

注意资源的有限性

——心理不应期效应的理论与实证研究

吴彦文 杨喜梅◇著



ZHUYI ZIYUAN DE YOUXIANXING

Xinli Buqingqi Xiaoying
De Lilun Yu Shizheng Yanjiu

中国社会科学出版社

注意资源的有限性

——心理不应期效应的理论与实证研究

吴彦文 杨喜梅◇著



ZHUYI ZIYUAN DE YOUXIANXING

Xinli Buyingqi Xiaoying
De Lilun Yu Shizheng Yanjiu

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

注意资源的有限性: 心理不应期效应的理论与实证研究 / 吴彦文, 杨喜梅著. —北京: 中国社会科学出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 5161 - 0474 - 3

I. ①注… II. ①吴… ②杨… III. ①注意 - 能力培养 - 研究
IV. ①B842. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 281809 号

责任编辑 冯春风
特约编辑 刘 倩
责任校对 张玉霞
封面设计 大鹏设计
技术编辑 王炳图

出版发行	中国社会科学出版社	出版人	赵剑英
社 址	北京鼓楼西大街甲 158 号	邮 编	100720
电 话	010 - 84029451 (编辑)	64058741 (宣传)	64070619 (网站)
	010 - 64030272 (批发)	64046282 (团购)	84029450 (零售)
网 址	http://www.csspw.cn (中文域名: 中国社科网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京君升印刷有限公司	装 订	廊坊市广阳区广增装订厂
版 次	2011 年 12 月第 1 版	印 次	2011 年 12 月第 1 次印刷
开 本	710 × 1000 1/16		
印 张	13.75	插 页	2
字 数	232 千字		
定 价	39.00 元		

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社发行部联系调换
版权所有 侵权必究

本书由教育部人文社会科学研究项目基金“重叠任务情境下注意的分配策略研究”(09YJCXLX025)和天水师范学院科研项目“重叠任务情境下表象心理旋转的认知加工机制研究”(TSE0802)资助出版。

前 言

自从 1879 年冯特在德国莱比锡大学创建世界上第一个心理实验室，心理学逐渐从“玄学”神秘的怪圈中走了出来，它促使心理学成为一门独立的科学，也使人们逐渐认识和接纳了心理学这门学科。心理学作为一门研究人类自身奥秘的科学也正日益走入和踏进我们的生活，且已蔚然成势。采用客观、科学的实证方法来研究心理现象，不仅能够收集和获得大量新的研究证据，也可避免对心理现象作空洞的理论探讨。

在现实生活中，我们每个人都能直观地感受到人在同时做两件事时往往会“心有余而力不足”，但对这种现象的感受和认识很长时间都停留在我们日常经验的水平上，正如美国著名心理学家 Pashler（1998）指出的那样，“注意问题给心理学家带来的挑战已经很长时间了”。

注意问题一直是哲学家和心理学家十分关注的课题。随着 20 世纪 50 年代中期认知心理学的兴起，注意问题的重要性越来越受到心理学研究工作者的重视，而注意分配及其加工机制又是其中的焦点。目前心理学家普遍认同注意是一个容量有限的信息处理系统，为了避免外界大量的信息进入脑中得到加工而导致脑加工系统的过载，注意系统必须对外界信息进行有效的选择和调节。注意的调节机制尽管能决定人对外界大量信息的不同意识状态，但由于周围大量背景噪音的存在，往往对人类需要精心加工的目标信息造成一定程度的干扰，那么这种噪音的干扰程度到底有多大？它能否得到有效控制以便提高人们工作的效率和效果？多年来一直是心理学家十分关注并予以解决的重要问题。

目前对注意分配问题的研究已积累了大量的实验证据，但这些实验证据较少采用重叠的双任务范式来获得。在日常生活中以及现代人机系统中，大量的工作任务既有同时性的，又有重叠性的，常常是两种或两种以上任务交替的操作或执行现象。人们是否有能力同时有效的分配注意力资源并顺利操作不同的任务，不仅是心理学家十分感兴趣的一件事，同时也

