

空心螺钉治疗青壮年垂直型股骨颈骨折

田宇辰 张伟

摘要 青壮年股骨颈骨折常因高能量损伤机制引起,多为垂直型骨折。对于此类骨折临床上建议行内固定治疗,但对内固定方式的选择目前存在争议。空心螺钉是常见的内固定方式,其创伤小、易操作,但生物力学性能较弱,易导致骨不连、骨坏死、畸形愈合等并发症发生,为此很多学者对其进行了改良。该文对空心螺钉治疗青壮年垂直型股骨颈骨折的研究进展作一综述。

关键词 垂直型股骨颈骨折;内固定;空心螺钉

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2021.05.005

股骨颈骨折指发生于髋关节囊附着点近端的囊内骨折^[1],约占髋部骨折的 53%。青壮年股骨颈骨折较为少见,多由高能量损伤机制引起。这类患者骨折线较垂直,断端承受的剪切力较大,易发生骨折不愈合、骨坏死、畸形愈合等并发症。空心螺钉是股骨颈骨折常规内固定方式,但在对抗高剪切力的青壮年股骨颈骨折时存在局限^[2],近年来许多学者提出改良空心螺钉内固定方式以提升其力学性能,我们对相关研究进展进行综述,希望为临床应用提供科学依据。

1 骨折类型与患者特点

临床实践中将 60 岁以下患者定义为青壮年,但随着预期寿命增长,这一界限逐渐变得模糊。青壮年的股骨颈骨折经常由穿过髋部的高能量损伤引起,因患者对髋关节功能需求高,而假体存在寿命问题,临床医生通常建议其接受内固定治疗^[3]。Pauwels 分类通常被用于评估股骨颈骨折的严重程度,其根据骨折线与水平线的夹角将股骨颈骨折分为 3 种类型:Ⅰ型,夹角小于 30°;Ⅱ型,夹角为 30°~50°;Ⅲ型,夹角大于 50°^[4]。由于术前影像学检查难以准确测量 Pauwels 角,Zhang 等^[5]提出 VN 分型,其通过测量骨折线与股骨颈垂线的夹角(VN)将股骨颈骨折分为 4 种类型:VN<0°、0°≤VN<10°、10°≤VN<15°、VN≥15°,并证实这种分型手术前后差异更小,可靠性更高。青壮年股骨颈骨折患者多为垂直型骨折(VN>10°或 Pauwels Ⅲ型),其轴

向与旋转均不稳定,骨折断端承受巨大剪切力,稳定固定很难实现。尽管近年来内固定技术不断发展,但术后并发症仍难以避免,需要行翻修手术治疗,增加了患者的身体、心理与经济压力^[6-7]。

2 空心螺钉治疗垂直型股骨颈骨折

青壮年垂直型股骨颈骨折治疗成功的关键是在骨折愈合过程中抵抗垂直剪切力,以保持复位和固定的稳定性,同时尽量维持股骨头的血液供应^[8]。股骨颈骨折的内固定方式包括空心螺钉、滑动髋螺钉(DHS)、DHS 联合抗旋螺钉、髓内钉、股骨近端锁定钢板等^[9-11],但目前尚无“金标准”固定方式。一项对创伤骨科医生的调查显示,治疗垂直型股骨颈骨折年轻患者的首选内固定方式为 DHS(47%)、含离轴螺钉的平行空心螺钉结构(28%)和不含离轴螺钉的平行空心螺钉结构(15%),其中 46%的医生不能确定其选择有明确文献证据支持^[12]。尽管有研究表明,空心螺钉与固定角度装置相比力学性能较差,术后不愈合率较高(19%对 8%)^[13-15],但也有研究认为两者并无显著差异^[16],且空心螺钉因具有创伤小、易操作、更好的旋转稳定性和动力加压等优势,仍然是众多医生的选择^[2]。

2.1 3 枚平行空心螺钉构型

传统空心螺钉构型是将 3 枚半螺纹空心钉平行于股骨颈长轴插入,通过在骨折断端持续动态加压实现骨折愈合,避免了持续存在的骨折间隙造成骨不连发生。其中,3 枚平行螺钉应尽可能与股骨颈皮质相切,这能够提升扭转刚度、轴向刚度和极限载荷^[17]。此外,与倒三角构型相比,正三角构型具有更强的抗扭转稳定性和极限载荷,但抗剪切稳定性

