

美国中学科学拓展课程

技术的历程

Technology Through the Ages

中世纪到文艺复兴

Medieval Period and
the Renaissance

浙江教育出版社



图书在版编目 (C I P) 数据

技术的历程. 中世纪到文艺复兴 / (美) 里尔斯
(Ryles, B.), (美) 霍尔 (Hall, D.) 编著 ; 汪前进译.
— 杭州 : 浙江教育出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-5536-0532-6

I. ①技… II. ①里… ②霍… ③汪… III. ①技术史
— 世界—中世纪 IV. ①N091

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第043773号

美国中学科学拓展课程

技术的历程 中世纪到文艺复兴

翻 译 段耀勇 海 红 校 订 安金辉 审 定 汪前进

出版发行 浙江教育出版社 (杭州市天目山路 40 号 邮编: 310013)

原 著 Medieval Period and the Renaissance (Curriculum
Connections: Technology Through the Ages)

原 出 版 Brown Bear Books

责任编辑 赵英梅 邱连根

责任校对 韦 勇

封面设计 曾国兴

责任印务 温劲风

图文制作 杭州兴邦电子印务有限公司

印 刷 浙江新华数码印务有限公司

开 本 710×1000 1/16

印 张 7.5

字 数 100 000

版 次 2013 年 3 月第 1 版

印 次 2013 年 3 月第 1 次印刷

印 数 0 001~8 000

标准书号 ISBN 978-7-5536-0532-6

定 价 18.00 元

联系电话: 0571-85170300-80928

e-mail: zjy@zjcb.com

网 址: www.zjeph.com

美国中学科学拓展课程

技术的历程

Technology Through the Ages



中世纪到文艺复兴

Medieval Period and
the Renaissance

浙江教育出版社·杭州

目 录

<u>序言</u>	<u>4~5</u>	<u>磁性指南针</u>	<u>52~55</u>
<u>中国古代科学</u>	<u>6~9</u>	<u>时钟与手表</u>	<u>56~59</u>
<u>记数和算盘</u>	<u>10~13</u>	<u>枪和火药</u>	<u>60~67</u>
<u>引水渠、水坝和防洪</u>	<u>14~17</u>	<u>印刷术的发展</u>	<u>68~71</u>
<u>古代的桥梁</u>	<u>18~21</u>	<u>地理发现之旅</u>	<u>72~75</u>
<u>水力</u>	<u>22~25</u>	<u>哥白尼与宇宙</u>	<u>76~79</u>
<u>阿拉伯科学</u>	<u>26~29</u>	<u>马铃薯与烟草</u>	<u>80~83</u>
<u>造纸术和纸的使用</u>	<u>30~35</u>	<u>帆船</u>	<u>84~87</u>
<u>维京人的航海旅行</u>	<u>36~39</u>	<u>大事年表</u>	<u>88~105</u>
<u>风力</u>	<u>40~43</u>	<u>词汇表</u>	<u>106</u>
<u>数学的进步</u>	<u>44~47</u>	<u>索引</u>	<u>107~117</u>
<u>城堡与桥梁</u>	<u>48~51</u>		

序 言

《技术的历程》这套丛书是课程扩展项目的一部分。这套六卷本的丛书讲述了从远古时期到当代社会的科学发现故事,包括人类最初开始使用火、车轮的发展、太空旅行、现代计算机和人类基因组计划等。这套丛书中的各卷则分别讲述了从史前时代到现代这当中的某一主要历史时期。

每卷均由两类文章组成:

全面深入型的文章是这套丛书的核心。这些文章重点阐述那些具有特殊意义的科学发现和技术进步,介绍了主题的背景和相关人物的情况,并解释了这些发现或发明是如何投入使用的。每篇文章聚焦在一个当时最先出现的特定进步,但也经常追溯该主题的历史或探究后来的发展,使读者对每一主题的到来去脉获得更为深入的了解。页边附加的文本框通常是对科学原理作一些解释。

