

彩绘秦俑清理方法实践

兰德省

秦兵马俑形体高大，似真人真马般大小。自出土 30 年来，历经几代人的共同努力，从残破的陶片中（残破最少的十余片，最多的达三百余片）修复保护千余件兵马俑，其中包括几件彩绘俑。秦俑原来都通体彩绘，彩绘的颜料成分如下（表 1：秦俑彩绘颜料成分）。^① 由于兵马俑坑曾遭受大火焚毁和洪水的浸泡而塌陷，兵马俑被埋入地下约 5 米深的填土和淤泥之中，长期受地下水和有害物质的浸蚀，因而使陶质的兵马俑身上的彩绘层受到很大的损害。又由于埋藏地下二千多年，使当初在绘彩时调制颜料所用的胶（植物胶或动物胶）逐步地流失或分解而失效，出土时附着在兵马俑身上的颜色残迹非常地脆弱，在自然环境下便很快发生起翘、剥落。为有效地保护好彩绘秦俑，对残破彩绘陶俑进行抢救修复，首先要清理彩绘层表面上的集聚物（黏土或白色可溶性盐 CaCO_3 结垢）。清理既是考古发掘工作的重点，也是修复保护工作的关键。本文试从彩绘秦俑修复保护中，对清理方法作以探讨，以求教于方家指正。

颜色	成 分
粉红	磷灰石 + 朱砂或铅白 + 朱砂或磷灰石 + 铅白 + 朱砂或铅白 + 朱砂 + 铅丹
红色	朱砂或铅丹
绿色	石绿
蓝色	石青
紫色	朱砂 + 硅酸铜钡或朱砂 + 硅酸铜钡 + 铅白
黄色	铅黄（一氧化铅）
白色	磷灰石或铅白
黑色	炭黑

^① 张志军：《秦兵马俑彩绘颜料的相关问题研究》，《秦文化论丛》第八辑。

一、考古发掘现场清理

考古工作者在发掘秦兵马俑遗址的过程中,根据文化层叠压先后关系,进行了严格的清理。首先清理俑坑上层的覆盖土。清理覆盖土层时,因遗址保护大厅刚建成不久,坑内的彩绘陶俑处于相对平衡的稳定环境中,土壤比较潮湿、松散。清理时按照地层堆积的先后顺序,由上而下、从晚期文化层到早期文化层一层一层地划分区域,分区分块进行清理,清理的厚度掌握在2-3cm为宜。当清理到秦代地层后,清理工作逐渐放慢,依据已探明的深度,把握彩绘陶俑的高度,同时观察每一层土的颜色和可能存在的迹象,随时随地做好记录。当清理到彩绘陶俑时,由于彩绘陶俑全部在过洞内的填土与淤泥之中,清理出来的彩绘陶俑在新的环境中发生显著的变化,特别是陶体及表面彩绘层含水量的变化,使彩绘层很快发生起翘、剥落;又由于在清理过程中,空气迅速侵入而发生氧化反应,自由基类的碳化反应随着出现,有机物炭化不可避免等。这就需要及时地分析彩绘陶俑身上的颜料结构以及填土与淤泥的成分结构(秦俑彩绘先在陶体表面涂一层生漆,在生漆上再涂一层或多层彩绘颜料),掌握其新的环境中的变化规律。开始清理时土层相对潮湿,含水量一般在18%以上,土质松散容易清理,而淤泥结构比较致密、板结,相对难以清理,所以我们在清理时要区别对待。清理工作既不能着急和赶时间,也不能赶进度,它不是一朝一夕、一蹴而就的工作,而是一项长期的工作,一定要有充分的时间,不惜一切代价,在保证质量的前提下,力求使彩绘清理工作做的更好。

其次,对于比较干燥的土层的清理。清理干燥的土层时,先要对清理面进行喷水,使其表层土适度的浸润,土壤中的含水量尽可能地接近或者达到19%以上,这时方可进行清理。清理的土层不宜太厚,控制在2-3厘米左右。在清理过程中若稍有干裂或有的部位没有完全浸润,这时不要急于清理,必须先停下来,再喷入适量的水(小喷壶200毫升为佳,雾化好),直到要清理的部位完全湿润、土质松散为宜。

