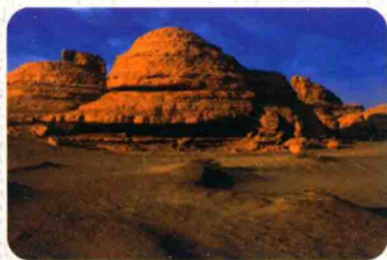


甘肃省

GANSUSHENG DIZHI YIJI ZIYUAN PINGJIA
JI DIZHI GONGYUAN JIANSHE YANJIU

地质遗迹资源评价及 地质公园建设研究



曾克峰 吴 宏 刘 超 姜才文 等著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

甘肃省地质遗迹资源评价及 地质公园建设研究

GANSUSHENG DIZHI YIJI ZIYUAN PINGJIA JI
DIZHI GONGYUAN JIANSHE YANJIU

曾克峰 吴宏 刘超 姜才文 等著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

甘肃省地质遗迹资源评价及地质公园建设研究/曾克峰等著. —武汉:中国地质大学出版社, 2016.7

ISBN 978-7-5625-3857-8

I. ①甘…

II. ①曾…

III. ①区域地质-资源保护-研究-甘肃省②地质-国家公园-建设-研究-甘肃省

IV. ①P562.42②S759.93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 163463 号

甘肃省地质遗迹资源评价及
地质公园建设研究

曾克峰 吴宏 刘超 姜才文 等著

责任编辑:王 荣	选题策划:黎志恒 蓝 翔	责任校对:张咏梅
出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)	邮政编码:430074	
电 话:(027)67883511	传真:67883580	E-mail:cbb@cug.edu.cn
经 销:全国新华书店	http://www.cugp.cug.edu.cn	
开本:787mm×1092mm 1/16	字数:282 千字	印张:11
版次:2016 年 7 月第 1 版	印次:2016 年 7 月第 1 次印刷	
印刷:武汉中远印务有限公司		
ISBN 978-7-5625-3857-8	定价:98.00 元	

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

《甘肃省地质遗迹资源评价及 地质公园建设研究》

编委会

主 创 团 队：甘肃省地质环境监测院

中国地质大学(武汉)区域规划与信息技术系

主 编：曾克峰 吴 宏 刘 超 姜才文

野外工作一组：姜才文(组长) 张江桅 董 辉 张馨予

野外工作二组：吴 宏(组长) 李 军 程璜鑫

野外工作三组：姚宝贵(组长) 张妍婷 卢丽雯 陆媛媛 逯梦强

野外工作四组：曾克峰(组长) 丁 镭 张 冉 李夏丁 黄亚林

野外工作五组：刘 超(组长) 刁贝娣 黄克红 苏攀达 杨 洋

参 编 人 员：张江桅 李 军 丁 镭 张 冉 程璜鑫 林 玲

冯文浩 田 野 胡梦晴 夏会会 付 豪 李良东

序

地学科普旅游、研学旅行已成为新的旅游增长点。在国土资源主管部门的组织下,国家地质公园建设有序开展,并已成为独具特色的旅游景区。但是仍有一些优质的地质遗迹资源需要去调查发现;地质遗迹保护、地质遗迹科学内涵的挖掘、科学美的展现仍需要研究;地质公园建设和区域经济发展如何协调等一系列问题亟待解决。为此,甘肃省地质环境监测院、中国地质大学(武汉)两家单位联手立项,对甘肃省域范围内的地质遗迹经过近三年的野外调查、室内对比评价研究,作者团队辛勤撰写终成《甘肃省地质遗迹资源评价及地质公园建议研究》一书,作为阶段性研究成果。

甘肃省地质构造复杂,地貌类型多样,地质遗迹资源丰富。调查统计发现甘肃省具所有地质遗迹大类,其中国家级地质遗迹资源包括:典型地质剖面3处,古生物类6处,地质工程类2处,地质灾害类6处,地质地貌类47处,水体类9处,典型矿床及采矿点类5处。综合研究发现甘肃省地质遗迹存在明显的地域性分区特征,地质遗迹类型分布与气候带分区存在一定相关性,并与地层有密切的关系。本书从地质公园网络建设、旅游产品升级、区域旅游产业布局等角度,为甘肃省地质旅游开发提供决策依据。

随着“一带一路”战略的不断推进,甘肃省旅游产业迎来了新一轮快速发展的机遇期。在旅游资源需求日益增多的现今,甘肃省以其丰富而优质的地质遗迹资源,在全面系统保护的基础上,为地球科学旅游事业的发展提供了充足的资源支撑。本书综合团队十余年的研究积累,为甘肃省地质公园建设、旅游产业发展抛砖引玉,略尽绵薄之力。

本书在撰写过程中参考和引用了大量公开发表的研究成果,并在参考文献中逐一系列出,在此衷心感谢相关学者们的辛勤劳动,部分未能详尽之处深表歉意。并期待同行和社会各界不吝赐教,共同深化研究。

曾克峰

2016年1月

目 录

第一章 甘肃省自然条件与社会状况	(1)
第一节 自然环境	(1)
第二节 社会经济	(5)
第二章 地景之基——地质遗迹形成的地学背景	(7)
第一节 地层特征	(8)
第二节 构造特征	(9)
第三节 区域地质发展简史	(9)
第三章 地质遗迹分类体系	(11)
第一节 地质遗迹分类原则	(11)
第二节 地质遗迹类型划分	(12)
第三节 地质遗迹等级类型登录	(15)
第四节 甘肃省地质遗迹资源调查统计	(16)
第五节 甘肃省地质遗迹特征与分布规律	(18)
第四章 甘肃省地质遗迹分类评价及地质公园建设	(20)
第一节 丹霞地貌类地质遗迹及地质公园建设	(20)
第二节 岩溶地貌类地质遗迹及地质公园建设	(43)
第三节 风成地貌类地质遗迹及地质公园建设	(68)
第四节 冰川地貌类地质遗迹及地质公园建设	(78)
第五节 流水地貌类地质遗迹及地质公园建设	(85)
第六节 水体景观类地质遗迹及地质公园建设	(101)
第七节 古生物类地质遗迹及地质公园建设	(127)
第八节 环境地质类地质遗迹及地质公园建设	(143)
第九节 其他地质遗迹及地质公园建设	(148)

