

深圳芙蓉尾山施工期水土流失及其防治措施研究

薛南冬^{1,2}, 陈丽琴¹, 陆文中³, 刘国琪³

(1. 湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410128;
2. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 3. 国家电力公司中南勘察设计研究院, 长沙 410014)

摘 要: 由于大规模开发建设, 推山平土造就开发用地, 导致大面积的疏松表土裸露地表, 造成了严重的水土流失。通过深圳芙蓉尾山整治工程施工期的水土保持工作, 探讨了此工程的水土流失现状、危害, 以及水土流失预测和防治措施等几个方面的问题。

关键词: 水土流失; 施工期; 防治措施

中图分类号: S 157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2004) 03-0122-04

Studies on Water Loss and Soil Erosion in Construction Period and Preventive Countermeasures in Furongwei Mountain, Shenzhen

XUE Nan-dong^{1,2}, CHEN Li-qin¹, LU Wen-zhong³, LIU Guo-qi³

(1. College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
2. Research Center of Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China;
3. Zhongnan Survey and Design Institute of National Electric power Company, Changsha 410014, China)

Abstract: Because of large scales of exploitation including pushing mountains and filling in the holes, loosen soil was exposed to the earth surface and serious water loss and soil erosion was caused in large areas. Water loss and soil erosion in construction period in Furongwei Mountain, Shenzhen was studied. Present situation, harmfulness, prediction and preventive countermeasures were also discussed.

Key words: soil and water loss ; construction period; countermeasure

水土的大量流失, 不仅会使生态环境呈现继续恶化的趋势, 制约我国经济和社会的可持续发展, 而且还将威胁到人类的生存和社会的发展。经过多年治理, 至 2000 年底, 深圳市水土流失面积已由 1995 年的 184. 99 km² 减至 59. 89 km²。但是全市建设裸露地仍有 134. 24 km²(包括动态建设工地 38. 34 km², 裸露面积总计达 172. 58 km²), 裸露山体缺口达 669 个^[1]。而且由于建设需要, 新的大面积的采石取土仍时有发生, 因此深圳市政府准备分期投资逐个治理宝安区沙井镇新桥芙蓉尾山, 原本林草茂盛, 植被覆盖良好, 但由于采石取土, 造成山体裸露, 破坏了山体景观及周围环境。本人通过参与实际工作, 对山坡治理的水土保持工作有了一个较完整的认识。首先, 对待整治山坡所在地的区域环境现状进行全面的调查研究, 即弄清气象、水文、地形地貌、地质构造状况等, 要得到这些数据, 要通过查资料, 实地勘测, 公式计算等, 是整个工作的基础, 以后的工作都将围绕这些而展开。其次, 进行水土流失现状、预测及其危害的评估, 这些都是建立在对之前的区域环境现状结果的分析、调查上的, 再

结合实际情况, 运用各方面的专业知识而得到, 是整个工作中相当重要的一环, 可以说它确立了工作方向, 提出了工作所要达到的具体成效; 再者就是水土流失的防治措施, 包括图纸的处理、绘制, 工程设施的布置、设计, 植物措施的选取、布置等。通过采取工程措施、植物措施并举的水土保持方案, 可有效地遏止水土流失, 实现水土保持的目标值, 对恢复生态有积极作用。

1 区域环境现状

1. 1 气象、水文状况

本地区属南亚热带海洋性季风气候, 多年平均气温 22. 4 , 年极端最高气温 38. 7 , 年极端最低气温 0. 2 。多年平均降雨量为 1 650 mm, 台风雨为主, 雨量多集中在 4 ~ 9 月, 约占全年的 85%。10 月至次年 3 月为少雨季节(枯季)。由于地形山高坡陡, 暴雨之下形成的坡面径流量大水急, 对坡面土壤侵蚀力强, 与平缓地区相比更易造成水土流失。根据广东省暴雨情况^[2]列表有表 1。

¹ 收稿日期: 2003-11-13
基金项目: 湖南农业大学青年基金资助
作者简介: 薛南冬(1965-) 男, 副教授, 博士研究生, 副教授, 从事环境化学的教学和科研。

