

土遗址

保护材料探索

——非水分散体材料研制及
土遗址加固研究

周双林 著



文物出版社

土遗址保护材料探索

非水分散体材料研制及土遗址加固研究

周双林 著

文物出版社

封面设计 周小玮

责任印制 陈 杰

责任编辑 李 东

图书在版编目 (CIP) 数据

土遗址保护材料探索: 非水分散体材料研制及土遗址
加固研究 / 周双林著. —北京: 文物出版社, 2011. 8
ISBN 978 - 7 - 5010 - 3213 - 6

I. ①土… II. ①周… III. ①文化遗址 - 文物保护 -
建筑材料 - 研究 - 中国 IV. ①K878. 04②TU746. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 140471 号

土遗址保护材料探索

周双林 著

*

文物出版社出版发行

(北京市东直门内北小街 2 号楼)

<http://www.wenwu.com>

E-mail: web@wenwu.com

北京君升印刷有限公司印刷

新华书店经销

889 × 1194 1/32 印张: 7.75

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5010 - 3213 - 6 定价: 38.00 元

序

——让我们共同来关心古遗址的保护

国内的古遗址保护工作，从20世纪50年代就已经开始，如对半坡遗址，周口店遗址，仰韶村遗址等都在发掘过程中注意保护，到后来的西安沣西西周车马坑遗址，浙江河姆渡遗址，秦兵马俑坑遗址，陕西大明宫遗址，山东临淄车马坑遗址，辽宁金牛山遗址，甘肃秦安大地湾遗址，三门峡虢国墓车马坑遗址，湖北黄石铜绿山遗址，江西景德镇瓷窑遗址等。把许多重要的遗址用保护棚或建筑盖成博物馆，但多数遗址仍暴露在野外。

经过近十年的努力，我国初步建立了大遗址保护管理体系；大遗址保护全面启动，开展了高句丽遗址、殷墟遗址、大明宫遗址、交河古城保护等一系列的保护工程。从2005年开始，财政部和国家文物局启动“大遗址保护项目”，国家每年投入2.5亿元。去年国家制定实施《“十一五”期间大遗址保护总体规划》，设立大遗址保护国家项目库，设立大遗址保护专项资金。目前已完成100项大遗址保护的规划设计，丝绸之路新疆段、西安大遗址片区、洛阳大遗址片区、大运河等重点示范项目稳步实施。

遗址的保护及利用，也得到社会各界支持。如广州市政府已在这方面做出很好的榜样，前几年在市中心繁荣的商业区工程中发现南越国宫署遗址等情况时，果断决定，不惜巨大的经济损失，停止外商投资兴建的工程项目，随后又搬迁原来的儿童公园，划出4.8万平方米的绝对保护范围。市政府在听取各方专家意见后表示，广州不缺高楼大厦，我们需要的就是这些反映广州

文化特色的文物古迹。要下决心保住祖宗给我们留下引以为骄傲的珍贵资产。

也由于业务人员的积极试验研究,勇于实践,出现一些好的遗址保护典型:如汉阳陵、殷墟、大明宫、周口店、交河故城等遗址的保护与展示,得到较好的社会效益,并成为旅游热点。潮湿环境的遗址保护工程,也在进行着有益的实践与探索,如绍兴印山越国王陵遗址,萧山跨湖桥独木舟遗址、成都商业街船棺遗址、湖北曾侯乙墓遗址等。

但由于我国的历史悠久,大量的遗址随着经济建设的飞速发展,被发现、发掘。已公布的六批国家级重点文物保护单位2351处中,古遗址就有506处,如果加上古墓葬及古建筑遗迹,则已超过1000处。通过第三次文物普查,第七批名单正在申报中的古遗址数量将更为可观。

土遗址保护是一项针对性极强的实践工作,受经济发展、保护意识、地域环境条件、遗址构造特征和展示利用等诸多因素制约。因此,借鉴各学科的研究方法和相关理论,从机理上阐述病害的形成与发展,才能够很好地为土遗址的保护提供理论指导和科学依据。遗址的保护又是一项相当复杂的工程,不同地区、不同土建筑材料、不同结构形式会存在不同的破坏方式,我们不可能研制开发出一套行之四海而皆准的保护加固材料与技术,而应针对不同情况采取相应的措施。遗址保护技术在干旱、西北地区,已有许多成功的实践经验,但是,潮湿环境遗址保护仍是目前的难题。以往在展示前,未能解决好地表渗水与地下水等问题,像半坡遗址、大河村遗址、城头山遗址等一大批遗址已遭到严重的破坏。真正成功的保护工程实例,目前还不多,仍处在探索、试验阶段。

