

全国陆域生态地质环境质量特征及其规律性研究

赵福岳 方洪宾 张瑞江 等著

地质出版社

全国陆域生态地质环境质量特征及其规律性研究

赵福岳 方洪宾 张瑞江 陈 华 孙延贵 姜琦刚
高会军 聂洪峰 郭大海 童立强 孙永军 陈有明
姜德仁 赵玉灵 路云阁 黄 洁 赵志芳 姜端午 著
孟 昆 刘春玲 郑雄伟 李远华 范 敏 党 伟
曾 光 刘 智 高章红 朱 刚 张 昆 安志宏

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

作者充分利用多源遥感技术,在全国生态地质环境遥感监测成果集成的基础上,系统分析研究了我国陆域现代冰川雪线、河流湖泊与湿地、荒漠化、石漠化、海岸线、城市扩展等生态地质环境要素的数量与质量特征、动态变化与演化规律,第四纪地质环境对生态环境形成、发展、演化的主控作用;并从青藏高原隆升的角度,科学地解读了青藏高原隆升诱发的南北两支西风急流与蒙古高压极地大陆气团共同作用对我国北方荒漠化和南方不良气候灾害带的形成机理;根据地质环境控制生态环境的主导性原则,将中国陆域生态地质环境划分为8个大区,42个亚区,62个小区;提出中国陆域存在重大生态环境效应、重大地质灾害效应、重大工程环境效应和地质环境稳定性效应四大类问题,圈定38个重大问题区和提出针对性治理建议。

本书可供从事地学、生态环境、国土资源、全球气候变化等领域的科研人员,以及高等院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

全国陆域生态地质环境质量特征及其规律性研究 / 赵福岳等著. —北京:地质出版社, 2013. 11

ISBN 978-7-116-08638-8

I. ①全… II. ①赵… III. ①生态环境—地质环境—环境质量—研究—中国 IV. ①X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 280355 号

Quanguo Luyu Shengtai Dizhi Huanjing Zhiliang Tezheng ji Qi Guilüxing Yanjiu

责任编辑:陈军中 赵俊磊

责任校对:黄苏晔

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010) 82324508 (邮购部)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010) 82310759

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 40

字 数: 1100 千字

印 数: 1—450 册

版 次: 2013 年 11 月北京第 1 版

印 次: 2013 年 11 月北京第 1 次印刷

审 图 号: GS (2013) 2702

定 价: 120.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-08638-8

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

前言

全国生态地质环境遥感调查与监测工作，于2003年启动，历时8年完成。项目由中国国土资源航空物探遥感中心主持，青海地质调查院、吉林大学、四川省地质调查院、安徽地质调查院、西安煤炭地质总局、云南省地勘局信息中心、湖南省遥感中心和河北省地质调查院等单位承担共同完成。

本书是以全国1:25万生态地质环境遥感调查与监测成果为基础编写。作者采用数据统计分析、第四纪地质环境分析、生态地质环境演化规律分析、生态地质环境发展趋势分析、生态地质环境综合分区与评价等综合分析研究与成果编图相结合的方法技术，系统开展了全国陆域1975年MSS、2000年ETM+、2007年CBERS三期卫星数据的1:25万现代冰川雪线、海岸线、河流湖泊、湿地、荒漠化（砂质荒漠化、盐碱质荒漠化、水蚀荒漠化）、石漠化、城市扩展等专题因子分布现状与动态变化遥感定量数据集成；分析了全国陆域生态环境状况和动态变化规律；研究了第四纪地质环境对生态环境的形成、发展与演变的控制规律；对全国陆域生态地质环境进行了综合分区与评价，编制了全国陆域1:100万生态地质环境专题因子分布与动态变化系列图件，1:400万生态地质环境综合研究系列成果图件。特别说明，香港、澳门特别行政区和台湾省资料暂缺。

通过此次工作，作者研究创建了一套以遥感技术为主导，技术要求为规范，研究地质环境为基础，研究生态地质环境变化为前提，服务于国家需求为立足点的生态地质环境综合分析研究方法技术体系。首次获取了全国陆域国土面积全覆盖的大型、多期次、多因子遥感定量监测数据集；总结出我国现代冰川持续退缩、天然湿地连续减少、荒漠化由增加到减少的阶段变化、石漠化持续减少等动态变化规律，及地表水资源减少、生态环境恶化形势严峻等认识，为国家掌控我国生态环境状况提供了支持；首次提出的我国第四纪地质环境是控制陆域生态环境形成、演化与发展的地质基础，气候条件（风力）是动力来源，人类活动起到加速剂作用的科学立论；从青藏高原隆升的角度，科学地解读了青藏高原隆升诱发的南北两支西风急流与蒙古高压极地大陆气团共同作用是控制我国北方荒漠化形成、发展，和我国云南、贵州、湖南、江西一线冬春季干旱、夏季突发性暴雨等不良生态环境形成的作用机理；基于基础地质环境对生态环境变化的控制规律，将中国陆域划分为一级生态地质环境大区8个，二级生态地质环境亚区42个，三级生态地质环境小区62个；提出我国存在重大生态环境效应、重大地质灾害效应、重大工程环境效应和重大地质环境稳定性效应4大类问题，圈定重大问题区38个，针对性治理建议几十条，为我国生态环境管护与治理提供了科学依据；尤其是提出的高原南缘西风急流作用引发资源环境问题，应引起国家的高度重视。

