

# 元认知在线监控和离线监控与一般元认知能力的关系<sup>\*</sup>

程素萍 崔倩倩

(杭州师范大学教育科学学院 杭州 310036)

**摘 要:** 该研究探索元认知在线监控和离线监控与一般元认知能力之间的关系,采用跟踪击键任务、学习判断任务和大学生元认知能力量表,对40名大学生进行研究。结果表明:(1)元认知离线监控对一般元认知能力各个子成分的预测作用受元认知在线监控的影响;(2)元认知在线、离线监控对一般元认知能力的预测作用是彼此独立的。

**关键词:** 在线元认知; 离线元认知; 一般元认知

**中图分类号:** B842.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-5184(2013)01-0022-06

## 1 引言

元认知监控是指主体在进行认知活动的过程中,将自己正在进行的认知活动作为意识对象,不断地对其进行积极而自觉的监视、控制和调节的过程(Arthur 2000)。一般的元认知活动过程包括对认知活动的预测、计划、策略选择、监测、修正、评价等操作环节。其中,计划、策略选择、监测、修正等是发生在认知活动进行的过程中,也叫在线元认知;而“预测”和“评价”分别是发生在认知活动进行之前和之后,也叫离线元认知(张厚粲,黎坚 2006)。在整个元认知活动过程中,元认知监控是一个关键的环节。因为只有认知活动过程中成功实施监控,才能对认知活动进行有效的调整。

但对于元认知监控的研究,目前多采用元认知离线监控的研究范式,而且是通过元认知离线监控的研究来解释元认知在线监控的过程,以及以个体元认知离线监控的水平推知个体整体元认知能力的水平。虽然元认知离线监控在部分程度上能说明个体对认知活动的监控过程,但他毕竟不是元认知在线监控,也不能完全代表一般元认知能力。并且目前对个体一般元认知能力的测量基本都是采用问卷的形式,例如康中和编制的大学生元认知能力量表就将一般元认知能力分为四个子成分:元认知计划、元认知监控、元认知调节和元认知评价(康中和, 2005)。回答这些问卷内容,都是在离线状态下进行的,但问卷中既包括元认知离线监控,也包括元认

知在线监控。那么,按照认知活动操作过程的阶段所进行的元认知在线监控和离线监控的划分,与采用问卷形式所划分的各子成分之间有何关系呢?

在国内,黎坚、张厚粲等人率先开始了元认知在线监控的研究,并设计了两种用于测量元认知在线监控的研究方法,分别为字母再认任务和跟踪击键任务(张厚粲等 2006)。他们对元认知在线调节和离线调节之间的关系进行了研究,结果发现,在线元认知调节对离线调节的“评价”过程没有显著的影响(黎坚等 2005)。那么,元认知在线监控与元认知离线监控中的“预测”作用是否有关?元认知离线监控是否就能完全代表一般元认知能力?元认知在线监控在预测一般元认知能力的过程中又起到什么样的作用,目前还不得而知。

为此,通过设计元认知在线和离线监控的实验,结合元认知能力量表,利用行为数据,目的在于揭示元认知在线监控和离线监控之间的关系以及二者对一般元认知能力的作用。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

采用分层随机抽样,共抽取48名在校大学生。在跟踪击键任务中,RCR的取值范围是 $(-\infty, 1)$ ,但过低的RCR表明某次试验的异常。同时参考张厚粲等人(2006)的研究,删除反应时变化比率小于-1的被试。对大学生元认知能力问卷所得数据进行筛选,剔除不合格问卷。最后获得有效数据40

名,其中男生 19 人,女生 21 人。所有被试均身心健康、右利手、视力或矫正视力均正常。

## 2.2 实验材料及程序

### 2.2.1 跟踪击键任务

首先在计算机屏幕上呈现 9 个方格,每个方格中有一个数字,如图 1 所示。方格的排列与键盘的数字区 1~9 的排列完全相同,其中有一个方格被填充为灰色。被试的任务是当方格出现后,尽快地按灰色方格对应的数字键。被试作出反应后,立刻清屏,1s 后呈现下一个项目。记录每次反应的反应时作为测量指标。

