

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.01.020

关中盆地城市群环境地质图编图研究

曾庆铭¹, 王祎萍², 朱桦¹, 李清¹, 高萌萌²

(1. 中国地质调查局西安地质调查中心/西北地质科技创新中心, 陕西 西安 710054;

2. 中国地质环境监测院, 北京 100081)

摘要: 关中盆地城市群是一个人口密集、工农业发达的地区, 同时也是一个环境地质问题突出区。笔者以关中盆地城市群为研究对象, 开展资料集成分析和综合研究工作, 编制完成《关中盆地城市群环境地质图》。笔者阐述了关中盆地城市群环境地质图的编图思路和编图原则, 详细介绍了环境地质图反映的主要内容以及主图、镶图的编制方法。本图的编制为关中盆地城市群地质灾害防治和地质环境保护提供了科学依据, 为城市群发展规划和政府宏观决策提供了重要支撑, 也为中国其他地区环境地质图件的编制提供了参考。

关键词: 环境地质图; 编图原则; 编图方法; 环境地质问题; 关中盆地城市群

中图分类号: P66

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2020)01-0215-07

Research on the Compilation of Environmental Geological Map of the Guanzhong Basin Urban Agglomeration

ZENG Qingming¹, WANG Yiping², ZHU Hua¹, LI Qing¹, GAO Mengmeng²

(1. Xi'an Center of China Geological Survey/Northwest China Center for Geoscience Innovation, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. China Institute of Geo-Environment Monitoring, Beijing 100081, China)

Abstract: Guanzhong Basin urban agglomeration is a densely-populated area and also a well-developed area in industry and agriculture. However, this area has a severe environmental geological problems. Taking Guanzhong Basin urban agglomeration as the research object, the authors carried on the integration analysis and synthesis research work, and completed the compilation of "Environmental Geological Map of the Guanzhong Basin Urban Agglomeration". This paper introduces the main content of the environmental geological map and the compilation method of main map and insert map. The map provides not only a scientific basis for the geological disaster prevention and geological environment protection, but also important support for the development planning and government decision-making. It also provides a reference for the compilation of environmental geological maps in other areas of China.

Keywords: environmental geological map; compilation principle; compilation method; environmental geological problems; Guanzhong Basin urban agglomeration

收稿日期: 2019-06-08; 修回日期: 2019-07-08

基金项目: 中国地质调查局项目“重要地区地质环境图件编制”(12120112200894), “关中—天水经济区综合地质调查”(DD20160261), “关中平原城市群综合地质调查”(DD20190294)联合资助

作者简介: 曾庆铭(1985-), 男, 河南南阳人, 工程师, 主要从事水工环地质调查工作。E-mail: zqm1316@163.com

环境地质图件是地质环境调查与研究的重要表现形式,是科学利用和保护地质环境、防治地质灾害和建设生态文明的重要依据。在中国有计划、分步骤地开展区域环境地质调查的同时,环境地质编图工作也有条不紊地开展了起来。地矿部门在不同时期都编制出版过不同比例尺的环境地质图件、图集及图系,为中国经济社会发展和政府宏观决策提供了极为重要的基础资料。如1985~1987年地矿部环境司组织有关省区水文地质队合作,结合流域规划分别编制了1:200万长江流域和黄河流域环境地质图系及说明书。其中,长江流域环境地质图系是中国第一套按大流域编制的环境地质图系,为中国区域性环境地质图系和各专门性图件的编制提供了成功的范例(王思敬等,1995;冯小铭等,2001)。1992年由地矿部环境地质研究所等单位编制完成了1:600万《中国环境地质图系》,图系由地质基础图组、地质资源图组、地质灾害图组和环境地质评价与合理开发利用和保护图组等18幅图件组成,它是中国第一套反映全国环境地质特征的专题系列地图(李京森,1997)。1992~2003年完成的全国各省1:50万环境地质调查工作编制了分省(区、市)环境地质调查评价图件133幅;2004~2011年开展的全国主要城市环境地质调查与评价,编制了中国主要城市环境地质图集,包括各类图件共2168张,为中国城市地质环境管理提供了决策参考。近年来,围绕京津冀一体化、长江经济带、“一带一路”等重大战略,中国地质调查局部署开展了重要经济区和城市群综合地质调查、地质灾害调查和防治、矿山地质环境调查、资源环境承载能力评价与监测预警等工程,编制出版了一系列支撑服务重要经济区和城市群规划建设的环境地质图集(李烈荣等,2012;张永双等,2017)。

