



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2025.03.005

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2025.03.005>

· 综述与讲座 ·

多模态血管腔内成像技术在缺血性脑血管病血管内治疗的应用与进展

李沛昕 骆翔

【摘要】 缺血性脑血管病是我国脑卒中防治的重点,传统影像技术[如数字减影血管造影(DSA)、CT 血管造影(CTA)]在评估斑块易损性及术中动态监测方面存在局限。多模态血管腔内成像技术,包括光学相干断层成像(OCT)、血管内超声(IVUS)及其双模系统(IVUS-OCT)等,为血管病变的精准诊疗提供了新工具。在血管内治疗中,多模态技术可术前评估斑块风险,指导支架选型;术中实时监测支架贴壁性、血栓类型及并发症;术后追踪再狭窄及内膜修复,优化预后管理。然而,多模态血管腔内成像技术在脑血管领域的应用仍面临颅内血管迂曲、设备成本及影像融合算法等技术瓶颈。未来,结合人工智能与微型化导管技术,多模态成像有望实现“结构-功能-分子”三位一体评估,推动缺血性脑血管病介入诊疗的精准化革新。

【关键词】 多模态血管腔内成像技术; 光学相干断层成像; 血管内超声; 缺血性脑血管病; 血管内治疗

[中图分类号] R743.3

[文献标识码] A

缺血性脑血管病是我国脑卒中患者中最常见且危害巨大的类型,其约占全部脑血管病的 70% ~ 80%,对人们健康构成了严峻挑战。据全球疾病负担研究(GBD)2019 年数据显示,我国总体居民缺血性卒中粗发病率已由 1990 年 74.26/10 万上升至 2019 年 201.74/10 万,标化发病率也从 107.49/10 万增加至 144.78/10 万^[1]。Pu 等^[2]的一项预测研究结果表明,在 2020 ~ 2030 年间,全球各性别群体、所有年龄段人群的缺血性卒中发病率均将呈现上升趋势。故其早期诊断与精准化治疗显得尤为重要。

随着血管内介入技术的快速发展,缺血性脑血管病治疗体系发生了变革性进展,其急性期血管内取栓及溶栓治疗、颅内外血管狭窄支架成形术等技术的成熟应用显著提升了临床救治效能。血管内治疗依赖于影像学的评估,传统影像学技术如数字减影血管造影(DSA)、CT 血管造影(CTA)和 MRI 血管成像(MRA),虽能准确显示血管解剖结构,但在斑块易损性、术中实时动态评估及介入后疗效监测等方面均存在明显不

足,难以满足精准治疗的需求。

近年来,多模态血管腔内成像技术迅速发展,通过整合光学相干断层成像(OCT)、血管内超声(IVUS)及其双模系统(IVUS-OCT)等手段,实现对血管结构的精准获取,极大地提升了对病变的全面评估能力。这些技术不仅能够术前精准评估斑块特征,为介入治疗方案的制定提供依据,还能在术中实时监测支架置入等操作的血流动力学变化,保障手术安全并优化治疗效果,亦可在术后随访监测患者的预后情况。本文通过文献回顾,综合分析多模态血管腔内成像技术在缺血性脑血管疾病的血管内治疗中的应用价值。

一、多模态血管腔内成像技术介绍

1. OCT: 血管内 OCT 的核心技术原理是基于不同组织的光学折射率差异,利用波长为 1 300 nm 的低相干近红外光对血管管腔进行扫描,血管管壁各个层次会以不同幅度反射这些低相干近红外光,光波之间会发生干涉作用。当探测器接收到反射光信号后,会将其转化为数字信号,经过计算机处理,最终生成完整的组织图像^[3]。血管内 OCT 的分辨率可达 10 μm ,能够清晰观察血管管腔内各层组织的细微结构,因此血管内 OCT 被称之为“光学活检”^[4]。

根据成像原理,OCT 技术可分为时域 OCT(TD-OCT)和频域 OCT(FD-OCT)两类。由于红细胞会吸收

基金项目:中国中医药科技发展中心中西医协同慢病管理研究项目(CXZH2024014);华中科技大学交叉研究支持计划项目(2023JCYY030);同济医院医学创新与转化孵育项目(2022CXZH010)

