

# 总序

杭间

与宫崎骏的其他动画片一样，《千与千寻》也有一个超乎孩童观者经验之上的故事情节：在现代社会生活的一家三口人无意之中跌入忘川，千寻的父母因为贪图物欲，而被沦为动物，千寻也几乎忘了自己的名字，从此成为奴隶，生活在一个完全由物质控制的世界里。而在忘川中惟一的正面的代表——“小白”，虽然时刻保护千寻并提醒千寻牢记自己的名字——因为忘记了自己的真实身份意味着永远回不到故乡，然而，即便是“小白”自己，也只记得自己原是人类某一河里的白龙，但究竟出自哪条河流——这关乎着他的名字，却已经遗忘。影片的结尾当然光明战胜邪恶，千寻偶然回忆起自己家乡那条早已在城市文明进展中干涸并已经淹没在立交桥下的河流的名字，千寻和父母及其“小白”终于回到了故乡。

在新千年到来的时候，宫崎骏推出的这部动画片无疑是耐人寻味的。成人的观众，在《千与千寻》的象征中读到了意味深长的寓意，它让我们觉得古代的一切并不遥远，仿佛在城市的某一个黄昏，你坐在沙发的扶手上，恍惚之际，推开某一扇门，你就来到古代，就如同威廉·莫里斯在《乌有乡消息》中写的那样。

在过去的几十年里，在现代科技的飞速进步背景下，人类给自己编写了许多伟大的神话，并对未来充满了美好的预期、事实也确实一直在印证着这一点，我们的互联网技术发展得太快了，我们的生物技术的进步令人瞠目结舌，具体到我们每一个平常而普通的家庭，以月份周期在更新换代的家用电器，让我们深深恐慌和无奈！但是，当我们回到了“家”，关上门，面对自己、自己的身体，以及由此而来的灵魂的需要，发觉我们仍然还是那个过去的“人”。面对着这些，我们自问：今天的一切，离古代已经发生过的究竟有多远？

也许并不远。人在物质“进步”面前的解放，确实改变了几代人的生活样子，但是在夜深人静时、或者在血缘为背景的传统关系中，我们有很多理由认为，人类的昨天、前天，仍然还很清晰，很亲近。这不是怀旧，而是人类对“原乡”的一种与生俱来的记忆。因此，在21世纪重新审视我们并不遥远的物质文化传统，也许具有巨大的现实意义，当代的物质的发展并未带来精神提升的同步，我们有理由重新探索过去生活的意义。在那里，我们仿佛跃入那个以身体接触全部物质创造的年代，在融会天地的古代劳动中体会生

命存在的快乐。

另一方面，从当代学术的发展来看，中国古代物质文化也确有重新审视的必要，以典籍为主要载体的中国古代文化传统，因了各时代无数文人俊杰的努力而充满了他们的真知灼见，但是这种强烈个人色彩的“真知灼见”因了人们认识的不断进步，而呈现出局限性，需要后来的人去不断发现；情况还不仅仅于此，近几年来，物质遗存超乎典籍之上的无言的可靠性，正受到了学界越来越多的注意，因为考古发现的古代物质遗存活动在很多时候还有赖于偶然，而田野调查又有巨大的时空局限，因此，探索一种针对古代物质经典的综合阐释方法，也许是十分有意义的，这就是《中国古代物质文化经典图说丛书》的缘起。

需要提醒自己的是，正如前面所强调的那样，有关“故乡”的生活物质文化，经验的感性总是让我们感到亲切，我们常常在这种心情的驱使下，对传统作了许多夸大其词的赞美，很多时候对它在大工业面前的节节败退熟视无睹，那些不知不觉中来临的、滋长的乡土情怀，在愈有教养的人群中，就愈成为一种保守的出发点。因此，这提示我们应该有一个“本土知识体系”的角度，因为“本土知识体系”虽然也指“传统”，但它又与“传统”迥然有异，它是一个现代的概念，它虽然强调“本土”，但它不保守，它是开放的系统。它的强调“本土”，是为了提示在世界文化格局中，本土文化的价值的重要性；强调“本土”，是为了整理出知识体系——一个科学的、冷静的、非民族主义的、全方位的传统文化系统，这就使得我们把眼光放远，去那复杂的现实和历史的迷雾中寻找真正的“本土价值”所在。所以它能小心地绕过经验的误区，拒绝偏执，在广义综合的大背景下，使终极关怀精神自然而然贯穿学术研究的始终。

这套丛书的设想，冀望“图说”是一种重新阐释，“图”是真实之图，所选图片均来自出土、传世文物，或源自古代版刻、民间艺术实物、民俗活动、手艺过程的记录等，“图”是文字的创造性的发展，“说”是重新做注，是今日的视点，但是为了使更多的读者能有兴趣，除了有“概说”介绍所选版本的作者事迹、版本流传、内容和思想及其影响外，还强调注释的可读性。

所选典籍计划有《考工记》、《雪宦绣谱》、《营造法式》、《长物志》、《园冶》、《髹饰录》、《天工开物》、《陶说》、《景德镇陶录》、《格古要论》、《装潢志》、《古玉图考》、《绣谱》等等，陆续完成。

这样的一个工作，难度是可想而知的。虽然有前贤、同仁的学术成果奠定了很好的基础，但图像资料缺乏，又囿于学识，所以一定会有许多不足之处，还请同行、方家指正和支持。如前所述，如果这套“新瓶装旧酒”的丛书，在我们未来生活中，在心灵回“原乡”的途中，能起到一些作用，这就是我们最大的欣慰。

2002年10月3日于北京光华路

# 前 言

《考工记》是中国目前所见年代最早的手工业技术文献，书中保留有先秦大量的手工业生产技术、工艺美术资料，记载了一系列的生产管理和营建制度，反映了当时的思想观念。该书对研究中国科技史、工艺美术史和文化史都具有重要价值。

关于《考工记》的作者和成书年代，长期以来学术界有不同看法。目前多数学者认为，《考工记》是齐国官书（齐国政府指定的指导、监督和考核官府手工业的书），作者为齐稷下学宫的学者，该书主体内容编纂于春秋末至战国初，部分内容补于战国中晚期。

今天所见《考工记》，是作为《周礼》的一部分。《周礼》原名《周官》，由“天官”、“地官”、“春官”、“夏官”、“秋官”、“冬官”六篇组成。西汉时，“冬官”篇佚缺，河间献王刘德便取《考工记》补入。刘歆校书编排时改《周官》为《周礼》，故《考工记》又称《周礼·考工记》。

《考工记》篇幅并不长，但科技信息含量却相当大，内容涉及先秦时代的制车、兵器、礼器、钟磬、练染、建筑、水利等手工业技术，还涉及天文、生物、数学、物理、化学等自然科学知识。正因为此，历代有关《考工记》的注释和研究层出不穷，其中成绩卓著的学者，早期有汉代的郑玄，中期有唐代的贾公彥，晚期有清代的戴震、程瑶田、孙诒让等。

进入20世纪，西方科学技术的传入，科学考古的开展，使对《考工记》的研究进入了一个新阶段。研究者利用科学的手段和思维方法，利用考古实物和模拟实验资料，对《考工记》所涉及的古代技术、科学知识以及社会科学中的问题进行专题研究，发表了许多论文，在整体上把《考工记》研究提升到一个新水平。

《考工记》成书本无图，因年代久远，所涉大量名物，仅凭文字注释，想必会给今天一般读者造成理解困难。新的解读形式以图说为好，一张恰当的图不仅补文字难于表达之欠缺，也会增加更多的信息。基于这样的想法，也是主编的意愿，作者选配百余幅图，以图注文，图文互补，以为读者方便。书中图和照片来源多处，取自他人都尽可能注明，以尊重研究者的劳动。

《考工记》是中国传统文化中一部非常有特色的著作，愿有更多的人来学习并研讨。

戴吾三  
2002年9月于北京清华园

◆ 前 言

# 目 录

## ◆总序 / 1

## ◆前言 / 1

## ◆《考工记》概说 / 1

- 一 国别、性质 / 1
- 二 成书年代 / 3
- 三 版本源流 / 3
- 四 篇章结构 / 4
- 五 学术价值 / 13

## ◆《考工记》注释 / 17

- 一 卷上 / 17
- 二 卷下 / 59

## ◆《考工记》图释 / 97

- 一 天时地气 / 97
- 二 聚工制车 / 99
- 三 炼火攻金 / 104
- 四 函人为甲 / 109
- 五 玉入玉作 / 111
- 六 铸钟磨磬 / 113
- 七 凝土成器 / 117

八 庐人为庐 / 120

九 匠人营建 / 122

十 精制良弓 / 127

◆附录 / 131

一 参考论文 / 131

《考工记》的文化内涵 / 131

《考工记》轮之检验新探 / 139

《考工记》“磬折”考辨 / 144

二 《考工记》图释图录 / 151

三 参考文献 / 154

原始文献 / 154

论著部分 / 154

论文部分 / 155

# 《考工记》概说

在这一部分，先对《考工记》的国别、性质、成书年代、版本源流、篇章结构与学术价值作一些必要说明。

## 一 国别、性质

### (一) 国别

多数学者认为，《考工记》是春秋战国时齐人所作，不过也有个别强烈的反对意见，故有必要说明《考工记》的作者国别问题。

许多先贤认为《考工记》出自齐人之手，如宋代学者林希逸在《考工记解》中说：“《考工记》须是齐人为之，盖言语似《谷梁》，必先秦古书也。”清代著名学者江永在《周礼疑义举要》中说：“《考工记》，东周后齐人所作也。……盖齐鲁间精物理、善工事而工文辞者为之。”

史学家郭沫若力主《考工记》为齐人所作，20世纪40年代曾专文就此论述<sup>1</sup>，主要理由有三点：1)《考工记》举别国而不言齐，举河流则涉齐地；2)《考工记》多用齐国方言（有六例）；3)《考工记》中的度量衡是齐制。郭沫若的这一观点在学术界有很大影响。60年代陈直进一步汇集《考工记》所涉的齐楚方言，指出：“《考工记》疑战国时齐人所撰，而楚人所附益。”<sup>2</sup>

春秋战国时期，齐国是雄踞东方的诸侯大国，称雄争霸，威震数世。齐国之强盛，除体现在政治、经济、军事方面外，也反映于科学技术的积累、发展中。齐国不仅有发达的农业经济和手工业，而且国内学术思想十分活跃。齐国的稷下学宫有优良的学术环境，齐统治者厚待四方学者，勉其著书立说、讲习议论，稷下学宫一度成为闻名列国的学术中心。

许多重要的先秦典籍已被肯定与稷下有关。如管仲和他的后学所著的《管子》；《晏子春秋》、《荀子》的部分内容，都是作于稷下。再有，有学者认为《周礼》成书于稷下<sup>3</sup>。分析《考工记》，可看到某些述文与《周礼》、《管子》、《晏子春秋》中有相似或联系处，这不能说是巧合。倒是可以说，《考

1 郭沫若：《考工记》的年代与国别，《天地玄黄》，大孚出版公司，1947年。

2 陈直：古籍述闻，《文史》第3辑，1963年10月。

3 杨向奎：《周礼》在齐论，《孔子学刊》1988年第3期。

工记》在齐国稷下产生，是完全顺情合理的事。

## (二) 性质

《考工记》行文表现出齐地域色彩和官方管理手工业的味道。正由于此，郭沫若提出《考工记》是齐国官书之说，这一观点为许多学者所赞同。若对《考工记》有全面的了解，仅说它是官书还不够，有必要具体说明该书的性质。《考工记》的性质可从以下方面分析：

### 1. 《考工记》所记载的是官府手工业，而非民间手工业

(1) 《考工记》反映出当时的手工生产已有严格的组织和管理。书中所记六人技术门类三十个专业，各专业具体从事技术劳动的是“百工”(工匠)，而其上都有专职官员管理生产，职称有“人”、“氏”、“师”。“人”、“氏”属下级工官，“师”为高级工官，后者权限更大，不仅有监督权，也有处罚权。民间手工业中断无设置专业工官的事。

(2) 《考工记》反映出手工业生产既有细致分工，也有技术协作，这是大型手工业作坊或工场的情况。分工有利于精湛专业技术，而协作可促进生产效率提高，满足大批量生产。按《考工记》记载，在某些专业分工中，达到一定的技术水准，则称之为“国工”，即“国家级”工匠。这显然不是民间手工业的情况。

(3) 《考工记》所记载的器物多为军品或宫廷用品。军品如兵车、铜兵器(戈、戟、矛、剑)、弓矢、皮甲等。春秋时期，干戈不息，重要的兵器生产皆为国家控制，以保证兵器的数量和质量。而礼器、钟磬多供统治阶级所用，不是百姓生活所需。可见《考工记》反映的不是民间手工业的生产内容。

### 2. 《考工记》述及的多是具有制度性的生产操作规程、技术规范，而非一般的生产技术资料汇编

通观《考工记》全文，主要内容涉及：统一产品部件名称用语；确立用料标准及选材方法；制订产品设计标准；确定生产工艺规范；规定产品检验制度、检验标准；建立城邑营建制度及建筑设计制度等。这显然都不是技术资料之类的内容，而是具有国颁标准意味的生产技术制度。

《考工记》非一般泛论手工业生产技术的“官书”，这一点在其编写方式上也有充分体现。书中除必须说明之处稍加叙述性文字外，其他大部分都是条文式的硬性规定文字，用的是条文笔调，各条多冠以“凡”字。即使那些叙述性文字，也多是围绕条文加以阐述的。

综上可以定论说，《考工记》是齐国政府制订的一套指导、监督和评价官府手工业生产工作的技术制度。这就是《考工记》一书的基本性质。

## 二 成书年代

《考工记》一书未题明成书年代。汉代郑玄注《考工记》时，只在标题下写了“此前世识其事者记录以备大数尔”简单的一句。唐孔颖达作疏时以为是西汉人作，贾公彦认为是先秦之书。清代学者注重考据，研究深入，江永认为《考工记》是“东周后齐人所作”。及至今日，诸家争鸣，形成了多种观点。主要者见下：

### (1) 《考工记》成书于春秋末期

这一观点的代表是郭沫若、贺业钜。贺论见“《考工记》的性质及其成书地点和时代问题”（载《〈考工记〉营国制度研究》）。

### (2) 《考工记》成书于战国初期

这一观点的代表是王燮山、杨宽、闻人军。其中以闻人军论证运用的材料充分，分析深入，详见其作“《考工记》成书年代新考”（载《文史》第二十三辑，1984年）。

### (3) 《考工记》成书于战国后期

这一观点的代表是梁启超、史景成。梁的观点见《古书真伪及其年代》；史论见“《考工记》之成书年代考”（载《书目季刊》第5卷第3期，1971年）。

### (4) 《考工记》成书于战国年间

这一观点的代表是夏纬英。夏在《〈周礼〉书中有关农业条文的解释》一书中，否定了《考工记》是汉人补入的说法，认为本文就是《周礼》的一部分，作者是战国时期齐国的阴阳家。

### (5) 《考工记》成书于秦汉时期

这一观点的代表是沈长云、刘广定。沈论见“谈古官司空之职——兼说《考工记》的内容及作成年代”（载《中华文史论丛》1983年第3期）；刘论见“从钟鼎到鉴燧——六齐与《考工记》有关的问题试探”（载《中国艺术文物讨论会论文集——器物》，台北故宫博物院，1991年）。

总的看来，《考工记》非一时成书，许多篇章在春秋末（少数甚至更早）就已形成，而整体成书不晚于战国初期。然而不可否认，有个别篇章（或文句）是秦汉时置入的。

## 三 版本源流

《考工记》成书后，曾以战国古文的形式流传。经战火劫难，一度散佚。西汉复出时，已有残缺。被选入《周官》补《冬官》之缺时，当时的学者做了一些整理，由此，《考工记》已不完全是成书初的面貌。

汉代先后有多位学者注释《周礼》（即《周官》），其中成就卓著者是郑玄。他所作《周礼注》是《周礼》和《考工记》早期研究中保存至今的最为完整的权威性著作。

在《周礼注》的基础上，后世繁衍出许多种版本。魏晋时，除传注外，出现了集解，南北朝时，又兴起义疏之学。在这种学术风气下，唐代贾公彦撰成《周礼疏》。

《周礼》的注和疏本来分别流传，大约在南北宋之交出现了合刻的《周礼注疏》，此后又逐渐生出不同的《周礼注疏》版本。在《周礼注疏》里保留有《考工记》汉时被整理的面貌。

单解的《考工记》著作始于宋代。宋元明清，《考工记》研究都有新本出现，其中较有名的是南宋林希逸的《考工记集解》、明末徐光启的《考工记解》、清戴震的《考工记图》等。

自宋至今，含《考工记》的各种古籍刻版已有数百种，下面是几条主要的版本源流。

#### (1) 中华书局《十三经注疏》本《周礼》

清代著名学者阮元主持校刻的《十三经注疏》号称善本，其中《附释音周礼注疏》四十二卷原出南宋建本。清嘉庆二十年（1815年）江西南昌府学刻印阮元的《重刻宋本十三经注疏附校勘记》。1935年上海世界书局据南昌府学初刻本缩小石印。1980年中华书局又据世界书局缩印本影印，并与几种本子核对，改正了一些文字讹误和剪贴错误。该本一再重印，是目前最为普及的本子，其质量也为称道。

#### (2) 《四部备要》本

《四部备要》本《周礼》四十二卷，是1928年上海中华书局据明永怀堂《十三经古注》原刻本校刊的排印本。《四部备要》本保留了永怀堂的风格，订正了某些错误。是目前较为普及的本子。

#### (3) 《四部丛刊》本

《四部丛刊》本《周礼》十二卷，是1929年上海商务印书馆影印叶德辉观古堂所藏明嘉靖间翻元初岳氏相台本。也是较为普及的本子。

#### (4) 《四库全书》本

清乾隆年间纂修《四库全书》，其中的《周礼注疏》四十二卷采用内府所藏监本。文渊阁《四库全书》已在1986年由台湾商务印书馆影印出版。大陆图书馆有购买者。

随着电子技术的发展，《四部丛刊》、《四库全书》已有光盘版，这为大型古籍的普及和个人检索带来极大的方便。

## 四 篇章结构

《考工记》篇幅不长，总计不到7000字，而内容非常丰富。从结构分析，可认为该书主要由七部分组成：一个总论，六个分论。总论指开篇的综述性文字，分论指其后展开论述的六大技术门类的内容，即：攻木（治木）、攻金（青铜铸造）、攻皮（鞣皮制革）、设色（调色、绘画、染羽）、刮摩（治

玉、石)、抟埴(制陶器)。总论和六个分论，这就是《考工记》的“纲”。《考工记》的“目”为：分属六大技术门类的三十个工种(实出现二十五个)所记载的具体技术职责、工艺程序、技术要领等。

《考工记》的纲目说说简单，读其文感觉不然。按《四部丛刊》本，《考工记》分上下两卷(即《周礼》卷十一、十二)。从现存版本的内容排序看，《考工记》上卷可分五章：总论、攻木之工、攻金之工、攻皮之工、设色之工；下卷可分三章，刮摩之工、抟埴之工、攻木之工。“攻木”被分置两卷，且与“总论”列举的工种顺序不合，这一现象说明，前后文有严重的倒置。又各目的笔法因作者不一，流传中有增删脱漏错简，这就给后人阅读、把握内容的内在联系带来困难。

这里采取列表形式对《考工记》的篇章结构分析，以帮助读者理解纲目关系。有关说明如下：

1. 篇、节名一般以所划分篇、节的起首词命之，如总论篇，起首词为“国有六职”，即以此为篇名(因为是总论，也有称“叙”的)。而有些篇实无适合的起首词可用，便以工种命名之。

2.“轮人”、“舆人”、“辀人”和排在全书后部的“梓人”、“庐人”、“匠人”、“车人”、“弓人”同属“攻木”一门，理应作一整体，而现有面貌是前后分离，跨度甚大，难以用“攻木”为篇名统辖。考虑各记述篇幅较大，便以各工名为篇名。

3.“攻金”篇所含六个工种内容集中，且起首有总括介绍，这一分论最为清楚。

4.“攻皮”、“设色”、“刮摩”、“抟埴”四个分论，其各工内容均相对集中，但不似“攻金”篇那样有总括介绍，无起首点题词可用。为纲目清楚起见，笔者加注了篇名。引用《考工记》原文时，也见直接以“函人”、“鲍人”等为篇名者，并无不可，但要明确主次关系，不然会导致理解上的混乱。

另外，可考虑对《考工记》的内容重新进行编排：

第一章：总论	第五章：攻皮之工
第二章：攻木之工(上)	第六章：设色之工
第三章：攻木之工(下)	第七章：刮摩之工
第四章：攻金之工	第八章：抟埴之工

这样整理的结果和汉代学者所定《周礼·考工记》的面貌不同，但有理由认为，与《考工记》最初形成的结构很可能是相近的。

在重新编排内容之后，看到这样一个现象：“攻木之工”属一大技术门类，计八个工种(加上正文衍出的工种“辀”)。《考工记》“总论”共列述六大技术门类计三十个工种。而“攻木之工”各工种的实际述文总和竟占了《考工记》全部篇幅的近三分之二，如此布局不均衡，令人吃惊。

笔者认为，造成目前这种状况的原因可能有二：

一是“攻金之工”、“攻皮之工”、“设色之工”、“刮摩之工”都有缺失内容，即段氏、韦氏、裘氏、筐人、柳人、雕人的条文缺，这几部分的述文合起来当有不少篇幅。有人据缺失的条文说：“所谓三十工之数本不可信，谓缺六工，自无从说起”，“六工之中，如段氏、筐人等是不可能有的”。<sup>1</sup>这种说法站不住脚。

二是“攻木之工”中有后人增补的内容，因而使这部分篇幅增大。“梓人”在《考工记》“总论”列述的三十工中不见，却在正文“舆”后衍出，当是一例。再有，“梓人为笱虞”节文字可能是后补入的。据“梓人为笱虞”的记载看，其内容所讲的不是如何制作笱虞，而是如何装饰笱虞问题，完全是一篇纯粹论述古代装饰艺术、雕刻艺术问题的理论文字<sup>2</sup>。该文不涉器物形制、大小、制作工艺等技术要求，这与《考工记》其他条文风格形成鲜明对比。有人据湖北随县曾侯乙墓出土的钟架和磬架来证“梓人为笱虞”节内容，须知，曾侯乙墓出土的钟架、磬架使用了青铜铸造，而《考工记》中“梓人”属“攻木之工”，这无疑构成矛盾。至于怎样做出合理解释，还有待进一步研究。

1 刘洪涛：《考工记》不是齐国官书，《自然科学史研究》1984年第4期。

2 刘敦愿：《考工记》“梓人为笱虞”条所见雕刻装饰理论，《美术研究》1985年第2期。

## 《考工记》篇章结构分析

表 1

篇	节 段 (起止)	内容简析	字 约	计
	国有六职 …… 此天时也	①开篇讲国家的六种社会分工(王公、士大夫、百工、商旅、农夫、妇功);②分述各地的工艺特产;③阐明百工与圣人的关系;④强调制作优质器物须遵循的四个原则(天时、地气、材美、工巧)。		
国 有 六 职	凡攻木之工 七 …… 括埴之工: 陶、旒	列出拟细述的30个工种,攻木之工:轮、舆、弓、庐、匠、车、梓; 攻金之工:筑、冶、凫、衆、段、桃;攻皮之工:函、鮑、鞶、韦、括埴之工:裘;设色之工:画、纁、钟、筐、幅;刮摩之工:玉、柳、雕、矢、磬;括埴之工:陶、旒。	740	740
	有虞氏上陶 …… 登下以为节	①简述远古以来技术发展的特点;②阐明车有六等之数(兵车、车上士兵和兵器的高度差);③强调制作车轮须达到的技术要求与轮高尺寸的确定。		
轮 人	轮人为轮 …… 谓之国工	①记述轮构件轂、辐、牙的总体制作要求;②选用轂材的要求;③轮各构件的尺寸确定及技术要求;④不同道路条件对轮的要求;⑤总结检验轮质量的六种方法:规、葍、水、县、量、权。	600	782
	轮人为盖 …… 谓之国工	记述车盖形制、构件尺寸及安装要求。	182	
舆 人	舆人为车 …… 饰车欲修	记述车箱形制、构件尺寸与制作要求。	160	160

◆ 考工记·概说

## 《考工记》篇章结构分析

表 2

篇	节	段(起止)	内容简析	字约	计
辀人	1	辀人为辀 …… 谓之国辀	①记述辀(曲辕)的尺寸、形状及制作要求; ②指出(牛车)直辕的特点, 强调采用弯曲适度的曲辕的必要性; ③惯性现象描述。	450	450
	2	辀之方也 …… 以象弧也	①车箱、车盖形状与“天圆地方”说牵合; 轮辐、盖弓数与星宿数牵合; ②车上旗帜饰物数与星宿数牵合。		
攻金之工		攻金之工 …… 谓鑒燧之齐	①概述六种冶金工匠的职责(下文实列五种: 筑氏、冶氏、桃氏、凫氏、栗氏); ②记载“金有六齐”——制作青铜器物原料的六种配比。	115	
攻金	筑氏为削	筑氏为削 …… 敝尽而无憊	记述青铜削的大小、形状和质量要求。	23	
	治氏为杀矢	治氏为杀矢 …… 与刺重三锊	记述杀矢、戈、戟的形状、尺寸和重量, 并指出戈、戟实战的角度要求。		
金	桃氏为剑	桃氏为剑 …… 下士服之	记述青铜剑的形制、尺寸和重量, 并规定上、中、下制三种规格。	97	
	凫氏为钟	凫氏为钟 …… 深而圜之	介绍钟体各部位名称及相互位置, 制作比例; 说明钟的形状、大小不同所产生的声响差别。		
栗氏为量	栗氏为量 …… 然后可铸也	栗氏为量 …… 然后可铸也	①记述量(标准量器)的铸造工艺步骤, 量的形制规范, 嘉量铭文; ②总结青铜器冶炼的火候。	144	

## 《考工记》篇章结构分析

表 3

篇	节	段(起止)	内容简析	字约	计
攻 皮	函人为甲	函人为甲	记述皮甲的制作工艺要领; 总结检验皮甲质量的六条标准, 并简要说明理由。	170	433
	……	……			
	则变也	则变也			
攻 皮	鲍人之事	鲍人之事	记述鞣制皮革的工艺要求和检验方法, 并简要说明其理由。	163	433
	鲍人之事	……			
	则虽敝不翫	则虽敝不翫			
辨 陶	辨人为皋陶	辨人为皋陶	记述几种木构蒙皮鼓的形制规范; 简要总结鼓的声响特点。	100	
	……	……			
	声舒而远闻	声舒而远闻			
设 色	画绩之事	画绩之事	①介绍五色(文中实列六色: 青、赤、白、黑、玄、黄)位次; ②五色的调和; ③五色的相关工艺。	125	249
	……	……			
	后素功	后素功			
设 色	钟氏染羽	钟氏染羽	记述以朱砂为原料、丹林为粘合剂, 多次浸染羽毛(或布帛)的工艺。	30	249
	钟氏染羽	……			
	七入为缁	七入为缁			
幅 幅	幅氏涑丝	幅氏涑丝	细述练丝的工艺程序、练绸的工艺程序。	94	
	幅氏涑丝	……			
	是谓水涑	是谓水涑			
刮 摩	玉人之事	玉人之事	记述礼玉圭、璧、琮、璋(每类又有若干种)的名称、形制、规范和用途。	370	508
	玉人之事	……			
	以致稍微	以致稍微			
刮 摩	磬氏为磬	磬氏为磬	确定石磬的形状和各部位比例; 介绍石磬的调音方法。	54	508
	磬氏为磬	……			
	则摩其端	则摩其端			
刮 摩	矢人为矢	矢人为矢	记述制作镞矢、茀矢、兵矢、田矢、杀矢的部位比例和要求; 归纳箭杆强度不当、箭羽大小失度所造成的弊病; 介绍检验箭羽、箭杆的方法; 记述制作箭杆选材的要领。	84	
	矢人为矢	……			
	同疏欲栗	同疏欲栗			

## 《考工记》篇章结构分析

表4

篇	节	段(起止)	内容简析	字约	计
传 埴	陶人为甄	陶人为甄 .....	记述陶器甄、盆、甌、鬲、庾的容量和主要尺寸。	50	
	唇寸				97
梓 人	旅人为簋	旅人为簋 .....	记述瓦器簋、豆的容量和主要尺寸；强调陶人、旅人制作的次品不能进入交易市场；简介制陶工具“膊”的主要尺寸。	47	
	方四寸				
梓 人	梓人为笱 虞	梓人为笱虞 .....	①提出天下大兽(相当于脊椎动物)分五类：脂者、膏者、裸者、羽者、鳞者；按外骨、内骨、行走方式、鸣叫部位将小虫分类；②根据裸类、羽类、鳞类的体形和性情特征，介绍它们在虞、笱造型艺术中的用途；③由视觉形象的声学效果，强调雕刻攫纳援噬之类动物的工艺要领。	342	
	必似不鸣矣				510
梓 人	梓人为饮器	梓人为饮器 .....	记述酒器勺、爵、觚的容量；梓人所制的酒器要经检验，不合格，制造者要受处罚。	58	
	梓师罪之				
梓 人	梓人为侯	梓人为侯 .....	记述射礼用箭靶的形制特点，记载祭侯的礼仪与祭辞。	110	
	诸侯百福				
庐 人	庐人为庐器	庐人为庐器 .....	规定几种长兵器柄的长度；强调进攻性兵器要比防守性兵器长，作原因分析；钩、刺、轂三类兵器柄形状的特定要求；制作殳、酋矛的技术规范；记述检验长兵器柄的质量的三种方法。	282	282
	谓之国工				

## 《考工记》篇章结构分析

表 5

篇	节	段(起止)	内容简析	字约计
	匠人建国	匠人建国 …… 以正朝夕	记述建设城邑求水平、定方位的测量技术。	43
匠	匠人营国	匠人营国 …… 以为都经涂	①记述周代王城的营建制度，包括规模、城门数、干道网络、建筑布局等；②记述夏“世室”、殷“四阿重屋”和周“明堂”的建筑设计；③介绍建筑中通行的几种长度单位；④规定王城、诸侯城、都城（宗室、卿大夫采邑）的营建等级标准。	262
人	匠人为沟洫	匠人为沟洫 …… 崇三之	①记述西周“井田制”沟洫排灌规划；②介绍几种水利设施的特殊设计，指出修筑水沟和堤防的技术诀窍，规定堤防修筑标准，合理制定修筑堤防的工程进度；③提出筑技术的要求以及茅屋、瓦屋、圆仓、地窖墙体的不同设计。	264
	车人之事	车人之事 …… 谓之磬折	介绍当时手工业实用的一套几何角度：矩、宣、楺、柯、磬折	31
车	车人为耒	车人为耒 …… 谓之中地	记述耒的形状、尺寸；说明直耜、勾耜的用途和特点。	78
人	车人为车	车人为车 …… 高长六尺	介绍制车的实用长度单位“柯”；记述大车（牛车）轮构件的尺寸，指出长、短轓的用途和特点，反、侧轓轮牙的用途和特点；大车、羊车、柏车的几种尺寸；车轓的尺寸。	306
				197

◆ 考工记·概说

## 《考工记》篇章结构分析

表 6

篇   节	段 (起止)	内容简析	字约: 计
弓 人	1 弓人为弓 然后可以为良	①记述制弓所需的六种原材料(干、角、筋、胶、丝、漆)各自所起的作用; ②介绍干材的七种级次; 选取、制备干材的要领; ③鉴别、选取角材的要领及道理; ④选择胶的要求; 介绍鹿胶等七种动物胶; ⑤选择筋的要求; ⑥选择漆与丝的要求。	
	2 凡为弓 可以为良矣	①概述冬、春、夏、秋季间对干、角、筋的不同加工要求并说明理由; ②详述制备弓干、弓角的技术要求和目的, 指出违背要求的种种不良后果; 批评“贱工”的作法。	
	3 凡为弓 下上服之	①指出弓部件箫、柂、隈、敝的设计制作要求和可能产生的弊病; ②说明弓干强度的重要和保护弓体的必要, 用角撑距增加力量的益处; ③介绍“九和之弓”的“九和”之意, 制作“九和之弓”所需用的原料数量; ④规定天子、诸侯、大夫和士所用弓的形制以及上、中、下士所用弓的尺寸。	1180 1180
	4 凡为弓 谓之深弓	①指出制作弓箭应根据射手的体形、性格而区分组合, 搭配不当就不能稳中目标; ②说明夹弓、曳弓、王弓、唐弓之类的弓形特征、性能和用途; ③介绍根据弓的漆痕来检验弓的质量; ④介绍判定良弓的依据。	

## 五 学术价值

《考工记》以其内容丰富和信息量大，在先秦古籍中独树一帜，该书为今人研究先秦史、文物、科技史、工艺美术史等提供了大量宝贵的史料。这里从三方面来分析《考工记》的学术价值。

### （一）记载了古代中国在科技领域对世界文明所做的若干独特贡献

1. 《考工记》的“国有六职”介绍了木构马车的总体情况，“轮人”、“舆人”、“辀人”分别记载了木车主要部件轮、盖、舆、辕的设计规范和制作工艺以及检验车轮质量的方法。《考工记》的这些记述，对研究先秦古车的形制、结构特点等有重要参考价值。

2. “轮人”记载：“凡辐，量其齒深以为辐广。……故歛其辐广以为之弱”，提出了安装轮辐的经验公式，即：

$$\text{齒深} = \text{辐广} = \text{弱}$$

“齒深”指轮毂上的齒孔深度，“辐广”指轮辐的截面宽度，“弱”指轮辐的一端深入轮毂内的部分。书中阐明，如辐入毂太浅，则不牢固；如辐入毂太深，虽固而强度不足，容易折断。依上述公式则既固又强。这个公式可说是世界上最早的一种关于梁的经验总结。<sup>1</sup>

3. 《考工记》“六齐”记述了锡青铜的六种成分配比，这是商周以来积累的青铜合金中铜、锡配比知识的经验归纳，在世界上属首次著录，受到国际科学史界的重视。

4. “鬼氏”关于钟的记载，是世界上最早关于制钟技术的论著。它包括：钟各部位的具体名称、钟各部位的尺寸（或比例）、钟壁的厚薄、钟口张开的程度、钟体的大小等因素对钟的发声及钟声传播的影响。“鬼氏”关于钟的论述比欧洲的类似论述大约早 1500 年。

### （二）保存了古代早期若干重要科技史料

“辀人”描述“马力既竭，辀犹能一取焉”，这是我国古籍中关于物理学惯性现象的最早记载。

“辀人”中与二十八宿有关的记述在我国古籍中也是最早的，它与湖北随县曾侯乙墓出土的漆箱盖上的二十八宿图像相得益彰，在中国古代天文学史上留下重要的一页。

“车人”叙述古农具耒和木制牛车的形制、特点，定义了“矩、宣、楨、柯、磬折”等一套当时工程上实用的几何角度，在历史上起过一定的作用。

“栗氏”记载的标准量器——龠，以后曾成为汉王莽托古改制、制作嘉

<sup>1</sup> 王燮山：《考工记》及其中的力学知识，《物理通报》1959年第5期。

量的主要依据，如今则是研究先秦度量衡史、数学史不可多得的资料。

“匠人”记载了夏、商、周三代主要是周代的都城、宫室建筑规划情况以及有关沟洫水利设施的情况，为探讨井田制的发展留下宝贵的资料；它还记述了以水平法测地平和通过测日影确定方向的原始观测术。“匠人”对后世的王城规划和建筑科学产生了重大的影响，它的有关论述被北宋李诫的《营造法式》一再引用。

“陶人”、“旅人”记述了甌、盆、甑、鬲、庾、簋、豆的形制。其关于陶器的介绍所用笔墨虽不多，却毕竟是先秦文献中最早的陶瓷史料。

《考工记》中还记载了戈、戟、剑、矛、殳、弓和矢等多种兵器的形状、大小和结构特点。其中关于弓矢的制作尤为详备，关于射手、弓、矢三者的合理搭配等记载则涉及到最优化、心理学等方面的知识。

### （三）文字记载可与出土文物印证

中华人民共和国成立以来，考古发掘发现了大批先秦文物，对文物的分析深化了《考工记》研究。反过来，依据《考工记》的记载，对诸多先秦文物形制、工艺特点、技术规范的认识也更加准确。

戈、戟是春秋战国时十分流行的兵器，《考工记》的有关文字记载也详略得当，明确无误。但后来实物或毁或埋，千百年间，世上绝迹，使得人们往往曲解戈、戟的形制。近世考古学的发展，使人们终于弄清了先秦戈、戟的形制，同时也为我们正确理解《考工记》的相应记载提供了有力的佐证。又如根据《考工记》对钟各部位名称、尺寸的叙述，结合出土实物分析，使今人对先秦编钟有了清楚的认识。《考工记》论钟“遂”的部位和形制：“于上之擗，谓之隧。”汉儒郑玄注：“擗，所击之处。擗，弊也。隧在鼓中，洼而生光，有似夫隧。”后世注家如戴震、程瑶田等误认为“隧”位于钟外壁的鼓中部。把《考工记》文字与郑注、编钟实物结合起来研究，可以看出，“于擗”是在鼓部又不是鼓部，所以说：“于上之擗，谓之隧”，以与鼓相区别。而“隧”是钟内经磨错形成的半圆形沟槽，其磨错量为壁厚的六分之一。这就是《考工记》要求“六分其厚，以其一为之深而圆之”的来历。<sup>1</sup>

先秦时已将粘合剂的染色方法用于染丝、绘画等工艺中，很多出土文物证实了这一点。如1974年在长沙发现的战国丝织物“朱条地暗花对龙对凤纹锦”，是经二重组织，一种经丝是朱砂染成的，和它紧靠在一起的另一种经丝是淡褐色植物染料染成的。两种色丝上下交织，彼此之间很少有沾染现象。这证明原来染朱砂时是加了粘合剂的，而且粘结得相当牢固。

综合历代注释，可知丹秫是一种以粘为特征的谷物。“以朱湛丹秫，三月而炽之”，是指矿石颜料、粘性谷物一起浸泡很长时间，通过发酵作用，谷粒分散成为极细的淀粉粒子，然后炊炽之，淀粉转化为浆糊，显出很大粘性。

<sup>1</sup> 华觉明、费云福：先秦编钟设计制作的探讨，《自然科学史研究》1983年第1期。

古代染工选择粘性大的秫为粘合剂，是颇具匠心的。<sup>1</sup>

由上所述的部分例子，已可见《考工记》具有很高的学术价值。

<sup>1</sup> 陈维稷主编：《中国纺织科学技术史》（古代部分），第84页，科学出版社，1984年。

原书空白

# 《考工记》注释

## 一 卷上

国有六职，百工<sup>1</sup>与居一焉。或坐而论道；或作而行之；或审曲面势<sup>2</sup>，以饬<sup>3</sup>五材<sup>4</sup>，以辨民器；或通四方之珍异以资之；或饬力以长地财；或治丝麻<sup>5</sup>以成之。坐而论道，谓之王公。作而行之，谓之士大夫。审曲面势，以饬五材，以辨民器，谓之百工。通四方之珍异以资之，谓之商旅。饬力以长地财，谓之农夫。治丝麻以成之，谓之妇功<sup>6</sup>。粤<sup>7</sup>无镈<sup>8</sup>，燕<sup>9</sup>无函<sup>10</sup>，秦<sup>11</sup>无庐<sup>12</sup>，胡<sup>13</sup>无弓车<sup>14</sup>。粤之无镈也，非无镈也，夫人而能为镈也。燕之无函也，非无函也，夫人而能为函也。秦之无庐也，非无庐也，夫人而能为庐也。胡之无弓车也，非无弓车也，夫人而能为弓车也。知者<sup>15</sup>创物，巧者述之守之，世谓之工。百工之事，皆圣人之作也。烁金以为刃，凝土以为器，作车以行陆，作舟以行水，此皆圣人之所作也。

### 【提要】

此为“国有六职”篇（或称“叙”篇），是《考工记》的总论。该篇幅较长，可分四节。从“国有六职”到“皆圣人之作也”为第一节，此节相当于开场白，主要是讲国家的六种社会分工（王公、士大夫、百工、商旅、农夫、妇功）；述及各地的工艺特产（粤国的镈，燕国的函，秦国的庐，胡地的弓车）；阐明“智者创物、巧者述之守之”的技术观。

### 【注释】

1 百工：周代职官名。指主管营建制造等事的官。汉郑玄注《考工记》：“百工，司空事官之属。……司空掌营城郭，建都邑，立社稷宗庙，造宫室车服器械监百工者。”在其它场合，百工可指各种工匠，如见《庄子·徐无鬼》：“庶人有旦暮之业则劝，百工有器械之巧则壮。”

2 审曲面势：考察材料的曲直纹理、阴阳向背、形状等特点。势原作“斿”。

3 驂：饬（音读赤）、整顿、整治。

4 五材：五种物质。按阴阳五行说，“五材”指金、木、水、火、土。郑玄根据《考工记》所说的分工原则，认为此处“五材”指金、木、皮、玉、土。

5 麻：古代专指大麻。草本植物，高1至2米，茎皮为重要纤维，种子含脂肪油、蛋白质，可食用。大麻原产于亚洲，古代在中国、中亚细亚和西伯利亚均被利用，公元前1500年左右传入欧洲。中国在商代时已用大麻织布。大麻纤维品质雌雄有别，雄株织布质佳，雌株粗硬不洁白，古代多用于作丧服。



图1 大麻 采自《中国植物志》

6 妇功：女功，又称女红，指纺织、缝纫等工作。

7 越：同“越”，春秋战国时国名，疆域包括今浙江北部、江苏大部和安徽、江西的一部分，建都会稽（今浙江绍兴）。越国青铜冶铸，特别是青铜兵器制造曾居当时列国的先进水平。郑玄认为：“粤地涂泥，多草秽，而山出金锡，铸冶之业，田器尤多。”

8 无镈：镈，锄田去草的青铜农具（参见图2）。也为先秦时青铜农具的统称。无镈，意思是没有专门制镈的工匠。

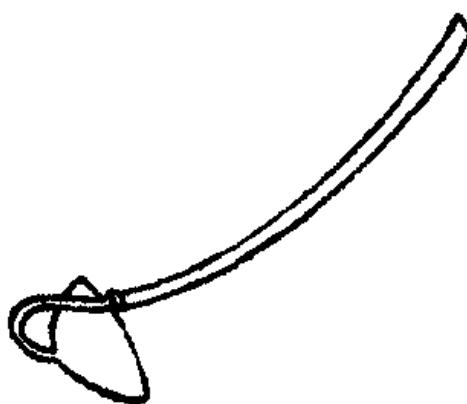


图2 镔 采自王祯《农书》

- 9 燕：公元前11世纪周分封的诸侯国，在今河北北部和辽宁西端，建都蓟（今北京城西南）。战国时成为七雄之一，燕国拥有制造皮甲的先进技术，皮甲制造业兴盛。
- 10 无函：函，皮甲或铠甲。无函，意思是沒有专门制函的工匠。《考工记》仅有制皮甲的记载，没有关于铁铠的明确记载。
- 11 秦：古国名。秦襄公（公元前777~前766年在位）时被周平王（公元前770~前720年在位）封为诸侯。占有今陕西中部和甘肃东南端，春秋时建都于雍（今陕西凤翔东南）。秦国注重车战，善用长兵器、长兵器的柄杆制造发达。
- 12 无庐：庐，指戈、戟、矛等长兵器的复合竹木柄。无庐，意思是沒有专门制庐器的工匠。
- 13 胡：戎狄，中国古代北方和西北方游牧少数民族的通称。戎狄称胡始于战国。
- 14 无弓车：意思是沒有专门制弓的工匠和专门制车的工匠。近几十年来，在内蒙古阴山、乌兰察布草原和锡林郭勒草原上已发现古车的岩画数十处。考古发现表明，当时蒙古高原，特别是内蒙古草原已广泛使用车辆，造车、制弓业比较发达（参见盖山林：“蒙古高原青铜时代的车辆岩画”，《中国少数民族科技史研究》第一辑，内蒙古人民出版社，1987年）
- 15 知：同智。智者，聪明、有才能的人。



图3 内蒙古阴山弓车岩画  
采自盖山林：“蒙古高原青铜时代的车辆岩画”

天有时，地有气，材有美，工有巧。合此四者，然后可以为良。材美工巧，然而不良，则不时，不得地气也。橘逾淮<sup>1</sup>而北为枳<sup>2</sup>，鸚鵡<sup>3</sup>不逾济<sup>4</sup>，貉<sup>5</sup>逾汶<sup>6</sup>则死，此地气<sup>7</sup>然也。郑<sup>8</sup>之刀，宋<sup>9</sup>之斤<sup>10</sup>，鲁<sup>11</sup>之削<sup>12</sup>，吴<sup>13</sup>粤<sup>14</sup>之剑，迁乎其地而弗能为良，地气然也。燕之角<sup>15</sup>，荆<sup>16</sup>之干<sup>17</sup>，纷胡<sup>18</sup>之筭<sup>19</sup>，吴粤之金锡，此材之美者也。天有时以生，有时以杀；草木有时以生，有时以死；石有时以泐<sup>20</sup>；水有时以凝，有时以泽；此天时也。

### 【提要】

此为“国有六职”篇的第二节。文中强调制作优质产品必须遵循“天时、地气、材美、工巧”的四原则，这可以说是中国古代技术传统中的一个深刻的造物原则或价值标准。

### 【注释】

1 淮：淮河。

2 枳：又名枸橘、臭橘。芸香科，小乔木，高1至5米，树冠伞形或圆头形。枝绿色，嫩枝扁，有纵棱，刺长达4厘米，果近圆球形或梨形，通常纵径3至4.5厘米，横径3.5至6厘米。枳可与柑橘属及金橘属植物杂交。有人以为这种杂交橘仍保持有枳的遗传特性，再种还会成为枳。也有人认为将杂交橘移植到淮河以北，冬天必被冻死，而枳木仍能存活，生长为枳树，“橘逾淮而北为枳”，反映了古人对植物有适应性的认识。而“橘化为枳”、“橘淮北枳”后世流传，用作因环境不同而引起变化的比喻。

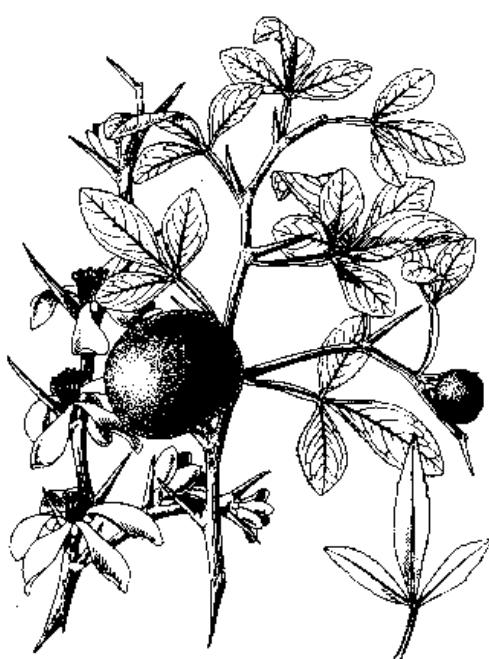


图4 枳 采自《中国植物志》

3 鹊鵙：鶲鵙（音读渠玉），鸟名，俗称“八哥”，也作“鵙鵙”。据史书载，南唐李主讳煜，改鶲鵙为八哥。八哥形态：鼻孔和颈部延长成一羽冠或丛毛微向后弯曲，眼后裸出。嘴比头短，尾圆形。中国境内主要分布于河南、陕西、甘肃、四川、云南等地。

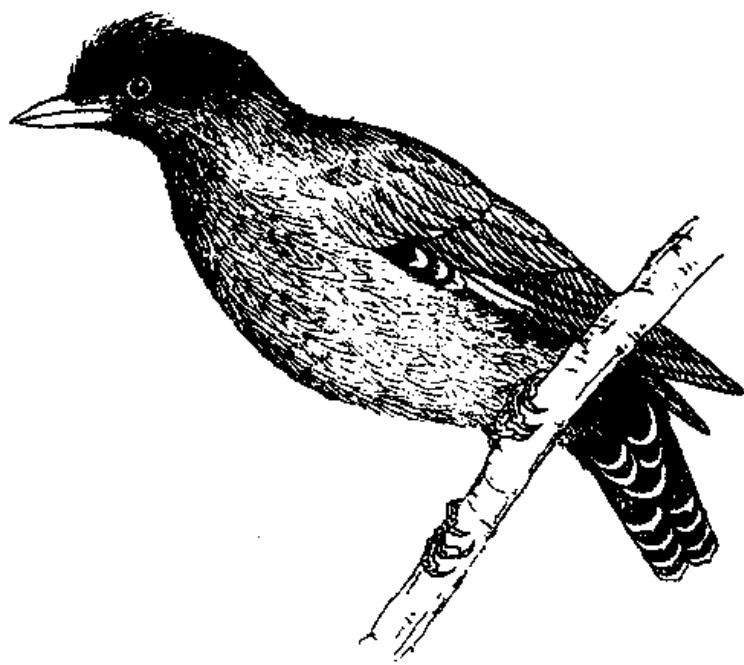


图5 八哥 采自《中国动物志》

4 濟：指济水，包括黄河南北两部分，河北部分源出河南省济县西王屋山，河南部分本是从黄河分出来的一条支流，流经山东入海，因分流处与黄河北岸的济水入河口隔岸相对，古人便以为是济水的下游。

