



关于完善农作物秸秆综合利用 制度的建议

毕 于 运

中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

2019年7月

- 2015年9月11日中共中央政治局会议
审议通过的《生态文明体制改革总
体方案》（中发[2015]25号）明确
提出“完善农作物秸秆综合利用制
度”的要求。



- 2017年中共中央办公厅、国务院办公厅《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》（中办发[2017]56号）再次提出“完善秸秆和畜禽粪污等资源化利用制度”的要求。



《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》对秸秆综合利用的具体要求

- ✓ 严格依法落实秸秆禁烧制度，**整县推进秸秆全量化综合利用**，优先开展就地还田
- ✓ 推进秸秆发电并网运行和全额保障性收购，开展**秸秆高值化、产业化利用**，落实好沼气、秸秆等可再生能源电价政策
- ✓ 开展尾菜、农产品加工副产物资源化利用
- ✓ 依据土地利用规划，积极保障秸秆和畜禽粪污资源化利用用地
- ✓ 实施农业绿色发展**全民行动**。在生产领域，推行畜禽粪污资源化利用、有机肥替代化肥、**秸秆综合利用**……等绿色生产方式



报告内容

- 1 开展与秸秆机械还田相适应的耕作制度改革
 - 2 建立新型的农牧结合制度
 - 3 建立具有中国特色的多元组合施肥制度
 - 4 不断增加秸秆还田补贴受众
 - 5 建立以废弃秸秆为主要消纳对象的秸秆产业化体系
 - 6 努力提升新兴秸秆产业高值化利用水平
 - 7 合理开展秸秆打包离田作业
- 

秸秆资源特点与问题

- 数量大，分布广，几乎无处不在
- 它是一种资源，但禀赋不高，利用价值不高
- 废弃与焚烧问题严重
- 秸秆“用则利，弃则害”。秸秆利用有较强的外部性和社会公益性，政府必须扶持
- 秸秆还田量偏大，难降解，增加病虫害
- 秸秆收集困难



1 开展与秸秆机械还田相适应的耕作制度改革

- 现代农业发展历程，是一个由现代农业生产要素对传统农业生产要素不断替代的过程，同时也是由注重无机物质投入，到有机、无机物质投入相匹配的发展过程。
- 在传统农业生产中，秸秆与人畜粪便堆沤还田是我国秸秆还田的主要形式，且是我国传统农业的精华之一。
- 大规模的秸秆直接还田是与现代农机耕作的大范围推广应用相伴生的。随着科学技术的进步和农业机械化作业水平的提高，秸秆还田由原来的以堆肥还田为主转变为现行的以机械粉碎直接还田为主。

1 开展与秸秆机械还田相适应的耕作制度改革

1.1 发达国家秸秆机械还田现状

- 秸秆直接还田简便易行，适合机械化作业，可批量处理秸秆，在很多国家已经得到了普遍推行。**欧美各国一般将2/3左右的秸秆用于直接还田**，另有1/5左右的秸秆用做饲料。
- 发达国家秸秆直接还田大多采用机械化作业方式，在收获主产品的同时，将秸秆切短或粉碎，均匀地铺撒在地表，然后再利用大功率的拖拉机，通过翻耕或旋耕，将其深翻、混埋到土壤中去。



1 开展与秸秆机械还田相适应的耕作制度改革

1.1 发达国家秸秆机械还田现状

- 20世纪50年代末，美国已全面实现谷物的收获机械化，新型秸秆还田机械也应运而生（Sokhansanj & Fenton, 2006）。20世纪60年代初，美国万国公司首次在联合收割机上配挂切碎装置对秸秆进行粉碎还田，其后研制了与90kW拖拉机配套的60型秸秆切碎机（慕永红等，2000），有效促进了秸秆还田的发展。
- 20世纪80年代，美国开始广泛推行秸秆机械粉碎还田技术，并逐步将其当作一项农作制度坚持常年实施，从而使其大部分农田的有机质含量能够保持在2%~3%左右。
- 据美国农业部统计，到20世纪末，美国年产秸秆约4.5亿t，其中68%用于直接还田（刘巽浩等，1998）。

1 开展与秸秆机械还田相适应的耕作制度改革

1.1 发达国家秸秆机械还田现状

- 加拿大以小麦、玉米、大豆、马铃薯、油菜等作物生产为主，常年风干秸秆产量在5350万t左右（不包括青饲料产量），其中2/3以上用于直接还田。
- 英国于20世纪80年代初在收获机上对秸秆进行粉碎，并采用犁式耙进行深埋。英国秸秆直接还田量占总产量的73%（李万良、刘武仁，2007）。
- 意大利开发的还田机具品种较多，通过在机具上换装不同的工作部件，能实现不同农作物秸秆的粉碎还田，具有较强的适应性（周勇，2003）。意大利秸秆直接还田量占总产量的70%以上。

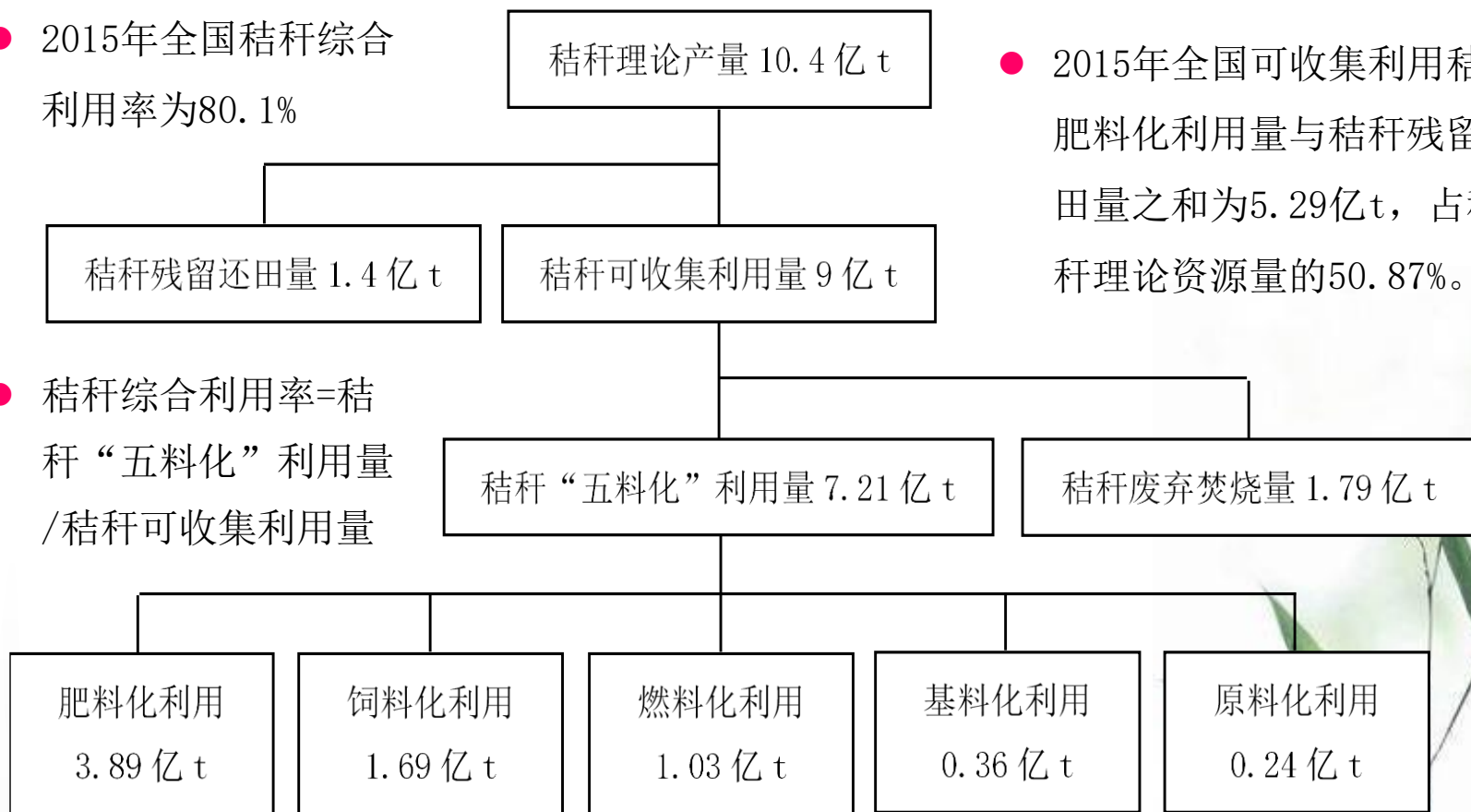
1 开展与秸秆机械还田相适应的耕作制度改革

1.1 发达国家秸秆机械还田现状

- 日本已经把秸秆直接还田当作农业生产中的法律去执行，主要是在半喂入联合收割机上加装后置式切碎机，一次性完成农作物收获和秸秆粉碎，切碎后的秸秆长度在10cm左右。
- 日本秸秆的主要处理方式有两种，一是混入土中作为肥料，二是作粗饲料喂养家畜。
- 据统计，日本常年秸秆产量约为2150万t，其中稻草产量约为1450万t，占近3/4。日本稻草最多的是翻入土层中还田，约占68%；其次作为粗饲料养牛，约占10.5%；与畜粪混合做成肥料的约占7.5%；制成畜栏用草垫的约占4.7%。

