

基于小学科学课的 STEM课程建构



人民
教育
出版
社

张
军
霞



目 录

壹 融入STEM教育是小学科学课程不可回避的问题

贰 小学科学课程中应当如何开展STEM教育

叁 小学科学教材中的STEM课程体系设计





壹

融入STEM教育是小学科学课程不可回避的问题

社会结构正在走出金字塔模型



教学手段 在发展！

《2016新媒体联盟中国
基础教育技术展望》

适用时间：一年之内.....

云计算.....
翻转课堂.....
创客空间.....
移动学习.....

采纳阶段：二至三年.....

3D 打印.....
3D 视频.....
学习分析.....
大规模开放在线课程（慕课）.....

采用时间：四至五年.....

自适应学习技术.....
智能评分技术.....
虚拟及远程实验室.....
可穿戴技术.....



Key Trends Accelerating Technology Adoption in K-12 Education 技术应用的趋势

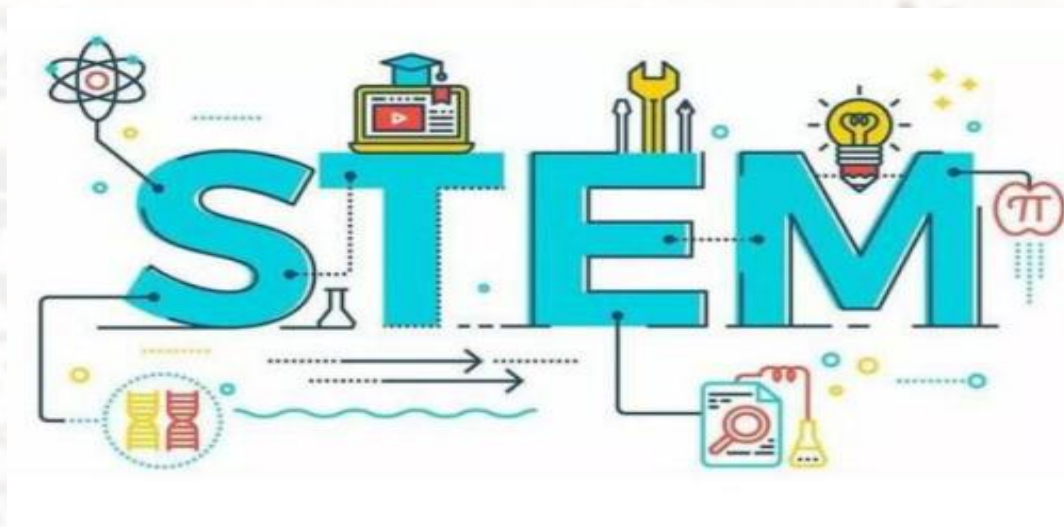


Important Developments in Educational Technology for K-12 Education 教育技术的重要进展



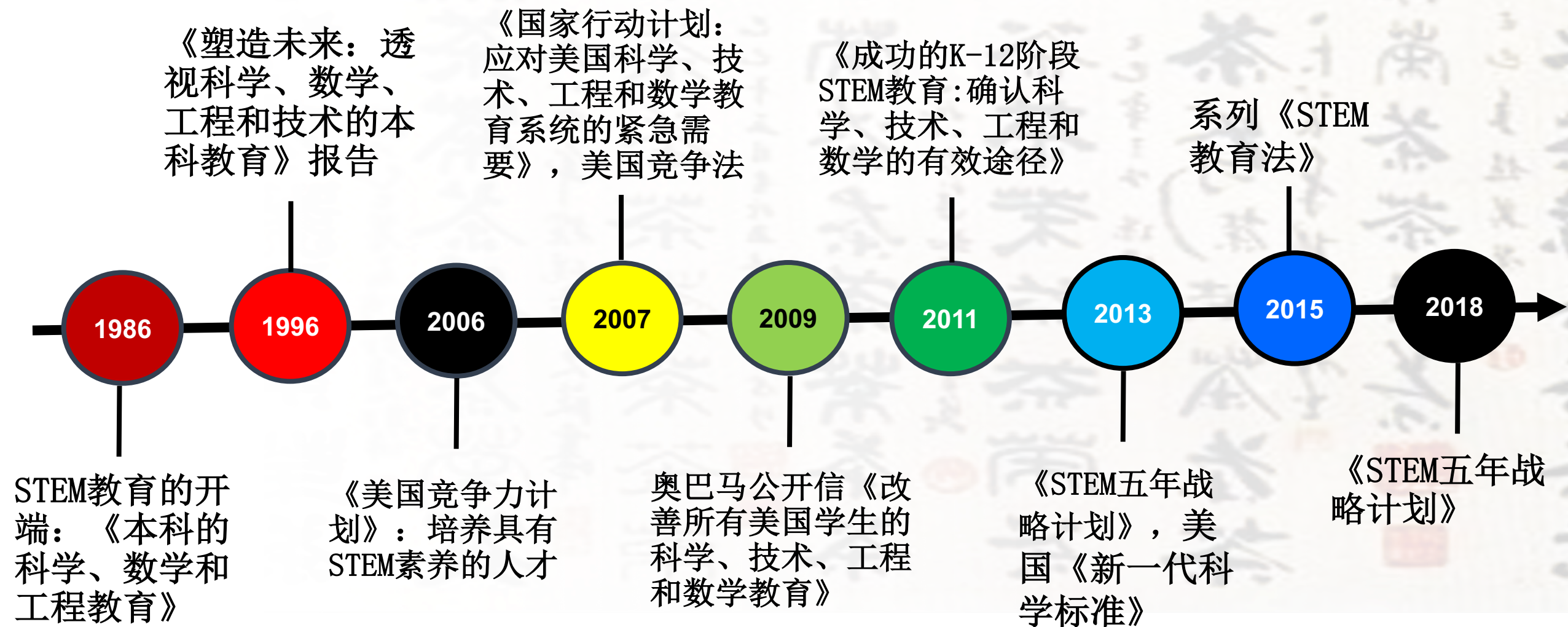
- 在科学界和教育界的共同努力下，STEM教育于本世纪初逐渐走入基础教育，特别是2010年前后成为以美国、英国为代表的国际科学与技术教育新兴的教育实践和研究范式的主流

