



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116584880 A

(43) 申请公布日 2023.08.15

(21) 申请号 202310606905.2

(22) 申请日 2023.05.26

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72) 发明人 肖嘉莹 王波 蒋锦昇 何霄
赖溥祥

(74) 专利代理机构 湖南中泽专利代理事务所
(普通合伙) 43259

专利代理师 胡一舟

(51) Int. Cl.

A61B 1/273 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

A61N 5/06 (2006.01)

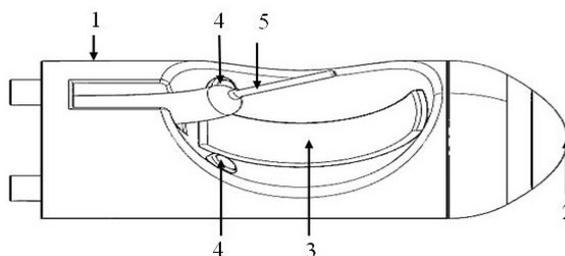
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头

(57) 摘要

本发明提供一种基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头。所述基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头包括外壳、光谱模组、超声模组和多条通道，所述外壳的一端设有所述光谱模组，另一端设有多个延伸至内部的所述通道，侧面凹陷，并设有所述超声模组；部分所述通道分别连接所述光谱模组和所述超声模组，另部分所述通道延伸至所述外壳侧面的凹陷处，并在其内部设置第一光纤，以及第二光纤或者活检针。本发明提供的所述基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头解决了。



1. 一种基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:包括外壳、光谱模组、超声模组和多条通道,所述外壳的一端设有所述光谱模组,另一端设有多个延伸至内部的所述通道,侧面凹陷,并设有所述超声模组;部分所述通道分别连接所述光谱模组和所述超声模组,另部分所述通道延伸至所述外壳侧面的凹陷处,并在其内部设置第一光纤,以及第二光纤或者活检针。

2. 根据权利要求1所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述外壳呈弹头状,一端为尖端并设有所述光谱模组,另一端为平面并设有所述通道。

3. 根据权利要求2所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述外壳的直径为12.7mm,长度为25mm,所述光谱模组的尺寸为2mm*2mm*0.5mm。

4. 根据权利要求2所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述外壳的侧面设置有弧形的凹陷,并在其中沿凹陷的弧形内壁设有所述超声模组。

5. 根据权利要求4所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述超声模组为超声阵列,阵列单元为96个,中心频率为10MHz,超声阵列半径为10mm。

6. 根据权利要求2所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:包括五条所述通道,其中两条所述通道分别连接所述光谱模组和所述超声模组,另三条所述通道延伸至所述外壳侧面的凹陷处,其中两条分别延伸至所述超声模组两侧,并分别在其内部设有所述第一光纤,另一条别延伸至所述超声模组上方,并在其内部设有所述第二光纤或者所述活检针。

7. 根据权利要求6所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述第一光纤为切角光纤,所述第二光纤为光学相干层析光纤或光聚焦光声内窥光纤。

8. 根据权利要求1~6所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述第一光纤传输激光,并使其在光纤顶端被反射,侧向照射向目标体,所述超声模组发射超声,照射向目标体;所述超声模组接收光声信号。

9. 根据权利要求8所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述光谱模组集成由自由形状超表面构成的微型光谱仪,进行光谱恢复和实时光谱成像。

10. 根据权利要求9所述的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,其特征在于:所述第二光纤传输激光,并使其在光纤顶端被反射,侧向照射向目标体;所述第二光纤并入光学相干层析系统,或者并入光聚焦光声内窥系统。

基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头

技术领域

[0001] 本发明涉及内窥探头领域,具体涉及一种基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头。

