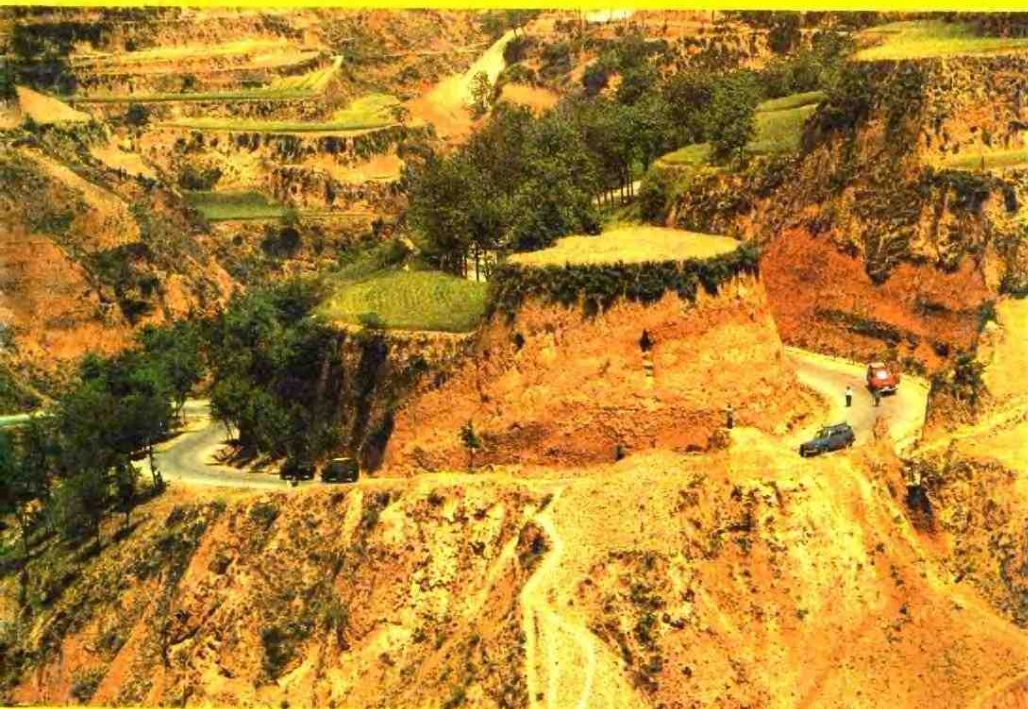


黄土高原地区综合治理开发考察系列研究

黄土高原地区

地下水资源合理利用



中国科学院黄土高原综合科学考察队

黄土高原地区 地下水资源合理利用

中国科学院黄土高原综合科学考察队
水资源组地下水研究组

学苑出版社

内 容 简 介

本书主要论述了陕、甘、宁、蒙、青、晋、豫七省(区)黄土高原地区地下水资源和开发利用问题。内容主要包括地理地质环境概况,地下水资源的形成和分布、地下水资源评价和合理开发利用以及缓解水资源紧缺综合对策等。

本书可供从事国土开发规划、水资源、水文地质和环境保护等方面工作的科技管理,生产科研人员及大专院校师生参考。

RESUME

This book discusses groundwater resources evaluation and development in loessial plateau area of China in middle reach of the Yellow River, including seven provinces. It contains the following parts: general physiography and geology, groundwater occurrence and distribution, groundwater resources evaluation and development, as well as, comprehensive measures for mitigating water shortage.

This book can be used for managers and professional staff members who are working in the fields of territory development planning, water resources development, hydrogeology and environment protection, etc.

Study on Rational Development and Utilization of Groundwater Resources in Loessial Plateau Area

黄土高原地区地下水资源合理利用

中国科学院黄土高原综合科学考察队

水资源组地下水研究组

*

责任编辑:赵方

学苑出版社出版发行

(北京西四)

中国地质大学(北京)轻印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.625·字数 185500

1990年10月第一版 1990年10月第一次印刷

印数:1—1000册·定价:3.00元

ISBN 7-5077-0195-6/TV·2

中国科学院黄土高原综合科学考察队

科技成果编辑委员会

主任委员：张有实

委 员：(按姓氏笔划为序)：

王乃斌 刘再兴 刘毓民 孙九林

孙惠南 杜国垣 陈光伟 陈绥阳

武吉华 张天曾 张有实 郭绍礼

中国科学院黄土高原综合科学考察队
《重大问题及总体方案》系列成果编辑委员会

主任委员: 张有实

副主任委员: (按姓氏笔划为序):

