

ICS
CCS

团体标准

T/CAAMM XXXX—202X/T/NJ XXXX—202X

水田精准平地打浆机

Paddy field precision levelling-beater

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械工业协会
中国农业机械学会

发布

前 言

本文件按照 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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的提出和发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械工业协会和中国农业机械学会联合提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：河南科技大学、华南农业大学、中国农业机械化科学研究院集团有限公司、河南巨隆科技有限公司。

本文件主要起草人：周浩，王学振，张昆，胡炼，赵梦龙，王升升，李康泰，孙风云，秦志宇。

本文件为首次发布。

水田精准平地打浆机

1 范围

本文件规定了水田精准平地打浆机的术语与定义、技术要求、安全要求、基本性能、精准作业要求、试验方法、检验标准、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于水田精准平地打浆机（以下简称“平地打浆机”）。

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，仅该日期的对应版本适用于本文件；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/T 699-2015 优质碳素结构钢

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接受质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB/T 5262 农业机械试验条件 测定方法的一般规定

GB 7247.1-2012 激光产品的安全 第1部分：设备的分类、要求

GB/T 7247.14 激光产品的安全 第14部分：用户指南

GB/T 7935 液压元件 通用技术条件

GB/T 9480 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 使用说明书编写规则

GB 10395.1 农林机械 安全 第1部分：总则。

GB 10395.5 农林机械 安全 第5部分：驱动式耕作机械

GB 10396 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 安全标志和危险图形 总则

GB 10435 作业场所激光辐射 卫生标准

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 13452.2-2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB/T 14039-2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号

GB/T 15490 固体激光器总规范

GB/T 17126 (所有部分)农业拖拉机和机械 动力输出万向节传动轴和动力输入连接装置

GB/T 17489 液压颗粒污染分析 从工作系统管路中提取液样

JB/T 673-2015 农林拖拉机及机具 涂漆通用技术条件

JB/T 7041 液压齿轮泵

JB/T 8574 农机具产品 型号编制规则

JB/T 9832.2-1999 农林拖拉机和机具 漆膜 附着性能测定方法 压切法

JB/T 10205 液压缸

QC/T 518 汽车用罗文锦库检紧固扭矩

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

水田精准平地打浆机 paddy field precision levelling-beater

采用激光、GNSS和倾角传感器等位姿信息作为反馈控制，来实现对平地铲和打浆装置高程和水平的独立控制，通过先平后打的方式实现一次进田即完成水田精准平地和精准打浆作业的水田耕整作业机具。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 零件应按规定程序批准的图样和技术文件制造，所有材料应符合图样的规定，允许使用代用材料，其代用材料的机械性能应不低于设计材料的性能。

4.1.2 铸件不应有裂纹和其他降低零件强度的缺陷，加工部位不允许有砂眼、气孔、锁孔和夹渣等缺陷。

4.1.3 锻件不应有夹层、折叠、裂纹和明显残缺皱褶。

4.1.4 冲压件不应有毛刺、裂纹和明显残缺皱褶。

4.1.5 焊接件焊接要牢固，焊缝应平整、均匀，不应有脱焊、漏焊、烧穿、夹渣、气孔等缺陷，焊后变形应矫正。

4.1.6 平地打浆机使用说明书应符合GB/T 9480的规定，并应规定所需配套动力要求。

4.1.7 平地打浆机涂漆应符合JB/T 5673-2015中TQ-2-2-DM的规定，漆附着性能应不低于JB/T 9832.2-1999中规定的Ⅱ级。

4.1.8 平地打浆机应设手动操纵装置，手动操纵装置应轻便、灵活、可靠、无卡阻现象。

4.1.9 电线应捆扎成束、布置整齐、固定卡紧、接头牢固并有绝缘套，在导线穿越孔洞时应装设绝缘套管。

4.1.10 所有零、部件应经检验合格，外购件、外协件应验收合格后方可进行装配。

4.1.11 开关、按钮应操作方便，开关自如，不应因振动而自行接通或关闭。

4.1.12 平地打浆机的切土角、水平回转角、垂直回转角经液压系统调节的，调节范围应不超过使用说明书规定的调节范围，经人工调节的，调节应灵活，锁止、定位应牢固可靠。