1.2 中国秸秆综合利用与直接还田

- 2015年全国秸秆综合利用率为80.1%

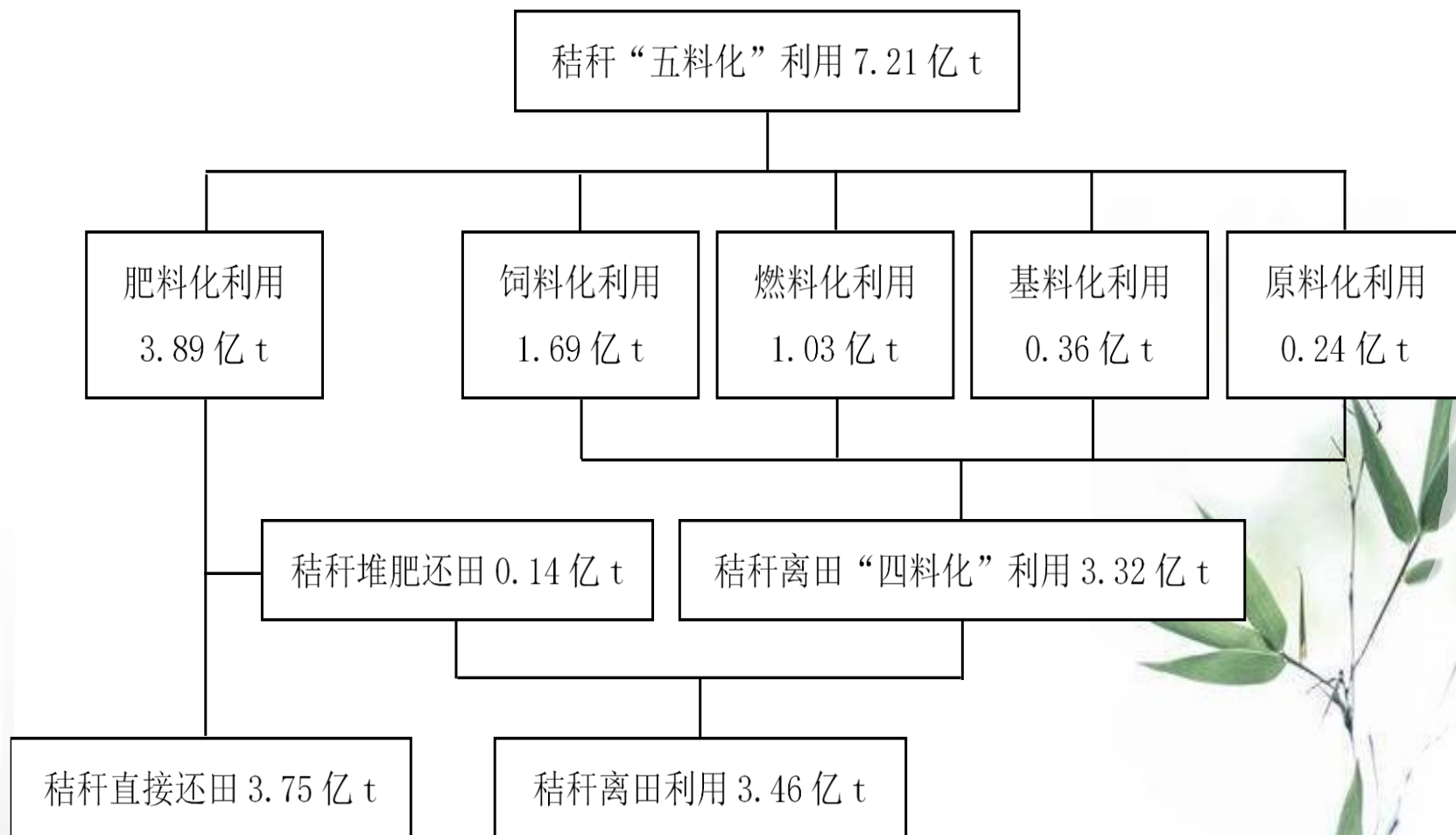


- 2015年全国可收集利用秸秆肥料化利用量与秸秆残留还田量之和为5.29亿t，占秸秆理论资源量的50.87%。

- 秸秆综合利用率=秸秆“五料化”利用量/秸秆可收集利用量

国家发改委、农业部《全国“十二五”秸秆综合利用规划终期评估结果》
(农业部新闻办公室, 2016)

2015年全国秸秆直接还田与离田利用量之比为52:48



秸秆直接还田三大方式



秸秆直接还田面积与构成（2015年）

项目	合计	旋耕混埋还田	免耕覆盖还田	犁耕翻埋还田
还田面积 （亿亩）	13.1	9.8	2.1	1.2
占还田面积比重 （%）	100	74.81	16.03	9.16
占农作物总播种 面积比重（%）	52.40	39.20	8.4	4.80

注：按农作物播种面积计。

1.3 中国秸秆直接还田存在的主要问题

- 时间不长
- 数量不足
- 区域不均衡
- 地类地块不均衡
- 质量不高

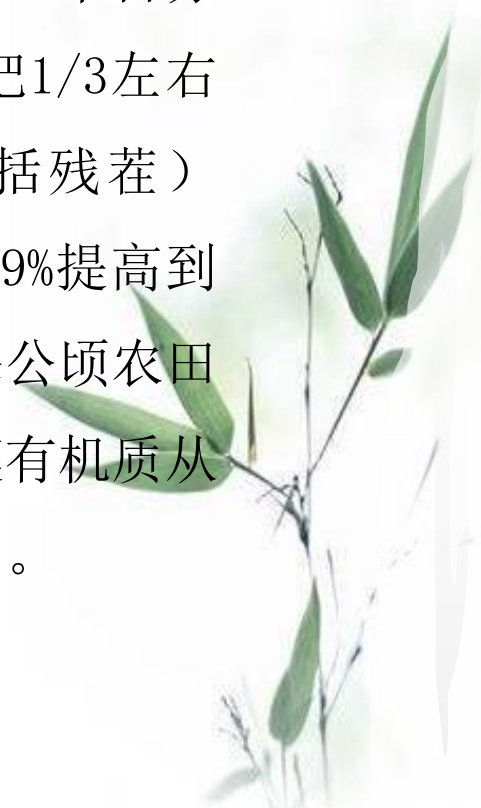


1.3.1 时间不长



长期稳定的秸秆还田可促使土壤有机质含量稳步提升，并在一个较长时期后（15年以上）达到一种动态平衡的状态。长期稳定的根茬还田可使土壤有机质含量达到低水平的平衡，一般稳定在1.0%~1.2%左右；长期稳定的留高茬还田或半量还田可使土壤有机质含量达到中等水平的平衡，一般稳定在1.5%~2.0%左右，高者可达2.5%以上；长期稳定的秸秆全量还田可使土壤有机质含量达到高水平的平衡，总体上可稳定在2.5%~3.0%左右，高者可达4.0%以上。

- 根据英国的洛桑试验站从1934—1951年连续开展了18年的对比试验，结果表明，直接还田比堆沤还田具有更明显的培肥作用和增产效果，每年每公顷翻压玉米秸秆7~8t，18年后土壤有机质含量提高了2.2~2.4个百分点。在美国大平原地区，不少农场坚持每年把1/3左右的秸秆用于还田，即每公顷还田秸秆（包括残茬）1.6~1.7t，8年后土壤有机质平均含量从1.79%提高到2.0%左右。德国波恩大学试验站研究表明，每公顷农田还田秸秆6.5t，并补施适量氮肥，19年后土壤有机质从1.02%增加到1.48%（朱玉芹、岳玉兰，2004）。



- 通过短期的秸秆还田（彭祖厚、唐德琴，1988；吴敬民等，1991；吴槐泓等，2000；张西群等，2002；张电学等，2004；董印丽等，2010；郝秋兰，2014），土壤有机质就会有一定的提升，但不明显。
- 秸秆还田5年左右（徐新宇等，1985；范瑞兰、于海林，1987；王鹤桥等，1992；王兆荣等，1992；吴政，1994；杨松、罗来君，2000；徐明岗等，2006；唐岭峰，2010），土壤有机质可提升0.20~0.30个百分点左右，最高可提升0.52个百分点（王兆荣等，1992），平均在0.25个百分点左右。
- 秸秆还田10年左右或10年以上（刘巽浩等，1998；曹建军，1998；吴槐泓等，2000；徐明岗等，2006；韩志卿等，2007；汪君利等，2007；宋永林等，2010），土壤有机质可提升0.30~0.80个百分点左右，最高可达到近1个百分点（徐明岗等，2006），平均在0.58个百分点左右。

