

# 江苏徐州龟山汉墓墓道的修缮保护

郑冬青 奚三彩 李克彪 张品荣

**摘要：**江苏徐州龟山汉墓是西汉第六代楚王的夫妇合葬墓，该墓经人为开山采石扰动和自然力等多种因素的影响，已出现诸多病害。墓道病害类型主要有石壁残缺不全、严重风化、多处危石、表面滋生微生物、低等植物和夯土墙表层片状脱落等，文中简要分析了各种病害的成因。

根据修缮保护技术路线，墓道夯土墙采用小型灌浆设备与滴注法和弹簧针管法相结合的方法进行了加固，缺失部分在有依据的前提下进行了补配，然后进行了封护；墓道石壁进行了缺失部位的补配并作旧，治理危石，防渗堵漏，最后进行了封护。经修缮保护，龟山汉墓墓道基本恢复了原貌，取得了预期的效果。

**关键词：**龟山汉墓 墓道 现状 病害 维修保护

## 一、前言

江苏徐州龟山汉墓位于徐州市西北约 7km 的九里区拾屯镇龟山西坡，是 1996 年公布的第四批全国重点文物保护单位（图 1）。

龟山汉墓是西汉第六代楚襄王刘注及夫人同莹异穴的合葬墓，是目前西汉楚王墓群中唯一一处有确切的墓主身份的墓葬。该墓开凿于西汉武帝时期，由两条相互独立的墓道、两条甬道及 15 间墓室组成。北墓道为刘注夫人墓道，长 20.7m；南墓道为刘注墓道，长 22.2m。两墓道面积约 160m<sup>2</sup>，距地表深 200~1 200mm。两墓道互相平行，相距 20m，上口露天。墓道是由夯土墙和石壁共同组成的。南北墓道地面都凿有水沟与甬道及墓室水槽相通，两墓道西约 5m 处均有一渗水井，墓内积水通过水槽流入渗水井，再注入地下岩石裂隙，从而构成一个完整的排水系统。

## 二、病害状况及成因分析

龟山是一座石灰岩山丘，20 世纪 70 年代以来，当地村民开山采石，龟山被作为石料采集场，山体遭受严重破坏。其中，墓葬北侧山体千疮百孔，开采面形成一个山凹，龟山南侧已被开采断开，基本被夷为平地。由于开山采石中爆破石料，山体结构也因此受到一定的破坏，岩石松动。墓内自然裂隙较多，渗水严重。其中，北墓道残损较重，北甬道东段上部裂隙严重，最大的自然裂隙长达 3m，宽约 2 cm，夏季渗水较重。墓室上方的山体自然降水有一部分渗入墓顶，顺裂隙进入墓室内。夏季多雨季节时墓室内常积水，要靠水泵排水，秋冬春三季墓室相对干燥。



#### （四）墓道部分石壁风化严重

南墓道石壁紫砂岩石因自然风化呈大面积片状脱落，勘察中还时有紫砂岩片坠落。据考古发掘报告介绍，墓道中原有巨型塞石充填，表面覆土，紫砂岩尚未裸露，但现状是紫砂岩已经裸露。因此，岩石风化与其裸露有关，大气环境应是造成紫砂岩石自然风化的主要原因。

#### （五）植物根系破坏了岩体的稳定性

墓道石壁石缝间生长大量的阔叶植物，其根系破坏了岩体的稳定性，可能诱发石块坍塌。

#### （六）墓道表面滋生微生物和低等植物

墓道基层受到地下水、墓室内排水和自然降水侵蚀，处于饱水状态；地表滋生大量的霉菌、苔藓等。经现场勘察和采样分析，墓道石壁和地表上苔藓的主要营养物为无机盐和有机物等，其根系在滋生蔓延过程分泌出酸性物质，降解了石质和夯土墙，滋生严重的部位已对墓道形成一定程度的破坏。墓道石壁、地表上霉菌和苔藓经鉴定主要为毛霉、长蒴藓等。

#### （七）墓道夯土墙表层呈片状脱落

夯土四壁的三个剖面现几乎呈垂直状，部分与山体失去联系，夯土墙极不稳定；表土收缩开裂，呈片状脱落。造成夯土收缩开裂和表土片状脱落的原因，是考古发掘时揭露夯土裸露速度过快，造成水分收缩不均匀，卸荷应力不平衡，加之夯土与大地相通，地下毛细水中的可溶盐随水分的变化在夯土表面重结晶使表面泛白、沙化，裂隙逐渐发育为块状、片状，造成夯土表层脱落。造成病害的原因主要是历年多次人为营建和地下水、墓室内排水及自然降水、降尘和微生物侵蚀。

