

基于UG的犁体曲面的设计与制造

戴有华, 王平会, 丁龙保 (江苏农林职业技术学院, 江苏句容 212400)

摘要 该文分析了犁体曲面设计制造的现状, 提出并实现了一种基于UG软件来设计制造犁体曲面的办法。首先以翻土型犁体为例, 计算出犁体曲面设计的主要参数, 然后在UG的建模环境下通过由曲线构面的方式创建了犁体曲面, 最后在UG的加工环境下通过型腔铣和固定轴曲面铣完成了对犁体曲面的粗精加工。实践表明, 该方法是更高效地、高质量地设计加工犁体曲面的方法。该研究对其它农业机械的设计制造有良好的借鉴意义。

关键词 犁体曲面; UG; CAD/CAM; 数控加工

中图分类号 S222.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)15-07018-02

Design and Manufacture of Plow Surface Based on UG

DAI You-hua et al (Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Jurong, Jiangsu 212400)

Abstract The current situation of design and manufacture of plough surface was analyzed, a method to design and manufacture of plow surface based on UG software was proposed. Firstly, taking turning type plow for example, the main parameters of design of plough surface were calculated. And then the plough surface was created through curves in UG modeling module. Finally, the rough and finishes machining to plough surface through the cavity milling and fixed axis surface milling in UG machining module was completed. The practice showed that this method is more efficient and high quality to design and manufacture plow surface, which has a good reference for the design and manufacture of other agricultural machinery.

Key words Plow surface; UG; CAD/CAM; NC machining

土地耕作是作物栽培的基础, 而铧式犁是世界上历史最早、数量最多、使用最广泛的耕地工具, 其主要功能是翻土和碎土^[1]。犁体是铧式犁的主要工作部件, 其中的犁壁和犁铧构成了犁体曲面, 犁体曲面的性能优劣对铧式犁的工作质量和能源消耗都有较大影响。因而, 犁体曲面设计就成为农业机械设计中的一个极其重要的问题^[2]。迄今为止, 犁体曲面设计方法归纳起来有: (1)试修法、(2)几何动线做图设计法、(3)数字解析设计法, 犁体曲面的水平直元线设计方法是几何动线做图设计法中的一种最为广泛应用的方法。近年来, CAD技术发展迅猛, 应用CAD/CAM软件进行农机设计是一条可行之路^[3]。UG是一个具有强大的三维建模和数控加工功能的CAD/CAM软件, 该文就通过采用UG软件并基于水平直元线法来设计、制造犁体曲面, 研究计算机辅助犁体曲面设计与制造的完整解决办法。

1 犁体曲面的主要设计参数

水平直元线法形成犁体曲面的原理是采用三维坐标系, 以直元线沿着准线(轨迹线或导线)运动, 并始终平行于XOY坐标平面, 且不断变化直元线与ZOX坐标平面的夹角(元线角)而形成曲面^[4]。要确定唯一犁体曲面的形态, 需要曲面外形轮廓主视图参数、导曲线的参数和元线角的变化规律。

若以设计耕深 $a = 200$ mm的翻土型犁体为例, 由翻垡原理可以确定: 耕宽 $b = 400$ mm, 铧刃线正投影宽度 $b_1 = 430$ mm, 胫刃线、壁翼线和顶边线的位置和形状。导曲线的位置在垂直于铧刃的垂面内, 对于翻土型犁体, 此铅垂面在距铧尖 l (l 为铧刃线长度)处。导曲线的高度取犁体曲面顶边线

