

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：奖赏通过增强信号监测提升认知控制

作者：王宴庆，胡学平，尹首航，陈安涛

第一轮

审稿人 1 意见：奖赏动机能够显著地提高行为表现，这种提高是通过增强对信号的监测实现的，还是直接作用于认知控制过程？这个是奖赏动机和注意领域一直争论不休的问题，本文作者通过采用 Stop-Signal 任务试图对这个问题进行回答，研究具有一定的意义。整体而言，文章语言流畅，推论合理是一项不错的研究，但还存在一些小问题，建议修后再审。存在以下几个主要问题：

意见 1：引言部分，研究者旨在对奖赏动机调节注意资源的机制进行回答，奖赏动机是通过增强信号监测提高认知控制还是直接作用于控制过程，但是在文中研究者并没有对这两个概念进行区分，在对结果进行预期的时候，也没有针对两种不同的可能分别作出不同的预期，建议作者在引言部分对这两个概念做更清楚的界定，并对奖赏动机通过增强信号监测提高认知控制和奖赏动机直接作用于控制过程两种不同的假设，分别作出可能的结果模式预期，以帮助读者区分两种概念。

回应：非常感谢审稿专家抽出宝贵的时间阅读我们的文章，也非常感谢您提出如此宝贵的意见。首先，我们在文章“引言”部分对奖赏增强信号检测和奖赏提升抑制控制两个概念做了界定补充。具体补充内容详见下文（红色文字）：

个体对信号的监测有别于反应控制，从功能来讲，信号监测主要负责在视觉范围内探测、搜索目标行为相关的信号，然后将相关信息传递给反应控制，而反应控制负责维持目标相关行为，抑制目标无关行为；从认知控制的执行过程来讲，信号监测发生于注意加工的早期阶段，先于反应控制。先前表明个体在目标行为发生过程中，个体有效的监测到冲突信号能够促使被试优化行为，在反应的选择与执行时更加快速(唐丹丹，陈安涛, 2013; 蒋军，向玲，张庆林，陈安涛, 2014)。那么奖赏是否是通过增强信号监测提升认知控制，在这种机制下，奖赏相关刺激捕获更多的注意，个体能更快的监测到奖赏相关信号的出现，更早的启动、实施

抑制反应；亦或者直接作用于认知控制功能，即奖赏增强了刺激-反应映射，个体面对奖赏相关的刺激时能更快的提取与之对应的反应规则。

意见 2：方法部分，作者采用刺激-奖赏联结的方法来考察奖赏影响认知控制的机制。作者如何将不同的刺激和奖赏联结在文中并没有详细的描述（是否在正式实验前通过练习确定被试已经将不同的颜色和奖赏刺激联结），建议作者补充这部分的内容。

回应：非常感谢您的建议。我们在“任务和程序”部分对奖赏-刺激联结操作做了详细的补充，具体补充内容详见下文：

每个实验前均有 30 个练习试次，练习试次中三角形出现的概率为 50%（奖赏与无奖赏试次各占 50%），每次练习结束后要求被试口头报告是否已经掌握反应规则以及不同颜色所代表的奖赏数量，若被试没有掌握反应规则或奖励规则，则要求被试重新进行练习。

意见 3：结果部分，P9 图 2 下面第一段，“奖赏试次的正确率显著小于无奖赏试次的正确率”但是图 2 显示奖赏试次的正确率大于无奖赏试次的正确率？是否存在书写错误。另外该部分的结果描述不是特别清楚，例如未报告组块的主效应，报告“组块的主效应和两者的交互作用不显著”容易引起误解，建议重新组织语言。

回应：非常感谢您的建议。由于我们的疏忽，这部分书写存在错误，我们已在文中对统计和描述做了检查和修改。正确表述应该是“奖赏试次的正确率(0.95 ± 0.01)显著大于无奖赏试次的正确率(0.87 ± 0.02)”。

