

陕西西安西咸新区新发现宋金时期窑址及相关问题初探^{*}

付仲杨¹ 王耀文² 宁帆³

(1. 中国社会科学院考古研究所, 北京市 100101; 2. 中国社会科学院大学历史学院, 北京市 102488;
3. 四川省文物考古研究院, 四川 成都市 610042)

关键词: 西安; 宋金时期; 长条形窑炉; 砖瓦窑; 木炭窑

摘要: 2024 年, 西安市西咸新区沣东新城发现的 1 座宋金时期窑址(Y1), 是这一时期罕见的升焰式砖瓦窑。结合以往公布资料, 可将北方地区辽金时期长条形窑炉分为两型: A 型窑炉为一排多火膛式, 火膛开于窑室长边一侧, 烧制产品为砖瓦类建筑材料, 应属升焰窑, 其来源为北方地区隋唐时期的多火膛连室窑; B 型窑炉为单火膛式, 火膛开于窑室短边一侧, 烧制产品为木炭, 应属半倒焰窑, 是北方地区自隋唐以来流行的马蹄形窑炉的变体。

Keywords: Xi'an; Song and Jin dynasties; long rectangular kilns; brick and tile kilns; charcoal kilns

Abstract: In 2024, a kiln site (Y1) of the Song and Jin dynasties was discovered in the Fengdong New City of Xixian New Area in Xi'an. Y1 is a rare example of an updraft brick and tile kiln of this period. In the light of data released previously, long rectangular kilns of the Liao and Jin dynasties ever found in northern China can be divided into two types. Kilns of Type A are rectangular ones with multiple fireboxes arranged on one of the long edges of the kiln chamber. Bricks, tiles and building materials were fired in this kind of updraft kilns. They originated from kilns with multiple fireboxes and connected chambers of the Sui and Tang dynasties in northern China. Kilns of Type B are those with a single firebox on one of the short edges of the kiln chamber. Charcoal was made in this kind of semi-downdraft kilns. They belonged to a variation of the horseshoe-shaped kilns which had become prevalent in northern China since the Sui and Tang dynasties.

DOI:10.16143/j.cnki.1001-9928.2025.06.017

2024年7月, 中国社会科学院考古研究所丰镐队在陕西省西安市西咸新区沣东新城发掘窑址1座, 编号Y1。Y1保存情况较好, 在以往发表资料中十分罕见, 对于古代窑炉工艺研究具有较大意义。本文拟在介绍Y1基本情况的基础上, 就相关问题进行探讨。

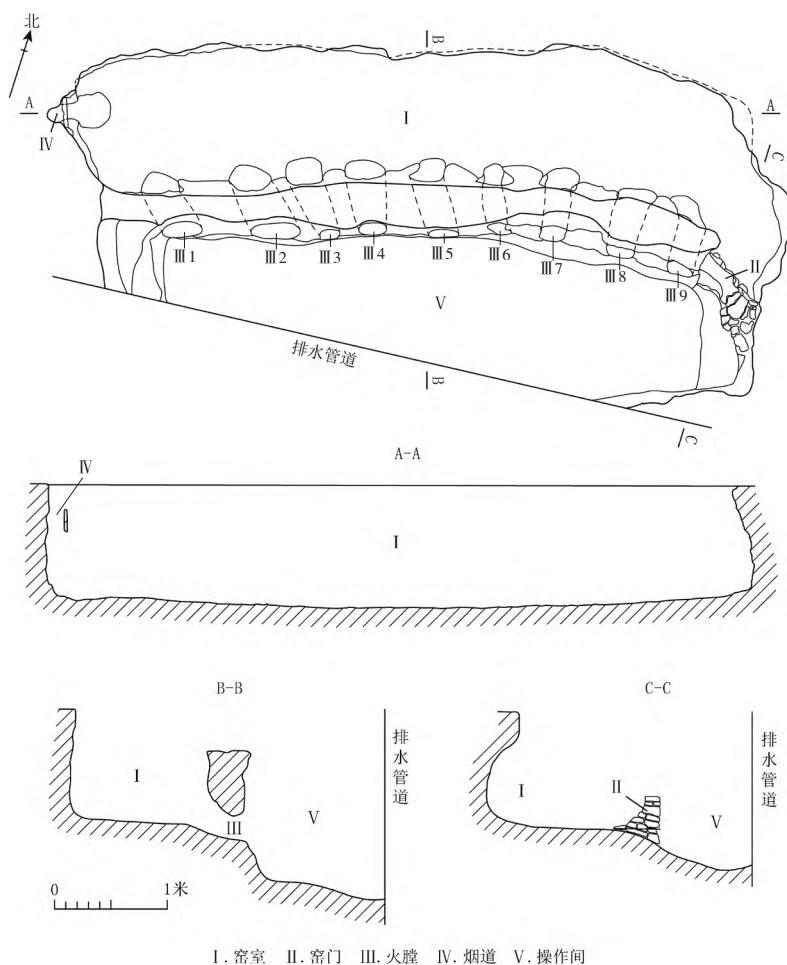
一、窑址基本情况

Y1位于发掘区东南角, 距其他遗迹单位较远。直接在生土上挖建, 上部已被破坏, 应为半地穴式窑, 由窑室、烟道、火膛、窑

门和操作间五部分组成。操作间南部被现代排水管道破坏。(图一; 图二, 1)

