



颐和园对彩绘、佛像及书画藏品使用改性苜麦面团进行表面除尘的效果评价

王敏英¹ 何秋菊² 吕高强³ 何海平² 闫丽² 李林³

(1. 颐和园管理处文物部, 北京, 100080; 2. 首都博物馆文物保护修复中心, 北京, 100045;
3. 颐和园管理处保卫部, 北京, 100080)

摘要 颐和园智慧海和香岩宗印之阁位于万寿山山顶和后山区域, 为坐北朝南和坐南朝北朝向, 殿内有30多尊佛像均处于迎风状态。受气候四季温湿度变化和风向的影响, 以及古建筑内檐门窗挡风防尘的软硬博缝设备缺失, 风力夹杂着灰尘进入殿堂, 造成佛像上短时间内积聚大量灰尘。降尘日积月累, 形成积尘, 黏附在佛像表面。在高温高湿条件下, 加速了灰尘与佛像腐生关系的形成, 造成对佛像的伤害。

针对佛像制成材料的具体情况, 我们采取了普通除尘方法和药剂苜麦面团蘸取积尘的方法进行除尘, 并进行了相关检测, 经试验检测证明, 改性苜麦面团除尘是一种有前景的无损除尘方式, 值得推广。

关键词 佛像 室内陈设 改性苜麦面团 无损除尘评价

引言



图1 短时间内积聚大量灰尘

颐和园智慧海、云会寺和香岩宗印之阁位于万寿山山顶和后山区域, 为坐北朝南和坐南朝北朝向, 殿内有30多尊佛像均处于迎风状态。多处原状陈设的殿堂也属于开敞性的开放形式, 内檐装饰书画(贴落、匾联类展品)是直接粘贴或悬挂于殿内的, 由于原状陈设的特殊性, 这些展品难以在展览中进行封闭隔尘。受四季气候温、湿度变化和风力的影响, 以及古建筑内檐门窗挡风防尘的软硬博缝设备缺失, 风力夹杂着灰尘进入殿堂, 造成佛像、殿内彩绘及建筑内檐装饰书画(贴落、匾联)在短时间内积聚大量灰尘(图1)。

悬浮在空气中的尘埃直径超过 $15\mu\text{m}$ 时会沉降形成降尘(图2)。存在于大气环境中的古建油饰彩画、彩绘泥塑等彩绘文物以及年代久远的古书画受降尘影响较为严重。降尘的形态以棱角状和次棱角状为主(83%),圆状等仅占3%。这种棱角状与高硬度的石英颗粒在湍流的作用下,对彩绘表面磨蚀严重。而且降尘中携带的酸性及霉菌等物质促使了颜料及其胶结物质的劣变,引起了颜料的褪色、变色甚至影响基体材料。

