

曹恪碑等石质文物的材质分析与保护

□ 张建华 魏华

山西省艺术博物馆藏有大量珍贵石质文物,从汉代到清代的画像石、石造像、碑刻等就达 100 余件,其中多为国家一、二级文物,具有极高的艺术价值和研究价值。但由于长期遭受自然的、人为的破坏,很多石质文物的境况都十分严峻。2008 年 5 月,对馆藏 46 件套石质文物实施了具体的保护修复。对文物材质及保存环境和损害程度进行了分析测试,并筛选出相应的保护材料对其实施有效保护。现将其中的曹恪碑、道贤等四面造像碑、陈荣欢四面造像碑 3 件套碑刻的材质分析情况和保护修复方法逐一简单介绍,以求同仁指教。

一、曹恪碑

曹恪碑 北周,白云岩,一级。

立于碑廊内,通高 2.10 米,宽 0.86 米,厚 0.30 米,山西运城安邑征集。风化严重,部分铭文短缺,多处断裂。

1. 碑体石材材质分析

X 光衍射分析结果

X 光衍射分析该碑体石材矿物成分:铁白云石 62%,方解石 14%,正长石 8%,石英 7%,云母 5%,

石膏 3%。

岩相分析结果

鉴定岩石名称:为粗粉屑白云岩。

岩石结构:砂状结构,块状结构。

成分特征及其变化:岩石粒度较均匀,一般为 0.32 毫米,方解石表面较干净,铁在白云石表面氧化呈暗褐色,使内突起不明显。绢云母为细鳞片状集合体,白云石晶型轮廓部分较好。

组分含量(目测):铁白云石 >70%,方解石 <20%,钾长石(正长石)约 5%,绢云母约 3%。

石碑所处环境情况

目前,石碑放置在长廊下,使石碑免除了雨水的冲刷。石碑下有石灰石基座,将石碑与地面隔离开来。所以从石碑碑体角度讲,目前情况下,石碑除了有可能受到潮湿天气的影响以外,没有降雨和地下



图一 石碑表面石材材质分布不均的状况



图二 石碑侧面显示出石材的层状分布



图三 石碑保存环境状况

毛细水的影响。

综合分析

石碑石材为层状沉积岩,每层的材质有一定的差别。基于文物保护的原因,样品取自表面起翘脱落的岩石,使岩石的 XRD(X 光衍射)分析与岩相分析结果一定程度上受限于取样位置。从分析结果看,取样部位的岩石含杂质比较多,风化相对较严重,在石材的其他某些部位,由于岩石所含杂质比较少,风化现象相对较小(图一、图二)。