窑室位于北部, 顶部已不存。平面呈东西向长条形, 窑壁略外弧, 推测为拱顶, 平底。口部东西长6.67、南北最宽1.35米, 底部长6.61、宽1.33米, 残高0.91~1.09米。壁面粗糙, 可见明显的工具挖掘痕迹, 应为舌痕, 单个舌痕长0.14~0.26、宽0.07米。(图二, 4)壁面经高温烘烤形成烧结面, 土质坚硬, 烧结面厚约0.02米。窑床经火烧呈青灰色, 土质坚硬。窑室内堆积结构较疏松,

^{*} 本文为国家社会科学基金重点项目“陕西丰京大原村西周制陶遗址考古发掘资料整理与研究”(项目编号: 23AKG006)的阶段性成果, 同时得到中国社会科学院学科建设“登峰战略”资助计划夏商周考古学科(项目编号: DF2023ZD15)的资助。



I. 窑室 II. 窑门 III. 火膛 IV. 烟道 V. 操作间

图一 Y1平、剖图

包含大量红烧土块和少量草木灰，出土石块1块、泥坯砖1块、沟纹砖1块及板瓦和陶瓮底等陶器。

窑门位于窑室东南角，用泥坯砖封堵，砖平砌，以泥土填缝，内侧因火烧呈红色。东西宽0.68、残高0.45、厚0.14~0.41米。（图二，2）

烟道位于窑室西壁中部。平面呈半圆形，口小底大。底部进烟口略向下凹陷，低于窑床0.04米，长0.56、宽约0.30、进深0.27米。顶部出烟口残存部分进深0.18米。烟道建造方法为先在窑室西壁挖一竖槽，再用泥坯砖南北向立砌封堵。现存封砖下沿距窑室底部0.60米，上沿距现地表0.28米。封堵烟道

的泥坯砖残存2块，长、宽、厚分别为29.5、18、4.5厘米。（图二，3）烟道内堆积为红褐色花土，包含大量红烧土颗粒，出土遗物有筒瓦和陶瓮底残片。

火膛位于窑室与操作间之间，于生土梁中掏挖而成，自西向东共有9个，间距0.17~0.44米，依次编号为1~9号。（图二，5；图三）所有火膛均为券顶，斜坡底，北高南低，坡度约20°。火膛口宽0.18~0.44、高0.26~0.35、进深0.63~0.76米。（表一）火膛内壁经火烧呈青灰色，烧结面厚约0.02米，自内向外壁面渐变为红色，底面附着大量红烧土颗粒及草木灰。火膛底与操作间的立面较陡，坡度约60°，高0.36米。

操作间位于火膛南部，其南部被现代排水管道破坏。壁面均斜向内收，北壁较陡，东、西壁较缓。底部呈缓坡状，北高南低。口部东西长5.95、南北残宽0.64~1.60米，底部东西长4.91、南北宽0.61~1.26米。堆积为红褐色花土，结构疏松，包含大量红烧土颗粒和草木灰，无出土遗物。

Y1共出土泥质灰陶片14片，可辨筒瓦7片、板瓦3片和瓮底2片，以及沟纹砖1块、泥坯砖3块和石块1块。

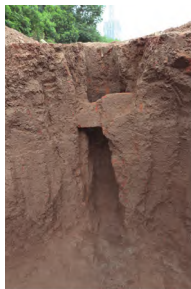
Y1的形制与天津蓟县东营房Y1^[1]非常相似，只是后者窑室更长、火膛更多。另外，Y1出土了宋金时期板瓦和沟纹砖，（图四）根据



1



2



3



4



5

图二 Y1

1. 全景 (上为北) 2. 窑门 (北—南) 3. 烟道 (东—西) 4. 窑室北壁中段雨痕 (南—北) 5. 窑室内侧1~4号 (从左向右) 火膛封堵情况 (西南—东北)

遗物特征推测Y1年代为宋金时期。

二、Y1的烧制产品、性质与技术特征

(一) 窑址烧制产品与性质

我们采集了Y1北壁西段窑壁红烧土块和窑室填土中出土的板瓦块,使用赛默飞世尔科技公司(Thermo Fisher Scientific)IS5型傅里叶变换红外光谱分析仪和ID1透射附件对样品进行测试,借助红外光谱图

判断样品的烧制温度^[2]:窑壁红烧土块的烧制温度可能为500℃~600℃;板瓦块的烧制温度可能在800℃左右。陈鹏认为在木材炭化阶段,木材中纤维素的热解温度通常为240℃~350℃,木质素的热解温度通常为280℃~500℃^[3]。结合在Y1窑室内没有发现木炭,但出土了砖、板瓦的情况,推测该窑可能是烧制砖瓦等建筑构件的砖瓦窑。

Y1周边未发现同时期的陶窑,说明此处窑场规模应较小。窑室壁面粗糙、未加修整,出土砖瓦中也未发现“官”字款^[4],故推测Y1应属民窑。

另外,杨剑等人曾在宁夏隆德周家嘴头遗址开展制陶模拟实验,发现实验陶窑的火膛、火道及窑壁等部位在进行几次陶瓷烧造活动后均未形成明显的青灰色烧结面,因此青灰色烧结面的存在能够说明窑址经过长期烧造活动^[5]。Y1窑床与火膛内壁均有明显的青灰色烧结面,可知该窑经历过