王乃斌 刘再兴 刘毓民 孙九林
孙惠南 杜国垣 陈光伟 武吉华
张天曾 郭绍礼

委员: (按姓氏笔划为序):

王乃斌 王义凤 王华东 刘再兴
刘毓民 孙九林 孙惠南 李 斌
苏人琼 杜国垣 陈永宗 陈光伟
杨勤业 邸醒民 金 瓯 武吉华
张天曾 张有实 郭绍礼 侯光良
赵存兴 唐克丽 曹光卓 彭 琳
彭芳春 魏心镇

《黄土高原地区地下水资源及开发利用》编写人员

- 主 编：王兆馨 (地质矿产部水文地质工程地质司)
 刘祖植 (陕西省地质矿产局)
 王桂增 (陕西省地矿局第一水文地质工程地质队)
- 副 主 编：姜淑云 (陕西省地矿局第一水文地质工程地质队)
 刘秀娟 (陕西省地矿局第一水文地质工程地质队)
- 参加人员：王德霞 陶书华 张殿华 龚巧玉 郝秀荣
 (陕西省地矿局第一水文地质工程地质队)
- 林 杰 (地质矿产部水文地质工程地质司)
 吴心铭 (甘肃省地矿局第一水文地质工程地质队)
 孙树金 (宁夏地矿局第一水文地质工程地质队)
 戴大宜 (宁夏地矿局第二水文地质工程地质队)
 孙文承 (内蒙古自治区水文地质工程地质队)
 刘炳鑫 (青海省地质矿产局)
- 周 海 (山西省地矿局第一水文地质工程地质队)
 何为乾 (河南省地矿局第二水文地质工程地质队)
 陈月妮 (陕西省地矿局第二水文地质工程地质队)

序

黄土高原地区，这块举世瞩目的苍茫大地，是中华民族的摇篮，古文明的发祥地。这片古老的黄土地，哺育了炎黄子孙，创造了灿烂的文化。

然而，长期以来，生态环境十分脆弱的黄土高原地区水土流失和风沙危害严重。全区共有水土流失面积约 50 万平方公里。其中土壤侵蚀模数大于 5000 吨/平方公里/年的严重水土流失区约 14.5 万平方公里，是世界上水土流失最严重的地区之一。在长城以北地区，风沙危害农林牧业生产，并不断向东南侵袭。同时，土地利用很不合理，开荒、破坏植被严重，加剧生态环境恶化。不仅严重影响了当地的经济发展和人民生活水平的提高，而且水土流失和风蚀沙化使大量泥沙进入黄河，导致黄河下游干流河床逐年淤高，潜在的洪水灾害严重威胁着黄淮海平原千百万人民生命财产的安全及广大地区的经济建设。

但是，应当看到，黄土高原地区土地广阔，具有发展农林牧业的有利条件，矿产资源非常丰富，煤、铝土、有色金属、盐碱等都具全国重要地位，尤其是有极丰富的能源资源。这里有我国和世界上罕见的特大煤田，煤炭总储量约占全国的 2/3；在黄河上、中游，特别是上游，水能资源也很丰富，将建成我国最重要的、规模最大的能源—重工业—化工工业基地(简称能源重化工基地)。在中华民族未来的发展中，黄土高原地区的战略地位将会越来越重要，在社会主义四化建设中将起到不可替代的巨大作用。

从上可见，黄土高原地区环境治理和资源开发，在振兴中华的伟大事业中具有特殊的重要性和紧迫性。国家一直十分重视这一地区的国土整治工作。自 50 年代起，各有关部门在该地区做了许多科学考察和试验研究。特别值得高兴的是国家把“黄土高原综合治理”的课题列为“七五”重点攻关科技项目，其中有关面上的综合考察研究工作由中国科学院黄土高原综合科学考察队组织各有关部委、省区和高等院校的科技人员来完成。这次考察研究工作是自 50 年代以来全面的、内容丰富的大规模的综合科学考察。其特点是：

(1) 把水土流失等的治理问题不仅仅看成是一个环境治理问题，而且是一个环境—经济—社会问题。考察研究工作，以黄土高原地区综合治理开发总体方案为核心，进行了包括环境、资源、经济、社会等方面的十几个重大问题的全面考察研究。