最大高度, 即 $h = 467$ mm; 根据经验取, 导曲线的开度 $L = 350$ mm、两端点切线夹角 $\omega = 105^\circ$ 、铧刃起土角 $\varepsilon = 20^\circ$ 和直线长度 $S = 50$ mm。元线角的变化规律曲线由两段组成, 第一段元角线从元线角从 θ_0 递减至 θ_{\min} , 取 $\theta_0 = 40^\circ$ 、 $\theta_{\min} = 38^\circ$; 元线角从 θ_{\min} 增大至 θ_{\max} , 取 $\theta_{\max} = 54^\circ$, 其变化规律可以用函数式表示, 对于翻土型的公式为:

$$y = x^2/2p \quad (1)$$

根据 θ_0 、 θ_{\min} 、 θ_{\max} 建立 $y = f(x)$ 和 $\theta = f(z)$ 两个坐标系, 并在横坐标上取适当的间隔 c 作为元线所在的位置, 标出顺序号 $1, 2, 3, \dots, n$, 求出各元线的 θ 与 y 的比例系数 m , $m = \frac{\theta_{\max} - \theta_{\min}}{y_{\max}}$, 然后将各元线对应的 y 值换算成相应的 θ 值, $\theta = \theta_{\min} + my_i$, 可算得到任意高度 z 处的元线角 θ 。

应用以上数值, 并依据水平直元线法的作图规则, 可以画图犁体曲面的正视图、导曲线及元线角变化规律图, 并注明了一些主要的尺寸, 如图1所示。

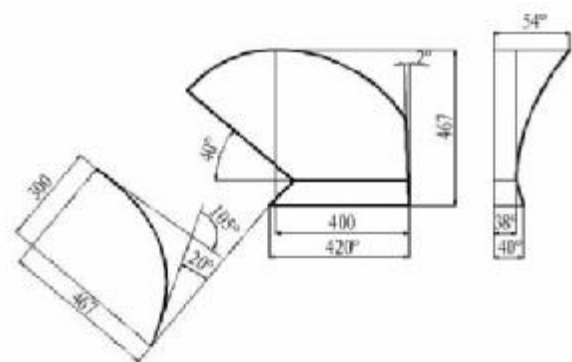


图1 水平直元线法翻土型犁体曲面设计

2 应用UG创建犁体曲面

UG曲面建模技术适于创建复杂曲面, 曲面建模的一般过程是通过曲线构造生成主要或者大面积的曲面, 然后进行

作者简介 戴有华(1980-), 男, 江苏江都人, 硕士, 讲师, 从事数字化设计与制造研究, E-mail: jsjdolyh@163.com。

收稿日期 2013-04-06

曲面的修剪、连接、光顺、编辑等完成整体构造。

在 UG 的建模环境下,应用前面的参数,使用“曲线”功能,在 XC-ZC 平面内创建犁体曲面的正视图和导曲线,然后使用“编辑”功能,将导曲线平移,使其下顶点与犁体曲面正视图的左下方的交点重合,再将导曲线旋转,使得其所在平面与 YC-ZC 平面的夹角为 50° ;之后将导曲线在 ZC 高度方向均分 19 份,并根据各高度 z 处元线角 θ 值作出各条直元线,且使得每条直元线都落在导曲线上,如图 2 所示,这就准备好了用于创建犁体曲面的线架。



图 2 用于创建犁体曲面的空间线架

接下来使用“网格曲面”功能,依序选取 $\theta_0 \sim \theta_{\min}$ 间的直元线,通过“曲线组”来创建一张曲面,然后依序选取 $\theta_{\min} \sim \theta_{\max}$ 间的直元线,同样通过“曲线组”来创建第 2 张曲面。之后,对犁体曲面的正视图轮廓曲线进行拉伸得到曲面,最后用此曲面对前两张曲面进行修剪,并保留所要的曲面,如图 3 所示,再缝合这两张曲面即得犁体曲面。

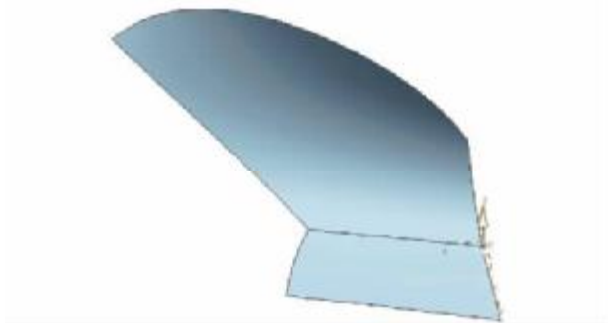


图 3 翻土型犁体的犁体曲面

3 应用 UG 进行犁体曲面的数控加工

犁体曲面属于复杂曲面,在数控加工时需要使用 3 轴联动加工。其加工过程可分为 2 个阶段,即先进行粗加工,采用型腔铣方式以去除毛坯材料中的大部分余量;然后进行精加工,采用固定轴曲面铣方式使刀具沿犁体曲面外形运动以精加工由轮廓曲面形成的区域。

