

陕西省文物保护单位

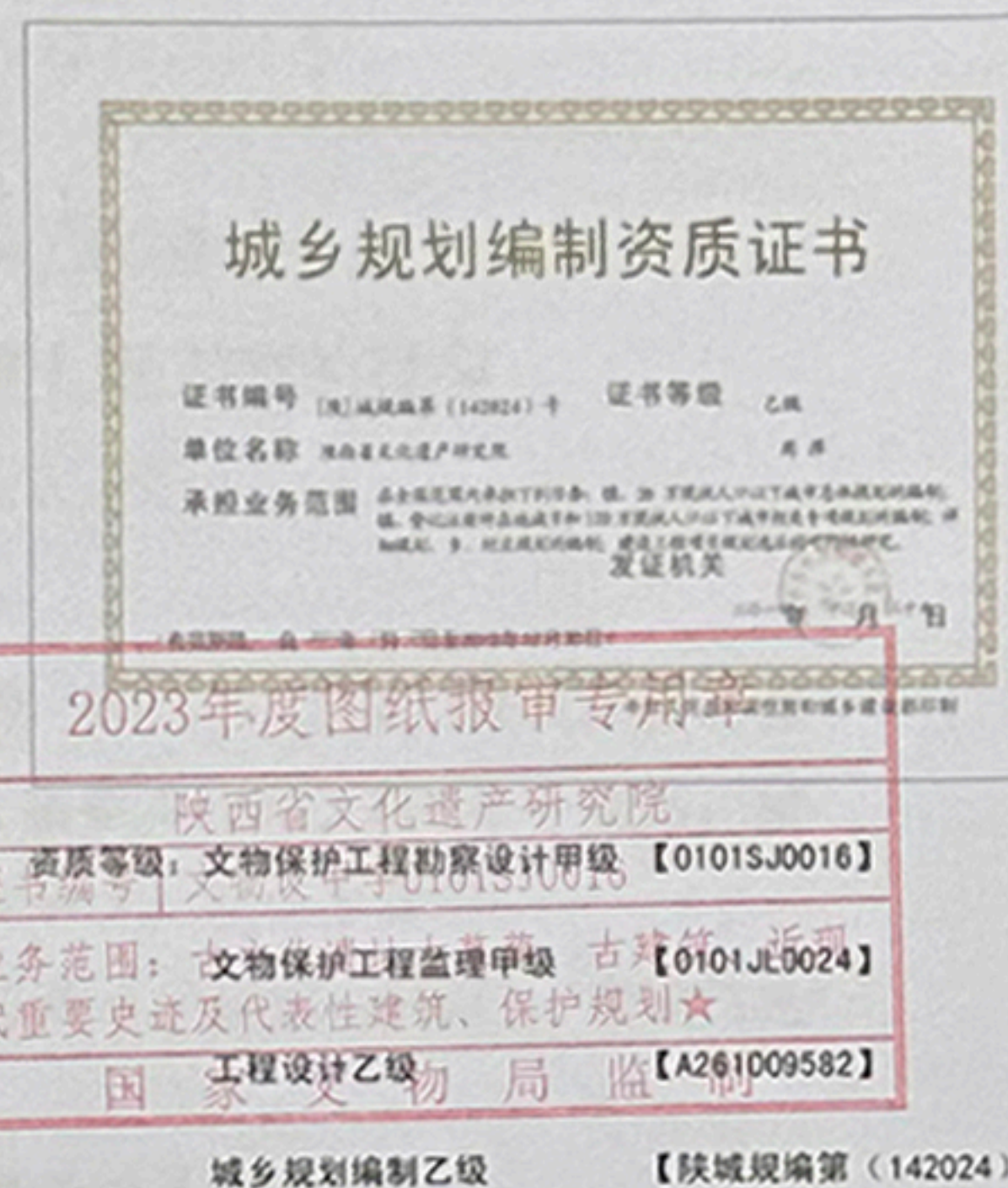
抢险
加固

佛坪厅故城—— 西城门、东城门抢险加固工程

(备案稿)



陕西省文化遗产研究院
Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage
2023年12月



项目名称：佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程

委托单位：周至县佛坪厅旧城文物管理所

编制单位：陕西省文化遗产研究院

院长：

审定：

审核：

项目负责人：

校对：

设计：

编制日期：2023 年 12 月

关于《周至佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程方案》
 批复意见的修改说明

依据陕文物函〔2023〕734 号文件《关于周至佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程方案的意见》。现修改如下：

评审意见：（一）补充勘察城门内部填土构造及具体工艺；明确东、西城门内部填土厚度与分布不均是否属原有做法。

修改说明：

1. 补充了城门内部填土构造及具体工艺，具体内容见设计说明中第 9 页岩土工程勘察。
 根据勘察所揭露的地层情况，自城门海漫向下可分为①面砖、②结合层(②₁混合砂浆、②₂杂填土、②₃灰土垫层)、③填土(③₁漂石、③₂杂填土、③₃素填土)，共三层。

城门内填土厚度：

西城门：①面砖:规格为 350x350x70(mm)，共两层，总厚度 0.14m,层底深度 0.14m；
 ②₁混合砂浆垫层:灰色，主要成分为水泥、砂子，含少量角砾，该层层厚 0.11m,层底深度 0.25m；

②₂杂填土 Q:含少量砖块、灰渣等。该层层厚 0.35m，层底深度 0.60m；
 ②₃灰土垫层:灰白色,体积比为 3:7,密实,该层层厚 0.20~0.50m，层底深度 0.75~0.80m；
 ③₁漂石:主要成分为漂石(粒径介于 20~50cm 之间，占总质量超 50%)，含部分卵石(粒径介于 5~20cm 之间，约占总质量 20%)。该层未揭穿，最大揭露层底深度 2.00m；

③₂杂填土 Q. :含大量砖块、灰渣等。该层层厚 4.25m，层底深度 5.00m；
 ③₃素填土 q. ":黄褐色，可塑，稍密，稍湿，以黄土为主。液性指数平均值万为 0.53，孔隙比平均值 2 为 1.164，含水率平均值 w 为 26.6%;压缩系数平均值 a，为 0.73MPa，属高压缩性土；湿陷系数平均值可为 0.016，具轻微湿陷性。该层层厚 1.00m,层底深度 6.00m。

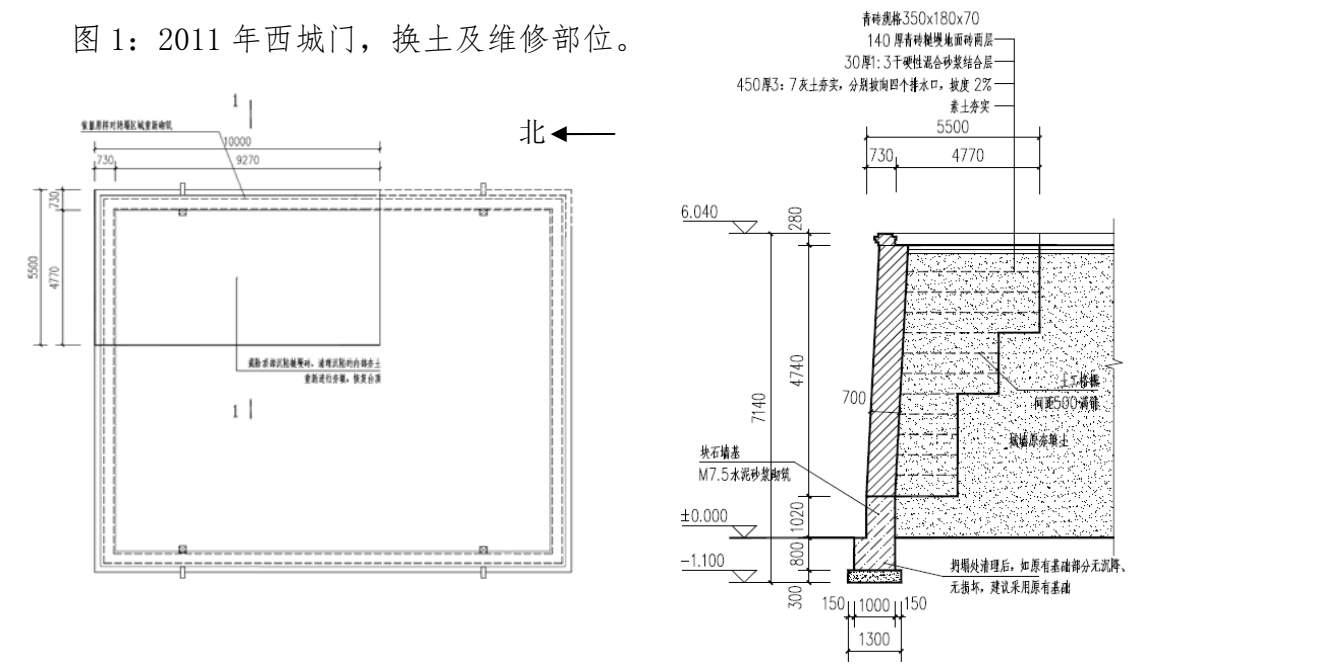
根据现场勘探、历史维修资料，综合判定西城门内部填土平面分布位置：碎石土分布在西侧，杂填土分布在东侧。

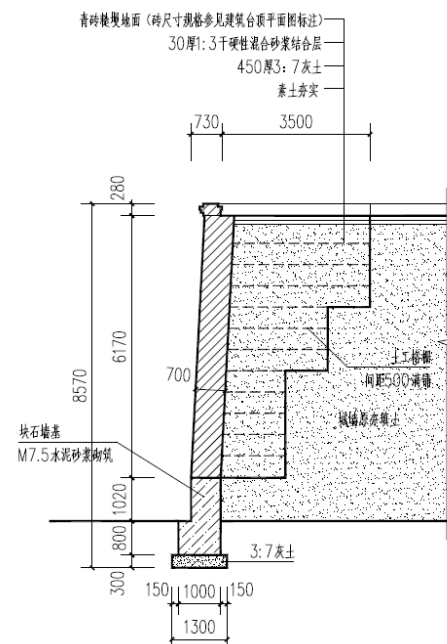
东城门：①面砖:规格为 350x350x70(mm),共两层，总厚度 0.14m,层底深度 0.14m，层底高程 1732.77~1733.02m；

②₁混合砂浆垫层:灰色，主要成分为水泥、砂子，含少量角砾，该层层厚 0.11m，层底深度 0.25m；

②₂杂填土 Q:含少量砖块、灰渣等。该层层厚 0.20~1.10m,层底深度 0.45~1.35m；
 ②₃灰土垫层:灰白色,体积比为 3:7,密实,该层层厚 0.10~0.45m,层底深度 0.35~1.80m；
 ③₁漂石:主要成分为漂石(粒径介于 20~50cm 之间,占总质量超 50%)，含部分卵石(粒径介于 5~20cm 之间,约占总质量 20%)。该层未揭穿，最大揭露层底深度 3.00m；
 ③₂杂填土 2:含大量砖块、灰渣等。该层层厚 4.65m，层底深度 5.00m；
 ③₃素填土 g"：黄褐色，可塑，稍密，稍湿，以黄土为主。液性指数平均值 7 为 0.44，孔隙比平均值 e 为 1.054，含水率平均值 w 为 26.3%;压缩系数平均值为 0.49MPa，属中压缩性土:不具湿陷性。该层层厚 1.00m，层底深度 6.00m。

总体规律为:碎石土分布在西侧，杂填土分布在东侧。
 2. 2002 年，对西城门、东城门进行了整体维修，恢复门道拱券及上部台体；
 2011 年，对两座城门进行抢险加固，维修措施为墙体鼓出处更换内部填土，每隔 500 高铺设土工格栅，剔补风化、酥碱墙体青砖等。局部维修导致两座城门内部填土厚度与分布不均匀。



[illegible]

评审意见：（二）细化裂缝及鼓胀处青砖掏补具体做法；补充水舌长度设计依据；结合城台历次维修经验，细化完善城台顶面、墙体维修做法及详图。

修改说明：

1. 先做好安全支护措施，对墙体外鼓、开裂部位，采取掏补、填塞，新旧砌体间增加竹条拉结，提升墙体整体性。
2. 2002 年，城门整体维修，恢复门道拱券及上部台体，本次设计保持原石制水舌布局及规格，现状为伸出台体外长度 600。
3. 方案中结合城台历次维修经验及维修做法，补充了城台及墙体维修做法(见设计说明 13 页工程做法中内容)及详图(见方案图 15)。

陕西省文化遗产研究院

2023.12

目 录

1. 险情勘察暨设计说明
2. 基础资料
3. 区位图
4. 测绘图
5. 方案图
6. 工程概算
7. 附件 1：岩土勘察报告

附件 2：城门石匾保护专项方案

佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程
险情勘察暨设计说明

佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程 险情勘察暨设计说明

绪言

佛坪厅故城（俗称老县城）位于太白山东岭下龙洞湾五千米处古傥骆道的一侧，现存建造年代为清道光五年至民国十五年（1825—1926）。故城平面为不规则长方形。东西长约 1200 米，南北宽约 250 米，占地面积约 30 公顷。其中南墙长约 390 米，北墙长约 340 米，东墙长约 235 米，西墙长约 232 米，面积约 8.47 公顷。城址有三门，西城门又称丰乐门，现为进入佛坪厅故城的主要交通要道。南城门又称延薰门，东城门又称景阳门。2003 年 12 月 16 日，陕西省政府公布其为第四批陕西省文物保护单位。

2021 年 9 月至 11 月，连续降雨，管理人员进行文物检查时发现，西城门券洞墙面、东、西两侧墙面渗漏雨水及泥浆流出、西城墙券洞西入口裂缝多处；东城门西墙外鼓，西南角墙体开裂，顶面局部下沉；工作人员立即采取临时支护措施，设置警示牌及隔离带。

2021 年 11 月，受佛坪厅旧城文物管理所委托，我院派专业人员赴现场对险情进行调查记录，并做详细测绘。2022 年 4 月、6 月，我院技术人员又分别两次到现场进行勘察。2022 年 7 月，管理人员对东城门西墙木架支护更换为钢架支护。

2023 年 6 月，根据陕文物函〔2022〕526 号文件，依据对原设计方案的批复意见，我院对方案进行补充修改。对设计说明进行了梳理，补充完善了现状勘察、工程做法、完善了图纸表达。取消了混合砂浆结合层，采用白灰砂浆铺砌台顶青砖；补充了城台岩土勘察及券洞加固钢结构防锈蚀措施、完善了城台顶防排水措施等。

在本次现场勘察及方案编制的过程中，受到了周至县佛坪厅旧城文物管理所的鼎力支持，给我们的各项工作提供了极大便利，在此一并致谢。

1 概况

1.1 地理位置

佛坪厅故城（俗称老县城）位于太白山东岭下龙洞湾五千米处古傥骆道的一侧。地理坐

标为东经 107°45′，北纬 33°48′，海拔高程 1737.2 米。距周至县城约 107 千米，距西安约 185 千米。行政区划属西安市周至县厚畛子乡老县城村。

1.2 自然环境

佛坪厅故城位于渭水河南岸，北有秦岭梁、太白山作为屏障，阻挡西北寒流侵袭，南部群山逐渐降低，东南湿润气流易于进入，为温带气候特征。年平均温度 6～8℃，最热月 17～25℃，最冷月-4～-5℃，夏无酷暑，冬季严寒，昼夜温差大。年平均降水量 700～1300 毫米，地气阴湿，无霜期 141 天。

佛坪厅故城北有渭水河，属长江水系，是秦岭南坡较大的河流，年均流量为 8～16 亿立方米。

1.3 历史沿革

清道光五年（1825），置佛坪厅，属汉中府。同年，首任同知景梁曾，招抚流民，伐木开石，于渭水河南岸建筑佛坪厅城。佛坪厅设立初期，一度呈现繁荣景象，辖域内人口最多近 3 万人。20 世纪初“匪荡掠城邑，袭杀同知”，民国十五年（1926），厅治迁至今佛坪县址，历经 101 年。随着政治、文化、经济中心的转移，这座深山古城，便失去了往日的显要地位，随之匪患猖獗，居民逃徙，建筑失修，道路渐阻，曾繁华一时的佛坪厅城，终于被湮没在幽谷老林之中而鲜为人知。

1996 年 6 月 12 日，周至县人民政府公布其为第三批周至县文物保护单位。

2003 年 9 月 24 日，陕西省人民政府公布其为第四批陕西省文物保护单位。

1.4 考古调查与发掘

1984 年，开始对佛坪厅故城进行正式考察；		2 价值评估	
1988 年，第三次文物普查时也对佛坪厅故城进行了遗址调查；			
1994 年，周至县文管所对佛坪厅故城进行了普查。			
1.5 “四有”建档情况		2.1 历史价值	
佛坪厅故城保护范围的划定是根据<陕西省省级以上重点文物保护单位范围>(陕政发[2003]38 号)。佛坪厅故城的保护范围共分为五个部分（A 区为保护范围，B 区为建设控制地带）：			
1、佛坪厅故城		佛坪厅故城始建于清道光五年（1825），距今已有 180 多年的历史，是陕西境内保存规模小且比较完整的清代厅级管制城镇。对研究清代厅级城镇建筑及民俗风情具有重要参考价值。佛坪厅故城所包括的历史信息对于研究清代晚期北方山区城市的政治、经济、军事等提供了重要的实物依据。	
A 区：城区、东、西城墙基址外延 30 米。南、北城墙基址外延 60 米。			
B 区：A 区四周外延 30 米。			
2、白云塔、佛爷庙、城隍庙、火神庙		城门的形式和规模，反映了清代建筑特点，继承了我国传统建筑的营造思想及理念，是研究清代厅级城镇军事构筑物发展的历史实物。	
A 区：以上四个点基址外延 10 米。			
B 区：A 区外延 15 米。			
3、药王洞		2.2 艺术价值	
A 区：洞体外延 60 米。			
B 区：A 区外延 100 米。		佛坪厅故城遗址较完整保留了清代晚期中国北方山区厅城的规模、形制。城墙保存较完好，并以卵石包砌，外观规整，沿山体地形修筑，起伏曲折，与自然环境完美融合，具有强烈艺术魅力。	
4、牛氏墓园			
A 区：墓园遗址外延 100 米。			
B 区：A 区外延 20 米。		故城城门半圆拱券式样，城台外墙收分，厚重的墙体，充分体现古代人民的独特审美，我们也从中汲取艺术创作灵感。	
5、接官亭、演武场、历坛、东关土地庙、关帝庙、社稷坛、先农坛等以及松树坪塔松			
A 区：上述遗址外延 10 米。			
B 区：A 区外延 30 米。		2.3 科学价值	
		佛坪厅故城建筑在平面布局，建筑构造，外观形式等方面是展现清代建筑的珍贵遗存。	
		从文物保护方面讲，厅级城址遗留下来的较少，而保留至今较为完整的则更少，因此佛坪厅故城更显其重要性。通过今后的进一步勘察、发掘，将会有重要发现，补充厅级城址文物系列中的空白。	
		城址位于湑水河南岸山间坝地上，北有秦岭梁、太白山作为屏障，阻挡西北寒流侵袭，佛坪厅故城是研究古代筑城技术和近代军事筑城防御的重要实例。也是研究秦巴山区生态环境历史变化的重要载体。	

城墙、城门、渭水河、护城河形成易守难攻的厅城，城门结构坚固，布局严谨，外形威武、实体敦厚，它充分反映了当时的建筑水平。

2.4 社会价值

佛坪厅故城的地方建筑风格可以使其成为区域旅游发展的亮点，增加周边的旅游集群效应，对促进当地旅游业发展都具有重要意义。

作为历史文化遗存，以旅游的形式展现城门、城墙等建筑，能够传授知识、启迪智慧、陶冶情操，弘扬民族文化，延续历史文脉，唤起人们的爱国热情，同时，旅游使得古建筑的保护观念日益深入人心，从而激发公众自发或自觉保护古建筑的热情。

3 历次维修范围及内容

(1) 2002 年 6 月，周至老县城测绘与维修工程，由西安市古建园林设计研究院设计，工程通过了验收。

维修范围及内容：清理堆积土及杂物；恢复佛坪厅故城东门、西门、南门各城门券洞；修复上部青砖海墁；露出门洞地面条石。拆除欲坍塌墙砖、拱券砖，将旧砖用于表面，内衬砌红砖；台顶 300 厚 3:7 灰土，30 厚 1:3 混合砂浆结合层，两层青条砖（方砖）铺墁；顶部四边牙子砖、向城内排水，石水舌归安。

(2) 2011 年 04 月，佛坪厅故城——城门及两侧局部墙体保护维修工程（南城门、东城门），工程通过了验收。

维修范围及内容：

南城门：揭顶维修，揭除破损青砖，30 厚 1:3 混合砂浆结合层，重新铺砌；揭除西南部开裂砖墙体，选用完好原墙体青砖重新砌筑，更换酥碱青砖，内填素土，每隔 500 高铺设土工格栅；墙体裂缝掏补；剔补酥碱、开裂门洞拱券墙砖。

南城门两侧城墙：规整城门两侧现存墙体，清理城墙杂草树木，补砌卵石至现有高度。

东城门：揭顶维修，揭除破损青砖，30 厚 1:3 混合砂浆结合层，重新更换铺砌；清理东南部坍塌墙体，选用完好原墙体青砖重新砌筑，更换酥碱青砖，内填素土，每隔 500 高铺设土工格栅；墙体裂缝掏补；剔换酥裂门洞拱墙砖；揭除地面至基层，用原块石重新铺砌。

东城门两侧城墙：规整城门两侧现存墙体，清理城墙杂草树木，补砌卵石至现有高度；补砌城墙豁口。

(3) 2011 年 8 月，佛坪厅故城——西城门及两侧局部城墙抢险维修工程，工程验收合格。维修范围及内容：

西城门：对城台顶部进行揭顶维修。对城门东北角坍塌部分进行清理，并进行修补。对墙体外鼓部分拆除重砌，并更换鼓出内部填土，每隔 500 高铺设土工格栅，剔补风化、酥碱墙体青砖。剔换酥裂门洞拱墙砖，重新砌筑东侧拱券券面。

城墙：规整城门两侧现存墙体，清理城墙杂草树木。补砌坍塌城墙墙体。

(4) 2014 年 7 月，佛坪厅故城——西城门及两侧局部城墙抢险维修工程，西城门南侧马道复原保护展示补充设计；工程通过了验收。

补充设计内容：2011 年，在实施西城门及两侧局部城墙抢险维修工程过程中发现城墙马道遗址，西安市文物保护考古研究院对其进行考古调查，随即专业人员对西城门南侧马道进行实地勘察，依据西安市文物保护考古研究院的调查报告，以及此段城墙保护工程的保护方式，2014 年，对原设计进行了补充完善。

(5) 2016 年 07 月，佛坪厅故城——城门及两侧局部城墙保护维修工程，东城门南侧城墙、马道补充设计，工程通过验收。

补充设计内容：2011 年，在实施项目《佛坪厅故城——城门及两侧局部城墙保护维修工程》，施工中发现城墙马道遗址，2016 年 6 月西安市文物保护考古研究院对东城门西南角（豁口处）

进行遗址考古调查，发现城墙马道遗迹，外包砌卵石，墙体内填夯土为轻夯，没有分层及夯窝。依据西安市文物保护考古研究院的调查报告，以及此段城墙保护工程的保护方式，对原设计进行了补充调整。

（6）2020 年 8 月，佛坪厅故城受灾现状初步勘察，临时支护措施。

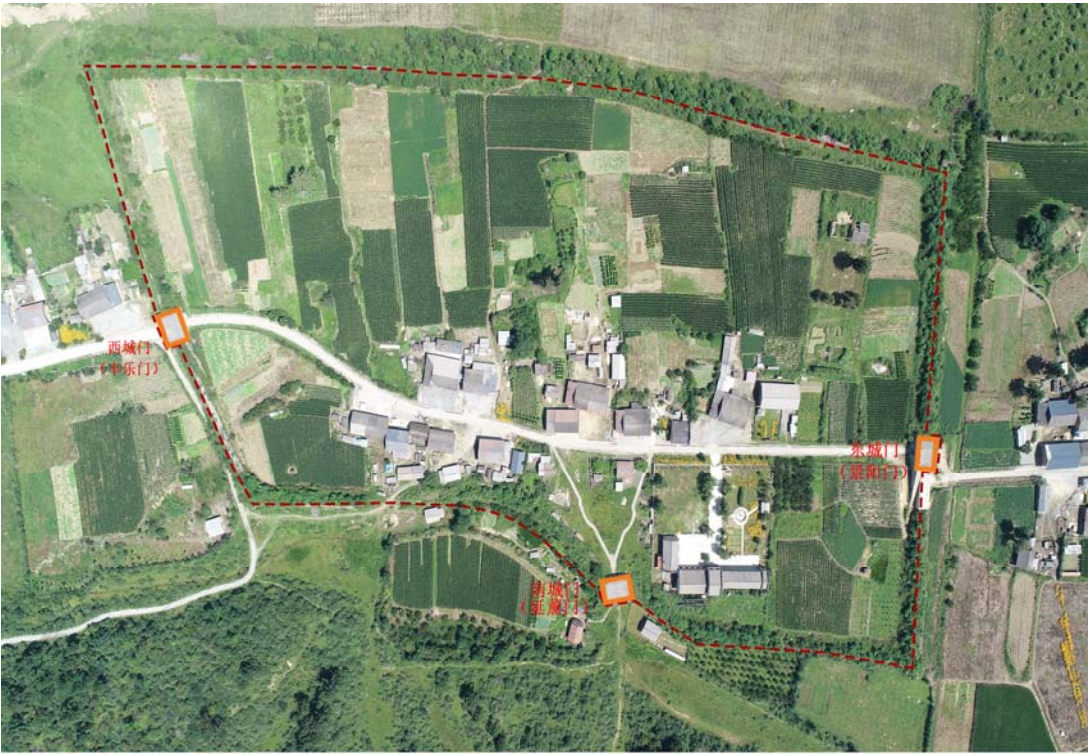
佛坪厅故城因连续强降雨，保护范围内古建筑受损严重，随后针对有险情的建筑、墙体采取支护、防雨措施，其中西城门券洞开裂处渗水，拱券西侧采用钢支架临时支护，顶面钢板遮护。

（7）2022 年 6 月，《佛坪厅故城——西城墙保护修缮工程设计方案》通过陕西省文物局评审，陕文保函〔2021〕688 号。已完成备案稿，待资金下达，进行保护维修。

维修设计内容：西城墙，不包含西城门（丰乐门）。补砌坍塌墙体、墙顶面重新处理、恢复散水等。

4 险情勘察

4.1 现状照片



照片 1：佛坪厅故城全景俯视



照片 2：西城门、东城门现状俯视



照片 3: 西城门西立面, 顶面临时采用彩钢板遮盖顶面。



照片 4: 西城门东立面, 台顶面渗水, 东墙面雨水流出, 灰浆流失。



照片 5: 西城门北立面西部, 台顶面渗水, 墙面雨水流出, 灰浆流失。



照片 6: 西城门台顶面临时用彩钢板遮盖; 城北墙与城墙相接处现状。



照片 7: 西城门台顶面临时用彩钢板遮盖。



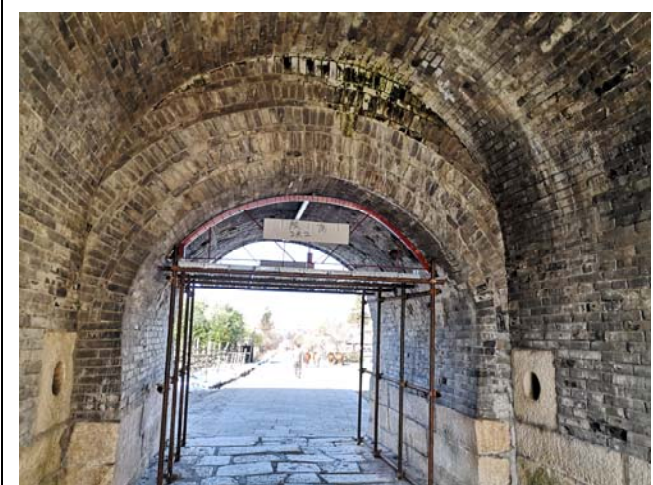
照片 8: 西城门门洞西侧临时支护



照片 9: 西城门西入口, 券顶多处裂缝, 雨水渗漏, 灰浆流失。



照片 10: 西城门券洞内多处渗水, 灰浆流失。



照片 11: 西城门临时支撑, 券洞内墙面渗水, 滋生霉菌。



照片 12: 西城门西入口拱券墙体多处裂缝。







照片 13: 东城门西立面, 墙面鼓胀, 临时支护。



照片 14: 东城门东立面, 2011 年, 东墙局部坍塌, 经抢险修缮, 目前基本完好。

	
<p>照片 15：东城门西南角，墙面开裂现状，目前采用圆木临时支护。</p>	<p>照片 16：东城门西南角墙体鼓胀变形，青砖残损现状。</p>
	
<p>照片 17：东城门墙面向外鼓胀，临时支护。</p>	<p>照片 18：东城门台顶面现状。</p>
	
<p>照片 19：东城门东侧地面局部积水（2021 年 6 月拍摄）</p>	<p>照片 20：东城门门洞地面东高西低（2021 年 6 月拍摄）。</p>

	
<p>照片 21：东城门东面南侧，东墙 2011 年修缮，目前基本完好。</p>	<p>照片 22：东城门东面北侧，目前基本完好。</p>
	
<p>照片 23：东城门西墙钢架支护（2022 年 7 月拍摄）。</p>	<p>照片 23：东城门西墙钢架支护，距地面 1.4 米处墙体向外鼓胀（2022 年 7 月拍摄）。</p>

注：以上未注明时间的照片拍摄于 2021 年 9 月 22 日。

4.2 建筑单体描述

4.2.1 西城门

西城门又称丰乐门，平面呈长方形，南北长 16.6 米，东西宽 13.52 米，城台顶高 6.04 米，建筑占地面积约 224 平方米。东、西墙中间开辟门洞，门洞为拱形，门额浮雕“丰乐”。城门外包青砖，墙内以漂石层、灰土、素土夯筑，门洞内条石糙漫地面，规格 1200x300；地面以上三层条石墙体下碱，其上砌筑青砖墙，厚 700，青砖规格 350x180x70；青砖砌筑拱券，西侧门洞口宽 3.24 米，券顶高 3.65 米，由西口向东延伸 2.4 米处，券洞壁墙向两侧外廓，

券顶升高至东侧门洞口，洞宽 4 米，券顶高 4.58 米；城台四面收分 5%，台顶面青砖糙墁，顶面中心青方砖十字铺砌 8.26 米 x6.78 米，周边青条砖铺砌，规格 350x180x70。西城门是进出佛坪厅故城的主要交通要道。

4.2.2 东城门

东城门又称景阳门，平面呈长方形，南北长 16.2 米，东西宽 12.57 米，高 7.47 米，建筑占地面积约 210 平方米。东、西墙中间开辟门洞，门洞为拱形，门额浮雕“景阳”。墙内以漂石层、灰土、素土夯筑，外包青砖，门洞内条石糙墁地面，规格 1200x300；地面以上三层条石墙体下碱，其上砌筑青砖墙，厚 700，青砖规格 350x180x70；青砖砌筑拱券，东侧门洞口宽 2.82 米，券顶高 3.89，西侧门洞口宽 3.52 米，券顶高 4.82 米；城台四面收分 5%，台顶面青砖糙墁，顶面中心青方砖十字铺砌 10.84 米 x5.64 米，周边青条砖铺砌，规格 350x180x70。

5 现状残损及险情描述

5.1 西城门

（1）城台顶面：青砖糙墁，青砖面层酥碱深约 2 毫米，面积约 60%；青砖压顶酥碱 20%。台顶面砌筑灰浆流失，雨水从砖缝下渗至城台内，导致南北墙面、拱券内墙面渗水，灰浆流失严重，现其上临时覆盖彩钢板防护。

（2）墙体：墙体青砖规格 350x180x70。东墙面距地面高约 1.2 至 2.6 米青砖酥碱约 2.2 平方米，酥碱最深 20 毫米；墙体潮湿表面痕迹约 23 平方米。西面墙体潮湿表面痕迹约 12 平方米，墙面有雨水、泥浆流出痕迹。西面北侧墙发育 1 条裂缝长约 2 米、宽约 1 至 3 毫米，北面墙体潮湿表面痕迹约 2.5 平方米，13 块青砖酥碱，酥碱最深 30 毫米。南面墙体青砖酥

碱面积 4.3 平方米，酥碱深 2 毫米；条石下碱保存完好。

（3）拱券：青砖三券三伏基本完好，西面入口券肩有 3 块青砖破损；门洞拱券西口处 6 条裂缝，缝最宽 30 毫米，最长约 4.5 米；墙体潮湿表面痕迹约 13 平方米。

（4）地面：条石地面基本完好。

（5）散水：原为三合土散水，后期改为水泥砂浆散水，东侧散水局部杂土覆盖，局部起伏不平。排水坡为 3%至 5%。

（6）周边环境及排水：西城门南北两侧连接城墙，其它为农田。门洞东西道路均为条石铺地，道路两侧均布设排水明沟 300x300（宽、深），排水通畅。

5.2 东城门

（1）城台顶面：青砖糙墁，青砖面层酥碱深约 2 毫米，面积约 60%；雨水向西面汇集，顶面西南角局部下沉约 40 毫米，面积约 16 平方米。西南角青砖压顶有 1 处裂缝，裂缝宽 60 毫米。台顶面砌筑灰浆流失，雨水从砖缝下渗至城台内，拱券墙面灰浆流失严重。

（2）墙体：墙体青砖局部风化酥碱，渗漏雨水，砌筑灰浆流失严重。东城门西墙南侧向外鼓胀 100 毫米，面积约 12 平方米；东城门西墙北侧向外鼓约 100 毫米，面积约 15 平方米；西南角 1 处裂缝上下贯通，缝最宽处 60 毫米，墙体下部青砖严重酥碱约 4 平方米，酥碱深 10 毫米至 60 毫米；东墙东北角底部局部砖块缺失（约 6 块砖）；东北角下部发育两条裂缝 LF1 长度约 2.0 米，宽度约 1.0~2.0 毫米；LF2 长度约 2.0 米，宽度约 1.0~3.0 毫米。西墙现临时用 2 组钢架支撑。

（3）拱券：青砖三券三伏基本完好，券顶漏雨潮湿、泥浆流出痕迹约 40 平方米，拱券墙面砌筑灰浆流失严重。

（4）地面：条石地面基本完好。

<p>(5) 散水：原为三合土散水，后期改为水泥砂浆散水，排水坡为 3%和 5%。</p> <p>(6) 周边环境及排水：东城门南北两侧连接城墙，其它为农田。门洞东西道路均为条石铺地，道路两侧均布设排水明沟 300x300（宽、深），排水通畅。</p>					附表 2：东城门现状残损表				
附表 1：西城门现状残损表									
名称	部位	材质规格	残损现状	原因分析	名称	部位	材质规格	残损现状	原因分析
地面	城门洞地面	条石地面 1200x300	保存完好		地面	城门洞地面	条石地面 1200x300	保存完好	/
散水	城门四周	900 宽	原为三合土散水，后期改为 900 宽 60 厚水泥砂浆面散水。	雨水冲刷，后期改造	散水	城门四周	900 宽	原为三合土散水，后期改为 900 宽 60 厚水泥砂浆面散水。	雨水冲刷，后期改造
墙体	城门墙体	青砖 350x180x70； 条石规格不等	墙体青砖规格 350x180x70。东墙面距地面高约 1.2 至 2.6 米青砖酥碱约 2.2 平方米，酥碱最深 20 毫米；墙体渗漏雨水约 23 平方米。西面墙体渗漏雨水约 12 平方米，墙面有雨水、泥浆流出痕迹。西面北侧墙发育 1 条裂缝长约 2 米、宽约 1 至 3 毫米，北面墙体潮湿 2.5 平方米，13 块青砖酥碱，酥碱最深 30 毫米。南面墙体青砖酥碱面积 4.3 平方米，酥碱深 2 毫米。条石下碱保存完好。	年久失修，每年雨季雨水冲刷，砌筑灰浆流失，泥浆流出。	墙体	城门墙体	青砖 350x180x70 条石规格不等	墙体青砖局部风化酥碱，渗漏雨水，砌筑灰浆流失严重。东城门西墙南侧向外鼓胀 100 毫米，面积约 12 平方米；东城门西墙北侧向外鼓约 100 毫米，面积约 15 平方米；西南角 1 处裂缝上下贯通，缝最宽处 60 毫米，墙体下部青砖严重酥碱约 4 平方米，酥碱深 10 毫米至 60 毫米；东墙东北角底部局部砖块缺失（约 6 块砖）；东北角下部发育两条裂缝 LF1 长度约 2.0 米，宽度约 1.0~2.0 毫米；LF2 长度约 2.0 米，宽度约 1.0~3.0 毫米。西墙现临时用 2 组钢架支撑。	自然原因，每年雨季雨水冲刷，夯土遇水膨胀，增大了侧墙的压力
	拱券	青砖 350x180x70； 条石规格不等	拱洞西侧 6 条裂缝，缝最宽 30 毫米，最长约 4.5 米；墙体渗漏雨水约 13 平方米。条石下碱保存完好。			拱券	青砖 350x180x70 条石规格不等	墙体渗漏雨水约 40 平方米，墙面雨水、泥浆流出痕迹，券顶漏雨潮湿。条石下碱保存完好。	
城台顶	城台顶面	青砖 350x180x70 350x350x70	青砖糙埂，青砖面层酥碱深约 2 毫米，面积约 60%；青砖压顶酥碱 20%。台顶面砌筑灰浆流失，雨水从砖缝下渗至城台内，导致南北墙面、拱券内墙面渗水，灰浆流失严重，现其上临时覆盖彩钢板防护。		城台顶	城台顶面	青砖 50x180x70 350x350x70	青砖糙埂，青砖面层酥碱深约 2 毫米，面积约 60%；雨水向西面汇集，顶面西南角局部下沉约 40 毫米，面积约 16 平方米。西南角青砖压顶有 1 处裂缝，裂缝宽 60 毫米。台顶面砌筑灰浆流失，雨水从砖缝下渗至城台内，导致城台西墙鼓胀，拱券墙面灰浆流失严重。	

6 岩土工程勘察（详见附件 1：佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察报告书）

6.1 城门结构分析

城门整体结构为“砖表土芯”；城门墙体青砖规格为 350x180x70(mm)，城门顶部海墁面砖规格为 350x350x70(mm)，门洞拱券部分用红砖；内部填土成分及平面分布位置极不均匀：城门四面墙体收分均为 5%，顶面海墁排水坡度为 2%。

根据勘察所揭露的地层情况，自城门海墁向下可分为①面砖、②结合层(②₁ 混合砂浆、②₂ 杂填土、②₃ 灰土垫层)、③填土(③₁ 漂石、③₂ 杂填土、③₃ 素填土)，共三层。将城门及地基土层特点自上而下描述如下：

西城门：①面砖：规格为 350x350x70(mm)，共两层，总厚度 0.14m，层底深度 0.14m，层底高程 1723.25~1723.46m；

②₁混合砂浆垫层：灰色，主要成分为水泥、砂子，含少量角砾，该层层厚 0.11m，层底深度 0.25m，层底高程 1723.14~1723.35m；

②₂杂填土 Q：含少量砖块、灰渣等。该层层厚 0.35m，层底深度 0.60m，层底高程 1723.00m；

②₃灰土垫层：灰白色，体积比为 3:7，密实，该层层厚 0.20~0.50m，层底深度 0.75~0.80m，层底高程 1722.64~1722.80m；

③₁漂石：主要成分为漂石(粒径介于 20~50cm 之间，占总质量超 50%)，含部分卵石(粒径介于 5~20cm 之间，约占总质量 20%)。该层未揭穿，最大揭露层底深度 2.00m，层底高程 1721.60m；

③₂杂填土 Q：含大量砖块、灰渣等。该层层厚 4.25m，层底深度 5.00m，层底高程 1718.39m；

③₃素填土 q：黄褐色，可塑，稍密，稍湿，以黄土为主。液性指数平均值 w 为 0.53，孔隙比平均值 e 为 1.164，含水率平均值 w 为 26.6%；压缩系数平均值 a ，为 0.73MPa，属高压缩性土；湿陷系数平均值可为 0.016，具轻微湿陷性。该层层厚 1.00m，层底深度 6.00m，层底高程 1717.39m。

根据现场勘探、历史维修资料，综合判定西城门内部填土平面分布位置：碎石土分布在西侧，杂填土分布在东侧。

东城门：①面砖：规格为 350x350x70(mm)，共两层，总厚度 0.14m，层底深度 0.14m，层底高程 1732.77~1733.02m；

②₁混合砂浆垫层：灰色，主要成分为水泥、砂子，含少量角砾，该层层厚 0.11m，层底深度 0.25m，层底高程 1732.66~1732.91m；

②₂杂填土 Q：含少量砖块、灰渣等。该层层厚 0.20~1.10m，层底深度 0.45~1.35m，层底高程 1731.56~1732.50m；

②₃灰土垫层：灰白色，体积比为 3:7，密实，该层层厚 0.10~0.45m，层底深度 0.35~1.80m，层底高程 1731.11~1732.81m；

③₁漂石：主要成分为漂石(粒径介于 20~50cm 之间，占总质量超 50%)，含部分卵石(粒径介于 5~20cm 之间，约占总质量 20%)。该层未揭穿，最大揭露层底深度 3.00m，层底高程 1729.91m；

③₂杂填土 2：含大量砖块、灰渣等。该层层厚 4.65m，层底深度 5.00m，层底高程 1728.16m；

③₃素填土 g：黄褐色，可塑，稍密，稍湿，以黄土为主。液性指数平均值 w 为 0.44，孔隙比平均值 e 为 1.054，含水率平均值 w 为 26.3%；压缩系数平均值为 0.49MPa，属中压缩性土；不具湿陷性。该层层厚 1.00m，层底深度 6.00m，层底高程 1727.16m。

总体规律为：碎石土分布在西侧，杂填土分布在东侧。

6.2 病害成因分析

2023 年 6 月，机械工业勘察设计研究院有限公司完成了《佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察报告书》。查明佛坪厅故城西城门、东城门遗址的各类病害（裂缝、鼓胀、沉陷、渗漏等）发育情况；通过井探查明城台顶部海墁及内部夯土保存现状，并通过室内土工试验获得各土层物理力学指标；通过槽探查明城门基础形式；综合分析病害成因并提出处理措施建议。

结论：

(1) 佛坪厅故城西城门、东城门所处地貌单元属山间坝地，地势较平坦。该区段周边无地裂缝、断裂、滑坡等不良地质作用，属稳定地质构造区域。

(2) 勘察揭露自城门海墁向下可分为①面砖、②结合层（②₁ 混合砂浆、②₂ 杂填土、②₃ 灰土垫层）、③填土（③₁ 漂石、③₂ 杂填土、③₃ 素填土），共三层。

(3) 城门侧墙基础自地面向下为条石基础、灰土垫层、卵石地基，持力层主要为卵石层，地基承载力较高。

(4) 西城门内部素填土具轻微湿陷性；东城门内部素填土不具湿陷性。

(5) 建筑场地类别可按 I₁ 类考虑, 建筑场地抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度值为 0.10g, 设计地震分组为第三组, 特征周期为 0.35s, 属抗震有利地段。

(6) 已查明病害发育情况

1) 西城门主要病害有: 各面墙体均存在轻微风化, 面砖表层酥粉现象普遍; 各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育; 西立面北侧墙发育 1 条裂缝, 券洞顶发育多道环形裂缝; 西北角北侧墙顶部墙体面砖缺失 (约 5~6 块); 顶部排水功能失效, 暂用钢化板进行防雨遮挡; 墙体底部未设置散水, 雨水沿墙根渗入地基。