较差^[18]。由于股颈后下部粉碎性骨折与骨缺损是导致内固定失败的重要因素^[19],因此正三角构型的后下方螺钉能够发挥更好的固定作用。但是有限元分析发现,模拟螺钉取出后,正三角构型在螺钉孔周围表现出较大的应力集中面积,倾向于发生二次转子下骨折^[20]。Jiang等^[21]发现,股颈皮质薄、颈干角小的患者骨折断端分离力高,而股颈皮质厚、颈干角大的患者骨折断端剪切力大。因此他们建议,对前者采用倒三角构型固定而对后者采用正三角构型固定。此外,Zhao等^[22]的回顾性研究发现,较大的螺钉与股骨干夹角($>125^{\circ}$)是避免术后并发症发生的保护因素。

3枚平行空心螺钉在治疗青壮年垂直型股骨颈骨折时存在以下问题:①轴向和旋转不稳定,对抗高剪切力能力弱而导致内固定失败;②持续动态加压导致股颈短缩,对术后关节功能有负面影响^[23-25]。为克服这些不足,众多学者在生物力学模型研究与临床应用中对进行了改良。

2.2 偏轴螺钉构型

偏轴螺钉构型是将1枚螺钉从大转子外侧以水平角度或垂直于骨折线角度插入,来对抗骨折断端强大的剪切力,这样处理可显著改善力学性能,轴向刚度和极限载荷均会显著增加^[26]。Guimarães等^[27]对20例青壮年垂直型股骨颈骨折患者采用偏轴螺钉构型的固定方式,发现该方式能够明显抵抗剪切力,减少翻修手术发生。在此基础上Kuan等^[28]发现,双皮质支撑(即股骨外侧皮质与股骨矩)的偏轴螺钉较单皮质放置具有更大的轴向刚度和极限载荷。另一项临床研究显示,将偏轴螺钉放置于股颈后方皮质,从大转子插入股骨矩,不仅可提供多个平面结构来锁定骨折端,提高抗剪切力稳定性,而且可将股骨头和股颈的弯矩转移至后外侧坚强的股骨矩处。与倒三角构型固定相比,偏轴螺钉构型虽然未明显减少并发症(股骨头坏死、骨不连)发生,但仍提高了术后12个月的Harris髋关节评分(HHS)(81.5 ± 13.4 对 72.9 ± 17.7),并降低了术后股骨颈缩短发生率(23.3%对50%)^[29]。

Zhou等^[30]对4种不同偏轴螺钉构型的力学强度进行比较研究发现,将偏轴螺钉放置于股颈前上方皮质能够显著提高骨折部位的抗剪切稳定性和抗旋转稳定性,并可改变股骨头的最大主应力方向,增强骨折断端间压迫力。Jiang等^[21]提出,在传统倒三角构型螺钉固定基础上增加1枚偏轴螺钉(α

构型)能显著提高抗剪切稳定性,其原因在于偏轴螺钉可以中和3枚平行螺钉的滑动效应,并可作为杠杆将股骨头的弯矩转移到股骨矩,增强皮质支撑力。不过4枚螺钉置入增加了手术中的X线摄入及手术时间,对于股颈较小的患者还可能存在螺钉置入空间不足、相互影响、骨质损伤大的问题。总之,较多研究证明替换1枚偏轴螺钉能够提高抗剪切力稳定性,但最佳偏轴螺钉构型尚不明确^[31]。

