

应对运动环境中的“变化”：灵敏素质及测试方法研究综述

王欢¹, 柴之颢²

¹上海市虹口区青少年体育运动学校, 上海

²上海师范大学体育学院, 上海

收稿日期: 2026年7月8日; 录用日期: 2026年8月11日; 发布日期: 2026年8月19日

摘要

在近年的研究中, 学者强调, 在日常训练中, 为应对环境中的刺激变化, 运动员快速有效的变向能力和反应时水平就具有重要作用。因此, 灵敏的定义已经从描述简单改变方向的运动升级为同时包含物理运动和感知决策两个部分。这就引发了对灵敏测试的不同方法的研究, 这些方法既挑战了运动员的身体运动能力, 也挑战了他们的感知和决策能力。这篇文献综述的目的是强调关于灵敏测试方法的最新文献。最近发表的出版物着重于提出新的灵敏测试方法, 以及试图通过发展运动员的运动能力和感知决策能力来促进灵敏素质的研究。

关键词

运动环境, 环境变化, 灵敏素质, 测试方法

Coping with “Changes” in Sports Environments: A Review of Agility and Its Testing Methods

Huan Wang¹, Zhixie Chai²

¹Shanghai Hongkou District Youth Sports School, Shanghai

²School of Physical Education, Shanghai Normal University, Shanghai

Received: July 8, 2026; accepted: August 11, 2026; published: August 19, 2026

Abstract

Recent studies have emphasized that during routine training, athletes possess crucial rapid and

文章引用: 王欢, 柴之颢. 应对运动环境中的“变化”: 灵敏素质及测试方法研究综述[J]. 体育科学进展, 2026, 14(4): 801-810. DOI: 10.12677/aps.2026.144108

effective change-of-direction performance and reaction time to cope with variable environmental stimuli. Accordingly, the definition of agility has evolved from merely describing simple directional shifts to a concept integrating physical movement and perceptual decision-making. This has spurred research into diverse agility testing protocols, which simultaneously challenge athletes' physical motor capacities as well as their perceptual and decision-making capabilities. The purpose of this literature review is to highlight the latest research concerning agility testing methods. Recently published studies focus on proposing novel agility testing protocols, alongside investigations aimed at improving agility by developing athletes' motor proficiency and perceptual decision-making skills.

Keywords

Sports Environment, Environmental Changes, Agility, Testing Methods

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

优秀运动表现所需要的大多数运动能力,如爆发力、力量、速度、耐力等,都有清晰明确的评价标准,可以用于特定运动的测试和训练。相比之下,灵敏素质有一系列评价标准,但是至今在科学研究层面没有所谓一致的“行业公认的有效标准”。

灵敏素质历来与运动员表现高水平速度的能力有关,还包括变向能力。因此,在足球[1]、橄榄球[2]和网球[3]等运动中,灵敏素质被认为是最重要的因素。近年来,研究人员注意到,运动中表现出来的动作主要受环境刺激的支配,从而运动员感知变化并做出相应反应的能力将极大地影响运动员的运动速度和效率[4]。因此,灵敏素质的定义已被更新为“响应刺激而改变速度或方向的全身快速运动”[5]。

由于灵敏素质的定义发生了变化,研究已经开始关注灵敏测试和训练的最佳操作方法。许多出版物已经开始将他们的注意力从提高简单变向能力的测试转移到将运动员的身体运动和感知认知能力结合到特定运动中的测试和训练指标中。由于新定义下灵敏素质的运动特性,测试和训练设计在不同研究中存在很大差异。这篇研究综述将试图通过强调该领域最近的研究来阐明正在发展的研究方向。此外,本综述旨在为教练和运动员提供关于灵敏素质测试的最佳方法的实用建议。

2. 灵敏素质定义

2.1. 变向类定义

在早期的研究中,灵敏被简单地定义为快速改变方向的能力[6];或者是快速准确地改变方向的能力[7]。然而,这些定义仅描述了灵敏的物理层面,测试和训练研究反映了这些定义。通过简单的运动测试和预先计划好的方向变化来测试运动员的灵敏能力。比如 T 测试[8], Illinois 灵敏测试[9], 505 测试[9], Pro-agility 测试[9]和 L 测试[10]。这种长期以来的灵敏定义是包括变向能力在内,简单的、预先计划好的短距离跑动过程,仍然主要用于体能教练的实际训练中。

