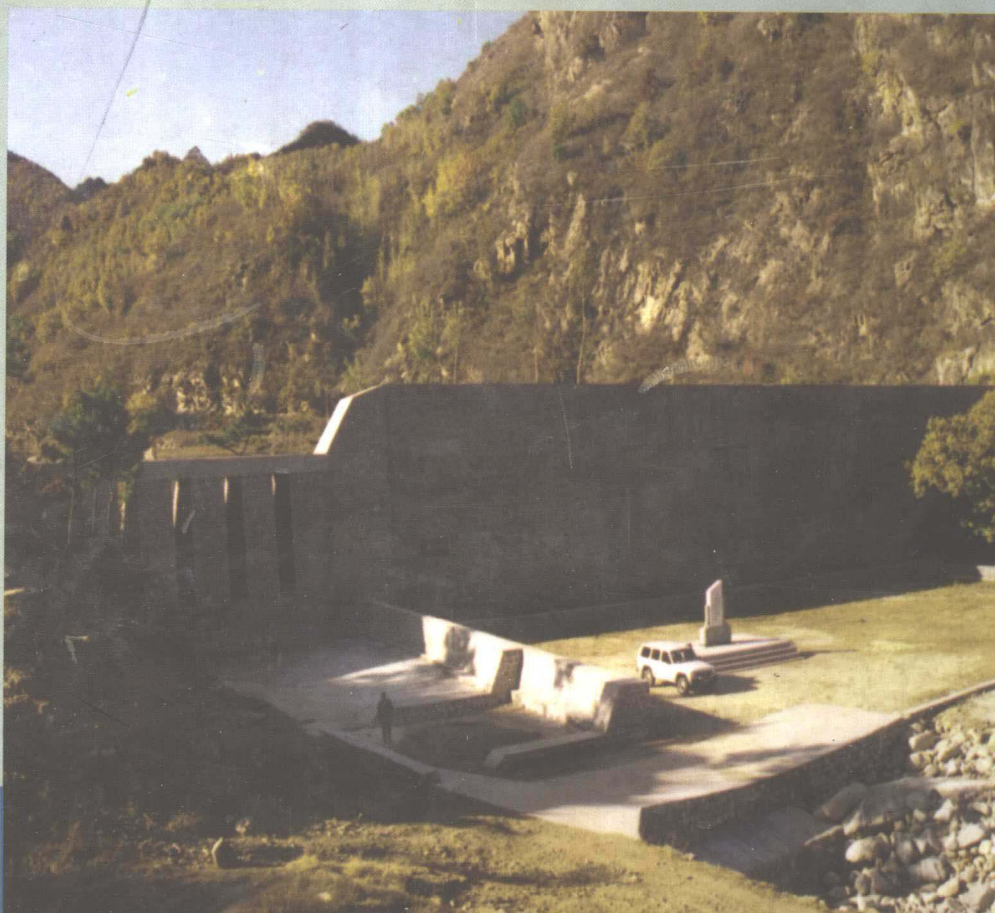


北京山区

BEIJING SHANQU NISHILIU

钟敦伦 谢 洪 王士革 韦方强 等编著
靳怀成 刘世建 汤家法 杨进怀

泥石流



P642.23

3

北 京 山 区 泥 石 流

钟敦伦 谢 洪 王士革 韦方强 等编著
靳怀成 刘世建 汤家法 杨进怀

江苏工业学院图书馆
藏书章

商 务 印 书 馆

2004 年 · 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

北京山区泥石流/钟敦伦等编著. —北京:商务印书馆, 2004
ISBN 7-100-04069-8

I. 北… II. 钟… III. 山区-泥石流-研究-北京市 IV. P642.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 001931 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

BĚIJĬNG SHĀNQŪ NÍSHÍLIÚ

北 京 山 区 泥 石 流

钟敦伦 谢 洪 王士革 韦方强 等编著
靳怀成 刘世建 汤家法 杨进怀

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码 100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北 京 瑞 古 冠 中 印 刷 厂 印 刷

