

科技史文集

第 13 辑

KEJISHI WENJI

金属史专辑

- 历史报矿举隅
- 我国古代的炼铜技术
- 铜绿山春秋早期的炼铜技术
- 从现代实验剖析中国古代青铜铸造的科学成就
- 从侯马出土陶范试探东周泥型铸造工艺
- 编钟的钟箍钟隧新考
- 古代烘范工艺
- 传统熔模铸造工艺的调查和复原试制
- 失蜡法的起源和发展
- 曾侯乙青铜器红铜花纹铸镶法的研究
- 从战国铜器铸范铭文探讨韩国冶铸业管理机构及职官
- 汉代铁镗的材质及其制造工艺的探讨
- 汉魏球状石墨铸铁的研究
- 河南汉代铁器的金相普查
- 百炼钢及其工艺
- 宋代冶金技术初探
- 山西晋城垣圪炼铁调查报告

上海科学技术出版社

科技史文集

第 13 辑

金属史专辑

中国科学院自然科学史研究所技术史研究室主编

上海科学技术出版社

科技史文集(十三)

(金属史专辑)

中国科学院自然科学史研究所

技术史研究室 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 浙江诸暨印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张9.75 插页10 字数233,000

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数: 1—4,000

统一书号: 13119·1162 定价: 2.75元

出版说明

《科技史文集》是供发表科技史研究成果、整理介绍有关文物史料、开展学术讨论和反映国内外对科技史研究动态的园地。

本文集是一种不定期连续出版的丛刊，根据内容分为学科的专辑和多学科的综合文集两类，统一按出版顺序依次编号。多学科的综合文集由中国科学院自然科学史研究所主编，各专辑则分别由各有关单位或有关编辑机构主编。本文集收编本国作者的工作成果和著述。

欢迎从事和关心科技史研究工作的同志积极提供意见、建议和稿件，以使这项工作能更好地为加速实现我国科学技术现代化作出贡献！

上海科学技术出版社

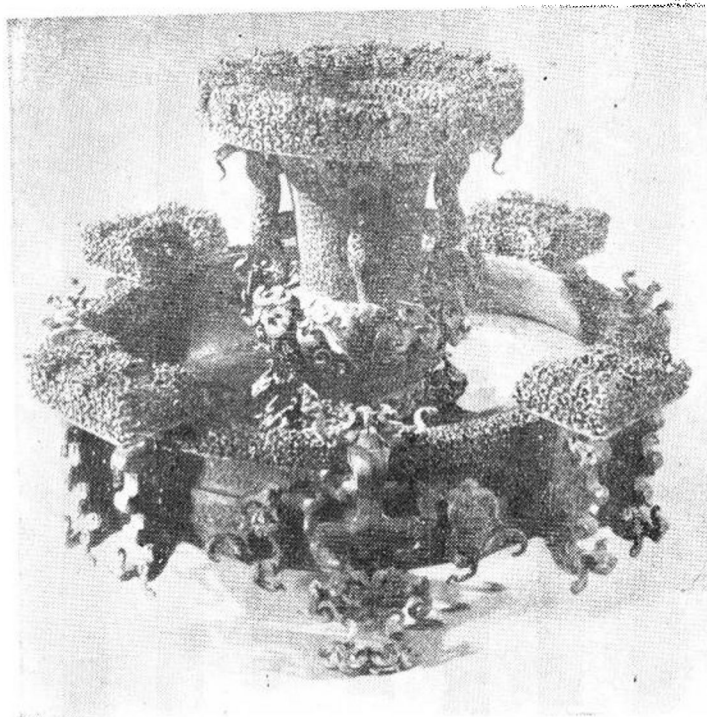


图1 曾侯邺尊、盘

右上 附图是尊颈透空附饰一部分俯视图
右下 附图是盘颈透空附饰的侧视图

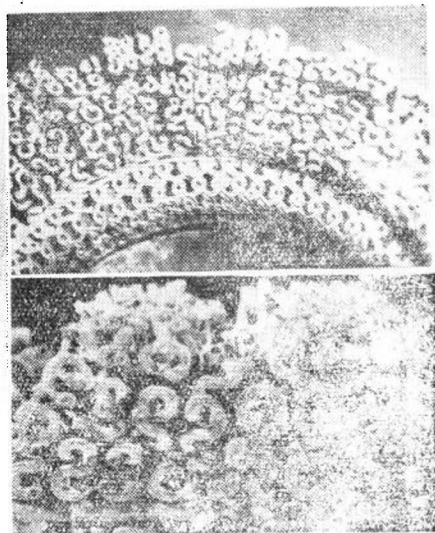


图2 浙江下寺楚墓一号墓所出土的铜盂
(春秋中晚期)

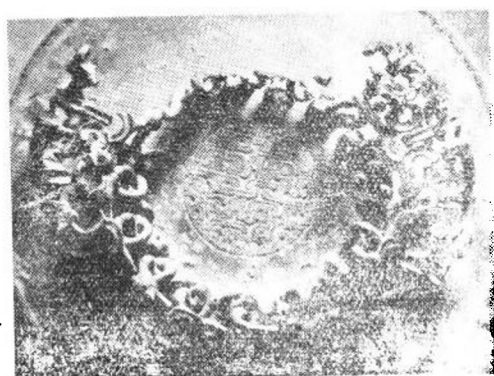


图3 图2铜盂盖组的失蜡纹饰(注意残缺处豁口与盖的铸接痕迹)