2) 东城门主要病害有: 西立面南侧墙、北侧墙均存在较严重鼓胀变形, 底部伴随发育剥蚀、面砖缺失病害; 各面墙体均存在轻微风化, 面砖表层酥粉现象普遍; 各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育; 西南角南侧墙发育 1 条贯通裂缝, 东立面北侧墙体底角发育 2 条裂缝; 西立面北侧墙面砖缺失 (约 5~6 块), 西立面南侧墙面砖缺失 (约 8~10 块), 东立面北侧墙面砖缺失 (约 6 块); 顶部排水功能失效, 暂用彩条布进行防雨遮挡; 各面墙体底部散水均未设置完整, 雨水易沿墙根土体渗入地基台基。

7 险情发生原因分析

7.1 建筑本体原因

顶面: 由于每年 9 月至 11 月周至佛坪厅故城连续降雨冲刷, 城门顶面排水不及时, 西城门顶面砌筑灰浆流失, 雨水下渗至台体内部。

墙体、墙面: 城台内土体遇水膨胀产生侧压力, 导致墙体鼓胀、开裂, 泥浆流出墙面。对建筑本体安全造成较大影响。见附件 1:《佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察报告书》中第 46 页第 7 节内容:

①城门墙内填土极不均匀, 有漂石、杂填土、素填土, 且密实性均较差, 特别是杂填土部分在天然状态下已经处于不稳定状态, 对侧墙产生挤压导致墙体出现裂缝和券洞多处环形裂缝, 且海墁顶部排水失效, 雨水已经渗入内部土体, 勘察结果均为湿或较湿现状, 因此内部填土材料不均匀且密实性差是墙体病害的主要成因; 而饱和状态下稳定性更差, 随着雨水持续渗入, 内部土体一旦处于饱和状态, 侧墙受到的土压力和水压力大幅增加, 当总侧向水

平应力超过砖砌体极限抗拉强度时, 城门极有可能再次出现局部坍塌破坏。

②对于墙内填土为漂石的一侧 (西城门西侧、东城门西侧), 雨水渗入内部后使漂石间细粒土被冲刷流失, 降低了自身密实性、稳定性; 且饱和状态下, 漂石间的大孔隙充满水, 侧向水压力大幅增加, 是东城门西立面外墙产生侧向水平变形的最主要外因。

③对于墙内填土为杂填土、素填土的一侧 (西城门东侧、东城门东侧), 雨水渗入内部填土后使填土粘聚力、内摩擦角均降低, 抗剪强度降低 (即水敏性强), 是西城门东立面、东城门东立面外墙产生侧向水平变形的最主要外因。

④墙下未设置有效的散水结构, 雨水沿墙根渗入地基是西城门、东城门出现基础病害的次要原因。

7.2 自然因素影响

主要包括风蚀、雨侵、温差破坏等。

风蚀: 风对建筑本体的破坏主要有三种方式, 吹扬作用、磨蚀作用和旋磨作用。风本身的冲击力及上升产生的上举力将地面碎屑吹扬到空中或者剥离原地的作用。风以挟带的沙砾为工具, 运动中对建筑砖石的碰撞, 摩擦作用。风中的沙砾在砌砖石的裂隙中或表面坑洼处表现出强烈的旋动作用, 形成旋磨作用。风会在墙体青砖表面产生各种凹凸不平的圆形或者不规则椭圆形的坑穴和凹坑。

雨侵: 佛坪厅故城每年夏季至秋季均发生连续强降雨, 城台顶面雨水不能及时排出, 下渗至台体内, 城台内夯土分层夯筑而成的, 在干燥的环境中, 虽有较高的强度, 但遇雨便立即崩解而流失。因此, 连续强降雨是造成此次险情的主要因素。

墙体表面受雨水浸入与空气蒸发作用, 长期干湿交替环境是西城门、东城门出现风化、泛碱及裂缝等病害的主要原因; 故城城门所在区域昼夜温差大, 冬季严寒, 砖砌体间灰浆层易酥粉、脱落, 雨水冲刷流失后造成墙体风化、裂缝等病害加剧。

故城位于山区, 所在区域年降雨量为 700~1300mm, 雨水充沛是导致城门各项基础病害发育的最主要外因。

温差：气温的升降引起墙体的干湿变化，会使墙体沿着原有的裂隙进一步加深加宽进而延展扩大。东城门台顶局部下沉，西南角开裂鼓胀，西城门拱券多处裂缝。这些病害不及时加固，有进一步加剧的趋势。

8 险情发生后的临时措施

（1）及时采取支护措施：及时对其险情部位进行临时防护措施。西城门城台顶临时用彩钢板遮护、券洞裂缝处采用钢架支护；东城门西墙临时用 9 组 D150 圆木支护，裂缝处暂时用石灰膏封护。2022 年 7 月初，西墙临时支护改为钢架支撑。

（2）为防止险情发展，采取维护措施：针对险情，管理部门组织、委派人员实时监测，张贴警示。

（3）加强管理：岗位巡查，管理部门设置 24 小时值班制度；填写安全巡查记录；建筑本体、现场安全防护隔离，标志牌等重点巡查。

9 险情评估结论

西城门、东城门是佛坪厅故城重要的组成部分，应受到妥善保护。但目前建筑本体已出现较为严重的险情，西城门顶面雨水下渗至城台内，西侧入口券洞多处裂缝，东城门城台顶局部下沉排水不及时、墙体鼓胀开裂，如不及时采取加固措施，西城门、东城门险情有进一步加剧的可能。

根据《古建筑木结构维护与加固技术标准》GB/T50165-2020 中古建筑木结构鉴定第 6.2 节相关规定进行评定，西城门、东城门顶面渗漏雨水、墙体局部鼓起变形、开裂等残损点，出现沿砖块断裂的竖向或斜向裂缝，安全性鉴定评级其围护结构及砖墙残损点评定标准等级为 d'，西城门、东城门急需采取抢险加固措施进行保护。

设计说明

10 设计依据

- 10.1 《中华人民共和国文物保护法》（2017 年）；
- 10.2 《中国文物古迹保护准则》（2015 年）；
- 10.3 《文物保护工程设计文件编制深度要求》（试行）；
- 10.4 《古建筑木结构维护与加固技术标准》（GB/T50165-2020）；
- 10.5 《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2003 年 5 月 13 日通过）；
- 10.6 《古建筑修建工程质量检验评定标准》（CJJ39-91）。

11 设计原则

11.1 不改变原状：是文物古迹保护的要义。它意味着真实、完整地保护文物古迹在历史过程中形成的价值及其体现这种价值的状态，有效地保护文物古迹的历史、文化环境，并通过保护延续相关的文化传统。

11.2 真实性：是指文物古迹本身的材料、工艺、设计及其环境和它所反映的历史、文化、社会等相关信息的真实性。

11.3 完整性：文物古迹的保护是对其价值、价值载体及其环境等体现文物古迹价值的各个要素的完整保护。文物古迹在历史演化过程中形成的包括各个时代特征、具有价值的物质遗存都应得到尊重。

11.4 最低限度干预：应当把干预限制在保证文物古迹安全的程度上。为减少对文物古迹的干预，应对文物古迹采取预防性保护。

11.5 使用恰当的保护技术：应当使用经检验有利于文物古迹长期保存的成熟技术，文

物古迹原有的技术和材料应当保护。所有保护措施不得妨碍再次对文物古迹进行保护，在可能的情况下应当是可逆的。

11.6 防灾减灾：及时认识并消除可能引发灾害的危险因素，预防灾害的发生。

12 工程目的

通过本次抢险加固工程，排除西城门、东城门出现的险情，使其更为长久的保存，确保建筑本体及佛坪厅城内建筑布局完整。

13 工程内容

- (1) 西城门台顶维修，门洞西侧拱券补强加固，墙面修补灰缝。
- (2) 东城门台顶维修，掏补裂缝及鼓胀处墙体青砖，局部换填台内夯土，修补墙面灰缝。

14 修缮措施

14.1 西城门

- (1) 揭顶维修，揭除台内受潮土、杂填土、局部疏松的漂石层，晾干。揭顶时进行二次勘察，依据现场情况做进一步调整。
- (2) 利用换填方法，按原填土结构依次进行回填漂石层、素土、3:7 灰土，且将杂土层更换为 3:7 灰土。素土（灰土）回填时，拱券上部间隔 300 毫米高铺设一层土工格栅。做好对位有效支撑。
- (3) 台顶面青砖铺砌，顶面重新铺 2 层青砖，尽量使用原有青砖，将酥碱面砖用于下层。
- (4) 台顶防排水：台顶找坡排水，由西向东排，排水坡度 2%，雨水排至东侧两处汇水口，通过水舌排出台体。汇水口采用原材料、原规格进行修整、重砌；保留原水舌，对其进行清

理疏通。针对城台向城内侧的墙体上部设置的 2 处水舌（挑水石槽排水坡 2%），向墙外伸出长 600 毫米，用于保护墙砖，防止城门墙体受雨水浸泡，便于雨水导出城台墙体范围。

(5) 剔补残损青砖，针对青砖残损小于 30 毫米的青砖暂不剔换，大于 30 毫米小于 60 毫米的青砖进行剔补；专业人员现场确定剔补青砖范围，青砖墙面砖缝用白灰膏修补勾凹缝。针对拱券部位断裂、残破青砖进行保留，仅填塞灰膏封护裂缝，针对城台墙面青砖，清扫墙面，白灰膏勾缝。

(6) 门洞拱券钢架加固。先完成砖剔补及砖灰缝勾抹，再进行钢架加固；西侧券洞加固长约 2.4 米，在现存拱券下设置钢构架，钢制材料施工前做防锈处理。

钢结构防锈蚀涂装技术规程应符合《钢结构工程及验收标准》（GB50205-2001）。处理后的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等，应满足现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》（GB8923-2011）的规定。涂装工艺要求采取手工除锈。

(7) 揭除水泥砂浆面散水，按现状进行平整，重铺石板散水，根据现场地势调整排水坡度，将雨水排至道路两侧排水明沟及周边农田。

14.2 东城门

- (1) 揭顶维修，揭除台内受潮土、杂填土、局部疏松的漂石层，晾干。揭顶时进行二次勘察，依据现场情况做进一步调整。
- (2) 利用换填方法，按原填土结构依次进行回填漂石层、素土、3:7 灰土，且将杂土层更换为 3:7 灰土。素土（灰土）回填时每间隔 500 毫米高（拱券上部间隔 300 毫米高）铺设一层土工格栅。做好对位有效支撑。
- (3) 台顶面青砖铺砌，顶面重新铺 2 层青砖，尽量使用原有青砖，将酥碱面砖用于下层。
- (4) 台顶防排水：台顶找坡排水，由东向西排，排水坡度 2%，雨水排至西侧两处汇水口，

通过水舌排出台体。汇水口采用原材料、原规格进行修整、重砌；保留原水舌，对其进行清理疏通。针对城台向城内侧的墙体上部设置的 2 处水舌（挑水石槽），向墙外伸出长 600 毫米，用于保护墙砖，防止城门墙体受雨水浸泡，便于雨水导出城台墙体范围。

（5）针对外鼓青砖墙体，采用支顶的方法将外鼓的墙体复位，减少对墙体的破坏。做法为：在墙体外侧安装架体，架体通过地锚和斜撑杆加固，架体上设置矩阵排列的且指向墙体的可调顶托，进行反复调节，最终复位。外力支顶复位，应随时监控，缓慢匀速推进，受力面积要恰当，避免面积过小、受力集中，导致局部变形破损。

（6）剔换残损青砖，针对断裂青砖进行保留，针对青砖残损小于 30 毫米的青砖暂不剔换，大于 30 毫米小于 60 毫米的青砖进行剔补；专业人员现场确定剔补青砖范围，青砖墙面砖缝用白灰膏修补勾凹缝。

（7）拆除水泥砂浆面散水，按现状进行平整，重铺石板散水并进行调整坡势。雨水排至道路两侧排水明沟及周边农田。

15 工程做法

施工前对原建筑材料进行统计整理，确定砖的规格及尺寸。

15.1 揭顶维修

- （1）拆除前对台体进行有效支护；
- （2）人工拆除海墁、受潮土层、松散漂石层，晾干。青砖、块石分类堆放；
- （3）漂石层回填密实，用小石块及素土将缝隙填塞严实。

15.2 城台内素土（3：7 灰土）回填

城墙安全性主要取决于施工过程中墙体土质情况，因此，在不改变文物原状的前提下，城台内后填夯土质量必须严格保证，同时，为了增强后填土的整体性，在素土回填时每间隔

500 高（拱券上部间隔 300 高）铺设一层土工格栅。素土（3：7 灰土）夯层厚 150，压实系数不小于 0.90。

15.3 城台青砖顶面（西城门、东城门）

（1）拆除顶面原有铺砖、拆除杂填土层，局部清理至券顶（露明砖券），原夯土晾晒（揭顶前对建筑本体进行有效支护）；

（2）素土夯实，压实系数不小于 0.90；

（3）450 厚 3：7 灰土，压实系数不小于 0.90；

（4）30 厚 1:2 白灰砂浆结合层；

（5）140 厚青砖（2 层）糙墁（方砖 350x350x70、青条砖 350x180x70），尽量用原砖将酥碱面砖放置下层；砖缝青灰勾抵严实；向汇水口找坡，坡度 2%。

15.4 青砖墙面(西城门、东城门)

剔补青砖：

（1）清理墙体表面浮尘，手工剔凿去除酥碱砖，将更换的砖用石灰膏补砌（青条砖 350x180x70）。

（2）剔补面层青砖（应自下而上逐层逐块剔除、补配，不可大面积补砌）。

墙面灰缝修补：

白灰膏修补原面层青砖灰缝填实饱满，保持淌白墙做法，勾凹缝。

15.5 西城门券洞钢结构加固

（1）钢梁、钢柱与原墙体结构之间采用 5mm 厚花纹钢板连接，花纹钢板与钢梁、钢柱通过断续点焊连接。

（2）GL1 应设置纵向加劲肋，加劲肋厚度为 12mm，间距为 2000mm。相邻钢梁的加劲肋通过角钢进行连接，角钢尺寸为 L56x8。

15.6 钢结构防锈

(1) 材料要求：钢结构防腐涂料、稀释剂和固化剂等材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求；钢结构涂料的进场验收除检查资料文件外，还要开桶抽查，应不存在结皮、结块、凝胶等现象。

(2) 作业条件：钢结构普通涂料涂装，应在钢结构安装工程检验的施工质量验收合格后进行。施工环境温度宜在 5° C 至 38° C 之间，相对湿度不应大于 80%。

(3) 涂装工艺要求：采取手工除锈。

确定设施需做除锈处理的具体部位,对于螺栓、螺母等固定件,不作除锈要求(钢结构的地脚螺栓、螺母除外)。手工除锈前应用刮刀、铲刀去除疏松油漆和附着的铁锈层。对于可敲击除锈的设施,用空压凿刀的平头敲击,去除重锈块和锈瘤。采用粗硬毛的钢丝刷或 3 号粗铁砂布对除锈表面进行打磨;可见黑色氧化层。对于设施的边角部位等,采用钢丝刷或平锉刀等工具进行处理。用抹布、棉纱或压缩空气清理除锈后的设施,保持表面的清洁。除锈处理后,必须尽快涂刷头道底漆,一般不允许超过 4 小时,更不允许过夜。

15.7 石板散水

(1) 揭除现有水泥砂浆面，清理杂填土；

(2) 原土夯实，向外坡 3%；

(3) 300 厚 3:7 灰土夯实，压实系数不小于 0.90；

(4) 40 厚 1：3 白灰砂浆坐底找平；

(5) 石板十字缝铺地 280x600x80（按现存城门地面铺砌），青灰勾抿严实，地面坡 3%。

15.8 墙体裂缝修补

(1) 首先确定修补范围，裂缝处向两侧各拆一匹，自上向下拆除墙体开裂部位。

(2) 采取同规格砖掏补、填塞（自下向上补砌），新旧砌体间压茬搭接，竖向每隔 500 增加

竹条拉结，提升墙体整体性；白灰砂浆填塞密实，白灰膏修补勾凹缝。

(3) 新旧砖咬合应牢固，灰缝应平直灰浆应饱满，外观应保持原状。

16 土工格栅使用的必要性

针对东城门西南角开裂部位，采用局部换填、土工格栅加固的措施。土工格栅的作用：减缓反射裂缝、抗疲劳开裂、使填料与网格互相锁合在一起，形成稳定的平面，防止填料下陷，并可将垂直荷载分散，增加其稳定性。因此有必要使用土工格栅。

例如：2011 年维修佛坪厅故城三座城门时，对城门坍塌部位进行换土，每隔 500 毫米高布设土工格栅，目前东城门、西城门、南城门维修过的部位基本完好。

17 材料质量要求

(1) 土料的选用

土料选用纯净黄土，土料中的有机质含量不应超过 5%，且不得含有冻土、渣土、垃圾，粒径不应超过 15 毫米。

(2) 石灰的选用

石灰可选用新鲜的熟石灰，粒径不应大于 5 毫米，熟石灰的质量应合格，有效 CaO、MgO 含量不得低于 60%。

(3) 灰土

基本要求：采用人工夯筑，随夯筑随监测现存墙体位移、变形、裂缝等变化情况，出现位移、变形或裂缝的部位，应及时采取技术措施，确保施工过程中对城墙本体无安全威胁。

施工单位必须委托资质单位对灰土质量进行灰土配比测试、压实系数检测及承载力测试。

工艺技术要求：

<p>铺摊前应检验土料和石灰的材料质量，土料含水率是否在控制范围内，如含水率较高，可采用翻松、晾晒、均匀掺入干土或换土等措施；若土的含水率偏低，可采用预先洒水润湿等措施。本工程使用 3：7 灰土（体积比）。灰土拌合时必须均匀一致，至少翻拌三次，拌合好的灰土颜色要均匀一致，要求随拌随用。施工工具沿用木夯与铁锹。夯打时要求夯窝、礅花各自相互搭接。灰土按比例铺虚土 20～25 厘米，夯实后均为 15 厘米。夯打完毕后及时加以覆盖，防止日晒雨淋。</p> <p>（4）城砖</p> <p>青砖规格及技术要求，规格：350x180x70mm、350x350x70，必须有出厂合格证明和试验检验报告。应符合 GB5101- 2003 《烧结普通砖》中关于一等品砖的相关要求青砖：MU10。</p> <p>青砖质量要求</p>				
青 砖	材 料	技 术 要 求		
	选 材 原 则	文物建筑维修选材应遵循“原形制、原结构、原材质、原工艺”的原则对原文物建筑青砖实物进行检测，依据本标准和检测结果，选用青砖。如本标准相关条款与以上原则和检测结果发生矛盾时，按照文物保护要求确定最适用的材料。		
		尺 寸 允 许 偏 差（mm）	长（l）	宽（b）
	外 观 质 量		±5	±4
		外 观	表面应平整、无变形	
		缺 棱	棱边应直顺、无缺损	
		层 裂	不允许出现层裂现象	
		裂 纹	不允许出现裂纹	
		石 灰 爆 裂	不允许出现最大破坏尺寸大于 10mm 的爆裂区	
		欠 火、过 火	不允许欠火或过火现象	
		颜 色	应一致、均匀，呈青灰色	

	物理化学性能要求	抗压强度	应不小于 10MPa
		抗折程度	应不小于 1.5MPa
		体积密度	应不小于 1.9g/cm³
		吸水率	平均值小于 19.6%，最大值小于 23%；
		抗冻融性能	经过 15 次冻融循环，不应出现剥落、掉角、掉棱及裂纹等缺陷增加的现象
		泛霜	不允许出现严重泛霜情况

（5）石板

选用当地天然石材，质量应符合《天然花岗岩建筑板材（GB/T18601）》标准的要求。同时应有出厂合格证。

18 材料技术指标

1：2 白灰砂浆；3：7 灰土压实系数不小于 0.90；青砖 MU10；夯土应选用与城墙土质相近的粉质黏土（黏土易溶盐含量应低于 0.3%，其液限含水量不应小于 28%，塑性指数大于 13，夯土干密度不小于 1.70g/cm3）；石板板材的吸水率≤0.5%，弯曲强度≥8.0MPa,抗剪强度≥13MPa，板材的肖氏硬度≥85。

19 质量要求和施工注意事项

- 19.1 质量要求
- （1）各项工程做法应严格按照中华人民共和国行业标准等各项相应条款有关标准、规范、规程操作施工。

（2）在施工中如果发现图纸与现状有出入应及时与设计方联系解决，施工图与原建筑有出入时以现状为准。

(3) 施工过程中，拆卸、检修到安装须保护原有构件的完整，经过加固能用者，继续使用，存放旧构件的工棚要安全通风。

(4) 施工单位按本设计施工时，必须遵循《中华人民共和国文物保护法》和《古建筑木结构维护与加固技术标准》(GB/T50165—2020)和其他有关保护、修缮古建文物的规定、规程和条例，施工质量要求按照《文物建设工程质量检验评定标准》实施，并求质量监督部门分段的检验和总的验收。现场监理人员应及时对隐蔽工程进行验收和记录。如果出现意外情况，应通知甲方会同设计单位共同研究解决。

(5) 抓好质量是做好文物建筑维修的关键，首先应选择具备古建筑维修资质的施工单位，维修中必须加强管理工作，树立质量第一的意识，对于材料采购，应按部标或国标去选择优质产品，严禁以次充好或偷工减料等。修缮工艺、施工工序应符合古建筑修缮有关质量标准。

19.2 注意事项

(1) 在文物建筑维修过程中，一定要自始至终贯彻“最小干预”的原则。在构件选材时，一定要选取与原材料质地相同或接近的材料。施工过程中，必须保证原有构件、结构的完整，施工地点要具备防雨设施，还要注意防火与通风。

(2) 施工过程中，进一步对建筑的传统材料、工艺及形制特征进行核对，并做好记录。对重要隐蔽部位及其节点应拍照存档，以备维修施工时使用。竣工后，施工单位应向甲方提交竣工资料，并归档保存。

(3) 施工过程中一定要处理好建筑传统工艺与地方建筑的做法两者之间的关系，做到既要尊重传统做法，又能体现出地方特点。

(4) 施工过程中应注意安全，设置防火、防雨设备，确保文物建筑安全性，杜绝不应有的损失。施工现场应具备完善的安全设施，确保人员的安全。施工期间，工地禁烟、禁火、禁游人。

20 工程实施期间相关应急预案

20.1 安全措施

检查建筑结构受力点的安全，对文物本体做好支护；岗位巡查，设置 24 小时值班制度；现场施工全程安全；保证消防器材配备到位；现场用电安全保证，填写安全巡查记录；施工现场安全防护，挂红线彩旗、标志牌重点巡查。

20.2 应急救援

(1) 工程发生安全事故后，值班人员应及时采取有效措施，抢救伤员，防止事故进一步扩大。

(2) 如有事发生，对事故进行应急处理，值班人员应及时将事故发生的时间、地点、事故具体情况及人员伤亡情况报告领导小组，按领导小组指示同时间上报监理，业主单位。

(3) 事故应急处置结束后，值班人员应当查明事故原因，做好事故的善后工作，避免类似事故的发生。

备注：

1. 本方案仅作为上报使用，不指导施工；待方案批复后，施工图将另行编制。
2. 佛坪厅故城西城墙保护修缮工程备案稿已完成，待资金申请批复，进行保护维修。
3. 建议对佛坪厅故城文物建筑进行持续监测。
4. 设计方案后附件 1：《佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察报告书》机械工业勘察设计研究院有限公司编制。

西城门现状残损表

名称	部位	材质	规格	残损现状	原因分析
地面	城门洞地面	条石	条石地面 1200x300	保存完好	
散水	城门四周	三合土	900 宽	原为三合土散水，后期改为 900 宽 60 厚水泥砂浆面散水	雨水冲刷，后期改造
墙体	城门墙体	青砖、条石	350x180x70	墙体青砖规格 350x180x70。东墙面距地面高约 1.2 至 2.6 米青砖酥碱约 2.2 平方米，酥碱最深 20 毫米；墙体渗漏雨水约 23 平方米。西面墙体渗漏雨水约 12 平方米，墙面有雨水、泥浆流出痕迹。西面北侧墙发育 1 条裂缝长约 2 米、宽约 1 至 3 毫米，北面墙体潮湿 2.5 平方米，13 块青砖酥碱，酥碱最深 30 毫米。南面墙体青砖酥碱面积 4.3 平方米，酥碱深 2 毫米。条石下碱保存完好。	年久失修，每年雨季雨水冲刷，夯土遇水膨胀，增大了外包墙体的压力
	拱券	青砖、条石	350x180x70	拱洞西侧 6 条裂缝，缝最宽 30 毫米，最长约 4.5 米；墙体渗漏雨水约 13 平方米。条石下碱保存完好。	
城台顶	城台顶面	青砖	青条砖 350x180x70 方砖 350x350x70	青砖糙埽，青砖面层酥碱深约 2 毫米，面积约 60%；青砖压顶酥碱 20%。台顶面砌筑灰浆流失，雨水从砖缝下渗至城台内，导致南北墙面、拱券内墙面渗水，灰浆流失严重，现其上临时覆盖彩钢板防护。	

东城门现状残损表

名称	部位	材质规格	残损现状	原因分析
地面	城门洞地面	条石地面 1200x300	保存完好	/
散水	城门四周	三合土	原为三合土散水，后期改为 900 宽 60 厚水泥砂浆面散水	雨水冲刷，后期改造
墙体	城门墙体	青砖、条石 350x180x70	墙体青砖局部风化酥碱，渗漏雨水，砌筑灰浆流失严重。东城门西墙南侧向外鼓胀 100 毫米，面积约 12 平方米；东城门西墙北侧向外鼓约 100 毫米，面积约 15 平方米；西南角 1 处裂缝上下贯通，缝最宽处 60 毫米，墙体下部青砖严重酥碱约 4 平方米，酥碱深 10 毫米至 60 毫米；东墙东北角底部局部砖块缺失（约 6 块砖）；东北角下部发育两条裂缝 LF1 长度约 2.0 米，宽度约 1.0~2.0 毫米；LF2 长度约 2.0 米，宽度约 1.0~3.0 毫米。西墙现临时用 2 组钢架支撑。	自然原因，每年雨季雨水冲刷，夯土遇水膨胀，增大了侧墙的压力
	拱券	青砖、条石 350x180x70	墙体渗漏雨水约 40 平方米，墙面雨水、泥浆流出痕迹，券顶漏雨潮湿。条石下碱保存完好。	
城台顶	城台顶面	青条砖 50x180x70 方砖 350x350x70	青砖糙埽，青砖面层酥碱深约 2 毫米，面积约 60%；雨水向西面汇集，顶面西南角局部下沉约 40 毫米，面积约 16 平方米。西南角青砖压顶有 1 处裂缝，裂缝宽 60 毫米。台顶面砌筑灰浆流失，雨水从砖缝下渗至城台内，导致城台西墙鼓胀，拱券墙面灰浆流失严重。	



陕西省文化遗产研究院
Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

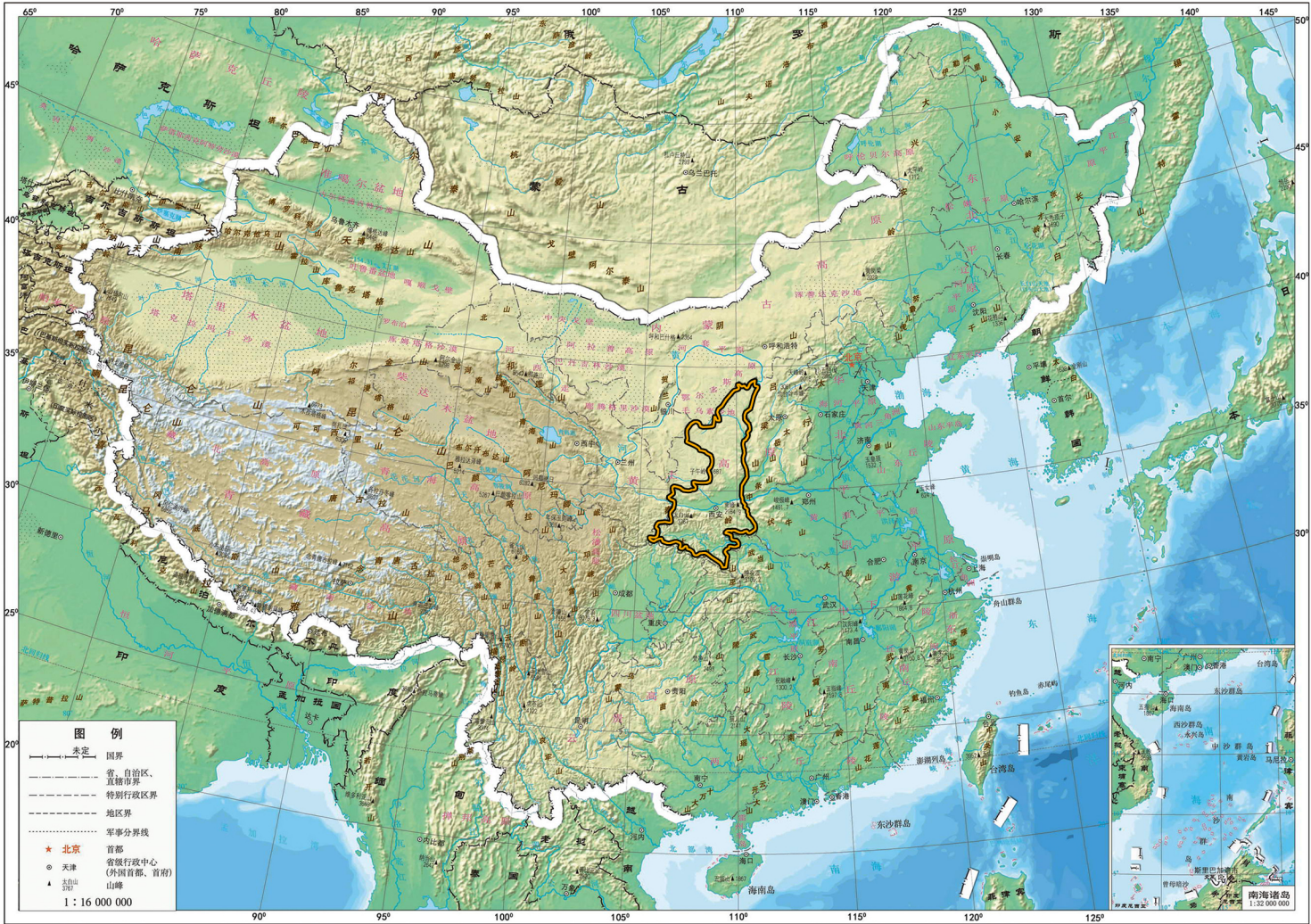
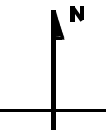
证号编号
文物设甲字0101SJ0016

佛坪厅故城——
西城门、东城门抢险加固工程

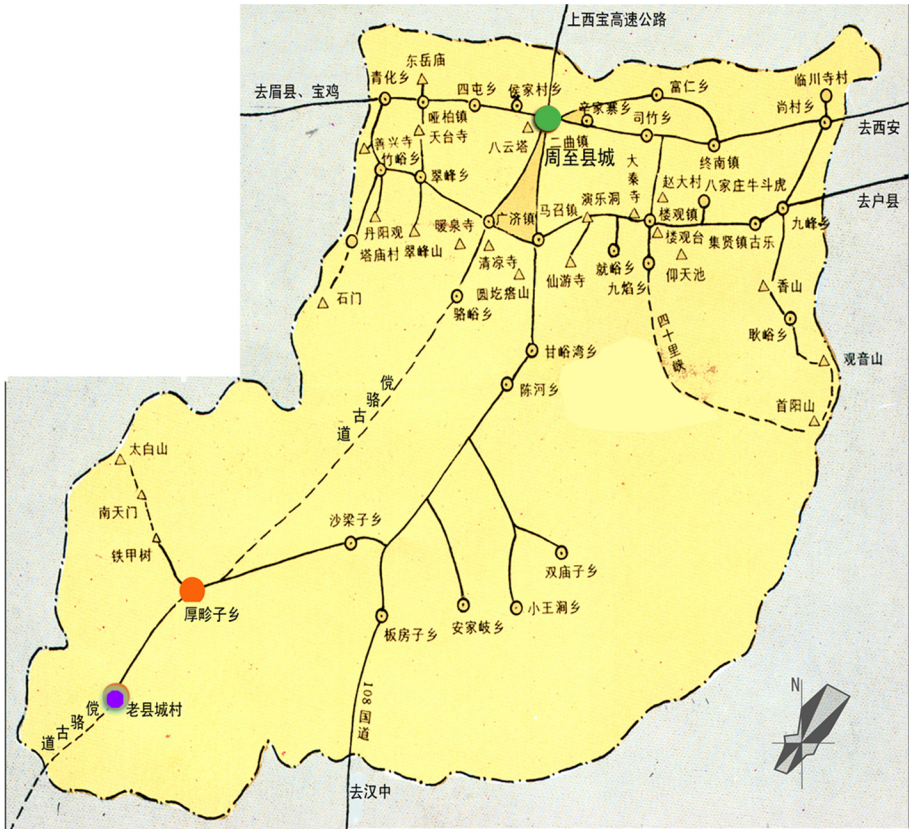
区位图

图 例

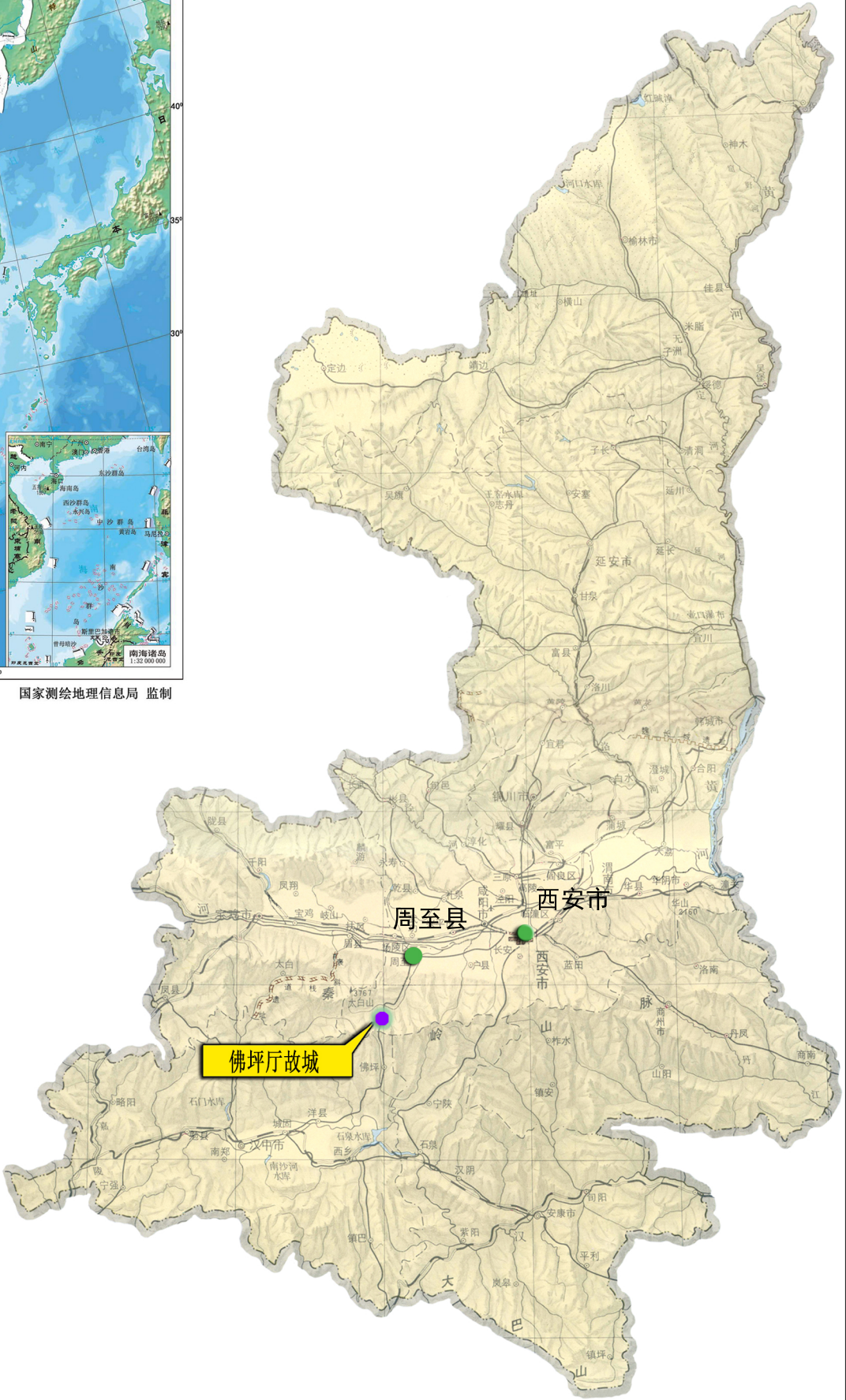
- 省域范围
- 市、县（区）
- 城镇
- 佛坪厅故城



中国地图



周至县地图



陕西省地图



陕西省文化遗产研究院
Shaanxi Provincial Institute Of Cultural Heritage

证号 编号
文物设甲字0101SJ0016

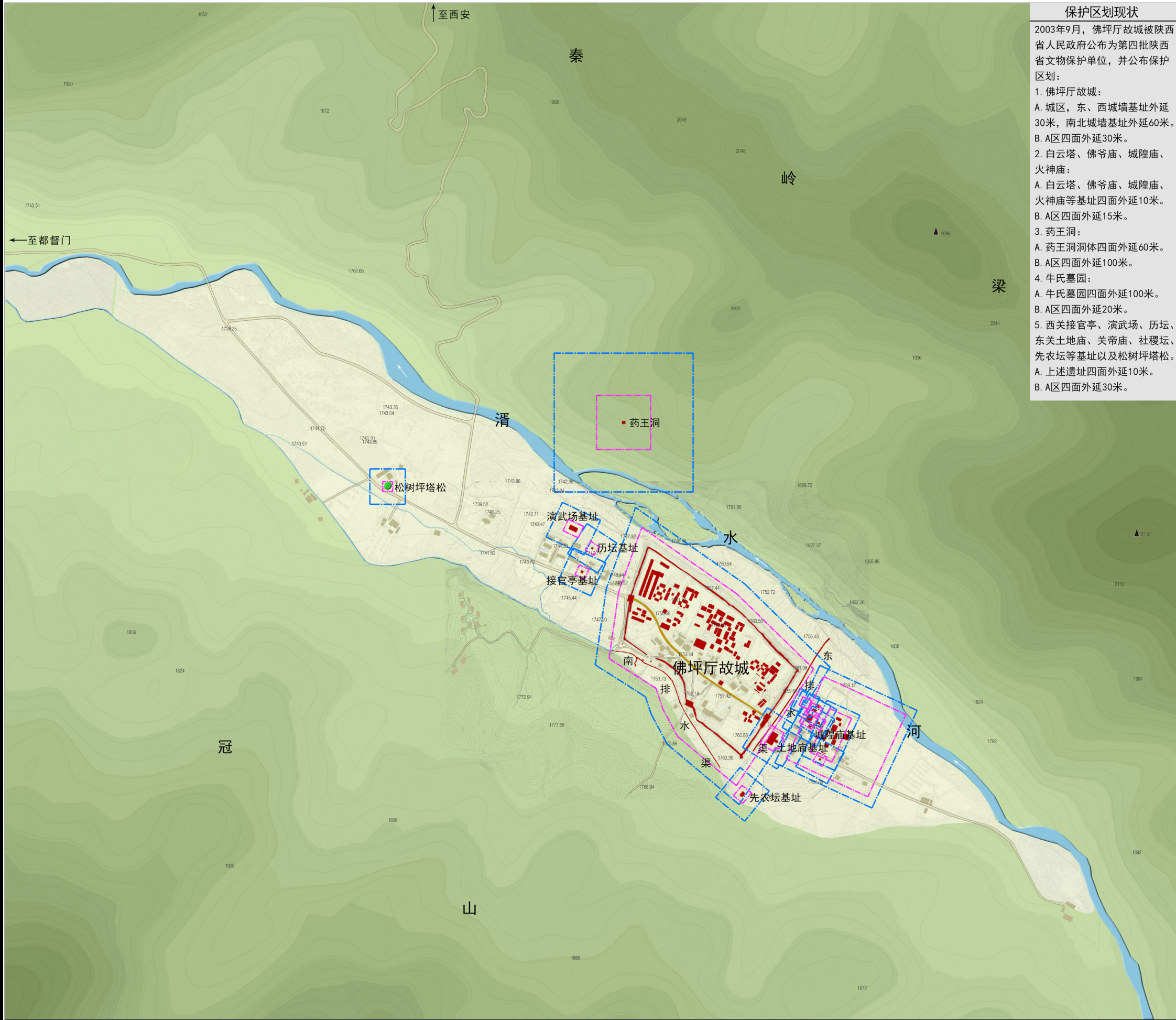
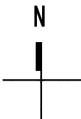
陕西省文物保护单位

佛坪厅故城——
西城门、东城门抢险加固工程

保护区划图

图 例

- 佛坪厅故城文物建筑
- 历史道路
- 古树名木
- 已公布的保护范围
- 已公布的建设控制地带



保护区划现状

2003年9月，佛坪厅故城被陕西省人民政府公布为第四批陕西省文物保护单位，并公布保护区划：

- 佛坪厅故城：
A. 城区，东、西城墙基址外延30米，南北城墙基址外延60米。
B. A区四面外延30米。
- 白云塔、佛爷庙、城隍庙、火神庙：
A. 白云塔、佛爷庙、城隍庙、火神庙等基址四面外延10米。
B. A区四面外延15米。
- 药王洞：
A. 药王洞洞体四面外延60米。
B. A区四面外延100米。
- 牛氏墓园：
A. 牛氏墓园四面外延100米。
B. A区四面外延20米。
- 西关接官亭、演武场、历坛、东关土地庙、关帝庙、社稷坛、先农坛等基址以及松树坪塔松。
A. 上述遗址四面外延10米。
B. A区四面外延30米。



