

# 考古发掘现场文物保护方法和材料的新进展

李斌<sup>1,2</sup>, 吴晨<sup>2</sup>, 容波<sup>2</sup>

(1. 陕西师范大学 历史文化学院, 陕西 西安 710062; 2. 秦始皇帝陵博物院 陶质彩绘文物保护国家文物局重点科研基地, 陕西 西安 710600)

**摘要:**考古发掘现场文物的安全、科学提取,可以最大限度地揭示并保存出土文物及相关信息的完整性。为科学保护、完整复原以及进一步的研究创造条件,就近些年来出现在考古发掘现场文物提取中的“揭取法”、“套箱法”、“绷带法”、“冻结法”等新的技术和方法,以及用于现场文物提取的“石膏”、“聚氨酯泡沫”、“环十二烷”、“薄荷醇及其衍生物”等新材料进行分析,比较其优缺点和适用范围,以期促进考古发掘现场文物保护技术的提高。

**关键词:**田野考古;现场保护;保护性提取;考古发掘现场;文物保护;整体提取

**中图分类号:**K872

**文献标志码:**A

**文章编号:**1671-6248(2014)03-0136-05

随着考古学和文物保护科学的不断发展,两个学科的联系越来越紧密,特别是在考古发掘现场的文物保护越发重要,因为不当的发掘和运输可能会对文物带来二次伤害,导致一些文化信息的丢失,对以后的研究造成不可估量的损失。进入21世纪之后,考古发掘现场文物的安全、科学提取也成为现场文物保护关注的重点。考古发掘现场文物科学提取的目的,就是为了保留出土文物的完整性,完成文物由出土现场到实验室的安全转移,为进一步的科学保护、完整复原以及研究和展示创造条件,也就是说,考古发掘现场文物科学提取的核心就是最大限度地保留文物的文化信息。考古发掘现场文物整体的提取方法是目前行之有效的提取方法,该方法不仅有利于全面掌握文物出土时的第一手资料,收集丰富的文物信息,以帮助后期的考古研究;而且可以保证文物在出土时得到及时有效的保护,减少文物因出土后环境骤变引发的劣变。那么怎样进行整体提取呢?下面我们先了解一下需要整体提取的文物类型。

## 一、需要整体提取的文物类型

在考古发掘现场,需要进行整体提取的文物类型主要包括以下5个方面。

### (一) 结构复杂,需要保持其原始状态的文物

对于由多部分组成的复杂文物,只有整体提取才能保留文物原始排列状态所包含的所有文化信息,便于后期的学术研究和复原展示。例如南普恒等在平遥弓村遗址出土的整副猪骨骨架<sup>[1]</sup>、赵西晨等在陕西韩城梁带村两周墓葬出土串饰<sup>[2]</sup>、杨忙忙等在秦俑出土石铠甲的提取中<sup>[3]</sup>都应用了整体提取技术,保证了文物的安全、完整,也使得文物信息最大化的保留。

### (二) 已破碎为多块的文物

对于已破碎为多块的文物,如仅将各残块收集,容易出现残片空间位置关系信息的丢失,也会造成较小碎片的丢失,只有整体提取才能使后期的文物

修复有所保障。

### (三) 质地差、易破碎的文物

受文物质地及保存环境的影响,考古发掘现场会出土一些外形虽然保存完好,但已失去自身强度的文物,由于考古现场文物保护条件有限,因此将脆弱文物整体提取,转移至实验室再对其进行仔细的加固处理,更有利于文物的完整保留。

### (四) 含有重要信息、残留在发掘现场土体上的遗迹

在秦俑一号坑的发掘过程中,经常会出现俑身彩绘层在土体上残留,彩绘层并无强度的情况,将其加固后整体提取,并在实验室回贴至俑身,对于恢复、展现秦俑原貌有着重要的意义。周双林等对泥河湾遗址出土的古象足迹就采用了加固后套箱整体提取技术<sup>[4]</sup>。

### (五) 需异地保护的大型遗迹

中国现在的考古发掘工作有很多都是配合基本建设进行的,为了不影响基本建设的顺利进行,对于一些具有重要意义的墓葬、城址等大型遗迹,在其发掘完成后,需采用整体搬迁、异地保护的方法进行保留。李钢等对成都市新都区出土新石器时代晚期土坑墓<sup>[5]</sup>,张光敏对三峡巫山新石器时代土坑墓都使用了整体提取的方法保护<sup>[6]</sup>;陕西省考古研究院在考古发掘过程中对多地的壁画墓都通过整体提取的方法进行保护,且取得了不错的效果<sup>[7]</sup>。