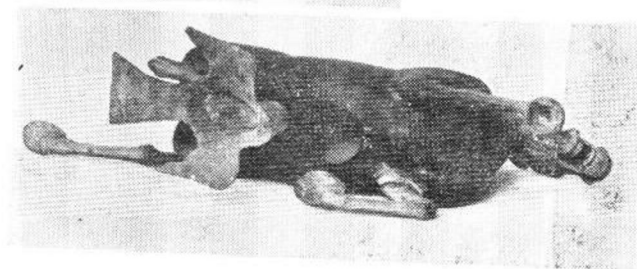


图4(左上) 满城汉墓(西汉)出土的错金博山炉,炉盖山峦起伏,器形复杂,显系失蜡铸造

图5(上) 云南晋宁石寨山出土的西汉青铜贮贝器,器盖人物形象复杂,也系失蜡铸造

图6(右下) 甘肃武威东汉墓出土的马踏飞鹰,未见铸缝。从底视图(左下)可看出马腹有孔使芯与底范连接

图7(左) 宋代普贤铜象



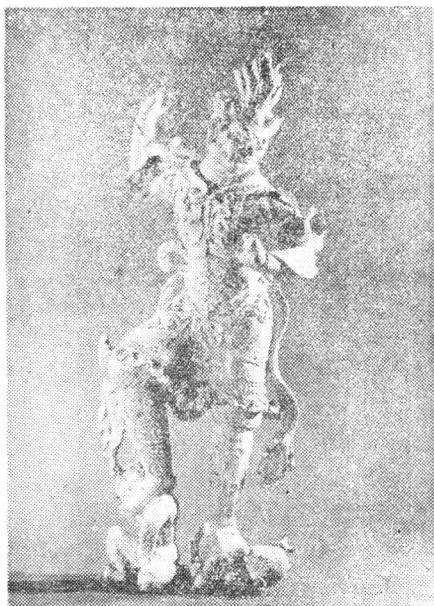


图8 明代力士铜象

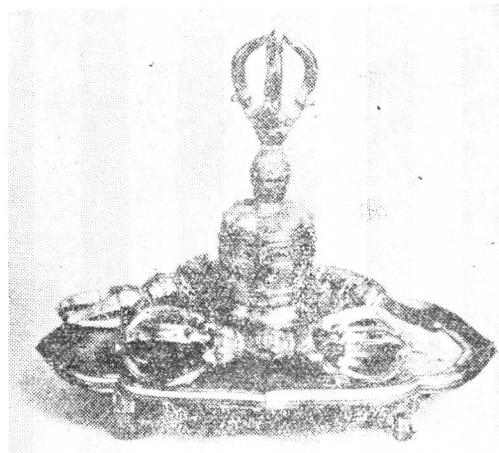


图9 日本用中国传入的失蜡工艺铸造的佛教法具

图11 颐和园铜狮

图10 佛山老艺人唐焯用失蜡法复制编钟





图 1



图 2



图 3

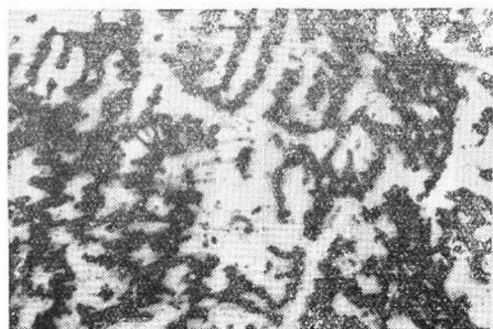


图 6

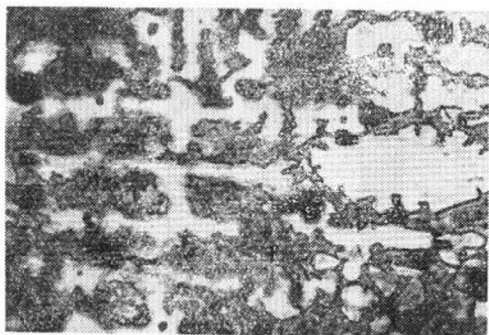


图 7

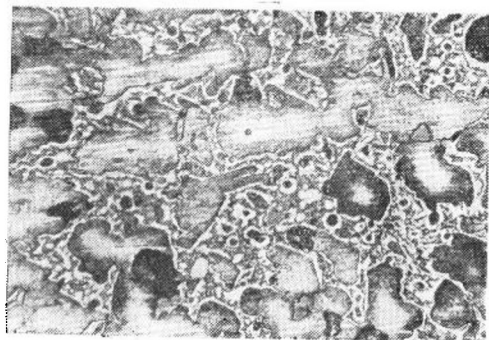


图 8

图 1 商前期陶器盆形鼎

图 2 商前期陶器尖足鬲

图 3 商中期青铜弦纹罍

图 4 商中期铜盃

图 5 商代兽面纹罍

图 6 商罍的金相组织(表面)200×

图 7 商罍的金相组织(内层)340×

图 8 商罍放大 600 倍的金相组织

图 9 商罍具有均匀退火组织金相图 200×

图 10 现代锡青铜的退火组织 (550°C保温
小时退火)100×

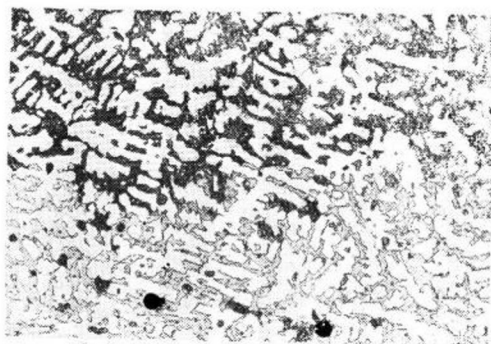


