

云冈石窟文物研究所 编

云冈百年论文选集 (二)

云冈百年论文选集

(二)

云冈石窟文物研究所 编



文物出版社

编者说明

云冈石窟自北魏开创以来，历代史家、学僧、文人多有著述。20世纪初，日本学者伊东忠太和法国汉学家沙畹即发表文章及图片予以介绍。此后，日本学者喜荣仁、关野贞、水野清一、长广敏雄，国内学者陈垣、周一良、梁思成、宿白、阎文儒等先生，先后来云冈进行调查研究，钩沉辑佚，孜孜求索，成就卓越。而今，云冈研究已成为国际学界的一门显学。

将百年来关于云冈研究的重要论著汇辑成册，是云冈石窟文物研究所所长久以来的心愿。2005年，适逢云冈石窟文物研究所建所50周年，我们将20世纪以来颇具影响的云冈研究论著辑为《云冈百年论文选集》，以展示近一个世纪以来云冈石窟科学保护与研究的概况，亦感念曾经为云冈研究作出卓越贡献的中外学人。

为尊重原著者，我们尽最大努力与作者或其家属进行了联系，以祈准允收录其作品。但限于诸多因素，仍有未能取得联系者，谨此致歉并向所有作者表示感谢。

《云冈百年论文选集》拟分一、二卷先行出版，第一卷主要选录云冈石窟研究论著，第二卷主要选录云冈石窟科学保护方面和本所有代表性的文章。我们相信，随着文物事业的蓬勃发展，云冈石窟的保护与研究必将取得新的成果，这也为我们续编本书奠定了基础。

在编排过程中，为统一体例，我们将注文排到了页下，将插图排到了篇后。因时间仓促，水平有限，错漏之处在所难免，敬希读者指正。

2005年6月

目 录

山西大同云冈石窟的修护规划	杨 烈 (1)
大同云冈石窟第一、二窟实验保护工程简报	杨玉柱 (8)
云冈石窟砂岩石雕的风化问题	黄克忠 (12)
云冈石窟石雕的风化与保护	黄克忠 解廷凡 (18)
云冈石窟加固工程中呋喃改性环氧树脂的应用研究	解廷凡 (28)
云冈石窟环境条件及其变化对石窟的影响	苑静虎 黄继忠 (33)
云冈石窟的加固与保护	解廷凡 (42)
云冈石窟环境监测分析报告	解廷凡 苑静虎 (52)
云冈石窟地质特征研究	黄继忠 (67)
云冈石窟的科学保护与管理	黄继忠 (73)
云冈石窟主要病害及治理	黄继忠 (80)
粉尘对云冈石窟石雕影响的研究	黄继忠 张俊芳 (85)
水与盐对云冈石窟石雕的影响初探	黄继忠 袁道先 (96)
云冈石窟风化研究	苑静虎 (106)
标准化与文物保护	闫宏彬 (113)
云冈石窟建筑遗迹的新发现	
..... 云冈石窟文物保管所 文物保护科学技术研究所	(118)
云冈石窟开凿历程	李治国 丁明夷 (125)
云冈北魏伎乐雕刻探微	赵昆雨 (141)
云冈石窟新编窟号说明	李雪芹 (144)
北魏平城鹿野苑石窟调查记	李治国 刘建军 (150)
第三十八窟的形制与雕刻艺术	李治国 丁明夷 (157)

云冈石窟雕刻艺术	李治国	刘建军	(163)
关于云冈石窟新编窟号的补充说明	李雪芹		(191)
洞窟开凿技术揭秘			
——云冈石窟第三窟遗址	刘建军	王克林	曹承明 (195)
云冈《太和七年造像题记》辨正	刘建军		(201)
隋炀帝与云冈石窟	张焯		(205)
云冈石窟洞窟形制的特征与布局	张华		(209)
《鹿苑赋》与云冈石窟	张焯		(214)
云冈石窟窟顶雕饰图案	张华		(218)
云冈石窟浮雕塔形浅议	张华		(235)
云冈石窟造像服饰雕刻特征及其演变	赵昆雨		(241)
云冈石窟的佛经故事画雕刻	李立芬		(253)
云冈本缘故事雕刻内容及其特征	赵昆雨		(262)
徐州高僧与云冈石窟	张焯		(284)
试论云冈石窟供养人的服饰特点	李雪芹		(296)
云冈石窟第三窟遗址发掘简报			
..... 云冈石窟文物研究所	山西省考古研究所	大同市博物馆	(312)
全真道与云冈石窟	张焯		(343)
《大金西京武州山重修大石窟寺碑》小议	张焯		(350)

