

文章编号:1006-8309(1999)02-0038-04

工效学原则与刺激-反应相容性原理

刘艳芳, 张侃

(中国科学院 心理研究所 北京 100101)

摘 要:根据工效学某些原则与不同类型相容性间的关系,从信息加工基本特征的角度对工效学原则作出更本质的基础解释,以期更有效地运用和推广工效学原则,提高人机系统的效率。文章认为相容性作为人类信息加工过程的基本特征,在指导系统设计的工效学原则的运用中具有重要意义。

关键词:工效学;心理学;相容性原理

中图分类号:B84;TB18 **文献标识码:**A

1 引言

工效学是以人-机-环境系统为对象,研究人的物理、生理和心理特征与工作效率的关系,以使系统设计符合人的特点,实现人、机、环境的最佳匹配,获得高效、安全和舒适的人-机-环系统^[1]。

工效学家结合人的生理和心理特点,提出一系列用于指导人-机系统设计的基本原则,一方面使系统的设计能符合人的身心特征,提高操作者的满意舒适感;另一方面使操作者能方便地获得系统提供的信息,并轻松地进行相应反应,以提高人的操作效率,进而提高整个系统的工作效率。例如不断给予操作者其行为结果的反馈的原则、同时传递信息量不超过 7+2 单位的工作记忆的原则等。这些工效学基本原则作为人机设计应遵循的基本准则,在运用中,它们的适用范围、指导方向略有不同,例如涉及多个显控设备排列的功能一致性原则、涉及显示控制编码的信息冗余原则等。但从根本上说,它们都基于对人信息加工过程的某些假设。我们认为这些工效学的基本原则与信息加工过程基本特征之一的相容性原理之间有着非常密切的关系。

相容性的概念是由美国工程心理学家 Fitts 于 50 年代初提出的^[2],它的最初含义特指刺激-

反应相容性(Stimulus-Response Compatibility,简称 SRC),即人进行信息加工时,接受的输入信息(刺激,Stimulus)与加工结果(反应,Response)之间的一致性、相似性,能简化个体的信息加工过程,并提高加工的绩效,从而获得较快较好的加工效率。近半个世纪以来,认知心理学、工程心理学对相容性的本质、类型和特点进行了深入地研究。研究发现^[3]:相容性不仅存在于刺激与反应之间,也存在于刺激与刺激、反应与反应之间,甚至线索与刺激或线索与反应之间。总之,信息加工过程的任何两个集合之间,都存在相容性的效应,相容性原理是贯穿人类整个信息加工过程的基本特征之一。

本文将简要阐述某些工效学原则与不同类型相容性间的关系,以信息加工基本特征对工效学原则作出更本质的基础解释,以期使工效学原则获得更有效的运用和推广。

2 易用性原则与空间刺激-反应相容性

工效学中的易用性原则是针对系统中由人操作使用的控制器的设计而言,即控制器的设计要尽量使操作者容易使用,而提高操作效率。设计中易用性的运用包括控制器与显示器的对应关系以及控制器运动方向的设置,这与空间刺激-反应

相容性具有密切的关系。

Fitts 等人^[4]研究发现,以出现于左右位置的信号为刺激,最相容的反应应该是与刺激一致的左右空间位置,也就是说对左边的刺激进行左边位置的反应效果最好。Chapaniz^[5]对多个刺激与反应的研究也证明,显示器与控制器在空间位置排列的对应或一致能有效地提高操作的效率,这也是一般意义上显示与控制的相容性原则。此外,Marrin^[6]对空间刺激-反应相容性的研究还回答了多个空间显示信号与一个控制间的设置关系,以控制器的移动方向朝向显示信号时,操作结果最好。Simon^[7]的研究还表明尽管信号出现的空间位置是与反应任务无关的一个因素,但是它仍然直接影响了反应的结果,例如以语音为刺激信号时,也要充分地考虑声音出现的空间位置与任务反应的空间朝向的一致性。

总之,空间刺激-反应相容性的一系列研究提示设计者,在设置刺激信号与反应控制的关系时,要密切关注两者的空间位置关系,即使当刺激信号的空间位置与任务要求无关时,也要注意两者的空间关系,尽量地保证它们的空间相容。

3 可懂性原则与语义刺激-反应相容性

可懂性原则是规定刺激信号与任务要求关系应遵循的基本原则,使操作者能迅速明确该信号所要求的正确反应,尽快地完成任任务。语义刺激-反应相容性可以较好地解释这一原则的含义及运用。

语义刺激-反应相容性是指刺激和反应在非空间的概念维度上具有的对应性。Kornblum 等人^[8]从维度重合的角度揭示了语义刺激-反应相容性的本质,他认为当刺激和反应具有相同或相似的特征时,也就是它们维度重合的时候,刺激的出现能自动激活相容的反应,从而提高整个信息加工的效率,带来语义刺激-反应相容性效应。例如对视觉空间刺激而言,相容反应应是手臂的指向运动,而言语刺激的相容反应则是口语报告;在刺激集合与反应集合维度重合的基础上,进一步的维度重合发生在单个刺激与反应之间,例如对视觉数字刺激而言,最相容的反应是对数字的直接命名,而其次是对数字的简单加减运算,最不相容的条件是对数字的随机命名。语义刺激-反应相容性的概念要求所有任务设计要遵循刺激信号与反应在集合水平上尽可能的维度重合,并在单个信号与任务匹配时注意两者在元素水平上的维

