



探究心理时间

黄希庭 著



创于1897

商務印書館
The Commercial Press

014039484

B84
282



探究心理时间

黄希庭 著



B84/282



创于1897

商务印书馆
The Commercial Press



北航

C1726846

图书在版编目(CIP)数据

探究心理时间 / 黄希庭著. —北京:商务印书馆, 2014

ISBN 978-7-100-10353-4

I. ①探… II. ①黄… III. ①心理学—研究 IV. ①B84

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 249751 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

探究心理时间

黄希庭 著

商务印书馆出版

(北京王府井大街 36 号 邮政编码 100710)

商务印书馆发行

北京市松源印刷有限公司印刷

ISBN 978-7-100-10353-4

2014 年 1 月第 1 版

开本 787×960 1/16

2014 年 1 月北京第 1 次印刷

印张 27 1/2 插页 2

定价: 68.00 元



2011年4月与夫人孙承惠女士



2005年8月与家人在一起



探究心理时间的目的,是使我们能够
成为时间的主人。 苏希远 2013年6月25日



自序

在读北大哲学系心理专业二年级的时候,我开始对心理时间的某些特点有了点滴了解。1957年上半年,程乃颐先生给我们班讲授普通心理学,他讲到人们对时间往往会产生错觉,产生时间错觉:一段充满要紧、有趣事情的时间好像很快就过去了,觉得时间短些,而一段充满不要紧、无聊事情的时间好像过得很慢,觉得时间长些;一段快乐、开心的时间好像很快过去了,而一段忧愁、苦闷、厌倦、无聊或期待的时间好像过得很长。他还用巴甫洛夫高级神经活动理论来解释这种现象,认为时间之所以被低估是大脑皮层中兴奋过程比抑制过程占优势的结果,从而导致在神经细胞中发生着的那些同物质代谢相联系的过程加快;而单调或忧愁刺激是由于抑制过程占优势的结果。当时我觉得很新奇,心想能不能设计一个实验来研究一下:测量一段时间里有趣事情或无聊事情的多少是怎样影响时间知觉的,是否符合兴奋过程和抑制过程的量?我的这个想法在大学毕业后参加工作时的1961年才得以实现,实验设计是要求5~9岁儿童对纸做的小汽车行驶距离、速度与时间的长短进行评估。从那时起我一直对心理时间很感兴趣。为了弄清心理时间的性质,我阅读了有关阐述物理时间性质的一些著作,例如史蒂芬·霍金著的《时间简史》(长沙:湖南科学技术出版社,2002年)、伊戈尔·诺维科夫著的《时间之河》(上海:上海科学技术出版社,2001年)等;从中了解到快速运动的物体能够减缓时间的运动,时间流还受到引力场的作用,时间和空间具有不可分割的联系;量子论宇宙学甚至还告诉我们,时间在特定宇宙空间的流动过程,我们的邻居中子星上的时间如何变慢,黑洞中的时间如何终止,时间如何在白洞边缘四处飞溅,以及时间和空间如何互相转换等等。这些观点是物理学家对时间的看法。

在庆祝 *Science* 创刊 125 周年之际,该刊公布了 125 个最具挑战性的科学问题,其中第 35 个问题为“时间为何不同于其他维度”^①。时间是什么?这

① <http://www.sciencemag.org/site/feature/misc/webfeat/125th/>.



是哲学的基本问题之一,许多著名的哲学家都提出过关于时间的论述。亚里士多德(Aristotle,公元前384~公元前322)认为“时间是关于前和后的运动的数,并且是连续的”^①。奥古斯丁(Augustinus,354~430)问道:“那么时间究竟是什么?没有人问我,我倒清楚,有人问我,我想说明,便茫然不解了”^②。康德(Kant,1724~1804)对时间概念做了先验的阐明,强调时间的主观属性,认为时间是一种先验(a priori),是我们内部感觉的一种形式^③。胡塞尔(Husserl,1859~1938)区分了客观时间与主观时间,提出内在时间意识起源于体验流的变化与流动,时间意识将不同的体验结合在一起^{④⑤}。

