

❖ 心脏、血管影像学

Contrast-enhanced MRA in differential diagnosis of spinal cord vascular malformation and secondary vascular tortuosity caused by non vascular malformations on spinal cord

GE Yuxi¹, SUN Zongqiong¹, WANG Yang¹, LI Qinghai², YAN Gen^{1*}

(1. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuxi 214000, China;

2. Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University

School of Medicine, Hangzhou 310009, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of CE-MRA in differentiating secondary vascular tortuosity of the spinal cord caused by spinal vascular malformations (SCVM) or non-vascular malformations. **Methods** A retrospective analysis was performed on 30 patients suspected as SCVM. Based on the results of DSA or surgery, the patients were divided into SCVM group ($n=16$) or non-vascular malformation group ($n=14$). CE-MRA features were compared between the two groups, including the number, length, position, tortuosity degree of spinal cord tortuous vascular and whether the abnormal feeding artery existed surrounding tortuous vascular. **Results** Compared with non-vascular malformation group, SCVM group showed more average number of tortuous vascular [(1.38 ± 0.16) vs 1 , $P=0.012$], longer tortuous vascular length [similar length of (9.68 ± 1.18) vertebral body vs (4.14 ± 0.62) vertebral body, $P<0.001$], higher score of tortuosity degree [(2.23 ± 0.22) scores vs (0.86 ± 0.10) scores, $P<0.001$] and more easier to appear abnormal feeding artery surrounding tortuous vascular [75.00% ($12/16$) vs 28.57% ($4/14$), $P=0.014$]. Furthermore, only 2 cases ($2/16$, 12.50%) of tortuous vascular located in and limited to lower thoracic vertebra (T7—T12 vertebrae) in SCVM group, while 11 cases ($11/14$, 78.57%) in non-vascular malformation group ($P=0.020$). **Conclusion** Spinal cord secondary vascular tortuosity of SCVM can be well distinguished from that caused by non-vascular malformation with CE-MRA spinal angiography.

[Key words] Magnetic resonance angiography; Spinal cord; Vascular malformations; Arteriovenous fistula; Myelitis; Tortuosity vascular

DOI:10.13929/j.1003-3289.201706130

对比增强 MRA 鉴别脊髓血管畸形及脊髓非血管畸形所致继发性血管迂曲

葛宇曦¹, 孙宗琼¹, 汪 洋¹, 李青海², 延 根^{1*}

(1. 江南大学附属医院影像科, 江苏 无锡 214000; 2. 浙江大学医学院附属第二医院放射科, 浙江 杭州 310009)

[摘要] **目的** 评价 CE-MRA 脊髓造影鉴别脊髓血管畸形(SCVM)和脊髓非血管畸形所致继发性血管迂曲的价值。

[基金项目] 江南大学公共卫生研究中心 2015 年立项项目(JUPH201509)。

[第一作者] 葛宇曦(1986—), 女, 江苏徐州人, 硕士, 主治医师。研究方向: MRI 诊断。E-mail: gmy1986@126.com

[通信作者] 延根, 江南大学附属医院影像科, 214000。E-mail: gyan@stu.edu.cn

[收稿日期] 2017-06-23 **[修回日期]** 2018-03-10

方法 回顾性分析 30 例 CE-MRA 疑诊 SCVM 患者资料,根据 DSA 或手术结果分为 SCVM 组(16 例)及脊髓非血管畸形组(14 例),对比分析 2 组 CE-MRA 脊髓纤曲血管的数量、长度、位置、纤曲程度及纤曲血管周围是否存在异常供血动脉差异。**结果** 与脊髓非血管畸形组比较,SCVM 组脊髓纤曲血管数量更多[(1.38±0.16)支 vs 1 支, $P=0.012$],纤曲血管长度更长[(9.68±1.18)个椎体 vs (4.14±0.62)个椎体, $P<0.001$],血管纤曲程度评分更高[(2.23±0.22)分 vs (0.86±0.10)分, $P<0.001$],且纤曲血管周围存在异常供血动脉比例更高[75.00%(12/16) vs 28.57%(4/14), $P=0.014$]。SCVM 组仅 2 例(2/16, 12.50%)血管纤曲局限于下胸椎段(T7~T12 椎体),而脊髓非血管畸形组 11 例(11/14, 78.57%)局限于下胸椎段(T7~T12 椎体),2 组间纤曲血管位置差异有统计学意义($P=0.020$)。**结论** CE-MRA 脊髓血管造影可鉴别 SCVM 与脊髓非血管畸形引起的继发性血管纤曲。