再次是对彩绘陶俑身上泥土的清理。这是考古现场清理工作的重点,一定要细心。由于坑内被焚烧而塌陷,陶俑横七竖八地相互叠压,所以先要找到陶俑的基点(清理点),分区进行,以免使文物层受损。在清理过程中最好在清理区域内营造一个空气相对湿度90%左右的小气候环境,陶俑彩绘在这种环境中,一般来说不会面临危险。清理时将清理层表面湿润后使其土层的含水量保持在18%-19%左右,等待土层松散,采用竹签、竹片或手术刀片轻轻地从上往下剥离。若个别部位的漆层发生空鼓或部分彩绘酥粉或已和陶体开始剥落,这时必须进行保护加固。加固时先用蒸馏水使其潮湿,等待5分钟,再用5毫升的医用针管注入2.5%~5%的加固剂PU(聚胺脂乳液)慢慢地从空鼓或彩绘酥粉、剥离部位渗入,或用小毛笔蘸加固剂敷在漆层上面,按压10分钟,使漆层或彩绘层更好地黏附于陶体表面,有利于整体进行清理,这一步清理到距彩绘层

1-2 厘米为宜。^①

如果需要展示考古发掘工作的最新成果,在考古发掘现场进行细部清理时,必须要有保护人员现场配合考古清理保护工作。对彩绘的精细清理最好在保护修复室内进行,这样既有利于在小环境下控制温湿度,也有利于在室内进一步清理保护和研究。从二号坑考古发掘现场清理保护的几件彩绘跪射俑情况看,彩绘表面土层的厚度保留的越合适(1cm-2cm),漆层及彩绘层保存的状况越好,反之,彩绘俑还未移动到保护修复室,漆层起翘,彩绘脱离,不利于彩绘的保护和清理工作。T21G18 07号彩绘陶俑,由于在考古发掘现场已将土层全部清理干净,彩绘层经保护处理后继续放置在二号坑内便于观众参观,使空气中的大量灰尘、微尘颗粒以及有害物质飘浮在彩绘陶俑上,使保护剂与空气中的灰尘及微尘颗粒发生反应而在彩绘层上形成一层胶泥,这样需要进行二次清理,给清理工作带来很大的难度。笔者认为,在遗址类考古发掘现场需要陈列展示文物时,最好就地营造小环境气氛。如汉景帝阳陵考古发掘现场在彩绘保护与修复过程中与斯洛文尼亚合作现场保护修复。先把大环境营造成小环境,在约深4—5米、宽2—3米的俑坑过洞内,用透明的钢化玻璃在两隔梁之间搭建现场修复保护室(并装配有通风设备,与外界空气相对隔离,不易产生霉菌),利用彩绘俑在原过洞内的温湿度来营造小环境下的温湿度,在小环境下进行现场清理和保护。这样既有利于彩绘陶俑保持恒温恒湿,便于清理保护,也有利于减少因提取或移动时的碰撞而使彩绘脱落和剥离。更方便观众在同一时间内既能参观考古发掘现场,又能参观文物保护与修复现场。为考古现场的清理和保护提供了有益的借鉴。

二、修复保护室内清理

室内清理和保护,主要是把初始发掘出来的彩绘陶俑进行精细、细化清理,它包括以下几个方面:

其一,了解彩绘的施彩方法:秦俑彩绘先在陶体上涂一层生漆作底层,再在底层上涂彩绘颜料,涂层厚度不一,生漆层厚0.03-0.06毫米,颜料层厚者为0.09-0.20毫米、薄者为0.01-0.04毫米,以生漆作底层,有利于增强彩绘层的附着力,不易使彩绘脱离。在俑头等凹凸不平的部位先用腻子对陶基表面进行抹光处理,然后再涂刷彩绘,所以头部的彩绘层相对较厚,清理时也较容易。