本书数据翔实，内容丰富，技术性、理论性和综合性强，应用价值高，极大地提高了我国陆域生态地质环境的综合研究程度，填补了全国性生态地质环境遥感调查与监测的空白。

本书前言、第一章由赵福岳、方洪宾编写；第二章第一节由张瑞江编写，第二节由赵玉灵、聂洪峰编写，第三节由高会军编写，第四节由姜琦刚编写，第五节由路云阁、陈有明编写；第三章第一节由姜端午、童立强、郭大海、郑雄伟编写，第二节由童立强、刘春玲、聂洪峰编写，第三节由姜琦刚编写；第四章第一节由孙延贵、张昆编写，第二节由张瑞江、姜琦刚、高会军、童立强、刘春玲、李远华编写，第三节由赵福岳、姜德仁编写，第四节由陈华、赵福岳、张瑞江、姜琦刚、高会军、孙永军、陈有明、姜端午、孟昆、黄洁、赵志芳、李远华、曾光、范敏、党伟、刘智、高章红、朱刚、邢宇等编写；第五章第一节由赵福岳、姜琦刚、张瑞江、姜端午、陈有明、黄洁、赵志芳、童立强、孙永军、高会军、刘

春玲、范敏、邢宇、李远华、刘志编写，第二节由陈华、赵福岳、张瑞江、高会军、姜琦刚、孟昆、曾光、李远华、范敏、党伟、刘智、朱刚、邢宇、高章红等编写；第六章成果与结论由赵福岳、张瑞江、姜琦刚、孙延贵、高会军、李远华编写；赵福岳、方洪宾统一定稿。

在项目执行过程中得到中国地质调查局基础部原主任庄育勋、原副主任奚小环、处长贺灏、原副处长秦绪文，中国国土资源航空物探遥感中心主任王平、总工程师熊盛青，吉林大学刘占声教授，以及各省地质调查院等单位领导的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

作 者

2011. 12

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 概况	1
一、自然地理概况	1
二、地质环境	2
第二节 研究思路	2
一、全国生态地质环境遥感调查与监测数据集成	2
二、围绕国家急需解决的重大生态地质环境问题确定全国生态地质环境综合研究主体内容	2
三、综合研究成果表达	3
第三节 综合研究方法	3
一、第四纪地质环境分析	3
二、全国生态地质环境演变规律分析	5
三、全国生态地质环境发展趋势预测	6
四、全国生态地质环境综合分区	7
五、区域生态地质环境治理建议编图	10
第二章 我国陆域 30 多年来生态地质环境特征及其动态变化规律	11
第一节 现代冰川雪线特征及其动态变化规律	11
一、现代冰川雪线分布现状及特征	11
二、我国现代冰川雪线动态变化特征	26
三、现代冰川动态变化规律与演化趋势	42
四、现代冰川消融与水资源关系	57
第二节 海岸线现状及其动态变化规律	65
一、海岸线分布现状及特征	65
二、海岸线动态变化特征	67
三、海岸线动态变化规律分析	72
第三节 荒漠化分布现状及其动态变化规律	74
一、荒漠化分布现状及特征	74
二、近 30 年来全国荒漠化土地动态变化特征	112
三、荒漠化动态变化规律	167
第四节 湿地分布现状及其动态变化规律	171
一、湿地分布现状及特征	171
二、30 多年来湿地动态变化特征	187
三、湿地动态变化规律	220
第五节 城市分布现状及其动态变化规律	226
一、我国城市分布现状与特征	226
二、我国城市扩展变化规律	234

三、我国城市扩展的主要驱动因素分析·····	238
四、我国城市布局构造稳定性分析·····	240
第三章 我国重点区生态地质环境特征及动态变化规律·····	242
第一节 长江三峡库区生态地质环境特征及其动态变化规律·····	242
一、长江三峡基础地质环境特征·····	242
二、三峡库区生态地质环境分布现状及特征·····	246
三、三峡库区生态地质环境动态变化及特征·····	248
四、长江三峡库区生态环境变化规律分析·····	253
第二节 我国南方岩溶石漠化分布特征及其动态变化规律·····	265
一、石漠化分布现状及特征·····	265
二、石漠化动态变化特征·····	311
三、石漠化动态变化规律分析·····	353
第三节 我国东北黑土分布现状及其动态演变规律·····	363
一、黑土分布现状及特征·····	363
二、黑土面积动态变化特征·····	364
三、黑土面积动态变化规律分析·····	369
第四章 我国陆域生态地质环境综合分析研究与评价·····	375
第一节 我国陆域第四纪地质系统对生态环境的控制作用·····	375
一、第四纪地质背景基本特征·····	375
二、第四纪地质背景对生态环境形成演化的控制·····	379
第二节 30 多年来生态地质环境演化规律分析·····	380
一、冰川生态地质环境演化规律·····	380
二、全国湿地生态地质环境演化规律·····	383
三、全国荒漠化生态地质环境演化规律·····	385
四、南方岩溶石漠化生态地质环境演化规律·····	421
第三节 我国陆域生态地质环境变化主导因素分析·····	423
一、地质环境是控制我国生态环境系统形成与演化的主导因素·····	424
二、气候条件是引发我国生态环境变化的动力来源·····	429
三、人类活动是我国生态环境变化的加速剂·····	430
第四节 我国陆域生态地质环境综合分区与特征·····	430
一、分区原则·····	430
二、全国陆域生态地质环境分区·····	431
三、全国陆域生态地质环境分区特征·····	434
第五章 我国陆域重大生态地质环境问题分析与治理建议·····	529
第一节 我国重大生态地质环境问题分析·····	529
一、我国陆域生态环境演变与气候变化的关系·····	529
二、青藏高原隆升产生的相关响应·····	549
三、三峡水库建设对下游生态环境的影响分析·····	558
四、西南三江地区构造稳定性及汶川地震生态环境效应分析·····	571
五、松辽水系变迁对东北生态环境影响·····	590
六、黄河水系变迁对我国北方生态地质环境影响·····	594
七、荒漠化与生态地质环境响应·····	602
八、石漠化与生态地质环境响应·····	602

