**中国农业机械学会**

**中国农业机械工业协会**

202X -XX-XX实施

202X-XX-XX发布

发 布

丘陵山区小麦与玉米田间作业机械

选型技术规程

**Technical specification for selection of field machinery for wheat and corn**

**in hilly area**

（征求意见稿）

**T/NJ** 1301—202X/**T/CAAMM** XXXX—202X

团 体 标 准

ICS 65.060.01

B 90

前 言

本文件按GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国农业机械学会和中国农业机械工业协会联合提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：中国农业大学、四川省农机化技术推广总站、山西省农业机械发展中心、重庆市农机化技术推广总站、山西省柳林县农机服务中心。

本文件主要起草人：杨敏丽、林嘉豪、张小军、李增宏、李尚、彭维钦、李彦平、陈雪飞、彭健。

本文件首次发布。

丘陵山区小麦与玉米田间作业机械选型技术规程

1 范围

本文件规定了丘陵山区小麦与玉米田间作业机械选型测试的试验准备条件、指标体系及相应数据的获取方法、测量指标的计算和综合通用评价方法。

本文件适用于丘陵山区小麦与玉米种植过程中耕、种、管、收、秸秆还田等环节的田间作业机械选型测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 6376 拖拉机 噪声限值

GB/T 3871.6 农业拖拉机试验规程 第6部分：农林车辆制动性能的确定

GB/T 5262 农业机械试验条件 测定方法的一般规定

GB/T 5667 农业机械 生产试验方法

GB/T 7927 手扶拖拉机 振动测量方法

GB/T 13876 农业轮式拖拉机驾驶员 全身振动的评价指标

NY/T 1640 农业机械分类

JB/T 6268 自走式收获机械 噪声测定方法

3 术语和定义

GB/T 5667和NY/T 1640界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**作业效果 operation effect**

某作业机械在实际使用中所达到的设计参数要求。

3.2

**有效作业时间占比 percentage of empty time in field**

某作业机械在作业过程中满足作业效果所用时间占总作业时间的比重。

4 测试条件和试验准备

4.1 试验地选择

试验地块应有一定代表性，能够满足试验的要求，具体条件应符合相应机械的标准规范。

4.2 参试机械状态和测试用仪器

参试机械应处于使用说明书或技术文件规定的正常工作状态。试验用仪器、设备、仪表、量具，试验前应经检定或校准，并在有效期内，其量程和准确度应能满足试验要求。所有同类作业机械的试验应在相同条件下进行。

4.3 测区划分和测点选择

测区的长度应不小于20m（有条件的地区可按20m的倍数增加测区长度），两端稳定区应不小于5 m。测区的宽度应能满足全部参试机械至少一个往返行程，每个参试机械的试验作业宽度应满足后续环节参试机械对相同测试条件的要求。沿测区一侧边界均匀插立5个标杆，用以在测区范围内均匀选取测点和记录时间。较宽测区按照对角线法取5点作为检测指标的测点，较窄测区可在往返行程上均匀间隔5点作为测点。试验地示意图见图1。

图1 测区划分和测点选择示意图

5 机械选型分类及评价指标体系

将田间作业机械选型分为4大部分，分别为动力机械、配套农机具（耕整地机械、播种机械、施肥机械、中耕机械、秸秆处理机械）、植保机械、收获机械，共涉及7个作业环节。评价指标体系分为三级，第一级指标为总指标，即丘陵山区小麦/玉米田间作业机械选型试验的满意度。第二、三级指标根据不同类型机械设置，具体见下。

