

团 体 标 准

T/ZJDJ XXXX—XXXX

果园自主导航平台

Orchard Autonomous Navigation Tracked Chassis

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

浙 江 省 电 机 动 力 学 会 发 布

目 录

前 言	2
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 技术要求	3
4.1 一般要求	3
4.2 安全要求	4
4.3 主要性能与要求	4
5 试验方法	5
5.1 一般要求试验	5
5.2 安全要求试验	5
5.3 性能要求试验	5
6 检验规则	6
6.1 出厂检验	6
6.2 型式检验	6
7 标志、包装、运输和贮存	8
7.1 标志	8
7.2 包装	9
7.3 运输和贮存	9

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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省农业机械学会提出。

本文件由浙江省电机动力学会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：浙江省农业机械学会，浙江省现代农业装备设计研究院，浙江大学，浙江省农业机械研究院。

本文件主要起草人：xxx、

果园自主导航平台

1 范围

本文件规定了果园自主导航平台（以下简称“平台”）的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、运输和贮存。

本文件适用于平原、丘陵山区等功率不大于 20 kW 的果园自主导航平台的设计、制造和检验。

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/T 1592.2—2016 农业拖拉机 后置动力输出轴 1、2、3 和 4 型 第 2 部分：窄轮距拖拉机防护罩尺寸和空隙范围

GB/T 1592.3—2016 农业拖拉机 后置动力输出轴 1、2、3 和 4 型 第 3 部分：动力输出轴尺寸和花键尺寸、动力输出轴位置

GB/T 1593—2015 农业轮式拖拉机后置式三点悬挂装置 0、1N、1、2N、2、3N、3、4N 和 4 类

GB/T 2780 农业拖拉机牵引装置型式尺寸和安装要求

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3871.3 农业拖拉机试验规程 第 3 部分：动力输出轴功率试验

GB/T 3871.4 农业拖拉机试验规程 第 4 部分：后置三点悬挂装置提升能力

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 3871.9 农业拖拉机试验规程 第 9 部分：牵引功率试验

GB/T 4269.1 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 操作者操纵机构和其他显示装置用符号 第 1 部分：通用符号

GB/T 4269.2 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 操作者操纵机构和其他显示装置用符号 第 2 部分：农用拖拉机和机械用符号

GB/T 5862 农业拖拉机和机械 通用液压快换接头

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 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/T 10916 农业轮式拖拉机 前置装置 第 1 部分：动力输出轴和三点悬挂装置

GB 18384—2020 电动汽车安全要求

GB 18447.3—2008 拖拉机安全要求 第 3 部分：履带拖拉机

GB/T 19407 农业拖拉机操纵装置最大操纵力

GB/T 19408.3 农业车辆挂车和牵引车的机械连接 第 3 部分：拖拉机牵引杆

GB/T 20786 橡胶履带

GB/T 24645 拖拉机防泥水密封性试验方法

GB/T 24648.1 拖拉机可靠性考核

GB/T 43478-2023 拖拉机 自动辅助驾驶系统 通用技术规范

JB/T 5673—2015 农林拖拉机及机具涂漆 通用技术条件

JB/T 6712 拖拉机外观质量要求

JB/T 6714.2 农业拖拉机液压悬挂系统试验方法

JB/T 9832.2—1999 农林拖拉机及机具 漆膜 附着性能测定方法 压切法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自主导航 autonomous navigation

平台通过融合GPS、惯性测量单元、激光雷达、决策与控制等多源信息，在无需人工持续干预的情况下，于结构化或非结构化环境中自主生成全局/局部路径，并稳定、安全地跟踪该路径抵达目标点的能力。