山西大同云冈石窟的修护规划

杨 烈

一 石窟现状

云冈石窟开创于北魏和平年间（460~465），到太和十七年（493）止，前后30年中共开凿大小窟龕120个以上。

石窟群位于武州河（即十里河）北岸，距河面约20米高的岩壁上。河水由西北向东至武州山崖西端急拐向南，然后续向东流。石窟依自然地势可分成东、中、西三区。

云冈地区距海岸线500多公里，接近于西北地区的气候。昼夜气温起伏明显，早晚低午间高，尤其夏季更为悬殊，中午温度高达30℃~40℃，而夜晚则低到12℃~18℃。全年中以七、八月降雨较多，蒸发量大于降雨量3~4倍，气候干燥。春秋季最大风速达五级。冬季冻结深度为1.5米以上，时间达四个月之久。

这里的地层为侏罗纪，岩石为灰黄色的中粗粒砂岩和暗紫红色的砂质页岩。东部（1~13窟）洞窟所在以砂岩为主，而西部（14~21窟）洞窟所在为砂岩与二至三层的暗紫红色砂质页岩成互层状。绝大部分的石刻造像都雕在砂岩上。此地砂岩成分以石英、长石为主，夹杂部分黑色矿物（如角闪石及黑云母等），易风化且多成小洞。风化层的厚度一般在0.5~1米左右，多数有价值的石刻，均雕在风化外壳上，给保护工作造成了很大的困难。

云冈石窟在上述气候、地质条件下，经过了一千五百年，残损情况比较严重。其中尤以崩塌裂隙，风化剥蚀最为厉害。潮湿和渗漏现象也较多，潮湿的部位大部在接近地面和靠后的窟壁上。如1~3窟的后壁；5、6窟的后半部；9、10窟的后半部；14~19窟的后壁及侧壁等。部分洞窟在不降雨时为一般润湿，雨时局部滴水，而雨后二、三天便形成流水状态。19窟的流水时间最长（约一个月以上），并且来得突然。1958年19窟突然漏水，其他潮湿或漏水的洞窟，也较往年加剧，而且范围扩展了。这和1958年

雨量集中及1957年普遍在崖上挖成了密集的水平线鱼鳞坑有着密切的关系。

洞窟风化剥蚀，一般以东北二壁及后甬路最严重。有的洞窟因前壁崩毁，受害更大。例如2窟后壁已剥蚀的深度达1.7米，上部壁面已呈悬空状态。从整个情况来看，凡窟内2米以下的壁面均风化剥蚀，上部壁面则较轻。

崩塌和悬石大部分发生在窟口、明窗口、窟顶以及外壁面上。其中以1、2窟，中部五华洞，昙曜五窟及西部诸小窟龕为最厉害。

横贯数洞的裂缝和局部裂缝每区都有，裂缝最宽达5~10厘米，一般均在3厘米左右。有的是原生性的，有的是由原生性裂缝扩展成的。此外整个窟前壁面，因被雨水冲刷浸害，也经常脱落大批石块。

二 修理要点

如上所述，损坏情况是普遍存在的问题，因此所采取的保护措施，应该是在全面安排之下逐步解决，要照顾到经济和技术条件，同时，要在治本的原则下来考虑外观的效果。由于有关云冈石窟的历史资料，特别是有关原状方面的资料很少，并且科学研究工作还做得不够，对于全面复原尚不具备条件，故本规划是以临时性保固修缮为原则。在不妨碍原状或不影响将来复原的情形下，对园林化及防渗排水等工作也不妨多做些长远的打算。

如何把造成洞窟本身及其雕刻品残破的根本原因加以防止或杜绝，如何把已经残毁的部分加工处理使其不致再行扩展，及如何便于观众是我们首先考虑到的问题（当然还要考虑到我们现有的技术水平）。首先为排除雨水，须将崖顶稍加修整，重新铺筑一层特制的轻薄防水层，然后加以绿化。在西部崖顶就“玉皇阁”址新建亭台一座，以便游人登高观望和欣赏。在绿化后，崖顶将有数十条排水沟渠，按固定位置将雨水排至崖下。