是普通老百姓十分好奇的话题。同时探讨和理解人类自身加工能力的有限性也具有非常重要的实际价值，因为当前人机系统中对机器的设计主要依赖于人类操作能力的水平，更好地理解人类认知和操作能力的有限性可以帮助机器系统、程序设计更加人性化，以最大限度地减少某些灾难发生的频率。但是，在现实生活中，人们更感兴趣的是人到底能不能同时顺利地操作多重任务？在完成多重任务中，人的心理调节机制又是怎样工作的？人是如何完成在几种同时性或继时性的任务运作？在多重任务同时存在的情况下，人们的注意力能否被脑加工系统有效地分配到多重任务中而使这些任务都得到有效的完成等。

当前对重叠任务范式的研究一是不够深入，二是研究材料仅仅局限于简单的知觉判断任务中，而现实生活中人所遇到的刺激多种多样，为了更全面地了解人类对多重刺激的注意分配方式，本研究把比较复杂的任务转换、心理旋转等任务融合进重叠任务范式，目的在于通过拓展研究，一方面是对注意资源的有限性有更深入的了解；另一方面通过抛砖引玉，以便对重叠任务中注意资源的分配策略能够有更深入、更广泛的研究。对重叠任务和脑加工之间关系的认识 and 了解，无疑将是一个更加广阔的研究领域。

吴彦文

2011年9月

目 录

前言	(1)
第一章 心理不应期效应及其理论假设	(1)
第一节 心理不应期效应的界定及其研究范式	(2)
一 心理不应期效应	(2)
二 心理不应期效应的研究范式	(3)
三 产生心理不应期效应的基本加工过程	(4)
第二节 反应选择瓶颈模型	(8)
一 反应选择瓶颈模型的加工原理	(8)
二 对认知延迟位置的诊断方法	(9)
三 反应选择瓶颈模型的加工特点	(11)
四 反应选择瓶颈模型的实验证据	(15)
第三节 中枢能量共享模型	(18)
一 中枢能量共享模型的加工原理	(18)
二 中枢能量共享模型对不同任务重叠程度的预测	(21)
三 中枢能量共享模型的加工特点	(24)
第四节 对 RSB 模型和 CCS 模型的评价和总结	(31)
一 RSB 模型和 CCS 模型的分歧点	(31)
二 RSB 模型和 CCS 模型的共同点	(34)
第二章 重叠任务情境下的任务转换加工过程	(35)
第一节 任务转换亏损理论	(35)
一 任务转换亏损的研究范式	(35)
二 任务转换亏损的理论解释及其实验证据	(36)
第二节 PRP 范式下任务转换中的执行控制加工	(41)
一 执行加工交互控制模型	(42)
二 两成分模型	(42)

第三章 心理旋转的研究及其加工过程	(44)
第一节 心理旋转的研究及其理论	(44)
一 经典的心理旋转研究及其重要发现	(44)
二 字符旋转实验	(46)
三 经典心理旋转的加工过程	(50)
第二节 心理旋转与瓶颈加工机制	(51)
一 RSB 模型和 CCS 模型对瓶颈加工机制的预测	(51)
二 心理旋转加工是否受瓶颈加工机制的制约?	(51)
三 采用心理旋转任务探讨瓶颈加工机制的优点分析	(54)
第四章 研究目的及研究框架	(56)
第一节 研究目的	(56)
第二节 研究的基本框架	(58)
第五章 正反判断条件下的心理不应期效应研究	(61)
第一节 实验一: PRP 效应的初步验证性研究	(62)
一 研究目的	(62)
二 研究方法	(62)
三 结果与分析	(63)
四 讨论	(69)
第二节 实验二: 较大旋转角度差条件下的 PRP 效应	(71)
一 研究目的	(71)
二 研究方法	(72)
三 结果与分析	(72)
四 讨论	(76)
第三节 实验三: 两种任务最大限度重合条件下的 PRP 效应	(78)
一 研究目的	(78)
二 研究方法	(79)
三 结果与分析	(79)
四 讨论	(82)
第四节 实验四: 刺激短暂呈现对 PRP 效应的影响	(85)
一 研究目的	(85)
二 研究方法	(85)

