

儿童早期工程设计课程
思考、制作、尝试[®]
(THINK, MAKE, TRY)[®]

教师指南



Bay Area
Discovery
Museum



关于湾区 探索博物馆

湾区探索博物馆自 1987 年开馆以来，一直致力于帮助儿童和家庭成长和繁荣。该博物馆位于加利福尼亚州索萨利托。这是一个特别的地方，每个孩子都可以沉浸在游戏中，与他人交流，并通过令人兴奋（而且通常是混乱的！）的实践学习获得新发现。



Bay Area
Discovery
Museum

目录

儿童早期工程设计简介	1
湾区探索博物馆的思考、制作、尝试®流程	2
提升思考、制作、尝试®技能的技巧	4
儿童早期工程设计的一般引导策略	7
思考、制作、尝试®对话初学材料	9
将儿童早期工程设计技能融入您的课程方案	10
符合《下一代科学标准》	15
评估学生的工程设计参与度	16
阅读清单	17
附录：教师资源	19
工程学的主要分支及其与我们日常生活的联系	20
思考、制作、尝试® (Think, Make, Try®) 评估工具	23
思考、制作、尝试® (Think, Make, Try®) 儿童早期工程设计评估标准	24
思考、制作、尝试® (Think, Make, Try®) 设计活动材料清单	25
思考、制作、尝试® (Think, Make, Try®) 材料清单（适合年幼的孩子）	26
思考、制作、尝试® (Think, Make, Try®) 设计方案和注释页	27
思考、制作、尝试® (Think, Make, Try®) 设计证书	28
思考、制作、尝试® (Think, Make, Try®) 快速指南	29



Except where otherwise noted, this work is licensed Creative Commons
License Attribution- NonCommercial- NoDerivatives 4.0 International License

儿童早期工程设计概论

工程是 STEM (科学、技术、工程、数学) 其中的一个组成部分。工程的核心是使用设计流程解决问题。工程师首先确定问题，然后集体讨论确定设计解决方案，建造和测试模型并进行改进。工程师使用许多学科知识，而不仅仅是科学、技术和数学。他们还利用艺术来设计和创建他们的解决方案，这被称为 STEAM。

我们知道未来需要多种类型的工程师，但我们也知道工程职业并不适合所有人。那么为什么要专注于工程？

在湾区探索博物馆，我们相信每个人都是工程师，因为工程就是发现和解决问题。在幼儿期，工程是一个设计过程，使孩子能够在创造具有特定目的的物品时成为问题解决者。通过工程设计过程中的各个步骤，孩子可以表达他们的创造力并在规划中进行协作，使用不同的材料制作新的物品，测试他们的想法并重新设计。

工程所涉及的技能将使所有儿童受益，并且对于学校和生活各个方面的成功都很重要。通过工程学，幼儿可以学习和练习解决问题和协作的技能，这些技能将帮助他们培养对他人的同理心并应用于现实生活中。此外，研究表明，接触涉及批判性思维、推理和解决问题的工程任务的幼儿

会形成积极的 STEM 态度和自我认知，而且更有可能在未来学习 STEM 相关课程。请参阅本手册末尾的教育者资源附录，查阅工程学主要分类的表格以及与我们日常生活的链接，包括历史和当前工程师的示例。

您不需要有 STEM 背景去参与儿童早期工程活动。事实上，您可能已经为孩子提供了许多为工程设计过程奠定基础的活动和课程。

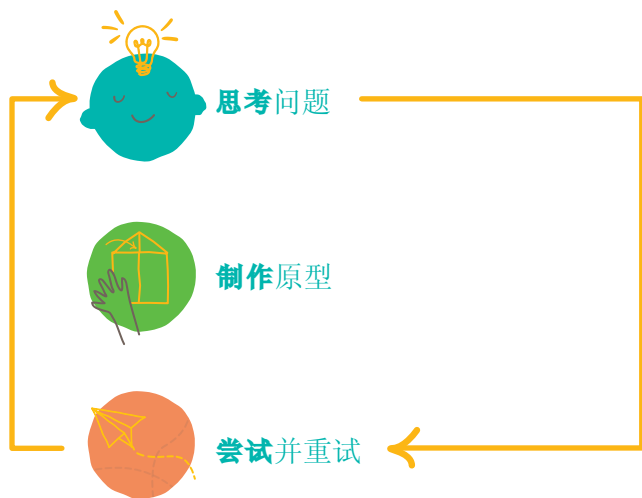
这本小册子旨在支持教师与从学前班到小学低年级儿童一起合作，通过创造性地解决问题来提高早期的工程技能。其中包括支持设计、规划和评估活动的技巧，以及我们为适合儿童使用而创建的免费资源指南。这不是课程，而是一组资源，您可以根据学生的学习目标进行挑选。请注意，本小册子介绍的所有资源均可在我们的网站 (BayAreaDiscoveryMuseum.org/ThinkMakeTry) 上以 PDF 形式免费获取，包括面向学生资源的西班牙语和中文版本。

感谢您与我们合作，促进您的学生探索问题解决和工程设计过程。与您的崭露头角工程师一起享受探索的乐趣！



湾区探索博物馆的**思考、制作、尝试**[®] (**THINK, MAKE, TRY**)[®]流程

工程设计过程有很多不同之处。当教师推广以工程为基础的课时，年幼学习者往往被忽视。湾区探索博物馆的专有版本**思考、制作、尝试**[®]是专门为年幼学习者而设计。**思考、制作、尝试**[®]是一个持续循环中的三个简单步骤：



思考、制作、尝试[®]以儿童天生的好奇心为基础，引入工程设计过程作为发展支持创造力、批判性思维和协作的机制。

在工程设计过程的**思考**阶段，孩子学习并考虑问题。孩子应该花时间了解问题的不同方面以及需要解决的问题，包括了解谁将使用以及如何、在何处或何时使用该成果。在此步骤中，务必让孩子在提出潜在的解决方案或直接建造某些物品之前进行思考。孩子可以在设计和建造原型时记下或画出他们想要记住的想法。他们甚至可以开始考虑想要使用的材料。