2.3 “F”构型螺钉

Filipov^[32]提出空心螺钉双支撑双平面构型,即“F”构型。这种构型将3枚平行螺钉构型中的1枚螺钉自大转子下缘5~7 cm处坚固的股骨干皮质插入,与股骨干呈 $150^{\circ} \sim 165^{\circ}$ 角,形成具有股骨矩和股骨外侧皮质2个稳固支撑点的梁结构,其在前后位X线图像上形成“F”形。在“F”构型中,由于两个支撑点间距离增加,使骨骼承重减少;同时螺钉插入点相距更远,可确保在负重时拉力扩散到外侧皮质的更大表面积上,从而显著降低再次骨折发生风险。此外,螺钉方向更接近负重力线也有助于实现更好的支撑效果。Filipov将“F”构型螺钉应用于股骨颈骨折患者,获得了98.86%的愈合率。不过,由于该研究中69岁以下患者仅20.45%,且未明确区分Pauwels分型,因此其结果并不能证明“F”构型螺钉固定对垂直型股骨颈骨折的适用性。但是,有学者采用有限元分析对“F”构型与3枚平行构型空心螺钉固定治疗Pauwels III型骨折进行比较发现,“F”构型在保持骨折端轴向加压的同时能更好地分散应力,对抗扭转应力和剪切力^[33]。不过,“F”构型螺钉固定对青壮年垂直型骨折的临床治疗效果还有待进一步验证。

2.4 无头空心加压螺钉和全螺纹钉

传统的部分螺纹空心螺钉(PTS)具有强大的滑动加压能力,因此将不可避免地造成股颈短缩,导致外展肌无力,影响患者术后髋关节功能^[34]。无头空心加压螺钉(HCCS)与全螺纹空心螺钉(FTS)均为长度稳定的植入物,能够有效限制股颈短缩。HCCS的全螺纹设计增加了螺钉与骨的接触,而锥形形状使其可获得更大的抓持力、更好的抗拔出稳定性和抗剪切稳定性,从而增加对骨折断端的压迫力,形成即时稳定性,有助于患者术后早期开始负重训练^[35]。

有学者将2枚或3枚PTS替换为FTS用于垂直型股骨颈骨折治疗中,他们发现患者的股颈短

缩与外翻均有改善^[36]。Boraiah等^[34]提出,采用术中加压和长度稳定的固定方式能够避免股骨颈短缩,且骨折愈合率高。Zhang等^[37]的研究结合了2种螺钉的优势,以1枚传统PTS联合2枚HCCS采用正三角构型(加压支撑构型)治疗垂直型股骨颈骨折。他们先放置上方的PTS实现骨折断端加压,随后在股骨颈的前内侧和后内侧放置HCCS提供稳定支撑以抵抗骨折断端的垂直剪切力。这种构型较使用3枚PTS获得了更高的骨折愈合率(96.4%对77.4%),股骨颈短缩与退钉的发生也更少(7.1%对29.0%),在随访1年内没有发生股骨头坏死。Li等^[38]采用有限元分析比较3枚PTS与2枚FTS联合1枚PTS治疗垂直型股骨颈骨折的效果,发现联合螺钉固定的稳定性更好,其中正三角和倒三角构型的峰值应力更低,骨组织易发生屈服的体积更小,螺钉切出导致内固定失败的概率更低。但是,在模拟螺钉取出后,正三角构型螺钉孔周围的应力集中区域最大,倾向于发生二次转子下骨折。

2.5 双头空心加压螺钉

双头空心加压螺钉也可以减少股骨颈短缩发生。双头空心加压螺钉指末端也有螺纹的空心加压螺钉,其末端螺纹直径大于尖端,而螺距小于尖端,在旋入螺钉时能更好地对骨折断端加压。生物力学分析显示,双头空心加压螺钉的内固定移位更小,其应力分布分散于骨折部位和螺纹端,而PTS的应力仅集中于骨折部位^[39]。Zhang等^[40]提出,双头空心加压螺钉末端螺纹可以锁定股骨外侧皮质,这既限制了股骨颈短缩,也提供了更好的抗剪切稳定性。他们对比传统螺钉与双头空心加压螺钉治疗垂直型股骨颈骨折患者的疗效发现,双头空心加压螺钉内固定失败率(14.81%)低于传统螺钉(40.74%);而生物力学试验也证明双头螺钉的轴向刚度、最大失败载荷均优于普通空心螺钉。

2.6 螺钉结合内侧支撑钢板

在3枚螺钉基础上增加内侧支撑钢板可以将剪切力转化为压缩力^[41]。Zhan等^[42]通过有限元分析比较3枚平行螺钉单独使用或结合内侧支撑钢板固定垂直型股骨颈骨折的效果。他们发现,内侧支撑钢板能够显著提升内固定结构的刚度,并降低螺钉与骨的最大应力和移位。Zeng等^[43]的研究显示,内侧支撑钢板虽不能明显降低内固定的最大应力,但可以提供额外载荷路径,缓解螺钉应力集中的情况。与以上研究不同,Jiang等^[21]的有限元分析显

