

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：对想象环境的空间更新

作者：肖承丽；刘传军

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：

基本定义的描述：在线的空间表征的具体定义是什么？如果指的是实时的表征，那么离开当前所处的环境就是对在线表征的中断，那么在线表征并不需要采取特殊的步骤来破坏。这就使得本文研究的前提有待商榷。

回应：

感谢审稿专家的意见。我们在引言部分增加了对在线空间表征的具体定义，明确了本文研究的前提。具体来说，在线空间表征指的是个体对当前周围环境的空间表征，已有的研究表明，离开当前的空间环境会导致对该环境的在线表征的中断。但是 Kelly 等人的研究中，测试房间与学习房间紧紧相邻，如果被试把两个房间作为一个整体，那么，从学习房间运动到测试房间，并不会中断被试的在线表征，且他们的实验中，被试在相邻房间提取表征的初始朝向与在学习房间的学习方向一致，这使得被试有可能通过对在线表征的平移来完成实验任务，而非他们理论解释中的通过提取离线记忆并将其与在线更新系统结合来实现对想象环境的更新。因此，本研究通过两种手段来检验人们更新想象环境的心理机制：测试时表征提取的初始朝向与学习方向相差 180 度，或者增加迷向过程破坏在线表征确保被试仅能使用离线表征。实验 1 支持了我们的假设，发现当被试在相邻房间提取表征的初始朝向与学习朝向相差 180 度时，某些被试可以根据指导语从新方向提取并更新表征，而某些被试则受到在线表征的影响，表现为通过对在线表征的平移来完成空间任务。实验 2 则支持了 Kelly 等人的假设，完全迷向的被试可以从离线记忆中提取空间表征，并将其与在线更新系统结合，随着自己的身体运动更新想象环境。实验 1 和实验 2 的研究结果共同说明：人们对想象环境的空间更新可以有两种方法，即对在线表征进行空间平移、或者将离线表征与在线更新系统结合。

意见 2：

研究方法方面，实验条件的控制不够严密。实验 1 中穿过屏风的目的是什么？直接穿过后学习环境和测试环境的物理信息相对于被试来说是转了 180 度，因为学习是屏风在正前方而测试时在正后方，虽然身体感觉的方向是一致的，但是物理朝向已经变化了。而且实验 1 中被试始终是带眼罩的，不存在在线信息的更新。

回应：

感谢审稿专家的意见。我们对实验 1 的研究目的以及实验方法进行了补充说明，并在引言部分增加了在线空间更新的定义。

首先，实验 1 中，被试在有视觉反馈的情况下穿过屏风，走到隔壁的测试房间，此操作的目的是最大程度地让被试确认自己已经离开了学习环境，进入了相邻的测试环境。

其次，虽然直接穿过屏风后，屏风从位于被试的前方变为位于被试的后方，但本研究并不测试屏风相对于被试的空间关系，我们考察的是 8 个目标物体的空间位置。实验 1 的 0 度组被试，保持了身体朝向与学习朝向一致，因此，他们可以很容易地通过想象自己平移回测试位置，或者想象整组场景平移到自己身体周围，来完成实验任务。而 180 度组的被试，虽然通

过旋转 180 度,使得场景位于自己身体的正前方,但他们的身体朝向与学习方向相差了 180 度,如果他们仍然在线表征着学习场景,那么当他们想象自己位于学习位置时,身体前方的物体是手机而非小球。因此在这种情况下再要求他们想象自己面对学习方向,该任务将与他们的在线表征发生冲突,这种冲突将导致被试要么保留在线表征忽略指导语要求,要么放弃在线表征,服从指导语要求使用离线表征。

最后,空间更新可以在没有视觉反馈的情况下发生,大量的前人研究表明,单纯依靠本体感觉、前庭觉、和传出指令的副本,戴着眼罩的被试也能够随着自己身体的运动对周围环境进行空间更新。我们在引言部分增加了此部分解释说明。

意见 3:

即使前面的问题都不存在,对结果的解释也存在很大的问题。感觉运动一致效应是实现了空间更新的唯一证据吗?从实验 1 结果来看想象-真实场景关系主效应显著,虽然作者没有报告两种条件具体的平均数,但从图 2 上看 180 度组的总体成绩是优于 0 度组的,这不是应该说明 180 度组的空间更新成绩更好吗?