在 UG 的加工环境下,调整好犁体曲面的空间方位,然后创建加工父节点,这里的毛坯可以通过三维建模来专门设置其形状,接着创建粗、精加工操作,并进行刀具路径模拟和实体切削验证,最后可得犁体曲面的数控加工代码,具体操作过程^[5]如图 4 所示。

在创建加工父节点、粗精加工操作中,工艺参数的选用是否得当直接影响到加工质量。在调整犁体曲面的位置时,

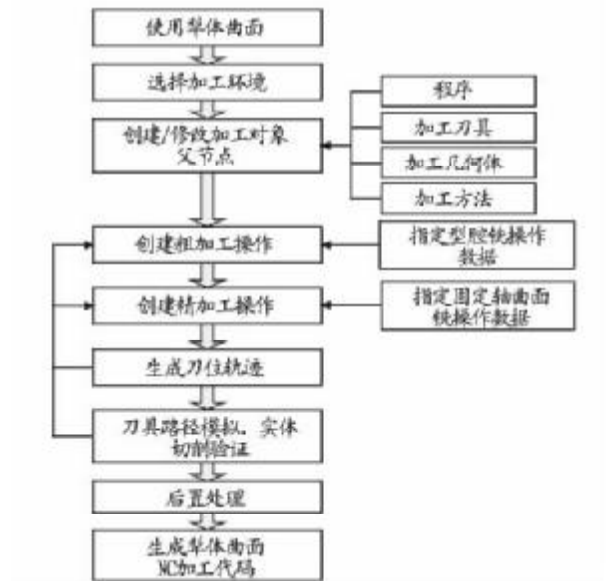


图 4 UG 数控加工犁体曲面的过程

让犁体曲面的法向基本与 ZM 轴方位一致,并使表面上的最高点处于 ZM 轴的 $Z=0$ 位置。创建毛坯时,让毛坯轮廓在 XM-YM 范围与曲面轮廓一致,毛坯在 +ZM 高出曲面最高点 2 mm,在 -ZM 低于曲面最低点 10 mm,这样准备毛坯是为了着重研究对曲面区域的加工,安全高度设在 $Z=100$ mm 位置。在粗加工中,刀具选用 $\varphi 8$ 的球刀,刀轨步距为 6 mm,全局每刀切深为 4 mm,加工余量为 2 mm,主轴转速为 1 200 r/min,进给率为 300 mm/min。

在精加工中,驱动方法使用区域铣削,投影矢量为刀轴,刀具选用 $\varphi 4$ 的球刀,多重深度切削增量为 1 mm,加工余量为 0,最大切削步长 2 mm,主轴转速为 1 800 r/min,进给率为 200 mm/min。应用这些操作数据进行犁体曲面的粗精加工,毛坯分别经粗加工、精加工的实体切削验证的结果如图 5 所示。最后可以生成犁体曲面数控加工的 G 代码,代码经后置处理后可供加工中心使用。

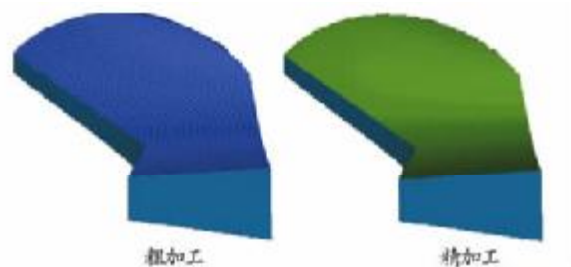


图 5 犁体曲面粗、精加工的切削验证结果

4 结论

应用 UG 软件按水平直元线法设计出了犁体曲面,之后继续使用 UG 软件完成了对犁体曲面的数控加工。该研究为犁体曲面的设计与制造在一个 CAD/CAM 软件中完成,提供一种可行的解决办法,更有助于设计与制造过程中的数据的一致性管理。犁体曲面的 CAD/CAM,有效解决了犁体曲面设计过程复杂、制造难度大和提高曲面加工质量的问题,