其次将所有剥蚀或崩塌的壁根，重新补砌整齐，以防止上部崖壁继续崩塌。同时外壁面及窟内雕刻等，因缺少封护而造成了大片的剥落、松散，因此拟以现存崖壁上的楸口位置为依据，将洞窟所在的崖面划分为数个区域，以每一区域成一整体，加筑护壁和撑墙。这样不仅可以使全部洞窟的外观完整，更主要的是可杜绝自然气候的侵害。在处理上述问题时，为了能让观众全面了解石窟的面貌，拟在中部和西部洞窟的明窗位置上，筑起二层通廊，以便观览明窗上的雕刻。对于崩裂悬石的处理，则采取摘除和加固并举的原则。

为了进一步免于风沙的磨损，除就崖壁本身加强封护外，也应该尽可能地改变石窟区域内的风向、风速以及沙土飞扬等的气候条件，因此有必要在石窟区的外围线上

(相当于保护区的外线), 培植小型防风林带, 在防风林带的里面布置成幽静优美的绿化区域。那么将来全部石窟的总平面, 将成为以防风林带为外缘的狭长形, 其出入口可布置在两端, 现存石窟寺亦可改成东西向的出入口, 办公室、接待室、宿舍等设在西南角的防水林空地中, 这里引水方便, 环境安静, 又接近绿化区。在工作、生活等的安排上均较方便。

窟前至防风林之间的绿化区, 将有亭榭、鱼池分布在花草丛生的大花园中, 游览者在参观洞窟后, 可以在园内休息。

从整体来看, 修缮后的云冈石窟, 将有一个优美的环境, 原有的“石佛古寺”及“云冈别墅”两组建筑物仍保持原状不作任何改动, 不过此处空房较集中, 可以开辟数个展览室, 以展出各地石窟资料, 并适当配合展出云冈地区的地上地下文物, 也可辟出一定范围, 作为文物政策法规宣传室。

关于增添崖壁撑墙和护壁等的立面外观, 考虑到现阶段尚不能做复原工作, 故所采取的措施(特别是立面处理措施)带有很大程度的临时性。所以除了下部新加的结构体外, 上层就一律做成简单的走廊, 上用平顶或一面坡屋顶。

三 具体方案

根据上述要点, 就现有资料提出两个方案, 分述于后。

第一方案

(一) 崖上防渗及排水工程:

为了做到既防渗又绿化, 首先将崖顶以东西小谷为界划分三区, 把土堡后墙以前的水平线、鱼鳞坑填平, 将现有自然地势稍加平整后, 做出不小于 15° 的排水面。在各个排水面中, 以距崖前缘约5米一线和土堡前墙、左右翼墙的内外为准, 挖筑数条平面为放射状的排水沟渠。东部以3窟, 1、2窟顶部中央为中心, 亦挖筑成放射状平面的排水沟。各区都设有总排水出口, 使水排泄至崖下。各个排水沟渠之间的排水面, 由土堡前墙起至前崖缘止, 全部先铺设10厘米厚的沥青, 再铺30~40厘米厚的黄土层, 然后种植草皮及小灌木树丛, 西部崖上适当布置小路交错成网状。

(二) 窟前排水工程:

于3窟东20米处、东小谷、10与11窟之间、西小谷、西部诸小窟龕之间(相当于崖上土堡右翼墙的前端)和21窟西20米处, 分别用块石水泥筑砌成明沟, 为崖上各排水沟的总排出孔道。另外于窟前砖地面的边沿筑成深宽各50~80厘米块石水泥的暗渠一道。贯通东西两条较大的主干暗沟, 把石窟区域内的雨水, 全部排入十里河内。在铺设窟前通道砖路面时, 做出不小于 5° 的散水坡面, 以保证雨水不倒流或渗入护壁

壁根。

关于窟内的防潮工程，5、6、9、10四窟的后部地面长年潮湿，这主要是由于崖顶渗漏所造成的，因此，在处理崖上排水之后，即可基本解决。但是像2窟的天然山泉，拟以水泥筑成暗沟导向窟外并加以利用。

