

中国钱币丛书

甲种本之十一

钱币学与冶铸史论丛

PAPERS ON NUMISMATICS AND THE HISTORY OF METALLURGY

周卫荣 戴志强等 著

中华书局

中国钱币丛书甲种本之十一

钱币学与冶铸史论丛

周卫荣 戴志强 等著

中华书局

图书在版编目(CIP)数据

钱币学与冶铸史论丛/周卫荣 戴志强等著. —北京:
中华书局, 2002

(中国钱币丛书, 11. 甲种本)

ISBN 7 - 101 - 03259 - 1

I. 钱… II. 周… III. ①货币 - 经济史 - 中国 -
文集②货币 - 铸造 - 技术史 - 中国 - 文集
IV. F822.9 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 005006 号

责任编辑: 王 勉

中国钱币丛书甲种本之十一

钱币学与冶铸史论丛

周卫荣 戴志强等著

*

中华书局出版发行

(北京市丰台区太平桥西里 38 号 100073)

北京冠中印刷厂印刷

*

787 × 1092 毫米 1/16 · 29 1/4 印张 · 2 插页 · 616 千字

2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月北京第 1 次印刷

印数 1 - 2500 册 定价: 120.00 元

ISBN 7 - 101 - 03259 - 1/Z · 442

《中国钱币丛书》编辑委员会

主 编 戴志强

副 主 编 姚朔民 刘宗汉

编 委 (以姓氏笔划为序)

王贵忱 叶世昌 刘宗汉 华觉明

汪圣铎 吴荣曾 吴筹中 金德平

郑仁甲 姚朔民 黄锡全 裘锡圭

戴志强

《中国钱币丛书》编辑缘起

近年来,随着我国钱币收藏、研究活动的日趋繁荣活跃,广大读者对钱币学著作的需要也日益提高。读者既需要高水平的研究著作,也需要深入浅出的普及性读物。为了适应这种形势,中国钱币学会准备编辑一套反映当代钱币学水平的《中国钱币丛书》,中华书局也拟出版面向广大读者的《钱币丛书》。在这个基础上,双方协议合作,并邀请有关专家,组成编辑委员会,共同编辑出版《中国钱币丛书》,以飨读者。

《中国钱币丛书》分甲种本和乙种本两种:甲种本为高水平的研究著作,力争反映当代钱币学的研究成果。乙种本为高质量的普及性读物,力争融学术性、知识性于一体,深入浅出,雅俗共赏。

《中国钱币丛书》的编辑,尚无经验,在构思选题以及其它方面,必然还会有这样或那样的不足之处。我们诚恳地期望泉界同仁和广大读者的合作与支持,以便能把它办得更好,更能反映当代的学术水平,更能适合广大读者的需要。

《中国钱币丛书》编辑委员会

1993年4月

前 言

中国的钱币学既是一门古老的学问,也是一门新兴的学科。中国钱币学的前身是古钱学,从文献资料看,至少在公元5世纪的时候已经有学者在从事古钱的收藏与研究,并有了著录,如南北朝萧梁时代(503—557)刘潜的《钱志》、顾烜的《钱谱》。可惜二书均已佚失,我们只能从后人的记述中略知一二。此后,历朝历代都有关于古钱的著录。在唐代,封演的《续钱谱》记录了有关东周(公元前770—前256)货币发现和出土的情况以及有关钱文辨识方面的初步尝试。宋以后,董道、洪遵、郑樵、罗泌等,都对古钱作过专门的研究,洪遵的《泉志》是现在可以看到的最早的一部钱谱。元、明两代在古钱学著作方面最具代表的有元马端临《文献通考·钱币考》和明王圻《续文献通考·钱币考》,前者内容详实,尤其是记述两宋钱钞,在体例上有创新;后者虽然只写到万历十四年(1586),但对明代铸钱料例有较多记述,对后世研究明钱,具有重要参考价值。清乾嘉以后,随着考据学的兴盛,古钱学也得到了空前的发展。嘉庆二十四年(1819)刊行的初尚龄《吉金所见录》对古钱的鉴别和立说都采取了比较严谨的态度。此后,李佐贤对古钱也进行了卓有成效的研究,他的《古泉汇》于同治甲子年(1864)刊行,不仅在每种钱下附有钱文的考释,而且还尽可能地表出该钱的出土地点和铸行历史。这两部书至今仍不失为钱币学研究的重要资料。1938年,丁福保编印的《古钱大辞典》集传统古钱学之大成,在中国钱币学发展史上具有很大影响。1940年,上海成立泉币学社,出版双月刊《泉币》。从公元5世纪到20世纪前半叶,历代学者和收藏家在古钱学研究上作过很大的努力,取得的成就是有目共睹的。但就总体而言,他们的研究大多出于收藏的目的,带有浓重的鉴赏性质,并没有重视古钱所蕴含的历史信息,所以,古钱学一直没有迈出传统金石学的范畴。