3.2

果园自主导航平台 orchard autonomous navigation crawler chassis

以电机驱动、履带为行走装置，用于搭载多种机具从事果园作业的自主导航式机械底盘。

3.3

载重百千克续航时间 hundred-kilogram payload endurance time

平台在标准载重 100 kg 工况下，从满电状态至终止电压时可持续作业的最长时间（h），其数值受电池容量、作业地形及机具功耗共同影响。

3.4

载重百千克行驶速度 hundred-kilogram payload travel speed

平台在标准载重 100 kg 工况下，于平坦硬实路面上沿直线稳定行驶时，其平均移动速度（km/h）。

3.5

额定运载能力 rated load capacity

平台在制造商规定的作业环境和技术参数条件下，装备可持续安全承载的最大有效载荷量。

3.6

AB 直线作业 AB line operation

平台按照由 A 点、B 点确定的虚拟直线进行的作业。

3.7

AB 曲线作业 AB curve operation

平台按照由 A 点、B 点确定的虚拟曲线进行的作业。

[来源：GB/T 43478-2023]

3.8

平台自动避障 platform autonomous obstacle avoidance

平台在自主导航作业过程中，通过车载感知系统实时探测行进路径上的静态或动态障碍物，并依据预设的安全规则，自动触发制动或局部路径重规划等行为，以实现规避碰撞、保障安全并最终恢复至原定导航目标的能力。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 平台应按照经规定程序批准的产品图样和技术文件制造。

4.1.2 平台应能配套植保、搬运、除草、巡检等多种机具，具备多种作业功能。

4.1.3 平台紧固件的联接应牢固可靠，不应有松动现象。

4.1.4 平台正常工作时各系统不应有异常响声，不应有漏油、漏水、漏气和漏电现象。

4.1.5 防泥水密封性试验后的平台各部位不应有渗、漏液（包含油、水等液体），各润滑油及润滑脂密封腔内的油脂不应有可见的水珠或用电烙铁探查有爆裂声。

4.1.6 平台外观质量应符合 JB/T 6712 的规定。涂漆至少应符合 JB/T 5673—2015 表 1 中 TQ-2-1-DM 的规定，其中机罩总成、挡泥板及其他装饰保护性要求较高的零部件涂漆应符合 JB/T 5673—2015 表 1 中的规定，漆膜附着性能不应低于 JB/T 9832.2—1999 表 1 中 II 级的规定。

4.1.7 各操纵机构应具备轻便灵活的运转性能，并能可靠实现其预期功能。对于可自动回位的操纵件，在操纵力去除后应能自动复位；对于非自动回位的操纵件，则应能稳定保持在选定位置。所有操纵装置的最大操纵力应符合 GB/T 19407 的规定。

4.1.8 后置动力输出轴尺寸、花键型式和位置应符合 GB/T 1592.3—2016 中矩形花键 1 ϕ 35 型的要求或渐开线花键尺寸 2 ϕ 35 型的要求。

- 4.1.9 前置动力输出轴应符合 GB/T 10916 的规定。
- 4.1.10 液压悬挂装置连接尺寸应符合 GB/T 1593—2015 中规定的 0 类。
- 4.1.11 平台牵引装置应符合 GB/T 2780 或 GB/T 19408.3 的规定，液压快换接头应符合 GB/T 5862 的规定。
- 4.1.12 平台行走装置采用橡胶履带时，橡胶履带应符合 GB/T 20786 的规定。
- 4.1.13 平台操纵符号应符合 GB/T 4269.1 及 GB/T 4269.2 的规定，平台产品使用说明书应符合 GB/T 9480 的规定。

4.2 安全要求

- 4.2.1 平台的安全要求应符合 GB 18447.3—2008 的规定。平台安全标志应符合 GB 10396 的规定。
- 4.2.2 平台应具有足够的制动力矩，在不小于 15° 的坡地（坡道）下坡作业（行驶）时，初始车速为 10 km/h（最高车速小于 10 km/h 的平台，按最高车速测试）时，制动距离不大于 2 m。
- 4.2.3 平台后动力输出轴安全要求、防护罩尺寸和空隙范围应符合 GB/T 1592.2—2016 中 A 型拖拉机的要求。
- 4.2.4 平台电气安全应符合 GB 18384—2020 中 5.1~5.3、5.5、5.7 的规定。

