

多感官整合训练协同虚拟现实辅助康复在感觉统合失调儿童中的应用价值及对事件相关电位 P300 的影响

李政¹, 陈文翔²

(1. 常州市妇幼保健院儿保科, 江苏 常州 213003; 2. 南京医科大学附属儿童医院康复科, 江苏 南京 210000)

【摘要】目的: 探讨多感官整合训练协同虚拟现实(VR)辅助康复在感觉统合失调患儿中的应用价值及对事件相关电位 P300 的影响。**方法:** 选取 98 例感觉统合失调患儿为研究对象, 按照康复治疗方式不同分为观察组与对照组, 每组各 49 例。对照组患儿予以多感官整合训练康复治疗; 观察组患儿予以多感官整合训练协同 VR 辅助康复治疗, 均持续干预 12 周。比较两组患儿感觉统合能力、行为问题因子[Conners 父母用症状问卷(CPRS-R)]、注意力状态[视听整合的持续性操作测试(IVA-CPT)]、平衡能力、日常生活活动能力[儿童功能独立性测量量表(WeeFIM)]及事件相关电位。**结果:** 干预后, 观察组患儿感觉统合能力的前庭平衡感觉、触觉防御功能、本体感觉、学习能力评分均高于对照组($P<0.05$); 行为问题因子的品行行为、学习问题、心神障碍、冲动多动、焦虑、多动指数水平均低于对照组($P<0.05$); 注意力评估 IVA-CPT 量表听觉反应控制商数、听觉注意力商数、视觉反应控制商数、视觉注意力商数、综合尺度反应控制商数、综合尺度注意力商数维度评分均低于对照组($P<0.05$); 睁眼单脚站立时间、闭眼单脚站立时间均长于对照组($P<0.05$), 平衡木行走时间短于对照组($P<0.05$); WeeFIM 量表评分高于对照组($P<0.05$); P300 潜伏期低于对照组($P<0.05$), 波幅水平高于对照组($P<0.05$)。**结论:** 多感官整合训练协同 VR 辅助康复可有效调节感觉统合失调儿童感觉功能, 减轻行为问题, 提高注意力, 提升平衡能力, 改善大脑神经电活动。

【关键词】 感觉统合失调; 多感官整合训练; 虚拟现实辅助康复; 应用价值; 事件相关电位 P300

【中图分类号】 R749.94; R493 **【文献标志码】** A

Application value of multi-Sensory integration training combined with virtual reality-assisted rehabilitation in children with sensory integration disorder and its impact on event-related potential P300

LI Zheng¹, CHEN Wen-xiang²

(1. Department of Pediatric Care, Changzhou Maternal and Child Health Care Hospital, Changzhou 213003; 2. Department of Rehabilitation, Children's Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China)

【Abstract】Objective: To investigate the application value and effects on event-related potential P300 of multi-sensory integration training combined with virtual reality (VR)-assisted rehabilitation in children with sensory integration disorder. **Methods:** 98 children with sensory integration disorder were selected and divided into an observation group and a control group based on different intervention methods, with 49 patients in each group. The control group received multi-sensory integration training, while the observation group received multi-sensory integration training combined with virtual reality-assisted rehabilitation, with both groups undergoing continuous intervention for 12 weeks. The sensory integration abilities, behavioral problem factors [Conners Parent Symptom Questionnaire (CPRS-R)], attention status [Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA-CPT)], balance ability, daily living activity capabilities [Functional Independence Measure for Children (WeeFIM)], and event-related potential differences were compared between the two groups. **Results:** After the intervention, the observation group showed higher scores compared to the control group in vestibular balance sensation, tactile defense function, proprioception, and learning ability ($P<0.05$), lower levels in behavioral problem factors including conduct behavior, learning problems, mental disorders, impulsivity, anxiety, and hyperactivity index ($P<0.05$), lower scores in IVA-CPT attention assessment dimensions including auditory response control quotient, auditory attention quotient, visual response control quotient, visual attention quotient, comprehensive scale response control quotient, and comprehensive scale attention quotient ($P<0.05$). Com-

pared with the control group, the single-leg standing times with eyes open and closed were longer in the observation group ($P<0.05$), balance beam walking time was shorter ($P<0.05$), WeeFIM scale scores were higher ($P<0.05$), P300 latency was lower ($P<0.05$) and wave amplitude levels were higher ($P<0.05$). **Conclusion:** Multi-sensory integration training combined with VR-assisted rehabilitation can effectively regulate sensory function, reduce behavioral problems, improve attention, enhance balance ability, and improve neural electrical activity in children with sensory integration disorder.

