



科技考古和科学史

干福熹 等
著

中国古代玉石和玉器的科学研究



上海科学技术出版社





科技考古和科学史

干福熹 等

著

中国古代玉石和玉器的科学研究



上海科学技术出版社

内容提要

本书基于干福熹院士及其带领的科技考古团队多年来独创性的、科学的无损分析研究,首次探究了玉石的分类、成分及结构,以及中国古代玉器的材质和溯源,从而取得了一系列具有说服力的科学研究数据;从历史和文化的角度,讨论了中国各个时期古代玉器综合研究的结果;并介绍了古代玉石和玉器的中外交流与文化发展。

全书分为三大部分,包括综论篇(古代玉文化、古代玉石、玉石和冰川、无损分析方法在古代玉石和玉器研究中的应用),古玉石篇(软玉类玉石、蛇纹石类玉石、绿松石和青金石、独山玉和翡翠、天然单氧化物宝石和多氧化物绿柱石类宝石的无损分析),古玉器篇(中国古代玉器的起源和玉石之路、良渚文化及出土的新石器时代玉器、浙江良渚遗址出土新石器时代玉器的质地和溯源科学研究、河南出土新石器时代至东周时期玉器的科学研究、西辽河地区新石器时代至青铜时代早期玉器、古蜀国文化遗址出土玉器)。书后附录给出与本书研究有关的已发表论文汇总及国内外软玉样品研究数据等,以提供客观的、基础的文化交流平台,供爱好者和相关人士参考。

本书适合于国内外从事文物和科技考古的人士、中国古代玉器收藏和爱好者、玉石学专业人员以及热爱中国光辉灿烂悠久玉文化的广大读者阅读、参考和收藏。

图书在版编目(CIP)数据

中国古代玉石和玉器的科学研究 / 干福熹等著. —
上海: 上海科学技术出版社, 2017.6

(科技考古和科学史)

ISBN 978-7-5478-3370-4

I. ①中… II. ①干… III. ①古玉器—研究—中国
IV. ①K876.84

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第282744号

中国古代玉石和玉器的科学研究

干福熹 等 著

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社
(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行
200001 上海福建中路193号 www.ewen.co

上海中华商务联合印刷有限公司印刷
开本 787×1092 1/16 印张 19 插页 4
字数 450千字

2017年6月第1版 2017年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-3370-4/TQ·9

定价: 380.00元

作者名单

第1~10、12~13章	千福熹	中国科学院院士 中国科学院上海光学精密机械研究所,研究员 复旦大学,教授
第2~3章	李青会	中国科学院上海光学精密机械研究所,博士、研究员
第4章、附录	刘 松	中国科学院上海光学精密机械研究所,博士、副研究员
第5章	张朱武 斯琴毕力格	中国科学院上海光学精密机械研究所,博士 中国科学院上海光学精密机械研究所,博士
第6章	王永亚	中国科学院上海光学精密机械研究所,博士
第7章	赵虹霞 伏修锋	中国科学院上海光学精密机械研究所,博士、副研究员 中国科学院上海光学精密机械研究所,硕士
第8章	刘志勇 孙方策	中国科学院上海光学精密机械研究所,硕士 中国科学院上海光学精密机械研究所,硕士
第9章	胥真奇 王 凯	中国科学院上海光学精密机械研究所,硕士 中国科学院上海光学精密机械研究所,硕士
第11章	方向明	浙江省文物考古研究所,所长助理、研究员
第12章	顾冬红	中国科学院上海光学精密机械研究所,研究员
第13章	董俊卿	中国科学院上海光学精密机械研究所,硕士、助理研究员

第14章

于建设

内蒙古赤峰学院,教授

马海玉

内蒙古赤峰学院,副教授

第15章

朱章义

四川省成都市金沙遗址博物馆,常务副馆长、副研究员

朱亚蓉

四川省广汉市文物管理局,副局长;三星堆博物馆,副馆长

王 方

四川省成都市金沙遗址博物馆,馆长助理、研究员

丛书序

中华民族5 000多年的灿烂文明曾创造并留存下来大量弥足珍贵的文化遗产。文化遗产特别是物质文化遗产是中华文明形成、发展与辉煌的历史见证,也是人类文明的瑰宝。根据第三次全国文物普查,中国已登记的不可移动文物达76万多处;43处世界遗产,包括文化遗产30处、自然遗产13处。全国馆藏文物近3千万件(套),其中一级文物超过6万件。随着考古发掘工作的不断发展,每年还陆续出土1万余件珍贵文物。