三 结果与分析	(85)
四 讨论	(88)
第五节 实验五：呈现方式对 PRP 效应的影响	(90)
一 研究目的	(90)
二 研究方法	(91)
三 结果与分析	(91)
四 讨论	(98)
第六章 类别判断条件下的 PRP 效应研究	(103)
第一节 实验六：类别判断对 PRP 的影响	(104)
一 研究目的	(104)
二 研究方法	(105)
三 结果与分析	(106)
四 讨论	(108)
第二节 实验七：高低音限定类别、正反判断对 PRP	
效应的影响	(109)
一 研究目的	(109)
二 研究方法	(110)
三 结果与分析	(111)
四 讨论	(117)
第七章 任务重复与任务转换条件下的 PRP 效应研究	(121)
第一节 实验八：任务转换条件下类别—正反判断对 PRP	
效应的影响	(123)
一 研究目的	(123)
二 研究方法	(123)
三 结果与分析	(124)
四 讨论	(127)
第二节 实验九：任务转换条件下正反—类别判断对 PRP	
效应的影响	(128)
一 研究目的	(128)
二 研究方法	(128)
三 结果与分析	(129)
四 讨论	(132)

第三节	实验十：任务重复条件下类别—类别判断对 PRP 效应的影响	(132)
一	研究目的	(132)
二	研究方法	(133)
三	结果与分析	(134)
四	讨论	(136)
第四节	实验十一：任务重复条件下正反—正反判断对 PRP 效应的影响	(137)
一	研究目的	(137)
二	研究方法	(137)
三	结果与分析	(138)
四	讨论	(141)
第八章	Go - NoGo 条件下的 PRP 效应研究	(143)
第一节	实验十二：单线索提示条件下的心理不应期效应	(145)
一	研究目的	(145)
二	研究方法	(145)
三	结果与分析	(146)
四	讨论	(151)
第二节	实验十三：复合线索提示条件下的 PRP 效应	(154)
一	研究目的	(154)
二	研究方法	(154)
三	结果与分析	(155)
四	讨论	(159)
第三节	实验十四：文字复合线索提示条件下的 PRP 效应	(160)
一	研究目的	(160)
二	研究方法	(161)
三	结果与分析	(161)
四	讨论	(165)
第九章	PRP 效应的事件相关电位研究	(168)
第一节	实验十五：重叠任务条件下 PRP 效应的事件相关电位研究	(171)
一	研究目的	(171)

二 研究方法	(171)
三 结果与分析	(173)
四 讨论	(177)
第二节 实验十六：T1 不反应条件下 PRP 效应的事件相关 电位研究	(178)
一 研究目的	(178)
二 研究方法	(178)
三 结果与分析	(179)
四 讨论	(182)
第十章 PRP 效应与注意资源的关系	(184)
第一节 综合讨论	(184)
一 T2 上的 PRP 效应	(186)
二 T2 刺激的难度和复杂度效应	(186)
三 SOA 与 T2 刺激难度的交互作用	(187)
四 RT1 与 SOA 长短的变化	(189)
五 RT1 与 T2 难度参数的变化	(192)
六 RT1 与 RT2 间的相关问题	(193)
七 PRP 效应中的神经通道问题与任务转换亏损问题	(194)
八 Go - NoGo 条件下的 PRP 效应	(194)
九 PRP 效应的 ERP 成分	(195)
十 T1 和 T2 的相互关系及双任务干扰效应	(196)
第二节 心理旋转与瓶颈加工机制	(196)
第三节 总结论	(198)
参考文献	(200)
后记	(209)