- 国际经验表明，STEM教育有助于培养学生的科学探究能力、创新意识、批判性思维、信息技术能力等适应未来的关键能力，并有可能在未来生活和工作持续发挥作用



保持卓越，
领导世界！

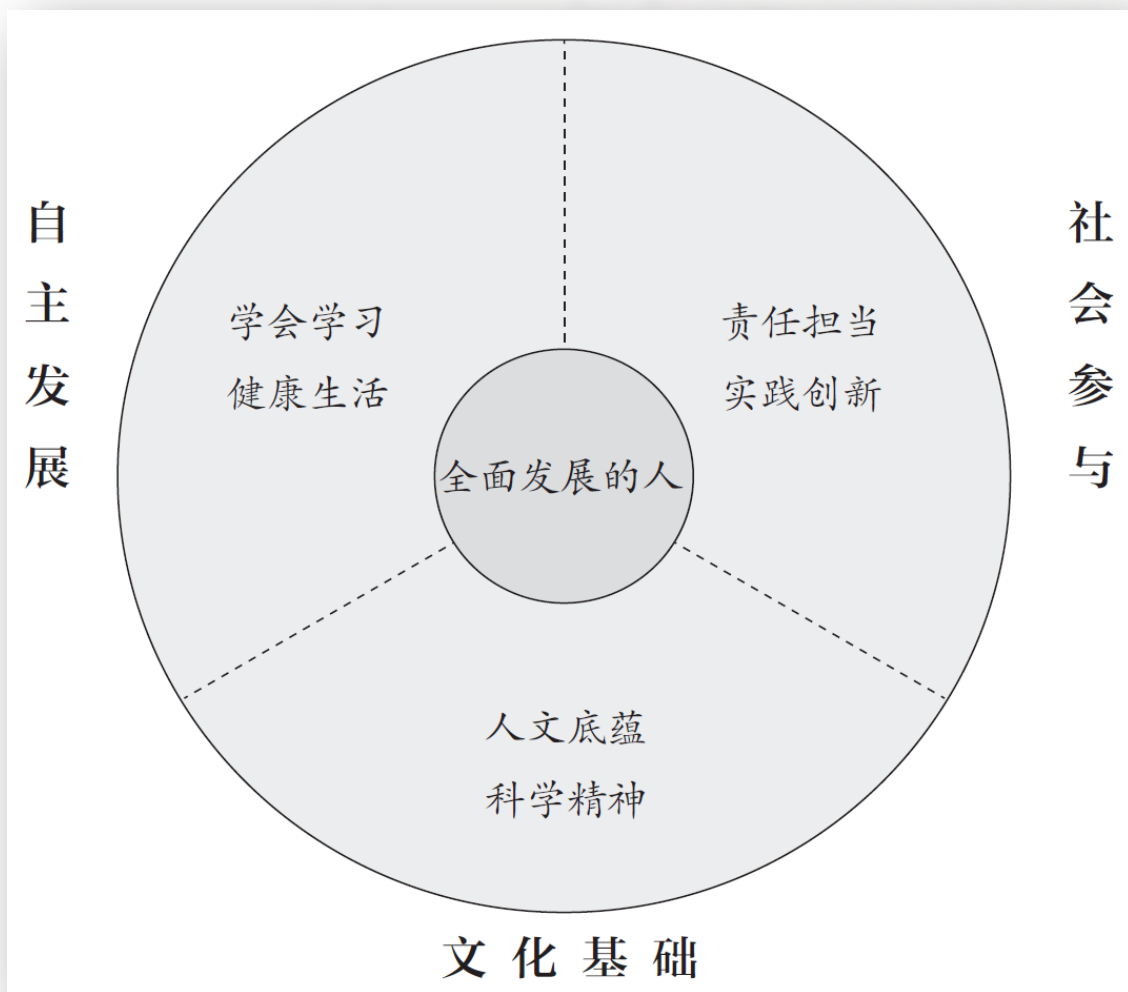
美国推进STEM教育的路线图



美国《新一代科学标准》中的“科学与工程实践”

- 提出科学问题，明确工程问题
- 创设和使用模型
- 计划和实施研究
- 分析和解释数据
- 使用数学和计算思维
- 建构科学解释，设计工程解决方案
- 依据证据进行辩论
- 信息的获取、评估和交流

中国学生发展核心素养



- 学生发展核心素养，主要指学生应具备的，能够适应终身发展和社会发展需要的**必备品格和关键能力**。
- 三个方面，六大素养，十八个基本要点

小学科学课程标准

P63:

- 倡导跨学科学习方式。
- 科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）与数学（Mathematics），即STEM，是一种以项目学习、问题解决为导向的课程组织方式，它将科学、技术、工程、数学有机地融为一体，有利于学生创新能力的培养。
- 科学教师可以尝试运用于自己的教学实践。

教师培训的需要

- 依托科学、理、化、生等学科教师培养现有条件，优化课程结构
- 加强在职理、化、生、地、科学、计算机、综合实践活动等领域教师培训，通过项目参与方式，探索 and 深化STEM教育
- 构建我国STEM教师素养标准
- 积极搭建STEM教育交流合作平台，开展相关研究，协同推进教师能力发展



贰

小学科学课程中应当如何开展 STEM教育



(一) 理解STEM教育

- 什么是STEM教育？
- STEM教育与现有的课程如科学、信息技术、综合实践、通用技术、研究性学习、校本课程的关系是什么？
- 各类科技活动都能被贴牌成为STEM教育或创客教育吗？

什么是科学？

天气变化

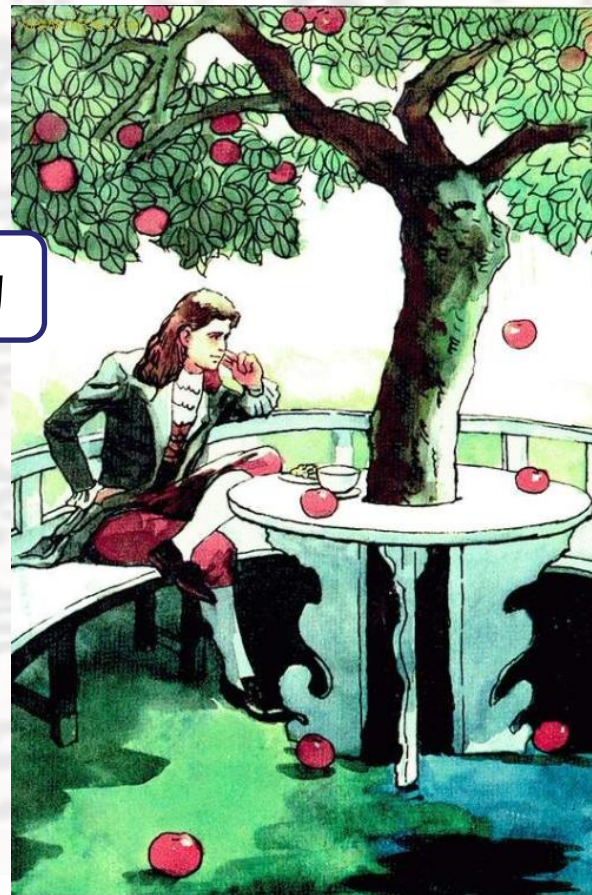
.....

遗传规律

提出关于自然界的**问题**，
以**基于实证**的解释的方式
给出合理普遍的**答案**，**形**
成反映自然、社会、思维
等客观规律的知识体系

科学
Science

地球引力



什么是技术？

生物技术

计算机技术

显微技术

航空航天技术

解决问题的
工具、方法
和经验的总
称

.....

技术
Technology



技能-模仿

什么是数学？

计算

分析工具

统计

研究空间形式
和数量关系的
一门科学。分
析工具

数学

Mathmatics

材料名称	规格和数量	单价	价格
总价			

什么是工程？

土木工程

软件工程

.....

