

附件

秸秆“五料化”利用技术

一 秸秆肥料化利用技术

1.1 秸秆直接还田技术

1.1.1 秸秆机械混埋还田技术

（一）技术概述

秸秆机械化混埋还田技术，就是用秸秆切碎机械将摘穗后的玉米、小麦、水稻等农作物秸秆就地粉碎，均匀地抛撒在地表，随即采用旋耕设备耕翻入土，使秸秆与表层土壤充分混匀，并在土壤中分解腐烂，达到改善土壤的结构、增加有机质含量、促进农作物持续增产的一项简便易操作的适用技术。

（二）技术流程

水稻-小麦（油菜）轮作秸秆还田技术：收割机机收小麦（油菜）→秸秆粉碎+均匀抛洒→放水浸泡 24 小时→底施氮肥→机械旋耕埋草→施复混肥→平整土地→水稻种植（机插、摆栽、抛秧、人工插秧）；收割机机收水稻→秸秆切碎+均匀抛洒→施基肥→反转灭茬机旋埋秸秆（或普旋两次）→小麦机械条播或摆播（油菜机直播或机械移栽）→机械镇压→机械开沟。

玉米-小麦轮作秸秆还田技术：玉米人工穗摘（或机械收获同步粉碎）→秸秆机械粉碎→撒施底肥和杀虫、杀菌剂→施耕两遍→圆盘播种机进行小麦机械条播→机械镇压→机械开沟；收割机机收小麦→秸秆粉碎+均匀抛洒→施底肥→玉米机械播种→镇压→机械开沟。

（三）技术要点

1. 作物收获时，采用安装有秸秆切碎装置的联合收割机，在进行收获作业的同时，同步进行秸秆切碎和抛撒，要求秸秆粉碎长度小于 8cm。

2. 秸秆灭茬时，采用大、中型旋耕机械进行整地作业，旋耕深度>12cm。为使秸秆与肥、土搅拌均匀，采用反转灭茬机作业一遍效果较好，或正转灭茬机旋耕两次。

3. 秸秆还田时间要适当，适度湿润且有良好的通气条件促进秸秆腐解。秸秆腐解的土壤水分含量应掌握在田间持水量的 60%时为适合，若土壤水分不足，应及时灌溉补水，以促进秸秆腐解，释放养分，供作物吸收。

4. 施肥。秸秆还田的同时应补施一定量的氮肥和磷肥，促进秸秆腐烂分解。一般每亩

还田 500 公斤秸秆时，需补施 4.5 公斤纯氮和 1.5 公斤纯磷。

（四）注意事项

由于轮作制度不同，应针对秸秆还田后出现的问题，选择适宜的机械，配套适宜不同作物种植的栽培技术，促进作物生长发育，达到高产、稳产的目标。

1. 玉米秸秆还田后使土壤中的作物纤维增加，为保证下茬小麦播种质量，应采用双圆盘开沟器播种机，避免秸秆堵塞开沟器，而出现田间缺苗断垄的现象。

2. 稻茬麦（油菜）播种方式应根据土壤墒情和整地质量进行选择，墒情适宜且整地质量好的地区可选用机条播，并适度加大行距；土壤墒情和整地质量较差的地方应大力推广机械匀摆播技术。秸秆混埋条件下小麦播种后，采用麦田镇压器工作一次进一步压实土壤，可避免透风失墒状况，有利于增加出苗率和提高产量。

3. 稻田要及时放水泡田，浸泡时间以泡软秸秆、泡透耕作层为度。一般浸泡 12 小时秸秆软化，壤土田块浸泡 24 小时，黏土田块浸泡 36-48 小时。秧苗返青后要干干湿湿，浅水勤灌，适时烤田，防止还原性有害物质过多积累而造成水稻僵苗不发。

（五）适宜区域

此项技术适宜于长江中下游一年两熟制的水稻-小麦轮作区、水稻-油菜轮作区，如江苏、安徽、湖北、四川、浙江、江西等部分地区；华北平原一年两熟制的小麦-玉米轮作区，如河南、河北、山东、山西等部分地区。

1.1.2 秸秆机械翻埋还田技术

（一）技术概述

秸秆机械翻埋还田技术就是用秸秆粉碎机将摘穗后的农作物秸秆就地粉碎，均匀抛撒在地表，随即翻耕入土，使之腐烂分解，有利于把秸秆的营养物质完全地保留在土壤里，增加土壤有机质含量、培肥地力、改良土壤结构，并减少病虫害。

（二）技术流程

1. 玉米秸秆翻压还田，主要有粉碎翻压和整株翻压两种方式。粉碎翻压主要技术流程为人工或机械收获玉米果穗→秸秆机械粉碎，均匀抛撒地面→施入底肥→机械耕翻 20 cm 以上→旋耕耙耱整地→扶畦→小麦机械化播种。整株翻压还田技术流程为玉米收获→撒施底肥调节土壤碳氮比→机械深翻 25 cm，将整株秸秆翻入土层→旋耕耙地→扶畦→小麦机械化播种+同步施种肥→播后镇压。

2. 稻、麦、油秸秆翻耕还田：联合收割机收获小麦（油菜）→秸秆粉碎（长度<10cm），全量抛撒→撒施基肥→机械犁翻灭茬 18~20 cm→施耕机碎土整地 8~10 cm→放水→平整土地→沉浆搁地→水稻栽插。机收水稻→秸秆粉碎，均匀抛撒→撒施基肥→机械犁翻灭茬→施耕机碎土整地→小麦机械播种→镇压→开沟。

3. 水田稻草翻压还田，主要技术流程为早稻收获→秸秆切碎匀铺→施入底肥→机械翻埋→旋耕耙平→晚稻栽插。晚稻收割→全部稻草与稻桩还田→泡水过冬→结合春耕施肥，把半腐熟的稻草耕翻压入田中→犁耙均匀→早稻栽秧。

4. 棉花、大豆秸秆翻压还田。主要技术流程为棉花收获（大豆脱粒）→秸秆粉碎机粉碎（或整秆直接犁翻）→施入底肥→犁翻 20cm 以上→秋灌→翌春切地播种。

（三）技术要点

1. 翻埋技术。翻压深度小于 20cm 时，会对下茬作物苗期生长不利，需要选择适宜不同土壤类型的耕整机械，并配套大马力拖拉机。

2. 整地技术。采用翻耕结合旋耕耙平一遍，打碎根茬并实现秸秆与肥料、土壤混合，有利于下茬作物的播种出苗及生长发育。

3. 还田时间。尽量趁秸秆青枝绿叶时及时翻入田间，并配施一定量的肥料，提高秸秆腐解速度；水田要适当排水晾田，增加土壤的通透性，防止厌氧还原条件对作物产生毒害作用。

（四）注意事项

1. 玉米秸秆翻压还田注意事项：一是由于大量秸秆还田，在肥料施用上要提高底肥中氮肥的数量。二是大量秸秆还田影响小麦根系下扎或与土壤紧密接触，遇到冬季干旱或过冷容易发生冬害死苗现象，要根据当地气候状况浇好越冬水、冻水。三是实现播后镇压，保墒出苗。

2. 稻草翻压移施栽晚稻注意要点：一是要结合翻耕深施，提高肥效，同时做到及早追施氮肥促进禾苗早发。二是稻草中所含的钾素是水溶性，要防止还田后钾素养分的流失。三是采用浅水勤灌、适时晒田的水分管理，增加土壤通透性，防止还原性有毒物质过多的积累。

3. 绝大部分地区均可采用秸秆直接粉碎翻压还田，但一些水热条件较差、田块窄小、田面不平坦、机械化程度较低的地区不太适宜。

（五）适宜区域

东北农区(主要包括辽宁、吉林、黑龙江及内蒙古部分地区)，种植制度多为一年一熟制，适宜于采用玉米、水稻秸秆粉碎翻压还田。华北农区（主要包括北京、天津、河北、河南、山东、山西及内蒙古小麦、玉米一年两熟制，以及山西、内蒙古、河北的部分一年一熟制地区）适宜于玉米秸秆粉碎翻压和整秆翻压还田。长江中下游农区（主要包括湖北、湖南、江西、江苏、安徽、浙江等省），气候温暖湿润，种植制度多为一年二熟制，适宜采用稻、麦、油、棉秸秆翻耕还田。西北农区低温干旱少雨，种植制度多为一年一熟制，适宜采用棉花秸秆翻压还田。西南农区和华南农区（主要包括海南、广东、广西、福建、重庆、四川、云南、贵州等省），气候温暖湿润，种植制度多为一年两熟制以及一年三熟制，宜采用水田秸秆翻压还田技术。

1.1.3 秸秆覆盖还田技术

(一) 技术概述

秸秆覆盖还田技术指在农作物收获前，套播下茬作物，将秸秆粉碎或整秆直接均匀覆盖在地表，或在作物收获秸秆覆盖后，进行下茬作物免耕直播的技术，或将收获的秸秆覆盖到其它田块，从而起到调节地温、减少土壤水分的蒸发、抑制杂草生长、增加土壤有机质的作用，而且能够有效缓解茬口矛盾、节省劳力和能源、减少投入。覆盖还田一般分五种情况：一是套播作物，在前茬作物收获前将下茬作物撒播田间，作物收获时适当留高茬秸秆覆盖于地表；二是直播作物，在播种后、出苗前，将秸秆均匀铺盖于耕地土壤表面；三是移栽作物如油菜、红薯、瓜类等，先将秸秆覆盖于地表，然后移栽；四是夏播宽行作物如棉花等，最后一次中耕除草施肥后再覆盖秸秆；五是果树、茶桑等，将农作物秸秆取出，异地覆盖。

(二) 技术流程

1. 小麦秸秆全量覆盖还田种植玉米：套播玉米主要技术流程为小麦播种（每 3 行预留 30cm 的套种行）→小麦收获前 7~10 天玉米套种→小麦收获→秸秆粉碎均匀抛洒覆盖→玉米田间管理。免耕直播主要技术流程为收割机机收小麦→秸秆粉碎均匀抛洒覆盖→玉米免耕播种机播种玉米（或人工穴播）→撒施种肥和除草剂→玉米田间管理。

2. 水稻秸秆全量覆盖还田种植小麦：套播小麦主要技术流程为水稻收获前 7~10 天套种小麦→水稻收获→秸秆粉碎均匀抛撒覆盖→撒施基肥→开沟覆土→小麦田间管理。免耕播种主要技术流程为收割机机收水稻→秸秆粉碎均匀抛撒覆盖→小麦免耕播种机播种小麦→撒施种肥和除草剂→小麦田间管理。零共生直播与套播相似，关键技术是采用加装小麦播种机的收割机收获水稻，主要技术流程为收割机机收水稻→加装的小麦播种机同步播种→秸秆粉碎均匀覆盖→基肥施用→开沟覆土→小麦田间管理。

3. 油菜免耕覆盖稻草栽培技术：套播油菜技术流程为水稻收获前 3~5 天，将油菜种子均匀撒在稻田中→机收水稻→秸秆粉碎覆盖还田→施入基肥→开沟覆土→田间管理。直播油菜技术流程为水稻机收→秸秆粉碎平铺还田→施入基肥和腐熟剂→开沟覆土→油菜直播→田间管理。移栽油菜主要技术流程为水稻机收→喷药除草→挖窝移栽油菜→稻草顺行覆盖行间。

4. 小麦/油菜秸秆全量还田水稻免耕栽培技术：主要技术流程为在小麦/油菜收割前 7~15 天进行水稻撒种→机收小麦/油菜，留高茬 30 cm→秸秆粉碎抛洒还田→施足底肥→及时上水→水稻种植。

5. 早稻稻草覆盖免耕移栽晚稻：主要技术流程为早稻齐田面收割→将新鲜早稻草均匀撒于田间→水淹禾茬→施入基肥→手插移栽（将晚稻秧苗直接插在 4 蔸早稻禾茬的中央）或抛秧→2~3 天后撒施化学除草剂。

6. 玉米秸秆覆盖还田：半耕整秆半覆盖主要技术流程为人工收获玉米穗→割秆硬茬顺行覆盖(盖 70 cm, 留 70 cm)→翌年早春在未覆盖行内施入底肥→机械翻耕→整平→在未覆盖行内紧靠秸秆两边种两行玉米。全耕整秆半覆盖主要技术流程为收获玉米→秸秆搂集至地边→机械翻耕土地→顺行铺整玉米秸(盖 70 cm, 留 70 cm) 翌年早春施入底肥→在未覆盖行内紧靠秸秆两边种两行玉米。免耕整秆半覆盖主要技术流程为玉米收获→秸秆顺垄割倒或压倒, 均匀铺在地表形成全覆盖→翌年春播前按行距宽窄, 将播种行内的秸秆搂(扒)到垄背上形成半覆盖→玉米种植。二元双覆盖主要技术流程为玉米收获→以 133 cm 为一带, 整秆顺行铺放 66.5 cm 宽→翌春在剩下的 66.5 cm 空档地起垄盖地膜→膜上种两行玉米。二元单覆盖主要技术流程为玉米收获→在 133 cm 带内开沟铺秸秆→覆土越冬→翌春在铺埋秸秆的垄上覆盖地膜→膜上种两行玉米。

(三) 技术要点

1. 小麦秸秆全量覆盖还田种植玉米关键技术要点：一是小麦机械化播种技术, 采用“三密一稀”或“四八对垄”等方式, 以便于玉米行间套种。二是玉米套种技术, 一般采用人工点播器播种在麦行间套播玉米。三是小麦联合收割技术, 采用联合收割机收获, 配以秸秆粉碎及抛洒装置, 实现小麦秸秆的全量还田。

2. 水稻秸秆全量覆盖还田种植小麦关键技术要点：一是水稻收获技术, 选择洋马、久保田等带秸秆切碎的收割机, 使秸秆同步均匀抛洒于田面；二是小麦播种技术, 在水稻收获前 7 天采用将小麦均匀播洒于田间, 或采用安装了播种装置的收割机, 集成水稻收割、小麦播种、碎草匀铺同步进行, 实现小麦的半精量播种和扩幅条播。三是及时开沟, 在田间以 2~2.5m 为距进行机械开沟, 土壤向两侧均匀抛洒覆盖于稻草上, 既有利于改善小麦苗期光照条件, 提高抗冻能力, 又有利于防止小麦后期倒伏。

3. 油菜/小麦秸秆覆盖水稻种植技术关键技术要点：一是水稻种植技术, 药剂浸种 48 小时, 使种子吸足水分。油菜/小麦收获前 7~15 天, 将稻种均匀撒播于田间。二是油菜/小麦机械收获技术, 留高茬约 30cm 左右, 自然竖立田间, 其余麦(油菜)秸秆就近撒开或埋沟, 任其自然腐解还田。