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

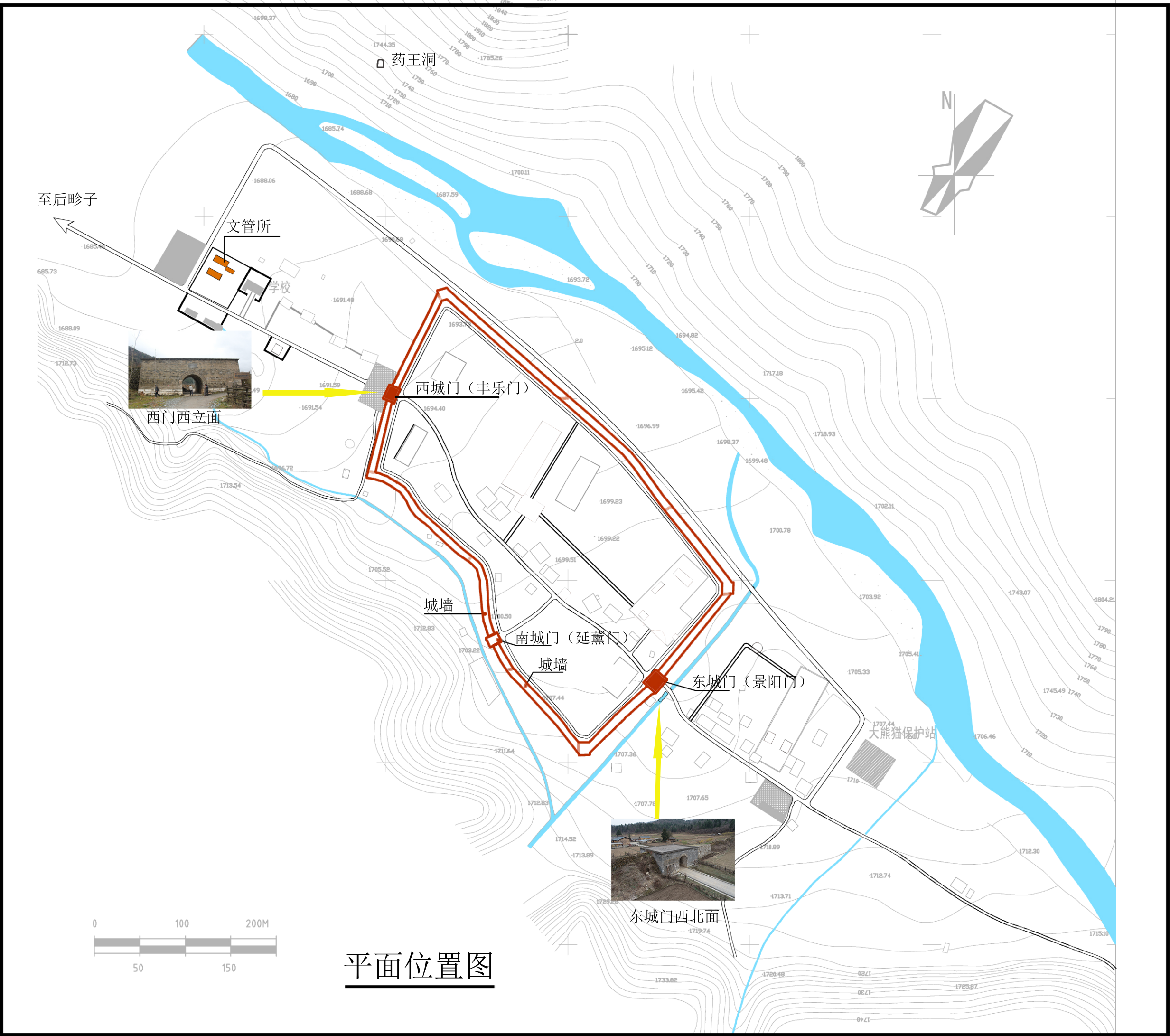
文物设甲字0101SJ0016

佛坪厅故城——
西城门、东城门抢险加固工程

平面位置图

图 例

- 本次修缮建筑
- 文 管 所
- 水 系





陕西省文化遗产研究院
Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

佛坪厅故城——
西城门、东城门抢险加固工程

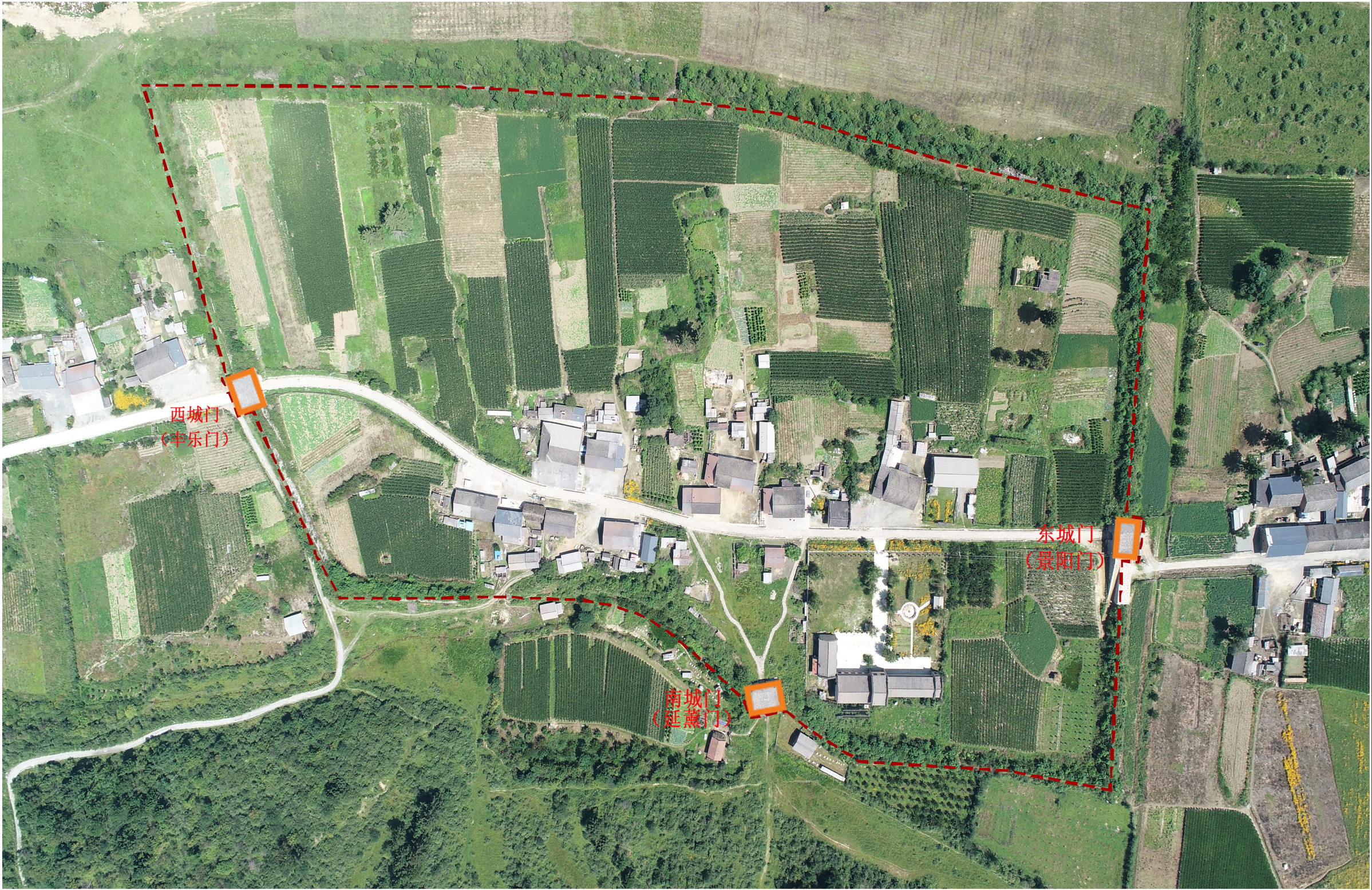
西城门、东城门

佛坪厅故城现状航拍

照片拍摄于2021年09月

图例

- 城门
- - - 城墙



佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程
测绘图

目 录

第1页 共1页

设计号				工程名称		佛坪厅故城— 西城门、东城门抢险加固工程		单项名称		西城门、东城门					
工 种		建筑		设计阶段		测绘		结构类型		砖石		完成日期		2023 年12 月 日	
序 号	图 别	图 号	图 纸 名 称					张 数			图 纸 规 格	备 注			
								新 设 计	利 用						
									旧 图	标 准 图					
1	测绘	00	总平面图								A3				
2	测绘	01	西城门平面图								A3				
3	测绘	02	西城门标高1.02 城门仰视图								A3				
4	测绘	03	西城门城台顶平面图								A3				
5	测绘	04	西城门西、东立面图								A3				
6	测绘	05	西城门北、南立面图								A3				
7	测绘	06	西城门1-1 剖面图、2-2 剖面图								A3				
8	测绘	07	东城门平面图								A3				
9	测绘	08	东城门城台顶平面图								A3				
10	测绘	09	东城门西、东立面图								A3				
11	测绘	10	东城门南立面图								A3				
12	测绘	11	东城门1-1 剖面图、2-2 剖面图								A3				
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
项 目 负 责 人					工 种 负 责 人					档 案 接 收 人					
审 定					制 表 人					归 档 日 期		年 月 日			



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

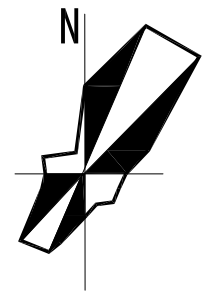
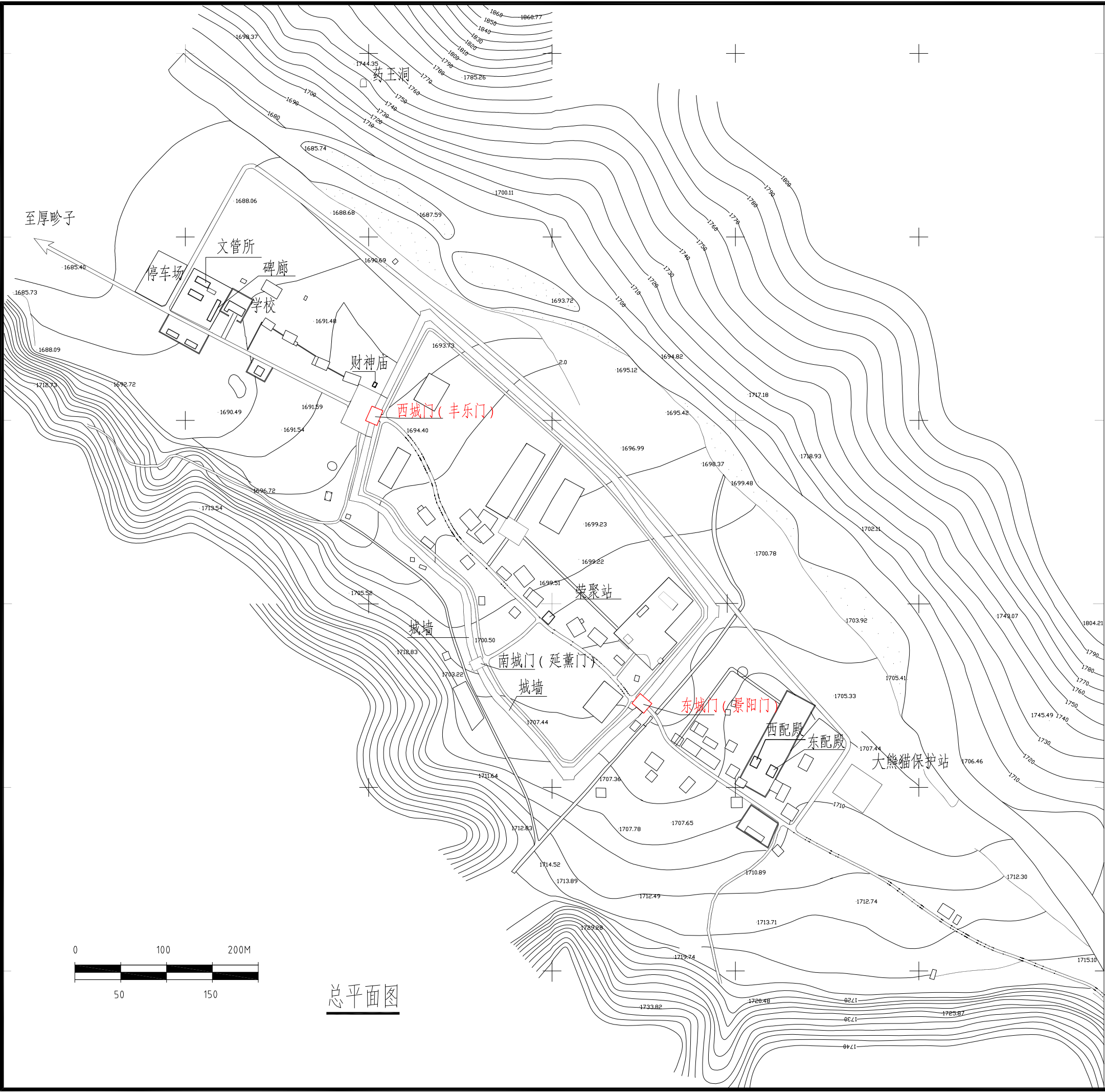
项目名称

西城门、东城门

图纸名称

目录

院 长		
审 定	茹心彤	
审 核	王磊	
项目负责	段小群	
校 对	闫鹏斌	
设 计	段小群	
制 图		
会签栏		
总 图		给排水
建 筑		暖 通
结 构		强弱电
变更记录		
图 别	测绘	设计号
图 号		日 期
		2023.12



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—西城门、东城门
抢险加固工程

项目名称

西城门、东城门

图纸名称

总平面图

院长		
审定	苏心芳	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏		
总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	00	日期	2023.12

图例

 本次修缮建筑



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

平面图

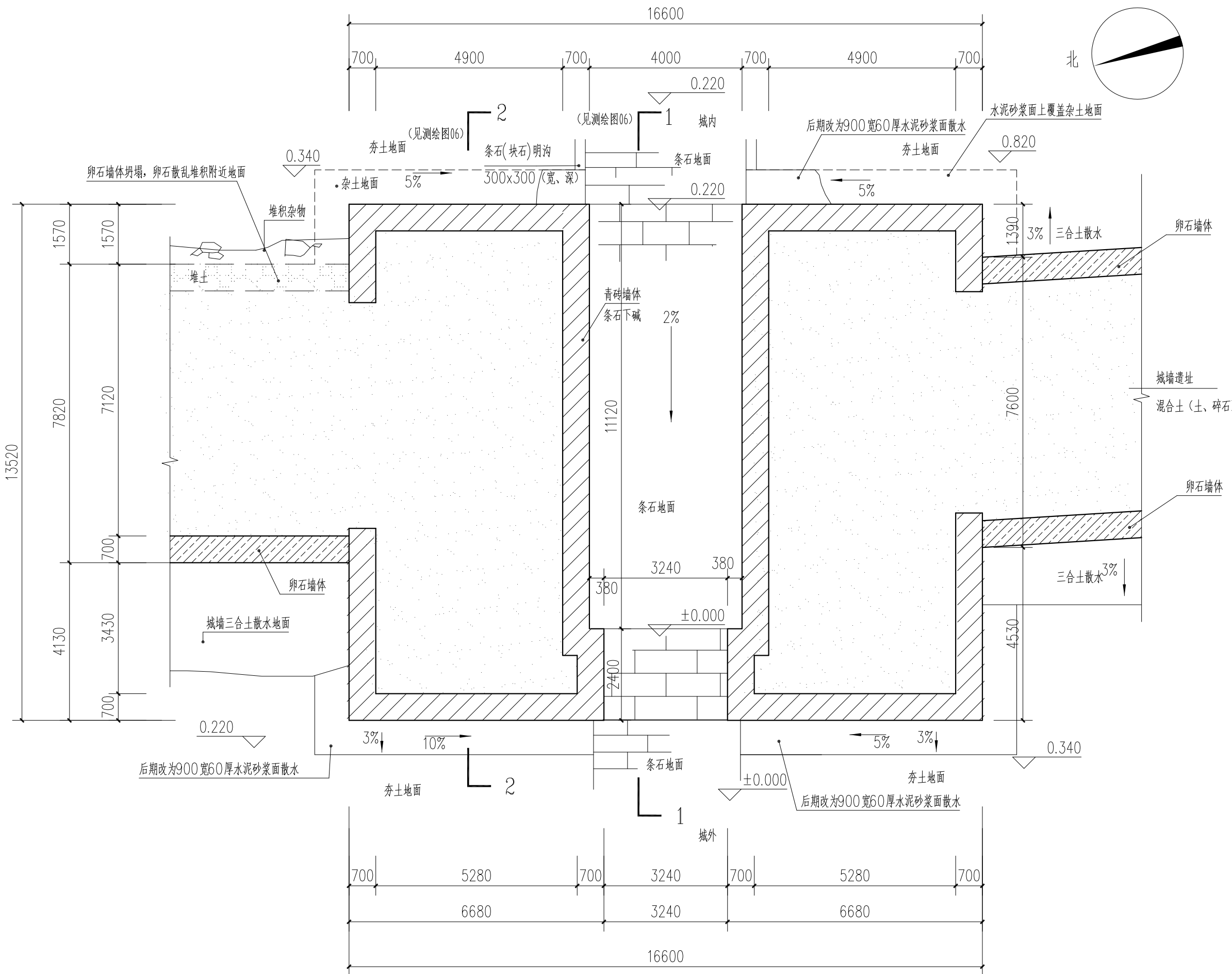
院长		
审定	姜小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	01	日期	2023.12





陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

西城门标高1.02 城门仰视图

院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

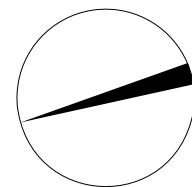
会签栏

总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	02	日期	2023.12

北



卵石墙体

城墙遗址

混合土(土、碎石)

卵石墙体

城内

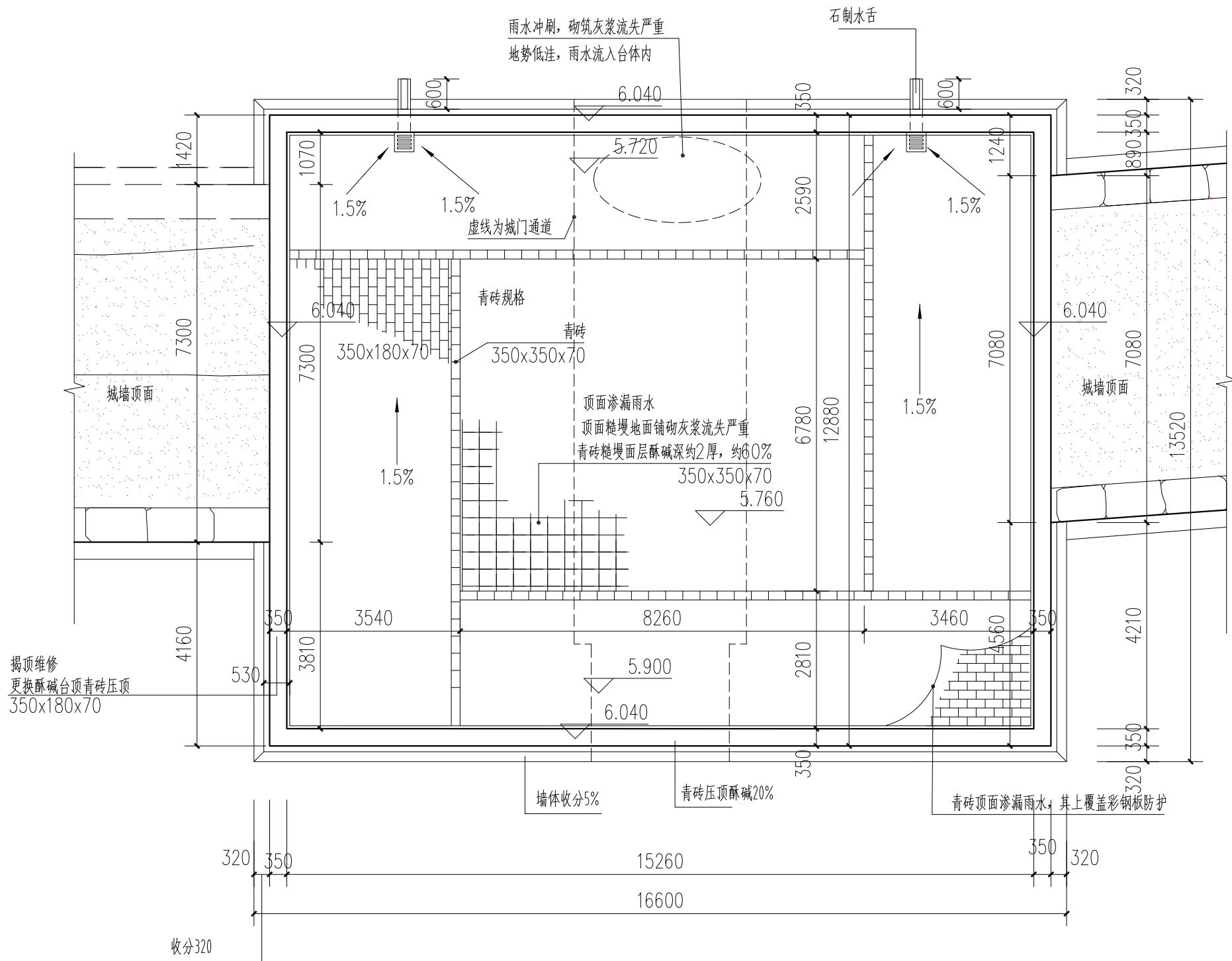
城外

青砖墙体
条石下碱

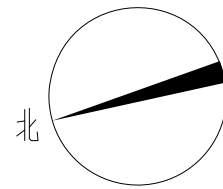
卵石墙体

6条裂缝,缝最宽30毫米,最长约4.5米
雨水渗漏范围

西城门标高1.02城门仰视图 1:100



城台顶平面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

城台顶平面图

院长

审定

审核

项目负责

校对

设计

制图

会签栏

总图

给排水

建筑

暖通

结构

强弱电

变更记录

图别

测绘

设计号

图号

03

日期

2023.12



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

西、东立面图

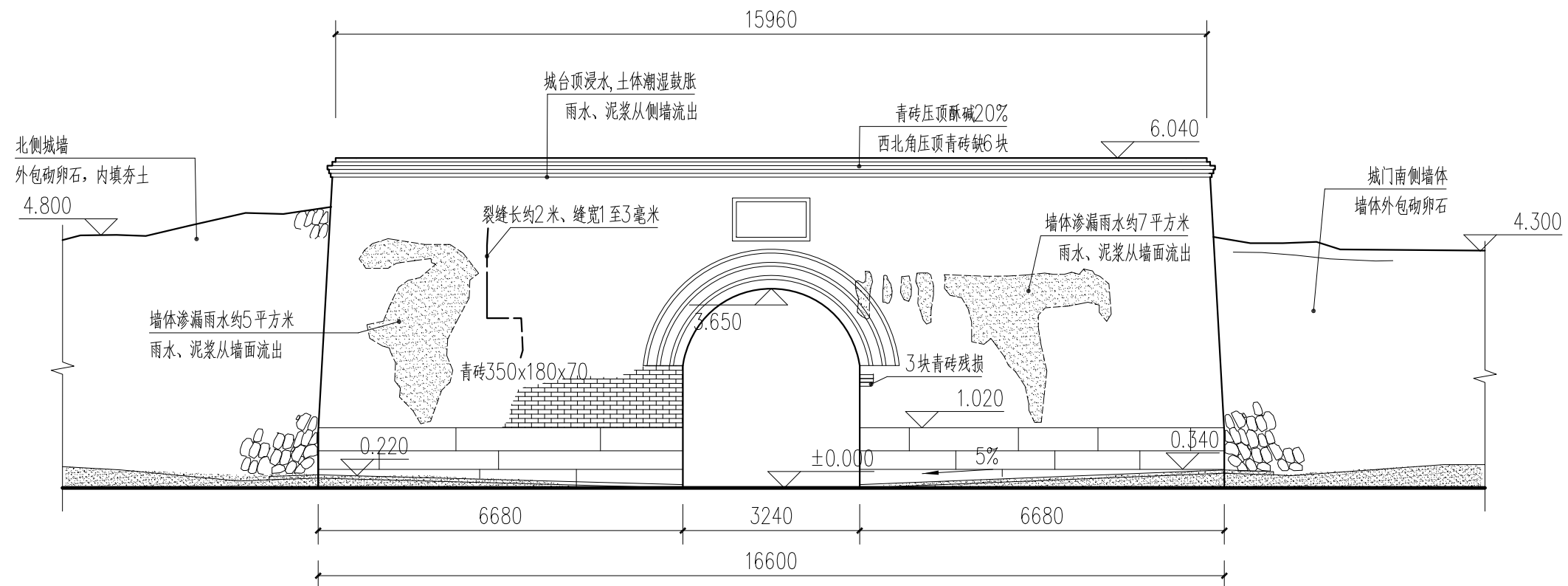
院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

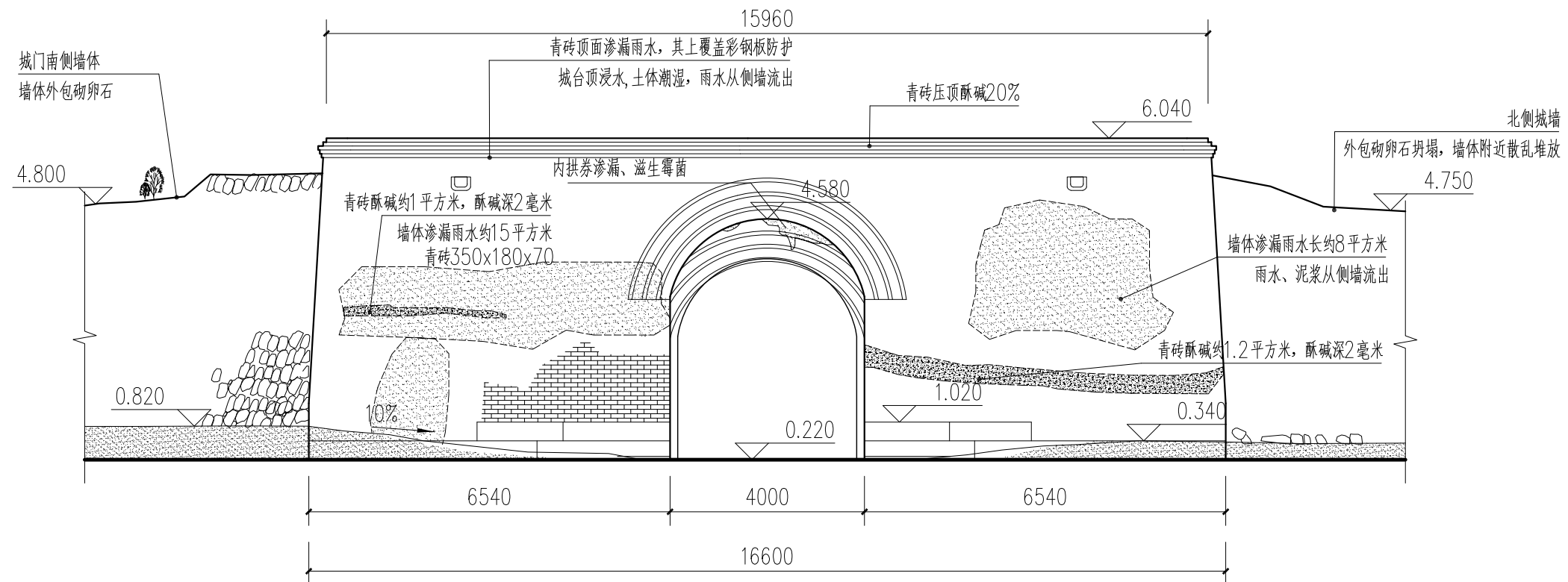
总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	04	日期	2023.12



西立面图 1:100



东立面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

(陕西省古建筑设计研究所)

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

北、南立面图

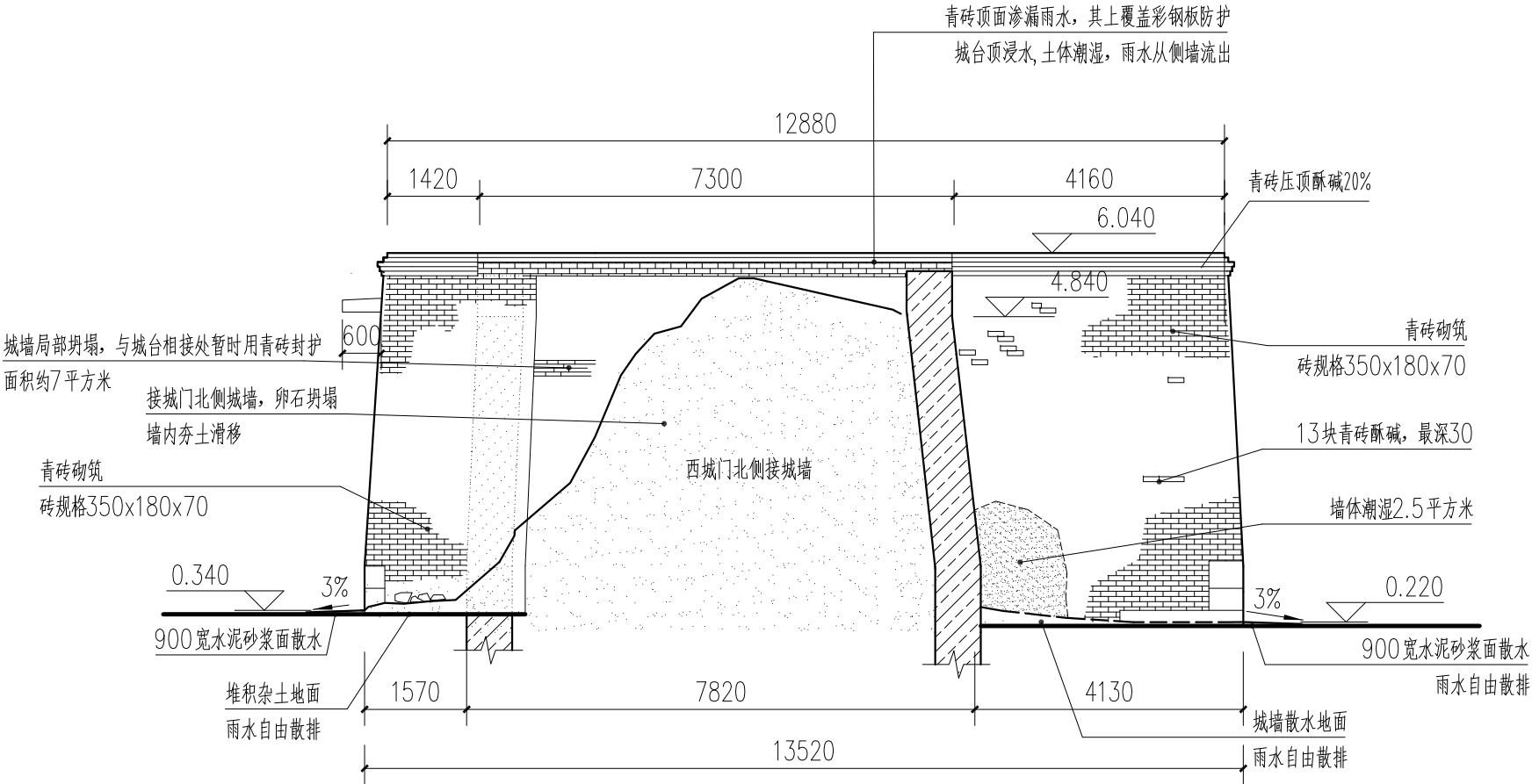
院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

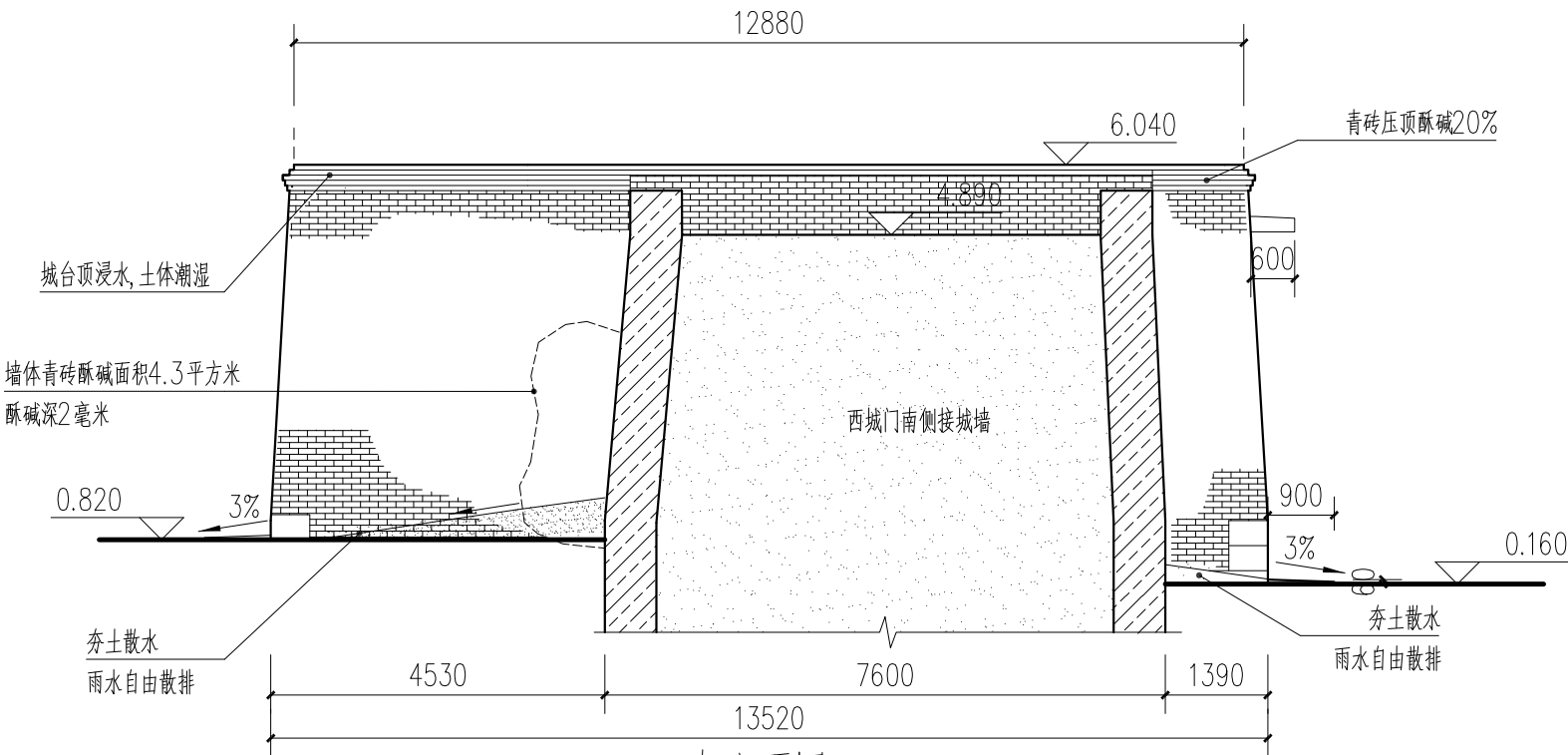
总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	05	日期	2023.12



北立面图 1:100



南立面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

1-1 剖面图
2-2 剖面图

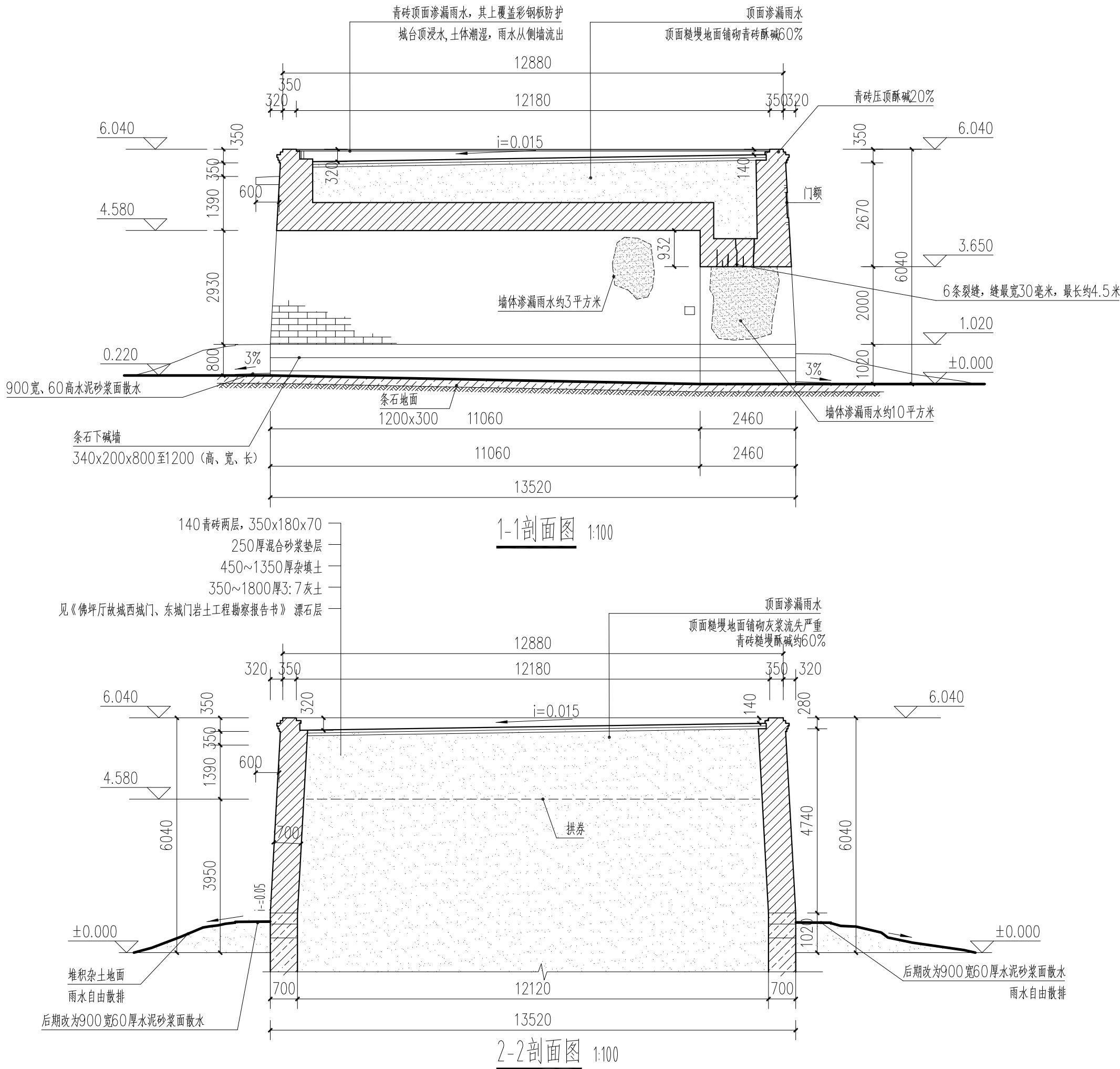
院长		
审定	姜小彬	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

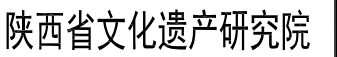
会签栏

总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	06	日期	2023.12





Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

平面图

院长

审定

审核

项目负责

校对

设计

制 图

会签栏

总图	
----	--

给排水	
-----	--

建筑

暖通

结 构

强弱电

变更记录

图 别	
-----	--

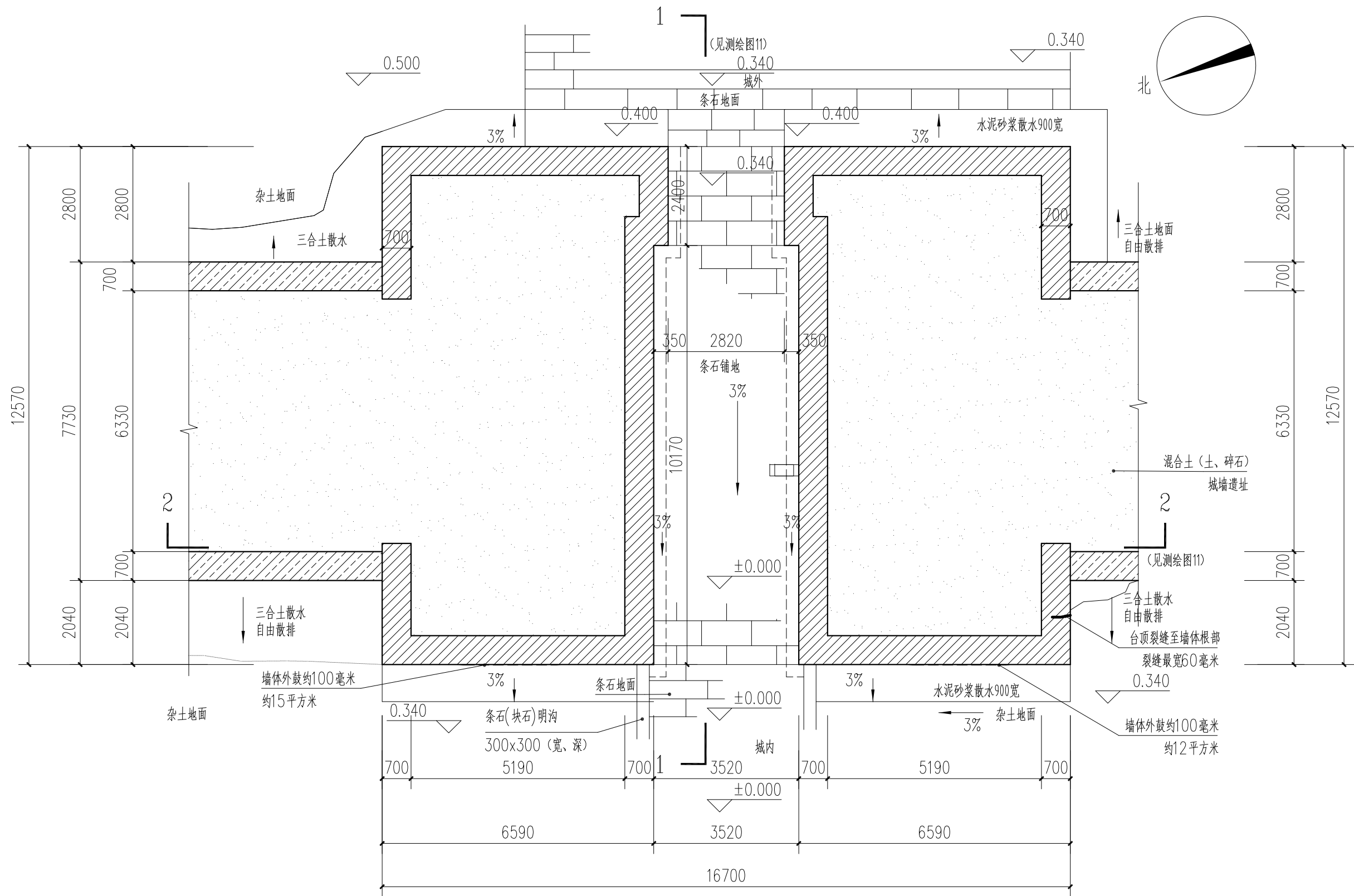
测绘	设
----	---

设计号	
-----	--

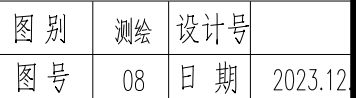
图号	
----	--

07	日
----	---

日期	20
----	----



平面图 1:100





陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

东、南、西立面图

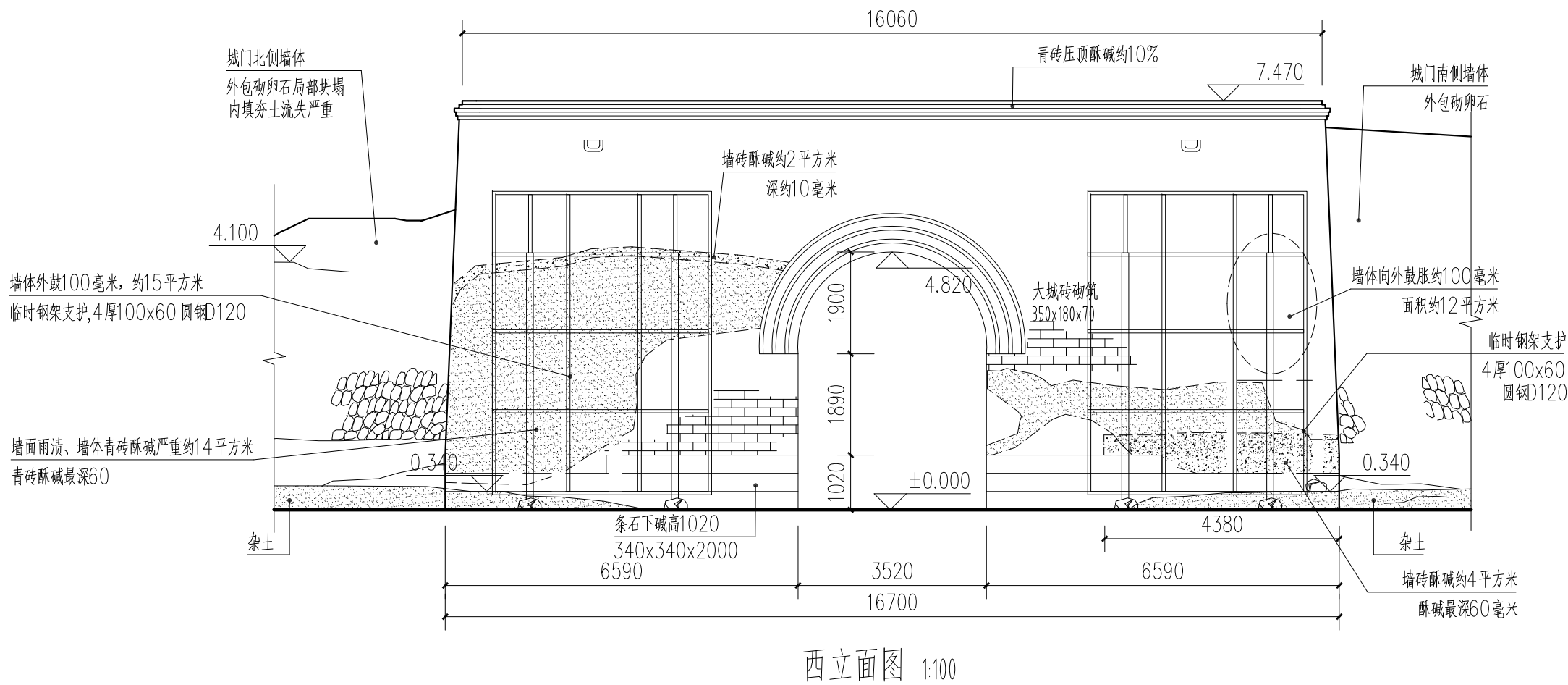
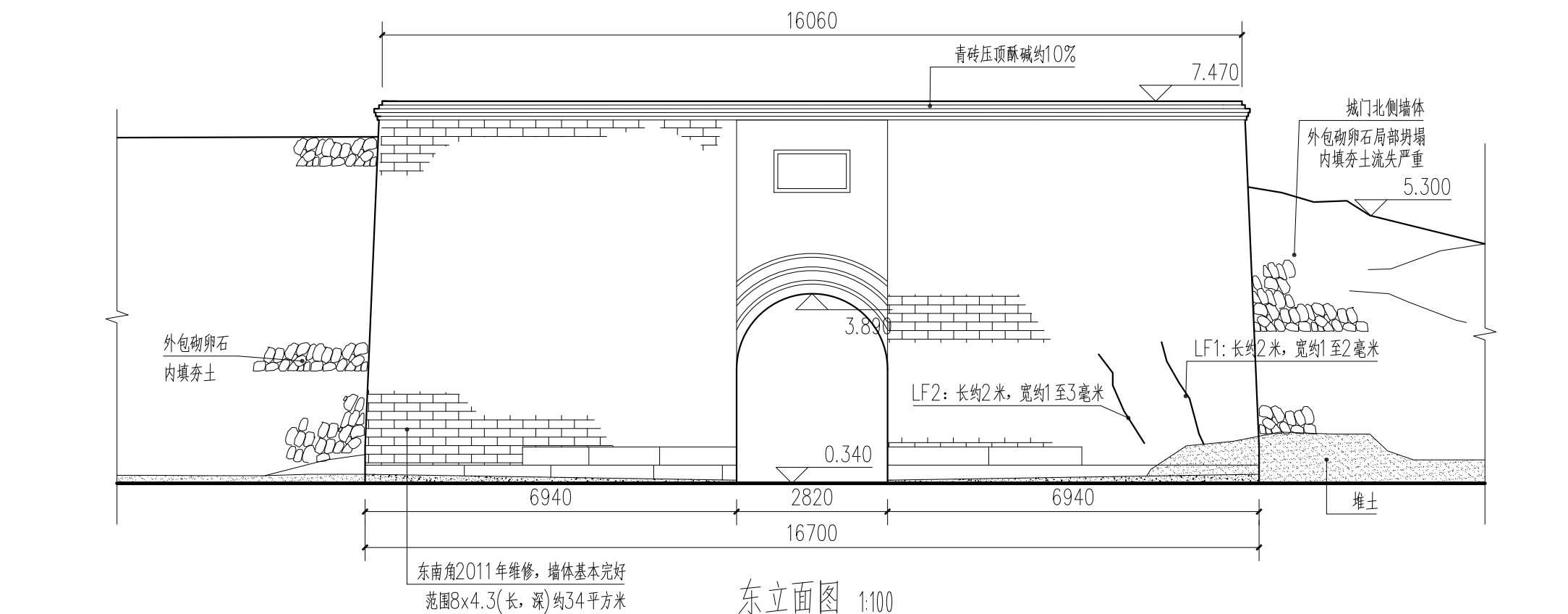
院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	09	日期	2023.12





陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

南立面图

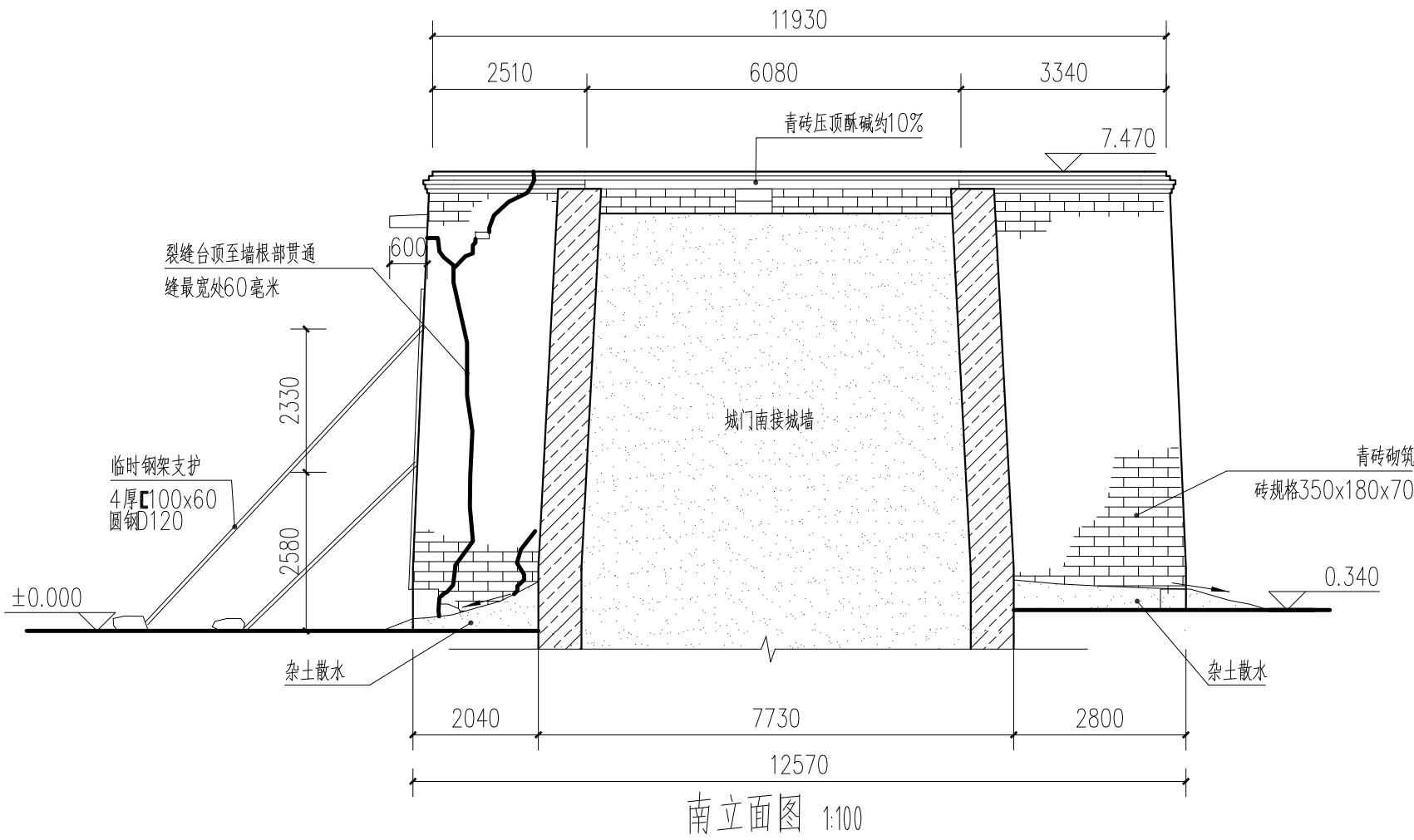
院长		
审定	茹心彤	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

总图		给排水	
建筑		暖通	
结构		强弱电	

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	10	日期	2023.12





陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

1-1 剖面图
2-2 剖面图

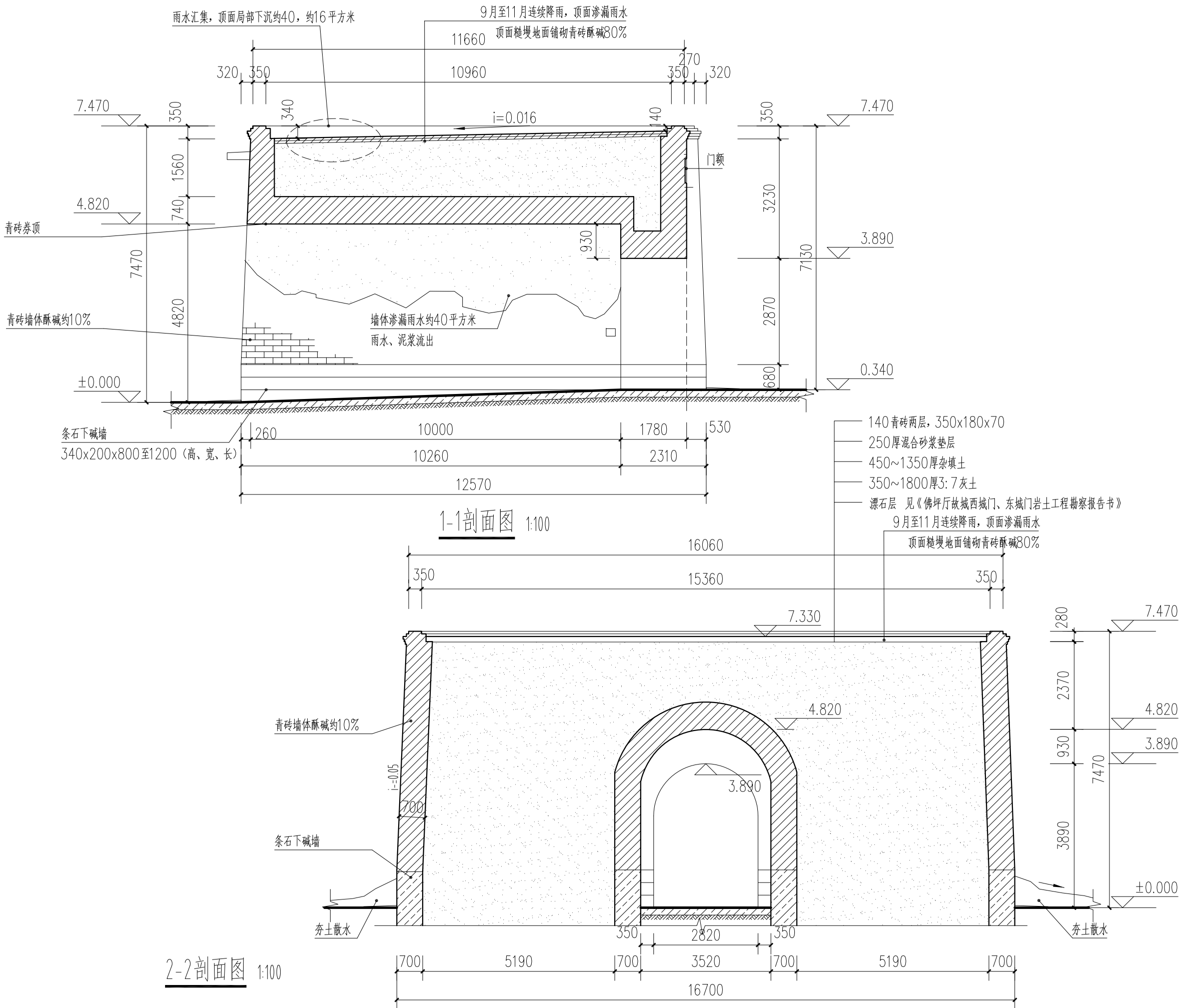
院长		
审定	姜心芳	
审核	王磊	
项目负责	段心群	
校对	闫鹏斌	
设计	段心群	
制图		

会签栏

总图		给排水	
建筑		暖通	
结构		强弱电	

变更记录

图别	测绘	设计号	
图号	11	日期	2023.12



佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程
方案图

目 录

第 1 页 共 1 页

设计号				工程名称		佛坪厅故城— 西城门、东城门抢险加固工程		单项名称		西城门、东城门	
工 种		建筑		设计阶段		方案		结构类型		砖石	
序 号	图 别	图 号	图 纸 名 称	张 数			图 纸 规 格	备 注			
				新 设 计	利 用						
					旧 图	标 准 图					
1	方案	00	总平面图				A3				
2	方案	01	西城门平面图				A3				
3	方案	02	西城门城台顶平面图				A3				
4	方案	03	西城门西、东立面图				A3				
5	方案	04	西城门北、南立面图				A3				
6	方案	05	西城门1-1剖面图、2-2剖面图				A3				
7	方案	06	城台拱券加固基础平面图				A3				
8	方案	07	城台拱券加固西、东立面图				A3				
9	方案	08	东城门平面图				A3				
10	方案	09	东城门城台顶平面图				A3				
11	方案	10	东城门东、西立面图				A3				
12	方案	11	东城南立面图				A3				
13	方案	12	东城门1-1剖面图				A3				
14	方案	13	东城门2-2剖面图				A3				
15	方案	14	标高6.02加固平面图、1-1节点图				A3				
16	方案	15	水舌节点大样				A3				
17											
18											
19											
20											
21											
22											
项 目 负 责 人				工 种 负 责 人				档 案 接 收 人			
审 定				制 表 人				归 档 日 期		年 月 日	



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门、东城门

图纸名称

目录

院 长

审 定

审 核

项目负责

校 对

设 计

制 图

会签栏

总 图

建 筑

结 构

给排水

暖 通

强弱电

变更记录

图 别

图 号

方案

设计号

日 期

2023.12

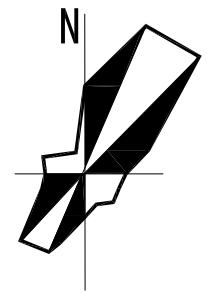
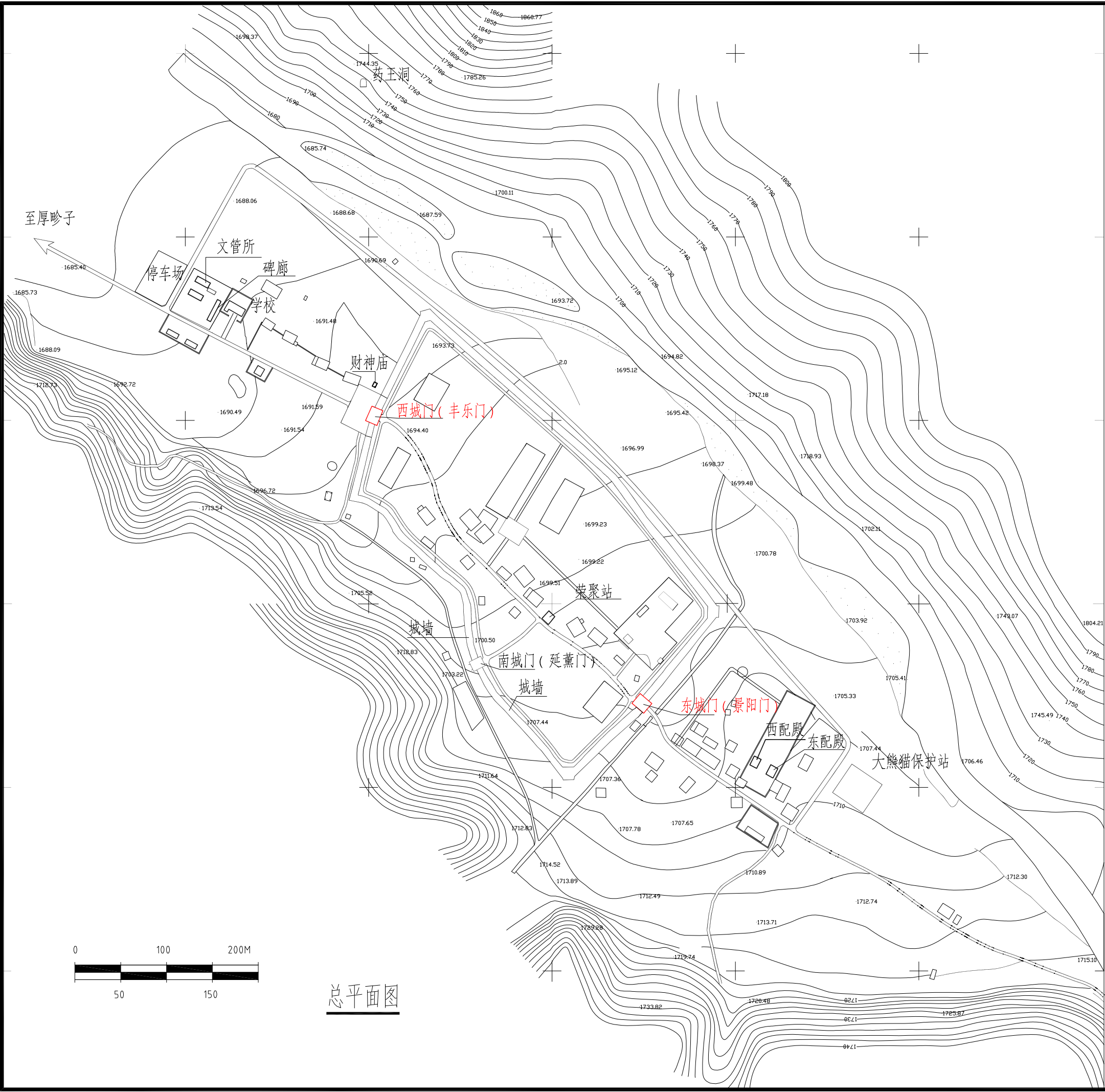


图 例

本次修缮建筑



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称
佛坪厅故城—西城门、东城门
抢险加固工程

项目名称
西城门、东城门

图纸名称

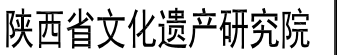
总平面图

院 长		
审 定	姜心芳	
审 核	王磊	
项目负责	段小群	
校 对	闫鹏斌	
设 计	段小群	
制 图		

会签栏		
总 图		给排水
建 筑		暖 通
结 构		强弱电

变更记录

图 别	方案	设计号	
图 号	00	日 期	2023.12



证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

平面图

院长

审定

审核

项目负责

校 对

设计

制图

会签栏

总图	
----	--

给排水	
-----	--

建筑

暖通

结 构	
-----	--

强弱电

变更记录

图别	
----	--

方案	设
----	---

设计号	
-----	--

图号

01	日
----	---

日期	20
----	----



图 别	方 案	设计号	
图 号	01	日 期	2023.12



Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

城台顶平面图

院长

审定

审核

项目负责

校 对

设计

制 图

会签栏

总图

给排水

建筑

暖通

结构

强弱电

变更记录

图别

方案

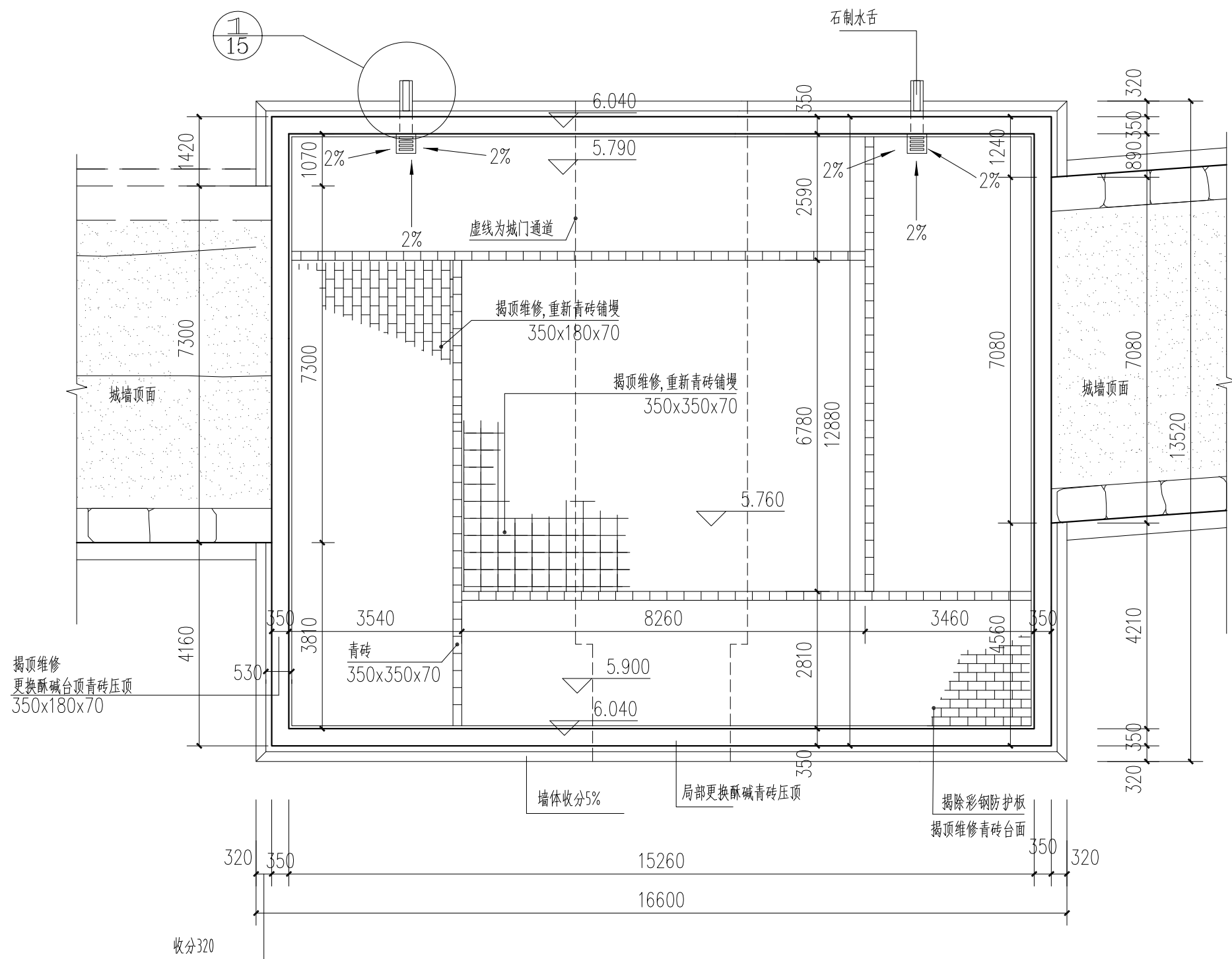
设计号

图号

02

日期

2023.12



城台顶平面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

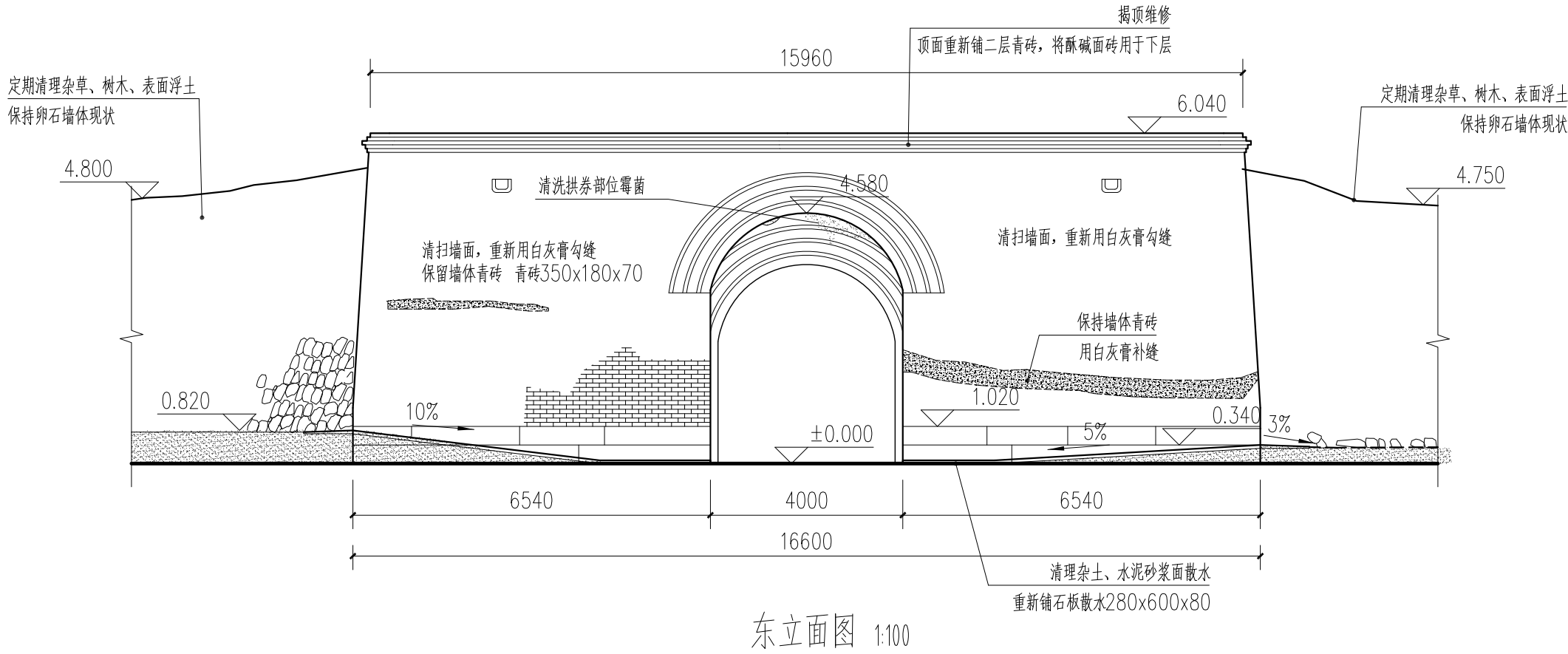
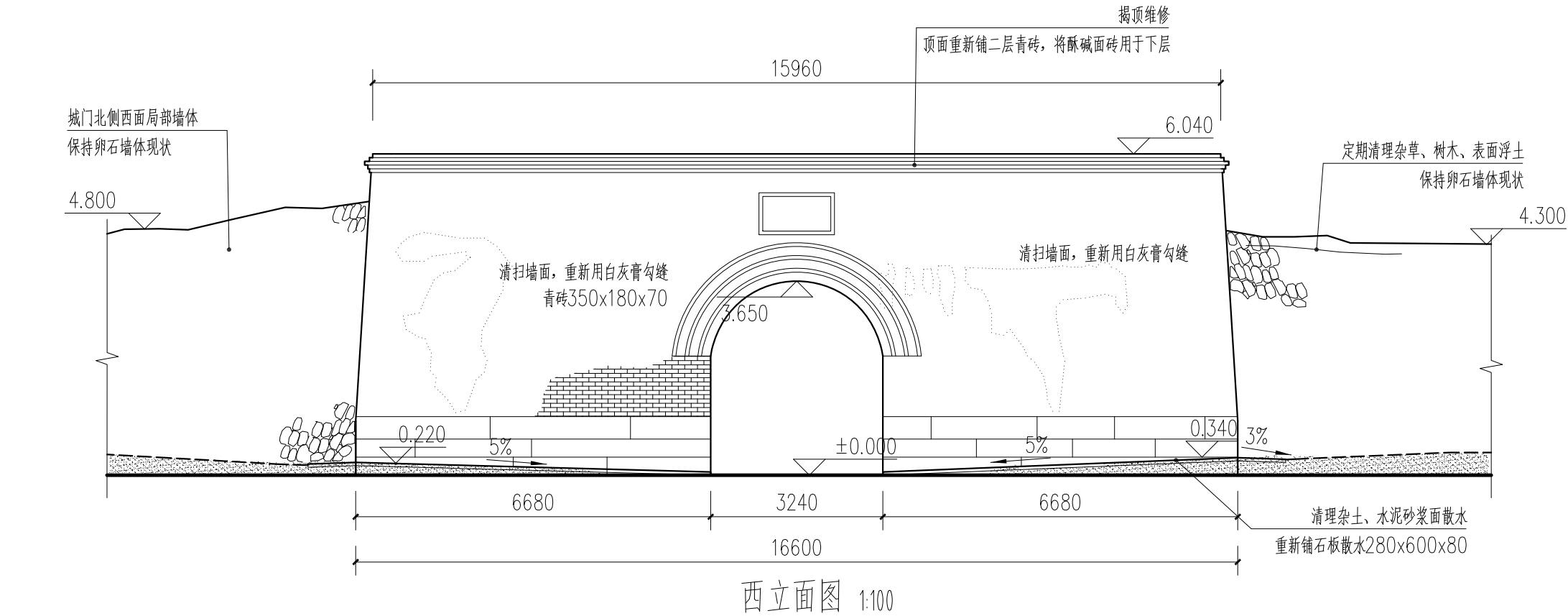
项目名称

西城门

图纸名称

西、东立面图

院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		
会签栏		
总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电
变更记录		
图别	方案	设计号
图号	03	日期 2023.12





陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

(陕西省古建筑设计研究所)

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

北、南立面图

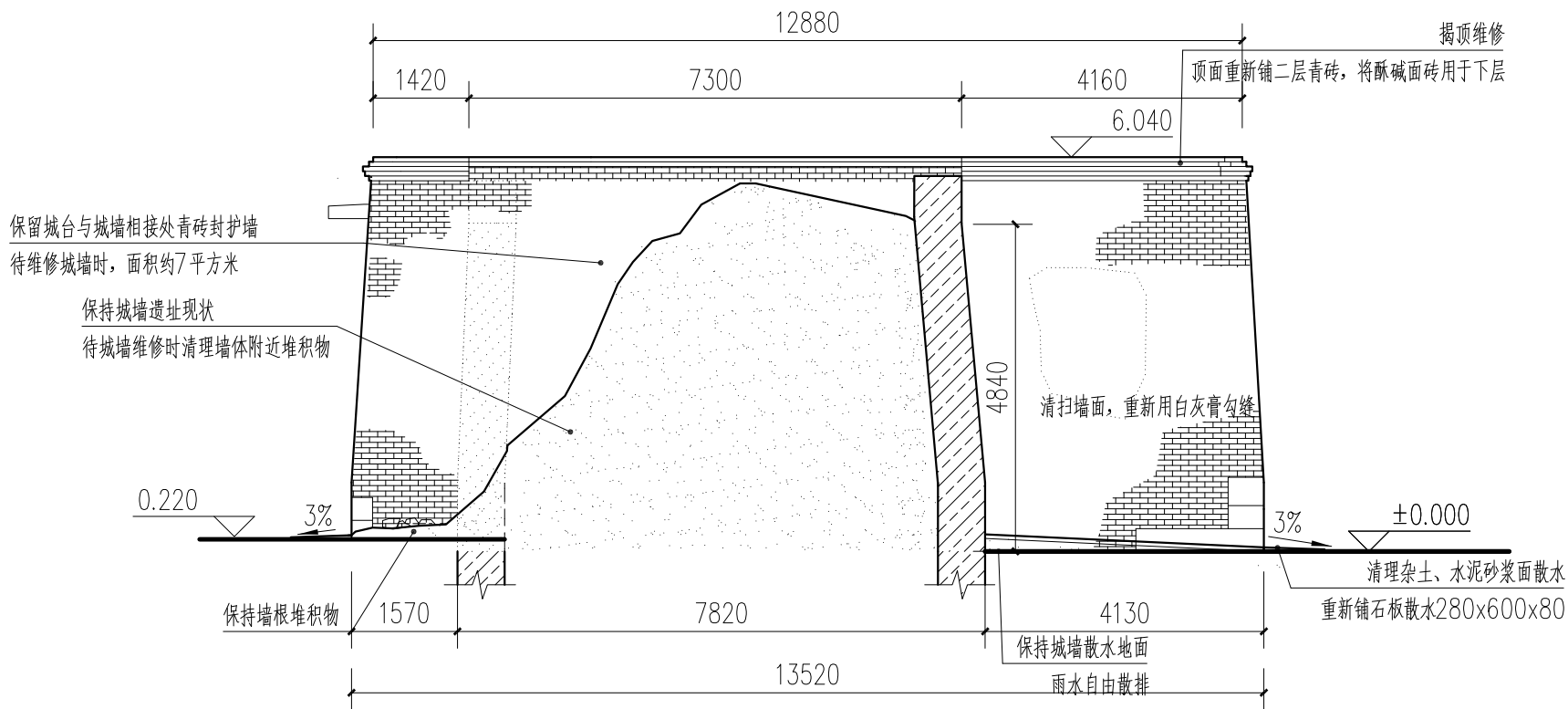
院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

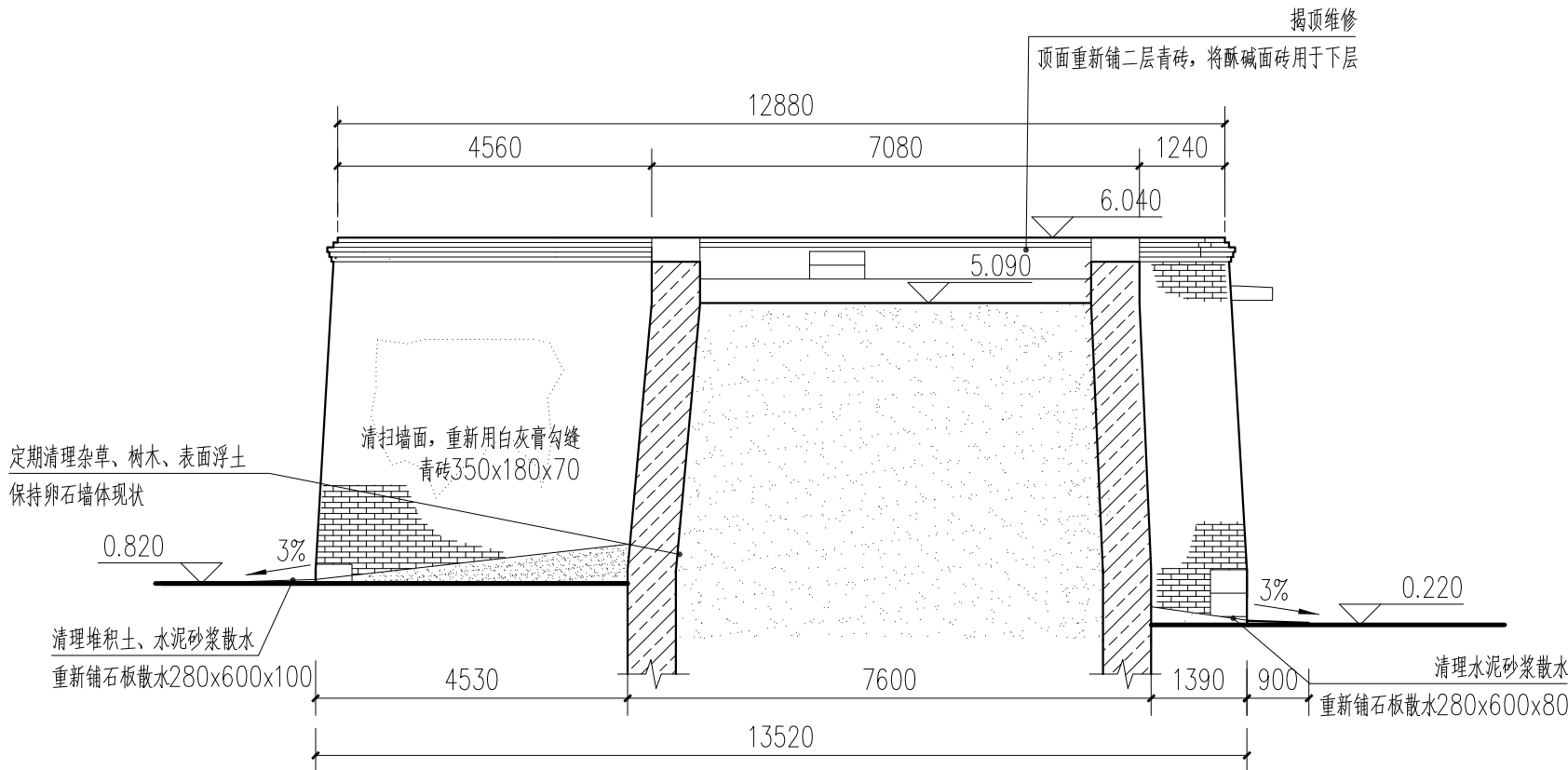
总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	04	日期	2023.12



北立面图 1:100



南立面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

1-1剖面图
2-2剖面图

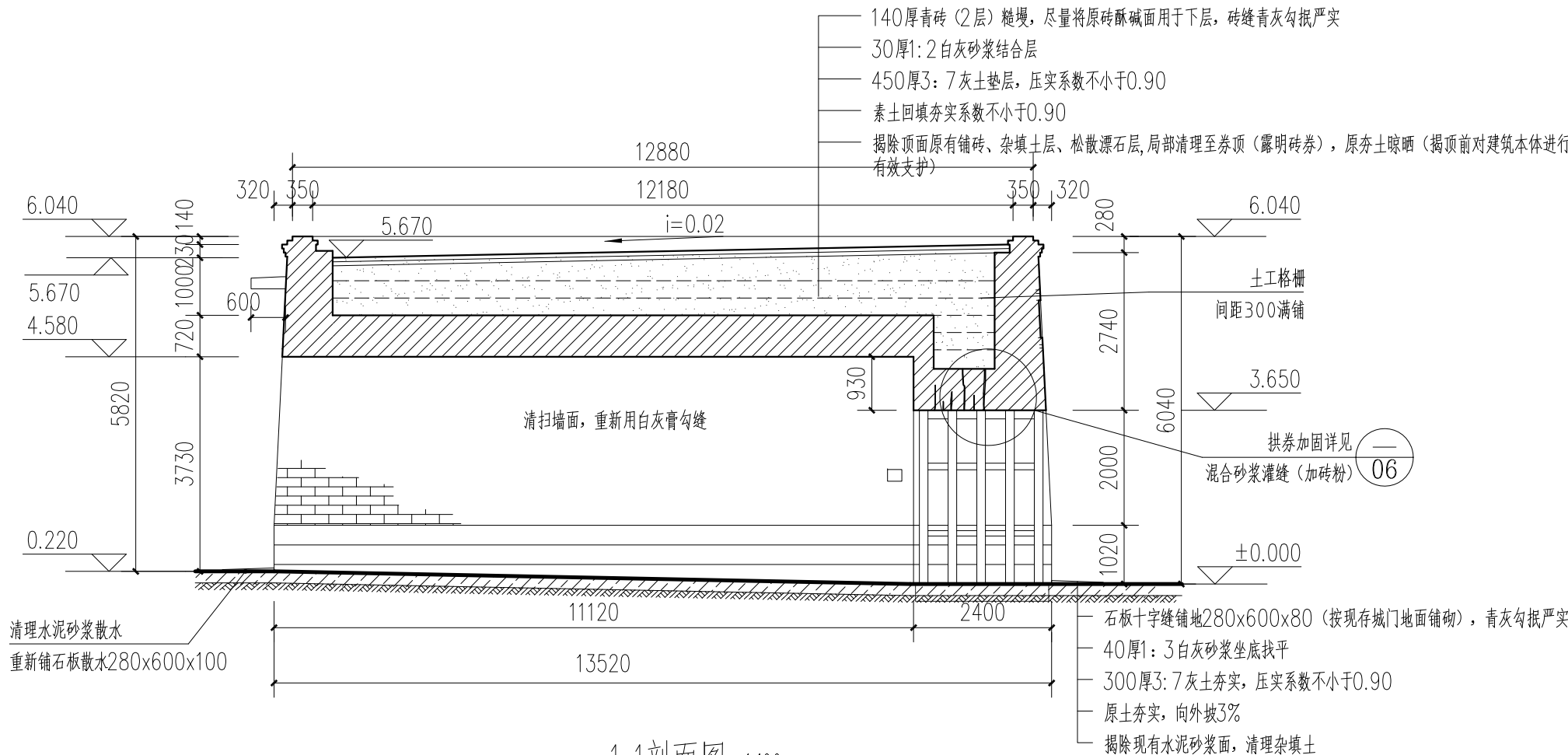
院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

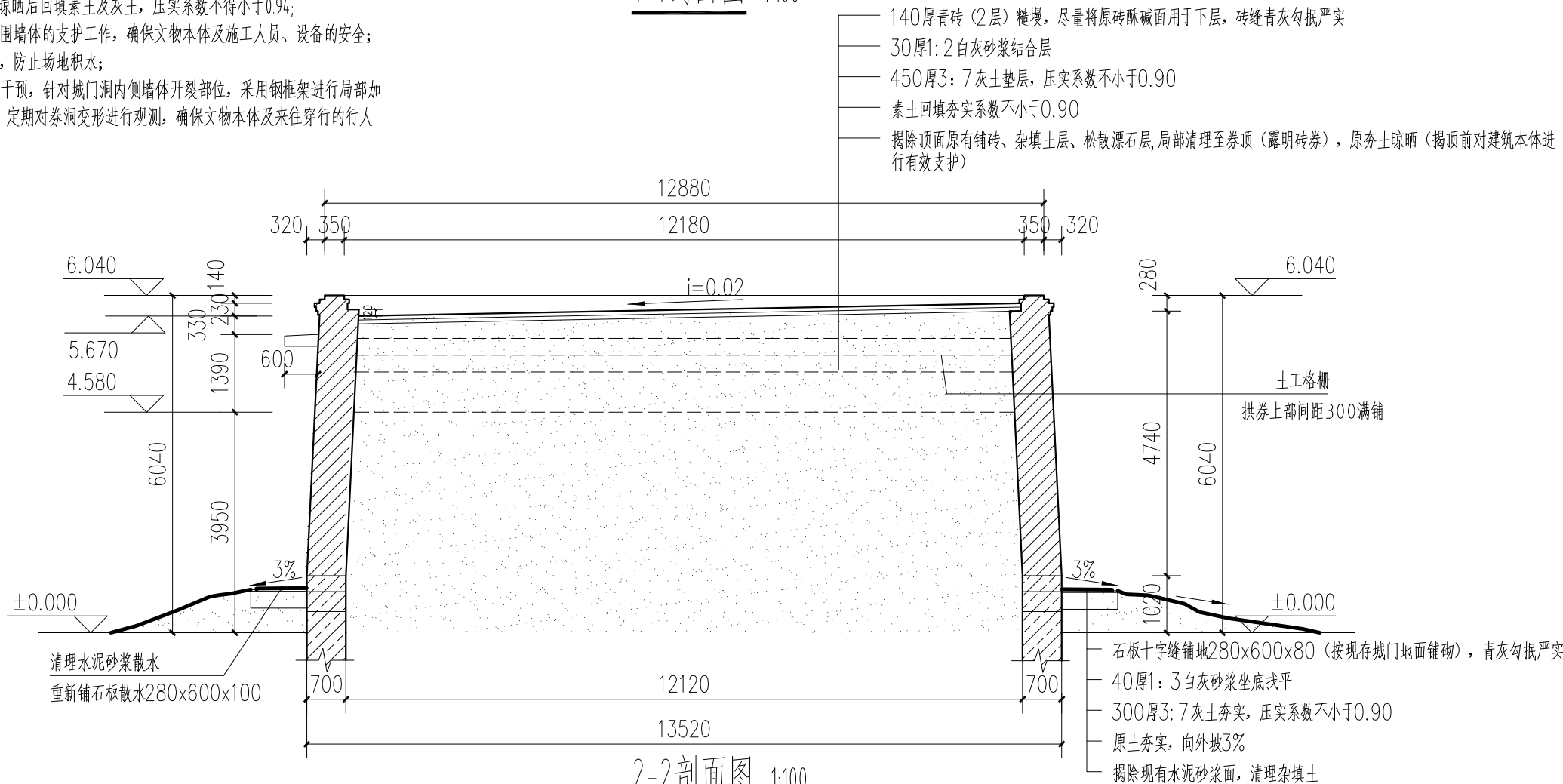
总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	05	日期	2023.12



