《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：视知觉压力在基本心理能力老化中的作用

作者：毛晓飞　彭华茂

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：本研究的假设（"当年轻人和老年人都处于相同的视知觉压力水平时，其基本心理能力测验成绩的年龄差异应当不再显著。"）与实验设计不符。从研究方法部分来看，本研究并没有试图去匹配青年组和老年组的视知觉压力，而是通过调节视知觉压力水平，来看各种基本心理能力年龄差异的变化情况。此外，何谓"相同的视知觉压力水平"？从研究方法部分，仅看到用 10 名大学生对数字材料对视知觉压力水平进行测定。除了这个预实验，对参与正式实验的青年组和老年组被试有这个测试吗？对图形推理测验的视知觉压力水平又是如何确定的呢？刺激的呈现是固定时间（随后有 mask 吗）还是始终呈现（直到被试按键）？请在问题提出和研究方法部分加以说明。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。

1.研究方法部分可能是我们没有表述清楚。事实上，在我们的研究设计中，高、中和低三种视知觉压力条件下老年人和年轻人的视知觉压力是匹配的，他们能看清楚的程度是一样的，因为每名被试在正式实验前都需要测查其达到 60%、80%和 100%正确率（对应高、中、低视知觉压力水平）所对应需要的信噪比（SNR）值，进而把每个被试独特的 SNR 值输入实验软件生成不同压力水平下的实验材料，因此年轻被试和老年被试的视知觉压力水平是匹配的。

所谓**"相同视知觉压力水平"**，是指在噪音条件下，老年人和年轻人识别出实验材料的正确率相同，也就是说此条件下他们的视觉输入状况、能看清楚的程度是一样的，即实验材料对老年人和年轻人的视觉功能造成的压力相同。通过创建相同的视知觉压力，使年轻人和老年人的视觉功能都下降到一个相同的水平，这就匹配了年轻人和老年人的视觉功能，达到控制视觉因素并考察它在基本心理能力老化中的作用这一研究目的。

2 预实验主要是用来确定被试视觉识别阈限测量中的最小和最大信噪比，以产生实验软件的初步内置参数，正式实验中所需要的参数会对每名被试重新进行测定，因此我们认为预实验中的 10 名被试应该是足够的。在正式实验之前，年轻被试和老年被试都需要接受 210 次的实验材料评定任务，以确定每名被试达到不同视知觉压力水平所需要的信噪比（SNR）值，而后输入到实验软件生成不同视知觉压力水平的实验材料。

3. 对于图形归纳推理测验的视知觉压力水平，我们使用正式实验之前每名被试都需要进行的 210 次实验材料评定测验任务所确定的达到 60%、80%和 100%正确识别百分率所对应的 3 个 SNR 值，将之输入实验软件生成实验材料。因此，在 210 次实验材料评定任务中所使用的数字材料的确和图形归纳推理任务的确存在不完全对应的情况，这也是本研究的缺陷，我们已经在**研究局限**中进行说明。

研究局限

此外，噪音条件下的归纳推理测验材料是根据被试正确识别数字信号所需要的信噪比值确定的，与归纳推理测验的图形材料并不完全对应，因此在对归纳推理测验的数据进行推论时还需谨慎。

4. 刺激的呈现是始终呈现（直到被试按键），随后没有 mask，是参照前人研究设置的（申继亮，王大华，彭华茂，唐丹，2003；高悦，彭华茂，文静，王大华，2011；高悦，2013）。

我们已经在**问题提出**和**研究方法**部分修改。

问题提出部分：

a.相同视知觉压力是指被试在噪音条件下，老年人和年轻人识别出实验材料的正确率相同，他们的视觉信息输入水平、能看清楚的程度是一样的。

研究方法：

b.各被试在相同知觉压力水平下所对应的信噪比不同，在正式实验前都需要通过恒定刺激法测量。

c.首先，我们确定阈限测量中的最小和最大信噪比，被试在最小信噪比下几乎每次都不能正确识别数字，在最大信噪比下则几乎每次都能正确识别数字。招募10名大学生进行预实验以确定实验软件需要的初步内置参数，要求其评定覆盖不同水平噪声的刺激材料（数字），以确定最大与最小信噪比标准，明暗对比下数字的信噪比范围在-8.2 ~ -6.9（实验软件内置参数）之间。然后，在此范围中选择5个相等距离(噪音覆盖面积)信噪比，共同组成7组不同信噪比刺激呈现给每名被试，每组刺激呈现30次，共210次，随机呈现，要求被试辨别并按相应数字键。根据被试在7种信噪比下的数字识别正确率，利用Probit函数计算每名被试达到60%、80%、100%正确识别率各自所需的信噪比，再将信噪比值输入实验软件产生实验材料（彭华茂，2005；彭华茂，王大华，2012）。

由于语义能力和词汇流畅能力的测量依靠口头呈现、报告，难以施加视觉噪音，故本研究只考察视知觉压力水平对空间定向能力、数字能力和归纳推理能力三项基本心理能力老化的影响，具体试探任务参照前人研究（申继亮，王大华，彭华茂，唐丹，2003；高悦，彭华茂，文静，王大华，2011）。

再次感谢专家的宝贵意见，我们受益匪浅。

意见 2：注意明确“感觉功能理论”与“信息降格说”间的区别和联系。

问题提出部分提到的“感觉功能理论”强调感觉功能是认知能力老化的重要预测变量，也就是注意到感觉功能与认知能力的老化具有很强的相关关系。从这个角度来说，该理论与“加工速度”理论强调 general slowing 是一脉相承的，也得到了很多研究数据的支持。但是，“信息降格说”认为感觉功能的老化与认知能力的老化是因果关系，这一点与“感觉功能理论”是截然不同的。个人觉得“信息降格说”不太靠谱，如果该假说成立的话，老年人带上老花镜或助听器后是不是马上认知能力就会显著提高呢？与青年人相比，认知能力的年龄差异就会马上消失吗？

回应：

感谢专家提出的宝贵意见启发我们认真的思考。

1.“感觉功能理论”认为感觉功能和认知能力之间是密切相关的，甚至感觉功能可以解释很多认知任务的年龄相关变异，但其背后的心理机制并未得到充分解释。而“信息降格说”则是对“感觉功能理论”的扩展和深化，并从认知资源分配的角度阐述了感觉功能影响认知加工年龄差异的心理过程：由于感觉功能的衰退，一方面导致后续认知加工不能获得良好的感觉输入信息，另一方面加工系统以牺牲认知系统的加工为代价，将有限的加工资源更多地用于感知觉加工，而造成认知加工资源不足，这样两方面共同导致老年人的认知老化。

2.感知觉系统本身是复杂的，其老化和衰退可能无法通过简单的视、听觉矫正就能完全恢复，中枢神经系统的老化可能在认知老化中扮演了重要角色(Lindenberger & Baltes, 1994; Baltes & Lindenberger, 1997)。“信息降格说”具体阐述了感觉功能和认知能力之间的关系，认为感觉功能的衰退是影响认知能力老化的重要因素，并未完全否认其他原因存在的可能。让老年人带上老花镜或助听器会提高认知成绩，缩小和年轻人的年龄差异，但是可能并不能完全恢复到和年轻人一样的水平。因此，戴上眼睛或者助听器应该能矫正部分年龄差异。