1.3.1 时间不长

- 我国秸秆机械化还田较早始于黑龙江农垦、新疆建设兵团和部分国营农场，可追溯至20世纪70年代
- 我国广大农区的秸秆机械化还田由快速发展到大面积实施，主要是近10年的事



1.3.2 数量不足

秸秆残留还田量

1.40亿t

可收集利用秸秆的直接还田量

3.75亿t

相当于半
量还田

秸秆直接还田量5.15亿t

→ 占秸秆总产量的49.52% ←

按20亿亩耕地计算，平均每亩耕地还
田秸秆258kg。

发达国家
2/3左右

1.3.2 数量不足

- 根据《中国种植业大观·肥料卷》提供的资料，每年每公顷农田一次还田秸秆3.0~4.5t（200~300kg/亩），可使土壤有机质含量不会下降，并逐年有所提高。这一还田数量是维持土壤有机质不致下降的基本数量，若要进一步提升土壤有机质，实现高水平的土壤有机质动态平衡，必须长期进行更高数量的秸秆还田。
- 目前，中国秸秆还田量为258kg/亩，仅能满足基本需求



1.3.3 区域不均衡

2015年：

黑龙江农垦77%	江苏70%	安徽69%
河南65%	山东57%	河北42%
黑龙江（不包括农垦）36%	吉林24%	

秸秆直接还田率=（可收集利用秸秆直接还田量+合理
收割留茬还田量）/秸秆总产量（理论总产量）×100%

1.3.4 地类地块不均衡

- 部分地类地块长年两季还田，如黄淮海地区的麦玉复种两季秸秆全量还田，长江中下游地区的稻麦、稻油复种两季秸秆全量还田。

黄淮海和长江中下游部分省份两季秸秆还田量（kg/亩）

项目	河北	江苏	安徽	江西	山东	河南	湖北	湖南
麦-玉	899	796	840	/	961	894	/	/
稻-麦	/	863	722	605	/	/	813	649
稻-油	/	1034	812	626	/	/	881	693

1.3.4 地类地块不均衡

- 部分地类地块长年不还田，如温室大棚（蔬菜秸秆不适宜就地还田），东北玉米秸秆。



1.3.5 质量不高

- 入户调查农民对秸秆直接还田问题的主要反映：

- (1) 秸秆还田量过多，不能及时（完全）腐烂

- (2) 影响种子发芽，增加播种量

- (3) 抗倒伏、抗旱能力差

- (4) 增加病虫害



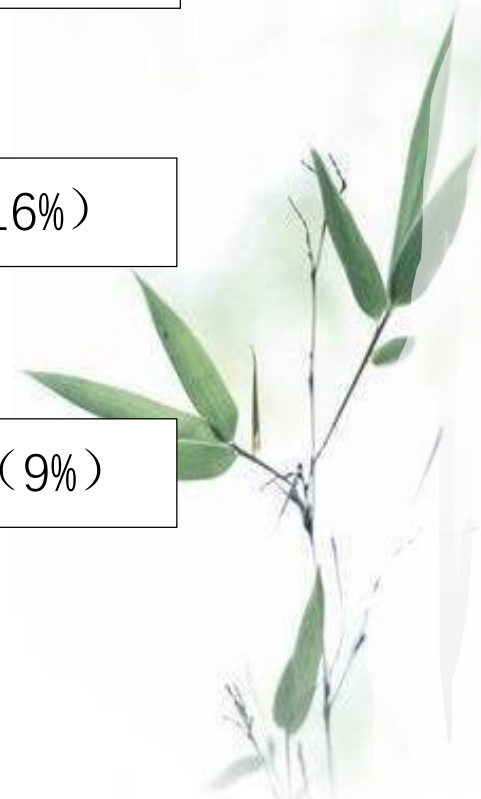
1.3.5 质量不高

秸秆
直接
还田

秸秆机械粉碎旋耕混埋还田（75%）

秸秆覆盖还田保护性耕作（16%）

秸秆机械粉碎犁耕翻埋还田（9%）



麦收后11天（陕西宝鸡市）



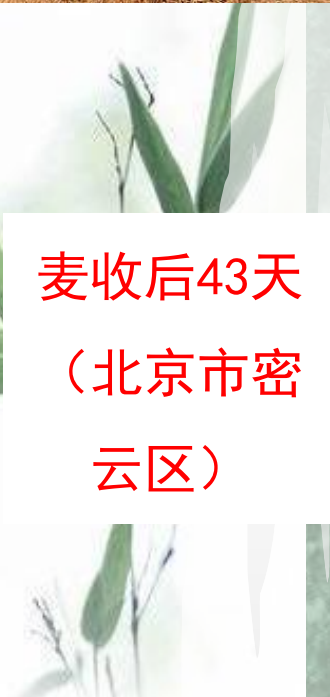
麦收后17天（河南安阳市）



麦收后26天（北京市密云区）



麦收后43天
（北京市密
云区）





稻草覆盖摆播马铃薯稻草腐熟





东北地区玉米秸秆深翻还田耕种技术体系研究

王立春, 任 军, 蔡红光, 刘慧涛, 梁 尧, 谢佳贵, 刘剑剑, 袁静超

吉林省农业科学院农业资源与环境研究所/农业部东北植物营养与农业环境重点实验室, 吉林 长春 130033

关键词: 玉米; 秸秆; 深翻还田; 有机质; 根系; 产量

东北黑土是世界上四大“黑土带”之一, 是我国宝贵的自然资源与不可再生的环境资源, 在我国占有极其重要的地位。长期以来, 农业生产中对黑土资源的“重用轻养”使得黑土肥力日趋退化。玉米秸秆还田有助于提升土壤肥力、提高土壤生产力。东北黑土区是我国最重要的玉米生产区域, 秸秆资源丰富, 将玉米秸秆归还于土壤是解决东北黑土肥力退化问题的必由之路。当前, 玉米秸秆直接还田方式主要包括通过旋耕、深耕、深翻等方式进行土壤深层还田、粉碎后直接抛洒覆盖还田以及免耕立茬还田。东北地区玉米秸秆还田技术的实施与应用面积仍相对较小, 主要制约因素在于三个方面。一是生态气候条件不利于秸秆腐解; 二是现行经营体制难以实现规模化作业; 三是配套农机具缺乏导致深层玉米秸秆还田无法实现。

针对东北地区玉米直接还田技术实施过程中存在的技术瓶颈问题, 吉林省农业科学院通过多年田间定位试验与技术攻关, 形成了全程机械化玉米秸秆直接还田技术体系, 该体系以“机械粉碎-深翻还田-平播重镇压”为技术核心, 配套以相关的耕作、播种、施肥等一系列关键单项技术。该技术体系的要点在于采用液压翻转犁进行土壤深翻作业, 将粉碎后的秸秆翻转至 20-30 cm 土层, 玉米秸秆呈簇状等行距 (65 cm) 条带式分布, 田间提水层与渗水层间隔排列, 纵向松紧兼备。并依据不同生态区的玉米种植特点分别建立了相应的秸秆深翻还田耕种技术体系, 极大地满足了各区域对相关技术的需求。

本技术改善了耕层土壤质量, 提高了土壤水分“保、蓄、供”能力。6 年定位试验表明, 与普通生产田相比, 有机质含量平均增加 12.4%, 容重下降 6.8%-10.2%, 耕层厚度增加至 35 cm; 土壤有机碳中羧基碳与芳香碳含量增加, 分子趋于稳定; 土壤微生物丰度、优势度与均匀度均明显增加。化肥氮、磷、钾用量分别减少 19.6%、13.2%、28.7%。种床土壤含水量增加 5 个百分点, 出苗率提高 3 个百分点, 以株高变异表征的群体整齐度高达 204 (n=60); 深层土壤 (20-40 cm) 中根系量增加 16.7%, 根长密度增加 22.1%, 根系衰老速率减缓; 产量增加 8.9%, 自然降水利用率提高 13.4%。大面积示范结果表明, 与秸秆不还田相比, 中



内置式秸秆生物反应堆秸秆腐熟





内置式秸秆生物反应 堆秸秆腐熟



- 在我国广大农区，之所以广泛采用秸秆旋耕混埋还田的方式，主要由于以中小马力拖拉机为动力机械的秸秆机械粉碎和旋耕混埋作业，是与广大农户“小而散”的田块承包经营规模相适应的。



- 经过多次粉碎、多次旋耕（目前大多是“两碎两旋”）作业效果基本能够满足秸秆粉碎还田的需要，而且在3~4年乃至更长一些的有限时期内不会产生太大的问题，尤其是在控制秸秆还田量，并结合定期深松，可长期实施该种方式的秸秆还田作业。