世界范围内的三个时间计量系统分别为格林尼治时间、历书时和原子时。其中格林尼治时间和历书时来源于地理学和天文学的发展,原子时则归功于物理学的研究。1884年华盛顿国际经度会议规定,将格林尼治的当地时间作为全世界的标准时间,即格林尼治时间^⑥。各地的当地时间与格林尼治时间之差等于该地的地理经度。但是格林尼治时间受到地球自转速度变化的影响,不是一种均匀的时间系统。1958年国际天文学联合会通过决议,用历书时作为基本的时间计量系统^⑦,规定1900年初太阳几何平黄经为 $279^{\circ}41'48''04$ 的瞬间,作为历书时1900年1月0日12时正。历书时的“秒”定义为回归年长度的 $1/31556925.9747$ 。由于较难准确地对星体的位置进行观测,历书时的准确性较差。1967年第十三届国际计量委员会决定,采用原子时作为国际时间计量系统^⑧。原子时的“秒”定义为,铯原子基态的两个超精细能级间在零磁场下跃迁辐射9192631770周所持续的时间。从此,为满足人类社会对计时准确性的要求,时间计量标准正式由宏观的天文学过渡到了更为准确的微观物理学。为了协调全世界的时间工作,在法国巴黎设立了国际时间局。它收集和处理世界各国的测时和守时资料,为世界各国的授时中心提供准确的时间服务数据,并保持着国际原子时的尺度。从1972年开始,原子时已在全世界全面使用。

人类社会的历史是一部时间的历史。在史学研究中,时间无处不在。时间

① 亚里士多德著,张竹明译.物理学.北京:商务印书馆,1982:127.

② 奥古斯丁著,周士良译.忏悔录.北京:商务印书馆,1963:242.

③ 康德著,邓晓芒,杨祖陶译.纯粹理性批判.北京:人民出版社,2004:34-41.

④ 胡塞尔著.内在时间意识的现象学讲座.见:倪梁康(编).胡塞尔全集(下).上海:上海三联书店,1997:540~555.

⑤ 胡塞尔著.现象学的时间意识和意向结构.见:倪梁康(编).胡塞尔全集(下).上海:上海三联书店,1997:556~574.

⑥ 韩梁.“原子时”取代“世界时”?或将告别格林尼治时间.新华每日电讯,2011年11月5日:第3版.

⑦ 王昆杰.历书时简介.测绘通报.1963,(1):3~7.

⑧ <http://www.hko.gov.hk/gts/time/basicterms-TALC.htm>.



是历史的线索,将不同的历史事件在时间中进行排序,形成人类的编年史;时间也是理解历史的钥匙,可以通过时间背景理解历史事件的产生、发展以及终止的深层原因。法国历史学家勒高夫(Le Goff, 1924~)从心理学、语言学、历史学等角度对过去与现在、古代与现代的概念进行分析,认为历史学是“时间的科学”^{①②}。中国社会科学院世界历史所俞金尧研究员也认同“历史学是时间的科学”这一命题。他认为“社会中的任何存在都是历史性的存在,这就为历史研究规定了时间的界限。历史时间承载着意义。历史演变的轨迹,体现了历史学家的时间观。时间可以作为理解历史和评判历史的重要因素。最后,从时间角度说,可以把人类历史看作一部人类从适应自然的时间到争取时间的历史”^③。

时间,是许多学科共同研究的对象,也是心理学家的研究对象。科学心理学的诞生源自于对反应时(reaction time)的研究,而认知心理学研究更离不开反应时。心理学家研究心理时间。心理时间不同于物理时间。在日常生活中,物理时间是一维的、不可逆的、均匀而精确的,它均匀地由过去流向现在,再流向未来。虽然爱因斯坦的相对论预测宇宙中可能存在时光隧道“虫洞”,但是能够让人回到过去、穿越未来的时间机器还只存在于科学幻想中。心理时间既可以是一维的、不可逆的、均匀而精确的,也可以是多维的、可逆的、不均匀且模糊的。心理时间旅行是人类的一项重要能力,我们能够回忆过去、展望未来,有时觉得度日如年,有时又觉得光阴似箭。时间还是人生的动力,它贯穿于人的一生,以秒分日月年环环相连。只有把握住今天,才能赢得明天;只有环环都不松,才能达到光辉灿烂的顶峰。

这本论文选集收录了我以及我和我的课题组成员50年来合作完成并在国内杂志上发表的一些研究报告和学术论文,内容包括时间的无意识加工、时间知觉、时间估计、时间记忆、时间推理、时间认知分段综合模型和时间人格等方面的研究。

专题一“时间的无意识加工研究”,由四篇论文组成。该专题回顾了内隐时间认知加工的主要研究方法及其应用前景;采用表征动量范式论证了人类存在着时间信息的无意识认知的加工机制,表明内隐时间表征具有方向性、顺序性、连续性和认知不可渗透性;还探索了时间修饰词和汉字字组顺序所包含的时间信息在记忆中的内隐表征形式,发现时间修饰词的概念加工会自动激活相

① 勒高夫著,方仁杰,倪复生译. 历史与记忆. 北京:中国人民大学出版社,2010.