第一章 心理不应期效应及其理论假设

在一般的日常生活中，很少出现一种任务重复运作的现象，而是两种或两种以上任务交替的操作或执行。汽车司机开车时，脚要踩油门，又要换踩刹车、离合器；而手要握着方向盘，还要不时地换挡。高性能战斗机的快速发展，飞行员的工作负荷已接近或超过人的心理、生理耐受限度。以 F/A-18 战斗机为例，它是美海军第一架军用计算机控制和多功能显示—操纵（CRT）战斗机，其大部分仪表都并入 5 个阴极射线管显示器，这种显示器很容易引起飞行员的紧张甚至迷惑：其风挡下面有 3 个主要多功能显示器，每个荧光屏周围有 20 个开关供飞行员提取信号，每个显示器有 675 个专用缩略语，40 种显示形式，177 个符号，有 73 种警告或提示，59 个指示灯，6 种警告声；另有一荧光屏用于工作水平位的显示，有投射的地图作背景，有 200 种数据画面。油门杆上有 9 个多功能按钮，驾驶杆手柄上有 7 个按钮，前方仪表板有 10 个按钮（操纵钮），平视显示有 22 种可供选用。这些原来交给 7 名飞行员操作的任务现改由一名飞行员负责。因此，飞行员接受信息已接近或超过极限，飞行劳动已成为在各种物理、应激因素的干扰下，在严格的时限内，根据掌握的信息果断作出决策并付诸实施的复杂心理活动。飞行任务已从过去简单的感觉和运动，发展成为极复杂的认知和决策任务^①。

在现代人机系统中，大量的工作任务既有同时性的，又有重叠性的。人们是否有能力同时操作不同的任务不仅是心理学家十分感兴趣的一件事，同时也是普通老百姓十分好奇的话题。理解人类自身能力的有限性具有重要的实际价值，因为当前人机系统中对机器的设计主要依赖于人类操作能力的水平，人类操作绩效的限制在航空和其他领域发生的巨大灾难中

^① 王辉：《高性能战斗机对“人—机”系统中人的因素的挑战与对策》，《航空学报》1995 年第 1 期，第 54—58 页。

扮演着重要的角色,更好地理解人类认知和操作能力的有限性可以帮助机器系统、程序设计更加人性化,以最大限度地减少某些灾难发生频率。

因此,人能否顺利地同时操作多重任务?在完成多重任务中,人的心理机制又是怎样的?人是如何完成几种同时性的或继时性的任务运作?在多重任务同时存在的情况下,人们的注意力能否被有效地分解或分配等等。理解人类认知资源的有限性,对操作成绩降低现象的研究和分析是一个值得研究的重大理论问题,同时它也具有非常现实的实际应用价值。

近年来,在重叠任务范式下对人类的认知和操作能力的限制被广泛地采用心理不应期(Psychological refractory period,简称PRP)范式加以研究。心理不应期描述了两个反应时任务在时间和空间上很接近呈现的情境下,两个刺激任务被同时加工或继时加工的现象。

第一节 心理不应期效应的界定及其研究范式

一 心理不应期效应

人们同时操作两种相继快速的反应时任务,且当这两个刺激任务呈现的起点时间间隔不同步(Stimulus onset asynchrony,简称SOA)时,通常发现随着刺激呈现时间间隔的缩短,任务1(T1)和任务2(T2)在加工时间上有较高重叠时,T2的反应时(RT2)会显著延长(Pashler, 1984)^①。SOA缩短导致RT2延迟的现象即心理不应期效应(Pashler, 1994)^②。前人的研究发现,由于PRP效应的存在,通常对RT2的延迟达几百毫秒(Vince, 1948; Welford, 1952; Pashler, 1989)^{③④⑤}。

① Pashler, H. Processing stages in overlapping tasks: Evidence for a central bottleneck. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1984, 10 (3), pp. 358 - 377.

② Pashler, H. Graded capacity - sharing in dual - task interference? . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1994, 20 (2), pp. 330 - 342.

③ Vince, M. A. Corrective movements in a pursuit task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1948, 1, pp. 85 - 103.

