

桥式起重机桥架承载能力提升方法探讨

许国坤

(云南煤业能源股份有限公司技术中心 云南昆明 650302)

摘要: 为了全面掌握桥式起重机桥架当前的实际承载状态,为承载能力可靠性评估提供科学数据,提出了着重考虑桥架结构承载薄弱点的承载能力测试方法,包括无损检测方案和起重机跨度加长的方法。本文所提出的桥式起重机桥架承载能力系统的评估方法做出了总结,并对将来的进一步研究作了分析和展望。

关键词: 起重机桥架承载能力提升方法

一、起重机桥架简述

桥式起重机主要由桥架、大车运行机构、小车、电气控制四部分组成。桥架是起重机的主体结构,其作用是支承各种载荷。

桥架由主梁、端梁、走台、梯子、栏杆、平台、电缆滑架等组成。桥式起重机桥架主要由 2 件主梁和 2 件端梁及其它部件组成。主梁结构主要有箱形主梁及桁架式主梁,考虑到制作工艺等因素,箱形主梁应用最广泛。主梁承担小车重量及被吊物品重量,因此必须有足够的强度、刚度及稳定性。主梁在制作时具有上拱度,其目的是抵消工作中主梁所产生的弹性变形,减轻小车的爬坡、下溜,同时保证大车运行机构的传动精度。根据相关国家标准,起重机主梁跨中上拱度为 (0.9~1.4) S/1000, 并且最大上拱度应控制在跨中 S/10 的范围内。(S 为起重机的跨度)。

二、桥架承载能力提升的目的

1、在用起重机额定起重量需要提升

在生产过程中所使用的起重机,其额定起重量是根据生产工艺流程中所吊运的最大重量来确定。但随着生产的发展,起重机的额定起重量已不能够满足使用要求,如某金属结构件制作车间,在厂房设计时,根据所制造金属结构件的最大重量为 60t,设置了一台 QD63/16t × 25.5m × 12/14m, A5 级双梁桥式起重机,在前期的生产中完全能够满足使用要求,但后来该车间需要承载最大重量达 67t 的金属结构件,原有的起重机已不能够满足使用要求。面对新的生产需求,一般的方法是新上一台 QD70/20t × 25.5m × 12/14m, A5 级双梁桥式起重机。但新上一台起重机造价较高,原来的起重机拆除后很难找到完全合适的车间再用,造成资源的浪费。

主梁的设计是根据起重机的额定起重量、跨度、工作级别、起升速度、运行速度等来进行计算的,通过设计计算,选择合适的断面尺寸,以及腹板厚度,上、下盖板厚度,使强度、刚度和稳定性满足要求。所以说,每件主梁都对应着唯一的额定起重量。但考虑到额定起重量从 63t 增加到 70t,仅增加了 11.11%,所以桥架部分可采用在原来的基础上改造。桥架是起重机的重要承载部件,其重量占起重机整机自重的 50~60%,如果重新制作桥架,造价较高。因此,在额定起重量增加不多的情况下(一般增加 10~15%),对在用起重机进行升级改造,能够减少投资。

2、在用起重机跨度加长

在用的起重机,因技改等原因有时需要搬迁到其它车间使用,但所迁入的车间跨度往往与原起重机的跨度不一致,这种情况下需要对起重机的跨度进行改制。起重机的跨度由大改小,只需将主梁改短即可,但起重机的跨度由小改大时,主梁除接长外,还需对主梁进行加强,从而保证主梁具有足够的强度、刚度和稳定性。考虑到桥架改制后的质量以及经济性,跨度加长一般不宜超过 6m,在此种情况下,端梁一般不需要加强。

3、在用起重机因桥架变形需要修复

起重机在使用过程中,主梁上拱度会逐渐减少,拱度开始向下产生永久变形,即下挠。主梁产生下挠的原因较多,主要是在制造过程中所产生的内应力的释放,不合理的使用、修复,高温环境未采取隔热措施,以及恶劣环境导致主梁锈蚀严重等。

