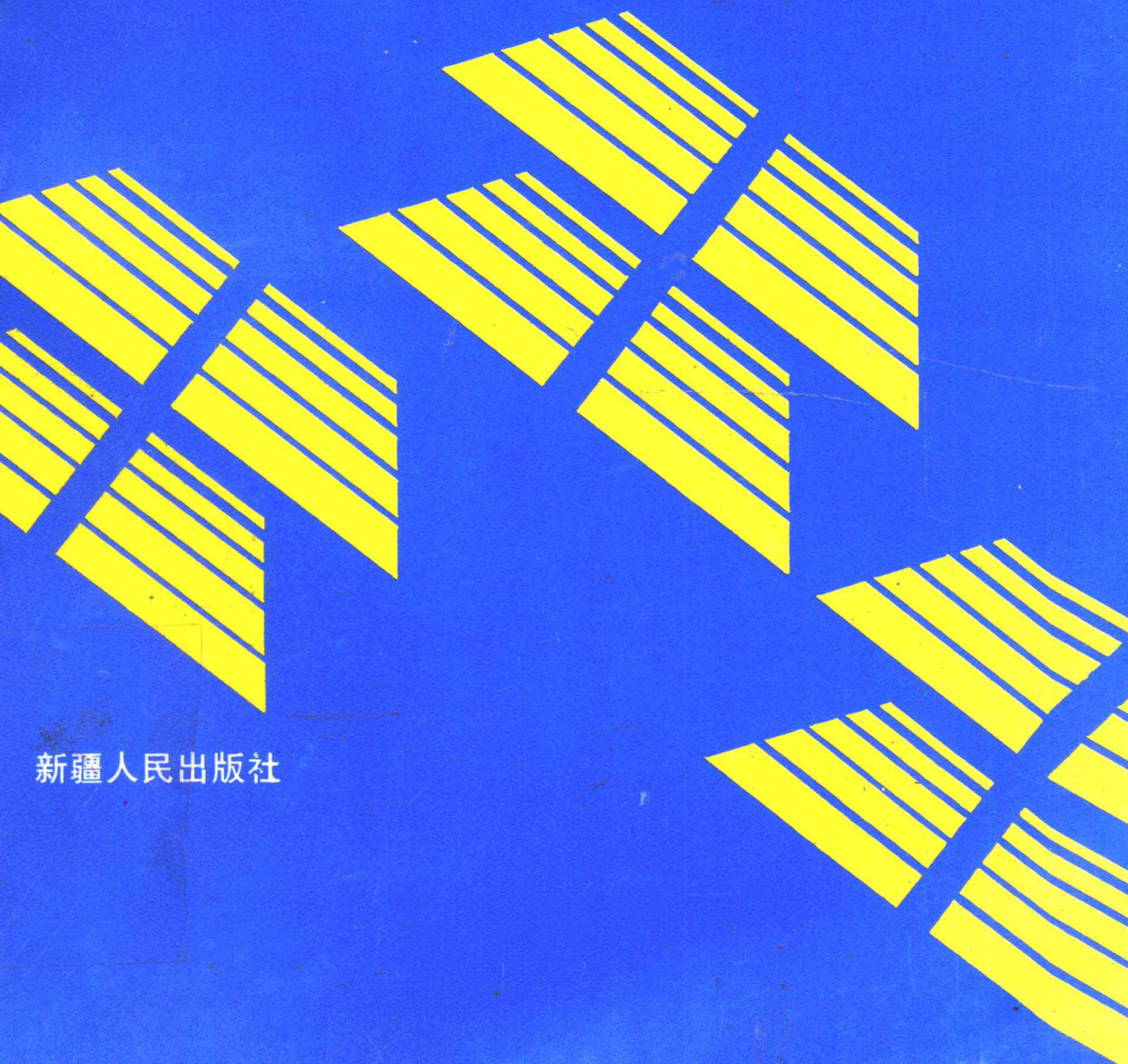


新疆头屯河流域

山地侵蚀与减沙治理研究

陈亚宁 汪雄祥等 著



新疆人民出版社

新疆头屯河流域
山地侵蚀与减沙治理研究

陈亚宁 汪雄祥等 著

新疆人民出版社
1995年12月

新疆头屯河流域山地侵蚀与减沙治理研究

陈亚宁 汪雄祥等 著

新疆人民出版社出版发行

(乌鲁木齐解放南路 348 号 邮政编码 830001)