中国虽然是物质文化遗产大国,却并不是物质文化遗产研究的强国。现代意义上的文物考古和保护工作,在中国始于20世纪20年代,不仅起步较晚,而且相关从业人员对现代科学技术在该领域研究应用的重要性的认识明显不足,整体的科学理念也较薄弱,对中国物质文化遗产的科学认知不足和在考古以及该领域科学保护的整体水平相对落后。这就需要我们去积极弘扬和推动中国的科技考古。

中国的科技考古学始于20世纪初,从最初仅凭文献和文物的铭文记述的金石学,发展到主动去野外发掘文物,凭眼学观察和对文物的宏观物理性质测量,用层位学和类型学来识别文物的材质、工艺、年代和溯源。这在当时称为现代考古学,而今已成为传统的考古学。现在人们对文物的保护仅仅是物质属性的保护,即延长文物本身的寿命,然而对非物质属性文物的价值进行保护也是十分必要的。挖掘和保护文物所拥有的历史、艺术和科学价值,以及经济、社会、文化的衍生价值,需要推动科技考古的发展。

20世纪下半叶,越来越多的近代科学技术方法开始被应用于文物的认知和考古,如通过碳-14同位素、热释光等测年代;用分子生物学方法及色谱与质谱方法研究古代动植物和古代有机材料,如丝绸和纸张等;用X射线荧光光谱、红外和激光拉曼光谱等分析文物材质;用同位素质谱和其他微量元素分析文物产地等。文物是不可再生的,采用无损分析方法使得以科学的方法分析、鉴定完整的文物成为可能,并因此得到了很大的发展。近10年来原位无损分析方法的出现,使珍贵的或大型不可移动的文物有了被分析和检测的可能。

中国是历史悠久的文明古国,大量出土文物反映和记录了中国古人和现代人的科学技术活动,这些对了解科学技术的发展十分重要。至今已有数本有关中国科学技术史

的巨著出版,其中包括英国著名学者李约瑟(J. Needham)编写的世界著名的*Science and Civilization in China*(《中国科学技术史》)。这些著作大多数涉及古代中国的科学和技术,而记录近代和现代的中国科学和技术发展过程的书就较少了。然而从20世纪末开始,参与中国科学技术事业的老一辈科学家已相继离世,有可能形成一个空白。如要完成一部学科俱全、详尽的中国近代和现代的中国科学技术发展史是较困难的。

我从青年时代就开始关注中国的科技考古和科学史,但当时专注于现代科学和高端技术的研究,在科技考古和科学史方面仅是业余爱好者。年过七旬才下了决心,腾出一部分时间从事硅酸盐质文物的科学研究,并努力新建一些无损分析方法用于研究,至今已研究了完整的古代出土文物,如玻璃器和玉器千余件。在这些年的研究工作中我体会到两点:第一,社会、人文科学要与自然科学技术交叉和融合才能发展,认知和保护国家珍贵文化遗产要依靠科学和现代技术。人文科学和自然科学工作者要相互合作、并肩工作,努力培养跨学科的研究人才。第二,在科技考古和科学史研究中要面向世界,不能因为是中国的文物就闭门研究,而是要取得国际话语权,所以书籍和文章应该有英文版,让世界了解中国。

当世界科学出版社(World Scientific Publishing)社长潘国驹先生约请组织出版英文版系列丛书时,我欣然同意,来组织出版有关科技考古和科学史方面的系列丛书。“科技考古和科学史”系列丛书第一部分以中国可移动文物的科技考古和发展史为主,包括瓷器、玻璃器、青铜器、铁器、玉器、丝绸,以及与中国古代农业和生计密切相关的动物、植物的考古等;第二部分以不可移动文物的科学认知和科学保护为主,包括敦煌壁画、秦兵马俑等;第三部分为近代和现代科学史,包括光学和光电子学、现代科技考古学、凝聚态物理学、机械力学等。

丛书的英文版由世界科学出版社与双世出版公司(World Century Publishing Corporation)联合出版,上海科学技术出版社出版系列丛书的中文版。感谢世界科学出版社和上海科学技术出版社编辑做出的不懈努力。