九、湿地退化与生态地质环境响应·····	603
第二节 我国陆域生态地质环境治理建议·····	605
一、重大生态环境效应类·····	607
二、重大地质灾害效应类·····	614
三、重大工程环境效应类·····	614
四、地质环境稳定性效应类·····	615
五、综合类效应·····	616
第六章 成果与结论·····	617
第一节 主要成果·····	617
第二节 结论·····	618
第三节 建议与问题·····	623
参考文献和参考资料·····	625

第一章 绪 论

第一节 概 况

一、自然地理概况

中国位于亚洲东部，太平洋西岸，陆地面积约 $960 \times 10^4 \text{km}^2$ ；东南面向海洋，西北伸向内陆；有漫长的海岸线，是一个海陆兼备的国家。中国纵横经纬跨度大，东西之间约 5200km，东西时差 4 h 以上；南北之间跨纬度约 50° ，间距约 5500km。

中国地形多样，类型齐全，山地、高原、丘陵、盆地、平原、戈壁、沙漠、洞穴无不典型壮观。地形分布的规律是地势西高东低，呈三级阶梯，自西而东，逐级下降。中国平原少，山地多，陆地高差悬殊。山地、高原、丘陵等约占总面积的 66%，平地约占 34%。山地和高原多集中于西部地区。海拔 500m 以下的地区仅占全国面积的 16%；海拔 1000m 以上的高达 65%。全球高于 8000m 的 12 座山峰中，中国就有 7 座。中国和尼泊尔交界处的珠穆朗玛峰，是世界最高峰。新疆吐鲁番盆地的艾丁湖海拔在 -155m。中国陆地正负比差超过 9000m，为世界之最。

青藏高原是中国西高东低三级阶梯地势的最高台阶，平均海拔 4000m 以上，有许多高山峻岭，号称“世界屋脊”。最高台阶边缘是昆仑山—祁连山—龙门山—大凉山。越过边缘即降到海拔 1000 ~ 2000m 的中级台阶，由内蒙古高原、黄土高原、云贵高原、四川盆地、塔里木盆地和准噶尔盆地组成。越过中级台阶的东缘大兴安岭—太行山—巫山—雪峰山，即降到海拔 500m 以下的低级台阶，由东北平原、华北平原、长江中下游平原和江南丘陵、闽粤丘陵组成。低级台阶的东南边缘多属水深小于 200m 的浅海大陆架，是大陆向海洋的自然延伸部分。

中国地形格局多以山脉为界线，走向及成因不同的山脉往往是重要的地理分界线。全国可分为 3 大自然区：① 以流水作用为主的东部季风湿润地貌区；② 以风蚀、冰蚀与流水作用为主的西北干旱地貌区；③ 以冰冻、风蚀作用为主的青藏高原高寒地貌区。

中国陆地边界长约 $2.28 \times 10^4 \text{km}$ ，毗邻朝鲜、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、阿富汗、巴基斯坦、印度、尼泊尔、不丹、缅甸、老挝和越南 14 国。东和东南与韩国、日本、菲律宾、文莱、马来西亚、印度尼西亚等国隔海相望。

中国大陆海岸线北起鸭绿江口，南至北仑河口，长约 $1.8 \times 10^4 \text{km}$ ；加上岛屿海岸线，总长约 $3 \times 10^4 \text{km}$ 。沿岸多优良海湾和港口城市，自北向南依次有大连、秦皇岛、天津、烟台、青岛、连云港、南通、上海、宁波、温州、福州、厦门、广州、湛江、北海等，其中上海是中国最大的城市。中国的浅海大陆架是世界最宽广的大陆架之一，包括渤海、黄海全部，东海大部 and 南海的一部分，有丰富的矿产资源和巨大的开发价值。

中国辽阔的海域上分布着 5000 多个岛屿，总面积约 $8 \times 10^4 \text{km}^2$ 。其中台湾岛最大，面积约 $3.57 \times 10^4 \text{km}^2$ ；海南岛次之，面积约 $3.35 \times 10^4 \text{km}^2$ 。这两个岛各为中国的一个省。崇明岛位居第三，面积为 1083km^2 。此外如长山列岛、庙岛群岛、舟山群岛、澎湖列岛、钓鱼岛列岛以及南海中的东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛和南沙群岛等，都是中国的重要岛屿。这些岛屿及其所属各岛，自古以来就是中国领土的一部分。中国近海海峡自北起有渤海海峡、台湾海峡、巴士海峡、琼州海峡。

