

四川农业大学

硕士学位论文

四川省巴塘、得荣和乡城3个县的荒漠化土地监测与评价

姓名：董刚明

申请学位级别：硕士

专业：农业推广（林业）

指导教师：李贤伟;曹昌楷

20080601

摘 要

荒漠化系指包括气候变化和人类活动在内的各种因素作用下,干旱、半干旱和亚湿润干旱区(或干燥的亚湿润地区)的土地退化。荒漠化在全球范围内的扩大已经引起了国际社会的深切关注,因为荒漠化导致可利用土地资源锐减,土地生产力衰退,沙尘暴等自然灾害频繁发生,加深荒漠化地区贫困,威胁人类生存,严重影响了我国工农业发展、社会稳定和人民安居乐业。我国政府十分重视荒漠化防治工作,在全国协调、可持续发展的科学发展观的高度上,启动了包括退耕还林(草)等在内的“六大生态工程”及其它相关工程;全国人大于2001年通过的《中华人民共和国防沙治沙法》和2003年颁布的《中共中央、国务院关于加快林业发展的决定》为我国荒漠化防治提供了政策和法律的支持。根据国家林业局《关于开展第三次全国荒漠化和沙化监测工作的通知》(林沙发[2003] 190号)和四川省林业厅《关于开展荒漠化和沙化监测工作的通知》(川林发[2003] 216号)的安排,按照《四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地监测实施细则》,四川组织开展了全省的荒漠化土地监测工作。本研究即是对四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化的监测,并进行评价,主要结论是:

1)四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地面积为467 991.8 hm^2 , 占全省幅员面积的1.0%, 其中巴塘县荒漠化土地面积为215 707.3 hm^2 , 得荣县131 538.7 hm^2 , 乡城县120 745.8 hm^2 , 三县荒漠化面积分别占四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化面积的46.1%、28.1%和25.8%。

2)四川省巴塘、得荣、乡城3个县按荒漠化类型划分,风蚀类型面积为89 341.6 hm^2 , 占19.1%; 水蚀类型面积277 846.4 hm^2 , 占59.4%; 冻融类型面积100 803.8 hm^2 , 占21.5%, 同上个监测期(1999年)比较,风蚀类型面积增加495.0 hm^2 , 水蚀类型面积增加1 391.5 hm^2 , 冻融类型面积减少455.5 hm^2 。

3)按级别划分,轻度荒漠化面积233 365.1 hm^2 , 占49.9%; 中度156 915.4 hm^2 , 占33.5%; 重度73 346.0 hm^2 , 占15.7%; 极重度4 365.3 hm^2 , 占0.9%, 同上个监测期比较,轻度荒漠化面积减少709.8 hm^2 , 中度面积减少992.7 hm^2 , 重度面积增加2 717.6 hm^2 , 极重度面积增加415.9 hm^2 。

4)按土地利用现状分布为,包括有林地、疏林地、灌木林地、未成林造林地、苗圃地、无立木地在内的林地面积315 360.8 hm^2 , 占67.4%; 耕地面2 453.5 hm^2 , 占

0.5%；草地 136 923.8 hm^2 ，占 29.3%；未利用地 13 253.7 hm^2 ，占 2.8%，同上个监测期比较，包括有林地、疏林地、灌木林地、未成林造林地、苗圃地、无立木地在内的林地面积增加 2 079.6 hm^2 ，耕地面积减少 437.2 hm^2 ，草地面积增加 2 202.0 hm^2 ，未利用地面积减少 2 413.4 hm^2 。

5)1999 ~ 2003 年间，四川省巴塘、得荣和乡城 3 县由于荒漠化造成直接经济损失 6 002.5 万元，其中巴塘县直接经济损失 2228.0 万元，乡城县损失 2754.0 万元，得荣县损失 1 020.5 万元。

6)四川省林业部门在荒漠化土地监测乡内，天然林保护工程继续实施，以及退耕还林工程的启动和群众性义务植树等工程措施，共治理荒漠化土地面积 73 071.8 hm^2 ，其中，封山育林 22 192.7 hm^2 ，人工造林(乔灌)6 734.7 hm^2 ，飞播(乔灌草)4 738.0 hm^2 ，退耕还林 39 406.4 hm^2 。

7)四川省巴塘、得荣和乡城 3 县土地荒漠化的成因主要是人口增长、劳动力素质低、压力大；过度放牧、生产方式落后、粗放经营；缺乏合理的规划和管理。其显著特点是，荒漠化以人为因素为主，其中樵采、过牧、其它人为因素占 80.9%。樵采 158 790.9 hm^2 ，占 27.7%；过牧 103 009.1 hm^2 ，占 18.0%；其它人为因素 201 858.6 hm^2 ，占 35.2%。

关键词：四川省；荒漠化；监测；评价

Survey and Assess on the Desertification in Sichuan

Abstract

Desertification is a kind of land degradation occurring in the arid, semi-arid and dry sub-humid areas, and it has a damaging or even devastating effect on the living environment for human beings. The expansion of desertification in a global scale has resulted in severe adverse consequences, causing worldwide concern, because desertification results in sharp decrease of available land resources, depletion of land productivity, frequent occurrences of sand-dust storms and natural disasters, worsening poverty, threatening of human survival and so forth. Chinese government has attached great effort to combat desertification, which has been highlighted as the long-term strategy for the improvement of livelihood of the Chinese people and as important foundation for developing a better-off society. Based on the view of scientific and sustainable development, the “six major ecological programs” and other related programs, including the crop-to-tree or grass land conversion program, the conservation of natural forest program, for example in Sichuan Province, have been launched. The National People’s Congress has enacted the “Desertification Combating Law” in 2001 and the “Decision on Speeding-up Forestry Development” issued by the Central Committee of the Communist Party and the State Council in 2003, which provided policy and legislative support to combat desertification in China. In order to meet the need of National Forestry Office’s “Inform about Carrying Out the Third National Survey of Desertification in China [2003] No.190” and the need of Sichuan Forestry Office’s “Sichuan Provincial Inform about Survey of Desertification [2003] No.216”, we paid our great attention on surveying and assessing the desertification in three counties (Batang, Derong and Xiangcheng) of Sichuan. The main results were as follows.

1. The total area of desertification land in Sichuan was $467\,991.8\text{ hm}^2$, which covered one percent of the total area of Sichuan. In different counties, the data showed that the area of desertification land in Batang was $215\,707.3\text{ hm}^2$ (or 46.1%), Derong was $131\,538.7\text{ hm}^2$ (or 28.1%) and Xiangcheng was $120\,745.8\text{ hm}^2$ (or 25.8%).

2. The assessment results indicated that the area of desertification land caused by wind was $89\,341.6\text{ hm}^2$ (or 19.1%), by water was $277\,846.4\text{ hm}^2$ (or 59.4%), and by frost was $100\,803.8\text{ hm}^2$ (or 21.5%). Comparing with the former survey (in the year of 1999), the area of desertification land caused by wind had increased 495.0 hm^2 , by water increased $1\,391.5\text{ hm}^2$ and by frost decreased 455.5 hm^2 .

3. The assessment results indicated that the area of light desertification land was 233 365.1 hm^2 (or 49.9%), moderate desertification land was 156 915.4 hm^2 (or 33.5%), severe desertification land was 73 346.0 hm^2 (or 15.7%) and extreme high level was 4 365.3 hm^2 (or 0.9%). Comparing with the former survey (in the year of 1999), the area of light desertification land had decreased 709.8 hm^2 , moderate desertification land decreased 992.7 hm^2 , and severe desertification land increased 2 717.6 hm^2 and extreme high desertification land increased about 415.9 hm^2 .

4. The assessment results also indicated that the area of woodland in these three counties were 315 360.8 hm^2 (Comparing with the former survey, this item had increased about 2 079.6 hm^2), plowland were 2 453.5 hm^2 (decreased about 4 37.2 hm^2), meadow were 136 923.8 hm^2 (increased about 2 202.0 hm^2) and unsettled land were 13 253.7 hm^2 (decreased about 2 413.4 hm^2).

5. When converting the people's expense into the economic loss, the results showed that about more than RMB 60 million YUAN were losing firsthand due to the desertification from the year of 1999 to 2003, in which the county of Batang lose 22.28 million YUAN, Xiangcheng lose 27.54 million YUAN and Derong lose 10.205 million YUAN. However, this assessment results lost sight of the nutrient loss of soil and water, which may be a tremendous price loss to local environment worked by desertification.

6. The desertification land that had been restored in Sichuan was approximately 73 071.8 hm^2 , in which the project of "sealing a mountain pass and protecting the tree" was 22 192.7 hm^2 , man-made forest was 6 734.7 hm^2 , aero-seeding was 4 738.0 hm^2 and the area of the crop-to-tree or grass land was 39 406.4 hm^2 from the year of 1999 to 2003.

7. Primary reasons that caused desertification in Sichuan were (1)the increase of population, low moral character of work forces and higher compressive stress; (2)excessive browse, slow management and extensive cultivation; and (3)unreasonable layout and supervision.

Key words: Sichuan, desertification, survey, assessment

附件一

论文独创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，学位论文中不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得四川农业大学或其它教育机构的学位或证书所使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

研究生签名：董刚明

08 年 12 月 10 日

关于论文使用授权的声明

本人完全了解四川农业大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。同意四川农业大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播学位论文的全部或部分内容。

研究生签名：董刚明

2008 年 12 月 10 日

导师签名：李贤伟

2008 年 12 月 10 日

1 选题依据

干旱生态系统占地球土地面积的约 40%，是 20 多亿人生活的家园，但它们在气候变化和人类活动面前仍然很脆弱。根据千年生态系统评估(The Millennium Ecosystem Assessment)，由于持续增加的人类活动和全球变化对这些地区带来的压力，使这些脆弱的生态系统已经(而且还正在)导致荒漠化的形成，并对全球 25%的人口生存造成严重影响(Scanlon *et al.*, 2007; Kéfi *et al.*, 2007)；干旱、半干旱和亚湿润干旱区(或干燥的亚湿润地区)的土地退化，即荒漠化，位居全球十大生态环境问题之首，荒漠化或正在经历荒漠化过程的地区遍及世界六大洲的 110 多个国家，全球现有 10 亿之众受到荒漠化的直接威胁，其中有 1.35 亿人在短期内有失去土地的危险。荒漠化灾害涉及全球约 1/3 的陆地面积，沙尘暴掠，田毁人亡。粗略计算，全球陆地面积的 1/4 受到不同程度荒漠化的危害，相当于俄罗斯、加拿大、中国、美国国土面积的总和，且每年仍以 5~7 万 km² 的速度扩展，由此造成的直接经济损失每年约 423 亿美元。荒漠化造成人类可耕种的土地日益减少，严重地动摇世界粮食安全，也是近年来世界饥民由 4.6 亿增至 5.5 亿的重要原因之一。联合国环境规划署发出警告：“照此下去，地球将卷入一场浩劫性的社会和经济灾难之中”（卢琦，2000）。

因此全球荒漠化已经引起了各国政府及研究机构的高度关注，国际顶级期刊 *Nature* 在 2007 年 9 月特别将荒漠化的形成和发展作为周刊的亮点和第 449 卷(No. 7159)的封面故事，以唤起全球各界人士的关注。我国近年来也非常重视荒漠化的研究，从 2000 年至 2008 年，仅从国家自然科学基金(National Natural Science Foundation of China)的批准情况来看，国家至少已经投入了 472 万元来进行“荒漠化”方面的自然科学研究(基础研究、应用研究和应用基础)，主要是面上项目的科研，而且大多都属于应用研究领域(6 个基础研究项目，3 个应用研究，11 个应用基础)。

荒漠化是生态系统发生、发展过程中的一种状态，是自然界的一种现象，是一种存在。但是，从人类社会文明发展的历程和角度来讲，它是一种灾害，这是因为，荒漠化，(1)导致可利用土地面积锐减和土地生产力衰退；(2)造成巨大经济损失，蚕食生存与发展空间；(3)破坏工程设施，妨碍经济振兴；和(4)加剧生态环境恶化；危及社会经济的可持续发展(周晓东等，2002)。

荒漠化对我国各方面的建设和发展，尤其是第一产业，带来了巨大的灾难和障碍。更重要的是，荒漠化地区多数是我国的生态源区和自然资源后备区，又是我国少数民

族聚集区和重要国防区等(周晓东等, 2002), 这些地区经济一般都欠发达, 且很容易形成“越荒越贫, 越贫越荒”的恶性循环。因此, 积极开展荒漠化监测和防治工程建设, 保护和改善生态环境, 提高抵御自然灾害能力, 加强农业基础设施建设, 以促进第一产业或基础产业稳定增产, 不仅是我国国民经济持续、健康、快速、全面和高效发展的需求, 而且对维护民族团结, 保障国家安定, 建设社会主义和谐社会和社会主义新农村具有重要的战略意义。

我国荒漠化总体情况是, 到1999年底, 全国荒漠化土地总面积为267.4万 km^2 , 占荒漠化潜在发生范围总面积的80.6%(超过全球平均水平69%的近12个百分点), 占国土陆地总面积的27.9%。主要分布在大兴安岭西麓、锡林郭勒草原北部、阴山、黄土高原北部、兰州南部、祁连山、柴达木盆地东部以及青藏高原西南部一线以北地区我国有80%以上的荒漠化土地属中度以上, 而重度和极重度荒漠化土地的比例较全球荒漠化土地中严重退化与极严重退化的总和所占比例(12.9%)还要高出34个百分点(卢琦等, 2002)。

中国科学院院士孙鸿烈先生在给《中国的荒漠化及其防治》(慈龙骏等著, 2005)一书作序时曾这样来描述: 荒漠化是地球的癌症, 国际社会长期以来就意识到荒漠化是许多国家面临的一个重要的经济、社会和环境问题, 1977年召开的联合国防治荒漠化大会通过了一项《防治荒漠化行动计划》, 旨在遏制全球荒漠化的扩展趋势, 但遗憾的是1991年联合国环境规划署对这项耗资很大的“行动计划”的评估结果是“虽然有一些‘地方性的成功范例’, 但干旱、半干旱和干燥的亚湿润区的土地退化问题仍在加剧”。中国科学院院士刘东生先生指出, 目前, “六大生态工程”已初步发挥生态效益, 人民群众防治荒漠化意识大大提高, 国家政策逐步完善, 但是防治荒漠化工作不是“一劳永逸”的, 随着经济建设的发展, 人类对自然的影响也更为复杂多样, 为了有效地防治荒漠化, 科学和系统地认识它的形成、发展和动态趋势是十分必要的。中国工程院资深院士关君蔚先生认为, 作为《联合国防治荒漠化公约》的缔约国和全球防治荒漠化行动的主要参与国, 中国理应在防治荒漠化方面做出更大的贡献(慈龙骏, 2005)。

土地荒漠化, 就如同Toy等(2002)对土壤侵蚀的描述那样, 具有“大处着眼, 小处着手(Think globally, act locally)”的性质, 而且, 这是与自然相斗, 要讲求和谐, 在掌握规律的基础上, 利用规律。自然规律在不同地区的差异性, 要求我们应该因地制宜, 在充分调查、实验、观察和实践的基础上做出决策和判断, 虽然目前已经具有遥感影

