

■ 嘉峪关市科技计划资助项目

嘉峪关

长城夯土墙体保护研究

杨殿刚◎著

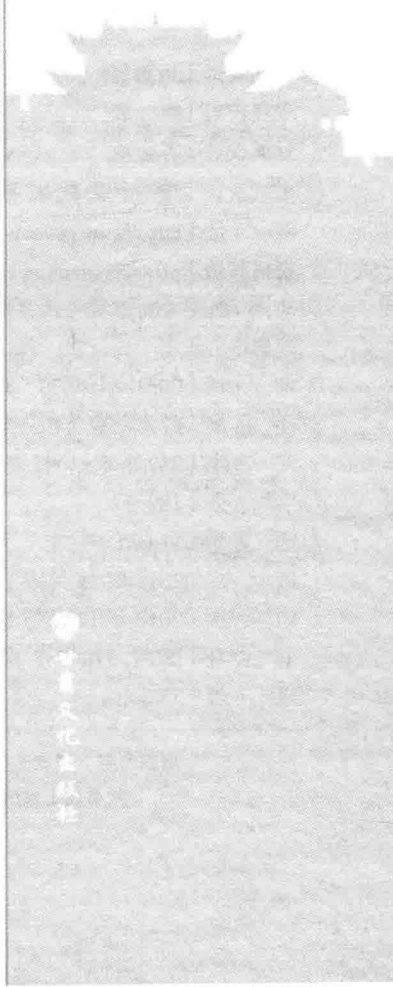


甘肃文化出版社

嘉峪关

长城夯土墙体保护研究

杨殿刚◎著



甘肃文化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

嘉峪关长城夯土墙体保护研究 / 杨殿刚著. — 兰州 : 甘肃文化出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-5490-1746-1

I. ①嘉… II. ①杨… III. ①长城—墙体结构—保护—研究—嘉峪关市 IV. ①K928.77②TU-092.2③TU227

中国版本图书馆CIP 数据核字(2018)第 289281 号

嘉峪关长城夯土墙体保护研究

杨殿刚 | 著

责任编辑 | 甄惠娟

责任校对 | 凯 旋

封面设计 | 苏金虎

出版发行 |  甘肃文化出版社

网 址 | <http://www.gswenhua.cn>

投稿邮箱 | press@gswenhua.cn

地 址 | 兰州市城关区曹家巷 1 号 | 730030(邮编)

营销中心 | 王 俊 贾 莉

电 话 | 0931-8454870 8430531(传真)

印 刷 | 甘肃发展印刷公司

开 本 | 787 毫米×1092 毫米 1/16

字 数 | 189 千

印 张 | 11.625

版 次 | 2018 年 12 月第 1 版

印 次 | 2018 年 12 月第 1 次

书 号 | ISBN 978-7-5490-1746-1

定 价 | 35.00 元

版权所有 违者必究(举报电话:0931-8454870)

(图书如出现印装质量问题,请与我们联系)

自序

为了更好地传承嘉峪关长城文化、提升城市文化品牌,进一步实现文物社会价值,推动文物保护成果创造性转化,更好地展示嘉峪关长城文化和丝路文化的独特魅力,加快文化强市建设,满足人民群众日益增长的精神文化需求,推进经济社会持续健康发展,嘉峪关丝路嘉峪关市文物局(长城)文化研究院对嘉峪关境内的长城夯土墙体进行了系统研究。通过现场试验、具体施工、专家评审、采用新型文保材料等技术为嘉峪关遗产保护管理工作提供决策支持,有效地促进长城文化遗产保护利用的可持续发展。

在研究过程中,通过对长城夯土墙体进行监测,寻找病害原因,提炼可行的保护技术,解决多年来技术缺乏的问题,节省保护研究经费。并对形成的长城夯土墙体保护的先进技术在河西长城的保护与监测中推广应用,实现良好的社会效益和经济效益。本书的出版是对长城夯土墙体的保护进行探索与实践及嘉峪关丝路(长城)文化研究院总结的保护措施和方法的汇综,并为其他地区尤其是西北地区长城的保护提供参考。(本书为嘉峪关市科技局科技计划资助项目)