其二,掌握彩绘损坏及脱落的原因:秦俑遗址由于所处地理环境的因素,该俑距地下水水位较高,在试掘时其文化层相对干燥,其后又因保护问题而回填。陶俑遭受2000多年地下各种不利因素的影响,正式发掘后因环境的变化使彩绘俑的生漆底层由于老化在失水干燥过程中慢慢地发生严重收缩—破裂—起翘—卷曲。彩绘层中的颜料调和剂也

^① 朱学文:《秦俑二号坑彩绘跪射俑清理方法探索》,《文博》2000年第1期。

因长期埋藏而老化或流失，颜料层结构由致密而变得松散、无黏附力，在现场或室内遇到干燥的环境下容易碎化、剥落与陶体发生分离。又因上层覆盖土的长期塌压，有的彩绘层失去了与生漆层的黏附力，而与覆盖土的黏附力增强，从而导致彩绘层直接黏附于覆盖的土上。^①

其三，选择彩绘陶俑清理的最佳环境：秦俑一二三号坑相对湿度是不同的，由于一号坑遗址大厅建设比较早，坑内空气比较干燥。二号坑、三号坑虽然相对比较潮湿，但也达不到彩绘陶俑清理所适应的温湿度。于是我们把彩绘俑由坑内提取到修复保护室，运用科学技术手段控制和监测小环境下的温湿度变化（增加加湿机、防尘设备、空调、恒温恒湿箱、温湿度监控仪等来随时调节温湿度）。秦俑彩绘保护修复比较合适的温度是15℃~25℃，相对湿度85%以上。温度过低或过高，容易造成彩绘层干裂或脱离；湿度过小，彩绘层起翘、酥粉。于是我们在室内营造小环境，用较厚的透明塑料纸沿墙角搭建一个2×3m的小棚，将彩绘俑放入棚内，喷入适量的水使陶俑上的土层含水量大于或等于18%，棚内处于高湿度状态，使彩绘俑上的颜料层相对稳固和平衡，有利于清理工作。

其四，俑头及手部的清理：秦俑的头部及手部凹凸不平，颜料层较厚。在清理时，先给俑头喷入适量的蒸馏水后放入恒温恒湿箱里观察一到两天，看是否有变化，之后再 用竹签或手术刀剔除附着和沉积在彩绘俑头发髻和面部的黏土颗粒，因长期的埋藏过程在发髻与面部表面凝聚一层薄而致密的钙化土（可溶性盐CaCO₃结垢），使有的头部和面部漫漶不清，这时用棉签蘸EDTA敷钙化土10-15分钟使其软化，然后用手术刀清除，或者在钙化土表面涂少许缓蚀剂，等表面浸润软化后用竹签将可溶性盐CaCO₃结垢剔除。在剔除过程中要谨慎小心，以免发髻及飘带、面部的矿物质颜料脱离。俑头和手清理完毕后，及时喷涂保护剂30%-80%PEG200，根据需要随时调整浓度，对于起翘的漆层和彩绘层用2.5%-10%的PU（聚胺脂乳液）进行加固。^②

其五，彩绘俑体的清理：清理彩绘陶俑时首先要制定清理计划，因为彩绘秦俑的个体较大（身高1.75—1.96米）、体重（120—300千克），不易移动，所以清理时按照“井田制”分区（分块）进行，清理的顺序是从上到下（颌部、肩膀、胸部、袍部、臀部、腿部、足部），有时似具体情况而定。对残破的彩绘陶俑采取灵活的清理方式，因为无法站立使其平躺或背躺时，必须在其修复的平台上平铺柔软的海棉垫（海棉垫上用文物包装纸包裹好）以免彩绘受损或脱落。分区时以彩绘的分布状况和漆层、颜料层的厚薄区别划分，根据表层土的多少细部量化，使清理刀法深浅均匀，使清理面与竹片或手术刀在同一水平面上。这样使清理面与未清理面形成显明的对比，容易观察和发现问题。其次是清理方法，陶俑表面底部漆层上的泥土，由于漆层附着力较差，清理

