

修复与保护

Restaurieren und Konservieren

中华人民共和国陕西省考古研究所 合作
联邦德国美茵兹罗马—日耳曼中央博物馆(史前·古代史研究所)

1995 西安/美茵兹

Archaeologisches Institut der Provinz Shaanxi,
Xi'an, Volksrepublik China
in Zusammenarbeit mit dem
Römisches — Germanisches Zentralmuseum Mainz,
Forschungsinstitut fuer Vor- und Frühgeschichte,
Bundesrepublik Deutschland

Xi'an / Mainz 1995

关于改进和试验中国陕西出土 文物修复保护方法的研究报告

Forschungsbericht zur Entwicklung und Erprobung von Restaurierungs—und Konservierungsmethoden am archaologischen Fundgut aus China, Provinz Shaanxi

本项目得到联邦德国研究技术部、
中华人民共和国科学技术委员会的资助

Gefördert durch das Bundesministerium fuer Forschung
und Technologie der Bundesrepublik Deutschland und
die Kommission fuer Wissenschaft und
Technik der Volksrepublik China

编辑:侯改玲 袁成 赵西晨
尹申平 D. 安戈纳尔

Redaktion: Hou Gailing, Yuan Cheng, Zhao Xichen
Yin shenping, Dietrich Ankner

No. 9947818

修复与保护

陕西省考古研究所 编

陕西人民美术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销 西安新华印刷厂印刷

889×1194毫米 16开本 8.375印张 8插页 135千字

1996年1月第1版 1996年1月第1次印刷

印数:1—1,000

序 一

《修复与保护》是中德两国文物修复与保护专家合作修复保护中国出土文物的研究报告。

陕西省与联邦德国在文物保护方面的友好合作,始于1988年。次年,美茵兹罗马-日耳曼中央博物馆与陕西省考古研究所开始合作建立文物修复保护实验室,其中包括从德国引进全套文物修复设备和先进的保护技术。几年来共修复保护了70余件包括唐代法门寺地宫出土的珍贵历史文物,被专家们誉为“看得见,摸得着”的合作成果,成为中德两国间卓有成效的科技合作内容之一。

这座实验室的建立,贡献的意义不是金钱,而是充分体现了现代科学技术和传统古老技术的有机结合,是中国考古学家与德国保护专家互为补充取得的成果。它反映了改革开放后的中国文物工作逐步走向世界,它使我们更加相信:艺术和科学能够成为联系文化之间的环节和沟通人民之间的桥梁。这座桥梁不仅可以跨越陆地和海洋,还能连接过去、现在和未来。

文物修复与保护是考古学整体研究的有机组成。对它的评价不仅是为了长期保存文物,而且又是室內的进一步“发掘”,是考古学研究的丰富和深化。这本书既成功地展示了这方面的成就,超越时空地向我们沟通了人类古老的文明。我认为,在学术交流和互相尊重的合作方面,这座实验室应该成为一座里程碑,还应成为培训未来中国文物保护专家的“学校”,为增进世界人民之间的理解和友谊作出贡献。

实验室建立以来,我们始终得到中国科学技术委员会、国家文物局、联邦德国研究技术部的帮助和支持,得到美茵兹罗马-日耳曼中央博物馆对陕西省文物保护事业的帮助和支持,得到康拉德·魏德曼博士和迪·安戈纳尔高级工程师为使该项目顺利进展所提供的一切帮助,中德两国文物保护专家通过自己卓有成效的工作为实验室做了一切努力。

对上述在实验室建立中给予我们大力支持和帮助的机构和个人,我代表陕西省文物事业管理局,并以我个人名义,谨致以衷心的感谢。

陕西省文物事业管理局副局长 张廷皓

1995.5

序 二

现代考古表明：几千年以来，地球上不同地区的人们交往日益密切，而且这种活动比人们现在所知得还要早。显而易见，在这种密切交往中人们互相交流经验，相互学习，这可从已发掘的文物得到很好的印证。为了向世人更清楚地展示古代人们的相互交往，对文物的修复和保护因而显得十分迫切。

