

保水剂对江河源区退化草地土壤水分和植物生长发育的影响

王启基¹, 王文颖², 景增春¹, 史惠兰^{1,3}, 王长庭¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2. 青海师范大学, 青海 西宁 810008;

3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:通过不同浓度保水剂种子包衣和保水剂大田示范试验, 结果表明: 在江河源区退化草地恢复与重建中应用高吸水树脂(SAP保水剂), 对提高土壤含水量和保墒具有良好的效果; 它不仅能促进幼苗生长发育, 而且对植物地上部分的分蘖枝和根系分枝有明显的促进作用; 同时对提高牧草个体生物量和产草量有明显的效果。试验结果还表明, 使用1%~1.5%浓度的种子包衣处理效果最佳。

关键词:江河源区; 保水剂; 退化草地; 土壤水分

中图分类号: S482.99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0629(2005)05-0052-06

我国是水资源相当贫乏的国家, 被列为世界13个贫水国家之一, 全国人均水资源占有量仅为2300 m³, 相当于世界人均水平的1/4, 排名第121位^[1]。随着全球气候变化发展的趋势, 近50年来, 青藏高原气候干暖化过程, 一方面造成了高原河流径流量普遍减少, 另一方面高原冰湖溃决, 冰川泥石流以及雪灾、旱灾等自然灾害日益严重^[2]。黄河自1972年开始断流以来, 随着时间的延伸其断流的频率不断加大, 进入20世纪90年代则年年断流, 而且断流时间也不断延长, 这种趋势越演越烈, 对黄河源区乃至黄河中、下游生态环境和区域社会经济可持续发展提出严重挑战, 引起专家和政府有关部门的重视。

高吸水性树脂(简称SAP保水剂)是一种具有高吸水性、保水性、吸水膨胀性能和无毒无味的高科技产品。1969年美国农业部北部研究中心(NRRC)首先研制出保水剂, 并于20世纪70年代中期将其用于玉米、大豆种子涂层, 树苗移栽等方面^[3]。目前日本在保水剂领域, 无论在生产能力还是种类及应用均处于领先地位^[4]。此外, 发展中国家如墨西哥, 东南亚及中东地区也开始推广应用^[5]。

我国保水剂的开发与应用开始于20世纪80年代初期, 但发展速度较快, 目前已有40多个单位进行研制和开发^[6]。根据前人的研究表明, 保水剂

吸收的水分85%以上对植物有效, 好似微型水库, 随着植物的生长和根际土壤水分的变化可以反复释放和吸收水分, 供植物根部缓慢吸收利用^[7]。我国生产的保水剂产品在粮食作物、经济作物、花卉蔬菜、果树林木、草坪培植等方面得到广泛应用, 取得了良好的效果^[7-11]。但是, 有关高寒退化草地植被恢复和牧草种植方面的研究报道尚缺。

该项研究旨在通过保水剂在高寒退化草地植被快速恢复、重建中的应用, 揭示保水剂对土壤水分和植物生长发育的影响以及生态过程, 为高寒草地, 尤其对江河源区草地资源的保护、更新以及退化草地植被快速恢复提供科学依据和示范。

1 研究区自然概况

研究地区位于青海省果洛州玛沁县大武镇和格多牧委会草场进行, 地处东经100°12'~100°41', 北纬34°17'~34°27', 海拔3719~3980 m。气候属高原寒冷气候类型, 年均气温-2.6~-0.6℃, 0℃年积温为914.3℃, 日照时间2576 h, 年均降水量约513 mm, 5—9月降水量437.10 mm, 占年降水量的85.20%。无绝对无

收稿日期: 2004-07-01

基金项目: “十五”国家科技攻关计划重大项目(2001BA606A-02)资助

作者简介: 王启基(1945-), 男, 青海湟源人, 研究员, 从事草地生态学和植物生态学研究。

霜期,牧草生长期 110~130 d。主要植被类型有高山嵩草草甸、高山灌丛草甸,土壤类型以高山草甸土和高山灌丛草甸土为主。由于人类活动干扰和自然因素的综合作用草地严重退化。草地生产力、土壤肥力和涵养水分的能力显著降低,毒杂草孳生,部分区域现已沦为大面积次生裸地——“黑土滩”,基本丧失放牧利用价值。

