

# 炳灵寺石窟河道日常清理除淤维护 工程勘察设计方案

中铁西北科学研究院有限公司

2024年8月

# 目录

1、项目概况.....	1
1.1 文物保护单位简介.....	1
1.2 历史沿革.....	3
1.3 价值评估.....	4
1.4 项目实施对象.....	8
1.5 项目实施必要性.....	8
2、区域工程地质条件.....	8
2.1 气候条件.....	8
2.2 地形地貌.....	10
2.3 地层岩性.....	11
2.4 地质构造.....	13
2.5 水文地质条件.....	13
2.6 地震.....	15
3、遗址区勘察路段现状评估.....	15
3.1 现状分析.....	15
3.2 病害分析.....	16
4、设计方案.....	17
4.1 设计范围.....	18
4.2 设计依据.....	18
4.3 设计原则.....	19
4.4 设计思路.....	20

4.5 设计目的 .....	20
4.6 具体工程措施 .....	20
5、其他工程 .....	21
6、主要工程量 .....	23
7、工程图纸 .....	24

# 1、项目概况

## 1.1 文物保护单位简介

炳灵寺石窟位于甘肃省临夏回族自治州永靖县西南约五十二公里处黄河北岸的小积石山中，是我国著名石窟寺之一。炳灵寺石窟开创于十六国时期，经西秦、北魏、北周、隋、唐、西夏、元、明、清各代的相继营建，历时 1600 多年，形成今天的规模。最早被称为唐述窟，唐代称为“灵岩寺”，宋代称“炳灵寺”，“炳灵”为藏语“仙巴本郎”的音译，乃“十万弥勒洲”之意。石窟分布在下寺、洞沟、上寺三个区域，集中分布在下寺区大寺沟西侧崖面上。现存窟龕 216 个，造像 815 尊，壁画 900 余平方米，各类佛塔 56 座。除了精美的石雕、泥塑造像之外，还有彩陶、金铜造像、唐卡、佛经等文物 400 多件馆藏文物，特别是 169 窟保存的西秦建弘元年（公元 420 年）墨书题记，是我国石窟中有明确纪年的最早的题记，为考证炳灵寺石窟的建造年代和学术研究提供了可靠的依据；同时它对全国其他石窟的断代也具有重要参考价值。窟内的造像、壁画内容丰富、造型优美，是不可多得的佛教艺术珍品。

1961 年炳灵寺被公布为第一批全国重点文物保护单位；2007 年炳灵寺石窟被列为世界文化遗产的预备名录；2008 年被评为国家 4A 级风景区，2014 年，在卡塔尔多哈召开的联合国教科文组织第 38 届世界遗产委员会会议上，炳灵寺石窟作为中国、哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦三国联合申遗的“丝绸之路：长安-天山廊道的路网”中的一处

遗址点成功列入《世界遗产名录》。对外开放以来，接待了大量的国内外游客，2017-2021 年间年均接待游客 10 万人次，2023 年接待游客更是超过 23 万人次。伴随着国家“一带一路”和炳灵寺世界文化遗产旅游区（国家 5A 级）的开发建设，兰州至永靖至大河家（积石山）至临夏（兰州—永靖—大河家—临夏）高速公路的开工建设，王台镇蒋家铺至炳灵寺石窟旅游公路的竣工通车，旅游产业加速发展，旅游基础服务设施逐步完善，炳灵寺石窟的旅游参观将迎来新一轮的高峰。预计未来五年内的游客数量将达到每年 30 万人次。

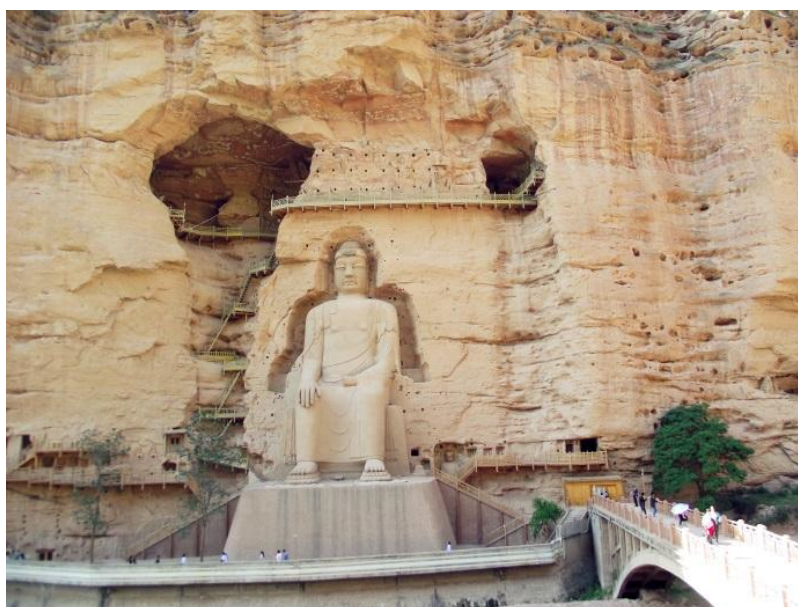


图 1.1 炳灵寺石窟大佛

炳灵寺石窟位于丝绸之路陇右段南线必经之地，行政区划隶属甘肃省临夏回族自治州永靖县王台镇。炳灵寺石窟南侧相隔黄河与积石山县、临夏县、东乡县接壤，东距刘家峡大坝约 50km，距兰州市约 145km；北距塔坪乡、杨塔乡约 12km，依山傍水，奇峰耸立，风景如画，是古代僧侣们修行坐禅的理想场所。

