

## 情境意识的理论模型、测量及其应用\*

杨家忠<sup>1, 2</sup>

张侃<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>中国民航飞行学院航空心理学教研室, 广汉 618307) (<sup>2</sup>中国科学院心理研究所, 北京 100101)

**摘要** 情境意识 (situation awareness 简称 SA) 是个体对不断变化的外部环境内部表征。在复杂、动态变化的信息环境中, 它是影响操作者决策和绩效的关键因素。文章着重回顾并分析了情境意识的四种研究取向, 主要的测量技术, 及其在系统设计和评价、人员选拔和训练方面的应用, 最后提出了未来需要深入研究的几个问题。

**关键词** 情境意识, 心理负荷, 界面设计。

**分类号** B842

情境意识 (situation awareness, 简称 SA) 概念最早出现在航空心理学中, 描述飞行员对作战飞行操纵的理解<sup>[1]</sup>。随着科技的进步, 近 20 多年来复杂技术系统的应用越来越广泛, 操作人员的工作由过去以“操作”为主变为监视 - 决策 - 控制, 操作任务的认知特性不断增加。SA 的研究对象逐渐扩展到民航飞行员<sup>[2]</sup>、空中交通管制员<sup>[3]</sup>、核电厂的操作员<sup>[4]</sup>、麻醉师<sup>[5]</sup>、军事指挥员<sup>[6]</sup>等。SA 的研究在近年来已成为工程心理学研究的前沿领域之一。目前, 研究 SA 的领域有几个共同的特点: 环境动态变化且信息丰富; 需要保持或达到特定的状态或目标; 操作者有时可能会体验到很高的心理负荷; 通常需要大量的训练。在这些领域, 操作者的 SA 是影响决策质量和作业绩效的关键因素, 失去 SA 而不能完成复杂的认知任务会导致灾难性的后果<sup>[1]</sup>。研究表明<sup>[7]</sup>, 在航空事故中, 51.6% 的重大事故和 35.1% 的非重大事故可归因于决策失败, 之所以决策失败, 很大一部分原因在于 SA 错误, 而不是决策错误。

当前, 引用最广泛的定义是 Endsley<sup>[8]</sup>提出的, 她认为 SA 是在特定的时间和空间内对环境中各种要素的知觉, 对其意义的理解, 及预测它们随后的状态。尽管该定义被频繁引用, 由于所持研究取向和研究领域的不同, 仍有许多研究者不同意这种定义, 仅 SA 特辑 (Human Factors, Volume 37, No. 1) 中的九篇文章就有九种不同的定义。不同的研究取向会导致 SA 定义和解释的不同, 也会带来测量方法的差异。

### 1 情境意识的研究取向

#### 1.1 信息加工模型

Endsley<sup>[8]</sup>采用信息加工模型来描述和解释 SA (见图 1)。SA 涉及的信息加工机制包含短时感觉贮存、图式和注意等概念。模型中注意与工作记忆是制约操作者获取、解释环境信

收稿日期: 2004-03-26

通讯作者: 张侃, E-mail: zhangk@psych.ac.cn; 电话: 010 - 64837096

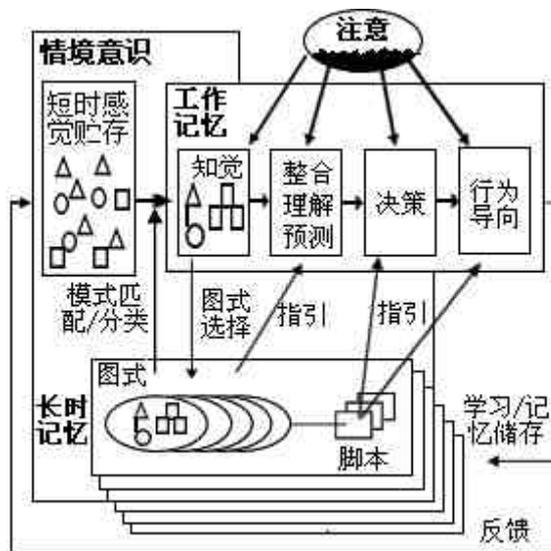


图 1 情境意识的信息加工机制  
(引自 Endsley, 1995)

