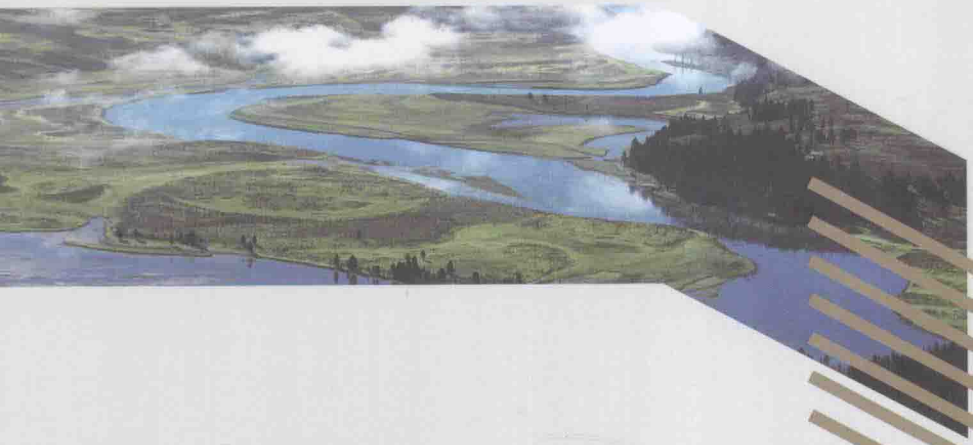
生态水文学研究系列专著

水源涵养林
——技术、研究、示范

余新晓 陈丽华 张志强 贺康宁 熊 伟 张毓涛 范志平 等/著



科学出版社

“十二五”国家科技支撑计划项目——“三北”地区水源涵养林体系构建技术研究与示范(2011BAD38B05)
国家林业局林业公益性行业科研专项项目——典型森林植被对水资源形成过程的调控研究(201104005)
国家林业局林业科技成果推广计划——北京密云石质山地植被恢复与重建综合配套技术试验示范(2009QT01)
共同资助

生态水文学研究系列专著

水源涵养林——技术、研究、示范

余新晓 陈丽华 张志强 贺康宁 熊 伟 张毓涛 范志平 等 著

阜阳师范学院图书馆
藏书

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书针对我国华北、西北和东北(“三北”)地区水资源缺乏和水源涵养林功能低下的关键问题以及国家林业生态工程和水源涵养林建设中急需解决的植被恢复、结构调控、植被配置等关键技术,在全面分析“三北”地区水源保护和生态环境及社会经济发展特点基础之上,从水源涵养林型植被定向恢复、低功能人工水源涵养林结构定向调控、小流域净水调水功能导向型水源涵养林配置3方面开展了系统的技术研究,并集成水源涵养林构建技术体系建立了完善试验示范区,旨在提高“三北”水源区水源涵养林生态服务功能,保障水资源生态安全。

本书可供林学、水土保持学、环境科学、地理科学等专业的研究、管理人员及高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目 CIP 数据

水源涵养林:技术、研究、示范/余新晓等著. —北京:科学出版社,2014.6
(生态水文学研究系列专著)
ISBN 978-7-03-041132-7

Ⅰ.①水… Ⅱ.①余… Ⅲ.①水源涵养林-研究 Ⅳ.①S727.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第128968号

责任编辑:朱 丽 杨新改 / 责任校对:郭瑞芝
责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版
北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717
http://www.sciencep.com
双青印刷厂 印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销
*
2014年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2014年6月第一次印刷 印张:20 1/2
字数:480 000

定价:118.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《水源涵养林——技术、研究、示范》

编写人员名单 （按姓氏汉语拼音排序）

陈丽华　范志平　谷建才　贺康宁　贾国栋　娄源海

牛健植　王贺年　熊　伟　余新晓　查同刚　张毓涛

张振明　张志强　赵　阳

丛 书 序

水是生命之源、生产之要、生态之基。随着人口增长和社会经济的迅速发展，人类对水资源的需求越来越大，水资源危机成为困扰世界的三大危机之一，水资源短缺以及由此引发的水生态安全问题严重威胁着社会经济的可持续发展，成为任何一个国家在政策、经济和技术上所面临的复杂问题和社会经济发展的主要制约因素。随着水资源问题的日益严重，研究者们越来越意识到水文过程对生态系统功能的重要影响，因此在20世纪80年代，国外学者提出了生态水文学的概念。生态水文学是一门逐步发展起来的新兴学科，是现代水文科学与生态科学交叉发展中的一个亮点，它研究的目的是解释生态过程与水文循环之间的联系，明确水文交互作用如何影响物质的循环和能量交换，其观点对于理解生态系统的水文过程具有十分重要的意义，已经成为当代生态学、地理科学、环境科学和资源科学等相关研究的主题内容。

《生态水文学研究系列专著》是余新晓教授及其科研团队多年研究成果的总结，是在国家林业局林业公益性行业科研专项项目、“十二五”国家科技支撑计划项目和国家自然科学基金项目等支撑下完成的。该系列著作研究成果依托国家林业局首都圈森林生态系统定位观测研究站(CFERN)这一主要研究平台，编写内容充实、观点新颖鲜明，解决了当前生态水文学研究中的一些重要科学问题，填补了目前该领域研究中的一些空白。余新晓教授始终坚持生态水文领域的研究，以一丝不苟的工作态度和坚持不懈的科研精神，在这一领域不断前进，取得了显著成果，此系列著作可略见一斑。

