

宁夏水文地质环境地质勘察创新团队
宁夏回族自治区地勘基金项目——灵武县幅、磁窑堡幅1:5万综合地质调查

LINGWU DONGBU TAIDI
HUAJING DIZHI WENTI FENXI YU YANJIU

灵武东部台地 环境地质问题分析与研究

张一冰 韩强强 童彦钊 / 主编



黄河出版传媒集团
阳光出版社

灵武东部台地
环境地质问题分析与研究

第一主编 张世英 第二主编 王学军

中国地质大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

灵武东部台地环境地质问题分析与研究 / 张一冰, 韩强强, 童彦钊主编. -- 银川: 阳光出版社, 2022.11
ISBN 978-7-5525-6613-0

I. ①灵… II. ①张… ②韩… ③童… III. ①地台-
环境地质学-研究-灵武 IV. ①X141

中国版本图书馆CIP数据核字 (2022) 第242844号

灵武东部台地环境地质问题分析与研究

张一冰 韩强强 童彦钊 主编

责任编辑 胡 鹏

封面设计 晨 皓

责任印制 岳建宁



黄河出版传媒集团
阳光出版社

出版发行

出 版 人 薛文斌

地 址 宁夏银川市北京东路139号出版大厦 (750001)

网 址 <http://www.ygchbs.com>

网上书店 <http://shop129132959.taobao.com>

电子信箱 yangguangchubanshe@163.com

邮购电话 0951-5014139

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏凤鸣彩印广告有限公司

印刷委托书号 (宁) 0024890

开 本 787mm × 1092mm 1/32

印 张 5

字 数 120千字

版 次 2022年11月第1版

印 次 2022年11月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-6613-0

定 价 98.00元

版权所有 翻印必究

《灵武东部台地环境地质问题分析与研究》编委会

主 编

张一冰 韩强强 童彦钊

编 委

马学伟 马晓亮 徐兆祥 任光远 吴 平

段晓龙 郭舜强 王富平 马小波 卓 悦

宁夏水文地质环境地质勘察创新团队简介

“宁夏水文地质环境地质勘察创新团队”（以下简称“团队”），是由宁夏回族自治区人民政府于2014年8月2日批准成立。专业从事水文地质调查、供水勘察示范、环境地质调查、地质灾害调查、地热资源勘察、矿山环境治理等领域研究，通过不断加强科技创新能力建设，广泛开展政产学研用结合，攻坚克难，在勘察找水、水资源评价、生态环境调查评价与环境评估治理等方面取得了一系列重大成果。团队集中了宁夏地质局系统60余位水工环地质领域科技骨干，依托地质局院士工作站、博士后科研工作站、中国地质大学（北京、武汉）产学研基地以及“五大业务中心”等科研平台，结合物化探、实验检测、高分遥感测绘等新技术新方法，较系统地开展了区内外水文地质环境地质勘察领域科技攻关，累计承担国家和宁夏回族自治区各类科技攻关项目30项，获得国家和宁夏回族自治区各类奖励8项，发表科技论文126篇，出版专著8部。经过几年来的努力发展，团队建设日益完善，已形成以团队带头人为核心，以专家

为指导，以水工环地质领军人才为主体的综合优秀团队，引领宁夏回族自治区水文地质环境地质工作健康蓬勃发展，持续为宁夏回族自治区民生建设、生态环境建设、城市及重大工程建设、防灾减灾，环境治理与保护提供着有力的科技支撑与资源保障。

目 录

- 第1章 绪 论 / 001
 - 1.1 研究区概况 / 001
 - 1.2 环境地质背景 / 010

- 第2章 地质灾害 / 019
 - 2.1 泥石流 / 019
 - 2.2 地面塌陷及地裂缝 / 023

- 第3章 土壤质量 / 031
 - 3.1 土壤养分地球化学特征与等级 / 031
 - 3.2 土壤环境地球化学特征与等级 / 095
 - 3.3 土壤质量地球化学综合等级 / 113

