

文章编号: 1673 - 9620 (2008) 01 - 0029 - 03

装载机转斗油缸与车架铰接点的位置分析^{*}

祝海林¹, 贾文锦², 包振义², 陈 跃², 王宝丽²

(1. 江苏工业学院 机械与能源工程学院, 江苏 常州 213016; 2. 常林股份有限公司, 江苏 常州 213002)

摘要: 铲斗平移性及自动放平性是装载机的两个重要特性, 而这两个特性取决于转斗油缸与前车架的铰接点位置。通过工作机构动作过程的分解, 进行了该铰接点位置的计算机辅助分析, 得出了能够同时满足平移性与放平性要求的铰接点的合理范围, 可为新型装载机的研究开发提供参考。

关键词: 装载机; 工作机构; 转斗油缸

中图分类号: TH 123; TH 164; TH 243

文献标识码: A

Position Analysis of Pin - Connected Joint of Bucket - Turning Cylinder on the Frame of Loader

ZHU Hai - lin¹, JIA Wen - jing², BAO Zhen - yi², CHEN Yue², WANG Bao - li²

(1. School of Mechanical and Energy Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China; 2. Changlin Company Ltd., Changzhou 213002)

Abstract: Two features that the bucket can be in motion of translation and be put in a horizontal plane are important ones for loader. However, these features depend on the position of pin - connected joint of bucket - turning cylinder on the frame of the loader. Based on the analysis of motion for the working mechanism, and computer aided analysis of the position of pin - connected joint, the reasonable scope for the position of pin - connected joint is reached which satisfied those two important features. The result can be reference for research and development on new loaders.

Key words: loader; working mechanism; optimal design; bucket - turning cylinder

装载机是一种集铲、装、运、卸于一体的自行式机械, 在建筑、公路、铁路、港口、矿山、林业、国防等工程中的应用十分广泛。装载作业在整个采掘生产过程中是最为繁重而又费时的工序, 有效地提高装载机的产品质量和生产能力, 缩短装载、卸载作业时间, 对于加快工程建设速度、减轻劳动强度、降低工程成本都起着重要的作用。

在装载机的整个作业循环里, 铲斗装满物料后的收斗与卸料动作是通过装载机的转斗油缸来完成

的。为了使连杆机构的传力比^[1]尽可能最大, 一般转斗油缸的活塞杆端与上摇臂铰接, 缸体端则铰接在前车架上 (图 1 的 F 点), 点 F 通常位于动臂与前车架的铰接点 G 的前下方。在动臂举升过程中, F 点的位置对铲斗位置角的影响较大: 若 F 点太靠下, 动臂举升初期易使铲斗前倾, 物料会向前方洒落; 若 F 点布置在 GE 连线上, 则动臂举升至略高于水平位置时, 铲斗后倾较严重, 会朝向驾驶室撒料。 F 点位置的确定, 还必须考虑其他因素的影

^{*} 收稿日期: 2007 - 05 - 06

作者简介: 祝海林 (1963 -), 男, 浙江绍兴人, 教授, 工学博士, 研究生导师。

响。目前一些企业根据经验靠类比法、作图法人为地选取 F 点, 显然存在一定的盲目性。

1 工作机构的组成及动作分析

装载机的工作机构主要由铲斗、动臂、摇臂、拉杆 4 大结构件组成 (如图 1), 各构件之间由铰销联接, 能够相对转动。装载机工作机构的动作过程可分为 地面插入: 动臂在下限位置, 铲斗插入料堆; 下限收斗: 铲装结束后, 转斗油缸伸长, 铲斗逆时针转动收斗; 动臂举升: 动臂油缸伸长 (转斗油缸长度固定), 将动臂升至上限位置; 上限卸料: 动臂在上限位置时, 转斗油缸缩短, 铲斗顺时针转动, 实现卸料; 下放动臂: 动臂油缸缩短 (转斗油缸长度固定), 下放动臂, 铲斗自动放平着地。

