

起重吊装中的载荷系数选取的探讨

吕志贤

中海油能源发展装备技术有限公司 天津 300450

摘要 结合起重吊装作业中的实际经验,对照各行业施工规范和相关规定,对吊装作业中的动载系数和不均衡系数进行了分析,在起重吊装作业中双吊车抬吊、吊机起升速度方面、重要设备吊装等给出了明确的建议。

关键词 计算载荷 动载系数 不均衡系数 倾角 抬吊

中图分类号 F284 文献标识码 B 文章编号 1672-9323(2016)06-0045-02

DOI:10.16264/j.cnki.1672-9323.2016.06.014

1 载荷系数问题的提出

吊装作业风险的控制,关键在于制定出合适的吊装工艺,只有考虑了吊装过程的细节问题和风险因素,选择合适的载荷系数,正确地选择吊索具及核算好吊耳及杆件的强度后,才能安全圆满地完成吊装作业。吊装作业的安全问题往往出自各种吊索具、吊耳的载荷选择不合理,而吊装载荷的选择与吊装工艺中的计算载荷有关,吊装计算载荷又与确定的吊装工艺中的载荷系数有关。载荷系数的选取是一个涉及到最大限度地控制吊装风险重要的问题。

起重工程的设计中,为了计入被起升物体的运动速度变化而产生的动载荷,以及多分支(多根吊索、多台起重机)共抬一重物时因不同步现象产生的不均衡载荷的影响,常常以计算载荷作为选择吊车及吊索具的依据。现有规范和标准中规定的载荷系数如表1所示。

以上规范各异,大都是一些给出宽泛的范围,实际吊装设计中还是给设计者对载荷系数的确定带来很大困惑。载荷系数选取的过大,会造成吊索具、吊耳、吊车选择上的裕度过大,带来工程费用上的增加;载荷系数选取的小,又会带来吊装作业中的吊物失稳损坏及吊车倾覆等等风险。载荷系数包括有动载系数和不均衡载荷系数。本文结合实际工程起重吊装应用中的各种经验,就载荷系数问题为起重作业的吊装设计给出借鉴和启示。

2 动载系数的选取

2.1 动载系数与垂直起升时与吊机吊物的起升速度有关

表1 载荷系数取值

执行标准	动载系数	不均衡系数
SHJ515-90 大型设备吊装工程施工工艺标准	1.05-1.1	1-1.35
HGJ201-83 化工工程建设起重施工规范	1.1-1.3	
机械设备安装手册	1.1	1.2-1.3
石油化工吊装手册	1.1	1.1
起重吊装计算及安全技术 卜一德 2008.06	1.1	1.1-1.2
DnV RP5 LIFTING .JUNE 1985	1.05-1.15(陆地) 1.1-1.30(海上)	1.05-1.25

动载荷随吊机的提升速度的增大而增加,动载系数值相应随之增大。

对于主、辅吊车吊装也是一样,操作速度较快的吊车所分担的载荷将会增加。吊车的起升速度一般为2~12m/min。从《宇航计测技术》关于“大型构件吊装翻转过程动载荷分析”一文论述了在吊装起升速度8m/min和4m/min下,吊机载荷的变化情况,在吊装起升速度8m/min(相比后者)载荷为大。5.1“结论”中指出:从降低危险率考虑,翻转作业都尽量降低主副吊钩提升和降落的速度,从而减少动载荷。

笔者认为:吊车起升速度在5m/s以下时,动载系数宜取1.05~1.15,吊车起升速度在超过5m/s~10m/s时,宜取1.2~1.3。

笔者就曾经在蓬莱 PL19-3B 钻机模块项目吊装振动筛机

组时中遇到陆地上吊装正常,同样设备在海上吊装卸船时,出现在起吊过程中四个吊点有一个吊点吊耳断裂、靠其它三个吊点完成吊装的事例,当时是吊机起吊速度快(吊车起升速度达10m/s)绳索所受的动载荷变大的缘故。

2.2 动载系数与吊物吊装工艺的提升状态 - 吊物的仰角有关

对于双吊车吊装吊物并翻转的情况,动载系数与吊物的设备仰角有关。

引用《石化技术》1996 年第三卷第 3 期 戴杰《吊车吊装附加载荷及载荷系数》文 P191 的附表 4,设备仰角 α 在 60° 时最大。

表 2 动载系数与设备仰角对应关系

α	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
K 动	1.268	1.187	1.121	1.068	1.030	1.008	1.000