第五章 甘肃省地质公园网络建设及开发 (151)

 第一节 地质公园空间分布与网络构建(点、线、面)..... (151)

 第二节 甘肃省地质公园可持续开发利用策略..... (157)

主要参考文献 (161)

第一章 甘肃省自然条件与社会状况

甘肃省位于我国地理中心,介于北纬 $32^{\circ}11'$ — $42^{\circ}57'$,东经 $92^{\circ}13'$ — $108^{\circ}46'$,大部分位于中国地势二级阶梯上。东接陕西,南邻四川,西连青海、新疆,北靠内蒙古、宁夏并与蒙古人民共和国接壤。全省设兰州、酒泉、嘉峪关、金昌、天水、武威、张掖、白银、平凉、庆阳、定西、陇南 12 市和临夏回族自治区、甘南藏族自治州 2 个自治州(以下可分别简称临夏、甘南);共有 4 个县级市、59 个县、7 个民族自治县、17 个市辖区(图 1-1)。

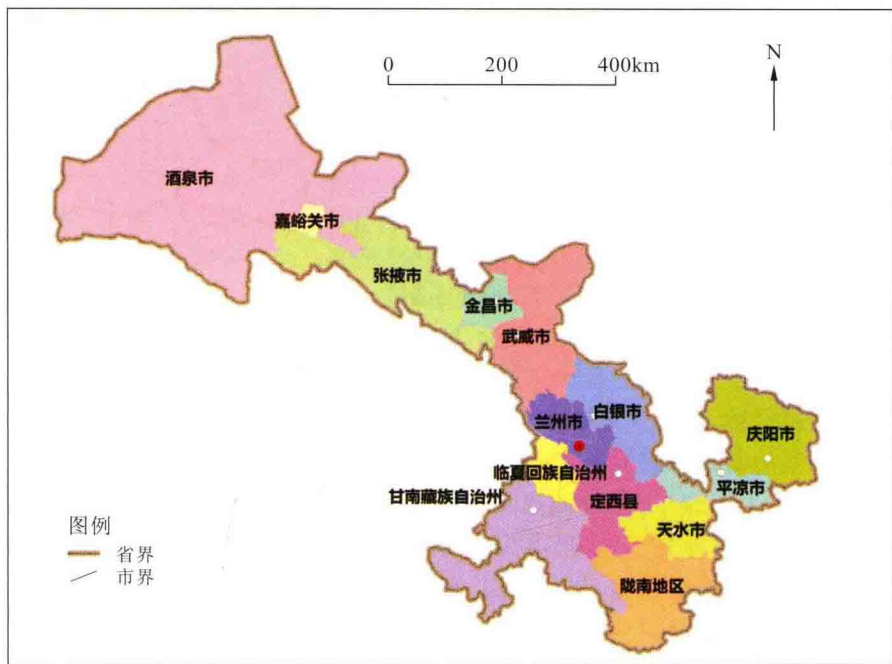


图 1-1 甘肃省行政区划图

(数据来源:绿站地图库)

第一节 自然环境

一、地形地貌

甘肃省处于青藏高原与川西北高原交错地带,地形呈狭长状,东西长 1655km,南北宽 530km,地势由西北向东南逐渐降低。地貌复杂多样,山地、高原、平川、河谷、沙漠、戈壁等地貌类型齐全,交错分布。地貌形态大致可分为各具特色的六大地形区(图 1-2)。

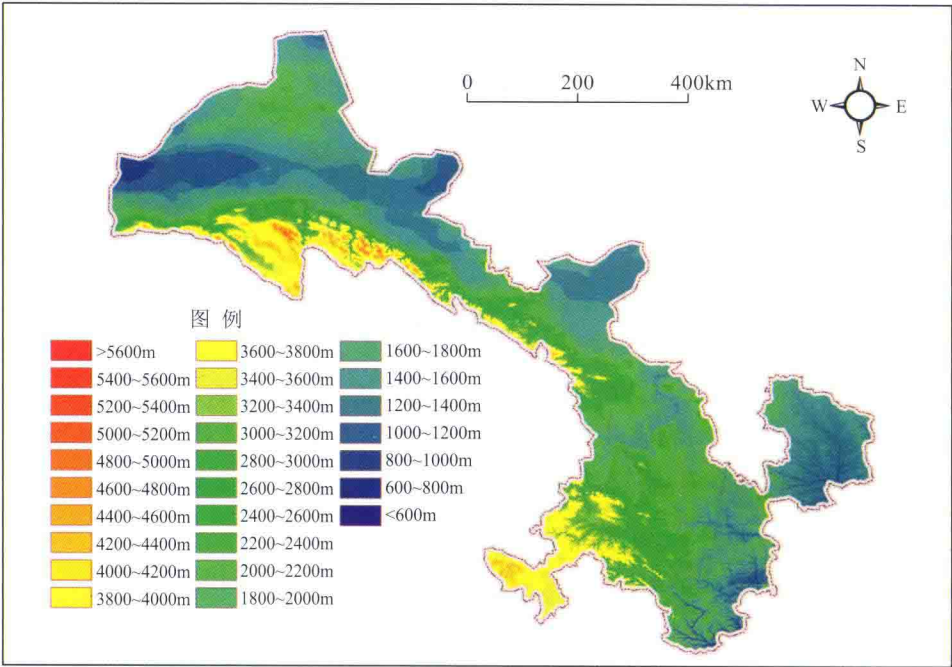


图 1-2 甘肃省地形图

(数据来源:绿战地图库)