4.1.13 整机装配后，零件的外漏加工表面应涂防锈油、摩擦表面应涂润滑油。

4.1.14 传动箱不应有漏油和渗油现象。

4.1.15 刀片、刀轴和齿轮箱等承受载荷的重要部位其紧固件强度等级为：螺栓不低于GB/T 3098.1-2000中规定的8.8级，螺母不低于GB/T 3098.2-2000中规定的8级。主要紧固件的拧紧力矩应符合QC/T 518的规定。

4.1.16 轴承座及润滑油温升不得超过25℃。

4.1.17 刀轴与刀片装配后应进行平衡试验，其平衡品质等级应不大于GB/T 9239.1-2006中规定的G6.3级。

4.1.18 涂漆前应先将表面锈层、油污、焊渣和尘垢等清除干净。

4.1.19 刀片等工作部件可以不涂底漆，只涂黑色面漆。

4.1.20 涂漆应色泽均匀、平整光滑、无漏底，整机外观应整洁，不应有锈蚀、碰伤等缺陷。

4.2 主要零部件要求

4.2.1 平地铲和打浆刀

- 4.2.1.1 平地铲和打浆刀材质的力学性能应不低于GB/T 699-2015规定的65Mn。
- 4.2.1.2 平地铲和打浆刀刀身部分热处理硬度应为48HRC~60HRC，硬度合格率应不低于85%。
- 4.2.1.3 平地铲和打浆刀表面不应有裂纹、凹坑等缺陷。
- 4.2.2 激光发射器、GNSS天线、倾角传感器和接收器
- 4.2.2.1 发射器应符合GB/T 15490的规定。
- 4.2.2.2 接收器应能360° 接受激光束。
- 4.2.2.3 发射器覆盖范围应不低于平地打浆机使用说明书的规定值。
- 4.2.2.4 发射器、接收器支撑杆（架）应固定牢固可靠，工作中不应发生变形，影响激光束接收。
- 4.2.2.5 发射器应有自动安平功能，安平范围应在-5°~5°之间，安平时间应不大于2min。
- 4.2.2.6 发射器发射激光束的旋转速度应可调。
- 4.2.2.7 接收器输出数据应包含BDCS坐标系或WGS-84坐标系下的定位数据（时间、位置、速度等）；
- 4.2.2.7 接收器输出数据更新率应不低于1Hz；
- 4.2.2.8 GNSS天线至少应能接收BDS播发的公开服务信号。根据天线的实际应用需求，也可同时接收其他的卫星导航信号。
- 4.2.2.9 GNSS天线在各接收频点范围内，法向增益不小于4.5dBi，仰角20°方向增益不小于-5dBi；
- 4.2.2.10 GNSS天线相位中心偏差不能超过2mm；
- 4.2.2.11 GNSS天线应具备防水能力，在深度为1米的清洁自来水中，浸泡0.5h后，应能正常工作。
- 4.2.2.12 外置天线在经受加速度为 $50m/s^2$ ，持续时间为18ms的冲击试验18次后，应能保持结构完好，工作正常。
- 4.2.2.13 倾角传感器应具有一定的防水性和抗干扰性，在水田环境条件下进行检验，确保传感器不受温度、湿度、震动或其他外部因素的干扰。
- 4.2.3 液压、控制系统
- 4.2.3.1 液压系统应符合GB/T 3766的规定，液压元件应符合GB/T 7935的规定，液压系统不应有渗、漏油现象。
- 4.2.3.2 液压管路连接应正确，有关不应扭转、压扁和破损。液压管路应固定可靠，开机后不应发生明显的振动。
- 4.2.3.3 使用的油管和接头在1.5倍额定工作压力下，不应有渗、漏油现象。
- 4.2.3.4 液压油固体污染度限值应符合GB/T 14039-2002规定的21/19/16。
- 4.2.3.5 液压缸应符合JB/T 10205的规定。
- 4.2.3.6 液压泵应符合JB/T 7041的规定。
- 4.2.3.7 控制系统应灵活可靠，无卡滞现象。
- 4.2.3.8 平地打浆装置静置30min后，净沉降量应不大于5mm。
- 4.2.4 万向节传动轴
- 4.2.4.1 万向节传动轴和动力输入连接装置应符合GB/T 17126（所有部分）的规定。