5.1 动力机械

本文件中动力机械指轮式拖拉机，其评价指标体系见下表1。

表1 动力机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 作业性能 | 标定功率/（kW） | 由拖拉机制造商和发动机生产厂共同确定的，发动机带有与拖拉机正常作业时相同的附件，在规定的转速和环境条件下，曲轴对外输出12h功率 | 定量 |
| 最小转向半径/（m） | 拖拉机进行极限转向试验时，轮胎中心在试验场地上划出的最大圆形路径的半径 | 定量 |
| 最小离地间隙/（mm） | 静止时，拖拉机底盘的最低点处与支撑平面之间的距离 | 定量 |
| 轮距/（mm） | 拖拉机两前轮、两后轮中心线间的距离 | 定量 |
| 底盘调平系统 | 拖拉机具备的底盘调节自动纠平装置和功能 | 定性 |
| 舒适性 | 驾驶室保护性 | 驾驶室保护机手抵抗恶劣作业环境的能力 | 定性 |
| 温控系统 | 驾驶室具备的温度调节装置和功能 | 定性 |
| 安全性 | 噪声/（dB） | 机械操作人员在作业过程中所处工作位置受到的噪声强度 | 定量 |
| 振动/（m/s2） | 机械操作人员在作业过程中所处工作位置受到的振动强度 | 定量 |
| 制动性能 | 拖拉机在平地和斜坡上的制动能力 | 定性 |

5.2 配套农机具

5.2.1 耕整地机械

根据丘陵山区生产要求，耕整地机械选型分为旋耕机械、深松机械和开沟机械共3种。旋耕机械选型测试评价指标体系见下表2，深松机械选型测试评价指标体系见下表3，开沟机械选型测试评价指标体系见下表4。

表2 旋耕机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 旋耕层深度/（cm） | 旋耕作业后，耕后地表到旋耕沟底的距离 | 定量 |
| 旋耕碎土率/（%） | 旋耕作业后，单位面积上径长不大于4cm土块占土壤的质量百分比 | 定量 |

表3 深松机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 深松深度/（cm） | 完成机械深松作业后，深松沟底据该点作业前地表面的垂直距离 | 定量 |
| 深松深度稳定性/（%） | 完成机械深松作业后，耕作层内深松深度的稳定程度 | 定量 |

表4 开沟机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 开沟深度/（cm） | 原地表面至沟底面之间的垂直距离 | 定量 |
| 沟面宽度/（cm） | 两沟壁上沿与原地表面交线之间的横向距离 | 定量 |
| 沟底宽度/（cm） | 两沟壁下沿与沟底面交线之间的横向距离 | 定量 |

5.2.2 播种机械

播种机械选型测试评价指标体系见下表5。

表5 播种机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 播种深度合格率/（%） | 完成机械播种作业后，播种深度达到当地农艺要求的种子占播种总数的比例 | 定量 |
| 播种均匀性/（%） | 完成机械播种作业后，种子在播种带上分布的均匀程度 | 定量 |

5.2.3 施肥机械

施肥机械选型测试评价指标体系见下表6。

表6 施肥机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 施肥深度/（cm） | 完成机械施肥作业后，主肥料带上部覆盖土层的厚度 | 定量 |
| 施肥均匀性/（%） | 完成机械施肥作业后，排肥器排出肥料质量分布的均匀程度 | 定量 |

5.2.4 中耕机械

中耕机械选型测试评价指标体系见下表7。

表7 中耕机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 中耕深度/（cm） | 完成机械中耕作业后，耕作层底面距离地表面的垂直高度 | 定量 |
| 除草率/（%） | 完成机械中耕作业后，单位面积上除去的杂草数量占总杂草数量的百分比 | 定量 |

5.2.5 秸秆处理机械

秸秆处理机械分为秸秆粉碎还田机和秸秆捡拾打捆机共2种。秸秆粉碎还田机选型测试评价指标体系见下表8，秸秆捡拾打捆机选型测试评价指标体系见下表9。

表8 秸秆粉碎还田机选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 留茬高度/（mm） | 完成机械秸秆处理作业后，留在地块中的残茬高度 | 定量 |
| 秸秆粉碎长度合格率/（%） | 完成机械秸秆处理作业后，粉碎长度合格的秸秆质量占秸秆总质量的百分比 | 定量 |

表9 秸秆捡拾打捆机选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 成捆率/（%） | 完成机械秸秆打捆作业后，成捆数占总捆数的百分比 | 定量 |
| 秸秆损失率/（%） | 完成机械秸秆打捆作业后，损失秸秆质量占秸秆总质量的百分比 | 定量 |