为了保证起重机的安全使用,TSG Q7015-2016《起重机械定期检验规则》之 C11.3.1 额定载荷试验中对桥架的挠度作了规定,对 A1~A3 级,垂直静挠度不大于 S/700;对 A4~A6 级,垂直静挠度不大于 S/800;对 A7 级、A8 级,垂直静挠度不大于 S/1000。当起重机的垂直静挠度大于上述值时,需要对起重机桥架进行修复。

三、桥架承载能力提升的方法

1、在用起重机额定起重量提升的方法

起重机主梁主要承受垂直方向的载荷,主梁的上盖板承受压应力,下盖板承受拉应力,而压应力、拉应力的大小与起重小车在主梁上所产生的最大弯矩 M_{max} 成正比,与主梁的惯性矩 J_x 成反比。主

梁的静刚度与惯性矩 J_x 成正比。主梁的惯性矩 J_x 与主梁高度 H 、宽度 B 有关,近似于:

$$J_x = (BH^3 - bh^3) / 12 \quad (一)$$

式中代号见图 1-a

从式(一)可以看出, H 值增加, J_x 也随之增加。

当起重量增加时,起重小车在主梁上所产生的最大弯矩 M_{max} 也随之增加,此时,可以根据需要的额定起重量来进行计算,确定主梁高度 H 的值,然后再确定主梁需增加的高度 H_2 的值 ($-H_1$)。

从上述分析可以看出,在额定起重量增加的情况下,增加主梁高度,也就增加了主梁的惯性矩,从而保证主梁的压应力、拉应力小于等于许用应力,同时主梁的静刚度也增大,保证了起重机的安全运行。所以可以采用增加主梁高度的方法来提升主梁的承载能力,从而提升桥架的承载能力,主梁加强方案见图 1-a。至于端梁,通过计算,如果需要加强,则进行加强,一般情况下不需要加强。

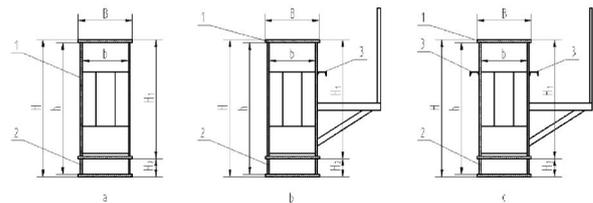


图 1 主梁断面示意图

图中: 1-主梁原断面, 2-主梁加高断面, 3-水平刚度加强型钢

2、在用起重机跨度加长的方法

当起重机跨度增加时,起重小车在主梁上所产生的最大弯矩 M_{max} 也随之增加,此时,可以根据需要的跨度来进行计算,确定主梁高度 H 的值,然后再确定主梁需增加的高度 H_2 的值 ($-H_1$)。

同时,计算水平刚度,如果水平刚度不够,采用型钢进行加强,加强方案见图 1-b、c。

至于端梁,通过计算,如果需要加强,则进行加强,一般情况下不需要加强。

3、在用起重机桥架变形的修复方法

对于使用时间较长,主梁下挠及变形较大,桥架承载能力下降明显的起重机,采用增加主梁高度的方法来提升桥架的承载能力。主梁所增加的高度 H_2 一般取 200~300mm。端梁则进行校正修复。加强方案见图 1-a。

四、结语

在用起重机额定起重量需要提升,并且提升幅度在 10~15% 时,可对起重机桥架进行升级改造;在用起重机因技改等原因跨度需要加长,并且加长不超过 6m 时,可对起重机桥架进行升级改造。这样能够减少投资。在用起重机桥架变形较大,承载能力下降明显时,可采用增加主梁高度的方法来提升桥架的承载能力。

参考文献:

[1]GB/T3811-2008 《起重机设计规范》

[2]《起重机设计手册》中国铁道出版社张质文虞和谦王金诺包起帆主编