环境地质图件的编制,涉及到的问题十分复杂,包括地质灾害和环境地质问题、地质资源及其与城市可持续发展的若干问题(罗兵等,2007)。中国不同时期、不同地区编制的环境地质图件,由于研究对象和编图目的、任务的不同,无论是以单张图件还是以系列图件表示,所反映的内容不尽相同,表达形式也各式各样,编图原则和编图方法等也没有统一的要求。

虽然中国环境地质调查和编图工作开展了很多年,但是可供参考的现成经验和编图方法却很少,编

图过程中仍有很多问题有待于进一步探讨(高学忠,1989);另外,之前编制的大部分环境地质图件图面内容复杂,专业性强,针对性和应用性差,非地质专业的城市规划和管理者难以看懂、难以利用。因此,加强对环境地质图件编制的研究,提高图件的实用性和可读性十分重要。笔者以关中盆地城市群为例,在资料集成分析和综合研究的基础上,探索新时代环境地质图的编图方法。

1 研究区概况

关中盆地城市群位于陕西省中部,地理坐标为东经 $107^{\circ}30'$ ~ $110^{\circ}30'$,北纬 $34^{\circ}00'$ ~ $35^{\circ}40'$,西起宝鸡,东至潼关,南依秦岭,北抵北山,东西长约330 km,南北宽30~100 km,面积约为 2×10^4 km²。所辖区域包括西安、宝鸡、咸阳、渭南和铜川5个城市。

关中盆地是一个三面环山、向东敞开的盆地。盆地内地势西高东低,南北高中间低,向东微倾,海拔325~900 m。以渭河为界,向南、北两侧,地貌依次为渭河及支流冲积平原、黄土台塬和山前洪积平原。

关中盆地处于中纬度地区,属暖温带半干旱、半湿润气候区。多年平均气温 $12.0 \sim 13.6^{\circ}\text{C}$,年均降水量为550~750 mm,多年平均蒸发量为1000~1200 mm。本区属黄河流域,黄河从盆地东部流过。渭河是区内最主要的河流,由西向东横贯关中盆地并汇入黄河。

根据关中盆地地下水含水介质的结构组合、空间分布与地下水循环演化特征,盆地内地下水系统可划分为山前洪积平原孔隙含水系统、黄土台塬孔隙—裂隙含水系统、冲积平原孔隙含水系统、渭北岩溶含水系统和基岩裂隙含水系统。盆地内地下水以水平运动为主,主要由秦岭山前和北山山前向盆地中部渭河径流、排泄(张茂省等,2005)。

区内岩体出露较少,主要分布于秦岭北坡、骊山山区及渭北一带。而盆地内第四系松散层广泛分布。第四系松散层土按成因、颗粒组成和工程地质性质可分为砾质土、砂质土、一般黏性土和黄土。

盆地内新构造运动强烈,活动断裂发育,区域稳定性差。受盆地北缘与秦岭山前两大断裂带控制,

具有南断北翘、南深北浅、南陡北缓的特征(韩恒悦等,2002)。从古近纪至第四纪,关中盆地不断裂陷和扩张,是十分活跃的构造单元。

关中盆地地质环境作为城市建设与发展的基础,为城市群的发展提供了大量的土地、矿产、地下水、地热和地下空间等资源,支撑着城市群的可持续发展。而随着关中城市群经济社会的快速发展和新型城镇化进程的推进,城市规模不断扩大,人类经济活动强度迅猛增长,由此产生的环境地质问题日益突出,对城市规划、经济建设和人民生活环境都带来了不同程度的影响。目前关中盆地城市群面临的主要环境地质问题包括崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面沉降、黄土湿陷和土壤盐渍化等。其中,崩滑流地质灾害和地裂缝地面沉降灾害发育集中,危害严重,成为制约关中城市群经济和社会可持续发展的重要因素(曾庆铭等,2011;陶虹等,2014;董英等,2019)。