5 獾：哺乳动物，似狸，锐头尖鼻，昼伏夜出，捕食虫类，毛皮为珍贵裘料。

6 汶：指汶水，又名大汶河，在山东南部。

7 地气：古代说的“地气”涉及地理、地质、生态活动等多种客观因素。

8 郑：公元前806年郑桓公受封于郑（今陕西华县东）。春秋初年郑为强国，建都新郑（今河南新郑）。后渐衰弱，前375年为韩所灭。

9 宋：公元前11世纪，周公把商的旧都周围地区分封给商王紂的庶兄微子启，微子立宋国，建都商丘（今河南商丘南）拥有今河南东部和山东、江苏、安徽间地。前286年为齐所灭。

10 斤：先秦时工匠所用的小斧头称为斤。

11 鲁：公元前11世纪周分封的诸侯国，在今山东西南部，建都曲阜（今山东曲阜）。春秋时国势衰弱，战国时沦为小国。前256年为楚所灭。

12 削：指书刀，古代在竹简、木札上书写，如做文字修改，就用削刮除。

13 吴：古国名。始祖是周太王之子太伯、仲雍，有今江苏、上海大部和安徽、浙江的一部分，建都于吴（今江苏苏州）。春秋后期，国力渐强。前173年为越所灭。吴粤：指江浙一带，也包括安徽、江西的一部分。



图6 越国铜剑

14 角：指牛角。

15 荆：荆州，古九州之一，其地理范围包括从荆山（今湖北南漳西）到衡山（今湖南衡山西北）南面的地区。春秋战国时属楚。

16 干：指弓干。

17 姝胡：古地区名，史书记载不详，尚未定论。按汉郑玄注，“媯胡，胡子之国，在楚旁”，即地在今安徽阜阳西北一带。郭沫若认为，“媯”即“汾”，“媯胡”即是晋。闻人军据郑玄引杜子春云：媯，“书或为邠”，他认为“媯”应从杜子春所见作“邠”，邠即豳，周祖先公刘所立之国，在今陕西旬邑西泾河中游地区。

18 箭：指箭干。

19 溴：溴（音读勒），岩石由于热胀冷缩，依其纹理而裂开。

凡攻木之工七，攻金之工六，攻皮之工五，设色之工五，刮摩之工五，抟埴<sup>1</sup>之工二。攻木之工：轮、舆、弓、庐、匠、车、梓；攻金之工：筑、冶、鼎、栗、段、桃；攻皮之工：函、鲍、旃、韦、裘；设色之工：画、绩、钟、筐、幡；刮摩之工：玉、櫔、雕、矢、磬；抟埴之工：陶、施。有虞氏<sup>2</sup>上<sup>3</sup>陶，夏后氏<sup>4</sup>上匠<sup>5</sup>，殷人上梓<sup>6</sup>，周人上舆<sup>7</sup>。

### 【提要】

此为“国有六职”篇的第三节。列出拟加细述的三十个工种（参见表1：《考工记》所列技术工种及职责一览）；简述从有虞氏到周代以来技术发展的特点。该文所述各技术工种对今人了解春秋战国时代的手工业技术管理有重要价值。

### 【注释】

1 **抟埴**：抟，拍击。《四部备要》、《四部丛刊》本作抟（音读团）；埴（音读直），粘土。抟埴，以粘土制成陶器之坯。

2 **有虞氏**：古部落名。古史传说，部落联盟的首领虞舜受禅继尧之位，建都于蒲阪（今山西永济东南）。

3 **上**：通“尚”，崇尚，提倡。

4 **夏后氏**：古史称禹受舜禅，建夏王朝，称夏后氏，也称夏后或夏氏。

5 **匠**：按《考工记》，“匠”为木工之一种，主营宫室、城郭、沟洫。

6 **梓**：《书·梓材》《释文》：“治木材曰梓。”也指木工。杨鸿勋对湖北黄陂盘龙城商贵族墓葬器物分析指出，“特别是棺椁构造及彩饰木雕的工艺水平，可以想见奴隶主贵族们生前居住的宫殿建筑的工艺水平和豪华程度，这也说明《考工记》‘殷人上梓’的记载是有根据的。”（杨鸿勋：《建筑考古学论文集》第92页）闻人军解释“殷人上梓”为崇尚负责礼乐的工官（闻人军：《考工记译注》），似不妥。

7 **舆**：车箱。泛指车。

《考工记》所列技术工种及职责一览

表1

技术门类	工艺范畴	工种	序号	技术职责	备注
攻木之工	木工艺	轮	1	制作车轮、车盖	
		舆	2	制作车箱	
		弓	3	制作弓架	
		庐	4	制作戈戟类兵器柄杆	
		匠	5	营造城郭、官室、修筑沟洫水利设施	
		车	6	制作大车、农具	
		梓	7	制作乐器悬架、饮器和侯(箭靶)	
攻金之工	金属工艺	筑	8	制作书刀	
		冶	9	制作箭镞、戈、戟	
		凫	10	铸造钟(乐器)	
		栗	11	铸造量器	
		段	12	制作金属农具	阙文
		桃	13	铸造剑	
		函	14	制作护身皮甲	
攻皮之工	皮革工艺	鮑	15	鞣制皮革	
		鞶	16	制作鼓	
		韦	17	制作祭服蔽膝之衣	阙文
		裘	18	制作皮衣	阙文
		画	19	绘或绣制五彩文饰	
设色之工	画绘、染织工艺	绩	20	绘或绣制五彩文饰	
		钟	21	染织羽毛	
		筐	22	染制布帛	阙文
		幡	23	练丝、练帛	
		玉	24	琢磨礼用玉器	
刮摩之工	玉石、骨工艺	櫛	25	制作梳篦	阙文
		雕	26	制作骨质用器	阙文
		矢	27	制作箭	
		磬	28	制作石质打击乐器	
抟埴之工	制陶工艺	陶	29	制作瓢、甌、鬲等饮食用陶器	
		旃	30	制作簋、豆盛食物用陶器	

注：1、《考工记》正文在“舆”之后衍出工种“轤”，系制作车轤。2、三十工中，有的称某人，有的称某氏。郑玄注：“其曰某人者，以其事名官也；其曰某氏者，官有世功，若族有世业，以氏名官者也。”

故一器而工聚焉者，车为多。车有六等之数：车轓<sup>1</sup>四尺，谓之一等；戈柂<sup>2</sup>六尺有六寸，既建而迤<sup>3</sup>，崇<sup>4</sup>于轓四尺，谓之二等；人长八尺，崇于戈四尺，谓之三等；殳<sup>5</sup>长尋<sup>6</sup>有四尺，崇于人四尺，谓之四等；车轔常<sup>7</sup>，崇于殳四尺，谓之五等；酋矛<sup>8</sup>常有四尺，崇于轔四尺，谓之六等。车谓之六等之数。

凡察车之道<sup>9</sup>，必自轓于地者始也，是故察车自轮始。凡察车之道，欲其朴属<sup>10</sup>而微至<sup>11</sup>。不朴属，无以为完久<sup>12</sup>也；不微至，无以为戚速<sup>13</sup>也。轮已崇，则人不能登也；轮已庳<sup>14</sup>，则于马终古<sup>15</sup>登驰<sup>16</sup>也。故兵车之轮六尺有六寸，田车<sup>17</sup>之轮六尺有三寸，乘车之轮六尺有六寸。六尺有六寸之轮，轵<sup>18</sup>崇三尺有三寸也。加轓与轔<sup>19</sup>焉，四尺也。人长八尺，登上以为节<sup>20</sup>。

### 【提要】

此为“国有六职”篇的第四节。阐明车有六等之数（兵车、车上士兵和兵器的高度差，参见表2：车之六等差数）；强调制作车轮须达到的技术要求与轮高尺寸的确定。

### 【注释】

1 轷：轓（音读诊），车厢底部四周的横木。车轓，指车厢底盘。

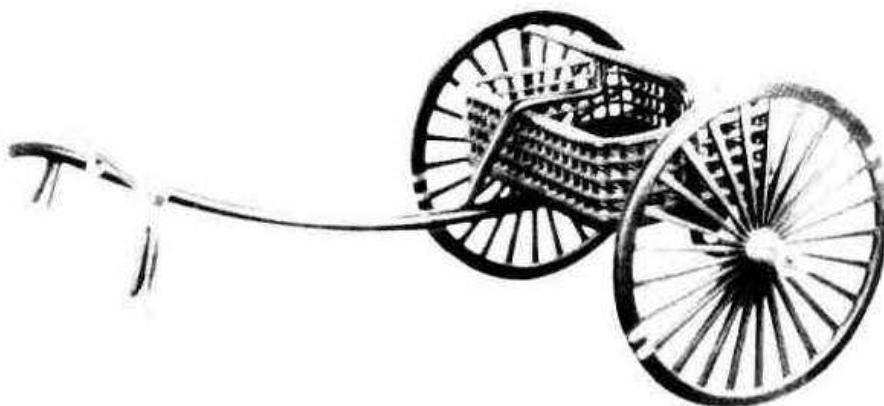


图7 春秋时期的车模型

2 柝：柂（音读必），戈戟类兵器的柄。

3 既建而迤：建，树立；迤，同“彴”，斜倚貌。

4 崇：高。

5 段：殳（音读梳），商周时期的五兵之一，《周礼·夏官》：“司兵掌五兵”，郑司农

注：“五兵者，戈、殳、戟、酋矛、夷矛。”殳是一种用于刺击和打击的兵器，竹木制柄，按头部有刃与无刃，有锐殳、晋殳之分。

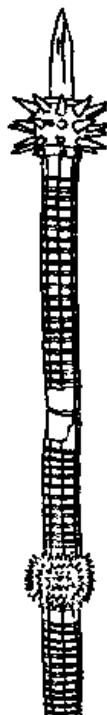


图8 殴 (湖北曾侯乙墓出土)

- 6 寻：古代长度单位，一寻等于八尺。
- 7 常：古代长度单位，二寻为常。
- 8 酋矛：商周时期五兵之一，较短之矛，用于步战。
- 9 道：事理。
- 10 朴属：郑玄注：“犹附着坚固貌”。
- 11 微至：车轮正圆，着地面积小。

车之六等差数

表2

等级	物(或人)	高 度	差 数
一	车轡	4 尺	4 尺(距地)
二	戈柂	4 尺	4 尺(距轡)
三	人	8 尺	8 尺 - 4 尺 = 4 尺
四	殳	1 丈 2 尺 (1 寻 4 尺)	1 丈 2 尺 - 8 尺 = 4 尺
五	车轔	1 丈 6 尺 (2 寻)	1 丈 6 尺 - 1 丈 2 尺 = 4 尺
六	酋矛	2 丈 (1 常 4 尺)	2 丈 - 1 丈 6 尺 = 4 尺

注：戈柂实长6尺6寸，因斜插于车上，故距轡高度差为4尺。

- 12 完：坚固。
- 13 戚速：郑玄注：“齐人有名疾为戚者。”戚速，意为疾速。
- 14 庫：庫（音读卑），低矮。
- 15 終古：郑玄注：“齐人之言終古，犹言常也。”終古，常常。
- 16 隘：阨（音读至），山城。
- 17 田车：田猎用的车。
- 18 軸：轮子外侧的车轴端中心。
- 19 棅：车轓下分左右安置的长方形木块，用革带捆缚于軸上，也名伏兔（参见图9）。
- 20 节：适度。



图9 棅(伏兔)

轮人为轮。斩三材<sup>1</sup>必以其时。三材既具，巧者和之。轂<sup>2</sup>也者，以为利转也；辐<sup>3</sup>也者，以为直指<sup>4</sup>也；牙<sup>5</sup>也者，以为固抱<sup>6</sup>也。轮敝<sup>7</sup>，三材不失职，谓之完<sup>8</sup>。望而眊<sup>9</sup>其轮，欲其惧<sup>10</sup>尔而下迤也；进而眊之，欲其微至也，无所取之，取诸圜也。望其辐，欲其掣<sup>11</sup>尔而纤<sup>12</sup>也；进而眊之，欲其肉称<sup>13</sup>也，无所取之，取诸易直也。望其轂，欲其眼<sup>14</sup>也；进而眊之，欲其峙<sup>15</sup>之廉<sup>16</sup>也，无所取之，取诸急也。眊其绠<sup>17</sup>，欲其蚤<sup>18</sup>之正也。察其菑<sup>19</sup>蚤不齧<sup>20</sup>，则轮虽敝不匡<sup>21</sup>。

### 【提要】

此为“轮人”篇的“轮人为轮”节。该节篇幅较长，可分三小节。“轮人为轮”到“轮虽敝不匡”为第一小节，强调制作轮部件轂、辐、牙的总体要求。

### 【注释】

1 三材：指制作轂、辐、牙（轮圈）三者的材料。郑玄注：“今世轂用杂榆，辐以檀，牙以櫟也。”

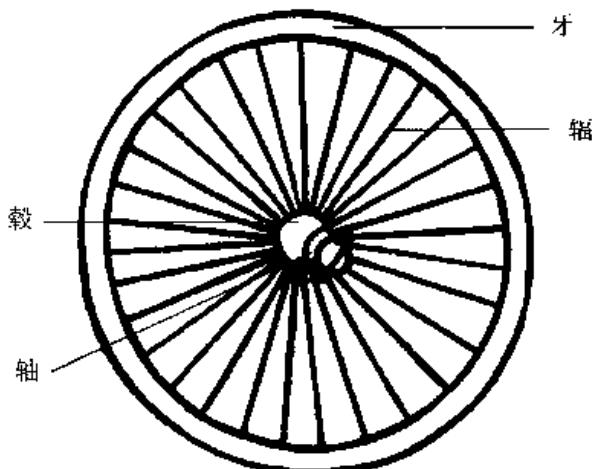


图 10 轮部件名称

2 轶：车轮中心的圆木部件，外周中部凿出一圈榫眼以装车辐。

3 辐：车轮中连接轂和轮圈的直木条。

4 直指：辐条与轂及轮圈装配得无偏倚。

5 牙：又名辋，即轮圈。

6 抱：牙用几条曲木合成，应连接为一坚固的整体。

7 敝：破旧。

8 完：坚固。

9 眇：眊(音读示)，古“视”字。

10 慄：悷(音读密)，郑玄注：“悷，均致貌也。”后世凡注《考工记》释“悷”者，多循郑注。而《说文》释“悷”字：“悷，慢也。从巾，冥声。”段玉裁注：“谓家其上

也。《周礼》注曰：以巾覆物曰幙。”由此看来，“幙”作“均致貌”解并非本义，“幙”很可能为借字。

11 翼尔：掣（音读消），人臂细长、由粗渐细之貌。

12 纤：小。

13 肉称：外形匀称。

14 眼：郑玄注：“眼，出大貌”。

15 轛：轓（音读到），覆盖。此指缠裹于轓上的皮革。

16 廉：棱角。

17 缊：綆（音读棶），郑玄注：“綆，读为关东言饼之饼，谓轮輮也。”孙机认为，轓、轓均是偏榫，各辐装好后均向轓偏斜。从外侧看，整个轮子形成一个中凹的浅盆状。这种装辐法应是《考工记》所称的轮綆（见孙机：中国古独辀马车的结构，《文物》1985年第8期）。

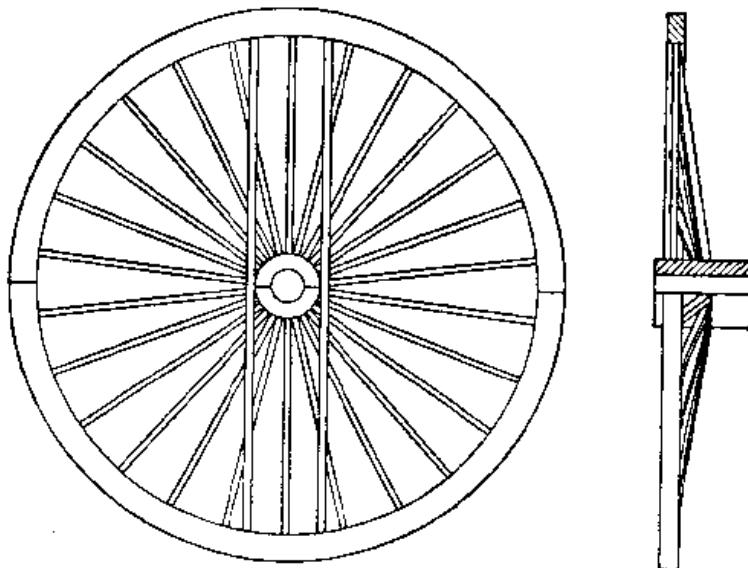


图11 轮綆装置示意图

18 篦：辐插入牙一端的榫。

19 蕃：蕡（音读字），辐插入轓一端的榫。

20 骞：鷩（音读欧，阳平），参差不齐。

21 匝：弯曲。

凡斩轂之道，必矩<sup>1</sup>其阴阳<sup>2</sup>。阳也者，稹理<sup>3</sup>而坚；阴也者，疏理而柔。是故以火养其阴，而齐诸其阳，则轂虽敝不戠<sup>4</sup>。轂小而长则柞<sup>5</sup>，大而短则撝<sup>6</sup>。是故六分其轮崇，以其一为之牙围，叁分其牙围而漆其二。樽<sup>7</sup>其漆内而中诎之<sup>8</sup>，以为之轂长，以其长为之围，以其围之防<sup>9</sup>捎<sup>10</sup>其轂<sup>11</sup>。五分其轂之长，去一以为贤<sup>12</sup>，去三以为轵<sup>13</sup>。容轂必直，陈篆<sup>14</sup>必正，施胶必厚，施筋必数<sup>15</sup>，帱必负干<sup>16</sup>。既摩，革色青白，谓之轂之善。叁分其轂长，二在外，一在内，以置其辐。凡辐，量其凿深以为辐广。辐广而凿浅，则是以大抵<sup>17</sup>，虽有良工，莫之能固；凿深而辐小，则是固有余而强不足也。故竑<sup>18</sup>其辐广以为之弱<sup>19</sup>，则虽有重任，轂不折。叁分其辐之长而杀其一，则虽有深泥，亦弗之濂<sup>20</sup>也。叁分其股围，去一以为骭围。揉辐必齐，平沈<sup>21</sup>必均。直以指牙，牙得，则无撝<sup>22</sup>而固；不得，则有撝必足见也。六尺有六寸之轮，绠叁分寸之二，谓之轮之固。

### 【提要】

此为“轮人”篇“轮人为轮”节的第二小节，文中提出制作车轂的选材、用材要领；提出以轮崇（轮子直径）为基准定出轮各构件尺寸的模数方法和制作的技术要求。

所说“凡辐，量其凿深以为辐广。故竑其辐广以为之弱”，相当于提出安装轮輶的经验公式，即：

$$\text{凿深} = \text{辐广} = \text{弱}$$

式中“凿深”指轮轂上的凿孔深度，“辐广”指轮輶的截面宽度，“弱”指轮輶一端伸入轮轂内的部分。这一关系式被科学史学者评价为是世界上最早的一种关于肱梁尺寸的经验公式。

### 【注释】

1 矩：郑玄注：“矩，谓刻识之也。”

2 阴阳：树木生长有向阳与背阴面之分。

3 稔理：稹（音读诊）理，纹理致密。

4 戠：戠（音读耗），缩、因变形而失平整。

5 柞：狭窄。

6 撝：撝（音读聂）、危，不牢固。

7 樽：测度。

8 中诎之：诎（音读屈），短缩；中诎之，缩短一半。

9 防：防（音读勒），零数，通“仂”。郑玄注：“仂，三分之一也。”

10 捣：捎（音读消），消除。

11 蔽：轂中心穿轴之孔。

12 贤：车轂两端孔径不同，车轮内侧靠近车轂孔径較粗的一端，叫做贤。

13 轶：车轮外侧车轂孔径較细的一端，叫做轶。

14 篓：轂体上的纹饰。

15 数：数（音读促），细密。

16 负干：（革）紧贴轂体。

17 扱：扠（音读务），幼、搘。

18 箴：箴（音读洪），量度。

19 “凡辐……以为之弱”：弱，指轮辐端伸入轮轂内的部分。根据这段文字叙述，设辐宽为 $b$ 、轂的凿深为 $h$ ，那么，当 $h < b$ 时，车轮摇摆不定，车载重有危险；当 $h > b$ 时，虽辐与轂结合牢固，但轂的强度却会受影响；只有当 $h = b$ 时，车轮既能坚固胜任，轂又不致破坏，因而才是最理想的榫深与辐宽比例。这一经验公式，体现了中国春秋战国时代结构力学知识的水平（参见图12）。

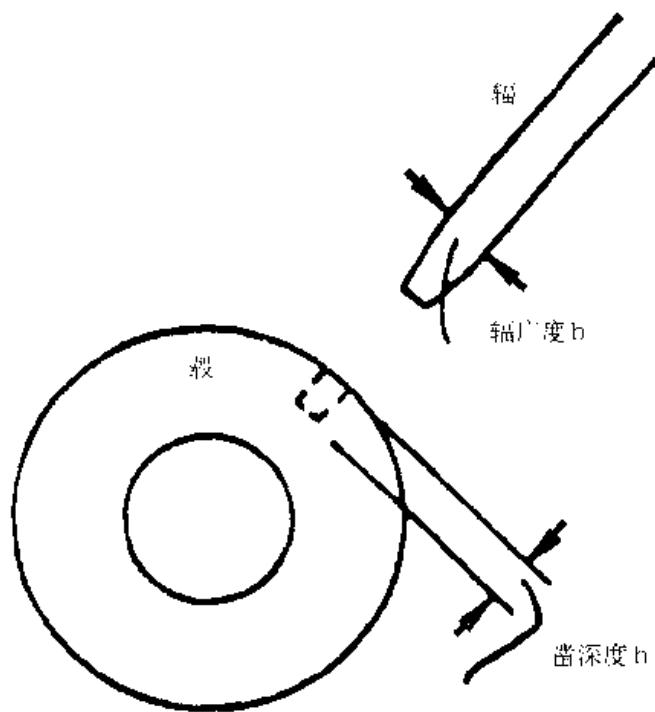


图12 辐条与车轂接合尺寸比例

20 漑：漥（音读年）。意同“粘”。

21 沈：也作“沉”，没入水中。

22 燄：燄（音读聂），木楔。

凡为轮，行泽者欲杼<sup>1</sup>，行山者欲侔<sup>2</sup>。杼以行泽，则是刀以割涂也，是故涂不附；侔以行山，则是抟<sup>3</sup>以行石也，是故轮虽敝不齧<sup>4</sup>于凿。凡揉牙，外不廉<sup>5</sup>而内不挫，旁不肿，谓之用火之善。是故规之，以眡其圜也；萬<sup>6</sup>之，以眡其匡<sup>7</sup>也；县<sup>8</sup>之，以眡其辐之直也；水<sup>9</sup>之，以眡其平沈之均也；量其轂以泰<sup>10</sup>，以眡其同也；权<sup>11</sup>之，以眡其轻重之侔也。故可规、可萬、可水、可县、可量、可权也，谓之国工<sup>12</sup>。

### 【提要】

此为“轮人”篇“轮人为轮”节的第三小节。提出为适应泥泽和山石不同的道路条件，需制作轮缘截面不同的车轮。强调六人检验手段：规之，萬之，水之，县之，量之，权之，对车轮进行严格的质量检测。

### 【注释】

1 杼：杼（音读住），郑玄注：“杼，谓削薄其践地者。”“行泽者欲杼……则是刀以割涂也，是故涂不附”，意思就是说，行于泥泽地的车轮，轮缘要削薄（轮牙取梯形截面），这样行驶起来，就像刀子割泥一样，泥不会粘附。

2 侔：侔（音读谋），郑玄注：“侔，上下等。”指轮牙取矩形截面。出土古车中已发现有两种轮缘截面的车轮。据报告，陕西陇县边家庄春秋墓出土的一辆木车，“轮牙截面呈梯形，容辐面宽3厘米，着地面宽2厘米，两侧面均平齐”（陕西陇县边家庄五号春秋墓发掘简报，《文物》1988年第1期）。河南淮阳马鞍冢楚墓出土的四号车，“轮牙宽5.5厘米，高9.5厘米，断面为圆角长方形”（河南淮阳马鞍冢楚墓发掘简报，《文物》1984年第10期）。

3 抨：抨（音读团）、厚。

4 齿：齧（音读吝），破歛。

5 廉：郑玄注：“廉，绝也。”

6 萬：萬（音读举），学者多认为是正轮之器，与轮等大而平，可用以检查轮子平面。

7 匡：端正。

8 县：通“悬”。

9 水：作动词用，指将轮子浸入水中。

10 量其轂以泰：郑玄注：“泰滑而齐以量两轂，无亏不足，则同。”闻人军释义：“用泰测量两轂中空之处看容积是否相同。”笔者以为，该句的本义是，用泰测量轮轴与轂孔的间隙，以看轮圈中心线与轮轂中心线是否一致。详见附录：《考工记》轮之检验新探。

11 权：用天平衡量。

12 国工：国家高水平的工匠。

轮人为盖。达常<sup>1</sup>围三寸。桯<sup>2</sup>围倍之，六寸。信<sup>3</sup>其桯围以为部广<sup>4</sup>，部广六寸。部长<sup>5</sup>一尺。桯长倍之，四尺者二。十分寸之一谓之枚<sup>6</sup>。部尊<sup>7</sup>一枚，弓凿<sup>8</sup>广四枚，凿上二枚，凿下四枚。凿深二寸有半，下直二枚，凿端一枚。弓长六尺谓之庇轵<sup>9</sup>，五尺谓之庇轮，四尺谓之庇轄。叁分弓长而揉其一。叁分其股围，去一以为蚤围<sup>10</sup>。叁分弓长，以其一为之尊<sup>11</sup>。上欲尊而字欲卑。上尊而字卑，则吐水疾而溜<sup>12</sup>远。盖已崇，则难为门也；盖已卑，是蔽目也。是故盖崇十尺。良盖弗冒<sup>13</sup>弗纮<sup>14</sup>，殷亩而驰，不队<sup>15</sup>，谓之国工。

### 【提要】

此为“轮人”篇的“轮人为盖”节，记述了车盖形制、构件尺寸及安装要求。

### 【注释】

- 1 达常：车盖上柄。盖柄有二节，上节曰达常。
- 2 桧：车盖柄的下节，也叫杠。达常插入桯中。
- 3 信：信（音读身），伸张，舒展。
- 4 部广：部，柄的顶端膨大，名部，也叫盖斗；部广，盖斗的直径。
- 5 部长：指达常和部的总长。
- 6 枚：十分之一寸，即一分。
- 7 部尊：盖斗上端隆起的高度。
- 8 弓凿：盖斗周围凿出的嵌入盖弓之榫眼。
- 9 庇轵：庇，遮盖，覆盖；庇轵，遮盖两轵。下文庇轮，庇轄义同。
- 10 蚤围：蚤，铜蚤，盖弓末端所装的盖与帽；蚤围，蚤的周长。
- 11 尊：盖斗距弓末的高度差。
- 12 溜：指下注之水。
- 13 冒：蒙于盖弓之幕。
- 14 纶：纶（音读洪），车盖周围联缀弓末的细绳。
- 15 队：队（音读贅），通“坠”，坠落。

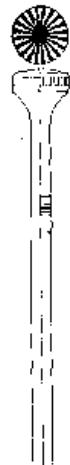


图 13 盖斗和盖柄

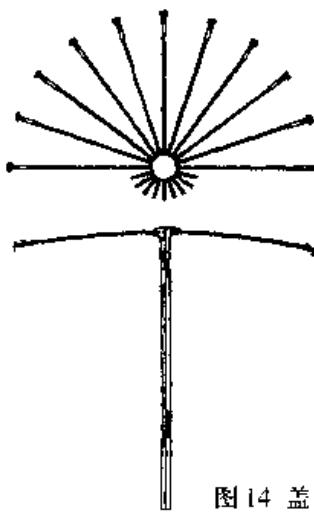


图 14 盖弓和盖柄

舆人为车。轮崇、车广<sup>1</sup>、衡<sup>2</sup>长，叁如一，谓之叁称<sup>3</sup>。叁分车广，去一以为隧<sup>4</sup>。叁分其隧，一在前，二在后，以揉其式<sup>5</sup>。以其广之半，为之式崇；以其隧之半，为之较<sup>6</sup>崇。六分其广，以一为之轸围；叁分轸围，去一以为式围；叁分式围，去一以为较围；叁分较围，去一以为轵<sup>7</sup>围；叁分轵围，去一以为辀<sup>8</sup>围。圜者中规，方者中矩，立者中县，衡者中水<sup>9</sup>，直者如生焉，继<sup>10</sup>者如附<sup>11</sup>焉。凡居材<sup>12</sup>，大与小无并<sup>13</sup>，大倚小则摧，引之则绝<sup>14</sup>。栈车<sup>15</sup>欲弇，饰车<sup>16</sup>欲侈。

### 【提要】

此为“舆人”篇。篇幅较短，也有称“舆人为车”节。该篇记述车箱形制、构件尺寸与制作要求，体现了古代模数制的运用。《考工记》中制车的模数，是以轮崇（轮子直径）为基数展开来规定其它各部的尺寸。古代的车辆主要有轮、舆、轴三大部分组成，而轮被认为是车中最重要的部件。车中大部分部件的尺寸均由轮径为基数确定。表3中部件尺寸与车广的关系实际反映了与轮径的关系（据关系式：轮径=车广=衡长）。

舆部件及安装尺寸

表3

名 称	尺 寸
车广（车箱宽）	6尺6寸
隧（车箱长）	$\frac{2}{3}$ 车广 = 4尺4寸
式崇（式高）	$\frac{1}{2}$ 车广 = 3尺3寸
轸围	$\frac{1}{6}$ 车广 = 1尺1寸
式围	$\frac{2}{3}$ 轵围 = $7\frac{1}{3}$ 寸
较围	$\frac{2}{3}$ 式围 = $4\frac{8}{9}$ 寸
轵围	$\frac{2}{3}$ 较围 = $3\frac{7}{27}$ 寸
辀围	$\frac{2}{3}$ 轡围 = $2\frac{14}{81}$ 寸

注：周尺：1尺≈23.1厘米；齐尺：1尺≈19.7厘米

**【注释】**

- 1 车广：车，此指车箱；车广即指车箱宽度。
- 2 衡：车辕前端的横木。
- 3 叢称：即指轮崇（轮径）=车箱宽=衡长。
- 4 隳：深，指车箱长度。
- 5 式：通“轼”，车箱前部栏杆顶端的横木。
- 6 辂：较（音读决），在立乘的车上，于左、右两旁的车轮即轓上各安一横把手，名轓。轓与横直交结的栏木名輶。
- 7 輶：车箱左右两面横直交结的栏木。注意，轮之外侧的轓端也叫“輶”，两“輶”词义实有不同。
- 8 軷：軷（音读对），车軷下面横直交结的栏木。
- 9 水：水平。
- 10 继：交接，连缀。
- 11 如附：如枝附干，紧密相连。
- 12 居材：拼用与装接材料。
- 13 并：并，装配在一起。
- 14 大倚小则摧，引之则绝：大材与小材不相称，受力不均，故不宜装配在一起使用。若小材支撑大材，小材内的应力超过能承受的限度，就要崩坏；若小材牵引大材，则易断裂。
- 15 栈车：以竹木散材制作的车，无革装饰，外部髹漆。士乘用。
- 16 饰车：有革装饰的车，大夫以上乘用。

辀人为辀<sup>1</sup>。辀有三度<sup>2</sup>，轴有三理<sup>3</sup>。国马<sup>4</sup>之辀，深四尺有七寸；田马<sup>5</sup>之辀，深四尺；弩马<sup>6</sup>之辀，深三尺有三寸。轴有三理：一者，以为嫩<sup>7</sup>也；二者，以为久也；三者，以为利也。軎<sup>8</sup>前十尺，而策<sup>9</sup>半之。凡任木<sup>10</sup>，任正者<sup>11</sup>，十分其辀之长，以其一为之围；衡任者<sup>12</sup>，五分其长，以其一为之围。小于度，谓之无任<sup>13</sup>。五分其轸间，以其一为之轴围。十分其辀之长，以其一为之当兔<sup>14</sup>之围。叁分其兔围，去一以为颈<sup>15</sup>围。五分其颈围，去一以为踵<sup>16</sup>围。凡揉辀，欲其孙<sup>17</sup>而无弧深。今夫大车之辕摶<sup>18</sup>，其登又难；既克其登，其覆车也必易。此无故，惟辕直且无桡<sup>19</sup>也。是故大车平地既节轩摶<sup>20</sup>之任，及其登阤，不伏其辕，必縕<sup>21</sup>其牛。此无故，惟辕直且无桡也。故登阤者，倍任者也<sup>22</sup>，犹能以登。及其下阤也，不援其邸<sup>23</sup>，必縕<sup>24</sup>其牛后。此无故，惟辕直且无桡也。是故辀欲顾典<sup>25</sup>。辀深则折，浅则负<sup>26</sup>。辀注则利，准（利准）则久<sup>27</sup>，和则安。辀欲弧而无折，经<sup>28</sup>而无绝。进则与马谋<sup>29</sup>，退则与人谋。终日驰骋，左不撻<sup>30</sup>，行数千里，马不契需<sup>31</sup>；终岁御，衣衽不敝，此唯辀之和也。劝登马力，马力既竭，辀犹能一取焉<sup>32</sup>。良辀环濶<sup>33</sup>，自伏免<sup>34</sup>不至軎七寸……軎中有濶，谓之国辀<sup>35</sup>。

### 【提要】

此为“辀人”篇，可分两节。“辀人为辀”到“谓之国辀”为第一节，记述辀（曲辕）的尺寸、形状及制作要求，对车行驶的惯性现象作描述。该节中将直“辕”与曲“辀”作比较，认为曲辀要优于直辕，尤其在车上下坡时表现明显，反映出古人对斜面原理已有一定的认识。

### 【注释】

- 1 輵：辀（音读周）、车辕。单根称辀，双根称辕。
- 2 三度：三种深浅不同的弧度。
- 3 三理：三项技术指标。
- 4 国马：指优良的马。
- 5 田马：田猎用的马。
- 6 弩马：能力低下的马。
- 7 嫩：嫩（音读美），好、善，材无节目。
- 8 軎：軎（音读饭），按孙机解释，辀伸出前轸木后，在车辀前有一段稍平直的部分，称为“軎”。
- 9 策：马鞭。
- 10 任木：车上担载的木材。
- 11 任正者：车箱下承受重压的木材。
- 12 衡任者：车衡上两轔之间的木材。

13 无任：不能胜任。

14 当免：垫在轓与轴垂直相交处的木块，上、下两面均呈内凹弧形，以便托轓与含轴。

15 颈：轓之前端稍细用以持衡的部位。

16 踵：轓后端乘轓的部位。

17 孙：顺木材的纹理。

18 轼：郑玄注：“輼，輶也。” 輶（音读周），车前低后高。

19 桅：桡（音读挠），弯曲。

“今夫大车（即牛车）之轓輼，……惟轓之直而无桡也。”意思是说，牛车的轓直而低，其上坡较难，因为其直轓与斜面几乎处在平行的状态，当坡度较大时，车的倾斜度也较大。此时牛不仅承受较大的重量分力，且极容易翻车。如果将直轓改成曲轓，便能减少车的倾斜程度、使车的重心比较稳定。同时，通过弯曲的轓还能适当改变牛（或马）原来所承受的较大的、平行于斜面的下滑力的方向，使之产生一个垂直于斜面的分力，从而达到减小下滑力的目的（如图 15、图 16 示），因此便能省力。从接下来的一段原文中可以看得更清楚：“是故大车平地既节軎轓之任，及其登驰，不伏其轓，必縊其牛。此无故，惟轓直而无桡也。”大车（牛车）在平地上行驶时，前后轻重均匀，高低相称，适于任载。但到上坡时，若没有人压伏前轓，则轓套便要勒住牛的脖子。为何要压低前轓？显然，这是为了减小车的倾斜度，以保证车的重心的稳定。同时这也改变了牛所受拉力的方向，从而达到减小下滑力的效果。否则，下滑分力过大，且与牛的前进方向正好相逆，便会勒住牛的脖子。而曲轓由于自身已做成弯曲形状，故可以自然调节车身的倾斜度及拉力的方向，而不必临时采用人力措施。总之，由上述内容可知，当时古人对于斜面的原理已有所认识。



图 15 直轓与曲轓比较

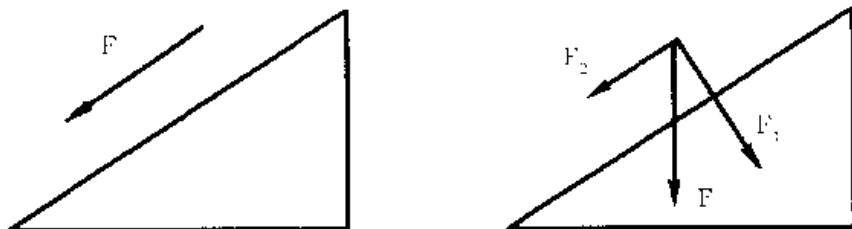


图 16 分力示意图

- 20 轩轅：即轩轾。轻重、高低。
- 21 缊：勒颈绝气。
- 22 故登驰者，倍任者也：意思是说，当车上斜坡时，所拉的重量如同加了倍，因此要加倍用力。此外，当车行斜坡时，由于车身倾斜，重心不稳定，容易翻车。针对这些情况，《考工记》中制定了相应的改进措施。即以曲轔取代直轔，以此来减少车上坡的困难。直轔的牛车与曲轔的马车上下坡的情形如图 15 所示。
- 23 邅：车尾。
- 24 缊（音读秋），套车时拴在牛、马股后的革带。
- 25 颁典：颁（音读肯），郑玄注：“颁典，坚韧貌。”
- 26 浅则负：曲轔弧度不够，车体向上仰。
- 27 轉注则利，准则久：原文为“轉注则利，准利准则久。”闻人军认为后面的“利准”为衍文。（参见《黄侃手批白文十三经》，上海古籍出版社，1983 年版）“轉注”，指曲轔前端呈一定的弧形。有说“轉注”是如“注星”的第一、五、六、七、八颗星所呈的弧形，牵强难通。
- 28 经：顺木材脉理。
- 29 马谋：指与马的配合。
- 30 左不撻：先秦时驾车多为四马，里边靠车轔的两匹马称为服马，外面的两匹马称为骖马。左骖马距车上的御者最近，对御者的指令动作反应灵敏，故最受重视。撻（音读倦），“倦”之意。
- 31 契需：伤蹄，怯懦，马行不利。
- 32 劝登马力……轔犹能一取焉：意思是说，马突然停止用力拉车，车还能继续往前行走一小段距离。这是我国古籍中关于惯性现象的最早记载。
- 33 翫：漆（音读叫），涂漆。
- 34 伏兔：也称轔，参见图 9。
- 35 国轔：国家高水平的轔。

轸之方也，以象地也。盖之圜也，以象天也。轮辐三十，以象日月也。盖弓二十有八，以象星<sup>1</sup>也。龙旃<sup>2</sup>九旂<sup>3</sup>，以象大火<sup>4</sup>也；鸟旃<sup>5</sup>七旂，以象鹑火<sup>6</sup>也；熊旃<sup>7</sup>六旂，以象伐<sup>8</sup>也；龟蛇<sup>9</sup>四旂，以象营室<sup>10</sup>也；弧旃<sup>11</sup>枉矢<sup>12</sup>，以象弧<sup>13</sup>也。

### 【提要】

此为“辀人”篇的第二小节。本节概述车的设计，体现“天圆地方”、尊“礼”定制的观念。以“盖弓二十有八”，象征二十八宿，提到“大火”、“鹑火”、“伐”、“营室”以及“弧”等古星宿名，对前四星还有每宿星数的暗示，对于研究古代天文学、二十八宿的起源有参考价值。

### 【注释】

1 盖弓二十有八，以象星也：先秦时期古人为了观测日、月、五星在星空中的运行及其它天象，将赤道附近的一周天划分成二十八个区域，每区选取一个星官作为观测时的标志，叫做二十八宿。它分为四组，每组七宿，与四方和四种动物形象相配，称为四象。二十八宿的星名在发展过程中有变动，各家记载不尽一致。后世通行的二十八宿名称是：

东方苍龙：角、亢、氐、房、心、尾、箕  
北方玄武：斗、牛、女、虚、危、室、壁  
西方白虎：奎、娄、胃、昴、毕、觜、参  
南方朱鸟：井、鬼、柳、星、张、翼、轸

1978年湖北随县曾侯乙墓出土的漆箱盖上，围绕“斗”字，绘有一圈二十八宿的名称，两端还绘有苍龙和白虎。这是战国初期我国二十八宿及四象的珍贵资料（见图17）。天文学史家认为，二十八宿的形成年代当更早。古代印度和阿拉伯也都有二十八宿，他们的星宿组成和各宿距星与中国的二十八宿只有部分相同，至于起首的星宿则与中国不同。学术界通常认为阿拉伯的二十八宿系由印度传去；中国与印度的二十八宿系为共源，但孰先孰后和传承关系则尚无定论。

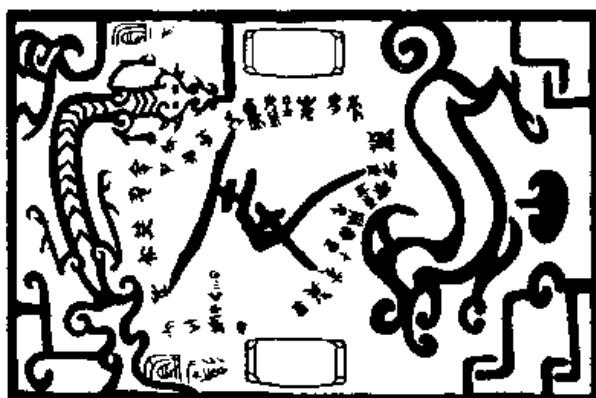


图17 曾侯乙墓漆箱盖上的二十八图像

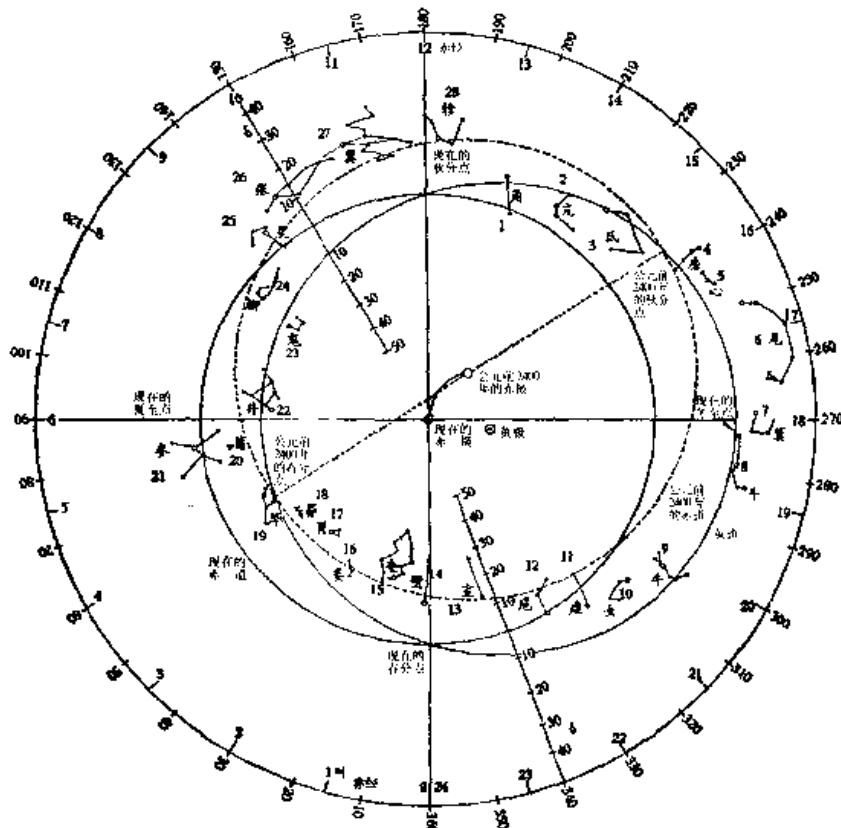


图 18 二十八宿图像

2 龙旂：龙旂（音读其），画蛟龙图纹之旗，古代王侯作仪卫用。

3 旂：旂（音读刘），古代旗帜上的飘带或穗状的下垂饰物，各种旗的旂数不同。郑玄解释旂数为具体的星次。过去学者治《考工记》涉及天文，多从郑玄之说。近年天文学史学者陈久金认为，《考工记》所述五种旗帜与季节有关、飘带数也应与季节有关（参见陈久金：“《考工记》中的天文学知识”，《中国科技典籍国际会议论文集》，大象出版社，1998年）。

4 大火：星名，二十八宿青龙七宿的心宿二。附近有尾宿九星。参见图 19。

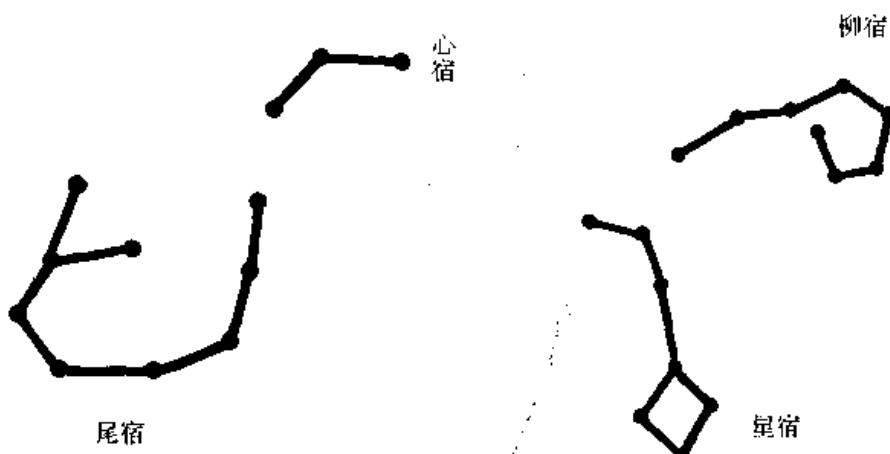


图 19 大火位置示意

图 20 鸱火位置示意

- 5 鸟旂：鸟旂（音读鱼），绘有鸟隼图像的旗。  
 6 鸱火：星名，二十八宿朱鸟七宿的柳宿。附近有星宿七星。参见图20。  
 7 熊旂：绘有熊、虎图像的旗。  
 8 伐：古星名，二十八宿白虎七宿中的参宿的附座，有星三颗，合参中三大星为六星。参见图21。

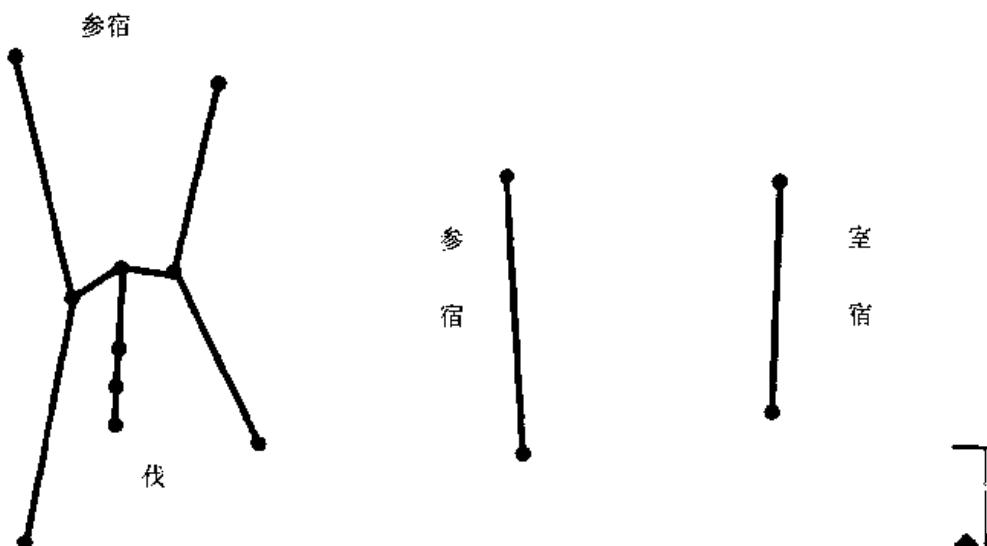


图 21 伐位置示意

图 22 营室位置示意

- 9 龟蛇：上画龟、蛇的旗。“龟蛇”可能是“龟彘”（音读照）之误。  
 10 营室：古星名，二十八宿玄武七宿的室宿。室宿二星与壁宿二星共四星。参见图22。  
 11 弧旂：绘有弓矢或弧星图像的军旗，以象征天讨。  
 12 杖矢：矢名。《史记·天官书》：“杖矢，类大流星，蛇行而仓黑，望之如有毛羽然。”杖矢亦为星名。郑玄注：“此云杖矢，盖画之。”画矢象征弧星有矢。  
 13 弧：古星名，南方七宿之一井宿中的弧矢九星，形似弓箭（参见图23），故有此名。

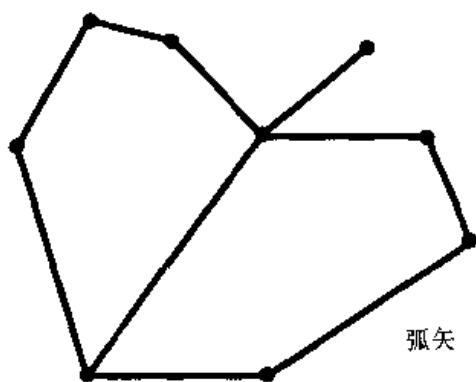


图 23 弧位置示意

攻金之工：筑氏执下齐<sup>1</sup>，冶氏执上齐，凫氏为声<sup>2</sup>，栗氏为量<sup>3</sup>，段氏为镈器<sup>4</sup>，桃氏为刃<sup>5</sup>。金有六齐<sup>6</sup>：六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金、锡半，谓之鉴燧<sup>8</sup>之齐。