回应:

感谢审稿专家的意见。我们重新检查核对了统计分析,发现在数据报告时犯了一个错误。想象-真实场景关系的主效应不显著,在反应时上 $F(1, 38) < 1$,在绝对角度误差上, $F(1, 38) = 1.28, p = 0.27, \eta_p^2 = 0.03$ 。实验 1 两组被试反应时和绝对角度误差在 3 个条件下的平均值如下所示。两组被试在记忆一致朝向的成绩相当,说明他们通过学习形成的表征的准确度没有区别;在感觉运动一致朝向上两组的差异也不明显,尽管在不一致朝向上两组成绩数值相差较大,但计划比较没有达到统计显著,在反应时上 $F(1, 38) = 1.55, p = 0.22, \eta_p^2 = 0.04$,在绝对角度误差上, $F(1, 38) = 2.95, p = 0.09, \eta_p^2 = 0.07$ 。

	反应时 (秒)		绝对角度误差 (度)	
	0 度组	180 度组	0 度组	180 度组
记忆一致	1.72	1.75	16.06	15.43
感觉运动一致	1.93	2.12	21.43	20.75
不一致	2.49	1.98	27.27	19.84

在当前的空间更新研究领域,对空间更新效果的考察,主要是通过将个体身体运动后的朝向或视角与另外一个非学习方向的朝向或视角进行比较,如果身体运动条件比非身体运动条件成绩更好,则说明出现了空间更新。从实验结果来看,0 度组被试在感觉运动一致朝向的成绩显著优于不一致朝向,说明出现了空间更新。而 180 度组被试在这两个朝向上成绩没有差异,我们通过对单个被试的分析,发现有些被试在感觉运动一致朝向比在不一致朝向表现更好,有些被试在不一致朝向比在感觉运动一致朝向表现更好。那些在感觉运动一致朝向比在不一致朝向表现更好的被试,很有可能是依靠建立的想象环境来完成此任务;而那些在不一致朝向比在感觉运动一致朝向表现更好的被试,很有可能是通过对真实环境的表征平移来完成此任务。因此整组被试的平均值在感觉运动一致朝向和不一致朝向上没有差异,表现为没有感觉运动一致效应。这也可以解释为何 180 度组被试在不一致朝向上的反应时和绝对角度误差数值小于 0 度组被试在不一致朝向上的成绩(尽管该差异不显著)。因为 180 度组的不一致朝向是针对被试建立的想象环境来定义的,但是该组中的部分被试并没有根据指导语建立想象环境来完成测试,而是采用了与想象环境 180 度相反的真实环境,对其进行平移来完成测试的,因此,在这种情况下,实验所定义的感觉运动一致朝向实际上是不一致朝向,而

不一致朝向实际上是感觉运动一致朝向，所以整个 180 度组的不一致朝向的平均值在数值上比较小。我们对实验 1 的讨论部分进行了重新修改，详细解释和阐述了 0 度组和 180 度组的区别。

意见 4:

文章实际操作的是想象更新以及被试的感觉运动，并没有对在线更新进行操作。建议作者对在线更新的含义进行更深入的调研。

回应:

感谢审稿专家的意见。我们修改了文章的部分表述，以明确本研究的内容及区分各关键概念。空间更新，指的是个体的身体运动帮助被试更新空间表征。传统的研究，主要集中于对当前周围环境的更新，之所以又称为“在线”（online）更新，是与“离线”（offline）表征相对应的提法，目的在于突出强调空间更新的动态性和实时性。本文的研究，主要集中在对想象环境的更新，即个体的身体运动帮助他们从感觉运动一致朝向提取想象空间的表征。根据我们的研究结果，如果被试是通过在线表征进行想象平移来完成空间更新的，这种更新也可以算作是在线更新；如果被试是通过提取离线记忆，并将其与空间更新系统结合来实现对想象环境的更新，那么我们认为既可称之为在线更新又可称之为离线更新。说它是在线更新，是因为个体的当前身体运动会实时地、自动地更新想象表征，说它是离线更新，是因为表征本身不是当前个体所位于的空间环境，而是来自于离线的记忆。为了使本文的研究内容更清晰，减少无关概念的干扰，我们修改了部分表述，统一称为“对想象环境的空间更新”，不在其之前加以“在线”或“离线”的形容。

意见 5:

感觉运动不一致是怎么操作的，一致的时候是身体实际旋转 90 度，不一致的时候是旋转 90 度再想象面对的是背后吗？

回应:

感谢审稿专家的意见。我们对实验 1 的方法部分增加了描述，以更加明确实验操作。首先，所有的被试学习完毕之后走到测试房间，站在测试位置，面对方向与学习方向平行或相差 180 度。然后，被试从当前位置和朝向想象自己仍然站在学习位置，面对学习方向（即面对小球）。然后，被试原地转动 90 度。保持这个身体朝向不变，随机从 3 个想象朝向指出各个物体的位置。举例来说，如果被试原地转动后面面对的物体是蜡烛，那么想象面对蜡烛就是感觉运动一致朝向，而想象面对杯子就是感觉运动不一致朝向。而如果被试面对的物体是杯子，那么想象面对杯子就是感觉运动一致朝向，而想象面对蜡烛就是感觉运动不一致朝向。

审稿人 2 意见:

意见 1:

建议补充内容：1 前人(如 Avraamides,Galati ,Kelly 等)实验流程和关键步骤的异同及其意义

回应:

感谢审稿专家的意见。我们对前人的实验流程和关键步骤的异同进行了补充说明，并详细阐述了这些操作的意义。

除了关键的研究变量——想象环境与真实环境的关系——之外，实验 1 的研究方法尽可能地保持与 Kelly et al. (2007)一致。被试在场景中央学习由 8 个物体组成的规则场景，然后直线向前穿越隔断走到位于相邻房间的测试位置。与 Kelly et al.的研究的最大区别在于，实验 1 系统操纵了想象环境与真实环境的关系。在测试位置时，一半被试保持身体前方与学习

方向平行(0度组),另一半被试原地旋转180度,使得身体前方与学习方向相反(180度组)。然后所有被试想象自己仍然位于学习位置,面对学习方向。因此,0度组的想象环境与真实环境平行,而180度组的想象环境与真实环境相差180度。然后,所有的被试原地转动90度后从3个想象朝向完成物体定位任务。

实验2则增加了一个迷向环节。被试学习完毕之后戴上眼罩,沿着一条曲折的路径走到相邻的测试房间。在确保被试的在线表征系统完全被破坏之后,检测他们是否能够将在线表征空间更新系统和离线记忆系统绑定,实现对想象环境的空间更新。

意见 2:

建议补充内容:2被试操作任务中的几个关键环节,如移动到测试房间的具体方式,带眼罩的具体时间及其原因。

回应:

感谢审稿专家的意见。我们对实验过程进行了修改,详细描述了被试移动到测试房间的方式,带眼罩的时间及其原因。

实验1学习阶段结束之后,主试将被试正前方的屏风打开,并指导被试保持学习朝向不变,往前直线走过活动屏风,并最终停留在测试空间中央的测试位置。然后主试关闭活动屏风,将两个空间隔开。一半被试保持初始学习朝向(0度组),另一半被试原地旋转180度,面对初始学习朝向的相反方向(180度组)。之后所有被试戴上眼罩。我们选择这个时间点让被试戴上眼罩,是为了保证被试明确地知道自己来到了与学习环境相邻的测试环境,且这个环境与学习环境被屏风完全隔开。同时,0度组被试清楚地知道自己的朝向与学习方向平行,而180度组被试清楚地知道自己的朝向与学习方向完全相反。