ISBN 7-100-04069-8/P·10

2004 年 10 月第 1 版

开本 787×1092 1/16

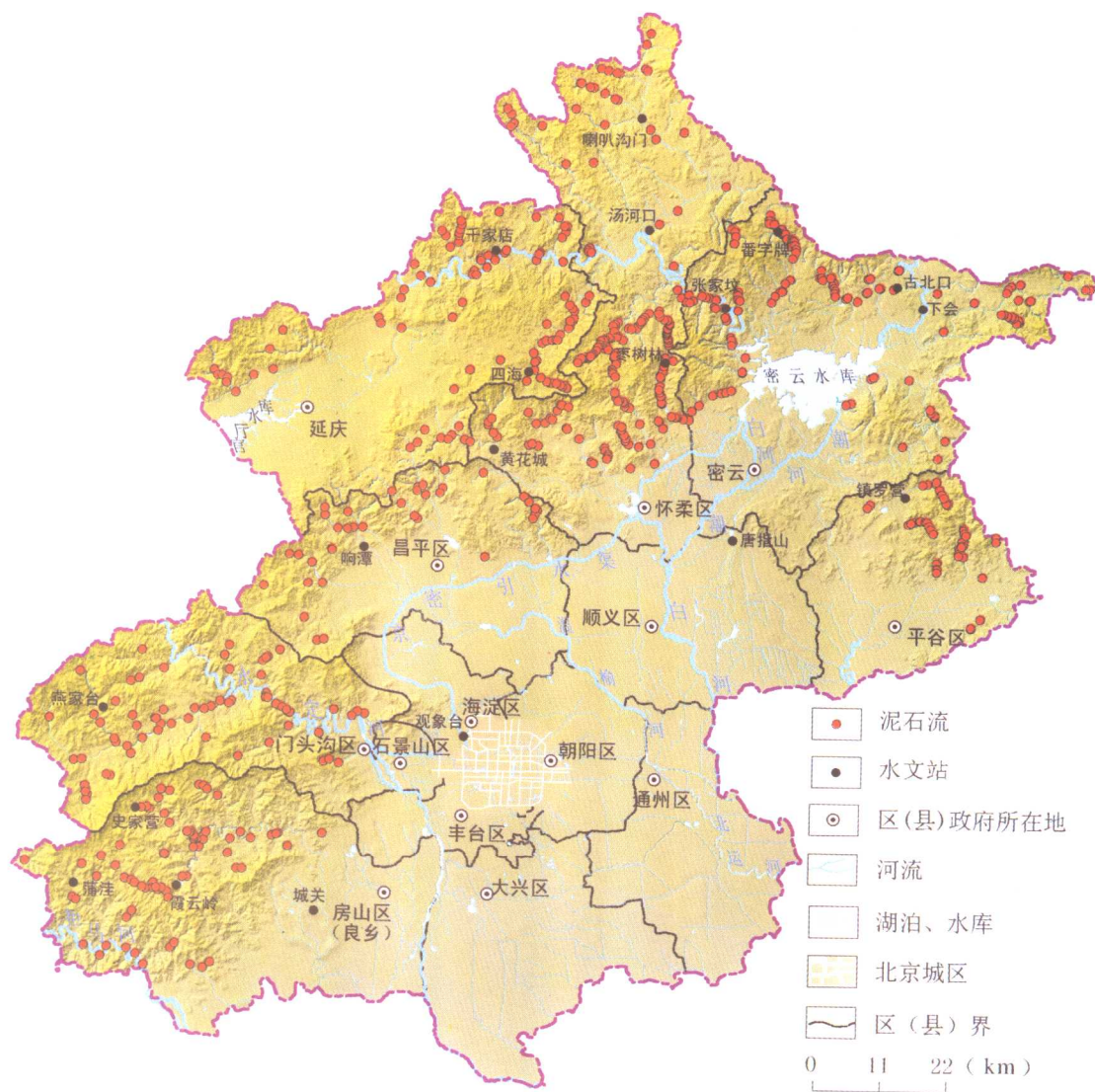
2004 年 10 月北京第 1 次印刷

印张 21½ 插页 2

定价: 43.00 元

北京山区泥石流分布图

Distribution of Debris Flow in the Beijing Mountain



前 言

北京是我国的首都,是政治、经济、文化和旅游中心,是交通枢纽。北京山区是北京市饮用水、生活用水和工业用水与环保用水的水源地,干、鲜果品和木材等可再生资源基地,矿产资源和旅游度假基地。北京山区以中低山为主,在山地向平原过渡的地带主要为丘陵台地,其中中低山区相对高度较大,山坡陡峻,切割深邃,沟网密布;地层古老,构造发育,岩体破碎;降水虽不太丰沛,但高度集中,时有暴雨、大暴雨和特大暴雨发生;热量充足,雨热同季,土地肥沃,具有植被生长的良好条件,因此曾是层峦叠障的绿色林海,具有巨大的生态效益,不仅使山区自身少受自然灾害的危害,而且对整个北京地区起着调节气候、保持水土和减轻自然灾害的重要作用,是北京地区保护生态环境和防御自然灾害的绿色天然屏障。由上可见,北京山区在北京地区减灾防灾和国民经济建设及人民日常生活中占有举足轻重的地位。北京是我国和世界著名的古都之一,历史上有多代王朝建都于此,为了满足王公贵族修建宫殿和豪门商贾修建豪宅及普通居民修建房屋与生活用材的需要,北京山区的森林遭到严重破坏,尤其是七七卢沟桥事变以后,日本帝国主义侵占了北京,对北京山区的森林采取掠夺式的砍伐,致使森林生态系统遭到残酷的浩劫,原始森林被破坏殆尽,只剩下残次林。新中国成立后,虽然十分注意环境保护,但由于百废待兴,需要大量的建材开展建设,加之当时对森林生态系统在生态环境中的重要作用认识不足,保护不够,造成对森林植被的采伐量大于生长量,致使森林生态系统遭到进一步破坏。在山区独特的环境条件下发育起来的生态系统,本身就相对较脆弱,加上森林生态系统不断地遭到破坏,于是山地环境不断退化,水力侵蚀和重力侵蚀不断加强,导致泥石流的活动范围不断扩展,规模和危害不断加大,给北京山区居民的生命财产安全和国民经济建设造成严重的危害。