像图及其配套的高科技解译软件,但是针对四川很多特定的地区,尤其是荒漠化发生、演变的区域(山地多,且极不规则,许多遥感影像图的阴影部分还难以解析和填充),国家荒漠化监测中心通过大尺度的遥感图对四川进行监测后,认为很有必要到实地做统一调查(即,重点地区监测),作为重点地区监测的一个项目,并填充(或确认)一些具体的图案和数据库。全国荒漠化监测体系在3个层次上开展工作,第一,荒漠化土地宏观监测,即,以省(市区)干旱地区为总体,采用抽样和遥感技术,提供各省(市区)干旱地区的荒漠化土地面积现状和动态宏观数据。各省(市区)数据之和即为全国数据;第二,重点地区监测,即,根据需求和条件,定期提供受关注局部地区的荒漠化土地面积现状和动态详细情况,以航片结合典型调查为主(本研究正是立足于这一层次,在四川省进行的监测工作);第三,典型监测,即,根据自然和社会经济特点,在不同的荒漠化类型区选择偶代表性的地点设立监测站,定位观测土地荒漠化过程(王澄海,2003)。

为了定期掌握四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地面积现状、动态变化及其防治所需的信息,为国家、省荒漠化防治制定政策和长远发展规划,保护、改良和合理利用国土资源,实现可持续发展战略提供基础数据。同时也是贯彻落实《中华人民共和国防沙治沙法》和履行《联合国关于在发生严重干旱和荒漠化的国家特别是在非州防治荒漠化的公约》,开展国际交流与合作。根据国家林业局《关于开展第三次全国荒漠化和沙化监测工作的通知》(林沙发[2003] 190号)和四川省林业厅《关于开展荒漠化和沙化监测工作的通知》(川林发[2003] 216号)的安排,按照《四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地监测实施细则》,四川组织开展了全省的荒漠化土地监测工作。

根据国家荒漠化监测中心划定的监测范围,四川省主要有巴塘、得荣、乡城3个县(图1表示不同地区荒漠化涉及的县级单位个数(慈龙骏,2005))的部份地区,涉及20个乡镇,4个国有林场。本研究,即是基于此次调查,结合荒漠化土地监测体系的相关指标,对四川省的巴塘、得荣、乡城3个县的荒漠化土地在进行监测与评价,目的是,(1)为四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化防治和相关研究提供参考;(2)丰富我国荒漠化监测、防治目标的西南部分的荒漠化土地信息和数据库;和(3)对四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地进行评价。

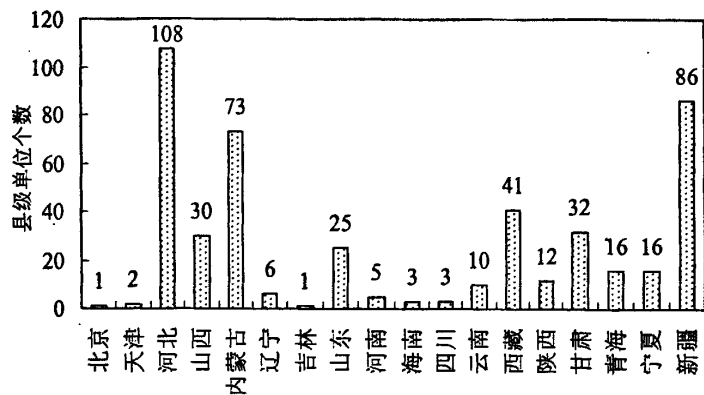


图 1 中国不同地区荒漠化涉及的县级单位个数
Fig.1 Number of desertification counties in China

2 文献综述

2.1 土地荒漠化概况

2.1.1 荒漠化的概念及形成

根据联合国防治荒漠化公约的规定,荒漠化系指包括气候变化和人类活动在内的各种因素作用下,干旱、半干旱和亚湿润干旱区(或干燥的亚湿润地区)的土地退化。干旱、半干旱和干燥的亚湿润地区是指降雨量与潜在土壤水分蒸发散比值在 0.05 ~ 0.65 之间的区域,不包括极区和副极区。即,干旱区: 0.05 ~ 0.20; 半干旱区: 0.21 ~ 0.50; 半湿润区: 0.51 ~ 0.65。此处,“土地”是指具有陆地生物生产力的系统,由土壤、植被、其它生物区系和该系统中发挥作用的生态及水文过程组成。“土地退化”系指,由于使用土地,或由于一种营力或数种营力结合致使干旱、半干旱和亚湿润干旱区雨育耕地、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物和经济生产力和复杂性下降或丧失。其中包括风蚀、水蚀而造成的土壤物质的流失;土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化,及自然植被的长期丧失等(Faye *et al.*, 2005; 周晓东等, 2002; Barrow, 1991; Biswas *et al.*, 1980)。近年来,我国许多学者对荒漠化的概念及其争论和演变过程都有精湛的论述(凌侠, 2007; 包庆丰, 2006; 杜崇, 2005; 孙洪艳, 2005; 李虎, 2004; 张维江, 2004; 刘爱霞, 2004; 蔡体久, 2003; 宋轩, 2002; 霍成君, 2002; 张克斌, 2002; 周晓东等, 2002; 杨晓晖, 2000)。

中国林业科学研究院首席科学家慈龙骏指出,地球的干旱地带是一个以水分亏缺和水热不平衡为物理特征的环境与在这样环境中选择、适应、演化形成的生物群落相结合的混沌系统。其中发生着物质与能量的正熵和负熵的增长与衰减、无序与有序过程的镶嵌交错以及生命与非生命物质的演化,形成了一个平衡态与远离平衡态并存的世界。在干旱的混沌系统中,以水分亏缺为特征的“水热关系”是关键。水热关系的各种组合——奇怪吸引子的扩展与摺叠造成了干旱地带内部多样的生态类型——不同尺度的生物群区、生态圈或植被型等,干旱地带为混沌系统的一个基本特点是其系统演化对初始条件非常敏感,初始条件的微小差别会导致巨大的系统性变化——干旱环境与生态系统的退化,即“荒漠化”。在脆弱和敏感的干旱地带进行不合理的农垦、过度放牧、樵采、开矿和破坏地表的交通建设工程、践踏等初始条件可能造成植被破坏、表土松散、流沙涌起、沙丘移动、水土流失、沟壑切割、次生盐碱、草丛稀

疏、生产力衰减等一系列荒漠化表现。因此，荒漠化是土地生态系统在外来因子——气候变化或人为活动作用下引起系统混乱性与无序性增加、熵增加、系统的自组织分解的混沌过程。其实，荒漠化在人类出现之前就已经存在了，因而有地质时代的原荒漠化、人类时代以来的古荒漠化与工业革命以来的现代荒漠化之分。地质时代的荒漠

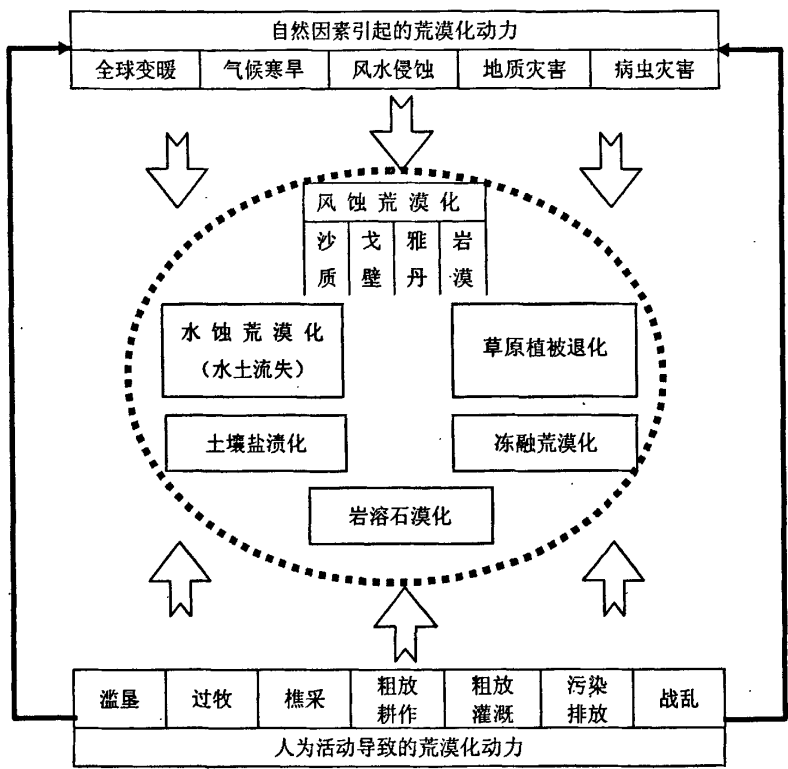


图 2 荒漠化形成框架图
Fig.2 Process of soil desertification

化纯属气候变化与地质过程引起的荒漠化；历史时期和现代的荒漠化则是在干旱气候与气候变化的背景上，由于人类不合理的活动造成的。荒漠化的形成见图 2(慈龙骏，2005)。

2.1.2 荒漠化的类型

在可能发生土地荒漠化的地域范围内，根据“土地退化”的主要形式，可将荒漠化分为风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、冻融荒漠化、土地盐渍化四种类型，但一些研究指出应该包括草原植被退化和岩溶石漠化(如图2)。

风蚀荒漠化：即沙质荒漠化，也就是沙漠化，是以空气动力为主的自然营力叠加在人类活动的条件下所造成的土地退化过程，干旱多风和沙源丰富的沙质地表是产生风蚀沙漠化的条件和物质基础。特别是在干旱大风在时间上同步的情况下，人为活动

造成植被的破坏，为沙质荒漠化的发生提供了可能，如西部沙漠周围的绿洲分布区，内蒙古高原的沙地以及东北平原西部的沙地。

水蚀荒漠化：是以降水和重力作用为自然营力叠加在人类不合理活动条件下的土地退化，是我国干旱、半干旱和亚湿润干旱区重要的荒漠化类型之一。主要分布在半干旱、亚湿润干旱区的以水蚀为主要方式的土地退化地区，如黄土高原，北方的石灰岩分布地区。

冻融荒漠化：主要发生在高海拔地区，由于季节和昼夜温差大，岩体和土体因剧烈的热胀冷缩而造成地表利用难度加大而引起的土地退化，如我国的青藏高原的一些高海拔地区。

土壤盐渍化：土壤盐渍化是在干旱、半干旱条件下由于不合理灌溉和管理措施不当产生的可溶性盐类在地表的累积而造成的土地退化过程。如塔里木盆地的绿洲，河套平原、银川平原、华北平原和东北平原西部的部分地区。

2.1.3 荒漠化的危害

荒漠化是目前全球最突出的生态环境问题，是地球环境退化的一项增进因素，受到世界各国普遍重视。20世纪全球的十大环境问题中，土地荒漠化则首当其冲。“荒漠化”被视为地球的“皮肤病”、“溃疡病”、“牛皮癣”，是目前国际社会高度关注的重大环境问题之一。由秦大河主编的“全球变化热门话题丛书”的18本书中，就有一本专门介绍荒漠化及其危害等方面的——《气候变化与荒漠化》(王澄海，2003)。需要指出的是，荒漠化与沙漠化的概念和内涵在我国争论了很多年，而且，一提到荒漠化，人们就会联想到沙漠化，对此，王澄海(2003)在其著作中给了很好的分辨和论述。朱震达教授从20世纪60年代就从事沙漠化的研究，并取得了许多很有价值的成果(朱震达等，1962；1980；1981；1989；1994；1998；1999)，朱教授对荒漠化与沙漠化的内涵也做了深入的剖析，其多年来的研究成果和理论体系，为中国土地退化的研究和防治工作做出了卓绝的贡献。

周晓东(2002)的博士论文的文献综述部分指出，荒漠化直接危害生态环境，具体表现在：1)荒漠化造成地表土壤供给和保蓄水、肥、气、热能力下降，而且这种下降程度随荒漠化程度加剧而加剧；2)荒漠化使得原始地形破碎，土地利用难度增加，随着荒漠化进程的加剧，地表会出现不同程度的斑点状流沙，继而出现片状流沙直至流动沙丘(风蚀荒漠化地区)、或侵蚀沟(水蚀荒漠化地区)，使得原始地形破碎，土地农林牧等业利用难度加大；3)天然植被衰败，风沙地貌发育；4)荒漠化导致土地生产力

下降,可利用的、生产力较高的土地资源沦为难以利用的土地。地表出现流沙(风蚀)或形成侵蚀沟(水蚀),或形成盐壳(盐渍化),最终导致土地无法利用,沦为荒地;5)生态环境恶化,生态系统功能紊乱,平衡失调。土地荒漠化地区最明显的标志是林草遭到严重破坏,绿色植被枯竭,它一方面致使涵养水源、阻滞洪水的能力下降甚至完全丧失,从而导致山洪泛滥,水土流失。另一方面使生物栖息地类型单一或丧失,物种生存和生产能力降低,造成种群、群落结构和生物多样性破坏,打破了原有地生态平衡,使生态环境恶化,加重自然灾害发生。

荒漠化是全球重要的环境问题之一,国内外许多专家、学者和政府机构对这一环境问题及其造成的灾害非常重视(王澄海,2003),20世纪80年代以来,国际社会协调组织了一系列科研计划和公约以迎接当时“十大环境问题”的挑战,例如《气候变化框架公约》、《京都议定》、《蒙特利尔议定书》等,全球变化从科学问题变成了经济问题、政治问题。但仅仅有政府行动是不够的,只有全面提高公众的环境意识,才能使减缓全球变化行动有牢固的基础,社会急需向公众宣传普及全球变化的知识。因此,由中国气象局局长秦大河院士担任主编、丁一汇、毛耀顺为副主编等,组织全国46名气候专家编著的《全球变化热门话题丛书》(18册)应运而生,该系列书籍荣获2005年度国家科学技术进步奖二等奖。该丛书共分五个方面内容:人类活动引起的全球变暖问题;自然因素为主引起的全球变化问题;引起全球变化的原因,即气候系统方面内容;全球变化对人类社会的影响,以及监测和研究全球变化的方法和工具。国际社会对环境问题在20世纪80年代都十分关注(包括中国),其关于环境科学与应用(Environmental Sciences and Applications)的系列丛书(共12卷,其中有2卷主要描述荒漠化的形成、发展、危害和治理等(“*Desertification: Its Causes and Consequences*” by United Nations and “*Desertification*” by Biswas M. R),系列丛书主编为美国资深科学家Biswas M. R教授和Biswas A. K教授),于1980年就已经陆续出版。

2.2 荒漠化土地的监测与评价

监测一词的含义可理解为监视、测定、监控等。荒漠化监测就是通过对影响水土环境质量因素的代表值的测定,确定水土环境破坏程度及变化趋势。

监测的过程一般为:现场调查—监测计划设计—优化布点—样品采集—运送保存—分析测试—数据处理—综合评价等,这一程序主要是在张广军等(2005)的著作中,针对水土流失和荒漠化的研究部分。张广军等(2005)、Faye等(2005)、慈龙骏(2005)、王澄海(2003)在他们的著作中都对荒漠化监测目标、内容、方法等做了详细的介绍。

荒漠化监测对荒漠化防治对策的制定具有重要意义。荒漠化监测的主要内容是荒漠化发生空间范围及其分类分级。荒漠化评价是通过荒漠化监测指标体系来实现的。开展荒漠化的遥感监测研究首先要确定荒漠化的不同程度及其判别指标。荒漠化指标具有两个用途：一是用于估计过去发生的土地退化数量，二是用于判断当前管理实践对生态系统产生什么影响。那些综合了许多其他因素的物理的、生物学的、社会学的因素特别有用。对于荒漠化指标体系，目前对指标的选择和应用还没有一个权威的、统一的标准，因此各人所建立的指标系统迥然不同。

