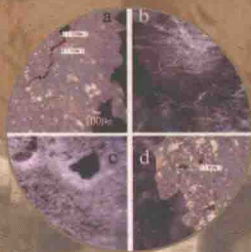


考古发掘现场 脆弱文物安全提取与 临时固型技术研究

罗宏杰 容波 韩向娜 黄晓 张秉坚 等 著



科学出版社

考古发掘现场脆弱文物安全 提取与临时固型技术研究

罗宏杰 容 波 韩向娜 黄 晓 张秉坚 等 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

考古发掘现场脆弱文物与遗迹众多,将其完整、安全、有效地提取到实验室进行保护,是亟待解决的重大需求和艰难任务。本书针对考古发掘现场脆弱文物遗迹提取的需求,首次提出可控去除材料的设计原则,筛选合成了薄荷醇及其衍生物作为考古现场可控去除临时固型材料,研究了材料的可行性、可控去除性及安全性,筛选优化出不同温、湿度下、多种材质文物的固型保护工艺,实施了示范推广应用,有效支撑了考古发掘现场脆弱文物的保护。

本书适宜文物保护、科技考古、考古学等学科研究者及相关院校师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

考古发掘现场脆弱文物安全提取与临时固型技术研究 / 罗宏杰等著. —北京: 科学出版社, 2018.11

ISBN 978-7-03-059556-0

I. ①考… II. ①罗… III. ①文物-考古发掘-发掘方法-研究
IV. ①K854.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第260317号

责任编辑: 朱 丽 李丽娇 / 责任校对: 赵桂芬

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 耕者设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京画中画印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年11月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2018年11月第一次印刷 印张: 15 1/4

字数: 288 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

考古发掘现场脆弱文物与遗迹众多,将其完整、安全、有效地提取到实验室(这一过程简称为“临时固型提取”),进行后续永久性保护,不但是考古发掘现场第一时间保护亟待解决的问题,也是濒危文物抢救、中华文化保护的重大需求和任务。

针对考古发掘现场脆弱文物与遗迹第一时间保护存在的瓶颈问题,依据临时固型提取技术的特殊要求,在广泛调研国内外研究应用的基础上,以克服国际流行临时固型提取技术的弊端、开发具有中国自主知识产权产品为目标,我们首次提出了适合考古发掘现场脆弱文物临时固型、后续可控去除材料的设计、遴选原则,在多种拟用材料临时固型实验研究的基础上,确定以薄荷醇作为可控去除临时固型、可控去除目标材料。

初步研究表明,利用水浴熔化的薄荷醇熔液加固文物时,存在下述问题:熔液温度高($60\sim 80^{\circ}\text{C}$),易损伤温度敏感性文物;熔液黏度以及黏度温度系数大,无法喷涂、只能涂刷加固,致使施工周期长,且难以对非平整的脆弱文物曲面进行涂覆加固;熔液亲水性差,难以渗透到潮湿文物内部加固提取文物;熔液渗透深度较小,难以加固提取较厚文物;等等。为此,我们以薄荷醇为基础,通过分子结构变化,系统计算了薄荷醇衍生物以及类薄荷醇材料的亲水性、熔点及挥发温度等临时固型性能,聚焦合成、选择了一批具有不同熔点、不同亲水性、不同挥发速度、不同加固强度的新型临时固型材料。最后,以薄荷醇为基础材料,通过引入不同的新型薄荷醇衍生物、类薄荷醇,或(和)添加乙醇等有机溶剂,系统配制了不同挥发速度、不同渗透深度、不同加固强度的临时固型材料熔液、溶液及乳液,系统研究了它们临时固型提取的可行性、去除可控性以及文物、人和环境的安全性,研究了若干种临时固型工艺并形成工艺规范,成功获得了可满足考古发掘现场多种材质、多种环境不同临时固型提取需求的材料体系与成套工艺技术。

在此基础上,为进一步减少发掘过程环境急剧变化对脆弱性文物的破坏作用,我们研究了薄荷醇及其衍生物作为环境障碍材料应用的可行性,评价了材料的阻氧、阻水及阻紫外线能力,研究了这些材料拟杀霉菌性能,成功获得了一系列具有良好环境障碍、霉菌拟杀性能的临时固型材料可控技术。

