

平衡等式

代数 1 的大挑战

概述

大挑战是一系列促进创新的倡议，旨在解决历史上那些最需要帮助的人们在全球健康和发展中的关键问题。这些倡议采用挑战的形式，令大众关注和致力于具体问题。这种形式可以追溯到一个多世纪以前，当时一位名叫 David Hilbert 的数学家提出了一系列未解问题以启发数学领域的进步。每项倡议都是利用各种挑战使创新产生影响力的实验。

平衡等式是第一个关注美国教育问题的大挑战。

比尔及梅琳达·盖茨基金会试图打破美国这一代及前几代黑人、拉丁裔、英语学习者 (EL) 和贫困学生（我们称其为优先学生）在课堂或网上学习 7、8 或 9 年级代数 1 方面所面对的严重失衡的体系。

欢迎世界各地申请人的提交申请，申请人有赢得参加**第 1 阶段：规划和原型设计**的机会，资助金额为 100,000 美元，用于与我们的外部学习合作方美国研究所 ([AIR](#)) 一起制定试点研究计划。在完成第 1 阶段后，胜出者可以申请**第 2 阶段：试点研究**，资助金最高为 100 万美元。我们鼓励申请人在他们的解决方案*中考虑如何受益于两个或多个合作组织的专业知识，或者如何结合新兴或现有的市场解决方案。特别鼓励与代数 1 全课程或相关中级数学系列提供者进行合作的伙伴关系，因为这可能代表着一一条进入市场的明确途径。

什么是平衡等式挑战？

当你听到**数学**一词时，会想到什么？

“很难。” — 8 年级学生

“具有挑战性。” — 9 年级学生

“作业很多。” — 8 年级学生

“有时很有趣。” — 10 年级学生

这些只是 8 年级、9 年级和 10 年级优先学生*（在教育方面受影响尤其严重的学生）在 90 分钟访谈中清晰表达的部分回应，从而导致提出这一挑战。当前的数学现实充满了内化的负面信念、行为、模式和价值观，这并不是因为学生缺乏有利条件*或努力不足，而是由于更加沉重和更加系统化的东西。

通过克服这一挑战，我们的目标不仅是要使排他系统达到平衡（这个排他系统使学生形成分层并破坏了关键数学概念的美妙），而且要使代数*教育发挥他们的独特天赋和无限的能力。在我们的访谈中清晰表达的一些有利条件的例子包括：

*请参阅术语表中的定义

- **以目标为导向**

“如果你数学学得好，你的工作前途就会很好。”

10 年级英语学习者*，想要成为一名会计师

- **建立自己的支持团队**

“我叔叔！他是我认识的最擅长数学的人之一...我的朋友。”

- **如果同一道的数学题大家都做不出，我们通常会互相求助。”**

8 年级学生，描述她通过数学建立的重要关系

- **有强烈的自我意识**

“由于我的 3 年级和 6 年级老师的缘故，数学成为我学得最好也最喜欢的科目.....我妈妈带着小妹妹流落街头。从 11 岁起，我就打算一旦找到工作，就要照顾她。”

9 年级学生，具有强烈的自我意识和明确的未来抱负

此外，我们还听取了一些学生的心声，他们针对遭到破坏的学校环境优化了学习环境，找到了更多的数字资源来帮助他们的教育，尽管数学有时会令人焦虑，但仍对数学的价值充满热情。与我们交谈的另外几位学生对未来有明确的抱负，从他们想上的大学到他们想要追求的理想职业，到能够为家人提供经济支持。

通过有意识地关注优先学生的数学经验（我们承认没有模范学生），我们秉持“通过有针对性的方法可以实现普遍目标”的信念。¹我们针对优先学生设计的改进反过来可以为所有代数 1 学生释放出广泛的影响力和变革性成果。

