

# 内镜技术治疗胸椎管狭窄症的研究进展


陈旭, 王铭麒, 周程沛, 高浩然, 钱济先  
(第四军医大学唐都医院骨科, 陕西 西安 710038)

**【摘要】** 由于胸椎特殊的解剖特点, 手术是治疗胸椎管狭窄症唯一有效的方式。传统开放手术创伤大, 风险较高, 但仍被认为是该疾病治疗的金标准。随着计算机和内镜技术的发展, 近 10 年来, 以椎间孔镜技术为代表的内镜技术在颈、腰椎疾病的治疗上应用广泛, 取得了良好的疗效。在此基础上, 国内外专家将内镜技术应用于治疗胸椎管狭窄症, 也取得了良好的疗效。本文对内镜技术治疗胸椎管狭窄症的发展现状进行归纳和评述。

**【关键词】** 胸椎; 椎管狭窄症; 脊柱内镜; 综述文献

中图分类号: R681.5

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.10.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

**Advances in endoscopic technology for the treatment of thoracic spinal stenosis** CHEN Xu, WANG Ming-qi, ZHOU Cheng-pei, GAO Hao-ran, and QIAN Ji-xian. Department of Orthopaedics, Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710038, Shaanxi, China

**ABSTRACT** Due to the special anatomical characteristics of thoracic spine, surgery is the only effective way to treat thoracic spinal stenosis. Traditional open surgery is highly traumatic and risky, but it is still regarded as the gold standard for the treatment of the disease. With the development of computer and endoscopic technology, endoscopic technology represented by transforaminal endoscopic surgical system has been widely used in the treatment of cervical and lumbar vertebral diseases, and has achieved good results in recent 10 years. On this basis, domestic and foreign experts have applied endoscopic techniques to the treatment of thoracic spinal stenosis and also achieved good results. The development of endoscopic techniques in the treatment of thoracic spinal stenosis was summarized and reviewed in this paper.

**KEYWORDS** Thoracic vertebra; Spinal canal stenosis; Spinal endoscopy; Review literature

胸椎管狭窄症(thoracic spinal stenosis, TSS)是由多种病因引起, 导致胸椎管容积减小, 压迫脊髓或神经根, 而引起相应临床症状和体征的疾病<sup>[1-2]</sup>。TSS的常见病因包括: 黄韧带骨化(ossification of ligamentum flavum, OLF)、后纵韧带骨化(ossification of posterior longitudinal ligament, OPLL)、胸椎间盘突出(thoracic disc herniations, TDH)<sup>[3]</sup>。其中以 OLF 最常见, 约占致病因素的 50%, 多在亚洲人发病<sup>[4-6]</sup>。目前 TSS 的治疗方案多选择开放手术, 可达到彻底解除脊髓神经压迫, 改善症状的目的, 但创伤大, 并发症较多, 文献报道在 21%~42.1%, 给患者及其家庭带来了极大的痛苦<sup>[7-9]</sup>。近年来, 脊柱内镜技术(显微内镜和经皮内镜技术)迅猛发展, 具有创伤小、出血少、恢复快、并发症相对较少等优点, 并且能最大程度保留脊柱的后方结构完整, 保证术后脊柱的稳定性, 目前已用于胸椎管狭窄症的治疗。本文就脊柱内镜技术治疗胸椎管狭窄症的相关进展综述如下。