工程设计过程的**制作**阶段让他们能够亲自动手将自己的想法变为现实，这对于孩子而言尤其令人兴奋。在此阶段，孩子会提出解决方案的想法，甚至可能勾画出他们的设计方案。每个孩子都可以以他们选择的任何方式（通常以不同的方式）组合所提供的材料，及他们的解决方案的原型。成人应该鼓励孩子通过提问或留出时间让同伴互相交谈来解释他们的想法。答案没有对错之分。在同辈之间比较他们的作品，参与关于他们所做选择的对话，并指出他们创作的具体特征可能会有所帮助。

在工程设计过程的**尝试**阶段，孩子测试他们的原型，看看是否以他们希望的方式解决了最初的问题。在这个阶段，孩子会决定哪些方面按计划有效执行，哪些方面以不同的方式执行。最有可能的是，他们会发现其设计的某些方面按预期执行，而其他方面则不太成功。成人应该鼓励孩子完善自己的想法并做出改进。这自然会导致他们重新尝试，并将使他们返回到**思考**阶段重新开始该过程。

学生可以在各种正式和非正式的教育环境中使用**思考、制作、尝试**[®]。他们可以利用这个过程来设计自己的解决方案以完成作为课程的一部分，解决创造性的挑战，在游戏中建造的物品，或者测试新的想法。

当孩子完成这个过程时，他们将使用和发展认知技能，这对于他们准备参与工程设计过程以及学校和生活的各个方面都很重要。

我们确定了学生在参与**思考**、**制作**、**尝试**®时将培养的 10 项重要认知技能（见下表）。

思考、制作、尝试®（THINK, MAKE, TRY）®认知技能		
	技能	定义
 <p>思考</p>	元认知	控制和反思我们想法的能力
	心智理论	考虑他人的目标和信念
	执行功能	跟踪信息和思维灵活性
 <p>制作</p>	双重表征	理解符号与其所指内容之间的联系
	空间推理	我们观察和驾驭周围世界的方式
	排序	对不同的物品或事件进行排序的能力
 <p>尝试</p>	系统思维	了解各个部分的功能、它们之间的关系以及每个部分如何对系统做出贡献
	因果推理	能够识别原因与其产生的影响之间的关系
	反事实推理	思考过去事件的替代结果的能力
	成长心态	相信我们的智力和能力可以通过实践而提高的信念

关于这些技能背后的研究的更全面信息，请参阅“**以思考、制作、尝试**®方式提供儿童早期工程设计课程”：[查阅相关文献，请浏览BayAreaDiscoveryMuseum.org/ThinkMakeTry](http://BayAreaDiscoveryMuseum.org/ThinkMakeTry)。

提升思考、制作、尝试®技能的技巧

下面我们提供了关于**思考、制作、尝试**®流程每一步的更多描述，以及如何帮助孩子在工程设计过程中和工程设计过程之外培养 10 项认知技能的提示。（另请参阅附录中的快速指南页）



思考问题

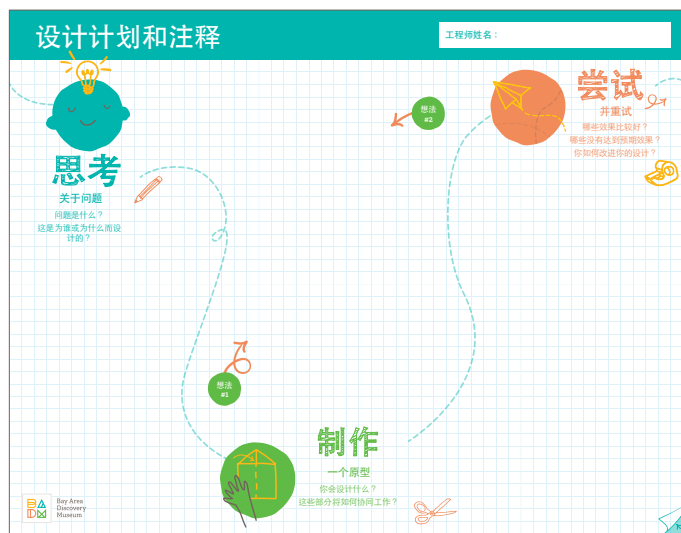
学生首先确定并阐明他们对问题的理解。鼓励他们思考谁受到了影响，以及他们受到影响的不同方面，包括这些问题给他们带来的感受。在不提出具体解决方案的情况下，学生可以开始思考最终目标：成功的解决方案会怎么做？它如何帮助解决问题？学生还可以考虑在其设计计划中可能需要的重要的材料或工具，例如特定纹理、形状或硬度的材料。让学生成为问题解决者可以培养他们的同理心和乐于助人的愿望，帮助他们学会责任，并表明您重视他们的想法。

提升思考技能的技巧：

- **元认知：鼓励孩子绘画或做笔记。**做笔记和绘画有助于学生的元认知和组织思维。孩子可以记下他们对问题的了解以及解决问题的方案。孩子可以使用笔记和图画来反思他们的想法，并在描述过程时与他人分享设计结果。使用我们的笔记文档（在附录中），创建您自己的笔记文档，或者让孩

子使用草稿纸！

- **心智理论：明确观点采择。**当学生阅读或聆听书籍或看电影时，谈论他们认为其他人或故事中的人物对某个问题的了解或感受。这有助于孩子理解人们的行为通常是由他们的想法引导的，并且不同的人可能有不同的想法。通过让最小的孩子思考脑子里有什么画面来提醒他们。
- **执行功能：支持孩子灵活思考问题的多种解决方案。**鼓励孩子考虑可能有助于解决问题的不同材料或设计。这种灵活性将有助于他们解决自己的问题，并了解其他人可能使用的不同做事方式。



参见附录



制作原型

一旦学生对问题有了深入的了解，他们就可以集体讨论确定解决方案。鼓励学生从不同的角度看待解决方案，以想象解决问题的多种方法。解决方案可能会侧重于受问题影响的人员或问题的根源。例如，为了减轻潜在的洪水问题，房屋可能建在高地上（直接帮助居民）或建在水坝或其他引水系统附近（针对问题的根源）。让学生画出设计草图来表达他们的想法，然后选择一种解决方案进行研究。制作原型是一个亲自动手、以孩子为导向的机会，让学生看到自己的想法变成现实。这个步骤也可以让学生探索和比较不同材料和工具的特性。作为教师，您可以为孩子提供一个安全的探索场所。使用各种日常、新颖甚至“有风险”的工具（例如热胶枪或订书机）可以让学生尝试多种选择并激发他们的创造力。请注意，如果孩子最终只是玩这些材料而不用于建造他们的原型，那也没关系——这种探索是建立对新材料信心过程的重要组成部分。更多想法，请参阅附录中的[设计活动材料清单](#)。

