

莫高窟壁画保护有关问题

孙儒僊

莫高窟现存的 492 个石窟中，约保存着 45000 平方米壁画，这些壁画上起十六国，下止元代，上下延绵 1000 年，历史悠久，内容丰富，是我国的文化艺术宝库。这些艺术珍品能保存到今天，除地方比较偏僻，还有赖于敦煌地区的干燥气候这一有利的条件。但是历史长河中，壁画也经受了多种自然的和人为因素的影响，造成了严重的损坏。为了使敦煌壁画尽可能长远地保存下去，除了研究壁画的制作方法及其制作材料之外，调查石窟内外大气的温度、湿度、日照、通风等自然因素，也是认识壁画保存条件及病害产生原因的重要途径，我们希望达到上述目的，但水平有限，力量不足。下面是我们若干年来对壁画保护有关问题的粗浅认识。

一、自然环境与壁画保存

莫高窟位于敦煌盆地的边沿，在三危山与鸣沙山之间，石窟坐西向东，南区窟前为大泉沟一级台地，宽 150 ~ 200 米，石窟开凿在台地西侧的陡岩上，陡岩系第四纪酒泉系砾石层，直部分高约 15 ~ 20 米，是石窟开凿的集中区域。砾石层表面风化严重，用手接触即行散落，但在石窟内部，因为受气候的影响较小，砾石层表面，开凿洞窟时锤凿的痕迹尤新，说明这种砾石层的耐候性还是比较好的。

敦煌地处河西走廊西端，坐标位置在北纬 40°，东经 94°49'，莫高窟海拔在 1320 ~ 1380 米之间，地处荒漠戈壁腹地，离敦煌县城 25 公里，小区域气候与敦煌相似。根据敦煌研究院保护所 1962 ~ 1965 年间的观测，年平均温度 10℃，最低 - 22℃，年平均相对湿度约 35%，年平均风速 4 米/秒，以西南、东北风为多，集中在夏秋二季，年平均降雨量 20 ~ 35 毫米，而蒸发量高达 4200 多毫米，相当于降水量的 150 多倍。雨量的稀少在全国是突出的，敦煌全年降雨日数平均不足 20 天，连续两三个月干旱无雨是常有的情况，1939 ~ 1940 年曾有连续干旱无雨的日数长达 207 天的记录，是很特殊的例子。以上情况都充分说明敦煌地区是典型的大陆性气候，它的特征是温差大、雨量少而蒸发

量大, 在这样的气候条件下对莫高窟文物的长期保存是得天独厚的自然条件。

二、洞窟内部的温、湿度

在莫高窟小区域干旱条件下了解洞窟内的温湿度是十分必要的。1964 年曾对 161 窟 (最高层小窟) 做了为期一年的观测, 全年平均相对湿度仅 16%, 最高 47%, 最低仅 3%。观测方法每十天记录一天, 每天三次, 十天观测一次带有一定偶然性, 对准确性有一定的影响。此外对 161 窟 (石窟平面 15.7 米^2), 98 窟 (下层大窟平面 215.86 米^2) 每两小时记录一次, 连续一天的观测, 窟内平均温度 98 窟为 20.03°C , 161 窟为 22.1°C 。98 窟最高为 22°C , 最低为 17°C , 日较差 5°C , 13 时 ~ 21 时温度稳定在 $21 \sim 22^\circ\text{C}$ 之间, 21 时 ~ 次日凌晨 5 时温度稳定在 18.5°C 之间, 仅在晨 7 时降至 17°C , 日变化的曲线是相对稳定的。石窟外的温度最低为 11.5°C , 最高为 29.5°C , 日较差高达 18°C , 反映了沙漠干旱气候的特点。161 窟面积较小, 窟内温度变化较大, 最低 20°C , 最高 28°C , 仅在 11 时一次, 其余各次在 $20 \sim 24^\circ\text{C}$ 之间。石窟外的平均温度只比窟内高 0.4°C , 但变化幅度大得多, 最低为 15°C , 最高为 28.5°C 。窟内的日较差为 8°C 。98 窟内部平均相对湿度 29.4%, 一昼夜观测 13 次, 仅晨 7 时一次相对湿度上升到 78%, 其余 12 次大都在 30% 以下。161 窟内部平均相对湿度为 33.9%, 晨 7 ~ 11 时上升 76% ~ 64%, 其余 11 次观测, 相对湿度大部分在 30% 以下。以上两窟的相对位置和面积都极为悬殊, 在相同的外部大气条件下, 窟内的相对湿度相差不大, 但因为 161 窟面积较小较浅, 随洞窟外部气候而波动, 壁画出现干燥型普通起甲的病害。98 窟虽然相对湿度比 161 窟还低, 但洞窟既大又深, 后半部洞窟的壁画严重酥碱, 而引起这种病害的主要原因是由于潮湿。为什么在如此干燥的气候下, 洞窟内怎么会潮湿呢? 这与洞窟的通风和洞窟位置有直接关系。据粗略调查, 莫高窟共有酥碱壁画 677 米^2 , 发生在下层的有 505 米^2 , 占 74.6%, 而在下层洞窟中有酥碱病害的洞窟又基本上集中在 22 ~ 108 窟一段位置较低的洞窟, 这是由于洞外灌溉渠道水向窟内内部渗流。画洞地势低, 通风不良, 洞窟内部的空气基本处于静止状态, 造成窟内局部潮湿, 致使壁画严重酥碱。