4.3 主要性能与要求

4.3.1 坡地作业稳定性

平台在 15° 的横向坡地上行驶时，不应发生侧滑、倾翻。

4.3.2 爬坡性能

平台的爬坡角度不应大于 15°，离地间隙不应小于 150 mm。

4.3.3 转向性能

平台应能完成原地转向。

4.3.4 额定运载能力

平台额定运载能力不小于 200 kg。

4.3.5 导航性能

4.3.5.1 平台在标准载重下的自主导航过程中，其定位系统输出的位置信息与真实轨迹间的二维平面均方根误差应不大于产品规格要求值，且在果园典型信号遮挡环境下无持续定位失效。

4.3.5.2 平台在标准载重下沿给定 AB 直线行驶时，其实际轨迹相对于预设路径的横向偏差平均值应不大于 0.2 m。

4.3.5.3 平台在标准载重下沿给定 AB 曲线行驶时，其实际轨迹相对于预设路径的横向偏差平均值应不大于 0.2 m。

4.3.5.4 平台应能有效识别静态与动态障碍物，并在安全距离内实现自动制动或安全绕行，避障综合成功率不低于 95%。

4.3.6 载重百千克续航时间

平台载重 100 kg 续航时间应不小于 4 h。

4.3.7 载重百千克行驶速度

平台载重 100 kg 行驶速度应不小于 3.6 km/h。

4.3.8 最大行驶速度

平台最大行驶速度不小于 10 km/h。

4.3.9 动力输出轴性能

4.3.9.1 动力输出轴的最大功率不应低于平台标准的 95%；

4.3.9.2 动力输出轴转矩储备率应大于等于 15%。

4.3.10 牵引性能

4.3.10.1 平台最大牵引力不应小于平台标准使用质量（设计值）乘 9.8 的 75%；

4.3.10.2 平台最大牵引功率不应小于平台标准标定值。

4.3.11 液压悬挂性能

4.3.11.1 平台最大提升力（加载点在悬挂轴后 610 mm 处）不应小于平台标准使用质量（设计值）乘 9.8 的 20%。

4.3.11.2 在规定的最大提升力时，提升时间不应大于 3 s，提升过程中不允许出现抖动、爬行、异常响声、漏油和安全阀开启等现象；30 min 的静沉降率不应大于加载点提升行程的 4%。

4.3.12 跑偏量

平台在干硬平整、坡度（纵横）不大于 1% 路面上以最低稳定行驶速度前进 100 m 的跑偏量不应超过 6 m。

4.3.13 可靠性

平台产品的可靠性试验平均故障间隔时间（MTBF）不应小于 210 h，无故障性综合评分值不应小于 70 分。

5 试验方法

5.1 一般要求试验

5.1.1 通过核查产品图样和技术文件目录检查产品图样和技术文件的完整性、正确性。

5.1.2 通过连接不同机具检查配套机具的种类数。

5.1.3 用扭力扳手检测平台上紧固件是否联结牢靠，有无松动现象。

5.1.4 通过听诊、观察检查平台运行时各系统是否有异常响声，有无漏油、漏水、漏气及漏电现象。

5.1.5 按 GB/T 24645 的规定对平台进行防泥水密封性检查。

5.1.6 平台外观用目测法和测量量具检查，覆盖件漆膜附着性能按 JB/T 9832.2 的规定进行。

5.1.7 各操纵机构的灵便性与功能，应通过实际操作进行检测；其最大操纵力，应使用测力仪器在整机上进行测量。

5.1.8 用常用量具和专用量具按 GB/T 10916、GB/T 1592.3—2016、GB/T 1593—2015、GB/T 2780 或 GB/T 19408.3 和 GB/T 5862 的规定检测前、后动力输出轴和液压悬挂杆件类别、牵引装置、液压快换接头的符合性。

