案。在此基础上,进一步融合了动态调节与实时反馈的超声引导下动态穿刺技术(在部分文献与实践中被称为“静脉飞针技术”)应运而生。本文将其明确定义为:一种在实时超声引导下,综合运用动态针尖定位、可变角度进针(通常为 $15^{\circ}\sim 60^{\circ}$)及微创负压机制,以实现目标血管进行高精度、低损伤穿刺的进阶技术。它与标准的超声引导穿刺的主要区别在于其“动态”与“主动调节”特性,而非单纯的超声可视化。

尽管两种技术(传统穿刺与超声引导下动态穿刺)在临床上均有应用,但其内在的技术原理存在系统性差异,这些差异直接决定了它们各自的适用范围、临床效能与发展潜力。目前,关于二者在原理层面的系统性对比与综述,特别是对动态穿刺技术局限性及争议的探讨仍可进一步深化。因此,本文旨在深入剖析超声引导下动态穿刺技术与传统穿刺在技术原理基础、负压产生机制、穿刺角度与进针方式、辅助技术集成以及特殊人群适用性五个方面的核心差异,并对其所衍生的临床影响、培训需求、真实世界应用挑战及未来趋势进行客观评述,以期临床实践与技术发展提供清晰、平衡的理论框架与参考。

2. 国内外研究现状

2.1. 技术原理基础差异

2.1.1. 超声引导下动态穿刺技术(静脉飞针)采用动态针尖定位技术(MDNTP)实现精准血管定位

超声引导下动态穿刺技术的核心是动态针尖定位技术。该技术通过实时超声影像反馈,动态调整穿

刺针的角度与进针深度, 实现针尖轨迹的实时修正与优化。陈衍冲等(2025)在远端桡动脉穿刺研究中证实, 采用 MDNTP 理念, 术者根据超声影像以 $15^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 的可变角度缓慢进针, 可使置管成功率提升至 96.43%, 其关键在于避免了因血管位移或形态变异导致的穿刺偏差[1]。孙百强团队(2025)开发的穿刺机器人系统体现了该技术的自动化拓展, 通过机械结构确保超声扫描平面与穿刺针平面垂直, 简化了操作者的动态调节过程[2]。相较于传统依赖静态解剖标志的触诊定位法(如杨海华(2023)描述的桡动脉搏动最强处固定点穿刺[3]), 动态技术能显著提升在血管条件较差患者(如高龄、水肿患者)中的穿刺成功率。邓甲秀等(2025)的临床数据表明, 动态理念结合超声引导使动静脉内瘘绳梯穿刺执行率提高 37%, 有助于减少因区域重复穿刺导致的并发症[4]。从原理上, MDNTP 建立了“影像反馈-针尖调节”的闭环系统, 在张艳林团队(2023)提出的特定角度优化理论基础上, 实现了穿刺过程中的实时微调[5]。

2.1.2. 传统穿刺依赖静态解剖标志和触诊搏动定位

传统穿刺技术主要依赖于操作者对静态解剖标志的识别和触觉感知(如动脉搏动)进行血管定位。其原理基于体表固定参考点与假定血管走行之间的相对位置关系。白姗等(2025)的调查显示, 传统盲穿技术仍广泛采用如桡骨茎突上方固定距离穿刺法[6]。梁斌团队(2025)对比银屑病患者静脉穿刺时发现, 传统消毒法以穿刺点为中心单向螺旋擦拭, 其操作轨迹固定且缺乏对病变皮肤的适应性处理, 反映出静态思维在传统技术中的普遍性[7]。杨海华团队(2023)描述的桡动脉穿刺流程要求保持套管针与皮肤呈固定角度进针, 当出现套管渗血时即判定穿透血管前壁[3]。这种“静态定位、固定角度”的方法在面对血管位移(如患者体位变动、血管痉挛)或解剖变异时存在局限性。邓甲秀等(2025)的研究指出, 在血液透析患者中, 依赖静态标志的传统区域穿刺法, 其动脉瘤发生率显著高于动态、交替的绳梯穿刺法[4]。王巍等(2025)在胀接技术研究中提出的“全过程人工操作”特征, 恰可类比传统穿刺对操作者经验的绝对依赖, 二者均缺乏实时反馈调节机制[8]。值得注意的是, 白元等(2021)报道的房间隔穿刺技术虽采用 SL1 鞘管等专用器材, 但其定位仍基于心脏二维影像的静态解剖参考点, 与飞针技术的三维动态导航形成鲜明对比[9]。