(下转第 7024 页)

LAI 之间的一元线性拟合模型。

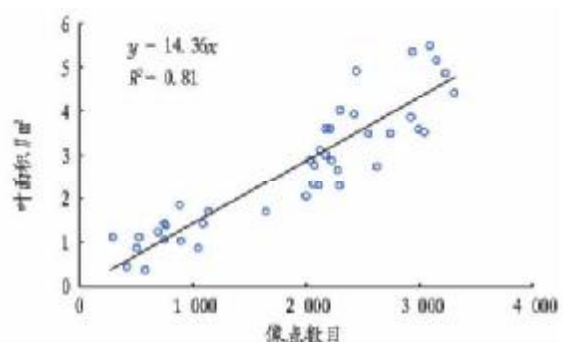


图3 LAI 与像点数目的拟合曲线

这种方法另辟蹊径,建立了像点数目与 LAI 的一元线性回归模型。由像点数目能很好地反演出 LAI,并且拟合的相关程度也在 80% 以上^[20]。

3 分析与讨论

近几年来,遥感定量分析法与 LIDAR 测量法是 LAI 间接测量的两个主要方向。广大科技工作者采用这两个间接测量方法分支解决了 LAI 的测量问题,取得了很好的试验效果,但也存在着各自的不足。

(1) 统计模型法形式简洁,计算简单易行,因而在很长一段时间内都是 LAI 遥感定量估算的主要方法。但是,这种统计模型的函数形式、系数不确定,因为不可能给出通用的统计分析模型,所以这种方法很难用于包含多种植被类型的大尺度遥感影像分析。另外,其所使用植被指数易受诸如地形、土壤背景、大气状况和表面双向性等非植被因素的影响,使得反演精度大打折扣。

(2) 光学模型法是依据物理模型建立起来的一种方法,不受植被类型影响,适应不同植被类型的 LAI 反演。然而由于所建模型过于复杂,反演非常耗时,对于大区域的遥感图像处理尤其不利;并且在反演估算 LAI 过程中有些函数并不总是收敛的,很有可能造成错误的反演结果。

(3) LIDAR 测量法能很好地反演被测植物的 LAI,由于与统计模型相似,该方法同样没有固定的物理模型基础,对于不同植被类型的普适性较差。并且,由于该方法测量步骤繁琐,对试验条件要求苛刻,限制了其应用的场所。

4 发展趋势预测

随着遥感技术的迅猛发展,尤其是多光谱、高光谱技术的出现,遥感定量分析的光学模型法将会引起人们的持续重视。改进和发展现有模型,提高计算能力,对提高 LAI 测量精度具有重大帮助;LIDAR 测量法的出现,为测量 LAI 提供了一个新思路、新方法,相信随着研究的不断深入,将会被越来越多的人所重视。

(上接第 7019 页)

并可缩短犁体曲面的设计周期、以及降低制造成本,也为其它农机产品的设计制造提供了一种值得借鉴的办法。

参考文献

[1] 北京农业工程大学. 农业机械学[M]. 北京:中国农业出版社,1994:62-134.