本研究希望通过实验法验证“信息降格说”，澄清认知老化研究中感觉功能和认知能力之间关系问题。

意见 3：进一步来看，这个研究假设还存在一个逻辑上的问题，即根据"信息降格说"，老年人的感觉功能相对于青年人有衰退，并且老年人感觉功能的衰退是认知能力衰退的原因。那么，当知觉压力水平增加时，应该预期老年组与青年组年龄差异增大而不是本研究的结果那样是"年龄差异消失"。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。

可能是我们在文中阐述不够清晰，导致审稿专家误解了。

在研究假设中，我们没有假设基本心理能力的年龄差异随着视知觉压力水平的增大的变化规律。但是专家的意见也启发了我们进一步的思考，对"知觉压力"范式和"信息降格说"认识也更深入了。正如我们在"**问题提出**"部分的论述的那样，根据"信息降格说"只能预设当处于**相同视知觉压力**时，认知成绩的年轻差异相比于无噪音的自然状态下会缩小，甚至消失，而难以得出这样的预想：随着视知觉压力水平的增大，认知成绩的年龄差异的逐渐变小。

根据研究结果能得出"随视知觉压力水平的增大，年龄差异呈现逐渐缩小的趋势"的结论，这是一个意外的发现。而这也可以从认知资源的角度进行解释：视觉功能的老化是通过认知资源总量对认知老化起作用的。首先，个体的认知资源可分为两部分：一部分用于感觉加工（外界信息的输入），一部分用于认知加工，二者是此消彼长的关系。感觉加工占用较多资源时，认知加工可用资源减少。反之亦然。第二，老化的缘故使年轻人认知资源总量高于老年人。第三，年轻人较好的视觉功能可使其感觉加工消耗较少的资源。基于以上三点，在低、中视知觉压力条件下，两组被试尚能看清实验材料，视知觉层面耗费的资源较少，虽然年轻人和老年人处于相同视知觉压力条件，但年轻人可用于认知加工的资源仍然大于老年人（但认知资源的年龄差异已不及无噪音条件时大），因此在低、中视知觉压力条件下，两组被试的数字能力、归纳推理能力测验成绩的年龄差异相比于无噪音条件减小，但并未消失。而高视知觉压力条件消耗了老年人、年轻人较多的资源，这时年轻人和老年人可用于认知任务加工的资源均出现不足，两组被试的成绩均较差，从而出现年龄差异消失的现象。由于高视知觉压力条件在视觉加工上消耗的资源多于中视知觉压力条件，而中视知觉压力条件下用于视觉加工的资源多于低视知觉压力条件，依此类推。因此能用于认知加工的资源总量按从大到小顺序排列应该是：无噪音条件、低视知觉压力条件、中视知觉压力条件和高视知觉压力，**故而会出现数字能力和归纳推理能力的成绩出现随视知觉压力的增大，年龄差异逐渐缩小的趋势。**

知觉压力增大到一定程度后（知觉压力增大的结果是能用于认知加工的资源更少，类同于下面的高认知负荷条件）**认知能力的年龄差异又会出现。**高悦（2013）考察认知负荷如何影响视知觉压力在抑制老化中的作用，为此提供了直接的实验证据。在无噪音条件下，高、低认知负荷下的 Stroop 效应量的年龄差异均无显著差异；而在有噪音条件下（视知觉压力相等），低认知负荷时，Stroop 效应量没有显著年龄差异，高认知负荷时（此时能用于认知加工的资源较少），Stroop 效应量的年龄差异显著，老年人的 Stroop 效应量大于年轻人。为什么在相同的知觉压力下，不同的认知负荷会对 Stroop 效应的年龄差异的影响不同？这实际上从另一个角度印证了信息降格假说：认知资源的总量有限，一部分用于感觉输入的加工，一部分用于更高级的认知加工。低认知负荷耗费的认知资源较少，在感觉信息输入相等的情况下（相同视知觉压力条件），老年人可用于后续认知加工的资源和年轻人相近，因而 Stroop 效应的年龄差异很小。高认知负荷耗费的认知资源总量多，即使感觉信息输入相等，老年人剩余能用于认知加工的资源不足，而年轻人尚有余力应对，因此 Stroop 效应的年龄差异显著。

意见 4：本研究所选取的三项基本心理能力，在测量上都是限定时间的，这与一些认知老化研究中对某些认知能力测量时不限定时间的做法不同，研究结果缺乏可对比性，可能需要在研究局限性中说明。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。

研究中选取的三项基本心理能力测验限定测量时间是根据以往我们课题组的研究确定的（申继亮，王大华，彭华茂，唐丹，2003；高悦，彭华茂，文静，王大华，2011；王大华，黄一帆，彭华茂，陈晓敏，

2012)。为了跟以往数据有可比性，因此沿用了先前的测验。

审稿人 2 意见：

意见 1：**文章在介绍如何在听觉水平上支持“信息降格说”，所引用的该研究的表述，逻辑表述不易于理解，需要再澄清下研究的逻辑是什么：“不同的加速方法导致的只是言语信号对听觉层面的负荷不同，如果老年人在加速言语理解能力的衰退是由认知能力老化导致的，那么不同的加速方法对加速言语理解的老化效应量(年龄×加速方法的交互作用量)应该没有影响，但是结果发现交互作用显著，证明是听觉的衰退，而非认知功能的下降导致老年人在言语加速环境下的言语理解成绩出现老化，支持了信息降格假说(Schneider, Daneman, & Murphy, 2005)。”**

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。

已经在文中进行修正，参见**问题提出**部分。

问题提出：

他们采取不同方法加速言语听力材料（即快速播放），考察听觉功能衰退在老年人言语理解老化中的作用，当使用的加速方法在两组被试听力上造成的损伤均最小时，年轻人和老年人任务成绩所受影响相同，而使用其他加速方法时，老年人的单词识别成绩下降显著多于年轻人，证明听觉衰退、而非认知老化导致了老年人在加速条件下的快速言语理解成绩出现老化，支持信息降格假说(Schneider, Daneman, & Murphy, 2005)。

意见 2：**该研究在听觉研究的基础上，想从视觉领域来验证“信息降格假说”。实验的逻辑讲述如下“鉴于此，本研究中沿用知觉压力的概念，从操纵视知觉压力的角度，通过实验手段控制视知觉输入，以个体在视觉噪音环境下能够正确识别信号刺激的百分率来表示视知觉压力的高低，正确识别百分率越高说明视知觉压力越低（彭华茂，2005；高悦，2013），实验要求年轻人和老年人在相同的视知觉压力水平(visual perceptual stress)下接受基本心理能力测验，此时认知成绩的年龄差异消失才能支持信息降格说。”。在该逻辑的指导下，作者做出了实验预期“希望能看到基本心理能力的年龄差异在不同视知觉压力水平时表现出相似的结果，而相对于无噪音条件下，噪音条件下被试认知成绩的年龄差异应该更小。”这个实验预期需要重写书写，促进读者的理解。**

