

西藏生态环境脆弱性与生态安全战略

钟祥浩,刘淑珍,王小丹,李祥妹

(中国科学院、水利部成都山地灾害环境研究所,四川 成都 610041)

摘 要:西藏生态环境脆弱性问题突出,具有不稳定性 and 敏感性特点。随着高原的抬升和全球气候变暖,西藏生态环境脆弱性程度加大,在不合理的人类活动干预下,出现一系列的生态环境退化问题,生态安全面临严重挑战。在对生态环境脆弱性特点和生态环境问题研究基础上,提出西藏生态安全总体战略目标和实现目标的对策。

关键词:生态环境脆弱性;生态安全;西藏

中图分类号:X144

文献标识码:A

防止由于生态环境退化、自然资源减少对经济可持续发展构成威胁,并造成人民群众不满和社会不稳定的生态安全问题的出现,已经引起我国政府的高度重视。西藏生态环境特殊,具有孕育生态安全问题的生态环境脆弱性基础。研究西藏生态环境脆弱性特点与生态安全战略的构建,对实现西藏生态环境与社会经济可持续发展有重要意义。

1 生态环境脆弱性与脆弱生态环境

脆弱生态环境和生态环境脆弱性是含义不同的两个概念。目前多数人把脆弱生态环境理解为已受到人类活动影响而出现不同退化程度的环境,如植被退化、水土流失,沙化、石砾化、石质化、荒漠化等^[1~3]。而生态环境脆弱性是指生态环境自身脆弱性特点。所谓脆弱性,实质上是对物质弹性力大小的一种通俗表述,弹性小的物质在外力作用下容易断裂,相反,不易弯曲,或不破裂,甚至作用力消失后,又可恢复到原状。把脆弱性这一物理概念用到生态环境问题上,对生态环境保护与建设有积极意义。为此,我们把生态环境脆弱性定义为:组成自然生态环境的物质与能量基础具有易发生“弹变破裂”的一种特性。生态环境脆弱性本质特征是组成生态

环境物质与能量基础处于接近失衡的临界状态,表现出不稳定性,对外力干预具有敏感性特点。

2 西藏生态环境脆弱性特点

2.1 生态环境的不稳定性

2.1.1 地质基础的不稳定性

地质基础包括断裂构造、裂隙构造以及地层岩性等。西藏高原长期处在印度次大陆与亚洲主大陆两大板块的强烈挤压中,在南北向挤压力作用下,造成地壳增厚,同时带来岩层的褶皱、断裂。西藏断裂构造发育和岩层破碎等不稳定性问题突出。地质基础不稳定性区域主要分布于雅鲁藏布江缝合带,班公错—怒江缝合带,藏东“三江流域”和藏东南波密—察隅歹字型构造带。这些地区断裂发育,岩层破碎,碎裂变质岩广泛分布,地表岩石物质处于极不稳定状态。

此外,印度板块每年以 5cm 的速度向北漂移,西藏高原平均每年上升 5~6mm,喜马拉雅地区年上升速度达 8~10mm^[4],高原山地的持续上升,使山地坡面物质势能加大,径流冲刷和河流溯源侵蚀速率加快。

2.2.2 地貌基础的不稳定性

收稿日期(Received date):2003-11-30。

基金项目(Foundation item):西藏自治区生态功能区划研究项目支持(2001~2002)。[Supported by Tibet Autonomous Region Ecological Foundation Division Research(2001~2002).]

作者简介(Biography):钟祥浩(1942-),男(汉族),广东五华人,研究员。主要从事山地环境生态研究。[Zhong Xianghao(1942-), male, research professor, engaged in the research into mountain environment and ecology.]