息以形成情境意识的关键因素，操作者的心理模型和目标指向行为是克服这两个限制的重要机制。在获取情境意识的过程中，自上而下的加工同自下而上的加工不断地协力作用。信息加工模型将得到注意、工作记忆和长时记忆支持的情境意识保持过程与情境意识本身进行了区分<sup>[9]</sup>，Endsley 认为 SA 的操作性定义不应包含任何涉及获得 SA 的过程，应该测量的只是这些过程的结果（如操作者是否理解了事件）如飞行员意识到危险地形的的方式并不重要，SA 的测量应仅仅评估飞行员是否意识到该地形。

Endsley 认为 SA 包括三个分等级的状态：水平 1（即知觉环境中的元素），水平 2（即理解当前的情境），及水平 3（即预测未来的状态），高水平 SA 的获得有赖于低水平 SA 的达成。

与此相对应，情境意识错误也有三类：不能正确地知觉情境；不能正确地理解情境；不能正确地预测情境变化。Endsley<sup>[7]</sup>将这种分类用于研究飞行事故，研究发现：71% 的飞行事故涉及人为差错，这其中 81% 的事故涉及情境意识错误，其中第一位错误是不能正确地知觉情境（72%）。

信息加工模型表明，情境意识与动态、不断演变的情境有关，情境意识的内容不同于长时记忆中的静态知识，如系统如何工作的知识和心理模型等<sup>[9]</sup>。因此，真正的 SA 测量应该仅强调环境中动态变化的元素。

运用信息加工模型解释 SA 存在两个潜在的问题：(1) 信息加工模型包含的许多心理学概念，如注意和图式等，本身没有得到很好地理解，其中的一些概念还存在很多争论，研究时采用的实验范式也各不相同；(2) 信息加工模型强调 SA 的内容，并不真正关心对动态变化的信息的加工过程，不利于 SA 获取和保持过程的内在机制研究，而怎样才能保持高水平的情境意识对操作者却至关重要。

## 1.2 知觉 / 行动环

知觉 / 行动环取向最大的特点是强调情境意识获取与保持的动态性<sup>[10]</sup>。知觉 / 行动环最早是由 Neisser 提出的，包括三个成分：(1) 对象（即外部环境中可利用的信息）；(2) 图式（即通过训练 / 经验累积起来的、存储于长时记忆的有组织的知识）；(3) 探索（即观察者在环境中的搜寻行为）。从知觉 / 行动环这个命名来看，它认为搜集信息的过程是循环的，没有指定过程的起点和终点。为适用于高心理需求情境（如紧急情况），Sanford 与 Garrod 模型进行了扩展<sup>[10]</sup>，将图式分解为两部分：外显焦点和内隐焦点，外显焦点在本质上等同于工作记忆；内隐焦点与激活的整个图式是相同的（有一些图式也在外显焦点中表征），相

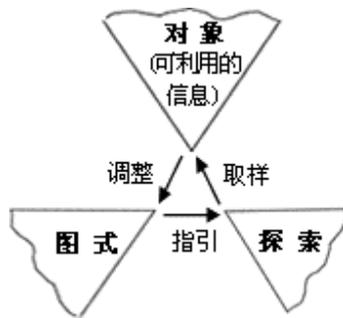


图 2 知覚環的观点

应地，长时情景记忆和长时语义记忆也被置于模型中。

Adams 等<sup>[10]</sup>根据知覚 / 行动环解释 SA，与 Endsley 的信息加工模型不同的是，他们认为概念化 SA 应同时包括结果和过程两方面，作为结果，SA 可理解为当前所激活的图式的状态；作为过程，SA 可理解为整个知覚环的当前状态。

