

旋耕机总体参数的CAD系统^{*}

许晓东

(江苏理工大学)

提 要 在分析、研究旋耕机总体参数与作业质量、功率消耗、结构合理性之间关系的基础上,建立了旋耕机总体设计的CAD系统。该系统是在AutoCAD软件支撑下开发而成,由若干模块组成,可方便得出旋耕机总体设计参数。

关键词 旋耕机 总体参数 计算机辅助设计

CAD System for General Layout of Rotary Plow

Xu Xiao-dong

(Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang)

Abstract In this paper, a CAD system is established based on analyses of the relations among the rotary plow general parameters and operation effect, power consumption, structure reasonability. The system consisting of several program modules is developed by the assistance AutoCAD software, which leads to great convenience to get the general parameters

Key words Rotary plow General parameters CAD

旋耕机是一种应用极为广泛的耕作机具。在旋耕机设计过程中,首先必须确定好旋耕机总体设计参数^[1],由于总体参数受到各种不同约束,在传统设计中必须进行大量反复的计算和分析,总体参数仍很难取得较好的一致性,因此有必要利用CAD技术来解决这一问题。

1 旋耕机总体参数设计概述

旋耕机总体参数设计的任务是:根据用户给定的条件和要求,运用专家经验和理论分析结果,在满足各种约束条件的情况下,确定最佳的幅宽、刀辊半径、刀辊转速、传动系统、悬挂参数及整机配置等。

卧式正转旋耕机总体参数设计中必须满足的主要约束条件为:1)旋耕刀端点的绝对运动轨迹必须是余摆线;2)切土节距,耕深必须满足使用地区的农业技术要求;3)沟底凸起高度一般应小于耕深的20%;4)在整个耕作过程中,旋耕机弯刀的刀背不产生推土现象^[2];5)工作时,万向节前后轴间的夹角不超过10°;地头转弯旋耕刀离地100~250mm时,夹角不超过30°;6)道路运输时,机下的通过高度一般不小于400mm。

^{*} 收稿日期:1996-08-16

许晓东,讲师,镇江市 江苏理工大学计算中心405号信箱,212013

从节省能耗看,在满足上述条件的情况下,刀辊半径及刀辊转速应尽量取小值。

为了便于实现旋耕机总体参数设计的计算机化,把整个设计系统分解为以下子系统(模块): 1) 传动设计模块; 2) 参数分析模块; 3) 悬挂参数设计模块; 4) 耕宽设计模块。在设计过程中各个约束条件对各参数值的要求各不相同,每个参数需同时满足各个约束条件。采用本系统设计模块,可以较快解决各种约束下参数的一致性。为了使用方便,我们还开发出供设计者参考的现有拖拉机、旋耕机的主要参数查询数据库。

2 传动设计模块

1) 查询下列参数: 配套拖拉机的动力输出轴(PTO)的转速 n_p ; PTO 轴心离地高度 H ; 拖拉机各档的前进速度 V_{m1}, V_{m2}, \dots ; 切土节距范围 $S_{max} \sim S_{min}$; 最大耕深 A_m 。

2) 选定旋耕机的工作速度 V_m , 根据要求的切土节距 S 范围, 按 $\frac{60 V_m}{Z S_{max}} \leq n \leq \frac{60 V_m}{Z S_{min}}$ 初步确定刀辊转速 n 的范围, 再根据专家经验在此范围内选择适当的 n 值 (Z 为同一切割小区内, 刀辊转动一周的切土刀片数)。

3) 根据选定的 n 值, 求出传动系统的各传动比 $i = n/n_p$

4) 选择传动方式, 分配传动比

以常用的侧边齿轮传动(图 1) 为例, 传动比的分配应考虑下列因素: 尽可能缩小箱体尺寸; 考虑齿轮传动的最小齿数限制, 初步选定各主动齿轮和被动齿轮的齿数。中间传动的传动比 $i_1 = Z_2/Z_1$ 侧边传动的传动比 $i_2 = Z_5/Z_3$

