

DOI:10.16781/j.0258-879x.2020.06.0673

• 综述 •

## 军事孤立封闭环境作业人员标准化神经认知测试的探索

屠志浩<sup>1</sup>, 李海立<sup>2</sup>, 何静文<sup>3</sup>, 赵后雨<sup>1</sup>, 瞿靖芮<sup>1</sup>, 沈兴华<sup>1\*</sup>

1. 海军军医大学(第二军医大学)心理系航海心理学教研室, 上海 200433

2. 海军潜艇学院潜艇兵训练基地, 青岛 266042

3. 海军军医大学(第二军医大学)心理系医学心理学教研室, 上海 200433

**[摘要]** 研究军事孤立封闭环境对作业人员认知功能的影响, 首先需要一套合格的神经认知测量工具。目前使用的认知测试存在以下问题: 不同研究间使用的不一致性; 测量的心理过程不明确; 存在练习效应; 没有针对性的常模数据; 灵敏度、难度、全面性不够。据此提出适用于军事孤立封闭环境的神经认知测试应满足如下要求: (1) 方便携带, 容易开展测试; (2) 测试耗时应尽量短( $\leq 30$  min); (3) 可重复测量, 被试能够较快达到稳定水平; (4) 最好是成套测试, 检测的认知功能应全面, 且必须与完成特定任务密切相关; (5) 应有针对军事孤立封闭环境工作人员在一般环境下的常模, 以及其随时间变化的测试表现曲线作为对照组数据; (6) 认知测试的信效度经过检验; (7) 灵敏度较高, 测试难度适当; (8) 认知测试涉及的心理过程明确且单一, 便于解释结果; (9) 完成认知测试激活的脑区明确, 便于进一步神经心理研究。美国国家航空航天局(NASA)太空飞行认知测试系统 Cognition 几乎完美契合以上 9 个要求。未来我军编制神经认知测试时, 可在参照 Cognition 的基础上, 着重于提高认知测试装置的便携性、开发计算机自适应认知测验、明确认知测试的纳入标准、开发心理测量学特点一致的平行测验。

**[关键词]** 军事孤立封闭环境; 工作绩效; 认知; 潜艇; 南极地区; 太空飞行

**[中图分类号]** R 821.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2020)06-0673-07

## Exploration of standardized neurocognitive test battery for personnel in military isolated and confined environments

TU Zhi-hao<sup>1</sup>, LI Hai-li<sup>2</sup>, HE Jing-wen<sup>3</sup>, ZHAO Hou-yu<sup>1</sup>, QU Jing-rui<sup>1</sup>, SHEN Xing-hua<sup>1\*</sup>

1. Department of Naval Psychology, Faculty of Psychology, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

2. Submarine Crew Training Base, Navy Submarine Academy, Qingdao 266042, Shandong, China

3. Department of Medical Psychology, Faculty of Psychology, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

**[Abstract]** A standardized neurocognitive test battery is needed to study the effects of military isolated and confined environments on the cognitive functions of personnel. The cognitive tests currently in use have the following problems: inconsistency among different studies, no clear psychological processes, the presence of practice effect, absence of related normative data, and insufficiency in sensitivity, difficulty, and comprehensiveness. Therefore it is proposed that the neurocognitive tests for military isolated and confined environments should meet the following requirements: (1) easy to carry and easy to carry out the test; (2) the test time should be as short as possible ( $\leq 30$  min); (3) suitable for repeated measuring, and the subjects can reach a stable level quickly; (4) preferably a complete set of test, the cognitive function should be comprehensively and should be closely related to specific tasks; (5) the test should be based on the norm of military isolated and confined environments and the changing curve with time, which can be used as controls; (6) the reliability and validity of the cognitive test should have been tested; (7) with high sensitivity and appropriate test difficulty; (8) the psychological process involved in the cognitive test is clear and simple, making it easy for result interpretation; and (9) the brain areas activated by cognitive test should be clear, which is convenient for further neuropsychological research. Cognition, American National Aeronautics and Space Administration (NASA) neurocognitive test battery for spaceflight, almost perfectly fits the

**[收稿日期]** 2019-10-24 **[接受日期]** 2019-12-26

**[基金项目]** 军队“十二五”计划重大项目(AWS12J002)。Supported by Major Project in “12<sup>th</sup> Five-Year” Plan of PLA (AWS12J002).

**[作者简介]** 屠志浩, 博士生。E-mail: 736466216@qq.com

\*通信作者( Corresponding author). Tel: 021-81871678, E-mail: xhshensmmuhyx@163.com

above nine requirements. In the future when our army develops the neurocognitive test tools based on NASA Cognition, we should emphasize the following four focuses: improving the portability of the cognitive test device, developing computerized adaptive cognitive tests, clarifying the inclusion criteria of cognitive tests, and developing parallel tests with consistent psychometrics characteristics.