②③ http://whb.news365.com.cn/tp/201212/t20121203_817690.html.



关的内隐时间属性表征,内隐时间顺序表征受知觉表征系统的支配,具有自动加工和提取的特点。

专题二“时间知觉研究”,由五篇论文组成。该专题论证了知觉中注意分配机制会根据时间结构的不同来调整对时间信息和非时间信息的资源分配,从而形成时间信息和非时间信息之间的不同关系;用两个实验考察了哪些因素会影响观察者判断运动物体到达某一特定点的碰撞时间的准确性;探讨了时序知觉中的重复启动效应的作用机制及其影响因素;还用事件相关电位初步探讨了时间知觉的神经加工进程和相关脑区的激活状况。

专题三“时间估计研究”,由七篇论文组成。该专题回顾了时间估计的三个认知模型:存储容量模型、加工时间模型以及变化/分割模型的证据和预测效度;考察了5~9岁儿童对30s内时距估计的特点,发现不同年龄段儿童时间估计准确性与会不会利用时间标尺有关,儿童越幼小,越倾向利用空间关系来估计时间, $Kappa$ 效应越明显;还发现对时间的估计会随着活动的量和复杂度的增加而增加;时间判断视听通道效应源自记忆的特点而不是感觉储存的特点;变化/分割模型对时间估计具有较好的预测效度。

专题四“时间记忆研究”,由十篇论文组成。该专题主要探究了回溯式时间记忆、预期式时间记忆以及时间性前瞻记忆的某些特点:用新闻片段和公众性新闻事件为实验材料,考察了回溯式时间记忆表征的特点,发现老年人回溯式时间记忆能力下降可能是由于信息加工速度减慢和情节记忆加工能力衰减之故。回顾了预期式时间记忆理论与实验模型;对预期式的时点、时距和时序信息在长时记忆中的表征特点进行了研究,发现它们的时间记忆既存在层次网络的特征也存在着线性结构的特征;还探讨了时间性前瞻记忆与事件性前瞻记忆具有不同的认知机制问题。

专题五“时间推理研究”,由六篇论文组成。该专题综合考察了周期性时间现象(生肖年、季节、符号月、数字月)在词表表征和数字表征上的加工特点,证明数字表征是产生越界效应的必要条件,数值运算的加工方式是产生越界效应的关键因素;对层次网络结构的时间(由日构成月,由月构成年)推理,采用“顶层—底层”的加工方式,出现层次效应和越界效应;模糊分组的时间也存在主观的模糊层次网络结构;还发现个体在对时间事件进行推理时会使用多种模型,受多种因素的影响;时间贴现的分段性,大致可分为现在到未来两周、未来两周到未来10年、未来10年到未来50年三个时段。对不同生活事件解释水平效应的研究发现,不论该时间距离指向未来还是过去,高解释水平



的事件同较远的心理时间距离相联系，低解释水平的事件同较近的心理时间距离相联系，负性事件被认为发生在更远的过去。

专题六“时间认知分段综合模型研究”，由六篇论文组成。该专题用时间词义赋值特征的分析方法系统地探讨了过去与未来两个时间段的分段性；论证了时间认知分段综合模型的合理性，并完整地阐述了该模型的理论要点：人类对时间的认知具有分段性，不同时距具有不同的表征，个体无论对哪一种时距的认知均受多种因素（例如事件的数量与结构、通道性质和特点、时序和时点的性质、注意资源、编码方式、分段和提取策略、实验指标，以及个体的时间信念、情绪、人格特征、疾病等）的影响；还阐述了时间心理学研究的三个值得注意的新方向：时间知觉与意识的关系、时间认知的脑机制问题以及时间人格等问题的研究。