表 1 设计暴雨量情况表

暴雨历时	暴雨量均值	变差系数	设计暴雨量 P (%)		备注
/h	/mm	C_v	$P=2\%$	$P=5\%$	
1	60	0.4	124.8	106.8	$C_s=3.5C_v$
6	115	0.45	258.8	216.2	
	120	0.45	270.1	255.6	
24	175	0.5	423.5	348.3	
	180	0.5	435.6	358.3	

采用暴雨推算设计洪水的方法计算洪峰流量。
按广东省洪峰流量经验公式^[2]: $Q_p = C_2 \cdot H_{24p} \cdot F^{0.84}$,
式中: C_2 ——经验系数, 取 50 年一遇标准为 0.046; H_{24p} ——
24 h 暴雨强度, 取 50 年一遇标准为 435.6; F ——集雨面积,
 km^2 。

本工程项目范围集雨面积为 0.285 km^2 , 计算得 50 年一
遇设计洪峰流量 Q_p 为 $6.93 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

1.2 地形地貌状况

该区地属低山丘陵地带, 自然山脊线沿东、北、西围合,
山体向南倾斜低落, 山势呈北东—南西展布, 山岭北侧由于
潭头二石场多年开采, 造成工程场地呈半边山嘴状山体。场
区东侧有一条自北向南山涧冲沟将山水汇集流向南面溪沟,
并注入通向街区的排洪沟渠内。场区范围低处标高为 20.00
m, 最高标高约 165.00 m, 山体自然坡度 $25^\circ \sim 40^\circ$; 局部见陡
崖、陡坡, 植被发育, 以人工种植的混交林, 如马占相思
(*Acacia mangium* Wild.)、小叶桉为主, 灌木、杂草丛生, 形成
自然群落。

1.3 地质构造状况

根据已开挖的岩石土层面揭露, 场区岩土层分布自上而
下为: 残、坡积土层, 原约 15 m, 局部结构松散, 下伏基岩为
燕山期侵入中、细粒花岗岩, 受风化影响由表及里分为强风
化、中风化及微风化岩层, 抗冲刷能力强。主要岩土层分布较
稳定, 场地内未见明显不良地质构造现象。

2 水土流失现状、危害及预测

2.1 水土流失现状

新桥芙蓉尾山南侧山坡整治范围已经开挖数月, 原有地
形、地貌已遭破坏, 裸露面积现达 17.60 万 m^2 , 占项目区总
面积的 76.52%。裸露面自上而下由多个不同高程的平台及
陡坡面组成, 土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀、重力侵蚀及
混合侵蚀。裸露土壤为花岗岩风化土及全风化—强风化岩
块, 经挖掘表面呈松动状, 部分坡面由弃土堆积而成, 按土壤
侵蚀强度分级标准应为剧烈级别。鉴于项目区距开发工业
区、交通干道较近, 又在广深高速公路可视范围, 从环境及景
观要求分析, 水土流失容许值应为 $500 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

2.2 水土流失造成的危害

水土流失危害主要体现在以下几个方面: 根据地形条
件, 项目区水土流失的方向主要是由北向南。南面为新桥芙
蓉工业区及民房、道路, 流失泥土将直接影响该地区生产、生
活; 项目区东侧, 原为自然山涧冲沟汇集山坡径流后注入南
面排洪渠内, 水土流失将会淤塞排洪渠, 给排洪带来不利影
响; 自上而下分台阶按不同高程层面的开采方式, 上层面的
水土流失会影响下一层面的施工, 层面间的临时开挖边坡若
发生重力侵蚀, 造成坍塌更将严重影响下一层面的施工作
业, 甚至造成生产停顿, 设备掩埋, 人员伤亡; 施工造成植被
破坏, 表层土壤剥蚀, 表土硬化、砾质化, 生态系统失去平衡,

生态功能退化; 项目区在新桥街区及广深高速公路可视范围
之内, 裸露山体对景观无疑是重大破坏。

2.3 水土流失预测

水土流失的预测首先是确定水土流失时段和流失面积,
进而在考虑多种因素的前提下确定流失强度。水土流失最严
重的时段为: 形成多个不同高程层面时采石取土施工期恰逢
 $4 \sim 9$ 月雨季。此时施工场地形成的裸露面最大, 又是多暴雨
季节。由于本工程项目较为单一, 采石取土平整场地开挖台
阶式边坡即是工程主体, 弃土弃石均外运至 $2 \sim 3 \text{ km}$ 处沙井
镇范围西海堤填筑, 亦无施工营地、生活区等, 相应水土流失
分区即是单一的主体施工区。