2 编图思路 and 原则

2.1 编图思路

针对城市群规划建设、地质灾害防治、生态环境保护和绿色农业发展等需求,以国土资源大调查以来关中盆地开展的环境地质调查、监测数据资料和研究成果为基础,开展资料集成分析和综合研究工作,编制《关中盆地城市群环境地质图》,并建设空间数据库;同时依托全国数字地质环境图系管理系统,逐步实现关中盆地地质环境信息的动态更新,提升地质环境信息化水平,促进综合研究成果的转化应用,为关中盆地城市群地质环境保护与管理提供科学支撑。

2.2 编图原则

(1)科学性和实用性相结合。为了增强图件的科学性和实用性,突出规律性,在选取资料时,尽量选择可体现区内主要环境地质问题的区域规律,并与当前国家经济建设和人民生活密切相关的资料点,提高图件的实用性,更好地为城市规划建设和政府宏观决策服务。

(2)全面反映与突出重点相结合。环境地质研究涉及内容很多,很难用一张图件全面反映。因此在全面反映区内主要环境地质问题区域规律的同时,也要重点突出,层次分明。图件将突出区内主要

地质灾害和环境地质问题的发育分布规律,次要环境地质问题则可淡化、简化表示。

(3)反映最新调查和研究成果。本次编图是在充分收集和分析总结以往环境地质调查研究成果资料的基础上进行的,选取数据时对历年来不同阶段的成果进行甄别,尽量反映最新的环境地质调查和研究成果,体现本地区环境地质问题、地质灾害的最新研究水平,以保证图件的时效性。

(4)保持图件的信息化管理和动态更新原则。为适应当今信息化管理的大趋势,在本次编图时对图件的图层和属性结构进行科学设置,通过 MapGIS 软件,建立相应图层的属性数据库,从而实现成果图件和地质环境信息的动态更新和科学管理(王志敏,2014)。

3 编图内容和表示方法

3.1 编图内容

《关中盆地城市群环境地质图》是根据关中盆地最新的环境地质调查、监测数据资料和研究成果,在资料集成分析和综合研究的基础上,客观地反映关中盆地城市群区域地质环境特征、区内主要地质灾害和环境地质问题发育分布规律和主要的地质资源,并依据区内环境地质问题发育现状和危害程度进行环境地质分区。

图面上反映的主要内容有:岩土体类型、活动断裂和地震等地质环境背景条件;崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面沉降、黄土湿陷和土壤盐渍化等主要地质灾害和环境地质问题,以及环境地质分区;地热、地质遗迹、富硒土壤等主要的特色地质资源。

3.2 图层划分

本图采用主图和镶图相结合的表现形式,运用 MapGIS 软件进行编制,并分图层来表达,比例尺采用 1:350000。根据《关中盆地城市群环境地质图》的实际情况,具体图层设置见表 1。

3.3 主图的编制

3.3.1 地质背景图层

主要反映关中盆地城市群环境地质问题和地质灾害等形成、发育的地质环境背景,由岩土体类型、活动断裂和地震等图层构成。

表 1 图层划分
Tab. 1 The layer division of the map

图层分类	图层序号	图层名称	图层内容	成图方式
基础地理图层	1	地理	经纬网及其注记、县级以上境界线、居民地、河流(二级以上)、主要湖泊、山脉等注记	点图元 线图元 面图元
				点图元
				线图元
	2	岩土体类型	岩土体类型及其分布范围	点图元
地质背景图层	3	活动断裂	活动断裂的空间分布和类型	线图元
	4	地震	6.0 级以上地震的分布情况	点图元
	5	环境地质分区	根据区内发育的主要环境地质问题,圈出严重发育区、中等发育区;对区内发育的主要地质灾害圈出高易发区和中易发区,其他区空白	线图元 面图元
环境地质专业图层	6	地质灾害与环境地质问题	反映区内地质灾害、主要环境地质问题的发育和分布情况	点图元 线图元 面图元
	7	特色地质资源	反映区内地热、地质遗迹、富硒土壤等分布情况	点图元
	8	镶嵌图	关中盆地黄土地基湿陷类型分区图、西安市地裂缝地面沉降分布图	点图元 线图元 面图元