较长时间的烧造活动。

(二) 窑炉焰型

Y1顶部已被破坏,这对判断窑炉的焰型造成一定难度。不同于北方地区常见的半倒焰式馒头窑,Y1窑室狭长,面积较大,火膛多达9个,烧窑时投入的燃料一定要比普通中小型馒头窑多,但是目前仅在西侧窑尾发现1条烟道。李清临指出,在燃料增多并且保证充分燃烧的情况下,窑炉需要加大烟道的抽力以

促进空气流动。在客观环境条件相似的情况下,烟道容积的大小是决定烟道抽力的关键因素^[6]。因此宋元时期陶窑常采用多股烟道或设置烟室以提升烟道抽力。据李清临统计,宋元时期半倒焰式砖瓦窑中设置单烟道的比例仅为3%^[7]。因此有理由推断,仅凭1条烟道无法为Y1提供足够的空气抽力。同时Y1首尾几无高差,应不像南方地区常见的龙窑那样由窑身的自身倾斜产生抽力^[8],故其可能在顶部设置有提供主要抽力的出烟口。如推测无误,Y1在焰型上应属于升焰窑。

(三) 火焰调控

Y1的1~4号火膛存在用残条砖、泥坯砖混合泥块封堵的现象,(见图二,5)火膛内侧可见明显的火烧痕迹,推测这一现象与烧窑过程中的火焰调控有关。在烧窑时,根据需要,窑工通过封堵特定位置的火膛或出烟口,使得窑室内空气向特定方向流动,以保证烧制产品受热均匀。

三、北方地区辽金时期长条形窑炉的考古发现及相关问题

与Y1类似的、窑室平面呈长条形且底部平整的辽金时期窑炉在北方地区已发现多处,未见于同时期的南方地区。有学者注意到这一批窑炉之间的联系^[9],但关于这一类窑炉的烧制产品、技术特征和来源等问题尚



图三 窑室南侧火膛(上为北)

表一 Y1火膛尺寸数据 单位:米

火膛编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
火膛口宽	0.35	0.44	0.18	0.25	0.27	0.21	0.24	0.25	0.22
高	0.35	0.30	0.26	0.30	0.26	0.30	0.34	0.30	0.26
进深	0.64	0.72	0.76	0.67	0.70	0.63	0.66	0.63	0.69



1



2

图四 Y1出土遗物

1. 板瓦(Y1:1) 2. 沟纹砖(Y1:2)

未有明晰认识。我们拟在梳理考古发现的基础上,就相关问题进行讨论。

(一) 长条形窑炉的考古发现

在以往的报道中,北方地区辽金时期长条形窑炉共发现15座,主要见于北京与天津,均直接挖建于生土上。依火膛数量与位置差异可分为两型。

A型:3座。火膛数量多,均开于窑室长边一侧。除西安西咸新区Y1外,还见于天津蓟县东营房遗址和北京丰台东白盆窑遗址。

蓟县东营房Y1由窑室、烟道、火膛和操作间四部分组成。窑室呈东北—西南走向,长11.32、宽1.20、残高0.47米,堆积内出土少量细沟纹砖残块。火膛共13个,13号火膛应为主火膛。烟道位于窑室北

壁中部,平面呈长方形。操作间位于窑室东部。(图五)发掘者推断其年代为金代^[10]。原报告未提及窑址年代判断依据,应当是根据烟道所出的唯一一块完整的细沟纹砖进行的断代。《北京龙泉务辽金墓葬发掘报告》对于辽金时期沟纹砖的分期研究显示,饰9~13道或以上细沟纹的沟纹砖的年代应为辽代早期,辽代中期沟纹砖的沟纹数量开始减少并逐渐变粗^[11]。据此推测东营房Y1的年代可能早至辽代。

丰台东白盆窑遗址Y4由窑室、火膛、火门和操作间四部分组成。窑室呈东西向,东西长4.93、南北宽1.06、残深0.49米。火膛共3个,平面呈半圆形。每个火膛都有火道和火门,火门已不存。操作间位于火膛北部。

(图六)发掘者推断其年代为辽金时期^[12]。

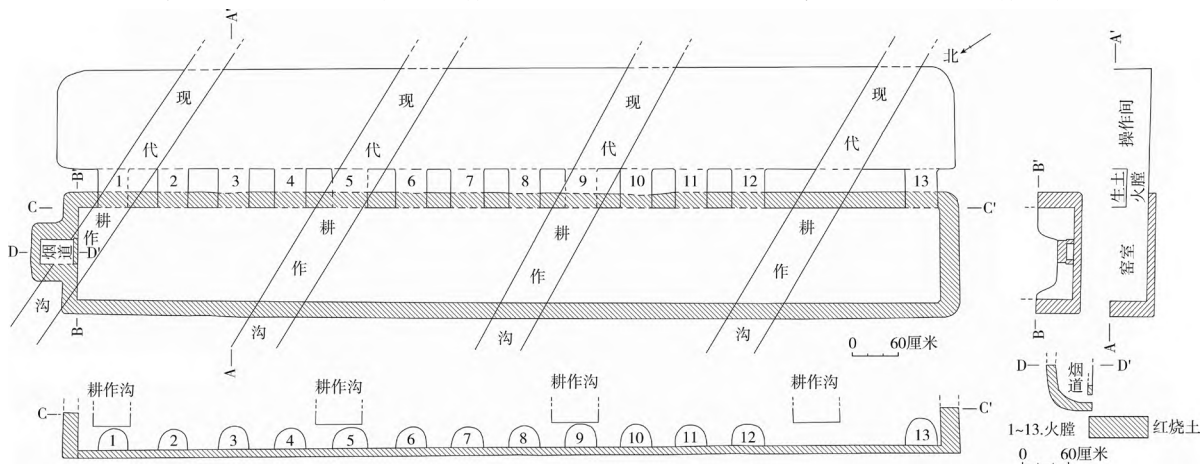
B型: 12座。仅1个火膛,开于窑室短边一侧。见于天津蓟县小毛庄、蓟州东后子峪和北京平谷樱桃谷遗址。