背景技术

[0002] 消化系统癌症是世界范围内主要的公共卫生问题。胃癌、结肠癌、直肠癌、肝癌、胰腺癌和食道癌高度流行,是发达国家和发展中国家男性和女性癌症相关死亡的主要原因之一。传统的外科手术、放疗以及化疗是消化道肿瘤治疗的重要手段,然而,患者在传统治疗之后可能存在治疗失败、癌症复发以及术后生活质量低下等问题。因此,临床实践中急需新型治疗技术来弥补传统治疗技术的不足。

[0003] 作为一种近年来兴起的治疗肿瘤的局部靶向微创疗法,光动力疗法以其安全、高效和精准等特点,可为患者提供温和、功能保留、安全、可重复和有效的治疗选择。光动力疗法是以特定波长的激光照射组织,使组织吸收的光敏剂受到激发,而激发态的光敏剂又把能量传递给周围组织中的分子氧从而生成活性氧(相当一部分为活性很强的单线态氧),后者与相邻的生物大分子发生氧化反应,产生细胞毒性作用,从而杀伤肿瘤细胞。

[0004] 尽管光动力治疗已经在基础和临床研究上展现出不错的消化道恶性肿瘤治疗效果,但其在实际应用中仍然存在较大的不足。良好的光敏剂肿瘤积累、较高的肿瘤氧分压与足够强度的光照是光动力治疗成功进行的三个必须关键要素。但在临床应用中通常只是医生凭借经验确定光敏剂注射后肿瘤积累所需时间,再通过光学或超声内镜定位肿瘤后,插入光纤进行照射治疗,缺乏对上述三个要素的监测,导致治疗效果的不确定性。此外,由于消化道壁相对较薄,在缺乏监测与反馈控制的情况下,光动力治疗有可能造成治疗部位整个肠壁厚度的组织坏死。最后,由于无法实时获取治疗参数,光动力治疗中的量效关系模型也难以建立,制约了光动力治疗调控理论的发展。

[0005] 然而,当前的消化道内镜大都基于超声和宽场光学成像,这两种成像模态都不能对上述光动力学中的关键参数进行有效监测。其中,宽场光学内镜是目前临床中常用的消化道内窥设备,其能够对消化道表面进行高清晰度的实时成像,从而根据光学图像特征快速定位病灶,但其检测结果缺乏深度信息,也无法针对光敏剂和氧含量进行分子功能成像。超声成像利用肿瘤组织与正常组织在超声反射率上的差别,其可以获取肿瘤及其周围组织的完整结构信息,但是同样不具备分子功能成像能力。而其他常规的医学影像方法如正电子发射断层扫描、计算机断层扫描、核磁共振成像等在光敏剂和氧含量成像方面的能力也非常匮乏。目前,仅有少数采用宽场荧光成像的方法来对光动力治疗中组织表面光敏剂含量进行测量。而组织中氧含量的测定则一般采用极谱氧电极等单点测量方法,但是这类方法不能得到整体组织中精确的氧分布。

[0006] 光声成像利用纳秒级脉冲光作为激励源,通过探测组织特异性光吸收所激发的超声信号来进行成像,因此突破了高分辨率光学成像深度的极限,兼具了纯光学成像的高组织特异性和超声成像的高穿透深度。研究者们提出基于光敏剂三重态差分的光声寿命成像

技术,来排除来自血液等的强背景信号干扰,实现了对光敏剂与组织氧的特异性动态成像,并通过光敏剂的三重态寿命成像获得组织氧分压的分布,使得光声寿命成像对光动力治疗的临床监测成为可能。

[0007] 由于光在人体中的穿透深度相对不足,光声成像需要与内窥镜技术相结合,来实现对消化道内肿瘤的探测。当前主流的光声内窥成像一般采用激光/超声共轴的结构,这类光声内窥镜的结构较为简单紧凑,探头体积小,并且采用单个高性能的超声换能器来进行高质量的成像。但是,此类系统多基于数十千赫兹的高重复单波长激光器构建,但脉冲能量通常小于0.3毫焦,不能很好地体现光声成像的高穿透优势。基于小型医用超声阵列的光声内窥探头通常由这类探头两侧加装光纤束改装而成。然而,现有的该类光声内窥镜通常体积较大(典型直径约2.5cm),通常仅限于人体或者大型动物直肠内窥和前列腺癌检测等少数研究中。

