# 基于 CATIA 的挖掘机底盘有限元分析与结构优化

#### 李培国

(斗山工程机械(中国)有限公司 山东 烟台 264000)

摘要:挖掘机底盘支撑整个挖掘机的质量,所以底盘的结构强度对整个挖掘机是至关重要的。当前针对底盘结构强度分析使用的 3D 模型绘制软件与有限元分析软件多样化,导致 3D 模型绘制软件与有限元分析软件之间进行文件转换比较繁琐,工作效率低下。本文利用 CATIA 软件,既可以绘制修改 3D 模型,又可以直接进行有限元分析,根据有限元分析结果直接修改 3D 模型参数、优化模型,无需软件间的转化,使得工作效率大大提高。

关键词:挖掘机底盘; CATIA; 有限元分析; 结构优化

#### 0 引言

挖掘机的应用越来越广泛,工况越来越复杂,这势必导致对挖掘机结构设计更加严格,特别是挖掘机底盘,针对底盘结构分析的 3D 绘图软件多种多样,有限元分析软件也是多样化,大部分有限元分析软件是在 3D 模型转化文件后才能用于有限元分析的软件中,由于 3D 模型绘制软件与有限元分析软件不是同一个软件,必然导致 3D 模型修改繁琐,转换为有限元分析用模型过程繁琐,这样就会导致我们需要花费大量的时间用于 3D 模型的修改、转换,增加了工作的负担与工作量。但是使用 CATIA 软件,其自身具有有限元分析功能,分析会更简洁方便,也更便于快速地进行 3D 模型尺寸修改与结构优化。本文将利用 CATIA 软件对挖掘机底盘进行有限元分析以及结构优化。

#### 1 挖掘机底盘静态结构分析

#### 1.1 受力分析

对于整个底盘受力来看,主要是整机质量,铲斗内挖掘物料的质量以及行走马达转向等对其施加的力。可以分析整个挖掘机受力,然后单独将底盘作为研究对象进行受力施加。以 30t 机型为例,整机质量是按照 30t 进行,铲斗物料按照 2.7 t 进行(铲斗容量按照 1.5m³ 进行)。

针对整个底盘,经验受力分析来看分为三种情况:

第一,在行走过程中突然刹车,即将要倾覆的时刻,对底盘产生的作用力,经验来看是3倍的整机质量。此时可以将底盘单独进行受力研究,以底盘与上部回转体结合面为固定处,行走倾覆时刻的受力点进行施加受力,然后进行研究以及分析,如图1所示。

第二, 铲斗处于距离机身最远位置, 物料提升或

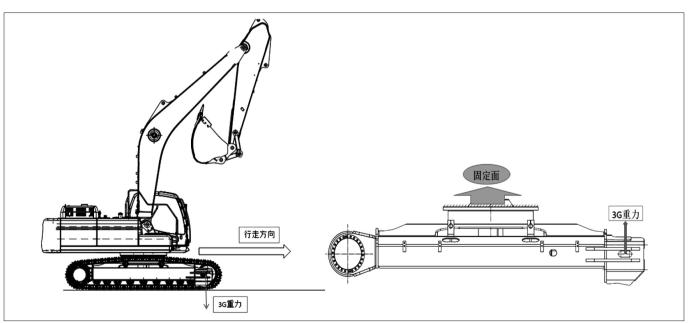


图 1 底盘受力图

- 15 -

者倾倒时产生的强烈震动状态,极限

条件是马达一侧或者导向轮一侧单边受力, 即将要 倾覆的时刻,经验来看是1.6倍整机质量与1.6倍物料 质量。此时可以将底盘单独进行受力研究,以底盘与 上部回转体结合面为固定处,以倾覆时刻的受力点进 行施加受力,然后进行研究以及分析,如图 2 所示。

第三,挖掘机处于下坡状态,并进行转向。极限状 态是马达一侧或者导向轮一侧单边受到整机质量,并 且同时受马达转向力矩。此时可以将底盘单独进行受 力研究,以底盘与上部回转体结合面为固定处,以转 动时刻单边受力时的受力点进行施加受力, 然后进行 研究以及分析,如图 3 所示。