党中央、国务院和北京市委、市政府对北京山区的泥石流灾害十分关心,对泥石流的防治工作也给予了高度重视。1950年8月,门头沟区清水河流域和房山区大石河流域发生泥石流灾害时,在中央的关怀和各级政府的领导下,有关部门的专家、学者和工程技术人员立即对泥石流灾害进行了实地调查与勘察,积极开展抢险救灾和重建家园的工作,并在此基础上选择遭受泥石流危害较重的田寺东沟为基地,以北京林学院林学系水土保持专业的技术力量为支撑,进行泥石流防治的试点试验工作,从此揭开了北京山区泥石流防治和研究的新篇章。20世纪50年代初,虽然开始了泥石流防治的试点试验工作,并取得了较大进展,但建国初期受经济实力和技术力量的制约,50年代至70年代,北京山区的泥石流防治工作仍处于试验阶段。进入20世纪80年代,随着我国改革开放的深入开展,北京山区的经济建设突飞猛进,质量和密度不断提高,人口不断增加,受危害对象不断增多,一场与过去相同规模的泥石流所造成的损失,

往往为过去的数倍、数十倍,乃至成百上千倍。如 1989~1999 年间的泥石流灾害,共造成经济损失高达 3.09 亿元,其中 1991 年就高达 2.6 亿元;随着居民经济条件的改善和生活水平的提高,人们对良好的生存环境的要求也越来越迫切。为了适应北京山区经济迅猛发展和居民要求改善生存环境的需要,泥石流的防治和研究工作也取得了重大进展。在这期间,国家计委、地质矿产部和北京市计划委员会组织了有众多单位不同学科的专家、学者与工程技术人员参加的北京山区的泥石流防治和研究工作,先后有北京林业大学(原北京林学院)、北京大学、北京师范大学、首都师范大学、北京气象学院、北京铁道学院、北京工业大学、中国科学院地理研究所、中国科学院地质研究所、中国科学院-水利部成都山地灾害与环境研究所、中国地质科学院、地质矿产部遥感中心、北京市地质研究所、北京水利研究院、北京市气象科学研究所、北京市市政设计院、北京铁道专业设计院、北京市水利规划设计研究院、北京市水文地质工程地质大队等单位参加过该项工作,获得了大量的第一手资料和丰硕的研究成果,并取得了综合治理成果。北京市防汛抗旱指挥部、北京市水利局、北京市水土保持工作站、北京市地质矿产局、北京市农林局等及其在山区各区(县)的机构,都参与了泥石流防治和研究的组织、调查和治理工作,并做出了重要贡献。

作为专门从事山地灾害和环境研究的中国科学院-水利部成都山地灾害与环境研究所的专家认为,在该所和各兄弟单位对北京山区泥石流进行研究和防治取得重大进展的基础上,有必要进一步做更全面、系统的研究和更深入的总结,以便为北京山区的防灾减灾和经济建设做出更大贡献。在这种使命感的驱使下,1998 年,该所向中国科学院申请承担《北京山区泥石流及防治对策》的研究工作,并于同年 6 月作为中国科学院的重点课题获得批准,正式立项。为了更好地完成该项目,同年 10 月该所和北京市水利局郊区处(农水处)协商,由该所和北京市水土保持工作站合作,共同完成该课题的研究任务,并获得双方主管单位的批准,于是课题获得拓展。