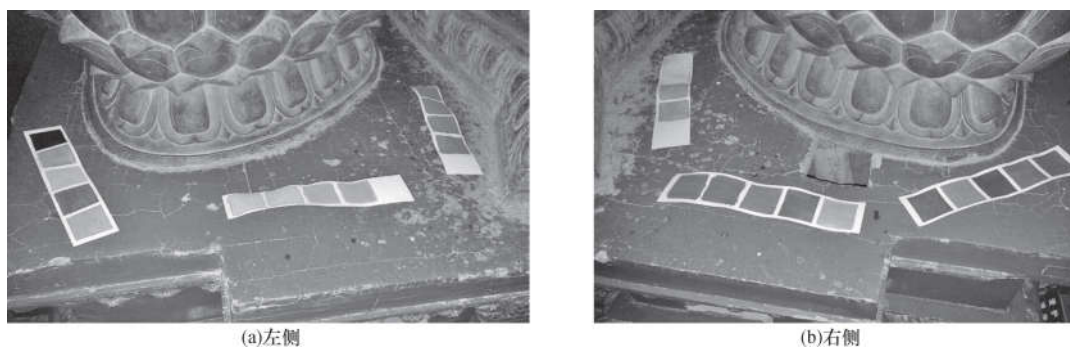


图2 云寺降尘试验地点

除尘是文物保护中的一项最基本的工作,看似简单但要选择一种合适的除尘方式却比较困难。降尘由于粒径比较小($10\text{\AA} \sim 100\mu\text{m}$),在静电作用、极化作用、氢键以及范德华力的作用下与颜料颗粒紧密结合。不适当的除尘方法不但清洁效果不好,还会导致颜料层的脱落。传统的手工除尘方法有鸡毛掸子除尘、除尘刷除尘、面团除尘等。其中,面团法较适合于表面光滑、体积较大的文物,如建筑彩绘、壁画等。小麦面团因为黏度大,已被应用于文物表面除尘,但容易将绘画表面的颜料黏附下来,造成颜料层松动或脱落。

面团除尘法在我国应用很早,面团材料多为就地取材。西藏地区就有使用青稞制作面团进行唐卡除尘的方法。北方地区多使用小麦面粉或荞麦面粉制作面团。但因园内的佛像、彩绘及内檐装饰书画等陈设品年代逐渐久远,存在表面斑驳起翘、书画纸绢材料酥脆等情况,使用黏度较大的小麦面粉面团除尘容易将陈设品表面的颜料黏附下来,造成颜料层松动或脱落。又因面团除尘法只是通过面团在物体表面滚动,将灰尘蘸取下来,故不需要能够黏接物体的黏度。因此,我们做了小麦面粉面团和莜麦面粉面团的黏度对比测验。

1 实 验

1.1 莜麦面团制备

天然植物提取物以花椒、黄柏为例,采用水煮法提取花椒、黄柏的有效成分,加热至水沸腾后保持 15min ,放置待用。称取一定量莜麦面粉(市购武川莜面粉)后,将过滤后的花椒、黄柏的药汁($T=70 \sim 80^\circ\text{C}$)缓缓注入面粉中。注入药汁的同时需要不停地搅拌。待干面粉全部渗透药汁,边搅拌边加入甘油,不断搅拌,待温度逐渐降低,双手和面,将面团揉合均匀、分团放置,面团表面蒙上湿棉布待用。注意在使用时,需要将面团在手中简单揉合后再用于除尘。

1.2 模拟样板制备

1.2.1 彩绘文物模拟色卡

利用多层宣纸托裱后的纸板作为载体，熬制浓度为2%的骨胶水，在研钵中配制群青、石青、石绿、铁红、酞菁绿、土红、洋红（马利牌国画颜料）等七种色系的颜料，用羊毛刷均匀涂刷于样板上，样品分为两组，共14个样品。

1.2.2 古书画模拟色卡

制作古书画常用颜料色卡，包括靛蓝、赭石、朱磬单色色卡以及复色色卡，见表1。

表1 古书画模拟色卡颜料配比

颜色	配比
红色	单色：朱砂；朱磬；赭石
蓝色	单色：靛蓝
紫色	复色：靛蓝：朱砂（1：1）；靛蓝：朱砂（1：3）；靛蓝：赭石（1：1）；靛蓝：赭石（1：5） 天蓝：大红（1：1）；胭脂：朱磬：花青（5：4：1）

2 实验结果与讨论

2.1 颐和园降尘特点分析

利用离子色谱仪（IC，美国ICS-2100型）分析云会寺油饰彩画以及山门殿彩塑护法金刚力士上收集的降尘颗粒离子组成。云会寺降尘取样点选在右侧屋梁，山门殿彩塑护法金刚力士取样部位选在左臂衣襟飘带转折部位、右手小臂以及双脚部位，用软毛刷轻轻刷取降尘约1g。

IC测试条件为：F⁻、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻阴离子色谱分离柱为IonpacAS11阴离子分离柱和AG11阴离子保护柱，ASRS300连续自动再生电解微膜抑制器；DX-600型离子色谱仪测定Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺阳离子，色谱分离柱为Ionpac CS12A阳离子分离柱和CG12A阳离子保护柱，CSRS300连续自动再生电解微膜抑制器。称取0.5g样品于100mL烧杯中，加入50mL纯水，超声浸提15min后，静置片刻，取上层清液用离子色谱进行分析。测试结果见表2，山门殿和云会寺降尘中SO₄²⁻、Ca²⁺含量均较高，其次是NO₃⁻、Mg²⁺、Cl⁻，可见主要为含硫酸盐或氮化物等的盐碱粉尘，其有很强的化学腐蚀性和污染性。

