

不同的第二任务在心理负荷 测量中敏感性的比较¹⁾

汪慧丽 郭素梅 赵惠玲

中国科学院心理所

摘 要

这是一项关于操作人员的心理负荷测量的实验研究。目的是为了确定哪一种第二任务的方法对测量心理负荷更灵敏。实验以追踪活动为第一任务，以心算、回忆随机数、对偶联想为第二任务。用第二任务操作水平的变化来测定不同难度的第一任务。结果表明，心算比回忆随机数、对偶联想更灵敏。

前 言

近20年来，国外学者对操作人员的心理负荷测量已作了大量的研究，他们采用的研究方法包括主观评价、生理指标、第一任务测量、第二任务测量等。第二任务也称次要任务，即在实验的条件下，要求被试同时完成两种任务，其中强调完成一种任务，这种任务称为第一任务，另一种便是第二任务。从理论上说，由于要求被试首先保证完成第一任务，当第一任务难度加大时，意味着第二任务操作水平减低，因此可用第二任务操作水平的变化来比较不同难度的第一任务。在应用这种方法时，第二任务包含两种完成水平，即第二任务单独完成时所获得的完成水平，它同第一任务同时操作时所获得的完成水平，两者的差异被看作是对第一任务引起的负荷的测量。

人们认为，第二任务测量是比较适于评价操作负荷的方法⁽¹⁾，它应用在五个方面：(1)评定不同难度的第一任务。(2)评价不同的测试仪表及仪表显示。(3)评价不同的操作条件。(4)评价操作员训练的效果。(5)操作员的选拔。1979年George⁽²⁾曾对1965年以来运用第二任务评价操作的研究作了述评，他指出：人们使用多达12种第二任务，它们与各种第一任务相联结时，表现出各不相同的灵敏性，其中常使用的是记忆、反应时、追踪和心算，但是，到目前为止，还不能推荐出最好的第二任务。Brown^{(3),(4)}(1961年，1965年)、Zeitlin⁽⁵⁾(1975年)、Williges⁽⁶⁾(1979年)等人曾以不同难度的追踪活动为第一任务，用回忆、心算作第二任务进行研究，结果表明，回忆、心算对追踪活动的

1) 本文于1988年1月17日收到。

分级均是较灵敏的。然而，其中哪一项第二任务对追踪(第一任务)的分级更为灵敏，并没有明确结果。

目前国内尚未进行有关第二任务的研究，本实验选择回忆随机数、对偶联想、心算为第二任务，试图从中确定哪一种第二任务对评价追踪活动的分类更为灵敏，为追踪实验提供较好的测量指标。

实验方法

一、仪器

1. Bzz-86-I型追踪仪(北京大学仪器厂生产)，该仪器的外形示意图见图1。它主要有以下性能：有8挡不同的转速，9种不同的测试时间，追踪结果可由接触时间、脱离次数加以评定，并均由电脑控制，它既能自动打印结果又能在显示器上同时自动显示结果。

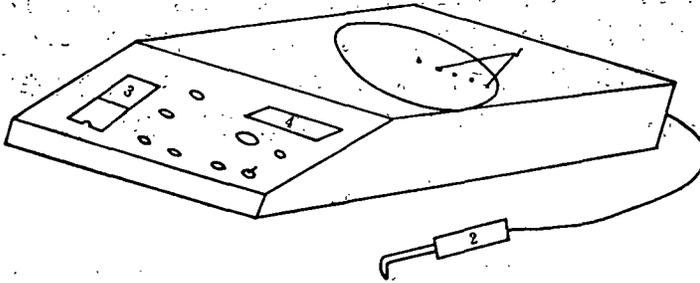


图1 追踪仪示意图

1. 靶标 2. 追踪棒 3. 打印机 4. 显示器

2. 录音机两台

二、第一任务与第二任务的规定

第一任务：操作时，要求被试用跟踪棒跟踪目标，即跟踪棒与目标相接触，如果脱离目标，尽快跟上。追踪的结果由追踪仪自动打印。经过预备实验，我们从8档不同的转速中挑选了两档：慢速每分25转，快速每分40转。每种条件下，跟踪2分钟。

第二任务：它包括回忆随机数、心算、对偶联想三项活动。实验时，用磁带录音机播放预先录制的操作指令，让被试随指令连续进行操作，操作的结果由另一台录音机录下，操作指令如下：

1. 回忆随机数字：主试每3秒念8个一串的随机数字，念完后要求被试立即又快又准地尽量按顺序正确复述。每一串随机数字之间间隔3秒，连续20次，共2分钟。

2. 心算：主试每2秒念出2位数加1位数进位的算题，要求被试立即又快又准地说出心算的结果。算题之间间隔2秒，连续做32道题，共2分钟。

3. 对偶联想：实验用8个生活用语的名词(例如“书架”)作对偶联想词，每个对偶联想词都有相应的数码(例如，“书架”的相应数码为1)。主试每1秒唸出其中一个对偶联想词，如“书架”要求被试正确地說出相应的数码1，对偶联想词之间间隔时间为1秒，连续做68次，共2分钟。