**[Key words]** military isolated and confined environments; job performance; cognition; submarine; Antarctic regions; spaceflight

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2020, 41(6): 673-679]

军事孤立封闭环境是指“驻地较偏僻,交通不便,通讯受限,业余社会生活公共场所贫乏,一般社会交往缺乏”的军事作业环境<sup>[1]</sup>,主要包括航天飞船、潜艇、水面舰艇、岛礁、沙漠、雷达站等。在这些特殊环境中存在躯体、心理、社会、时间等相关的大量应激源<sup>[2]</sup>,其中任何1种应激源都可能对官兵的脑与认知功能造成损害。在军事孤立封闭环境中遂行作战任务高度依赖完好的认知功能,认知错误与操作失误不仅会导致任务失败,而且会造成极为严重的人员、装备损失。因此,研究军事孤立封闭环境对官兵认知功能影响的重要性不言而喻。一套内容全面、灵敏度高的认知测试将使研究事半功倍。本文分析了军事孤立封闭环境研究采用的认知测试存在的问题,提出了适用于该环境的神经认知测试应满足的要求,介绍了适用于该环境的神经认知测试——美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)太空飞行认知测试系统 Cognition,还展望了我军认知测试发展的未来。

## 1 军事孤立封闭环境研究中使用认知测试存在的问题

1.1 不同研究间认知测试使用的不一致性 在研究孤立封闭环境对认知功能的影响时,受试者数量往往受到限制,使结果难以达到统计学要求。Strangman等<sup>[3]</sup>回顾了2013年之前太空环境对宇航员认知功能影响的32篇文献,所有研究纳入的宇航员数量均不超过8人,可见这些研究的统计效力较低。此外,不同研究的结果也存在差异,甚至出现相互矛盾的情况<sup>[4]</sup>。解决这些问题的最好办法就是进行meta分析,然而,不同研究使用不同的认知测试或使用不同指标测量同一种认知功能,都大大增加了meta分析的困难程度。仅在南极科考站与太空飞行中使用的成套认知测试就超过10种。此外,研究者们还使用大量的自制认知测试。

1.2 认知测试测量的心理过程不明确 更为严重

的是,这些相异的认知测试涉及的心理过程与神经机制也不统一。例如,许多研究都会追踪测量官兵的“记忆”。不同研究测量“记忆”的方式不同,有图片回忆任务、数字回忆任务、Sternberg记忆搜索任务、连续知觉记忆等<sup>[3]</sup>。每种测验涉及的记忆过程及其脑区都不尽相同,严格说这些测试测量的心理过程并不一致,但是不同的研究者笼统地冠以“记忆”而进行测量。这也部分解释了不同研究结果不一致的原因。

另一方面,现有研究中同一种认知测试可能包含不同的认知过程,且有些认知测试并没有良好的理论与影像学支持,因此其测量的是何种心理过程也不明确。例如沈兴华教授课题组使用韦克斯勒成人智力量表中文修订版(Wechsler adult intelligence scale-Chinese revised, WAIS-RC)中的领悟力分量表测试潜艇艇员<sup>[5]</sup>和守岛官兵<sup>[6]</sup>,发现在潜艇或远岛环境工作5年以上的士官在领悟力量表上的得分与对照组相比显著下降。沈兴华等<sup>[6]</sup>认为,领悟力反映的是社会适应能力和道德判断能力,显然社会适应能力与道德判断能力并不是同一概念,但是WAIS-RC并没有继续细分,而只是笼统地给出总分,这导致无法判断量表得分的降低是由社会适应能力下降导致的还是由道德判断能力下降导致的,抑或是两者均下降导致的,使解释结果出现困难;没有文献证明在回答领悟力量表中的问题时涉及受试者的社会适应能力及道德判断能力并激活了相应的脑区;社会适应能力和道德判断能力本身并不是十分明确的概念,至少WAIS-RC并没有给出明确的定义。