水土流失量预测方法有类比法、实测法和运用土壤流失
方程算法 3 种。鉴于本工程缺乏土壤侵蚀量的实验及观测
数据, 难以推算土壤流失量, 本工程项目水土流失量拟采用
类比法确定主体工程区的土壤侵蚀模数。通过与北江大堤加
固工程类比(见表 2), 确定该项目的土壤侵蚀模数。

经计算, 采石取土施工中可能产生的最大裸露面积为
 21.51 万 m^2 。预测水土流失量运用公式:

$$W = F \cdot A$$

式中: F ——土壤侵蚀模数; A ——最大裸露面积。

经计算, 预测水土流失量 $W = 5.0 \times 0.2151 = 1.08$ (万
 t/a)。即约 $50209.2 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 按项目区水土流失现状, 与
水土流失容许值比较, 应视为水土流失重点治理区。

表 2 土壤侵蚀模数类比表

工程名称	北江大堤加固工程	芙蓉尾山整治工程
分区	土料场	采石取土场
土壤	花岗岩赤红壤土料	花岗岩赤红壤及全风化—强风化土挟石
地形	山坡地	山坡地, 坡高 $15 \sim 120 \text{ m}$
多年平均雨量		
/mm	1700	1650
土壤侵蚀模数		
$/(\text{万 t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	5.96	5.00

3 施工期水土流失防治的措施

水土保持综合治理的措施主要可分为工程措施、植物措
施两大类。临时施工水土保持工程措施包括排水系统的建
立、开挖边坡的防护及拦砂措施等。

3.1 工程措施

根据场地地形地貌、地层岩性、水土流失危害现状等, 参
照深圳市水土流失类似地区的成功经验, 针对不同的工程部分
分别设置沉砂池、截水沟、排水沟、挡渣墙、挡土墙等工程措施。

3.1.1 沉砂池

沉砂池是建造在浊流汇集处, 具有一定容积的水工建筑
物。它的作用是汇集上游泥沙并沉积于池内, 保护下游土地
资源和建筑物; 有效地控制和减少归槽泥沙量, 提高城市防
洪标准。在场地南面街区排洪渠前建沉砂池, 施工期排水沟
均汇入沉砂池内经沉砂后下排。截、排水沟的末端均接入
设在南面进入街区排洪渠前的沉砂池内, 以保证截、排水沟
内水流挟带的泥沙, 经沉砂后下排, 避免或减少入沟泥沙淤
积排洪渠。结合用地规划, 在场区南面布置 2 个沉砂池, 尺寸
为 $L \cdot B \cdot H = 10 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ (见图 1); 理论上两个沉
砂池每次共可沉砂约 $125 \times 2 \times 1.6 = 400 \text{ t}$, 实际估计为
 380 t , 这对于年水土流失量达 1.08 万 t 的场区来说显然是不够

的, 因此要定期清理。(图中文字有些部分已被覆盖)

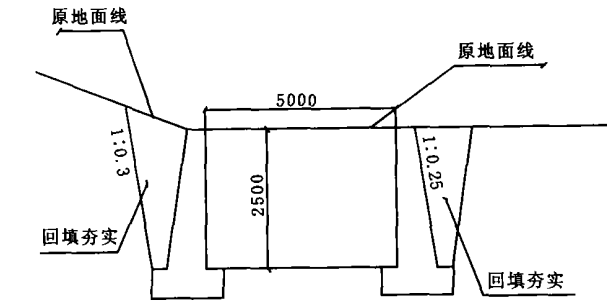


图 1 沉砂池横剖面图

3.1.2 截水沟

主体工程开挖施工前, 尤其是在汛期前必须先建好山坡顶截水沟。根据本工程所在地区的地形条件, 截水沟布置在

整治范围东、南侧台阶式边坡顶部(参见图 2)。

(1) 截流沟洪峰流量计算按 开发建设项目水土保持方案技术规范^[2]公式 $Q_B = 0.278 kiF$ 进行。

式中: Q_B ——最大清水洪峰流量, m^3/s ; k ——径流系数; i ——平均 1 h 降雨强度, mm/h ; F ——山坡集水面积, km^2 。

取径流系数 $k = 1.23$; 根据表 1, 取平均 1 h 降雨强度 $i = 60 mm$; 经测量, 截流沟以上集水面积 $F = 0.055 km^2$; 计算得洪峰流量为: $Q_B = 1.13 m^3/s$;