陇南山地:该区域大致包括渭水以南、临潭、迭部一线以东的山区,为秦岭的西延部分。这里重峦叠嶂,山高谷深,植被丰厚,到处清流不息。

陇中黄土高原:位于甘肃省中部和东部,东起甘陕交界,西至乌鞘岭畔。因亿万年地壳变迁、历代战乱及灾害侵蚀,变得支离破碎,定西中部地区成了祖国最贫瘠的地方之一,但蕴含着无尽的宝藏,有丰富的石油和煤炭资源。

甘南高原:是“世界屋脊”——青藏高原东部边缘一隅,地势高耸,平均海拔超过 3km,是个典型的高原区。这里草滩宽广,水草丰美,牛肥马壮,是甘肃省主要畜牧业基地之一。

河西走廊:斜卧于祁连山以北,北山以南,东起乌鞘岭,西迄甘新交界,是个自东向西、由南而北倾斜的狭长地带,海拔在 1000~1500m 之间,长约 1000km,宽由几千米到百余千米不等。这里地势平坦,机耕条件好,光热充足,水资源丰富,是著名的戈壁绿洲,是甘肃省主要的商品粮基地。

祁连山地:在河西走廊以南,长达 1000km,大部分海拔在 3500m 以上,终年积雪,冰川逶迤,是河西走廊的天然固体水库,荒漠、草场、森林、冰雪等植被垂直分布明显。

河西走廊以北地带:东西长约 1000km,海拔在 1000~3600m 的地带,习惯称之为北山山地,这里靠近腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠,风高沙大,山岩裸露,荒漠连片,具有“大漠孤烟直,长河落日圆”的塞外风光。

二、水文

甘肃省域内河流分属河西内陆河流、黄河流域和长江流域。有发源于祁连山的石羊河、黑河、疏勒河等内陆河流;甘肃省中东部为黄河流域,包括黄河及其支流洮河、渭河、泾河等;陇南

山地河流多属嘉陵江上游支流白龙江、西汉水两水系,隶属长江流域。水系呈不规则的树枝状分布,支流大部分在右岸汇入。主干及主要支汊向西北伸展。甘肃省流域面积大于 300km^2 的一级支流有 13 条,大于 500km^2 的有 11 条。

全省各地年降水量在 $36.6\sim 734.9\text{mm}$,大致从东南向西北递减,乌鞘岭以西降水明显减少,陇南山区和祁连山东段降水偏多。受季风影响,降水多集中在 6—8 月,占全年降水量的 $50\%\sim 70\%$ 。

甘肃省降水有以下三大特征:①降水量地区差异较大,包括水平空间分布差异、高程分布差异、局部地形与坡度差异;②降水量年内分配极端不均,其中 6—8 月降水量占全年的 $50\%\sim 70\%$ 、9—11 月占 $25\%\sim 30\%$,其他月份相对较少;③降水量年际变化大。

全省地表径流贫乏,年内夏秋季属洪水期,冬春水量较小。水面蒸发量在高山区小,在河谷大,南部小、北部大。

三、气候

甘肃省位于西北内陆,海洋温湿气流不易到达,成雨机会少,大部分地区气候干燥,属大陆性温带季风气候。冬季寒冷漫长,夏季高温短促,秋季降温快,春夏界线不分明。省内年平均气温在 $0\sim 16^\circ\text{C}$ 之间,各地海拔不同,气温差别较大,日照充足,日温差大。

全省无霜期各地差异较大,陇南河谷地带一般在 280 天左右,甘南高原最短,只有 140 天。各地气候差别大,生态环境复杂多样。

按照水热条件境内大致可分为 8 个气候区,即陇南南部河谷亚热带湿润区、陇南北部暖温带湿润区、陇中南部半湿润区、陇中北部温带半干旱区、祁连山高寒半干旱区、甘南高寒湿润区、陇南南部河谷北亚热带湿润区、河西走廊温带干旱区(图 1-3)。

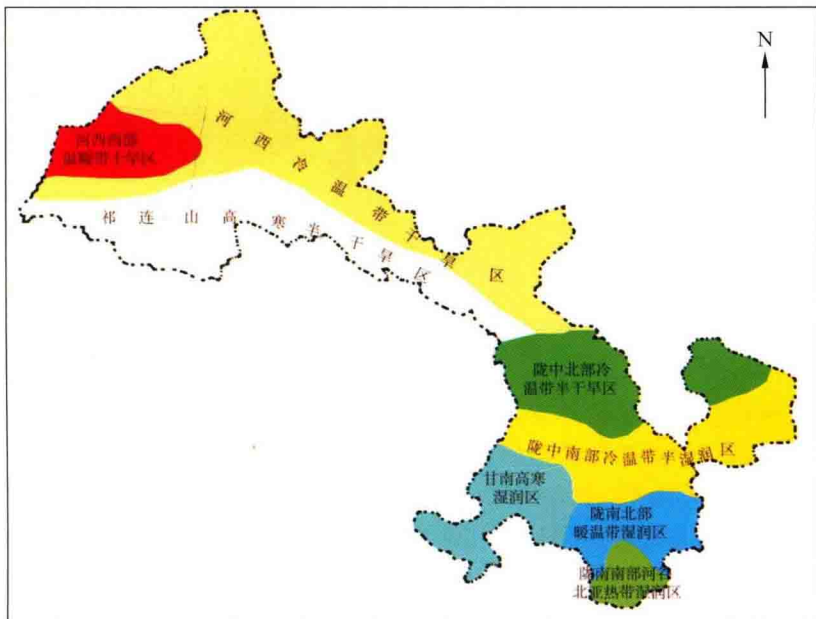


图 1-3 甘肃省气候分区示意图

(甘肃省测绘局制,修改)