(2) 除重点考察研究黄土高原地区的环境治理问题外，还对振兴地方经济、治穷致富的“小开发”以及建立具有全国意义的能源重化工基地的“大开发”等问题进行了重点考察研究。这对我国的流域治理和开发的研究是有重要意义的。

(3) 而上考察与重点地区的研究和规划相结合，选择了代表不同类型地区的 8 个重点县(旗)进行了深入的考察研究和规划。

(4) 采取地面调查与航空航天遥感技术相结合，对黄土高原地区的自然资源和自然条件以及土壤侵蚀进行了调查和系列制图，为治理开发提供较为确切的土壤侵蚀和资源的数据清单，并首次在此建立国土资源数据库及信息系统，包括各种资源数据、决策模型系统，为综合治理开发和规划决策提供了先进的科学研究手段和科学储备。

现在，黄土高原地区的综合考察研究已经取得丰硕成果。这些成果包括黄土高原地区

治理开发的总体方案总报告及十几个专题研究报告，还有遥感系列制图、信息系统的建立、基础资料汇编、图集、画册及录相等，内容非常丰富。这些考察研究系列成果，以大量的科学考察资料为依据，总结了黄土高原地区环境治理的主要问题及其基本经验，提出了“治理与开发相结合、以开发促治理、以治理保开发”和“重在开发”的方针，制定了能源、矿产、农林牧等资源的开发利用方案，并对振兴黄土高原地区进而振兴中华大地等重大战略问题作了一系列的论述。系列成果不仅是严谨的科学论著，而且也是振兴黄土高原地区和振奋民族精神的科学总结。这些成果具有十分重要的意义和实用价值，是国家和决策部门的重要参考依据，也是使广大人民全面了解黄土高原地区问题和美好前景的极好丛书。同时，这些成果也将促进和深化地学、生物学、资源科学、环境科学、社会科学、技术科学等有关学科的发展。因此，系列成果的发表必将引起国内外有关方面的重视。

这次黄土高原地区综合科学考察研究工作是在中国科学院黄土高原综合科学考察队的具体规划设计和安排下进行的。考察队做了大量组织工作。

黄土高原地区科学考察成果的取得，是全队共同努力，特别是考察队员们踏遍了高原丘陵的沟沟壑壑，撒下了辛勤汗水的结果。因此，考察研究成果是集体智慧的结晶。此外，黄土高原地区的人民和各级领导者，他们给予了综合科学考察研究工作多方面的支持和帮助，是特别要予以颂扬的。

刘东生

1990年8月22日

《黄土高原地区综合治理开发考察系列研究》

前 言

黄土高原地区有着严重的水土流失和风沙危害等环境问题，生态环境十分脆弱，严重影响着当地人民的生产和生活，在有的地方生存都受到威胁。而且，入黄河泥沙使下游干流河床日趋淤高，洪水威胁着下游广大黄淮海平原人民生命财产和经济建设设施的安全。长期以来，这是我国的一大“心病”和迫切要求解决的“老大难”问题。另一方面，黄土高原地区有着丰富的农业和工业自然资源，特别是有极丰富的能源资源，在中华民族未来的发展中，其战略地位将显得越来越重要，在社会主义四化建设中将起到不可替代的巨大作用。因此，这片黄土地不仅病态环境急需治理，而且无论从本身还是从全国的要求来看，其资源亟待开发。黄土高原地区的环境治理和资源开发在振兴中华的伟大事业中具有特殊的紧迫性和重要性。

国家一直十分重视这片黄土地的改造和振兴问题。自 50 年代起，水利(电力)部、农业部、林业部、中国科学院，有关省、区、地、县和一些大专院校都在该地区做了许多科学考察和试验研究。1955~1958 年，在已故中国科学院副院长竺可桢教授的指导下，曾组织了中国科学院黄河中游水土保持综合考察队，进行了为期 4 年的以水土保持为中心的综合考察，取得了丰富的资料和成果，为国家制定水土保持方针政策及治黄规划，黄河中游水土保持规划发挥了积极作用。多年来，艰苦奋斗在黄土高原地区第一线的广大干部和科技工作者，为改造黄土高原地区做出了积极贡献。