(1)岩土体类型。用线条及特定符号来反映关中盆地岩体和土体工程地质类型及其分布范围。岩体类型主要根据岩石的成因类型划分为岩浆岩建造(YR)、碎屑岩建造(SR)、碳酸盐岩建造(TR)和变质岩建造(BR)4个建造类型;土体类型根据粒度成分及土的特殊工程地质性质,将松散土划分为砾质土(GS)、砂质土(SS)、黏性土(CS)和特殊土(TS)4种类型。特殊土主要包括湿陷性黄土和黄土状土。

(2)活动断裂。图面主要反映晚更新世以来特别是全新世以来有活动特征的断裂的空间分布和类型,用线状符号表示,并按照断裂性质进行分类表示。

(3)地震。图面重点反映历史上发生的 6.0 级以上地震的分布情况。地震震中用点状符号来表示,并标注震级和发震时间。

3.3.2 环境地质专业图层

(1)环境地质分区。前人在进行环境地质分区(区划)时,主要根据大地构造单元、大的地貌单元、气候特征等进行分区,其实质是地质环境分区。本

次编图没有沿袭前人的做法,而是以定性分析结合半定量对平原区或丘陵山地进行环境地质问题分区评价,圈划出环境地质问题严重区、中等区,并给普染色,不严重区为空白。这样就避免了图面满是普染色,重点不突出的问题。

(2)主要环境地质问题。根据最新资料在图面上反映关中盆地的主要环境地质问题与地质灾害,包括崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面沉降和土壤盐渍化等。

①崩滑流图层反映关中盆地崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的发育分布规律,用不同的点状符号来表示。由于局部灾害点较多且堆叠严重,编图时按照减轻图面负担、清晰表达主题内容、图面美观易用的原则,在不影响反映崩滑流灾害发育规律的前提下优先选取规模等级为中型及以上的灾害点,另外对灾害点堆叠比较严重的局部地区,适当进行删减。

②地裂缝图层主要反映关中盆地地裂缝的发育分布规律,用线状符号来表示。对于西安市区的地裂缝按实际发育位置表达,盆地内其余的地裂缝由于长度较短及图件比例尺的限制,以短线示意表达。

③地面沉降图层主要反映关中盆地地面沉降的发育情况。地面沉降范围(累计沉降量大于 1 000 mm)以线状符号表示,并标注累计地面沉降中心和累计沉降量。

④土壤盐渍化图层反映关中盆地土壤盐渍化的分布情况,用线状符号和面状符号来表示。

(3)特色地质资源。在图面上反映区内主要的地质资源,包括地热、地质遗迹和富硒土壤等。

①地热资源,用温泉和地热井表示。温泉反映关中盆地温泉的出露情况,用点状符号来表示,并标注温泉的名称和水温。由于盆地内地热井较多,筛选出水温较高且具有代表性的地热井在图面上表示。地热井用点状符号来表示,并标注水温。

②地质遗迹,反映关中盆地重要地质遗迹和地质公园的分布情况,用点状符号来表示,并标注地质遗迹的名称。根据其重要性级别筛选出省级以上的地质遗迹点在图面上展示。

③富硒土壤,反映富硒土壤(硒含量介于 0.4~3.0 mg/kg 的耕地)的分布情况,用点状符号来表示,并标注其硒含量值。根据关中盆地 1:25 万多目标地球化学调查获取的土壤样品中 Se 元素的高精度定量分析数据进行筛选。