地貌基础主要指地表切割深度,沟谷密度,并由此形成的陡坡形态。西藏地表形态区域差异明显,藏东昌都地区,藏东南林芝地区和喜马拉雅山地区岭谷高差悬殊,相对高度一般达 2 000~4 000 m,山坡陡峻,>25°的陡坡山地面积占该地区面积 60% 以上,在高山峻岭分布区,山地坡度多在 35°~45° 以上。坡度和相对高度与稳定性关系可用下式表示^[5]

$$K = 2C \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi / r \cdot h \cdot \sin^2 \cdot \frac{\alpha - \varphi}{2}$$

式中 K 为斜坡稳定性系数, α 为坡度, h 为相对高度, r 为岩土容重, C 为内聚力, φ 为内摩擦角。从中看出, K 与坡度和相对高度关系极为密切。此外有资料表明,面蚀临界坡度为 22°~26°,沟蚀临界坡度>30°。西藏东部和东南部具有发育面蚀、沟蚀和重力侵蚀的地貌条件,是西藏地貌基础不稳定性主要分布区。

2.2.3 土壤物质不稳定性

土壤物质不稳定性主要通过土壤质地特性表现出来。一般说来,细砂土、面砂土、砂壤土和粉砂质土可侵蚀度高。西藏高原山地土壤类型较多,多数土类具有年轻性、粗骨性、薄层性特点,其中河谷平坝区土壤粉砂质含量高,有机质含量低。通过西藏主要土类表层土壤可蚀性 K 值的分析,发现 K 值较高的土类有:盐碱土、风砂土、褐土、棕壤、黄棕壤、沼泽土、草甸土等,其中分布于干旱河谷区的褐土和风沙土易蚀性程度很高,极易发生水蚀和风蚀。

2.2.4 气候与生态环境不稳定性

降水通过其量的多少、强度的大小和持续时间的长短以及季节变化与年际变化,造成坡面、沟道物质的不稳定性和生态系统的不稳定性

藏东南湿润区,丰富的降水使岩土物质含水量增高,以致有些地方雨季常处于饱和状态,进而增大了坡面物质的不稳定性。夏季雨量集中和降雨强度大对坡面和沟道的侵蚀与搬运有重大的影响,强降雨引起的坡面和沟道物质不稳定性问题突出。

藏南雅鲁藏江半干旱宽谷区、藏北和藏西高原半干旱和干旱区,降水量少,水分条件成为影响土地利用方式的主要因素,年降水量>400mm 的地区,春小麦可以生长,<400mm 则收成不稳定。在年降雨 400mm 左右地区,天然乔木生长不稳定,低于 400mm 地区则不能生长。在年降水量<300mm 的广大高原及河谷区,蒸发量很大,地表干燥,地面物质处于松散的不稳定状态,在大风作用下地表物质

易被吹蚀。在半干旱、干旱区不仅降水少,而且年内变化和年际变化大,容易出现旱灾,而且干旱频率高,致使结构简单的草原、荒漠草原和荒漠生态系统处于一种易变的不稳定状态,在过渡放牧下,极易出现草地的退化。

热量通过与水分配合状况影响生态环境,干燥度大的地区,生态环境稳定性差,干燥度与生态环境脆弱性呈正相关关系。

3 西藏生态环境敏感性

所谓生态环境敏感性是指生态环境对外力作用(主要为人类活动)具有快速反应的特性,它直接反映了产生生态环境问题的可能性大小。现就形成西藏主要生态环境问题的主要生态环境要素敏感性特点分析如下。

3.1 植被退化敏感性

影响植被生长的自然条件主要为气候,其次为土壤、地貌及岩性等。其中气候条件中水、热要素与植物生长的关系尤为密切。不同水热条件下的植被生态系统结构不同。结构的复杂程度影响到系统的功能强弱。一般而言,系统结构越复杂,其生产与生态功能越强,反之,则弱。实际情况表明,结构复杂的生态系统,其稳定性高。据此推理,生产与生态功能强的生态系统,其对外力作用反应的敏感性小。鉴于生态系统生态功能定量评价较为复杂,故采用单位面积植被生物量 and 生产力指标来反映生态环境敏感性程度,即反映在人为干预下出现植被退化可能性大小。李文华等人对西藏各县植被总生物量进行了估算^[6],根据估算资料,我们将西藏植被退化敏感性分为 5 级:一级为极敏感,其单位面积生物量<5 t/hm²;二级为相当敏感,生物量介于 5~15 t/hm²;三级为中度敏感,生物量介于 15~30 t/hm²;四级为轻度敏感,生物量介于 30~80 t/hm²;五级为不敏感,生物量>80 t/hm²。