7	8	9
4	5	6
1	2	3

图 1 跟踪击键任务范例

在跟踪击键任务中,个体如果能够寻找到灰色数字呈现位置的规律,则能够在正确反应的基础上缩短其反应时,因此其在线元认知调节能力将通过反应时的变化率来衡量。跟踪击键任务中,项目排列顺序及意义见图 2。

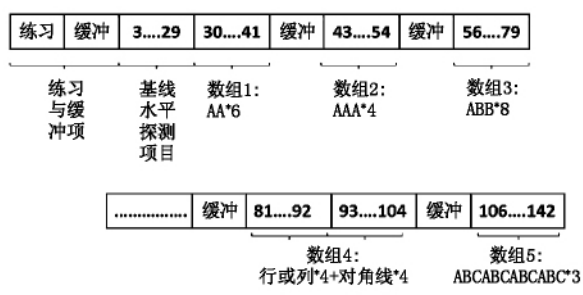


图 2 跟踪击键任务项目安排

在充分的练习和 2 个缓冲项目之后,首先对被试的基线反应时进行测量。在项目 3~29,键盘数字区的 9 个数字各随机出现 3 次。此后的项目用于测量被试的在线元认知调节能力。

以数组 1 为例:项目 30~41 引入第一种击键规则,即同一数字连续出现两次,形式为“AABBCCD-DEEFF”,一共 6 对数字,例如“337799225588”。在数组 1 中,对于每对重复的两个数字,如“33”,第一个“3”成为细节规律的第一个水平,即细节线索数量为 0,第二个“3”成为细节规则的第二个水平,细节线索数量为 1;每对重复数字又共同构成了整体规则的某一水平,如“33”作为一个整体,构成整体

规律的第一个水平,而“77”作为又一个整体,构成了整体规律的第二个水平。以反应时的变化率为因变量,这便构成一个 2(细节规律:0 个线索、1 个线索)×6(整体规律:0 个线索、1 个线索、2 个线索、3 个线索、4 个线索、5 个线索)的实验设计。因为数组 1 的细节规律实质就是击键位置的重复,存在行为的启动效应(即如果当前反应与下一项目的反应相同,例如都是按数字键“3”,则当前反应会对接下来的反应产生行为启动,使第二次按键的反应时变短),所以可以预期当细节规律从 0 个线索变成 1 个线索时,反应时的变化率会增大,但这不能用单独的元认知调节参与来解释。与细节规律不同,在数组 1 中整体规律带来的反应时变化率变异则可以归因于元认知调节,成为考察的对象。

### 2.2.2 学习判断任务(Judgments of learning, JOL)

实验中所选取的 30 对词对均参照苏雅雯研究中所采用的实验材料(苏雅雯,2009),所选词对难度范围在 46.7~64.5,平均为 56.2。词频参照《现代汉语频率词典》在 0.00023~0.00981 之间,平均数为 0.002,标准差为 0.0018。

实验采用学习判断的传统实验程序,分为项目学习——学习判断——记忆测验三个阶段进行。为防止被试测试前复述最后学习的几个词对,造成实验偏差,在测试前加入几道智力题,要求被试完成。项目学习和判断阶段:呈现词对要求被试学习并做出学习判断。词对在显示器的中间位置上随机呈现,每个词对呈现时间不限。实验开始之前告知被试,他们将学习 30 对词对,学习所有词对之后,会在第二阶段给他们只呈现线索词,要求他们估计在第三阶段的记忆测试时回忆出来的可能性是多少,要求被试在 0%、20%、40%、60%、80%、100% 中做出选择。0% 表示肯定回忆不出,随着百分数的增大,表示您的回忆可能性增大,100% 表示完全有把握回忆出来。做学习判断的时间由被试自己控制,按空格键可进入下一项目。对 30 对词对判断完之后进入记忆测试阶段,同样只呈现线索词,要求被试报告出之前学习过的与线索词相对应的目标词是什么。在实验的开始阶段有一段练习帮助被试熟悉实验要求。实验的目的是测量被试的离线元认知监控能力。