[关键词] 磁共振血管造影术;脊髓;血管畸形;动静脉瘘;脊髓炎;血管纤曲

[中图分类号] R543; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2018)06-0860-05

随着对比增强 MR 血管造影(contrast-enhanced MRA, CE-MRA)技术的发展,硬脊膜动静脉瘘(spinal dural arteriovenous fistula, SDAVF)、髓周动静脉瘘(perimedullary arteriovenous fistula, PMAVF)、脊柱硬膜动静脉畸形(spinal cord arteriovenous malformation, SCAVM)等脊髓血管畸形(spinal cord vascular malformation, SCVM)的检出率逐年增高^[1-4];CE-MRA 诊断 SCVM 敏感度可达 81%~100%^[5-7],但因常将脊髓非血管病变(如脊髓炎、脱髓鞘病变等)引起的血管纤曲误诊为 SCVM 而致诊断特异度较低^[8-9]。本研究观察可用于鉴别 SCVM 和脊髓非血管畸形所致继发性血管纤曲的 CE-MRA 特征,评价 CE-MRA 的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2012 年 1 月—2017 年 6 月 30 例 CE-MRA 疑诊 SCVM 患者的资料,男 19 例,女 11 例,年龄 18~78 岁,中位年龄 50 岁;临床表现主要包括下肢麻木、乏力、腰痛、大小便失禁及头痛等。30 例均于脊髓 CE-MRA 后 2 周内接受脊髓 DSA 或 SCAVM/SDAVF 切除术,其中 16 例确诊为 SCVM(SCVM 组),包括 SDAVF 11 例、PMAVF 2 例和 SCAVM 3 例,14 例确诊为脊髓非血管畸形(脊髓非血管畸形组),包括脊髓炎 8 例、脊髓脱髓鞘变性 5 例和脊髓胶质瘤 1 例。

1.2 仪器与方法

1.2.1 CE-MRA 采用 GE Signa 1.5 或 3.0T 750 MR 扫描仪,脊柱专用相位阵列线圈(8 通道),行脊髓 CE-MRA 检查。根据临床体征定位,扫描范围分为颈段(延髓至 T2 椎体)、胸段(T1~L2 椎体)和胸腰段(T6~S5 椎体)。MR 平扫序列及参数:矢状位 SE T1W,TR 360~560 ms,TE 9~12 ms,层厚 3.0 mm,层间距 0.7 mm,矩阵 512×512,FA 180°;矢状位 FSE T2W 及脂肪抑制 T2W,TR 2 440 ms,TE 82 ms,层厚

3.0 mm,层间距 0.7 mm,矩阵 512×512,FA 180°。CE-MRA 采用时间分辨对比剂动态成像(time-resolved imaging of contrast kinetics, TRICKS)序列,TR 4.5 ms,TE 1.3 ms,层厚 1.8~2.4 mm,层间距 0.7 mm,矩阵 384×280,FA 20°~25°,动态扫描时间 6~10 min。通过高压注射器经单侧肘静脉快速团注钆贝葡胺,剂量 0.2 mmol/kg 体质量,流率 2 ml/s。注射对比剂后 10~15 s 自动触发扫描,连续扫描 8~12 期,单期扫描时间为 6~10 s。

1.2.2 DSA 采用 Philips Allura Xper FD20 平板 DSA 机,根据 CE-MRA 结果提示的重点区域行肋间动脉及腰动脉造影,范围包括病变上下节段的肋间动脉或腰动脉,摄片 6 帧/秒,对比剂为碘克沙醇(300 mg/ml),流率 1~2 ml/s,每次对比剂用量 3 ml。