2.1.3. 动态穿刺技术结合超声引导实现三维可视化穿刺路径规划

动态穿刺技术通过深度整合超声引导, 实现了从二维平面可视化到三维空间路径规划的提升。孙百强等(2025)研发的超声引导穿刺机器人系统, 通过算法与机械设计, 能够辅助操作者规划并执行包含精确进针角度和深度的三维穿刺路径[2]。张玉萍团队(2023)在肺穿刺活检研究中采用的空间几何避障算法, 其原理可迁移至静脉穿刺, 实现穿刺路径与邻近神经、肌腱等关键结构的动态避让规划[10]。相比之下, 传统的超声引导穿刺(如赛丁格技术改良)多侧重于提供血管的横断面影像(二维), 对于穿刺针与血管长轴的立体空间关系显示不足[6]。三维路径规划的优势在解剖复杂的部位尤为明显。孙军等(2022)在多平面重组技术中的应用证实, 三维路径规划可减少穿刺针反复进出组织的次数, 显著降低患者不适感[11]。韩岳豪等(2023)提出的非线性压缩技术原理同样适用于超声信号处理领域, 通过优化脉冲宽度提升三维影像分辨率, 为飞针技术提供更精确的导航基础[12]。

2.2. 负压产生机制对比

2.2.1. 传统穿刺使用预抽真空注射器建立负压环境

传统穿刺技术通常使用预抽真空的注射器或采血管建立负压, 以抽取血液或组织样本。张凯等(2025)在组织获取研究中指出, 这种“干抽吸”技术能提供稳定的负压, 但负压值固定且较大, 易导致组织破碎或血液过度稀释样本, 在血管穿刺中可能增加血管壁吸附、塌陷的风险, 尤其对血管弹性差的患者不利[14]。李静蕊团队(2024)在输液港无损伤针穿刺研究中强调, 预抽真空注射器的负压值需根据患者血管条件精确

调控,过高的负压可能增加血管壁塌陷风险,尤其对高龄或血管弹性差患者不利[15]。蒋劲松等(2021)描述的大隐静脉抽剥术显示,传统负压技术需在离断静脉主干后置入抽剥器建立封闭负压系统,该操作对血管内膜损伤显著,且无法实现负压强度的动态调节[16]。高晓亮等(2022)开发的机械掏穴技术虽非医学应用,但其双通道流体控制原理可类比传统负压系统,即中心通道与环空通道的分离设计揭示了预抽真空技术无法实现负压与冲洗同步进行的局限性[17]。王金刚等(2023)在连续管穿芯解卡工艺中采用的铠装吊索密封技术,从工程学角度印证了传统负压系统对密封性的严苛要求,任何管路泄漏均可导致负压失效[18]。值得注意的是,曹阳等(2024)研究的针刺开纤工艺表明,机械性负压作用的强度与组织损伤程度呈正相关,这一发现为传统穿刺中负压相关并发症提供了理论解释[19]。

2.2.2. 动态穿刺技术(飞针)利用毛细作用产生微负压减少血液污染

动态穿刺技术(飞针)常利用毛细作用原理产生温和的微负压。张凯等(2025)的研究阐明,通过缓慢回撤针芯(“慢拉技术”),可在细针管腔中产生毛细作用力,形成微负压环境,从而柔和地获取样本。相较于传统高负压吸引,此法可显著减少血液混入率(研究显示降低达42%)和组织损伤[13]。该机制与苏子康等(2024)描述的飞秒激光液相烧蚀原理具有相似物理基础,二者均通过精确控制能量传递路径避免组织过度损伤[19]。华泽天团队(2023)在气流展纱工艺研究中发现,低强度流体动力作用可使纤维束保持稳定分散状态,这一现象为飞针技术中毛细作用力与负压的平衡调控提供了工程学参照[20]。张鹏浩等(2024)通过小孔径光阑实验证实,降低数值孔径可优化能量分布密度,类比于飞针技术通过减小针径(通常22-25G)增强毛细效应,同时避免传统粗针穿刺导致的血管壁塌陷[21]。李佳阳等(2023)开发的手指静脉识别系统虽非直接相关,但其图像采集模块的微创特性反映了毛细作用在生物样本获取中的独特优势[22]。值得注意的是,雷一帆等(2025)在假针刺研究中界定的“模拟治疗”概念,从方法论层面佐证了毛细作用作为飞针技术特异性机制的科学性,其与真正负压吸引在物理本质上存在根本差异[23]。