文物保护工作者目前仍处于抢救保护的被动局面,无论是人员、保护技术还是经费,都明显不足。更多遇到的是没有正常考古发掘与抢救保护的时间。

大遗址保护与城市建设、民生改善之间的矛盾依然存在，尤其是当遗址分布区域内居民的生产生活未能与遗址保护协调发展，经济收入和生活水平较为低下，文化遗产保护工作未能惠及当地民众的生活时，也很难得到当地民众的支持和理解。

对遗址的保护措施大致可归纳为五类：发掘后回填与封存保护、露天保护与展示、场馆保护、安防保护、日常维护与监测等。有些遗址的保护难度很大，如属于红山文化的辽宁牛河梁女神庙遗址，距今 5000 多年的建筑遗迹和土质文物一旦被揭露，壁画和泥塑很快酥碱，彩绘剥离，褪色，建筑遗迹迅速风化；湖南澧县城头山遗址中，有 4500 年以前的稻田遗址，一旦被揭露，在很短时间内稻茬、稻谷及田埂很快风化变成模糊不清的土状；在青海的喇家遗址，发掘出 4000 年前一场突发的灾难现场，一只陶碗反扣着非常清晰的面条。可惜只留下一张照片与残渣，如能与科技保护人员密切合作，做好充分准备，进行有效的检测与处理，相信会得到更多的信息和保存。

对新材料、新技术的应用，仍需更为慎重。尤其直接施加在遗址本体中时，要论证它对抢救并是结构性保护必需的，才予以考虑，并须经过室内、现场试验，慎重考虑施工工艺及操作步骤，取得成功经验，经过必要的论证后，才能实施。在国内外的报道中看到，有用传统方法与化学方法加固遗址的，但成功的范例也不是很多，如果其中的材料成本过高，大面积使用会有困难。在没有找到更好的保护措施之前，还是不要急于发掘，做好上部的环境治理，不让遗址的原始保存状态遭受损害。封存保护是目前的上策。但对发掘遗址回填应有一套严密科学的程序。

遗址本体材质的破坏机理，尚有待更深入的研究；各类保护加固材料的性能表征和保护效果检测手段尚待完善；如何对遗址保护效果的评价体系定量化和标准化等，都需要我们去研究、实践与探索。

在这样的严酷背景和抢救需求的形势下，作者在读博士生

时,知难而上,就选择了这方面的课题,经过博士后出站,成为老师至今,持续十多年不断地在实验室、现场试验进行辛勤而有成效的钻研,终于取得了可喜成果,并对 BU 材料总结出有理、有据的学术著作。这种坚持不懈的精神,是值得我们钦佩的。

作者能在对已有加固剂存在的问题、遗址土质、加固剂性质和加固过程分析研究的基础上,研制出一种渗透能力强,加固后颜色变化不大,不泛白,表面不起壳等性能的非水分散加固材料。其耐老化、抗冻融、耐盐蚀等性能都较为理想,且成本不高。并通过各项检测与机理的探索,表明它是一种含官能团的丙烯酸树脂在有机溶剂中的胶态分散体,与土颗粒的吸附作用将土的微粒连结起来,提高了土的整体稳定性,抑制了蒙脱石类矿物的膨胀性。并在秦俑等多处遗址的初步试验,经过多年的观察证明,均取得了良好的保护效果。当然,非水分散材料是否能在某处遗址使用,读者还要根据遗址的环境、保存现状、材质性状、管理与展示要求等综合因素,考虑此材料的适用性。

在最后的总结与思考一章,是作者根据十多年的研究,理论与实践相结合的体会,发表了较为深刻的见解,也对今后的土遗址保护,提出了有益的建议。如:比较准确地介绍了当前遗址保护的现状与存在的主要问题,较全面地进行遗址病害与病因的分析,从5个方面考虑综合保护遗址的方法:保护房、地下隔水层、土体加固、表面防风化治理和有关现场展示的遗址保护等。

