



天工开物

现代生活中的科技

从传真机、打字机的发明到温度计、显微镜的出现；从香甜记忆的冰激凌到肥皂的故事；从热气球、飞艇的问世到改变人类生活的机器；生活中的发明无处不在。是谁在改变着我们的生活，发明的背后有着怎样的传奇故事？

◎ 主编 刘胜华



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

天工开物

现代生活中的科技

◎ 主 编 刘 胜 华



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 (CIP) 数据

天工开物：现代生活中的科技 / 刘胜华主编. —上海：上海科学技术文献出版社，2014.7

(CCTV 天工开物丛书)

ISBN 978-7-5439-6261-3

I . ① 天… II . ① 刘… III . ① 科学技术—普及读物 IV .
① N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 127732 号

责任编辑：张 树

封面设计：许 菲

天工开物·现代生活中的科技

主编 刘胜华

出版发行：上海科学技术文献出版社

地 址：上海市长乐路 746 号

邮政编码：200040

经 销：全国新华书店

印 刷：常熟市华顺印刷有限公司

开 本：740×970 1/16

印 张：11.75

字 数：129 000

版 次：2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978-7-5439-6261-3

定 价：26.00 元

<http://www.sstlp.com>

天工总有开物时（代序）

刘民朝

如果把《天工开物》作为一个新词典里的词条，它应该有两项解释。一是明代宋应星所著的科技专著，一是中央电视台科教频道里的科普栏目。诚然，作为电视栏目的《天工开物》是无法与历史名著《天工开物》相提并论的，但它却为大众所知，并赢得了不少有识之士的青睐。就目前在社会上的影响而论，也几乎与宋应星的《天工开物》不相上下。

该栏目创办于“科教频道”开办之初，其名称有意沿袭了祖先的书名，其含义是“认识自然规律，展开发明创造”，其初衷是系统展示中国古代的创造发明，以激发国人的科学精神、创造热情和民族自信心，栏目组在后来的表现也的确不俗：开播不到一年，由于制作精细，节目不但在大陆受到好评，还销往了境外，被推荐到国际上评奖。其推出的系列节目《古代器物》，尤其叫好又叫座，反映出栏目组对节目类型创作规律的清醒认识和把握。在创作手法上，摆脱了传统专题片的束缚，引进了动画、模型、实验、调查、复原、再现和主持人现场讨论等多种手段，不少节目活灵活现地介绍了古人的巧夺天工，令人过目不忘，真正起到了启迪智慧、激发创造的功效。在选题范围上，栏目也突破了单纯着眼中国古代的界限，而拓展为古今中外，无所不包。其中还开始注重了我国少数民族发明创造的挖掘和当代百姓的创造

革新的反映，已经不是老生常谈的“四大发明”，而是应接不暇、闻所未闻的奇思妙想。栏目组也因此应接不暇地接到观众的来信、来电和E-mail，或讨论问题，或索要节目光盘。从这一点上说，宋应星的《天工开物》在科普传播效果上，就比不上后代这个电视的《天工开物》了。

平心而论，《天工开物》栏目在科教频道中收视率并不算低，并且富有特色，也属频道中的应有之义。惜乎由于各种原因，还没有形成规模传播效益。大概也因为这一点，科教频道在此次改版中将她暂隐到后台以待来时。我到国外同类电视台访问，看到他们特设一种“季播栏目”，就是经过一段精心的筹备制作之后，在一年的某一季度集中推出，而后又偃旗息鼓，到后台准备去了。你别说，这种播法还真有让人翘首企盼的特殊效果。

我们也企盼着《天工开物》再次登台！

天工开物：有待开掘的富矿

刘胜华

给《天工开物》系列节目出书，一直是节目组计划之内的工作，然而令人想不到的是，书稿完成的同时，这套节目却被从十套节目中撤出，不能不让人感到沮丧和伤心，也许拿到这套书时，也只剩“此情可待成追忆，只是当时已惘然”的遗憾了。

当初创办《天工开物》这套节目的灵感，来源于一个关于中国古人利用声音的波长确定尺度的小故事，这个故事深深打动了我，让我在感叹古人聪明智慧的同时，也深感我们对自己祖先了解的肤浅和狭隘。过去，我们大都只停留在“四大发明”的层次上，其实，中国人的智慧和创造力远不止于此，于是我们萌发了制作一档表现中国古代科学技术、发明创造的节目的想法，我们为这套节目找了个现成名字——《天工开物》，希望借古人的影响力创造新的辉煌。