发明内容

[0008] 为解决现有光声成像设备不能体现光声成像的高穿透优势,或体积较大的问题,本发明提供一种解决上述问题的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头。

[0009] 一种基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头,包括外壳、光谱模组、超声模组和多条通道,所述外壳的一端设有所述光谱模组,另一端设有多条延伸至内部的所述通道,侧面凹陷,并设有所述超声模组;部分所述通道分别连接所述光谱模组和所述超声模组,另部分所述通道延伸至所述外壳侧面的凹陷处,并在其内部设置第一光纤,以及第二光纤或者活检针。

[0010] 在本发明提供的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头的一种较佳实施例中,所述外壳呈弹头状,一端为尖端并设有所述光谱模组,另一端为平面并设有所述通道。所述外壳的直径为12.7mm,长度为25mm,所述光谱模组的尺寸为2mm*2mm*0.5mm。

[0011] 在本发明提供的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头的一种较佳实施例中,所述外壳的侧面设置有弧形的凹陷,并在其中沿凹陷的弧形内壁设有所述超声模组。

[0012] 所述超声模组为超声阵列,阵列单元为96个,中心频率为10MHz,超声阵列半径为10mm。

[0013] 在本发明提供的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头的一种较佳实施例中,包括五条所述通道,其中两条所述通道分别连接所述光谱模组和所述超声模组,另三条所述通道延伸至所述外壳侧面的凹陷处,其中两条分别延伸至所述超声模组两侧,并分别在其内部设有所述第一光纤,另一条别延伸至所述超声模组上方,并在其内部设有所述第二光纤或者所述活检针。

[0014] 所述第一光纤为切角光纤,所述第二光纤为光学相干层析光纤或光聚焦光声内窥光纤。

[0015] 在本发明提供的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头的一种较佳实施例中,所述第一光纤传输激光,并使其在光纤顶端被反射,侧向照射向目标体,

所述超声模组发射超声,照射向目标体;所述超声模组接收光声信号。

[0016] 所述光谱模组集成由自由形状超表面构成的微型光谱仪,进行光谱恢复和实时光谱成像。所述第二光纤传输激光,并使其在光纤顶端被反射,侧向照射向目标体;所述第二光纤并入光学相干层析系统,或者并入光聚焦光声内窥系统。

[0017] 相较于现有技术,本发明提供的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头相比于传统内窥探头,尺寸大大缩小。可以实现超声成像和光声成像,可以提供高速的光敏剂浓度与组织氧分压成像。具有对组织分层、微血管形态和血流速度相关参量的测量的功能,并具备消化道腔内大范围光谱实时成像的能力。可以引导深层组织中的肿瘤定位、组织活检,以及光动力治疗光的精准投照,实现对消化道肿瘤光动力治疗的跨尺度、跨模态完整表征。

附图说明

[0018] 图1是基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头的结构示意图;
图2是基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头的前视图;
图3是弧形超声阵列对不同位置的点目标的仿真重建结果图;
图4是弧形超声阵列在不同深度下的横向分辨率曲线图。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0020] 请同时参阅图1和图2,分别是本发明提供的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头的结构示意图和前视图。

[0021] 基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头包括包括外壳1、光谱模组2、超声模组3和五条通道。

[0022] 外壳1呈弹头状,直径为12.7mm,长度为25mm。外壳1的一端为尖端并设有光谱模组2,光谱模组2的尺寸为2mm*2mm*0.5mm。外壳1的侧面设置有弧形的凹陷,并在其中沿凹陷的弧形内壁设有超声模组3。外壳1的另一端为平面并设有通道。