这种研究取向也存在两方面的问题：第一，在很大程度上同信息加工取向一样，模型中包含许多尚没有得到很好理解的概念，如语义记忆和图式等；第二，在其取向中没有说明 SA 作为结果（即激活的图式的状态）和过程（即知覚环的状态）如何测量。

Smith 与 Hancock<sup>[11]</sup>也用知覚 / 行动环来定义 SA，将 SA 定义为“适应性的、对外界环境的知覚”。他们在 Neisser 的知覚环模型中增加了一个新的成分：常量（invariant），“常量”处于模型的中心，将对象、图式和探索行为联结起来，而产生胜任行为，SA 最终由此常量来定义，暗示了测量 SA 应采取的方式。

尽管 Smith 和 Hancock 提出了胜任行为的思想，但是其模型也有一些问题。情境意识虽然支持有效的反应，但其本身并不能整合反应选择和执行。因此，能否通过胜任行为准确地测量 SA 值得怀疑，胜任行为可能只是 SA 的必要条件而非充分条件。

### 1.3 决策模型

有些研究者将 SA 与决策研究中的一些概念相联系，传统上，这些概念已经得到较为广泛和深入的研究。Crane<sup>[12]</sup>认为 SA 不是一个单一的心理学概念，他将 SA 等同于专长，即 SA 可由专家级别的绩效来描述 SA，有点类似于 Smith 和 Hancock 所提出的胜任概念。例如，Crane 指出具有 SA 的飞行员可以通过机动飞行，毫不费力的、迅速的、无任何差错的避开危险地形。同 Smith 和 Hancock 的胜任概念一样，对 Crane 研究取向的批评是，展现专家级别行为的操作者并不一定具有高水平的 SA。另外，也很难为专家级别的作业表现下操作性定义。尽管确定表现是不是迅速且无差错，相对比较容易，但是客观地评估是不是毫不费力则比较困难。如果根据努力程度来测量 SA，那么与心理负荷测量相关联的一些问题又会浮出水面。

另外一研究者则将情境意识等同于情境评估，或者以情境评估来取代、解释情境意识。例如，Wickens，Gordon 和 Liu<sup>[13]</sup>交替使用 SA 和情境评估（situation assessment）这两个词，Federico<sup>[14]</sup>和 Fracker<sup>[15]</sup>则用情境评估来解释 SA。但是，同信息加工模型和知覚 / 行动环一样，情境评估的讨论所使用的概念缺乏良好的定义。例如，理论上经常认为情境评估是图式驱动加工的结果<sup>[14]</sup>，也就是说，研究者认为情境评估是基于图式进行操作的。目前，由于还不能很好地理解图式，因此，用情境评估来替代与解释 SA 还存在问题。

### 1.4 现象学描述

Flach<sup>[16]</sup>基于 Underwood 对心理学概念的分类，对情境意识进行了分析，认为不能用 SA 来解释行为，它只能作为描述性的标签。Underwood 将心理学概念分为五档，水平 2 的概念是现象命名的，水平 3 的概念属于因果命名。Flach 特别分析了作为现象学描述的 SA 和作为因

果解释的SA之间的区别,认为如果将SA视作水平3的概念会导致两个问题。首先,实验检验就不可能了,因为此时的SA概念作为假设的过程、状态或能力,是无法观察的。其次,会不可避免导致循环推理。目前许多关于SA的研究文献存在这种循环推理的现象。例如,一些研究者指出操作者反应不当导致丧失SA,同时,也有一些研究者提出操作者之所以反应不当是因为SA丧失。

Flach提出作为水平2的概念,有助于对事件的归类,而更好地分析人-机系统的设计和绩效之间的关系。如他反对将飞行员错误归因于SA丧失,但可以将飞行员的错误行为归类于SA丧失,这样可以让研究者识别这些事件的共同特征。例如,研究者可能识别出飞行员的错误行为都涉及多模式的显示器(如飞行管理系统)。在这种情况下,研究者就可以确定与错误行为有关的、可检验的假设,进而验证分析以改进该显示器的设计。