### 【提要】

此为“攻金”篇的“攻金之工”节。该节概述六种冶金（冶铸青铜）工匠的工作，提出青铜器物的六种原料配比标准——“金有六齐”，这是世界上最早的关于铸造青铜器物所用合金成分比例的明确记载。

20世纪以来，先后有不少学者对“六齐”铜锡含量比进行了认真的研究，综合起来主要有三种解释（见表4）。需强调的是，《考工记》的记载与某些类实际器物成分存在差异。参阅附录：《考工记》的文化内涵。

六齐铜锡含量比

表4

六齐名称	梁津	陈梦家	郭宝钧
	铜合金:含锡量	铜合金:含锡量	铜合金:含锡量
钟鼎之齐	6:1	7:1	7:1
斧斤之齐	5:1	6:1	6:1
戈戟之齐	4:1	5:1	5:1
大刃之齐	3:1	4:1	4:1
削杀矢之齐	5:2	7:2	7:2
鉴燧之齐	2:1	2:1	3:1

资料来源：梁津：“周代合金成分考”，《科学》1925年第10期；陈梦家：“殷代铜器”，《考古学报》1954年第7期；郭宝均：《中国青铜时代》，三联书店，1983年；周始民：“《考工记》六齐成分的研究”，《化学通报》1978年第3期；吴来明：“《六齐》商周青铜器化学成分及其演变的研究”，《文物》1986年第11期。

### 【注释】

- 1 下齐：齐（音读剂），通“剂”。冶铸青铜时要根据器物的不同，适当调配铜、锡、铅等金属的比例。青铜器物中含锡（包括铅）多者为下齐，含锡较少者为上齐。
- 2 鸊氏为声：鳊（音读福），鳊氏制作乐器。
- 3 栗氏为量：栗氏制作量器。
- 4 段氏为镈器：段氏条文阙。镈器泛指青铜农具。
- 5 刃：剑等兵器。
- 6 金有六齐：指各种青铜器物的原料的六种配方。

7 金：据上下文，应理解成铜合金。

8 鉴燧：鉴，铜镜；燧，阳燧，即凹面镜。中国古代很早就利用青铜凹面镜，聚日光以取火，这种铜镜叫“阳燧”或“金燧”。考古中已见阳燧实物，如1995年在陕西扶风发现一枚阳燧，镜面呈球面形，平均直径8.8厘米、焦距为10~11厘米。用原物翻模复制，经打磨、抛光处理后，在阳光下试验，用揉搓的干艾叶，4~5秒可点燃。

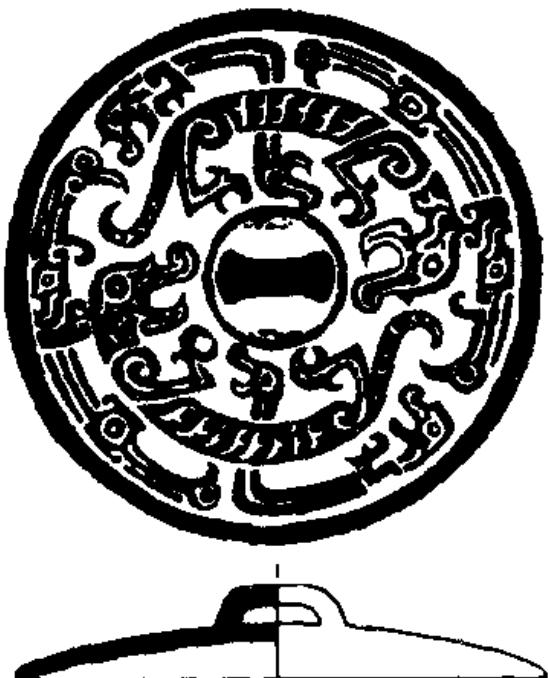


图24 春秋阳燧（1959年河南三门峡上村岭出土）

筑氏为削。长尺博寸，合六而成规<sup>1</sup>。欲新而无穷，敝尽而无恶<sup>2</sup>。

冶氏为杀矢。刃长寸，围寸，铤<sup>3</sup>十之，重三垸<sup>4</sup>。戈<sup>5</sup>广二寸，内倍之，胡三之，援四之。已倨则不入<sup>6</sup>，已句则不决<sup>7</sup>，长内则折前，短内则不疾<sup>8</sup>。是故倨句外博<sup>9</sup>。重三锊<sup>10</sup>。戟<sup>11</sup>广寸有半寸，内三之，胡四之，援五之。倨句中矩<sup>12</sup>。与刺重三锊。

桃氏为剑。腊<sup>13</sup>广二寸有半寸，两从<sup>14</sup>半之。以其腊广为之茎<sup>15</sup>围，长倍之。中其茎，设其后<sup>16</sup>。叁分其腊广，去一以为首<sup>17</sup>广而围之。身长五其茎长，重九锊，谓之上制，上士服之。身长四其茎长，重七锊，谓之中制，中士服之。身长三其茎长，重五锊，谓之下制，下士服之。

### 【提要】

此为“攻金”篇的几节。“筑氏为削”节记述书刀的形状、大小和质量要求。“冶氏为杀矢”节记述杀矢、戈、戟的形制、大小和重量，并从最优化的观念出发，提出工艺技术要求。“桃氏为剑”节记述青铜剑的形制、大小和重量，规定了上制、中制和下制三种规格。

### 【注释】

1 筑氏为削，……合六而成规：削，制竹木简的工具，略呈弧形。六把削恰可围成一个正圆形。这也是先秦时期一种实用的角度和曲率表示法，即通过对圆心角的大小来表示削的曲率。



图25 战国削（长23.1厘米，1957年河南信阳出土）

2 敝尽而无恶：刀锋磨损，铜质依然，不见瑕恶。

3 铌：铤（音读定），箭铤，即箭足，箭头入于箭干的部分。

4 眰：垸（音读环），重量单位。戴震《考工记图》认为是“锾”（音读环）的假借。具体数值有多种说法。

5 戈：其向前部分为援，援上下皆有刃，用以横击、钩杀。戈部位名称见图26。商代戈无胡，西周时有短胡及中胡戈出现。春秋以中胡多穿戈为主，春秋末战国初以长胡多穿戈为主。战国中后期，戈援、胡、内皆出利刃，更具杀伤力。

6 已倨则不入：倨（音读剧），指钝角形。意思是，援与胡的夹角如果太钝的话，就不易勾杀敌人。

7 已句则不决：句（音读沟），指锐角形。意思是，援与胡的夹角如果太锐的话，则虽能创敌却不能致于死命。

8 长内则折前，短内则不疾：意思是，如果“内”加长，“援”相对变薄弱，容易折断；如果“内”太短，与戈柄装配欠牢固，使用起来攻势就不猛。

9 倔句外博：援微斜向上，援与胡的夹角略大于直角。商代和西周的戈，其援与胡的夹角多为直角，春秋时夹角逐渐增加，战国时的戈援与胡的夹角多在 $100^{\circ}$ 左右。

10 锛：锊（音读略），重量单位。文献记载锊的数值不一。戴震《考工记图》考证结果，锊重六又三分之二两。闻人军认为戴说符合实际情况，他按楚制每斤250克推算，一锊约合今104.2克；按齐制每斤198.4克推算，一锊约合今82.7克。

11 戟：戟（音读捺），是枝兵，合戈、矛（即刺）为一件兵器。既可直刺也可勾杀。合二、三戈为一体，也称戟。见图27。

12 倔句中矩：“倨句”连用指角之钝锐、角的大小。中矩，指合于直角。

13 腊：两面刃。

14 从：剑身上中部隆起的剑脊。

15 茎：剑柄。

16 后：剑柄上的环状凸起，一般两或三个。参见图6。

17 首：剑柄的圆盘状尾部。参见图6。

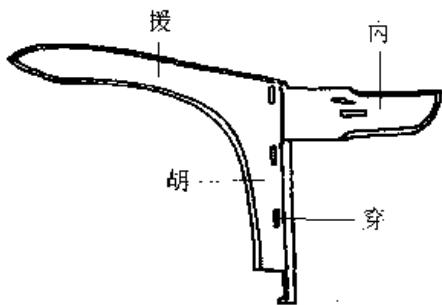


图 26 戈

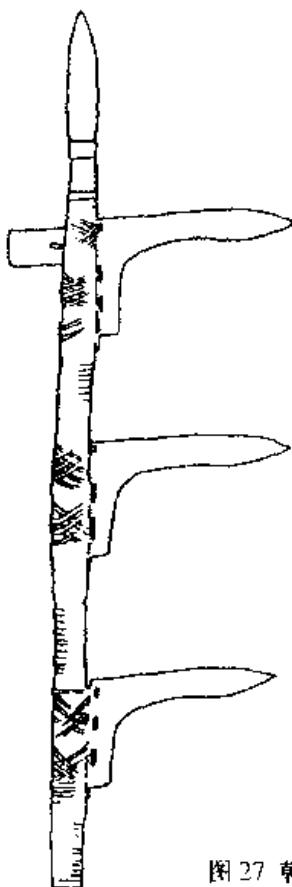


图 27 戟

鳲氏为钟<sup>1</sup>。两柰<sup>2</sup>谓之铣，铣间谓之于<sup>3</sup>，于上谓之鼓<sup>4</sup>，鼓上谓之钲<sup>5</sup>，钲上谓之舞<sup>6</sup>，舞上谓之甬<sup>7</sup>，甬上谓之衡<sup>8</sup>，钟县<sup>9</sup>谓之旋，旋虫<sup>10</sup>谓之幹<sup>11</sup>，钟带<sup>12</sup>谓之篆，篆间谓之枚<sup>13</sup>，枚谓之景，于上之撞<sup>14</sup>谓之隧<sup>15</sup>。十分其铣，去二以为钲。以其钲为之铣间<sup>16</sup>，去二分以为之鼓间<sup>17</sup>。以其鼓间为之舞修<sup>18</sup>，去二分以为舞广。以其钲之长为之甬长，以其甬长为之围。叁分其围，去一以为衡围<sup>19</sup>。叁分其甬长，二在上，一在下，以设其旋。薄厚之所震动，清浊<sup>20</sup>之所由出，侈弇<sup>21</sup>之所由兴，有说。钟已厚则石<sup>22</sup>，已薄则播，侈则祚<sup>23</sup>，弇则郁<sup>24</sup>，长甬则震。是故大钟十分其鼓间，以其一为之厚；小钟十分其钲间<sup>25</sup>，以其一为之厚。钟大而短，则其声疾而短闻；钟小而长，则其声舒而远闻。为遂<sup>26</sup>，六分其厚，以其一为之深而圜之<sup>27</sup>。

### 【提要】

此为“攻金”篇中的“鳲氏为钟”节。该节步步递进说明了钟体各部位的名称及其在钟体上的位置，以及钟体各部分间的比例关系；定性地阐述了甬钟的形状、大小不同所造成的声响差别和主要弊病。该文反映了中国先秦时期所达到的声学知识水平，在世界科学史、音乐史上都有一定的地位。令人惊讶的，《考工记》的记载与曾侯乙墓出土的编钟尺寸比例的实测数据基本相同。

### 【注释】

1 钟：钟是西周和东周时的打击乐器。钟由铙演变而来，基本形式是两侧尖锐的扁体共鸣箱上部的平面上，有一个可悬的柄，斜挂的钟称为甬钟，直悬的钟称为纽钟。钟各位名称见图28。从实验来看，钟音量的大小在于共鸣箱的大小；钟的音频的变化主要在于鼓部的厚薄。

无论甬钟或纽钟，其共鸣箱凡似上下合瓦构成的，都可以敲击出两个音。一个音在鼓的中心位置发生，另一个音在鼓侧发生。按物理的振动模式，这种钟的敲击点不同，其振动模式也不同。由图29可看出，正侧鼓音的波节位置不同。波节不产生振动，在两波节之间是波腹，波腹的振动能很大，从而产生一个相应的频率。所以这种钟的结构也称为双音钟，与欧洲带有钟舌的圆形钟完全不同。

2 楷：钟口两角。

3 于：钟口两角之间的钟唇。

4 鼓：钟唇上的受击打部分。

5 钺：钟正面偏上处。

6 舞：钟体的顶部。

7 甬：钟柄。

8 衡：钟柄上端面。

9 钟县：“县”通“悬”。钟柄上悬钟之环。

10 旋虫：钟纽。《考工记》：“钟县谓之旋，旋虫谓之幹”，郑玄注：“旋属钟柄所以县

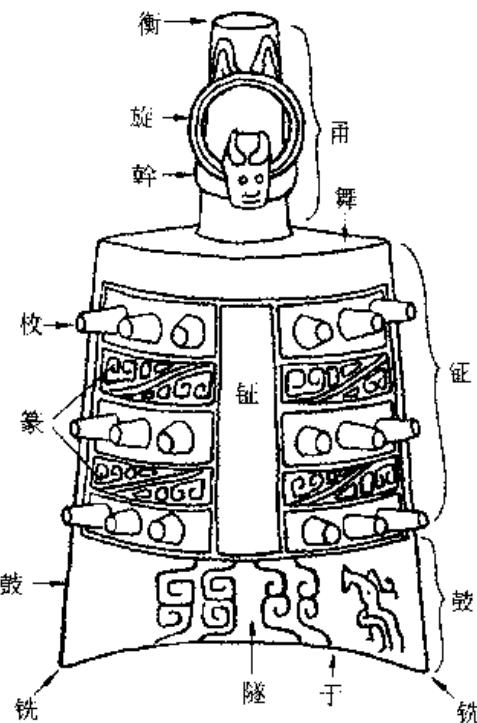


图 28 甬钟各部位名称图

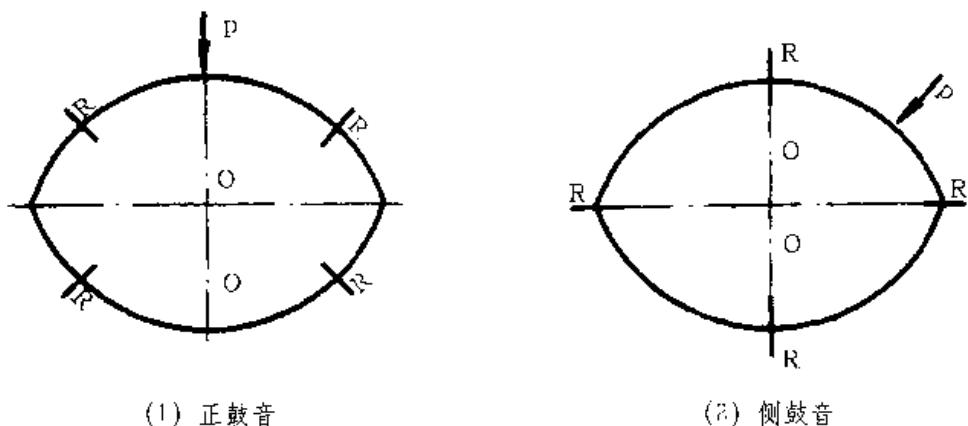


图 29 正侧鼓音的发音机制

P——敲击点 R——波节线

之”，认为旋虫是旋上之饰，此说不当。对此，程瑶田《考工创物小记》提出异议。沈括认为，旋虫即是纽。

11 幹：程瑶田《考工创物小记》以为“幹当为幹”。

12 钟带：钮上所铸的纹饰。

13 枚：钟乳。一般钟上有三十六枚。枚不仅是一种装饰，它的存在也构成了分音高频小单元的负载，对高频部分有加速衰减的作用，使音色更为优美。

14 摩：摩(音读迷)、摩之假字。磨锉。

15 隘：钟内壁的凹槽，供磨锉调音之用。

16 铢间：两铣间距，即钟口的最大口径。

17 鼓间：两鼓间距，即钟口的小口径。

- 18 舞修：舞的纵长。
- 19 衡围：衡的周长。
- 20 清浊：清，音调较高；浊，音调较低。清浊，指音调高低。
- 21 侈弇：侈（音读齿），钟腹小而钟口偏窄；弇（音读眼），钟腹大而钟口偏宽。
- 22 石：声如击石。
- 23 杷：笄（音读泽），声音大。
- 24 郁：声音小，传不开。
- “侈则笄，弇则郁”：意思是说，若钟口过大，则声音大而重；若钟口过小，则声音小而轻。进一步的声学分析可参阅闻人军：“《考工记》中声学知识的数理诠释”，《杭州大学学报》（自然科学版）1982年第4期。
- 25 钹间：鼓上钲与舞相接处两钲间的距离，即舞广。
- 26 遂：本义为道或路。见《荀子·大略》：“迷者不问路，溺者不问遂。”杨倞注：“遂为径遂，水中可涉之径也。”此“遂”，也即隧，是钟腔内留的凹槽，供磨错调音所用。
- 27 为遂……以其一为之深而圜之：铸钟时钟壁留有适当的厚度，以便磨或刻（刮削），使之变薄，逐步接近音高标准。预留“六分之一”是经验数据。先秦钟内腔小数略见锉痕，是刻的痕迹；大多十分光滑，是精细水磨的结果。一边磨、一边比照预定的音律进行测试，直到音高相合为止（参阅黄翔鹏：“复制曾侯乙钟的调律问题刍议”，《江汉考古》1983年第2期）。

栗氏为量。改煎金锡<sup>1</sup>则不耗<sup>2</sup>，不耗然后权之<sup>3</sup>，权之，然后准之<sup>4</sup>，准之，然后量之，量之以为融<sup>5</sup>。深尺，内方尺而圜其外，其实一融。其臀<sup>6</sup>一寸，其实一豆<sup>7</sup>。其耳<sup>8</sup>三寸，其实<sup>9</sup>一升。重一钧<sup>10</sup>。其声中黄钟<sup>11</sup>之宫<sup>12</sup>。槩<sup>13</sup>而不税<sup>14</sup>。其铭曰：“时<sup>15</sup>文思索，允臻其极<sup>16</sup>，嘉量<sup>17</sup>既成，以观四国，永启厥后，兹器维则。凡铸金<sup>18</sup>之状，金<sup>19</sup>与锡，黑浊之气竭，黄白次之；黄白之气竭，青白次之；青白之气竭，青气<sup>20</sup>次之，然后可铸也。”

### 【提要】

此为“攻金”篇中的“栗氏为量”节。该节先记述标准量器融的铸造工艺过程、形制规范和嘉量铭文，这是周代度量衡制的珍贵史料。接下来强调冶铸的火候，依次是：黑浊之气——黄白之气——青白之气——青气，这段述文明体现了中国古代在光测高温技术上的成就。

### 【注释】

1 改煎金锡：铜、锡各先冶炼提纯。

2 不耗：杂质去净，不再耗减。

3 权之：用天平称重量。

4 准之：郑玄注：“准，击平正之；又当齐大小。”此注涉两义，前义指将金属击平成一定的大小尺寸，用以计算其体积；后义一般理解指以水平测度金属的体积，实际两义含糊，长期为学者所困。唐贾公彦疏取前义说：“更击锻金，令平正之齐，其金之大小也。”清代学者理解多取后义，如戴震认为：“以合度之方器承水，置金其中，则金之方积可计，而其体之重轻大小可合而齐，此准之法也。”

笔者认为，之所以歧见纷呈，是因为只囿于文字，而未考虑铸造量器的实际过程。结合所见出土齐量，器为左、右两范合铸，有内外光洁者，有底部范略偏失圆者。由此看来，铸造中范体对正密合是一重要技术环节，不然器物就有缺陷。故笔者认为，“准之”的实际含义是，将范体放置于水平面上对正。在这里，水平是基本前提。

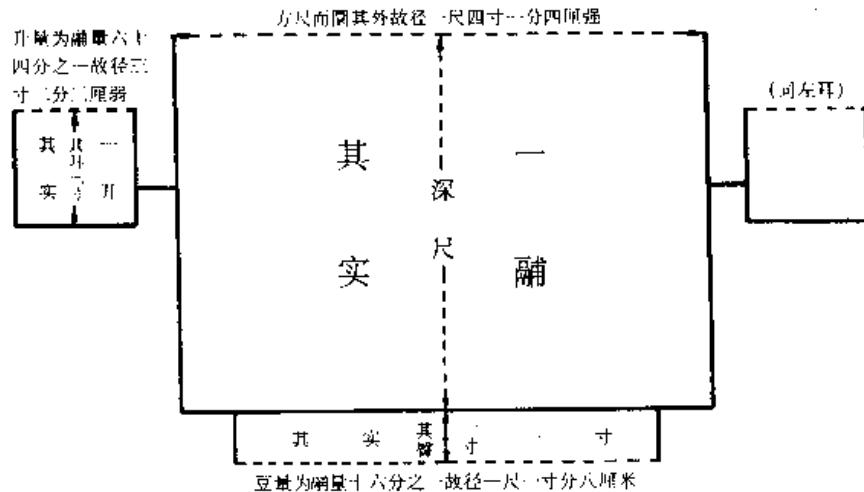


图 30 融

- 5 脩：（音读斧）：同“釜”，古量器名，容积六斗四升。
- 6 臂：脩的圈足。
- 7 豆：古量器名，也是容量单位。据《左传·昭公三年》：“齐旧四量，豆、区、釜、鍤。四升为豆，各自其四，以登于釜、釜十则鍤。”即知：1鍤=10釜，1釜=4区，1区=4豆，1豆=4升。
- 8 耳：脩两侧的小型容器。
- 9 实：容量。
- 10 钧：古重量单位，一钧等于三十斤。
- 11 黄钟：我国古代律制十二律的第一律。十二律依次为：黄钟、大吕、太簇、夹钟、姑洗、中吕、蕤宾、林钟、夷则、南吕、无射、应钟。
- 12 宫：我国古代五声音阶和七声音阶之一。五声音阶依次为：宫、商、角、征、羽；七声音阶是在五声音阶中加进变徵和变宫而成，依次为：宫、商、角、变徵、徵、羽、变宫。黄钟可以作为宫来构成宫调式，除黄钟外，十二律中的任一律也都可以作为宫来构成高度不同的各种五声或七声音阶。闻人军认为“其声曰黄钟之宫”意，敲击这种量器正好发出黄钟的宫音。这可能是一种误解。据西汉新莽铜嘉量上铭文：“律嘉量龠，方寸而圆其外，庶旁九毫，冥百六十二分，深五分，积八百一十分，容如黄钟。”这就是说，嘉量龠的容积恰与黄钟宫音律管的容积相同，容积相同，却不一定发出同一音高（参见戴念祖：《中国科学技术史·物理卷》，156页，科学出版社，2001年）。
- 13 築：築（音读盖），同“概”，量粟麦时刮平斗斛的器具。
- 14 稅：又读为“脱”，同脱意。戴震《考工记图》：“税者，脱然突起高于量也，言築平之不使满出。”有据“税”当收税讲者，不妥。
- 15 时：郑玄注：“时，是也。”
- 16 允臻其极：郑玄注：“允，信也；臻，至也；极，中也。言是文德之君，思求可以为民立法者，而作此量，信至于道之中。”
- 17 嘉量：古代标准量器。嘉量提供了律、度、量、衡四种标准。其声律与黄钟之宫相符，其容积：主体一脩，臂一豆，耳一升，重一钧可作衡量标准，深一尺之类也可作长度标准。
- 18 金：此处指青铜。
- 19 金：此处指赤铜。
- 20 气：非指固、液体、气三态的气体，而是有特定的含义。“气”有“黑浊”、“黄白”、“青白”、“青”几种颜色之分，据冶金史学者研究，“气”实指熔融合金的光辐射的颜色。

熔铸青铜时，随着温度的升高合金的颜色会逐渐改变。《考工记》正是确切地记述了合金的颜色随温度变化的方法。由于合金热辐射的规律与温度有关，因而可以根据热辐射的颜色和温度之间的关系来掌握合金的浇铸温度。《考工记》描述铜与锡投入熔炉中加热的情景，先是“黑浊之气”，这是温度较低时的情形。温度较低的情况下，合金主要发射红外线，人的眼睛感觉不到。当温度升到一定数值，可见光的辐射就会被人眼所感知。可见光的波长范围约为7700~4000埃，波长不同的光线色感不同，辐射颜色主要决定于单色光发射本领最大值所对应的波长。所谓“黑浊之气竭，黄白次之；黄白之气竭，青白次之；青白之气竭，青气次之”，真实而科学地表达了用肉眼观察到的合金的单色发射本领最大值自长波段向短波段推移的过程。可以说，《考工记》所言“铸金之状”，就是用肉眼来观测的一种光测高温技术。

函人为甲<sup>1</sup>。犀<sup>2</sup>甲七属<sup>3</sup>，兕<sup>4</sup>甲六属，合甲<sup>5</sup>五属。犀甲寿百年，兕甲寿二百年，合甲寿三百年。凡为甲，必先为容<sup>6</sup>，然后制革。权其上旅<sup>7</sup>与其下旅<sup>8</sup>，而重若一。以其长为之围。凡甲，锻<sup>9</sup>不挚<sup>10</sup>则不坚，已敝则桡。凡察革之道，眡其钻空<sup>11</sup>，欲其窾<sup>12</sup>也；眡其里，欲其易<sup>13</sup>也；眡其朕<sup>14</sup>，欲其直也。橐<sup>15</sup>之，欲其约<sup>16</sup>也；举而眡之，欲其丰也；衣之，欲其无齦<sup>17</sup>也。眡其钻空而窾，则革坚也；眡其里而易，则材更<sup>18</sup>也；眡其朕而直，则制善也。橐之而约，则周也；举之而丰，则明也；衣之无齦，则变<sup>19</sup>也。

### 【提要】

此为“攻皮”篇的“函人为甲”句。该节记述几种皮甲的制作工艺要领，总结检验皮甲质量的六条标准：“眡其钻空”，“眡其里”，“眡其朕”，“橐之”，“举而眡之”和“衣之”，并简要说明理由。

### 【注释】

- 1 甲：此指皮甲。商周时期，将皮革裁成多种形状的小块，并把两层或多层合在一起，表面涂漆制成甲片，再利用甲片上的穿孔，用绳编连成皮甲胄。春秋战国盛行车战，皮甲胄是重要的防护装备。到汉代开始使用铁甲片编缀的铠甲。
- 2 犀：犀牛，为现今第二大哺乳动物。头部厚重，颈短，胸宽，身体结实强壮，为奇蹄目动物，和马血缘相近。没掌1至2厘米，呈褐色或灰色，被毛稀疏，有许多皱纹和皱褶，头部有空心的独角或双角。非洲和亚洲南部有分布，现在中国境内未发现犀牛的踪迹。

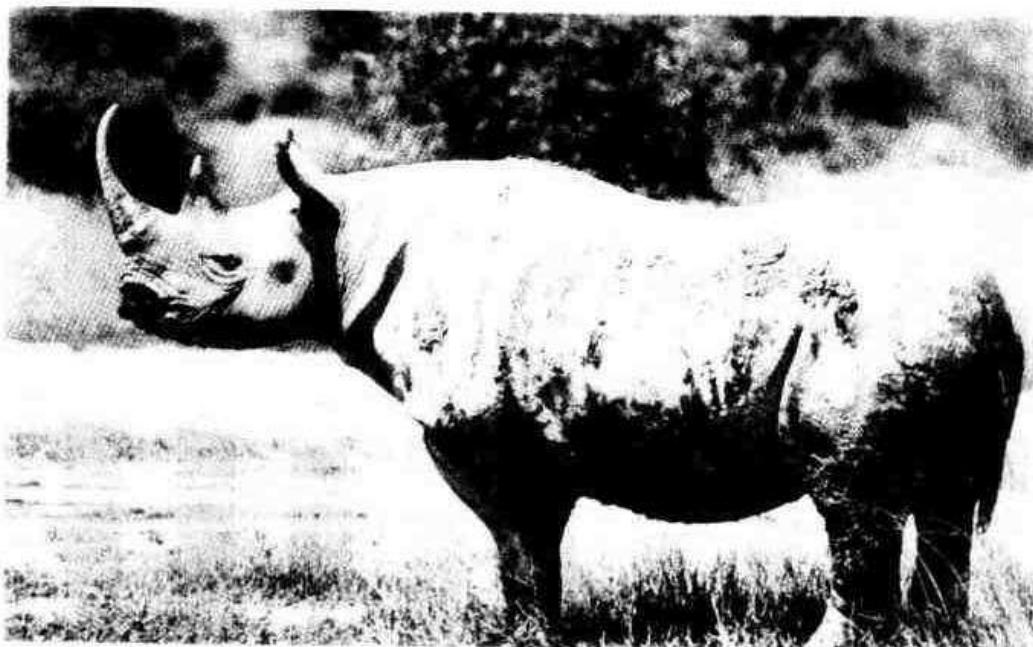


图31 犀牛

- 3 屬：属（音读主），连接。
- 4 兜：兜（音读寺），兽名。古书中常拿兜和犀对举。《尔雅·释兽》认为兜似牛，犀似猪。或说兜就是雌犀。
- 5 合甲：取两张动物表皮，合以为甲。
- 6 容：郑玄注：“为容谓服者之形容也。”根据考古学者的研究，制作甲胄的时候，先要做一个与实体大小相当的模型，采用样板下料，每种甲片压制成形都要有专用的模具（参阅中国社会科学院考古研究所技术室：“试论东周时代皮甲胄的制作技术”，《考古》1984年第12期）。
- 7 上旅：甲的腰以上部分。
- 8 下旅：甲的腰以下部分。
- 9 錛：以木锤敲击。
- 10 纖：细致的意思。
- 11 钻空：连缀革片穿线用的针孔。
- 12 懿：竅（音读寃），小孔貌。
- 13 易：治革平滑、细致。
- 14 袂：皮甲缝合之处。
- 15 簪：叢（音读高），收藏皮甲或弓箭的袋子。
- 16 约：指卷放于袋中。
- 17 齣：齧（音读谢），比喻物体相接的地方参差不合。
- 18 更：此为良好的意思。
- 19 变：皮甲在身，感觉屈伸自如。

鮑人<sup>1</sup>之事。望而眡之，欲其荼白<sup>2</sup>也；进而握之，欲其柔而滑也；卷而捲<sup>3</sup>之，欲其无迤<sup>4</sup>也。眡其著<sup>5</sup>，欲其浅也；察其线，欲其藏也。革欲其荼白，而疾浣<sup>6</sup>之，则坚；欲其柔滑，而腥<sup>7</sup>脂之，则需<sup>8</sup>。引而信<sup>9</sup>之，欲其直也。信之而直，则取材正也；信之而枉，则是一方缓、一方急也。若苟一方缓、一方急，则及其用之也，必自其急者先裂。若苟自急者先裂，则是以博为帙<sup>10</sup>也。卷而捲之而不迤，则厚薄序<sup>11</sup>也；眡其著而浅，则革信<sup>12</sup>也；察其线而藏，则虽敝不獮<sup>13</sup>。

### 【提要】

此为“攻皮”篇的“鮑人之事”节，记述鞣制皮革的工艺要求和检验方法，并简要说明了理由。

### 【注释】

- 1 鮑人：鞣制皮革的工官。
- 2 荼白：指颜色如茅草的花一样白。
- 3 捻：卷得更紧些。
- 4 无迤：齐正不斜的意思。
- 5 著：两块皮子缝合相附着处。
- 6 浣：浣（音读缓），洗涤。
- 7 腥：腥（音读惺），厚的意思。
- 8 需：需（音读软），通“软”，柔软。
- 9 信：信（音读身），通“伸”。
- 10 廿：帙（音读减），狭的意思。
- 11 序：郑玄注：“序，舒也，谓其革均也。”
- 12 信：郑玄注：“信，无缩缓。”
- 13 獮：獮（音读临），损伤韦革中的缝线。

挥人<sup>1</sup>为皋陶<sup>2</sup>。长六尺有六寸，左右端广六寸，中尺，厚三寸，穹者<sup>3</sup>三之一，上三正<sup>4</sup>。鼓长八尺，鼓四尺，中围加三之一，谓之虧<sup>5</sup>鼓。为皋鼓，长寻有四尺，鼓四尺，倨句磬折<sup>6</sup>。凡冒鼓<sup>7</sup>，必以启蛰<sup>8</sup>之日。良鼓瑕如积环<sup>9</sup>。鼓大而短，则其声疾而短闻；鼓小而长，则其声舒而远闻。

韦氏（阙）

裘氏（阙）

### 【提要】

此为“攻皮”篇中的“挥人为皋陶”节，记述几种木构蒙皮鼓的形制规范，简要总结鼓的声响特点。

### 【注释】

1 挥人：挥（音读运）人，制造皮鼓的工官。

2 皋陶：郑玄注：“皋陶，鼓木也。”皋陶可能得名于原始土鼓的陶土鼓架，此处泛指鼓架。“皋陶”之后疑有脱文。

3 穹者：穹隆形鼓腹之高。

4 三正：正，平直；三正，三折平分鼓木之长，分别为穹及两端，每段平直而不曲。

5 處：處（音读坟），大鼓，也作貢。《诗·大雅·灵台》：“虞业维臤，貢鼓维餚。”

6 倨句磬折：皋鼓的鼓腹曲成钝角形，大小合于一磬折。“磬折”定义参见“车人之事”注。

考工记图说

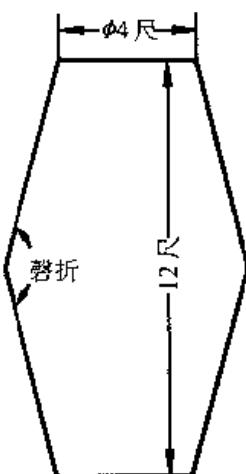


图 32 皋鼓示意图

7 冒鼓：用皮革蒙鼓面。

8 启蛰：节气名。虫类动物冬日蛰伏，至春复出，叫做启蛰。即今之“惊蛰”，为二十四节气之一。

9 瑕如积环：瑕，裂痕；积环，很多环形。

画绩<sup>1</sup>之事。杂五色。东方谓之青，南方谓之赤，西方谓之白，北方谓之黑，天谓之玄，地谓之黄。青与白相次也，赤与黑相次也，玄与黄相次也。青与赤谓之文，赤与白谓之章，白与黑谓之黼<sup>2</sup>，黑与青谓之黻<sup>3</sup>，五采备谓之绣。土以黄，其象方，天时变<sup>4</sup>，火以圜<sup>5</sup>，山以章<sup>6</sup>，水以龙，鸟兽蛇。杂四时五色<sup>7</sup>之位以章<sup>8</sup>之，谓之巧。凡画绩之事，后素功<sup>9</sup>。

### 【提要】

此为“设色”篇中的“画绩”节，该节文字被许多学者认为是体现了中国上古时代的色彩思想与运用，有难得的史料价值。

本文论画绩五色，大致可分三层意思：

①五色之位次。第一段文字从“画绩之事”到“地谓之黄”，提出“五色”的概念，即：青、赤、白、黑、黄，并分东、南、西、北、中之位（见下）。显然这与战国（或秦汉）时期的“五行”观念有关。

### 五色之位

北—黑

西—白 中—黄 东—青

南—赤

②五色之交合。第二段文字从“青与白相次也”到“五采备谓之绣”。文中的“相次”应该是“相对”之意，在方位上，正是东西、南北、天地相对的关系。

③五色之工艺。第三段文字也是从五行和方位的观念引申，然而读起来字句明暗不顺，意义难通，研究者多认为原文字有脱漏、倒置。

### 【注释】

1 画绩：绩（音读患），通“绘”，绘画。画绩，设色施彩，包括现在的绘画和刺绣。

2 簿：黻（音读斧），古代礼服上绣或绘的黑白相间如斧形的花纹。

3 簿：黻（音读福），古代礼服上绘或绣的黑青相间如亚形的花纹。《书·益稷》：“藻、火、粉、米、黼、黻、綯、绣。”《疏》：“黻为两己相背，谓刺绣为两己字相背也。”

4 天时变：凡画天象，随时节变化施布不同的色彩。

5 火以圜：正确的语序很可能“火以圜，天时变”。“圜”基本义为：①同“圆”；指天体。《易·说卦》：“干为天，为圜。”《续汉书·律历志》：“阳以圜为形，火，阳气之尤胜者，故亦为圆形也。”据此，“火以圜、天时变”的表述语序合乎逻辑。

6 山以章：郑玄注：“章读为獐，獐、山物也。”清孙诒让力辨为“章”。孙氏引俞樾云：“山物莫尊于虎，故泽国用龙节，山国用虎节。若水必以龙，则山必以虎。何取于獐而画之乎？”孙氏认为此“章”实指色彩。其说有理。

笔者以为“山”很可能是“木”字之误。在战国简策中“木”的上半与“山”形似，误出极有可能。木（植物）的四季表现色彩远胜于山，言“木以章”合理顺义。更重要的，“木以章”合乎五行排序：

土以黄，其象方，  
木以章，×××。  
火以圆，天时变，  
金以×，×××，  
水以龙，鸟兽蛇。

按五行观念分析，《考工记》文中应有“金以×，×××一句，今本不见，疑是脱漏。

7 四时五色：四时皆有其色，春青、夏赤、秋白、冬黑，加上季夏黄，共五色。五色与方位相配。

8 章：郑玄注：“章，明也。”

9 素功：“素”指白色、“功”指全部工艺的完成（参见刘道广：《考工记》及其研究，《装饰》1990年第4期）。

钟氏染羽。以朱<sup>1</sup>湛<sup>2</sup>丹秫<sup>3</sup>，三月而炽之，淳<sup>4</sup>而渍之。三人为纁<sup>5</sup>，五人为纁<sup>6</sup>，七人为缁<sup>7</sup>。

### 筐人（阙）

幌氏<sup>8</sup>漧<sup>9</sup>丝。以兑水<sup>10</sup>沤其丝，七日。去地尺暴之<sup>11</sup>。昼暴诸日。夜宿诸井，七日七夜，是谓水漧。漧帛。以栏<sup>12</sup>为灰，渥<sup>13</sup>淳其帛，实诸泽器，淫<sup>14</sup>之以蜃<sup>15</sup>，清其灰而蜃<sup>16</sup>之，而挥<sup>17</sup>之，而沃<sup>18</sup>之，而蜃<sup>19</sup>之，而涂之，而宿之，明日沃而蜃<sup>19</sup>之。昼暴诸日，夜宿诸井，七日七夜，是谓水漧<sup>19</sup>。

### 【提要】

此为“设色”篇的“钟氏染羽”和“幌氏漧丝”节。

“钟氏染羽”节记述了以朱砂为原料、丹秫为粘合剂、反复浸染羽毛（或布帛）的工艺过程。

“幌氏漧丝”节分别记载了练丝和练帛的工艺过程。练丝，“以兑水沤其丝”，经过适当的处理后，再进行水练。练帛，先进行较为复杂的灰练，再进行水练。文中对灰练的工艺有详细的说明。

### 【注释】

1 朱：一般认为是丹砂。

2 湛：浸泡。

3 丹秫：秫（音读熟），据《尔雅》郭璞注，是粘谷子；许慎《说文》中认为是稷的一种，为粘高粱；综合古人注释，看来秫是一种以粘为特征的谷物（参阅陈维稷主编：《中国纺织科学技术史》（古代部分），第85页，科学出版社，1984年）。

4 淳：浓厚。

5 纁：纁（音读勋），浅红色。

6 纁：纁（音读邹），深青透红的颜色。

7 黥：缁（音读资），黑色。

“三人为纁，五人为纁，七人为缁”，意思是，染三次得浅红色、染五次得深青透红的颜色、染七次得黑色。这个染色过程是以茜草或紫草作红色染料、以明矾作媒染剂，交替媒染。随着媒染次数的增加，颜色逐渐变深变黑。媒染剂不同，所染的颜色有差异。

8 幌氏：幌（音读荒）氏，练丝帛的工匠。

9 漧：漧（音读练），即练，在漂染丝、麻等天然纤维之前，除去共生物和杂质的精练工序。

10 兑水：兑（音读税）水，和了草木灰汁的温水。其中含碳酸钾和碳酸钠，其浸出液——灰汁，是碱性溶液。分析灰水练丝的过程：利用丝胶在碱性溶液里易于水解、溶解的性能，进行脱胶精练。

11 去地尺暴之：暴，曝晒。“去地尺暴之”，是指日光脱胶的漂白工艺。在阳光和空

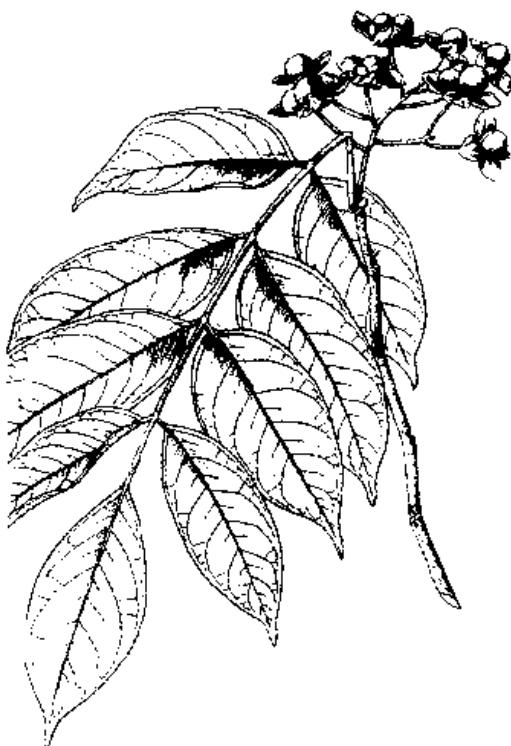


图 33 楸树

13 涼：涼（音读卧），浓厚。

14 淬：浸泡。

15 層：蚌壳。

16 盡：盡（音读路），脱水。

17 振：振动。

18 沃：浇水。

19 以栏为灰，……是谓水漬：意思是，丝帛在浓厚的棟叶灰里浸透，放进光滑的容器里，用大量蚌壳的灰水浸泡，然后使浸渍液中的污物沉淀下来。丝帛取出脱水，抖去污物，而后涂上蚌壳灰，静置过夜。次日再在丝帛上浇水、脱水，其后进行 七日七夜的水练。

根据纺织学者的分析，古代这套繁复的工艺过程，贯穿了一个构思，即：利用丝胶在碱性溶液中有较大的溶解度，先用较浓的碱性溶液（棟灰水）使丝胶充分膨润、溶解，然后用大量较稀的碱液（蜃灰水）把丝胶洗下来（参阅陈维稷主编：《中国纺织科学技术史》（古代部分）第 74 页，科学出版社，1984 年）。

练丝、练帛所用的灰、蜃都是含碱物质。蜃是蚌蛤之属，贝壳中含碳酸钙，煅烧之后，即成氧化钙，它的浸出液也是碱性的。灰蜃共用，碳酸钾遇氧化钙会生成碳酸钙沉淀。钾酸溶液的渗透性比钙盐好，这就是练帛先用棟叶灰，后用蜃灰的道理。

# 《考工记》注释

## 二 卷下

玉人之事。镇圭<sup>1</sup>尺有二寸，天子守之。命圭<sup>2</sup>九寸，谓之桓圭，公守之。命圭七寸，谓之信圭，侯守之。命圭七寸，谓之躬圭，伯守之。天子执冒<sup>3</sup>四寸，以朝诸侯。天子用全<sup>4</sup>，上公用龙<sup>5</sup>，侯用瓚<sup>6</sup>，伯用将<sup>7</sup>，继子男执皮帛<sup>8</sup>。天子圭中必<sup>9</sup>。四圭<sup>10</sup>尺有二寸，以祀天。大圭<sup>11</sup>长三尺，杼上终葵<sup>12</sup>首，天子服之。土圭<sup>13</sup>尺有五寸<sup>14</sup>，以致日<sup>15</sup>，以土地<sup>16</sup>。裸圭<sup>17</sup>尺有二寸，有瓚<sup>18</sup>，以祀庙。琬圭<sup>19</sup>九寸而缫<sup>20</sup>，以象德。琰圭<sup>21</sup>九寸，判规<sup>22</sup>，以除慝<sup>23</sup>，以易行。璧羨<sup>24</sup>度尺，好三寸，以为度。圭璧<sup>25</sup>五寸，以祀日月星辰。璧琮<sup>26</sup>九寸，诸侯以享天子。谷圭<sup>27</sup>七寸，天子以聘女。

### 【提要】

此为“玉人之事”节，记述多种玉的名称、形制、规范和用途。提到四类玉瑞：圭、璧、琮、璋，每类有若干种，分别用于朝聘、祭祀、聘女、发兵等礼仪。

因文献记载欠详，考古资料尚有不足，文中述及的有些玉器的形状至今未有定论。相关情况，考古学家夏鼐有精辟分析<sup>1</sup>。

该节篇幅较长，分两部分注释。

<sup>1</sup> 夏鼐《商代玉器的分类、定名和用途》一文中说：“我以为这书（指《周礼》）关于六瑞中各种玉器的定名和用途，是编撰者将先秦古籍记载的和口头流传的玉器名称和它们的用途收集在一起；再在有些器名前加上形容词使成为专名；然后把它们分配到礼仪中的各种用途去。这些用途，有的可能有根据，有的是依据字和儒家理想，硬派用途。这样他们便把器名和用途，增减排比，使之系统化了。”（《考古》1983年第5期）

### 【注释】

1 镇圭：圭的形制长度不等，最长者一尺二寸，最短者七寸，宽三寸，厚半寸。圭作扁平长条形，上端作等腰三角形（参见图34）。镇圭：古代朝聘用的信物，天子所执。



图34 圭

### 圭的几种分类与执守者

表五

名称	长度	执守者
镇圭	一尺二寸	天子
桓圭	九寸	公
信圭	七寸	侯
躬圭	七寸	伯

2 命圭：君主授予大臣的圭。

3 冒：与圭有关联的玉器。方四寸，下部有三角形的缺口，与圭之上端相合。天子所执，用以检验诸侯所执之圭，如合符节。

4 全：纯色之玉。

5 龙：龙与龙(音读忙)古字多通用、杂色的玉石。《说文·玉部》：“上公用龙，四玉一石。”

6 璜：瓌(音读贊)，质地不纯的玉石。《说文·玉部》：“瓌，三玉二石也。”意思是说，玉若分作五分，三分玉，二分为石。

7 将：原当作“埒”(音读列)，恐后世传写失误所致。《说文·玉部》：“伯用埒，玉石半相埒也。”

8 继子男执皮帛：历代注家认为此有脱简，或为衍文。

9 必：通“綯”(音读毕)，系物的丝带。

10 四圭：戴震注：一邸而四圭，邸为璧，在中央，圭各长尺二寸，在四面。

11 大圭：这是特大的圭，长三尺，上略向内削，其上端如椎，方形(图35)。大圭亦称作珽，或称玉笏。天子插在腰里的。

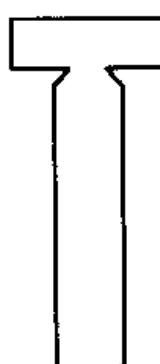


图35 大圭

- 12 柝上终葵：郑玄注：“终葵，椎也。为椎于其杼上”。“杼，纲也。”
- 13 土圭：与表（8尺高）配合，测量地面表影之长的标准玉板。
- 14 尺有五寸：《周礼·地官·大司徒》说：“日至之景（影），尺有五寸，谓之地中。”意思是，夏至正午日影长一尺五寸的地方是大地的中心。此处所说一尺五寸的“土圭”，正是测地中的标准器。
- 15 以致日：指测日影。树立一表杆测量日影，确定南北向。太阳在正南时为日中，用土圭度量太阳在天空正南方时表的影长（参见图36）。一年之中，表影最短的一天是夏至，表影最长的一天就是冬至。由表影的长度变化，可定出一年季节，得出一回归年的长度。此外，由一天内表影的变化，还可以测定时刻。



图36 夏至致日图

16 以土地：指量地域。古人认为“地中”夏至正午日影长一尺五寸，地中之南日影短一些，地中之北日影长一些。地中正午时，偏东之处已过正午，而偏西之处尚未到正午。根据这一规律可从日影的长短、早晚推測某地相对于地中的方位。日影之长在此起到一种反映地理纬度的作用。

17 裸圭：裸（音读貫），古代帝王以酒祭奠祖先或赐宾客饮之礼。也作“灌”、“果”。裸圭，古代酒器。帝王用以盛酒祭奠祖先或赐宾客饮。

18 璧：古礼器。裸祭所用盛灌鬯酒（一种香酒）之勺。有鼻口，鬯酒从中流出。以圭为柄称圭璧，以璋为柄称璋璧，又统称为玉璧。见《诗·大雅·旱麓》：“瑟彼玉璧，黄流在中。”

19 璩圭：形制有争议，甚至可能不存在这种形制。有认为其上作弧形（参阅钱玄：《三礼通论》，第248页，南京大学出版社，1996年）。

20 缂：缫（音读早），同玉大小相称的施彩的木垫板。

21 琮圭：形制有争议，甚至可能不存在这种形制。

22 判规：一般释“判”为“半”，释“规”为“圆”，也有释“规”为“环饰”，即雕刻的凸纹。“判规”之义不明，多有争议，详见孙诒让《周礼正义》卷八十。

23 罡：慝（音读特），邪恶。

24 璧：璧，正圆形中心有孔的玉器。古代贵族朝聘、祭祀、丧葬时的礼器，也作装饰品。璧孔称为“好”，“好”之外叫做“肉”。据文献记载，肉与好的直径比例为2:1，即好的直径3寸，璧的直径为9寸。不过从出土的璧看，大小不等，其直径并不按照此比例。