参考文献

- [1] MARTENS S N,USTIN S L,ROUSSEAU R A. Estimation of tree canopy leaf area index by gap fraction analysis [J]. Forest Ecology and Management,2004,61:91-108.
- [2] CHEN J M,CHEN X Y,JU W M,et al. Distributed hydrological model for mapping evapotranspiration using remote sensing inputs [J]. Journal of Hydrology,2005,305(1/4):15-39.
- [3] CUTINI A,MATTEUCCI G,MUGNOZZA G S. Estimation of leaf area index with the Li-Cor LAI 2000 in deciduous forests [J]. Forest Ecology and Management,1998,105(1/3):55-65.
- [4] ISHIIHARA M I,HIURA T. Modeling leaf area index from litter collection and tree data in a deciduous broadleaf forest [J]. Agricultural and Forest Meteorology,2011,151:1016-1022.
- [5] RUNNING S W,NENANI R R. Relating seasonal patterns of the AVHRR vegetation index to simulate photosynthesis and transpiration of forests in different climates [J]. Remote Sensing of Environment,1988,24:347-367.
- [6] 张晓阳,李劲峰. 利用垂直植被指数推算作物叶面积系数的理论模式[J]. 遥感技术与应用,1995,10(3):13-18.
- [7] 浦瑞良,宫鹏. 高光谱遥感及其应用[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [8] 杨贵军,赵春江,邢著荣,等. 基于 PROBA/CHRIS 遥感数据和 PRO-SAIL 模型的春小麦 LAI 反演[J]. 农业工程学报,2011,27(10):88-94.
- [9] 陈雪洋,吴炳方,朱建军. 基于环境星 CCD 数据的冬小麦叶面积指数遥感监测模型研究[D]. 长沙:中南大学,2009.
- [10] 方秀琴,张万昌. 叶面积指数(LAI)的遥感定量方法综述[J]. 国土资源遥感,2003,14(3):58-62.
- [11] 薛云,陈水森,夏丽华,等. 几个典型的叶片冠层模型[J]. 西部林业科学,2005,34(1):70-73.
- [12] COTE J,WIDLOWSKI J,FOURNIER R,et al. The structural and radiative consistency of three-dimensional tree reconstructions from terrestrial lidar [J]. Remote Sens Environ,2009,113:1067-1081.
- [13] THIES M,PFEIFER N,WINTERHALDER D,et al. Three-dimensional reconstruction of stems for assessment of taper,sweep and lean based on laser scanning of standing trees[J]. Scand J Forest Res,2004,19:571-581.
- [14] ZANDE D V D,STUCKENS J,VERSTRAETEN W W,et al. Assessment of light environment variability in broadleaved forest canopies using terrestrial laser scanning[J]. Remote Sens,2010,2:1564-1574.
- [15] KEIGHTLEY K,BAWDEN G. 3D volumetric modeling of grapevine biomass using tripod LIDAR [J]. Comput Electron Agr,2010,74:305-312.
- [16] HOSOI F,NAKABAYASHI K,OMASA K. 3-D Modeling of tomato canopies using a high-resolution portable scanning lidar for extracting structural information [J]. Sensors,2011,11:2166-2174.
- [17] MOORTHY I,MILLER J,HU B,et al. Retrieving crown leaf area index from an individual tree using ground-based lidar data[J]. Can J Rem Sens,2008,34:320-332.
- [18] LEE K,EHSANI R. A laser scanner based measurement system for quantification of citrus tree geometric characteristics [J]. Appl Eng Agr,2009,25:777-788.
- [19] ZHENG G,MOSKAL L M. Retrieving leaf area index (LAI) using remote sensing:Theories,methods and sensors [J]. Sensors,2009,9:2719-2745.
- [20] SANZ R,LLORENS J,ROSELL J R,et al. Characterisation of the LMS200 laser beam under the influence of blockage surfaces. Influence on 3D scanning of tree orchards [J]. Sensors,2011,11:2751-2772.
- [21] 祁漫宇,朱维斌. 叶面积指数主要测定方法和设备[J]. 安徽农业科学,2012,40(31):15097-15099.
- [22] 兰小中,王超,关法春,等. 波棱瓜叶面积数学图像测定方法的研究[J]. 西南农业学报,2011(3):1222-1224.

[2] 李宝筏. 农业机械学[M]. 北京:中国农业出版社,2005:9-348.

[3] 赵永满,梅卫江. 铧式犁犁体曲面设计研究现状与分析[J]. 农机化研究,2010(5):232-235.

[4] 丛静华,何瑞银,杨忠,等. 铧式犁犁体曲面设计的现状与研究[J]. 林业机械与木工设备,2005(2):18-20.

[5] 杨胜群. UG NX4 数控加工实用教程[M]. 北京:清华大学出版社,2006:49-98.