5.3 植保机械

丘陵山区植保机械的未来发展和应用趋势主要为植保无人驾驶航空器，其机械选型测试评价指标体系见下表10。

表10 植保无人驾驶航空器选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位电耗/（kWh/hm2） | 机械在正常作业时平均每公顷的耗电量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |
| 作业效果 | 药液附着率/（%） | 完成机械植保作业后，药液在植株叶片表面（叶面、叶背）附着药液的均匀度 | 定量 |
| 雾化粒径/（m） | 机械喷嘴喷雾雾粒的平均直径 | 定量 |
| 单位面积施药量/（L/hm2） | 完成机械植保作业后，平均每公顷施用的药液量 | 定量 |

5.4 收获机械

收获机械选型测试评价指标体系见下表11。

表11 收获机械选型测试评价指标体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 能耗 | 单位油耗/（L/hm2） | 作业机械在正常作业时平均每公顷的燃油消耗量 | 定量 |
| 作业效率 | 田间作业效率/（hm2/h） | 正常条件下作业机械每小时完成的作业面积 | 定量 |

表11（续）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 三级指标 | 指标说明 | 指标类型 |
| 作业效率 | 有效作业时间占比/（%） | 作业机械或机械在作业过程满足作业效果所用时间占总作业时间的百分比 | 定量 |
| 作业效果 | 损失率/（%） | 完成机械收获作业后，损失籽粒（果穗）质量占收获籽粒（果穗）总质量的百分比 | 定量 |
| 破碎率/（%） | 完成机械收获作业后，机械损伤的籽粒（果穗）质量占收获籽粒（果穗）总质量的百分比 | 定量 |
| 含杂率/（%） | 完成机械收获作业后，收获物所含非籽粒杂质质量占其总质量的百分比 | 定量 |
| 作业性能 | 标定功率/（kW） | 收获机用柴油机带有与装在整机上时相同的附件，在一定环节条件下所能发出的12h功率值 | 定量 |
| 底盘调平系统 | 机械具备的调节底盘进行自动纠平的功能 | 定性 |
| 舒适性 | 驾驶室保护性 | 驾驶室保护机手抵抗恶劣作业环境的能力 | 定性 |
| 安全性 | 噪声/（dB） | 机械操作人员在作业过程中所处工作位置受到的噪声强度 | 定量 |
| 振动/（m/s2） | 机械操作人员在作业过程中所处工作位置受到的振动强度 | 定量 |
| 制动性能 | 机械在平地和斜坡上的制动能力 | 定性 |

6 指标数据的获取

6.1 非测量性指标值的获取

在各类型机械作业前，通过查阅机具铭牌或使用手册、实地调查等方法获取以下相关指标：机具及配套动力参数信息（包括标定功率、最小转向半径、最小离地间隙、轮距、雾化粒径等等）。

6.2 能耗指标值的获取

单位油耗和单位电耗指标为测量性指标，按GB/T 5667得到。

6.3 作业效率指标值的获取

作业效率指标的获取，通过时间记录和行程记录实现。时间记录是指作业机械启动开始至停机结束的过程中各段机械行为的时长，包括各设定标杆区通过时长、故障时间、调整时间。行程记录是在检测时间内机械往返总次数、行程长度、作业幅宽等作业相关参数的测量登记。在机械作业过程中，机械前端每次到达图1所示的0点、1点、2点、3点时用秒表记录该时刻的时间点并记录。