新疆有色金属工业公司印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 15.875 印张 2 插页 297 千字

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1-1 000

ISBN7-228-03857-6 / F · 260 定价: 28 元

新疆头屯河流域山地侵蚀与减沙治理研究

课题组成单位

主办单位：新疆维吾尔自治区水利厅

主持单位：新疆水利厅头屯河流域管理处

中国科学院新疆地理研究所

参加单位：中国科学院西北水土保持研究所

新疆环境保护科学研究所

新疆石河子大学

课题组成成员

课题总负责：汪雄祥

课题执行组长：陈亚宁 张新太

参加工作及课题组成员：

汪雄祥 陈亚宁 张新太 李卫红 李 韧

吴普特 陈利军 刘明哲 袁国映 张开泉

徐俊荣 仇家琪 许杰庭 崔明祥 蔡国文

刘兴文 王和根 张 鹏 刘爱辉 李新伟

Mountain Erosion and Sediment Reduction of Toutunhe River Basin, Xinjiang

edited by

Chen Yaning and Wang Xiongxiang

Xinjiang People's Publishing House, Urumqi, China

1995

序

新疆干旱区地处欧亚大陆腹地，远离海洋，干燥少雨，生态环境脆弱，流域山地侵蚀，水土流失严重，河流产输沙量大，造成水库淤积严重，蓄水及防洪能力下降，引水工程淤埋报废，水利工程失效或效益降低，农田沙化和土壤退化，严重影响着新疆以灌溉农业为特点的绿洲经济发展。因此，开展流域水土保持和减沙治理研究，对保护流域水土资源和人类生存环境，保证国民经济稳定持续发展，都有着十分重要的意义。

在新疆维吾尔自治区人民政府、水利部水保司和新疆维吾尔自治区水利厅的领导和支持下，中国科学院新疆地理研究所和新疆水利厅头屯河流域管理处，以新疆头屯河流域为例，率先在新疆开展水土保持和流域减沙治理研究，有利的推动了我区和水土保持流域环境治理工作的开展，这是一项卓有远见的举措。《新疆头屯河流域山地侵蚀与减沙治理研究》是课题组成员经过三年（1993~1995）野外调查研究，各有关单位相互配合、通力协作、共同努力，完成的一项丰硕成果。《新疆头屯河流域山地侵蚀与减沙治理研究》的出版，标志着新疆流域环境治理研究工作进入了新的阶段，为进一步深入地在新疆干旱区开展流域水土保持和减沙治理研究奠定了良好基础。毫无疑问，这对推动我区中小流域环境治理和提高各族人民保护环境意识同样具有重要意义。

开展流域水土保持和环境治理研究工作有以下鲜明特点：（1）该研究领域涉及地质地貌、水文气象、土壤植被、水利工程、计算机技术等专业，同许多学科有很宽的交界面，因而，研究工作的进展常常与其它学科的最新研究成果密切联系着；（2）该研究学科的研究主体受到诸多因子的影响，而这些因子之间相互联系、相互作用，并构成复杂的网络系统；（3）每一个影响因子都有明确的内涵，但其外缘常常不分明，从而使得山地侵蚀研究和水土保持工作面广大，要求收集的资料包罗万象，分析研究工作深入仔细。《新疆头屯河流域山地侵蚀与减沙治理研究》以天山山区为工作背景，以新疆头屯河流域为讨论