2.2. 反应灵敏类定义

然而,变向类定义未能识别灵敏素质的感知要素。在开放技能运动中,运动员需要表现出快速有效

的运动技能,以应对环境刺激。这与团队战术相结合,决定了运动员在何时、何地以及如何移动或应对。因此,测试灵敏素质的物理能力和感知能力是同等重要的,因为在单一能力上的高水平并不一定能预测另一个能力也是高水平。例如,一个运动员可能具有出色的身体运动特征,但在快速准确地制定对刺激的反应能力有限,从而减慢了整体运动时间。相反,那些能够快速感知并制定对刺激反应的运动员可能会因为缓慢的身体运动技能而不能取得理想的成绩。因此,由于任何一个能力组成部分的缺陷都会降低灵敏素质的整体能力,因此用于评估灵敏素质的测试应该包含身体能力和感知能力这两个部分。

Chelladurai [11]首先强调了灵敏素质的感知能力本质,他注意到运动环境中的不同任务具有不同的感知参与水平。他描述了任务从简单任务(如体操动作,没有认知不确定性,这意味着运动员不需要为了制定适当的决策而提取环境线索)到普遍不确定性任务(如足球比赛,球员的动作完全由从周围环境提取的信息控制)。在 Chelladurai 的研究基础上,一些研究人员因此开始将灵敏测试分为开放式和封闭式两类。封闭式测试中,运动员能够完全预先计划自己的动作(如体操),而开放式灵敏测试中,运动员的动作是通过环境线索决定的(如足球)。Young [12]提出,要将一项任务视为灵敏任务,必须存在对刺激的反应。包括这样的标准,导致封闭式灵敏任务被归类为“变向速度”(CODS),这被认为是一个独立的技能,是灵敏的一个子集。根据 Young 之前的研究,Sheppard 和 Young [13]提出了灵敏的新定义,他们将该技能描述为“对刺激做出的速度或方向变化的快速全身运动”。因此,这一定义包括了灵敏的感知能力和身体能力(方向和/或速度的变化)成分。这一定义也强调了运动方向的变化并不是被称为灵敏的必要条件,因为一些刺激可能需要加速或减速作为响应,而不是方向的改变。因此,这个更新的定义催生了在评估灵敏素质时确定最佳测试方式的研究,包括身体和感知两个部分。

3. 影响灵敏素质的因素

目前对于灵敏素质影响因素的研究,主要集中在两个部分:认知决策和变向能力。学者围绕这两部分进行了深入研究,其中认知决策更偏重于运动员的主观感知能力,如预判能力,视觉扫描能力、反应速度等等。而变向能力主要偏重于运动员的身体能力,如下肢力量、技术水平、直线冲刺速度等等。

在灵敏素质研究早期,有学者就运动员灵敏素质的影响因素进行了研究论述。学者 Verstegen [14]指出人体的协调性、身体稳定性、平衡能力、爆发力水平、有氧和无氧能力、肌肉力量、速度以及生物力学等因素都会对运动员的灵敏素质产生重要影响。此外,相关研究[15]也发现其与体现人体运动表现存在紧密联系,诸如运动过程中的动态控制、稳定、协调及爆发等能力素质。灵敏素质还可帮助运动员获得视觉扫描能力、提升认知模式、专项知识储备以及预判能力,帮助运动员快速改变方向,如技术能力、人体测量学特征、直线加速能力和下肢肌肉素质。其中技术能力又包括脚的落地位置、加减速时调整步幅的能力和身体姿态保持能力,下肢肌肉素质又包括下肢肌肉力量、爆发力和反应力量等[13]。

灵敏素质作为良好运动表现的基本构成要素,体现在动态运动过程中对速度、方向等一切外界环境中瞬时发生的事件所产生的本体感受以及对瞬发随机事件做出的预判、抉择等。人体在运动中的落地瞬间,脚与地面的接触以及对地面反作用力的感受均与灵敏素质相关。人体在跑动中所感受到的速度与方向的变化,维持身体在运动中的平衡,也均与灵敏素质相关[16]。

因此,灵敏素质本身存在相当的复杂性,它的好坏与个体所表现出的诸多因素相关,如身体形态会导致重心的移动,进而影响到机体在运动过程中的稳定平衡能力,运动员自身的运动能力与专项机能也会对灵敏素质造成一定积极或消极的影响。然而,对灵敏影响因素的绝大多数的研究往往只进行了定性,缺乏相应科研实验数据的验证,这也是目前对于灵敏因素的影响因素至今仍为达成共识的重要原因。