四、植被土壤

甘肃省地处青藏、黄土、内蒙古三大高原交错地带,是一个山地高原,是我国少林的省份之一,据第六次全省森林资源清查,全省林业用地面积 $9.8121 \times 10^8 \text{ hm}^2$,森林覆盖率13.42%,主要树种有冷杉、云杉、栎类、杨类以及华山松、桦类等。森林主要分布在白龙江、小陇山、洮河、祁连山、子午岭、关山、西秦岭、康南、大夏河、马御山 10 个林区;甘肃草场有天然草地、人工草地和半人工草地三种。天然草场主要分布在甘南草原、祁连山地、西秦岭、马衔山、哈思山、关山等地,海拔一般为 2400~4200m,气候高寒阴湿。植被状况在区域分布上差异性很大,随着海拔的升高,植被垂直带谱为栎类阔叶混交林(海拔 2200~2500m)、云杉林(海拔 2500~2800m)、巴山冷杉林(海拔 2700~3400m)、杜鹃灌丛(海拔 3300~3600m)(冯自诚,1993),见图 1-4。

甘肃省复杂多变的山地气候构成了多样的土壤类型,土壤从高海拔到低海拔依次为高山寒漠土、寒冻毡土、寒毡土(或寒黑土、草甸土)、暗棕土、棕壤和褐土,呈明显的垂直分布特征。

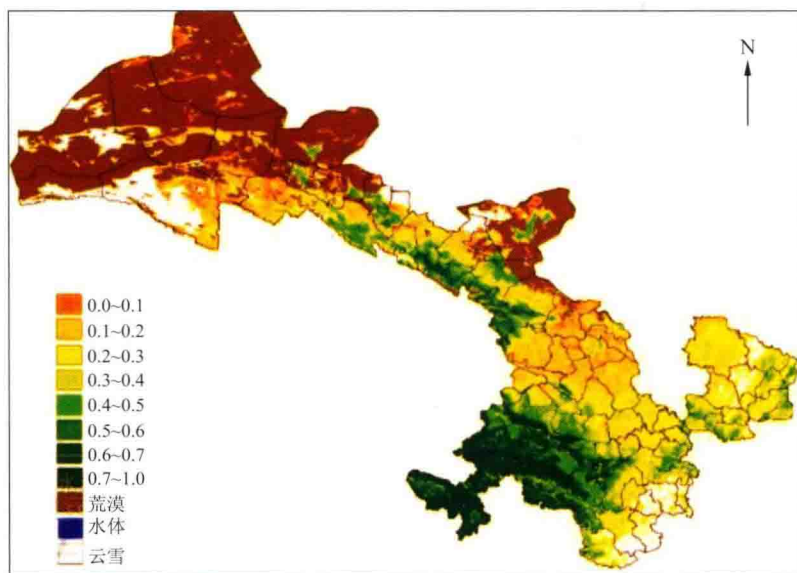


图 1-4 甘肃植被覆盖度示意图

(数据来源:水木论坛)

五、矿产

甘肃省是矿产资源比较丰富的省份之一,地质环境复杂,成矿条件优越,矿产资源相对丰富。截至 2007 年底,全省已发现各类矿产 173 种,占全国已知矿种的 95%,其中已探明储量的矿产 98 种。已开采利用的矿产 65 种,产地近 4000 处,其中大中型矿产地 134 处。据《2007 年全国主要矿产资源储量通报》统计,甘肃省有 10 种矿产储量居全国第一位,即镍、钴、铂族(铂、钯、钌、铑、铱、钇、钆)、硒矿、铸型用黏土等;有 34 种矿产储量居全国前五位,居前十位的有 60 种。其中,锌、铀、碲居全国第三;铜、镉居全国第四;铅、镁、锑居全国第五;铬、钒的保有储量分别居全国第四、第六。甘肃省按照造山带可以划分为四个大的成矿带和一个成矿区,既西秦岭成矿带、祁连山成矿带、龙首山成矿带、北山成矿带和陇东成矿区。

第二节 社会经济

一、历史沿革

甘肃是一个历史悠久、文化底蕴厚重的省份。商周之际,周秦部族先后在今甘肃东部崛起并向东发展,对国家政治生活产生过重大影响。汉武帝至汉昭帝间陆续设武威、张掖、敦煌、天水、安定、武都、金城诸郡。至元代创设省制,甘肃正式设省。至清朝乾隆年间,甘肃辖区除现今省境以外,还辖有西宁府、宁夏府及新疆东境一部。光绪十年(1884年),新疆建省。民国十八年(1929年)分置宁夏、青海省,甘肃行政区域大体与今相同。

甘肃是中华民族和华夏文化的重要发祥地之一。中华民族的人文始祖伏羲、女娲和黄帝相传诞生在甘肃,故有“羲轩桑梓”之称。周人崛起于庆阳,秦人肇基于天水。汉代的开边政策和张骞通西域成功开通了“丝绸之路”。隋唐时期,甘肃成为我国联系西域各国和欧洲的重要通道,武威、张掖、敦煌成为经济文化繁荣的国际性贸易城市,整个河陇地区农桑繁盛、士民殷富,《资治通鉴》有“天下称富庶者,无如陇右”的记载。海路开通后,随着全国政治经济文化重心的东移南迁,特别是由于气候和生态条件的变化,甘肃渐渐成为荒僻之地。一百多年前,左宗棠向清政府奏称“甘肃地处边陲,土旷人稀,瘠苦甲于天下”。

