

浙江良渚古城墙铺底垫石的特征与石源分析

吕青 董传万 许红根 王宁远 刘斌 马晓雄 顾红艳 周超 吴维维

(1. 浙江大学地球科学系, 浙江 杭州市 310027; 2. 浙江省文物考古研究所, 浙江 杭州市 310014)

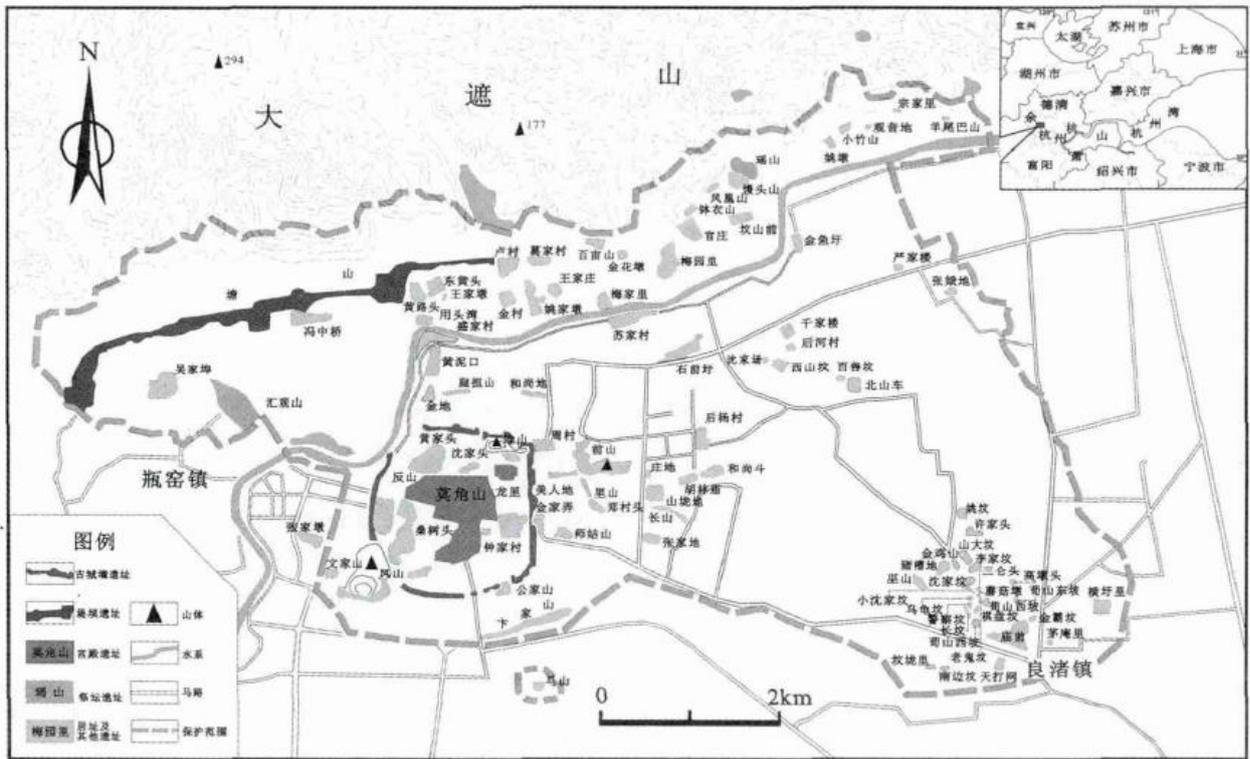
【关键词】良渚古城墙; 铺底垫石; 岩性特征; 石源分析; 余杭瓶窑; 浙江

【摘要】良渚文化是一支分布在太湖流域的古文化, 距今 5300~4300 年。近年在良渚遗址群内发现了规模宏大的良渚古城, 在古城墙底部普遍铺垫石块为地基。本文用地质调查和考古学的方法, 对良渚古城墙铺底垫石进行块度、形状等测量和石料岩性鉴定, 并考察古城周边山体露头及冲沟滚石的岩性特征, 判断铺底垫石的来源与产地。研究表明, 铺底垫石普遍为次棱角状、次圆状, 指示它们绝大部分经过短距离的搬运, 采自古城周边山坡脚和山涧冲沟。铺底垫石共有 11 种岩石类型, 与古城周边山体出露的岩石基本相同, 说明它们来自瓶窑镇及其周边的丘陵山体。铺底垫石的性质与来源确认, 对了解良渚古人利用自然资源的能力, 活动范围, 及当时的社会生产与组织结构等深层次研究有重要意义。

0. 引言

良渚文化是一支分布在太湖流域的古文化, 距今 5300 ~ 4300 年。良渚文化的中心为良渚遗址群, 它位于杭州市西北部余杭区良渚—瓶窑镇之间, 地理坐标为东经 119° 51' 18. 71", 北纬 30° 19' 44. 94"。良渚遗址群内已发现遗址点 130 余处, 其中包括反山、瑶山、汇观山等祭坛和贵族墓地, 发掘出大量的石器、玉器等重要的文物遗存。良渚遗址群已成为实证中华五千年文明史的圣地, 也是全人类共有的珍贵历史文化遗产^{①④}, 已成为探索我国文明起源的重要基地。

近年来, 在良渚遗址群内又有重大发现—规模宏大的良渚古城。(图一) 这是长江中下游地区首次发现的良渚文化时期的城址, 也是中国目前所发现的同时代规模最大、水平最高的古城址。古城墙平面略呈圆角长方形, 正南北方向。大致以莫角山土台为中心, 东西长约 1500 ~ 1700 米, 南北长约 1800 ~ 1900 米, 城墙部分地段残高 4 米多。古城墙内外都有壕沟, 并叠压着良渚文化堆积, 四面城壕与打破古城墙的灰坑出土陶片年代一致, 属于良渚文化晚期。钻探与解剖显示, 良渚古城墙底部铺垫大量石块为地基, 铺底垫石的宽度一般在 40 至 60 米, 局部宽达百米, 其上用黄土堆筑成墙^{⑤⑥}。虽因城墙内缘目前仍在钻探, 尚不能精确计算铺石部分的总面积, 但若以平均宽度 50 米进行估算, 铺底垫石总面积就达 30 万平方米左右。如此大规模的奠基铺底工程, 涉及石料来源、石料采集与运输、社会组织等考古学重大问题。