炳灵寺石窟位于黄河寺沟峡左岸的大寺沟里。大寺沟总体走向

NE20°左右，东西两侧发育有卧佛沟、瓦房沟、野鸡沟、双木沟、半截沟和直沟等大支沟。大寺沟中有常年性地表径流，经沟口注入黄河。自上世纪 60 年代刘家峡水库建成后，炳灵寺下寺所处的沟口区域成为蓄水区，其中，水库蓄水所引起的水位显著变化和河道淤积所导致的河床不断抬高，使原有的河道变成了沉积区，上游河水所携带的大量泥沙在炳灵寺石窟前不断堆积，逐年增高，已经超过了石窟下层洞窟。

## 1.2 历史沿革

炳灵寺石窟最早被称为“唐述窟”，唐代被称为“灵岩寺”，宋代以后被称为“炳灵寺”。炳灵寺石窟具有明确纪年的石窟，最早开凿于十六国时期的西秦，后经北魏、北周、隋、唐、宋、西夏、元、明、清各代均不断开凿、营建、修葺、扩建，其间包括吐蕃王朝时期唃廝囉藏族政权时期及其后藏传佛教的长期经营，形成了具有汉藏两种艺术风格的著名石窟寺。炳灵寺石窟是历史上“丝绸之路”陇右段交通要道上著名的石窟寺，它是取道青海到达河西、中亚，西域通往西亚的必经之地。历史上曾是“唐蕃古道”重要的佛教活动场所之一。清末由于战乱破坏等原因，炳灵寺逐渐被淡忘，逃过了清末、民国时期国内其他主要石窟寺所遭受的偷盗、掠夺。直至 1951 年被文物工作者重新发现。

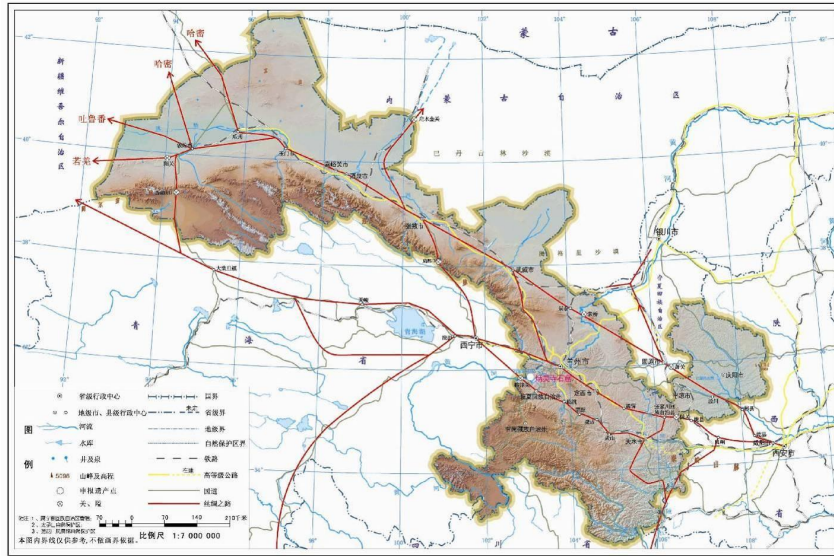


图 1.2 炳灵寺石窟在丝绸之路上的位置

炳灵寺石窟自建成至今可以分为三个阶段：

1、晋代已有宗教活动。炳灵寺石窟自西秦开窟以来，北魏、北周、隋、唐各代均有开凿建造，西夏、元、明、清亦有开凿及重绘。元代以前，炳灵寺以汉传佛教体系为主，并与西域佛教艺术相融合，留存文物以壁画、塑像为主，具有鲜明的时代共性与浓郁的地域特色。元代以后，炳灵寺石窟以藏传佛教体系为主，还建立了活佛转世体系，留存文物以重绘壁画为主。清代中期以前炳灵寺石窟文物本体及历史信息虽然存在叠压关系，但主要以本体创造和信息增加为主。

2、文物破坏及消亡。清末同治十三年（公元 1874 年）的回汉民族纠纷及光绪二十一年（公元 1895 年）河湟事变，炳灵寺石窟建筑、栈道遭到焚毁，部分石窟造像受到破坏。该时期为文物的破坏及消亡时期，大量文物受到破坏以至消失。现状部分文物遗址还可以表明清末的这两次事件，如：上寺大经堂遗址、下寺大佛阁遗址、栈道烧毁遗迹、以及下寺被炸毁的第 147 窟。