1.3 认知测试的练习效应 大多数认知测试均存在练习效应,而研究军事孤立封闭环境对认知功能影响时往往采用重复测量的研究设计,以得到认知功能变化的时间曲线。练习效应可能会掩盖或混淆环境对认知功能带来的损害效应。然而由于认知测试的复杂性和任务前的时间限制,通常不可能使受试者在任务前达到渐近性能水平(asymptotic

performance level)。此外,由于军事孤立封闭环境的特殊性,研究往往无法获得足够的对照组被试,无法使用控制变量的方式消除练习效应的影响。Strangman等<sup>[3]</sup>回顾了太空环境对宇航员认知功能影响的32篇文献,其中仅8篇文献设有对照组,其中只有4项研究的对照组同为宇航员。沈兴华及其同事<sup>[5-6]</sup>研究潜艇与远岛环境对官兵认知功能的影响时,设立的对照组为岸勤官兵。但是,无论是宇航员还是潜艇艇员,真正能够“上天”或者“下海”出任务的都是经过层层选拔、严格训练、考核合格者。可以说,这群人很“特殊”,随意选择非宇航员与非潜艇艇员作为对照组被试很可能导致研究与对照组在纳入研究之前就存在系统性差异,混淆最后的研究结果。最根本的原因是,研究者无法“随机”安排被试“上天”或“下海”,使设置对照组的核心目的——随机化并没有达成,设置对照组将毫无意义。即使是完美的对照组也无法完全控制练习效应的混淆作用,因为练习效应可能与环境存在交互作用,即在军事孤立封闭环境中练习效应比常规环境更强或更弱。练习效应最好的解决办法就是设立多套心理测量学特点完全一致的平行测验,但是这往往非常耗时、耗力。

**1.4 认知测试没有针对性的常模数据** 提前在普通环境中对宇航员或潜艇艇员等人员进行认知测试,得到一般环境下的常模,就可以作为对照组的测试结果进行分析。可惜的是,目前存在的认知测试中很少有针对军事孤立封闭环境研究的常模。

**1.5 认知测试的灵敏度不足** 有趣的是,许多孤立封闭环境中的工作人员报告了主观认知症状,甚至存在专有名词指称这些认知症状,如越冬综合征<sup>[7]</sup>、太空迷雾<sup>[8]</sup>、小岛综合征<sup>[6]</sup>等,但是客观的认知测试结果与主观报告并不一致。原因是在许多研究中使用的认知测试是为临床人群或资质较低的人群设计的,可能缺乏灵敏度。这些测试可以检测到与明显器质性障碍(如严重的脑外伤)相关的症状,但无法检测亚临床损害,而这些损害会降低高功能个体(如宇航员)的最佳表现。许多孤立封闭环境中的军事任务持续时间并不长(大多在3个月之内),检测这些短期环境效应往往需要认知测试具有更高的灵敏度。沈兴华及其同事<sup>[5-6]</sup>研究发现,在军事孤立封闭环境工作5年以上的士官会出现一定的认知损害,那么此时间点前官兵中可能已

经存在认知损害,只是由于测量工具的灵敏度不够而没有检测到。

**1.6 认知测试的难度不够** 过于简单的认知测试可能会存在天花板效应,特别是受试对象为宇航员、潜艇艇员等受过严格训练的高功能个体,即使已经存在相当程度的认知损害,受试者仍旧在简单任务上表现良好。有趣的是,许多研究发现人们在孤立封闭环境中完成简单及中等难度任务的能力会提高或维持不变,而完成复杂任务的能力有所下降<sup>[9-10]</sup>。根据 Yerkes-Dodson 定律,简单任务在高动机时表现最好,困难任务在中等动机时表现最好,南极科考队员、宇航员、潜艇艇员往往属于高动机个体,高动机带来的表现提升可能会掩盖特殊环境带来的认知损害<sup>[10]</sup>。

**1.7 认知测试的全面性不够** 由于军事孤立封闭环境的特殊性,每一次研究的机会都相当珍贵,应该在最短的时间内对尽可能多的认知功能进行检测。但是,Strangman等<sup>[3]</sup>回顾了涉及认知功能的32项太空飞行研究及55项模拟太空环境研究后发现,全部87项研究中仅有9项研究使用了成套认知测试,甚至有15项研究仅施测单一任务。即使是使用成套的认知测试,也不能保证其认知功能检测的全面性。在Cognition测试之前NASA常使用WinSCAT测试<sup>[8]</sup>,而后者仅是美国国防部自动化神经心理评估工具(Automated Neuropsychological Assessment Metrics, ANAM)中的5项分测试,且主要探测工作记忆,没有测量与完成任务密切相关的空间定向、危险决策、注意稳定性等认知功能。

