

内隐序列学习与注意的关系*

付秋芳 傅小兰

(中国科学院心理研究所, 北京 100101)

摘要 内隐序列学习与注意的关系是内隐学习研究领域中的一个热点问题。“双注意机制”理论、“抑制表达”理论和“干扰外显学习成分”理论,从不同的角度阐释了内隐序列学习与注意的关系,但支持证据和反对意见并存,论争激烈。该文试图在一定程度上整合这三种理论,提出了“动态需求”假设,认为内隐序列学习任务对注意的需求是动态变化的,随着内隐序列学习任务中外显学习成分比重的变大,其对注意资源的需求也会随之增加。

关键词 内隐学习, 序列学习, 注意, “动态需求”假设。

分类号 B842.3

1 引言

近年来,有关内隐学习的研究表明,人们对序列的学习在很大程度上是由内隐知识来控制的^[1,2],人们无需意识到环境中的序列规则便能从中获益^[3-5]。例如,在序列反应时任务中,当向被试呈现一个有一定速度限制的任务,在此期间:(1)刺激连续出现在微机屏幕的几个位置上,要求被试对刺激的位置做出反应;(2)刺激出现的位置序列遵从从一个规则,但这一规则不告知被试^[6]。结果发现,尽管改变规则会使被试的反应明显变慢,但是被试一般都不会意识到序列中含有规则,也不能报告出序列中蕴涵的规则,从而表明他们获得的知识是内隐的^[6-8]。

目前,序列学习已成为内隐学习领域应用最广泛的研究范式^[9]。其中,有关内隐序列学习与注意的关系是内隐学习研究中的一个热点问题,目前还存在着很大的争议^[10-12]。为了进一步揭示这一问题,Jiménez 和 Vázquez (2005)以数声任务为第二任务,对第二任务在内隐序列学习中的作用进行了深入细致的探讨^[11]。他们发现,在学习的早期被试对或然序列(probabilistic sequences)的内隐学习成绩不受数声任务的影响,而无论在学习的早期还是晚期数声任务都会明显降低被试对确定序列(deterministic sequences)的内隐学习成绩。而且,

当数声任务与序列反应时任务相互关联时,在学习的早期被试对或然序列和确定序列的学习都会受到数声任务的影响。由于这些结果很难用单一学习系统理论来解释,因此他们提出在序列学习任务中存在两种学习系统:内隐学习是通过对刺激进行选择性的注意而自动进行的学习,它不需要额外的注意资源参与就可以形成有关刺激结构统计信息的知识;外显学习是通过假设检验来进行的学习,它需要注意资源的参与,并且可以由内隐系统对统计知识的学习引起。然而,Shanks、Rowland 和 Ranger (2005)运用与 Jiménez 和 Vázquez (2005)相似的实验材料却得出了相反的实验结果,他们发现,在没有注意资源参与条件下内隐序列学习无法正常进行,而且,被试在内隐序列学习中获得的知识都是有意识的^[12]。由此,他们提出,单一的学习机制足以解释内隐学习和外显学习的分离。

本文试图基于已有的研究成果,进一步探讨内隐序列学习与注意的关系。这里,我们分别介绍了“双注意机制”理论、“抑制表达”理论和“干扰外显学习成分”理论,并逐一剖析了每一理论的支持证据和反对观点。在此基础上,我们进一步提出了“动态需求”假设,指出内隐序列学习任务对注意的需求是动态变化的,随着内隐序列学习任务中外显学习成分比重的变大,其对注意资源的需求也会随之增加。

