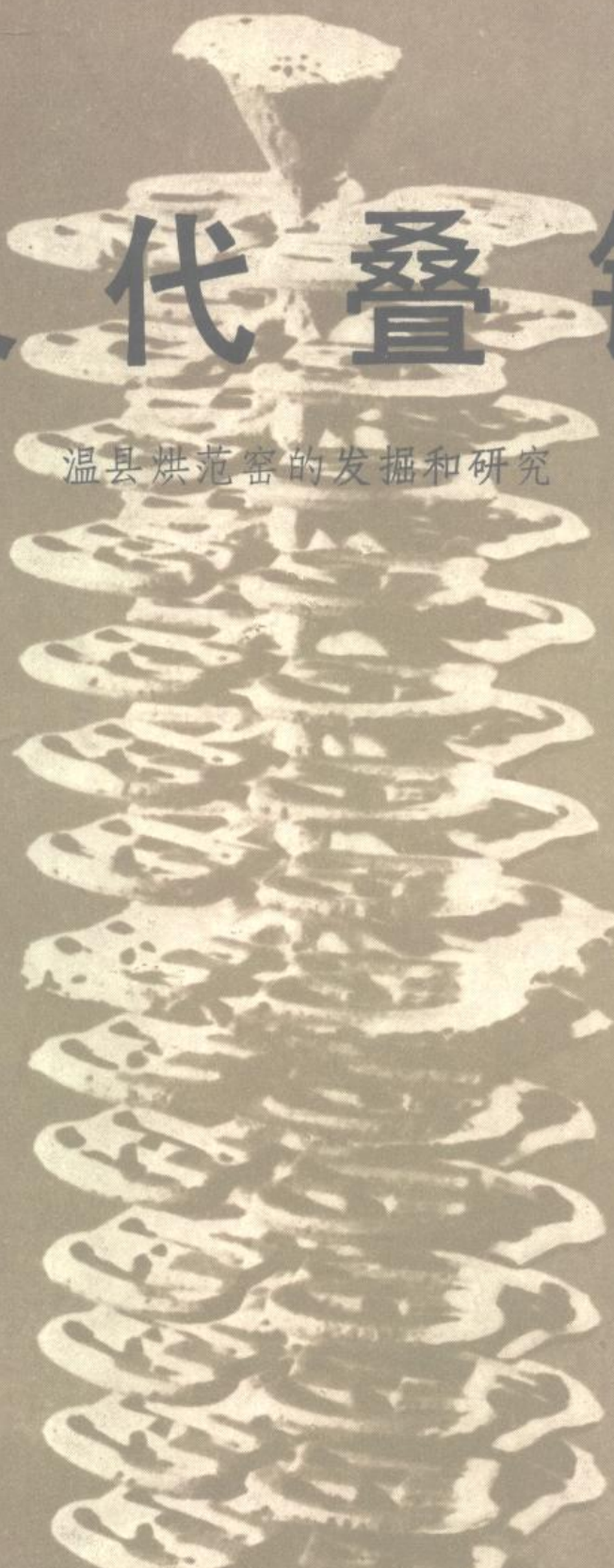


汉
代
叠
铸

温
县
烘
范
窑
的
发
掘
和
研
究

汉代叠铸

温县烘范窑的发掘和研究



文物出版社

文



K878/2

汉代叠铸

温县烘范窑的发掘和研究

河南省博物馆

《中国冶金史》编写组

首都师范大学图书馆



20717200

文物出版社

1978·北京



717200

汉 代 叠 铸

温县烘范窑的发掘和研究

河南省博物馆
《中国冶金史》编写组著

文物出版社出版

北京五四大街29号

文物出版社印刷厂印刷

新华书店发行

1978年12月第一版第一次印刷

787×1092 1/16 印张：3 插页：6

印数：0,001—8,000册

统一书号：7068·626 定价：0.75元

目 次

一 概述.....	1
二 叠铸泥范、烘范窑及其它遗物.....	4
(一) 叠铸泥范的种类和形制 (4)	
(二) 烘范窑的结构 (12)	
(三) 陶器及其它遗物 (14)	
三 叠铸工艺.....	17
(一) 范和芯的制造 (17)	
1. 造型材料的选择和配比	
2. 模具的制造	
双面范范盒的制造	
单面范范盒的制造	
3. 范片的设计	
收缩量	
拔模斜度	
榫卯定位结构	
桩紧度	
4. 泥芯的制作及安装	
车喜的范芯	
轴套和六角承的范芯	
方承的范芯	
权的范芯	
(二) 叠铸范的合箱与装配 (24)	

(三) 干燥与烘烤 (24)

1. 烘范前的干燥
2. 叠铸范的予热烘烤

(四) 浇注系统的设计与使用 (27)

1. 浇注系统的组成
2. 浇注系统型式的选择
3. 浇注系统的计算
4. 内浇口尽可能取薄, 是汉代叠铸范设计的一个基本原则
5. 关于浇注系统设计、使用的讨论

四 温县叠铸技术的分析 (示例)34

(一) 不同的铸件采用不同的分型面 (34)

(二) 尽可能地减小吃泥量 (36)

五 结语38

附录41

叠铸范工艺参数总表 (一) (41)

叠铸范工艺参数总表 (二) (42)

一 概 述

我国铸造生产有悠久的历史 and 辉煌的成就，著名的商周青铜器和战国铁器，充分表现了我国古代铸造技术的高度水平。在这个基础上，至迟在战国晚期出现了先进的叠铸技术。所谓叠铸或层叠铸造，是用多个泥范叠合起来，装配成套，从共用的浇口杯和直浇道中，灌入金属液，一次得到多个铸件。因而能大幅度地提高劳动生产率，节省造型材料和金属液，降低成本，适合于小型铸件的大量生产，至今仍在工业生产中广泛应用。战国时期，封建制替代了奴隶制，手工业、农业生产和商品经济有很大的发展，货币的需要量急剧增加，采用叠铸术大批铸造金属工具、农具和钱币是很自然的^①。到了汉代，汉王朝由于发展生产、打击匈奴奴隶主贵族和巩固地主阶级专政的需要，实行盐铁官营，人力、物力和技术相对集中，促进了冶铸业的发展，叠铸技术更为成熟，并且普遍推广。近年陕西咸阳、西安，河南南阳、温县和山东临淄等地，都曾多次出土汉代的叠铸泥范。其中，以温县烘范窑所出铸范，数量最多，保存最为完好，为我们研究古代叠铸技术提供了可贵的丰富的实物资料。