目 录

第一章 嘉峪关长城夯土墙体综述	(001)
第一节 地理概况	(001)
第二节 嘉峪关境内赋存环境	(002)
第三节 夯土长城保存现状	(005)
第二章 嘉峪关长城夯土墙体价值评估	(007)
第一节 历史价值	(007)
第二节 艺术价值	(011)
第三节 科学价值	(012)
第三章 嘉峪关长城夯土墙体现状调查	(013)
第一节 西长城	(013)
第二节 北长城	(016)
第三节 东长城	(022)
第四章 嘉峪关长城夯土墙体病害类型及成因	(027)
第一节 病害类型	(027)
第二节 病害成因	(031)
第五章 嘉峪关长城夯土墙体抢险加固保护措施	(033)
第一节 试 验	(034)
第二节 考古发掘	(108)

第三节	变形监测	(131)
第四节	保护措施和技术工艺	(149)
第六章	嘉峪关长城夯土墙体日常维护保养	(161)
第一节	监测措施	(161)
第二节	监测设备的使用	(165)
第二节	数据分析及维护保养	(169)
第七章	结论及建议	(173)
第一节	维修工作介绍	(173)
第二节	保护建议	(174)
第三节	维修效果对比图	(176)
参考文献		(180)

第一章 嘉峪关长城夯土墙体综述

第一节 地理概况

嘉峪关市位于河西走廊西端,甘肃、青海、新疆、内蒙古4省区交接的咽喉地带,距省会兰州750千米。东临酒泉市,西连玉门市,南倚祁连山,与肃南裕固族自治县接壤,北枕黑山,与酒泉金塔县、酒泉卫星发射基地和内蒙古额济纳旗相连接,中部为酒泉绿洲西边缘。嘉峪关市境内的明长城总体为一道,在明代属肃州管辖,“肃州所管边墙一道,西南至嘉峪关所管讨赖河南岸,东北至下古城管东河深止,共长一百四十里。”地方志书记载这段长城为三段,分别是肃州北长城、东长城和西长城,实际以嘉峪关市为中心应分为东长城、北长城和西长城三段,呈“T”字形分布,互相连接,总体为东北—西南走向,分布在东经 $98^{\circ}29'28.3''$,北纬 $39^{\circ}52'03.4''$ 和东经 $98^{\circ}12'02.2''$,北纬 $39^{\circ}44'36.9''$,海拔1447m~1778m。

