

文物科技研究

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH ON CULTURAL HERITAGE

第八辑

Volume 8

中国文化遗产研究院 编



科学出版社

先秦时期金珠颗粒制品的考古发现 与初步研究*

黄 维^{1,2} 陈建立² 吴小红² 王 辉^{2,3} 周广济³

(1. 中国钱币博物馆 北京 100031)

(2. 北京大学中国考古学研究中心 北京 100871)

(3. 甘肃省文物考古研究所 兰州 730050)

摘要 总结了中西方早期金珠颗粒制品的基本情况, 并就器物装饰风格进行了探讨, 初步利用体视显微镜和扫描电子显微镜, 对马家塬墓地金珠颗粒制品进行技术研究, 以期揭示先秦时期金器所反映的中原地区与北方草原甚至西方文明在文化和技术上的交流情况。

关键词 先秦, 金珠颗粒, 制作技术, 文化交流

表面用金珠颗粒装饰的金制品, 在先秦考古发现中不多见, 直至战国时期, 这种器物才出现在中国北方地区, 汉代张骞通西域建立专门的官方通道以后, 这种在西方广为流行的金珠颗粒细金复合制品开始大量传入中国。在新疆、内蒙古、甘肃、河北、山东等地发现的战国时期金珠颗粒细金制品, 艺术风格相似, 不仅表现出它们之间存在一定的文化联系, 而且可能共同受到外来文化因素的影响。甘肃张家川马家塬墓地出土的金耳环、管状金饰和扇形金饰上有极为细密的小金珠堆积, 工艺精湛, 代表了较高的金器制作技术水平, 然而, 目前还未见对这类早期细金复合制品进行较为深入的系统研究。

一、中国先秦时期的金珠 颗粒制品

在目前为止的考古发现中, 先秦时期的

金珠颗粒细金饰品, 除马家塬墓地出土的金耳环、金项坠和金管饰外(图1;图版8), 还有新疆乌拉泊水库出土的战国至西汉(前500~前100年)的金耳坠(图2)、新疆阿合奇县库兰萨日克出土的战国至西汉的金耳坠、新疆特克斯县出土的战国至西汉的葡萄形金耳坠^[1-3], 内蒙古杭锦旗阿鲁柴登出土战国晚期的金耳坠^[4](图3), 山东临淄商王墓出土的战国晚期金耳坠^[5](图4), 河北易县辛庄头出土的战国晚期金耳坠、金珮^[6](图5)。这些金饰品上的金珠颗粒呈线形、曲面形或堆积的“品”字形排列。然而, 马家塬墓地的金珠颗粒制品, 还有呈三角形锯齿装排列的特殊图案, 这是在上述地方未见的。金珠颗粒细金复合制品在战国以前的北方草原和中原地区几乎未见, 而在汉代张骞通西域建立专门的官方通道以后, 这种在西方广为流行的金珠颗粒细金复合制品才开始大量出现在中国, 至唐代达到最高峰。

* 本文为教育部人文社会科学重点研究基地重大项目《战国时期西北地区的文化交流——张家川马家塬墓地出土文物的综合研究》(10JJD770014)的阶段研究成果。

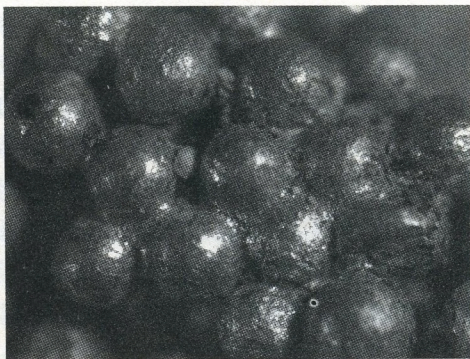
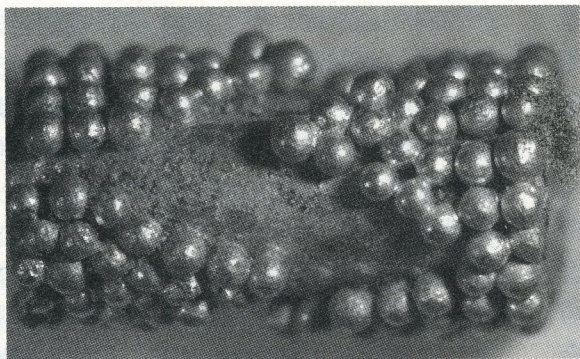


