

亚太地区保护性耕作发展国际研讨会

黄土高原实施保护性耕作的 水土保持效应和注意的问题

汇报人：郝明德 研究员

中国科学院水利部 水土保持研究所
西北农林科技大学 水土保持研究所



汇报提纲

- 一. 研究背景
- 二. 保护性耕作的水土保持效应
- 三. 旱作农业面临的新问题
- 四. 集雨覆盖保护性耕作试验
- 五. 建立黄土高原特色的保护性耕作技术



一.研究背景

1. 黄土高原旱作农业发展阶段

- ▶ 黄土高原是中国的传统农业耕作区
 - 形成以小麦和谷糜为主的一年一熟和二年三熟轮作种植制度
 - 依靠豆科作物轮作倒茬和农家肥、秸秆还田来维持地力
 - 依靠土壤耕作(深耕翻、耙耨、镇压)措施调控土壤水肥因子
 - 形成了“耕—耙—耨—压—锄”的土壤耕作管理体系
- ▶ 20世纪60年代以前，沿用传统的夏、秋深耕翻休闲的耕作制度
- ▶ 80年代推广地膜覆盖技术，形成以小麦/玉米为主的二年三熟或三年四熟的轮作制和以小麦/玉米作种植制度
- ▶ 目前进入覆盖、集雨及保护性耕作等多种技术综合应用阶段



2. 传统旱作农业技术在生产中的作用

- ◆覆盖技术：拦蓄降水，增加入渗，抑制降水蒸发，改变土壤水热状况，增加肥力，防止干旱、土地沙化、水土流失。
- ◆耕作保墒：目的是蓄住较多降水使其大量下渗。采取措施是深耕，随犁随耙和雨后耙耱，总结为“提早深翻早蓄墒，合口过伏保底墒，冬春巧管防跑墒，雨后耙耱少耗墒，播前整地保口墒”的旱作保墒技术。
- ◆等高耕种：坡地等高开沟起垄，垄沟内培土、分段拦蓄，中耕时开沟培垄，垄沟互换等方法，增加地面糙度，增强土壤抗蚀力和渗透率、减少地表径流等合理耕作和种植措施。



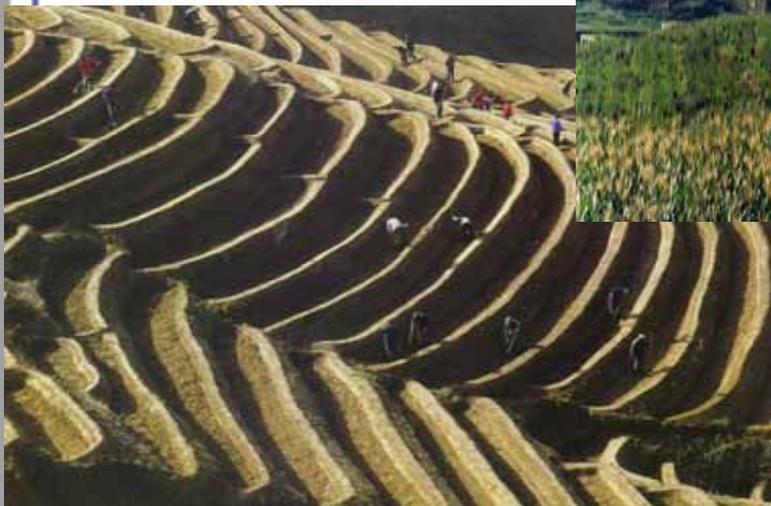


3. 保护性耕作是传统农作制的一场革命

- ◆ 传统农业以犁耕方式频繁耕翻，易形成地表径流，造成水土流失。水土流失面积占50%，70%的人口和80%的耕地在水土流失区，年输入黄河泥沙量16亿吨。
- ◆ 保护性耕作是适应环境保护和发展生产的双重目标需求的一项旱作农业实用技术，对旱作农业生产发展具有重要意义，是传统农作制度的一场革命。具有保持水土、培肥地力、抗旱、稳产等功能，技术核心是防治土壤侵蚀，促进有限水资源的高效利用。