在这个实验逻辑和预期中，请作者思考，是否存在一定漏洞呢？或者说是：通过没有显著性差异（或阴性结果），来论证感觉功能的衰退是导致认知老化的主要原因之一。如果在无噪音水平下和相同视觉压力水平下，都没有显著的年龄差异，是否是老年人和青年人在该认知任务上都没有显著性的差异？因而，该研究中的“空间定向能力”任务的很可能无法支持信息降格学说。并且在高压力水平条件下，老年人的反应时快，而正确率较低，同概率水平 50%非常接近，不可否认老年人有“猜测”的成分，而青年人的是正确率高，反应时低，这样无法排除反应时-正确率的权衡效应。——而后面的讨论说，“我们猜测实验结果可能和年轻被试测试时不认真作答有关。但是，年轻组的数字能力、归纳推理能力却与以往研究结果大致相当，可以排除年轻被试在实验过程不认真作答的可能。”假如是这种可能性，很让人怀疑整个实验的数据结果，被试究竟是否是认真参与的呢？还是说题目过于简单是天花板效应？因为老年人和青年人的正确率都在 90%以上。

——是否更让人信服的逻辑应该是这样书写的：在完成一些认知任务时，老年人和青年人在无噪音水平下是存在显著性的年龄差异的，而一旦控制了视知觉压力水平，年龄差异逐渐减少甚至没有。在这种逻辑下，是否更容易支持信息降格学说呢？

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。

1. 研究逻辑已经在文中进行修改，请参见文中**问题提出**部分。

a.和无噪音的自然状态相比，如果认知成绩的年龄差异减小、甚至消失，则推论该差异由感觉功能系统的衰退所致，可证实信息降格说。

b.实验要求年轻人、老年人在相同视知觉压力水平下接受基本心理能力测验，相比于无噪音的自然状态下，此时认知成绩的年龄差异减小甚至消失才能支持信息降格说。

c.由于不知道何种水平的视知觉压力合适，本研究设置了三个视知觉压力水平：以 60%、80%和 100%的正确识别率分别代表高、中、低视知觉压力水平。

d.综上所述，本研究拟通过操纵个体的视觉信息输入水平，考察视觉功能衰退对基本心理能力老化的作用。根据信息降格假说，我们预计，在完成基本心理能力认知任务时，老年人和青年人在无噪音水平下是存在显著性的年龄差异的，而一旦控制了视知觉压力水平，年龄差异减少甚至没有。

2. 对于空间定向能力的结果，被试在高视知觉压力条件下，老年人成绩好于年轻人，出现逆转，这是因为老年人在难以看清实验材料的情况下采取了随机猜测的；而在无噪音条件下，两组被试却无显著差异，我们认为是因为善于采用策略弥补老化带来的不利影响。我们进行了修改请参见 **4.2 对空间定向能力结果的分析**部分。

4.2 对空间定向能力结果的分析:

在空间定向能力上，两组被试在高视知觉压力条件下，老年人成绩好于年轻人，出现逆转；而在无噪音条件下，两组被试却无显著差异，不支持研究假设。

由于空间定向能力的指标为平均正确反应时，即正确作答题项的平均反应时。对两组被试在高视知觉压力条件下的正确率进行了独立样本 t 检验(df=62)，老年人正确率只有 0.54，接近随机猜测水平，显著低于年轻组(p<0.01)。老年被试可能在高压力水平下难以辨别实验材料，在认知资源有限和时间有限的情况下采取了随机猜测策略，故而其猜对的题项反应时特别快，导致其平均正确反应时显著短于年轻组。

无噪音条件下两组被试成绩无差异，可能是由于老年人可能更擅长用策略补偿某些能力的丧失(Freund & Baltes, 1998; Bajor & Baltes, 2003)，而年轻人在面临新任务时可能相对较少使用策略补偿，从而影响到认知成绩，故而在无噪音的自然条件下无显著的年龄差异。因而在覆盖噪音后（中、低视知觉压力条件下）年龄差异不显著。但总体而言，无噪音条件下两组被试空间定向能力的年龄差异不显著的原因仍有待进一步探寻。

3. 另外，我们经过深入的思考和分析，认为空间定向能力测验的结果不支持实验假设，并已在 **4.2 对空间定向能力结果的分析**中修改。

4.2 对空间定向能力结果的分析

在空间定向能力上，两组被试在高视知觉压力条件下，老年人成绩好于年轻人，出现逆转；而在无噪音条件下，两组被试却无显著差异，不支持研究假设。

4．对于审稿专家提到的**"反应时-正确率的权衡效应"**。舒华（1988）提出的速度—准确性关系：反应速度减慢，错误率会降低，即反应时增加，正确率会提高，反之亦然，任何反应时必须同与它相联的正确率一起解释（见表 1）。在表 1 中，情况 A 中实验可安全地下结论：反应时的差异是由实验条件引起的认知加工过程的不同造成的。情况 B 中，反应时差异应归因于速度—准确性特征，因此单纯比较反应时是不可靠。**情况 C 与情况 B 正相反，反应时最短时错误率最低，反应时最长时错误率最高，这种反应时差异也是认知过程决定的。**情况 D 中，所有条件下错误率均为 0，可以说三种实验条件下认知加工过程的反应时差异为 100 毫秒。

在表 2 中可以发现，无论是老年人还是年轻人，他们的反应时和正确率都呈现出这样的一种态势：随

着反应时增加，正确率逐渐下降，符合表 1 中的情况 C。说明不存在**反应时-正确率的权衡效应**。

舒华. (1988). 反应时技术和认知心理学. *心理科学通讯*, *4*, 42-47.

表 1 速度-准确性关系（Pachella, 1974）

情况		实验条件 1	实验条件 2	实验条件 3
A、	反应时增加	500毫秒	600毫秒	700毫秒
	错误率恒定	5 %	5 %	5 %
B、	反应时增加	500毫秒	600毫秒	700毫秒
	错误率下降	9 %	5 %	1 %
C、	反应时增加	500毫秒	600毫秒	700毫秒
	错误率增加	1 %	5 %	9 %
D、	反应时增加	500毫秒	600毫秒	700毫秒
	错误率恒定于0	0 %	0 %	0 %

表 2 空间定向能力描述统计表

压力条件	组别	平均正确反应时*M*±*SD*	全部平均反应时*M*±*SD*	正确率*M*±*SD*
高压力水平	年轻组	4280.10±1741.31	4624.51±1975.69	0.64±0.13
	老年组	3328.06±2105.85	3545.55±2065.09	0.54±0.13
中压力水平	年轻组	3523.74±1335.78	3788.84±1564.86	0.76±0.12
	老年组	3700.73±1435.32	3914.50±1620.4	0.73±0.13
低压力水平	年轻组	2747.45±893.08	2728.44±869.05	0.91±0.13
	老年组	2653.99±903.64	2780.27±987.59	0.90±0.10
无噪音	年轻组	1869.14±511.31	1932.00±637.15	0.92±0.12
	老年组	1980.26±686.20	2076.20±800.36	0.91±0.10