### 2.2.3 大学生元认知能力量表

一般元认知能力的测量使用大学生元认知能力量表。该量表是由康中和编制的(康中和,2005),

经研究者验证,具有良好的信效度, Cronbach's  $\alpha = 0.93$ ; 关于效度,该量表和瑞文智力测验的相关系数为 0.827,经检验相关系数非常显著。量表由 24 个条目组成,分 5 级评分,“1”到“5”分别代表“从不、很少、有时、经常、总是”,总分范围为 24 ~ 120 分,得分越高表明整体元认知能力越强。此外,该量表包括四个子成分,分别为元认知计划、元认知监测、元认知调节和元认知评价。各子成分也有良好的信度, Cronbach's  $\alpha$  分别为 0.87、0.83、0.85、0.79; 同样也具有良好信效度,与瑞文智力测验的相关系数分别为 0.743、0.720、0.678、0.698。

实验采用单独施测的方式进行,一半被试先完成跟踪击键任务,然后在完成学习判断任务,最后完成问卷。另一半被试则先进行学习判断任务,然后在完成跟踪击键任务,最后完成问卷。所有问卷当场收回。

3 结果

3.1 跟踪击键任务探测点的选取

3.1.1 基线反应时与反应时变化率计算

根据被试在基线水平探测项目上的作业成绩,取每个数字键 3 次击键试验中反应时的几何均值 (GM) 为该被试在该数字键上的基线反应时。为了能够比较元认知调节参与下跟踪击键作业成绩的变化,并排除其中不同数字的基线反应时变异带来的影响,以反应时的相对变化比例 (Relative Change Ratio, RCR) 作为跟踪击键任务的因变量,其计算公式如下:  $RCR_j = (GM_i - X_j) / GM_i$ , 其中  $X_j$  是被试在第  $j$  个项目上的反应时,  $GM_i$  是第  $j$  个项目对应的数字  $i$  的基线反应时。RCR 的取值范围是  $(-\infty, 1)$ , 但过低的 RCR 表明某次试验的异常。因此,保留 RCR 大于或等于 -1 的数据,其余作为异常值删除。

3.1.2 探测点的选取

以数组 1 (AA  $\times$  6) 为例,说明跟踪击键任务中探测点的选取过程。在数组 1 中,以整体规律 (被试内因素: 0 个线索、1 个线索、2 个线索、3 个线索、4 个线索、5 个线索) 和细节规律 (被试内因素: 0 个线索、1 个线索) 为自变量,以 RCR 为因变量作方差分析。结果发现整体规律的主效应显著,  $F_{(5, 479)} = 5.9, p < 0.001$ ; 细节规律的主效应也显著,  $F_{(1, 479)} = 203.91, p < 0.001$ ; 二者的交互作用也显著 ( $F_{(5, 479)} = 14.00, p < 0.001$ )。需要进行简单效应检验。根据简单效应检验,在细节规律的第一个水平,即细节线

索为 0 时,整体规律主效应显著 ( $F_{(5, 239)} = 5.89, p < 0.001$ ), 但是事后检验发现当细节线索为 0 时,整体线索为 3、4 和 5 时的 RCR 显著地低于整体线索为 0、1、2 时的 RCR, 这说明在没有细节线索的情况下, RCR 的变异更多来源于随机误差因素。因此所有细节线索为 0 试次都不能作为探测点。并且当细节规律从 0 个线索变成 1 个线索时,即使反应时的变化率会增大,这也不能用元认知监控参与来解释; 与细节规律不同,在数组 1 中整体规律带来的反应时变化率变异则可以归因于元认知监控,成为考察的对象 (张厚粲等 2006)。

在细节规律的第二个水平,即有 1 个细节线索时,整体规律的主效应显著 ( $F_{(5, 239)} = 13.71, p < 0.001$ ), 见图 3。

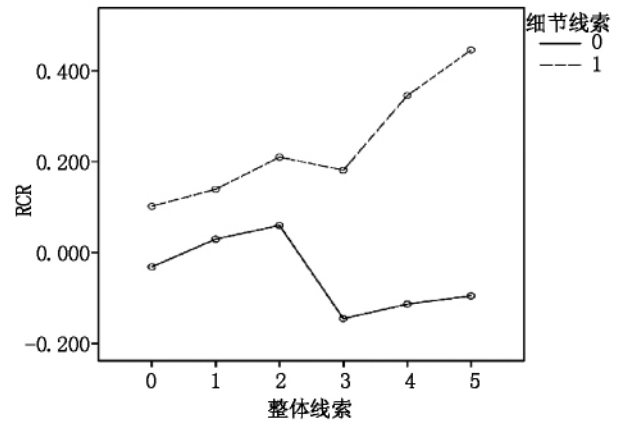


图 3 数组 1 整体规律与细节规律的交互作用  
(注: RCR 是反应时的相对变化比例)