极敏感区主要分布于那曲和阿里地区的所有县,日喀则地区的康马、岗巴、定日、仁布、江孜、白朗、拉孜、萨迦、南木林;山南地区的琼结、曲松、桑日。相当敏感区主要分布于除日喀则上述县以及亚东、吉隆县外的其它所有县,拉萨市的所有县以及山南地区的乃东、扎囊和贡嘎县。中度敏感区主要分布于山南的洛扎、加查、错那县,日喀则地区的亚东、吉隆县。轻度敏感区主要分布于昌都地区各县。不

敏感区主要分布于林芝地区各县。

3.2 土壤侵蚀敏感性

土壤侵蚀的发生与降雨、土壤质地、植被、坡度与坡长自然因子有关。在人为作用下(如植物破坏),使土壤侵蚀加速。前述四种自然因子的组合特点决定了土壤侵蚀的类型及其过程。不同地区它们的组合特点不一样,因而对人为作用的反应也就不同,即有的地区在强度人为作用下,不致于出现严重的土壤侵蚀,而有的地区在轻度人为作用下,就可出现严重的土壤侵蚀。因此,通过对这四种土壤侵蚀因子组合特点的研究,可以揭示土壤侵蚀敏感性的区域差异。

土壤侵蚀敏感性评价采用土壤侵蚀通用方程思路。通过全区降雨侵蚀力、土壤可侵蚀性、植被覆盖度和起伏度(代替坡度与坡长因子)的计算,完成全区土壤侵蚀敏感性分级及其分布图,发现西藏土壤侵蚀极敏感的地区主要分布于藏东“三江流域”、藏东南察隅—易贡藏布流域和康格多山以北的错那、隆子县部分地区及雅鲁藏布江沿江山地。

3.3 土地沙漠化敏感性

土地沙漠化形成的主要动力因素为风力,在干燥多大风的地区,地表植被稀少,地面物质疏松,风蚀作用易于发生,土地沙漠化敏感性程度高。通过全区湿润指数、大风天数、土壤质地和植被覆盖等土地沙漠化形成因子的计算,并在GIS技术支持下完成了全区土地沙漠化敏感性分级及分布图,发现藏北高原的大部分地区为土地沙漠化极敏感和相当敏感区,此外在人口较稠密的狮泉河下游区、雅鲁藏布江上游区、朋曲流域区以及雅鲁藏布江中段河谷和年楚河、拉萨河属于土地沙漠化高敏感区。

3.4 山地地质灾害敏感性

西藏山地地质灾害种类较多,其中对人类活动响应较为敏感的危害主要有崩塌、滑坡和泥石流。前述生态环境不稳定因素中的地质、地貌、降水以及地表物质组成等都是构成这些灾害具有敏感性特点的内在原因。根据前人关于西藏泥石流敏感性评价指标与敏感性分类^[7]和崩塌、滑坡危险度判别指标^[8],我们将西藏山地地质灾害敏感性分为三类:极敏感、较敏感和不敏感。极敏感区主要分布于藏东“三江流域”、藏东南地区的波密、林芝、墨脱、察隅等县;山南地区的错那、隆子和洛扎县以及日喀则地区的亚东、吉隆、聂拉木县和雅鲁藏布江中游谷地两侧山坡地带。

4 西藏生态安全面临的问题

4.1 自然生态环境不稳定性在增大

前已述及西藏高原仍处于整体抬升过程中,其中喜马拉雅地区抬升速度达8~10mm。高原山地上升带来坡面物质的不稳定和河流下切侵蚀作用加强。藏东南和喜马拉雅山脉南侧谷地自然重力侵蚀作用的潜在危险性在增大。以突发性山地灾害为特点的不安全隐患将对今后资源开发与经济建设构成严重的威胁。