中国近海有渤海、黄海、东海、南海和台湾以东太平洋海区 5 大海区。其中，渤海是中国内海。台湾以东太平洋海区的位置，北起日本琉球群岛西南部的先岛群岛，南至巴士海峡。这片海区划分为北中南三段，自北向南水深从 600m 增至 5000m 以上。

二、地质环境

在第四纪地质作用控制下，中国陆域抬升区与凹陷区组成近东西向相间排列的构造格局。其中，抬升区形成的高耸山脉不但控制着中国第四纪冰川和水蚀荒漠化的形成与演化，而且还控制着中国河流、湖泊与湿地的动态变迁。凹陷区堆积的湖积、冲积、洪积、海积等物质为中国北方沙质荒漠化的形成与发展提供了物质来源，如准噶尔、塔里木、柴达木、松辽平原等盆地沉积。

第四纪地质环境是控制中国陆域生态环境形成、发展与演化的基础。

第二节 研究思路

一、全国生态地质环境遥感调查与监测数据集成

以全国各区域 1:25 万生态地质环境遥感调查与监测成果数据为基础，采用缩编方式，完成全国陆域 1:100 万现代冰川雪线、海岸线、河流湖泊、湿地、荒漠化、石漠化、城市扩等专题因子 3 期分布现状与 2 期动态变化系列成果图件编制。根据 1:25 万遥感调查结果，划分全国、流域、省域 3 个层次，分别进行生态地质环境专题因子分布现状与动态变化数据统计，形成全国生态地质环境遥感监测数据集。

二、围绕国家急需解决的重大生态地质环境问题确定全国生态地质环境综合研究主体内容

根据全国生态地质环境遥感调查与监测的技术特点，综合研究的重点应紧密围绕国家急需解决的重大生态环境问题、重大地学问题，以及世界关注的全球气候变化等问题为主体。具体内容包括现代冰川雪线、海岸带、河流湖泊、湿地、荒漠化、石漠化和城市扩展等生态环境专题因子数量与质量特征、动态变化、发展趋势与演化规律、成因机理、生态地质环境分区评价、重大生态地质环境问题与治理建议等。

1. 全国生态地质环境形成的地质机理研究

根据全国地质环境遥感调查数据，从基础地质背景角度，研究构造环境、地貌环境、物质环境对生态环境专题因子的形成过程、演化规律与发展趋势的控制作用，解决生态环境专题因子形成的地质机理。编制全国 1:400 万生态地质环境地质背景图和发展趋势图。

2. 全国生态地质环境变化规律研究

根据全国现代冰川雪线、海岸线、河流湖泊、湿地、土地沙质荒漠化、土地盐碱质荒漠化、土地水蚀荒漠化、石漠化和城市扩展等专题因子分布现状与动态变化的遥感调查监测成果数据，以生态地质环境专题或系统为单位，面积增加或减少的百分比（荒漠化）、面积退化率（冰川）、变化面积增加与减少强度（湿地）为评价指标，山系或省域为评价单元，通过统计分析，划分变化类型，总结生态环境系统演变规律，编制全国 1:100 万生态地质环境系统演变规律图。

3. 全国生态地质环境发展趋势预测研究

在全国生态地质环境形成的地质机理研究成果的基础上，根据生态环境发生学原理，系统分析全国生态地质环境专题因子形成与变化的地质环境，进而确定发展区域，编制全国 1:100 万生态地质环境发展趋势预测图。

4. 全球变化对我国生态地质环境变化的影响规律研究

利用世界“第三级”青藏高原生态地质环境之现代冰川退缩遥感监测数据与世界其他地区现代冰

川退缩数据,采取对比分析方法,分析青藏高原与世界其他地区现代冰川年度退缩率,总结雷同与差异,研究全球变化对青藏高原生态地质环境变化的影响和关连关系,以及青藏高原生态地质环境变化对我国其他地区的影响。

5. 全国生态地质环境分区研究

以全国 1:400 万生态地质环境背景图为基础,按照气候条件、生态地质地质环境系统、生态地质地质环境类型,同时结合地质、地貌等条件,将全国陆域生态地质环境划分三级区划单元,实现全国陆域生态地质环境分区。编制全国 1:400 万生态地质环境分区图。

6. 我国陆域生态地质环境治理研究

以全国 1:100 万生态地质环境分区图为基础,根据生态地质环境区的类型与性质,同时考虑与我国经济区发展、生态地质环境脆弱程度、土地资源保护等相关关系,分别选择典型生态地质环境区,提出治理建议,编制我国陆域 1:400 万生态地质环境治理建议图。

三、综合研究成果表达

综合研究系列成果图件是综合研究成果的表达形式之一。它是按照全国 1:100 万生态地质地质环境编图技术要求编制而成。图件包括全国 1:100 万生态地质环境遥感监测系列成果图件和全国 1:400 万综合研究系列成果图件二部分。前者是综合研究的基础数据,后者是综合研究成果的具体表现。