5.1.9 按 GB/T 20786 的规定检查橡胶履带。

5.1.10 用目测法检查操作标志和使用说明书的正确性。

5.2 安全要求试验

5.2.1 平台安全项目的试验按 GB 18447.3 的规定进行。安全标志和环保信息用目测法检查。

5.2.2 坡地（坡道）制动距离试验按 GB/T 3871.6 的规定在不小于 20° 的坡地（坡道）上进行。

5.2.3 动力输出轴安全防护按 GB/T 1592.2—2016 的规定进行检查。

5.2.4 电气安全性按 GB 18384 规定的要求进行检查。

5.3 性能要求试验

5.3.1 平台在 15° 的横向坡地上，沿正反两个反向行驶，检查有无侧滑现象。

5.3.2 操纵平台在 15° 的坡道驶过至少 20 m，观察平台行驶的稳定性和转向。

5.3.3 通过实际操作观察平台是否能实现原地转向。

5.3.4 在平坦硬质路面均匀加载 200 kg 标准额定配重，以 0.5 m/s 速度直线行驶 50 m，重复 3 次，检查平台结构、电机及电池状态，确保无异常变形或过载报警。

5.3.5 导航性能试验

5.3.5.1 平台导航定位精度

试验在长 50 m、宽 4 m 的标准果树行间模拟场地进行，该场地应具备可模拟卫星信号遮挡的障碍物。平台在额定载重条件下，从起点静止状态开始沿行间中心线自主行驶至终点目标点。使用高精度 GPS 接收机作为基准测量系统，以不低于 10 Hz 的频率同步记录平台宣称定位点与基准测量点的数据。

剔除系统启动及刹车段各 10 m 的数据后,计算平台在稳定行驶段内,其宣称定位点与基准轨迹点的二维平面坐标均方根误差,其值应符合产品规格要求,且全程无卫星信号丢失导致的定位失效。

5.3.5.2 平台导航 AB 直线作业

试验在平坦、硬实的测试场地上进行,设置相距不小于 50 m 的 A、B 两点。平台在额定载重条件下,于 A 点启动并沿 AB 连线方向进行自主直线导航作业。在 AB 连线的中心点两侧各 20 m 区间内,使用经纬仪或高精度定位设备测量平台车身几何中心点相对于 AB 连线的横向偏差。试验在正反方向各重复 3 次。计算所有有效测量数据的横向偏差绝对值平均值,其平均值应不大于 0.2 m,且平台应能保持连续、稳定的直线行驶姿态。

5.3.5.3 平台导航 AB 曲线作业

试验场地同 5.3.5.2。在 A、B 两点间设置一条半径为 20 m 的标准圆弧路径作为虚拟作业曲线。平台在额定载重条件下,于 A 点启动并沿 AB 连线方向进行自主曲线导航作业。在 AB 连线的中心点两侧各 10 m 区间内,使用经纬仪或高精度定位设备测量平台车身几何中心点相对于 AB 连线的横向偏差。试验在正反方向各重复 3 次。计算所有有效测量数据的横向偏差绝对值平均值,其平均值应不大于 0.2 m,且平台应能保持连续、稳定的曲线行驶姿态。

5.3.5.4 平台自动避障性能

试验在模拟果树行间的直线通道进行,平台在额定载重下自主行驶,需成功规避路径上的静态障碍物(模拟树干、枝条)与突然出现的动态障碍物(模拟人员);要求平台在安全距离前平稳制动或安全绕行(横向距离 ≥ 0.2 m),且避障动作完成后能恢复自主导航,静态与动态避障综合成功率不低于 95%。

5.3.6 在模拟果园地形(含 15%坡道及碎石路)载重 200 kg 连续作业,记录满电至终止电压的持续工作时间,要求不小于 4 h 且无电量不足导致的停机。

5.3.7 在模拟果园地形(含 15%坡道及碎石路),平台配备标准载重 100 千克,通过激光测速仪测量 50 m 区间平均速度,正反方向各 3 次,要求测量均值不小于 3.6 km/h,误差不大于 0.5 km/h。

5.3.8 在 20 m 平坦跑道空载满电状态下,以最大速度行驶,通过激光测速仪测量 20 m 区间平均速度,正反方向各 3 次,要求均值不大于 10 m/s,速度误差不大于 0.5 km/h 且无打滑或控制报错。