## 2 适用于军事孤立封闭环境的神经认知测试应满足的要求

适用于军事孤立封闭环境的神经认知测试应满足如下要求:(1)方便携带,容易开展测试;(2)测试耗时应尽量短,完成成套测试时间 $\leq 30$  min;(3)可重复测量,被试能够较快达到稳定水平;(4)最好是成套测试,检测的认知功能应全面,且必须与完成特定任务密切相关;(5)测试应有针对军事孤立封闭环境工作人员在一般环境下的常模,及其随时间变化的测试表现曲线,可将此作为对照组数据;(6)认知测试的信效度经过检验;(7)灵敏度较高,测试难度适当;(8)认

知测试涉及的心理过程明确且单一,便于解释结果;(9)完成认知测试激活的脑区明确,便于进一步的神经心理研究。

### 3 NASA 太空飞行认知测试系统 Cognition

目前已经存在许多较好的神经认知测试系统,如临床上使用较多的计算机化神经认知成套测试(Computerized Neurocognitive Battery, CNB)<sup>[11]</sup>、美国国防部开发的 ANAM<sup>[12]</sup>、美国宇航员 MiniCog 快速评估成套测试(MiniCog Rapid Assessment Battery, MRAB)<sup>[13]</sup>等。这些测试具有良好的信效度,且有大量的理论研究、临床研究、神经影像学研究支持<sup>[14-15]</sup>,也曾被应用于军事孤立封闭环境的研究中。但是这些研究或多或少存在一定的问题,例如 CNB 虽然很全面,但是完成整套测试耗时较长,平均需要 61.4 min<sup>[14]</sup>。

本文介绍一套几乎完美契合前述 9 个要求的神经认知测试——NASA 太空飞行认知测试系统 Cognition。Cognition 是专门为评估太空飞行时宇航员的认知功能而设计的,并试图解决 NASA 人类研究路线图中提到的 25 个知识缺口和健康风险涉及的认知问题。该测试系统是一套包含 10 个分测试的计算机化认知测试(整合到 NASA 宇航员配备的个人笔记本电脑之中),完成整套测试平均只需要 17.8 min,其信效度已得到验证<sup>[8]</sup>,且已经被应用到 NASA 双胞胎研究、人类探索研究模拟(human exploration research analog, HERA)中。

3.1 测试内容 Cognition 覆盖了执行功能、情景记忆、复杂认知与知觉运动速度等主要的认知过程。Cognition 挑选的测试信效度较高,涉及的特定脑区均已由功能 MRI 明确。

3.1.1 运动练习(motor praxis) 作为 Cognition 的第 1 个施测项目,运动练习用以确保参与者对计算机界面有良好的掌握,目的是测量知觉运动速度。受试者被要求点击屏幕上随机出现的方块,每 1 个方块都会比上 1 个更小,因此更难追踪。测试成绩是通过受试者点击每个方块的速度来评估的,刺激连续出现 20 次。研究表明运动练习对年龄效应与性别差异灵敏<sup>[15-16]</sup>。

3.1.2 视觉对象学习测验(visual object learning test, VOLT) VOLT 评估受试者的复杂图形记忆能力。受试者被要求记住 10 个按顺序显示的三维

图形,之后要求他们从 20 个同样顺序呈现的对象中选择被要求记忆的对象,其中一些对象来自学习组,另一些是全新的图形。VOLT 已被证明可以激活额叶和双侧前内侧颞叶区<sup>[17]</sup>。

3.1.3 分形 2-Back(fractal 2-Back, F2B) F2B 是字母 2-Back 的非语言变体。F2B 由一组序列呈现的分形组成,每个分形可能重复多次,当前刺激与之前 2 次呈现的刺激相匹配时,受试者必须做出反应。Cognition 使用 62 个连续刺激。选择分形版本的 2-Back 任务是因为它比字母 2-Back 任务更难,避免因为任务过于简单而出现天花板效应。研究证明 F2B 能够稳定激活背外侧前额叶皮质<sup>[18]</sup>。