4. 灵敏素质测试方法

4.1. 灵敏素质测试方法归纳

表 1 和表 2 对已发表文献中所使用的灵敏测试方法进行了归纳汇总, 按照测试者是否需要根据外部非预期刺激信息进行认知决策可将测试方法分为变向类测试与反应灵敏类测试。除了刺激类型上的差异, 这些测试方案在是否结合专项技术或器材、以及运动方式(如向前跑、侧滑步、跳跃)、距离、耗时、变向角度、变向次数等方面也存在差异。但相同的是, 这些测试大部分将完成任务的最快用时作为评价指标, 这也是对灵敏定义中“快速”的一个量化体现。由于灵敏本身是人体多种运动能力的一个综合体现, 其不同任务中和不同情景下所需要的能力组合也不同, 找出一种或几种能够较为全面评价灵敏的测试方法是非常困难的。

Table 1. Summary of change-of-direction agility testing protocols

表 1. 变向类灵敏测试方法归纳

测试方法	变向次数	跑动距离(m)	测试耗时(s)	ICC	CV/%
505 测试[9] [10]	1	10	2.4~2.6	0.77~0.90	1.9~2.8
Pro 灵敏测试[9]	2	18.28	4.9~5.1	0.67~0.98	1.8~2.5
Illinois 灵敏测试[17] [18]	11	约 60	16~20	0.80~0.98	1.6~4.0
T 测试[8] [19]	4	36.56	8~12	0.83~0.95	1.7~4.1
L 测试[10]	3	20	5.6~5.8	0.95	2.8
Y 测试[20]	1	10	1.8~2.1	0.87	
Stop “n” go 变向测试[21]	15	32	8~10	0.87~0.92	4~5
Zig-zag 测试[22]	3	20	5~9	0.84	2.5

关于认知决策逐渐成为研究者们关注的热点, 更多人已尝试摸索设计更加合理的测试方法(如表 2 所示), 旨在通过光源、人体动作模式等一系列测试评价运动员在动态动作模式过程中, 视觉方面对于变向、加速及转身等动作的刺激程度, 或者选择听觉感官来探索机体对外界环境变化的刺激反应[2] [24]。

其实验操作大致可理解为: (1) 运动员在接受光源诱导或指示后, 朝特定区域或方向运动的行为; (2) 运动员通过屏幕信息, 做出与之对应的反应等。

Table 2. Summary of reactive agility testing protocols

表 2. 反应灵敏类测试方法归纳

测试方法	刺激类型	跑动距离(m)	测试耗时(s)	ICC	CV/%
Y 反应灵敏测试[20] [23]	光	10	2.1~2.6	0.88	
Stop “n” go 反应灵敏测试[21]	光	32	10~12	0.81~0.86	4.0
转身反应灵敏测试[26]	光	5	1.1~1.5	0.90	
SRAT 反应灵敏测试[24]	光	≥14	23~27	0.95	2.0~4.0

迄今为止, 在反应灵敏测试领域完成的许多研究都成功地融合了运动员的身体能力和认知决策能力。通过加入刺激源(如灯光、视频、人等), 以区分不同的运动员的灵敏素质水平。这些新的测试方法也被证明是可靠的。

4.2. 变向类灵敏测试方法研究进展

变向类灵敏测试指在一定空间范围内通过跑动测试人的反应速度能力, 可以总结为动作快速改变类和运动状态快速改变类这两个类别。此方案的优点在于测试流程非常标准化, 信度高, 但缺点在于测试结果往往会与受试者的认知水平有关且与实际比赛环境存在较大的差异。

由于灵敏以前被定义为“快速改变方向的能力”, 对灵敏的测试采用了简单的变向速度(Change of direction speed, 简称 CODS)能力测试, 如 505 测试、L 测试、Illinois 灵敏测试等。这些测试已被用于区分变向速度能力方面的运动员。然而, 这些测试完全是预先计划好的, 它们不会挑战运动员的认知决策和感知能力, 应当归类为变向类灵敏测试。

目前, 在国内外研究中, 对变向类灵敏测试方法的探讨也越来越少, 研究主要集中在变向类灵敏测试的变形和专项灵敏测试方面。因为简单的变向类灵敏测试存在一些不足, 如直线跑动所占比重大、缺乏金标准、忽视测试过程中的动作质量以及不同测试之间的可比性有限[25]等等。