（三）崖壁及窟壁残缺部分的修补工程：

19窟以西至21窟的崖壁壁根，剥毁崩塌高约20~100厘米，深约50~150厘米，上部崖壁已呈悬空状态，拟将残破处清理干净（尽可能的见原岩），以毛石补砌平整。其他区域或窟内类似情况，亦采取同样措施。

西部诸小窟龕的下方崩塌部分，断壁尚乱堆于崖前，准备尽可能的归安加固，恢复其旧貌。已残缺者依类似小龕，补做承重墙，在不影响原有龕制的原则下，并多龕为一个或数个龕口，如此将易于封护。

关于危险悬石的处理办法是：对无雕刻而又便于摘除者尽量摘除；有雕刻者尽可能加固，如果实在不易加固而又有很大危险者就坚决摘除。例如1窟、11窟明窗上口的悬石加以摘除，9、10、12、19窟的悬石则设法加固。加固的办法是：（1）以附加钢筋混凝土结构承托并隐蔽在块石砌体之内；（2）灌注水泥浆粘结。

对裂缝准备采用压力灌浆法加以填充。

此外，20窟大露佛窟室的前半部已崩毁，以钢筋混凝土结构做骨架包装块石砌体，仿19窟的形制，将其复原。为了照顾到“大露佛”的露天意味，不妨将窟门加大、抬高，或者敞着前部加深窟檐。总之是将露佛半封护，并以不影响观览为原则。

14窟的形制参照12窟修补复原。

（四）雕刻品的修整及防止风化措施：

如前所述，由于风化使雕刻品受到的损失最为严重。造成风化的主要原因，还不完全是由于潮湿，实际上大部分干燥的洞窟，风化的同样厉害。以5、6两窟同昙曜五窟比较，前两窟封护的好而通风较差，但保存较完整；昙曜五窟前壁的明窗及窟门完全空敞，窟内的干燥度比5、6窟高得多，可是风化的最严重。所以我认为封护不良，而受到风沙冲刷，是带有根本性的，也是直接的原因（当然，潮湿也是促使风化的原因之一）。封护的办法是一方面将整个群窟的外部施加必要的措施（下节详述），另一方面是于雕刻品表层，用化学药剂处理，以加固风化层。再以使雕刻品表面形成光滑面的办法，以减低风沙吹拂的阻力，使雕刻品免受直接损害。同时，在封护后的窗口、明窗等处施以必需的通风措施，以保证窟内必要的干燥度。

在普遍进行上述措施之前，应将较大雕像的局部残缺部分，用同样砂岩石块以镶嵌雕做的办法，仿旧修复。若无法仿旧而剥蚀风化较甚者（如已全部失去原貌）可就现状直接涂药。除5、6两窟的本尊大佛外，其他由后人补泥重妆而现在又残破严重者，

宜将后补部分全部揭除，加以适当修整再施防风化的措施。凡因帝国主义及奸商盗劫而损害者，不做任何修补或复原，以证明帝国主义的罪恶。

（五）群窟外部的封护工程：

为了进一步防护前崖壁面的掏空部分，不再受风雨冲刷，将整个石窟群划分为三大部分和八个区域（即：1、2；3、4；5~8；9、10；11~13；14~20；西部诸小窟龕；21窟等各为一区），以现存枋口为准，加筑护壁和撑墙，全部以砂岩块石及水泥（或白灰）砂浆垒砌。

3窟应为东部的中心区，为了把前室、外部的北魏二塔以及明窗口等处封护好，并宜使外观成为单檐二层楼阁式建筑。4窟仅复原窟口、修补残缺壁面；1及2窟覆盖于同一屋檐之下。

5、6、7窟保持现状不动，而将8窟仿7窟加做重檐三层歇山顶楼阁，使外观取得一致。

将9、10两窟前廊柱往外加厚2米，上部加做筒板瓦屋盖，与断崖相接。11~13（包括13窟右侧无名洞在内）窟做成二层单檐窟廊形式，亦采用坡石筑砌护壁。在腰层辟出木制通廊以便游人参观。此段崖面上的小龕，亦均在砌筑护壁的同时加以修整。

昙曜五窟一区（包括14及15窟）以19窟为中心，遍做封壁和撑墙，使外观一致。把19窟做成迎山形式的立面，亦于明窗下口一线，筑成木制过廊，其上下扶梯设在19窟左胁洞下方。为了使这一区的规模和形式，都较他区稍有突出之点，因此把20窟以西的部分小洞也包括在内，统一安排，使19窟东西两段趋于均衡。其中的20窟，采用钢筋砼结构做成与19窟相似的穹隆顶，以块石砌体将前半部补筑完整。