提升制作技能的技巧：

- **双重表征：**帮助儿童加深对表征的理解。原型是表征 - 它们可能比“真实”的物品更小，或者使用不同的材料制成。通过指出图画和照片中的物体以及创建或查看简单的地图（例如，让他们画一张他们的房间或房子的地图），为孩子提供探索“一件事可以表征另一件事”的机会。让孩子解释这个表征如何与其原始来源联系起来。

- **空间推理：**练习识别和绘制形状。为了提高空间认知能力，让孩子通过绘画或玩积木或七巧板来认识形状。请务必使用描述形状及其相互关系的词语（例如，正方形和长方形都有四个边）以及空间语言（例如，上方、下方、顶部）。绘画和与形状的物理互动都将帮助孩子规划、绘制和建造他们的设计。
- **排序：**讨论任务或事件中的步骤顺序。让孩子描述或画出日常任务中涉及的顺序或步骤，例如穿衣、洗澡、做晚饭和吃晚饭。您还可以使用书籍通过回忆故事的开头、中间和结尾发生的事情来提示讨论的顺序。年龄较大或对排序更有经验的孩子也许能够思考如果重新排序将会发生什么。





尝试并重试

在这个阶段，孩子将做出预测并测试他们的原型，看看是否会按计划工作以及是否解决了最初的问题。鼓励学生根据需要多次重复，以继续改进他们的设计，即使他们的设计第一次就“成功”。学生应该寻求他人的帮助和支持来改进他们的设计。他们还可以比较自己以前的作品是如何工作的。

请注意，该过程的这个步骤对于学生而言可能是最困难的，尤其是那些对失败的想法感到不舒服的学生。提醒学生，有价值的学习来自失败，这有助于激发关于如何改进原型的新想法。您可以通过对话为学生提供框架，通过提出开放式问题，例如“什么有效或无效，为什么？”或者“你将如何改变设计，对它进行改进？”，以鼓励对话。

提升尝试（和重试）技能的提示：

- **系统思维：让系统思维成为日常观察行为。** 通过指出或要求学生解释细小部分如何构成整体，特意解释我们如何在日常生活中使用系统思维。这些重要的对话可以与许多学科相关，可以鼓励思考日常物体或自然世界是如何运作的（例如，从水槽取水、骑自行车或在外边种花）。让孩子解释游戏活动中涉及的系统。例如，在玩积木游戏期间，要求孩子解释他们的建造的每个部分如何有助于他们的创造工作。
- **因果推理：设立供孩子玩耍和探索物体的站点。** 研究表明，被允许玩耍和探索的孩子更有可能以进行实验来收集关于事物如何运作的信息。这种探索最终帮助学生获得关于因果关系的新信息（例如，当这个旋钮转动时，灯会亮）。通过“你认为这是如何运作的？”之类的问题来促进探索。
- **反事实推理：留出时间并鼓励扮演游戏。** 在扮演游戏中，孩子可能会重演现实生活中的事件（例如，去杂货店或去看牙医）或想象一些奇幻的事情（例如，成为超级英雄）。无论孩子扮演什么，都提供了发展许多技能的机会，并且是进行反事实推理或考虑替代结果的特别安全方式。为了鼓励这种思考，可以提出一些以“我想知道，如果……将会发生什么”开头的问题，例如“我想知道，如果我扮演婴儿，而你扮演医生，将会发生什么。”
- **成长心态：讨论失败与坚持。** 教导孩子，错误和失败是学习和设计过程的正常组成部分，我们可以从尝试失败中学习。关注并赞扬孩子在所做的事情上投入的过程和努力，而不是成果。当犯错误或事情没有按预期进行时，您可以说“你在该设计上非常努力”或“我注意到你一直在练习……”之类的话。提供各个领域（STEM、艺术、体育等）的人物在取得成功之前（和之后）努力工作并经历失败的例子。

鼓励合作

项目协作的一种方式共享协调。当孩子参与共同协调时，他们会在同一个物体上一起合作，并且必须了解彼此正在做的事情。项目协作的另一种方式是分工。当每个人从事项目的不同部分时，可以进行分工。最后，各个部分必须组合在一起才能完成设计。无论哪种类型的合作，过程中的给予和接受都有助于孩子更好地理解他们的想法，因为他们必须辩解并向其他人充分解释这些想法。孩子也将彼此视为一种资源，这有助于他们感受到团队力量比自己更强大，而他们是这个团队的成员

并排工作

即使孩子单独工作，但有其他人在旁边并排工作，他们也会互相学习。不需要说什么——孩子会注意到他们的同伴或您的行为，并模仿或向他们学习。请注意，即使是尚未准备好合作的最小的孩子也会一直在观看，他们的观察可以激发自己设计的新想法。随着孩子年龄的增长，他们越来越关注模仿，提醒他们从别人的作品中寻找灵感是可以接受的。

通过提问、对话和反思来提示孩子

可以单独挑选出工程设计过程的各个部分，以便有更多的讨论和解决问题的时间。让孩子解释他们正在制作什么，每个部分是如何工作的，以及还想创造什么。在他们创建并测试原型后，引导孩子关于挑战的讨论，以帮助他们评估自己的技能（例如，“告诉我一些没有像你想象的那样有效的事情”）和他们的情绪（例如，“当这个不起作用时感觉如何？”）。找出进展顺利的事情，让孩子分享他们在解决问题时感到自豪的事情（例如，“你最自豪的是什么？”）。然后鼓励孩子思考他们现在想尝试或将来可以使用的新策略（例如，“下次你会尝试什么不同的方法？”）。当我们进行对话并提出开放式问题时，我们可以提升孩子的创造性思维，并向他们表明他们的想法很重要。明确谈论您希望教授的概念。请参阅下一页的**思考、制作、尝试**®对话初学材料。