20世纪50年代以后,科学考古发掘为古钱学注入了新的活力,它不仅提供了大量丰富的出土实物,大开了古钱学家的眼界,使一些难以明断的古钱得到了考古验证。至此,古钱学在很大程度上依附于考古学而发展,也可以说是考古钱币学的发展时期。一方面,古钱研究不断吸取考古学的成果,甚至借鉴考古学的研究方法;另一方面,田野考古也吸取古钱的研究成果,常常利用明确年代的钱币实物来确定墓葬或窖藏的时代。这方面的代表作《洛阳烧沟汉墓》(科学出版社,1959年)第一次将田野考古成就较系统地应用于古钱的研究,对古钱学和考古学都产生了较大影响。诞生在这个时期的彭信威的《中国货币史》则将钱币学和经济史、货币史研究有机地结合起来^①,对中国货币史和钱币学的研究产生了很大的影响。

20世纪70年代末80年代初,随着学术风气在中国的复兴,钱币学在中国迎来了空前发展的大好时机。1982年中国钱币学会成立;次年,《中国钱币》杂志创刊;1983年,上海钱币

学会发起编纂《中国历代货币大系》;1984年,河南省钱币学会开始组织编纂《中国钱币大辞典》。80年代以后中国古钱研究的飞速发展,主要受益于两个方面。第一是科学考古的成果,主动的田野发掘和配合基本建设的考古发掘,为古钱学研究提供了大量出土资料。据不完全统计,新发现古代铸钱遗址有几十处,古钱实物数以百万计,如:河北燕下都东周铸钱遗址^②、河南新郑郑韩故城铸钱遗址^③、山西侯马铸钱遗址^④、西安汉代铸钱遗址^⑤以及河南永城百万枚西汉半两钱的出土、江苏高邮两宋铁钱的出土等等^⑥。这些考古出土与发现,极大地推动了古钱学的研究。第二,是科学技术的引入,这也是八十年代以来钱币研究领域最突出的变革。80年代初,戴志强等在中国率先将理化分析引入古钱币的研究;随后,中国科学院自然科学史研究所成立“古钱币技术研究”课题组,赵匡华、华觉明、周卫荣等尝试从科学技术史的角度研究古钱币,努力将现代技术手段和研究方法应用到古钱币领域。现在,用于古钱币分析的科学方法已有:湿法化学定量分析(Wet Method)、电子探针(EPMA)、原子吸收分光光度分析(AAS)、等离子体发射光谱分析(ICP)、X荧光分析(XRF)、扫描电子显微镜(SEM)、中子活化分析(NAA)、电子显微镜金相分析等等。现代技术的引入,大大拓宽了古钱学研究的领域,开阔了钱币学家的视野,对于纠正传统古钱学中的一些谬误,全面地认识古钱,发挥了积极的作用。考古学和科学技术的引入,使中国的古钱学定位于更加严谨而科学的基础之上,使之成为一门真正的学科。

