

附件

全国粮食加工环节减损增效典型案例

小麦和稻谷加工过程中，科学储存和清理原粮、改造提升加工工艺与技术装备，应用智能化管理系统，对加工副产物进行循环利用、全值利用、梯次利用，可以有效降低加工损耗，提升附加价值和质量效益。根据申报材料，我们梳理了小麦适度加工、稻谷适度加工、小麦加工副产物综合利用、稻谷加工副产物综合利用等 4 大类 24 个减损增效典型案例，供各地学习参考。

一、小麦适度加工

案例一：净麦高效清理。在清理阶段采用三道筛理、三道去石、三道打麦、一道刷麦、两道着水、二道磁选、一道精选的清理工艺。对风力输送管道及其他管路进行重新分配，将振动筛、比重去石机、色选机等筛选出的杂质进行二次分配，对含麦量较高的杂质进行再次清理；利用比重加风力的混合作用将包皮小麦杂质单独清理出来后进入剥皮环节处理，处理完成后再次进入清理环节。此项技术既保证了小麦的清理效果，又进一步降低了杂质中的含麦量。经初步测算，小麦清理后的净麦量可增加 0.26%。

主要装备：振动筛 TQLZA250×200、TQLZ150×200，平面回转筛 TQLM160×150，比重去石机 QSX125，磁选器

TCXT15。

案例二：动态润麦。增加自动着水机及控制系统，根据原粮水分和环境湿度灵活调整着水量，夏季小麦水分偏高，停用洗麦机，启动自动着水机。冬季小麦水分偏低，同时开启洗麦机和自动着水机着水。加工硬质小麦或专用小麦时进行两次着水，第一次加水 2%—3%，润麦时间 24—36 小时；第二次自动着水 1%，润麦时间为 30—50 分钟，仅保证湿润皮层，增加皮层的韧性。通过使用自动着水机，将小麦的润麦率从原来的 80%提高到近 100%，保障了原料的均匀性和稳定性。在改变小麦清洗方式和润麦方式后，加工吨小麦耗水量由 1 m³/t 减少到 0.2—0.3 m³/t。单位面粉耗电由技术改造前 50—60 kW·h/t 降至 48—52 kW·h/t。产能由每日 300 吨提升至 500 吨的情况下，用电量由每月 20 万度降至 18 万度，电费从 14 万—16 万元降至 8 万—10 万元，水费从每月 0.5 万元降至 0.2 万元。

主要装备：高效自衡振动筛 TQLZ-150×200，平面回转筛 TQLM-160，打麦机 FDMW-40*150，刷麦机 SB25，干燥机 DD0020，吸式比重去石机 TFXH150，重力分级去石机 FSR，去石洗麦机 TBCM78×200，水分调节系统 LZSZ-2005，强力着水机 LZSZ。

案例三：温水润麦。净麦加水润麦过程中，在润麦仓静置 18—24 小时，有利于在制粉过程中皮乳分离，降低损耗。

长江以北地区冬季环境寒冷，冷水润麦会导致小麦皮脆性高，不利于制粉，采用动态润麦和温水润麦技术，根据车间温度来对润麦水温进行动态调控，碎麦率降低 30%，有效提高了碾磨效果，使小麦籽粒达到最佳制粉状态。

主要装备：高效着水机 AHMJ-45/150，自控及智能化能源管理系统 S7-15001516/1517，余热回收设备 KRB75。

案例四：柔性碾麦脱皮。淘汰了传统打麦机利用打击力清理小麦造成破碎率较高的工艺，采用碾麦脱皮工艺，利用新型碾打机、脱皮机的碾搓力来清理小麦，清理过程中碎麦率由原来的 0.5%下降至 0.4%。在原粮输送环节淘汰螺旋输送机，改用刮板输送机，设备采用套筒滚子链，连接轴可以转动，避免机械力剪切、挤碎小麦，输送过程中碎麦率由 0.2%下降到 0.1%。

