

BAOHUXING GENGZUO
JISHU SHOUC

保护性 耕作

技术手册

◎韩战省 主编

—— 秸秆还田机、圆盘耙、浅松机、深松机、免耕播种机 ——

农机 是个宝，维修要搞好



山西出版集团
山西经济出版社

BAOHUXING GENGZUO
JISHU SHOUC

保护性 耕作

技术手册

◎韩战省 主编



山西出版集团
山西经济出版社

图书在版编目(CIP)数据

保护性耕作技术手册/韩战省主编. —太原:山西经济出版社, 2009. 5(2011. 4 重印)
ISBN 978-7-80767-154-1

I. 保... II. 韩... III. 资源保护-土壤耕作-技术手册
IV. S341-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 069507 号

保护性耕作技术手册

主 编:韩战省
选题策划:越建廷 宋晋平
责任编辑:赵宝亮

出 版 者:山西出版集团·山西经济出版社
地 址:太原市建设南路 21 号
邮 编:030012
电 话:0351-4922133(发行中心)
0351-4922085(综合办)
E — mail: sxjfx@163.com
jingjshb@sxskcb.com
网 址: www.sxjcb.com

承 印 者:北京盛兰兄弟印刷装订有限公司

开 本:880mm×1230mm 1/32
印 张:6.75
字 数:190 千字
版 次:2009 年 5 月第 1 版
印 次:2011 年 4 月第 3 次印刷
书 号:ISBN 978-7-80767-154-1
定 价:18.80 元

《保护性耕作技术手册》

编写人员

顾问 许继光

主编 韩战省

副主编 张进 程海富

主要编写人员 (按姓氏笔画排序)

张进 李问盈 胡士杰 柴跃进

程海富 韩广森 韩战省

参加编写人员 (按姓氏笔画排序)

仇志强 古润生 田云伟 刘玉东

祁卫亮 张清 李云波 李洪波

李润芳 杨永平 陈迎霞 贺文胜

前 言

保护性耕作是具有显著经济效益、生态效益和社会效益的一项先进农业生产技术。其技术实质是通过少耕免耕、化学除草等措施的应用,在满足农艺要求的前提下,尽可能多地保持作物残茬覆盖地表,减少水蚀、风蚀、地表水分蒸发,减少劳动力、机械设备和能源投入,提高劳动生产率,达到高产、高效、低耗、持续发展的目的。

保护性耕作起源于美国。19 世纪中期,美国组织向中西部移民,鼓励大面积开荒种地,大量饲养牲畜。由于过度耕作和放牧等掠夺式经营,经过短暂的数十年好收成后,高原植被破坏,水土流失加剧,农田肥力衰竭,产量下降。到 20 世纪 30 年代,发生了两次震惊世界的黑风暴,由南向北,横扫美国大平原。黑风暴使土壤表层 5 ~ 30cm 厚的表土被剥蚀掉,毁坏了 30 万公顷以上的良田。为此,1942 年美国成立了土壤保护局,对各种保水、保土的耕作方法进行了大量研究。经过近 30 年时间的科学研究和生产实践,形成了以少耕、免耕、秸秆覆盖为核心的保护性耕作技术体系。保护性耕作技术在美国的广泛应用产生了明显的经济效益和生态效益。粮食产量普遍提高 11% ~ 18%,水土流失量减少 60% ~ 80%。1995 年,美国约 17 亿亩粮田,以实施少耕、免耕为主要内容的保护性耕作法有 10.12 亿亩,占 60.6%,95% 以上耕地取消了铧式犁作业。保护性耕作技术在美国获得成功以后,澳大利亚和加拿大等农业发达国家相继学习美国经验,进行保护性耕作的科学研究和示范推广。保护性耕作法被称为当今世界农业革命。

我国保护性耕作试验研究是从 20 世纪 90 年代初开始的。1992 年,山西省农机局、中国农业大学、澳大利亚昆士兰大学在山西省寿

阳县和尧都区建立了保护性耕作试验区,开始了保护性耕作在中国的试验研究工作。经过中外专家和试验区、示范区广大干部群众长时间的共同努力,取得了重大科学成果。

(1)增产效益显著。旱地玉米试区平均增产 18%(旱年 23%,丰水年 12%),冬小麦试区小麦平均增产 12%(旱年 15%,丰水年 8%)。

(2)蓄水保墒效果明显。春玉米和冬小麦休闲期蓄水量分别比传统耕作增加 35.7%和 24.8%,水分利用效率提高 22.6%和 11%。

(3)省工、节能、高效益。春玉米和冬小麦分别比传统耕作减少作业工序 4~6 道和 2~3 道;人畜用工减少 60%~70%;降低成本 32%和 23%;每亩地纯收入增加 44.8%和 19.6%。