3、重新发现并重视。1951年炳灵寺石窟被重新发现，受到了有关部门的重视，1955年成立了专门的文物管理机构进行保护、管理，1961年被国务院公布为第一批全国重点文物保护单位，1980年向公众对外开放，该阶段虽然受水库建设及文化大革命影响，少部分文物被破坏，但总体上来说炳灵寺石窟文物得到有效保护和合理利用，使文物价值得以基本真实、完整保存，其社会价值得到进一步发扬。2014年，在卡塔尔多哈召开的联合国教科文组织第38届世界遗产委员会会议上，炳灵寺石窟作为中国、哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦三国联合申遗的“丝绸之路：长安-天山廊道的路网”中的一处遗址点成功列入《世界遗产名录》。

### 1.3 价值评估

史书记载，炳灵寺石窟的历史可上溯至西晋初年，后经西秦、北魏、北周、隋、唐、宋、西夏、元、明、清等各代不断开凿、营建、修葺、扩建，至十九世纪末，逐渐发展成为一处具有多种文化艺术并存又具有独特地域风格的石窟群。第169窟中保存的“建弘元年”（公元420年）墨书题记，是迄今中国佛教石窟中发现最早的纪年题记，其内的造像、壁画展现出了佛教初传至汉地时中国早期石窟的面貌特征，也因此成为中国早期石窟分期断代的标尺，具有极高的历史、艺术价值。

#### 1.历史价值

（1）炳灵寺石窟是具有明确纪年的石窟，最早开凿于十六国西

秦国王乞伏炽磐时期，现存西秦时期的塑像、壁画、题记是该少数民族（鲜卑族）政权遗留下最重要的文化遗迹，真实地反映了十六国时期该地区的历史和佛教发展状况。

（2）炳灵寺石窟留存有西秦以来各朝代的代表窟龕，根据题记、碑刻及文献记录，其中很多窟龕的开凿都与当时的高僧和重要历史人物在该地区活动有密切的联系，真实显示出这些历史人物传教、生活的历史环境。

（3）炳灵寺石窟是“丝绸之路”与“唐蕃古道”线路上重要的历史文化遗迹之一，是东西方、中原与少数民族地区文化交流、融合的重要见证。

（4）炳灵寺第 169 窟内留存有西秦建弘元年（公元 420 年）题记，是中国现存石窟类文化遗产中具有明确纪年最早的铭文，为我国早期石窟寺的建造、历史的分期断代提供了准确的时间坐标。

## 2. 艺术价值

（1）炳灵寺第 169 窟内留存的西秦时期的塑像、壁画、题记是国内具有确切时间证据最早的石窟造型艺术品，类型珍稀独特，是中国早期石窟中最具魅力和价值很高的艺术作品之一。留存有从东晋十六国、北魏、北周、隋、唐、西夏、明、清等各时代的佛教塑像、壁画、题记，内容丰富，造型优美，并且很多都具有不同时代的典型代表性（如 126、128、132 号北魏石窟的释迦、多宝对坐说法造像，3 号窟唐代石雕塔，171 号唐代大佛等），是不可多得的佛教艺术珍品。

（2）炳灵寺石窟开凿在丹霞地貌的白垩纪红砂岩山体上，该区

域群山高耸陡立、气势恢弘，再加上上世纪六十年代刘家峡水库建成，炳灵寺石窟环境形成了优美、壮观、别具一格的水库山林景观，具有独特的审美价值。

### 3.科学价值

(1) 炳灵寺石窟开凿于黄河水边山崖之上，环境清静优美，符合佛教石窟寺开凿选址的传统规律。

(2) 炳灵寺石窟保存完整，尤其以 169 窟内西秦时代的泥塑、壁画、题记现状保存完好，造型完整色彩鲜艳，虽经历了近 1600 年却仍保存如新，表明当时的材料配比科学，制作工艺高超，体现我国劳动人民的勤劳与智慧。

(3) 炳灵寺石窟塑像表现方式主要有石雕与泥塑两种方式，工匠针对不同强度的岩体及不同的区域位置使用相应的塑像方式，表明一千多年以前的古代工匠已经对岩石性能有了较深刻的认识，代表了当时先进的科学技术水平。炳灵寺石窟始凿的时间较早，反映出佛教思想在我国的快速传播历程；不同时期开凿的洞窟反映了不同时期的社会文化经济特征及工艺水平。

### 4.社会价值

(1) 炳灵寺石窟是我国重要的文化资源，优秀的历史文化遗产。

(2) 炳灵寺石窟是甘肃省重要的爱国主义教育基地。

(3) 炳灵寺石窟是周边各民族居民重要的民俗活动集会场所，每年端午节前后周边居民都会在大寺沟举行盛大的炳灵寺花儿会活动，这是研究当地非物质文化遗产的主要阵地。

## 1.4 项目实施对象

炳灵寺石窟河道清理范围为水滴岭至沟口区域，长约 800 米。

## 1.5 项目实施必要性

由于受到刘家峡水库的顶托作用及山洪的影响，以及河道附近的植被密集，靠自然洪水不能冲走淤积泥砂，且继续淤积，河道排洪沟很容易被损坏，如果不进行日常的清理除淤工程会加剧河道的负担，一旦发生恶劣的自然天气，将对炳灵寺石窟造成严重的影响。