## 1 显微内镜下胸椎管减压术

### 1.1 胸椎黄韧带骨化致胸椎管狭窄化症

Ikuta 等<sup>[10]</sup>在 2011 年首次报道应用显微内镜治疗 1 例 T<sub>11</sub>-T<sub>12</sub> 黄韧带骨化的胸脊髓病患者, 采用后正中入路, 切除上位棘突后置入扩张通道, 显微内镜下部分椎板切除并处理暴露骨化的黄韧带。手术持续 88 min, 几乎无出血, 无并发症。术后患者神经症状缓解, 影像学证实减压充分。末次随访未发现脊椎失稳, 首次证实显微内镜在治疗黄韧带骨化引起的胸椎管狭窄症上的价值。作者总结由于技术难度大, 并不适于骨化黄韧带中部融合或与硬脊膜广泛粘连的治疗。Baba 等<sup>[11]</sup>报道了 9 例应用显微内镜治疗胸椎黄纵韧带骨化症的患者, 均为单节段, 根据黄韧带骨化类型, 2 例双侧椎板和 7 例单侧椎板切开减压, 术中应用电生理监测。硬脊膜粘连严重时选择部分黄韧带旷置—“漂浮”法。术中 1 例硬脑膜的撕裂, 但未出现脑脊液漏, 无须修补。平均随访 20 个月, JOA 评分改善率 44.9%。显微内镜下骨化黄韧带切除术中需要切除棘突和部分椎板, 且只适用于单节段特定类型的黄韧带骨化, 当黄韧带与硬

通讯作者: 钱济先 E-mail: 82813369@qq.com

Corresponding author: QIAN Ji-xian E-mail: 82813369@qq.com

脊膜粘连严重时,手术难度增加,对术者经验要求高。但手术切口小、出血少,最大程度减少了椎旁软组织的剥离,有利于患者术后恢复。

### 1.2 胸椎间盘突出致胸椎管狭窄化症

Jho 等<sup>[12]</sup>于 1997 年首次报道了应用显微内窥镜经椎弓根入路胸椎间盘切除技术(thoracic microendoscopic discectomy, TMED),影像下穿刺定位突出椎间盘后,后正中旁 3 cm 切开,在通道和显微镜帮助下磨除部分椎板及椎弓根上部骨质,预置内窥镜空间,运用 70°镜清理神经根腹侧椎间盘。术后患者症状均缓解。随后作者继续报道了 25 例经椎弓根的胸椎间盘切除术,采用 0°内窥镜下直接切除关节突及部分椎弓根替代原有显微镜下操作,配合定制套管使内镜操作更加稳定安全<sup>[13]</sup>。术后患者症状明显改善。进一步证实了显微内窥镜技术治疗胸椎间盘突出症的安全性及有效性。Perez-Cruet 等<sup>[14-15]</sup>改进推出了 METRx 系统,治疗 7 例 TDH 患者。平均手术时间 1.7 h,术中出血量 111 ml,无并发症。术后 Prolo 评分标准显示 5 例结果优秀,1 例良好,1 例一般。应用显微内窥镜下胸椎间盘切除术(TMED)避免了融合和过度骨质切除,只需切除部分肋骨和横突,同时也避免了进入胸腔的危险。Smith 等<sup>[16]</sup>报道了应用 TMED 治疗 16 例 TDH 患者,平均手术时间 153 min、出血 69 ml,无并发症。术后平均随访 22 个月,Macnab 评分 13 例(81%)优良,1 例(6%)一般,2 例(13%)较差。进而证实 TMED 技术的安全性和有效性。TMED 是一种安全有效的外科治疗 TDH 的方法,这种方法尽可能保留后侧稳定结构,避免了经胸廓的风险。它允许获得等同开放手术的视野。这种技术在腰椎的应用已经被证明能缩短住院日,减少术后疼痛和失血,缩短恢复时间。这些优点同样预期在胸椎中<sup>[17-18]</sup>,但该技术对操作者的要求较高,需要术前精准的定位,术中精准的磨除横突、肋骨或椎弓根部分骨质,一旦定位不准,工作通道位置不佳,会对手术带来很大的困难,如果借助计算机导航技术精准的到达减压位置可能会取得更好的临床疗效。

## 2 经皮内镜下胸椎管减压术

### 2.1 黄韧带骨化致胸椎管狭窄化症

2018 年 Jia 等<sup>[19]</sup>首次报道 1 例应用经皮内镜技术治疗双节段黄韧带骨化的患者,手术采用局麻,穿刺针定位上位椎板上部后,环锯切除部分上位椎板,置入套管、内镜后,切除椎板至棘突中线,然后应用磨钻、咬钳处理骨化的黄韧带,确定神经完全松解后,关闭伤口。2 处伤口总失血量大约 50 ml。术后患者原有疼痛即刻缓解,术前患者下肢肌力左侧 I 级/右侧 II 级,术后 1 周双下肢肌力各提高 1 级,