计算截水沟断面尺寸过程为: 水力坡降 $i = 1/200$; 河道糙率 $n = 0.025$; 边坡系数 $m = 1.00$; 假设渠底宽度 $b(m) = 0.50$; 判断基准水力模数: $K_1 = Q_B / i = 15.980 61$

判断条件 $(K_2 - K_1) / K_1 < 1\%$, 列表如表 3:

表 3 截水沟断面尺寸计算表							
水深 h/m	$A = (b + mh)h$ 过水	$X = b + 2h$	$1 + m^2$	$R = A/X$ 水力	$V = Q/A$ 流速	$AR^{2/3}/n$	$(k_2 - k_1)/k_1$ 值
	断面/ m^2	湿周/ m		半径/ m	$I/(m \cdot s)$	水力模数/ $(m^3 \cdot s)$	($< 10\%$)
0.690	0.821	2.452		0.335	1.376	15.840	OK
0.691	0.823	2.454		0.335	1.373	15.888	OK
0.692	0.825	2.457		0.336	1.370	15.937	OK
0.693	0.827	2.460		0.336	1.367	15.985	OK
0.694	0.829	2.463		0.336	1.364	16.034	OK
0.695	0.831	2.466		0.337	1.361	16.082	OK
0.696	0.832	2.469		0.337	1.357	16.131	OK

结合实际情况, 截水沟高取 0.8 m, 确定断面尺寸为: $B \cdot H = 0.8 m \times 0.5 m$ (梯形)。见图 2,

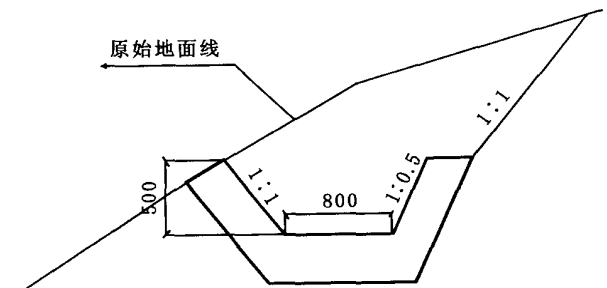


图 2 坡顶截水沟示意图

3.1.3 排水沟

排水沟是指为渲泄径流, 用浆砌块石或混凝土预制件建造、沟底具有一定比降的明暗沟。它用于宣泄径流, 保护坡面、建筑物和沟身安全; 汇集支流、毛沟水流, 导流至安全地点。在台阶式开挖边坡 100 m 和 55 m 高程平台内侧设 0.5 m \times 0.5 m 纵向排水沟, 以收集上级坡面来水; 沿坑底坡脚及平整场地周边布置平面排水沟, 收集坑底平整场地内地面径流; 坡面竖向布置 4 条导水槽(0.5 m \times 0.5 m), 共同组成主体排水体系。由于坡面、截水沟等整个场地的水均汇集于坡角处, 因此平整场地周边排水沟断面相对较大, 为: $B \cdot H = 1.0 m \times 0.8 m$ 。分不同层面高程进行开挖时, 每级台阶作业层面坡脚开挖临时排水沟; 施工临时道路内坡角设临时排水沟。

3.1.4 挡渣墙、挡土墙

场地南侧应用编织袋装土 垒砌或建木板临时施工围栏形成挡渣墙, 防止泥土外流, 墙高不低于 1.0 m。挡土墙是指为阻挡天然边坡或人工边坡坍塌而填筑的土石、砂砾及其它形式的建筑物。目的是为防止坡面发生崩塌、泻溜、滑坡; 维持有一定高差的相邻地面的稳定; 稳定边坡、保持水土。在每

个开挖工作面平台外缘用编织袋装土 垒砌高 1.0 m 挡墙, 防止作业面泥土流落下一层, 对存在堆土成坡的坡脚, 应在坡脚设临时挡土墙防止边坡坍塌。临时施工道路填方段应在填方坡脚设临时挡土墙。靠近平整场地的土质边坡, 为确保开发用地的安全, 采用浆砌石挡土墙护坡。

