



|| CCTV 纸上纪录片 ||



中国知识书系

不可复制的珍贵纪实 真实权威的知识见闻
中央电视台热播纪录片精编集成

发明中国

CCTV《走近科学》编辑部◎编



| CCTV 纸上纪录片 |



中国知见系 · 通览九州风物 阅尽千年智慧

发明中国

巴蜀书社

CCTV《走近科学》编辑部◎编



发明中国

CCTV《走近科学》编辑部编

策划组稿 施 维
责任编辑 童际鹏
版式设计 陈 红
出 版 巴蜀书社

成都市槐树街2号 邮编 610031

总编室电话: (028) 86259397

网 址 www.bsbook.com

发 行 巴蜀书社

发行科电话: (028) 86259422

86259423

经 销 新华书店
印 刷 四川省南方印务有限公司
照 排 成都勤慧彩色制版印务有限公司
版 次 2015年1月第1版
印 次 2015年1月第1次印刷
规 格 170mm × 230mm
印 张 12.5
字 数 270千
书 号 ISBN 978-7-5531-0464-5
定 价 25.00元

图书在版编目(CIP)数据

发明中国 / CCTV《走近科学》编辑部编.
—成都: 巴蜀书社, 2014.10
(CCTV纸上纪录片)
ISBN 978-7-5531-0464-5

I. ①发… II. ①C… III. ①创造发明—
中国—古代 IV. ①N092

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)
第236909号

■本书若出现印装质量问题, 请与印刷厂联系

目 录

CONTENTS



标准化帝国 / 001

当两千多年前的弩机从古战场“走”下来时，其上的铭文揭开了一个隐藏了二十多个世纪的秘密——一个秦军强大的秘密，一个标准化帝国的秘密。

三次拔剑竟不出——秦始皇长剑 / 008

荆轲手持匕首，绕柱奔逃的秦始皇企图拔剑还击，三次拔剑竟然不出，这是《史记》中对于刺秦故事的描述。



中国古代车马 / 014

早在三千年前的商朝，车的象形文字已经粗略勾画出车的结构，象形文字来源于实物，“车”这个字出现以前，车已经存在。



目
录

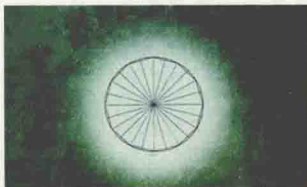


灵 渠 / 024

两千多年前，秦灭六国统一中原之后，为向秦岭以南的广袤地区继续扩张而修筑了一条运送粮草的水渠——灵渠。

科学复原地动仪 / 030

据史料记载，中国东汉时期，著名科学家张衡曾经发明了具有验震功能的地动仪。



千古绝技——割圆术 / 038

从认识了圆，人们就开始有了关于圆的种种计算，特别是圆面积的计算。

藏在被中的水平乾坤 / 042

早在西周时期，人们就有在室内燃点香料驱虫避邪的生活习惯，王公贵族更是要熏衣、熏被。



中国古镜 / 047

在中华5000年的文明史上，铜镜伴随我们的先人走过了近四千年。中国古镜，启迪先人心智，见证人类历史。



中华针灸术 / 059

甲骨文中的“医”字，就像是持针的手刺向一个人的背部，这也是数千年来中国古代医者的形象。



秋音陶埙 / 065

华夏古韵，渊源流长。伴随着古老先民的繁衍生息，这片东方沃土孕育了古老的乐器：编钟、琴、瑟……不过，最古老的乐器当属吹奏乐器，而埙，就是其中的一员。

木鸢飞天 / 068

中国是风筝的故乡，是谁造了第一个风筝呢？



中国风帆 / 079

在西方电影中常有这样的镜头，在大风大浪中，水手爬上桅杆，叫喊着落帆，但这种情形是不可能出现在中国古代船员身上的，他们在甲板上控制船帆。



目
录



中国船舵 / 083

舵是中国造船技术方面的重大发明之一，它的出现在船舶发展史上是一件具有重大意义的事，它与风帆、指南针一起，构成了保证船舶航行的三大条件。



沉舟帆影 / 086

说到船与航海，中国人完全可以傲视天下，因为无论是最早的万吨船，还是各种令西方人望尘莫及的各种造船技艺，乃至最早的航海者，都出自中国。

秘色瓷——真实的传说 / 093

相传唐代，在浙江的越窑，匠人们曾用秘密配方烧制成“秘色瓷”。这种瓷器除了皇室成员之外，其他任何人都无权享用。



寻踪唐三彩 / 101

1995年10月，陕西省考古所接到任务，火速前往西安近郊，在那里发现了一座已经遭到严重破坏的大型唐墓。一场寻踪唐三彩的行动由此拉开。

皮影精灵 / 115

有一种艺术，是完整的戏剧，比莎士比亚早1800年；使用影像，比卢米埃尔发明的电影早2100年；是纯粹民间具有‘摇滚’精神的音乐，比猫王早2150年。可以说，他是世界上最早的“电影”。