蓟县小毛庄Y1由窑室、烟道、火膛、火门和操作间五部分组成。窑室呈东南—西北走向,南北长9.21、东西宽1.60、残高0.59米。窑室中北部发现2块残沟纹砖。烟道位于窑室西壁中部外侧,平面为圆形,口小底大。火膛平面呈梯形。火门位于操作间的北

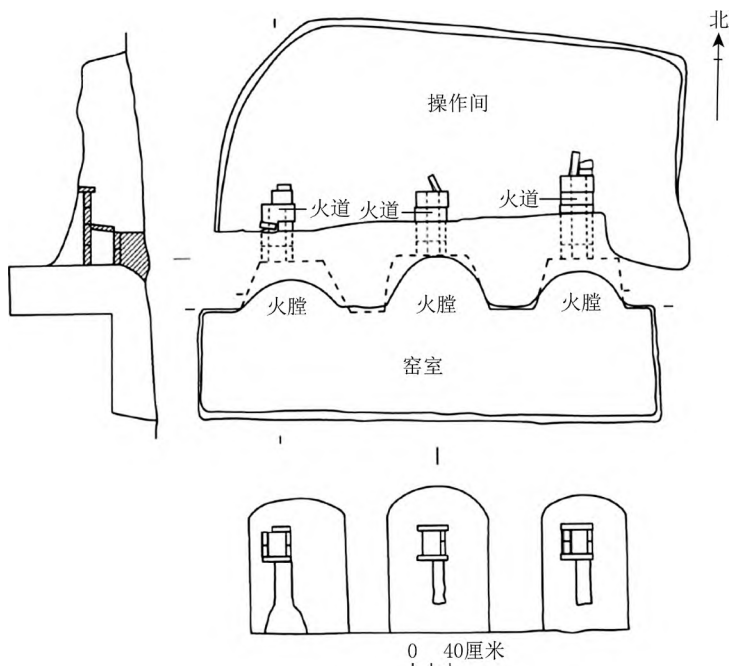
部、窑室的南部,立面形状呈半圆形,顶部用青砖填砌。操作间位于火门南部,平面呈凸字形。发掘者推断其年代为唐代^[13]。但小毛庄Y1出土沟纹砖是辽金时期的典型器物,其年代也应为辽金时期。

蓟州东后子峪Y4由窑室、烟道、窑门、火膛和操作间五部分组成。窑室呈南北向,南北长9.32、东西宽1.35~1.40、残高0.60~0.70米。窑室底部发现大量木炭堆积,窑室堆积内包含大量木炭渣块、红烧土块和沟纹砖残块。烟道2条,位于窑室的西壁中部外侧,形制一致,平面为圆形,口大底小。窑门位于窑室南部。火膛大部分位于窑室南部,部分穿过窑门伸入操作间,平面呈南北向的亚腰圆角长方形。操作间位于窑门南部,平面呈不规则椭圆形。(图七)发掘者推断其年代为辽代^[14]。

北京平谷樱桃谷发现10座B型窑炉,均由窑室、烟道、火膛、火门和操作间五部分组成,烟道数量为1~3条。其中Y6窑室位于火膛的西侧,长5.62、宽1.67、残高0.25米。烟道共3条,窑室南壁上有2条,北壁上有1条,平面皆近半圆形。火膛位于窑室东部,平面呈半圆形。火门位于火膛东部,平面呈长方形,上部已被破坏,残留底部。操作间位于火门



图五 天津蓟县东营房Y1平、剖图
(采自《蓟县东营房金代窑址及明清墓地发掘报告》)



图六 北京丰台东白盆窑遗址Y4平、剖图
(采自《丰台区东白盆窑两汉、辽金、明清遗迹发掘报告》)

