



# 破解代码



TryEngineering 提供 - [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

[单击此处可填写有关本课程的反馈信息。](#)

---

## 课程重点

课程主要介绍经过计算机处理的条形码如何提高产品配送效率；探讨条形码处理过程和工程设计。

---

## 课程概要

“破解代码”将探讨计算机化的条形码如何简化产品的配送和定价。学生将学习编码和解码、条形码处理系统，以及如何在条形码中嵌入数学公式来防止错误。学生通过网站认识产品条形码、测试日常产品中的条形码，并且组成一个“工程团队”研发下一代信息嵌入系统。

---

## 年龄段

8-18.

---

## 目标

- ✦ 了解条编码系统（特别是条形码）和解码技术。
- ✦ 了解条形码如何与计算机系统交互作用。
- ✦ 了解条形码如何提高制成产品的配送效率和定价准确性。
- ✦ 了解条形码的发展对我们日常生活的影响。
- ✦ 学习团队协作精神并分组解决问题。

---

## 预期的学习成果

通过这次活动，学生应了解：

- ✦ 计算机化的编码和解码系统（条形码）
- ✦ 工程设计和技术对社会的影响
- ✦ 工程设计问题的解决过程
- ✦ 团队协作

---

## 课程活动

学生将了解计算机编码系统如何影响我们的日常生活，包括产品配送、库存管理以及零售商场和购物网站的定价。研究的主题包括条形码，以及计算机扫描/定价/库存系统的影响。学生分组设计改进的信息嵌入系统，了解计算机编码/解码的工作原理，并解算基本数学公式来检查条形码。

---

## 资源 / 材料

- ✦ 教师资源文档（附）

- ✦ 学生资源清单（附）
- ✦ 学生作业单（附）

---

## 符合美国教学大纲

请参见随附的教学大纲表。

---

## 因特网上相关信息链接

- ✦ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ✦ 美国数学协会: The Digital Revolution – Barcodes (数字革命 – 条形码) ([www.ams.org/featurecolumn/archive/barcodes1.html](http://www.ams.org/featurecolumn/archive/barcodes1.html))
- ✦ 因特网 UPC 数据库 ([www.upcdatabase.com](http://www.upcdatabase.com))
- ✦ 美国最近指定的产品条形码 ([www.upcdatabase.com/scanner.pl](http://www.upcdatabase.com/scanner.pl))
- ✦ ITEA 技术素养标准: 技术研究的内容 ([www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm](http://www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm))
- ✦ McREL 标准和基准纲要 ([www.mcrel.org/standards-benchmarks](http://www.mcrel.org/standards-benchmarks)) 有关幼儿园到 12 年级课程的内容标准汇编 (既提供浏览格式, 也提供查询格式)。
- ✦ 美国国家科学教育标准 ([www.nsta.org/standards](http://www.nsta.org/standards))
- ✦ 学校数学的原则和标准 (<http://standards.nctm.org>)

---

## 推荐读物

- ✦ Revolution at the Checkout Counter : The Explosion of the Barcode (《收银台的革命: 条形码的出现》) (ISBN: 0674767209)
- ✦ Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software (《代码: 隐藏的计算机硬件和软件语言》), 作者: Charles Petzold (ISBN: 0735611319)
- ✦ Raising the Bar [Code] : The Value of Auto-ID Technology (提升条形码: 自动 ID 技术的价值) (ISBN: 0324300786)

---

## 可选的写作活动

- ✦ **年龄较小的学生:** 撰写一篇短文或一个段落, 描述在杂货店收银方面, 是采用了计算机扫描条形码系统容易出错, 还是不采用计算机扫描条形码系统容易出错。
- ✦ **年龄较大的学生:** 撰写一篇短文或一个段落, 描述如果没有条形码, 杂货店的经营有什么不同? 解释在 1960 年进行库存编目时可能是什么样的情形? 计算机工程如何改变了购物体验?

