

全地面汽车起重机 360° 吊装仿真分析

龚国才 胡成林 黄知广

江苏河海建设有限公司, 江苏 镇江 212000

[摘要] 以徐工 QAY300 全地面汽车起重机为原型, 通过 ANSYS 软件建立其梁单元的仿真模型。梁单元采用 beam188 单元。然后模拟研究全地面汽车起重机 360° 吊装过程中主要起重构件的受力和变形, 着重对起重机的支腿反力进行计算和分析, 得出在吊装过程中四个支腿反力的变化情况, 进一步确定出在相应起吊角度时受力最大的支腿。

[关键词] 全地面汽车起重机; 仿真分析; 360° 吊装; 支腿反力

DOI: 10.33142/aem.v2i11.3206

中图分类号: TH213.6

文献标识码: A

Simulation Analysis of 360° Hoisting of All Terrain Truck Crane

GONG Guocai, HU Chenglin, HUANG Zhiguang

Jiangsu Hehai Construction Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: Taking Xugong QAY300 all terrain truck crane as the prototype, the simulation model of its beam element is established by ANSYS software. Beam element is beam 188 element. Then, the stress and deformation of the main lifting components in the 360° lifting process of the all terrain truck crane are simulated, and the support reaction of the crane is emphatically calculated and analyzed. The change of the reaction of the four outriggers in the lifting process is obtained and the outrigger with the largest force in the corresponding lifting angle is further determined.

Keywords: all terrain truck crane; simulation analysis; 360° hoisting; support reaction

引言

起重机械是一种特种设备, 这种特种设备发生安全事故的几率非常大, 所以汽车起重机也是比较危险的机械之一。不论在国内还是在海外, 每年都会会有很多起因起重设备作业而造成的人身伤亡以及财产损失事故, 这不仅对工人的人身安全造成了很大的威胁, 也会造成很大的经济损失, 还会延误工程的工期。而在众多的起重设备作业安全事故中, 由支腿出现问题导致的事故占的比重尤其大。起重机的支腿是全地面汽车起重机基本组成中非常重要的一部分。在汽车起重机吊装作业时, 起重机支腿支撑着整个起重机机身和起重重物。起重机支腿的支撑反力是汽车起重机在吊装作业时, 起重机机身及重物施加给支腿的竖向反作用力。由于汽车起重机在吊装过程中的作业环境非常复杂, 所以要求其支腿必须具备良好的力学性能。支腿力学性能的好坏, 直接影响着汽车起重机的承载能力和整机性能。本文通过仿真分析, 可以得出在吊装过程中四个支腿力的变化情况, 进一步确定出在相应起吊角度时受力最大的支腿。另外, 根据支腿的反力情况, 可以知道地基的受力情况, 因此可以为地基的处理加固提供依据。所以对全地面汽车起重机在吊装过程中的支腿进行合理的力学分析有着非常重要的研究和现实意义。

1 仿真模型的建立

为以徐工 QAY300 全地面汽车起重机为原型, 参考 QAY300 汽车起重机的技术参数, 通过 A 文章 NSYS 软件建立其仿真模型见图 1, 徐工 QYA300 全地面汽车起重机技术参数见表一。