作者单位:430000 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院神经内科

通讯作者:骆翔,E-mail:flydotjih@163.com

光线,影响 OCT 的成像质量,因此需要尽量清除血液以获得清晰图像。在 TD-OCT 检测过程中,通常采用球囊阻断靶血管近端血流的方法来获得血管内无血环境,然而这种方式可能导致远端血管供血不足,进而引起缺血症状,操作也较为复杂。相比之下,FD-OCT 成像速度更快,且仅需快速注射对比剂即可有效排除血液干扰,无需球囊阻断。因操作更简便,安全性更高,FD-OCT 的应用更为广泛^[5]。

相较于传统的影像学检查,血管内 OCT 采集图像速度更快、分辨率更高,能够更全面、更精确地评估斑块性质(如斑块纤维帽厚度、脂质核心)的优点。此外,OCT 无辐射,且在遇到金属物质时不会产生干扰效应。

2. IVUS:IVUS 的基本原理是通过介入手术,将装有微型传感器的超声导管送入目标动脉腔内。传感器发射超声波,接收从不同组织界面反射回来的回波,并通过图像处理系统重建超声图像。在超声导管沿血管腔撤回的过程中,可实时采集并记录血管腔形态及斑块的横截面图像^[6]。IVUS 的工作原理与传统 B 超有相近之处,且 IVUS 通过将专用的微超声探头置入血管腔内,能够对血管壁进行 360 度实时动态观察,显示不同横截面的组织结构。由于 IVUS 基于声波反射原理,因此不受血流的干扰,有助于清晰呈现血管深部结构^[7]。

虚拟组织学(VH)-IVUS 是近年来基于 IVUS 研发且在其基础上进行后期处理的衍生技术,实现了血管腔内血流的可视化,有利于显示血管壁与血管腔内血流的过渡区域,使血管壁上的斑块更容易被识别^[7]。VH-IVUS 识别动脉粥样硬化斑块不同成分的回声频率,模拟斑块的组织学构成并使用不同颜色进行编码,呈现出直观的彩色图像。既往已有研究结果证明,VH-IVUS 与传统的体外组织病理学结果有良好的一致性^[8-9]。

3. IVUS-OCT:IVUS 的组织穿透深度(5~6 mm)相较 OCT(1~2 mm)更高,而 OCT 的分辨率(轴向 10~20 μm ,横向 20~90 μm)是 IVUS(轴向 100~150 μm ,横向 150~300 μm)的 10 倍^[10]。由于 OCT 受限于组织穿透能力,而 IVUS 存在图像解析度不足的缺陷,两项血管腔内成像技术各有优劣,详细对比见表 1。单一模态成像难以完整表征血管结构特征,通过开发集成 IVUS-OCT 的共轨式成像导管,可同步获取微米级表面结构与深层组织信息,为介入术者提供斑块成分定量分析(纤维帽厚度测量)和血管三维重构(管腔面积计算)双重检测优势^[11]。IVUS-OCT 混合导管的首次临床应用由 Sheth 等^[12]于 2018 年报道,应用于 1 例

近期发生 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)的患者,对其左前降支(LAD)非责任病变行经皮冠状动脉介入治疗(PCI)。该研究发现,富含脂质的斑块、血管分叉及深部组织在 IVUS 图像中显影更清晰,而钙化病变、支架梁及细微夹层则在 OCT 成像中显示更清晰。但该技术 in 脑血管方面的应用尚无报道。

表 1 IVUS 与 OCT 两种血管腔内成像技术的对比

	IVUS	OCT
技术原理	利用超声波的反射成像,穿透深度约 5 mm,可显示血管壁全层及周围组织结构	基于近红外光干涉原理,轴向分辨率约 10 μm (约为 IVUS 的 10 倍),穿透深度约 2 mm
分辨率	70~100 μm ,适合评估血管深部结构	4~10 μm ,可识别微米级结构[如薄纤维帽斑块(TCFA)、巨噬细胞浸润等]
应用优势	评估斑块负荷、钙化分布及血管重构;指导支架尺寸选择及术后贴壁评估	识别易损斑块(如 TCFA、脂质核心);优化支架扩张及贴壁效果
局限性	分辨率较低,难以区分细微结构	穿透深度有限,无法评估全层血管壁
互补性	联合 IVUS-OCT 双模系统可兼顾分辨率与穿透深度,优化斑块性质判断及手术规划	多模态成像(如结合荧光 OCT)可无创识别斑块炎症及脂质成分,提升诊断特异性