思考、制作、尝试®对话初学材料

当孩子参与**思考、制作、尝试**®过程时，成人可以通过向孩子提出问题并让他们参与对话，知道他们对问题的了解以及可能想要如何解决问题，从而引导创造性地解决问题方案。以下是工程设计过程每个阶段的对话初学材料的提示。您可以打印此页作为参考，或浏览BayAreaDiscoveryMuseum.org/ThinkMakeTry获取这些提示的海报（提供英语、西班牙语、中文版本），可以挂起来或与照看者分享。

思考问题时

- 你要解决什么问题？
帮助识别和阐明问题。
- 你如何帮助建造某件物品？
帮助建立同理心并允许孩子主动做一些事情。
- 你认为设计需要哪些部分？
通过策划来发展执行功能。

制作原型时

- 你会使用哪些材料来制作你的设计？
引导对材料特性的探索和比较。
- 你的设计将如何帮助解决问题？
鼓励在功能和设计之间建立联系。
- 你还能想到其他的设计思路吗？
通过集体讨论确定多种解决方案来激发创造性思维。

测试原型时

- 当测试设计时，你认为会发生什么？
鼓励孩子进行预测。
- 在你的设计中哪些方面起作用？
帮助关注因果关系。
- 发生了哪些意料之外的事？
通过注重改进的领域提升批判性思维。

留出时间进行反思

一旦孩子完成了整个过程并有机会修改他们的设计，帮助孩子反思设计过程。留出时间进行个人或小组对话，询问他们对工作的感受以及学到的事物。下面列出的简单问题有助于提升认知技能的发展，例如元认知、执行功能、成长心态和反事实推理（请参阅第 3 页的认知技能表）：

- 完成设计后，你感觉如何？
- 在设计过程中，遇到什么令人沮丧的事情吗？
- 你有什么值得自豪的事情吗？
- 你学到了什么？
- 下次你会采取什么不同的做法？

考虑向孩子提供一份证书，突出他们的设计作品，并巩固他们使用**思考、制作、尝试**®流程和技能的能力。



参见附录

将儿童早期工程设计技能融入您的课程方案

关于工程学的一个主要误解是，它要求孩子以 3D 方式建造或制作一些物品，而且通常很混乱或很困难。事实并非如此！事实上，由于早期工程学专注于设计过程，它自然地与其他学科领域相结合。跨学科课程可以提高学生对内容的参与度并优化学习机会；例如，English (2018) 认为，工程学习不仅有助于 STEM 教育，还有助于艺术和文学，即 STEAM 教育。

她建议将工程课程整合到教师已经讲授的课程内容中，这样就不会感觉像是一个附加课程。

以下是将工程设计流程整合到不同学科领域的建议。另外，请浏览 BayAreaDiscoveryMuseum.org/ThinkMakeTry 查找支持之前讨论的每个关键认知领域的活动。

艺术

艺术涉及规划和实验，以及对材料如何工作的理解。在要求学生创造一些物品之前，为他们提供时间探索材料和工具，并思考如何组合在一起创造新的物品。要求学生比较和对比一组材料的特性（例如纹理、形状、尺寸），并思考每种材料如何适用于不同类型的项目。花时间探索一种材料或工具的变化，例如比较不同类型的胶带（例如透明胶带、美纹纸胶带、强力胶带、双面胶带、包装胶带）并了解每种胶带如何粘贴材料。

让学生进行寻宝游戏，寻找三种类型的材料，例如柔软的物品、圆形的物品和长的物品。然后要求他们用自己的材料创造一些物品。让学生分享他们的创作以及三种材料如何在创作中发挥作用。学生可以拆开他们的创作来创造新的物品，或者探索可以组合材料的所有方式。

绘画、素描和涂鸦可以引导其他更传统的学科（例如科学和数学）的工作。通过鼓励孩子使用各种工具（例如铅笔、钢笔、记号笔、油漆）绘图或画画，建立孩子的舒适感和自信心。他们可以自己绘画或临摹出现在他们环境中的事物（例如，绘制房间、他们的家或操场的素描）。提醒他们，图画不一定要完美或精确。绘图可以是单一的活动，也可以被孩子用来展示他们对任何类型的工作或活动的想法或计划。

通过提出“你的项目是否按你预期的方式进行？”或“你的项目有什么想要添加或修改的内容吗？”等问题，以引导学生反思他们的作品。

数学

数学可用于帮助进行具体观察并确定设计是否成功。考虑学生在创建和测试问题设计时收集和分析数据的方法。让学生测量纸飞机飞行的距离或确定他们设计的船只可以承受多少重量。然后鼓励学生对他们的设计进行修改并再次测量，以了解新的原型的实际效果。

空间推理是早期数学学习的关键组成部分。研究发现，在基础游戏和数学课程中使用积木可以增强学生的空间意识（Shumway, 2013）。使用不同的方块（例如泡沫块、原木、多链接立方体，甚至棉花糖和牙签）建立，营造出探索的氛围以及用于**思考、制作、尝试**®各种设计的安全空间。这些空间还可用于探索对称性、分类和简单材料。

在小学低年级阶段教授绘图和制作蓝图可以增加学生对测量的接触。而且，使用蓝图可以帮助他们培养在 2D 和 3D 建模方法之间轻松切换的能力。

当向学生提出数学问题时，要求他们首先考虑解决问题的各种可能方法（例如，“你有什么工具来解决这个问题？”“你会如何解决这个问题？”“你能想到解决这个问题的其他方法吗？”）。当学生解决数学问题或制作项目时，提示他们反思自己的进展（例如，“你之前能够解决这个问题吗？”“其他人是否有相同或不同的答案/解决方案？”“你从尝试中学到了什么？”）。

阅读与文献资料

当孩子第一次学习阅读时，他们可能会遇到困难，因此鼓励成长心态很重要。提醒他们，困难在这个过程中是正常的（例如，“学习阅读是一项艰苦的工作！”），有时我们会犯错，但我们不必放弃（例如，“这不太正确，你可以尝试其他发音吗？”）。您可以通过提出许多问题来引导学习阅读，例如“这听起来像您以前听过的单词吗？”或“是什么给了你线索？”或“你怎么知道的？”

英语和语言艺术标准注重“关键想法和细节”以及“知识和想法的整合”和工程第一步（即发现问题并与使用者建立同理心）的紧密相连。当您与学生一起阅读故事时，停下来帮助他们识别关键人物以及他们正在经历的问题，并鼓励他们预测接下来会发生什么。不要立即读完故事，而是鼓励学生通过提出“这个角色可以通过哪些方式解决这个问题？遇到类似的