1998~2001 年,课题组组织了多次野外考察和资料收集工作,获得了丰富、翔实的第一手资料、分析实验资料、环境背景资料和文献资料。在此基础上,结合前人的工作成果,对北京山区泥石流的活动现状、基本特征、发育的环境条件、泥石流的属性与类型、分布与分布规律、泥石流信息系统、泥石流危险度区划、泥石流预测预报、泥石流综合防治规划和泥石流防治的生物工程、土建工程及行政管理工程措施,进行了全面、系统的分析论证,取得了系列成果:编写了专著《北京山区泥石流》,编制了《北京山区泥石流分布及危险度区划图》(1:10 万),建成了具有空间分析功能和区域与单沟相结合的泥石流预测预报功能的《北京山区泥石流信息系统》,完成了两条典型泥石流沟综合防治的初步规划方案等。这些成果既紧密联系,又相对独立,具有较高的理论水平和实际运用价值。在减灾防灾和环境保护成为国际研究热点及北京申奥成功之际,完成北京山区泥石流及防治对策的研究,不仅对北京山区减灾防灾、修复北京重要的天然绿色屏障具有指导作用和实用价值,而且在其指导下,开展北京山区泥石流防治,对 2008 年在北京举办的绿色“奥运”也具有重要意义,必将在国内外产生重大影响。

综上所述,该成果不仅是中国科学院-水利部成都山地灾害与环境研究所和北京市水土保

持工作站合作研究的成果,而且是全体研究和防治北京山区泥石流的专家、学者和工程技术人员与组织、参与北京山区泥石流防治和研究的所有单位和人员共同的成果,在此我们向他们表示崇高的敬意。

课题成果完成后,由北京市水利局邀请关君蔚院士、王思敬院士、艾南山教授、崔鹏研究员、黄鼎成研究员、刘德昭教授级高级工程师、高建国副研究员、牛纯桓教授级高级工程师、李佳高级工程师、毕小刚高级工程师、段伟教授级高级工程师等专家、学者对成果进行了评审鉴定。在评审中专家们既充分肯定了成绩,也提出了许多宝贵的修改意见。我们按专家意见修改后,成果更臻完善,专著质量获得提高,在此,特向他们表示衷心地感谢!

本书共分十二章,各章作者如下:第一章钟敦伦、刘世建、杨进怀,第二章谢洪、钟敦伦、段淑怀、化相国、刘世建,第三章谢洪、刘世建、钟敦伦、李永贵,第四章钟敦伦、谢洪、刘振国、刘世建,第五章汤家法、韦方强、周玉喜、杨坤,第六章韦方强、汤家法、钟敦伦、谢洪,第七章钟敦伦、谢洪、刘大根、王士革,第八章韦方强、汤家法、杨坤、李永贵,第九章谢洪、钟敦伦、刘大根,第十章王士革、靳怀成、谢洪、张文理,第十一章王士革、刘汉柱,第十二章王士革、谢洪、袁爱萍、靳怀成。英文翻译:李勇;校对:谢洪;各种资料录入:柳芬、黄霞;气候资料整理:柳芬、杜义萍;图件绘制:柳芬、黄霞;打字:余锦雪、张燕。

在本项目的执行过程中,一直得到中国科学院资源与环境科学技术局、北京市水利局的亲切关怀和有力支持;在野外考察期间,密云县、怀柔区、延庆县、门头沟区、房山区、昌平区和平谷区水利(资源)局和水土保持工作站给予了大力支援和协助,在此向他们表示诚挚的谢意。

由于受时间和水平所限,论著尚有不尽人意之处,错误和遗漏在所难免,热忱欢迎读者批评指正。

编著者

2003年8月

Introduction

Mountains are green barriers of Beijing, and also the source of variety of mountainous hazards because they have undergone severe disafforestation and ecological degradation. Steep slopes and cracked rocks, in combination with occasional rainstorms provide sufficient conditions to form and initiate debris flows, which have been getting wider sweeping scopes and bringing greater damages. Researches on debris flows in Beijing mountain have gone a long way in the past half century, and the present book involves the results from the collaboration between the Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, and the General Station of Water and Soil Conservation, Beijing, from 1998 to 2002.