二、多模态血管腔内成像技术在缺血性脑血管病血管内治疗中的应用

1. 对于动脉粥样硬化斑块的术前评估:动脉粥样硬化斑块的评估对于血管内治疗非常重要。血管腔内成像技术对于动脉粥样硬化斑块的术前评估,既往文献报道大多聚焦于颈动脉斑块的评估上。颈动脉粥样硬化性狭窄是引起缺血性脑血管病的重要病因,其狭窄程度与脑卒中的发生密切相关。病理学中的“易损斑块”具有易发生破裂的特性,可继发血栓形成从而导致不良后果。其主要的病理特征包括 TCFA、斑块内出血(IPH)、富脂坏死核心(LRNC)和巨噬细胞浸润^[13]。

血管内 OCT 凭借其微米级的高分辨率,可准确识别斑块的形态学特征,且与病理学有着很高的匹配度,特别是对狭窄程度虽未达到需要干预的标准,但有易损斑块存在的血管病变具有重要的意义^[5]。Shibutani 等^[14]对 14 例计划进行颈动脉内膜切除术的患者在术前血管造影期间开展了 FD-OCT 扫描,以评估斑块形态,通过定量分析 OCT 信号衰减率可较有效地检出含有 LRNC 和 LPH 的易损斑块。韩云飞等^[15]应用 OCT 评价 86 例颈动脉粥样硬化性狭窄患者,以评估老年与中青年患者颈动脉粥样硬化性斑块特征的区别,发现老年组斑块破裂、富脂斑块、美国心脏协会(AHA)

VI型斑块占比高于中青年组。IVUS 的衍生技术 VH-IVUS 可用不同颜色标识不同斑块,为颈动脉粥样硬化斑块进行 VH 评估^[16]。Fuchs 等^[17]的研究得出组织学结果与 VH-IVUS 中 VH 分类的一致性为 86.1%,因此 IVUS 及其衍生技术 VH-IVUS 也可作为评估易损斑块的手段。在心血管领域,Sawada 等^[18]的研究表明,OCT 与 IVUS 的联合使用提高了 TCFA 的检出率,未来 IVUS-OCT 一体成像技术的进一步发展,有望更准确地预检测易损斑块^[11]。

血管腔内成像技术(如 OCT、IVUS)可识别易损斑块特征(如 TCFA、LRNC、IPH 等),突破传统狭窄评估局限,精准评估斑块危险性,为患者提供早期预警和个体化的介入治疗干预依据。

2. 对血管内治疗术中的指导:心血管领域的相关研究表明,OCT 能精准测量病变血管直径和病变部分长度,可为术者提供支架选择的客观决策依据^[19]。同样,由于 IVUS 可直观显示血管横截面影像,Joan 等^[20]报道了 18 例在颈内动脉支架置入术中应用 IVUS 的患者,发现 IVUS 测量颈内动脉平均直径较通过 DSA 测量得到的估计值更大,其中 5 例患者的支架尺寸因此得到了更改。故而 IVUS 可作为 DSA 的补充技术,为支架的选择提供更多参考依据。

在心血管领域的专家共识中,OCT 可被用于实时评价支架置入术后效果,常用指标包括支架即刻膨胀率、支架贴壁性、斑块脱垂(病变组织向血管腔内的突出)、纤维帽破裂及支架内血栓形成等^[21]。多项 Meta 分析结果显示,IVUS 指导下的支架置入能够降低主要不良心血管事件的发生率^[22-25]。在缺血性脑血管病领域也有相关研究。黄菲虹等^[26]应用 OCT 评价 46 例糖尿病与非糖尿病患者颈动脉斑块特征及颈动脉支架置入术(CAS)术后即刻结果,发现糖尿病患者的颈动脉斑块相较于非糖尿病患者可能更不稳定,多种因素(年龄较大、冠心病、饮酒和收缩压较低)与 CAS 术后支架贴壁不良相关,因此 OCT 能显示颈动脉斑块特征和 CAS 术后即刻情况,可为治疗决策提供有力证据。Chiocchi 等^[27]对 60 例在 14 个月内接受 CAS 的患者进行了前瞻性评估,30 例患者(50%)接受了 IVUS 辅助 CAS,30 例患者(50%)接受了 CAS,使用血管造影作为唯一的诊断工具,其中两例患者的 IVUS 评估显示支架部署不理想,通过血管成形术解决;在另 1 例患者中,VH-IVUS 检测到斑块通过支架细胞突出,立即通过手动抽吸治疗。因此 IVUS 也可能有助于 CAS 术中实时监测,从而在必要时能够及时采取补救措施,改善治疗效果。