5) 初步计算侧边箱的中心距 D

已知 PTO 轴心离地高度 H , 预置万向节工作角度 $\alpha = 0^\circ$ 。如图 2 所示, 侧边箱的中心距 D 应为

$$D = H - L - 0.001(M_2 Z_5/2 + M_2 + 25)$$

式中 L 为结构参数, m; M_2 为选定直齿轮模数。又由于结构的要求, D 应满足

$$D \geq R + Y + J$$

式中 Y 为结构参数, m。

$$Y = 0.001(M_1 Z_2/2 + M_1 + 25)$$

式中 M_1 —— 选定的锥齿轮模数; J —— 旋耕刀刀尖与罩壳之间的最小间隙, 一般为 0.03 m; R —— 刀辊半径, m。

为满足最大耕深 A_m 的要求, 由图 2 知

$$R \geq A_m + L$$

若 R 值不能满足上式要求, 则必须修改 D 值或改变传动方式。

6) 传动系统详细设计 传动系统的详细设计必须在调用 参数分析、悬挂参数设

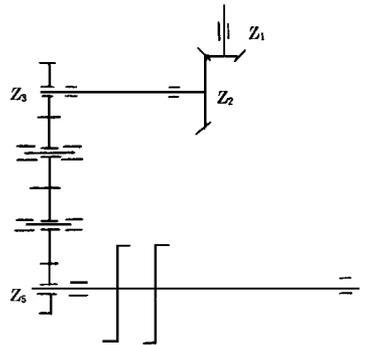


图 1 传动方式图

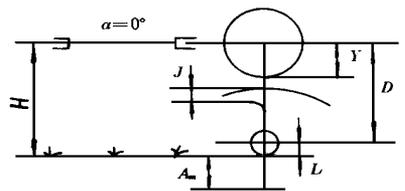


图 2 旋耕机纵垂面配置图

计、耕宽设计等模块后,对上述初步选定的 V_m, n, R, D 各参数校核,修正后再进行。

3 参数分析模块

该模块的功能是分析初选的 V_m, n, R 值是否满足下列各项要求:

- 1) 旋耕刀端点的运动轨迹为余摆线,即 $n R \pi / 30 V_m > 1$;
- 2) 切土节距要求: $S_{\max} \quad S \quad S_{\min}$;
- 3) 沟底凸起高度 C 。

在传统设计中, C 值用公式计算^[3],而在本模块中, C 值利用AutoCAD系统直接测量出(见图3)。

4) 刀背不推土 旋耕刀在工作过程中刀背是否推土,除与 V_m, n, R 等参数有关外,还与刀片的正切面形状有关。在选定旋耕刀之后,用本模块把刀片在整个切削过程中的状态显示出来(图3),其中包括刀片端点运动轨迹。根据旋耕刀正切刃是否超越刀片端点轨迹,则可判断刀背是否推土,非常直观和简便。

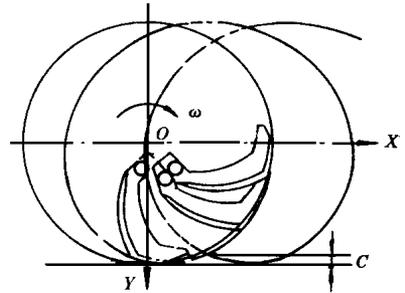


图 3 旋耕刀切削过程图

4 悬挂参数设计模块

悬挂参数的设计过程分为如下步骤:

- 1) 从数据库中查询或给出配套拖拉机的悬挂参数,并给出简图。
- 2) 根据旋耕机与拖拉机的纵向相对位置,初步确定旋耕机的悬挂参数。
- 3) 根据初选(或已给定)侧边箱中心距 D 、刀辊半径 R 画出配置图,检查万向节的工作角度,参见图4。
- 4) 调用提升机构程序,提升旋耕机,检查其地头转弯、运输间隙及万向节夹角等。