在分析了各种需要整体提取的文物类型后,我们下面介绍几种常用的整体提取方法<sup>[8]</sup>。

## 二、整体提取的常用方法

在文物提取时应根据文物形制、体量大小、保存状况等选取适宜的提取方法。常用的提取方法主要有:揭取法、套箱法、绷带法<sup>[9-10]</sup>等。

### (一) 揭取法

这种方法比较简单也比较常用,适用于表层遗迹的提取。首先使用加固材料对遗迹表面土层进行加固,然后将无纺布、纤维布等材料用加固剂粘附在文物表面,待加固剂固化后,利用加固剂的粘接力即可对遗迹进行揭取。最成功的例子就是赵西晨等使用 B72 作为土层的固型及背衬粘接材料,将串饰按原始形貌排列有序完整的揭取<sup>[2]</sup>。

### (二) 套箱法

该方法主要适用于体量较大的文物提取:确定

待提取遗迹、遗物范围后,依据遗迹的形状和尺寸,使用木材或金属制作比待提取物略大的箱体,在文物及箱体间的空隙处使用石膏、聚氨酯泡沫等进行填充,使箱体和土体连接为一个整体,加固好后进行底切处理,使用强度大的材料作为底部支撑,包装后运输即可。

### (三) 绷带法

该方法主要用于小型文物的整体提取:使用纤维织物绷带,如无纺布、纱布、麻布等从土质基台底部开始螺旋式上升包裹土体,利用织物绷带的强度为土体提供一定的支撑;如果绷带的加固不能给待提取文物土体足够的支撑,可在绷带上涂刷树脂加固剂或石膏,增加纱布对土体的支撑力;之后使用带刃的金属板等进行底切,金属板可直接用作提取物的支撑。

### (四) 冻结法

冻结法是通过液氮等冷却剂将文物周边包裹土壤中的液态水变成固态的冰,从而为文物提供一定的支撑力,在水仍处于冰相的时间段内,利用固态冰的支撑对文物连同周边包裹土壤进行切割、提取的过程<sup>[10]</sup>。但是由于水从液态到固态的转化,体积会膨胀 9% 左右,这个过程会对脆弱遗迹带来一定的损伤,所以使用冻结法具有一定的局限性。

文物的提取方法其实是由其体量和保存状况直接决定,但无论采取哪种方法,目的只有一个——安全提取,将对文物的损伤降到最低。因此,有时候会在一个考古发掘现场出现不同种类的提取方法。例如杨军昌等根据不同墓葬壁画的工艺、特点,墓葬结构、保存状况以及主要的病害特点,在发掘现场辩证地采取了与地仗层一同揭取、连同支撑体一起搬运、与墓葬局部一起搬迁、整体搬迁等多种现场提取方法,对陕西多处墓葬壁画进行异地搬迁保护,最大限度地保护原始壁画内容<sup>[11]</sup>,可以说是不同提取办法综合应用的一个典范。

## 三、现场保护临时加固材料

在脆弱遗迹的提取过程中,由于遗迹或其支撑土体的强度过低,在提取过程中需要对遗迹进行一定的加固处理,筛选适用于现场临时加固的材料,是保证待提取遗迹整体稳定性和提取安全性的关键所在,也是现场保护整体提取技术的研究重点所在。

### (一) 临时加固材料的要求

整体提取处理的目的是在保证文物信息完整的

前提下,将文物迅速、安全地运至实验室,减缓文物受外界环境的侵蚀。由于现场保护临时加固更多地是一种文物抢救性处理技术,是对文物的临时性、抢救性处理方法,因而所使用的加固材料不应影响后期文物的实验室处理产生影响。以此为出发点,结合文物保护通用原则,脆弱遗迹提取时临时加固材料应该满足以下几方面要求。