情况你会怎么做？”之类的问题来集体讨论问题的解决方案。当您回过来读完这个故事时，解释这只是作者选择解决问题的一个方法。

学生可以通过绘画或短文写作（对于年龄较大的孩子）来表达故事的另一个结局。根据故事的性质、学生的年龄以及您拥有的时间和资源，您可以让学生构建他们集体讨论确定的设计解决方案来建造原型并进行尝试。

在童话故事单元中，学生可以创作自己的童话故事，或者在 Scratch 或 ScratchJr 上创造数字游戏，在这些游戏中，主角必须找到并击败恶棍。学习诗歌的学生可以为 Jack 和 Jill 画出一个解决方案，让 Jack 和 Jill 把一桶水送到山顶；如果有时间，他们可以使用回收材料创建该解决方案的原型。

科学

可以观察和研究我们当地环境中的许多现象。带学生到室内或室外的特定地点观察和记录生物或非生物。鼓励他们记下所看到的内容，提出问题，并就为什么该物体或物种具有特定特征做出假设。

您可以通过多次再考察同一地点或让学生设计一个栖息地来饲养和观察植物或小昆虫，以进一步探索。在观察过程中，要求学生对可能发生的情况、或物种或物体随着时间的推移可能如何变化做出预测。

在之后的观察中，要求学生对他们的观察进行新的记录。然后，可以比较和对比他们的观察结果，评估预测的准确性（例如，“随着时间的推移，哪些方面保持不变？发生了哪些变化？”）这种探索的延伸可能包括在一天中的不同时间进行观测，或者在保持其他特征不变的同时改变环境中的一个特征。



社会研究

Hynes 和 Swenson (2013 年) 认为, 工程学可以被视为一门社会科学, 最终成果的“有用”方面决定了工程学要考虑到设计的成果所针对的对象。

我们周围的人一直会遇到问题。让学生有机会将工程设计过程应用于实际问题, 无论是帮助现场办公室经理记录钥匙的去向, 或者是解决食物浪费等重大问题。通过这些实际应用, 要求学生了解周围观点, 并使他们能够改变自己和他人的生活。

让学生找出在学校可能有需要帮助解决问题的人员。与学生一起准备问题, 他们可以向学校人员询问关于遇到的问题的更多信息, 然后邀请这些人员与学

生交谈, 以便学生有机会进行采访, 以了解问题和使用者的需求。

帮助学生将问题范围缩小到可管理的范围, 然后集体讨论可能的解决方案。邀请他们使用基本工程材料或可回收材料创自己想法的原型, 然后测试并改进原型。向使用者展示这些原型并寻求反馈, 以便学生可以进一步改进他设计。您甚至可以获得更耐用的材料, 学生可以使用这些耐用材料制作实际产品。帮助高年级学生为使用者准备演示文档, 其中包括他们创建原型的过程以及如何将反馈纳入最终成果。

社交情感学习

在从事工程设计项目时, 学生需要平衡理解自己的需求、愿望和行动与他人的需求、愿望和行动。无论是当他们努力理解问题, 还是与同伴合作创建解决方案时, 都是如此。社会情感和执行功能技能, 例如策划、自我意识和自我控制, 将在学生成功完成这些项目的过程中发挥重要作用。此外, 这些技能可以预测在学业和生活中的积极性。

研究表明, 儿童通过经验培养社交情感技能, 因此为儿童提供在安全的环境中学习和练习这些技能的机会非常重要。在这种环境中, 失败被视为学习机会。引入活动或游戏, 让学生们按照指示轮流学习。像 Simon Says (西蒙说) 或 Red Light-Green Light (红绿灯) 之类的游戏将帮助他们注意到相似点和差异, 并练习控制冲动。花时间庆祝孩子在活动中的学习过程、努力和坚持。

让孩子分享他们的构思和想法, 让他们在小组决策中发挥作用 (例如, “你认为我们应该玩哪个游戏?”), 并且让他们一起决定决策方式 (例如, “我们应该采取投票方式吗?”)。为学生提供策划和执行可激发他们兴趣的任务或项目的机会。对于非常年幼的孩子, 提出一个只有两三个步骤的任务。

年龄较大或有更多经验的孩子可能能够处理更长的项目, 您可以鼓励他们做笔记, 以记录所做出的决定以及事物的进展过程。

明确要求学生反思他们的工作和过程。例如, 请他们分享如何单独或作为一个团队做出决定: “你们的团队是如何决定建造那个积木塔的? 每个人都立即同意这个设计吗?” 帮助他们思考这个过程是如何进行的, 并提出“在建造积木塔时, 哪些方面效果最好? 哪些方面遇到了困难?”之类的问题。此外, 重要的是, 提醒他们工作可能会出错, 但失败是正常的 (例如, “你们的积木塔倒塌了没关系——这种情况有时会发生!”)。

让学生思考如何改进他们的工作, 以此鼓励成长心态。问他们“下次你们会采取什么不同的做法? 有什么方法可以让你们的积木塔更坚固?”

另外, 务必提示学生在经历失败时或与其他孩子互动时, 反思自己和他人的情绪。问他们: “当你和团队在决定如何建造这座积木塔的问题上存在分歧时, 你有什么感受? 你认为其他人有何感受? 你的行为影响了哪些人? 我们如何改进它?”



