



银川市工程建设 地质条件适宜性评价

宁夏水文地质环境地质勘察创新团队

编著

YINCHUANSHI GONGCHENG JIANSHE
DIZHI TIAOJIAN SHIYIXING PINGJIA



黄河出版传媒集团
阳光出版社

“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、地热资源勘查、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，在勘查找水、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。

YINCHUANSHI GONGCHENG JIANSHE

DIZHI TIAOJIAN SHIYIXING PINGJIA

银川市工程建设 地质条件适宜性评价

宁夏水文地质环境地质勘察创新团队

编著



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

银川市工程建设地质条件适宜性评价 / 宁夏水文地质环境地质勘察创新团队编著. -- 银川 : 阳光出版社, 2018.10

ISBN 978-7-5525-4501-2

I. ①银… II. ①宁… III. ①建筑工程-地质勘探-工程地质条件-适宜性评价-银川 IV. ①TU195

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第232659号

银川市工程建设地质条件适宜性评价

宁夏水文地质环境地质勘察创新团队 编著

责任编辑 胡 鹏

封面设计 张 宁

责任印制 岳建宁



黄河出版传媒集团
阳光出版社 出版发行

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 宁夏精捷彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁) 0011152

开 本 880mm × 1230mm 1/32

印 张 3.5

字 数 100千字

版 次 2018年10月第1版

印 次 2018年10月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-4501-2

定 价 46.00元

版权所有 翻印必究

银川市工程建设地质条件适宜性评价

编委会

主 编 薛忠歧 廖 斌

编 者 杨智敏 康登成 张 勃

卓 悦 李志军 单 斌

孟旭晨 贾国臣 陈晶晶

前 言

近年来随着银川市城市建设的快速发展，新型城镇化建设及各种工业园区的规划建设，对地质环境的压力日益增大，一方面，城市建设和发展会改变地质环境的原有状况，可能引发若干工程地质环境问题，如地质环境的演化与恶化、引起地质灾害或病害，表现为地质环境对工程建设的敏感性；另一方面工程地质条件的差异又会制约城市工程建设的发展，表现为工程建设对地质环境的适宜性。

通过对银川地区工程建设与土地工程能力相互适宜性的研究，了解人类工程活动与地质环境的相互制约、相互依存关系，评价与城市布局、工程建设及运营、土地功能区划等有关的地质环境质量，预测城市作用下的次生工程地质问题并提出防止措施，使城市建设用地与地质条件实现优化组合，避免城市用地盲目发展。

本项目也是对银川市工程建设适宜性评价的一次研究探索，依据前期掌握的本地区大量的工程地质勘察资料、水文地质、环境地质资料及水工环综勘资料，对这些资料进行分析筛选，尤其是钻孔资料，建立基准孔网，补充适当的钻孔，主要目的是查清研究区内的地层结构。通过与中国地质大学（北京）水资源与环境学院刘飞老师合作建立三维地层结构模型，对研究区内工程条件进行分析，在场地稳定性、地形条件、岩土体的性质、地下水条件等四个方面进行详细的分析研究，确定影响要素，建立工程地质环境质量指标层次结构体系。对各种影响要素进行分区评价，其中地基土承载力选取三个深度切面

2 m、3 m、6 m 的地基承载力值来评价不同高度建筑物（低层、多层、高层）适宜性分区的指标，然后根据研究区内的地基土体承载能力对低层、多层、高层建筑物进行分区及适宜性评价，根据不同类别的建筑物地基承载力的适宜性分级，采用聚类分析法划分出研究区建筑地基承载力适宜性分区图。

对于研究区工程建设地质条件适宜性评价，首先根据研究区的特点，确定评价因子，并确定各评价因子的权值，采用层次分析法评判模型对研究区内的工程建设地质条件进行综合分区评价，划分为适宜、较适宜、适宜性差、不适宜四个等级。从而为银川市土地合理开发利用和城市建设规划提供必要的依据。

通过本项目的研究工作，可以使城市规划人员全面和具体的认识整个城市研究区域的工程地质环境质量，在城市布局及重大工程建设中合理规避各种不利的环境制约因素，以及合理利用土地资源，保证城市建设发展与地质环境保护相协调，达到城市可持续发展的目标。