(1)临时加固材料应无色透明,在使用过程中不会对文物颜色、光泽产生明显影响。

(2)材料的可再处理性。现场保护多为临时加固处理,对文物进行更为细致的保护处理是在实验室后期,因此,现场的临时加固处理应在需要时便于去除且不会对文物产生损伤。

(3)施工工艺简单,使用安全。

(4)加固材料与文物的相容性好。任何加固材料都不是万能的,在选择加固材料时一定要依据文物的材质及文物所处的环境进行选择。

## (二)常用的临时加固材料

### 1. 石膏

现场文物提取中使用的石膏为熟石膏,主要成分为  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 。从 20 世纪 50 年代开始至今,石膏提取都是考古发掘现场使用广泛的一种整体提取技术。使用石膏时,先将熟石膏混入水后成为具有可塑性的浆状物,再根据提取文物的形状对其四周进行加固,浆状的石膏会逐渐凝固,失去可塑性成为有较大硬度的多孔固体,固化后的石膏即可分解松散文物或遗迹的力量,保证文物的安全不散落。在绷带法和套箱法中应用比较多的填充材料就是石膏。使用石膏对提取物进行加固支撑时,应先在提取物表面铺一层聚乙烯薄膜作为隔离层,既可避免石膏对遗迹造成污染,也便于后期修复过程中石膏的拆除。

石膏有易获取、提取过程易操作、无毒性的优点,但其有 3 个缺点。其缺点是:第一,不适用于大型文物的提取,石膏固化过程的实质是  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  与水产生水化作用,生成  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,水成为石膏中的结晶水,使得本身密度已较大的石膏质量大大增加,对于体量较大的文物,使用石膏加固后重量过大,不便提取和运输,因此石膏提取法主要用于体量较小的文物,不适用于体量较大文物的提取。第二,石膏固化会释放出大量的热,再加上透气性差,会使得被石膏封护的小环境湿热聚集,不利于文物的保护。第三,白色的石膏在使用过程中容易造成文物的污染,且石膏受污染的部分不易去除。

### 2. 聚氨酯泡沫

聚氨酯泡沫的作用方式类似于石膏,但是质量远远小于石膏,而且不受水源限制,在实际应用中效果好于石膏。使用聚氨酯泡沫的方法:将待提取遗迹清理后使用铝箔或聚乙烯包裹,周围用木框围绕,将木框和提取物中间注入聚氨酯泡沫,聚氨酯泡沫发泡后的固化过程存在明显收缩,可以多次灌注,使聚氨酯泡沫填充完全。

聚氨酯泡沫其实是聚氨酯硬质泡沫塑料,该材料具有导热系数小、质轻、隔音、防震、绝缘、化学性能稳定、固化速度快、强度高、施工工艺方便的优点,同时聚氨酯泡沫的封闭网状结构非常有利于水分的保持,尤其适合于需要保湿的文物提取。但是聚氨酯泡沫在使用过程中,会释放一定的有毒物质,使用危险系数较高,因此无法在考古发掘现场大面积推广应用。

### 3. 环十二烷

环十二烷是一种半透明呈蜡状的白色结晶,室温下呈固体,熔点( $61^\circ\text{C}$ 左右)较低。该材料和上面所述两种提取材料有所不同,石膏、聚氨酯泡沫都是为提取物提供力学支撑,属物理加固法,而使用环十二烷是一种化学加固法,即利用环十二烷在熔融状态下,渗入遗迹,增加力学强度,然后再利用自然升华去除的原理进行提取的。使用环十二烷的方法是:采用水浴加热的方式将环十二烷熔融,用纱布、日本纸等在需提取的文物或遗迹表面包裹,采用喷涂或刷的方式将环十二烷作用于文物表面,使环十二烷渗入提取物以增加提取物的强度,由于环十二烷凝固速度快,施加环十二烷必须准确迅速。

采用该物质的优点是:一有足够的强度,二是在室温下可完全升华。该特点满足于整体提取加固临时性的要求,在现场对脆弱文物起支撑作用后,后期处理可以很方便地进行,不影响后续永久性加固措施的实施。但其缺点是:第一,易挥发,毒性尚不明晰<sup>[11-12]</sup>,它的挥发可能会破坏臭氧层,对环境产生影响;第二,渗透性能较差,熔融的环十二烷只能对文物表层起到一定的加固,加固强度有限;第三,环十二烷需溶解于有机溶液才能使用,有机溶剂有时会对一些敏感文物产生破坏;第四,环十二烷粘性小,用作临时加固和文物的结合力小,会导致粘结强度不够;第五,熔融后的环十二烷固化速度快,对施工工艺要求较高,不利于操作。