在中国，荒漠化评价常与荒漠化监测联系在一起，称为荒漠化监测与评价，从广义上来看，荒漠化评价的内容已经涵盖了监测部分。在FAO/UNEP制定的《荒漠化评价暂行方法》中，荒漠化的评价由3部分组成，即，现状评价、动态评价和潜在危险性评价，其中，动态评价部分就是指荒漠化监测。慈龙骏(2005)指出，荒漠化的评价过程中还应该加入与荒漠化损失相关的内容，这一点很重要。

最早见于文献的荒漠化评价是1975年秋季，在联合国和国际自然及自然资源保护联合会资助下对苏丹中南部撒哈拉南缘的沙漠入侵和生态退化状况的评价，这项研究目的是为该地区进一步综合研究和开发项目奠定基础。该研究是通过空间和地面调查相结合的方法确定植被和沙漠的边界与范围，并将误差控制在5 km，Lamprey(1975)将该调查结果与1958年苏丹植被调查结果比较后得出的结论是，两个时段内撒哈拉沙漠的边界向南移动了90~100 km，平均年移动速率为5.5 km。此后，许多对此结论持怀疑和批评态度的学者在这一地区做了大量的研究，如Hellden(1988)等许多研究人士所得出的结论与Lamprey的相反。慈龙骏(2005)认为Lamprey研究的意义不在于他所得出的结论，而在于它为荒漠化评价提供了一个可供争论的开端。由慈龙骏教授等20余位专家学者所著的《中国的荒漠化及其防治》一书的第796~836页，专门就荒漠化评价的概念、历史沿革、评价基准、评价方法、评价模型及其应用等进行了论述，此处不再重复。

张广军等(2005)的著作《水土流失及荒漠化监测与评价》中指出，荒漠化评价，简单地讲就是对分布于干旱、半干旱和亚湿润区的退化土地进行类型的划分与程度的分等级，或者说是从退化的角度对荒漠化土地进行质与量的界定。从根本上说，它属于土地资源评价或土地质量评价的范畴，是为土地利用服务的。具体内容包括：(1)荒漠化现状评价；(2)荒漠化灾害评价；(3)荒漠化发展速率评价；和(4)荒漠化发展趋势评价。书中介绍的荒漠化评分分级指标，此处不做罗列，本研究 and 调查(评价)所用的

指标与之相同。

2.3 小 结

荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和干燥的亚湿润区的土地退化(比如,四川省的荒漠化区域就属于干燥的亚湿润区),它们在全球范围内的扩大已经引起了国际社会的深切关注。目前,全球荒漠化正以每年50万 hm^2 的速度扩展,6大洲100多个国家和占1/5的世界人口受到荒漠化威胁。我国是世界上荒漠化较为严重的国家之一,根据1999年完成的第二次全国荒漠化监测结果,全国荒漠化总面积为267.4万 km^2 ,比第一次监测结果净增5.2万 km^2 。这种土地退化,严重影响了我国工农业生产发展、社会的稳定和人民生活富裕。因此,对荒漠化监测、评价和治理,是一项重要的工作。此次调查(本研究),即是第三次全国荒漠化监测在四川省的进展及全省的监测情况。文中利用“监测”一词来代替“调查”,而实际是到荒漠化区进行详细地调查,此处需要指明,以免提到“监测”时,许多人会误认为是对卫星影象图(如MSS, TM, SPOT等)的解读。文中这样应用主要是因为,第一,调查属于监测范畴;即,此次调查是重点地区监测;第二,根据国家林业局和四川省林业厅于2003年所下达的标准文件(见第1节选题依据部分),“调查”应该用“监测”一词来描述。

3 研究方案

3.1 监测区概况

3.1.1 地理位置及地形地貌

监测区地处四川省西南边陲横断山脉北段,金沙江东岸高山峡谷地带,属巴塘、得荣、乡城三县范围。东与稻城、理塘县接壤,南和云南省中甸县毗邻,西靠西藏自治区,北连白玉县。地跨东经 $98^{\circ}57'53'' \sim 100^{\circ}04'$, 北纬 $28^{\circ}32' \sim 30^{\circ}37'50''$ 。在监测区内高山约占 90%, 极高山约占 8%, 河谷约占 2%。荒漠化区属于长江上游金沙江水系, 川西高原高山峡谷区。其地貌特征: 沟谷狭窄, 山高坡陡, 岩石裸露, 山脉河流呈南北走向。最高海拔 6 204 m, 位于巴塘东北部的格聂雪峰; 最低海拔 2 200 m, 位于得荣县金沙江口。

巴塘县位于四川省西部青藏高原南缘, 金沙江中游东岸, 是川、滇、藏三省(区)结合部, 与理塘、乡城、得荣、白玉四县接壤, 同西藏的盐井、芒康、贡觉和云南的德钦等县隔江相望。地理座标为东经 $98^{\circ}57'58'' \sim 99^{\circ}44'21''$, 北纬 $28^{\circ}44' \sim 30^{\circ}37'50''$ 。巴塘地处横断山脉北端金沙江东岸河谷地带, 地势北高南低, 东高西低。海拔在 2 350 m 至 6 240 m 之间, 平均海拔高度在 3 000 m 以上。全境地貌属“川西高山、高原区”中的“金沙江东岸极高山亚区”。县内地貌类型又可分为北部极高山区, 中南部高山峡谷区和东部半高山、山原区。

得荣县荒漠化监测调查区位于四川省西部、甘孜州西南边缘的金沙江干旱河谷地段, 地理位置为东经 $99^{\circ}08' \sim 99^{\circ}34'$, 北纬 $28^{\circ}32' \sim 29^{\circ}10'$, 东西宽 39.5 km, 南北长 73.5 km, 幅员面积 175 017 hm^2 。监测区地处长江上游(川西高原高山峡谷地区), 辐射得荣县境内的东、北、中部九个乡(镇), 东面与乡城县相邻, 北面与巴塘县接壤。其地貌特点是, 沟谷狭窄、山高坡陡、砂石裸露, 山脉河流呈南北走向, 境内最高海拔 5 096.7 m, 最低海拔 2 280 m, 系典型的亚热带干旱河谷地区。

乡城县地处四川省西南边陲, 东与稻城接壤, 南和云南省中甸县毗邻, 西靠巴塘、得荣, 北连理塘。地跨东经 $99^{\circ}22' \sim 100^{\circ}04'$, 北纬 $28^{\circ}34' \sim 29^{\circ}39'$, 总面积 5 007.78 km^2 , 隶属四川省甘孜藏族自治州, 辖区内有 1 个镇有, 11 个乡, 总人口 25 089 (人)。距州府康定 488 km, 距省会成都 960 km。距云南省昆明 930 km。

乡城县属横断山脉的中北段, 沙鲁里山系南, 地势东北高, 西低。最高点为北部

的结略峰海拔 5 336 m, 最低点, 为南部的仲达村海拔 2 560 m。依山势走向境内硕曲、定曲、玛依三条河由北向南并列纵贯全境。把全县地貌切割为三谷、四山、六面坡。定曲河以西及其部和南部主要是高山峡谷地带, 占 29%, 平坝分布零散, 仅占 3%, 形成北高南低的波壮倾斜面。

3.1.2 气候

荒漠化区属亚湿润干旱气候。据县气象站资料, 年均温 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$; $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温 $3\,200 \sim 4\,500^{\circ}\text{C}$; 年降水量 $450 \sim 830\text{ mm}$, 80% 的降水都集中在雨季(6~9 月); 年蒸发量 $1\,900 \sim 2\,300\text{ mm}$; 年日照 $1\,800 \sim 2\,350\text{ h}$; 平均风速 $0.9 \sim 2.3\text{ m/s}$; ≥ 8 级大风日数最多 34 d; 连续无降水日数 $43 \sim 80\text{ d}$ 。区内气候有降水量少, 蒸发量大, 日照充足, 太阳辐射强烈, 昼夜温差大, 气候类型多样, 垂直变化显著等特点。气候垂直带谱通常分为“干旱河谷亚热带, 山地暖温带, 山地凉温带, 山地寒温带, 高山亚寒带以及极高山永冻带”。在同一气候带内, 因海拔、坡向的不同, 气候也存在明显差异, 时空变化显著, 有“山高一丈, 气候大不一样”和“一山有四季, 隔里不同天”之说。由于地形复杂, 海拔高, 又是异性气候交汇之处, 所以大气变化异常, 灾害性天气种类繁多。春秋多霜冻, 夏季多冰雹, 危害最大的是干旱和夏洪。

巴塘所处的地理纬度, 应属亚热带气候。但由于海拔高度, 南北走向的山脉和大气环境的影响, 除金沙江河谷地带外, 亚热带气候特点不明显, 大部分地区属大陆季风气候。主要有以下特点: ①光照充足。据巴塘县气候观测记载, 年日照时数 $2\,300 \sim 2\,700\text{ h}$, 年均气温 $11.4 \sim 16.0^{\circ}\text{C}$, 最冷月平均气温在 $2.4 \sim 7.5^{\circ}\text{C}$, 极端最高温 38°C , 平均日较差 18.4°C 。年均无霜期。县城为 $151 \sim 184\text{ d}$, 措拉区 $89 \sim 112\text{ d}$, 金沙江河谷为 $195 \sim 294\text{ d}$ 。②干湿季明显。巴塘年均降雨量在 $350 \sim 650\text{ mm}$; 6~9 月降水量占全年降水量的 78%。③季风强烈, 空气对流量大。④具有垂直差异。气温随海拔升高而递减, 据现测推算, 海拔每上升 100 m , 气温下降 $0.59 \sim 0.64^{\circ}\text{C}$ 。同时, 随坡向变异都会导致气温变化。

得荣县荒漠化监测区内的气候接地理地带性划分属亚热带, 按中国气候区划分属高原气候区, 即康滇气候区。从局部气候条件来看, 由于受西风环流的南支急流和印度洋气候控制, 以及青藏高原和重重高山屏障的作用, 太平洋气候影响极小, 大陆性气候特点明显, 从而构成了降雨量少, 蒸发量大, 日照充足, 辐射强烈, 昼夜温差大, 气候类型多样, 垂直变化显著等特点。其气候垂带普通常分为“干旱河谷亚热带、干

旱暖温带、中山温带、亚高山温带、高山亚寒带”等5带。年均气温分别为14.0~16.0℃、13.0~15.0℃、9.0~13.0℃、4.5~8.8℃、1.0℃，年均蒸发量是降水量的7.3倍(84年至96年的12年间，年均降水量仅325 mm，而年均蒸发量达2 360 mm)，干旱期持续时间长达9个多月。

乡城属大陆性季风高原型气候，具有十分明显的地域性分异垂直变化，昼夜湿差大，雨量少而集中，干湿季分明，干燥度大的特点。县城地处硕曲河中游，气候温和，年平均气温10.7℃，年积温3 595.1℃。年降水量472 mm，集中于6~9月；光资源丰富，年日照为2 066.6 h。年均无霜期163 d。冬春极为干燥，河谷地无“焚风效应”（干燥风）剧烈。年蒸发量2 362.4 mm，为年降水量的5.3倍。年均相对湿度为51%，最低（1月份）相对湿度33%，干燥度196.0；最高（8月份）相对湿度74%，干燥度0.7，年均干燥度2.4，是全省少雨干旱的特殊地区之一。

3.1.3 土 壤

复杂的地貌气候类型形成了土壤的多样性，并呈现出垂直分布规律突出的特点。根据四川省林业厅2003年编制的《四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地监测实施细则》，对巴塘、得荣、乡城三县的土壤、水系、植被、土地利用现状和社会经济情况进行实际调查，结果显示，巴塘、得荣、乡城三县从低海拔到高海拔，一般依次分布褐土—山地棕壤—棕色针叶林土—亚高山草甸土—高山草甸土—沼泽土—寒漠土。

3.1.3.1 巴塘县土壤概况

巴塘县土壤主要种类为九个土类：褐土、灰褐土、棕壤土、暗棕壤土、棕色针叶林土、亚高山草甸土、沼泽土、高山寒漠土类。全县土地总面积784 386 hm²，其中自然土地面积776 699 hm²，占全县总面积的99.02%。

褐土类：主要分布于金沙江和巴曲、莫曲河谷海拔在3 000 m（北部）3 200 m（南部）以下的2~5阶地冲积扇和坡裙土上，土壤厚度一般在50~120 cm之间，全县褐土类面积143 014 hm²，占土类面积的5.87%。

灰褐土：主要分布于北纬30°以北溪沟中上部山涧平地 and 干溪坡，以南分布极少，土壤厚度一般在60~100 cm之间，全县灰褐土类面积32 047 hm²，占土类面积的3.95%。

棕壤土类：主要分布于海拔3 000~3 400 m的局部沟谷中，小型洪积扇与坡裙上，

土壤厚度一般在 50~100 cm 范围内,全县棕壤土面积 79 428 hm²,占土类面积 9.79%。

暗棕壤:分布于海拔 3 600~3 900 m 寒冷潮湿的山体中上部,土壤厚度一般在 50~90 cm 范围内,暗棕壤土类面积 112 885 hm²,占土类面积 13.9%。

棕色针叶林土类:分布于海拔 3 900~4 300 m 的亚寒温带向寒温带过渡地带,土壤厚度在 60~100 cm 范围内,棕色针叶林土类面积 38 751 hm²,占土类面积 4.78%。

亚高山草甸土类:分布于海拔 3 900~4 600 m 较为平旷的分水岭,古冰碛平台,开阔的山原及夷平面。土层厚 40~80 cm 之间,亚高山草甸土面积 66 515 hm²,占土类面积 8.2%。

高山草甸土类:分布于海拔 4 200~4 800 m 的高山顶部平缓山坡、冰碛平台、溃堤等处,土层厚 30~60 cm。高山草甸土类面积 289 590 hm²,占土类面积 35.69%。

沼泽土类:在此次荒漠化监测范围内不涉及该土类。

高山寒漠土类:该土类无利用价值,其主要分布海拔 4 800 m 以上高山顶部及雨线以下的分水岭背,古冰斗及冷碛平台等处的石隙、石块和流石滩之间,该土类面积 138 245 hm²,占土类面积 17.04%。

3.1.3.2 得荣县土壤概况

从监测区地表面观察,得荣县荒漠区砂石裸露,质地松散,植被极差。土壤分布规律,因受地形、地貌、气候、植被和成土母质的制约,呈现出以垂直分布规律为主要形式(水平分布规律不明显),其土壤垂直带谱为土地燥褐土(基带):2 280~2 500 m;土地褐土:2 500~3 100 m;山地棕壤:3 100~3 600 m;棕色针叶林土:3 600~4 000 m;草甸土:4 200~4 700 m。

由于监测区属干旱河谷气候类型,虽植物种类繁多,但覆盖率极差。树木种类有 38 科 74 属 133 种(包括亚种、变种等)。这些种类构成植被的主体,并在地形地貌、气候、土壤等的综合影响下,随着海拔的增加,水热条件的改变,植被类型呈明显的垂直分布规律。其主要有干旱河谷荒漠带;中山杂灌带,高山针叶带和极高山草甸寒漠带。

3.1.3.3 乡城县土壤概况

由于地处高山峡谷,乡城县地形地貌错综复杂及生物气候影响,致使土壤类型复杂多样。土壤普查结果,全县土壤分 9 个土类,12 个亚类,14 个土属,39 个土种。由河流新冲母质发育而成在海拔 2 650 m 的范围内的土壤为潮土。山土褐土分布在海拔 2 650~3 200 m 范围内,在半干旱暖温气候和旱生灌丛植被条件下,通过碳酸盐的