- 现实的状况是旋耕过浅，一般只有12~15cm。
- 连续多年的、每年两季的秸秆旋耕混埋还田，使大量秸秆混合在10多cm深的耕作层内，不能及时腐解，导致土壤松散、容重下降，成为结构性越来越差的“秸秆土”，与人们乐见的“海绵土”性能相去甚远。



“秸秆土”的七大问题

- 一是耕地“浅、实、少”（耕层浅；犁底层坚实；活土少）
- 二是由于“浅、实、少”，农作物着根浅，抗倒伏能力差
- 三是，由于“浅、实、少”，蓄渗水能力差；由于秸秆大量集聚在浅层土壤中，土壤松散，透风跑墒。两相作用，抗旱能力差
- 四是，由于秸秆大量集聚在浅层土壤中，土壤松散，影响种子发芽、着根，增加播种量
- 五是，由于土壤松散，出现“吊根”现象，加上透风跑墒，影响作物早期生长，苗黄苗弱
- 六是夏季秸秆快速腐解，可能产生与农作物生长争夺氮源的问题
- 七是为病虫害发生提供病原体和虫卵，并为病虫害提供温床，增加病虫害发生的几率和程度

1.4 秸秆直接还田建议

1.4.1 以规模化经营为基础，积极推行秸秆机械 粉碎犁耕翻埋还田

(1) 土地流转 (2) 合作经营

(3) 有效的政府组织

注意：由旋耕改翻耕，
先期适度浅耕



1. 4. 2 积极推行秸秆覆盖还田保护性耕作



1.4.2 积极推行秸秆覆盖还田保护性耕作

- 保护性耕作三要素：免耕少耕；秸秆覆盖；深松。
- 没有秸秆覆盖，不是完全意义上的保护性耕作

高焕文（2008）：“2007年6月我参加了美国农业与生物工程学会（ASABE）年会和南方保护性农业系统研讨会（SCASC）……在农业工程年会上，美国学者提出适合美国的保护性耕作最佳模式不是免耕，而是深松（少耕）加大量秸秆覆盖。他们认为，30%的秸秆覆盖不够，要70%以上甚至100%秸秆覆盖率来充分发挥保护性耕作的效益。强调覆盖的作用大于免耕的作用。认为深松有利降雨入渗，减少侵蚀和增加蓄水量，对旱作农业（没有灌溉）作用明显。”

- 优点：省时、省力，费用低；保墒；培肥；保护耕地免受侵蚀。
- 缺点：影响播种；在高寒地区影响土壤升温；土壤有机质上下层分布不均（固碳效果亦不如另两种还田方式）

秸秆覆盖还田保护性耕作

南方水田秸秆覆盖快腐还田

北方麦秸全量覆盖还田

东北玉米秸秆集条覆盖还田



——水稻免耕栽培秸秆覆盖快速腐熟还田



南方地区推广面积约3200万亩（2013年）

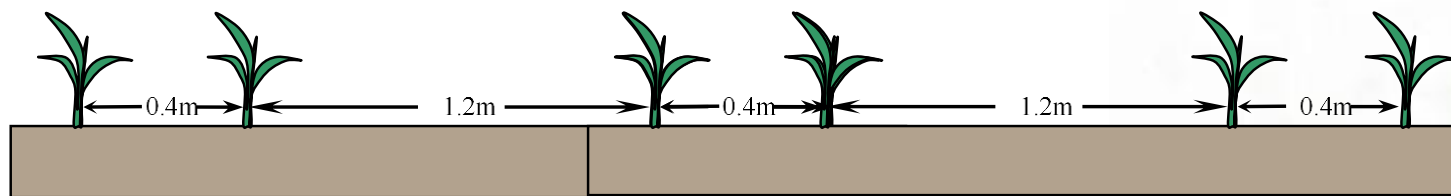
北方麦秸全量覆盖还田

- 主要集中于黄淮海地区、汾渭谷地，实施面积已经达到1.2亿亩



东北玉米秸秆集条覆盖还田

- 在吉林省称为“宽窄行”，宽行有80cm、100cm、120cm、140cm，窄行一般是40cm。





东北玉米秸秆集条覆盖还田

- 在黑龙江省称为“4：1（空）”或“8：2（空）”，不改变原来的垄播。
- 哈尔滨市《玉米秸秆集条还田和水稻秸秆腐熟剂应用示范推广工作方案》（征求意见稿）



果园盖草（秸秆）



1.4.3 努力提高秸秆机械粉碎旋耕混埋还田质量

- 在未来一个较长时期内，秸秆机械粉碎旋耕混埋还田仍将是我国秸秆直接还田的主要方式，要切实按照“**抛得匀、粉得碎、旋得深、混得均**”的十二字诀要求，持续提高其还田作业质量

“抛得匀”是指在进行农作物收获时将秸秆均匀地抛撒在农田中；

“粉得碎”是指在进行农作物收获秸秆粉碎的基础上，再用秸秆粉碎还田机对抛撒在田间的秸秆进行**1~2**次粉碎；

“旋得深”是指推广应用旋耕刀吃深较大的高性能旋耕机，力争使旋耕深度达到**20cm**以上，或改浅旋为浅翻（**20~25cm**）；

“混得均”是指经过对秸秆充分粉碎、对土壤多次旋耕，最终将秸秆尽可能均匀地混合在耕作层中。

● 对秸秆机械粉碎旋耕混埋还田还要做到如下三点：

(1) 定期深松

(2) 适当离田

(3) 加强土传病虫害防治



1.4.4 开展三大还田方式跨年度（季节）组合式作业

- 以定期深翻为基础，发挥三大还田方式各自优势，进行跨年度（季节）组合作业

（1）“3免2混1翻”（黄淮海地区）

（2）“3~5混1翻”（长江中下游地区）

（3）“2免1翻”（东北地区）

注意：在干旱半干旱地区，如果存在较大的风蚀威胁，应尽可能避免深翻和旋耕



1.4.5 秸秆还田 补施氮肥

秸秆碳氮比高，在其腐解过程中，各种微生物要吸收土壤乃至空气中的氮以营养自身。因此，在秸秆还田初期，尤其是秸秆快速腐解的阶段，常导致土壤和作物缺氮。为了促进秸秆腐解，同时也为了避免秸秆腐解微生物与农作物争夺氮源，一般要求在实施秸秆还田时，要配施一定量的氮肥。

原 料		水(%)	C(%)	N(%)	C:N
秸 秆	干麦秸	18	46	0.53	87:1
	干稻草	17	42	0.68	67:1
	玉米秸	20	40	0.75	53:1
	大豆秸	/	41	1.30	32:1
	花生秧	/	11	0.59	19:1
对 照	落 叶	/	41	1.00	41:1
	野 草	76	14	0.54	27:1
	鲜人粪	80	2.5	0.85	2.9:1
	鲜人尿	99.6	0.4	0.93	0.43:1
	鲜猪粪	82	7.8	0.6	13:1
	鲜牛粪	83	7.3	0.29	25:1
	鲜羊粪	/	16	0.55	29:1
	鲜马粪	78	10	0.42	24:1

$$y = \frac{S_G \times P \times N_S \times (S_{C:N} - M_{C:N})}{N_F \times M_{C:N}}$$