1983 年国家计划委员会向中国科学院提出了关于开展一次以国土整治为主要内容的黄土高原地区综合考察研究工作的建议。中国科学院—国家计委自然资源综合考察委员会，根据这一建议，于 1983 年 11 月在承德召开了一次讨论黄土高原问题的会议。会上许多专家提出了积极建议，认为经过了三十、五十年后的今天，在黄土高原地区开展一次全面的、宏观的、以国土整治^①为目的的综合考察研究工作，制定黄土高原地区的综合治理开发战略方案，确有必要。1984 年 5 月，中国科学院成立了黄土高原综合科学考察队(简称黄考队)来执行这项考察研究任务。1984 年 5~7 月，黄考队组织了少数专家进行了预察，制定了 4 年(1985~1988 年)的以国土整治为主要内容的考察研究计划。当时，在制定考察研究计划中，碰到的第一个问题是如何正确选择考察研究的范围，是仅考察“黄土高原”，还是考察“黄土高原地区”。作为自然地理单元的黄土高原，其范围一般认为是太行山以西、日月山以东、秦岭以北、长城以南。但是，考虑到开发治理的综合性，考虑到黄土高原与黄河的密切联系以及保持研究的完整性，特别是长城以北也存在有严重的水土流失、风沙危害，对入黄泥沙也有严重影响，而一些特大煤田也分布在长城以北，因而黄考队将考察研究范围向北推移到了阴山以南，这块四面环山的比较完整的国土，包括黄土高原及其北部毗邻地区，我们简称为“黄土高原地区”。

^①国土整治是指国土资源的开发、利用、保护和治理。其含意很广，涉及到当今世界普遍存在的资源—环境—人口—能源—粮食等问题，而绝不仅仅指环境的治理或土地的管理。

1985年,在黄土高原地区正式开始考察。1986年,由于国家的重视,“黄土高原综合治理”课题被列为国家“七五”(1986~1990年)重点攻关科技项目。黄考队便把执行黄土高原地区国土整治的考察研究与“黄土高原综合治理”面上的考察研究任务结合起来,取名为“黄土高原地区综合治理开发”的考察研究,并进一步充实了考察研究内容。当时,在制定“七五”计划中碰到的又一个问题是如何对待“开发”问题。黄考队认为,不能把水土流失的治理问题仅仅看成是一个环境治理问题,而是一个资源—环境—经济—社会问题,黄土高原地区患的是综合症,要攻的关是如何解决好水土流失和贫穷落后的问题,是如何解决好环境治理和资源开发这对矛盾,即不仅要研究如何治理好环境,还要研究如何开发好资源,使资源开发不仅不破坏环境,而且还要使两者互相促进。黄土高原地区的问题,不能就治理谈治理,归根结底,是一个如何改造和振兴黄土高原地区的问题。因此,这是一次自50年代以来全面的、内容丰富的、大规模的综合科学考察,从考察面积之广、问题之综合、学科之多、新技术的应用以及把治理与开发结合起来等方面来看,都可以说是空前的。

黄土高原地区综合治理开发的考察研究任务,在原4年计划的基础上,根据“七五”计划的要求,是采用卫星、航空遥感和地面调查相结合,调查水土流失和资源状况,研究环境治理和资源开发中的重大问题,提出综合治理开发的总体方案,并把遥感的应用和信息系统的建立作为为综合治理开发重大问题和总体方案服务的两项主要技术手段。根据任务要求,考察研究的主要内容有以下三个方面:

- (1) 黄土高原地区综合治理开发的重大问题研究及总体方案;
- (2) 黄土高原地区资源与环境遥感调查和制图;
- (3) 黄土高原地区国土资源数据库及信息系统的建立。

综合治理开发的重大问题及总体方案,是考察研究工作的主体部分。这方面的专题是按照下列5个层次设计的:

(1) 自然条件特点和资源评价。包括考察研究过去和现在的自然条件(自然条件特点和历史环境演变)以及自然资源的数量质量评价;此外,还包括研究主要的社会经济情况。

(2) 应用基础的考察研究。包括考察研究一些与黄土高原地区综合治理开发有关的理论问题。它与综合治理开发黄土高原地区和治理黄河的方针有着密切的联系,例如,黄土高原地区历史气候和土壤侵蚀的演变过程,自然侵蚀和人为侵蚀的关系,等等。