二、民族及文化

甘肃省是一个多民族聚居的地方,现有55个少数民族,人口较多、世居甘肃的少数民族有10个,分别是:回族、藏族、东乡族、保安族、裕固族、蒙古族、撒拉族、哈萨克族、土族、满族,其中东乡族、保安族、裕固族是甘肃省的独有民族。甘肃省少数民族地区包括2个自治州(甘南藏族自治州和临夏回族自治州)、7个自治县(张家川回族自治县、天祝藏族自治县、肃北蒙古族自治县、肃南裕固族自治县、阿克塞哈萨克族自治县、东乡族自治县和积石山保安族东乡族撒拉族自治县),总人口333.1万人,占全省总人口的13.02%,其中少数民族人口199.3万人;区域面积 $18 \times 10^4 \text{ km}^2$,占全省总面积的39.8%。另外,全省还有35个民族乡(镇),其中回族乡16个、东乡族乡8个、藏族乡7个、裕固族乡1个、蒙古族乡2个、土族乡1个,总人口31.1万人,其中少数民族人口20.6万人。

在长期的历史发展中,少数民族与汉族相互交流、相互融合,形成了独具特色的少数民族文化。其特点明显:①历史悠久、源远流长;②形式多样、内容丰富;③载体独特、特色浓郁;④相通相融、相互补充。

以藏传佛教、伊斯兰教为代表的宗教文化,以裕固族、蒙古族和哈萨克族为代表的草原游牧文化,以回族等民族为代表的穆斯林商业文化,在全国乃至世界都享有盛誉。还有类型多样的古代文化,如史前时代的伏羲文化、大地湾文化、马家窑文化、齐家文化,先秦时期的寺洼文化等。不同的气候条件,不同的地理环境,不同的语言文字,不同的风俗习惯,不同的宗教信仰,使各民族文化呈现出鲜明的地方特色。甘肃省现有5种宗教:伊斯兰教、佛教、天主教、基督教、道教。其中伊斯兰教和藏传佛教信仰的人数较多。信仰伊斯兰教的民族主要是回族、东乡族、撒拉族、保安族、哈萨克族;信仰藏传佛教的民族有藏族、蒙古族、土族、裕固族。天主教、基督教、道教在各民族中都有信仰,但人数不多。

三、经济与交通

初步核算,2013年甘肃省全年实现生产总值6268.0亿元,比上年增长10.8%。其中,第一产业生产总值879.4亿元,增长5.6%;第二产业生产总值2821.0亿元,增长11.5%;第三产业生产总值2567.6亿元,增长11.5%,其中批发和零售贸易业增加值440.3亿元,增长7.7%,金融业增加值234.2亿元,增长24.8%,房地产业增加值158.4亿元,增长6.4%。2013年,人均生产总值24297元,比上年增长10.4%。三大产业结构由上年的13.8:46.0:40.2调整为14.0:45.0:41.0,与上年相比,第二产业所占比例下降了1.0个百分点,第一、第三产业所占比例分别上升0.2和0.8个百分点。2013年完成固定资产投资6407.20亿元,比上年增长27.11%。其中,项目投资5682.55亿元,增长26.86%。按三次产业分,第一产业投资232.64亿元,增长36.89%;第二产业投资3245.02亿元,增长19.96%,其中工业投资2334.21亿元,增长23.50%;第三产业投资2929.54亿元,增长35.29%。

甘肃省内外交通都在不断发展,目前交通基础设施主要包括以下几个方面。

航空:甘肃目前有3个空港,即兰州、嘉峪关和敦煌。其中兰州空港是西北最大的航空枢纽之一,开通有到国内各大城市的航线40条左右,主要飞往北京、上海、广州、深圳、成都、香港等近30个大中城市。嘉峪关机场位于嘉峪关市区东北方向9km处的新城乡横沟村,海拔1556m。每周都有航班飞往北京、兰州、西安等地。

铁路:甘肃省是西北地区最大的铁路枢纽,每天有近60列客车经过该站往返于全国各城市之间。特别是兰州是中国铁路东西大动脉的重要地段,陇海、兰新、兰青、包兰四大铁路干线交汇于此,铁路交通非常发达,每天有数十趟客车经过兰州站往返于全国各地。根据旅行目的地的不同,可以直接到达陇东天水,或者是河西走廊以及敦煌等地。

公路:甘肃省内部遍布高速、国道、省道,交通较为便利。

主要交通干线见图1-5。

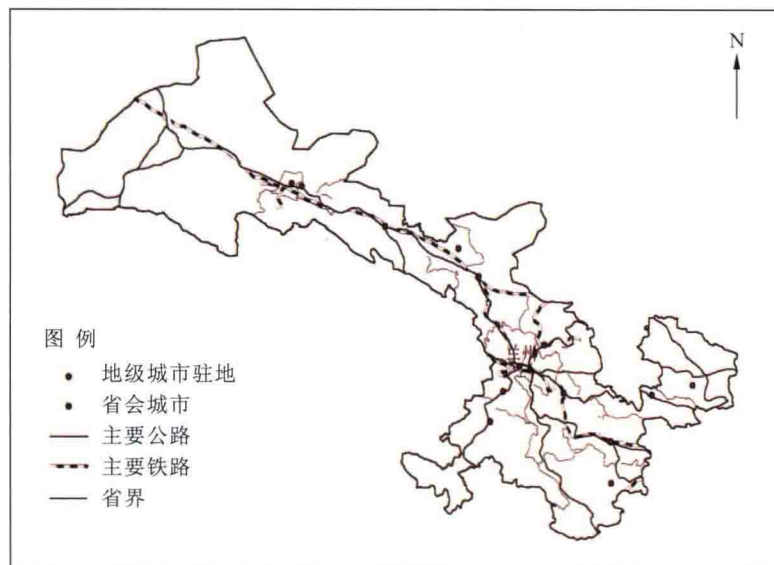


图1-5 甘肃省交通示意图

(数据来源: <http://www.laitour.com/n52128c32.aspx>)