主要装备：打麸机 FFPD、FFPD60，去石机 BQSF180，色选机 6SXZ-448，刮板输送机 TGSS。

案例五：长粉路制粉。在制粉流程中，采用中后路打麸，十道清粉等工艺，前路皮磨不分粗细，注重清粉机的使用，确保将量多质好的麦心送往心磨研磨，提高心磨物流的纯度；加强前路心磨分级，适当扩宽前路心磨，保证了优质粉的出粉率。整个加工过程温度低于 42℃，可有效保留小麦天然营养成分。采用八辊磨新型磨粉机，每侧有上下两对磨辊，可以根据实际需要分别进行轻研磨和重研磨。结合新型

磨粉机，减轻八辊磨上辊的研磨力度，规范入磨物料，使其粒度和形状趋于一致，可使入磨小麦都能均匀地受到研磨。同时，结合负压吸风装置，可改善喂料状况，降低磨辊及物料温度，提高研磨效率，企业小麦总体出粉率从 76%提高到 80%。

主要装备：磨粉机 FMFQ-1000x2、MMR-25x125、MDDL-250/1250、MDDK-250/1250，高方平筛 FSFG-8X27-306/8X27-30C，单仓平筛 FSFG-1x10x120，清粉机 FQFD-49x2x3、FDFD-49x2x3，打麸机 MKLA-45/110、ZDSJ-6210，小麦色选机 GSXZ-448、6SXZ-600CG，小麦剥皮机 FBGY60A，双轴搓擦机 BDCC-50，螺旋喂料器 TWLL12/20/32，撞击磨 SFSP56*40。

案例六：优化制粉工艺。在后路皮磨增加振动打麸机，出粉率提升 1%—2%，副产品利用率提高 2%—3%，每加工 50 万吨小麦，增加面粉产量 2000 吨。创新研发 B1 磨粉机顶置工艺，由提升机把小麦输送到 6 楼，将 B1 磨粉机顶置到 6 楼，小麦经过磨粉机后直接进入高方平筛进行筛理，可以降低高压风机功率，加工每吨小麦节电 0.8 度。改善车间生产环境，引入冷风机制冷增湿系统，车间面粉水分损耗降低，研磨损耗降低 0.5%。最后，进行小包装自动化改造，包装损耗降低 1%，还降低了员工作业强度。

主要装备：磨粉机 MDDP、MDDK、MDDQ，高方平筛

MPAV，清粉机 MQRF-46/200、MQRF-46/200D，去石机 MTSC-120/120，着水机 MOZL45/150，色选机 MSOC2/MSOC4，TAS 筛 TAS204A-4，振动筛 MTRB。

案例七：小麦加工智能化生产线。全自动智能面粉生产线设置约 500 个监测点，实时检测每台设备的运行状态，料仓的高、低料位及各种故障的自动显示与报警，启动或停止设备运行，执行或暂停面粉生产，进行加工面粉种类和原麦种类的选择等。配粉实验测试时间由半天缩短到 20 秒，生产数据可实时查看。智能化控制系统在面粉生产加工和配粉系统的实际应用中，起到自感知、自诊断、自适应、自决策的智能化生产、管理作用，提升了产品品质，降低了加工损耗。

主要装备：清粉机 MQRF46/200，振动打麸机 MKZH6012 MS，电气控制系统，松粉机 FSGZ51，输送设备 TDTG50/28，配麦器 HMP-40F，色选机 Q1050M。

案例八：延长小麦加工产业链。使用斗式提升机和刮板设备将制成的面粉以管道粉路的形式直接输送到制面车间进行后续的面制品加工，省去成品面粉的包装环节，可节约面粉包材费 32 元/吨，同时避免因包装材料黏附和运输等造成的面粉损失，可节约总面粉用量的 0.3%。

案例九：小麦加工节能降耗。采用能源管理系统对生产过程的能源消耗量和单耗量进行统计和分析，为生产管理、调度指挥、岗位操作提供及时准确的能源数据信息，及时调

度指挥，采取节能措施，降低生产成本。进行余热回收再利用，配置空压机余热回收系统，通过物理换热，将加工过程中回收的热量用于麸皮烘干、温水润麦。选用新国标电机，将电机全部更新为执行电机新国标 GB18613-2020 高效节能型产品，通过提高功率因数，实现节能 2%。