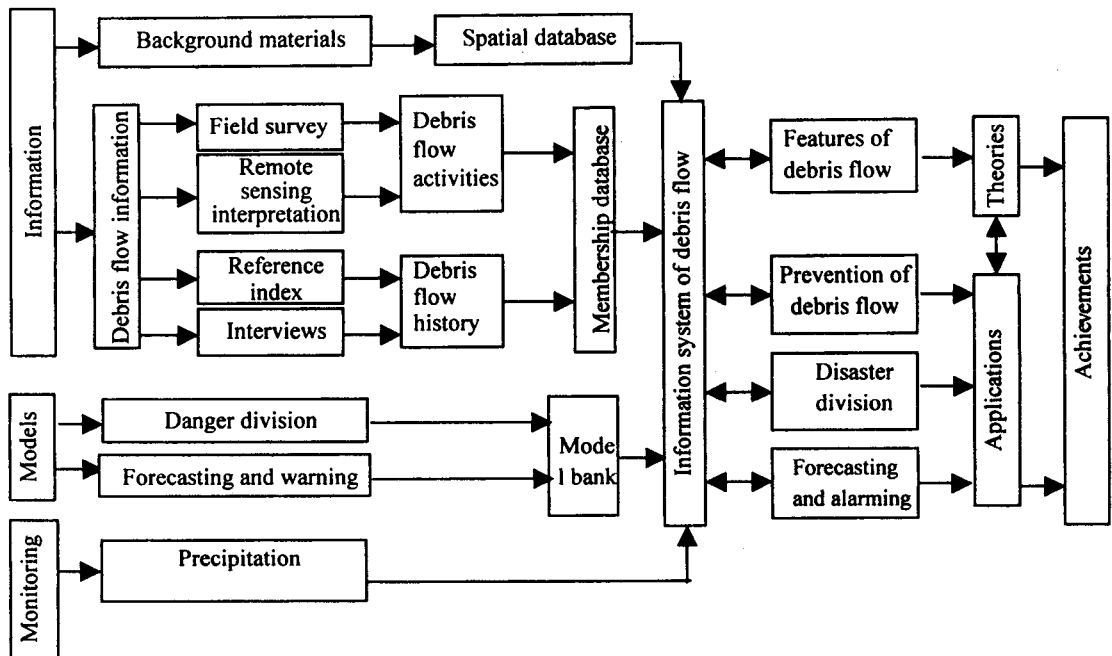
Topics in the book include:

1. Formations, dynamics, disasters, distributions, and evolution of debris flows;
2. Relationship between debris flow and environment;
3. Establishment of information system of debris flow;
4. Mapping of disaster divisions and strategies for controlling debris flows and rebuilding eco-environments.

To achieve these goals, multi-disciplinary researches have been carried out on the base of numerous first-hand materials of field investigations and many other documents including remote sensing information, historical records, and technologic references. An outline for our research routine is shown in the following diagram.

Results of the research are outlined as follows:

1. Basic information has been systematically recognized about debris flows in Beijing mountain, including the forming conditions, activities, environment, distribution, evolution, as well as the dynamics. A catalogue of 705 debris flow gullies has been established, which is bound to be informative for economic planning and debris flow controlling.
2. Classification categories have been built for debris flows in Beijing mountain.
3. Quantitative analysis has been conducted on the regional differentials and the relationships between debris flow and environment, revealing characteristics of emergence and tendency of debris flows, not only in Beijing, but also in general conditions.



4. An information system of debris flow in Beijing has been set up, with abundance of data, fine organization, comprehensive functions, and effective applicability.

5. Dangerous degree has been divided by using extenical method on basis of the information system.

6. Extenics has taken its first step in forecasting debris flows both in regions and in a single gully.

7. Plans of both civil and plant engineering have been put forward for controlling debris flows under principles fit for the local conditions.

目 录

第一章 泥石流活动概述.....	1
第一节 泥石流的概念及泥石流沟(坡)的确定方法.....	1
第二节 泥石流的活动历史与现状.....	5
第三节 泥石流的危害及危害原因分析	10
第四节 泥石流的特征	16
第五节 泥石流的发展趋势	29
第二章 泥石流的发育条件	37
第一节 地貌条件	37
第二节 地质条件	41
第三节 气候水文条件	48
第四节 植被条件	73
第五节 土壤条件	80
第六节 人类经济活动条件	82
第三章 泥石流的分类与类型	86
第一节 泥石流的分类原则	86
第二节 泥石流的分类指标	87
第三节 泥石流的类型	87
第四章 泥石流的分布与分布规律.....	109
第一节 泥石流的分布.....	109
第二节 泥石流的分布规律.....	120
第五章 泥石流信息系统.....	157
第一节 信息资料的收集与处理.....	157
第二节 信息系统的设计原理与方案.....	158
第三节 系统的结构与特征.....	165
第四节 信息系统功能.....	168
第五节 信息系统的管理与维护.....	172
第六节 信息系统的应用与开发.....	173
第六章 泥石流危险度区划.....	175
第一节 危险度区划原则.....	175