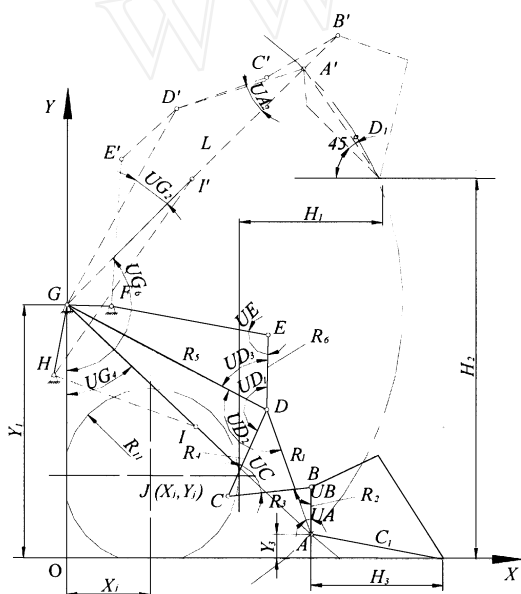


图 1 工作机构基本参数

Fig 1 Fundamental parameters of the working mechanism

可见第 一、二阶段机构组合方式相同, 此时动臂静止, 机构由转斗油缸的液动连杆机构 $CDEF$ 和铲斗 4 连杆机构 $ABCD$ 串联而成; 第三、四阶段机构组合方式相同, 此时转斗油缸闭锁 (相当于定长杆), 机构由动臂油缸液动连杆机构 GHI 、摇臂 4 连杆机构 $CDEF$ 、铲斗 4 连杆机构 $ABCD$ 串联而成。

2 转斗油缸与车架铰接点的位置要求

转斗油缸的缸体端在前车架上的铰接点的位置应当满足如下要求: 传力比大, 即装载机工作机构的铲掘性能好; 在铲斗装满料收斗后的举升过

程中, 铲斗基本保持平移 (即满足平移性), 以防铲斗内物料撒落, 保证装载机工作范围内的环境整洁。根据铲斗及机构形式的不同, 下限铲掘位置时铲斗的收斗角一般取 $40^\circ \sim 45^\circ$; 上限位置时铲斗的收斗角应小于 62° , 同时必须保证任意两个位置的收斗角之差不大于 15° ; 在任意位置, 铲斗都能够干净地卸料; 上限位置卸料后, 动臂下降至地面位置时, 靠工作机构自身运动 (转斗缸不伸缩) 能够实现铲斗的自动放平, 这就是自动放平性。它使装载机在每次作业循环中, 转斗缸省去一个收斗行程, 既节省了动力消耗, 又避免了因铲斗复位不准的反复操作, 从而减少了司机操作转斗缸手柄的次数, 减轻了司机的劳动强度, 也缩短了作业循环时间, 提高了劳动生产率。

其中, 铲斗平移性及自动放平性, 是装载机工作效率的两个重要指标。在工作机构杆件尺寸 ($R_1 \sim R_6$)、摇臂夹角 UD_1 、动臂长度确定之后, 铲斗位于地面铲掘位置和上限卸料位置上时摇臂与转斗缸的铰接点 E 、 E_1 也就随之确定。当点 F 在 EE_1 连线的垂直平分线上时, 可满足自动放平性。同样, 在铲斗装满料收斗结束及动臂举升到上限位置 (尚未卸料) 时, 上摇臂与转斗缸的铰接点 (以 E_1 、 E_2 表示) 也是确定的, 若 F 点在 E_1E_2 连线的垂直平分线上, 则平移性也满足。显然, 以上述两条垂直平分线的交点作为 F 点的位置, 那么平移性及自动放平性将同时满足。因此对于特定的装载机而言, F 点的位置是唯一的。当然, F 点的具体位置还与铲斗的收斗角和上限位置角有关。

3 铰接点位置的计算机辅助分析

建立与机架固连的平面直角坐标系 XOY 如图 1 所示, 装载机工作机构的自由度为 2, 当铲斗位置角 U 、动臂位置角 UG 确定之后, 机构的状态便唯一确定了。随着转斗油缸、动臂油缸的协调动作, 就可完成装料、卸料过程, 铲斗运动的中间状态自然满足要求。

3.1 基于 AutoCAD 的铰接点位置分析

根据装载机作业过程的 4 个典型工况: 下限铲掘工况 (以 x_c 表示)、下限收斗工况 (以 x_s 表示)、上限举升工况 (以 s_j 表示)、上限卸料工况 (以 s_x 表示)。以 Z30E 型装载机为例, 应用 AutoCAD 绘图软件分别作出 $U_{xs} = 40^\circ$ 且 U_{sj} 取 40° 或 55° , $U_{xs} = 45^\circ$ 且 U_{sj} 取 45° 或 60° 及上限卸料角 U_{sx}

=45°时, 工作机构的5个极限位置图, 作两条垂直平分线的交点即可得到 F 点的位置。

图2(1)是Z30E型装载机原始尺寸时的情形, 可以发现, 此时两条垂直平分线是平行的, 没有交点。为解决此问题, 企业在设计该型装载机时, 先用试凑法确定 F 点, 然后再验证是否满足平移性及自动放平性, 过程繁琐。图2(2)是对Z30E型工作机构尺寸进行优化后, 根据优化尺寸作图的结果, 此时两条垂直平分线有交点, 两个“+”号之间的部分, 即是Z30E型装载机转斗油缸与车架铰接点的合理范围, 在此范围内选取 F 点, 铲斗将同时具有平移及自动放平功能。