在血管急性闭塞介入治疗过程中,OCT 技术在心

血管领域展现出重要的临床指导价值,然而脑血管领域暂无此类报道。OCT 能够对急性血管闭塞的病理特征进行高分辨率成像分析,通过精确鉴别动脉夹层、钙化性狭窄、斑块破裂等不同病变类型,为优化介入治疗方案的决策过程提供客观依据。OCT 还可对管腔内血栓进行多维度评估,识别红色血栓、白色血栓及混合型血栓的形态学特征^[5],因血栓中红细胞构成比例不同可能会影响取栓治疗的再通结局^[28-29],从而为是否实施血栓抽吸术及如何选择合适器械提供参考。

血管腔内成像技术在血管内治疗术中可精确测量血管参数,指导支架选型,补充传统影像(如 DSA)的评估误差;实时评估支架膨胀、贴壁性及并发症,辅助术式调整;同时识别斑块特征及血栓类型等,优化取栓策略,减少不良事件,为介入治疗提供动态精准的决策支持。

3. 对血管内治疗术后的预后评估:Liu 等^[30]报道了 1 例通过 OCT 随访支架术后、预后显示其存在严重的支架内再狭窄(ISR)而接受了球囊扩张和重复 CAS 的患者,OCT 可帮助评估血管内膜的修复过程、支架内是否发生再狭窄、是否出现新生动脉粥样硬化斑块及是否有血栓的形成等情况^[5]。IVUS 对于心血管支架术后的评估亦有应用,该技术通过定量测定、计算多种与临床预后存在相关性的几何参数^[31],包括支架横截面积(CSA)、最小支架直径、最大支架直径、支架对称性[(最大支架直径-最小支架直径)/最大支架直径]、偏心指数(每一帧图像测得最小支架直径/最大支架直径后计算的平均值)、支架扩张系数(最小支架 CSA/参考段管腔 CSA)等,以评估支架的扩张是否充分、对称,能够为进一步的治疗决策提供依据。

血管腔内成像技术(如 OCT、IVUS)可术后跟踪支架形态、内膜修复及并发症(如再狭窄、血栓),通过测量支架扩张度、对称性等关键指标,辅助判断治疗效果,预测远期风险,并为二次干预决策提供依据。

三、多模态血管腔内成像技术的局限与展望

当前 IVUS-OCT 等多模态血管腔内成像系统仍处于技术研发与临床转化阶段,其设备及操作成本尚难以实现大规模普及。从技术实现层面来看,受限於脑血管迂曲的解剖特点和成像导管材料的机械特性,在应对颅内远端纤细血管(直径<2 mm)、复杂分支结构及重度钙化迂曲病变时仍存在显像盲区,也影响了全脑血管网络三维重建的完整性,在血流动力学评估和病变特征解析方面也存在技术瓶颈。另一方面,多模态影像的实时融合算法、微米级分辨率与成像深度间的平衡仍需优化突破,随着人工智能算法的迭代升级,

如何实现多模态影像数据的实时融合处理与智能化分析,将成为突破现有技术壁垒的关键研究方向^[32]。

在缺血性脑血管病介入领域,精准诊疗体系的构建正推动着影像导航技术的发展。IVUS-OCT 整合式多模成像技术不仅能提供亚毫米级血管壁结构可视化,还有望通过整合近红外光谱技术(NIRS)获取斑块成分的分子生物学特征^[33],这种“结构-功能-分子”三位一体的评估模式为早期识别易损斑块、优化血管内取栓/支架成形术式提供了新路径。特别值得注意的是,该技术通过单导管操作实现多参数采集的设计理念,既能降低反复更换导管带来的手术风险,又可减少放射性造影剂的使用量,这对存在肾功能不全的脑血管病患者具有重要临床价值。未来随着微型化导管技术的突破,结合深度学习辅助的斑块稳定性预测模型,该技术有望革新缺血性脑血管病的介入诊疗范式。