(4)水土流失明显减少。采用降雨模拟器测定,在 80mm/小时降雨情况下,保护性耕作的地面径流量减少 70%。

(5)研制开发了一整套保护性耕作机具。在消化吸收国外保护性耕作机械化技术的基础上,研制成功了与大型拖拉机配套的 9/11 行小麦免耕覆盖播种机、小麦玉米条带播种机、4 行玉米免耕播种机、多用途少免耕播种机、深松机、凿形耕作机;与中小型拖拉机配套的 7 行小麦免耕播种机、6 行杂粮免耕播种机、杂粮条带播种机、杂粮多用途少免耕播种机、2/3 行玉米免耕播种机、深松机、凿形耕作机;并组配了秸秆粉碎机和旋耕机。

山西省发展保护性耕作的成功实践,引起了全社会的广泛关注。2002 年 5 月,农业部在山西临汾和长治召开了农业部保护性耕作现场会。参加会议的领导和专家一致认为:保护性耕作在保土、保肥、保水、增产、节本和保护生态环境等方面效果显著,对调整农业产业结构、增加农民收入和促进农业可持续发展具有重要作用。会后,中央和山西省委、省政府领导都对发展保护性耕作作了重要指示。为了加快我省保护性耕作的发展速度,山西省政府以晋政发〔2003〕1 号文件下发了《山西省人民政府关于发展保护性耕作的实施意见》,明确提出了发展保护性耕作的任务目标;2005 年中央 1

号文件提出“改革传统耕作方法,发展保护性耕作”,明确指出要在全国大力发展保护性耕作农业。在农业部和山西省各级政府的大力支持下,山西省的保护性耕作取得了较快发展。截至目前,全省实施保护性耕作面积 750 万亩,10 年时间示范区累计增产粮食 9.24 亿公斤,为农民增加收入 19.72 亿元,减少秸秆焚烧 2650 万吨,取得了良好的经济、社会和生态效益。

为了加快保护性耕作技术和知识的普及,使广大农民群众尽快掌握此项技术,我们组织长期从事保护性耕作研究和推广的专家和技术人员编写了《保护性耕作技术手册》一书。本书分 4 章和 3 个附录,介绍了保护性耕作的技术原理、技术体系、机具的使用与调整、化学除草技术等内容。第一章:保护性耕作技术原理,由韩战省、李问盈编写;第二章:保护性耕作技术体系,由张进、韩战省编写;第三章:保护性耕作机具使用与调整由柴跃进、韩广森编写;第四章:化学除草技术,由范仁俊、张润祥编写;附录 1:保护性耕作典型实例,由程海富统编;附录 2:保护性耕作专用机具目录,由胡士杰、张进搜集整理;全书由韩战省、程海富统编。在本书的编写过程中,得到了山西省农机新技术服务中心以及有关县农机局的全力支持,在此一并致谢。

编 者

2009 年 1 月

目 录

第一章 保护性耕作技术原理	(1)
第一节 土壤水蚀和风蚀	(1)
一、土壤的水蚀过程及影响因素	(1)
二、土壤的风蚀过程及影响因素	(3)
第二节 作物残茬覆盖	(4)
一、作物残茬覆盖对土壤水蚀和风蚀的影响	(4)
二、作物秸秆残茬覆盖率及其测定方法	(7)
三、实现作物残茬覆盖的措施	(7)
第三节 保护性耕作土壤结构恢复原理	(8)
一、作物根系保持良好的土壤空隙	(8)
二、微生物活动改善土壤结构	(8)
三、作物残茬还田改善土壤结构	(8)
第四节 保护性耕作对农作物产量的影响	(9)
一、增加作物产量的有利因素	(9)
二、增加作物产量的不利因素	(13)
 第二章 保护性耕作技术体系	 (15)
第一节 一年一作玉米保护性耕作技术体系	(16)
一、秸秆粉碎、浅旋、免少耕播种技术模式	(16)
二、秸秆粉碎、免耕播种技术模式	(16)
三、整秆覆盖、免耕、少耕播种技术模式	(17)
四、留茬固土技术模式	(17)