淋溶淀积和弱酸粘作用形成。下分 2 个亚类, 6 个土属, 21 个土种。山地棕壤: 多分布在海拔 3 200~3 800 m 范围内, 在半湿润温带、寒温带和高山松。高山栋植被下, 经过强度粘化作用形成。续分 1 个亚类, 3 个土属, 8 个土种。高山草甸土: 多在海拔 4 200~4 700 m 范围内, 在亚寒气候、草甸、灌丛的植被条件下, 通过生草化作用形成。根据灌丛的侵入程度, 可分为高山草甸土和高山灌丛草甸土两个亚类。

3.1.4 水 系

荒漠化区属长江上游金沙江水系, 金沙江由北向南从巴塘、得荣西部边界流过, 境内流程 258 km, 比降 20~30%, 多年平均流量 $943 \text{ m}^3/\text{s}$, 不通航。境内主要支流有 6 条, 即: 巴曲河、莫曲河、定曲河、玛曲河、许曲河、硕曲河。

巴塘县水系均属长江上游金沙江水系, 金沙江水由北向南通过西境。流程 188.2 公里。其主要支流有巴曲、莫曲、定曲。巴曲河从北到南贯穿措拉、雅哇和夏邛三个区(镇)的茶洛、沙溪、德达、列衣、波戈溪、松多、莫多、党巴、夏邛镇等九个乡(镇), 在川藏公路线 412 km 流入金沙江, 流程 147 km。莫曲河流经亚日贡、中咱、昌波三个乡, 流程 90 km, 在昌波河谷与金沙江汇合。定曲河流经波密乡, 流程 107.9 km。

除巴曲、莫曲、定曲外, 巴塘县各高山大川足下的支沟长期流水的共 58 条, 其中集水面积 100 km^2 以上的 19 条。县境内共有大小湖泊 107 个, 总面积 $1\,287 \text{ km}^2$ 。

得荣县境内河流均为长江上游金沙江水系。金沙江由北向南经过荒漠化监测区西面境内流长 73 km。监测区内有 3 条主要河流, 8 条小沟, 4 个高山湖泊和 100 余处泉水。3 条主要河流, 即, 定曲河, 由北向南纵贯全境, 境内长 70 km; 玛曲河, 由东向西流入定曲河, 境内流长 16 km; 许曲河, 由东向西流入定曲, 境内流长 22 km。

乡城县境内溪沟纵横, 硕曲河、玛依河、定曲河 3 条河流形成了 3 大流域, 自北向南经松麦河流入金沙江。水量丰富, 溪河流域面积达 100 km^2 以上的有 10 条, 接近 100 km^2 的有 6 条, 都源于高山顶部, 坡降为 20~30%, 硕曲河以东的 33 座高山湖泊靠冰雪补给水量, 形成了天然水库。硕曲河县境内河流长 121 km, 平均流量为 $39.33 \text{ m}^3/\text{s}$, 年总径流量为 11.92 亿 m^3 。

由于水土流失严重, 三河流的含沙量都高, 硕曲河含沙量为 $1\,870 \text{ g/m}^3$, 玛依河含沙量为 $1\,860 \text{ g/m}^3$, 定曲河含沙量为 $1\,880 \text{ g/m}^3$ 。泥沙经河流面积形成天数沙滩、沙洲, 沿岸地势较低的土地屡遭洪水淹没后, 成为沙地。现水土流失面积达 $1\,251.95 \text{ km}^2$, 占全县幅员面积的 25%, 平均侵蚀模数达 $731.4 \text{ t}/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$, 土壤流失主要干旱河谷,

荒山和坡耕地。

3.1.5 植 被

监测区植物种类较多，以耐旱或耐寒植物为主，据初步统计，树木种类有 38 科 74 属 133 种。这些种类构成植被的主体，并在地形地貌、气候、土壤等的综合影响下，随着海拔的升高，水热条件的改变，从低海拔到高海拔，植被类型呈明显的垂直规律：①干旱河谷刺丛带；②落叶阔叶灌丛带；③亚热带山地硬叶常绿阔叶林带；④针叶阔叶混交林带；⑤亚高山针叶林带；⑥高山灌丛草甸带；⑦流石滩植被带；⑧永久冻土带。其主要植被有：云杉 (*Picea asperata* Mast.)、冷杉 (*Abies fabri* (Mast.) Craib)、高山松 (*Pinus densata* Mast.)、杨 (*populus*)、柳 (*Salix matsudana* Koidz.)、高山栎 (*Quercus semicarpifolia* Smith.)、杜鹃 (*Rhododendron*)、白刺花 (*Sophora davidii* (Franch.) Skeels)、小叶黄荆 (*Vitex negundo* Linn.)、早熟禾 (*Poa annua* Linn.)、莎草 (*Cyperaceae*) 等。

表 1 土地利用情况统计表(hm²)
Table 1 The situation on land use in the selected region till the year of 2003

县 名	项 目	土地总面积	耕 地	林 地	草 地	居民工矿及 交通	水 域	未利用地
合 计	三县合	1560750.8	9325.0	687370.9	621833.3	3384.6	23659.7	215177.3
	计	100	0.597	44.041	39.842	0.217	1.516	13.787
	荒漠化	856985.6	8334.1	428118.4	329545.6	5294.9	7513.9	78178.7
巴 塘 县	乡合计	100	0.972	49.956	38.454	0.618	0.877	9.122
	全 县	784386.0	4443.0	262317.0	325200.0	1109.3	12833.0	178483.7
		100	0.566	33.442	41.459	0.141	1.636	22.755
乡 城 县	荒漠化	329954.0	2930.0	140382.8	137974.1	610.5	4474.6	43582.0
	乡合计	100	0.888	42.546	41.816	0.185	1.356	13.209
	全 县	490225.8	2329.0	299881.9	161680.0	1398.0	8840.0	16096.9
得 荣 县		100	0.475	61.172	32.981	0.285	1.803	3.284
	荒漠化	306525.6	1082.1	178570.6	104747.5	650.7	1808.7	19666.0
	乡合计	100	0.353	58.256	34.173	0.212	0.590	6.415
得 荣 县	全 县	286139.0	2553.0	125172.0	134953.3	877.3	1986.7	20596.7
		100	0.892	43.745	47.164	0.307	0.694	7.198
	荒漠化	220506.0	4322.0	109165.0	86824.0	4033.7	1230.6	14930.7
乡 城 县	乡合计	100	1.960	49.507	39.375	1.829	0.558	6.771

注：横线之上为面积，之下为所占比例 Note: Date of the numerator is the area and denominator is the related proportion in each row.

3.1.6 土地利用现状

据 2003 年调查，全省荒漠化乡幅员面积 856 985.6 hm²，占荒漠化县幅员面积的 54.9%。在荒漠化乡幅员面积中，耕地 8 334.1 hm²，占 1.0%；林地 428 118.4 hm²，占 50.0%；草地 329 545.6 hm²，占 38.5%；居民、工矿及交通用地 5 294.9 hm²，占 0.6%；水域 7 513.9hm²，占 0.9%；未利用地 78 178.7 hm²，占 9.1%。分县荒漠化乡土地利用现状见表 1。

3.1.7 社会经济情况

2003 年，荒漠化乡总人口 54 358 人，其中农业人口 44 647 人，农业劳动力 20 928 人。荒漠化乡社会总产值 20 297 万元，农业总产值 5 763 万元，林业产值 749 万元，牧业产值 3 653 万元。

全省荒漠化乡 2003 年粮食总产量 17 822 t，人均 GDP 为 3 261 元，农民人均纯收入 547 元。各县荒漠化乡社会经济情况见表 2。

表 2 社会经济情况调查与统计表
Table 2 General information of social economy in the selected area

县 名	总人口			社会 总产值 (万元)	农业产 值 (万元)	林业产 值 (万元)	牧业产 值 (万元)	人均 GDP (元)	农民人 均纯收 入 (元)	粮食总 产量 (t)
	计	农业人口								
		计	农业劳 动力人 数							
合 计	54358	44647	20928	20297	5763	749	3653	3261	547	17822
巴塘县	21263	18428	8638	12590	2946	371	1486	3050	431	9209
乡城县	8588	4426	2074	3698	436	105	383	3454	214	1556
得荣县	24507	21794	10216	4009	2381	273	1784	3278	995	7057

由于气候变异和人为活动在内的种种因素造成川西北高原亚湿润干旱地区的土地退化，致使该地区的雨浇地、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力复杂性下降或丧失。其主要表现是风蚀和水蚀致使土壤物质流失；土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化；自然植被长期丧失。加上该地区幅员广阔，人烟稀少，文化落后，交通闭塞，通讯不畅，第三产业滞后，畜牧业商品率降低，严重制约了该地区经济的发展。

3.2 监测目标及内容

1)定期提供乡级以上各级行政单位和全省的不同类型及程度的荒漠化土地的分布、面积及动态变化情况。

2)分析自然和社会经济因素对土地荒漠化过程的影响，对土地荒漠化状况、危害及治理效果进行分析评价，为提出荒漠化防治的对策与建议，为国家和省宏观决策提供服务。

根据国家荒漠化监测中心划定的监测范围，四川省涉及巴塘、得荣、乡城 3 个县的部分地区，涉及 20 个乡镇，4 个国有林场，监测总面积 573 237 hm²，其中巴塘 273

464 hm²，占 47.7%；得荣 164 596 hm²，占 28.7%；乡城 135 177 hm²，占 23.6%。四川省巴塘、得荣、乡城 3 个县荒漠化土地分布范围见表 3。

表 3 四川省巴塘、得荣、乡城 3 个县荒漠化土地分布范围统计表
Table 3 The regions selected of desertification in Sichuan

县	乡(镇)		国有林场	
	个 数	名 称	个 数	名 称
合 计	20		4	
巴塘县	8	波密乡、昌波乡、地巫乡、苏洼笼乡、亚日贡乡、中心绒乡、中咱乡、竹巴笼乡	4	波密林场、中心绒林场、中咱林场、竹巴笼林场
得荣县	8	贡波乡、八日乡、白松乡、奔都乡、茨巫乡、古学乡、斯闸乡、松麦乡		
乡城县	4	定波乡、正斗乡、热打乡、白依乡		

3.3 研究方法

3.3.1 技术资料准备

收集调查地区的有关专题图片、文字、数据等资料，作为调查和分析时参考。包括荒漠化监测、国土详查、草地调查、森林资源清查、农业区划、水文、气象、荒漠化治理、土地利用现状、社会经济情况等资料。准备调查用表、器具、劳保用品和交通工具等。根据荒漠化土地分布范围，准备了与上次监测同等比例尺或大比例尺的(1:5万或1:10万)地形图一至二套，并将监测范围转绘到外业用地形图上。

3.3.2 技术培训

所有参加监测工作的技术人员都具有相关的工作经验(尽可能抽调参加过1999年监测的技术人员)，并接受技术培训。在外业工作开展前，由省荒漠和沙化监测领导小组办公室和省荒漠和沙化监测中心统一组织培训。培训内容包括《四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地监测实施细则》、GPS的应用、植被与土壤专业调查等。培训采用内外业结合的方法。培训结束后进行考核。外业培训根据各监测县的具体情况，在各县进行，选取40块样地对调查员进行了现场考核，通过培训考核，达到统一认识，统一技术标准、统一工作方法的目的。考核正确率达到95%以上的人员才有资格参加调查。

3.3.3 监测方法

在划定的荒漠化范围内，所有土地都进行了现地图斑划分，确定地类界线，并调查有关因子，用文字和代码进行记载(非荒漠化土地只调查土地利用类型)。以乡为单位从上到下，从左到右按顺序对图斑编号，做到不重不漏。

1)区划系统。区划系统为县、乡、图斑(地块)三级区划。

2)划分图斑的条件

- 土地利用类型不同；
- 荒漠化类型不同；
- 治理措施不同；
- 荒漠化程度或该荒漠化类型的评价指标中有一个指标的级距或状态不同；
- 土地权属不同。

3)划分图斑的细致程度

图上最小图斑面积为 4 mm^2 ，狭长图斑的宽度不小于 1 mm 。对不足 4 mm^2 的治

理成果图斑，划了点状图斑。上次调查过的图斑编号，填记在本次图斑号后括号内，图斑土地利用类型未发生变化的图斑界不变,界线变化的说明了原因。

对发生变化的水系、道路、水渠、居民点等进行了修正，以使图件能反映现实。

3.3.4 图斑调查

所有调查图斑的调查因子都必须按《四川省巴塘、得荣、乡城 3 个县荒漠化土地监测实施细则》第三章第四节“荒漠化图斑调查表的填写和非荒漠化图斑调查表的填写”要求认真记载，做到内容完整，数据准确，字迹清晰，不简化，一个图斑分两栏填记，既要填文字又要填代码(调查表上栏填文字，下栏填代码)。

3.3.5 内 业

3.3.5.1 外业资料整理

为保证外业所收集信息的可靠性，在每个乡(镇)外业结束后，生产者对所有调查材料进行了全面整理。整理的内容主要包括：①规定、办法执行情况；②项目是否齐全，调查因子(数据)是否正确，调查因子间有无矛盾，能否反映现地实际情况，精度是否符合规定要求；③格式是否规范，资料是否完整；④图、表是否对口、各种界线是否正确，图幅间是否衔接，图斑编号、因子代码是否准确等。外业资料经检查合格后才正式转入内业工作。省、县级行政单位用最新的国家统一编码填写，乡代码各县自定，不能重复。

表 4 两次读数允许误差值			
Table 4 The accredited error range of different data			
求 积 仪 法		网 点 (格) 法	
图形分划数	允许误差分划数	图形点 (格) 数	允许误差点 (格) 数
≤50	1	≤0	2
151-600	2	51-100	3
601-1000	3	101-150	4
1001-1400	4	151-200	5
1401-1800	5	>200	6
1801-2200	6		

3.3.5.2 面积量算

用直接量算和 GIS 两种方法量算面积。直接量算主要在各县内业进行，GIS 量算则在在全省汇总使用。面积量算按照“层层控制，分级量算，按比例平差”的原则进行。

1)直接量算面积

- 乡(镇)幅员面积：以国土详查的法定面积为准，记至整 hm^2 。
- 地块面积：在经过清绘后的调绘工作图上，根据条件因地制宜采用计算纸(透明方格纸)法、网点法、求积仪法等量算两次，两次之间误差在允许范围内取

其平均值(记到 0.1 hm^2)。两次读数允许误差值如表 4 所示。

➤ 精度要求

1)乡(镇)内荒漠化土地总面积用地形图图幅或公里网理论面积控制, 求算面积与理论面积之差 $\leq \frac{1}{200}$; 并平差。

2)一个乡(镇)内荒漠化土地分地块求算面积之和与理论面积控制修正后面积之差 $\frac{1}{100}$, 并按地块面积大小比例平差。

2)GIS 量算面积

在所形成图斑矢量图形数据基础上, 用 GIS 量算图斑面积, 单位为 hm^2 , 精确到 0.1 hm^2 (用 GIS 求算面积时, 图斑图形数据须为高斯 一克吕格投影)。

