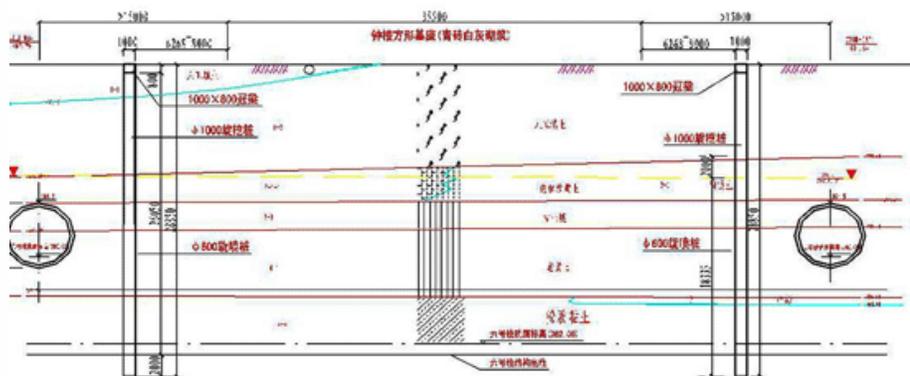
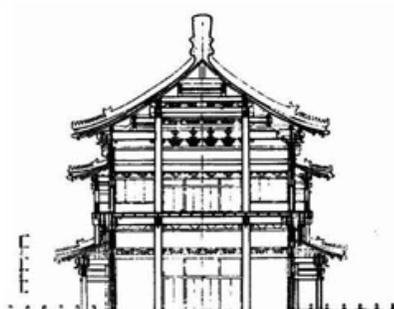




西安地铁车辆效果图



设计依据：设计图 2.0，
 工程地质 2.0 及 3.0，
 基础及上部结构设计图

钟楼保护横剖面图 1:200
 YCK13+370

5B隧道与钟楼剖面位置关系图



永宁门门洞



加固城门洞拱型护架



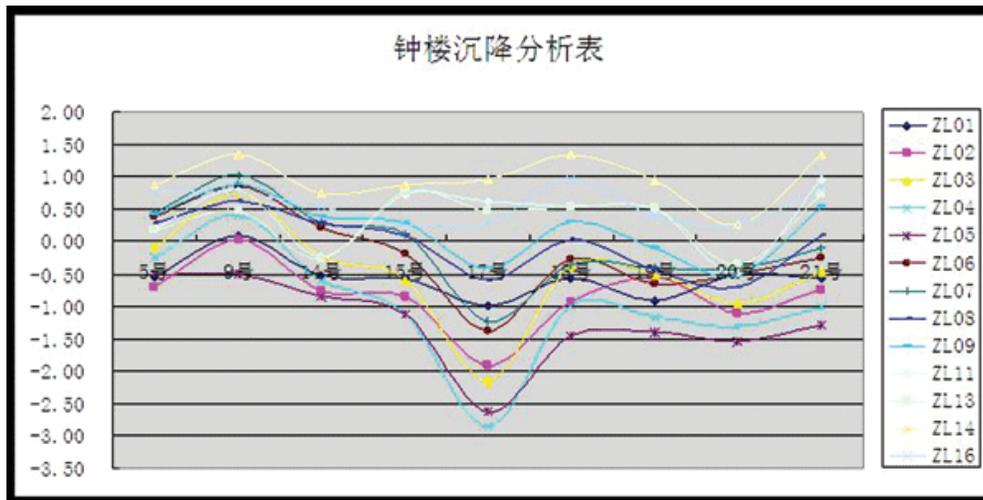
含光门附近开挖揭示的城墙



已加固完成的城门洞



钟楼隔离桩钻孔与灌注现场



钟楼沉降分析表

西安作为国家级历史文化名城、十三朝古都,与雅典、罗马、开罗并称为世界四大古都。辖区内周、秦、汉、唐四大遗址(周丰镐、秦阿房宫、汉长安城、唐大明宫)承载着中国历史上曾经的辉煌,留下了深厚的文化内涵和历史烙印。