3.1.4 抽象匹配任务(abstract matching, AM) AM 检测从特殊实例中抽象出一般规则的能力,是对执行功能中的抽象能力和灵活性的有效测量。AM 的范式是:在屏幕的左下角和右下角呈现 2 对对象,它们在感知维度(如颜色和形状)方面各不相同;在屏幕的中上方显示 1 个目标对象,受试者被要求根据 1 组内隐的抽象规则将目标对象归入屏幕下方呈现的 2 对对象之一。Cognition 使用 30 个连续刺激。研究表明 AM 检测涉及的抽象和认知灵活性会激活前额叶皮质<sup>[19]</sup>。

3.1.5 线条定向测试(line orientation test, LOT) LOT 是对空间定向的测量,是由非常成熟的线条方向判断任务发展而来,已被证明对性别差异和年龄效应灵敏<sup>[16]</sup>。LOT 同时呈现 2 条线段,其中 1 条线段是固定的,受试者通过单击箭头旋转另 1 条线段直至其与前者平行。Cognition 使用 12 对长度、方向不同的线段。

3.1.6 情绪辨别任务(emotion recognition task, ERT) ERT 的范式是:向受试者展示专业演员(不同年龄和种族的成年人)的不同强度(倾向于低强度,并在不同版本的测试中保持平衡)的情绪化面部表情照片,并给予 1 组情绪标签(“快乐”“悲伤”“生气”“害怕”和“无情绪”),让受试者选择正确描述照片内容的情绪标签。目前 Cognition 使用 40 个连续刺激,上述 5 个情绪标签各自有 8 张照片与之对应。ERT 得分与杏仁核活动密切相关,其对月经周期、情绪和焦虑障碍及精神分裂症等灵敏<sup>[20-21]</sup>。当单独分析积极和消极情绪效价时,ERT 对海马的激活已得到证实<sup>[20]</sup>。ERT 也显示出对性别差异和年龄的灵敏性<sup>[22]</sup>。

3.1.7 矩阵推理测试 (matrix reasoning test, MRT) MRT 测量抽象推理能力,由一系列越来越困难的模式匹配任务组成<sup>[14]</sup>,类似于瑞文渐进矩阵 (Raven progressive matrix),涉及前额叶皮质、顶叶皮质和颞叶皮质<sup>[23]</sup>。该测试由一系列覆盖在网格上的模式组成,网格中缺少 1 个元素,受试者必须从 1 组备选选项中选择合适的元素进行填充。Cognition 使用 12 个连续刺激。如果连续 3 次刺激答错, MRT 将自动停止。

3.1.8 数字符号替换任务 (digit-symbol substitution task, DSST) DSST 是对韦克斯勒成人智力量表第 3 版 (Wechsler adult intelligence scale-third edition, WAIS-III) 的计算机化。DSST 要求受试者学习 1 个图例,该图例将 1~9 每个数字与特定的符号联系起来,之后 9 个符号中的 1 个出现在屏幕上,参与者必须尽快选择相应的数字。测试持续时间固定为 90 s,每次测试中随机重新分配数字与特定符号。DSST 激活额顶叶,反映了该任务涉及工作记忆和底层视觉搜索<sup>[24]</sup>。

3.1.9 气球模拟风险测试 (balloon analog risk test, BART) BART 是对冒险行为的测量,已被证明能够有效激活现有测试无法覆盖的纹状体中侧额叶区<sup>[25-26]</sup>。BART 要求受试者给 1 个卡通气球充气或者收集奖励,受试者得到的奖励与每个气球的实际大小成正比,但气球膨胀到一定程度会爆炸,这个临界大小会随着试验的不同而变化。Cognition 使用 30 个连续刺激。气球爆炸的平均趋势在每次施测时会有系统的变化,要求受试者根据气球的行为调整他们所承担的风险水平,并预防受试者在某次完成 BART 时确定策略并将其带到下一次测试中。军事孤立封闭环境中往往存在作息颠倒、睡眠不足的情况,在这种情况下自我监控和反省能力的改变可能会损害有效衡量风险的能力,接受原本会被拒绝的风险行为<sup>[27]</sup>。