由于编写时间仓促，作者水平所限，不当之处敬请读者批评指正。

作者

2018年6月

目 录

第 1 章 绪论	001
1.1 研究背景	001
1.2 研究的目的意义	003
1.3 研究区位置与范围	004
1.4 研究思路内容与技术路线	005
1.4.1 研究思路内容	005
1.4.2 技术路线	005
第 2 章 工程地质评价方法	007
2.1 评价指标体系	007
2.2 评价方法	009
2.3 应用软件介绍	010
第 3 章 研究区工程地质环境特征	011
3.1 自然地理条件	011
3.1.1 自然地理概况	011
3.1.2 气象	012
3.1.3 水文	013
3.2 地形地貌	013
3.3 地质构造	016
3.3.1 断裂	016
3.3.2 基地构造	018



3.3.3	新构造运动	019
3.4	水文地质条件	020
3.4.1	地下水类型	020
3.4.2	含水岩组的划分	021
3.4.3	地下水补径排特征	023
3.4.4	地下水动态特征	024
3.5	工程地质条件	025
3.5.1	工程地质分区	025
3.5.2	地层岩性	026
3.5.3	岩土体类型及其工程地质特征	030
3.5.4	不良地质作用和地质灾害	036
第4章	研究区工程建设适宜性分析	038
4.1	基本数据整理	038
4.1.1	钻孔统计	039
4.1.2	工程建设层分析	040
4.1.3	岩土体物理力学性质	041
4.1.4	承载力确定	043
4.2	场地工程建设地质条件分析	044
4.2.1	场地稳定性	044
4.2.2	岩土体性质	046
4.2.3	地下水条件	054
4.2.4	地形条件	056
第5章	三维地层模型建立	058
5.1	三维地质结构模型软件介绍和创建流程	059
5.1.1	EVS 软件介绍	059

5.1.2 创建流程	060
5.2 研究区三维结构特征	061
5.2.1 基本数据整理分析	062
5.2.2 实体模型	062
5.3 小结	070
第 6 章 不同高度建筑地基承载力适宜性评价	071
6.1 评价方法	071
6.2 各类建筑地基承载力适宜性分区	078
6.2.1 低层建筑地基承载力适宜性分区	078
6.2.2 多层建筑地基承载力适宜性分区	080
6.2.3 高层建筑地基承载力适宜性分区	081
6.3 建筑地基承载力适宜性评价	082
第 7 章 工程建设适宜性评价	086
7.1 层次分析法评判模型	086
7.1.1 评价因素的选定	086
7.1.2 各评价因素权值的确定	086
7.1.3 评价模型的建立	087
7.2 具体评判过程	090
7.3 评价结果分析	091
7.4 地下空间开发利用分析	093
第 8 章 结论与建议	095
8.1 结论	095
8.2 建议	096
参考文献	098

第1章 绪论

1.1 研究背景

城市化是世界各国发展的共同趋势，是人类文明和社会进步的标志。随着人类社会的进步和科学技术的飞速发展，城市化进程越来越快，城市人口迅速增加，城市规模不断扩大。近20年来，我国大陆城市数量和规模都有大幅度的增长。1994年我国有622个设市城市，截止2003年底，城市数量已增至660个，城市人口33805万人，城市范围内人口密度847人/平方千米。目前，我国城市化水平正在进入一个新的加速发展阶段。

与之形成鲜明对比的是，日益突出的城市地质环境的不合理利用、地质资源的不合理开发问题直接影响和制约了城市的建设与发展。在城市建设中，如何在不导致地质环境恶化的前提下，科学合理地利用城市宝贵的土地资源，已成为城市面临的紧迫问题。

地质环境与人类工程建设有着多因素、多层次的复杂关系，一方面，城市建设和发展会改变地质环境的原有状况，可能引发若干工程地质环境问题，如地质环境次生演化与恶化、引起地质灾害或病害等，表现为地质环境对工程建设的敏感性；另一方面工程地质条件的差异又会制约城市工程建设的发展，表现为工程建设对地质环境的适宜性。



在地质环境中，土地的工程能力是工程建设密切相关的因素。因此，城市工程地质环境评价中的核心问题是：工程建设与土地工程能力的适宜性问题。

目前我国城市在建设发展中所出现的大量地质环境问题和地质灾害，主要是在不了解城市地质环境条件、不充分考虑城市地质环境状况基础上土地利用规划的不合理所造成的，埋下了许多隐患。因此，在城市建设过程中，需对城市建设地质环境适宜性进行调查和评价。这是因为本项工作一方面可以有效地开发、利用好地质资源和土地资源，防止地质环境进一步变差，另一方面可以最大限度地避免城市建设过程中遭受地质灾害和环境地质问题，对城市的长期发展具有十分重大的意义。