综合上述情况,石碑目前出现的问题,可能源于石碑移入目前碑廊位置之前风化的累积,以及毛细孔中的盐分受空气湿度高低交替变化的影响,造成石碑风化作用的延续。

保护重点应放在清洗除盐,以及渗透加固。目前状况下,不必进行防水封护。

2. 清洗与除盐

清洗

采用纯净水,毛刷,清洗石碑表面的污染物和浮尘。对于风化比较严重的部位,可先用 Remmers 300 石材渗透加固材料加固,然后再清洗。

除盐

在清洗之后,采用手工宣纸纸浆糊法除盐。

3. 渗透加固

鉴于石碑风化比较严重的部位,含有长石、云母、石英等含硅矿物,所以渗透加固采用 Remmers

300 石材渗透加固材料。加固以涂刷方式进行。如局部风化层较厚,或裂隙较深,也可以采用真空渗透加固法。

4. 填补缝隙

开放裂隙的存在,会导致应力集中,造成裂隙的发展,所以采用 3A 胶和白云岩石粉,以 1:5 的比例混合作为填充材料,填补开裂的缝隙。

二、道贤等四面造像碑

道贤等四面造像碑 北魏 石灰岩,一级。

立于碑廊内,碑高 2.17 米,宽 0.80 米,厚 0.35 米,山西芮城征集。碑身铭文残缺,局部断裂。

1. 碑体石材材质分析

X 光衍射分析结果

X 光衍射分析碑体石材矿物成分:方解石 89%,白云石 10%,石膏 1%。

岩相分析结果

鉴定岩石名称:亮晶含生物碎屑鲕粒灰岩。

岩石结构:鲕粒结构,基底式胶结,块状结构。

成分特征及其变化:鲕粒多为圆形,部分椭圆形,粒径一般 0.48 毫米,最小 0.16 毫米,个别最大 0.65 毫米。鲕粒由微晶隐晶方解石组成,个别显同心放射状微晶方解石,鲕粒间为微晶粉晶方解石胶结。

组分含量(目测):鲕粒 <80%,微晶隐晶方解石胶结构 >20%。

石碑所处环境情况

目前,石碑放置在碑廊下,使石碑免除了雨水的冲刷。石碑下有石灰石基座,将石碑与地面隔离开来。所以从石碑碑体角度讲,目前情况下,石碑除了可能受到潮湿天气和温度变化的影响以外,不存在降雨和地下毛细水的影响。



图四 石碑侧面显示出石材的开裂情况

综合分析

石碑石材为很纯的鲕状灰岩,有层状节理。石碑石材在移入目前位置后,应该没有再出现表面溶蚀,所以表面溶蚀风化现象不严重,机械和温度造成的风化比较严重。从分析结果看,碑体岩石含杂质很少,溶蚀风化不严重(图三、图四)。XRD 分析的样品取自碑体表面,所以石膏应是碑体石材表面化学风化的产物。目前石碑所面临的问题是:以前由于机械作用造成的裂隙,以及受温度影响沿石材内部节理产生的裂隙。

综合上述情况,石碑目前出现的问题,可能源于石碑移入目前位置之前风化的累积,以及或许在搬运出现的机械冲击。岩石毛细孔率非常小,应不受盐分的影响,但是温度变化以及降尘会造成石碑裂隙的扩大和发展。

保护重点是渗透加固、填补裂缝。目前状况下,不必进行防水封护。

2. 清洗

采用纯净水,毛刷,清洗石碑表面的污染物和浮尘。

3. 渗透加固

鉴于石碑材质为很纯的石灰岩,风化问题主要是开裂,所以渗透加固不宜采用与石灰岩结合不好



图五 石碑保存状况



图六 石碑显示出的层状剥落情况

的 Remmers 300 石材渗透加固材料,而适合采用与石灰岩连接效果相对较好的白云 BY2111-B。加固以涂刷方式进行,如有必要,也可以采用真空渗透加固法。

4. 填补缝隙

采用 3A 胶和石灰岩石粉,以 1:5 的比例混合作为填充材料,填补开裂的缝隙。

三、陈荣欢四面造像碑

陈荣欢四面造像碑 北魏、石灰岩、二级

立于碑廊内,高 1.60 米,宽 0.65 米,厚 0.44 米,山西芮城征集。碑身风化,铭文残缺,局部断裂。

1. 碑体石材材质分析

X 光衍射分析结果

X 光衍射分析该石材矿物成分:方解石 96%,白云石 3%,石英 1%,石膏 1%。

岩相分析结果

鉴定岩石名称:亮晶鲕粒灰岩。

岩石结构:鲕粒结构,基底式胶结,块状构造。

成分特征及其变化:矿物成分结构构造同道贤等四面造像碑。因切片太小,未发现生物碎屑。鲕粒圆形,粒径一般 0.48 毫米,个别鲕粒呈放射状,鲕粒间由微晶隐晶方解起胶结作用。沿细裂隙有褐铁矿充填,风化后方解石土褐色。

组分含量(目测):鲕粒 <80%,微晶隐晶方解石胶结结构 >20%。

石碑所处环境情况

目前,石碑放置在长廊下,使石碑免除了雨水的冲刷。石碑下有石灰石基座,将石碑与地面隔离开来。所以从石碑碑体角度讲,目前情况下,石碑除了有可能受到潮湿天气的影响以外,不受降雨和地下