通信工程

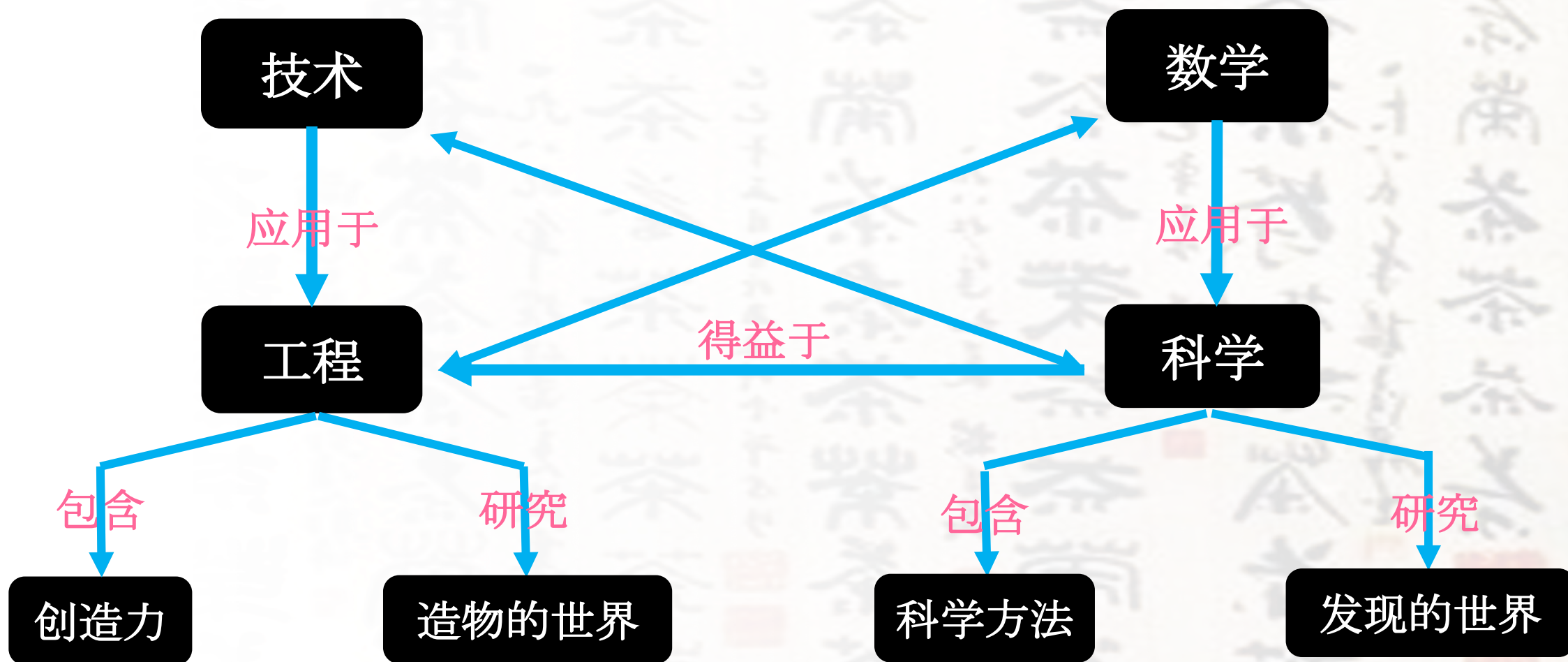
运用科学原理和技术
手段创造人工物体的
系统性的、经常反复
的过程和途径

例：高空掷蛋

工程
Engineering



STEM各要素的关系



• **工程师**设计搭建模型和构建系统时，使用的重要的工程技术实践

• **科学家**研究和建构有关世界的概念、模型和理论时，使用的主要实践方法

科学问题

源于自然，源于某一现象的问题

“衣服能给身体
增加热量吗？”



工程问题

源于需要解决的某个难题

“怎样让杯子更
保温？”



热学中能量的传递问题



当教学围绕这个**本质**展开时，就有了一条**隐形线索**，
将工程问题和科学有效地结合在一起。

科学问题

为什么杯子里的热
水会变凉？



工程问题

怎样让房子更保
暖？



两个貌似不相同的问题，其本质也都是热学中能量的传递问题。

科学问题

“不同坡度的斜面对提升物体有什么影响？”



简单机械中的斜面原理



工程问题

“怎样改造一个空间有限的过街天桥，使人推自行车在上面行走时更省力？”



- “影响球弹跳的因素？” —— “如何使球弹得更高？”
- “教室外的噪音调查” —— “如何降低教室内的噪音？”



将**STEM**引入小学科学课堂—— 科学和工程学的极大融合

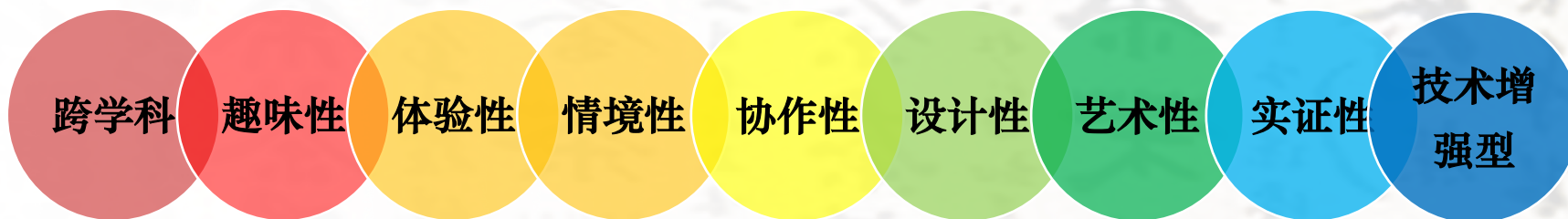
- 将工程的思想 and 实践引入科学课堂
- 侧重于连接科学与工程少数重要概念
- 开发和科学探究与工程技术相关的实践
- 更出色、更真实地开展科学探究与工程实践

(二) 体现STEM教育的特征

1. 国际上STEM教育实践特征

教育理念：“能力为本”——问题解决、自主创新、深度学习、适应未来
实施策略：“整合为要”
实践应用：“项目引领”
课堂教学：“继承创新”
生态发展：“多方合力”——课内课外、在线科学实验室、互动仿真平台、
虚拟实验室、STEM AR程序、游戏化教学产品等等

2. 我国STEM教育实践九特征：



3. 具有翔实的脑科学、认知科学和教育科学研究基础。

4. 以人的发展为制高点，具有不断的发展性。

（三）采用STEM课程模式

- 集成整合式：强调各个领域之间的关联。不是简单地将各领域拼凑在一起，而是有目的、有方法、有系统地组合。
- 科学与工程问题往往是课程的主要线索，围绕主线创造出一个多维的空间，从而为学生提供一系列具有一定程度关联性的学习经历。