## 2、区域工程地质条件

### 2.1 气候条件

炳灵寺石窟区为大陆性温带半干旱气候，一年中最高气温在 7 月份（平均气温为 21℃），最低气温在 1 月份（平均气温在-6.1℃）；年平均温差 27℃，最高可达 50℃以上，不仅年温差大，而且日温差极为悬殊，如 1975 年 7 月 16 日，地面极端最高气温达 65.6℃，而 1978 年 7 月 4 日，地面气温为 6.1℃。极端最低温度为-25℃，极端最高温度 36.8℃(1975 年)。

年日照时数为 2500~2800 小时，年日照百分率为 60%左右。春季 673.4 小时，占全年的 26.1%；夏季 720.1 小时，占 27.9%；秋季 584.4 小时，占 22.7%；冬季 598.4 小时，占 23.2%。

1952 年~1967 年年平均降雨量为 295mm，年蒸发量为 1315mm。雨季比较明显，降水多集中于 7，8，9 月，占年降水量的 63%。5 月

下旬~6月下旬，有一段相对的少雨期。降水年际变化大，最多年份的降水量为最少年份的 2.4 倍。

刘家峡水库蓄水后，年平均降雨量为 379.6mm，年均蒸发量 1457mm。降雨量比建库前增加了 29%，雨季仍然集中在 7、8、9 月份，月降雨量最大 322.9mm，降雨强度最大 15.61mm/m<sup>2</sup>/h，三个月降雨量占全年降雨总量的 55%以上。降雨区域特征明显，持续时间短，多以阵雨形式出现，一年有 4~5 次暴雨，大暴雨 1~2 次。2018 年降雨量（1 月-9 月）达到 744.5mm，为有统计数据以来降雨量最大的年份。各年降雨量柱状图如下图所示（气象资料来源于永靖县气象局）。

炳灵寺石窟区在刘家峡蓄水以来一年内湿度最大值在 5 月（97.36%），最小值在 1 月（8.0%），2 月至 10 月湿度值在 60%以上，集中在 70%—80%之间。窟区内常年主导风向为西南风，风速不大。大风以 6、7 月份最多，常有较强的雷阵雨伴有大风或阵风出现。

炳灵寺地区有季节性冻土，冻结最大深度为 0.92m。

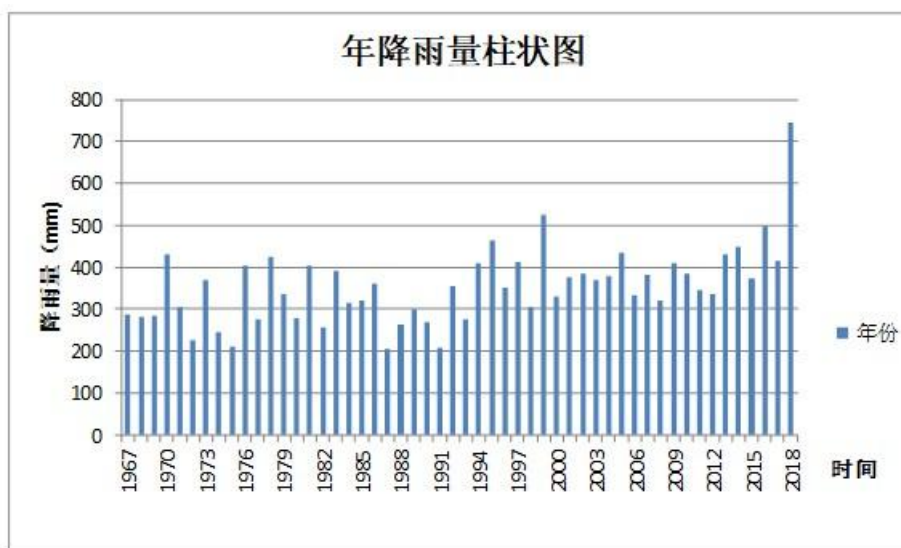


图 2.1 炳灵寺石窟年降雨量柱状图

## 2.2 地形地貌

炳灵寺石窟位于黄河之滨，自上世纪 60 年代刘家峡水库建成后，炳灵寺下寺所处的沟口区域成为蓄水区，由于减弱了大寺沟内洪水流速及库尾泥沙回流作用等导致下寺前方泥沙大量淤积。大寺沟沟口标高比上世纪 50 年代升高 10 多米，改变了大寺沟的原始地貌。现炳灵寺石窟地区以低中山为主，海拔 1700-2060m，沟谷深切，狭窄，崖坡陡立，为典型的峰林型丹霞地貌。