式中：y——秸秆还田配施氮肥量（kg/亩）；

S_G ——农作物草谷比；

P ——农作物单产（kg/亩）；

N_S ——秸秆含氮量（%）；

N_F ——氮肥含氮量（%）；

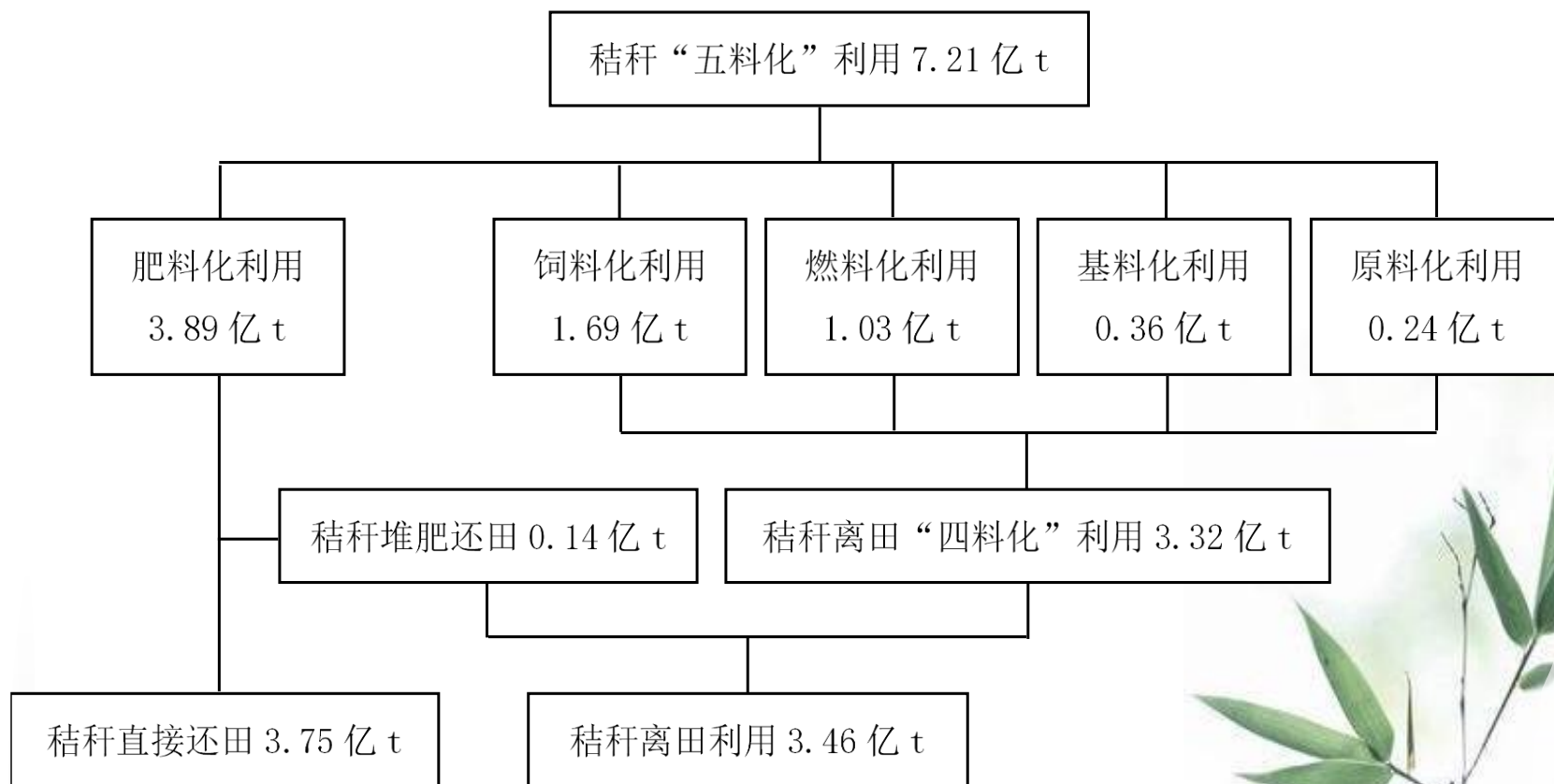
$S_{C:N}$ ——秸秆碳氮比；

$M_{C:N}$ ——适宜微生物腐解秸秆的碳氮比，取值为（20~35）：1。

就我国主要农区现实的农作物生产水平而言，玉米秸秆全量（混埋和翻埋）还田配施尿素量以6~10kg/亩为宜，稻草全量还田配施尿素量以8~15kg/亩为宜，小麦秸秆全量还田配施尿素量以10~17kg/亩为宜

秸秆覆盖还田微生物腐解秸秆，与农作物根区氮吸收矛盾不突出，可将氮肥配施量调减为秸秆混埋和翻埋还田氮肥配施量的1/5~1/4。

2 建立新型的农牧结合制度



2015年全国秸秆饲料化利用量占秸秆离田利用量的48.27%，在秸秆离田利用中占主导地位。

2 建立新型的农牧结合制度

- 秸秆养畜作为节粮型畜牧业，不少文献用“4kg秸秆1kg粮”来估测秸秆对粮食的替代作用。更为重要的是，秸秆作为典型的粗饲料，可为牛羊提供60%~70%的能量及体内合成蛋白质的碳架。

秸秆种类	玉米饲料单位	秸秆种类	玉米饲料单位
稻草	0.253	谷子秸	0.282
玉米秸	0.258	甘薯蔓	0.373
玉米芯	0.427	马铃薯茎叶	0.310
小麦秆	0.147	甜菜渣	0.675
大麦秆	0.202	主要秸秆平均	0.295
燕麦秆	0.168	CK：玉米	1

2 建立新型的农牧结合制度

- 农牧结合是我国传统农业的优良传统。它可以将几乎所有农副产物和农民餐厨的剩余物消纳在以农户为单元的生产生活体系内。
- 改革开放以来尤其是近20多年来，随着城市化进程加快和土地快速流转，大量青壮年劳动力进城就业，越来越多的农户放弃种养，或只种不养，又或只养不种，导致我国以农户为单元的农牧结合制度快速解体。



2 建立新型的农牧结合制度

- 同时，受农业和农村经济总体发展水平的制约，我国仍处在由农户分散经营向新型经营主体适度规模经营过渡的初期阶段，以农业龙头企业、农业合作组织、家庭农场为经营主体的新型农牧结合制度尚未有效形成。
- 结果：导致我国较为严重的种养脱节。



2 建立新型的农牧结合制度

- 据调查，目前我国90%以上农业园区为单一种植业或单一养殖业，即使是在长江三角洲、京津塘等经济发达地区，能够充分实现种养一体化的生态循环农业园区也不到1/10。



2 建立新型的农牧结合制度

- 欧美国家一般将2/3左右的秸秆用于直接还田，另有1/5左右的秸秆用做饲料。
- 欧美国家在现代种植制度设计上大都考虑了土地载畜量的要求，不仅使部分土地（如英国1/3左右的土地）种植从属于畜牧业生产，而且对一般的农作物种植也要考虑到可饲用秸秆的出路问题。
- 欧美国家的生态农场，如德国的能源生态农场，大多实现了秸秆与畜禽粪便的内部消纳。



2 建立新型的农牧结合制度

- 我国草场资源载畜量有限，禁牧任务重，草食畜饲草相当比重来自秸秆。
- 2015年全国草食畜饲草消耗量约为4.30亿t。秸秆饲料化利用量1.69亿t，约占全国草食畜饲草消耗量的39.30%。
- 另外，农田青饲料种植2995万亩，青饲料产量约1.15亿t（鲜重，折风干重约4000万t）
- 秸秆饲用量与青饲料利用量合计约为2.1亿t，占约占全国草食畜饲草消耗量的48.84%。



2 建立新型的农牧结合制度

- 如果我国的畜产品自给率足够高，秸秆饲料化利用量应占到秸秆总产量的20%~25%，而目前只有16%。
- 农业部《全国节粮型畜牧业发展规划（2011—2020年）》（农办牧[2011]52号）：秸秆饲用处理率1992年为21%，2010年为46%，力争到2015年和2020年分别达到50以上和60%以上。
- 《于康震副部长在全国畜禽标准化规模养殖暨秸秆养畜现场会上的讲话》（2013年7月21日）：经过青贮、氨化微贮加工处理的秸秆饲喂比例达到48%。



2 建立新型的农牧结合制度

- **努力实现种养一体化，有效解决种养脱节的问题：**以农业龙头企业尤其是大型农牧综合体、农业合作组织、家庭农场等新型农业经营主体为依托，以现代生态农业园区为载体，构建系统完善的生态循环农业链条，将秸秆、畜禽粪便等农业废弃物完全消纳在农业生产体系内（园区内），从而建立起完全新型的农牧结合制度，实现农业的园区化、高效化、生态化、可持续发展。
- **同步提高秸秆饲用率和秸秆饲用处理率：**大力推广秸秆青贮、微贮、膨化、丝化、压块等处理技术，发展以秸秆为基础原料的全混合日粮，支持专业化的秸秆饲料化利用企业发展，培育商业化的秸秆处理利用模式，不断提高秸秆饲用量和处理饲喂率。

3 建立具有中国特色的多元组合施肥制度

- 现代农业发展历程，是一个由现代农业生产要素对传统农业生产要素不断替代的过程，同时也是由注重无机物质投入，到有机、无机物质投入相匹配的发展过程。
- 目前，世界上农业发达的国家都很注重施肥结构，基本形成了秸秆直接还田+厩肥（粪便与垫圈秸秆混合堆肥）+化肥的“三合制”施肥制度。美国和加拿大的土壤氮素3/4来自秸秆和厩肥；德国每施用1.0t化肥，要同时施用1.5~2.0t秸秆和厩肥。



3 建立具有中国特色的多元组合施肥制度

发达国家施肥结构（李季，2016）

国家	美国	英国	德国	法国	澳大利亚	加拿大	韩国	日本
年份	2011	2015	2013	2012	2011	2012	2011	2012
有机肥比重（%）	46	57	60	37	55	60	48	76
化肥比重（%）	54	43	40	63	45	40	52	24