对象，在对流域地质地貌条件、水文泥沙情势研究基础上，详尽分析了流域山地侵蚀产沙环境和水沙运移特征，对流域侵蚀方式、侵蚀部位及侵蚀类型进行了研究和划分，并应用新的学科思想、原理和方法（包括 GIS 技术）对流域侵蚀产沙过程和土壤侵蚀量作数值分析和模拟计算，通过对流域侵蚀环境的分析，预估未来侵蚀产沙趋势，并结合头屯河水库淤积状况和防洪兴利任务，确立了水库排沙减淤的科学运用方式，针对流域自然环境条件，提出了生物措施和工程措施相结合进行流域环境治理的构想以及具体措施和实施方案。本项研究成果不仅分析问题系统、深入，研究观点新颖、方法先进，具有较强的科学性，而且可以指导生产实际，应用性强，具有重要的实用意义。

《新疆头屯河流域山地侵蚀与减沙治理研究》是我区全面、系统就中小流域水土保持和环境治理研究的第一本专著。我相信在各级人民政府的领导和支持下，在各有关单位的相互配合和共同努力下，一定能够把新疆水土保持及流域环境治理工作推向一个新的水平，取得更大的成果。

唐其钊

新疆维吾尔自治区水利厅总工程师

1995 年 11 月 25 日

前 言

随着经济建设的不断发展和人口的迅速增长,人类经济活动范围不断扩大,由山前绿洲平原推进到山区,人们对环境的索取增多,对资源的开发强度加大。加之,在山区开发建设过程中,对生态环境的认识不足,保护不够,山地生态系统遭到干扰,甚至破坏,从而致使山地侵蚀加剧,水土流失加重,严重制约和影响山区建设和人类生产、生活及社会经济活动。目前,水土保持与流域减沙治理研究已愈来愈引起有关部门的重视,是当前自然科学界和社会学界共同关注的重要课题。

新疆为干旱区,地处欧亚大陆腹地,远离海洋,干燥少雨,覆被率低,生态系统结构简单、脆弱、易击碎,流域山地侵蚀,水土流失严重,河流产输沙量大,造成山区拦河水库泥沙大量淤积,水库功能下降,引水工程淤埋报废,农田沙化等,严重影响着新疆以灌溉农业为特点的绿洲经济发展。如新疆头屯河流域,地处天山北坡,河历年径流量为 2.34 亿 m^3 ,年输沙量约 87.8 万 t 。头屯河流域出山口处的头屯河水库,于1981年建成投入应用以来,为满足其下游新疆八一钢铁总厂工业用水需求(含沙量不得超过 5 kg/m^3),迫使在汛期高水位拦沙蓄水运用。截至1992年,头屯河水库泥沙淤积约 1200 万 m^3 ,占总库容 2000 万 m^3 的60%。水库目前已濒临报废的危险,蓄水和防洪能力大为下降,水库的安全问题日趋突出,1992年被水利部(水管〔1992〕5号)列为第二批(38座)全国重点危险水库的名单。不论是头屯河水库险情的形成以及水库功能的降低,还是新疆八一钢铁总厂的工业用水问题,都与河流泥沙问题密切相关。因此,开展头屯河流域山区侵蚀产沙与河流减沙治理研究已迫在眉睫。

鉴于山区流域水土保持和河流减沙及流域治理在新疆干旱区流域开发建设和经济发展中具有其普遍性和重要意义,为此,在新疆维吾尔自治区人民政府、水利部水保司和新疆维吾尔自治区水利厅领导和关怀下,由新疆维吾尔自治区水利厅主办,组成了由新疆水利厅头屯河流域管理处、中国科学院新疆地理研究所共同主持,中国科学院西北水土保持研究所、新疆环境保护科学研究所、新疆石河子大学等单位参加的课题组,结合头屯河水库除险加固工程的实施,以头屯河流域为研究示范区,详尽研究流域山地侵蚀过程、河流产输沙特性以及水库排沙减淤、河流减沙综合治理措施和技术。课题组于1993—1995年克服种种困难,多次深入头屯河上游山区,对流域地质、地貌、土壤、植被、水文、气象等方面进行了全面考察。同时,为了更好地完成这一项生产性很强的理论研究项目,在流域不同海拔高度的不同环境条件下,对一些具有观测条件的沟坡进行了山地侵蚀产沙、水土流失为主要内容的半定位实验观测,以期获得不同坡向、不同土壤、不同植被状况下的土壤抗蚀性和水土侵蚀过程等定量数据。同时,还对不同河水流流量下,进行了不同粒径推移质物质(包括卵、砾石等)在河床中起动速度、运动轨迹的观测试验。采集、分析了大量样品,收集和取得了第一手宝贵资料。此外,我们还力求在流域山地侵蚀产沙、水土流失及流域整治等研究方法和分析测试技术上的应用能有新的起步,在资料处理和分析诊断过程中,我们不仅应用微机技术和系统动力学方法进行