实验2的被试学习完空间场景后,并非直线向前走到测试位置,而是戴上眼罩,双手搭在主试肩膀上,在主试的引领引导下,沿着一条曲折的路径走到测试位置,面对与初始学习朝向相反的方向。确认被试已经迷向之后,主试将活动屏风关闭,然后指导被试将眼罩取下,从活动隔断的顶端观察实验室的房门位置,从而确定自己位于学习房间相邻的测试房间,面对方向与学习方向相反(由于活动隔断的遮挡,被试无法看到学习场景)。被试确定自己的方位之后,再次戴上眼罩,装配好无线耳机和游戏杆。

审稿人 3 意见:

意见 1:

引言部分:请具体阐述在线更新与自动更新的关系。

回应:

感谢审稿专家的意见。我们修改了文章的部分表述,以明确本研究的内容及区分各关键概念。空间更新,指的是个体的身体运动帮助被试更新空间表征。其之所以是“自动的”,主要是由于其发生不需要认知努力的参与。传统的研究,主要集中于对当前周围环境的更新,之所以又称为“在线”(online)更新,是与“离线”(offline)表征相对应的提法,目的在于突出强调空间更新的动态性和实时性。本文的研究,主要集中在对想象环境的更新,即个体的身体运动帮助他们从感觉运动一致朝向提取想象空间的表征。根据我们的研究结果,如果被试是通过对在线表征进行想象平移来完成空间更新的,这种更新也可以算作是在线更新;如果被试是通过提取离线记忆,并将其与空间更新系统结合起来实现对想象环境的更新,那么我们认为既可称之为在线更新又可称之为离线更新。说它是在线更新,是因为个体的当前身体运动会实时地、自动地更新想象表征,说它是离线更新,是因为表征本身不是当前个体所位于的空间环境,而是来自于离线的记忆。为了使本文的研究内容更清晰,减少无关概念的干扰,我们修改了部分表述,统一称为“对想象环境的空间更新”,不在其之前加以“自动”、“在

线”或“离线”的形容。

意见 2:

引言部分：作者总结道，“传统理论认为...人们不能对想象环境进行空间更新”，是否不太准确？

请参阅

Wang, R. F. (2004). Between reality and imagination: When is spatial updating automatic? *Perception & Psychophysics*, 66, 68-76.

回应:

感谢审稿专家的意见。Wang (2004)的确探讨了对想象环境的空间更新问题，事实上，在她的研究的前后，还有一些研究也关注了对想象空间的更新问题。但是，当前的主流理论并没有将这一内容纳入他们的理论架构之内，就连 Wang 自己，在她的理论中也没有讨论人们是如何对想象环境进行空间更新的。仅有 Avraamides 和 Kelly，在他们的理论中提到了人们是如何更新想象环境的。我们修改了我们的表述，改写为“大多数传统理论认为，对想象空间进行认知加工只涉及离线的表征系统，在线的空间更新系统并不参与，很少有理论讨论人们是否可以对想象环境进行空间更新(Burgess, 2006; Mou et al., 2008; Waller & Hodgson, 2006; Wang & Spelke, 2002)。”并将 Wang (2004)加入到了参考文献之中。“然而，近年来的一些研究却显示，在某些条件下，人们可以对想象环境进行空间更新(Avraamides, Galati, & Papadopoulou, 2013; Kelly, Avraamides, & Loomis, 2007; Rieser, Garing, & Young, 1994; Wang, 2004)。”

意见 3:

引言部分：作者提出，“那么旋转 180 度的被试将面临想象任务与在线表征的冲突，在这种条件下，他们将很难对表征进行空间更新”。但是实验结果表明，180 度的被试是能完成任务的。他们是怎么完成的？

回应:

感谢审稿专家的意见。我们重新修改了引言部分和实验一的方法部分，对 180 度的被试的情况进行了更加准确的描述。由于 180 度组的被试根据指导语建构的想象环境与真实环境正好相反。在想象环境中的感觉运动一致朝向在真实环境中是不一致朝向，而在想象环境中的不一致朝向在真实环境中是感觉运动一致朝向。因此，180 度组的被试结果将出现 3 种可能性：如果所有的被试都采用想象环境，那么整组的平均值将仍然表现出感觉运动一致效应；如果所有的被试都通过对真实环境平移来完成任务，那么整组的平均值将出现反转，即在不一致朝向上的表现好于感觉运动一致朝向；如果被试间的选择出现分化，部分被试选择使用想象环境表征，部分被试选择使用真实环境标准，那么整组被试的平均值将可能在感觉运动一致和不一致朝向上没有差异。

意见 4:

实验 1：学习空间和测试空间虽然用屏风隔开了，但实际上还是在同一个房间内。这是否是“想象”平移的必要条件？

回应:

感谢审稿专家的意见。我们在总讨论部分增加了对这个问题的讨论。“在本研究中，尽管用屏风将实验室分隔成了学习环境和测试环境，但是，这两个环境本质上是共同属于一个大的空间结构的，且屏风的活动性，可能也使得被试可以在心理上很容易地越过这个边界，实现想象平移。今后的研究中，可以考虑使用更加厚重很难移动的物体作为隔断，或者更加

明显地分割学习环境和测试环境，来检验想象平移的条件和限制。”

意见 5:

作者提到“如果被试在记忆一致朝向的成绩优于在不一致朝向的成绩，则证明被试建立了朝向依赖的空间记忆（记忆一致效应，Memory Alignment Effect）；如果被试在感觉运动一致朝向的成绩优于在不一致朝向的成绩，则证明被试更新了空间表征（感觉运动一致效应，Sensorimotor Alignment Effect）。”这两个效应究竟是如何计算的？是把三个条件抽出 2 个进行成对比较，例如记忆一致效应=记忆一致 vs. 不一致？还是把 3 个条件中抽出来 1 个与另一个进行比较，例如记忆一致效应=记忆一致 vs. 另两个条件？作者应明确说明。

回应:

感谢审稿专家的意见。我们对此部分进行了改写，明确了记忆一致效应=记忆一致朝向 vs. 不一致朝向；感觉运动一致效应=感觉运动一致朝向 vs. 不一致朝向。

意见 6:

实验 1 的结果：与上一个问题紧密相关的，是作者进行的计划的比较。例如，作者说，被试的记忆一致朝向比不一致朝向反应时更短，并报告了 $F(2, 38)$ ？请问作者究竟做的是怎样的比较会得到 $F(2, 38)$ ？此外，作者进行了多个计划比较，是否对多重比较的 p 值进行了校正？

回应:

感谢审稿专家的意见。此处为笔误，已改为 $F(1, 38)$ 。由于实验 1 的比较是在一个被试间变量的一个水平对被试内变量的两两比较，只能通过编写 spss 语句来实现。具体用到了 LMATRIX 和 MMATRIX 这两个语法（详见 spss 手册，或如下文章 <http://www.tqmp.org/Content/vol08-1/p001/p001.pdf>）。

据我们所知，spss 没有为这种比较提供 p 值校正。通过查阅在国际知名期刊发表的类似文章，在做此类比较时，也未见有研究报告对 p 值进行校正。我们估计，国际相关文章之所以没有进行 p 值校正，原因有如下几点：首先，spss 没有为此类比较提供校正方法；其次，此类比较是研究者在研究之前已经计划好的比较，且比较数目不多，相比于事后检验来说，此类比较犯第一类错误的可能性较小。当然，如果能够进行 p 值校正，统计结果会更可靠。如果审稿专家有好的办法可以进行 p 值校正，请不吝赐教。我们不胜感激！