保护古代文化遗产在中国有着悠久的历史传统。为了使文物长久保留它们的美感，古代人们早已学会把当时出土的几个世纪以前的文物进行保护，这比欧洲要早得多。在德国也只是在150年前才开始文物的修复和保护工作。随着科学技术的飞速发展，在文物保护领域，借助先进的技术和工具修复、保护文物已成为可能并且取得了很大成果。我们高兴地看到，在与中国同行的合作中，我们使两国各自的保护经验、原则和方法得到完美地结合，获得满意的结果。这一成果为继续研究、保存珍贵的古代文化遗产提供了可能性。

我们的合作是在中华人民共和国国家科委与联邦德国科技部签署的中德科技合作有关协议的指导下实施的。书面的协议之所以发挥它的效力，主要取决于人的努力。因此我们在此由衷地感谢陕西省文物事业管理局局长王文清先生及陕西省考古研究所所长石兴邦、巩启明和现任所长韩伟先生。由于他们对该项目的不断支持，使得由尹中平副所长与亚历山大·考赫博士共同具体负责的合作项目顺利进展并且成果显著。这些都为中欧两国修复工作卓有成效的合作奠定了良好的基础。在这本报告里将展现我们修复、保护合作的成果。

最后我还想特别提出两个对中欧合作做出卓越贡献的先生：陕西省文物局副局长张延皓先生及中德项目德方负责人迪特里希·安戈纳尔先生。正是由于他们的努力，使我们在共同合作中增进了理解，加深了友谊。张副局长参与了该项目的最初协商，并且一直作为中方负责人对该项目投注了极大的热情，给予了真诚的帮助与支持。同样我们馆的安戈纳尔先生作为出版本报告的发起人，他的努力与工作也为我国现代考古的发展作出了积极贡献。

康拉德·魏德曼博士
罗马—日耳曼中央博物馆

目 录

吴启明	中德修复技师在西安	
D. 安戈纳尔	——一个共同研究和培训实验室的建立	侯改玲译(1)
U. 赫尔兹	对文物进行X射线透视研究用的X射线防护工作室及其暗室的设计与建造	韩忠诒译(19)
尹申平	中国的青铜器和文物保护	(33)
D. 安戈纳尔	青铜器的修复	袁 成译(35)
U. 赫尔兹	法门寺唐代地宫出土铜锡杖的修复	侯改玲译(46)
K. 本加滕	法门寺唐代地宫出土铜熏炉的修复与研究	侯改玲译(61)
	(附录:D. 安戈纳尔; 鍍金铜器的分析)	
金宪镛	法门寺出土的锡杖和香炉	(79)
赵西晨	中国古代三件青铜器的修复和保护	(81)
薛 强	周代双耳铜鼎的机械除锈和保护	(87)
R. 弗勒利希	法门寺出土“十事”的修复	韩忠诒译(93)
R. 弗勒利希	法门寺出土铜圆盒的修复	韩忠诒译(108)
D. 安戈纳尔	玻璃器的修复	袁 成译(111)
A. 雷特耳	法门寺出土深蓝色玻璃胆瓶的修复	韩忠诒译(120)
R. 弗勒利希	法门寺出土浅绿色玻璃直杯的修补	韩忠诒译(125)