1. 全国 1:100 万生态地质环境遥感监测系列成果图件

全国 1:100 万第四纪地质图、地貌类型图。

全国 1:100 万荒漠化三期数据分布与二期数据动态变化图。

全国 1:100 万河流湖泊三期数据分布与二期数据动态变化图。

全国 1:100 万湿地三期数据分布与二期数据动态变化图。

全国 1:100 万海岸线分布与动态变化图。

全国 1:100 万现代冰川雪线分布与动态变化图。

全国 1:100 万城市扩展分布图。

2. 全国 1:400 万综合研究系列成果图件

全国 1:400 万生态地质环境背景图。

全国 1:400 万生态地质环境系统演变规律图。

全国 1:400 万生态地质环境发展趋势预测图。

全国 1:400 万生态地质环境综合分区图。

全国 1:400 万重大生态环境问题区治理建议图。

第三节 综合研究方法

一、第四纪地质环境分析

第四纪地质环境分析的目的是通过第四纪构造环境、沉积环境、古气候环境、物质组成等第四纪环境要素的分析研究,了解和掌握第四纪区域地质环境因子的形成、演化与变化的地质作用规律和地质引因,并通过 1:400 万第四纪地质环境背景图来表征。具体分内容包括以下 5 个方面。

(一) 第四纪构造环境分析

第四纪构造环境是第四纪地壳运动的结果,是新构造运动作用下的断陷(拗陷)与隆起、逆冲与

引张等地质现象的直接表征，是区域地质环境因素形成的地质基础。分析研究过程中，主要根据新构造断裂的空间分布规律和空间格局、断裂的性质，对地貌单元的控制作用，隆升速率与形成时间等地质参数，分析研究新构造断裂的形成与发展规律，第四纪地壳运动规律，划分断（坳）陷盆地（DAXPD）和褶皱隆升地块（ZDLSKD）两大构造单元，实现新构造运动分区。总结第四纪构造环境对沉积环境的控制规律，以及对区域地质环境因素形成的控制。

（二）第四纪沉积环境分析

沉积环境是区域地质环境因子形成的地质基础。沉积环境不同，反映的古气候、沉积物质截然不同。分析研究过程中，主要根据沉积物质的矿物成分、结构、构造、层理、韵律、层序等特征，同时结合粒度分析和测年数据，确定第四纪松散堆积物的成因类型、形成环境和时代。

（三）第四纪物质组成特征分析

第四纪堆积物物质组成是沉积作用的直接结果。它依构造环境、沉积环境、物质来源的性质不同而变化，是区域生态地质环境因子形成、发展与变化的物质基础。分析研究过程中，主要根据区内不同成因类型沉积物质的岩性特征，对生态地质环境因素形成与发展的控制作用，进行区域地质环境因子形成背景类型区划。

（四）第四纪古气候环境分析

古气候环境分析是通过孢粉数据确定的植物组合，结合沉积物质，间接恢复古气候环境。分析研究过程中，主要根据不同沉积物质反映出的植物组合特征，古气候类型，重建古气候环境。

（五）全国 1:400 万生态地质环境背景图编制

在全国 1:100 万第四纪遥感地质图、地貌图的基础上，采用第四纪地质环境分析方法，按照环境背景类型、环境背景亚类型二级分类方式进行区域生态地质环境背景划分。

环境背景类型：按照生态地质环境因素划分为沙质荒漠化（F）、盐碱质荒漠化（Y）、水蚀荒漠化（S）、湿地（SD）和现代冰川（GL）5 种环境背景类型。

环境背景亚类型：考虑到不同生态地质环境因素形成的地质环境差异，针对荒漠化、湿地、现代冰川，主要采用成因类型为主，环境变迁、地貌形态类型为辅的划分方案（表 1-3-1）。

表 1-3-1 荒漠化形成地质背景划分方案

环境地质背景类型	代号	环境地质背景亚类型	代号
沙质荒漠化 形成地质背景	F	晚更新世湖积物	FQp ₃ ^l
		晚更新世冲洪积物	FQp ₃ ^{apl}
		晚更新世冰碛冰水堆积物	FQp ₃ ^{gl}
		晚更新世冰水堆积物	FQp ₃ ^{gl}
		晚更新世风积物	FQp ₃ ^{eol}
		全新世湖积物	FQh ^l
		全新世冲洪积物	FQh ^{apl}
		全新世冲积物	FQh ^{al}
		全新世风积物	FQh ^{eol}
砾漠形成 地质背景	LM	晚更新世冰碛（冰水）堆积物	LMQp ₃ ^{gl}
		晚更新世冲洪积物	LMQp ₃ ^{apl}
		全新世冲洪积物	LMQh ^{apl}
盐碱质荒漠化 形成地质背景	Y	晚更新世湖积物	Y Qp ₃ ^l
		晚更新世冲洪积物	Y Qp ₃ ^{apl}
		晚更新世海积物	Y Qp ₃ ^m
		全新世湖积物	Y Qh ^l
		全新世湖沼堆积物	Y Qh ^{gl}
		全新世冲洪积物	Y Qh ^{apl}
		全新世海积物	Y Qh ^m