2 材料与方法

2.1 材料和试验设计 该项试验于 2002 年 5 月开始实施,采用小区试验和大田示范研究相结合的方法。试验材料以果洛生产的垂穗披碱草 *Elymus nutans*,美国引进的披碱草 *E dahuricus* 种子,以及青海省绿宝高科技发展有限公司研制生产的高吸水性树脂(SAP 保水剂)。

小区试验设置在大武镇和格多牧委会示范区,用质量浓度为 2%(A),1.5%(B),1%(C),0.5%(D)保水剂配置的种子胞衣和对照(CK)5 个等级水平的小区试验。即分别将 2,1.5,1,0.5 kg 保水剂用适量水溶化,再与 100 kg 种子拌匀,形成种子包衣,对照区不使用保水剂。小区面积为 2 m × 3 m,3 次重复,每个品种试验有 15 个小区。为了减少边界效应的影响,小区的横向间距为 1 m,纵向间距为 0.5 m,小区试验设计如图 1。

A1	B1	C1	D1	CK1
C2	D2	CK2	A2	B2
CK3	A3	B3	C3	D3

图 1 小区试验设计

播种时间为 2002 年 6 月 2 日,播种方式为条播,行距为 30 cm,播种量为 30 kg/hm²,即 3 g/m²,每小区 18 g。

大田示范区设在格多牧委会退化严重的嵩草 *Kobresia bellardii* 草甸草场,选择地势平坦,植被较均匀的地段设置退化草地恢复与重建的固定样地 8 hm²。试验按 3 种处理设计: . 保水剂(保水剂 150 kg/hm²) + 垂穗披碱草(30 kg/hm²) + 二胺(150 kg/hm²) + 尿素(75 kg/hm²) 混合撒播,种植面积为 3.4 hm²; . 垂穗披碱草种子胞

衣(1% SAP 种子胞衣 30 kg/hm²) + 二胺(150 kg/hm²) + 尿素(75 kg/hm²) 混合撒播,种植面积为 3.3 hm²; . 对照(垂穗披碱草 30 kg/hm²) + 二胺(150 kg/hm²) + 尿素(75 kg/hm²) 混合撒播,种植面积为 1.3 hm²。耕作程序为:耕地 1 遍(种子包衣耙 1 遍) 耙地 1 遍 撒播(种子和底肥混合) 耙地 1 遍 最后镇压 1 遍,播种后用铁丝围栏保护。

2.2 观测内容 观测的环境因子有:2002—2003 年生长季测定不同处理区土壤含水量,每月按月初、月中和月底 3 次测定,每次按 0~10,10~20,20~30 cm 土层分别测定,3 次重复。并测定不同处理区土壤容重、田间最大持水量等参数。

生物因子有:种子发芽率(室内用培养皿测定);不同处理区出苗时间,每 3 d 观测 1 次;按月测定不同处理区单位面积(小区 20 cm × 30 cm,大田 25 cm × 25 cm)的株数、地上分蘖数、株高、根分枝数、根长,3 次重复;越冬率等参数。

在植物生长期(5—9 月),每月月底测定 1 次地上生物量,小区样方面积 20 cm × 30 cm,大田样方面积 50 cm × 50 cm,5 次重复。同时测定地下生物量,大田样方面积 25 cm × 25 cm,并按 0~10,10~20,20~30 cm 土层分层测定,3 次重复。

生长第 2 年(2003 年 7 月),用样条法测定大田不同处理区植物群落种类组成及其特征值(分盖度、株高等)。样条面积为 5 m × 0.5 m,每个样条分为 50 cm × 50 cm 的 10 个小样方计数,2 次重复。

3 结果与分析

3.1 不同处理区土壤含水量变化

3.1.1 示范区大田不同处理区土壤含水量变化 在格多牧委会退化草场大田示范区不同处理条件下土壤含水量如图 2,3 所示。

由图 2 可以看出,示范区大田使用保水剂后对提高土壤含水量均具有明显的作用。尤其明显的是 2002 年 8 月试验区严重干旱,月降水量仅 39.1 mm,占历年平均降水量(98.5 mm)的 39.7%,使用保水剂处理的样地土壤含水量均高于对照区。其中,保水剂撒播处理土壤含水量较对照区提高 2.36%,包衣处理区土壤含水量较对照区提高 8.85%。