图 3 说明当细节线索数量为 1 个时,随着整体规律中线索数量的增加,RCR 基本呈增长趋势,事后检验表明,整体线索为 4、5 时,显著的高于整体线索为 0、1、2 和 3。

此外,在整体规律的所有水平上,细节规律的线索为 1 时的 RCR 都显著的高于细节线索为 0 时的 RCR。结合细节规律的简单效应检验,数组 1 探测点为项目 39、41。对于数组 2 ~ 5,其探测点选取的方法与数组 1 相似。在跟踪击键 5 个数组任务中共筛选出 37 个探测点,即项目 39、41、46、47、49、50、52、53、64、67、70、73、76、79、89、90、92、93、98、99、101、102、104、105、107、129、130、131、114、115、116、137、138、139、140、141、142。以这 37 个探测点上的 RCR 的总分作为跟踪击键任务下在线元认知监控能力的评价指标。

3.2  在线元认知监控、离线元认知监控与一般元认知能力的相关分析

一般元认知能力及其子成分之间的关系 ,进行皮尔逊积差相关分析 结果见表 1。

为考察在线元认知监控、离线元认知监控和一

表 1  在线元认知监控、离线元认知监控和一般元认知能力及其子成分之间的相关分析

	1	2	3	4	5	6	7
1 在线元认知监控	1	0.74**	0.62**	0.83**	0.70**	0.29	0.87**
2 离线元认知监控		1	0.56**	0.61**	0.70**	0.37*	0.81**
3 元认知计划			1	0.73**	0.61**	0.62**	0.76**
4 元认知监控				1	0.57**	0.34*	0.77**
5 元认知调节					1	0.37*	0.69**
6 元认知评价						1	0.54**
7 一般元认知能力							1

从表 1 可以看出 ,在线元认知监控与离线元认知监控呈显著正相关。并且 ,在线元认知监控除了与元认知评价相关不显著之外 ,与一般元认知能力及其它子成分均相关显著; 而离线元认知与一般元认知能力及其各个子成分都存在显著的正相关。

3.3  在线元认知监控、离线元认知监控对一般元认知能力及其各个子成分的回归分析

为考察在线元认知监控与离线元认知监控对一般元认知能力及其各个子成分的预测作用有何不同 ,分别以一般元认知能力及其各个子成分为因变量 ,离线元认知监控和在线元认知监控为自变量进行逐步回归分析。结果见表 2。

表 2  在线元认知监控、离线元认知监控对一般元认知能力及其各个子成分的回归分析

	一般元认知				元认知计划				元认知监控				元认知调节				元认知评价			
	$\beta$	$t$	$R^2$	$\Delta R^2$	$\beta$	$t$	$R^2$	$\Delta R^2$	$\beta$	$t$	$R^2$	$\Delta R^2$	$\beta$	$t$	$R^2$	$\Delta R^2$	$\beta$	$t$	$R^2$	$\Delta R^2$
Step1																				
离线元认知监控	0.81	8.50***	0.65		0.56	4.13***	0.29		0.61	4.78***	0.36		0.68	5.65***	0.44		0.37	2.49*	0.12	
Step2																				
离线元认知监控	0.37	3.47**			0.21	1.09			-0.01	-0.07			0.21	1.41			0.37	1.64		
在线元认知监控	0.60	5.66***	0.81	0.16***	0.47	2.49*	0.38	0.10*	0.84	6.13***	0.67	0.31***	0.63	4.21***	0.61	0.18***	0.00	0.00	0.09	0.00