[0023] 其中两条通道分别连接光谱模组2和超声模组3,提供供电和数据传输功能。另三条通道延伸至外壳1侧面的凹陷处,这三条中的两条分别延伸至超声模组3两侧,内部分别设有第一光纤4,另一条延伸至超声模组3上方,在其内部设有第二光纤5。

[0024] 第一光纤4为切角光纤。两条通道内的多模切角光纤用于将激光传输到消化道腔内。多模切角光纤从位于超声模组3两侧的两条通道内伸出,激光直接在光纤顶端被反射,侧向照射病灶部位。

[0025] 请同时参阅图3和图4,分别是本发明提供的基于光学多模态的消化道肿瘤光动力诊疗一体化内窥探头中,超声模组3为进行超声波成像和光声成像时,弧形超声阵列对不同位置的点目标的仿真重建结果图;和在不同深度下的横向分辨率曲线图。由图可知,阵列在该区域的分辨率在150 μ m-300 μ m范围内,分辨率高。

[0026] 超声模组3为超声阵列,阵列单元为96个,中心频率为10MHz,超声阵列半径为10mm。在进行超声波成像时,首先由超声阵列发射超声波,超声波经过目标体反射后,再通

过超声阵列进行接收,最后通过超声重建算法进行图像重建。

[0027] 进行光声成像,则先通过第一光纤4将激光照射到目标体上,再通过超声阵列进行接收产生的超声,最后通过光声重建算法进行图像重建。超声成像可以探测组织的形态结构,通过多波长光声成像技术可以实时的监测深层组织的血氧以及生理功能等参数。高特异性的光声寿命成像可以提供高速的光敏剂浓度与组织氧分压成像。

[0028] 第二光纤5为光学相干层析光纤,并入光学相干层析系统。光学相干层析系统主要由脉冲激光器、超声激励装置、光纤器件和超声电机微型探头共同组成。光学相干层析具有对组织分层、微血管形态和血流速度相关参量的测量的功能。

[0029] 探头前端的光谱模组2进行高清光学和高光谱成像。高光谱成像是基于计算光谱学的方法,使用自由形状的超表面进行光谱传感,在有限面积内可大规模集成由自由形状超表面构成的微型光谱仪,再通过深度神经网络加速算法,实现高精度光谱恢复和实时光谱成像。高光谱成像具备消化道腔内大范围光谱实时成像的能力。

[0030] 这些模态可以与超声成像一起,引导深层组织中的肿瘤定位、组织活检,以及光动力治疗光的精准投照。由于该探头还将集成高清宽场光学、高光谱等模态,并通过手术器械通道等方法实现与光学相干层析/光聚焦光声内窥等多模态内窥探头的集成,从而实现对消化道肿瘤光动力治疗的跨尺度、跨模态完整表征。

[0031] 这些模态可以与超声成像一起,引导深层组织中的肿瘤定位、组织活检,以及光动力治疗光的精准投照。由于该探头还将集成高清宽场光学、高光谱等模态,并通过手术器械通道等方法实现与光学相干层析/光聚焦光声内窥等多模态内窥探头的集成,从而实现对消化道肿瘤光动力治疗的跨尺度、跨模态完整表征。

[0032] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其它相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围之内。