续表

环境地质背景类型	代号	环境地质背景亚类型	代号
盐漠形成地质背景	YM	晚更新世盐壳	YM Qp ₃
		全新世新世盐壳	YMQh
水蚀荒漠化形成背景	S	岩溶石山	Syss
		残坡积倾斜平原	Scp
		亚黏土堆积坡岗	Sntb
		红土堆积丘陵	Sht
		残坡积丘陵	Sqld
		黄土塬	Shty
湿地退化地质背景	SD	晚更新世湖泊变迁	SDQp ₃ ^l
		全新世湖泊变迁	SDQh ^l
		全新世河流变迁	SDQh ^{al}
		更新世海岸带变迁	SDQp ^m
		全新世海岸带变迁	SDQh ^m
		更新世冰川退缩	SDQp ₃ ^{gl}
		全新世冰川退缩	SDQh ^{gl}
现代冰川退缩地质背景	GL	极高山地	GLjgs
		高山地	GLgsd
		中山地	GLzsd

命名：环境背景亚类型 + 环境背景类型。如：晚更新世湖积物沙化背景区。

代码：用环境背景类型代码与环境背景亚类型代码组合而成。如：晚更新世湖积物沙化背景区，用“FQp₃^l”表示。

二、全国生态地质环境演变规律分析

以全国现代冰川、荒漠化、石漠化、河流湖泊湿地、海岸带等各生态地质环境系统为基础，参照生态地质环境因素变化率、面积百分比、强度等变化参数，分别进行分区，并编制全国 1:400 万生态地质环境演化规律图。

（一）生态地质环境演化规律参数确定

1. 现代冰川演变规律

以山系或小流域作为评价单元，按冰川面积退化率划分极重度、次极重度、重度、中度、轻度、基本稳定 6 种类型。

冰川极重度退化区：冰川面积退化率 $\geq 30\%$ ，用 I 表示；

冰川次极重度退化区：冰川面积退化率 $20\% \sim 30\%$ ，用 II 表示；

冰川重度退化区：冰川面积退化率 $15\% \sim 20\%$ ，用 III 表示；

冰川中度退化区：冰川面积退化率为 $10\% \sim 15\%$ ，用 IV 表示；

冰川轻度退化区：冰川面积退化率为 $5\% \sim 10\%$ ，用 V 表示；

冰川基本稳定区：冰川面积退化率 $< 5\%$ ，用 VI 表示。

2. 荒漠化演变规律

以荒漠化动态变化时段为基础，地质背景分区为评价单元，按荒漠化面积变化量，划分加速发展区、明显发展区、一般发展区、基本稳定区、一般逆转区和明显逆转区、加速逆转区 7 种演化类型。

荒漠化加速发展区：荒漠化面积增加量 $\geq 30\%$ ，用Ⅰ表示；
荒漠化明显发展区：荒漠化面积增加量 $10\% \sim 30\%$ ，用Ⅱ表示；
荒漠化一般发展区：荒漠化面积增加量 $5\% \sim 10\%$ ，用Ⅲ表示；
荒漠化基本稳定区：荒漠化面积增加量或减少量 $\leq 5\%$ ，用Ⅳ表示；
荒漠化一般逆转区：荒漠化面积减少量 $5\% \sim 10\%$ ，用Ⅴ表示；
荒漠化明显逆转区：荒漠化面积减少量 $10\% \sim 30\%$ ，用Ⅵ表示；
荒漠化加速逆转区：荒漠化面积减少量 $\geq 30\%$ ，用Ⅶ表示。

3. 石漠化演化规律

在 1999 ~ 2008 年南方岩溶石山地区石漠化演变图的基础上，以各县（市）为分区评价单元，按照石漠化面积变化量，划分为快速减少区、明显减少区、缓慢减少区、基本稳定区、缓慢发展区、明显发展区、快速发展区 7 种演化类型

石漠化加速发展区：石漠化面积增加量 $\geq 30\%$ ，用Ⅰ表示；
石漠化明显发展区：石漠化面积增加量 $10\% \sim 30\%$ ，用Ⅱ表示；
石漠化一般发展区：石漠化面积增加量 $5\% \sim 10\%$ ，用Ⅲ表示；
石漠化基本稳定区：石漠化面积增加量或减少量 $\leq 5\%$ ，用Ⅳ表示；
石漠化一般逆转区：石漠化面积减少量 $5\% \sim 10\%$ ，用Ⅴ表示；
石漠化明显逆转区：石漠化面积减少量 $10\% \sim 30\%$ ，用Ⅵ表示；
石漠化加速逆转区：石漠化面积减少量 $\geq 30\%$ ，用Ⅶ表示。

4. 湿地变化规律

以省域为评价单元，按照 1975 ~ 2000 年和 2000 ~ 2007 年 2 个时段内天然湿地类型的变化特征，划分为一直减少、一直增加、先减后增、先增后减 4 类型。