虽然灵敏测试已经在尽可能模拟实际比赛的外界场景, 但部分测试中人的跑动时长过多会影响实验结果, 未能充分体现跑动过程中灵敏素质在特定分界点转化的功能[5]。为了更好地解决这个问题, 有人提出希望通过 CODD [10], 通过让运动员先进行变向跑, 记录测试时间后, 再测试同样时间的直线跑, 通过二者的时间差来反应灵敏素质, 还有人或采用多阶段测试以及生物力学等方案对运动员的跑动过程中的分界点转化进行分析验证, 但相关测试均存在不同程度的弊端, 如需要生物力学的三维运动分析系统, 同时又需要较大的场地, 二者通常存在此消彼长的关系[26]。

研究结果表明, 传统的灵敏测试即变向类灵敏测试, 如 505 测试、Pro 灵敏测试等, 可能在评估运动员的变向能力方面是有用的。但是, 在评估特定运动灵敏素质方面, 它们的功能可能是有限的, 因为运动员需要根据环境和对手的变化做出反应。

4.2.1. 测试方法与能力维度解析

505 测试、Y 测试等单次变向测试, 核心考察了运动员的减速 - 再加速转换能力与下肢离心 - 向心收缩的快速发力效率, 主要对应影响因素中的下肢反应力量、直线冲刺速度与变向技术模式; 而 Illinois 灵敏测试、T 测试等多次变向测试, 更侧重考察核心的稳定性、肌肉协调控制等综合运动素质[9] [13]。总体而言, 所有变向类测试的成绩差异均来源于下肢肌肉力量、直线速度、技术动作合理性与人体测量学特征, 无法反映运动员的认知决策和感知能力。

4.2.2. 测试方法评述: 优势、局限与争议

变向类测试能够在体能领域长期沿用, 优势在于: 首先, 测试流程高度标准化, 路线标记、距离设置、计时方式均有统一规范, 多数经典测试的组内相关系数(ICC)可达 0.80 以上, 重测信度表现稳定[9] [17]; 其次, 操作门槛低, 仅需标志桶、光电门或秒表即可完成, 对场地、设备与人员专业度要求不高; 最后, 指标解释性强, 测试结果可直接对应变向速度、下肢力量等基础体能素质, 便于教练员制定针对性训练方案。

但其局限性同样十分突出。首先是生态效度的不足: 测试任务完全预设, 与开放技能项目中的真实灵敏表现存在本质上的差异。其次是方法体系缺乏金标准: 不同测试的变向角度、次数、跑动距离差异巨大, 测试间相关性较低, 无法用单一测试代表个体的整体变向能力; 且部分测试中直线跑动占比过高, 变相成为速度耐力测试, 稀释了灵敏素质的评价权重[25]。

在争议层面上, 集中于“变向速度是否属于灵敏素质范畴”。部分学者沿用早期的定义, 将变向能力视为灵敏的核心组成; 而以 Young、Sheppard 为代表的主流观点则认为, 完整的灵敏必须包含感知决策成分, 因此变向类测试应从“灵敏测试”中独立出来, 单独作为变向速度的评价工具[12] [13]。

4.2.3. 专项适配性分析与实践启示

持拍类项目(网球、羽毛球): 此类项目虽属于开放技能, 但基础步法移动具有相对固定的模式。变向类测试可用于评价运动员的基础移动能力与步法爆发力, 作为体能选材与基础训练的辅助指标; 但由于测试无法纳入对手击球的预判与反应环节, 其对比赛临场灵敏表现的预测能力十分有限。

团队对抗类项目(足球、篮球): 此类项目的灵敏表现高度依赖环境决策与对抗预判, 因此该类项目中, 变向测试仅可作为基础体能筛查工具, 不能用于评价专项灵敏水平。

针对性设计思路: 当前研究主要沿“专项化改造”方向推进, 即在经典的测试框架内融入专项技术动作, 如篮球中的运球变向测试、足球里的带球绕杆等测试。

4.3. 反应灵敏类测试方法研究进展

目前, 灵敏素质研究的重点是开发运动专项反应灵敏测试(Reactive agility tests, 简称 RAT), 旨在通过耦合灵敏的物理动作和感知技能特征来评估运动员的灵敏能力。与耐力、速度、力量等测试(可以在许多运动项目中复制)相比, 灵敏素质更加针对特定的运动项目。因此, 每一个反应灵敏测试都将针对每一项运动, 这样就不太可能产生一个具有“行业公认的有效标准”的反应灵敏测试。这与变向类灵敏测试就存在一定差异。换言之, 变向类灵敏测试更为通用, 可以适用于多种项目。因此, 需要分析每个反应灵敏测试在其特定运动环境中测试灵敏素质的效果。