3 建立具有中国特色的多元组合施肥制度

中国施肥结构（2015）

类别			总产量 (亿 t)	肥料化利用量 (实物量, 亿 t)	肥料利用养分含量 (万 t)				
					小计	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	复合肥
化肥			/	2.09	6023	2362	843	642	2176
有机肥	秸秆 (风干重)		10.4	5.29 (约 51%)	1945	451	152	1342	/
	人畜粪便	鲜重	38	22.8 (约 60%)	2714	1140	597	977	/
		折干重	6.38	4.24 (约 60%)					
	小计 (干重)			/	9.53	4659	1591	749	2319
化肥：人畜粪便			/	33 ： 67	69 ： 31				
化肥：(人畜粪便+秸秆)			/	18 ： 82	56 ： 44				

化肥: 秸秆

76:24

目前, 大田粮食作物, 秸秆全量还田, 养分来源基本是化肥: 秸秆 $\approx$ 70:30

有机肥资源总养分 ($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$)

- 人畜粪便（包括秸秆养畜）4500万t
- 农作物秸秆（不包括秸秆养畜）3000万t
- 有机垃圾、城镇污泥、农产品加工有机废弃物、树枝叶等1100万t
- 合计8600万t（利用率达到80%，可实现化肥：有机肥=50:50）

有机肥资源C（有机质）含量

- 人畜粪便（包括秸秆养畜）2.85亿t
- 农作物秸秆（不包括秸秆养畜）2.5亿t
- 有机垃圾、城镇污泥、农产品加工有机废弃物、树枝叶等0.8亿t
- 合计6.15亿t

3 建立具有中国特色的多元组合施肥制度

- 我国大多数地区属于一年两熟或多熟地区，而多数发达国家以一年一熟为主。相比之下，我国秸秆直接还田所遇到制约因素较多，难度较大，可考虑适当降低秸秆直接还田的数量比重，适度增加秸秆离田利用比重，但要以确保土壤有机质含量稳中有升为先决条件。
- 同时借鉴发达国家的“三合制”施肥制度，充分考虑我国各类农作物种植的现实经济性和广大农户购买和施用有机肥的利益驱动，以大田粮棉作物“秸秆直接还田+化肥”、经济价值高的大田经济作物（包括高品质口粮如稻米）“秸秆直接还田+有机肥+化肥”、温室大棚“有机肥+化肥”为主要组合方式，建立具有中国特色的多元组合施肥制度。

3 建立具有中国特色的多元组合施肥制度

- 目前，全国有机肥企业设计年产能3482万t，年实际产量1630万t（符纯华、单国芳（2017））
- 按实物计，全国商品有机肥施用量占商品性肥料（化肥+商品有机肥）施用总量的7%左右。
- 大力提升商品有机肥生产和利用水平势在必行

部分省市秸秆堆肥利用量及其占秸秆可收集利用量的比重（2015年）

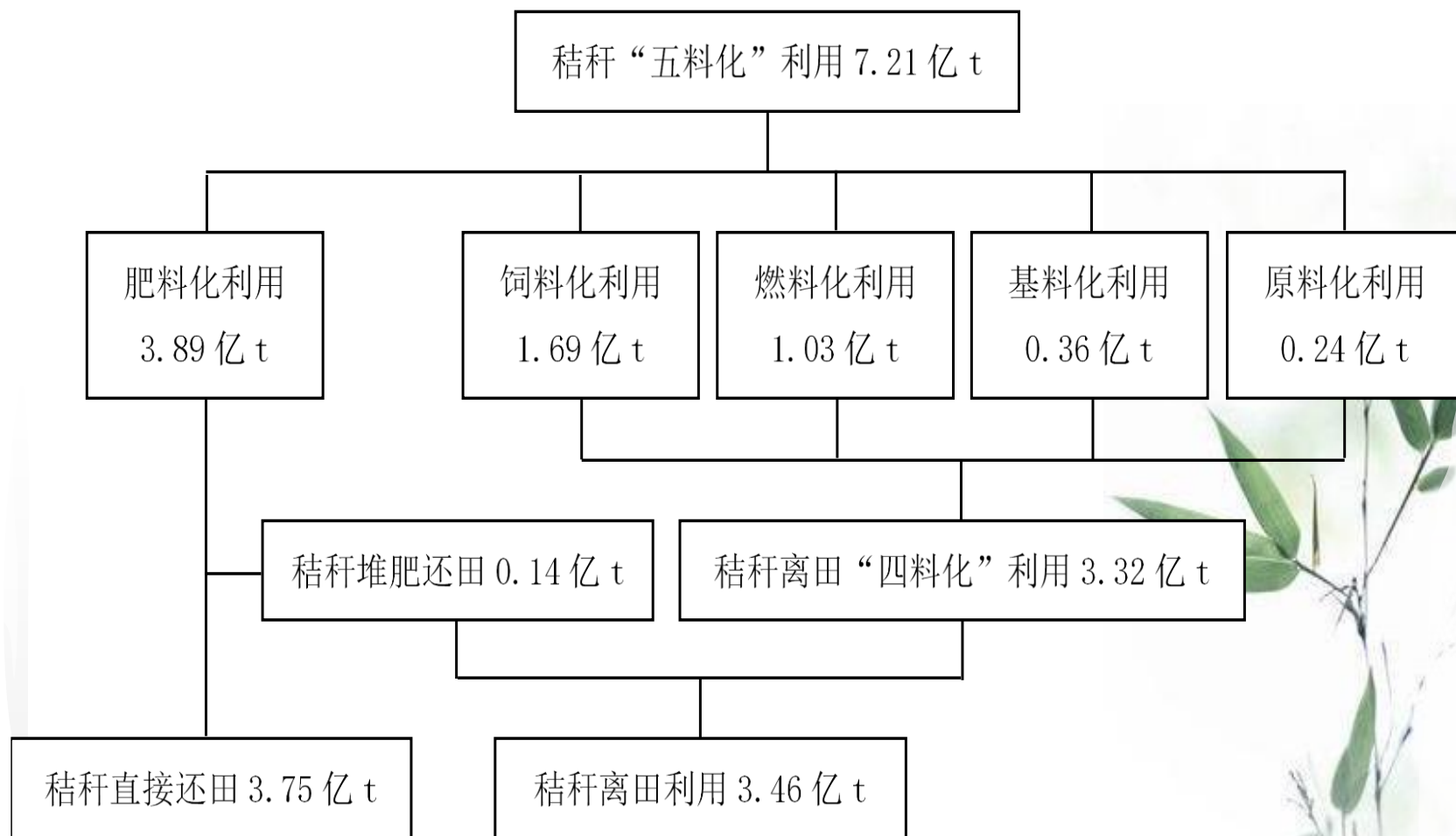
（资料来源：各省市自治区秸秆综合利用十二五规划终期评估报告）

地 区	合 计	北京市	上海市	安徽省	四川省	贵州省
秸秆可收集利用量 (万 t)	10831.26	88.00	160.52	4842.30	4380.00	1360.44
堆肥利用秸秆量 (万 t)	174.84	1.00	2.24	81.20	70.00	20.40
堆肥利用比重 (%)	1.61	1.14	1.40	1.68	1.60	1.50

调查结果：

- 江苏省年堆肥利用秸秆量约70万t，占秸秆可收集利用量的1.85%
- 山东省年堆肥利用秸秆量约为125万t，占秸秆可收集利用量的1.58%

- 估算结果：2015年全国有机肥生产（包括有机肥工厂化生产和农户堆沤有机肥）利用秸秆量约1400万t
- 在未来一个较长的时期内，我国大田有机质来源仍主要依靠秸秆直接还田



3 建立具有中国特色的多元组合施肥制度

- 商品有机肥按照“有机+无机+生物”的原则，重点发展有机——无机复混肥和微生物复合肥
- 根据人畜粪便碳氮比偏低、农作物秸秆碳氮比偏高的资源特性，积极发展人畜粪便与农作物秸秆混合堆肥

4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 早在1998年，农业部、财政部、交通部、国家环保总局和国家民航总局等五部门联合印发的《关于严禁焚烧秸秆保护生态环境的通知》（农环能[1998]1号）就明确指出“秸秆焚烧和综合利用是**国家利益为主的公益性事业**”“要把政府行为目标和农民利益结合起来……用效益吸引群众，充分调动农民综合利用秸秆的积极性。”
- 中共中央办公厅、国务院办公厅《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》（中办发[2017]56号）明确提出将“秸秆综合利用”作为实施农业绿色发展的全民行动之一。
- “政策扶持，市场运作”是秸秆综合利用的重要指导原则。

4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 但直到目前，秸秆综合利用“农民直接受益不多”的问题仍没能得到较好地解决。
- 2011年国家发改委、农业部、财政部联合印发的《“十二五”农作物秸秆综合利用实施方案》（发改环资[2011]2615号）指出，目前“国家已出台的一些鼓励秸秆综合利用的政策，农民直接受益的不多，有待进一步完善”。
- 2011年国家发改委、农业部、环境保护部联合印发的《京津冀及周边地区秸秆综合利用和禁烧工作方案（2014—2015年）》（发改环资[2011]2615号）也指出，目前我国秸秆综合利用仍“缺少能够使广大农民和企业‘双赢’的有效经济政策”。