示,尽管内侧支撑钢板可使骨折断端移位较小,但在钢板与螺钉处存在显著的应力集中,增加断裂和内固定失败的风险。临床研究发现,联合内侧支撑钢板能够缩短骨折愈合时间,并提高HHS^[44]。但是1项meta分析研究显示,尽管联合内侧支撑钢板可以缩短骨折愈合时间,减少术后并发症发生,提高患者术后HHS,但存在手术时间更长、术中出血量更大的问题^[45]。此外,对于置入内侧钢板是否会损伤股骨头滋养血管的问题仍然存在争议,一些学者认为这可能与钢板放置的位置有关^[8, 21]。

2.7 其他改良螺钉构型

Kuan等^[46]在螺钉尾端增加cerclage钢丝,这种结构可提供角稳定性,消除单个螺钉的摆动,从而作为复合梁结构提高螺钉-骨结构的稳定性。cerclage钢丝可为螺钉提供预负荷以对抗自重带来的负荷,且螺钉可以将弯曲力矩自股骨头和股骨颈处转移至外侧皮层的cerclage钢丝上,从而提升极限载荷,减少轴向位移。但是,该方法尚无临床应用的文献报道。

3 结语

青壮年垂直型股骨颈骨折预后较差,是临床治疗难点。角稳定装置较空心螺钉具有生物力学优势,但其通常具有较高侵袭性,软组织剥离更多,导致再手术率增高。因此,空心螺钉仍然是治疗青壮年垂直型股骨颈骨折的选择。近年来针对垂直型股骨颈骨折的空心螺钉改良构型固定,可提高空心螺钉的力学强度和固定稳定性,改善骨折愈合率和髋关节功能,减少股骨颈短缩,具有良好的临床疗效和应用前景。然而大部分研究仍停留在有限元分析与力学试验阶段,临床应用较少,治疗垂直型股骨颈骨折的最佳空心螺钉构型尚不明确。此外,除了联合内侧钢板,大部分临床研究都没有发现不同构型对股骨头血供的影响差异,这也许与螺钉的数量或直径相关,而与其位置和构型无关,未来有待开展更多的研究来验证。

参考文献

- [1] Gillespie WJ. Extracts from "clinical evidence": hip fracture [J]. BMJ, 2001, 322(7292): 968-975.
- [2] Ye Y, Hao J, Mauffrey C, et al. Optimizing stability in femoral neck fracture fixation [J]. Orthopedics, 2015, 38(10): 625-630.
- [3] Xu JL, Liang ZR, Xiong BL, et al. Risk factors associated with osteonecrosis of femoral head after internal fixation of femoral neck fracture: a systematic review and meta-analysis