术后 1 年患者可以借助工具短距离行走。Miao 等<sup>[20]</sup>报道了 2 例经皮内镜治疗胸椎黄韧带骨化症患者,采用椎板间入路,局麻后穿刺,前后位针尖位于关节突中央,侧位上位于椎板后缘,放置套管和内镜,镜下磨除部分上下位椎板暴露黄韧带后进行处理,探查见脊髓减压彻底,无硬脊膜撕裂,关闭伤口,无需放置引流。术后患者疼痛等神经症状明显改善,与术前 IV 级肌力相比,肌力未立即改善,但术后 CT 显示骨化的黄韧带被完全清除。作者认为虽然经皮内镜下进行胸椎管减压具有损伤小、出血少、恢复快等优点,但目前其治疗胸椎黄韧带骨化的适应证还限制在单侧骨化而非中部融合的类型,与传统手术类似,硬脊膜撕裂及神经损伤依然是担心的问题。经椎板间入路经皮内镜下胸椎管减压术的优点是可通过较短的距离直接到达压迫部位;经皮内镜采用水媒介下放大视野直接对骨化黄韧带进行切除减压,避免了传统开放手术裸眼操作的缺点和显微内镜空气介质视野不清的缺点,提高了手术的安全性;另外,采用局部麻醉,随时可以和患者沟通,若出现任何问题可及时反馈,使手术更加安全;同时若出现无法彻底减压等情况,术中易于转为传统开放手术。但该术式仍存在硬脊膜撕裂和神经损伤的风险,同时由于解剖结构和内镜下工具的限制,目前文献报道难以做到双侧减压,较开放手术减压效果如何还有待探索。

### 2.2 胸椎间盘突出致胸椎管狭窄化症

Choi 等<sup>[21]</sup>报道了应用经椎间孔入路经皮内镜下胸椎间盘切除术(percutaneous endoscopic thoracic discectomy, PETD)治疗 14 例 TDH 患者,平均手术时间 61 min,无并发症发生,随访 60.2 个月,VAS、ODI 评分均明显改善。术后肌力改善。术后影像学确认减压充分。但钙化或游离的椎间盘并不是 PETD 的适应证。但内镜手术创伤小、并发症少及目前良好的治疗效果提示该技术的可行性及广泛前景。Nie 等<sup>[22]</sup>应用 PETD 技术治疗 13 例 TDH 患者,随访 17 个月,术后满意率 76.9%。背痛 VAS 评分由 9.1 降至 4.2,ODI 评分由 61.0 提高到 43.8。每个椎间盘突出平均手术时间约 50 min。手术中出血极少。仅 1 例术中发生位置性头痛,应用自体血补片后症状消失。Wagner 等<sup>[23]</sup>报道了 1 例 T<sub>8,9</sub> 椎间盘突出症的患者,手术采用 TESSYS 经皮内镜系统进行了胸椎间盘切除。术后患者根性疼痛即刻缓解,术后 6 个月所有症状消失;随后,作者报道 1 例 75 岁女性颈胸腰多节段脊髓病,病因包括突出、骨赘形成和黄韧带骨化等继发椎管狭窄。由于基础疾病较多,颈胸腰段减压均采用脊柱内镜技术,实际操作中由于腰椎退变严重而采取了开放手术,术后 3 个月患者可借



助辅助工具充分活动, 颈椎 NDI 由 54 分下降至 24 分, 背痛 VAS 评分由 4.3 降至 0.5, 臂神经痛和胸部神经痛完全消失。经皮内镜下经椎间孔入路神经减压术的优点是手术切口小, 不过多咬除关节突和椎板, 对椎旁肌肉和韧带的影响小, 降低了术后不稳的发生风险。而且, 该术式手术时间短、术中出血少、术后恢复快, 患者可在 24 h 后出院。值得一提的是, 手术可以在局部麻醉下实施, 减小了操作时的风险, 对于老年人及合并症较多的患者尤其适用。