图一 浙江良渚遗址群与良渚古城

本文采用地质调查和考古学方法，对良渚古城东、南、西、北各古城墙解剖探方（共约 800 多平方米）所揭露的铺底垫石（共 10526 块）进行形态、块度等测量和石质鉴定，判断其是人工开采还是自然滚石，并考察古城周边山体露头及溪流卵石的岩性特征，判断其来源与产地。这些问题的研究，对了解良渚先民利用自然资源的能力，活动范围，及当时的社会生产与组织结构等深层次研究有重要意义^{①②}。

1. 铺底垫石的形貌特征

铺底垫石的形貌特征包括形态、块度两方面，是判断石料来源，估算工程量，并由此推断运输工具等的重要依据。

1.1 形态

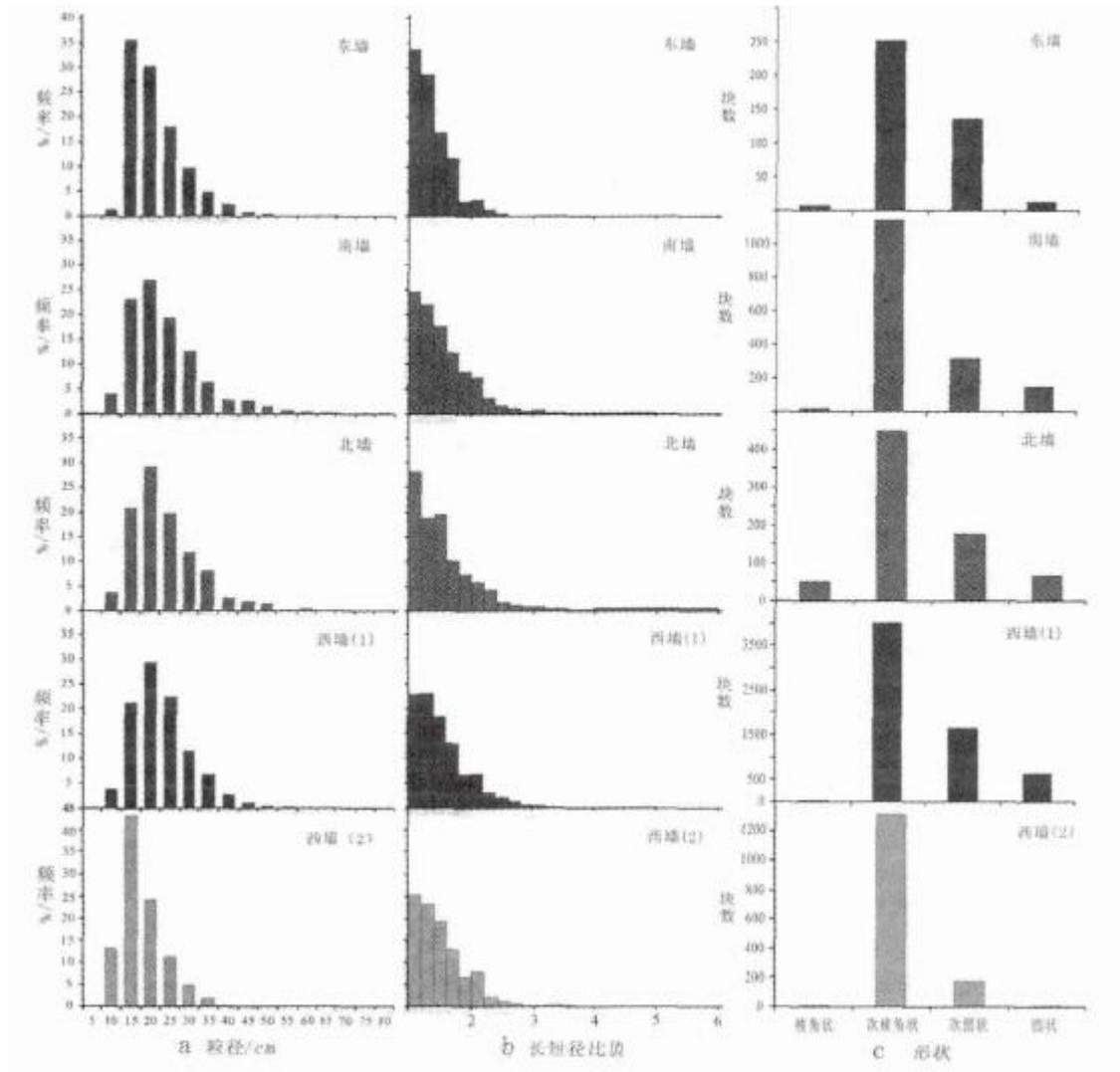
铺底垫石的形态测量，参考沉积学的磨圆度，分为棱角状、次棱角状、次圆状和圆状四个等级^③，其判别依据是：棱角状，垫石具有尖锐的棱角，锋利的或向内凹进的棱线，未经磨蚀或未经搬运，原地天然破碎（受构造应力作用，如节理等）或人工开采的石块通常具此形状；次棱角状，垫石的棱角稍有磨损，棱线不锋利，但都清晰可见，反映了石料经较短距离搬运；次圆状，垫石的棱角有明显的磨蚀，棱线略向外凸，但垫基石的原始轮廓还清楚可见，反映了较长距离搬运。次棱角和次圆状垫石经过一定距离和时间滚动磨圆后，棱部锋利程度减弱，逐渐向圆状砾石演变。圆状，垫石棱角已经磨蚀消失，棱线外凸呈弧状，其原始轮廓也已消失，代表被水流作用经较长距离的搬运和磨蚀，如河滩溪沟边所见之卵石。因此，垫石的磨圆度，与石块的采集、搬运等有关，可反映石块的来源。