3)面积统计

分乡(镇)、县、省统计各类型荒漠化土地和其它土地利用类型面积。根据本期与前期监测结果计算荒漠化土地动态变化数据。

3.3.5.3 荒漠化土地分布图的编制

1)县荒漠化土地分布图的编制

四川省巴塘、得荣、乡城 3 个县荒漠化监测中心在基础地理信息和图斑图形数据的基础上, 用 GIS 软件编制各县荒漠化土地分布图。

➤ 分布图内容包括专题图斑界线, 省、县、乡行政界线、气候类型界线、主要道路和水系、村以上居民点位置、图名、图例、比例尺、图签、位置图、编图说明、编图单位和时间等。在图斑内用分子式注记图斑号、土地利用类型、荒漠化土地类型、荒漠化程度(如图斑号为 8, 面积为 10.2 hm^2 , 土地利用类型为有林地(210), 荒漠类型为风蚀(1), 荒漠化程度为中度(2), 则为 $(8 \frac{10.2-210}{1-2})$ 。并在图例内注明。

➤ 编绘最小上图面积 4 mm^2 , 不足 4 mm^2 的图斑用点状标示。比例尺根据制图区域面积确定。

➤ 图名: XX 县荒漠化土地分布图。图幅大小不能超过 $70 \text{ cm} \times 90 \text{ cm}$, 可以不全县覆盖。绘图按《林业地图图式》的要求编绘。荒漠化土地按荒漠化类型着色, 荒漠化范围界、行政界、道路、水系着色按《林业地图图式》要求着色。图斑界用实线。在内图线与外图廓线之间应标公里网和经纬度。

➤ 不能标示分子式的图斑，应在图内适当位置列表反映。

2)省荒漠化类型、程度图及省荒漠化土地利用类型图编制

根据第三次全国荒漠化和沙化监测省级专题图成图规范，以各县荒漠化土地分布图为依据进行缩编，按荒漠化类型、程度、土地利用类型着色，绘制全省 1:50 万荒漠化类型、程度图及省荒漠化土地利用类型图。

3.3.6 评价方法

3.3.6.1 荒漠化程度评价

3.3.6.1.1 土地荒漠化程度分级

荒漠化程度反映土地退化的严重程度及恢复生产力和生态系统功能的难易状况。各类型荒漠化土地的程度分为四级：轻度、中度、重度和极重度。

3.3.6.1.2 荒漠化程度评价方法

分别荒漠化类型和土地利用类型，采用不同的荒漠化程度评价指标和方法。

1) 因子数量化评价方法。采用多个评价指标，调查各指标的定量值或定性值，据此确定各指标的评分值；用各指标的评分值之和确定荒漠化程度（轻度、中度、重度、极重度或非荒漠化）。

2) 定性与定量相结合方法评价荒漠化程度，最后统一定性其荒漠化等级。

3.3.6.1.3 风蚀、水蚀、盐渍化程度评价指标

1) 风蚀

(1) 草地、林地、和未利用地

- 植被盖度（亚湿润干旱地区）：<10%（评分 40）、10~29%（评分 30）、30~49%（评分 20）、50~69%（评分 10）、≥70%（评分 4）。
- 土壤质地：粘土（评分 1）、壤土（评分 5）、砂壤土（评分 10）、壤砂土（评分 15）、砂土（评分 20）。或砾石含量<1%（评分 1）、1~14%（评分 5）、15~29%（评分 10）、30~49%（评分 15）、≥50%（评分 20）。
- 覆沙厚度：≥100 cm（评分 15）、99~50 cm（评分 11）、49~20cm（评分 7.5）、19~5 cm（评分 4）、<5 cm（评分 1）。
- 地表形态：平沙地或沙丘高度≤2 m（评分 6）、沙丘高度 2.1~5.0 m（评分 12.5）、沙丘高度 5.1~10 m（评分 19）、戈壁、风蚀劣地、裸土地或沙丘高>10 m（评分 25）。

荒漠化程度分级（各指标评分之和）：非荒漠化≤8、轻度 19~37、中度 38~61、

重度 62~84、极重度 ≥ 85 。

(2)耕地

- 作物产量下降率（指作物现实产量与同年度该地区非荒漠化耕地在正常生产水平下产量相比下降的百分数）： $< 5\%$ （评分 4）、 $5 \sim 14\%$ （评分 10）、 $15 \sim 34\%$ （评分 20）、 $35 \sim 74\%$ （评分 30）、 $\geq 75\%$ （评分 40）。
- 土壤质地：粘土（评分 2）、壤土（评分 9）、砂壤土（评分 17.5）、壤砂土（评分 26）、砂土（评分 35）。或砾石含量 $< 1\%$ （评分 2）、 $1 \sim 9\%$ （评分 9）、 $10 \sim 19\%$ （评分 17.5）、 $20 \sim 29\%$ （评分 26）、 $\geq 30\%$ （评分 35）。
- 有效土层厚度（表土层+心土层）： $> 70 \text{ cm}$ （评分 2）、 $70 \sim 40 \text{ cm}$ （评分 6）、 $39 \sim 25 \text{ cm}$ （评分 12.5）、 $24 \sim 10 \text{ cm}$ （评分 19）、 $< 10 \text{ cm}$ （评分 25）。

荒漠化程度分级（各指标评分之和）：非荒漠化 ≤ 5 、轻度 $16 \sim 35$ 、中度 $36 \sim 60$ 、重度 $61 \sim 84$ 、极重度 ≥ 85 。

2) 水蚀

(1) 草地、林地、和未利用地

- 植被盖度： $\geq 70\%$ （评分 1）、 $69 \sim 50\%$ （评分 15）、 $49 \sim 30\%$ （评分 30）、 $29 \sim 10\%$ （评分 45）、 $< 10\%$ （评分 60）。
- 坡度： < 3 度（评分 2）、 $3 \sim 5$ 度（评分 5）、 $6 \sim 8$ 度（评分 10）、 $9 \sim 14$ 度（评分 15）、 ≥ 15 度（评分 20）。
- 侵蚀沟面积占图斑面积百分比（%）： ≤ 5 （评分 2）、 $6 \sim 10$ （评分 5）、 $11 \sim 15$ （评分 10）、 $16 \sim 20$ （评分 15）、 > 20 （评分 20）。

荒漠化程度分级（各指标评分之和）：非荒漠化 ≤ 4 、轻度 $25 \sim 40$ 、中度 $41 \sim 60$ 、重度 $61 \sim 84$ 、极重度 ≥ 85 。

(2) 耕地

- 作物产量下降率： $< 5\%$ （评分 3）、 $6 \sim 14\%$ （评分 10）、 $15 \sim 34\%$ （评分 20）、 $35 \sim 74\%$ （评分 35）、 $\geq 75\%$ （评分 50）。
- 坡度： < 3 度（评分 1）、 $3 \sim 5$ 度（评分 5）、 $6 \sim 8$ 度（评分 10）、 $9 \sim 14$ 度（评分 15）、 ≥ 15 度（评分 20）。
- 工程措施：反坡梯田（评分 1）、水平梯田（评分 5）、坡式梯田或隔坡梯田（评分 10）、简易梯田（评分 20）、无工程措施（评分 30）。

荒漠化程度分级（各指标评分之和）：非荒漠化耕地 ≤ 4 、轻度 $25 \sim 40$ 、中度 $41 \sim$

60、重度 61~84、极重度 ≥ 85 。

3) 盐渍化

(1) 草地、林地和未利用地

轻度：土壤含盐量 0.5~1.0%，地面可见少量盐碱斑 ($\leq 20\%$)，有耐盐碱植物出现，植被盖度 $\geq 6\%$ 。

中度：土壤含盐量 1.0~1.5%，地面出现较多的盐碱斑 (21~40%)，耐盐碱植物大量出现，一些乔木不能生长。植被盖度 21~35%。

重度：土壤含盐量 1.5~2.0%，41~60%的地表为盐碱斑，大部分为强耐盐碱植物，多数乔木不能生长，只能生长怪柳等，植被盖度 10~20%，难于开发利用。

极重度：土壤含盐量 $> 2.0\%$ ， $\geq 61\%$ 的地表为盐碱斑，几乎无植被 ($< 10\%$)，极难开发利用。

(2) 耕地

轻度：土壤含盐量 0.5~1.0 盐碱斑占地面积 $\leq 5\%$ ，一般只危害作物苗期，缺苗 10~20%，大豆、绿豆、小麦、玉米等轻度耐盐作物能生长，产量有所下降 ($\leq 5\%$)，改良较容易。

中度：土壤含盐量 1.0~1.5%，盐碱斑占地面积 16~30%，较耐盐作物如向日葵、甜菜、水稻、苜蓿等尚能生长，缺苗 21~30%，产量下降较大 (16~35%)，需要水利改良措施。

重度：盐碱斑占地面积 31%以上，作物难于生长，一般不作为耕地使用。

极重度：极重度盐渍化土地不适合于作物生长。

3.3.6.1.4 冻融荒漠化程度评价

轻度：极高原、高山、高寒缓坡草原漫岗区，植被盖度 41~60%。

中度：极高原、高寒丘陵荒漠草原地区，植被盖度 21~40%。

重度：极高原、高寒中低山荒漠区，植被盖度 10~20%。

极重度：极高原、高山冰川侵蚀荒漠寒漠区，植被盖度 $< 10\%$ 。

3.3.6.2 环境调查因子

3.3.6.2.1 地貌类型划分

1) 平原：平坦开阔，起伏很小，相对高差 50 m 以下，一般海拔在 500 m 以下。

2) 地形起伏不大，无明显脉络，相对高差一般在 50~100 m，坡地占地面积较大。

- 3) 低山: 具有明显的顶峰和陡坡, 海拔 500~1 000 m 的山地。
- 4) 中山: 海拔 1 000~3 500 m 的山地。
- 5) 高山: 海拔高度大于 3 500~5 000 m 的山地。
- 6) 极高山: 海拔大于 5 000 m 的山地。
- 7) 高原: 海拔在 500~1 000 m 或更高的广阔平原。海拔 4 000 m 以上为极高原。
- 8) 盆地: 四周为山岭环绕, 中间地势低平的盆状地貌。

3.3.6.2.2 植被调查

- 1) 主要树种或植物种类 (建群种或优势种)。
- 2) 植被盖度: 所有植物枝叶在地面的投影面积占地面的百分数。
- 3) 起源: 分为人工 (人工种植乔、灌、草)、天然、飞播。
- 4) 植被生长状况
好: 生长旺盛, 发育良好, 枝干发达, 叶子大小和色泽正常。
中: 生长一般, 长势不旺, 但不呈衰老状。
差: 达不到正常的生长状态发育不良。

3.3.6.2.3 土壤调查

- (1) 土壤类型: 确定土类;
- (2) 土壤质地: 分为粘土、壤土、沙壤土、粉沙土、沙土。

3.3.6.3 防治荒漠化及社会经济情况调查

3.3.6.3.1 治理措施分类

1) 生物措施

封山 (沙) 育林 (草)、人工造林 (乔、灌)、人工种草、退耕还林还草、飞播、植被改良、其它生物措施。

2) 农艺措施

耕作措施 (包括横坡等高耕作、深耕、垄耕、平翻耕和免耕)、间作措施 (套种、混种)、禁牧、轮作措施 (包括草田轮作和水旱轮作)、作物配置、节水措施、种植水稻、种植绿肥、施肥、其它农业措施。

3) 工程措施

反坡梯田、水平梯田、坡式梯田、隔坡梯田、集水工程、淤地坝、拦沙坝、谷坊、排水沟、洗盐、沙障、沙层衬膜、引水拉沙、风力拉沙、客土改良、引洪淤灌、其它工程措施。

4) 化学措施

化学固沙、土地化学改良、其它化学措施。

5) 其它措施

3.3.6.3.2 荒漠化人为因素分类

过牧、樵采、开垦、挖采、水资源利用不当、弃耕、火烧、工业污染、工矿工程建设、其它。

3.3.6.3.3 土地利用情况收集

收集全县和各荒漠化乡监测期间各年土地利用情况（见附件一表 1）。包括耕地（水田、水浇地、旱地、菜地）、林地（有林地、疏林地、灌木林地、未成林造林地、苗圃地、无立木林地）、草地（天然草地、改良草地、人工草地）居民工矿及交通地（居民用地、工矿用地、交通用地、其它）、水域、未利用地等用地的面积。

3.3.6.3.4 治理情况收集

收集全县和各荒漠化乡监测期间各年防治荒漠化方面的数据(见附件一表 2)。包括封育、造林（乔灌）种草、飞播（乔灌草）、退耕还林、植被改良、沙障、水流域治理等方面的面积数据。

评价是为治理服务，因此本文最后将四川省巴塘、得荣、乡城 3 个县荒漠化的治理情况也作为一个小结，以期能为相关实践与研究做参考。

3.4 技术路线

本研究的拟设计流程如图 3 所示。

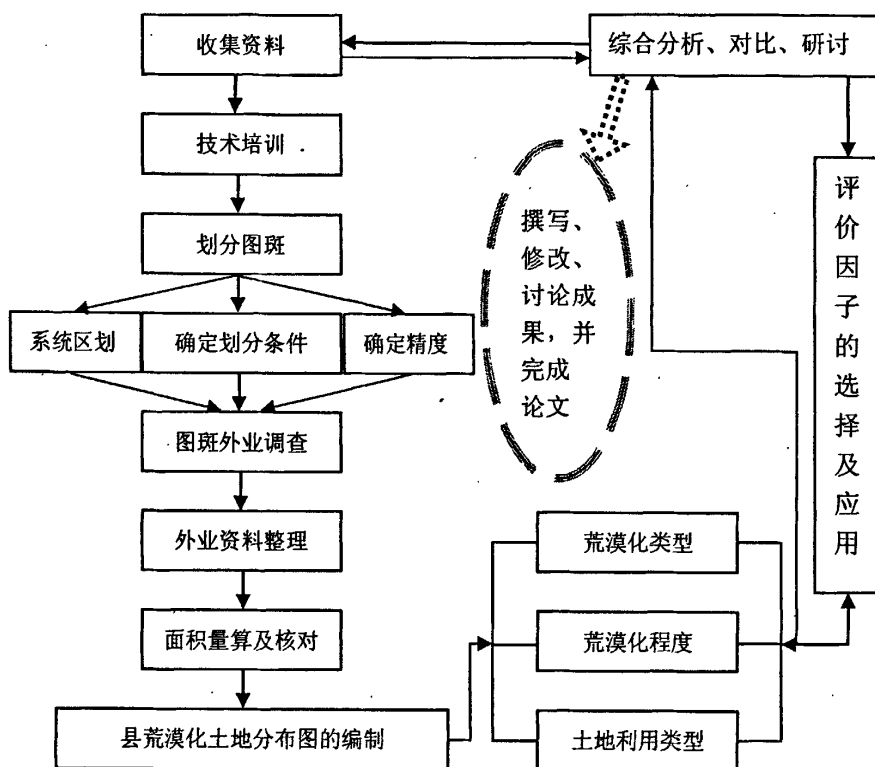


图 3 技术路线图

Fig.3 Flow chart of research

3.5 小 结

主要对四川省内 3 个需要监测的荒漠化土地区域(巴塘、得荣和乡城三县)的地理位置、地形地貌、气候、土壤、水系、植被、土地利用现状、社会经济情况进行了介绍,并对监测目标、内容、方法和技术路线做了统一规划和简要说明。具体监测和需要确认的指标主要包括图斑号,省,市州,县,县名,乡,年度,气候类型,平后面积,面积,土地利用类型调,土地利用类型名,荒漠化类型,荒漠化程度,调查方式,地貌类型,坡度,沙丘高度,地表形态,侵蚀面积比例,治理措施,土壤类型,土壤质地,石砾含量,有效土层厚度,盐碱斑占地率,覆沙厚度,植被种类,植被起源,植被盖度,植被高度,植被生长状况,作物产量下降率,作物缺苗率,荒漠化人为因素和可治理度等 36 个,但文中并不一定全部列出,而主要在于对比(与 1999 年度荒漠化程度)与评价。评价因子主要涉及土地利用类型、荒漠化类型、荒漠化级别、土地利用现状等部分。