根据《西安市2004年-2020年城市总体规划》,至2020年西安将建成“三主三辅”,总长251.8千米的6条地铁交通线路。2006年国家发改委会批复同意《西安城市快速轨道交通建设规划(2006-2016)》(1、2、3号线建设)。2009年6月,为了深入推进西部大开发的重大战略举措,统筹区域发展,国务院批准了《关中-天水经济区发展规划》。陕西省委、省政府以此为契机,提出了“加快推进西咸一体化建设,着力打造西安国际化大都市”的目标。为改善西安市城市公共交通,进一步提升西安西部核心城市地位,加快关中-天水经济区发展规划的实施。2010年1月经国家发改委同意,西安市对城市快速轨道交通建设规划(2006-2016)进行了调整,在原批复建设规划和项目基础上,增加快速轨道交通线路建设长度42.6千米,标志着西安市地铁项目提前进入快速实施阶段。

2007年,西安第一条轨道交通线路—地铁二号线建设项目,正式启动。线位设计基本位于城市南北中轴线上,也是西安市南北向主客流走廊,北端连接郑西客运专线、市新行政中心,南北长途客运站,南端到长安区的韦曲,为西安城市轨道交通网中的南北骨干线。全长26.456千米,共设21座车站,计划2011年投入运营。

由于西安市地下、地上文物遗存众多、分布广、价值高,西安地铁建设施工将不可避免地涉及汉长安城遗址、唐大明宫遗址、隋唐长安城遗址、明秦王墓葬区等多处重要的文物古迹。尤其西安城墙,为全国重点文物保护单位、列入世界文化遗产预备名录,是中国现存最为完整的一座古代城垣建筑,现仍保存较为完整的城墙、城楼箭楼、钟鼓楼等地上历史建筑。西安市规划建设六条地铁线路,其中有4条地铁线(1、2、4、6号线)下穿西安老城区。地铁建设中的文物保护问题不仅得到各级政府领导的高度重视,也引起全市社会各界群众、新闻媒体的高度关注。地铁建设是否对地下文物遗址产生破坏,施工中的地面变形沉降是否会对其上历史建筑造成损害,长期运营震动又能产生多大影响,施工过程如何

采取安全技术措施等诸多问题，不可回避摆在西安地铁二号线的设计、建设、施工单位面前，因此处理好地铁建设中的文物保护问题更是省市政府和文物行政管理部门必须研究解决的首要问题。

陕西省、委省政府高度重视地铁建设中的文物保护问题，省市文物部门会同有关建设、设计、施工单位，从西安地铁二号线建设项目的可行研究、线位选择、方案设计等每个阶段，始终坚持将文物保护工作放在非常重要的位置。

促发展，重保护，确保文物安全

文物部门和建设单位通过建立有效的协作机制，在相互广泛沟通的基础上，确定了“促发展，重保护”的指导思想和“加快城市地铁建设，确保文物安全优先”的工作原则，并达成共识：西安地铁建设为改善城市公共交通，完善城市功能，实现打造西安国际化大都市的目标具有非常重要意义，也是一项功在当代、利在千秋的重大民生、民意、民心工程。同时地铁建设对拉大城市骨架，发展外围新区、降低城市中心密度，减少中心古城街区扩展道路规模，有效保护历史文化名城风貌有着突出贡献。

规划、设计、施工及运营过程中确保文物安全协调发展。

经过反复研究，陕西确立了在西安地铁规划、设计、施工及运营过程中确保文物安全协调发展的基本思路。

1. 在地铁线网规划阶段，首先充分考虑西安市文物分布情况，西安地铁办联合西安市文物局、西安市文物保护考古所开展了《西安市城市快速轨道交通文物保护规划》专项研究，在对整个地铁线网区域进行了详细的文物调研和普查的基础上，明确了保护原则，提出地铁线路规划既要兼顾客流同时，尽可能避开重要遗址区域和古建筑的建设要求。考虑尽量避开重要遗址和古建筑，确保遗址的完整性，不影响历史文化名城的风貌，同时兼顾客流与文物保护的协调。