INHALT

1	Gong Qiming U. D. Ankner	Chinesisch—deutsches Restaurieren in Xian—die Einrichtung einer gemeinsamen Forschungs- und Ausbildungswerkstatt	(1)
2	U. Herz	Planung und Aufbau eines Strahlenschutzraumes und einer Dunkel- kammer fuer roentgenologische Untersuchungen an archaeolo- gischen Objekten	(19)
3	Yin Shenping	Chinesische Bronzegefasse und ihre Konservierung Tradition und moderne Methoden	(33)
4	D. Ankner	Bronzerestauration	(35)
5	U. Herz	Die Restauration eines bronzernen Moenchstaves von Famen	(46)
6	K. Bungarten	Restauration und Dokumentation an einem Weihrauchbrenner von Famen	(61)
		(Anhang D. Ankner: Analysen zur Bronze und zur Vergoldung)	
7	Jin Xianyong	Zur kulturgeschichtlichen Bedeutung buddhistischer Abtstabe— und Weihrauchbrenner. Der Abtstab und der Weihrauchbrenner von Famen	(79)
8	Zhao Xichen	Restauration und Konservierung dreier antiker chinesischer Bronzen (Schwert, Bronzeschale, Bronzespiegel)	(81)
9	Xue Qiang	Mechanische Entfernung von Korrosionsprodukten und chemische Konservierung an einem zweihenkligen Bronzedreifuß aus der Zhou—Zeit Chinas	(87)
10	R. Froelich	Die Restauration eines Moenchsgaenges aus Famen	(93)
11	R. Froelich	Eine Bronzedose im Schatzfund von Famen und ihre Restauration	(108)
12	D. Ankner	Glasrestauration	(111)
13	A. Rettel	Ein tiefblaues Glasflaeschchen von Famen und seine Restauration	(120)
14	R. Froelich	Ein gruenerlicher Glasbecher aus Famen und Restauration und Ergaenzung	(125)

中德修复技师在西安 ——一个共同研究和培训实验室的建立

巩启明 D·安戈纳尔¹⁾

在德国研技部的倡议下，一个高级访问考察代表团于1988年11月12日访问中国，其目的是想寻求在文物保护领域中德合作的可能性。高访团成员有：波恩研技部的倍尔哈特·迪尔博士，巴伐利亚文物保护局局长、高级保护技师米歇尔·佩尔策特博士、教授和美茵兹罗马-日耳曼中央博物馆馆长康拉德·魏德曼博士。他们就中德双方在文物保护领域合作研究和发展的可行性拟定出“草案”。这一草案也得到德国研技部和中国国家科委的同意。

以陕西省文物事业管理局副局长张廷皓先生和陕西省考古研究所所长石兴邦先生为团长的中国专家代表团于1989年2月至3月访问了联邦德国。他们就合作事宜提出具体的建议。1989年3月6日经中德双方商谈后形成了后来所谓的“慕尼黑协定”的雏形。这一协议也是中德合作的基本准则。

巴伐利亚文物保护局迄今为止就壁画的研究和保护、室外大型青铜器以及彩绘陶俑，首先是彬县大佛寺的维修和保护与中方进行了合作。美茵兹罗马-日耳曼中央博物馆与陕西省文物事业管理局下属的陕西省考古研究所计划建立文物修复和保护实验室。在这一实验室里将用双方都认可的、经过实验可行的方法修复地下出土文物。如前期所设想的那样，将有两位德国专家长期前往中国工作。考古所把建立实验室所需房间和基本的办公设施以及德方专家在华住宿及其它准备工作都已就绪，这样这一合作正式开始。

在美茵兹的计划

根据慕尼黑协定，美茵兹罗马-日耳曼中央博物馆首先着手多种金属和陶质文物的修复和保护，如彩绘陶器的修复和保护。在挑选所修文物时主要基于以下的考虑：一方面德方想在浩繁的文物中挑选几件有代表性的文物，按照西方的修复原则和方法作示范性修复，因此选中了汉高祖刘邦陪葬墓的陶俑，希望从2300件陶俑中选出几件进行修复和保护；另一方面希望和其它材质的文物上展示德方金属文物的修复和保护方法。对此我们选中了佛教寺庙—唐代法门寺地宫出土文物。这批珍贵文物不论对于考古研究还是艺术史的研究都具有非常重要的意义。因此中方政府特意决定在考古发掘后建立了法门寺博物馆展出这批珍宝。根据文物的保护状况，应先将锈蚀、损坏严重的青铜器和铁器进行修复和保护。其它的青铜器、铁器、金银器根据损坏状况依次进行保护。双方还计划共同出版一本关于法门寺文物考古及技术研究的报告。