五、秸秆粉碎、苗带浅旋耕灭茬技术模式	(17)
第二节 一年一作冬小麦保护性耕作技术体系	(18)
第三节 小麦、玉米(或豆类)一年两作保护性耕作技术体系	(20)
第四节 小麦、玉米、豆类两年三作保护性耕作技术体系	(21)
第五节 一年一作春小麦、马铃薯及杂粮、油料作物保护 性耕作技术体系	(22)
一、马铃薯、杂粮等条播作物轮作倒茬保护性耕作技术模式	(23)
二、春小麦、杂粮轮作倒茬技术模式	(23)
第六节 典型保护性耕作技术体系的应用效果	(24)
一、基本情况	(24)
二、试验结果	(29)
第三章 保护性耕作机具使用与调整	(45)
第一节 作物残茬及地表处理作业机械	(45)
一、秸秆还田机	(45)
二、旋耕机	(52)
三、圆盘耙	(58)
四、翼形铲浅松机	(65)
第二节 深松机械	(69)
第三节 少免耕播种机械	(79)
一、玉米免耕播种机	(80)
二、小麦免耕播种机	(88)
三、条带少免耕播种机	(100)
四、旋耕施肥播种机	(110)
第四节 化学除草机械	(116)
第四章 保护性耕作地化学除草技术	(134)
第一节 玉米田杂草化学防除技术	(134)
一、播前、播后苗前除草剂使用技术	(135)

二、苗后除草剂使用技术	(138)
三、灭生性除草剂在玉米田的安全使用技术	(140)
四、玉米田使用除草剂注意事项	(141)
第二节 小麦田杂草化学防除技术	(143)
一、麦田阔叶杂草化学防除技术	(144)
二、麦田禾本科杂草化学防除技术	(146)
三、麦田使用除草剂注意事项	(148)
 [附录 1] 保护性耕作典型实例	 (150)
[附录 2] 保护性耕作专用机具目录	(196)
参考文献	(206)

第一章 保护性耕作技术原理

保护性耕作技术是当今世界先进的农业生产技术,其技术实质是在满足农业技术要求的前提下,通过少耕、免耕、化学除草等技术措施的应用,尽可能多地保持作物残茬覆盖地表,减少土壤水蚀、风蚀和水分蒸发,培肥地力,达到增产、增收,改善农业生态环境,实现农业可持续发展的目的。

从 20 世纪 30 年代到 20 世纪末的近 70 年时间,国外特别是美国等西方国家在保护性耕作的理论研究方面作了大量的科学研究工作,主要包括保护性耕作对农田水蚀、风蚀、作物产量、生产成本的影响等。我国从 20 世纪 90 年代引进、试验、示范推广保护性耕作技术以来,在保护性耕作技术的科学研究和推广应用方面也作了卓有成效的工作。这些理论研究成果为保护性耕作技术在生产实践中的应用奠定了坚实的基础。

第一节 土壤水蚀和风蚀

一、土壤的水蚀过程及影响因素

土壤水蚀是指土壤在天然降雨的作用下流失的自然现象。我们知道,土壤吸纳水分是依靠土壤表层的许多毛细管来进行的,吸收水分的土壤毛管十分细小,有的直径甚至不到 1mm。当强降雨猛击到土壤表面时,雨水依靠自身的能量挤进土壤的毛管中,就好像高

压水瞬间进入非常细的管子中,毛管就会被降雨堵塞和破坏,土壤水蚀就开始发生。土壤水蚀主要包括土粒分离和迁移。当土壤中的吸水毛管被破坏后,持续的降雨会使裸露的地表土壤颗粒分离、移动、挤压,使其变得更加细小,在土壤表层形成几毫米厚的薄层,或称之为封层。这些土壤表面封层几乎是不渗水的,降雨不能被吸纳进入深层的干土层中,如果降雨持续发生,会产生降雨径流。在降雨径流的作用下,土壤颗粒随之发生迁移流失,形成水土流失。土壤水蚀过程示意图见图 1-1。