以上各步骤都可在AutoCAD及开发的子程序上直接进行,并得出所需结果。

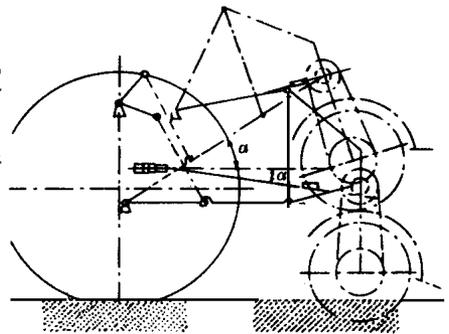


图 4 悬挂机构图

5 耕宽设计模块

- 1) 根据配套拖拉机的额定功率 N (kW),按经验公式^[4],估算出耕宽 B 的范围

$$B = (0.26 \sim 0.29) \sqrt{N}$$

依据耕宽尽可能大于拖拉机轮距的要求,初选耕宽 B 值。

- 2) 考虑耕深、机组前进速度及土壤条件不同,对初选的耕宽值 B ,按下式进行校核^[5]

$$0.1 K_{\lambda} A V_m B < N$$

式中 A —— 耕深, cm; V_m —— 机组速度, km/h; K_{λ} —— 旋耕比阻, N/cm²,

$K_{\lambda} = K_g \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$, K_g, K_1, K_2, K_3, K_4 的值与切土节距要求,

土壤含水率、耕深、残茬植被、作业方式等有关,可参见文献[5],亦可由数据库查得。

3) 耕宽值确定后,根据拖拉机的轮距确定其横向配置方式:当耕宽大于轮距时采用正配置,反之则采用偏配置。

6 总体设计的实现

由分析可知,如何确定旋耕机总体参数中的刀辊半径 R ,机组前进速度 V_m ,刀辊转速 n ,侧边箱中心距 D ,是总体参数设计的关键。由于本子系统是由若干独立的模块组成,并且可以随时、反复调用,因此设计时可以从任一模块入口,参见图5。但必须注意,任一参数的修改,必须调用与之相关模块进行再次校核,直到满足各种要求的最佳值。

参数确定后,运用绘图系统可以绘出传动箱装配图、总体配置图及传动图等。这样总体参数设计即告完成。

本CAD系统在“旋耕机降低能耗和重量的研究”课题中使用证明,该系统可靠实用。

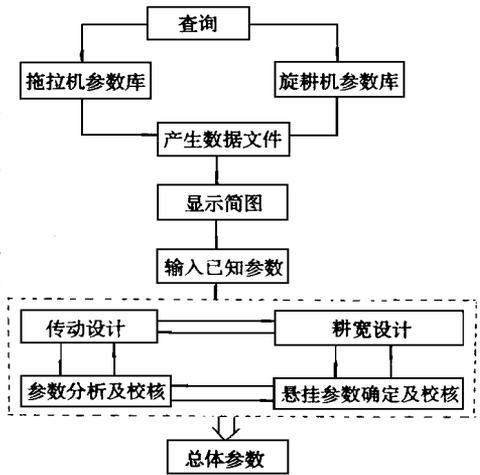


图5 系统框图

参 考 文 献

- 1 机械工程手册编辑委员会 机械工程手册(第65篇). 北京:机械工业出版社,1965 24~ 29
- 2 陈翠英,张青 平面型弯刀正切面不推土的条件和弯折线位置的确定 江苏工学院学报,1987,9 (1): 106~ 112
- 3 桑正中主编 农业机械学(上册). 北京:中国农业机械出版社,1988 121~ 136
- 4 中国农业机械化科学院编 农业机械设计手册(上册). 北京:机械工业出版社,1988 169~ 208
- 5 陈翠英 旋耕机速度参数的合理选择 农业机械学报,1985(2): 30~ 37