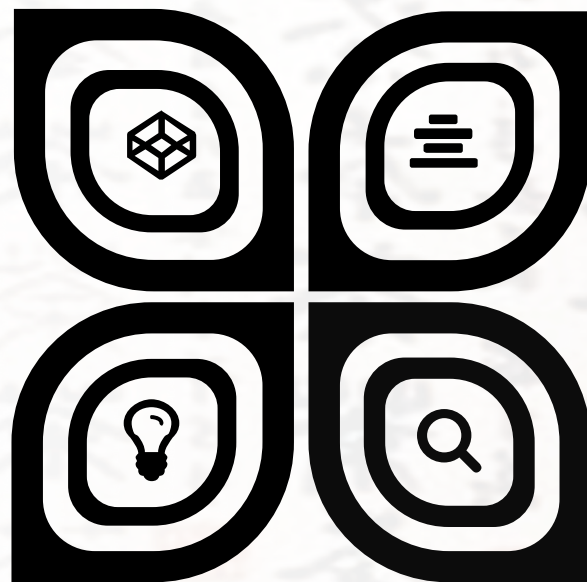


理解这种趋势对未来教与学的影响，我们需要更
教育的融合统整，而不是只关注单

1. 按教育层次架构分类

泛科技资源的资讯型科普教育

嵌入式课程（单学科助推型课程）



项目型课程（跨学科问题解决）

整合性学科（一个专门的交叉学科）



2. 按整合取向及学习模式分类

学科知识整合——
基本问题的学习模式



生活经验整合——
基于项目的学习模式



学习者中心整合——
面向体验的学习模式



3. 按问题类型分类

基于问题——
科学探究



基于设计——
技术设计



基于项目——
工程实践



4. 按实施方式分类



5. 按支持程度分类

支架类



开放类



表一 STEM 教育与创客教育比较

	STEM 教育(或 STEAM)	创客教育
主要来源	教育系统发起,社会参与	社会文化引起,教育参与
是否需要引入社会参与	需要	需要
是否跨学科	强调跨学科	创作过程经常需要跨学科
是否解决真实情境的问题	强调真实情境的问题 多数来自教师预设	强调真实情境的问题 学生自己发现问题
学生是否要有产出	并非必须	一定要有
是否需要使用数字化工具	并非必须	大部分情况下需要
主要培养的培养品质	跨学科的思维能力和解决问题的能力	独立的创造思维解决问题的能力
教师主要角色	设计者、组织者 讲授者、引导者	支持者
学生主要角色	参与者	创造者