1-1剖面图 1:100



2-2剖面图 1:100

说明:

- 应将其下湿土清理至拱券, 晾晒后回填素土及灰土, 压实系数不得小于0.94;
- 在正式施工前, 应先做好周围墙体的支护工作, 确保文物本体及施工人员、设备的安全;
- 施工前应做好场地排水措施, 防止场地积水;
- 为了尽量少对文物本体进行干预, 针对城门洞内侧墙体开裂部位, 采用钢框架进行局部加固, 同时应建立变形观测体系, 定期对券洞变形进行观测, 确保文物本体及来往穿行的行人安全。



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

城台拱券加固基础平面图

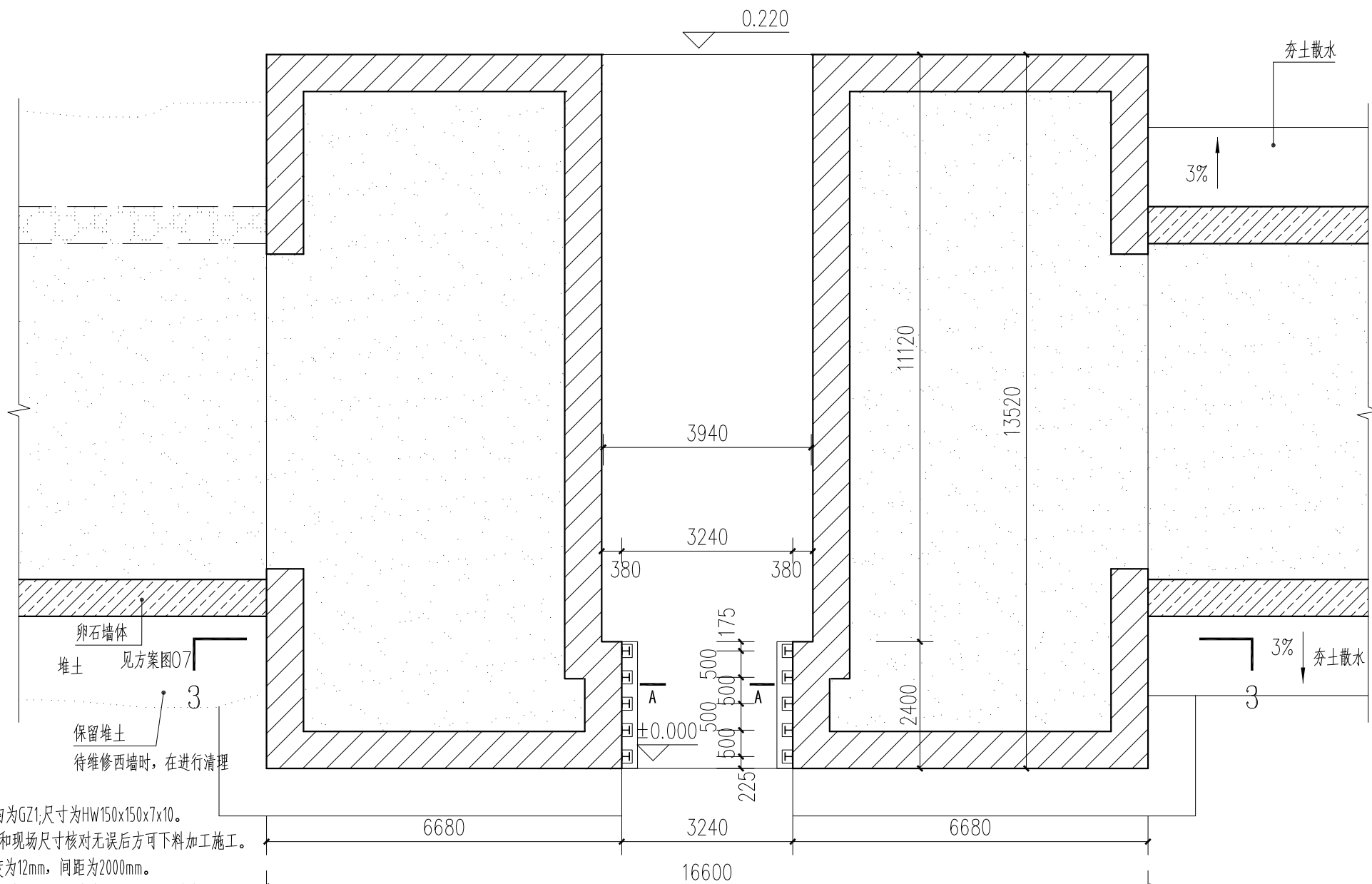
院长		
审定	姜小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

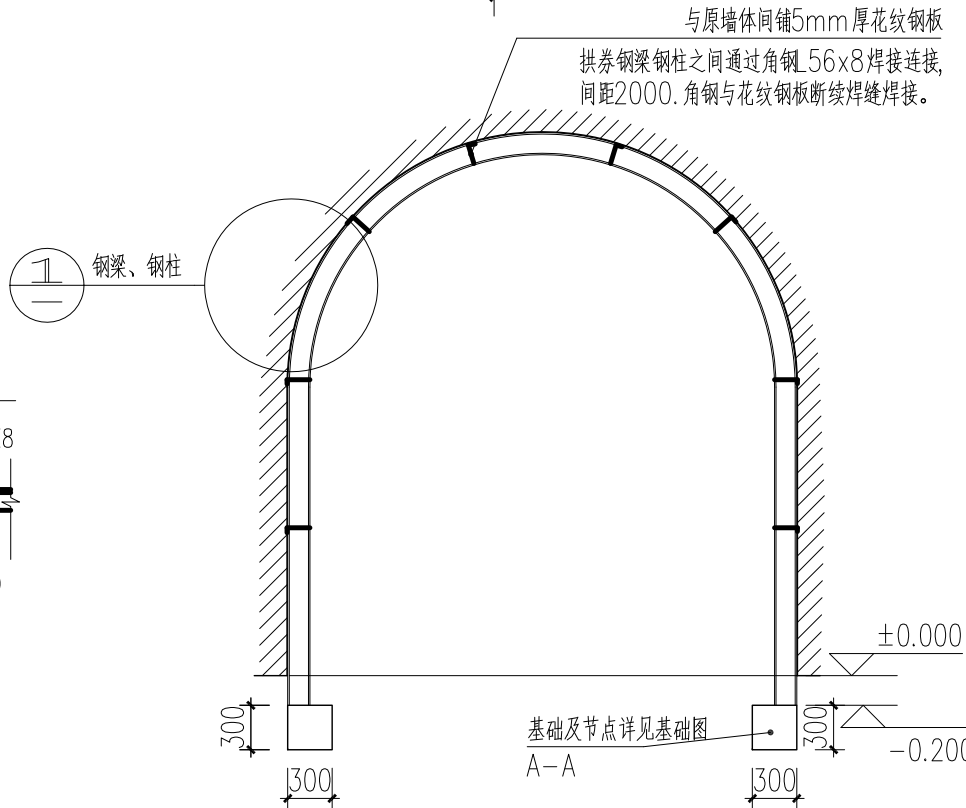
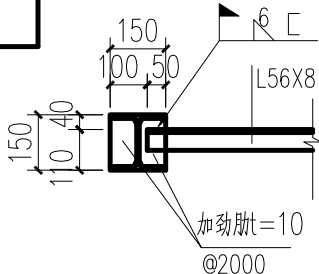
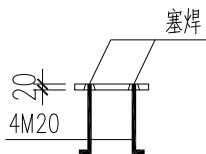
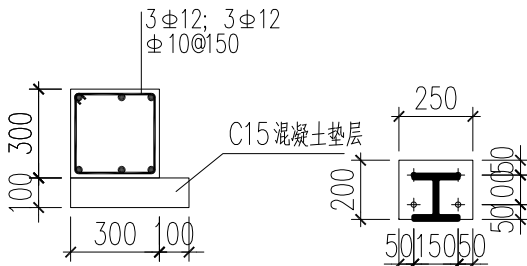
图别	方案	设计号	
图号	06	日期	2023.12



- 1.未注明钢梁均为GL1,未注明钢柱均为GZ1,尺寸为HW150x150x7x10。
- 2.钢梁、钢柱立面详见剖面图, 应和现场尺寸核对无误后方可下料加工施工。
- 3.GL1应在设置加劲肋, 加劲肋厚度为12mm, 间距为2000mm。
相邻钢梁的加劲肋通过角钢进行连接, 角钢尺寸为L56x8。详见节点图1。
- 4.钢梁、钢柱与原墙体结构之间采用5mm厚花纹钢板连接, 花纹钢板与钢梁、钢柱通过断续点焊连接。
- 5.钢构件做防锈蚀处理。

材料表

钢梁编号	截面类型	截面	材质	备注
GZ1	热轧H型钢	HW150x150x7x10	Q235B	
GL1	热轧H型钢	HW150x150x7x10	Q235B	





陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门

图纸名称

城台拱券加固西立面图
城台拱券加固东立面图

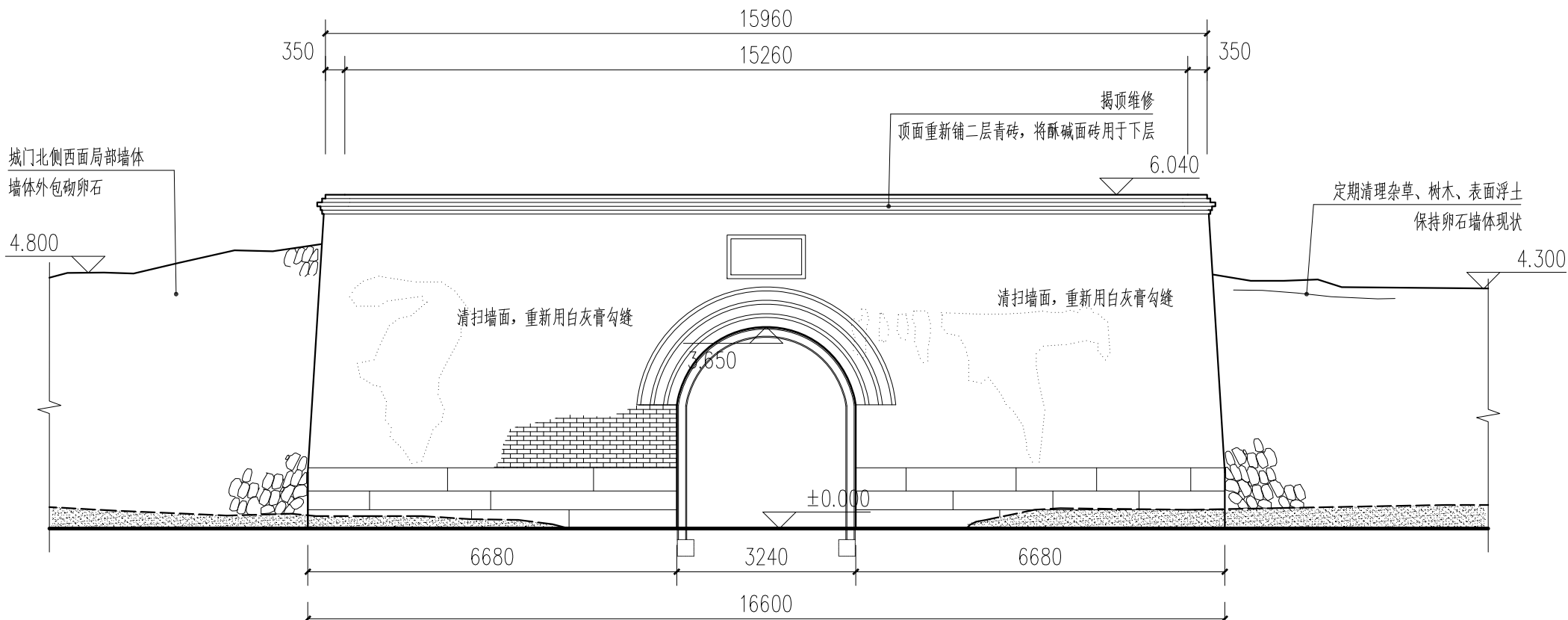
院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

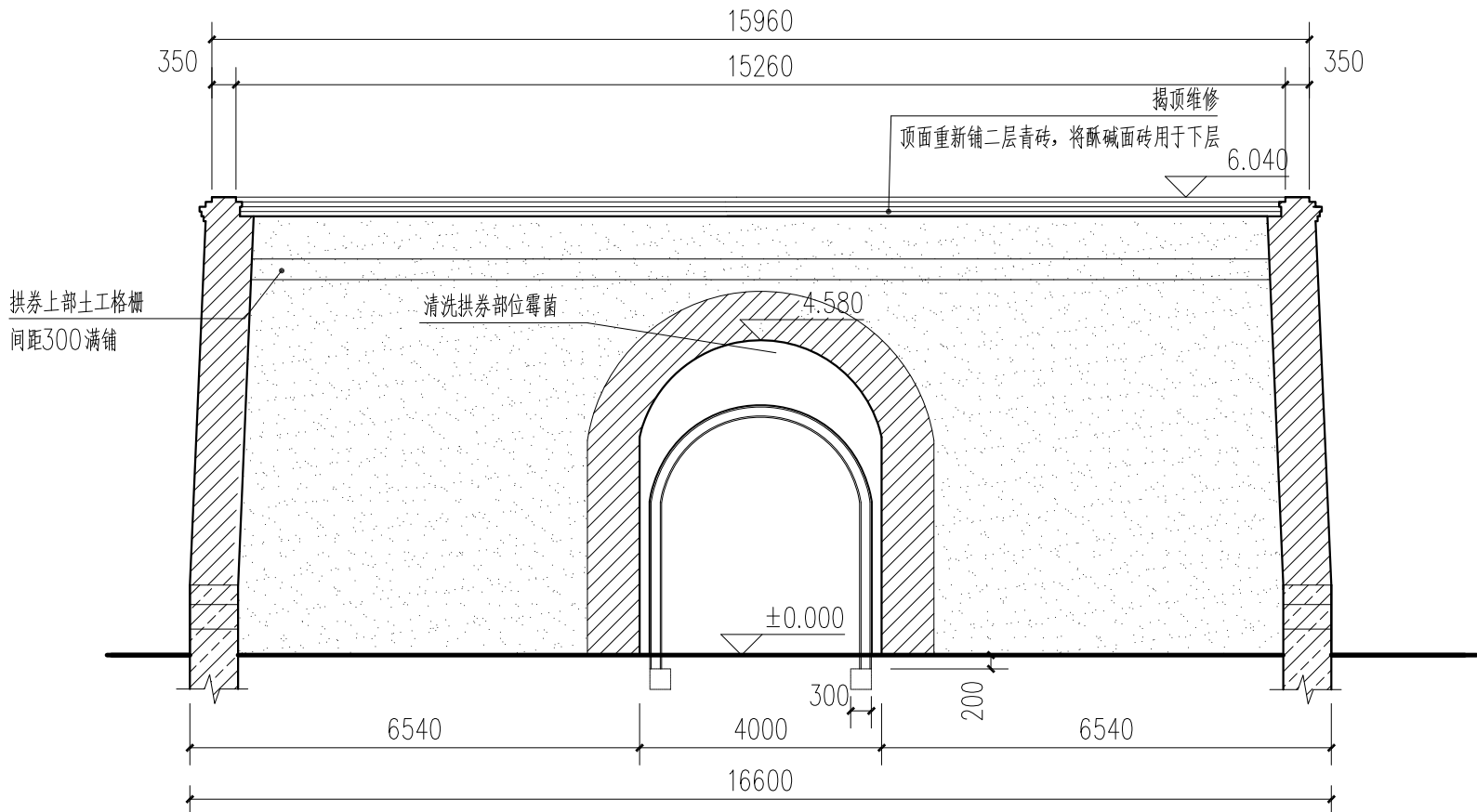
总图		给排水	
建筑		暖通	
结构		强弱电	

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	07	日期	2023.12



拱券加固西立面图 1:100



拱券加固东立面图 1:100
3-3剖面



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

平面图

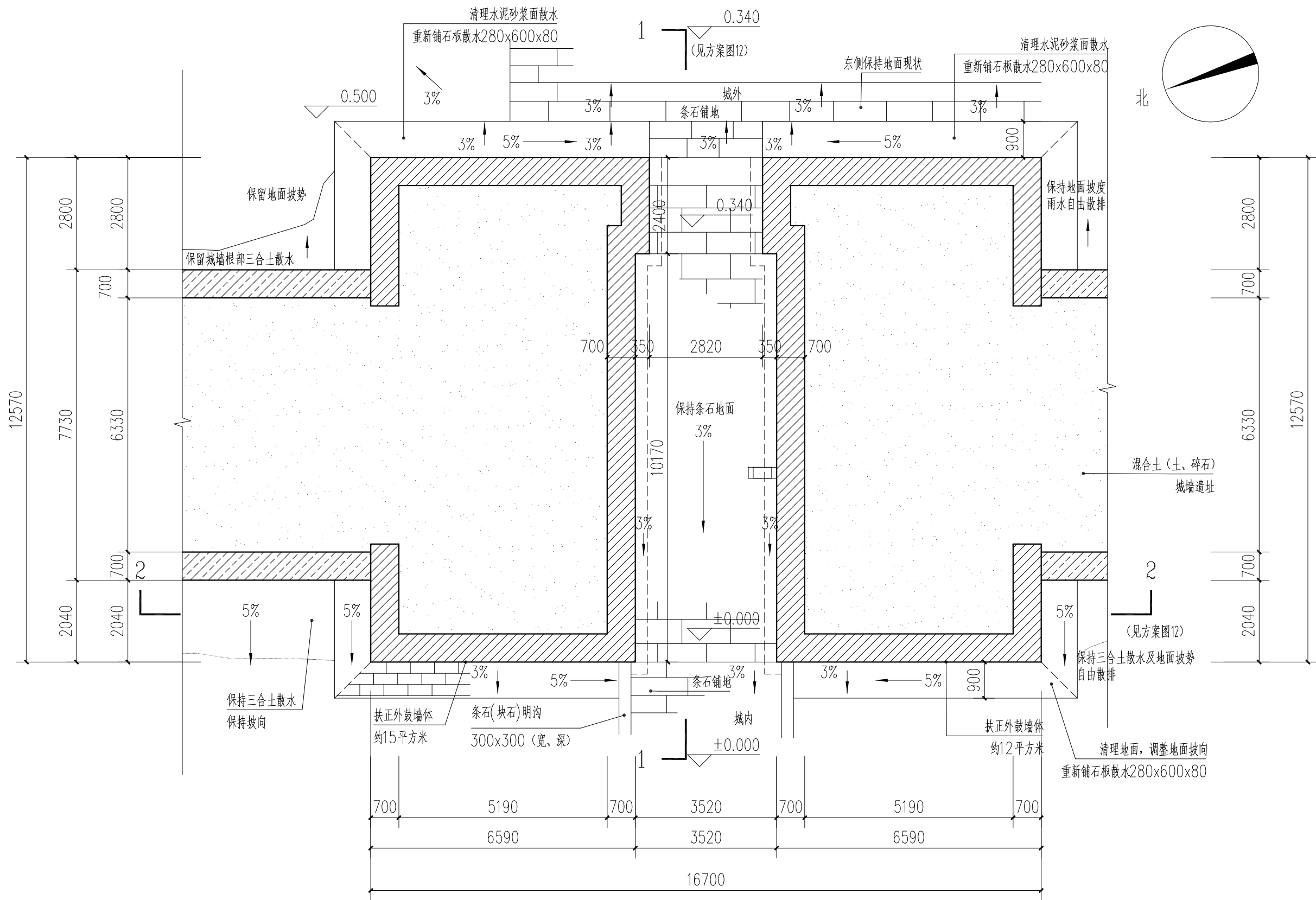
院长		
审定	姜小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	08	日期	2023.12



平面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

城台顶平面图

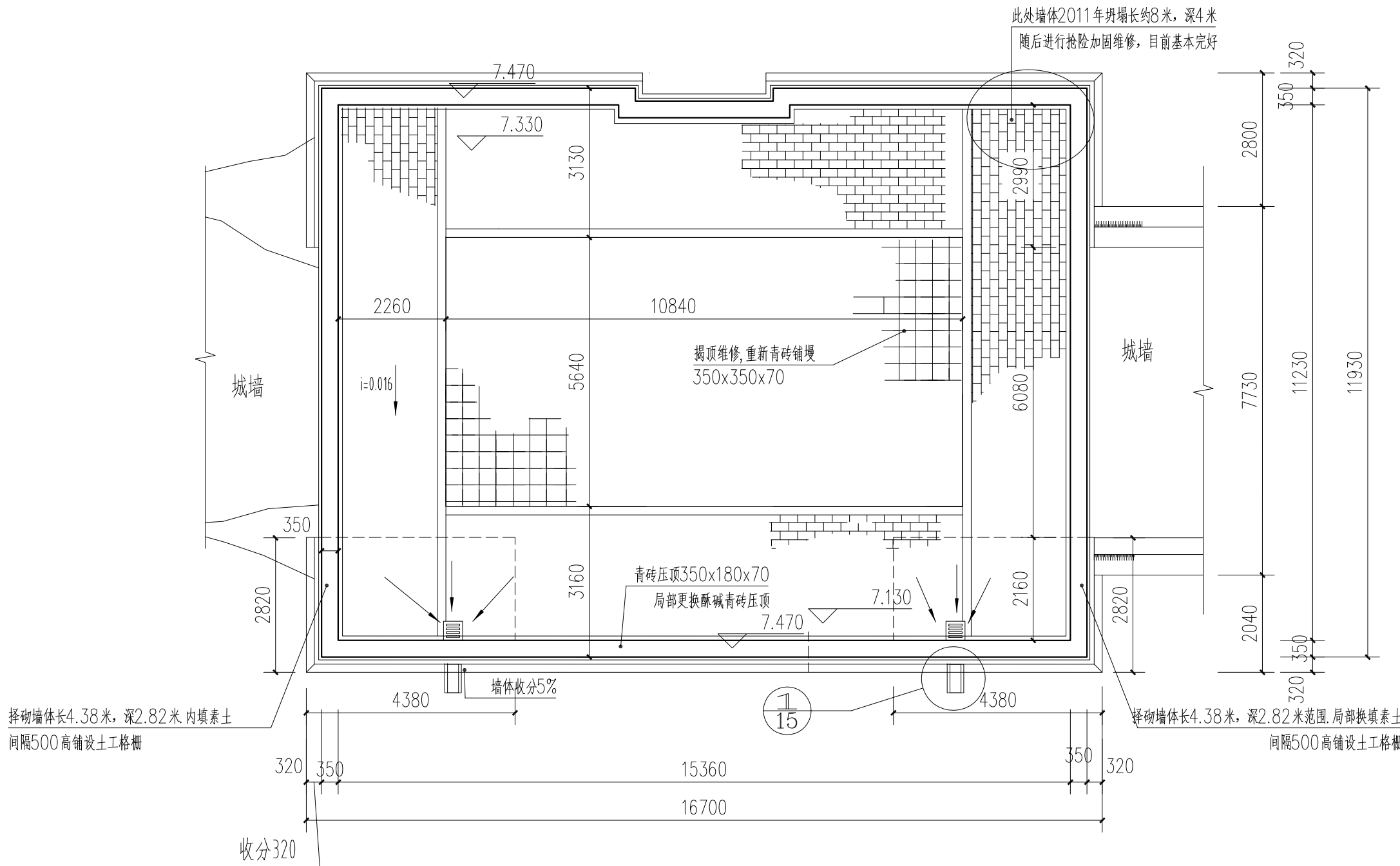
院长		
审定	姜小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

总图		给排水	
建筑		暖通	
结构		强弱电	

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	09	日期	2023.12



城台顶平面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

东、西立面图

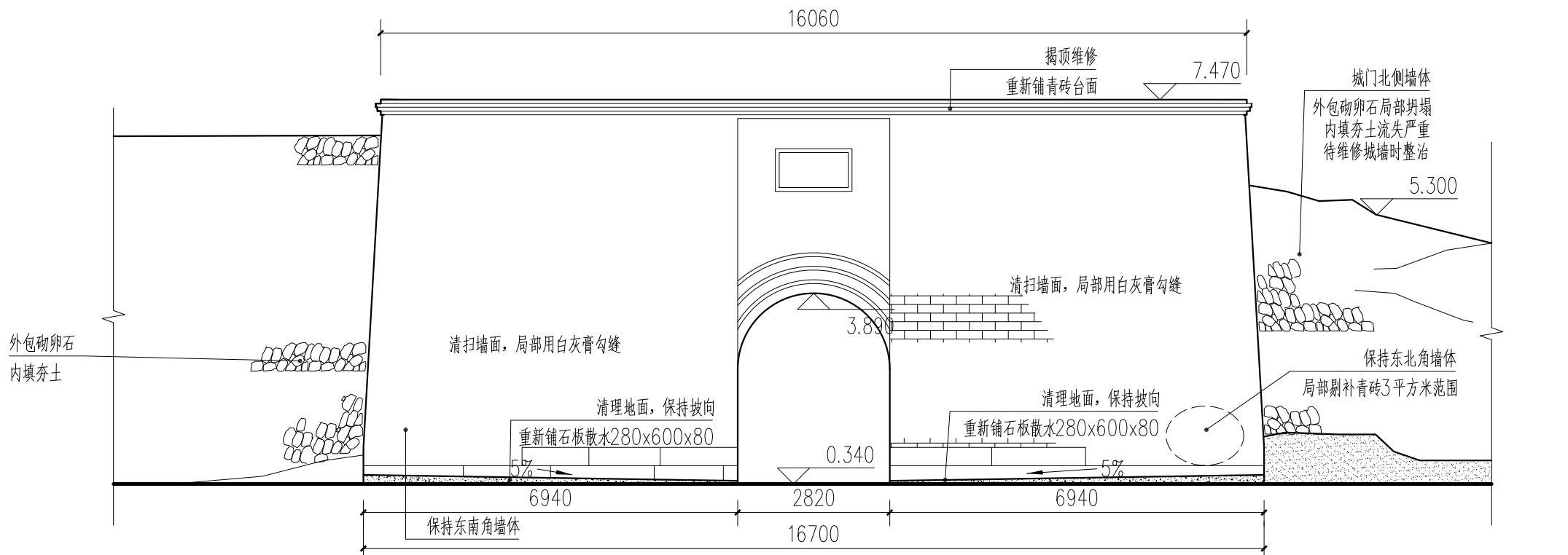
院长		
审定	姜小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

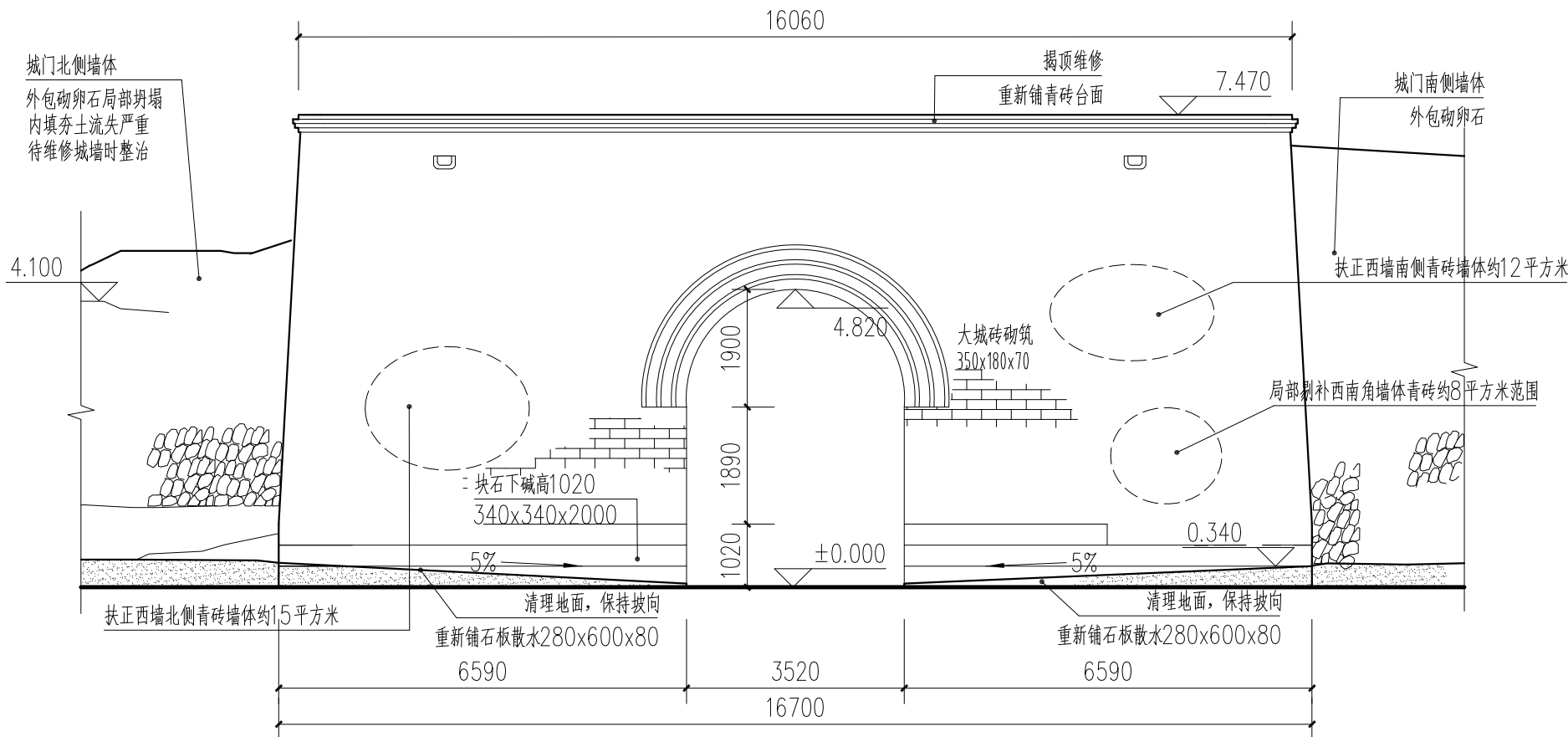
总图		给排水
建筑		暖通
结构		强弱电

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	10	日期	2023.12



东立面图 1:100



西立面图 1:100



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

南立面图

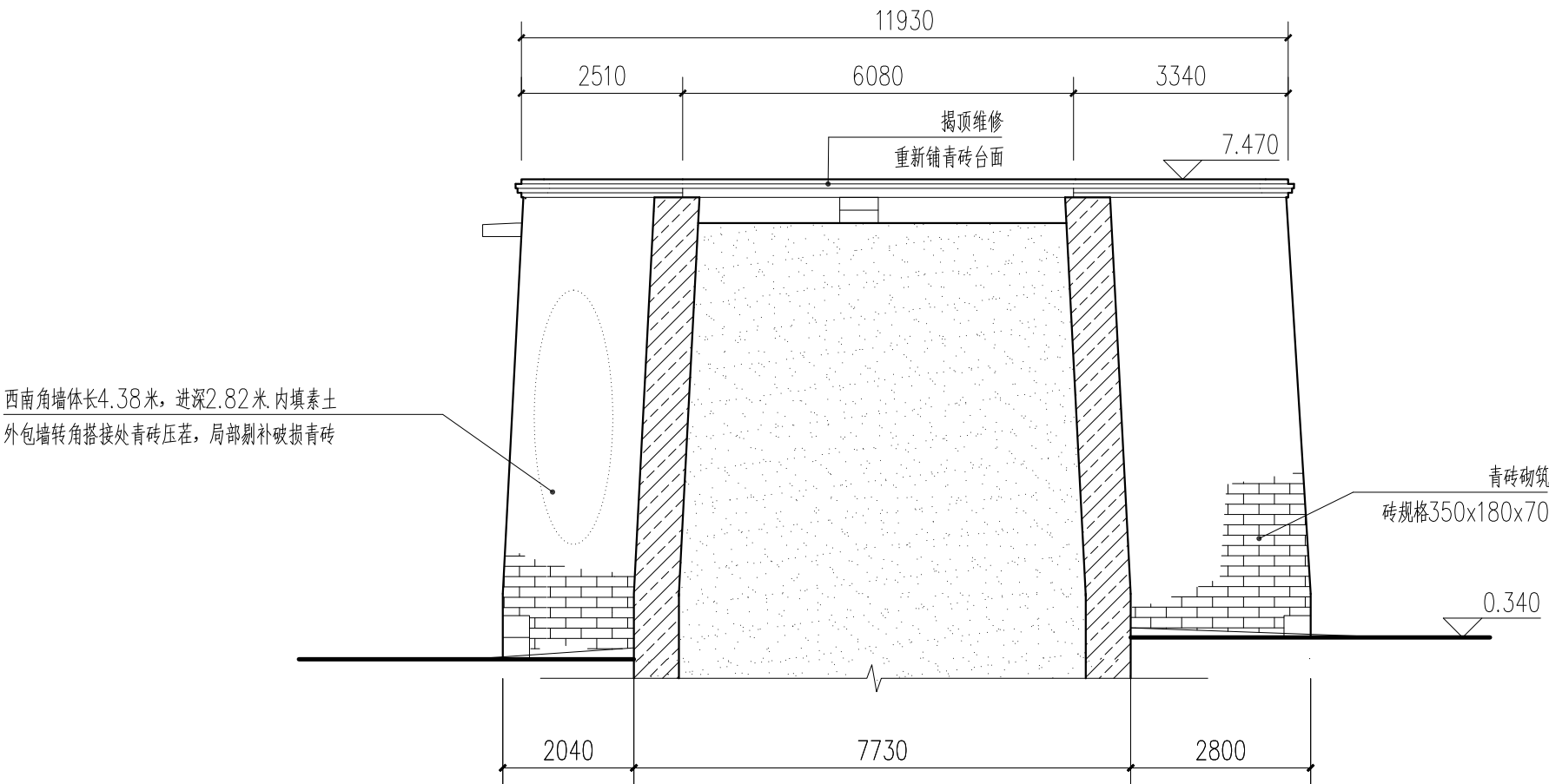
院长		
审定	苏小华	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

总图		给排水	
建筑		暖通	
结构		强弱电	

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	11	日期	2023.12



南立面图 1:100



Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东 城 门

图纸名称

1-1 剖面图

院长

审定

审核

项目负责

校 对

设计

制图

会签栏

总图

建筑

结构

给排水

暖通

强弱电

变更记录

图 别

图号

方案

12

设计号

日期

2023.12



图 别	方 案	设计号	
图 号	12	日 期	2023.12



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号

文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

东城门

图纸名称

2-2剖面图

院长

审定

审核

项目负责

校对

设计

制图

会签栏

总图

给排水

建筑

暖通

结构

强弱电

变更记录

图别

方案

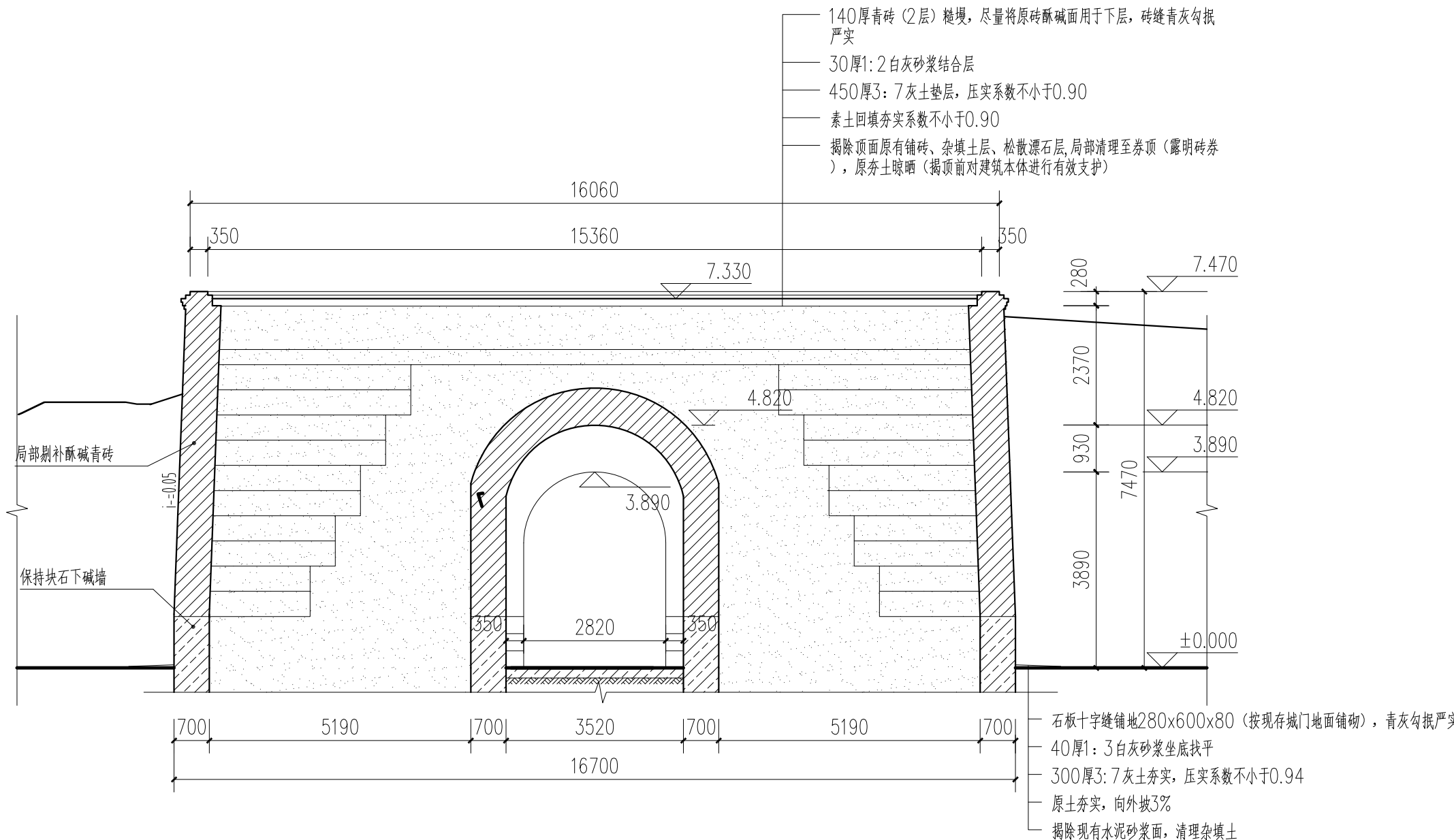
设计号

图号

13

日期

2023.12



2-2剖面图 1:100

图 别	方 案	设计号	
图 号	14	日 期	2023.12

- 1、揭台维修，应将其下杂填土清理干净，晾干后再进行回填，要求素土及灰土压实系数不得小于0.94；
- 2、在正式施工前，应先做好周围墙体的支护工作，确保文物本体及施工人员、设备的安全；
- 3、施工前应做好场地排水措施，防止场地积水；
- 4、为了尽量少对文物本体进行干预，城门洞内侧暂不加固，但应建立变形观测体系，定期对券洞变形进行观测，确保文物本体及来往穿行的行人安全。



陕西省文化遗产研究院

Shaanxi Provincial Institute of Cultural Heritage

证书编号
文物设甲字0101SJ0016

工程名称

佛坪厅故城—
西城门、东城门抢险加固工程

项目名称

西城门、东城门

图纸名称

水舌节点大样

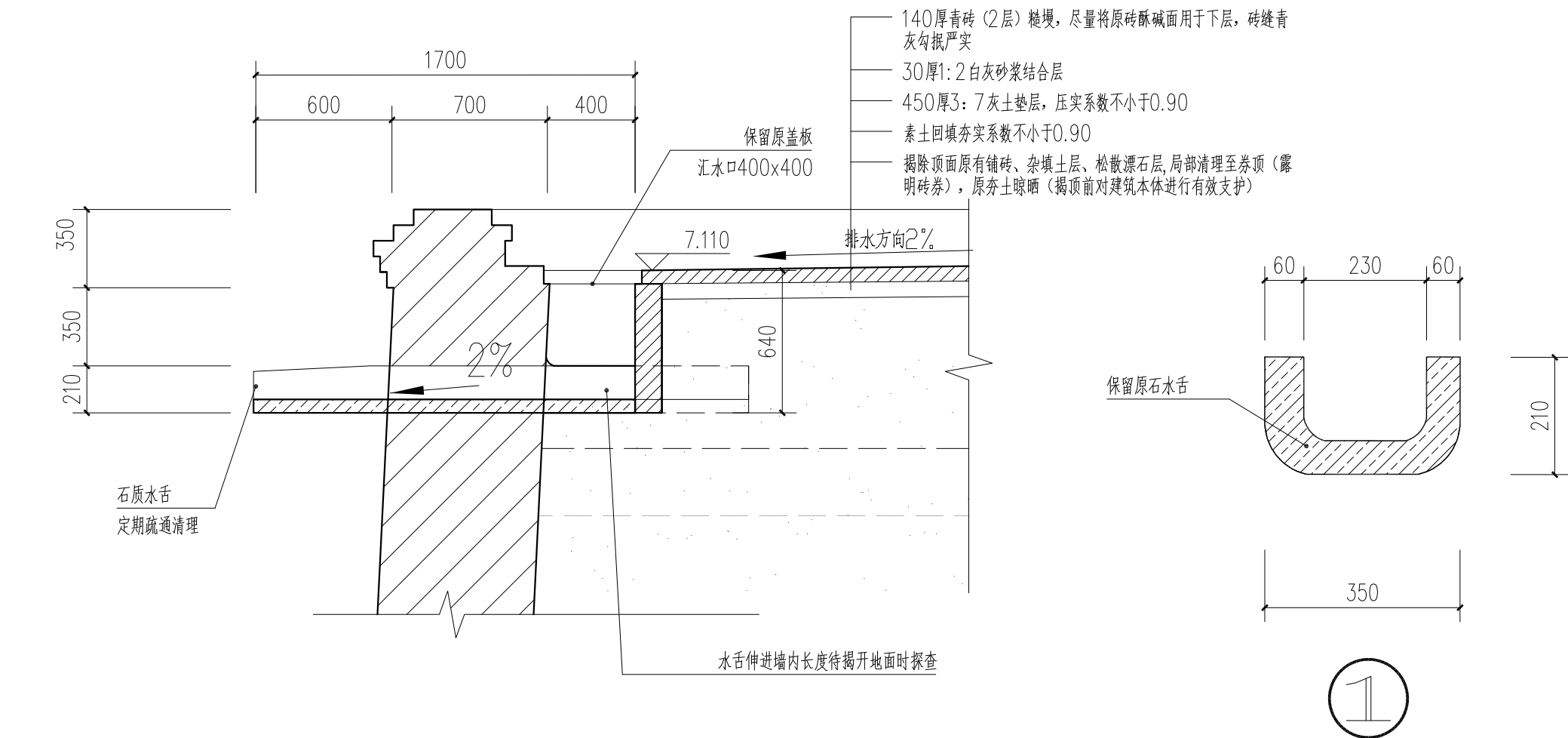
院长		
审定	茹心妍	
审核	王磊	
项目负责	段小群	
校对	闫鹏斌	
设计	段小群	
制图		

