

基于 ANSYS 的履带 起重机臂架参数化建模

李葳¹ 周慎杰² 崔蕴芳² 林麒¹

1、厦门大学机电工程系 361005

2、山东大学机械工程学院 250061

摘要

臂架是履带起重机的主要受载构件,其强度直接影响起重机的安全性能。一台履带起重机具有多种臂架组合方式,使得有限元模型的建立非常繁琐。本文以 ANSYS 参数化设计语言 (APDL) 为基础,研究了履带起重机臂架系统参数化建模方法,设计了局部参数和总体参数两种参数;通过设置两种参数,实现了各种臂架组合,从而避免了不必要的重复性工作,极大地提高了效率。

关键词

APDL;履带起重机;臂架;参数化建模

1 引言

作为特种设备,履带起重机的安全性一直是人们所关心的重点问题。由于结构复杂,进行履带起重机的受力特性分析时往往将臂架、回转台、中间体和履带系统分开计算。臂架是履带起重机的主要承载构件,臂架的强度和抗失稳能力对起重机的安全性有着重要的影响。一台履带起重机具有多种臂架组合方式,以适应于不同的起升高度和回转半径,这种特性使得臂架的有限元分析非常的麻烦。在建立有限元模型时,往往先分别建立各个部件的模型,然后拼接起来。这一过程多为重复性操作且相当繁琐,受此限制,在以往的研究中多是选取几种典型工况,只分析典型工况的臂架受力特性,对起重机整个工作过程中臂架的受力状态缺乏全面的认识。若能对这一过程实现参数化,在输入控制参数后由程序自动建立起各个工况的有限元模型,并进行计算得到最后结果,从而极大的提高分析效率。

2 参数设置方案

根据履带起重机可以任意拆装的特性,分别建立臂架各部件模型,包括主臂头、主臂根、主臂标准节、副臂头、副臂根、副臂标准节、动支撑、定支撑、

挺杆头、挺杆根、挺杆标准节、挺杆支撑杆以及扳起架。本文在此基础上,按照不同工作形式设置参数,通过参数组装臂架,并安装钢丝绳滑轮系统。

模型的组装过程实际上是将各个部件模型移动或转动到一定的位置,通过节点耦合或合并连接到一起的过程。本文规定,以主臂根孔轴心连线的中点为坐标原点,使臂架模型位于回转轴线左侧。

在安装履带起重机时,往往先分别装配臂架,再把臂架组合到一起,然后调整臂架倾角。本文在分别装配完臂架后先调整倾角,再将臂架组装到一起。

3 基于 APDL 的参数化建模方法

ANSYS 参数化设计语言 (APDL) 是一种类似 FORTRAN 的解释性语言,提供了数值型、字符型和表三种类型的参数,可以方便地设置变量和数组。同时,APDL 具有强大的提取功能,几乎可以提取 ANSYS 数据库中的任何数据,包括任何对象(点、线、面、节点、单元等)的相关数据信息,并赋值给指定名称的字符参数^[1]。

本文使用 APDL 完成了履带起重机臂架有限元模型。使用该程序,用户只需在程序中输入相应的结构参数,即可得到不同型号、不同工况的履带起重机臂架有限元模型。

3.1 有限元模型简化原则

主弦杆和腹杆用管单元模拟,加强板用壳单元模拟。结构简化时去除对整体应力分布无明显影响的结构,如小的圆角、倒角、非加载小圆孔等。钢管与加强板之间通过公共节点连接。主臂根部铰孔因受载较大,按照孔的实际尺寸建立模型。其它联接孔仅在圆心处生成结点^[2]。

对于臂架上的滑轮钢丝系统,遵循受力大小与方向等效的原则,采用“等效三角形”^[3]来模拟。滑轮和钢丝绳用杆单元模拟。

根据履带起重机可以任意拆装的特性,分别建立臂架各部件模型,包括主臂头、主臂根、主臂标准节、副臂头、副臂根、副臂标准节、动支撑、定支撑、挺杆头、挺杆根、挺杆标准节、挺杆支撑杆以及扳起架。本文将在此基础上,按照不同工作形式组装臂架,并安装钢丝绳滑轮系统。