4. 低割早稻禾茬法免耕栽培晚稻技术要点：一是早稻收获技术, 对禾茬尽量往下低割, 一般只留禾茬高 2cm 为宜, 有利于抑制早稻再生分蘖能力；同时将秸秆粉碎均匀铺撒田间。二是水淹禾茬技术, 切断氧气, 使禾茬迅速分解腐烂失去再生能力。要求低割后 12 小时以内灌水, 水层要全面淹过所有禾茬, 时间要持续 3~4 天。三是晚稻移栽技术, 栽种时将秧苗从早稻禾茬行间插下。

5. 玉米秸秆覆盖还田技术要点：首先要注意覆盖或沟埋行与空行的宽度, 要与耕作机械配套, 以便于机械化作业。其次是玉米整秆覆盖田苗期地温低、生长缓慢, 第一次中耕要早、要深, 在 4~5 叶期进行, 深度为 10~15 cm, 以利提高地温。

(四) 注意事项

1. 小麦秸秆覆盖还田玉米种植注意事项：一是秸秆必须铺撒均匀，切碎长度应在 10cm 左右，以防止堵塞播种机。二是播种时的土壤墒情特别重要，适宜的土壤湿度应在最大持水量的 60% 以上。

2. 水稻秸秆覆盖还田种植小麦注意事项：一是小麦套播前灌一次跑马水，促进种子吸胀发芽；二是在水稻收获前施入基肥，有利于减少肥料损失；三是有条件的地方在秸秆覆盖后可适当镇压一次，促进种子与土壤接触，提高了田间出苗率。

3. 油菜/小麦秸秆覆盖还田种植水稻注意事项：一是水稻播种量，缺水或不易保水田块在常规用种量基础上增加 30 % 左右；二是共生期前及时补水，要求在播种当天对麦田灌溉 1 次跑马水，使土壤充分浸透，保证安全齐苗。三是机收小麦时，水稻经过 15 天左右的共生期已有 3 张叶片，要避免收割机来回碾压造成幼苗的机械损伤。四是秸秆需均匀铺撒，防止秸秆堆积影响种子出苗。五是要及时追施提苗肥，促进分蘖与壮苗。

4. 稻草覆盖还田油菜种植注意事项：一是要适当加大种植密度，弥补个体生长不足，每公顷播种量可适当增加 0.75~1.5 千克。二是带肥播种，播种时可加入尿素 45~60 千克/公顷，满足其生长发育的需求。

5. 早稻秸秆覆盖晚稻免耕栽培注意事项：早稻后期要保持稻田干湿灌溉，保持泥软而不烂，有利晚稻插秧；手插移栽如果是当天收后即插，必须注意田间水层面至少保持 10~15cm 左右持续 4~5 天；抛秧移栽，在清除田间余孽后 3~4 天内要特别留意田间内水位。免耕栽培最适宜于粘质稻田，沙性重而板结的稻田不宜采用。

6. 玉米免耕半覆盖和免耕全覆盖由于影响地温，在年平均气温 < 11.4℃ 的地区不宜采用。采用二元单覆盖和双覆盖则可解决秸秆覆盖引起地温低的矛盾，覆盖范围可扩大到海拔 1200~1300 米，无霜期在 120~160 天的地区。

7. 长期进行秸秆覆盖还田的少免耕田地，北方壤土要配合深松、南方黏土区要配轮耕等耕作措施，争取达到二年一深松或三年一轮耕，以降低土壤紧实度，改善农田土壤质量，提高土壤综合生产力。

（五）适宜区域

稻、麦、油秸秆覆盖适宜于长江中下游一年两熟制的水稻-小麦轮作区、水稻-油菜轮作区，如江苏、安徽、湖北、四川等部分地区；早稻割茬覆盖免耕技术适宜于南方双季稻轮作区，如江西、湖南、浙江、广东、广西等地区；小麦秸秆覆盖种植玉米技术适宜于华北平原一年两熟制的小麦-玉米轮作区，如河南、河北、山东、山西等部分地区。玉米秸秆覆盖还田适宜华北北部一年一熟地区，如山西、内蒙古乃至我国西北干旱少雨等地区推广，是当地抗旱保苗增产的重要措施。

1.2 秸秆腐熟还田技术

（一）技术概述

添加腐熟剂秸秆还田技术是通过接种外源有机物料腐解微生物菌剂（简称为腐熟剂），充分利用腐熟剂中大量木质纤维素降解菌，快速降解秸秆木质纤维物质，最终在适宜的营养、温度、湿度、通气量和 pH 值条件下，将秸秆分解矿化成为简单的有机质、腐殖质以及矿物养分。它包括两种方法，一是在秸秆直接还田时接种有机物料腐解微生物菌剂，促进还田秸秆快速腐解；二是将秸秆堆积或堆沤在田头路旁，接种有机物料腐解微生物菌剂，待秸秆基本腐熟（腐烂）后再还田。

（二）技术流程

1. 添加腐熟剂秸秆直接还田技术

作物收获时用收割机自带的粉碎装置粉碎秸秆（长度小于 3~5cm 为宜）并均匀抛撒分布于田间→施底肥（尤其是氮肥）→施秸秆腐熟剂（粉剂通过人工洒施，水剂通过人工或机械喷施）→田间浇水（旱地）或泡田（水田）→机械旋耕（翻耕）填埋秸秆→种植下茬作物。

或将液体腐熟剂喷撒装置安装或固定在带秸秆粉碎抛撒功能的联合收割机尾部机身上，收割机作业同时，将腐熟剂直接接种到粉碎的秸秆上→施肥→泡水或田间浇水→机械旋耕（翻耕）翻埋秸秆→整地播种或移栽秧苗。

2. 秸秆接种腐熟剂堆腐还田技术

将秸秆在田头进行堆积（每 15~20cm 厚为一层）→逐层撒施腐熟剂、尿素或粪便→洒水使秸秆料堆含水率达 60%左右→堆高和堆宽达 2m 左右时封堆（薄膜或泥土进行封堆）→封堆后夏天 15~30 天、冬季 60~90 天可基本完成堆腐。

（三）技术要点

1. 有效菌种的筛选及菌剂的生产。采用含有效微生物菌种两种或两种以上复合菌剂为宜，用于秸秆直接还田的微生物降解菌应以常温菌为主，用于田头路旁堆腐所用的菌种，应高温菌与常温菌结合，用于南方稻田的菌种应以兼气性为主等。

2. 提高秸秆破碎程度。一般稻麦油秸秆破碎长度应低于 10 cm，玉米秸秆应粉碎使其长度小于 5 cm。

3. 控制堆腐秸秆 pH 值。大多微生物活动的最佳 pH 范围为 5.5~7.5，真菌的最佳适应 pH 值范围为 5.5~8.5。在秸秆堆腐时可增加适量的碱性物质如石灰等调节堆料的 pH 值。

4. 选择合适的水分。土壤含水量在田间持水量的 60%~70%时，较适合于秸秆的分解，同时堆腐时保持堆料的含水量率在 60%~70%也有利于秸秆堆腐进程。

5. 调控温度。秸秆还田后，一般田间温度在 7~37℃范围内，秸秆的分解速度随温度升高而加快，小于 10℃时分解能力较弱，高于 50℃则基本停止对秸秆的分解。因此，在应用腐熟剂时，要根据天气情况，避免过低和过高温时期，选择合理的使用时间；而在秸秆堆腐时要有效控制秸秆堆体的温度，温度过低则需采取保温措施，温度过高则需翻堆或洒水予以降温。

6. 调控合适的碳氮比。秸秆直接还田后，适宜秸秆腐解的碳氮比为 20~30:1，需要通

过尿素等氮肥的施用来调节 C/N，对于稻麦油秸秆全量还田时，在原来施肥量基础上，应额外增加 3-5kg/亩尿素，或将后期施氮量前移。

（四）注意事项

1. 腐熟剂适用于还田的大田作物秸秆，不适用于易引起连作障碍的蔬菜秸秆等还田使用。
2. 腐熟剂施用后应避免长时间晴天曝晒，同时也不能与大量化肥和杀菌剂混施，使用时应尽量选择阴天或早上或黄昏，避免阳光紫外线照射腐熟剂。
3. 秸秆堆腐时，在南方，秸秆堆高不小于 1.2 米，堆宽不小于 1.5 米，长度不限；在北方，冬季秸秆堆高不小于 2.5 米，堆宽不小于 2 米，长度不限。
4. 秸秆堆腐发酵时，必须加入氮肥以调节碳氮比，同时最好混合畜禽粪便以增加物料的缓冲性能或加入可调节秸秆堆料 pH 的碱性物质，否则影响发酵效果。

（五）适宜区域

此项技术适用于全国大多数区域，其中秸秆接种腐熟剂直接还田技术适宜于大田作物秸秆产生量大、茬口紧张的两熟及两熟以上区域；而秸秆接种腐熟剂堆腐还田技术适用于气温适宜的区域或寒冷地区的春夏季。

1.3 秸秆生物反应堆技术

（一）技术概述

秸秆通过加入微生物菌种、催化剂和净化剂，在通氧（空气）的条件下，被重新分解为二氧化碳、有机质、矿物质、非金属物质，并产生一定的热量和大量抗病虫的菌孢子，继而通过一定的农艺设施把这些生成物提供给农作物，使农作物更好地生长发育。

（二）技术流程

1. 内置式秸秆生物反应堆。其主要技术流程为备料、开沟、铺放秸秆、接种、覆土、浇水、打孔、播种或移栽、作物生长管理。
2. 外置式秸秆生物反应堆。其主要技术流程为贮气池建造、上料、接种、加水、覆膜、启用、补料（菌、水）、气（液、渣）综合利用、作物生长管理。

（三）技术要点

1. 内置式秸秆生物反应堆的技术要点。一是科学处理菌种，菌种用量按照每吨秸秆用 1kg 菌种的标准测算，每亩菌种用量为行下内置式和行间内置式 6~8kg，穴中内置式和追加内置式 4~5kg。二是切实做到“三足、一露、三不宜”。“三足”是指秸秆用量足、菌种用量足、第一次浇水足。“一露”是指内置沟两端秸秆要露出茬头。“三不宜”是指开沟不宜过深、覆土不宜过厚、打孔不宜过晚。
2. 外置式秸秆生物反应堆的技术要点。一是贮气池建造标准化；二是菌种预处理和用

量；三是综合利用反应堆的“气”、“液”、“渣”；四是及时向反应堆补气、补水、补料（包括秸秆和菌种）。

（四）注意事项

1. 草帘管理：由于具反应堆棚室的地温、棚温较高，为防止徒长和延长光合作用时间，与常规栽培相比，揭帘要早，盖帘要晚，晴天下午棚温降至 17~18℃，阴天降至 15~16℃时盖帘。

2. 加强通风排湿：应用反应堆的大棚，放风口应比常规开口时间早、开口大。一般棚温 28℃时开始放风，风口要比常规的大 1/4~1/3；温度降至 24~26℃时关闭风口。

3. 留果数量：应比常规多 20%~30%。

4. 病虫防治：应用该技术前 3 年的大棚，一般不见病不用药，外来虫害可用化学农药无公害防治。

（五）适宜区域

全国秸秆资源丰富的地方都可应用该技术。内置式秸秆生物反应堆既适用于保护地栽培，又可应用于大田农作物种植。外置式秸秆生物反应堆主要应用于温室大棚农作物种植。温室大棚在没有通电的情况下，只能采用内置式秸秆生物反应堆；在通电的情况下，既可采用内置式，也可采用外置式或内外置结合式。

1.4 秸秆有机肥生产技术

（一）技术概述

秸秆有机肥生产就是利用速腐剂中菌种制剂和各种酶类在一定湿度（秸秆持水量 65%）和一定温度下（50℃~70℃）剧烈活动，释放能量，一方面将秸秆的纤维素很快分解；另一方面形成大量菌体蛋白，为植物直接吸收或转化为腐殖质。通过创造微生物正常繁殖的良好环境条件，促进微生物代谢进程，加速有机物料分解，放出并聚集热量，提高物料温度，杀灭病原菌和寄生虫卵，获得优质的有机肥料。

（二）技术流程

秸秆和畜禽粪便等混合而成的物料经过堆肥化处理可以形成精制有机肥制品，生产过程主要包括原料粉碎混合、一次发酵、陈化（二次发酵）、粉碎、有机肥和无机肥的混合、造粒、颗粒筛分、产品包装几个部分。

（三）技术要点

1. 原料处理。秸秆首先进行粉碎处理到 1cm 左右，粉碎好的秸秆和畜禽粪便等其他物料进行混合，调节原料的碳氮比（25~30: 1）和含水率（60%）。

2. 发酵。快速堆肥化方式生产有机肥时，物料大致经历升温、高温和降温 3 个阶段。升温阶段大致是混合物料开始堆垛到一次发酵中温度上升至 45℃前的一段时间（2~3 天左

右)，期间嗜温微生物（主要是细菌）占据主导地位；高温阶段主要是堆体温度上升到 45℃ 后至一次发酵结束的这段时间（1 周左右），该阶段中嗜热微生物（主要是真菌、放线菌）占据主导地位。

3. 陈化。陈化过程（历时约 4~5 周）主要是对一次发酵的物料进行进一步的稳定化，对应的是堆肥的降温阶段。嗜温微生物（主要是真菌）开始占据主导地位，需要在堆体上插一些通气孔。

4. 粉碎与筛分。陈化后的物料经粉碎筛分后将合格与不合格的产品分离，前者包装出售后者作为返料回收至一次发酵阶段进行循环利用。

5. 造粒。根据生产中选择造粒工艺，在造粒前要对有机肥进行一定的前处理，如工艺要求物料要细腻的需对其进行粉碎和筛分处理，工艺要求含水量低的需进行干燥处理等。

6. 烘干包装。经过造粒、整形、抛圆后的有机颗粒肥内含有一定的水分，颗粒强度低，不适合直接包装和贮存，需要经过烘干、冷却除尘、筛分等生产工序，方可包装入库贮存。

（四）注意事项

1. 原料预处理。秸秆纤维素、木质素含量高，一般不直接作为原料进行快速堆肥，应先进行切短或粉碎处理。

2. 注意保温、保水、保通气。需要补水时不应每天浇水，否则堆肥难于升温，肥水流失，难于腐熟，影响堆肥质量。当室外温度 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 时堆肥难于升温。

3. 复合菌种要保存在干燥通风的地方，不能露天堆放；避免阳光直晒，防止雨淋。

4. 有机肥必须完全腐熟，杀灭各种病原菌、寄生虫和杂草种子，使之达到无害化卫生标准。有机无机复混肥中重金属含量、蛔虫卵死亡率和大肠菌值指标应符合 GB8172 的要求。

（五）适宜区域

全国秸秆资源丰富的地方都可应用该技术。

二 秸秆饲料化利用技术

2.1 秸秆青（黄）贮技术

（一）技术概述

秸秆青贮就是在适宜的条件下，通过给有益菌（乳酸菌等厌氧菌）提供有利的环境，使嗜氧性微生物如腐败菌等在存留氧气被耗尽后，活动减弱及至停止，从而达到抑制和杀死多种微生物、保存饲料的目的。由于在青贮饲料中微生物发酵产生有用的代谢物，使青贮饲料带有芳香、酸、甜等的味道，能大大提高食草牲畜的适口性。