烘范窑位于温县西招贤公社西招贤村西北台地上。经钻探调查，这里是一处面积达一万平方米的汉代铁器冶铸遗址。地表散存大量汉代陶片、铁渣、炉砖、红烧土和碎范块，文化层厚1—2米左右。遗址南面，过去群众在劳动过程中，曾挖出四座残炉，火候颇高。烘范窑北二十米处，挖出过另一个窑，出土不少铁渣、碎范片等。看来，这一遗址不仅规模可观，持续时间也较长久。

据文献记载，“温县故城在今怀庆府温县西南三十里”（《大清一统志》），“故温县城在今孟州温县西三十里”（《寰宇记》）。经调查，今温县县城西二十华里的西招贤村，周围确有一处面积达二十平方华里的古城。由于长期水土流失损毁，只能在地面上隐隐约约、断断续续地看出有凸起的城墙，个别处保存较好，高度尚存六、七米左右。相传西招贤村在故城东门内，通过现场调查，系位于北城墙东段的内侧，如果这里是北城墙的东门，则在西段还应有一个西城门。铁器冶铸遗址正位在北城墙中段之北，是在城墙的外面。从现场又可以看出，故城分为内城和外城。因为城西凭着猪龙河，所以内城筑在大城（外城）的西部，内、外城共用着西城墙。内城在今安乐寨和上花苑之间。故城以内，汉代的瓦片、陶片和残砖，俯拾皆是（图版一）。在烘范窑的窑

室内，保存着五百多套尚未浇注的叠铸范，确是罕见的发现。从窑道内和遗址遍布的大量铁渣、铁块看，这个作坊是生产铁器的。

烘范窑使用的叠铸技术很先进，这和汉代这一地区的发展有着密切的联系。原来，温县在秦汉时期，并非一般的县邑。早在商周，它就是“畿内地”^②。到了汉代，说是“燕之涿、蓟，赵之邯郸，魏之温、軹，韩之荥阳，齐之临淄，楚之宛、陈，郑之阳翟，三川之二周，富冠海内，皆天下之名都”，“居王都之冲，跨街衢之路也。”^③温县所处地理位置确很重要，文献说：“左邢邱，右流水，南滨大河，面虎牢之险，北接野王，负太行之雄”^④，是野王和鞏汜的交通要道。这里地势平坦，土地肥沃，农业发达，从春秋战国起，就是号称“富冠海内”、“国以富强”^⑤的地方。温县和西安、咸阳、南阳、临淄这些“名都”，都发现有层叠铸范，都用先进的叠铸术，大量生产车马器和货币以适应社会生产的需要，决不是偶然的。

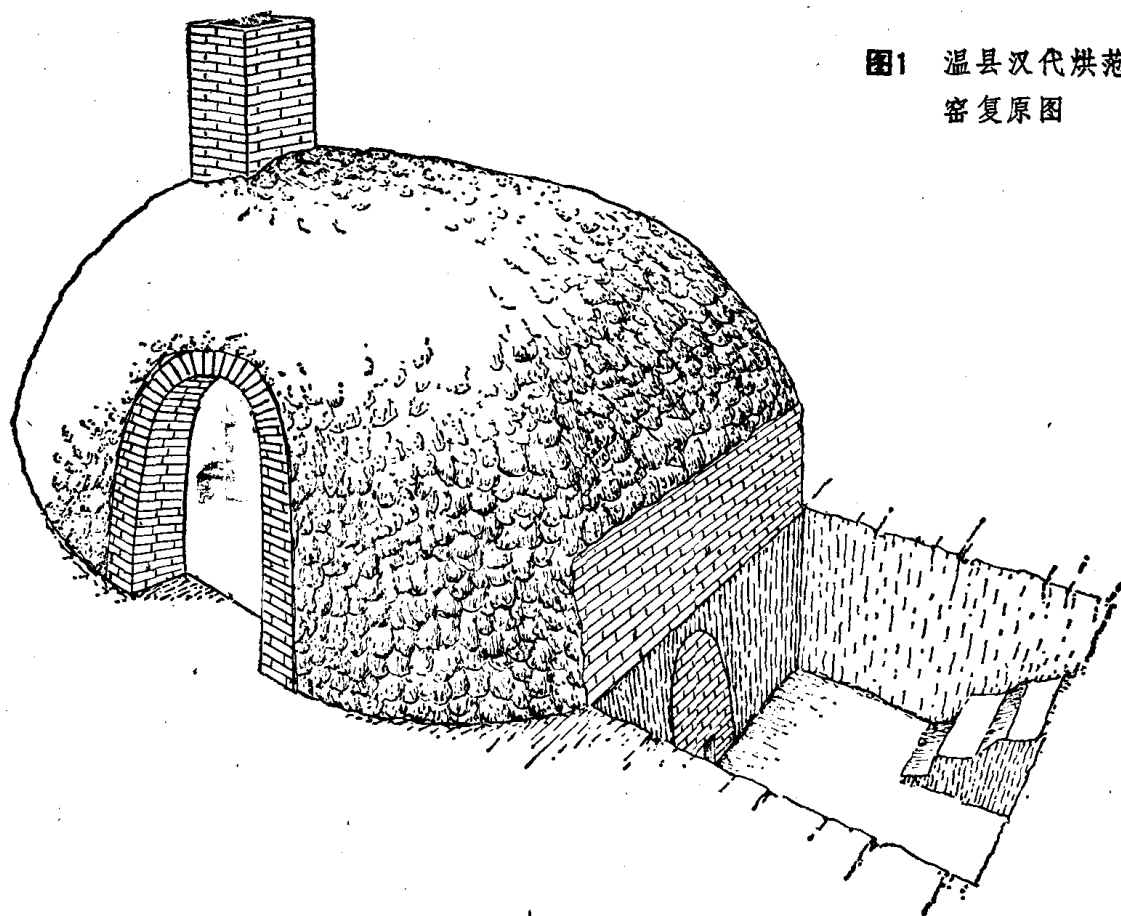


图1 温县汉代烘范窑复原图

发掘时,烘范窑中仍井然有序地堆放着成套的叠铸范(图2),器物种类有三十六种之多,从范腔形状可以看出,大部分是用来铸造车马器的,有车軛(轴头)、轴承、革带扣(皮带扣)、马衔(马嚼子)、马镳(马咀两边的装饰物)、权(秤锤)、圆环、Ω钩形器等。每套铸范由五到十四层叠成,最少一次可浇注五件,最多能浇注八十四件。铸范的设计和制作都很精细,充分表现出汉代劳动人民在铸造工艺上的杰出成就和创造才能。