Farrow 等人进行了第一个专注于反应灵敏测试的研究[27]。在这项专门研究中, 来自低、中、高三种水平的网球运动员使用真人大小的视频投影进行评估。这些视频投影显示了一名对手球员执行一个特定的击球动作。参与者被要求向击球的方向移动以回应视频, 从而反映出运动员在进行防守反应。放置在参与者身后的高速摄像机测量了从特定刺激开始到参与者开始移动之间的时间。这量化了参与者的决策时间。光电门被用来测量总测试时间。结果发现, 高水平运动员的反应时间(从刺激开始到被试反应的时间) ($357 \text{ ms} \pm 14$) 明显($p = 0.05$) 快于低水平运动员($383 \text{ ms} \pm 11$)。这种反应速度变化能够区分总体移动时间之间的差异, 而预先计划的灵敏测试(只测试运动员身体能力)无法区分灵敏素质水平。

之后, 有学者专门为橄榄球运动开发了类似的反应灵敏测试方法[28]。该方法使用高水平球员的视频投影。这些视频是从防守球员的角度拍摄的, 显示进攻球员跑向摄像机, 然后执行 45 度的方向改变, 这也可能包括佯攻(用于误导防守球员)或实际传球。参与者在向前跑了大约 8 米后, 必须对视频投影做出反应, 并向正确的方向移动。光电门被用来记录总测试时间和一个高速相机被用来量化响应时间。在不包含视频投影的情况下重复该方法, 以便在评估变向速度时消除感知因素。结果与 Farrow 等人的研究结果相一致, 即只有在测试方法包括反应灵敏任务(如视频投影)时, 才能发现高水平 and 低水平运动员之间存在显著差异。

反应灵敏测试项目也在澳大利亚足球项目中有所运用。Henry 等[4]研究了高水平运动员、低水平运动员和非足球运动员之间的反应灵敏表现的差异。反应灵敏测试使用基于光和基于视频的测试方法。在以光为基础的测试中, 参与者根据发光的 LED 光簇进行移动。在基于视频的实验中, 参与者对特定运动视频投影做出反应, 并根据视频刺激进行移动。将这些测试与预先计划好的变向类灵敏测试进行比较。结果发现, 在基于视频的反应灵敏实验中, 高水平组别表现明显优于低水平组。这表明, 高水平运动员能够比低水平运动员更有效地阅读和回应对方运动员身体方向的线索。而简单的、预先计划好的变向类灵敏测试任务再次不能预测运动员水平, 因此突出了灵敏素质中认知决策部分的重要性[29]。

反应类灵敏测试也可以在不使用视频技术的情况下完成。Meir 等人[30]开发了一种针对橄榄球项目的反应灵敏测试, 其中刺激类型为人, 而不使用视频投影。如图 1 所示, 运动员从位于“光门 A”后方 0.5 米的起点开始。运动员加速到“光门 B”开始测试, 这是 10 米的加速时间。当运动员到达光电门 B

时, 测试者(图中标注为测试员)站在离光电门 5 米远的地方, 面对迎面跑来的运动员, 用左脚或右脚向前迈出约 45° 角。作为对测试员的回应, 运动员在测试员步伐的另一侧加速, 到达“光电门 C”或“光电门 D”, 这就提供了总时间。例如, 运动员在最初的 10 米加速, 在到达 10 米光电门 B 时, 测试员向左迈 45° 角(从运动员的角度)。根据测试员的动作, 运动员会向右移动, 以到达“光电门 D”。初始 10 米时间表示运动员的加速时间。到达 10 米光电门处和最终光电门(C 或 D)之间的时间间隔取决于运动员阅读测试员动作的速度和有效地适当改变方向的速度。能够在测试员的动作中提前发现线索的运动员将能够更早地开始改变方向到适当的光电门, 因此将取得更快的成绩。不能有效解读测试员动作的运动员将会更晚开始改变方向, 因此只能取得较慢的成绩。一个需要更长的时间来响应测试员的运动员可能会比一个反应更快的运动员在初始加速中损失更多的速度, 进一步增加了到达终点的时间。该测试被证明具有良好的可靠性[30], 并具有适合无需视频投影的优势, 从而消除了操作此类测试方法所需的时间、资金和专业知识的不足。