主要装备：自控及智能化能源管理系统 S7-1500/1516/1517，余热回收设备 KRB75，新国标电机 IE3。

二、稻谷适度加工

案例十：稻谷保质节能烘干。创新研发螺旋滚落保质节能环保稻谷烘干技术，即原粮通过加料斗经导流网在均匀筒内螺旋流动、翻滚，充分混合均匀进入烘烤腔内，从均匀筒内下落的稻谷直接落在均匀网上，再次均布和分散。均布的稻谷经折流板，流落在烘烤板上进行烘烤，烘干的稻谷最后通过出料管排出。稻谷在烘烤板上进行的第二次烘烤，可降低水分不均匀度，防止裂纹增加，保持稻谷被完全烘干。同时，引进燃气式锅炉，采用停机缓苏循环工艺，使高水分稻谷经 3—4 次烘干缓苏循环，将稻谷缓苏时间延长，使颗粒内部和表层的水分接近平衡。采用变温干燥工艺，稻谷烘干后的累计爆腰率比传统低恒温干燥工艺低 0.85%，且可缩短烘干时间，能耗仅为传统干燥工艺的 85%。采用低温循环烘干技术，将稻谷烘干过程的受热温度严格控制在 35℃ 以内，对比传统晾晒工艺，稻谷出米率提高 1%—2%。

主要装备：稻谷全自动提升装备 TDTD12S，120t/d 全自动烘干设备 5HPDR-120，谷物低温干燥机 TKD-3000。

案例十一：稻谷科学存储。全面采用绿色低温储粮、横向通风新技术，安装智能化粮情监测系统和控温除虫系统，让粮食在一个保管周期内的损耗率从原来的 0.15% 下降至 0.07%，容量为 1000 万斤的单仓每年可减损 0.8 万斤。全面实行散储、散运、散装、散卸“四散化”作业，通过密闭管道输送，有效避免粮食在包装和运输过程中抛洒，与未实行“四散化”作业相比，损耗降低 2%。

主要装备：稻谷输送机 YZ-550，稻谷进仓输送机 YZ-60，毛米粮仓 YZ-TDSD50，精米储料仓 YZ-TDSDX55，稻谷粮仓 YZ-TDSYP55。

案例十二：粮情温控监测调整。粮库内统一配备粮温自动检测与通风控制系统，利用传感器件随时或定时采集粮温数据，按照《储粮机械通用技术规程》要求，利用粮情分析专利技术，自动计算通风上下限，进行声光报警，控制通风设备的启动、停止，完成不同的通风目的（降温、降水、调质）；并可在通风过程中，随时观察通风计算的结果及粮温、大气的变化情况，使用粮情温控监测技术装备，能耗降低 35% 以上，整精米率提高 0.5%。

案例十三：优化砻谷装备。改进砻谷工艺，降低增碎点，应用特定硬度（90—92度）的砻谷胶辊，同时对砻谷工艺流

程进行改进，两台主要砻谷机中一台改为回砻作用，使得砻谷增碎率同比下降0.3%—0.6%。改用气动胶辊砻谷机。对比传统砻谷机使用中存在的大米破损多、稻谷与大米分离不充分、瘪稻损失大等问题，更换新型气动砻谷机后，出米率增加1.5%，碎米率减少3%。

主要装备：砻谷机 MGQ51C，气动胶辊砻谷机 MLGQ 368。

案例十四：稻谷润糙。优化砻谷工艺流程，在砻谷段之后增加大米润糙工序，确保糙米在仓内停留24小时后再进行碾米加工，可有效降低大米加工过程的爆腰率，提高出米率及改善大米食味品质感。通过润糙工序，糙米水分保持在15%，使得整精米率从原先的40%提高到44%—45%，碎米率降低3%—5%，达到最适碾米效果。

主要装备：自动喷雾着水机 LZSZ-2005，糙米均质机 MNML46，钢板润糙仓（仓容约 65 立方/拼装仓）。

案例十五：低温升碾。创新采用“一条龙”低温升碾大米加工线，工艺流程为初清→振动清理→去石→初次砻谷→二次砻谷→谷糙分离→四次碾米→初次分级→凉米仓→抛光→两次色选→精选→再次分级→抛光→凉米仓→自动包装。企业过去采用的传统工艺碎米率约5%，新工艺碎米率约为1%，产品保质期还可延长1个月。