在我国漫长的封建时期,叠铸技术一直在生产中沿用。但由于封建生产关系的束缚,始终停留在手工业生产方式,没能得到更大的发展。解放后,在毛主席“推陈出新”、“古为今用”的光辉思想指导下,这一传统工艺才得到新生。广东佛山铸造厂,华南缝纫机厂等曾多年采用这一技术,用现代科学方法加以改造,大量制作精密的机器另件,在生产中起了很好的作用。

为了揭示古代叠铸术的技术内容,发扬劳动人民创造的这一珍贵历史遗产。我们采取工人、文物考古工作者和专业技术人员相结合的办法,共同对温县烘范窑及所出铸范进行了研究和复原试浇。在工作中,曾得到北京钢铁学院铸工专业的工人、教师的大力协助和指导。

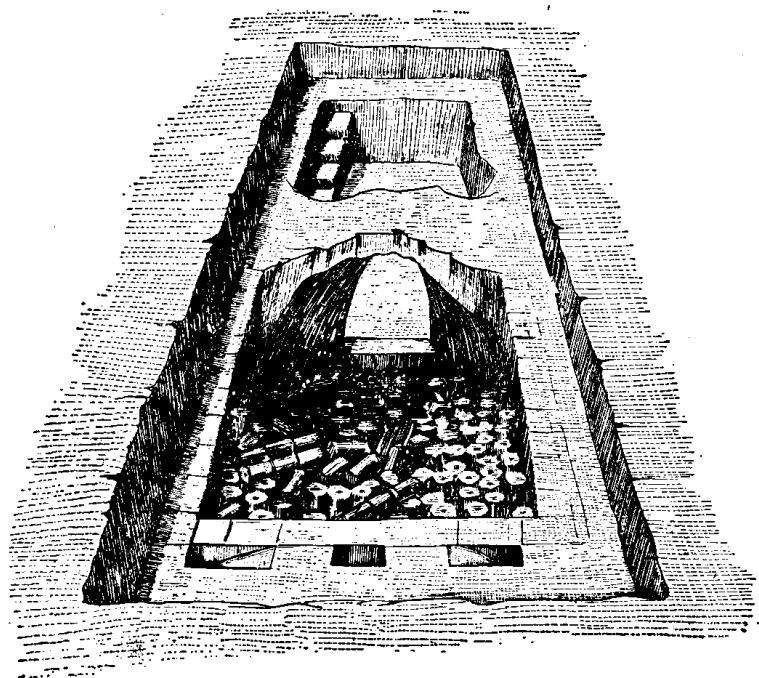


图2 温县汉代烘范窑出土情况

二 叠铸泥范、烘范窑及其它遗物

(一) 叠铸泥范的种类和形制

烘范窑内出土的五百多套泥范中有三百多套基本上是完整的。这些泥范多数用以铸造车马器。共有十六类，三十六种器形。

1. 轴套范：共出土二百五十四套，完整的一百七十三套。是泥范中出土量最大的。它的用途很可能是套在车轴上，与方承或六角承配合当作轴套使用，以减少车轴的磨损和增加车轴与轴承面的润滑作用。以W477、W478为例：范块平面作桃形，一块可铸一件或两件，每套铸范由六或七层范块组成，总高32—42厘米。按圆形轴孔大小的不同，分成十种规格，最小孔径3厘米，最大10厘米，壁厚为5毫米，高3.5—4.6厘米。范做成中空，质地细密，表面规整光滑，范腔有较明显的拔模斜度（图版二，图3，4）。

轴套的规格见表一。

2. 六角承范：完整的有三套。以W 181为例：范的平面呈六角形，每叠铸范由五至七层范块组成，高27—36.5厘米，一次铸五至七件。铸件按径大小可分内4.8、6、10.8厘米三种规格，壁厚0.8—1厘米、高2.2—4厘米。范为细砂红泥质，细致平滑，有明显

表一 轴套范规格（厘米）

类别	规格 (内径)	范腔尺寸			铸件 数量	叠范 层数	套范 高度
		外径	内径	高度			
I	3		3	3.8			11(残)
II	3.5	4.7	3.5	3.8			9(残)
III	6.5	7.5	6.5	4.3	7	7	36
IV	6.8	7.8	6.8	4.5	6	6	34
V	7.0	8.0	7.0	4.3	7	7	35
VI	7.6	8.6	7.6	5.5	6	6	38
VII	7.8	8.8	7.8	5.7	6	6	42
VIII	8.0	9.0	8.0	5.8	6	6	41
IX	8.2	9.4	8.2	5.8	6	6	38
X	8.6	9.8	8.6	5.2	6	6	40

图3 轴套范 (右)

- 左起: 1.外部结构剖面
2.内部结构剖面
3.轴套叠铸件
4.范的装配

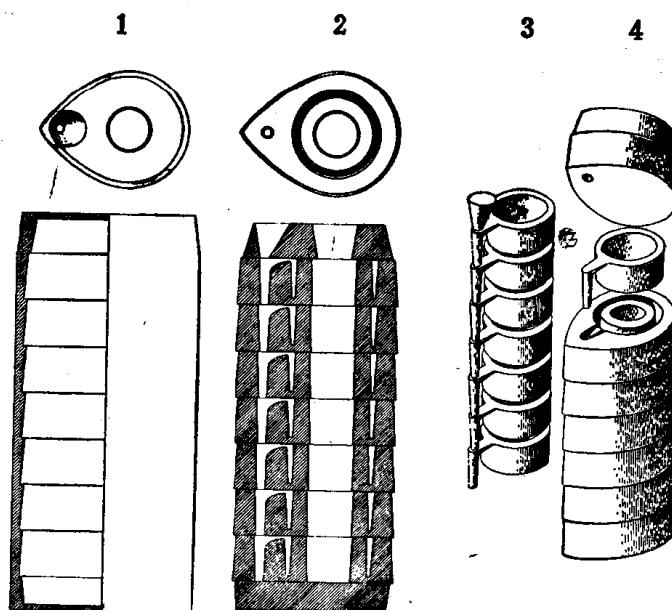


图4 轴套范 (右中)