该系列专著基于我国水资源短缺的背景，从不同的尺度深入探讨了森林生态系统的水文过程与功能、结构与水文生态功能及土壤-森林植被-大气连续体水分传输与循环等问题，以华北土石山区典型流域为研究对象，对人类活动与气候变化的流域生态水文响应进行分析和模拟，并对水源涵养林体系构建技术进行了研究与示范。该系列著作的内容均为生态水文领域的热点问题，引领了该学科的发展方向，其不仅在理论框架、知识集成方面做了很多开创性的工作，而且吸收了国内外先进的研究方法，在推动生态水文学的关键技术研究方面进行了有益的探索，为我国的生态环境建设提供了重要的理论指导和技术支持。

书是我们的良师益友。该系列著作的出版不仅为生态学、环境学、地理学、资源科学等学科的科研和教学工作者提供有益的参考，而且是我国水土保持、林业等生态环境建设工作者可参考的系列好书。望此系列著作可以为相关科研人员提供帮助，通过大家的工作实践，令祖国的青山绿水重现。是以为序。

中国工程院院士 王 浩

2013年6月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　言

中国是世界上最为缺水的国家之一，人均水资源占有量仅为世界平均水平的1/4，水资源短缺已成为制约社会经济发展的瓶颈。我国水资源不仅总量缺乏，而且时空分布也很不均匀，呈南多北少的分布格局。北方地区的河川径流量仅占全国总径流量的17%，水资源分布与需求的极端不一致性是北方水资源的一大特点。水资源短缺和水体污染以及由此引发的水生态安全问题严重威胁了我国北方地区社会经济的可持续发展。

水源涵养林具有调节径流、净化水质等不可替代的水源保护功能，流域上游的水源涵养林建设和生态保护直接影响到整个流域的生态平衡和社会经济可持续发展，因此水源涵养林工程建设成为流域水源区综合管理的重点。随着国家大量人力、物力和财力的投入，相继开展了水源涵养林体系建设。随着工程建设的深入开展，在技术环节上面临着诸多问题，对水源涵养林体系构建提出了新的需求，如何构建系统稳定、功能高效的水源涵养林，发挥其净水调水功能，促进流域生态系统健康，是促进流域社会经济可持续发展的关键问题。

针对流域水资源与水生态安全保障的国家需求以及推动水源涵养林学科体系完善的科技需求，本书以“三北”典型水源区为研究对象，开展以下3方面研究：①水源涵养型植被定向恢复技术研究，进行低耗水人工植被重建、人工促进植被恢复和自然植被恢复技术研究，增强水源涵养型植被调水净水功能；②低功能人工水源涵养林结构定向调控技术研究，对低功能水源林进行健康诊断与成因分析，提出衰退、残次、低效水源涵养密度定向调控与多树种混交技术，以提高低效水源涵养林结构稳定性与功能高效性；③小流域净水调水功能导向型水源涵养林配置技术研究，提出与水土资源合理利用相匹配的水源涵养林体系适宜覆盖率以及优化配置模式，构建以水质净化为主要功能目标的、呈梯次分布的植被生态缓冲带，提高水源涵养林对水体的净化功能。该研究可为我国水源涵养林体系建设工程提供全面、先进、可行的科技支撑体系，为改善流域和区域生态环境及建立国土生态安全体系提供必需的技术保障。

本书是在“十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD38B05)和国家林业局林业公益性行业科研专项项目(201104005)等研究成果基础上整理而成。在本书写作过程中，课题组成员通力合作，进行了大量的资料分析工作。考虑到全书的系统性，书中参阅了大量文献，借此机会著者向这些文献的作者表示衷心感谢！科学出版社为本书出版给予了大力支持，编辑为此付出了辛勤劳动，在此表示诚挚感谢！

限于作者知识水平、能力有限，书中难免有不妥之处，敬请读者不吝赐教！

余新晓

2014年2月于北京

目　　录

丛书序
前言
引言 …… 1
第 1 章　研究区域概况与分区 …… 3
1.1　研究区域概况 …… 3
1.1.1　海河上游水源区区域概况 …… 3
1.1.2　黄河上游土石山区水源区研究区域概况 …… 5
1.1.3　黄河中上游土石山区水源区研究区域概况 …… 9
1.1.4　黄河中游黄土区水源区研究区域概况 …… 11
1.1.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区研究区域概况 …… 18
1.1.6　辽河上游水源区研究区域概况 …… 19
1.2　研究区域分区 …… 22
1.2.1　海河上游水源区研究区域分区 …… 22
1.2.2　黄河上游土石山区水源区研究区域分区 …… 25
1.2.3　黄河中上游土石山区水源区研究区域分区 …… 27
1.2.4　黄河中游黄土区水源区研究区域分区 …… 27
1.2.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区研究区域分区 …… 30
1.2.6　辽河上游水源区研究区域分区 …… 32
1.3　试验区基本情况 …… 34
1.3.1　海河上游水源区试验区基本情况 …… 34
1.3.2　黄河上游土石山区水源区试验区基本情况 …… 36
1.3.3　黄河中上游土石山区水源区试验区基本情况 …… 37
1.3.4　黄河中游黄土区水源区试验区基本情况 …… 37
1.3.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区试验区基本情况 …… 38
1.3.6　辽河上游水源区试验区基本情况 …… 38
1.4　研究技术路线与方法 …… 42
第 2 章　水源涵养型植被定向恢复技术 …… 43
2.1　低耗水水源涵养林植被的群落重建技术 …… 43
2.1.1　海河上游水源区低耗水水源涵养林植被的群落重建技术 …… 43
2.1.2　黄河上游土石山区水源区低耗水水源涵养林植被的群落重建技术 …… 46
2.1.3　黄河中上游土石山区水源区低耗水水源涵养林植被的群落重建技术 …… 53
2.1.4　黄河中游黄土区水源区低耗水水源涵养林植被的群落重建技术 …… 57
2.1.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区低耗水水源涵养林植被的群落重建技术 …… 63