研究工作获得了多项国内外领先的创新性研究成果,已成功应用于 50 多处国家重点考古发掘工地、多种材质脆弱文物及遗迹的提取与保护实践中,获得了文

物保护单位的广泛好评，有效保障了考古发掘现场众多脆弱性文物及遗迹的抢救性提取，大大缩短了脆弱文物的提取时间，缓解了易感霉菌条件对环境敏感性文物在发掘过程中带来的破坏，减少了传统方法(石膏提取等方法)提取文物时对文物的污染与损坏，形成了一整套具有中国自主知识产权的研究成果，大大提升了我国考古发掘现场文物保护的科学技术水平，为我国考古发掘现场脆弱文物的保护提供了强有力的科学技术支撑。

该项目主要完成单位有：秦始皇帝陵博物院、上海大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、北京科技大学、浙江大学、中国科学院上海有机化学研究所、中国科学院上海高等研究院等科研机构。全书共分七章，秦始皇帝陵博物院容波研究员撰写了第一章；上海大学罗宏杰教授、浙江大学张秉坚教授负责撰写第二章；上海大学罗宏杰教授、黄晓研究员及郝建教授负责撰写第三章；上海大学罗宏杰教授及黄晓研究员、北京科技大学韩向娜博士、秦始皇帝陵博物院容波研究员负责撰写第四章；上海大学罗宏杰教授、秦始皇帝陵博物院容波研究员、北京科技大学韩向娜博士负责撰写第五章；上海大学罗宏杰教授及黄晓研究员、秦始皇帝陵博物院容波研究员负责撰写第六章；上海大学罗宏杰教授、北京科技大学韩向娜博士撰写第七章；附录一推广应用典型案例分别由中国社会科学院考古研究所、秦始皇帝陵博物院、北京科技大学、浙江省文物考古研究所、河南省文物考古研究院、山东省淄博市临淄区文物管理局、国家文物局水下文化遗产保护中心等各考古工地现场保护负责人撰写(详见案例正文)；附录二应用证明由各考古工地所在机构及项目实施方提供；附录四查新报告由项目参与单位中国科学院上海硅酸盐研究所提供；其他相关材料由项目组成员提供。

全书由罗宏杰教授、容波研究员统稿，科学出版社朱丽女士审稿编辑。

作者

2018年5月

摘 要

考古发掘现场脆弱文物与遗迹众多, 将其完整、安全、有效地提取到实验室进行永久保护, 是考古发掘现场亟待解决的问题。

针对这一需求, 研究人员在广泛调研国内外临时固型保护与研究现状的基础上, 以获取绿色、安全、可控去除、具有中国自主知识产权临时固型材料为目标, 首次提出了适合考古发掘现场脆弱文物临时加固、后续可控去除材料的设计、遴选原则。本书系统评价了多种拟用材料临时固型特性, 确定以薄荷醇作为可控去除临时加固目标材料。为克服薄荷醇熔化后温度高($60\sim 80^{\circ}\text{C}$)易损伤文物、黏度与黏度温度系数高无法喷涂、亲水性差难以固化潮湿文物等缺点, 以薄荷醇分子结构为基础, 系统计算了薄荷醇衍生物以及类薄荷醇材料的亲水性、熔点及挥发性等可控去除临时固型关键性能, 筛选并合成了一批具有不同熔点、不同亲水性、不同挥发速度、不同加固强度的新型临时固型材料。以薄荷醇为基础材料, 通过引入不同的新型薄荷醇衍生物与类薄荷醇, 或(和)添加乙醇等有机溶剂, 系统配制了不同挥发速度、不同渗透深度、不同加固强度的临时固型材料熔液、溶液及乳液, 全面研究了临时加固提取工艺并形成工艺规范, 深入探讨了薄荷醇基复合材料临时固型的可行性、可控去除性以及文物、人及环境的安全性, 成功获得了可满足考古发掘现场多种材质、多种环境不同临时固型提取需求的绿色、安全材料体系与工艺技术。此外, 系统研究了薄荷醇及其衍生物的阻氧、阻水、阻紫外线及拟杀霉菌特性。获得了多项国内外领先的创新性研究成果, 成功应用于 50 余处重点考古发掘工地不同材质脆弱文物、遗迹的保护提取。“考古发掘现场出土脆弱遗址临时固型材料研究”获得了“十二五”文物保护科学和技术创新奖一等奖(2011~2015 年度)。

INTRODUCTION

At archaeological excavation sites, it is very common to encounter fragile cultural relics. How to pick up and transfer those fragile relics to laboratory in an intact, safe and effective manner is the very first challenge on-site, which is very important for the rescue of the endangered relics and the preservation of Chinese culture.