二. 保护性耕作的水土保持效应



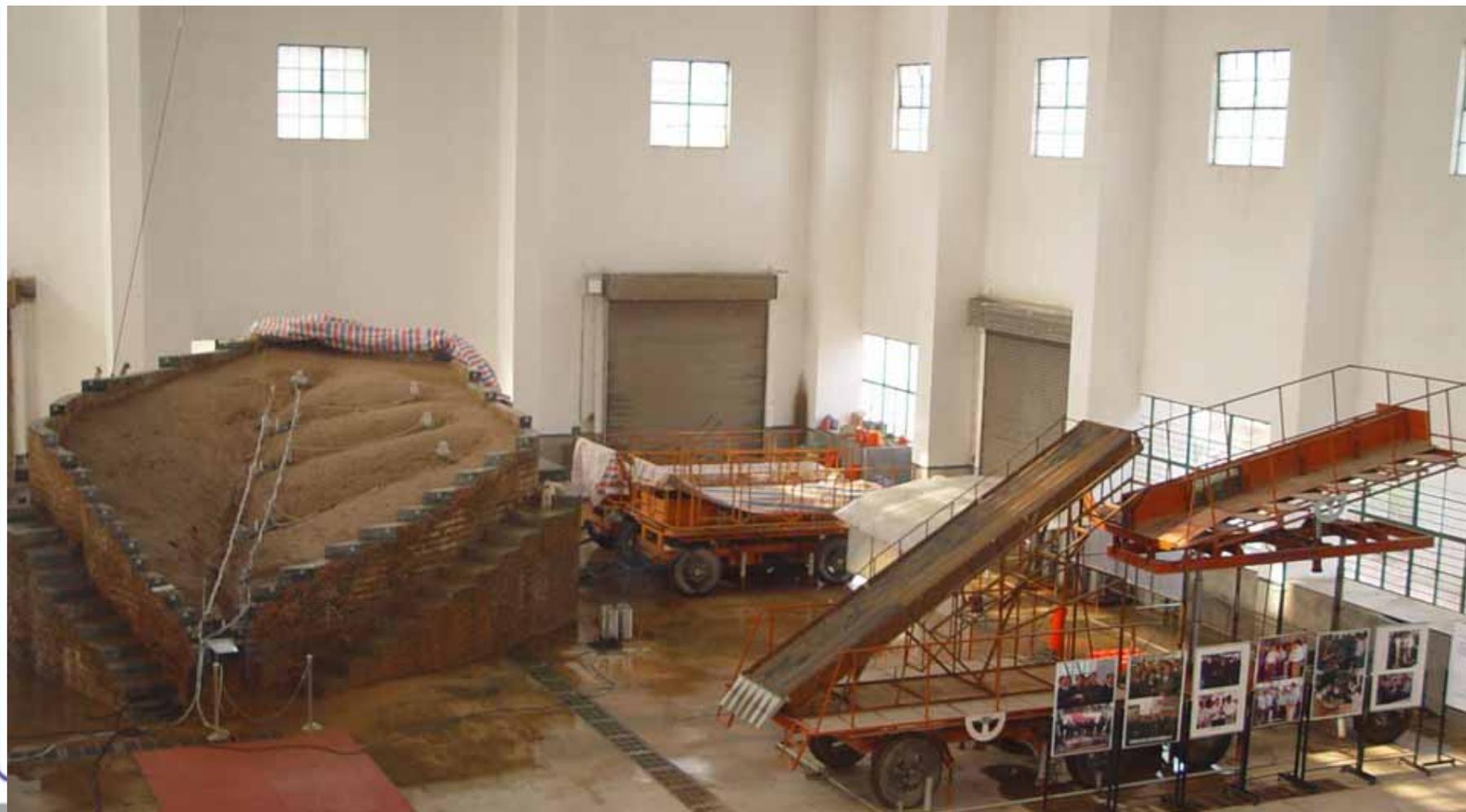


➤ 在黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室降雨大厅进行人工模拟降雨试验。





➤ 采用侧喷式自动模拟降雨系统,喷头高度16m,雨滴降落终速可达到自然雨滴降落速度的98%以上。降雨强度设为120mm /h,时间为60min





► 坡度可调式钢槽：长×宽×高=2m×0.5m×0.3m，
于钢槽下端收集径流、采集泥沙样品。





★试验土样： 壤土(杨凌)、黄绵土(延安)、风沙土（榆林）

★覆盖材料： 小麦秸秆

覆盖率分别为：

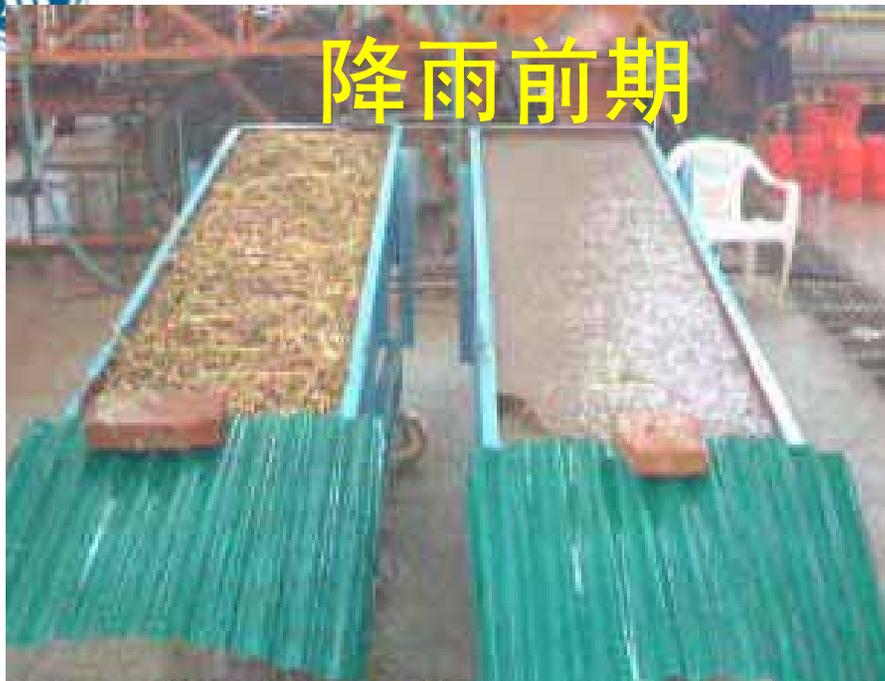
0, 20, 40, 60, 80,
100%

覆盖量： 0, 1000, 2000,
3000, 4000,
5000kg/hm²





降雨前期



降雨中期



降雨后期





1. 秸秆覆盖对径流的影响

秸秆覆盖可延缓径流的产生，延长了水土作用时间而增加雨水入渗。产流初始时间滞后，覆盖率越高，产流滞后的时间越长。

表1 不同秸秆覆盖度初始产流时间比对照滞后的时间

处 理	CK	20%	40%	60%	80%	100%
初始产流时间	93	109	457	544	693	989
比对照滞后时间	0	16	364	451	600	896