如果将SA视作为对行为的现象学描述,是否需要SA这个概念?显而易见,即使不使用SA这个概念,上述飞行员的错误同样可以进行归类。

## 2 情境意识的测量技术

情境意识研究取向和研究领域的差异导致测量方法也有很大的不同,多个研究者都提出不同的分类<sup>[1]</sup>。但从总体上看,SA的测量可以分为四类:(1)生理测量;(2)记忆探查测量;(3)作业绩效测量;(4)主观测量。

### 2.1 生理测量

运用生理测量进行心理负荷的研究已有很长历史,但在情境意识的研究中则很少见<sup>[17]</sup>。从目前的研究来看,最关键的问题是尚不清楚生理测量能否直接接触及包含情境意识的高水平的认知过程。比如,P<sub>300</sub>和其他脑电测量技术可以说明信息是否已认知登记,但是只能说明环境中的某些元素是否被知觉和加工,至于这些信息是否已经正确登记,或当事人在多大程度上理解了这些信息则无从通过生理测量反映出来。同样,眼动测量也无法说明处于边缘视觉的哪些元素已被观测到,或当事者是否已经加工了他所看到的对象。

尽管不能直接接触, Wilson<sup>[17]</sup>认为还是可以借助脑电图(EEG)、眨眼和心脏活动、事件相关电位(ERP)、瞬时心率、或皮电活动(EDA)等生理指标,对操作者的情境意识水平进行适当的推断。Vidulich等<sup>[18]</sup>则进行了探索性的研究。在其实验中,12名被试参加模拟的空对地战斗飞行任务,任务过程中记录脑电活动与眨眼情况。实验提供两种类型的显示,一种显示有助于被试获得保持良好情境意识,而另一种则不利于情境意识的保持。结果显示,在低水平的情境意识下,被试波的活动水平较高,波的活动水平较低。在低水平的情境意识下,眨眼时程最短,而眨眼的频率最高。在困难条件下,被试需要综合不同来源的信息,而在另一种条件下,信息比较容易知觉到。但是不清楚这些心理生理测量测量的是情境意识还是工作负荷,或说明的是这者之间的交互。

### 2.2 记忆探查测量

记忆探查测量最为符合Endsley关于情境意识的定义,此方法要求操作者报告记忆中的内容,如让飞行员回忆飞行状态,藉此评估其情境意识。由于数据的搜集方法与SA的大多数理论相一致,这种测量的构念效度较高。根据测量时间点的不同,Endsley<sup>[19]</sup>将该测量

技术可以分为三个亚类。

回溯测量在任务完成后进行,让参与者回忆特定的事件或描述在实验情景或模拟中所作的决策。Endsley认为如果参与者有充裕的时间来回答问题,这种测量是有用的,但她也警告只有在任务完成后立即进行才能获取可靠的情境意识测量。同时测量在任务过程中进行,对情境意识进行实时评估。有两种形式,一种是口语报告<sup>[20]</sup>,但干扰性太强;另一种是在任务情境中设置评定者<sup>[21]</sup>,该评定者与操作者讨论任务,这样评定者能够确定参与者是否意识到与任务相关的各种信息。这种测量可能会导致被试出现“舞台效应”,也可能会因评定者的言语和非言语线索而产生系统偏见。冻结测量技术介于回溯测量和同时测量之间,这种方法是在任务间隙向被试提问。模拟任务通常在随机确定的时间点停止,所有与任务相关的信息都被清除(如屏幕空白)。在冻结期,让被试回答与任务有关的问题。Endsley认为这种测量很有用,因为解决了回溯测量受时间困扰的问题,也消除了同时测量法干扰的问题。目前广泛使用的SA全面评估技术(Situation Awareness Global Assessment Technique,简称SAGAT)就属于计算机化的冻结技术。

