

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2021.08.0916

• 海洋军事医学 •

社交计量徽章在军事孤立封闭环境团队研究中的应用可行性

屠志浩¹, 李海立², 何静文³, 赵后雨⁴, 瞿靖芮⁴, 沈兴华^{4*}

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

4. 海军军医大学(第二军医大学)海军特色医学中心人因工程与新概念武器防护研究室, 上海 200433

[摘要] 团队过程是军事孤立封闭环境研究的一个重点, 而团队研究的首要问题是团队绩效和个人关系绩效的测量。在军事孤立封闭环境中实施传统的测量方法会遇到难以开展、耗时耗力、结果不准确、主观性较大等问题, 而隐蔽测量技术特别是社交计量徽章的应用能够很好地解决这些问题。目前, 社交计量徽章技术已经能够较好地预测人格、团队绩效与团队过程相关特征。虽然社交计量徽章有区分效度和内容效度较低、难以测量个人对团队的贡献等缺点, 但是其便携性、非侵入性、反馈性、自动性等特点决定了其在军事孤立封闭环境中应用前景光明。

[关键词] 军事孤立封闭环境; 工作绩效; 关系绩效; 团队绩效; 隐蔽测量; 潜艇; 社交计量徽章

[中图分类号] R 821.4; R 395.6

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2021)08-0916-06

Application feasibility of sociometric badges in team studies of military isolated and confined environments

TU Zhi-hao¹, LI Hai-li², HE Jing-wen³, ZHAO Hou-yu⁴, QU Jing-rui⁴, SHEN Xing-hua^{4*}

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

2. Submarine 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

4. Human Factor Engineering and New Concept Weapon Protection Laboratory, Naval Medical Center, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] Team process is a key point in the study of military isolated and confined environments and the primary problem is the measurement of team performance and personal contextual performance. It is difficult to carry out the traditional measuring methods in military isolated and confined environments, which are time-consuming, labor-consuming, inaccurate and subjective. The application of unobtrusive measuring methods, especially the application of sociometric badges, can solve the above problems. At present, sociometric badges already can predict personality, team performance and team process-related characteristics. Although sociometric badges have the disadvantages of low discrimination validity, low content validity, and difficulty in measuring individual contribution to the team, their portability, non-invasiveness, feedback and automaticity almost guarantee their future in military isolated and confined environments.

[Key words] military isolated and confined environments; job performance; contextual performance; team performance; unobtrusive measure; submarine; sociometric badges

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2021, 42(8): 916-921]

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^[1], 主要包括水面舰艇舱室环境、潜艇、远岛环境等。随着我国海

军大发展, 水面舰艇、潜艇、岛礁等成为我军科学研究与医学心理保障的重点。从科学研究的角度, 研究者主要关心军事孤立封闭环境对作业人员个人生理心理以及团队的影响; 从医学心理保障的角

[收稿日期] 2019-06-04 [接受日期] 2020-03-31

[基金项目] 军队“十二五”重大项目(AWS12J002). Supported by Major Project in “12th 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: 021-81883249, E-mail: xhshensmmuhyx@163.com

度,研究者主要以进入前人员选拔、团队组成、训练,作业中的监测、支持,以及离开后持续监测、支持的应对方式减少孤立封闭环境的应激源对作业人员的影响^[2]。

无论是科研还是医学心理保障都需要对作业人员个人的功能状态与团队效能进行测量,前者分为健康和绩效2个维度^[2],绩效又可分为任务绩效和关系绩效^[3]。任务绩效与一般能力直接相关^[3],同时也受动机的影响,在军事孤立封闭环境中一般通过认知功能测试进行监测^[2]。关系绩效是指不通过组织核心技术过程,但能通过维护核心技术发挥功能所需的组织、社会和心理环境来促进组织目的的实现^[3]。