会签栏

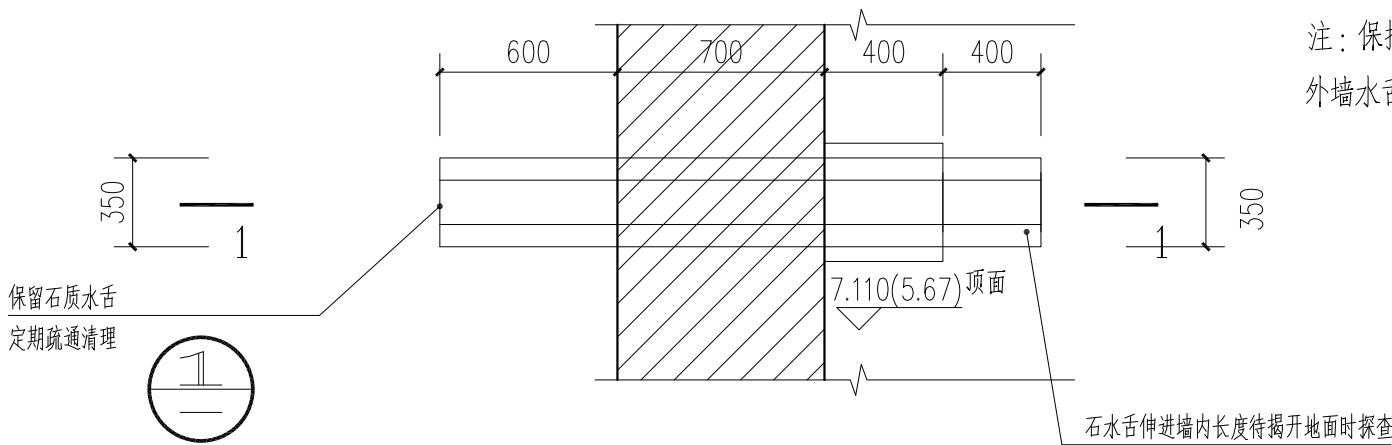
总图		给排水	
建筑		暖通	
结构		强弱电	

变更记录

图别	方案	设计号	
图号	15	日期	2023.12



1-1 1:20



水舌平面大样 1:20

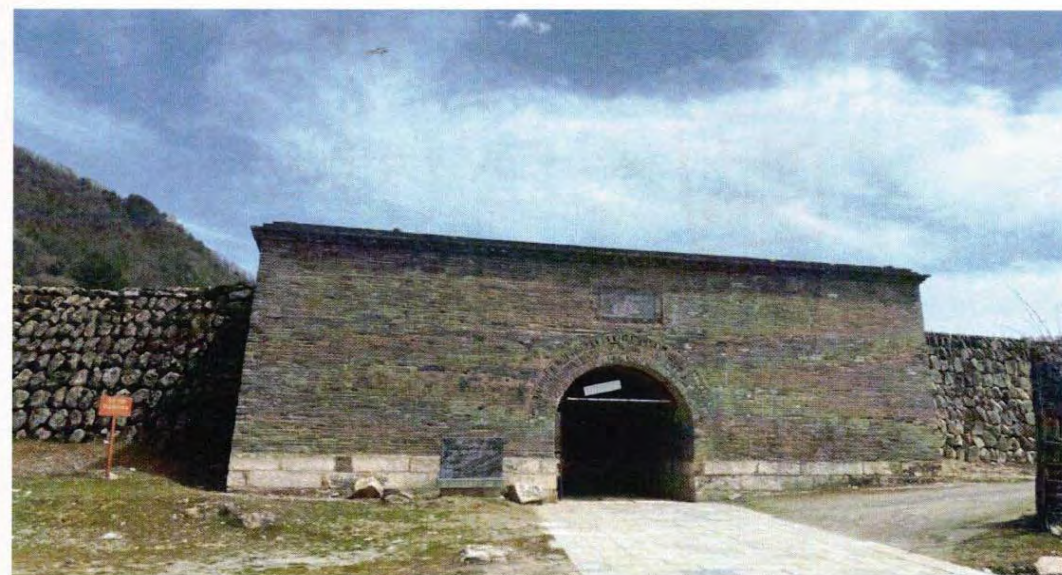
注: 保持原城门水舌, 水舌伸出墙外600、宽350、高250。
外墙水舌(2个), 定期检查疏通。

佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程

附件 **1**：岩土工程勘察报告

机械工业勘察设计研究院有限公司
资质等级：工程勘察综合类甲级
证书编号：B161002382
发证机关：中华人民共和国住房和城乡建设部

周至县佛坪厅旧城文物管理所
佛坪厅故城西门、东城门
岩土工程勘察报告书



机械工业勘察设计研究院有限公司
2023年06月 西安



周至县佛坪厅旧城文物管理所
佛坪厅故城西门、东城门
岩土工程勘察报告书

法定代表人：杨永林



技术负责人：张继文



机械工业勘察设计研究院有限公司
2023年06月 西安



周至县佛坪厅旧城文物管理所
佛坪厅故城西门、东城门
岩土工程勘察报告书

(WB-KC-2023-002)

项目负责人：



审定人：

李俊连

审核人：

王伟

工程技术负责人：

张凯
刘璇清
和锐

机械工业勘察设计研究院有限公司

2023年05月 西安



目 录

1 前言	1
1.1 项目背景	1
1.2 工作目的	2
1.3 工作依据	2
1.4 工作量布置及完成情况	3
1.5 参加勘查工作的人员及承担的工作	6
2 工程概况	7
2.1 遗址简介	7
2.1.1 西门	8
2.1.2 东门	8
2.2 沿革沿革与维修情况	9
2.2.1 西门维修情况简介	10
2.2.2 东门维修情况简介	11
2.3 地理位置及地质环境特征	12
2.3.1 地理位置	12
2.3.2 地形地貌	12
2.4 不良地质作用	12
2.5 气象与水文地质条件	13
2.5.1 气象条件	13
2.5.2 水文地质条件	13
3 岩土工程条件	14
3.1 城门结构及基础形式	14
3.1.1 西门	14

3.1.2 东城门16

3.1.3 基础形式18

3.2 岩土工程特性指标19

3.2.1 常规物理力学性质试验成果 19

3.2.2 湿陷起始压力试验21

3.2.3 直剪试验21

3.3 工程性质评价22

3.3.1 湿陷性评价22

3.3.2 含水率评价22

3.3.3 密实性评价24

3.3.4 压缩性评价25

3.3.5 抗剪性评价25

3.3.6 地基承载力特征值及压缩模量建议值 26

3.4 场地地震效应26

3.4.1 抗震地段划分26

3.4.2 建筑场地类别26

3.4.3 抗震设防烈度、设计基本地震加速度值、设计地震分组26

3.4.4 地基土地震液化问题 27

4 病害现状调查28

4.1 西城门病害现状调查 28

4.2 东城门病害现状调查 33

5 病害原因分析38

5.1 病害综述38

5.2 稳定性分析40

5.2.1 计算参数40

5.2.2 稳定性计算40

5.3 成因分析41

6 加固措施建议43

6.1 西城门加固措施建议 43

6.2 东城门加固措施建议 43

7 结论与建议45

7.1 结论45

7.2 建议47

附录目录

名称		张数	编号
图例		1	1
勘探点平面位置图		1	2
地质剖面图		4	3-1~3-4
探井柱状图		7	4-1~4-7
探槽展示图		1	5
病害图		2	6-1~6-2
室内试验成果	土工试验成果报告	1	7
	直剪试验	2	8-1~8-2
	击实试验	3	9-1~9-3

周至县佛坪厅旧城文物管理所
佛坪厅故城西门、东城门岩土工程勘察
报告书
1 前言

1.1 项目背景

2021年9月至11月期间，由于连续降雨，佛坪厅旧城文物管理所工作人员在日常巡查时发现：

- (1) 西门卷洞墙面及东西两侧墙面渗漏雨水及黄土流出；
- (2) 西门卷洞西入口处存在开裂现象；
- (3) 东城门西墙向外鼓胀，西南角墙体开裂，顶面局部下沉。



(a) 西门东立面墙体渗漏



(b) 西门西入口拱券多处裂缝



(c) 西门西入口拱券墙体多处裂缝



(d) 东城门西立面墙面鼓胀

图 1.1 典型病害照片

佛坪厅故城西门、东城门整体保存现状不容乐观。2022年10月，陕西省文物局文件（陕文物函[2022]526号）针对该处遗址抢险加固方案的批复意见（详见附录一）指出：“需查明城台顶面海漫及内部夯土保存状况，补充雨后侧墙土压力增加造成险情的原因分析”。

为查明佛坪厅故城西门、东城门遗址病害的详细情况，分析病害成因，为下一步有针对性地维修加固工程提供基础资料，我单位受周至县佛坪厅旧城文物管理所委托，针对该遗址进行了岩土工程勘察工作。

1.2 工作目的

根据国家现行勘察设计规范、规程及委托方要求，本项目拟针对佛坪厅故城西门、东城门遗址开展病害调查、工程测量、岩土工程勘察、室内试验等工作，主要目的有：

- (1) 查明佛坪厅故城西门、东城门遗址的各类病害（裂缝、鼓胀、沉陷、渗漏等）发育情况；
- (2) 通过井探查明城台顶部海漫及内部夯土保存现状，并通过室内土工试验获得各土层物理力学指标；
- (3) 通过槽探查明城门基础形式；
- (4) 综合分析病害成因并提出处理措施建议。

1.3 工作依据

- (1) 《中华人民共和国文物保护法》（2017年修正）；
- (2) 《中国文物古迹保护准则》（2015年修订）；
- (3) 《陕西省文物保护管理条例》（2017年修正）；

- (4) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年新版）；
- (5) 《湿陷性黄土地区建筑标准》（GB50025-2018）；
- (6) 《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）；
- (7) 《土的工程分类标准》（GB/T50145-2007）；
- (8) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- (9) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；
- (10) 《工程测量标准》（GB50026-2020）；
- (11) 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ-T87-2012）；
- (12) 《既有建筑地基基础加固技术规范》（JGJ 123-2012）；
- (13) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- (14) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）。

1.4 工作量布置及完成情况

采用工程测量、病害调查、井/槽探、室内土工试验等综合方法。

(1) 现场病害调查

通过钢尺、拍照等对西城门、东城门遗址病害（裂缝、鼓胀、沉降、渗漏等）进行详细记录，查明病害位置、范围及发育程度。

(2) 勘探：共布置 7 个探井，1 个探槽，具体位置分布见附录 2。



(a) 探井（TJ2）-镜头朝东

(b) 探井（TJ3）-镜头朝西



(c) 探井（TJ5）-镜头朝东北



(d) 探槽（TC1）-镜头朝东

图 1.4 现场勘探照片

(3) 坐标与高程系统

本项目通过 RTK（Real-time kinematic，实时动态）载波相位差分技术对各勘探点位及地下水位进行测量，采用“2000 国家大地坐标系”与“1985 国家高程基准”。

具体布置及完成工作量见下表 1.4 所示。

表 1.4 完成工作量一览表

项目		内容	工作量	备注
工程测量		勘探点坐标及高程（组日）	1	/
病害调查		各类病害调查（台班）	3	/
工程 勘察	井探	井数及总进尺（个/m）	7/23	
		井探深度（m～m）	0.0～6.0	
		取不扰动土样（件）	8	
		取扰动土样（件）	3	
	槽探	槽数及总方量（个/m³）	1/4	
土工试验		常规物理力学性质试样（项）	4	/
		常规黄土湿陷性试验（项）	4	
		黄土自重湿陷性试验（项）	4	
		黄土起始压力试验（项）	4	
		快剪试验（组）	4	
		饱和快剪试验（组）	4	
		室内含水率试验（项）	23	
		轻型击实试验（项）	3	

1.5 参加勘查工作的人员及承担的工作

本项目具体完成部门及时间统计如下表 1.5-1 所示。

表 1.5-1 本项目具体完成部门及时间统计表

工作内容	完成部门	完成时间
勘察外业	文物保护研究所	2023.04.10~2023.04.14
室内试验	机勘院试验中心	2023.04.17~2023.04.21
报告编写	文物保护研究所	2023.04.21~2023.05.31

参与完成本项目的主要工作人员一览表见表 1.5-2。

表 1.5-2 参与完成本项目的主要人员一览表

序号	职 务	姓 名	年龄	性别	职 称	专业	备注
1	项目负责人 审定人	李俊连	46	女	教授级 高级工程师	岩土工程	注册土木 工程师 （岩土）
2	审核人	王伟	34	男	高级工程师	地球信息 科学与技术	注册土木 工程师 （岩土）
3	技术负责人	张凯	35	男	高级工程师	岩土工程	/
4	技术人员	刘璇清	27	男	助理工程师	文物保护学	/
5	技术人员	和锐	33	男	工程师	建筑工程技 术	/

2 工程概况

2.1 遗址简介

佛坪厅故城（俗称“老县城”）位于太白山东岭下龙洞湾五千米处古傥骆道的一侧，现存建筑建造年代为清道光五年至民国十五年（约1825-1926年）。城址平面为不规则长方形。东西长约1200米，南北宽约250米，占地面积约30公顷。其中南墙长约390米，南北长约340米，东墙长约235米，西墙长约232米，面积约8.47公顷。城址有三门，西城门又称丰乐门，现为进入佛坪厅故城的主要交通要道。南城门又称延薰门，东城门又称景阳门。2003年12月16日，陕西省政府公布其为第四批陕西省文物保护单位。

佛坪厅故城全景俯视如下图2.1-1所示。



图 2.1-1 佛坪厅故城全景俯视图

2.1.1 西城门

西城门又称丰乐门，目前是进出佛坪厅故城的主要交通要道。

（1）平面呈长方形，东、西墙中间开辟门洞，门洞为拱形，门额浮雕“丰乐”。南北长16.6米，东西宽13.52米，高6.04米，墙内以素土、卵石等材料夯筑，外包青砖，建筑占地面积约224平方米。门洞内条石糙墁地面，规格1200×300（毫米）；

（2）地面以上三层条石墙体基础，其上砌筑青砖厚700毫米，青砖规格为350×180×70（毫米）；

（3）青砖砌筑拱券，西侧门洞口宽3.24米，券顶高3.65米，东侧门洞宽4.0米，券顶高4.58米；

（4）四面收分5%，台顶青砖糙墁，规格350×350×70（毫米）。

2.1.2 东城门

东城门又称景阳门。

（1）平面呈长方形，东、西墙中间开辟门洞，门洞为拱形，门额浮雕“景阳”。南北长16.2米，东西宽12.57米，高7.47米，墙内以素土、卵石等材料夯筑，外包青砖，建筑占地面积约210平方米。门洞内条石糙墁地面，规格1200×300（毫米）；

（2）地面以上三层条石墙体基础，其上砌筑青砖厚700毫米，青砖规格为350×180×70（毫米）；

（3）青砖砌筑拱券，东侧门洞口宽2.82米，券顶高3.89米，西侧门洞宽3.52米，券顶高4.82米；

（4）四面收分5%，台顶青砖糙墁，规格350×350×70（毫米）。



图 2.1-2 佛坪厅故城城门照片 (2023 年 04 月)

2.2 历史沿革与维修情况

(1) 清道光五年(1825年)，置佛坪厅，属汉中府。同年，首任同知景梁曾，招抚流民，伐木开石，于湑水河南岸建筑佛坪厅城。佛坪厅设立初期，一度呈现繁荣景象，辖域内人口最多时近3万人；

(2) 20 世纪初“匪荡掠城邑，袭杀同知”，民国十五年（1926 年），厅治迁至今佛坪县址，历经 101 年。随着政治、文化、经济中心的转移，这座深山古城，便失去了往日的显要地位，随着匪患猖獗，居民逃徙，建筑失修，道路渐阻，曾繁华一时的佛坪厅城，终于被湮没在幽谷老林之中而鲜为人知；

(3)1996 年,县人民政府公布其为第三批周至县文物保护单位;

(4)2002 年,西安市文物局拨专款对佛坪厅故城城门进行维修;

(5)2003 年,省人民政府公布其为第四批陕西省文物保护单位;

(6) 2011 年 6 月, 陕西省文物局拨付专款对佛坪厅故城东城门、南城门进行抢险加固维修;

(7) 2016 年, 陕西省文物局拨付专款对佛坪厅故城西城门及南侧马道进行维修。

2.2.1 西城门维修情况简介

2011 年 9 月，由于连日降雨，西城门顶部出现多处裂缝，东北角墙体坍塌，西北角墙体鼓出。西城门及时进行了抢修维修工程，主要维修内容及措施有：

(1) 对城台顶部进行揭顶维修：选用与原规格一致的青砖更换酥碱青砖；

(2) 对城门东北角坍塌部分进行清理，并进行修补：按原规格青砖补砌墙体，内填素土，每隔 500mm 厚铺设土工格栅；

(3) 对墙体外鼓部分拆除重砌, 并更换鼓出内部填土;

(4) 剔换风化、酥碱墙体青砖：酥碱深度达 10mm 以上时更换；

(5) 剔换酥裂门洞拱墙砖, 重新砌筑东门拱券券脸。

西城门台顶加固方案图如下图 2.2-1 所示。

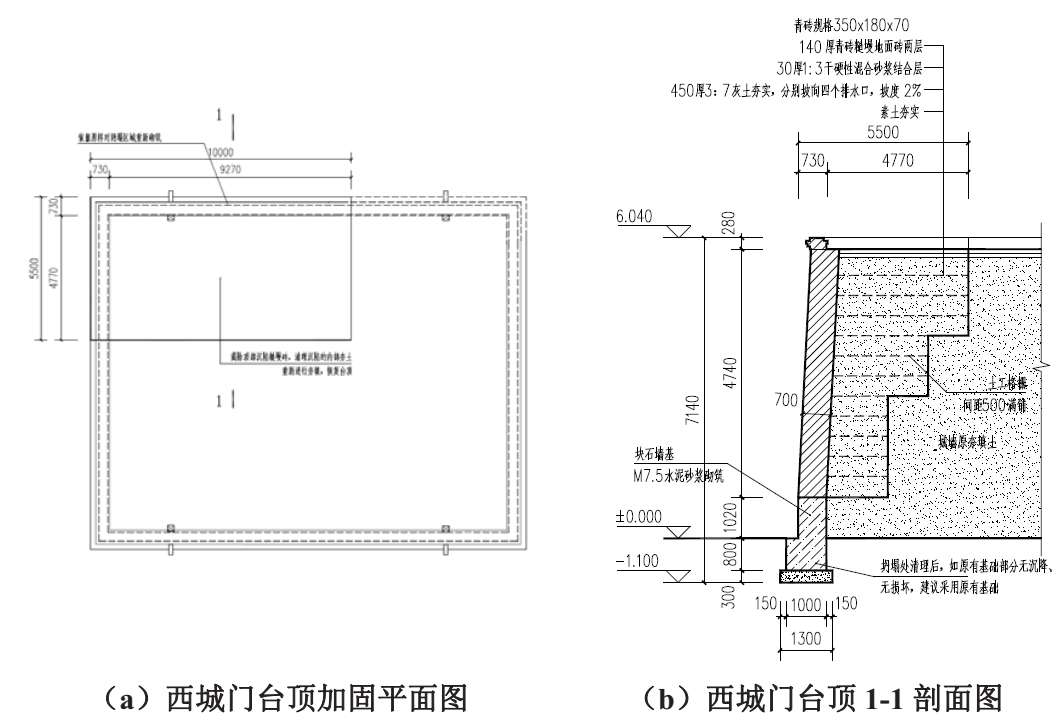


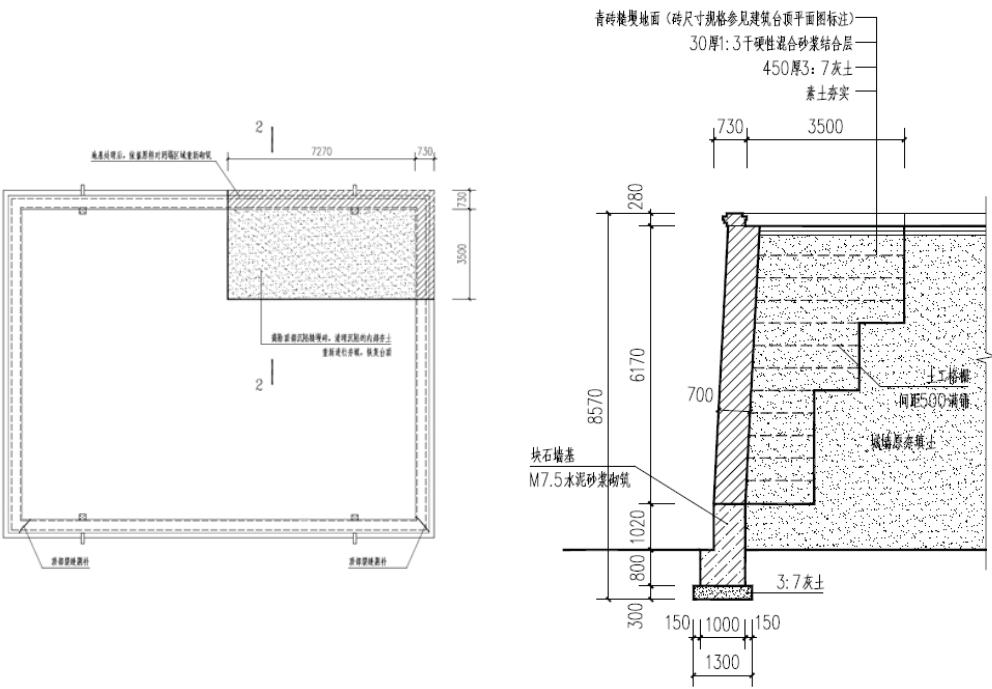
图 2.2-1 西城门台顶加固方案图

2.2.2 东城门维修情况简介

2011 年现状调查表明：东城门东南部砖砌墙体坍塌长度 7.8m，内筑夯土滑移，其他局部酥碱约 50%，拱券顶漏雨潮湿。对东城门及时进行抢修维修工程，主要维修内容及措施有：

- （1）对城台顶部进行揭顶维修：选用与原规格一致的青砖更换酥碱青砖；
- （2）对城门东南角坍塌部分进行清理，并进行修补：按原规格青砖补砌墙体，内填素土，每隔 500mm 厚铺设土工格栅；
- （3）剔换酥裂门洞拱墙砖；
- （4）揭除地面至基层，用原块石重新铺砌。

东城门台顶加固方案图如下图 2.2-2 所示。



(a) 东城门台顶加固平面图

(b) 东城门台顶 1-1 剖面图

图 2.2-2 东城门台顶加固方案图

2.3 地理位置及地质环境特征

2.3.1 地理位置

佛坪厅故城（俗称“老县城”）位于太白山东岭下龙洞湾五千米处古傥骆道的一侧。地理坐标为东经 107°45′，北纬 33°48′，海拔高程 1717.0 米。距周至县城约 107 千米，距西安市区约 185 千米。行政区划属西安市周至县厚畛子乡老县城村。

佛坪厅故城具体地理位置见图 2.3 所示。



图 2.3 佛坪厅故城地理位置位置图（五角星位置）

2.3.2 地形地貌

佛坪厅故城地处秦岭山脉中，四面环山。位于渭水河南岸山间坝地上，所在位置地势较为平坦，长度范围（东西方向）约 2.3km，宽度范围（南北方向）约 200~350m。

2.4 不良地质作用

通过资料搜集、地质调查（勘察场地及周边地带）发现，该项目勘察场地及周边 200m 范围内无地裂缝、滑坡等不良地质作用。

2.5 气象与水文地质条件

2.5.1 气象条件

佛坪厅故城位于渭水河南岸，北有秦岭梁、太白山作为屏障，阻挡西北寒流侵袭，南部群山逐渐降低，东南湿润气流易于进入，为温带气候特征。年平均温度 6~8℃，最热月 17~25℃，最冷月 -4~-5℃，夏无酷暑，冬季严寒，昼夜温差大。年平均降水量 700~1300 毫米，底气阴湿，无霜期 141 天。

2.5.2 水文地质条件

佛坪厅故城北有渭水河（又名渭河、渭水），古称左谷水、壻水。是中国长江流域汉水水系的一条河流，汇入汉水上游左岸。河长 167.5 千米，流域面积 2307 平方千米，多年平均流量 40 立方米每秒。自然落差 1636 米。距离城门 150~200m，照片如下图 2.5 所示。



图 2.5 渭水河（镜头朝西北，2023 年 04 月）

本项目勘察期间(2023 年 04 月)测得渭水河水面高程为 1729.4m，河水深度 0.5m，河底为卵石、漂石，该区域河面最宽处约 10.0m。

3 岩土工程条件

3.1 城门结构及基础形式

根据陕西省文化遗产研究院在 2011 年完成的《佛坪厅故城——西城门及两侧局部墙体抢险维修工程》、《佛坪厅故城——城门（东城门、南城门）及两侧局部墙体抢险维修工程》和本次勘察结果表明：

（1）城门整体结构为“砖表土芯”；

（2）城门墙体青砖规格为 350×180×70（mm），城门顶部海墁面砖规格为 350×350×70（mm），门洞拱券部分用红砖；

（3）内部填土成分及平面分布位置极不均匀；

（4）城门四面墙体收分均为 5%，顶面海墁排水坡度为 2%。

3.1.1 西城门

根据勘察所揭露的地层情况，可自城门海墁向下可分为①面砖、②结合层（②₁ 混合砂浆、②₂ 杂填土、②₃ 灰土垫层）、③填土（③₁ 漂石、③₂ 杂填土、③₃ 素填土），共三层。

将城门及地基土层特点自上而下描述如下（工程地质剖面图见附图 3-1~3-4，勘探点地质柱状图见附图 4-1~4-7）。

①面砖：规格为 350×350×70（mm），共两层，总厚度 0.14m，层底深度 0.14m，层底高程 1723.25~1723.46m；

②₁ 混合砂浆垫层：灰色，主要成分为水泥、砂子，含少量角砾，该层层厚 0.11m，层底深度 0.25m，层底高程 1723.14~1723.35m；

②₂ 杂填土 Q_4^{ml} ：含少量砖块、灰渣等。该层层厚 0.35m，层底深度 0.60m，层底高程 1723.00m；

②₃灰土垫层:灰白色,体积比为 3:7,密实,该层层厚 0.20~0.50m,层底深度 0.75~0.80m,层底高程 1722.64~1722.80m;

③₁漂石:主要成分为漂石(粒径介于 20~50cm 之间,占总质量超 50%),含部分卵石(粒径介于 5~20cm 之间,约占总质量 20%)。该层未揭穿,最大揭露层底深度 2.00m,层底高程 1721.60m;

③₂杂填土 Q_4^{ml} :含大量砖块、灰渣等。该层层厚 4.25m,层底深度 5.00m,层底高程 1718.39m;

③₃素填土 Q_4^{ml} :黄褐色,可塑,稍密,稍湿,以黄土为主。液性指数平均值 \bar{I}_L 为 0.53,孔隙比平均值 \bar{e} 为 1.164,含水率平均值 \bar{w} 为 26.6%;压缩系数平均值 $\bar{\alpha}_{1-2}$ 为 0.73MPa^{-1} ,属高压缩性土;湿陷系数平均值 $\bar{\delta}_s$ 为 0.016,具轻微湿陷性。该层层厚 1.00m,层底深度 6.00m,层底高程 1717.39m。

西城门现场照片如下图 3.1-1 所示。



图 3.1-1 西城门

根据现场勘探、历史维修资料,综合判定西城门内部填土平面分布位置如下图 3.1-2 所示,沿深度分布情况详见附录 3、4。总体规律为:碎石土分布在西侧,杂填土分布在东侧。

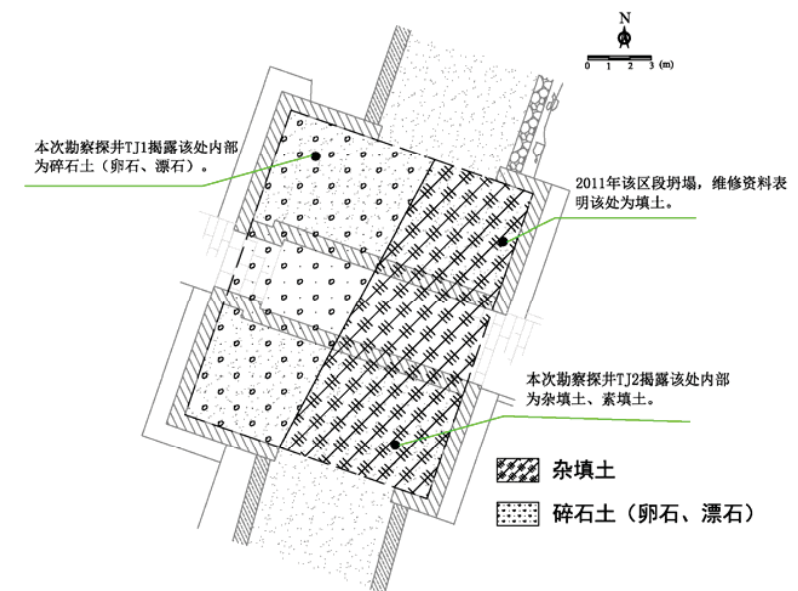


图 3.1-2 西城门内部填土平面分布情况示意图

3.1.2 东城门

①面砖:规格为 $350\times 350\times 70$ (mm),共两层,总厚度 0.14m,层底深度 0.14m,层底高程 1732.77~1733.02m;

②₁混合砂浆垫层:灰色,主要成分为水泥、砂子,含少量角砾,该层层厚 0.11m,层底深度 0.25m,层底高程 1732.66~1732.91m;

②₂杂填土 Q_4^{ml} :含少量砖块、灰渣等。该层层厚 0.20~1.10m,层底深度 0.45~1.35m,层底高程 1731.56~1732.50m;

②₃灰土垫层:灰白色,体积比为 3:7,密实,该层层厚 0.10~0.45m,层底深度 0.35~1.80m,层底高程 1731.11~1732.81m;

③₁漂石:主要成分为漂石(粒径介于 20~50cm 之间,占总质量超 50%),含部分卵石(粒径介于 5~20cm 之间,约占总质量 20%)。该层未揭穿,最大揭露层底深度 3.00m,层底高程 1729.91m;

③₂杂填土 Q_4^{ml} :含大量砖块、灰渣等。该层层厚 4.65m,层底深度 5.00m,层底高程 1728.16m;

③₃素填土 Q_4^{ml} ：黄褐色，可塑，稍密，稍湿，以黄土为主。液性指数平均值 \bar{I}_L 为0.44，孔隙比平均值 \bar{e} 为1.054，含水率平均值 \bar{w} 为26.3%；压缩系数平均值 $\bar{\alpha}_{1-2}$ 为0.49MPa⁻¹，属中压缩性土；不具湿陷性。该层层厚1.00m，层底深度6.00m，层底高程1727.16m。

城门现场照片如下图3.1-3所示。



图 3.1-3 东城门

综合判定东城门内部填土平面分布位置如下图3.1-4所示。总体规律为：碎石土分布在西侧，杂填土分布在东侧。

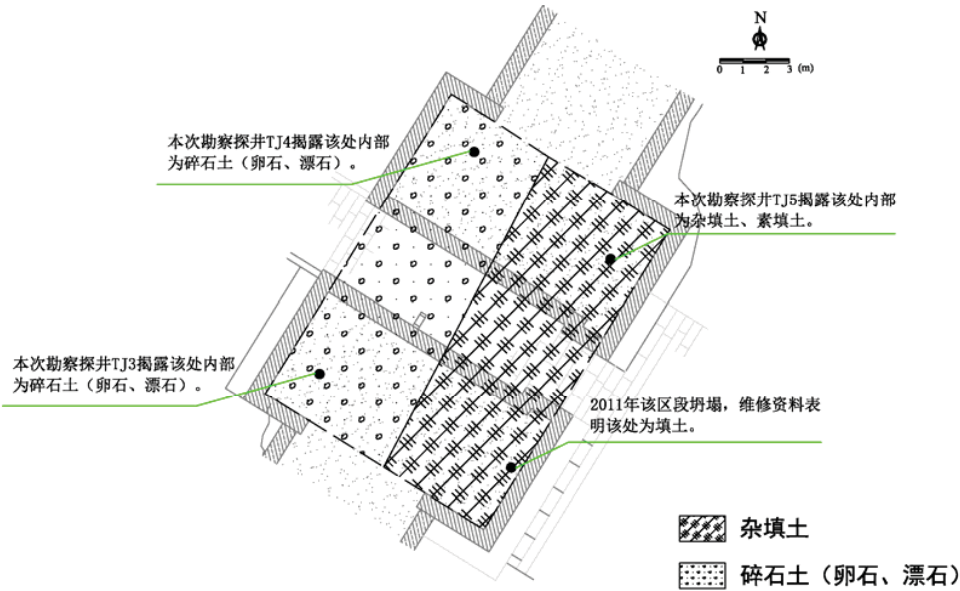


图 3.1-4 东城门内部填土平面分布情况示意图

3.1.3 基础形式

为揭露城门基础形式，在东城门西立面西南角开挖1处探槽（长1.1m×宽0.7m×高1.4m），现场开挖图片见图3.1-5，地基基础展示图详见附录5所示。将探槽揭露城门基础形式概括为：

- （1）砖墙下共三层条石，其中地面上一层，地下两层，厚度均为35cm，条石总厚度105cm；
- （2）条石下为灰土垫层，厚度50cm，沿墙面外放60cm；
- （3）灰土层以下为卵石基层。



图 3.1-5 探槽揭露地基形式

3.2 岩土工程特性指标

3.2.1 常规物理力学性质试验成果

由于西城门、东城门墙体内部杂填土较多，根据室内土工试验土样要求进行现场取样，本次勘察最终对 2 个探井（探井编号为 TJ2、TJ5）共取不扰动土样 8 件，进行 4 组常规物理力学性质试验，用以查明素填土层的物理力学性质。

试验结果详见附录 7，统计试验成果见表 3.2-1~3.2-2。

佛坪厅故城西城门内部土层物理力学性质指标统计表 表 3.2-1

层号	值别	含水率 w %	重度 γ kN/m³	干 重 度 γ _d kN/m³	饱 和 度 S _r %	孔 隙 比 e	液 限 w _L %	塑 限 w _p %	塑性 指数 I _p %	液性 指数 I _L	湿陷 系数 δ _s	压缩 系数 a ₁₋₂ MPa ⁻¹	压缩 模量 E _{s1-2} MPa	自重 湿陷 系数 δ _{zs}	湿陷 起始 压力 kPa
③ ₃ 素填土	最大值	28.8	16.0	12.6	66	1.182	32.6	21.3	11.3	0.66	0.021	0.75	3.07	0.007	>200
	最小值	24.3	15.7	12.4	57	1.146	30.8	20.2	10.6	0.39	0.010	0.71	2.86	0.002	148
	平均值	26.6	15.9	12.5	62	1.164	31.7	17.7	11.1	0.53	0.016	0.73	2.97	0.005	/
	统计频数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

佛坪厅故城东城门内部土层物理力学性质指标统计表 表 3.2-2

层号	值别	含水率 w %	重度 γ kN/m³	干 重 度 γ _d kN/m³	饱 和 度 S _r %	孔 隙 比 e	液 限 w _L %	塑 限 w _p %	塑性 指数 I _p %	液性 指数 I _L	湿陷 系数 δ _s	压缩 系数 a ₁₋₂ MPa ⁻¹	压缩 模量 E _{s1-2} MPa	自重 湿陷 系数 δ _{zs}	湿陷 起始 压力 kPa
③ ₃ 素填土	最大值	26.5	16.8	13.3	69	1.066	33.7	21.5	12.2	0.49	0.009	0.56	5.04	0.003	>200
	最小值	26.1	16.6	13.2	67	1.041	32.4	20.8	11.6	0.38	0.009	0.41	3.64	0.003	>200
	平均值	26.3	16.7	13.3	68	1.054	33.1	21.2	11.9	0.44	0.009	0.49	4.34	0.003	>200
	统计频数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

3.2.2 湿陷起始压力试验

湿陷起始压力是黄土浸水饱和开始出现湿陷时的压力，当作用力低于湿陷起始压力时，土体并不发生湿陷，只有作用力等于或超过此值时浸水，才会出现湿陷。

为查明土层的湿陷起始压力，本次勘察取原状土样进行了 4 组湿陷起始压力试验，试验结果见附录 7，统计结果见表 3.2-3。

地基土湿陷起始压力统计表 表 3.2-3

位置	层号	湿陷起始压力（kPa）		
		最大值	最小值	统计频数
西城门	③ ₃ 素填土	>200	148	2
东城门		>200	>200	2

3.2.3 直剪试验

采取不扰动土试样共进行了 8 组直剪试验，其中快剪 4 组，饱和直剪 4 组，试验结果详见附录 7。试验结果统计见表 3.2-4。

直剪试验成果统计表 表 3.2-4

位置	层号	值别	快剪试验		饱和快剪试验	
			c (kPa)	φ (°)	c (kPa)	φ (°)
西城门	③ ₃ 素填土	最大值	12.0	20.9	7.0	20.1
		最小值	11.0	18.6	5.0	17.3
		平均值	11.5	19.8	6.0	18.7
		统计频数	2	2	2	2
东城门		最大值	17.0	20.3	13.0	19.0
		最小值	16.0	16.4	10.0	14.8
		平均值	16.5	18.4	11.5	16.9
		统计频数	2	2	2	2

3.3 工程性质评价

3.3.1 湿陷性评价

本次勘察在佛坪厅故城西城门、东城门各取不扰动土样共进行了 4 项自重湿陷性试验，试验结果见附录 7。根据试验结果对内部素填土层进行湿陷性评价，按《湿陷性黄土地区建筑标准》（GB50025-2018）4.4 节有关规定，判定结果如下：

- 1）西城门：探井 TJ2#湿陷系数平均值为 0.016，说明西城门内部素填土具轻微湿陷性；
- 2）东城门：探井 TJ5#湿陷系数均小于 0.015，说明东城门内部素填土不具湿陷性。

3.3.2 含水率评价

统计土样含水率试验结果如下表 3.3-1 所示，绘制各勘探孔土样含水率随深度变化曲线如下图 3.3-1~3.3-2 所示。

各勘探孔土样含水率随深度变化统计表 表 3.3-1

位置	编号	井口高程（m）	取样位置（m） （自井口下深度）	含水率（%）	状态
西城门	TJ1	1723.60	1.0	22.3	湿
			2.0	25.1	湿
	TJ2	1723.39	1.0	17.7	稍湿
			2.0	23.3	湿
			3.0	16.5	稍湿
			4.0	23.1	湿
			5.0	24.3	湿
			6.0	28.8	湿
	TJ6	1723.49	1.0	24.0	湿
			2.0	24.1	湿
东城门	TJ3	1732.91	1.0	26.8	湿
			2.0	26.9	湿

位置	编号	井口高程 (m)	取样位置 (m) (自井口下深度)	含水率 (%)	状态
	TJ4	1732.95	3.0	26.6	湿
			1.0	23.9	湿
	TJ5	1733.16	2.0	24.3	湿
			1.0	26.1	湿
			2.0	26.4	湿
			3.0	27.8	湿
			4.0	23.4	湿
			5.0	26.5	湿
			6.0	26.1	湿
	TJ7	1733.07	1.0	22.6	湿
			2.0	23.2	湿

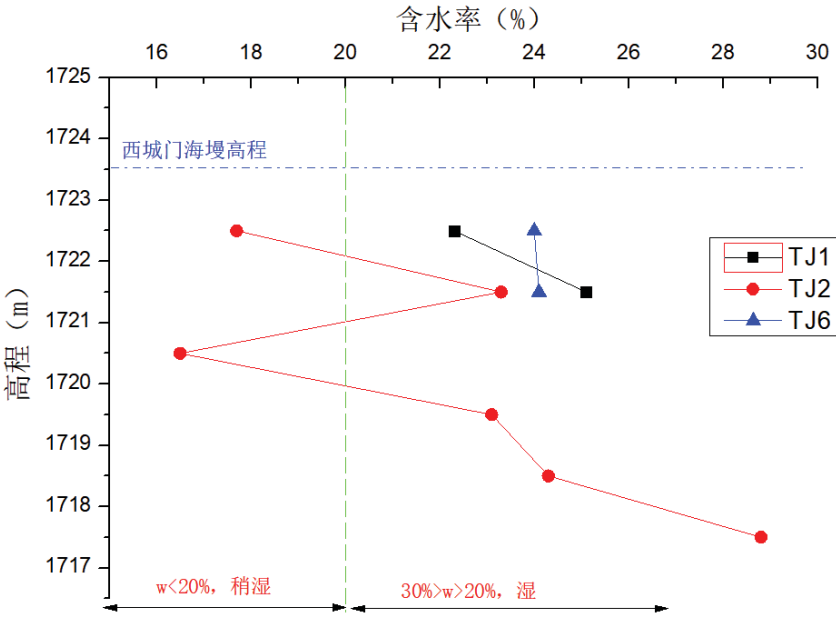


图 3.3-1 西城门土样含水率随深度变化对比分析曲线图

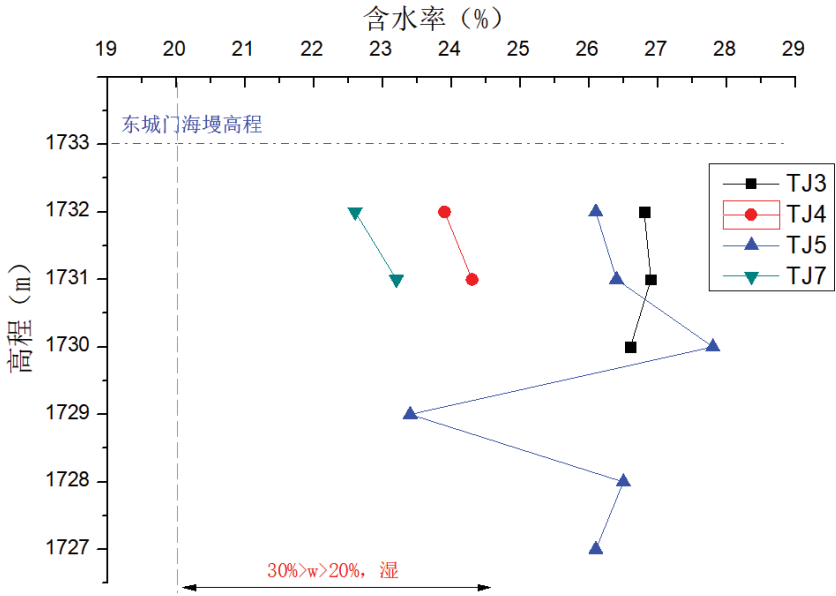


图 3.3-2 东城门土样含水率随深度变化对比分析曲线图

由上图 3.3-1~3.3-2 可以看出：西城门、东城门探井揭露深度范围内，除个别土样（TJ2 在 1.0m、3.0m）外，探井内其余土样含水率均大于 20%，整体处于湿的状态。

3.3.3 密实性评价

(1) 夯土最大干密度

本次勘察在探井中取 3 件扰动土样进行了轻型击实试验，击实试验数据统计见表 3.3-2。

夯土击实试验数据统计表		表 3.3-2
	最优含水率 (%)	最大干密度 (g/cm³)
最大值	19.7	1.74
最小值	15.7	1.64
平均值	17.6	1.68
统计频数	3	3

(2) 土体的密实性

根据城门内部素填土层土样的干密度（平均值）计算各土层的压实系数（最大干密度取 1.68g/cm³），压实系数统计分析见表 3.3-3。

夯土的压实系数统计分析表 表 3.3-3		
位置	平均干密度 (g/cm³)	压实系数
西城门	1.25	0.74
东城门	1.33	0.79

通过对压实系数进行统计分析,可知西城门、东城门素填土层压实系数均小于 0.80,填土压实效果较差,土体较松散。

3.3.4 压缩性评价

将城门内部素填土层压缩系数统计如下表 3.3-4 所示。

统计结果表明:

- (1) 西城门内部素填土为高压缩性土;
- (2) 东城门内部素填土为中压缩性土。

压缩系数 a ₁₋₂ 统计表 表 3.3-4				
土层		压缩系数 a ₁₋₂ 平均值	统计频次	备注
③ ₃ 素填土	西城门	0.73	2	高压缩性土
	东城门	0.49	2	中压缩性土

3.3.5 抗剪性评价

根据试验结果与直剪试验成果统计表 3.2-4,各层土的抗剪强度指标建议值见下表 3.3-5。

抗剪强度建议值表 表 3.3-5									
土层		粘聚力 c(kPa)			内摩擦角φ(°)			建议值	
		天然	饱和	降幅	天然	饱和	降幅	粘聚力 c(kPa)	内摩擦角φ(°)
③ ₃ 素填土	西城门	11.5	6.0	47.8%	19.8	18.7	5.6%	8.5	19.0
	东城门	16.5	11.5	30.3%	18.4	16.9	8.2%	14.0	17.5