3.2 植物措施

植被对地面起着保护伞的作用, 与土壤类型与质地相比, 植被覆盖程度对土壤入渗速率有更为重要的影响, 植被覆盖的多少决定着土壤水土流失的程度。草地可以截留大部分雨水, 同时还可以削弱雨滴对地面的击溅侵蚀能力, 随着植物郁闭度的增加, 使地面出现径流的时间推迟, 并使入渗水量增多。土壤的入渗速率高, 水就会迅速渗过土壤表面蓄纳入土体, 从而不产生径流和泥沙, 减轻水土流失。人工种草是一项周期短、见效快的水土保持措施, 并具有美化环境的作用。草本植物生长迅速, 一般播种后, 当年或第二年即可获蓄水保土之功, 特别是在水土流失最为严重的雨季, 生长迅速, 作用最大。

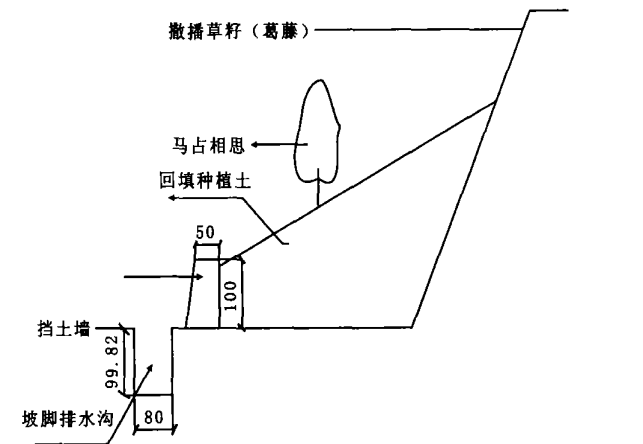


图 3 平台种植及坡脚排水沟示意

按 70 的坡度开挖边坡, 每级台阶高 15 m, 宽 4 m, 自上而下每开挖形成一级台阶随即进行植物措施。充分利用自上而下分台阶开采形成的平台, 进行绿化。在 3.0~5.0 m 宽的采石平台上, 隔台阶边缘 0.5 m 砌 1.0 m 高挡墙, 按 1:2 的坡比回填种植土构成种植槽。种植槽内种植爬山虎 (*Parthenocissus tricuspidata*)、葛藤 (*Pueraria phaseoloides*) 之类垂直攀缘植物, 利用其沿岩壁攀伸绿化壁面, 平台面上还可种植速生易成活树木和花木 (如马占相思等) 进行绿化。树木每隔 1.0 m 一棵, 垂直攀缘植物平均每隔 20 cm 植一棵, 沿台阶纵向布置, 种 2~3 行; 为保证成活率, 苗木采用袋苗。岩质坡面。岩石坡面土壤难以留存, 难栽种植物, 宜采取种子拌泥土和肥料的直接撒播法, 种籽采用芦茅草、蜆蜞菊 (*Wedelia zizanioides*)、百喜草 (*Paspalum notatum*) 等。

参考文献:

[1] 王富永, 吴长文, 杨德生, 等. 深圳市水土流失动态监测分析及监测工作构想[J]. 水土保持研究, 2002, 9(增刊): 27-29.
[2] 深圳市水利规划设计院. 水利部水利水电高等专科学校. 深圳市水土保持手册[Z]. 1995.
[3] 陆文中, 刘国琪. 深圳市沙井镇新桥芙蓉尾山整治工程开采治理报告[R]. 2003.
[4] SL204-98, 开发建设项目水土保持方案技术规范[S].
[5] GB/T16453-1996, 水土保持综合治理技术规范[S].