上面已经谈到壁画保护与通风干燥的关系很大, 据我们长期观测分析, 莫高窟除北魏 254 窟及南北大像窟除有一个窟门外, 窟门上部还有一个或几个明窗, 其他洞窟均只有一个洞门。根据常识, 当一间房屋只有一面开口的, 室内的空气的对流是比较困难的, 内部空气的流通, 只能依靠建筑物内外的温差所引起的空气交换, 石窟的情况也是一样, 但这种流动是有限的。对于中小型洞窟, 这种缓慢的自然通风, 对于保持洞窟内的温湿度的相对稳定是非常必要而且是有益的。以上这些从莫高窟大部分洞窟基本保持完好可以得到证明。莫高窟第 85、98、108 一类洞窟面积大, 甬道深, 地势低, 新中国

成立前窟外还有木构窟檐，通风不良是产生病害的主要原因。此外，20 世纪 40 年代和 50 年代发掘的 50 ~ 54、467、469、470 ~ 474、480 ~ 484 等窟，这些洞窟都被晚期建筑物完全封闭，洞窟出现时，壁画已经严重酥碱起甲剥落。通风堵塞，洞窟长期处于低温潮湿环境中，造成壁画的酥碱破坏。

三、洞窟的日照

莫高窟窟群坐西向东，每年春分、秋分前后，上午七时许，阳光射入洞窟，随着太阳位置的移动，11 时阳光完全退出洞窟，洞窟内的日照时数约四小时。当阳光进入洞窟后，洞内温度随之迅速升高，仍以 98、161 窟为例。1962 年 9 月 4 日 21 时 ~ 5 日 21 时的记录中，98 窟上午 7 ~ 11 时温度升高 5℃，161 窟 7 ~ 11 时升高 6.5℃，随着阳光退出洞窟 13 时温度又下降 4℃，是一天中温度变化最大的几个小时。当阳光进入洞窟温度随着上升，相对湿度又迅速下降。161 窟由于温度的上升，相对湿度由 76% 下降到 16%，壁画每天经受这种剧烈的温度变化，是壁画严重龟裂起甲的重要因素，当然，这一过程是相当缓慢的，已经持续进行 1100 多年。日照除引起洞窟升温干燥外，日光对于这种视觉艺术的基础颜料涂层的破坏是十分显著的。莫高窟地区空气干燥，空气透明度大，紫外线强，洞窟内正对窟门挡光的一壁，壁画变色比较显著。背光的一壁，如 321、329、322、220 窟东壁变色情况明显比别的壁轻。220 窟四壁是从宋初壁画下剥出来的唐贞观十六年壁画，各壁都保存完好，变色也不严重，东壁上部几身菩萨身上的朱砂、石绿，色泽饱和，鲜艳如新，主要是长期隔绝阳光、空气之后的结果。328 窟龕内塑像及各壁画保存的得完好，变色不严重，这是因为五十年代前该窟外有一低矮破旧的窟檐，正面有一个很小的气窗，窟内非常阴暗，不借助人工照明，窟内什么也看不见。所以窟内彩塑、壁画的颜色保存得很好，可见，保持洞窟内部的低照明，对于保护壁画彩料的色彩有重要作用，石窟内的光照，是我们保护中应予以充分重视的问题。

四、关于壁画变色与褪色问题

壁画的变色与褪色，虽没有列入病害的统计范围，但实际上变色与褪色对壁画的长期保存是一种隐忧，是一种严重的慢性病。变色和褪色是两种不同的现象，壁画变色是颜料在长期的光和其他因素的作用下，由一种色相变为另一种色相，使原色彩鲜明的色调变得晦暗、模糊。敦煌各时代壁画都存在不同程度的变色，但以隋、初唐、盛唐、宋元最为严重。例如，419、420、321、335、205 等窟壁画除石青、石绿、白色外，其他颜色几乎都变成不同程度的深棕、棕黑色调，有的画幅如 329 窟龕顶壁画颜料变色