从上表可以看出 ,在各自的回归方程一中 ,离线元认知监控对一般元认知能力及其个子成分的预测作用都显著。但是 ,加入在线元认知监控之后 ,发现在线元认知监控对元认知计划、元认知监控和元认知调节的预测作用都显著 ,同时离线元认知监控对元认知计划、元认知监控和元认知调节的预测作用则都不显著。此外 ,离线元认知监控对元认知评价的预测作用显著 ,但是加入在线元认知监控之后 ,二者对元认知评价的预测作用都不显著了。

4  讨论与分析

4.1  在线元认知监控、离线元认知监控与一般元认知能力及其各个子成分之间的关系

研究结果显示 ,在线元认知监控与离线元认知监控之间存在显著的正相关。这就表明先于任务操

作的预测和任务结束后的评价确实与个体对任务过程的监控有关 ,个体的预测和评价准确性越高 ,在认知活动过程中 ,个体的成绩就表现得越好。正如 Desoete 和 Roeyers 所指出的数学学习障碍者的预测、评估能力显著低于正常儿童( Herbert ,Ann ,& Annemie 2001) 。另外 ,从监测和控制的角度来看 ,离线元认知监控更多的就是一种监测 ,包括前瞻性监测( 预测) 和回溯性监测( 评估) 。而在线元认知监控更多涉及的是控制 ,包括确定学习的目标和计划、确定学习时间的分配、选定信息加工模式、选择加工策略、发动、继续或中止认知过程。有关监测和控制之间关系的理论中 ,有一种观点就认为监测是控制的基础 ,同时 ,控制又有助于实现更为有效的监测。该观点强调主观监测对行为的调整作用。即在

实际的学习生活中,人们使用元认知监测来了解自己的学习程度,并由此决定他们将要学习的内容,以控制自己的学习。也就是说,个体的监测越准确,控制过程就越好(Son & Metcalfe, 2005)。

此外,研究结果显示,离线元认知监控与一般元认知能力及其各个子成分均存在显著正相关,而在线元认知监控除了与元认知计划相关不显著之外,与一般元认知能力及其它各子成分也均存在显著正相关。这与黎坚等人的研究结果一致(黎坚, 2005),黎坚等人的研究结果表明在线元认知监控对离线监控的评价过程没有直接的促进作用。

#### 4.2 在线元认知监控与离线元认知监控对一般元认知能力及其各子成分的预测作用

研究结果显示,在以一般元认知能力为因变量的回归方程一中,离线元认知监控对一般元认知能力的预测作用显著;回归方程二中加入在线元认知监控之后,在线元认知监控对一般元认知能力的预测作用也显著,同时离线元认知监控对一般元认知能力的预测作用仍然保持显著,并且在线元认知监控对一般元认知能力的预测作用远远的高于离线元认知监控预测作用。由此证明,在线元认知监控和离线元认知监控对一般元认知能力的预测作用是彼此独立的。同时也表明,尽管先于任务操作的预测和任务结束后的评价能够在一定程度上反映个体对任务过程的监测,但是它并不全面,不能因此忽略在线的元认知监控过程的作用。

此外,分别以元认知计划、元认知监控、元认知调节和元认知评价为因变量进行回归分析,发现在回归方程一中,离线元认知监控对各个子成分的预测作用都显著,但是在回归方程二中加入在线元认知监控之后,在线元认知监控对元认知计划、元认知监控和元认知调节的预测作用都显著,只有对元认知评价的预测作用不显著;而离线元认知监控则对各个子成分的预测作用都不显著。这一结果表明,离线元认知监控对一般元认知能力各个子成分的预测作用受在线元认知监控的影响。元认知计划、元认知监控和元认知调节更多的是受在线元认知监控的影响,而元认知评价则只受离线元认知监控的影响。这与在线和离线的划分也是一致。计划、策略选择、监测、修正等是针对解决问题的过程进行的,叫在线元认知监控;而预测和评价分别是在解决问题之前和之后进行的,叫离线元认知监控(Annemie

et al., 2000)。

#### 4.3 在线元认知监控对个体的元认知监控能力的预测具有至关重要的作用

研究结果表明,离线元认知监控与一般元认知能力及其各个子成分都存在显著的正相关,并且对一般元认知能力各个子成分的预测作用受在线元认知监控的影响;而在线元认知监控除了与元认知评价相关不显著之外,与一般元认知能力及其它各子成分相关显著,并且与离线元认知相关显著,但对一般元认知能力的预测作用却彼此独立。