④ Welford, A. T. The psychological refractory period and the timing of high - speed performance - a review and a theory. *British Journal of Psychology*, 1952, 43, pp. 2 - 19.

⑤ Pashler, H. , Johnston, J. C. Chronometric evidence for central postponement in temporally overlapping tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 1989, 41 (1), pp. 19 - 45.

心理不应期效应是双任务操作中的一种简单形式,它指两种任务在时间上或空间上的距离太近而让人“反应不过来”,即两种重叠任务同时竞争有限的心理资源,由于人类的认知加工过程是离散和系列的,中枢反应选择加工器一次只能加工一个任务,当 T1 处于中枢阶段进行加工时,T2 的中枢反应选择加工必须等待 T1 释放中枢瓶颈后才能进入中枢反应选择加工器,因此,RT2 的延迟实质上是由于 T1 的加工导致 T2 受到类似中枢瓶颈 (central bottleneck) 性质的干扰。对 PRP 效应的单通道瓶颈理论由 Craik 于 1947 年提出^①,后来由 Bertelson (1966)^②,Kantowitz (1974)^③,Pashler (1989、1998),Welford (1952, 1957, 1967) 等学者作进一步的研究和解释,Welford 于 1952 年正式提出了心理不应期 (PRP) 的概念。

二 心理不应期效应的研究范式

PRP 效应在实验条件下得到了广泛的研究。PRP 实验的基本操作范式是:两种任务相继快速地以不同的时间间隔呈现,要求被试快速、准确地完成对这两种任务的辨别和反应,这两种任务构成了简单刺激呈现后所产生的两种简单反应形式。很典型的现象是,T1 和 T2 同属于选择性反应时任务(例如,对音调较高的声音探测报告“高”,对音调较低的声音探测报告“低”),通常被试被指导在完成 T2 的反应之前必须完成 T1 的反应,或者对 T1 的反应比对 T2 的反应给予相对较多的优先加工权,结果发现,在不同的 SOA 条件下,往往导致 T2 产生一个延迟反应。在 PRP 实验中,T2 的反应时延迟现象受 SOA 的巨大影响,SOA 越短,RT2 被延迟得越多,图 1 为 PRP 实验中发现的典型的 PRP 效应曲线图。

在图 1 中,T1 的反应时 (RT1) 对 SOA 的变化不太敏感,在不同的 SOA 条件下 RT1 基本处于恒定状态,但 T2 的反应时 (RT2) 在短的 SOA 条件下迅速延长,而在足够长的 SOA 条件下 RT2 恢复到单任务条件下反应时的状态。

① Craik, K. J. W. Theory of the human operator in control systems I: The operator as an engineering system. *British Journal of Psychology*, 1947, 38 (56-61), pp. 142 - 148.

② Bertelson, P. Central intermittency twenty years later. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1966, 18, pp. 153 - 163.

③ Kantowitz, B. Double stimulation. In B. Kantowitz (Ed.), *Human information processing: Tutorials in performance and cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 1974, pp. 83 - 131.

从图 1 中我们可以得到几点启示：首先，RT1 不受 SOA 的影响。这意味着在 PRP 范式中，由于被试总是被指导对 T1 比 T2 有优先的加工权，RT1 平坦的直线表明，在加工 T2 时已经完成了对 T1 的加工，同时 T2 的加工及反应不会对 T1 产生相应的影响。其次，考察 T2 的曲线走向（叫 PRP 曲线）。RT2 在短的 SOA 条件下迅速延长，在曲线的最左边，PRP 的曲线斜率往往为 -1 或接近 -1。随着 SOA 的延长 RT2 迅速缩短，在一定长的 SOA 条件下，两个任务的中枢反应选择阶段不重合时，RT2 慢慢变得平坦，最后恢复单任务状态下一个任务的反应时。PRP 曲线效应说明人类在认知—知觉—动作反应系统中的有限性和受某些加工特性的限制，包括不同类型的瓶颈机制（Pashler, 1994）^①。