意见 4：实验三结果，Stop 试次正确率：奖赏刺激的正确率显著低于无奖赏刺激正确率，作者对于这个结果并没进行解释讨论，建议补充。

回应：非常感谢您的建议。我们已在文章中对该结果的讨论进行了补充，具体补充内容详见下文：

奖赏动机对行为的发生有非常重要的影响，值得注意的是奖赏不仅可以提升目标行为表现，同时也会损害目标行为表现。先前有研究采用停止信号任务发现当奖赏可得性与 Go 信号相关联时，即告知被试在奖赏组块中只有正确且快速的对左右箭头朝向做出判断才可以获得奖赏，相比于无奖赏的组块，被试对箭头朝向的判断更快，但是停止信号相关的 SSRT 更长，说明奖赏损害了反应控制。这是由于当奖赏与 Go 信号相关联时，个体会分配更多注意资源加工 Go 试次以确保收益最大化；同时在 Go 反应与停止反应相关竞争的过程中，奖赏加快了个体对 Go 反应的启动，抑制反应的失败率上升，SSRT 变长(Leotti & Wager, 2010)。

在本研究一中奖赏的可得性主要与停止信号的反应相关，结果发现奖赏能够提升反应抑制。这表明当奖赏驱动行为的方向与目标行为方向一致时，奖赏会强化目标性行为的表征与发生，提升目标行为的任务表现；相反，当奖赏驱动行为的方向与目标性行为方向不一致时，奖赏会损害目标行为的发生。这一观点在注意研究领域得到大量的证明，例如：研究发现当奖赏与靶刺激相关联时，个体能更快速地排除干扰，降低冲突并做出按键反应；相反，当奖赏与分心刺激相关联时，个体的反应时增加，正确率下降(Anderson, Laurent, & Yantis, 2011; Barbaro, Peelen, & Hickey, 2017; Hickey, Kaiser, & Peelen, 2015; Krebs et al., 2011; Krebs et al., 2013)。研究者们认为这是由于奖赏增强了相关刺激信号的早期知觉表征，进而影响了个体的反应输出(Krebs et al., 2011)。有趣的是在本研究的实验三中，当奖赏既与 Go 信号又与停止信号相关联时，结果发现奖赏相关的停止信号的正确率显著低于无奖赏相关的停止信号，而奖赏相关的 Go 信号的反应优于无奖赏相关的 Go 信号的反应。这是由于在人类的进化与发展过程中，奖赏通常与趋近性行为相联系，被试看见奖赏信号会冲动性的做出趋近反应(Freman & Aron, 2016; Freman, Razhas & Aron, 2014)，这与按键反应的发生方向是一致的，因此奖赏相关 Go 信号反应时更短，正确率更高；但是，在抑制规则和反应规则相互转换过程中，被试在经历了 Go 反应规则后，再对停止信号进行抑制，需要更强的反应控制能力，尤其是在加工奖赏相关的停止信号时，被试需要调节动机与反应之间的冲突，因此抑制奖赏相关的停止信号更难，相比于无奖赏停止信号，奖赏停止信号的正确率更低。这与 Freman 等人(2014, 2016)采用 Go/No-Go 任务的研究结果一致，即当奖赏信息既与 Go 信号又与 No-Go 信号相关联时，奖赏会加快 Go 反应的反应速度，但是会降低 No-Go 反应的正确率。

意见 5: 讨论部分，作者并未充分论述和解释本研究结果，若能结合理论说明奖赏动机如何影响监测过程而不是直接作用于控制过程，并对结果的理论贡献进行探讨无疑更佳。

回应: 非常感谢您的宝贵意见！首先，在修改稿中，我们对讨论部分做了大量的修改和润色，修改后的稿件更充实与完善，也更有说服力。其次，关于“说明奖赏动机如何影响监测过程而不是直接作用于控制过程”，先前研究都是在探讨奖赏可以提升认知控制，但是认知控制是一个过程性的认知调控，涉及对冲突的监测和冲突的解决等。那么先前研究发现的这种奖赏的提升效应究竟是通过这其中的哪一个或哪几个加工过程共同作用产生的效果，目前没有研究探讨这一问题。而本研究主要是将认知控制加工过程中的监测功能分离出来，探讨监测功能在奖赏的提升效应中的作用。因此本研究的结果提示信号监测在认知控制加工过程中非常重要，而奖赏可以通过增强信号监测进一步提升反应抑制。对于奖赏是否直接作用于控制