这就表明先于任务操作的预测和任务结束后的评价确实与个体对任务过程的监控有关,个体的预测和评价准确性越高,在认知活动过程中,个体的成绩就表现得越好。正如 Desoete 和 Roeyers 所指出的数学学习障碍者的预测、评估能力显著低于正常儿童(Herbert, Ann, & Annemie, 2001)。另外,从监测和控制的角度来看,离线元认知监控更多的就是一种监测,包括前瞻性监测(预测)和回溯性监测(评估)。而在线元认知监控更多涉及的是控制,包括确定学习的目标和计划、确定学习时间的分配、选定信息加工模式、选择加工策略、发动、继续或中止认知过程。有关监测和控制之间关系的理论中,有一种观点就认为监测是控制的基础,同时,控制又有助于实现更为有效的监测。该观点强调主观监测对行为的调整作用,即在实际的学习生活中,人们使用元认知监测来了解自己的学习程度,并由此决定他们将要学习的内容,以控制自己的学习。也就是说,个体的监测越准确,控制过程就越好(Son & Metcalfe, 2005)。但是,黎坚等人的研究结果表明在线元认知监控对离线监控的评价过程没有直接的促进作用。

既然离线元认知监控对一般元认知能力的预测作用受到在线元认知监控的影响,那么用以往研究中以个体的离线元认知能力来预测个体的元认知能力有一定的局限性。因此,通过研究的结果可以看出,在预测个体的元认知能力时,应同时考虑个体的在线和离线元认知能力。

## 5 结论

5.1 元认知离线监控对一般元认知各个子成分的预测作用受元认知在线监控的影响,但对一般元认知能力的预测作用不受元认知在线监控的影响。

5.2 在线元认知监控与离线元认知监控对一般元

认知的预测作用是彼此独立的。

参考文献

康中和. (2005). 大学生元认知能力量表的初建. 硕士学位论文. 太原: 山西大学.

黎坚 唐云 张厚粲. (2005). 元认知在线调节与离线调节的关系及自信心的影响( pp. 224 – 225). 第十届全国心理学学术大会论文摘要集.

苏雅雯. (2009). 延迟学习判断效应的实验研究. 硕士学位论文. 济南: 济南大学.

张厚粲 黎坚. (2006). 认知操作背景下在线元认知调节能力的特征. 心理学报, 38( 3) 342 – 346.

Annemie D. ,Herbert R. & Armand D. C. ( 2000) . EPA2000:

A multilingual ,programmable computer assessment of off – line metacognition in children with mathematical – learning disabilities. *Behavior Research Methods ,Instruments & Computers* ,32( 2) ,304 – 311.

Arthur P. S. ( 2000) . Toward a cognitive neuroscience of meta-cognition. *Consciousness and Cognition* 9 ,313 – 323.

Herbert R. ,Ann B. ,& Annemie D. ( 2001) . Metacognitive and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities* ,34( 5) ,435 – 449.

Son L. K. ,& Metcalfe J. ( 2005) . Judgments of learning: Evidence for a two – stage model. *Memory & Cognition* ,33( 6) , 1116 – 1129.

The Relationship among off – line Metacognitive ,on – line Metacognitive and Metacognitive

Cheng Suping Cui Qianqian  
( School of Education Science ,Hangzhou Normal University ,Hangzhou 310036)

**Abstract:** This research explored the inter – relationship of off – line ,on – line metacognitive controlling and metacognitive ability. It asked 40 college students to complete Key Strike Task ,Judgment of Learning and the Scale for College Students’ Metacognitive Ability. The results showed: ( 1) off – line metacognitive controlling contributed to prediction of metacognitive sub – components were influenced by on – line metacognitive controlling; ( 2) the effect of off – line metacognitive controlling and on – line metacognitive controlling for metacognitive ability were independent.

**Key words:** on – line metacognitive controlling; off – line metacognitive controlling; metacognitive