4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 秸秆还田为农民耕作经营增加不少的费用：

（1）因秸秆机械还田新增作业费用一般在40～80元。

（2）秸秆还田增施N肥按尿素8～15kg、1kg尿素2元计，需花费16～30元。

（3）两项合计约为55～110元，相当于黄淮海地区现实平均每亩玉米种植**总收入**的8%～16%左右。



4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 目前，我国秸秆还田补贴已有一定的受众。除财政部和农业部实施的秸秆综合利用试点项目外，北京、天津、上海、江苏、安徽、宁夏、黑龙江等省（市、自治区）亦利用省级财政对包括秸秆还田在内秸秆综合利用项目进行了直补。
- 江苏省从2014年起省财政秸秆还田补助标准从原来的全省平均每亩10元提高到平均每亩20元，其中，苏南每亩10元、苏中每亩20元、苏北每亩25元（按省政府有关政策文件，兴化、高邮和宝应亦执行25元/亩的标准）。

4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 安徽省对秸秆还田小麦、玉米、油菜按照20元/亩、水稻按照10元/亩标准进行奖补，其中省财政对皖北三市九县及大别山片区县补助70%，对合肥、芜湖、马鞍山、铜陵市补助30%，其他地区补助50%，剩余部分由市、县财政足额配套，承担比例由各市确定；省级国有农场奖补资金由省财政全额承担。
- 另外，全国还有还有不少市（地）、县（市、区）利用地方财政进行秸秆还田直补或在省级财政补贴的基础上进行追加补贴。

4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 但就总体而言，我国秸秆还田补贴的受众仍很有限。即使是在全国100多个秸秆综合利用试点县和上述已经实施秸秆还田补贴的省市也大多没能实现秸秆还田全覆盖。
- 农业部和财政部秸秆综合利用试点：
 - 2016年，10个省区，10亿元；
 - 2017年，9个省区，13亿元；
 - 2018年，12个省区，15亿元。



4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 2018年10月18日，农业农村部召开了“东北地区秸秆处理行动现场交流暨成果展示会”，会上，农业农村部副部长张桃林表示，目前，秸秆综合利用已经到了全面推进的时候，要由试点示范转变为全面铺开。
- 农业农村部办公厅《关于全面做好秸秆综合利用工作的通知》（农办科[2019]20号）：2019年，31个省（市、自治区），193个重点县市，19亿元（预计）
- 全国2851个县级行政单元，以农业为主的约2000个，农业大县约1280个。

4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 为使我国秸秆综合利用“农用优先”的指导原则得以有效落实，充分调动农民大众秸秆还田、培肥土壤的积极性，将秸秆综合利用尤其是秸秆还田切实变成农业绿色发展的全民行动，各级政府应大力提升秸秆还田的投资扶持力度，以重点地区和主要作物先行先试为基础，逐步增加秸秆还田补贴的受益面，并力争早日在全国范围内建立起“应补尽补”的秸秆还田补贴普惠制度，从而使农民秸秆还田新增费用得到应有的补偿，并使农民秸秆还田的公益性得到有效地体现。

4 不断增加秸秆还田补贴受众

- 未来我国秸秆还田补贴普惠制的建立可先期考虑以小麦、玉米、水稻、棉花、油菜、甘蔗（叶稍还田）六大作物的秸秆还田为重点。
- 按照此六大作物的现实秸秆还田面积（约11亿亩）和平均每亩15元的补贴标准计，**每年共需财政补贴165亿元左右**。如果这部分资金全部由国家财政支出，约相当于国家现实农林水财政总支出的0.85%。
- 另外，省地县三级财政可考虑平均每亩5~10元的配套补贴。

5 建立以废弃秸秆为主要消纳对象的 秸秆产业化体系

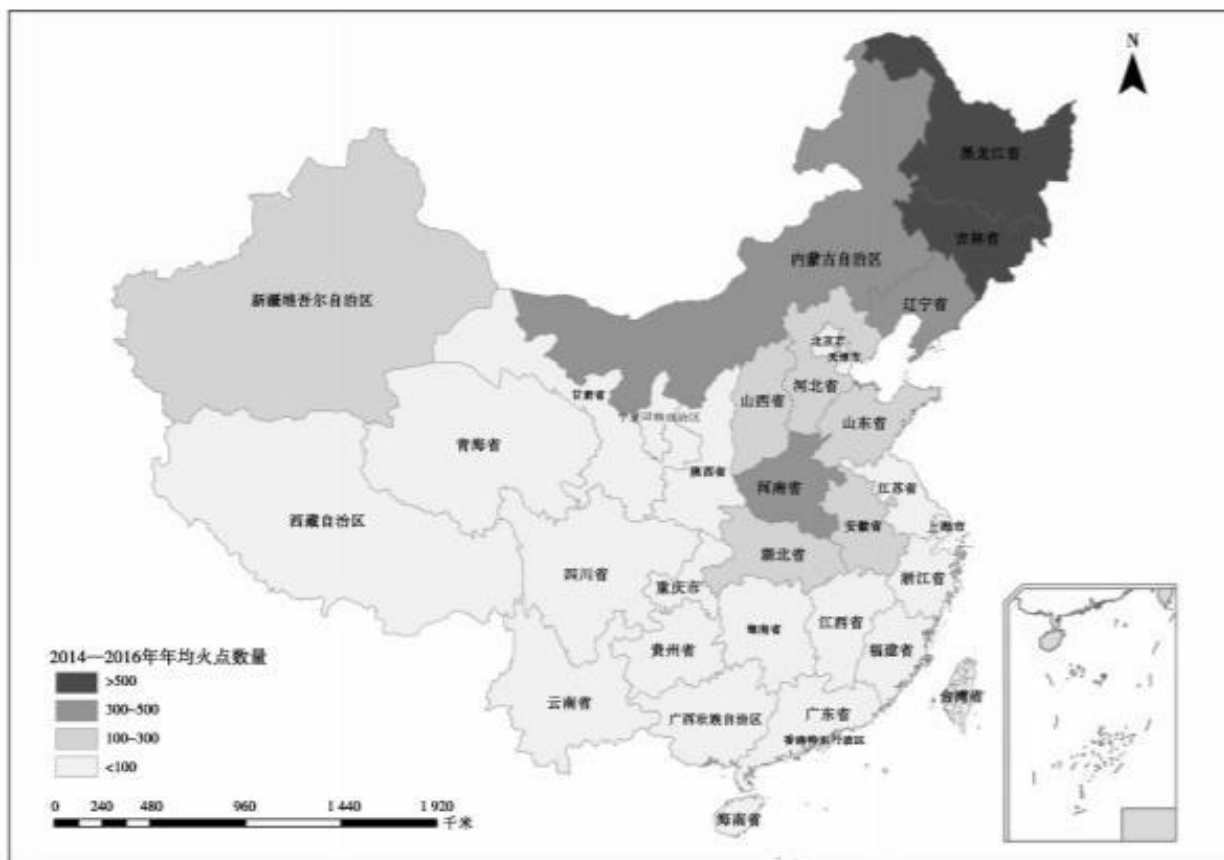
● 秸秆利用两大问题：

✓ 露天焚烧

✓ 废弃



2014—2016年秸秆焚烧火点区域分布



- 秸秆废弃将逐步成为我国秸秆利用的主要问题



● 全国秸秆废弃量1.8亿t

现实状况是，一方面将大量的秸秆弃如敝履，另一方面在很多秸秆综合利用项目包括国家秸秆综合利用试点项目中，又倾注大量资金施行秸秆打包离田。



5 建立以废弃秸秆为主要消纳对象的秸秆产业化体系

- 根据黄淮海地区五省（冀苏皖鲁豫）和东北三省（辽吉黑）的秸秆打包机保有数量进行推算，目前我国**秸秆打包机的作业能力已经达到近4亿t**。换言之，如果我国的秸秆利用企业有无尽的秸秆消纳能力，全国现有秸秆打包机进行满负荷作业，即在两熟制地区两季作物之间的间隔时日和一熟制地区作物收获后的非冰雪覆盖季节全力进行秸秆打包作业，可满足近4亿t的秸秆离田产业化利用需求。这还不包括人工离田作业。



秸秆新型能源化利用量估算

秸秆气化、固化、炭化利用秸秆量（2015年）

[资料来源：农业部编《中国农业统计资料. 2015》（中国农业出版社，2016年11月）]

项 目	单 位	合 计	秸秆热解气 化集中供气	秸秆沼气 集中供气	秸秆固化 成型燃料	秸秆炭化
运行数量*	处	1997	314	387	1190	106
供气户数*	万户	20.48	12.34	8.14	/	/
产品产量*	万 t	509.77	/	/	493.49	16.28
折算标准	/	/	空气气化, 1kg 秸 秆气化燃气 2m ³ ; 燃气低位热值 4.8MJ/m ³ , 平均每 户每天用气 3m ³	中温发酵, 秸秆产气 率 35%; 沼气比重 0.97kg/m ³ ; 沼气低位 热值 21MJ/m ³ , 平均每 户每天用气 1m ³	1.1t 秸 秆 生产成型燃 料 1t	1t 秸秆生 产生物炭 0.3t
秸秆利用量	万 t	612.10	6.76	8.23	542.84	54.27