中国古代钱币均为金属浇铸币,因此,钱币学研究与冶铸史的研究密不可分,两者相互关联,取长补短,互为促进。事实证明,不仅冶铸史研究的方式、方法可以使钱币学的研究更加深入、有效,有力地推动钱币学研究的发展,冶铸史研究的成果也大大丰富了钱币学的研究内容,并使一些疑难问题得到了解决。例如,对青铜称量货币的认识。过去,金属称量货币在中国只是一个理论命题,历史上究竟有没有这么一个时期,概念是模糊的。我们在考古调查的基础上,运用冶铸史研究的手段,对历年来江苏宁镇地区和浙北地区出土的大量青铜块进行了科学分析和研究,使我们清晰地看到:青铜块在西周晚期至春秋早期曾经作为原始货币流通过,也就是说,我国历史上在青铜铸币诞生前,曾有过青铜称量货币阶段。又如对黄铜钱、白铜钱的认识,以往古钱界有一种误解,把铜色发黄的铜钱称黄铜钱,所谓“黄铜半两”、“黄铜开元”、“黄铜宋钱”;把铜色发白的铜钱称白铜钱,所谓“白铜开元”、“白铜崇宁”、“白铜大定”等等,这种不科学的称谓在国内外学术界造成了一定程度的混乱。根据冶铸史的研究结果,我们对中国古代各历史时期铜钱的材质给予了界定,并且认定:(一)我国古代从来没有铸造过真正意义的白铜钱(包括镍白铜和砷白铜);(二)明代中期以前皆为青铜钱,明代中期以后才出现黄铜钱。再如西汉的赤仄五铢问题,以前古钱币界曾流传两种说法,一说赤仄钱即以赤铜为边;一说赤仄钱即赤铜钱。其实,这两种说法都站不住脚,所谓“赤仄”实际上是指铸币边郭的一种加工工艺。

另一方面,钱币学研究为冶铸史研究提供了宝贵的实物资料。作为金属遗物,古钱币有极其丰富的、系统的、连续不断的实物遗存,这便很好地解决了冶铸史研究取样难的问题;古钱币大都有准确而具体的年代,有的还有墓葬遗址背景,这为冶铸史的研究提供了非常难得

的时间标尺。因此,钱币学研究的进步也有力地促进了冶铸史的研究。例如,中国的黄铜史与炼锌史,长期以来一直是中国冶铸史研究中的焦点问题,但由于史料匮乏,在较长时期内举步维艰。通过对历代钱币的系统分析研究,我们不仅成功地找到了黄铜铸币的演进历史,还弄清楚了黄铜冶铸技术的发展过程,为炼锌史的研究提供了有力的证据,证明中国古代单质锌冶炼源于矿炼黄铜的炼制,大约产生在明代万历年间。再如,中国古代的叠铸问题,其究竟起源于何时、技术思想是什么,是冶铸史研究的热点问题之一,通过对铸钱工艺发展历程的研究,我们发现叠铸工艺源于铸钱,它体现了薄小器件铸造中最大限度地降低成本、提高劳动生产效率的技术思想;叠铸应是起源于汉初的榆荚半两。

钱币学与冶铸史研究相结合,在中国尚属起步阶段,随着研究的深入,相信会结出更多的果实。

① 彭信威:《中国货币史》,初版于1954年,由群众出版社出版,1958年第二次修订版改由上海出版社出版,1965年出第三次修订版,1988年按1965年版再次印刷。

② 河北省文物研究所:《燕下都遗址发掘报告》,文物出版社,1996年。

③ 河南省文物考古研究所:《新郑战国钱范的新发现》,《华夏考古》1994年第4期。

④ 山西省考古研究所:《侯马铸铜遗址》,文物出版社,1993年。

⑤ 陕西省文管会等:《陕西坡头村西汉铸钱遗址发掘简报》,《考古》1982年第1期;姜宝莲:《陕西户县发现大型西汉铸钱遗址》,《中国文物报》1997年6月1日。

⑥ 刘恩甫等:《江苏高邮出土南宋铁钱的初步清理报告》,《中国钱币》1987年第2期。

目 录(Contents)

壹: 中文篇(Part I: Papes in Chinese)