5 安全要求

- 5.1 确保机器的电气系统符合安全标准，避免电气故障引发火灾或触电事故。避免使用受损的电缆和插头，确保电源接地良好。
- 5.2 确保机器在作业时有足够的通风，防止发动机过热。使用防尘设备，避免粉尘堆积引发火灾或机器故障。
- 5.3 按照操作手册指导的正确流程操作机器，避免违规使用或随意更改机器设置。
- 5.4 在机器运输和存放过程中，要采取适当的保护措施，防止机器受损或引发意外。
- 5.5 平地打浆机产品设计和结构应合理，保证操作人员按照制造厂使用说明书操作和保养时没有危险，其安全要求应符合GB 10395.1和GB 10395.5的规定。
- 5.6 对操作人员有危险的外露运动件（如：传动链、链条、动力输出轴和万向节传动轴等）应有防护装置，防护装置应符合GB 10395.1的规定，其余外露功能件（如：平地铲和打浆刀）、存在遗留风险的部件附近应设置符合GB 10396规定的安全标志。
- 5.7 工作部件的防护装置应符合GB 10395.5的规定。
- 5.8 非作业状态时应能可靠的切断动力；离合器接合、分离应准确可靠。
- 5.9 使用说明书应给出操作和维护保养的安全注意事项，安全注意事项的编写应符合GB/T 9480的规定。
- 5.10 平地打浆机及激光发射器应按GB 7247.1-2012中地5章的规定进行标记。
- 5.11 激光发射器发射的激光束应不超过GB 7247.1-2012中的2M类且应符合GB 10435的规定。
- 5.12 激光发射器的安全防护应符合GB/T 7247.14的规定。

5 基本性能

6.1 基本作业性能

表1 性能要求

序号	项目	指标
1	打浆深度/cm	13~15
2	打浆深度稳定性系数/%	≥95
3	作业后地表平整度标准差/cm	≤2.2
4	作业后采样点高度与期望高度绝对值≤3cm的个数占 采样总个数的百分比/%	≥90