在实验室的计划阶段就已经确定了工作重点：即建立以陶器、金属器文物的修

复保护为主、并配以相应的仪器设备以及一些在实验室起辅助作用的装备(X光机、压缩机、暗室、喷砂机橱、办公室等)的这样一个现代化的修复、保护实验室。此外双方还商定,中方应有两名修复工和德方专家一同工作,还应有一名翻译在中间起联络作用。应德方要求,中方提供了大约100平方米的工作间,约15平方米的办公室,约25平方米用于改建暗室和X光机室的房间,以及15—25平方米的房间放置钳工装配所需的工具,包括大型喷砂机橱和压缩机。同时还考虑到了在建立、装配实验室的过程中需要的各种各样的安装仪器、工具和机器。

根据关茵兹罗马—日耳曼中央博物馆在开罗大学建立修复中心的经验以及美博现有设备情况,我们草拟了所需设备清单。这里所列的只是其中的重要组成部分:

要固定安装的仪器装置:

干燥箱 (HERAEUS UT6120)

微型喷砂机箱 (HASENFRATE FG1—77)

去离子水器

冰箱 (LIEBHERR KS2630)

用于苯骈三氮唑溶液浸泡操作的密封抽风橱

排气橱

4张修复工作台及打磨装置和压缩机供气管道

工具柜

吸尘器 (FESTO SR 12 E)

压缩机 (SCHNEIDER UNIVERSAL 590/300)

大型喷砂机 (HASENFRATE SANDMASTER 75S)

整套X光机设备

暗室设备

设备器械:

超声波振荡器 (PIEZON)

转盘

电炉

双目显微镜 (ESCHENBACH 3350+WILD M3B)

办公椅

电吹风

盆

通风马达

焊机

电焊设备 (KNURE HA3A)

转角打磨机 (AEG WS 802)

手动砂带打磨机 (AEG HBSE 100)

钻机 (AEG SB2E 13RL+HILTI TE14)

红外线灯

超声波紫光灯

安装材料（各种管道、辅助、保健材料、电器、压缩空气等）

工作台

盆、电热线圈和苯骈三氯唑溶液池的测试器

抛光机

双轮打磨机

测试仪

天平（SARTORIUS PT 1200）

小型工具：

最常用的化学药品

需配备的化学药品及修复材料

照相器材

文献资料以及工具材料的图录、说明书

办公室用品、打字机、绘图用品

在西安的计划

和美博一样，陕西省考古研究所同时也为实验室的建立以及德方专家在华的工作积极地作出各种准备。首先在所内办公楼里准备了一个55平方米的工作间作为中心工作间。此外，还有一面积为15平方米的和实验室紧邻的作为办公室。办公室配备有家具和电话。特别值得一提的是翻译的聘用，为双方专家的联系、交往和合作提供了重要的前提条件。为了照顾专家的起居之便和饮食习惯，中方特和一宾馆签订了长年合同，并特聘了厨师，准备了专用厨房，这些准备工作是在和北京有关部门及西安方面的多次协商、讨论后，才完成的。

同时还打算找一位该项目工作方面的负责人，他在翻译的帮助下，协调双方的工作，并满足双方的建议和要求。终于选中了一位工程师，他将参加该项目的工作，并为与德方专家合作而进行准备工作。

订购、运输

在制定完计划、落实资金来源后，考虑到交货期等问题，于1989年12月1日开始预订货物。在这期间还必须在关兰兹罗马-日耳曼中央博物馆绘出两个通风橱的草图并安装加工，然后为运输之便再拆开。