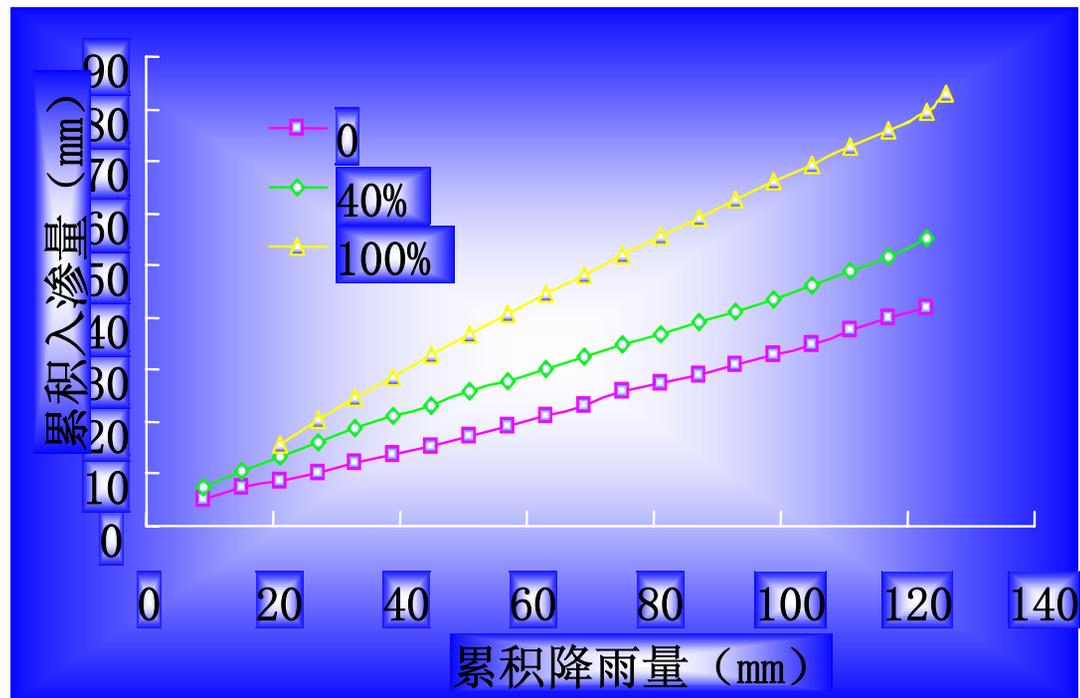
秸秆覆盖率越高,径流减少的效果越明显。覆盖率为**20-40%**时径流量减少**3-4%**,覆盖率为**60-80%**时径流量减少**10-30%**,覆盖率**100%**时径流量减少**40%**以上。覆盖率大于**40%**,能有效减少水土流失。

表2 不同秸秆覆盖度平均径流量与对照径流减少量的百分对比

处 理	CK	20%	40%	60%	80%	100%
平均径流量 (cm ³ /min)	1479	1432	1420.8	1319	1030.9	849.1
减少量(%)	0	3.17	3.99	10.82	30.36	42.6