干福熹

前言

玉器与漆器、丝织品、瓷器一起并称为古代中国的四大“土特产”。除瓷器出现于有历史记载时期外,其余三种均出现在史前时期,故又称为“史前三大发明”。这“三大发明”中,玉器产生最早,文化内涵最为丰富。从新石器时代的初期开始,古人已从石料中选择出优良的材料制作礼器和装饰物,从而使中国进入所特有的玉文化时期。古人认为“玉,石之美,有五德”;给予“君子比德于玉”等称誉。至商周,玉石文化已经比较发达。在整个古代世界,玉器始终作为国家或者民族的重器,贯穿了整个新石器时代、奴隶社会以及封建社会。无论在使用玉的历史,还是在玉器的材质、雕琢工艺、玉器功能、玉器造型与纹饰等方面,中国古代玉器相比其他地区都是独特和突出的,玉文化成为中国传统文化的标志之一。

人们对中国古代玉器的鉴赏已十分普遍,至今仍是文物领域和古玩市场的热点。但是,文物考古界还是以传统的“眼学鉴定”为主,所以对玉器的形制、纹饰、铭文、功能以及历史和文化内涵方面注意得较多。长期的经验积累和传承,在确定古代玉器的时代特征、历史风貌以及文物的经济价值等方面起了重要的作用,可是在确定古代玉器的材质及溯源等方面仍不具说服力。从20世纪初开始,如章鸿钊在著作《石雅》中,从地质学观点讨论了中国古玉的产地等,也仍然没有用自然科学测试方法去研究。随着20世纪80年代自然科学工作者的逐渐介入,测定玉器的宏观物理性质如硬度、光学常数及颜色等的方法出现,进行了判断玉器质地的一系列尝试和应用,不过这只是提供了一些间接信息。而对个别玉器残片切片观察的主要方法是,用钻石笔在玉器的残破处刮取微量粉末,然后用光学和电子显微镜观察、用X射线衍射和红外光谱等手段,获取矿物相和结构信息。严格地说,此类分析方法仍属于破坏分析,是有损的。中国古代玉器属于国家的珍贵文物,是不可再生资源,其唯一性和不可再造性决定了对科技考古只能采取无损分析的方法。长期以来,由于缺乏现代科学测试手段,对完整的古代玉器质地和溯源尚不能提供分析研究数据,客观上影响了古代玉器的整体研究水平,这与中国光辉灿烂悠久的玉文化也是极不相称的。

应用高科技来研究中国古代玉器是科技考古的重要手段。古代玉器无损分析研究的主要目标,是通过对玉器材质的化学成分、矿物相组成、显微结构和微量元素、指纹元素的数据测定,来界定其玉料质地和来源。

近10年来,我们对主要的宝石和玉石品种,进行了较为仔细的研究。宝石主要指大多透明的单一化合物单晶体;玉石主要指大多不透明的单一化合物多晶体。如对软玉型和蛇纹石型的国内外玉石样品,以及独山玉、绿松石、青金石和硬玉(翡翠)类、绿柱石类等进行有损和无损分析,判明了它们的化学主要成分和微量元素含量、矿物相和包裹物的矿物结构等,初步建立起一系列的数据库。我们和浙江、江苏、安徽、河南、湖北等省的文物考古单位建立了较长期的合作研究机制,着重分析研究了环太湖流域的良渚文化遗址和更早的崧泽与河姆渡文化遗址出土的玉石。对河南省仰韶文化遗址、龙山文化遗址和夏商周遗址以及长江下游凌家滩、薛家岗的一批(总共近千件)出土玉器,采用并改进了无损分析综合研究体系,包括X射线荧光法、质子激发X射线发光法、X射线衍射法、质谱分析方法和拉曼光谱法等。这10年中,我们在国内外期刊上已发表了60余篇文章,详见本书附录1。对这批中国古代玉器的综合科学研究,得出一些研究结果:中国不同地区的玉材是因社会环境而异;石器和玉器的取材不同与文明发展存在一定关系;从随葬品所用玉材的质地和品种,能看出阶级分化对文明进程的影响;从制造工艺(工具用材和加工过程)可看到当时的技术进步;从玉器玉料的来源,能判断玉器溯源等。