图 9

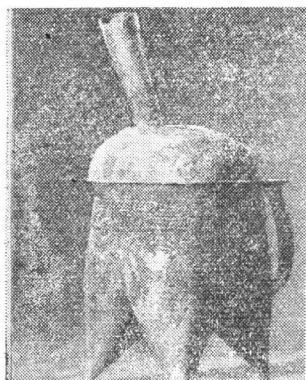


图 4



图 5

图 11 东周古剑的金相组织 600 $\times$

图 12 战国古戈的树枝状组织 70 $\times$

图 13 具有淬火组织的西汉铜镜金相组织 340 $\times$

图 14 放大 600 倍的西汉铜镜金相组织

图 15 东汉铜镜的金相组织 200 $\times$

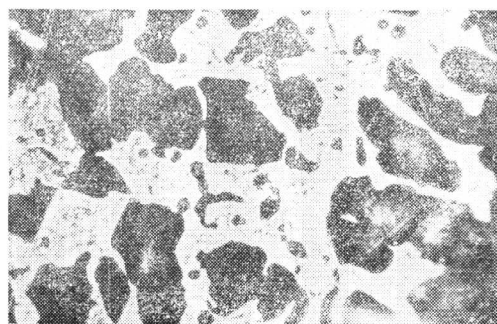


图 11

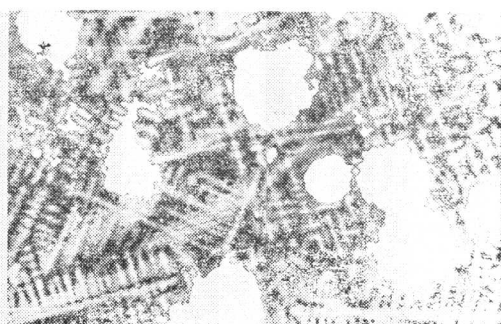


图 12

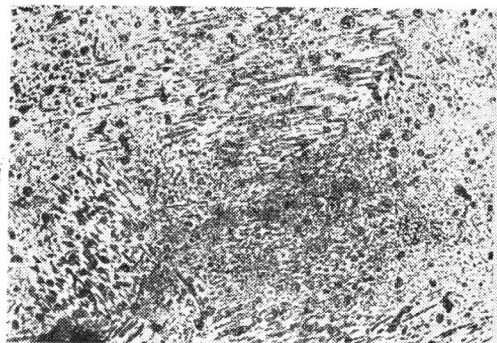


图 13

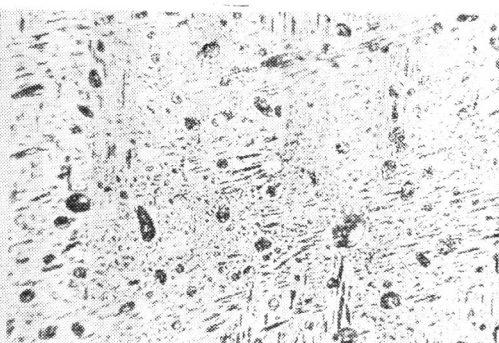


图 14

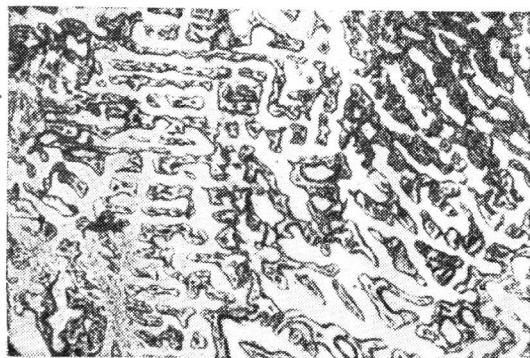


图 10

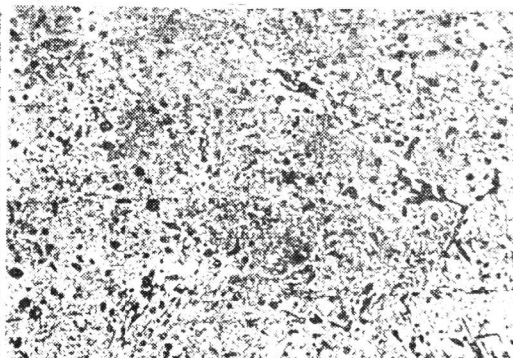


图 15

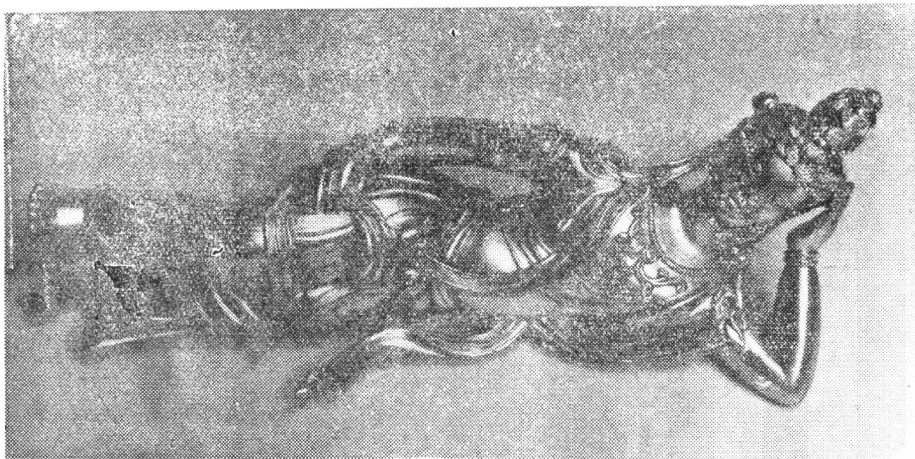


图1 铜佛

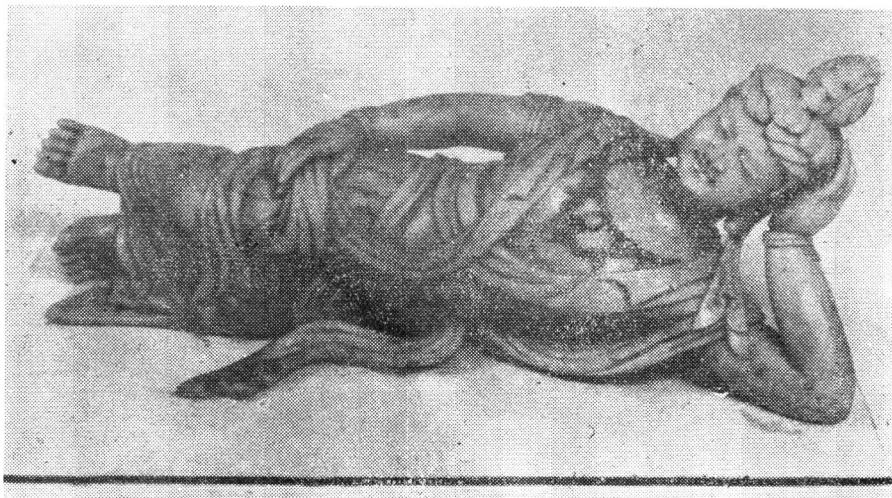


图2 佛象蜡模

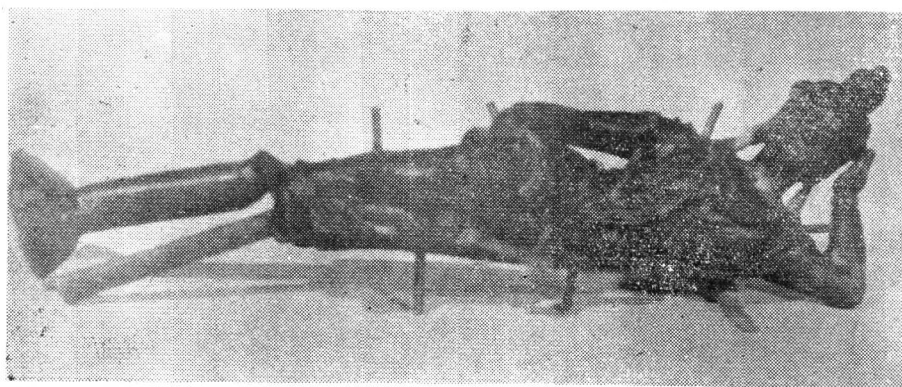


图3 加蜡制浇冒口的铜佛蜡模



图1 红铜镶嵌狩猎纹铜豆

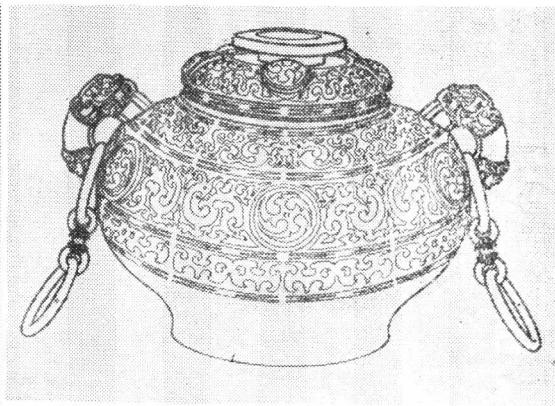


图3 曾侯乙盥缶(中室188号)