---

## 破解代码

教师适用:



---

## 符合美国教学大纲

注：本系列教学内容的所有课程计划均符合美国国家科学教育标准（由美国国家研究委员会制定并由美国国家科学教师协会认可），同时，相应的适用内容也遵循国际技术教育协会的技术素养标准和美国国家数学教师委员会的学校数学的原则和标准。

### ◆美国国家科学教育标准 幼儿园到 4 年级（4 - 9 岁）

#### 内容标准 E：科学和技术

通过这些活动，5 年级到 8 年级的所有学生都应培养

- ✦ 技术设计的能力
- ✦ 对科学和技术的了解

#### 内容标准 F：人文社会科学

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 风险和利益
- ✦ 社会科学和技术

#### 内容标准 G：科学的历史和本质

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 科学的历史

### ◆美国国家科学教育标准 5 年级到 8 年级（10-14 岁）

#### 内容标准 E：科学和技术

通过这些活动，5 年级到 8 年级的所有学生都应培养

- ✦ 技术设计的能力
- ✦ 对科学和技术的了解

#### 内容标准 F：人文社会科学

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 个人健康
- ✦ 风险和利益
- ✦ 社会科学和技术

#### 内容标准 G：科学的历史和本质

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 科学的本质
- ✦ 科学的历史

### ◆美国国家科学教育标准 9 年级到 12 年级（14-18 岁）

#### 内容标准 E：科学和技术

通过这些活动，所有学生应培养

- ✦ 技术设计的能力
- ✦ 对科学和技术的了解

#### 内容标准 F：人文社会科学

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 个人与社区卫生
- ✦ 当地、本国和全球面临的科学技术挑战

#### 内容标准 G：科学的历史和本质

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 科学知识的本质
- ✦ 历史观



教师适用：  
符合美国教学大纲（续）

## ◆技术素养标准 – 所有年龄

### 技术的本质

- ✦ 标准 1：学生将了解技术的特性和范围。
- ✦ 标准 3：学生将了解不同技术之间的关系以及技术与其它研究领域之间的联系。

### 技术和社会

- ✦ 标准 4：学生将了解技术对文化、社会、经济和政治的影响。
- ✦ 标准 6：学生将了解社会在技术发展和应用中扮演的角色。
- ✦ 标准 7：学生将了解技术对历史的影响。

### 设计

- ✦ 标准 10：学生应了解故障排除、研究开发、发明创新和实验在解决问题过程中的角色。

### 技术方面的能力

- ✦ 标准 13：学生将培养评估产品和系统影响的能力。

### 已设计好的领域

- ✦ 标准 17：学生将了解并能够选择和使用信息与通信技术。

## ◆学校数学的原则和标准

### 了解各种运算的含义及其相互之间的关系

- ✦ 了解整数乘除；
- ✦ 了解和应用各种运算关系

### 数据分析和概率标准

- ✦ 选择、创建和使用适当的图形来表示数据，包括直方图、箱线图和离散图

### 解决问题

- ✦ 解决数学及其它环境中出现的问题

### 学科联系

- ✦ 在数学以外的环境中应用数学



教师适用：  
教师资源

## ◆课程目的

通过演示条形码的工作原理，探讨编码和解码系统对社会的影响。学生将了解条形码、测试网站上的产品代码、评估技术对社会的影响、了解条形码数字之间的数学关系、制作自己的编码系统。

### ◆ 课程目标

- ◆ 了解条编码系统（特别是条形码）和解码技术。
- ◆ 了解条形码如何与计算机系统交互作用。
- ◆ 了解条形码如何提高制成产品的配送效率。
- ◆ 了解条形码的发展对我们日常生活的影响。
- ◆ 学习团队协作精神并分组解决问题。

### ◆ 材料

- 学生资源表
- 学生作业单
- 因特网访问（如果可能）
- 为每组学生分配一套材料：
  - 五种不同产品的条形码
  - 访问因特网的设备



### ◆ 步骤

1. 向学生展示不同的学生参考表。可以在课堂上当场阅读，或者在头天晚上作为家庭作业发给学生阅读。也可以要求学生带来家中食品或其它商品上的几个条形码。
2. 按 3-4 人对学生进行分组；给每组提供一套材料。
3. 要求学生访问因特网 **UPC 数据库** ([www.upcdatabase.com](http://www.upcdatabase.com))，并输入几个条形码帮助识别产品。
4. 另外，要求学生搜索并打印他们可能要购买的几种商品的条形码。
5. 学生对条形码进行数学检查，确定准确性并了解条形码处理系统的数值关系。
6. 学生组成不同的“工程师”团队，研制新的代码处理系统，或者开发在制成品中嵌入信息的新方法。
7. 然后，学生应完成作业单，说明计算机工程和技术对社会的影响。
8. 各组向全班展示他们对新型代码系统的设想，陈述工程设计的社会影响。