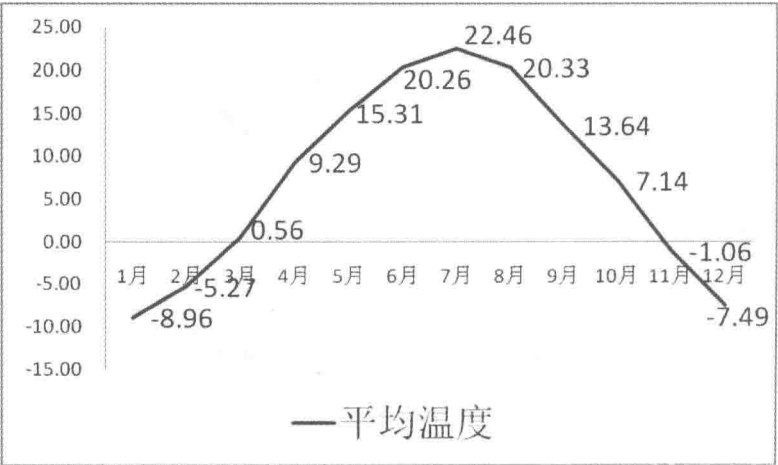


图1 嘉峪关长城分布示意图

第二节 嘉峪关境内赋存环境

一、气候

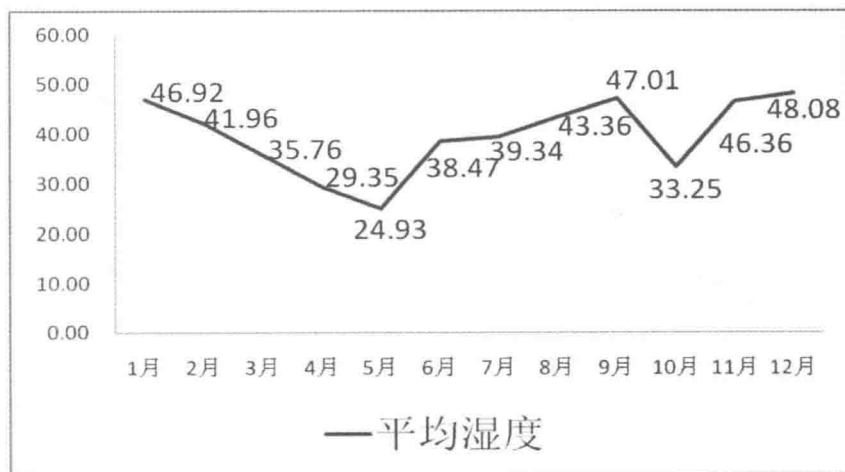
辖区属于温带大陆性荒漠气候,日照长而强烈,降水少,蒸发快,多大风,温差大。全年日照总时数在 3000 小时左右,日照率接近 70%。年平均气温在 6.7℃~7.7℃,每年 1 月最冷,7 月最热,年极端最高气温接近 39℃,极端最低气温接近-32℃,日温差在 10℃~15℃。年平均降水量 85mm 左右,年平均蒸发量在 2114mm 左右,蒸发量是降水量的 25 倍,年无霜期仅有 130 天。嘉峪关地区夏秋季多东南风,冬春季多西北风,历年平均风速 2.4m/s,平均风力多为 3~4 级。另外,景区年平均风速在 2.5m/s,嘉峪关地区在 2.4m/s。风灾危害大的有干热风和大风两种。干热风出现多集中于 6 月下旬至 7 月下旬和 7 月下旬至 8 月上旬两个时段。大风的瞬时风速 $\geq 17\text{m/s}$,风力 8 级,危害范围较广。图为嘉峪关 2009—2014 年月平均气温变化趋势,7 到 9 月嘉峪关晴朗少雨,风和日丽,风沙天气较春季少。10 月份之后,受频繁的冷空气影响,天气很快转凉。



2009—2014 年月平均气温变化趋势(单位:℃)

二、湿度

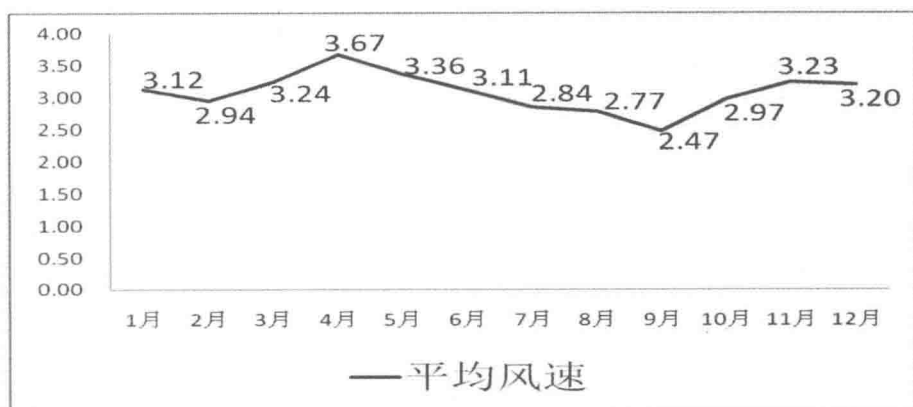
如图所示,2009—2014 年嘉峪关月平均相对湿度呈典型的“双谷型”。5 月、10 月相对湿度较低,降水较少。7—9 月相对全年温暖湿润,降雨量最大。



2009—2014 年月平均相对湿度变化趋势 (单位: %)

三、风速

如图所示,嘉峪关 2009—2014 年年平均风速 3.08m/s,其中 3—5 月春季干旱多大风,时有沙尘暴天气出现,1 月、11 月、12 月冬季强冷空气、寒潮活动频繁。



2009—2014 年月平均风速变化趋势 (单位: m/s)