（二）技术流程

秸秆青贮发酵的过程大致可分为以下 3 个阶段：

1. 预备发酵期（0.5~2d）：又称好氧发酵期。将含有一定水分的秸秆装填于青贮窖或青贮塔内，压实密封后，附着在原料上的微生物即开始生长。一般而言，含蛋白质多而糖份少的豆科作物和豆科牧草预备发酵期，比富含糖份和淀粉的玉米秸、高粱秸和根茎叶类饲料长，填装得疏松的比紧密的长。预备发酵期通常是在青贮后两天左右结束。

2. 乳酸菌发酵期（2~15d）：又称酸化成熟期。在 2~7d 内，青贮容器内氧气逐渐减少，在适宜的湿度和糖度的环境中，乳酸菌大量增殖，生成乳酸，同时产生二氧化碳、乙酸及其它成分；在 8~15d 内，青贮容器内二氧化碳占相当部分，此时以耐酸、厌氧的乳酸菌为主，pH 值逐步下降到 4.2 以下。此后，其它一些剩余下的细菌也全部都被抑制了，无芽孢的细菌逐渐死亡，有芽孢的细菌则以芽孢的形式保存休眠下来，饲料青贮进入最后一个阶段。

3. 稳定期（15~25d）：随着乳酸的大量积累，乳酸菌本身也受到了抑制，并开始逐渐地死亡。到第 15d 前后，秸秆发酵过程基本完成，青贮料在厌氧和酸性的环境中成熟，并可长时间地保存下来。此后需要 10d 左右的稳定发酵，使秸秆变得更加柔软，营养分布更加均匀。

（三）技术要点

1. 必须选择有一定糖分的秸秆作为青贮原料，一般可溶性糖分含量应为其鲜重的 1%（饲料干物质的 8%）以上。玉米、高粱秸秆、甘薯藤等均含有适量或较多易溶性碳水化合物，是优良的青贮原料。

2. 青贮原料含水量需能够保证乳酸菌正常活动，适宜的含水量为 65%~75%。但青贮原料适宜含水量因质地不同而有差别。质地粗硬的原料，含水量可高达 78%~82%；幼嫩、多汁柔软的原料，含水量应低些，以 60%为宜。

3. 青贮原料应切碎、切短使用，比较粗硬的秸秆如玉米秸、甜高粱秆等应切的较短些，以 1cm 左右为宜；比较柔软的秸秆如大麦秸、燕麦秸等可切的稍长些，以 3~4cm 为宜。不同种类的牲畜对青贮原料的长度要求也有区别。对牛、羊来说，麦秸、甘薯藤等细而柔软的秸秆切成 3~5cm 即可，粗硬的玉米秸、高粱秸等秸秆切成 2~3cm 较为适宜。对猪禽来说，各种青贮料切得越短越好。

（四）注意事项

1. 原料收割。全株玉米应在霜前蜡熟期收割；收果穗后的玉米秸，应在果穗成熟后及时抢收茎秆作青贮。禾本科牧草以抽穗期收割为好，豆科牧草以开花初期收获为好。

2. 密封发酵。要求填紧、压实、密封，尽量减少青贮饲料中的空气，并与外界空气隔绝，创造便于微生物发酵的环境。

3. 质量检查。饲喂前，应从色、香、味和质地等角度仔细检查青贮秸秆的质量，品质低劣的青贮饲料已经变质，不宜饲用，可用作有机肥料。

4. 出料管理。青贮饲料饲喂时，要采取分段开窖，分层取料的方式，防止日晒、雨淋，

避免养分流失、质量下降或发霉变质。

5. 科学饲喂。饲喂青贮饲料时，要由少到多，逐渐增加，使家畜有一个适应过程。

（五）适宜区域

该技术较为成熟，经济实用，具有普适性，适宜各个区域。

2.2 秸秆碱化/氨化技术

（一）技术概述

氨化秸秆的作用机理有三个方面的：一是碱化作用。可以使秸秆中的纤维素、半纤维素与木质素分离，并引起细胞壁膨胀，结构变得疏松，使反刍家畜瘤胃中的瘤胃液易于渗入，从而提高了秸秆的消化率。二是氨化作用。氨与秸秆中的有机物生成醋酸铵，这是一种非蛋白氮化合物，是反刍动物的瘤胃微生物的营养源，它能与有关元素一起进一步合成菌体蛋白质，而被动物吸收，从而提高秸秆的营养价值和消化率。三是中和作用。氨能中和秸秆中潜在的酸度，为瘤胃微生物的生长繁殖创造良好的环境。

（二）技术流程

1. 堆垛法。在地平面上，将秸秆堆成长方形垛，用塑料薄膜覆盖，注入氨源进行氨化的方法。其流程为秸秆收集或打捆、层层压实、注氨、秸秆氨化、释放余氨、秸秆饲喂。

2. 窖池法。利用砖、石、水泥等材料建筑的地下或半地下容器称为窖，在地面上建造的称为池。在温度较高的黄河以南地区，多数是在地面上建池，充分利用春、夏、秋气温高，氨化速度快的有利条件；而在北方较寒冷地区，夏季时间短，多利用地下或半地下窖制作氨化饲料，以便冬季利用。其流程为秸秆切碎、喷洒尿素溶液、搅拌均匀、覆膜压土密封、晾晒放氨、饲喂。

3. 氨化炉法。氨化炉是指在密闭保温的容器内，通过外界能源加热，使秸秆快速氨化的专用设备。利用氨化炉氨化秸秆，不受气候和季节限制，一般可保证 24h 氨化一炉，每年可生产 200~250 炉，可供肉牛、奶牛等养殖场常年应用。

4. 袋法氨化。在我国南方或北方气温较高的季节，饲养草食家畜较少的农户，可利用塑料袋进行秸秆氨化。此法的优点是灵活方便，不需要特殊设备。缺点是氨化秸秆数量少，成本相对较高；塑料袋易破损，需经常检查粘补。

（三）技术要点

1. 氨化温度。一般适宜的氨化最佳温度是 10~25℃。温度在 17℃时，氨化时间可少于 28 天；当氨化的温度高达 28℃时，只需 10 天左右即可氨化完毕。

2. 氨的用量。一般氨的用量以 3% 为宜。针对不同的氨源，其用量占秸秆重的比例为：液氨 2.5%~3.0%，尿素 4.0%~6.0%，氨水 10%~15%，碳酸氢氨 10%~15%。

3. 秸秆品质。氨化秸秆必须有适当的水分，一般以 25%~35% 为宜。

（四）注意事项

1. 及时处理氨化原料。秸秆收割以后应及时粉碎作氨化处理，以保持秸秆的青绿色和水分，防止养分流失。

2. 注意品质鉴定。好的氨化秸秆，颜色呈棕色或深黄色，而且发亮。同时，秸秆质地柔软，有糊香味。氨化失败的秸秆颜色较暗，甚至发黑，有腐烂味。腐败的氨化秸秆不能饲喂家畜，只能用作肥料。

3. 搞好出料管理。要根据日常饲喂量随用随取。每次取出氨化秸秆后，剩余部分要重新密封，以防漏气。含水量大的秸秆也可大量出料，晾干后保存。

4. 注重放氨处理。氨化好的秸秆，开封后有强烈氨味，不能直接饲喂。须将氨化好的秸秆摊开（不要曝晒和晾得过干）10~20h，经常翻动，经放氨后方可喂养。

5. 做到配料合理。用氨化秸秆饲喂家畜的同时，还应适当搭配其它的饲料，如饲料粮、矿物质、维生素、青绿料、干牧草等，为家畜提供必要的能量、蛋白质、矿物质和维生素。

6. 科学饲喂。氨化饲料只能用作成年牛、羊等反刍家畜的饲料，未断奶的犊牛、羔羊因其瘤胃内的微生物生态系统尚未完全形成，应该慎用。饲喂时不能时断时续，破坏瘤胃内微生物菌群的平衡，从而影响增重效果。开始饲喂时量不宜过多，可同未氨化的秸秆一起混合使用，以后逐渐增加氨化秸秆的用量，直到家畜完全适应时再大量使用氨化秸秆。

7. 预防氨中毒。氨化秸秆放氨后再饲喂；放氨后备用的秸秆单独存放，不要堆放在密闭的畜舍内；饲喂氨化饲料后不能立即饮水，否则氨化饲料会在其瘤胃内产生氨，导致中毒。

（五）适宜区域

堆垛法适于我国南方周年采用和北方气温较高的月份采用。在温度较高的黄河以南地区，多数是在地面上建窑池，充分利用春、夏、秋气温高，氨化速度快的有利条件；而在北方较寒冷地区，夏季时间短，多利用地下或半地下窖制作氨化饲料，以便冬季利用。

2.3 秸秆压块（颗粒）饲料加工技术

（一）技术概述

秸秆压块饲料是指将各种农作物秸秆经机械铡切或揉搓粉碎之后，根据一定的饲料配方，与其它农副产品及饲料添加剂混合搭配，经过高温高压轧制而成的高密度块状饲料。秸秆压块饲料加工可将维生素、微量元素、非蛋白氮、添加剂等成分强化进颗粒饲料中，使饲料达到各种营养元素的平衡。

（二）工艺流程

秸秆压块饲料生产的工艺流程：秸秆收集→晾晒→去除杂质→切碎→（发酵处理→添加营养物质→）压块→冷却、晾干→成品包装→入库储存。

（三）技术要点

1. 秸秆收集与处理。根据当地秸秆资源条件，确定用于压块饲料生产的主要秸秆品种。秸秆收集后要进行如下处理：一是晾晒。适宜压块加工的秸秆湿度应在 20%以内，最佳为 16%~18%。二是切碎或揉搓粉碎。切碎长度应控制在 30~50cm 之间。三是堆放回性。秸秆切碎后将其堆放 12~24h，使切碎的秸秆原料各部分湿度均匀，确保原料回性后含水量湿度保持在 16%~18%。四是除尘。用输送机将切碎的秸秆均匀地输送到除尘机内，对其进行振动除尘。

2. 秸秆发酵处理。在压块前可对粉碎后的秸秆进行发酵处理（如若发酵，可省去秸秆堆放回性的环节），以提高其营养水平。

3. 添加营养物质。为了使压块饲料在加水松解后能够直接饲喂，可在压块前添加足够的营养物质，使其成为全价营养饲料。精饲料、微量元素等营养物质要根据牲畜需要和用户需求按比例添加。

4. 轧块机压块。

5. 冷却、晾干。从轧块机模口挤出的秸秆饲料块温度高、湿度大，可用冷风机将其迅速降温，有效地减少压块饲料中的水分。为了保证成品质量，必须将降温后的压块饲料摊放在硬化场上晾晒，继续降低其水分含量，以便于长期保存。

6. 装袋、入库。将成品压块饲料按照要求进行包装，贮存在通风干燥的仓库内，并定期翻垛检查有无温度升高现象，以防霉变。

（四）注意事项

根据当地秸秆资源条件，确定用于压块饲料生产的主要秸秆品种，首选豆科类秸秆，其次为禾本科秸秆。

秸秆无霉变是确保秸秆压块饲料质量的基本要求。因此，在秸秆收集与处理过程中，一要确保不收集霉变秸秆；二要对收集到的秸秆进行妥善保存，防止霉变。

（五）适宜区域

全国秸秆资源丰富的地方都可应用该技术。

2.4 秸秆揉搓丝化加工技术

（一）技术原理

秸秆经过切碎或粉碎后，便于牲畜咀嚼，有利于提高采食量，减少秸秆浪费。但秸秆粉碎之后，缩短了饲料（草）在牲畜瘤胃内的停留时间，引起纤维物质消化率降低和反刍现象减少，并导致瘤胃 pH 值下降。所以，秸秆的切碎和粉碎不但会影响分离率和利用率，而且对牲畜的生理机能也有一定影响。秸秆揉搓丝化加工不仅具备秸秆切碎和粉碎处理的所有优点，而且分离了纤维素、半纤维素与木质素，同时由于秸秆丝较长，能够延长其在瘤胃内的停留时间，有利于牲畜的消化吸收，从而达到既提高秸秆采食率，又提高秸秆转化率的双重

功效。

（二）工艺流程

由玉米秸秆揉搓粉碎联合作业机和秸秆饲草方捆机组成的玉米秸秆揉丝、打捆成套装备，使用的三套作业技术流程如下：

- （1）青玉米秸秆—揉丝—加添加剂—袋装（窖贮）—青贮—保管—饲喂。
- （2）半干玉米秸秆—揉丝—添加菌种—打捆—袋装（窖贮）—微贮—保管—饲喂。
- （3）干玉米秸秆—揉丝—打捆—干贮—保管—饲喂。

该套装备使用的三套作业技术路线适合不同地域、不同种类秸秆的加工。

（三）技术要点

1. 机器工作时，要正确选择喂入量的大小，应根据所要揉搓秸秆长度，随时调整物料的揉碎程度，因所揉碎草料不同，合理调整刀片间隙。一般来说，在揉碎茎秆直径较粗或坚而脆草料时，刀片间隙可大一些，在揉碎软而韧草料时，刀片间隙可小一些，如揉碎青玉米秸时，刀片间隙可大于 0.3 mm，揉碎稻草时，刀片间隙可小于 0.2 mm，若工作中若发现揉碎出的长草较多，则将刀片间隙减小，以保证揉碎质量。

2. 经揉切机加工的秸秆既可直接喂饲，也可进一步加工制作高质量的粗饲料。秸秆揉切机加工出的秸秆呈片、丝状，能被牛、羊全部采食，避免了铡草机加工后如玉米芯、玉米秆等粗饲料茎节部分不被采食的浪费。用于加工青贮用的玉米秸秆时，秸秆揉切机比铡草机加工出的段状秸质量好，易于压实、排出空气，能制作高质量的青贮饲料。

（四）注意事项

1. 在工作过程中，操作人员的手不得进入设备喂料口，以防事故发生。
2. 如发生草料堵塞时，应立即拉闸停机，排除故障，严禁机器开动时用手拉动堵塞的草料。
3. 喂入的草料中不得混有铁块和石块等硬物，以防发生安全事故。