提出了一些值得讨论的问题:如过高地要求保护材料的指标,对遗址的抢救保护是否有利,眼看许多需要抢救保护的遗址得不到保护而破坏;究竟要求对遗址延年益寿还是千岁、万岁;遗址展示是否认为回填保护、上层复制是最好的办法等。

总之,文物保护加固材料是一个非常庞大、不断进化、日新月异体系,不可能固定不变。体系进化的内在动力在于人们在理论研究与实践中,对已有材料的优点与缺点认识越来越清,肯定其优点,改进其不足,提出对优良性能材料的要求,并通过

研究使理论变为现实。外在动力在于随着社会和科技的发展，人们对文物保护的观念逐渐在改变，标准越来越高，对材料的要求也越来越高。因此许多旧材料已被抛弃，许多新材料被研究出来。

此外，土遗址保护又是个长期性工作，根据情况不断处理，不能想象一次保护处理后可以不管了。应定期进行观察，根据情况考虑提出相应的综合保护治理措施，要控制好环境的温度、湿度、保持环境清洁，切断对遗址有危害的水源，采取措施防止人为破坏等。土遗址的保护最好与发掘工作同时考虑。一旦确认具有保护意义的土遗址，就应立即采取保护措施，不要风化损坏后才想到科学保护，这样花的代价要大得多。

今后应加强大型遗址古迹保护技术的利用研究。目前需要着重在遗址的稳定加固工程技术措施、地下遗址的防渗工程技术、土体表面风化层加固技术及防霉去盐的技术、考古遗址的科学回填技术、防护加固效果的非损伤检测等方面内容进行应用性研究。此外，在遗址古迹发掘现场文物出土过程中的现场保护，显得十分必要和迫切，如何采用各种措施消除或减少各种有害因素的影响，使文物和遗址古迹的损害减少到最低限度。也就是将其他部门先进和成熟的技术、材料和检测等方法，引用到文物保护部门来，要与社会各界多学科、多专业广泛合作，综合研究共同攻克难题，这是我们共同要努力的方向。

黄克忠

2011年初夏于北京

摘 要

我国有很多文化遗址，这些遗址分布在各地，从东到西、从远古到近代，其中土遗址占据很大比例。西北干旱地区有许多古城、长城、烽燧和寺院遗址，如交河故城、汉长城遗址，居延烽燧等；而华北地区有许多故城遗址墙和考古遗址。由于处于自然环境中保存困难，因此我国的土遗址多处于病害严重的状态。土遗址的病害有风化、干裂、垮塌、生物生长等；导致土遗址病害的原因也多种多样，气候变化，生物生长，地下水，洪水，地震等，人为影响也不能忽略。

由于破坏原因多样，在土遗址的保护中需要使用多种的技术手段，如临时的支护修补、防止地下水破坏的隔水措施，杀灭和控制遗址上生物生长的物理和化学措施等。

在土文化遗址的保护中土遗址防风化是一个难题。土遗址的风化是构成土遗址的材料土在自然因素作用下导致的破坏，表现为强度降低、表面酥粉和局部出现缺失等。风化导致文化遗址形态改变，所承载的文化信息丢失。

防止土遗址的风化可采取多种手段，其中化学保护是一种有效手段。化学方法是采用各种材料对土体进行渗透加固以提高其抗风化能力。目前使用的加固剂有无机盐类、有机硅类、有机树脂类、胶体类和乳液等。

本书在对土遗址的病害调查和原因分析的基础上，初步总结了土遗址的保护历史，然后对各种常用的材料进行了总结评价：有些加固剂易导致表面泛白现象；有些加固剂易产生颜色加深、

表面结壳现象。优秀的加固剂要求渗透深、处理后不改变文物原貌，并提高耐风化能力。

在对已有加固剂存在的问题、土的性质、加固剂要求和加固过程分析研究的基础上，提出非水分散体材料使用的可能，并找出了简易的制作方法。该材料是一种含官能团的丙烯酸树脂在有机溶剂中的胶态分散体。这种材料渗透能力强、加固后无颜色加深、泛白和表面结壳等现象。

探讨了材料制作中不同的原料和制作工艺对材料制作的影响，通过对材料耐老化性能的测试，证明其具备较好的耐老化能力。

材料的土样加固试验证明这种材料具有良好的加固能力。将该材料处理的土样参照国外加固材料选择的方法进行各项性能测试，证明土样色泽变化很小或者不改变，孔隙率变化很小，耐水性优异，并具较好的耐冻融性与耐盐破坏能力。