四、地形地貌

嘉峪关地势南高东北低,自然坡度 13.3%。南有文殊山及祁连山北麓,北有

黑山和后墩山,中为酒泉盆地西缘,地貌主要分为两类,一类为戈壁滩,另外一类为可耕地。城区建在戈壁滩上,东北有东北长城,西有西长城,辖域海拔1430m~4200m,其中戈壁滩部分海拔1500m~1800m,绿洲主要分布于海拔为1430m~1700m的区域。

五、地质构造

嘉峪关地层结构是祁连山地层结构的延伸。远古时代,嘉峪关地域为海洋,后随着地壳的抬升,海水退出,形成陆地。经过中、新生代的各次构造运动,祁连山成为高山区,河西走廊成为介于南北两山间的断陷沉降带。在第三纪至第四纪时期,由于境内文殊山倾斜台地和酒泉盆地西南部边缘高台地堆积物厚度不一,以境内中部的嘉峪关断层为界,西边埋藏深,东边埋藏浅,境内的砾石层厚度在300m以上,最厚处达1000m~1500m。自地面往下100m间砾石层多砂质,天然地基承压强度 R 为 $6\text{kg}/\text{cm}^2$,从地表起往下至3m之间的沙砾较松散,3m以下砾石堆积致密,且较多被钙质胶结。境内砾石层的物理力学性能为地面以及地下建筑工程提供了十分优越的条件。

六、水文及水文地质条件

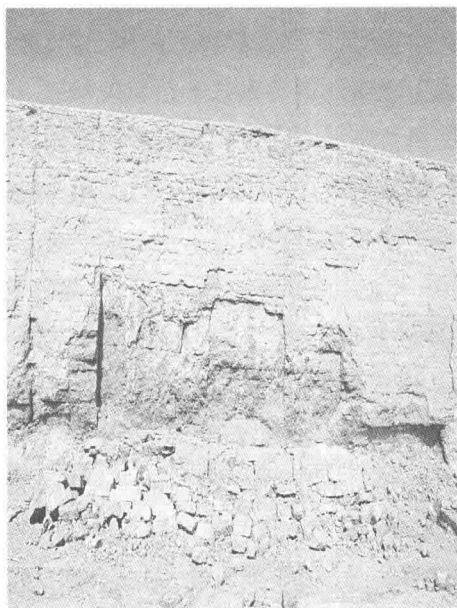
嘉峪关地处戈壁腹地,干旱少雨,人均占有水资源量1329立方米,仅为全国人均水平的一半。根据2009年水资源普查评估,地下水储水量为1.4408亿立方米。内陆河流讨赖河发源于青海省讨赖掌,流经嘉峪关市、酒泉市、金塔县,全长360千米。流经嘉峪关市境内35千米。年平均径流量4.85亿立方米。河源区域有冰川120余条。积水面积133平方千米。储水31亿立方米。

嘉峪关长城南端的讨赖河属黑河水系,发源于南侧祁连山中。讨赖河水量随河源区降水量和冰川水融水量的变化而增减,因此表现为随季节变化而增减。每年12月至次年3月为枯水期,流量 $10\text{m}^3/\text{s}$,4—6月流量可达 $50\sim 100\text{m}^3/\text{s}$,7—9月流量达 $200\sim 500\text{m}^3/\text{s}$,山洪暴发时,可达 $1000\sim 2000\text{m}^3/\text{s}$,10—11月为 $20\sim 50\text{m}^3/\text{s}$ 。嘉峪关市境内每隔三年左右出现一个多雨年,有时降雨量集中,易造成洪水灾害。

第三节 夯土长城保存现状

嘉峪关明长城防御系统主要由关城、城垣、外壕、城台、堡城、墩台等几部分组成。嘉峪关市境内共有长城墙体 26 段,全长 43000 米,保存较好的有 13000 米,保存一般的有 12700 多米,保存较差的有 3500 多米,保存差的有 550 多米,完全消失的约 13700 米。其中保存较为完整的墙体底宽约 4.80 米,顶宽 2.10 米,高 4.20 米,墙体高大厚实,雄浑壮观,部分墙体顶部尚残存有女墙,倚墙和骑墙而建的敌台 19 座。其中保存较好的 12 座,保存一般的 2 两座,保存较差的 4 座,保存差的 1 座。