意见 3：后面的数字能力和归纳推理都在一定程度上支持了信息降格学说。但请作者注意的是，只是在"一定程度"上支持，因为各个"能力的年龄差异随压力水平增高而减小。"因为在中等和低视觉压力水平上，仍然存在显著的年龄差异。虽然作者认为在"在高视知觉压力水平下年龄差异消失。"，从而支持了信息降格假设。但是作者无法排除的一种假设是，在高压力水平上，可能是"地板效应"，题目的噪音太大，虽然作者控制保证 60%的正确率，但是对于所有的成年人来说都是无法看清楚题目的，因而没有显著性的年龄差异。另外在归纳推理能力部分，"高压力水平下差异不显著（*F*（1,46）=3.61，*p*>0.05）"其实，F 值是很大的，p 值有可能是边缘显著，需要报告下效应值（建议作者在数据部分报告效应值。）。也有可能在增加被试量和条目数的情况下，高压力水平就存在年龄差异了。希望作者在讨论部分提到这一可能性。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见，给了我们很大的启发。

1. 数字能力和归纳推理能力确实在实验结果上来看，在高视知觉压力水平条件下两组成绩的年轻差异确实不再显著了，可以认为是支持"信息降格说"的，证实了研究假设。而专家所提到的"地板效应"非常有道理，我们也采纳了这条建议，并在文中进行了修正(修改部分请参见 **4.1 视知觉压力在基本心理能力老化中的作用**部分)；对应的，我们在中文**摘要**中也进行了修改。但是我们意外的发现，在三个噪音条件下，随着视知觉压力的逐渐增大，数字能力和归纳推理能力成绩的年龄差异呈现逐渐缩小的趋势，从侧面证实了"信息降格说"的正确，并且可以从认知资源的角度进行解释。因此，数字能力和归纳推理能力的结果在一定程度上支持信息降格说。

摘要：

结果发现和无噪音条件相比，相同视知觉压力下基本心理能力（数字能力、归纳推理能力）的年龄差异减小，甚至消失，表明视觉功能衰退是影响基本心理能力老化的重要因素，一定程度上支持信息降格说。

4.1 视知觉压力在基本心理能力老化中的作用：

当老年、年轻组处于相同的视知觉压力条件下，数字能力成绩的年龄差异都低于无噪音条件，虽然在低、中视知觉压力水平下测验成绩的年龄差异均未完全消失，但高压力水平时年龄差异消失了。归纳推理能力的成绩也存在类似结果。

高视知觉压力水平下数字能力和归纳推理能力的结果符合研究假设，支持信息降格说。这与前人在听觉层面的研究结果类似：让年轻人和老年人处于相同听觉条件下，发现工作记忆广度(Pichora-Fuller, Schneider, & Daneman, 1995)、对话记忆(Schneider, Daneman, Murphy,& See, 2000) 、联想记忆(Murphy, Craik, Li, & Schneider, 2000) 等都不再出现年龄差异，支持信息降格说。

本研究中，被试在噪音条件下识别实验材料的能力实质上也体现了被试对比敏感度的高低。所谓对比敏感度（contrast sensitivity）是指个体区分明亮强度差异的能力，通常使用具有相等宽度的黑白交替的光栅图形来测查，个体能辨别的栅条宽度越小，说明其对比敏感度越好(彭华茂，2005)。Wood 等人（Wood, Chaparro, Anstey, Hsing, Johnsson, Morse, & Wainwright, 2009; Wood, Chaparro, Anstey, Lacherez, Chidgey, Eisemann, Gaynor, & La, 2010）给被试带上特殊的滤镜模拟白内障造成的视觉对比敏感度的损伤，发现无论是对老年人还是年轻人，操纵视觉对比敏感度的下降均导致了认知表现（加工速度、执行功能和抑制功能）的下降。这也佐证了本研究的结果。

在这 2 项测验中，低、中视知觉压力水平下两组测验成绩的年龄差异并没有消失，而是随着压力水平的增大年龄差异逐渐变小，虽然这和研究假设有出入，但这可以从认知资源分配的角度进行解释(Wood, Chaparro, Anstey, Lacherez, Chidgey, Eisemann, Gaynor, & La, 2010; 高悦，2013)。Wood 等认为给老年人带上能使视觉变差的滤镜，使得视觉通道需要占用更多的认知资源以获得良好的感觉信息，能用于认知加工的资源随之减少，因而老年人的认知表现相比无滤镜条件下变得更差。高悦（2013）考察了认知负荷如何影响视知觉压力在抑制老化中的作用，发现在无噪音的自然条件下（视知觉压力不等），高、低认知负荷下的 Stroop 效应量的年龄差异均无显著差异；而在有噪音条件下（视知觉压力相等），低认知负荷时，Stroop 效应量没有显著年龄差异，高认知负荷时，Stroop 效应量的年龄差异显著，老年人的 Stroop 效应量大于年轻人。为什么在相同的知觉压力下，不同的认知负荷会对 Stroop 效应的年龄差异有不同的影响？这可能是由于低认知负荷耗费的认知资源较少，在感觉信息输入相等的情况下（相同视知觉压力条件），老年人可用于后续认知加工的资源和年轻人相近，因而 Stroop 效应的年龄差异很小。高认知负荷耗费的认知资源总量多，即使感觉信息输入相等，老年人剩余能用于认知加工的资源不足，而年轻人尚有余力应对，因此 Stroop 效应的年龄差异显著。

综上所述，本研究可以对信息降格假说进行一些补充。视觉功能的老化是通过认知资源总量对认知老化起作用的。首先，个体的认知资源可分为两部分：一部分用于感觉加工（外界信息的输入），一部分用于认知加工，二者是此消彼长的关系。感觉加工占用较多资源时，认知加工可用资源减少。反之亦然。第二，老化使年轻人认知资源总量高于老年人。第三，年轻人较好的视觉功能可使其感觉加工消耗较少的资源。基于以上三点，在低、中视知觉压力条件下，两组被试能看清实验材料，视觉层面耗费的资源较少，虽然年轻人和老年人处于相同视知觉压力条件，但由于认知资源总量多，年轻人可用于认知加工的资源仍然大于老年人（认知资源的年龄差异已不及无噪音条件时大），因此在低、中视知觉压力条件下，两组被试的数字能力、归纳推理能力测验成绩的年龄差异相比于无噪音条件减小，但并未消失。而高视知觉压力条件消耗了老年人、年轻人较多的资源，这时年轻人和老年人可用于认知任务加工的资源均出现不足，两组被试的成绩都较差，从而出现年龄差异消失的现象。故而会出现数字能力和归纳推理能力的成绩出现随视知觉压力的增大，年龄差异逐渐缩小的趋势。

虽然如此，高视知觉压力条件下数字能力、归纳推理能力成绩的年龄差异不显著的原因还存在另外一种原因。在高视知觉压力条件下，由于噪音过大，年轻人和老年人可能出现“地板效应”，故没有表现出显

著的年龄差异。此外，在高视知觉压力条件下归纳推理能力年龄差异检验结果为：$F(1,46)=3.61$，$p=0.064$，偏 $\eta^2=0.073$，虽然两组被试成绩的年龄差异不显著，但效应值比较大，因此很有可能在增加被试量和条目数的情况下，高压力水平下就有年龄差异了，而这还有待进一步的探寻。