3.1.10 心理运动警觉测试 (psychomotor vigilance test, PVT) PVT 记录对发生在随机时间间隔内视觉刺激的反应时间<sup>[28]</sup>。受试者被要求注视屏幕上的 1 个框,当框中出现毫秒计数器并开始递增时尽快按下空格键。反应时间将持续显示 1 s。PVT 是一种灵敏的警觉注意力测量方法,它可以测量急性和慢性睡眠剥夺及昼夜节律失调的影响,这些情况在航天飞行、潜艇任务、南极科考活动中非常普

遍<sup>[7,29]</sup>。能力和练习效应对 PVT 结果的影响可以忽略不计<sup>[28]</sup>。PVT 生态效度较高,因为持续注意力缺陷和缓慢的反应会影响许多现实世界任务 (例如操控汽车)<sup>[30]</sup>。在不同的睡眠剥夺条件下 PVT 的激活模式出现不同,当受试者表现最佳时右前顶叶持续注意区域的激活增加,而在睡眠剥夺后默认模式的激活增加,这被认为是一种补偿机制<sup>[31]</sup>。Cognition 使用经过验证的 3 min PVT 版本,具有更短的刺激间隔 (2~5 s,而不是 2~10 s)<sup>[32]</sup>。

3.2 常模建立 研究者将 Cognition 软件安装在每名航天员配发的 NASA 制式个人笔记本电脑上。共 8 名宇航员 (平均年龄为 44.1 岁,3 名为女性) 和 11 名任务控制员 (平均年龄为 28.0 岁,6 名为女性) 参与测试。测试在约翰逊航天中心 (Johnson Space Center) 控制大楼一间安静的房间中进行,每名受试者都完成了 15 个时间点的测量。测试之间的预定间隔为 2 周 (测试 1~5 和 9~15) 或 1 周 (测试 6~8),近似于 6 个月国际空间站任务中的时间间隔。要求受试者不能在清醒后 1 h 内参加测试,也不能在清醒超过 16 h 后参加测试;生病时也不能参加测试。测试前使用问卷对受试者当天的睡眠时间、测试前 6 h 的兴奋剂和镇静剂摄入量及警觉性水平进行评估。受试者被要求使用笔记本电脑的触控板,而不是鼠标,因为鼠标无法在太空中使用。具体数据可参考 Basner 等<sup>[8]</sup>的报道。

#### 4 对我军发展军事孤立封闭环境神经认知测试的展望

随着我国海军大发展,海军水面舰艇与潜艇的出航时间与出航频率大大提升,舱室环境这种特殊的孤立封闭环境对官兵认知功能的影响也越来越受到研究者们的重视。研究认知功能首先需要精确地测量各种认知过程,虽然临床上已经有一些较为成熟的认知测试,但是它们并不一定适合军队,因此我军急需一套真正适用于军事孤立封闭环境研究的神经认知测试。Cognition 是一个很好的参照对象,几乎完美契合前文提出的 9 个要求,可以直接从仿制 Cognition 开始逐步发展出适合我军的认知测试系统。当然,我军也拥有后发优势,如果在以下几个方面取得突破将能够实现“弯道超车”。

(1) 提高认知测试装置的便携性。Cognition 已经被整合入宇航员制式的个人笔记本电脑中,

其便携性已经较高,但是军队对便携性有更高的要求,许多军事作业环境连笔记本电脑都无法使用,因此掌上型的认知测试系统是未来的研发方向。美国国防部开发的认知测试系统 ANAM 已经有掌机版本,且已经被应用到许多军事作业环境中<sup>[12]</sup>。

(2) 开发计算机自适应认知测试。由于军事任务的特殊性,官兵往往很少有较长的时间来完成认知测试,因此要求在保证测量效果的前提下最小化测验时间,而开发计算机自适应测试就是最好的解决方法。自适应测试是一种基于项目反应理论将数学模型应用于测试数据的心理测量技术。在自适应测试中是根据个体先前的反应来选择测试项目难度的,只需更少的测验项目就能可靠地评估受试者的测试成绩,这将大大缩短测试时间。目前, PVT 与 LOT 已有自适应测试版本<sup>[8]</sup>。

