

平地机破冰属具及其工作装置开发

曲洪雪 韦清贵 肖兴元 李健

广西柳工机械股份有限公司装载机研究院, 中国·广西 柳州 545000

摘要: 为拓展平地机的多功能应用场景, 满足客户对破冰等特殊作业的需求, 设计了一种可快速切换常规铲刀与破冰属具的多功能工作装置。该设计的核心在于对常规回转支承安装座进行结构优化, 增设侧面销轴与背部安装座, 同时, 左右配置的锁定销轴能有效防止作业时回转支承安装座旋转, 避免整机打滑。装配铲刀时仅需拆除破冰属具的专用安装座即可, 显著提升了设备的适用性与作业效率。通过有限元分析, 本设计方案的整体应力水平低于作为对比基准的某成熟机型, 结构安全系数更高。本研究不仅成功解决了平地机在破冰工况下的特定技术要求, 其模块化、可扩展的设计思路也为工程机械工作装置适配其他特种属具提供了有价值的借鉴与方向。

关键词: 平地机; 工作装置; 结构优化; 有限元分析

Development of Ice-breaking Attachment and Its Working Device for Motor Grader

Qu Hongxue, Wei Qinggui, Xiao Xingyuan, Li Jian

Loader Research Institute, Guangxi Liugong Machinery Co., Ltd., China Guangxi Liuzhou 545000

Abstract: To expand the multi-functional application scenarios of the bulldozer and meet the customers' demands for special operations such as ice-breaking, a multifunctional working device that can quickly switch between conventional buckets and ice-breaking tools was designed. The core of this design lies in optimizing the structure of the conventional swivel support mounting base, adding side pin shafts and back mounting seats. Meanwhile, the locking pin shafts configured on the left and right can effectively prevent the swivel support mounting base from rotating during operation, avoiding the machine from slipping. When installing the bucket, only the special mounting seat for ice-breaking tools needs to be removed, significantly improving the applicability and operation efficiency of the equipment. Through finite element analysis, the overall stress level of this design scheme is lower than that of a certain mature model used as a benchmark, and the structural safety factor is higher. This research not only successfully addressed the specific technical requirements of the bulldozer in ice-breaking conditions, but also its modular and expandable design concept provides valuable references and directions for the adaptation of other special attachments to the working devices of construction machinery.

Keywords: Bulldozer; Working device; Structural optimization; Finite element analysis

0 引言

平地机是一种多用途、高效率的路面机械。广泛应用于道路建设、工业建筑、平整地面、水利建设、农田改造等。通过各油缸动作实现工作装置上的铲刀灵活运动, 可侧向伸缩、可水平回转、可倾斜、切削角可调等, 适应各种工况, 比如地面平整、边坡或堤坝整修、挖沟、草皮剥离、排除道路积雪等作业^[1]。国内外相关企业开发了平地机破冰装置。行业上某平地机破冰装置是一种安装在平地机前面板的附加装置, 由破冰轮、安装架、连接杆、连接板以及液压系统等组成。其中, 破冰轮通过结构联接与安装架形成滚动轴承副, 安装架与连接板通过连接杆铰接联结, 组成一个四连杆机构, 连接板与平地机主机前面板联

接, 液压系统提升油缸的缸体部分与连接板铰接联结, 杆体部分与安装架铰接联结。破冰轮滚动前进时将坚冰破碎, 液压系统控制提升油缸伸缩改变破冰轮的离地高度^[2]。行业上另一种平地机破冰装置也是一种安装在平地机前面板的附加装置, 破冰轮机构通过四连杆支撑机构安装在平地机的前方, 提升机构安装在四连杆支撑机构上; 碎冰导向机构安装在四连杆支撑机构前端的下方, 碎冰收集机构安装在平地机的两侧; 破冰轮机构包括多组独立设置的破冰轮组和多组压簧加压组件; 多组破冰轮组横向并排设置; 每组破冰轮组通过一组压簧加压组件安装在四连杆支撑机构的前端^[3]。这种破冰属具均安装在前车架前面板上, 安装形式简单, 类似于前推土板配置, 同时推力也类似于推