4.2 气候变暖对生态环境不稳定性影响

西藏高原自1960年代中期以来,气温出现波动式的增高,拉萨地区增幅为0.2~1.4℃,藏东和藏东南升温幅度为0.2~-0.6℃,雅鲁藏布江中部及那曲地区增幅为0.9~1.4℃^[9]。气温的升高造成冻土和冰川消融加快,由此带来融冻自然侵蚀作用加强和冰湖溃决及洪灾发生危险性增大。在藏北藏西半干旱、干旱区,气温升高带来蒸发量和干旱灾害发生机率增大,致使生态系统不稳定性程度增强。

4.3 人类经济活动压力在加大

中央实施西部大开发战略给西藏经济发展带来前所未有的机遇,基础设施建设规模之大,速度之快是西藏有史以来的最好时期,伴随基础设施建设的加快必将带来资源开发和经济建设强度的加大、加快,这些都将给西藏生态环境带来冲击,虽然各项重大工程都有环境保护的要求,但是一些潜在问题的出现需要经历时间的考验。

4.4 人口的压力增加

西藏人口自然增长率居全国之首,这种增长的势头在今后较长的时间内难以扭转,按1990~2001年人口自然增长率平均12‰考虑,预计2020年,全区人口将增加到318.24万人,在2001年253.7万人基础上增加64.54万人。随着西藏改革开放的深入和旅游事业的发展,外来人口也将会出现较大幅度的增加。人口增加对自然资源需求的压力和对生态环境的破坏将随之加大,生态安全隐患也随之增多。

4.5 农村能源短缺对生态环境的压力大

根据我们2001年入户调查,发现全区农村居民能源消费中以生物质能为主,所占比重高达98.7%。人均能源消费达10 24.33kgSCE(SCE为标准煤),与同期全国农村居民生活用能118.1kg相

比,高出 906.23kgSCE,这是因为西藏海拔高,农牧民用于取暖,做饭等方面的能耗较多。此外,由于高原缺氧,薪柴等生物质燃烧不足,能源转化率仅有 14.3%,甚至更低。从薪柴消费看,西藏年人均需要薪柴 528.43kg,相当于每年有 2.6~4.36 万 hm^2 的灌木或草地遭到樵采、刨根等毁灭性破坏,给区域生态环境带来巨大冲击。

4.6 生态环境问题日趋显露

4.6.1 土壤侵蚀

2002 年中国水利部水土流失公告,全区水蚀风蚀面积 112 073.0 km^2 ,占全区面积 9.2%。1999 年雅鲁藏布江中游地区 19 个县水土流失面积 53 145.6 km^2 ,占该区域面积 73.5%,其中中度以上土壤侵蚀面积占 53.4%。

4.6.2 土地沙漠化

1995 年全区土地沙漠化面积 20.47 万 km^2 ,占全区总面积 17.0%,潜在土地沙漠化面积 1.37 万 km^2 。各地区土地沙漠化面积大小排序为:那曲地区>阿里地区>日喀则地区>山南地区>昌都地区>拉萨地区>林芝地区,其中班戈、尼玛、改则、日土、仲巴 5 县土地沙漠化面积大于 670~700 km^2 ,全区有流动、半流动沙丘面积达 1.30 万 km^2 ,裸露半裸露沙砾地面积 18.38 万 km^2 ,多分布于山间盆地、河流谷地、湖滨平原和山麓冲洪积平原及冰水平原。一般与草地、耕地、林地、水域相隔分布,呈斑块状不连续带状分布。据中国科学院寒区旱区研究所 2000 年资料,全区土地沙漠化面积由 1990 年代初到 90 年代后期增加了 2 151.7 km^2 ,年均增长 307.4 km^2 ,相当于全国沙漠化地区年均扩大面积的 1/8。