一直以来,相关研究主要涉及孤立封闭环境对作业人员心理健康与认知功能的影响^[4-5],较少关注军事孤立封闭环境中的团队效能与团队视角下的个人关系绩效。实际上,军事孤立封闭环境中军事任务的完成往往需要团队合作,在某些情况下这种团队合作是性命攸关的。因此,军事团队研究的首要问题就是对团队绩效和个人关系绩效进行测量^[6],后者可通过上级、同级或下级评分来实现^[7]。屠志浩等^[6]详细回顾了团队绩效的多种测量方式,并提出使用隐蔽测量技术的设想。

1 团队绩效与个人关系绩效传统测量方式中存在的问题

1.1 观察法测量团队绩效存在的问题

1.1.1 军事孤立封闭环境进入困难 团队绩效测量的金标准是观察法,多采用基于事件的测量与行为锚定量表^[6]。观察法中的“观察者”往往是心理学专家,而且必须是受试团队外部的人员。此外,专家人数至少2人,以便计算评分者一致性信度,保证测量结果的可靠性。由于军事孤立封闭环境的特殊性,外部的专家很难真正进入其中。我军潜艇部队规定非战斗人员不得随艇出海,军事心理学专家无法上艇对潜航期间的潜艇艇员团队过程进行观察分析。

1.1.2 “观察者”可能影响测量结果 即使心理学专家能够进入特定的军事孤立封闭环境,观察法仍会存在问题,因为“观察者”本身就会对测量结果造成额外的影响。受试者试图管理别人对自己的印象会在有“观察者”在场时表现得“更好”。绩效是由“能做”与“愿做”2个部分共同决定^[8],“观察者”在场让受试者察觉自己正在进行某项

“测试”,这将系统性地提高受试者“愿做”程度,专家观察到的是受试者最高水平的表现,即绩效的“能做”部分,不能反映个人日常的绩效水平。

1.1.3 工作量大、耗时、耗力 采取隐蔽摄影手段能很好地解决以上2个问题,专家无需进入军事孤立封闭环境,且能够在不被受试者觉察的情况下对其进行观察。军事孤立封闭环境的科研与医学心理保障都需要对作业人员进行不间断的监测,这导致专家需要耗费大量时间和精力对作业人员团队过程进行观察分析。以核潜艇为例,核潜艇舱室一般可分为鱼雷舱、指挥舱、辅机舱、主机舱、反应堆舱、舵机舱等,潜艇艇员的作战岗位分布于各个潜艇舱室,每个舱室都有自己独特的小团体;每个作战岗位24h都会有不同的艇员值班,艇员轮流值班又会生成不同的小团体。另一方面,时间因素的作用在军事孤立封闭环境的科研与医学心理保障中是无法忽略的,作业人员的心理状态与绩效水平会随着时间发生变化^[9]。理想状态是对6~8个舱室进行24h不间断的观察,并持续数十天,显然这一工作量相当巨大。

1.2 团队绩效自我报告法存在的问题 屠志浩等^[6]认为,团队绩效自我报告法存在2个问题:“虚高”与“装好”,这样会降低自我报告法测量的效度。“虚高”是指报告者自己团队协作能力较低,往往会高估自己所在团队的效能与自己的绩效水平(尽管他是无意的)。“装好”是指报告者为了晋升或其他利益故意给自己或自己所在团队打高分。

1.3 个人关系绩效他评存在的问题 个人关系绩效的测量主要通过上级评分,也可由同级或下级进行评分。在军事孤立封闭环境研究中,上级、同级、下级与被评分者同属于一个孤立团队,评分者打分时会受到与被评分者关系以及其他利益相关因素的影响。此外,各种评分方式的评分者一致性信度并不高,元分析的结果表明上级评分的评分者一致性信度为0.52,同级评价的评分者一致性信度为0.42^[10]。下级评价的评分者一致性信度仅为0.31~0.36^[7]。显然,这种程度的评分者一致性信度难以达到心理测量学的要求^[11]。

1.4 作业人员的合作性较差 无论是对他人进行评分还是进行自我报告,作业人员往往会对测验结果的用途有所怀疑,这种不信任导致作业人员直接拒绝合作,或者改变对他人或对自己的评分。此外,研究任务对作业人员来说是额外的任务,平时的训练与公差勤务已经使他们疲惫不堪,因此他们往往积极性不高,不认真作答甚至出现大量漏答或