2.1.6　辽河上游水源区低耗水水源涵养林植被的群落重建技术 …… 66
2.2　人工促进退化水源涵养型植被恢复技术 …… 70
2.2.1　海河上游水源区人工促进退化水源涵养型植被恢复技术 …… 70
2.2.2　黄河上游土石山区水源区人工促进退化水源涵养型植被恢复技术 …… 76
2.2.3　黄河中上游土石山区水源区人工促进退化水源涵养型植被恢复技术 …… 81
2.2.4　黄河中游黄土区水源区人工促进退化水源涵养型植被恢复技术 …… 87
2.2.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区人工促进退化水源涵养型植被恢复技术 …… 90
2.2.6　辽河上游水源区人工促进退化水源涵养型植被恢复技术 …… 92
2.3　水源涵养型自然植被群落恢复技术 …… 101
2.3.1　海河上游水源区水源涵养型自然植被群落恢复技术 …… 101
2.3.2　黄河上游土石山区水源区水源涵养型自然植被群落恢复技术 …… 106
2.3.3　黄河中上游土石山区水源区水源涵养型自然植被群落恢复技术 …… 109
2.3.4　黄河中游黄土区水源区水源涵养型自然植被群落恢复技术 …… 114
2.3.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区水源涵养型自然植被群落恢复技术 …… 117
2.3.6　辽河上游水源区水源涵养型自然植被群落恢复技术 …… 118
第3章　低功能人工水源涵养林结构定向调控技术 …… 126
3.1　低功能人工水源涵养林密度调控技术 …… 126
3.1.1　海河上游水源区低功能人工水源涵养林密度调控技术 …… 126
3.1.2　黄河上游土石山区水源区低功能人工水源涵养林密度调控技术 …… 140
3.1.3　黄河中上游土石山区水源区低功能人工水源涵养林密度调控技术 …… 144
3.1.4　黄河中游黄土区水源区低功能人工水源涵养林密度调控技术 …… 149
3.1.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区低功能人工水源涵养林密度调控技术 …… 152
3.1.6　辽河上游水源区低功能人工水源涵养林密度调控技术 …… 154
3.2　低功能人工水源涵养林与树种混交调控技术 …… 158
3.2.1　海河上游水源区低功能人工水源涵养林与树种混交调控技术 …… 158
3.2.2　黄河上游土石山区水源区低功能人工水源涵养林与树种混交调控技术 …… 163
3.2.3　黄河中上游土石山区水源区低功能人工水源涵养林与树种混交调控技术 …… 170
3.2.4　黄河中游黄土区水源区低功能人工水源涵养林与树种混交调控技术 …… 175
3.2.5　辽河上游水源区低功能人工水源涵养林与树种混交调控技术 …… 179
第4章　小流域净水调水功能导向型水源涵养林配置技术研究 …… 182
4.1　小流域水源涵养林体系适宜覆盖率及植被优化配置模式 …… 182
4.1.1　海河上游水源区小流域水源涵养林体系适宜覆盖率及植被优化配置模式 …… 182
4.1.2　黄河上游土石山区水源区小流域水源涵养林体系适宜覆盖率及植被优化配置模式 …… 197
4.1.3　黄河中上游土石山区水源区小流域水源涵养林体系适宜覆盖率及植被优化配置模式 …… 200
4.1.4　黄河中游黄土区水源区小流域水源涵养林体系适宜覆盖率及植被优化配置模式 …… 204