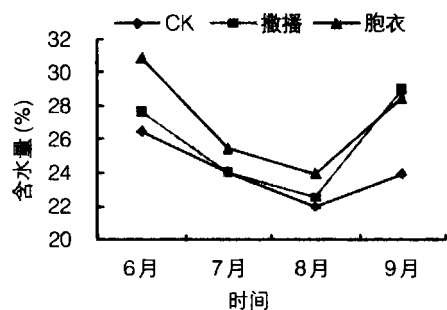


图2 大田不同处理区土壤含水量季节动态

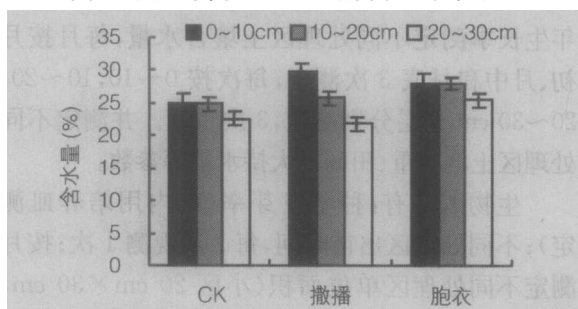


图3 大田示范区不同处理区各层土壤含水量比较

如果以0~10 cm土壤含水量的平均值计,保水剂撒播处理土壤含水量较对照区提高19.38%,包衣处理区土壤含水量较对照区提高12.37%。这是由于将保水剂撒入土壤表层后,通过轻耙将保水剂均匀分布在0~10 cm土层中,使该层土壤保水力和含水量明显增大(图3)。

如果按0~30 cm土层中的平均含水量计,其土壤含水量依次为包衣处理(27.15%)>撒播处理(25.78%)>对照(24.11%)。保水剂撒播处理区0~30 cm土层中的平均含水量较对照提高6.91%,包衣处理区较对照提高12.62%。

3.1.2 保水剂不同浓度小区试验土壤含水量比较

通过不同浓度果洛州生产的垂穗披碱草和美国引进的披碱草种子包衣小区试验结果表明,使用保水剂对提高土壤含水量和保墒具有良好的效果(图4,5)。

由图3,4可以看出,垂穗披碱草(果洛产)种子包衣浓度大于1%的处理,无论是生长季土壤含水量的季节动态,还是0~30 cm土层中的平均含水量比较,1%,1.5%,2%处理区的土壤含水量均高于对照区。降水量较少的8月,0.5%,1%,1.5%,2%处理组土壤的含水量分别较对照高

7.46%,2.77%,7.71%,10.73%(图4)。如果按土壤的垂直层分析,保水剂对0~10 cm土层中的含水量影响较大,其中1%,1.5%,2%包衣浓度处理区土壤含水量较对照区分别提高8.63%,3.15%,7.13%。0.5%,1%,1.5%,2%处理组10~20 cm土壤含水量分别较对照高3.41%,5.92%,7.43%,2.20%。20~30 cm土层中含水量无明显规律。如按0~30 cm土层中土壤含水量平均值计,1%,1.5%,2%包衣浓度处理区土壤含水量较对照分别高5.70%,3.70%,4.57%;0.5%浓度的包衣处理土壤含水量略低于对照区。

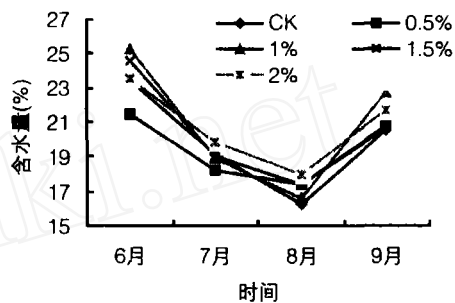


图4 不同浓度胞衣小区土壤含水量季节动态

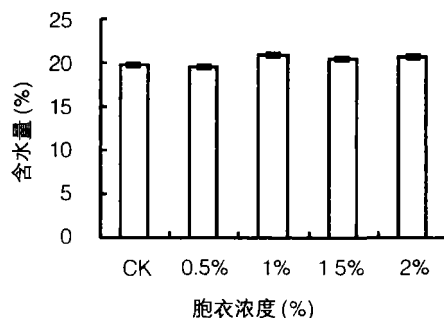


图5 小区0~30 cm平均土壤含水量比较

采用不同浓度披碱草(美国引进)种子包衣试验小区土壤含水量结果与垂穗披碱草种子(果洛产)包衣试验后土壤含水量的结果相似(表1)。

表1 披碱草种子包衣处理区土壤含水量比较

土壤层	2%	1.5%	1%	0.5%	CK
0~10cm	21.84	20.83	21.13	21.05	20.48
10~20cm	20.64	21.29	20.31	20.47	20.65
20~30cm	19.25	19.32	19.01	18.31	18.91
0~30cm	20.58	20.48	20.15	19.94	20.01