2.3 动载系数与吊机工作所处的地况有关

动载系数与吊机工作所处的地况有关,陆上取小值,在海上座基有起伏,海上应取大值。参考 刘巍,孙振平《绥中 36-1 油田期开发工程井口平台导管架和组块的吊装与拖航》(《中国油气(工程)》2001 年 4 月第 13 卷第 2 期 P12 页)。

表 3 动载系数(DnV 规范 RP5 LIFTING .JUNE 1985)

被吊物体的质量 / t	< 100	100- 1000	1000- 2000	> 2500
DAF 海上	1.30	1.20	1.15	1.10
DAF 陆地	1.15	1.10	1.05	1.05

3 不平衡载荷系数的选取

在吊物重心位置偏离计算重心位置产生不平衡载荷的情况下,吊物多吊点和多台吊车协作作业中出现不同步而产生不平衡载荷的情况下需要考虑不平衡系数的影响。

在吊物实际重心位置偏离设计计算重心位置或吊物重心偏离其形心时,导致不平衡受力产生的不平衡系数 K1 DnV 规范推荐系数为 1.05~1.25。

在起重吊物多吊点(多根吊索、多台起重机共抬吊物)情况下的不平衡载荷系数,对四吊点及以上的吊物的起重作业,要考虑因吊物倾斜所造成吊索之间的不均匀受力。要考虑吊索及索具连接后造成的长度的误差。不平衡载荷系数宜取 1.33~1.35 为宜。笔者就曾经在一次大型吊装中遇到用四根吊索吊装,有一根吊索长度累积偏差短近一个卸扣的长度,后以加一卸扣的办法处理顺利完成吊装的事例。

在双吊车抬吊翻转 90° 工况时的不平衡系数 K1,引用《石

化技术》1996 年第三卷第 3 期 戴杰《吊车吊装附加载荷及载荷系数》文 P189 的(附表 1)本表 4。

表 4 双吊车协同作业时吊物在不同仰角下副吊脱钩时
两吊车的不平衡系数的对应关系

重型设备吊装 工况一	工况二	60°	65°	70°	75°	80°
KA 不	KB 不	1.101	1.128	1.170	1.245	1.425
KB 不	KA 不	0.918	0.900	0.875	0.838	0.772

表 4 中 KA 不,为 A 吊车的不平衡系数 KB 不,为 B 吊车的不平衡系数。

在大型设备吊装工程施工工艺标准《SH/T 3515-2003》9.1.3 中提到“当设备仰角达到 $70^\circ \sim 75^\circ$ 时辅助吊车脱钩”副吊车脱钩时的角度与主吊点和吊物重心的位置有关,当吊物的重心和主副吊车吊点在一条直线上时,在吊物倾角 $70^\circ \sim 75^\circ$ 时松钩,即不平衡系数取 $1.17 \sim 1.245$;不在一条直线上时,在吊物倾角超过 75° 后松钩,相应的不平衡系数取 1.425。因此要根据特定的吊装工艺来考虑脱钩的时机选取相应的不平衡系数。

4 载荷系数的确定

单吊车吊装及一般设备吊装时,载荷系数应选动载荷系数 K1 动和不平衡载荷系数 K2 中的较大者。

双吊车吊装时,载荷系数应选动载荷系数 K1 动和不平衡载荷系数 K2 之乘积。

重型设备吊装,有四个及以上吊点,在吊装中吊物产生倾角或吊点布置位置偏离吊物重心位置时,载荷系数应选动载荷系数 K1 动和不平衡载荷系数 K2 之乘积。

参考文献

- 1 卜一德主编. 起重吊装计算及安全技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社出版,2008.6
- 2 (1)王庆春,(2)李玉龙. 大型构件吊装翻转过程动载荷分析[J]. 宇航计测技术. ISSN 1000-7202: 中国航天科技集团一院 102 所、二院 203 所主办. 2011 年 12 月第 31 卷第六期 P21-24 页. 国内统一刊号: CN 11-2052/V
- 3 戴杰. 吊车吊装附加载荷及载荷系数[J]. 石化技术. ISSN: 1006-0235. 1996 年第 3 卷第 3 期 P188-192 页.
- 4 (1)刘巍,(2)孙振平. 绥中 36-1 油田期开发工程井口平台导管架和组块的吊装与拖航[J]. 中国油气(工程). ISSN 1001-7682. 2001 年 4 月第 13 卷第 2 期 P11-14 页.

(收稿日期 2015-10-29)