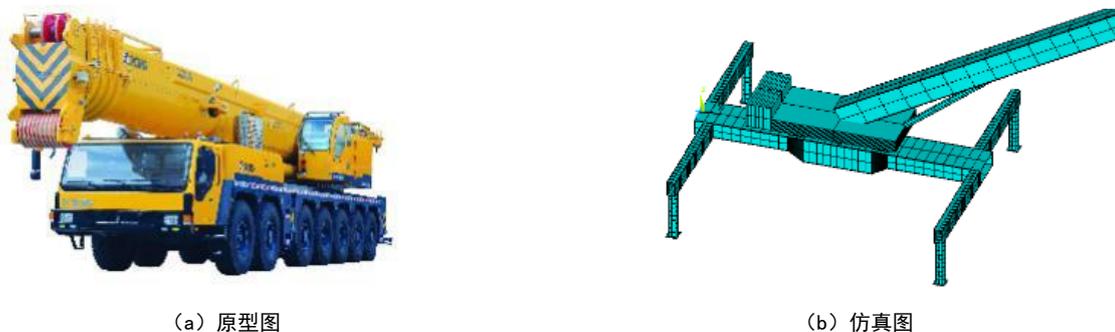


图 1 徐工 QYA300 全地面起重机模型图

表 1 徐工 QYA300 全地面起重机技术参数

技术参数	单位	参数
整机全长	mm	18510
整机全宽	mm	3000
整机全高	mm	4000
第一和二轴距	mm	1650
第二和三轴距	mm	2600
第三和四轴距	mm	1650
第四和五轴距	mm	1650
第五和六轴距	mm	1650
第六和七轴距	mm	1650
轮距	mm	2540
行驶状态整机自重	kg	79650
最大额定总起重量	t	300
最小额定工作幅度	m	3
转台尾部回转半径(平衡重)	mm	5640
纵向支腿距离	m	9.2
横向支腿距离	m	8.7
起重臂的基本臂长度	m	15.4
最长主臂的长度	m	61

在模拟全地面汽车起重机 360° 吊装过程中,为了能更加准确的分析,需要对相关的节点进行耦合处理,使得耦合的节点在耦合的方向上位移相同。本文中分别对水平支腿与主梁、水平支腿与竖向支腿、主梁与回转机构、起重臂液压杆与回转机构在六个自由度上进行了节点耦合。图 2 为起重机模型耦合节点。

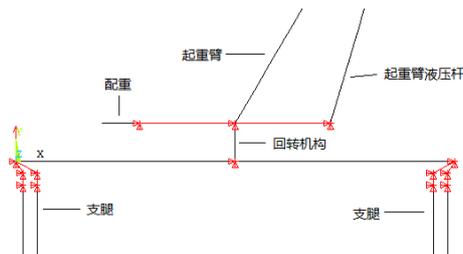


图 2 起重机模型耦合节点

根据实际汽车起重机起吊情况,本文对起重机模型的四个竖向支腿进行了自由度约束,约束了竖向支腿 x , y 和 z 三个方向的线位移。在分析模型起吊过程时, y 方向的约束反力即为实际吊装时竖向支腿所受的轴力。起重机模型竖向支腿施加约束后的情况见图 3。

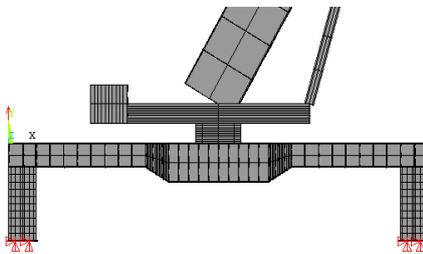


图 3 起重机模型施加约束

起重机模型施加约束之后,需要给起重机起重臂施加荷载,来模拟起重机起吊重物,同时给配重机构施加荷载,来模拟起重机起吊时的起重机配重。起重机模型加载分别在配重关键点与起重臂末端关键点施加 y 方向向下的荷载。本文模型配重机构加载 50t,起重臂起仰角度 60°,幅度 56m,起重臂末端加载 10t,模拟起重机起吊 10t 的重物。同时模型也考虑自重,在建模过程中施加了竖向的重力加速度。

3 仿真计算结果与数据分析

3.1 模型位移计算结果与数据分析

模拟研究全地面汽车起重机 360° 吊装,首先应考虑起重机起重臂的位移计算结果的分析。通过分析起重臂的位移结果,可以检验仿真模型建立的准确性,若位移结果与实际相差较大,还需再进一步完善仿真模型。本文模型配重机构加载 50t,起重臂起仰角度 60°,旋转机构水平旋转 0°,幅度 56m,起重臂末端加载 10t,模拟起重机起吊 10t 的重物。通过模型计算,得到了起重机模型的位移云图,如图 4 所示。