4.6.3 草地退化

据 1988~1990 年资料,全区草地退化面积 11.43 万 km^2 ,占全区可利用草地面积 17.2%,其中轻度面积占 56.6%,中度占 31.8%、强度占 16.0%。据 2000 年成都山地所在那曲聂拉木县的调查,1995 年以来该县草地退化面积年均增长速率为 2.5%^[10]。

4.6.4 河流泥沙含量呈递增趋势

根据雅鲁藏布江干流从上游奴各站、中游羊村站到下游奴下站三个水文站泥沙资料的分析,发现 1970 年代以来呈增加趋势,拉萨河从 1960 年代开始、年楚河从 1980 年代开始均呈增加趋势。

4.6.5 山地地质灾害

根据实地调查和航卫片判译,全区有泥石流 10 264 处,调查发现崩塌(含流沙坡)2 732 处,滑坡 2 572 处,判译超过 21 300 处^[7]。分布于藏东“三江流域”区、冈底斯山和念青唐古拉山以南各类泥石流沟面积达 48.95 万 km^2 。分布于藏东“三江流域”和雅鲁藏布江中下游深切峡谷和主要公路沿线崩塌、滑坡面积达 37.5 万 km^2 。另外,1966~1999 年的 30 年间,每年都有洪灾发生,受灾面积也逐年加大。

5 西藏生态安全战略

5.1 生态安全总体战略

西藏作为青藏高原的主部份,是亚洲乃至世界最大“江河源”区,生态环境地位十分重要,生态功能作用显著,影响深远,对维护西藏周边地区生态安全具有非常重要的战略意义。

前已述及西藏生态环境脆弱性问题突出,具体表现为生态环境的整体不稳定和生态环境对外力干预反应的敏感性,大面积的高原寒冷干旱地区草地生态系统具有破坏容易恢复难的特点。目前西藏高原生态环境不稳定性与人类活动压力之间的矛盾正在加大,生态环境脆弱性与人口快速增加和社会经济快速发展之间处于一种不协调状态,由此导致植被退化、土壤侵蚀加速、土地沙漠化加快和自然灾害加重等一系列生态环境退化问题的出现,生态安全面临着严重挑战。开展生态安全研究,制定全区生态安全规划与计划显得十分必要。为此,提出西藏生态安全总体战略目标如下:

实现西藏生存和发展所需的生态环境处于不受或少受破坏与威胁的状态,使自然生态环境保持既能满足人类和生物群落持续生存与发展的需要,又能达到不损害自然生态环境的潜力,并使其社会经济处于可持续发展的良好状态。

西藏生态安全既是我们国家安全的重要组成部分,又是维系社会稳定的重要方面。实现西藏生态安全总体战略目标,不但是实施我国西部大开发战略的重要组成部分,而且是生态环境保护与建设的首要任务。

5.2 生态安全战略对策

5.2.1 实施整体保护战略,建设国家生态公园

基于西藏生态环境地位的重要、生态环境的脆弱性和生态环境问题日趋突出的综合考虑,提出对西藏生态环境应实施整体保护和重点开发的生态安全战略,把西藏(包括青海省的部分地区)建成具有

国际影响和世界水平的我国国家级生态公园。把国家生态公园的性质、任务及其管理的体制与机制的研究纳入国家科技发展战略。

5.2.2 加大现有自然生态系统保护的力度。

在国家生态公园框架下,对现有自然生态系统特别是关键、特殊自然生态系统类型实施重点保护的对策。加大高原高寒天然草地以及江河源区水源涵养和原始林保护的力度。

5.2.3 加强生态环境敏感性地区退化生态环境恢复与重建工作

在西藏环境保护局的直接领导下,中科院成都山地研究所对西藏土壤侵蚀敏感性、土地沙漠化敏感性、生境敏感性进行了评价与分级,本文前面对植被退化敏感性和山地地质灾害敏感性又进行了分析。根据这些敏感性评价与分析,提出近5~10a重点对极敏感和相当敏感区内退化生态系统实施自然恢复与人工修复的对策,同时对中度至轻度敏感区的生态环境保护与建设工作做出规划。