图1 马家塬墓地金管饰 (M14:4-11) 表面形貌

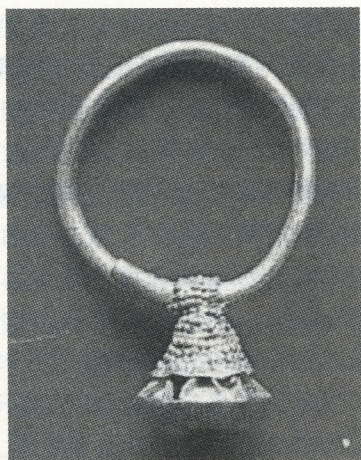
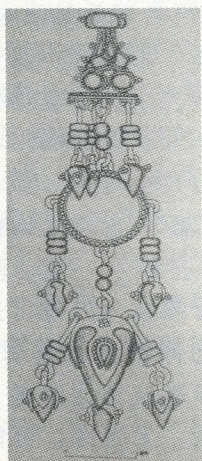


图2 乌鲁木齐乌拉泊水库出土
金耳环 (前500~前100年)^[3]



图3 内蒙古杭锦旗阿鲁柴登出土
战国金耳坠^[21]



山东临淄商王墓出土
战国金耳坠^[5]

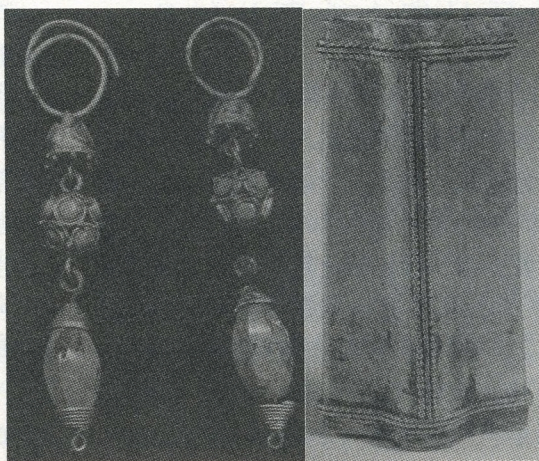


图5 河北易县辛庄头墓出土
战国金耳坠与珠^[6]

新疆、内蒙古、河北、甘肃、山东等地发现的这类战国时期的金珠颗粒制品，可能反映了这些地方存在共同的文化因素，如马家塬墓地所在地区与秦可能有一定的关系。临淄商王战国晚期一号墓中出土了秦国器物三件，有铜蒜口瓶一件（为秦国典型器物，普遍见于秦国贵族墓），银耳杯两件（均刻有秦国铭文），可能是在秦统一六国的战争期间，秦贿赂齐国重臣的礼品^[7]。另外，具有金珠颗粒装饰的耳坠也出自该墓，很可能是与三件秦国器物一起来到齐国的，这类金器在以前的中原文化中未曾出现，因此，这件齐国的金耳坠出自秦的可能性极大。这类金器并不多见，马家塬墓地、鄂尔多斯阿鲁柴登战国墓也出土这类金耳环和金耳坠，说明秦与马家塬墓地所在地区，甚至北方草原存在金器制作技术或产品方面的交流。

这种在战国晚期出现在中国北方地区的金珠颗粒制品从何而来、是否本地制作？要回答这类问题，需要对世界上早期金珠颗粒制品的情况有所了解。

二、中亚、西亚及地中海周边地区早期金珠颗粒制品

约在前 2000 年，地中海东部及近东地区的金属饰品中就已经出现了金珠颗粒焊接而成的细金复合制品，自前 8 世纪晚期至前 7 世纪的伊特鲁里亚（Etruscan）时代发展到最高峰。金珠颗粒细金复合制品最早的例子是乌尔王陵出土的约前 2500 年的金饰件^[8]，其上的金珠颗粒直径约为 2mm，出土的粒状金珠环（grain ring-bead）可能是已知最早利用熔结法（sintered granulation）焊接金珠颗粒的例子^[9]。金珠颗粒焊接技术在约前 2000 年的埃及就已经得到了发展，现藏于开罗博物馆埃及第 12 王朝