4 结果与分析(评价)

全省监测总面积 573 237.0 hm^2 ，占全省幅员面积 4 889 万 hm^2 的 1.2%，占巴塘、得荣、乡城 3 县幅员面积 1 560 750.8 hm^2 的 36.7%，比新疆艾比湖洼地荒漠化程度（占其总面积 66.4%）（李虎，2004）和内蒙古伊金霍旗的全旗草牧场荒漠化面积（占其总全旗草牧场面积 75.6%）（杨晓晖，2000）等要小，这可能主要是因为此处的地理条件和荒漠化潜在发生势力还不如西部和东北部，所以，治理起来还是具有很大的希望的；荒漠化面积占 3 县荒漠化乡幅员面积 668 963.1 hm^2 的 85.7%；在监测总面积 573 237.0 hm^2 中，荒漠化土地面积 467 991.8 hm^2 ，占全省幅员面积的 1.0%，占监测总面积的 81.6%，非荒漠化土地面积 105 245.2 hm^2 ，占 18.4%；在荒漠化土地面积 467 991.8 hm^2 中，其中巴塘县 215 707.3 hm^2 ，得荣县 131 538.7 hm^2 ，乡城县 120 745.8 hm^2 ，三县分别占监测总面积的 37.6%、22.9%和 21.1%，分别占荒漠化土地面积的 46.1%、28.1%和 25.8%。

4.1 结 果

4.1.1 监测区按土地利用类型分布

在监测总面积中，耕地面积约 5 764.6 hm^2 ，占监测总面积的 0.9%；林地 369 480.3 hm^2 ，占 64.5%；草地 138 882.3 hm^2 ，占 24.2%；居民、交通、工矿用地 1 621.8 hm^2 ，占 0.3%；水域 1 479.7 hm^2 ，占 0.3%；未利用地 56 008.3 hm^2 ，占 9.8%。各县监测面积按土地利用类型分布情况详见表 5。

表 5 监测区按土地利用类型面积统计表(hm^2)
Table 5 The situation on land use in the investigated regions

土地利用类型	县			
	合 计	巴 塘	得 荣	乡 城
总 计	573237.0	273464.0	164596.0	135177.0
耕 地	5764.6	1679.6	3586.2	498.8
林 地	369480.3	198210.9	76249.8	95019.6
草 地	138882.3	56263.1	52067.7	30551.5
居民、交通、工矿用地	1621.8	1110.1	400.0	111.7
水 域	1479.7	1463.2	—	16.5
未利用地	56008.3	14737.1	32292.3	8978.9

4.1.2 荒漠化土地按荒漠类型分布

在荒漠化土地面积467 991.8 hm²中，风蚀类型面积89 341.6 hm²，占19.1%；水蚀类型面积277 846.4 hm²，占59.4%；冻融类型面积100 803.8 hm²，占21.5%。分县按荒漠化类型分布情况见表6，三县荒漠化土地分布图如附图1所示。

表 6 荒漠化类型面积统计表(hm²)

Table 6 The area of different types of desertification in the investigated regions

荒漠化类型		合 计	风 蚀	水 蚀	冻 融
县	面积				
总 计		467991.8	89341.6	277846.4	100803.8
巴塘县		215707.3	17925.9	126133.5	71647.9
得荣县		131538.7	13610.9	89180.1	28747.7
乡城县		120745.8	57804.8	62532.8	408.2

4.1.3 荒漠化土地按荒漠化程度分布

在荒漠化土地面积 467 991.8 hm² 中，轻度荒漠化面积 233 365.1 hm²，占 49.9%；中度 156 915.4 hm²，占 33.5%；重度 73 346.0 hm²，占 15.7%；极重度 4 365.3 hm²，占 0.9%。分县按荒漠化程度分布情况见表 7。与全国荒漠化程度的水平相比（我国荒漠化土地总面积为 3.99 亿 hm²，轻度荒漠化面积 0.76 亿 hm²，占 18%；中度 1.35 亿 hm²，占 32.02%；重度 1.64 亿 hm²，占 38.75%；极重度 0.23hm²，占 2.39%（周晓东，2002）），轻度和中度荒漠化略高，尤其是轻度，重度和极重度荒漠化较低。

表 7 荒漠化程度面积统计表(hm²)

Table 7 The area of different degrees of desertification in the investigated regions

项目		合 计	荒漠化程度			
县	面积		轻 度	中 度	重 度	极重度
总 计		467991.8	233365.1	156915.4	73346.0	4365.3
巴塘县		215707.3	159050.4	48354.9	6412.1	1889.9
得荣县		131538.7	30542.1	52414.2	46107.0	2475.4
乡城县		120745.8	43772.6	56146.3	20826.9	—

4.1.4 荒漠化土地按土地利用现状分布

在荒漠化土地面积 467 991.8 hm² 中, 包括有林地、疏林地、灌木林地、未成林造林地、苗圃地、无立木地在内的林地面积 315 360.8 hm², 占 67.4%; 耕地 2 453.5 hm², 占 0.5%; 草地 136 923.8 hm², 占 29.3%; 未利用地 13 253.7 hm², 占 2.8%。分县荒漠土地利用现状分布情况见表 8。

表 8 荒漠化土地利用现状统计表(hm²)
Table 8 The situation on land use in the regions of desertification

项目 面积 县	合 计	土地利用现状			
		耕 地	林 地	草 地	未利用地
总 计	467991.8	2453.5	315360.8	136923.8	13253.7
巴塘县	215707.3	621.0	152071.5	54495.1	8519.7
得荣县	131538.7	1333.7	73403.3	52067.7	4734.0
乡城县	120745.8	498.8	89886.0	30361.0	—

4.2 分 析

4.2.1 动态变化情况分析(同上个监测期(1999 年)比较)

上期(1999 年)监测总面积 619 006 hm², 本次监测总面积 573 237 hm², 可能是由于技术手段的原因造成监测总面积发生变化, 本次监测动态变化分析, 将本次监测范围扩大到上期监测范围的基础上进行分析。

4.2.1.1 监测区土地利用类型动态变化情况

同上个监测期(1999 年)比较, 耕地面积减少 951.4 hm², 林地面积增加 1 817.5 hm², 草地面积增加 2 764.5 hm², 未利用地面积减少 2 056.7 hm², 居民、交通、工矿用地增加 177.7 hm², 水域增加 178.1 hm², 其它(线状地物)减少 1 929.7 hm²。

这主要是因为乡城县虽然实施了退耕还林工程, 但国家以工代赈工程生态移民搬迁和坡改梯农田建设造成了乡城县耕地面积增加, 巴塘和得荣两县耕地减少主要是这个监测期内“退耕还林还草工程”实施的缘故, 导致耕地增加; 三县林地增加主要是“天保工程”和“退耕还林工程”的实施, 导致此次林地增加; 草地增加主要是退耕还林还草工程的实施以及未利用地中的荒草地通过封禁措施自然演替为天然草地, 同时导致三县未利用地减少; 本次调查技术无“其它(线状地物)”的划分。

同上个监测期比较各县监测面积按土地利用类型变化情况详见表 9。

表 9 监测区按土地利用类型变化表(hm²)
Table 9 Information of land use change from the year of 1999 to 2004

土地利用类型	县	合 计	巴 塘	得 荣	乡 城
	面积				
耕 地		-951.4	-167.5	-802.8	18.9
林 地		1817.5	477.7	852.9	486.9
草 地		2764.5	150.7	1807.4	806.4
居民、交通、工矿用地		177.7	85.9	77.6	14.2
水 域		178.1	93.6	0.0	84.5
未利用地		-2056.7	-443.7	-407.6	-1205.4
其它(线状地物)		-1929.7	-196.7	-1527.5	-205.5

注: 负号(-)表示面积减少, 其它为增加 Note: The minus before the number stands for the decrease of related area and, others are the increase. The same below.

4.2.1.2 荒漠化土地按荒漠类型分布动态变化情况

同上个监测期比较, 风蚀类型面积增加 495.0 hm², 水蚀类型面积增加 1 391.5 hm², 冻融类型面积减少 455.5 hm²。这可能是因为, 水蚀、风蚀面积增加较多主要是荒漠化土地中林地、草地面积增加, 其类型为水蚀、风蚀; 冻融面积减少主要是荒漠化地中未利用地面积减少, 其类型为冻融。

同上个监测期比较分县荒漠化土地按荒漠化类型分布变化情况见表 10。

表 10 荒漠化类型面积变化表(hm²)
Table 10 Information of the area change of desertification from 1999 to 2004

县	荒漠化类型	合 计	风 蚀	水 蚀	冻 融
	面积				
总 计		1431.0	495.0	1391.5	-455.5
巴塘县		439.8	-15.0	538.2	-83.4
得荣县		426.3	502.1	-309.7	233.9
乡城县		564.9	7.9	1163.0	-606.0

4.2.1.3 荒漠化土地按荒漠化程度分布动态变化情况

同上个监测期比较, 轻度荒漠化面积减少 709.8 hm², 中度面积减少 992.7 hm², 重度面积增加 2 717.6 hm², 极重度面积增加 415.9 hm²。这是因为, 监测期内, 虽然实施了“天保工程”和“退耕还林工程”, 但造林对荒漠化程度的影响极其有限, 两大工程实施主要在轻度、中度地块, 重度、极重度地块造林难度太大, 国家对荒漠化投入基本没有, 造林成本较高, 难以保证造林成功。随着自然因素和人为因素等的影

响，造成轻度、中度减少，重度、极重度增加，即局部有所好转。但整体呈恶化趋势。

同上个监测期比较，分县荒漠化土地按荒漠化程度分布变化情况见表 11。

表 11 荒漠化程度面积变化表(hm²)

Table 11 The area change of degree of desertification in the investigated regions

项目 县	面积	合 计	荒漠化程度			
			轻 度	中 度	重 度	极重度
总 计		1431.0	-709.8	-992.7	2717.6	415.9
巴塘县		439.8	-73.9	-361.1	669.9	204.9
得荣县		426.3	-452.3	247.9	554.9	75.8
乡城县		564.9	-183.6	-879.5	1492.8	135.2

4.2.1.4 荒漠化土地按土地利用现状分布动态变化情况

同上个监测期比较，包括有林地、疏林地、灌木林地、未成林造林地、苗圃地、无立木地在内的林地面积增加 2 079.6 hm²，耕地面积减少 4 37.2 hm²，草地面积增加 2 202.0 hm²，未利用地面积减少 2 413.4 hm²。主要是耕地减少主要是这几年国家退耕还林还草工程的实施所致；林地和草地增加主要是人为因素和自然因素的影响大于人们对荒漠化土地的治理速度；未利用地减少主要是将未利用地自然演替为天然草地以及部份未利用地通过治理成为了非荒漠化土地。

同上个监测期比较，分县荒漠土地利用现状分布变化情况见表 12。

表 12 荒漠化土地利用现状变化表(hm²)

Table 12 Land use change of the regions of desertification

项目 县	面积	合 计	土地利用现状			
			耕 地	林 地	草 地	未利用地
总 计		1431.0	-437.2	2079.6	2202.0	-2413.4
巴塘县		439.8	118.2	1387.1	103.9	-1169.4
得荣县		426.3	-607.7	265.6	1807.4	-1039.0
乡城县		564.9	52.3	426.9	290.7	-205.0

4.2.2 荒漠化成因分析

4.2.2.1 自然地理条件和气候变异是土地荒漠化的基础

荒漠化监测范围的亚湿润干旱河谷主要由千枚岩、页岩、沙岩和紫红色泥岩组成，这些岩石质地松软，抗侵蚀能力弱，地表极易受到破坏，河谷两岸山高坡陡，植被稀少，一遇暴雨季节，黄沙、黑粉沙被冲蚀，形成沙流，导致水土流失严重，形成水蚀。

在迎风坡面的缓坡地带，植被稀少的地方遇干旱、大风，使水塘、溪河、沼泽干枯，土壤被搬运，气流中的土壤颗粒对地表的磨蚀，形成风蚀垄槽、风蚀洼地等。在海拔 4 000 m 以上的高寒地带，由于常年平均气温在 0℃ 以下，致使土体遭到严重机械破坏，形成冻融。

水蚀、风蚀和冻融的结果，使土壤变薄，石砾含量增加，含水量减少，肥力下降，使土地不断退化，生产力和生态功能不断降低。

4.2.2.2 森林植被减少，促进了土地荒漠化

历史上，监测区范围的森林植被较好，野生动植物资源丰富。随着人口的增加，社会经济的发展，人们长期盲目、大量砍伐森林造房、建桥、修路、陡坡耕种、开矿等，使森林植被遭到严重破坏。八十年代以来，党和政府加强了林业工作建设，在监测区内先后开展了长防林、商品林基地、天然林保护工程、退耕还林工程及全民国土绿化等多项造林工程，同时逐步调减了区内的森林采伐限额，使大量采伐迹地得到更新，森林植被得到一定恢复。然而，由于森林资源及其它植被长期处于“先破坏，后治理，破坏多，治理少，边治理边破坏，甚至只破坏，不治理”的落后状况，使土地长期在水、风、热的作用下，草丛枯死，植被稀少，溪流、池塘、沼泽干枯，山石、土地裸露，每到雨季，洪水、泥石流并发，水土流失严重，生态环境不断恶化，严重影响民族地区人民的生产和生活和社会经济和发展。

4.2.2.3 草地过牧加速了土地荒漠化进程

据 1998 年统计资料，巴塘、得荣、乡城 3 县有大小牲畜 54.1 万头(只)，折合 107.1 万个羊单位，理论载畜量只能有 82.4 万个羊单位，超载过牧，造成草地退化、土壤板结、通气透水不良，草层低矮，覆盖度小，杂草比例大，部分地区草地裸露出现地面龟裂、寸草不生的秃斑地。

4.2.2.4 草地资源利用方式不合理

监测区草地多数地处高寒地区，社会经济条件差，几千年的传统游牧方式经营，把草地作为取之不尽，用之不竭的自然资源，获取的多，投入的少，利用的多，保护的少，特别是进入八十年代以来，实行牲畜折价归户，私有私养，畜产品取消统派购，价格放开等重大政策改革，牧民养畜的积极性高涨，牲畜数量快速增长，但由于草地承包经营责任制没有及时跟上，草地公有共用，放牧吃大锅饭严重，草地长期处于放牧无界，使用无偿，破坏无妨的状态，牧民在盲目发展牲畜头数的同时，忽视了对草地生态环境的保护和建设，特别是缺乏合理的管理制度草地利用极度不合理，

远山和夏秋草地利用不充分,近山和冬春草地则严重超载,过牧践踏,致使草地板结,龟裂,草层高度降低,优良草比重减少,毒害草、无用草增多,产草量下降,造成草地严重退化。