3.4 镶图的编制

镶图用来表达主图尚未表达清楚或具有重要意义的相关内容。根据关中盆地主要的环境地质问题和主图负载情况,选取关中盆地黄土湿陷和西安市地裂缝地面沉降作为镶图。

(1)关中盆地黄土地基湿陷类型分区图(1:100万)。该镶图主要反映关中盆地湿陷性黄土(包括黄土状土)的分布情况和湿陷类型。因镶图比例尺限制,对于湿陷性黄土地基只划分出湿陷类型,即自重湿陷性黄土地基和非自重湿陷性黄土地基,不再细分湿陷等级。图面上用不同的颜色来表示黄土地基的湿陷类型。

(2)西安市地裂缝地面沉降分布图(1:10万)。该镶图主要反映西安市区14条地裂缝的分布位置和地面沉降的发育情况。地裂缝的分布位置,以线状符号表示,并标注其编号;根据地裂缝的出露情况,将地裂缝分为出露地裂缝、隐伏或推测地裂缝2类,用不同的线状符号表示。地面沉降的发育情况用累计地面沉降量等值线来表示,并标注沉降中心及累计沉降量。其中,等值线的间隔设定为500mm。

4 编图应用

根据上述编图原则和编图方法,利用MapGIS软件编制完成《关中盆地城市群环境地质图》,其缩略图见图1。主图主要反映了环境地质分区、主要环境地质问题、地质环境背景和特色地质资源4部分内容。

4.1 环境地质分区

根据关中盆地地质环境特征和主要环境地质问题的发育分布规律及危害程度,盆地内可圈划出7个崩滑流地质灾害高易发区、2个崩滑流地质灾害中易发区、2个地裂缝灾害高易发区、2个地裂缝灾害中易发区,以及1个地面沉降严重发育区(程谦恭等,1995;陶虹等,2008),其余地区为地质灾害低易发区。

4.2 主要环境地质问题

图面反映的主要环境地质问题有崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面沉降和土壤盐渍化等。其中崩塌滑坡泥石流地质灾害主要分布在黄土塬边、高阶地前缘及秦岭山前斜坡地带;地裂缝主要集中于盆地北缘(泾阳)及中南部地区(以西安市为主);地面沉