- [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 632.
- [4] Bartonicek J. Pauwels' classification of femoral neck fractures; correct interpretation of the original[J]. J Orthop Trauma, 2001, 15(5): 358-360.
- [5] Zhang YL, Zhang W, Zhang CQ. A new angle and its relationship with early fixation failure of femoral neck fractures treated with three cannulated compression screws[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017, 103(2): 229-234.
- [6] Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, et al. Complications following young femoral neck fractures[J]. Injury, 2015, 46(3): 484-491.
- [7] Wang SH, Yang JJ, Shen HC, et al. Using a modified Pauwels method to predict the outcome of femoral neck fracture in relatively young patients[J]. Injury, 2015, 46(10): 1969-1974.
- [8] Ye Y, Chen K, Tian K, et al. Medial buttress plate augmentation of cannulated screw fixation in vertically unstable femoral neck fractures: surgical technique and preliminary results[J]. Injury, 2017, 48(10): 2189-2193.
- [9] Cha YH, Ji YO, Hwang SY, et al. Biomechanical evaluation of internal fixation of pauwels type III femoral neck fractures; a systematic review of various fixation methods[J]. Clin Orthop Surg, 2019, 11(1): 1-14.
- [10] Sciacca S, Lidder SS, Grechenig C, et al. Variations of treatment in selected proximal femur fractures among surgeons with different surgical experience; a survey at an international AO course[J]. Injury, 2015, 46(Suppl 6): S57-S60.
- [11] Augat P, Bliven E, Hackl S. Biomechanics of femoral neck fractures and implications for fixation[J]. J Orthop Trauma, 2019, 33(Suppl 1): S27-S32.
- [12] Luttrell K, Beltran M, Collinge CA. Preoperative decision making in the treatment of high-angle "vertical" femoral neck fractures in young adult patients. An expert opinion survey of the Orthopaedic Trauma Association's (OTA) membership[J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(9): e221-e225.
- [13] Samsami S, Augat P, Rouhi G. Stability of femoral neck fracture fixation: a finite element analysis[J]. Proc Inst Mech Eng H, 2019, 233(9): 892-900.
- [14] Samsami S, Saberi S, Bagheri N, et al. Interfragmentary motion assessment for three different fixation techniques of femoral neck fractures in young adults[J]. Biomed Mater Eng, 2016, 27(4): 389-404.
- [15] Samsami S, Saberi S, Sadighi S, et al. Comparison of three fixation methods for femoral neck fracture in young adults; experimental and numerical investigations[J]. J Med Biol Eng, 2015, 35(5): 566-579.
- [16] Panteli M, Rodham P, Giannoudis PV. Biomechanical rationale for implant choices in femoral neck fracture fixation in the non-elderly[J]. Injury, 2015, 46(3): 445-452.
- [17] Zdero R, Keast-Butler O, Schemitsch EH. A biomechanical comparison of two triple-screw methods for femoral neck fracture fixation in a synthetic bone model[J]. J Trauma, 2010, 69(6): 1537-1544.
- [18] Trikha V, Kumar A, Mittal S, et al. Risk of bony violation with standard triple screw configurations for fixation of femoral neck fractures: a preliminary computed tomography based analysis[J]. J Clin Orthop Trauma, 2020, 11(Suppl 4): S546-S552.
- [19] Wright DJ, Bui CN, Ihn H, et al. Posterior inferior comminution significantly influences torque to failure in vertically oriented femoral neck fractures: a biomechanical study[J]. J Orthop Trauma, 2020, 34(12): 644-649.
- [20] Li J, Wang M, Zhou J, et al. Optimum configuration of cannulated compression screws for the fixation of unstable femoral neck fractures; finite element analysis evaluation[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 1271762.
- [21] Jiang D, Zhan S, Wang L, et al. Biomechanical comparison of five cannulated screw fixation strategies for young vertical femoral neck fractures[J]. J Orthop Res, 2021, 39(8): 1669-1680.
- [22] Zhao G, Liu C, Chen K, et al. Nonanatomical reduction of femoral neck fractures in young patients (≤ 65 years old) with internal fixation using three parallel cannulated screws[J]. Biomed Res Int, 2021, 2021: 3069129.
- [23] Slobogean GP, Stockton DJ, Zeng BF, et al. Femoral neck shortening in adult patients under the age of 55 years is associated with worse functional outcomes; analysis of the prospective multi-center study of hip fracture outcomes in China (SHOC)[J]. Injury, 2017, 48(8): 1837-1842.
- [24] Liu Y, Ai ZS, Shao J, et al. Femoral neck shortening after internal fixation[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2013, 47(6): 400-404.
- [25] Weil YA, Khoury A, Zuaiteer I, et al. Femoral neck shortening and varus collapse after navigated fixation of intracapsular femoral neck fractures[J]. J Orthop Trauma, 2012, 26(1): 19-23.
- [26] Hawks MA, Kim H, Strauss JE, et al. Does a trochanteric lag screw improve fixation of vertically oriented femoral neck fractures? A biomechanical analysis in cadaveric bone[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2013, 28(8): 886-891.
- [27] Guimarães JAM, Rocha LR, Noronha Rocha TH, et al. Vertical femoral neck fractures in young adults: a closed fixation strategy using a transverse cancellous lag screw[J]. Injury, 2017, 48(Suppl 4): S10-S16.
- [28] Kuan FC, Hsu KL, Lin CL, et al. Biomechanical properties of off-axis screw in Pauwels III femoral neck fracture fixation; bicortical screw construct is superior to unicortical screw construct[J]. Injury, 2019, 50(11): 1889-1894.
- [29] Dong Q, Han Z, Zhang YG, et al. Comparison of transverse cancellous lag screw and ordinary cannulated screw fixations in treatment of vertical femoral neck fractures[J]. Orthop