嘉峪关长城多筑于戈壁滩和山坡之上,附近没有黄土,远处取土、运土在当时相当困难,只能就地取材。有些地段的黄土是从远处运来的。从现存的遗迹来看,当时的修筑方法主要有:(1)黄土版筑;(2)黄土夹砂石;(3)黄土夹杂较大的片石,局部加筋。



黄土版筑



黄土夹砂石



第二章 嘉峪关长城夯土墙体价值评估

第一节 历史价值

作为历史文化遗产,长城不仅具有极高的历史价值、科学价值和艺术价值,而且以其修筑时间久、长度大、分布广的特点显示了各个时代的生产力发展水平、不同环境和地形地貌、不同构筑技法的土建筑特色。古丝绸之路保存有大量长城及烽燧遗址,修建历史悠久,行经地域辽阔,作为历史的标尺,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。西北地区独特的干旱气候和地处戈壁荒漠的干燥环境,才使得有较好的力学强度长城夯土遗址得以保存。但受所在地区工程地质条件、水文地质条件及环境诸因素的影响,风化剥蚀及坍塌等破坏,严重危及遗址的保存甚至彻底毁灭遗址。

嘉峪关市位于甘肃省河西走廊中段偏西,因明代万里长城西端起点嘉峪关位于境内而得名。它东临酒泉,绿洲阡陌纵横;西傍玉门,油田星罗棋布;南连肃南裕固族自治县,雪山嵯峨万仞;北接金塔,紫塞绵延千里。

嘉峪关一带是我国古代重要的军事要塞和丝绸之路的重要通道,历来是古肃州(今酒泉)的一部分。在20世纪60年代以前,这里从未单独设过郡县,隶属肃州管辖。如今的嘉峪关市,春秋以前为西戎驻地,战国到秦末为乌孙族驻地,其西疏勒河流域为月氏族牧地,其东北为匈奴属地。

汉文帝四年(前176年),匈奴击败月氏,赶月氏至天山以西,乌孙亦被匈奴征服,嘉峪关一带为匈奴所有。

汉武帝元狩二年(前121年)春,骠骑将军霍去病数次西征,平定匈奴,遂开设武威、酒泉二郡,并移民屯田,嘉峪关一带当时属酒泉郡天依县管辖。

东汉明帝永平十六年(73年),奉车都尉窦固统兵向西取哈密、伊吾等地,凭

匈奴右地(北疆),屯兵车师,设都护府,西域五十多国完全归附东汉。此时,中西贸易畅通,嘉峪关一带遂成为贸易要道。国内丝绸商品大量出口,运往中亚、西欧各国。此时,嘉峪关一带属延寿县管辖。

三国时,酒泉系曹魏属地,仍为郡,受凉州管辖,嘉峪关一带也随之成为凉州辖地。

西晋时,嘉峪关一带为前凉张轨所辖。东晋安帝隆安元年(397年),嘉峪关一带归北凉沮渠蒙逊统辖。隆安五年(401年)八月,酒泉郡为西凉李嵩管辖。

南北朝时,北魏拓跋焘平定北凉,取武威、张掖、酒泉诸地,并遣将驻守,在张掖置西凉州,酒泉属其辖地,仍为郡,嘉峪关一带仍为酒泉郡管辖。

隋文帝开皇三年(583年),始置肃州,领福禄等三县。隋炀帝大业三年(607年),改州为郡。大业十三年(617年),南凉姑臧(今武威)人李轨起兵反隋,自称大凉王,占尽河西四郡,建国大凉,改福禄县为酒泉县,嘉峪关一带成为李轨辖地。

唐高祖武德元年(618年)五月,罢郡置肃州。唐睿宗景云元年(710年)十二月,置河西节度使,治所在凉州,酒泉仍称肃州。这一时期,唐与印度及中亚之间的文化交流甚广,河西走廊为中西往来必经之地,经济、文化、交通等方面有较大发展,农业、商业、手工业亦有较大进步。其实,早在两汉魏晋时期,随着佛教的传入,中西文化在这里已有广泛的交流。石窟艺术的兴起,佛寺庙宇的兴建,雕塑、壁画艺术的昌盛,都是当时文化发达的见证。现在嘉峪关南部的文殊山仍存留有当时的文化遗迹。