四、总结

多模态血管腔内成像技术通过整合 OCT、IVUS 等多种成像模式,可实现对血管壁结构、斑块成分及血流动力学的立体评估。多模态血管腔内成像技术拥有巨大的应用前景,但在颈动脉、颅内动脉等缺血性脑血管病介入领域,其临床应用仍面临技术瓶颈,未来需要更多的研究与应用。

参 考 文 献

- [1] 覃心如,邹伟,王穆. 中国居民 1990—2019 年缺血性脑卒中发病和死亡趋势年龄-时期-队列分析[J]. 中国公共卫生, 2023, 39(8): 1024-1031.
- [2] Pu L, Wang L, Zhang R, et al. Projected Global Trends in Ischemic Stroke Incidence, Deaths and Disability-Adjusted Life Years From 2020 to 2030[J]. Stroke, 2023, 54(5): 1330-1339.
- [3] Pasarikovski CR, Ku JC, Priola SM, et al. Endovascular optical coherence tomography imaging in cerebrovascular disease[J]. J Clin Neurosci, 2020, 80: 30-37.
- [4] McCabe JM, Croce KJ. Optical coherence tomography[J]. Circulation, 2012, 126(17): 2140-2143.
- [5] 刘锐,胡伟,孙文,等. 中国光学相干断层成像技术在缺血性脑血管病介入诊疗中的应用专家建议[J]. 中国脑血管病杂志, 2022(1): 65-72.
- [6] Garcia-Garcia HM, Costa MA, Serruys PW. Imaging of Coronary Atherosclerosis: Intravascular Ultrasound[J]. Eur Heart J, 2010, 31(20): 2456-2469.
- [7] 闫峰,李思顺,华扬,等. 血管内超声在脑血管疾病诊治中的研究进展[J]. 中国脑血管病杂志, 2016, 13(5): 277-280.
- [8] Hishikawa T, Iihara K, Ishibashi-Ueda H, et al. Virtual Histology-Intravascular Ultrasound in Assessment of Carotid Plaques: Ex Vivo Study[J]. Neurosurgery, 2009, 65(1): 146-152.
- [9] Garcia-Garcia HM, Gogas BD, Serruys PW, et al. IVUS-Based Imaging Modalities for Tissue Characterization: Similarities and Differences[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2011, 27(2): 215-224.
- [10] Ono M, Kawashima H, Hara H. Advances in IVUS/OCT and Future Clinical Perspective of Novel Hybrid Catheter System in Coronary Imaging[J]. Front Cardiovasc Med, 2020, 7: 119.
- [11] 邢磊,候静波. OCT-IVUS 一体成像的多模态血管腔内成像技术的应用与进展[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(2): 115-120.
- [12] Sheth TN, Pinilla-Echeverri N, Mehta SR, et al. First-in-human images of coronary atherosclerosis and coronary stents using a novel hybrid intravascular ultrasound and optical coherence tomographic catheter[J].