2.2 降尘样品取样点

表2 降尘试验阴阳离子测试结果 (单位：mg/kg)

阳离子	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
山门殿	838.94	246.04	289.76	1478.87	15215.58
云会寺	1346.89	1006.81	607.74	2752.70	19574.52

续表

阴离子	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	
山门殿	457.00	1136.36	3473.88	16709.51	
云会寺	441.29	1713.61	3073.70	27187.87	

2.3 除尘前后显微观察

在三维视频显微镜下（放大200~300倍）对比洋红、群青、石青三种颜料样品在采用苜麦面团和除尘刷（猪鬃毛刷）除尘前后的显微照片，可见在处理相同时间（5s）后，苜麦面团除尘较干净，显微照片中灰尘中的颗粒几乎看不到。除尘刷除尘会导致颜料层不同程度的脱落，特别是与胶水融合性不好的有机颜料洋红样品脱落最为严重，露出宣纸纤维基体。苜麦面团除尘过程温和，对画面颜料层影响较小。

2.4 不同除尘方式显微照片对比

色差及反射光谱分析，降尘试验前与除尘后样品的色差 ΔE 反映了除尘的效果，色差越小说明越接近于样品原始表面状况，除尘效果越好。表3为模拟彩绘样品集尘76天后除尘前后的色差变化。对比苜麦面团除尘和除尘刷除尘前后的色差变化可知，除尘刷除尘前后色差变化较大，特别是洋红、铁红、酞菁绿、石青等颜料，而苜麦面团除尘后，洋红色彩改变最大， ΔE 为3.58；其他颜料样品 ΔE 均小于3，可见苜麦面团除尘较为温和，除尘后的样品和降尘试验前的原始样品表面状况较为接近。酞菁绿（phthalocyanine green）、群青（ultramarine blue）、石绿（malachite green）及洋红（carmine）采用苜麦面团或除尘刷除尘前后的反射光谱变化。可知，各颜料样品均有相同的规律，苜麦面团除尘前后反射光谱比较接近，而除尘刷除尘前后反射光谱差异较大，说明除尘刷对模拟彩绘颜料样品表面影响较大。

表3 彩绘样品集尘及除尘前后的 ΔE 值

第一组		酞菁绿	群青	石青	石绿	铁红	土红	洋红
苜麦面团	ΔL^*	0.26	0.32	0.65	-0.26	-0.18	-1.04	3.15
	Δa^*	0.77	0.95	-0.89	-1.84	-0.98	-1.35	-1.56
	Δb^*	2.85	-0.56	-0.48	1.16	1.92	-0.97	-0.69
	ΔE	2.96	1.14	1.20	2.19	2.16	1.96	3.58
第二组		酞菁绿	群青	石青	石绿	铁红	土红	洋红
除尘刷	ΔL^*	1.13	2.06	2.21	-0.23	3.92	2.06	10.11
	Δa^*	7.01	-3.01	-0.57	1.08	4.8	-3.34	-0.77
	Δb^*	2.44	1.11	3.88	0.64	7.07	-1.94	-1.62
	ΔE	7.50	3.81	4.50	1.27	9.40	4.37	10.26

利用苜麦面团处理书画模拟色卡后的色差变化情况，可见除了易于脱落的靛蓝外，其他色卡除尘前后 ΔE 变化均小于3.5，大多数 ΔE 在3以下，可见苜麦面团除尘对色彩影响较小。