6.4 安全性指标值的获取

振动检测按照GB/T 7927或GB/T 13876规定执行。

噪声检测按照JB/T 6268规定执行。

振动和噪声均应在正常作业条件下操作人员的位置检测。

制动性能按照GB/T 3871.6规定执行。

6.5 作业效果指标值的获取

6.5.1 耕整地机械作业效果指标

6.5.1.1 旋耕深度的测量

在设定的测点处，采用耕深尺或直尺测量旋耕机作业后土壤耕作层上表面到耕作层底部的垂直高度，并记录于表。

6.5.1.2 旋耕碎土率的测量

在设定的测点处，选取25cm×25cm的检测区域，在其全耕层内测定径长大于4cm的土块质量wa及剩余土块（径长不大于4cm）质量wb。

6.5.1.3 深松深度

参照6.5.1.1执行。

6.5.1.4 深松深度稳定性

参照6.5.1.1执行。

6.5.1.5 开沟深度

参照6.5.1.1执行。

6.5.1.6 沟面宽度

参照6.5.1.1执行。

6.5.1.7 沟底宽度

参照6.5.1.1执行。

6.5.2 播种机械作业效果指标

6.5.2.1 播种深度合格率的测量

符合当地农艺要求的播种深度，误差为1cm时为合格的播种深度。在试验区地块内进行五点取样，每个测点宽度为一个工作幅宽，长度为2m，沿播种方向切开播行土层，测量种子上部覆盖土层的厚度，每个测点内对所有播种行，各测6点，并记录于表。

6.5.2.2 播种均匀性的测量

播种作业后直接剖开土层检测，也可在小苗出齐后测定。以40cm为一区段，测试区每行连续取10段，测定每段的种子（幼苗数）并记录于表。

6.5.3 施肥机械作业效果指标

6.5.3.1 施肥深度的测量

参试机械作业时，肥箱中肥料应不少于肥箱容积的三分之二，排肥量应符合当地农艺要求。在设定的切点处，切开施肥土层立面，用直尺测量肥料层上部至垄顶（或耕层表面）的竖直距离。沿测量点顺序测量并记录于表。

6.5.3.2 施肥均匀度的测量

该指标在地面检测。选择水平、沉实、无杂质的地面铺上干净塑料布并固定，若作业机械带有开沟和覆土装置需预先拆除，然后调整排肥口离地面高度至合适位置，肥箱中的肥料不少于肥箱容积的三分之二，机械按正常作业速度和规定排肥量通过测试区。在设定的测点处选择1m长的肥料段，收集肥料并称重，逐点测量并记录。

6.5.4 中耕机械作业效果指标

6.5.4.1 中耕深度的测量

参照6.5.1.1执行。

6.5.4.2 除草率的测量

在设定的测定处，每点位取样面积为1m2，记录中耕前后的杂草株（丛）数或把杂草沿地面割下来并立即称其质量，并记录于表。

6.5.5 秸秆处理机械作业效果指标

6.5.5.1 留茬高度

在设定的测点处，每点在割幅宽度方向上测定左、中、右3点的割茬高度、其平均值为该点处的割茬高度，并记录于表。

6.5.5.2 秸秆粉碎长度合格率

在设定的测点处，每点位取样面积为1m2，在取样区域收集所有的秸秆称重，从中挑选出粉碎长度不合格的秸秆（秸秆的粉碎长度不含其两端的韧皮纤维）称重，并记录于表。

6.5.5.3 成捆率

在田间测定的总捆数不少于100捆，将成捆数与总捆数均记录于表。

6.5.5.4 秸秆损失率

秸秆损失率包括捡拾损失率和成捆损失率。往返测两个行程，每个行程取10m长称出所有秸秆质量，捡拾后再收集该区间遗落的平均株长三分之一长度以上的秸秆，称其质量；采用帆布接取形成一个草捆过程中成捆室遗落下的散碎草，称其质量，以上数据均记录于表。

6.5.6 植保机械作业效果指标

6.5.6.1 药液附着率的测量

测试前，在设定的测点处将水敏纸放置在植株高度的五分之二处，待作业完毕后收回，测量附着药液部分面积占整张试纸面积的百分比，或者在风送喷雾和超低量弥雾作业时测量雾滴密度，并记录于表。

6.5.6.2 单位面积施药量的测量

在测区进行作业后，记录作业前后的药箱内的药液质量和作业面积，计算单位面积施药量。

6.5.7 收获机械作业效果指标

6.5.7.1 损失率的测量

在设定的测点处选取1m2取样区域，在取样区域收集所有的籽粒（果穗），干净后称其质重，再根据收获的作物质量和与其对应的地块面积测算每平方米的籽粒（果穗）质量，均并记录于表。