- 1 戴志强、王体鸿: 北宋铜钱金属成分试析 (1)
Dai Zhiqiang and Wang Tihong: *A tentative study on the composition of bronze coins of the Northern Song Dynasty (960—1127).*
- 2 赵匡华、周卫荣等: 明代铜钱化学成分剖析 (13)
Zhao Kuanghua, Zhou Weirong, et al: *A study of the composition of Ming Dynasty coins and the related problems.*
- 3 戴志强、周卫荣等: 满城汉墓出土五铢钱的成分检测及有关问题的思索 (25)
Dai Zhiqiang, Zhou Weirong, et al: *Studies on the composition of the Wuzhu coins unearthed at the Han tombs in Mancheng county.*
- 4 周卫荣、樊祥熏: 唐代“磁性钱”研讨 (32)
Zhou Weirong and Fan Xiangxi: *A study of the Tang Dynasty's magnetic coins.*
- 5 周卫荣、陈荣、孙成甫: 齐国铸币合金成分的检测与考察 (37)
Zhou Weirong, Chen Rong, and Sun Chengfu: *Studies on the composition of the coins of Qi State during the Warring States.*
- 6 赵匡华、周卫荣等: 战国时期古币金属组成试析 (44)
Zhao Kuanghua, Zhou Weirong, et al: *A study of the alloy composition of the Warring States coins.*
- 7 戴志强、周卫荣: 中国历代铜铸币合金成分探讨 (57)
Dai Zhiqiang and Zhou Weirong: *A study of the composition of copperbased coin of past dynasties of China.*
- 8 周卫荣: 黄铜钱与白铜钱 (75)
Zhou Weirong: *A textual research of brass and copper - nickel coins in ancient China.*
- 9 周卫荣、樊祥熏: 中国古代黄铜铸钱历程研究 (78)
Zhou Weirong and Fan Xiangxi: *A study of the experience of brass used for coinage issues in ancient China.*
- 10 周卫荣: 再论“齐”明刀 (87)
Zhou Weirong: *A re - study of the so - called 'Qimingdao' coin in the Warring States.*
- 11 周卫荣、华觉明等: 燕下都出土钱币金属成分的检测与考察 (94)

- Zhou Weirong, Hua Jueming, et al. : *A study of the coins unearthed at the Second capital Site of the Yan State in the Warring States* .
- 12 樊祥熹、戴志强、周卫荣:燕国货币合金成分研究 (112)
Fan Xiangxi, Dai Zhiqiang and Zhou Weirong: *A study of the composition of money of the Yan State in the Warring States* .
 - 13 汪昌桥、周卫荣、吕长礼:楚铜币出土调查及其合金成分的分析研究 (119)
Wang Changqiao, Zhou Weirong and Liu changli: *A tentative study of the unearthed data and the alloy composition of the copper - based coins of the Chu State* .
 - 14 田光、周卫荣、赵仁久:满城、迁西出土的明刀、尖首刀 (133)
Tian Guang, Zhou Weirong and Zhao Renjiu. : *A study of knife coin unearthed at Mancheng and Qianxi, Hebei* .
 - 15 周卫荣:试论我国古代青铜货币的起源 (141)
Zhou Weirong: *A discussion on the origins of Chinese bronze coinage* .
 - 16 周卫荣:试论我国古代铁钱的起源 (152)
Zhou Weirong: *A tentative study of the origins of ancient Chinese iron coins* .
 - 17 周卫荣:“夹锡钱”再考证 (159)
Zhou Weirong: *A re - examination of the ‘tinned coins’ of the Song Dynasty* .
 - 18 周卫荣、李延祥:广西贺县铁屎岭遗址北宋含锡铁钱初步研究 (168)
Zhou Weirong and Li Yanxiang: *A preliminary study of tinned iron coin unearthed at the site of Tieshiling in He County, Guangxi* .
 - 19 周卫荣:齐刀铜范母与叠铸工艺 (177)
Zhou Weirong: *A study of the bronze mother - mould of Qi knifecoins and the stack - casting techniques* .
 - 20 周卫荣:中国传统铸钱工艺初探 (199)
Zhou Weirong: *A preliminary study of Chinese traditional coin - casting techniques* .
 - 21 周卫荣:关于宣德炉中的金属锌问题 (234)
Zhou Weirong: *A study of zinc in Xuande Incense - burners* .
 - 22 周卫荣:中国古代用锌历史新探 (237)
Zhou Weirong: *A new study of the history of the zinc in China* .
 - 23 周卫荣:“水锡”考辨 (245)
Zhou Weirong: *A textual research of the ancient metal called ‘shuixi’* .
 - 24 周卫荣、樊祥熹、何琳:中国古代使用单质锌黄铜的实验证据 (251)
Zhou Weirong, Fan Xiangxi and He Lin: *A study of the experimental evidence for metallic zinc brass used in ancient China* .
 - 25 周卫荣:中国炼锌历史的再考证 (256)

- Zhou Weirong: *A new study on the history of zinc – smelting in China* .
 26 周卫荣:云贵地区传统炼锌工艺考察 (264)
 Zhou Weirong: *An investigation of Chinese traditional zinc – smelting technology in Yunnan and Guizhou* .
 27 周卫荣:“铄石”考述 (277)
 Zhou Weirong: *A new transliterational study of toushi(铄石)* .
 28 周卫荣:黄铜冶铸技术在中国的产生与发展 (287)
 Zhou Weirong: *The emergence and development of brass – smelting techniques in China* .