(3) 明确认知测试的纳入标准。目前研究者在判断哪些认知测试应该纳入认知测试系统时是缺少依据的。理论研究使用的认知测试往往要求“全”,即测试尽可能多的认知过程,以全面反映受试者的认知能力,发现更多可能存在的变化,启发未来的研究思路。在军事应用中往往需要采取“精”的纳入标准,更加强调测试的针对性。神经认知测试应用于人员选拔、训练效果评估、认知损害检测中,前提是明确哪些认知过程是在军事孤立封闭环境中完成作战任务所必需的,即首先应该进行认知工作分析<sup>[33]</sup>。明确了关键认知过程之后,才可能有针对性地选择认知测试。Drury 和 Darling<sup>[34]</sup>利用应用性认知工作分析(applied cognitive task analysis)技术对内尔尼斯空军基地(Nellis Air Force Base)的捕食者无人机系统(unmanned aircraft systems)操作员进行认知工作分析,得到了较好的结果。

(4) 开发心理测量学特点一致的平行测验。如前所述,认知测试往往具有练习效应,这会对解释重复测量研究设计得到的结果造成极大困难,理论上最好的解决办法就是开发心理测量学特点完全一致的多套平行测验。目前 NASA 正在发展 Cognition 的多套平行测试。

#### [参考文献]

- [1] 屠志浩,彭丽,沈兴华.军事孤立封闭环境对官兵认知功能的影响[J].职业与健康,2018,34:1432-1437.
- [2] 陈楠.南极特殊环境对考察队员生理心理的影响[D].北京:北京协和医学院,2017.
- [3] STRANGMAN G E, SIPES W, BEVEN G. Human cognitive performance in spaceflight and analogue environments[J]. Aviat Space Environ Med, 2014, 85: 1033-1048.
- [4] CASLER J G, COOK J R. Cognitive performance in space and analogous environments[J]. Int J Cogn Ergon, 1999, 3: 351-372.
- [5] 彭丽,徐津,叶远鹏,沈兴华.潜艇环境对艇员认知功能和作业能力的影响[J].心理科学,2017,40:934-940.
- [6] 沈兴华,彭云丽,黄俊龙,马骞,段思竹,周建,等.两类远岛环境对守岛战士社会适应能力的影响[J].中华航海医学与高气压医学杂志,2009,16:214-217.
- [7] CHEN N, WU Q, LI H, ZHANG T, XU C. Different adaptations of Chinese winter-over expeditioners during prolonged Antarctic and sub-Antarctic residence[J]. Int J Biometeorol, 2016, 60: 737-747.
- [8] BASNER M, SAVITT A, MOORE T M, PORT A M, MCGUIRE S, ECKER A J, et al. Development and validation of the cognition test battery for spaceflight[J]. Aerosp Med Hum Perform, 2015, 86: 942-952.
- [9] 闫巩固,王天乐,张学民,夏勇军,肖倩,黄志华.极地驻留时间对认知功能的影响[J].极地研究,2011,23: 62-67.
- [10] DEFAYOLLE M, BOUTELIER C, BACHELARD C, RIVOLIER J, TAYLOR A J. The stability of psychometric performance during the International Biomedical Expedition to the Antarctic (IBEA)[J]. J Human Stress, 1985, 11: 157-160.
- [11] MOORE T M, REISE S P, GUR R E, HAKONARSON H, GUR R C. Psychometric properties of the Penn computerized neurocognitive battery[J]. Neuropsychology, 2015, 29: 235-246.
- [12] REEVES D L, WINTER K P, BLEIBERG J, KANE R L. ANAM genogram: historical perspectives, description, and current endeavors[J]. Arch Clin Neuropsychol, 2007, 22(Suppl 1): 15-37.
- [13] SHEPHARD J M, KOSSLYN S M. The minicog rapid assessment battery: developing a “blood pressure cuff for the mind”[J]. Aviat Space Environ Med, 2005, 76(6 Suppl): B192- B197.
- [14] GUR R C, RICHARD J, HUGHETT P, CALKINS M E, MACY L, BILKER W B, et al. A cognitive neuroscience-based computerized battery for efficient measurement of individual differences: standardization and initial construct validation[J]. J Neurosci Methods, 2010, 187: 254-262.
- [15] ROALF D R, RUPAREL K, GUR R E, BILKER W, GERRATY R, ELLIOTT M A, et al. Neuroimaging predictors of cognitive performance