流域产沙计算和河流水沙匹配分析,建立河床冲刷演变、河流产输沙机理、土壤侵蚀计算模型,而且还应用地理信息系统(GIS)模拟流域产输沙过程,计算不同地段、不同自然条件下的水土侵蚀量。通过我们对野外实地考察的资料和收集的文献进行系统分析研究,揭示了头屯河流域山地侵蚀产沙及河流水沙运移规律,研究了流域主要产沙区和需要重点治理的沟谷,提出了抑制水土流失、减轻河流泥沙的工程、生物等综合防治方案、对策以及具体治理措施,分析和确立了头屯河水库冲刷恢复库容和兼顾防洪兴利的水库运用方式,并结合头屯河水库排出库泥沙对下游的影响分析,阐述了减轻其不利影响的对策和措施,对流域工农业生产和经济持续稳定发展有着重要意义。同时,该课题的研究,还对今后在新疆干旱区开展流域水土保持和河流减沙治理研究打下了良好基础,提供了科学依据。

《新疆头屯河流域山地侵蚀与减沙治理研究》一书是在该课题研究完成基础上撰写而成。在课题研究和本书的撰写过程中,课题组遵循科学理论性和生产运用性相结合的原则,既把科学研究为生产实际服务始终放在首位,并为此做出了自己应有的贡献;又以理论研究成果指导和完善研究方法,从理论上详尽分析了流域侵蚀产沙机理和河流水沙运移规律,进行动态模拟计算,并结合头屯河实际,深入分析并提出了解决问题的具体措施。本书融资料与理论、分析研究与实例为一体,文表图同茂,力求给读者一个全面、系统、新颖、直观和应用性较高的印象。

本书由上、下篇两部分组成。上篇为山地侵蚀产沙与河流水沙特性研究,分八章论述;下篇为流域沙治理与水库排沙减淤研究,分六章论述。各章作者如下:第一章李卫红,第二章刘明哲、陈亚宁,第三章李卫红、陈亚宁、陈利军、徐俊荣,第四章吴普特、陈亚宁,第五章陈亚宁、刘兴文,第六章陈亚宁、李卫红,第七章陈亚宁、李卫红,第八章陈亚宁、刘明哲、陈利军,第九章陈亚宁、汪雄祥,第十章陈亚宁、汪雄祥、李韧,第十一章袁国映、李卫红,第十二章张开泉、陈利军,第十三章陈亚宁、张新太、张开泉,第十四章张新太。资料数据库及三材工程量计算工作由李卫红、李韧、陈利军完成。全书由陈亚宁、汪雄祥修改、统稿。

本课题项目的研究得到新疆维吾尔自治区水利厅、中国科学院新疆地理研究所、中国科学院西北水土保持研究所、新疆环境保护科学研究所等有关单位支持、鼓励 and 关怀。新疆维吾尔自治区水利厅总工程师唐其钊教授为本书写序。

在课题实施和成书过程中,还得到汤奇成、曲耀光、韩德麟、仇家琪、颜新、李建邦、樊晏清、李玉柱、王新、陈宗俊、杨天明等专家的指导和帮助。在此谨向给予过我们大力支持、关怀和帮助、指导工作的单位、领导、专家和有关同志一并表示衷心的感谢!