符合《下一代科学标准》

《下一代科学标准》（NGSS）的制定是为了将科学教育从主要关注内容转变为同时强调过程技能。以下是 K - 2 年级和 3 - 5 年级的工程设计成就预期（NRC，2013 年）。我们还提供了关于如何添加特意设定步骤的注释，以便加深高年级学生的参与度。

K-2-ETS1-1: 就人们想要改变的情况提出问题，进行观察并收集信息，以确定一个可以通过开发新的或改进的物品或工具解决的简单问题。

3-5-ETS1-1: 确定一个反映需求或愿望的简单设计问题，其中包括指定的成功标准以及相关材料、时间或成本的限制。

通过增加可衡量的方式来测试他们的设计，帮助年龄较大的学生更深入地确定问题。例如，如果问题是创造漂浮的物品，可以加入较小的重量，以便学生可以测试设计成果的浮力。您还可以包括不同材料的成本并对设计实施成本限制，这是将数学纳入到项目中的好方法。

K-2-ETS1-2: 制作一个简单的草图、绘图或物理模型，说明物体的形状如何有助于根据需要发挥作用，从而解决特定问题。

3-5-ETS1-2: 根据每个解决方案可能满足特定问题的标准和限制的程度，制定并比较问题的多个可能解决方案。

对于年龄较大的学生，根据您的问题的确定方式，以小组形式决定哪些方案可能最有效以及理由。当学生有时间建造和测试多个原型后，您可以再次进行此过程。鼓励学生创造性地思考如何结合不同设计的各个部分，以创建更好的解决方案。

K-2-ETS1-3: 分析旨在解决同一问题的两个物品的测试数据，比较每个物品的性能优缺点。

3-5-ETS1-3: 规划并进行公平的测试，其中控制变量并考虑缺点，以确定模型或原型中可以改进的方面。

给予年龄较大的学生更多的自主权，让他们根据确定的问题制定如何测试其设计的方案。当学生测试设计时，让他们找出原来计划中需要改进的地方，然后制定新的计划以改进设计。



评估学生的工程设计参与度

工程设计是一个积极的、跨学科的学习过程，这令人很难知道如何寻找和评估学生的学习状况。我们创了两种工具，用于指导您在将工程设计融入课程时对学生行为和参与度的观察。

思考、制作、尝试®评估工具可以在学生从事工程设计活动时使用。利用它引导您的观察并支持您注意工程设计过程每个阶段中可能出现的学生行为。当您将其纳入活动和课程时，应考虑如何更好地支持学生参与这些行为。



参见附录

思考、制作、尝试®儿童早期工程评估标准更适合对学生在多个工程活动或一个工程单元中的学习情况进行长期观察和评估。当您规划单元教学或课程时，应考虑如何支持学生发展和反思这些技能和心态。



参见附录



阅读清单

以下是推荐的额外阅读材料，可帮助您将**思考、制作、尝试**®流程与儿童教育结合起来。此清单并非详尽无遗！请浏览我们的网站 (BayAreaDiscoveryMuseum.org/ThinkMakeTry) 获取更多资源，并在找到时将您最喜欢的关于**思考、制作和尝试**®的资源添加到附注页面！

儿童书籍

这些儿童读物涉及工程设计过程中包含的各种主题。您可以使用它们来支持特定项目工作，例如建造桥梁或房屋，以及促进**思考、制作、尝试**®流程基础的关键认知技能，例如系统思维和成长心态。

- 《成为创造者》 作者: Katey Howes
- 《依靠 Katherine: Katherine Johnson 如何拯救阿波罗 13 号》作者: Helaine Becker
- 《您今天感谢发明家了吗?》 作者: Patrice McLaurin
- 《Izzy Gizmo 和发明大会》 作者: Pip Jones
- 《工程折叠图书》作者: Rose Hall
- 《不是一个盒子》 作者: Antoinette Portis (提供西班牙语、中文和葡萄牙语版本)
- 《工程师 Rosie Revere》 作者: Andrea Beaty (提供西班牙语、葡萄牙语和意大利语版本)
- 《最壮丽的事物》 作者: Ashley Spiers (提供西班牙语、波斯语和越南语版本)
- 《水洞》 作者: Graeme Base (提供西班牙语、中文、阿拉伯语和法语版本)
- 《你会用一个想法做什么?》 作者: Kobi Yamada (提供西班牙语、中文、波斯语和葡萄牙语版本)

成人书籍

这些资源可以帮助您深入研究关于引导儿童早期工程设计的研究和最佳实践。

- 《通过发明来学习: 课堂上制作、修补和工程设计》 作者: Syliva Libow Martinez 和 Gary Stager 博士
- 《松散的零件》作者: Lisa Daly 和 Miriam Belogovsky
- 《心态: 成功的心理学》作者: Carol Dweck
- 《当蝴蝶打喷嚏时: 通过最喜爱的故事帮助孩子探索世界相互联系的指南 (各年龄阶段儿童的系统思考, 第 1 卷)》 作者: Linda Booth Sweeny

湾区探索博物馆的其他出版物在 BayAreaDiscoveryMuseum.org 上提供:

- [《以思考、制作、尝试®方式提供儿童早期工程设计课程：文献综述》](#)
- [《STEM 成功的根源：改变儿童早期学习经历以培养终生思维技能》](#)
- [《创建框架：培养创造力的学习环境》](#)
- [《有目的的科技时间：与幼儿一起使用数字设备的创造性方法》](#)
- [《重新思考入学准备：包含主要发现的观点论文》](#)



附录：教育资源

工程学的主要分支及其与我们日常生活的联系

工程学的主要分支	工作描述	联系到日常生活	选择工程师
化学工程	化学工程师将化学、物理和生物科学应用于把化学品或原材料转化为更有用的形式的过程。下级学科包括分子、冶金和材料工程师。	化学工程师的工作有助于创造纺织品、家居用品、药品（例如青霉素和胰岛素）和疫苗（例如 COVID-19）等产品。	<p><u>George E. Davis (1850-1906)</u> 有时被称为化学工程的“奠基人”。他撰写了第一本化学工程手册。</p> <p><u>Ann L. Lee (出生于1961年)</u> 创新和开发了大规模、具有成本效益的疫苗（例如 HIB 和 HPV）生产方法以及治疗癌症的突破性疗法。</p> <p><u>Frances Arnold (出生于1956年)</u> 开发了一种创造新蛋白质的工艺，使药物、燃料和洗涤剂等各种产品的加工更加清洁、更便宜。2018年，她获得了诺贝尔化学奖。</p>
土木工程	土木工程师设计、建造和维护物理和自然建筑环境。下级学科包括环境、结构和运输工程师。	土木工程师设计各种结构，包括道路、桥梁、建筑物、运河和污水系统。它们还可以保护空气、水和土壤免受有害污染以及洪水和侵蚀，从而使我们的世界更加安全。	<p><u>George Stephenson (1781-1848)</u> 开创了货物和人员铁路运输。</p> <p><u>Hugh G. Robinson 少将 (1932-2010 年)</u> 是陆军工程师，也是第一位担任美国总统（在 Lyndon B. Johnson 领导下）军事助手的非裔美国人。他也是工程兵团中第一位非裔美国将军。</p> <p><u>Áine O’ Dwyer (出生于：1986 年)</u>，Enovate Engineering 的负责人兼首席执行官，该公司从事施工管理、运输工程、测量和安全工程。</p>