度重合。

4 重要性、功能和使用原则与群体模版相容性

重要性原则、功能原则和使用原则都是对多个信息源或多个控制器的空间位置进行安排时应遵循的基本工效学原则。其中重要性原则是指要按照信息或控制器对实现系统目标的重要程度决定其位置安排的优先权,把它们安排在视野或身体可及范围的中央,再逐渐向左右上下外移;功能原则是指按功能关系安排信息或控制器的位置,将功能相近或相关的信息源或控制器安排在一起;使用原则包括了使用频次和使用顺序两个方面,使用频次是指按照信息或控制器在系统操作活动中的使用次数的多少来安排信息源或控制器的位置,使用频次较高的信息源安排在操作者最容易知觉到或操作的空间位置,即视野的正前方或身体的正前方,而使用顺序原则是指将多个信息源按照它们的使用顺序进行顺序排列,例如使用顺序为前后,则排列顺序为从左到右或从上到下。

在对多个信息进行安排时所遵循的这些原则,都源于操作者对多个信息感知和执行的习惯,这与群体模版相容性的含义不谋而合。1956年,Lutz & Chapanis 设计了一系列的刺激与反应组合,让被试自由选择他认为最合适的组合,实验结果发现大多数人对同一种刺激有相同的反应模式,他们将这种某一人群由于社会文化、风俗习惯等因素而形成的反应模式,称为群体模版(Population Stereotypes)。在对相容性的研究中,所有运用主观评价所获得的相容刺激与反应组合,无疑都来源于群体模版^[9],因此,群体模版的相容性是相容性理论运用中最常用的一种类型。在工效学中,相容性原则最初的运用就是指群体模版的相容性,如在控制器与显示器的配合中,显示器与控制器的空间关系与人们对这种关系预测的一致,或者显示器与控制器的运动关系以及控制器或显示器运动与系统输出的关系与人们对这种关系的期望相一致。

群体模版相容性的概念不仅要求在显示器与控制器安排中要充分考虑人们头脑中固有的对它们关系的预测,而且要求系统设计者在系统各个部分及总体设计中,要研究了解操作者对系统具有的心理模型,也就是操作者对实现系统目标的各部分的结构和功能的预测,使系统的设计能尽量地符合操作者的预期,系统设计与群体模版的

一致性,不仅能有效地缩短操作者的学习时间,更能在实际中提高操作者的工作效率,极大地促进整个系统的工效。刘艳芳^[10]等运用群体模版相容性的原理提出了测量相容性程度的方法,并用于测评汉字计算机输入方法的易学性,为全面客观地评价汉字计算机输入方法提供了一条新的思路。

5 信息冗余原则与刺激-刺激相容性、反应-反应相容性

信息冗余原则一般运用在对重要刺激信息或控制器的设计中,既从两个以上的维度对同一个刺激信息或控制器进行编码,以便操作者能更有效地识别信号或完成控制任务。例如,交通信号灯的编码就是同时使用了颜色和空间位置两个维度,红色和最上边两个特征同时代表了“停止通行”这个信息,而绿色和最下边两个特征则代表了“通行”这个信息。研究证明使用冗余信息有助于提高信息的接受效率,但冗余信息的效果主要取决于相结合的编码维度间的相容性程度,在运用信息冗余原则时,要注意人的信息加工过程中的刺激-刺激相容性和反应-反应相容性。

刺激-刺激相容性是指当一个刺激信号包括了多个维度时,不同刺激维度间的相容性,典型的刺激-刺激相容性就是 Stroop 效应^[11],也称为色词干扰效应,在经典的色词干扰实验模式中,要求被试对一个词的颜色进行命名反应,这时,词的含义本身是一个与反应无关的刺激维度,但是当词含义与这个词的颜色不一致时,却干扰了对词颜色的命名。例如,对一个用红色墨水书写的“绿”字的颜色命名时间会显著地比对绿色墨水书写的“绿”字的颜色命名时间长,这就是产生于刺激不同维度间的相容性效应。同样,在反应的不同维度之间也存在着相容性现象。简单的例子,比如对标示为“左”、“右”的反应键进行按键反应任务中,最好反应键的标示含义与它的空间位置是一致的。

6 告警信号与线索相容性

随着计算机技术的飞速发展,人机系统的组成日益复杂,人在系统中的作用不再是简单的操作者,更接近于监视后操作者,即监视系统的工作状态,在感知系统信号后,做出正确反应。传统的系统告警信息仅仅传递了有应急事件出现这一单纯信息,而缺乏对事件内容及相应反应的适当描述,未能有效地运用告警信号。