（前 2000 ~ 前 1900 年）的金珠焊接细金复合制品，金珠颗粒大小均一，但有的不光滑且有凹痕，排列也不是很整齐，有的地方使用焊料较多；开罗博物馆收藏的一件约前 1600 年的匕首，柄部装饰了很多粗大的金珠颗粒^[10]。

在特洛伊发现的约前 2000 年的耳环（年代比埃及稍晚），装饰有金珠颗粒，其尺寸比特鲁里亚时代的要大，呈不规则状，排列也不整齐；现藏于雅典国家博物馆的迈锡尼时期的一些垂饰上装饰有大量的小金珠颗粒；在 Cyprus 岛上发现的约前 1300 年的垂饰物和耳环上有小金珠颗粒；迈锡尼晚期的 Cyprus，埃及和伊朗西部的 Susa，这种用小金珠颗粒装饰的珠宝十分普遍，器类有耳环、手镯、链子、垂饰等。

伊特鲁里亚时代，成百上千的金珠颗粒被用于装饰珠宝的表面，最小的直径约达 0.15mm^[11]。约前 600 年的金碗，其上装饰了约 137 000 个金珠颗粒^[12]。

在中亚这种金珠颗粒焊接复合制品也有不少发现，Marlik（波斯）出土的约前 1000 年的耳饰，其上焊接的小金珠呈多面体形^[13]；乌尔出土的前 7 世纪的球形戒指上有粒状小金珠^[14]。

判断金珠颗粒复合制品的质量好坏，有诸多细节要考虑：①器物本身的艺术性；②金珠颗粒的大小；③金珠颗粒的制作精度——是否为规整的圆形；④装饰品上金珠颗粒的大小是否一致；⑤所用焊料的多少；⑥各个金珠之间的连接情况——分离或成排连在一起。金珠颗粒可能经过了打磨或抛光处理，这可在两块玻璃或金属之间滚动金珠来进行，这与特定的时代和地域文化有关，有的金珠颗粒表面粗糙、无光泽，可能没有经过抛光处理^[10]。

例如，前 2000 年特洛伊耳环上的金珠颗粒较大^[15,16]，直径约为 1.1mm；迈锡尼工匠

所用的金珠更小^①，约为0.5mm；前7世纪伊特鲁里亚的金珠^[17]直径约为0.14mm；约前650年的伊特鲁里亚扣针上装饰的金珠^[18]，其直径约为0.18mm。

从金珠大小分布的地理特征来看，自意大利向东至希腊、特洛伊，其直径从小到大，以伊特鲁里亚金珠颗粒的直径为最小（0.14~0.28mm），这种地域特征一方面说明当时的伊特鲁里亚作为金珠生产中心具有较高的技术水平，另一方面也显现了技术可能具有自西向东移动的趋势。根据目前中西方为数不多的测量结果来看，马家塬墓地出土金管饰上金珠颗粒的直径（0.5mm）与希腊出土的金珠颗粒大小较为接近。

在前2000~前700年的地中海沿岸和中亚、西亚、欧亚草原，动物形状牌饰、带钩、耳坠、手镯、链、扣针、项饰、戒指等金饰品上较多地采用金珠焊接工艺，至前700年的伊特鲁里亚达到以金珠直径为0.14mm的制作技术的最高水平，以后这种技术继续在地中海周边地区得到发展，直至中世纪以后，装饰有金珠颗粒的金饰件才不再流行。虽然金珠颗粒制作和焊接技术的具体起源地仍不清楚，但其在中海及周边地区有着悠久的发展历程，以马家塬墓地为代表的中国北方地区出土的金珠颗粒焊接细金复合制品，其数量、器物类型都较西方逊色，出现的时间相对较晚。从时空特征来看，地中海文明和中亚的金珠颗粒细金复合制品有向东方传播的可能性，可经欧亚大陆中北部的贸易路线来到中国^[19]。金珠颗粒的装饰风格可为这种器物自西向东传播的可能性提供证据。