（五）适宜区域

该技术适宜各个区域。

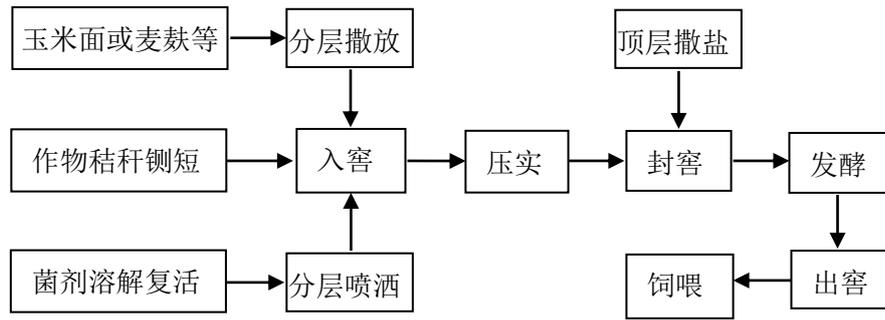
2.5 秸秆微贮技术

（一）技术概述

将经过机械加工的秸秆贮存在一定设施（水泥池、土窖、缸、塑料袋等）内，通过添加微生物菌剂进行微生物发酵处理，使秸秆变成带有酸、香、酒味，家畜喜食的粗饲料的技术称为秸秆微生物发酵贮存技术，简称秸秆微贮技术。根据贮存设施的不同，秸秆微贮的方法主要有：水泥窖微贮法、土窖微贮法、塑料袋微贮法、压捆窖内微贮法等四种。

（二）工艺流程

秸秆微贮饲料制作的工艺流程如下：



（三）技术要点

1. 微贮秸秆的水分调配。微贮秸秆的含水量一般为 60%~65%，最少不低于 55%。含水量过多或过少，都不利于微贮发酵，使秸秆易于腐烂变质。在不影响籽实产量的原则下，及早收割也是提高秸秆饲喂价值的有效措施。

2. 菌液的配制。秸秆发酵主要使用的是秸秆发酵菌剂，它的主要组成成分为光合菌和乳酸菌，还有木质纤维分解菌、酵母菌等等。不同的发酵剂对秸秆粗纤维的分解作用差异较大，用法、用量也都有区别。

3. 秸秆微贮的用料配比。除菌种外，秸秆微贮的主料有秸秆和水，辅料有食盐、玉米面或麦麸等。

4. 秸秆加工处理。用于微贮的秸秆必须无霉烂变质、无污染，养牛用的秸秆长度不超过 8cm，养羊用的不超过 5cm，以易于压实，提高窖的利用率，并保证微贮料的厌氧密封性能，提高制作质量。

5. 秸秆微贮的入窖操作。分层装料，在窖底和周围铺一层塑料布，之后铺放秸秆，每层装 30 厘米。分层按干秸秆重量的 0.5% 均匀地撒入玉米面、大麦粉或麦麸，为发酵的初期菌种繁殖提供一定的营养物质。麦秸比重按 100kg/m³ 计，干玉米秸比重按 110kg/m³ 计。分层喷洒水和菌液，喷洒要均匀，层与层之间不得出现夹干层。分层压实，减少秸秆间空隙，为发酵菌种创造良好的厌氧发酵环境。压实的方法有两种：一是人工踩实，适用于小窖微贮；二是轮式或履带式拖拉机压实，适用于大型窖微贮。

6. 封顶封窖。按照“四分层”（分层装料、分层撒入玉米面或麦麸、分层喷洒水和菌液、分层压实）技术逐层装窖，如当天装不满可以用塑料薄膜盖面，第二天继续装，直到高出窖面 40~50cm 为止。装完后，在最上面均匀地撒一层食盐粉，食盐用量为 250g/m²。然后，再充分压实，盖严塑料薄膜，以保证微贮窖内的厌氧环境。盖上塑料布后，再在上面盖上 20~30cm 厚的干秸秆，覆土 15~20cm。

7. 秸秆发酵期间管理。秸秆微贮后，窖池内的贮料会慢慢地下沉，应及时地加盖土，使之高出地面，并在距窖四周约 1 米处挖好排水沟，以防雨水渗入。以后应经常检查，窖顶有裂缝时，应及时覆土压实，防止漏气和雨水渗入。窖上面最好能搭防雨棚，以防雨水进入窖内造成微贮料变质。

8. 微贮饲料的质量检查。在气温较高的季节封窖 21 天，气温较低的季节封窖 30 天后完成微贮发酵，可开窖检查微贮秸秆质量。优质的微贮麦秸、玉米秸或稻草，色泽金黄，有醇香、果香和酸香味，手感松散、柔软、湿润。如呈现褐色，有腐臭或发霉味，手感发黏，或结块或干燥粗硬，则质量差，不能饲喂。

（四）注意事项

1. 微贮过程中要注意密封性能，贮料要充分压实，不得出现夹干层。
2. 菌液的喷洒要均匀，原料水分要控制在 60%~70%，不可太干或太湿，如太干则可补充兑有菌剂的水分。
3. 菌剂复活时，加入 2g 白糖能提高复活率。配制好的菌液，需当天用完，不可过夜。
4. 微贮料不需要晾晒，可当天取当天用。在取用微贮饲料时，应从一角开始，从上到下逐段取用，用多少取多少，切不可打洞掏心。取料后再用塑料布密封好，以免雨水浸入，引起变质。
5. 微贮饲料与其它草料搭配，开始时，让牛羊对微贮料有一个适应过程，由少到多，逐步增加饲喂量。一般每天每头家畜的饲喂量为：奶牛、育成牛和肉牛为 15~20kg，羊为 1~3kg，马、驴、骡为 5~10kg。具体饲喂量视牛、羊体重多少而定。

（五）适宜区域

秸秆微贮在室外气温 10~40℃的条件下都可以制作，北方春、夏、秋三季，南方一年四季都可以进行。无论是干秸秆还是青秸秆，无论是粮食作物秸秆如麦秸、稻草、玉米秸、高粱秸、大豆秸、薯类藤蔓等，还是经济作物秸秆如花生秧、甜菜茎叶、甘蔗嫩叶、蔬菜藤蔓及其残余物等，都可用于微贮饲料生产。某些不太适宜直接养畜的秸秆如向日葵秆、向日葵秆盘、油菜秆、甘蔗老叶、玉米芯等，经过粉碎或揉搓丝化后微贮，也可转化为优质饲（草）料。

三 秸秆基料化利用技术

3.1 秸秆基料食用菌种植技术

3.1.1 秸秆栽培草腐生菌类技术

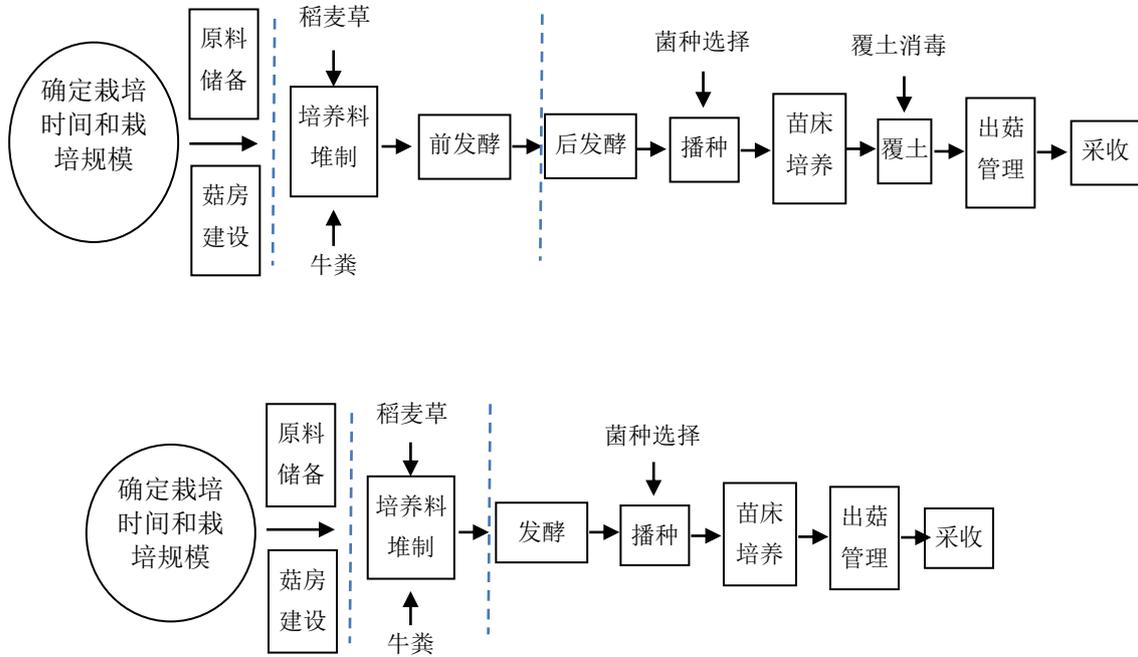
（一）技术概述

秸秆基料（基质）是指以秸秆为主要原料，加工或制备的主要为动物、植物及微生物生长提供良好条件，同时也能为动物、植物及微生物生长提供一定营养的有机固体物料。麦秸、稻草等禾本科秸秆是栽培草腐生菌类的优良原料之一，可以作为草腐生菌的碳源，通过搭配牛粪、麦麸、豆饼或米糠等氮源，在适宜的环境条件下，即可栽培出美味可口的双孢蘑菇和

草菇等。

（二）工艺流程

双孢蘑菇和草菇具体栽培工艺流程见下图。



（三）技术要点

1. 双孢蘑菇栽培技术要点

（1）栽培时间的确定。双孢蘑菇是中低温性食用菌，发菌最适温度为 22~26℃，蘑菇生长的最适温度为 16~18℃。

（2）菇房建设。不同产区可以因地制宜，采用不同的栽培模式，如：床架层式栽培模式、地栽模式。

（3）原料储备与常用配方。各地农副产品下脚料种类不一，可以根据实情，改变培养料配方。不论属于何种类型培养料、何种配方，其中的营养成分都必须遵循共同的原则和要求，建堆前培养料中的碳氮比（C/N）应为 30~33:1，粪草培养料的含氮量以 1.5%~1.7% 为好，无粪合成料的含氮量以 1.6%~1.8% 为好。

（4）培养料的预处理。在稻草资源丰富的地区，大多采用前一年储备的晚稻草。在建堆前一天进行预湿，预湿方法是将稻草先碾压或对切，最好切断成 30 cm 左右，摊在地面，撒上石灰，反复洒水喷湿，使草料湿透。对于粪料，国外主要采用马粪或马厩肥，国内多选用牛粪，鲜粪不宜采用。

（5）前发酵。培养料前发酵包括预湿、建堆和翻堆三个主要工艺环节。建堆前一天将稻草、干粪进行预湿。建堆时，先铺一层宽 2.3~2.5 m、厚 30 cm 左右的稻、麦草料，再铺一层粪肥，这样一层草、一层粪，各铺 10 层左右，堆高 1.5~1.8 m。化肥和饼肥等氮肥

辅料必须在建堆时撒入料堆中间，通常在第3~4层后分层均匀加入料堆中。堆料过程中，一般从第3层开始根据草料干湿度边堆料、边分层浇水，浇水量以建堆完成后，料堆四周有少量水流出为宜。建堆后的整个前发酵过程需翻堆3~4次。前发酵结束后培养料的质量要求：培养料为深褐色，手捏有弹性，不黏手；含水量为65%左右，pH为7.2~7.5；有厩肥味，可有微量氨味。

(6) 后发酵。后发酵通常在菇房内进行分散式后发酵（室内后发酵）。前发酵结束后，将培养料趁热迅速搬运进经清洁消毒的菇房内的床架上，底下1~2层温度低，难以达到后发酵温度要求，不铺放培养料。进料结束后，封闭门窗，让菇房内的培养料自身发热升温，5~6h后，当料温不再升高时开始加温。后发酵期间的料温变化一般分两个工艺阶段：巴氏消毒阶段、控温发酵阶段。后发酵开始，逐渐加温10h左右，使料温和气温都达到58~62℃，维持6~8h，进行巴氏消毒。然后，通过通风降温，使料温在48~52℃之间维持4~6d，这是后发酵的主要阶段。控温发酵阶段结束后，停止加温，慢慢降低料内温度，降至45℃时，开门窗通风降温。后发酵结束后的优质培养料为暗褐色，柔软有弹性、有韧性、不黏手；无氨味而有发酵香味；含水量为62%~65%，手紧捏有2~3滴水；pH为7左右。

(7) 品种选择、播种与发菌管理。后发酵结束后要及时进行翻动拌料、播种。应彻底翻动整个料层，抖松料块，使料堆、料块中的有害气体散发出去。当料温降至28℃左右时进行播种。播种前应全面检查培养料的含水量，并及时调整。

(8) 覆土及覆土后的管理。在适宜条件下，播种后20~23d菌丝便可长满整个料层，菌丝长满培养料后，应及时进行覆土，覆土厚度一般为料床的1/5。

(9) 出菇管理。从播种起大约35d就进入出菇阶段，产菇期3~4个月。

(10) 采收与贮运。

2. 草菇栽培技术要点

(1) 栽培时间的确定。在自然条件下，通常安排在5~9月，在日平均气温达到23℃以上时开始栽培。若菇房有加温设备，室温达到28~32℃，即可实现周年生产。

(2) 场地选择。目前栽培方式主要有室外畦式栽培和室内床架式栽培两种。室外畦式栽培是室外露地常用的一种栽培方式。

(3) 原料储备。稻草尽量选用单季晚稻或连作晚稻草，并要求干燥、无霉烂。根据培养料配方和生产规模，计算所需贮备原料石灰、麦麸、干牛粪、过磷酸钙等数量。

(4) 培养料的预处理和发酵。预湿：在水池或其他容器中加入石灰粉，调成2%石灰水，将稻草浸入水池3~6h，让稻草充分湿透后捞出拌入其余辅料，然后在地面制成草堆并覆盖薄膜，使水分相互渗透均匀。上架：将经过预湿的稻草铺放到床架上，采用覆瓦式铺料方法，厚度掌握在压实后25~30cm为宜。然后逐层淋水至每层有水滴下为度。稻草上架后，将四周塑料薄膜放下，以利保温。巴氏灭菌：稻草上架后马上加温，使菇棚内室温达到66~75℃，中层料温达到63℃左右，保持8~10h后停火。

(5) 播种和发菌管理。

(6) 出菇管理和采收。

(四) 注意事项

1. 培养料既要保障营养搭配合理，又要保障处理得当，给食用菌丰产创造物质基础。碳氮比是培养料配制的核心原则。在培养料搭配时既要兼顾营养合理，也要兼顾培养料的透气性、吸水性等物理性状适宜。

2. 温度、湿度、光照和通风是保障食用菌茁壮生长的外部因素，尤其是温度、湿度和通风是相互关联，常常又是相互矛盾的，所以，在自然条件下栽培食用菌，对温度、湿度、光照和通风的调控要及时、灵活。