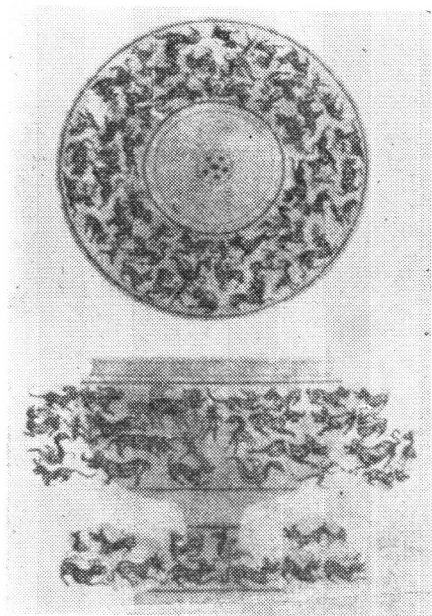


图2 狩猎纹豆的图案

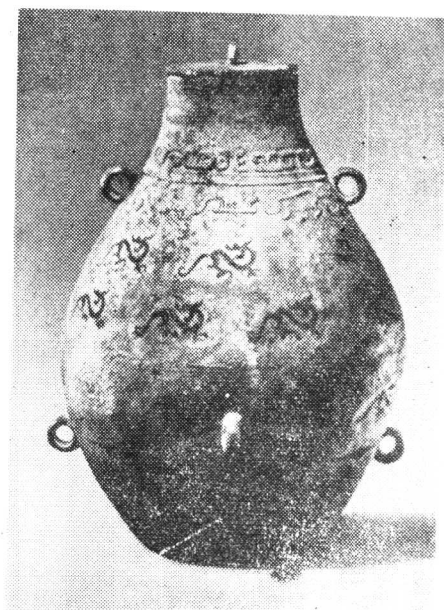


图4 红铜镶嵌龙纹扁壶

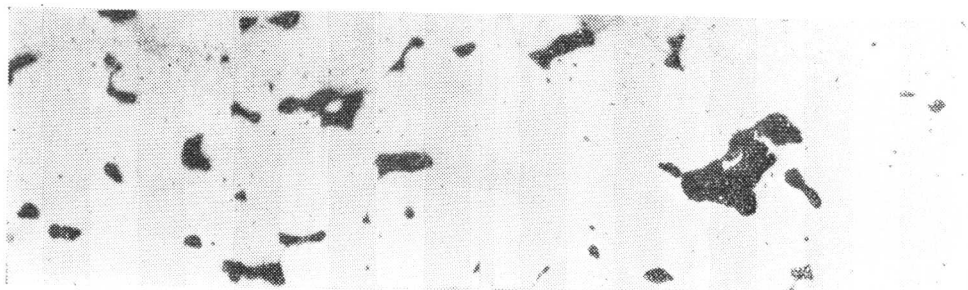


图5 盥缶红铜纹饰组织,100×,未浸蚀

图6 甬钟甬部红铜纹饰组织,100×,未浸蚀

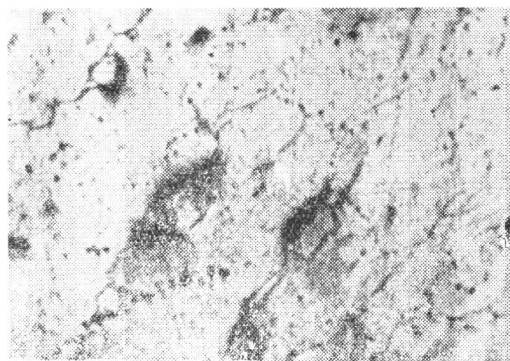


图7 盠缶红铜纹饰组织, 200 $\times$,
双氧水氨水溶液浸蚀

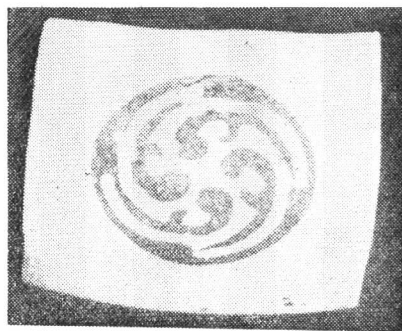


图8 铸态模拟试样

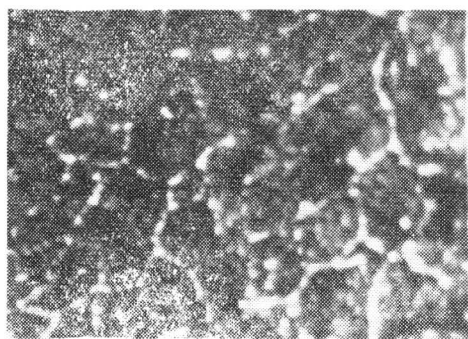


图9 铸态纯铜组织, 100 $\times$,
过硫酸氨浸蚀



图10 锤入变形量为 10% 的纯铜组织,
100 $\times$, 氯化高铁浸蚀

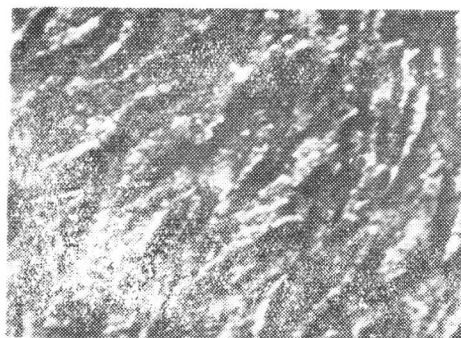


图11 锤入变形量为 30% 的纯铜组织,
100 $\times$, 氯化高铁浸蚀