贰:英文篇(Part II :Paper in English)

- 1 Dai Zhiqiang and Zhou Weirong: *Studies of the alloy composition of more than two thousand years of Chinese coins (5th century B. C. – 20th century A. D.)* , The Journal of the Historical Metallurgy Society, 26(2) , 1992(Britain) . (307)
- 2 Zhou Weirong: *A new study on the history of the use of zinc in China* , Bulletin of the Metals Museum, Vol. 19(1993-)(Japan) . (329)
- 3 Zhou Weirong and Fan Xiangxi: *A study on the development of Brass for coinage in China* , Bulletin of the Metals Museum, Vol. 20(1993, 11)(Japan) . (336)
- 4 Zhou Weirong and Fan Xiangxi: *Application of zinc and cadmium for the dating and authenticating of metal relics in ancient China* , Bulletin of the Metals Museum, Vol. 22(1994-11)(Japan) . (348)
- 5 Dai Zhiqiang and Zhou Weirong: *A comparative study of early metal currency (7th – 3rd Centuries B. C) in China and the west* , Bulletin of the Metal Museum, Vol. 24(1995, 11)(Japan) . (356)
- 6 Zhou Weirong: *Chinese traditional zinc – smelting technology and the history of zinc production in China* , Bulletin of the Metals Museum, Vol. 25(1996-1)(Japan) . (368)
- 7 Zhou Weirong: *About the bronze ‘dagger – axe coins’ of the Yue state, China* , Bulletin of the Metals Museum, Vol. 28(1997-11)(Japan) . (387)
- 8 Dai Zhiqiang and Zhou Weirong: *A study of the pieces of bronze used as primitive currency in ancient China* , Numismatic Metallurgy IV (1998)(Britain) . (395)
- 9 Zhou Weirong: *A study of the origins of Bronze coinage in China* , Proceedings of the XIIIth International Numismatic Congress (Berlin 1997) ed Bernd Kluge and Bernhard Weissner, Berlin 2000. (402)
- 10 Zhou Weirong: *A new transliterational study of Tuoshi (铄石)* , Bulletin of the Metals Museum, Vol. 32(2000)(Japan) . (411)
- 11 Zhou Weirong: *The emergence and development of brass – smelting techniques in China* , Bulletin of

-
- the Metals Museum, Vol. 34(2001)(Japan). (421)
- 12 Zhou Weirong and Li Yanxiang: *A search for the tinned coins*, Bulletin of the Metals Museum, Vol. 36 (2001)(Japan) (437)
- I

一、北宋铜钱金属成分试析

戴志强 王体鸿

北宋铜钱制作精美,它们不仅是研究宋代经济、文化的实物见证,而且是祖国货币文化中光辉夺目的艺术品。那么,北宋铜钱的内含究竟如何?这是我们今天想要讨论的一个问题。

在70年代,日本函馆市立博物馆、函馆市教育委员会主编并出版的《函馆志海苔古钱——北海道中世纪窖藏古钱的报告》中,曾发表过他们对北宋铜钱成份分析的一份报告(该报告译文附后),从这份报告知道,他们对10枚唐开元通宝铜钱(原报告称“开通元宝”)和119枚北宋铜钱作了成分分析,并进行了初步研究。无疑,这是一份非常有益的资料,分析样品数量之多,也是十分可观的。但是,他们所选择的样品,只集中在仁宗朝、神宗朝和哲宗朝,这些样品的铸造年代,加到一起,只有28年的历史。另外,在这些样品中,只交待了皇宋通宝有真书、篆书两种,元祐通宝有真书(应该是行书之误)、篆书两种,至于熙宁元宝是篆书还是真书?元丰通宝是篆书、行书还是隶书?是小平还是折二?元祐通宝是小平还是折二?……对于这些,都没有作详细交待。为了揭开北宋铜钱金属成份的全貌,我们请洛阳铜加工厂中央试验室的同志帮助,对北宋各朝铜钱,做了比较系统的化学分析(以前,国内有关单位和学者对宋钱也曾做过成分分析,但只停留在个别例子上)。

因为有了志海苔出土古钱成分分析的资料,尤其是皇宋通宝钱试样多达85枚(包括真、篆两种书体),应该说已经取得了比较可信的数据,所以,在这次成分分析的样品中,我们力求把面铺开,尽量把北宋各朝代的铜钱都做一些试验,以便使两次分析各有侧重,互为借鉴,互为补充。