### 三、维修保养的技术措施

#### （一）清除岩石上的植物

对墓道岩石上的植物，采用人工切割，切割时尽量不伤及植物在岩缝中的根系；根据根径的大小，在切割处注入适量的化学试剂促其死亡。

用喷枪向岩石缝隙表面喷撒草甘灵，岩石间缝隙都要喷到；控制好喷涂液压，不得将缝隙中的土喷离。

#### （二）去除霉菌及低等植物

##### 1. 机械方法

先用毛刷和小铲轻轻地除去墓道夯土、石壁和排水沟上的杂物和霉菌，有苔藓处可用牛角刀或小铲等工具机械铲除。

##### 2. 喷洒药剂

先用乙醇溶解 P1 型防霉剂，再与 WT1 以 2:3 的比例混匀，用水配成浓度为 10% 的药液进行喷

洒，为保证充分渗透，喷洒以两遍为宜，单次用量一般以表面不积药液即可，两遍的间隔时间，以第一遍完全渗透后，再进行第二遍喷洒。

间隔一天后，用化学药剂有效浓度为 10% 的 WT1 和 P1 的混合液，进行第三道处理，喷涂在岩石和夯土的表面，使之在岩石和夯土表面形成一层药剂保护膜，防止苔藓和霉菌等微生物的生长，同样分两遍进行。

### (三) 墓道夯土墙的加固及封护

#### 1. 夯土墙深层加固

采用小型灌浆机按 20mm 的间距（孔径 1.5mm）插入夯土中约 350mm 及 200mm 深处，高压注入低固含量的水性硅丙乳液（图 2、图 3）。



图 2 灌浆实验



图 3 夯土墙深层加固

#### 2. 夯土墙外层加固

采用小型灌浆机按 20mm 的间距（孔径 1.5mm）插入夯土中约 100mm 深处，高压注入水性环氧树脂。控制好注入液压，不得将化学材料溢出夯土表面。外层加固还可以采用滴注法和弹簧针管法相结合进行（图 4、图 5）。



图 4 弹簧针管压力注射法加固夯土



图 5 滴注法加固夯土

#### 3. 夯土墙表层封护

用喷枪向夯土墙表层喷洒氟硅树脂。喷射时控制好压力，不得将表层土喷离。喷好后待表面稍

干时,用塑料布覆盖夯土墙,利用温差效应使化学材料向夯土里层渗透。

夯土本身的孔隙度是夯土墙加固一个关键的因素,孔隙度越大,加固剂越容易渗入其内部。因夯土的孔隙度大大小于自然土壤,为保证加固效果,在施工中根据夯土的实际孔隙度和风化情况选择合适的注入压力。

夯土中的含水率和施工环境温、湿度亦对加固效果有直接的影响。实施加固前,要将夯土墙含水率控制在 10% 以下,并选择在晴天和湿度在 50%~60% 的环境条件下施工。夯土墙缺失部分在有依据的前提下进行了补配(图 6、图 7)。



图 6 北墓道北侧夯土人工补配



图 7 北墓道南侧夯土墙补配

#### (四) 墓道石壁的修缮保护

##### 1. 清除原入口建筑遗留的建筑材料

剔除原入口建筑的红砖砌墙、钢筋、水泥;清理残留的建筑垃圾;对嵌入石壁中的钢筋采用气割切除,切割时要深入石壁内 10mm,切割后作旧,以保持石壁外观协调一致。清除石壁上的水泥抹面,按石壁原状,复原石壁上的凿痕(图 8)。



图 8 做石壁凿痕

##### 2. 补配修缮缺失的墓道石壁

补配修缮北墓道北侧和南墓道南侧缺失的墓道石壁,选用当地原石材料,进行补配和修缮,做出凿痕,两石缝间用当地黄土调水性黏合剂作旧。

##### 3. 治理危石

首先,对危岩体中有裂缝但较稳定的石块采用表面水泥灌浆法灌注其裂隙。水泥灌浆的施工步骤为:沿裂缝打孔后埋入灌浆嘴→用 M20 砂浆或 C20 混凝土封堵裂隙→封缝 48h 后压浆。

若裂隙内部有深大溶蚀而向远处跑浆者,应首先用较稠水泥砂浆封堵,灌浆时不要连续灌,待前一次浆液初凝后,再进行二次灌浆,以便减少浆液流失,必要时可加速凝剂,对灌浆表面要进行作旧。