Based on its unique requirements and extensive literature research, we aim at Facing the bottleneck problem of the urgent on-site protection of the fragile relics and for the first time, propose the criteria of the potential materials suitable for temporary and reversible consolidation on those relics. Among those candidates, menthol is selected as target material for future study after preliminary experimental screen. Systematic and thorough researches are carried out on menthol and its derivatives, focusing on the feasibility, safety and controllable removal of such materials, as well as the temporary consolidation and controllable removal methods. Besides safety to the cultural relics, the safety of such materials to the environment and human bodies is also carefully examined. We further optimize and standardize the temporary consolidation and conservation methods. This top-notch technology has been applied in the conservation of nearly 50 fragile cultural relics at various places and with various material nature, whose outcomes are well recognized by many conservators. This novel technology greatly shortens the on-site protective practice on cultural relics, alleviates the damage due to long time exposure of the sensitive relics to the environment, and eliminates potential contamination and damages aroused by traditional techniques (for example, plaster method). All these will benefit the future conservation of those fragile relics. This technology facilitates the transformation of passive emergency protection to active preventive protection, which greatly improves the scientific and technological level of the conservation of fragile cultural relics at the archaeological excavation sites, and also provides a powerful tool for such needs.

A new temporary consolidation technology and its application for fragile cultural relics in archaeological excavation sites.

Numerous fragile cultural relics and historical remains exist in archaeological excavation sites. How to lift them intact, safely and effectively to laboratories for permanent conservation still remains an urgent and unresolved global problem in First

Aid of Archaeological Excavation Site.

On the basis of document survey, material design and preliminary research, design and selection principles of the controllable, removable and temporary consolidation material were proposed firstly. Menthol and its derivative were eventually selected as the target temporary consolidation material via experiments, safety research and economic study of multiple candidate materials.

On the basis of preparation of menthol and its derivative with different physical states (melted liquid, solution and gas state), the effectiveness, safety and controllable removable property of menthol and its derivative were confirmed systemically via temporary consolidation research on organic, inorganic and metal simulate samples. Technological processes of consolidation and extraction were systemically studied by discussing the menthol and its derivative material system and best technological process of different materials (organic, inorganic, metal), different moisture contents (low moisture content, high moisture content) and different environments (temperature, humidity). Besides, the micro-environment control device and a batch of tools and devices used for extraction were developed.

By the end of 2016, the technology has been applied to temporary consolidation and extraction of representative and typical relics of 50 key cultural relics protection units with favorable comments. It provides a powerful technological support for fragile remains extraction in archaeological excavation sites of our country, thus it is of great significance to improve our extraction technique and equipment level. "Research on temporary solid materials of fragile sites unearthed at archaeological excavations" has won the first prize (2011~2015 degrees) of the "Twelve-Five" Heritage Conservation Science and Technology Innovation Award.

目 录

前言

摘要

INTRODUCTION

第一章 考古发掘现场出土脆弱文物的安全提取与保护状况	1
1.1 考古发掘现场脆弱文物	1
1.2 脆弱文物出土面临的问题	1
1.3 国内外脆弱性文物临时固型提取保护技术研究与应用进展	2
1.3.1 石膏提取法	3
1.3.2 聚氨酯泡沫提取法	6
1.3.3 环十二烷提取法	6
1.3.4 薄荷醇提取法	8
1.4 文物遗迹提取、保护材料的要求与原则	9
1.5 脆弱性文物及其遗迹发掘	10
1.5.1 取样	11
1.5.2 样品分析	11
1.5.3 临时固型系统提取方案	11
参考文献	12
第二章 考古发掘现场脆弱文物临时固型材料实验室遴选	14
2.1 可控去除临时固型材料遴选原则	14
2.2 临时固型材料实验室筛选研究	14
2.2.1 实验材料	15
2.2.2 实验方法	16
2.2.3 实验数据与讨论	21
2.3 小结	33
参考文献	34
第三章 薄荷醇及其衍生物作为临时固型材料的实验室合成	35
3.1 薄荷醇的基本性能	35
3.2 商用薄荷醇的应用缺陷	36
3.3 薄荷醇及其衍生物异构体性能	37
3.4 薄荷醇及其衍生物的实验室合成	38