6.5.7.2 破碎率的测量

从收获物中随机抽取5份含杂样品，用四分法从样品中取出含破碎籽粒的样品5份，每份100g，挑选出其中破碎的籽粒并称其质量，并记录于表。

6.5.7.3 含杂率的测量

在收获物中随机取样5份，每份质量不少于2000g，集中并充分混合，从中取出含杂样品5份，每份1000g，对样品进行清选处理，将所有杂质清除后称重并记录于表。

7 参试机型的农艺适应性判定

依据不同环节作业效果类的三级指标计算结果与当地农艺要求的比较来判定各环节参试机型是否适应当地生产要求（具体计算公式参见附录A）。只有参试机型的各项指标均满足农艺要求才被认定为适应，其判定依据见表12。机械选型涉及的其他相关指标达到要求即认定为适应，其判定依据见表12。对于地块面积小于3亩的机械作业效果，其农艺要求值可比原标准值放宽20%。

表12 参试机型的农艺适应性判定依据

| 机械类型 | 指标名称 | 农艺要求 | 指标类型 |
| --- | --- | --- | --- |
| 耕整地 | 旋耕 | 旋耕层深度 | 平均值在当地农艺生产要求值10%范围内 | 居中性指标 |
| 旋耕碎土率 | 土壤质地为壤土，平均碎土率（E）60%；粘土，E50%；砂土，E80% | 正向指标 |
| 深松 | 深松深度 | 平均值在当地农艺生产要求值10%范围内 | 居中性指标 |
| 深松深度稳定性 | 85% | 正向指标 |
| 开沟 | 开沟深度 | 平均值在当地农艺生产要求值10%范围内 | 居中性指标 |
| 沟面宽度 | 平均值在当地农艺生产要求值10%范围内 | 居中性指标 |
| 沟底宽度 | 平均值在当地农艺生产要求值10%范围内 | 居中性指标 |
| 播种 | 播深合格率 | 条播75%；精播80% | 正向指标 |
| 播种均匀性 | 稳定性系数80% | 正向指标 |
| 施肥 | 施肥深度 | 平均值在当地农艺生产要求值%范围内，稳定性系数80% | 居中性指标 |
| 施肥均匀性 | 稳定性系数60% | 正向指标 |
| 中耕 | 中耕深度 | 平均值在当地农艺生产要求值%范围内，稳定性系数80% | 居中性指标 |
| 除草率 | 80%（旋转式）；%（锄铲式） | 居中性指标 |
| 植保 | 药液附着率 | 80% | 正向指标 |
| 雾化粒径 | 雾化粒径下限150μm | 负向指标 |
| 单位面积施药量 | 平均值在当地农艺生产要求值%范围内 | 居中性指标 |
| 收获 | 损失率 | 小麦3.5%；玉米4.0%（果穗收获）；玉米5.0%（籽粒直收） | 负向指标 |
| 破碎率 | 小麦2.5%；玉米.0%（果穗收获）；玉米5.0%（籽粒直收） | 负向指标 |
| 含杂率 | 小麦7.0%；玉米1.5%（果穗收获）；玉米3.0%（籽粒直收） | 负向指标 |

表12（续）

| 机械类型 | 指标名称 | 农艺要求 | 指标类型 |
| --- | --- | --- | --- |
| 秸秆处理 | 还田 | 留茬高度 | 小麦80mm；玉米100mm | 负向指标 |
| 秸秆粉碎长度合格率 | 小麦、玉米秸秆粉碎长度按当地农艺制度要求，合格率85% | 正向指标 |
| 打捆 | 成捆率 | 95% | 正向指标 |
| 秸秆损失率 | 7.0% | 负向指标 |