4.1.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区小流域水源涵养林体系适宜覆盖率及植被优化配置模式 …… 210
4.1.6　辽河上游水源区小流域水源涵养林空间结构优化配置 …… 214
4.2　以调控有效水量为目标的坡面植被配置技术 …… 218
4.2.1　海河上游水源区以调控有效水量为目标的坡面植被配置技术 …… 218
4.2.2　黄河上游土石山区水源区以调控有效水量为目标的坡面植被配置技术 …… 228
4.2.3　黄河中上游土石山区水源区以调控有效水量为目标的坡面植被配置技术 …… 229
4.2.4　黄河中游黄土区水源区以调控有效水量为目标的坡面植被配置技术 …… 234
4.2.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区以调控有效水量为目标的坡面植被配置技术 …… 236
4.2.6　辽河上游水源区坡面水源涵养林优化配置技术 …… 240
4.3　生态缓冲带植被构建技术 …… 241
4.3.1　海河上游水源区生态缓冲带植被构建技术 …… 241
4.3.2　黄河上游土石山区水源区生态缓冲带植被构建技术 …… 250
4.3.3　黄河中上游土石山区水源区生态缓冲带植被构建技术 …… 256
4.3.4　黄河中游黄土区水源区生态缓冲带植被构建技术 …… 258
4.3.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区生态缓冲带植被构建技术 …… 267
4.3.6　辽河上游水源区生态缓冲带缓冲带植被构建技术 …… 274
第5章　水源涵养林体系构建技术的适宜性分析 …… 283
5.1　低耗水水源涵养林植被的群落重建技术适宜性分析 …… 283
5.1.1　海河上游水源区研究区域 …… 283
5.1.2　黄河上游土石山区水源区研究区域 …… 283
5.1.3　黄河中上游土石山区水源区研究区域 …… 283
5.1.4　黄河中游黄土区水源区研究区域 …… 284
5.1.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区研究区域 …… 284
5.1.6　辽河上游水源区研究区域 …… 284
5.2　低功能人工水源涵养林结构定向调控技术适宜性分析 …… 286
5.2.1　海河上游水源区研究区域 …… 286
5.2.2　黄河上游土石山区水源区研究区域 …… 286
5.2.3　黄河中上游土石山区水源区研究区域 …… 286
5.2.4　黄河中游黄土区水源区研究区域 …… 286
5.2.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区研究区域 …… 286
5.2.6　辽河上游水源区研究区域 …… 287
5.3　小流域净水调水功能导向型水源涵养林配置技术研究适宜性分析 …… 288
5.3.1　海河上游水源区研究区域 …… 288
5.3.2　黄河上游土石山区水源区研究区域 …… 288
5.3.3　黄河中上游土石山区水源区研究区域 …… 288
5.3.4　黄河中游黄土区水源区研究区域 …… 289

5.3.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区研究区域 …… 289
第 6 章　水源涵养林体系构建技术集成与试验示范 …… 290
6.1　海河上游水源区水源涵养林体系构建技术集成与试验示范 …… 290
6.1.1　密云县古北口镇北甸子宜林地低耗水人工群落重建技术示范区 …… 290
6.1.2　密云县古北口镇潮关西沟水源涵养型植被定向恢复示范区 …… 292
6.1.3　河北省围场县北沟林场示范点 …… 295
6.2　黄河上游土石山区水源区水源涵养林体系构建技术集成与试验示范 …… 296
6.2.1　示范区概况 …… 296
6.2.2　示范区应用技术模式 …… 297
6.2.3　示范区应用技术模式效果评价 …… 298
6.3　黄河中上游土石山区水源区水源涵养林体系构建技术集成与试验示范 … 299
6.3.1　示范区概况 …… 299
6.3.2　示范区应用技术模式 …… 299
6.3.3　示范区应用技术模式效果评价 …… 300
6.4　黄河中游黄土区水源区水源涵养林体系构建技术集成与试验示范 …… 301
6.4.1　示范区概况 …… 301
6.4.2　示范区应用技术模式 …… 302
6.4.3　示范区应用技术模式效果评价 …… 304
6.5　西北内陆乌鲁木齐河流域水源区水源涵养林体系构建技术集成与试验示范 …… 305
6.5.1　示范区概况 …… 305
6.5.2　示范区应用技术模式 …… 305
6.5.3　示范区应用技术模式效果评价 …… 306
6.6　辽河上游水源区水源涵养林体系构建技术集成与试验示范 …… 307
6.6.1　水源涵养林试验基地建设情况 …… 308
6.6.2　示范区应用技术模式 …… 309
6.6.3　示范区应用技术模式效果评价 …… 310
参考文献 …… 312

引　言

水资源危机是困扰世界的三大危机之一，水资源短缺和水体污染以及由此引发的水生态安全问题严重地威胁着社会经济的可持续发展。目前占全球陆地面积60%的地区、80多个国家、40%的人口面临缺水问题。由于全世界70%的水资源用于农业生产，淡水资源匮乏成为限制粮食安全最重要的因素。另外，全世界约有20亿人口不能获得清洁水，50%的人口患有与水相关的疾病，每年约有500万人死于被污染的饮用水。1997年联合国发布的《世界水资源综合评估报告》指出，水问题将严重制约21世纪全球经济和社会的发展。

中国是世界上最为缺水的国家之一，人均水资源占有量仅为世界平均水平的1/4，水资源短缺已成为制约社会经济发展的瓶颈。我国水资源不仅总量缺乏，而且时空分布也很不均匀。从水资源的空间分布来看，呈南多北少的分布格局。北方地区的河川径流量仅占全国总径流量的17%，水资源分布与需求的极端不一致性是北方水资源的一大特点。按流域面积平均，北方各大流域的水资源量均低于全国平均水平，如黄河流域还不到全国平均值的1/3。按人口平均，北方人均水资源占有量仅为南方的1/3。北方水资源供需矛盾主要体现为资源型缺水和污染型缺水。目前，水资源短缺、水质恶化等问题严重阻碍了区域社会经济发展，成为制约社会发展和流域生态安全的重要限制因素，对区域社会经济可持续发展造成了严重影响。

1. 流域水资源与水生态安全保障的国家需求

江河中上游水源区的流域是陆地生态系统地表水资源形成的基本单元。由于人类活动的强烈干扰对流域生态环境的破坏以及对流域水资源的过度开发和利用，流域水体受到的污染已越来越严重，流域生态系统面临着诸多问题，已严重影响到流域生态系统的健康，并危及流域生态安全。以流域生态系统为单元进行水资源综合管理是国际水资源管理的趋势和方向。在流域生态系统中，水源涵养林具有涵养水源、保持水土、改善水质、调节气候、保护物种多样性等多种功能，在流域水源保护方面起主体作用，成为流域综合管理的重要研究课题。如何科学合理地构建水源涵养林体系对其水文功能的发挥有很大影响。