其次,对危石采用工字钢竖向支顶、环氧树脂化学灌浆黏接及锚杆加固(图 9),保证危石固定在原处不会发生位移。



图9 锚杆加固

最后，对于危岩体，原则上能够刷方的危石均应予清除。

#### 4. 墓道石壁防渗堵漏

##### (1) 清理。

详细检查、分析渗漏病因和渗漏分布现状，确定灌浆孔位置及间距。将需要施工的区域清理干净，凿除岩土表面析出物，确保工作面表面干净、润湿。

##### (2) 钻孔。

用电动钻孔工具沿裂缝两侧进行钻孔，钻头直径为14mm（微裂隙视现状减小钻头直径，20mm以上裂隙视现状增大钻头直径），钻孔角度根据裂隙走向而定，钻孔深度为结构厚度的2/3，钻孔时必须穿过裂缝，但不得将结构打穿，钻孔间距控制在20~60cm。

状增大钻头直径），钻孔角度根据裂隙走向而定，钻孔深度为结构厚度的2/3，钻孔时必须穿过裂缝，但不得将结构打穿，钻孔间距控制在20~60cm。

##### (3) 埋嘴。

在钻好的孔上安装并固定灌浆嘴（亦称之为止水针头）后，用专用扳手拧紧，使灌浆嘴周围与钻孔之间无空隙、不漏水。

##### (4) 洗缝。

用高压清洗机以6MPa的压力向灌浆嘴内注入洁净水，将缝内粉尘清洗干净，观察出水点情况，并做好记录。

##### (5) 封缝。

将洗缝时出现渗水的裂缝表面用快干封闭剂进行封闭处理，目的是保证灌浆时不跑浆，以确保浆液仅封堵灌浆段的裂隙，而不会下渗至石壁内部。

##### (6) 灌浆。

使用高压灌浆机向灌浆孔内灌注防渗堵漏剂浆料。立面灌浆顺序为由下向上；平面可从一端开始，单孔逐一连续灌注。当相邻孔开始出浆后，保持压力3~5min，即可停止本孔灌浆，改注相邻灌浆孔。

##### (7) 拆嘴。

灌浆完毕，经检验确认不漏即可去掉外露的灌浆嘴，清理已固化的溢漏出的灌浆液。

##### (8) 封口。

用快干封闭剂对灌浆口进行修补、封口处理。

##### (9) 防水。

用改性环氧树脂防水材料将化学灌浆部位涂三遍（底涂、中涂、面涂）以做表面防水处理。

##### (10) 作旧。

上述所有步骤完成后，需进行表面作旧处理。首先，加固、灌浆材料不要过于突出，要与石壁面自然过度；其次，作旧处理材料采用当地的岩粉与胶掺和调兑达到与岩石色调接近即可。

## 四、结 论

经过保护修缮工程，徐州龟山汉墓墓道的夯土墙和石壁基本恢复了原貌，取得了预期的效果（图10~图17）。



图 10 北墓道北石壁修缮保护前

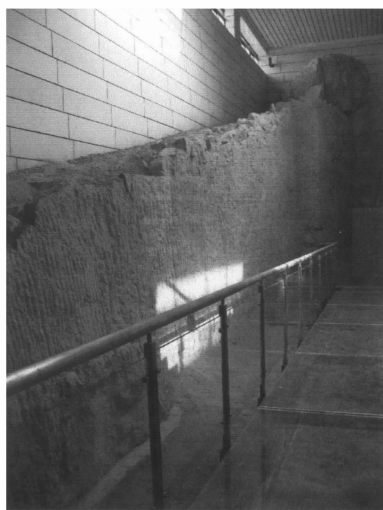


图 11 北墓道北石壁修缮保护后



图 12 北墓道南石壁修缮保护前

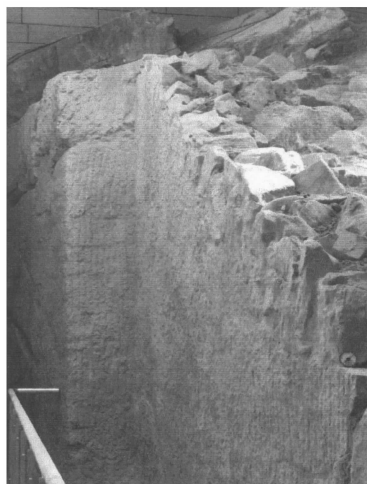


图 13 北墓道南石壁修缮保护后



图 14 北墓道夯土修缮保护前



图 15 北墓道夯土修缮保护后



图 16 南墓道修缮保护前



图 17 南墓道修缮保护后

---

作者单位：郑冬青、奚三彩、李克彪，南京博物院  
张品荣，宜兴市太湖防渗修缮工程有限公司  
联系方式：江苏省南京市中山东路321号，邮编210016  
江苏宜兴市人民北路36号，邮编214200