对良渚古城东、南、西、北各古城墙 5 个解剖探方（西城墙有 2 个探方），共 10526 块铺底石料的形态进行系统测量和统计，结果表明，古城墙的铺底垫石以次棱角状为主（60%以上），其次为次圆状（10%~35%），圆状和棱角状的仅少数（表一，图二），说明多数铺底石料经过短距离的搬运，部分经较长距离的搬运，但基本排除它们是崖壁崩岩或来源于经过平原河流长途搬运的冲积扇或冲积平原，因为前者往往呈尖棱角状，锋棱毕现，后者应具高的磨圆度，浑圆光滑。

表一 良渚古城墙铺底垫石的形态统计结果

	东城墙	南城墙	北城墙	西城墙 (1)	西城墙 (2)	小计
棱角状	8 (1.97)	18 (1.11)	51 (6.87)	25 (0.40)	13 (0.87)	115 (1.09)
次棱角状	251 (61.67)	1139 (70.40)	446 (60.11)	3975 (63.53)	1310 (87.22)	7124 (67.68)
次圆状	135 (33.20)	315 (19.47)	177 (23.85)	1636 (26.15)	176 (11.72)	2439 (23.17)
圆状	13 (3.19)	146 (9.02)	68 (9.16)	621 (9.92)	3 (0.20)	851 (8.08)
总计	407	1618	742	6257	1502	10526

* 注：在实际测量过程中，笔者注意自然风化裂开（即沿原有裂隙裂开）或后期人为因素的影响。如一块铺底垫石裂开两块，新鲜裂面上的棱线是锋利的，且棱角也可以是尖锐的，但其整体呈次棱或次圆状，说明该垫石经过短距离搬运而有磨蚀，统计为次棱或次圆状。括号内数字为各岩性占对应城墙统计岩石的百分比。