水源涵养林具有调节径流、净化水质等不可替代的水源保护功能，流域上游的水源涵养林建设和生态保护直接影响到整个流域的生态平衡和社会经济可持续发展，因此水源涵养林工程建设成为流域水源区综合管理的重点。面对上述问题，国家投入大量的人力、物力和财力，开展了水源涵养林体系建设。随着工程建设的深入开展，在技术环节上面临着诸多问题，对水源涵养林体系构建提出了新的需求，如何构建系统稳定、功能高效的水源涵养林，发挥其净水调水功能，促进流域生态系统健康，是促进流域社会经济可持续发展的关键。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

2. 支撑水源涵养林体系建设技术的工程需求

在我国重要水源区水源涵养林工程建设方面，有几个关键问题没有解决。首先，水源涵养林体系构建缺乏结构优化配置与水土资源合理利用的相关技术，造成水源涵养林体系与水土资源承载力之间不协调；其次，树种配置和林分结构不合理，树种单一，结构简单，致使水源涵养功能无法充分发挥。长期以来，水源涵养林体系构建技术过多地依赖传统经验，低功能水源涵养林占有相当大的比例，无法满足水源涵养林整体结构要求，影响了水源涵养林功能的发挥。因此，需要研究确定水源涵养林体系构建适宜植被类型，构建与区域水资源可持续利用相匹配的水源涵养林体系，维持水源涵养林体系的稳定性，发挥最大的净水调水功能。目前，在水源林构建技术方面缺乏综合集成技术体系，缺少可供参考的示范和样板，近自然、健康、高效的水源涵养林建设模式尚处于起步阶段，亟待开展技术集成与综合配套试验示范。水源涵养林的构建技术体系在很大程度上影响和决定着水源涵养林整体功能的高低，这是水源涵养林建设中急需解决的重要问题。建设符合调水净水为主要目标的多功能水源涵养林，迫切需要以水源涵养功能为导向的构建技术体系，并全面开展试验示范，形成配套的技术模式，提高水源涵养林工程建设质量。

3. 推动水源涵养林学科体系完善的科技需求

在水源涵养林研究领域，经过多年的积累，在基础理论及技术体系方面取得了许多成果，为我国水源涵养林建设提供了一定的理论依据。但是应该看到，随着我国水源涵养林建设工程不断推进和发展，出现了许多亟待解决的新问题，需要新的技术以及与之相关的理论来解决。然而，以往的水源涵养林研究主要集中于规划设计和营造方面，或仅仅注重森林水文效益单方面的研究，对水源涵养林结构与功能的定量关系研究较少，更没有从流域生态系统的角度提出基于功能导向为目标的构建技术体系及其理论，致使当前的水源涵养林的培育和经营技术滞后，难以满足新时期水源区保护的技术要求。目前，通过综合研究和系统试验示范，集成国内外先进技术，形成水源涵养林构建技术体系，对于提高我国水源涵养林经营管理水平、保障水资源安全具有重要意义。现代水源涵养林体系建设需要以完善的理论为依据，系统的技术为支撑，将水源涵养林功能需求与结构优化紧密结合起来，才能更加科学地解决水源涵养林构建技术难题。本书的出版将进一步丰富和发展水源涵养林学科的理论基础和技术体系，推动水源涵养林学科体系建设。

水源涵养林具有涵养水源、改善水质等多种功能，在水源保护方面起主体作用。但长期以来，水源涵养林体系林种与树种单一、空间布局与结构配置不合理、林分稳定性差、生物多样性低，导致其应有价值得不到发挥，整体防护功能低下，为此，针对我国华北、西北和东北地区水资源缺乏和水源涵养林功能低下的关键问题，以提高水源涵养功能和水体质量为目标，选择海河上游水源区、辽河上游水源区、黄河上游土石山区水源区、黄河中上游土石山区水源区、黄河中游黄土区水源区、西北内陆河乌鲁木齐河流域水源区等 6 个重要水源区，进行水源涵养林体系构建技术与示范研究。研究的主要目标在于：①开展水源涵养林构建关键技术研究与集成；②进行技术体系示范并建立完善的试验示范区；③研究促进提高水源涵养林综合功能，为工程建设提供科技支撑。

第1章　研究区域概况与分区

1.1　研究区域概况

1.1.1　海河上游水源区区域概况

1. 研究区域概况

海河流域位于东经112°～120°、北纬35°～43°之间，包括海河、滦河、徒骇马颊河等水系。流域范围，西以山西高原与黄河流域接界，北以蒙古高原与内陆河流域接界，东北与辽河流域接界，南界黄河，东临渤海。流域的北部和西部为山地和高原，东部和东南部为广阔平原，山地高原和平原面积各占60%和40%。主要山脉有燕山、太行山，从东北至西南，形成一道高耸的屏障，环抱着平原。山地与平原几乎直接相交，丘陵过渡地区甚短。流域面积31.78万km^2，约占全国总面积的3.3%。海河流域地跨北京、天津、河北、山西、山东、河南、内蒙古和辽宁等8个省(自治区、直辖市)。其中，北京、天津全部属于海河流域，河北省面积的91%、山西省面积的38%、山东省面积的20%、河南省面积的9.2%属于海河流域，内蒙古自治区中1.36万km^2和辽宁省中0.17万km^2也属于海河流域，海河流域上游主要是指海河流域的山地部分。