### 3 展望

手术治疗胸椎黄韧带骨化症术式较多, “揭盖式”胸椎管后壁切除术被认为能使硬膜囊后方充分减压, 效果确切<sup>[24]</sup>。显微内窥镜下骨化黄韧带切除减压得益于镜下动力系统的升级, 由于与开放手术原则一致, 均需切除部分椎板减压, 对设备和术者要求高。近年来, 国内外学者报道了将经皮内镜技术应用于胸椎骨化黄韧带的解压, 该技术具有创伤小、出血少、术后无需固定等优点, 同时可取得和开放手术相似的疗效<sup>[19-20]</sup>。同时, 得益于对软组织撕裂很少, 操作可以在局麻下进行, 提高了手术的安全性。但是由于内镜设计限制、黄韧带骨化类型和胸椎解剖结构等因素, 减压范围可能并不如开放手术彻底。目前文献报道的个例适应证仅限于单纯非连续节段黄韧带骨化。黄韧带与硬脊膜粘连严重程度仍是阻碍手术及增加风险的因素。显微内窥镜下胸椎骨化黄韧带切除的疗效、并发症及其影响因素有待长期随访及大样本前瞻性研究证实。

胸椎间盘突出症的手术方式大致分前后入路两种, 由于前路需经胸, 手术难度大, 术后并发症多, 临床上较少采用。而后路手术相对创伤小, 手术难度较低, 临床已被应用有“涵洞塌陷法”360°胸脊髓环形减压术, 尽可能的避免了对胸脊髓的牵拉刺激, 可同时治疗 TDH 伴或不伴 OPLL 所致胸椎管狭窄症, 但该术式的创伤较大, 并发症相对较多<sup>[25-26]</sup>。后路显微内窥镜下胸椎间盘切除术最早应用经椎弓根入路, 此后技术得到改进, 入路方式也类似于经椎间孔, 对骨质的切除更小。经皮内镜技术在胸椎间盘突出症治疗上的优势日益凸显, 其疗效已经得到证实, 且创伤较显微内窥镜更小, 并发症率极低。但目前报道仍存在定位不准确可能带来减压不彻底或扩大创伤的后果。随着计算机导航技术的进展, 计算机引导下精准的定位, 精确的磨除关节突及部分椎弓根, 可实现工作通道的精确放置, 进行精准的减压, 进一步减少组织创伤, 可能取得更好的疗效。

显微内窥镜和经皮内窥镜治疗胸椎管狭窄症的目的是相同的, 即达到神经根和脊髓的彻底减压, 有

着众多相似之处。如两种手术方式均为内镜下操作, 放大视野都具有出血少、恢复快等特点, 相关文献中均未出现严重的并发症, 安全性均较好。但两种手术方式的学习曲线陡峭, 需要具有大量腰椎内镜手术经验, 熟练掌握镜下操作技巧, 并具有大量胸椎开放手术经验的基础上, 再行开展胸椎内镜手术, 才能保证手术的安全性, 达到良好的治疗效果。但两者仍有以下差异: (1) 麻醉, 显微内窥镜手术需全麻, 在胸椎应用需配合肢体运动感觉电位监测, 而经皮内镜手术可在局麻下操作, 患者和术中可即时交流反馈, 风险较显微内窥镜小。(2) 入路, 显微内窥镜切除骨化黄韧带时采用后正中入路或近正中旁入路, 经皮内窥镜则更偏侧方距正中 2~6 cm 进入, 切除椎间盘时经皮内窥镜中线旁 5~8 cm, 显微内窥镜为中线旁 3~4 cm。(3) 术后效果, 目前文献报道, 两者的临床疗效均较好, 并发症少, 尚无文献对两者的临床疗效进行对比研究, 两者的疗效、并发症及危险因素差异还需进一步的研究说明。但经皮内镜工作通道较显微内窥镜更细, 入路更靠外侧, 对后方结构干扰小, 且采用局麻手术, 对全身器官影响更小, 所以围手术期疗效经皮内镜技术可能优于显微内窥镜技术。