鉴于上述目的,我们这次共选择了63种样品,其中除1枚西汉五铢钱外,其余62枚均为北宋铜钱。这些样品包括了北宋(除钦宗朝外)各朝代的钱币。样品中既有小平钱、折二钱,也有当十钱;既有真书、行书、草书体的钱,也有隶书、篆书体的钱,还有徽宗朝的瘦金体。此外,在选择样品的时候,还尽量考虑到各种锈色的钱,包括了绿色锈、红色锈、蓝色锈。

这次化学分析的进行方法是这样的:我们经过定性分析,知道铜钱所含的主要成分以后,定量分析了铜、铅、锡3种主要元素的含量,同时还定量分析了微量元素锌、银和铋的含量。其中,微量元素银和铋,是志海苔古钱分析中所没有做过的。为了确定铜钱的金相组织,我们还选取了8个样品,进行高倍检验。这8个样品分别为北宋太宗、真宗、仁宗、英宗、神宗、哲宗和徽宗等7个时期(太祖、钦宗两朝未做),以及西汉的五铢钱。

表 1 古钱定性分析、化学成分及单重情况一览表

编号	朝代	古 币 名 称	重量 (克/个)	外观 照像	光谱分析			金相组织	化学成分%					
					含量较高元素	较低元素	其他		Cu	Pb	Sn	Zn	Ag	Bi
1	宋太祖	宋元通宝 隶书	3.6						66.29	20.58	9.23	0.008	0.130	
2	宋太宗	太平通宝 隶书	3.0						62.95	23.47	11.76	0.010	0.270	0.048
3	宋太宗	淳化元宝 真书	3.7						66.81	26.87	4.67	0.008	0.12	0.15
4	宋太宗	淳化元宝 草书	4.0	✓		Bi, Ag		$\alpha + \delta + Pb$	62.86	22.70	13.00	0.008	0.28	0.084
5	宋太宗	淳化元宝 行书	3.6		Cu, Sn, Pb				58.02	34.23	4.30	0.007	0.06	0.008
6	宋太宗	至道元宝 真书	4.0						71.42	21.96	6.40	0.007	0.084	0.04
7	宋太宗	至道元宝 草书	3.5						69.92	21.10	7.44	0.006	0.080	0.034
8	宋真宗	咸平元宝 真书	4.0						70.96	20.79	6.73	0.005	0.043	
9	宋真宗	景德元宝 真书	3.7						62.53	21.88	7.03	0.006	0.060	
10	宋真宗	祥符元宝 (绿锈)	4.0	✓	Cu, Sn, Pb	Ag		$\alpha + \delta + Pb$	67.84	21.38	9.11	0.004	0.051	0.044
11	宋真宗	祥符元宝 (红锈)	3.5		Pb, Sn, Cu, Bi	Ag			68.23	21.52	8.71	0.015		
12	宋真宗	天禧通宝 (绿锈)	4.1						66.92	23.61	8.86	0.008	0.090	0.044
13	宋真宗	天禧通宝 (红锈)	4.0						67.05	19.08	10.20	0.021	0.120	0.290
14	宋仁宗	天圣元宝 篆书	4.2						73.93	15.59	7.79	0.004	0.036	
15	宋仁宗	天圣元宝 真书	4.0						60.05	28.23	9.09	0.005	0.056	
16	宋仁宗	明道元宝 篆书	4.5						65.45	22.55	9.89	0.007	0.100	0.020
17	宋仁宗	明道元宝 真书	3.6						64.01	24.34	9.94	0.008	0.080	0.020
18	宋仁宗	景祐元宝 篆书	4.3						64.04	23.02	11.09	0.008	0.088	0.080
19	宋仁宗	景祐元宝 真书	4.0						67.43	19.96	10.39	0.008	0.096	0.018
20	宋仁宗	皇宋通宝篆书(红锈)	3.8						74.83	16.16	5.51	0.66	0.007	0.020
21	宋仁宗	皇宋通宝真书(阔边)	4.0						69.16	21.24	7.51	0.015	0.044	0.016
22	宋仁宗	皇宋通宝 真书	3.8						67.68	23.30	7.24	0.011	0.084	0.140
23	宋仁宗	庆历重宝 真书	7.0						63.74	26.30	9.61	0.007	0.083	0.016
24	宋仁宗	至和元宝 篆书	4.0						63.15	27.18	7.27	0.015	0.16	0.064
25	宋仁宗	至和元宝 真书	4.0						66.46	23.78	7.00	0.022	0.28	0.022