2. 研究区域代表性分析

(1) 海河流域水资源是华北地区水资源的主要来源，华北地区在全国政治、经济和文化领域中占有非常重要的地位，但又是水资源矛盾和环境问题十分突出的地区。据水利部门的估算，海河流域多年平均水资源量约为419×10^8 m^3，人均水资源占有量350 m^3，不足全国平均水平的1/6，世界平均水平的1/24，因此对海河流域水源区进行生态环境建设，保护海河流域水资源十分重要。

(2) 近年来由于海河流域境内山区与平原径流明显减少和过量开发水资源，已造成了地下水漏斗、平原区河道干涸、湖泊湿地萎缩、地表和地下水污染等生态环境恶化问题，严重影响到该区域水安全并引起了国家的高度重视。水源涵养林作为该区域水源地重要的植被类型，长期以来，林分稳定性差、生物多样性低，整体防护功能低下，迫切需要对海河流域水域涵养林构建技术进行专项研究。

3. 研究区域水源涵养林现状及存在问题

1) 海河流域水源涵养林现状

海河流域山区林地总面积为75 958.87 km^2，占流域山区面积的40%，其中，有林地面积为15 862.23 km^2，占流域山区面积的8.35%；灌木林地面积43 711.81 km^2，占流域

山区面积的 23.02%[有林地是指郁闭度大于 30%的天然林和人工林，包括用材林、经济林、防护林等成片林地；灌木林是指郁闭度大于 40%、高度在 2 m 以下的矮林地和灌丛林地；疏林地是指林木郁闭度为 10%～30%的林地；其他林地是指未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园、茶园、热作林园等)]。

根据有林地、灌木林地、疏林地、高覆被草地、中覆被草地、低覆被草地和其他等类型所占流域山区面积的百分比(图 1-1)，得出海河流域山区植被类型的结构为：有林地 8.35%，灌木林地 23.02%、疏林地 8.63%、高覆被草地 0.65%、中覆被草地 7.18%、低覆被草地 29.03%及其他 23.14%。

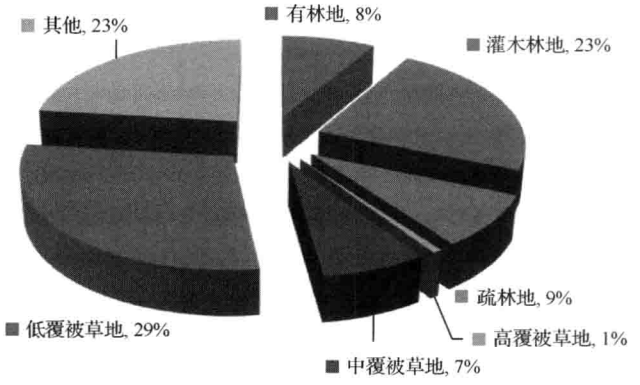


图 1-1　海河流域山区植被类型图

海河流域植被覆盖度大于 75%的面积为 37 368.61 km^2，占流域面积的 19.68%；覆盖度为 60%～75%的面积为 24 615.28 km^2，占流域面积的 12.96%；覆盖度为 45%～60%的面积为 24 855.40 km^2，占流域面积的 13.09%；覆盖度为 30%～45%的面积为 31 188.60 km^2，占流域面积的 16.42%；覆盖度为 10%～30%的面积为 27 934.51 km^2，占流域面积的 14.71%；覆盖度<10%的面积为 43 928.58 km^2，占流域面积的 23.13%(图 1-2)。

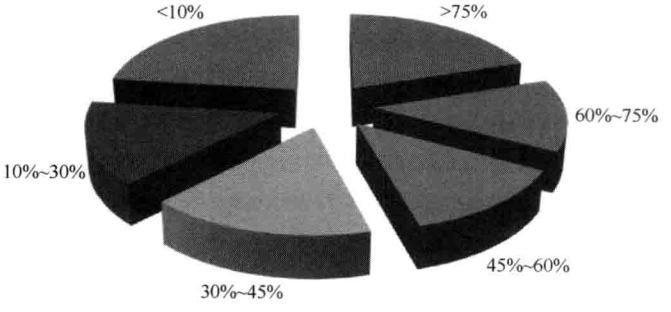


图 1-2　海河流域山区植被覆盖度分级结构图

2) 海河流域水源涵养林存在的问题

(1) 海河流域的植被有明显的纬度变化，从北部的干草原和森林草原逐渐向南部底边为针阔叶混交林、落叶阔叶林，植被的覆盖度逐渐增加，种类成分越来越复杂。高植被覆盖度分布以山脊或山峰为中心。这些地区海拔在 1000 m 以上，人类活动影响小，热量

和水分条件较好。

(2) 西部和北部水源涵养林覆盖度较低。分布在流域北界和西界于燕山、太行山之间的区域，包括闪电河流域、张家口市、大同市、朔州市、忻州市、阳泉市等区域，由于受到山脉阻隔，地处雨影区，降水量在 400 mm 左右，植被稀疏，生态脆弱。

(3) 低功能水源涵养林面积较大。低功能林由于林分结构不合理，功能低下，造成系统组成成分缺失，或造成森林植被类型的某种功能，如水源涵养功能、防风固沙功能等显著低于经营措施一致、生长正常的同龄同类林分的指标均值，对这些低功能林形成的原因进行研究，能够进一步提出改造、培育、利用的技术方法，加快林业生态工程建设速度，形成完备的“林业生态体系”和“产业体系”。