综上，数字能力和归纳推理能力的结果在一定程度上支持信息降格说。故可以推测，视觉功能的衰退对基本心理能力的老化有重要作用。

2. 在归纳推理能力部分，我们计算了简单效应中的效应值，偏 $\eta^2=0.073$，按照 J.Cohe 的标准，这属于中等效果（胡竹菁，戴海琦，2011），因此专家提出**增加被试量和条目数的情况下，高压力水平就存在年龄差异了，**这种可能性会出现，我们已经在讨论中进行修改了。请参见 **4.1 视知觉压力在基本心理能力老化中的作用**部分。

4.1 视知觉压力在基本心理能力老化中的作用：

此外，在高视知觉压力条件下归纳推理能力年龄差异检验结果为：$F(1,46)=3.61$，$p=0.064$，偏 $\eta^2=0.073$，虽然两组被试成绩的年龄差异不显著，但效应值比较大，因此很有可能在增加被试量和条目数的情况下，高压力水平下就有年龄差异了，而这还有待进一步的探寻。

胡竹菁，戴海琦. (2011). 方差分析的统计检验力和效果大小的常用方法比较. *心理学探新*, *31*(3), 254-259.

意见 4：一个小技术方面的问题，为什么在数字能力和归纳推理能力部分设定的时间限制分别为 1 分钟和 2 分钟？请注意的是，数字能力是通过测试题（由连加、连减或加减混合运算组成）来测评的。但是在 1 分钟的时间内，可能被试刚刚辨别清楚材料，还没有来得及进行计算。因而，这么简单的数学题，老年人和青年人都只作对了 2 个左右的题目。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。

在具体实验任务的设计上我们参照本课题组的研究（申继亮，王大华，彭华茂，唐丹，2003；高悦，彭华茂，文静，王大华，2011），前人在数字能力和归纳推理能力测验的时间设置都是 3 分钟。但是，考虑到实际实验过程中涉及 4 个不同的实验条件（高、中、低知觉压力和无噪音条件），如果完全按照前人研究进行设置，那么每名被试需要分别接受 12 分钟的数字能力测验和归纳推理测验，加上空间定向能力测验和正式实验之前的实验材料识别任务，这对于老年被试而言无疑是项严峻的挑战，特别是在高知觉压力条件下需要消耗大量的精力，因此我们把测验时间分别调整 1 分钟和 2 分钟。

而专家提出的建议非常有道理，本研究在任务时间限制的设定上确有不妥之处。

意见 5：该英文假设“the information-degradation hypothesis”、“visual perceptual stress”能否有更好的翻译？“信息降格说”和“视知觉压力”对于一般的研究人员来说，都不容易理解。是否有更好的翻译方式？

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。

我们查阅了先前的研究，发现都是这么翻译，为了保持一致性，我们还是沿用了前人的翻译方式。

意见 6：最后的部分参考文献是否属于 APA 格式？比如：Guo, X. Y. (2004). *Experimental Psychology*. Beijing, China : People's Education Press.

[郭秀艳. (2004). *实验心理学*.北京:人民教育出版社.]请检查。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。经核实，符合 APA 格式。

意见 7：请检查中英摘要是否准确。很意外，特别是看到这样的描述：(middle stress: $F(1,60)=0.01$，$p<0.05$；low stress: $F(1,60)=0.41$，$p<0.05$；no noise: $F(1,60)=0.25$，$p<0.05$)。请再多多检查下文章。谢谢。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见。已经在英文摘要部分进行修改，请参见英文摘要。

英文摘要：

1. The performance of the younger group for spatial orientation ability was significantly worse in the high visual perceptual stress condition($F(1,60)=5.02$，$p<0.05$), while no significantly difference was found than that of the older group in medium stress condition ($F(1,60)=0.01$，$p>0.05$), in low stress condition ($F(1,60)=0.41$，$p>0.05$) and in no-noise condition ($F(1,60)=0.25$，$p>0.05$).

2. The older group's performance of numerical ability was significant lower than that of the younger group in medium stress condition ($F(1,55)=20.28$，$p<0.001$), in low stress condition($F(1,55)=13.58$，$p<0.01$) and in no-noise condition ($F(1,55)=210.95$, $p<0.001$),except in the high stress condition ($F(1,55)=0.99$，$p>0.05$).The age differences reduced gradually when the visual perceptual stress increased.

3. Significant age differences were found in inductive reasoning ability when the visual perceptual stress was matched between younger and older adults. The younger performed better in the four levels of visual perceptual stress than the older in medium stress condition ($F(1,46)=36.40$，$p<0.001$), in low stress condition ($F(1,46)=53.23$，$p<0.001$) and in no-noise condition ($F(1,46)=28.05$，$p<0.001$), while no difference was observed in the high stress condition ($F(1,46)=3.61$, $p=0.064$). The age differences also decreased gradually when the visual perceptual stress increased.

The results supported the information-degradation hypothesis to some degree. The decline of visual function plays an important role in the aging of numerical ability and inductive reasoning ability. The relationship between visual perception and the aging of spatial orientation ability needs to be considered deeply.

第二轮

审稿人 1 意见：

意见：问题提出部分应进一步明确本项研究的创新性。作者系统综述了该研究领域的一系列研究，应进一步明确指出前人研究的不足之处，以及本项研究的创新点，而不仅仅是一句“要确定视觉功能在认知老化中的作用，还需要更多的实验室研究”。此外，目前问题提出部分的内容很多，但部分内容与本项研究的主题关系不是太密切，建议作者适当删减一些关系不大的内容。

回应：

专家的意见很有启发性，我们已经在文中已经进行了修改，具体请见**问题提出**部分倒数第 3、5 段标黄部分。对于专家提到的问题提出部分内容太多，我们进行了反复推敲，已经在原文中进行了删除修改，具体而言，在共因说部分我们对相关研究结果进行了精简和总结，并删除了“验证信息降格假说的途径一般有三种…”这一段的内容。具体请见**问题提出**部分。再次感谢专家提出的高贵意见。

本项研究的创新性：

Schneider, Pichora-Fuller (2000)提出“知觉压力(perceptual stress)”范式，在需要被试反应的刺激上施加噪音，通过变化刺激和噪音的信号强度（信噪比）产生不同知觉压力，考察被试的听觉任务成绩。和无噪

音的自然状态相比，如果认知成绩的年龄差异减小、甚至消失，则推论该差异由感觉功能系统的衰退所致，可证实信息降格说。

Schneider 等进行了系列听觉实验室研究，证实视觉衰退是导致认知功能年龄差异的原因，支持信息降格说。他们采取不同方法加速言语听力材料（即快速播放），考察听觉功能衰退在老年人言语理解老化中的作用，当使用的加速方法在两组被试听力上造成的损伤均最小时，年轻人和老年人任务成绩所受影响相同，而使用其他加速方法时，老年人的单词识别成绩下降显著多于年轻人，证明听觉衰退、而非认知老化导致了老年人在加速条件下的快速言语理解成绩出现老化，支持信息降格假说 (Schneider, Daneman, & Murphy, 2005)。