【Key words】 Sensory integration disorder; Multi-sensory integration training; Virtual reality-assisted rehabilitation; Application value; Event-related potential P300

感觉统合是中枢对多通道感觉输入的筛选与整合过程,作用是保证个体与环境的适应反应^[1]。10%~30%儿童存在感觉统合失调,表现为触觉、前庭、本体觉整合障碍,进而影响运动技能、语言与社交发展^[2-3]。传统行为或单一感统训练因场景单调、依从性差,难以满足个体化康复需求。多感官整合训练激活大脑可塑性,虚拟现实(VR)以沉浸式交互提高趣味性和针对性,两者结合为康复提供新契机^[4]。但现有研究多为小样本、短周期且缺乏客观电生理指标。本研究旨在探讨多感官整合训练协同VR辅助康复在感觉统合失调儿童中的应用价值及对事件相关电位P300的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2021年7月至2024年10月常州市妇幼

保健院收治的98例感觉统合失调患儿为研究对象,按照康复治疗方式不同分为观察组与对照组,每组各49例。本研究符合赫尔辛基宣言要求。两组患儿一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。纳入标准:(1)符合精神障碍诊断与统计手册^[5]及《儿童感觉统合发展评定量表》^[6]感觉统合失调诊断;(2)性别不限,年龄6~12岁;(3)智力发育正常;(4)未伴其他严重身体脏器或系统疾病;(5)患儿监护人为其直系亲属(父母或法定监护人),能正确理解和执行相关康复与评估要求。排除标准:(1)近3个月内接受过其他系统感觉统合康复训练、经颅磁刺激等;(2)近3个月内使用过可能对神经系统功能产生影响的药物,如中枢性肌松药、抗抑郁药等;(3)存在严重视听障碍;(4)语言发育迟缓;(5)存在严重吞咽功能障碍。

表 1 两组患儿一般资料比较 $[\bar{x}\pm s, n(\%)]$

组别	性别		年龄(岁)	类型分布			疾病程度		
	男	女		触觉防御型	前庭平衡功能失调型	本体觉障碍型	轻度	中度	重度
观察组($n=49$)	26(53.06)	23(46.94)	8.49 $\pm$ 1.46	19(38.78)	16(32.65)	14(28.57)	28(57.14)	12(24.49)	9(18.37)
对照组($n=49$)	27(55.10)	22(44.90)	8.57 $\pm$ 1.31	20(40.82)	15(30.61)	14(28.57)	27(55.10)	14(28.57)	8(16.33)
t/χ^2 值	0.041		0.285	0.058			0.231		
P 值	0.839		0.776	0.972			0.891		

1.2 方法

对照组患儿予以标准多感官整合训练,(1)热身5 min(音乐+全身拉伸);(2)感觉刺激20 min,触觉、前庭觉、本体觉三类项目按“适应→提高→巩固”逐周递进;(3)综合协调游戏15 min(平衡木、障碍接力等多通道任务);(4)放松5 min(舒缓音乐+拉伸)。训练过程中,根据儿童反应与表现,及时调整强度及难度,确保训练的安全和有效性。观察组患儿在常规多感官整合训练框架内同步引入沉浸式VR,热身5 min后,先行20 min标准触觉、前庭、本体觉项目,训练过程通过头显与手柄呈现相匹配的虚拟场景并借助震动等实时反馈增强感觉输入;随后进行20 min VR专项任务:(1)“奇幻森林”用于触觉+本体觉,患儿操控角色越障同时接收震动触感;(2)“太空漫步”侧重前庭觉,患儿依靠身体倾斜/转动控制虚拟航行;(3)“海底寻宝”训练视-听整合