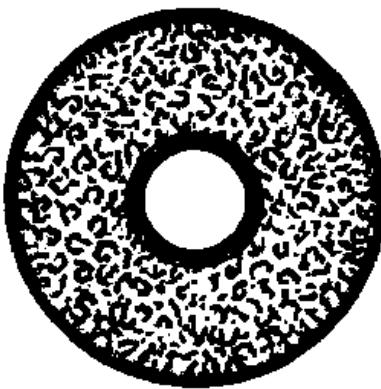


图37 璧

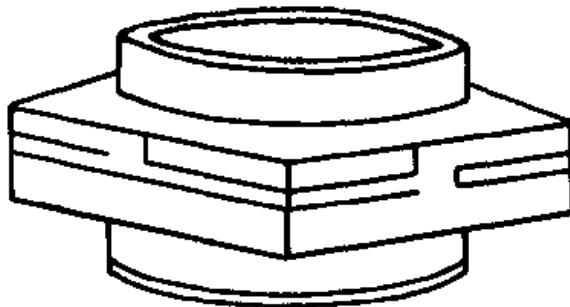


图38 琮

25 圭璧：夏鼐先生等认为当指圭、璧两种玉器。

26 璧琮：琮（音读从）、璧琮可能指璧、琮两种玉器。琮，外方内圆，圆中空，如圆筒。旧说外八角形，实见出土琮皆为四角正方形，中有圆孔。四周或平素无刻纹，或刻有平行的线条。高大的琮有30厘米以上，扁矮的仅2厘米左右（图38）。

27 谷圭：古代诸侯用以讲和或聘女的玉圭。谷圭的表面可能有谷状纹饰。

大璋、中璋<sup>1</sup>九寸，边璋<sup>2</sup>七寸，射<sup>3</sup>四寸，厚寸。黄金<sup>4</sup>勺，青金外，朱中<sup>5</sup>，鼻<sup>6</sup>寸，衡<sup>7</sup>四寸，有缫。天子以巡守<sup>8</sup>，宗祝<sup>9</sup>以前马<sup>10</sup>。大璋亦如之，诸侯以聘女<sup>11</sup>。瑑圭璋<sup>12</sup>八寸，璧琮八寸，以观聘<sup>13</sup>。牙璋、中璋<sup>14</sup>七寸，射二寸，厚寸，以起军旅，以治兵守。驵琮<sup>15</sup>五寸，宗后<sup>16</sup>以为权<sup>17</sup>。大琮十有二寸，射四寸，厚寸，是谓内镇，宗后守之。驵琮七寸，鼻寸有半寸，天子以为权。两圭五寸有邸<sup>18</sup>，以祀地，以旅<sup>19</sup>四望。瑑琮<sup>20</sup>八寸，诸侯以享夫人。案<sup>21</sup>十有二寸，枣栗十有二列。诸侯纯<sup>22</sup>九，大夫纯五，夫人以劳诸侯。璋邸射素功<sup>23</sup>，以祀山川，以致稍饩<sup>24</sup>。

榔人（阙） 雕人（阙）

### 【提要】

此为“玉人之事”的后半部分，述及的某些玉器的形状未有定论。

### 【注释】

1 璧：半圭称作璋。璋，长的有九寸、短的有七寸，向上削四寸，厚一寸。璋也作瓒之柄，叫做璋瓒。



图 39 璧

2 边璋：长七寸、半文饰的璋。

3 射：即削（眼），削的意思。

4 黄金：可能是黄金，也可能指呈黄色的铜合金。

5 朱中：内髹红漆。

6 鼻：瓒吐酒的流口。

- 7 衡：璜勾体部分的直径。
- 8 天子以巡守：郑玄注：“天子巡守，有事山川，则用灌（灌礼）焉。于大山川，则用大璋，加文饰也；于中山川，用中璋，杀文饰也；于小山川，用边璋，半文饰也。”
- 9 宗祝：大祝，掌祈禱之官。
- 10 前马：祭山川用马，杀马之前，先行灌礼，即酌酒浇地。
- 11 大璋亦如之，诸侯以聘女：此处很可能有错简，应接前文的“谷圭七寸，天子以聘女”合理。
- 12 琥圭璋：琥（音读篆），玉器上雕饰的凸纹。 璜圭，有琥饰的圭，璋，有琥饰的璋。
- 13 规聘：规（音读跳），古代诸侯聘问相见的礼节。
- 14 牙璋、中璋：有学者认为“中璋”二字在此，可能是衍文，因前面已说到“中璋九寸”。牙璋，古代用作发兵的符信。牙璋的侧面有锯齿状，当与另一牙璋的锯齿相合时，才验证有效。
- 15 驱琮：驱（音读祖），通“组”，一般认为驱琮是系组之琮，也有人认为是扁矮而刻有纹饰的琮。
- 16 宗后：王后。
- 17 权：天平的砝码。
- 18 两圭五寸有邸：邸，物的基部，通“柢”、“底”。意思是，各长五寸的两圭相向平放。
- 19 旅：祭祀名。
- 20 琥琮：雕饰有凸纹的玉琮。
- 21 素：形似小案，四足，可摆放食物。此处指有玉饰的案。
- 22 纯：皆。
- 23 素功：无雕饰。
- 24 稍饩：稍，票食，官府发给的粮食，后俗语指财物。饩（音读戏）谷物或饲料。

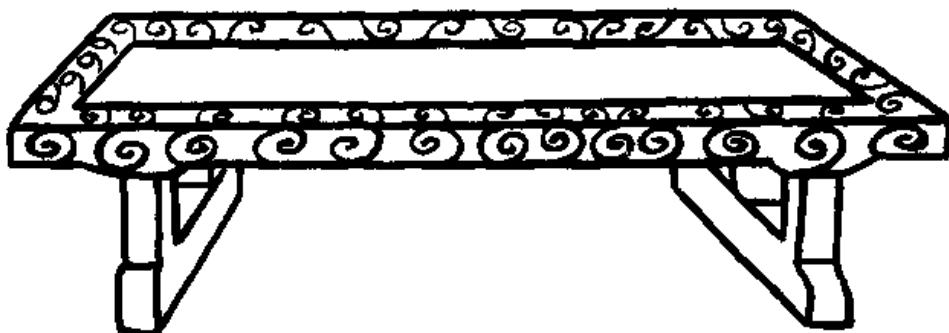


图 40 楚国漆案复制品（高 23 厘米、长 99 厘米、宽 43.2 厘米）

磬氏为磬<sup>1</sup>。倨句<sup>2</sup>一矩有半<sup>3</sup>，其博<sup>4</sup>为一，股<sup>5</sup>为二，鼓<sup>6</sup>为三。叁分其股博，去一以为鼓博；叁分其鼓博，以其一为之厚。已上<sup>7</sup>则摩其旁；已下<sup>8</sup>则摩其端<sup>9</sup>。

### 【提要】

此为“刮摩”篇的“磬氏”节，内容是确定石磬形状和各部比例以及调音的方法，反映出制磬也用模数制。其中“倨句一矩有半”，被认为是 $90^\circ + 45^\circ = 135^\circ$ 。

### 【注释】

1 磬：古代打击乐器，以玉、石制作。发清越之声，演奏多与编钟相配。磬悬挂时，股部上翘、鼓部下垂。演奏时敲击磬的鼓部，最佳敲击点是鼓的上角。

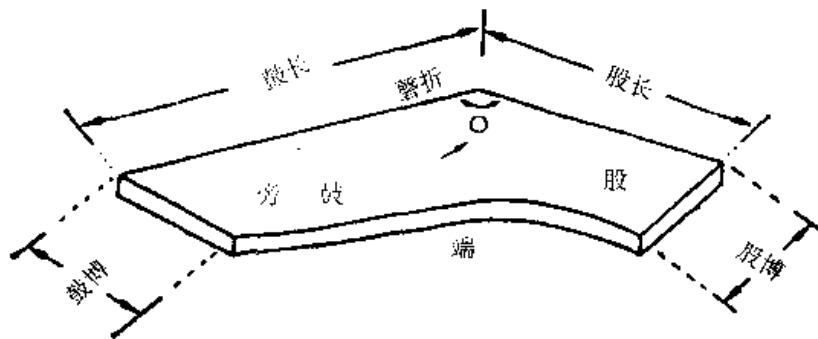


图41 磬部位名称示意图

2 倨句：磬的上股与上鼓所夹的顶角。

3 一矩有半：矩，直角。一矩有半，一个半直角，也即 $135^\circ$ 。

4 博：宽度，此处指股的宽度。

5 股：股长。

6 鼓：鼓长。

7 已上：已，太，过；已上，磬声过清，即频率相对高。

8 已下：磬声不够清，即频率相对低。

9 已上则摩其旁，已下则摩其端：指的是磬音若高出设计要求，磨其两旁使之变薄，其振幅就会加大，频率随之降低，音自然由“上”而下。反之，磬音若低于设计要求，磨其端部以加大厚度在各部分尺寸中的比例，频率就会提高，音便由“下”而上了。可见，“摩其旁”、“摩其端”都是调节音高的重要手段。它可以改变磬音的高低，达到预期的效果。

矢人为矢<sup>1</sup>。鏃矢<sup>2</sup>，叁分；茀矢<sup>3</sup>，叁分，一在前，二在后。兵矢<sup>4</sup>、田<sup>5</sup>矢，五分，二在前，三在后。杀矢<sup>6</sup>，七分，三在前，四在后。叁分其长，而羽<sup>7</sup>其一；五分其长，而羽其一。以其筈为之羽深<sup>8</sup>。水之，以辨其阴阳<sup>9</sup>。夹其阴阳，以设其比<sup>10</sup>；夹其比，以设其羽；叁分其羽，以设其刃<sup>11</sup>。则虽有疾风，亦弗之能憚<sup>12</sup>矣。刃长寸，围寸，铤<sup>13</sup>十之，重三垸<sup>14</sup>。前弱<sup>15</sup>则俛<sup>16</sup>，后弱则翔，中弱则紓<sup>17</sup>，中强<sup>18</sup>则扬。羽丰则迟，羽杀<sup>19</sup>则趨<sup>20</sup>。是故夹而搖之，以眡其丰杀之节也；燒之，以眡其鴻殺<sup>21</sup>之称也。凡相筈，欲生而接<sup>22</sup>。同接，欲重；同重，节欲疏；同疏欲栗<sup>23</sup>。

### 【提要】

此为“刮摩”篇的“矢人”节，主要记述制作鏃矢、茀矢、兵矢、田矢、杀矢的部位比例和要求，归纳箭杆强度不当、箭羽大小失度所造成的弊病，提出检验箭羽、箭杆的方法及箭杆选材的要领。

由本节内容可了解古人对有关空气动力学的一些经验性认识。

### 【注释】

1 矢：按《周礼》所记，以用途的不同，矢分八种：柱矢、鞬矢、杀矢、鏃矢、矰矢、茀矢、恒矢、库矢。见《周礼·夏官·司弓矢》：“凡矢，柱矢、鞬矢利火射，用诸守城、车战；杀矢、鏃矢用诸近射、田猎；矰矢、茀矢用诸弋射；恒矢、库矢用诸散射。”郑玄注：“此八矢者，弓弩各有四焉。柱矢、杀矢、矰矢、恒矢，弓所用也。鞬矢、鏃矢、茀矢、库矢，弩所用也。”《考工记》所记矢有五种。

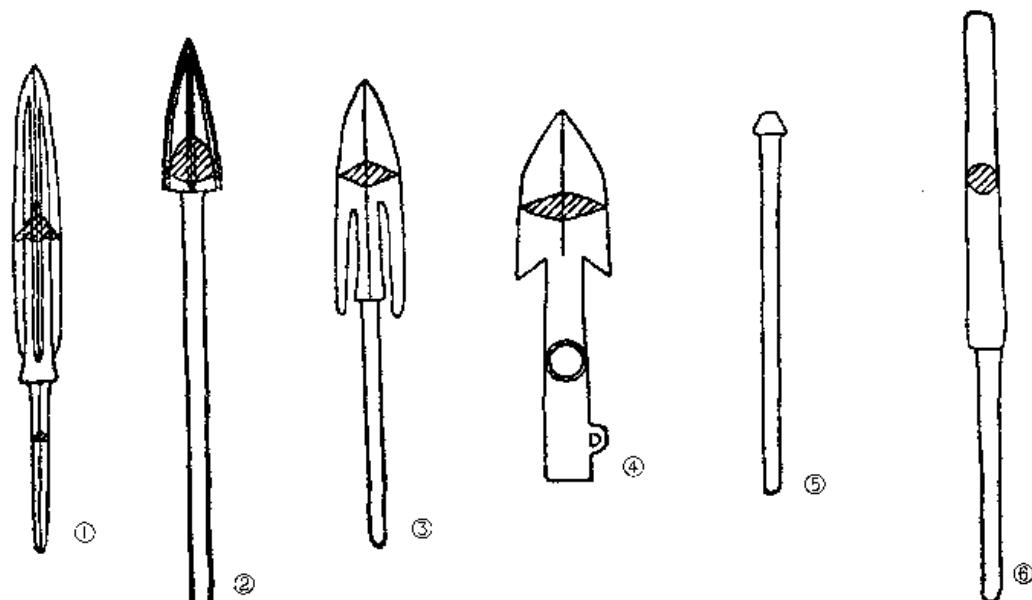


图 42 六种箭镞

① 鏃矢的镞 ② 杀矢的镞 ③ 羯矢的镞 ④ 柱矢的镞 ⑤ 繁矢的镞 ⑥ 勤矢的镞

- 2 银矢：铤（音读猴），近射、田猎用箭。
- 3 莪矢：茀（音读博），弋射用箭。按《周礼·夏官·司弓矢》：“矰矢、茀矢用诸弋射。”郑玄注：“结缴于矢谓之矰。矰，高也。茀矢象焉，茀之言荆也。二者皆可以弋飞鸟，荆，罗之也。”荆（音读技），用刀砍。
- 4 兵矢：一般以为即枉矢。枉矢利火射，用于守城、车战。
- 5 田：田猎。
- 6 杀矢：郑玄注：“司弓矢职，‘杀’当为‘茀’。”
- 7 纲：纲通“杀”，此为削减之意。
- 8 羽深：箭羽进入箭干的深度。
- 9 阴阳：竹材生长向日部分为阳，背日部分为阴，阳部致密，阴部疏松。浮于水可辨别上阴下阳。
- 10 比：即箭括、箭干末端的凹槽，供扣弦用。
- 11 刃：箭簇，即箭头，春秋时用青铜制造。
- 12 悚：悚（音读达），通“怛”，震撼。
- 13 锔：箭的茎部，即箭簇下端没入箭干的部分。
- 14 墀：墀（音读环），量名，同“铤”。
- 15 弱：柔易挠曲。
- 16 倦：倦（音读免），低头。
- 17 纤：屈曲。
- 18 强：不易挠曲。
- 19 羽杀：箭羽过少或零落不齐。
- 20 趋：趨（音读违），箭飞行偏斜。
- 21 鸿杀：指箭杆的粗细。
- 22 接：接（音读团）、圈。
- 23 栗：其色如栗。

陶人为**甑**<sup>1</sup>，实二**𦗨**<sup>2</sup>，厚半寸，唇寸。盆实二**𦗨**，厚半寸，唇寸。**甑**<sup>3</sup>实二**𦗨**，厚半寸，唇寸，七穿<sup>4</sup>。鬲<sup>5</sup>实五**穀**<sup>6</sup>，厚半寸，唇寸。庾<sup>7</sup>实二**穀**，厚半寸，唇寸。

**旅**<sup>8</sup>人为**簋**<sup>9</sup>，实一**穀**，崇尺，厚半寸，唇寸。豆实三而成**穀**，崇尺。凡陶旅之事，鑿星薛暴<sup>10</sup>不入市。器中**牋**<sup>11</sup>，豆中**县**<sup>12</sup>。牋崇四尺，方四寸。

### 【提要】

此为“抟埴”篇的“陶人”、“旅人”节。“陶人”记述了陶器**甑**、盆、**甑**、鬲、庾的容量和主要尺寸。“旅人”记述了瓦器**簋**、豆的容量和尺寸；强调陶器、瓦器次品不能进入交易市场。

### 【注释】

1 **甑**：**甑**（音读言），中层有孔（形似后来的箅子）的炊器，陶或青铜制作。分两层，上形同**甑**（音读赠），下形同**鬲**。其起源很早，形式多样（参见图43）。

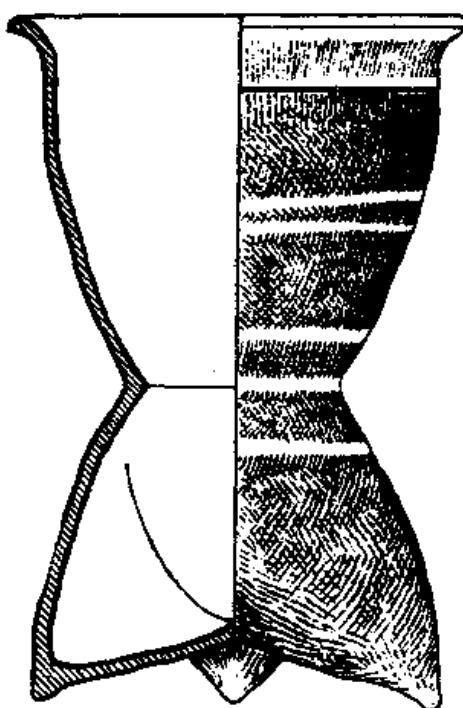


图43 商陶**甑**

- 2 脩：量器名，一脩为六斗四升。
- 3 篦：炊器，陶或青铜制成，底部有许多小孔，透蒸汽，置于鬲上蒸煮，如同后世的蒸笼。
- 4 穿：小孔。
- 5 築：炊器，用于煮食。陶或青铜制成，似鼎，三足肥大、中空。

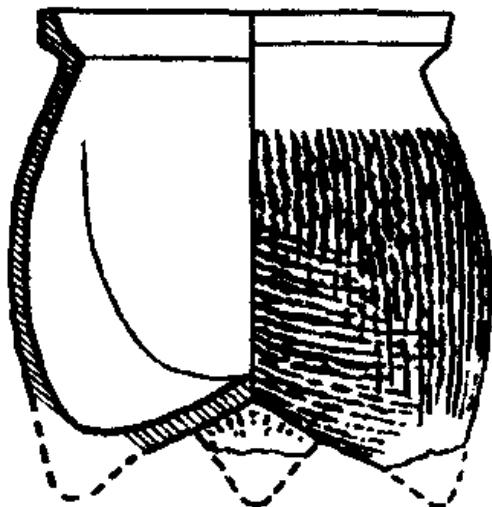


图 44 商陶鬲

- 6 箴：箴（音读胡），量器名。郑玄注：“箴，受斗二升。”
- 7 庚：陶器名，按郑玄注“箴”，推得“庚”容量为二斗四升。又“庚”作量器名，十六斗为一庚。
- 8 旒：旒（音读访），同旒，用粘土制作陶器或原始瓷器。《四部备要》本作旒，《四部丛刊》本作旒。
- 9 篋：簋（音读轨），食器，陶或青铜制成。圆口，圆足，用于盛食物。
- 10 髹墨薜暴：鼈（音读月），形体至斜。墨，郑玄注：“顿傍”。薜（音读必），破裂。暴，突起不坚。
- 11 脩：脩（音读专），制陶时配合旋削的工具。陶坯置于转轮上时，用脩量其高下、厚薄，起校准作用。
- 12 豆中县：豆柄垂直要合于悬绳。

梓人为筭虞<sup>1</sup>。天下之大兽五：脂者<sup>2</sup>、膏者<sup>3</sup>、羸者<sup>4</sup>、羽者<sup>5</sup>、鱗者<sup>6</sup>。宗庙之事，脂者膏者以为牲。羸者羽者鱗者以为筭虞。外骨<sup>7</sup>、内骨<sup>8</sup>，御行<sup>9</sup>、仄行<sup>10</sup>、连行<sup>11</sup>、紓行<sup>12</sup>，以脰<sup>13</sup>鸣者、以注<sup>14</sup>鸣者、以旁<sup>15</sup>鸣者、以翼鸣者、以股<sup>16</sup>鸣者、以胸鸣者，谓之小虫之属，以为雕琢。

厚唇、弇口、出自、短耳、大胸、耀<sup>17</sup>后、大体、短脰，若是者，谓之羸属。恒有力而不能走，其声大而宏。有力而不能走，则于任重宜；大声而宏，则于钟宜。若是者，以为钟虞。是故击其所县，而由<sup>18</sup>其虞鸣。锐喙、决吻<sup>19</sup>、数目<sup>20</sup>、顛脰<sup>21</sup>、小体、蹇腹<sup>22</sup>，若是者，谓之羽属。恒无力而轻，其声清阳<sup>23</sup>而远闻，无力而轻，则于任轻宜；其声清阳而远闻，于磬宜。若是者，以为磬虞。故击其所县，而由其虞鸣<sup>24</sup>。小首而长，抟<sup>25</sup>身而鸿<sup>26</sup>，若是者谓之鱗属，以为筭。

凡攫<sup>27</sup>、纳<sup>28</sup>、援<sup>29</sup>、磬<sup>30</sup>之类，必深其爪，出其目，作<sup>31</sup>其鱗之而<sup>32</sup>。深其爪，出其目，作其鱗之而，则于<sup>33</sup>。苟拨尔而怒，则于任重宜，且其匪<sup>34</sup>色必似鸣矣。爪不深，目不出，鱗之而不作，则必颓而如委<sup>35</sup>矣。苟颓而如委，则加任焉，则必如将废措<sup>36</sup>，其匪色必似不鸣矣。

### 【提要】

此为“梓人”篇的“梓人为筭虞”节，可分三小段：①分天下动物为大兽和小虫两大类。大兽大致对应今指的脊椎动物，小虫大致属节肢动物。大兽再分五类：脂者、膏者、羸者、羽者、鱗者；小虫按外骨、内骨、行走方式、鸣叫部位分类。②根据羸(裸)类、羽类、鱗类的体形和性情特征，介绍其在虞、筭造型艺术中的用途。③由视觉形象的声学效果，强调雕刻攫、纳、援等之类动物的工艺要领。

“梓人为筭虞”一节，生物史学者认为含有古代重要的生物分类思想；艺术史学者认为是论述古代装饰艺术、雕刻艺术问题的理论文字。

### 【注释】

1 筴虞：筭虞(音读损巨)，古代悬钟、磬的架子，两立柱为虞、横木为筭。筭虞上常要装饰以动物为题材的雕刻，因而也是造型艺术品(参见图45)。

2 脂者：指长角的动物，如牛、羊。

3 膏者：指不长角的动物，如猪。

4 羸者：郑玄注：“羸者，谓虎、豹、貔、貅为兽浅毛者之属。”后世注经家屡有异词，莫衷一是。今人苟萃华等从动物分类学上考证，认为羸是指裸身的人，羸属自然界的类人(参阅苟萃华：“‘羸’非兽类辨”，《科学史集刊》第五期，科学出版社，1963年)。1978年湖北随县曾侯乙墓出土的六具钟虞、塑以魁梧的青铜武士像，证明《考工记》中的“羸属”确是指人类。

5 羽者：指鸟类。

6 鱗者：指鱼、蛇类。

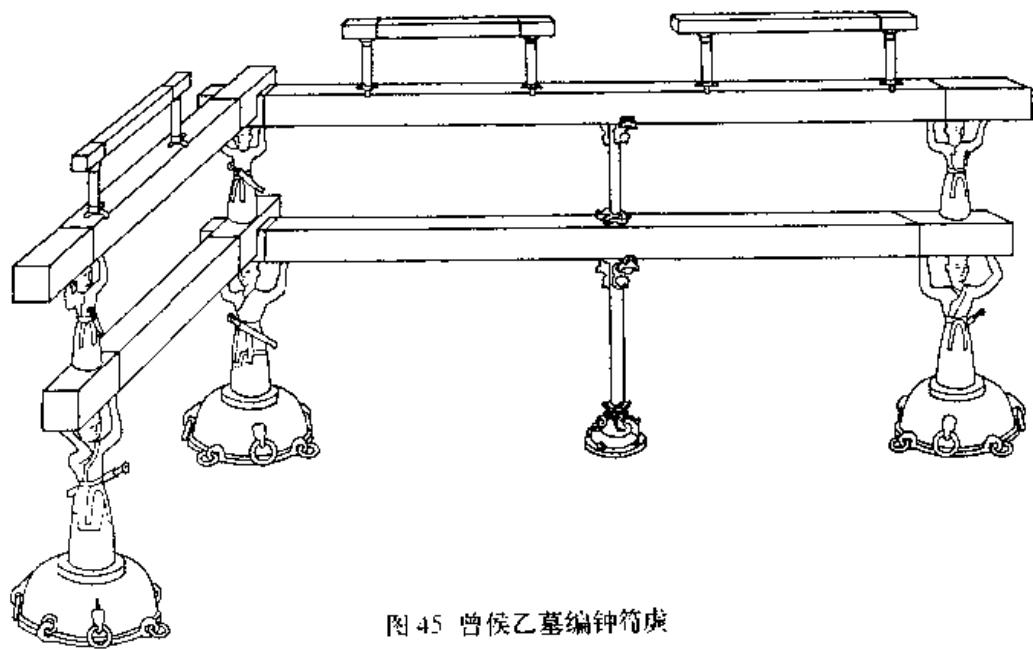


图45 曾侯乙墓编钟符庶



图46 曾侯乙墓钟庶青铜武士

- 7 外骨：郑玄注：“外骨，龟属。”
- 8 内骨：郑玄注：“内骨，鳖属。”
- 9 却行：却，通“却”，退。却行，倒退走。却行的虫子，如蚯蚓类。
- 10 仄行：侧行，侧着走。
- 11 连行：同类连贯而行。
- 12 纏行：屈曲而行。如蛇行屈曲。
- 13 脰：脰（音读豆），颈项。
- 14 注：注（音读疊），通“味”，鸟嘴。
- 15 旁：腹侧。
- 16 股：后足脚节。
- 17 翳：耀（音读哨），细长。
- 18 由：郑玄注：“由，若也。”
- 19 决吻：决，打开。决吻，张口。
- 20 数目：数（音读促），细。数目，细目。
- 21 颇脰：颇（音读肩）脰，细长颈。

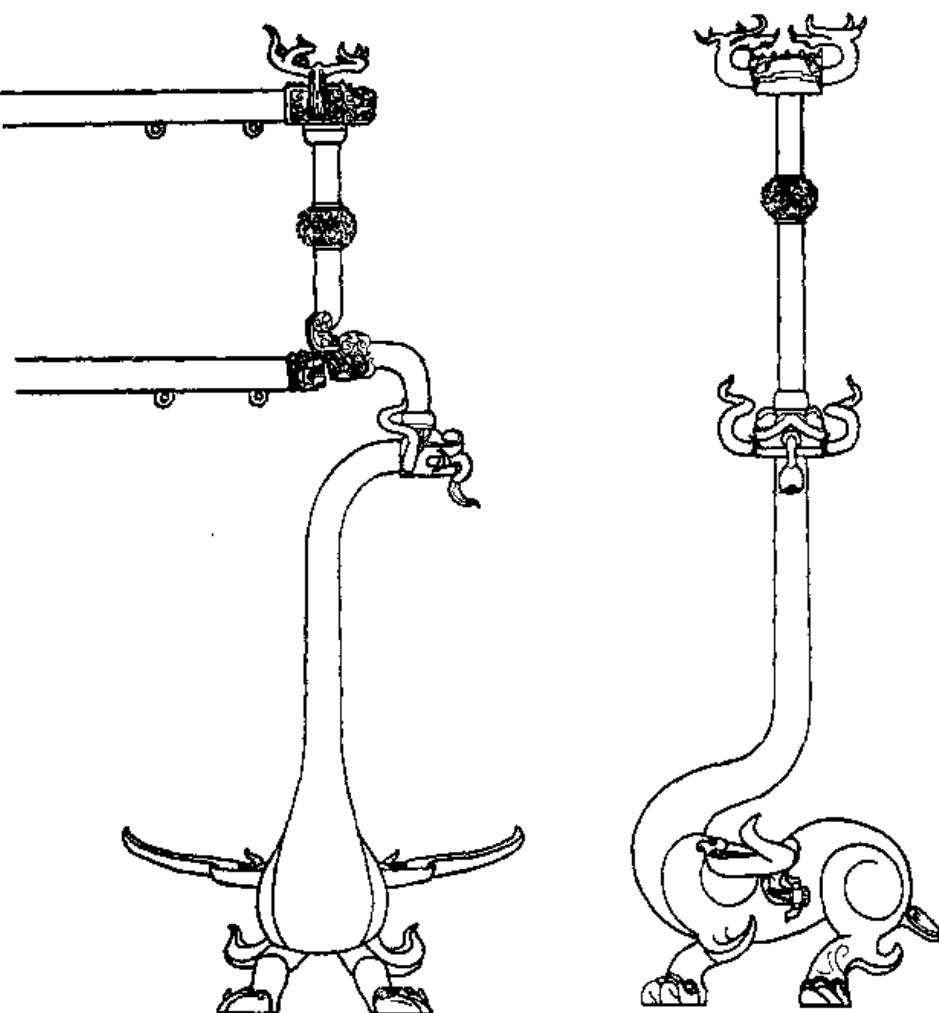


图 47 曾侯乙墓磬虎长颈鹤

- 22 罿腹：戤，腹部低陷。
- 23 清阳：声音清脆。
- 24 击其所县，而由其虞鸣：此句可与前文“击其所县，而由其虞鸣”对比分析：前一“虞鸣”是指以“声大而宏”的羸类作钟虞产生的艺术效果；后一“虞鸣”是指以“声清阳而远闻”的羽类作磬虞而产生的艺术效果。从曾侯乙墓出土的钟虞、磬虞看，以武士作钟虞，长颈鹤作磬虞，相得益彰，视觉上给人以美好的享受，使人们更容易进入音乐艺术的天地之中。
- 25 拙：郑玄注：“拙、圜也。”
- 26 鸿：一说释为大；一说释为均。
- 27 翳：同“杀”。
- 28 簪：簪，“槿”的上下结构字。
- 29 作：竖起、振起。
- 30 之：与。
- 31 而：颊毛。
- 32 匪：郑玄注：“匪，采貌也。”
- 33 颇而如委：委，衰颓，委靡。颇而如委，颇废，萎靡不振。
- 34 措：郑玄注：“措，犹顿也。”措，弃置，引申为委顿，疲乏狼狈。

梓人为饮器，勺<sup>1</sup>一升，爵<sup>2</sup>一升，觚<sup>3</sup>三升。献以爵而酬以觚，一献而三酬<sup>4</sup>，则一豆矣。食一豆肉，饮一豆酒，中人之食也。凡试梓饮器，乡衡而实不尽<sup>5</sup>，梓师<sup>6</sup>罪之。

### 【提要】

此为“梓人”篇的“梓人为饮器”节，记述酒器勺、爵、觚的容量；强调梓人所制的酒器要经检验，不合规格，制造者要受处罚。

### 【注释】

- 1 勺：取酒之器，用木或铜制成，其形是小圆杯后接一直柄。勺与杓作用相似，都有小圆杯，二者区别是杓为曲柄，勺为直柄。
- 2 爵：饮酒器。爵的一般形状，前有流，即倒酒的流槽，后有尖锐状尾，中为杯，一侧有鑄（音读判），下有三足，流与杯口之际有柱，此为商和西周早期爵的共同特点。
- 3 觚：饮酒器。基本形制是喇叭形口，细腰，圈足（参见图49）。现今考古界所通称之觚，乃沿用宋人所订旧名，是否就为古籍中的觚，无从证明（参阅马承源主编：《中国青铜器》，第181页，上海古籍出版社，1988年）。

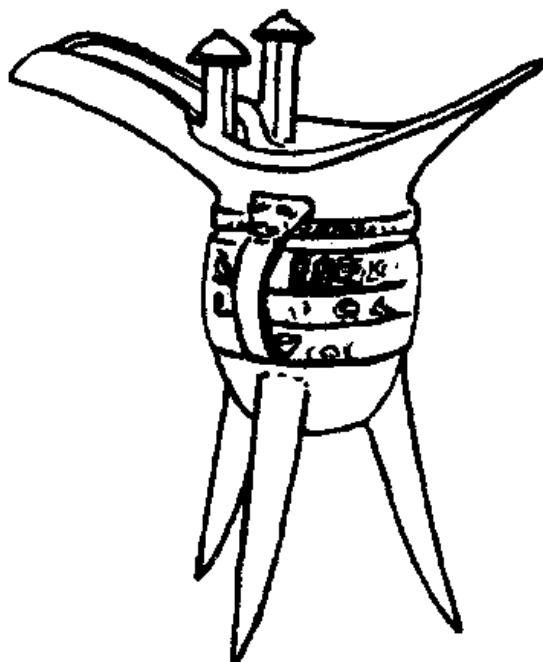


图48 爵

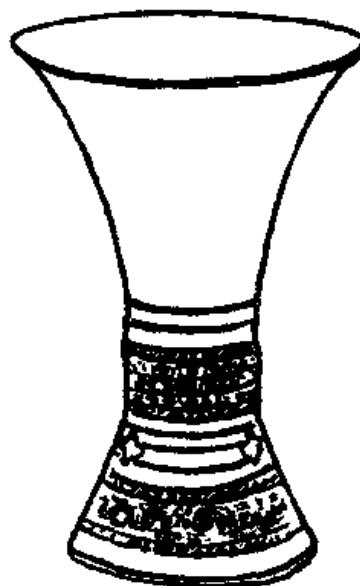


图49 觚

4 三酬：据上下文，应指以三升之觚酬一次。

5 乡衡而实不尽：乡（音读向），通“向”；衡，平。“乡衡而实不尽”，平爵向口而尚有余酒。

6 梓师：“梓人”是下级工官，“梓师”是“梓人”的上司，属高一级工官。

梓人为侯<sup>1</sup>，广与崇方<sup>2</sup>，叁分其广，而鹄<sup>3</sup>居一焉。上两个<sup>4</sup>，与其身<sup>5</sup>三；下两个<sup>6</sup>，半之。上纲<sup>7</sup>与下纲出舌寻<sup>8</sup>，缦<sup>9</sup>寸焉。张皮侯<sup>10</sup>而栖鹄<sup>11</sup>，则春以功<sup>12</sup>；张五采之侯<sup>13</sup>，则远国属<sup>14</sup>；张兽侯<sup>15</sup>，则王以息燕<sup>16</sup>。祭侯之礼，以酒脯<sup>17</sup>醢<sup>18</sup>。其辞曰：惟若宁侯<sup>19</sup>，毋或若女<sup>20</sup>不宁侯<sup>21</sup>，不属于王所<sup>22</sup>，故抗而射女。强饮强食，诒<sup>23</sup>女曾孙诸侯百福。

### 【提要】

此为“梓人”篇的“梓人为侯”节，记述射礼用箭靶的形制特点，记载祭侯的礼仪与祭辞。

### 【注释】

1 侯：箭靶，用兽皮或布麻制成。侯之中称为侯中。侯中正方，其内有鹄。

2 广与崇方：侯中宽与高相等成正方形。

3 鹄：鹄（音读古），箭靶的中心。

4 上两个：也称为舌，侯上方左右两旁所张之臂。

5 身：侯身。

6 下两个：侯下方左右两旁之足。

7 纲：系侯用的绳子。上面的绳子叫上纲，下面的绳子叫下纲，两侧的上、下纲分别固定于立柱或树上。

8 出舌寻：比舌长出8尺。

9 曼：缦（音读云），用以穿绳、固定射侯的圈扣。

10 皮侯：郑玄注：“以皮所饰之侯。司农职曰：‘王大射，则共虎侯熊侯豹侯。’设其鹄，谓此侯也。”

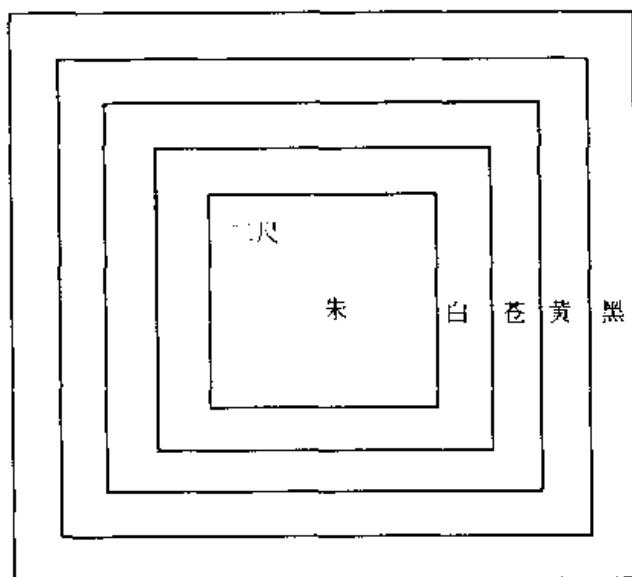


图 50 五采之侯 采自戴震《考工记图》

- 11 梗鵠：贾公彦疏：“各以其皮为鵠，缀于中央，似鸟之柄也。”
- 12 春以功：郑玄注：“天子将祭，必与诸侯群臣射。”戴震补注：“四时之祭，始于春，故举以该焉。功，事也，谓祭曰事。”
- 13 张五采之侯：以朱、白、苍、黄、黑五彩画正（鵠）及装饰侯（参见图50）。
- 14 远国属：远处的诸侯朝会，参加联盟。
- 15 兽侯：画兽及以兽皮装饰之侯。
- 16 息燕：休息、宴饮。
- 17 脯：干肉。
- 18 酱：醢（音读海），肉酱。
- 19 宁侯：盟主所奖励的安顺有功的诸侯。
- 20 女：通“汝”，你。
- 21 不宁侯：诸侯联盟会上众所诅咒的诸侯。
- 22 王所：王所在地。
- 23 治：传，遗留。

庐人为庐器，戈柂六尺有六寸，殳长寻有四尺，车戟常，酋矛<sup>1</sup>常有四尺，夷矛<sup>2</sup>三寻。凡兵无过三其身。过三其身，弗能用也，而无已，又以害人。故攻国之兵欲短，守国之兵欲长。攻国之人众，行地远，食饮饥，且涉山林之阻，是故兵欲短。守国之人寡，食饱，行地不远，且不涉山林之阻，是故兵欲长。凡兵，句兵<sup>3</sup>欲无弾<sup>4</sup>，刺兵<sup>5</sup>欲无蜎<sup>6</sup>，是故句兵柂<sup>7</sup>，刺兵柂<sup>8</sup>。燬兵<sup>9</sup>同强<sup>10</sup>，举围<sup>11</sup>欲细，细则校<sup>12</sup>。刺兵同强，举围欲重<sup>13</sup>，重欲傅人<sup>14</sup>，傅人则密<sup>15</sup>，是故侵<sup>16</sup>之。凡为殳，五分其长，以其一为之被<sup>17</sup>而围之<sup>18</sup>。叁分其围，去一以为晋<sup>19</sup>围。五分其晋围，去一以为首<sup>20</sup>围。凡为酋矛，叁分其长，二在前，一在后而围之。五分其围，去一以为晋围。叁分其晋围，去一以为刺围<sup>21</sup>。凡试庐事，置<sup>22</sup>而摇之，以眡其蜎也；灸<sup>23</sup>诸墙，以眡其柂之均也；横而摇之，以眡其劲也。六建<sup>24</sup>既备，车不反复<sup>25</sup>，谓之国工。

### 【提要】

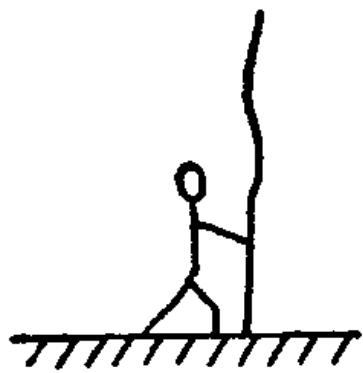
此为“庐人”篇。文中规定长兵器柄的长度，强调进攻性兵器要比防守性兵器长，说明了理由；提出钩、刺、燬三类兵器柄形状的特定要求和制作殳、酋矛的技术规范；记述了检验长兵器柄质量的三种方法：“置而摇之，以眡其蜎也”；“灸诸墙，以眡其柂之均也”和“横而摇之，以眡其劲也”。

### 【注释】

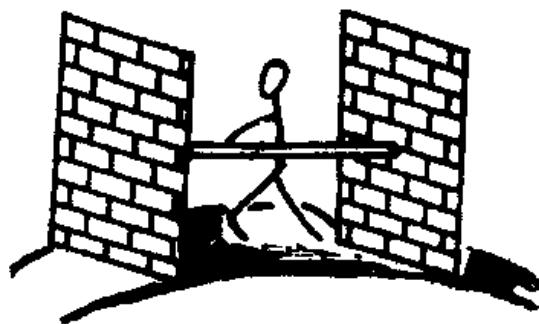
- 1 酋矛：酋，近。酋矛，较短之矛，用于步兵作战。
- 2 夷矛：较长之矛，用于车兵作战。
- 3 句兵：郑玄注：“句兵，戈戟属。”戈、戟兵器用于钩杀。
- 4 弾：弾（音读但），郑玄注：“弾，谓掉也。”有转动之意。
- 5 刺兵：郑玄注：“刺兵，矛属。”矛类兵器用于直刺。
- 6 蔽：蔽（音读冕），挠曲，弯苗。
- 7 柈：柂（音读皮），扁圆形，类似椭圆截面。
- 8 凡兵，……刺兵柂：戈、戟用于钩杀，不宜转动，因此使用“柂”形（扁圆截面）柄把，便于掌握方向，防止偏转。而矛直刺，尽可刚直不弯，圆形截面能使其各向横向约束相同，强度与刚度相等（参见老亮：《中国古代材料力学史》，第145页，国防科技大学出版社，1990年）。
- 9 燬兵：燬，即击，撞击。燬兵，击杀敌人的兵器。
- 10 同强：前后及中央同样坚劲，强度相当。
- 11 举围：柄上手所持处的周长。
- 12 校：通“绞”，牢固。
- 13 重：粗重。
- 14 傅人：逼近敌人。
- 15 密：郑玄注：“密，审也、正也。”准确命中敌人。

- 16 僻：侵犯。
- 17 被：手握持的地方。
- 18 围之：圜之，制成圆柱形。
- 19 晋：兵器柄末端的铜𨱔。𨱔（音读尊），柄末端如圓錐形的金属套，可以插入地。
- 20 首：殳上端。
- 21 刺围：兵器柄与锋刃相接处之周长。
- 22 置：树立。
- 23 炙：郑玄注：“炙，犹柱也，以柱两墙之间。”支撑。
- 24 六建：戴震《考工记图》补注：“六建，当为五兵与旌旗。”
- 25 反复：翻覆，倾动。

考工记图说



“置而摇之、以眡其蜎也。”



“炙诸墙、以眡其桡之均也；  
横而摇之、以眡其劲也。”

图 51 检验长兵器柄强度的方法示意图

匠人建国<sup>1</sup>。水地<sup>2</sup>以县，置槷<sup>3</sup>以县，眡以景<sup>4</sup>。为规<sup>5</sup>，识日出之景，与日入之景。昼参诸日中之景，夜考之极星<sup>6</sup>，以正朝夕<sup>7</sup>。

### 【提要】

此为“匠人”篇的“匠人建国”节，记载建设城邑求水平、定方位的测景技术。文中提到许多细致的操作步骤，表明城邑布局方向测定至周代时已形成明确的技术规范；而对方向的准确测定，表明中国先秦时代人们已认识并运用平行线概念。

### 【注释】

1 国：城邑。

2 水地：把地面修整成水平。

3 槷：木质的表（杆），用于观测日影。

4 景：景（音读影），“影”的本字。

5 为规：用圆规画圆。

6 极星：北极星，或称北辰，是最靠近天球北极的恒星。天球的北极并不正好与附近的恒星重合，而是在恒星间移动。

7 正朝夕：确定东（朝）西（夕）方向，引申为确定东西南北的方向。

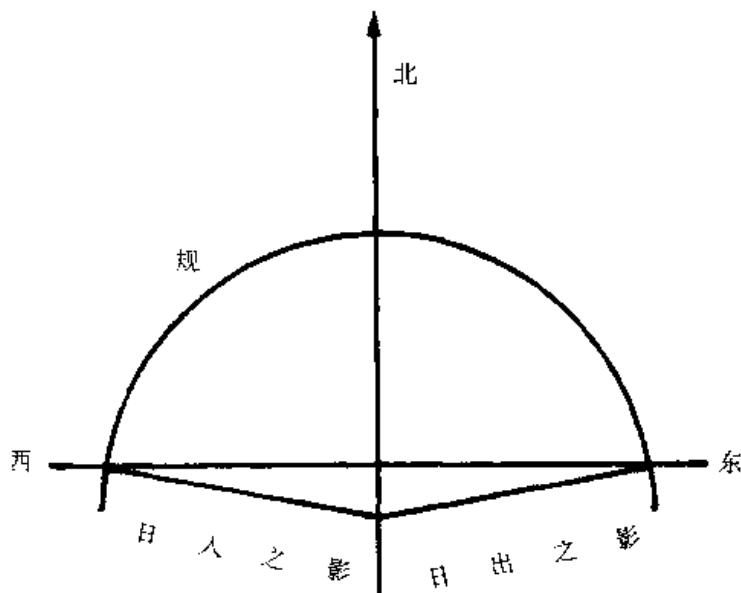


图 52 以表的日影测定方向的示意图

匠人营国<sup>1</sup>。方九里，旁三门。国中九经九纬<sup>2</sup>，经涂九轨<sup>3</sup>。左祖<sup>4</sup>右社<sup>5</sup>，面朝<sup>6</sup>后市，市朝一夫<sup>7</sup>。夏后氏世室<sup>8</sup>，堂修二七<sup>9</sup>，广四修一。五室三四步<sup>10</sup>，四三尺<sup>11</sup>。九阶<sup>12</sup>。四旁两夹<sup>13</sup>窗，白盛<sup>14</sup>。门堂<sup>15</sup>三之二，室<sup>16</sup>三之一<sup>17</sup>。殷人重屋<sup>18</sup>，堂修<sup>19</sup>七寻，堂崇三尺，四阿重屋<sup>20</sup>。周人明堂<sup>21</sup>，度九尺之筵<sup>22</sup>，东西九筵，南北七筵，堂崇一筵。五室，凡室二筵。室中度以几<sup>23</sup>，堂上度以筵，宫中度以寻，野度以步，涂度以轨。庙门容大扁<sup>24</sup>七个。闱门<sup>25</sup>容小扁<sup>26</sup>叁个，路门<sup>27</sup>不容乘车之五个，应门<sup>28</sup>二彻叁个。内有九室，九嫔<sup>29</sup>居之；外有九室，九卿<sup>30</sup>朝焉。九分<sup>31</sup>其国，以为九分，九卿治之。王宫门阿<sup>32</sup>之制五雉<sup>33</sup>，宫隅<sup>34</sup>之制七雉，城隅<sup>35</sup>之制九雉。经涂九轨，环涂<sup>36</sup>七轨，野涂<sup>37</sup>五轨。门阿之制，以为都城<sup>38</sup>之制；宫隅之制，以为诸侯之城制；环涂以为诸侯经涂，野涂以为都经涂。

### 【提要】

此为“匠人”篇的“匠人营国”节，主要记述周代王城的营建制度：夏“世室”、殷“四阿重屋”和周“明堂”的建筑设计；介绍先秦建筑中通行的几种长度单位“几”、“筵”、“寻”、“步”和“轨”；规定了王城、诸侯城和都城的营建等级标准。

### 【注释】

- 1 营国：营建城邑，包括建筑城池、宫室、宗庙等，并规划国城周围区域。
- 2 九经九纬：九经，经九涂，即南北干道三条，每条三涂；九纬，纬九涂，即东西干道三条，每条三涂。
- 3 九轨：郑玄注：“轨，谓辙广。”二辙之间的宽度为一轨，宽八尺。九轨，共宽七丈二尺。
- 4 祖：宗庙。
- 5 社：祭祀土地神的地方。
- 6 朝：贺业钜认为，此“朝”字指外朝（参见贺业钜：《〈考工记〉营国制度研究》，第24页，中国建筑工业出版社，1985年）。
- 7 一夫：夫，奴隶。一夫，一个奴隶所受之地，计一百亩，相当于边长为一百步的正方形的面积。
- 8 世室：杨鸿勋认为，“世室”即“太室”，按现代汉语也即“大房间”或“大房子”（参阅杨鸿勋：《建筑考古学论文集》，第109页，文物出版社，1987年）。
- 9 堂修二七：郑玄注：“修，南北之深也。”
- 10 三四步：三个四步。
- 11 四三尺：四个三尺。
- 12 阶：台阶。
- 13 四旁两夹：“旁”、“夹”，都为“室”，只是平面位置的不同有所区别。关于“四旁”、“两夹”的位置，古来论者多有争议。近年，结合夏商考古遗址发掘，有一些

新的认识（参阅杨鸿勋：《建筑考古学论文集》，第79页）。

14 白盛：以白色的蜃灰粉刷墙壁。

15 门堂：门侧之堂。

16 室：门堂之室。

17 夏后氏世室……室三之一：石璋如认为，末句应断为“堂三之二，室三之一”；并肯定孔广森“四旁两夹”的断法，但对“四旁各有两夹”的解释提出了异议。杨鸿勋认为“四‘旁’、两‘夹’”及“堂三之二，室三之一”的断句有其道理。对于夏后氏世室的“堂”、“室”、“旁”、“夹”可结合遗址试作探讨（杨鸿勋：《建筑考古学论文集》，第78页）。