3.5 薄荷醇及其衍生物的分子设计与合成	43
3.5.1 薄荷醇及其衍生物的设计思路	43
3.5.2 低熔点薄荷醇基临时固型材料	46
3.6 小结	55
参考文献	56
第四章 薄荷醇及其衍生物作为临时固型材料的实验室研究	57
4.1 薄荷醇临时固型行为的有效性研究	58
4.1.1 有效性的实验室研究	58
4.1.2 小结	67
4.2 可控性实验室研究	67
4.2.1 熔融可控进入	68
4.2.2 溶液可控进入	71
4.2.3 薄荷醇的排出	73
4.3 临时固型材料的安全性研究	74
4.3.1 实验样品、仪器和方法	75
4.3.2 结果与讨论	76
4.3.3 小结	82
4.4 薄荷醇对生物体的安全性	82
4.4.1 薄荷醇对人体内不良反应	83
4.4.2 薄荷醇的动物毒理学研究	84
4.4.3 薄荷醇的工作环境安全性评估	84
4.5 结论	87
参考文献	88
第五章 薄荷醇及其衍生物临时固型工艺的实验室研究	89
5.1 临时固型提取工艺实验室研究	89
5.1.1 材料和试剂	89
5.1.2 固化过程	89
5.1.3 最佳施工工艺的确定	89
5.1.4 最佳使用温度的确定	90
5.1.5 结果与讨论	90
5.2 临时固型提取工艺实施操作研究	94
5.3 考古发掘现场出土遗迹临时固型工艺流程	96
5.4 小结	99
第六章 考古发掘现场微环境构建	100
6.1 考古发掘现场环境突变	100

6.2 考古发掘现场出土文物临时微环境阻隔材料	102
6.2.1 阻氧	103
6.2.2 阻水	103
6.2.3 阻紫外线	105
6.2.4 小结与展望	106
6.3 发掘现场微环境构建	106
6.3.1 文物含水率的保持	107
6.3.2 温湿度的控制	107
6.3.3 空气净化控制	107
6.3.4 发掘现场采光中紫外线的过滤	107
6.4 小结	108
参考文献	108
第七章 未来研究与应用展望	109
附录一 推广应用典型案例	110
案例 1 江西海昏侯墓园 M5 棺盖揭取与保护方法	111
0 引言	111
1 棺盖揭取	113
2 遗存后背加固	116
3 结语	119
参考文献	119
案例 2 考古发掘现场出土木质遗存揭取方法与保护程序	121
0 引言	121
1 谢尔塔拉 M11 棺盖揭取	122
2 棺盖揭取后固定处理	126
3 结语	130
参考文献	131
案例 3 薄荷醇固型技术应用于秦俑一号坑出土脆弱遗迹研究	132
0 引言	132
1 考古发掘现场文物提取方法概述	132
2 薄荷醇的性能及特点	133
3 薄荷醇提取出土脆弱遗迹工艺	134
4 秦俑一号坑出土遗迹提取案例	136
5 技术总结与展望	139
参考文献	140

案例 4 红军首份军报《浪花》抢救性修复保护研究	141
0 引言	141
1 《浪花》的病害调研	141
2 《浪花》的抢救修复保护	143
3 结论	151
参考文献	151
案例 5 薄荷醇在信阳城阳城址十八号墓现场脆弱文物提取保护中的应用	152
0 引言	152
1 薄荷醇提取原理	153
2 薄荷醇现场提取实例	154
3 结论	157
参考文献	157
案例 6 潮湿环境下土遗址样品加固实践——以良渚水坝样品为例	158
1 良渚水坝与草包泥堆筑工艺	158
2 加固方法	159
3 加固材料与工艺	161
4 结论	164
参考文献	164
案例 7 山东临淄敬仲镇褚家村出土战国古车遗迹的提取	165
0 引言	165
1 考古发掘现场出土古车现状	166
2 左旋薄荷醇在古车遗迹提取中的应用	169
3 结论	169
参考文献	170
案例 8 薄荷醇在“南海一号”出水糟朽木质文物提取保护中的应用	171
0 引言	171
1 饱水隔仓板的提取	173
2 立面竹条的加固	179
3 展望	181
参考文献	182
案例 9 薄荷醇在长安县和靖边两处墓葬壁画揭取中的应用研究	183
0 引言	183
1 西安市长安县唐墓石灰地仗壁画的揭取	184
2 陕北靖边统万城北魏无地仗壁画揭取	186