表13 参试机型其他部分指标的判断依据

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标名称 | 相关要求 | 指标类型 |
| 标定功率 | 最大连片地块面积20亩，，且K28千克/马力50亩最大连片地块面积20亩，，且K30千克/马力200亩最大连片地块面积50亩，73.5kW；且K32千克/马力最大连片地块面积亩，132.5kWW；且K32千克/马力 | 0-1型 |
| 最小离地间隙 | 300mm | 0-1型 |
| 轮距 | 前后轮距可调，能匹配作物行间距，且最小轮距1800mm | 0-1型 |
| 最小转向半径 | 满足实际作业转弯掉头需要 | 0-1型 |
| 底盘调平系统 | 机械拥有底盘调平的装置和能力 | 0-1型 |
| 驾驶室保护性 | 驾驶室可封闭，可抵挡风沙和阳光 | 0-1型 |
| 温控系统 | 具备温度调节装置 | 0-1型 |
| 噪声 | 符合GB 6376规定限值 | 0-1型 |
| 振动 | aw3.5m/s2（皮带传动轮式拖拉机）；aw3.0m/s2（直联传动轮式拖拉机）； | 0-1型 |
| 制动性能 | 在20%的干硬坡道上，使用驻车制动装置，应能沿上下坡方向可靠停住；拖拉机冷态制动平均减速度应不小于2.5m/s2； | 0-1型 |

8 综合评价

8.1 参试机型综合评价指标符号体系

只有参试机型被判定合格后，才进行综合评价；为便于综合评价，将各级指标赋予相对应的符号，其符号体系见表14。其中不同类型机械的评价指标权重值参见附录B。

表14 综合评价指标符合体系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 |
| 名称 | 符号/A | 名称 | 符号/B | 名称 | 符号/C | 指标类型 |
| 某作业机械适用性满意度 | A | 能耗 | B1 | 单位油耗 | C1 | 负向指标 |
| 作业效率 | B2 | 田间作业效率 | C2 | 正向指标 |
| …… | …… | …… |

表14（续）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 |
| 名称 | 符号/A | 名称 | 符号/B | 名称 | 符号/C | 指标类型 |
| 某作业机械适用性满意度 | A | 作业效果 | B3 | 作业效果1 | …… | 详见上表12 |
| 作业效果2 | …… |
| 作业效果3 | …… |
| …… | …… |
| …… | Bi | …… | …… | …… |
| …… | Cr | …… |