18 重屋：一般释为重檐之屋。

19 修：南北向的长度。

20 四阿重屋：四阿，即四面落水的屋面，也就是“庑（音读五）殿”。四阿重屋、重檐庑殿顶（参见图53）。

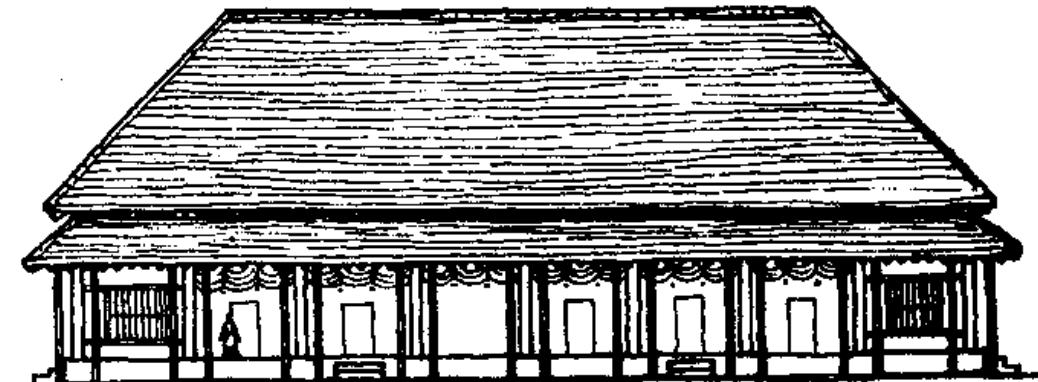


图53 四阿重屋复原设想图

21 明堂：古代天子宣明政教的地方，凡朝会及祭祀、庆贺、选士、养老和教学等大典，均在此举行。

22 篦：垫底的竹席。筵席是当时最重要的家具之一，也是宫室建筑度量的基本单位。筵通常较大，用它垫底是既可隔离潮气，也可形成一平整面。

23 几：小条形桌。设于座侧，以便凭倚。戴震《考工记图》说：“马融以为几长三尺。”

24 大扃：扃（音读均），贯通鼎上两耳的举鼎横木。郑玄注：“大扃，牛鼎之扃，长三尺。”

25 闔门：贺业钜《〈考工记〉营国制度研究》以为，闔门指庙直之门。

26 小扃：长二尺之扃。

27 路门：路寝（正寝）的门，寝宫区的总门。路门外为朝，内为寝宫。

28 应门：正朝（治朝）的朝门，即王宫的正门，南向。应门内、路门外为治朝。

29 九嫔：王宫中佐后治宫中事务的女官，也是帝王的妃子。

30 九卿：王的卿士。

31 九分：宫城占井字形中间的一分，王城其余部分为宫城周围的八分。

32 门阿：门的屋脊，意即宫城城门的屋脊标高。

- 33 雄：一般指高一丈、长三丈的版筑墙。计算长度时，一雄等于三丈；计算高度时，一雄等于一丈（参阅贺业钜：《〈考工记〉营国制度研究》，第66页）。
- 34 宫隅：宫城城墙四角处。
- 35 城隅：城角，王城城墙四角处。
- 36 环涂：涂，道路。郑玄注：“环涂，谓环城之道。”顺城的环道。
- 37 野涂：城郭外的道路，即王畿内的干道。
- 38 都城：宗室和卿大夫的采邑。

匠人为沟洫<sup>1</sup>。耜<sup>2</sup>广五寸，二耜为耦<sup>3</sup>。一耦之伐<sup>4</sup>，广尺、深尺，谓之畎<sup>5</sup>。田首倍之，广二尺、深二尺，谓之遂。九夫为井，井间广四尺、深四尺，谓之沟。方十里为成，成间广八尺、深八尺，谓之洫。方百里为同，同间广二寻、深二仞<sup>6</sup>，谓之浍<sup>7</sup>。专达于川，各载其名。凡天下之地势，两山之间，必有川焉；大川之上，必有涂焉。凡沟逆地防<sup>8</sup>，谓之不行<sup>9</sup>。水属<sup>10</sup>不理孙<sup>11</sup>，谓之不行。稍沟<sup>12</sup>三十里而广倍。凡行奠水<sup>13</sup>，磬折以叁伍<sup>14</sup>。欲为渊，则句于矩<sup>15</sup>。凡沟必因水势，防<sup>16</sup>必因地势，善沟者，水漱<sup>17</sup>之；善防者，水涒<sup>18</sup>之。凡为防，广与崇方，其納叁分去一，大防外納<sup>19</sup>。凡沟防，必一日先深之以为式<sup>20</sup>，里为式，然后可以傅<sup>21</sup>众力。凡任索约<sup>22</sup>，大汲其版<sup>23</sup>，谓之无任。葺屋<sup>24</sup>三分，瓦屋四分<sup>25</sup>。囷堁<sup>26</sup>仓城，逆墙<sup>27</sup>六分。堂涂<sup>28</sup>十有二分。窦<sup>29</sup>，其崇三尺。墙厚三尺，崇三之。

### 【提要】

此为“匠人”篇的“匠人为沟洫”节。主要介绍西周“井田制”沟洫排灌规划、几种水利设施的特殊设计，修筑水沟和堤防的技术诀窍。提出构筑技术的要求以及茅屋、瓦屋、圆仓、地窖墙体的不同设计。

### 【注释】

1 沟洫：田间水道。

2 耙：耜（音读四），原始农具，由耒发展而来。单尖末的刃部改为扁平的板状刃，就成为耜。按材质分，有木耜、骨耜、石耜、青铜耜等。

3 二耜为耦：“耦”的含义，历来多有争论。大致可归纳两个方面，一种认为耦耕就是两人各执一耜，并肩翻耕，称之为“并肩式耦耕”；一种认为耦耕就是一人扶耜（实际是耒耜），另一人在前拉牵，也称之为“拉牵式耦耕”。多数学者倾向《考工记》中所言“二耜为耦”是指的“并肩式耦耕”（参见图55）。



图 54 耙安装示意图



图 55 并肩式耦耕

- 4 伐：掘土。
- 5 畦：田间小沟。
- 6 仞：古代长度单位，先秦时期一仞等于八尺。
- 7 涝：澑（音读快）田间排水渠。
- 8 地防：防（音读勒），脉理，地防、地之脉。
- 9 不行：水的流动受阻。
- 10 属：属（音读主）郑玄注：“属，读为注。”
- 11 不理孙：孙（音读迅），郑玄注：“孙，顺也。”理孙，顺理。不理孙，意即不顺其理。
- 12 梢沟：类似树梢形，由近及远，由窄逐渐变宽的水沟。
- 13 堵水：堵（音读停）水，停水，止水。
- 14 磬折以参伍：指某种泄水建筑的形状，截面顶角为一磬折，角的两边之比为三比五。参见图 56。

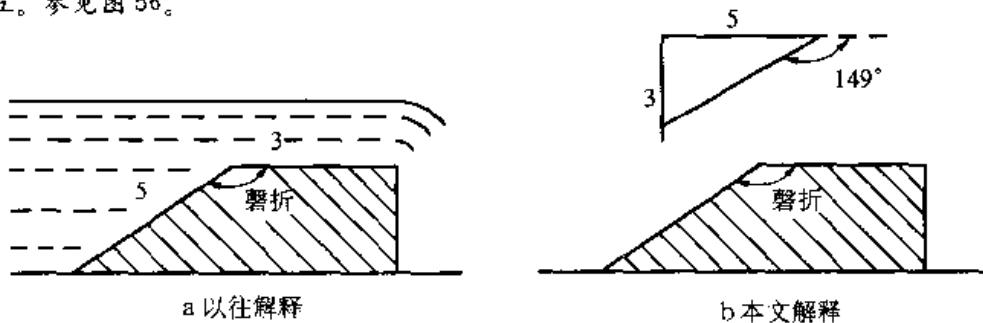


图 56 “磬折以参伍”式的折线型剖面堰

- 15 句于矩：闻人军认为，可能指渠道跌水的垂直式落水墙（参阅闻人军：《考工记》中的流体力学知识，《自然科学史研究》1984年第1期）。
- 16 防：堤防。
- 17 漫：为水所冲刷、剥蚀。
- 18 淤：郑玄注：“淫读为淤（音读心），谓水淤泥土留着，助之为厚。”漫淫，淤积。
- 19 凡为防……大防外翻：郑玄注：“崇，高也；方，犹等也；翻者，薄其上。”后人解释多循郑说，解释文意为堤防下基的宽度与堤高相等，上顶宽度是下基的三分之二。但这样解释的堤防过于陡峻，既不易施工，也难以稳固。有水利史学者认为，引文中“广”指堤顶之宽，“参分去一”为堤两面坡度的总和（即每边的边坡都分别是1:1.5），（参阅《中国水利史稿》编写组：《中国水利史稿》上册，第110页），这种解释似更合理些。

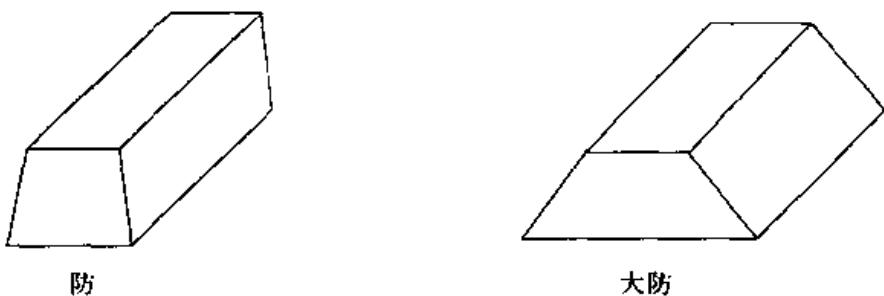


图 57 堤防坡形示意图

20 式：此有两种解释。一是认为“式”为参照标准（见闻人军：《考工记导读》，第263页）。于是整句话表明，在施工之前，工程负责人要根据对生产率的评估预测，作好总体规划。另一种解释“式”为断面样板（见《中国水利史稿》编写组：《中国水利史稿》上册，第113页）则全句意思是，凡修筑沟渠堤防，“必须在开工前先做好断面样板，每隔一里就有一个样板，这样在开工后，大量的人力就可以同时动手。这既可以保证断面尺寸，提高施工质量，又可以充分使用人力。”

21 傅：通“敷”，施加。

22 索约：索，绳索；约，约束。索约，绳索约束。

23 大汲其版：郑玄注：“汲，引也。”大汲，大引，过于用力拉。大汲其版，版筑时绳索束板太紧，致使夹板挠曲，束土无力，筑土不实。所谓“版筑”，是以木板作模，在中间添土，再以杵分层捣实的夯土墙。夯土的出现是我国古代建筑的一项技术成就。借助于夯土技术，古人就可利用经济而便利的黏土（或灰土）来做房屋的台基和墙身。在春秋战国时期，夯土技术广泛应用于筑城和堤坝建设。

24 葛屋：葛（音读弃），草屋。

25 葛屋三分，瓦屋四分：意思是，草屋屋架高度为进深的三分之一，瓦屋屋架高度为进深的四分之一（如图58）。

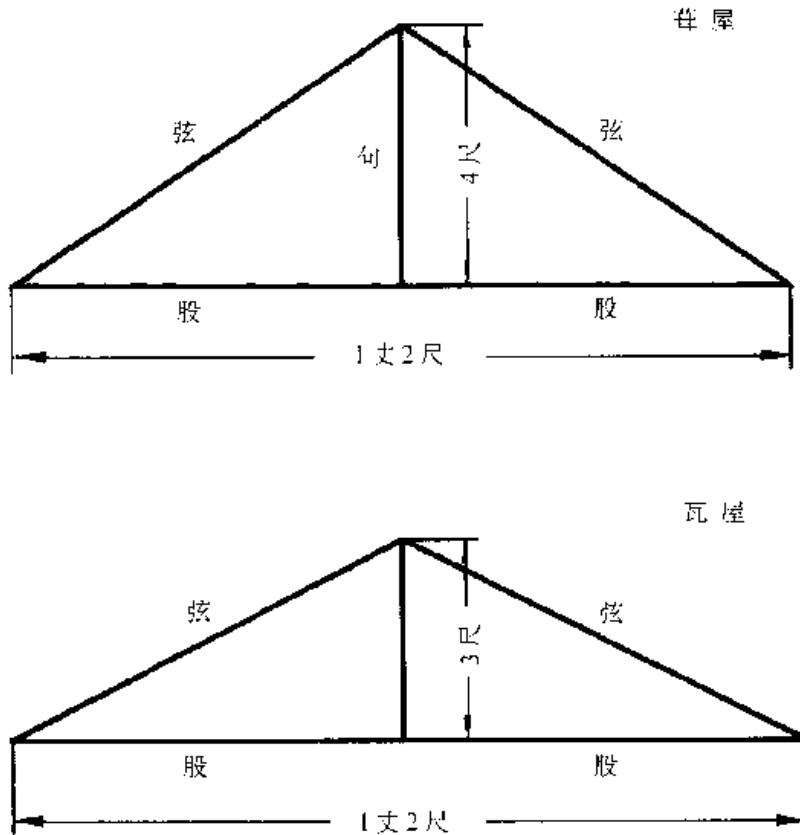


图58 屋架高度与进深关系示意图

26 困窟：困（音读群）、圆仓：窟（音读客）、地窖。

27 逆墙：郑玄注：“逆，犹却也。”逆，意即收窄。逆墙，截面呈梯形之墙。

28 堂涂：堂下东西阶前之路。

29 窿：宫中水道，阴沟。

车人之事。半矩谓之宣<sup>1</sup>，一宣有半谓之楨<sup>2</sup>，一楨有半谓之柯<sup>3</sup>，一柯有半谓之磬折<sup>4</sup>。

车人为耒<sup>5</sup>。庇<sup>6</sup>长尺有一寸，中直者三尺有三寸，上句者二尺有二寸。自其庇，缘其外，以至于首，以弦其内，六尺有六寸，与步相中也<sup>7</sup>。坚地欲直庇，柔地欲句庇。直庇则利推，句庇则利发，倨句磬折，谓之中地。

车人为车。柯<sup>8</sup>长三尺，博三寸，厚一寸有半。五分其长，以其一为之首。轂长半柯，其围一柯有半。辐长一柯有半，其博三寸，厚三之一。渠<sup>9</sup>三柯者三。行泽者欲短轂，行山者欲长轂。短轂则利，长轂则安。行泽者反轔<sup>10</sup>，行山者仄轔<sup>11</sup>。反轔则易，仄轔则完。六分其轮崇，以其一为之牙围。柏车<sup>12</sup>轂长一柯，其围二柯，其辐一柯，其渠二柯者三。五分其轮崇，以其一为之牙围。大车<sup>13</sup>崇三柯，绠寸。牝服<sup>14</sup>二柯有叁分柯之二，羊车<sup>15</sup>二柯有叁分柯之一，柏车二柯。凡为轂，三其轮崇。叁分其长，二在前，一在后，以凿其钩<sup>16</sup>。彻广六尺<sup>17</sup>，高<sup>18</sup>长六尺。

### 【提要】

此为“车人”篇，可分三节。第一节为“车人之事”，介绍当时手工业实用的一套几何角度：矩、宣、楨、柯、磬折；第二节为“车人为耒”，记述耒的形状、尺寸，说明直庇、句庇的用途和特点；第三节为“车人为车”节，介绍制车的实用单位“柯”，记述大车（牛车）轮构件的尺寸、反、侧轔轮牙的用途和特点等。

文中的“宣、楨、柯、磬折”，之说，以往公认的解释是一套角度，其值为 $45^\circ$ ， $67^\circ 30'$ ， $101^\circ 15'$ ， $151^\circ 52' 30''$ ，是利用对角度的平分、相加等步骤做出的。这种解释在讨论其它涉及角度的名物时遇到困难。笔者提出一种观点，认为这些角度系利用“以矩起度”的操作得出（参阅附录：《〈考工记〉“磬折”考辨》）。

### 【注释】

1 宣：工匠的曲尺叫做矩，矩也用作角度单位，合今 $90^\circ$ 。矩的一半叫做“宣”，做角度单位，即 $45^\circ$ 。矩的形状参见图59中右。

2 楨：櫓（音读烛）是鋤一类的农具，鋤头与其柄间成锐角，故櫓借用为角度单位。一櫓等于一宣半。以往理解是： $45^\circ + \frac{1}{2}45^\circ = 67^\circ 30'$ 。笔者认为是按取单位长度对应的角度值（参见附录《〈考工记〉磬折考辨》）。

3 柯：柯的本义为斧柄，斧与柄间有钝角者，故柯借为角度单位。一柯等于一櫓半，以往理解是 $67^\circ 30' + \frac{1}{2}(67^\circ 30') = 101^\circ 15'$ 。

4 磬折：本义是磬的顶角（鼓上边与股上边的夹角）。后也指大于 $135^\circ$ ，小于 $180^\circ$ 的钝角，或形似钝角的形态。

5 耒：耒（音读垒）原始的掘土农具，最初就是一根尖头木棒。后来，先民在棒下

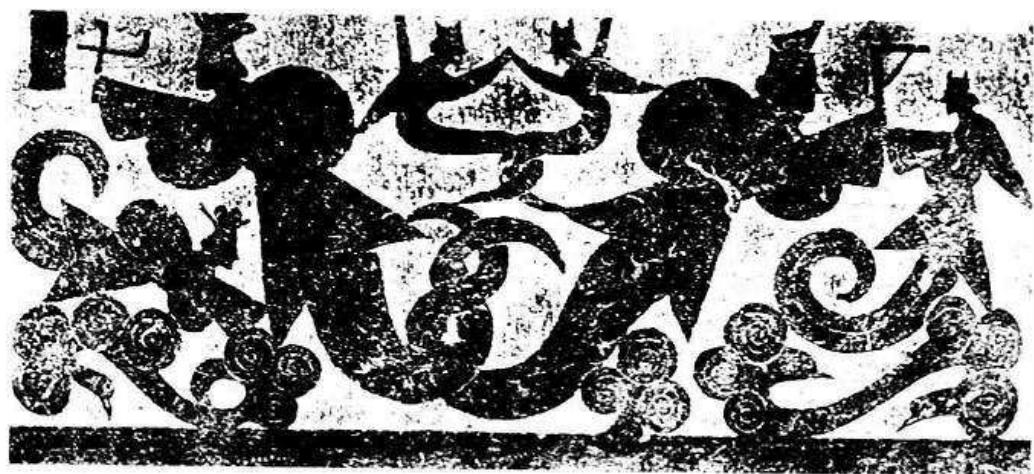


图59 山东济宁东汉画像石（伏羲执矩，女娲执规）

部加一横木，便于脚踏。为了减少掘土时向下压木柄的俯身角度，先民逐步将木棒的直尖改为斜尖，这就是单齿耒。其后单齿耒向两个方向发展，一是变为双齿耒，一是变为板状刀——耜。

6 斧：斧(音读次)，耒木下端的头部，多为两齿。

7 以弦其内，六尺有六寸，与步相中也：据上文，斧一尺二寸，中直者三尺三寸，上勾者二尺二寸，三者相加，得六尺六寸，一步六尺，与步相中的，不是六尺六寸，而是其内之弦，故此处可能错简，若按此段文字的原始结构推断，原文应作，“自其斧，缘其外，以至于首以弦，六尺有六寸，其内，与步相中也。”（见李崇州：“试按《考工记》中‘耒’的形制”，《农业考古》1995年第3期）

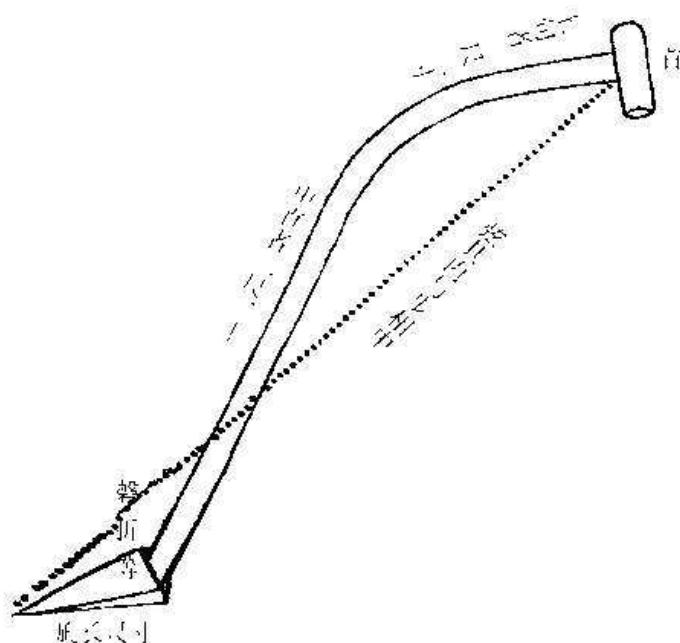


图60 戴震所绘耒复原图

采自戴震《考工记图》 云：「天子之步，内长夏之走步，实际上是否是画上了弦的范围

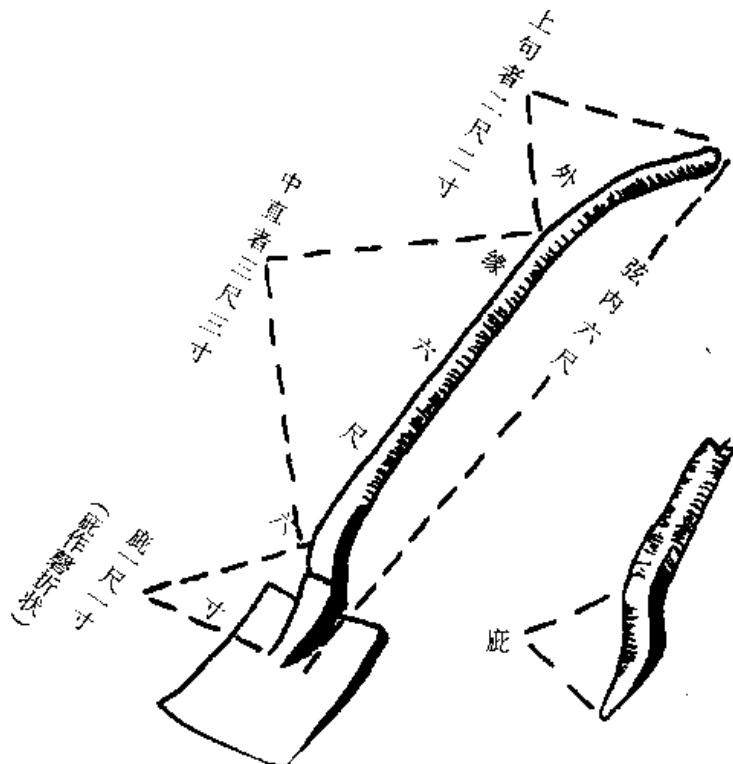


图61 《考工记·车人》所记耒（包括耜）  
采自李崇渊“试探《考工记》中‘耒’的形制”

- 8 柯：伐木斧柄，长三尺，此处作为长度单位。
- 9 渠：大车之牙，轮圈。
- 10 反轔：轔(音读柔)，轔轮圈。反轔、心材在轮圈外周，边材在轮圈内周。
- 11 仄轔：仄，侧。仄轔，心材、边材同向外擗出轮圈。
- 12 柏车：能行山路的大车。
- 13 大车：用牛牵引的车。
- 14 牝服：牝（音读聘）服，其义说法不一。《辞源》解释：“牝服，古车两壁作方木格称牷，方格上驾木称较，较底凿孔纳方格之条称牝服。”
- 15 羊车：古车的一种类型。具体不详。
- 16 酽其钩：江永《周礼疑义举要》卷七：“酇其钩，谓辕当轴处凿半月形以衔軎，軎上亦稍酇之，令其相钩著不脱”。
- 17 彻广六尺：江永《周礼疑义举要》卷七：“彻广六尺，当是八尺之误。”
- 18 禺：禹（音读餗），此指车軎。

弓人为弓。取六材必以其时，六材既聚，巧者和之。干也者，以为远也；角也者，以为疾也；筋也者，以为深也；胶也者，以为和也；丝也者，以为固也；漆也者，以为受霜露也。凡取干之道七：柘<sup>1</sup>为上，檼<sup>2</sup>次之，厔桑<sup>3</sup>次之，橘次之，木瓜<sup>4</sup>次之，荆<sup>5</sup>次之，竹为下。凡相干，欲赤黑而阳声，赤黑则乡<sup>6</sup>心，阳声则远根。凡析干，射远者用势<sup>7</sup>，射深者用直<sup>8</sup>。居<sup>9</sup>干之道，蓄栗不迤<sup>10</sup>，则弓不发<sup>11</sup>。凡相角，秋翫者厚，春翫者薄。禪<sup>12</sup>牛之角直而泽，老牛之角紵而昔<sup>13</sup>，疢疾险中<sup>14</sup>，瘠牛之角无泽。角欲青白而丰末。夫角之本，蹙于剗<sup>15</sup>而休<sup>16</sup>于气，是故柔。柔故欲其势也，白也者，势之征<sup>17</sup>也。夫角之中，恒当弓之畏<sup>18</sup>，畏也者必桡。桡故欲其坚也，青也者，坚之征也。夫角之末，远于剗而不休于气，是故胞<sup>19</sup>。胞故欲其柔也，丰末也者，柔之征也。角长二尺有五寸，三色<sup>20</sup>不失理，谓之牛戴牛<sup>21</sup>。凡相胶，欲朱色而昔<sup>22</sup>。昔也者，深瑕<sup>23</sup>而泽，紵而抟廉<sup>24</sup>。鹿胶青白，马胶赤白，牛胶火赤，鼠胶黑，鱼胶饵<sup>25</sup>，犀胶黄。凡昵<sup>26</sup>之类不能方<sup>27</sup>。凡相筋，欲小简而长，大结而泽。小简<sup>28</sup>而长，大结而泽，则其为兽必剽<sup>29</sup>，以为弓，则岂异于其兽。筋欲敝之敝<sup>30</sup>，漆欲测<sup>31</sup>，丝欲沉<sup>32</sup>，得此六材之全，然后可以为良<sup>33</sup>。

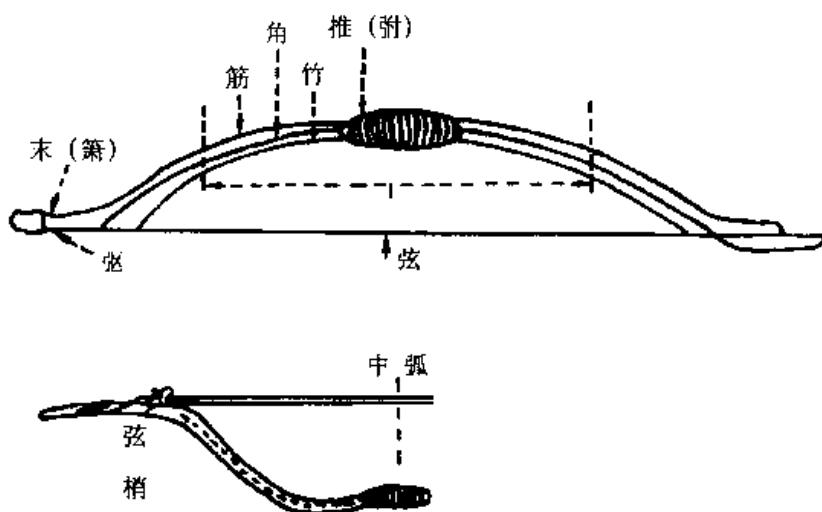


图 62 弓干各部分名称及其构成材料

### 【提要】

此为“弓人”篇。篇幅较长，据内容可分四节。第一节记述制弓所需的六种原材料（干、角、筋、胶、丝、漆）各自所起的作用；介绍干材的级次与制备干材的要领；提出鉴别、选取角材、胶、筋、漆等的要求。

【注释】

1 柘：木名，桑科，柘树属，落叶小乔木或灌木，分布于华东、中南、四川、贵州等地。枝光滑，材质坚硬，可制弓。

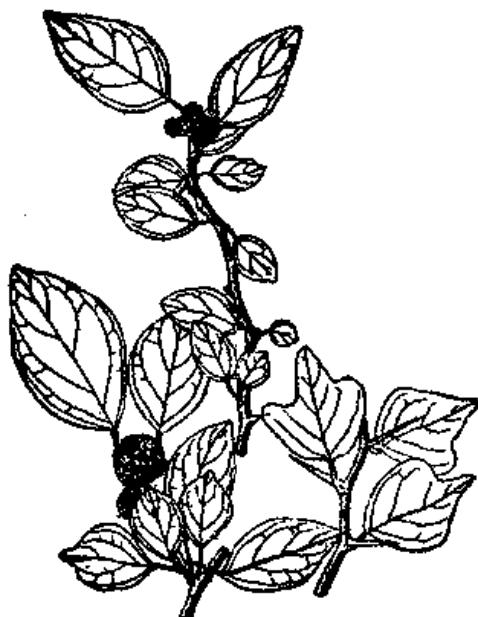


图 63 柘树

2 檣：檣（音读义），木名，一名檣（音读姜），又名柂（音读纽），木材多曲少直，可作弓材。

3 糜桑：糜（音读眼），木名，也称糜桑，即柞树，古称山桑，叶可饲蚕，木质坚韧，可制弓和车轍等。

4 木瓜：木通科，木质藤本，全株可入药。按《考工记·弓人》所说，可作弓材，但质不及柘、檣、糜桑。



图 64 木瓜（上：粉叶野木瓜 下：三脉野木瓜）

- 5 荆：灌木，种类较多。
- 6 乡：通“向”。
- 7 势：郑玄注：“势谓形势。假令本性自曲，则当反其曲以为弓，故曰审曲面势。”借用现代科技知识解释，“势”可理解为材料的弹性势能。
- 8 直：郑玄注：“曲势则宜薄，薄则力少；直则可厚，厚则力多。”
- 9 居：处置，处理。
- 10 蕃栗不迤：蕃(音读自)，戴震注：“蕃，析也。”“栗，梨假借字。”蕃栗，即指剖开干材；不迤，不斜行以伤木理。
- 11 不发：戴震注：“谓伤动曰发，亦方言。”不发，即弓不损伤。
- 12 稹：稢(音读至)，同“稚”，幼。
- 13 纇而昔：紱两解：紱(音读诊)、扭转、弯曲；紱(音读腆)，纹理粗糙。昔，干燥。
- 14 疾疾险中：疾(音读村) 疾，久病；险中，角内有缺陷。疾疾险中，牛久病则角内有缺陷。
- 15 邑于剗：邑(音读促)，接近，逼近；剗(音读脑)，通“脑”。邑于剗，即近于脑。
- 16 休：休(音读许)，通“煦”，温暖，温热。
- 17 征：证明，证验。
- 18 畏：通“限”(音读威)，弓限，弓末端与中央之间的弯曲处。
- 19 胞：胞(音读脆)，“脆”的本字。
- 20 三色：指角的根部白，中部青，端部丰满。
- 21 牛戴牛：指牛角的价值可与整条牛相等。
- 22 昔：干燥。
- 23 瑰：裂痕。
- 24 持廉：持(音读篆)、束、捆；廉，棱角，锋利。持廉，棱纹成束。
- 25 饵：牲畜的筋腱。意即色如筋腱。
- 26 昧：(音读脂)、粘，脂膏。
- 27 方：比方，等同。
- 28 简：筋条。
- 29 剥：郑玄注：“剥，疾也。”
- 30 敝之敝：指筋经治理，不再伸缩的状态。
- 31 测：漆清如见底。
- 32 沉：如在水中时色，光泽鲜明。
- 33 可以为良：全无瑕病。

凡为弓，冬析干而春液<sup>1</sup>角，夏治筋，秋合三材，寒奠体<sup>2</sup>，冰析濁<sup>3</sup>。冬析干则易，春液角则合<sup>4</sup>，夏治筋则不烦，秋合三材则合，寒奠体则张不流<sup>5</sup>，冰析濁则审环<sup>6</sup>，春被弦则一年之事。析干必伦<sup>7</sup>，析角无邪<sup>8</sup>，斲目必荼<sup>9</sup>。斲目不禁，则及其大修<sup>10</sup>也，筋代之受病。夫目也者必强，强者在内而摩其筋，夫筋之所由膾<sup>11</sup>，恒由此作，故角三液而干再液。厚其帑<sup>12</sup>则木坚，薄其帑则需<sup>13</sup>，是故厚其液而节<sup>14</sup>其帑。约之<sup>15</sup>，不皆约，疏数必侔<sup>16</sup>。斲挚必中<sup>17</sup>，胶之必均。斲挚不中，胶之不均，则及其大修也，角代之受病。夫怀胶于内而摩其角，夫角之所由挫，恒由此作。凡居角、长者以次需<sup>18</sup>。恒角<sup>19</sup>而短，是谓逆桡，引之则纵<sup>20</sup>，释之则不校<sup>21</sup>。恒角而达，譬如终继<sup>22</sup>，非弓之利也。今夫茭解<sup>23</sup>中有变焉，故校。于挺臂中有柵<sup>24</sup>焉，故剽。恒角而达，引如终继，非弓之利。挢<sup>25</sup>干欲孰于火而无羸<sup>26</sup>，挢角欲孰于火而无燐<sup>27</sup>，引筋欲尽而无伤其力，譬<sup>28</sup>胶欲孰而水火相得，然则居旱亦不动，居湿亦不动。苟有贱工，必因角干之湿以为之柔，善者在外，动者在内，虽善于外，必动于内，虽善亦弗可以良矣。

### 【提要】

此为“弓人”篇的第二节，概述冬、春、夏、秋季间对干、角、筋的不同加工要求并说明理由；详述制备弓干、弓角的技术要求和目的，指出违背要求的种种不良后果，批评“贱工”的作法。

### 【注释】

- 1 液：指浸泡。
- 2 寒奠体：寒，寒冬季节；奠（音读定），定；体，弓体。寒奠体，寒冬时节，把弓体置于正弓的弓檠（弓匣）内，以定弓体的外桡与内向之形。
- 3 冰析濁：濁（音读叫），涂漆。严寒时，松开弓体，细看弓漆，以此查弓体之形。
- 4 合：“洽”的假借字，意为湿润、和柔。
- 5 张不流：弓体从弓匣中取出，也不走样。
- 6 审环：审察漆痕是否形成环形。
- 7 伦：郑玄注：“顺其理也。”
- 8 无邪：不歪斜。
- 9 斫目必荼：目，弓干节目。荼（音读书），舒缓，缓慢。斲目必荼，意思是削除弓干节目，必须舒缓。
- 10 大修：长久。
- 11 膾：膾（音读搏），借字，指筋理绝起裂开。
- 12 契：契（音读如），弓干正中的衬木。
- 13 需：需（音读软），通“软”，柔软。
- 14 节：适当，适度。

- 15 约之：以丝、胶相次横缠之。
- 16 疏数必侔：数（音读促），密；侔，相等。疏数必侔，疏密一定要均匀。
- 17 斫革必中：郑玄注：“革之言致也，中犹均也。”“斫革必中”，指削治弓干要细致、均匀。
- 18 次需：次，至；需，软处，弓之曲处。次需，弓限部位，即弓末端与中央之间的弯曲部分。
- 19 恒角：角的全长。
- 20 纵：缓而无力。
- 21 校：意为疾。
- 22 譬如终继：继（音读泄），即弓檠，正弓护弓的匣子。“譬如终继”，犹如把弓放在弓匣子里一样。
- 23 芜解：芟（音读敲）解，郑玄注：“芟解，谓接中也。”弓檠与弓限相接处。
- 24 柄：柄（音读斧），弓中央人手把持的直臂两侧贴附的骨片。
- 25 搞：挾（音读绞）挟。
- 26 赢：过度。
- 27 燥：燂（音读钱），烤烂。
- “挾干欲孰于火而无赢，挾角欲孰于火而无燂”，意思是说，用火操弓干要恰到好处，不要过；用火操角要恰到好处，不要烤烂。
- 28 煮：即“煮”字。

凡为弓，方其峻<sup>1</sup>而高其树<sup>2</sup>，长其畏<sup>3</sup>而薄其敝<sup>4</sup>，宛<sup>5</sup>之无已应<sup>6</sup>。下树之弓，末<sup>7</sup>应将兴<sup>8</sup>，为树而发<sup>9</sup>，必动于纲<sup>10</sup>，弓而羽纲<sup>11</sup>，末应将发。弓有六材焉，维<sup>12</sup>干强之，张如流水。维体防<sup>13</sup>之，引之中叁<sup>14</sup>。维角堂<sup>15</sup>之，欲宛而无负弦<sup>16</sup>，引之如环，释之无失体，如环。材美，工巧，为之时，谓之叁均。角不胜<sup>17</sup>干，干不胜筋，谓之叁均。量其力，有三均<sup>18</sup>。均者三<sup>19</sup>，谓之九和。九和之弓，角与干权<sup>20</sup>，筋三侔<sup>21</sup>，胶三锷<sup>22</sup>，丝三邸<sup>23</sup>，漆三斛<sup>24</sup>。上工以有余，下工以不足。为天子之弓，合九而成规<sup>25</sup>；为诸侯之弓，合七而成规；大夫之弓，合五而成规；士之弓，合三而成规。弓长六尺有六寸，谓之上制，上士服之。弓长六尺有三寸，谓之中制，中士服之。弓长六尺，谓之下制，下士服之。

### 【提要】

此为“弓人”篇的第三节，文中指出弓部件箫、树、隈、敝的设计制作要求和可能产生的弊病；说明弓干强度的重要和保护弓体的必要；介绍“九和之弓”的“九和”之意，制作“九和之弓”所需用原料数量；规定天子、诸侯、大夫和士所用弓的形制以及上、中、下士所用弓的尺寸。

### 【注释】

- 1 峻：弓末之箫。
- 2 树：《四部备要》、《四部丛刊》本作“拊”。
- 3 长其畏：畏，弓隈。长其隈，即隈角要长。
- 4 敝：弓把处在弓里与干相附之角。
- 5 宛：屈曲，引申为引弓。
- 6 应：不疲软的意思。
- 7 末：弓末之箫。
- 8 兴：伤动。
- 9 发：枉曲的意思。
- 10 纲：隈与树相接之处。
- 11 羽纲：郑玄注：“羽，读为扈；扈，缓也。”
- 12 维：《四部备要》本作“虽”，《四部丛刊》本作“维”。
- 13 防：防止弓体变形。
- 14 引之中叁：意思是，拉开的弓弦至弓恰好三尺。
- 15 堂：堂（音读撑），支撑。
- 16 负弦：负，背。负弦，角与弦斜背。“维角堂之，欲宛而无负弦”，意思是，用角撑距增加力量，以在引弓时角与弦不斜背。
- 17 不胜：相得，相称。
- 18 三均：郑玄注：“假令弓力胜三石，引之中三尺，弛其弦，以绳缓擐之，每加一物一石，则张一尺。”“缓擐”，意思是，松松地套住，即绳无初拉力。今有学者认为，这是中国古代“力和变形成正比关系的记载”（参阅老亮：《中国古代材料力学史》第

- 20 页，国防科技大学出版社、1991年)。
- 19 均者三：即三个三均。
- 20 权：权衡，引申为相称。
- 21 侔：此为衡量名，数值不明。
- 22 镊：锊（音读略），郑玄注：“锊，锊也。”戴震以为此处“胶三锊”之“锊”是“锊”字之误。
- 23 邻：此为衡量名，数值不明。
- 24 斛：此为衡量名，数值不明。
- 25 合九而成规：九只规围成一个整圆，即每只弓的弧度是圆周的九分之一，相当于 $2\pi/9$ 。同理，合三而成规，即为 $2\pi/3$ 。

凡为弓，各因其君之躬<sup>1</sup>志虑<sup>2</sup>血气。丰肉而短<sup>3</sup>，宽缓以荼<sup>4</sup>，若是者为之危弓<sup>5</sup>，危弓为之安矢。骨直以立<sup>6</sup>，忿孰以奔<sup>7</sup>，若是者为之安弓，安弓为之危矢。其人安，其弓安，其矢安，则莫能以速中，且不深。其人危，其弓危，其矢危，则莫能以愿中<sup>8</sup>。往体<sup>9</sup>多，来体<sup>10</sup>寡，谓之夹曳之属，利射侯与弋<sup>11</sup>。往体寡，来体多，谓之王弓之属，利射革<sup>12</sup>与质<sup>13</sup>。往体、来体若一，谓之唐弓之属，利射深。大和无濶<sup>14</sup>，其次筋角皆有濶而深，其次有濶而疏，其次角无濶<sup>15</sup>。合濶若背手文<sup>16</sup>，角环濶，牛筋贲<sup>17</sup>濶，麋筋斥蠙<sup>18</sup>濶。和弓縠摩<sup>19</sup>。覆<sup>20</sup>之而角至，谓之句弓。覆之而干至，谓之侯弓。覆之而筋至，谓之深弓。

### 【提要】

此为“弓人”篇的第四节，文中指出制作弓箭应根据射手的体形、性格而区分组合，搭配不当就不能稳中目标；说明夹弓、曳弓、王弓、唐弓之类的弓形特征、性能和用途；介绍根据弓的漆痕来检验弓的质量；介绍判定良弓的依据。

### 【注释】

- 1 躬：身体。
- 2 志虑：人的精神因素。
- 3 丰肉而短：身材矮胖。
- 4 宽缓以荼：荼（音读舒），缓，通“舒”。宽缓以荼，性子慢动作迟缓。
- 5 危弓：郑玄注：“危，奔，犹疾也。”危弓，强劲、急疾之弓。
- 6 骨直以立：身材挺拔。
- 7 忿孰以奔：忿孰，火气大。忿孰以奔，性子急动作快速。
- 8 愿中：预想射中目标。
- 9 往体：指弓体外桡。
- 10 来体：指弓体内向。
- 11 戈：以绳系在箭上射。
- 12 革：甲与盾之类。
- 13 质：椹质，射箭用的木靶。
- 14 濶：濶（音读叫），涂漆，引申为漆痕。
- 15 角无濶：角中即限里无漆痕，其它部位有。
- 16 若背手文：如人手背过渡到手心的纹理。
- 17 贲：贲（音读坟），麻的种子。
- 18 斥蠙：同“尺蠙”。小青虫子。
- 19 和弓縠摩：縠（音读去），拂拭。郑玄注：“和，犹调也。縠，拂也，将用弓，必先调之拂之摩之。”
- 20 覆：审察。

# 《考工记》图释

《考工记》自成书，一直有文无图。随年代隔远，初学者仅凭文字理解名物，深感不便。及至清代，戴震知难而进，创造性地为《考工记》配图，借助形象解释，非常有益于理解。然而，戴震对先秦名物多未亲见，仅凭想象描绘，难免有失准确，甚至产生谬误。

20世纪30年代以来，科学的考古发掘，使大量的先秦器物重现天日，这提供了有利的条件，以使研究者为《考工记》配绘新图。80年代，闻人军积极探索，做出“新考工记图”（见《考工记导读》）。

笔者受闻人军著述的启发，进一步研究，选择和扩充器物图，并结合理论分析，以反映《考工记》研究的新水平。诚如闻人军所言：“毫无疑义，若干年后，将会有更好更新的材料来修订和充实本书之图。”笔者深信此语适用于自己，当然也有后继者。

以下是据《考工记》主要内容的新图释。

## 天时地气

（参见《考工记·叙》）

《考工记》说：“天有时，地有气，材有美，工有巧，合此四者然后可以为良。”这段述文可认为是中国古代技术传统中一个深刻的造物原则或价值标准。

所谓“天时”、“地气”，是指自然方面的客观因素。《考工记》指出：“天有时以生，有时以杀；草木有时以生，有时以死；石有时以泐；水有时以凝，有时以泽。此天时也。”意思是说，天有时助万物生长，有时使万物凋零；草木有时欣欣向荣，有时枯萎败落；石头有时顺其脉理而解裂；水有时凝固，有时化为雨露。这些都是天时。这里，清楚地表明了对不依赖人的意志为转移的自然规律的一定认识。

《考工记》又指出：“橘逾淮而北为枳，鶡鶡不逾济，貉逾汶则死，此地气然也。郑之刀，宋之斤，鲁之削，吴粤（越）之剑，迁乎其地而弗能为良，地气然也。”从现代科学角度分析，“地气”包括地理、地质、生态环境等多种客观因素。地理环境不同，会影响动、植物的生存或变异，各地矿物成分

不同，水中微量元素的差别，也会造成金属制品的组织和热处理质量的差异。这些正是形成品牌的郑国刀、宋国斤、鲁国削、吴越之剑的内在原因。

在顺应“天时”、“地气”的前提下，《考工记》强调“材美”与“工巧”。所谓“材美”，是肯定人对材料质地品性的选择性，要求工匠根据实际需要去主动地体认材料的美(包含物理、化学性质)，而“工巧”，就更多地是对人的创造才能的肯定。



图1 商代晚期铜刀（通长22.2厘米）

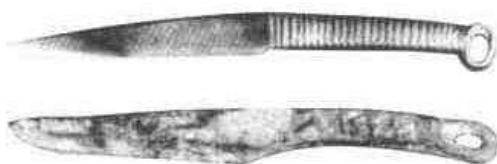


图2 春秋早期铜刀



图3 春秋铜斧（长25厘米，刃宽22厘米，重3.5千克）



图4 春秋铜削



图5-1 吴越之剑局部（长66.6厘米，宽5厘米）

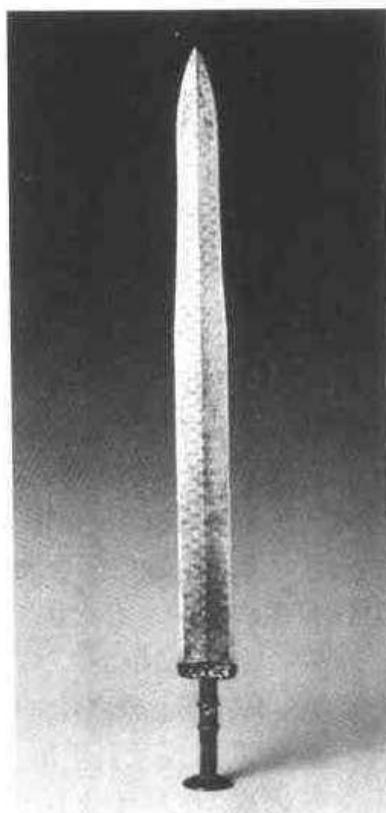


图5-2 吴越之剑

该剑1965年出土于湖北江陵楚墓，与著名的越王勾践剑被同时发现。它与勾践剑非常相似，剑刃锋利，剑身布满菱形暗纹，惟一的差别在于没有铭文。

春秋晚期，吴越之剑称名天下，其设计科学，剑锋犀利，剑相高贵。《考工记·叙》说：“吴粤（越）之金锡，此材之美也。”“天时”、“地气”、金锡材美，再加上铸剑匠师的技巧，于是便有吴越之剑的出类拔萃。

出土所见吴越青铜剑，展现了诸多特异现象和精湛技艺，其中双色剑（剑体两色，剑脊呈红黄色、两刃呈黄白色）、剑身菱形暗格纹、剑首薄壁同心圆的制作技术，堪称吴越青铜兵器技术的“三绝”。

近年，上海博物馆的冶金史专家与有关单位的专家合作，对吴越之剑“三绝”进行了认真的实验分析和研究，取得了突破性成果。

关于菱形暗格纹，课题组在对多种工艺进行模拟实验筛选后确认，用金属膏剂涂层处理工艺形成的表面细晶区，其成分和组织都能与吴越剑相符，很可能就是东周吴越青铜剑表面菱形暗格纹饰的形成方法（参阅谭德睿等：东周铜兵器菱形纹饰技术研究，《考古学报》2000年第1期）。

金属膏剂涂层工艺是一项表面合金化工艺，涉及到合金成分、扩散、传热、结晶等在内的复杂的高温化学反应过程，早在2500多年前吴越铸剑匠师通过反复实践，创造并掌握了这项工艺，不能不令人叹服。

## 聚工制车

（参见《考工记》“轮人”、“辀人”）

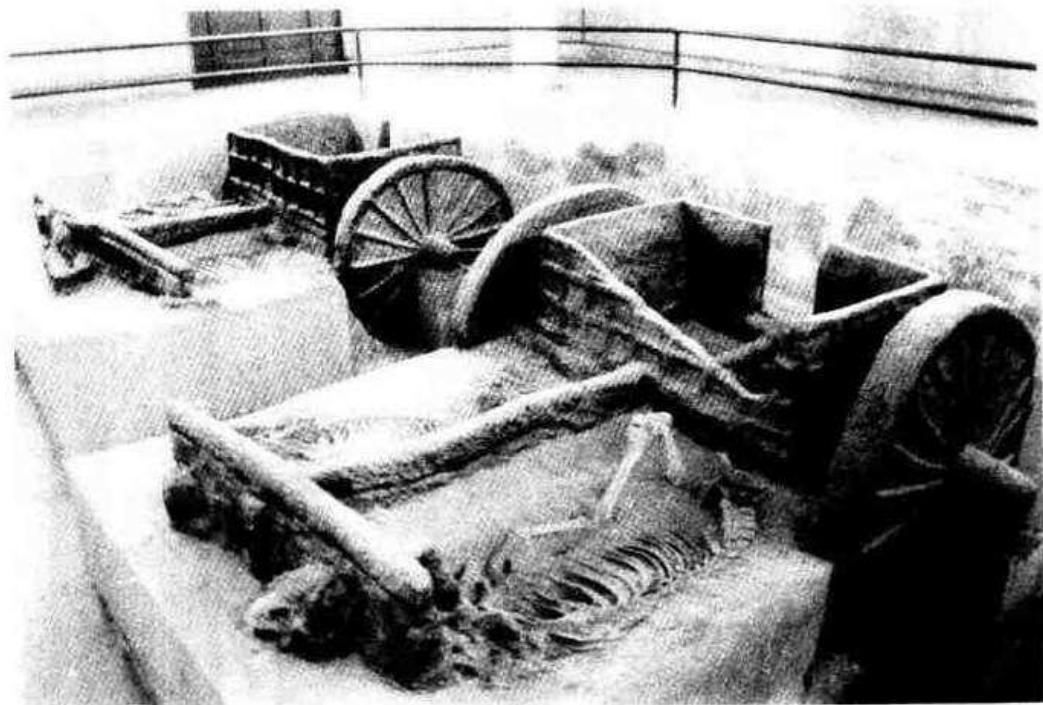


图6 殷墟车马坑

中国是世界上最早使用车的国家之一。中国最早的车创始于何时，文献记载不一。有说是“黄帝造车”，有说是“奚仲造车”。说法有别，但都可追溯制车到夏代。有外国学者认为，两河流域文明早于中国数千年，中国早期的车，是由西亚地区传入的。西亚与中国之间，车的制作到底有无联系，目前尚缺乏确凿证据。