- 第4章 地下水环境质量 / 116
 - 4.1 综合指数法 / 116
 - 4.2 标准指数法 / 118

第5章 地质环境分区评价 / 121

5.1 环境地质评价指标体系的意义和原则 / 121

5.2 评价指标体系因子的选取及量化 / 123

第6章 结论与建议 / 145

6.1 结论 / 145

6.2 建议 / 147

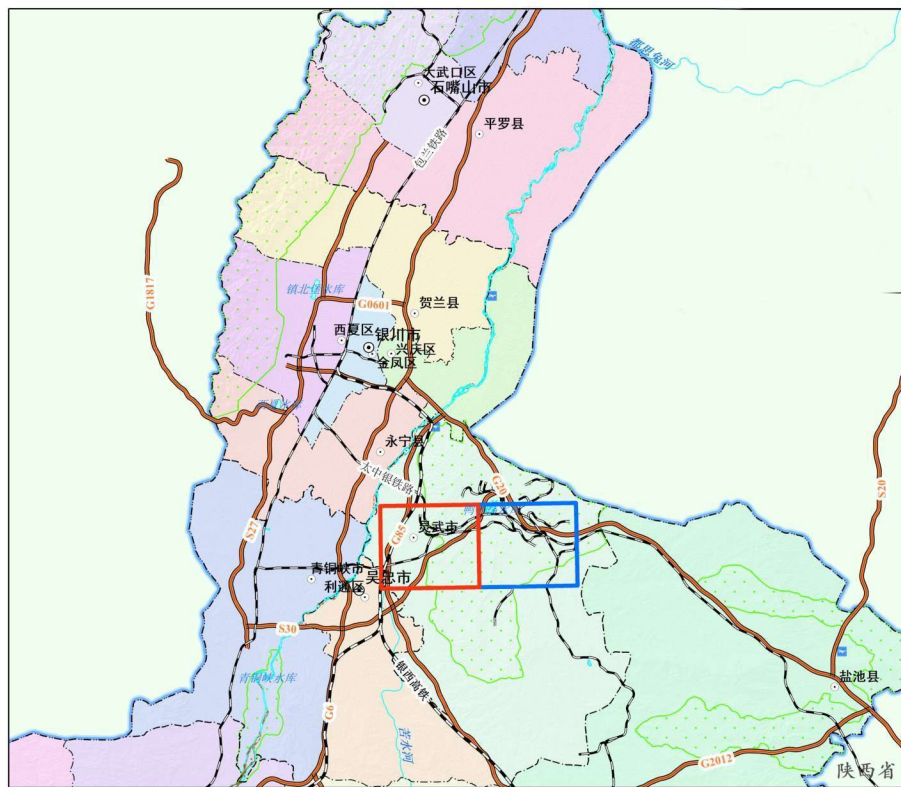
参考文献 / 148

第1章 绪 论

1.1 研究区概况

1.1.1 地理位置及交通位置

研究区域位于宁夏沿黄经济区，属灵武市管辖。地理坐标总体介于北纬 $38^{\circ} 00' \sim 38^{\circ} 10'$ ，东经 $106^{\circ} 15' \sim 106^{\circ} 45'$ ，总面积约 812 km^2 。研究区西部为平原区，交通便利，各城镇与乡村间均有公路或简易公路相通，主要有太中银铁路、福银高速、青银高速、银古高速、211、307国道通过（图1-1）。市内随着环城路的建设，将形成三纵六横的城市道路网络。北部有河东机场，与北京、上海、广州、武汉、成都、西安等十多个城市有定期航班。



— 灵武图幅 — 磁窑堡图幅 - - - 铁路 ——— 高速公路

图1-1 研究区地理位置及交通位置示意图

1.1.2 地形地貌

(1) 地形

研究区东、西部地形对比鲜明，西部属于银川平原，而东部则属于灵盐台地的范畴，两者相对高差250 m左右。西部平原区地形平坦，海拔高程1 115 m左右，总体地势东南高西北低，由于黄河得天独厚之利，使其成为引黄灌区，其上沟渠纵横，良田万顷。东部低山丘陵区，地形起伏较大，海拔高程1 200~1 360 m，由于沟谷侵蚀形成部分山间沟谷，研究区东南部，多为沙地，分布低缓沙丘（图1-2）。

(2) 地貌

研究区地貌类型按照区域地貌单元分为平原和台地两类，前者属银川平原区总面积为178 km²，后两者属灵盐台地区，总面积为634 km²，在此基础上平原区进一步划分为Ⅰ级阶地、Ⅱ级阶地及洪积斜平原，东部台地进一步划分为低山丘陵、山地、现代沟及风积沙地。

①冲积平原Ⅰ级阶地

Ⅰ级阶地在研究区西北角，面积较小，约为0.6 km²，岩性多为灰黄色、灰色黏质砂土，砂质黏土夹褐灰色卵砾石层，含砂卵砾石层。

②冲积平原Ⅱ级阶地

Ⅱ级阶地分布面积较广，约为159.6 km²。上部岩性为灰黄色细砂、黏土质粉砂，下部为浅蓝灰色含砾粗砂。该区地形平坦开阔，整体向黄河微倾，地面坡度0.3‰~0.8‰，农田分布较广，渠系发达，湖沼是该地貌单元一大特征。吴灵平原是银川平原引黄灌区

