

# 甘肃境内战国秦长城和汉长城保护研究

赵海英<sup>1, 2</sup>

(1. 兰州大学 土木工程与力学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 中国科学院 武汉岩土力学研究所, 湖北 武汉 430071)

**博士学位论文摘要:** 作为世界文化遗产, 长城具有极高的历史价值、科学价值和艺术价值, 形象地记载着中国历史上军事防御、政治、经济、科学技术发展、民族交融、文化交流、中西交通等方面形成发展的进程; 同时, 作为历史的标尺, 长城为历史、考古、人文地理、历史地理、环境变迁、历史地震、军事等学科的研究提供了极好的参考依据。

在长期自然环境及人类生产活动的破坏作用下, 大量长城遗址已消失在历史长河中, 成为黄土一抔, 战国时期和汉代的长城保存下来的更是少之有少且面临的威胁更为严峻。西北地区独特的干旱气候和地处戈壁荒漠的环境, 使得少数长城土遗址得以保存。但受所在地区工程地质条件、水文地质条件及环境条件等诸因素的影响, 这些幸存者也已千疮百孔, 风化剥蚀及大面积坍塌等破坏严重。如 1907 年, 斯坦因曾在敦煌境内拍摄到一烽燧, 从照片上能清楚地看到烽燧顶部还有房屋遗迹, 目前此烽燧已消失在茫茫戈壁中, 人们已无法一睹其容颜; 通过 2003 年 8~9 月与 2004 年 5 月 2 次调查敦煌境内汉长城遗址的对比发现, 相差不到 1 a 的时间, 敦煌境内牛涎水烽燧贯通整个烽燧的卸荷裂隙扩展 20 cm 以上, 其破坏之严重、破坏速度之快, 令人叹为观止。因此, 对长城的科学保护研究已是当务之急, 具有深远历史意义和重大的现实意义。

本文以甘肃境内长城为依托, 开拓性地开展对土质长城遗址系统的保护研究, 立足于抢救性保护, 运用现代地球科学的理论、方法和技术, 研究危及长城遗址长期保存的环境地质条件, 对遗址主要病害的发育规律、分布特征和成因进行深入剖析和探讨, 从而针对性地提出合理保护措施; 研究 PS 材料针对长城遗址的保护加固效果, 设计出科学合理的施工方案, 为土质长城加固提供了成功的案例。主要内容分以下几部分: (1) 查阅大量历史文献和相关资料, 全面了解甘肃境内战国秦长城和汉长城历史沿革; 通过分析考古资料和实地调查, 对具有典型意义、保存完整程度较好的 34 处(其中战国秦长城 10 段、城障 1 座, 汉长城 2 段、汉烽燧 21 座)长城遗址本体及其赋存环境进行重点调查; 分析长城遗址分布特点, 初步探讨遗址保存与气候、地形地貌及地质环境间的对应关系。(2) 针对长城遗址线性分布的特点, 分析甘肃境内长城遗址构筑技法与赋存环境的关系。对主要病害与赋存环境、构筑技法间的相关关系进行系统分析, 认为战国秦长城以表面风化为主, 密集的构造节理和卸荷裂隙诱发墙体破坏; 而汉长城主要为风蚀破坏, 遗址的开裂坍塌也与风蚀有极大的关系, 砌筑长城结构失稳后, 坍塌和夯筑长城的崩塌破坏是危及遗址保存的致命性病害。(3) 遗址土的工程性质决定遗址的保存和加固措施的选取, 对遗址土的物理力学性质指标测试的结果表明, 遗址表面风化土体的干密度以 1.45~1.65 g/cm<sup>3</sup> 居多, 远低于最大干密度; 力学强度因夯层而具有明显的各向异性, 影响长城的整体稳定性。(4) 开展土遗址现场加固、抗蚀性试验, 并结合 PS 材料室内加固试验成果进行综合分析, 结果表明长城遗址土体的干密度在 1.45 g/cm<sup>3</sup> 以下时, 适合以 7% 浓度的 PS 材料进行多次加固; 干密度为 1.45~1.65 g/cm<sup>3</sup> 时, 适宜以 5% 浓度的 PS 材料进行多次喷洒加固; 遗址经 PS 材料加固后, 其抗风蚀、雨蚀能力明显增强。(5) 以汉长城广昌燧和定西马家山段战国秦长城为例, 介绍不同病害采取的保护加固措施, 对甘肃境内长城的保护加固设计方案进行说明。

**关键词:** 文物保护; 土遗址; 长城; 病害机制; 成因机制; 加固试验

**中图分类号:** K 872

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-6915(2007)01-0215-01

## STUDY ON CONSERVATING THE GREAT WALL OF THE QIN DYNASTY AT THE WARRING STATES PERIOD AND THE HAN DYNASTY IN GANSU PROVINCE

ZHAO Haiying<sup>1, 2</sup>

(1. School Civil Engineering and Mechanics, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China;

2. Institute of Rock and Soil Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei 430071, China)

**收稿日期:** 2006-07-05

**作者简介:** 赵海英(1974-), 女, 博士, 2005 年于兰州大学地质工程专业获博士学位, 导师为韩文峰教授, 现为中国科学院武汉岩土力学研究所站博士后, 主要从事地质灾害及文物保护方面的研究工作。E-mail: sinbarhy@163.com