也有研究考查听觉信息输入水平（听知觉压力水平）与工作记忆广度的关系，通过实验手段让老年、年轻被试处于相同听知觉压力水平，考察工作记忆广度测验成绩年龄差异的变化，结果表明在相同的听觉压力水平下测验成绩的年龄差异不再显著(Pichora-Fuller, Schneider, & Daneman, 1995)；使用类似的方法发现当听知觉压力水平相同时，对话记忆(Schneider, Daneman, Murphy, & See, 2000) 、联想记忆(Murphy, Craik, Li, & Schneider, 2000) 等都不再出现年龄差异。分析发现 Schneider 等人的研究只设置一个听觉压力水平，这能一定程度上证实听觉功能衰退在认知老化中的作用，但要严密的证实信息降格说，还需更多的研究证据：是否随着感觉功能衰退的逐渐恶化，占用的资源越来越多，认知成绩的年龄差异会逐渐缩小？若通过设置不同的知觉压力水平，并观测到认知成绩年龄差异随知觉压力水平的提高而缩小，则可严格的证明信息降格说。

Schneider 等还考察了视觉功能对抑制老化的影响。Ben-David, Schneider(2009a)对关于视觉和抑制老化的文献进行元分析发现，对颜色的感知觉能力是年龄和 stroop 效应（常用于反映抑制能力的高低）的中介变量，颜色的知觉能力老化能解释 stroop 效应的随龄改变。为了证明元分析中的结论，Ben-David, Schneider(2009b)选取 88 名年轻人，通过操纵 stroop 测验材料的颜色饱和度在年轻人中模拟老年人的颜色视觉老化特征，要求年轻人在不同的颜色饱和度的条件下完成 Stroop 测验，以此考察视觉功能衰退在 Stroop 效应老化中的作用。研究结果表明，通过操控颜色饱和度可以在年轻人中模拟出视觉功能老化，年轻人表现出与老年人相似的成绩：Stroop 效应增大，由此他们认为颜色知觉的衰退可能导致了 stroop 效应的老化。但是，Ben-David 和 Schneider 的研究只选取了年轻被试而未设置老年组，其结果只能说明老年人颜色感知能力的下降是其 Stroop 效应更大的原因之一。如果排除了颜色加工这一因素，Stroop 效应是否还存在年龄差异？只有让老年人和年轻人在识别颜色饱和度程度相同的情况下考察 stroop 效应量的年龄差异，才能证明抑制能力是否真正衰退以及在多大程度上衰退。

综上可知，Schneider 等的研究基本以听觉为切入点，视觉衰退对认知功能老化的影响还需要更多证据；是否视觉系统占用的资源越多，认知加工效率越低，认知成绩的年龄差异是否随着视觉功能的恶化而逐渐变小；Schneider 等的视觉衰退对 Stroop 测验成绩老化影响的研究缺少年龄对照组，不能说明视觉衰退对认知功能年龄差异的影响，同时 Stroop 测验测查的是抑制能力，它在认知老化领域中被认为是比较基础的认知资源，在更为复杂的计算、空间定向、推理等能力中，视觉功能老化是否有同样重要的作用？基于以上三点，本研究试图通过设置不同的视知觉压力水平，考察基本心理能力的年龄差异，以期发现当视知觉压力相同时，认知成绩的年龄差异不显著，且随着视知觉压力的不断变大，年龄差异逐渐变小，从而进一步验证和补充信息降格说。

本研究中沿用知觉压力的概念，从操纵视知觉压力(visual perceptual stress)的角度考察视觉功能衰退在基本心理能力老化中的作用。通过实验手段控制视知觉输入，以个体在视觉噪音条件下正确识别信号刺激的百分率表示视知觉压力的高低，正确识别百分率越高说明视知觉压力越低（彭华茂，2005；高悦，2013）。

实验要求年轻人、老年人在相同视知觉压力水平和无噪音条件下接受基本心理能力测验，相比于无噪音的自然状态下，认知成绩的年龄差异减小甚至消失才能支持信息降格说，且随着视知觉压力的增大，成绩的年龄差异逐渐缩小。而相同视知觉压力是指被试在噪音条件下，老年人和年轻人识别出实验材料的正确率相同，他们的视觉信息输入水平、能看清楚的程度一样。本研究设置三个视知觉压力水平：以 60%、80%和 100%的正确识别率分别代表高、中、低视知觉压力水平。

综上所述，本研究拟通过操纵个体的视觉信息输入水平，考察视觉功能衰退对基本心理能力老化的作用。根据信息降格假说，我们预计，在完成基本心理能力认知任务时，老年人和青年人在无噪音水平下是存在显著性的年龄差异的，而一旦控制了视知觉压力水平，年龄差异减少甚至没有，且随着视知觉压力条件的提高，成绩年龄差异逐渐缩小。

删除部分：

那么，为何感觉功能与认知能力会呈高相关？Baltes 和 Lindenberger 基于柏林老化研究提出共因说(the common-cause hypothesis)：感觉功能和认知能力是共变的关系，存在一个共同的因素影响着它们，而共同因素反映的是中枢神经系统机能的退化，会对整个认知系统产生广泛的影响(Lindenberger & Baltes, 1994; Baltes & Lindenberger, 1997)。他们认为，感觉功能作为神经生理结构的指标，对认知功能而言是基础性的，对所有的认知能力老化都有较强的中介作用，感觉功能与认知功能所表现出的密切相关是由于第三变量(共同因素)导致的。一些横断研究通过因子分析或结构方程模型发现,存在一个共同因子,但这个共同因子不能解释感觉功能和认知功能的所有年龄相关变异（Salthouse, Hancock, Meinz, & Hambrick, 1996; Anstey, Luszcz, & Sanchez, 2001)。而 Anstey 等对追踪数据的分析则对感觉功能与认知功能的共变关系产生了质疑（Anstey, Hofer, & Luszcz, 2003a; Anstey, Hofer, & Luszcz, 2003b)。因此，是否存在共因仍然存疑。（**红色字体为精简后的内容**）

验证信息降格假说的途径一般有三种：一是寻找感觉功能尚未衰退的老年人进行认知功能的测验，若其认知表现和年轻人没有显著差异，则能支持信息降格假说；二是在年轻人身上模拟老年人的感觉功能衰退，若出现了类似老年人的认知成绩下降，则也能说明信息降格假说是合理的；三是通过实验手段使年轻人和老年人处于相同的感知觉压力下考查测验成绩的年龄差异，若两者的认知成绩差异减小甚至消失，则说明信息降格假说是可取的，即感觉功能的衰退导致了认知功能的老化。但是，我们很难找到感觉功能尚未衰退的老年人，且复杂的感知觉系统是难以通过简单的实验干预就能模拟出感知觉老化的(Lindenberger, Scherer, & Baltes, 2001)。但创设相同的感知觉压力是可行的一条途径，相关研究使年轻人、老年人处于相同的感觉信息输入水平探讨两者认知成绩的差异，结果支持了这一理论(Schneider, Daneman, & Murphy, 2005; Schneider & Pichora-Fuller, 2000; 彭华茂，2005)。（**此段在文中已经全部删除**）