近年考古发现商代早期的车辙印，证明双轮车在商代早期已在城市中使用。在商代中、晚期的文化遗址中，迄今已发现数十处车的遗迹。

“车”的甲骨文、金文可同考古发掘的商周古车遗迹互相印证。可知当时的车子一般为双轮，车厢呈长方形或方形，车为独辕，辕前设横木，称之为“衡”，两侧设人字形轭，系驾马用。

甲骨文“车”字：



金文“车”字：



春秋时期，车已是重要的交通运输工具和作战装备，车的生产也成为当时手工业生产中的重要部门。直接制车和间接相关的工种很多，正于此，《考工记》说“一器而聚工多焉，车为多”。《考工记》中详细记载了车的分类、制作规范和检验标准。由书中记载并结合出土古车和画像等资料，可了解中国先秦时代车辆制造的技术水平。

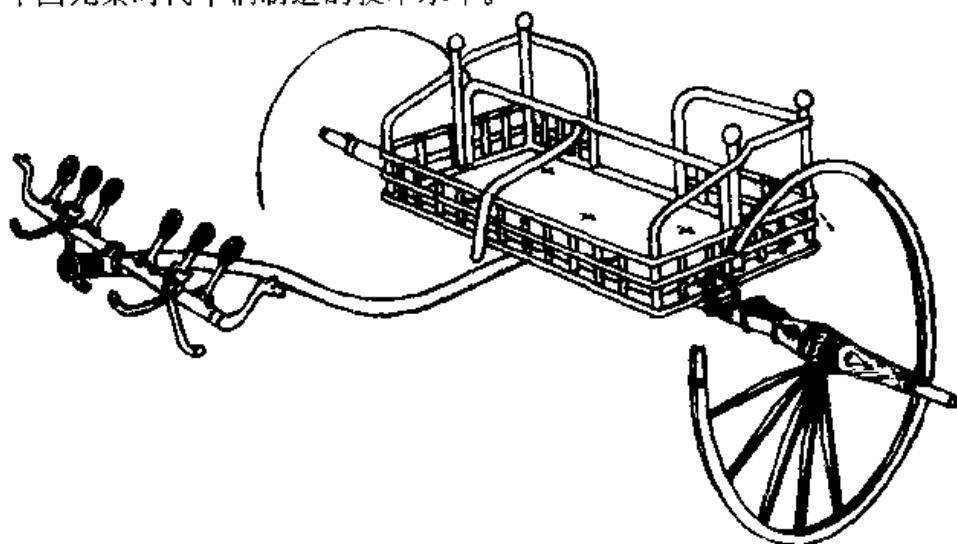


图 7 先秦独辀车形制

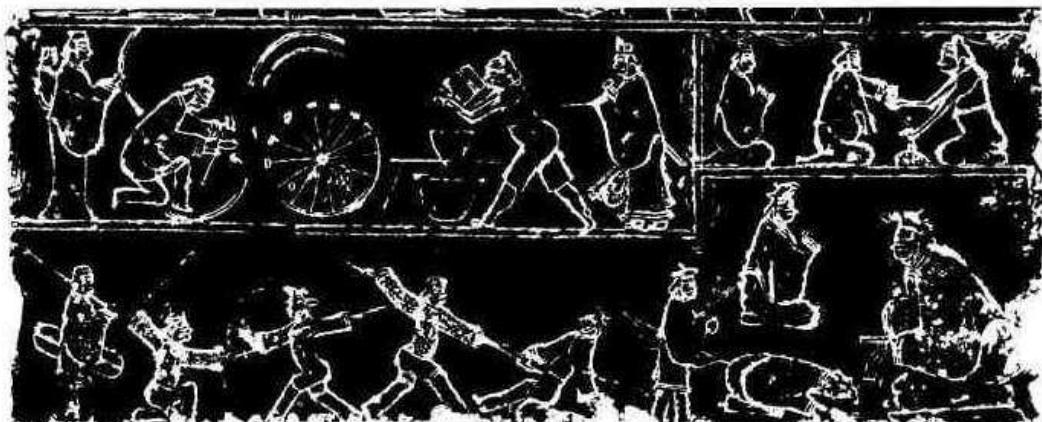


图8 汉代制作车轮画像石

从画像中可看出，轮牙（亦称辐）是用三木拼成。古代技术大都有继承性，汉代制轮技术应是从春秋时代延传下来。轮牙各木的接缝处装铜牙籀，其上有孔，以细皮条穿缚，以使牙木互相接牢。

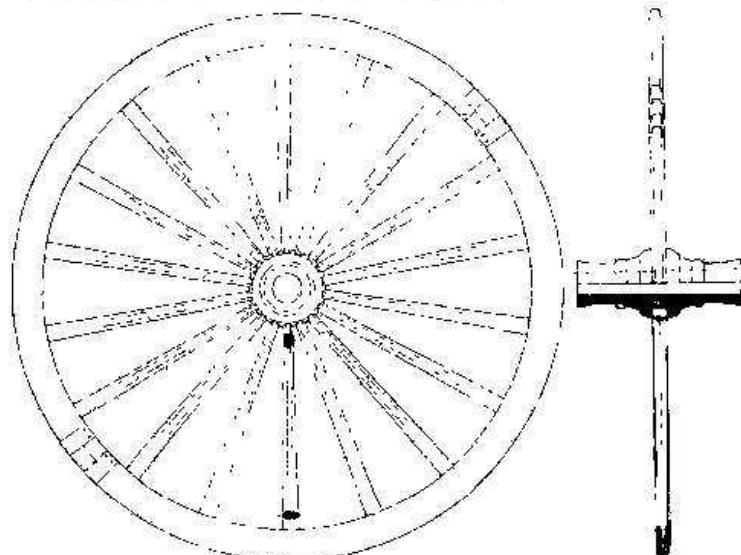


图9 河南浚县辛村出土西周车轮复原图

轮径136厘米 轮毂长11厘米，辐条16根。复原图显示，轮牙间接缝是利用一种企口形式。

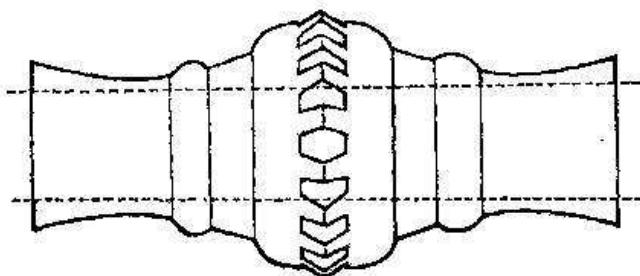


图10 河南浚县辛村出土西周车轮毂接辐部

《考工记·轮人》说：“眡其绠，欲其蚤之正也”。在河南辉县出土的第16号战国车上，蚤（辐插入牙一端的榫）、蔚（辐插入毂一端的榫）都是偏榫，各辐装好后都向毂偏斜，从外侧看，整个轮子形成一个中凹的浅盘状（见图说11）此种装辐法应即《考工记》所称的轮绠。这是一种符合力学原理的装置方法，可是因为其制作费工，并非所有车辆都采用轮绠装置。

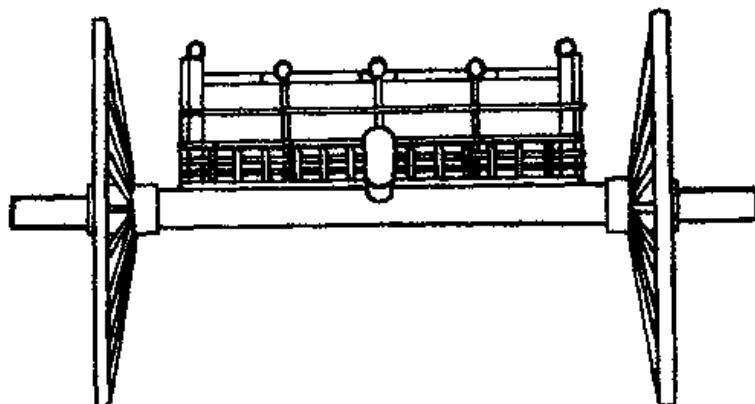


图11 辉县出土战国车中的轮绠装置

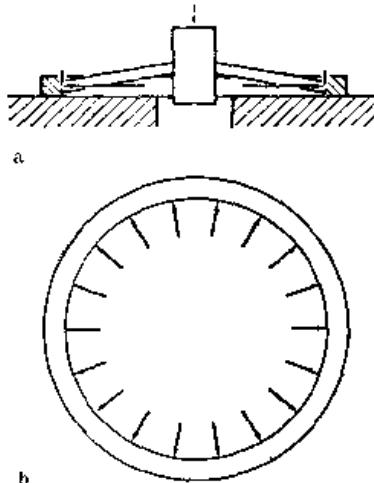


图12 轮绠装置受力示意图

- a. 如果轴向力作用于采用轮绠装置的轮毂，輶辐便对轮缘施加径向力。
- b. 径向力平均分布在轮缘上，产生一种“内压力”。

为了避风遮阳，古代车箱上设车盖。商代车上尚未见此物，出土所见春秋时期的车盖，制作得则已相当考究了。盖一般为伞形，其柄叫做杠。柄的顶端膨大，叫做部，也叫盖斗。杠斗凿出榫眼以装盖弓。盖弓中部和尾部常有小孔，以备穿绳将各条弓牵连起来，其上再蒙上盖帷。按《考工记》的说法（也见《大戴礼记·保傅》篇），盖弓应有二十八根，以象征二十八宿。实际出土所见春秋战国车盖上的盖弓，要少得多。这是因为，如果盖斗设二十八个榫眼，则每个榫眼之间就不到1厘米的间隔。这不仅要求较高的木工工

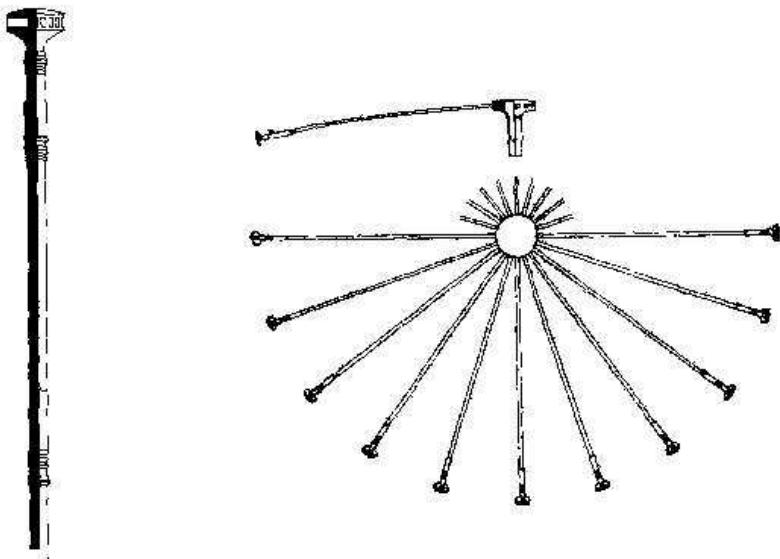


图13 盖斗和利益札  
湖北江陵藤店出土分成三截的盖斗

图14 盖弓装置示意图

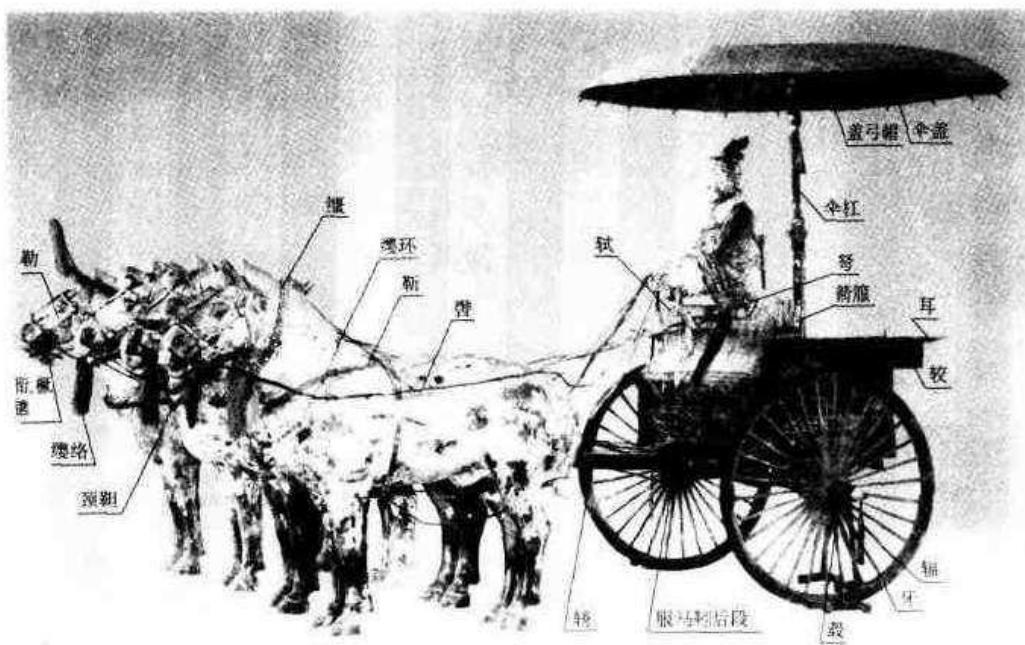


图15 秦始皇陵一号铜车马

艺，而且对盖斗的材质也有较高的要求，否则盖斗很容易破碎（参阅后德俊：“楚文物与《考工记》的对照研究”，《中国科技史料》1996年第1期）。

1980年在秦始皇陵封土西侧的一陪葬坑内，发掘出了两乘大型彩绘铜车马。两乘铜车马的大小约相当于真车的三分之一，是仿照秦始皇生前出游的仪仗车制作，其造型准确，驾具完备，结构清晰，制作工艺精细，连一些细小之处也形象逼真。铜车马是研究古代车制及制作工艺的珍贵实物资料，它印证了《考工记》中的若干记载，同时也为不详之处提供了参考物证。

## 炼火攻金

(参见《考工记·攻金》)

先秦时期的“金”多指“青铜”。“青铜”系铜与锡的合金(也含有少量铅)，因器物颜色常现青绿而得名，它与铜锌合金的“黄铜”器物颜色明显区别。

夏代以前，先民熔炼过黄铜，铸造过一些小型器物。经过长期的生产实践，先民逐步掌握了区别矿石的知识，加上对炉温的控制，有效地得到红铜、青铜。

商代时青铜铸造已很发达，出土所见商代大量精美的青铜器，令人赞叹惊异。春秋时期青铜铸造技术进一步发展，尤其是到春秋晚期，一系列新的工艺成果将青铜铸造推向了新的高度。

据冶金史学者的研究知道，古人通过长期的实践摸索，把铜、锡、铅所占的比例适当调配，使青铜合金的性能符合所铸器物的要求。商代前期，铜的含量偏高，约在90%以上。到商代后期，青铜器中锡、铅的含量有了显著的提高。如商司母戊鼎，含铜84.77%，锡11.64%，铅2.79%。专家对大量的商代青铜器取样分析，结果表明，商代冶金工匠已能根据各种器具的不同用途，选择铜、锡、铅的不同比例。

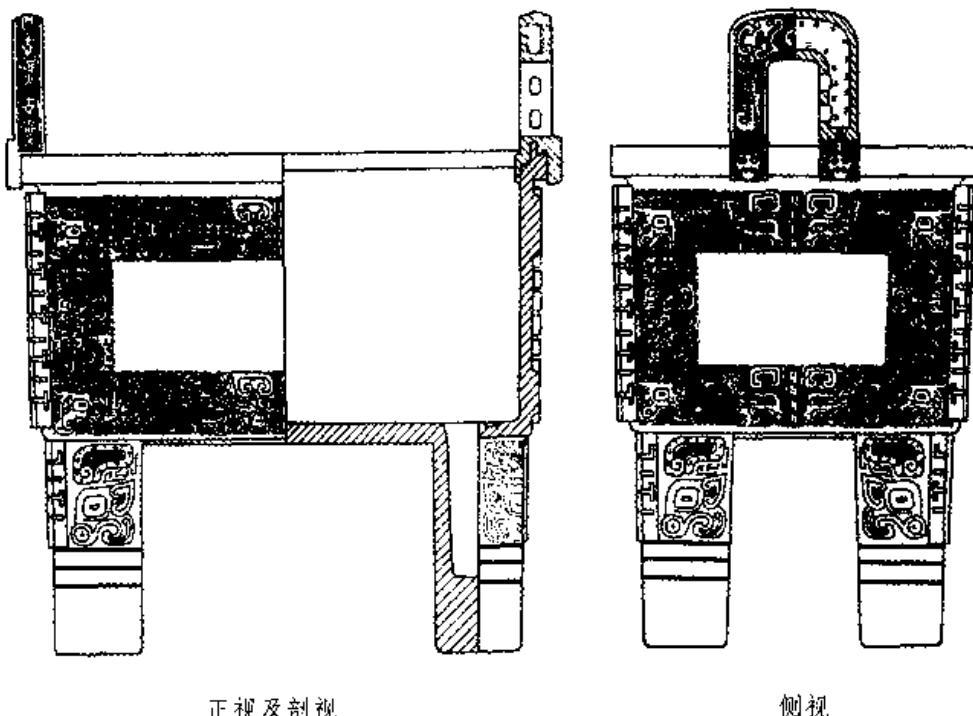


图 16 司母戊鼎  
(通高 133 厘米，重 835 千克，该鼎是中国现存最大的商代青铜器。)



图17 西周大克鼎  
(通高91.1厘米，口径37.8厘米，重201.9千克)

正是在商周青铜铸造技术十分成熟的基础上，形成了《考工记》中“金有六齐”这段世界上最早的青铜合金配制法则。

《考工记》说：“六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金、锡半，谓之鉴燧之齐。”

从现代合金知识来看，一般青铜含锡量 $17\% \sim 20\%$ 最为坚利，“六齐”中的斧斤和戈戟之齐约与此相当。大刃和削、杀矢要求锋利，即更高的硬度，含锡量相应增加，但韧度不及斧斤和戈戟。“六齐”中把钟鼎之类含锡量定为14.3%左右（按铜六份锡一份理解），曾侯乙墓编钟的复制研究表明，当锡含量在14%左右，铅含量在 $2\% \sim 4\%$ 之间时，乐钟的机械、工艺和声学综合性能最优。



图18 曾侯乙编钟中层甬钟



图19 战国戈  
(内上铸有“楚金”二字)

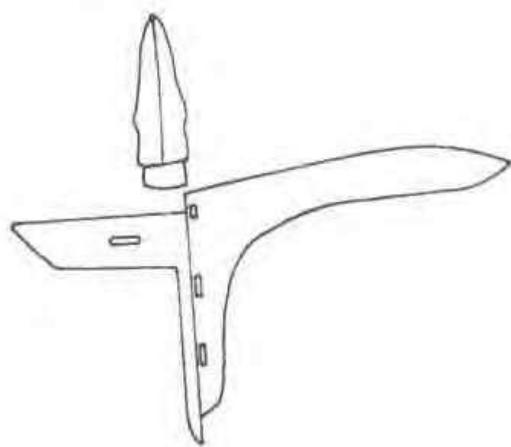


图20 戟  
(戈通长26.2厘米，刺通长9.3厘米)



图21 戟  
(由左至右：有刺三戈戟、三戈戟、双戈戟)



图22 春秋剑



图23 春秋铜矛、铜戟



图24 齐刀币

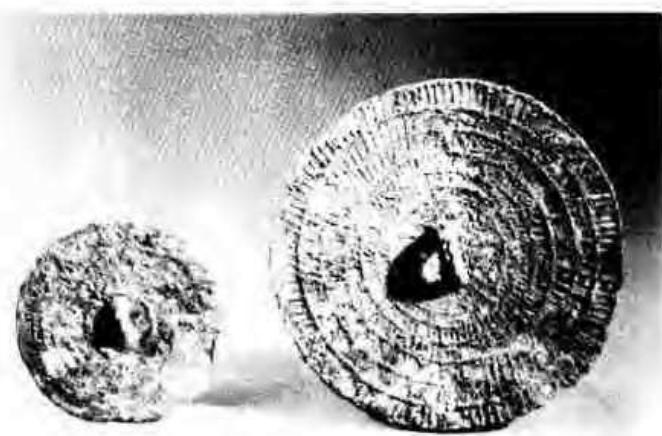


图25 商晚期铜镜

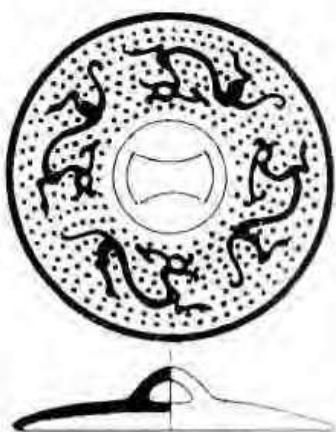


图26 阳燧



图27 羽状纹地四叶纹铜镜 (单面)



图28 齐量（高6.1厘米，口径8.1厘米），此器一升。

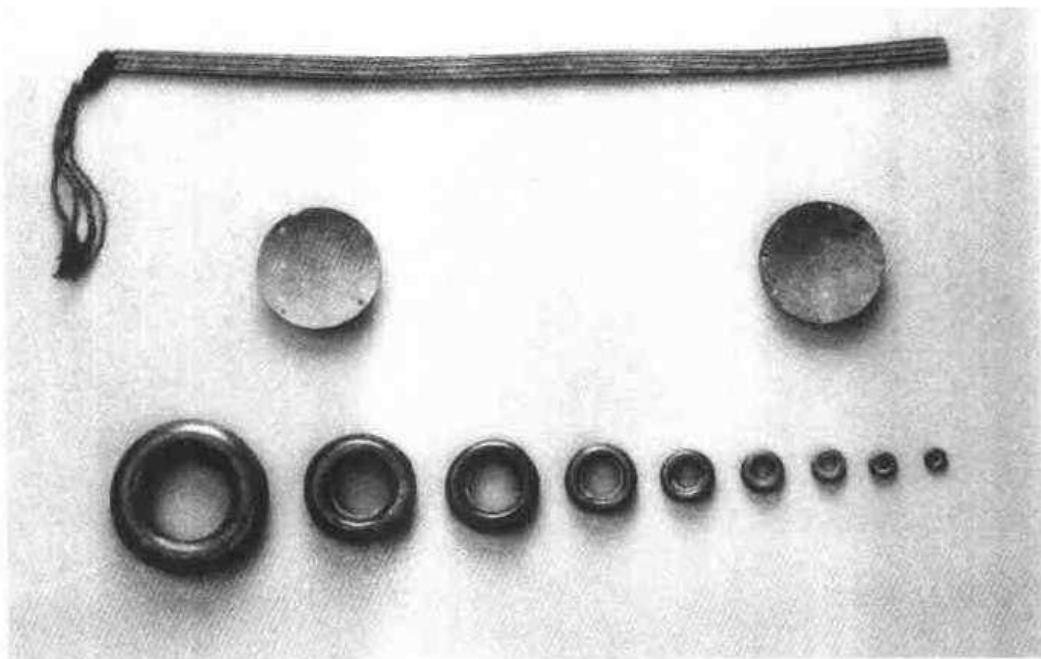


图29 战国天平（长26.6厘米，盘径3.9厘米）

戟的特点在于有“枝兵”。戈矛结合是有枝兵，两戈、三戈结合也是有枝兵（参见图21）。

青铜的颜色随含锡量的增加由黄变白，硬度也随之增加。鉴、燧的正面要研磨、抛光，呈灰白色，不怕刚脆，故含锡量最高。然而，战国铜镜的实际成分与《考工记》记载的比例不符，锡含量明显偏低。

总的说来，先秦青铜器化学成分的分析结果比较复杂，有的与“六齐”符合较好，有的存在较大偏差。很可能是，六种配比规则只是对冶铸经验认识的一个形式化归纳总结。

## 函人为甲

(参见《考工记·函人》)

伴随着原始社会私有制和阶级的出现，战争也随之产生。为了有效地抵御对方的进攻，自然需要有护身装备，于是就有了甲。

早期甲的形制多为整片兽皮（也有用藤条等材料），穿着行动不便，古人不断摸索改进，按照护卫的身体部位的不同，将皮革裁制成大小不同的革片，然后再连缀成甲。

《考工记》记载反映出，到周代时对制作人甲穿着的合体、防护的有效已形成严格的规范。《考工记·函人》指出：“凡为甲，必先为容（模），然后制革。”考古发现和复原实验证实了这一点。

1978年湖北随县曾侯乙墓出土了数十具人甲、马甲。虽然组联的丝带已朽，但不少皮甲的甲片还基本上保持原来的位置，经揭剥复原，清理出12领较完整的皮甲。文物工作者根据复原皮甲胄进行了制作实验，制成了曾侯乙墓皮甲胄原大复原模型，进而探讨了当时的皮甲胄制作技术。复原的情况表明，当时的甲胄片必然是模压成型的。最初设计甲胄的时候，先要做个与实体大小相当的模型，每种甲片压制成形需要有个体模型和专用的模具。



图30 春秋皮甲片（长15厘米，宽14厘米）



图31 曾侯乙墓皮甲胄复原模型（正面）

图32 曾侯乙墓皮甲胄复原模型  
(侧面)



图 33 曾侯乙墓皮甲胄复原示意图

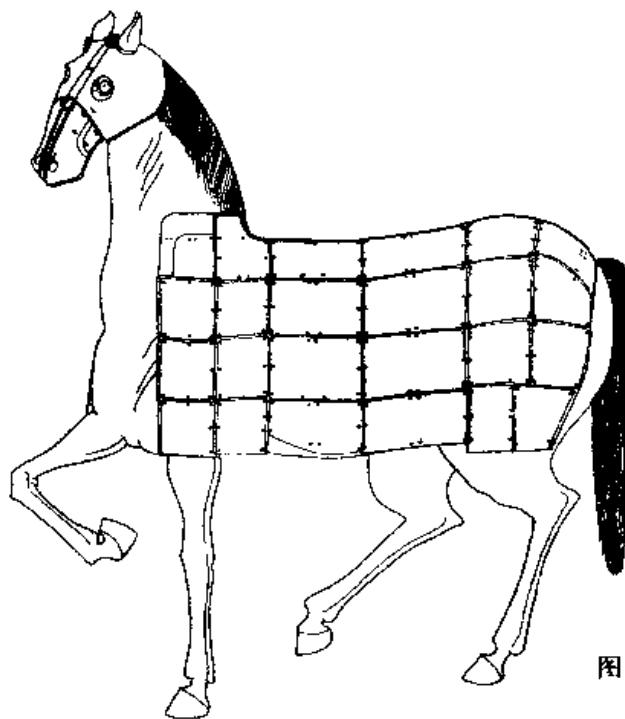


图 34 战国马甲

以曾侯乙墓三号甲为典型标本分析，全甲由身甲、甲裙和甲袖三部分组成。身甲由胸甲、背甲、肩片、肋片共计 20 片甲片编成。身甲的上口接编竖起的高领，下缘接缀甲裙，两肩连缀双袖（见图 32）。两只甲裙左右对称，各由 13 列 52 片甲片编成，每列横连成 4 片，由于甲片均有一定弧度，编联后构成下面不封口的环形，甲片成上大下小可以伸缩的袖筒。

《考工记》中没有关于马甲的记载，而出土实物表明，周代已有马甲的制作，马甲的革片设计也十分合理。

## 玉人玉作

(参见《考工记·玉人》)

世界各地的先民几乎都曾以石制作工具，也以“玉”制作装饰品。然而，世界上没有一个民族像中华民族一样，在长期的生活中对玉器产生如此深厚的感情，对玉器的质地、色泽加以颂扬，将玉器广泛地用于装饰、祭祀、典礼等方面，进而赋予道德含义，形成了一系列关于玉器的独特观念。中国各地的新石器时代文化遗址都出土有玉或石制的工具、饰物和祭器。虽然当时还是玉石不分或玉石难分，但是璧、琮的出现表明，围绕着玉器很早就产生了特殊的文化观念。

经夏商到周代，玉器在中国被赋予了社会、政治、道德的多种性格，而且与典章制度相结合，整个统治阶级以至全社会都对玉器表现了特殊的重视。

《周礼》有“六瑞”之说，指璧、琮、圭、璋、璜、琥六种玉器，前四种被认为是“六瑞”的核心，在《考工记·玉人》中都有记载。璧、琮在夏以前就已出现，圭、璋的出现较晚，但不迟于商代，这已为考古发现所证实。

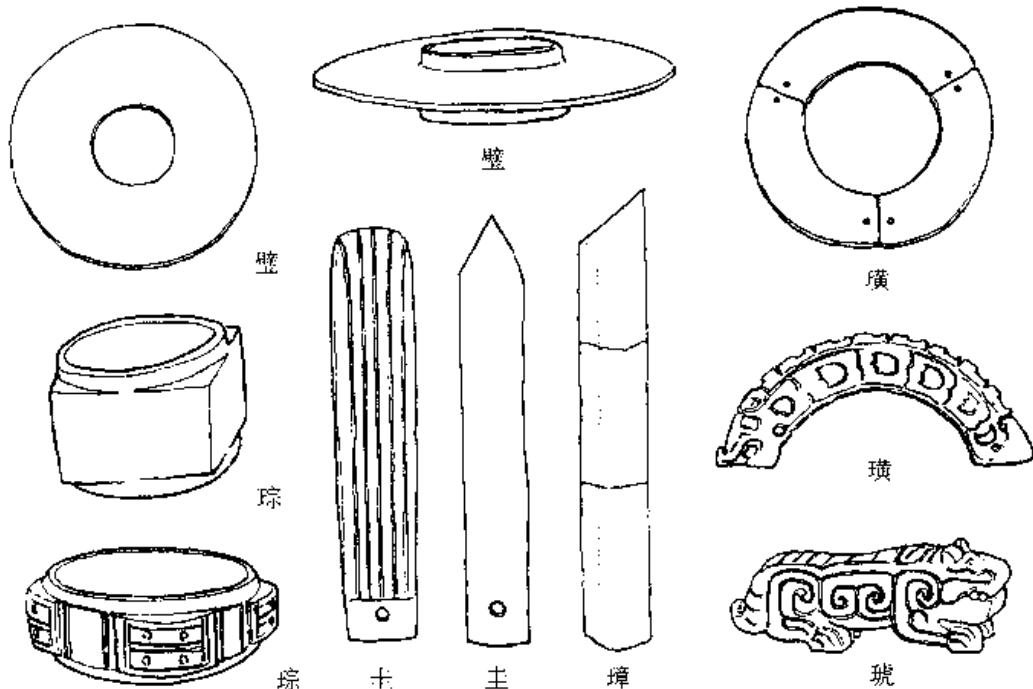


图35 六瑞玉

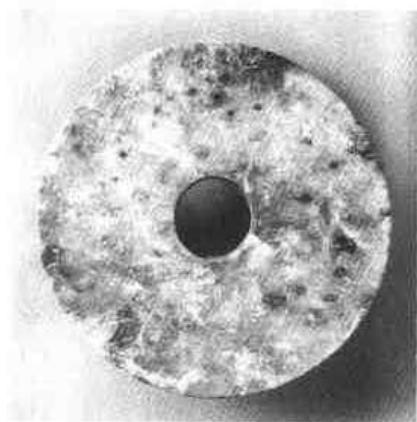


图36 良渚文化玉璧 (径17厘米。  
良渚文化，约公元前2900~前  
2100年)



图37 良渚文化玉琮 (高5.1厘米，边宽3.2厘米，  
上孔径1.3厘米，下孔径1.2厘米)



图38 良渚文化玉琮 (高18.8厘米，  
上孔径5.8厘米，下孔径5.9厘米)

此件玉琮是良渚文化形式多样的  
玉琮中一件佼佼者。

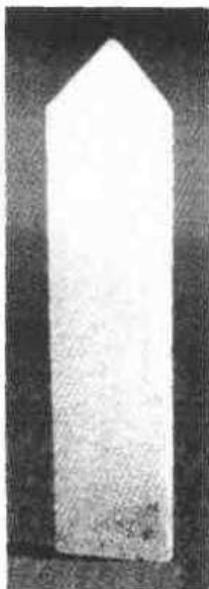


图39 春秋玉圭  
(长24.8厘米)

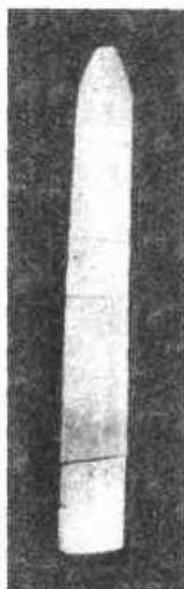


图41 石圭  
(长23.2厘米)



图40 西周玉璋  
(长56.1厘米，厚约0.4厘米)

## 铸钟磬

(参)《考工记》“鳬氏”、“磬氏”)

按《考工记》记载,“鳬氏”负责铸钟,“磬氏”负责制磬。

中国古代的钟起源很早,其前身是陶制铃。陶铃的音高不定,后来没有再发展。

随着青铜冶炼的出现,开始有了铜铃。铜铃有固定音高,能发出清越嘹亮的乐音。考古发现距今4000多年前的铜铃,铃有纽,顶部有孔,可悬垂铃铛。值得注意的是,铃体是扁圆形的,形体虽小,已有日后编钟的雏形,这与欧洲古代圆形乐钟有质的区别。

在铜铃的基础上发展起来,其特点是甬端透空,体短、扁圆形,曲于(钟唇),形体比铃大。最早的成组编排的乐钟是编铙,一般是三件一组,也有五件一组的。



图42 陶铃 (仿制品)



图43 商晚期云纹铜铙

◆ 考工记·图释

到西周中期,编铙进一步发展成为编钟。编钟俗称“甬钟”,其最大特点就是椭圆形壳体(形似合瓦)。编钟分纽钟、镈钟和甬钟,其中甬钟形制最复杂、铸造技术最高超。从西周中期到春秋中期,甬钟形制逐渐完备,花纹日趋繁缛,工艺相应改进和完善。《考工记·鳩氏为钟》的文字记载的正是甬钟,其内容是有关甬钟的部位名称、尺度比例、钟之特征及声学效果。

关于甬钟的部位名称,《考工记》说:“鳩氏为钟。两槷谓之铣,铣间谓之于,于上谓之鼓,鼓上谓之钲,钲上谓之舞,舞上谓之甬,甬上谓之衡,钟县谓之旋,旋虫谓之斡,仲带谓之篆,篆间谓之枚,枚谓之景,于上之撝谓之隧。”

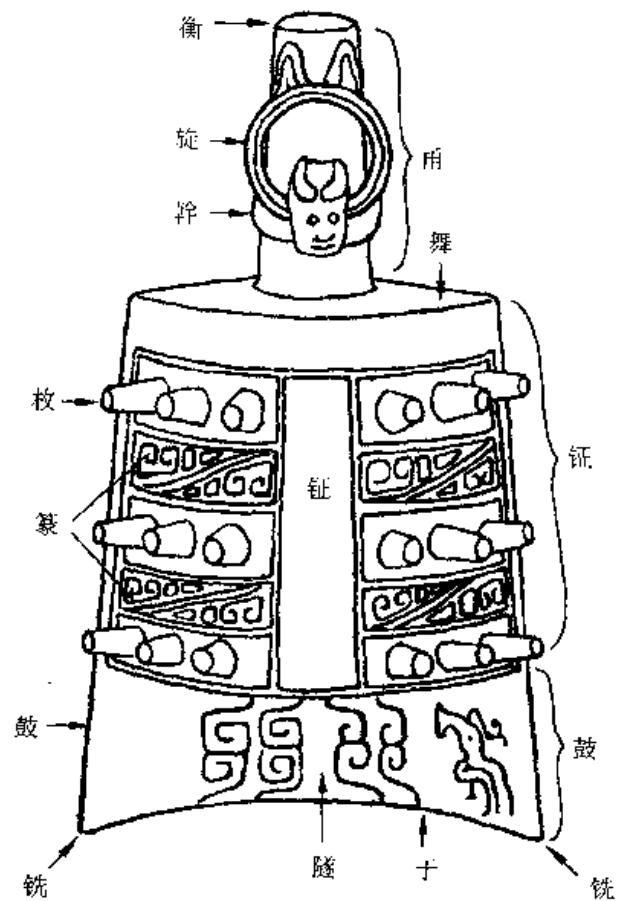


图 44 青钟各部位名称图

编钟与圆形钟的声音有极大差别。圆形钟的声音悠扬长久，其谐音不易消失，因而不能作为乐器用。而编钟特有的形状与结构，造成它独特的发声情形，可作为乐器，供演奏之用。



图 45 曾侯乙墓鸳鸯盒上的青钟形象

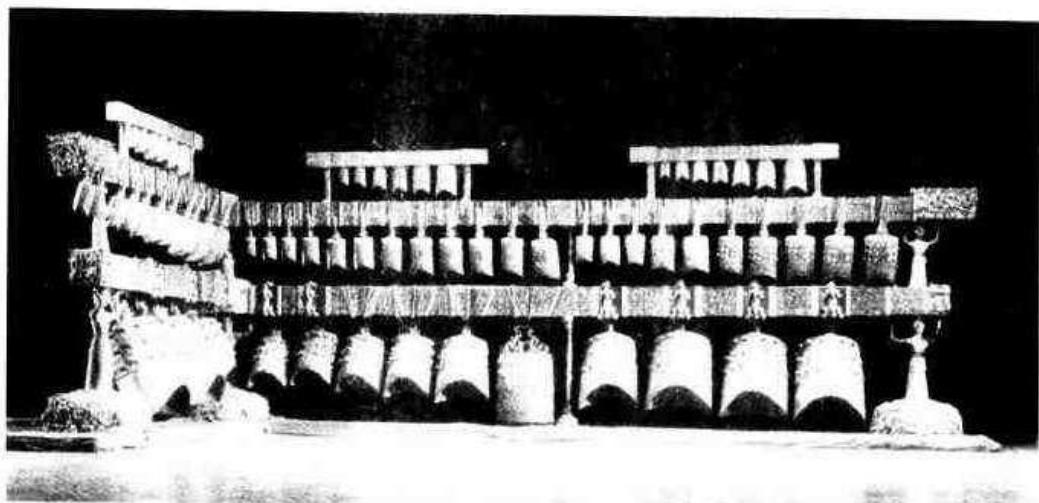


图46 曾侯乙墓编钟，标志着中国古代编钟发展的高峰



图47 曾侯乙墓钟虡铜人

磬为中国古代的打击乐器，以玉或石制作。发清越之声，演奏常与编钟相配，故有“金声玉振”之说。

早期的磬只有一个人致的形状，没有固定音高。后来制作逐渐规范，通过不同尺寸和成形后打磨、火调整音高。磬在发展中形制也有演变，商代的磬上作弧形，下近直线，西周时开始出现上作倨句形，下作弧形的磬，这种磬后来盛行于战国，延续到汉代。战国时期的磬在彩饰上也非常讲究。

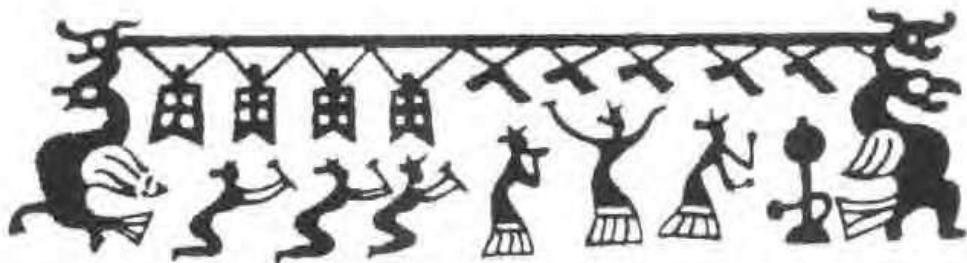


图48 战国青铜器上的钟磬乐舞形象



图49 新石器时代晚期石磬  
(长66.8厘米、宽28.6厘米)



图50 商代石磬  
(长84厘米、宽42厘米、厚2.5厘米)



图51-1 战国彩绘石磬



图51-2 战国彩绘石磬

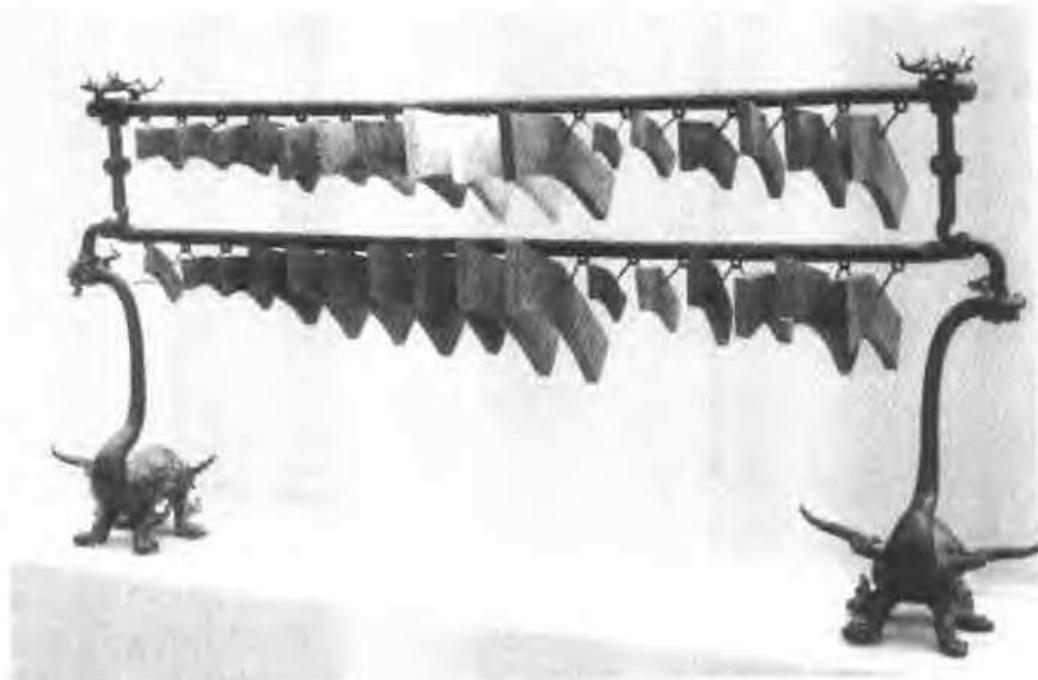


图52 曾侯乙墓编磬(青铜磬架为原件, 石磬块为复原件)

图 51—2 所示石磬用精练的手法勾画出凤的形象。凤昂首曲颈，冠上的羽毛大胆夸张、任意延伸，足向前作抓物状，展翅垂尾。凤的两旁，都用两组羽毛图案加以衬托，使凤的秀劲生动形象更为突出。

曾侯乙墓编磬磬块 32 件，由石灰岩、大理岩石料磨制而成。它们形制相同，大小各异，均上呈倨句，下作微弧上收。重新复原的编磬能演奏出美妙的音乐。

## 凝土成器

(参见《考工记》“陶人”、“旅人”)

大约一万多年以前，先人发现，黏土经过火烧烤，容易变硬变实，而事先做成一定形状的黏土，火烧烤后形状会固定。这些现象使先人受到启发，从而有意识地制作不同形状的黏土器物。

早期的陶器采用手工制作，有捏塑法、泥条盘制法等。后来人们发明了轮制法，使用陶轮制作陶器。陶轮是一个装有直立转轴的圆盘工作台，坯料放在台上，当陶轮转动时，用手捏或工具使陶土成形，并使坯面光洁。



图 53 泥条盘制示意图



图 54 转轮制陶示意图

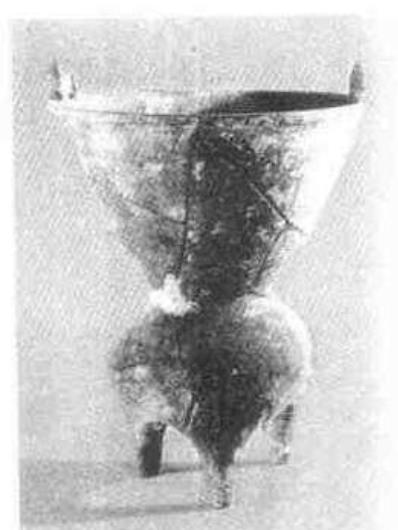


图 55 商陶甑

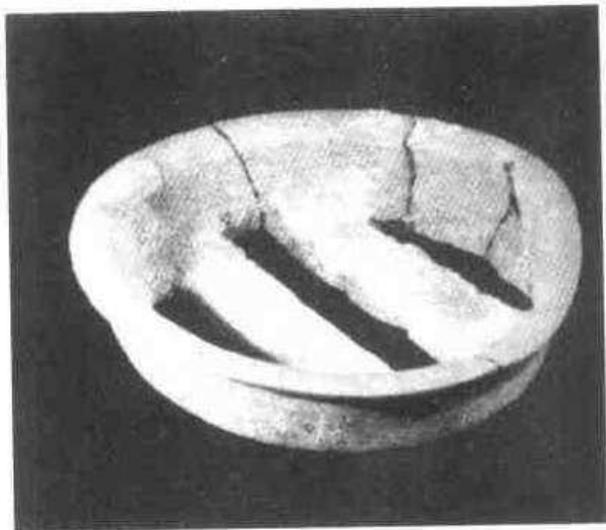


图 56 大河文化陶甑（约公元前3000年）

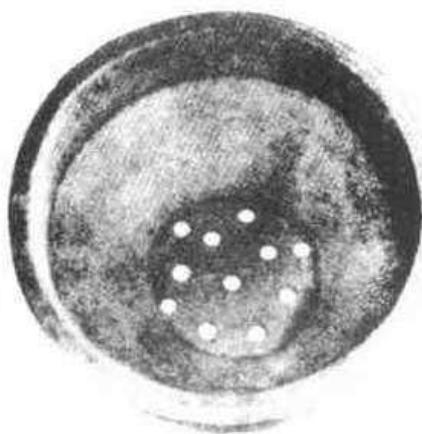


图 57 战国陶甑



图 58 陶鬲

商周时期，手工业的进步，使陶器的生产组织和技术都形成一定规模。考古发现商代制陶工场，大的有十几座陶窑，出土陶器种类繁多。

《考工记》记载的陶器相对来说较简略，主要器物有甑、盆、甑、鬲、簋、豆等。

甑是中层有孔（形似后来的箅子）的炊器，分两层，上形同甑，下形同鬲。其起源于新石器时代早期。

甑为炊器，底部有许多小孔，透蒸汽，置于鬲上蒸煮，如同后世的蒸笼。

鬲为炊器，用于煮流质食物。其起源于新石器时代早期。其形似鼎，商周时的陶鬲大多无耳，三足肥大、中空。

簋是盛食器，形状方圆不一。

豆是盛食器，形似高脚盘。多以木制或陶制。

《考工记》中有关陶器制作的工匠有“陶人”和“施人”两种，限于文献资料，“施人”难考其实，可能分工制作原始瓷或在陶器上施彩。



图 59 春秋陶簋（高 16 厘米，口径 16.2 厘米），其造型简朴，素面无纹饰。

图 60 西周原始瓷豆  
(高 7.9 厘米，口径 15.4 厘米)

瓷器是在白陶和印纹硬陶的基础上发展起来的。早在商周时期就出现了原始瓷器，因釉料中含铁，故烧成后呈青色。春秋时期，原始青瓷主要出产于黄河和长江中下游地区。



图 61 战国彩绘陶豆  
(高 11.7 厘米，口径 16 厘米)，其上饰云雷纹和折线纹。

## 庐人为庐

(参见《考工记·庐人》)

庐，指矛、戈、戟、殳等长兵器的柄。庐人，即指制作长兵器柄的工匠。长兵器是随着古代战争的需要逐渐发展起来，春秋时期车战盛行，大量需要有效攻击对方的长柄兵器。

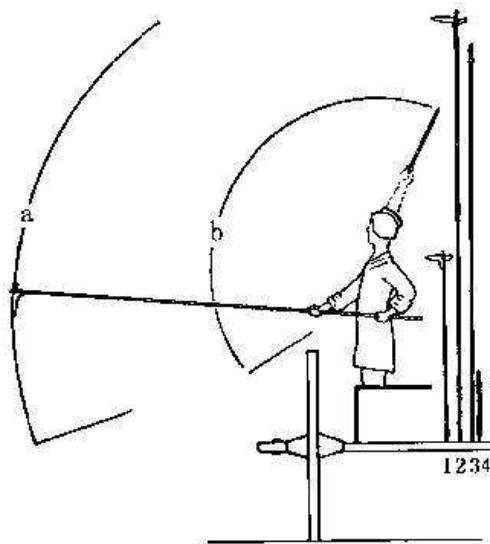


图62 车战中兵上挥戈、挥剑所及范围示意图（杨泓绘）

a、挥戈所及范围； b、挥剑所及范围

图中武器长度采自长沙浏城桥一号春秋墓出土的标本

1、短戈（长1.4米）；2、长戈（长3.14米）；3、矛（长2.97米）；4、剑（长0.5米）

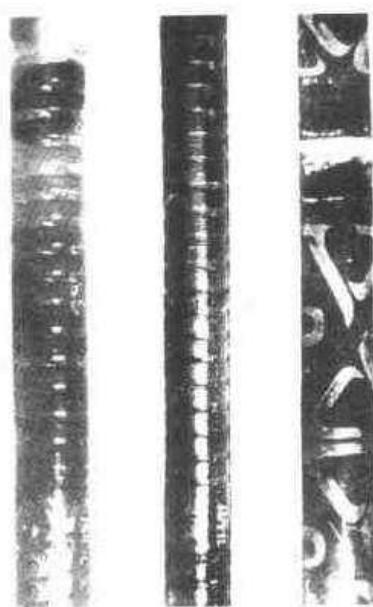


图63 庐器

从左至右：藤矛柄（全长280厘米，径2.4厘米）；积竹戈柄（全长310厘米，断面长3.2厘米，宽2.5厘米）；竹节形木柄（全长91厘米，断面长2.1厘米）

长柄兵器是为了利于车战。长柄是否实用，不折不断，这是军事技术的一大难题。从曾侯乙墓出土的长柄兵器解剖看，大多数为积竹木柂。其制作技法是取木杆为中芯，截面多呈八棱形（亦有呈圆扁形者）外面包八根等长的篾青片，再用丝线缠绕，然后髹漆。这种将木、竹、丝、漆多种材料复合而成的积竹柂，发挥了各种材料自身的优点，从而形成优良的使用性能（参见后德俊：《楚国科学技术史稿》，第72页，湖北科学技术出版社，1990年）。