土板, 相比于铲刀位置推力小, 工作效率低。为此, 本文设计了一种可快速切换常规铲刀与破冰属具的多功能工作装置, 拓展平地机的多功能应用场景。

1 结构

平地机的工作装置在如图 1 所示, 通过牵引架前端大球头与前车架连接, 可以绕着大球头任意角度旋转, 后端小球头连接三个油缸, 控制工作装置的上下左右范围内移动。

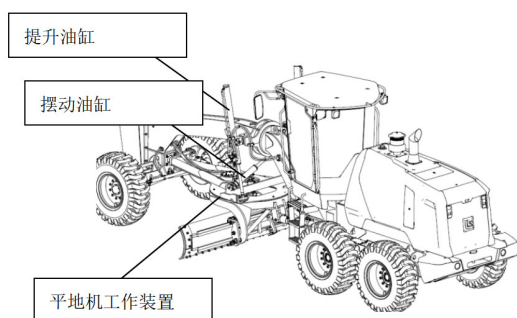


图1 工作装置在平地机中的位置

本结构借用常规平地机结构设计特制工作装置, 可装配常规铲刀, 也可以将铲刀更换为破冰属具, 有效提升平地破冰的效率。

本文的破冰属具与工作装置 (如图 2) 是在常规的工作装置上进行变形设计, 用常规的牵引架结构, 回转支承安装座侧面板前端增加销轴, 后端增加安装孔, 作为连接破冰属具的安装点, 通过安装座连接破冰属具的上表面与背面, 同时更改回转支承安装座侧面板外形, 增加横向拉板构成箱型结构, 加强回转支承安装座的强度与刚度。在牵引架底板与回转支承安装座箱型板上开定位孔, 用两个销轴穿过牵引架底板与回转支承安装座箱型板上的定位孔装配, 防止回转支承安装座旋转, 整机破冰工作时打滑。此破冰属具替换铲刀总成, 破冰上下深度和左右方向宽度可以操作提升油缸与摆动油缸控制, 有效的增加了作业范围。

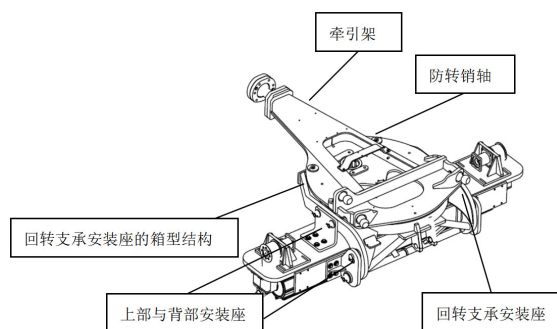


图2 工作装置配置破冰属具结构图

更换铲刀作业时, 仅需要拆除上部和背部的安装座及

破冰属具, 装上铲刀左支承、右支承与中间支座及铲刀总成即可, 如图 3 所示。

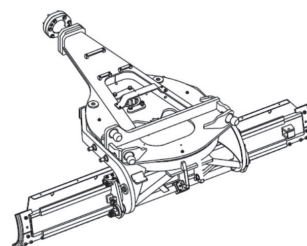


图3 工作装置配置铲刀结构图

因工作装置与破冰属具安装方式与铲刀装配形式不同, 并且破冰属具重量及工作载荷变化, 对工作装置进行有限元分析, 根据分析结果制定改进方案。

2 工况分析

此设计方案中, 破冰属具上部与背部通过安装座与回转支承安装座固定连接, 破冰属具与回转支承安装座中心面重合; 定位销固定牵引架与回转支承安装座, 回转支承安装座与牵引架中心面重合, 因此, 属具作业状态仅受到提升油缸与摆动油缸控制, 包括属具接触面均布受力工况 (正载工况) 与属具接触面单点受力工况 (偏载工况)。