至今,我们还处在初探中国古代玉器的科技考古阶段,仍需深入研究。原有无损分析的方法仍需进一步发展,综合测试系统平台还要进一步完善,古代玉器使用各种玉石的数据库还有待建立。还要发展无损的玉石、玉材的微量元素和指纹元素的新的测试方法,要加强对整件古代玉器的全分析工作。

本书创作基础——有关古代玉石和玉器的科技考古工作,受到中国科学院知识创新工程项目和国家自然科学基金会的多次资助,也受到国家文物局的支持和鼓励。这本书的完成代表了中国文物考古界与自然科学界的合作成果,也是人文科学与自然科学的交叉和融合。

本书列入“科技考古和科学史”系列,英文版将由世界科学出版社和双世出版公司联合出版,中文版由上海科学技术出版社出版。本书受到国家自然科学基金面上项目“无损检测物理方法的发展及其在完整文物研究中的应用”(编号:11374314)的资助。

干福熹

2016年8月于上海

目 录

第1篇 综 论

第 1 章 古代玉文化 003

- 1.1 中国的古代玉文化 / 003
- 1.2 国外的古代玉文化 / 007

第 2 章 古代玉石 012

- 2.1 中国的古代玉石 / 012
- 2.2 新西兰的古代玉石 / 014
- 2.3 加拿大的古代玉石 / 016

第 3 章 玉石和冰川 019

- 3.1 中国昆仑山的玉石和冰川 / 019
- 3.2 中国最北的冰川、最南的玉石和冰川 / 021
- 3.3 加拿大的玉石和冰川 / 022
- 3.4 新西兰的玉石和冰川 / 023

第 4 章 无损分析方法在古代玉石和玉器研究中的应用 025

- 4.1 X射线能谱分析 / 025
- 4.2 光学能谱分析 / 030
- 4.3 微量元素分析和同位素分析 / 033

第2篇 古玉石

第5章 软玉类玉石 039

- 5.1 软玉的名称、结构和矿物相 / 039
- 5.2 国内外软玉矿床的地理分布及地质环境 / 041
- 5.3 软玉型玉石样品的主要化学成分 / 048
- 5.4 软玉型玉石样品的微量元素成分 / 048
- 5.5 新的物理分析方法的探索和应用 / 050

第6章 蛇纹石类玉石 060

- 6.1 蛇纹石的晶体结构、矿物相和成矿机理 / 060
- 6.2 国内蛇纹石玉矿床的地理分布及地质环境 / 063
- 6.3 国外蛇纹石玉矿床的地理分布 / 067
- 6.4 无损分析和蛇纹石玉石的材质、溯源识别 / 068

第7章 绿松石和青金石 091

- 7.1 绿松石 / 091
- 7.2 青金石 / 100

第8章 独山玉和翡翠 106

- 8.1 独山玉 / 106
- 8.2 翡翠 / 115

第9章 天然单氧化物宝石和多氧化物绿柱石类宝石的无损分析 123

- 9.1 天然氧化物类宝石的无损分析方法和宝石样品的选用 / 123
- 9.2 绿柱石类宝石无损分析的实验结果 / 126
- 9.3 氧化铝类宝石无损分析的实验结果 / 134
- 9.4 天然氧化物类宝石的识别和鉴定分析 / 136

第3篇 古玉器

第10章 中国古代玉器的起源和玉石之路 147

- 10.1 中国最早的出土玉器 / 147
- 10.2 中国西南方和南方沿海地区新石器时代的古代玉器 / 149
- 10.3 玉石之路 / 152

第11章 良渚文化及出土的新石器时代玉器 156

- 11.1 概述 / 156
- 11.2 材料和品质 / 156
- 11.3 种类和组合 / 158
- 11.4 神像和信仰 / 161

第12章 浙江良渚遗址出土新石器时代玉器的质地和溯源科学研究 170

- 12.1 概述 / 170
- 12.2 出土遗址和试验用玉器标本简介 / 171
- 12.3 测试方法 / 176
- 12.4 实验结果 / 177
- 12.5 讨论与结论 / 189

第13章 河南出土新石器时代至东周时期玉器的科学研究 201

- 13.1 样品来源 / 201
- 13.2 测试方法 / 202
- 13.3 实验结果 / 202
- 13.4 讨论与结论 / 223

第14章 西辽河地区新石器时代至青铜时代早期玉器 236

- 14.1 兴隆洼文化时期的玉器 / 236
- 14.2 红山文化时期的玉器 / 242
- 14.3 夏家店下层文化时期的玉器 / 253
- 14.4 赵宝沟文化和小河沿文化时期的玉器 / 257