覆盖能显著地增加入渗，覆盖率与土壤的累积入渗量正相关，覆盖率为40%时，累积入渗量增加37%，覆盖率为100%时，累积入渗量增加113%。



不同覆盖度累计入渗量



2. 秸秆覆盖对径流过程的影响

覆盖率20%对减少径流作用不明显，覆盖率越大，径流量越小。

覆盖率40%可缓解土壤表层的封闭，增加入渗，起到减流作用。

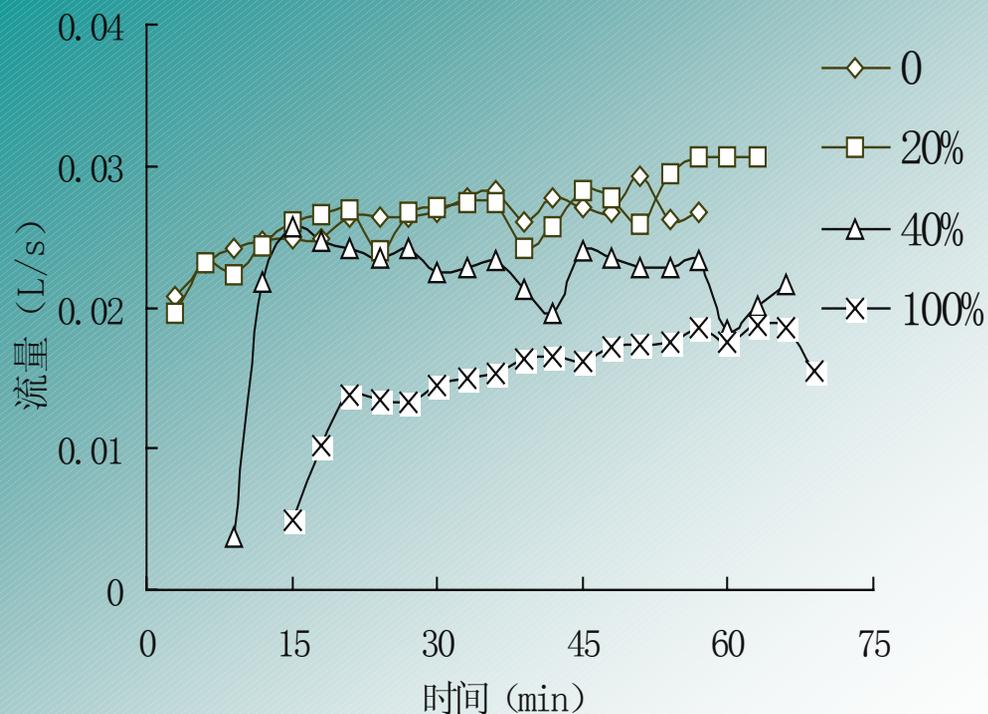


图3 径流量随时间变化曲线



3. 秸秆覆盖对产沙过程的影响

开始时产沙量很高，然后急剧降低，逐步趋于稳定。

秸秆覆盖率较低时抑制土壤侵蚀能力低

覆盖率100%时产沙量减少80%左右。

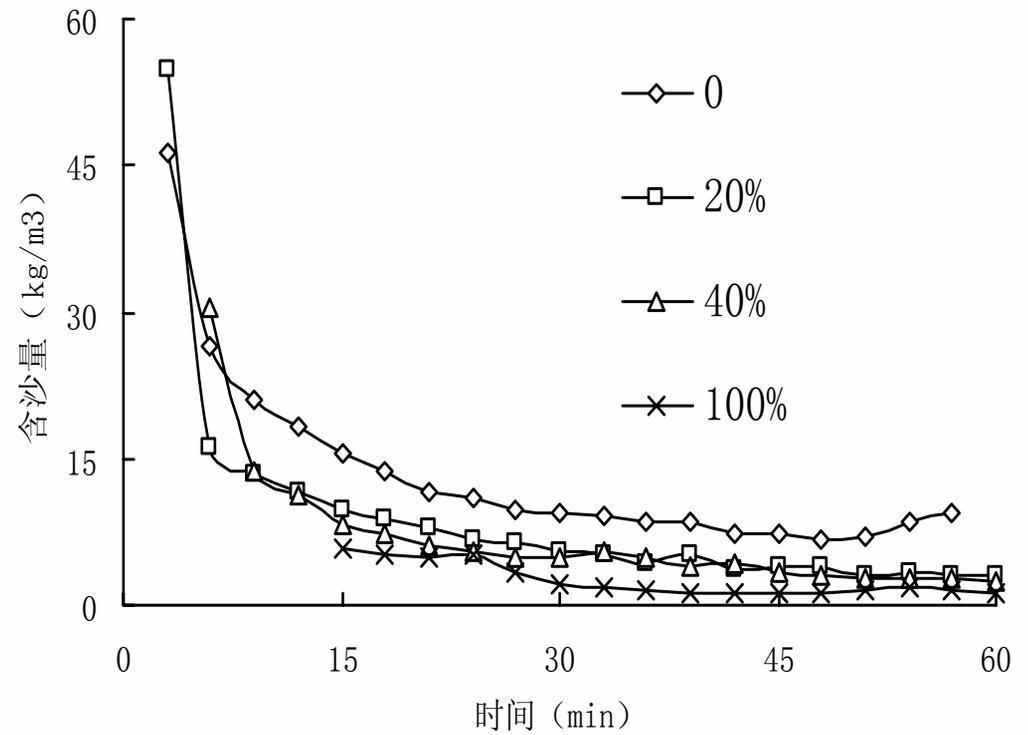
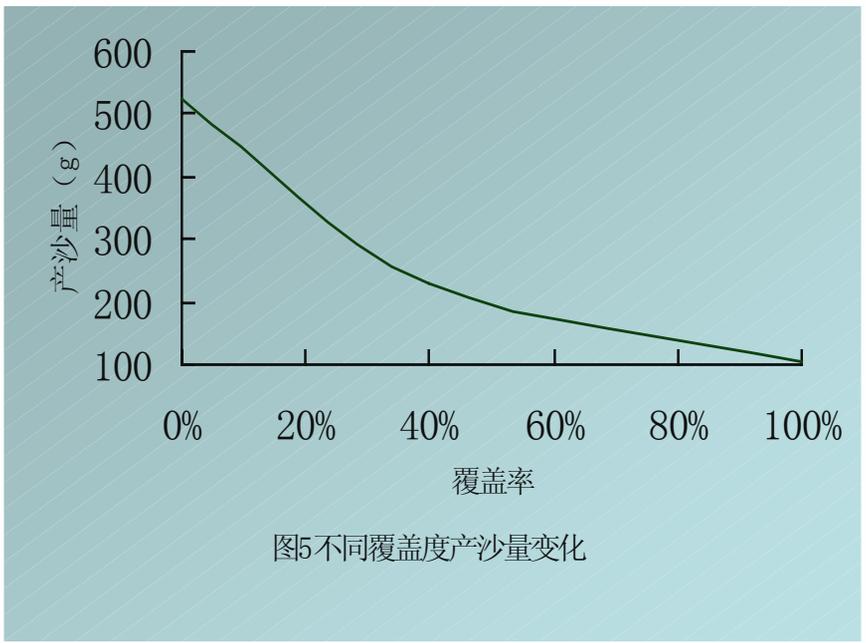


图4 含沙量随时间的变化过程





4. 秸秆覆盖与径流量、产沙量的关系



产沙量随着覆盖度的增大呈递减，累积径流量随覆盖量按

$$Y = -2.2139X^2 + 8.9312X + 80.422$$

变化；

产沙量随着覆盖量按

$$Y = 135.13X - 1.2047$$

变化

覆盖率达40%时径流量减少4%，减沙50%左右；覆盖率为60-80%时径流量减少10-30%，覆盖率为100%时径流量减少40%，产沙量减少80%左右。覆盖率<40%时产沙量迅速增加，控制侵蚀的作用不明显。