意见 2：研究结果部分，两个年龄组被试知觉压力匹配情况是主要的研究结果之一，建议作者用图的形式形象展示两个年龄组信噪比和知觉压力的关系。

回应：

谢谢专家提出的宝贵意见，使得本研究结果更为丰满，经过思考，我们把这部分的结果添加在**2.3.1 视知觉压力的生成**中的倒数第二段（绿色字体）。

2.3.1 视知觉压力的生成

信噪比值是产生视知觉压力的关键条件，噪音越大，视知觉压力也就越大。研究发现，不论是年轻组还是老年组, 在高压力水平下，被试的实验材料上所覆盖的噪音多于中压力水平，而中压力水平又多于低压力水平。可知在压力条件下，两组被试的信噪比值都应随着压力水平的提高而变小，呈下降趋势，见图 2。

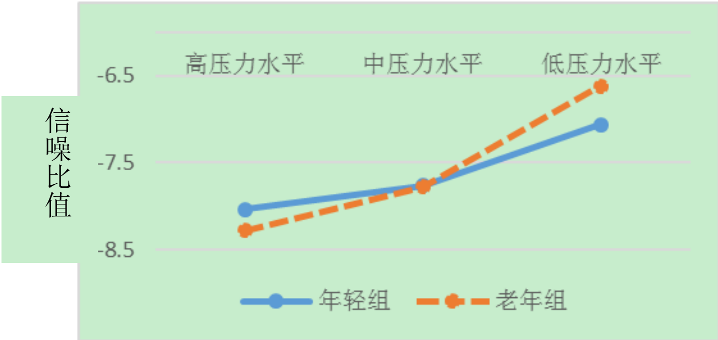

图 1 信噪比和视知觉压力水平的关系

意见 3：研究结果部分，三方面的基本认知能力，其实对研究假设支持最好的只有“数字能力”的结果；并且匹配了知觉压力（中、低压力水平）后，数字能力的年龄差异并没有完全消失，建议作者在讨论部分恰当地概括相关的研究结果。研究展望，建议在更严格地匹配知觉压力的前提下，进一步研究感知觉功能和基本认知能力在的认知衰退中的相对作用。

回应：

1. 首先，非常感谢专家提出的宝贵建议。的确匹配知觉压力（中、低压力水平）后，数字能力的年龄差异并没有完全消失，我们认为是**认知任务的负荷**在起作用，可以从认知资源分配的角度进行解释，对此我们已经在上次修改中进行了修改，请参见 4.1 **视知觉压力在基本心理能力老化中的作用**中的第一段，如下所示。

4.1 视知觉压力在基本心理能力老化中的作用

在这 2 项测验中，低、中视知觉压力水平下两组测验成绩的年龄差异并没有消失，而是随着压力水平的增大年龄差异逐渐变小，虽然这和研究假设有出入，但这可以从认知资源分配的角度进行解释(Wood, Chaparro, Anstey, Lacherez, Chidgey, Eisemann, Gaynor, & La, 2010; 高悦，2013)。Wood 等认为给老年人带上能使视觉变差的滤镜，使得视觉通道需要占用更多的认知资源以获得良好的感觉信息，能用于认知加工的资源随之减少，因而老年人的认知表现相比无滤镜条件下变得更差。高悦（2013）考察了认知负荷如何影响视知觉压力在抑制老化中的作用，发现在无噪音的自然条件下（视知觉压力不等），高、低认知负荷下的 Stroop 效应量的年龄差异均无显著差异；而在有噪音条件下（视知觉压力相等），低认知负荷时，Stroop 效应量没有显著年龄差异，高认知负荷时，Stroop 效应量的年龄差异显著，老年人的 Stroop 效应量大于年轻人。为什么在相同的知觉压力下，不同的认知负荷会对 Stroop 效应的年龄差异有不同的影响？这可能是由于低认知负荷耗费的认知资源较少，在感觉信息输入相等的情况下（相同视知觉压力条件），老年人可用于后续认知加工的资源和年轻人相近，因而 Stroop 效应的年龄差异很小。高认知负荷耗费的认知资源总量多，即使感觉信息输入相等，老年人剩余能用于认知加工的资源不足，而年轻人尚有余力应对，因此 Stroop 效应的年龄差异显著。

综上所述，本研究可以对信息降格假说进行一些补充。视觉功能的老化是通过认知资源总量对认知老化起作用的。首先，个体的认知资源可分为两部分：一部分用于感觉加工（外界信息的输入），一部分用于

认知加工，二者是此消彼长的关系。感觉加工占用较多资源时，认知加工可用资源减少。反之亦然。第二，老化使年轻人认知资源总量高于老年人。第三，年轻人较好的视觉功能可使其感觉加工消耗较少的资源。基于以上三点，在低、中视知觉压力条件下，两组被试能看清实验材料，视觉层面耗费的资源较少，虽然年轻人和老年人处于相同视知觉压力条件，但由于认知资源总量多，年轻人可用于认知加工的资源仍然大于老年人（认知资源的年龄差异已不及无噪音条件时大），因此在低、中视知觉压力条件下，两组被试的数字能力、归纳推理能力测验成绩的年龄差异相比于无噪音条件减小，但并未消失。而高视知觉压力条件消耗了老年人、年轻人较多的资源，这时年轻人和老年人可用于认知任务加工的资源均出现不足，两组被试的成绩都较差，从而出现年龄差异消失的现象。故而会出现数字能力和归纳推理能力的成绩出现随视知觉压力的增大，年龄差异逐渐缩小的趋势。

2、对于研究展望部分，我们已经在 4.3 **研究展望和展望** 中进行了相应了的修改（标黄部分）。

4.3　研究局限和展望

本研究通过实验手段操控被试的视觉信息输入水平，考察了视知觉压力在基本心理能力老化中的作用，但存在以下局限：本研究只探讨了视觉功能衰退对基本心理能力老化的作用，但老年人在日常生活中还面临着诸如听觉、触觉、味觉、嗅觉等多方面的感觉功能衰退，我们尚不能确定感觉功能的衰退是否会对基本心理能力的老化发生作用。此外，噪音条件下的归纳推理测验材料是根据被试正确识别数字信号所需要的信噪比值确定的，与归纳推理测验的图形材料并不完全对应，因此在对归纳推理测验的数据进行推论时还需谨慎。建议今后的研究在更严格匹配知觉压力的前提下，进一步研究感知觉功能在认知衰退中的作用。

审稿人 2 意见：

意见 1：请检查下文章——apa 格式的准确性。比如第二页，是否“Clay, Edwards ，Ross, Okonkwo, Wadley, Roth 和 Ball (2009)的到求？”