- 左起: 1.外部结构剖面
2.内部结构剖面
3.叠铸件
4.范的装配

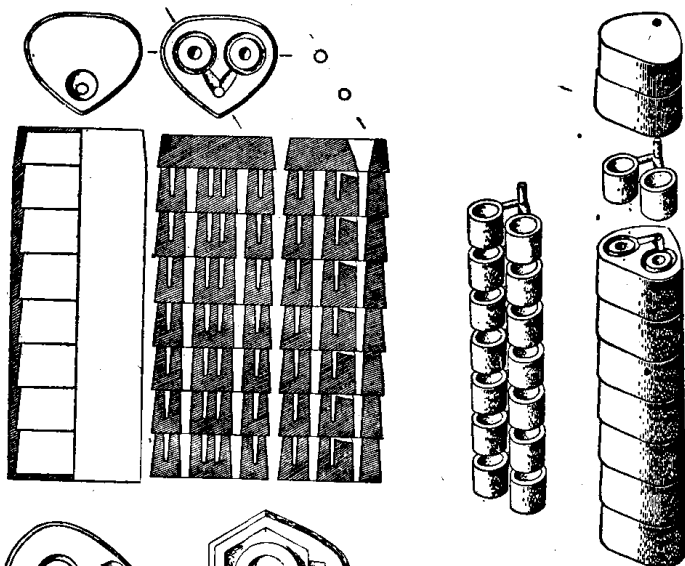


图5 六角承范 (右下)

- 左起: 1.外部结构
2.内部结构
3.六角承叠铸件
4.范的装配

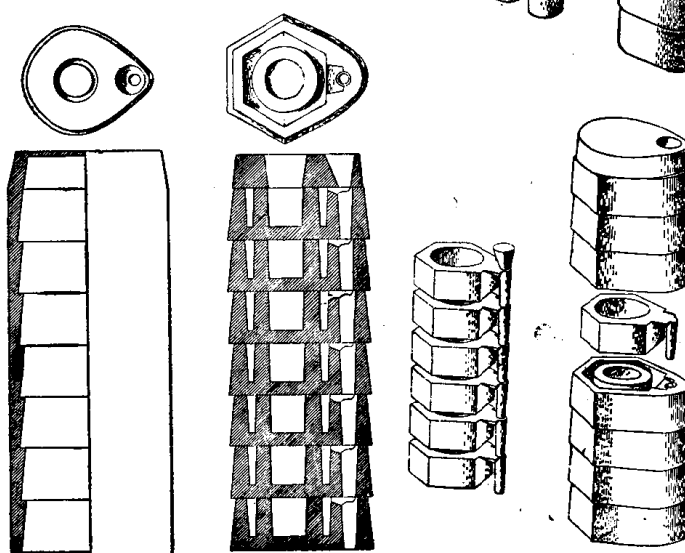
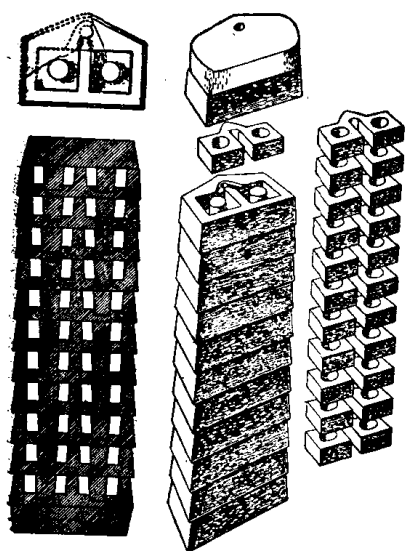
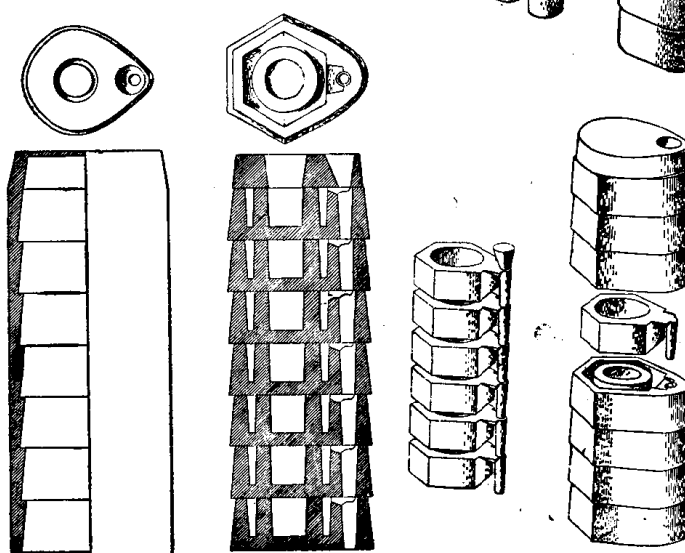


图6 方承范 (上)

- 左起: 1.内部结构
2.范的装配
3.方承的叠铸件



的拔模斜度。可能和轴套在一起成对使用（图版三，图3、4）。

表二

六角承范规格（厘米）

类别	规格	范腔尺寸				铸件数量	叠层范数	套范高度
		外径	内径	高度	厚度			
I	4.8	12.2	6.3	3.5	0.7	7	7	27
II	6	12.2	8	4.8	0.9	7	7	36.5
III	10.5	19	12	6	1.2	5	5	35

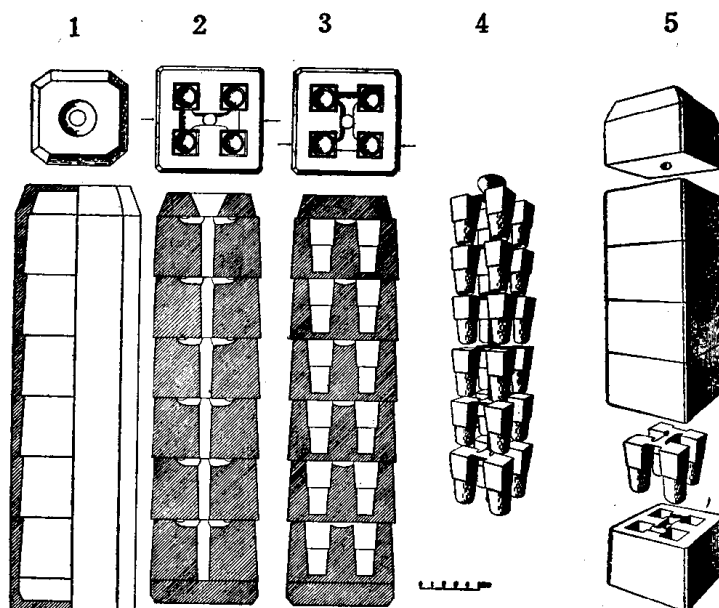
3.方承范：仅发现一块（W479），内圆外方。出土时范和芯都很完整，范芯的安装采用泥芯座，即在范的底部作一圆形坑（直径1.8、深0.6厘米），将锥柱状芯头插入芯座中固定。范芯高2.8厘米，径1.8厘米。一范可铸两件，若按叠铸范总高为35厘米复原，每套应由十一层组成，一次可铸出二十二件（图版三，图6，见页5）。