3. 在食用菌生产过程中，正确处理培养料，彻底杀灭杂菌，减少污染源。

(五) 适宜区域

通过菇房的建设，该技术适宜于全国大部分地区的双孢蘑菇和草菇生产。

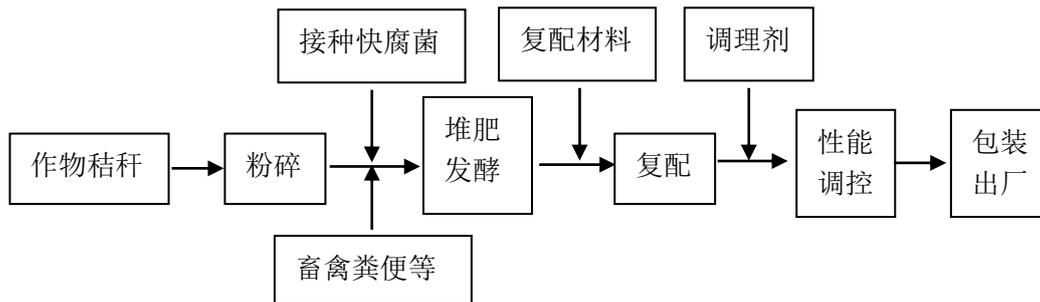
3.2 秸秆植物栽培基质技术

(一) 技术概述

秸秆植物栽培基质制备技术，是以秸秆为主要原料，添加其它有机废弃物以调节C/N比、物理性状（如孔隙度、渗透性等），同时调节水分使混合后物料含水量在60-70%，在通风干燥防雨环境中进行有氧高温堆肥，使其腐殖化与稳定化。良好的无土栽培基质的理化性质应具有以下特点：（1）可满足种类较多的植物栽培，且满足植物各个时期生长需求；（2）有较轻的容重，操作方便，有利于基质的运输；（3）有较大的总孔隙度，吸水饱和后仍保持较大的通气孔隙度，可为根系提供足够的氧气；（4）绝热性能良好，不会因夏季过热、冬季过冷而损伤植物根系；（5）吸水量大、持水力强；（6）本身不带土传病虫害。

(二) 技术流程

秸秆基质制备工艺流程，主要秸秆堆腐、与其他物料合理配比（复配）以及基质性状调控三个部分，生产技术流程见下图。



（三）操作要点

1. 条垛式与槽式堆腐技术操作要点

用于制备秸秆栽培基质原料应符合下列指标要求：含水量为 60-70%，有机质含量为 >50%，碳氮比(C/N)为 20: 1~25: 1，碳磷比(C/P)为 100: 1~400: 1，重金属含量应符合 NY525-2012 中规定，原料 pH 值为 6.0-8.0，原料不能混入其它异物，农作物秸秆事先要进行破碎，破碎长度小 10 cm，与畜禽粪便混合比例 1: (0.2-0.5)(W/W)。

条垛式发酵物料堆成梯形，底部宽 2.5-3 m，顶部宽 1.0-1.5 m，高度 1.2 m，长度根据场地确定，应选用跨骑式翻抛机作翻堆设备；槽式发酵两侧墙体采用砖墙或混凝土墙，墙体强度应能支撑槽式翻堆机。槽宽 6-10 m，墙体高度 1.6-1.8 m，物料堆积高度 1.2 m，长度根据场地确定。

堆肥发酵过程，将原料接种有机物料腐熟菌剂，以加快发酵进程。将接种调制好的原料转至槽式发酵槽中，或在场地中堆成条垛状，进行一次高温发酵，堆层高度 1.2-2.0 m。发酵过程中，应定时测定堆层温度的变化情况，当堆温达到 55℃后进行翻堆，每 3-4 天翻堆一次，堆层各测试点温度均应保持在 55℃以上且持续时间不得少于 5d，发酵温度不宜大于 75℃。翻堆 3-4 次后将物料转入二次堆肥场进行二次静态发酵，不再翻堆。对于条垛式堆腐，为使物料堆腐腐熟度均匀，经历高温堆肥后，应将物料进行混合，再进行二次静态堆肥。

发酵周期应符合《畜禽粪便无害化处理技术规范》(NY/T 1168-2006)规定，各季节堆肥发酵周期的最少持续天数通过发芽指数试验确定。一次高温堆肥发酵不得少于 10d，二次后熟发酵不得少于 30d。堆肥原料有害物质、堆肥过程堆层氧浓度、发酵终止物料腐熟度和无害化程度等控制，参照《城市生活垃圾好氧静态堆肥处理技术规程》(CJJ/T52-1993)执行。

2. 隧道式发酵堆腐技术操作要点

发酵隧道地板是留有透气孔的混凝土预制板，全部孔隙面积加在一起大约相当于地板总面积的 25%。为便于气流在地板下分布流通，在有孔地板与下层水泥地面之间留有 0.5 米的空间，风机要选用高压风机。

为较好的分配循环风压力和限制空气流速，对着气流入口的远端底层地面至少要倾斜高出 2%。隧道内绝大部分是循环空气，它由堆肥层下面的有孔地板吹入，并由隧道上方的回

风口循环或排气口排出。为便于在后发酵结束时降温及排出氨气、二氧化碳等废气，隧道内除循环风口外，还设有排气口，大门上部有可闭可开的气窗。

隧道发酵一般不需要外加热量，靠堆肥本身产生的发酵热即可完成。在寒冬季节，在堆肥后发酵的初始阶段，需要在有孔地板下吹入一些热蒸汽，以启动高温微生物的自然发酵过程。

隧道发酵装料时，将物料均匀堆积在有孔地板上，料厚 1.8-2 米。隧道上方留有 1-2 米的空间，通过堆肥层的空气在这一空间进行流动，经通风调节器与新鲜空气按一定比例混合后再吹入底层。隧道的容积越大，装料越不容易做到均匀，一般装 50-70 吨（100-140 立方米）左右为宜。

隧道内的料层和空间设有温度探头，以便观测和控制温度。在堆肥层中插有温度传感器，测点设置在料堆不同部位以及空气排出口。如果堆肥温度超过规定值，可增加循环风中新鲜空气的比例来降温；如果堆肥温度低于规定值，可减少循环风中新鲜空气的比例来增温；如果堆肥密度或厚度不均匀，堆肥密度高的部分循环风量会降低，所以装填堆肥时，要尽力装均匀，可采用可摆头的卷扬机装进或移出发酵隧道中的堆肥。

（五）注意事项

1. 秸秆复合基质作为一种轻型基质，其容重、密度和总孔隙度应适中，但应控制复配材料珍珠岩等的比例不超过 30%
2. 基质材料的配比要根据不同基质材料理化性质及幼苗生物学特性，要具有科学性。
3. 秸秆堆肥发酵过程中应严格监测其各理化性状动态变化，以腐熟度作为综合评价指标衡量堆肥产品的质量。
4. 基质安全性。秸秆基质添加畜禽粪便时应测定其重金属等有害物质含量，对于其含量较高的基质不能用于可食作物栽培，而将其用于观赏性植被的栽培。

（六）适应区域

秸秆栽培基质技术适应于全国各地。因秸秆来源、基质用途不同，各地区在选择运用秸秆栽培基质制备技术时，应根据当地实际情况，因地制宜选择秸秆、堆腐工艺及配套设备、基质复配与调制所需要原料与复配方法。

四 秸秆燃料化利用技术

4.1 秸秆固化成型技术

（一）技术概述

秸秆固体成型燃料就是利用木质素充当粘合剂将松散的秸秆等农林剩余物挤压成颗粒、块状和棒状等成型燃料，具有高效、洁净、点火容易、二氧化碳零排放、便于贮运和运输、

易于实现产业化生产和规模应用等优点，是一种优质燃料，可为农村居民提供炊事、取暖用能，也可以作为农产品加工业（粮食烘干、蔬菜、烟叶等）、设施农业（温室）、养殖业等不同规模的区域供热燃料，另外也可以作为工业锅炉和电厂的燃料，替代煤等化石能源。

（二）技术流程

农林废弃物的固体成型技术按生产工艺分为粘结成型、压缩颗粒燃料和热固体成型工艺，可制成棒状、块状、颗粒状等各种形状，固体成型的工艺流程主要是将回收的农作物秸秆粉碎、堆放软化（含水率控制在 15-35% 之间）、经上料机将物料送进生物质燃料成型机内模压成型、冷却、定量包装。

（三）技术操作要点

1. 干燥：生物质的含水率在 20%~40% 之间，通过自然晾晒或烘干方法进行干燥，滚筒干燥机进行烘干，将原料的含水率降低至 8%~10%。原料太干，压缩过程中颗粒表面的碳化和龟裂有可能会引起自燃；而原料水分过高时，加热过程中产生的水蒸汽就不能顺利排出，会增加体积，降低机械强度。

2. 粉碎：秸秆类原料需通过粉碎机进行粉碎处理，通常使用锤片式粉碎机，粉碎的粒度由成型燃料的尺寸和成型工艺所决定。

3. 调湿：加入一定量的水分后，可以使原料表面覆盖薄薄的一层液体，增加粘结力，便于固体成型。

4. 成型：生物质通过固体成型，一般不使用添加剂，此时木质素充当了粘合剂。

（四）注意事项

1. 与煤相比，生物质具有较高的挥发分含量。农作物秸秆中的挥发分一般在 76%~86% 之间，其存储了超过三分之二的热量，且一般在 200~300℃ 时开始析出。如果此时无法提供足够的助燃空气，则未燃尽的挥发分被气流带出，形成黑烟，传统的燃煤锅炉设计方法和操作规程并不适合于农作物秸秆。

2. 灰分含量高。由于秸秆类生物质中的灰分含量通常较高，因此，颗粒燃料的灰分沉积速度一般大大超过煤的燃烧，有的甚至超出煤炭大约一个数量级。此外，积灰中通常存在大量的 KCl 等氯化物，也是需要注意的一个问题。

3. 结渣现象严重。在秸秆生长过程中，会吸收包含了一定含量的碱金属元素（包括 K、Na、Cl、S、Ca、Si、P 等），其以盐或者氧化物的形式存在于生物质机体内部或者灰分等杂质中。当秸秆类生物质固体成型燃料燃烧时达到的温度远远高于灰熔点温度范围，导致炉底的秸秆灰在 800~900℃ 时就开始软化，温度过高时灰分会全部或者部分发生熔化，导致结渣率较高，这不仅影响燃烧设备的热性能，甚至会危及燃烧设备的安全。

4. NO_x 排放量较高。生物质燃烧设备产生的 NO_x 主要是由燃料中的 N 元素氧化产生的，既来自气相燃烧也来自固定碳燃烧过程。其他 NO_x 可能是某些特定条件下由空气中的

N 元素形成的。生物质燃烧排放的最主要 NO_x 是 NO，它在大气中会转变为 NO₂。

（五）适宜区域

生物质固体成型燃料适用于粮食主产区或农产品加工厂附近，即农作物秸秆或农产品加工废弃物资源量大的区域。此外，亦可用于林业资源丰富的区域，木材加工厂附近区域等。

4.2 秸秆热解气化技术

4.2.1 秸秆气化技术

（一）技术概述

该技术是以生物质为原料，以氧气（空气、富氧或纯氧）、水蒸汽或氢气等作为气化剂（或称气化介质），在高温条件下通过热化学反应将生物质中可燃的部分转化为可燃气体的过程。生物质气化时产生的气体，主要有效成分为CO、H₂和CH₄等，称为生物质燃气。

（二）技术流程

集中供气系统的基本模式为：以自然村为单元，系统规模为数十户至数百户，设置气化站（气柜设在气化站内），敷设管网，通过管网输送和分配生物质燃气到用户的家中，为农村居民提供炊事用能。集中供气系统中包括原料前处理（切碎机）、上料装置、气化炉、净化装置、风机、储气柜、安全装置、管网和用户燃气系统等。

（三）技术要点

秸秆类原料首先用切碎机进行前处理，然后通过上料机构送入气化炉中。秸秆在气化炉中发生气化反应，产生粗煤气，由净化系统去除其中的灰分、炭颗粒、焦油和水等杂质，并冷却至室温。经净化的生物质燃气通过燃气输送机被送至储气柜，储气柜的作用是贮存一定容量的生物质燃气，以便调整炊事高峰时用气，并保持恒定压力，使用户燃气灶稳定地进行工作。储气柜中生物质燃气通过管网分配到各家各户，管网由埋于地下的主、干及支管路组成，为保证管网的安全稳定的运行，需要安装阀门、阻火器和集水器等附属设备。用户的燃气系统包括室内燃气管道、阀门、燃气计量表和燃气灶，因生物质燃气的特性不同，需配备专用的燃气灶具。

（四）注意事项

生物质气化集中供气系统在使用时，应注意以下问题：

1. 一氧化碳中毒：秸秆气化CO含量约20%，需要注意安全隐患。
2. 二次污染问题：粗燃气含有焦油等有害杂质，采用水洗法净化过程中会产生大量含有焦油的废水，如果随意倾倒，就会造成对周围土壤和地下水的局部污染。如何处理好这些污染物，不使这些污染物对环境造成更为严重的二次污染，是秸秆气化集中供气系统所面临

的突出问题。

3. 减少燃气中的焦油含量：由于系统的规模较小，对生物质燃气中焦油净化的并不完全，已净化燃气中焦油含量比较高，在实际使用过程中，给系统长期稳定运行和用户使用带来了问题。

（五）适宜区域

秸秆气化集中供气系统的技术适用于秸秆资源丰富地区，以自然村为单位为农村居民提供炊事用能。

4.2.2 秸秆干馏技术

（一）技术概述

该技术是将秸秆经烘干或晒干、粉碎，在干馏釜中隔绝空气加热，制取醋酸、甲醇、木焦油抗聚剂、木馏油和木炭等产品的方法，亦称秸秆炭气油多联产技术。通过秸秆干馏生产的木炭可称之为机制秸秆木炭或机制木炭。根据温度的不同，干馏可分为低温干馏（温度为500~580℃）、中温干馏（温度为660~750℃）和高温干馏（温度为900~1100℃）。100 kg 秸秆能够生产秸秆木炭 30 kg、秸秆醋液 50 kg、秸秆气体 18 kg。生物质的热裂解及气化还可产生生物炭，同时可获得生物油及混合气。

（二）技术流程

干馏的工艺流程包括原料干燥、干馏、气体冷凝冷却、木炭冷却和供热系统。可采用自然干燥和人工干燥的方式，一般要求原料的含水率低于20%。干馏产生的蒸汽气体混合物在焦油分离器或列管冷凝器中进行冷凝冷却，使其中可凝结的蒸汽冷凝为木醋酸、焦油。木炭可在干馏釜或专门的冷却设备进行冷却。供热系统可为木材干馏提供热量，所用的燃料包括干馏产生的木煤气、煤气或煤等。由单一木炭生产变为木炭、燃气、焦油、木醋液、甲醇的联合生产。

（四）技术操作要点

1. 原料准备。根据秸秆炭化要求贮备原料。如果以固化秸秆为原料，必须配备必要的秸秆固化设备，并按照工艺对秸秆进行固化。生产 1t 木炭需要固化成型秸秆 3t，原秸秆 4t。