为什么要平衡等式？为什么要现在做？

现代代数教育已经发展成为一种世界性语言，但是其非欧洲渊源在很大程度上被历史学家所忽视。阿拉伯语中的 الجبر 或“*al-jabr*”意为“破碎后的团圆”²，象征性地与这一挑战的精神相呼应。代数 1 在学生的整个数学学习中起着关键的转折点作用，而且是大学入学准备的有力指标，因此在这个关键时刻重新调整社会和政治叙事塑造的数学教育非常重要。

随着 COVID-19 的爆发，现有数据表明优先学生更容易受到不平衡的课堂体验的影响。截至 2020 年 5 月，网上数学课程的学生总进度与 2020 年 1 月初相比下降了 39.6%。高收入邮政编码地区学生的学习进度提高了 2%，低收入邮政编码地区学生的学习进度下降了 61.6%。³在 2020 年春季，主要为黑人和拉丁裔学生服务的学校的学生参与度较低⁴，只有 60%到 70%的学生能够定期登录。

¹“有针对性的普遍主义：政策与实践”，2019 年 5 月 8 日，<https://belonging.berkeley.edu/targeteduniversalism>

²“定义：代数”，2020 年 9 月，<https://www.lexico.com/en/definition/algebra>

³“学生参与的百分比变化”，2020 年 9 月，<https://tracktherecovery.org/>

⁴“COVID-19 和美国的学生的学习情况：这种伤害可能会持续一生，”2020 年 6 月 1 日，<https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/covid-19-and-student-learning-in-the-united-states-the-hurt-could-last-a-lifetime#>

⁵通过集中精力将课堂的权力重新分配给学生，并提高他们的有利条件和深厚的兴趣，我们就可以克服数学在本质上只适合部分学生这个传统限制条件和社会问题。

为了知晓解决方案的质量和共鸣，盖茨基金会正在将权力移交给学生。申请人将在优先学生占人口 **50%或以上**的社区对其解决方案进行试点。我们将依赖优先学生的不断参与来收集和整理反馈。通过这种方式的合作，我们就能够与学习伙伴 AIR 一起改善解决方案，从而为优先学生产生积极的成果。

支持优先学生的潜在解决方案可以类似于以下各项：

- 扩展日常实践活动，进行富有成效的数学讨论，建立其数学认同，并在不断发展的“课堂环境”（实际或虚拟；同步或异步）中重申数学的现实联系。
- 采用能够赋予他们力量和/或反映学生文化和社区，或用于探索人道与社会正义问题的任务和/或课程。
- 将以个人为中心的“轻松、快捷且独立地得出正确答案”⁶的数学才能侧重点转变为能够促进多人过程和互动的更加周全的迭代方法。
- 增添赋予学生力量并使其人性化的评估方法，同时利用更细微的数据形式。
- 加强教师的专业发展，使教育工作者为满足每个学生的独特需求、反思他们自己的偏见，并建立使学生感觉得到支持的关系而做好准备。

目前，我们不征求以下解决方案：

- 侧重于代数 1 以外的数学科目或超出代数 1 学习目标的特定数学内容。
- 侧重于政策议程。
- 不能充分吸收那些被确定为在美国的黑人、拉丁裔、英语学习者和/或贫困学生的优先学生。

挑战时间表和程序是什么？

资助程序分为两个阶段：

第 1 阶段：规划和原型设计和第 2 阶段：试点研究。

在这两个阶段中，获资助方将与 AIR 合作，通过制定研究计划来策划一项试点研究，这些研究计划要具体说明你的解决方案所依据的机制，以提高关键优先学生的结果；包括：制定学习问题清单，确定解决学习问题所需的方法和数据来源，并确定开展第 2 阶段学习的 Title 1 学校。在选择继续进行第 2 阶段之前，获资助方将继续与 AIR 和参与机构合作，收集数据并在 2021-2022 或 2022-2023 学年开展试点研究。

第 1 阶段：规划和原型设计 4 个月

10 到 15 份 100,000 美元奖金，用于资助规划和原型设计

⁵ Ibid.