降主要发生在西安市及咸阳市区,尤其以西安市最为严重;土壤盐渍化主要分布在渭北的大荔盐池洼、朝邑滩和蒲城卤泊滩等地(朱红玉等,2013)。

4.3 地质环境背景

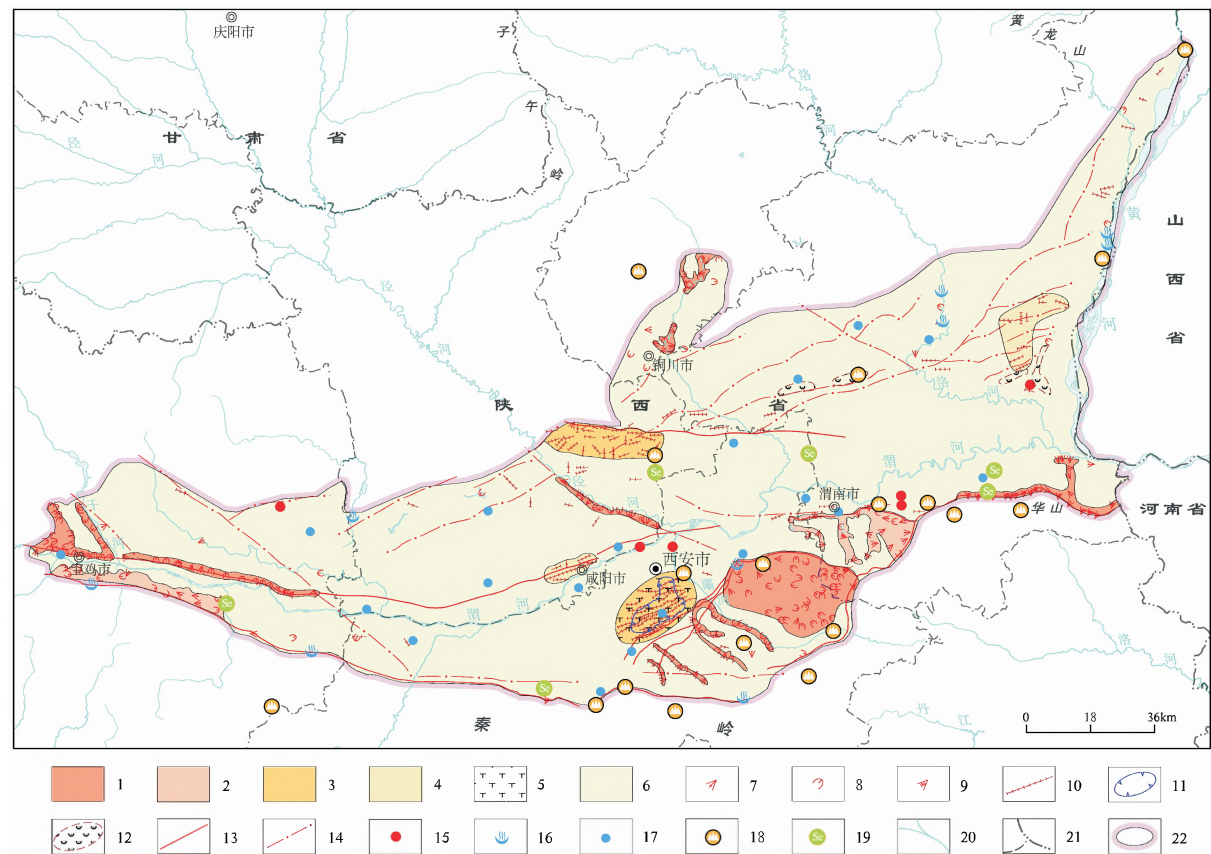
主要反映区内活动断裂和历史地震的分布情况。关中盆地边缘和内部活动构造发育,均表现为正断层或阶状正断层。活动断裂以近东西向、北东—北北东向和北西向为主。据不完全统计,从公元前780年至今盆地内共发生6.0级以上地震6次。包括1556年华县8.3级地震,公元前780年岐山7.0级地震;1501年大荔朝邑7.0级地震,公元793年华县6.0级地震、1487年西安临潼6.3级地震和1568年西安草滩6.8级地震(王亚秀等,2008)。

4.4 特色地质资源

关中盆地城市群地质资源丰富。盆地内自然出露的温泉,如华清池温泉、东汤峪温泉和西汤峪温泉早已被古人用于洗浴、旅游观赏。近年来,地热资源的开发利用发展较快,目前盆地内地热井已达300余眼,地热水开采量约 $5\,894.19\times10^4\text{ m}^3/\text{a}$ 。区内目前已有地质遗迹点146处,种类比较齐全,以地貌景观类遗迹为主,基础地质类、地质灾害类遗迹为辅(丁华等,2019)。近年来,已批准建立世界地质公园1处,国家地质公园3处,省级地质公园1处。另外,通过实施关中盆地1:25万多目标地球化学调查,在华阴市西部、鄠邑区南部、三原县—阎良区一带、岐山县石头河一带发现有富硒土壤,面积约为 700 km^2 (王会锋等,2010;任蕊等,2018)。

5 结语

笔者以关中盆地城市群为研究对象,针对城市群规划建设、地质灾害防治、生态环境保护和绿色农业发展等需求,充分利用国土资源大调查以来关中盆地开展的环境地质调查、监测数据资料和研究成果等最新资料,开展资料集成分析和综合研究工作,编制完成《关中盆地城市群环境地质图》。本图在图面内容上不仅突出反映关中盆地城市群崩塌滑坡泥石流和地裂缝、地面沉降灾害,主次分明,重点突出,而且将地热、地质遗迹、富硒土壤等地质资源展示于环境地质图上,使得图面内容更加丰富,可读性强。本图的编制为关中盆地城市群地质灾害防治和地质