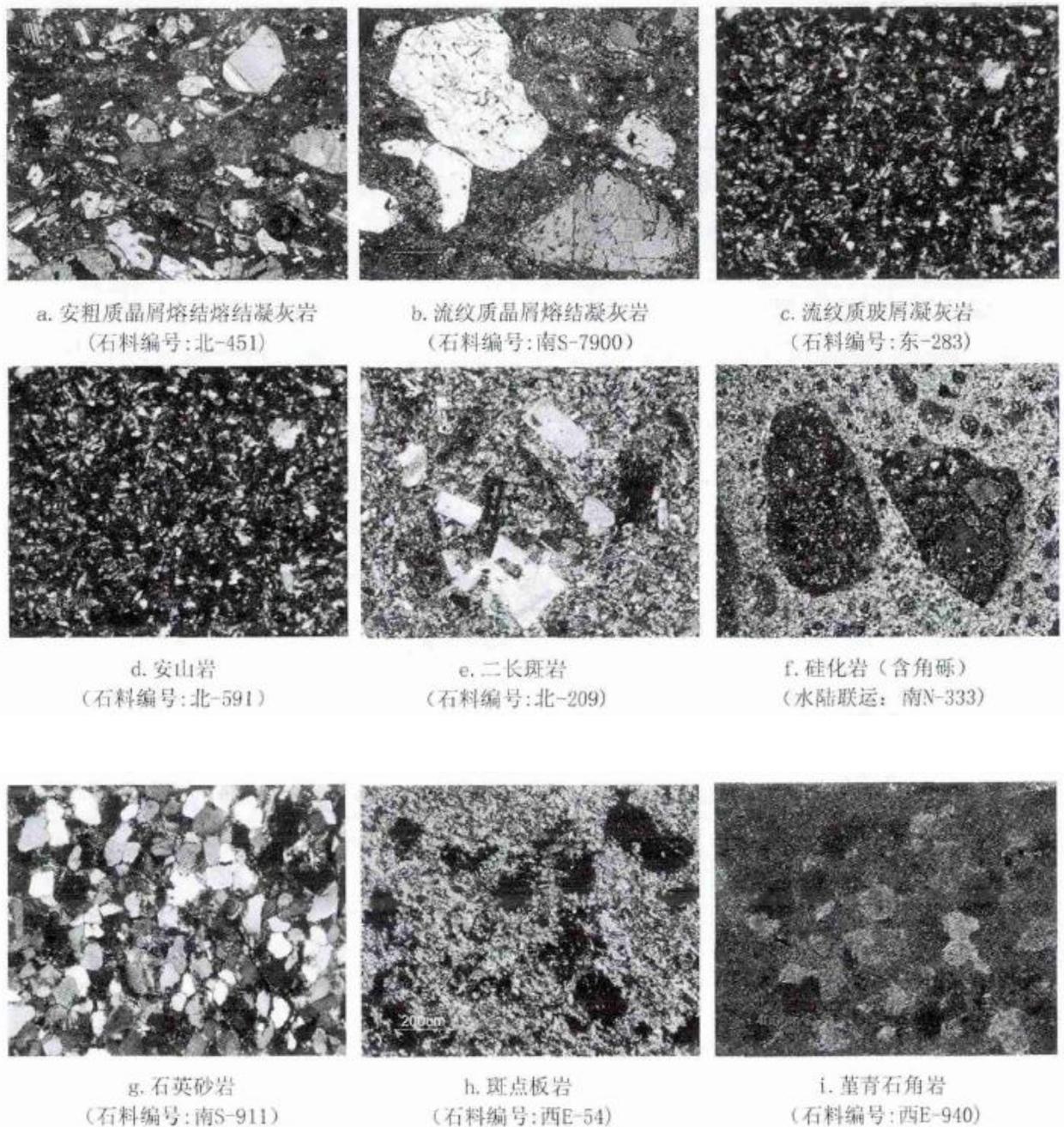


图二 良渚古城墙铺底垫石的形态及块度统计柱状图

2. 铺底垫石的岩石类型与组合

2.1 铺底垫石的岩石类型

良渚古城墙铺底垫石岩性丰富，可细分为 10 种岩性，分别为安粗质晶屑熔结凝灰岩、流纹质晶屑熔结凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩、安山岩、二长斑岩、石英砂岩 \ 杂砂岩、长石砂岩、斑点板岩、角岩和硅化岩等，还发现 2 块无色—浅绿色的萤石块。以上各石料的岩石学特征，描述如下。安粗质晶屑熔结熔接凝灰岩。风化面呈浅灰色、灰紫色等，新鲜面呈灰黑色或深灰色。晶屑组合主要是斜长石（15%）、钾长石（12%）和黑云母（3%）。长石晶屑粒径 0.5~3 毫米，斜长石呈白色，钾长石呈肉红色；黑云母晶屑呈片状，并有暗化。一些垫石表面见到黑色的熔结条带和少量角砾（安山岩角砾，小的粒径约 1 毫米，大的粒径 10 毫米以上）。薄片中还另外可见少量玻屑。它们压扁拉长，围绕晶屑，有明显定向性，强熔结，脱玻化不明显。（图三 a）



图三 良渚古城墙典型铺底垫石的内部结构显微照片（照片均为正交偏光）

流纹质晶屑熔结凝灰岩。肉红色或浅灰紫色，晶屑含量约 30%，主要为石英（10%）、钾长石（20%）和黑云母（1%）。石英晶屑无色透明，常被熔蚀成港湾状，粒径多数 2~3 毫米。钾长石呈板状、棱角状，见一组不完全解理，单偏光下无色透明，正交偏光下干涉色 I 级灰色，常高岭土化，粒径多为 1 ~ 3 毫米。其余组分为玻屑、浆屑和火山尘埃。浆屑内部具球粒结构和梳状边，脱玻化较明显。它们和玻屑都被压扁拉长，构成假流纹构造。它们与安粗质熔接凝灰岩的区别，是在铺底垫石的风化表面可见石英碎屑。（图三 b）

流纹质玻屑凝灰岩。肉红色或灰黄带紫色，含极少量石英和长石晶屑（含量不足 5%，粒径在 1 毫米左右），主要由玻屑和火山尘等组成。玻屑形态清晰可见，弓状、枝杈状、鸡骨状等。少数有一定的压扁拉长，不见定向，脱玻化很强。（图三 c）

部分凝灰岩类受到构造破碎甚至硅化。这些石料的风化面土黄色、浅紫红色，新鲜面为白带灰或紫色，有油脂光泽，有的表面可见细小的石英晶簇或石英脉，有些可见原凝灰岩角砾。

安山岩。风化面灰黄色，新鲜面浅紫、浅肉红色，斑状结构，斑晶为斜长石和暗色矿物。长石斑晶含量 2%，大多具环带构造，板柱状，较自形，为中长石，粒径 0.5~1.5 毫米。暗色矿物有黑云母和角闪石，含量 2%，多数完全暗化或具暗化边。基质由大量的斜长石微晶等组成，大致定向排列或绕斑晶排列，与玻璃质构成玻晶交织结构。（图三 d）

二长斑岩。肉红色或深灰紫色，斑状结构。斑晶为长石（20%）和黑云母（5%），未见石英。长石分斜长石和条纹长石二种，粒径为 2~8 毫米，晶形较好，含量在不同样品中存在差异，但两者大致上相近，部分长石受到熔蚀。黑云母斑晶有暗化现象，基质为显微花岗岩结构，主要由长石及少量石英组成。（图三 e）

硅化岩。隐晶质，显微粒状变晶结构，几乎全由隐晶质或不规则的石英组成，并见有后期填充的石英脉。也有的硅化不强，具变余凝灰结构，仍可见有角砾、玻屑或岩屑，可判定原岩为凝灰岩或含角砾 \ 岩屑凝灰岩。（图三 f）在硅化岩石料中，有的见有淋失孔，可能是因原凝灰岩中角砾或岩屑因差异风化而脱落（主要见于西城墙）。有的见有擦痕或磨擦镜面，显然它们是受断层磨擦所致，应产在断层附近，这类石料在南城墙中有较多出现。

长石砂岩。风化面常为土黄色、灰黄色，砂状结构，粒度从粉砂到细砂，碎屑颗粒主要为长石、岩屑和少量石英，以次圆、次棱状为主，泥质胶结。

石英砂岩 \ 杂砂岩。灰色，砂状结构，碎屑物几乎全为石英颗粒，接触式胶结，泥质胶结，粒度从细粒到粗粒。（图三 g）一些见层理构造，层理由风化成的红色钾长石含量较多层与石英较多层相间而反映。当泥质杂基含量较多的时候，则过渡为石英杂砂岩。

斑点板岩。灰白或黑褐色，新鲜面浅灰略带肉红色，颗粒很细，有褐色条纹。变余凝灰结构、显微粒状或鳞片变晶结构，板状构造、斑点状构造，由长石和绢云母等组成。斑点呈黑色，由碳质、泥质聚集而成，含量约 10%。（图三 h）堇青石角岩。风化面灰色，新鲜面灰黑色，坚硬致密，风化表面可见较多白色或红色斑点。斑状变晶结构，变斑晶为堇青石雏晶，发育不完全，单偏光下无色，正交偏光下 I 级灰，可见三连晶。（图三 i）基质变余泥状结构，显微鳞片结构，为黑云母和长英质。