图64 短柄铜戈（长140厘米）

图65 短柄戈柂（长108厘米，通体施漆。柂尾端呈椭圆形。）

考古也发现短柄戈柂，证实《考工记·庐人》“攻国之兵欲短，守国之兵欲长”的记载。

《考工记·庐人》提到“殳”，形制语焉不详。曾侯乙墓出土殳，使今人的认识一下明朗。殳是一种用于刺击和打击的兵器，竹木制柄，按头部有刃与无刃，有锐殳、晋殳之分。

曾侯乙墓中的锐殳，其殳头像三棱刮刀，而且三面有刃，刃薄如纸，三面都有血槽。殳首下杆的前端还有刺球或箍球，刺球上的尖刺多达数十个，在行刺的同时还可以砸击。既是“刺兵”，又是“击兵”。晋殳指的是长杖两端有铜套，其一端有半环铜纽可系旗、旌、绶带者（参见谭维四：《曾侯乙墓》，第53页，文物出版社，2001年）。

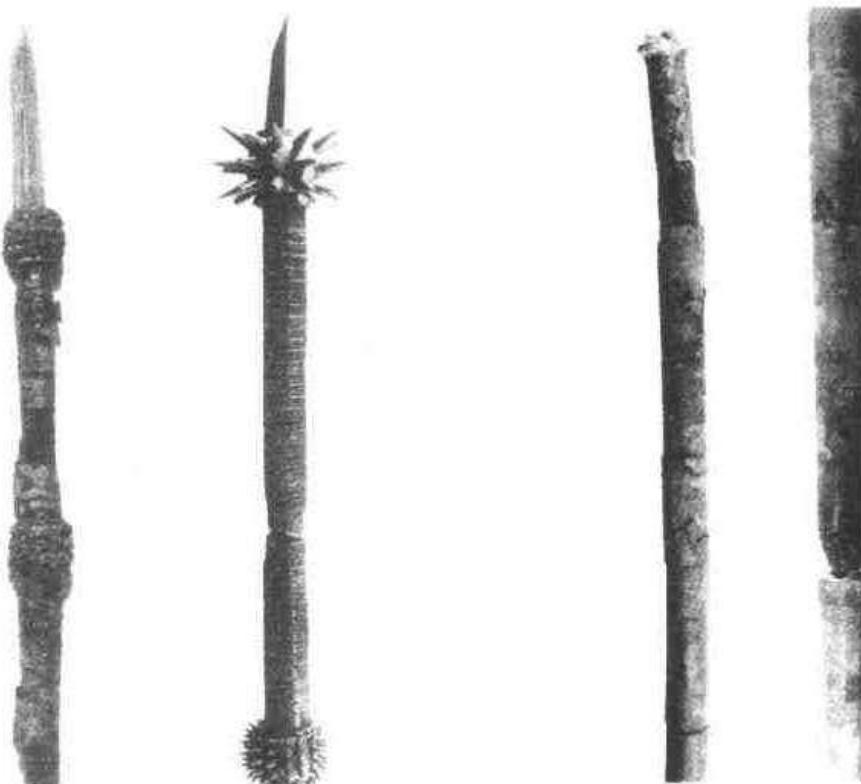


图 66 锐殳（通长 330 厘米）

图 67 晋殳

## 匠人营建

（参见《考工记·匠人》）

按《考工记》记载，“匠人”负责建造城邑，营建王城和修筑沟洫。

原始社会后期，城市出现。经夏、商到西周千余年的发展，城市规划有了完整的制度。建筑造型演变出“四阿重屋”、“高台建筑”，摆脱了“茅茨土阶”状态。

河南偃师二里头夏代宫殿遗址是已知中国最早的庭院建筑。考古学者根据《考工记》“夏世室”的记载，按照遗址的柱子排列，外形参照“殷人重屋”，做了复原（见图 68）。

西周的城市规划已成制度，见《考工记·匠人》记载：“匠人营国，方九里，旁三门，国中九经九纬，经涂九轨，左祖右社，面朝后市”。

前代学者拟过一些《考工记》王城图，图 69 为聂崇义《三礼图》中的“王城图”，图 70 为戴震《考工记图》中的“王城图”。

聂图过于简陋，宗庙、社稷及市都都没有绘入。戴图将宗庙社稷统置于宫内路寝的东西两侧，这是宋以来一学派的主张，曾产生有一定影响。按贺业钜分析，其主张论据不足，解释不合周制（参阅贺业钜：《〈考工记〉营国制度研究》，第 55 页）。

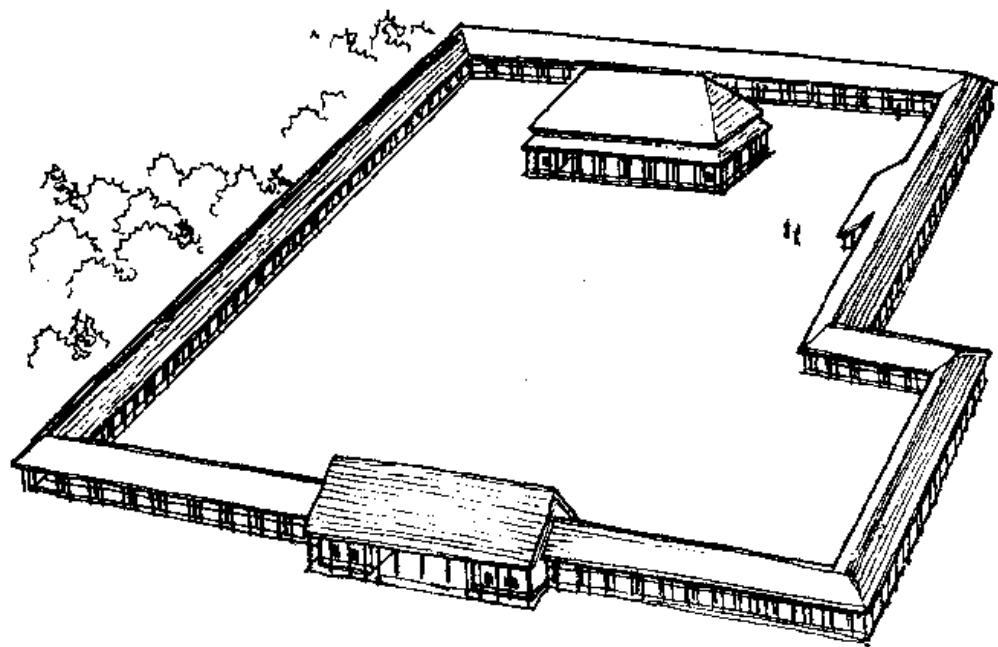


图 68 河南偃师二里头夏代建筑复原模型

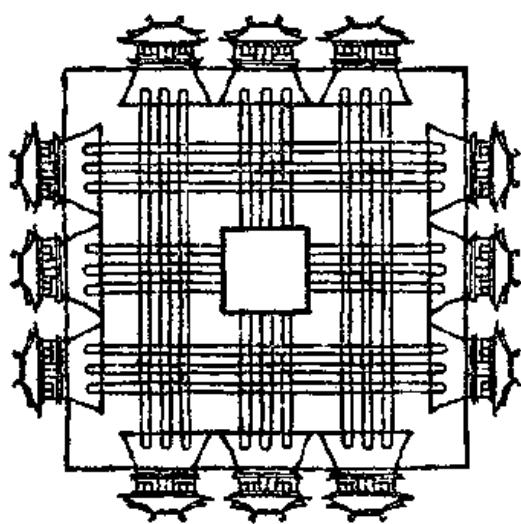


图 69 聂崇义所绘王城图

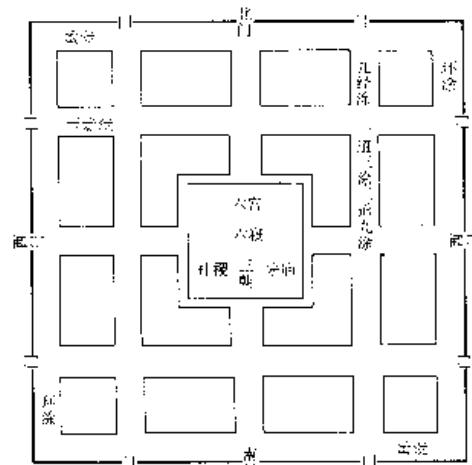


图 70 戴震所绘王城图

贺业钜绘“王城基本规划结构示意图”，如图71示。《周礼》这一基本结构及其高度技巧的设计经验，为后世所继承。历代都城规划在不同的具体条件下，因时因地制宜，运用了这一传统经验，而且在实践中不断有所革新，逐渐发展成为中国封建社会城市规划的典型结构型式和传统的设计技巧。

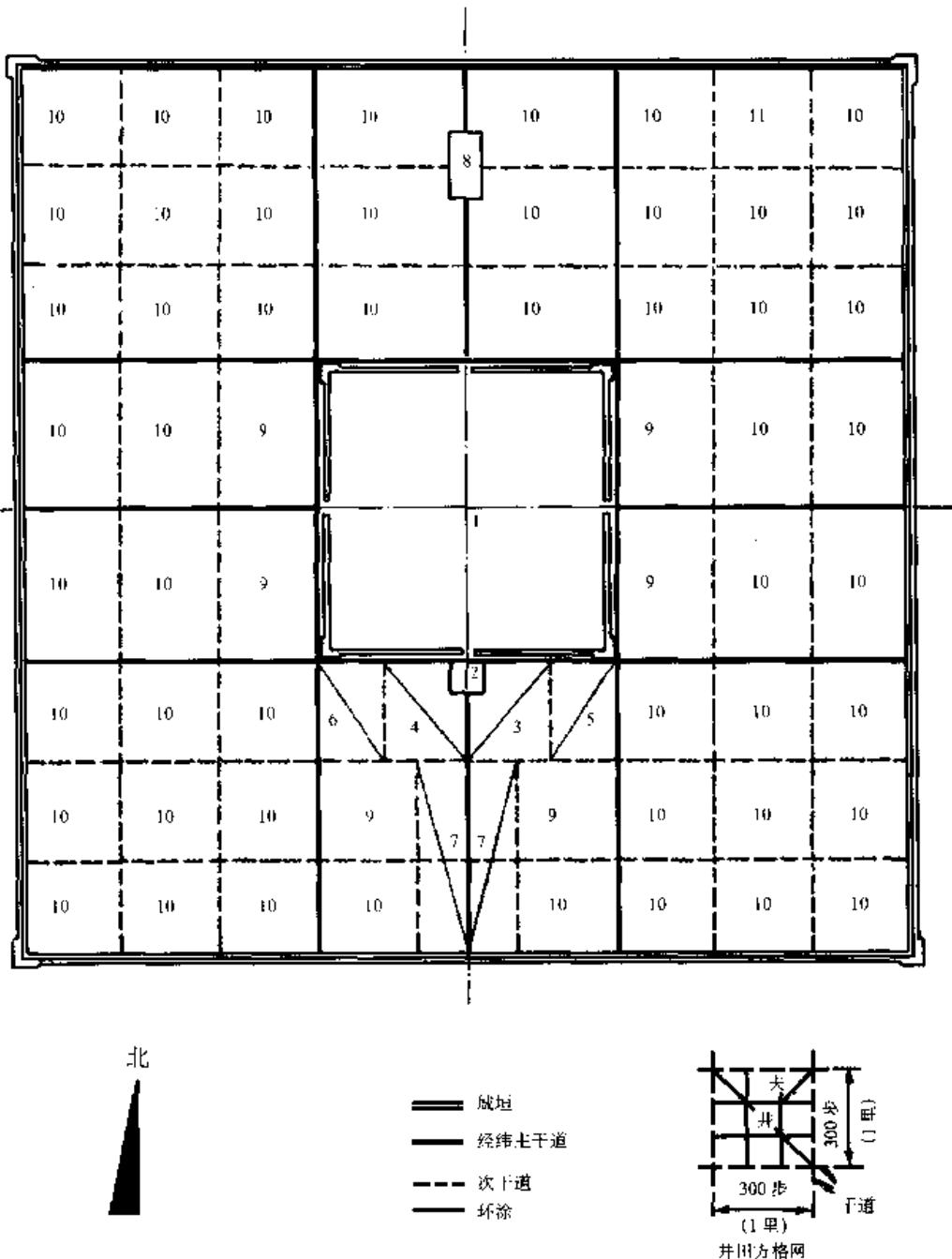


图 71 王城基本规划结构示意图

1、官城；2、外朝；3、宗庙；4、社稷；5、府库；6、厩；7、官署；8、市；9、国宅；  
10、闾里；11、仓库

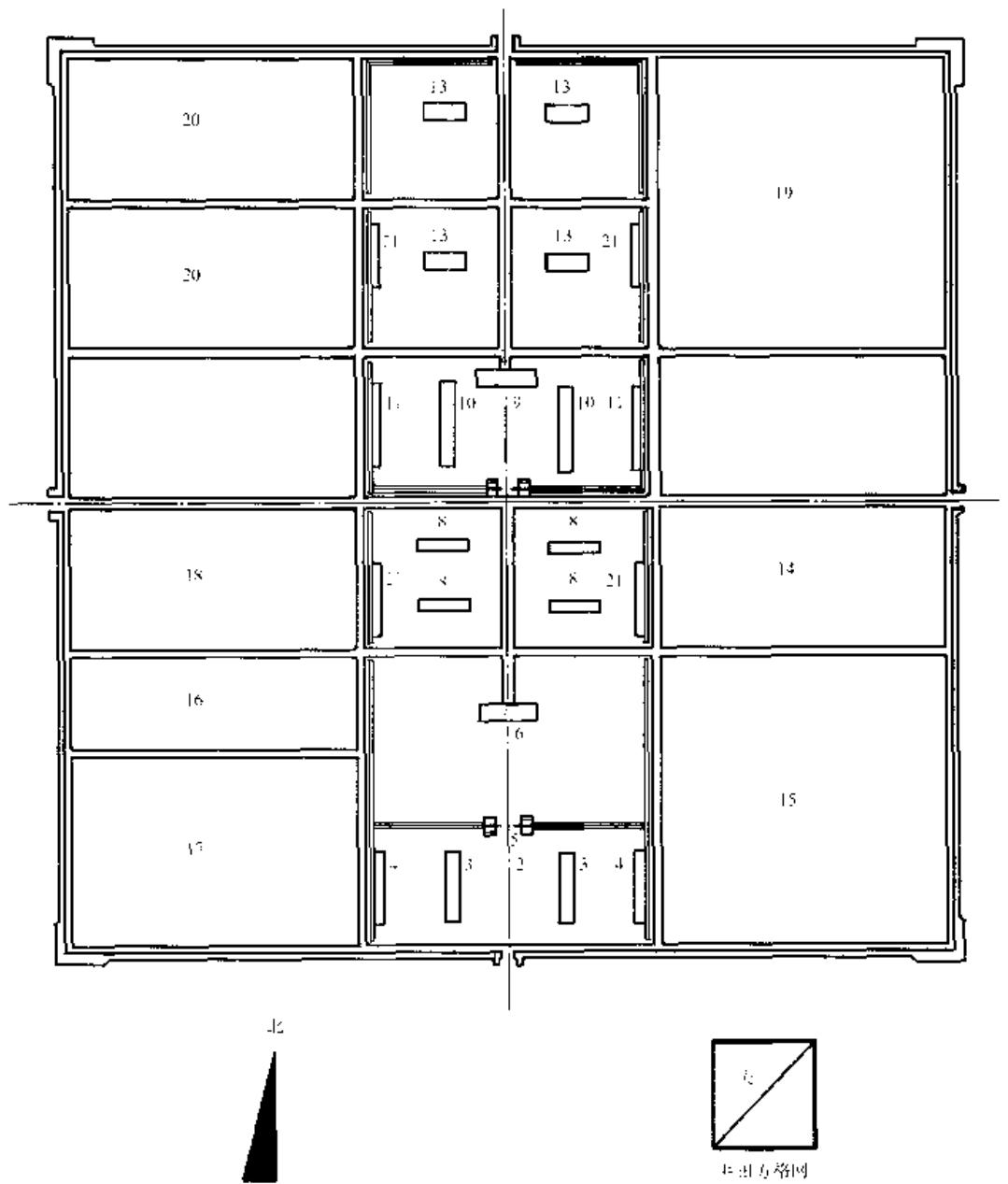


图 72 宫城规划设想图

1、鹿门；2、治圃；3、九卿九室；4、宫正及宦侍等官舍；5、路门；6、燕朝；7、路寝；8、王燕寝；9、北宫之朝；10、九嫔九室；11、女祝及女史等官舍；12、后正寝；13、后小寝；14、世子宫；15、王子宫区；16、宫舍区；17、库库区；18、膳房区；19、“典妃功”之属作坊区；20、“内司服”、“缝人”及“椽人”之属作坊区；21、服饰库

《考工记·匠人》记载道路制度有三条：1、“国中九经九纬，经涂九轨”；2、“经涂九轨，环涂七轨，野涂五轨”；3、“环涂以为诸侯经涂，野涂以为都经涂”。

前两条是王城道路制度，后一条是诸侯城及“都”的道路制度。南北道称“经”，东西道称“纬”。环涂是顺城的环行道，野涂为城郭外的道路。“环涂以为诸侯经涂”，就是说，诸侯城的经纬涂宽度只相当王城的环涂，道宽仅七轨，而它的环涂就只能比照王城的野涂，定为道宽五轨（参见图73）。

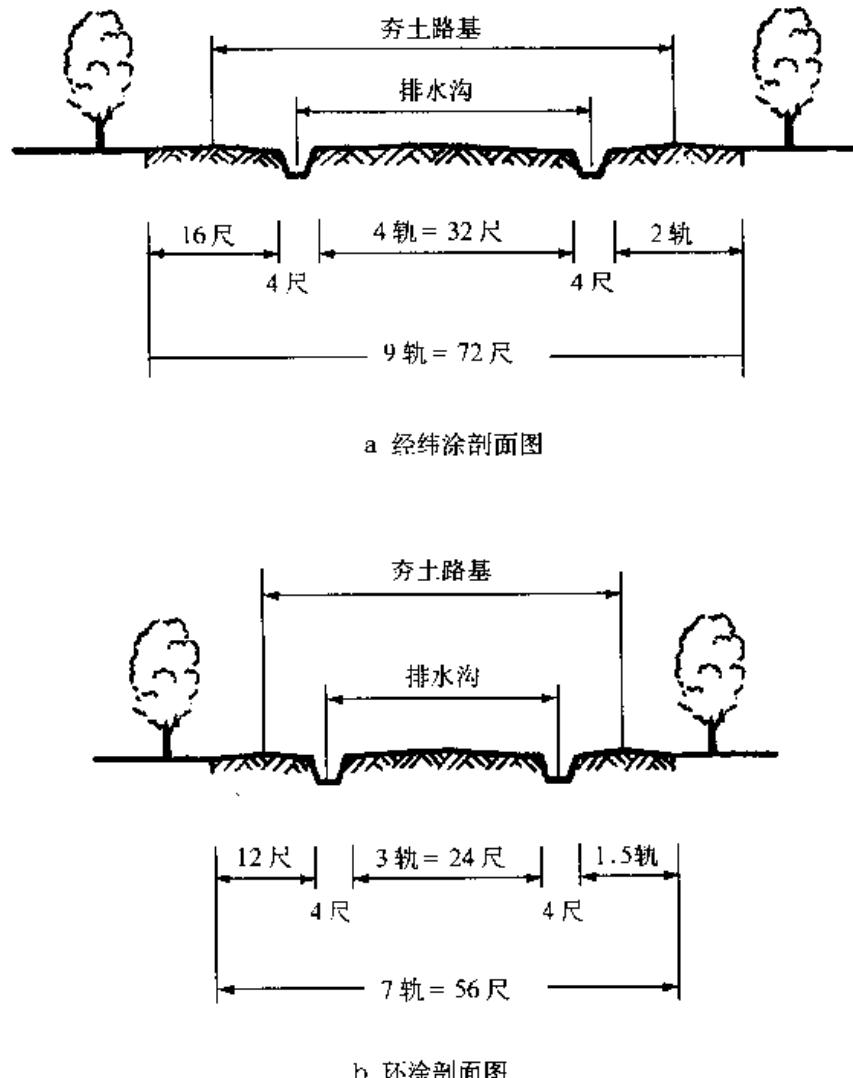


图 73 王城城内各级道路横剖面示意图

匠人也负责水利设施建设。修建沟洫用到的工具之一是耜（参见图74）。有关沟洫的尺度规定见《考工记·匠人》记载：

“匠人为沟洫。耜广五寸，二耜为耦。一耦之伐，广尺、深尺，谓之畎。田首倍之，广二尺、深二尺，谓之遂。九夫为井，井间广四尺、深四尺，谓之沟。方十里为成，成间广八尺、深八尺，谓之洫。方百里为同，同间广二寻、深二仞，谓之浍。”



图 74 商青铜剑（长 27.6 厘米，刃宽 11.5 厘米）

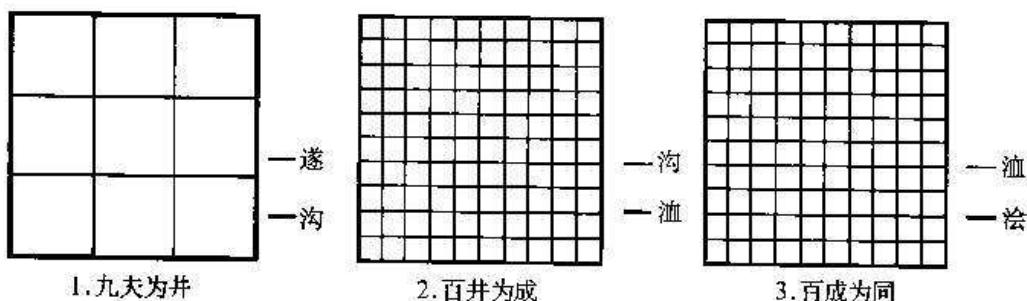


图 75 井田沟洫水利示意图

## 精制良弓

（参见《考工记·弓人》）

《考工记·弓人》一节，占有很大篇幅，详细记述了制作良弓的具体要求。

弓箭的起源很早，这与先民的狩猎活动有关。考古发现，距今三万年前的山西朔县峙峪旧石器时代遗址中已有石镞，系用很薄的长石片制成，加工精细，肩部两侧变窄似呈铤状（参见贾兰坡等：山西峙峪旧石器时代遗址发掘报告，《考古学报》1972年第1期）。

早期的弓箭很难留存，由于弓体、箭干是以竹、木制成，极易腐烂，所以在新石器时代和夏代遗址的发掘中，还一直没有获得过完整的标本。而石镞、骨镞和青铜镞则易留存，考古中也多有发现。从镞的形制和材料上可以看出，从新石器时代晚期经夏商到春秋，弓箭一直在不断改进。

在历代经验积累的基础上，到春秋时期形成了有关弓箭制造的详细记录，见之于《考工记》，文中给予明确规定，用以指导精良的弓箭生产。

《考工记·弓人》指出，制弓所需六种材料，“六材既聚，巧者和之。”弓之六材、检验以及制作要求参见下表：



图 76 弓射图

考工记图说



图 77 射侯图（战国铜壶局部图像）

### 《考工记》中有关弓的六材及要求

六材	功用	材料来源	选材要求	季节与材的加工
干	以为远	柘、檟、麋桑、橘等	凡相干，欲赤黑而阳声	冬析干
角	以为疾	牛角	凡相角，欲青白而丰末	春液角
筋	以为深		凡相筋，欲小简而长，大结而泽	夏治筋
胶	以为和	鹿胶、马胶、牛胶等	凡相胶，欲朱色而昔	
丝	以为固		丝欲沈	
漆	防避霜露		漆欲测	

将六材合制成弓，短时间內不可奏功，不同的工序需选不同的季节，以保证弓的质量。《考工记·弓人》指出：“凡为弓，冬析干而春液角，夏治筋，秋合三材，寒奠体，冰析澑”。再春被弦，因此制成一张弓，时间短了不够。据抗战时期对成都长兴弓铺的调查，从备材到制成一张弓，要跨越四个年头，实需三整年的时间。由此推知，古代制成一张良弓，所需的时间也不会短到哪里，至少需二至三年才成。然而，当时的弓是战争中的主要远射兵器，需要不断地成批供应军队，所以并不是制成一张才开始制第二张，应是各项工作交错进行，流水作业。

近年来考古中发现不少春秋战国时期的古弓资料，多在湖南、湖北等地的楚墓中获得，这些标本除了反映出时代的特征外，还带有地域色彩，与《考工记》中基于齐国产品而制定的标准，难以完全符合，但是其基本情况，特别是制造工艺的特点，都是相一致的。在楚墓中获得的弓，有竹弓和木弓两种，有长有短，有单体弓也有复合弓。

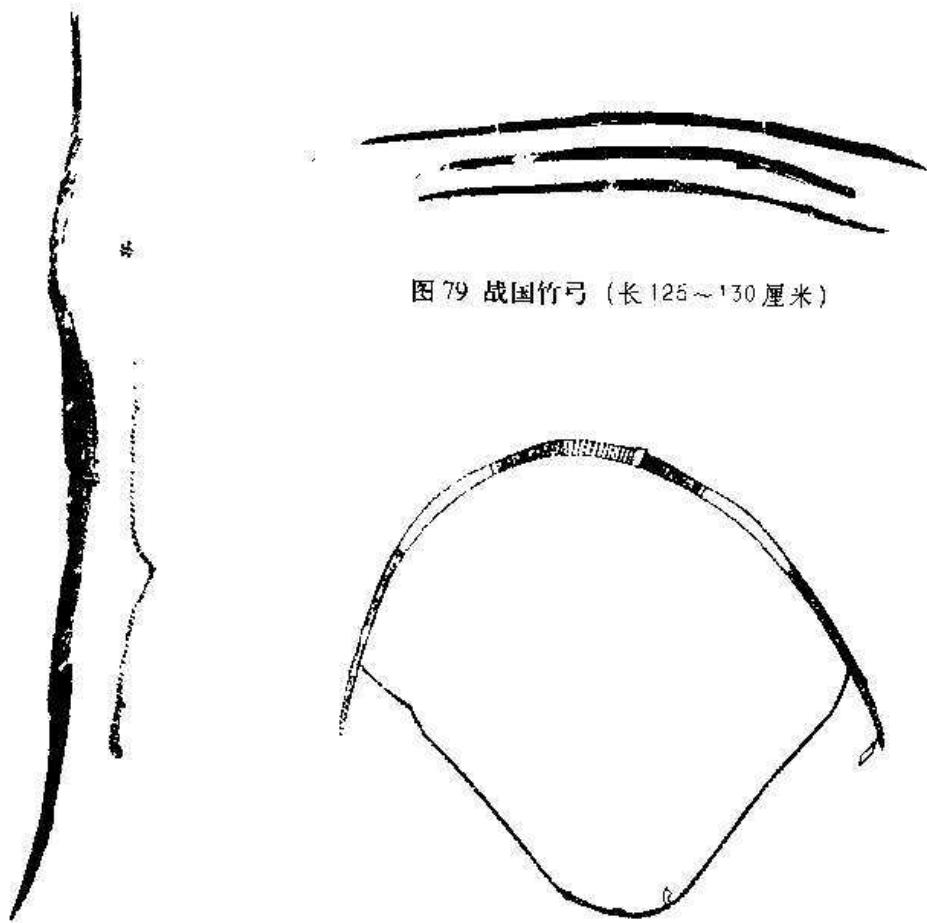


图 78 战国竹弓（长 140 厘米）

图 80 战国木弓

用竹材制作的复合弓，以长沙五里牌406号墓出土的一张为代表（参见图78），弓体为竹质，中间一段用四层竹片叠成，取其富于弹力。在竹股外缠以胶质薄片。其外用丝密密地缠绕，然后涂漆。出土时漆皮及丝线已大部剥落，呈黑褐色。在弓两端附有角质的弭，长5厘米，上有刻槽，即所谓鞬，是用来挂弦弭的。弓弦保存完整，丝质，黄褐色，长80厘米，弦径7毫米（参见中国科学院考古研究所：《长沙发掘报告》，科学出版社，1957年版）。由这张弓，可以看到正如《考工记》所说“干、角、筋、胶、丝、漆”六材具备。

# 附 录

## · 参考论文

### 《考工记》的文化内涵

《考工记》一书，作为《周礼·冬官》的补遗而被保存，实际本是单独的一个作品，这在史学界已有定论。

由于《考工记》记述了中国先秦时期的许多重大科技成就，故使得该书在中国文化史乃至世界文化史上都占有重要地位。对《考工记》的研究，早已为史学界，尤其是科技史研究者所关注。

科学史学界一般认为，《考工记》是“一部有关手工业技术规范的汇集”<sup>1</sup>。诚然，书中所见，述及的技术门类、工种广涉春秋末战国初期的运输、生产工具、兵器、乐器、量器、玉器、制革、染色等各生产方面，对多项工种都制定有详备的技术规范。然而对该书细读揣摩，分明还感受到它特殊的文化意蕴，如浓厚的地域色彩、鲜明的官书特征、五行之说、尚“六”意识、遵“礼”定制、“和合”思想等。我们认为，对《考工记》不应忽视文化方面的研究，因此，本文试对《考工记》的文化内涵作一探讨，期望有助于对该书做全面的认识和把握。

### · 地域色彩 官书特征

《考工记》浓厚的地域色彩体现在它所用的齐地方言、言及的地理范围和衡量之名上。所用齐地方言，清代江永、当代郭沫若、陈直引汉郑玄注时已有强调，以陈直所论最详<sup>2</sup>。现按《考工记》文中先后顺序总列于下：

1. “不徵至无以为戚速。”郑注：“齐人有名疾为戚者，春秋传曰，盖以为操之为已戚矣。”
2. “轮已庳则于马终古登驰也。”郑注：“齐人之言终古，犹言常也。”
3. “察其釐蚤不瞶，则轮虽敝不困。”郑注：“泰山平原所树立物为釐，声如哉。”又《公羊传·文公十四年》曰：“如以指则接釐也。”公羊亦属齐语。
4. “重三锊。”郑注引《说文》：“锊，锾也。今东莱称或以太半两为锊，

十钩为锾，锾重六两太半两，锾、锊似同矣。”按：此用齐东莱人方言，太（大）半两是三分之二两。

5.“山以章。”章读为獐。郑注：“齐人谓麋为獐。”《诗》陆疏云：“青州呼麇为獐。”

6.“大圭长三尺，杼上终葵首。”《说文》：“椎，击也，齐谓之终葵。”

7.“是故勾兵梯。”郑注：“齐人谓斧柯柄为梯。”

8.“今夫茭解中有变焉，故校。”郑注：“茭读如齐人名手足腕为骹之骹。”

9.“筋三侔。”陆德明《经典释文》：“齐人呼土釜为侔。”《说文》：“侔，齐等也。从人，牟声。”

以上列齐方言九例。当然，亦有别国方言见使用的，如“辀”为楚、卫方言，“槧”为蜀语等；亦有不独齐人有此语者，如《楚辞·九歌》有“终古”一词。但就《考工记》文中方言的分布和出现频率言，则无可否认齐地方言是占主流地位的。

《考工记》言及的地理范围，见该书记载：“橘逾淮而北为枳，鶡鴣不逾济，貉逾汶则死。”淮、济、汶系指淮水、济水、汶水，后两水皆在齐鲁间。此引文在《晏子春秋》、《左传》中也有类似出现，两书前者是齐国作品，后者是鲁国作品，大抵“橘生淮南”等句是春秋战国间齐鲁之地极为流行的谚语，《考工记》的地域色彩于此可见一斑。

衡量之名多为齐制，这是《考工记》地域色彩的又一体现。典型一例见《考工记·栗氏为量》记载：“量之以龠。”郑注：“四升为豆，四豆曰区，四区曰龠，龠十曰钟。”龠即釜，古同音。参见《左传·昭公三年》记载：“齐旧四量，豆、区、釜、钟。四升为豆，各自其四，以登于釜。釜十则钟。”

现代工程技术著作由于所用术语的规范、统一，一般不涉地域色彩（特别就一国之内言）。然而在古代，论述工程技术的著作反映地方文化，却是极自然的事。

《考工记》不仅有浓厚的地方色彩，还表现出强烈的官方色彩。郭沫若、贺业钜等人认为，《考工记》是齐国官书<sup>3</sup>。仅说官书，含义似嫌笼统，故有必要再确切说明其特征，这可从以下方面分析：

1.《考工记》所记载的是官府手工业，而非民间手工业。

(1)《考工记》反映出当时的手工业生产已有严密的组织和管理。书中所记六大技术门类三十个专业，各专业具体从事技术劳动的是“百工”（工匠），而其上都有专职官员管理生产，职称有“人”、“氏”、“师”。“人”、“氏”属下级工官，“师”为高级工官，后者权限更大，不仅有监督权，也有处罚权。民间手工业是断无设置专业工官的事。

(2)《考工记》反映出手工业生产既有细致分工，也有技术协作，这是大型手工作坊或工场的情况。分工有利精湛专业技术，而协作可促使生产效率提高，满足大批量生产。按《考工记》记载，在某些专业分工中，达到一定的技术水准，则称之为“国工”，即“国家级”工匠。这显然不是民间手

工业的情况。

(3)《考工记》所记载的器物多为军品或宫廷用品。军品如兵车、铜兵器(戈、戟、矛、剑)、弓矢、皮甲等。春秋时期，干戈不息，重要的兵器生产皆为国家控制，以保证兵器的数量和质量。而礼器、钟磬多供统治阶级所用，不是百姓生活所需。可见，《考工记》反映的不是民间手工业的生产内容。

2.《考工记》述及的多是具有制度性的生产操作规程、技术规范，而非一般的生产技术资料汇编。

通观《考工记》全文，主要内容涉及：统一产品部件名称用语，确立用料标准及选材方法，制订产品设计标准，确定生产工艺规范，规定产品检验制度、检验标准，建立城邑营建制度及建筑设计制度等。显然这都不是技术资料之类的内容，而是具有国颁标准意味的生产技术制度。

《考工记》非一般泛论手工业生产技术的“官书”，这一点在其编写方式上也有充分体现。书中除必须说明之处稍加叙述性文字外，其他大部分都是条文式的硬性规定文字，用的是条文笔调，各条多冠以“凡”字。即使是那些叙述性文字，也多是围绕条文加以阐述。

综上可以定论说，《考工记》是齐国政府制订的一套指导、监督和评价官府手工业生产工作的技术制度。

## 二 五行之说尚“六”意识

五行学说是中国传统文化的重要理论之一，它孕育于中华文明肇始之际，成长于春秋战国学术繁荣之时，在当时的著作《考工记》中有五行学说的明显表现。

《考工记·画绩》云：“画绩之事，杂五色。东方谓之青，南方谓之赤，西方谓之白，北方谓之黑，天谓之玄，地谓之黄。”本说五色，而举出的青、赤、白、黑、玄、黄则是六色，这与《周礼》的六官思想是一致的。五色，分东、西、南、北、中之位，亦即木、火、金、水、土五行，以天地相配，而曰天玄地黄，并属中央之色，以六为五，以符合五行之说。《画绩》文中又说：“青与白相次也，赤与黑相次也，玄与黄相次也。”这里暗含着“五德相胜说”的意思。如夏尚青，其德属木，依次相代者为殷之金德；殷尚白，其德属金，其后为周之火德相代；周德属火，故尚赤；周德已衰，自当另有一个水德的王朝出现，以代周室统治天下<sup>4</sup>。

“五德相胜”说为战国时期齐人邹衍所倡。刘歆《七略》说：“邹子有终始五德，从所不胜，土德后木德继之，金德次之，火德次之，水德次之。”高诱注《淮南子·齐俗训》：邹子曰：“五德从所不胜，虞土、夏木、殷金、周火。”《考工记》系出自齐国学者手笔，文中采五德相胜的观点是完全可以理解的。

《考工记》中还表现出强烈的尚“六”意识，以往研究《考工记》者对

此多未注意，实应把尚“六”意识作为一重要问题探讨。

《考工记》中言“六”处甚多，如开篇就说“国有六职”，即把一国之内的多种职事归为六种：王公、士大夫、百工、商旅、农夫、妇功。又如“筑氏为削”说：“长尺博寸，合六而成规。”意即削（书刀）长一尺，阔一寸，六把恰好围成一个正圆形。有趣的是，出土实物齐刀币，其形制呈尖锋，凹刃弧背，直柄环首，一般长约18厘米，宽约2.5厘米，六把齐刀币恰可围成一个正圆形。

特别如《考工记》中“金有六齐”述文更耐人寻味，原文如下：“金有六齐：六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金、锡半，谓之鑒燧之齐。”

“六齐”是指六种青铜合金配方，其“分”的涵义究竟指什么？相应器物检测成分的统计规律又如何？20世纪初特别是新中国成立以来，先后有不少研究者对此进行了认真的研究，综而观之，关于“六齐”铜锡含量比主要有三种解释<sup>5</sup>，如表所示：

六齐铜锡含量表

六齐名称	梁津	陈梦家	郭宝钧
	铜合金：含锡量	铜合金：含锡量	铜合金：含锡量
钟鼎之齐	6:1	7:1	7:1
斧斤之齐	5:1	6:1	6:1
戈戟之齐	4:1	5:1	5:1
大刃之齐	3:1	4:1	4:1
削杀矢之齐	5:2	7:2	7:2
鑒燧之齐	2:1	2:1	3:1

梁津的解释中，除钟鼎之齐的含锡量与殷墟、西周时期的容器及乐器接近外，其它诸齐的含锡量与商周各时期实际情况皆不符。陈梦家、郭宝钧的解释中，钟鼎、斧斤、戈戟三齐，除斧斤之齐的含锡量与殷墟时期相合外，其余与殷墟、西周各时期实际情况皆不符，然二者却与东周实际情况接近或相同。由此，有作者下结论说，《考工记》中“六齐”之说反映了东周时期合金配料的情况。实际上这种说法是不妥的。近年，苏秉晋、华觉明等对979件青铜器的1040组成分进行了统计，考察“六齐”与统计结果的符合程度，结果表明，先秦青铜器的合金成分相当复杂，绝大多数青铜器都不是铜锡简单组成的青铜，而是含有铅、铁、硅、硫和锰、镍等多种元素的复杂青铜。早在商代早期，中国青铜器就形成了以高锡高铅为主要合金元素的独特系统。先秦青铜器的含锡量集中在6%~17%，含铅量集中在0~16%<sup>6</sup>。可

见，以往铜锡含量比的解释与实际情况都不能很好地符合。

分析“六齐”述文，可以发现，六种齐型排列整齐，含锡量循序渐进，具有很强的公式化意味，但整齐的配比数字却对应着比较混乱的器物排列，如兵器就有戈戟、大刀和削杀矢，而《考工记》中没有涉及在当时社会上起重要作用的青铜货币；“六齐”内容中也没有涉及春秋战国时期已经在起重要作用的船。因此，苏荣誉等人认为，将“六齐”看作春秋战国时期的青铜器制作的合金规范是没有根据的，也谈不上是当时青铜工艺实践的总结<sup>8</sup>。苏荣誉等人基于大量的青铜器物成分检测统计，驳前人之说，难能可贵，只惜未能进一步揭示“六齐”的文化内涵。

笔者认为，“六齐”的真正内涵在于尚“六”意识。《考工记》的作者面对工匠积累起的青铜冶铸丰富经验，并没有做客观的记录，而是在大致的范围内予以总结整理，其指导思想便是以“六”规范。这样说的依据，不仅因为书中有多处事物分类涉及“六”，还因为齐地有尚偶数的习俗渊源。考古发现，临淄齐国故城相当一部分春秋墓中的随葬陶器组合是由4种器物偶数配成，“即以鼎、豆、簋、罐4器，或4或6地组成，组合稳定”<sup>9</sup>。至今在鲁中一带民间习俗中，有“不知四、六”的说法，意谓某人不懂礼数，似可说明“六”字是一个有关标准、和顺、吉利的数字。

又据《史记·秦始皇本纪》，述及秦始皇“数以六为纪”，如“符、法冠皆六寸，而舆六尺。六尺为步，乘六马”等。这说明尚“六”的影响，秦统一后的“数以六为纪”应是对历史形成的制度的继承。

当然，我们在此仅提出有关尚“六”的观点并作初步探讨，关于尚“六”的历史渊源，尚“六”与尚“五”有何种关系，这些问题还需进一步研究。

### 三 规格严明 遵礼定制

周代礼制繁复，反映在具官书性质的《考工记》中，不同等级所用的器物规格也都给以明确规定，诸如尺寸、重量、弧度、颜色等，打上了鲜明的社会、文化烙印。《桃氏》中规定剑制：“身长五其茎长，重九锊，谓之上制，上上服之。身长四其茎长，重七锊，谓之中制，中士服之。身长三其茎长，重五锊，谓之下制，下上服之。”锊，古代重量单位，合六又三分之二两。由此见剑之尺寸、重量与级制的对应。又如不同级制的弓，其规定是：“弓长六尺有六寸，谓之上制，上士服之。弓长六尺有三寸，谓之中制，中士服之。弓长六尺，谓之下制，下上服之。”<sup>10</sup>另外弓还有角度的规定：“为天子之弓，合九而成规；为诸侯之弓，合七而成规；大夫之弓，合五而成规；士之弓，合三而成规。”<sup>11</sup>“成规”即指用几只弓可围成一个整圆，或说，每只弓的弧度是一圆周的多少。按天子、诸侯、大夫、士之序排列，其所用弓之弧度分别为： $2\pi/9$ 、 $2\pi/7$ 、 $2\pi/5$ 、 $2\pi/3$ ，分母成等差级数。这反映了以量的概念来表达名位的礼制用器制度。

宗周礼制对技术活动的影响在《考工记》中还有许多重要的表现。

以“匠人建国”为例考察。“匠人建国”讲的是建城邑求水平、定方位的测量问题：“匠人建国，水地以县，置柴以县，眡以景，为规。识日出为景，与日入为景。昼参诸日中之景，夜考之极星，以正朝夕。”引文中提到多步细致的操作，这无疑是匠人们长期实践经验的总结，同时也表明至周时，城邑布局方位测量已够复杂和严格（一般认为《考工记》记载了周代的都城制度）。细揣摩这段话，我们分明感到，这背后有着深刻的文化内涵。因为很清楚，建筑布局方向不是人类生存需求的基本要素。人类上古时代“未有宫室，冬则居营窟，夏则居榦巢”<sup>12</sup>，根本不顾及方向，待知“筑土构木，以为宫室”时，古人的基本指导思想也就是要能趋利避害，“室高足以辟润湿，边足以围风寒，上足以待雪霜雨露”<sup>13</sup>，方向的选择虽有但不严格。进一步发展，方位讲究了，再进而有了较复杂的方位测量操作。这当然经历了一个漫长的发展过程。可以说，方位测量技术的产生、发展和中国古代阴阳观念的产生、发展密切关联，与古代宗法封建礼制制度的形成也密切关联。再结合《考工记》中的营建制度对这一问题更益了解。

在“匠人营国”中提出了依爵位尊卑而定的礼制营建等级制。文中举城隅及道路为例，说明三级城邑（王城、诸侯城、都城——卿大夫采邑）营建制度上的等级差别。具体方法是以王城为基准，按一定的差额依次递减。以城隅高度为例，王宫“门阿之制，以为都城之制”，“宫隅之制，以为诸侯之城制”。这样，“都”的城隅高度只允许相当王宫的门阿高度，即高五雉。诸侯城的城隅仅相当于王城的宫城城隅高度，即高七雉。而王城城隅高度是九雉。然则三级城邑的城隅高度是据“以高为贵”<sup>14</sup>的礼制要求，按爵位尊卑依次递降两雉。又以道路宽度为例，“匠人营国”规定：“环涂以为诸侯经涂，野涂以为都经涂。”意思就是说，诸侯城的经纬涂宽度只相当王城的环涂宽度，而卿大夫采邑——“都”的经纬涂宽度再降一等，仅相当于王城野涂的宽度。这样本“以多为贵”<sup>15</sup>，三级城邑经纬涂宽度是：王城九轨，诸侯城七轨，“都”五轨。

由此可知，“匠人建国”规定王城、诸侯城、都这三级城邑的礼制营建制度量的级差，是用一组以二为公差的等差级数来表达。王城为最高等级，用九；诸侯城次之，用七；再次为“都”，用五。这组等差级数便是九、七、五。遵“礼”定制，用心深矣。

#### 四 “和合”思想 涉物关人

“和合”一词，“和”的意思为和谐，和睦；“合”的意思是结合，联合。“和合”连用，不仅代表不同质的要素联系构成的整体系统，更体现为是中国古代文化的一种思想理念。在中国古代，“和合”的思想理念广泛影响于技术，艺术，行为方式，社会心理等领域，成为中国传统文化与思想体系的

重要组成部分。

在《考工记》中，贯穿着“和合”的思想，最明确的表述见《考工记·国有六职》：“天有时，地有气，材有美，工有巧，合此四者然后可以为良。”这段述文也可以说是中国古代技术传统中一个深刻的造物原则或价值标准。

所谓“天时”、“地气”，是来自大自然方面客观因素的制约；而“材美”、“工巧”，则是来自主体方面主观因素的作用。这两方面因素的决定性直接体现在器物制作过程中。

《考工记》认为天时气候、地理因素的变化会影响器物的质量。何谓“天时”？《考工记》指出：“天有时以生，有时以杀；草木有时以生，有时以死；石有时以泐；水有时以凝，有时以泽。此天时也。”意即说，天有时助万物生长、有时使万物凋零；草木有时欣欣向荣，有时枯萎败落；石头有时顺其脉理而解裂；水有时凝固，有时化为雨露。这些都是天时。这里，清楚地表明了对不依赖人的意志为转移的自然规律的一定认识。何谓“地气”？《考工记》指出：“橘逾淮而北为枳，鶡鴣不逾济，貉逾汶则死，此地气然也。郑之刀，宋之斤，鲁之削，吴粤之剑，迁乎其地而弗能为良，地气然也。”从现代科学角度分析，“地气”包括地理、地质、生态环境等多种客观因素。地理环境不同会影响动、植物的变异或生存；各地矿物成分不尽相同，水所含的微量元素有别，皆会造成金属制品的组织和热处理的优劣差异。这也正是造成精良的郑之刀、宋之斤、鲁之削、吴粤之剑的内在原因。

在顺应“天时”、“地气”，也即人适应、协调于大自然因素的前提下，《考工记》强调“材美”与“工巧”。所谓“材美”，是肯定人对材料质地品性的选择性，要求工匠根据实际需要去主动地体认材料的美(包括物理、化学性质)，具体到某一器物制作，又涉及合理地选材和用材。

“材美”的原则多少还包含一些适应于自然的要求，而“工巧”就更多地是对人的创造才能的肯定。《考工记》一再提到“三材既具，巧者和之”，“六材既聚，巧者和之”<sup>16</sup>。《轮人》和《庐人》篇中几次出现“国工”（即国家级名匠）的提法，认为巧工的最高级是国工。诸如此类，说明《考工记》作者对工巧的重视和对巧工的推崇。

“和合”的技术思想不仅体现于《考工记》制作器物的精良上，也体现于器物有效配合的要求上。如论述车辀与驾马的配合，《考工记》强调：制作合度的辀要求“欲弧而无折，经而无绝。进则与马谋，退则与人谋。终日驰骋，左不撱；行数千里，马不契需；终岁御，衣衽不敝，此为辀之和也”。意即说，辀要弯曲适度而无断纹，顺木理而无裂纹，配合人、马进退自如，一天到晚驰骋，左边的骖马不会感到疲倦。即使行了数千里路，马不会伤蹄怯行。御者一年到头驾车驰驱，也不会磨破衣裳。这就是辀的曲直调和。