3年多的努力，我们制作完成了400多期节目，这些节目生动形象地介绍了历史上的科学发现和技术发明。如最初采用纪录片形式制作的《算筹》、《悬空寺》、《小罅光景》等，随着播出时间的固定和收视的需要，我们在形式上有了新的调整：采用主持人串联的方式活跃节目形态；在内容上进行主题分类：比如以介绍成语中的古代科技为内容的“成语科考”系列，以及“古代器物”系列，等等。

“成语科考”对成语中涉及的科学技术进行了深入有趣地探讨和分析，从新的角度认识、理解成语，比如“丝丝入扣”形象地道出了纺织机上经线的挂织方法；“来龙去脉”中有着古人对居住环境的科学认识；“作茧自缚”准确地道出了蚕吐丝结茧的过程；“百炼成钢”实际上是源自我国古代的一种炼钢技术，而“如胶似漆”这个成语则反映了古人对“漆”的特性有了深入地了解。

2005年，在不断摸索、不断总结经验的基础上，我们推出了“用现代文明视野，关注古代器物”的系列节目，从科技角度探讨古代器物的出现、使用情况、制作工艺、成分分析等等，从中折射出古代科技的发展和进步。这套节目策划精细，深入浅出，受到观众欢迎。可惜的是，由于频道改版，这套节目刚进入开篇就草草收场。

《天工开物》可以挖掘的东西十分广泛和深厚，从中国传统科技、文化的丰富内涵，从物质文明积淀的角度看，《天工开物》是一个绝对的富矿。就以古代器物来说，它贯穿了整个历史长河，仅从器物的材料看就有陶器、青铜器、铁器、瓷器、漆器、木器等很多方面，细加分析都有令人赞叹的精妙。实际上，《天工开物》早已不局限于中国古代发明，而是拓展到古今中外的发明创造，并且正在尝试把视野放到人类大文明的背景下，进行中西发明的比较，进而提升到理性层面。这也正是《天工开物》的优势所在。

《天工开物》承载了中华民族的传统文化，传播着科学知识、科学方法和科学思想，节目以一批高水准的专家学者为后盾，以文物、古籍、留存的技艺为资源，内涵丰富，表现生动，是一档没有播出时限的长线节目。对于提高公民的科学素养，培养文化品位都有积极意义，《天工开物》应该是有永久生命力的。

《天工开物》——一座有待开掘的富矿。

目 录

1. 笛箫相悦	1
2. 琴瑟合鸣	8
3. 此豆非彼豆	15
4. “鬲”带来的饮食习惯	22
5. 古车留痕	29
6. “权衡”说衡器的由来	36
7. 走入家庭的微波炉	43
8. 冰箱的故事	50
9. 火柴与火花	58
10. 录音机与磁带	65
11. 留声机与唱片	72
12. 竞技场的自行车	79

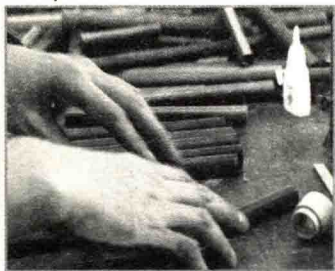
13. 自行车的发明	86
14. 电子与音乐	93
15. 浓情巧克力	100
16. 咖啡的诱惑	108
17. 电流大战	116
18. 邮票	123
19. 电话的发明	132
20. 蹦极	140
21. 中国星座的划分	146
22. 中国星座——紫薇垣	157
23. 中国星座——巡游星际四方	164
我真喜欢《天工开物》	王知 173
回想《天工开物》	王雪纯 175
一份值得珍藏的记忆（代跋）	戴吾三 176