① 张志军：《秦始皇陵兵马俑文物保护研究》陕西人民教育出版社，1998年。

② 宋迪生、甄广全：《文物与化学》，四川教育出版社，1992年。

前,先喷入适量的蒸馏水使其饱和,喷水壶在雾化状态下,不能直接对准漆层表面,若对准漆层表面,会使起翘的漆层被喷水的气压吹走,而是对准空中,让蒸馏水散落在清理层表面。喷水量不宜过多,喷水的方式及喷水的间隔时间都必须掌握的恰到好处。在雾化状态下,根据气温的变化而相应地调整时间间隔,以 $20 \times 10\text{cm}$ 清理面为例,喷水量同为 20ml ,在3-5月、9-11月需间隔30-40分钟,6-8月间隔20-30分钟,12-2月间隔40-60分钟,当然还要根据喷水的距离和温湿度而定;清理彩绘层上的土层时,喷水的方法与前相同。秦俑彩绘的清理主要以机械方法为主,化学溶剂方法相辅助。根据我们多年来修复工作的经验,对T21G18试(19)暂编01号彩绘跪射俑和T21G18 07号跪射紫袍俑主要采用以下四种方法:

1. “剥层式”清理法:是在要清理彩绘陶俑身上较厚的土层或沉积物时,先用蒸馏水湿润其土层使其松散,然后用医用手术刀或竹片剥层,剥层的厚度较薄(0.1—0.2cm),用心慢慢地一层层剥离土层或污垢。这种方法对土层较厚、面积较大的彩绘层面最佳。

2. “扎针式”清理法:是在清理彩绘陶俑时,用蒸馏水使其表面湿润,在彩绘层或漆层上附着较薄的土层或污垢层,用小竹签轻轻地扎,使土层或污垢层松散,然后再用竹片或手术刀轻轻地刮掉土层和污垢层的一种方法。这种方法适宜彩绘层的清理,因为竹签扎针细密,与彩绘层接触面小,不易损伤漆层或彩绘层面。

3. “滚动吸尘式”清理法:就是将清理层表面用蒸馏水浸润,再用医用棉签在清理层上反复滚动使尘土或污染物被吸附在棉签上,或者直接在清理层表面用棉签蘸蒸馏水或75%医用酒精反复滚动吸尘,棉签蘸酒精不宜过多,以潮湿为宜。这种方法不易损伤陶体的漆层和彩绘,操作简单容易,缺点是遇到较硬的污垢或钙质物不易滚除。

4. “化学溶剂”清理法:对在考古发掘现场进行保护过的彩绘陶俑,因各种原因而不能及时运回修复保护室或在考古发掘现场未能采取有效地防护措施,而使大量的灰尘和空气中的微尘颗粒落入彩绘层表面上,与彩绘层面的保护剂结合形成一层胶泥物,需要借助化学溶剂(酒精、丙酮等)来帮助清理彩绘层表面胶泥物的一种方法。紫袍跪射俑(T21G18 07)主要采用这种清理方法,效果理想,使紫色的袍裙全部显现出来。

以上这四种清理方法不是一成不变的,而是根据彩绘陶俑的具体情况灵活运用,既便于清理,也有利于使彩绘颜色完全地显露出来。在干燥的环境下清理,必须先湿润后清理,湿润最好用蒸馏水或蒸馏水与乙醇的混合液,加速蒸馏水的挥发。润湿后我们选择清理方法,小心谨慎地进行清理。由于在搬运或移动过程中,陶体表面的彩绘层因振动而松动,稍不注意就会连土块一起脱离,这时我们必须先加固后清理。加固时用2.5%—10%的PU+30%PEG+67.5—60%的蒸馏水,或者用5%—10%的Paraloid B72(丙烯酸树脂的丙酮溶液),或者用10%的S600(丙烯酸脂水溶液)作为加固剂进行加固处理。不过B72加固剂容易泛白,加固时小心谨慎,以免外流。加固彩绘层时,最