3.2 参数化建模方法

履带起重机臂架系统的安装分为三个部分,单个臂架的装配,臂架组装和钢丝绳滑轮系统。

3.2.1 臂架装配

由于臂架各部件依次通过公共节点连接,从已安装好的模型中可提取出下一模型的安装位置(图1),即坐标最大(最小)值处。

臂架的装配步骤为:

- (1) 读入臂根模型,使根孔圆心位于坐标原点;
- (2) 提取下一部件安装位置;
- (3) 读入下一部件模型,调整位置,合并节点;
- (4) 重复步骤(2)和(3)直到所有部件安装完毕。

在分别得到臂架模型后,将从属于臂架的所有项目(关键点、线、面、节点、单元)集合起来设为组件并命名,这样可以方便地选择从属于某一臂架的项目并进行操作。

3.2.2 臂架系统组装

臂架之间通过轴连接,安装位置相对固定,如挺杆安装在主臂头部,挺杆支撑杆安装在挺杆根部,副臂、动支撑和定支撑通过塔式头与主臂连接。在两个臂架的安装位置,保留各自的节点,耦合除轴向转动之外的自由度。为减轻轴承安装孔周围的应力集中,在轴承附近的钢板轮廓是与轴截面共圆心的圆弧。只要将这部分圆弧提取出来,就可以得到圆心的位置,也

下转第 95 页

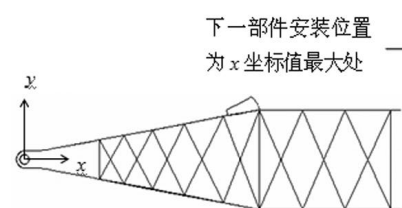


图1 提取下一部件安装位置

目前我军大多数后勤物资管理和储运部门已经建立了计算机管理信息系统,但基本上处于初级管理阶段,远未实现物资管理的网络化和自动化。

沈阳军区空军后勤部八一仓库对库存雷达器材实现了条形码系统的管理应用。由于缺乏统一的条形码标准,八一仓库只好自己编制条形码投入使用,使仓库管理初步实现了自动化。

济南军区某车材仓库采用二维条形码技术,并成功研制出“车辆器材二维条形码管理系统”和“账页自动生成打印系统”,改变了仅靠保管人员“口点、手扒、心算”的传统保障模式。该系统启用以来,面对20多种车(机)型上万个品种器材,收发车辆20多万件无一差错。

二、自动识别技术在军事后勤领域的的应用展望

(一) 自动识别技术的集成化

当前,自动识别技术领域呈现出各种自动识别技术之间以及与其它信息技术集成的发展趋势。

一是条码自动识别技术与射频自动识别技术的集成。条码技术与射频识别技术各自具有显著的特点:条码成本低,易于制作;射频安全性好、识别快捷。

二是射频识别技术与网络技术的集成。EPC系统是在计算机互联网和射频识别技术的基础上,利用全球统一标识系统这一编码技术给每一个实体对象分配一个唯一的代码,构造了一个全球物资信息实时共享的实物互联网。

(二) 射频自动识别技术在军事后勤领域应用前景

信息化战争要求后勤物资保障准确、快速、安全、可控,而射频自动识别能够有效实现后勤物资满足信息化战争的要求,因而射频自动识别在军事后勤领域的应用可以说是信息技术发展的必然选择。

一是向单件物资层次拓展。目前,射频识别的应用以集装箱、托盘和货柜为主,在单件物资上的应用还比较少。但随着技术的成熟和成本的下降,射频识别的应用将越来越广泛。

二是向智能化方向发展。未来射频识别将更多地结合各类传感器的功能,由此产生的智能型射频识别将使后勤物流进入一个全新的境界。

目前,我军正处在信息化起步阶段,与发达国家相比,信息化水平还用明显差距。射频技术发展前景广阔,在我军的信息化建设中间扮演极其重要的角色。

参考文献

- [1] [美]中校,布莱恩·理查森.射频识别技术在韩国战区的应用.后勤自动化.2000年6月
- [2] 郝永亮,王伟亚.后勤活动中的自动识别技术
- [3] 曹钰,吴建忠,徐宗昌.自动识别技术及其在装备技术保障中的应用.中国设备工程.2003年6月
- [4] 徐进.自动识别技术在国防后勤中的应用研究.四川兵工学报.2005年02期
- [5] 裴向前.美军物资分发自动识别技术.译文.国际物流.2000年3月
- [6] 李成,安纯前.RFID技术与应用.2007年5月