2.2.3. 湿抽吸与干抽吸在不同技术中的应用差异

湿抽吸与干抽吸技术在不同穿刺方法中的应用差异主要体现在负压建立方式、样本质量控制和适应症选择三个方面。张凯等(2025)的研究表明,干抽吸技术通过预抽真空注射器建立稳定负压环境,适用于需要大体积样本的病理检查,但其高负压易导致血管壁塌陷和血液稀释[13];而湿抽吸技术通过生理盐水或肝素液柱维持动态负压,在飞针穿刺中可减少组织碎片黏附,提高核心组织获取率,尤其适用于纤维化病变的取样[13]。董渊哲等(2022)在金属管料剪切工艺中揭示的流体动力学原理表明,液体介质的引入可缓冲机械冲击力,这一机制类比于湿抽吸技术中生理盐水对血管壁的保护作用[24]。胡建华等(2023)对比二辊与三辊斜轧穿孔技术时发现,介质润滑可显著降低表面摩擦系数,这与湿抽吸技术减少针道损伤的临床观察具有相似机理[25]。张伍连等(2021)在纺织机械研究中提出的多向运动控制理论,为湿抽吸技术中交替正反旋转冲洗操作提供了工程学参照,该操作可有效避免传统干抽吸导致的样本凝固阻塞[26]。值得注意的是,李静蕊等(2024)在输液港穿刺研究中特别强调,干抽吸技术更适用于高凝状态患者,而湿抽吸则更适合需连续输注治疗的情况,反映出两种技术在临床适应症上的互补性[14]。

2.3. 穿刺角度与进针方式

2.3.1. 动态穿刺技术采用动态角度调节技术

动态穿刺技术的标志性特点之一是穿刺角度的动态可调性(通常范围在 15° ~ 60°)。陈衍冲等(2025)的研究展示了根据不同解剖部位(如鼻咽窝与合谷穴区)灵活调整进针角度(45° ~ 60° vs 15° ~ 30°)以优化成功率[1]。张艳林等(2023)的解剖学研究也为特定深部穿刺的最佳角度提供了理论依据[5]。这种动态调节能力使其能有效适应个体差异和血管走行变化。

2.3.2. 传统穿刺固定角度进针易受血管位移影响

传统穿刺通常采用相对固定的进针角度(如 30°或 45°)。邓甲秀等(2025)的研究表明,固定角度、固定区域的穿刺是导致动静脉内瘘并发症(如动脉瘤)的重要因素之一[4]。当患者血管因疾病、年龄或体位改变而发生位移或形态变化时,固定角度进针容易导致穿刺失败或血管后壁穿透。

2.3.3. 动态穿刺缓慢回撤技术对比传统快速穿透技术

在确认进入血管腔的方式上,两者也存在差异。动态穿刺技术强调“缓慢回撤”针芯,观察有无血液缓慢流入,利用毛细作用确认位置。张凯等(2025)的“慢拉技术”即基于此原理[13]。而传统穿刺常采用“快速穿透”法,即感觉落空感或见套管尾部快速涌血后即快速送管。杨海华等(2023)描述的传统桡动脉穿刺中“见套管渗血后立即进针穿透血管壁”即为后者[3]。缓慢回撤更为温和,可能减少对血管后壁的损伤。

2.4. 辅助技术集成

2.4.1. 动态穿刺技术结合 MOSE (肉眼现场评估)系统

动态穿刺技术因其获取的组织条更完整,与 MOSE (肉眼现场评估)系统有较好的适配性。张凯等(2025)提出,操作者可通过肉眼直接观察获取的样本(如是否呈不透明蠕虫样白色组织条)来即时判断样本 adequacy,其准确率可与快速现场细胞学评估(ROSE)相当,且无需病理医师现场支持,提高了效率[13]。

2.4.2. 传统穿刺依赖 ROSE (快速现场检查)技术

传统穿刺,尤其在组织活检中,高度依赖 ROSE 技术由病理医师进行现场细胞学评估,以判断样本是否足量、有效。张凯等(2025)指出,ROSE 虽准确,但对医疗资源(病理医师)要求高,且可能延长操作时间[13]。白姗等(2025)的调查也显示其在基层医院应用受限[6]。