21窟按1、2窟的形式封护，为了让窟门外口上方的花纹露出，宜将新添的窟门加至适当高度。对于21窟与20窟之间的小窟龕，应将留存于崖前的断壁尽量归安并用铁活加固，失存者仿类似形制以块石垒筑成窟。

（六）附属建筑及环境的整理美化：

附属建筑应包括办公楼（附设接待室）、宿舍、观众食堂及宿舍等，共计为1500平方米。

关于整理环境和美化工程，在中部及西部沿窟前10至20米一线上，先将五华洞前地面铲平，使9、10窟廊柱根部雕刻露出，依各区的自然地势，铺砌预制水泥方砖路面。另于距崖壁80米以外的位置，自西北端起，培植宽50米以上的防风林带，围绕窟前。

此外，凡窟内地面不甚平整而尚未铺砌方砖的，铺以方砖地面，现仍完整者不另行铺砌。

现在的公路有碍石窟园林的发展，并影响参观的安全，拟将直通石窟寺前并穿过云

冈村内的一段公路，由1窟东前方100米起，向南改线沿武州河北岸绕过石窟区域。

石窟群的外围建虎皮墙一周，以便管理。总出入口宜建在西端，以宽5米的水泥路面直通园内中部，另于东部1窟前方设便门一处。西南方办公楼正面虽设门，但并非一般参观者的出入口，因此，参观路线将是由西至东，沿整个防风林带的方向。

为了进一步将云冈石窟的所有洞窟，加以清理，应该把东谷龙王庙沟西崖下端，进行彻底的清理和发掘，并将清理后的地面，以方砖铺墁。为了便于群众参观，应把现在通往崖上的大车路，完全铺筑成条石路面，并筑成石级蹬道通到西崖。另外将龙王沟沟底以片石铺成渠道，以便山水下泄。

第二方案

此方案与第一方案不同点如下：

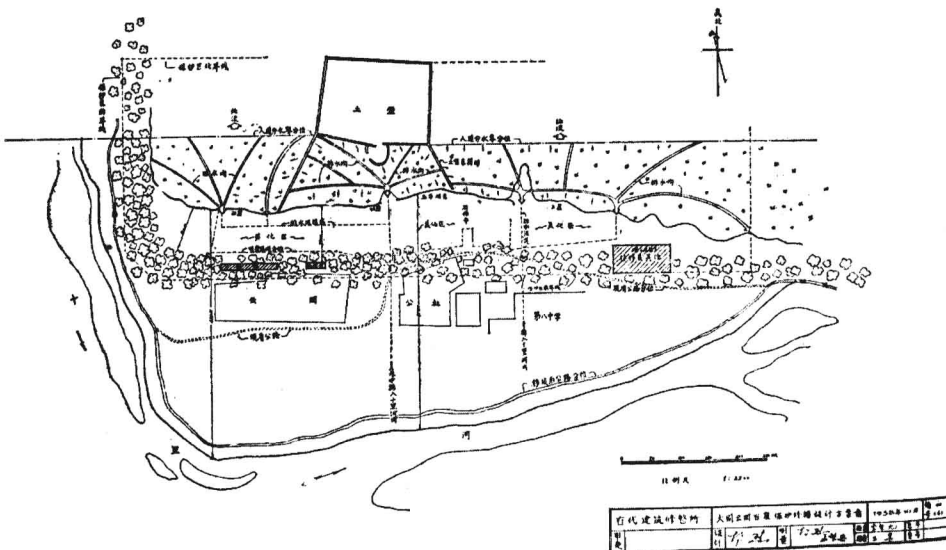
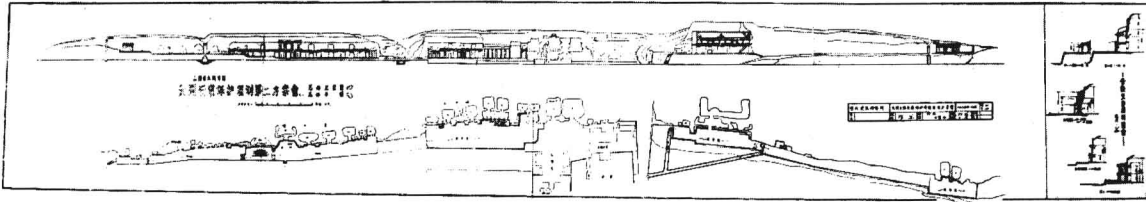
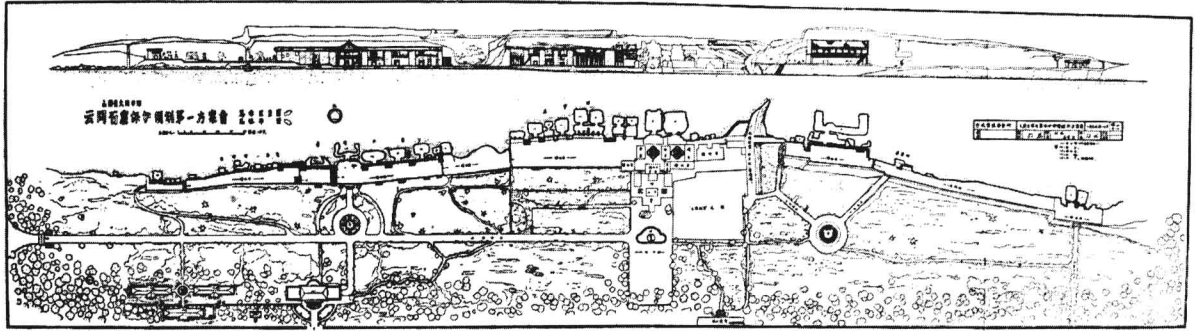
（一）崖顶排水工程：将现有崖顶稍加平整后，采取第一方案同一措施加做防渗层和排水沟，但不做美化工程，以减低造价。