寻找火药的故乡 / 120

火药，是中国四大发明之一，但火药的发源地在哪里一直是个谜。2003年年底，人们在四川省江油市无意中有了新奇的发现。

说“权”论“衡” / 130

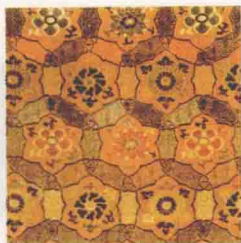
有一种专门称量黄金和贵重药材的小秤，皇帝说有多少重量就是多少重量。它因此标志着一种社会信誉，更代表了一种权力和地位。



印刷之路 / 136

春秋时期，中国就出现了颇具规模的石刻文字，从这些石刻上拓印下来的拓片激发了人们对印刷的原始想象。





丝的前世今生 / 143

在为数不多的甲骨文中，“蚕”“桑”“丝”“帛”几个字就已经存在。今天，带有“丝”偏旁的汉字则多达两百余个。蚕与丝，对中华文明影响深远，甚至还有学者认为，蚕还是龙的形象起源之一。

郑和宝船 / 160

在距今600年前的14世纪初，一支史无前例的庞大中国舰队先后7次、历时28年，访问了亚非近30个国家和地区，堪称世界航海史上的一次创举、一次盛举，这就是人尽皆知的郑和下西洋。

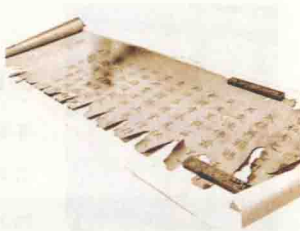


贾湖骨笛——来自九千年前的乐音 / 167

一九六二年在河南省舞阳县贾湖村的荒地上发现了史前文物。二十多年后在贾湖遗址开始了长达二十年的考古挖掘，出土了最多、最完整，还能准确演奏的最古老乐器。

找回古老的工艺 / 187

这些古老的工艺是中华文明史上的明珠，但由于种种原因沉入历史长河，其光芒不再令世人得见。



■ 当两千多年前的弩机从古战场“走”下来时，其上的铭文揭开了一个隐藏了二十多个世纪的秘密——一个秦军强大的秘密，一个标准化帝国的秘密：这些从秦兵马俑坑里出土的弩机竟然一模一样。秦人以远远超越自己时代的智慧体现了现代企业制度的精髓，这比人们普遍认为的美国福特汽车制造公司创建的标准化生产要早不知多少年。在两千多年前，这样的标准化又是如何实现的呢？

标准化帝国

秦国，从战国初期西北边陲一个落后的诸侯国不断发展壮大，在连年征战中最后建立了大一统的强大帝国，虽然其中秦人的坚韧性格作用不可估量，商鞅变法功不可没，但十几年的统一征程，没有先进的武器是不可能称霸天下的。《史记》中关于秦的统一只有几个大事件的记述，而长年以来人们一直认为秦的武器是落后的，因为历史上种种有名的武器没有出自秦国的，但秦人真的是拿着落后的武器、仅凭着勇气就夺取了江山吗？这一谜团只能在考古研究上寻找答案了。

秦国，这个创造了历史的王朝，曾经只是弱小的游牧部落。经过五百多年的发展，他们创建了大一统的国家——秦帝国。两千多年前，这支庞大的军团到底是怎样实现武器供



秦帝国与匈奴形势图



标准化帝国



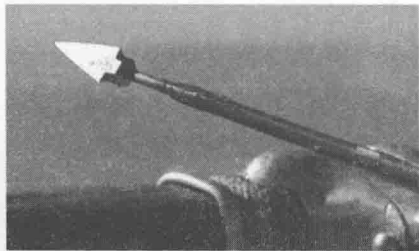
应的？他的军工厂曾经创造了怎样的人类奇迹？

在战国时代那些战火连年的岁月里，数量惊人的普通士兵使用的兵器往往是弩或弓这样的远射兵器，这些兵器的质量和数量决定了一个国家的实力。秦国的弩质量又如何呢？

所有的弩机一模一样，看似稀松平常却暗藏玄机

两千多年前，在消灭了中原六国之后，北方的游牧民族匈奴人就成了秦军主要的手。在秦军进行统一战争的时候，匈奴骑兵乘机南下，侵占了黄河以南广阔的土地。在帝国的都城咸阳，如何对付剽悍的匈奴骑兵这个严峻而重大的问题，就摆到了秦始皇面前。