3.2 不同处理条件下牧草的分蘖和生长发育比较 通过在格多牧委会示范区的小区试验(6月2日播种)和大武滩小区试验(6月16日播种)结果表明,使用保水剂不同浓度的种子包衣后,对植物地上部分的分蘖枝和根系分枝有明显的促进作用(表2)。

由表2可知,在格多牧委会草场种植的垂穗披碱草(果洛产)根系分枝数依次为1.5%浓度处理>1%浓度处理>2%浓度处理>0.5%浓度处理>CK,平均值分别为4.80,4.41,4.05,3.58,3.49枝/株。

其中,1.5%和1%处理的分枝数最高,较对照组分别提高37.27%和26.14%。地上部分平均分蘖数依次为1.5%浓度处理>1%浓度处理>2%

浓度处理>0.5%浓度处理>CK,平均值分别为2.66,2.27,1.73,1.63,1.30枝/株。其中,1.5%和1%处理分蘖数最高,较对照组分别提高104.94%和74.57%。不同处理区垂穗披碱草平均根长和株高与分蘖数和根系分枝亦有类似变化趋势,即平均根长依次为1.5%(6.76 cm)>1%(5.96 cm)>2%(5.84 cm)>0.5%(4.82 cm)>CK(4.32 cm);平均株高依次为1.5%(11.55 cm)>2%(10.72 cm)>1%(9.73 cm)>CK(8.42 cm)>0.5%(8.18 cm)。美国引进的披碱草试验结果与果洛产垂穗披碱草试验结果相似(表1)。

由此可见,在江河源区高寒草甸退化草地植被恢复与重建中应用高吸水树脂(SAP保水剂)对促进幼苗生长发育具有明显的效果。

表2 保水剂不同浓度处理区牧草的分蘖及生长发育比较

草种	处理	根分枝数(支/株)	分蘖数(枝/株)	平均根长(cm)	平均株高(cm)	株数
果洛垂穗披碱草	2.0%	4.05	1.73	5.84	10.72	73
	1.5%	4.80	2.66	6.76	11.85	74
	1.0%	4.41	2.27	5.96	9.73	71
	0.5%	3.58	1.63	4.82	8.18	93
	CK	3.49	1.30	4.32	8.42	97
美国披碱草	2.0%	2.55	1.32	4.48	6.39	31
	1.5%	3.29	1.90	4.54	5.78	31
	1.0%	2.90	1.37	4.90	6.71	30
	0.5%	2.87	1.63	4.15	5.35	30
	CK	2.51	1.18	3.73	5.64	39

3.3 不同处理条件下植物个体生物量比较

草地植被生物量是草地生态系统最重要的数量特征之一,同时也是研究草地生态系统物质循环、能量流动和生物生产力的基础。通过不同浓度保水剂种子包衣试验结果表明,使用保水剂后对当年幼苗的生长有一定的促进作用,个体生物量有明显的增大(图6,7)。

由图6,7可知,在格多牧委会(军牧场)2002年6月2日播种的垂穗披碱草包衣种子,到7月21日测定,使用保水剂处理的个体地上生物量均比对照区个体生物量高,其范围为0.011~0.029 g/株,平均值为0.018 g/株,而对照区个体生物量仅为0.006 g/株。地下生物量也具同样的趋势,使用保水剂处理个体地下生物量范围为0.004~

0.013 g/株,平均值为0.007 g/株,对照区个体地下生物量仅为0.002 g/株。其中,用1%和1.5%浓度处理的效果明显。不同浓度处理的披碱草个体地上生物量为0.005~0.008 g/株,平均值为0.007 g/株,而对照区个体生物量仅为0.003 g/株。使用保水剂处理的个体地下生物量范围为0.003~0.005 g/株,平均值为0.004 g/株,对照区个体地下生物量仅为0.002 g/株。

3.4 不同处理条件下净生产量比较

3.4.1 不同浓度种子包衣条件下净生产量比较

由图8可以看出,播种当年(2002年9月)不同浓度垂穗披碱草种子包衣处理区地上年净生产量(干质量)依次为1.5%处理>1%处理>0.5%处理>2%处理>CK处理,分别为469.4,462.8,