4.车销范：完整的有五十一套，以W135为例，范面作方形，高5.3厘米，每六层叠成一套，通高37.5—41厘米，一范四件，一套可铸出二十四件。铸件为上方下圆的柱状体，属于管销之类。这种范设有横浇道，在叠铸范中还是第一次见到（图版三：4、5，图7）。

图7 车销范W135

左起：

1. 范的外部结构
2. 范的内部结构
3. 范的内部结构
4. 车销的叠铸件
5. 叠铸范的套合



5.车害范：害，“车轴端也”，《说文》段注：“车轴之末见于毂外者曰害”，也就是车轴头。出土时范和芯都很完整，范作筒状，无合范痕迹，内饰阴纹数道，精工巧作，实为这批泥范中的精品。完整的有十八套，零散的有六十七块。范块平面作桃形，直浇口设置在桃尖，内浇口开在范腔顶部。每叠四层，总高37.5—41厘米，一次可铸四件。按大小不同可分四式：

I式：车害外径6.5厘米，范高8厘米，害长6.8厘米。

II式：车害外径6.7厘米，范块高8厘米，害长6.9厘米。

III式：车害外径8厘米，范块高8.7厘米，害长8厘米。

IV式：车害外径8厘米，范块高10厘米，害长8厘米（图版四：上，图8）。

图8 车害范

1. 范的外部结构
2. 车害范的内部结构
3. 车害的叠铸件
4. 叠铸范的套合

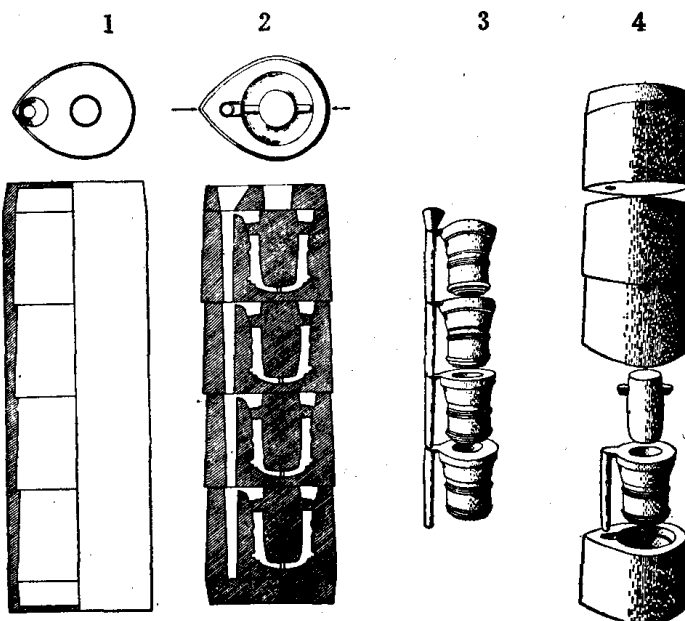
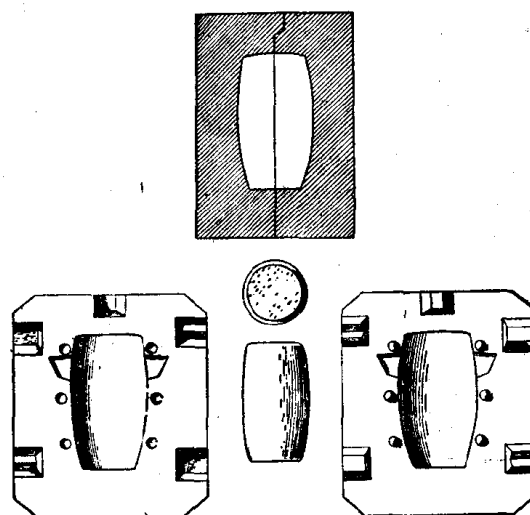


图9 车害范的陶质芯盒

- 上：芯盒剖面
- 中下：车害范芯
- 下左：车害芯盒平面
- 下右：车害芯盒平面



6. 车害范的陶质芯盒与范芯：陶质芯盒是制造车害范芯的模具。仅发现半个，烧成红色，质地坚硬，近于陶质。外廓尺寸长13、宽11.5，厚4.5厘米。芯盒的内径与范芯的几何形状相符，高7.8厘米，是制作III式车害范芯用的。芯盒接合面有供定位用的五个较大的榫卯和六个较小的乳钉形定位销（图版四：下，图9）。

范芯：80余个，大部出于窑门外侧和火膛内。红砂质，质地疏松，呈腰鼓状，中间

略凸，但也有平直的。将芯置于放大镜下观察，断面有许多小孔，有的孔隙里有白色植物纤维状灰痕，说明制芯材料掺和有糠屑等类的植物物质。

范芯大体可分四种，与上述四种式样的车害配合使用。

7. 马衔范：马衔又称马嚼子，古代马衔由两或三节组成，每节两端成环形，互相衔接，中间一节较短，多出土于墓葬内。但铸造马衔用的范很少见到。此次出土完整的马衔范三套，按铸件形状可分两种：