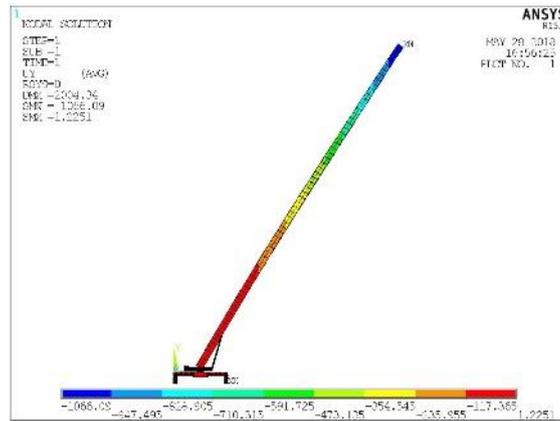


图 4 起重机模型位移云图

由于起重机模型位移云图中给出的最大位移为各个方向位移值的叠加,而分析起重机起重臂的位移计算结果,主要应分析起重臂的竖向位移。通过 ANSYS 后处理,查得起重臂模型末端节点竖向位移为 1043mm,符合实际的吊装情况。并且由模型位移云图可知除起重机起重臂模型有较大位移外,其他机构模型位移都较小,因此模型模拟起重机吊装符合实际起重机吊装情况。

3.2 模型支腿反力计算结果

为了方便研究汽车起重机模型支腿反力的计算结果,将四个起重机竖向支腿进行编号,分别为支腿 A、支腿 B、支腿 C 和支腿 D,见图 5。四个支腿相对应的支腿反力数值为 R1, R2, R3 和 R4。

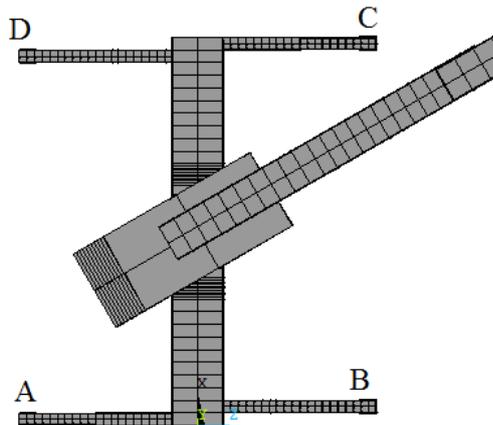


图 5 汽车起重机模型支腿编号

起重机模型支腿反力的计算与位移计算时的起吊情况相同，同样是配重机构加载 50t，起重臂起仰角度 60°，幅度 56m，起重臂末端加载 10t，模拟起重机起吊 10t 的重物。与位移计算唯一不同的是旋转机构水平旋转的角度，在模拟汽车起重机 360° 吊装，计算支腿反力时，需要改变旋转机构的水平旋转角度，以实现起重机模型 360° 吊装。所以在模拟起重机 360° 吊装过程时，旋转机构每水平旋转 10°，就计算一次起重机模型的四个支腿的支腿反力。由于四个支腿近似对称，所以本文计算了起重机旋转机构由 0° 到 180° 的支腿反力。表二为起重机旋转机构由 0° 到 180° 时四个支腿的支腿反力。

表 2 起重机四个支腿的反力数值表 (单位: N)

水平旋转角度	R1	R2	R3	R4
0°	234550	230350	286590	290790
10°	229780	237640	291360	283500
20°	229820	246370	291320	274770
30°	231850	252950	287830	266740
40°	235340	258100	284340	261580
50°	239350	262540	281790	258600
60°	241280	264280	278390	255390
70°	244170	266890	276970	254250
80°	245330	267960	274350	251720
90°	247560	270310	273580	250830
100°	248220	271320	271460	248360
110°	249650	273360	270030	246320
120°	251920	276490	269220	244650
130°	253320	278790	266360	240890
140°	255680	281810	262550	236420
150°	260990	286790	258690	232890
160°	268130	290900	251550	228780
170°	276480	292070	241750	226150
180°	258880	290070	233800	229610