（二）全部窟群外崖面封护工程，除第3窟与第一方案相同，19窟为了把两胁洞与主洞连成一体，做成单檐二层的楼阁式建筑东西相连外，其余各窟全部以砂岩块石用白灰砂浆砌护成壁，各窟间的撑墙仅筑至明窗下皮，其上以木扶栏相护成为栈道的形式。表面层以100比10比5的砂岩白灰水泥砂浆罩面，为了使新筑墙壁与原壁接近，各部分不做任何加工，顶部亦不加做屋盖。

（三）关于附属建筑的配置，凡有关观众接待等建筑物，完全设在东部1、2窟前方50米处，而办公楼及宿舍仍在西南部。其总出入口设在东部，参观路线将由第1窟开始。美化区内的配置较为简单，仅于西小谷南方和2、3窟之间，各建一座长方形的单向游廊，内设长椅茶桌之类。

就以上两个方案来看，第一方案的目的是想使云冈石窟成为石窟群而兼小型公园；第二方案是想把重点放在石窟本身的保护上，为了参观者的方便及改变当地气候，适当加以绿化。从经济角度看，二者的总造价相差约三分之一左右。

（摘自《文物》1959年第11期）



云冈石窟保护修缮设计方案图

大同云冈石窟第一、二窟 实验保护工程简报

杨玉柱

大同云冈石窟第一、二窟（又名石鼓、寒泉二洞）位于云冈石窟群的东尽端，两窟并列，形制相似，为“云冈期”开凿较晚的平顶方室中心塔柱窟。窟内四壁、顶板及塔柱仍保存有北魏雕刻艺术，自开凿以来，历经一千多年的自然破坏，造成壁根蚀空，岩体破碎，崖顶危悬，雕刻剥落，甚至二窟东前壁崩塌无存。由于两窟自成一区，并且残破类型较多，故以此进行修整实验，从工程、化学两方面加固，试图寻找一套石窟修整的方法。

自1960年7月，古代建筑修整所和文物博物馆研究所对该窟进行勘查、测绘工作，经过多次的研讨，于1962年4月确定了修整方案，6月完成技术设计。1963年7月正式施工，至10月底完成主体工程，又于1964年6月间进行罩面仿旧及环境修整等工作。