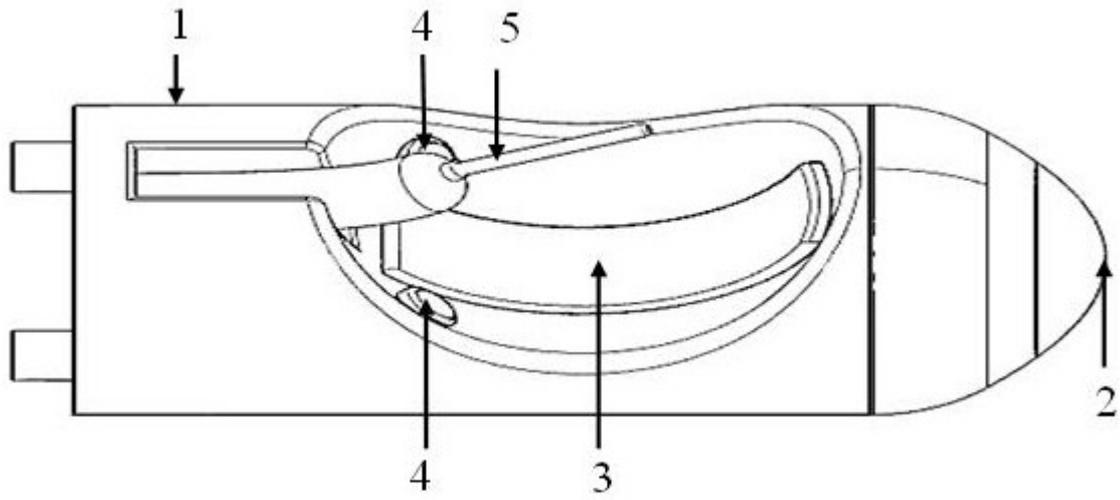


图 1

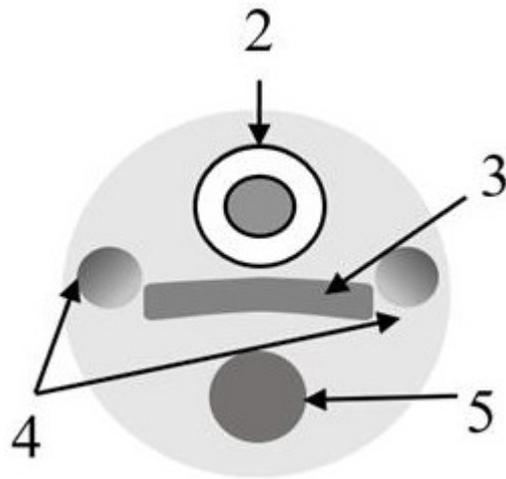


图 2