2.2 各城墙铺底垫石的岩类组合

各城墙的铺底垫石的岩类组合，也有不同。（表二，图四）

表二

良渚古城墙铺底垫石的岩性统计

	东城墙	南城墙	北城墙	西城墙 (1)	西城墙 (2)	小计
安粗质晶屑熔结凝灰岩	366 (89.93)	354 (21.88)	21 (2.83)	5973 (95.46)	-	6714 (63.78)
流纹质晶屑熔结凝灰岩	20 (4.91)	4 (0.25)	2 (0.27)	41 (0.66)	-	67 (0.63)
流纹质玻屑凝灰岩	8 (1.97)	809 (50.00)	-	1 (0.02)	-	818 (7.77)
安山岩	1 (0.25)	-	-	1 (0.02)	1502 (100)	1504 (14.29)
二长斑岩	10 (2.46)	12 (0.74)	681 (91.78)	132 (2.11)	-	835 (7.93)
石英砂岩	1 (0.25)	149 (9.21)	-	1 (0.02)	-	151 (1.43)
石英杂砂岩	-	44 (2.72)	-	-	-	44 (0.42)
长石砂岩	-	-	38 (5.12)	-	-	38 (0.36)
硅化岩	1 (0.25)	246 (15.20)	-	92 (1.47)	-	339 (3.22)
斑点板岩	-	-	-	13 (0.21)	-	13 (0.12)
堇青石角岩	-	-	-	1 (0.02)	-	1 (0.01)
萤石	-	-	-	2 (0.03)	-	2 (0.02)
总计	407	1618	742	6257	1502	10526

* 注：括号内数字为各岩性占对应城墙统计岩石的百分比

东城墙的铺底垫石中，火山碎屑岩（安粗质和流纹质晶屑凝灰岩、玻屑凝灰岩）占 96.81%，二长斑岩占 2.46%，而安山岩、砂岩、硅化岩各 1 块，分别各占 0.25%。

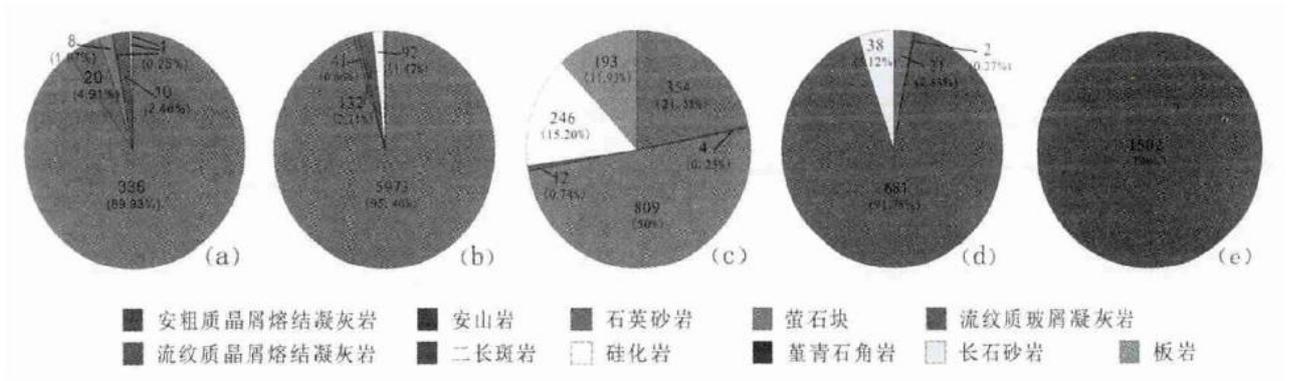
南城墙的铺底垫石中，火山碎屑岩占 72.13%，二长斑岩占 0.74%，而砂岩类占 11.93%，出现较多的硅化岩占 15.20%。

北城墙的铺底垫石，以二长斑岩为主占 91.78%，而火山碎屑岩较少仅占 3.10%，砂岩占 5.12%，且是长石砂岩，这与南城墙的砂岩是石英砂岩不同。

西城墙主要解剖探沟（西墙 1）的挖开面积最大，铺底石料最多，岩石类型也最丰富，以火山碎屑岩为主，占该解剖探沟统计石料的 96.14%，二长斑岩占 2.11%，硅化岩占 1.47%，板岩 0.21%，其他如石英砂岩、堇青石角岩及萤石块都仅 1 块或 2 块。而在西城墙另一辅助性挖开的解剖探方（西墙 2）的铺底石料中，则全部为安山岩。

综上所述，从目前所揭露的良渚古城墙解剖探方看，各城墙铺底垫石的岩性分布有显著的差异性。但良渚古城墙铺底垫石的石料主要是火山碎屑岩类（见图四），其中，安粗质晶屑熔结凝灰岩不论是分布面和数量上都是铺底垫石的主要石料（占 64%），且是西墙和东墙铺底垫石的主体，在南墙也有大量分布。安山岩、流纹质玻屑凝灰岩和二长斑岩数量上较多，但都比较集中在某一段古城墙中。如安山岩为西墙辅助探方〔西城墙（2）〕的铺底垫石的唯一岩性，在西墙、北墙和东墙只见个别；流纹质玻屑凝灰岩集中分布在南墙，东墙和西墙只见少量；二长斑岩在除了西城墙（2）之外的四段古城墙都有出现，但在北墙占主体，其余三段内很少。硅化岩主要出现在南墙，西墙和东墙数量很少。石英砂岩主要在南墙有一些分布，东墙和西墙只见