乱答的情况。

2 社交计量徽章简介

1966年,Webb等^[12]在专著*Unobtrusive Measures: Nonreactive Research in the Social Sciences*中呼吁研究者使用隐蔽测量技术弥补访谈与问卷的不足。Webb等^[12]将隐蔽测量定义为“不需要受试者配合,本身也不会影响受试者反应的测量方式”。隐蔽测量分为基于行为的测量和基于语言的测量,前者包括对人与人之间距离、面对面互动、运动等的分析,后者主要是对个人日常谈话、书信、电子邮件、博客、视频博客等进行分析^[13]。

近年来,可佩戴传感器这一隐蔽测量技术在团队研究中的应用越来越广泛,已有10项公开发表的研究使用Humanyze公司生产的社交计量徽章测量个人与团队的特征^[14],美国国家航空和宇宙航行局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)在最近的航天任务中也使用了社交计量徽章对航天员进行研究^[2]。

社会计量徽章是由美国麻省理工学院媒体实验室人类动力学研究组开发的一种可穿戴的电子设备,能够用来自声音特征、身体运动和相对位置的社会信号自动测量面对面互动的数量、交谈时间、与他人的身体距离以及身体活动水平,试图通过这些无意识的社会信号反映个人和集体的行为模式、预测人类行为、识别在同一个团队中工作的个人之间的社会亲和力,并通过向系统用户提供反馈增强社会互动。社交计量徽章采集数据的有效性与可靠性较高^[14]。

每个徽章使用1个全方位微电子机械系统(microelectromechanical system, MEMS)麦克风,在不记录实际语音信号的情况下捕捉用户语音并提取不同的语音特征。三轴MEMS加速度计用于检测用户何时在移动并识别不同的活动(如坐、站、走或跑)。红外收发模块用于检测2个人面对面时的情况。桥接输出音频功率放大器驱动徽章上的电磁扬声器回放信息和提醒。主要处理器是ARM单片机。1个2.4 GHz无线收发器和1个类2.0蓝牙模块用来与固定基站和其他蓝牙设备进行无线通信^[15]。

3 社交计量徽章在团队研究中的应用

无论是基于行为还是基于语言,隐蔽测量都是建立在行为一致性理论之上^[13]。该理论认为,个人的行为趋势以及语言特征具有跨情境一致性且能够反映潜在的心理结构。同样,潜在的团队特征也

可通过团队成员之间的互动行为来反映。社交计量徽章的原理就是通过记录个人的动作、语言、人与人之间互动行为的某些信号来反映个人与团队的某些特征。

3.1 人格 目前最流行的人格模型为“大五”模型,该模型认为人格可分为神经质、外向性、开放性、亲和性与尽责性5个维度^[16]。Olguín Olguín等^[17]发现,社交计量徽章记录的参数与被试在权威人格量表(NEO-FFI)的得分存在显著的相关性。被试神经质得分与每天面对面的时间、不同日期之间面对面时间的变异性(即参数在不同测量时间点之间的标准差)成正比;外向性得分与每天靠近手机(打电话)的时间、每天靠近手机的时间变异性成反比;开放性与每天躯体活动时间的变异性、不同日期之间手机使用时间的变异性、每天处于面对面网络的中介中心性(指1个结点担任其他2个结点之间最短路径次数^[18])时间成正比,与每天交谈时间的变异性成反比;亲和性得分与每天语音音量大小、每天语音音量变化的大小成反比;尽责性与不同日期之间处于面对面网络中介中间性的时间变化、每天处于网络中介中间性的时间成反比。以上各相关系数的绝对值均介于0.34~0.46,属于中等相关。但是Olguín Olguín等^[17]并没有进一步将与人格相关的参数放入回归方程,因此无法得知这些参数组合在一起能解释多少人格变异,更无法判断能否用这些参数的组合取代人格量表。