三、中西方早期金珠颗粒上的三角纹锯齿形装饰风格

马家塬墓地（M14、M57等）出土的其他同类管状金饰上，金珠颗粒细金复合制品的图案形制呈锯齿状对称的三角形（图1），这与俄罗斯西西伯利亚 Filippovka 出土的公元前400年管状饰上的金珠颗粒排列方面相同^[20]：图6中有金帽装饰的圆柱形玛瑙珠子，长2.7cm，现藏于 Ufa 考古博物馆（831/1204），珠子中空，金帽上有金珠颗粒焊接成三角形。

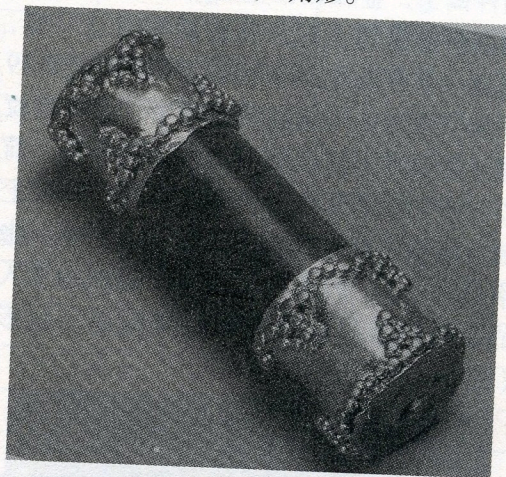


图6 金帽装饰的圆柱形玛瑙珠（俄罗斯西西伯利亚 Filippovka 出土，前400年，长2.7cm）^[20]

在前1900~前1800年埃及的金项链上布满了金珠颗粒，管状装饰品中有一系列“之”字形的金粒带，在前1500年的叙利亚，也发现有这种装饰“之”字形金珠颗粒图案的管状装饰品^[12]。这种锯齿状对称的立体三角形图案或“之”字形图案为近东地区自前2000年以来典型的装饰风格^[10,20]：

① Athens National Museum, from tombs 88 and 103, Mycenae.

在迈锡尼时期，金珠颗粒装饰品的数量和质量都得到了提高，但仍然有些金珠颗粒并不是完全规整的球形，使用焊料也较多，Old Pylos 的一座墓中出土了一个直径约 2.4cm 盘子，周边有一排金珠颗粒，其中有四颗排列成三角形图案指向盘子中心。约前 1300 年或更晚的塞浦路斯，出土有金珠颗粒焊接金垂饰和金耳环，有一件石榴形状的金垂饰上的金珠颗粒呈三角形排列。在迈锡尼时代晚期，塞浦路斯、埃及、苏萨（伊朗西南部），金珠颗粒装饰品都十分普遍，来自埃及的两件耳环和两件镯子，金珠颗粒呈三角形排列，与塞浦路斯金垂饰上的三角形图案完全一样，这是一个重要特征。约前 1250 年埃及第 19 王朝拉美西斯时期的两个镯子，金珠颗粒最显著的排列特征是三角形和偏菱形。前 12~前 9 世纪苏萨（伊朗西南部）珠宝上的金珠颗粒也排列成三角形。如图 7 中洛杉矶 the J. Paul Getty 博物馆藏帕提亚人的金饰件上的金珠颗粒就排列成三角形（或呈“之”字形）。

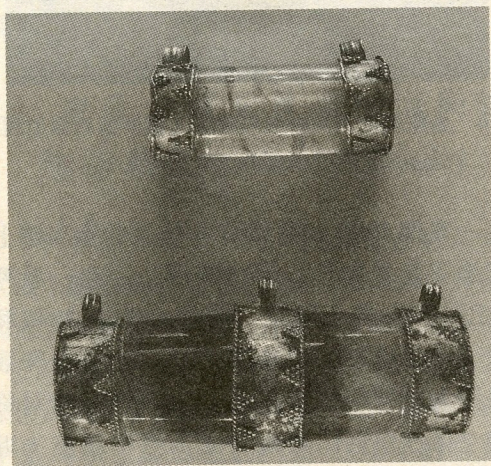


图 7 帕提亚人的金饰品（前 200~前 1 年）

前 8 世纪中期金珠颗粒细金复合制品在欧亚大陆重新繁荣起来，三角形的图案设计是金珠颗粒装饰风格的重要特征。这个时期以后，尤其在希腊半岛，上述金珠颗粒装饰品及其三角形（或锯齿状）图案