371.8, 352.9, 270.2 g/m²。处理区分别较对照区提高 73.72%, 71.28%, 37.60%, 30.61%。地下生物量依次为 1%处理 > 1.5%处理 > 2%处理 > 0.5%处理 > CK 处理, 分别为 347.9, 253.6, 224.1, 219.8, 172.3 g/m², 较对照区提高 101.92%, 47.19%, 30.06%, 27.57%。

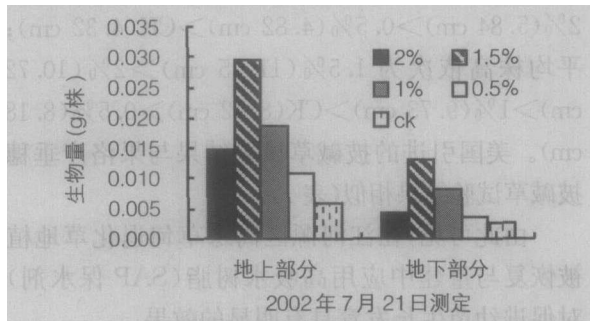


图6 不同处理区垂穗披碱草(果洛产)生物量比较

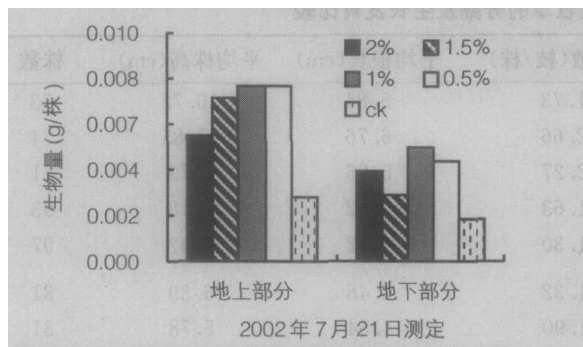


图7 不同处理区披碱草(美国引进)生物量比较

第2年(2003年9月)不同处理区垂穗披碱草年地上净生产量依次为 1.5% > 0.5% > 1% > 2% > CK, 分别为 1198.2, 1183.7, 1123.0, 1092.3, 557.5 g/m², 处理区年净生产量分别较对照区提高 114.93%, 112.32%, 101.44%, 95.92%。

3.4.2 不同处理区大田地上净生产量比较 由表

表3 大田保水剂不同处理区生物量比较(干质量)

测定日期	处理	禾草类	莎草类	杂草草	枯草	合计
2002年9月16日	撒播+耕翻	136.5	3.5	47.6	4.7	192.3
	包衣+松耙	122.1	0.0	39.7	13.5	175.4
	CK	124.9	0.0	39.1	8.8	172.2
2003年9月17日	撒播+耕翻	683.0	1.7	20.3	-	704.9
	包衣+松耙	542.5	0.0	50.0	-	592.5
	CK	423.7	3.6	108.1	-	535.4

3可知,播种当年(2002年)不同处理区地上总生物量依次为保水剂撒播+耕翻处理 > 种子包衣+松耙 > 对照组,其地上总生物量分别为 192.3, 175.4, 172.2 g/m², 处理区较对照区分别提高 11.69%, 1.86%; 如果按主要经济类群比较,禾草类比例分别为 70.98%, 69.61%, 72.53%, 保水剂撒播+耕翻处理区单位面积禾草产量较对照区提高为 9.29%, 包衣+松耙处理较对照区下降 2.24%。杂类草依次为保水剂撒播+耕翻处理 (24.75%) > 种子包衣+松耙 (22.63%) > 对照区 (22.71%)。

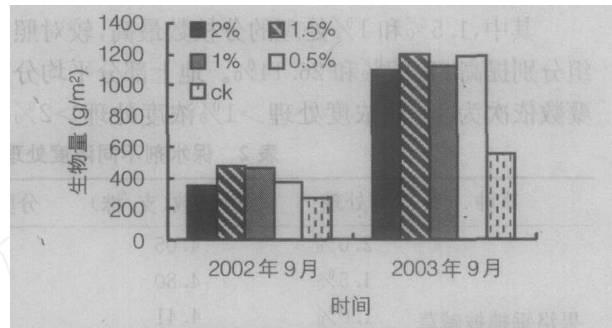


图8 不同处理区垂穗披碱草地上净生产量比较

第2年(2003年)不同处理区地上净生产量依次为保水剂撒播+耕翻 > 种子包衣+松耙 > 对照,其净生产量分别为 704.9, 592.5, 535.4 g/m², 处理区较对照区分别提高 31.66% 和 10.66%。保水剂撒播+耕翻、种子包衣+松耙、对照处理区禾草类比例分别为 96.89%, 91.56%, 79.14%, 处理区禾草类较对照区分别提高 61.19% 和 28.03%, 处理区杂类草较对照区分别减少 81.25% 和 53.74%。上述结果表明,使用保水剂对提高牧草产草量具有明显的效果,尤其对禾本科牧草的效果最佳。