#### 1.2 3D 模型创建与材料属性定义

3D 模型创建过程中,将受力分析中无关受力的部 分删除,比如一些小的丝坐、支架、孔等。将焊接位 置进行 3D 模型焊接,确保与实际物品一致。生成各个 尺寸间的约束,便于后续修改 3D 模型。

底盘主要是由不同厚度的 Q235 钢板焊接而成,

CATIA 中 Q235 对 应 材 质 为 SS400, 选 择 CATIA 材 料 库 中 的 SS400 材质, 确认 其机械性能,密度为 7.85g/cm³, 泊松比 (v) 为 0.25 ~ 0.33, 抗 拉 强度为 370 ~ 500MPa, 屈服强度为 235MPa。

## 1.3 虚拟件设计以及 网格划分

底盘附属件比较 多,有上支重轮、下支 图 2 底盘受力图 重轮、链轮、导向轮等, 此分析中只研究底盘受 力极限位置, 所以只保 留链轮与导向轮,此时 需要将链轮以及导向轮 以虚拟件的形式在3D 中表现出来。可以根据 经验,将个别受力集中 点进行网格细化。

## 1.4 边界约束与负重 载荷施加

根据前述, 总共分 图3 底盘受力图

为三种情况进行分析,施加边界约束以及负重载荷,如图 4 所示。

#### 1.5 应力分析与结果体现

三种情况结果如下应力云图、位移云图:红色越深, 代表应力越大, 位移越大, 得出最大应力 278MPa, 最 大位移 12.1mm, 与要求差别比较大, 需要进行优化处 理,如图5、图6所示。

### 2 3D 模型参数优化

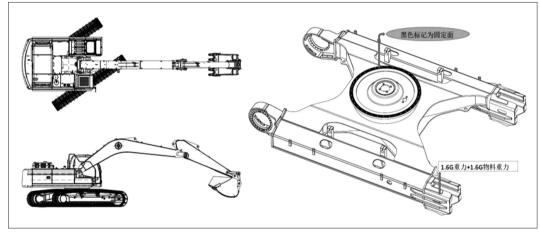
#### 2.1 关联参数

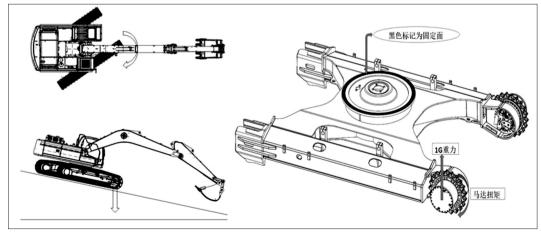
相关应力问题,经验要求低于0.83倍的屈服强度, 位移小于 10mm。

根据应力分析结果来看,主要是中心底盘的箱式结构 强度不足,即参数 D1、D2、D3、D4, 计算可得箱式结构 相关参数增加5~8mm预计满足要求。本文按照增加5mm 板厚变更重新进行模型修改与有限元分析,如图7所示。