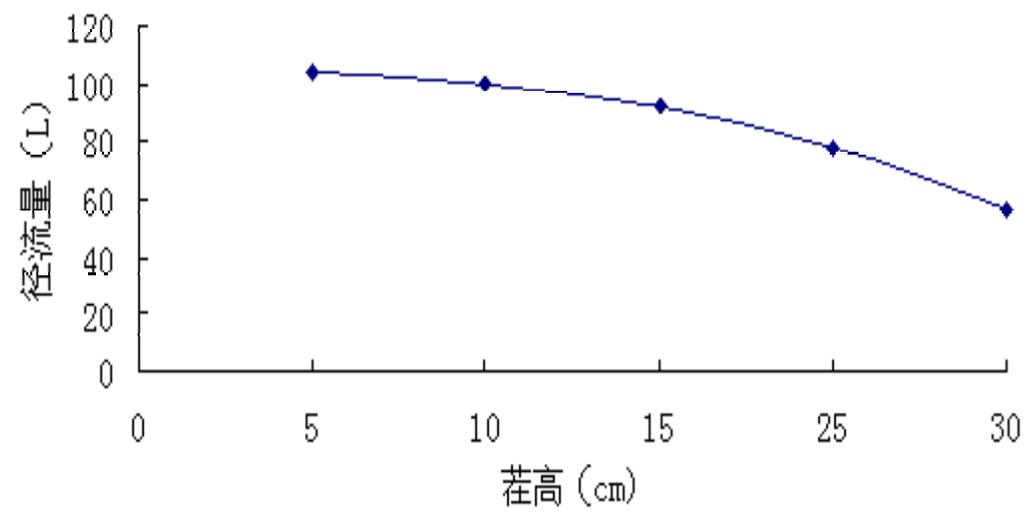
5.小麦不同留茬高度的减流、减沙效应





5.1 小麦不同留茬高度的减流效应

累积径流量随残茬高度增加逐渐减少。残茬为**10cm**时，径流量减少**3.6%**，**15cm**时减少**11.3%**，**25cm**时减少**25.3%**，**30cm**时减少**45.8%**