8.2 评价指标的无量纲化处理

各环节指标计算结果的单位量纲不统一，需经数学变换统一赋值到[0,1]区间，然后进行综合评价。无量纲化处理方法如下：

a) 按式（1）计算正向指标（越大越好指标）的无量纲化值：

 …………………………………（1）

b) 按式（2）计算负向指标（越小越好指标）的无量纲化值：

 …………………………………（2）

c) 对居中性指标，即越接近中值A越好的指标，假设指标取值范围为[]，按式（3）计算其无量纲化值：

 ……………………………（3）

式中：

 ——某环节第r个参试机型的第j个三级指标值的无量纲化值；

 ——某环节第r个参试机型的第j个三级指标值；

 ——某环节第j个居中性三级指标的中值；

 ——某环节第j个居中性指标允许偏离中值的取值范围。

8.3 评价指标权重的选取

不同类型机械选型评价指标体系的具体参考权重见附录B。

8.4 机械选型的综合评价

a) 类指标的评价

类指标即二级指标，包括作业成本（B1）、作业效率（B2）、作业效果（B3）和操作舒适性（B4）4个指标。按式（4）计算不同环节参试机型的类指标值：

 ………………（4）

式中：

 ——某环节第r个参试机型的第i个二级指标值（i=1,2,3,4）；

 ——某环节第j个三级指标的权重（j=1,2,…,）。

b) 综合评价，即多指标评价

按式（5）计算不同环节的各参试机型的综合评价值：

 ……（5）

式中：

——某环节第r个参试机型的适用性满意度综合评价值；

 ——某环节第i个二级指标的权重

附 录 A

（规范性）

各测量的指标计算方法

A.1 田间作业效率计算

按下式计算田间作业效率：

 …………………………………（A.1）

式中：

W ——某作业机械或机械的作业效率，单位为公顷每小时；

K ——机械进行单次作业的幅宽，单位为米；

H ——行程长度，单位为米；

q ——往返次数；

t ——作业时间（可由记录表累加计得），单位为秒。

A.2 旋耕机械作业效果指标计算

A.2.1 旋耕深度计算

按下式计算平均旋耕深度和旋耕深度的稳定性系数：

 …………………………………（A.2）

 …………………………………（A.3）

 …………………………………（A.4）

 …………………………………（A.5）

式中：

 ——平均旋耕深度，单位为厘米；

 ——第i测点的耕深测定值，单位为厘米；

n ——总测量点数；

s ——旋耕深度的标准差，单位为厘米；

V ——旋耕深度的变异系数；

U ——旋耕深度的稳定性系数。

A.2.2 旋耕碎土率计算

按式（A.6）计算单点旋耕碎土率，按式（A.7）计算平均旋耕碎土率的计算采用：

 …………………………………（A.6）

 …………………………………（A.7）

式中：

 ——第i测点的碎土率；

——对应测点径长不大于4cm土块的质量，单位为千克；

——对应测点径长大于4cm土块的质量，单位为千克；

E ——平均碎土率；

n ——总测量点数。

A.3 深松机械作业效果指标计算

A.3.1 深松深度计算

参照A.2.1执行。

A.3.2 深松深度稳定性计算

参照A.2.1执行。

A.4 开沟机械作业效果指标计算

A.4.1 开沟深度计算

参照A.2.1执行。

A.4.2 沟面宽度计算

参照A.2.1执行。

A.4.3 沟底宽度计算

参照A.2.1执行。

A.5 播种机械作业效果指标计算

A.5.1 播深合格率计算

结合检测方法，按式（A.8）计算播深合格率：

 …………………………………（A.8）

式中：

H ——播种深度合格率；

——播种深度合格点数，单位为个；

——检测总点数，单位为个。

A.5.2 播种均匀性计算

参照A.2.1计算。

A.6 施肥机械作业效果指标计算

A.6.1 施肥深度计算

参照A.2.1执行。

A.6.2 施肥均匀度计算

参照A.2.1执行。

A.7 中耕机械作业效果指标计算

A.7.1 中耕深度

参照A.2.1执行。

A.7.2 除草率

结合检测方法，按下式（A.9）计算除草率：

 ……………………………（A.9）

式中：

C ——除草率；

——中耕前杂草密度，单位为株（丛）每平方米或克每平方米；

——中耕后杂草密度，单位为株（丛）每平方米或克每平方米。

A.8 秸秆处理机械作业效果指标计算

A.8.1 留茬高度

结合检测方法，按下式（A.10）计算留茬高度：

 ………………………………（A.10）

式中：

——平均割茬高度，单位为毫米；

——第i点的割茬高度，单位为毫米；

n ——总测量点数。

A.8.2 秸秆粉碎长度合格率

结合检测方法，按式（A.11）和式（A.12）计算秸秆粉碎长度合格率：

×100% …………………………………（A.11）

 …………………………………（A.12）

式中：

 ——第i测点秸秆粉碎长度合格率；

 ——第i测点秸秆总质量，单位为千克；

 ——第i测点不合格秸秆质量，单位为千克；

 ——秸秆粉碎长度合格率；

n ——总测量点数。

A.8.3 成捆率

结合检测方法，按式（34）计算成捆率：

×100% …………………………………（A.13）

式中：

 ——成捆率；

 ——总捆数，单位为捆；

 ——成捆数，单位为捆。

A.8.3 秸秆损失率

结合检测方法，按式（35）和式（36）分别计算捡拾损失率和成捆损失率：

×100% …………………………………（A.14）

 …………………………………（A.15）

式中：

 ——捡拾损失率；

 ——漏捡秸秆质量，单位为千克；

 ——各测点秸秆总质量，单位为千克；

——成捆损失率；

——秸秆捆质量，单位为千克；

——成捆室损失的秸秆质量，单位为千克；

——每米漏捡秸秆质量，单位为千克每米；

——测定地段全长，单位为米。

然后根据式（37）计算秸秆损失率：

 …………………………………（A.16）

A.9 植保机械作业效果指标计算

A.9.1 药液附着率计算