小积石山，一名唐述山，系今临夏西北积石山县与永靖县之间黄河流经的一段山地。黄河到了炳灵寺峡口，这里有两个 90°的大折角，呈“Z”形，水流湍急。其左侧为水切割成的峭壁和柱状奇峰式的“丹霞地貌”，峰林耸立，红崖丹壁，以姊妹峰和炳灵石林(亦称“万笏朝天”)诸峰发育的最为典型。如《水经注》所形容的那样，“河北有群山，山甚灵秀，立石数百丈，亭亭桀竖，竟势争高，远望参参，若攒图之托霄上。其下层岩峭举，壁岸无阶，悬岩之中，多石室焉。”这是对炳灵寺石窟周围环境最确切的写照，也是对石窟所在地山色的描述。在陇西黄土高原上，这里是暴露出来的白垩纪褐红色砂岩层的一片石峰，系被水冲刷而形成的，甚为罕见。

大寺沟，又名唐述水，是黄河上一个很小的支流。沟口至水滴岭一段长约 2km，较为宽阔，是石窟所在地。水滴岭以北系狭谷，平时呈干涸状态，仅有时断时续的暗流；丰水季节则聚成一股水流；如遇暴发山洪，则洪流咆哮而下，其势凶猛，倾注于黄河之中。

石窟区以中低山为主，海拔 1700~2060m，“V”字型沟谷，沟谷深切，崖面陡立。洞窟共分三层，下层洞窟开凿在 1737m 高程处的紫红色细砂岩夹泥质粉砂岩中，最低处窟龕高程约为 1735m；中层洞窟在 1746.5m 高程处的紫红色含砾细砂岩、砾岩透镜体中；最高处洞窟高程约为 1780m，相对高差达 45m，石窟区长约 200m。窟龕所在岩面近直立，局部反倾，崖面在高程 1780m 处开始向外凸出 1~4m，再向上转为 80°正坡，微观上呈台阶状或槽棱状，系地层差异风化所致。

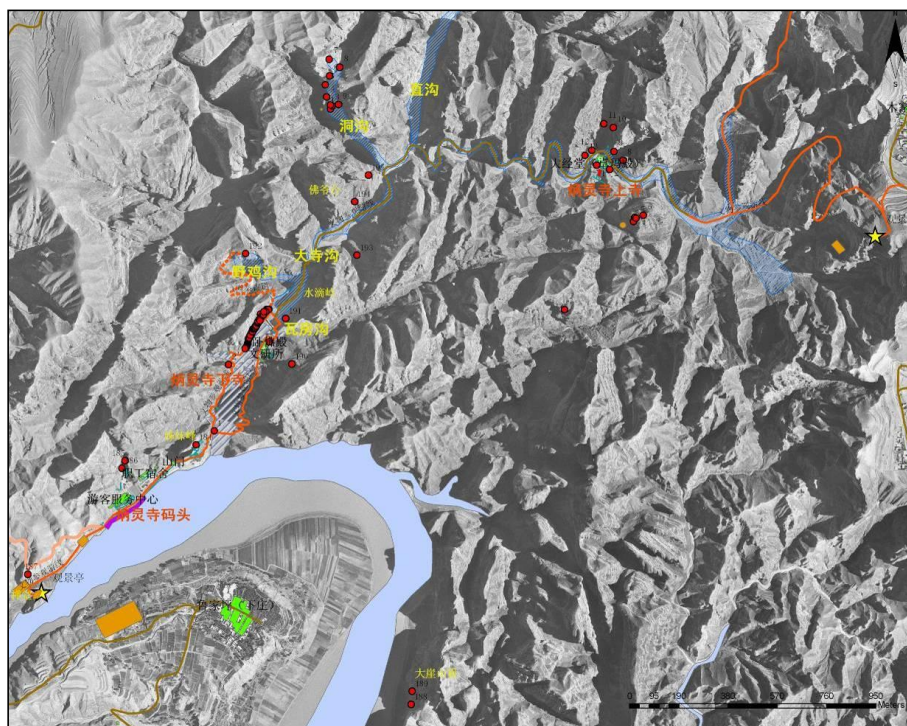


图 2.2 炳灵寺石窟保护范围地形地貌

## 2.3 地层岩性

炳灵寺石窟依附的地质体及窟区出露的地层为白垩系砂岩、砾岩互层，可见厚度达 300m，为一套河湖相沉积物。岩层倾向 320°~340°，

倾角  $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

炳灵寺地层系紫红色、砖红色砂砾岩组成。其岩性为砾岩、砂砾岩。胶结程度较差，主要成分以泥质胶结为主，另有铁和钙质，分布不均匀。整个矿物成份含量为：石英 45%，长石 25%，岩屑 15%，泥质 15%。整个结构层理复杂。其粘性小，砂砾多且大小不均，强度低，遇水崩解。