通过对加固剂黏度、渗透速度、材料在土中分布的研究，对保护材料在土体中的渗流机理进行了探讨。

在研制出第一代的加固材料后，又进行了二代材料的研制，并提出了多种改进加固效果的方法，如更换溶剂，使用复合溶剂等。

在室内效果检验有效的基础上，对材料的现场制作和现场使用工艺进行了探讨，提出了简便易行的制作方法和施工工艺，并在一些遗址点进行了试验和应用。

非水分散体材料不仅可以用于加固土遗址，也可以使用于彩绘的加固保护，这在几个遗址出土的彩绘的保护中证明可用。

对使用非水分散体材料复制考古遗址的剖面也进行了研究，证明了材料的可用性。

关键词：土遗址 防风化 加固剂

目 录

第一章 土遗址保护的历史、方法与材料	(1)
第一节 土遗址的概念与保护的意义	(1)
第二节 土遗址保护的保护历史与现状	(3)
第三节 土遗址的风化机理与保护材料	(8)
第二章 防风化加固剂的研制	(19)
第一节 现有加固剂优缺点的讨论	(19)
第二节 改进加固剂的思考	(22)
第三章 BU 加固剂的制备工艺、性能及加固效果检验	(34)
第一节 加固剂制备工艺	(34)
第二节 加固剂的性能	(46)
第三节 加固膜性能	(52)
第四节 加固剂所成膜的性能	(64)
第五节 加固剂加固过程特性的检测	(66)
第六节 加固效果实验室检验	(69)
第七节 试验结果的总结与讨论	(100)
第八节 材料应用工艺的规范化研究	(106)
第四章 BU 防风化材料后续产品的开发研究	(114)
第一节 提高加固强度的方法	(115)
第二节 一代 B 型材料的研制与应用	(121)
第三节 二代加固保护材料的研制	(124)
第四节 BU、BW 系列材料复合溶剂的选择试验	(134)

第五节	露天遗址加固保护材料的研制	(137)
第五章	BU 加固剂加固机理的推测与初步证明	(139)
第一节	有关非水分散体成膜过程的讨论	(139)
第二节	加固机理的分析	(141)
第三节	加固剂加固过程的再解释	(151)
第四节	加固剂对土体的稳定性作用的总结	(154)
第六章	保护材料实地应用与效果评价	(156)
第一节	秦陵土遗址现场加固试验和试用	(156)
第二节	汉阳陵遗址的试用	(162)
第三节	半坡遗址的试用	(164)
第四节	北京法源寺钟鼓楼的应用	(165)
第五节	大葆台汉墓墓道保护的初步试验	(167)
第六节	在辽宁朝阳牛河梁红山文化遗址的试用	(175)
第七节	在青海喇家遗址土体加固中的应用	(189)
第八节	在河南安阳殷墟车马坑遗址修复中的应用 ...	(190)
第九节	在河南洛阳天子驾六遗址车马坑修复中的 应用	(193)
第十节	在新疆库木吐喇石窟砂岩保护上的应用	(194)
第十一节	在其他材质文物加固保护中的试验和 应用	(200)
第十二节	采用非水分散体材料复制金沙考古 遗址剖面	(202)
第七章	土遗址保护材料研究及土遗址技术保护	(209)
第一节	保护材料研究的回顾与展望	(209)
第二节	土遗址的病害及保护的总体思考	(215)
后 记		(227)

第一章 土遗址保护的历史、方法与材料

第一节 土遗址的概念、病害与保护

一 土遗址的概念

土遗址是指人类活动遗留下的由土建成和以土为主的遗迹和遗物。这些遗迹和遗物包括房屋、夯土台基、城墙、窖穴、窑炉、粮仓、土构墓葬等。

土遗址的种类较多，根据不同的分类方法，可以有多种类。可分为地上的与地下的，地上的如房屋，城墙等，地下的如墓葬，车马坑等。室内的与室外的；干燥的与潮湿的；密实的与疏松的。从技术上还可以按土的成分、结构来分类。