### ◆ 所需时间

一到两节 45 分钟的课时。

## 破解代码



学生资源：  
条形码是什么？

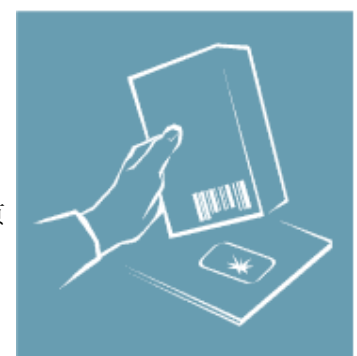
### ◆ 计算机条形码

通用产品代码 (UPC) – 或称“条形码” - 诞生于三十年前。那时，为了节省成本，要求食品配送和销售系统在每家杂货店的每件产品上贴上价格标签。食品制造商与零售连锁店合作提供了必要的工程和技术支持来开发自动化结算系统。成果令人称奇！自动化收银系统

破解代码

第 5 页，共 11 页

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发  
[www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)



不仅可以自动防止店员的标价错误，而且使一些杂货店、家庭用品商场和家居装饰中心不需要配备结算人员。条形码对零售、制造系统以及全球产品配送产生了巨大的影响。此外，小小的黑白线条已经创建了计算机化的数据库，可以跟踪各地消费者的购买习惯、销售偏好和价格偏好。条形码大大提高了新产品符合人们需求的几率，极大地提高了库存的准确性。

## ◆ 历史

1974

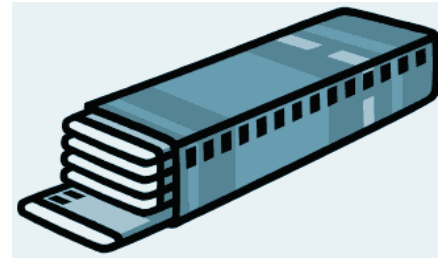
年，俄亥俄州特洛依市的一家超市第一次使用了条形码，当时阅读条形码的扫描仪大而笨拙，并且噪音很大。第一个被扫描的商品是一包

Wrigley 的 Juicy Fruit

泡泡糖。它受到如此礼遇纯属偶然，第一个体验扫描购物的顾客（历史上没有留下他的名字...）正好从商品架中抽了这包 Juicy

Fruit! 这包具有历史意义的泡泡糖现今存放在华盛顿哥伦比亚特区史密森研究院的美国国家历史博物馆，从外表上看已经很旧了！

如今的扫描仪都是小巧的手持设备，没有噪音，反应迅速；世界每个角落都可以寻觅到它的踪影：从商场、邮局 - 到医院 - 甚至远程研究人员和工程师的手中。



## ◆ 新增功能

最近，由于加入了条形码处理系统，医疗指示和输血的准确率得以提高。干洗店使用条形码来确保衣物返回到正确的顾客手中，而银行系统代码让顾客在购买汽油、食物甚至就餐时都能迅速地“一刷即走”。



## ◆ 工作原理

大多数产品 UPC

代码都有十二位数字。前六个数字定义产品的制造商或供应商。同一个供应商销售的每件产品中，条形码的前六位数都是一样的。接下来五个数字是产品本身特定的标识。而最后一个是特殊数字，称为“校验数字”，用于重新检查，以确保代码的 UPC