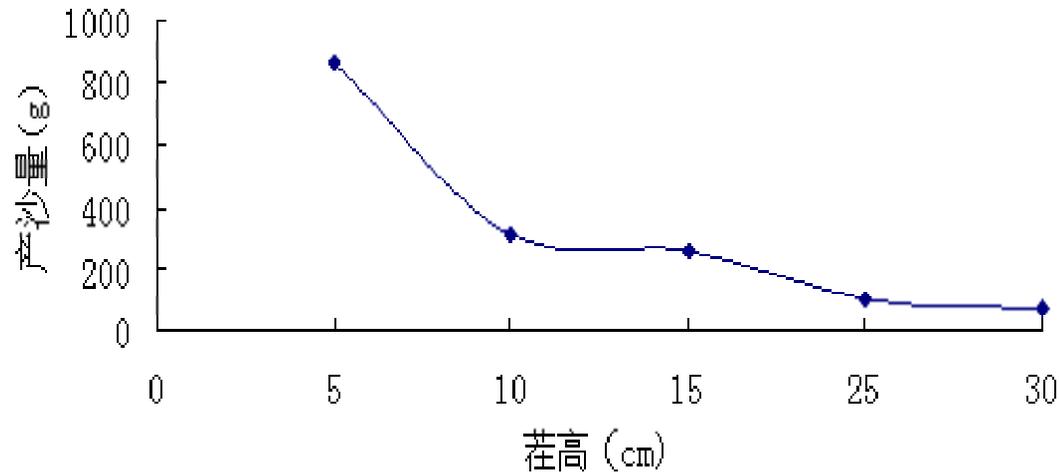


不同茬高径流量



5.2 小麦不同留茬高度的减沙效应

产沙量随秸秆高度增加减少，残茬高度低于**10cm**产沙量急剧增大，**10cm**是控制土壤侵蚀的临界值，残茬高度在**10cm**以上能有效的控制土壤侵蚀



不同茬高产沙量





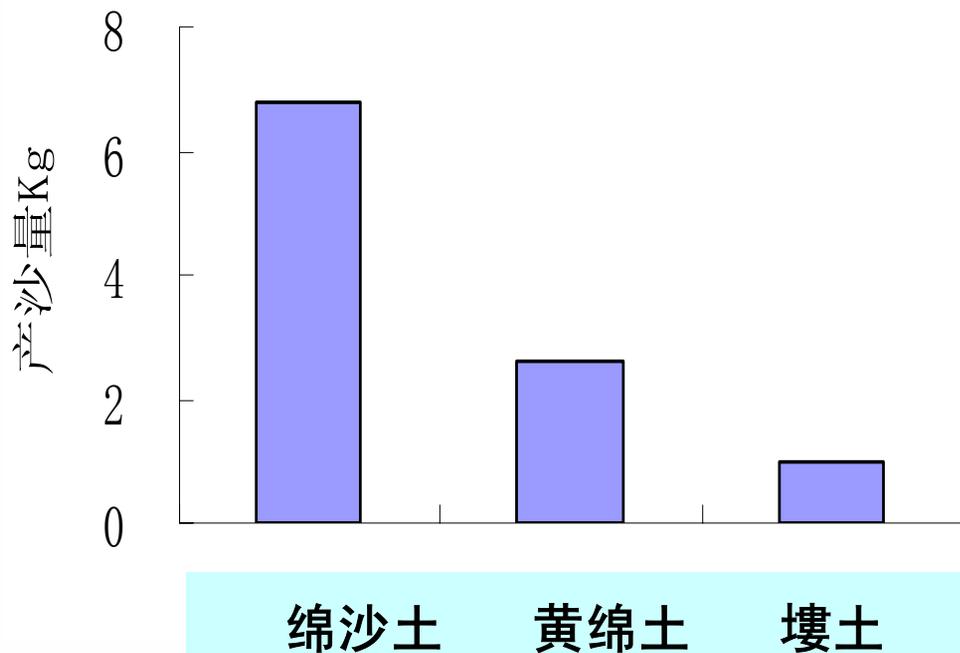
谷子不同留茬高度降雨



6.不同土类的入渗能力、抗蚀性的差异

6.1不同土类抗蚀性差异显著