专题七“时间人格研究”，由八篇论文组成。该专题较系统地论证了时间管理倾向、时间洞察力和时间自我三个方面时间人格的特点。时间给每个人以相同的机会，但每个人对待时间的态度、看待时间的价值、管理和规划时间的能力却是不同的，人们在时间上的这些稳定个体差异，我们称之为时间人格。研究表明，个人的时间管理倾向由时间价值感、时间监控观及时间效能感构成，所编制的青少年时间管理倾向量表具有较好的信效度。不同自我同一性的被试对其过去、现在和将来的时间体验存在质的差别；探讨了大学生过去时间洞察力和青少年未来取向的心理结构，所编制的大学生过去时间洞察力量表和青少年未来取向问卷具有一定的信效度。最后论述了时间自我评价的功能以及跨文化的普适性和特异性。一个人一生的时间是一定的，然而，生活方式是可以由我们自己选择的，时间对于我们的意义也是可以由我们自己决定的，这里的关键是要懂得科学地管理时间。不懂得时间管理就会错失良机。与时间管理倾向相联系的时间洞察力时时刻刻都在影响着我们的决策与行为，正视今天，展望明天，未雨绸缪，人生会更加幸福、成功。这也表明时间人格上的优良品质其实就是健全人格的一种重要组成因素。

我们探究心理时间花了50年光阴，转瞬即逝。回想起来，今天我们对心理时间的性质已有了较多的了解，但仍然觉得有许许多多的问题需要我们深入探究。作为一位年老的心理学工作者，我在每一专题论文前面写了一段题记，概括了我对这个问题的认识和感悟，并且还写了一个“引言”，其目的是引导读者怎样来阅读下面的这些论文。我希望这本书能得到读者的喜欢，并期望得到大家的批评指正，以促进人们对心理时间的更多了解。



时间是物的存在方式，也是心理活动、心理状态和心理特征的存在方式。心理现象形式多样，瑰丽多姿，无论哪一个心理学问题都离不开时间。有的问题涉及心理学研究的核心理论，例如时间知觉和意识的关系，时间记忆、心理时间旅行可能是人类自我意识的源泉；有的问题则与我们每个人的日常生活息息相关，例如时间人格在健全人格和幸福人生中的作用。热爱心理学的年轻朋友们，让我们共同努力来探究这令人神往的心理时间！

是为序。

黄希庭谨识

2013年元月于西南大学有容斋



自序

001 | 专题一 时间的无意识加工研究

001 | 引言

005 | 应当关注时间心理无意识的研究

015 | 内隐时间表征的实验研究

025 | 时间修饰词内隐记忆的实验研究

031 | 汉字字组时间顺序的内隐记忆研究

037 | 专题二 时间知觉研究

037 | 引言

041 | 认知加工中时间与非时间信息的相互关系

050 | 运动视觉信息中时间知觉线索的实验研究

056 | 短时距知觉中的面积效应

062 | 重复启动对时序知觉的影响

074 | 时间知觉的注意调节：一项 ERP 研究

089 | 专题三 时间估计研究

089 | 引言

092 | 时距信息加工的认知研究

104 | 5~8 岁儿童时间知觉的实验研究



114	5~9 岁儿童时间观念发展的实验研究
125	活动对短时距知觉影响的初步研究
130	时间判断的视听通道效应的实验研究
138	对变化 / 分割模型的检验 (I)
148	对变化 / 分割模型的检验 (II)
156	专题四 时间记忆研究
156	引言
162	回溯式时间记忆特点的实验研究
170	公众时间回溯式记忆的特点
179	回溯式时距估计的年龄差异
186	时间记忆的理论实验范型
193	分时距认知特点的研究
199	时点、时距和时序信息加工之间相关性研究
206	时序信息提取特点的实验研究
215	时序信息提取机制的探索
228	时间记忆层次网络模型的实验检验
236	背景任务刺激间的时距对前瞻干扰效应的影响
250	专题五 时间推理研究
250	引言
254	周期性时间推理研究
259	“米制”的时间层次网络结构研究
266	模糊分组的时间层次网络结构研究
272	日常生活事件时间关系推理的初步研究
281	解释水平和事件性质对活动设定时间距离的影响
288	时间贴现的分段性



308	专题六 时间认知分段综合模型研究
308	引言
312	时间词义赋值特征的分析
320	未来时间的心理结构
328	过去时间的心理结构
334	时间心理学的若干研究
339	时间认知分段综合模型的探讨
347	时间心理学的新探索
354	专题七 时间人格研究
354	引言
359	论个人的时间管理倾向
364	青少年时间管理倾向量表的编制
372	论时间洞察力
377	时间透视的自我整合：I. 心理结构方式的投射测验
385	时间透视的自我整合：II. 心理功能机制的实验研究
391	大学生过去时间洞察力的心理结构
400	时间自我评价的性质
409	青少年未来取向问卷的编制
418	附录
418	青少年时间管理倾向量表
421	大学生过去时间洞察力量表
424	青少年未来取向问卷
426	后记