(3) 重大问题的考察研究。包括土壤侵蚀(水土流失、风沙危害、滑坡、泥石流等)防治以及农、林、牧、土、水、气、能源、工、矿、交、环保、人口、旅游等问题。它是在自然条件、资源和应用基础考察研究工作基础上的深入,是从认识世界走向改造世界所必须考察研究的问题。

(4) 重点县的考察研究。包括代表不同类型地区的中阳、子长、洛川、榆中、正宁、和林格尔、伊金霍洛、新安等8个重点县(旗)的深入考察研究和规划。这是考察研究工作中点而结合的具体体现,是面上工作的深入,也是制定总体方案不可缺少的重要依据。

(5) 总体方案的制定。包括不同类型地区和整个黄土高原地区综合治理开发方案。这是在前面四方面工作的基础上,经过综合分析,对不同类型地区和整个黄土高原地区的综合治理开发提出具体的途径和建议,为如何防治水土流失、风沙危害以及如何建立能源重化工基地、牧业基地、林果基地以及解决粮食问题等提供科学依据。

根据以上 5 个层次,共设计了 14 个研究组和相应的研究专题,即:1)黄土高原地区自然条件特点及其形成和演变预测;2)黄土高原地区土壤侵蚀规律及治理途径;3)黄土高原地区农业气候资源及其合理利用;4)黄土高原地区生物资源及其合理利用;5)黄土高原地区土地资源及其合理利用;6)黄土高原地区水资源合理利用及其供需平衡;7)黄土高原地区农林牧业的综合发展及合理布局;8)黄土高原地区乡镇建设及繁荣农村经济的途径;9)黄土高原地区能源资源的合理利用及农村能源解决途径;10)黄土高原地区综合运输网的发展及合理布局;11)黄土高原地区经济开发对环境的影响及其对策;12)黄土高原地区工业发展与城市工矿区的合理布局;13)黄土高原地区重点县的深入调查研究;14)黄土高原地区综合研究和综合治理开发总体方案(人口和旅游问题也包括在综合研究组内)。

第二方面,资源与环境遥感调查和制图,包括应用航空航天多种遥感手段,配合地面考察,对黄土高原地区的自然资源和自然条件以及土壤侵蚀进行遥感调查和系列制图,为治理开发提供较为确切的土壤侵蚀和资源清单,这对今后的综合治理开发规划和实施以及监测其动态变化均有着重要的意义。

第三方面,国土资源数据库及信息系统的建立,包括建立黄土高原地区国土资源数据库、典型区的资源信息系统、决策模型系统以及计算机辅助制图系统等,为黄土高原地区治理开发考察研究和规划提供先进的技术手段和科学储备。这使黄土高原地区综合治理开发及其管理工作逐步走向现代化。

黄土高原地区的综合考察研究工作,是由中国科学院主持,由黄考队组织有关单位,以大协作的形式来完成的。参加考察研究的单位有中国科学院—国家计委自然资源综合考察委员会、地理研究所,中国科学院地质研究所、植物研究所、兰州沙漠研究所、遥感应用研究所、南京土壤研究所、西安黄土研究室及西北植物研究所,中国科学院—水利部西北水土保持研究所、成都山地灾害研究所,国家计委—中国科学院能源研究所,国家计委综合运输研究所,地矿部水文地质工程地质司、水文地质工程地质研究所、地质资料局,水利部黄河水利委员会,铁道部铁道科学院,山西省区划办,陕西省水保研究所,陕西省地质矿产局,甘肃省科学院地质灾害研究中心、农科院,宁夏农业科学院,内蒙古土地勘察设计院,河南地理研究所,中国人民大学,北京师范大学,北京大学,北京林业大学,北京经济学院,北京师范学院,兰州大学,西北大学,西北农业大学,陕西师范大学,西安交通大学,西安公路学院,陕西财经学院,山西大学,山西师范大学,以及晋、陕、蒙、宁、甘、青、豫等省(区)的计委、科委以及其它有关农、林、牧、水、水保、地质、工、矿、交、环保等业务部门,共约 50 多个单位。参加考察研究工作的专家、教授和科技工作者达 500 多人。黄考队在国家计委、国家科委和中国科学院的领导下,得到了水利部、林业部、农业部、能源部、地质矿产部以及其它有关部委、办等部门的大力支持;考察期间,与黄土高原地区有关的七省(区)的各级政府和部门,对黄考队也十分关心,给予了许多支持和帮助。因此,黄土高原地区综合科学考察研究成果的取得,是各方面大力协作和支持的结果,是全体考察队员们智慧的结晶。