过程，先前有研究认为奖赏是通过增强刺激-反应联结学习提升反应控制，即奖赏可以直接作用于反应控制。本研究的意义在于证明了奖赏提升反应控制新的影响路径，即通过增强信号监测进一步提升反应控制。在文章的讨论部分我们重点结合了被广泛认可的“赛马”模型 (horse-race model)，并总结了近年来关于该领域的相关研究论述了奖赏通过增强信号监测提升反应控制这条路径的重要性。

.....

审稿人 2 意见：此文试图分离认知控制中的监测过程和控制过程，探究奖赏影响的认知控制阶段及其影响机制。文章采用三个实验任务，发现奖赏是通过注意资源分配来增强对相关信号的监测，从而提升认知控制能力。研究有一定的理论意义，但实验条件的操纵和写作细节存在较大问题，具体的说：

意见 1：作者在摘要中提到“实验二通过改变反应规则将 Stop-Signal 任务信号检测加工分离出来”，但全文并没有加以证明或予以解释。实验一和实验二的规则，区别在于当小概率刺激出现时，一个停止按键（Stop 试次），一个需要按键（Go 试次），这样的规则可以更好的收集反映认知控制能力的反应时，但为何能够分离认知控制中的监测和控制过程，需要作者在前言中加以解释。

回应：非常感谢审稿专家抽出宝贵的时间阅读我们的文章，也非常感谢您专业又细致的意见。关于本研究中所采用的任务范式能否有效的考察信号监测。我们认为本研究中实验一所采用的是 Stop-Signal 任务，实验二是基于 Stop-Signal 任务进行了一些修改。首先，Stop-Signal 范式下的抑制控制是行为发生过程中的指导性停止，即在反应刺激已经出现后给予停止的信号，对信号的加工过程相对简单，仅包括信号监测和反应抑制，这也是本研究采用 Stop-Signal 任务的原因之一。其次，在 Stop-Signal 任务中左右箭头首先会诱发被试反应激活状态，之后给予一个与当前状态相冲突的停止信号，而我们的实验二与其加工过程是类似的，首先左/右箭头诱发被试抑制激活状态，之后给予与当前状态相冲突的 Go 信号，在这一过程中，个体监测到 Go 信号的出现便会立即启动按键反应，无需其他的加工过程，反应时越短代表监测速度越快，因此我们认为实验二可以用反应时来考察信号监测。关于实验二能够分离认知控制中的监测加工的理由以及三个实验间的逻辑我们主要呈现在引言部分的最后一段和讨论部分。原文涉及相关内容如下：

为系统地探讨奖赏通过增强信号监测提升认知控制，本研究将采用三个实验来展开论

证。在实验一中，我们通过 Stop-Signal 任务考察奖赏对认知控制的提升效应；实验一的结果可以说明奖赏提升了认知控制，但是不能反映提升效应来自于监测功能还是控制功能的增强。基于实验一的结果，实验二在 Stop-Signal 任务的基础上改变反应规则，要求被试对向左/向右箭头不做任何反应(Stop)，此时被试处于抑制激活状态，然后给予一个小概率的反应信号(Go)，要求被试又快又准确的进行按键反应，该加工过程与 Stop-Signal 任务中停止信号的加工过程相同，即已经形成的反应倾向(Go/Stop)与小概率刺激信号代表的反应活动(Stop/Go)形成冲突。不同于传统的 Stop-Signal 任务，实验二中，个体监测到 Go 信号的出现，立即启动按键反应，能够通过反应时反映个体对信号的监测。