下白垩统河口群在炳灵寺石窟区分布范围广，沉积厚度大。河口群主要由河湖相紫红色、浅紫色、棕红色、桔红色粉砂岩、砂岩、砂砾岩和砾岩互层组成，间夹薄层砂质泥岩和砂质泥岩，地层近水平，倾角  $5\sim 10^{\circ}$ ，倾向  $NW20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，走向为  $NE50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。石窟主要开凿于砂岩地层中，砂岩由碎屑和胶结物两部分组成，碎屑成分主要为石英、长石和岩屑，碎屑粒径以  $0.08\sim 0.12\text{mm}$  占多数，其次是  $0.12\sim 0.15\text{mm}$  左右，碎屑分选性较好，磨圆度以次棱角状居多，少数次圆状，碎屑含量约占岩石总含量的 85%；泥质胶结，含有少量方解石、鳞片状黑云母及绿泥石，泥质绝大多数围绕碎屑颗粒呈薄膜状分布，少部分充填在碎屑颗粒的孔隙间；矿物成分为石英 45%、长石 25%、岩屑 15%、泥质（包括方解石）大于 15%。岩体抗压强度较小，孔隙度大，吸水率大，抗风化能力弱。泥质胶结物中蒙脱石矿物含量相对较多，27%左右，蒙脱石吸水易膨胀崩解，使得砂砾岩的泥质胶结物受到破坏，导致岩体风化，因此当空气湿度增大，或当湿度随气温而发生变化时，这种风化作用就会加剧，随着 1967 年刘家峡水库的建成蓄水导致窟区局部小环境的改变和在一些有渗水出露的石窟中，这

种风化破坏作用则更为严重。

下层洞窟所在地层基本不含水，处于风干状态。1777m 高程左右的地层为粉砂质泥岩夹层和粉细粒砂岩构成窟区岩体的隔水层，所以在此高程形成了多处渗水点。

## 2.4 地质构造

炳灵寺石窟区属南祁连造山带化隆背斜。基底由前长城系马衔山群上岩组构成，下白垩统河口群砂岩和砂砾岩直接不整合接触于长城系马衔山群岩组之上。燕山运动对石窟区的影响主要表现在差异断块升降方面，尔后的喜马拉雅山运动对下白垩统河口群岩组影响较大，炳灵寺石窟区下白垩统河口群砂砾岩产状近水平或微倾，迥异于本区以外的祁连山造山带的剧烈褶皱运动。石窟所在的大佛山，实际上是由断裂围限和切割形成的断块山。

## 2.5 水文地质条件

发源于青海巴颜喀拉山北麓的黄河，绕行于甘青交界的大积石山，后曲折北流，入甘肃境内小积石山。炳灵寺正好地处黄河之滨的小积石山中。

石窟自然环境最大的改变，缘于刘家峡水库 1967 年的兴建。刘家峡水库建成蓄水后水位抬升了 101.54m~115.36m。使黄河刘家峡河段的水文条件发生了十分显著的变化，使当地侵蚀基准面大幅度抬升，同样使区域水文地质条件发生了显著变化，由此引起区域水环境

发生一系列明显的变化。

炳灵寺石窟距水库大坝上游约 40 km，刘家峡水位设计的最高高程为海拔 1735m。在刘家峡水库多年运行平均水位 1721.18m 情况下，库尾约 2km 的河段水力坡度按照 0.1~1.0 计算，石窟前大寺沟沟口水库库尾水位要比水库大坝前水位高 1.0 m 左右。而在水库蓄水达到 1733m、或最高水位 1735.5m 和洪水回水位 1735.6m 时，刘家峡水库水体倒灌进入炳灵寺石窟前大寺沟内，石窟防护堤坝前的水位与水库水位相等。

石窟所在地——大寺沟，又名唐述水，是黄河上一个小小的支流，源于后山不远的地方。沟口至水滴岭这一段约 2km，较为宽阔，是石窟所在。水滴岭以北系狭谷。平时是一个干枯的河床，仅布时断时续的暗流，盛水季节聚成一股水流，尚可带动水滴岭峡口处一座小水磨；如遇暴发山洪，则洪流咆哮而下，其势相当凶猛，倾注于黄河之中。本来干枯的大寺沟，在刘家峡后水库修成后，成为水库的一部分，盛水季节可以载航。淤泥的沉积，河床的抬高，以及沿崖面所修的防护大堤，改变了千百年来的自然景观。

炳灵寺石窟区范围内地下水主要受大气降水补给，因地形坡度大部分近于直立，构造发育，补给区临近排洪区，地下水径流排泄条件良好。区内地下水主要为孔隙水、裂隙水及接触带水。

基岩裂隙水赋存于砂岩构造裂隙及浅层网状风化裂隙中，接受大气降水及第四系土层孔隙水补给，受季节及地形因素控制明显，动态变化较大，枯水期无水，雨季水量相对较大，并沿斜坡低洼地带或陡

坡、陡坎及陡崖处排泄。

## 2.6 地震

根据我国的中国地震动参数区划图（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016年版，永靖县抗震设防烈度为VII度，石窟区地震动峰值加速度0.15g，地震动反应谱特征周期值0.45。据记载炳灵寺石窟建窟以来，周围地区发生过16次大地震。

## 3、遗址区勘察路段现状评估

### 3.1 现状分析

炳灵寺石窟河道现状：



a



b



c



d



e



f

图 3.1 炳灵寺石窟河道现状图

炳灵寺大寺沟河道为炳灵寺石窟群区主河道，从大寺沟河道口至河道上游两侧山体区域的支沟排出的洪水淤积物，全部进入大寺沟河道并排出至下游水库。雨季时大寺沟河道几乎承载了所有上游的排洪淤积物，加至滴水岭至大寺沟沟口河床相对较缓，泥沙容易在该区域淤积。