图12 锤入变形量为 50% 的纯铜组织,
100 $\times$, 氯化高铁浸蚀

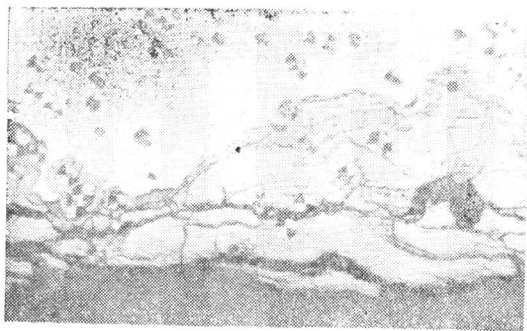


图1 100×,铁镞边缘氧化层腐蚀沿石墨与基体界面发展的情况

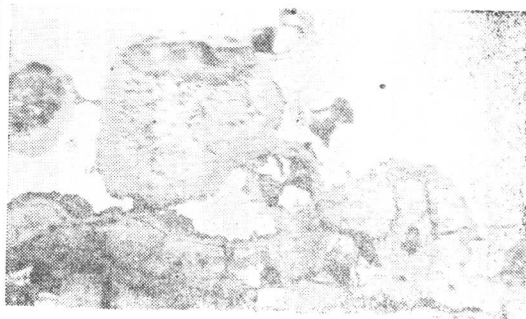


图2 铁镞边缘的氧化腐蚀球



图3 400×,未浸蚀,铁镞氧化腐蚀层与金属基体间犬牙交错的界面



图4 100×,已浸蚀,氧化腐蚀在金属铁素体晶界处凸入金属基体内情况

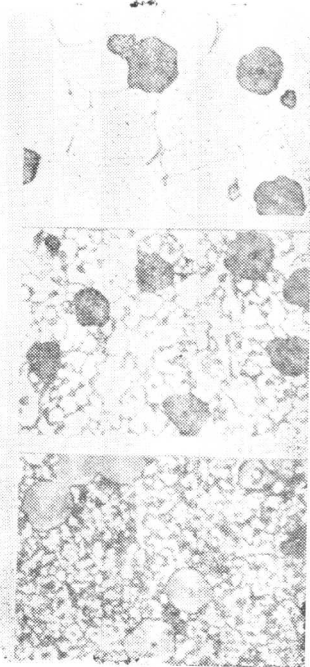
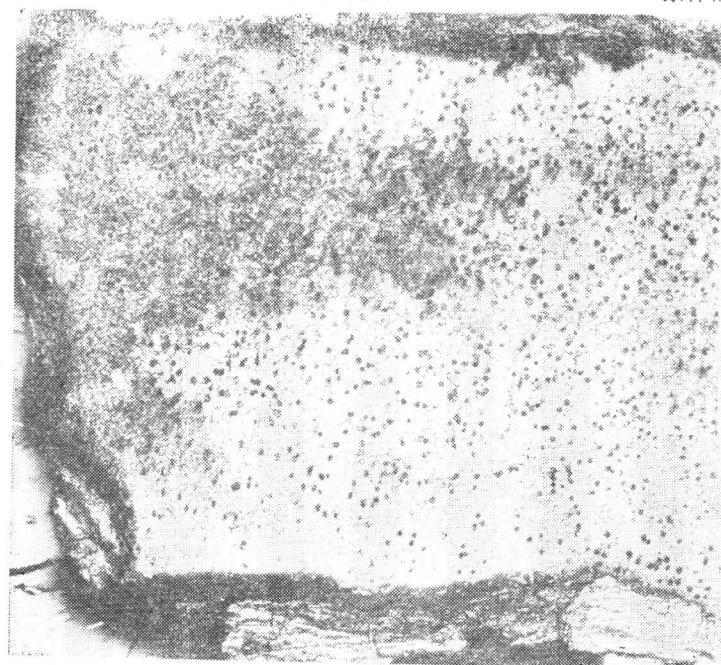


图5 20×1已浸蚀,铁镞刃口端,纵向剖面金相组织。图左边缘为刃口,其下方有二相同曲率圆弧。图内小圆黑点为球状石墨,分布均匀,仅左下边缘较稀。金属基体金相不均匀,有白色、灰色及深灰色三区,深灰色区主要在刃口附近。右上图白色区,为粗晶粒的铁素体,其晶界有珠光体,晶粒内有夹杂物点。右中图灰色区,为细晶粒的铁素体,晶界为珠光体,右下图深灰色区,白圆点为铁素体,余为网状珠光体。