3.2 团队绩效相关的团队特征 Olguín Olguín等^[17]还发现,对社交计量徽章得到的参数进行多元线性回归分析能够很好地预测由团队成员自我报告得到的团队工作负荷感知($R^2=0.49$)、获取信息的困难度($R^2=0.42$)、团队互动的质量($R^2=0.69$)、生产率($R^2=0.63$)等团队特征。

3.3 团队绩效 在Olguín Olguín等^[15]的另一项研究中,将13个小组在美国麻省理工学院创业发展项目中的优胜与否作为二分类结果变量,再将社交计量徽章得到的参数(面对面交流的人数、躯体运动、谈话的能量、靠近他人的时间等)作为预测变量,进行logistic回归计算每个小组的优胜概率。该项目的参与者来自世界各地,在项目的第1天所有参与者相互交流并自行组队完成接下来3d的商业计划,最后由专家对每个小组的商业计划进行详细打分(类似于团队绩效测量的行为锚定量表法),得分最高的3个小组为优胜。在后来的100次引导迭代模拟研究中,先前得到的logistic回归方程预

测正确率高达90%。该结果证明,将社交计量徽章记录的团队中个人的行为特征整合得到的团队层级参数能够很好地预测团队绩效。

4 社交计量徽章技术的优点

一直以来隐蔽测量技术的重要性在学界被严重低估^[13]。通过上文对社交计量徽章的介绍能够发现,隐蔽测量有许多优点,这些优势往往是传统测量技术有所欠缺的地方,在军事孤立封闭环境团队研究中这些优势会进一步被放大。

4.1 不被受试者察觉 使用社交计量徽章进行测量时,受试者往往没有意识到正在被测量,故不会改变自己的反应从而混淆测量结果。另一方面,社交计量徽章不干扰作业人员的日常工作与休息,不会给作业人员带来额外的负担,也不存在信任问题(因为受试者根本不知道自己被测量),基本不存在受试者不配合的情况。社交计量徽章非常轻便,能够挂在被试脖子上。在Olguín Olguín等^[15,17]的2项研究中,被试为参加创业项目的企业家和波士顿地区医院的护士,他们本身就需要在胸前佩戴ID卡,在脖子上挂社交计量徽章完全不会干扰他们的日常工作。同时,社交计量徽章不会直接记录被试的谈话内容,也没有摄像功能与定位功能,较好地保护了被试的隐私,因此被试一般不会拒绝佩戴社交计量徽章。

4.2 不需要专家进入军事孤立封闭环境 社交计量徽章在使用过程中几乎不需要人工维护,也不需要专家在场。社交计量徽章隐蔽测量技术已经被用于测量NASA的航天任务中宇航员之间的团队互动质量、宇航员个人与团队的心理社会状态^[2]。显然,我军潜艇心理学研究也能够使用隐蔽测量技术进行现场研究,甚至可以说想要对潜艇下潜时的团队过程进行研究必须使用类似于社交计量徽章这样的隐蔽测量技术。

4.3 能够收集到更多信息 传统的测量方式无法像社交计量徽章那样对被试进行不间断的测量,因此社交计量徽章能够收集到更多有关被试的行为样本,这对时间敏感的军事孤立封闭环境效应研究相当关键。人为经验抽样无论如何都比不上24 h不间断的监测。社交计量徽章还非常适合长期追踪研究,例如研究潜艇艇员返航后至下次出航之间数个月的变化,军事心理学专家需要反复多次前往潜艇基地收集数据,而社交计量徽章能够省去专家们的舟车劳顿与反复协调之苦。另一方面,社交计量徽章能够收集更加精密的数据,传统测量

如专家观察法(行为锚定量表法等)中,专家观察到的只是被试的行为即“做了什么事”,而社交计量徽章能够详细记录被试社交行为的详细物理特征,并将被试的行为数量化,有更多的信息可供挖掘。