6.2 可靠性

- 6.2.1 平均故障间隔时间MTBF应不少于100h。
- 6.2.2 平地打浆机的使用有效度应不少于95%。

7 试验方法

7.1 安全要求检测

7.1.1 激光发射器的激光束的检验按照GB 10435及GB 7247.1-2012中第9章的规定进行,其余7目采用目测。

7.1.1 检查水田精准平地打浆机的外观,确保没有明显的损坏或缺陷。

7.1.2 检查所有运动部件、传动装置和液压系统,确保其正常运行并无松动或卡阻。

7.1.3 确保机械防护装置齐全并有效,防止操作人员接触到危险区域。

7.1.4 确保水田精准平地打浆机的停机装置可靠,包括急停按钮等。

7.1.5 检查电气系统的接地情况,确保操作人员免受电击的风险。

7.1.6 检查电线、电缆和插头的完整性,避免短路和火灾风险。

7.1.7 检查电气控制系统是否稳定可靠,包括各种传感器、开关和控制面板。

7.2 漆膜厚度、涂漆附着力的检测

7.2.1 漆膜厚度按GB/T 13452.2-2008中的5.2的规定进行检测。

7.2.2 漆膜附着力按JB/T 9832.2的规定进行检测。

7.3 基本性能试验

7.3.1 样机和试验地

7.3.1.1 样机在试验前应进行技术测定,并按使用说明书的规定进行调整和保养。

7.3.1.2 配套拖拉机的技术状态应良好。

7.3.1.3 试验地应选择符合5.3.1要求的地块,对土壤类型、地表起伏等状况进行测量,并记录。

7.3.1.4 试验地 长度应不少于200m,宽度应不少于10个机具的作业幅宽。测区长度应不少于100 m,两端为稳定区。

7.3.2 土壤绝对含水量的测定

在试验的测区内随机取样5处(每处间隔应不小于10m,每处距测区边缘应不小于5m),取样深度:切土深度小于15cm时取一层,在切土深度范围内取样;切土深度大于15cm时取两层,分别在0cm~10cm深度范围内和10cm至切土深度范围内取样。求出每一测点各层的平均含水率,并计算全切土深度的平均含水率,按GB/T 5262规定的公式计算土壤绝对含水率。

7.4 作业性能测定

7.4.1 打浆深度测定

用激光控制平地打浆机进行平地打浆作业,将GNSS天线安装于平地打浆机上,GNSS定位系统采集平地打浆作业过程数据,GNSS天线距打浆刀片最低点距离为 H_s ,通过数据得出打浆机刀片的作业最低点坐标为 (X_j, Y_j, Z_j-H_s) 。作业完成后放完田面积水,用三维激光雷达绕田埂一周对试验田面进行平整度采集,得出平地打浆作业后田面的点云坐标为 (X_i, Y_i, Z_i) 。为了使平地打浆作业轨迹点与平地打浆后天面点云一一对应,对GNSS轨迹上的每一数据点在平地打浆后的田面点云中按式(1)进行搜索。

$$\sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2} \leq 100 \quad (1)$$

式中:

X_i ——平地打浆作业后田面的点*i*对应的X轴坐标,单位为厘米(cm);

X_j ——平地打浆作业轨迹点*j*对应的X轴坐标,单位为厘米(cm);

Y_i ——平地打浆作业后田面的点*i*对应的Y轴坐标,单位为厘米(cm);

Y_j ——平地打浆作业轨迹点*j*对应的Y轴坐标,单位为厘米(cm);

满足该式的所有点云的高度平均值为该采集样点打浆作业最低点的高度值 Z_{1j} ，其对应平地打浆后田面的海拔高度值为 Z_{1i} 。按式(2)计算打浆深度平均值：

$$\bar{H} = \frac{\sum_{j=0}^n (Z_{1i} - Z_{1j})}{n} \quad (2)$$

式中：

\bar{H} ——打浆深度平均值，单位为厘米(cm)；

Z_{1i} ——符合要求平地打浆作业轨迹点 i 对应的Z轴坐标，单位为厘米(cm)；

Z_{1j} ——符合要求平地打浆作业后田面的点 j 对应的Z轴坐标，单位为厘米(cm)；

按式(3)计算打浆深度稳定性系数：

$$U = \left[1 - \frac{\sqrt{\sum (Z_i - \bar{Z})^2 / (n-1)}}{\bar{Z}} \right] \times 100\% \quad (3)$$

式中：

U ——打浆深度稳定性系数%。

\bar{Z} ——期望高度，一般指田间所有测量点的平均相对高度，单位为厘米(cm)；

Z_i ——田间第 i 个测量点的相对高度，单位为厘米(cm)；

7.4.2 作业后地表平整度标准差测定

按照GNSS天线接收器得出的平地打浆作业后田面点云的坐标，按公式(4)计算平整度标准差。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2}{n-1}} \quad (4)$$

式中：

S_d ——作业后地表平整度标准差，单位为厘米(cm)；

Z_i ——田间第 i 个测量点的相对高度，单位为厘米(cm)；

\bar{Z} ——期望高度，一般指田间所有测量点的平均相对高度，单位为厘米(cm)；

n ——田间所有采样点个数。

7.4.3 作业后采样点高度与期望高度绝对值 ≤ 3 cm的个数占采样总个数的百分比

按照GNSS得出的平地打浆作业后田面点云的坐标，按公式(5)计算平整度标准差。

$$P(|Z_i - \bar{Z}| \leq 3) = \frac{m}{n} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