开展干旱区水土保持和河流减沙治理研究在新疆尚属首次,深感初始之难。经验不足和研究方法、手段上的欠缺在所难免。因各种原因在书中出现的不足之处,谨请有关领导、同行专家、学者和各方面人士批评指正。

目 录

序	(1)
前言	(1)

上 篇

山地侵蚀产沙与河流水沙特性

第一章 流域分区与基本资料	(2)
第一节 流域分区	(2)
一、流域自然梗概	(2)
二、流域分区	(3)
第二节 基本资料采集	(8)
一、资料采集	(8)
二、河水流量资料	(8)
三、河水泥沙资料	(9)
四、降水、蒸发、气温资料	(11)
第二章 流域地貌与河道形态	(14)
第一节 地质构造与地层分布	(14)
一、山地形成与演变	(14)
二、地质构造及地层	(14)
三、岩性特点	(15)
第二节 地貌类型及特征	(16)
一、河流阶地发育	(16)
二、沟口扇形地	(17)
三、支流发育不对称	(17)
四、河流坡降	(18)
五、不良地质地貌现象	(18)
第三节 河道形态	(19)
一、河流两岸不对称	(19)

二、河道宽窄沿程不一	(19)
三、河道纵剖面呈凹形	(19)
第四节 河床的侵蚀、堆积	(20)
一、河水流量对河床的改造	(20)
二、支流汇入对河道的侵蚀、堆积	(21)
第五节 地质地貌条件对流域产沙的影响	(23)
一、构造运动的影响	(23)
二、地层岩性的影响	(23)
三、地貌的影响	(24)
四、水库修建对河床侵蚀堆积的影响	(24)
五、人类活动对侵蚀堆积的影响	(25)
第三章 河流水沙情势分析	(26)
第一节 河川径流的形成与补给	(26)
一、径流的形成与补给	(26)
二、径流的时空变化	(27)
第二节 河流来沙量统计分析	(29)
一、河流悬移质含沙量和输沙量	(29)
二、河流推移质输沙量	(31)
第三节 河流水沙匹配特点	(31)
一、河道来沙量年际、年内变化都较大	(31)
二、水沙异源, 时空分布不均匀	(32)
第四节 流域产沙区的划分与确定	(33)
第五节 降水变化与水沙的关系	(35)
一、流域降水特征	(35)
二、降水与水沙变化	(38)
第四章 流域侵蚀产沙特征分析	(45)
第一节 侵蚀产沙研究方法	(45)
一、区域梗概	(45)
二、侵蚀产沙分析研究方法	(45)
第二节 侵蚀产沙类型	(46)
一、水蚀	(47)
二、重力侵蚀	(48)
三、风蚀	(48)
四、人为侵蚀	(48)

第三节 侵蚀产沙时空分布特征	(48)
一、侵蚀产沙空间分布特征	(49)
二、侵蚀产沙时间分布特征	(51)
三、侵蚀产沙结果讨论	(54)
第五章 流域土壤侵蚀量的模拟计算	(55)
第一节 土壤侵蚀量计算模型的选用	(55)
第二节 地理环境因子值的说明	(56)
一、降雨因子值 (R)	(56)
二、土壤侵蚀因子值 (K)	(56)
三、地形因子值 (LS)	(57)
四、植被因子值 (V)	(57)
第三节 地理环境因子值的求算	(57)
一、降雨因子值 (R) 的求算	(57)
二、地形因子值 (LS) 的求算	(58)
三、植被因子值 (V) 的求算	(59)
四、土壤因子值 (K) 的求算	(60)
第四节 土壤侵蚀量的计算、分级及结果讨论	(60)
一、土壤侵蚀量的计算与分级	(60)
二、土壤侵蚀模拟结果讨论	(61)
第六章 河道侵蚀冲刷与泥沙输移	(64)
第一节 河床形态调整、演变的几个问题	(64)
一、河流作用的影响因素	(64)
二、河道演变的动态平衡条件	(65)
三、河道能量坡降不规则变化	(65)
第二节 河宽演变分析	(65)
一、河宽演变趋向	(66)
二、河宽演变速率	(66)
三、河宽调整演变过程	(67)
第三节 河床形态的变化	(68)
一、河床横断面形态变化	(68)
二、河床纵剖面变化	(69)
三、弯曲河道引起的河床变化	(69)
四、支流汇入对局部河道变化的影响	(70)
第四节 河流水沙模拟计算	(71)