4.4 实现计算机自动分析 社交计量徽章自带的分析软件能够自动分析社交计量徽章得到的数据并给出结论。数据分析自动化对社交计量徽章军事孤立封闭环境中的应用非常重要。传统的隐蔽测量方法如隐蔽摄像技术只能解决专家无法进入现场进行观察的问题,专家仍需要对海量的视频资料进行分析,观察法耗时、耗力的问题只有利用计算机技术对隐蔽测量数据自动分析才能解决。社交计量徽章能够记录被试社会交往中的物理信号(如人与人之间的距离、面对面交流的次数、交谈声音的响度、躯体运动等)并进行自动分析。随着人工智能技术的发展,计算机已经能够对语义与面部表情等复杂信号进行识别与分析。Gonzales等^[19]利用语言风格匹配(linguistic style matching, LSM)算法对虚词进行自动分析,以计算被试的语言模仿程度,结果表明这种方法可以预测潜在的社会动力学特征。

4.5 结果客观 利用计算机技术对隐蔽测量数据进行自动分析能够保证分析结果的客观性。一方面,隐蔽测量例如社交计量徽章收集的数据是客观的物理信号,数据采集的可靠性与有效性很高^[14],而专家进行观察时很难保证完全不分心、不出差错。另一方面,计算机分析数据的过程也是“客观的”,而人为评分无论是自评还是他评都难免掺杂评分者个人的感情和欲望,特别是与自身利益密切相关的绩效评价,这也是绩效评价的评分者一致性信度较低的原因。

4.6 提供即时反馈 隐蔽测量不仅能够测量团队绩效,还能够通过给予被试反馈令其改变低绩效行为以提高团队绩效。因此,能够提供即时反馈的隐蔽测量不仅可以在实际工作中使用,在训练中也大有用武之地。社交计量徽章上的电磁扬声器模块就是用来给被试提供即时反馈的。Kim等^[20]基于社交计量徽章建立了一个实时可携带系统——会议中介(meeting mediator, MM),用来检测社交互动并提供有说服力的反馈,以加强团队协作。在一项关于头脑风暴和问题解决会议的研究中,MM在不分散受试者注意力的情况下对重叠的发言时间和互动水平有显著影响。最有趣的是,在有1个或多个领导者的团队中,MM有效地减少了协同协作和分布式协作之间的动态差异及占主导地位的人和非占

主导地位的人之间的行为差异。根据反馈干预理论,反馈还会影响许多其他与组织相关的结果,如员工的工作动机、满意度、缺勤和离职率^[21]。

5 社交计量徽章技术的缺点

5.1 内容效度存疑 社交计量徽章难以提供一个将测量与测量试图评估的构念相互联系起来的基本原理,即隐蔽测量的内容效度存疑^[13]。Olguín Olguín等^[15]利用社交计量徽章得到的面对面交流的人数、躯体运动、谈话的能量、靠近他人的时间等6个参数作为预测变量进行logistic回归,计算每个小组的优胜概率,虽然模拟研究的结果非常理想,但是对于结果的解释却相当困难,研究者只是证明了这些参数能够预测优胜概率,没有解释为什么选择这些参数、为什么这些参数能够预测优胜概率以及其背后的基本原理是什么等一系列问题。

5.2 信度存在一定问题 Kayhan等^[14]设计了多项实验,每项实验专门验证徽章中的某一特定传感器,结果表明徽章包含的每种传感器所采集的数据基本正确,但是存在如下问题:(1)每个徽章的敏感性并不完全相同,因此徽章间的交叉对比存在一定问题;(2)计算潜在变量的算法并不十分准确,特别是需要带入多个徽章数据的算法。

5.3 难以分析个人绩效 社交计量徽章记录的是单个被试的社交行为物理信号,研究者一般都是从团队层面将所有个人的信息整合在一起进行分析,难以分析个人对团队独特贡献。通过单独分析某个人的社交物理信号对其个人贡献下结论是有问题的,因为每个人在团队中担任的角色不同。此外,根据每个人的不同角色赋予其社交数据不同的权重,这本身就是更加困难的问题。