正确无误。这个“校验数字”需遵循一个数学公式，以确认产品得到了正确校验。其工作原理如下：

我们以 Heinz 57 蕃茄酱 (14 oz) 的 UPC 代码为例。代码是 013000001243。



步骤一：将奇数位的数字相加：

$$0 + 3 + 0 + 0 + 1 + 4 = 8$$

步骤二：将步骤一中的答案乘以 3：

$$8 \times 3 = 24$$

步骤三：将偶数位的数字（第 12 位数字除外）相加：

$$1 + 0 + 0 + 0 + 2 = 3$$

步骤四：将步骤三的答案加上步骤二的答案：

$$3 + 24 = 27$$

步骤五：将校验数字（本例中为 3）加上步骤四的答案 (27)：

$$3 + 27 = 30$$

步骤六：这个校验数字必须是十的倍数才正确，而答案（十的倍数）的第一个数字用作校验数字。

条形码扫描仪每次读取 UPC

时，都会自动进行这一计算。如果校验数字与算出的答案不同，计算机就知道 UPC 有错误。

#### ◆ 条形码读取器工作原理

因为计算机无法读取条形码，所以需要有一个叫做“条形码读取器”工具包的适配器来扫描产品。该工具包通常包括一个扫描仪、一个解码器和一条用于连接计算机、收银机或其它计算机嵌入产品的电缆。扫描仪“阅读”条形码 -

检查黑色线条以及线条间空格的大小和间距。解码器按上述方法检查数字，将产品的相应信息以文本格式传输到计算机。根据具体的应用，该信息可能是产品的价格、药品的过期日期或用于输血的血型。

#### ◆ 工程师如何参与？

产品（例如条形码读取器）在最初设计出来后，经过计算机工程师、软件工程师、电气工程师以及产品团队中其他人员的不断改进，解决设计中的问题。产品面市之后往往需要经历一个重新设计改进过程，才能满足客户的需要。例如，条形码读取器现在有钢笔形式、无线形式，可内置于设备中以适应恶劣的环境 - 最初的设计只是在可以控制气温的杂货店内使用。

## 破解代码



### 学生作业单： 下一步措施

工程师正在改进条形码系统。例如，匹兹堡大学 (University of Pittsburgh) 和俄勒冈州立大学 (Oregon State University) 的电气工程师一直在共同开发新的产品 ID 系统 "Peni-Tag"（产品放射号码标识标签）。这些 ID 可嵌入到所有产品中，甚至是衣服的标志位置，如果设计成功，将不再需要条形码。

当工程师合作解决问题时，他们通常可以看到与当前产品或行为相关的问题。

#### 你们是工程师团队！

你们的挑战是找出与现有条形码系统相关的问题，并提议新的产品或系统来改进当前系统。

#### 陈述问题：

1.

找出现有条形码系统的三个缺点（例如，有时条形码受到刮擦后计算机无法识别，或者收银员必须操作两遍计算机才能识别）。



2.

全组集思广益，在纸上设计可以解决这些问题的新产品或系统，并且添加新的功能到嵌入的信息中（例如，在未来的洗衣机芯片中嵌入整本产品手册，在洗一桶类似的衬衣时，告诉洗衣机将水温设置为多少）。

3. 以下列三种形式向全班展示你们的创意：

- 用文字描述你们产品在技术上的工作原理。
- 画出最终产品的草图或其使用场合。
- 写一段新产品的广告词，介绍其三大功能。

## 破解代码



### 学生作业单： 检查代码

大多数产品 UPC

代码都有十二位数。前六个数字定义产品的制造商或供应商。同一个供应商销售的每件产品中，条形码的前六位数字都是一样的。接下来五个数字是产品本身特定的标识。而最后一个是特殊数字，称为“校验数字”，用于重新检查，以确保代码的 UPC



正确无误。这个“校验数字”需遵循一个数学公式，以确认产品得到了正确校验。其工作原理如下：我们以 Heinz 57 蕃茄酱 (14 oz) 的 UPC 代码为例。代码是 013000001243。