秸秆新型能源化利用量估算

- 全国沼气混合原料发酵利用秸秆量约为130～190万t。
- 全国农林生物质并网发电燃料利用量约为3929万t，秸秆利用量约占30%～40%，实际利用秸秆量约1200～1600万t。
- 秸秆新型能源化利用量2000～2400万t。

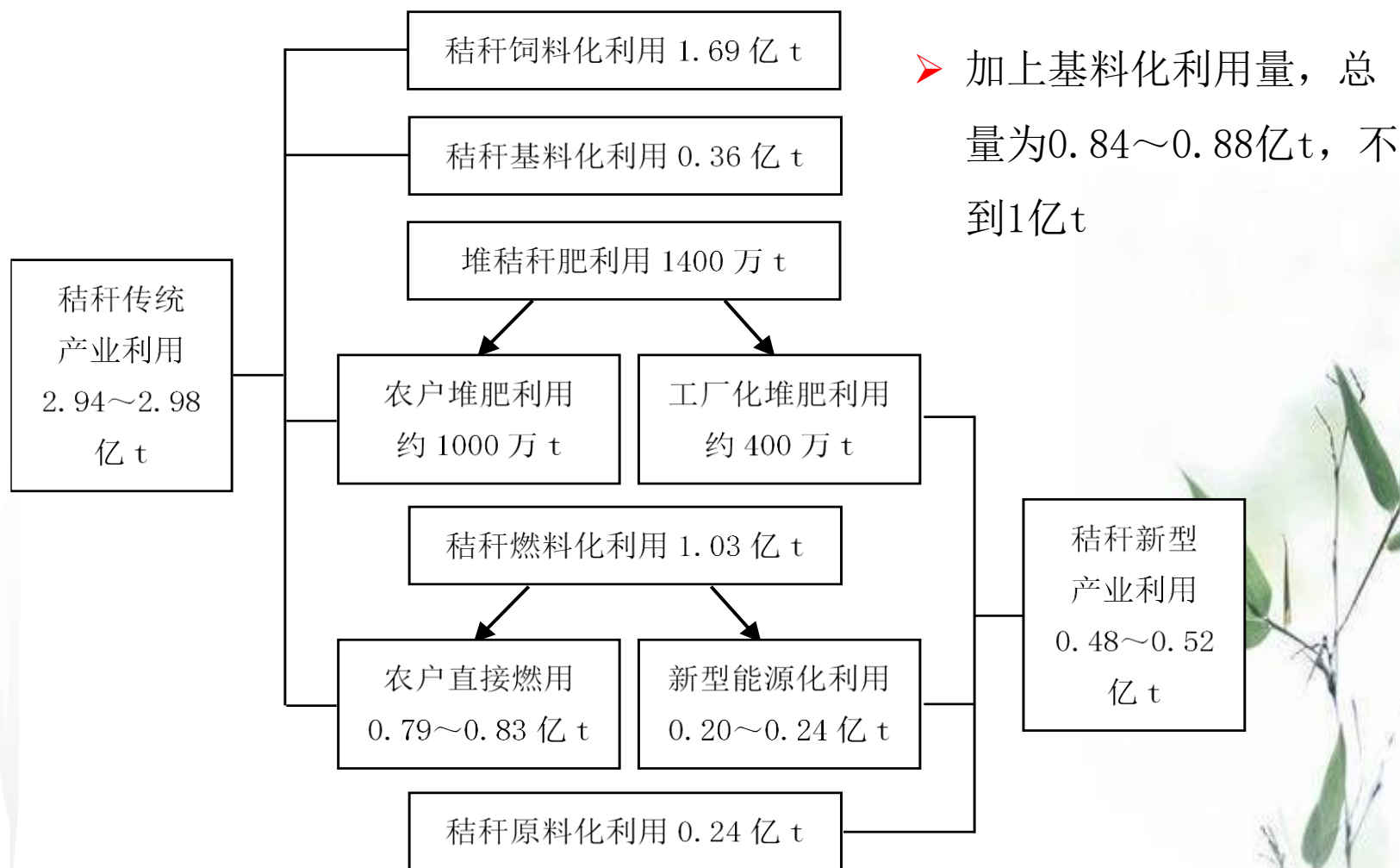


秸秆新型能源化利用量估算

- 沼气生产140~200万t
 - 秸秆热解气化约7万t
 - 秸秆固化543万t
 - 秸秆炭化54万t
 - 秸秆发电1200~1600万t
- 合计2000~2400万t



- **秸秆新型产业化利用量**占秸秆可收集利用量的5%~6%，占秸秆离田利用总量的14%~15%



5 建立以废弃秸秆为主要消纳对象的秸秆产业化体系

- 我国秸秆离田利用的问题，不是秸秆离田作业能力不足，而是秸秆产业化利用尤其是新型产业化利用能力严重不足。



5 建立以废弃秸秆为主要消纳对象的秸秆产业化体系

- 在我国秸秆机械化还田水平显著提升、秸秆焚烧得到有效控制的良好局面下，必须不失时机地开展秸秆产业化利用的结构调整，在进一步发挥秸秆打捆离田利用潜能的基础上，将秸秆产业化发展的扶持重点逐步转向废弃秸秆的收集和利用，借鉴城镇垃圾网络化收集、定点堆放处置的经验，采用“村收集、镇转运、县处理”等行之有效的模式，以解决蔬菜秸秆和尾菜污染为目标，重点发展秸秆有机肥、秸秆沼气、秸秆养畜等秸秆产业；以解决棉秆、油菜秆、烟秆等木质秸秆废弃为重点，重点发展秸秆固化成型燃料、秸秆打捆直燃、秸秆热解气化等秸秆新能源产业，逐步建立以废弃秸秆为主要消纳对象的秸秆利用产业化体系。
- 在秸秆利用率较低、秸秆焚烧现象仍较为严重的东北地区，近期仍要重点发展秸秆打包离田利用产业。

6 努力提升新兴秸秆产业高值化利用水平

● 秸秆产业化利用经济性由高到低排序

- ✓ 秸秆基料化利用（投资量可大可小）
- ✓ 秸秆饲料生产与利用，可生产适于较长距离运输的秸秆打包微贮、膨化饲料、颗粒饲料等（投资量不大）
- ✓ 秸秆与畜禽粪便混合堆肥（果菜茶有机肥替代行动、畜禽粪便处理项目）（投资量不大）
- ✓ 秸秆与畜禽粪便混合原料沼气工程（规模化沼气和生物天然气工程）（投资量可大可小）
- ✓ 秸秆固体成型燃料（北方地区清洁供暖行动）（投资量不大）

6 努力提升新兴秸秆产业高值化利用水平

● 秸秆产业化利用经济性由高到低排序

- ✓ 秸秆清洁制浆(投资量大)
- ✓ 秸秆热解气化“炭气”联产（以气保本，以生物炭或生物炭基肥盈利）（国家发展改革委办公厅、农业部办公厅、国家能源局综合司《关于开展秸秆气化清洁能源利用工程建设的指导意见》（发改办环资〔2017〕2143号））（投资量大）
- ✓ 秸秆发电(投资量大)



7 合理开展秸秆打包离田作业

- 尽快研发出搂草、打捆、装运一体机

秸秆打包离田要经过搂草集条、捡拾打捆、抓捆装车运出农田三个主要环节的机械作业，在此过程中农田要经过搂草机（或割草搂草一体机）、打捆机、抓草机和运输车的四次碾压，这对于我国广大农区经过长期旋耕整地、耕层“浅、实、少”的农田无疑是雪上加霜。



7 合理开展秸秆打包离田作业

- 适当降低秸秆捡拾率，减少土壤流失

每打包1t秸秆，将从农田中带走100~200kg的耕层表土，而且这部分土壤都是熟土、肥土。

按每亩农田可捡拾打包秸秆300kg计，每次秸秆打包每亩农田将损失30~60kg的表土。

经过3~4次秸秆捡拾打包所带走的土壤，相当北方山区一年一度的土壤轻度侵蚀（国家土壤侵蚀强度分级标准SL90-96，北方土石山区土壤轻度侵蚀标准为： $200\sim 2500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ）。

建议：降低秸秆捡拾打包作业强度，将捡拾率控制在60%以内。

7 合理开展秸秆打包离田作业

- 进一步改造农作物收获机械，大力推行农作物收获与秸秆打包一体化作业

一可提高秸秆（尤其是饲用秸秆）的质量，

二可减少土壤流失。





Thank you !

毕于运：13693136870