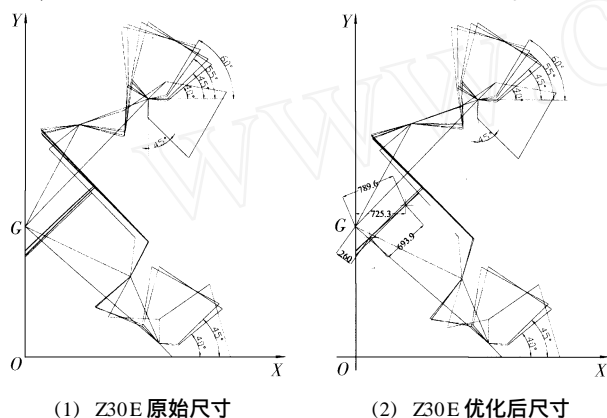


图2 Z30E型装载机 F 点的范围

Fig 2 Range of F points for the type of Z30E loader

3.2 基于VB的铰接点位置分析

在已知铲斗位置角 U 后, 根据工作机构各杆件长度及其相互位置关系, 可以推得拉杆、摇臂、转斗油缸的坐标计算公式, 从而可导出4个典型工况下 E_{xc} 、 E_{xs} 、 E_{sj} 、 E_{sx} 点的坐标, 求点 E_{xc} 与 E_{sx} 、 E_{xs} 与 E_{sj} 连线的垂直平分线, 其交点即 F 点, 进一步可求出 R_8 、 UG_1 等未知量, 从而得到点 F 、 G 的相对位置关系。

仍以Z30E型装载机为例, 根据优化后的工作机构尺寸, 选取点 F 在点 G 前下方 $1^\circ \sim 8^\circ$ 的范围内变动, 取步长为 1° , 运用可视化语言 Visual Basic 编程, 程序运行结果如图3所示, 共有28个解, 即28个 F 点。若改变杆件尺寸 $R_1 \sim R_6$ 中的任一个, 或者 UG_x 、 UG_s 、 X_{gf} 、 Y_{gf} 、 $UD1$ 和铲斗尺寸、卸载距离、卸载高度、上限卸料角等参数作了调整后, 便可得到变动后 F 点的所有范围。在地面铲掘位置时取任一收斗角度 (一般取 $40^\circ \sim 45^\circ$), 在对应的CAD图上量取长度 GF 及其位置角, 同时在 Visual Basic 程序记录文件内读取对应

的数据。经多次比较分析, 发现用 AutoCAD 绘图得到的 F 点与 Visual Basic 运算得到的 F 点很接近, 两种方法所确定的 F 点, 理论上都绝对满足平移性与自动放平性要求。

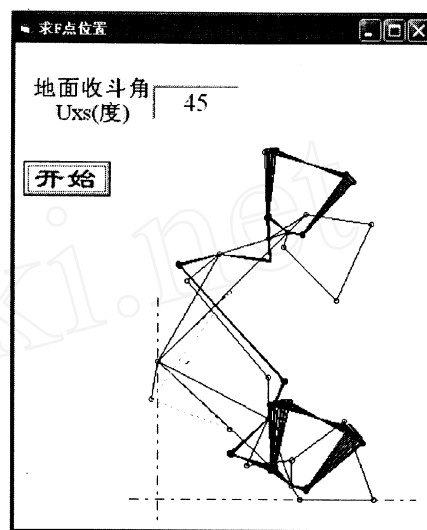


图3 F 点范围 VB 程序运行结果

Fig 3 Result via VB program for the range of F points

4 结束语

参照国外装载机产品, 用放大或缩小比例的方法, 类比、试凑确定 F 点的位置, 虽可缩短产品试制周期, 但是存在一定的盲目性, 工作量大, 容易出现运动干涉, 而且未能全面考虑铲斗的平移性、卸料性与自动放平性之间的矛盾关系。采用本文所述的方法可以在理论上保证铰接点 F 的位置同时能够满足平移性与自动放平性要求, 从而提高国产装载机的性能及市场竞争力。

致谢: 在该文撰写过程中, 得到了研究生秦玉涛、周燕萍的帮助, 特此致谢。

参考文献:

- [1] 王国彪, 杨力夫. 装载机工作装置优化设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- [2] 吉林工业大学工程机械教研室. 轮式装载机设计 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982.
- [3] 杨荣爱, 王桂梅, 郭淑媛. 用 VB 语言对装载机反铲六连杆工作装置进行动画检验 [J]. 煤矿机械, 2001, (9): 10-11.
- [4] 方子帆, 朱大林, 曹振生. 装载机工作装置运动特性动态仿真 [J]. 武汉水利电力大学学报, 2000, 22 (2): 160-162.
- [5] 姬慧勇, 秦宇飞, 陈明宏, 等. 铰接式装载机铲斗运动轨迹仿真 [J]. 计算机仿真, 2007, 24 (2): 295-298.