黄土高原地区综合治理开发系列成果是丰硕的,在系列成果中,全面论述了黄土高原地区的环境问题以及如何治理环境的基本经验;阐述了振兴黄土高原地区的物质基础,如何进行资源的“小开发”,发展农村经济,以及建立能源重化工基地的“大开发”,创造巨大财富,为农业现代化和社会进步以及治理环境提供雄厚的物质基础,从而达到振兴黄土高

原地区的目的。系列成果告诉人们,黄土高原地区虽然有严峻的环境问题,环境的治理任务是艰巨的,但其前景是极其美好的。成果还着重阐述了如何才能达到美好的前景,以及2000年和21世纪中期可能达到的目标。在黄土高原地区资源与环境考察研究中,还采用了航空遥感新技术,编制了系列图件,提供了资源数据,并建立了信息系统实体(系列成果目录附后)。因此,系列成果不仅是严谨的科学论著,而且也是振兴黄土高原地区和振奋民族精神的科学总结。由于黄土高原地区综合治理开发问题是独特的,涉及的问题也多,因而开展综合考察研究工作及其成果的发表,具有重要的生产意义和科学价值。黄土高原地区历史文化遗产极为丰富,是中外人士仰慕向往的地方。它的治理开发和振兴,不仅会激励我国人民献身于这一伟大光荣的事业,而且也会在国际上产生重大的影响。

这次黄土高原地区综合科学考察研究工作是在中国科学院黄土高原综合科学考察队的具体组织领导下进行的。考察队队部有队长张有实,副队长孙惠南、郭绍礼、杜国垣、陈光伟、刘毓民,学术秘书张天曾,办公室主任刘广寅,副主任谢国卿、马志鹏,秘书高柳青,干事李文柏。作为“七五”国家重点攻关科技项目,第一专题重大问题和总体方案方面的科考任务由张有实直接领导,第二专题遥感系列制图方面的科考任务由陈光伟、王乃斌负责,第三专题数据库及信息系统方面的科考任务由孙九林负责。有关各专题组中子专题组长和考察队员们的贡献将在各自的研究报告的前言中予以记载。在这里,黄考队谨向各协作单位以及黄土高原地区的人民和各级领导所给予这次综合考察研究工作多方面的支持和帮助,再次表示衷心的感谢。此外,由于种种原因,我们在工作中还有不少缺点,请各方面多予批评指正。

中国科学院黄土高原综合科学考察队

1990年9月1日

附录:

《黄土高原地区综合治理开发考察系列研究》成果目录

一、重大问题及总体方案

黄土高原地区综合治理与开发——宏观战略与总体方案
黄土高原地区自然环境及其演变
黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径
黄土高原地区北部风沙区土地沙漠化综合治理
黄土高原地区农业气候资源的合理利用
黄土高原地区土地资源
黄土高原地区土壤资源及其合理利用
黄土高原地区植被资源及其合理利用
黄土高原地区水资源问题及其对策
黄土高原地区地下水资源合理利用
黄土高原地区矿产资源综合评价
黄土高原地区农林牧业综合发展与合理布局
黄土高原地区乡镇建设及繁荣家村经济的途径
黄土高原地区能源资源的合理利用及农村能源的解决途径
黄土高原地区工业发展与城市工矿区的合理布局
黄土高原地区综合运输网的发展及合理布局
黄土高原地区工矿和城市发展的环境影响及其对策
黄土高原地区的人口问题
黄土高原地区旅游资源及其开发
黄土高原地区综合治理开发分区研究
黄土高原地区重点县综合治理与经济发展战略规划

二、资源与环境遥感调查和制图

黄土高原地区土地资源图(1/50万)
黄土高原地区土地利用图(1/50万)
黄土高原地区草场类型图(1/50万)
黄土高原地区森林类型图(1/50万)
黄土高原地区植被类型图(1/50万)
黄土高原地区遥感调查资源数据集
黄土高原地区遥感调查系列制图说明书