一直减少型：从 1975 年至 2000 年至 2007 年，区域湿地面积呈持续退缩状态，用Ⅰ表示；

一直增加型：从 1975 年至 2000 年至 2007 年，区域湿地面积呈持续增加状态，用Ⅱ表示；

先减后增型：从 1975 ~ 2000 年，湿地特别是天然湿地面积减少，而从 2000 ~ 2007 年湿地面积又增加，用Ⅲ表示；

先增后减型：从 1975 ~ 2000 年，湿地特别是天然湿地面积增加，而从 2000 ~ 2007 年湿地面积又在减少，用Ⅳ表示。

（二）生态地质环境演化规律图编制

全国生态地质环境演化规律图，针对不同生态地质环境因素，按照编图参数，分别编制全国生态地质环境因素演化规律图。图件包括：

- 1) 现代冰川生态地质环境演化规律图；
- 2) 荒漠化生态地质环境演化规律图；
- 3) 石漠化生态地质环境演化规律图；
- 4) 湿地生态地质环境演化规律图。

三、全国生态地质环境发展趋势预测

以充分反映不同区域地质环境因素形成的第四系、地貌单元为基础，按照区域生态地质环境因素发生学原理，以潜在性为目标，采用地质条件同源性的分析原则，预测潜在区域，编制全国 1:400 万生态地质环境变化趋势预测图。

（一）编图原则

- 1) 根据生态地质环境因素发生学原理；
- 2) 以生态地质环境因素潜在性为目标；
- 3) 生态地质环境因素耦合性。

（二）方法

分析数据：地质生态环境背景图、2000 ~ 2007 年动态变迁图；

编图方法：空间分析判别技术；

图斑类型：沙质、盐碱、水蚀荒漠化土地分别划分为稳定、增加、减少和潜在 4 类。

四、全国生态地质环境综合分区

（一）分区目标

生态地质环境综合分区的目标是充分体现生态环境变化与地质环境之间的依附关系与主控作用，明确生态地质环境要素的区域分异规律。

（二）分区原则

地域分异原则：在不同区域内，因地形地貌、第四系等基础地质环境类型及区域气候类型等差异，导致冰川、湿地、荒漠化、石漠化等生态环境类型和动态变化特征地域差异明显，地域分异性清晰。

发生学原则：生态环境类型的形成、发生与演化除了受气候环境影响之外，明显受基础地质环境控制，即晚更新世湖积环境，控制荒漠化的形成与发展；褶皱隆升地貌单元严格控制水蚀荒漠化的形成与发展；地壳变迁控制河流湿地、湖泊湿地、近海湿地、沼泽湿地的时空变化。因此基础地质环境的一致，生成的生态环境类型具有一致性。

主导性原则：以基础地质环境为基础，结合局域气候环境，生态环境类型的形成与变化应具有主导性，即以—种生态环境类型为主导。

多级序列原则：某—生态地质环境区，它是由多个生态地质环境类型或系统共同组成的有机整体，在时间和空间上相互关联、互相制约，控制生态环境的变化；总体存在着由大同到小异，由普遍到特殊的多级序列特点。同时存在包容、涵盖等特征。

（三）生态地质环境分区指标及命名

为了科学反映地貌与第四纪地质对河流、湖泊、湿地等生态环境要素的控制作用及生态环境要素分布的差异性，根据地貌、第四纪地质特征及荒漠、荒漠化土地、冰川和湿地的分布特征等指标进行分区，等级划分为 3 级。生态地质环境大区（—级区）的分区指标为大地貌类型，命名原则为地理位置 + 大地貌 + 生态地质环境大区，划分为西北盆岭相间生态地质环境大区、青藏高原生态地质环境大区等 8 个生态地质环境大区。生态地质环境亚区（—级区）的划分指标为次—级的地貌类型，命名原则为地理位置 + 地貌 + 生态地质环境区，划分为阿尔泰山山地生态地质环境区、河西走廊平原生态地质环境区等 42 个生态地质环境亚区。生态地质环境小区（—级区）的分区指标为地貌、第四纪地质及湿地、荒漠化、荒漠、冰川，对研究程度较高的沙漠、沙地区域，尽量保持单元的独立性，如毛乌素沙地、塔克拉玛干沙漠等；同时由于冰川分布具有独立性，因此在部分地区将冰川分布区进行了单独划分；若生态地质环境区的地貌、第四纪地质及湿地、荒漠化、荒漠、冰川等特征较为相似时，不进行生态地质环境小区划分；命名原则为地理位置 + 地貌 + 生态环境要素的组合特征 + 生态地质环境区，生态环境要素的组合特征按空间分布面积的比例从小到大进行排序，划分为阿尔泰山山地湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区与黄土高原梁峁丘陵湿地、荒漠化生态地质环境小区等 62 个生态地质环境小区。