Z_i ——各平整度采样点的高度值，单位为厘米(cm)；

\bar{Z} ——为各平整度采样点高度的期望值，单位为厘米(cm)；

n ——为平整度采样点个数。

m ——为采集点高度与其期望值的绝对值小于等于3cm的采样点个数。

7.5 可靠性试验

7.5.1 一般要求

7.5.1.1 平地打浆机采用现场可靠性试验时，试验时间应不少于120 h纯作业工作时间。

7.5.1.2 试验时，操作人员应按制造厂提供的产品使用说明书的规定进行操作和维修。

7.5.2 故障判定原则

7.5.2.1 整机或零(部)件在规定的条件下丧失规定功能的事件均称为故障。

7.5.2.2 与样机本质失效有关的故障均属关联故障，如危及作业安全、丧失功能及零部件损坏等故障，在统计时应计入。仅引起操作人员操作不便，但不影响样机作业并可轻易排除的故障除外。

7.5.2.3 外界因素造成的故障均属非关联故障。如操作人员使用、保养不当或误操作造成的故障，这类故障不应计入。

7.5.3 计算方法

7.5.3.1 按公式(6)计算平均故障间隔时间MTBF

$$MTBF = \frac{\sum t_i}{\sum r} \quad (6)$$

式中：

MTBF——平均故障间隔时间，单位为小时(h)；

$\sum t_i$ ——试验样机的累计工作时间之和，单位为小时(h)；

$\sum r$ ——生产考核期间试验样机发生的故障之和，单位为个，轻微故障不计。

凡在生产考核期间，试验样机有重大或致命失效(指发生人身伤害事故、因质量原因造成机具不能正常工作、经济损失重大的故障)发生，平均故障间隔时间为不合格。

7.5.3.2 按公式(7)计算有效度。

$$A = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_y} \quad (7)$$

式中：

A——有效度，%；

$\sum t_y$ ——试验样机故障排除和修复时间之和，单位为小时(h)。

7.6 平地铲和打浆刀刀身硬度的检测和计算方法

平地铲和打浆刀刀身硬度的检测和计算按下列规定进行：

——在距平地铲或打浆刀刀身外缘20 mm~60 mm的环形区域内，任选10点为测定基点。

——测定区域应一次打磨好。

——如4点中有1点不合格，允许进行补查，补查的方法是：以该点为对称中心，在其两侧20mm~25 mm测区内各测1点，如2点都合格判定为合格，否则判定为不合格。

——刀刀身硬度合格率按公式(8)计算。

$$\delta = \frac{n_1}{n_y} \times 100\% \quad (8)$$

式中：

δ ——刀刀身硬度合格率，%；

n_1 ——硬度合格点数，单位为个；

n_y ——硬度检验点数，单位为个。

7.7 激光发射器、GNSS天线、倾角传感器和接收器检验

7.7.1 激光发射器的检验按GB/T 15490的规定进行。

7.7.2 在现场或实验室360°转动激光接收器，检验其有无接收激光束反应。

7.7.3 将激光发射器按与水平基准面呈超出-5°~5°的角度放置，测试自动安平时间及激光束扫过的平面与水平基准面的夹角。

7.7.4 GNSS天线和GNSS接收器的检验按GB/T 39410-2020的规定进行。

7.7.5 倾角传感器在现场或实验室在1.5m/s的作业条件下，测量误差保证在1°以内。

7.8 液压系统检验

- 7.8.1 按 GB/T 17489规定的方法提取液样，用自动颗粒计数器测定液压油固体污染度。
- 7.8.2 油管 and 接头在1.5倍的额定工作压力下做耐压试验，保持压力2 min后检查渗漏情况。
- 7.8.3 操纵液压系统将平地打浆装置提升到最大高度，静置30 min后，测量平地打浆装置下降量作为静沉降量。

8 检验标准

8.1 出厂检验

- 8.1.1 每台平地打浆机出厂前应经制造厂质量检验部门检验合格，并附产品检验合格证后方可出厂。
- 8.1.2 出厂检验项目应符合表1规定。若有不合格项应加倍抽样进行复验，若复验仍有不合格项则判定为不合格。