与语言表达,患儿根据声光线索寻找并说出宝物名称。最后5 min综合协调,患儿在现实平衡木行走的同时接受虚拟指令完成相应动作;放松阶段5 min播放舒缓音乐并行全身拉伸。康复治疗师全程监测生理、心理反应,依据即时表现调节场景与难度,确保安全和依从性。两组患儿训练强度与周期均为45 min/次,3次/周,连续训练12周。

1.3 观察指标

(1)感觉统合能力:干预前及干预12周后采用《儿童感觉统合发展评定量表》^[6]评估。包含触觉防御、前庭平衡功能、学习能力发展、本体觉四个维度,共计58个条目,每个条目按1~5分的计分形式,各条目得分相加即为量表总分,<70分、70~90分、91~110分、 ≥ 111 分分别代表重度失调、中度失调、轻度失调、正常。(2)行为问题因子:干预前及干预12周后使用Conners父母用症状问卷(Conners'

parent rating scale,CPRS-R)^[7]评估。问卷由监护人填写,主要用于检查 3~17 岁儿童及青少年行为问题,包括品行行为、学习问题、心身障碍、冲动多动、焦虑、多动指数共六个维度 48 个条目,按照“没有此问题”“偶尔有一点或表现轻微”“经常出现或较严重”“非常常见或十分严重”计 0~3 分,以各项目平均分为其最后得分,得分越高代表行为问题越严重。(3)注意力:干预前及干预 12 周后采用视听整合的持续性操作测试(integrated visual and auditory continuous performance test,IVA-CPT)^[8]评估,通过 IVA-CPT 测试仪评估患儿对视听信号的注意力、反应控制能力,综合评价患儿六个维度商数:听觉反应控制商数(ARCQ)、视觉注意力商数(VAQ)、听觉注意力商数(AAQ)、视觉反应控制商数(VRCQ)、综合尺度注意力商数(FAQ)、综合尺度反应控制商数(FRCQ),各维度商数满分 150 分,得分越高代表患儿存在越明显的问题。(4)平衡能力:干预前及干预 12 周后分别采用静态平衡、动态平衡能力测试进行评估。静态平衡能力评估包含两个部分:①睁眼静态平衡评估,要求患儿保持睁眼状态,单足站立,双手交叉于胸前,单脚离地的瞬间,启动秒表计时,直至脚重新落地或支撑脚移动,计时结束,对两侧腿部均进行两次测量,记录最佳成绩。②闭眼静态平衡评估,与睁眼评估流程一致,患儿全程闭眼完成测试。动态平衡能力评估:患儿在特定规格平衡木(14 cm×14 cm×5 m)上行走,利用秒表

记录患儿从起始端行至末端耗时。(5)日常生活活动能力:干预前及干预 12 周后采用儿童功能独立性测量量表(functional independence measure for children,WeeFIM)^[9]评估。包含运动能力、认知功能两个维度共 18 个项目,每个项目按完全依赖他人~完全独立完成分别计 1~7 分,满分为 126 分,得分越高代表功能独立性越佳。(6)事件相关电位:干预前及干预 12 周后通过脑电生物反馈仪采集儿童事件相关电位 P300 数据。在安静、屏蔽电磁干扰环境中,帮助患儿佩戴电极帽,电极置于国际 10-20 系统标准位点(如 Fz、Cz、Pz 等)。Oddball 范式刺激,呈现高频标准刺激与低频靶刺激,要求患儿对靶刺激进行按键反应,记录 P300 潜伏期(靶刺激呈现到 P300 波峰时间)和波幅(P300 波峰与基线电位差)。

1.4 统计学分析

采用 SPSS21.0 软件对数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行独立样本 t 检验,组内比较行配对样本 t 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿感觉统合能力比较