2 “双注意机制”理论

2.1 “双注意机制”理论

Nissen 和 Bullemer (1987)在研究中最先发现,

收稿日期: 2006-09-20

* 本研究得到中国科技部 973 项目(2006CB30310)和国家自然科学基金重点项目(60433030)经费支持。

通讯作者: 付秋芳, E-mail: fuqf@psych.ac.cn

第二任务可能破坏序列学习过程,足够的注意资源对序列学习是必要的^[7]。为了进一步揭示序列学习与注意的关系, Cohen、Ivry 和 Keele (1990) 把序列材料分为单一 (unique) 序列 (重复序列中每一刺激后仅跟随一个刺激)、模棱两可 (ambiguous) 序列 (重复序列中每一刺激后可跟随两个刺激) 和混合 (hybrid) 序列 (由单一序列和模棱两可序列组成), 对 Nissen 和 Bullemer 的实验结果进行了验证^[13]。结果发现, 在双任务条件下被试可以学习单一序列和混合序列, 却不能学习模棱两可序列。由此, 他们认为在 Nissen 和 Bullemer 的序列学习任务中有两种不同的学习机制: 一种机制形成对序列刺激的联想, 无需注意参与; 另一种机制形成有关刺激结构的多重记忆表征, 需要注意参与。

2.2 支持证据

Curran 和 Keele (1993) 通过一系列的实验对“双注意机制”理论进行了深入研究^[14]。他们设置了两种不同的任务条件: 在单任务条件下, 被试只需要完成序列反应时任务; 在双任务条件下, 被试需同时完成序列反应时任务和数声任务。结果发现, 当被试在单任务条件下完成序列反应时任务时, 被试在单任务测试条件下的学习成绩大致是双任务测试条件下的两倍; 但是, 当被试在双任务条件下完成序列反应时任务时, 被试在双任务测试条件和在单任务测试条件下的学习成绩差异不显著。因此, 他们认为, 当注意资源比较充足时, 注意系统和非注意系统可能同时进行学习; 而当第二任务分散了被试的注意资源时, 则可能只有非注意系统能够进行学习。

2.3 反对观点

然而, 由于在实际研究中很难用实验任务来区分这两种不同的注意机制, Cleeremans 和 McClellands (1991) 对这一观点提出了质疑^[15]。他们在计算机模拟研究中, 通过向 SRN (the simple recurrent network) 模型加入噪音成功地模拟了第二任务对单一序列、模棱两可序列和混合序列学习的作用, 模拟数据可以解释人类数据 88% 的变异。这说明第二任务似乎对两种序列类型的学习有着相似的破坏作用, 只是破坏的程度有所不同, 且通过变化 SRN 模型的噪音水平就可以模拟这些效应。因此, 他们认为, 人们似乎使用相同的方式对单一序列和模棱两可序列进行表征和加工, 单一的学习机制足以说明 Cohen 等人的研究结果。

受 Cleeremans 和 McClellands (1991) 工作的启发, Stadler (1995) 对不同形式的第二任务对内

隐序列学习的影响进行了细致研究^[16]。他们设置了三种不同的任务条件: 在第一种条件下, 第二任务为数声任务, 要求被试在完成序列反应时任务的同时还要对声音刺激中的高频音进行计数, 每次试验 (trial) 高频音和低频音随机出现, 因而数声任务不仅需要注意资源参与还会破坏对序列的组织; 在第二种条件下, 第二任务为记忆任务, 在被试开始序列反应时任务之前屏幕上呈现几个字母, 要求被试在完成序列反应时任务的同时还要记忆先前屏幕中呈现的字母, 因而记忆任务仅需要注意资源参与但不会破坏对序列的组织; 在第三种条件下不会出现第二任务, 但是序列反应时任务中的反应刺激间隔会时短时长, 这种变化不会影响注意资源但会破坏对序列的组织。结果他们发现, 只有当对序列的组织受到破坏时, 被试的序列学习成绩才会降低。因此, 他们提出了“破坏序列组织”理论, 认为第二任务通过破坏序列组织来降低内隐序列学习成绩。此外, 我国学者张卫等和丁锦红等的研究也为这一观点提供了支持证据^[17,18]。