入渗强度、产沙量以绵沙土最大，黄绵土次之，
瘠土最低；瘠土的抗蚀性最大，黄绵土次之，绵沙土最弱。



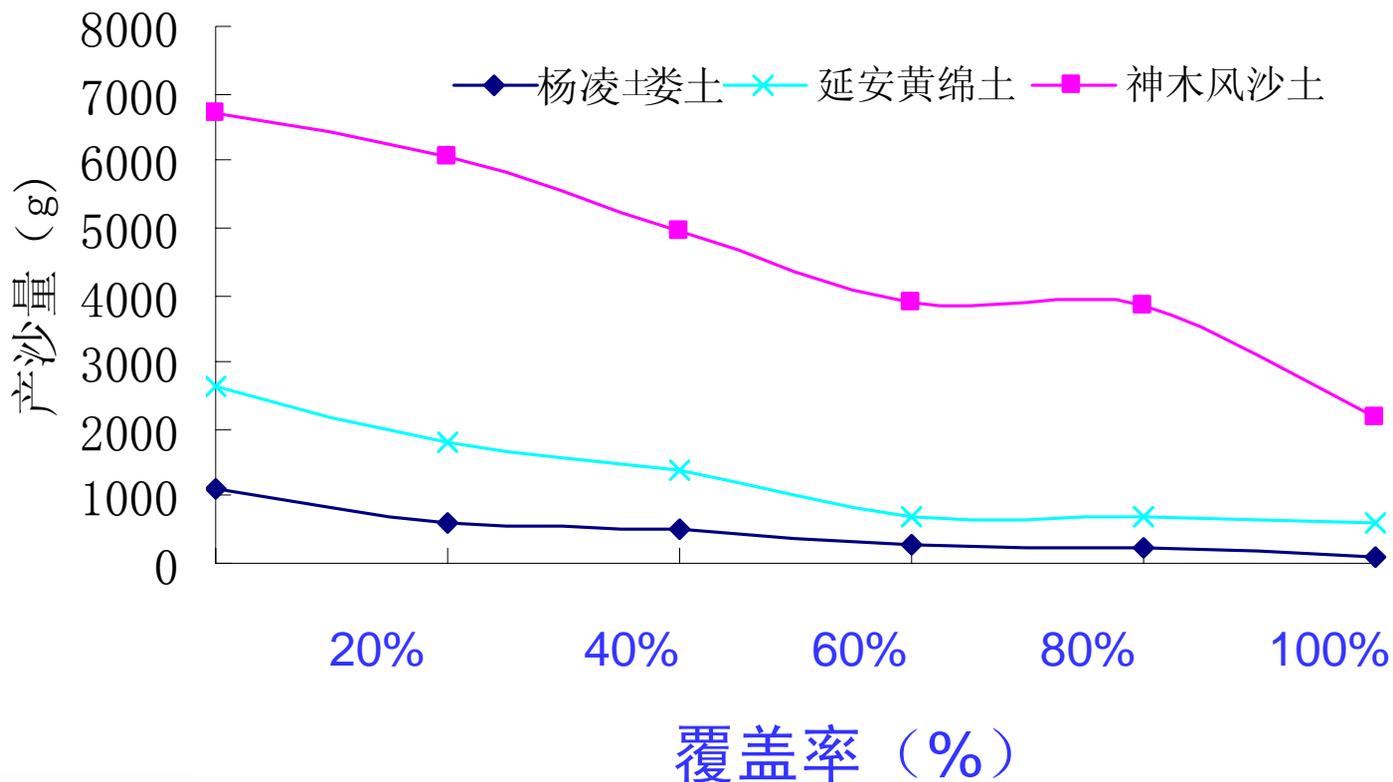
绵沙土 黄绵土 瘠土





6.2不同土类的保护性耕作效应

不同土类在覆盖条件下的产沙量差异。绵沙土产沙量最大，黄绵土次之，塿土最小





三.黄土高原旱作农业出现的新问题

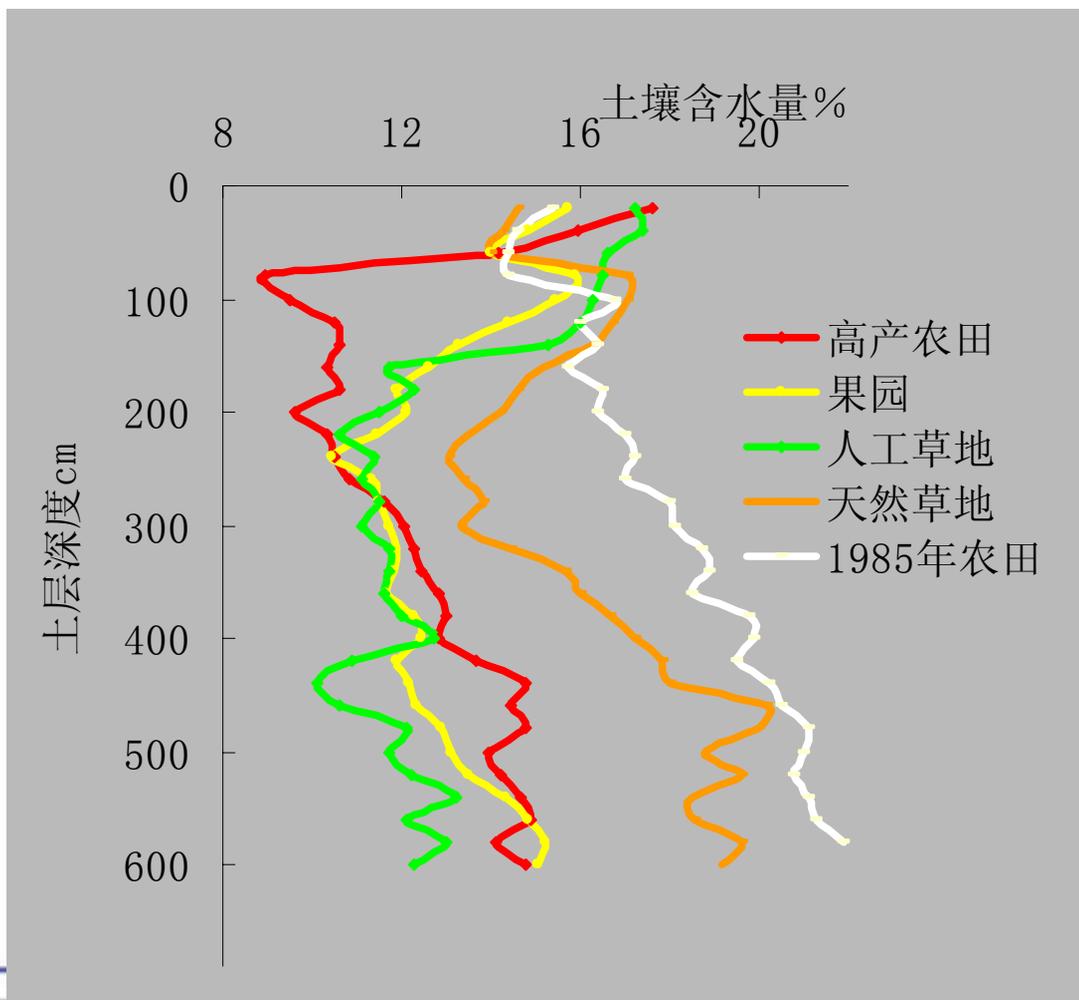
1.黄土高原现有旱农技术潜力逐渐接近极限.