注: 抗剪强度建议值取天然状态与饱和状态之和的平均值。

由上表可知: 西城门、东城门内部素填土粘聚力降幅范围为 30.3~47.8%,内摩擦角降幅范围为 5.6~8.2%,说明素填土水敏性较强,遇水后土体抗剪强度指标(尤其是粘聚力)变化较明显。

3.3.6 地基承载力特征值及压缩模量建议值

根据地基土物理力学性质指标结合工程实践经验,参考《工程地质手册》(第五版)表 5-1-26,佛坪厅故城城门内部素填土及地基承载力特征值 f_{ak} 和压缩模量建议按表 3.3-6 取值。

土层	③ ₃ 素填土	
	西城门	东城门
地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	100	110
压缩模量 E_{s1-2} (MPa)	3.0	4.0

3.4 场地地震效应

3.4.1 抗震地段划分

根据本次勘察结果结合场地地形地貌,按《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)(2016 年版)的表 4.1.1 的规定,本场地属抗震有利地段。

3.4.2 建筑场地类别

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)(2016 年版)表 4.1.6,场地覆盖层厚度小于 5m,建筑场地类别可按 I₁类考虑。

3.4.3 抗震设防烈度、设计基本地震加速度值、设计地震分组

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),西安市周至县厚畛子镇抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.10g,

设计地震分组为第三组，特征周期为 0.35s。

3.4.4 地基土地震液化问题

根据本次勘察结果，结合区域地质资料，勘察场地无饱和粉土、砂土分布，可不考虑地基土的地震液化影响。

4 病害现状调查



4.1 西城门病害现状调查



现场通过卷尺、钢尺、游标卡尺、拍照、编号等对西城门病害进行详细记录，查明了病害位置、范围及发育程度。



现将其病害分类统计如下：


- （1）风化：西城门各面墙体均存在风化现象（轻微），面砖表层酥粉现象普遍；
- （2）泛碱：西城门各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育；
- （3）裂缝：西城门西立面北侧墙体发育 1 条裂缝（长度约 2.0m，宽度约 1.0~3.0mm），门洞券顶部发育多道环形裂缝；
- （4）墙砖缺失：西城门西北角北侧墙顶部局部范围墙体面砖缺失（约 5~6 块）；
- （5）顶面排水失效：西城门顶部自然排水功能失效，暂用钢化板进行防雨遮挡；
- （6）墙底无组织排水：西城门各面墙体底部均未设置散水，雨水易沿墙根渗入地基。

将其病害具体发育情况、位置及照片等统计如下表 4.1 所示，病害分布图详见附录 6-1。

表 4.1 西城门病害发育情况统计表					
序号	类型及编号	病害位置	病害描述	病害照片	备注
1	风化、剥蚀 XM1	门洞拱券	1. 门洞拱券顶部发育环形裂缝； 2. 临时钢拱架支撑； 3. 外墙表面存在局部轻微风化，面砖表层酥粉、剥蚀。		镜头朝西
2	裂缝 XM2	西城门西立面，门洞北侧中部位置	1. 长度约 2.0m； 2. 宽度约为 1.0mm~3.0mm； 3. 部分砖块呈断裂破坏。		镜头朝东上

序号	类型及编号	病害位置	病害描述	病害照片	备注
3	风化、泛碱 XM3	西城门西北角北侧墙	1. 外侧、中底部轻微风化； 2. 局部砖块缺失。		镜头朝南
4	风化、泛碱 XM4	西城门西南角北侧墙	1. 存在轻微泛碱现象； 2. 整体保存良好。		镜头朝北

序号	类型及编号	病害位置	病害描述	病害照片	备注
5	渗漏、泛碱 XM5	门洞拱券顶部	1. 券洞顶部发育多道环形裂缝； 2. 整个门洞顶部雨水渗漏现象较为严重。		镜头朝上
6	渗漏、泛碱 XM6	西城门东立面北侧墙	1. 雨水沿砖墙外渗现象较严重； 2. 同时存在泛碱现象。		镜头朝西北

序号	类型及编号	病害位置	病害描述	病害照片	备注
7	风化、泛碱 XM7	西城门东立面南侧墙	1. 雨水沿砖墙外渗现象较严重； 2. 同时存在泛碱现象。		镜头朝西南

4.2 东城门病害现状调查



现场通过卷尺、钢尺、游标卡尺、拍照、编号等对东城门病害进行详细记录，查明了病害位置、范围及发育程度。


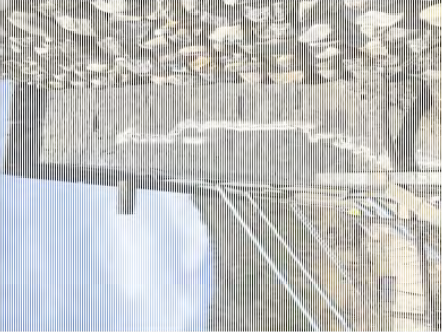
现将其病害分类统计如下：

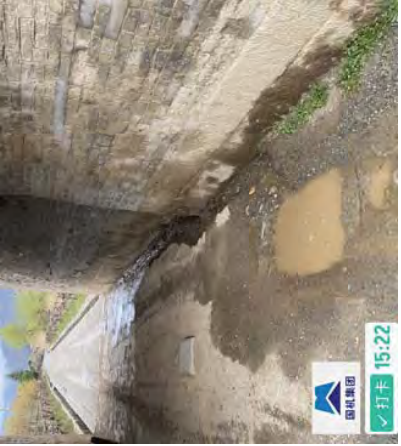

- （1）鼓胀：东城门西立面南侧墙、北侧墙均存在鼓胀变形现象（较严重），底部伴随发育剥蚀、面砖缺失病害；
- （2）风化：东城门各面墙体均存在风化现象（轻微），面砖表层酥粉现象普遍；
- （3）泛碱：东城门各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育；
- （4）裂缝：东城门西南角南侧墙发育 1 条贯通裂缝，宽度约 1.0~3.0mm；东立面北侧墙体底角发育 2 条裂缝（LF2：长度约 2.0m，宽度约 1.0~2.0mm；LF3：长度约 2.0m，宽度约 1.0~3.0mm）；
- （5）墙砖缺失：东城门西立面北侧墙面砖缺失（约 5~6 块），东城门西立面南侧墙（约 8~10 块），东城门东立面北侧墙（约 6 块）；
- （6）顶面排水失效：东城门顶部自然排水功能失效，暂用彩条布进行防雨遮挡；
- （7）墙底无完整组织排水：东城门各面墙体底部散水均未设置完整，雨水易沿墙根土体渗入地基。

将其病害具体发育情况、位置及照片等统计如下表 4.2 所示，病害分布图详见附录 6-2。

表 4.2 东城门病害发育情况统计表

序号	类型及编号	病害位置	病害描述	病害照片	备注
1	鼓胀变形 DM1	东城门西立面北侧墙	1. 整面墙体鼓胀变形较为严重，底部最大外闪错位约 2.0cm； 2. 底部存在风化掏蚀现象； 3. 部分砖块缺失（约 5~6 块砖）。		镜头朝东北
2	鼓胀变形 DM2	东城门西立面南侧墙	1. 整面墙体鼓胀变形较为严重，底部最大外闪错位约 3.0cm； 2. 底部存在风化掏蚀现象； 3. 部分砖块缺失，详见病害 DM3。		镜头朝东南

序号	类型及编号	病害位置	病害描述	病害照片	备注
3	砖块缺失 DM3	东城门西立面南侧墙，位于西南底角位置	1. 该位置墙体鼓胀变形较明显； 2. 局部砖块缺失（约 8~10 块砖）。		镜头朝南
4	裂缝 DM4	东城门西南角南侧墙	1. 裂缝贯通发育； 2. 已用石膏修补； 3. 修补后重新开裂，宽度约 1.0~3.0mm。		镜头朝北

序号	类型及编号	病害位置	病害描述	病害照片	备注
5	路面积水 DM5	门洞内路面，靠近东侧出口位置	1. 路面不平整； 2. 雨水易汇集，存在渗入地基隐患。		镜头朝北
6	风化、泛碱及裂缝 DM6	东城门东立面北侧墙	1. 券洞顶部发育多道环形裂缝； 2. 整个门洞顶部雨水渗漏现象较为严重； 3. 东北角底部局部砖块缺失（约 6 块砖）； 4. 东北底角发育两条裂缝（LF2：长度约 2.0m，宽度约 1.0~2.0mm；LF3：长度约 2.0m，宽度约 1.0~3.0mm）。		镜头朝西北

序号	7	类型及编号	风化、泛碱 DM7	病害位置	东城门东立面南侧墙	病害描述	1. 雨水沿砖墙外渗现象较严重（集中发育在距顶部三分之一位置处）； 2. 同时存在泛碱现象。	病害照片		备注	镜头朝西
----	---	-------	--------------	------	-----------	------	---	------	---	----	------

5 病害原因分析

5.1 病害综述

（1）西城门主要病害有：

- ①风化：各面墙体均存在轻微风化，面砖表层酥粉现象普遍；
- ②泛碱：各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育；
- ③裂缝：西立面北侧墙发育 1 条裂缝，券洞顶发育多道环形裂缝；
- ④墙砖缺失：西北角北侧墙顶部墙体面砖缺失（约 5~6 块）；
- ⑤顶面排水失效：顶部排水功能失效，暂用钢化板进行防雨遮挡；
- ⑥墙底无组织排水：墙体底部未设置散水，雨水沿墙根渗入地基。

（2）东城门主要病害有：

- ①鼓胀：西立面南侧墙、北侧墙均存在较严重鼓胀变形，底部伴随发育剥蚀、面砖缺失病害；
- ②风化：各面墙体均存在轻微风化，面砖表层酥粉现象普遍；
- ③泛碱：各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育；
- ④裂缝：西南角南侧墙发育 1 条贯通裂缝，东立面北侧墙体底角发育 2 条裂缝；
- ⑤墙砖缺失：西立面北侧墙面砖缺失（约 5~6 块），西立面南侧墙面砖缺失（约 8~10 块），东立面北侧墙面砖缺失（约 6 块）；
- ⑥顶面排水失效：顶部排水功能失效，暂用彩条布进行防雨遮挡；
- ⑦墙底无完整组织排水：各面墙体底部散水均未设置完整，雨水易沿墙根土体渗入地基。

将病害位置汇总如下图 5.1-1~5.1-2 所示。

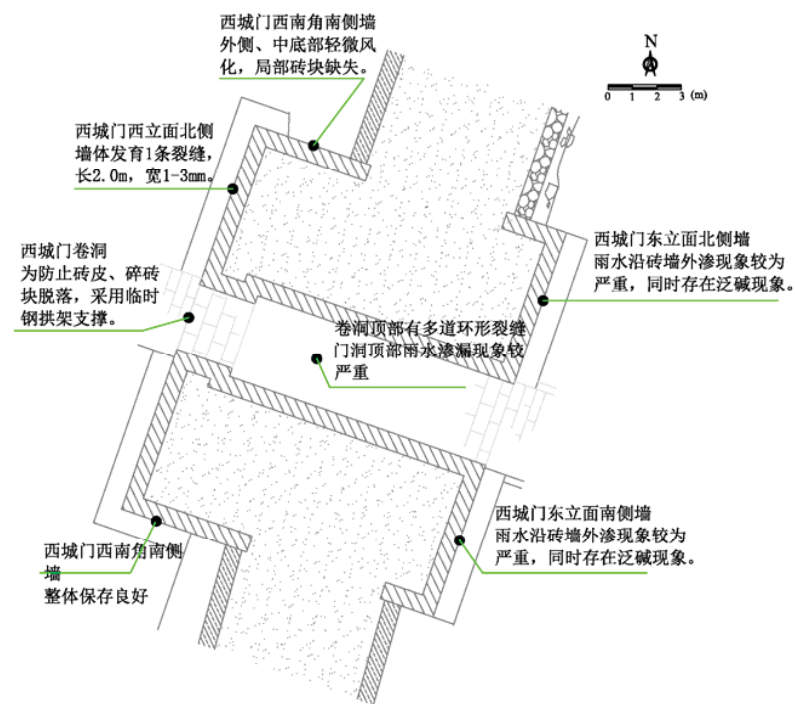


图 5.1-1 西城门病害位置汇总示意图

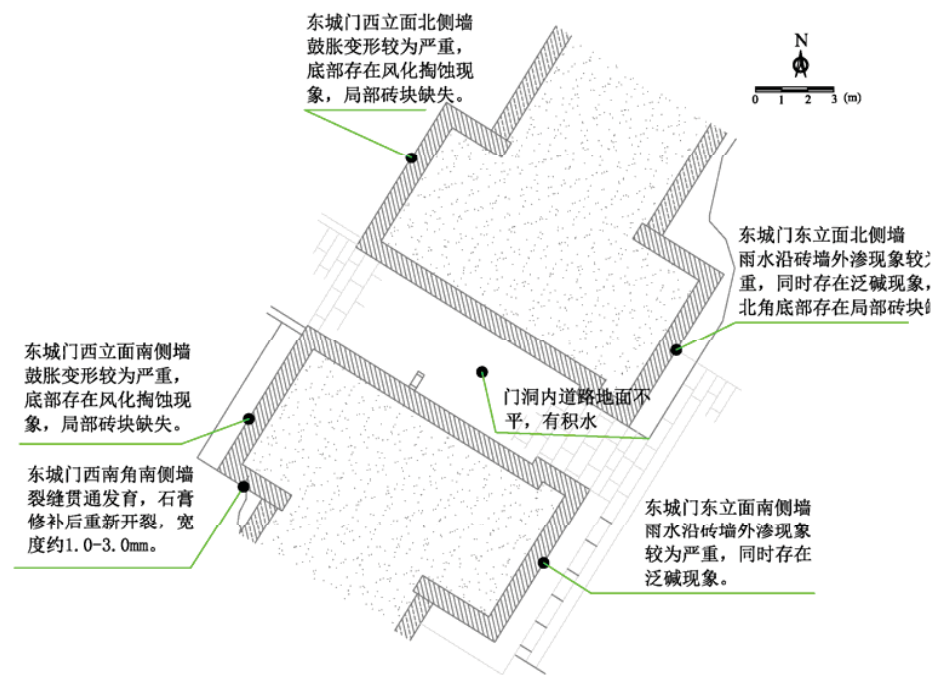


图 5.1-2 东城门病害位置汇总示意图

5.2 稳定性分析

城门侧墙厚度及埋深较小，且墙背近似垂直，不应将其定义为挡墙，仅起到护坡作用。参考《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013)相关要求，选取西城门东立面南侧为计算单元，进行边坡稳定性计算。

5.2.1 计算参数

结合勘察结果与工程经验，以素填土部分验算其稳定性，计算工况分为天然状态、饱和状态。边坡计算参数选取如下表 5.2-1 所示。

模型计算参数选取表 表 5.2-1

计算工况	墙身尺寸（m）			墙后填土 类型	容重 （kN/m³）	黏聚力 （kPa）	内摩擦角 （°）
	高度	宽度	坡度				
天然状态	5.80	0.70	1:0.05	杂填土、 素填土	18.0	16.5	20.0
饱和状态					20.0	6.0	18.0
备注	1. 墙身尺寸以现场 RTK 定位测量数据为准； 2. 墙后填土类型为现场井探揭露情况； 3. 容重参数采用工程经验值； 4. 黏聚力、内摩擦角均参考室内土工直剪（天然、饱和状态下）试验结果取值； 5. 滑动面破裂角为 $45^{\circ}+\varphi/2$ ； 6. 饱和状态是最不利状态。						

5.2.2 稳定性计算

计算简图如下图 5.2 所示，稳定性计算结果如下表 5.2-2 所示。

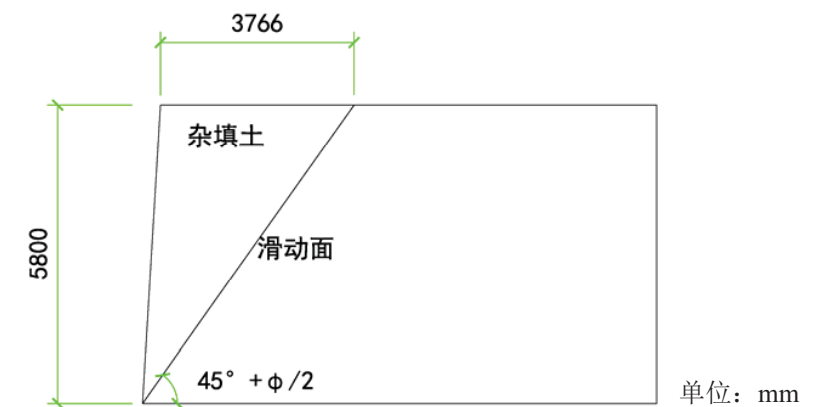


图 5.2 边坡稳定性计算简图

边坡稳定系数计算表 表 5.2-2

计算工况	楔形体自重 G (kN/m)	抗滑力 (kN·m)	滑动力 (kN·m)	稳定性系数 F _s
天然状态	212.0	161.1	173.7	0.93
饱和状态	235.6	48.3	190.6	0.25

计算结果表明：

（1）天然状态下边坡稳定性系数 F_s=0.93，处于不稳定状态；但由于受到侧墙约束作用的影响，城门处于基本稳定状态；

（2）饱和状态下边坡稳定性系数 F_s=0.25，处于不稳定状态，稳定性极差，这也是历史上发生坍塌破坏的根本原因。

5.3 成因分析

（1）城门墙内填土极不均匀，有漂石、杂填土、素填土，且密实性均较差，特别是杂填土部分在天然状态下已经处于不稳定状态，对侧墙产生挤压导致墙体出现裂缝和券洞多处环形裂缝，且海墁顶部排水失效，雨水已经渗入内部土体，勘察结果均为湿或较湿现状，因此内部填土材料不均匀且密实性差是墙体病害的主要成因；而饱和状态下稳定性更差，随着雨水持续渗入，内部土体一旦处于饱和状态，侧墙受到的土压力和水压力大幅增加，当总侧向水平应力超过砖砌体极限抗拉强度时，城门极有可能再次出现局部坍塌破坏。

（2）对于墙内填土为漂石的一侧（西城门西侧、东城门西侧），雨水渗入内部后使漂石间细粒土被冲刷流失，降低了自身密实性、稳定性；且饱和状态下，漂石间的大孔隙充满水，侧向水压力大幅增加，是东城门西立面外墙产生侧向水平变形的最主要外因。

（3）对于墙内填土为杂填土、素填土的一侧（西城门东侧、东城门东侧），雨水渗入内部填土后使填土粘聚力、内摩擦角均降低，抗剪强度降低（即水敏性强），是西城门东立面、东城门东立面外墙产生侧向水平变形的最主要外因。

（4）墙体表面受雨水浸入与空气蒸发作用，长期干湿交替环境是西城门、东城门出现风化、泛碱及裂缝等病害的主要原因；故城城门所在区域环境昼夜温差大，砖砌体间灰浆层易酥粉、脱落，雨水冲刷流失后造成墙体裂缝等病害加剧。

（5）故城城门所在区域年降雨量为 700~1300mm，雨水充沛是导致城门各项基础病害发育的最主要外因。

（6）墙下未设置有效的散水结构，雨水沿墙根渗入地基是西城门、东城门出现基础病害的次要原因。

6 加固措施建议

6.1 西城门加固措施建议

西城门整体保存现状较好，主要问题是海墁排水不畅，另外还存在券洞顶部环形裂缝、墙体裂缝、雨水渗漏、风化、泛碱、酥粉等病害，建议采取针对性的保护措施有：

（1）修复海墁

- ①首先全部揭开面砖层、灰土垫层及原防水卷材；
- ②用砂土找坡后重新铺设防水卷材层；
- ③卷材上部用 600mm 厚 3:7 灰土垫层（将石灰与土以体积比 3:7 拌和均匀，石灰选用消石灰粉，土选用粉质黏土）整修；
- ④顶部铺设 2 层面砖（应选用原面砖尺寸：350×350×70（mm）），重新组织排水。

（2）墙底周边设置散水

- ①清除墙底杂草并开挖覆土至墙基条石底面标高处；
- ②设置墙根散水结构，引导雨水及时排水。

（3）对墙体裂缝及墙砖缺失、风化部位，根据工程要求进行裂缝修补和墙砖剔补。

6.2 东城门加固措施建议

东城门整体保存现状较差，主要问题是西立面外墙鼓胀变形严重，另外还存在墙体裂缝、雨水渗漏、风化、泛碱、酥粉等病害，建议采取针对性的保护措施有：

注：选择方法（1）或（2）进行西立面侧墙加固处理

（1）局部掏补

对东城门西立面鼓胀变形部位进行局部掏补，揭露内部漂石处用细颗粒填料充填密实。

（2）加固挡墙

- ①采用扶壁式砖砌体挡墙进行外部支护；
- ②或采用钢结构支撑对挡墙进行支护。

（3）修复海墁

- ①首先全部揭开面砖层、灰土垫层及原防水卷材；
- ②用砂土找坡后重新铺设防水卷材层；
- ③卷材上部用 600mm 厚 3:7 灰土垫层（将石灰与土以体积比 3:7 拌和均匀，石灰选用消石灰粉，土选用粉质黏土）整修；
- ④顶部铺设 2 层面砖（应选用原面砖尺寸：350×350×70（mm）），重新组织排水。

（4）墙底周边设置散水

- ①清除墙底杂草并开挖覆土至墙基条石底面标高处；
- ②设置墙根散水结构，引导雨水及时排水。

（5）对墙体裂缝及墙砖缺失、风化部位，根据工程要求进行裂缝修补和墙砖剔补。

7 结论与建议

7.1 结论

（1）佛坪厅故城西城门、东城门所处地貌单元属山间坝地，地势较平坦。该区段周边无地裂缝、断裂、滑坡等不良地质作用，属稳定地质构造区域。

（2）勘察揭露自城门海墁向下可分为①面砖、②结合层（②₁混合砂浆、②₂杂填土、②₃灰土垫层）、③填土（③₁漂石、③₂杂填土、③₃素填土），共三层；

（3）城门侧墙基础自地面向下为条石基础、灰土垫层、卵石地基，持力层主要为卵石层，地基承载力较高；

（4）西城门内部素填土具轻微湿陷性；东城门内部素填土不具湿陷性。

（5）建筑场地类别可按 I₁类考虑，建筑场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第三组，特征周期为 0.35s，属抗震有利地段。

（6）已查明病害发育情况

1) 西城门主要病害有：

- ①风化：各面墙体均存在轻微风化，面砖表层酥粉现象普遍；
- ②泛碱：各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育；
- ③裂缝：西立面北侧墙发育 1 条裂缝，券洞顶发育多道环形裂缝；
- ④墙砖缺失：西北角北侧墙顶部墙体面砖缺失（约 5~6 块）；
- ⑤顶面排水失效：顶部排水功能失效，暂用钢化板进行防雨遮挡；
- ⑥墙底无组织排水：墙体底部未设置散水，雨水沿墙根渗入地基。

2) 东城门主要病害有：

①鼓胀：西立面南侧墙、北侧墙均存在较严重鼓胀变形，底部伴随发育剥蚀、面砖缺失病害；

②风化：各面墙体均存在轻微风化，面砖表层酥粉现象普遍；

③泛碱：各面墙体风化区域均伴随泛碱病害发育；

④裂缝：西南角南侧墙发育 1 条贯通裂缝，东立面北侧墙体底角发育 2 条裂缝；

⑤墙砖缺失：西立面北侧墙面砖缺失（约 5~6 块），西立面南侧墙面砖缺失（约 8~10 块），东立面北侧墙面砖缺失（约 6 块）；

⑥顶面排水失效：顶部排水功能失效，暂用彩条布进行防雨遮挡；

⑦墙底无完整组织排水：各面墙体底部散水均未设置完整，雨水易沿墙根土体渗入地基。

（7）病害成因归纳如下：

①城门墙内填土极不均匀，有漂石、杂填土、素填土，且密实性均较差，特别是杂填土部分在天然状态下已经处于不稳定状态，对侧墙产生挤压导致墙体出现裂缝和券洞多处环形裂缝，且海墁顶部排水失效，雨水已经渗入内部土体，勘察结果均为湿或较湿现状，因此内部填土材料不均匀且密实性差是墙体病害的主要成因；而饱和状态下稳定性更差，随着雨水持续渗入，内部土体一旦处于饱和状态，侧墙受到的土压力和水压力大幅增加，当总侧向水平应力超过砖砌体极限抗拉强度时，城门极有可能再次出现局部坍塌破坏。

②对于墙内填土为漂石的一侧（西城门西侧、东城门西侧），雨水渗入内部后使漂石间细粒土被冲刷流失，降低了自身密实性、稳定

性；且饱和状态下，漂石间的大孔隙充满水，侧向水压力大幅增加，是东城门西立面外墙产生侧向水平变形的最主要外因。

③对于墙内填土为杂填土、素填土的一侧（西城门东侧、东城门东侧），雨水渗入内部填土后使填土粘聚力、内摩擦角均降低，抗剪强度降低（即水敏性强），是西城门东立面、东城门东立面外墙产生侧向水平变形的最主要外因。

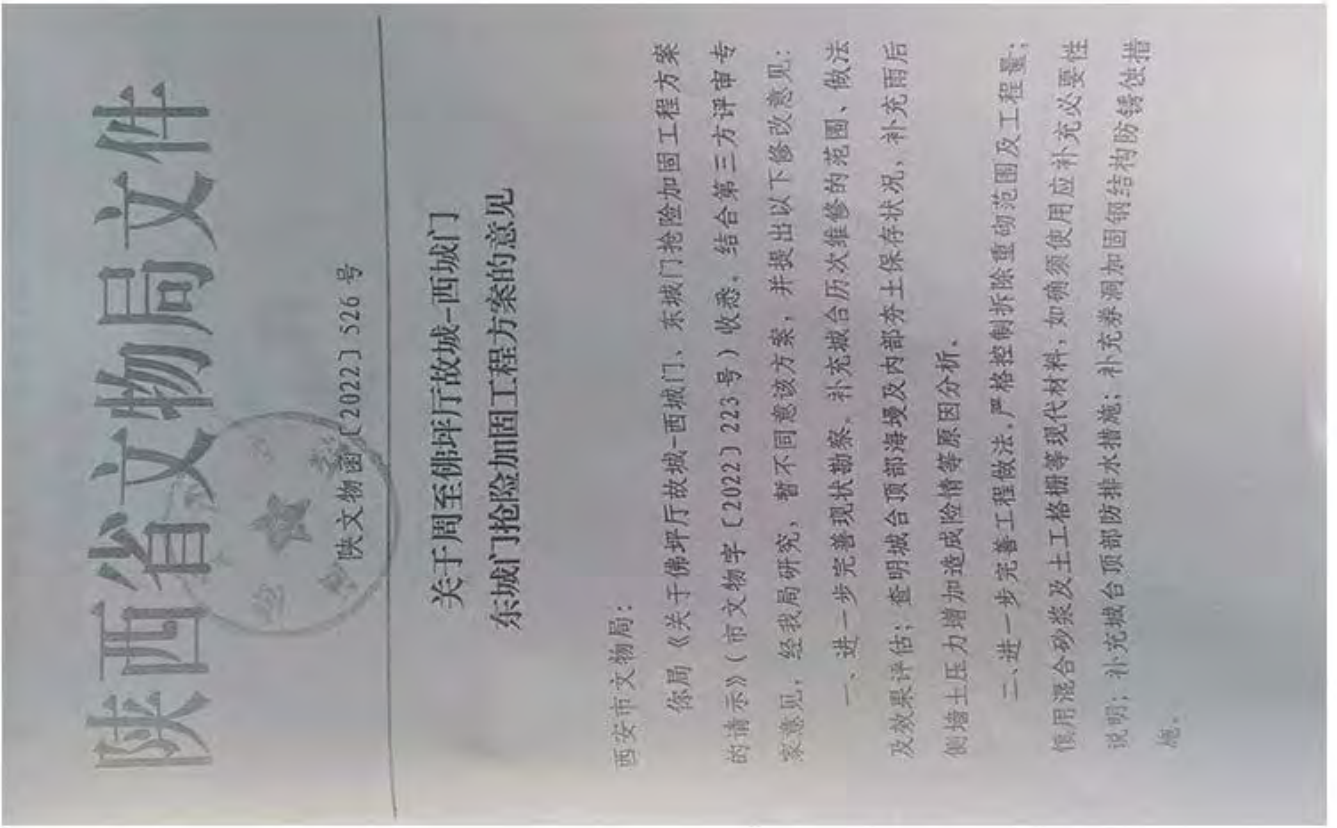
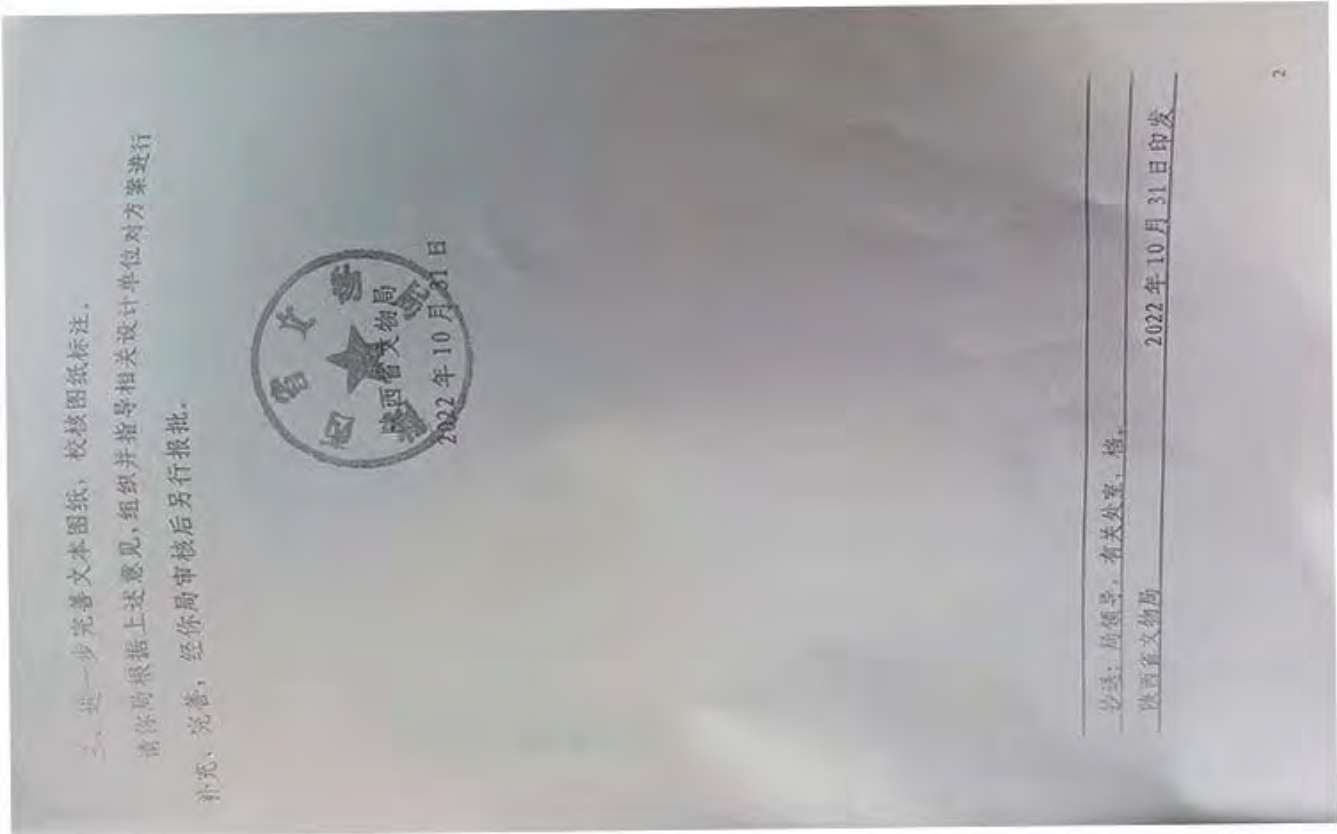
④墙体表面受雨水浸入与空气蒸发作用，长期干湿交替环境是西城门、东城门出现风化、泛碱及裂缝等病害的主要原因；故城城门所在区域环境昼夜温差大，砖砌体间灰浆层易酥粉、脱落，雨水冲刷流失后造成墙体裂缝等病害加剧。

⑤故城城门所在区域年降雨量为 700~1300mm，雨水充沛是导致城门各项基础病害发育的主要外因。





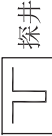





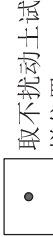


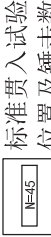






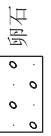



⑥墙下未设置有效的散水结构，雨水沿墙根渗入地基是西城门、东城门出现基础病害的次要原因。

7.2 建议

- (1) 西城门修缮：修复海墁、设置散水、修补裂缝、补砌面砖；
- (2) 东城门修缮：局部掏补、加固挡墙、修复海墁、设置散水、修补裂缝、补砌面砖；
- (3) 修缮工程开展前，现场用防雨布、压板条等防雨材料对城门顶部进行覆盖，防止雨水沿裂缝浸入城门内部；
- (4) 应开展变形监测工作，根据变化速率随时调整监测频次；
- (5) 信息互通、共享，遇到突发情况，及时组织专家进行研判。

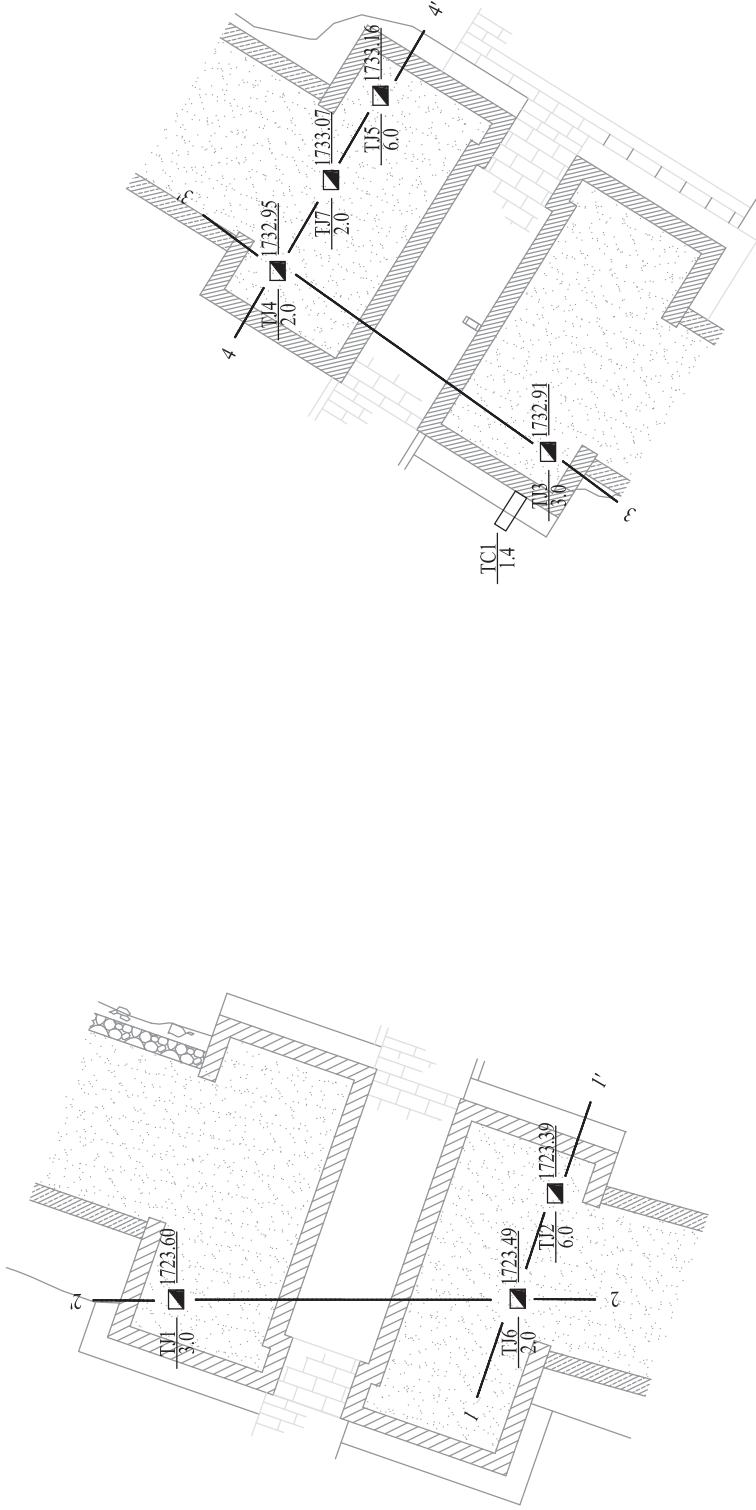


图例

平面图符号	剖面图符号	常用岩性图例
 取土试样钻孔	 钻孔	 砖砌体
 取土试样探井	 探井	 灰土
 标准贯入试验孔	 勘探点编号 地面标高	 夯筑土
 取样标贯孔	 取不扰动土试样位置	 杂填土
 孔号 地面标高 孔深 稳定水位	 标准贯入试验位置及锤击数	 素填土
 取原状土样探槽	 稳定水位 测量日期(年-月-日)	 角砾
 剖面线及编号	 湿陷系数	 卵石
	 总湿陷量	 碎石
		 漂石


 机械工业勘察设计研究院有限公司	工程名称	佛坪厅故城西门、东城门岩土工程	工程负责人	审核人	审定人	2023-04-28
---	------	-----------------	-------	-----	-----	------------

勘探点平面位置图
比例尺 1:200



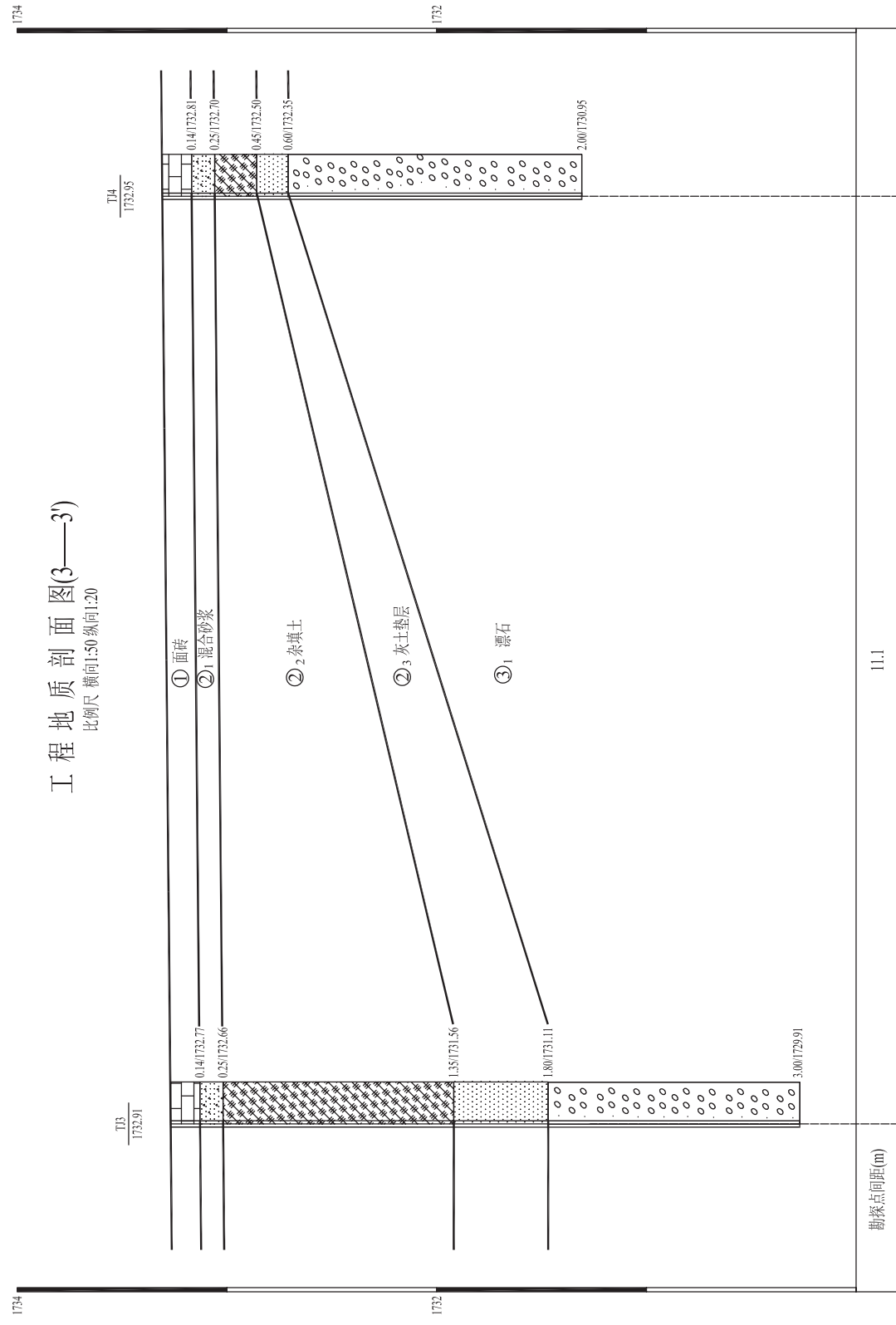
西城门

东城门

 机械工业勘察设计研究院有限公司	工程名称	佛坪厅故城西门、东城门岩土工程勘察	工程负责人	审核人	审定人	2023-05-06
---	------	-------------------	-------	-----	-----	------------

工程地质剖面图(3—3')

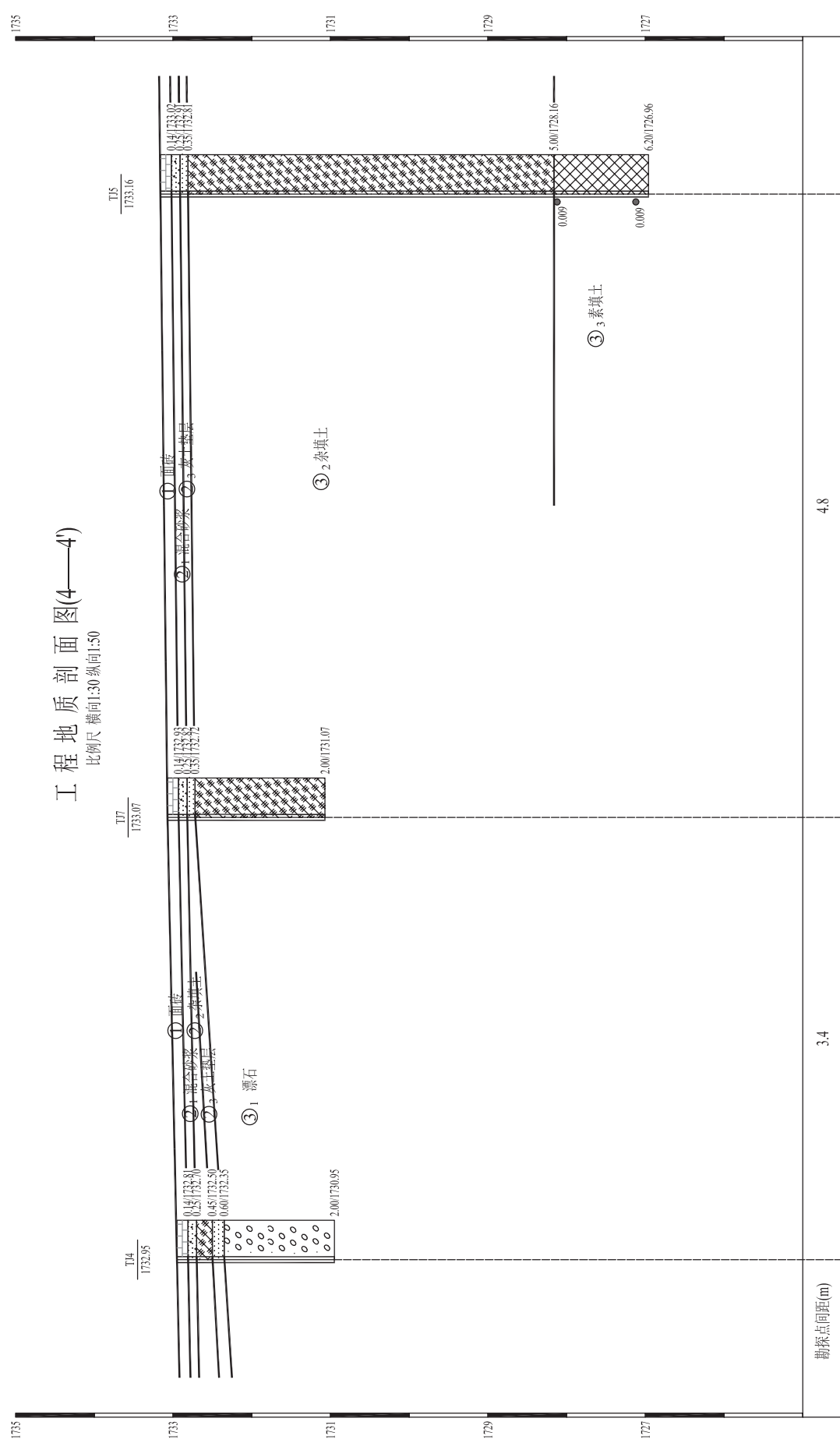
比例尺 横 1:50 纵 1:20



机械工业勘察设计院有限公司	工程名称	佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察	工程负责人	审核人	审定人	2023-05-06
---------------	------	--------------------	-------	-----	-----	------------