在运输问题上做一番调查研究是很有必要的。比如：从中方了解到，西安老机场的跑道只适宜舱口为1×1米的货机起落。因为货物中有些设备的体积超过了这一限度，因此空运的计划就取消了。香港与西安之间只有陆运才有可能，所以决定用我们认为更安全、更保险的铁路运输。为了避免气候变化带来的影响，给一些特别灵敏的机器特做了木箱子，并事先用很厚的软塑料包装。

因为还要托运一些易燃的液体和树脂之类的危险品，香港机场不允许着陆，因此必须运往北京，而且这些危险品在包装和运输时须遵守特殊的规定。这些规定得向负责运输此类物品的对口单位打听、咨询。另外还应由发货人出具出口证明，凭此证明才可以在当地的财政局收回购买设备时所付出的增值税。然后德方把内容包包括40个普通货箱和3个危险品货箱的收据证明以及清单电传给了西安陕西省文物

局，这样为以后在中国海关准予放行作好了准备²。

完成以上步骤后，1990年2月26日德方将40箱重3260公斤的货物由法兰克福发往香港。3月8日再由火车转运西安，3月15日抵达。另外3个装有危险品的箱子也同时由美茵兹运往法兰克福。因为这3个箱子要求特别的包装和特殊的运输条件，所以它们一直到十个星期后，才经北京抵达西安。

货运公司当时也很难预料货物运输需要多长时间，所以中德双方达成协议，货物抵达西安，验关手续办完后，中国方面再通知德方，以使德方派遣修复技术人员赴西安。

1990年4月，美茵兹罗马-日耳曼中央博物馆从巴伐利亚文物保护局的同事处得知，货物已完好无损地抵达西安。于是德方向陕西省政府申请两位德国修复专家赴中国的邀请信，由于德方对“慕尼黑协定”，特别是德方专家在华居留时间还存有一些异议，而且考虑到德方修复人员不应在西安最热月份七八月（40℃）赴华开始工作，所以，德方专家一直推迟到1990年10月底才起程赴华。

在中国的合作

四位德国客人在北京受到了陕西省考古研究所代表团的热情欢迎。随后，他们在北京参观文物古迹，开始了解、熟悉古老中国的历史。来到西安后，德国客人再一次受到了合作主管部门负责人以及中方合作者们的热情欢迎。

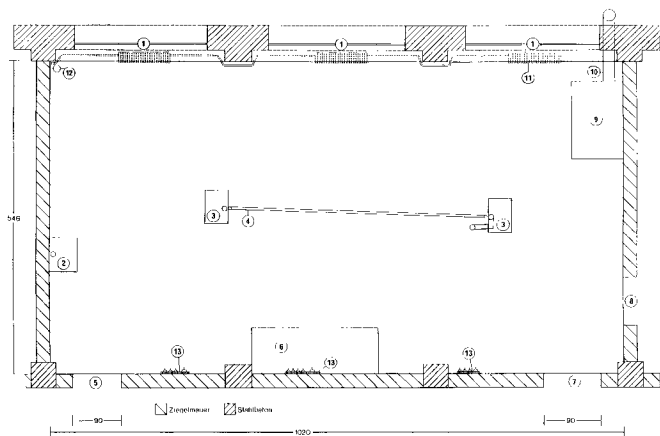
参观完考古研究所以及几间用于合作项目的房间后，德方人员在中方陪同下，参观了距西安以西约110公里的法门寺寺院及法门寺博物馆，还参观了咸阳博物馆（位于西安以西约30公里，主要陈列有汉代皇帝刘邦长陵出土的文物）。同时双方挑选了第一批要共同修复的文物，挑选的标准是根据文物的损坏程度、对考古学的意义以及要达到的共同学习和培训的目的。按照中国文物保护法，运输所挑中的文物必须征得文物所属单位和省政府的同意。一个星期后，在严密的安全保卫下，文物运抵考古研究所。