（四）分区方案

I 西北盆岭相间生态地质环境大区

I₁ 阿尔泰山山地生态地质环境亚区

I₁₋₁ 阿尔泰山极高山生态地质环境小区

I₁₋₂ 阿尔泰山山地湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区

I₂ 准噶尔西部山地生态地质环境亚区

- I₂₋₁塔城盆地湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
- I₂₋₂准噶尔西部山地、冲洪积平原湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
- I₃准噶尔盆地生态地质环境亚区
 - I₃₋₁准噶尔盆地西北部平原湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - I₃₋₂古尔班通古特沙漠及周缘平原湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - I₃₋₃准噶尔盆地西南部平原湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
- I₄天山山脉生态地质环境亚区
 - I₄₋₁天山山地、冲洪积平原湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - I₄₋₂北天山极高山冰川生态地质环境小区
 - I₄₋₃中天山极高山冰川生态地质环境小区
 - I₄₋₄南天山极高山冰川生态地质环境小区
 - I₄₋₅尤尔都斯盆地荒漠化、荒漠、湿地生态地质环境小区
 - I₄₋₆焉耆盆地荒漠化、湿地、荒漠生态地质环境小区
 - I₄₋₇吐哈盆地湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - I₄₋₈伊犁盆地湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
- I₅塔里木盆地生态地质环境亚区
 - I₅₋₁塔克拉玛干沙漠及周缘平原湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - I₅₋₂罗布泊冲湖积平原荒漠化生态地质环境小区
 - I₅₋₃库姆塔格沙漠及周缘平原湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
- I₆北山山地生态地质环境亚区
- I₇河西走廊平原生态地质环境亚区
- II 青藏高原生态地质环境大区
 - II₁昆仑山山脉生态地质环境亚区
 - II₁₋₁昆仑山山地、冲洪积平原湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - II₁₋₂昆仑山极高山冰川生态地质环境小区
 - II₂藏北高原生态地质环境亚区
 - II₂₋₁藏北高原北部冰川、湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - II₂₋₂藏北高原南部冰川、湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - II₃藏南高原生态地质环境亚区
 - II₃₋₁藏南高原北部冰川、荒漠、湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - II₃₋₂藏南高原南部冰川、湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - II₄青海山地、盆地生态地质环境亚区
 - II₄₋₁唐古拉山山地冰川、湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - II₄₋₂柴达木盆地冰川、湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - II₄₋₃哈拉湖—大坂山山地冰川、湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - II₄₋₄共和、青海湖盆地冰川、湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - II₅藏东—滇西高原生态地质环境亚区
 - II₅₋₁黄河源冲洪积平原湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - II₅₋₂藏东—滇西山麓荒漠、湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - II₆阿尔金山、祁连山山地生态地质环境亚区
 - II₆₋₁阿尔金山山地生态地质环境小区
 - II₆₋₂祁连山山地生态地质环境小区
- III 内蒙古—大兴安岭高原、盆地、山地生态地质环境大区

- Ⅲ₁阿拉善高原生态地质环境亚区
 - Ⅲ₁₋₁巴丹吉林沙漠及周缘湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - Ⅲ₁₋₂腾格里沙漠及周缘湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - Ⅲ₁₋₃海里与博克台沙漠及周缘湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - Ⅲ₁₋₄乌兰布和沙漠及周缘湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
 - Ⅲ₁₋₅亚玛雷克沙漠及周缘湿地、荒漠化、荒漠生态地质环境小区
- Ⅲ₂内蒙古东部高原生态地质环境亚区
 - Ⅲ₂₋₁内蒙古波状高原湿地、荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅲ₂₋₂浑善达克沙地湿地、荒漠化生态地质环境小区
- Ⅲ₃阴山山地生态地质环境亚区
- Ⅲ₄海拉尔盆地生态地质环境亚区
- Ⅲ₅大兴安岭山地生态地质环境亚区
- Ⅳ华北-黄土高原生态地质环境大区
 - Ⅳ₁黄土高原生态地质环境亚区
 - Ⅳ₁₋₁黄土高原梁峁丘陵湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅳ₁₋₂黄土塬丘陵湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅳ₂鄂尔多斯高原生态地质环境亚区
 - Ⅳ₂₋₁宁夏河东高原湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅳ₂₋₂库布齐沙漠及周缘荒漠、荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅳ₂₋₃毛乌素沙地湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅳ₂₋₄鄂尔多斯高原东部荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅳ₃银川-河套平原生态地质环境亚区
 - Ⅳ₄汾渭盆地生态地质环境亚区
 - Ⅳ₅吕梁山-太行山生态地质环境亚区
 - Ⅳ₆大同-阳原盆地生态地质环境亚区
 - Ⅳ₇秦岭山地生态地质环境亚区
 - Ⅳ₈燕山山地生态地质环境亚区
- Ⅴ东北生态地质环境大区
 - Ⅴ₁小兴安岭、长白山山地生态地质环境亚区
 - Ⅴ₂三江、兴凯湖平原生态地质环境亚区
 - Ⅴ₂₋₁三江平原黑土生态地质环境小区
 - Ⅴ₂₋₂兴凯湖平原生态地质环境小区
 - Ⅴ₃松辽平原生态地质环境亚区
 - Ⅴ₃₋₁松嫩盐碱化、湿地生态地质环境小区
 - Ⅴ₃₋₂科尔沁沙地及周边湿地、荒漠化生态地质环境小区
 - Ⅴ₃₋₃松辽平原黑土生态地质环境小区
 - Ⅴ₃₋₄下辽河平原湿地生态地质环境小区
- Ⅵ东部大平原生态地质环境大区
 - Ⅵ₁黄淮海平原生态地质环境亚区
 - Ⅵ₂胶东半岛丘陵生态地质环境亚区
 - Ⅵ₃江淮、苏北丘陵生态地质环境亚区
 - Ⅵ₄长江下游平原生态地质环境亚区
- Ⅶ西南生态地质环境大区