TSS 治疗原则与方法仍欠缺广泛共识。开放手术风险大, 难度较高, 并发症多, 预后不满意等仍是困扰胸椎管狭窄症治疗的因素。预后不满意的原因很多, 主要为诊断不明确, 胸椎管狭窄常多发, 且可能伴发颈椎管和腰椎管狭窄, 若不进行详细的体格检查和询问病史, 仅依赖于影像学检查可能漏诊, 使处理节段错误, 造成术后效果不佳。若多节段均为责任节段, 均需要处理, 内镜手术已表现出巨大的优势, 可最大程度地减少创伤, 加速患者康复, 相关文章作者单位正在整理中。通过文献回顾可知, 内镜技术治疗胸椎管狭窄症具有手术创伤小、出血少、并发症少、手术效果好等优点。胸椎脊柱内镜技术避免了后路开放手术对脊柱骨性结构的大范围破坏, 减少了脊柱失稳风险, 同时避免了融合手术带来的其他问题。脊柱内镜技术治疗胸椎管狭窄症是一个可行且较安全的方法, 但同时, 由于设备特点及胸椎解剖因素的限制, 手术对神经减压彻底与否与远期疗效方面目前还存在争论, 胸椎脊柱内镜手术适应证相对苛刻。选择恰当的适应证、清晰的操作图像及预先审慎的手术计划是获得良好治疗效果的关键。需强调的是, 脊柱内镜技术在胸椎管狭窄症的治疗方面尚处于探索阶段, 目前文献较少, 无大样本及长期随访研究结果支撑, 手术技术难度大, 要求高, 操作不当可能造成极其严重的后果, 临床医生需要大量腰椎和颈椎内镜手术经验基础做支持, 逐步开展该手

术,避免造成不可挽回的后果。

随着计算机导航的技术的发展和内镜手术工具的改进,脊柱内镜技术联合术中 CT、导航使内镜手术更加精准化、微创化,并缩短了学习曲线,降低了并发症。大通道内镜、内镜下磨钻、钬激光、超声骨刀等工具的发展,使医生在术中可进行更大范围地探查,更加安全地去除致压的骨化组织和肥厚的韧带组织,降低了脊柱内镜的操作难度,减少了并发症。目前人工智能技术发展迅猛,不久的将来,机器人技术和内镜技术的结合将可能会带来内镜治疗领域新的革命。相信随着脊柱内镜器械和手术技术的不断改进,在微创脊柱外科医生不懈的努力下,使更广大的患者获益。