当匈奴骑手高速冲锋的时候，传统的步兵很难抵挡。从历史记录来看，一种叫弩的远射兵器很可能在秦军击溃匈奴的战斗中发挥了主导作用。



弩由弩干、弩臂、弩机组成

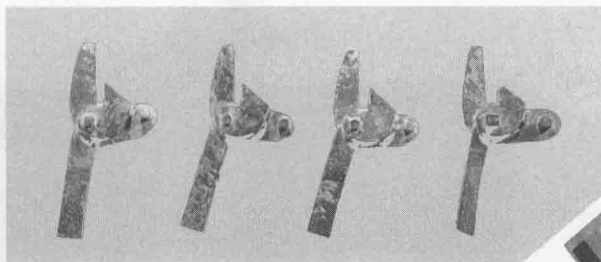


弩亦弓属，相传为黄帝所造，亦名窝弓，其发矢不仗人力，而用机括，力强而极远，较弓为烈。这种在秦的战场上大量使用的兵器质量又如何呢？

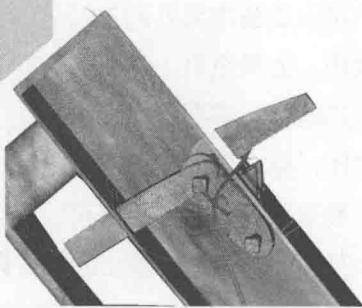
在秦始皇兵马俑博物馆，昔日在战场上曾射杀千军万马的弩呈现在人们面前。弩通常由弩干、弩臂和弩机组成，前两者是由木头制成，弩机是弩中最为复杂和贵重的部件，为青铜所制。当这些两千多年前的弩机从古战场“走”下来呈现在人们面前时，它们不仅承载着历史的厚重，也揭开了一个秘密——一个秦军强大的秘密，一个标准化帝国的秘密：这些从秦兵马俑坑中出土的弩机竟然一模一样。

把任何一个弩机中间的零件拆下来，装进另外的一个弩机中还可以正常使用，这就很了不起了。那时没有流水线，没有先进的机械加工设备，所有的弩机都是手工加工，且秦军的百万大军所需武器数量巨大，所需工匠想必也数以万计，而弩机是由很多零件组装在一起的，在当时的条件下，不同的工匠加工出来的弩机竟然完全一样，这不是太惊人、太不可思议了吗？

专家们还对兵马俑坑里发现的所有作战武器做了严格的科学分析，结果发现它们的金属配比竟然基本相同。无论是弩机、箭头，还是矛和戈之类的作战兵器，竟然都是按照相同的技术标准铸造出来的。这就是说，不论是在



从秦兵马俑坑中出土的弩机一模一样



弩干、弩臂是由木头制成，弩机是弩中最为复杂和贵重的部件，为青铜所制

北方草原，还是在南方丛林的各个战场，秦军所有战士手中的兵器，都具有同样的作战质量。难道，地处秦国各地的兵器作坊都在有意识地，甚至是强制性地按照某个固定的技术标准生产兵器吗？如果真是这样的话，秦人就远远地超越了自己的时代。英国有一个学者曾经专门撰写过一篇文章，他说标准化这样一个概念很可能最早萌芽于中国的秦始皇那个帝国时期。



标准化帝国



秦兵工厂推行的标准化生产目的何在

在近现代工业史上，标准化生产是一个重要的里程碑。创建这个里程碑的是美国福特汽车制造公司。从那时起，人类宣布进入现代工业时代。在两千年前农业文明刚刚开始成熟的时代，秦人难道真的有过标准化的兵器生产吗？他们的目的又是什么呢？