3 薄荷醇揭取墓葬壁画工艺.....	189
4 结论.....	190
参考文献.....	191
附录二 应用证明.....	192
附录三 专利证书.....	209
附录四 查新报告.....	217
附录五 获奖证明.....	225
后记	226

第一章 考古发掘现场出土脆弱文物的安全提取与保护状况

1.1 考古发掘现场脆弱文物

中国作为四大文明古国之一，有着浓厚的历史文化底蕴，而作为其中极具代表性的品种之一——文物遗存则更为丰富。截至目前我国已出土众多文物，这些文物类别不一，出土状况也有差别，但它们有一个共同点，这些文物都经历了千百年的地下土壤埋藏环境。每一个待出土的文物都会经历从封闭向开放的环境突变，这个过程中文物表面或者内部会发生一系列复杂的物理、化学反应，会导致文物此前趋于稳定的平衡状态瞬间被破坏，从而破坏文物出土原状，危害文物自身安全，甚至影响后期对文物的历史信息提取与研究。因此，针对目前我国考古发掘现场出土文物的保护现状，考古发掘现场文物保护应运而生。作为文物保护的重要研究内容之一，考古发掘现场文物保护就是运用一系列科学、有效的保护措施，确保文物出土时不被破坏，将环境突变造成的影响降到最低，安全地提取文物，直到转移至实验室进行下一步保护。

此外，关于遗迹的定义，需要指出的是，广义上的“遗迹”是指古代人类通过各种社会活动遗留下来的痕迹，包括遗址、墓葬、灰坑、岩画、窑藏及人类活动所遗留下来的痕迹等。很多考古发掘现场出土的脆弱遗迹，就是残留在土壤等埋藏环境中的文物碎片、彩绘文物表层的彩绘层或者其他脱落物等，这些文物遗迹往往十分脆弱，但是这些遗留下来的具有丰富历史信息的脆弱遗迹是研究人员进行研究及考证历史、文化及技术等古人类社会的重要研究对象，因此对其进行出土保护与安全提取非常必要。

1.2 脆弱文物出土面临的问题

文物出土时，往往会有小块文物碎片、文物的表层脱落物残留于土壤中。怎样提取这些残存文物，是文物保护部门遇到的难题。同样的难题还有：①对于某些珍贵的棉麻文物，由于在地下埋藏年代较久，文物本身已经没有任何强度，直接提取往往会对其造成无法弥补的伤害；②某些古代武士铠甲，也由于埋藏时间较久，其相互间的连接（铜丝或线绳）已经被破坏，如何完整地

将其从发掘现场提出,而不会破坏其原有的排列顺序,也是必须解决的问题;③壁画和岩画在自然界中已经严重风化或被腐蚀,需要将画面揭下进行人工保存防护。

目前脆弱性遗迹提取工作还未有成熟的技术方法,现有保护工作均属应急性、抢救性工作。这是由于遗迹在地下埋藏了上百年甚至几千年,长期保存在较为稳定的潮湿缺氧环境之中,与周围环境达到相对平衡的状态。而且遗迹历史久远,因其自身状态及时间关系,遗迹本身已经没有任何强度,处于非常脆弱的状态。出土后突然暴露在富氧与干燥的环境之中,无法迅速适应外界环境条件。与原有环境的平衡很快被打破,遗迹快速脱水、氧化,表面产生收缩开裂,颜料脱落,遗迹发生变形等,致使遗迹本身或遗迹脱落物残留于土壤或发掘现场中^[1]。如此脆弱的遗迹,如果直接进行提取,难免会导致遗迹进一步的损毁,对其造成无法弥补的破坏。怎样提取这些含有珍贵信息又脆弱的残存文物遗迹,是文物保护工作者遇到的非常棘手的难题。针对以上情况,文物保护工作者积极探索了一些提取方法,取得了一定的成效。