5. 按层次分类

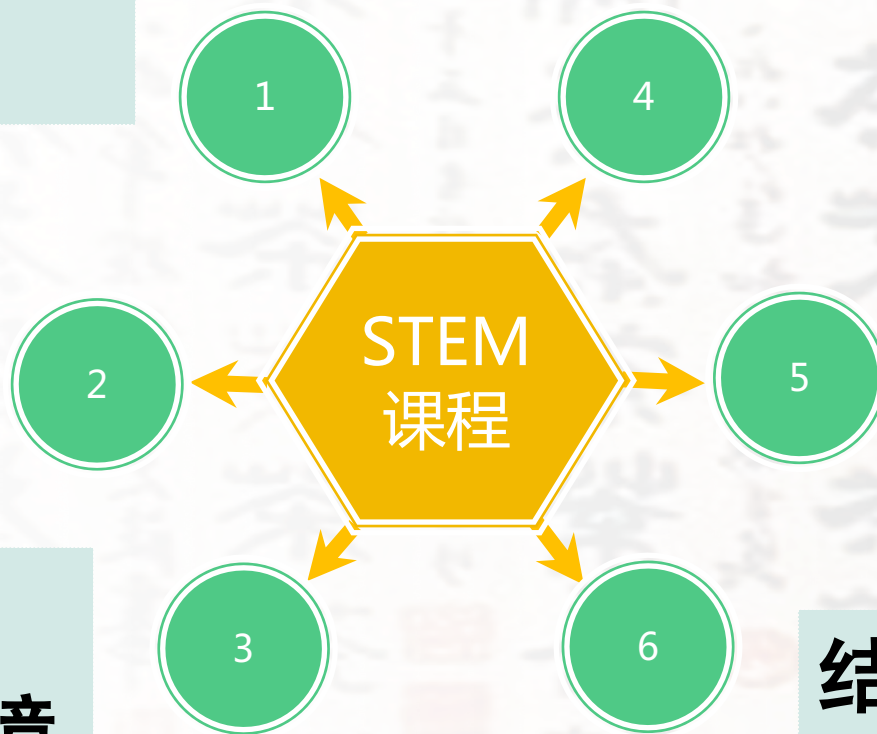


(四) 落实STEM课程的特征

包含S、T、E、M
四个要素

以工程设计
过程为主导

关注现实问题，
注重在真实情境
中学习



以学生为中心——
主动实践

学生进行合作学
习、参与整个
STEM课程

结果开放，允许多个
正确答案

STEM课程的特点

1 融合S、T、E、M四个要素

- STEM是一种“后设学科”，即基于不同学科间融合之后形成的一个新的整体

操作、工具、
材料、动手
能力

数学和计算思
维、数据解读
与分析

概念、基础

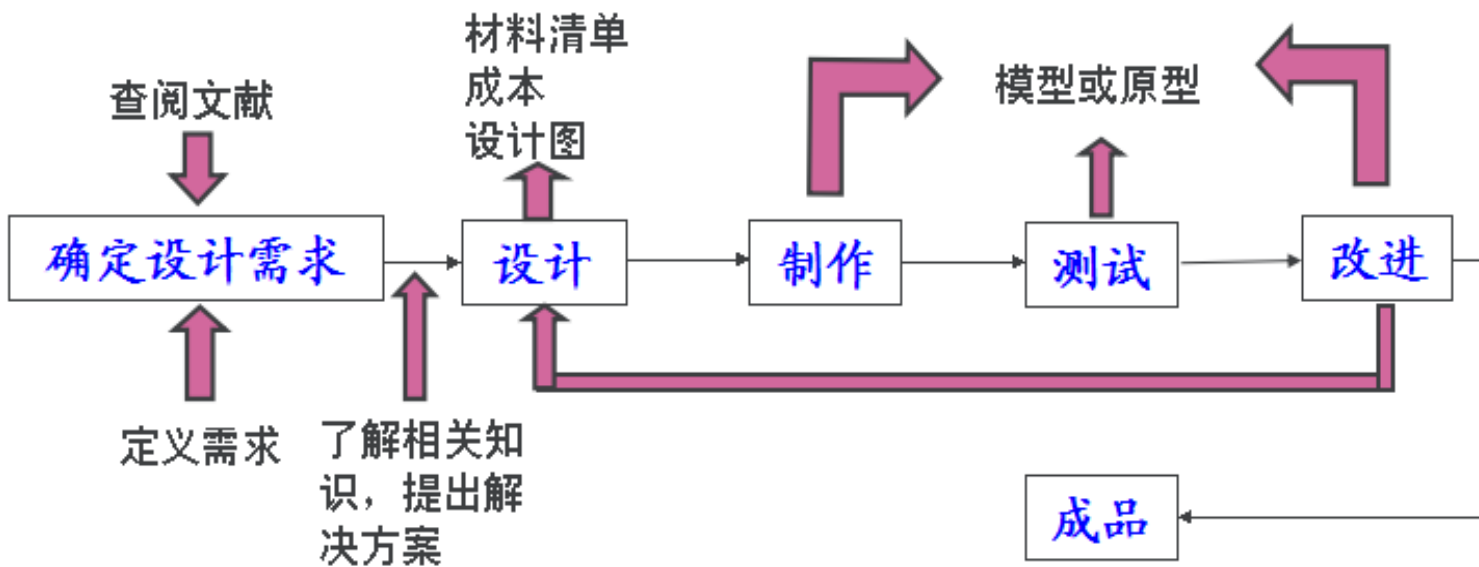
分析问题、设
计方案、建模、
测试等解决问
题的过程



STEM课程的特点

以工程设计过程为主导

- 现在接触到的STEM课程，大多是以工程为主线，科学为基础，技术和数学为应用的课程



STEM课程的特点

3

关注现实问题，注重在情境中学习

知识应用、解决以前没有遇到的难题



《小黄车的前世今生》

- 共享单车的使用技术
- 共享单车的材料
- 共享单车的机械结构
- 共享单车的损坏与维护
- 共享单车的可持续发展

STEM课程的特点

4

以学生为中心——主动实践

教师：引导者

通过问题的提出及由浅入深的环节设置逐步引导学生独立解决问题



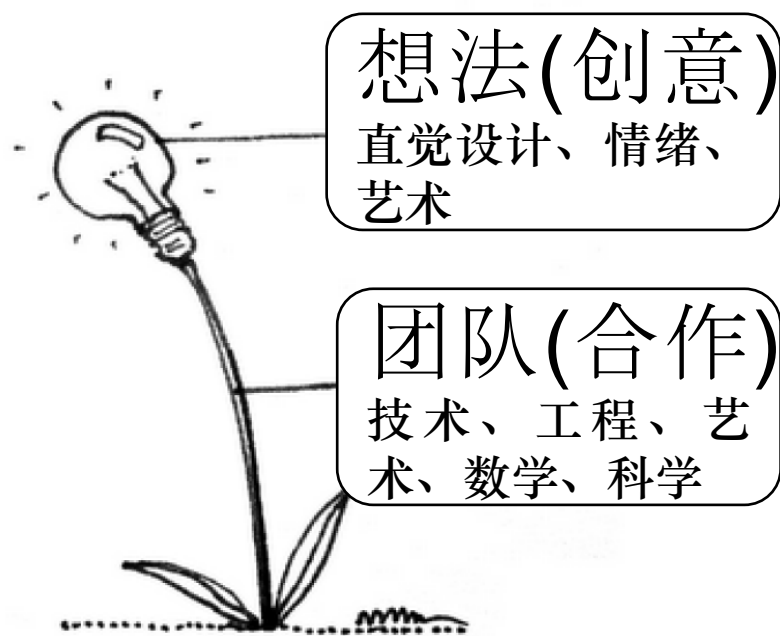
学生：活动主体

发挥自主能动性，通过激发出的对课题的兴趣进行主动探索，尝试解决问题和建模，并对自己所收集的数据进行分析

STEM课程的特点

5

团队合作、参与



- 全体参与
- 与他人合作，分享观点、计划和结论
- 通过与其他人的对话提升自己的见解

需要教师推行**小组任务、讨论、对话和辩论**等形式，营造轻松开放的氛围；基于学生已有知识，合理设置活动难度

STEM课程的特点

6

结果开放，允许多个答案

12 我们的创意

wó men de chuàng yì

zhè ge yǔ jù yǒu shén me xīn de chuàng yì

这个雨具有什么新的创意？

科学实践

tí chū wǒ men de chuàng yì

提出我们的创意

shēn biān de wù pǐn shì zēn yàng fā míng chū lái de

1. 身边的物品是怎样发明出来的？

加一加

减一减

组一组



guān chá yī zhǒng wù pǐn xiǎng yī xiǎng tōng guò nǎ xiē gǎi biàn néng

2. 观察一种物品。想一想，通过哪些改变能

shǐ tā gèng fāng biàn huò zhě jù yǒu gèng duō de gōng néng

使它更方便或者具有更多的功能？



jiāng wǒ men de chuàng yì huà xià lái

3. 将我们的创意画下来。



wǒ men de chuàng yì néng gòu shí xiàn ma zēn yàng shí xiàn

4. 我们的创意能够实现吗？怎样实现？

- 源于真实的情境，
通过头脑风暴，筛
选真实的需求。





叁

人教版《科学》教材中的 STEM课程体系设计

如何设计科学课程中的STEM活动？

- (1) 源自身边的工程与技术问题
- (2) 实现科学探究向STEM的转变
- (3) 突出STEM课程的特点

(1) 源自身边的 工程与技术问题



一年级上册	制作小物品
一年级下册	做个指南针
二年级上册	制作小船
二年级下册	从自然世界到人工世界
三年级上册	小小建筑师
三年级下册	动力小车
四年级上册	制作乐器
四年级下册	简易计时器
五年级上册	太阳能热水器
五年级下册	制作省力装置
六年级上册	建造“植物工厂”
六年级下册	“飞向”太空



- (2) 实现科学探究向STEM的转变

- 转化为STEM问题
- 解决工程问题时必然会涉及到科学知识和原理，所以从工程技术的角度出发设计的活动更容易达成科学、工程与技术的共同发展



(3) 突出STEM课程的特点

1

融合S、T、E、M四个要素

培养学生哪些素质？科学？
技术？工程？数学？

2

以工程设计过程为主导

依据主题和目标，需要完成的
工程问题是什么？

3

关注现实问题，注重在情境中学习

依据该工程问题，创设
怎样的现实情境？

4

以学生为中心——主动实践

学生的基础怎样？有哪些前概念？
缺乏哪些技能？课程活动有哪些？
顺序如何安排？如何指导实践？

5

团队合作、参与

如何分组？如何分工？如何讨
论？如何记录？如何展示？

6

结果开放，允许多个正确答案

开放体现在哪里？材料？
方法？评价？... ..

单元设计总体思路

一下《做个指南针》

创设情境，提出问题或设计要求



探究学习背景经验



问题解决或工程设计

问题引入：确立做指南针任务



背景经验活动：认识指南针的结构等



设计和制作指南针



展示与交流

做个指南针

10 认识指南针



wǒ men yì qǐ lái rèn shí zhǐ nán zhēn ba.
我们一起来认识指南针吧。

科学实践

zhǐ nán zhēn yǒu nǎ jǐ bù fēn zǔ chéng
指南针由哪几部分组成



38

11 制作指南针



zēn yàng zhī zuò yí gè zhǐ nán zhēn ne
怎样制作一个指南针呢？

科学实践

shè jì zhǐ nán zhēn
设计指南针

1. xuǎn zé hé shì de cái liào hé gōng jù.
选择合适的材料和工具。



12 展示指南针



zhǎn shì zì jǐ zhī zuò de zhǐ nán zhēn ba
展示自己制作的指南针吧！

科学实践

gǎi jìn zhǐ nán zhēn
改进指南针

yòng zì zhī de zhǐ nán zhēn cè fāng xiàng shí fā xiàn le shén me wèn tí?
1. 用自制的指南针测方向时发现了什么问题？