高产区旱作潜力已达**85%**左右,大面积已由低产、中产进入高产阶段,随着生产力的不断提高,农业生产已由物质能量限制阶段过渡过农业气候条件主要是降水资源限制阶段,水分供应不足是影响旱作产量的主要因子,如何高效利用有限的自然降水,是旱农生产再上新台阶的突破口.



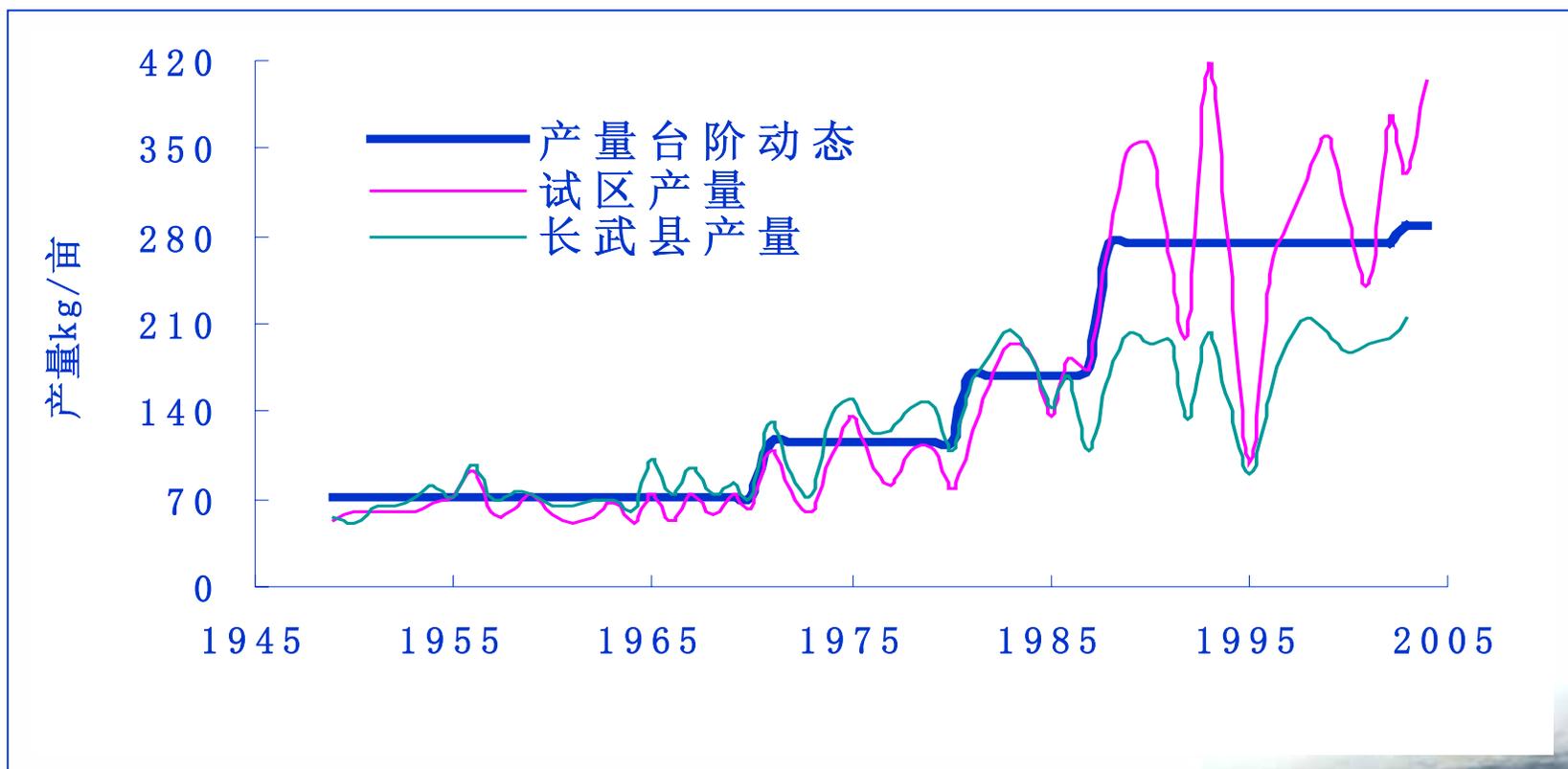


2. 现有高产措施引起土壤深层干燥化趋势加剧，土壤水库调节能力减弱，造成生产力波动性大、农产品品质下降、资源浪费和对土壤生态环境影响等新问题。





3. 旱作产量波动性来源于降水的波动性。降水量多少及土壤水库调节作用大小直接决定土地生产力，旱作农业科技任务不能消除其波动性，而是其产量在较高水平上波动。





四.集雨覆盖保护性耕作种植技术试验

1、双元覆盖技术

小麦地膜覆盖提高水分利用效率**7.2%**，增产幅度**15%**以上，“地膜+秸秆”双覆盖技术比地膜覆盖增产**15%**以上。





2、小麦全程覆盖技术

不同覆盖方式小麦产量变化

处理	三年平均kg/hm ²	增产量kg/hm ²	增产率%
对照	4155	—	—
地膜全程全覆盖	5980.5	1825.5	43.9
地膜休闲期全覆盖	5074.5	919.5	22.2
秸秆全程覆盖	4854	699	16.8
秸秆休闲期覆盖	4593	438	10.5



3、玉米双垄沟微集水种植技术

在垄上开两个播种沟，先播种后覆膜，并保持两条种沟原状，膜面仍保持凹状播种沟和遍布播种沟的种植穴，形成膜面集水、播种沟蓄水的微集水地形，集流增墒效果明显，提高了降水有效性和利用效率





4、休闲期覆盖技术

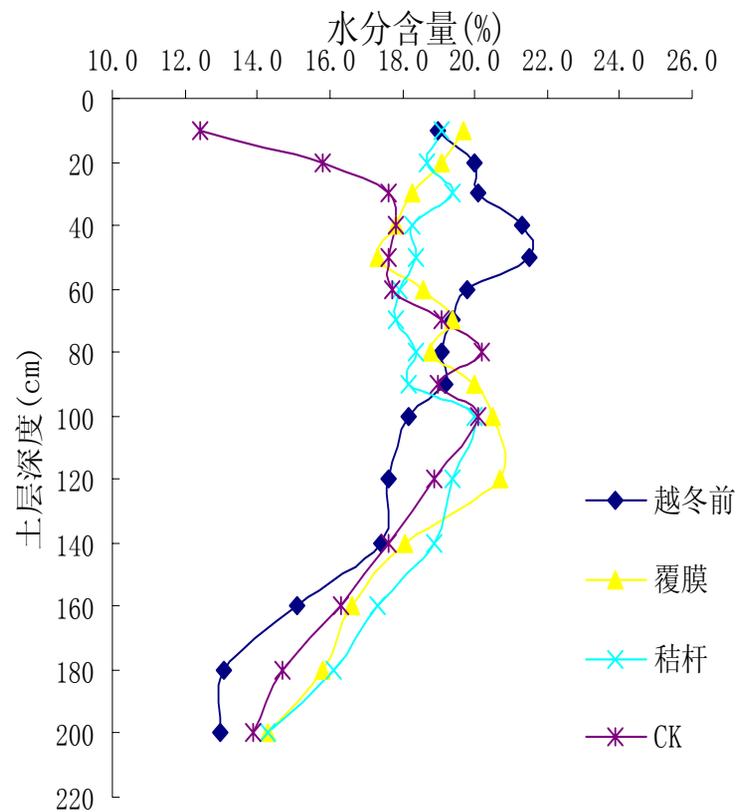
4.1 夏闲期覆盖秋播小麦

	常规措施	秸秆覆盖	秸秆 + 地膜覆盖	地膜覆盖
增加储水量mm	68.35	73.94	96.51	120.06
降水储存率 %	45.7	49.4	64.5	80.2



4.2冬休闲期覆盖春播玉米

玉米冬闲期覆盖播前土壤贮水增加20 mm左右，有利于春播一次全苗。



冬闲期覆盖春播玉米



5、果园覆盖技术

采用秸秆、生草和地膜覆盖,0cm-60cm水分含量比对照分别增加**23.1%**、**5.0%**和**32.1%**,起到显著保墒作用。地膜覆盖对果园水分影响明显,秸秆覆盖能显著增加土壤水分含量,三叶草覆盖果园土壤水变化较小





五.建立有黄土高原特色的保护性耕作技术体系

1. 大规模推广机械化保护性耕作的技术

依据种植的作物，一次完成开沟—施肥—播种—起垄—覆盖等作业，推广机械深耕深松、秸秆还田等节本增效和机械化旱作技术，带动其它单项技术的配套组合





2. 建立田间集雨抗旱的保护性耕作技术体系

建立以“沟垄相间、垄上覆膜、沟内种植、
垄面产流、沟内集水的田间微集水种植”为
基础的降水富集高效利用的技术





3. 建立地膜和秸秆覆盖相结合的保护性耕作技术体系

推广小麦高茬收割、麦草覆盖、玉米秸秆还田、沟植垄盖技术、生草覆盖栽培技术，完善适合集流增墒的沟垄种植加覆盖的保护性耕作技术体系



A landscape photograph showing terraced agricultural fields on a hillside. The fields are arranged in a grid-like pattern, with some appearing to be planted with green crops. The surrounding area is covered with various types of trees, including some tall, thin evergreens and some shorter, leafier trees. The sky is overcast and grey. The text '谢谢，请指正！' is overlaid in the center of the image in a large, red, stylized font.

谢谢，请指正！