第二章 地景之基——地质遗迹形成的地质背景

甘肃省地处黄河上游,位于黄土高原、内蒙古高原、青藏高原的交汇处。省内山地主要分布于北部、西南部及南部,山间分布着盆地、黄土高原和准平原,地形复杂,地貌形态多样(图 2-1)。北部马鬃山、合黎山、龙首山呈东西向或北西向伸展,海拔 1500~2500m,属于中低山地和丘陵地。西南部为祁连山山脉,由走廊南山、托莱山、疏勒山等一系列北西西-南东东向山岭组成,海拔多在 3000~4000m(祁连山主峰海拔 5547m),属于高山区。海拔 4500m 以上山岭发育着现代冰川。省境南部山地为秦岭山脉的西延部分,通称西秦岭,海拔一般为 1500~3500m,山岭陡峻,河谷深切。西秦岭以北,祁连山山脉东端以南及以东,黄土广布、沟壑交织,以六盘山为界通称陇西、陇东黄土高原。在北山与祁连山之间,分布着一条长千余千米,宽数十千米的狭长平原地带,通称河西走廊,包括盆地、沙漠、戈壁、山地、丘陵等地貌形态。

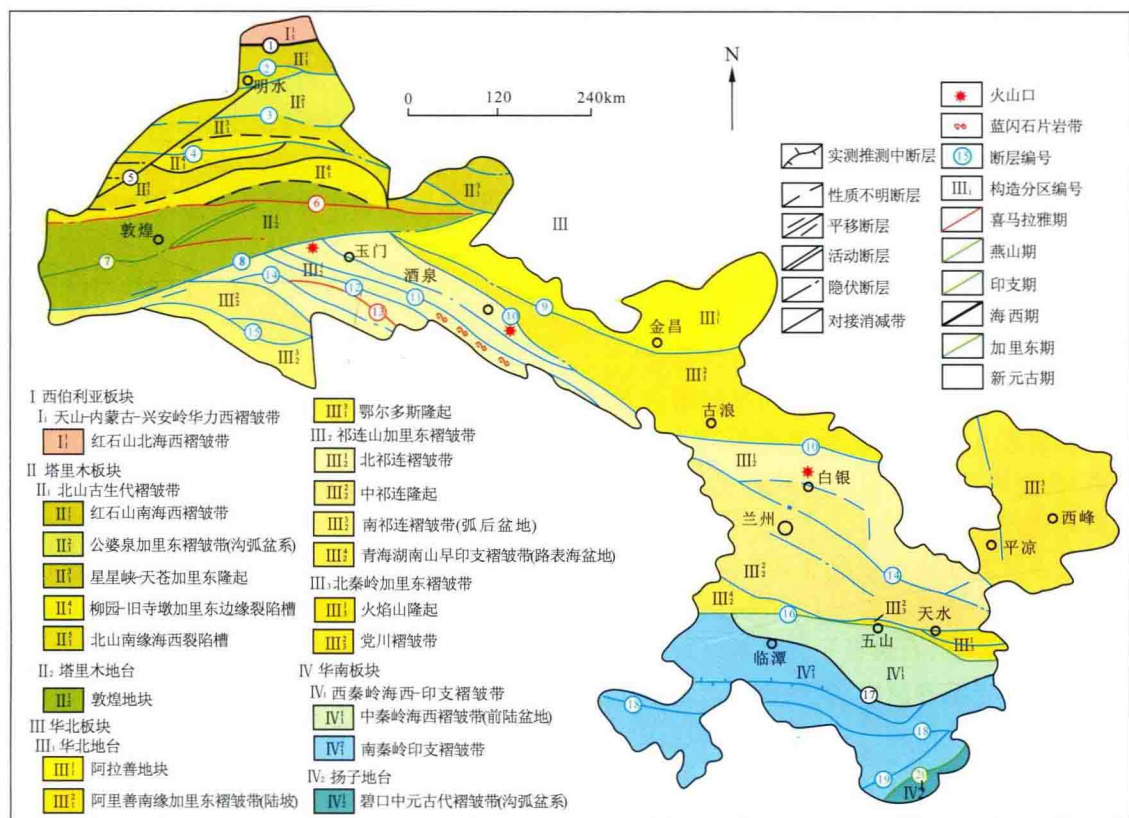


图 2-1 甘肃省地质图(据甘肃省地质矿产局,1989)