I 式，短衔（W175）。范腔长8.5厘米，两端有环，衔体作椭圆形，形制较短而粗（图版五：1）。

II 式，长衔（W168）。范腔长11厘米，体形同上但较瘦长（图版五：2、3，图10）。

图10 马衔范的(W168)结构与铸件

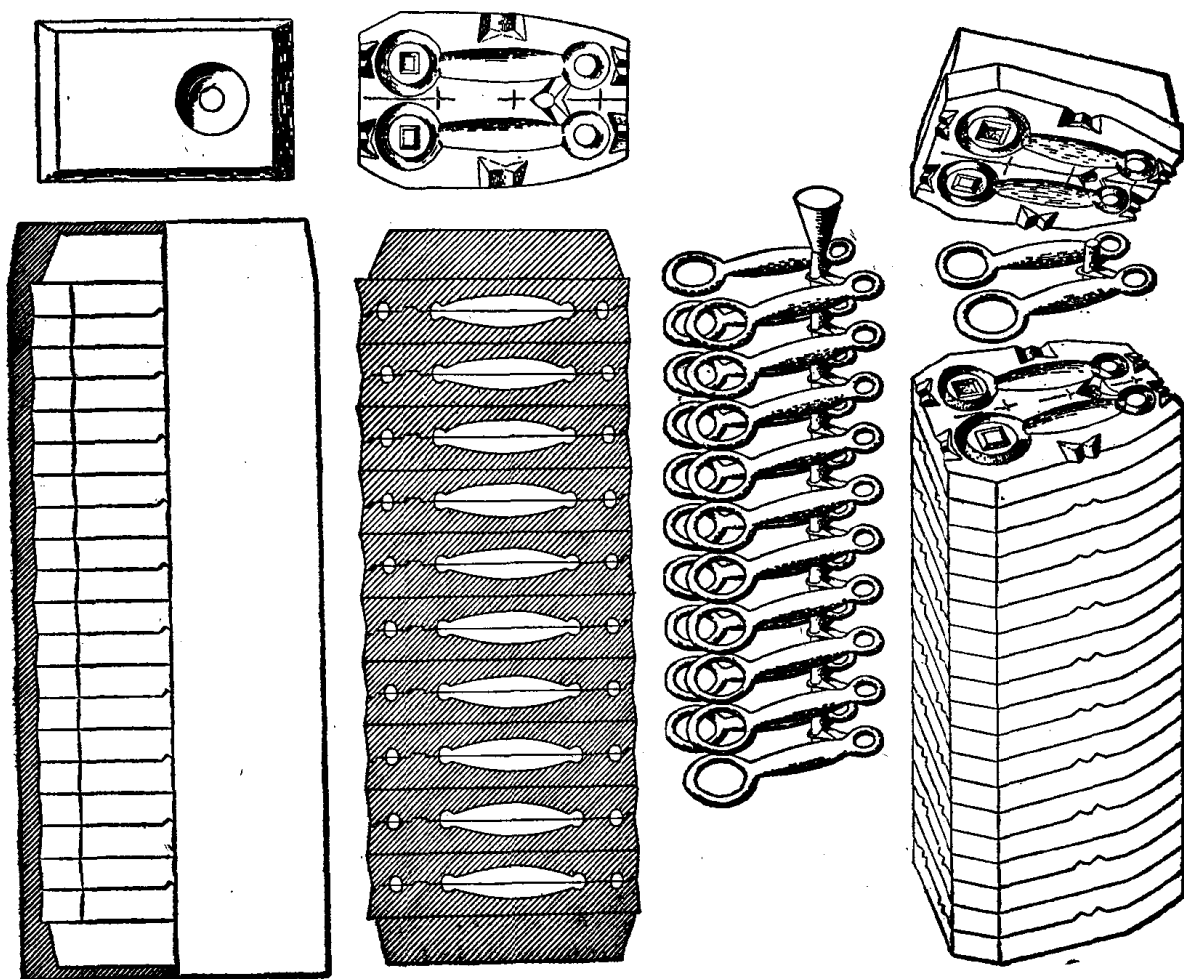
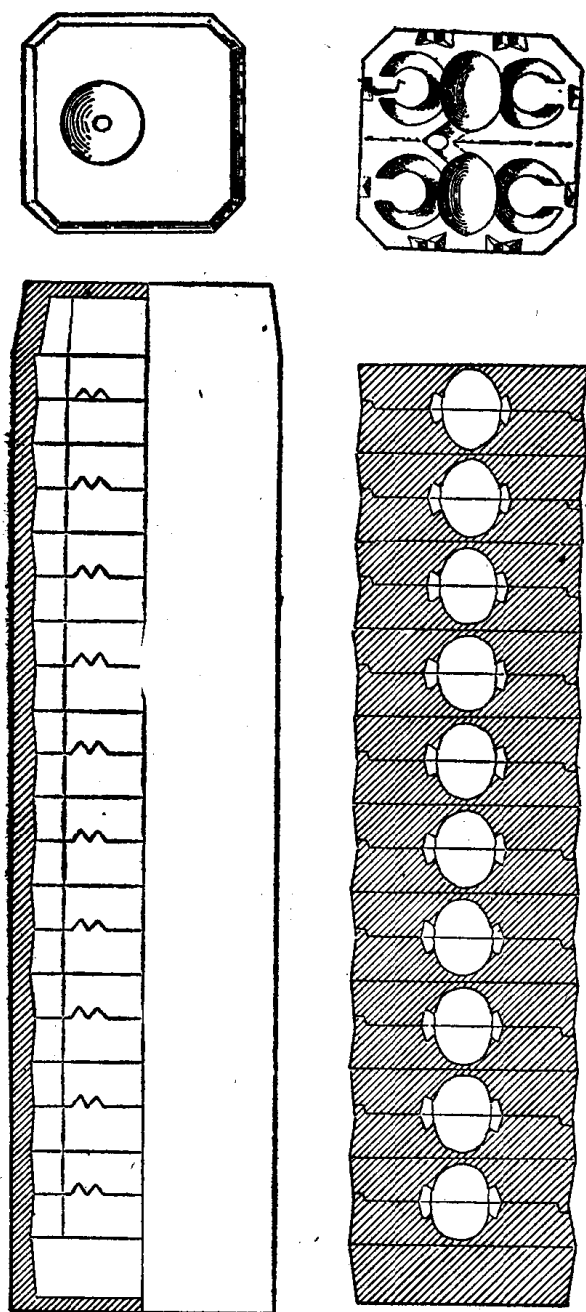


图11 衔接链范结构图



范的外部结构

范的内部结构

马衔范是双面范，每对范片合成一箱（即一层），范片的平面都作长方形，四周有合箱用的榫卯，两端各二个，两侧各一个。范片中部有制模时形成的斗合缝。此类范每十层组成一套，每层铸两件，一次可铸二十件。