记忆探查测量的客观性和预测效度方面存在争论,Endsley认为记忆测量是客观的,因为所搜集的数据可以与真实状态进行客观比较。而其他一些研究者<sup>[17]</sup>认为数据的获取是通过自陈报告,一方面可能受到操作者的偏见或先入为主概念的污染,另一方面可能会因为工作记忆局限的问题导致回忆错误,故该测量是主观的。由于实际的任务环境复杂且具有动态变化的特性,而实验研究所采用的标准化模型距此有不小的差距,外显测量存在预测效度的问题。

### 2.3 基于作业绩效的测量

这种测量方法属于间接测量,利用任务表现来推测操作者的SA水平,如通过计算飞机偏离预定航向的值来评估SA。该方法的优点是客观、无干扰,且易于使用。研究表明高SA可能是良好绩效的必要条件,但不是充分条件<sup>[17]</sup>。因此,作业绩效测量的最大问题是,可能并不能真正反映操作者的SA水平。

Endsley<sup>[19]</sup>将作业绩效测量分为三种类型。整体测量法仅关注任务的整体绩效,因而存在诊断性和敏感性的问题。外部任务测量一般采用除去或改变显示器上的信息的方法,然后记录被试在多长时间后才对信息的除去或改变出现反应。这种测量干扰性太强,再者即使意识到信息的变化,也不一定会马上表现出来。嵌任务测量通过评估次任务的表现来衡量SA,缺点是某方面SA高可能会导致另一方面SA低,因此为研究者提供的仅是部分与SA相关的信息。

### 2.4 主观评定

主观评定基于操作者或观察者的意见来测量SA。主观评定法的优点是易于使用、成本也比较低,也比较实用,可用于模拟情境,也可用于实际的任务环境。

主观评定有三种类型<sup>[19]</sup>。自我直接评定就是让被试评定自己的SA,比如在Likert 7点量表上评定自己体验到的情境意识。既可以在任务过程中进行,也可以在任务之后进行。但是,在任务过程时评定自己的SA,由于不能将自己了解的情况同真实的状态相比较可能会给评

定带来困难。而在任务后评定,则有可能会受其表现的影响,导致评定的合理化和泛化。Sarter和Woods<sup>[22]</sup>则认为这种测量忽视了获取SA的过程,而只把SA作为结果来测量。Taylor提出的SA评定技术(Situation Awareness Rating Technique, SART)属于直接自我评定,它通过10维或3维的SART量表来测量操作者的SA<sup>[17]</sup>。一项关于SA测量方法的元分析研究表明<sup>[23]</sup>,SART是相当敏感的测量。但也有批评者对其选择性质疑,即SART的维度测量的是SA还是心理工作负荷<sup>[19]</sup>。Selcon等<sup>[24]</sup>通过模拟实验对SART和NASA的任务负荷指标进行了比较,结果发现SART测量的是心理负荷之外的东西,说明了其选择性。

自我比较评定要求参加者对不同的设计进行配对,让被试主观地评定体验到的SA,如比较不同的座舱设计。该技术有两个潜在的不足:第一,它仅适用于被试内设计的实验情景。其次,同所有的主观评定一样,不能保证被试间评定的一致性。例如,Vidulich和Hughes<sup>[25]</sup>发现大约一半被试通过估计他们注意到的信息量来评定SA,而另一半被试则通过估计其没注意到的信息量来评定SA。观察者评定要求无偏见且中立的观察者观察被试的操作,评定操作者的SA水平。潜在的不足是,观察者不知道操作者是怎样理解情境的。

同心理负荷的测量一样,SA的测量同样存在效度及测量的敏感性、选择性、诊断性、干扰性、及可靠性与带宽问题,到目前为止,尚没有一种满足这些标准的技术。因此,在测量SA时,应尽可能同时使用多种测量方法,以确保同时效度。另外,情境意识所研究的领域属于复杂信息环境,在测量时,情境持续时间必须足够长,以使被试能够适应测试环境。