2.5 除尘前后微生物菌群变化

对比采用改性莜麦面团和除尘刷对彩绘文物除尘前后微生物菌群数量的变化。在颐和园云会寺古建及山门殿泥塑彩绘表面,采用无菌棉签在5cm×5cm范围大小内取样,将样品连同采样棉签放入有10mL生理盐水的无菌瓶中密封。在实验室将有样品的生理盐水摇匀作为原液,将原液用无菌水稀释成 10^{-1} ~ 10^{-5} 五个浓度梯度,用移液器取稀释液0.2mL分别涂布到PCA细菌及PDA真菌培养基中,在恒温恒湿培养箱(德国,3M Climacell 222型)中培养。细菌培养温度37℃,培养2~4天;真菌培养温度28℃,培养5~8天。具体的取样点及分析结果见表4,细菌及真菌菌落总数统计见表5。由分析结论可知,相对于除尘刷除尘,改性莜麦面团对真菌的清除效果明显,对细菌的清除效果并没有明显优势。分析可能由于改性莜麦面团中花椒及黄柏的生物碱产生了一定的抑菌效果,对霉菌等真菌的清除效果优于除尘刷除尘。

表4 取样点及分析结果

编号		取样点	结论
1	未除尘	云会寺木质背光右半部分由上至下第三个祥云和第四个祥云之间,带状平台处	莜麦面团除尘对真菌、细菌清除效果相比除尘刷较明显
	莜麦面团	云会寺木质背光右半部分由上至下第三个祥云和第四个祥云之间,带状平台处	
	除尘刷	云会寺木质背光右半部分由上至下第六个祥云和第七个祥云之间,带状平台处	
2	未除尘	云会寺观音像背光顶端木质房檐彩绘	莜麦面团除尘对真菌的清除效果明显,对细菌的效果不明显
	莜麦面团	云会寺观音像背光顶端木质房檐彩绘	
	除尘刷	云会寺观音像背光顶端木质房檐彩绘	
3	未除尘	云会寺观音像左侧膝盖处	莜麦面团除尘对真菌和细菌的清除效果相比除尘刷没有明显优势
	莜麦面团	云会寺观音像左侧膝盖处	
	除尘刷	云会寺观音像左侧膝盖处	
4	未除尘	山门殿彩绘泥塑东侧像右侧大臂	莜麦面团除尘对真菌的清除效果明显,对细菌的效果不明显
	莜麦面团	山门殿彩绘泥塑观音像左侧膝盖处	
	除尘刷	山门殿彩绘泥塑观音像左侧膝盖处	

表5 不同方法除尘前后真菌及细菌菌落总数统计表(个/m²)

1号	真菌	细菌	2号	真菌	细菌
1-1	2.4×10^4	4×10^5	2-1	3.96×10^7	4.8×10^5
1-2	0	0	2-2	0	8×10^3
1-3	2.0×10^4	1.2×10^4	2-3	1.6×10^5	6.4×10^4
3号	真菌	细菌	4号	真菌	细菌
3-1	1.2×10^6	5.2×10^4	4-1	1.2×10^6	2.08×10^5
3-2	0	8×10^3	4-2	4.08×10^5	4×10^4
3-3	0	8×10^3	4-3	1.2×10^6	2×10^4

2.6 莜麦面团的黏度及拉伸强度分析

莜麦面团的除尘能力与其黏度有着直接关系，可通过测试面团对相邻物体的接触部分的分离能力表征其黏度。在本次试验中利用TA.XTplus质构仪（台湾超技仪器有限公司）测试莜麦面团的黏度，黏度通常用圆柱形探头（P/50）测试。设置以2.0mm/s的速度接近样品，直到探测到5gN的接触力，然后开始压缩样品当接触力达到300gN时，保持5s，使探头和样品良好接触，然后探头以10mm/s的速度，撤离样品15mm，这时产生的分离探头与样品的力为最大黏度，即为最大的力量转折点。各测试莜麦粉和小麦粉（市购富强粉）样品做3个面团，面团大小约为20mm×60mm，求平均值计算。表6为各测试面团样品的黏度及黏丝距离测试结果。可知，本次除尘的莜麦面团黏附力为15.89gN。对比小麦面团可知，相同配比的小麦粉黏度以及黏丝距离为莜麦面团的几十倍；水增加5mL，莜麦面团黏度增加不到2倍，而小麦面团增加5倍多。黏度越大，除尘效果越好，但同时也容易引起颜料层脱落或者使面团黏到文物的缝隙中，因此小麦面团并不适合于彩绘及书画文物除尘。