在每篇文章中,都有两个关键的学习工具,这两个工具就在每页页边的彩色栏框里:课程要求栏向读者表明,该主题与涵盖到12年级的美国国家和各州的科学技术教育标准的某些关键内容具有特定联系;术语栏对文章中的关键词给出了解释。

大事年表型的文章附在每卷的末尾。它们按照时间顺序列出了科学发现、发明和技术进步,以及科学探索的关键日期。每段历史时期的大事年表都被分成几个互相平行的部分,每部分都聚焦于一个特定的科技领域。

书后还有一个简明的词汇表,列示了本卷所阐释过的主要条目,索引中列示了相关的人物和主要的主题。在这套丛书中,附有详细说明的插图都很重要,其中有早期的印刷品和绘画、当代的照片、艺术作品的复制品和解释性的图表。

本卷简介

在《中世纪到文艺复兴》这本书中,我们讨论的是从罗马帝国后期一直到欧洲的文艺复兴时期,即知识与研究飞速发展的伟大时期。

虽然罗马帝国的衰落和最终覆灭暂时延缓了欧洲科学的发展,但技术进步却日新月异。例如,通过使用风车来利用风力就引发了很多技术进步。各种发明创造传遍了全世界,它们大多起源于中国:指南针的秘密、制造火药的技术和许多其他的中国发明都传到了欧洲。在中世纪时期,阿拉伯科学家们通过翻译和汇编古希腊和亚洲学者的著作,把过去宝贵的科学发现保存了下来。同时,他们也为多方面的科学进步作出了突出贡献。

在14世纪的意大利,文艺复兴的学者们开始传承中世纪哲学、医学和科学的思想观念及研究方法,并对它们提出了全面的质疑。使用活字印刷意味着无需再像从前那样费时费力地抄书,新知识比以前传播得更快,这导致了学术的复兴,即所谓的“文艺复兴”。意大利的美术家、建筑家、发明家和工程师列奥那多·达·芬奇应该是文艺复兴时期最著名的代表人物,他在任何时代都称得上是最多才多艺的人物之一。后人在三四百年之后才把他的很多发明付诸实践。

在此期间,磁性指南针的发明和新型航船的发展,为大批欧洲探险家的地理大发现提供了技术支持。借此,他们发现了美洲大陆,其他的探险航行也遍及全球。

中国古代科学

世界上一些最伟大的发明都来自中国,而这些发明直到中世纪才在欧洲广泛应用。正是中国古代科学家的独特贡献,才诞生了风筝、纺车、指南针、弩和独轮手推车这些物品。

中国秦朝的著名将军蒙恬(约公元前 250~前 210 年)曾用兔毛和山羊毛制笔,改进了当时的毛笔,把它变成了一种使用起来较为方便的书写工具。当时人们使用的书写材料主要是竹木简和缣帛。但缣帛太昂贵,竹简和木简又太笨重,所以人们一直在设法寻找更为廉价易得的书写材料。中国在西汉时期就已出现利用大麻和苧麻纤维制成的纸,但是原料来源和产量都有限。大约在 105 年,东汉宦官蔡伦(约 61~121 年)改进了当时的造纸术,用浸软的树皮、麻头、破布和废旧渔网的混合物制造书写用纸。由他监造而成的这种纸质地优良、广受欢迎,被人们称作“蔡侯纸”。利用这种方法和材料来源,中国人造出了廉价耐用的纸。人们现在已知的世界上最早的印刷书籍也出现在中国,这是一部刊印于 868 年的中文版梵语佛教经典《金刚经》。这是由木刻雕版印制的 7 张黄渍纸粘连而成的一根卷轴,总长度超过 5 米。