4. 研究区域存在的生态环境问题

(1) 海河流域部分河道断流、地下水位下降、湖泊干涸、湿地萎缩、入海水量减少、河口淤积。20 世纪 60 年代末 70 年代初，河道断流长度不到 1000 km，地下水埋深仅为 3～10 m，湖泊湿地面积有 1500 km^2；而现在河道断流长度已超过 4000 km，地下水埋深变为 5～35 m，湖泊湿地面积已缩减为 122 km^2。20 世纪 70 年代，入海水量每年平均为 116 亿 m^3，而现状每年为 69 亿 m^3；20 世纪 70 年代，枯水年入海水量为 25 亿 m^3(1972 年)，而现状枯水年入海水量仅 12 亿 m^3。

(2) 水体污染，包括地表水、地下水污染。20 世纪 60 年代末 70 年代初，海河流域的水体水质基本为Ⅰ～Ⅲ级，而现状 75%的河长水体水质不符合Ⅲ级标准；2/3 井中的地下水达不到饮用水要求。海河流域水污染形势十分严峻。

(3) 水土流失持续恶化造成耕地减少、河道水库淤积、沙尘暴肆虐。水土流失是海河流域自然灾害之一。海河流域与水相关的生态环境问题在山区和平原区表现不同，山区主要是水土流失问题，平原区生态环境问题最为严重，有水质污染、地下水超采、河道断流、湿地萎缩、入海水量减少等。

1.1.2　黄河上游土石山区水源区研究区域概况

1. 研究区域概况

大通县位于青海省东部，地处祁连山地与黄土高原的过渡地带，为青海省会西宁市市属县。介于东经 100°51′～101°56′、北纬 36°43′～37°23′之间，海拔 2280～4622 m。大通县三面环山，湟水河支流北川河贯流全境。东部隔马鞍山与互助县相邻，西部以娘娘山与湟中、海晏县为界，南接西宁市城北区，北隔大坂山与门源县相望。全县东西最长处约 95 km，南北最宽处约 85 km，总面积 3090 km^2。县城所在地为桥头镇，距西宁市 35 km。宁大铁路由西宁通至大通，宁张(西宁至张掖) 公路贯穿县境，在大通境内长达 86 km，是西宁通向甘肃河西走廊的重要通道。

2. 研究区域代表性分析

大通县属于青藏高原高寒植物区域，地处青藏高原与黄土高原过渡地带。森林植被属寒温性常绿针叶林类型及落叶阔叶林类型，集中分布于北川河及其支流的河谷两岸，主要包

括东峡林区和宝库林区的天然林、娘娘山的小片天然林和宁张公路 8～53 km 沿线两侧的人工杨树林。这些天然乔、灌木林组成了北川河水系的天然水源涵养林，对大通县及下游西宁市等的工农业生产及人民生活用水起着重大的作用。该地区在地质地貌、气候、水文、土壤、植被及社会经济状况等方面在我国西北地区降水量稍多的地区具有较好的代表性。

1）气候

大通县地处中纬度地区，深居内陆，海拔高，受海洋影响微弱，属大陆性气候。冬半年受来自西伯利亚的西北干冷空气影响，气候比较寒冷、干燥，降水量稀少，多大风；夏半年受来自孟加拉国湾的西南暖温气流影响，降水集中。所以春季干旱多风，气温上升慢；夏季凉爽不热；秋季短暂；冬季漫长。特征是长冬无夏，春秋相连，四季很不分明。

大通县在青海省为降水次数较多的地区。年降水量为 450～800 mm。一年最多降水量为 695.9 mm（1967 年），比常年偏多 36.8%；一年最少降水量为 330.2 mm（1962 年），比常年偏少 35.1%。不同典型区降水量为：丰水年 656.5 mm，平水年576.2 mm，偏枯年 518.0 mm，枯水年 436.5 mm。降水的季节分配很不均匀。降水量显著地集中在暖季，春季（3～5 月）占年总量的 19%，夏季（6～8 月）占 55%，秋季（9～11 月）占 24%，冬季（12～2 月）占 2%。

2）水文

全县具有多年平均自产地表水量 6.96 亿 m^3。不同典型年径流量为：丰水年（P=20%）8.35 亿 m^3，平水年（P=50%）6.82 亿 m^3，偏枯年（P=75%）5.71 亿 m^3，枯水年（P=95%）4.39 亿 m^3。地表水的地区分布随地形由东南向西北递增，径流深由 100 mm 增至 300 mm，其中宝库河流域为 282 mm，黑林河流域为 280 mm，东峡河流域为196 mm，桥头以上北川河干流区间为 159 mm，桥头以下区间为 111 mm。径流的年内变化随降水而变，7～10 月汛期流量占全年的 57.6%～60.0%，每年 2 月流量最小，8 月最大，两者相差 7～10 倍。

大通县是沟梁相间的山区县，地下水大部分排入河道，全县地下水河谷平原地区储藏量为 2.8 亿 m^3，平均储存模数为 127.9 万 t/km^2。全县地下水可分为两部分，桥头以上 19 个乡镇的 2705 km^2属大通盆地，桥头以下 9 乡镇的 385 km^2属西宁盆地。地下水综合补给来源，主要靠大气降水入渗、河道入渗，其次是灌溉回归与渠道渗漏及山前侧向补给。地下水主要利用打井开采，可开采量 1.2 亿 m^3。