⁶“建立包容性数学环境的五项指导原则”，2020 年 8 月 31 日，<https://mindsetscholarsnetwork.org/five-guiding-principles-for-creating-inclusive-mathematics-environments/>

- 申请开放时间：美国太平洋时间 2020 年 10 月 7 日早上 5:00 点
- 申请结束时间：美国太平洋时间 2020 年 11 月 6 日中午
- 申请审查时间：2020 年 11 月 - 2020 年 12 月
- 通知申请人时间：2020 年 12 月 - 2021 年 1 月
- 公布胜出者：2021 年 2 月
- 与 AIR 合作制定研究计划：2021 年 2 月 - 5 月

然后，第 1 阶段的获资助方可以申请

第 2 阶段：试点研究 13-24 个月

8-10 份高达 100 万美元的奖金，用于资助原型设计和实施

- 申请开放时间：2021 年 4 月 26 日
- 申请结束时间：2021 年 5 月 14 日
- 申请审查时间：2021 年 5 月 - 6 月
- 通知申请人时间：2021 年 7 月
- 公布胜出者：2021 年 8 月
- 由 AIR 与获资助方和参与机构合作开展试点研究，共三轮：2021 年秋季、2022 年冬季/春季（2022 年 1 月开始日期）和 2022 年秋季

我的申请将如何评估及由谁评估？

除了你在正式的“平衡方程”申请中的回答外，盖茨基金会还确定以下内容是成功提交申请的关键特征：

- 1) 在重点领域概述的优先学生需求解决方案的响应能力。
- 2) 作为连贯的数学教学系统的组成部分，能够与高质量*核心课程保持一致。（我们不希望将获得资助的解决方案成为取代核心教学的独立课程，而是满足学生扩大访问核心内容的需求。）
- 3) 产生所期望的学生和教师成果的可能性。
- 4) 第 2 阶段试点研究潜在内容：在 2021-2022 或 2022-2023 学年期间与 AIR 一起开展试点研究。
- 5) 创造力和思想的勇气。

1) 对于在重点领域概述的优先学生需求解决方案的响应能力。

通过与全国各地的学生、教师和学术专家进行初步研究得出了五个重点领域。我们认为，这些领域为改变优先学生的传统课堂体验提供了达到预期效果的最大机会。我们认识到这些领域在学生体验层次上具有相互联系，但是出于申请的目的将它们分开。申请人将需要在其申请中确定其解决方案与哪些领域相对应。

- **建立支持系统：**促进在学生与成年人之间以面对面或虚拟方式建立和维护包容性数学社区* 以建立关系。这些支持可在教育工作者之间建立批判意识*，并有助于理解与学生在共同构建数学学习社区方面共享力量；在成年人和学生中建立对数学更为广阔的视野；以及促

进学生和成年人之间有意义的协作、深入的数学思维和探索。(S2S, T2T, S2T, S2Adult, T2SFamily)

- **提高代数内容的相关性：**通过使用与数学社区（例如，课堂）中的学生兴趣相联系的真实示例来提高相关性，并更加注重对代数概念的理解。
- **提高对数学语言的理解：**通过处理数学词汇、句法、词法（变化的单词形式）、论点结构或学生和/或老师的反馈（其方式特别优先考虑新兴的多语言学生，但也有益于只讲英语者），提高语言意识和实践。利用新兴的多语言学生的语言优势和其他有利条件。注意不要对数学概念造成可避免的语言障碍。
- **赋予教师力量并加强教师实践：**提供的新材料、工具和策略，以增强、支持和扩展教师的知识以及使用满足个体学生需求的教学实践，培养数学熟练程度*以及每天营造正面的课堂体验。
- **开发新的或更好的反馈机制：**出于教学目的明确应用评估或进度监测数据，以增强对核心代数内容的访问。