主要装备：自动化 400 吨精米生产线 200 型，粮堆表层

控温专用机组 YSWKF-22, 移动式风冷谷冷机 YSFLZY-85, 控粮温空调 YSKWF-22YSFLZY-85, 自动化包装线 QZB-900 E1、QZB-900、DS-9。

案例十六：凉米抛光。采用低温升碾米工艺，使用低温升碾米机组，保证单位产量碾白运动面积达到 $6 \text{ m}^2/\text{t}\cdot\text{s}$ ；合理设计米机风量，使每道米机增碎率降低 61%。凉米抛光不论是光亮度和增碎指标明显优于热米抛光，在抛光工序前路选用振动吸风式白米分级筛，分离、提取出小碎和白糠，以保证抛光效果。采用低温碾米机组、凉米分级和抛光等组成的低温碾米工艺，把大米的温升控制在 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 以内，在抛光机前增加凉米分级工艺，筛除 1/2 粒长以下的碎米，使米温接近室温，可使抛光机的增碎率减少 2% 以上，整体碎米率降低 5%。

主要装备：中机星低温升碾米机 CFN1818F。

案例十七：介质碾米。采用介质碾米技术工艺提高整精米率。应用 THNS 智能砂辊米机，通过完善介质碾米机组设计，优化技术和工艺参数；利用介质与碾米机中粮粒接触表面积比传统碾米砂辊或铁辊表面积大 300—500 倍的特点，标定不同的碾磨道数，加工精糙米、留胚米、各等级精白米等稻米产品。与相同产量碾米机组相比较，整精米率可增加 4% 以上，与单机产量相同的多道碾米生产线相比，吨米电耗降低 5% 以上。

主要装备：智能砂辊米机 THNS25*2AI1。

案例十八：稻谷加工智能化生产线。采用全智能 PLC 控制大米生产线，产品黄粒米率、碎米率、垩白率、食味值等关键指标精确控制在 0.2% 内波动，碎米率下降 2%，出米率提高 1%，吨电耗下降 10%。生产线上配备智能红外 CCD 色选技术，剔除玻璃等恶性杂质。检测环节引入自主研发的 APP，通过 OCR 图像处理，实现数据采集、系统自动识别、系统自动判质定级、系统自动分仓卸货；存储环节引入监控系统、智能 PLC 控制，实现库区温湿度实时采集，PC 端、手机端时刻掌握粮情数据。

案例十九：稻谷加工节能降耗。针对大功率电机配置节能装置，对无功功率进行就地补偿，消除用电线路高次谐波，净化能源，降低线损。细化加工人员绩效管理，将用电节能状况作为主要考核指标，激励技术人员进行设备节能改造，大米加工吨电耗连续三年实现降幅在 5% 以上。

三、小麦加工副产物综合利用

案例二十：麦麸膳食纤维提取及改性。采用微波干燥辅助酶法、分层剥离技术等提取小麦麸皮膳食纤维，并应用于生产高膳食纤维产品。采用改进挤压膨化膳食纤维改性、超微粉碎改性、微生物发酵改性等技术，将改性麦麸膳食纤维应用于烘焙食品、馒头、挂面等面制品，以及膳食纤维饮品、膳食纤维胶囊等产品中，生产高附加值、富含膳食纤维产品

的经济效益可以提高 15%—25%。膳食纤维的销售均价为 7000 元/吨，每吨膳食纤维的增效达 6500 元，扣除生产成本后的利润率为 7%，后期研发费用投入分摊降低，利润率将进一步提升。

主要装备：旋风涡流微纳米分离设备 III-2500，旋蒸筛 HZXZ200，挤压膨化机 DZ80，超微粉碎机组 30，智能变频双螺旋回粉器 ZBSII-120，强力撞击松粉机 FSZJ51，膳食纤维生产线 CT-O-1，微量添加机 DZT-200，槽型混合机 CH-200。