2. 切碎。粒度较小的秸秆经筛选后可直接使用。对于较长的秸秆，要利用铡切机切成长短适中的原料。

3. 干燥。秸秆直接炭化，可对原料进行自然干燥、人工干燥或烘干，一般要求原料的含水率低于 20%。烘干的热源可利用秸秆炭化过程中产生的煤气（又称秸秆气）。

4. 包装入库。木炭贮存切记防火、防潮、防水。

（五）适宜区域

1. 农业

生物炭在农业上的应用是指在土壤中加入生物炭颗粒或载有菌体、肥料或与其它材料混配的功能型生物炭复合材料，主要作功能包括改良土壤，增加地力，改善植物生长环境，提高土地生产力及产品品质。应用领域主要是农田、林地和草坪。

2. 能源

生物炭燃烧性能好，具有发热值高、清洁、无污染等特点。塑型后生产出的“炭化生物质煤”具有较高的堆密度与强度，便于储藏、运输，且清洁环保，燃烧效率高，可替代燃气、煤炭等不可再生能源，用作农村分散供热、供暖的新能源，也可用于城市集中供暖、发电等。

3. 环境保护

生物炭具有良好的吸附性能和稳定的化学性质，可以耐强酸、强碱，能经受水浸、高温、高压作用，不易破碎，能减少诸如重金属、残留农药等有毒物质对作物的伤害；生物炭对一些气体包括 NH_4 、 H_2Cl 、 SO_2 、 H_2S 、 NO_2 、 CO_2 、 O_2 、 N 、 H_2 、 CHC 的吸附容量按生物炭容积的倍数计，用生物炭吸附重金属及有害气体等具有操作简单、经济可行、效果良好等优点。

4. 生物炭的副产品

生物炭的副产品包括焦油、裂解气、木醋液等。焦油和裂解气作为慢速热裂解生产生物炭过程中的副产品，是一种潜在的能源物质和化工原料，焦油中主要含有醛、酮、酸、酯、醇、呋喃、酚类有机物、水等，可作为液体燃料可用于窑炉、锅炉等产热设备。裂解气中 CH_4 的含量约为60%， CO_2 约为35%，还含有少量的 H_2 、 CO 等气体。裂解气的低位热值约为 21 MJ/m^3 。裂解气通过净化后可直接燃烧用于炊事、烘干农副产品、供暖、照明等用途。

木醋液是指生物质热裂解冷凝后产生的碱性馏出液，木醋液主要成分为酚类和酮类。可用做家畜饲养场所的消毒剂、除臭剂，也可以用于农药助剂或农药，或促进作物生长的叶面肥，特别是在有机农作物中有显著效果。木醋液作为叶面肥主要作用为增进作物根部与叶片的活力，减缓老化，降低果实酸度，延长果实贮藏时间，提高风味；防治土壤与叶片上一些病虫害，促进土壤有益微生物的繁殖；增加农药效果等。

4.3 秸秆沼气生产技术

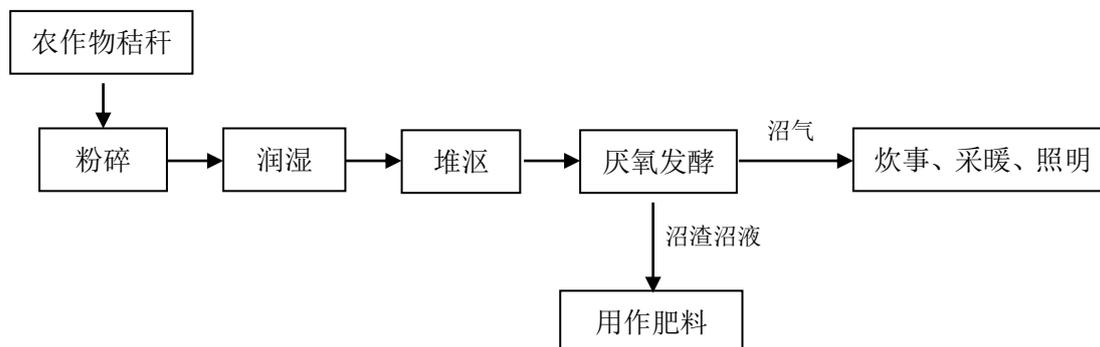
4.3.1 户用秸秆沼气生产技术

（一）技术概述

沼气是由多种成分组成的混合气体，包括甲烷（ CH_4 ）、二氧化碳（ CO_2 ）和少量的硫化氢（ H_2S ）、氢气（ H_2 ）、一氧化碳（ CO ）、氮气（ N_2 ）等气体，一般情况下，甲烷占50%~70%，二氧化碳占30%~40%，其他气体含量极少。户用秸秆沼气生产技术是一种以现有农村户用沼气池为发酵载体，以农作物秸秆为主要发酵原料的厌氧发酵沼气生产技术。

（二）技术流程

户用秸秆沼气生产技术流程图如图所示。



（三）技术操作要点

1. 秸秆收集与粉碎。户用秸秆沼气的原料主要为玉米秸秆、小麦秸秆和水稻秸秆等。常见户用秸秆沼气的原料量为：6立方米的沼气池，所需干秸秆约为300千克；8立方米的沼气池，所需干秸秆约为400千克；10立方米的沼气池，所需干秸秆约为500千克。将所需秸秆收集后，堆积在开阔区域让其自然晾晒和风干，随后对风干的秸秆进行机械粉碎或铡切，秸秆长度控制在5厘米以下。

2. 润湿与堆沤处理。①润湿：粉碎后的干秸秆，须先进行润湿处理。以8立方米的沼气池为例：400千克秸秆需加水300~400千克（或等量沼液），充分搅拌，湿水程度以用手捏紧秸秆有少量的水滴下为宜。润湿后将秸秆放置1天以上，以确保湿透。②堆沤：通过堆沤可以初步破坏秸秆的纤维—木质结构，有利于后期厌氧发酵过程中被厌氧菌消化分解。以8立方米的沼气池为例，400千克干秸秆，需添加秸秆预处理复合菌剂约1千克，添加碳酸铵5千克。如果采用沼液浸泡秸秆，可不添加复合菌剂。添加菌剂和碳酸铵时需翻堆一次，以保证菌剂和碳酸铵与秸秆充分混匀。堆沤时间一般为：夏季3天，春、秋季4~5天，冬季6~7天，可根据气温适当进行调整，以秸秆表面长满白色菌丝为宜。

3. 进料准备。为使秸秆沼气池启动更为顺利，原料中可添加适量畜禽粪便（粪便可不用堆沤），将堆沤好的秸秆和畜禽粪便混匀后一起投入池内。以常见的水压式沼气池为例，6立方米的沼气池，干秸秆约300千克，牛粪或猪粪约700千克；8立方米的沼气池，干秸秆约400千克，牛粪或猪粪约800千克；10立方米的沼气池，干秸秆约500千克，牛粪或猪粪约1000千克。

4. 进料。秸秆沼气池进料时，应添加相应的接种物，接种物可以是沼渣或活性污泥。如果没有接种物，也可将畜禽粪便加水浸透后，覆盖薄膜进行堆沤后作为接种物。接种物的总量控制在1000~2000千克，在进料时采取分层加入的方式，即边进料边加入接种物，也可与发酵原料混匀后一起投入到池内。由于秸秆碳氮比较高，为得到合适的碳氮比，需添加氮源。如果添加碳酸铵，添加总量控制在8~10千克（或碳酸氢铵约15千克，均先溶化好再添

加)；如果加入人畜粪尿，添加总量为 300~500 千克。物料装入沼气池后，根据实际情况添加水 2000~3000 千克，直到发酵料液离天窗下沿 500~550 毫米为止。户用沼气发酵的适宜温度为 15℃ 以上，因此进料宜选取在气温较高的季节。

5. 启动。密封沼气池池口。连续放气 1~3 天，当沼气压力表的压力达到 2 千帕以上时开始试火，直至能点燃且火苗稳定，此时表明沼气池已启动成功，生产的沼气可正常使用。

(四) 注意事项

1. 补充氮源。秸秆沼气池运行过程中应补充氮源。氮源通过进料口投入，一般每 15 天需加 1~2 千克碳酸铵（或碳酸氢铵 1.5~3 千克）。与厕所连通且有粪尿进入的沼气池可无需补充氮源。

2. 添加秸秆。秸秆沼气池正常启动并运行约 60 天后，需定期添加秸秆。每 7 天左右向池内补充粉碎并经过堆沤处理的秸秆 15~25 千克，同时视水压间水位的高低补充水量或排出一定量的沼液、沼渣。

3. 搅拌。每次添加氮源、秸秆时必须用手动泵强回流搅拌，搅拌时间约为 30 分钟；与厕所连通的沼气池也需每 7 天用手动泵强回流搅拌 1 次，每次 30 分钟。

4. 大换料。秸秆沼气池运行一年左右必须进行大换料，大换料的时间应选在每年的 10 月或 4 月，低温季节不宜进行大换料。大换料前 10 天应停止进料，同时准备好足够的新料，待出料后可立即重新启动。出料时先抽出大部分沼液，留约 10%~30% 活性污泥为主的料液作为接种物，然后从出料间用耙扒出秸秆渣。池内结壳严重的应打开活动盖进行出料。出料过程的安全注意事项按《NY/T 90-2014 农村户用沼气发酵工艺规程》执行。

5. 安全操作。沼气池在大换料或出料后维修时，要把所有盖口打开，使空气流通，在进行动物实验确定池内安全后再下池操作，下池人员要系安全绳，池上要有人监护；池内操作人员不得使用明火，不得在池内吸烟。沼气池的进出料口要加盖。输气管道、开关、接头等处要经常检修，防止漏气和堵塞；水压表要定期检查；要经常排放冷凝水收集器中的积水，以防堵。在沼气池活动盖密封的情况下，进出料速度不宜过快，保证池内缓慢升压或降压；在池内日常进出料时，不得使用沼气灶具，不得有明火接近沼气池。

(六) 适宜区域

适合全国各粮食产区。总的来说，北方地区以玉米秸秆和小麦秸秆为主要发酵原料，南方地区以稻草为主要发酵原料。可根据农作物秸秆的种类和特性，选择不同的发酵工艺。

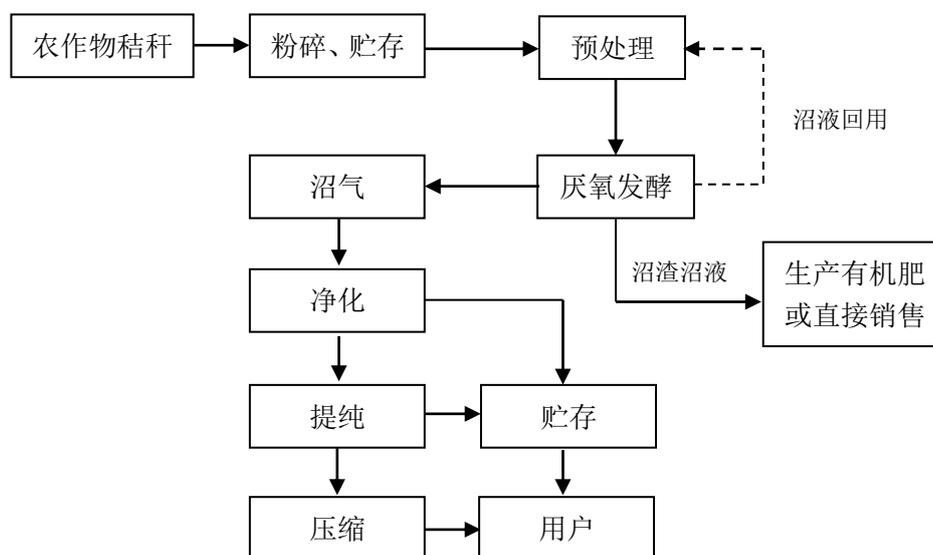
4.3.2 大中型秸秆沼气生产技术

(一) 技术概述

大中型秸秆沼气生产技术是指以农作物秸秆（玉米秸秆、小麦秸秆、水稻秸秆等）为主要发酵原料，单个厌氧发酵装置容积在 300 立方米以上的沼气生产技术。

（二）技术流程

大中型秸秆沼气生产技术流程图如图所示。



（三）技术操作要点

1. 秸秆贮存。农作物秸秆贮存设施的容积应根据秸秆特性、收获次数、消耗量等因素确定，通常以秸秆收获周期内需要消耗的秸秆量进行设计和贮存，以保证原料供应。秸秆沼气工程场区内或附近应设置秸秆短期堆放场所，可根据需要设置长期堆放场所，以满足工程长期连续运行的原料需求。自然堆放秸秆水分含量应小于 18%，青贮秸秆水分含量控制在 65%~75%。

2. 秸秆预处理。秸秆原料的预处理有物理、化学和生物等方法。其中：

① 物理预处理，主要是利用机械、热等方法来改变秸秆的外部形态或内部组织结构，如机械剪切或破碎处理、蒸汽爆破、膨化等。

② 化学预处理，使用酸、碱、有机溶剂等作用于秸秆，破坏细胞壁中半纤维素与木质素形成的共价键，破坏纤维素的结晶结构，打破木素与纤维素的连接，达到提高秸秆消化率的目的，如酸处理、碱处理、氨处理和氧化还原试剂处理等。

③ 生物预处理，在人工控制下，利用一些细菌、真菌等微生物的发酵作用来处理秸秆，如青贮、白腐菌处理等。

3. 沼气生产。大中型秸秆沼气工程选用的工艺需根据原料特性及工艺特点，经技术经济分析比较后确定，要能适应两种或以上秸秆的物料特性及发酵要求。

4. 日常运行维护。定期监测厌氧发酵装置内料液 pH 值、总碱度、温度，沼气成分，产气量，物料高度，罐内压力等参数，并根据监测数据及时调整发酵装置运行工况或采取相应措施。主要参数应满足：沼气中 CH_4 含量大于 50%；pH 为 6.8~7.5；总碱度（以重碳酸盐计算）大于 2000 mg/L；厌氧发酵装置内每天的温度变化应控制在设计范围以内。

5. 出料。按工艺设计要求定期排出沼液沼渣。厌氧发酵装置放空清理时，需停止进料，

并打开厌氧发酵装置顶部检修人孔，强制通风 24h；人员进入厌氧发酵装置清理前，应先进行气体成分检测和活动物试验，测试合格后方可进入，且宜佩戴防毒面具；同时发酵装置外部必须有人进行安全保护，防止意外发生。

6. 发酵剩余物处理利用。大中型秸秆沼气工程的发酵剩余物宜先固液分离，沼液尽量回流利用，沼渣可加工成固体有机肥或作为有机基质。场区内发酵剩余物贮存调节设施的有效容积应不小于 5 天平均出料量。

（四）注意事项

大中型秸秆沼气生产技术以生产沼气为核心，由于沼气为易燃易爆气体，所以在生产过程中的首要问题是安全问题。注意事项主要包括以下方面：

1. 消防系统。根据规范，大中型秸秆沼气工程火灾类型为 B 类，危险等级属于中危险等级，因此沼气工程的各建设室内宜设置手提式干粉灭火器，设置数量、位置、保护范围执行《GB50140 建筑灭火器配置设计规范》。