◀ 上接第90页

就是臂架连接位置。

下面以提取挺杆支撑杆的安装位置为例,提取挺杆上挺杆支撑杆安装位置,步骤为:

- (1) 选择挺杆上挺杆支撑杆安装面;
- (2) 旋转坐标轴与臂架中轴线平行;
- (3) 取x坐标的最大值点 P_0 ;
- (4) 取与点相连的线 l_1 、 l_2 、 l_3 以及线上的点 P_1 、 P_2 、 P_3 ;
- (5) 分别比较 P_0 与 P_1 、 P_2 、 P_3 之间距离与 l_1 、 l_2 、 l_3 的长度,若距离与长度相等,说明为直线,若距离与长度不等,则为弧线;
- (6) 在弧线所在圆的圆心处创建关键点P;
- (7) 回到原坐标系下提取P点坐标,即挺杆支撑杆的安装位置;
- (8) 删除P点。

在给出臂架部件、臂架回转半径并提取出相邻臂架安装位置后即可安装臂架。臂架组装步骤为:

- (1) 计算臂架安装角;
- (2) 读入主臂模型,旋转;
- (3) 提取相邻臂架安装位置;
- (4) 读入下一臂架模型,旋转并安装;
- (5) 耦合安装点;
- (6) 重复步骤(3)~(5)直到完成臂架组装。

3.2.3 钢丝绳滑轮系统

模拟钢丝绳滑轮系统包括模型的建立和有限元离散两个部分。

根据表1-1连接相应位置的节点,即可构造出使结构稳定的三角形。建立滑轮

模型需给定滑轮轴心、半径和倍率。可根据等效三角形原理,由解析几何求出切点的位置,然后连接相应的节点,得到钢丝绳滑轮系统模型。

在建立部件模型时已建出滑轮轴,一般情况下一个滑轮组只用一个等效三角形模拟,轴心位于轴的中点处。由于滑轮轴安装在钢板上,这样可先选择滑轮轴安装板,然后提取出滑轮轴心的位置,步骤如下:

- (1) 选择安装滑轮轴的一部分钢板;
- (2) 选择板上的点;
- (3) 选择与点相连的所有的线;
- (4) 在这些线中,只有滑轮轴线不从属于任何一个面,因此将与面相关的线去掉,就得到滑轮轴;
- (5) 选择轴线中点即为滑轮轴心。

滑轮和钢丝绳用杆单元模拟,还需要确定材料常数及横截面积。其中,材料常数和钢丝绳的横截面积为已知量,模拟滑轮的等效三角形的杆的横截面积可根据质量相等原则得到:

$$A = \frac{nM}{\rho(l_1 + l_2 + l_3)} \quad (1)$$

其中, M 为单个滑轮的质量, n 为滑轮个数, ρ 为滑轮材料密度, $l_i (i=1,2,3)$ 为等效三角形的边长。

滑轮安装步骤为:

- (1) 选择一组滑轮轴心;
- (2) 建立切线;
- (3) 建立滑轮等效三角形;
- (4) 离散为有限元模型;
- (5) 重复步骤(1)~(4)直到建立所有钢丝绳滑轮系统模型。

根据以上分析,将滑轮半径、滑轮倍率和滑轮个数设置为总体参数,就可以在臂架上依次装上钢丝绳滑轮系统。

4 结束语

本文采用参数控制输入,自动完成了履带起重机模型组装过程,提高了建立起重机有限元模型的效率,将重复性工作减至最低,节省了时间。

参考文献

- [1] 龚曙光,谢桂兰. ANSYS 操作命令与参数化编程[M]. 北京:机械工业出版社.2004.1
- [2] 王凯,周慎杰.80吨履带起重机桁架式臂架系统的有限元分析.[J].机械设计与研究.2005(10):88-91
- [3] 陆念力,李良,孟晓平.钢丝绳滑轮系统的等效结构法.[J].工程机械.1998,(6):13-15.