东部,平面近圆角长方形。(图八)平谷樱桃谷发现的这一批长条形窑炉的窑室内多出土较多木炭块。发掘者根据窑炉形制特征和出土砖块推测其年代为唐至辽时期^[15]。

(二) 烧制产品

关于A型窑炉,李清临、张新秋认为蓟县东营房Y1为砖瓦窑^[16]。从窑室内出土的少量细沟纹砖残块来看这一判断是合理的。西

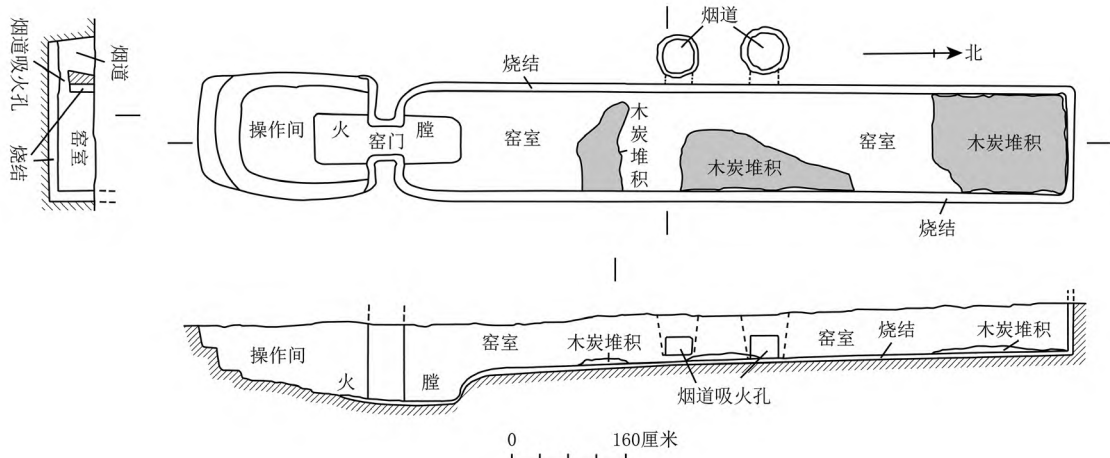
安西咸新区Y1出土遗物也主要为沟纹砖和板瓦一类的建筑材料,综合来看,A型窑炉应是用于烧制砖瓦等建筑材料的砖瓦窑。

关于B型窑炉的烧制产品,发掘者存在两种认识:发掘者据蓟县小毛庄Y1窑室内发现的青砖判断该窑用于烧制青砖^[17];平谷樱桃谷窑址发掘者据窑室内发现有较多炭屑和木炭块的现象,判断此型窑是烧制木炭的^[18]。蓟县小毛庄Y1窑室内仅发现2件青砖,很难推定其是窑炉烧制的产品还是建窑用砖。结合蓟州东后子峪Y4窑室底部和堆积

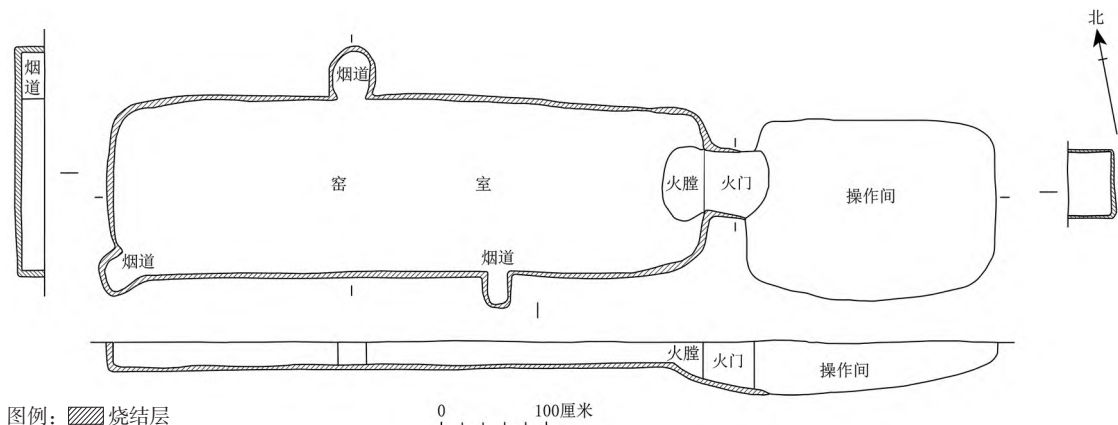
内发现的大量木炭情况来看,推测B型窑炉应是木炭窑。

(三) 技术特征

已发现的北方地区辽金时期长条形窑炉均为半地穴式,直接在生土上挖建而成,窑床平整,以生土为窑壁,有的还残留工具挖掘痕迹。A型窑炉火膛为一排多火膛式,B型窑炉均为单火膛式,两类窑炉多见以砖垒砌



图七 天津蓟州东后子峪Y4平、剖图
(采自《蓟州东后子峪辽代窑址发掘简报》)



图八 北京平谷樱桃谷Y6平、剖图
(采自《平谷区樱桃谷唐辽窑址发掘报告》)

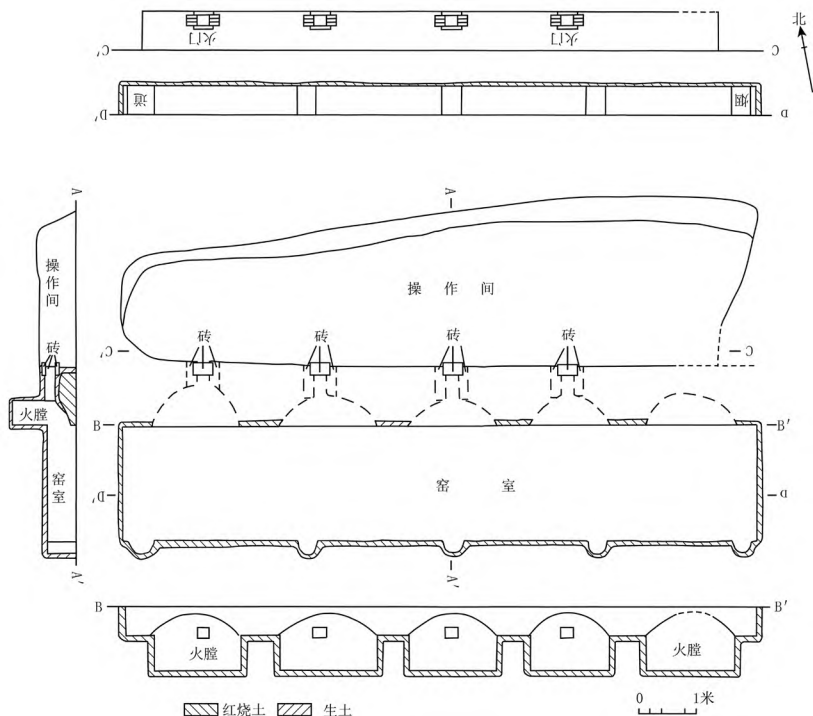
火膛壁的现象。烟道多开挖于窑壁之上，于窑室内侧挖出凹槽，再用砖封堵，凹槽下方留有吸火孔。个别烟道先从窑室外地面往下掏挖，再横向掏挖与窑室相通。