2. 在线路设计阶段，专门委托文物部门，对地铁沿线进行文物调研和普探，了解线路沿线文物分布情况，同时在线路平纵断面设计以及施工方法的选择等方面进行了深入研究，从技术角度保证文物的安全。

3. 对线路涉及的地上重点文物建筑，不仅在建设过程中要充分考虑文物安全，同时也高度重视地铁长期运营过程中对文物的影响。建设单位联合文物保护、科研机构、大专院校等多个部门组成专题科研组，开展了相关专题研究，重点攻关，确定施工沉降及运营震动的控制标准，编制专门的保护方案，实行全程监控量测，确保文物的长期安全。

4. 严格基本建设项目考古勘探程序，施工开挖区域，先期调查勘探，保证发掘。为防止遗漏，制定文物保护紧急预案，文物部门技术人员进驻工地，若发现文物，及时发掘清理。

面对西安地铁二号线无法避让，必须下穿的西安明城墙、南北城门、钟楼西安标志性重点文物建筑，国外无实例参考，国内无经验可鉴，成为地铁建设中文物保护工作的重中之重。

2007年，在广泛征求有关专家意见的基础上，国家文物局对《西安市城市快速轨道交通二号线通过钟楼及城墙文物保护方案》进行了批复，同时提出了对地铁的运营震动影响需进一步研究论证，修改完善的意见。陕西省文物局、西安地铁办以科学严谨的态度，为落实国家文物局对二号线通过钟楼及城墙保护方案的批复意见，结合方案设计，组织了专项文物保护科研课题研究。

鉴于西安明城墙、钟楼建筑结构和材料对地铁施工变形和震动较为敏感，为确保地铁二号线施工和运营期间西安钟楼及城墙的安全，西安地铁办委托陕西省古建筑设计研究院、机械工业勘察设计研究院、中铁第一勘察设计院集团、北京交通大学、上海交通大学、中国铁道科学研究院、西安理工大学和广州市地下铁道设计研究院、北京城建设计研究总院有限责任公司等有关科研、设计单位，运用数值模拟分析，有针对性地完成了9项文物保护科研专题研究报告。主要有“西安城墙南门、北门地铁二号线穿越区段安全评估及西安地铁二号线施工沉降与运行振动对城墙影响研究成果报告”及三个子课题：“西安城墙南门、北门地铁二号线穿越区段现状调查与安全评估报告”“西安地铁二号线盾构施工沉降对城墙影响专题研究报告”“西安地铁二号线运行振动对城墙影响专题研究报告”；“西安地铁二号线盾构施工沉降与运行振动对钟楼影响安全评估报告”及4个子课题：西安钟楼本体现状勘测评估；西安钟楼台基及地基勘察报告；西安地铁二号线盾构施工沉降对钟楼影响评估报；西安地铁二号线运行振动对钟楼影响评估报告。2008年3月，陕西省文物局组织专家9个课题研究报告进行了评审，认为研究成果科学合理地确定了地铁下穿钟楼和城墙沉降标准限值，以及今后长期运营震动对文物古迹的影响。研究成果具有较高的科学性、合理性和实用性，达到国际先进、国内领先的水平，是西安钟楼、城墙保护与地铁设计施工的重要科学依据。

《西安市城市快速轨道交通二号线通过钟楼及城墙文物保护方案》的制定过程中，联合多个相关专业研究机构、大专院校参与，完成了9个相关课题研究；先后组织了6次文物保护方案、技术措施专题评审会，邀请了40余位国内一流的地铁设计、施工建设、文物保护，运营震动专家参加评审。先后多次赴北京汇报，尤其重视征求持不同观点专家的意见，通过反复实地试验、认真检查评估，进一步完善方案，以对文化遗产高度负责、科学严谨的态度和历史责任感，最终得到专家和国家文物局的认可。