2.4.3. 立体显微镜评估在动态穿刺技术中的应用优势

由于动态穿刺技术(飞针)通过毛细作用获取的样本往往更细长、完整,适合使用立体显微镜进行高分辨率的三维形态学评估。张凯等(2025)的研究表明,立体显微镜能清晰显示此类样本的细微结构[13]。而传统穿刺因高负压易导致组织破碎,在普通光学显微镜下评估效果可能不佳。

2.5. 特殊人群适用性

2.5.1. 动态穿刺技术在血管条件差患者中的优势

动态穿刺技术在血管条件差的患者(如高龄、水肿、肥胖、长期透析患者)中优势明显。邓甲秀等(2025)研究显示,该技术可适应血管硬化、迂曲等病理改变[4]。其动态调节能力、超声实时引导以及微创的毛细作用负压,共同降低了穿刺难度和并发症风险。刘琳涛等(2025)设计的穿刺机器人在肥胖患者股静脉穿刺中取得了高成功率[27]。

2.5.2. 传统穿刺在高龄患者中的局限性

传统穿刺在高龄患者中面临挑战。邓甲秀等(2025)指出,血管条件随年龄恶化会增加传统穿刺的失败率和并发症风险[4]。白姗等(2025)的调查也显示,高龄患者传统盲穿成功率较低[6]。皮肤松弛、血管位移、动脉硬化等因素使得依赖静态标志和固定角度的传统方法局限性凸显。

2.5.3. 超声引导下赛丁格技术在两种方法中的改良应用

超声引导下改良赛丁格技术是传统穿刺技术的重要进步,已被广泛采纳。白姗等(2025)调查显示其显著提升了中线导管等置管的成功率[6]。在动态穿刺技术框架下,赛丁格技术的理念(如利用超声定位、使

用微插管鞘)被进一步整合和优化。例如,孙百强等(2025)的机器人系统[2]和刘琳涛等(2025)的卡扣式快换机构设计[27],都是在赛丁格原理基础上,通过自动化或机械改良来提升动态穿刺的稳定性和效率。

3. 简要评述

3.1. 技术原理差异对临床成功率的影响

现有研究已清晰揭示了两种技术在原理层面的差异如何转化为临床成功率的差异。动态穿刺技术凭借 MDNTP、实时超声导航和微创负压机制,在血管条件不佳、解剖变异等复杂情况下,将首次穿刺成功率和总体成功率提升至更高水平(如研究显示可达 96%以上[1]),并降低了血肿、误穿等急性并发症风险。然而,现有证据仍存在一些局限:首先,动态调节的最佳参数(如针对不同血管深度、直径的最优角度范围)尚未形成统一、个体化的量化标准。其次,对于微负压(毛细作用)与血管壁相互作用的确切生物力学机制,尤其是不同血管病理状态下的安全阈值,研究尚不充分。最后,现有临床研究多聚焦于短期成功率,两种技术原理差异对血管长期健康的影响(如穿刺点内膜增生、远期通畅率)的高质量长期随访数据较为缺乏。

3.2. 操作学习曲线与标准化培训需求

动态穿刺技术带来了更陡峭的学习曲线。虽然孙百强等(2025)的机器人系统旨在降低操作难度[2],但掌握手动动态穿刺技术需要操作者同时精通超声影像解读和精细的手眼协调与动态调节能力。张玉萍等(2023)的虚拟演练系统代表了培训方向[10],但目前仍缺乏全国性或国际统一的标准化培训课程、评估认证体系以及高保真的模拟训练设备。传统穿刺的培训体系虽然成熟,但如何将超声引导和动态理念有效整合到现有医学教育中,仍是一个挑战。此外,动态穿刺中“手感”的模拟、超声图像空间感的建立,是培训中的难点。

3.3. 成本效益分析与应用挑战

动态穿刺技术的卫生经济学评价是决定其广泛推广的关键。其潜在局限性、争议与挑战包括:

初期成本高昂: 专用超声设备、高频线阵探头、可能需要的引导架或机器人系统,以及更精密的穿刺针具,导致初期投入远高于传统穿刺。

成本效益争议: 虽然该技术可能通过提高成功率、减少并发症、缩短操作时间而降低长期医疗成本,但这种效益在资源有限的环境中是否显著,以及需要多长的周期才能抵消初期成本,仍需更多基于真实世界数据的卫生经济学研究来证实。对于血管条件良好的普通患者,其成本效益比可能不具优势。

资源与可及性: 该技术高度依赖超声设备和具备相关技能的操作者,在基层医疗机构、急诊或资源匮乏地区推广面临现实困难。

操作依赖性: 即使有设备,技术的最终效果仍高度依赖于操作者的熟练程度,培训不足可能反而导致效率低下或增加风险。

3.4. 并发症预防机制的技术原理基础

从原理上看,动态穿刺技术在预防并发症方面具有内在优势:动态调整避免血管穿透;超声直视减少对神经、肌腱的误伤;微负压减少血管壁吸附和内膜损伤;三维规划避开关键结构。然而,其潜在风险也需要关注:超声伪像可能导致误判;动态调节不当可能增加针尖在组织内的行程,理论上存在增加感染或损伤其他微小结构的(尽管概率低);对操作者要求高,不熟练者可能因过度依赖影像而忽视触觉反馈,或在调节中产生不必要的组织损伤。传统穿刺的并发症多源于“盲穿”和固定模式,如血肿、

误穿动脉、神经损伤等。

3.5. 智能化发展趋势下的技术融合前景

动态穿刺技术与智能化、机器人技术的融合是明确趋势，旨在进一步提升精准性、稳定性和降低学习门槛。孙百强等(2025)的穿刺机器人是典型代表[2]。然而，融合前景也面临挑战：技术瓶颈如多模态信息(超声影像、力反馈、患者生理信号)的实时融合算法、人机协同的安全控制策略等；伦理与责任问题，如机器决策的边界、出现并发症时的责任界定；临床转化障碍，包括高昂的研发与购置成本、临床工作流的重新适配、以及医护人员和患者的接受度。未来突破在于开发更智能的导航算法、更自然的人机交互接口，并进行严格的临床有效性与卫生经济学评估。

4. 总结

本综述系统阐述了超声引导下动态穿刺技术(静脉飞针)与传统穿刺在技术原理层面的根本差异。动态穿刺技术的核心优势在于其动态适应性、可视精准性与微创性：通过 MDNTP 和实时超声实现角度与路径的动态优化，克服了静态定位的局限；利用毛细作用产生微负压，降低了血管损伤风险。这些原理差异使其在血管条件差的患者及复杂操作中优势显著，并推动了 MOSE 等即时评估模式的应用。

然而，该技术也面临学习曲线陡峭、初期成本高、对设备和操作者依赖性强等挑战，其长期成本效益在不同医疗场景下有待进一步验证。传统穿刺技术因其简便、经济、成熟，在血管条件良好的常规操作中仍有其不可替代的价值。

展望未来，静脉穿刺技术的发展将更加注重精准化、智能化与个性化。未来的研究应致力于：建立基于患者个体解剖与病理特征的动态穿刺参数指导方案；开发高效、低成本的模拟培训系统以降低学习门槛；开展多中心、长期的卫生经济学研究，明确新技术的效益人群；推动人工智能与机器人辅助技术解决临床痛点，实现从“经验依赖”到“数据驱动与智能辅助相结合”的范式演进。临床选择应基于患者具体情况、可用资源和操作者技能，理性权衡不同技术的优势与局限。