5.2.4 加大特殊生态区生态环境保护工作

(1)雅鲁藏布江下游大峡谷地区

该区是青藏高原的水汽通道,通道地区生态环境独特,生物多样性极为丰富,是物种分化与分布中心和中国—喜马拉雅动植物区系成分最集中区域,拥有超出其他大陆热带纬度界限的热带雨林和半常绿雨林^[11],具有十分重要的保护与研究价值。

(2)高寒灌丛草甸分布区

该区位于昌都地区的北部和那曲地区的东北部,属于青藏高原中东部高寒灌丛草甸地带的组成部分,具有高原亚寒带半湿润气候自然地域单元,同时是具有水平地带意义的、独特的自然地带^[11],发育了特殊的高寒灌丛草甸植被类型,是西藏发展以牦牛为特色畜牧业基地的主要场所,对这一地区的合理开发利用与保护显得十分重要。

(3)藏北寒冷干旱的荒漠草原与荒漠区

该区位于藏北羌塘高原的中部和北部,属于高寒干旱的生态环境,脆弱性很高,生物区系组成简单,但十分独特,拥有大量世界其它地方所没有的独特种类和独特的垫状植被景观,具有重要的科学研究价值和保护价值。

5.2.5 加快特色生态经济类型区建设

为使西藏生态环境整体保护战略得以实施,需要建立能发挥当地特色资源优势的生态经济型产业基地。根据西藏特色优势资源特点及其生态环境状

况,提出重点发展如下生态经济型产业基地:①以拉萨市、日喀则市、八一镇等主要城镇为依托的生态文化旅游产业基地,①“一江两河”粮、经、饲及农区畜牧业与食品业基地,③藏东北高寒灌丛草甸区以牦牛为主产的畜牧业基地,④藏西阿里低地河谷区以绒山羊为特色的畜牧业基地,⑤藏北高原湖区以绵羊、绒山羊为特色的畜牧业基地,⑥藏东南山地河谷区以林特生物产品为特色的食品与藏药业基地,⑦主要交通干线沿线国家急需矿产资源开发基地。

这些基地中的农牧业基地应主要建在区位条件较好和生态环境比较优越的河谷平原、水分条件较好的低地与湖滨平原。通过这些基地的建设,使分散、粗放、低效经营方式向集中、集约和高效经营方式转变,逐步实施生态移民,改变只追求数量而不注重效益的传统草原牧业模式,改变追求粮食产量而不注重高质高效的传统农业模式,使生态环境脆弱区的草山、草地得以保护,退化草场得以重建,生态环境整体保护战略最终得以实现。

5.2.6 加强实施生态安全战略的科学研究

重点开展如下内容的研究:①在生态环境不稳定性与敏感性评价与研究基础上,开展生态安全格局、生态系统健康诊断、生态功能效益价值判断的研究;②研究西藏生态安全等级划分和生态环境变化允许值的判定;③建立生态安全评价指标体系和生态安全预警系统;④建立生态安全维护与管理体制与机制。

参考文献(References):

- [1] Liu Yanhua. Preliminary discussion on fragile environment study. In: Study of eco-environment integrated management and rehabilitation technology[M], by Zhao Guijiu, Liu Yanhua, Zhao Mincha, et al. Beijing: Scientific and Technological Press in Beijing, 1993, 1~10. [刘燕华. 脆弱生态环境研究初探. 见:赵桂久、刘燕华、赵名茶,等. 生态环境综合整治与恢复技术研究[M]. 北京:北京科学技术出版社,1995,2~10.]
- [2] Yang Ginye. Critical environmental situation and it's compiling. In: study of eco-environment integrated management and rehabilitation technology[M], by Zhao Guijiu, Liu Yanhua, Zhao Mincha, et al. Beijing: Scientific and technological Press in Beijing, 1993, 55~61. [杨勤业. 环境脆弱形势及其制图. 见:赵桂久、刘燕华、赵名茶,等. 生态环境综合整治与恢复技术研究[M]. 北京:北京科学技术出版社,1995,55~61.]
- [3] Zhao Deilong, Zhang Lingjuan. Study of quantitative assessment method [J]. Advance in Earth Science, 1998, Vol.17, No.1, 67~72. [赵德龙,张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究[J]. 地球科学进展,1998,Vol.17, No.1, 67~72.]