1.3 图像后处理与分析 将 CE-MRA 数据传至 GE AW 4.4 工作站,通过 MPR、MIP 技术重建获得三维(three-dimensional, 3D)CE-MRA 图像。由 2 名高年资放射诊断医师独立阅片,有分歧时经协商统一意见,如不能达成共识,则请第 3 名医师参与讨论。CE-MRA 评价指标包括脊髓纤曲血管数量、长度、位置、程度及纤曲血管周围是否存在异常供血动脉。观察椎管内纤曲血管数量,如脊髓表面血管增粗、弯曲如弹簧圈状,则视为纤曲血管。纤曲血管长度以椎体个数作为长度计量单位。根据病变血管相对于脊柱的位置,分为 4 个部位,即颈段(C1~C7 椎体),上胸椎段(T1~T6 椎体)、下胸椎段(T7~T12 椎体)、腰段(L1~L5 椎体)。采用 4 分法评价血管纤曲程度,脊髓表面引流血管不显影或血管仅轻度狭窄但无纤曲为 0 分;脊髓表面血管较常态增粗且走行纤曲,但纤曲血管最大径与脊髓左右径比值无法测量为 1 分(轻度纤曲);纤曲血管最大径与脊髓左右径比值≤0.5 为 2 分(中度纤曲);纤曲血管最大径与脊髓左右径比值>0.5 为 3 分(重度纤曲)。如脊髓左侧或右侧发现异常增粗

的血管沿椎间孔处穿入椎管内,并与脊髓表面迂曲血管相沟通,即视为存在异常供血动脉。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。对连续性变量行正态性检验,符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,不符合正态分布的连续性变量采用 Mann-Whitney U 秩和检验。分类变量以百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2 组患者年龄及发病时间差异均无统计学意义($P > 0.05$,表 1)。

表 1 SCVM 与脊髓非血管畸形组患者年龄及发病时间比较($\bar{x} \pm s$)

组别	患者年龄(岁)	发病时间(月)
SCVM 组($n=16$)	49.8 ± 4.2	13.50 ± 7.54
脊髓非血管畸形组($n=14$)	53.6 ± 3.7	6.57 ± 4.07
t 值	0.672	0.776
P 值	0.507	0.445

SCVM 组中,5 例脊髓表面可见 2 或 3 支引流血管(图 1),11 例可见单支引流血管。脊髓非血管畸形组中,脊髓表面异常引流血管均为 1 支。2 组间迂曲血管数量差异有统计学意义($P=0.012$,表 2)。

SCVM 组迂曲血管长度相当于 2~16 个椎体,平均(9.68 ± 1.18)个椎体,发生血管迂曲的范围较长,其中 14 例(14/16,87.50%)跨越脊柱颈段、上胸椎段、下胸椎段及腰段中的 2 段或 3 段,2 例(2/16,12.50%)局限于下胸椎段(图 2、3)。脊髓非血管畸形组迂曲血管长度相当于 2~8 个椎体,平均(4.14 ± 0.62)个椎体,其中 1 例(1/14,7.14%)血管迂曲范围跨越上胸椎段及下胸椎段,1 例(1/14,7.14%)跨越下胸椎段及腰段,1 例(7.14%,1/14)局限于腰段,11 例(11/14,78.57%)局限于下胸椎段(图 4)。2 组间迂曲血管长度及位置差异均有统计学意义(P 均 < 0.05 ,表 2)。

SCVM 组中 12 例中重度迂曲(图 5),4 例轻度迂

曲。脊髓非血管畸形组均为轻度迂曲或仅表现为血管增粗但无迂曲(图 6)。2 组间血管迂曲程度评分差异有统计学意义($P < 0.001$,表 2)。

SCVM 组 12 例迂曲血管周围可见异常供血动脉(图 7),占 75.00%(12/16),脊髓非血管畸形组 4 例迂曲血管周围可见异常供血动脉(图 8),占 28.57%(4/14),2 组间差异有统计学意义($P=0.014$,表 2)。

3 讨论

脊髓血管病变可分为低流速和高流速血管畸形,其中 60%~80% SCVM 属低流速病变^[10-11];而低流速 SCVM 与脊髓炎等 MRI 均可见迂曲流空血管。因过分依赖这种血管流空效应,临床超过 60% 的 SCVM 被误诊^[12]。这种流空效应因血管内被对比剂充满而在 CE-MRA 中表现为迂曲增粗的血管。因此,脊髓炎、脊髓脱髓鞘病变等引起的继发性血管迂曲 CE-MRA 也常误诊为 SCVM^[12-13]。