2) 作为连贯的数学教学系统的组成部分，为与高质量核心课程配合使用而设计。

获得高质量课程材料是提高优先学生的公平性*并消除“只有少数人擅长数学”这一信念的重要因素。尽管市场上充斥着各种免费和易于访问的选项，但如今这些解决方案中有很多无法反映学生的全面情况，无法轻松地与核心课程一起使用，而且价格差异很大。申请人将需要确定其解决方案涵盖这三个关键组成部分中的哪一个。

- **独立实践：**练习和问题与核心课程挂钩。可以在课堂上练习或留作家庭作业。使学生有机会去尝试他们尚未掌握的内容。
- **介入：**专为帮助学习有困难的学生参加主流课程而设计，或为准备扩展学习的学生提供额外的充实机会。
- **用以指导教学的评估：**进行诊断性评估和中期评估，提供数据以指导教学。

3) 产生所期望的优先学生和教师成果的可能性。

我们通过下列组合来定义应对结果的可能性：

1. 现有证据表明解决方案和/或解决方案的关键组成部分能够移动这些结果中的一项或多项；并且
2. 令人信服、基于证据的明确阐述，说明该解决方案为什么有可能移动这些结果中的一个或多个结果的理由（“为什么会起作用”）。

我们看到成功的解决方案可以解决下列一些问题：

学生成果

- 增强在数学课堂中的正面体验*

- 增强作为数学家的正面认同*
- 提高数学发展和熟练程度

教师成果

- 增强对优先学生数学学习的积极心态和信念*
- 提高适应课程和教学的技能以满足学生的需求
- 更多地使用有效的数学教学方法*

4) 第 2 阶段试点研究潜在内容：在 2021-2022 或 2022-2023 学年期间与 AIR 一起开展试点研究。
AIR 将与平衡等式大挑战的每位胜出者制定并提交第 2 阶段的试点研究计划。每位胜出者将以其研究计划作为第 2 阶段提案的基础，如“时间表和程序”中所述。

5) 创造力和思想的勇气。

我们将寻求独创性。不寻常的构思、意想不到的方法、身临其境的概念、令人惊喜和兴奋的解决方案。我们将寻求对今天所知道的数学教育构成挑战的解决方案。

评委

盖茨基金会内部工作人员和外部学科专家以及思想领袖将在数学相关性、内容、语言、评估、专业学习、教学实践以及围绕优先学生需求的深入专业知识等方面对申请进行评审。

感谢我们的贡献者

教育界和数学界在本次挑战的形成过程中慷慨地提供了很多反馈意见，没有这些充满智慧的声音就不可能有这次挑战。非常感谢你的参与和深思熟虑的贡献。

大挑战赛将在下列时间启动：**美国太平洋时间 2020 年 10 月 7 日早上 5:00 点**。将在下列时间之前接受申请：**美国太平洋时间 2020 年 11 月 6 日中午**。

如有疑问，请联系平衡等式大挑战团队：balancetheequation@gatesfoundation.org

专业术语

为了促进对整个挑战过程中使用的术语的共同理解，盖茨基金会根据研究和意图为术语提供了定义。

代数 1: 该课程历史上介于初等代数与几何之间，最后成为大多数学生在 8 年级或 9 年级学习的一门真正意义上的通用大学/职业准备数学课程。“代数使学生从强调算术运算转移到注重使用符号表示数字和表达数学关系。”⁷代数为我们提供了交流数学规律所用的语言，因此它为学生（包括英语学习者）打下的基础对于之后的数学理解至关重要。代数中的每个主题都应作为过程、概念和应用的集成加以体会。代数通常涵盖：了解表达式中的结构，使用多项式和有理函数的算术，创建等式以及使用等式和不等式进行推理。⁸

有利条件: 学生具备并带入数学课堂的优势和兴趣。有利条件可以包括技能、知识、人脉/关系、文化、梦想、热情等。

批判意识: 我们采用 Mindset Scholars Network 的定义：教育工作者必须了解在数学环境中边缘化和偏见是如何表达的，并努力通过教学选择和与学生的互动来积极应对这些过程。在实践中，教育工作者的批判意识可能看起来不重要的例子包括：正视隐性冒犯、采用综合性的教学方法、明确称赞在数学上被认为是少数群体学生的贡献，或将学生在校外使用数学的情形纳入其课堂学习。可在 [Mindset Scholars Network](#) 上了解更多信息。