根据中方的要求，双方对“慕尼黑协定”作了具体修正。双方在友好的气氛中以开诚布公的态度详细地讨论了前六个月开始阶段的细节问题，交换了各自对合作项目的意向，并达成一致意见，诸如：食宿、待遇、培训方案、工作间、职权与责任范围等等。

安装改建：

由于房间原因，最先设计的工作间结构方案不能实现，这一点一开始就很明了。最后终于达成协议：除了中心工作间和办公室外，压缩机、X光机以及暗室等设备将安装在一楼。一楼房间应按照特殊的要求进行相应的改建。使它既能容纳下大面积自由喷射用的压缩机和喷砂机棚，又能按照射线保护规定容纳下X光机组和暗室。最初设想欲将钳工工作台和这些设备放在一起，但因空间问题也只好放在二楼中心工作间。在一楼这个辅助车间里，还有原用于化学实验而建的工作台、抽气管、水管、水池、下水管等，根据计划都得拆除掉。

为了做好即将开始的建设性工作，德方精确地测量了未来中心工作间，并绘了图（图一）。已有固定尺寸规格的较大设备，我们也按其所需面积以1:20的比例用纸片代替绘入图中。同时，中德双方也注意到了已有的水暖设备、现存的配电设备

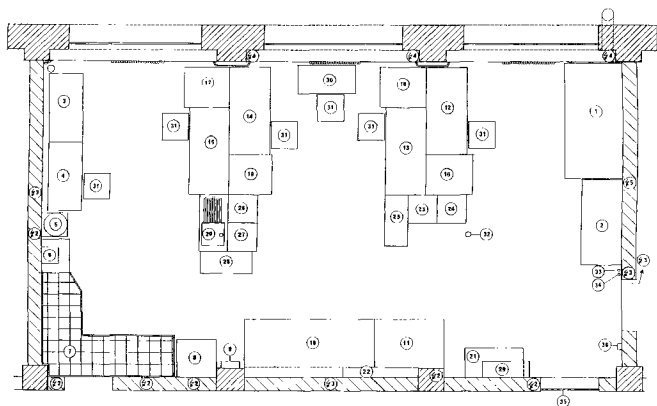


图一 中心工作间改建前的平面分布图

- 1 窗子
- 2 冲洗池
- 3 冲洗池
- 4 水管
- 5 走廊侧的门 (封闭着)
- 6 工作台
- 7 通往走廊的门 (入车间的门)
- 8 入办公室的门
- 9 通风橱
- 10 排气管道
- 11 暖气片
- 12 排水管
- 13 电气开关板和保险丝盘

2 个开关板有一个总开关 380V/60A, 有 2 个插座 220V/15A。

一个开关板有一个总开关 380V/60A, 有 2 个插座 500V/30A 和 2 个插座 220V/15A。
当地电源接到这些开关板和保险丝盘上。



图二 中心工作间改建后的平面分布图

- 1 有双室排气橱的工作台
- 2 苯腈三氯唑溶液池
- 3 有烘箱的工作台
- 4 有微型喷砂机橱的工作台
- 5 去离子水器
- 6 电热水器
- 7 洗涤台
- 8 存放化学试剂药品的电冰箱
- 9 急救箱
- 10 装有立式钻床、抛光电机、双轮打磨机和磨削、磨刀综合用机的工作台
- 11 装有 2 个虎钳的工作台
- 12 1 号工作台
- 13 2 号工作台
- 14 3 号工作台
- 15 4 号工作台
- 16 1 号工作台的格子工具柜
- 17 4 号工作台的格子工具柜
- 18 定做的铁柜, 供 1 号和 2 号工作台吸尘用 (有绝对过滤器的工业用吸尘器)
- 19 按尺寸定做的铁柜, 供 3 号和 4 号工作台吸尘用 (有绝对过滤器的工业用吸尘器)
- 20 不锈钢洗涤池