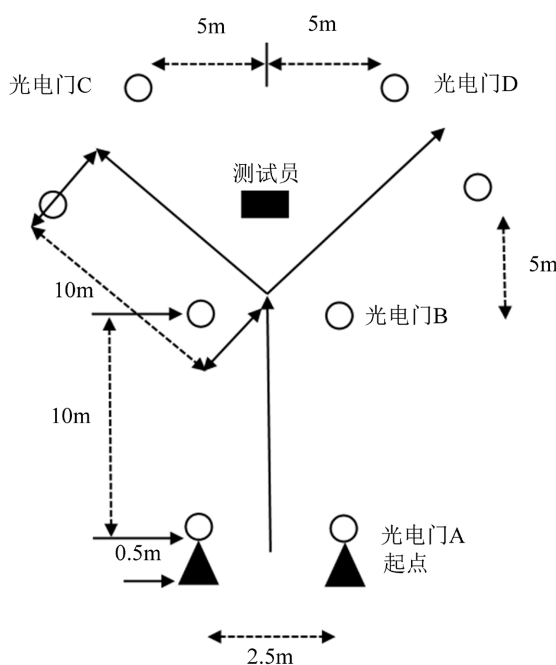


Figure 1. Reactive agility testing protocols for rugby
图 1. 橄榄球反应灵敏测试方法

与此同时, 反应灵敏测试也存在挑战。一个有效的反应灵敏测试的关键挑战就是刺激类型。如果使用基于视频的刺激类型时, 所显示的图像必须反映真实运动环境中会出现的刺激。如果刺激不能代表运动环境的刺激, 将很难区分具有不同反应灵敏水平的运动员。设计可靠的反应灵敏测试方法的另一个挑战是呈现给运动员的刺激量。大多数之前设计的方法只向运动员提供一种视觉刺激, 这可能会降低区分高水平运动员和中低水平运动员的效果。在测试场景中, 运动员会同时看到来自不同刺激的各类信息(如无球对手的运动、听觉刺激等)。高水平运动员善于分析多种线索, 同时区分有用和无用的信息, 以便做出准确的反应决策。此外, 如果训练中只涉及一种刺激源, 运动员可能会发现很难将这种能力转移到真实的运动环境中, 因为在真实运动环境中他们需要分析和判断来自环境中多个来源的信息。因此, 灵敏测试的未来研究方向可能是在更开放的环境中挑战运动员的身体能力和感知能力, 挑战运动员对各种不同刺激的分析和反应。

4.3.1. 测试方法与能力维度解析

反应灵敏测试实现了“认知决策 + 变向能力”双维度的同步评估，其成绩差异既来源于下肢力量、技术模式等身体因素，也来源于预判速度、线索提取能力等认知因素，因此能更全面地反映运动员的真实灵敏水平。

4.3.2. 测试方法评述：优势、局限与争议

反应灵敏测试的优势在于生态效度的显著提升，同时该类测试能揭示认知与身体双维度的能力短板，为训练设计提供更精准的依据。但不同刺激范式在信度、效度与可操作性上存在明显差异，具体如下表3：

Table 3. Differences in reliability, validity and operability across different stimulus-type tests
表 3. 不同刺激范式在信度、效度与可操作性上的差异

刺激类型	生态效度	标准化程度	操作成本	认知考察深度
基于光的刺激	较低	高	低	浅(简单反应)
基于视频的刺激	较高	中	高	深(专项预判)
基于真人的刺激	高	低	中	深(综合决策)

在争议层面上，首先是刺激复杂度的平衡问题。多数现有测试仅采用单一刺激源，而真实比赛中运动员需要同时处理对手、队友、场地等多重信息，单一刺激是否会低估高水平运动员的认知能力，仍存在争议。其次，专项化与通用性的矛盾，反应灵敏测试高度依赖项目特征，难以形成跨项目通用的“金标准”测试，导致不同的研究结果的可比性较差。最后，多数测试仅能通过总时间来间接反映决策能力，如何精准分离感知时间、决策时间与动作时间，仍是不小的挑战。

4.3.3. 专项适配性分析与实践启示

团队对抗类项目(篮球、橄榄球)：现有测试已能基本反映运动员的单次防守决策能力，但仍存在明显局限：一是多数测试仅包含单次变向决策，与比赛中连续变向、多回合决策的情境不符；二是缺乏持球、运球等专项技术动作的融合；三是刺激源单一，未纳入队友、场地边界等环境干扰信息，认知负荷远低于真实比赛。