第15章 古蜀国文化遗址出土玉器 261

- 15.1 古蜀文化新石器时代晚期至夏代早中期的玉器 / 262
- 15.2 三星堆遗址出土的玉器 / 264
- 15.3 金沙遗址出土的玉器 / 269

附录 279

- 附录1 中国科学院上海光学精密机械研究所科技考古中心已发表的古代玉石和玉器文章目录 / 279
- 附录2 中国科学院上海光学精密机械研究所科技考古中心发表的与古代玉石和玉器有关的研究生论文 / 282
- 附录3 国内外软玉样品及其主要成分和微量元素成分 / 282

后 记

——闯入中国古代玉器领域的科学研究 290

第1篇

综 论

作为初次闯入中国古代玉石和玉器研究领域的科研人员,积极投入去了解此领域的相关知识是必要的。首先注意到玉文化问题,包括国内与国外的玉文化。玉石是天然材料,也要注意天然材料的形成过程,以及冰川的作用。当然,重要的是科学的无损分析方法的介入、采用和发展过程。这些都是在深入学习时才逐步获得的知识,继而成为本篇综论中主要引入的素材。

第1章 古代玉文化

千福熹

1.1 中国的古代玉文化

中国古代的玉器、漆器、丝织品、瓷器被并称为中国的古代四大“土特产”。除瓷器出现于有历史记载时期外,其余三种“土特产”均出现在史前时期,故又被称为“史前三大发明”。这“三大发明”中,玉器产生最早,至今已有7 000多年的历史,文化内涵最为丰富。从新石器时代的初期开始,中国古人从用作工具的器物的石料中,选择出质地优良的材料制作装饰物。随着社会的发展、技术的进步以及宗教和权力的集中,质地细腻、色彩鲜艳、外观优美的玉器除被选作装饰外,又作为礼仪和权力的象征脱颖而出。可见玉器是研究中国文明起源和社会进步的重要物证之一。玉器的内涵不仅出于其自然属性,也体现了其人格化的社会属性,从而中国进入所独有的玉文化时期。最早在《礼记·聘礼》中提出“君子比德于玉”。到了东汉,许慎在《说文解字》中进一步释明:“玉,石之美者有五德。润泽以温,仁之方也;缜理自外,可以知中,义之方也;其声舒扬,专以远闻,智之方也;不挠而折,勇之方也;锐廉而不忤,絜之方也。”即以玉石的温润、纹理、声色、坚韧、缜密代表仁、义、智、勇、絜“五德”。其他还有“七德”之说(见《荀子·法行》)、“九德”之说(见《管子·水地》)等。

在整个古代世界,美洲玛雅文化地区、新西兰毛利人地区曾有过不长时间的玉文化,而中国的玉文化长盛不衰,绵延7 000余年,玉器始终作为国家或者氏族的重器,贯穿了整个新石器时代、奴隶社会以及封建社会。无论在使用玉的历史,还是在玉器材质、雕琢工艺、玉器功能、玉器造型与纹饰等方面,中国的古玉器都是国外其他地区的古玉器所不能比拟的,因此玉文化常被视为中西方文明最古老的分水岭,是中国传统文化的标志之一。到新石器时代晚期,中国的玉文化中心已在全国除西部、西南部等大部分地区逐渐形成。

古代社会文明进程的划分,始于19世纪丹麦考古学家汤姆森(C. J. Thomsen),在其所著《北方文物陈列指南》(1836年)一书中,他提出石器时代、

青铜时代、铁器时代三段分期法即“三期论”。但中国不少学者认为,应该将中国历史上新石器时代晚期单独划分出一个“玉器时代”,尽管这种观点目前难以达成共识,但这一时期的确具有中华文明起源的一个显著特征,也是中华文明所独有的。其实,这种古代社会进程的划分,在东汉袁康所著《越绝书·越绝外传记宝剑》中记载的东周风胡子对楚王的一段讲话就已有所体现:“时各有使然。轩辕、神农、赫胥之时,以石为兵,断树木为宫室,死而龙藏。夫神圣主使然。至黄帝之时,以玉为兵,以伐树木为宫室,凿地。夫玉,亦神物也,又遇圣主使然,死而龙藏。禹穴之时,以铜为兵,以凿伊阙,通龙门,决江导河,东注于东海。天下通平,治为宫室,岂非圣主之力哉?当此之时,作铁兵,威服三军。天下闻之,莫敢不服。此亦铁兵之神,大王有圣德。”这一段极有意义的记载,说明2 000多年前中国已有人论述古代社会进程。