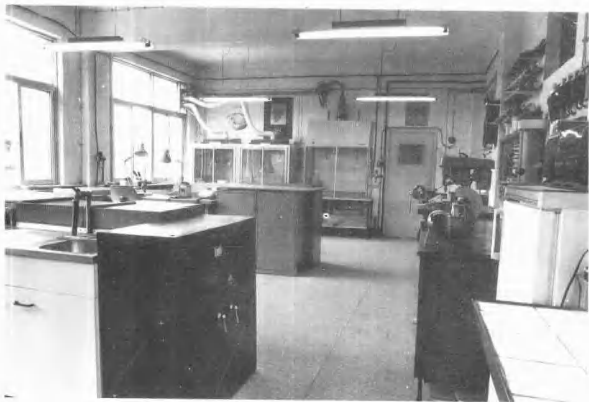
- 21 1号工具箱
- 22 工具柜
- 23 2号工具材料柜
- 24 3号工具材料柜
- 25 保险柜,放置未修完的文物和双目显微镜。
- 26 4号化学实验用具柜
- 27 5号化学实验用具柜
- 28 放置非危险化学品的铁柜
- 29 X射线胶片观察仪
- 30 翻译人员工作台
- 31 工作椅
- 32 地漏
- 33 压力空气管的敷设孔
- 34 电力线的敷设孔
- 35 加强车间安全的铁栅门
- 36 380伏三相电流插座,用于压缩机(从这里引出电力线,穿过孔(34)向下接到压缩机上。在锁孔上方装有一个闸刀开关,用来开关压缩机)

对整个工作间的规划则无太大用处,因为无论是其数量还是其位置都与整个方案相差甚远。此外整个工作间尽管空间不大,但也应让人感到条理层次清楚明了。而原定的把金属文物工作区和陶质文物工作区严格分开就不可能了。然而我们还是注意把具体的每一种材料有重点地放置到一定的工作区域。最后,为了便于中德双方同事工作时互相交换看法,交流知识技能,我们把每位德方人员的工作台安排在离中方同事比较近的位置。安排两个工作台一组这种方法也便于有效地使用空气压缩机和吸尘器,而且可以节约设备。翻译的写字台应尽可能位于两组工作台的中央,这样则显得方便、自然。

对于以下设备的说明请参阅(图二)。因为考虑到最好把双方的工作台安排在整个车间中央而且靠窗,所以有排气装置的设备只好安置在屋内东西两侧。靠东侧墙是双室排气橱。它与已有的通风橱相比具有空间大、全封闭等优点,另外再也不靠普通排气橱了,可避免外界废气进入,而且橱内无水汽残存。

这种双室排气橱由两个独立运转的排气室组成。取掉当中的隔板又可连成一个大的排气室。这种排气橱是由罗马一口耳曼中央博物馆设计、制造并负责拆卸运输的³。在西安我们又用铆钉将其固定组装起来。每个排气室分别装有两个红外线灯(加快干燥和聚合过程)。每个排气室的顶部装有排气罩,外加加有金属螺线的聚氯乙烯软管(软管直径约20厘米),固定在窗户钢架上的软管末端装有通风设备和小型电机,其开关装在抽风橱上,便利操作。这个抽风橱主要负责再次抽气,以保证水蒸汽完全排出。

苯腈三氮唑溶液池的抽气装置本着节约的原则制造,直接安装在密封橱的顶部,当文物放置在橱内的苯腈三氮唑溶液池里浸泡,并由埋在底部沙子里的电热丝加热时,抽气装置可同时工作吸走废气。然而,经测试抽气马达的抽力不足,于是我们又在抽气罩周围做了一个封闭的箱子。密封箱的框架用带钢焊成,侧面镶上有