本研究结果显示,SCVM 与脊髓非血管畸形患者脊髓血管迂曲程度不同,SCVM 引起的血管迂曲程度更大。各类 SCVM 所致继发性血管迂曲原因不同,如 SDAVF 患者硬脊膜或神经根的供血动脉在椎间孔处穿硬脊膜时与脊髓引流静脉直接沟通,当流速快、压力高的动脉血经瘘口流入引流静脉时,因椎管内无向外引流的静脉,脊髓静脉回流受阻,造成脊髓引流静脉压力过高,脊髓表面血管明显迂曲^[14-15]。而脊髓非血管畸形患者脊髓本身的病变可造成脊髓表面动脉充血,引流静脉内回流的血液仅在一定程度上相应增加,因此脊髓引流静脉迂曲较轻或仅表现为血管增粗。

本研究发现,通过判断脊髓迂曲血管周围是否存在异常供血动脉也可鉴别诊断 SCVM 与脊髓非血管畸形。SCVM 组 16 例患者中,12 例 CE-MRA 显示存在异常供血动脉,另 4 例可能因硬脊膜附近供血动脉细小、紊乱,CE-MRA 分辨率不足以显示这些细小血管,故未见脊髓迂曲血管周围异常供血动脉。本组脊髓非血管畸形患者 CE-MRA 大多不显示异常供血动

表 2 SCVM 与脊髓非血管畸形组脊髓迂曲血管 CE-MRA 特征比较

组别	迂曲血管长度 (椎体数)	血管迂曲程度 评分(分)	迂曲血管 数量(支)	迂曲血管位置(例)		是否存在异常供血动脉(例)	
				局限于下胸椎	超出下胸椎段或 位于其他部位	是	否
SCVM 组($n=16$)	9.68 ± 1.18	2.23 ± 0.22	1.38 ± 0.16	2	14	12	4
脊髓非血管畸形组($n=14$)	4.14 ± 0.62	0.86 ± 0.10	1	11	3	4	10
t 值/ χ^2 /Mann-Whitney U 值	3.983	5.803	70		15.452		6.476
P 值	< 0.001	< 0.001	0.012		0.020		0.014