炳灵寺石窟河道经 2017 年抢险治理后，经过 7 年的时间，河道中淤泥堆积，河道河床升高，致使下寺区域河道存在排洪隐患，严重影响两侧文物安全。

### 3.2 病害分析

炳灵寺石窟所在周围地理环境为典型的峰林型丹霞地貌。石窟多集中于西面山崖上。石窟依附地质体及出露的地层为白垩系砂岩、砾岩互层。岩体结构层理复杂，裂隙发育，砂粒多且大小不均，碎屑粒

直径以 0.08~0.12mm 占多数，其次是 0.12~0.15 mm 左右，碎屑分选性好，磨圆度以次棱角状居多，少数次圆状，碎屑含量约占岩石总量的 85%。泥质胶结物含有少量方解石，鳞片状黑云母及绿泥石，泥质大多数围绕碎屑颗粒呈薄膜状分布，少部分填充在碎屑颗粒空隙间；以泥质胶结物为主，胶结程度差。整个矿物成分含量为：石英 45%、长石 25%、碎屑 15%、泥质 15%。岩体抗压强度小，空隙度大，抗风化能力弱。由于泥沙淤积，水位抬升，泥质胶结物中蒙石矿物含量相对较多，蒙脱石吸水易膨胀崩解，使得砂砾岩的泥质胶结物受到破坏，导致岩体风化。

下寺沟支流域植被覆盖度较以上两个支流域好，明显的区别在于多数支沟沟底植被也很发育。从产沙点看：主要在直沟、大寺沟交汇处，山坡松软，风化较重，泥砂易被冲刷；下寺沟支沟产沙量较大的主要是汇水较大的双木沟和野鸡沟，但一般仅能冲走细小颗粒，且量也较少；泥砂来源也多为两侧及沟头山坡风化剥蚀，其中双木沟沟头部位堆积有大量石块和崩落体。但因下寺沟段所处为整个流域的下部，汇水集中，沟道两侧不易形成洪积堆积物；又主沟道较宽，两侧山体较稳定，不易造成冲刷，故下寺沟支流域产沙量极少，相反是接受洪积物的主要地带。

从整个流域产沙源调查结果来看，风蚀、雨蚀、面蚀是造成本流域产沙丰富的动力因素。

#### 4、设计方案

## 4.1 设计范围

炳灵寺石窟河道治理工程的设计范围在炳灵寺水滴岭至沟口区域，长约 800 米。

## 4.2 设计依据

### 1、相关法律、法规

- (1) 《中华人民共和国文物保护法》（2017 年修正本）；
- (2) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2017 年修正本）；
- (3) 《文物保护工程管理办法》（2003）；
- (4) 《中国文物古迹保护准则》（2015 年修订）；
- (5) 《中华人民共和国环境保护法》；
- (6) 《甘肃炳灵寺石窟保护条例》。

### 2、相关规范

- (1) 《工程测量规范》（GB50026-2007）；
- (2) 《建筑工程设计文件编制深度规定》（建设部）（2016 版）；
- 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）
- 《水土保持设计规范》（51018-2014）
- 《泥石流灾害防治工程设计规范》（试行）（T/CAGHP021-2018）
- 《河道整治设计规范》（GB50707-2011）
- 《城市防洪工程设计规范》（GB/T50805-2012）

### 3、相关文献、手册

- (1) 《工程地质手册》（第五版）

(2)《中国文物与保护修复技术》

(3)《炳灵寺石窟灾后大寺沟河道淤沙清理抢险工程》勘察设计方案

### 4.3 设计原则

结合文物保护工程特点及特殊性，此次炳灵寺石窟河道清理设计遵循以下原则：

(2) 不改变文物的原状，保护文物真实性原则。河道淤泥清理时不破坏、不干扰、不损伤文物的原有状态及历史信息，同时保持文物载体、文物环境自然状态的真实性和完整性，尽可能减少河道清理造成的干扰和影响。

(3) 保护工程遵循可识别性和可持续性的保护原则。

(4) 坚持最小干预原则，严格控制工程范围、规模与工程量。针对现状勘察结论，明确清理范围和重点区域，注意保持原有地形、地貌和环境特征，避免过度干预。

(5) 多重诱发因素综合考虑的原则。根据工程地质勘察资料，分析文物保护区内的岩土破坏机理，同时考虑暴雨洪水、地震等突发因素。

(6) 在安全可靠的前提下，兼顾经济合理、技术可行。

(7) 本次日常维护设计，坚持“动态设计、信息化施工”的原则。

## 4.4 设计思路

在前期勘察评估的基础上，项目组拟根据炳灵寺石窟河道的具体特征进行设计，考虑现场实际情况，本设计为日常清理保护工程，根据近几年炳灵寺石窟的降雨情况和河道淤泥的淤积现状，具体思路如下：1.清理河道内的树木和杂草，保证暴雨环境下，河道的通畅；2.清理河道的淤积，为保证后期遇到特大暴雨洪水是有较大的泥沙淤积接受空间。