的一部分，农田成网。沟渠纵横，交通便利，主要种植水稻、玉米、蔬菜和果树。

③洪积斜平原

洪积斜平原主要呈南北带状分布在山前台地与平原接壤部位，面积约为 17.84 km^2 ，向西倾斜，地层岩性主要为粉细砂、细砂及砂砾石组成，地表主要为农田。

④低山丘陵、山地

低山丘陵、山地主要分布在研究区东北部，主要是由三叠系、侏罗系、白垩系及古近系、新近系组成的丘陵山地。三叠系主要为二马营组 (T_{2e})、大风沟组 (T_{3d}) 及上田组 (T_{3s}) 砂岩、泥岩等组成；侏罗系主要为富县组 (J_{1f})、延安组 (J_{2y})、直罗组 (J_{2z}) 及安定组 (J_{2a}) 砂岩、泥岩组成，部分地层含煤线；白垩系主要为宜君组 (K_{1y}) 和洛河组 (K_{1l})，岩性为浅红色中厚层中—粗砾岩、粗—巨砾岩夹细砾岩，偶夹棕红色、浅黄色透镜状、薄层状含砾泥质砂岩，自北而南砂岩夹层有增多之趋势，未见下层底砾岩；渐新统清水营组 (E_{3q}) 不整合于下白垩统宜君组之上，岩性底部为橘红色中厚层钙质中砾岩，向上为橘红色、橘黄色厚层粗粒长石石英砂岩、中层钙质中细粒长石石英砂岩夹少量砂砾岩、紫红色泥岩，上部为紫红色泥岩夹橘黄色中层钙质细粒石英砂岩，偶夹蓝灰色钙质泥岩条带。

⑤现代冲沟

现代冲沟主要为山间沟谷，多为短小沟道，规模最大的为大河子沟，呈近东西向延伸，宽 $100\sim 400\text{ m}$ ，切割深度 $10\sim 30\text{ m}$ ，沟底平坦宽阔。

⑥风积沙地

南侧多为荒漠沙丘，地形起伏，多为流动性沙滩地、草丛沙丘、蜂窝状沙丘、沙垅、星月形沙丘等。岩性为中细粒砂、粉砂，碎屑成分主要为石英、长石，少量云母、岩屑，岩性均一。

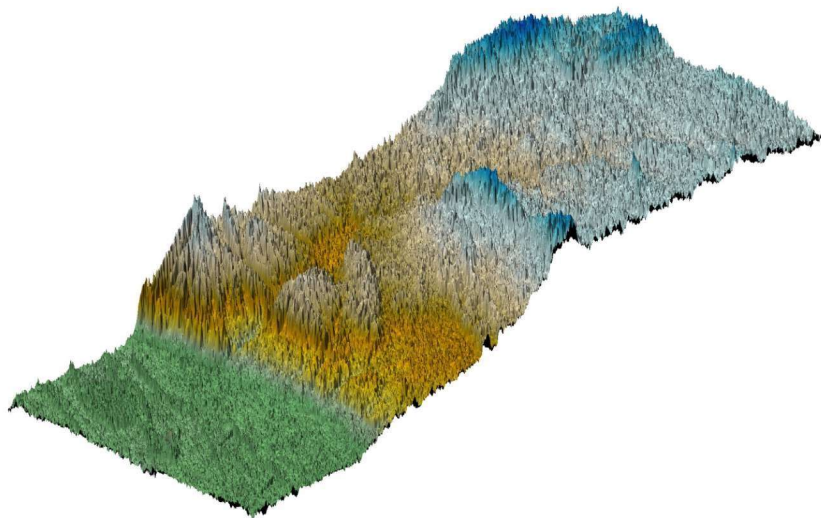


图1-2 研究区地形地貌示意图

1.1.3 气象

研究区属中温带内陆干旱气候区，具有冬寒漫长、夏热短暂、春暖过快、秋凉较早、干旱少雨、蒸发强烈、日照充足、辐射较强的特点。

根据气象局灵武、陶乐等站台资料统计，研究区多年平均气温 9.69°C ，其中一月份平均气温 -7.51°C ，为全年最低，七月份平均气温 24.40°C ，为全年最高。年平均降水量 215.59mm ，多集中在

6—9月，占全年降水量的73.55%。年平均蒸发量1389.77 mm，多集中在4—8月，占全年蒸发量的63.41%。年平均日照时数2800~3000h，是中国太阳辐射和日照时数最多的地区之一。无霜期185 d左右。多年平均风速1.7~4.3 m/s，定时最大风速可达34 m/s；一般最大风力5~7级（表1-1、图1-3）。