8.2 型式检验

8.2.1 型式检验要求

有下列情况之一时，平地打浆机应进行型式检验：

- 新产品定型鉴定及老产品转厂生产；
- 正式生产后结构、工艺、材料等有很大的改变，可能影响产品性能；
- 正常生产时，五年应进行一次型式检验；
- 产品停产一年或一年以上，恢复生产；
- 国家质量监督部门或机构提出进行型式检验的要求。

8.2.2 检验项目

按对产品质量的影响程度，检验项目分为A类、B类、C类三类，检验项目分类见表2。

表2 检验项目

分类	序号	检验项目	技术要求	型式检验	出厂检验
A		安全要求	5.5	√	√
		安全标志	5.6	√	√
		标记	5.10	√	√
		激光束	5.11	√	—
		安全防护	5.12	√	
		地表平整度	6.2.1	√	
B		焊接	4.1.3	√	√
		电气	5.1	√	√
		线路	4.1.9	√	√
		开关、按钮	4.1.11	√	√
		切土角、水平回转角、垂直回转角	4.1.12	√	—
		可靠性	6.2	√	—
		平地铲、打浆刀	4.2.1	√	—
		激光发射器GNSS天线、倾角传感器和接收器	4.2.2	√	—
		液压、控制系统	4.2.3	√	—
		万向节传动轴	4.2.4	√	—

C		使用说明书	4.1.6	√	√
		涂漆	4.1.7	√	√
		手动操纵装置	4.1.8	√	√
		标志	9	√	√
注：“√”为需要检验项目；“—”为不需要检验项目。					

8.2.3 抽样方法

8.2.3.1 按GB/T 2828.1中的正常检查一次抽样方案，检验水平采用特殊检查水平S-1，抽样数量为2台。

8.2.3.2 采用随机抽样方法，由委托方或制造商提供近半年内生产的合格产品，检验单位(或委托相关部门)在委托方或制造商明示的合格产品存放处随机抽样，抽样基数不少于5台.在用户和销售部门抽样时，不受此限制，但样品应为未使用产品。

8.2.4判定规则

8.2.4.1 按表3的规定进行判定，表3中AQL为接收质量限，Ac为接收数，Re为拒收数，不合格项次数按计点法计算。样本中各类项目不合格数小于或等于接收数Ac时，判定该批产品为合格，否则判定该批产品为不合格。

表3 抽样评定表

项目分类		A	B	C
样本量		2		
检验水平		S-1		
项目数		6	11	5
合格品	AQL	6.5	25	40
	Ac Re	0 1	1 2	2 3

8.2.4.2 表2规定的检验项目含有多个子项的，若其中有一个子项不合格，则应判定该项目为不合格。

8.2.4.3 订货单位抽验产品质量时，合格质量水平和检查批量，由供需双方协商或按合同确定。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 每台平地打浆机上应安装牢固的产品标牌。标牌应符合GB/T 13306的规定，内容至少应包括：

- 制造商名称及地址；
- 产品型号与名称；
- 产品主要技术参数；
- 产品制造编号；
- 产品制造日期；
- 产品执行标准编号；

9.2 每台平地打浆机上的明显位置应标注制造厂商或标志。

9.3平地打浆机出厂装运时，对附件、备份、工具及运输中必须拆下的零部件，应进行分类包装、标识、应保证水田精准平地打浆机（包括附件、备件和随机工具）在正常运输中不致发生损坏和丢失。

9.4 出厂的每台平地打浆机应按照产品技术文件的规定配齐全套附件、备份和随机工具，并随同出厂的每台平地打浆机至少应提供下列文件：

- a) 使用说明书；
- b) 零件目录（零件图册）；
- c) 合格证和保修单；
- d) 附件、备件和随车工具清单；
- e) 三包文件；
- f) 装箱单；

9.5 在干燥、通风的贮存条件下，平地打浆机及其附件、备份和随机工具的防锈有效期为自出厂之日起12个月。