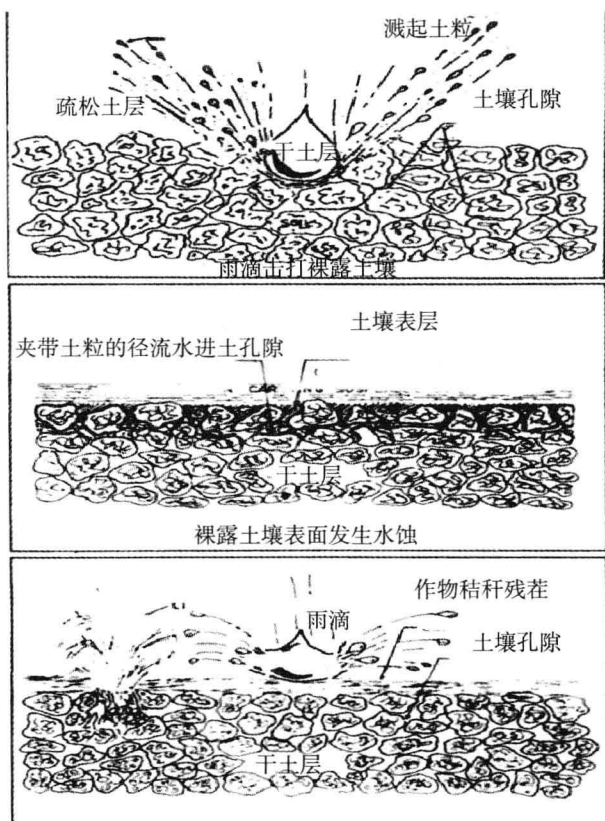


图 1-1 土壤水蚀过程示意图

研究表明:土壤水蚀程度受降雨强度、降雨持续时间、田地坡度、土壤质地、土壤团聚体的稳定性、土壤表面粗糙度、地表覆盖物等因素影响。降雨强度对雨水的入渗有着至关重要的作用,降雨的强度越小,土壤入渗能力就越强;夏季高强度的暴雨通常有较大且急速的雨滴,产生较大的能量,同较小的降雨相比会产生更多的径流。传统耕作方法采用翻耕、旋耕或耙耱措施,使田地表面土壤细碎、裸露,当强降雨发生时,雨滴直接拍击裸露的地表,造成阻止降雨入渗的土壤表面封层快速形成,很快产生径流。实践证明:休闲的、翻耕裸露的土壤通常水蚀最为严重。防止土壤表面被雨滴击打是控制土壤水蚀的最好方法,生长着的作物或作物残茬能够拦截和吸收雨滴的能量,可有效控制土壤水蚀的发生。

二、土壤的风蚀过程及影响因素

土壤风蚀是指在一定风速的气流作用下,土壤颗粒发生位移造成土壤结构破坏、土壤物质损失的自然现象。风蚀的实质是气流对地表土壤的吹蚀磨蚀。风蚀过程主要包括土壤团聚体和基本粒子的分离、输送和沉积。当风力强度足以迫使稳定的表面土壤颗粒运动时,分离就发生了。土壤颗粒分离之后,通过风力的作用可以在空中或沿着土壤表面输送,直到最后风速降低时土壤颗粒沉积。土壤风蚀研究表明,在一定强度的风力作用下,土壤颗粒有三种运动类型:直径在 $500\mu\text{m}$ 以上的大颗粒沿地面滚动;直径在 $100\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 之间的中小颗粒,能被风吹到距地面 1m 多的高度,形成跃移;直径 $100\mu\text{m}$ 以下的细小颗粒,被风吹起后飘浮在高空,形成悬浮沙尘,可以漂移数百千米甚至更远,严重时就形成沙尘暴。土壤风蚀过程示意图见图 1-2。

土壤风蚀受自然风力大小、土壤类型、地表障碍物、耕作方法等因素的影响。地表障碍物包括树枝、灌木丛、谷物、高的杂草、作物残茬以及垂直于主风向的带状作物。作物残留物覆盖地表或地表障碍物,可以吸收一部分风对土壤的直接作用力,降低田间土壤颗粒的相互分离和输送,增加土壤颗粒的沉积作用,有效减少土壤风蚀。事