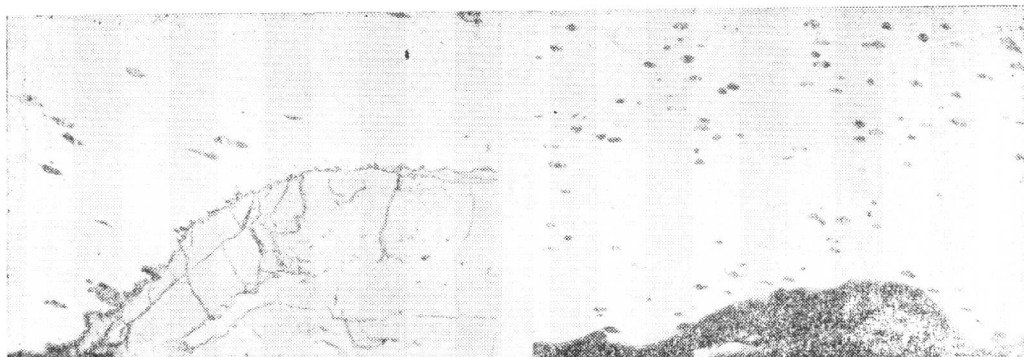


图6 100×,铁镢刃口部分,其氧化腐蚀层内,没有球状石墨

图7 50×,铁镢刃口处扁长的球墨,其长向平行于刃口边缘方向

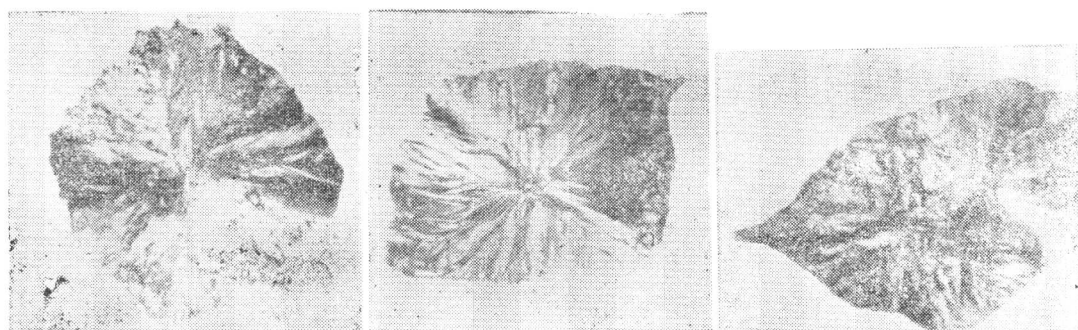


图8 1250×,铁镢刃口处球墨变形情况之一,左四边形,中平行四边形,右树叶形

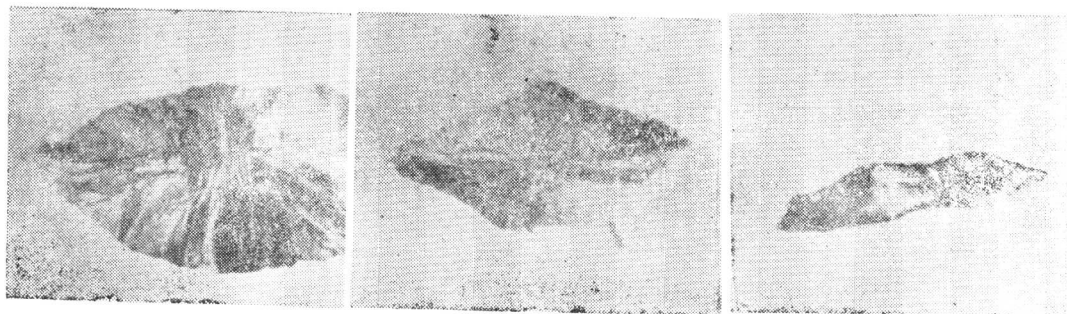


图9 1250×,铁镢刃口处球墨变形情况之二。左树叶形,中菱形,右扁长形

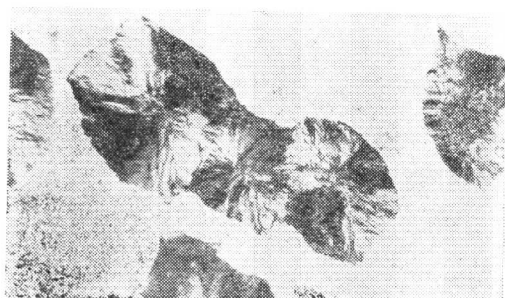


图10 800×,一群粘在一起的球墨在变形的过程中形成各自尖凸角

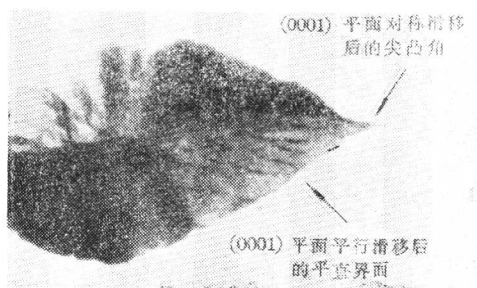


图11 1500×,铁镢中变形后的球墨

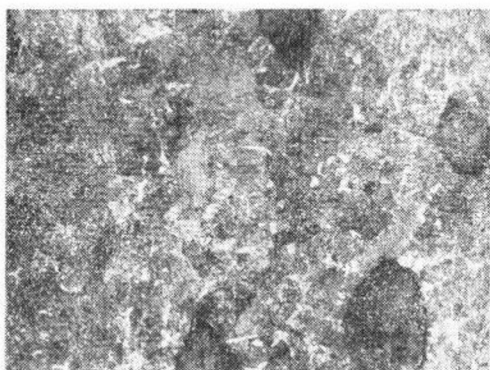
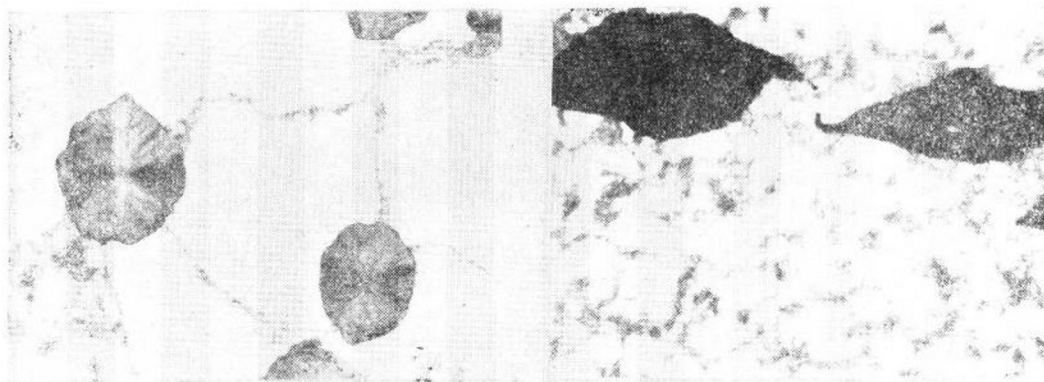