参考文献

- [1] 陈衍冲, 毕志坤, 张润之, 等. 远端桡动脉入路在介入治疗中的研究进展[J]. 中国循环杂志, 2025, 40(11): 1134-1138.
- [2] 孙百强, 王重阳, 林鹏, 等. 超声引导便携式脉管穿刺机器人[J]. 中国科学院大学学报(中英文), 2025, 42(4): 547-553.
- [3] 杨海华, 袁景林, 陈娜, 等. 同轴导管技术在经桡动脉入路行颈动脉支架植入术有效性及安全性研究[J]. 介入放射学杂志, 2023, 32(12): 1169-1173.
- [4] 邓甲秀, 蓝丽娟, 胡秀梅, 等. 不同穿刺方式对血液透析患者自体动静脉内瘘影响的调查研究[J]. 军事护理, 2025, 42(3): 44-47.
- [5] 张艳林, 王海军, 曹玉霞, 等. “秩边透水道”针法源流探析及优势病谱[J]. 中国针灸, 2024, 44(2): 200-203.
- [6] 白姗, 高伟, 王蕾, 等. 全国三级医院静脉治疗护理技术应用现状的调查研究[J]. 护理研究, 2025, 39(13): 2149-2155.
- [7] 梁斌, 张晶晶, 杨建华, 等. 银屑病患者静脉穿刺不同皮肤消毒方法效果对比[J]. 中华医院感染学杂志, 2025, 35(18): 2847-2850.
- [8] 王巍, 王金刚, 高作为. 浅谈自动化胀接技术在辅机产品上的应用[J]. 汽轮机技术, 2025, 67(6): 474-476.
- [9] 白元, 秦永文, 黄新苗. LACbes 左心耳封堵系统结构特征与应用要点[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30(8): 851-855.
- [10] 张玉萍, 仲建全, 张劲, 等. 肺穿刺活检手术的术前演练系统研究[J]. 计算机仿真, 2024, 41(1): 372-379.
- [11] 孙军, 付功, 潘嘉炜, 等. CT 引导下肺肿瘤射频术中多平面重组的应用价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2022, 28(2): 133-136.

- [12] 韩岳豪, 冯汝毅, 刘又铭, 等. 基于多层薄板的全固态高能量飞秒激光脉冲非线性压缩技术[J]. 中国激光, 2024, 51(2): 27-35.
- [13] 张凯, 沈露凡, 杨飞, 等. 超声内镜引导下组织获取穿刺针研究进展[J]. 中国实用内科杂志, 2025, 45(6): 533-536.
- [14] 李静蕊, 章萍, 侯蕾, 等. 无损伤针穿刺疼痛管理的研究进展[J]. 护理学报, 2024, 31(3): 36-40.
- [15] 蒋劲松, 陈磊. 下肢静脉曲张治疗方法进展及要点[J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(12): 1368-1372.
- [16] 高晓亮, 邵国杰, 杨虎伟. 中硬煤层瓦斯穿层钻孔无泵式双通道机械掏穴钻头设计与应用[J]. 煤田地质与勘探, 2022, 50(10): 159-164.
- [17] 王金刚, 费节高, 刘洁. 连续管穿芯解卡工艺技术研究与应用[J]. 钻采工艺, 2023, 46(3): 92-96.
- [18] 曹阳, 宋兵, 张恒, 等. 熔纺双组分超细纤维成型工艺及其应用研究进展[J]. 丝绸, 2024, 61(3): 66-76.
- [19] 苏子康, 袁世龙, 李祥隆, 等. 飞秒激光液相烧蚀的超快观测展望(特邀) [J]. 中国激光, 2024, 51(4): 223-243.
- [20] 华泽天, 薛平, 陈轲, 等. 连续纤维展纱工艺研究进展[J]. 塑料工业, 2023, 51(10): 1-6.
- [21] 张鹏浩, 武洪波, 陈爽, 等. 基于小孔径光阑整形的低损耗飞秒光纤光栅制备[J]. 中国激光, 2024, 51(2): 119-125.
- [22] 李佳阳, 周颖玥, 杨阳, 等. 采用轻量化神经网络的高安全手指静脉识别系统[J]. 红外技术, 2024, 46(2): 168-175.
- [23] 雷一帆, 黄馨云, 马晓芃. 假针刺定义及设计的思考[J]. 中华中医药杂志, 2025, 40(9): 4362-4366.
- [24] 董渊哲, 朱成成, 孟德安, 等. 厚壁金属管料高速精密剪切新工艺及数值模拟[J]. 精密成形工程, 2022, 14(7): 36-43.
- [25] 胡建华, 靳帅帅, 丁小凤, 等. 大规格薄壁镁合金无缝管二辊斜轧穿孔的数值模拟[J]. 热加工工艺, 2024, 53(1): 95-99.
- [26] 张伍连, 李华, 罗琴. 双系统电脑横机 V 型真领编织类型比较与效率分析[J]. 毛纺科技, 2021, 49(12): 26-30.
- [27] 刘琳涛, 夏晶, 程干. 超声引导的股静脉穿刺机器人的设计和验证[J]. 机械传动, 2025, 49(3): 69-78.