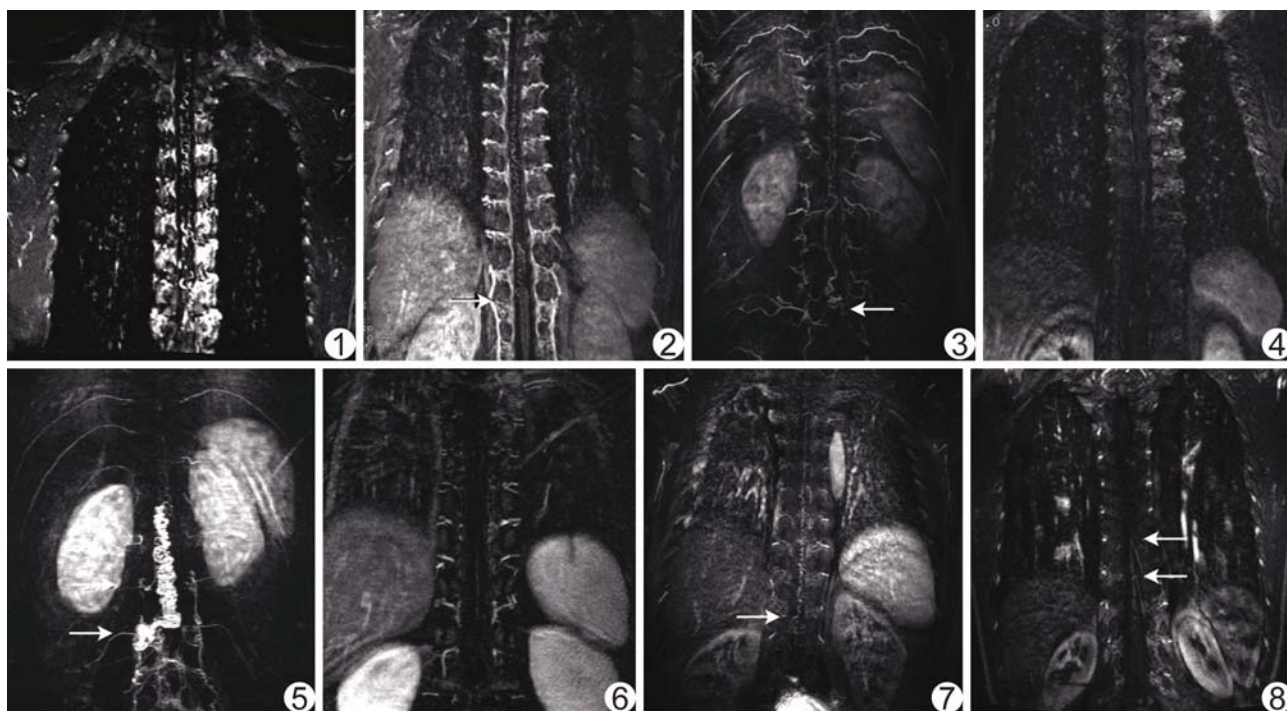


图 1 患者女, 37 岁, SDAVF CE-MRA 示椎管内可见 2 支引流血管 图 2 患者男, 46 岁, SDAVF CE-MRA 示瘘口位于右侧 L1 水平, CE-MRA MPR 图像上椎管内可见一条迂曲增粗静脉, 下缘起自 L1 水平, 上缘至扫描野内 T3 水平, 右侧 L1 水平见供血动脉(箭)
图 3 患者女, 32 岁, SCAVM CE-MRA 示椎管内 L3~4 水平可见迂曲紊乱的血管巢, 并可见迂曲增粗的引流血管, 上缘至扫描野内 T6 水平, 左侧 L4 水平可见供血动脉(箭) 图 4 患者男, 60 岁, 脊髓炎 CE-MRA 示下胸椎段可见增粗、轻度迂曲的引流血管, 长度约相当于 2 个椎体
图 5 患者男, 43 岁, SDAVF CE-MRA 示瘘口位于右侧 L2~3 水平, 椎管内可见明显迂曲增粗的血管, 右侧 L2~3 水平分别见供血动脉(箭) 图 6 患者女, 62 岁, 脊髓脱髓鞘改变 CE-MRA 示下胸椎段可见一增粗血管, 无迂曲; 长度约相当于 3 个椎体
图 7 患者女, 41 岁, SDAVF CE-MRA 示瘘口位于右侧 L1 水平, 并于 L1 水平可见供血动脉(箭)与迂曲增粗的引流静脉形成夹角, 夹角处张力大, 偏心性, 供血动脉相对于引流静脉较粗, 呈“λ”型 图 8 患者男, 48 岁, 脊髓炎 CE-MRA 示 T7~L1 水平可见轻度迂曲的引流血管, 引流血管的 2 个分叉呈“人”字型(箭), 交汇点张力小, 线条柔和

脉, 分析其原因, 在于不存在异常动静脉沟通。脊髓非血管畸形性病变 CE-MRA 脊髓表面可见迂曲血管, 由脊髓中心部分向两侧延伸, 局部形成“人”字或树根状, 其特点为由中心向外逐渐变细, 线条柔和, 相对于引流静脉较细, “人”字形的角度较小, 可出现多个“人”字形套叠形成树根状; 而 SDAVF 脊髓引流血管也可表现为“人”字形, 但由于 2 个迂曲血管夹角处角度大, 血管张力大, 异常供血动脉相对引流静脉较粗, 其形态更像希腊字母“λ”。

Lindenholz 等^[7]报道, 84% 的 SDAVF 脊髓迂曲血管位于 T6~L2 椎体。本研究中, SCVM 组 87.50%(14/16) 迂曲血管跨越脊柱颈段、上胸椎段、下胸椎段及腰段中的 2 段或 3 段, 仅 12.50%(2/16) 局限于下胸椎段。而脊髓非血管畸形组迂曲血管往往局限于下胸椎段, 占 78.57%(11/14)。