第一节 地层特征

本省地层除太古宇外,其他时代地层均有分布。三叠系及更早地层以海相为主,兼有活动型、稳定型和过渡型沉积;其后皆为陆相地层。全省地层可分为5个区(图2-2)。

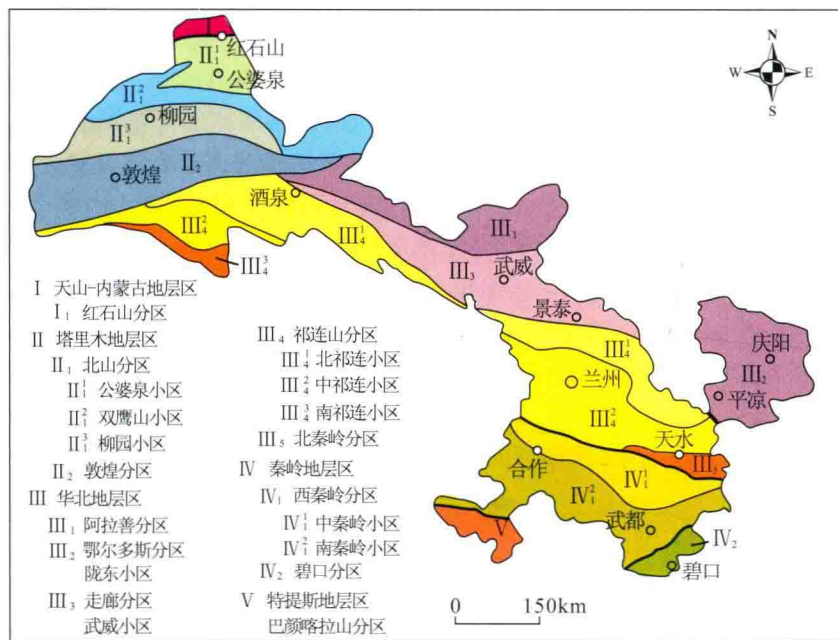


图2-2 甘肃省地层分区图(据甘肃省地质矿产局,1989)

古元古界组成变质结晶基底,变质年龄为1949Ma。中新元古界在北山及龙首山为陆源碎屑岩及碳酸盐岩,具盖层属性;祁连山分区及碧口分区为浊积岩及基性火山岩组合,具洋壳及弧后洋盆沉积特征;震旦系均有冰碛层。

下古生界在北山分区中带,寒武系—志留系为地台型沉积,属东南型生物区系;南带的中、浅变质岩系及混合岩,时代尚有争议。祁连山分区寒武系—奥陶系为巨厚的中基性火山岩及细碧—角斑岩系,志留系为浊积岩,基本属东南型生物区系;陇东小区为稳定的碳酸盐岩,属陆表海环境产物。

上古生界在北山分区发育齐全,型相复杂。红石山分区属北方型生物区系,下石炭统具大洋拉斑玄武岩及硅质岩组合;北山南缘上石炭统一下二叠统为双峰式火山岩组合;祁连山分区泥盆系为磨拉石,石炭系—二叠系以海陆交互相含煤沉积为主;西秦岭的上古生界最发育,为过渡型及稳定型碎屑岩、碳酸盐岩。北祁连小区及其以北地区的三叠系为陆相,中祁连小区以南均为过渡型浅海相沉积,西秦岭、积石山为主要发育区,属特提斯型生物区系。侏罗纪以后无海相地层,第四系以冰川、风积、洪积砂、砾及黄土沉积为特征。

第二节 构造特征

甘肃省沉积建造十分发育,大致以早、晚二叠世间的北山运动为界,比这更早的是较活动的海相碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩建造,之后是较稳定的陆相碎屑岩建造。晚三叠世海水退缩至西秦岭—南祁连,印支运动最终结束了全省的海侵史。综合甘肃省地质构造特征大致可分为四个区。

(1)敦煌—阿拉善及以北的北山构造区。北纬 $40^{\circ}30'$ 以南是前长城纪沉积集中出露地带,为海相碎屑岩、碳酸盐岩、火山岩建造。北纬 $40^{\circ}30'$ 以北,长城纪—早二叠世海相沉积发育,中、新元古代为碎屑岩、碳酸盐岩建造,下部夹少量火山岩,顶部有冰碛层。早古生代为海相碎屑岩夹碳酸盐岩建造,晚期火山岩发育,并有岩浆侵入。中、新生代均为零星分布的内陆河湖相碎屑岩建造,三叠纪、侏罗纪偶有岩浆活动,无变质现象,岩层平缓,东西向展布。

(2)河西走廊以南,西接阿尔金山,东到兰州以东为祁连山构造区。前长城纪地质构造与敦煌—阿拉善地区类似。中、新元古代地质构造与北山区大同小异。早古生代地壳活动最为强烈,沉积厚达 25.9km 的海相碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩建造。晚期岩浆侵入活动强烈、火山喷发活跃。末期的祁连运动结束了祁连山区早古生代海相沉积史,褶皱成山。晚古生代为陆相山前坳陷、山间盆地和海陆交互沉积。中、新生代多为陆相山间盆地和山麓河湖相沉积。

(3)西秦岭构造区包括徽(县)成(县)盆地以西的秦岭山脉和陇南山地。早古生代为厚度不大的海相碎屑岩夹碳酸盐岩建造,晚古生代和三叠纪沉积了与下古生界基本连续的海相碎屑岩、碳酸盐岩建造(是西北岩溶地貌的物质基础)。三叠纪时岩浆侵入强烈,并有较多的火山喷发。三叠纪末印支运动结束海相沉积史,上升为陆地,并发生变质作用。晚古生代至三叠纪的建造与褶皱、断裂,基本上是东西走向,因此也造就了本区地貌骨架。

(4)陇东构造区包括鄂尔多斯盆地西缘。早古生代前为浅海相碳酸盐岩建造。志留纪全面上升为陆,形成巨厚陆相碎屑岩建造。中、新生代为内陆河流、湖泊、沼泽相沉积。该区地层沿贺兰山—陇山一线普遍呈南北走向,为中等褶皱,两侧边缘断裂发育。