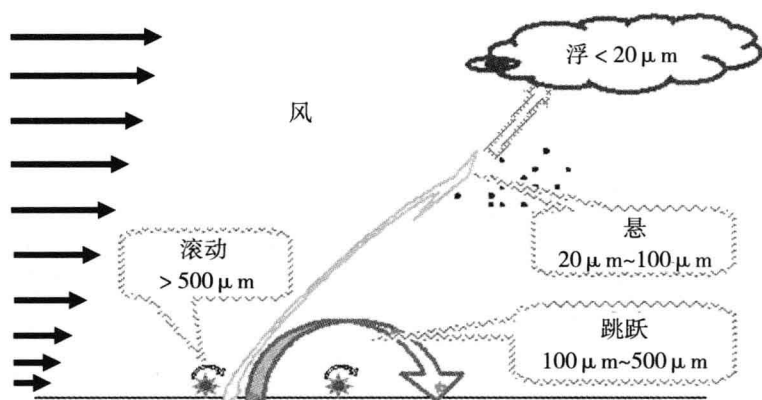


图 1-2 土壤风蚀过程示意图

实表明,只要裸露、疏松、干燥的土壤暴露于大风天气中,风蚀和沙尘就会发生。按照这一理论研究成果,从农田耕作的角度看,尽可能减少耕作次数,保持更多的作物残茬覆盖地表是减少土壤风蚀的最有效措施。

第二节 作物残茬覆盖

一、作物残茬覆盖对土壤水蚀和风蚀的影响

作物残茬覆盖地表,避免了降雨对土壤的直接拍击(见图 1-1),使土壤吸收降雨的毛管保持畅通,增加了降雨入渗,大大地减轻了降雨径流,从而减少了土壤水蚀的发生。对于土壤风蚀而言,作物残茬覆盖地表,可以有效地降低大风对土壤破坏的能力,同时少耕、免耕措施的应用,可以增加土壤团聚体的稳定性,从而达到减少土壤风蚀的目的。

澳大利亚昆士兰州的一项研究表明:从 1978 年到 1984 年的 7 年时间里,裸露耕作的土壤年平均流失量为 63 t/hm^2 ,覆盖少耕为 5 t/hm^2 ,而有残茬覆盖的免耕地仅为 1.5 t/hm^2 ,见图 1-3。

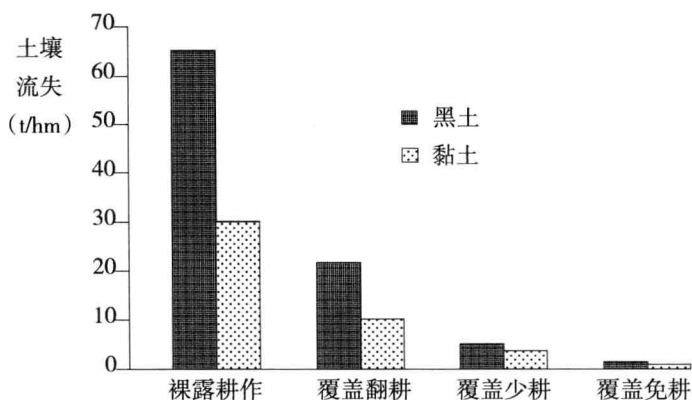


图 1-3 不同处理土壤的流失情况

1998 年到 2002 年, 中国农业大学和山西省农机局在山西省寿阳县建立了一年一熟玉米保护性耕作试验区, 对作物残茬对降雨径流和土壤流失的影响进行了田间测试。测试结果表明: 免耕覆盖比传统耕作减少径流量 56%, 减少土壤流失量 80% 以上, 见表 1-1。

表 1-1 1998~2002 年山西寿阳径流测试区测试结果

处 理	年径流量(mm)					合计
	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	
免耕覆盖	1.5	19.1	0	67.3	5.0	92.9
浅松覆盖	0.8	24.1	0.27	89.0	6.1	120.27
传统对照	3.2	40.1	1.03	104.7	8.1	157.13
传统无覆盖压实	8.4	57.7	0	200.9	9.2	276.2
免耕覆盖与传统比较	53.1%	52.5%	100%	36%	39%	56%

测试地点: 寿阳县景尚乡景尚村

在澳大利亚昆士兰州图温巴附近的试验站测定表明, 地表土壤流失量随着地表作物残茬覆盖率的增加而减少, 见图 1-4。当地表作物残茬覆盖率超过 30% 时, 地表土壤流失量增加的速率变小。因