唐玄宗大中五年(851年),沙州(今敦煌)首领张议潮归唐。唐在沙州置归义军,任张议潮为节度使,嘉峪关一带受其统辖。后来,吐蕃乘唐国力日衰,屡次与唐发生战争,回鹘亦来侵扰,河西人民屡遭战患,经济日趋贫困,部分汉族人民流离迁徙他处,嘉峪关一带为数不多的汉族人与吐蕃诸族杂居。至唐末、五代初,唐朝政府已完全丧失对西北各族的控制,而此时,吐蕃势力逐渐衰弱,回鹘势力逐渐强大,河西遂为回鹘所有。因战争频繁,大批民众南徙流离,嘉峪关一带变成荒野。

宋初,甘州(今张掖市甘州区)以西仍为回鹘所据。宋仁宗元宝元年(1038年)十月,西夏国成立,河西地区均在其辖境之内。南宋理宗宝庆三年(1227年)六月,西夏亡,酒泉属蒙古汗国。

元世祖至元七年(1270年),置肃州路总管府,隶属甘肃行中书省,嘉峪关一带属肃州路所辖。

明太祖洪武五年(1372年),宋国公冯胜平定河西,并开始修建嘉峪关以控制西域。洪武二十七年(1394年),设嘉峪关所,属肃州卫。自明初平定河西至孝宗弘治的一百多年间,酒泉、嘉峪关一带人民定居划地以牧,教习农作,户口增加,农村经济逐渐有所发展。明弘治以后,新疆吐鲁番首领满速儿多次率众入侵嘉峪关内。明世宗嘉靖七年(1528年),兵部尚书王琼允许满速儿入朝进贡。至此,西北边防战争暂告平息。

1645年,嘉峪关一带为清兵所取。清置肃州直隶州,嘉峪关亦归其管辖。嘉庆至同治年间,在嘉峪关增设巡检。

民国二年(1913年)2月,嘉峪关由安肃道改为边关道。不久,又改为安肃道,辖七县,肃州改为酒泉县,沿用至今,嘉峪关一带受酒泉县管辖。抗日战争期间,东北、华北、东南的大片国土被日寇占领,许多人逃难到西北,迁至酒泉,使酒泉人口日增,嘉峪关变成了名副其实的税卡,并驻有西北军阀的军队。此时,关下有居民60多户,约500余人。

1949年9月25日,酒泉解放,嘉峪关也于同日解放,仍属酒泉县辖地。此后,酒泉的行政区划虽几经变更,嘉峪关一直属酒泉县管辖。

1958年8月1日,酒泉钢铁公司成立,选址于嘉峪关下。9月中旬,为适应钢铁兴建的需要,设嘉峪关临时管理委员会,隶属酒泉县。至当年年底,嘉峪关已有居民(职工)1.2万多人。

1959年,酒泉县与金塔县合并,成立了酒泉市,撤销嘉峪关临时管理委员会,成立嘉峪关区,为城镇管理机构,下设祁连、五一、新华三个街道办事处。次年,又相继增设镜铁山、黑山湖两个街道办事处。农村变为大公社,城市人口达两万余人。

1961年11月25日,国务院批准恢复酒泉专署。12月15日,国务院批准酒泉市改为县级市,与金塔县分设。1962年撤嘉峪关区,成立嘉峪关办事处,划交酒泉市城关镇管理,辖人口千余。

1965年,经国务院、中共甘肃省人民委员会批准,成立嘉峪关市筹备委员会,并划酒泉县嘉峪关公社和肃南裕固族自治县镜铁山区为嘉峪关市行政区域。此时,嘉峪关市的面积约2600平方公里。

1968年,嘉峪关市筹备委员会改为嘉峪关市(筹)革命委员会,辖区未变,人口增至5万余人,增设前进街办事处。

1970年,嘉峪关市划归酒泉地区领导(市建制名称未变),成立嘉峪关镇,下辖四个街道办事处。

1971年,经国务院、中央军委批准,由兰州军区、甘肃省革委会嘉峪关地区总指挥部、嘉峪关市、酒泉钢铁公司合并成立地级市,为“政企合一”建制,由中央、甘肃省双重领导,以甘肃省为主。同年11月,将酒泉县的新城、文殊人民公社和肃南裕固族自治县的祁青、祁文人民公社划归嘉峪关市管辖。至此,嘉峪关市辖嘉峪关、镜铁两个区,五个人民公社,四个街道办事处。政府机构逐步完善,人口较前亦有增加,耕地面积为50060亩。