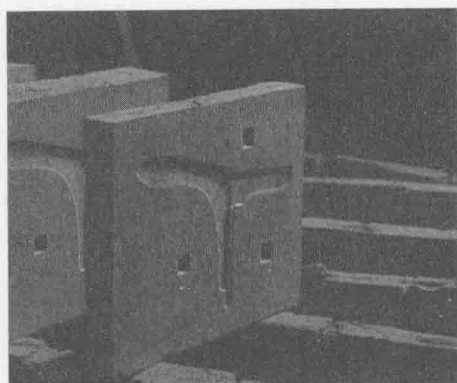
秦人实行标准化的目的并不复杂，弩机的技术含量高，在当时是很昂贵的，弩干与弩臂是由木头做的，很容易折断，相比弩机，它可能会更便宜一些。如果整个一把弩，任何一个部件坏了，而整个弩都作废的话太可惜了，如果弩机是青铜做的，就不容易坏，即使弩弓或者是弩上的弦坏了，只要弩机是好的，可以安装在另外的弩弓上继续使用，如果弩机上的一个零件出了问题，只需要配换一个相应的零件，整个弩机又可以投入战斗，最贵重的东西永远都可以互换。互换性，这是标准化的重要标志之一。



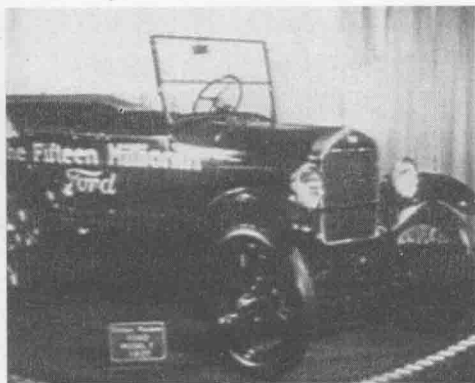
面对匈奴骑兵冲击的标准化武器——弩

秦军使用的弩机，由于制作得十分标准，它的部件应该是可以互换的。在战场上，秦军士兵可以把损坏的弩机中仍旧完好的部件重新拼装使用。秦军的其他兵器虽然也可以互换，但是对于大多数古代兵器来说，互换性要求的精确度并不很高。专家推测：秦人的标准化应该还有更重要的目的。这个目的又是什么呢？

从战争的角度来讲，武器第一是质量，第二是数量，弩机做得一模一样，应该与质量和数量有直接关系。在秦始皇统一中国的那个年代，秦国的大军已经达到了100万，这是有记录可考的。两千多年前，这支军队的规模是史无前例的，在他之前一两百年那个马其顿帝国，亚历山大大帝东征印度的



不仅仅是弩，从秦兵马俑坑中出土的其他兵器也都是标准化的产物



在近代工业史上，标准化生产是一个重要的里程碑。创建这个里程碑的是美国福特汽车制造公司



秦军的强大离不开大量优质武器的武装

时候，它的军队只有五六万人。罗马帝国最为强盛的时候也只有二十多万人的军队，而秦人是一百万的军队，从兵器这个角度来讲，要供应一百万人的军队，没有一个最为强大的或者一个巨大的、规模空前的这样一个兵器加工业是不可能的，所以数量变得异常重要。

两千多年前的标准化是如何实现的

军事专家们推测，在两千多年前，秦人执著于统一标准，只能是为了保证所有秦军战士使用的都是当时最优秀的兵器。

但是让专家迷惑的是，某些天才的工匠制造出几件这样的兵器是可能的，但实际情况是，兵马俑坑中几万件兵器几乎都是同样的质量。在十年统一战争的岁月里，秦国的兵器作坊怎样才能既保证标准化，又大批量生产呢？难道秦始皇把所有的工匠都集中在一起生产标准化的部件吗？但秦的统一战争就进行了十几年，一支100万人的军队连年作战，那时的交通很落后，



标准化帝国



为了便于就近运输，肯定有无数的兵工厂，分散在各处的兵工厂怎样才能保证按照一个标准来制造兵器呢？

从秦兵马俑坑中出土的青铜和陶制量具告诉了我们答案。在这些量具上，都印有秦始皇的诏书和印章，以表明量具的权威性，可以想象，这些统一的量具被带到各个兵器加工厂，按照统一的标准生产各种兵器以达到同样的质量和同样的规格。



秦帝国兵器加工厂，按照统一的标准生产各种兵器以达到同样的质量和同样的规格



在《吕氏春秋》中记载，秦国有“物勒工名”的规定，即在器物上要刻上制造者及相关责任者的名字，从秦兵马俑坑里出土的上万件兵器的铭文中书写最多的就是“相邦吕不韦”