特征被考古大量发现所证实。

因此，先秦时期出现在中国北方地区、以马家塬墓地为代表的金珠颗粒焊接细金复合制品，金珠颗粒大小与希腊出土的金珠较为相近，金珠颗粒和焊接技术较为成熟，这种材质的器物及装饰风格在战国以前北方和中原地区找不到渊源，而且年代晚于中亚、西亚、古埃及和古希腊，用这种器物装饰的习俗很可能受到了上述西方文化直接的或间接的影响。

四、金珠颗粒的焊接技术

马家塬墓地出土的各类金饰件（如金管饰、金扇形饰、金耳环等）上的金珠颗粒，经过测量，大小一致，直径约为 0.5mm。关于金珠颗粒的基本制作方法和可能的连接工艺，已经进行了初步的探讨^[22]，这些金珠可能是使用焊料焊接而成的。

从焊接技术理论上来说，熔结法比使用焊料焊接更不易控制温度和金珠颗粒的形变，加热温度持续过高，会使金珠颗粒发生形变。若使用焊料进行焊接，由于其熔点与基体相近且稍低，当焊料开始熔化时即将达到被焊物熔点，这时可停止升温，既可顺利焊接又不会使金珠颗粒发生较大的形变，当然，在实际操作过程中有的金珠颗粒还是会发生形变，这也是生产过程中很难避免的。

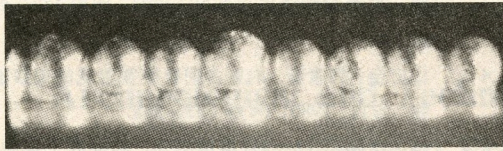
其次，使用焊料与熔结法进行焊接所得金珠颗粒的外观形貌不同。Diane Lee Carroll 进行了这方面的模拟试验研究发现，使用焊料进行焊接的金珠颗粒表面粗糙、球面不能完全相切且有填充物，而熔结法焊接得到的金珠颗粒表面光滑、球面相切且没有填充物（图 8）。

马家塬墓地金珠颗粒制品的外观形貌符合上述使用焊料焊接的试验现象，而且中间堆积物（焊料）与基体的银含量存在一定的差异，明显与基体有不同的合金组

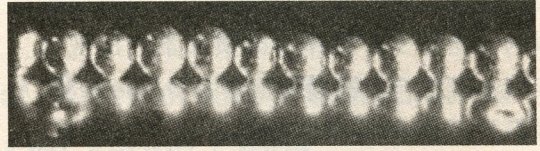
成，应为焊料。

在此，又对 M14 金管饰上的金珠颗粒和金饰件进行了微区成分无损分析（表 1、表 2、图 9、图 10），发现连接部位的银含

量较基体高，而铜含量没有明显差异。有的金珠表面如图 9 中 I 点的成分与连接处接近，可能是由于焊料熔化扩散至表面引起的。



(a) 使用焊料（金珠表面粗糙且有填充物）



(b) 熔结焊接（金珠表面相对光滑且无填充物）

图 8 使用焊料与熔结法焊接所得金珠颗粒表面形貌差异^[17]

表 1 M14 金管饰上金珠及连接处微区成分分析结果 [单位:% (质量分数)]

分析部位	Ag	Au	Cu	Bi
金珠 G	7.0	93.0	0.0	
金珠 H	9.5	89.6	0.9	
金珠 I	15.7	84.3	1.1	
连接处 J	13.8	82.9	1.7	1.6

表 2 M14 金项饰组件及连接处微区成分分析 [单位:% (质量分数)]

分析部位	Ag	Au	Cu
“S”形 (8)	7.3	90.8	1.9
中间连接处 (9)	14.4	84.3	2.3
管基体 (10)	9.7	87.6	2.8