- [4] Pan Yisheng, Kong Xiangyou, Zhong Dalai. Structure and evolution dynamics of lithosphere in the Plateau. In: formation, evolution and development of Qinghai-Xizang Plateau [M], by Sun Honglie, Zheng Du. Guang Zhou: Guang Dong Scientific and Technological Press, 1998, 3~64. [潘裕生, 孔祥儒, 钟大赉等. 高原岩石圈结构. 演化动力学. 见孙鸿烈, 郑度主编. 青藏高原形成演化与发展[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1998, 3~64.]
- [5] Fang Guangdi. Preliminary study of mountain eco-environment fragile zone. In: Study of eco-environment integrated management and rehabilitation technology [M], by Zhou Guijiu, Liu Yanhua, Zhao Mincha, et al. Beijing: Scientific and technological Press of Beijing, 1993, 152~159. [方光迪. 山地生态环境脆弱带初步研究. 见: 赵桂久, 刘燕华, 赵名茶, 等. 生态环境综合整治与恢复技术研究. 北京: 北京科学技术出版社, 1993, 152~159.]
- [6] Liu Weihua, Zhou Xingmin. Ecosystem and optimize use in Qinghai-Xizang Plateau. Guang Zhou: Guang Dong Scientific and technological Press, 1998, 254~264. [李文华, 周兴民. 青藏高原生态系统及优化利用研究. 广州: 广东科学技术出版社, 1998, 254~264.]
- [7] Zhong Xianghao. Environment and ecology on the east edge of Qinghai-Xizang Plateau [M]. Chengdu: Sichuan University Press, 2002, 206~213.]
- [8] Qau Jianping. Theory and Practice on reduction landslide hazards [M]. Beijing: Science Press, 1997, 119~146. [乔建平. 滑坡减灾理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 1997, 119~146.]
- [9] Tang Maocang, Cheng Guodong, Lin Zhenyao, et al. Recent climate change and influence to environment in Qinghai-Xizang Plateau [M]. Guang Zhou: Guang Dong Scientific and technological Press, 1998, 123~142. [汤懋苍, 程国栋, 林振跃, 等. 青藏高原近代气候变化及对环境的影响[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1998, 123~142.]
- [10] Liu Shuzhen, Zhou Ling, Qiu Chongxian, et al. Study on grassland degradation and desertification of Naqu prefecture in Tibet Autonomous Region [M]. Lasa: Tibet People Press, 1999, 39~79. [刘淑珍, 周麟, 邱崇善等. 西藏自治区那曲地区草地退化沙化研究[M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 1999, 39~79.]
- [11] Sun Honglie, Zheng du. Formation, evolution and development of Qinghai-Xizang Plateau [M]. Guang Zhou: Guang Dong Scientific and technological Press. 1998, 280~287. [孙鸿烈, 郑度. 青藏高原形成演化与发展[M]. 广州: 广东科技出版社, 1998, 280~287.]

Eco-environmental Fragility and Ecological Security Strategy in Tibet

ZHONG Xiang-hao, LIU Shu-zhen, WANG Xiao-dan, LI Xiang-mei

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041 China)

Abstract: There is eco-environmental fragility with characteristics of unstability and susceptibility in Tibet. The eco-environmental fragility has been increased in Tibet as rising of the Qinghai-xizang Plateau and increase of global climatic temperature. Some eco-environment problems have been produced under action of unreasonable human activities. The ecological security is paid on close attention. Strategy target and countermeasure for the ecological security were suggested through study the of the eco-environment fragility and the eco-environment problems.

Key words: Eco-environmental fragility; ecological security; Tibet