工程学的主要分支	工作描述	联系到日常生活	选择工程师
电气工程	<p>电气工程师致力于宏观项目（例如，支持城市的电网）和微观项目（例如，控制汽车安全气囊的微型设备）。计算机工程师在电气工程的一个分支领域工作，负责设计和开发计算机设备和软件。</p>	<p>电气工程师的工作帮助我们使用计算机网络、无线通信、医学成像和机器人</p>	<p>Alexander Graham Bell (1847-1922) 获得第一部实用电话的专利。</p> <p>Lynn Conway (出生于1938年) 在电路和芯片设计领域有多项突破性贡献和发明。她也是工程和技术领域变性人权利和机会的积极倡导者。</p> <p>Teresa H. Meng (出生于1961年) 率先开发了分布式无线网络技术，并成立了 Atheros Communications，该公司合作创建了最初用于智能手机的集成蜂窝和 WiFi 解决方案。</p>
机械工程	<p>机械工程师被称为“工程全科医生”，因为他们涉及与机器和技术相关的任何领域，包括航空航天、汽车和计算机。下级学科包括车辆、运动和能源工程。</p>	<p>机械工程师帮助设计和制造我们日常使用的各种设备，例如自行车、汽车、火车、飞机、电梯和轮椅，以及开发能源生产和效率系统。</p>	<p>Elijah J. McCoy (1844-1929) 发明了许多发动机润滑器并获得了专利，其中包括用于铁路和船舶发动机蒸汽发动机的自动润滑器。</p> <p>Anne McClain (出生于1979年)，陆军高级飞行员，曾担任国际空间站工程师。</p> <p>Melonee Wise (出生于1982年) 设计、构建机器人硬件并对其进行编程。她是 Fetch Robotics 的联合创始人，该公司开创了在制造和履行中心工作的机器人。</p>

工程学的主要分支	工作描述	联系到日常生活	选择工程师
<p>结合两个或多个工程学科的跨学科工程</p>	<p>有许多跨学科工程师，包括生物医学、软件、农业、系统和纺织工程师。</p>	<p>由于其跨学科性质，这些工程师协助设计、创建和维护我们生活中使用的各种产品。例如，软件工程师负责帮助编写、编辑照片和编码的程序，而纺织工程师则设计和创建织物以及处理织物所需的设备和工具。</p>	<p>Michel Mirowski (1924-1990)开发了第一台可以植入患者体内的小型除颤器（用于调节心率）。</p> <p>Wanda M. Austin (出生于1954年) 系统工程师在塑造美国航天工业方面发挥了重要作用。她是第一位担任航空航天公司总裁兼首席执行官的女性和第一位非裔美国女性，并在巴拉克·奥巴马总统领导下的总统科学技术顾问委员会任职。</p> <p>Diego Rejtman (约 1976 年出生)，软件工程师和微软公司长期员工，帮助发布了数百个 Windows 和 Xbox 版本。2016 年，CNET 将他评为科技领域 20 名最具影响力的拉丁裔人士之一。</p>

思考制作尝试

评估工具



思考

当学生“思考问题”时，他们应该

- 提出问题
- 想象是为谁设计的
- 确定最重要的功能
- 画出或记录他们的想法

他们也可能

- 探索各种材料
- 与他人交谈
- 制定计划

附注：



制作

当学生“制作原型”时，他们应该

- 想象多种解决方案
- 概述出他们的想法
- 进行材料实验
- 制作原型
- 随时更改设计

他们也可能

- 坚持克服挫折并从错误中学习
- 探索并了解各种材料的特性
- 将工具用于预期目的

附注：



尝试

当学生“尝试并重试”时，他们应该

- 观察他们的设计如何运作
- 分享挑战和成功
- 思考如何改进设计并决定作何改变
- 进行材料实验

他们也可能

- 坚持克服挫折并从错误中学习
- 探索并了解各种材料的特性
- 将工具用于预期目的
- 获得他人的帮助

附注：



Bay Area
Discovery
Museum

《思考制作尝试》 早期工程评估标准

技能	要培养的行为	表现		
		尚不明显	正在培养	运用自如
同理心和人际沟通能力	通过表现出理解他人观点的愿望并在需要时提供帮助来表现出对他人的同理心			
	与他人合作，针对某个问题提出多个解决方案，然后选择一个解决方案进行尝试			
	邀请其他人加入并分享他们的想法			
创造性问题的解决能力和思维方式	对自己的想法充满信心，并对解决问题抱有积极的态度			
	表现出解决新问题和应对新活动的意愿，并提出问题以帮助他们理解手头的问题			
	坚持克服具有挑战性的任务、错误、失败和意外挫折			
	通过改变方法来调整解决方案以适应新的限制			
执行功能技能	规划解决问题的步骤			
	在以往经验和手头的任务之间建立联系			
了解物理世界 材料和工具很重要，并且有些是比其他更好的解决方案	操纵和观察各种物体和材料并讨论它们的物理特性			
	将不断增长的物理世界知识应用到他们的设计和建造过程中			
	研究解决方案，对它们进行比较并注意因果关系			

材料清单

用于设计活动

此清单包括一些推荐的材料，可在与孩子一起进行工程设计活动时使用。这些只是建议的材料。你可以随意添加或调整，从而对于你有用！你可以将此清单与孩子一起用作寻宝活动，为设计活动做准备。需要考虑儿童的年龄，以确保材料对他们的使用安全，并在必要时进行监督。

手工制作所需材料

冰棒棍	魔术贴
雪尼尔梗/ 管道清洁剂	衣夹
珠子	线/纱
积木块	曲别针
粘土	纸张（任何种类）
模型魔术粘土	毛毡
橡皮泥	棉花球
铝箔	



天然材料

树皮	橡子
小木棍	松果
鹅卵石	种子/种荚
泥土	鲜花/花瓣
沙子	岩石
树叶	



更多材料！

_____	_____
_____	_____
_____	_____

再生材料

纸板件	来自农产品的橡皮筋
鸡蛋盒	布屑
咖啡搅拌棒	罐子
包装填充条/ 发泡胶	清洁的食品容器（例如，酸奶）
泡沫包装纸	卫生纸卷/ 纸巾卷
鞋盒	纸袋
软木塞	
报纸/ 杂志	