- JACC Cardiovasc Interv, 2018, 11(22): 2427-2430.
- [13] Liem MI, Kennedy F, Bonati LH, et al. Investigations of carotid stenosis to identify vulnerable atherosclerotic plaque and determine individual stroke risk[J]. Circ J, 2017, 81(9): 1246-1253.
- [14] Shibutani H, Fujii K, Shirakawa M, et al. Diagnostic Accuracy of Optical Frequency Domain Imaging for Identifying Necrotic Cores with Intraplaque Hemorrhage in Advanced Human Carotid Plaques[J]. Am J Cardiol, 2021, 156: 123-128.
- [15] 韩云飞,施璇,叶瑞东,等. 应用光学相干断层成像对老年与中青年颈动脉粥样硬化性斑块特征的分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2022(1): 9-14.
- [16] 袁杰宏. 血管内超声在颈动脉支架置入术中应用的研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 1205-1211.
- [17] Fuchs M, Heider P, Pelisek J, et al. Ex Vivo Characterization of Carotid Plaques by Intravascular Ultrasonography and Virtual Histology: Concordance with Real Plaque Pathomorphology[J]. J Cardiovasc Surg(Torino), 2017, 58(1): 55-64.
- [18] Sawada T, Shite J, Garcia-Garcia HM, et al. Feasibility of combined use of intravascular ultrasound radiofrequency data analysis and optical coherence tomography for detecting thin-cap fibroatheroma[J]. Eur Heart J, 2008, 29(9): 1136-1146.
- [19] Shlofmitz E, Ali ZA, Maehara A, et al. Intravascular imaging-guided percutaneous coronary intervention: a universal approach for optimization of stent implantation[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2020, 13(12): e008686.
- [20] Joan MM, Moya BG, Agusti FP, et al. Utility of Intravascular Ultrasound Examination during Carotid Stenting[J]. Ann Vasc Surg, 2009, 23(5): 606-611.
- [21] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 心血管病影像学组. 光学相干断层成像技术在冠心病介入诊疗领域的应用中国专家建议[J]. 中华心血管病杂志, 2017, 45(1): 5-12.
- [22] Klersy C, Ferlini M, Raisaro A, et al. Use of IVUS guided coronary stenting with drug eluting stent: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials and high quality observational studies[J]. Int J Cardiol, 2013, 170(1): 54-63.
- [23] Jang JS, Song YJ, Kang W, et al. Intravascular ultrasound-guided implantation of drug-eluting stents to improve outcome: a meta-analysis[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014, 7(3): 233-243.
- [24] Steinvil A, Zhang YJ, Lee SY, et al. Intravascular ultrasound-guided drug-eluting stent implantation: An updated meta-analysis of randomized control trials and observational studies[J]. Int J Cardiol, 2016, 216: 133-139.
- [25] Ahn JM, Kang SJ, Yoon SH, et al. Meta-analysis of outcomes after intravascular ultrasound-guided versus angiography-guided drug-eluting stent implantation in 26503 patients enrolled in three randomized trials and 14 observational studies[J]. Am J Cardiol, 2014, 113(8): 1338-1347.
- [26] 黄菲虹,刘锐,吴航,等. 光学相干断层成像评价糖尿病与非糖尿病患者颈动脉斑块特征和颈动脉支架置入术后即刻结果[J]. 国际脑血管病杂志, 2021, 29(2): 81-87.
- [27] Chiocchi M, Morosetti D, Chiaravallotti A, et al. Intravascular Ultrasound Assisted Carotid Artery Stenting: Randomized Controlled Trial. Preliminary Results on 60 Patients[J]. J Cardiovasc Med(Hagerstown), 2019, 20(4): 248-252.
- [28] Staessens S, Francois O, Brinjkij W, et al. Studying stroke thrombus composition after thrombectomy: what can we learn? [J]. Stroke, 2021, 52(11): 3718-3727.
- [29] Hashimoto T, Hayakawa M, Funatsu N, et al. Histopathologic analysis of retrieved thrombi associated with successful reperfusion after acute stroke thrombectomy[J]. Stroke, 2016, 47(12): 3035-3037.
- [30] Liu R, Yin Q, Li M, et al. Diagnosis and treatment evaluation of in-stent stenosis of carotid artery stenting using optical coherence tomography[J]. Neurology, 2019, 92(2): 99-100.
- [31] 血管内超声在冠状动脉疾病中应用的中国专家共识专家组. 血管内超声在冠状动脉疾病中应用的中国专家共识(2018)[J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(5): 344-351.
- [32] Gounis MJ, Steinman DA. Up around the bend: progress and promise of intravascular imaging in neurointerventional surgery[J]. J Neurointerv Surg, 2021, 13(6): 495-496.
- [33] Muller J, Maddler R. OCT-NIRS Imaging for Detection of Coronary Plaque Structure and Vulnerability[J]. Front Cardiovasc Med, 2020, 7: 90.

(收稿日期: 2025-02-14)

(本文编辑: 余晓曼)