化学和物理学

炼金术

古代人试图把廉价金属变成黄金的一种伪科学。

中国古代炼丹家在炼丹的过程中使用包括硝石、硫黄在内的多种物质来炼制所谓的长生不老药。在炼制过程中,起火、爆炸事故常常发生。所以中国的炼丹家们最先掌握了这些物质发生燃烧和爆炸的条件及配方。炼丹家们的知识为兵家所用,就产生了用于火攻和制造爆炸的武器——火药。中国人在战国时期就已经发明出用于指南的装置——司南。但由于史料缺乏详细的文字和图片记载,后人只能猜测司南的外形及制作工艺。此后,又几经改进和演变,在宋代中国人已经制造出世界上最早的指南针。东汉学者张衡(78~139 年)是中国历史上最早制造水运浑象的人。132 年,他利用漏壶的等时性,以漏壶流出的水为原动力,再通过浑象内部的齿轮系统等传动和控制设备,使浑象每天均



匀地绕天轴旋转一周,从而达到自动地、基本正确地演示天象的目的。132年,张衡还发明了候风地动仪,它实际上是一个地震记录仪。从后人复原而成的模型来看,其外形像一个大型酒樽,中间有一个倒立的震摆。当地震发生时,震摆因受到震动而失去平衡,从而触动安装在震摆周围的八组机械装置中的一道,使仪器外面对应的龙口张开,龙口里所含的小铜球落入它下面的蟾蜍口中,由此便可知道震中的方向。这只是中国众多实用发明和技术中的几个例子。

中国与欧洲具有完全不同的思想发展路线。欧洲科学是一种循序渐进地获得对自然的整体理解的思想体系。各个时代流行的哲学体系以及神学思想都会影响到欧洲科学家们的思想。对于中国的科学家来说,佛教、道教以及受到官方推崇的儒家思想虽然都曾一度在思想领域占据主导地位,但从未像西方的基督教神学那样对学术思想和学术活动构成极为严厉的钳制和约束。此外,中国古代哲学家们思辨性的哲学体系与科学技术专家们的务实工作似乎构成了两条相互独立的思想脉络,而不是一种哲学指导或引领科学技术发展的关系模式。

中国古代的星盘。对中国人来说,记述恒星和行星的运行轨迹十分重要,中国最早的天象记录多保存于甲骨文中,至今已有三千多年的历史。

课程要求

学生应理解不同文化的人们对同样的问题会有不同的答案。

天文学

天文学对中国人来说尤为重要,这是因为他们认为,日食、月食、流星等各种天象能够预示吉凶,所以观测和记录天象对古代中国人来说,是领会上天旨意的一种重要途径。此外,作为一个农业生产非常受重视的古老国家,根据天象制定准确可靠的历法,也是农业本身的实际需要。这就需要一部准确可靠的历法。据《尚书·尧典》记载,帝尧曾派一批天文官员到东南西北四个方向去观测天象,以制定历法、预报季节。但至今仍未发现与此相关的历法实物。成书不晚于春秋时代的《夏小正》中反映了夏代的一些天文知识。当时已经有天干纪日法,并有了旬的概念,10天为一句,直到今天人们仍在沿用这个概念。中国古代历法一直在不断改革和演变,可以说,中国古代的天文学史就是一部历法演变史。

中国传统历法采用甲子纪年,每60年为一个周期。一年有12个月,每个月有29或30天,每个月的第一天起始于新月。每19年就要在阴历年中增加7个闰月,以使阳历年与阴历年保持一致。中国古代的历法除了标记出春分、秋分、冬至、夏至和农时外,还包括对月食和行星所在方位的预测日期。那些无法预测的不规律事件常被看作是某种预兆。

中国古代的天文学家们对日食、月食、新星、彗星和太阳黑子都进行了详细记录。早在公元前4世纪,天文学家们就在星表上标注出了恒星的位置,并且这种记录大约从公元前70年开始就从未间断过。虽然并不是所有的记录都能流传至今,但有一张天文历表存世,表上记录了太阳、月亮和行星的位置,还有一张记录公元前244~前177年的行星运行表也流传了下来。

天文学属于数学科学,已知中国最早的数学著作《周髀算经》,大约成书于公元前1世纪,它是依据以前的文献写成的,但那些更早的文献都已失传。这本书中主要讲述天文计算问题,也包括一些算术和几何运算方法,其中就包括著名的勾股定理,即西方人所谓的毕达哥拉斯定理。