如前文所述，A型窑炉火膛多，烟道少，特别是东白盆窑Y4未见烟道，在其顶部应当有提供主要抽力的出烟口，故从焰型上看A型窑炉应属于升焰窑。B型窑炉均为单火膛偏于窑室短边一侧的形式，多见2、3条烟道。结合烧制产品，此型窑炉应属于半倒焰窑。田伟等在山西绛县西吴壁遗址进行的木炭窑考古实验显示，烧制木炭需要在低氧、低温环境下进行不完全燃烧，氧气含量过高会使窑温升高，导致木炭过度燃烧，影响木炭的产量与质量。故传统木炭窑的通气孔与烟囱口径都尽可能小^[19]。故B型窑炉可不必在顶部另设置出烟口。

(四) 来源

北方地区辽金时期长条形窑炉有着自身的源流，以下就A、B两型窑炉之源流情况，分而述之。

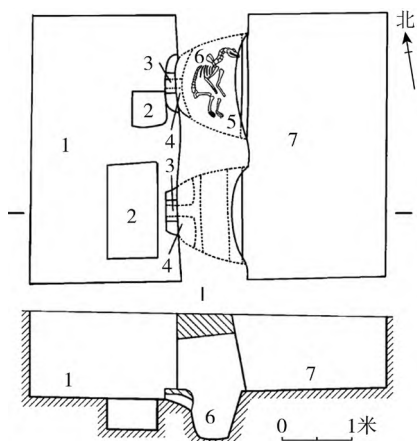
A型窑炉应来源于隋唐时期的多火膛连室窑。如北京亦庄X11号地10YZY1，窑室长11米，北侧开有5个火膛，南侧有5条烟道，（图九）年代上限可至唐代中晚期^[20]。北京



图九 北京大兴亦庄X11号地10YZY1平、剖图
(采自《北京亦庄X11号地考古发掘报告》)

丰台王佐遗址Y7，窑室长10.80米，北侧开有2个火膛，通过9条火道与窑室相连，未发现烟道，应为升焰窑，（图一〇）年代为隋唐时期，烧制产品应为青砖^[21]。辽宁朝阳文化路省微生物研究所Y2，窑室长4.16米，西侧开有2个火膛，未发现烟道，同样应为升焰窑，（图一一）年代为唐代中期，从窑室内出土大量的砖坯和残存的砖瓦块来看，其烧制产品为砖瓦类建筑材料^[22]。隋唐洛阳城右掖门Y7，窑室长7.75米，南侧开有3个火膛，北侧有9条烟道，（图一二）年代为唐前期，从窑室内出土的莲花纹方砖、筒瓦和莲花纹瓦当等遗物来看，其烧制产品也为砖瓦类建筑构件^[23]。隋唐时期多火膛连室窑未见于南方地区，且产品基本为砖瓦类建筑构件，应是北方地区具有自身特色的一类砖瓦窑。这一技术传统在辽金时期得到传承。