但是，虽然有了统一的标准，但工匠们的加工过程难免会有偏差，在没有机械加工设备的情况下，如何能保证武器的标准化生产呢？

这要得益于秦国严格的法律，从湘西出土的秦简中有这样的记述：在制造兵器时，如果使用量具的错误率为 $1/20$ ，将被处以一副铠甲的罚金，如果错误率在 $1/30$ ，将被处以一副盾牌的罚金，更严重的还要被处以终生劳役甚至杀头的惩罚。免受惩罚，这就是秦工匠一定要按标准来制造兵器的直接动力。

那么，生产数量浩大的兵器，其制造人员如何追索？这个谜团的答案是考古人员偶然间得到的。它跟一些字有关，就是那么单纯的几个字，可能加起来也就一两百个字，就是青铜铭文。从秦兵马俑坑里出土的上万件兵器的铭文中书写最多的就是“相邦吕不韦”。

考古人员发现了青铜兵器上的铭

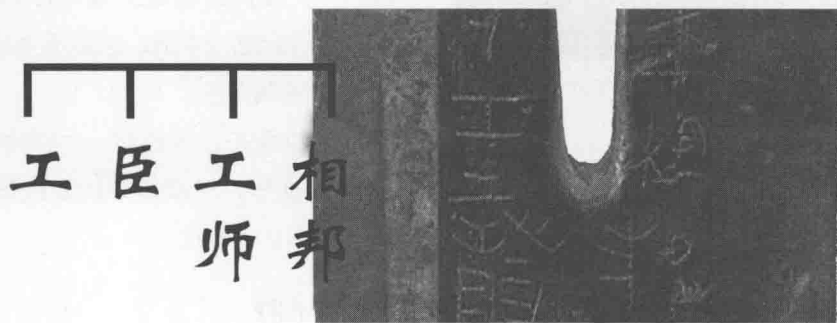
文是一些人名。比如有一把戈，它上面刻的字就是“五年相邦吕不韦”，下面有工师某某，臣某某，工某某，工就是工匠之义。

《吕氏春秋》是秦国最重要的一本历史文献，它的编撰者就是吕不韦。吕不韦是当时秦国的丞相，相当于今天的国家总理。《吕氏春秋》上说“物勒工名”，意思是，器物的制造者要把自己的名字刻在上面。

对于历史学家来说，这些看似普通的文字透露的是秦国军事工业的管理机密。

所谓“物勒工名”，勒即为“刻”，物就是器物，在器物上面要刻上制造者的名字，在秦始皇兵马俑博物馆，通过对大量的青铜兵器铭文的研究，人们发现秦国的兵工厂实行的是一种四级管理制度，它的表现形式就是“物勒工名”，即在兵器上面刻上跟这支兵器质量有关系的人的名字，这意味着每一级必须要保证质量，否则就会逐级受到惩罚，甚至杀头。这种逐级管理、责任到人的管理制度恰与今天各国推行的现代企业管理制度不谋而合，很类似于金字塔式的管理架构：最上层是董事长，董事长下面是总经理，总经理下面有部门经理，部门经理下面是员工。从某种意义上说，秦的兵工厂就是现代企业管理的典范，体现了现代企业制度的精髓。

两千多年前，秦人凭借超越时代的管理机制，将青铜的性能发挥到了极致，也保证了大批量的生产。在波澜壮阔的统一战争中，这些青铜兵器曾经发挥了巨大的威力，为秦朝开拓了大一统的江山。



秦国兵工厂实行的由相邦、工师、臣、工组成的四级管理制度



标准化帝国



■荆轲手持匕首，绕柱奔逃的秦始皇企图拔剑还击，三次拔剑竟然不出，这是《史记》中对于刺秦故事的描述。司马迁解释说，秦始皇的佩剑太长了，所以不能及时拔出来。但青铜剑做不长，60厘米是极限，就连越王勾践剑也不过55.6厘米，那么为什么司马迁会那样说呢？

三次拔剑竟不出——秦始皇长剑



与真人相仿的秦始皇的地下军团

战国时期，很多国家都有非常有名的兵器，比如楚国有最传奇、最先进的青铜兵器，偏偏秦国没有。史书里说秦僻居西北，在文化上比较落后，当然技术也落后，所以秦国的兵器落后应是顺理成章的，但是人们很难解释这样一个问题：一支在武器装备上落后的军队，怎么最后会统一中国，这会不会是一个历史的误解呢？

陕西西安，这是唯一可能解开秦武器之谜的地方。因为在20世纪70年代，就在这里，一群打井的农民揭开了一个震惊世界的考古发现。

“秦人的兵器是落后的”与秦军的无往不胜

最终的探测结果表明，这是一个空前巨大的陪葬坑。这些武士模样的雕