- Surg, 2019, 11(4): 595-603.
- [30] Zhou L, Lin J, Huang A, et al. Modified cannulated screw fixation in the treatment of Pauwels type Ⅲ femoral neck fractures; a biomechanical study[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2020, 74: 103-110.
- [31] Johnson JP, Borenstein TR, Waryasz GR, et al. Vertically oriented femoral neck fractures; a biomechanical comparison of 3 fixation constructs[J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(7): 363-368.
- [32] Filipov O. Biplane double-supported screw fixation (F-technique); a method of screw fixation at osteoporotic fractures of the femoral neck [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2011, 21(7): 539-543.
- [33] Tianye L, Peng Y, Jingli X, et al. Finite element analysis of different internal fixation methods for the treatment of Pauwels type Ⅲ femoral neck fracture [J]. Biomed Pharmacother, 2019, 112: 108658.
- [34] Boraiah S, Paul O, Hammoud S, et al. Predictable healing of femoral neck fractures treated with intraoperative compression and length-stable implants[J]. J Trauma, 2010, 69(1): 142-147.
- [35] Zhang B, Liu J, Zhang W. Ordinary cannulated compression screws or headless cannulated compression screws? A synthetic bone biomechanical research in the internal fixation of vertical femoral neck fracture[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 4898301.
- [36] Weil YA, Qawasmi F, Liebergall M, et al. Use of fully threaded cannulated screws decreases femoral neck shortening after fixation of femoral neck fractures[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2018, 138(5): 661-667.
- [37] Zhang B, Liu J, Zhu Y, et al. A new configuration of cannulated screw fixation in the treatment of vertical femoral neck fractures[J]. Int Orthop, 2018, 42(8): 1949-1955.
- [38] Li J, Wang M, Zhou J, et al. Finite element analysis of different screw constructs in the treatment of unstable femoral neck fractures[J]. Injury, 2020, 51(4): 995-1003.
- [39] Lu H, Shen H, Zhou S, et al. Biomechanical analysis of the computer-assisted internal fixation of a femoral neck fracture [J]. Genes Dis, 2020, 7(3): 448-455.
- [40] Zhang Y, Yan C, Zhang L, et al. Comparison of ordinary cannulated compression screw and double-head cannulated compression screw fixation in vertical femoral neck fractures [J]. Biomed Res Int, 2020, 2020: 2814548.
- [41] Giordano V, Alves DD, Paes RP, et al. The role of the medial plate for Pauwels type Ⅲ femoral neck fracture; a comparative mechanical study using two fixations with cannulated screws[J]. J Exp Orthop, 2019, 6(1): 18.
- [42] Zhan S, Jiang D, Xu J, et al. Influence of the proximal screws of buttress plates on the stability of vertical femoral neck fractures; a finite element analysis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 842.
- [43] Zeng W, Liu Y, Hou X. Biomechanical evaluation of internal fixation implants for femoral neck fractures; a comparative finite element analysis [J]. Comput Methods Programs Biomed, 2020, 196: 105714.
- [44] 高超界, 刘丹平, 李成, 等. 两种方法治疗垂直不稳定型股骨颈骨折的近期疗效对比[J]. 广东医学, 2020, 41(22): 2303-2306.
- [45] Su Z, Liang L, Hao Y. Medial femoral plate with cannulated screw for Pauwels type Ⅲ femoral neck fracture; a meta-analysis[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2021, 34(2): 169-177.
- [46] Kuan FC, Yeh ML, Hong CK, et al. Augmentation by cerclage wire improves fixation of vertical shear femoral neck fractures; a biomechanical analysis[J]. Injury, 2016, 47(10): 2081-2086.

(收稿日期:2021-05-12)

(本文编辑:杨晓娟)