(下转 77 页)

[13] 李文杰《陶器的化学组成与制陶原料的关系——兼论中国古代制陶工艺的分期和类型》,见《中国古代制陶工艺》,科学出版社,1996年11月第1版,第332页。

[14] 三个主成分的累积方差贡献率为51.4%。未标明主量元素或微量元素的,均为所测所有元素的主成分分析。

[16] 黑皮陶指器表黑色略浅,似析出一层稀薄的泥浆,胎多为褐胎或夹心陶。黑陶是相对于黑皮陶而言,器表的黑色匀称且相对厚重些,一些器物的器表磨光而有光泽,胎多泥质灰陶,也有褐胎。蛋壳黑陶指胎壁相对较薄的一类,器形较小,器表黑色极其匀称,制做精致,磨光者更显美观,并非典型的山东蛋壳陶。三者的分类,依据胎与器表黑色程度的不同而分别命名。

[17] 三个主成分的累积方差贡献率为60.2%。

[18] 三个主成分累积方差贡献率为60.2%。

[19] 三个主成分累积方差贡献率为57.4%。

[20] 张明东《黄河流域先秦陶窑研究》,见《古代文明第3卷》,文物出版社,2004年12月第1版。

[21] 沈建兴等《龙山黑陶显微结构分析和渗碳工艺研究》,《中国陶瓷》2008(44)第3期,第43~45页。

[22] 少数民族原始制陶的取土地点多几代不变。如赵美万靖《怒族手工制陶术调查》,《四川文物》2008年第1期,第26页。

(王小娟,山西大学历史文化学院硕士研究生;
王晓毅,山西省考古研究所)

(上接73页)
毛细水的影响。

综合分析

石碑石材为很纯的鲕状灰岩,有层状节理。石碑石材在移入目前位置后,应该没有再出现表面溶蚀。从分析结果碑体岩石含杂质很少,少量石膏应为岩石化学风化产物,但溶蚀风化不严重(图五、图六)。

综合上述情况,石碑目前出现的问题,层状剥落。岩石毛细孔率非常小,应不受盐分的影响,但是缝隙中的褐铁矿如果包含盐分,也会对石碑产生影响,同时温度变化以及降尘会造成石碑裂隙的扩大和发展。

保护重点渗透加固,填补裂缝,为安全起见,应当清洗除盐。目前状况下,不必进行防水封护。

2. 清洗与除盐

清洗 采用纯净水,毛刷,清洗石碑表面的污染物和浮尘。

除盐 采用手工宣纸纸浆包糊法除盐。

3. 渗透加固

鉴于石碑材质为很纯的石灰岩,风化问题主要是开裂和层状剥落,所以渗透加固不宜采用Remmers 300 石材渗透加固材料,而适合采用与石

灰岩连接相对效果较好的白云 BY2111-B。加固以涂刷方式进行,如有必要,也可以采用真空渗透加固法。

4. 填补缝隙

采用3A胶和石灰岩石粉,以1:5的比例混合作为填充材料填补开裂的缝隙。

综合以上情况,石质文物所产生的各种病害类型,是由内外两方面因素决定的。内是石材本身的特征,包括矿物成分、结构、构造等特点;外是指大气、温湿度、气候、环境、建筑所处的小环境因素以及人类活动等影响,这些文物多以青石为主,抗酸碱、气候、温差等能力较差。风化情况较为严重,主要与冬季的西北风有关,北方冬春季节风沙较大,造成石碑背面文字严重脱落,再加之长期未对其进行保护,空气中的酸性气体等含量不断上升,形成酸雨,加剧了对文物的破坏。冬季温度较低,冻融也会对其造成严重破坏。此外,微生物的附着生长分泌出大量酸性物质,也对石质有比较严重的破坏作用。

测试单位:北京大学环境模拟与污染控制国家联合重点实验室。

(作者工作单位:山西省艺术博物馆)