第二节	危险度区划模型与指标·····	176
第三节	危险度区划方法和区划结果·····	182
第四节	分区概述·····	185
第七章	泥石流防治规划·····	200
第一节	防治规划原则·····	200
第二节	防治规划方案·····	204
第八章	泥石流预报·····	215
第一节	泥石流预报研究现状·····	215
第二节	泥石流预报的原理·····	219
第三节	泥石流预报模型与方法·····	220
第四节	泥石流预报的实现·····	226
第五节	泥石流预报系统的开发与应用·····	231
第九章	泥石流防治的生物工程措施·····	237
第一节	生物工程措施的历史与现状·····	237
第二节	林业工程措施·····	239
第三节	农业工程措施·····	246
第四节	牧业工程措施·····	247
第十章	泥石流防治的土建工程措施 ·····	250
第一节	泥石流防治土建工程概况·····	250
第二节	土建工程设计标准·····	251
第三节	土建工程设计(规划)的基本参数·····	252
第四节	土建工程的类型·····	259
第五节	拦砂坝工程·····	259
第六节	谷坊工程·····	266
第七节	排导工程·····	268
第八节	护村坝工程·····	275
第十一章	泥石流防治的行政管理措施·····	278
第一节	行政管理措施的内容与功能·····	278
第二节	泥石流防治行政管理概况·····	284
第三节	加强泥石流防治行政管理的建议·····	286
第十二章	泥石流防治实例·····	291
第一节	泥石流防治规划实例·····	291
第二节	泥石流防治实例·····	308

图 索 引

图 1-1 泥石流系统识别模型	3
图 1-2 白河张家坟水文站河底冲淤变化图	12
图 1-3 潮河戴营水文站河底冲淤变化图	12
图 1-4 北京山区各类土体粒度组成直方图	19
图 2-1 北京市地貌图	38
图 2-2 北京市地层与岩浆岩简图	42
图 2-3 北京山区主要断裂分布图	46
图 2-4 北京市年平均气温分布图	49
图 2-5 北京市 1 月平均气温分布图	50
图 2-6 北京市 7 月平均气温分布图	50
图 2-7 北京市平均最高气温分布图	51
图 2-8 北京市平均最低气温分布图	51
图 2-9 北京市极端最高气温分布图	51
图 2-10 北京市极端最低气温分布图	51
图 2-11 北京市气温年较差分布图	53
图 2-12 北京市气温日较差分布图	53
图 2-13 北京市气温极端较差分布图	53
图 2-14 北京市气温年变化图	54
图 2-15 北京市年平均地面温度分布图	55
图 2-16 北京市年平均最高地面温度分布图	56
图 2-17 北京市年平均最低地面温度分布图	56
图 2-18 北京市极端最高地面温度分布图	57
图 2-19 北京市极端最低地面温度分布图	57
图 2-20 北京市地面温度年较差分布图	58
图 2-21 北京市地面温度极端较差分布图	58
图 2-22 北京市最大冻土深度分布图	59
图 2-23 北京市年平均日照时数分布图	59
图 2-24 北京市平均日照百分率分布图	59
图 2-25 北京市年平均降水量分布图	60