#### 2.2 关联参数修改后分析结果

重新修改模型后,有限元分析计算后得出结果,最





- 16 -

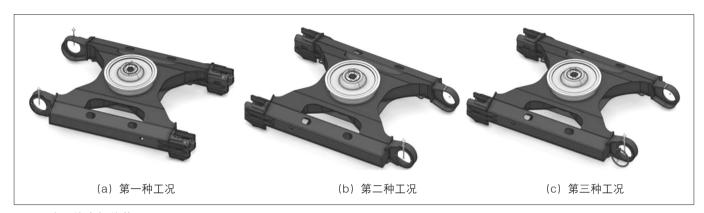


图 4 边界约束与载荷

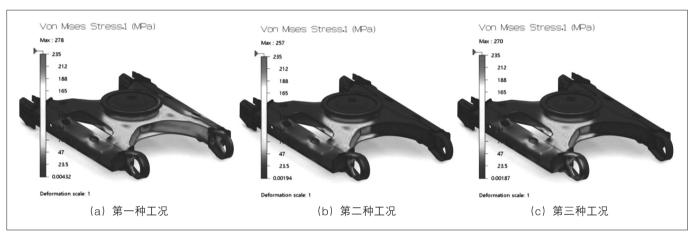


图 5 应力云图

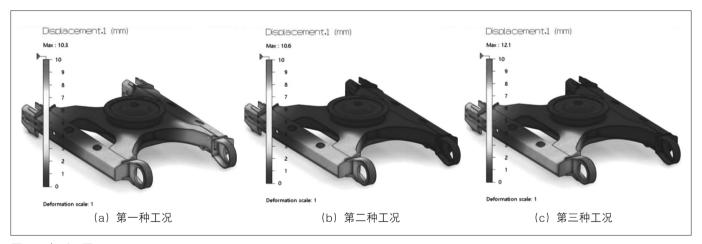


图 6 变形云图

大应力由 278MPa 变为 194MPa, 最大位移由 12.1mm 变为 9.55mm, 符合设计要求。

#### 3 结语

利用 CATIA 能方便快捷地绘制 3D 模型以及 修改模型,使用 CATIA 有限元分析,能与 3D 模型无缝对接,可以快速进行模型制作—有限元分 析一模型修改一有限元再分析的无缝衔接,无需各种软件间的相互转换,就能快速得出分析结果与优化方案,更合理地确定底盘的各个尺寸,使得结构强度满足要求,成本大大减少,极大地提高了优化效率。利用 CATIA 的有限元分析在优化挖掘机底盘方面提供了切实可行的技术手段,非常有实用价值。

- 17 -

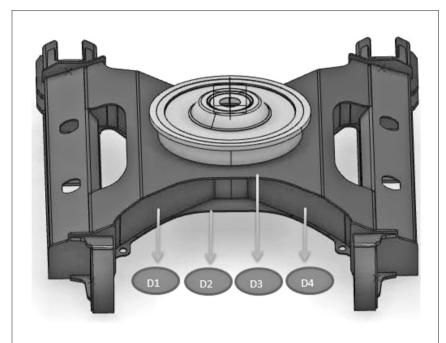


图 7 箱式结构

#### 参考文献:

[1] 陈国俊. 液压挖掘机(上、下册)[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2011.

[2] 林慕义, 史青录. 单斗液压挖掘机构造与设计 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2011.

[3] 刘宏新,宋微微,廉光赫.基于 CATIA的大型农具机架有限元分析与结构优化[J]. 东北农业大学学报,2012,43(11):116-121.

[4] 朱奇,孙纪燕.液压挖掘机动臂优化设计[J].工程机械,2008,39(9):34-36. [5] 盛选禹,唐守琴.CATIA有限元分析命令详解与实例[M].北京:机械工业出版社,2005.

[6] 张文志,韩清凯,刘亚忠,等. 机械结构有限元分析 [M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006.

[7] 李成. CATIA V5 从入门到精通 [M]. 北京: 人民邮电出版社,2010.

作者简介: 李培国(1985.12-), 男, 汉族, 山东潍坊人, 本科, 工程师, 研究方向: 挖掘机整机设计。

## 本刊声明

近日,本刊编辑部接到部分作者反映,存在个别机构(或个人)假冒《中国机械》杂志社总编室或《中国机械》编辑部的名义向广大机械制造领域的作者征收稿件,并向作者发送了盖有非法总编室或编辑部公章(或非法电子章)的录用通知书。

在此,本刊郑重声明,《中国机械》杂志社总编室公章(防伪码:1101081749266)已于2021年5月25日公开登报声明注销作废,中国机械编辑部原公章(防伪码:1101081491290)也已于2021年

4月19日公开登报声明作废,并启用新的编辑部公章。今后如有不法机构(或个人)再以本刊总编室或本刊编辑部名义进行征稿等相关活动,属于严重侵犯本刊合法权益的违法行为,一经发现,本刊将采取法律手段,切实维护本刊的声誉与正当合法权益。请广大作者认准《中国机械》杂志社的官方投稿邮箱 jxzzs@cinn.cn,或致电编辑部,以确保作者相关权益得到有效保护。

《中国机械》杂志社 2022年7月1日