以秦始皇帝陵园出土的石铠甲为例,在地下已经碎裂成千块碎片,再加上长期处于潮湿状态,其相互间的连接(扁铜丝)已被破坏,出土时石质甲片已经破损、变形、裂隙;如何完整地将其从发掘现场提出,而不会破坏原貌,也是必须解决的问题。墓葬壁画和岩画由于遭受自然界和人为的破坏,已经严重风化或变得脆弱不堪,有时需要将画面揭下进行人工保存防护;如何无损地完成揭取工作,也是非常大的难题。以上这些在考古现场很常见的问题长期困扰着文物保护工作者。传统的办法是用套箱、石膏或聚氨酯发泡剂等来加固和提取,但是这几种办法都有较大的限制条件和不便之处。

临时加固剂的要求是,可溶于普通有机溶剂,采用喷刷方式,当溶剂挥发后,析出的临时加固剂与被加固物形成紧密结合,便于在外力作用下,被加固物能完好地与原有埋藏环境分离。最重要的是,临时加固剂可采用方便的方式(加热通风或自然存放)从加固物中去除,不留下残余。

1.3 国内外脆弱性文物临时固型提取保护 技术研究与应用进展

考古发掘现场文物遗迹的提取方法常见的有四种,即石膏提取法、聚氨酯泡沫提取法、环十二烷提取法和薄荷醇提取法。

1.3.1 石膏提取法

石膏是单斜晶系矿物,主要化学成分是硫酸钙(CaSO_4),石膏的微观晶体呈板状、纤维状、块状或颗粒状,常温凝固后呈白色固体,具有一定的硬度。石膏广泛用于工业、建筑业材料、医疗和食品等领域,也常被用于考古发掘现场文物的提取。

石膏提取法通常将石膏浆用于纱布缠绕提取或将石膏浆填充在套箱与遗迹的空隙之间。石膏的主要作用是固型,即固定文物遗迹,使其保持原状并进行提取,石膏提取法的具体步骤如下:

(1)清理遗迹周边的泥土,使文物遗迹呈台基状,便于纱布的缠绕或者套箱的套入。

(2)如果是基本提取,不需要使用套箱,则可使用纱布从台基底部向上螺旋式缠绕。如需使用套箱,则套箱需要与遗迹之间保持一定空隙,方便石膏浆的填充。

(3)在纱布表面涂刷石膏浆或者将石膏浆注入套箱与遗迹之间的空隙中。

(4)待石膏浆固定后,进行底切处理,提取文物遗迹。

石膏提取法是考古发掘现场脆弱遗迹整体提取技术中比较复杂的一种方法。该方法借助石膏的强度,把文物和周边的泥土一同提取出来^[2]。关于此提取方法,我国已有相关应用,早在1995年10~11月,陕西省考古研究所和德国美茵兹罗马-日耳曼中央博物馆合作,对发掘的北周武帝孝陵中的壁龛及墓室的遗迹、遗物进行了现场文物的保护性提取^[3]。文物工作者事先对遗迹的保存状况进行了充分观察和分析,综合讨论后,决定采用石膏封护提取法,按照遗迹周围泥土清理—切割—石膏灭菌—记录—石膏加固—水平起挖—石膏块底部封固的步骤进行,成功提取了文物遗迹;2004年,西安市文物保护考古研究所对北郊北周康业墓出土的骨质文物进行了整体提取,提取之前用湿麻纸包裹文物并进行防霉处理,然后用石膏和麻纸分层包裹的方法给人骨文物加固定型^[4];李钢和王波对成都市新都区新石器时代晚期土坑墓中的遗迹进行了提取^[5],采用套箱法辅助石膏法进行,套箱与遗迹周围泥土之间的空隙用石膏填充,起到定型加固的作用,保证文物的安全提取;赵西晨等对陕西韩城梁带村两周墓葬出土的串饰进行了提取保护,采用套箱法结合石膏支顶的方法提取串饰遗迹^[6];南普恒等提取了平遥弓村遗址的猪骨骨架,采用制作木质套箱和石膏灌浆的方法,将石膏与潮湿粉状泥土混合填充于木质箱板和土台遗迹之间,压实固定,最后实施提取^[7];韩炳华等对河曲坪头遗迹新石器时代的房址进行了保护与提取,完成试搬迁、挖槽、切割等步骤后,采用湿麻布浸润石膏浆,全方位包裹遗址,待石膏浆干燥固型后,实施提取^[8]。张光敏参与大溪遗址墓葬的提取与搬迁工作,发现石膏灌浆提取的种种弊端^[9]:由于大溪遗址的地理位置偏远且提取的遗迹较大,需要较多石膏和调和的水,运