步骤一：将奇数位的数字相加：

$$0 + 3 + 0 + 0 + 1 + 4 = 8$$

步骤二：将步骤一中的答案乘以 3：

$$8 \times 3 = 24$$

步骤三：将偶数位的数字（第 12 位数字除外）相加：

$$1 + 0 + 0 + 0 + 2 = 3$$

步骤四：将步骤三的答案加上步骤二的答案：

$$3 + 24 = 27$$

步骤五：将校验数字（本例中为 3）加上步骤四的答案 (27)：

$$3 + 27 = 30$$

步骤六：这个校验数字必须是十的倍数才正确，而答案（十的倍数）的第一个数字用作校验数字

。

条形码扫描仪每次读取 UPC

时，都会自动进行这一计算。如果校验数字与算出的答案不同，计算机就知道 UPC 有错误。



## 你的任务：

计算四个不同条形码的公式，看看得出的“校验数字”是否为十的倍数。

--	--



--	--

## 破解代码

### 学生作业单：

阅读以下新闻稿，然后回答关于条形码技术和软件工程对社会的影响的问题：

**HHS**  
宣布关于药物和血液条形码的新要求，以减少  
医疗失误风险



HHS 秘书长 Tommy G. Thompson

宣布，食品和药物管理局将颁布最终的规定，要求数千种人类药物和生物产品的标签上使用条形码。这项措施有助于防止可以避免的医疗错误和降低卫生成本，是行业部门应用信息技术来提高卫生质量的重要一步。

“条形码可以帮助医生、护士和医院以适当的剂量给患者提供正确的药物，” 秘书长 Thompson 说，“如果卫生提供商拥有能够迅速检查药物和剂量的方法，就可以减少可能给患者带来严重伤害的医疗错误风险。”

“我们鼓励广泛采用技术来帮助卫生提供商避免成千上万的医疗错误，” FDA 委员、医学博士 Mark B. McClellan

说，“条形码系统在商业和工业的各种应用中已经证明，它们是可靠而有效的。我们正在卫生行业推广这些系统，帮助救死扶伤。”

FDA 规定要求大部分处方药以及医院经常使用和药店经常订购的非处方药采用线性条形码 - 和数百万生活消费品包装上使用的条形码一样。药物的每个条形码至少必须包含药物的美国国家药品码编号。此信息将编入产品标签的条形码中。制药公司还可以在条形码中包含批号和产品过期日期等信息。

此外，规定还要求用于输血的血液和血液成分容器标签上使用机器可读的信息。这些标签已被大多数血液管理机构采用，包含用于标识采集设备、经 FDA 认可的机器可读符号、与献血者相关的批号、产品代码和献血者的血型。

制定条形码规定的目的是支持和鼓励医院广泛采用先进的信息系统，部分已经采用信息系统的医院医疗错误率减少达

85%。这些机构为患者提供包含条形码的标识表带，用于标识患者。卫生专业人员先后扫描患者的条形码和药物的条形码。然后，信息系统就会将患者的药物治疗信息与药物进行比较，确认按照医生的诊断，在正确的时间对正确的患者使用正确药物的正确剂量。在退伍军人医疗中心 (Veterans Affairs Medical Center) 的研究中就采用了这种条形码扫描系统，结果 570 万次用药没有发生一次错误。

FDA 估计，条形码规定在完全实施后，可以帮助防止过去 20 多年来的近 500,000 次医疗事件和输血错误。同期内，降低卫生成本、减少患者痛苦、减少因医疗事件而浪费的工作时间等所带来的经济利益估计为 930 亿美元。

FDA 在 2003 年 3

月第一次提出了条形码要求。医院、卫生专业人员、贸易和职业协会等都申明支持这一可以提高患者安全和卫生质量的方法。

最终规定适用于大多数药物制造商、再包装商、再标签商、专用标签发行商和血液管理机构。适用该规定的新药物必须在批准后 60 天内使用条形码；大多数之前批准的药物以及所有血液和血液产品必须在两年内遵守新的要求。

###

问题：

1. 科技和条形码的出现对杂货店收银员的日常生活有何影响？哪些更容易？哪些更难？
2. 医药瓶或试管上的条形码可以提醒人们药品的副作用和用药原则。你认为这对社会有何影响？
3. 工程师讨论对献血进行条形码处理应考虑哪些道德问题？
4. 哪些计算机错误可能通过条形码系统对社会产生负面影响？举例说明。
4. 计算机或软件工程师如何帮助避免条形码系统中的错误？

5. 你认为工程师还可以在哪些领域开发设备来嵌入重要信息？更多道德含义？