图 2-26	北京市 6~9 月平均降水量分布图	61
图 2-27	北京市最大 24 小时降水量分布图	62
图 2-28	北京市最大 1 小时降水量分布图	63
图 2-29	北京市降水量 ≥ 0.1 mm 的日数分布图	64
图 2-30	北京市降水量 ≥ 50 mm 的日数分布图	64
图 2-31	北京市降水量 ≥ 100 mm 的日数分布图	64
图 2-32	北京市降水量 ≥ 150 mm 的日数分布图	65
图 2-33	北京市降水年内变化图	65
图 2-34	北京市降水年内变差系数分布图	66
图 2-35	北京市年降水距平值年际变化曲线图	67
图 2-36	北京市降水年际变差系数分布图	68
图 2-37	北京市平均风速分布图	69
图 2-38	北京市最大风速分布图	70
图 2-39	北京市主要河流泥沙与洪水过程相关图	72
图 2-40	1949 年以来北京山区森林变化柱状图	75
图 2-41	北京市植被分区图	77
图 2-42	北京山区土壤分布示意图	81
图 4-1	北京山区泥石流在各行政区的分布现状图	110
图 4-2	北京山区泥石流在各水系的分布现状图	116
图 4-3	北京山区地貌起伏程度分区图	122
图 4-4	白河谷地横剖面图	125
图 4-5	永定河谷地横剖面图	126
图 4-6	泥石流分布与流域沟床比降相关图	127
图 4-7	泥石流分布与流域相对高度相关图	128
图 4-8	泥石流分布与流域相对切割程度相关图	129
图 4-9	泥石流分布与流域主沟长度相关图	130
图 4-10	泥石流分布与流域面积相关图	131
图 4-11	泥石流流域面积与相对应的其他各流域地貌特征值相关图	134
图 4-12	泥石流分布与地层年代相关图	135
图 4-13	泥石流分布与平均气温相关图	138
图 4-14	泥石流分布与平均最高、最低气温相关图	139
图 4-15	泥石流分布与极端最高、最低气温相关图	140
图 4-16	泥石流分布与气温较差相关图	141
图 4-17	泥石流分布与年平均地面温度相关图	141
图 4-18	泥石流分布与年平均最高、最低地面温度相关图	142

图 4-19	泥石流分布与极端地面温度相关图	143
图 4-20	泥石流分布与地面温度较差相关图	143
图 4-21	泥石流分布与最大冻土深度相关图	144
图 4-22	泥石流分布与年平均降水量相关图	144
图 4-23	泥石流分布与 6~9 月降水量相关图	145
图 4-24	泥石流分布与最大 24 小时降水量相关图	145
图 4-25	泥石流分布与最大 1 小时降水量相关图	146
图 4-26	泥石流分布与降水日数相关图	147
图 4-27	泥石流分布与降水变差系数相关图	149
图 5-1	北京泥石流流信息系统逻辑结构图	164
图 6-1	泥石流危险度评价分析计算逻辑流程图	184
图 6-2	北京市泥石流危险度区划图	185
图 8-1	沟床比降计算示意图	227
图 8-2	北京地区泥石流预报逻辑结构图	228
图 8-3	北京地区区域泥石流预报逻辑结构图	229
图 8-4	北京地区沟谷泥石流预报逻辑结构图	230
图 8-5	北京地区泥石流预报雨量监测站分布图	233
图 8-6	预报降水量插值分析数据格式选项表单	233
图 8-7	插值分析后的预报降水量分布图	234
图 8-8	北京地区区域泥石流预报结果图	234
图 10-1	泥石流防治土建工程类型	260
图 10-2	重力式拦砂坝	261
图 10-3	格栅式拦砂坝	261
图 10-4	作用于拦砂坝的泥石流荷载图	263
图 10-5	重力式拦砂坝横断面形式图	266
图 10-6	谷坊间距计算图	267
图 10-7	排导槽横断面形式图	269
图 10-8	排导槽深度计算简图	270
图 10-9	排导槽平面布置示意图	271
图 10-10	肋槛消能软基排导槽的结构形式	272
图 10-11	V 型槽横断面图	273
图 10-12	浆砌石堤	276
图 11-1	北京山区泥石流防治管理系统示意图	285
图 12-1	柯太沟泥石流综合防治规划	299
图 12-2	松树沟位置图	303

图 12-3	松树沟泥石流防治方案示意图	307
图 12-4	番字牌西沟位置图	308
图 12-5	番字牌西沟泥石流减灾工程总体设计方案图	310
图 12-6	番字牌西沟泥石流防治方案示意图	312
图 12-7	田寺东沟泥石流防治工程方案示意图	316