中国古代数学家也注意到了音高与发声的物理过程之间的关系。这使得中国出现了独特的和声学,并出现了用

课程要求

学生应理解太阳、地球和行星在太阳系中的作用。

天文学

研究地外天体的学科。

中国人从公元前6世纪就开始使用弩。从战国时期(公元前475~前221年)开始,弩逐渐成为重要的兵器。据史料记载,公元前209年,在秦二世的军团中有50000名弩手。

弩主要由弩弓(短弓)、木质弩臂和弩机三部分组成。弩弓被横向固定在弩臂前端,弩机则装在弩臂偏后的位置上。弩手把弩臂末端靠在肩膀上,即可击发待发的弩箭了。发射其他类型的弓箭要依赖射手的力气,但弩却不同,在弩上面有一个机械弩机,所以射手可以

毫不费力地连续发射弩上的多支弩箭。因为弩弓弓弦产生的弹力比传统弓弦要大很多,所以弩箭的射程更远,甚至能够轻易穿透厚厚的铠甲。另外,弩机的弹簧触发装置也提高了弩手远程射击的精度。然而,弩手张弩和再次装箭的速度比传统弓要慢很多,这使他们容易成为敌军骑兵攻击的目标。为了解决这个问题,中国的将军在弩手旁边部署弓箭手,他们可以掩护那些张弩和装箭的弩手。



于各种典礼和仪式的石磬和编钟,最终发展成在宫廷演奏的音乐。1978年,考古学家在中国湖北发现了公元前5世纪的曾侯乙墓,墓中陪葬有65枚带有铭文青铜钟。敲击编钟上的不同位置,每个青铜钟都可发出两个乐音,而且这组编钟的音域跨越5个八度,令人叹为观止。

医学

据说中医起源于距今约1万年的伏羲时代,其理论基础是宇宙的阴阳调和。中医的经典——《内经》是中医大部分著作的文献来源,传说为轩辕黄帝(约公元前2698~前2598年)所作,但它极有可能成书于公元前3世纪。中医治病使用以草本植物、动物和矿物质为主配制的药物。在治疗中也采用推拿按摩、体育锻炼、调整气息和调节饮食的方法。针刺穴位的针刺法和用燃烧着的锥形艾绒熏灼皮肤、利用热刺激来治疗疾病的灸法还共同形成了治疗学中的一个分支——针灸疗法。中药包含了上千种的药材,这也使中国人获得了广泛的博物学知识。医学、农学、天文学和数学是中国古代最为发达的四门科学。

机械弩机可追溯到公元前6世纪,它由6个青铜部件构成。组装后的弩机,看上去很像现代来复枪的枪机。弩箭通常是青铜包头的铁箭,安放在弩臂上尺寸刚好合适的滑槽里。

记数和算盘

自然赋予了人们用于计数的手指和脚趾。但随着人类活动的日益复杂,人们需要更为复杂和精细的计数方法。于是,人们发明了包括算盘在内的多种计算工具。现在,很多国家仍在使用算盘。

当社会及其经济日益复杂化以后,商人需要保留准确的交易记录。政府官员也要保留重要的管理记录,如地契、纳税人数、税款金额、收获量、食品和其他物品的库存量以及军队的规模等等。为了记录这些数据,人们就发明了数字和简单的算术运算法则。