工程地质剖面图(4—4')

比例尺 横向1:30 纵向1:50



 机械工业勘察设计研究院有限公司	工程名称	佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察	工程负责人	审核人	审定人	2023-05-06
						

探井柱状图

工程名称 佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察						勘探点编号 TJ1	
X坐标(m) 3741480.87		Y坐标(m) 476684.74		井口标高(m) 1723.60		承压水位(m) /	
开孔日期 2023/4/11		终孔日期 2023/4/11		初见水位(m) /		稳定水位(m) /	
地层编号	地层名称	高程(m)	厚度(m)	深度(m)	柱状图图例 1:20	地 层 描 述	取样编号
①	面砖	1723.46	0.14	0.14		青色方砖，两层	
② ₁	混合砂浆	1723.35	0.11	0.25		灰色，主要成分为水泥、砂	
② ₂	杂填土 Q ₄ ^{ml}	1723.00	0.35	0.60		主要成分为粉质黏土，含大量碎砖块、灰渣等，无法取样。	
② ₃	灰土垫层	1722.80	0.20	0.80		灰色，3:7，密实，层底铺设SBS沥青防水卷材	
③ ₁	漂石	1721.60	1.20	2.00		主要成分为漂石，粒径介于20-50cm，总质量占比超50%，含部分卵石，粒径介于5-20cm，且有少量砖块、灰渣、粉质黏土。	



西城门西北角TJ1照片（2023年04月）



西城门西北角TJ1照片（2023年04月）

探井柱状图

工程名称 佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察						勘探点编号 TJ2	
X坐标(m) 3741466.47		Y坐标(m) 476689.56		井口标高(m) 1723.39		承压水位(m) /	
开孔日期 2023/4/12		终孔日期 2023/4/13		初见水位(m) /		稳定水位(m) /	
地层编号	地层名称	高程(m)	厚度(m)	深度(m)	柱状图图例 1:50	地 层 描 述	取样编号
①	面砖	1723.25	0.14	0.14		青色方砖，两层 灰色，主要成分为水泥、砂 灰色，3:7，密实，层底铺设SBS沥青防水卷材 主要成分为粉质黏土，含大量碎砖块、灰渣等，无法取样。	
②	混合砂浆	1723.14	0.11	0.25			
② ₃	灰土垫层	1722.64	0.50	0.75			
③ ₂	杂填土 Q ₄ ^{ml}	1718.39	4.25	5.00			1(5.00)
③ ₃	素填土 Q ₄ ^{ml}	1717.39	1.00	6.00		粉质黏土，褐黄色，稍湿，可塑，土质较均匀，孔隙发育肉眼可见，开挖至6.0m处揭露地基灰土层。	2(6.00)



西城门东南角TJ2照片（2023年04月）



TJ2素填土样照片（取样深度5.0m）

探井柱状图

工程名称 佛坪厅故城西门、东城门岩土工程勘察						勘探点编号 TJ3	
X坐标(m) 3741189.69		Y坐标(m) 477001.56		井口标高(m) 1732.91		承压水位(m) /	
开孔日期 2023/4/10		终孔日期 2023/4/11		初见水位(m) /		稳定水位(m) /	
地层编号	地层名称	高程(m)	厚度(m)	深度(m)	柱状图图例 1:30	地 层 描 述	取样编号
①	面砖	1732.77	0.14	0.14		青色方砖，两层	
② ₁	混合砂浆	1732.66	0.11	0.25		灰色，主要成分为水泥、砂	
② ₂	杂填土 Q ₄ ^{ml}	1731.56	1.10	1.35		主要成分为粉质黏土，含大量碎砖块、灰渣及小粒径卵石等，无法取样。	
② ₃	砖层	1731.11	0.45	1.80		青色方砖，七层	
③ ₁	漂石	1729.91	1.20	3.00		主要成分为漂石，粒径介于20-50cm，总质量占比超50%，含部分卵石，粒径介于5-20cm，且有少量砖块、灰渣、粉质黏土。	



东城门西南角TJ3照片（2023年04月）



东城门西南角TJ3内部照片（2023年04月）

探井柱状图

工程名称 佛坪厅故城西门、东城门岩土工程勘察						勘探点编号 TJ4	
X坐标(m) 3741198.60		Y坐标(m) 477008.10		井口标高(m) 1732.95		承压水位(m) /	
开孔日期 2023/4/11		终孔日期 2023/4/11		初见水位(m) /		稳定水位(m) /	
地层编号	地层名称	高程(m)	厚度(m)	深度(m)	柱状图图例 1:20	地 层 描 述	取样编号
①	面砖	1732.81	0.14	0.14		青色方砖，两层，底部铺卷材	
② ₁	混合砂浆	1732.70	0.11	0.25		灰色，主要成分为水泥、砂	
② ₂	杂填土 Q ₄ ^{ml}	1732.50	0.20	0.45		主要成分为粉质黏土，含大量碎砖块、灰渣等，无法取样。	
② ₃	砖层	1732.35	0.15	0.60		青色方砖，两层	
③ ₁	漂石	1730.95	1.40	2.00		主要成分为漂石，粒径介于20-50cm，总质量占比超50%，含部分卵石，粒径介于5-20cm，且有少量砖块、灰渣、粉质黏土。	




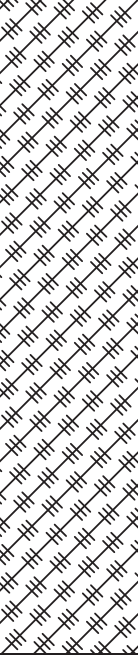
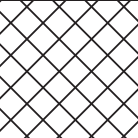


东城门西北角TJ4照片（2023年04月）



东城门西北角TJ4内部照片（2023年04月）

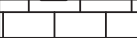
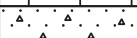

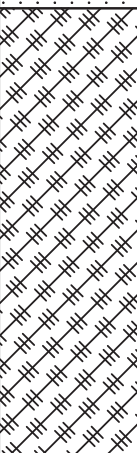
探井柱状图

工程名称						佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察				勘探点编号		TJ5			
X坐标(m)		3741195.48		Y坐标(m)		477015.51		井口标高(m)		1733.16		承压水位(m)		/	
开孔日期		2023/4/12		终孔日期		2023/4/13		初见水位(m)		/		稳定水位(m)		/	
地层 编号	地层 名称	高程 (m)	厚度 (m)	深度 (m)	柱状图图例 1:50	地 层 描 述						取样 编号	含水 率	孔隙 比	压缩 系数
①	面砖	1723.25	0.14	0.14		青色方砖，两层，层底铺卷材 灰色，主要成分为水泥、砂 灰白色，3:7，密实 主要成分为粉质黏土，含大量碎砖块、灰渣等，无法取样。									
②	混合砂浆	1723.14	0.11	0.25											
③	灰土垫层	1722.64	0.50	0.35											
③ ₂	杂填土 Q ₄ ^{ml}	1718.39	4.25	5.00								1(5.00)	26.5	1.041	0.49
③ ₃	素填土 Q ₄ ^{ml}	1717.39	1.00	6.00		粉质黏土，褐黄色，稍湿，可塑，土质较均匀，孔隙发育肉眼可见，开挖至6.0m处揭露地基灰土层。						2(6.00)	26.1	1.066	0.38

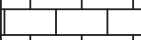


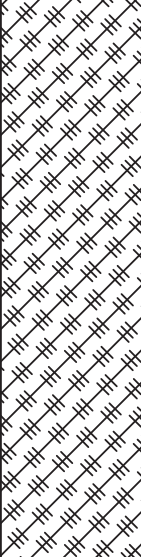


东城门东北角TJ5照片（2023年04月）

探井柱状图

工程名称						佛坪厅故城西城门、东城门岩土工程勘察						勘探点编号		TJ6			
X坐标(m)		3741467.24				Y坐标(m)		476684.81		井口标高(m)		1723.49		承压水位(m)		/	
开孔日期		2023/4/13				终孔日期		2023/4/14		初见水位(m)		/		稳定水位(m)		/	
地层 编号	地层 名称	高程 (m)	厚度 (m)	深度 (m)	柱状图图例 1:20	地 层 描 述						取样 编号	标贯 N(击)	孔隙 比	压缩 系数		
①	面砖	1723.35	0.14	0.14		青色方砖，两层											
② ₁	混合砂浆	1723.24	0.11	0.25		灰色，主要成分为水泥、砂											
② ₃	灰土垫层	1722.74	0.50	0.75		灰色，3:7，密实，层底铺设 SBS沥青防水卷材											
③ ₂	杂填土 Q ₄ ^{nl}	1721.49	1.25	2.00		主要成分为粉质黏土，含大量 碎砖块、灰渣及小粒径卵石等， 无法取样。											

探井柱状图

工程名称						佛坪厅故城西门、东城门岩土工程勘察						勘探点编号		TJ7	
X坐标(m)		3741196.81.87		Y坐标(m)		477010.95		井口标高(m)		1733.07		承压水位(m)		/	
开孔日期		2023/4/13		终孔日期		2023/4/14		初见水位(m)		/		稳定水位(m)		/	
地层 编号	地层 名称	高程 (m)	厚度 (m)	深度 (m)	柱状图图例 1:20	地 层 描 述						取样 编号	标贯 N(击)	孔隙 比	压缩 系数
①	面砖	1723.46	0.14	0.14		青色方砖，两层									
② ₁	混合砂浆	1723.35	0.11	0.25		灰色，主要成分为水泥、砂									
② ₃	灰土垫层	1722.80	0.20	0.35		灰色，3:7，密实，层底铺设 SBS沥青防水卷材									
③ ₂	杂填土 Q ₄ ^{nl}	1721.60	1.20	2.00		主要成分为粉质黏土，含大量 碎砖块、灰渣等，无法取样。									



东城门北侧中部TJ7照片（2023年04月）

一、位置：

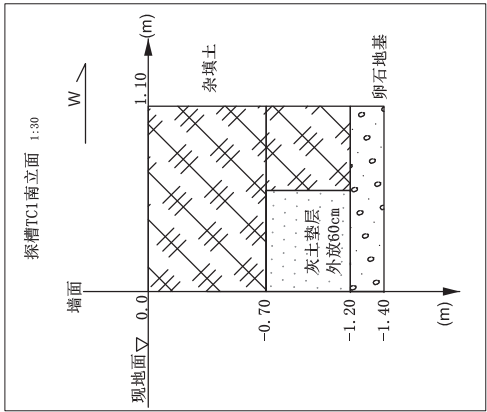
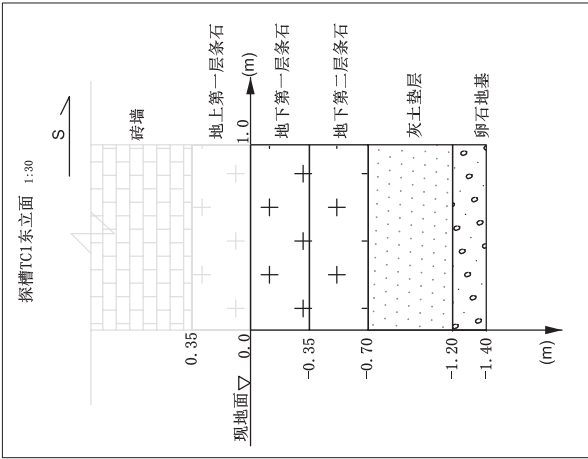
二、基础型式：

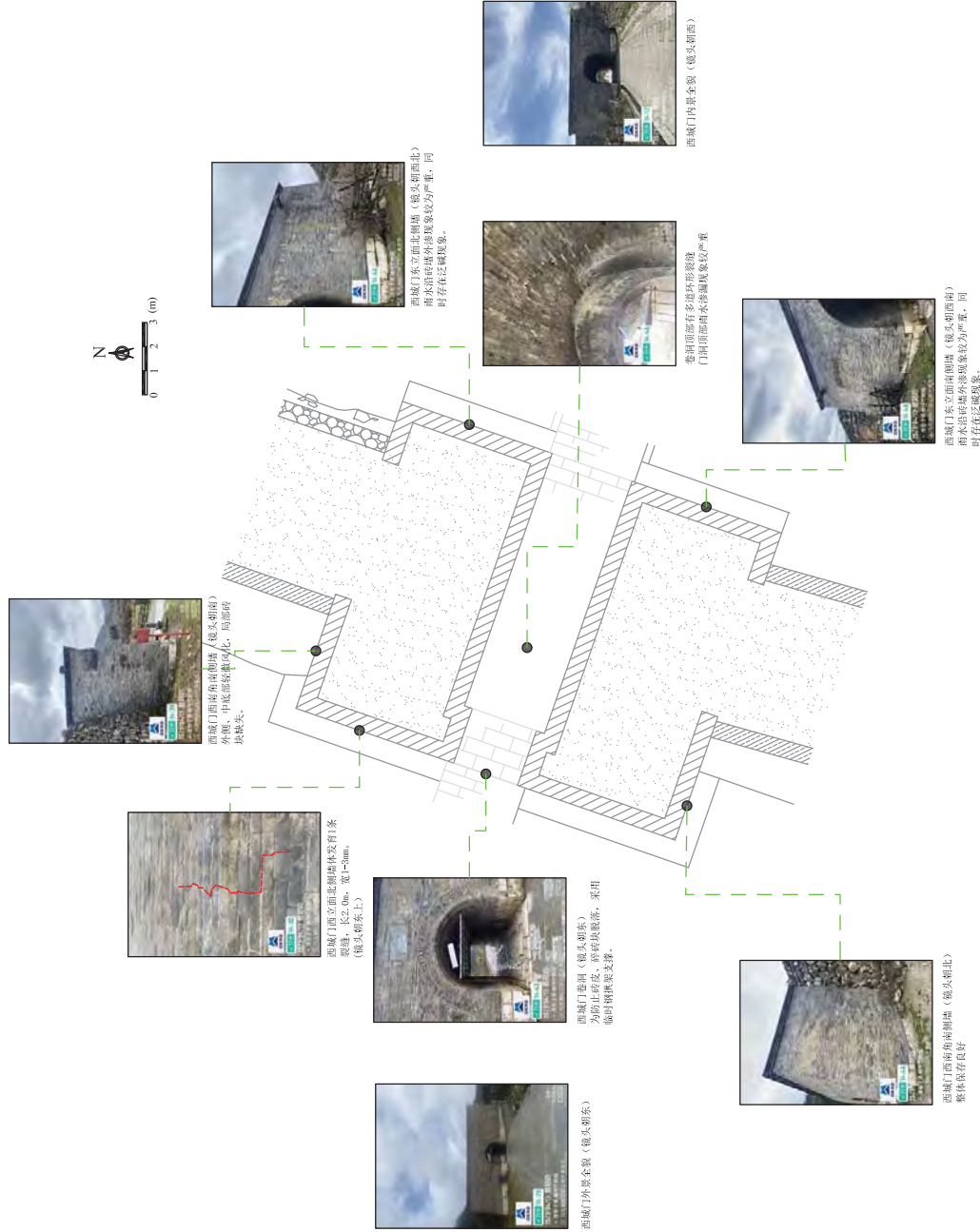
①砖墙下共有三层条石基础（地面上两层，地面下一层）：高度均为35cm，总高度为105cm，且均无外放。

②条石以下为灰土垫层（体积比为3:7），厚度50cm，沿墙面外放60cm。

三、地基说明：

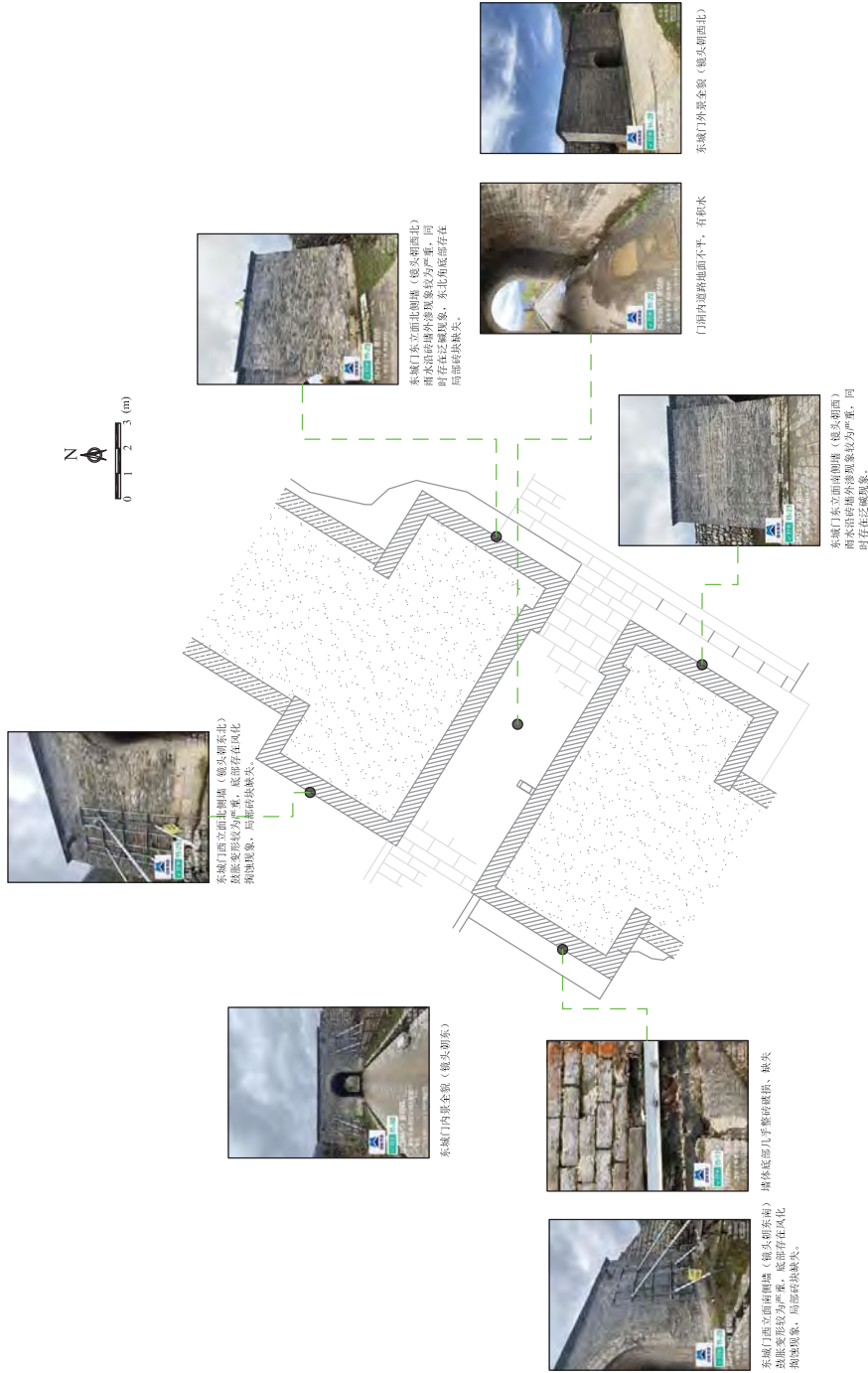
探槽TCI揭露深度为1.40m，灰土垫层下为卵石地基，粒径尺寸介于5-20cm，密实，湿度较大。





西城门病害分布图 (1:200)

机械工业勘察设计研究院有限公司	工程名称	佛坪厅故城西、东城门岩土工程勘察	工程负责人	审核人	审定人	2023-05-09
-----------------	------	------------------	-------	-----	-----	------------



东城门病害分布图 (1:200)

机械工业勘察设计研究院有限公司	工程名称	佛坪厅故城西、东城门岩土工程勘察	工程负责人	审核人	审定人	2023-05-09
-----------------	------	------------------	-------	-----	-----	------------

佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程

附件 **2**：城门石匾保护专项方案

佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程

城门石匾保护专项方案



西北有色勘测工程有限责任公司

二〇二三年二月



资质等级及编号：

地质灾害防治工程勘察甲级 【612018120407】

地质灾害防治工程设计甲级 【612018130606】

工程勘察专业类甲级 【S0302S-J04】

文物保护工程勘察资质证书（乙级） 【S0302S-J04】

业务范围：古文化遗址古墓葬、古建筑、石窟寺和石刻、近现代史迹及代表性建筑中的岩土工程

陕西省文物局监制

项目名称：佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程
城门石匾保护专项方案

编制单位：西北有色勘测工程有限责任公司



单位负责：赵刘会

总工程师：王一兵

审 定：王一兵

审 核：庞 磊

项目负责：陈守育

校 对：宋园园

设 计：钱文辉

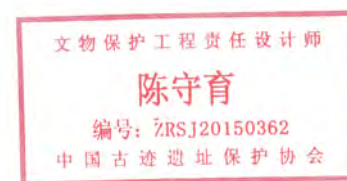
2-3

庞磊

陈守育

宋园园

钱文辉



编制时间：2023年02月

目录

1 项目概述 1

2 设计依据 1

 2.1 相关法律法规 1

 2.2 相关规范、规程 1

3 主要病害及分析 1

 3.1 病害情况及分布 1

 3.2 病害成因分析 2

4 病害结论 2

5 措施及做法 2

 5.1 东城门石匾 2

 5.2 南城门石匾 3

 5.3 西城门石匾 3

 5.4 工程量 3

6 工程用料及要求 3

7 设计要求 3

 7.1 质量标准 3

 7.2 质量管理规范要求 3

8 施工要求 4

 8.1 施工质量要求 4

 8.2 施工安全要求 4

 8.3 工作区文物保护要求 4

9 其他 4

佛坪厅故城城门石匾保护专项方案

1 项目概述

佛坪厅故城（俗称老县城）位于太白山东岭下龙洞湾五千米处古傥骆道的一侧，现存建造年代为清道光五年至民国十五年（约 1825—1926）。城址平面为不规则长方形。城墙为三七灰土夯筑而成，内外均垒砌自然毛石，基宽 6 米，顶宽 3 米，高 6.1 米，是古城中保存最完整、最雄伟的建筑。城墙东、西、南三面现各有一砖砌城门：西门“丰乐门”、东门“景阳门”、南门“延薰门”，城门上原有雉楼，今已不存。北门未建成就已废弃。2003 年 12 月 16 日，陕西省政府公布其为第四批陕西省文物保护单位。

现状遗存包括有城墙、城门、衙署遗址、荣聚站、文庙遗址、城隍庙遗址等诸多遗址。遗址较完整地保留了 19 世纪二十年代清代晚期中国北方山区厅城的规模、形制。也是清代厅城建设的重要实例，对于清代晚期中国北方山区政治史、经济史、军事史、城市史、建筑史、科技史、艺术史等领域以及考古学、生态学、人类学等学科研究具有重要的学术价值。

老县城遗址处在秦岭山脉的谷地之中，使得遗址受到了气候特征、生态环境的巨大影响，自然风蚀、雨侵、水融、温差等成为对遗址造成破坏的最主要因素。故城城墙保存基本完整，但厅城遗址遗存碑石、雕刻普遍存在严重的消蚀现象，城墙石匾表面表皮有剥落严重。

本次拟实施保护修缮工程对象为佛坪厅故城城门石匾。分别是东城门石匾、西城门石匾以及南城门石匾且均有不当维修或大面积残损等病害的出现。

2 设计依据

2.1 相关法律法规

- （1）《中华人民共和国文物保护法》全国人民代表大会常务委员会，2017 年；
- （2）《中华人民共和国文物保护法实施条例》中华人民共和国国务院，2017 年；
- （3）《陕西省文物保护条例》2019 年。

2.2 相关规范、规程

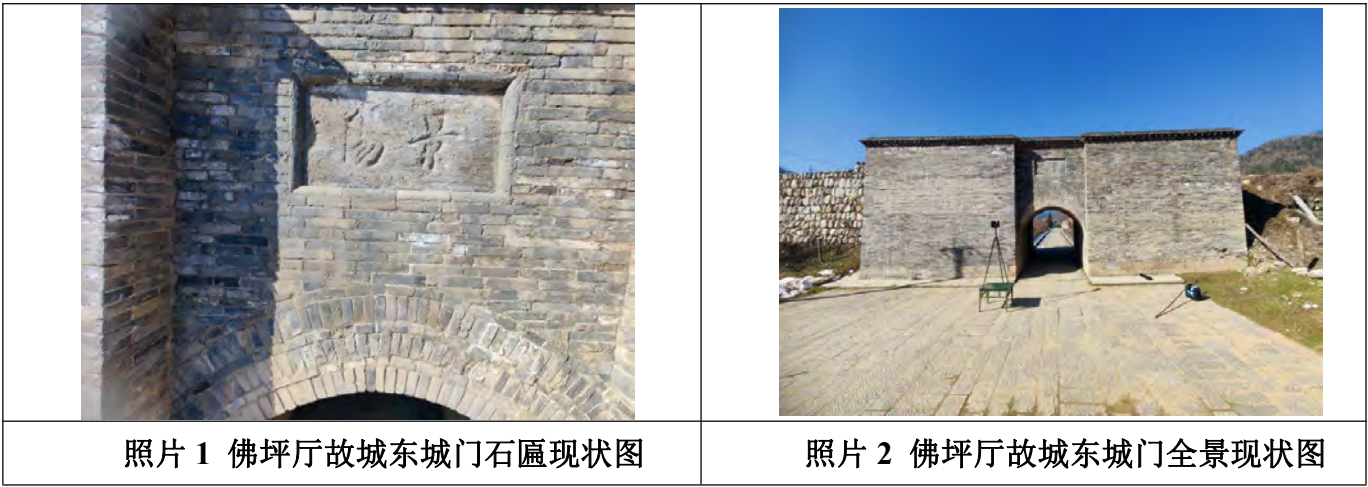
- （1）《古建筑修建工程质量检验评定标准》（CJJ39-91）；
- （2）《古建筑砖石结构维修与加固技术规范》（GB/T 39056-2020）

3 主要病害及分析

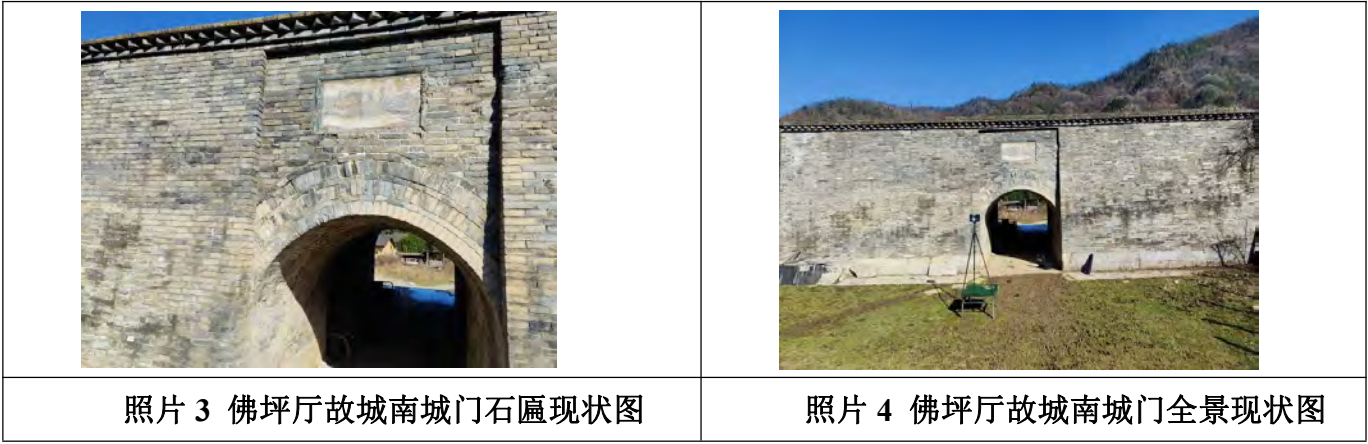
3.1 病害情况及分布

因佛坪厅故城坐落于秦岭深处，遭受的恶劣天气较为严重，长时间的风雨侵蚀及冻融剥蚀，造成整体酥碱，剥落严重，并伴有表面粉化现象，字迹漫漶无存，借鉴西安城墙修缮的思路及案例，现对佛坪厅故城城门石匾进行分类处理：

东城门石匾：现状石匾长 1.33m，高 0.67m，上面刻着‘景陽’二字，因长时间风沙侵蚀，造成现表面坑洼且风化严重，整体呈酥碱状，并伴有表面粉化现象，石匾岩性为砂岩，整体保存较完整，易受风化影响，病害主要分布在牌匾的中间及左边。

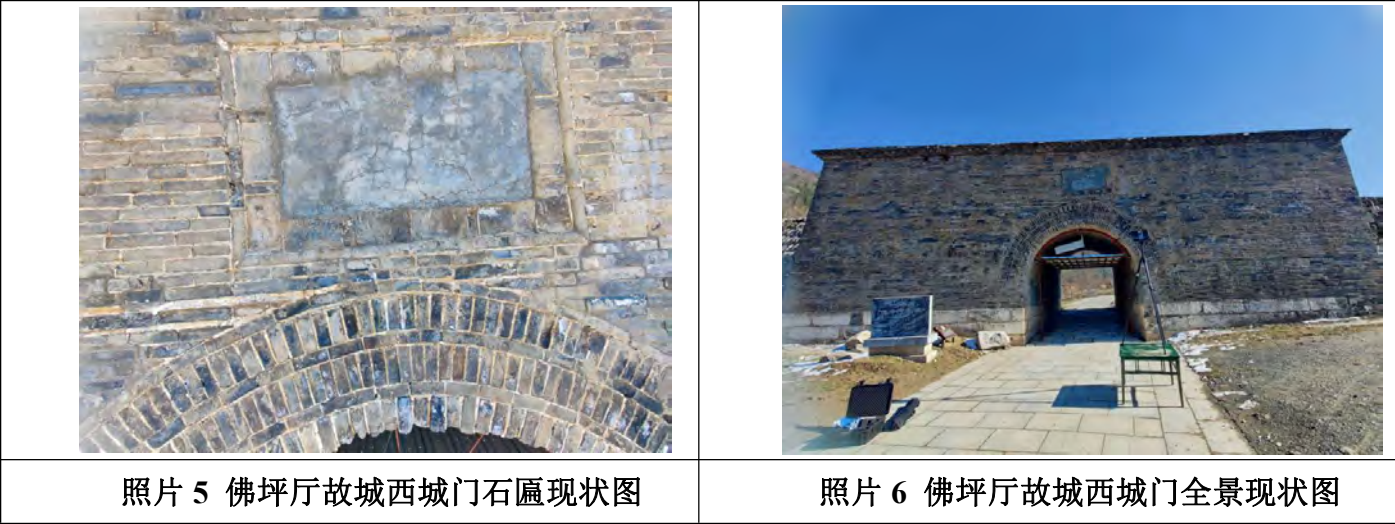


南城门石匾：现状石匾长 1.25m，高 0.65m，因长时间风沙侵蚀，造成现表面坑洼且字迹模糊，整体呈酥碱状，并伴有表面粉化现象，且有不当维修痕迹，石匾岩性为砂岩，易受风化影响，病害主要分布在石匾的上边、下边以及石匾的左侧。



西城门石匾：现状石匾长 1.4m，高 0.7m，现状石匾因人为不当修复导致石匾前为水泥抹面严

重危害文物本体。再加上长时间风沙侵蚀，造成石匾处有渗水、裂缝等病害，石匾岩性为砂岩，易受风化影响。



3.2 病害成因分析

- 3.2.1 自然条件破坏原因
- 风蚀：风的破坏主要有三种方式，吹扬作用、磨蚀作用和旋磨作用。风本身的冲击力及上升产生的上举力将地面碎屑吹扬到空中或者剥离原地的作用。风以挟带的沙砾为工具，运动中对地表岩石的碰撞，摩擦作用。风中的沙砾在岩石的裂隙中或表面坑洼处表现出强烈的旋动作用，形成旋磨作用。风会在石匾表面产生各种凹凸不平的圆形或者不规则椭圆形的坑穴和凹坑。
- 雨侵：佛坪厅故城每年夏季至秋季均发生连续强降雨，城台顶面雨水不能及时排除，从而对石匾有一个挤压的压力，并且雨水还会下渗至台体内，城台内为夯土分层夯筑而成的，在干燥的环境中，虽有较高的强度，但遇雨便立即崩解而流失。
- 冻融作用：由于冻融时水状态的转化所产生的体积变化，使岩石结构遭受破坏，强度降低。常用岩石抗冻性来表征冻融对岩石性质的影响程度；佛坪厅故城西城门石匾浅部强一中风化岩石为不耐冻融岩石；岩石冻融损失率高达 12.99%。佛坪厅故城所处地区地处深山，冻融每年都要发生，一年中也可高过数十次，甚至上百次；长年累月破坏其后果严重。

- 3.2.2 人为因素
- （1）人为改造：佛坪厅故城的西城门由于前二三十年的人为改造，造成的影响不佳，文物本体的破坏。
- （2）不当维修：建筑流传至今，经历了多次维修，不同时期的施工工艺、不同材质规格的构

件都有体现。后期维修时限于当时的工艺技术和财力，没有采用原工艺和原材质、规格的替换材料来进行维修施工。

4 病害结论

- （1）风化严重，整体呈盐性酥碱状，并伴有表面粉化现象；
- （2）西城门石匾的人为不当修复导致石匾前为水泥抹面严重危害文物本体，东、南城门也均有人为不当维修痕迹；
- （3）城墙处受长时间降雨影响导致积水不能及时排出造成的城墙走样导致石匾处挤压；
- （4）根据病害发育程度，东城门石匾字迹较清晰，适宜进行本体加固，西、南城门石匾字迹损毁严重，无法进行本体恢复治理，故采用更换石匾措施。

5 措施及做法

因佛坪厅故城坐落于秦岭深处，遭受的恶劣天气较为严重，长时间的风雨侵蚀及冻融剥蚀，造成整体酥碱，剥落严重，并伴有表面粉化现象，字迹漫漶无存，借鉴西安城墙修缮的思路及案例，现对佛坪厅故城城门石匾进行分类处理：

5.1 东城门石匾

- （1）表面清理：
- 东城门石匾长 1.33m，高 0.67m，先对石匾表面进行清理，需要采用酒精与水按照 1:2 的比例配置成溶液，使用针管清洗石匾表面以及缝隙，对于难清理的表面，用镊子夹取脱脂棉球（脱脂棉是棉花经工艺脱脂而成，因表层不含有脂肪，有很好的亲水性而普通棉花沾水不容易湿）蘸取该溶液在造像表面轻轻涂抹进行去除。
- （2）脱盐处理：
- 首先对需脱盐部位采用无水乙醇进行润湿 1-2 次，而后采用 remmers300 喷涂 2 次，以增强其表层强度。处理工艺以雾化喷淋为主，喷淋时间间隔 15 分钟，“湿接湿”喷淋，完成后养护 2 周以上。再将碧林专用脱盐纸浆均匀粉刷到石匾需脱盐部位，控制厚度 1- 1.5cm；再对石匾脱盐处进行遮灰阴干，待纸浆自然干透起翘后，手工剥离。检测表面含盐量达到是否控制标准(即含盐量 0.5% 以下)，如果未达到，进行二次处理。最后再进行效果检测，采用电导率总含量测量、阴阳离子百分含量测量等方法对脱盐效果进行评估。
- （3）加固处理：

在加固前，根据现场实际情况，尽量使石匾保持干燥，使用针管吸取 CB1 号试剂和 CB2 号试剂交替在石匾表面加固，每加固一次时需与上一次加固间隔两天，确保上一次加固彻底干透。交替加固三次为止，第二步石匾强度加固完成。注：CB1 试剂成分：磷酸、草酸充分溶解于乙醇溶液中，用搅拌机搅拌均匀，直至无析出物后备用。CB2 试剂成分：氢氧化钡的甲醇置于三口烧瓶当中，在 70 ℃下高温回流溶解 6 h。

脱盐及加固处理前，应对同材质石材表面（3 组 6 块 50X50mm）及石匾局部进行试验，涂刷溶液后在进行冻融实验测试。

5.2 南城门石匾

将风化严重的原有石匾拆卸保存，妥善保存至佛坪厅故城管理所，拆卸下来后，对原石匾正面进行脱盐处理，重新制作相同材质、相同规格（匾额外露 1250x650）的砂岩石匾镶嵌于城门之上；根据佛坪厅故城管理所保存的清末的碑刻、题记进行集字整理，利用摹拓、扫描及影印技术，结合东城门上留存的字体雕刻（阴刻）手法，重新手工镌刻正书“延薰”二字；补砌匾额四周青砖包边，按原制恢复。

5.3 西城门石匾

该石匾风化严重，由于后期不当维修，水泥砂浆抹面导致石匾污染严重，自然破坏及人为影响对石匾处已造成不可逆转的损伤，遂将原有石匾拆卸保存，妥善保存至佛坪厅故城管理所，对原石匾正面进行脱盐处理；重新制作相同材质、相同规格（匾额外露 1400x700）的砂岩石匾镶嵌于城门之上；根据佛坪厅故城管理所保存的清末的碑刻、题记进行集字整理，利用摹拓、扫描及影印技术，结合东城门上留存的字体雕刻（阴刻）手法，重新手工镌刻正书“丰乐”二字；补砌匾额四周青砖包边，按原制恢复。

延续古老的城门的历史与文化脉络，体现城墙的历史变迁及文化背景，点缀佛坪故城的人文色彩。向世人展现出古城的独有的历史特色以及丰富多彩的文化底蕴，让古城独有的韵味源远流长，焕发新的活力。

5.4 工程量

序号	名称	规格	工程量	单位
1	拆卸石匾	1 m²	2	块
2	新作石匾	1400x700x100mm,刻字	2	块

3	安装石匾		2	块
4	补砌青砖边口	青砖边框	12	m
5	石匾表面清洗	酒精：水=1:2	3	m²
6	表面脱盐处理	1 m²	3	块
7	表面加固处理	1 m²	1	块
8	脱盐试验	（面积 50X50mm）同材质砂岩。	3	组/2 块
9	加固试验	（面积 50X50mm）同材质砂岩，涂刷溶液完成后，进行冻融实验。	3	组/2 块

注：该工程量为方便统计工程措施提出，详细工程量以预算为准。

6 工程用料及要求

石材：按设计要求同原石匾规格、材质一样的砂岩。石材表面为自然面，表面无鑿凿切割痕迹，品种、颜色、规格、材质等均应与原石材相同。石料不得有裂缝、炸纹、隐残等缺陷。

石材强度：强度为 MU40。

7 设计要求

设计要求中标施工单位在开工前必须按规定编写施工组织与施工技术方案；必须对施工方法、工艺、机具、质量管理、速度作出准确的设计；必须要确保施工按照设计要求不走样、不打折扣实施；施工过程中注意附加沉降，注意水的影响。监理单位和业主代表必须严格对单项工程分步分批会检，签字认可。对单项工程质量进行严格验收。施工单位要认真做好施工中资料，必须做到数据齐全，真实可信。

7.1 质量标准

本工程设计和工程施工质量为合格。

7.2 质量管理规范要求

- （1）推行 TQC 全面质量管理；
- （2）全面贯彻推行 ISO-9000 质量管理程序控制管理；

- （3）推行 PDCA 工序管理，每道工序有刚性条款，有质量检查项目、检查方法、质量标准；把握好每道工序质量，做到上道工序不合格不准进入下道工序；
- （4）实行质量奖罚；
- （5）项目经理是质量第一负责人。

8 施工要求

8.1 施工质量要求

- （1）本工程不允许留有隐患或明知存在隐患而不予处理；
- （2）上道工序不合格不允许进入下道工序作业；
- （3）监理和保护单位代表对每道工序和单项工程进行三方共检，不合格者责令整改，合格后签字放行进入下道工序；
- （4）施工单位对工序、单项工程要明确检测内容，检查方法、和责任者；
- （5）施工单位项目负责人对本工程质量负责。

8.2 施工安全要求

该项目的施工，必须严格执行《安全生产法》等有关法律、法规的相关规定，确保安全生产，为此必须采取如下措施：

- （1）施工单位必须具备相关的资质和安全生产许可证，且有一定的施工经验，整个工程施工过程中，必须按照建筑企业安全生产条例的要求进行，开工前对现场环境因素和重大危险源向所有人员进行交底，并进行三级安全教育和培训；
- （2）所有管理人员必须经考核合格，取得安全资格证，特殊工种必须取得操作资格证和学习《操作规程》后，才能从事相应的岗位工作；
- （3）必须重视施工期间建筑结构的安全性和稳定性，如遇险情应立即停工并通知相关人员撤离，通报相关单位采取措施消除隐患后方可继续作业；
- （4）施工单位必须明确安全环保管理责任人。项目经理负责本工程施工中文物安全，施工人员安全和场馆场地环保和文明工地建设；
- （5）施工人员穿戴整齐，安全防护齐全，施工中不损毁文物和场区内环境，不影响参观人员活动，保护场区整洁；
- （6）禁止带火、易燃、易爆和腐蚀性物品进入作业区内；

- （7）做好施工安全保护，防止作业中损坏文物和伤及作业人员以及游客；
- （8）每天班前班后由专人进行一次检查。发现问题及时向保护单位汇报，并保护好现场；待通知后进行处理；
- （9）安全作业重点：防坠落杂物、防坠落砖石、防触电；
- （10）施工单位在作业之前应制定针对取土施工的专项施工方案，明确施工过程中的安全防护措施。专项施工方案经过监理单位或建设单位相关负责人批准后方可实施；
- （11）重视安全教育：施工之前，对作业人员进行全面安全教育，要求人人掌握施工方案、作业标准、安全用品穿戴使用方法及高空作业应急措施。

8.3 工作区文物保护要求

工程开工前，施工单位主动与当地文物保护主管部门取得联系，了解施工区文物分布情况，积极的采取文物保护措施。认真执行国家、地方和建设单位对文物保护的有关法规和文件。进场后，由施工技术部门主动肩负起文物保护的责任，施工时全过程监控，使施工过程的文物保护处于受控状态。施工过程中发现文物或有考古、地质研究价值的物品时，应暂停施工，封闭现场，防止文物被损坏或流散。施工队伍应立即通知经理部，由项目经理部尽快通知业主和当地有关文物管理部门，对文物进行保护。

9 其他

- 1、本方案仅作为上报方案使用，不指导施工；施工图待方案批复后，将另行编制。
- 2、施工过程中，应严格遵循国家有关验收规范，进行分阶段验收。验收无误后，方可进行下一阶段的施工。
- 3、施工过程中，应对各项技术指标作合理和有效地记录并保存，为科学有效地修缮文物建筑收集资料。

佛坪厅故城——西城门、东城门抢险加固工程