可见, 由于“双注意机制”理论未能对注意机制和非注意机制的特点进行明确界定, 因此该理论受到了单一学习机制和“破坏序列组织”理论的质疑。然而, 即使 Cleeremans 和 McClellands 的模拟结果与 Stadler 的实验结果, 可以在一定程度上解释第二任务在内隐序列学习中的作用, 但他们的结果却无法说明为什么在双任务条件下被试对序列的内隐学习效应不会完全消失。据此, Frensch 等人提出了一种新的观点^[19,20]。

3 “抑制表达”理论

3.1 “抑制表达”理论

在以往研究的基础上 Frensch (1998) 指出, 尽管许多有关内隐序列学习的研究都表明, 被试在单任务条件下的学习成绩明显好于双任务条件下的学习成绩, 但是即使在双任务条件下内隐学习效应也并没有完全消失而只是略小于单任务条件^[19]。由此, 他们提出, 应进一步区分第二任务对序列学习本身和学习结果表达的影响, 如果第二任务既影响序列学习本身又影响学习结果的表达, 那么在不同的学习条件下被试的学习成绩应有所不同。然而, Frensch、Lin 和 Buchner (1998) 对此进行的研究结果却表明, 当三组被试在学习阶段分别完成数量不同的任务组时, 无论在“单任务”条件还是“双任务”条件下, 他们的学习成绩都无显著差异^[20]。因而, 研究者认为, 第二任务只会抑制序列学习的

表达,但并不会影响序列学习本身。并且,他们进一步指出,内隐学习的真正特点在于它的加工不需要注意资源参与,即内隐学习是一种自动的过程。

3.2 支持证据

Heuer 和 Schmidtke (1996) 的研究为该理论提供了初步的支持,他们的结果表明,在单任务测试条件下,接受单任务学习条件的被试的学习成绩高于接受双任务学习条件的被试^[21]。但是,Curran 和 Keele (1993) 实验3的结果却与 Frensch 等人的结果相反。他们发现,当被试在双任务条件下完成序列反应时任务时,被试在双任务条件下的的学习成绩与单任务条件下的学习成绩差异不显著^[14]。为了进一步验证“抑制表达”理论,Frensch、Wenker 和 Runger (1999) 重复了 Curran 和 Keele 的实验,结果表明,单任务测试条件下的学习成绩确实显著高于双任务测试条件下的学习成绩,并且随着练习数量的增多这种差异也在逐渐变大^[22]。此外,Schvaneveldt 和 Gomez (1998) 利用或然序列进行的研究,也为 Frensch 等人的理论提供了进一步的支持^[23]。

3.3 反对观点

不过,Frensch 等人(1998)的研究受到了 Shanks 和 Channon (2002) 的质疑,他们认为在 Frensch 等人(1998)的实验设计中有三点不足之处^[24]。首先,不同被试组在学习阶段最大的差别仅是对其中4个组段的学习方式不同,这大大降低了发现学习成绩差异的可能性。其次,只有数声错误率高于20%的数据才会被作为异常数据去除,这可能使得一些没有注意数声任务的被试的数据也参与了分析。再次,学习序列和测试序列的结构并不匹配,被试只要学到学习序列的一个特征就会表现出学习效应。因此,Shanks 和 Channon 在实验设计上进行了改进,结果发现,当以数声任务作为第二任务时,无论被试在“单任务”还是“双任务”条件下进行学习或测试,被试的序列学习成绩都会显著受到第二任务影响。因此,他们认为,内隐序列学习需要注意资源的参与。Shanks (2003) 的研究结果也为这一观点提供了进一步的支持^[10]。

由于实际研究中很难在严格意义上避免表达方式对被试学习成绩的影响,因此,我们认为,Shanks 等人的研究结果并不能完全否定 Frensch 等人的理论。而且,Frensch 等人另辟蹊径进行的具有创新性的尝试,不仅细化了人们对内隐序列学习与注意关系的理解,其研究结果还促使人们越来越重视对序列学习本身和序列学习结果的区分。

