

陈 聪,曹光乔. 谷物联合收割机对山区耕地条件的适应性研究[J]. 江苏农业科学,2013,41(6):367-368.

谷物联合收割机对山区耕地条件的适应性研究

陈 聪, 曹光乔

(农业部南京农业机械化研究所,江苏南京 210014)

摘要:深入分析谷物联合收割机在山区梯田间转移过程中的受力情况,建立其力学模型,并分别选择中型、小型、微型全喂入联合收割机及大型、中型、小型半喂入联合收割机等 6 种机型的技术参数为基础,得到了不同联合收割机机型可安全通过的最大坡度;据此计算在相应田间高差内不同联合收割机安全转移所需的田块宽度,从而总结出丘陵山区耕地与联合收割机的匹配要求,并针对山区农机装备研发提了具体建议。

关键词:农业工程;谷物收割机;田间转移;力学;适用性;技术模式

中图分类号: S225.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0367-02

我国人口众多,人地矛盾突出,农民依山垦田,尤其是改革开放后,随着我国农田建设装备技术的发展及对水土保持的重视,梯田建设稳步推进,梯田耕作成为丘陵山区保收的重要农业生产模式^[1]。然而,由于地形崎岖,丘陵山区机耕道的建设成本远大于平原地区,因此丘陵山区的机耕道建设严重滞后,农机具的田间转移十分困难^[2]。在农业劳动力大量转移的背景下,人工作业成本居高不下,机械化作业成为农民的必然选择,但在条件恶劣的丘陵山区,机具在田间强行转移已经成为农机手生命财产安全的最大威胁^[3]。因此,本研究以谷物联合收割机为对象,通过分析其田间转移时的受力情况,探析它在梯田间安全转移的规律,为山区农业装备技术的研发与推广提供了借鉴。

1 研究对象

为探析农机具在山区进行田间转移时不同宽度、高差的

耕地适合多大重量及尺寸的机具实现安全转移,选择谷物联合收割机作为研究对象,按照全喂入收割机的喂入量及半喂入收割机的收割行数,分别将联合收割机划分成如表 1 所示的类别。

表 1 联合收割机分类

机具种类	全喂入履带式(kg/s)	半喂入履带式(行数)
大型	喂入量 ≥ 2.8	≥ 4
中型	$1.8 \leq \text{喂入量} < 2.8$	3
小型	$0.8 \leq \text{喂入量} < 1.8$	2
微型	喂入量 < 0.8	—

由于大型全喂入联合收割机体积、重量过于庞大,无法在丘陵山区使用,因此本研究仅从中型、小型、微型全喂入联合收割机与大型、中型、小型半喂入联合收割机中分析 1 个典型机型,各机型主要技术参数见表 2。

表 2 典型联合收割机的技术参数

机型	重量(kg)	整机长 \times 宽 \times 高(mm \times mm \times mm)	12 h 标定功率(kW)	履带规格(宽 \times 节距 \times 节数)
4LZ-2.5 全喂入	3 440	5 050 \times 3 050 \times 2 780	51.5	400 mm \times 90 mm \times 48
4LZ-1.5 全喂入	1 950	4 700 \times 2 690 \times 2 380	29.4	350 mm \times 90 mm \times 44
4LZ-0.6 全喂入	680	2 800 \times 1 700 \times 1 600	9.7	280 mm \times 90 mm \times 34
4LBZ-150 半喂入	2 450	4 210 \times 1 910 \times 2 220	48.0	400 mm \times 90 mm \times 45
4LBZ-105 半喂入	980	3 240 \times 1 590 \times 1 760	14.6	360 mm \times 90 mm \times 40
4LBZG-77B 半喂入	900	2 695 \times 1 540 \times 1 660	10.3	400 mm \times 90 mm \times 39

2 建立力学模型

2.1 谷物联合收割机受力分析

由于谷物联合收割机外形尺寸及整机重量大,因而在实

际生产过程中,在高差较大的梯田间转移时,机手一般通过搭桥或挖田造坡等方式给不同大小的机具制造不同坡度,以减小收割机转移难度。搭桥或挖田造坡都会占用一定的田面空间,使机具上坡的空间变小,而联合收割机的外形尺寸大小要求必须留有一定宽度的田面空间。因此,本试验通过建立机具田间转移的力学模型,计算各典型联合收割机适应的最大坡度,确定不同宽度与田间高差的耕地所适用的机型。

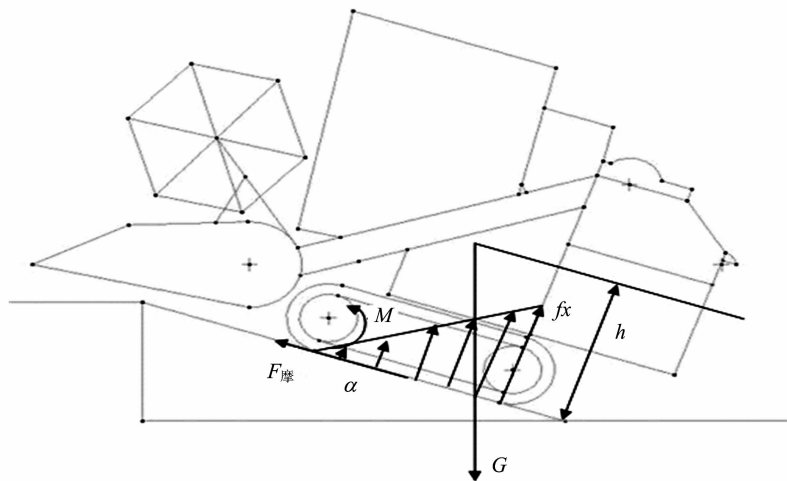
为确保联合收割机田间转移过程的安全,机具的履带必须与桥面始终保持完全接触,其受力情况如图 1,临界状态时履带前接触点的支反载荷为 0,其余点为 ax 。据此,建立机具的力学模型如下:

收稿日期:2012-12-03

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(编号:200903050、2009030090202)。

作者简介:陈 聪(1986—),男,湖南城步人,硕士,研究实习员,主要从事农业机械化研究。Tel:(025) 58619529;E-mail:chenchong520206@163.com。

通信作者:曹光乔,博士,副研究员。E-mail:caoguangqiao@126.com。



α —桥面与水平面之间的夹角; h —谷物联合收割机的重心高度(m), 约为总高的40%; G —机具与机手的重力和(N); $F_{\text{摩}}$ —滑动摩擦力(N); fx —机具所受的支反分布载荷, 设前接触点为原点, 其他接触点到原点的距离为 x , 则载荷大小为 ax (N/m), a 为常数; M —驱动轮所受的驱动力矩(N·m)。

图1 乘坐式谷物联合收割机田间转移时的受力情况^[4]

$$\int_0^l ax dx = G \cos \alpha \quad (1)$$

$$\int_0^l ax \left(\frac{l}{2} - x \right) dx + Gh \sin \alpha \leq \int_0^l ax \left(x - \frac{l}{2} \right) dx \quad (2)$$

$$F_{\text{摩}} = G \sin \alpha \quad (3)$$

$$F_{\text{摩}} \leq \mu N \quad (4)$$

$$M \geq G \sin \alpha \times h \quad (5)$$

式(1)与式(2)中的 l 为履带接地长度, 约为履带总长的1/3; 式(4)中 N 为收割机受到桥的总支反力, μ 为履带与桥的摩擦系数, 而履带与桥的材料分别为橡胶与钢材, 故 μ 为0.75。

2.2 联合收割机的适用坡度与田块宽度计算

力矩 M 可由下式表示:

$$M = \frac{9\,550\,P\varepsilon}{n} \quad (6)$$

式中: P 为发动机的标定功率(kW); n 为驱动轮旋转速度, 为10 r/min; ε 为传动效率(包括除行走装置外的机构空转动动力损失), 取50%。

将表2中的参数代入上述式子, 然后联立计算, 可得到不同收割机的适用坡度(表3)。

表3 典型联合收割机适用的坡度与田块宽度

机型	适用坡度 α	田块宽度 B (m)
4LZ-2.5 全喂入履带式	$\leq 22.5^\circ$	5.1 + 2.4A
4LZ-1.5 全喂入履带式	$\leq 21.8^\circ$	4.7 + 2.5A
4LZ-0.6 全喂入履带式	$\leq 15.7^\circ$	2.8 + 3.6A
4LBZJ-140D 半喂入	$\leq 18.6^\circ$	4.2 + 3A
4LBZ-120 半喂入	$\leq 22.6^\circ$	3.2 + 2.4A
4LBZJ-77B 半喂入	$\leq 22.4^\circ$	2.7 + 2.4A

机具能否顺利完成田间转移取决于田块的宽度, 当田间高差为 A 、田块宽度 B 时, 两者应有以下关系:

$$B \geq A \cot \alpha + L \quad (7)$$

式中: L 为机具总长(m); α 为机具适用的最大坡度。据此可求得各典型联合收割机适用田块宽度范围(表3)。

3 结果与讨论

3.1 机具与耕地的匹配制度

根据上述分析可制定出不同耕地条件下联合收割机的适用规律:(1)在有机耕道或田间高差小于0.5 m的条件下, 田块宽度大于6.5 m时, 履带式联合收割机都适用; 田块宽度为4.5~6.5 m时, 可选择微型全喂入联合收割机或中小型半喂入联合收割机。(2)在田间高差位于0.5~1 m的条件下, 耕地宽度大于7.5 m时, 所有履带式联合收割机都可选择; 田块宽度为6.6~7.5 m时, 可选择小型、微型全喂入收割机或半喂入联合收割机; 田块宽度为5.5~6.5 m时, 仅可选择中型、小型半喂入联合收割机。(3)在田间高差位于1~1.5 m的条件下, 耕地宽度大于9 m时, 所有履带式联合收割机都可选择; 田块宽度为7~9 m时, 仅可选择中小型半喂入联合收割机。(4)田间高差大于1.5 m的条件下, 不适合选择自走式的收割机, 可选择效率较低的背负式收割机。

3.2 农业机械研究设计建议

收割机田间转移时, 可爬最大坡度越大则机具越易实现转移, 不过该坡度的大小与机具的重心高度及重量大小反相关, 与履带的接地长度正相关。因此, 在研究开发针对丘陵山区耕地的农业机械时, 要注意以下几个方面的问题:(1)对机具结构进行合理布局, 尽量将重的工作部件放置在下部, 轻部件放置在上部。(2)可适当舍弃部分非关键部件, 如风筛组合清选可换成风选或筛选, 以减轻整机重量。(3)对行走机构的布局进行科学合理规划, 在保障动力传递效率的同时, 尽可能加长行走机构的接地长度。

参考文献:

- [1] 姚云峰, 王礼先. 我国梯田的形成与发展[J]. 中国水土保持, 1991(6): 54-56.
- [2] 王忠群, 梁建, 曹光乔, 等. 科学适度发展南方丘陵山地农机化[J]. 中国农机化, 2011(2): 3-8.
- [3] 陈聪, 曹蕾, 王忠群. 农机事故关系因素的动态灰色关联分析[J]. 中国农机化, 2011(6): 73-75.
- [4] 陈聪. 南方丘陵山地水稻机械化生产技术模式研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.