1. 崩滑流高易发区;2. 崩滑流中易发区;3. 地裂缝高易发区;4. 地裂缝中易发区;5. 地面沉降严重发育区;6. 地质灾害低易发区;
7. 崩塌;8. 滑坡;9. 泥石流;10. 地裂缝;11. 地面沉降量>1 000 mm 范围;12. 土壤盐渍化;13. 活动断裂;14. 隐伏与推测活动断
裂;15. 地震震中;16. 温泉;17. 地热井;18. 地质遗迹资源;19. 富硒土壤;20. 河流;21. 境界线;22. 研究区范围

图 1 关中盆地城市群环境地质图(缩略图)

Fig. 1 Environmental geological map of the Guanzhong Basin urban agglomeration(thumbnail)

环境保护提供了科学依据,为关中盆地城市群发展规划和政府宏观决策提供了重要支撑。

笔者通过对《关中盆地城市群环境地质图》编图思路、原则和编图方法的介绍,为中国其他地区环境地质图件的编制提供了参考。但环境地质图件涉及的面及问题十分复杂,编图过程中仍有很多问题有待于进一步探讨。因此在下一步的工作中需要加强对环境地质图件编制的研究,使环境地质编图更加趋于完善,更好地为城市规划、建设和管理服务。

参考文献(References):

程谦恭,杨铭君,苏宝怀,等. 陕西省地质灾害区划及活动规律统计分析[J]. 西安地质学院学报, 1995, 17(1): 34-42.
CHENG Qiangong, YANG Mingjun, SU Baohuai, et al. Re-

gionalization and statistical analysis of geological hazards in Shaanxi[J]. Journal of Xi'an College of Geology, 1995, 17(1): 34-42.
丁华,张茂省,苟青青,等. 关中盆地城市群地质遗迹特征及可持续开发利用[J]. 西北地质, 2019, 52(2): 37-45.
DING Hua, ZHANG Maosheng, GOU Qingqing, et al. Characteristics and sustainable development and utilization of geological relics in Guanzhong Basin urban agglomeration[J]. Northwestern Geology, 2019, 52(2): 37-45.
董英,宋友桂,张茂省,等. 关中盆地城市群发展中几个关键基础地质问题[J]. 西北地质, 2019, 52(2): 12-26.
DONG Ying, SONG Yougui, ZHANG Maosheng, et al. Several key basic geological problems on the development of the Guanzhong urban agglomeration[J]. Northwestern Geology, 2019, 52(2): 12-26.
冯小铭,郭坤一,王敬东. 对中国城市环境地质工作的思考[J]. 安全与环境工程, 2001, 8(4): 1-4.