大通县河流属湟水河支流北川河水系，水力资源丰富。北川河的主要支流有宝库河、黑林河、东峡河，均发源于达坂山。主流由北向南注入湟水。河川径流由降水补给量占 48.5%，由地下水补给量占 51.5%。

3）土壤

大通县内土壤类型较多，土壤的主要成土母质类型有黄土和黄土状物质，另外还有残积母质、坡积母质、第四纪红土洪积物、近代冲积物等。大通境内共有 8 个土类、18 个亚类、22 个土属、38 个土种。这些土壤，垂直分布比较明显。

4）植被

大通县属于青藏高原高寒植物区域，地处青藏高原与黄土高原过渡地带。大通县的森林植被属寒温性常绿针叶林类型及落叶阔叶林类型，其分布状况不但有明显的坡向性，而且还有明显的垂直地带性，其山地垂直带谱包括 5 个带。

（1）河川谷地落叶阔叶针叶林植被带。海拔为 2280～2800 m，以河滩坠地为主。分布

的乔木树种有青杨(*Populus cathayana*)、小叶杨(*Populus simonii*)、北京杨(*Populus beijingensis*)、白榆(*Ulmus pumila*)、旱柳(*Salix matsudana*) 等;灌木树种有中国沙棘(*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*)、乌柳(*Salix cheilophila*)、康定柳(*Salix paraplesia*)、水柏枝(*Myricaria paniculata*) 等;草本植物有艾蒿(*Artemisia argyi*)、车前草(*Plantago asiatica*)、巴天酸模(*Rumex patientia*)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*) 等。

(2) 山地针阔叶林植被带。海拔为 2400～2800 m,以山地中下部的阴坡和半阴坡为主,也有个别半阳坡。分布的乔木树种有白桦(*Betula platyphylla*)、山杨(*Populus davidiana*);部分地区有针阔叶混交林,混交树种有青海云杉(*Picea crassifolia*)、白桦、糙皮桦(*Betula utilis*),以东峡林区和老爷山较为明显。灌木树种有灰栒子(*Contoneaster acutifolius*)、峨眉蔷薇(*Rosa omeiensis*)、扁刺蔷薇(*Rosa sweginzowii*)、短叶锦鸡儿(*Caragana brevifolia*)、唐古特忍冬(*Lonicera tangutica*)、陇塞忍冬(*Lonicera tangutica*)、狭果茶藨子(*Ribes stenocarpum*)、中国沙棘、银露梅(*Potentilla glabra*)、直穗小檗(*Berberis dasystachya*) 等。草本植物有珠牙蓼(*Polygonum viviparum*)、蛛毛蟹甲草(*Parasenecio roborowskii*)、东方草莓(*Fragaria orientalis*)、柳叶凤毛菊(*Saussurea epilobioides*)、赤芍(*Paeonia veitchii*)、高乌头(*Aconitum sinomontanum*) 等。

(3) 山地常绿针叶林植被带。海拔为 2700～3200 m,以山地中上部为主。乔木树种有青海云杉,个别地区有祁连圆柏(*Sabina przewalskii*) 和人工栽植的落叶松(*Larix principis-rupprechi*) 分布。灌木树种有扁刺蔷薇、鬼箭锦鸡儿(*Caragana jubata*)、金露梅(*Potentilla fruticosa*)、山生柳(*Salix oritrepha*)、千里香杜鹃(*Rhododendron thymifolium*)、甘肃瑞香(*Daphne tangutica*) 等。草本植物为珠牙蓼、东方草莓、高乌头、中国马先蒿(*Pedicularis chinensis*) 等。

(4) 亚高山灌木林植被带。海拔为 3200～3600 m。部分地区有糙皮桦分布,宝库林区的少数地区有祁连圆柏。主要灌木树种有山生柳、金露梅、西藏沙棘(*Hippophae thibetana*)、鬼箭锦鸡儿等。草本植物有珠牙蓼、委陵菜(*Potentilla chinensis*)、中国马先蒿、火绒草(*Leontopodium leontopodioides*)、山罂粟(*Papaver nudicaule*) 等。

(5) 高山灌丛植被带。海拔为 3600～4622 m。无乔木树种分布。灌木树种只有金露梅分布,多呈不规则团块状或斑块状分布。草本植物有唐古特雪莲(*Saussurea tangutica*) 等。海拔 4000 m 以上草本植物稀少,主要为裸露岩石。

在造林还草工程中,人工造林的主要乔木树种有青海云杉、白桦、华北落叶松、青杨、山杨等;主要灌木树种有柠条(*Caragana koshinskii*)、中国沙棘等。

5) 社会经济状况

大通县是 1986 年经国务院批准成立的回族土族自治县,属青海省省会西宁市辖县,地处青海省东部,海拔 2280～4622 m,全县总面积 3090 km^2,辖 9 镇 11 乡,全县有汉、回、土、藏、蒙古等 27 个民族,总人口 45.5 万人,其中,少数民族人口 22.2 万人。大通县是全省的工业县,境内有工业企业 231 家,规模以上工业企业 28 家。2011 年,全县生产总值 93.8 亿元;城镇居民人均可支配收入达 14 238 元;农民人均纯收入达 6844.6 元。

3. 研究区域水源涵养林现状及存在问题

通过对研究区历史资料的研究和实地样地的调查,发现研究区的水源涵养林主要存

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com