第一任务加第二任务：要求被试首先尽力完成第一任务，同时把多余能力去完成第二任务。

三、实验前的准备

正式实验前，对被试进行训练，训练项目包括第一任务与第二任务。在操作第一任务时，要求被试追踪时的接触时间达70%以上。在操作第二任务时，(1)先让被试学习对偶联想，直到被试能连续3回(每回包括8个对偶联想词)正确地說出每个对偶联想词的相应数码为止。(2)心算、回忆随机数各练习20道题。

实验时，被试依次完成第一任务、第二任务、第一加第二任务。其中对第一任务中的慢、快两种不同速度的追踪次序以及第二任务中的三项活动以及第一任务加第二任务的安排均用拉丁方排列，实验是组内设计。被试每操作2分钟后休息5分钟，一个被试共需100分钟。为了避免第二任务对第一任务的干扰，要求被试单独完成第一任务的追踪成绩与含有第二任务时的第一任务的追踪成绩之差不大于10%，达不到要求者，要被淘汰，本实验20名被试都达到此要求。被试20人(女8人，男12人)，均是人民大学三年级学生。

实验结果

(1)单独第一任务的结果

以追踪目标的接触时间为第一任务的指标。接触时间越长，表明追踪的成绩越好。结果见表1。从表1中可见，慢追踪的接触时间长于快追踪的接触时间。t考验表明，它们之间的差异非常显著。这就说明，慢速追踪(25转/分)与快速追踪(40转/分)作为第一任务时，它们在追踪的难度上是可分级的。

表1 第一任务的接触时间(秒)

	慢 追 踪	快 追 踪
	117.55	109.85
P值	P<.001** (t=5.69)	

••差异非常显著。

(2)两种情况下第二任务的比较

单独完成第二任务的成绩与慢速追踪或快速追踪条件下完成第二任务的成绩的差值为测量第一任务分级的指标。差值越大，表明第二任务的方法对测量第一任务的分级越灵敏。结果见表2、图2。

表2. 单独第二任务与含有第一任务时的第二任务之间的差值

(正确百分率)

	单独第二任务 (A)	含有第一任务时的第二任务(B)		A-B	
		慢 追 踪 B1	快 追 踪 B2	A-B1	A-B2
回忆随机数	95.53	94.31	90.47	1.22	5.06
对偶联想	95.22	93.83	88.83	1.39	6.39
心 算	92.19	86.88	77.97	5.31	14.22

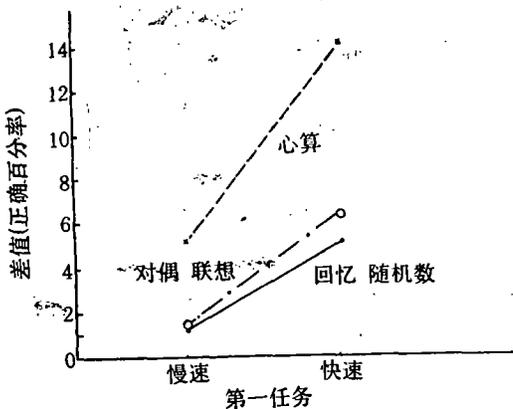


图2 单独第二任务与含有第一任务时的第二任务间的差值

从图2中可见, (1)含有第一任务时的三项第二任务与单独第二任务之间的差值由大到小的顺序是心算、对偶联想、回忆随机数, 这就表明, 第二任务的三种方法对测量第一任务的灵敏性由高到低是按心算、对偶联想、回忆随机数。(2)慢速追踪时的三项第二任务与单独第二任务之间的差值分别都要低于快速追踪情况下的差值, 这就表明, 含有第一任务时的第二任务的结果在快速追踪下要比慢追踪下更灵敏。(3)第一任务与第二任务之间似乎不存在交互作用。对数据进行方差分析的结果证实了以上的直观印象。(见表3)。

表3 影响第二任务结果的诸因素的方差分析

变异来源	自由度	和方	均方	F	考验结果
S ₁ 被试	19	2166.05	114.00		
A ₁ 第一任务速度	1	1046.48	1046.48	37.95	P<0.001
B ₁ 第二任务三种方法	2	1054.53	527.26	9.95	P<0.001
S×A	19	523.94	27.58		
S×B	38	2012.17	52.95		
A×B	2	142.02	71.01	3.01	P>.05
S×A×B	38	896.94	23.60		

从表3可见, 第一任务的二种不同速度的主效应差异显著, $F(1, 19) = 37.95$, $P < 0.001$; 第二任务的三种不同方法的主效应差异显著, $F(2, 38) = 9.95$, $P < 0.001$; 第一任务的速度和第二任务的三种方法之间不存在交互作用, $F(1, 2) = 3.01$, $P > .05$ 。