表 1-1 磁窑堡气象要素多年月平均值（2000—2019）统计表

月份	气温（℃）	降雨量（mm）	蒸发量（mm）
1	-7.51	1.49	32.69
2	-3.00	2.30	58.43
3	4.55	3.70	134.63
4	12.37	9.94	150.97
5	18.09	20.22	191.17
6	22.55	33.76	195.45
7	24.40	46.43	190.33
8	22.41	41.30	153.38
9	16.79	37.08	103.65
10	9.85	13.81	82.00
11	1.49	4.80	61.32
12	-5.68	0.76	35.75
平均或合计	9.69（平均）	215.59（合计）	1389.77（合计）

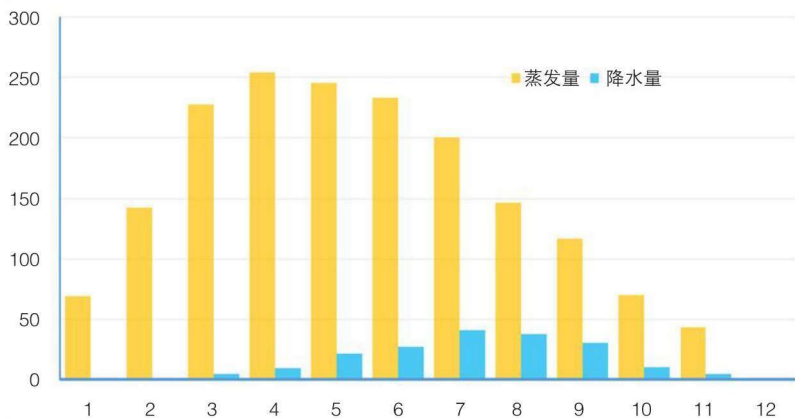


图1-3 灵武市气象要素图 (2000—2019)

研究区不同年份的降水量差异较大,根据2000年—2019年气象资料显示,年最大降水量为322.4 mm (2008年),年最小降水量为80.4 mm (2010年),前者为后者的4倍多,年最小降水量不到年平均降水量的二分之一。

分析可知,多年的气温与蒸发量呈现出明显的正相关性,气温高蒸发强烈,反之相反,降水量变化总体上受气温的控制,并呈相反分布趋势,即暖期对应少雨年份,冷期对应多雨年份。

1.1.4 水文

研究区西邻黄河,属黄河流域,黄河多年平均径流量266亿 m^3 。丰水期多年平均最大流量为3440~3570 m^3/s ,枯水期流量为300~400 m^3/s ,最小流量为100 m^3/s 。区内常年性地表径流仅大河子沟。大河子沟发源于磁窑堡西,于临河以南注入黄河。全长65 km,流域面积810 km^2 ,多年平均径流量226万 m^3 ,该沟在中下游沟段形成地

表水流，并在旗眼山建水库一座，库容 $1\,290\text{m}^3$ 。其中旗眼山水库位于宁夏灵武市大河子沟下游，据收集资料可知，水库始建于1978年12月，1979年建成，控制流域面积 848km^2 ，原设计总库容 $1\,090\text{万}\text{m}^3$ ，为均质土坝，设计坝高 20.6m ，坝长 774m ，顶宽 7m ，属中型水库。旗眼山水库是灵武市防洪的重点工程，保护着灵武市以北两乡镇、一个农场、一个林场以及北门工业区，总面积 32.2km^2 ，同时保护着秦渠、东沟、307国道、银灵公路、天然气管道、光缆线路等水利、交通、工业、信息设施，对于保证灵武市人民经济财产具有重要意义（图1-4）。

1.1.5 植被

植被的生长与气候、地形、土壤、地下水等自然条件和人为活动因素密切相关，因而其分布具有明显的地域性。研究区内植被主要以草甸植被为主，此外还有荒漠草原植被及沙生植被。

（1）草甸植被

草甸植被主要分布在西部平原区引黄灌区，当地地下水位埋藏浅，土壤无明显盐渍化，适宜农业生产，草甸植被生长茂盛。

（2）荒漠草原植被

主要分布在研究区东北部的低山丘陵地区，气候干旱，地下水位埋藏深，土壤有机质少，主要生长耐旱的荒漠草原植被。

（3）沙生植被

在流动的干燥沙丘上很少有植被生长，沙生植物主要分布在湿润的沙丘、丘间洼地及平铺沙地上。



图1-4 研究区水系分布图 (来源: 作者自绘)