专题一 时间的无意识加工研究

Freud 反对用实证方法来研究潜意识,今天许多心理学家用多种实证方法来研究时间的无意识加工特点。这说明科学研究是无禁区的。

引言

应当关注时间心理无意识的研究

内隐时间表征的实验研究

时间修饰词内隐记忆的实验研究

汉字字组时间顺序的内隐记忆研究

引言

我一向对无意识现象很感兴趣。意识 (*consciousness*) 一般是指一种觉知状态,即个人的觉知心理状态,它监视我们自身和环境,使感知、记忆、思维能正确地表现在觉知中,并且控制我们自身和环境,从而使我们能产生和终止行为或认知活动。意识不同于前意识 (*preconscious*),许多当前不在意识中的记忆、思维和想象必要时可以被回忆起来,成为我们意识中鲜明的组成部分。这些可以进入意识的心理内容和过程被称为前意识。而无意识或潜意识 (*unconscious*) 是指个体不能觉知的一种状态,它的含义很广泛。例如由麻醉或昏睡、晕厥、深睡所表现的无反应状态、长期的植物人状态等都被视为无意识。*Freud* 的精神分析论则认为,无意识是由主动的心理过程组成,它们与意识活动很相似,却在我们的意识之外进行;由于情绪和动机的原因,有意识体验到的事件被压抑到无意识之中,但仍在那里以某种形式保持主动。这种动力的无意识活动可以在个人的不合理行为和梦中推断出来。本专题讨论的时间的无意识加工 (*unconscious processing of time*),其含义也很广泛。

我们身上的生物钟是时间无意识加工的一种形式。每天清晨,我们许多人都会在一个大约固定的时间自动醒来,甚至只相差几分钟。生物钟是与人类的健康与生存密切相关的时间无意识加工。人的生理活动的周期是 24.25~25.5 小时,当环境中的时间信息都被隔离后,人仍然能够以近似的时间周期进行活动。生物钟与视交叉上核 (*suprachiasmatic nucleus, SCN*) 有关,电刺激 *SCN* 可以引起生理性昼夜节律的改变;在切除 *SCN* 后,会导致睡眠、进食和饮水等生



理性昼夜节律的混乱^①。身体中的许多细胞也包含生物钟，生物钟基因及其编码的蛋白质组成反馈回路，维持振荡系统与环境周期保持同步^②。生物钟基因除了产生生物节律使机体适应环境之外，与许多基本的生命活动和疾病关系密切，如肿瘤发生及生长、心血管疾病、骨性关节炎、支气管哮喘等。生物钟失调会对人体的健康造成严重损害，例如睡眠紊乱、免疫功能下降、肿瘤易感性增加^③。生物钟基因还与精神疾病的发生发展密切相关^④，这方面的研究，有可能成为治疗抑郁症的关键^⑤。

自闭症也称为孤独症（*autism*），是一种行为极端孤独、自我沉湎并影响躯体、社交及语言技能的神经生物性障碍，通常于 2.5 岁前出现，但早期征象不易觉察。自闭症儿童对人们表现出的喜爱感情或身体接触无动于衷，虽然后来会对父母或某些成人产生依恋，或对物体的不适当依恋；语言能力发展很差；对疼痛无反应，或对明白无误的危险不能认识，常伴有不顾环境有何改变的强迫性欲求；自闭症患者有明显的时间认知障碍，主要表现在：①时间感障碍，不像正常儿童那样能随着年龄的增长、生活经验的增多，对时间长短、时间顺序的感知逐渐正确；②时间记忆障碍，不能回答事件发生在何时的情节记忆内容，自由回忆中不能以时间线索或事件的时间关联性线索进行回忆；③时间行为障碍，每天所有的活动都按同样的顺序进行，如果有一天这一活动未按预先的顺序进行，就会表现出非常强烈的敌对反应；④自我认同障碍，由于时间感差而又有时间记忆障碍，他们难以形成自我认同。许多研究表明，自闭症患者的时间认知障碍是神经生物性缺陷所致。有研究认为，自闭症患儿很幼小时就表现出的昼夜节律异常、神经内分泌的生理周期失调、脑电图异常及严重的睡眠障碍等，这些自动化的计时系统（生物钟）发育障碍很可能是其时间认知障碍的一个重要原因^⑥。

自动化的运动反应是许多体育竞技运动的基础。在一些运动控制任务中，没有外显地要求被试加工时间信息，但是该任务会按照固定的节奏进行运动反

① 贝尔，科勒斯，帕罗蒂斯著，王建军等译. 神经科学——探索脑（第2版）. 北京：高等教育出版社，2004.