2. 危险物料的安全控制。大中型秸秆沼气工程设计为密闭系统，使秸秆等可燃物料和沼气等易燃易爆气体处于密闭的设备和管道中，各个生产环节的连接处采用可靠的密封措施。秸秆的可燃物堆放场所的消防车道应保持畅通，消防工具应完备有效，周围地区严禁烟火；在沼气等易燃气体易聚集的场所，需设置可燃气体浓度报警器，并将报警信号送至控制室。

3. 建构筑物防火。建构筑物设计严格执行《GB50016 建筑设计防火规范》，对需要做耐火保护的承重框架、支架、裙座和管架均按规范要求进行耐火保护，耐火极限不低于 1.5 小时。

4. 建构筑物防雷。建（构）筑物为二类防雷建筑，建筑物的防雷装置应满足防直击雷、防雷电感应及雷电波的侵入，并设置总等电位联结。在厌氧发酵装置、楼房顶部均应作避雷带，凡突出屋面的所有金属构件均应与避雷带可靠焊接。

5. 应急疏散与火灾报警。建筑各走道、门厅、楼梯口均应设置疏散用应急照明，在疏散走道和门厅及消防控制室、消防泵房等应设置疏散标志灯，在建筑物通向室外的正常出口和应急出口等均应设置出口标志灯。

6. 其他注意事项。大中型秸秆沼气工程及围墙外 50m 内严禁烟火和燃放烟花爆竹，醒目位置应设“严禁烟火”标志。

（六）适宜区域

适合全国广大农村地区。可根据收集的农作物秸秆种类和特性，选择适宜的发酵工艺。

五 秸秆原料化利用技术

5.1 秸秆人造板材生产技术

(一) 技术概述

秸秆人造板是以麦秸或稻秸等秸秆为原料，经切断、粉碎、干燥、分选、拌以异氰酸酯胶黏剂、铺装、预压、热压、后处理（包括冷却、裁边、养生等）和砂光、检测等道工序制成的一种板材。我国秸秆人造板已成功开发出麦秸刨花板，稻草纤维板，玉米秸秆、棉秆、葵花秆碎料板，软质秸秆复合墙体材料，秸秆塑料复合材料等多种秸秆产品。

(二) 技术流程

农作物秸秆制板的工艺流程可归结为 2 种，即集成工艺和碎料板工艺。

1. 集成工艺流程为：农作物秸秆→拆捆→清除杂质→加热挤压→贴保护再生纸（可加玻璃纤维层）→切割封边→成品板。

2. 碎料板工艺流程为：农作物秸秆→拆捆→粉碎→清除杂质→研磨→与 MDI（粘结剂）混合→铺装→预压及热压→齐边砂光→成品板。

(三) 技术要点

1. 原料准备。必须配备专门的原料贮场，最好要有遮棚，以防淋雨。为了防止原料堆垛发生腐烂、发霉和自燃现象，应控制好原料含水率，一般应低于 20%。

2. 碎料制备。若为打包原料，需用散包机解包，再送入切草机，将稻秸秆加工成 50 mm 左右的秸秆单元；若原料为散状，则直接将其送入切草机加工成秸秆单元。为了改变原料加工特性，可以对稻秸秆进行处理，一般可以采用喷蒸热处理。工艺上通常用刀片式打磨机将秆状单元加工成秸秆碎料，若借用饲料粉碎设备时，要注意只能用额定生产能力的 70% 进行工艺计算。

3. 碎料干燥。打磨后的湿碎料需经过干燥将其含水率降低到一个统一的水平。由于稻秸秆原料的含水率不太高，此外，使用 MDI 胶时允许在稍高的含水率条件下拌胶，故干燥工序的压力不大，生产线上配备 1~2 台转子式干燥机即可。

4. 碎料分选。干燥后的碎料要经过机械分选（可用机械振动筛或迴转滚筒筛）进行分选，最粗的和最细的均去除，可用作燃料，中间部分为合格原料，送入干料仓。

5. 拌胶。生产中采用异氰酸酯作为胶粘剂，施胶量为 4%~5%，若采用滚筒式拌胶机，要力求拌胶均匀，为防止喷头堵塞，在每次停机后均需用专门溶剂冲洗管道和喷头。拌胶时还可以加入石蜡防水剂和其他添加剂。拌胶后的碎料含水率控制在 13%~15% 左右。

6. 铺装。需要注意在板坯宽度方向上铺装密度的均匀性，同时要防止板坯两侧塌边。

7. 预压和板坯输送。为降低板坯厚度和提高板坯的初强度，生产线上配备了连续式预

压机，在流水线中，采用了平面垫板回送系统。

8. 热压。热压温度保持在 200℃左右，单位压力在 2.5~3.0MPa，热压时间控制在 20~25sec/mm。

9. 后处理。后处理包含冷却、裁边和幅面分割。经过必要时间后的产品采用定厚砂光机进行砂光，保证板材厚度符合标准规定的要求。

10. 检验。用国产化秸秆碎料板生产线制造的产品其物理力学性能符合我国木质刨花板标准的要求，但甲醛释放量为零。

（四）注意事项

1. 原料含水率要控制。通常储存的原料含水率在 10%左右，当年送到工厂的麦秸秆原料含水率在 15%左右。由于使用异氰酸酯胶黏剂，允许干燥后的含水率稍高，约在 6%-8%左右，这就表明稻秸秆原料的干燥负载不大，一般仅相当于木质刨花板生产的 40%-50%。所以，要根据具体情况设计干燥系统和进行设备选型，以避免造成机械动力、能源和生产线能力的浪费。

2. 原料的收集、运输和贮存。秸秆是季节性农作物剩余物，收获季节在秸秆产区常发生地方小造纸厂、以秸秆为原料的生物发电厂和秸秆板企业之间争夺原料问题，如果没有地方政府行政干预，单凭秸秆板厂独立运作，很难实现计划收购；秸秆的特性是蓬松、质轻、易燃，即便打捆后运输也十分困难，如果秸秆运输半径大于 50 km，则运输成本会大大增加；农作物秸秆含糖量比较多，因此易发生霉烂，不利于秸秆贮存。

3. 生产过程中脱模问题。秸秆人造板生产使用异氰酸酯作为胶黏剂，虽然解决了脲醛树脂胶合不良的问题，但同时也存在热压表面严重粘板问题。目前国内解决粘板问题的方法主要为脱模剂法、物理隔离法和分层施胶法。此外，也有在板坯表面铺洒未施胶的细小木粉，隔离异氰酸酯胶与热压板和垫板的接触，从而达到脱模的效果。

4. 施胶均匀性问题。秸秆板以异氰酸酯为胶黏剂，考虑到异氰酸酯的胶合性能及其价格，施胶量一般控制在 3%~4%左右，约为脲醛树脂施胶量的 1/4。然而秸秆刨花的密度仅为木质刨花的 1/4-1/5。要使如此小的施胶量均匀地分散于表面积巨大的秸秆刨花上非常困难，目前生产实践中采用如下两种施胶方法：一种是采用木刨花板拌胶机的结构，加大拌胶机的体积，以保证达到产量和拌胶均匀的要求；另外一种是采用间歇式拌胶的方法，使得秸秆刨花在充分搅拌情况下完成施胶过程。

5. 板材的养生处理及运输问题。秸秆刨花板往往热压后含水率偏低，置于温湿差异较大的大气空间中，过一段时间后，会吸湿膨胀而发生翘曲变形（薄板更为明显）。为了克服这种现象，需要对板材进行养生处理，消除板材内应力，均衡含水率，消除板材翘曲变形。

（五）适宜区域

秸秆人造板材适宜于全国粮食主产区附近，即农作物秸秆资源量较大的区域。如河北、

湖北、江苏、黑龙江、山东、四川、安徽等地。

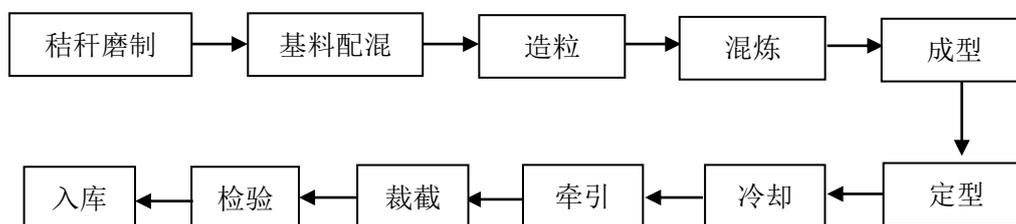
5.2 秸秆复合材料生产技术

（一）技术概述

秸秆复合材料就是以可再生秸秆纤维为主要原料，配混一定比例的高分子聚合物基料（塑料原料），通过物理、化学和生物工程等高新技术手段，经特殊工艺处理后，加工成型的一种可逆性循环利用的多用途新型材料。这里所指秸秆类材料包括麦秸、稻草、麻秆、糠壳、棉秸杆、葵花秆、甘蔗渣、大豆皮、花生壳等，均为低值甚至负值的生物质资源，经过筛选、粉碎、研磨等工艺处理后，即成为木质性的工业原料，所以秸秆复合材料也称为木塑复合材料。

（二）工艺流程

秸秆复合材料工业化生产中所采用的主要成型方法有：挤出成型、热压成型和注塑成型三大类。由于挤出成型加工周期短、效率高、设备投入相对较小、一般成型工艺较易掌握等因素，目前在工业化生产中与其它加工方法相比有着更广泛的应用。本处介绍以挤出型非发泡类秸秆复合材料制造技术作为基本平台。从加工程序上分类，它可分为一步法和多步法。下面是秸秆复合材料两步法挤出成型工艺流程简图：



（三）注意事项

1. 与加工塑料比，秸秆复合材料生产有许多新的特性和要求，比如要求螺杆要能适应更宽的加工范围，对纤维切断要少，塑料原料处于少量时仍能使木粉均匀分散并与其完全熔融；由于木质材料比重小、填充量大，加料区体积要比常规型号的大且长；若木粉加入量大，熔融树脂刚性强，还要求有耐高背压齿轮箱；螺杆推动力强，应采用压缩和熔融快、计量段短的螺杆，确保秸秆粉体停留时间不至过长等等。同时，秸秆复合材料在加工过程中的纤维取向程度对制品性能有较大的影响，所以必须要合理设计流道结构，以获得合适的纤维取向来满足制品的性能要求。此外，秸秆复合材料制品在相同强度要求下，厚度要比纯塑料制品大，且其多为异型材料，截面结构复杂，这使得其冷却较为困难，一般情况下采用水冷方式，而对于截面较大或结构复杂的产品，就需采用特殊的冷却装置和方法。

2. 不管采用任何一种加工方式，模具于秸秆复合制品的制造来说都是不可或缺的。基

于秸秆复合材料的热敏感性，其模具一般采用较大的结构尺寸以增加热容量，使整个机头温度稳定性得以加强；而沿挤出方向尺寸则取较小值，以缩短物料在机头中的停留时间。除了模具的形状合理和参数的准确，模具表面的处理也十分重要，因为其关乎使用寿命和产品精度，特别是在挤出成型的加工方式中。

（四）适宜区域

1. 严格意义上讲，中国的秸秆纤维原料从分布来讲，可以说是遍布于全国各地，基本没有空白地区可言。但在秸秆复合材料生产/销售的实际操中，真正达到产业化应用要求，还面临许多实际困难。所以，应在相关单位的指导下，按照市场化原则合理利用资源，以免造成原料价格无理攀升。

2. 秸秆复合材料的另一个特点是材料/制品的界限比较模糊，比如其板材可以单独作为栈道铺板，也可以仅仅是作为家具基材。从当前的技术水平及发展趋势，以及经济价值和推广应用来看，国内相关企业近期应该在以下领域开始规模化拓展：门/窗、家具、饰材、集成房屋和多功能板材。

5.3 秸秆清洁制浆技术

5.3.1 有机溶剂制浆技术

（一）技术概述

有机溶剂法提取木质素就是充分利用有机溶剂（或和少量催化剂共同作用下）良好的溶解性和易挥发性，达到分离、水解或溶解植物中的木质素，使得木质素与纤维素充分、高效分离的生产技术。生产中得到的纤维素可以直接作为造纸的纸浆；而得到的制浆废液可以通过蒸馏法来回收有机溶剂，反复循环利用，整个过程形成一个封闭的循环系统，无废水或少量废水排放，能够真正从源头上防治制浆造纸废水对环境的污染；而且通过蒸馏，可以纯化木质素，得到的高纯度有机木质素是良好的化工原料，也为木质素资源的开发利用提供了一条新途径，避免了传统造纸工业对环境的严重污染和对资源的大量浪费。近年来有机溶剂制浆中研究较多的、发展前景良好的有机醇和有机酸法制浆。

（二）技术流程

以常压下稻草乙酸法制浆为例，流程为：长度为 2-3cm 稻草在液比 12: 1、0.32% H_2SO_4 或 0.1% HCl 的 80%~90% 乙酸溶液中制浆 3h。粗浆用 80% 的乙酸过滤和洗涤 3 次，然后用水洗涤。过滤的废液和乙酸洗涤物混合、蒸发、减压干燥。水洗涤物注入残余物中。水不溶物（乙酸木素 AcL）经过滤、水洗涤，然后冻干。滤液和洗涤物结合、减压浓缩获得水溶性糖。粗浆通过 200 目的筛进行筛选，保留在筛子上的是良浆，经过筛的细小纤维浆用过滤法回收。

（三）技术操作要点

1. 原料。原料为收集好的麦草。储存期 1 年左右，含水量为 9.5%。人工切割，长度 3cm 左右，风干后储存于塑料袋中平衡水分备用。

2. 制浆。将麦草和 95% 的乙酸按液比 10: 1 的比例加入到带回流装置的圆底烧瓶内，常压下煮沸 1h，此为预浸处理。冷却，把预处理液倾出，同时加入 95% 的乙酸水溶液及一定量的硫酸蒸煮，液比为 10: 1。

3. 洗浆。分离粗浆和蒸煮黑液。粗浆经醋酸水溶液和水相继洗涤后，疏解、筛选得到细浆。

4. 蒸煮废液的处理。将蒸煮废液与粗浆的乙酸洗涤液混合后用旋转蒸发器浓缩，回收的乙酸用于蒸煮或洗涤，浓缩后的废液中注入 8 倍量的水使木素沉淀。经沉淀、过滤后与上清液分离，沉淀即为乙酸木素，滤液为糖类水溶液（主要来自于半纤维素降解）和少量的木素小分子。

5. 检测。细浆用 PFI 磨打浆，浆浓为 10%。采用凯赛快速抄片器进行抄片，纸页定量 60 g/m²。在标准条件下平衡水分后按照国家标准方法测定纸页的性质。

5.3.2 生物制浆技术

（一）技术概述

生物制浆是利用微生物所具有的分解木素的能力，来除去制浆原料中的木素，使植物组织与纤维彼此分离成纸浆的过程。生物制浆包括生物化学制浆和生物机械制浆。生物化学法制浆是将生物催解剂与其他助剂配成一定比例的水溶液后，其中的酶开始产生活性，将麦草等草类纤维用此溶液浸泡后，溶液中的活性成分会很快渗透到纤维内部，对木素、果胶等非纤维成分进行降解，将纤维分离。