水容易洒！

需要方位盘
标记方向。

野外有风
怎么办？

五上《太阳能热水器》

创设情境，提出问题或设计要求



探究学习背景经验



问题解决或工程设计

问题引入：确立制作简易太阳能热水器的任务



背景经验活动：认识太阳能热水器的原理



设计和制作简易太阳能热水器



检验、改进与交流

14

认识太阳能热水器



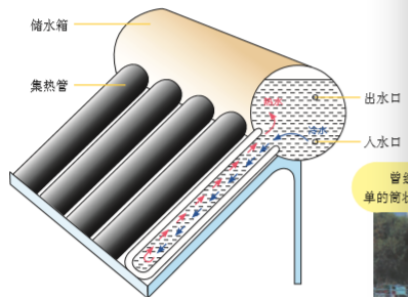
太阳能热水器通过吸收太阳辐射的热量来加热水，是生活太阳能的技术产品。



科学实践

太阳能热水器有哪些特点

1. 观察太阳能热水器的结构示意图，说一说它由哪几部分组成，各有什么作用。



2. 分析太阳能热水器是如何利用太阳能的。

54

我们在哪里见过太阳能热水器？在本单元中，我们将制作一种简易太阳能热水器。

15

制作简易太阳能热水器



利用太阳能将水加热，既环保又节能。让我们设计一个简易太阳能热水器来给水加热吧。



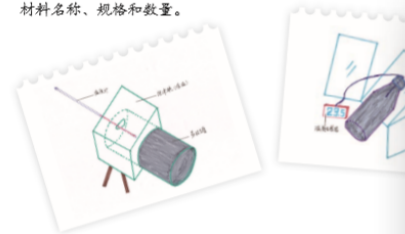
科学实践

设计与制作

1. 设计一个能在15分钟内让200 ml的水升温的简易太阳能热水器，考虑需要用到哪些材料和工具。