一二块。其余的岩性数量上很少，且都只出现在单一段古城墙中；长石砂岩只在北墙少量聚集出现；板岩、堇青石角岩、萤石块都散落在西城墙（1）中。



图四 各城墙铺底垫石岩性统计饼状图

3. 石源分析与认识

判断文物产地与矿料来源是现代考古学研究中重要的方面。史前人类对石器石料的选择，是人类开始利用地球资源的行为，石器石料的地质溯源，有助于认识古人类认识、利用和开发自然资源的能力、活动范围等^{⑧⑨}。史前人类选择石料主要在遗址附近。根据民族学调查显示，一般狩猎采集社会人类活动半径为 10 千米左右^{⑩⑪}，作为普通建筑材料的石料来源距离应该与此类似。

良渚古城墙铺底垫石的岩石类型，主要以火山碎屑岩（安粗质、流纹质晶屑熔结凝灰岩、玻屑凝灰岩）、火山熔岩（安山岩）、浅成侵入岩（二长斑岩）为主，占统计石料总数（10526 块）的 72.19%，其次为安山岩（占 14.29%）和二长斑岩（占 7.93%），硅化岩（占 3.22%），砂岩（石英砂岩、长石砂岩和杂砂岩，占 2.21%），板岩少量（占 0.12%），还有一二块的角岩和萤石块。（见表二）而以上火山岩及夹杂在这些火山岩中沉积岩（如砂岩、砾岩等）构成的沉积—火山岩系，是浙北、浙西北地区重要的岩石类型，它们是晚中生代 1.2~1.3 亿年前火山作用的产物^{⑫⑬}。在良渚古城周边广阔地区，同样广泛分布以上火山岩石。

在良渚古城东南面的良渚博物院附近的丘陵地带，出露灰黄、灰紫色流纹质玻屑凝灰岩，它们含有不足 10% 的长石、石英晶屑，其岩性与古城墙铺底垫石中的流纹质玻屑凝灰岩完全一致。在这些丘陵低山的山顶至近山脚，为暗紫色、灰绿色、灰白色流纹质晶屑熔结凝灰岩，含 30% 左右的 2~3 毫米大小的长石及石英晶屑，局部可见熔结条带，它们与古城墙的流纹质晶屑熔结凝灰岩石料岩性一致。

在良渚古城东南面的大观山附近，出露一套灰色、暗紫色、紫红色的砾岩、砂岩等沉积岩。砂岩为长石砂岩，与北墙出现的长石砂岩岩性一致。砾岩中的砾石，粒径大的 50 厘米以上，小的不足 5 厘米，有的磨圆度很好，呈浑圆状，其中的石英砂岩砾石经鉴定与南墙的石英砂岩石料基本一致。