干预 12 周后,两组患儿感觉统合能力各维度评分均升高($P<0.05$),且观察组高于对照组($P<0.05$)。见表 2。

表 2 两组患儿感觉统合能力比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	前庭平衡感觉		触觉防御功能		本体感觉		学习能力	
	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	27.45±3.14	45.63±5.39 ^①	26.61±2.91	46.55±4.28 ^①	24.53±4.09	48.61±5.73 ^①	25.44±4.28	49.77±5.88 ^①
对照组($n=49$)	28.06±3.66	41.49±4.17 ^①	25.97±3.40	42.28±5.14 ^①	25.26±4.22	43.53±6.06 ^①	26.09±3.86	45.50±5.23 ^①
t 值	0.885	4.253	1.001	4.416	0.870	4.264	0.789	3.798
P 值	0.378	<0.001	0.319	<0.001	0.387	<0.001	0.432	<0.001

① $P<0.05$,与同组干预前比较。

2.2 两组患儿行为问题因子比较

干预 12 周后,两组患儿行为问题因子各维度评分均降低($P<0.05$),且观察组低于对照组($P<0.05$)。见表 3。

2.3 两组患儿注意力比较

干预 12 周后,两组患儿 IVA-CPT 各维度商数评分均降低($P<0.05$),且观察组低于对照组($P<0.05$)。见表 4。

表 3 两组患儿行为问题因子比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	品行行为		学习问题		心神障碍	
	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	17.82±3.46	11.40±2.20 ^①	8.66±1.48	4.02±0.95 ^①	5.69±0.74	4.71±0.55 ^①
对照组($n=49$)	18.02±3.11	13.56±2.45 ^①	8.51±1.34	4.93±0.86 ^①	5.77±0.61	5.23±0.69 ^①
t 值	0.301	4.592	0.526	4.971	0.584	4.125
P 值	0.764	<0.001	0.600	<0.001	0.561	<0.001

续表 3

组别	冲动多动		焦虑		多动指数	
	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	7.81±1.23	4.15±0.94 ^①	4.93±0.93	4.06±0.51 ^①	18.22±3.30	10.29±2.60 ^①
对照组($n=49$)	7.55±1.38	5.02±1.11 ^①	5.07±1.08	4.34±0.67 ^①	17.97±3.15	12.81±2.77 ^①
t 值	0.985	4.187	0.688	2.328	0.384	4.643
P 值	0.327	<0.001	0.493	<0.001	0.702	<0.001

① $P<0.05$,与同组干预前比较。

表 4 两组患儿注意力比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	ARCQ		AAQ		VRCQ	
	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	87.42±7.50	76.22±5.35 ^①	85.44±6.19	74.19±4.93 ^①	86.77±7.24	79.59±4.19 ^①
对照组($n=49$)	88.25±6.42	80.09±7.44 ^①	86.07±7.05	79.33±5.66 ^①	87.15±6.03	83.60±4.05 ^①
t 值	0.589	2.956	0.470	4.793	0.282	4.817
P 值	0.558	0.004	0.639	<0.001	0.779	<0.001

续表 4

组别	VAQ		FRCQ		FAQ	
	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	91.23±6.69	80.55±5.18 ^①	89.35±5.03	77.51±5.81 ^①	80.50±6.49	69.79±4.75 ^①
对照组($n=49$)	92.09±7.55	84.30±6.06 ^①	88.60±4.99	81.13±5.70 ^①	79.91±7.27	73.18±5.06 ^①
t 值	0.597	3.293	0.741	3.113	0.424	3.419
P 值	0.552	0.001	0.461	0.002	0.673	0.001

① $P<0.05$,与同组干预前比较。

2.4 两组患儿平衡能力比较

干预 12 周后,两组患儿睁眼单脚站立时间、闭眼单脚站立时间均延长($P<0.05$),且观察组长于

对照组($P<0.05$);平衡木行走时间均缩短($P<0.05$),且观察组短于对照组($P<0.05$)。见表 5。

表 5 两组干预前后平衡能力比较($\bar{x}\pm s$,s)