意见 7:

从图 2、3 看，180 度组似乎也出现了记忆一致效应的趋势，但是统计上不显著？如果直观趋势和统计结果不一致，作者应作出分析。

回应:

感谢审稿专家的意见。我们在实验 1 的讨论部分对此进行了补充。由于记忆一致效应是将记忆一致朝向和不一致朝向的成绩进行比较，但是 180 度组的部分被试是通过对真实环境进行平移来完成空间任务的，对他们而言，不一致朝向其实是感觉运动一致朝向。由于空间更新可以帮助人们在感觉运动一致朝向上很好地维持表征的准确度，因此这部分被试的成绩缩小了不一致朝向与记忆一致朝向间的差异，使得记忆一致效应不显著。

意见 8:

实验 2：作者有 20 个被试并称以想象朝向为自变量（3 个水平，记忆一致朝向、感觉运动一致朝向和不一致朝向）做了重复测量 ANOVA，则得到的想象朝向的主效应应该是 $F(2, 38)$ 。但是作者报告了一些 $F(1, 19)$ ？究竟是怎样的分析？

回应：

感谢审稿专家的细致阅读。这也是我们在报告撰写时的疏漏，在此版本中已经全部修改。

意见 9：

图 6：左图 Y 轴，反应地？

回应：

感谢审稿专家的细致阅读。我们已经将图 6 的 Y 轴坐标改为“反应时”。

意见 10：

图 6 和图 2、3 的格式应尽量保持一致，以便读者进行比较。现在实验 1 和实验 2 的图看起来象两组人分别做的。

回应：

感谢审稿专家的意见。我们对图 6 进行了修改，使得其在格式上与图 2、3 保持一致。

意见 11：

综合图 2、3、6，直观上可以看出实验 1 的 180 度组在不一致条件下的表现是最好的，而实验 2 的迷向组比较差。当然这需要统计上的检验。如果统计显著，这是为什么？

回应：

感谢审稿专家的意见。我们对实验 1 和实验 2 的不一致条件进行了比较，实验 2 的迷向组在不一致条件下的表现差于实验 1 的 180 度组，在反应时上， $F(1, 57) = 3.33, p = 0.07, \eta_p^2 = 0.06$ ，在绝对角度误差上， $F(1, 57) = 4.36, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.07$ 。我们认为这是主要是由于实验 1 的 180 度组的部分被试使用的是与想象环境表征相反的真实环境表征，这样一来，实验所定义的不一致朝向对他们而言其实是感觉运动一致朝向。由于这部分被试，使得实验 1 的 180 度组在不一致朝向上的整体表现变好。这部分内容，我们在实验 1 的讨论部分补充进行了详细阐述。

意见 12：

除了记忆一致效应和感觉运动一致效应之外，作者是否也该讨论下被试在这两个实验中的任务完成？例如，实验 1 中的 180 度条件下的任务本身就比较 0 度条件下任务更困难，但是被试完成得水平大致相当。为什么？

回应：

感谢审稿专家的意见。我们在实验 1 的方法部分和讨论部分、实验 2 的讨论部分增加了关于被试是如何完成任务的讨论。“将实验 1 的 0 度组与实验 2 进行对比，可以发现两组被试在各个想象朝向上的表现没有区别，无论是反应时还是绝对角度误差， $F_s < 1$ 。根据实验 1 的 180 度组的结果，我们可以推测实验 1 的 0 度组中至少有部分被试是通过平移在线的真实环境表征来完成任务的，但实验 1 的 0 度组的整体表现与实验 2 相同，说明无论是平移在线的真实环境表征还是提取记忆建立想象环境表征，这两种方法都可以同样准确快速地完成空间任务。这也进一步说明了为什么实验 1 的 0 度组和 180 度组的成绩相当。尽管 180 度组的被试面临真实环境表征与想象任务之间的冲突，但是，无论被试选择哪一种表征，都可以同样快速准确地完成任务。”