在良渚古城的北东面的雉山，出露安山岩，其岩性与西墙北部辅助性解剖探方[西城墙（2）]铺底垫石

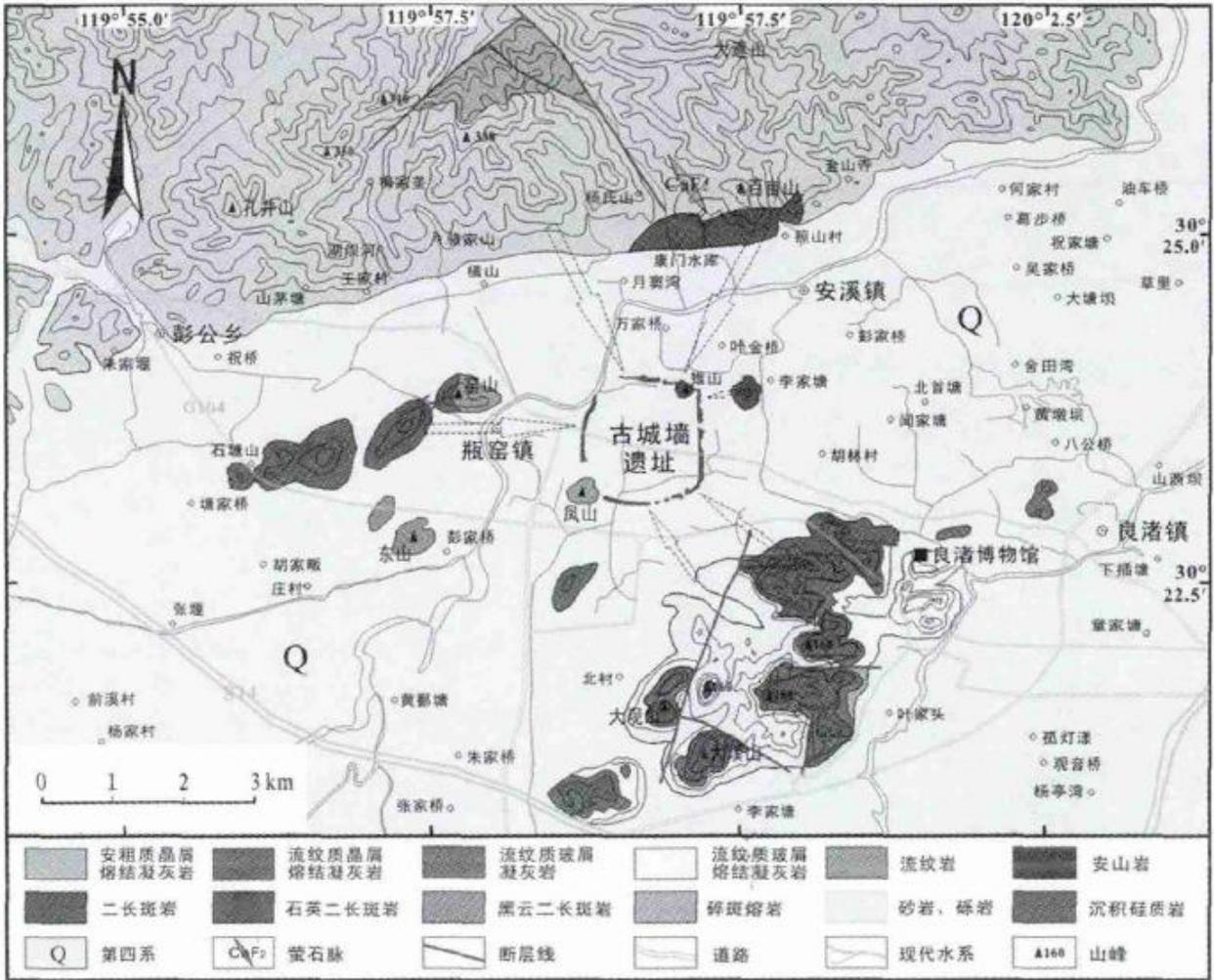
的一致。

在良渚古城的北部，瓶窑镇北面的大遮山丘陵，广泛出露安粗质晶屑熔结凝灰岩。它们新鲜面的颜色为灰黑色，风化后呈现灰黄、灰白色。在风化面上可见大量长石晶屑，并隐约可见丝状熔结条带。岩性坚硬致密，与古城墙，特别是西城墙利用最多的铺底石料—安粗质晶屑熔结凝灰岩完全相同，相信这些铺底石料来自大遮山母岩，这种母岩至今仍为大部分采石场所开采。

在瓶窑北部、西部地块，还出露一些浅成侵入体，如康门的石英二长斑岩、照山的二长斑岩、东山的黑云二长斑岩等。其中出露在照山村北侧的二长斑岩，呈浅肉红色或浅灰紫色，斑晶为肉红色钾长石、白色斜长石和黑云母，含量约 25% ~ 30%，粒径 2 ~ 10 厘米，基质隐晶质。与北墙和其他几段城墙解剖探沟内的二长斑岩垫石岩性完全一致。说明北城墙的二长斑岩石料的采集地应该就在照山村北侧几百平方米的范围内。

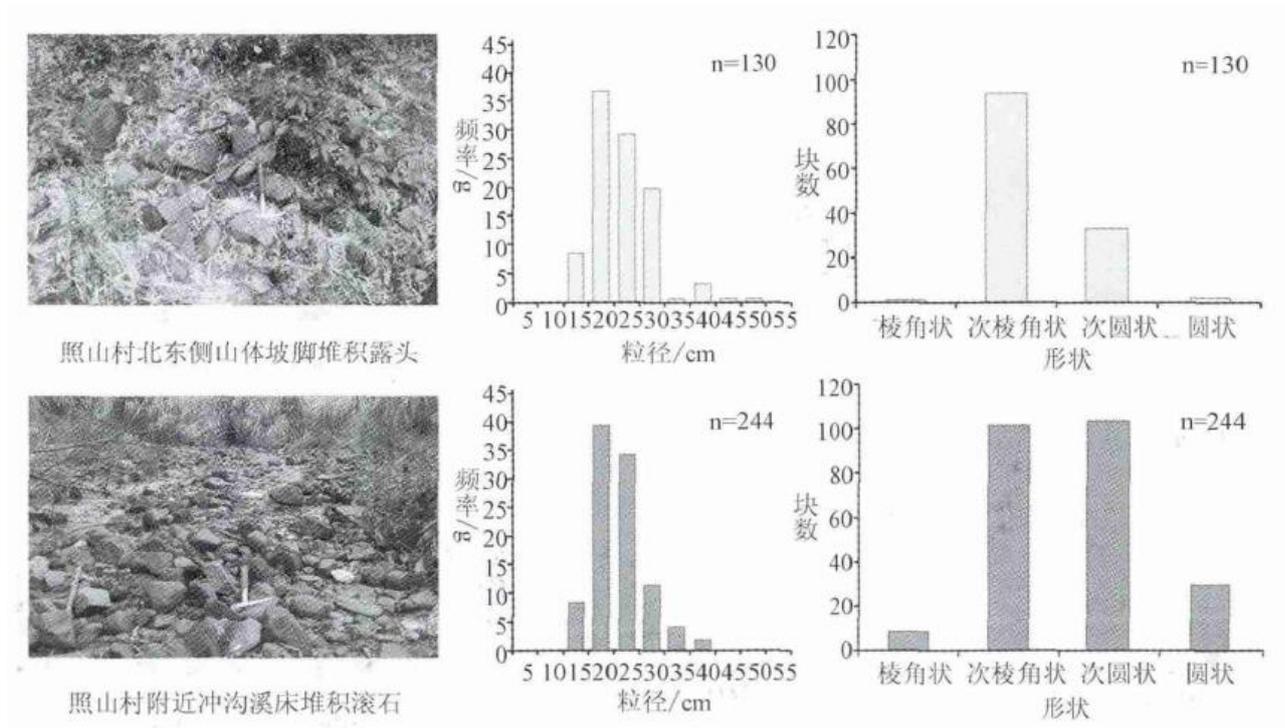
在瓶窑北部的一些火山碎屑岩中，有一些石英脉和萤石脉，如在百亩山西侧的采石坑中发现的残留的萤石脉。它们可能是西城墙铺底石料中萤石块的主要来源。

综上所述，良渚古城墙铺底垫石中，有 8 种石料都可以在周边山体露头中找到对应的来源，即安粗质晶屑熔结凝灰岩来自大遮山，流纹质晶屑熔结凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩来自良渚博物院附近，安山岩来自雉山，二长斑岩来自照山村侧几百平方米的范围，石英砂岩、长石砂岩来自大观山附近，萤石块来自百亩山西侧萤石脉。（图五）至于斑点板岩、堇青石角岩、硅化岩等其他 3 种岩石，前二者数量很少，且是由一些泥质、粉砂质沉积岩经热变质作用所形成的浅变质岩。不难想象，它们可能是本地周围一些细粒级的沉积岩，如在瓶窑件坞村等地出露的志留纪粉砂岩、泥岩，受白垩纪岩浆侵入活动（形成上述的二长斑岩、石英二长斑岩等）而热变质形成。硅化岩，其母岩基本上是晚白垩世的凝灰岩，受断层影响或硅化所形成，它们应该出露在本地大片出露的火山碎屑岩断层带或硅化带上。由此判定，良渚古城墙的铺底垫石应来自瓶窑镇、良渚镇及其周边的丘陵山体，而非外地远源。