本研究实验二发现，当个体处于已经激活的抑制状态，突然出现一个与当前反应倾向冲突的无奖赏/奖赏信号要求其反应时，奖赏相关信号反应时更短，说明奖赏相关信号能更快的被监测到，进一步做出按键反应。由此我们推论停止信号的加工过程中，相比于无奖赏信号，奖赏相关的停止信号能够更快的被个体监测到，停止反应先于 Go 反应被启动并且完成，反应成功被抑制。

意见 2: Xu et al. (2017)指出，Continue 试次等相关操作应该用于该任务中，从而分离认知控制和运动抑制。但作者的实验 1 和实验 2 中并未涉及此类操作，所以结果中可能混淆了运动抑制能力，需要在讨论中加以解释和说明。

回应：非常感谢您专业又细致的意见。在 Xu et al.(2017)这篇文章中，主要在 Stop-Signal 任务中加入 Continue 信号分离注意捕获（本文中我们认为用信号监测更恰当），Continue 信号与 Stop 信号的呈现方式一样，但是要求被试看见信号后继续按键反应，由于 Continue 信号即包括知觉上的线索，但是同时要求被试不改变行为，继续对停止信号进行按键反应，因此，在 Xu et al.的研究中 Continue 信号和 Stop 信号共同激活的脑区（主要右侧额下回）被认为是与注意加工相关，而 Stop 信号相比于 Continue 信号激活的脑区被认为是运动抑制能力相关。我们文章最初版本中是包含您所提到的这个实验的（实验 A），即采用 Continue 信号（我们的实验中为“无效停止信号”）分离注意加工，详细实验设计和结果如下（红色文字），但是这个实验结果发现 Continue 信号在奖赏和无奖赏条件下反应时差异是不显著的。并且根据以往的研究表明，大学生被试完成停止信号任务时，go 信号的平均反应时为 400ms，SSD 平均为 210ms，但是实验 A 中 go 信号的反应时（659ms）和 SSD（415ms ; 386ms）均远大于以往研究结果。据此，我们认为这是由于 Continue 信号和奖赏信息的设计调节了被试的反应策略所导致，实验中被试为了更多获得奖赏，故意放慢了对 go 信号的反应，等待停

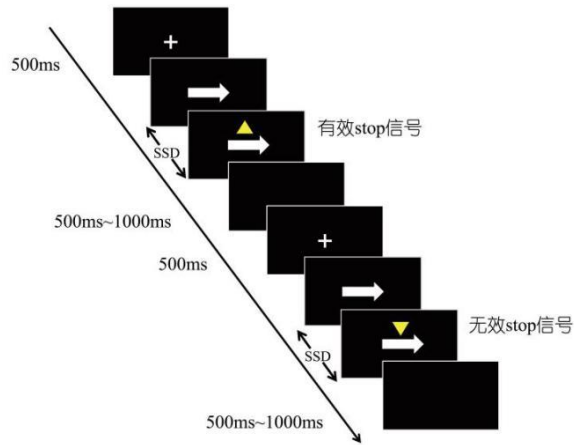
止信号的出现，同时，当停止信号出现时，放慢了对停止信号的辨别时间，确保 Continue 信号和有效停止信号正确率都很高，且 SSD 更长。因此，我们认为实验 A 的设计不能很好的验证我们的假设。为了排除 Continue 信号引起被试的策略调整，我们用了文章中的实验一和实验二分别研究奖赏对反应抑制和信号监测的影响。此外，我们认为实验 A 呈现在文章中没有太大的意义，因此我们 degaojian 中没有呈现实验 A 的相关内容。