（二）技术流程

干蒸法制浆是将麦草等草类纤维浸泡后，沥干，用蒸汽升温干蒸，促进生物催解剂的活性，加快催解速度，最终高温杀酶，终止反应。制浆速度快，仅需干蒸 4-6h 即可出浆。其主要技术流程为：浸泡、沥干、装池（球）、生物催解、干蒸、挤压、漂白制浆。

（三）技术操作要点

① 浸泡：干净干燥的麦草（或稻草）投入含生物催解剂的溶液中浸泡均匀，约 30min 最好。

② 沥干：将浸泡好的麦草捞出后沥干水分，沥出的浸泡液再回用到原浸泡池中。

③ 装池（球）：将沥干后的麦草或稻草装入池或球中压实。

④ 生物催解：在较低的温度下进行生物催解，将木素、果胶等非纤维物质降解，使之成为水溶性的糖类物质，以达到去除木素，保留纤维的目的。

⑤ 干蒸：生物降解达到一定程度后即可通入蒸汽，温度控制在 90-100℃，时间 3-5h，杀酶终止降解反应，即可出浆。

⑥ 挤压：取出蒸好的浆，用盘磨磨细，放入静压池或挤浆机，用清水冲洗后挤干。静压水可直接回浸泡池作补充水，也可絮凝处理后达标排放或回用。

⑦ 挤压好的浆可直接进行漂白制浆，漂白后浆白度可达 80%-90%，可生产各种文化用纸，生活用纸等。未漂浆可直接做包装纸、箱纸板、瓦楞原纸等。

5.3.3 DMC 清洁制浆技术

（一）技术概述

在草料中加入 DMC 催化剂，使木质素状态发生改变，软化纤维，同时借助机械力的作用分离纤维；此过程中纤维和半纤维素无破坏，几乎全部保留。DMC 催化剂（制浆过程中使用）主要成份是有机物和无机盐，其主要作用是软化纤维素和半纤维素，能够提高纤维的柔韧性，改性木质素（降低污染负荷）和分离出胶体和灰分。DMC 清洁制浆法技术与传统技术工艺与设备比较具有“三不”和“四无”的特点。“三不”：①不用愁“原料”（原料适用广泛）；②不用碱；③不用高温高压。“四无”：①无蒸煮设备；②无碱回收设备；③无污染物（水、汽、固）排放；④无二次污染。

（二）工艺流程

DMC 制浆方法是先用 DMC 药剂预浸草料，使草片软化浸透，同时用机械强力搅拌，再经盘磨磨碎成浆。即经切草、除尘、水洗、备料、多段低温（60~70℃）浸渍催化、磨浆与筛选、漂白（次氯酸钙、过氧化氢）等过程制成漂白浆。其粗浆挤压后的脱出液（制浆黑液）明显呈强碱性（pH：13~14，残碱含量大于 15g/L），浸渍后制浆废液和漂白废水经处理后全部重复使用，污泥浓缩后综合利用。

（三）技术要点

1. 草料经皮带输送机输送到切草机，切成 20~40mm，再转送到除尘器，将重杂质除去，然后送入洗草机，加入 2%DMC 药剂，经过洗草辊不停地翻动，把尘土洗净。

2. 洗净的草料进入备料库后再转入预浸渍反应器，反应器加入 2%DMC 药剂，温度 60℃，高速转动搅刀，使草料软化。

3. 预软化后的草料由泵输送到 I#DMC 动态制浆机，并依次输送到 2#~5#，全程控温 60~65℃，反应时间 45~50min。

4. 制浆机流出的草料已充分软化和疏解，再用浆泵送入磨浆机，磨浆后浆料经加压脱水，直接进入浆池漂白，一漂使用 ClO_2 ，二漂使用 H_2O_2 ，即制成合格的漂白浆粕。

5. 流出的 DMC 反应母液进入母液池，经固液分离，液相返回 DMC 贮槽，浆渣送界外供作它用。全程生产线不设排污管道，只耗水不排水，称“零”排污。

5.4 秸秆块墙体日光温室构建技术

（一）技术概述

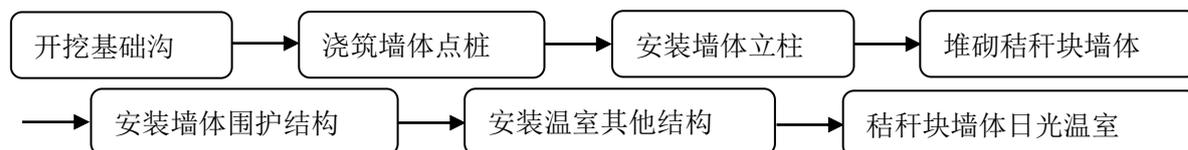
秸秆块墙体日光温室是一种利用压缩成型的秸秆块作为日光温室墙体材料的农业设施。秸秆块是以农作物秸秆为原料，经成型装备压缩捆扎而成，秸秆块墙体是以钢结构为支撑，秸秆块为填充材料，外表面安装防护结构，内表面粉刷蓄热材料（或不粉刷）而成的复合型结构墙体。秸秆块墙体既具有保温蓄热性，还有调控温室内空气湿度、补充温室内空气二氧化碳等功效。

（二）技术流程

秸秆块生产流程如下所示。



秸秆块墙体日光温室生产流程如下所示。



（三）技术要点

1. 秸秆筛选。制作秸秆块的秸秆可以是小麦、水稻、玉米等秸秆，但秸秆含水率太高会影响秸秆的使用寿命，需要进行自然晾晒，一般秸秆的含水率应控制在 15% 以下，秸秆块制作前后均需要做好防雨防水措施。

2. 秸秆块制作。秸秆块制作的质量直接关系到秸秆块墙体的使用寿命，需要综合考虑秸秆块方便堆砌，又要结合秸秆块的承重能力，还要保证秸秆块堆砌面平整，减少秸秆块间的缝隙。

3. 秸秆块墙体制作。秸秆块墙体由支撑立柱和秸秆块堆砌而成，秸秆块墙体外侧需要安装防护结构以防秸秆块遭受雨淋而腐烂，对于温度要求较高的秸秆块墙体日光温室，在墙体内侧还需要粉刷或涂抹蓄热材料。

4. 后屋面制作。秸秆块墙体日光温室后屋面保温材料不仅具有保温的作用，还具有保护秸秆块墙体的作用，防止雨水从秸秆块墙体顶部渗漏到秸秆块墙体中造成秸秆腐烂。

5. 墙体基础制作。墙体基础需要具有隔热保温和支撑秸秆块墙体的双重作用，用于基础中的秸秆块可以适当增加密度，同时做好基础中秸秆块的防雨防水工作。

（四）注意事项

1. 秸秆块在装卸及运输过程中易发生变形，墙体码砌时应对秸秆块形态进行调整，尽可能使之规整。相邻秸秆块码砌时如产生缝隙，应用草料填充并压实，以免形成空洞造成墙体内外空气对流，影响保温效果。

2. 做好秸秆块及秸秆块墙体的防水工作，秸秆块压制过程中保证秸秆含水率在 15% 以下，生产的秸秆块和堆砌的秸秆块墙体做好防水防雨。日光温室后屋面上端要延伸至脊高顶端，下端延伸至墙体地平线外侧，以免雨水渗透至秸秆块墙体中造成秸秆腐烂。

3. 做好秸秆块墙体下端与墙体基础的连接以及墙体基础的防水工作，日常使用过程中需要定期检查墙体秸秆块变形以及墙体下沉、开裂情况，出现下沉、开裂时应及时填充秸秆予以保证保温效果。

4. 生产过程中应注意观察外墙及外墙与后屋面对接处是否有破损情况，如有破损立即修补，以防下雨时雨水浸入墙体，导致秸秆受潮霉变。夏季高温休闲，温室前屋面揭膜后，应对墙体内侧采取防雨措施如覆盖塑料膜、培高内墙基地，防止雨水淋湿墙体或地表水灌入墙体内。

5. 秸秆为天然生物质材料，属于易燃物。秸秆块温室在建造和使用过程，务必远离火源，并配备必要消防设施如消防水池（塘）、沙等，做好防火。温室内部电路要勤于检查，发现破损漏电现象及时修补，谨防火灾发生。

（五）适宜区域

适用于北纬 32° 以北，特别是具有农作物秸秆收集能力的地区，推荐在最冷月均温在 -10℃~0℃，日平均温度≤5℃ 的日数在 90~145 天的寒冷地区使用，例如河南、山东西南部、安徽中北部、江苏北部、以及河北和甘肃等部分地区。

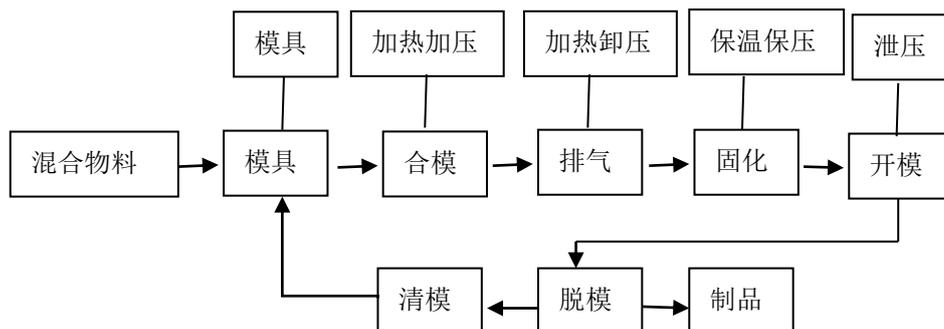
5.5 秸秆容器成型技术

（一）技术概述

秸秆容器成型技术，就是利用粉碎后的小麦、水稻、玉米等农作物秸秆（或预处理）为主要原料，添加一定量的胶黏剂及其他助剂，在高速搅拌机中混合均匀，最后在秸秆容器成型机中压缩成型冷却固化的过程，形成不同形状或用途秸秆产品的技术。与塑料盆钵相当，秸秆盆钵强度远高于塑料盆钵，且具有良好的耐水性和韧性，产品环保性能达到国家室内装饰材料环保标准（E1 级）。秸秆盆钵一般可使用 2~3 年，使用期间不开裂，无霉变，废弃后数年内可完全降解，无有毒有害残留。陈旧秸秆盆钵加以回收，经破碎与堆肥处理，制成有机肥或花卉栽培基质，可以实现循环再利用。秸秆容器技术不仅提供了秸秆利用途径，还有利于循环、生态和绿色农业的发展。

（二）技术流程

秸秆容器成型技术因秸秆种类、产品要求、使用途径不同有所差别，针对秸秆盆钵和秸秆育苗容器而言，秸秆育苗容器是秸秆盆钵的一种特殊的产品，两者的主要技术路线相似，包括秸秆破碎、黏合剂制作、物料混合、模型成型、产品修整、包装入库等过程。具体技术流程如下：



(四) 技术操作要点

1. 秸秆容器成型用粘合剂制作。胶黏剂合成过程中，应严格按照树脂合成工艺配方进行操作；酸碱调配剂严格按照培训人员要求配置，升温过程中，温度调控设置严格按照要求，升温速率及保温时间严格依照给定胶黏剂原配方设定；原料配比、加料时间、加料顺序及酸碱剂量应严格按照原给定配方，相关技术人员应每隔一定时间对胶液进行检测，以防胶黏剂性能发生变化，甚至出现凝胶现象。

2. 黏合剂分装与储存。大豆蛋白基黏合剂和大豆蛋白改性三聚氰胺脲醛树脂的贮存期较短，贮存期不超过一周，其中大豆分离蛋白贮存期过长，容易发霉变质，影响胶接强度。改性脲醛树脂贮存期的长短与树脂缩聚程度有关，缩聚程度大的比缩聚程度小的贮存稳定性差，脲醛树脂摩尔比低的比摩尔比高的贮存稳定性差，贮存稳定性除与树脂本身的性质有关外，还与贮存温度有关，温度越高贮存越短，所以应该将树脂放在阴凉的地方，贮存温度最好在 10-25℃ 之间。

3. 秸秆破碎。首先破碎机性能及实际需要，决定秸秆是否需要风干或烘干，再进行粉碎。破碎前，去除石子与塑料等杂质，开启粉碎机电源，待设备运行稳定后进行喂料破碎，破碎结束关闭电源，清洁破碎机，并将破碎物料运送到指定地点存放备用。

4. 拌料脱水。搅拌脱水过程是秸秆容器物制备的关键，混合物料拌料、混和及脱水阶段要严格控制混合物料的含水率，合适的物料含水率利于容器成型，且成型效果和质量较高，一般混合物料含水率控制在 12~15%。另外值得注意的是控制好混合物料粒径大小，在相同的压力下，秸秆颗粒粒度越细，流动性越好，物料变形越大，成型物结合越紧密；但原料粒度也不宜太小，否则会降低成型物的抗拉强度，而且使原料粉碎时的功耗增加。

5. 模压成型。完成加工过程，压机自动回程后，从模腔手工取出压坯，压坯冷却至 60℃ 左右进行打孔和修边作业；产品完全冷却后，方可堆成堆垛摆放。

(五) 注意事项

1. 秸秆破碎或粉碎时，应严格遵守秸秆破碎机操作规程，确保设备与人员生产安全，对设备定期维护保养。

2. 黏合剂合成：严格按照合成工艺步骤，不得随意更改黏合剂原料配方与工艺操作，

对所用原料配比及工艺操作进行规范,对胶黏剂制作过程中可能出现的异常现象进行解释并介绍如何采取相应措施应对。

3. 拌料、混料及脱水: 正确认知高速混料机工作原理,对原料配比、放入次序拌料时间、拌料程度、混料最终含水率控制进行规范。

4. 秸秆容器成型: 液压机应由专业操作工或经验丰富技工操作,需正确认知模压机结构原理、各热压参数,对称料方法、物料质量和参数设置(主要包括模压压力、模压温度、模压时间、排气次数、排气时间)进行规范。

5. 产品修整、检验及入库: 了解合格产品外形要求,对秸秆花盆边缘修平及底部穿孔方法进行规范。其次,产品入库按指定地点分客户存放,并由仓库设立标志牌,清晰标注该产品批号,产品出库前,应抽样复检。

(六) 适宜区域

本技术可适宜于所有产农作物秸秆的区域,适宜于水稻、小麦、玉米、甘蔗、高粱、棉花、大豆、油菜等农作物秸秆。由于地理位置、气候条件、社会文化等不同,各地区的作物秸秆结构组成有所不同,因此,在应用本技术时,需要依据所用秸秆原料不同,对容器成型参数作适当调整或修正。