本项实验工程从勘查设计到施工告竣，前后历经三年多的时间，除古建所、文博所配合云冈文物管理所进行工作以外，还邀请了有关学院和工程、科学研究单位大力协助完成。

一 设计原则

在尽可能保持原貌的原则下进行设计。把保固性的新加结构物尽量隐蔽起来，避免突出。为了达到与原来岩石相协调的效果，除去在新加结构的轮廓上尽量求其自然外，在罩面工序上仿岩石旧色和其自然形状，与旧壁协调，也是修整石窟工作中很重要的一项。所有新加构件和施工中各项工序，均不得妨碍和损坏雕刻艺术品。

二 工程项目

1. 前立壁支护：壁根范围筑钢筋混凝土挡墙基础，加固根部和防止前壁继续向前下方滑动；壁身立钢筋混凝土框架支顶上部悬石，减轻旧壁荷载；浆砌料石复原东前壁（图1、2、3）。

2. 间墙加固：两窟间墙，由于长期受地下水的浸蚀及重力的影响，造成壁根风化破碎，上部壁体向前下方错动。壁根两侧采用了钢筋混凝土加固，保证间墙基础的稳定（图4、5、6）。

3. 一窟塔柱加固：塔柱后半部崩塌无存，残存柱体的下部支离破碎，中部被裂隙切割，严重危害其稳定性。故采用高分子材料进行了灌浆固结实验。

4. 二窟内寒泉处理：该窟后壁原有泉眼一处，通过地下排水疏流窟外。因原水位高，而又排水不利，造成窟内长年潮湿，使雕刻品逐渐风化脱落。工程方面采取了从原地下降水位，加深引沟及防渗措施。

5. 雕刻品的封护加固：一、二窟的四壁浮雕，均已风化，严重者酥粉或起壳。对于部分雕刻品以高分子材料进行了封护加固实验，防止继续风化脱落。

6. 罩面处理：凡新加构件和补砌旧壁以后的露明处，均用石灰、白水泥和一般颜料配成旧色罩面，求得与原壁相近。

7. 附属工程：二窟塔柱基座、壁根蚀空等处，砌石加固；窟内岸边裂隙，在基础前后方向用通长“锚定拉杆”嵌入基岩以下，将前后岩体牵拉牢固；窟内外地面及环境加以修整（图7、8、9）。

三 效 果

施工后经过比较，其处理效果基本达到了要求。从土木工程上解决了石窟本身的稳定性；从结构上与旧壁没有明显的不同，保证了石窟原貌；罩面后的效果基本做到了与旧岩石相似。当然，工程本身还存在不少缺点，比如窟内地面过高，石砌大墙比较平整呆板，以及罩面技术方面，均欠细致的研究与试验工作。这些是值得我们今后在修整石窟工作中注意的。

四 几点体会

1. 修整石窟，在科学技术方面，除去土木工程以外，还得配合工程地质、水文地

质、化学等方面的技术力量。因而，做我们这一工作必须与有关单位加强联系，大搞协作，才能胜利完成任务。

2. 勘查、设计、施工三者必须密切配合。勘查测绘工作是设计的基础，通过这一工程初步考虑可分三个步骤：初测定方案；精测定设计；施工定大样。根据石窟本身的特点，设计人员必须参加重点施工，一方面可以随时校对设计和修改，另一方面通过现场施工提高设计水平。

3. 保护石窟是一门新工作，过去我们修整文物古建筑，在采用新材料、新技术和调查研究、亲手试验方面做得不够。通过这次工程所采用的“锚定拉杆”、“机械喷浆”以后，更感到这方面的工作对修整文物的重要性。今后我们在这方面要更多地向有关科学技术单位学习请教。