组别	睁眼单脚站立时间		闭眼单脚站立时间		平衡木行走时间	
	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	14.55±2.84	21.06±3.82 ^①	11.60±1.86	17.13±1.94 ^①	45.32±5.30	34.30±4.80 ^①
对照组($n=49$)	13.81±3.06	19.14±2.91 ^①	11.95±2.11	15.42±2.72 ^①	44.76±4.37	37.22±3.65 ^①
t 值	1.241	2.799	0.871	3.583	0.571	3.390
P 值	0.218	0.006	0.386	0.001	0.570	0.001

① $P<0.05$,与同组干预前比较。

2.5 两组患儿日常生活活动能力比较

干预 12 周后,两组患儿 WeeFIM 量表评分均增加($P<0.05$),且观察组高于对照组($P<0.05$)。见表 6。

表 6 两组患儿日常生活活动能力比较($\bar{x}\pm s$)

组别	WeeFIM 量表(分)	
	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	52.49±4.07	63.55±5.07 ^①
对照组($n=49$)	53.25±3.88	60.46±4.85 ^①
t 值	0.946	3.083
P 值	0.346	0.003

① $P<0.05$,与同组干预前比较。

2.6 两组患儿事件相关电位比较

干预前,两组患儿事件相关电位 P300 潜伏期、波幅比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。干预 12

周后,两组患儿 P300 潜伏期均缩短($P<0.05$),且观察组短于对照组($P<0.05$);波幅均升高($P<0.05$),且观察组高于对照组($P<0.05$)。见表 7。

表 7 两组患儿事件相关电位比较($\bar{x}\pm s$)

组别	P300 潜伏期(ms)		波幅(μV)	
	干预前	干预 12 周后	干预前	干预 12 周后
观察组($n=49$)	387.49±24.69	341.37±12.23 ^①	6.23±1.02	8.24±1.13 ^①
对照组($n=49$)	386.22±19.85	355.70±13.55 ^①	6.41±0.91	7.30±0.98 ^①
t 值	0.281	5.496	0.922	4.399
P 值	0.780	<0.001	0.359	<0.001

① $P<0.05$,与同组干预前比较。

3 讨论

感觉统合失调儿童同时存在注意力不集中、动

作规划差、姿势与双侧协调失衡及情绪-社交适应困难等多模态障碍^[10]。多感官整合训练通过触觉、前庭、本体等多重刺激改善单一感觉缺陷并强化跨通道整合^[11]；VR 凭沉浸式视-听-触场景和实时反馈，能提升趣味性、专注度与个性化干预效果^[12]。

本研究结果表明，联合 VR 的多感官整合训练提升了患儿前庭平衡、触觉防御、本体感觉及学习能力，并优于常规训练。沉浸式视觉-前庭交互强化了对空间位置与加速度的感知，触觉手柄的震动反馈以游戏化方式减轻触觉防御，动作捕捉-视觉回放形成“动作-反馈-校正”闭环，增强本体感觉并改善运动控制；感觉统合的整体改善又带动注意力、执行功能和学习能力进步^[13]。行为学结果同样支持这一点，观察组患儿 Conners 量表各因子均低于对照组 ($P<0.05$)，符合吴晨超^[14]关于 VR 可缓解 ADHD 行为问题、提高依从性的研究结果。机制上，VR 既优化感觉信息处理，减少由感觉不适引发的情绪波动，又凭即时视听奖励与虚拟社交情境激发训练动机、强化规则意识和自我控制，从而同步改善情绪管理、社交技能与行为表现。

本研究 IVA-CPT 结果显示，联合 VR 训练后患儿对视听信号的注意和反应控制优于对照组 ($P<0.05$)。多感官整合训练先改善感觉输入质量，减少大脑无效负荷，为注意资源集中奠基；沉浸式 VR 以丰富视听线索持续激活前额叶、顶叶等注意相关区域，两者形成“感觉优化-注意分配-反应控制”链式增效^[15]。同样，观察组患儿睁/闭眼单脚站时间延长 ($P<0.05$)；平衡木行走时间缩短 ($P<0.05$)，归因于 VR 场景中视觉-前庭-本体三重信息的同步整合，强化了中枢平衡调节。本研究中，观察组患儿干预后 P300 潜伏期低于对照组 ($P<0.05$)；波幅水平高于对照组 ($P<0.05$)，说明感觉输入与高强度认知任务促发了突触可塑性，加强感觉皮层-前额叶连接，加快信息处理并提升神经活动强度^[16]。因此，该方案不仅改善行为，还从电生理层面优化认知功能。