### 3 应用

情境意识的研究有利于三方面的应用:系统的设计和评价,人员选拔及SA的训练。

#### 3.1 系统设计和评价

研究表明,良好的情境意识有助于处置意外情况<sup>[26]</sup>。但是,有些复杂技术系统的设计强调增强常规作业,但有可能会抑制情境意识,导致管状注意<sup>[9]</sup>。设计时权衡好全局意识(global awareness)与局部意识(local awareness)对系统安全至关重要<sup>[27]</sup>。

自动化对情境意识而言是双面刃<sup>[1]</sup>,既可能因工作负荷的降低而有助于操作者保持高水平的情境意识;也可能因自动化而使操作者成为被动的监控者,随着系统的自动化程度的提高,其复杂程度也相应增加,这些都给把握系统意识带来困难;另外,过度地信赖自动化也带来盲目乐观情绪,而忽视对系统的监控。自动化与情境意识的关系的研究有助于在自动化设计时进行更好的权衡。

对于系统设计,目前已提出一些以情境意识为取向的设计流程及指导原则<sup>[7]</sup>,如目标指向的信息显示、支持平行加工,及运用突显特征触发目标切换等。良好的自动化,应该能够减轻操作者的负荷,同时能将操作者置于特定的任务环中;也应使操作者能够很好地识别系统模式,这样能够确认系统将要做什么。

在复杂技术系统中,情境意识已成为评价新型显示器的效用的一个重要指标<sup>[28]</sup>。SA测量方法的研究可以为这方面的应用提供强大的基础,目前迫切需要兼具敏感性、诊断性等标准的测量手段。

#### 3.2 人员选拔

Endsley 与 Boshtad<sup>[29]</sup>利用 SAGAT 技术测量飞行员的 SA, 比较 SA 与其在 18 项认知、知觉及心理运动成套测验成绩之间的相关。研究发现 SA 与心理运动追踪测验之间的相关系数为 0.72, Endsley 等认为优秀的心理运动能力可以让被试将节约的注意资源用于情境评估, 从而提高了情境意识水平。这说明个体在某些方面的差异对情境意识的保持存在影响, 因此, 识别这些因素用于选拔就很有必要。

### 3.3 训练

保持高水平的 SA 一方面需要通过系统设计, 另一方面也需要通过训练。目前在航空领域广泛开展的机组资源管理训练已经证明了这一点<sup>[30]</sup>。复杂技术系统中的许多工作是以团队的形式展开, 从个体的角度讲需要有对环境、任务、系统的准确的心理模型, 从群体的角度讲需要协作与交流, 以达成心理模型的共享, 使群体保持高水平的 SA。显然, 训练内容、方式及效果评估的研究, 有利于更好地开展 SA 训练。

## 4 展望

情境意识作为一个新兴的研究领域, 从概念提出至今, 仅有 20 多年的历史, 在很多方面的研究还远不够深入, 从应用的角度看, 以下三方面的研究亟需加强。

### (1) 情境意识的需求分析

不同的任务、操作环境、飞机类型及操作者的经验等对情境意识的要求也存在差异。许多研究者对情境意识进行细化, 以研究如何满足操作者的情境意识需求。Wickens 提出空间意识、系统意识与任务意识的分类<sup>[9]</sup>。空间意识需要有良好的仪表显示器支持; 系统意识要求自动化系统应能够让操作者知晓其已采取的行动; 任务意识需要操作者进行适宜的注意分配和任务管理。另外的研究者<sup>[1]</sup>针对作战飞行则提出空间意识( 现时的意识, 如飞机的高度、速度、航向等)、战术意识、环境意识、地理意识与系统意识的分类。可见的研究都是属于比较宏观的分类, 微观的需求分析研究不仅对系统设计有效, 对指导情境意识训练也有帮助。