8.衔接链范一套（W 185）。在窑道内出土，已烧变形，近似陶质。范片平面呈方形，每叠10层通高34厘米。铸件长6厘米，两端有开口环，中段作算珠状，可与马衔连结，也可以和其他环形器相连（图版五，图11）。

9.绳链衔范：完整的有两套，以W174为例：范片平面作长方形，每两片合为一箱，厚3厘米，每十箱为一套。一箱四件，一套铸四十件。铸件长5厘米，扭绳状，两端有环可与马衔及其他环形器穿连（图版五）。

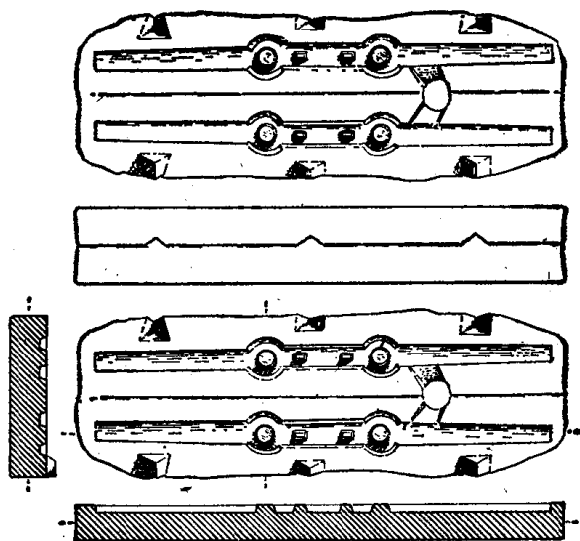


图12 绳链范片的三视图

10. 鑣范：鑣是马咀两边的装饰物，与衔连在一起。此类范出土两套，均已残破。以W 493为例：范片平面为长方形，中间宽，两端稍窄，每十箱为一套，一箱二件，一套铸二十件。铸件呈长条形(断面圆形)，长18、宽0.8厘米。两端平直，中部有铸制的二个圆孔，孔径0.7厘米，圆孔之间有长方形铸出孔，长0.4、宽0.2厘米(图12)。

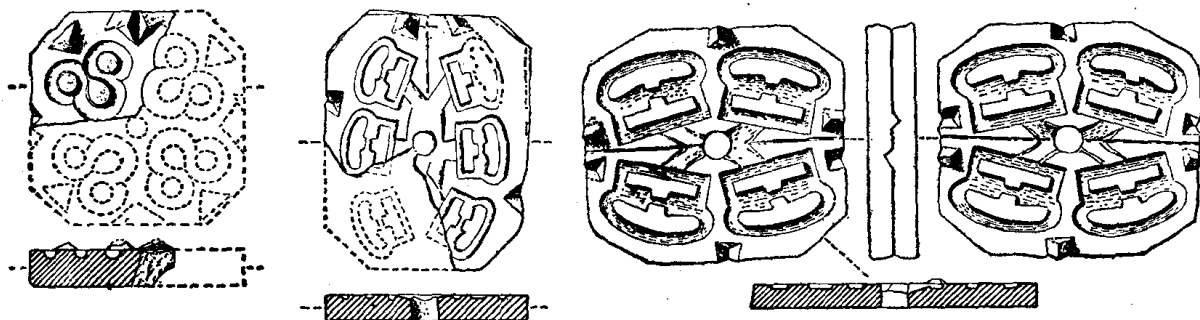


图13 左：三连环范片 右：I式革带扣片 图14 II式革带扣范，范片(左)

11. 三连环范：出土一片(W484)，范片呈方形，红砂质。每个三连环是由三个小环作品字形相连而成的，一范铸四件(图13：左)。

12. 革带扣范：即皮带扣，用于马头和马身，穿系皮带，共出土十七套。范片平面有切角方形和长方形，形制可分三种：

I式：一范六件，仅发现两片，以W480为例：范长10、宽8厘米，一对范片合成一箱，每箱厚约2厘米，若按每叠十四箱复原，一次就可铸造八十四件。此类铸件长2.3、宽2厘米，器形为最小(图13：右)。

II式：一范四件，完整的有六套，以W494为例：范片长10.3、宽8.3、厚1厘米，层叠范总高36厘米，由十四箱套合组成，一次可铸五十六件，铸件长4.2、宽3厘米，型制较I式略大(图版六：1、2，图14)。

III式：一范二件，完整的有十一套，以W481为例：范片长11、宽6.8、厚1厘米，由十二箱叠成一套，一次可铸二十四件。铸件长4.2、宽3.5厘米，形制略大于II式。此种范片的直浇口有圆形和椭圆形两种(图版六)。

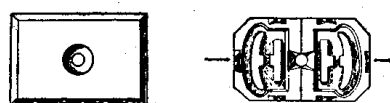
13. 圆环范：出土80多套，分两式：

I式：一范四件，以W483为例：范片平面呈方形，叠层总高35厘米，由十七箱组成一套，一次铸六十八件。圆环直径为3.4厘米(图版七：上，图16)

II式：一范铸二件，以169为例：范片平面呈长方形，层叠范总高35厘米，由十六箱组成一套，一次铸三十二件。圆环直径4.6厘米(图版七：下，图17)

14. 钩形器范：完整的有两套，以W178为例：范平面作长方形，一片六件，由十箱叠成，高36厘米，一次铸六十件。铸件长4.3厘米，一端为圆环，另一端为丁字形，

图15 Ⅲ式革带扣叠铸范的结构与铸件上



15



图16 Ⅰ式园环范的结构与铸件 (中)

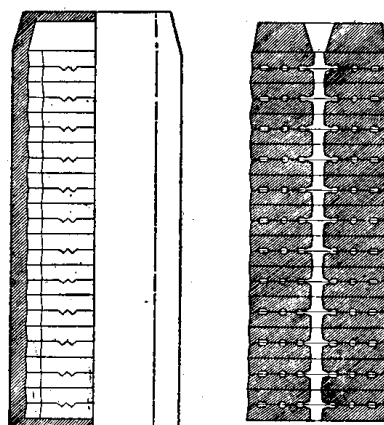
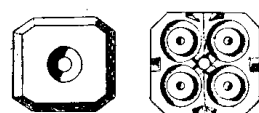


图17 Ⅰ式园环范的结构与铸件 (下右)