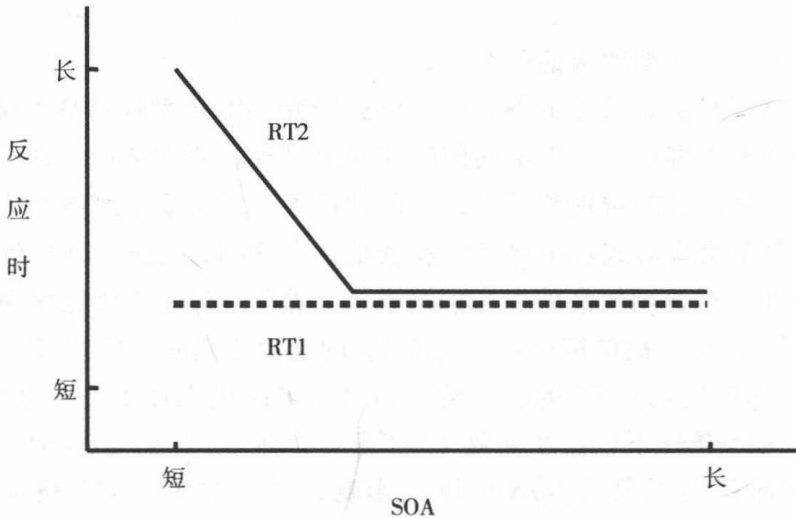


图 1 PRP 范式示意图

三 产生心理不应期效应的基本加工过程

图 2 说明了 PRP 范式中两种任务的加工过程。在两种任务中，第一阶段为知觉编码（PE），第二阶段为反应选择（RS），第三阶段为反应执行（RE）。在知觉编码阶段，对刺激的加工是为反应选择作准备；在反应选择阶段，知觉编码的输出被映射到某一个固定的反应集上。反应执行阶

^① Pashler, H. Graded capacity - sharing in dual - task interference? . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1994, 20 (2), pp. 330 - 342.

段包括形成反应意识和执行反应两部分。

在单任务情境下，每个阶段的加工都是系列的，但是在重叠的双任务加工中，一种任务的某一加工阶段可能和另一任务的某一加工阶段能够平行地进行，但在跨任务的条件下，两个任务的反应选择加工很难同时进行。在每次的加工中，中枢加工一次只能进行一种任务的反应选择，从而产生了一个瓶颈的加工过程。

从这种加工模型中可以得出两个重要的结果：首先，随着两种任务暂时重叠程度的增加，由于 T1 处于中枢阶段的加工可能会延迟 T2 反应选择加工的开始，主要体现出 RT2 的延长。其次，随着任务重叠程度的增加，如果实验控制的影响在瓶颈发生后产生，RT2 将会产生一个递增性效应，如果实验控制的影响在瓶颈发生前产生，RT2 将会产生一个递减性效应。

在图 2 中，假定有两种任务：T1 和 T2，T1 为简单的高、低音判断任务，T2 为简单的视觉刺激判断任务，T1 和 T2 处于暂时的重叠加工过程。

首先，在 T1 的加工中，假设 T1 的加工不受 T2 加工的影响，这样，在声音刺激呈现后知觉编码 (PE_1) 立即开始加工，知觉编码一旦完成，反应选择 (RS_1) 开始加工，一旦反应选择结束，反应执行 RE_1 被激发了。那么，对 T1 操作的总时间需求为这三个阶段时间的简单相加，即 $RT1 = PE_1 + RS_1 + RE_1$ 。

其次，考虑在低重叠任务中 T2（视觉任务）的加工过程。在声音任务呈现后的某一时间点上呈现视觉任务，一旦视觉刺激呈现，知觉编码 (PE_{2a}) 开始了，一旦知觉编码完成，反应选择 (RS_{2a}) 加工开始，一旦反应选择结束，反应执行 (RE_{2a}) 被激发了，视觉任务的加工过程不受声音任务的干扰。