4 “干扰外显学习成分”理论

4.1 “干扰外显学习成分”理论

为了进一步解释第二任务在内隐序列学习中的作用,Cleeremans 和 Jiménez (1998) 提出了“干扰外显学习成分”的理论^[6]。他们指出,由于在序列学习情境下,人们可以同时获得外显知识(基于规则的知识或记忆的样例或片断知识)和内隐知识(基本上是统计知识),并且这两种知识都可以影响序列学习成绩。因此,诸如数声任务等的第二任务可能通过干扰外显知识的使用,来降低被试的序列学习成绩。根据这一理论可以推测,当序列结构比较复杂时,第二任务的干扰作用会小于对较为简单的确定序列的干扰作用。这一推测得到了 Cleeremans 和 Jiménez 研究的初步证实,他们的结果表明,第二任务对或然序列的干扰效应明显低于对确定序列的干扰效应。

4.2 支持证据

Jiménez 和 Méndez (1999, 2001) 研究结果也为“干扰外显学习成分”理论提供了支持证据^[25, 26]。他们发现,当序列学习材料为或然序列,且第二任务是对序列反应时任务中某一特定形状的刺激进行计数时,第二任务不但不会影响序列学习成绩,而且还使被试获得了有关刺激形状与刺激出现位置关系的知识。这说明当内隐序列学习材料较为复杂被试无法获得明确的外显知识时,内隐序列学习不受注意负荷的影响。此外,付秋芳的研究也表明,当学习阶段包含较多的“双任务”组段时,数声任务不仅降低了内隐序列学习成绩,还使得被试在外显测验中仅表现出了一定的内隐知识,为该理论提供了直接的支持证据^[27]。

最后,Jiménez 和 Vazquezl (2005) 的研究则发现,在学习的早期被试对或然序列的内隐学习成绩不受数声任务的影响,而到了学习的晚期数声任务则会明显降低被试的学习成绩^[11]。由于内隐知识是以微弱的质量差的表征为特点^[28],只有到了学习的晚期被试才可能获得一定的外显知识。因此,该结果为“干扰外显学习成分”理论提供了进一步的支持。

4.3 反对观点

然而,Shanks、Rowland 和 Ranger (2005) 运用与 Jiménez 和 Vazquezl 相似的实验材料却得出了不一致的实验结果^[12]。他们发现,在没有注意资源参与条件下内隐序列学习无法正常运行,而且被试在内隐序列学习中获得的知识都是有意识的。因此,他们提出,单一的学习机制足以解释内隐学习

和外显学习的分离。不过,值得指出的是,在 Shanks 等人(2005)实验1的研究中,当学习阶段仅包含10个组段时,第二任务只是降低而非消除了被试的序列学习成绩,而且,他们并未报告在该条件的被试是否获得了一定的外显知识。

为了进一步验证当学习阶段包含较少的学习组段时,被试是否能够获得一定的外显知识。付秋芳的研究采用了6个组段的学习条件,并分别设置了单任务、双任务和关联双任务三种实验条件,结果发现,第二任务降低了双任务组被试的学习成绩,但并未影响关联双任务组被试的学习成绩,并且,三组被试均表现出了一定的内隐知识^[27]。由此,可以推论,内隐序列学习可能需要但仅需要很少的注意资源参与。

5 小结

综上所述,内隐序列学习与注意的关系是内隐学习领域研究的热点问题之一,其争议的焦点是内隐序列学习是否需要注意资源参与。认为存在分离的内隐学习和外显学习系统,持“双系统”理论观点的研究者一般认为,内隐序列学习不需要或者仅需要很少的注意资源参与。例如,支持“双注意机制”理论、“抑制表达”理论和“干扰外显学习成分”理论的研究者一般都强调,内隐序列学习是一种自动的过程。与此相反,认为单一学习机制足以解释内隐学习和外显学习分离,持“单系统”理论观点的研究者则通常认为,在没有注意资源参与时内隐序列学习无法正常运行。例如, Cleeremans 和 McClelland 以及 Shanks 等人的研究结果都强调第二任务对内隐序列学习和外显序列学习的干扰作用是相同的。