之后色调沉着,现出古香古色的高雅情趣。但有些变色严重的壁画,色调暗淡、形象模糊,人物之间的界线不清,很不便于观赏和研究,减弱了壁画的艺术效果。近年来据化工部涂料研究所的分析,壁画中大量的深棕、棕黑物质由衍射分析得出为二氧化铅(PbO_2),同时还出现较弱的铅丹(Pb_3O_4)物相的衍射峰,可以说明色度不同的深棕、棕黑是由铅丹经长期氧化而转化的二氧化铅。220 窟甬道新发现的五代壁画,画面使用大量铅丹颜料可以证明。关于壁画变色的 263 窟内看到极为有趣的现象。263 窟原是北魏石窟,西夏时重抹泥层画画,大约 40 年前有人剥去西夏泥层,北窟壁画又重见天日,这些壁画色彩鲜艳,线条清晰。北魏开创洞窟后,经历了约 600 年,被西夏封闭,经过约 840 年又重新剥露出来,现在看见的可以说是 800 多年前壁画状况,壁画中人物的肌肉部分是一种肉红色,边沿部分是更红一些的肉红边框。鼻梁部分用纯白色表示高光部位,形成人体的立体感。这种色调与同一种窟中没有被隐蔽的部分相比,肉红色变成灰色,边沿变成黑框,白鼻梁和白眼仁依然白色,线条也没有了。这就是常见北魏窟画变色后的千佛“脸谱”,结合上面已经提到过的 220 窟贞观壁画及甬道上后唐的壁画保存的情况,充分说明壁画变色是光照引起的光化学作用所造成。这些情况提醒我们,如 220 窟一类壁画今后可能继续变色,所以严格控制洞窟内的光照是保护壁画使其缓慢变化是绝对必要的措施。

壁画褪色现象是颜料饱和度的降低,色泽的鲜明感觉和相互之间的对比也减弱了,特别是壁画上的墨书题记。墨描人物五官、手脚、衣物纹饰的线条、轮廓褪淡模糊,甚至完全消失,因此,曾有人误认为敦煌某些壁画为“没骨面”。其中,晚唐壁画墨色的消退特别显著。1941 年,张大千先生在 251 窟南北壁上的两条墨书题记南壁一条约 22 字,现在仅有 3 字可以辨认。1941 年至今不过 43 年,时间并不长,在放大镜下可以看出是小片状的风剥落现象。古代壁画的褪色也是一种缓慢的表面风化,壁画的表层风化,实质是颜料胶质材料的老化,任何物质都存在老化问题,这是自然规律,在莫高窟特定的自然条件下,这些珍贵的壁画,大多保存了千年以上,已经不是易事了。如何防止、减缓这种风化过程,延长它的艺术生命,是我们文物工作者必须考虑的迫切问题。

五、文物保护预防措施

近 30 年来,我们对壁画的起甲、酥碱、大面积脱落病害进行了治理。由于人少、工作量大,至今还有不少未经修整的病害存在。但危险性大的洞窟已经进行了抢修,随着我们人力的加强,若干年后,一些明显的病害即可抢修完毕。今后保护工作的重点,我认为是保护的预防措施:①进一步深入研究壁画保存的主客观因素,人为的创造一个最佳的保护环境,加强旅游管理,防止人为的损伤;②为防止壁画风化、褪色、龟裂、

起甲，给壁画喷涂一次黏结剂，适当提高壁画的表面强度。这一想法是从洞窟内一种偶然现象得到的启示，各个时代石窟建成之后，善男信女在佛龕上燃灯供佛，燃灯的油流在龕下的壁画上，造成油渍污染，有一层已经固化的油渍，颜色已经老化发黄，但油渍盖下的壁画，保存较好，线条清晰，形象完整，只是色彩较暗，但壁画的强度较高。透过这一现象，可以设想在壁画上喷涂一种耐老化、无色、透明的保护涂料，使壁画具有较强的耐光性、耐摩擦、耐风化等方面的性能。壁画甬道两侧的壁画应该提前实施，这一材料的选择，要经过反复试验取得若干数据后方可应用。俗话说“防病胜于治病”，在确保文物安全的前提下开展壁画保护的预防治理，是应该提到日程上加以考虑的科研课题。

（原刊于《文物保护技术》辑刊 1987 年第五辑第 39 ~ 48 页）