(上接第 99 页)

当前, 辽宁西北地区要在生态环境承载力范围内全面提高植被覆盖率。要在解决吃饭问题的前提下, 制定鼓励政策, 退耕还林、还草; 要加大植树种草的力度, 除在宜林宜草地区种植外, 还要逐步加大石质山的客土造林; 要加强防护林体系的建设和管理。

4.2 依靠科技进步减轻沙区人口对环境的压力

人口压力过大是沙漠化的一个最主要的原因, 防治沙漠化的根本必须使人口压力在土地承载范围之内。就目前的情况来看, 减轻人口压力必须依靠科技进步。

(1) 在农业方面, 要依靠科技进步提高单产水平, 优化农产品结构, 扩大优良品种及无公害品种的比例, 提高单产收入。

(2) 在能源方面, 逐步调整能源结构。依靠科技进步充分利用辽宁西北部地区丰富的风能、太阳能和燃气资源, 要因地制宜地推广使用太阳能、风能和沼气等新能源技术, 尽快改变西北部地区农村单一使用植物性燃料的一元化能源结构。

(3) 在科研方面, 要下力气解决关键问题, 提供强有力的科技支撑。什么样的结构、多宽的林带、多大的网格更利于治沙以及什么样的品种更抗旱、更抗病虫害, 要提高其中的科技含量。这也是各地治沙普遍反映的科技问题, 必须尽快解决。

(4) 宣传教育方面, 要采用多渠道、丰富多彩的方式, 加大宣传教育的力度, 普及科学知识, 提高当地领导和农民的认识, 转变观念。

4.3 建立东北西部特殊生态功能区

我省西北部地区与吉林省的白城市、松原市和四平市的一部分、黑龙江省的齐齐哈尔市、大庆市、绥化市以及内蒙古自治区的呼伦贝尔盟、兴安盟、哲里木盟和赤峰市的一部分

参考文献:

[1] 朱震达. 中国北方沙漠化现状及发展趋势[J]. 中国沙漠, 1985, 5(3): 3-11.
[2] 朱震达, 王涛, 从若干典型地区的研究对近十年来中国土地沙漠化演化趋势分析[J]. 地理学报, 1990, (4): 430-440.

另一方面, 土质边坡亦需绿化。坡面覆盖层经剥离、削坡裸露的表面可喷(播)草籽(如百喜草、狗牙根 *Cynodon dactylon* L. Pers.) 等进行绿化覆盖。坑底直接撒播种子进行绿化; 种籽采用芦茅草、百喜草等。

4 结 论

通过一系列的工程措施和植物措施, 深圳芙蓉尾山施工期水土流失防治历时约 2 年, 使植被覆盖率恢复接近 100%, 水土流失量控制在低于 500 t/(km²·a) 的水平。

施工期可能出现暂时的更加严重水土流失等环境问题, 这就需要施工单位通过一系列的工程措施和植物措施, 按程序办事, 切实采取措施防治水土流失灾害, 改善和建立良好的生态环境。

共同构成了东北西部地区。该地区地处内蒙古高原向东北平原的过渡地带, 生态环境极其敏感和脆弱, 其生态状况对东北平原的生态环境具有重要的意义。因此可以说该地区是东北平原的生态屏障, 如果该地区的生态环境得到有效的保护, 将对东北平原生态环境保护和改善起到积极的作用。从一定意义上说, 这也是东北振兴的生态需求。建立特殊生态功能保护区, 不是简单意义的禁垦、禁牧, 也不是自然保护区核心区域的封闭式管理, 而是要在确保当地社会经济可持续发展、群众安居乐业、社会安定团结的前提下, 制止新的生态破坏, 实现生态重建和生态恢复。

4.4 加大生态保护的投入

要国家已增加在生态保护和建设的投入, 省、市、县及乡(镇)都要把生态保护和建设列入重要议事日程, 加入生态保护和建设的投入, 建立、完善生态保护和建设的投入的主渠道; 各有关部门也要按照各自的职责, 增加生态保护的投入。投入的资金, 最终由基层政府突出重点, 集中使用; 上级政府和有关部门要强化对资金使用的监督。总之, 要形成生态保护的合力。

4.5 尽快完善生态保护法律、法规及政策

目前我国已颁布了一些环境保护和资源管理的法律、法规, 但关于生态保护与建设的法律、法规仍不完善, 特别是生态保护的法律、法规少之又少, 当务之急是尽快出台《生态环境保护法》。各地区要结合各自的情况和生态保护的实际情况制定切实可行的生态保护配套法规, 以保证西部地区在大开发过程中的生态环境不被破坏, 以及生态环境质量的逐步改善。各地区要积极努力、出台地方生态保护法规, 依法保护生态环境。