自人类诞生以来，生存与脚下的大地息息相关。特别是旧石器晚期以来，人类掌握了农业生产技术，并开始了聚落生活以后。人们利用土地种植农作物，用土构造窑炉并从土中精选陶土制造陶器，用土构筑房屋以遮风挡雨。由此以来，人类用土构筑建筑物未曾间断，至今人们仍然把土坯建筑作为一种适用的居住形式。因此，世界各地都有这样的土构建筑及建筑遗迹分布。几个古代文明中心的发源地如尼罗河流域、两河流域、北美洲印第安人居住区、南美洲玛雅人的居住区等地都有许多土构建筑的遗存。

我国境内土遗址众多，分布较广。近几十年来，随着考古发掘工作的进行，许多各个时期的遗址被发掘、研究，其中部分具有重要历史价值、科学价值、社会教育价值的古遗址在发掘后被现

场保存，建立遗址博物馆并对外开放。例如郑州大河村遗址、西安半坡遗址、宝鸡北首岭遗址、秦安大地湾遗址等。另外还有许多有价值的遗址因条件限制只能在野外保存，例如新疆交河古城。

二 土遗址的风化

土遗址由于本身构成材料结构松散强度低、容易造成破坏，而历经长期的自然因素作用，多出现风化现象。

土遗址的风化现象在我国的各地遗址都有出现。如郑州大河村遗址，新郑韩国故城马坑遗址，大河村遗址的红烧土出现粉状脱落的现象，而韩国故城的一些车马坑也出现坑壁粉脱落的现象；秦汉时期的秦始皇兵马俑一号坑遗址和铠甲坑遗址，风化以铠甲坑的最为严重；西部的吐鲁番交河故城，瓜州锁阳城遗址，这些西部遗址的风化主要发生在根基的部位；一些窑址如景德镇御窑遗址、钧窑遗址和定窑遗址等也出现风化现象，窑的风化多是红烧土的风化，风化情况见图版1、2。

三 土遗址保护的重要意义

土遗址作为文物具有科学性、历史性、艺术性，但没有可再生性，一旦被破坏就成为永久性损失，所以应尽可能长期地保存它们的原状以便进行研究、展出。

对土遗址这类不可移动文物进行保护困难较大，因为对于可移动文物，我们可把它们与有破坏作用的因素隔开，而对于土遗址要隔开环境因素如地下水、盐分等要困难得多。因为我们无法选择土遗址所处的地理环境，所以对大多数遗址控制环境是困难的。然而土遗址作为由土组成的构造物，有着对环境非常敏感的特点，尤其是水的作用。水可以使土遗址在短时间内破坏，即使是比较干燥的地区，水的作用也不可忽视。另外，土壤中可溶盐的破坏作用也非常大。通常情况下，各种破坏因素协同作用，可在短时间内使土遗址面目全非，因此土遗址的保护是文物考古部门非常重视的一个课题。从目前的文物保护研究来看，土遗址保护所做的研究工作不多、方法少，与目前土遗址保护问题多，迫

切需要保护技术的要求相差甚远。

我国土遗址很多,许多土遗址的状况较差,亟待保护。为了保留这些具有历史文化价值的人类遗产,应采用各种方法与手段。在土遗址保护研究中找到好的保护方法,将对保护大批濒临破坏的土遗址,推动文物保护的理论研究与实际工作都有很大意义,同时也是我们这一代文物工作者的责任与使命。

第二节 土遗址保护的保护历史与现状

一 土遗址保护的历史

世界范围内,具有近代意义的科学的文物保护可以说是开始于 19 世纪晚期,而文物的科学保护最初起源于器物与石质古建筑的保护,土遗址的保护相比较晚,工作也较少。上世纪 60 年代以前,只有零星的研究,如 1913 年采用醋酸纤维素对土遗址的保护^①,真正意义上的土遗址保护开始于上世纪 60 年代以后。

目前国际上古遗址保护研究的主要机构是 ICOMOS (International Council on Monuments and Sites)。另外,设在意大利的 ICCROM 与美国的 Getty 研究所等机构对土遗址的保护也有研究。

国际上有关土质构造物及遗址保护的国际会议已经召开了多次。

国内土遗址保护工作开展较晚,20 世纪 80 年代末才开始在少数几个地方进行土质科学保护研究试验^②。

2000 年美国 Getty 研究所发表了在新墨西哥州 Fort Selden 进行的土遗址保护工作的报告^③。报告中内容很广,包括土遗址病害分析、监测及采用各种材料控制土遗址风化的工作。

① C. V. Horie: Materials for Conservation : Organic Consolidants, Adhesives and Coatings. Butterworth, 1987.