从玉石制作成玉器时,就有玉器的型制和纹饰。中国古人出于对大自然的敬畏,首先有祭大自然的礼器,即祭玉“六器”。《周礼·春官宗伯》记载:“以玉作六器,以礼天地四方。以苍璧礼天,以黄琮礼地,以青圭礼东方,以赤璋礼南方,以白琥礼西方,以玄璜礼北方。”所以,璧、琮、圭、璋、琥、璜被作为六神典型的礼器(图1.1)。其中,玉璧是一种圆形中心有孔的片状玉器。玉璧作为祭天器的造型,符合我国古老朴素的“天圆地方”“天动地静”的天地观(图1.1a)。玉琮是一种内圆外方的管状形器,正好象征天圆地方的几何标志,上下贯通的虚空内圆,意味着苍天与大地的气息相连(图1.1b)。玉圭是上部尖锐下端平直的片状玉器,广泛用作“朝别礼见”表明等级身份的端玉(图1.1c)。通过不同尺寸的圭,显示出上至天子、下到侯卫的不同等级,即有镇圭、恒圭、射圭、日圭、玄圭、土圭、谷圭之别。玉璋的形状较多,以玉矛璋为主,祭祀山川(图1.1d)。玉琥是虎形玉器,无孔的可称玉琥,有孔的可称虎形玉佩(图1.1e)。玉璜是弧形玉器,称“半璧曰璜”,一般玉璜两端打孔,以便系绳佩戴,也作为佩饰(图1.1f)。

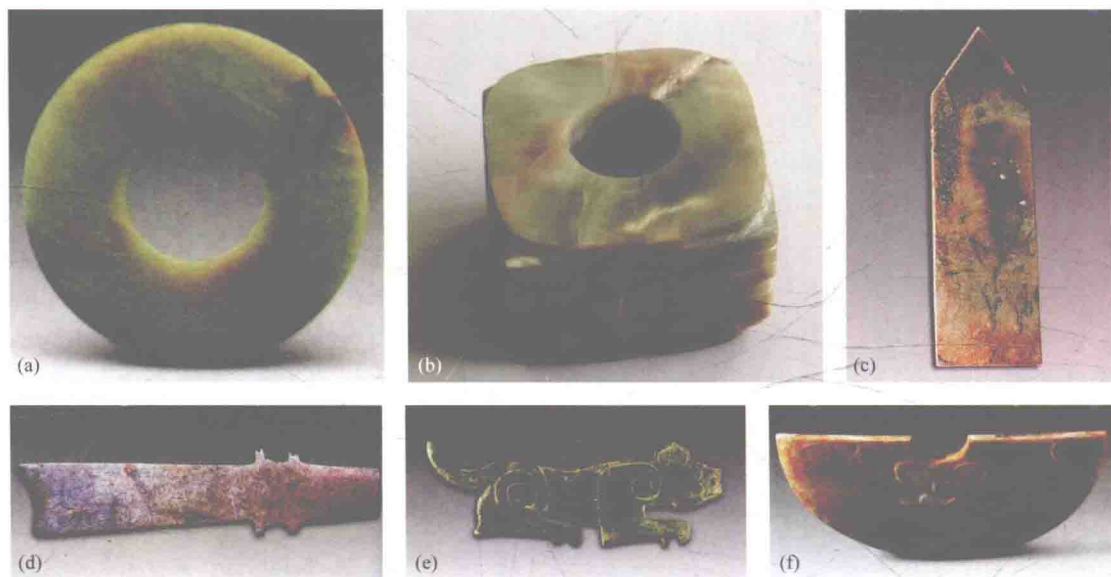


图1.1 作为六神典型礼器的玉器

(a) 璧(龙山文化时期);(b) 琮(良渚文化时期);(c) 圭(战国中期);(d) 璋(二里头文化时期);
(e) 琥(西周中期);(f) 璜(良渚文化时期)