一、河流水流的模拟计算	(71)
二、河流泥沙的模拟计算	(72)
第五节 河道形态与河道输沙	(73)
一、河流输沙能力	(74)
二、河流输沙能力与河道形态	(75)
第七章 不良地质现象与河道来沙	(76)
第一节 不良地质现象的类型、分布	(76)
一、不良地质现象的主要类型	(76)
二、不良地质现象的分布特点	(78)
第二节 不良地质现象的成因	(80)
一、崩塌、滑坡的形成	(80)
二、泥石流的形成	(82)
第三节 不良地质现象的相互作用关系	(83)
一、不良地质现象的活动特征	(84)
二、不良地质现象成因间的相互关系	(84)
第四节 不良地质现象对河道来沙的影响	(87)
一、影响方式	(87)
二、影响强度	(90)
第五节 减轻不良地质现象的对策	(91)
一、生物防治措施	(91)
二、工程治理措施	(92)
第八章 河道来沙的发展变化	(93)
第一节 自然环境与河道来沙的发展变化	(93)
一、地震活动与河道来沙	(94)
二、降雨状况与河道来沙	(94)
三、植被条件与河道来沙	(95)
第二节 人类开发活动与河道来沙发展变化	(96)
一、流域上游的保护性开发	(96)
二、流域中游的随意性开发	(97)
第三节 河道来沙发展变化的几种可能性	(97)
一、地震活动的增强加速山地侵蚀, 增加河流输沙的物质来源	(98)
二、暴雨频率、强度的加大, 增强水土流失, 导致河道输沙量增加	(98)
第四节 人为加速侵蚀评价	(101)
一、人为加速侵蚀的环境特点	(101)

二、现代侵蚀产沙特点	(104)
三、地貌发展演化对河道来沙量发展趋势的影响	(106)
四、人为作用对侵蚀产沙和河流来沙量发展变化的影响	(106)

下 篇

流域减沙治理与水库排沙减淤

第九章 流域减沙综合治理原则	(109)
第一节 全面规划，突出重点	(109)
一、建立统一规划体系	(110)
二、全面规划，因地制宜	(110)
三、突出重点区（沟）的治理	(110)
第二节 统筹兼顾，分期分批进行治理	(111)
一、分清主次，明确轻重缓急	(111)
二、突出重点，兼顾一般	(111)
第三节 坚持治山、治沟、治河相结合原则	(111)
一、上游山区以山地治理为主	(112)
二、中游上段治山、治沟相结合	(112)
三、中游下段以治沟为主，治坡、治沟、治河相结合	(112)
第四节 生物治理与工程治理相结合	(113)
一、生物措施与工程措施互补	(113)
二、生物措施与工程措施结合	(113)
三、因地制宜，乔、灌、草结合	(114)
第十章 流域工程措施减沙治理分析	(115)
第一节 流域减沙治理的基本设想和原理	(115)
第二节 流域减沙治理方针及要点	(116)
第三节 基本资料及设计依据	(116)
一、径流形成区	(116)
二、产沙区	(116)
三、洪水流量	(117)
四、气温、风速	(117)
五、地震烈度	(117)
六、基本理论	(117)