此,一般认为,30%的地表残茬覆盖水平基本可达到满意的土壤侵蚀控制效果。

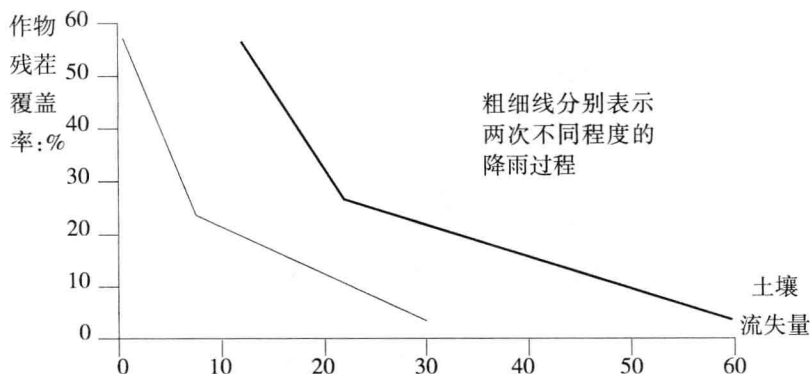


图 1-4 作物残茬覆盖量对土壤侵蚀的影响

作物残茬覆盖对减少土壤风蚀也有较明显的作用。澳大利亚和美国等国使用风洞装置,人工模拟风速和风量,对不同秸秆覆盖率、不同土质及不同耕作方式下的土壤风蚀量进行了对比测定,分别见表 1-2 和表 1-3。结果显示,无论何种土壤,不管粗糙度如何,只要保持 30%的秸秆覆盖率,风蚀减少程度可达 70%~80%。

表 1-2

作物残茬覆盖对土壤风蚀量的影响

单位: $\text{g} \cdot \text{m/s}$

	土 壤 类 型		
	农作区壤土	农作区沙土	草原区干旱沙土
无覆盖(传统耕作)	10.9	60.9	154.4
30%覆盖(保护性耕作)	2.15	15.3	37.3
保护性耕作减少风蚀(%)	80	74	75

注:风速 75km/h 或 20m/s

资料来源:澳大利亚新南威尔士州土壤保持局,1991 年

表 1-3 不同残茬覆盖率和地表粗糙度对土壤风蚀量的影响

覆盖率 (%)	粗 糙 度 (cm)				
	0.64 (平整, 休闲 地面)	1.27	2.54 (中等粗糙, 圆 盘耙地面)	3.81	5.08 (粗糙, 铧式 犁翻耕地面)
0	0.72	0.51	0.26	0.14	0.07
10	0.44	0.31	0.16	0.08	0.04
20	0.26	0.19	0.10	0.05	0.03
30	0.16	0.12	0.06	0.03	0.02
40	0.10	0.07	0.04	0.02	0.01
50	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01

资料来源:Robert Papendick 等,美国华盛顿州立大学,1998年

二、作物秸秆残茬覆盖率及其测定方法

作物残茬覆盖率是指作物秸秆、叶子或根茬等覆盖土壤表面面积的百分比。作物残茬覆盖量是指由作物秸秆、叶子或根茬等覆盖土壤表面的重量,一般以 g/m^2 、 kg/亩 或 t/hm^2 来计量。作物残茬是枯死的物质,既可以是直立的,也可能是倒伏的,枯死的杂草也是覆盖物的组成部分。

测定作物秸秆残茬覆盖率的方法有两种:(1)用 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的植被框(框内有 81 个交点),平放于残茬覆盖的地表,统计框内交点下地表有秸秆残茬的交点数,所测得交点数除以 81 即为该测点的秸秆残茬覆盖率,随即测定一定数量的点数,然后求其平均值获得该区域作物残茬覆盖率。(2)用一个刻度为 10 等份、长度为 1m 以上的绳子放在有秸秆覆盖土地的表面,统计刻度标志下面有残茬的刻度数量来计算残茬覆盖的百分率,随机重复多次,求其平均值。作物残茬覆盖量主要通过测定 1m^2 地表范围内覆盖作物残茬的重量获得。

三、实现作物残茬覆盖的措施

由于秸秆堆积等情况会严重影响播种质量,需要对秸秆进行粉碎、撒匀处理。各地区由于条件不同,需要采取不同的秸秆处理方