图三 安装在东墙上的双室排气橱和抽风橱



图四 安装在西墙上的烘箱

机玻璃，再用槽形铝材和螺丝拧紧，这样抽力就会大大增强。该橱正面有二扇可推拉的小门。预定方案在改进以后更加完美。因为苯腈三氮唑溶液加上酒精，如果不在这么密封的条件下蒸发然后排出，将会损害人的健康。抽气管的顶端为直径5cm的聚氯乙烯管，它接在密封橱的顶部（图三）。

靠实验室西墙窗户是一烘箱（图四）。它既可给所修文物进行持续性加热，又能对其进行干燥处理。废气可通过固定在窗上弯曲的铝制管抽走。抽气管末端有一风罩，可由内向外活动，它可以防止灰尘和室外空气中其它废物进入管内。这在西安这个黄土高原的地方来说很重要。烘箱旁边是喷砂机橱以及一些附属设备。喷砂机橱主要用来清除被腐蚀铁器上小面积的侵蚀物，这对于发现、暴露器物原始表面是非常必要的。除此以外，在选择合适的“喷料”（金刚砂、玻璃珠、石英砂）时，这种喷砂机也可在特殊情况下清理像陶器上已熔结的表面。喷砂机清理时所产生的灰尘即可被抽走，通过聚氯乙烯软管排出室外。

现有的水管可供去离子水器、热水器和用来清洗发掘出的地下文物的洗涤台使用。因为自来水会受到悬浮物和一些大颗粒异物的污染，因此首先必须安装一悬浮物过滤器。自来水经过滤净化后注入电热水器，再到水龙头；再往后又装有一水龙头，通过它水便可直接流入去离子水器。去离子水器包括阴离子、阳离子和转换树脂，这些树脂分装在袋里，每袋按一定的顺序排列。该装置只有在每小时流量至少250升水时才能正常工作。净化后的水质可通过安装在去离子水器和水龙头间的传导性能测试仪器测量得知。如果测量值低于0.5兆欧，即净化水的传导性能高于20微西门子时，就必须重新回收更新转换树脂，一般在去离子水器生产净化水量1000升之后换。取出按顺序排列的小袋，阴离子、阳离子、转换树脂可根据袋的大小辨别。然后再装入氢氧化钠溶液或盐酸。去离子水主要是用于置换发掘出的金属器物 and 陶器上的盐离子¹。

再往南是洗涤台，它从西墙一直延伸到南墙，用5×5cm的角铁焊接成框架。整个框架固定在墙上，底下焊接着三条腿支撑着。整个框架到水池带有很小的坡度，这样在清洗时水就自然流入水池。架子上装有一块耐水的厚木板；然后整个桌面和其靠近的墙面都贴了瓷砖。瓷砖是中国制造的，粘胶和贴缝材料为德国产品，因为木板的缘故，必须用不透水材料。

洗涤台的旁边是存放化学试剂药品的电冰箱，因为西安夏季温度有时 would 达到40℃以上。冰箱上是装有基本急救工具的药箱，它装在墙上。南墙中部是一套钳工工作台，像我们前面所说明的一样，也是由于空间原因而不得不安装在实验室。包括一套双轮打磨机，抛光机和一台中国造的小型立式钻床。一般的钳工活都可以在旁边的双虎钳工作台上完成（图五）。

实验室中部和靠近窗户的地方刚好可设置四部工作台（图六）。每部工作台由四根钢管支撑，用山毛榉木板粘合成很厚的台面。台面底下固定着一抽屜悬梁，配备有基本工具装备（如：普通刀、刮刀、（外科用）小刀、划线笔、锉、镊子、剪子、毛刷、木钻、酒精灯、搅拌杯、防护镜、手套等）。

每个工作台边都固定着一个悬挂式钻床。此钻床由可弯曲的机杆、钻头以及脚踏组成。它适用于低速旋转的磨、铣、抛光等工作。此外每个工作台都配有压力空



图五 安装在南墙上的小型机加工设备



图六 设置在实验室中部的工作台