#### 参考文献

- [1] Epstein NE, Schwall G. Thoracic spinal stenosis: diagnostic and treatment challenges[J]. *J Spinal Disord*, 1994, 7(3): 259-269.
- [2] Barnett GH, Hardy RJ, Little JR, et al. Thoracic spinal canal stenosis[J]. *J Neurosurg*, 1987, 66(3): 338-344.
- [3] Chen Z, Sun C. Clinical guideline for treatment of symptomatic thoracic spinal stenosis[J]. *Orthop Surg*, 2015, 7(3): 208-212.
- [4] Mori K, Kasahara T, Mimura T, et al. Prevalence, distribution, and morphology of thoracic ossification of the yellow ligament in Japanese[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(19): E1216-E1222.
- [5] Guo JJ, Luk KD, Karppinen J, et al. Prevalence, distribution, and morphology of ossification of the ligamentum flavum: a population study of one thousand seven hundred thirty-six magnetic resonance imaging scans[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(1): 51-56.
- [6] Aizawa T, Sato T, Sasaki H, et al. Results of surgical treatment for thoracic myelopathy: minimum 2-year follow-up study in 132 patients[J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 7(1): 13-20.
- [7] Hou X, Chen Z, Sun C, et al. A systematic review of complications in thoracic spine surgery for ossification of ligamentum flavum[J]. *Spinal Cord*, 2018, 56(4): 301-307.
- [8] Xu N, Yu M, Liu X, et al. A systematic review of complications in thoracic spine surgery for ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(7): 1803-1809.
- [9] He B, Yan L, Xu Z, et al. Treatment strategies for the surgical complications of thoracic spinal stenosis: a retrospective analysis of two hundred and eighty three cases[J]. *Int Orthop*, 2014, 38(1): 117-122.
- [10] Ikuta K, Tarukado K, Senba H, et al. Decompression procedure using a microendoscopic technique for thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2011, 54(5-6): 271-273.
- [11] Baba S, Oshima Y, Iwahori T, et al. Microendoscopic posterior decompression for the treatment of thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum: a technical report[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(6): 1912-1919.
- [12] Jho HD. Endoscopic microscopic transpedicular thoracic discectomy. Technical note[J]. *J Neurosurg*, 1997, 87(1): 125-129.
- [13] Jho HD. Endoscopic transpedicular thoracic discectomy[J]. *Neurosurg Focus*, 2000, 9(4): E4.
- [14] Perez-Cruet MJ, Foley KT, Isaacs RE, et al. Microendoscopic lumbar discectomy: technical note[J]. *Neurosurgery*, 2002, 51(5 Suppl): S129-S136.
- [15] Perez-Cruet MJ, Kim BS, Sandhu F, et al. Thoracic microendoscopic discectomy[J]. *J Neurosurg Spine*, 2004, 1(1): 58-63.
- [16] Smith JS, Eichholz KM, Shafiqzadeh S, et al. Minimally invasive thoracic microendoscopic discectomy: surgical technique and case series[J]. *World Neurosurg*, 2013, 80(3-4): 421-427.
- [17] Eichholz KM, O'Toole JE, Fessler RG. Thoracic microendoscopic discectomy[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2006, 17(4): 441-446.
- [18] Khoo LT, Fessler RG. Microendoscopic decompressive laminotomy for the treatment of lumbar stenosis[J]. *Neurosurgery*, 2002, 51(5 Suppl): S146-S154.
- [19] Jia ZQ, He XJ, Zhao LT, et al. Transforaminal endoscopic decompression for thoracic spinal stenosis under local anesthesia[J]. *Eur Spine J*, 2018, 27(Suppl 3): 465-471.
- [20] Miao X, He D, Wu T, et al. Percutaneous endoscopic spine minimal invasive technique for the decompression therapy of thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum[J]. *World Neurosurg*, 2018, 114: 8-12.
- [21] Choi KY, Eun SS, Lee SH, et al. Percutaneous endoscopic thoracic discectomy; transforaminal approach[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2010, 53(1): 25-28.
- [22] Nie H, Liu K. Endoscopic transforaminal thoracic foraminotomy and discectomy for the treatment of thoracic disc herniation[J]. *Minim Invasive Surg*, 2013, 2013: 1-7.
- [23] Wagner R, Telfeian AE, Ipreburg M, et al. Transforaminal endoscopic foraminoplasty and discectomy for the treatment of a thoracic disc herniation[J]. *World Neurosurg*, 2016, 90: 194-198.
- [24] 冯法博, 孙垂国, 陈仲强, 等. “揭盖式”胸椎管后壁切除术治疗单节段胸椎黄韧带骨化症的疗效及其影响因素[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(7): 585-592.  
FENG FB, SUN CG, CHEN ZQ, et al. Surgical outcome and associated factors of "cap uncovering" en-bloc removal of the spinal canal's posterior wall surgery for single-level thoracic ossification of ligamentum flavum[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2014, 24(7): 585-592. Chinese.
- [25] 王凯, 刘晓光, 祝斌, 等. “涵洞塌陷法”360°胸脊髓环形减压术后短暂脊髓功能损伤加重的相关危险因素分析及预后[J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22(22): 2028-2033.  
WANG K, LIU XG, ZHU B, et al. Transient neurologic deterioration after "Cave-in" 360° circumferential spinal cord decompression for thoracic myelopathy: prognosis and related risk factors[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2014, 22(22): 2028-2033. Chinese.
- [26] 刘晓光, 刘忠军, 陈仲强, 等. 涵洞塌陷法”360°脊髓环形减压术治疗胸椎管狭窄症[J]. *中华骨科杂志*, 2010, 30(11): 1059-1062.  
LIU XG, LIU ZJ, CHEN ZQ, et al. "Cave-in" technique: 360° circumferential decompression for thoracic spinal stenosis with ossification of posterior longitudinal ligament[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2010, 30(11): 1059-1062. Chinese.

(收稿日期: 2018-10-18 本文编辑: 王宏)