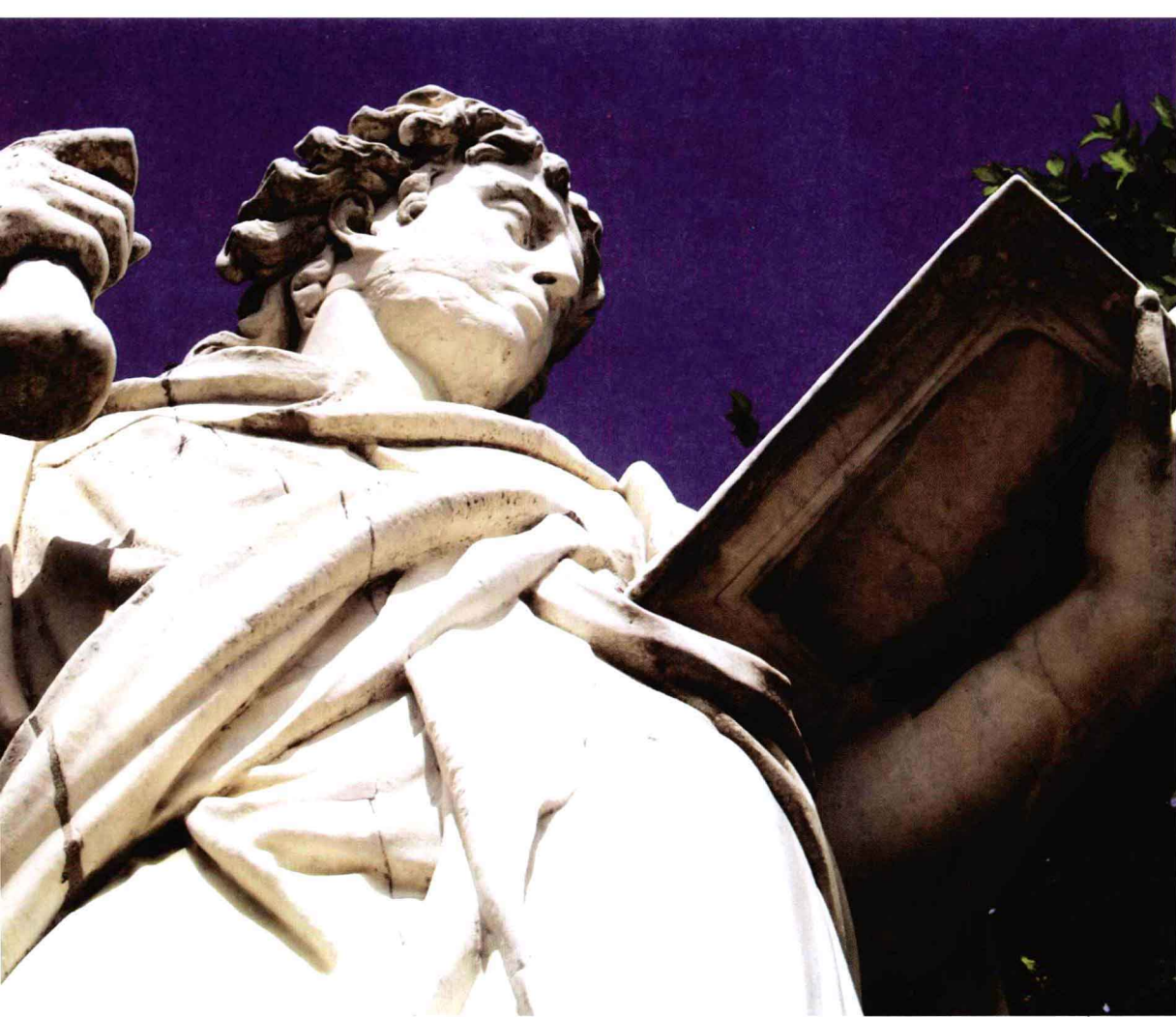
记数

最简单的记数法就是在木棒的边沿上刻出一连串的凹口,或者在石头及兽骨上刻画出痕迹,但在记录较大数字时这种方法就不太实用了。大约在公元前 3400 年,古埃及人就已经会使用数字记数了。他们用垂直的刻痕表示 1,用其他不同符号表示 10 的幂,如 100、1 000、10 000 等等,并把它们写在纸莎草纸上。大约与此同时期的苏美尔人,用尖笔在湿泥板上刻出形如向下、向左或向右的箭头痕迹,用来计数。约到公元前 2400 年时,这个记数体系已经发展为楔形文字。克里特岛人约在公元前 1200 年开始使用数字,他们用竖线代表 1,用横线代表 10。