- FENG Xiaoming, GUO Kunyi, WANG Jingdong. On urban geological works in China[J]. Safety and Environmental Engineering, 2001, 8(4): 1-4.
- 高学忠. 环境地质调查及编图简介[J]. 西北地质, 1989, 22(2): 63-65.
- GAO Xuezhong. Brief introduction of environmental geological survey and compilation[J]. Northwestern Geology, 1989, 22(2): 63-65.
- 韩恒悦, 张逸, 袁志祥. 渭河断陷盆地带的形成演化及断块运动[J]. 地震研究, 2002, 25(4): 362-368.
- HAN Hengyue, ZHANG Yi, YUAN Zhixiang. The evolution of Weihe down-faulted basin and the movement of the fault blocks [J]. Journal of Seismological Research, 2002, 25(4): 362-368.
- 李京森. 《中国环境地质图系》简介[J]. 地球, 1997, (1): 27-27.
- LI Jingsen. Brief introduction of series of environmental geology map of China[J]. The Earth, 1997, (1): 27-27.
- 李烈荣, 王秉忱, 郑桂森. 我国城市地质工作主要进展与未来发展[J]. 城市地质, 2012, 7(3): 1-11.
- LI Lierong, WANG Bingchen, ZHENG Guisen. The major progress and future development of China urban geology [J]. Urban Geology, 2012, 7(3): 1-11.
- 罗兵, 孙书勤, 傅荣华. 浅析城市环境地质图系的编制[J]. 资源环境与工程, 2007, 21(6): 719-722.
- LUO Bing, SUN Shuqin, FU Ronghua. Preliminary analysis on the mapping system compilation of urban environmental geology [J]. Resources Environment and Engineering, 2007, 21(6): 719-722.
- 任蕊, 王明霞, 陈继平, 等. 陕西关中地区土壤硒分布特征及影响因素[J]. 矿产勘查, 2018, 9(9): 1827-1833.
- REN Rui, WANG Mingxia, CHEN Jiping, et al. Distribution of soil selenium in Guanzhong area and its influencing factors[J]. Mineral Exploration, 2018, 9(9): 1827-1833.
- 陶虹, 丁佳. 关中城市群开采地下水有关环境地质问题及其防治对策建议[J]. 地质论评, 2014, 60(1): 231-235.
- TAO Hong, DING Jia. Groundwater environmental geological problems and preventive treatment in Guanzhong urban agglomeration [J]. Geological Review, 2014, 60(1): 231-235.
- 陶虹, 康金栓. 陕西省地质灾害易发性综合评价方法初探[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008, 19(4): 77-81.
- TAO Hong, KANG Jinshuan. Discussion on comprehensive assessment of the susceptibility of geological hazards occurring in Shaanxi Province[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2008, 19(4): 77-81.
- 王会锋, 尹宗义, 王学平, 等. 西安市多目标区域地球化学调查报告[R]. 西安: 陕西省地质调查院, 2010.
- WANG Huifeng, YIN Zongyi, WANG Xueping, et al. Multi-purpose regional geochemical survey of Xi'an City[R]. Xi'an: Shaanxi Institute of Geological Survey, 2010.
- 王思敬, 周平根. 环境地质学的现状及发展方向展望[J]. 工程地质学报, 1995, 3(4): 12-18.
- WANG Sijing, ZHOU Pinggen. The recent status and future of environmental geology[J]. Journal of Engineering Geology, 1995, 3(4): 12-18.
- 王亚秀, 袁志祥. 陕西省城市地震灾害现状及防御对策[J]. 灾害学, 2008, 23(增刊): 26-29.
- WANG Yaxiu, YUAN Zhixiang. Current situation of urban seismic disaster in Shaanxi Province and the strategy [J]. Journal of Catastrophology, 2008, 23(Suppl): 26-29.
- 王志敏. 海南省地质环境图集的编制[J]. 北京测绘, 2014, 28(6): 80-83.
- WANG Zhimin. Compilation of geological environment atlas of Hainan Province[J]. Beijing Surveying and Mapping, 2014, 28(6): 80-83.
- 曾庆铭, 张茂省, 王根龙, 等. 关中城市群城市地质环境问题浅析[J]. 工程地质学报, 2011, 19(增刊): 90-96.
- ZENG Qingming, ZHANG Maosheng, WANG Genlong, et al. Analysis on the urban geological environment problems of Guanzhong urban agglomeration[J]. Journal of Engineering Geology, 2011, 19(Suppl.): 90-96.
- 张茂省, 朱立峰, 王晓勇. 关中盆地地下水系统分析与地下水资源可持续开发利用对策[J]. 第四纪研究, 2005, 25(1): 15-22.
- ZHANG Maosheng, ZHU Lifeng, WANG Xiaoyong. Groundwater systems and sustainable development countermeasures of groundwater resources in the Guanzhong Basin[J]. Quaternary Sciences, 2005, 25(1): 15-22.
- 张永双, 孙璐, 殷秀兰, 等. 中国环境地质研究主要进展与展望[J]. 中国地质, 2017, 44(5): 901-912.
- ZHANG Yongshuang, SUN Lu, YIN Xiulan, et al. Progress and prospect of research on environmental geology of China: A review[J]. Geology in China, 2017, 44(5): 901-912.
- 朱红玉, 杜少少. 关中盆地东部土壤盐渍化特征分析[J]. 水科学与工程, 2013, (3): 43-45.
- ZHU Hongyu, DU Shaoshao. Analysis of the characteristics of soil salinization in eastern Guanzhong Basin[J]. Water Sciences and Engineering Technology, 2013, (3): 43-45.