### (2) 情境意识与心理负荷关系的研究

自情境意识这个概念被提出以来, 很多研究者都对它与心理负荷进行了比较<sup>[31]</sup>, 并提出了疑问: 这两者之间是否存在某种必然的联系。Endsley<sup>[32]</sup>认为心理负荷与情境意识尽管是两个相互独立的结构, 它们之间是相关联的, 但关联的方向不确定。一项关于以增强情境意识为目的的界面设计研究的元分析表明<sup>[33]</sup>: 在 18 个实验研究中, 有 16 项设计达到了增强情境意识的目的, 但是却有 10 项设计的心理负荷增加了。由此可见, 从系统设计与评价的角度看, 良好的界面应该具有可测量的低心理负荷与可测量的高情境意识的特点。分析心理负荷与情境意识交互作用的内在机制, 探讨影响其关系方向的因素对指导系统设计有重要意义。

### (3) 情境意识生理测量方法的研究

传统的人因工程强调操纵器与显示器的标准化布局; 控制器、显示器与人的感知觉特性及手足运动器官反应特性相适应的问题等, 这属于静态人因工程范畴。实时人因工程则突出强调界面显示内容的适应性变化, 即与任务类型、环境及操作者的状态相适应<sup>[31]</sup>。在复杂、动态变化的信息环境中, 操作者的情境意识是良好绩效的基础, 具有相当的动态性。因此,

实时人因工程需要实时测量操作者的情境意识。从测量标准看,满足实时要求、无干扰的生理测量就显得非常必需。遗憾的是,情境意识的生理测量研究尽管尚存在很大的困难,从研究的角度看也是不充分的。

### 参考文献

- [1] Durso F T, Gronlund S D. Situation awareness. In: Durso F ed. Handbook of applied cognition. New York: John Wiley & Sons, 1999. 283~314
- [2] Endsley M R. Situation awareness in aviation systems. In Garland D J, Wise J A, Hopkin V D. Handbook of aviation human factors. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1999. 257~276
- [3] Mogford R H. Mental models and situation awareness in air traffic control. *The International Journal of Aviation Psychology*, 1997, 7(4): 331~341
- [4] Hoff D N, Folleso K, Strand-Volden F, et al. Development of a situation awareness measure to evaluate advanced alarm systems in nuclear power plant control rooms. *Ergonomics*, 1995, 38(11): 2394~2413
- [5] Gaba D M, Howard S K, Small S D. Situation awareness in anesthesiology. *Human Factors*, 1995, 37(1): 20~31
- [6] Kass S J, Herschler D A, Companion M A. Training situational awareness through pattern recognition in a battlefield environment. *Military Psychology*, 1991, 3(2): 105~112
- [7] Endsley M R. Errors in situation assessment: Implications for system design. In: Elzer P F, Kluwe R H, Boussoffara P F. Human error and system design and management. London: Springer, 2000. 15~26
- [8] Endsley M R. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 1995, 37(1): 32~64
- [9] Wickens C D. Situation awareness and workload in aviation. *Current directions in psychological science*, 2002; 11(4): 128~133
- [10] Adams M J, Tenney Y J, Pew R W. Situation awareness and the cognitive management of complex systems. *Human Factors*, 1995, 37(1): 85~104
- [11] Smith K, Hancock P A. Situation awareness is adaptive, externally directed consciousness. *Human Factors*, 1995, 37(1): 137~48
- [12] Crane P M. Theories of expertise as models for understanding situation awareness. In: Proceedings of the 13th Annual Symposium on Psychology in the Department of Defense, 1992. 148~52
- [13] Wickens C D, Gordon S E, Liu Y L. An introduction to human factors engineering. New York: Addison-Wesley, 1998. 183~222
- [14] Federico P. Expert and novice recognition of similar situations. *Human Factors*, 1995, 37(1): 105~122
- [15] Fracker M L. A theory of situation assessment: Implications for measuring situation awareness. In: Proceedings of the Human Factors Society 32<sup>nd</sup> Annual Meeting. Santa Monica, CA: The Human Factors and Ergonomics Society, 1988. 102~106
- [16] Flach J M. Situation awareness: Proceed with caution. *Human Factors*, 1995, 37(1): 149~157
- [17] Endsley M R, Garland D J. Situation awareness analysis and measurement. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000
- [18] Vidulich M A, Stratton M, Crabtree M, et al. Performance-based and physiological measures of situational awareness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1994, 65(5, Suppl.): A7~A12
- [19] Endsley M R. Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 1995, 37(1): 65~84
- [20] Metalis S A. Assessment of pilot situational awareness: Measurement via simulation. In: Proceedings of the Human Factors Society 37th Annual Meeting. Santa Monica, CA: The Human Factors and Ergonomics Society. 1993. 113~117
- [21] Sarter N B, Woods D D. Situation awareness: A critical but ill-defined phenomenon. *The International Journal of Aviation Psychology*, 1991, 1(1): 45~57
- [22] Sarter N B, Woods D D. How in the world did I ever get into that mode? Mode error and awareness in supervisory control. *Human Factors*, 1995, 37(1): 5~19
- [23] Vidulich M A. Testing the sensitivity of situation awareness metrics in interface evaluations. In: Tsang P, Vidulich M A, Principles and practices of aviation psychology. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2003. 227~246
- [24] Selcon S J, Taylor R M, Koritsas E. Workload or situational awareness? TLX vs. SART for aerospace systems design evaluation. In:

- Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting. Santa Monica, CA: The Human Factors and Ergonomics Society, 1991. 62~66
- [25] Vidulich M A, Hughes E R. Testing a subjective metric of situation awareness. In: Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting. Santa Monica, CA: The Human Factors and Ergonomics Society, 1991. 1307~1311
- [26] Wickens C D. Cognitive factors in aviation. In: Durso F ed. Handbook of applied cognition. New York: John Wiley & Sons, 1999. 247~282
- [27] Wickens C D, Prevett T T. Exploring the dimensions of egocentricity in aircraft navigation displays. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 1995, 1(2): 110-135
- [28] Schnell T, Kwon Y, Merchant S. Improved flight technical performance in flight decks equipped with synthetic vision information system displays. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2004, 14(1): 79~102
- [29] Endsley M R, Bolstad C A. Individual differences in pilot situation awareness. *International Journal of Aviation Psychology*, 1994, 4(3): 241~264
- [30] Federal Aviation Administration. Crew resource management training: Advisory Circular (AC No: 120-51e). Washington, DC: Federal Aviation Administration, Flight Standards Service, 2004
- [31] Vidulich M A. Mental workload and situation awareness: essential concepts for aviation psychology practice. In: Tsang P, Vidulich M A. Principles and practices of aviation psychology. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2003. 115~146
- [32] Endsley M R. Situation awareness and workload: Flip sides of the same coin. In: Proceedings of the seventh international symposium on aviation psychology. Columbus: The Ohio University, 1993. 906~911
- [33] Vidulich M A. The relationship between mental workload and situation awareness. In: Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 2000. 460~463

## Situation Awareness: Approaches, Measures and Applications

Yang Jiazhong<sup>1,2</sup>, Zhang Kan<sup>2</sup>

*(<sup>1</sup>Teaching and Research Section of Aviation Psychology, Civil Aviation Flight College, Guanghan 618307, China)*

*(<sup>2</sup>Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)*

**Abstract:** Situation awareness (SA) is a constantly evolving picture of the state of the ongoing environment. In complex and dynamic environments, it is the key factor for operator's decision making and performance. The article mainly reviewed and analyzed the four approaches used to define and explain SA, the four major SA measurement techniques, and applications of SA in system design and evaluation, personel selection, and training. Finally the author proposed some aspects that need to further research.

**Key words:** situation awareness, mental workload, interface design.