图五 良渚古城墙铺底垫石来源分析图

良渚古城墙的铺底垫石，以次棱角状为主，其次为次圆状，浑圆状和棱角状的仅少数，说明绝大多数铺底垫石都经过短距离的搬运，它们不是崖壁崩岩或来源于冲积扇或冲积平原，最有可能是来自山坡脚和山涧冲沟。它们受断层节理构造影响，山上原岩基石被切割破碎，在重力作用和流水冲刷作用下，经短距离搬运、堆积在山坡脚或山涧冲沟。就在今日的瓶窑镇许多山坡上或冲沟边，仍可见到与良渚古城墙铺底垫石同形状、同岩性，甚至大小也相同的滚石。（图六）



图六 良渚古城墙北面照山村附近山坡脚 (a) 和冲沟 (b) 岩块特征

在一些山体原石的天然裸露面上，也可见到原岩受构造节理作用而自然分割成棱角状的岩块。用竹木棍甚至徒手插入缝隙，都能轻易将这些岩块剥离，剥离的岩块棱角分明，类似于北城墙那些二长斑岩的石料。

由此，我们得到以下认识：

1. 良渚古城铺底垫石的岩石类型有安粗质晶屑熔结凝灰岩、流纹质晶屑熔结凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩、安山岩、二长斑岩、长石砂岩、石英砂岩、斑点板岩、堇青石角岩、硅化岩、萤石块等 11 种，以大量的凝灰岩等火山碎屑岩、安山岩的熔岩、二长斑岩等浅成侵入岩为主，与古城周边山体出露的岩石基本相同，表明这些石料不是外地远源输入，而是来自瓶窑镇及其周边的丘陵山体。

2. 铺底垫石普遍为次棱角状、次圆状，绝大部分经过短距离的搬运。它们不是崖壁崩岩或来源于冲积扇或冲积平原，而是采自古城周边山坡脚和山涧冲沟。一些棱角状的石料，如北城墙的二长斑岩石料，也可能采自山体，但它们是受构造节理影响而被切割成棱角状的岩块，徒手或用竹木棍即可撬起剥离，无须费大力气或借助敲砸或火烧泼水等手段去开采。

3. 良渚古城墙的铺底垫石大部分随机堆放，但在南城墙和北城墙中明显见有不同岩性分垄现象，表明石料来自不同的采集地点。每一垄内又往往可以根据石块大小和形状等明显的差异进一步划分为小堆，这一小堆可能就是当时运输工具一次的运载量，说明石料一经运到就进行铺装堆放，而未经过统一备料的过程。由此，可以计算出每个运输周次的重量，进而对运输工具以及工程量进行比较精确地估算，有关工作正在进行中。

参考文献：

① 张之恒 . 中国新石器时代考古 . 南京：南京大学出版社，2004.

-
- ② 张江凯, 魏峻. 新石器时代考古. 北京: 文物出版社, 2004.
- ③ 浙江省文物考古研究所. 良渚遗址群. 北京: 文物出版社, 2005.
- ④ 严文明. 中华文化起源. 赤峰学院学报·第五届红山文化高峰论坛论文集, 2010: 1~6.
- ⑤ 刘斌, 杭州市余杭区良渚古城遗址 2006—2007 年的发掘. 考古, 2008, (7): 3~12.
- ⑥ 余杭史志. 良渚遗址五千年古城的发现与发掘经过. 2008.
- ⑦ 凌雪, 贾腊江, 赵丛苍, 袁洪林. 文物产地与矿料来源研究新进展. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2009, 39(5): 11~15.
- ⑧ 秦颖, 冯敏. 地质与考古. 安徽地质, 2001, 11(1): 74~77.
- ⑨ 胡松梅. 略谈我国旧石器时代石器原料的选择与岩性的关系. 考古与文物, 1992, (2): 40~45.
- ⑩ 钱益汇, 方辉, 于海广, 沈辰. 大辛庄商代石器原料来源和开发战略分析. 第四纪研究, 2006, 26(4): 612~620.
- ⑪ 裴树文, 侯亚梅. 东谷坨遗址石制品原料利用浅析. 人类学学报, 2001, 20(4): 271~281.
- ⑫ 高星. 周口店第 15 地点石器原料开发方略与经济形态研究. 人类学学报, 2001, 20(3): 186~200.
- ⑬ 桑隆康, 马昌前. 岩石学. 北京: 地质出版社, 2012: 313.
- ⑭ Stein J K. Deposits of archaeologist, In: advances in Archaeological method and Theory. M B Scheffer San Diego: Academic Press. V 11 ed. 1987: 377-395.
- ⑮ 王昌燧. 国际科技考古研究的现状与动向. 华东师范大学学报(自然科学版), 1998, (4).
- ⑯ 杜水生. 泥河湾盆地旧石器中晚期石制品原料初步分析. 人类学学报, 2003, 22(2): 121~130.
- ⑰ 裴树文. 石制品原料的分类命名及相关问题讨论. 文物春秋, 2001, 58(2): 17、23、77.
- ⑱ 多纳. C. 罗珀, 焦天龙译. 论遗址区域分析方法和理论. 西安: 三秦出版社, 1991.
- ⑲ E. S. 希格斯等著, 焦天龙译. 史前经济——一种领地研究方法. 西安: 三秦出版社, 1991.
- ⑳ 浙江省地质矿产局. 浙江省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社. 1996.
- ㉑ 俞云文, 徐步台. 浙江中生代晚期火山—沉积岩系层序和时代. 地层学杂志, 1999, 23(2): 136~145.