1972年12月,因恢复肃南裕固族自治县祁丰区建制,祁青、祁文两公社复归肃南县辖,并撤销镜铁区。此时,嘉峪关市辖地约1422平方公里,人口增至7万多人。

1974年,撤销嘉峪关区。

1980年5月,撤销嘉峪关市革命委员会,成立嘉峪关市人民政府,辖五个街道办事处(即五一、新华、胜利、建设、前进),三个人民公社(即嘉峪关、新城、文殊)。政府机构与酒泉钢铁公司企业机构分设。

1983年9月,全市进行机构改革,成立嘉峪关市城区公署、嘉峪关市郊区公署(为市政府的派出机构)。同时,成立嘉峪关市新城乡、嘉峪关乡、文殊乡,其下有村、村民小组设置。

2002年8月,在全市机构改革中,市城区公署和郊区公署分别改为“嘉峪关市城区工作办公室”和“嘉峪关市郊区工作办公室”,仍为市政府派出机构。

2003年1月1日,根据甘肃省民政厅批复,嘉峪关市人民政府决定撤销嘉峪关乡、文殊乡、新城乡,成立嘉峪关市峪泉镇、文殊镇、新城镇政府。汉代,已在嘉峪关利用山势,派兵驻守设障。唐及五代时,在今嘉峪关北的黑山脚下建“玉门关”。明洪武五年(1372年),嘉峪关正式建关,初筑土城。明弘治八年(1495年)修建关楼,明正德元年(1506年)修东西二楼及附属建筑。嘉靖十八年(1539年)加固关城并修筑附近长城,至万历元年(1573年)修建完成完整的关隘。清末至民国初,嘉峪关成为税卡。

长城是当今世界上最宏大的历史文物,它是中华民族在改造自然、改造社会的长期实践中创造的,是中华民族历史发展的见证,反映了中国古代社会政治、经济、军事、文化等方面历史发展的轨迹。修筑长城的直接目的是军事防御,嘉峪关长城亦是如此。嘉峪关长城两侧的城墙横穿沙漠戈壁,北连黑山悬壁长城,南接天下第一墩,是明代万里长城最西端的关口,以巍峨壮观著称于世,被誉为“天下雄关”,自古为河西第一隘口。始建于明洪武五年(1372年),因地势险要、建筑雄伟而有“天下第

一雄关”“边陲锁钥”之称。它由内城、外城、城壕三道防线组成重叠并守之势,形成五里一燧、十里一墩、三十里一堡、一百里一城的军事防御体系,其所具有的历史价值、艺术价值、科学价值和社会价值是自身所固有的,不可替代。

第二节 艺术价值

嘉峪关所处的自然地形地貌具有独特的艺术魅力。北部石关峡天然屏障,与悬壁长城浑然一体;关城内外为开阔的戈壁风光和大漠景观,南望可见祁连山终年白雪;长城第一墩耸立于讨赖河崖壁之上,雄奇壮美,这是自然之美。嘉峪关关城高大宏伟、气势磅礴,南北长城随地势或蜿蜒隐蔽,或毅然横贯戈壁,烽燧孤立于荒漠之中,令人震撼。

由砂土夯筑的城墙适于雨水稀少、天气干燥的地区,屹立于中华大地已数千年,保存比较完好。历史赋予长城生命的活力,蕴含着许多历史的沧桑与古老的文化价值。其中又流传着很多有关长城可歌可泣的动人故事,可以说长城是中国历史的见证,是中国古代劳动人民智慧的结晶。嘉峪关长城夯土墙体在独特的外观与构造、规模与效用以及营造技艺等方面都是其他建筑所无法比较的,不仅有着鲜明的建筑艺术特色,同时也有着丰富的文化内涵,展现着中国古老的建筑艺术特色。