续表 I

编号	朝代	古币名称	重量 (克/个)	外观 照像	光谱分析			金相组织	化学成分 %					
					含量较高元素	较低元素	其他		Cu	Pb	Sn	Zn	Ag	Bi
26	宋仁宗	嘉祐元宝 真书	4.2	✓	Sn, Cu, Pb	Bi, Ag		α + δ + Pb	52.14	35.95	9.10	0.016	0.11	
27	宋仁宗	嘉祐通宝 篆书	3.7						73.65	19.45	5.59	0.009	0.11	
28	宋仁宗	嘉祐通宝 真书	4.0						68.56	22.46	6.20	0.16	0.016	
29	宋英宗	治平元宝 真书	4.4						60.62	22.71	10.02	0.030	0.14	0.78
30	宋英宗	治平元宝篆书(绿锈)	3.5	✓	Sn, Pb, Cu	Bi, Ag		α + δ + Pb	60.77	26.20	10.89	0.046		
31	宋英宗	治平元宝篆书(红锈)	4.0		Pb, Sn, Cu	Bi, Mg, Mn			64.86	24.15	9.08	0.085		
32	宋英宗	治平元宝 真书阔边(绿锈)	4.0						61.36	26.05	9.81	0.18	0.18	0.19
33	宋英宗	治平元宝 真书阔边(红锈)	5.0						66.47	21.49	9.77	0.25	0.038	0.080
34	宋神宗	熙宁元宝 真书	4.0						60.36	25.00	10.72	0.028	0.020	0.040
35	宋神宗	熙宁元宝 篆书(𠄎𠄎)(绿锈)	3.7						73.20	16.55	8.61	0.014	0.270	0.120
36	宋神宗	熙宁元宝 篆书(𠄎𠄎)(红锈)	4.3						62.11	26.90	9.06	0.011	0.120	0.066
37	宋神宗	熙宁元宝 篆书(𠄎𠄎)(绿锈)	4.0	✓	Cu, Sn, Pb	Bi, Ag, Si		α + δ + Pb	64.80	23.32	8.11	0.47	0.016	0.028
38	宋神宗	熙宁元宝 篆书(𠄎𠄎)(红锈)	4.0		Pb, Sn, Cu	Bi, Ag, Mn			64.98	23.46	9.69	0.014		
39	宋神宗	熙宁重宝	8.0						68.82	23.03	7.14	0.005	0.016	0.024
40	宋神宗	元丰通宝 小平隶书(绿锈)	4.0		Sn, Cu, Pb	Ag			67.32	21.54	9.53	0.007	0.028	0.034
41	宋神宗	元丰通宝 小平隶书(红锈)	4.0		Pb, Sn, Cu	Mg, Mn, Si, Ag			63.02	26.40	8.92	0.015		
42	宋神宗	元丰通宝 折二隶书	7.5						65.01	27.69	5.08	0.008	0.018	0.012