三、国土资源数据库及信息系统

国土资源信息系统研究

黄土高原地区综合治理开发模型研究

国土资源信息分类体系与评价指标

资源科学主题词典

区域资源开发模型系统

资源信息系统中的辅助制图软件设计

目 录

本书前言	(1)
第一章 地理地质概况	(3)
1.1 社会经济	(3)
1.2 自然地理	(4)
1.3 地质	(7)
第二章 水文地质	(11)
2.1 区域水文地质概述	(11)
2.1.1 地下水的储存与分布	(11)
2.1.2 地下水的补给和排泄	(12)
2.1.3 区域水化学特征	(13)
2.2 地下水类型及其特征	(16)
2.2.1 松散岩类孔隙水	(16)
2.2.2 碳酸盐岩类岩溶水	(25)
2.2.3 碎屑岩类孔隙裂隙水	(26)
2.2.4 结晶岩类裂隙水	(29)
第三章 地下水资源评价	(33)
3.1 评价原则与方法	(30)
3.1.1 评价原则	(30)
3.1.2 评价方法	(30)
3.2 地下水水量评价	(36)
3.2.1 地下水资源计算成果	(36)
3.2.2 水资源总量概算	(39)
3.2.3 地下水资源时空分布特征	(41)
3.3 地下水水质评价	(43)
3.3.1 地下水水质特征	(43)
3.3.2 供水水质评价	(43)
第四章 地下水资源开发利用	(46)
4.1 开发利用现状	(46)
4.1.1 城市供水	(46)
4.1.2 能源基地供水	(51)
4.1.3 农牧业供水	(55)
4.1.4 人畜用水	(59)
4.1.5 主要水资源问题 and 环境地质问题	(62)
4.2 地下水开发利用分区及开采前景	(65)

4.2.1 以城市、能源供水为主的开采区	(65)
4.2.2 以农牧业供水为主的开采区	(70)
4.2.3 发展井灌井排的盐渍土改良区	(71)
4.2.4 需解决人畜饮用水的地区	(71)
4.3 综合治理开发区地下水资源及开采前景	(73)
第五章 缓解水资源紧缺的综合对策	(75)
5.1 水资源合理开发利用原则	(75)
5.2 综合对策	(76)
5.2.1 缓解城市能源供水紧缺对策	(76)
5.2.2 缓解农牧业供水紧缺对策	(82)
5.2.3 解决人畜饮用水途径	(84)
结 论	(86)
主要参考文献	(90)
英文提要	(92)
后 记	(93)
附 录	

附图 黄土高原地区地征水资源分布及开发利用分区图(1:250万)

(注:附图系内部资料,需要者请向陕西省地质矿产局联系购买)

Study on Rational Development and Utilization of Groundwater Resources in Loessial Plateau Area

CONTENTS

Introduction

Chapter 1. General Geography and Geology

- 1.1 Socio-economy
- 1.2 Physical Geography
- 1.3 Geology

Chapter 2. Hydrogeology

- 2.1 Regional Hydrogeology
 - 2.1.1 Occurrence and distribution of Groundwater
 - 2.1.2 Recharge and discharge of Groundwater
 - 2.1.3 Regional Hydrochemical Characteristics of Groundwater
- 2.2 Types of Groundwater and their Characteristics
 - 2.2.1 Pore Water in Unconsolidated Deposits
 - 2.2.2 Karst Water in Carbonate Rocks
 - 2.2.3 Fissure Water in Clastic Rocks
 - 2.2.4 Fissure Water in Crystalline Rocks

Chapter 3. Groundwater Resources Evaluation

- 3.1 Principles and Methods of Evaluation
 - 3.1.1 Principles of Evaluation
 - 3.1.2 Methods of Evaluation
- 3.2 Groundwater Quantity Evaluation
 - 3.2.1 Results of Groundwater Resources Evaluation
 - 3.2.2 Estimate of Total Amount of Water Resources
 - 3.2.3 Distribution of Groundwater Resources
- 3.3 Groundwater Quality Evaluation
 - 3.3.1 Groundwater Quality Characteristics
 - 3.3.2 Quality Evaluation for Water Supply

Chapter 4. Groundwater Resources Development and Utilization

- 4.1 Present Status of Groundwater Resources Development
 - 4.1.1 Urban Water Supply
 - 4.1.2 Energy-producing Base Water Supply
 - 4.1.3 Agricultural and Animal Husbandry Water Supply
 - 4.1.4 Rural Domestic and Livestock Water Supply
 - 4.1.5 Main Problems in Water Resources and Environmental Geology