4.2.2.5 人为因素加速土地荒漠化

人口增长对土地的压力,是土地荒漠化的直接原因。宋轩(2002)认为,治理荒漠化应该从4个方面着重,第一,控制人口数量,提高人口质量;第二,大力发展人工草地和严格控制家畜数量,防止超载放牧;第三,实施退耕还林还草战略,彻底调整农业产业结构;第四,增加农民收入。

而四川的巴塘、得荣、乡城3县,与宋轩(2002)研究的科尔沁左翼后旗的土地荒漠化有所不同,主要区别点就在于,这3县属于周晓东博士(2002)研究的II级荒漠化,其年降水量大于400 mm,而科尔沁左翼后旗的土地荒漠化属于IV级荒漠化,年降水量小于200 mm。考虑四川西部干旱、半干旱土地的过度放牧、粗放经营、盲目垦荒、水资源的不合理利用、不合理开矿等是人类活动加速土地荒漠化扩展的主要表现。乱挖中药材、毁林等更是直接形成土地荒漠化的人为活动。在调查的467 991.8 hm²荒漠化土地面积中,人为因素属樵采158 790.9 hm²,占27.7%;过牧103 009.1 hm²,占18.0%;其它人为因素201 858.6 hm²,占35.2%;开垦、弃耕、火烧、工矿工程建设面积4 333.2 hm²,占0.8%。荒漠化人为因素中樵采、过牧、其它人为因素占80.9%。

4.2.3 荒漠化的危害及治理现状

4.2.3.1 荒漠化的危害

根据调查统计,全省荒漠化地区 1999~2003 年因洪灾、泥石流袭击损毁公路 977 km,水渠 1 717 km,房屋 380 座,农田 4 055.8 hm²,森林 36 957.9 hm²,桥梁 210 座,涵洞 1 858 个,水塘 236 口,牲畜(牛、羊)28 853 头,其它(滑坡、泥石流)420.1 hm²。造成直接经济损失 6 002.5 万元,可计算经济损失呈下降趋势,主要是上个监测期 1998 年荒漠化地区遭受百年不遇的洪灾、泥石流袭击,但这个经理期损毁程度和规模各年度基本一致。

表 13 荒漠化危害情况调查结果
Table 13 The information of catastrophic instances of desertification in the selected regions

县名	时间	主要损失情况										折合人民币 (万元)
		公路 (km)	水渠 (km)	房屋 (座)	农田 (hm ²)	森林 (hm ²)	桥梁 (座)	涵洞 (个)	牛羊 (头)	水塘 (口)	其它 (滑坡、 泥石流)	
合 计	计	977	1717	380	4055.8	36957.9	210	1858	28853	236	420.1	6002.5
	1999	176	509	135	1143.5	12410.7	20	462	6648	35	97.3	1394.3
	2000	225	442	136	133.4	7349.8	34	343	6596	40	90.7	1063
	2001	181.5	361	53	264.4	2302.1	41	230	5212	40	84	1193.2
	2002	189.5	250	19	1179.6	6433.2	51	409	5328	74	77.4	1253.8
	2003	205	155	37	1334.8	8462.2	64	414	5069	47	70.8	1098.2
乡 城 县	计	155	1455	103	59.7	22520.1	185	899	20187	120	419.3	2754
	1999	25	467	45	21.7	10324.5	15	282	4727	18	97.1	789.3
	2000	28	379	27	16.3	5263.6	26	111	5050	21	90.5	381.3
	2001	31	291	9	11	202.7	37	60	3575	24	83.9	483.1
	2002	34	203	7	5.7	2363.5	48	231	3534	27	77.3	584.9
	2003	37	115	15	5	4365.8	59	215	3301	30	70.7	515.4
得 荣 县	计	102	81	277	3968.4	14384.5	0	119	1860	30	0	1020.5
	1999	31	6	90	1115.2	2086.2	0	40	600	0	0	230
	2000	22	25	109	107.1	2086.2	0	27	300	0	0	269.7
	2001	20.5	35	44	248.8	2086.1	0	20	400	0	0	254.1
	2002	15.5	10	12	1171.3	4063	0	18	360	30	0	195.9
	2003	13	5	22	1326.1	4063	0	14	200	0	0	70.8
巴 塘 县	计	720	181	0	27.7	53.3	25	840	6806	86	0.8	2228
	1999	120	36	0	6.7	0	5	140	1321	17	0.2	375
	2000	175	38	0	10	0	8	205	1246	19	0.3	412
	2001	130	35	0	4.7	13.3	4	150	1237	16	0.1	456
	2002	140	37	0	2.7	6.7	3	160	1434	17	0.1	473
	2003	155	35	0	3.7	33.3	5	185	1568	17	0.1	512

根据此次调查统计,得荣县县水土流失面积为 10.0 万 hm², 占全县总面积的 35%, 年土壤侵蚀量为 500.7 万 t,侵蚀模数为 5 000 t/(km²·a), 相当于冲走土厚 50 cm 的土地 1 000.9 hm², 损失有机质 42.6 万 t(有机质 8.5%), 全氮 1.0 万 t(N=0.2%), 全磷 0.5 万 t(P=0.1%), 全钾 5.0 万 t(K=1%)(各营养物质流失百分数换算根据张广军等, 2005)。近

15 年的时间里，该区域重大泥石流流灾害、洪灾每年均有发生，乡城县水土流失面积达 1 251.95 km²，占总土地面积的 25%，土壤受蚀总量 731.4 t/km²。土壤中有有机质流失严重，土壤的生物特性和经济特性退化。荒漠化危害情况见表 13。

4.2.3.2 荒漠化的治理现状

土地荒漠化日趋严重，引起了监测区内各级政府和人民的高度重视，并纳入了政府工作的议事日程，近十几年来，农、林、水、牧各部门密切配合，积极开展了荒漠化土地综合治理工作，并取得了一定成效。

1999~2003 年间，林业部门在荒漠化土地监测乡内，天然林保护工程继续实施，

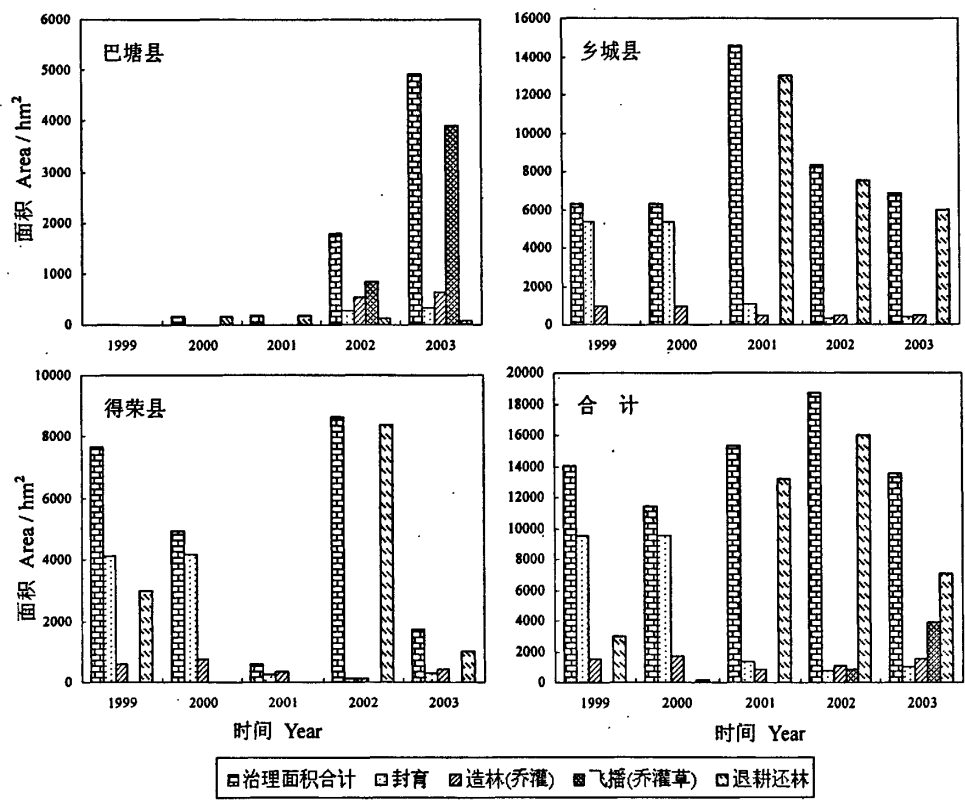


图 4 检测地区荒漠化防治情况
Fig.4 Development of prevention and cure of the desertification regions

以及退耕还林工程的启动和群众性义务植树等工程措施，共治理荒漠化土地面积 73 071.8 hm²，其中，封山育林 22 192.7 hm²，人工造林(乔灌)6 734.7 hm²，飞播(乔灌草)4 738.0 hm²，退耕还林 39 406.4 hm²。分县防治荒漠化情况表见图 4。

农业部门在耕地集中区，开展了农田林网建设和耕地围墙建设，同时开展了沙改

田和坡改梯工作，减少了水土流失。坡改梯面积 1 956.2 hm²，均为坡式梯田；沙改田面积 798.9 hm²。治理现状详见表 14。

表 14 农业部门治理现状(hm ²)					
Table 14 Advances in the cure of desertification by agricultural ministry					
县 名	坡改梯面积				沙改田
	水平梯田	隔坡梯田	简易梯田	坡式梯田	
合 计	—	—	—	1956.2	798.9
乡城县	—	—	—	1786.2	—
得荣县	—	—	—	—	574.9
巴塘县	—	—	—	170.0	224.0

牧业方面改良草场，建设围栏，合理配置草场载畜量，有效地改善了草场荒漠化程度加深。

水利部门通过修建塘坝、水渠等水利工程施工，有效抑制了土地荒漠化程度的加深。1999～2003 年间共兴修塘坝 190 个，容积 14 548 m³，水渠总长 664 km。治理现状详见表 15。

表 15 水利部门治理现状				
Table 15 Advances in the cure of desertification by water conservancy ministry				
县 名	塘坝 (个)	容积 (m ³)	水渠总长 (km)	
合 计	190	14548	664	
乡城县	74	148	402	
得荣县	30	8000	81	
巴塘县	86	6400	181	

荒漠化防治虽然取得了一定成效，但存在投入严重不足，治理规模小，建设速度慢，思想认识不统一，缺乏统一规划，技术落后，加之气候等原因，使得整体上治理速度赶不上恶化速度。今后我省防治荒漠化任重而道远，需要加强领导、精心组织、统一规划、科学实施、管理，提高科技含量、加大资金投入力度，动员全民、全社会的力量方能取得防治荒漠化的预期效果。

4.3 小 结

当前全球变化对地球中纬度地区的影响和复杂的人类活动等因素持续地加剧着我国干旱区(包括半干旱和干燥的亚湿润区)的生态与环境恶化,,如大面积土地沙化、频发的沙尘天气、土壤盐渍化的发展及水土流失的加剧。地球上生态与环境的破坏速度已远远超过自然生态恢复与重建的速度,人类赖以生存的自然服务功能愈益难以维持,生态与环境未来的可持续发展要求建立人工设计的生态解决方案(慈龙骏等,2007)。

在大气环流控制下,土地利用方式对地表风蚀有显著影响,因为当气流作用于不同下垫面时,各种粒径沙粒物质产生复杂的运动和作不同空间分布。比如,风蚀荒漠化草地在封育状况下、过度放牧状况下和土地被开垦的情况下,其土壤绝对风蚀率依次为0.37、3.34和5.43 t/(hm²·a)(慈龙骏,2005)。通过分析,认为四川省巴塘、得荣和乡城三县土地荒漠化的成因主要是(1)人口增长、劳动力素质低、压力大;(2)过度放牧、生产方式落后、粗放经营;(3)缺乏合理的规划和管理。

四川干燥的亚湿润区的土地荒漠化和退化,造成了生产力的急剧下降和人们生活的贫穷。荒漠化地区既是一个脆弱的生态系统,也是一个宝贵的生态系统,其生态环境的好坏对周边地区和下游地区生态环境有重要影响,因此,保护和建设好这一生态屏障,对于我国乃至全球的环境、经济和社会的协调发展具有极为重要的意义(王澄海,2003)。目前,四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化的研究和防止重点放在预防及制止其蔓延方面,特别是着重于两种生态系统毗连的“边界”地区,即生态环境脆弱带。在这种地区自然条件本身就具有脆弱性,但也有一定的自然资源可作为农业利用,再加上人口的压力和过度的经济活动,土地支持人口生活的能力越来越弱,生态系统易于失调。尽管目前荒漠化仍在蔓延,治理速度赶不上其发展速度,但为了有效防治荒漠化的发生发展,人类曾世代和荒漠化的发生发展进行了不懈的抗争,积累了丰富的经验,在某种程度上遏制了荒漠化肆虐的势头。1999~2003年间,四川省林业部门在荒漠化土地监测乡内,天然林保护工程继续实施,以及退耕还林工程的启动和群众性义务植树等工程措施,共治理荒漠化土地面积73 071.8 hm²,其中,封山育林22 192.7 hm²,人工造林(乔灌)6 734.7 hm²,飞播(乔灌草)4 738.0 hm²,退耕还林39 406.4 hm²。取得了一些可喜的成果,此节主要是四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化的危害及治理现状调查结果,慈龙骏(2005)指出,危害和损失本来属于荒漠化评

价的一项重要指标。而且,对其治理情况的调查和说明,也是荒漠化动态趋势评价的要求(Biswas *et al.*, 1980)。对四川三县荒漠化治理的现状的分析和治理对策进行了浅要的说明,这部分并未进行深入分析,这主要是因为,本文的主旨是对荒漠化的发生现状进行调研、荒漠化程度等级划分(评价之一),为相关政策制定提供参考,而并不是深入研究它的治理问题,而只能将它大概的治理现状(治理的程度和截止调查期已经应用的治理方法)调查出来。

评价的结果对我们的启示是,四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化的治理工作任重而道远,而且中度以上的荒漠化土地面积有所增加,基本趋势是,局部得到整治,整体仍在增加,因此,治理和防范措施及其大力实施迫在眉睫。

5 结论与展望

5.1 结 论

根据国家荒漠化监测中心划定的监测范围,对四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化进行调查和评价。

调查结果显示,四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化土地面积为467 991.8 hm^2 , 占全省幅员面积的1.0%,其中巴塘县荒漠化土地面积为215 707.3 hm^2 ,得荣县131 538.7 hm^2 ,乡城县120 745.8 hm^2 ,三县荒漠化面积分别占四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化面积的46.1%、28.1%和25.8%。

评价结果为:

1)四川省按荒漠化类型划分,风蚀类型面积为89 341.6 hm^2 ,占19.1%;水蚀类型面积277 846.4 hm^2 ,占59.4%;冻融类型面积100 803.8 hm^2 ,占21.5%,同上个监测期(1999年)比较,风蚀类型面积增加495.0 hm^2 ,水蚀类型面积增加1 391.5 hm^2 ,冻融类型面积减少455.5 hm^2 。

2)按级别划分,轻度荒漠化面积233 365.1 hm^2 ,占49.9%;中度156 915.4 hm^2 ,占33.5%;重度73 346.0 hm^2 ,占15.7%;极重度4 365.3 hm^2 ,占0.9%,同上个监测期比较,轻度荒漠化面积减少709.8 hm^2 ,中度面积减少992.7 hm^2 ,重度面积增加2 717.6 hm^2 ,极重度面积增加415.9 hm^2 。