这种计数法需要把多条线段组合使用,如果 | 表示 1,那么 2、3、4 就分别是 ||、|||、||||。另一种做法就是给所有的数值都创设一个单独的记号。中国人在公元前 4 世纪发明了这种记数系统,给 1~9 这九个数字和 10、100、1 000 都分别赋予了特定的符号。

课程要求

学生应认识到许多科学活动都离不开数学知识和技巧。



数的进制

包括西方在内的许多文化都采用 10 进制记数法。因为我们有 10 个手指,所以这个选择很自然。但这并非唯一选择,如在巴布亚新几内亚和澳大利亚,人们现在仍旧使用如下的计数方法:1、2、2 加 1、2 加 2、2 加 2 加 1 等等,这是二进制的记数系统,基数是 2。其他民族采用 3 进制、4 进制或 5 进制的记数法。玛雅人使用 20 进制,一些民族还使用 12 进制。英国直到近代还在货币流通领域使用 12 进制,如 12 便士等于 1 先令;北美洲至今也还在使用 12 进制的测量单位,如 12 英寸等于 1 英尺。另外,记数单位“打”和“箩”也采用 12 进制,1“打”是 12 个,1“箩”是 12“打”,即 144 个。

2 世纪的一座罗马商人雕像,他手拿钱袋,正在检查自己的账目。因为商业活动日益复杂,所以必须要有准确的账目和计算方法。

巴比伦人采用的 60 进制我们一直沿袭至今:1 分钟有 60 秒,1 小时有 60 分钟。在表示圆弧的度数时我们也沿用 60 进制,即 $1^{\circ}=60'$, $1'=60''$ 。

数字体系

希腊人用短竖线“|”表示 1,并用数字单词的第一个字母表示这个数字,如 Γ 表示 5, Δ 表示 10, H 代表 100, X 表示 1 000, M 表示 10 000。大约在公元前 600 年,这种记数系统首次出现在古希腊的阿提卡地区,故被称为阿提卡数字。罗马数字使用起来很简单,学生只需记住 $I(1)$ 、 $V(5)$ 、 $X(10)$ 、 $L(50)$ 、 $C(100)$ 、 $D(500)$ 和 $M(1\ 000)$ 这几个符号及其表示的数字即可。我们今天使用的印度—阿拉伯数字,约在公元前 4 世纪起源于印度。662 年,生活在美索不达米亚的主教塞维鲁斯·塞博赫特记述了印度数字。阿拉伯学者在公元 8 世纪开始使用印度数字。976 年,这些数字出现在欧洲的一份西班牙语手稿中。

上述数字体系用来记录数量和日期以及进行加减法运算都游刃有余。因为用这些数字系统所表示的数字相当冗长,所以进行乘除法运算就比较困难。当位值制出现后,数学计算才变得简单一些。比如,在我们的十进制中,数字从右到左,其位值依次升高。根据每个数字所在的位置,我们知道 369 表示的是: $3 \times 100 + 6 \times 10 + 9$ 。

在有些文献中,出现了古代人们使用位值制的证据,但具体时间很难确定。在印度新德里以南约 402 千米处的瓜廖尔出土的瓜廖尔石碑上,我们发现了书写于 876 年、包括数字“0”在内的位值体系,这是位值制数字体系最早的无可争议的记载。该石碑上有记载无误的“0”,这是数学史上的一个重大发明和进步。

算板

尽管没有位值制的记数体系,古代数学家仍可利用算板进行冗长复杂的计算。算板里铺满便于在上面书写

课程要求

学生应该认识到使用和理解数学符号的重要性,即使在今天其重要性也不曾降低。

课程要求

学生应知道“位值制记数法”是怎样表示所有数字的。

算盘

算盘,即计算板,在中国宋元时期已经广泛流行。现在仍有人使用这种最古老的线珠式算盘,它可以进行加、减、乘、除运算,也可以进行一些诸如小数和开方等复杂数学问题的计算。算盘是一个有梁、档、框结构的长方形器具,它里面有9根纵档,被一根横梁(中梁)把长方形分成上窄下宽的两个区域。每根档上有7个算盘珠,5个在横梁下面,2个在横梁上面。选取任意档为个位档