总之, 通过 CE-MRA 征象可鉴别 SCVM 与脊髓非血管畸形所致继发性血管迂曲。SCVM 所致血管

迂曲程度更大, 迂曲血管数量更多、长度更长, 范围常超过下胸椎段, 迂曲血管周围更易出现异常供血动脉; 非血管畸形所致血管迂曲程度较小, 迂曲血管为单支且长度较短, 多数局限于下胸椎段, 少见异常供血动脉。

[参考文献]

- [1] Flores BC, Klinger DR, White JA, et al. Spinal vascular malformations: Treatment strategies and outcome. Neurosurgical review, 2017, 40(1):15-28.
- [2] Meng X, Zhang H, Wang Y, et al. Perimedullary arteriovenous fistulas in pediatric patients: Clinical, angiographical, and therapeutic experiences in a series of 19 cases. Childs Nerv Syst, 2010, 26(7):889-896.
- [3] Donghai W, Ning Y, Peng Z, et al. The diagnosis of spinal dural arteriovenous fistulas. Spine, 2013, 38(9):E546-E553.
- [4] Saindane AM, Boddu SR, Tong FC, et al. Contrast-enhanced time-resolved MRA for pre-angiographic evaluation of suspected

- spinal dural arterial venous fistulas. J Neurointerv Surg, 2015, 7 (2):135-140.
- [5] Amarouche M, Hart JL, Siddiqui A, et al. Time-resolved contrast-enhanced MR angiography of spinal vascular malformations. AJNR Am J Neuroradiol, 2015, 36(2):417-422.
- [6] Unsrisong K, Taphey S, Oranratanachai K. Spinal arteriovenous shunts: Accuracy of shunt detection, localization, and subtype discrimination using spinal magnetic resonance angiography and manual contrast injection using a syringe. J Neurosurg Spine, 2016, 24(4):664-670.
- [7] Lindenholtz A, TerBrugge KG, van Dijk JMC, et al. The accuracy and utility of contrast-enhanced MR angiography for localization of spinal dural arteriovenous fistulas: The Toronto experience. Eur Radiol, 2014, 24(11):2885-2894.
- [8] Sudhir G, Acharya S, Kalra KL, et al. Arteriovenous malformation mimicking tuberculosis of spine with myelitis. Pathog Glob Health, 2015, 6(1):28-32.
- [9] SK Lee, SW Han, IH Whang, et al. Rapidly progressed spinal dural arteriovenous fistula mimics transverse myelitis. J Neurocrit Care, 2015, 8(2):142-144.
- [10] Özkan N, Kreitschmann-Andermahr I, Goerike SL, et al. Single center experience with treatment of spinal dural arteriovenous fistulas. Neurosurgical review, 2015, 38 (4): 683-692.
- [11] Lanzino G, Durso PI, Kallmes DF, et al. Onyx embolization of extradural spinal arteriovenous malformations with intradural venous drainage. Neurosurgery, 2011, 70(2):329-333.
- [12] El Mekabaty A, Pardo CA, Gailloud P. The yield of initial conventional MRI in 115 cases of angiographically confirmed spinal vascular malformations. J Neurol, 2017, 264 (4): 733-739.
- [13] Morales H, Betts A. Abnormal spinal cord magnetic resonance signal: Approach to the differential diagnosis. Semin Ultrasound CT MR, 2016, 37(5):372-383.
- [14] Marcus J, Schwarz J, Singh IP, et al. Spinal dural arteriovenous fistulas: A review. Curr Atheroscler Rep, 2013, 15(7):335.
- [15] 葛宇曦, 徐雷鸣, 孙建忠, 等. 三维动态增强 MR 血管成像判断硬脊膜动静脉瘘口位置的作用. 中华放射学杂志, 2017, 51(8): 621-624.

2017 版中国科技期刊引证报告相关数据 ——《中国医学影像技术》

由中国科学技术信息研究所主持的“2016 中国科技论文统计结果发布会”于 2017 年 10 月 31 日在北京国际会议中心举行。《中国医学影像技术》杂志在《2017 版中国科技期刊引证报告》(核心版)的相关数据为:

- 1 文献来源量:442 篇;
- 2 基金论文比:0.41;
- 3 总被引频次:3582;
- 4 影响因子:0.709;
- 5 学科扩散指标:20.57;
- 6 学科影响指标:0.90;
- 7 综合评价总分:65.70。