根据6.5.6.1方法测量后，可获得五个测量点处各点药液附着率的单点值，将五处单点值求平均即得本文所需的药液附着率。

A.9.2 单位面积施药量计算

根据6.5.6.2方法记录的数据直接计算即可。

A.10 收获环节

A.10.1 损失率

结合检测方法，按式（A.13）、式（A.14）分别计算损失率，取5点损失率的平均值：

 …………………………………（A.17）

式中：

 ——第i点取样点损失率；

 ——每平方米籽粒（果穗）损失质量，单位为克每平方米；

 ——每平方米籽粒（果穗）质量，单位为克每平方米；

 ——每平方米自然落粒（落穗）质量，单位为克每平方米。

 …………………………………（A.18）

式中：

S ——平均损失率。

A.10.2 破碎率

结合检测方法，按式（A.15）、式（A.16）计算破碎率，取5份样品破碎率的平均值：

 …………………………………（A.19）

 …………………………………（A.20）

式中：

 ——第i个样品破碎率；

 ——样品中破碎籽粒质量，单位为克；

 ——含破碎籽粒样品的质量，单位为克；

 ——平均破碎率。

A.10.3 含杂率

结合检测方法，按式（A.17）、式（A.18）计算含杂率，取5份样品含杂率的平均值：

 …………………………………（A.21）

 …………………………………（A.22）

式中：

 ——第i个样品含杂率；

 ——样品中杂质质量，单位为克；

 ——含杂样品质量，单位为克；

Z ——含杂率。

附 录 B

（资料性）

各类型机械选型评价指标体系权重表

表B.1 动力机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 作业性能 | 0.50 | 标定功率/（kW） | 0.45 |
| 最小转向半径/（m） | 0.15 |
| 最小离地间隙/（mm） | 0.15 |
| 后轮轮距/（mm） | 0.15 |
| 底盘调平系统 | 0.10 |
| 舒适性 | 0.25 | 驾驶室保护性 | 0.50 |
| 温控系统 | 0.50 |
| 安全性 | 0.25 | 噪声/（dB） | 0.30 |
| 振动/（m/s2） | 0.30 |
| 制动性能 | 0.40 |

表B.2 旋耕机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 旋耕层深度/（cm） | 0.50 |
| 旋耕碎土率/（%） | 0.50 |

表B.3 深松机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 深松深度/（cm） | 0.50 |
| 深松深度稳定性/（%） | 0.50 |

表B.4 开沟机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 开沟深度/（cm） | 0.40 |
| 沟面宽度/（cm） | 0.30 |
| 沟底宽度/（cm） | 0.30 |

表B.5 播种机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 播种深度合格率/（%） | 0.50 |
| 播种均匀性/（%） | 0.50 |

表B.6 施肥机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 施肥深度/（cm） | 0.50 |
| 施肥均匀性/（%） | 0.50 |

表B.7 中耕机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 中耕深度/（cm） | 0.30 |
| 除草率/（%） | 0.70 |

表B.8 秸秆粉碎还田机选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 留茬高度/（mm） | 0.30 |
| 秸秆粉碎长度合格率/（%） | 0.70 |

表B.9 秸秆捡拾打捆机选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.30 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.40 | 成捆率/（%） | 0.70 |
| 秸秆损失率/（%） | 0.30 |

表B.10 植保无人驾驶航空器选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.20 | 单位电耗/（kWh/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.30 | 田间作业效率/（hm2/h） | 1.00 |
| 作业效果 | 0.50 | 药液附着率/（%） | 0.40 |
| 雾化粒径/（μm） | 0.40 |
| 单位面积施药量/（L/ hm2） | 0.20 |

B.11 收获机械选型评价指标体系权重表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 二级指标 | 权重 | 三级指标 | 权重 |
| 能耗 | 0.15 | 单位油耗/（L/hm2） | 1.00 |
| 作业效率 | 0.20 | 田间作业效率/（hm2/h） | 0.50 |
| 有效作业时间占比/（%） | 0.50 |
| 作业效果 | 0.30 | 损失率/（%） | 0.50 |
| 破碎率/（%） | 0.30 |
| 含杂率/（%） | 0.20 |
| 作业性能 | 0.15 | 标定功率/（kW） | 0.70 |
| 底盘调平系统 | 0.30 |
| 舒适性 | 0.10 | 驾驶室保护性 | 1.00 |
| 安全性 | 0.10 | 噪声/（dB） | 0.30 |
| 振动/（m/s2） | 0.30 |
| 制动性能 | 0.40 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_