3)按土地利用现状分布为,包括有林地、疏林地、灌木林地、未成林造林地、苗圃地、无立木地在内的林地面积315 360.8 hm^2 ,占67.4%;耕地2 453.5 hm^2 ,占0.5%;草地136 923.8 hm^2 ,占29.3%;未利用地13 253.7 hm^2 ,占2.8%,同上个监测期比较,包括有林地、疏林地、灌木林地、未成林造林地、苗圃地、无立木地在内的林地面积增加2 079.6 hm^2 ,耕地面积减少4 37.2 hm^2 ,草地面积增加2 202.0 hm^2 ,未利用地面积减少2 413.4 hm^2 。

4)1999 ~ 2003年间,四川省巴塘、得荣和乡城3县由于荒漠化造成直接经济损失6 002.5万元,其中巴塘县直接经济损失2228.0万元,乡城县损失2754.0万元,得荣县损失1020.5万元。

通过对调查结果的分析,认为,四川省巴塘、得荣和乡城3县土地荒漠化的成因主要是人口增长、劳动力素质低、压力大;过度放牧、生产方式落后、粗放经营;缺乏合理的规划和管理。

然而, 我们应该看到已经取得的成绩, 并继续努力。四川省林业部门在荒漠化土地监测乡内, 天然林保护工程继续实施, 以及退耕还林工程的启动和群众性义务植树等工程措施; 共治理荒漠化土地面积 $73\,071.8\text{ hm}^2$, 其中, 封山育林 $22\,192.7\text{ hm}^2$, 人工造林(乔灌) $6\,734.7\text{ hm}^2$, 飞播(乔灌草) $4\,738.0\text{ hm}^2$, 退耕还林 $39\,406.4\text{ hm}^2$ 。

5.2 展 望

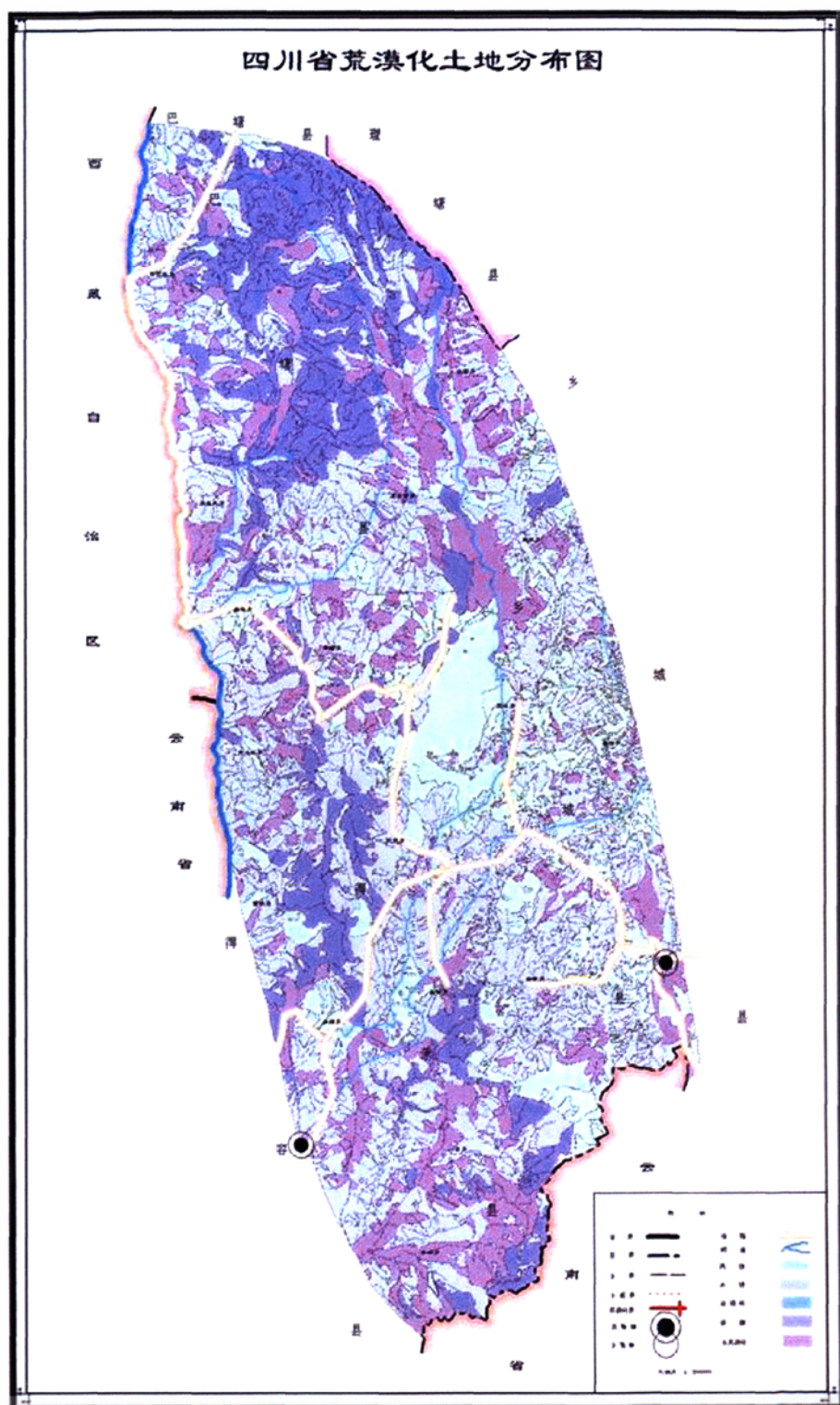
四川省巴塘、得荣、乡城3个县荒漠化发生区是属于干燥的亚湿润区。强风和暴雨是本区自然灾害的驱动力, 必须以大气环流的观点去研究, 下垫面性质和人类活动的影响也不可忽略, 本文在总结土地荒漠化的成因时, 并没有把着眼点放在气候系统上, 而主要分析人为因素。因为人类活动改变了地表面的物理性质和植被覆盖, 地面性质改变所引起的局地性物理气候变化将通过反馈过程而影响动力气候, 从而作用到较大的区域, 甚至全球尺度。

慈龙骏等(2005; 2007)认为, 对荒漠化过程的理解, 将取决于我们对大气中的大尺度动力过程(控制大气候)及人类干预地面物理过程所引起的复杂的局地效应(小气候)的权衡, 所以, 人类及其它动物在不同范围和尺度对地表的影响和对陆地生态系统的干扰, 将会使“小气候”与“控制大气候”之间平衡的功能发生失调, 从而引发难以挽回的恶果。这一观点, 与Kéfi等(2007)利用数值模型及来自西班牙、摩洛哥和希腊的地中海生态系统的数据得出的发现基本相似, 他们发现, 植被斑块大小分布遵从“幂次法则”, 随着动物吃草对植被造成的压力的增大, 斑块大小将偏离“幂次法则”, 接近向荒漠条件过度的状态, 因此他们指出, 斑块大小分布可能是荒漠化的一个有用的预警。

因此, 在对荒漠化进行评价时, 应该考虑其不同类型发生的范围; 在治理或防治其扩展时, 应该划定不同的区域, 分别对待; 在进行放牧或生产活动时, 必须圈定一个范围, 并给予一定的补助, 超出了某个范围应该严惩以待, 并制定相应的法律进行约束和限制, 因为, 这三个地区, 年蒸发量大于降水量, 从而导致干旱的发生, 但是干旱是一种自然现象, 在许多地方都有发生, 并不一定导致荒漠化, 而过度放牧与不合理的开采、经营活动等使干旱、半干旱区土地由一种自然现象演变为土地退化的自然灾害, 所以, 自然现象是基础, 人为活动才是驱动力和催化剂, 值得指出的是, 这些地区人口贫困, 教育落后, 交通条件差, 少数民族集聚, “三农”问题严重, 因此, 如果进行强硬的措施, 很有可能对社会的安定团结造成伤害, 不利于政策与相关措施的完善和健康发展, 贫困的地方人的文化程度就落后, 对荒漠化的治理造成诸多认识

不足和极大的障碍，在很多时候，这可能并不是投资多少资金的问题，而主要是投资多少教育、投资多少人才去提高公民的素质的问题，对于这些贫困地区的人员流动和人才教育，应该引起重视，而如果只是针对荒漠化的机械治理来探讨问题，可能会使政策陷入僵局，所以，对教育的优先和义务服务的考虑与发展，应该在这些地方进行大力实施，否则，即使制订了法律，也是枉然；对特定的荒漠化区应该实行重点保护(或建立防护带)和圈地育林(草)；有效地利用各种防范荒漠化扩展的生态模式，如“三圈”生态—生产范式(慈龙骏等，2007)，因地制宜，加强多种产业链之间的合作，调动广大群众的积极性；加强应用基础研究，如林草复合模式的构建和探讨等(李贤伟等，2005；董慧霞等，2007；2005)，并将尺度推移到四川省较大的区域进行示范和应用。

四川省荒漠化土地分布图



参考文献

- [1] Scanlon T M, Caylor K K, Levin S A, *et al.* 2007. Positive feedbacks promote power-law clustering of Kalahari vegetation. *Nature*, 449: 209 ~ 212.
- [2] Kéfi S, Rietkerk M, Alados C L, *et al.* 2007. Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems. *Nature*, 449: 213 ~ 217.
- [3] 卢 琦. 2000. 中国沙情. 北京: 开明出版社, 51 ~ 52.
- [4] 周晓东. 2002. 基于 RS 和 GIS 的我国大尺度沙质荒漠化现状评价方法研究. 北京师范大学博士学位论文, 1 ~ 116.
- [5] 卢 琦, 吴 波. 2002. 中国荒漠化灾害评估及其经济价值核算. *中国人口-资源与环境*, 12(2): 29 ~ 33.
- [6] 慈龙骏. 2005. 中国的荒漠化及其防治. 北京: 高等教育出版社, 1 ~ 939.
- [7] Toy T J, Foster G R and Renard K G. 2002. Soil erosion: processes, prediction, measurement and control. John Wiley & Sons, Inc., New York. 3 ~ 29.
- [8] 王澄海. 2003(Reprinted in 2005). 气候变化与荒漠化. 北京: 气象出版社, 1 ~ 206.
- [9] Faye B and Esenov P. 2005. Desertification Combat and Food Safety. IOS Press, 1 ~ 225.
- [10] Barrow C J. 1991. Land Degradation. London: Cambridge University Press, 147 ~ 150.
- [11] Biswas M R and Biwas A K. 1980. Desertification. Pergamon Press, 1 ~ 523.
- [12] 凌 侠. 2007. 宁夏河东沙地荒漠化态势评价研究—以盐池县为例. 北京林业大学博士学位论文, 1 ~ 139.
- [13] 包庆丰. 2006. 内蒙古荒漠化防治政策执行机制研究. 北京林业大学博士学位论文, 1 ~ 174.
- [14] 杜 崇. 2005. 松嫩平原土地荒漠化与生态环境变化研究. 吉林大学博士学位论文, 1 ~ 121.
- [15] 孙洪艳. 2005. 河北省坝上土地荒漠化机制及生态环境评价. 中国地质大学博士学位论文, 1 ~ 127.
- [16] 李 虎. 2004. 基于 RS 与 GIS 的新疆艾比湖地区土地荒漠化监测评价研究. 南京大学博士学位论文, 1 ~ 122.
- [17] 张维江. 2004. 盐池沙地水分动态及区域荒漠化特征研究. 北京林业大学博士学位论文, 1 ~ 125.
- [18] 刘爱霞. 2004. 中国及中亚地区荒漠化遥感监测研究. 中国科学院遥感应用研究所博士学位论文, 1 ~ 136.
- [19] 蔡体久. 2003. 基于遥感和 GIS 的荒漠化程度定量评价研究. 北京林业大学博士学位论文, 1 ~ 112.
- [20] 宋 轩. 2002. 土地荒漠化驱动力分析与生态工程对策—以科尔沁左翼后旗为例. 中国科学院沈阳应用生态研究所博士学位论文, 1 ~ 169.
- [21] 霍成君. 2002. 我国北方农牧交错带草地退化和荒漠化成因的研究. 中国农业大学博士学位

论文, 1~103.

- [22] 张克斌. 2002. 荒漠化评价与监测研究—以盐池县荒漠化评价监测为例. 北京林业大学博士学位论文, 1~94.
- [23] 杨晓晖. 2000. 半干旱农牧交错区土地荒漠化成因与荒漠化状况评价——以内蒙古伊金霍洛旗为例. 北京林业大学博士学位论文, 1~91.
- [24] 张广军, 赵晓光. 2005. 水土流失及荒漠化监测与评价. 北京: 中国水利水电出版社, 1~292.
- [25] 朱震达, 刘华训, 陈恩久, 等. 1962. 新疆塔克拉玛干沙漠西南地区的自然特征及其改造利用. 见: 中国科学院治沙队. 治沙研究(III). 北京: 科学出版社.
- [26] 朱震达, 吴正, 刘恕, 等. 1980. 中国沙漠化概论(修订版). 北京: 科学出版社.
- [27] 朱震达, 刘恕. 1981. 中国北方地区的沙漠化过程及其治理区划. 北京: 中国林业出版社.
- [28] 朱震达, 刘恕, 邸醒民. 1989. 中国的沙漠化及其治理. 北京: 科学出版社.
- [29] 朱震达, 陈广庭. 1994. 中国土地沙质荒漠化. 北京: 科学出版社.
- [30] 朱震达, 赵兴梁, 凌裕泉, 等. 1998. 治沙工程学. 北京: 中国环境科学出版社.
- [31] 朱震达. 1999. 中国沙漠、沙漠化、荒漠化及其治理的对策. 北京: 中国环境科学出版社.
- [32] Lamprey H F. 1975. Report on the desert encroachment reconnaissance in northern Sudan. 21st Oct-10th Nov., UNESCO, UNEP, Paris/Nairobi, Mimeo.
- [33] Hellden U. 1988. Desertification monitoring: Is the desert encroaching? Desertification Control Bulletin, 17: 8~12.
- [34] 慈龙骏, 杨晓晖, 张新时. 2007. 防治荒漠化的“三圈”生态—生产范式机理及其功能. 生态学报, 27(4): 1450~1460.
- [35] 李贤伟, 张健, 陈文德, 等. 2005. 三倍体毛白杨—黑麦草复合模式细根和草根分布与生长特征. 草业学报, 14(6): 73~78.
- [36] 董慧霞, 李贤伟, 张健, 等. 2007. 退耕地三倍体毛白杨林地细根生物量及其与土壤水稳性团聚体的关系. 林业科学, 43(5): 24~29.
- [37] 董慧霞, 李贤伟, 张健, 等. 2005. 不同草本层三倍体毛白杨林地土壤抗蚀性研究. 水土保持学报, 19(3): 70~74.

致 谢

本文李贤伟教授的精心指导下完成。在论文研究方向的确定、理论方法的应用、材料的收集和处理、修改和定稿的全过程，李教授提出了许多宝贵意见。导师的渊博学识和严谨态度使我受益非浅。研究生学习期间，导师教会了我许多做人的道理，并培养了我分析问题，解决问题的能力，使我终身受益。在此对导师致以最崇高的敬意和最衷心的感谢！

三年来在学习和完成论文的过程中，还得到了四川省林业调查规划院同事们的大力支持与帮助，特别是得到四川省林业调查规划院曹昌楷总工程师的指导和支持，在此表达我衷心的感谢。

董刚明

2008年6月于四川雅安四川农业大学

攻读硕士学位期间发表的文章

在“四川林勘设计”2007年第4期上发表论文“少数民族地区自然保护区生态旅游开发”