5.3.9 平台动力输出轴功率按 GB/T 3871.3 的规定进行试验。

5.3.10 平台牵引功率性能按 GB/T 3871.9 的规定进行试验。

5.3.11 平台后置三点悬挂装置性能试验按 GB/T 3871.4 的规定进行。平台液压悬挂装置提升时间和安全阀全开压力试验按 JB/T 6714.2 的规定进行。

5.3.12 在试验跑道上,量取 100 m 的试验区间,并画出两端线和跑道中心线,平台在端线外停好,平台中心线与跑道中心线基本重合。在不调整转向机构的情况下,以最低稳定行驶速度通过试验区间,以初始履带轨迹切线延长线为基准,测量 100 m 距离内履带跑偏量。

5.3.13 平台可靠性试验按 GB/T 24648.1 的规定进行。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 每台平台应经制造厂质量检验部门检查合格,并附有产品质量合格证方能出厂。

6.1.2 平台出厂检验的检验项目见表 1。

6.1.3 出厂检验所有项目均合格方能判定为合格,否则应返修后重新提交复检,复检合格后方能出厂。

6.2 型式检验

6.2.1 型式检验时机

有下列情况之一时应进行型式检验:

- a) 新开发的平台定型鉴定时;
- b) 正式生产后,结构、原理及重要部件有较大改变的改进设计时;

- c) 正式生产后，每间隔五年；
- d) 产品停产六个月后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家各级市场监督管理机构依法提出进行型式检验要求时。

6.2.2 检验项目

6.2.2.1 属于 6.2.1 a) 情况的平台型式检验应进行全部整机性能试验、部件台架耐久性试验和整机可靠性试验。

6.2.2.2 属于 6.2.1 b) 情况的平台型式检验应进行全部整机性能试验、经重大改进部件的台架耐久性试验和整机可靠性试验。

6.2.2.3 属于 6.2.1 c)、6.2.1 d)、6.2.1 e)、6.2.1 f) 情况的平台型式检验应进行表 1 所列项目。

6.2.3 不合格检测

被检项目凡不符合第 4 章规定的要求时均称为不合格项，按不合格项对产品质量的影响程度，分为 A 类不合格、B 类不合格、C 类不合格及 D 类不合格，不合格分类见表 1。

表 1 检验项目分类

不合格分类	项	项目	对应技术要求条款	出厂检验	型式检验
A	1	安全要求	4.2.1	√(抽检)	√
	2	制动性能	4.2.2	√	√
	3	动力输出轴防护罩尺寸和空隙范围	4.2.3	√	√
	4	电气安全	4.2.4	√	√
	5	安全阀	4.3.11.2	—	√
B	1	产品图样和技术文件的完整性与符合性	4.1.1	—	√
	2	配套机具数量	4.1.2	—	√
	3	主要联接部位紧固件	4.1.3	√(抽检)	√
	4	各操纵机构操纵性能	4.1.7	√	√
	5	后置动力输出轴花键尺寸和位置	4.1.8	√	√
	6	前置动力输出轴花键尺寸和位置	4.1.9	√	√
	7	液压悬挂装置类别及连接尺寸	4.1.10	√	√
	8	牵引装置型式尺寸	4.1.11	√	√
	9	液压快换接头型式	4.1.11	√	√
	10	橡胶履带	4.1.12	√	√
	11	操纵符号	4.1.13	√	√
	12	坡地作业稳定性	4.3.1	—	√
	13	爬坡能力与通过性能	4.3.2	—	√
	14	转向性能	4.3.3	—	√
	15	额定运载能力	4.3.4	√	√
	16	平台导航定位精度	5.3.5.1		
	17	平台导航 AB 直线作业	5.3.5.2		
	18	平台导航 AB 曲线作业	5.3.5.3		
	19	平台自动避障性能	5.3.5.4		
	20	载重百千克续航时间	4.3.5	√	√
	21	载重百千克行驶速度	4.3.6		
	22	最大运行速度	4.3.8	√	√
	23	动力输出轴最大功率	4.3.9.1	—	√
	25	动力输出轴转矩储备率	4.3.9.2	√(抽检)	√
	26	最大牵引力	4.3.10.1	—	√
	27	最大牵引功率	4.3.10.2	—	√
	28	平台最大提升力	4.3.11.1	√(抽检)	√
	29	可靠性	4.3.13	—	√