系统中告警信号的使用符合心理学关于前置线索效应(precue effect)的研究,Rosenbaum,发现在刺激呈现之前的有关线索能促进反应的完成^[12]。Stoffels^[13]研究了空间语音线索对多重选择任务的影响,发现在刺激信号出现之前,先呈现一个与刺激空间位置一致的语音线索,能显著地加快反应,他认为前置有关线索能减少选择反应的数量,从而促进了反应的完成。这是一个典型的空间线索效应的研究。另一方面,心理学家也对线索语义效应进行了研究,结果表明线索与刺激或者线索与反应在语义上的一致或相似,也能显著地提高对刺激信号的加工或者对反应的完成。例如 Gehring^[14]发现以字母为线索且与刺激存在维度重合时,线索有效地促进了反应,也能带来相容性效应。

由此可见,在人机系统的设计中,不仅可以应用告警信号的空间信息,更可以利用其作为前置线索信号的语义特征,尽可能传递它所提示的事件或所要求的反应,以求更有效地提高系统的效率。

7 结论

综上所述,在对不同类型的相容性效应及相应工效学原则进行分析之后,可以发现相容性作为人类信息加工过程的基本特征,在指导系统设计的工效学原则的运用中,具有重要意义。在设置刺激信号与相应反应动作时的易用性原则,实际上反映了空间刺激-反应相容性的基本要求;在设计刺激信号与对应反应任务时的可懂性原则,代表了语义相容性的基本概念和含义;在涉及多个显示器或控制器的安排时,必须注意的重要性、功能和使用原则,无疑强调了群体模版相容性的重要;在使用多维信息对刺激或控制器进行冗余编码更要充分考虑刺激-刺激相容性和反应-反应相容性的决定作用;而在使用告警信号时,可以运用线索相容性的研究成果,使告警信号的本身就可预示事件的含义或对应策略的实施。

总之,心理学对相容性原理的理论研究体现为人机系统设计的基本工效学原则,而深入准确地掌握相容性的机制和含义,将有助于设计者更有效地运用工效学的基本原则,为实现系统的高效、安全和舒适不断努力。相容性原理与工效学设计原则的关系,无疑是理论与实践辩证关系的又一范例,相容性原理为工效学系统设计提供了理论基础和指导方向,而工效学设计中新的问题

也将不断充实相容性原理的研究领域。

参 考 文 献

- [1] 朱祖祥. 工程心理学[M]. 上海:华东师范大学出版社, 1989.
- [2] 刘艳芳. S - R 相容性: 概念、分类、理论假设及应用[J]. 心理科学, 1996, 19(2): 105 - 109.
- [3] Lu CH. Correspondence effects for irrelevant information in choice - reaction tasks: Characterizing the stimulus - response relations and the processing dynamics[J]. In B. Hommel and W. Prinz Eds. Theoretical issues in stimulus - response compatibility. Elsevier Science B. V. 1997.
- [4] Fitts PM, Seeger CM. S - R Compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes[J]. Journal of Experimental Psychology, 1953, 46: 193 - 210.
- [5] Lutz MC, Chapanis A. Expected locations of digits and letter on ten button key sets[J]. Journal of Experimental Psychology, 1955, 39: 314 - 317.
- [6] Morrin RE, Grant DA. Learning and performance of a key - pressing task as a function of the degree of spatial stimulus - response correspondence[J]. Journal of Experimental Psychology, 1955, 49: 39 - 47.
- [7] Simon JR, Craft JL. Effects of an irrelevant auditory stimulus on visual choice reaction time[J]. Journal of Experimental Psychology, 1970, 86: 272 - 274.
- [8] Sylvan Kornblum, Thiwrry Hasbroucq & Allen Osman. Dimensional overlap: Cognitive basis for stimulus - response compatibility - a model and taxonomy[J]. Psychological Review, 1990, 97(2): 253 - 270.
- [9] Allusi EA, Warm JS. Things that go together: A review of stimulus - response compatibility and related effects. In Proctor RW & Reeve TG(Ed.). Stimulus - Response Compatibility - an Integrated Perspective[M]. Amsterdam: North - Holland, 1990. 3 - 20.
- [10] 刘艳芳, 张侃. 刺激-反应相容性的度量与运用[J]. 心理学报, 1997, 29(1): 91 - 97.
- [11] Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions[J]. Journal of Experimental Psychology, 1992, 121: 15 - 23.
- [12] Rosenbaum DA. Human movement initiation: Specification of arm, direction and extent[J]. Journal of Experimental Psychology, 1980, 109: 444 - 474.
- [13] Stoffels EJ, Van Der Molen MW, Keuss PJ. An additive factor analysis of the effect of location cues associated with auditory stimuli on stages of information processing[J]. Acta Psychologica, 1989, 70: 161 - 197.
- [14] Gehring WJ, Gratton G. Probability effects on stimulus evaluation and response processes[J]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1992, 18(1): 198 - 216.

[收稿日期]1999-02-08

[修回日期]1999-04-05