为与高质量核心课程配合使用而设计: 这次机会预示着将开发创新型补充资源，这些资源可作为对扩大访问核心内容的支持，同时满足各种学生学习需求并利用学生的身份、兴趣和创造力。为了对学生产生最大程度的影响并让优先学生更多地获取他们常常无法获得的挑战性内容，成功的提案将确定具体的核心数学课程或与新解决方案相配合的相应课程。核心课程可以是独立的“代数 1”课程，也可以是包含 7 年级和 8 年级代数概念的初中数学课程。解决方案应提出明确的用例：例如，针对小组或个人情况进行差异化；正式干预），包括潜在的环境（例如，在普通教学课堂中；在干预环境中；利用虚拟支持在家中使用）。

有效的数学教学实践: IES 实践指南[提高初中和高中代数的教学策略](#)中提供了各种建议。此外，我们强调：

- 增强开发数学包容性学习环境的能力。
- 增强支持学生深入参与内容的能力（例如，通过讨论、与其生活相联系、解决问题等）
- 增强评估理解和数学过程（即解题能力）的能力。

⁷“提高初中和高中学生代数知识的教学策略”，2020 年 7 月 21 日，https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/practiceguide/wwc_algebra_summary_072115.pdf

⁸“高中：代数 » 简介”，2020 年 9 月，<http://www.corestandards.org/Math/Content/HSA/introduction/>

参与：指具有以下特质的学生：目前对其数学能力抱有成长心态，积极寻求挑战，表现出课堂参与或帮助其他同学完成任务的意愿和信心，长时间不间断地专注于任务或教学，或者根据其学业目标或未来志向对追求数学或数学相关领域具有持之以恒的兴趣（尽管经验不足的教育工作者教学方法不佳、教材质量低下、有干扰的学习环境、情感障碍和系统性的评估压力）。

英语学习者：根据联邦政府的定义，“英语学习者 (EL)”或“新兴多语种”是指来自主要语言非英语的家庭的学生。EL 是一群丰富多样的学习者，他们将重要的智力和文化有利条件带入数学课堂，而数学教学却并非总是以他们的成功为目标。对于在美国不断增长的 EL 学生群体而言，以文化上与他们的语言有利条件相关的方式，以及在数学上严谨且适合每个年级的方式提供旨在构建数学语言的数学内容至关重要。请参阅[移民政策研究所](#)或 [ELSF](#)以了解更多信息。

公平性：全面接触，使学生个人的目标能够得到实现。“这要求所有利益相关者：

- 确保所有学生都能接触到具有挑战性的数学课程，这些课程由熟练而高效的老师根据需要进行差异化教学；
- 监测学生的学习进度并给予必要的通融；和
- 酌情提供补救措施或其他挑战。”⁹

高质量的课程：根据一系列严格的标准和教学材料的一致性，由第三方评审工具对顶级课程进行评估和排名。评审工具的例子包括：[EdReports](#)、[教学材料评估工具包 \(IMET\)](#)或 [Equip rubrics \(K8 数学单位\)](#)。

包容性数学社区：培养归属感，并帮助所有学生形成自己的身份认同，成为有能力和能胜任的学习者，并在这种情况下感受到文化上的连续性。包容性数学社区认识到，某些学生的身份在数学课上已被边缘化，并主动向更深层次的包容和价值发展，让所有学生成为数学能手。课程材料、评估方法和课堂互动会对每个学生对数学社区的包容性或排他性体验产生影响。有关更多详细信息，请参阅 [Mindset Scholars Network 的营造包容性数学环境的五项指导原则](#)。