综上，多感官整合训练协同 VR 辅助康复通过多维度、多层次作用，在有效调节感觉统合失调儿童感觉功能、减轻其行为问题、提高患儿注意力、提升其平衡能力、改善患儿大脑神经电活动等方面展现出明显优势，具有重要的临床应用价值。

参考文献

[1] Jang WH, Lee SH. Diffusion tensor imaging of the brain in

children with sensory processing disorder: a review[J]. Journal of Neuroimaging, 2024, 34(2): 167–178.

[2] Wren-Jarvis J, Powers R, Lazerwitz MC, et al. White matter microstructure of children with sensory over-responsivity is associated with affective behavior[J]. Journal of Neurodevelopmental Disorders, 2024, 16(1): 1.

[3] Dhiman S, Goyal RK, Mahesan A, et al. Prevalence of sensory processing deficits in children with spastic cerebral palsy - an Indian caregiver's perspective[J]. Indian Journal of Pediatrics, 2024, 91(11): 1177–1180.

[4] Parekh SA, Wren-Jarvis J, Lazerwitz M, et al. Hemispheric lateralization of white matter microstructure in children and its potential role in sensory processing dysfunction[J]. Frontiers in Neuroscience, 2023, 17: 1088052.

[5] 美国精神医学学会. 精神障碍诊断与统计手册——案头参考书 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2014: 357–359.

[6] 任桂英, 王玉凤, 顾伯美, 等. 儿童感觉统合评定量表的测试报告[J]. 中国心理卫生杂志, 1994, 8(4): 145–147.

[7] Conners CK, Sitarenios G, Parker JDA, et al. The revised conners' parent rating scale (CPRS-R): factor structure, reliability, and criterion validity[J]. Journal of Abnormal Child Psychology, 1998, 26(4): 257–268.

[8] Tinius TP. The integrated visual and auditory continuous performance test as a neuropsychological measure[J]. Archives of Clinical Neuropsychology, 2003, 18(5): 439–454.

[9] Kidd D, Stewart G, Baldry J, et al. The Functional Independence Measure: a comparative validity and reliability study[J]. Disability and Rehabilitation, 1995, 17(1): 10–14.

[10] Mahesan A, Jauhari P, Singhal M, et al. A relook at cerebral palsy beyond motor pathology: a cross-sectional study of sensory processing abilities[J]. Neurology India, 2024, 72(3): 590–596.

[11] 梅海玲, 梅晓东, 张如飞, 等. 家庭综合性感觉统合训练对孤独症患儿行为矫正的效果分析[J]. 四川医学, 2023, 44(6): 625–629.

[12] 郭乃绮, 王瑜. 虚拟现实技术在孤独症谱系障碍儿童干预中的研究进展[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(4): 414–419.

[13] 翟天好, 闫文洁, 杜亚松. 虚拟/增强现实技术在孤独谱系障碍诊疗中的研究进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2023, 31(9): 996–999.

[14] 吴晨超. 虚拟现实儿童注意力训练系统应用于注意缺陷多动障碍的干预效果研究[D]. 杭州: 浙江中医药大学, 2023.

[15] Raditha C, Handryastuti S, Puspongoro HD, et al. Positive behavioral effect of sensory integration intervention in young children with autism spectrum disorder[J]. Pediatric Research, 2023, 93(6): 1667–1671.

[16] Wang Z, Gui Y, Nie W. Sensory integration training and social sports games integrated intervention for the occupational therapy of children with autism[J]. Occupational Therapy International, 2022, 2022(1): 9693648.

(收稿日期: 2025-04-11 修回日期: 2025-05-17)