后,其左面的档位可依次代表十位、百位和千位等等。相应的,它右边的档位依次为十分位、百分位和千分位等等。0~4的5个数字用横梁下方的下珠表示,而表示5~9的5个数字时就要用到横梁上方的上珠,比如数字8就要用一个上珠和三个下珠表示,其中的一个上珠表示数字5。



数字的沙子,这种算板或沙盘极有可能是巴比伦人最早发明的。在希腊的萨拉米斯岛发现了巴比伦算板,也称希腊记数板,大约制作于公元前300年。

中国人发明算盘的具体时代虽不明确,但史料表明,大约从宋代起,我们今天所熟悉的这种算盘就已相当普及。

在算板中有竖直排列的平行线,计算者在每条线上放置用来记数的石子或其他标志物,然后就可以计算了。后来,涂蜡算板取代了沙盘,而涂蜡板最终发展为带有槽沟的算板。现代算盘有穿珠子的线或者档。前面提到的算板或算盘中的线、槽沟和档是有位值的,它们可以表示十位、百位、千位等,也可以表示计量或金钱的不同单位。

在商店和学校中使用的中国算盘。

引水渠、水坝和防洪

水对于任何生命来说都不可缺少,因而人类的主要定居区常依河而建。随着技术的发展,人们可以把水运到更为遥远的地方并储存起来备用,这样远离河流的城市就可免遭缺水之苦。人们还可以在河道上修建水坝,利用水力发电。

课程要求

学生应该能够描述人类活动是怎样改变水质的。

纵观历史,人类一直在寻找更有效地使用和控制水的方法。经过几个世纪的努力,在世界上出现了一些巨大的水利工程。其中有一些水利工程严重违反了自然规律,它们对环境造成的危害日趋明显。因此,今天我们必须在全球视野下重新审视水利问题。