实验 A 任务和程序

当前研究在停止信号任务中加入无效停止信号考察抑制控制任务中信号监测和反应抑制两种不同的认知成分。首先在屏幕中央呈现“+”500ms，接下来呈现向左或向右的白色箭头，箭头朝左，被试按 F 键反应，箭头朝右，被试按 J 键反应，在箭头上偶尔会出现向上或向下且不同颜色的三角形，出现向下的三角形时（有效停止信号），要求被试不做任何按键反应；出现向上的三角形时（无效停止信号），要求被试继续判断箭头朝向（实验流程见图 1）。

实验包含 480 个试次，其中 stop 试次 240 个（其中有效停止信号 120 个，无效停止信号 120 个）。试次按伪随机顺序呈现，stop 试次连续出现不超过两次。其中如果被试按照指导语正确对黄色停止信号反应，将得到 100 游戏币，如果被试按照指导语正确对蓝色停止信号反应，将得到 0 游戏币，做错的话会扣除相应的奖励。

stop 信号与 go 信号间的时距(即停止信号延迟,stop-signal delay, SSD) 按照追踪算法设置。开始时 SSD 设置为 200 ms，然后根据被试的反应做动态调整：如果被试在当前 stop 试次中成功抑制住了反应，则下一 stop 试次的 SSD 延长 34ms，以增大抑制的难度；如果被试在当前 stop 试次中未能抑制住反应，则下一 stop 试次的 SSD 减少 34ms，以增加抑制的可能性。这种追踪算法能使 SSD 呈阶梯式的动态变化，保证被试成功抑制 50%的 stop 试次，如果被试未能抑制住反应，则 stop 信号在被试按键后即消失。如果被试抑制成功，则 stop 信号的呈现时间为(1000 - SSD) ms。无效停止信号与 go 信号之间的时距根据有效停止信号与 go 信号间的时距变化。



实验流程图。实验 A 中箭头上出现向上的三角形（有效 stop 信号）时停止反应，出现向下的三角形（无效 stop 信号）继续判断箭头朝向。

实验 A 结果

表 1 实验 A 停止信号任务行为指标数据($M \pm SD$)

	RT (ms)	ACC
go 试次	659±92	0.94±0.06
奖赏有效 stop 试次 SSD	415±104	0.58±0.07
无奖赏有效 stop 试次 SSD	386±112	0.59±0.05
奖赏有效 stop 试次 SSRT	215±50	--
无奖赏有效 stop 试次 SSRT	234±68	--
奖赏无效 stop 信号	721±75	0.83±0.12
无奖赏无效 stop 信号	732±82	0.85±0.13

在有效 stop 信号试次中，奖赏试次和无奖赏试次分别采用追踪算法计算停止信号延迟，结果表明，奖赏试次的停止信号延迟显著大于无奖赏试次的停止信号延迟 ($t(26) = 3.87, p < 0.001$)，而奖赏试次和无奖赏试次的正确率之间没有差异 ($t(26) = 2.05, p > 0.05$)，说明正确率相同的条件下，个体能够更快的对奖励试次进行反应。该结论也得到了 SSRT 结果分析的支持，即奖赏试次的 SSRT 显著的小于无奖赏试次的 SSRT ($t(26) = 2.43, p < 0.05$)。

无效 stop 信号试次中，奖赏试次和无奖赏试次之间平均反应时差异不显著 ($t(26) = 0.98, p > 0.05$)，正确率差异不显著 ($t(26) = 1.24, p > 0.05$)。奖赏试次和无奖赏试次平均反应时均大于 go 试次平均反应时 ($t(26) = 7.03, p < 0.001; t(26) = 8.57, p < 0.001$)。

意见 3: 文章中只报告了 F 检验的效果量, 未报告 t 检验的效果量。

回应: 感谢您的意见。我们已在文章“结果”部分补充了 t 检验相关的效应量。

意见 4: 结果阶段图文不符, 语言描述为“奖赏试次的正确率(0.87 ± 0.02)显著小于无奖赏试次的正确率(0.95 ± 0.01)”, 但图 2-B 中奖赏试次的正确率高于无奖赏试次, 请重新检查确认。