「制作一种叫排箫的乐器

中国古代自周朝起就按照制作材料将乐器分为八类，分别为：金、石、丝、竹、木、革、土、匏，这八类乐器总称为八音。八音中竹即为笛箫。

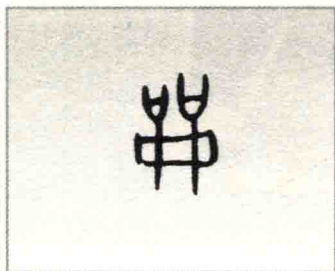
据说人类最早使用的乐器就是笛箫这类的吹管乐器，制作这类乐器相对简单，就是把长短不一的竹管改造一下，一根或者几根编在一起。



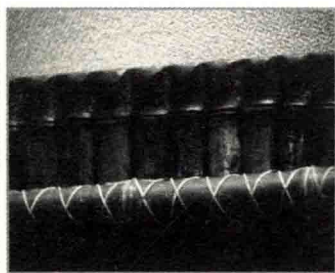
制作排箫



排箫的制作过程



象形文字



最早的排箫

虽然制作工艺简单，却能吹奏出许多神奇、动听的乐音。可以说，吹管类乐器在世界范围内是非常早就出现的一种乐器。

如今会吹奏排箫的人不多，能制作排箫的人就更少了，而上海民族乐器一厂制作笛箫的技师赵景国就是为数不多的能制作排箫的人之一。一根根的竹管经他修整、调理后，就成了流传至今几千年的吹管乐器——排箫。

一根竹管可以吹出一个音调，几根竹管拼在一起就能吹出曲调，排箫的演变过程真的如此简单吗？精心地锉制吹口又是为了什么呢？

很多专家认为，象形文字中的“龠”字是根据类似排箫的吹奏乐器创造的，它代表用几根苇竹制成的音管。吹口，是把音管连在一起的带子。这种乐器可能就是最早的排箫，只不过那个时候它称作箫。

竹子大都生长在南方，所以制作笛箫的名师也大都在南方。在上海民族乐器一厂的笛箫制作车间，音律学家陈正生老师就是一位有名的制作笛箫的大师。

现在世界上已知的排箫大约有 200 种，分

布于全世界各个民族和地区，对于一种乐器来说，这是绝无仅有的。对于中国的排箫，音律学专家陈正生老师说，中国的排箫实际上是受到律管的影响，律管据说是黄帝的乐官伶伦制作的，它就是一根很普通的、有一定长度和内径的竹管，由于竹管长度固定后，在气候不变的情况下，它的发音很稳定。这种发音稳定的律管就为乐器的调音找到了依据。



■ 吹奏排箫的技师

我们也可以把排箫理解为由数根律管组成的乐器。世界上许多相隔遥远的地区，各自的排箫形式却相差不远，这可能是因为排箫的形式相对简单。但专家们研究发现，形式简单只是其中一个方面，更主要的还是排箫的音色优美、独特。

排箫与箫的音色是有区别的。箫的音色比较优雅、细腻，而排箫的声音则相对宽广，比箫更加透彻和明亮。

明亮的排箫声载着先人们的欢乐和智慧从远古响到现在，这就是我们祖先的智慧。一根竹管或者一排竹管，非常简单的原材料，可以改造的余地也不大，但是古人却能把它制造成这样一种流传广泛、受人喜爱、几千年都在使用的如此动听的乐器。在



■ 陈老师讲解排箫的吹奏方法 ■ 当场示范



吹奏排箫的演员



笛箫合奏



让排箫出声的制作过程

笛箫的改进、改良过程中，人们起初是用一根竹管或一排竹管，吹一下能发出一个音，后来发现在竹管上挖出小孔之后可以发出不同的音。竹管里面有竹节，对笛箫发出的声音有非常大的影响。

为了控制音准，古人在排箫中加入了一种小木塞。因为吹管乐器的发声主要是靠气流，小木塞的作用就是挡住吹来的气流，让气流通过吹口发出声音，也有一些地区的排箫是采用蜜蜡封住管口达到同样的目的，上下调节小木塞的高度就能够找到准确的音。

陈正生介绍说，中国古代排箫有两种，一种叫洞箫，一种叫底箫，排箫管两端是通的，没有底，叫洞箫；有底的，中间塞了一层蜜蜡的叫底箫，我们现在的排箫基本上都是底箫，洞箫由于不容易吹