针对性设计思路：构建“多阶段连续决策 + 专项技术融合”的测试方案。以篮球为例，设置连续3次变向决策节点，每个节点以真人防守队员的突破动作作为刺激，受试者结合防守的动作选择变向的方向，同时完成运球动作。

持拍类项目(网球、羽毛球)：现有刺激测试已实现了对对手击球动作的反应评价，但局限性在于：测试仅包含单次移动反应，没有纳入连续多拍回合的特征；且刺激未能结合球的飞行轨迹与落点，与真实的击球情境存在差异。

针对性设计思路：开发“动作预判 + 落点反应 + 专项步法”的多阶段测试方案。要求受试者在连续多拍中根据来球进行快速调整站位，完成正手、反手、前后场的专项步法移动。通过时间拆分，区分预判时间与反应移动时间，精准评价运动员的预判能力与步法速度。

5. 总结及未来研究方向

灵敏素质是构成并提升运动表现的关键一环，因此对提升运动员提升竞赛成绩具有重要作用，无论是偏技巧类运动，如乒乓球、羽毛球等，还是偏力量类运动，如举重、铅球等，亦或是力量与对抗相结合的运动项目，如橄榄球、篮球、足球等，运动员的各种高难度动作的成功施展都离不开高水平的灵

敏素质。

随着对灵敏素质研究的进一步推动, 人们渐渐关注到其重要性并与运动表现联系起来。为了更深入地探究灵敏素质与运动员在运动表现方面的相关性, 尝试通过较高信效度的测试方案来摸索如何通过灵敏素质来提升运动表现, 但缺点在于实验本身关于灵敏测试的方案仍存在一定的复杂性, 运动员在测试过程中易受到其他各类因素的干扰, 同时目前关于灵敏素质的研究相对较少, 缺乏一定的文献支撑, 希望未来有研究者能够取得重要的研究进展。

一是为根据项目特点针对指定测试方案, 采用可穿戴设备或视频解析对运动员在比赛过程中的动态运动轨迹进行采集, 确认相应的灵敏测试方案。二是测试相同运动项目但年龄、水平及性别不同的运动员, 采用相同的测试方案来探究其灵敏水平。三是确认影响灵敏因素的相关制约条件, 尽可能选择与灵敏测试结果关联性高的指标实施测试方案。四是寻求探索运动表现及成绩的提升、运动损伤的发生概率与灵敏素质发展的联系, 针对青少年灵敏素质敏感期进行相应的灵敏素质训练。

参考文献

- [1] Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, D.P., Chamari, K. and Castagna, C. (2012) Determinants Analysis of Change-of-Direction Ability in Elite Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **26**, 2667-2676. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318242f97a>
- [2] Paul, D.J., Gabbett, T.J. and Nassis, G.P. (2016) Agility in Team Sports: Testing, Training and Factors Affecting Performance. *Sports Medicine*, **46**, 421-442. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0428-2>
- [3] Cooke, K., Quinn, A. and Sibte, N. (2011) Testing Speed and Agility in Elite Tennis Players. *Strength and Conditioning Journal*, **33**, 69-72. <https://doi.org/10.1519/ssc.0b013e31820534be>
- [4] Henry, G., Dawson, B., Lay, B. and Young, W. (2011) Validity of a Reactive Agility Test for Australian Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **6**, 534-545. <https://doi.org/10.1123/ijspp.6.4.534>
- [5] Nimphius, S., Callaghan, S.J., Bezodis, N.E. and Lockie, R.G. (2018) Change of Direction and Agility Tests: Challenging Our Current Measures of Performance. *Strength & Conditioning Journal*, **40**, 26-38. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000309>
- [6] Bloomfield, J., Ackland, T.R. and Elliott, B.C. (1994) *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport*. Blackwell Scientific Publications.
- [7] Johnson, B.L. and Nelson, J.K. (1986) *Practical Measurements for Evaluation in Physical Education*. Burgess.
- [8] Sekulic, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., Calleja-González, J., et al. (2016) Evaluation of Basketball-Specific Agility: Applicability of Preplanned and Nonplanned Agility Performances for Differentiating Playing Positions and Playing Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **31**, 2278-2288. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001646>
- [9] Stewart, P.F., Turner, A.N. and Miller, S.C. (2014) Reliability, Factorial Validity, and Interrelationships of Five Commonly Used Change of Direction Speed Tests. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **24**, 500-506. <https://doi.org/10.1111/sms.12019>
- [10] Gabbett, T.J., Kelly, J.N. and Sheppard, J.M. (2008) Speed, Change of Direction Speed, and Reactive Agility of Rugby League Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **22**, 174-181. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31815ef700>
- [11] Chelladurai, P. (1976) Manifestations of Agility. *Cahper Journal*, **42**, 36-41.
- [12] Young, W.B., James, R. and Montgomery, I. (2002) Is Muscle Power Related to Running Speed with Changes of Direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **42**, 282-288.
- [13] Sheppard, J.M. and Young, W.B. (2006) Agility Literature Review: Classifications, Training and Testing. *Journal of Sports Sciences*, **24**, 919-932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- [14] Verstegen, M. and Marcello, B. (2001) High Performance Sports Conditioning. Human Kinetics.
- [15] Sporis, G., Milanovic, L., Jukic, I., et al. (2010) The Effect of Agility Training on Athletic Power Performance. *Kinesiology*, **42**, 65-72.
- [16] Veale, J.P., Pearce, A.J. and Carlson, J.S. (2010) Reliability and Validity of a Reactive Agility Test for Australian Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **5**, 239-248. <https://doi.org/10.1123/ijspp.5.2.239>
- [17] Hachna, Y., Chaabène, H., Nabli, M.A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., et al. (2013) Test-Retest Reliability, Criterion-