6 小结

本文详细分析了个人关系绩效与团队绩效传统测量方式存在的问题,其中军事孤立封闭环境的难以进入性以及作业人员合作性不高2个问题直接导致了传统测量方式无法开展,间接导致我军相应研究领域的停滞不前(如通过现场研究的方式探索潜艇潜航时艇员的心理变化)。而隐蔽测量,特别是与计算机技术结合的隐蔽测量技术(如社交计量徽章),由于其便携性、非侵入性、反馈性、自动性等特点,非常适用于军事孤立封闭环境的研究,美国NASA已经在最近的航天任务中使用社交计量徽章测量航天员团队过程特征^[2]。未来,我军应该大力发展隐蔽测量技术,同时需要关注以下几个

方面。

6.1 伦理问题 社交计量徽章不可能做到完全“隐蔽”,否则研究者就是在被试不知情的情况下窥探其隐私。但是,如果事先被告知,被试又会因为社交计量徽章技术不间断保真性记录自己的行为、交谈而害怕泄露隐私,从而拒绝合作。此外,告知被试他正在被测量这件事本身也会像专家在场那样影响被试的行为,降低测量的准确性。解决办法如下:首先,研究者应该尽量不记录被试较为敏感的信息,例如社交计量徽章只利用被试交谈时的语音物理参数,并不直接记录被试交谈的具体内容;其次,研究者必须向被试保证所收集的数据只会应用于研究,不会向他人公开,争取被试的信任与理解。

6.2 提高社交计量徽章的内容效度与信度 提高内容效度的方法是开展相应的基础理论研究,并基于理论给出明确、合理的逻辑线,连接需要测量的心理构念与测量指标;同时应该更加细化并丰富测量指标,开发更新更科学的算法来提高信度。

Kayhan等^[14]提供了1种针对徽章语音数据分析的机器学习算法,能够将语音分析的准确率提高至84%,他们同时还指出应该给不同的应用场景编写不同的分析算法,这也提示我们如果要将社交徽章技术应用至我军的潜艇相关研究中,必须通过预测试建立适用于我军潜艇这一特定环境的徽章数据分析算法。

6.3 开发多功能隐蔽测量设备 便携性、非侵入性、反馈性、自动性等特点不仅是对团队绩效测量的要求,这些要求同样也适用于认知功能、心理健康的测量。事实上已经有研究者利用隐蔽测量技术检测心理健康^[22-23]。目前的隐蔽测量设备功能较为单一,只能对少数特征进行测量。如果认知、心理健康、团队特征等重要特征需要不同的设备进行监测,不仅增加了设备维护所需要的人力和物力,而且也会因为过于繁杂、笨重而丧失其原本的实用性,不再适用于军事孤立封闭环境。隐蔽测量设备的多功能化是未来发展的必然趋势。有趣的是,诸如社交计量徽章这样的隐蔽测量设备设计非常精巧,本身就已经具有便携性、非侵入性、反馈性、自动性的特点,是一个相当优秀的平台,未来的研究者只需在这一平台上嵌入其他感兴趣的测量模块,就能实现同时测量多种心理特征的要求。