## 4.5 设计目的

此次炳灵寺石窟河道治理设计旨在满足景区的文物安全需求，提升遗址区展示利用水平，同时满足日常排水需要。

## 4.6 具体工程措施

### 1.植被清理

根据现场勘察，靠近崖壁处生长有高大的树木，在河道中间和人为小路边发育的是大量低矮的灌木和杂草。

高大乔木根除具体步骤为：

人工机械清除河道两侧靠近崖壁处的乔木、灌木：对不宜刨出的较深粗大根系，为避免形成新的破坏，采用 8%的铵盐溶液或 0.2%~0.6%的二氯苯氧醋酸化学制剂灌注促其腐烂，待腐烂后再灌入浆液加块石充实。

低矮灌木清除具体步骤为：

### （1）挖掘

灌木苗木根系或土球的大小必须符合下列要求：树木地径 3-4cm，根系或土球直径 30cm，冠幅不小于 75cm。乔木株高 2m，胸径 10cm，造林密度：240-450 株/亩。株行距 1\*1.5~1.7\*1.7m；同时，乔木苗木根系或土球的大小必须符合要求。树木地径大 4cm，地径每增加 1cm，根系或土球直径增加 5cm。无主干树木的根系或土球直径取根丛的 1.5 倍。根系或土球的纵向深度取直径的 70%。

### （2）树木运输前的修剪

修剪可在苗木挖掘前或挖掘后进行。修剪应根据树木的生物习性，以不损坏特有的姿态为准。在秋季挖掘落叶树木时，必须摘掉尚未脱落的树叶，但不得伤害幼芽。

### （3）树木的装运

装运树木时，必须轻吊、轻放，不可拉拖。运带土球树木时，绳束应扎在土球下端，不可结在主干基部，更不得结在主干上。运输裸根植物，须保持根部湿润。运输树木应合理搭配，不超高、不超重，必须符合交通规定，不得损伤树木，不得破碎土球。

## 2.淤泥清理

根据现场实际情况，炳灵寺大寺沟泥沙可采用挖掘机开挖配合人工清理的方式进行清淤。

## 3.弃渣工程

根据现场情况，考虑环保、运距等相关问题，避免清理出的泥沙冲入黄河，清淤泥沙堆积在距离炳灵寺石窟外的适宜地方，弃土场位

置由建设单位或施工单位向地方政府相关部门报批。

### (1) 弃渣场选址原则

根据弃渣量及施工区地形特点和施工场地条件，弃渣场布置遵循以下要求：

a.应根据弃渣场容量、占地类型与面积、弃渣运距及道路建设、弃渣组成及排放方式、防护整治工程量及弃渣场后期利用等情况，经综合分析后进行弃渣场选址。在满足水土保持要求同时，做到技术经济合理。

b.严禁在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域布设弃渣场。弃渣场不应影响河流、沟谷的行洪安全；弃渣不应影响水库大坝、水利工程取用水建筑物、泄水建筑物、灌（排）干渠（沟）功能，不应影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全。

c.弃渣场应避开滑坡体等不良地质条件地段，不宜在泥石流易发区设置弃渣场。

d.弃渣场不宜设置在汇水面积和流量大、沟谷纵坡陡、出口不易拦截的沟道。

e.不宜在河道管理范围内设置弃渣场。

f.弃渣场选址应严格遵循并符合以下技术规范：《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）；以及符合其他相关规范和法律法规的要求，当规程规范更新时，则执行新版规定。

g.弃渣场尽可能移至景观协调区外，或降低高度并避开视觉廊道，减少景观影响；

h.弃渣场应综合考虑工程成本因素，尽量节约成本，节省投资。

## (2) 弃渣场选址

根据弃渣场的选址原则和实地踏勘等综合考虑，选定弃渣场具体位置在小坪村，距离炳灵寺大佛直线距离 5000m。拟选位置距离石窟本体较远，不会对石窟产生不良的景观影响，同时运输较为方便，线路较短。拟选定的弃渣场位置应在实际施工过程中由相关管理单位现场核实后确定。

## 5、其他工程

### (1) 动态监测工程

本工程施工过程中，机械的振动将会对文物产生一定的影响，因此在施工过程中，必须加强对文物本体的监测，根据《炳灵寺石窟灾后大寺沟河道淤沙清理抢险工程》的相关要求进行监测。

### (2) 警示宣传牌

警示宣传牌采用简易的立牌形式。

警示宣传牌内容由水库管理单位拟定，主要是警告游客小心落水和小心山顶坠石等。

## 6、主要工程量

根据本次炳灵寺石窟的降雨情况和河道淤积现状，由黄河岸边至水滴岭，平均淤积厚度 1.3m，面积为 1.415 万 m<sup>2</sup>；清理河道中间及两

侧的植被和杂草，共计 0.48 万 m<sup>3</sup>。

综上所述，本次植被清理工程量共计 0.48 万 m<sup>3</sup>，清淤工程量共计 1.84 万 m<sup>3</sup>。

## 7、工程图纸