B型窑炉的来源可在共存的窑炉中找到线



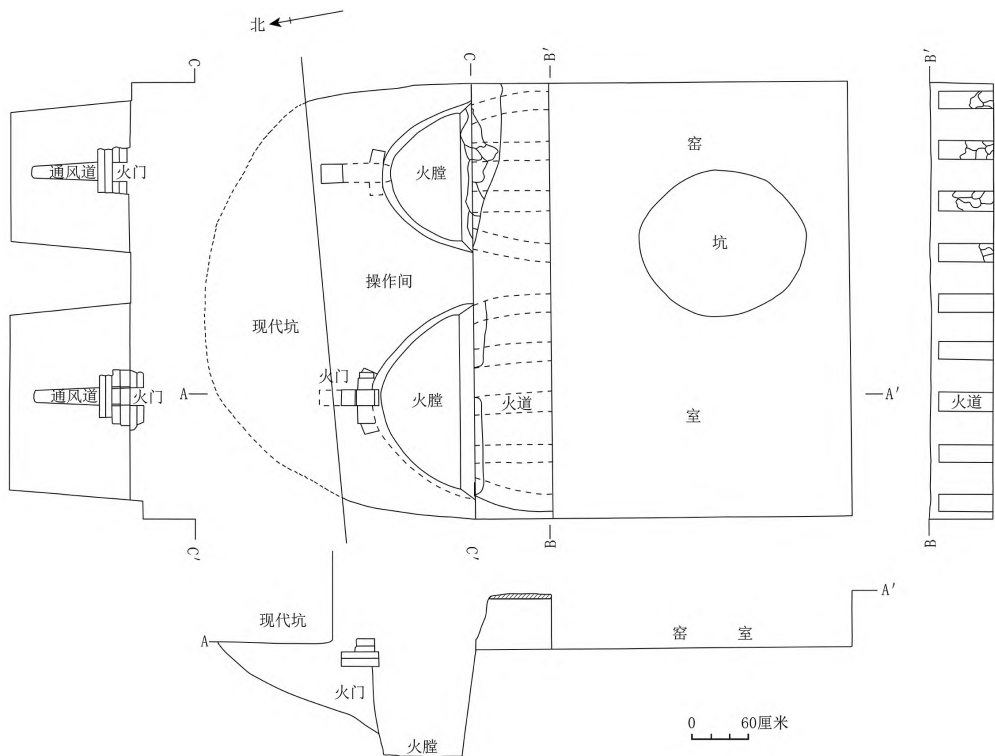
图一一 辽宁朝阳文化路省微生物研究所Y2平、剖图

1. 操作坑 2. 灰坑 3. 通风口 4. 窑门

5. 狗骨架 6. 火膛 7. 窑床

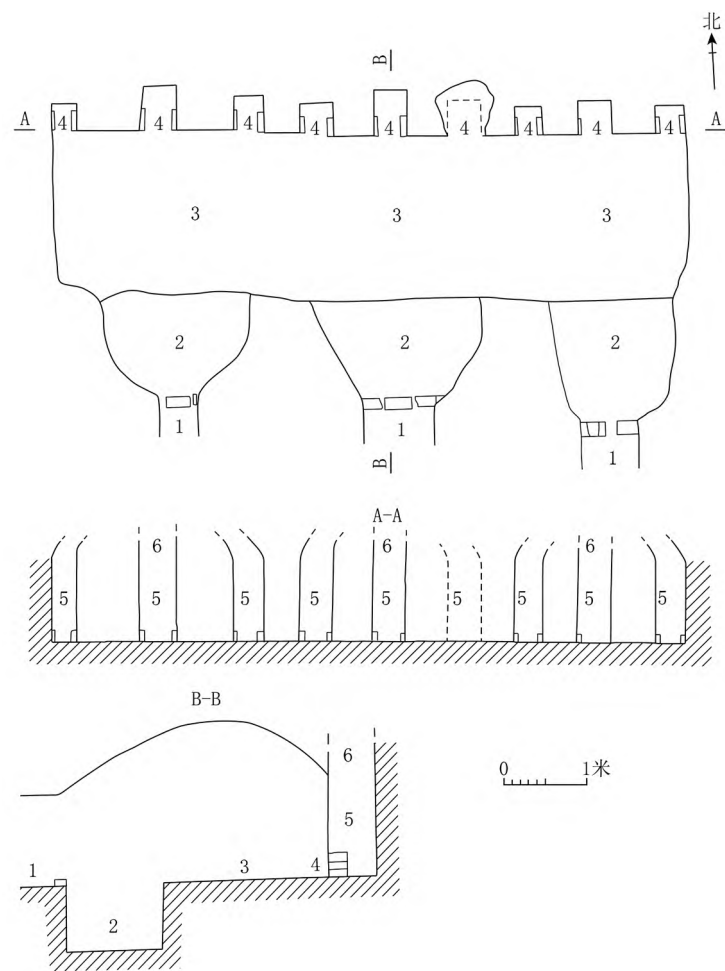
（采自《辽宁省朝阳市文化路唐代窑址》）

索。平谷樱桃谷窑址B型窑炉附近有同时期的Y5，窑室平面呈马蹄形，其北侧有1个火膛，南侧有1条烟道。（图一三）从窑室内发现较多的木炭块来看应与B型窑炉一样，二者均用于烧制木炭^[24]。就结构而言Y5为北方地区自

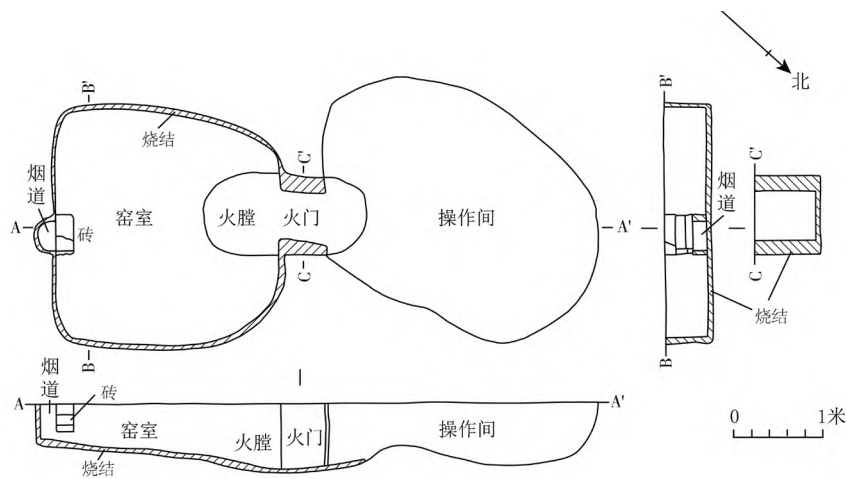


图一〇 北京丰台王佐Y7平、剖图

（采自《丰台王佐遗址》）



图一二 隋唐洛阳城右掖门Y7平、剖图
1. 窑门 2. 火膛 3. 窑室 4. 烟洞 5. 烟道 6. 烟囱
(改绘自《隋唐东都洛阳城发现的几处砖瓦窑群》)



图一三 北京平谷樱桃谷Y5平、剖图
(采自《平谷区樱桃谷唐辽窑址发掘报告》)