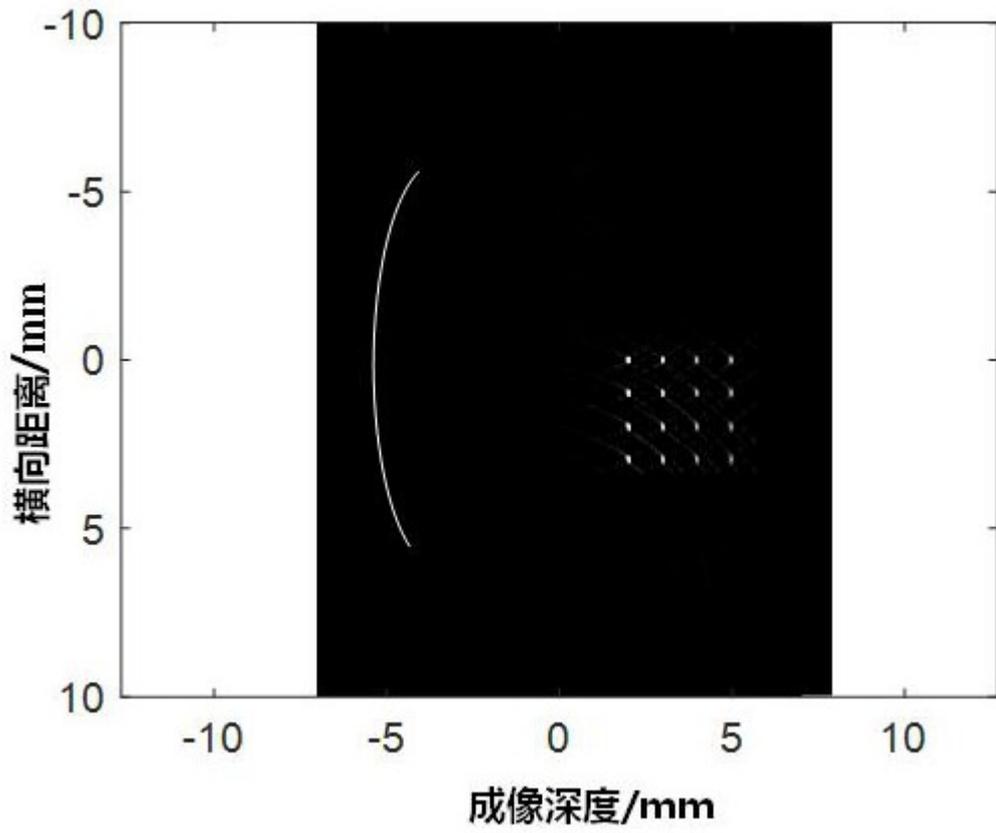


图 3

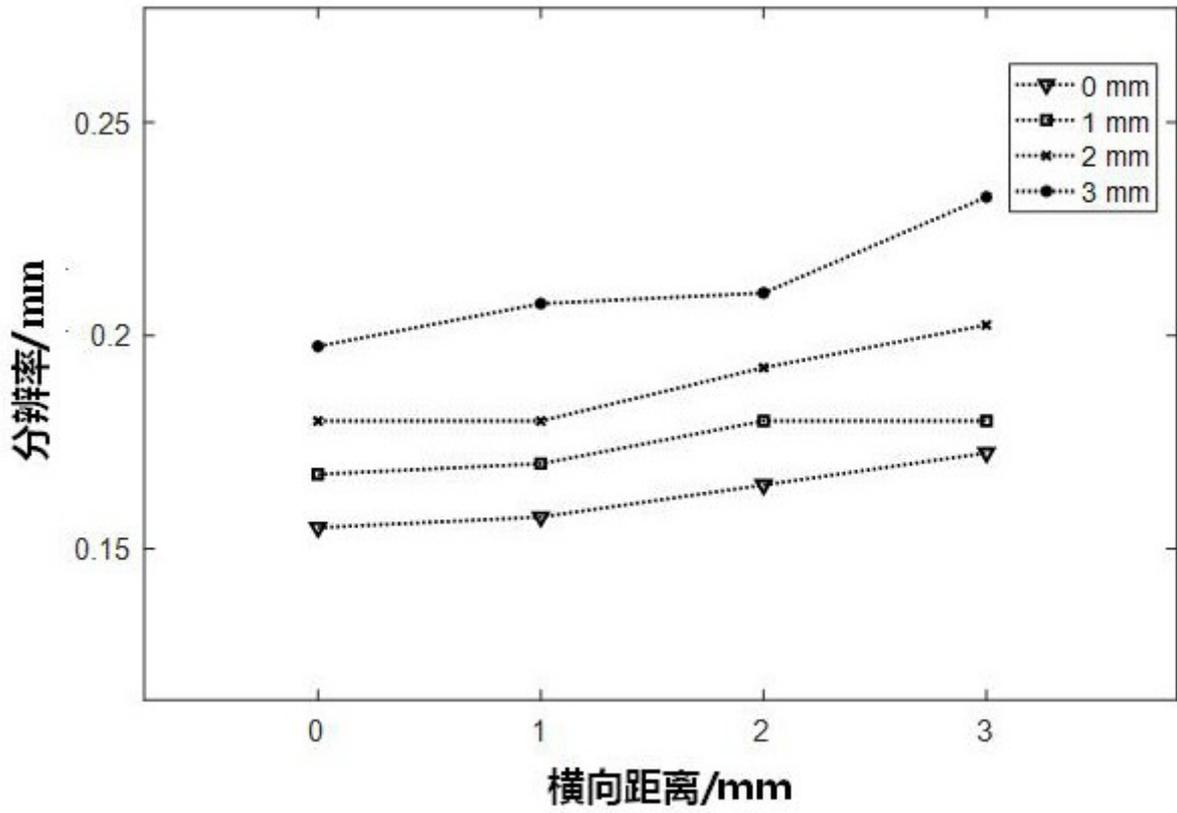


图 4