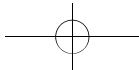
表6 各测试样品的黏度及黏丝距离测试结果

样品	最大黏度/gN	面团黏附性/(gN/s)	面团黏丝距离/mm
除尘用莜麦面团	15.89	0.90	1.11
莜面100g, 水100 mL	33.43	2.37	1.30
莜面100g, 水105 mL	64.68	5.52	1.58
小麦粉100g, 水100 mL	549.224	429.999	24.203
小麦粉100g, 水105 mL	2956.865	584.777	26.221

拉伸强度反映了样品的抗拉伸阻力，可表示面团筋网络结构弹性、筋力。将面团制成大小约为20mm×60mm的长条，以夹具夹持（A/TG），测试直到面团条断裂得到面团的抗拉伸力、延伸度。为了避免样品在夹持钳口断裂，在试样与钳口间垫上绢布，各制作三个面团，求平均值计算。表7为各测试面团样品的拉伸强度及延伸度测试结果。由表可知，本次除尘用改性莜麦面团的拉伸强度为80.3gN，不改性的莜麦面团的拉伸强度为140gN，大于相同配比小麦粉的拉伸强度。改性莜麦面团延伸度为6.9mm，延伸度为未加甘油莜面团的2倍，可见甘油的加入改善了莜麦面团的网络结构，增加了黏弹性，在除尘时较为温和，对画面影响较小。

表7 各测试面团样品的拉伸强度及延伸度测试结果

样品	拉伸强度/gN	延伸度/mm
除尘用莜麦面团	80.3	6.9
莜面100g, 水100 mL	140	3.57
小麦粉100g, 水100 mL	37.8	6.83



3 讨 论

古建彩绘或纸质绘画由于时代久远,胶结材料老化流失,在清理尘土的同时,伴随着颜料层的脱落,因此彩绘类文物除尘难度相对较大。在常用的几类方法中,如清水、羊毛刷、猪鬃刷、吸尘器、鸡毛掸子等方式中,清水除尘改变了绘画颜料表面湿度,在干燥的过程中引起二次伤害;羊毛刷虽然柔软,除尘却不干净;猪鬃刷质地稍坚硬,对绘画层破坏明显;吸尘器在吸走灰尘的同时,难免会吸走一些脆弱的颜料颗粒;鸡毛掸子容易导致颜料粉化脱落。莜麦面团是在除尘过程中易于人为掌控的一种方法,相对来说较为温和,除尘干净。

事实上,彩绘类文物除尘没有一个完全理想的方式,每一次除尘都会产生一定程度的伤害。利用莜麦面团除尘可根据彩绘文物表面保存的具体情况筛选不同的黏度配比,加入中药材可以起到防腐防霉的作用,加入的防静电材料,可以在除尘后对尘土起到排斥的作用,以便延长除尘的周期。所以,莜麦面团除尘是一种有前景的除尘方式。

结 语

本文通过显微观察、色差及反射光谱分析、除尘前后微生物菌群变化对比了改性莜麦面团和除尘刷两种除尘方法对自然降尘后的彩绘及书画模拟样品的除尘效果。结果表明:

(1) 改性莜麦面团除尘较干净,且除尘过程温和,除尘前后色差变化小于3.5;除尘刷除尘会导致颜料层不同程度的脱落,特别是与胶水融合性不好的洋红颜料脱落最为严重;由于花椒及黄柏的抑菌效果,改性莜麦面团对霉菌等真菌的清除效果优于除尘刷除尘。

(2) 物性仪分析表明,改性莜麦面团所测黏度为15.89gN,相同配比的小麦粉黏度以及拉丝距离为莜麦面团的几十倍,黏度越大,除尘效果越好,但同时也容易导致颜料层脱落或者使面团黏到文物的缝隙中,因此小麦面团并不适合于彩绘及面团的弹性,延伸度为未加甘油莜麦面团的三倍,除尘温和,对绘画颜料的影响小。

(3) 利用莜麦面团除尘可根据彩绘文物表面保存的具体情况筛选不同的黏度配比,加入中药材可以起到防腐防霉的作用,加入的防静电材料,可以在除尘后对尘土起到排斥的作用,以便延长除尘的周期。莜麦面团除尘是一种有前景的除尘方式,值得推广。