16

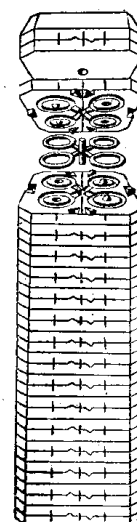
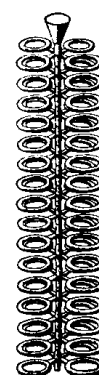
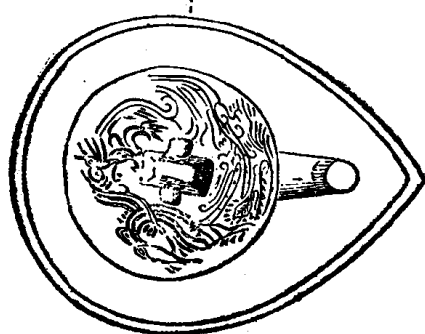


图18 权范 (下)

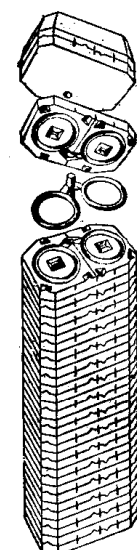
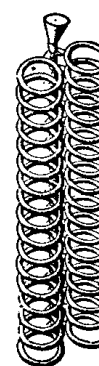
W486.

上: 范和浇道结构

下: 范的底视图



17



弯成钩状。此器用途不明（图版八：上）。

15. 权范（秤锤）：完整的有六套，以W485为例：范作圆柱状，总高37厘米，由六个范块叠合组成，一次铸六件。铸件高3.5厘米。权底平圆，直径6厘米。范腔中央有一手制桥形范芯，用以铸制权纽。另有一块权范（W486），已经残裂，腔内制有朱雀，树枝之类的图案花纹，器形略大（图版八：下，图18）。

（二）烘范窑的结构

泥范和泥芯做好之后，为了增加其整体强度、提高透气性和降低发气量，必须进行烘烤，这是铸造工艺过程中一道重要的工序。现代的烘范炉经专门的设计，构造比较先进，古代用的则是一种因地制宜，结构简单的地坑式烘烤炉（可能是当时用来烧制砖瓦和陶器的窑），我们把这种炉子叫做烘范窑。

范的烘烤早在3500年前的商代就已经开始。在郑州商代铸铜遗址中，曾发现有糊着加固泥经过烘烤的范块。山西省文物工作委员会在侯马东周遗址内，发现了三万多块泥范，

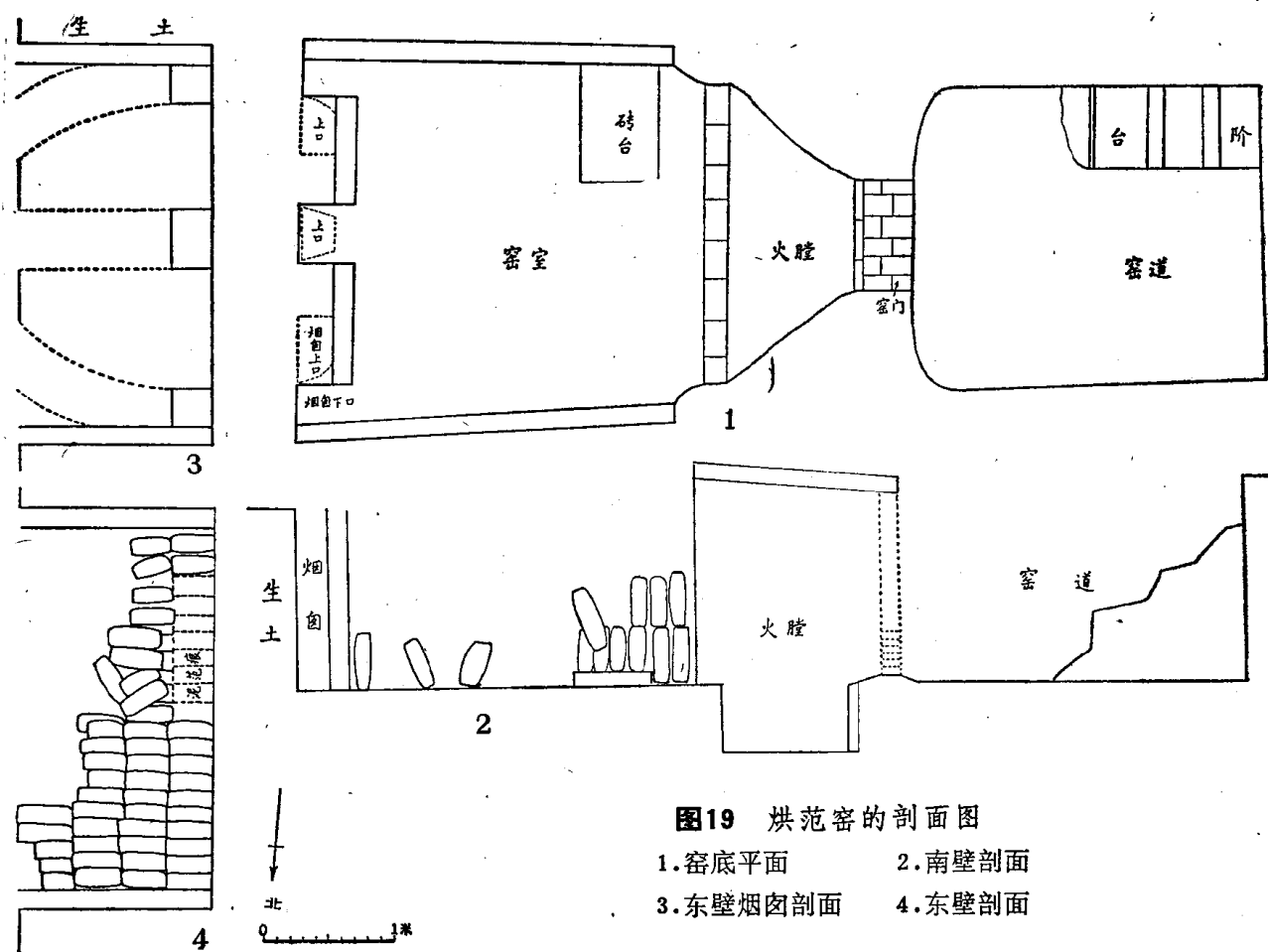


图19 烘范窑的剖面图

- 1. 窑底平面
- 2. 南壁剖面
- 3. 东壁烟囱剖面
- 4. 东壁剖面