知觉编码的持续时间受到知觉控制的影响，如当刺激被非常清晰地呈现时，知觉编码 (PE_{2a}) 相对于微弱的知觉编码 (PE'_{2a}) 可能需要较少的加工时间，加工时间的延长主要来自于刺激呈现和开始反应选择之间产生的一个较长的时间间隔，这样，对 T2 操作需要的总时间为三个加工阶段加工时间的总和，即 $RT_{2a} = PE_{2a} + RS_{2a} + RE_{2a}$ 。

在图 2 中，在任务重叠条件下有两个重要的特征，首先，在两种任务间存在相互干扰，尽管任务间的某些加工阶段被平行加工。其次，知觉加工过程的控制所产生的效应（如从 PE_{2a} 延长到 PE'_{2a} ）被完全影响到视觉

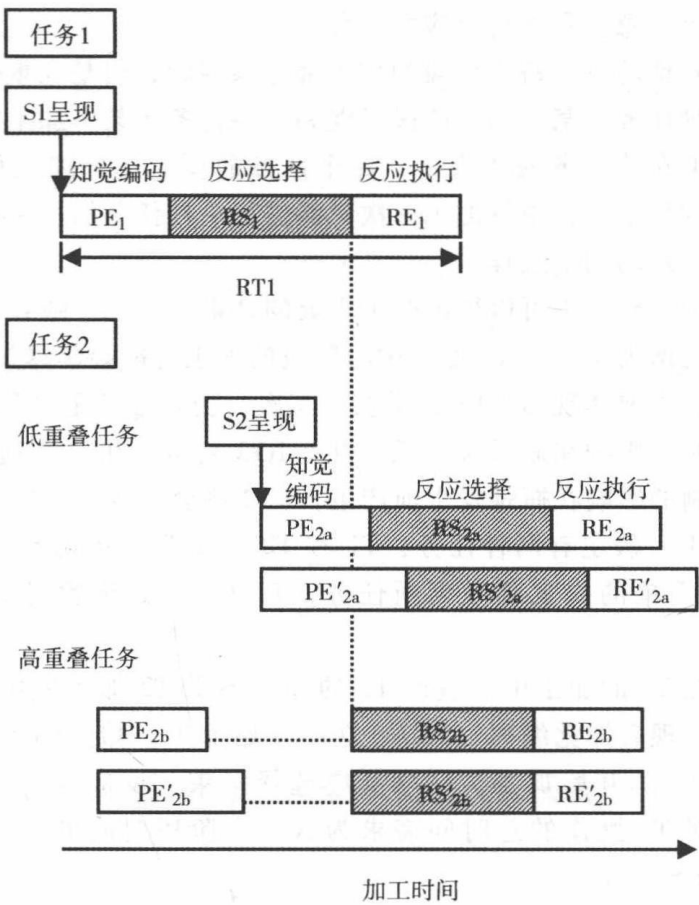


图 2 PRP 效应中两种任务的加工过程示意图

任务的反应时的延长，这样， $PE'_{2a} - PE_{2a} = RE'_{2a} - RE_{2a}$ 。

再来考虑在高重叠条件下 T2 的加工范式，T1 和 T2 有暂时的重叠，T1 的加工过程不受 T2 加工的影响，T2 的知觉编码（ PE_{2b} ）开始于刺激呈现，随着知觉编码的完成，反应选择开始加工，然而，不像知觉编码过程，反应选择是系列的，加工系统不能平行地操作两种选择任务，这样在反应选择任务上产生了一个瓶颈加工过程，瓶颈对 T2 的反应选择产生延迟直到 T1 的反应选择结束，一旦 T1 的反应选择结束，T2 的反应选择机制获得了自由空间，目前大多数学者假定只有在知觉编码已完成的情况下，T2 的反应选择才能开始。

随着对 PRP 研究的深入，研究者们提出了 PRP 效应的修正模型（见图 3）。图 3A 表示传统的 PRP 瓶颈模型，该模型隐含的意义在于 T1 的反