- across a standardized neurocognitive battery[J]. *Neuropsychology*, 2014, 28: 161-176.
- [16] GUR R C, RICHARD J, CALKINS M E, CHIAVACCI R, HANSEN J A, BILKER W B, et al. Age group and sex differences in performance on a computerized neurocognitive battery in children age 8-21[J]. *Neuropsychology*, 2012, 26: 251-265.
- [17] ACKSON O, SCHACTER D L. Encoding activity in anterior medial temporal lobe supports subsequent associative recognition[J]. *Neuroimage*, 2004, 21: 456-462.
- [18] RAGLAND J D, TURETSKY B I, GUR R C, GUNNING-DIXON F, TURNER T, SCHROEDER L, et al. Working memory for complex figures: an fMRI comparison of letter and fractal n-back tasks[J]. *Neuropsychology*, 2002, 16: 370-379.
- [19] BERMAN K F, OSTREM J L, RANDOLPH C, GOLD J, GOLDBERG T E, COPPOLA R, et al. Physiological activation of a cortical network during performance of the Wisconsin card sorting test: a positron emission tomography study[J]. *Neuropsychologia*, 1995, 33: 1027-1046.
- [20] GUR R E, MCGRATH C, CHAN R M, SCHROEDER L, TURNER T, TURETSKY B I, et al. An fMRI study of facial emotion processing in patients with schizophrenia[J]. *Am J Psychiatry*, 2002, 159: 1992-1999.
- [21] DERNTL B, WINDISCHBERGER C, ROBINSON S, LAMPLMAYR E, KRYSPIK-EXNER I, GUR R C, et al. Facial emotion recognition and amygdala activation are associated with menstrual cycle phase[J]. *Psychoneuroendocrinology*, 2008, 33: 1031-1040.
- [22] GUNNING-DIXON F M, GUR R C, PERKINS A C, SCHROEDER L, TURNER T, TURETSKY B I, et al. Age-related differences in brain activation during emotional face processing[J]. *Neurobiol Aging*, 2003, 24: 285-295.
- [23] PERFETTI B, SAGGINO A, FERRETTI A, CAULO M, ROMANI G L, ONOFRJ M. Differential patterns of cortical activation as a function of fluid reasoning complexity[J]. *Hum Brain Mapp*, 2009, 30: 497-510.
- [24] USUI N, HAJI T, MARUYAMA M, KATSUYAMA N, UCHIDA S, HOZAWA A, et al. Cortical areas related to performance of WAIS digit symbol test: a functional imaging study[J]. *Neurosci Lett*, 2009, 463: 1-5.
- [25] LEJUEZ C W, READ J P, KAHLER C W, RICHARDS J B, RAMSEY S E, STUART G L, et al. Evaluation of a behavioral measure of risk taking: the balloon analogue risk task (BART)[J]. *J Exp Psychol Appl*, 2002, 8: 75-84.
- [26] RAO H, KORCZYKOWSKI M, PLUTA J, HOANG A, DETRE J A. Neural correlates of voluntary and involuntary risk taking in the human brain: an fMRI Study of the balloon analog risk task (BART)[J]. *Neuroimage*, 2008, 42: 902-910.
- [27] KILLGORE W D, KAMIMORI G H, BALKIN T J. Caffeine protects against increased risk-taking propensity during severe sleep deprivation [J]. *J Sleep Res*, 2011, 20: 395-403.
- [28] BASNER M, DINGES D F. Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss[J]. *Sleep*, 2011, 34: 581-591.
- [29] BARGER L K, FLYNN-EVANS E E, KUBEY A, WALSH L, RONDA J M, WANG W, et al. Prevalence of sleep deficiency and use of hypnotic drugs in astronauts before, during, and after spaceflight: an observational study[J]. *Lancet Neurol*, 2014, 13: 904-912.
- [30] DINGES D F. An overview of sleepiness and accidents[J]. *J Sleep Res*, 1995, 4(S2): 4-14.
- [31] DRUMMOND S P, BISCHOFF-GRETHER A, DINGES D F, AYALON L, MEDNICK S C, MELOY M J. The neural basis of the psychomotor vigilance task[J]. *Sleep*, 2005, 28: 1059-1068.
- [32] BASNER M, MOLLICONE D, DINGES D F. Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation[J]. *Acta Astronaut*, 2011, 69(11/12): 949-959.
- [33] GORE J, BANKS A P, MCDOWALL A. Developing cognitive task analysis and the importance of socio-cognitive competence/insight for professional practice[J]. *Cogn Technol Work*, 2018, 20: 555-563.
- [34] DRURY J L, DARLING E. A 'thin-slicing' approach to understanding cognitive challenges in real-time command and control[J]. *J Battlef Technol*, 2008, 11: 9-15.