表 1 检验项目分类（续）

不合格分类		项目	对应技术要求条款	出厂检验	型式检验
类	项				
C	1	防泥水密封性	4.1.5	—	√
	2	操纵性能	4.1.7	√（抽检）	√
	3	静沉降率	4.3.11.2	—	√
	4	提升时间	4.3.11.2	—	√
	5	跑偏量	4.3.12	√（抽检）	√
	6	操纵符号和使用说明书	4.1.13	√	√
D	1	工作时各系统运行异响	4.1.4	√	√
	2	密封性	4.1.5		
	3	外观质量	4.1.6	√	√
	4	涂漆质量	4.1.6	√（抽检）	√
	5	标志	7.1	√	√

注：“√”表示应检验项目，“—”表示不检验项目。

6.2.4 抽样方案

6.2.4.1 按 GB/T 2828.1—2012 的规定，采用正常检验一次抽样方案，产品检查批 $N=26\sim 50$ 台，从出厂合格的产品中随机抽取 2 台作为样机，采用特殊检验水平 S-1，样本量字码为 A，AQL 为接收质量限，Ac 为接收数，Re 为拒收数。具体抽样方案见表 2。

6.2.4.2 属于 6.2.1a) 及 6.2.1b) 的情况，应至少试制 2 台作为样机进行检验。

表 2 抽样方案

不合格分类	A	B	C	D
检验水平	S-1			
样本量	2			
样本量字码	A			
AQL	6.5	25	40	40
AC Re	0 1	1 2	2 3	2 3

注：AQL 值为每百单位产品不合格数。

6.2.4.3 除试验样机外，根据需要可提供或抽取备用样机 1~2 台，备用样机只在非样机本身质量问题造成无法正常检验时启用。

6.2.5 判定规则

6.2.5.1 属于 6.2.1 a) 及 6.2.1 b) 情况的平台型式检验项目应全部达到要求，可靠性应符合 5.3.8 的要求，方判定为合格。

6.2.5.2 属于 6.2.1 c)、6.2.1 d)、6.2.1 e) 及 6.2.1 f) 情况的平台，根据表 2 的抽样方案进行判定。每一项不合格分类中，样机中的不合格项目数小于或等于 Ac 时该类判为合格，大于或等于 Re 时该类判为不合格。所有不合格分类全部合格时，则最终判为合格；任一类或多个类判为不合格时，则最终判为不合格。可靠性项目单独考核，可靠性试验有一项指标不合格，则最终判定该产品为不合格。

6.2.5.3 在性能检验期间，因产品质量问题发生致命故障及严重故障，则停止检验，按不合格处理。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

平台应在总图所示位置固定产品标牌，标牌内容如下：

- 产品名称、型号；
- 主要技术参数；
- 制造厂名称及地址；
- 执行标准编号；

e). 出厂日期和编号。

7.2 包装

7.2.1 平台包装箱上应注明：

- a). 收货单位和地址；
- b). 平台型号和名称；
- c). 制造厂名称、出厂编号和日期；
- d). 净重、毛重、箱号、外形尺寸和运输标记。

7.2.2 外露加工面需涂防锈油，并用油纸、麻布包盖。

7.3 运输和贮存

7.3.1 平台采用常规运输，在装卸和运输过程中应包装完整，标志清晰，设备无损伤。在运输过程中应有防雨措施。

7.3.2 平台应存放在通风、干燥、无腐蚀性气体、有遮棚的仓库内，在贮存期内每六个月对外露加工面重新涂防锈油。