为了与实际工况受力相符, 用传感器测试整机实际牵引力为 67kN, 作为有限元计算的载荷^[4]。

3 有限元分析

3.1 模型建立

建立三维模型并进行简化^[5], 如图 4 所示。

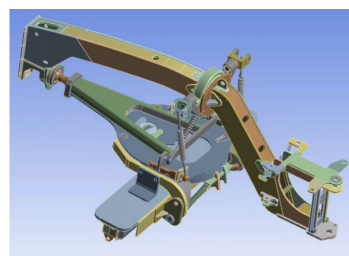


图4 有限元模型

各铰点接触按照实际装配关系设置, 牵引架前端球铰与前车架为球铰副; 破冰属具左右支座与回转支座铰接为旋转副; 其余的接触为固定接触。3 个油缸用弹簧替代, 如图 5 所示。

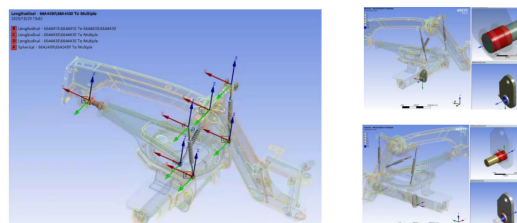


图5 接触设置

应用 ANSYS Workbench 对模型进行网格划分, 网格大小: 20mm, 节点数约 132 万。

前车架前端放开前进方向的移动自由度及其旋转自由度; 前车架末端上铰接放开竖直方向的移动自由度及其旋转自由度, 下铰接放开竖直方向旋转自由度; 载荷为牵引力测试值 67KN (远程力)。

3.2 计算结果分析

正载工况: 类比分析某成熟机型在相同边界条件下有限元分析结果, 可见, 本方案的工作装置结构整体应力小于对比机型, 在牵引架前端大球头、上盖板与属具上部支座板折弯处应力稍大, 但均小于材料的许用应力, 结构可靠。

偏载工况: 类比分析某成熟产品在相同边界条件下有限元分析结果, 可知本方案的工作装置结构整体应力明显优于对比机型, 在牵引架前端大球头、上盖板与属具上部支座板折弯处应力稍大, 但均小于材料的许用应力, 结构可靠。

综合正载与偏载对比分析, 本方案工作装置及破冰属具的应力值整体小于对比的成熟产品机型, 安全系数较高, 结构可靠。

4 结语

本文为按照客户工况要求, 在机场等破冰作业, 提供匹配的工作装置与破冰属具, 通过三维放样确定结构方案, 满足整机工作参数要求, 有限元对比分析确认方案可靠性,

整机已完成生产、调试, 并发运客户。根据破冰属具布置位置, 本文设计方案前后方向的铣刨力约为行业上前置方案铣刨力的 1.2 倍, 同时本方案的属具位置方便驾驶员观察、调整铣刨深度, 并通过控制油缸调整左右方向的铣刨位置。在作业效率与操作便捷性方面均优于前置方案。本文的设计方案不仅完成此次客户需求, 同时也为平地机工作装置配置特殊形式属具提供了设计方向, 具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 吴宗泽. 机械结构设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
 - [2] 李宗, 张忠海, 郭志鹏等. 平地机破冰装置: CN 201050050Y[P]. 20080423.
 - [3] 张晓晨, 于文, 姜舒等. 一种安装在平地机上的破冰清雪设备: CN202320231850.7[P]. 20230616.
 - [4] 秦宇, 曲洪雪. 平地机工作装置结构有限元分析及改进[J]. 装备制造技术, 2019(11):60-61.
 - [5] 李兵. ANSYSWorkbench 设计、仿真与优化[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- 基金项目: “协同”行动计划 (广西区域创新能力提升计划) 项目资助 (项目编号: 桂科 XT2503960023)。
- 作者简介: 曲洪雪 (1988-), 女, 黑龙江绥化人, 本科学历, 工程师, 研究方向: 平地机结构设计。