3.3 模型支腿反力数据分析

在计算得出起重机模型旋转机构由 0° 到 180° 时四个支腿的支腿反力后，需要对计算结果进行数据分析，通过研究起重机 360° 吊装时四个支腿反力的数值变化情况，可以分析起重机起吊的最佳起吊角度，以及分析起重机起吊的危险起吊角度，以确保起重机起吊过程中的安全。图 6 为起重机模型 360° 吊装时四个支腿反力的数值变化情况。

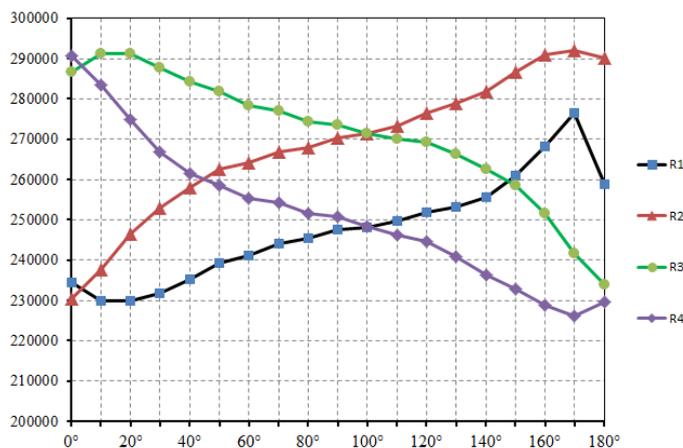


图 6 起重机四个支腿反力的数值变化情况图

4 结束语

由图 6 起重机模型 360° 吊装时四个支腿反力的数值变化情况可知, 在起重机旋转机构水平旋转 0° 时, 由于起重机起重臂位于支腿 C 与支腿 D 之间, 所以 R3 与 R4 的数值偏大, 即支腿 C 与支腿 D 的支腿反力偏大, 而 R1 与 R2 的数值偏小, 即支腿 A 与支腿 B 的支腿反力偏小。在起重机旋转机构旋转过程中, 由于起重臂逐渐向支腿 C 与支腿 B 旋转, 所以 R3 与 R4 数值逐渐变小, 而 R1 与 R2 数值逐渐变大, 即支腿 C 与支腿 D 的支腿反力逐渐变小, 而支腿 A 与支腿 B 的支腿反力逐渐变大。直到起重机旋转机构旋转了 180°, 这时起重臂位于支腿 A 与支腿 B 之间, 所以 R1 与 R2 的数值偏大, 即支腿 A 与支腿 B 的支腿反力偏大, 而 R3 与 R4 的数值偏小, 即支腿 C 与支腿 D 的支腿反力偏小。

通过以上分析, 可以得出起重机旋转机构的旋转角度在 90° -110° 之间时, 起重机的四个支腿受力更均匀, 起重机吊装相对更加安全。

[参考文献]

- [1][1]王新敏. ANSYS 工程结构数值分析[M]. 北京: 人民交通出版社, 2007.
 - [2]郭耀松. 起重机支腿支撑反力的分析计算[J]. 工程机械, 2010, 41(5): 42-44.
 - [3]房晓文, 陈学东, 周振华, 钱俊兵. 汽车起重机支腿反力简化计算方法与实验验证[J]. 起重运输机械, 2012(3): 89-92.
 - [4]谭延平, 田留宗, 谭喜文. 汽车起重机日常使用与维护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
 - [5]杨红义, 潘静, 胡小男. 基于 ANSYS 的汽车起重机吊臂的动态分析[J]. 机械设计与制造, 2011(1): 225-227.
 - [6]宁玮, 王瑾. 大吨位汽车起重机起重性能计算方法研究[J]. 机械工程学报, 2017, 53(13): 90-100.
- 作者简介: 龚国才 (1966-) 男, 江苏省镇江市人, 汉族, 大专, 水利工程, 职务是项目经理。