总之，从“和合”的理念出发，通过“和合”的方法与手段，以达到“和合”的境界与效果，这正是《考工记》作者所信奉和追求的。

作为中国古代的一部有影响的著作《考工记》，其丰富的文化内涵被科

技史界高度重视，这将有利于对《考工记》的全面认识和把握。

#### 【注释与参考文献】

- 1 杜石然等：《中国科学技术史稿》，第108页，北京：科学出版社，1982年。
- 2 郭沫若：《考工记的年代与国别》，《天地玄黄》，上海：大孚出版公司，1947年；陈直：《古籍述闻》，《文史》第3辑，1963年。
- 3 贺业钜：《〈考工记〉营国制度研究》，北京：中国建筑工业出版社，1983年。
- 4 夏纬瑛：《〈周礼〉书中有关农业条文的解释》，北京：农业出版社，1979年。
- 5 梁津：《周代合金成分考》，《科学》1925年第10期；陈梦家：《殷代铜器》，《考古学报》1954年第7期；郭宝钧：《中国青铜时代》，北京：三联书店，1963年；周始民：《考工记》六齐成分的研究，《化学通报》1978年第3期；吴来明：《六齐》商周青铜器化学成分及其演变的研究，《文物》1986年第11期。
- 6 宣兆琦：《考工记》的国别和成书年代，《自然科学史研究》1993年第4期。
- 7、8 苏荣誉、华觉明等：《中国上古金属技术》，第397页，济南：山东科学技术出版社，1995年。
- 9 张学海：关于齐鲁文化的几个问题，《考古学文化论集》，北京：文物出版社，1989年。
- 10、11、16 《考工记·弓人》。
- 12 《礼记·礼运》。
- 13 《墨子·辞过》。
- 14、15 《礼记·礼器》。

本文与尚宣合写，原载《清华大学学报》（哲学社会科学版）1997年第2期。

## 《考工记》轮之检验新探

先秦时期重要的手工业技术著作《考工记》，对当时已臻完善的木车制造技术作了详细的记载，其中关于轮子制作和检验的内容在书中占有十分重要的地位。

先前不少学者对《考工记》中轮子检验的内容作过研究，并得出一些有意义的认识。然而笔者近年在研读中觉得，既有解释存在不足且有严重疑点，因而不揣冒昧，重作探讨。

### 1 轮之两类检验

先秦木车中，轮可以说是最关键的部件，工艺制作要求很高，检验要求甚严。《考工记》的记述表明，轮子质量如何，要经表观和定量两类检验。

关于定量检验，以往研究者都非常注意《考工记·轮人》篇的这段文字：“规之，以眡其圆也；葍之，以眡其匡也；县之，以眡其辐之直也；水之，以眡其平沈之均也；量其蔚以黍，以眡其同也；权之，以眡其轻重之侔也。”

文中涉及到四种器具：规（圆规）、葍（正轮之器）、县（悬绳）、权（等臂杠杆）；两种自然物：水、黍。共组成六大检验手段，依序进行，从量度对轮子进行内在质量的把关，这段引文内容当是清楚不过的定量检验。

事实上，《轮人》还提到轮子的表观检验，这似被人忽视了。表观检验是对轮子表观质量的把关，它与定量检验相辅相成。对表观检验有强调的必要，有关的记述如下：

“望而眡其轮，欲其幌尔而下弛也；进而眡之，欲其微至也，无所取之，取诸圆也。望其辐，欲其瞿尔而纤也；进而眡之，欲其肉称也，无所取之，取诸易直也。望其轂，欲其眼也；进而眡之，欲其帱之廉也，无所取之，取诸急也。眡其绠，欲其蚤之正也。”

对比定量检验所用手段可知，表观检验不借助任何器具和自然物，而是直接利用工匠的视觉器官对轮子的表观评判，凭借经验把关。具体检验时有一个从整体到部分，由远及近的步骤、顺序。先查轮子整体：远看，轮子应显得均致、光滑；近看，轮圈着地面积应很微小。尔后查轮子各部分：①轮辐：远看，轮辐应像人手臂那般由粗渐细；近看，轮辐应光滑匀称。②轮轂：远看，轮轂应匀整光洁；近看，裹革处应隐起棱角。③轮绠：细致观察，轮辐插入轮牙的一端应很齐整。如此这般评判轮子的表观质量。而轮子表观质量和内在质量的统一，就是既要做工精细、美观，又要坚实、耐用。可以说，这是《考工记》“材美工巧”技术原则的要求，也是古代手工艺技术的高水准体现。

对轮子有没有表观检验的要求？参照《考工记》中其他器物有关检验的记载可证。如《函人为甲》记载：“凡察革之道，眡其钻空，欲其宛也；眡其

里，欲其易也；眡其朕，欲其直也。”意思说，检查甲革片的要领是：看连缀革片穿线的针孔，应愈小愈好；看革片内里，应整治的平滑、细致；看两革片的对缝，一定要直。表明这是表观检验。又如《鲍人之事》记述检验鞣制的皮革：“望而眡之，欲其荼白也；进而握之，欲其柔而滑也；卷而转之，欲其无弛也。眡其著，欲其浅也；察其线，欲其藏也。”引文中“握之”、“转之”是借助触觉的表观检验，其他几项则是借助视觉的表观检验。文中“眡××，欲其××”，叙述的方式与《轮人》何其相似！可见，对轮子确实有表观检验的要求。

## 2 “量其叢以黍，以眡其同也”析义

在轮子的定量检验中，有“量其叢以黍，以眡其同也”一项。按郑玄注：“黍滑而齐以量两壺，无羸不足，则同”。贾公彦疏：“谓两轮俱用黍量，眡其容受同不齐。同则无羸亦无不足。”<sup>1</sup>今闻人军释义：“用黍测量两轂中空之处容积是否相同。”<sup>2</sup>联系上下文从检验的精度和检验要求的合理性分析，上述注疏大有商讨之处。

从检验的精度分析。已知对轮子的检验共有六种手段，分别是：规、曁、水、县、量、权。《考工记》强调：“可规、可曁、可水、可县、可量、可权也，谓之名工。”很清楚，对微小量度的把握，是评价名工的标准。可以想见，虽然古人用极简单的物理手段，但检测能够达到一定精度。

现在摆出问题：若以黍填充轂孔，看两轂孔容积是否相同，竟无从谈检验精度。理由述下：先秦时期的车轂较长<sup>3</sup>，轂中空容积较大，以黍填充，黍粒将以万计，而由于操作关系（如倒黍快慢），黍粒误差少则十几、多则上百都有可能。在“规”、“曁”、“水”、“县”、“权”的检测中，人为的操作可以控制到很小，检测结果能用数值准确反映；而在“量”的检测中，若以黍填充轂孔，人为的操作误差不易控制，更要紧的，检测结果用黍的数目差反映，不涉计量单位，没有参照标准，这显然与其他五项检测在逻辑上矛盾！

再从检验要求的合理性分析。早在商代就有了青铜钻头，刀具有主、副刀刃之分，鍛削技术已出现<sup>4</sup>。为使轮轴与轮轂孔有较好的滑动配合，也为提高工作效率，古代工匠在制车中逐步使用原始车床是极可能的。推想当时的车床用绳索、皮带、木轮、木或铜支架制成，年深朽蚀，不易存留。而从出土古车所见轮轂孔有较好的圆度看，是可以推断有原始车床加工的。

使用原始车床加工，要保证两个轮轂孔容积相同不难。难的是，轮子各部件（轂、辐、牙）装配起来，要使轮圈轴线与轮轂的轴线一致，从而保证轮子“取诸圜也”，这得需要高超的技艺。

细推敲《考工记》中有关轮子定量检验的要求，可知是指装配成体的情况而言。如：制辐时要求，“揉辐必齐，平沈必均，直以指牙”。而装配后轮中相对的两辐未必对直，故有“县之，以眡其辐之直也”的检验。制轂时要

求，“容轂必直，陈篆必正，施胶必厚，施筋必数，轉必负干。既摩，革色青白，谓之轂之善。”可以想见，制轂时也尽可要求内外圆度，可单独进行检验，不存在对轮圈轴线与轮轂轴线一致的检验问题。而装配后的轂，由于工匠技艺水平的缘故，却会使轮圈与轮轂未必同轴线。若不同轴线，轮子运转歪斜，车行沉重，易颠簸，会加速轮轂和轮轴的磨损。因而，轮子装配后检查轮圈轴线与轮轂轴线一致（实际操作可检查轮轴与轂孔的各向间隙）就是必要的（参见图）。故笔者以为，“量其轂以黍，以眡其同也”的本义是指，用黍测量轮轴与轂孔的间隙，看轂内外两端的间隙是否相同。由于古车轮轴与轂孔的动配合间隙较大（这是材料等因素限定的），用黍测量完全可能，其间隙大小可用黍的长或宽来准确反映，并且可换算为标准计量单位比较。

### 3 “欲其幌尔而下迪也”析义

在《考工记》对轮子的表现检验中，有“望而眡其轮，欲其幌尔而下迪也”一句。按郑玄注：“轮，谓牙也；幌，均致貌也。”贾公彦疏：“望而眡之谓车停止时。云幌尔者，幌，均致貌也。尔，助句辞。云下迪者谓辐上至轂，两两当正直，不旁迪，故云下迪也。”<sup>5</sup>后世凡注《考工记》释“幌”者，多循郑注。而“幌”字见《说文》释：“幌，幔也。从巾，眞声。”段玉裁注：“谓蒙其上也。《周礼》注曰：以巾覆物曰幌。”<sup>6</sup>又《广雅·释诂》：“幌，覆

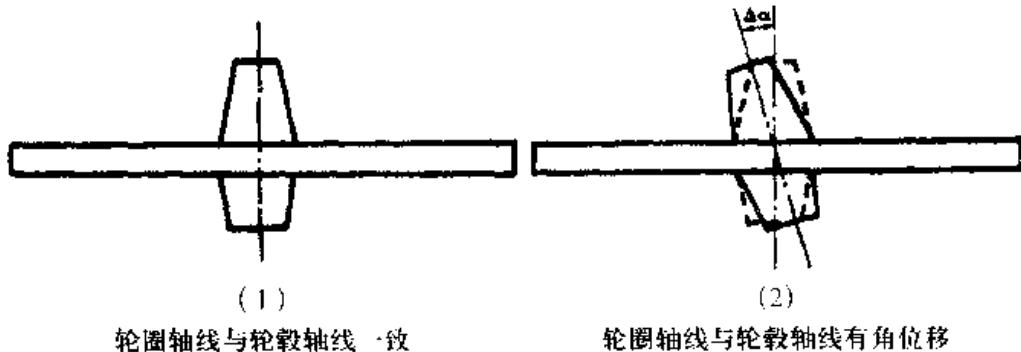


图1 轮圈轴线与轮轂轴线示意图

也。”《淮南子·原道》：“舒之幌于六合，卷之不盈于一握。”高诱注：“幌，覆也。”看来，“幌”作“均致貌”解并非本义，“幌”很可能为借字。“欲其幌尔而下迪也”的句义也值得辨析。

荷兰的史四维教授曾提出一种解释，认为“幌尔而下迪也”指的是莫阿条纹效应 (Moiré Pattern)<sup>7</sup>。史氏特别引了英国物理学家法拉第的实验

<sup>1</sup> 莫阿条纹是指一组直线、曲线或波状线叠在另外一组同形状的曲线上所产生的几何图案。典型例子是一组直线和另一组直线，以小交角叠合而成，两组直线交点所连接成的轨迹即是叠纹线。

研究来说明，他写道：“1831年，法拉第论述一种视力上的特殊错觉时说：‘两轮马车的两个轮子转动时，如果从侧面看去，使视线与车轴相交，那么两个轮子重迭部分的空间便会好像被分割成许多曲线，曲线好像会从一个轮子的轮轴通向另一个轮子的轮轴……’”他对这种效应进行了实验，认为要清楚地看到这种现象，轮辐至少应有二十至三十根。这里不妨指出，这正是商朝和周朝的车轮残余物上发现的轮辐通常的数目。”<sup>7</sup>

史氏从科学角度出发进行探讨的态度值得赞赏。但对他的分析，深感存在问题。理由见下：

1. 以观察波纹形状的变化来检验轮辐排列角度，从而看轮子制作的如何，可以说这是相当定量化的要求。按本文前面分析，逻辑上与《考工记》明确记载对轮子进行定量检验的内容不符。况且已知，就检验轮辐而言，完全可用“其之，以眡其辐之直也”来实现。

2. 两组重叠的条纹满足一定数目，且条纹间距较小时，才能出现较清晰的莫阿条纹。三十根轮辐表现的莫阿条纹虽说能为肉眼观察，但要作为检验角度的视觉效果则欠佳，判断精度的有效性是不够的。

3. 若按史氏所说，以莫阿条纹判断轮辐排列角度，那么就必须拿一个轮子作参照标准，而通读《考工记》原文，却看不出有这种操作的要求。

由此说，史氏把“輗尔而下迺也”解释为莫阿条纹效应是不当的。

那么，“欲其輗尔而下迺也”如何理解？笔者认为，要准确地把握原意，须结合轮子的制作工艺特点和检验要求来探讨。春秋战国时期制车，轮牙（轮圈）是用几条曲木揉制拼合而成的，每条曲木揉制得一样，拼合时严丝合缝，才能保证轮牙整体的圆度。另外，轮牙外表应做一定的光洁处理。考察当时的制车工具，没有刨子。见《管子·轻重乙》记载：“一车必有一斤、一锯、一杠、一钻、一凿、一鍊、一軎，然后成为车。”“斤”，《国语·齐语》韦昭注：“斤形似鉏而小。”鉏即鋤，其刃横；斤形似鋤，则应指令所说的鋤，它与直刃的斧有别。“鍊”，见《诗·豳风·破斧》：“既破我斧，又缺我鍊。”唐陆德明《释文》：“《韩诗》云：‘鍊，凿属也。’一解云：‘今之独头斧。’”<sup>8</sup>“軎”通“柯”，指斧柄，郭沫若集校引丁士涵曰：“‘軎’当为‘柯’。”据考，刨子使用远在战国时代以后。当时的木材加工程序是，先用楔将大木截开，再用斤将板材大致砍平。砍平过之后仍不够光滑，下一步还要进行砍削，精工制作时并须加磨砻。见《谷梁传·庄公二十四年》：“礼，天子之桷，斲之砻之，加密石焉。”这最后一道打磨的工序用的是砾石，文献记载很明确。

《考工记》记载的制车属精工细作，轮子的表观检验内容之一就是要看轮牙外形制作是否匀整，拼缝是否严密，外表是否光滑。总之，要给人以良好的视觉效果。

考虑轮子的制作工艺和检验要求，我们再来看“望而眡其轮，欲其輗尔而下迺也”的译法。李约瑟译：“车轮应正直得像悬着的幔那样向下弛着，匀称有致”<sup>9</sup>。这是按“輗”的“幔”义解释，文意似难贯通。林尹译：“在远

的地方望着轮子，两旁微向下斜，曲度非常平均。”<sup>11</sup>闻人军译：“远看轮子，要注意轮圈转动是否均致地触地。”<sup>12</sup>林译、闻译都从郑注，把“幌”作“均致貌”解。林译“下迺”为“下斜”嫌牵强，闻译中多“触地”不当。原文确实很难直译。笔者认为，轮子表观检验讲的是视觉效果，结合上下文，采意译是否可这样：“远看轮子，轮圈应曲度均致、光滑。”此译反映了轮子外廓曲线的均致和外表的光滑，用字也较上述三种译法为少。不知妥否，还望识者指教。

### 【注释与参考文献】

- 1 《周礼注疏》《十三经注疏》，北京：中华书局，1980年。
- 2 闻人军：《考工记导读》，成都：巴蜀书社，1987年，第279页。
- 3 先秦时期的轮轂通长多在30—50厘米，参见：杨应杰：先秦战车形制考述（附表），《辽宁师大学报》，1984年第2期。
- 4 魏庆同、华觉明：论我国早期的“刀”和刀具，《科技史文集》第9辑，上海：上海科技出版社，1982年。
- 5 《周礼注疏》，《十三经注疏》，北京：中华书局，1980年。
- 6 [清]段玉裁：《说文解字注》。
- 7 [荷兰]史四维：木轮形式和作用的演变，《中国科技史探索》，上海：上海古籍出版社，1986年，453—484页。
- 8 罗竹风主编：《汉语大词典》卷11，上海：汉语大词典出版社，1989年，第1286页。
- 9 孙机：我国古代的平木工具，《文物》1987年第10期，70—76页。
- 10 译文采自[荷兰]史四维：《木轮形式和作用的演变》，《中国科技史探索》，上海：上海古籍出版社，1986年，453—484页。原文为：“The trueness of the wheel was to be such that it resembled a hanging curtain(mi), curving downwards with a beautiful smoothness.” cf.: Joseph Needham, *Science and Civilisation in China*, London & New York: Cambridge University Press, 1965, 75.
- 11 林尹：《周礼今注今译》，北京：商务印书馆，1972年，第431页。
- 12 闻人军：《考工记译注》，上海：上海古籍出版社，1993年，第16页。

原载《中国科技史料》2001年第2期

## 《考工记》“磬折”考辨

“磬折”一语，见《考工记·车人》记载：“半矩谓之宣，一宣有半谓之懦，一懦有半谓之柯，一柯有半谓之磬折。”以往基本的解释说，这表示的是一组角度，依次是： $45^\circ$ 、 $67^\circ 30'$ 、 $101^\circ 15'$ 、 $151^\circ 52' 30''$ 。<sup>1</sup>

不少学者认为， $151^\circ 52' 30''$ 这一值，就是用于制磬的角度值（磬的鼓上边与股上边的夹角）。然而，深入思考感到存在几个问题：1、古人制磬为什么要选用一个如此需要分合的值（按角度平分再加半的说法）？2、《考工记·磬氏》说：“磬氏为磬，倨句一矩有半。”按以往理解，“一矩有半”相当于 $135^\circ$ ，这如何与《考工记·车人》的一套角度说法协调？3、出土的大量磬中，找不到与 $151^\circ 52' 30''$ 相合的实物，多数存有偏差甚至有的偏差很大，原因为何？4、《考工记·匠人》中用到“磬折”，水利施工中的“磬折”到底如何理解？

有感问题重要，而迄今诸解释并不能令人满意，笔者结合文献与考古资料试作新的探讨。

“磬折”的来源无疑与磬有关。磬在发展中有演变。商代的磬上作弧形，下近直线，西周时始出现上作倨句形、下作弧形的磬，这种磬后来盛行于战国，延至西汉；而上下均作倨句形的磬见于战国，并为汉以后的主要形式。<sup>2</sup>

春秋战国时期的磬形如图1所示。推想磬的制作过程，先要取石制板，大致取平，然后再划线下坯料，粗磨、精磨。为省时、省材，坯料可以套裁，这样就应有木模式的东西。不妨琢磨一下木模怎么做。如图2所见，实际上磬可置于一矩形中，为充分利用矩形面积，则磬的股上边与矩形上边相齐，磬鼓博上角与矩形左边相切，很清楚，磬的倨句值不同，切点的位置也不同。反过来，改变切点位置，也会得到不同的倨句值。

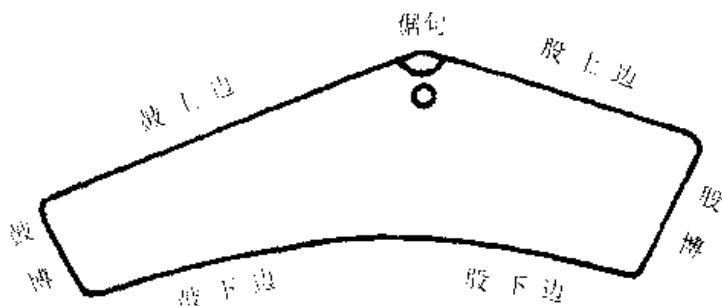


图1 磬部位名称示意图

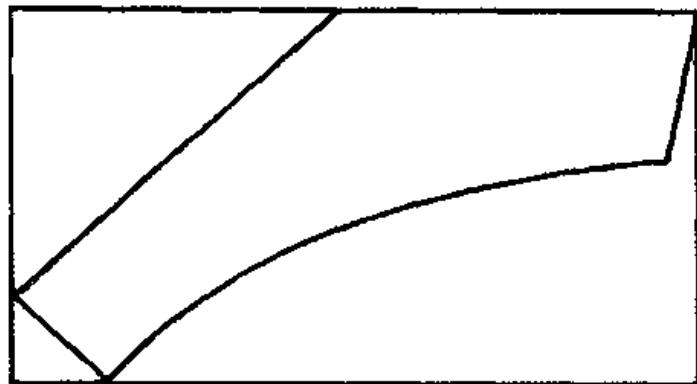


图2 磐制模示意图

由古文献知，矩的起源很早，周代时使用已普遍。据山东嘉祥汉代武梁祠画像石，矩是由两边构成的直角尺，两边不等长。春秋时代矩的样式究竟如何，尚不得知。这里，为使讨论方便，我们假设矩的两边等长（长度定作一个单度）<sup>3</sup>，并考虑用四个矩围成一个新矩形（《周髀算经》有“合矩以成方之言”）。

按《考工记·车人》所述，“半矩谓之宣”，可认为“宣”对应着1个单位长度，如图3中1所示。“一宣有半谓之柵”，取线段长 $1+0.5=1.5$ ，即认为“柵”对应着1.5个单位长度，如图3中2所示。“一柵有半谓之柯”，取线段长 $1.5+1/2 \times 1.5=2.25$ ，即认为“柯”对应着2.25个单位长度，如图3中3所示。“一柯有半谓之磬折”，取线段长 $2.25+1/2 \times 1.5=3.375$ ，即认为“磬折”对应着3.375个单位长度，如图3中4所示。“倨句一矩有半”也可作此理解，即认为对应着3个单位长度，如图3中5所示。

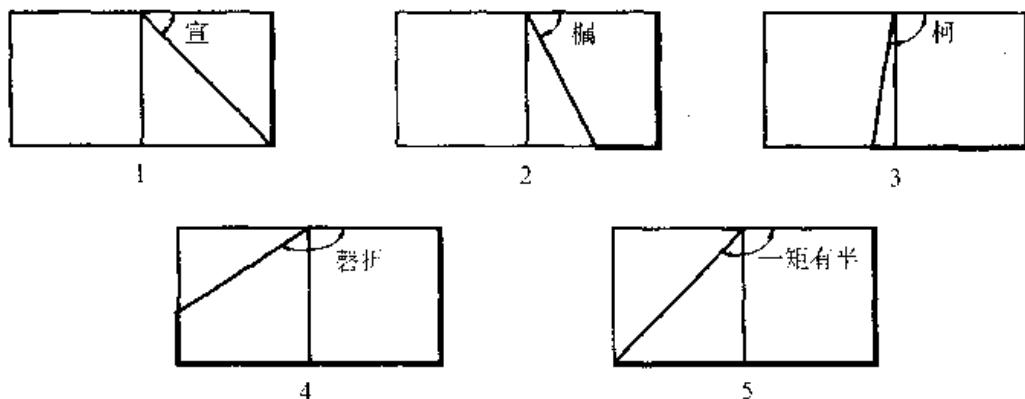


图3 宣、柵、柯、磬折、一矩有半对应的单位长度示意图

对上述图形观察得到启示，只要在矩的两边分别标明尺度，更一般地，利用一个矩就能作出所需的角度，这可叫做“以矩起度”。如图4所示。

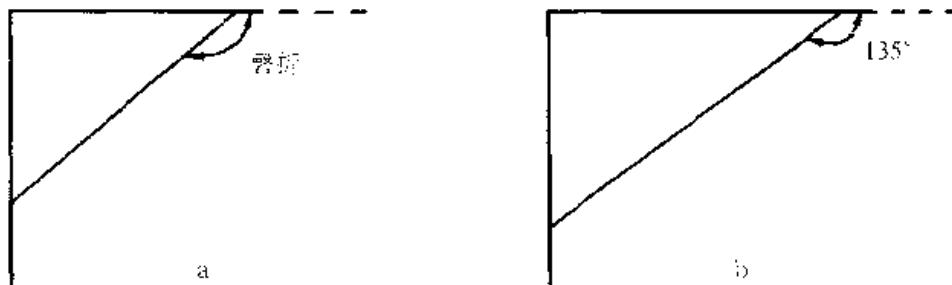


图4 “以矩起度”示意图

把取单位长度对应的角度与以往解释的角度列表对照如下：

《考工记》中矩、宣、楨、柯、磬折一览表

表1

义项 名称	原文	郑玄注	取单位 长度	按取单位长 度对应的角 度值	以往解 释的角度值
矩		尺六寸三分寸之二	2	90°	90°
宣	半矩谓之宣	尺三寸三分寸之一	1	45°	45°
楨	一宣有半谓之楨	楨，斫斤，柄长二尺	1.5	63° 26'	67° 30'
柯	楨有半谓之柯	伐木之柯，柄长三尺	2.25	104° 2'	101° 15'
磬折	柯有半谓之磬折	大柯以下四尺五寸，磬折立	3.375	148°	151° 52' 30''
一矩有半	倨句一矩有半	度，倨句，度为版，直为基	3	135°	135°

表中所见，矩、宣、一矩有半的角度值完全符合。楨、柯、磬折两组角度值有一些偏差，实际这里不存在误差讨论问题（分析见后）。

表中引了汉儒郑玄有关“车人”、“磬氏”条文的注说。郑玄所注，确定了宣、楨、柯、磬折的数值，与《考工记》述文的递进关系完全相合，但郑玄却误以为这是一套长度定义。

#### 四

汉代以降，郑玄所注释宣、楨、柯、磬折之误陈陈相因，在清朝乾嘉学派以前，一直未被认识。北宋蔡崇义的新《三礼图》，明代王圻的《三才图绘》，明末徐光启的《考工记释》等，所作磬图或注释都是错误的。清代江永的《周礼疑义举要》，戴震的《考工记图》，所作磬图或解释也不正确。

与戴震同为江永弟子的程瑶田，好学精思，独具慧眼，他敏锐地指出：“磬氏倨句，虽郑注言之、戴东原（戴震）补注又详言之，然余窃以为未得其实也”<sup>4</sup>。程瑶田肆力于《考工记》研究，多有创获。他认为“倨句一矩有半”应释为一个半直角，并认为古代是以矩起度的，他明确地说：“百工皆持矩以起度，而倨句之度法遂生于矩焉。”<sup>5</sup>肯定矩、宣、楨、柯、磬折是一套角度定义，这是程瑶田研究的一个贡献。

遗憾的是，程瑶田无法解释“磬氏为磬，倨句一矩有半”与“一柯有半谓之磬折”的矛盾，他将“一柯有半谓之磬折”臆改为“一矩有半谓之磬折”<sup>6</sup>。这一改是失足矣。

近人研究《考工记》，已明确视宣、楨、柯、磬折为一套角度，但如何解释“倨句一矩有半”与“一柯有半谓之磬折”的矛盾，却仍感困惑。科学史家钱宝琮先生曾作《读〈考工记〉六首》，在自注中，钱先生说：“半矩四十五度为宣，……得一百五十一度又八分度之七为磬折，其角度较磬氏所定为钝矣。旧法疏阔，难以名数详校也。”<sup>7</sup>钱先生在所主编的《中国数学史》中说：“《考工记》‘磬氏’节明白规定，磬的两部分的夹角为‘倨句一矩有半’，也就是 $135^{\circ}$ ，这和《车人》‘一柯有半谓之磬折’显然不同。大概在 $135^{\circ}$ 上下的钝角都得称为‘倨句磬折’。于此可见《考工记》中宣、楨、柯、磬折等名词的定义是很不明确的。”<sup>8</sup>

今人闻人军治《考工记》用力甚勤，曾专文探讨过磬折的起源与演变，但认识也有模糊。闻人军肯定磬折为 $151^{\circ} 52' 30''$ ，是角度“分”、“合”所得的结果，又认为：“按磬折的定义制磬，在实用上并不方便。也许有些工匠为了简化工艺，直接以‘一矩有半’为磬之倨句，经《记》文作者在‘磬氏’条中明文规定，随着《考工记》的流传，齐、魏、韩等国的磬匠按‘磬氏’的规定制磬，由是产生了一大批‘倨句一矩有半’型的编磬，而磬折型编磬渐被淘汰，至战国中期几乎绝迹。前者的形制不尽符合《记文》规定的原因是，编磬毛坯制完成后，尚须通过刮摩来调音，刮摩工艺对倨句值有一定的影响，故有一些误差”<sup>9</sup>。闻人军以磬折值为 $151^{\circ} 52' 30''$ ，勉强解释了《考工记》中其他涉及“磬折”的条文，特别如“匠人”，“凡行奠水，磬折以叁伍”之句，他自感相当费解。

## 五

按本文分析并提出的“以矩起度”观点，以往解释的矛盾及困难均可迎刃而解。

1. 宣、楨、柯、磬折是一套角度，是可在矩上取某些数值起度得的角度，这大概正是程瑶田说“倨句度法生于矩”的本意（惜未进一步明确陈述）。因为“矩”有两义，一表曲尺，一表直角。从前义理解，利用曲尺两边上的数值作弦，可得一套角度，这就是“以矩起度”；若从后义理解，自然便对九

十度平分，利用分、合而得到一套角度。可以说，从前者理解，有实用的意义；从后者理解，更多地是理论化的意义。

2. 利用“以矩起度”，可作任意角度，非常简单、方便。假设把矩尺一边分为 10 等分，取一组数看对应得的角度，见表 2，如图 5 所示。

矩尺部分刻度对应的角度

表 2

刻度值	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
角度值							
左	106° 42'	111° 50'	116° 34'	121°	125°	128° 40'	132°
右	163° 18'	158° 10'	153° 26'	149°	145°	141° 20'	138°

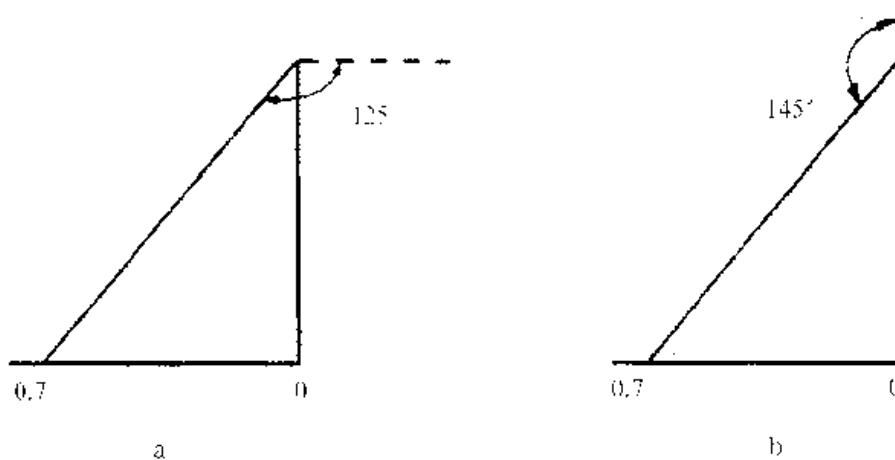


图 5 矩尺取值相同而对应不同的角度

尽管利用“以矩起度”可作任意角度，但在工程实际中为了规范，工匠倾向取某些数值起度，因而便有了宣、楨、柯、磬折，或类似的特写值。利用九十度分合所得的值，更强化了规范意义。

3. 建国以来出土的磬数以百计，春秋时期的磬倨句值在  $125^\circ \sim 160^\circ$  之间波动，战国时期倨矩为  $135^\circ$  的磬见多。按“以矩起度”并结合《考工记》来认识，早期规范意识不强，磬匠可作多种取度。乃至《考工记》成书并流传，便渐趋规范而以“一矩有半”取度。这里根本不存在简化工艺的问题。

4. 按“以矩起度”、《考工记·匠人》中“凡行羹水，磬折以叁伍”之句便很容易解释。堰形并非“其横段与折段的长度是三比五”<sup>10</sup>（图 6 中 a），那样理解明显地与水利工程实际情况不符。而是指，在矩尺两边分别取数值三、五，以此起度，夹角对应得  $149^\circ$ （见图 6 中 b）。这不仅是典型的“磬折”，更重要的，其堰高和横段长度都可随实际调整，这种解释合理、自然。

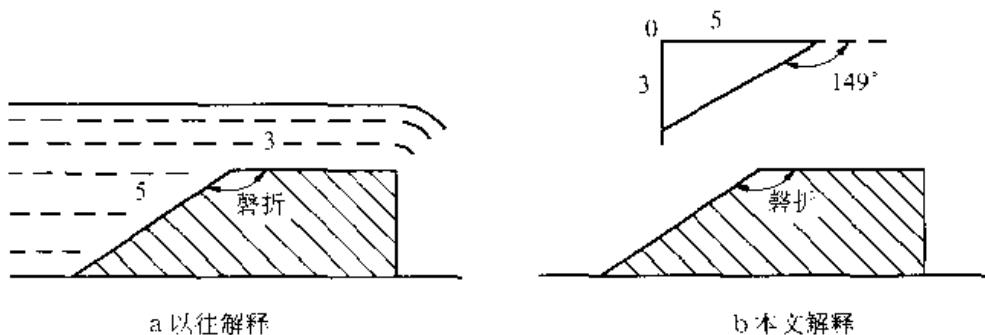


图6 “磬折以参伍”式的折线型剖面墙

5.《考工记》中，除了“车人之事”、“匠人”条外，明文提到磬折的还有两处。“车人”说：“为皋鼓，长寻有四尺，鼓四尺，倨句磬折”。“车人为耒”说：耒“底长有一寸，中直者三尺有三寸，上句者二尺有二寸。……直庇则利推，句庇则利发。倨句磬折，谓之中地。”依笔者之见，这里的磬折不必拘泥于 $135^\circ$ 或 $148^\circ$ （更不可能是 $151^\circ 52' 30''$ ），因为以矩起度作磬折是很容易的事，从美观（如对“为皋鼓”而言）或实用（对“为耒”而言）出发，可在 $135^\circ$ 左右一个范围内取值。

## 六

最后再归纳一下。

1. 不否认先秦时期古人已熟悉角度平分并在工程技术和有所应用，但相比之下，“以矩起度”更为简单、实用，因而具有普遍意义。而且很可能“以矩起度”是产生于“角度分合”之前。

2. 在 $135^\circ$ 左右的角度值都可看作磬折，这是“以矩起度”的磬折。特别地，对于用矩上某些数值起度所得的磬折（如 $135^\circ$ 、 $149^\circ$ ），更有典型意义。而 $151^\circ 52' 30''$ ，则是指“角度分合”的磬折。

3. “以矩起度”反映了古代工匠的聪明才智，通过对矩的操作而达到所需要的任何角度，这在工程技术中有重要的实用性。

或许可以引申说，由于古人把对角度的操作转化为对线段的操作，使许多几何问题变成了代数问题，而在某种程度上影响到中国古代几何学的研究和发展。

### 【注释与参考文献】

- 1 杜石然等：《中国科学技术史稿》，北京：科学出版社，1982年。
- 2 湖北省博物馆：湖北江陵发现的楚国彩绘石编磬及其相关问题，《考古》1972年第3期。
- 3 贾公彦疏：“‘倨句一矩有半’云：‘假另句股各一尺’”。《周礼注疏》，《十三经注疏》。

- 疏》，中华书局，北京：1980年。
- 4 程瑶田：《考工创物小记·磬氏为磬图说》、《皇清经解》，卷五百三十七，学海堂本。
- 5 程瑶田：《考工创物小记·宣、柯、磬折的度法述》、《皇清经解》，卷五百三十九，学海堂本。
- 6 程瑶田：《考工创物小记·倨句法通例述》、《皇清经解》，卷五百三十九，学海堂本。
- 7 钱宝琮：读《考工记》六首，《中国科技史料》1982年第2期
- 8 钱宝琮主编：《中国数学史》，第13页，北京：科学出版社，1964年
- 9 闻人军：“磬折”的起源与演变，《杭州大学学报》1986年第2期。
- 10 中国水利史稿编写组：《中国水利史稿》上册，第108页，北京：水利电力出版社，1979年；另见闻人军：《考工记》中的流体力学知识，《自然科学史研究》1984年第1期。

原载（台湾）《科学史通讯》第17期，1998年。

---

注：本文刊出后，关增建先生又作进一步的阐发，见关增建：《考工记》角度概念刍议，《自然辩证法通讯》2000年第2期。

## 一. 《考工记》图释图录

序号	名称	出土时间和地点	资料来源
图 1	商代晚期铜刀	1973年河南灵宝	《考古》1979年第1期
图 2	春秋早期铜刀	1975年北京延庆	《考古》1979年第3期
图 3	春秋铜斧	1973年湖北大冶 铜绿山	中国历史博物馆:《华夏 之路》第一册
图 4	春秋铜削	1975年湖北江陵雨台山	《考古》1980年第5期
图 5	吴越之剑	1965年湖北江陵望山	
图 6	殷墟车马坑	1972年河南安阳殷墟	自摄
图 7	先秦独辀车形制		孙机:从胸式系驾法到鞍套式 系驾法,《考古》1980年第5期
图 8	汉代制作车轮画 像石	山东嘉祥汉画像石 拓片	山东省文管处、山东省博 物馆:《山东文物选集》
图 9	河南浚县辛村出 土西周车轮复原图		张长寿、张孝光:殷周车制度 说略,见《中国考古学研究》
图 10	河南浚县辛村出 土西周车轮毂接辐部		张长寿、张孝光:殷周车制度 说略,见《中国考古学研究》
图 11	辉县出土战国车中 的轮辋装置		孙机:中国古独辀马车的结 构,《文物》1985年第8期
图 12	轮辋装置受力示意 图		[荷]史四维:《木轮形式和作用 的演变》,见《中国科技史探索》
图 13	盖斗和盖杠		孙机:中国古独辀车的结 构,《文物》1985年第8期
图 14	盖弓装置示意图		孙机:中国古独辀车的结 构,《文物》1985年第8期
图 15	秦始皇陵一号铜车 马	1980年秦始皇陵	《科学世界》2000年第12期
图 16	司母戊鼎	1939年河南安阳殷墟	华觉明:《中国冶铸史论集》
图 17	西周大克鼎	1890年陕西扶风	上海博物馆藏
图 18	曾侯乙墓中层甬钟	1978年湖北随县	谭维四:《曾侯乙墓》
图 19	战国“楚全”戈	安徽舒城	中国人民革命军事博物 馆:《金马铁戈五千年》
图 20	戟	1951年河南辉县	中国科学院考古研究所: 《辉县发掘报告》
图 21	戟	1978年湖北随县	谭维四:《曾侯乙墓》
图 22	春秋剑	北京故宫博物院藏品	华觉明:《中国古代金属技术》
图 23	春秋铜矛、铜镞	1971年长沙浏城桥	《考古学报》1972年第1期
图 24	齐刀币		王志民:《齐文化概论》
图 25	商晚期铜镜	1977年河南安阳殷墟	华觉明:《中国古代金属技术》

图 26	战国铜镜	传世	清华大学图书馆藏品
图 27	阳燧	1981年浙江绍兴狮子山	《文物》1984年第1期
图 28	齐量	传山东淄博临淄出土	庄光明:《中国历代度量衡考》
图 29	战国天平	1954年湖南长沙左家公山	中国历史博物馆藏
图 30	春秋皮甲片	1971年长沙浏城桥	《考古学报》1972年第1期
图 31	曾侯乙墓皮甲胄复原模型(正面)		《考古》1984年第12期
图 32	曾侯乙墓皮甲胄复原模型(侧面)		《考古》1984年第12期
图 33	曾侯乙墓皮甲胄复原示意图		杨泓:《中国古兵器论丛》
图 34	战国马甲	1987年湖北荆门包山	《文物》1988年第5期 李光红等:《中国古代玉器鉴定》
图 35	六瑞玉		
图 36	良渚文化玉璧	1973年江苏吴县草鞋山	中国历史博物馆:《华夏之路》第一册
图 37	良渚文化玉琮	1979年江苏常州寺墩	《考古》1984年第2期
图 38	良渚文化玉琮	1979年江苏常州寺墩	《考古》1984年第2期
图 39	春秋玉戈	1978年山东曲阜鲁国故城	《考古》1983年第8期
图 40	石圭	1986年山西侯马	《文物》1988年第3期
图 41	西周玉璋	1951年四川广汉	《中国美术全集》玉器卷,上海美术出版社,1988年。
图 42	陶铃	仿制	
图 43	商晚期云纹铜铙	1978年湖南宁乡	华觉明:《中国古代金属技术》
图 44	甬钟各部位名称图		
图 45	曾侯乙墓鸳鸯盒上的击钟形象		湖北省博物馆:《曾侯乙墓出土文物图录》
图 46	曾侯乙墓编钟	1978年湖北随县	华觉明等:《中华科技五千年》
图 47	曾侯乙墓钟虡铜人	1978年湖北随县	谭维四:《曾侯乙墓》
图 48	战国青铜器上的钟磬乐舞形象		华觉明:《中国古代金属技术》
图 49	新石器时代晚期石磬	1974年山西夏县	中国历史博物馆:《华夏之路》第一册
图 50	商代石磬	1950年河南安阳殷墟	中国历史博物馆:《华夏之路》第二册
图 51	战国彩绘石磬(1、2)	1970年湖北江陵	《考古》1972年第3期
图 52	曾侯乙墓编磬	1978年湖北随县	谭维四:《曾侯乙墓》
图 53	泥条盘制示意图		中国历史博物馆:《中国古代科技文物展》

图 54	转轮制陶示意图		中国历史博物馆:《中国古代科技文物展》
图 55	商陶鬲	1952年河南郑州二里岗	《新中国的考古收获》
图 56	大河文化陶甑	1976年郑州大河村	《考古学报》1979年第3期
图 57	战国陶甑	湖北云梦	《云梦睡虎地秦墓》
图 58	陶鬲	1983年陕西长安沣西	《考古》1984年第9期
图 59	春秋陶簋	陕西凤翔	《中国美术全集》陶瓷卷, 上海美术出版社,1988年。
图 60	西周原始瓷豆	1953年河南洛阳	中国历史博物馆藏
图 61	战国彩绘陶豆	陕西富平	《中国美术全集》陶瓷卷
图 62	挥戈、挥剑所及范 皿示意图		杨泓:《中国古兵器论丛》
图 63	庐器	1971年长沙浏城桥	《考古学报》1972年第1期
图 64	短柄铜戈	1971年长沙浏城桥	《考古学报》1972年第1期
图 65	短柄戈秘		
图 66	锐殳	1978年湖北随县	谭维四:《曾侯乙墓》
图 67	晋殳	1978年湖北随县	谭维四:《曾侯乙墓》
图 68	河南偃师二里头夏 代建筑复原模型		杨洪勋:《建筑考古学论文集》
图 69	聂崇义所绘王城图		聂崇义:《三礼图》
图 70	戴震所绘王城图		戴震:《考工记图》
图 71	王城基本规划结构 示意图		贺业钜:《〈考工记〉营国制 度研究》
图 72	宫城规划设想图		贺业钜:《〈考工记〉营国制 度研究》
图 73	王城城内各级道 路横剖面示意图		贺业钜:《〈考工记〉营国制 度研究》
图 74	商青铜耜	传河南辉县出土	马承源:《中国古代青铜器》
图 75 (1、2、3)	井田沟洫水利示意图		
图 76	弋射图	四川汉画像砖	《中华古文明大图集》第7 册,人民日报出版社
图 77	射侯图	战国铜壶局部图像	《文物》1976年第3期
图 78	战国竹弓	湖南长沙五里牌	中国科学院考古研究所: 《长沙发掘报告》
图 79	战国竹弓	湖南长沙浏城桥	《考古学报》1972年第1期
图 80	战国木弓	湖北荆门包山	《中国文物世界》总141期

## 三 参考文献

### (一) 原始文献

1. 《周礼·考工记》,《四部备要》,上海:中华书局,民国十七年。
2. 《周礼·考工记》,《四部丛刊》,上海:商务印书馆,民国十八年。
3. 阮元主持校刻:《周礼注疏》,《十三经注疏》,北京:中华书局,1980年。
4. 孙诒让撰:《周礼正义》第13、14册,北京:中华书局,1987年。另见《中国科学技术典籍通汇》技术卷,《周礼正义·考工记》影印本,郑州:大象出版社,1994年。
5. 程瑶田:《考工创物小记》、《皇清经解》,学海堂本。
6. 戴震:《考工记图》,北京:商务印书馆,1955年。

### (二) 论著部分(含译注、文集)

1. 林升:《周礼今注今译》,北京:商务印书馆,1972年。
2. 闻人军:《考工记导读》,成都:巴蜀书社,1987年。
3. 闻人军:《考工记译注》,上海:上海古籍出版社,1993年。
4. 夏纬瑛:《〈周礼〉书中有关农业条文的解释》,北京:农业出版社,1979年。
5. 中国水利史稿编写组:《中国水利史稿》,北京:水利电力出版社,1979年。
6. 中国天文学史整理研究小组:《中国天文学史》,北京:科学出版社,1981年。
7. 杜石然等:《中国科学技术史稿》,北京:科学出版社,1982年。
8. 贺业钜:《〈考工记〉营国制度研究》,北京:中国建筑工业出版社,1985年。
9. 杨泓:《中国古兵器论丛》(增订本),北京:文物出版社,1986年第2版。
10. 华觉明等:《中国冶铸史论集》,北京:文物出版社,1986年。
11. 杨鸿勋:《建筑考古学论文集》,北京:文物出版社,1987年。
12. 马承源主编:《中国青铜器》,上海:上海古籍出版社,1988年。
13. 后德俊:《楚国科学技术史稿》,武汉:湖北科技出版社,1990年。
14. 老亮:《中国古代材料力学史》,长沙:国防科技大学出版社,1991年。
15. 丘光明:《中国历代度量衡考》,北京:科学出版社,1992年。
16. 钱玄:《三礼通论》,南京:南京师范大学出版社,1996年。
17. 中国历史博物馆编:《华夏之路》第一册,北京:朝华出版社,1997年。

18. 戴吾三等:《齐国科技史》,济南:齐鲁书社,1998年。
19. 华觉明等主编:《中国科技典籍研究——第一届中国科技典籍国际会议论文集》,郑州:大象出版社,1998年。
20. 王贻樑:《考工记》评介,见林德宏主编:《中国典籍精华丛书——科技巨著》,北京:中国青年出版社,2000年。
21. 华觉明:《中国古代金属技术》,郑州:大象出版社,2000年。
22. 戴念祖主编:《中国科学技术史·物理卷》,北京:科学出版社,2001年。
23. 华觉明等:《中国科学技术史·机械卷》,北京:科学出版社,2001年。
24. 谭维四:《曾侯乙墓》,北京:文物出版社,2001年。

### (三) 论文部分

1. 郭沫若:《考工记》的年代与国别,《天地玄黄》,大孚出版公司,1947年。
2. 侯过:《考工记》的“轮人”,《理论与实践》1958年第7期。
3. 王燮山:《考工记》及其中的力学知识,《物理通报》1959年第5期。
4. 陈直:古籍述闻,《文史》第3辑,1963年。
5. 周始民:《考工记》六齐成分的研究,《化学通报》1978年第3期。
6. 王全太:从《考工记》谈先秦时期的建筑测量,《建筑技术》1978年第10期。
7. 朱泰生:我国古代在光测高温技术上的光辉成就,《北京邮电学院学报》1979年第1期。
8. 夏鼐:商代玉器的分类、定名和用途,《考古》1983年第5期。
9. 王燮山:我国古代测定的固体比重及其测量方法,《物理通报》1983年第12期。
10. 闻人军:《考工记》中的流体力学知识,《自然科学史研究》1984年第1期。
11. 杨应杰:先秦战车形制考述,《辽宁师大学报》,1984年第2期。
12. 湖北省博物馆等:战国曾侯乙墓编磬的复原及相关问题的研究,《文物》1984年第5期。
13. 闻人军:《考工记》成书年代新考,《文史》第23辑,1984年11月。
14. 中国社会科学院考古研究所技术室:试论东周时代皮甲胄的制作技术,《考古》1984年第12期。
15. 刘敦愿:《考工记》“梓人为笱康”条所见雕刻装饰理论,《美术研究》1985年第2期。
16. 孙机:中国古独辀马车的结构,《文物》1985年第8期。
17. 闻人军:“磬折”的起源与演变,《杭州大学学报》,1986年第2期。

18. [荷兰]史四维:木轮形式和作用的演变,《中国科技史探索》,第453~484页,上海古籍出版社,1986年。
19. 张长寿、张孝光:殷周车制略说,《中国考古学研究——夏鼐先生考古五十年纪念论文集》,文物出版社,1986年。
20. 吴来明:《六齐》商周青铜器化学成分及其演变的研究,《文物》1986年第11期。
21. 李民、王星光:略论《考工记》车的制造规范,《河南师大学报》(哲学社会科学版),1987年第1期。
22. 阎人军:《考工记》中的兵器学,锦州师院学报(哲学社会科学版),1987年第2期。
23. 何堂坤:“六齐”之管窥,《科技史文集》15辑,上海科技出版社,1989年。
24. 周世德:《考工记》与我国古代造车技术,中国历史博物馆馆刊,总第12期,1989年。
25. 王希明:《考工记》的现实教育意义,《山东教育学院学报》,1990年第2期。
26. 刘道广:《考工记》及其研究,《装饰》1990年第4期。
27. 磨牛:功致为上——《考工记》研究笔记,《装饰》1990年第4期。
28. 宣兆琦:《考工记》的国别和成书年代,《自然科学史研究》1993年第4期。
29. 李崇州:试探《考工记》中“耒”的形制,《农业考古》1995年第3期。
30. 戴吾三、邓明立:《考工记》的技术思想,《自然辩证法通讯》1996年第1期。
31. 戴吾三:论《考工记》的生产技术管理,《大自然探索》,1996年第1期。
32. 后德俊:楚文物与《考工记》的对照研究,《中国科技史料》1996年第1期。
33. 戴吾三、高宣:《考工记》的文化内涵,《清华大学学报》(哲学社会科学版)1997年第2期。
34. 戴吾三:《考工记》“磬折”考辨,(台湾)《科学史通讯》第17期,1998年。
35. 潘鲁生:《考工记》的造物思想,收入潘鲁生《民艺学论纲》,北京工艺美术出版社,1998年。
36. 谭德睿等:东周铜兵器菱形纹饰技术研究,《考古学报》2000年第1期。
37. 关增建:《考工记》角度概念刍议,《自然辩证法通讯》2000年第2期。
38. 戴吾三:《考工记》轮之检验新探,《中国科技史料》2001年第2期。