回应: 非常感谢您的建议。由于我们的疏忽, 这部分书写存在错误, 我们已在文中对统计和描述做了检查和修改。正确表述应该是“奖赏试次的正确率(0.95 ± 0.01)显著大于无奖赏试次的正确率(0.87 ± 0.02)”。

意见 5: 参考文献格式存在较多错误, 请进行核对。如“Derntl, B., & Habel, U. (2016). Angry but not neutral faces facilitate response inhibition in schizophrenia patients. *European Archives of Psychiatry & Clinical Neuroscience*, 1-7.”应该为“Derntl, B., & Habel, U. (2017). Angry but not neutral faces facilitate response inhibition in schizophrenia patients. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 267(7), 621-627. doi:10.1007/s00406-016-0748-8.”。

回应: 非常感谢您细致的审阅我们的文章, 您的这些意见对于完善论文非常重要。在文章中, 我们已对参考文献的格式做了检查和修改。

意见 6: “进一步求出从实验二到实验三中 Go 试次正确率差异量并做比较发现, 无奖赏试次正确率差异量显著大于奖赏试次($t(25)=2.85, p<0.01$)。”未进一步给出两组条件正确率差异量的描述结果。

回应: 非常感谢您的建议。我们已在此处补充了两组条件正确率差异量的描述结果。具体为: 进一步求出从实验二到实验三中 Go 试次正确率差异量并做比较发现, 无奖赏试次正确率差异量(0.13 ± 0.2)显著大于奖赏试次(0.03 ± 0.06) ($t(25) = 2.85, p < 0.01, \text{Cohen's } d = 1.14$)。

意见 7: 语言表达存在问题。如“在...基础上, 有大量研究均...”、同时出现“作反应”和“做反应”两种表达等等。请重新通读全文, 修改有语病的句子。

回应: 非常感谢您的意见。我们已对全文的语言进行了修整和润色。

第二轮

审稿人 2 意见：作者很好地解决了之前存在的问题，但是还存在以下几点问题。

意见 1：论文多处存在句法问题或句子不通顺读起来难于理解，建议仔细检查全文，对一些句子加以修正，部分已经在文章中用黄色涂层高亮

回应：非常感谢您细致的建议，您的这些建议对我们论文的完善非常重要。根据您的建议，在修改稿中，我们对文章的语言进行了进一步的修改和润色。

意见 2：该段中“例如：研究发现当奖赏与靶刺激相关联时，个体能更快速地排除干扰，降低冲突并做出按键反应；相反，当奖赏与分心刺激相关联时，个体的反应时增加正确率下降 (Anderson,Laurent,&Yantis,2011; Barbaro, Peelen, & Hickey, 2017;Hickey, Kaiser, & Peelen, 2015;Krebs et al., 2011;Krebs et al., 2013)”这些研究都说明了奖赏能够增强相关刺激的知觉显著性，似乎并不能为解释奖赏信号损害抑制反应提供证据。

回应：在这里我们主要论证的是“当奖赏驱动行为的方向与目标性行为方向不一致时，奖赏会损害目标行为的发生”的观点。我们认为文中所引用的注意领域相关的研究可以说明这一观点。正如您所言，在注意相关研究中奖赏的确是增强了相关刺激的知觉显著性，正是由于奖赏增强了目标刺激的知觉显著性时，所以个体能更快的将注意集中在目标刺激，进而正确快速的进行按键反应；相反，当奖赏与分心刺激相关联时，奖赏造成的对分心刺激的过度注意集中会妨碍个体对目标刺激的识别与反应，导致个体的正确率下降、反应时增加。在这种情境下由于个体不能及时有效的按照实验要求对目标刺激进行按键反应，我们认为奖赏损耗了目标行为的发生。在这里最具代表性的研究是 Krebs 等人(2011,2013)采用 Stroop 任务将奖赏与不同颜色进行联结发现，当奖赏联结的刺激是目标刺激时，个体的反应时更快、正确率更高，表明奖赏提升了认知控制能力；相反，当奖赏联结的刺激是分心刺激时，个体的反应时上升、正确率下降，表明奖赏损害了认知控制能力。原文中由于我们的表述简略，造成读者理解的不是很清楚，在修改稿中我们对这句话进行了重新表述（下文红色文字）。