2. 根据提供的材料单价，计算各种方案的材料成本。
3. 分析各种方案的可行性，选择一种方案。画出设计结构图，列出需要的材料名称、规格和数量。



4. 根据设计方案准备材料和工具。讨论小组分工，并合作制作模型。



选择什么样的容器呢？

检验

将制作好的简易太阳能热水器放在阳光下，照射15分钟，测量前后水的温度。



58

16

改进与交流



试一试，我们的太阳能热水器效果如何？



科学实践

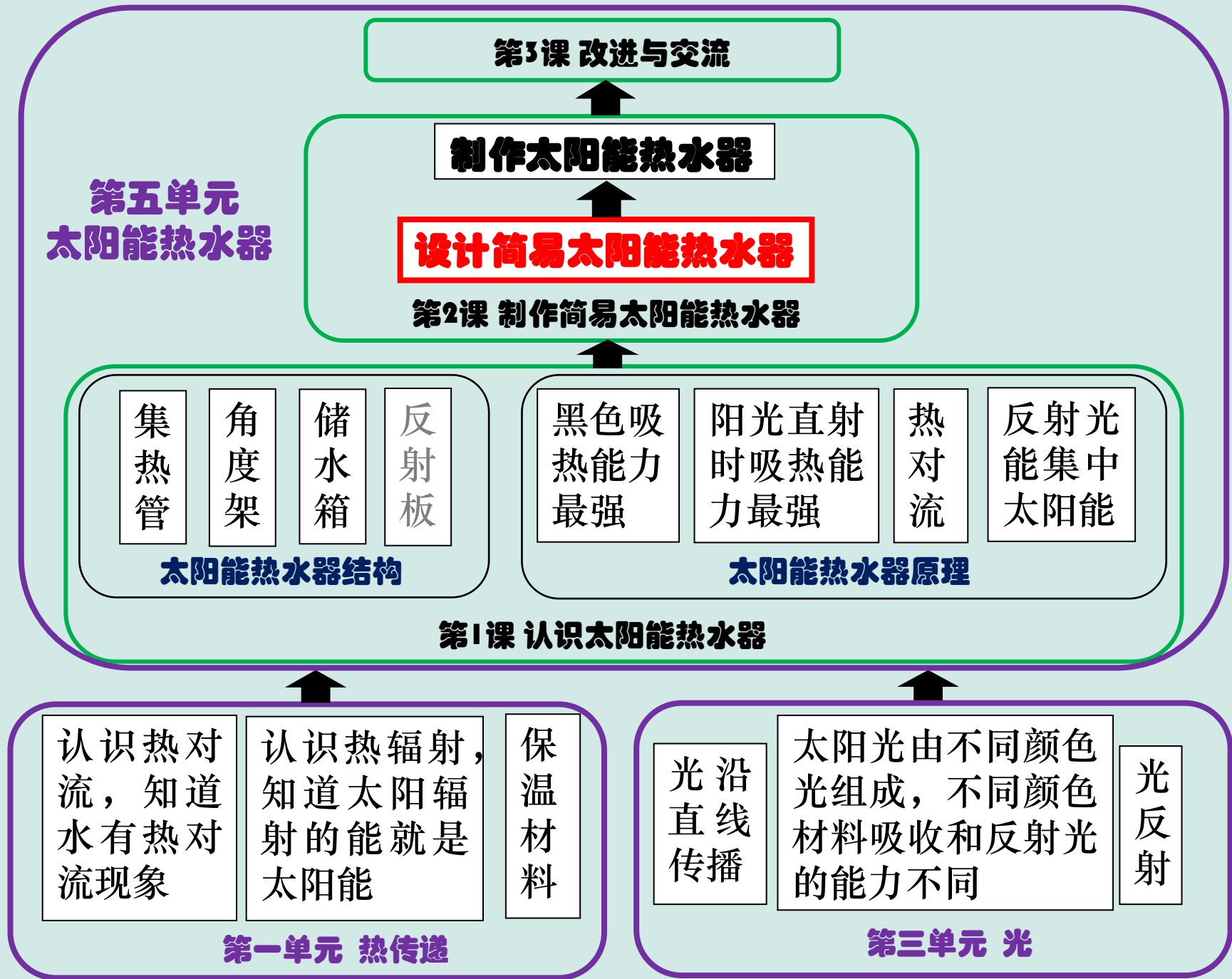
改进太阳能热水器

1. 我们的太阳能热水器升温快吗？还存在哪些不足？讨论如何改进它们。

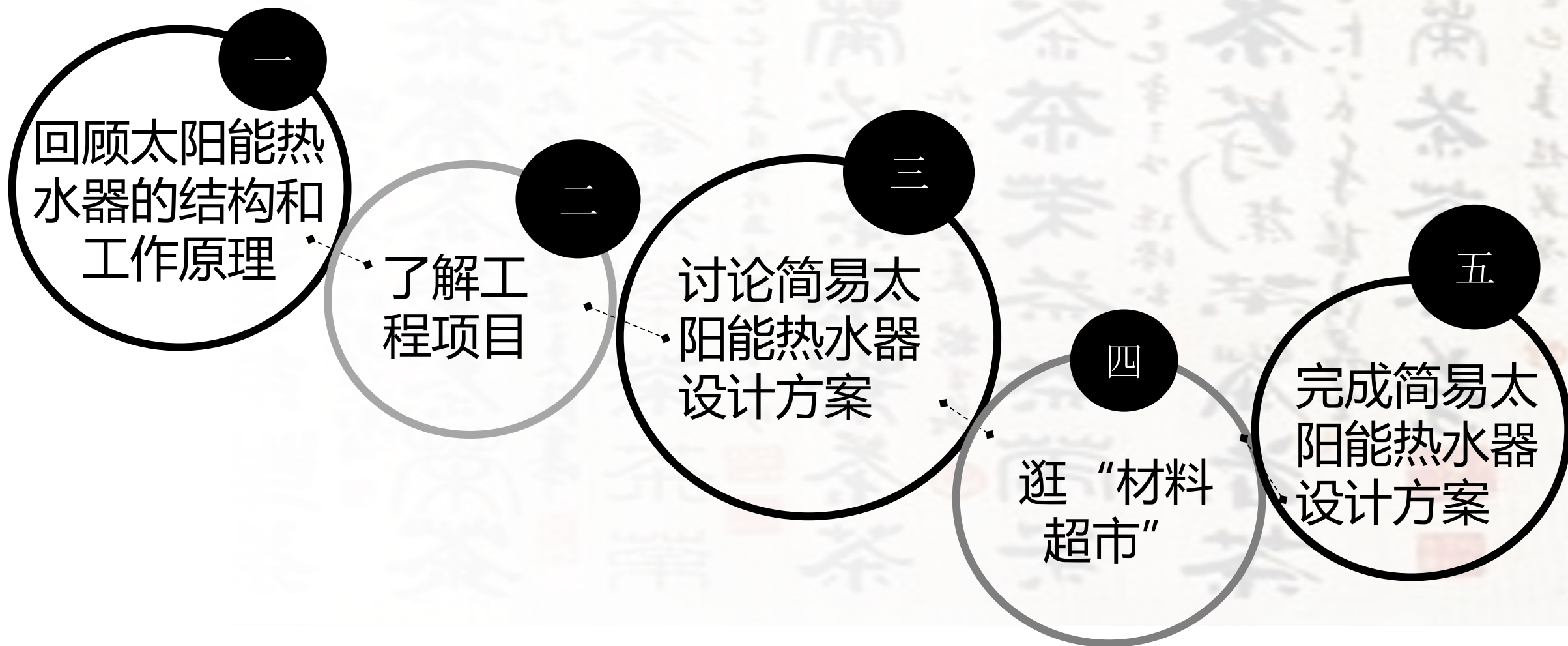


2. 检测改进后的太阳能热水器，并根据测试结果再进行调整。

59

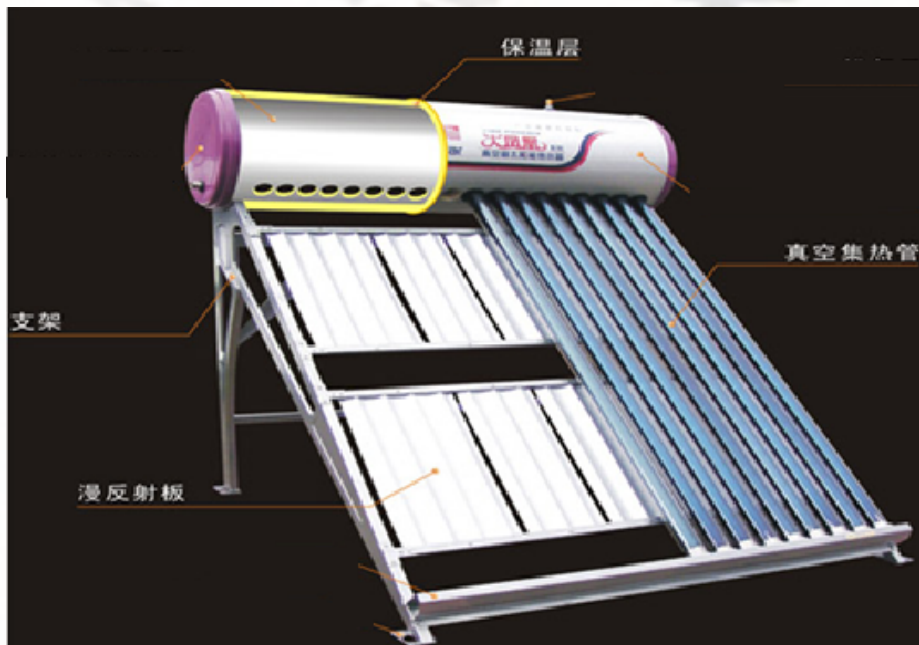


设计太阳能热水器教学过程

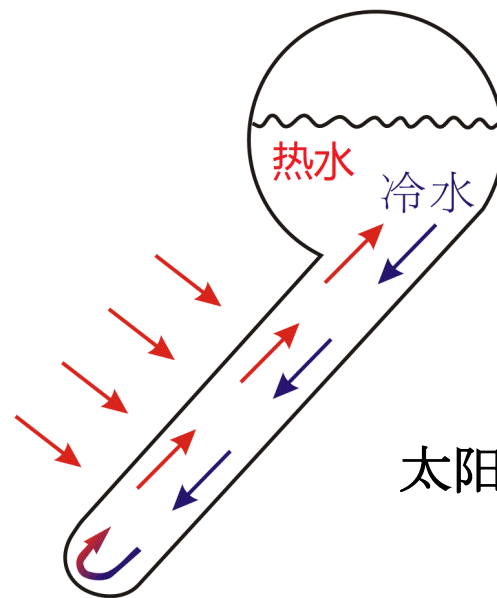
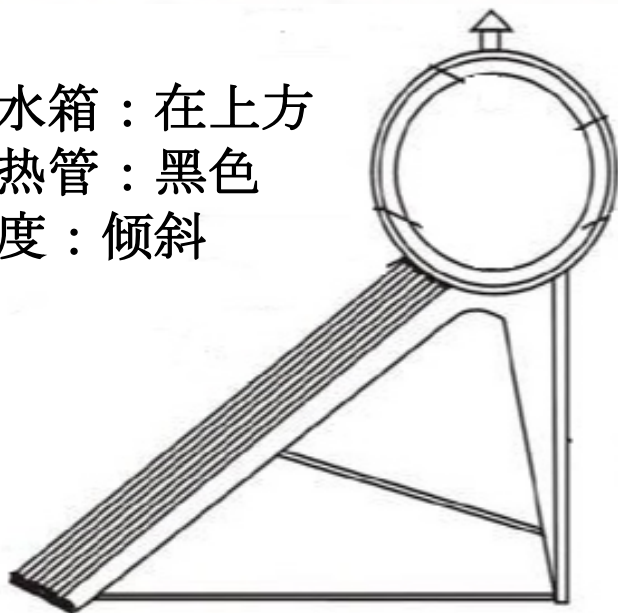