尽管环十二烷有诸多缺点,但是在脆弱遗迹加固方面有着得天独厚的优势,主要是它在室温下可

以完全升华,极易去除,Camurcuoglu 报道了环十二烷用于脆弱陶瓷文物的临时加固<sup>[13]</sup>;杨忙忙等用环十二烷对脆弱石铠甲进行临时固型,成功地将石铠甲提取至实验室进行进一步修复<sup>[3]</sup>;马琳燕等在对陕西马头山道教真身泥塑造像进行搬迁时,对造像的关键部位和破损严重的部位采用了环十二烷贴布加固工艺进行临时加固定型处理,保证了造像的安全搬迁<sup>[14]</sup>。从环十二烷的大量应用可以看出,环十二烷已经被广泛应用于各种材质文物的临时加固。

#### 4. 薄荷醇及其衍生物

和环十二烷相同的是,薄荷醇固化后有较好的强度,且属于易挥发物质,使用后可以去除;同时具有无毒无害的优点,是一种理想的临时加固材料。由于该技术是首次使用,中国科学院上海有机化学研究所联合秦始皇帝陵博物院还申请了薄荷醇及其衍生物用作文物发掘现场加固材料的发明专利<sup>[15]</sup>。该材料也已应用于秦俑一号坑出土彩绘土块的临时加固及提取<sup>[16]</sup>。

薄荷醇优点是:它来源于植物,属于萜类物质,分子式为  $C_{10}H_{20}O$ ,是无色针状晶体或粒状,熔点为  $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,沸点  $216.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,有 8 种光学异构体,挥发性强、渗透性好、固化快、加固强度高。薄荷醇分子中含有极性较大的羟基,与被加固文物之间存在较强的分子间作用力,加固强度较好。

使用薄荷醇及其衍生物的方法是:在待加固文物碎片上覆盖纤维织物,将薄荷醇及其衍生物融化或溶于有机溶剂,将所得熔体或溶液涂刷于织物上,凝固后即可将文物安全地整体提取。需要去除薄荷醇时,仅需要对加固体加热,薄荷醇即可挥发。

关于使用薄荷醇是否会对文物产生破坏和影响的相关研究仍较少,目前还未发现缺点。王春燕等使用扫描电镜,对秦俑彩绘表面在薄荷醇加固前及薄荷醇挥发后进行扫描分析,发现彩绘表面微观形貌并未受到薄荷醇的影响<sup>[17]</sup>。而关于薄荷醇在文物中的残留、对文物的潜在影响等研究工作仍然有待进一步开展。

通过对以上 4 种材料进行对比发现:使用石膏加固,其材料易获取、操作简便、无毒性,一般用于普通文物的提取;使用聚氨酯泡沫加固,其固化速度快、强度高、施工工艺方便,利于水分的保持,适用于对湿度要求大的遗迹提取,但是有一定毒性;环十二烷固化速度快、易挥发、特别有利于后期去除,但是强度不高、毒性尚不明晰、操作也较复杂,有利于脆弱遗迹的提取;薄荷醇易挥发、使用后可以去除、无

毒无害,目前是一种理想的临时加固材料,但负面效果还不明晰。综上分析,我们可以得出结论:每一种加固材料的使用方法和适用范围都不相同,要根据文物的材质以及文物的保存状况选用合适的加固材料,同时有针对性地制定科学的施工工艺。有时在一个考古工地针对不同种类的文物遗迹,我们需要同时使用多种加固提取方法,切不可图省事,只采用单一方法进行加固和提取。例如李玲在对叶家山墓地出土文物进行保护加固时,就对不同种类文物采取了不同的方式加固和提取方法<sup>[18]</sup>:用 UV-P 和 PEG600、Primal AC33 复配液对漆器加固处理,用 BTA 对青铜器进行保护加固,然后再用套箱法、绷带法整体提取,取得了良好的效果。

## 四、结 语

近年来,关于脆弱遗迹提取技术的研究重点多集中在新型加固材料的研发和应用上。从石膏、聚氨酯到环十二烷、薄荷醇的出现,脆弱遗迹提取加固材料的研发在不断推进,新材料不断弥补旧材料的缺点,向更为优异、理想的文物临时加固材料靠近。性能优异的加固材料是影响文物保护的关键因素之一,施工工艺等也是保证文物有效保护的重要因素。因此,对于已有的临时加固材料,应从各材料的理化特点入手,通过分析遗迹提取前后性能指标的科学表征,深入研究各种材料可应用的文物类型;明确各种材料相对于不同类型文物的最佳施工工艺,将临时提取操作流程规范化、科学化,建立起对应于不同类型脆弱遗迹的提取方法,最大限度地保留出土文物的文化信息,为以后的科学研究创造条件。