图 12(上左) 500×, 铁镢剖面白色大晶粒区, 只有变形而具有尖凸角的球墨, 而无变形迹象的基体

图 13(上右) 500×, 铁镢剖面灰色细晶粒区, 只有变形而具尖凸角的球墨, 而无变形迹象的基体

图 14(左) 500×, 铁镢剖面深灰色区, 只有变形而具有尖凸角的球墨, 而无变形迹象的基体

图 15(右) 250×, 铁镢的每颗球墨中心均有黑色点子 (电子扫描金相)

图 16(右下) 5000×, 这是上图中一颗球墨的放大图, 在其中心有多角形的有底凹坑

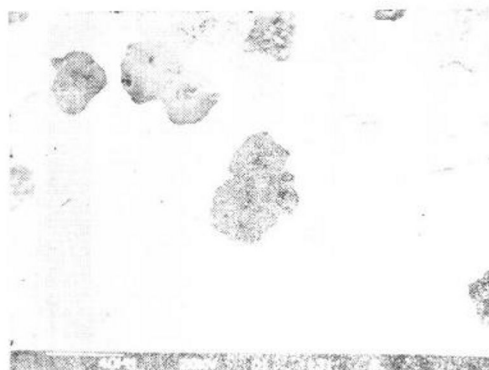


图 17 1250×, 偏振光, 图中发亮不规则形状为硅石

图 18 1250×, 偏振光, 图中白圆形、有黑色“十”字者为 (FeO, MnO SiO₂) 玻璃体

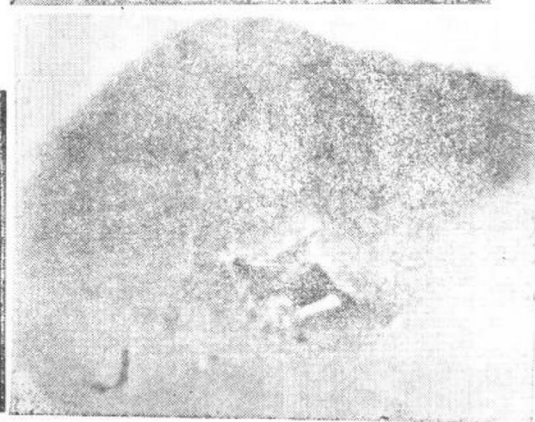
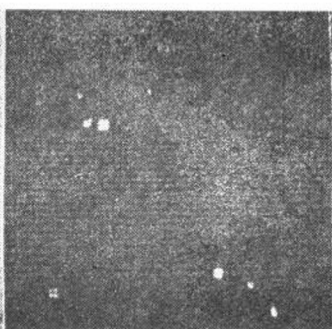
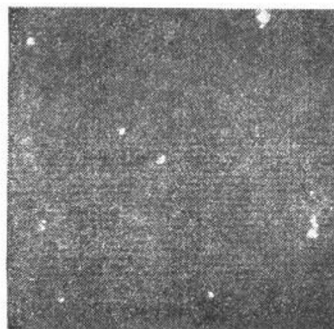