② 李经才，于多，王芳，何颖. 生物钟基因研究新进展. 遗传，2004，26(1): 89~96.

③ 胡晓峰，薛红，宋开源. 生物钟基因的一些非生物钟效应研究进展. 成都医学院学报，2012，7(1): 154~158.

④ McClung, C. A. Circadian genes, rhythms and the biology of mood disorders. *Pharmacology & Therapeutics*, 2007, 114(2): 222~232.

⑤ Li, J., Lu, W. Q., Beesley, S., Loudon, A. S., Meng, Q. J. Lithium impacts on the amplitude and period of the molecular circadian clockwork. *PLoS One*, 2012, 7(3): e33292.

⑥ 陈莹，黄希庭. 孤独症患者的时间认知障碍. 中国临床心理学杂志，2003，11(3): 233~234.



应,这样就会产生自动化的内隐计时^①。运动控制中的内隐计时研究在体育竞技中有着重要的应用价值。长期的运动训练是形成自动化内隐计时的必要途径。我国成语用“熟能生巧”来概括内隐计时等运动技能的形成过程。“熟能生巧”源自《欧阳文忠公文集·归田录》,说有一位卖油的老翁,把一个葫芦立放在地上,用铜钱盖在它的口上,慢慢地用勺子把油倒进葫芦,油从铜钱的孔中注进去,却不沾铜钱,老人说:“我亦无他,惟手熟尔”。现在贝叶斯统计学也证明运动技能的形成与先前的经验有着密切的关系^②,因此改变旧的节奏感、形成新的内隐计时需要艰辛而长期的练习。刘翔是世界一流的跨栏运动员,他练习了近十年的八步上栏技术,形成了强烈的节奏感。随着力量的提高,为了进一步提高成绩,他开始练习七步上栏。从八步上栏到七步上栏,不仅仅是脚步稍微迈大一点的问题,而是改变了内隐的节奏感,所以这一重要战术的改变是非常艰难的,“难度不亚于左撇子换右手吃饭”^③。此外篮球、乒乓球、跳水、体操等运动均需要对运动的节奏进行控制,因此探明内隐计时的产生机制对提高体育竞技水平有着重要的应用价值。

内隐时间加工广泛存在于知觉系统中,时刻影响交通驾驶等领域的安全。我们对运动物体的知觉存在一个被称为“表征动量”(representational momentum)的效应,该效应指人们对外部世界中运动物体最终位置的判断,会沿着刺激运动的方向发生向前偏移的心理现象^④。表征动量是内隐时间表征的一种反映,并且具有方向性、顺序性、连续性和认知不可渗透性的特点。对表征动量的神经机制的探索也有新的突破。一项脑磁图(magnetoencephalography, MEG)研究^⑤发现,大脑在大约200ms就能够对视觉刺激实际呈现的空间状态与期望状态的不一致性进行自动的检测;功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)研究^⑥发现,表征动量任务激活前额叶皮质,说明表征动量涉及前额叶的高级认知加工。这些研究表明大脑会按照一定的规律,自动计算物体的运动轨迹。外部物体的运动状态通

① Praamstra, P., Kourtis, D., Kwok, H. F., Oostenveld, R. Neurophysiology of implicit timing in serial choice reaction-time performance. *Journal of Neuroscience*, 2006, 26(20): 5448~5455.

② Jazayeri, M., Shadlen, M. N. Temporal context calibrates interval timing. *Nature Neuroscience*, 2010, 13(8): 1020~1026.

③ <http://sports.xinmin.cn/2012/02/20/13711379.html>.

④ Freyd, J. J., Finke, R. A. Representational momentum. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1984, 10(1): 126~132.

⑤ Amorim, M. A., Lang, W., Lindinger, G., Mayer, D., Deecke, L., Berthoz, A. Modulation of spatial orientation processing by mental imagery instructions: A MEG study of representational momentum. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2000, 12(4): 569~582.

⑥ Rao, H., Han, S., Jiang, Y., Xue, Y., Gu, H., Cui, Y., et al. Engagement of the prefrontal cortex in representational momentum: An fMRI study. *NeuroImage*, 2004, 23(1): 98~103.