（摘自《文物》1965年第5期）



图1 前壁加固工程（原状）



图2 前壁加固工程（加固后）



图3 前壁加固工程（现状）



图4 间墙加固工程（原状）

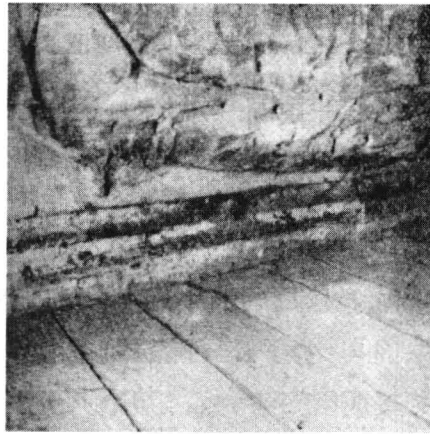


图5 间墙加固工程（加固后）

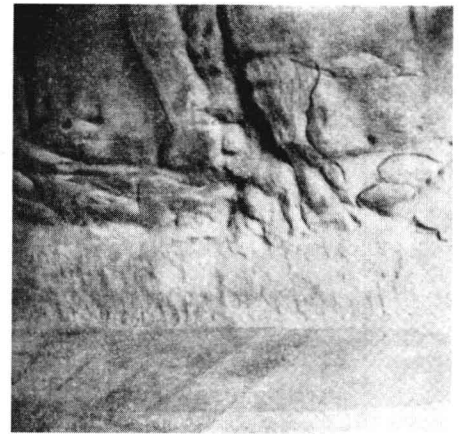


图6 间墙加固工程（现状）



图7 二窟塔柱加固工程（原状）

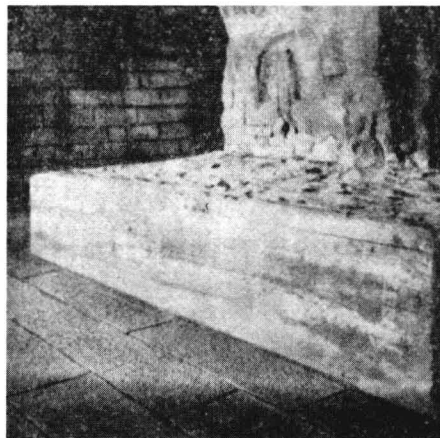


图8 二窟塔柱加固工程（加固后）

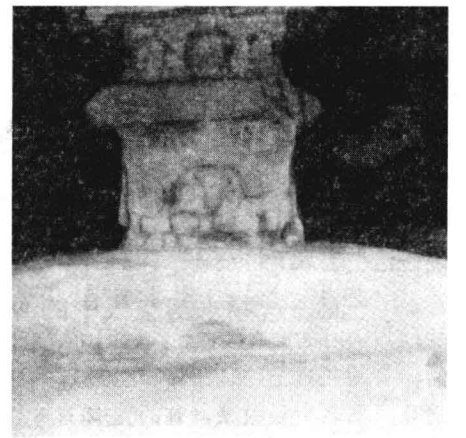


图9 二窟塔柱加固工程（现状）

云冈石窟砂岩石雕的风化问题

黄克忠

在我国绚丽多彩的历史文物中，石质文物众多，尤其是直接雕塑在岩体上的石窟寺艺术，更是艺术宝库中的珍品。但是，这些历史文物，在漫长的岁月中，除受到人为的破坏外，还遭受自然风化营力的侵蚀破坏，不少石窟的石雕已被破坏得面目全非。建国三十多年来，我国的文物保护及科技工作者在防止石窟的崩坍与风化等方面做过较多的工作。然而，还有不少需要深入探索和实践的课题。本文着重对山西大同云冈石窟侏罗系长石石英砂岩石雕的风化原因和变异过程作一探讨，以期得到读者关注和指教。

60年代初，就有人明确指出，云冈石窟中水与岩石长期而缓慢的相互作用是石窟艺术品遭受风化破坏的主要原因^①。为了解石雕的风化破坏过程，观察了窟内石雕表面的风化形态，配合试验分析，按成因归纳为如下几种风化类型：

粉状风化 石雕表面产生一层白色粉末状或絮状风化产物（图1）。经差热分析、X—射线粉晶分析及光谱半定量分析。其成分是：高岭土、水云母类矿物及各种含水化合物（其中以碳酸盐类为主）。在镜下观察，长石大部风化。经氧化物化学分析， SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 等百分含量均比新鲜岩石大大减少。此类型分布广泛，尤以窟内下部更为严重。

1964年夏季曾对5个洞窟连续6天（其中一天雨，二天阴，三天晴）进行观察^②，发现窟内相对湿度均在80%以上，有时达饱和（图2）。窟内湿度大，温度比室外低，使窟内石雕表面吸附大量水分。由于毛细作用，将窟底部的水分吸附到高1.5米的壁面。这些水与空气中的 O_2 、 CO_2 长期对雕刻品表面进行水合作用，使长石类矿物与胶

^① 王大纯等：《云冈石窟工程地质问题》，1960年。

^② 赵不亿、林茂炳：《大同云冈石窟风化调查报告》，1964年。