- Related Validity, and Minimal Detectable Change of the Illinois Agility Test in Male Team Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **27**, 2752-2759. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182890ac3>
- [18] Kutlu, M., Yapici, H. and Yilmaz, A. (2017) Reliability and Validity of a New Test of Agility and Skill for Female Amateur Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, **56**, 219-227. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0039>
- [19] Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L. and Vucetic, V. (2010) Reliability and Factorial Validity of Agility Tests for Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **24**, 679-686. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c4d324>
- [20] Lockie, R.G., Jeffriess, M.D., McGann, T.S., Callaghan, S.J. and Schultz, A.B. (2014) Planned and Reactive Agility Performance in Semiprofessional and Amateur Basketball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **9**, 766-771. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0324>
- [21] Sekulic, D., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O. and Peric, M. (2014) The Development of a New Stop'n'go Reactive-Agility Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **28**, 3306-3312. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000515>
- [22] Mirkov, D., Nedeljkovic, A., Kukolj, M., Ugarkovic, D. and Jaric, S. (2008) Evaluation of the Reliability of Soccer-Specific Field Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **22**, 1046-1050. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816eb4af>
- [23] Green, B.S., Blake, C. and Caulfield, B.M. (2011) A Valid Field Test Protocol of Linear Speed and Agility in Rugby Union. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **25**, 1256-1262. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d8598b>
- [24] Chow, C.G., Kong, Y. and Wong, C. (2022) Reactive-Agility in Touch Plays an Important Role in Elite Playing Level: Reliability and Validity of a Newly Developed Repeated Up-and-Down Agility Test. *Journal of Sports Science and Medicine*, **21**, 413-418. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.413>
- [25] 高崇, 杨威, 廖开放, 黎涌明. 人体运动的灵敏: 定义与测试[J]. 成都体育学院学报, 2021, 47(6): 122-129.
- [26] Zouhal, H., Abderrahman, A.B., Dupont, G., Truptin, P., Le Bris, R., Le Postec, E., et al. (2018) Laterality Influences Agility Performance in Elite Soccer Players. *Frontiers in Physiology*, **9**, Article 807. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00807>
- [27] Farrow, D., Young, W. and Bruce, L. (2005) The Development of a Test of Reactive Agility for Netball: A New Methodology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **8**, 52-60. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(05\)80024-6](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(05)80024-6)
- [28] Young, W.B. and Murray, M.P. (2017) Reliability of a Field Test of Defending and Attacking Agility in Australian Football and Relationships to Reactive Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **31**, 509-516. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001498>
- [29] Bekris, E., Gissis, I. and Kounalakis, S. (2018) The Dribbling Agility Test as a Potential Tool for Evaluating the Dribbling Skill in Young Soccer Players. *Research in Sports Medicine*, **26**, 425-435. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1492395>
- [30] Meir, R., Holding, R., Hetherington, J. and Rolfe, M. (2013) Impact of Sport Specific and Generic Visual Stimulus on a Reactive Agility Test While Carrying a Rugby Ball. *The Journal of Australian Strength and Conditioning*, **21**, 45-49.