案例二十一：高品质麦胚（粉、油）制备。通过加强小麦原料磨理、色选等前道加工配置，提取出高品质麦胚。应用麦胚蒸汽稳定化处理技术，钝化灭活脂肪氧化酶和蛋白酶，减少不饱和脂肪酸和蛋白分解，降低水分，减少微生物滋生，提升麦胚的风味感官品质，延长货架期，降低营养成分损耗。采用亚临界低温制取工艺，使用氨压缩机，利用溶剂与油的压力临界点不同，提取 6% 的胚芽油，提高小麦胚芽的出油率。过去麦胚主要混杂在麸皮中，麸皮市场价格每吨 2000 元以内，加工成麦胚和麦通宝，每吨出厂价 50000 元，除去二次熟化每吨加工成本及包装物 13000 元，每吨增值 35000 元。随着大众对麦胚及纤维食品的进一步认识，小麦胚芽作为制作面包、饮料的高价值食品配料，市场前景广阔。

主要装备：三次元旋振筛 TS-1000-2F，近红外烘干机

CHGF10x3，不锈钢多功能超微粉碎机 550 型，微电脑立式定量包装机 8320，多功能塑料薄膜封口机 DR-FR800，双螺杆挤压膨化机 TN65-II，燃气蒸汽锅炉 WNS4-1.25，萃取罐 CQG180。

四、稻谷加工副产物综合利用

案例二十二：米糠制油。以米糠为原料，采用米糠膨化、高温蒸汽灭酶、溶剂浸提技术制取米糠毛油。米糠毛油经过脱胶、脱酸、脱蜡、中和、物理精炼等工序制成稻米油。应用该模式技术，可有效降低米糠脂肪酸酸败，显著提高出油率、油中谷维素和成品油中维生素含量。根据目前的生产工艺，每吨米糠原料可加工 0.83 吨饲料粕和 0.15 吨米糠毛油，通过精炼可制取食品级稻米油约 0.1 吨，稻米油出油率达 10%。以目前市场平均价格看，米糠约 2500 元/吨，米糠制油模式下，米糠粕约 1900 元/吨，米糠毛油约 7500 元/吨。精炼的主要副产品脂肪酸、米糠蜡、米糠脂也可产生相应的市场价值。

主要装备：膨化机 YJP35，浸出器 YJCE300*3180，立式蒸脱机 DTDC380*9，米糠油脱胶、碱炼、水洗、干燥成套设备 304，米糠油精炼物理脱臭、真空系统成套设备 SE2661，米糠油脱胶离心机 PX65。

案例二十三：稻壳制取生物燃料。以稻壳为原料，采用稻壳燃料颗粒加工技术及标准化生产线，在高压压缩处理下

获得高密度生物质燃料颗粒，可代替锅炉燃煤使用。该模式在稻壳燃料颗粒成型装备的基础上，通过优化进料方式，控制压轮旋转条件，使得物料均匀分布，减少压块的破损率，可有效提升加工效益。该模式充分利用稻谷壳资源，每吨原粮稻谷可以生产 0.21 吨稻谷壳生物质颗粒，市场平均价格 550 元/吨，加工稻谷壳生物质颗粒可增效 300 元/吨。该模式装备为二层模具，分上下两部分，可选择不同规格的孔径，生产多种不同规格的燃料颗粒产品，生产效率高，产能同比提高 50%。

主要装备：稻谷壳新型生物质颗粒成型机 LSHM500，稻壳棒热压成型机 N-15。

案例二十四：碎米、米糠生产膳食纤维。以碎米、米糠为原料，通过集成挤压技术、生物酶处理、胶体磨湿法粉碎、高压均质及超高压技术等制备膳食纤维，可进一步生产高膳食纤维米浆、膳食纤维粉、膳食纤维饼干、膳食纤维面条等产品，提升产品附加值和营养价值。该模式对碎米及米糠进行精深加工，原粮利用率在 98.2%以上。按照每吨稻谷原粮生产碎米 0.24 吨、米糠 0.09 吨计，加工碎米米糠膳食纤维可以生产 0.11 吨的膳食纤维产品，平均增效 850 元/吨。

主要装备：蒸汽加热半自动双层杀菌锅 DLB-1024，超微粉碎设备 WZJ100ZB。