参考文献:

- [1] 王一鸣. 保水剂在我国农业生产中的试验研究与应用[J]. 中国农业气象, 2000, 21(1): 49-53.
- [2] 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. 139-213.
- [3] 吴德瑜. 保水剂与农业[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991. 1-3.
- [4] 马天新, 庞中存, 陆秀珍. 土壤保水剂在我省旱作农业上的应用进展[J]. 甘肃农业科技, 1997, (12): 31-32.
- [5] 杜太生, 康绍忠, 魏华. 保水剂在节水农业中的应用研究现状与展望[J]. 农业现代化研究, 2000, (5): 317-320.
- [6] 黄河. 吸水性聚合物在农业上的应用研究[J]. 福建农业科技, 1996, (4): 26-28.
- [7] 马有华, 孟召鹏, 赵彬, 等. 保水剂在节水抗旱农业中的应用[J]. 安徽农学通报, 2002, 8(4): 5-7.
- [8] 康铃铃, 杨艳春, 魏义长, 等. PAMN 保水剂施用量与施用方法对作物出苗率的影响[J]. 河南农业科学, 1998, (7): 17-18.
- [9] 滕汉玮, 段宇红, 裴亚玉. 农用保水剂在旱作农业上的应用试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2000, 12: 23-24.
- [10] 董建伟, 王丽秋, 胡燕玲. 抗旱保水剂应用特性的实验研究[J]. 中国农村水利水电, 2002, 2: 44-46.
- [11] 陈本建. 保水剂对多年生黑麦草出苗和幼苗生长的影响[J]. 草业科学, 2000, 17(3): 28-29.

**The effect of the search on soil water and plant growth of degraded grassland
in the source regions of Yangtze and Yellow Rivers**

WANG Qi-ji¹, WANG Wen-ying², JING Zeng-chun¹, SHI Hui-lan^{1,3}, WANG Chang-ting¹

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2. Qinghai Normal University, Xining 810008, China;

3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The researches and field experiment were carried on forage seeds coated and dressed with SPA of different concentrations. The results showed: SAP application may improve obviously soil water content and water retention capacity of rehabilitated grassland in the source regions of Yangtze and Yellow Rivers. SPA application may not only promote seedling growth and development, plant aboveground tiller and root development but also increase individual plant biomass and forage production. The results was best if seeds were coated and dressed with 1% ~ 5% concentration of SPA.

Key words: source regions of Yangtze and Yellow Rivers; SAP search; degraded grassland; soil water

国务院西部开发办会议对 2005 年的工作作出 4 项部署

在 5 月中旬召开的国务院西部地区开发领导小组第三次全体会议上, 国务院总理温家宝作重要讲话, 对 2005 年西部大开发的重点工作作了部署。

第一, 加大“三农”工作力度。提高农业综合生产能力, 因地制宜发展粮食生产, 发挥农牧业综合优势, 搞好农田水利和“六小工程”建设。

第二, 继续加强基础设施和生态环境建设。集中力量抓好在建和新开工的水利、交通、能源等重点工程建设。积极稳妥地推进退耕还林、退牧还草, 巩固成果, 确保质量。

第三, 培育和发展特色优势产业。大力发展农牧产品加工、矿产资源开发和利用等特色产业, 有条件的地方积极发展旅游业和高新技术产业。加快推进重点区域、重点地带开发, 促进产业集聚发展、企业集中布局、土地集约利用。

第四, 大力发展教育、卫生等社会事业。切实把教育放在优先发展的战略地位, 认真落实“两基”攻坚计划, 加快普及九年义务教育, 特别要落实对农村贫困家庭学生实行“两免一补”的政策。加强卫生事业, 抓紧建设县、乡、村三级卫生服务网络, 重点支持以乡镇卫生院为主的农村医疗卫生设施建设。在搞好试点的基础上, 推进农村新型合作医疗制度改革, 加强重大传染病和地方病的防治。 (闻育昉)