如何确定地铁二号线建设施工沉降、运营震动控制标准，是确保古城墙及钟楼安全关键。

西安地铁二号线2007年启动建设时，国家还未颁布制定有关古建筑、古遗址的沉降变形、震动控制标准规范，只能参照国家其他有关规范确

定，结合国内外资料，考虑到地铁穿越类似建（构）筑物地面变形控制资料，以及科研专题研究报告的成果，经大量调研、模拟计算和实地试验，综合确定地铁施工中文物建筑沉降变形限值：钟楼台基地表及其顶面产生的最大沉降量不超过-5毫米，局部倾斜不超过0.0005的沉降变形控制标准。城墙范围地表最大沉降量控制标准+5~-15毫米，局部倾斜不超过0.001的沉降变形控制标准。

地铁运营振动对古建筑影响控制标准当时仍无现行规范可依，鉴于西安地铁无实测震动速度，只能实地搜集国内类比线路的实测数据，如北京地铁一号线（万寿路~五棵松）、北京地铁一号线（王府井~东单）、上海地铁二号线（中央公园~龙东路）等，并充分征求了国内有关震动专家的意见，按照国家文物局的批复意见，确定了“因地铁振动引起的钟楼、城墙（地面）的垂直振动速度允许最大值建议控制在0.15~0.20毫米/秒”。

从随后2008年国家颁布的《古建筑防工业振动技术规范》（50452-2008）规定的古建筑结构（全国重点文物保护单位）沉降变形、容许震动标准，西安地铁二号线均执行了国家最为严格的控制标准。因此西安地铁建设控制标准的确定，也为国家标准的制定提供了重要参考依据。

二、在西安地铁二号线建设中，严格按照批准的文物保护方案，根据大量的调查实验、研究成果，针对地铁下穿文物建筑采取了一系列科学有效的工程保护技术措施，归纳起来主要有以下五个方面：

1) 线路绕行，加大深埋。地铁线路上尽量远离钟楼基座及城墙南北门的变形敏感区，采取了双向绕行（非直接下穿），尽量加大埋深，以降低影响。钟楼位于西安市商业繁华中心区域，由于周边邮电大楼，钟楼饭店、开元商城等建筑物的限制，二号线最大限度的远离钟楼，左右线分别距钟楼基座为15.7米、15.4米，东西两侧通过。埋深12米；南北城门线路避开了城楼、箭楼及瓮城区域，由两侧城墙门洞中间正穿，隧道埋深18.5米。

根据西安地区古文化层埋藏深度，基本位于地面以下8米范围内，因此全线区间隧道均穿行与现地面下10~15米，尽可能减少对古文化层造成的破坏。

2) 盾构施工、控制沉降。在文物保护重要区段（如钟楼、城墙等），隧道施工选择对环境影响最小、沉降控制最有效的盾构法施工；严格控制土压力，加强同步注浆，保证掘进低速稳定均衡。经过西安二号线建设，摸索出了一套盾构掘进施工适合西安黄土地层中的沉降规律、数据参数和减少对地面建（构）筑物影响的有效措施，为今后西安其他地铁线路建设提供了重要依据。经过唐长安城墙遗址均采用暗挖法，保证遗址的完整性。

3) 无缝接轨、减震道床。地铁轨道采取无缝线路，道床采用减振效果最好、国际最先进的钢弹簧浮置板减振道床，减少地铁运营期间对文物的影响。

4) 加固措施，科学有效。对距钟楼基座周边5米和城墙瓮城边侧，采用139根直径一米的隔离桩及化学注浆法复合加固地基，以及型钢支撑城墙拱洞技术措施，以减少施工及运营过程中对钟楼及城墙的影响；