续表 2

编号	朝代	古 币 名 称	重量 (克/个)	外观 照像	光谱分析			金相组织	化学成分 %					
					含量较高元素	较低元素	其他		Cu	Pb	Sn	Zn	Ag	Bi
43	宋神宗	元丰通宝 小平行书(绿锈)	4.0					高倍	62.36	25.04	8.77	0.010	0.020	0.084
44	宋神宗	元丰通宝 小平行书(红锈)	4.0						64.12	26.72	7.35	0.018	0.016	0.016
45	宋神宗	元丰通宝折二行书	8.0						66.70	26.73	4.94	0.020	0.012	0.020
46	宋哲宗	元祐通宝折二篆书	8.1						61.27	34.68	2.53	0.034	0.043	
47	宋哲宗	元祐通宝折二行书	6.9	✓	Pb, Cu, Sn, Bi	Ag	Zn, Au 无	$\alpha + \delta + Pb$	76.19	16.25	3.63	0.084	0.043	
48	宋哲宗	元祐通宝小平篆书	4.2						70.66	25.85	3.40	0.027	0.024	
49	宋哲宗	元祐通宝 小平篆书阔边	4.4						58.77	29.22	8.85	0.036	0.064	
50	宋哲宗	元祐通宝小平行书	4.0						69.20	23.64	6.21	0.011	0.072	
51	宋哲宗	绍圣元宝 篆书	4.0						66.35	24.74	6.34	0.014	0.096	0.056
52	宋哲宗	绍圣元宝 行书	3.6						63.18	24.34	9.59	0.083	0.110	0.016
53	宋哲宗	元符通宝 篆书	4.0						67.53	23.21	7.36	0.026	0.230	0.27
54	宋哲宗	元符通宝 行书	4.0						64.26	24.78	7.97	0.030	0.062	0.52
55	宋徽宗	圣宋元宝 折二	8.0						58.95	25.52	8.63	0.038	0.056	0.620
56	宋徽宗	圣宋元宝 小平	4.4						61.53	29.25	7.85	0.033	0.058	0.080
57	宋徽宗	崇宁通宝 瘦金体	12.0						70.41	22.18	5.17	0.006	0.036	0.040
58	宋徽宗	崇宁重宝隶书(绿锈)	10.0	✓	Pb, Cu, Sn	Bi, Ag		$\alpha + \delta + Pb$	65.33	22.71	11.10	0.017	0.072	0.120
59	宋徽宗	崇宁重宝隶书(蓝锈)	8.0		Sn, Pb, Cu	Bi, Ag			71.02	13.00	9.06	0.021		
60	宋徽宗	大观通宝 瘦金体	4.0						73.33	16.02	6.67	0.038	0.020	0.012
61	宋徽宗	政和通宝	4.0						67.66	26.58	3.04	0.007	0.007	0.022
62	宋徽宗	宣和通宝	5.7						65.40	22.96	8.39	0.032	0.064	0.120
63	西汉	五铢	2.8	✓	Cu, Pb, Sn	Bi, Ag	Fe, Sb 微量	α 固溶体, 树枝状组织 少量的 δ 相	95.79	0.12	2.0	0.012	0.046	0.016

在做定量分析和高倍检验之前,对古钱进行了实测(包括直径和重量),酸洗,外貌照相。最后共报出 491 个数据,8 张外型照片,8 张高倍组织照片。实测的定性分析,化学成分和古钱单重,结果见表一。在这个基础上,又将各期试样的平均数据进行综合分析,结果见表二。

高倍检验的结果告诉我们,这批铜钱均为铜—锡系加铅的合金。其高倍组织,除西汉五铢钱为树枝状的 α 固溶体外,北宋铜钱均为 $\alpha + \delta + \text{Pb}$ 组成,其结果分别如下:

西汉五铢钱。主要成分: Cu95.79%, Pb0.12%, Sn2.0%。高倍组织: α 固溶体,树枝状组织,少量的 δ 相(图 1)。

宋太宗淳化元宝草书平钱。主要成分: Cu62.86%, Pb22.70%, Sn13.00%。高倍组织: $\alpha + \delta + \text{Pb}$ (图 2)。

宋真宗祥符元宝真书平钱。主要成分: Cu67.84%, Pb21.38%, Sn9.11%。高倍组织: $\alpha + \delta + \text{Pb}$ (图 3)。

宋仁宗嘉祐元宝真书平钱。主要成分: Cu52.14%, Pb35.95%, Sn9.10%。高倍组织: $\alpha + \delta + \text{Pb}$ (图 4)。

宋英宗治平元宝篆书平钱。主要成分: Cu60.62%, Pb22.71%, Sn10.02%, 高倍组织: $\alpha + \delta + \text{Pb}$ (图 5)。

表 2 北宋各朝古钱平均化学成分一览表

朝代	化 学 成 份 %					
	Cu	Pb	Sn	Zn	Ag	Bi
太祖 *	66.29	20.58	9.23	0.008	0.130	0.130
太宗	65.33	25.05	7.93	0.008	0.149	0.061
真宗	68.09	21.38	8.44	0.0098	0.073	0.126
仁宗	66.28	23.30	9.34	0.064	0.073	0.042
英宗	62.81	24.10	9.91	0.118	0.119	0.35
神宗	65.23	24.36	8.16	0.051	0.0536	0.044
哲宗	66.38	25.19	6.21	0.038	0.083	0.126
徽宗	66.70	22.28	7.49	0.024	0.045	0.145
平 均	62~68	20~25	6~9.5	0.008~0.1		

* 太祖朝只分析了一种,不是平均成分。