表 索 引

表 1-1	北京山区近代灾害性泥石流活动统计表	7
表 1-2	北京山区现代灾害性泥石流活动统计表	9
表 1-3	北京山区残坡积物各级粒度土重百分含量及分布状况统计表	18
表 1-4	北京山区沟床堆积物各级粒度土重百分含量及分布状况统计表	20
表 1-5	北京山区人为堆积物各级粒度土重百分含量及分布状况统计表	20
表 1-6	北京山区泥石流堆积物各级粒度土重百分含量及分布状况统计表	21
表 1-7	北京山区残坡积物粒度参数值统计表	22
表 1-8	北京山区沟床堆积物粒度参数值统计表	23
表 1-9	北京山区人为堆积物粒度参数值统计表	24
表 1-10	北京山区泥石流堆积物粒度参数值统计表	25
表 2-1	北京山区地层分布及岩性特征简表	43
表 2-2	北京市日平均气温稳定 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温及日数统计表	54
表 2-3	北京市日平均气温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温及日数统计表	55
表 2-4	北京观象台地面温度与地中温度主要要素变化比较表	58
表 2-5	北京市 6~9 月降水量占年平均降水量比例统计表	61
表 2-6	北京市 7~8 月降水量占 6~9 月和全年平均降水量的比例统计表	67
表 2-7	北京市张家坟和张坊水文站丰水年和枯水年水文要素对比表	73
表 2-8	北京山地草甸土养分化验结果	80
表 3-1	北京山区泥石流分类指标	88
表 3-2	北京山区按泥石流活动场所地貌形态划分的泥石流沟(坡)类型	89
表 3-3	北京山区按泥石流暴发规模分类的泥石流沟谷类型	91
表 3-4	北京山区按泥石流流体性质分类的泥石流沟谷类型	95
表 3-5	北京山区按泥石流发育阶段划分的泥石流沟谷类型	97
表 3-6	北京山区按泥石流危害程度划分的泥石流沟谷类型	100
表 3-7	北京山区按泥石流活动频率划分的泥石流沟谷类型	102
表 3-8	北京山区按泥石流形成与人类活动关系分类的泥石流沟谷类型	105
表 4-1	泥石流在北京山区区(县)级行政区的分布状况一览表	111
表 4-2	泥石流在北京山区镇(乡)级行政区的分布状况统计表	112
表 4-3	北京山区泥石流在各水系的分布统计表	118
表 4-4	北京山区泥石流在起伏程度不同的各区域内的分布状况统计表	123

表 4-5	北京山区泥石流在各级沟床比降流域内的分布状况统计表	127
表 4-6	北京山区泥石流在各级相对高度流域内的分布状况统计表	128
表 4-7	北京山区泥石流在各级相对切割程度流域内的分布状况统计表	130
表 4-8	北京山区泥石流在各级主沟长度流域内的分布状况统计表	131
表 4-9	北京山区泥石流在各级流域面积流域内的分布状况统计表	132
表 4-10	北京山区泥石流分布与流域面积和其他流域地貌特征值的相关关系统计表	133
表 4-11	北京山区泥石流在不同地层的分布状况统计表	135
表 4-12	北京山区泥石流在不同性质(酸碱程度)的侵入岩中的分布状况统计表	136
表 4-13	北京山区泥石流在各地质构造部位的分布状况统计表	137
表 4-14	北京山区泥石流在各类土壤内的分布状况统计表	150
表 4-15	北京山区泥石流在各植被区内的分布状况统计表	151
表 5-1	不同数据种类及其来源	172
表 6-1	北京地区泥石流危险度区划各单元格评价指标分级标准	180
表 6-2	北京地区泥石流危险度区划的标准物元模型	181
表 6-3	北京市各级泥石流危险度区及小区泥石流活跃程度参数统计表	186
表 7-1	不同危险度区泥石流沟的分布数量及泥石流类型	209
表 8-1	降雨泥石流预报的时间尺度	216
表 8-2	北京地区区域泥石流预报的标准物元模型	222
表 8-3	北京地区沟谷泥石流预报的标准物元模型	224
表 9-1	北京山区已开展泥石流勘测、规划、治理的沟谷	238
表 10-1	城镇防洪标准	252
表 10-2	岩石强度等级划分表	253
表 10-3	岩石承载力标准值(kPa)	253
表 10-4	北京山区部分岩石力学试验结果	253
表 10-5	北京山区卵砾石类土和砂类土力学试验结果	254
表 10-6	碎石土承载力标准值(kPa)	255
表 10-7	北京山区泥石流设计密度值	256
表 10-8	天然陡坡沟槽河床糙率系数 m_1 值分类表	257
表 10-9	北京密云番字牌西沟降雨标准比较	257
表 10-10	番字牌西沟各工程断面洪峰流量计算成果表	258
表 10-11	番字牌西沟各工程断面泥石流与高含沙水流流量计算成果表	259
表 10-12	拦砂坝设计荷载组合	264
表 10-13	重力式拦砂坝基本尺寸	265
表 10-14	谷坊的实用断面	267
表 10-15	泥石流排导槽合理纵坡表	268