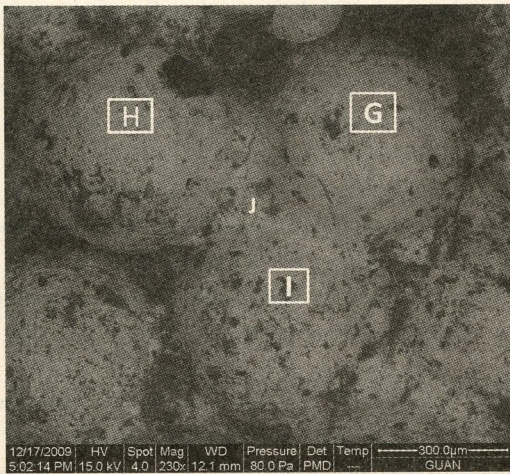


图 9 金管饰金珠表面微区分析
(背散射电子像)

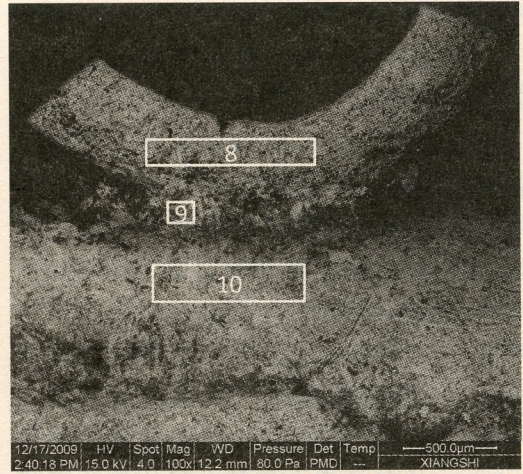


图 10 M14 金项饰连接处微区成分
(背散射电子像)

对马家塬 M16 出土金管饰上金珠颗粒的研究表明, 金珠颗粒可能使用银含量较高的金-银-铜合金焊料。M14 金管饰上金珠颗粒所用焊料的成分特征也与 M16 相同, 前者焊料中有少量的铋, 这与所用焊料的材质有关, 铋作为杂质元素的出现可能暗示着焊料与被焊物有不同的原料来源。焊料和基体铜含量的成分差异并不明显。这种焊料也在 M14 出土的金项饰中得到使用, 这种焊料的熔点比被焊物低, 在加热熔化时焊料熔化, 然后与被焊物连接在一起, 从而实现复杂细金复合制品的生产。当然, 在这一过程中, 如果对加热过程的温度控制不当, 就会造成无法焊接或达到金珠颗粒的熔点, 导致金珠颗粒变形。马家塬墓地金饰品焊接技术的研究表明, 焊料与基体的银含量有较为明显的差异。由于焊料熔化扩散至金珠颗粒表面使检测到的成分差异变小, 实际上焊料比基体的熔点可能更低。焊料与基体的熔点既有一定的差异又相近, 保证了在焊接时既不会变形, 又能焊接在一起。西方早期金珠颗粒制品, 主要使用含铜较高的合金焊料, 而马家塬墓地所用焊料的性质可能与之不同。

上述检测结果是利用带能谱的扫描电镜对实物进行无损分析所得, 尽管有一定的误差, 而且有的金珠颗粒之间可能由于当时制作的原因焊料未能完全填充, 或者由于焊料在金珠颗粒表面的扩散, 连接处的银含量与金珠基体相近, 但在能谱的采集与分析过程中发现, 有明显焊料堆积的连接处, 其银的浓度明显高于金珠颗粒基体, 如 M14 金项饰组件中, 连接处焊料的银含量比基体高约 4.7%, 这种元素含量的差异应能为能谱分析检出。

参 考 文 献

[1] 新疆文物考古研究所. 乌鲁木齐市乌拉泊古墓葬

发掘研究. 新疆: 新疆人民出版社, 1995: 326.