既然三种不同方法之间差异显著, 那么我們还需要进行两两比较。F考验表明;回

忆随机数和心算的差别是显著的, $F(1, 19) = 10.53$ $P < .01$; 对偶联想和心算的差别是显著的, $F(1, 19) = 8.64$ $P < .01$; 回忆随机数和对偶联想的差别不显著, $F(1, 19) = 0.36$ $P > .05$ 。由于心算与回忆随机数、对偶联想的差别都是显著的, 因此我们可以认为, 心算是三种方法中测量第一任务分级的更灵敏指标。

讨 论

1. 有关第二任务的选择

第二任务对第一任务分级的灵敏性, 主要取决于人们对第二任务的选择。国外学者主要是根据以下几个特点来选用第二任务的。1963年 Knowles 对第二任务曾提出了不干扰性(第二任务不干扰第一任务的完成)、简易性(容易掌握)、自我调速(第二任务的负荷可由操作者本身所确定的速率来实现)、得分(负荷的指标可以通过得分的多少来表示)等七个特性。我们对第二任务的选择也是以上述特点为根据的。可以认为回忆随机数、对偶联想、心算三项活动具备了上述这些特点:(1)它们是以听觉道——语词反应来传递信息, 这就区别于以视觉道——运动反应的追踪活动, 有利于避免第二任务对第一任务的干扰。(2)它们是人们日常所熟悉的方法, 因此容易掌握。(3)它们可以计算得分。本实验表明, 这三项第二任务对两种不同转速的追踪任务的分级都是比较灵敏的, 这与前言中提到的 Brown, Zeitlin, Willges 等人的研究结果相一致。

2. 第二任务对第一任务的干扰

用第二任务测量第一任务时, 一般采用第二任务操作水平的变化来比较不同难度的第一任务。但此法往往是在第二任务不干扰第一任务的完成下进行的。本实验为了尽量避免第二任务对第一任务的干扰, 在指导语和被试的筛选上提出了一定的规定(详见实验方法), 从统计结果来看, 含有三种第二任务的快速追踪结果与单独快速追踪的结果之差同含有三种第二任务的慢速追踪结果与单独慢速追踪的结果之差两者之间差异不显著, $F(1, 19) = .92$, $P > .05$ 这就证实了实验方法上的安排对排除第二任务对第一任务的干扰是有效的。

3. 三项第二任务的灵敏性问题

在本实验条件下, 回忆随机数、心算、对偶联想这三项第二任务中, 心算是比其它两项第二任务更灵敏的, 因此, 在测量不同追踪活动的心理负荷时, 可优先选择心算作第二任务。

心算作第二任务比其它两项第二任务更灵敏的原因, 可能与心算的难度有关, 心算不仅要记住数字, 而且要靠思维进行演算, 因此在信息加工方面比其它两项第二任务更困难些。诚然, 心算、回忆随机数、对偶联想三项活动中, 它们本身都各有不同程度的难度, 在予试中, 我们曾要求被试做二位加一位不进位的加法, 由于对实验者来说, 这种第二任务较容易, 予试结果不理想, 因此, 在实验中还必须根据被试的特点、能力来选择适当难度的各种第二任务。

结 论

1) 用第二任务方法来测量第一任务的追踪分级时, 它受追踪的不同速度和第二任务的三种不同方法的影响。

2) 三种第二任务在测量第一任务分级时, 心算比回忆随机数、对偶联想更灵敏。

参 考 文 献

- [1] Ohn G, Casali and Walter W. Wierwille, A Comparison of Rating Scale, Secondary-Task, Physiological, and Primary-Task Workload Estimation Techniques in a Simulated Flight Task Emphasizing Communications Load. *Human Factors* 1983, 25(6), 623—641.
- [2] George D. Ogden, Jerrold M. Levine, Measurement of Workload by Secondary Tasks. *Human Factors*, 1979, 21(5), 529—548.
- [3] Brown, I. D. and Poulton, E. c. Measuring the spare mental capacity of car drivers by a subsidiary task. *Ergonomics*, 1961, 5, 35—40.
- [4] Brown, I. D. A Comparison of two subsidiary tasks used to measure fatigue in car Drivers. *Ergonomics* 1965, 8, 467—473.
- [5] Lawrence R. Zeitlin and Jay M. Finkelman, Research note, Subsidiary Task Techniques of Digit Generation and Digit Recall as Indirect Measures of Operator Loading. *Human Factors*, 1975, 17(2), 218—220.
- [6] Robert C. Williges and Walter W. Wierwille, Behavioral Measures of Aircrew Mental Workload. *Human Factors*, 1979, 21(5), 549—574.

COMPARISON OF SENSITIVITY OF SEVERAL SECONDARY TASKS IN WORKLOAD MEASUREMENT

Wang Hui-li Guo Su-mei Zhao Hui-ling

Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing

Abstract

This is an experiment on workload measurement of human operators. Its purpose is to determine which secondary task is more sensitive in workload measurement. Our experiment treats tracking performance as the primary task and mental arithmetic, recall of random digit and association as the secondary tasks. The change in the operation of the secondary tasks is used as a measurement of different difficulty levels in the primary task. The results show that mental arithmetic is most sensitive.