供水及水处理

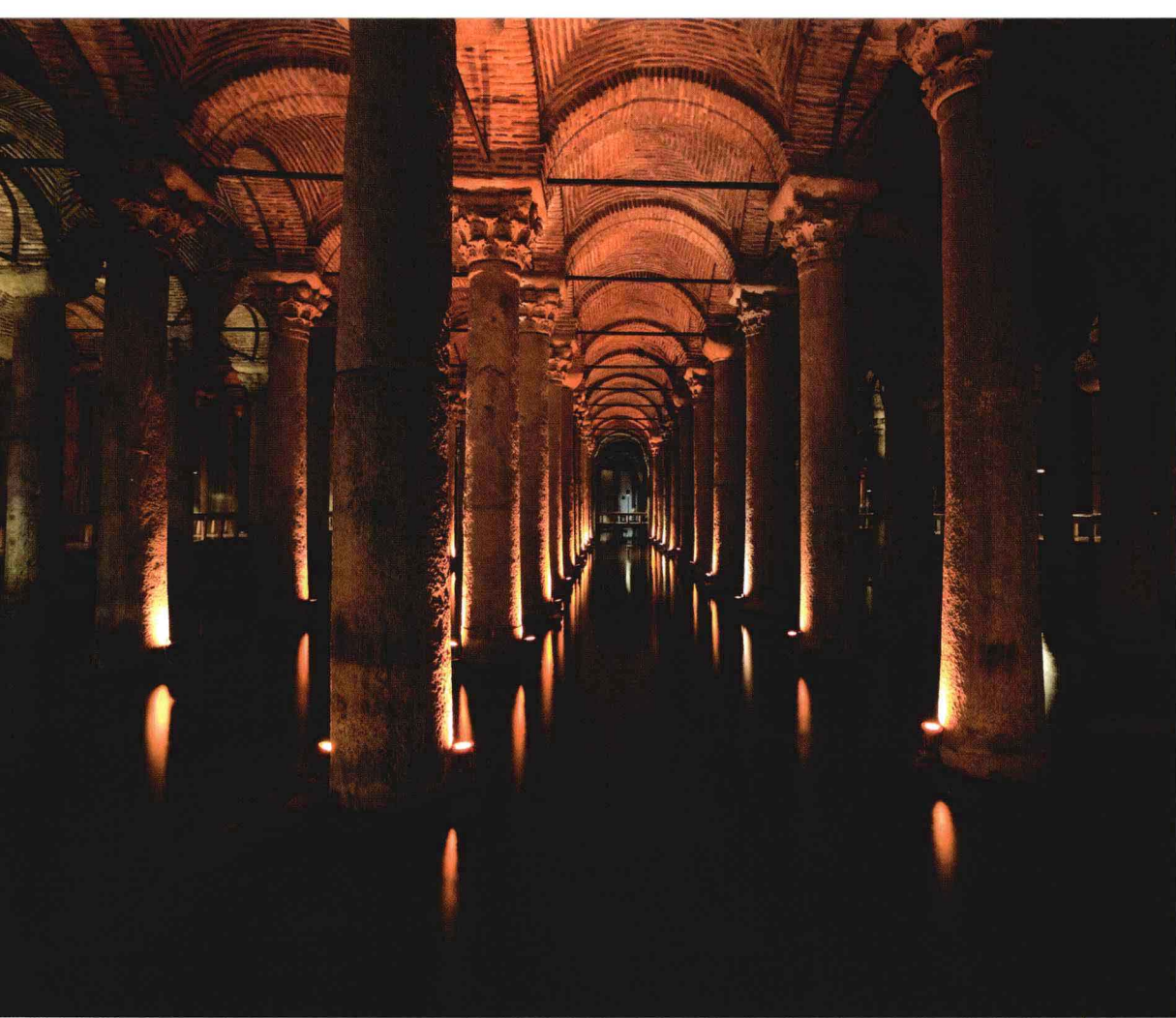
第一个大型给水系统可以追溯到 5000 多年前,它是一个农作物灌溉系统。至于饮用水,人们需要到最近而且洁净的溪流或山泉中取用,或者到与地下水源相连的人工水井里取用。大型公共给水系统是随着城市的发展而建造起来的。比如,大约从公元前 1000 年开始,耶路撒冷庞大的地下储水系统就开始运转了。

最著名的古代给水系统是由罗马帝国建造的,这些伟大的供水系统中有一些一直保存至今,甚至仍在发挥作用。为了给罗马城的喷泉和公共浴室供水,罗马人修建了长长的引水渠,以便把数十千米以外的山泉水引入城市。

为使水流穿过幽深的峡谷,罗马人效仿希腊人使用了倒虹吸管,这样水流就会沿着人工开凿的虹吸管顺坡而下,穿过山谷底部,然后再爬升到山谷另一端的高地上。虹吸管奏效的前提是:管道要足够结实,并且总是充满水,同时出水口的高度要低于进水口。

课程要求

学生应了解在地下水和地表水的集水区中寻找其源头和取水的情况。



古人用过很多汲水设备,有的至今还可以见到。这些设备包括桔槔、波斯轮、阿基米德螺旋抽水机、戽水车以及一些泵的雏形。桔槔,又名汲水吊杆或提杆,是一根一端系着重物的长杆,利用杠杆原理、借助人力用挂在长杆另一端的水桶从沟渠里提水;波斯轮,也叫牛力水车或链式泵,以畜力为动力,非常类似于中国古代的翻车或龙骨车,是一种绑满水桶的水车,也是一种汲水设备;阿基米德螺旋抽水机是一种用手转动的螺旋升水泵;戽水车是利用水力冲击大水轮边缘上的竹筒或木筒自动从溪流中提水的工具。

直到18世纪和19世纪,欧洲给水系统的规模才开始恢复到古罗马时期的水平。当时,生活在欧洲新兴工业城市里的市民急需洁净的水源来预防由饮水传播的疾病,另外工业生产本身也需大量用水。由蒸汽泵驱动水流在密闭管

这个巨大的蓄水池建造于6世纪,为君士坦丁堡大皇宫供水。人们在地下储水已有2000多年的历史。