[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] LANDON L B, SLACK K J, BARRETT J D. Teamwork and collaboration in long-duration space missions: going to extremes[J]. *Am Psychol*, 2018, 73: 563-575.
- [3] MOTOWILDO S J, BORMAN W C, SCHMIT M J. A theory of individual differences in task and contextual performance[J]. *Hum Perf*, 1997, 10: 71-83.
- [4] 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(4): 934-940.
- [5] PALINKAS L A, SUEDFELD P. Psychological effects of polar expeditions[J]. *Lancet*, 2008, 371: 153-163.
- [6] 屠志浩,李海立,何静文,赵后雨,瞿靖芮,沈兴华. 美军团队绩效测量研究对我军的启示[J]. *第二军医大学学报*, 2019, 40: 330-335.
TU Z H, LI H L, HE J W, ZHAO H Y, QU J R, SHEN X H. Research on team performance measurement in United States Army and its enlightenment for PLA[J]. *Acad J Sec Mil Med Univ*, 2019, 40: 330-335.
- [7] SCHMITT N, HIGHHOUSE H. *Industrial and organizational psychology*[M]. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013: 82-103.
- [8] 劳伦斯,马修斯. *牛津军事心理学*[M]. 杨征,译. 北京:科学出版社, 2014: 290-318.
- [9] STRANGMAN G E, SIPES W, BEVEN G. Human cognitive performance in spaceflight and analogue environments[J]. *Aviat, Space Environ Med*, 2014, 85: 1033-1048.
- [10] VISWESVARAN C, ONES D S, SCHMIDT F L. Comparative analysis of the reliability of job performance ratings[J]. *J Appl Psychol*, 1996, 81: 557-574.
- [11] AIKEN R L. *心理测量与评估*[M]. 张厚粲,黎坚,译. 北京:北京师范大学出版社, 2006: 91.
- [12] WEBB E J, CAMPBELL D T, SCHWARTZ R D, SECHREST L. *Unobtrusive measures: nonreactive research in the social sciences*[M]. Chicago: Rand McNally Co., 1966: 2.
- [13] HILL A D, WHITE M A, WALLACE J C. Unobtrusive measurement of psychological constructs in organizational research[J]. *Organ Psychol Rev*, 2013, 4: 148-174.
- [14] KAYHAN V O, CHEN Z C, FRENCH K A, ALLEN T D, SALOMON K, WATKINS A. How honest are the signals? A protocol for validating wearable sensors[J]. *Behav Res Methods*, 2018, 50: 57-83.
- [15] OLGUÍN OLGUÍN D, WABER B N, KIM T, MOHAN A, ARA K, PENTLAND A. Sensible organizations: technology and methodology for automatically measuring organizational behavior[J]. *IEEE Trans Syst Man Cybern B Cybern*, 2009, 39: 43-55.
- [16] GOLDBERG L R. An alternative "description of personality": the big-five factor structure[J]. *J Pers Soc Psychol*, 1990, 59: 1216-1229.
- [17] OLGUÍN OLGUÍN D, GLOOR P A, PENTLAND A S. Capturing individual and group behavior with wearable sensors[C/OL]. //AAAI Spring Symposium on Human Behavior Modeling, Technical Report SS-09-04, Stanford, California, USA, March 23-25, 2009. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?jsessionid=A1CD0A779044880A76FCC13AD997D4AE?doi=10.1.1.147.5116&rep=rep1&type=pdf>.
- [18] 刘军. *社会网络分析导论*[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2004: 60-70.
- [19] GONZALES A L, HANCOCK J T, PENNEBAKER J W. Language style matching as a predictor of social dynamics in small groups[J]. *Commun Res*, 2009, 37: 3-19.
- [20] KIM T, CHANG A, HOLLAND L, PENTLAND A. Meeting mediator: enhancing group collaboration using sociometric feedback[C/OL]//Proceedings of the 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW 2008, San Diego, CA, USA, November 8-12, 2008. https://www.researchgate.net/publication/220879108_Meeting_mediator_Enhancing_group_collaboration_using_sociometric_feedback.
- [21] OLGUÍN OLGUÍN D, PENTLAND A. Sensor-based organisational design and engineering[J]. *Int J Organisational Design Engineering*, 2011, 1(1/2): 69-97.
- [22] CHANG K, CHAN M K, CANNY J. Analyze this: unobtrusive mental health monitoring by voice[C/OL]//Proceedings of the International Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2011, Extended Abstracts Volume, Vancouver, BC, Canada, May 7-12, 2011. https://www.researchgate.net/publication/221515473_AnalyzeThis_Unobtrusive_mental_health_monitoring_by_voice.
- [23] SAEB S, ZHANG M, KARR C J, SCHUELLER S M, CORDEN M E, KORDING K P, et al. Mobile phone sensor correlates of depressive symptom severity in daily-life behavior: an exploratory study[J/OL]. *J Med Internet Res*, 2015, 17: e175. DOI: 10.2196/jmir.4273.