例如：研究发现当奖赏与目标刺激相关联时，个体能更快的将注意集中在目标刺激，进而正确快速的进行按键反应；相反，当奖赏与分心刺激相关联时，奖赏造成的对分心刺激的过度注意集中会妨碍个体对目标刺激的识别与反应，导致个体的正确率下降、反应时增加(Anderson, Laurent, & Yantis, 2011; Barbaro, Peelen, & Hickey, 2017; Hickey, Kaiser, & Peelen, 2015; Krebs et al., 2011; Krebs et al., 2013)。

意见 3：除了研究者提出的奖赏通常与趋近性行为相联系，被试看见奖赏信号会冲动性的做

出趋近反应，按照这个理论难于解释实验一中奖赏对停止信号反应的促进作用。是否可能存在 GO 反应和 STOP 反应任务难度的差异？有研究显示奖赏对行为表现的促进作用受到任务难度的调节，奖赏动机对于难度较高的行为表现有损害作用（纪丽燕，陈宁轩，丁锦红，魏萍，2015）。此外，实验三本身任务规则更加复杂也增加了任务难度，这个变化和注意资源的消耗可能共同影响实验结果。

回应：关于您的这个问题我们是这样理解的：首先，正如我们文章讨论部分所谈到“当奖赏驱动行为的方向与目标性行为方向一致时，奖赏会促进目标行为的发生，而奖赏驱动行为的方向与目标性行为方向不一致时，奖赏会损害目标行为的发生。”例如 Leotti 等人(2010)采用停止信号任务发现当奖赏可得性与 Go 信号相关联时，此时奖赏可得性所对应的按键反应与 Stop 信号的反应要求是冲突的，结果发现被试对箭头朝向的判断更快，但是停止信号相关的 SSRT 更长，说明奖赏损害了反应控制。在本研究中我们主要关注的是奖赏的提升效应，因此实验一中奖赏与 Stop 信号联结，此时奖赏可得性与 Stop 信号的反应要求是一致的，结果表明奖赏提升了反应控制；其次，关于奖赏诱发被试的一种趋近本能，“趋利避害”，大量研究表明个体在应激状态或高认知负荷状态下会表现对奖赏的本能性趋近。正如实验三中，相比于实验二，实验的难度增加，被试的认知负荷更大，在这种情境下奖赏可得性既与趋近行为相关又与回避行为相关，被试看见奖赏相关信号的出现倾向于去做出趋近行为。因此我们认为在这里提到的“奖赏通常与趋近性行为相联系，被试看见奖赏信号会冲动性的做出趋近反应”与实验一的结果并不冲突；最后，您说的非常对，任务的难度会调节奖赏对认知控制的影响。但是不同于魏萍老师的研究，本研究关注的不是任务难度这个变量，我们主要是通过任务难度来操纵认知负荷和注意资源损耗，正如在引言部分谈到“实验三在实验二的规则基础上加入停止信号，由于加工停止信号会占用 Go 信号的注意加工资源。如果奖赏刺激可以吸引更多的注意资源来增强信号监测加工，那么即使在注意资源损耗的情况下，奖赏相关的信号仍可以吸引更多的注意资源，行为表现优于无奖赏刺激。”我们关注的重点在于奖赏增强刺激的知觉表征是不受认知负荷和注意资源损耗影响的（认知负荷和注意资源损耗在实验中主要通过增加 Stop 信号的加工，提高任务难度来操纵），即相比于无奖赏条件，奖赏相关 Go 信号的反应在高认知负荷下任然快于无奖赏信号。