工具

胶带（任何种类）	螺丝刀
剪刀	螺丝
胶棒	螺栓
热胶枪	老虎钳
订书机	磁铁
打孔器	砂纸/ 锉刀
锤子	
木槌	



提示：为了更容易收集回收材料，我们建议随身携带一个指定的盒子或袋子（例如，放在壁橱中或房间的角落）。



Bay Area
Discovery
Museum



思考 制作 尝试

提供西班牙语和中文版本，请浏览 BayAreaDiscoveryMuseum.org/ThinkMakeTry

思考制作尝试 材料清单

此清单包含一些可能对你与幼儿一起介绍和探索材料和工具有所帮助的材料。对于一些孩子而言，通过寻宝游戏接触材料可能已经足够，而另一些孩子可能已经可以比较和对比材料的特征，或者开始进行创造或构建。



树叶



纸张



卫生卷纸



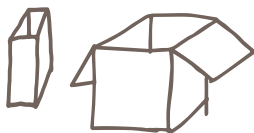
橡皮泥



积木块



线/纱



纸板箱



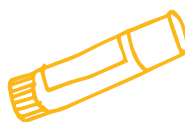
剪刀



鸡蛋盒



胶带



胶棒



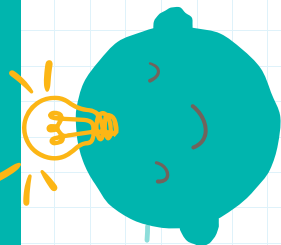
Bay Area
Discovery
Museum



思考制作尝试

设计计划和注释

工程师姓名：



思考

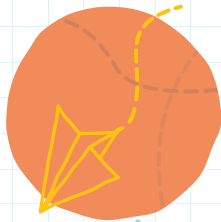
关于问题

问题是什么？
这是为谁或为什么而设计的？



尝试 并重试

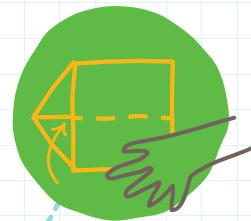
哪些效果比较好？
哪些没有达到预期效果？
你如何改进你的设计？



制作

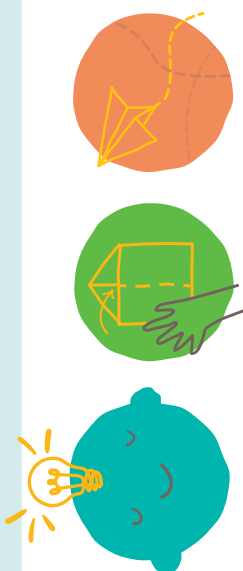
一个原型

你会设计什么？
这些部分将如何协同工作？



Bay Area
Discovery
Museum





思考制作尝试

证书

本证书颁发给：

工程师姓名

使用THINK, MAKE, TRY (思考、制作和试验) 流程设计：

工程主管

日期



Bay Area
Discovery
Museum



《思考制作尝试》 快速指南

当孩子运用**思考、制作、尝试**过程时，他们将使用并培养认知技能。这些技能不仅对工程设计过程很重要，而且将帮助他们为校园生活和日常生活的各个方面做好准备。在学校和家庭的正式和非正式活动中，使用此快速指南来支持他们的发展。

思考



鼓励孩子画画或做笔记。
孩子可以利用笔记和图画来反思自己的想法，并在描述过程和设计结果时与他人分享，在此过程中培养**元认知技能**。



明确观点。
与孩子讨论其他人或故事中的人物对某个问题的了解或感受，或者他们脑子里浮现的画面。这有助于孩子理解人们的行为通常是由他们的想法引导的，并且不同的人可能有不同的想法，这就是所谓的**心智理论**。



支持孩子灵活思考多种解决方案。
通过让孩子考虑可能有助于解决问题的不同材料或不同设计（例如，“还有其他材料可能适用于该设计吗？”）来提高他们的**执行功能**。

制作



探索“一件事可以代表另一件事”的想法。
通过探索图画、照片和地图中的物体来帮助孩子发展对**描述**的理解能力。例如，让他们为自己的房间或房子画一张地图，并询问他们如何将该表征与其原始来源联系起来。



练习识别和画出各种形状。
通过在绘画或玩积木或七巧板时，运用各种形状来促进**空间推理**。使用描述形状及其相互关系的词语（例如，正方形和长方形都有四个边）以及空间语言（例如，上方、下方、顶部）。



讨论任务或事件中各步骤的顺序。
让孩子描述（或画出）日常任务中涉及的顺序或步骤。例如，穿衣服、洗澡、做饭和吃晚饭。您还可以利用书籍，通过回忆故事的开头、中间和结尾发生的事情来鼓励孩子对**排序**进行讨论。

尝试



设立供孩子玩耍和探索物体的场地。
孩子通过探索了解因果关系。通过提出例如“你认为这是如何运作的？”之类的问题来促进**因果推理**。



讨论各个小部分如何构成整体。
通过谈论从水槽中取水、骑自行车或积木结构如何站立等事项，将**系统思考**融入日常观察和对话。让孩子解释每个部分如何在系统运行中发挥作用。



讨论失败与坚持。
通过过程性赞扬（例如“你在设计上非常努力”）来促进**成长心态**。讨论一些在取得成功之前（和之后）付出努力并经历失败的人的例子。提醒孩子，当设计未能达到预期效果时，他们可以“再试一次”。



留出时间并鼓励扮演游戏。
在扮演游戏中，孩子会建立**反事实推理**，或思考不同的结果。这种类型的游戏可以让他们回答例如“我想知道如果.....会发生什么？”之类的问题。

湾区探索博物馆是位于加利福尼亚州索萨利托的儿童博物馆。博物馆创造有趣的学习体验，激发每个孩子终生的探索热情，并将他们与周围的人和世界联系起来。

Media@badm.org



Bay Area
Discovery
Museum

湾区探索博物馆

557 McReynolds Road

Sausalito, CA 94965

415-339-3900

BayAreaDiscoveryMuseum.org



Except where otherwise noted, this work is licensed Creative Commons License Attribution- NonCommercial- NoDerivatives 4.0 International License