响，所以在唐代时就已经不存在了。

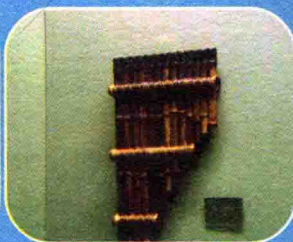
最常见的排箫由多根由长渐短的管组成，自左至右依次排列，上端平齐下端倾斜，人们常说的一个词，参差不齐中的“参差”就是由排箫的形式而来。那么，箫与排箫又是什么关系呢？

排箫是由多根不同长度的管子组成的，假如在单独一根管子上面开若干个不同高度的洞，那么这根竹管就变成了很多不同长度的管子的组

合，这个想法就构成了我们现在的箫。箫看上去更简单，上端留有竹节，管内去节中空；吹口开在上端的边沿；箫管的正面和背面分别开有音孔和助音孔。箫的两端在制作时，会根据需要做成封闭的或敞开的。



■ 不断地尝试



■ 最常见的排箫

从某种意义上说，管乐器的关键就在一个管字上，那是不是所有的管状物都可以制作成箫或笛呢？

管乐器主要是管，只要是管子都可以做管乐器，它跟材料没太大关系，比如木头、玉石、竹子制成的管乐器都有，塑料管也同样可以，不同材质的乐器音色也都差不多。管乐器属于边棱乐器，它的关键是吹口的地方要有个边棱。边棱和吹口是管乐器发声的关键。

一根竹管上抠出几个小孔，管乐器笛箫就这样诞生了，笛声清亮、箫声悠扬，清亮的笛声源于一片小小的笛膜。

笛和箫这两种乐器因为外形类似，总是被人们相提并论，比如人们说笛箫相悦。但是笛和箫是有区别的，最简单的一种辨别方式就是人们



■ 比较不同材料的箫



■ 发出声音的关键所在



■ 箫和笛子的配合



■ 皇帝的管乐伶伦



■ 竹笛上的笛膜

常说的横吹为笛、竖吹为箫。当然，这种说法也是到唐代以后逐渐形成的，唐代之前甚至更古老的时候，笛和箫，横吹竖吹区别并不是很大。过去羌族人吹笛子就是竖吹的，叫竖笛。不过对于笛和箫来说，横吹还是竖吹都不重要，最根本的是怎样用

一根竹子，发出好听的声音。人们常说听音乐，音乐的乐(yuè)字，另外一个读音就是乐(lè)，欢乐的乐，也就是说美好的音乐能激发我们心里美好的、欢乐的感情。

应当说，无论多么美妙的音乐都要建立在音阶系统上，建立音阶系统的人就是黄帝的乐官伶伦。据说当时他用自己的声音加上凤凰的11种声音，制作了12支不同音阶的竹笛，这12支竹笛就确立了中国音调系统的主调。竹笛有一个区别于其他吹管乐器独一无二的东西——笛膜。

究竟是什么人想到要为竹笛加上笛膜，从而使它的声音更加悦耳呢？

世界上没有哪一种乐器能与竹笛的音色相比对，就是因为它有笛膜。据宋朝的陈旸《乐书》记载，笛膜是唐朝的刘系首先使用的，有了笛膜以后，竹笛的声音变得明亮飘逸，否则笛子的声音就会发闷。

有很多事物和发明创造都是从小



■ 首先用笛膜的刘系

自然、从动物身上得到启示，音乐也不例外。伶伦创建了古老的音调系统，有一个传说就是伶伦当时听到了凤凰的鸣叫声，进而受到启发。这个传说现在已无处去溯源，但是音调

系统却是真实存在的。过去的人和大自然的关系非常亲密，到了冬至，所有以农耕为生的人要开始面对一个漫长的冬季，于是人们要用音乐的方式祈祷来年五谷丰登，祈祷能够平安地度过这段艰苦的日子，从此，音乐成为人和大自然沟通的工具和语言。



(费燕)



「乐器之王——古琴

中国古代自周朝起就按照制作材料将乐器分为8类，分别为：金、石、丝、竹、木、革、土、匏，这8类乐器总称为八音。

八音中用丝做成的乐器有琴、瑟。20多年前，美国有5台太空探测器把地球上的十几种声音带到太空中去传播，而被带上月球的都是地球上优秀文化的代表，其中代表着东方艺术、东方音乐的就是中国的古琴