银川市地处中国西北地区宁夏平原中部，宁夏回族自治区首府，西倚贺兰山、东临黄河，是发展中的区域性中心城市，银川市历史悠久，是国家历史文化名城，城市综合竞争力跻身全国百强。近年来随着城市各项建设突飞猛进的发展，城市规模不断扩大，同时《宁夏空间发展战略规划》的出台，提出了以大银川都市区为主中心，以石嘴山、固原、中卫为副中心，有序推进以人为核心的新型城镇化。完善城市发展格局，统筹协调大中小城市和小城镇建设，加快形成中心城市辐射带动作用增强、城市群集聚效果显现的城市发展格局。

城市规划及快速发展也给工程地质评价工作提出了新的要求，既要提供可靠的工程建设规划依据，又要确保地质环境的稳定。通过本项目的研究，可以使城市管理及规划人员全面和具体的认识整个城市工作区域的工程地质环境质量，在城市布局及重大工程建设中合理规避各种不利的环境制约因素，以及合理利用土地资源，保证城市建设发展与地质环境保护相协调。

为此，我院利用多年来在宁夏经济建设发展过程中积累的大量水

工环地质资料,最主要是工程地质勘察资料,通过对银川市划定一定的区域,进行场地工程建设地质条件适宜性评价工作,评价与城市布局、工程建设及运营、土地功能区划等有关的地质环境质量,预测城市建设作用下的次生工程地质问题并提出防止措施,使城市建设用地与地质条件实现优化组合,避免城市发展盲目用地。

1.2 研究的目的意义

人类经济活动与地质环境是相互作用、相互影响的关系。一方面,地质环境影响和制约了工程建设;另一方面,工程建设的实施又会引发地质环境的改变。城市是人类工程活动最集中的区域,也是对环境干预最强烈的地区,如果人类工程活动破坏了周围的地质环境,会带来各种次生城市地质灾害,使城市环境质量恶化,需要花费巨大的费用和各種技术手段来治理出现的工程地质恶化问题。

城市工程地质环境评价研究的目的是认识地质环境问题,掌握其规律性,正确地评价工程地质环境,对城市工程建设给出合理的建议。工程地质环境质量的研究意义在于:

①在城市规划中进行工程地质环境研究,可以更加合理地布置建筑物,提高城市建设的经济效益。

②在城市规划中进行工程地质环境研究,可以减少或避免地质灾害的发生,以谋求最大的环境效益。

③在城市规划中进行工程地质环境研究,可以合理有效地利用城市土地,提高城市土地利用效率,避免城市用地盲目发展。

开展城市规划工程地质环境研究工作,可以使地质工作者更好地为城市发展而服务,研究成果可以贯穿于整个城市控制性规划编订和详细控制性规划修编的过程之中。



在城市规划中应用工程地质环境的研究成果,可以使城市规划工作者与政府管理决策者获得对整个城市区域的工程地质环境质量总貌和细节的全面认识,规避各种不利的环境制约因素,合理利用土地资源,满足规划对土地工程能力的管理和决策,使城市建设与地质环境保护相协调,达到城市可持续发展的目标,保证规划多目标的成功实现。

进一步,通过高精度的工程地质环境质量评价研究,整合各种工程地质环境信息,利用计算机信息技术,建立城市工程地质环境信息评价系统,可以快速地检索、交换和共享地学信息,为政府的管理和减灾防灾对策提供依据。

1.3 研究区位置与范围

研究区位于宁夏回族自治区银川市(包括兴庆区、金凤区、西夏区及滨河新区、贺兰县、永宁县部分地区),具体位置为北侧在北绕城以北 300~500 m,西侧以国道 110 为界,南侧以南绕城为界,东侧包括滨河新区核心区范围;东西长约 51 km,南北长约 21 km,地理座标为东经 106°00′51~116°36′25,北纬 38°23′24~38°35′39,面积约 1016 km²,详见研究区范围示意图(图 1-1):



图 1-1 研究区范围示意图

1.4 研究思路内容与技术路线

1.4.1 研究思路内容

本书主要是以前人的岩土工程勘察成果资料为基础、结合本地区水工环地质成果资料、辅以少量的工程钻探,通过分析研究银川市地貌及第四纪地质特征、岩土体工程地质特征、水文地质条件、区域构造、地质灾害和不良地质作用等,选定出不同层次的因素指标,确定评价指标体系,采用聚类分析法和层次分析法综合评判相结合的方法进行城市建设地质条件适宜性综合评价,利用计算机编程进行计算,然后利用 MAPGIS 软件强大的空间数据管理能力进行综合评价成图,完成银川市工程建设地质条件适宜性功能区划。

主要研究内容包括:

① 搜集研究区的相关地质资料,主要包括研究区的自然地理条件、工程地质条件、水文地质条件、地质构造条件、不良地质作用等。

② 查明研究区工程建设层的地层岩性、结构和空间分布,统计工程建设层的物理力学指标,确定地基承载力特征值。

③ 根据研究区内工程地质特征,确定工程建设层结构,建立工程建设层三维地质结构模型。

④ 分析研究建设场地的工程地质环境条件特征,选取地表以下 2 m、3 m、6 m 三个深度切面,进行地基土岩性分析,并且选取合理的评价指标和权重,同时把评价指标进行量化。

1.4.2 技术路线

研究区技术路线图(图 1-2)如下:

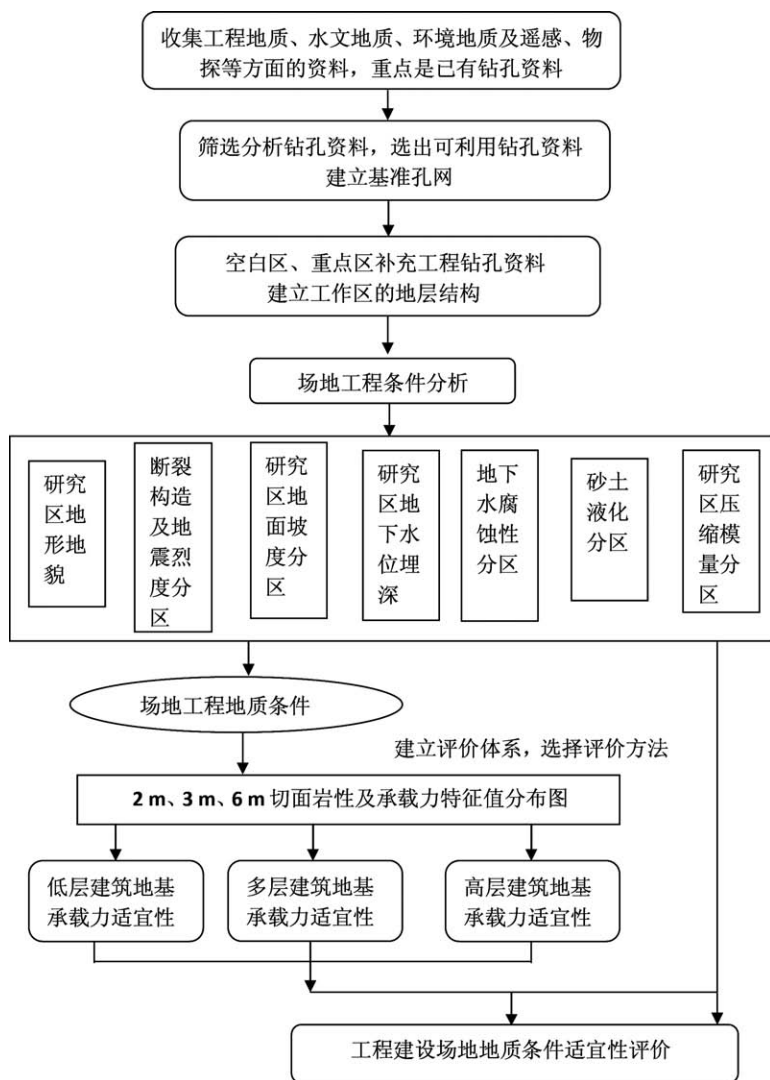


图 1-2 研究区技术路线图

第 2 章 工程地质评价方法

2.1 评价指标体系

工程建设适宜性侧重于表现场地工程适用性特征。适宜性评价主要目的是控制较好地利用土地的工程能力。对土地能力评价的影响因素可以从岩土体类型、地形地貌、水文地质条件、地质构造、不良地质作用和动力地质作用等方面进行考虑。岩土体类型决定了土地对工程活动的承载能力，水文条件反映了地表水和地下水及其化学特征对工程地质环境产生的影响，不良地质作用会对地质环境产生很大的影响。因此，指标体系的确定、评价因子的选择都非常重要，还要尽可能客观地实现因子的“贡献”。

工程建设适宜性评价首先要解决的一个问题是目标层的确定，即解决问题的目的；其次是在进行工程地质评价时要考虑到岩土体类型、地形地貌、水文地质条件、不良地质作用、人类工程活动等因素，此为准则层；再次是考虑与准则层某个因素有联系的次级因素，如对于岩土体类型来说，则考虑到该建设场地土类型、承载力、平均剪切波速和地面峰值加速度等因素，这些就是指标层；最后通过工程地质环境评价与分区，选择最佳土地使用方案、最佳的工程建设区和不利的工程地质条件分布区，以便科学合理利用每寸土地。