地壳运动多期发展,可分为五台—蓟县期、加里东期、海西期、印支期、燕山期和喜马拉雅期六个运动期。

第三节 区域地质发展简史

甘肃省地质发展史可追溯到长城纪之前,至今已 20 余亿年。地壳运动在各个阶段是不均衡的,地史演化过程比较复杂,综合各时期地壳运动性质、古构造、沉积作用、岩浆活动、变质作用的差异等,可将地质发展史划分为前中元古代、中新元古代、早古生代、晚古生代、中生代和新生代六个阶段。

前中元古代,约 19.5 亿年前甘肃可能处于古老地块边缘活动构造的部位(甘肃省地质矿产局,1989):敦煌—龙首山、走廊南山、兰州及陇山附近都是一片海洋,地壳在频繁震荡中大幅度沉降,并有火山喷发。岩浆侵入活动不发育,仅在龙首山地区有少量花岗岩、伟晶花岗岩侵入。在漫长的前中元古代,有多次强烈的地壳运动,各地普遍受区域动力热流变质作用和混合岩化。其中阿拉善运动使岩层发生强烈褶皱,产生变质作用,形成基底。

中新元古代(距今约 19.5 亿~6.15 亿年)是一个重要的地史阶段和成矿期。按发展特征又可分为长城纪—蓟县纪—青白口纪和震旦纪两个阶段。长城纪形成宽阔稳定的陆表浅海,沉积了厚约 5000m 的细碎屑岩—碳酸盐岩建造。长城纪末地壳曾一度普遍上升,出现沉积间断,而后再度下降。蓟县纪早期形成富硅质白云岩建造,晚期为浅海陆棚、滨海平原环境,形成陆源碎屑岩—碳酸盐岩建造。陇东地区鄂尔多斯古陆下沉,形成滨海或近似三角洲相碎屑岩建造。青白口纪敦煌—阿拉善古陆加宽,与陇西古陆、鄂尔多斯古陆连成一体。整个甘肃中部、东部和南部都处于剥蚀状态,只有祁连海槽和北山海有沉积。青白口纪末晋宁运动形成祁连山区及西秦岭区中新元古界变质岩系。震旦纪海水寻故道侵漫,原本连成一体的敦煌—阿拉善、陇西和鄂尔多斯古陆又分割为三,在平凉、天水一带与华北海相连。

早古生代(距今约 6.5 亿~4 亿年),祁连山区活动强烈,北山区次之,陇东区相对平静。托莱运动后全省地壳上升,沉积中断,直到早寒武世中晚期北山和陇东局部才再度下降。中寒武世海侵扩大,出现祁连海槽并与陇东海相连。晚寒武世海退,祁连海槽向西退缩为狭窄海湾。在寒武纪,敦煌—阿拉善古陆、陇西古陆一直处于剥蚀状态,仅在祁连山有较强烈的火山喷发。奥陶纪与寒武纪相仿,构成一个小的发展回旋。晚奥陶世末地壳曾缓慢抬升,北祁连山出现局部沉积间断。志留纪地壳运动减弱,沉积区域缩小,陇东地区成为古陆。古河西系成熟定型,北山区纬向带进入发育形成期,西秦岭区纬向带在继续发育中,贺兰山经向带南段亦在这一时期发育成型。

晚古生代(距今约 4 亿~2.5 亿年),地壳运动不均衡发展,进一步造成分区差异。北山区成为活动非常强烈的地区,西秦岭区次之,陇东地区长期处于抬升剥蚀状态,一直持续到中石炭世后期才接受沉积。泥盆纪是古生代沉积范围最小的时期,祁连运动后仅西秦岭区继续接受沉积,其他地区遍遭剥蚀,直到早泥盆世晚期局部才有沉积。石炭纪是甘肃省地壳运动分区差异最大的时期之一:北山地区反复急速升降,岩浆大规模侵入;西秦岭海槽迅速沉降;祁连山区海水时进时退;陇东地区平稳缓慢下降。二叠纪北山地区地壳运动仍然十分强烈,早二叠世末的北山运动是全省地史阶段划分的重要标志。

中生代(距今约 2.5 亿~0.7 亿年)时期的甘肃省域范围内,地壳由古生代的强烈活动转入相对平静的以陆相沉积为主的新阶段。海水自三叠纪晚期逐渐退出后再未进入。印支运动和燕山运动使以前构造格局复杂化。原有的和新出现的构造体系都比较活跃,在不同地区、不同时期以不同方式控制了地史演化。三叠纪以祁连山—秦岭一线为界,北侧包括北山、肃南—景泰和陇东地区均为陆相沉积;南侧包括南祁连山、碌曲—成县和玛曲地区继续保持以海相沉积为主的形势。三叠纪岩浆活动较古生代弱得多,却是中生代最强烈的时期,且主要分布在西秦岭;火山喷发仅见于碌曲—成县一带。印支运动后,省内完全进入陆相沉积时代。早侏罗世绝大部分地区处于剥蚀状态,中侏罗世沉积盆地大为扩展,约占省域的 2/3,晚侏罗世末强烈的燕山运动Ⅲ幕波及全省,使侏罗纪及以前地层普遍发生褶皱上升。燕山运动Ⅲ幕后,全省遍遭剥蚀。早白垩世末燕山运动Ⅳ幕发生,下白垩统及以前地层普遍褶皱上升。晚白垩世沉积范围缩小,甘肃西部全部形成山地,东部仅在水天以南及兰州以西的民和盆地有少量山麓、河流相沉积。

新生代至今仅 7000 万年,地史发展基本延续中生代。古近纪、新近纪内陆湖沼河流分布广泛,经喜马拉雅运动,地壳迅速抬升,至第四纪沉积区极少。在上升、风化、侵蚀、堆积等内外地质营力综合作用下,形成今日所见高原、雪山、戈壁和盆地等地貌景观。