#### 参考文献:

- [1] 南普恒,田进明,王京燕.平遥弓村遗址出土猪骨骨架的现场保护及整体提取[J].文物保护与考古科学,2011,23(1):52-57.
- [2] 赵西晨,黄晓娟,张勇剑,等.陕西韩城梁带村两周墓葬出土串饰的提取与保护[J].文物,2011(8):73-76.
- [3] 杨忙忙,夏寅.用环十二烷提取秦陵陪葬坑中的铠甲及相关问题探讨[J].考古与文物,2005(3):93-96.
- [4] 周双林,刘连强,赵战护,等.丙烯酸树脂非水分散体加固剂在泥河湾古象足痕迹提取中的应用[J].文物保护与考古科学,2006,18(3):57-59.
- [5] 李钢,王波.成都市新都区新石器时代晚期土坑墓提取与保护[J].文物保护与考古科学,2010,22(1):65-68.

- [ 6 ] 张光敏. 土坑墓整体切割与搬迁[J]. 文物保护与考古科学, 2004, 16(3):55-57.
- [ 7 ] 佚名. 考古发掘现场保护的新理念新实践:陕西省考古研究院壁画墓的整体搬迁与技术研究[N]. 中国文物报, 2010-02-26(5).
- [ 8 ] 杨璐, 黄建华. 考古发掘现场文物保护中的整体提取技术[J]. 文物保护与考古科学, 2008, 20(2):65-70.
- [ 9 ] 陈家昌. 考古现场脆弱文物的提取与保护材料的应用[N]. 中国文物报, 2007-08-17(8).
- [ 10 ] 杨璐, 黄建华. 考古发掘现场文物保护技术[M]. 北京:科学出版社, 2012.
- [ 11 ] 中国文化遗产研究院. 文科科技研究:第7辑[M]. 北京:科学出版社, 2010.
- [ 12 ] 罗宏杰, 韩向娜, 黄晓, 等. 环十二烷在文物保护中的应用进展[J]. 中国材料进展, 2012, 31(11):48-55.
- [ 13 ] Camurcuoglu D C. Cyclododecane reinvestigated; an experimental study on using cyclododecane to secure unstable ceramic surfaces prior to transportation[J]. Conservation news:UKIC, 2005, 94(2):26-28.
- [ 14 ] 马琳燕, 周伟强, 齐扬. 陕北马头山道教真身(肉身)泥塑像搬迁及保护研究[J]. 文物保护与考古科学, 2011, 23(1):49-53.
- [ 15 ] 上海有机化学研究所, 上海硅酸盐研究所, 秦始皇兵马俑博物馆. 薄荷醇及其衍生物作为文物发掘现场加固材料的用途:中国, 201010252551[P]. 2011-02-02.
- [ 16 ] Han X, Rong B, Huang X, et al. The use of menthol as temporary consolidant in the excavation of Qin Shi-huang's terracotta army[J]. Archaeometry, 2013(11):5676-5681.
- [ 17 ] 王春燕, 惠娜, 容波, 等. 薄荷醇及其衍生物对彩绘遗迹表面的影响[J]. 文博, 2013(4):75-76.
- [ 18 ] 李玲. 湖北随州叶家山西周墓地考古发掘中的文物保护技术[M]. 中国文物报, 2012-03-09(7).

## New progress in the methods and materials of historic preservation in archaeological sites

LI Bin<sup>1,2</sup>, WU Chen<sup>2</sup>, RONG Bo<sup>2</sup>

- (1. School of History and Culture, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi, China;
- 2. Key Scientific Research Base of Ancient Polychrome Pottery Conservation, Museum of the Terracotta Warriors and Horses of Qin Shi-huang, Xi'an 710600, Shaanxi, China)

**Abstract:** The safe and scientific extraction of cultural relics in archaeological sites can best reveal and preserve the integrity of the unearthed relics as well as the relevant information, so as to create the conditions for scientific protection, complete recovery and further research. By analyzing the new skills and methods applied in the extraction of cultural relics in archaeological sites in recent years such as Uncover and Extract, Set the Box, Banding Method and Freezing Method and new materials adopted in the extraction of cultural relics such as gypsum, polyurethane foam, cyclododecane, menthol and its derivatives, this paper compares the merits and demerits as well as application range of all above with the aim to improve the technologies of historic preservation in archaeological sites.

**Key words:** field archaeology; site protection; protective extraction; archaeological sites; historic preservation; overall extraction