数学熟练程度：关于学生熟练掌握的涵义，我们采用 [Adding It Up \(2001\)](#) 国家科学院的领域共识。数学熟练程度分为五个方面：

- **适应性推理：**逻辑思考、反应、解释和求证的能力
- **概念理解：**理解数学概念、运算和关系
- **熟练运算过程：**能够灵活、准确、高效、合理地使用（运算）过程技能
- **性情动能：**习惯于将数学视为有意义的、有用的和有价值的并相信自己的勤奋和能力。
- **策略能力：**构造、表达以及解决数学问题的能力

正面的数学认同：数学认同与个人成为“数学达人”的感觉具体相关，这种感觉使他们有能力从事数学工作。¹⁰通过这一挑战，我们还努力让学生了解代数与当今和未来生活的关系。

⁹“数学的获取与公平性”，2014年4月18日，<https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Access-and-Equity-in-Mathematics-Education/>

¹⁰ Miller-Cotto, Dana and Lewis, Neil A, (2020), 我是“数学达人”吗？课堂文化如何塑造黑人和拉丁裔学生的数学认同。工作论文。

在数学课堂上的正面体验：这次大挑战旨在增加优先学生在数学课堂上的正面体验。学生的四个关键成果包括：

- 增加归属感
- 提高对代数的参与度
- 增加对代数的兴趣
- 增加鼓励深入的数学思考、探索和协作的体验

关于优先学生数学学习的正面心态/信念：关于优先学生数学学习的正面心态/信念可以采取多种形式，但对于教育工作者/成年人的三个关键成果包括：

- 提高批判意识（了解数学环境中的边缘化和偏见是如何表达的，并通过教学选择和与学生的互动来积极应对这些过程）
- 增加优先学生成为数学能手的信心（因此提供学习严谨数学内容和途径的机会）
- 增加对数学广泛性的见解（即数学的历史、参与者、应用以及因此如何增加与优先学生生活的相关性）

优先学生：在美国的黑人、拉丁裔、英语学习者和/或贫困学生。

解决方案：解决方案可以是为 7 至 9 年级优先学生（及其老师）的代数 1 课程提供支持的课程、实践方法、教学模式、平台或工具。解决方案可以是新的解决方案（目前不存在），也可以是“具有可操作性”的现有解决方案。解决方案也可以通过与多个组织的伙伴关系来构建。解决方案必须与至少一个重点领域保持一致，并且可以明确用于整个代数 1 课程，该课程必须满足 7-9 年级代数覆盖内容的最低要求。所有解决方案的设计都必须支持在 9 年级结束时掌握通常与代数 1 课程相关的内容标准。我们还鼓励你思考一个连贯的数学教学系统的其他组成部分（为教学提供指导的独立实践方法、干预和评估），这些部分可以包括在你的解决方案中。解决方案的示例可以包括：

- 一种网上独立实践工具，可与现有的高质量代数 1 核心课程相配合，并具有文化回应性教育和嵌入式英语学习者支持。
- 一种用于放学后、暑期或基于社区的课程，侧重于构建黑人或拉丁裔女孩在代数 1 上的正面数学认同，这要以与课堂代数内容相关的方式进行。
- 针对 7 至 9 年级学生的在校辅导干预措施，能够通过辅导和严谨的学习为优先学生提供数学方面的支持。

有关更多解决方案的想法，请参阅上述部分 [为什么要平衡等式？为什么要现在做？](#) 在创新和创建新的或现有的解决方案时，我们鼓励你着眼于 (1) 能够公平实施的可扩展创新和 (2) 支持系统变化的创新。如果入选第 2 阶段，你则需要准备好在 2021 年秋季之前与优先级学生落实解决方案。

传统数学课堂：我们对“擅长数学的”涵义所继承和内化的假设、价值观和信念总和，即“天生”有才华的个人，而不是能够通过程序化导向（通过重复任务和练习而习得的技能）来快速完成数学问题并努力寻求非对即错的二元解决方案的一群熟练和专心的问题解决者。