- [2] 新疆文物考古研究所. 阿合奇县库兰萨日克墓地发掘简报. 新疆: 新疆人民出版社, 1995: 445 ~ 446.
- [3] 穆舜英, 祁小山, 张平. 中国新疆古代艺术. 新疆: 新疆美术摄影出版社, 1994: 图版 140、图版 149.
- [4] 田广金, 郭素新. 内蒙古阿鲁柴登发现的匈奴遗物. 考古, 1980, (4): 333 ~ 338.
- [5] 临淄市博物馆, 齐故城博物馆. 临淄商王墓地. 山东: 齐鲁书社, 1997: 46.
- [6] 河北省文物研究所. 燕下都 (上、下). 北京: 文物出版社, 1996: 715 ~ 721.
- [7] 淄博市博物馆, 齐故城博物馆. 临淄商王墓地. 山东: 齐鲁书社, 1997: 137.
- [8] Wolters, J. The ancient craft of granulation; a reassessment of established concepts. *Gold Bulletin*, 1981, (14iii): 119 ~ 129.
- [9] Moorey P R S. *Materials and Manufacture in Ancient Mesopotamia; The Evidence of Archaeology and Art*. England: BAR International Series 237, 1985: 89.
- [10] Curtis C D. *Ancient granulated Jewelry of the VIIIth century B. C. and earlier*. *Memoirs of the American Academy in Rome*, 1915 ~ 1916, (1): 63 ~ 85.
- [11] Williams D, Ogden J. *Greek Gold Jewellery of the Classical World (exhibition catalogue)*. London: British Museum Press, 1994.
- [12] Singer C. 王前, 孙希忠译. 技术史 (第 I 卷) ——远古至古代帝国衰落 (史前至公元前 500 年左右). 上海: 上海科技教育出版社, 2004: 441.
- [13] Smith C S. *Art, technology, and science: notes on their historical interaction*. *Technology and Culture*, 1970, (11): 493 ~ 549.
- [14] Plenderleith H J. *Metals and metal techniques*. In: Woolley C L, *Ur Excavations II: The Royal Cemetery*. London: British Museum, 1934: 297.
- [15] Schliemann H. *Ilios, the City and the Country of the Trojans*. New York: Harper & Brother, 1881: 489, 842, 843.
- [16] Institution S. *Art Treasures of Turkey*. Washington D. C.: Smithsonian Institution, 1966: 74.
- [17] Carroll D L. *A classification for granulation in ancient metalwork*. *American Journal of Archaeology*, 1974, (78): 33 ~ 39.
- [18] Smith C S. *Metallurgical footnotes to the history of art*. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 1972, (116): 97 ~ 135.

- [19] Koryakova L, Epimakhov A V. The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 335.
- [20] Aruz J, Farkas A, Fino E V. The Golden Deer of Eurasia: Perspectives on the Steppe Nomads of the Ancient World. New York: Metropolitan Museum of Art, and New Haven: Yale University Press, 2006: 88, Plate 17.
- [21] 田广金, 郭素新. 北方文化与匈奴文明. 南京: 凤凰出版社, 2004: 彩图.
- [22] 黄维, 吴小红, 陈建立, 等. 张家川马家塬墓地出土金管饰的研究. 文物, 2009, (10): 78~84.

Archaeological and Technical Study of Gold Granulation Artifacts in Pre-Qin Period China

Huang Wei^{1,2}, Chen Jianli², Wu Xiaohong², Wang Hui^{2,3}, Zhou Guangji³

(1. China Numismatic Museum Beijing 100031)

(2. The Center for the Study of Chinese Archaeology Peking University Beijing 100871)

(3. Gansu Institute of Archaeology and Cultural Relics Lan Zhou 730050)

Abstract Archaeological gold granulation artifacts excavated from Xinjiang, Inner Mongolia, Gansu, Hebei, Shandong are reviewed. In ancient China, gold granulation works came into being from Warring States period (476~221BC) suddenly in north area, followed by lots of such artifacts imported on western Han Dynasty afterwards. The way of arrangement for granulation shows similar style which indicates the same cultural element. Technical study are carried out on the gold granulation objects excavated from Majiayuan site Gansu province using stereomicroscope, scanning electron microscope with energy dispersive spectrometry to reveal the appearance, composition of granulations and solder. This study provides some new evidence and viewpoint to reveal the relationship between north China and western world in early times.

Keywords Pre-Qin period, Gold granulation, Manufacturing technique, Cultural communication