隋唐时期以来流行的马蹄形窑炉^[25]，烧制产品与Y5相同且有共存关系的B型窑炉可视为马蹄形窑室加长之后的变体。

四、结 语

陕西西安西咸新区宋金时期窑址Y1，形制特殊，窑室平面呈长条形，此种形制窑址为陕西地区首次发现。Y1应为升焰式砖瓦窑，通过封堵火膛对火焰进行调控。Y1的发掘为宋金时期窑炉工艺与砖瓦手工业考古研究提供了一份重要的资料。

除陕西西安西咸新区Y1外，在北京、天津两地还发现了14座辽金时期长条形窑炉。辽金时期长条形窑炉可分为两型：A型窑炉为一排多火膛式，火膛开于窑室长边一侧，烧制产品为砖瓦类建筑材料，应属升焰窑，其源自北方地区隋唐时期的多火膛连室窑；B

型窑炉为单火膛式，火膛开于窑室短边一侧，烧制产品为木炭，应属半倒焰窑，是北方地区自隋唐时期以来流行的马蹄形窑炉的变体。

总体而言，长条形窑炉发现尚为有限，研究资料较少，关于其生产效率、未得到大面积推广使用的原因及在元明清时

期的技术流向等问题还有待进一步的探索。

附记：本次发掘项目负责人为付仲杨，参加发掘的人员有崔凡、张恒，绘图工作由崔凡、严睿博、刘安阳完成，照片由崔凡、严睿博、侯天赐、邵祎晨拍摄，资料由付仲杨和王耀文整理。窑温检测工作由北京科技大学科技史与文化遗产研究院刘思然、宁帆完成。发掘工作得到陕西省西咸新区沣东新城文物局的大力支持，在此一并致谢！

- [1] 天津市文化遗产保护中心，蓟县文物保管所. 蓟县东营房金代窑址及明清墓地发掘报告 // 天津市文化遗产保护中心. 天津考古：二. 北京：科学出版社，2013：41~60.
- [2] BERNAL F, ADI B, RUTH S G, et al. Sediments exposed to high temperatures: reconstructing pyrotechnological processes in Late Bronze and Iron Age Strata at Tel Dor (Israel). *Journal of Archaeological Science*, 2007, 34 (3).
- [3] 陈鹏. 典型木材表面火蔓延行为及传热机理研究. 合肥：中国科学技术大学，2006：42.
- [4] 金中都顺城街道路2020FJHIL2出有金代“官”字款素面砖与沟纹砖，可知金代砖瓦类建筑构件的生产应存在官营与民营之分。参：北京市考古研究院. 金中都（2019~2020）城墙遗址考古发掘报告. 北京：科学出版社，2023：86.
- [5] 杨剑，霍耀，郭梦. 宁夏隆德周家嘴头遗址制陶模拟实验. *中原文物*，2022，（3）.
- [6] 李清临. 宋元时期砖瓦窑的工艺技术研究. *华夏考古*，2024，（2）.
- [7] 同[6].
- [8] 熊海堂. 东亚窑业技术发展与交流史研究. 南京：南京大学出版社，1995：26.
- [9] 天津市文化遗产保护中心，天津市蓟州区文化遗产保护中心. 蓟州东后子峪辽代窑址发掘简报 // 天津市文化遗产保护中心. 天津考古：三. 北京：科学出版社，2023：215.
- [10] 同[1]. 以往发掘资料中对窑室尺寸（长度、宽度与残存高度）的测量标准不一，本文所引用的窑室尺寸在统一标准的基础上根据已发表的线图重新测算。
- [11] 北京市文物研究所. 北京龙泉务辽金墓葬发掘报告. 北京：科学出版社，2009：214.
- [12] 北京市考古研究院（北京市文化遗产研究院）. 丰台区东白盆窑两汉、辽金、明清遗迹发掘报告 // 北京市考古研究院（北京市文化遗产研究院）. 北京考古：第3辑. 北京：北京燕山出版社，2023：1~11.
- [13] 天津市文化遗产保护中心，蓟县文物保管所. 蓟县小毛庄唐代窑址发掘简报 // 天津市文化遗产保护中心. 天津考古：一. 北京：科学出版社，2013：211~215.
- [14] 同[9]：207~215.
- [15] 北京市考古研究院（北京市文化遗产研究院）. 平谷区樱桃谷唐辽窑址发掘报告 // 北京考古：第3辑. 前揭书：41~54. 原报告提及Y5烟道出土1块绳纹砖（Y5：1），从发表图片来看应为辽金时期典型的沟纹砖。
- [16] 李清临，张新秋. 宋元时期砖瓦窑炉技术及相关问题研究. *江汉考古*，2021，（3）.
- [17] 同[13]：215.
- [18] 同[15]：54.
- [19] 田伟，崔春鹏，汤毓赞，等. 山西绛县西吴壁遗址的木炭窑及实验报告. *中原文物*，2021，（2）.
- [20] 北京市文物研究所. 北京亦庄X11号地考古发掘报告. 北京：科学出版社，2012：125，126，132，133.
- [21] 北京市文物研究所. 丰台王佐遗址. 北京：科学出版社，2010：121，227.
- [22] 朝阳博物馆. 辽宁省朝阳市文化路唐代窑址. *北方文物*，2011，（2）.
- [23] 洛阳博物馆. 隋唐东都洛阳城发现的几处砖瓦窑群 // 文物编辑委员会，编. 文物资料丛刊：2. 北京：文物出版社，1978：112，113.
- [24] 同[15]：42，43，54.
- [25] 李清临. 隋唐时期砖瓦窑研究. *江汉考古*，2015，（1）.

（责任编辑：刘亚玲）