但是,正如我国学者郭秀艳所指出的那样,任何一个学习任务都可能包含了内隐学习和外显学习^[29]。换句话说,在实际的内隐序列学习任务中,完全内隐或者外显的学习几乎是不存在的。因此,我们提出了“动态需求”假设,认为如果把被试在完成序列反应时任务中能够利用的注意资源看作是一个连续体,那么内隐序列学习就在注意资源需求较少的一端。尽管纯粹的内隐序列学习可能不需要注意资源参与,但是当存在外显序列学习成分时,内隐序列学习任务也会表现出对注意的需求性。具体而言,当序列学习任务较为复杂主要以内隐学习成分为主时,其对注意的需求较少抗第二任务干扰的能力较强;而当学习任务较为简单外显学习成分的比重较大时,其对注意的需求会变大抗第二任务干扰的能力也变弱。因而,内隐序列学习与

外显序列学习任务对注意的需求,只存在“量”的区别而非“质”的差异。

“抑制表达”理论虽然区分了第二任务对序列学习本身和学习结果表达的影响,却忽视了内隐学习和外显学习成分的相互联系;而“双注意机制”理论和“干扰外显学习成分”理论尽管都强调序列学习任务可能包括两种学习成分参与,却未能明确指出内隐序列学习与注意资源的动态关系。因此,“动态需求”理论的提出在一定程度上整合了上述三种观点,不过,有关这一理论还有待于未来研究的进一步证实。

值得指出的是,由于注意现象本身非常复杂,人们在内隐序列学习的研究中对注意的含义也存在着不同的理解。例如,有的研究者把注意看作是学习时所需要的注意容量(即注意资源),有的研究者则把注意看作是对序列中连续刺激间关系的注意(即注意的选择)^[16]。这使得对有关内隐序列学习与注意关系的探讨变得更加复杂,也使得这一问题很难得出较为一致的研究结果。然而,我们相信,随着人们有关注意和意识研究的进展,以及新的研究方法和手段的使用,有关内隐序列学习与注意的关系将会变得越来越清晰。

参考文献

- [1] Jiménez L, Méndez C, Cleeremans A. Comparing direct and indirect measures of sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1996, 22(4): 948-969
- [2] Pacton S, Perruchet P, Fayol M, Cleeremans A. Implicit learning out of the lab: The case of orthographic regularities. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2001, 130(3): 401-426
- [3] Hoffman J, Sebald A, Stöcker C. Irrelevant response effects improve serial learning in serial reaction time tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2001, 27(2): 470-482
- [4] Jiménez L. Intention, attention, and consciousness in probabilistic sequence learning. In: Jiménez L. *Attention and implicit learning*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2003, 43-68
- [5] Willingham D B, Wells L A, Farrell J M. Implicit motor sequence learning is represented in response locations. *Memory & Cognition*, 2000, 28: 366-375
- [6] Cleeremans A, Jiménez L. Implicit sequence learning: The truth in the details. In: Stadler M A, Frensch P A. *Handbook of implicit learning*. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998, 323-364
- [7] Nissen M J, Bullermer P. Attentional requirements of

- learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 1987, 19(1): 1~32
- [8] Cleeremans A, Destrebecqz A, Boyer M. Implicit learning: News from the front. *Trends in Cognitive Sciences*, 1998, 2: 406~416
- [9] Destrebecqz A, Peigneux P, Laureys S, Degueldre C, Fiore G D, Aerts J, Luxen A, Linden M V, Cleeremans A, Maquet P. The neural correlates of implicit and explicit sequence learning: Interacting networks revealed by the process dissociation procedure. *Learning and Memory*, 2005, 12: 480~490
- [10] Shanks D R. Attention and awareness in implicit sequence learning. In: Jiménez L. *Attention and implicit learning*. Amsterdam: Benjamins, 2003, 11~42
- [11] Jiménez L, Vázquez G A. Sequence learning under dual-task conditions: Alternatives to a resource-based account. *Psychological Research*, 2005, 69(5-6): 352~368
- [12] Shanks D R, Rowland L A, Ranger M S. Attentional load and implicit sequence learning. *Psychological Research*, 2005, 69(5-6): 369~382
- [13] Cohen A, Ivry R I, Keele S W. Attention and structure in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1990, 16(1): 17~30
- [14] Curran T, Keele S W. Attentional and nonattentional forms of sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1993, 19(1): 189~202
- [15] Cleeremans A, McClelland J L. Learning the structure of event sequences. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1991, 120(3): 235~253
- [16] Stadler M A. The role of attention in implicit learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1995, 21(3): 674~685
- [17] 张卫, 莫雷, 许尚侠, 王穗苹. 不同负载条件对序列位置内隐学习的影响. *心理学报*, 2002, 34(5): 480~486
- [18] 丁锦红, 袁汝兵, 郭春彦, 田学红. 中小学生对内隐序列学习的机制. *心理学报*, 2004, 36(4): 476~481.
- [19] Frensch P A. One concept, multiple meanings: On how to define the concept of implicit learning. In: Stadler M A, Frensch P A. *Handbook of implicit learning*. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998, 47~104
- [20] Frensch P A, Lin J, Buchner A. Learning versus behavioral expression of the learned: The effects of a secondary tone-counting task on implicit learning in the serial reaction time task. *Psychological Research*, 1998, 61(1): 83~98
- [21] Heuer H, Schmidke V. Secondary-task effects on sequence learning. *Psychological Research*, 1996, 59(2): 119~133
- [22] Frensch P A, Wenke D, Rüniger D. A secondary tone-counting task suppresses expression of knowledge in the serial reaction task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1999, 25(1): 260~274
- [23] Schvaneveldt R W, Gomez R L. Attention and probabilistic sequence learning. *Psychological Research*, 1998, 61(2): 175~190
- [24] Shanks D R, Channon S. Effects of a secondary task on implicit sequence learning: Learning or performance? *Psychological Research*, 2002, 66(1): 99~109
- [25] Jiménez L, Méndez C. Which attention is needed for implicit sequence learning? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1999, 25(1): 236~259
- [26] Jiménez L, Méndez C. Implicit sequence learning with competing explicit cues. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2001, 54A: 345~369
- [27] 付秋芳. 内隐序列学习的动态机制. 北京: 中国科学院心理研究所, 2006年
- [28] Cleeremans A, Jiménez L. Implicit learning and consciousness: A graded, dynamic perspective. In: Frensch R M, Cleeremans A. *Implicit learning and consciousness: An empirical, philosophical and computational consensus in the making*. Hove, UK: Psychology Press. 2002, 1~40
- [29] 郭秀艳. 内隐学习和外显学习的关系评述. *心理科学进展*, 2004, 12(2): 185~192

Relationship between Implicit Sequence Learning and Attention

Fu Qiufang, Fu Xiaolan

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101, China*)

Abstract: The relationship between implicit sequence learning and attention is one of the most ongoing questions in the study of implicit learning. The dual attention-mechanism hypothesis, the suppression hypothesis and the explicit intrusion hypothesis interpreted the relationship differently. All the three accounts have been debated heavily in that each has its supporting evidences under being questioned. In order to combine the three accounts at some extent, we further advance the dynamic-need hypothesis, which assumes that the task of implicit sequence learning has a dynamic need of attention and the more explicit learning in the task the more attention it needs.

Key words: implicit learning, sequence learning, attention, the dynamic-need hypothesis.