第四节	工程减沙治理措施	(118)
一、	国内外研究概况	(118)
二、	工程减沙治理措施	(119)
第五节	工程措施的布局及型式	(120)
一、	工程布局设想	(120)
二、	工程布局原则	(120)
三、	工程布局选点方案	(120)
四、	工程型式	(121)
第六节	拦沙建筑物设计	(125)
一、	透性拦沙坝(拦挡坝)	(125)
二、	坝后水流冲刷计算	(126)
三、	坝下消能	(128)
第七节	建筑物截沙过水评价	(129)
一、	河床形态、坡降和河水流量的影响	(130)
二、	拦沙建筑物过水设计的影响	(130)
第八节	工程功能及效益分析	(132)
第九节	工程量计算及施工	(133)
一、	工程量计算	(133)
二、	施工组织设计	(134)
三、	投资估算	(136)
四、	工程经济效益分析	(136)
第十一章	流域生物措施减沙治理分析	(137)
第一节	植被条件对水土流失及河道来沙的影响	(137)
一、	植被涵养水功能	(137)
二、	植被固土抗蚀功能	(142)
第二节	头屯河山区流域植被分布状况	(148)
一、	上游河段植被类型	(148)
二、	中游河段植被类型	(152)
第三节	生物措施减沙治理的可行性评价	(153)
一、	上游流域产沙特点	(153)
二、	中游流域产沙特点	(154)
三、	生物减沙治沙的可行性	(155)
第四节	生物措施治理方案、对策及技术	(155)
一、	上游段生物防治措施	(155)

二、中游段生物防治措施	(156)
第十二章 水库泥沙淤积分析	(159)
第一节 流域及水文泥沙特性	(159)
一、流域自然梗概	(159)
二、水文泥沙特性	(160)
第二节 水库的运行与泥沙淤积	(162)
一、水库施工期的运行	(163)
二、低水位运用阶段	(163)
三、正常运行阶段	(163)
第三节 水库的泥沙淤积	(165)
一、水库的淤积测量	(166)
二、水库淤积量及淤损率	(170)
第四节 水库淤积形态	(172)
一、淤积形态及验证	(172)
二、横断面淤积特点	(173)
三、淤积量的纵向分布	(173)
第五节 水库冲淤影响因素分析	(174)
一、坝前水位	(174)
二、洪峰流量削减	(175)
三、河床比降	(175)
四、库区产沙	(175)
第六节 水库淤积趋势分析	(176)
一、水库淤积发展趋势	(176)
二、水库实测比降值	(177)
三、长期使用库容计算	(177)
四、用灰色动态模型计算水库淤积	(178)
第七节 水库排沙运行评价	(181)
一、水库排沙运行的重要性和可能性	(181)
二、水库施工期的排沙	(182)
三、蓄水运用后的排沙	(182)
第十三章 水库排沙减淤运用	(184)
第一节 入库水沙特点	(184)
一、入库径流特点	(184)
二、入库泥沙特点	(186)

第二节 入库泥沙估算	(187)
一、断面法测淤	(187)
二、入库泥沙排沙比的计算	(189)
三、输沙率法估算	(190)
四、泥沙推悬比计算	(190)
第三节 水库排沙减淤条件分析	(192)
一、水库排沙减淤条件	(192)
二、水库排沙减淤的可能性	(192)
第四节 水库排沙减淤运用	(193)
一、水库兴利任务及供水要求	(193)
二、水库原调度运用特点	(194)
三、水库排沙减淤运用原则	(194)
四、水库排沙恢复库容	(196)
五、推荐水库运用方式	(199)
六、水库冲沙排淤与新疆八一钢铁总厂供水问题	(200)
第五节 水库排沙减淤技术措施	(200)
一、水库的水力冲刷	(200)
二、蓄清排浑运用	(202)
三、水库清淤技术	(206)
四、水库排沙清淤效果评估	(208)
第六节 水库排沙减淤影响分析	(209)
一、对库区的影响分析	(209)
二、对水库下游的影响分析	(210)
第七节 出库泥沙的利用	(214)
一、引浑淤灌，增肥增产	(215)
二、淤地造田，改变生态	(215)
三、开挖水库淤沙，作为建筑(原)材料	(216)
第十四章 水库工程及除险加固	(217)
第一节 水库工程概况	(217)
一、水库规划与设计情况	(217)
二、规划设计上存在问题	(219)
三、施工情况及存在问题	(219)
第二节 工程建设重要性分析	(220)
第三节 工程病险问题	(221)