② 黄克忠:岩土文物建筑的保护。北京:中国建筑工业出版社,1998,10(第1版),第9页。

③ Fort selden adobe wall project , phase 1 final report , June 2000.

李最雄等采用 PS 材料进行的“古代土建筑遗址加固研究”课题获得 1999 年国家文物局科技进步奖。

和玲等发表了采用丙烯酸树脂 Paraloid B—72、Remmers 公司的 Remmers 300、武汉大学有机硅研究中心研制的 WD—10 等在半坡土遗址进行的保护试验^①。

周红卫、梁宏刚等发表了采用环氧树脂做土遗址保护材料的报告^②。

国际方面, ICOMOS 组织召开了 Terr 2000 的土遗址保护会议, 并决定在 2003 年召开另一届土遗址保护会议。会议论文中, 有很多有关土遗址防风化保护的文章发表。

二 土遗址保护的方法

根据对国内外土遗址保护的现状调查, 土遗址的保护有几种方法:

1. 回填法: 遗址在发掘完成、照相记录后进行回填, 以便日后重新研究和展示。
2. 复制法: 回填后在遗址上建立与原文化遗址相似的构造物, 以供人参观游览。
3. 表面补砌包埋法: 在遗址表面加一层修补材料, 以使遗址能够得到相应的保护, 如在新石器时代的土遗址上加一层与其成分相同的土层, 而在砖石建筑破坏后的土遗址上依照原样包覆一层砖石。这种方法在世界各地比较通用, 可见于西亚地区土遗址的保护中。
4. 原地展出法: 完成发掘工作的遗址保留原状, 建立遗址博物馆或陈列室, 供人们参观游览、研究欣赏。

① 和玲, 甄广全, 周伟强, 郝利民: 半坡土遗址加固保护研究。陕西省文物考古工程协会成立十五周年纪念论文集, 考古与文物丛刊第五号, 第 98~107 页。

② 周红卫, 张伟, 梁洪刚等: 土质文物加固保护用改性环氧树脂的研制与应用, 第 6 届化学与文物保护学术讨论会, 泉州, 2000, 11。

对土遗址来说,影响安全的因素即对遗址稳定有影响的因素包括日照、雨淋、风吹沙打、温湿度变化、可溶盐、降尘、霉菌等。因此遗址保护需要采用多种方法手段,包括防雨、防风沙、防地下水、防坍塌及防止表面风化。本书着重讨论土遗址防风化的问题。

在以上四种土遗址保存方法中,涉及防风化保护的主要是原地展出法,因为前两种方法使遗址重新回到它原来的环境。在回填后,遗址的环境将不再发生较大的变化,各种因素相对稳定。第三种方法在表面加一些材料以防止破坏,有时也需要进行一些化学保护来防水与加固。第四种方法与化学保护关系密切,由于发掘后环境因素与发掘前不同,而且这些因素变动频繁,遗址在这些变动的影响下,也将发生相应的变动,这种变动很容易造成遗址的破坏,尤其是风化现象。风化直接破坏了遗址所承载的人文信息,所以这些遗址需要一些维护措施,防止遗址构造材料的风化是重要的方面。

三 防风化保护的情况

土遗址的风化表现为遗址的表面在各种环境因素的作用下,土体颗粒结合力减弱或消失,颗粒间距加大以至脱落,使遗址表面减薄、形貌改变,由此造成承载文化信息的表层破坏的现象。

各种环境因素包括温度、湿度、水分、可溶盐、气体污染物、霉菌、动植物等,它们均能引起土遗址的风化。

对土遗址进行防风化保护研究是文物保护工作中的一个重要方面。

文献上可见的土质构筑物及纪念物的防风化保护工作与研究,基本是以西方现代的文物保护方法及思想来保护古代文明的遗物与遗迹,如美国 Getty 研究所对美国新墨西哥州印第安人故居的保护研究,意大利专家对伊拉克境内土坯建筑的保护研究等。

这些防风化保护工作所用的材料主要有:有机硅材料、丙烯