图 19 1500 $\times$, 铁镬中球墨剖面偏振光图象

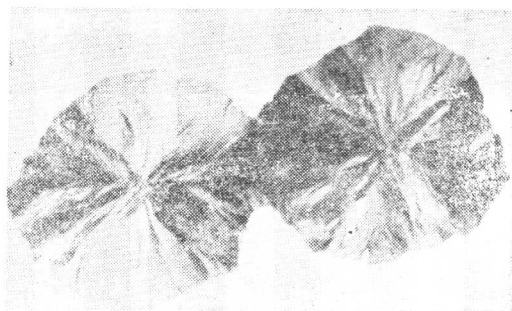


图 20 1250 $\times$, 铁镬中两颗粘联很好的球墨



图 21 500 $\times$, 铁镬中三颗粘联很好的球墨

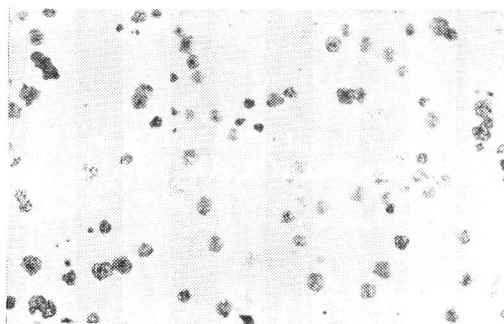


图 22 100 $\times$, 铁镬中球墨点线排列状况

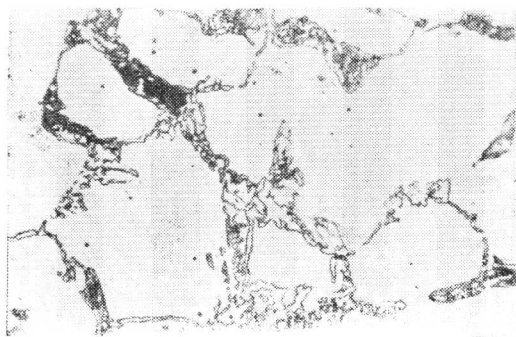


图 23 1800 $\times$, 铁镬基体中的网状珠光体, 铁素体内的小圆点为夹杂物

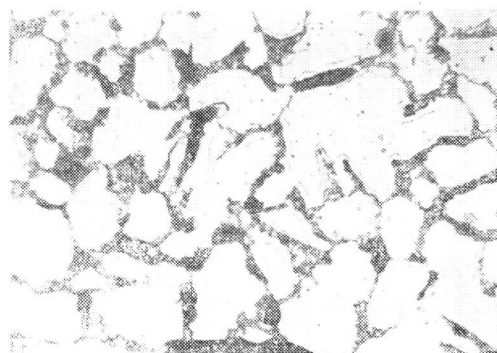


图 24 800 $\times$, 金相深浸蚀光圈收小, 看出网状珠光体和网状铁素体重叠

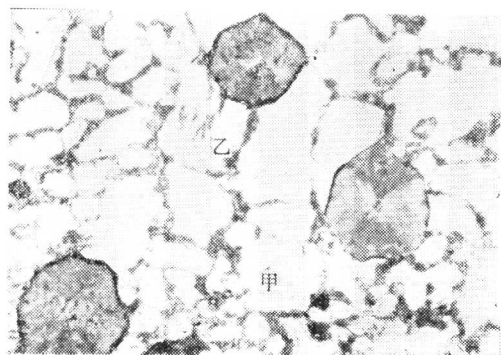


图 25 500 $\times$, 铁素体内有针状珠光体和针状铁素体重叠, 记号甲、乙

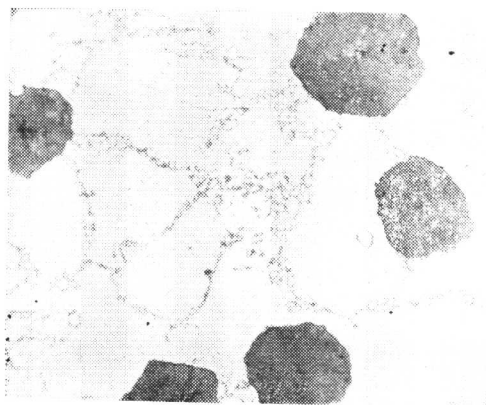


图 26 500 $\times$, 网状分布的球化珠光体

现代球墨周围的锯齿形金相如右图27,在这个图中,也可以看出球墨内部的金属白色夹杂物

现代铁素体基体球铁,在高温金相中,观察到的自渗炭现象如图28至图32

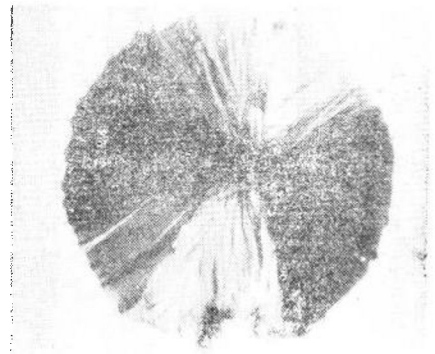


图27 1250×,现代球墨剖面

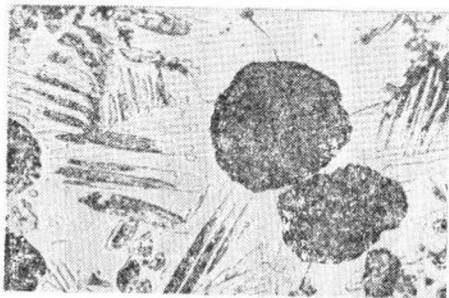


图28 200× $t=723^{\circ}\text{C}$ $\tau=4.8\times 10^{-5}$ 黑色称为蒸发形成的铁素体晶界。

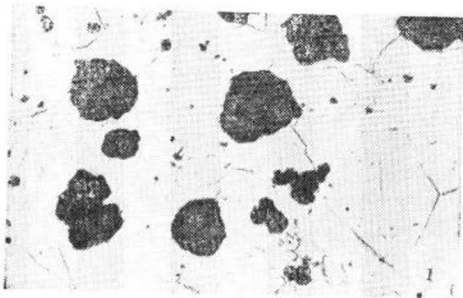


图29 200×, 同上图金相 $t=723^{\circ}\text{C}$
 $\tau=4.4\times 10^{-5}$ 铁素体晶界及
铁素体晶内均因为自渗炭而形成
网状及针状的奥氏体浮雕

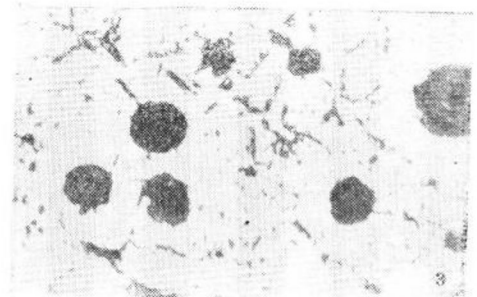


图31 250×, 上图金相抛光, 浸蚀之后,
见出网状珠光体与网状铁素体重
叠铁素体晶内有针状铁素体

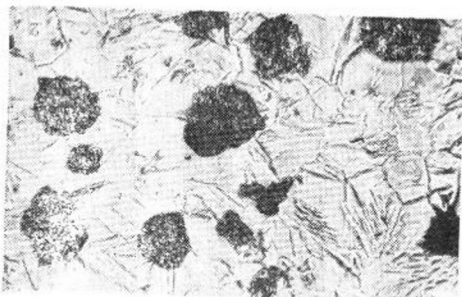


图30 200×, 加热到 768°C 左右后, 断电
冷却下来出现网状珠光体; 由于现
代球铁硅高, 球墨周围有牛眼状铁
素体迹象, 由于各种铁素体之间无
体膨胀差异, 所以在高温金相中看
不出粒状, 网状或针状铁素体

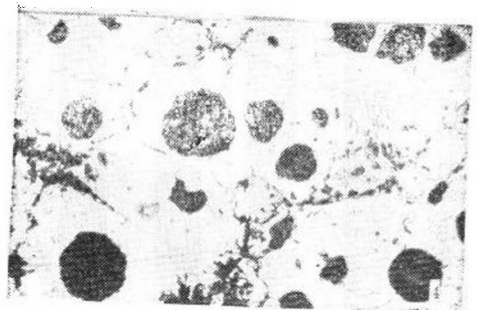


图32 500×, 上图金相放大, 见出针状
铁素体与针状珠光体重叠