5) 加强监测，确保安全。在施工过程中，制定详尽城墙、钟楼等重要文物的动态监测方案和文物保护紧急预案。例如在穿越南门城墙90米长度的施工段，布置了监测断面5个，纵断面上测点11个，测点共计33个。在盾构下穿钟楼、城墙期间，监测频率为每天3~5次，必要时进行实时监测，确保文物安全。建设单位设专人进行24小时认真观察，发现异常及时上报，启动相关应急预案。

三、科学保护、和谐发展、实现双赢。

在充分的科学研究和工程设计、技术、建设施工单位，大量卓有成效工作的基础上，备受社会各界关注的西安地铁二号线钟楼至南门（永宁门）左右线区间盾构隧道于2008年12月4日和2009年1月22日成功通过城墙南门保护区，2009年3月21日和2009年6月27日又分别顺利通过钟楼保护区，北门（安远门）至北大街区间右线左线2009年8月18日和2009年9月27日又分别顺利通过北门保护区。经过工程实践，前期专题研究报告提出的文物沉降指标符合工程实际，采取的保护措施合理有效。经监测钟楼左线最大沉降量1.4毫米、右线最大沉降量0.21毫米，均低于沉降指标5毫米。南门区段左线最大沉降量2.27毫米、右线最大沉降量3.09毫米；北门区段左线最大沉降量2.27毫米、右线最大沉降量7.5毫米，均在沉降指标+5~-15毫米范围。西安城墙南北门和钟楼安全完好，保护与建设和谐发展，实现双赢。

同时，为配合地铁二号线工程建设，从2005年起，西安市文物保护考古所和陕西省考古研究院联合对工程范围内进行了文物勘探和考古发掘，迄今共清理古墓130余座，出土器物200余件。

目前西安地铁二号线经过4年多的建设，已经实现洞通，全线铺轨建设，计划今年9月底实现通车试运营。

西安古城是陕西城市的文化坐标，为区域社会经济发展构建出无可替代的文化软环境，也是人类宝贵的文化财富。轨道交通作为西安城市交通体系的重要组成部分，地铁项目建成后将极大地改善西安市交通状况，西安人民会享受到快捷、便利、时尚的轨道交通，同时也给我们这座美丽的古都注入了新的生机与活力，是一项民生工程，民心工程，将全面提升城市综合形象和影响力。今天地铁二号线成功穿越千年古都西安，凝结着所有参与者的辛勤努力和智慧结晶，是文化传承和城市建设、经济发展有机结合典范。

在不久的将来，西安还有一、三、四、五、六号地铁线相继开工建设，陕西省文物局、西安市文物局、西安地铁办将在认真总结地铁二号线

留言须知：

- 一、不得发表违反中华人民共和国宪法和法律的言论；
- 二、不得发表造谣、诽谤他人的言论；
- 三、不得发表未经证实的消息，亲身经历请注明；
- 四、请勿发表任何形式的广告、企业推广产品或服务；
- 五、本信箱只用于中国文物报社和公众之间的交流，请勿发表与中国文物报社工作无关的留言；
- 六、本网站拥有发布、编辑、删除网上留言的权利，凡不符合本须知规定的留言将予以删除；
- 七、如在本栏目留言，即表明已阅读并接受了上述各项条款。

网友留言只代表网友个人观点，不代表网站观点。另外网站不定期对评论实行审核后发布制度。

	共 0 页 0 条 当前第 1 页
本篇文章暂无评论	
	共 0 页 0 条 当前第 1 页
发表评论	

[关于我们](#) | [联系电话](#) | [广告刊例](#)

中国文物报社版权所有 未经许可不得转载 邮编：100007 社址北京市东直门内北小街2号楼东侧2层
电话：010-84078838 传真：010-84079560 建议使用1024*768或以上分辨率浏览
制作维护中国文物报社网络中心 电话：84078838-8050