一、回顾太阳能热水器结构和工作原理



热水箱：在上方
集热管：黑色
角度：倾斜



太阳能热水器结构原理



二、了解工程项目



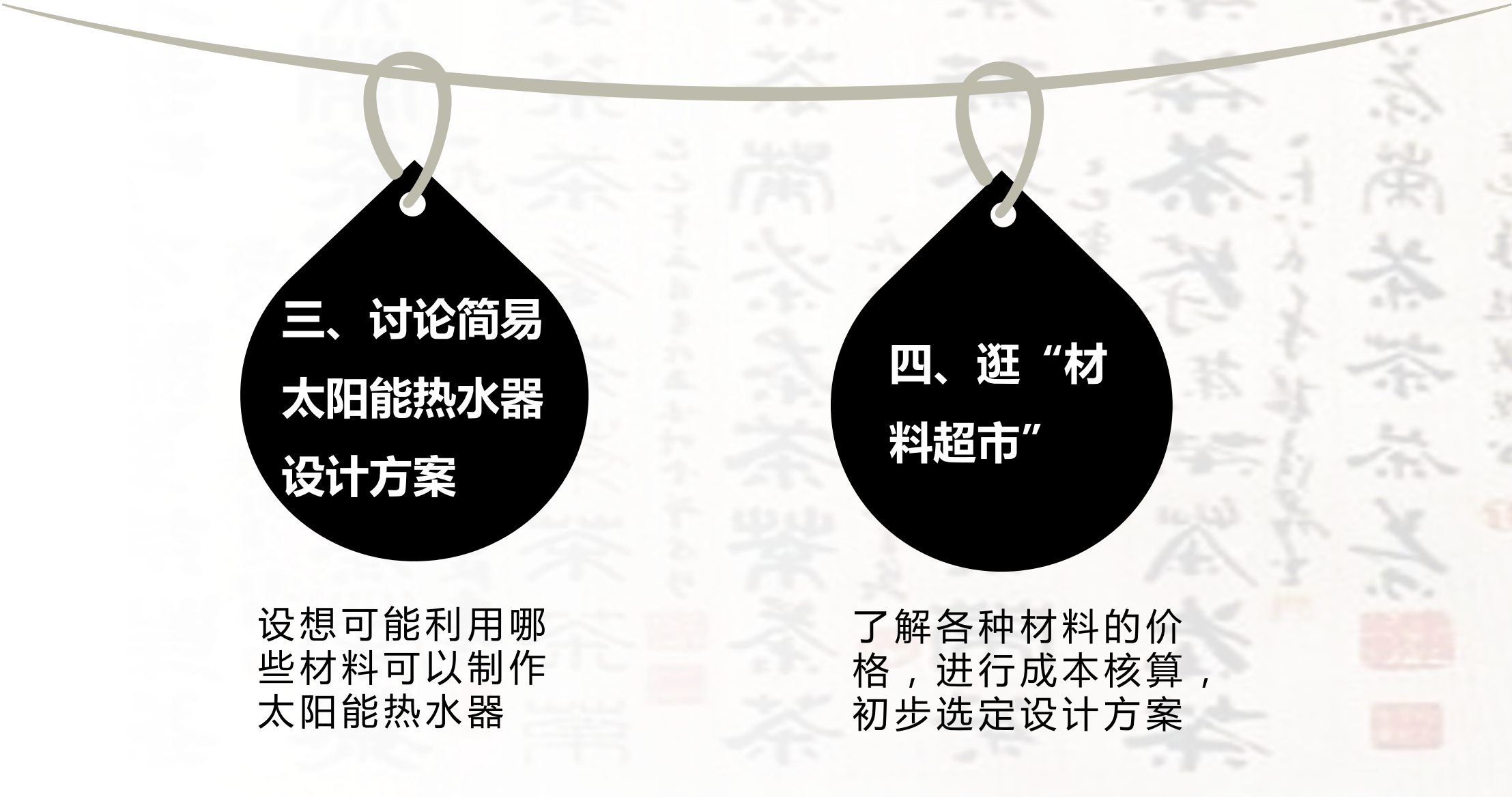
故事情境

支援非洲医疗队所在的援救点条件非常艰苦，根本没有条件洗个热水澡。医疗队希望利用身边的材料自制一些简易的太阳能热水器。每天将这些热水器里的热水收集起来，供每个人能够获得少量的热水擦澡。我们能帮助医疗队想想办法吗？



工程项目

每个小组设计一个能在15分钟内让200ml的水升温的简易热水器



三、讨论简易 太阳能热水器 设计方案

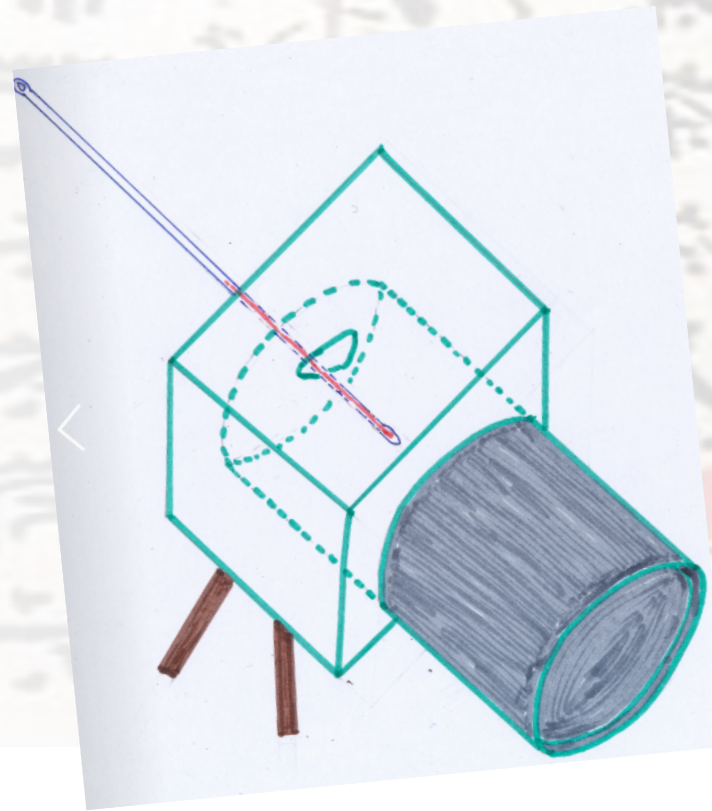
设想可能利用哪
些材料可以制作
太阳能热水器

四、逛“材 料超市”

了解各种材料的价
格，进行成本核算，
初步选定设计方案

五、完成 简易太阳能热水器 设计方案

- 列出需要的材料种类、数量和价格以及工具；绘制太阳能热水器的设计图。
- 简单评估本组设计的可行性，预测加热效果。





评价内容	评价标准		
	优秀	良好	及格
成本核算	充分利用了兑换币，选择工具合理，材料可能不会产生浪费	利用了兑换币，但工具不够合理，或者材料会产生浪费	选择了工具或材料，但存在一些不合理因素，或者材料预算起来兑换币的购买能力
设计图	设计图表达清晰，并且与选择的材料一致	设计图比较清晰，但与选择的材料不太一致	设计图不太清晰，并且与选择的材料相关性不大
小组合作	方案中写明了小组成员的分工，并且与课堂上观察的一致	方案中写明了小组成员的分工，但与课堂上观察的不太一致	方案中没有写明小组分工

教学评价

完成一份《太阳能热水器工程报告书》，向他人介绍我们设计并制作的太阳能热水器吧。

1. 画出我们完成的太阳能热水器简图，或者贴上照片，标出太阳能热水器各部分的尺寸和使用的材料，以及能实现的功能。

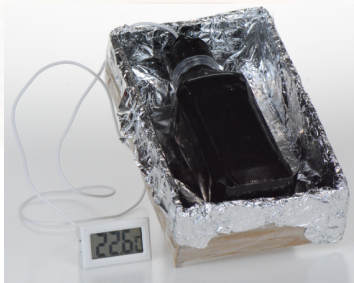
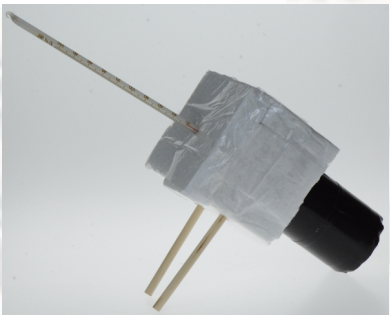
2. 介绍制作太阳能热水器的成本。

材料名称	规格和数量	单价	价格
总价			

3. 用数据表格和折线图展示太阳能热水器的工作效果。

时间/分钟	0	2	4	6	8	10	12	14	
温度/℃									
温差/℃									

4. 我们完成的太阳能热水器怎么样，是否值得向他人推荐？说明理由。



感谢

您的观看