好用软羊毛笔蘸加固剂或用针管渗透加固，待彩绘层稳固定型后再进行精细清理，清理完后及时将彩绘层表面用小洗耳球或软羊毛刷刷吸干净，再给彩绘层上喷涂三遍（每天一遍）30% PEG200 : 2.5% PU : 67.5% 水的混合保护剂，观察1-2天后看看彩绘层的变化情况，然后逐步调整PEG200的浓度提高到80%。清理完后要保持清理面的整洁。^①

三、清理过程再探讨

其一，无论是考古发掘现场清理，还是室内修复保护清理，首先要达到清理时所具备的条件，土壤中的含水量大于或等于18%以上，环境相对湿度85%以上，温度15-25℃；其次是清理记录，包括清理前后的照相、摄像、绘图、文字说明、保护材料及方法、用水量、清理工具以及清理的经验和教训等。

其二，清理顺序和原则：秦代彩绘陶俑个体比较大（170—195cm），不论是将军俑、战袍俑，还是立射俑、跪射俑，清理时一定要按照先上后下、先里后外的顺序科学合理的工作，以保护陶俑表面上的彩绘不受损害为前提。清理后要及时对彩绘进行加固保护（化学保护和物理保护），使彩绘陶俑处于相对稳定的环境中，避免外界灰尘和其它有害病菌对它带来新的破坏。

其三，清理方法的选择：彩绘陶俑的清理方法较多，但要根据彩绘层的具体情况而选择不同的方法对症清理，比如土层或污垢较厚的彩绘层选用“剥层式”清理方法较合适，清理朱红色的连甲带采用“扎针式”方法较合适。

其四，对已经在发掘现场保护加固过的彩绘陶俑，由于各种原因使加固过的彩绘层表面落满了尘土和空气中的微尘颗粒，在彩绘层表面形成一层胶泥物，这种胶泥物需要在保护修复室内进行二次清理时，可以选用机械方法与化学溶剂法相结合，有利于彩绘层的清理和保护。

其五，清理后的彩绘层要及时地喷涂保护剂（30% - 80% PEG200，2.5% - 10% PU），并根据内外温湿度的变化和陈列展览的条件，选择最佳的长期保存环境。营造小环境气候（制作有机玻璃箱等）。定期分析记录彩绘层的变化，为以后彩绘陶俑的修复和保护提供直接经验。

四、小结

清理工作既是考古发掘工作的一部分，也是文物保护与修复工作的一部分。考古发掘现场清理的目的是揭示文物的面貌和个体，主要任务是尽可能地保留出土文物资料的

^① 周铁、严苏梅、容波：《秦俑二号坑绿面彩绘俑头的研究与保护》，《秦文化论丛》第八辑。

完整性（文字、纹饰、彩绘和表面装饰物等）和后续移至到保护修复室（实验室）继续清理保护的统一性。而室内清理则是更好地保护文物个体的本质特征，把考古发掘出土文物的人文信息和历史遗迹完整地清理出来，采用最新的科技手段和方法来延长文物的寿命。同时清理工作为考古发掘工作提供新的资料，填补史书记载的不足。所以秦代彩绘陶俑的清理，吸取了国内外先进的保护技术和方法，采取最少干预的原则，使一大批彩绘陶俑重新展现原貌，不仅能够展示秦代军人的着装及军服的颜色，而且为研究秦代的服装史及军人服饰的颜色规律提供新的佐证。只要我们用心清理，认真总结以往的经验教训，力争找到一种既能保护好文物又能保存完整资料的清理方法，使我们的清理工作和清理方法达到一个新的水平。

附记：本人在对彩绘秦俑的清理和保护实践过程中，得到了周铁研究员、容波工程师的现场指导；在写作的过程中，得到了张志军研究员、朱学文、蒋文孝助理研究员的指导和帮助，在此谨致以谢忱。

（作者单位：秦始皇兵马俑博物馆）