意见 13：

实验 2 讨论部分过于简短。对于实验 2 的结果，一种更直接的解释可能就是，迷向的实验设计促使被试使用了不同的策略完成任务。如果把实验 1 的 180 度组和实验 2 的迷向组的结果进行比较，是否可以说明人在条件允许的情况下是更倾向于使用在线加工信息进行更新的？但是如果条件迫使，也可以使用别的空间更新策略？说明了人的空间更新的灵活性？作者应对此可能性作出讨论。

回应：

感谢审稿专家的意见。我们在实验 2 的讨论部分增加了对个体差异和空间更新策略的讨论。“在实验 1 的 180 度组中，那些选择使用在线的真实环境表征的被试可能有两种原因：第一，这些被试拥有非常强的空间更新能力，使得他们在进入相邻的测试环境之后仍然清晰地表征着真实环境，并且，这些被试的空间认知调控能力较差，他们无法忽略来自于真实环境表征的干扰，很难从相反方向建立并使用想象环境表征；第二，尽管某些被试拥有较强的调控能力，可以忽略来自真实环境表征的干扰从相反方向建立想象环境表征，但是他们主动选择使用真实环境表征来完成任务。同样的，那些选择使用建立的想象环境表征的被试也可能有两种原因：第一，这些被试的空间更新能力较差，在进入测试环境之后对相邻的学习环境的空间表征已经变模糊甚至消失，因此他们可以很容易地提取离线记忆建立并更新想象环境；第二，虽然某些被试空间更新能力很强，在相邻的测试环境中仍然保持着对真实环境的表征，但是，他们同样拥有较强的空间认知调控能力，使得他们可以忽略来自于真实环境表征的干扰，从相反方向建立并使用想象环境表征。”

意见 14：

总讨论部分：作者应对研究的意义进行更广泛的讨论和升华，而不仅仅局限于在线 vs. 离线更新

回应：

感谢审稿专家的意见。我们在总讨论的最后部分增加了对本研究意义的讨论。“如果说对真实环境的更新是自动发生的、个体间的差异不明显，那么，对想象环境的更新则可能需要个体主动认知过程的参与，比如“平移”真实环境或者是“联结”离线记忆与空间更新系统。由于个体的认知过程参与其中，个体间空间能力的差异和认知策略的不同将极大影响他们的空间行为。因此，不同于对传统的对真实环境的空间更新研究，在研究对想象环境的空间更新时，需要更加重视个体空间能力的差异和个体空间策略的选择。在科技飞速发展的今天，人们的生活和工作范围不再局限于个体当前所处的真实环境，他们可能需要在虚拟的想象环境中巡航，或者通过远程控制机器人探索人们无法到达的地方。在这些任务中，个体能否快速建立想象空间的表征，并通过自身的运动帮助自己更新想象空间，以及采用何种策略来实现更新，运用哪些手段训练和提高人们相应的空间能力，都将是值得研究和探讨的课题。”

意见 15：

英文摘要：按照国际惯例，一般不在摘要中引用这么多的文献吧。此外，请对行文再进行润色，象 turned 90 °left (or right, counterbalanced)这样的表达是非常令人费解的。

回应：

感谢审稿专家的意见。我们对英文摘要进行了修改，删除了次要的参考文献，也对行文进行了润色。

第二轮

编委复审意见：

意见 1：

中文摘要写的过于突兀，建议首先讲明研究目的、假设，然后再涉及具体的实验操作。
修改后建议接受。

回应：

感谢编委专家的意见。我们对中文摘要进行了仔细修改，补充了研究目的与假设。