回应：

感谢专家的宝贵意见和细心的精神。已经在文中进行修正。见**问题提出**部分的红色字体。

1 问题提出

大量横断研究发现感觉功能和认知能力高相关，可预测认知能力的老化(Lin, Ferrucci, Metter, An, Zonderman, & Resnick, 2011; Lin, 2011; Lin, Metter, O’Brien, Resnick, Zonderman, & Ferrucci, 2011; Stewart & Wingfield, 2009; Weatherbee, Gamaldo, & Allaire, 2009; Wood, Edwards, Clay, Wadley, Roenker, & Ball, 2005)。Lindenberger 和 Baltes（1994）测量了 156 名老年人的视敏度、听敏度和智力（加工速度、推理能力、记忆、知识和流畅性），通过回归分析发现视、听敏度可以解释老年人 93.1%的智力年龄相关变异，即感觉功能可以解释认知功能大部分的年龄相关变异。申继亮、王大华、彭华茂和唐丹(2003)发现除加工抑制难以进入模型外，其他三种加工资源（感觉功能、加工速度和工作记忆）对基本心理能力的影响呈层级关系，而感觉功能则处于层级关系中的最底层，起着最基础的作用：感觉功能既在年龄和基本心理能力之间起中介作用，同时也是年龄和加工速度、工作记忆之间的中介变量。Clay 及同事（Clay, Edwards ，Ross, Okonkwo, Wadley, Roth, & Ball, 2009)得到类似结果，控制视觉（视敏度、视觉对比敏感度）的影响后，842 名老年人的年龄和记忆广度、年龄和流体智力之间的相关均不再显著，视觉功能是老年人记忆广度、流体智力的中介变量，证实视觉功能衰退在认知能力老化中起关键作用，视觉功能好的老年人，其流体智力保存得更好。此外，Humes 等人(Humes，Busey，Craig, & Kewley-Port, 2012)通过严格的心理物理学方法测量 245 名 18-87 岁被试的视、听觉和触觉，使用韦氏智力测验（第三版）中的 15 个分测验测查了被试的认知能力，通过主成分因素分析抽取出感觉功能、认知能力两个因子，进行相关分析发现年龄、感觉功能和认知能力相互之间存在显著的中度甚至高相关；控制感觉功能之后，年龄和认知能力的相关下降为 0，提示感觉功能是年龄和认知能力的中介变量。一些纵向研究也支持这一结论（Elyashiv, Shabtai, & Belkin, 2014；Ghisletta &

Lindenberger, 2005; Rott, 1995）。Rott (1995)分析 Bonn 老化研究中 156 名被试的 12 年追踪数据，发现视觉受损程度和视觉相关认知任务之间显著正相关，听觉受损严重者记忆力成绩差；使用结构方程模型对柏林老化研究中的 516 名老年人追踪四年的数据进行分析，发现视觉功能（远、近距离视敏度）和认知能力（知觉速度、词汇知识）密切相关，是随增龄动态相关的(Ghisletta & Lindenberger, 2005)。Elyashiv 等 (Elyashiv, Shabtai, & Belkin, 2014)对 2716 名 53-102 岁的老年人的视敏度和痴呆程度进行了 10 年的追踪，发现视敏度和痴呆程度显著负相关；控制年龄、教育水平、性别等因素后结果不变，即视敏度越差，认知测验得分越低。

。。。。。。。。

Schneider, Pichora-Fuller(2000)提出“知觉压力(perceptual stress)”范式，在需要被试反应的刺激上施加噪音，通过变化刺激和噪音的信号强度（信噪比）产生不同知觉压力，考察被试的听觉任务成绩。和无噪音的自然状态相比，如果认知成绩的年龄差异减小、甚至消失，则推论该差异由感觉功能系统的衰退所致，可证实信息降格说。

。。。。。。。。

Schneider 等还考察了视觉功能对抑制老化的影响。Ben-David, Schneider(2009a)对关于视觉和抑制老化的文献进行元分析发现，对颜色的感知觉能力是年龄和 stroop 效应（常用于反映抑制能力的高低）的中介变量，颜色的知觉能力老化能解释 stroop 效应的随龄改变。为了证明元分析中的结论，Ben-David, Schneider(2009b)选取 88 名年轻人，通过操纵 stroop 测验材料的颜色饱和度在年轻人中模拟老年人的颜色视觉老化特征，要求年轻人在不同的颜色饱和度的条件下完成 Stroop 测验，以此考察视觉功能衰退在 Stroop 效应老化中的作用。研究结果表明，通过操控颜色饱和度可以在年轻人中模拟出视觉功能老化，年轻人表现出与老年人相似的成绩：Stroop 效应增大，由此他们认为颜色知觉的衰退可能导致了 stroop 效应的老化。但是，Ben-David 和 Schneider 的研究只选取了年轻被试而未设置老年组，其结果只能说明老年人颜色感知能力的下降是其 Stroop 效应更大的原因之一。如果排除了颜色加工这一因素，Stroop 效应是否还存在年龄差异？只有让老年人和年轻人在识别颜色饱和度程度相同的情况下考察 stroop 效应量的年龄差异，才能证明抑制能力是否真正衰退以及在多大程度上衰退。

意见 2：一般的中英摘要文字，如果有数据结果，是否合适呢？请考虑本文的英文摘要内容。

回应：

感谢专家提出的宝贵意见，我们进行了认真的思考并且查阅了以往发表在《心理学报》的相关领域（认知老化）的文章（王大华，黄一帆，彭华茂，陈晓敏，2012），发现在王大华等人文章的英文摘要中也报告了数据结果，因为我们认为本研究英文摘中可以保留数据结果。

参考文献：王大华，黄一帆，彭华茂，陈晓敏. (2012). 老年人加工速度的干预研究. *心理学报*, *44*(4), 469-477.

第三轮 （主编终审意见）

意见 1：中英文摘要都只说了结论，差一 Concluding sentence. 修改后接受。

回应：

感谢主编提出宝贵意见，已经在中英文摘要、讨论和结论分别进行修改，详情请见绿色部分。

中文摘要

摘要:信息降格说认为，感觉功能老化使认知系统难以获得良好的信息输入，并必须牺牲有限的认知资源获得更好的刺激信息，使能用于认知加工的资源不足，造成认知老化。为探讨感觉功能对基本心理能力老化的作用，该研究采用 2(年龄组：年轻、老年组)×4(视知觉压力水平：高、中、低、无噪音)混合设计，考察年轻、老年组在相同视知觉压力下基本心理能力的年龄差异。结果发现和无噪音条件相比，相同视知觉

压力下基本心理能力（数字能力、归纳推理能力）的年龄差异减小，甚至消失，一定程度上支持信息降格说。视觉功能衰退可能是影响基本心理能力老化的重要因素，但这种作用受认知资源的调节。

讨论部分

综上，数字能力和归纳推理能力的结果在一定程度上支持信息降格说。故可以推测，视觉功能的衰退对基本心理能力的老化有重要作用，但这种作用受到认知资源总量的调节。

结论部分

随着视知觉压力的增加，基本心理能力（数字能力、归纳推理能力）的年龄差异逐渐缩小，甚至消失，研究结果支持信息降格说。视觉功能的衰退可以影响基本心理能力的年龄差异，提示我们视觉功能的衰退可能是影响基本心理能力老化的一个重要因素，视觉功能的作用受加工资源的调节。

英文摘要

The results supported the information-degradation hypothesis to some degree. The decline of visual function plays an important role in the aging of numerical ability and inductive reasoning ability. The relationship between visual perception and the aging of spatial orientation ability needs to be considered deeply. In conclusion, visual function may play an important role in the aging of PMA, while the role of visual function in the aging of PMA may be moderated by cognitive resource.