输这些材料很困难。同时,考虑到大量的石膏浆填充于套箱与遗迹空隙间,在其封闭后水分不易蒸发,增加了遗迹保存环境的温湿度,对遗迹的保存不利。鉴于此,舍弃石膏提取法,选取了质量小的聚氨酯泡沫。此外,石膏具有吸水性,不适用于漆器类需要保持一定湿度的脆弱文物,黄建华等对先秦时期一座墓葬出土彩绘漆盘进行整体提取^[10],为了保持漆盘中的湿度,避免漆层失水干燥卷曲剥落,提取时先用聚乙烯薄膜包裹严实,再用纱布缠绕防止基座崩解,最后用纸胶带包裹固定,提取过程中没有使用石膏,这种做法为漆盘营造了一个良好的湿度环境。综上,可以看出石膏提取脆弱遗迹的方法并不适用于所有的遗迹提取,这种方法存在一些缺点,需要更好的材料与方法替代。在北周武帝孝陵中发掘现场文物遗迹的提取中,石膏的去除较为复杂,因石膏具有一定硬度,在去除时需要使用锯子或者手术刀甚至电锯等工具,这种做法也会对石膏边缘露出的文物部分造成损害^[3]。同时在清除石膏的过程中会产生粉尘,危害工作人员的健康。需要指出的是,石膏的主要成分是硫酸钙,这会给文物带来盐污染的隐患。在提取时会将石膏与水调和成糊状,石膏加水是放热过程,这种温度的变化对文物的保存大为不利,并且体积的收缩与膨胀对文物存在潜在的应力危害。虽然石膏提取法应用较为广泛,但由于石膏的质量大,提取体量特别大的文物需采取套箱法。

对于提取那些需要完整保留的文物,如陶窑遗址、车马坑、脆弱或破碎的器物,需要考虑文物的保存状况、考古研究需要及埋藏环境来决定选择整体提取还是部分提取。显然,部分提取主要应用于遗址文化层的提取、表层遗迹面的提取等,而整体提取则多用套箱法和打包法。套箱法多用来对平面文物进行提取,但近年来,随着提取技术的不断进步,套箱法也逐渐被应用于立面遗物的提取,制作箱体的材料可根据实际情况选择木材或金属。套箱提取的技术关键主要是应在箱体和被提取物之间的空隙进行填充,以避免器物在提取过程中发生位移,造成文物的破损。填充材料多选择石膏或聚氨酯发泡材料,两者各有优势。在平面提取较大器物时,应避免底部形成弓形弯曲,因此,底部应采用强度高、刚度大的材料(如可使用钢木结构)。例如,戴洪霞为了整体提取棺内所葬金代齐国王及其合葬女性二者身着完整、穿戴有序的衣裳冠履带,先行逐步清除墓坑内填土,用绳索吊开石椁盖板,再将石椁四壁板分别移开。一具完整无损的银饰朱棺得以呈现在墓坑之内。由于棺木板没有明显腐朽痕迹,木质结构较好。在现场将木棺四角、棺底及四壁棺板用木方夹固,选用抗拉强度较好的棕绳缠绕加固,然后用起重机将木棺整体吊装,平稳置放在汽车上,将木棺运回安全设施较好的工作室内^[11]。

打包法主要用来对小型文物进行整体提取,打包所用的加强材料主要有各种纤维织物,如无纺织布、麻布等;使用的黏结材料主要有石膏、水溶性树脂、热塑性树脂等。具体采用哪种材料,应从现场环境和提取文物的特点出发。使用水溶性树脂、热塑性树脂具有操作相对简单、不污染提取器物等优点,但同时存在流