

# 某商业综合体冷水机组吊装方案选用及地面承载力分析

王 浩

中国核工业华兴建设有限公司深圳分公司第六工程管理部 广东 广州 510160

**摘 要:**随着人们对建筑环境的舒适度要求越来越高,配合建筑各项功能使用的机电设备也随之增多,其中部分机电设备体积大、重量重,在施工过程中如何将大型设备运输至设备机房,是机电设备安装工程中的一个重点,也是一个难点。大型设备运输不仅仅在建筑施工图纸设计过程中需要考虑,更需施工单位根据现场实际情况,合理选用设备吊装方案。如何在施工过程中根据现场实际情况,选择最优的设备吊运方案,并复核建筑及地面承载力,考验着每个施工单位的技术能力。

**关键词:**大型设备;吊装方案;承载力

## 1 引言

某综合体项目,是集办公、酒店、商业、零售购物及休闲娱乐为一体的大型商业城市综合体,总建筑面积约36万 $m^2$ 。本工程裙楼商业部分采用4台1000冷吨、1台500冷吨冷水离心式冷水机组为冷源,设置在地下四层主机房内。西塔甲级办公部分采用3台300冷吨水冷螺杆式冷水机组为冷源,设置在地下四层主机房内。地下室建筑层高:地下三、四层层高为4.3m,地下一、二层层高为5.3m。设备吊装孔位于城际轨道交通桥梁下方,邻近南侧地下室外墙,洞口尺寸为6500×3500,由地下室四层直通一层,城际轨道交通桥底离一层地面11m。

受桥梁高度及吊装洞口位置影响,无法采用汽车吊将冷水机组直接由吊装洞口吊入负四层,需选用其他吊运方案。

## 2 设备参数

本工程大型设备的吊装主要有4台1000冷吨、1台500冷吨冷水离心式冷水机组,3台300冷吨水冷螺杆式冷水机组。最大机组尺寸4619×2594×2803mm,机组重量12450KG。

## 3 吊装方案选择及结构承载力分析

### 3.1 设备吊运方案及运输路线选择

制冷机组由工地东大门进入现场,沿车道驶入中交南侧与东区结合部,待吊车就位后,设备运输车就位。若冷水机组直接从中交一层吊装口吊运至负四层机房地面,因机组高度近三米,重量近13吨,吊车大臂受桥梁高度及吊装洞口位置影响,无法按照吊车作业操作要求,将主臂抬升至作业高度,并将设备移动到吊装洞口上方,故无法采用此直接从吊装洞口吊运设备至机房地面的方案。而根据现场实际勘查得知,可采用150T汽车吊将制冷机组由东区下沉广场上方吊运至负二层地面,之后通过滚杠及移动钢平台将冷水机组水平运输至负二层吊装洞口上方,再使用汽车吊将冷水机组由吊装洞口降至负四层制冷机房地面,最后通过地坦克水平运输至设备基础就位。

### 3.2 现场准备工作

(1) 吊装前应实际复核、测量设备预留吊装口的位置、尺寸,并核实现场的各种数据、参数是否符合垂直、水平运输条件的要求。

(2) 清理吊装口四周的混凝土碎块、木方、钢筋等杂物,将结构施工时只绑筋未浇筑混凝土的预留洞口四周的混凝土剔凿干净,防止吊装时磕碰坠落而伤人。设备吊装前,吊装洞口的一层、负一层、负二层底板钢筋需割除。

(3) 负二层下沉广场地面沉板300mm,需采用枕木铺平。为尽量分散设备对楼板的荷载以及保证运输通道的平整,负二层下沉广场至设备吊装孔的运输通道上铺设4m宽,16mm厚的钢板。

(4) 吊装之前需确保汽车吊和冷水机组都能按照约定的时间准时到达施工现场,吊装过程中所使用的机械机具(倒链、卷扬机、叉车、液压千斤顶和索具等)提前准备就绪并检查质量,确保顺利完成。

(5) 吊装之前向施工作业人员进行详细的技术交底,让每一位施工人员弄清施工方案、技术要求和施工方法,将方案落实到施工作业层。

### 3.3 吊车选用

根据冷水机组供货商提供的技术参数,1000RT机组的运输重量为12.45吨。汽车吊站位离吊装口距离为18.4m,查看汽车吊的起重参数同时结合施工现场场地条件,确定采用150T的汽车吊和人工牵引(使用倒链、地坦克)相结合的方式将机组吊装到所需要的部位。

### 3.4 设备运输通道结构承载力复核

根据设计提供的东区地下室负二层载荷数据可知,在目前地面装饰面未施工情况下,吊装区域楼板每平方米能承受的载荷 $N=D$ (恒载)+ $L$ (活载) $=0.6t/m^2+0.45t/m^2=1.05t/m^2$ 。而制冷机组吊运时,设备下方需横置数根长度为4m的钢管,地面平铺16mm厚钢板,进行滚动运输,故设备运输时楼板受力面为4m(钢管长度)\*5m(设备长度) $=20m^2$ ,1000RT冷水机组及下方垫置钢管重量 $G=12.45t+0.4t=12.85t$ ,即设备对楼板的载荷为 $12.85t/20m^2=0.64t/m^2$ ,小于东区负二层楼面 $1.05t/m^2$ 的载荷数,同时也小于中交负二层楼面 $0.75t/m^2$ 的载荷数,故东区负二层楼面和中交负二层楼面能承受设备吊运过程中的荷载。

当制冷机组运输至中交负二层吊装洞口附近时,需使用负二层顶板上固定的4个起重能力为5t的倒链,将冷水机

组提升至移动平台上,此时固定倒链处,梁所承受的最大集中荷载为31KN(最重冷水机组为12.5t,分散为四个吊点承载)。经设计受力核算确认,负一层底板梁能承受制冷机组吊装时对其施加的集中荷载。

制冷机组吊运至移动平台上时,1000RT冷水机组与移动平台的总质量为17.55t,其平均分布于吊装洞口两侧的梁上,每条梁上的作用长度为3m(移动平台宽3m),此时两侧梁承受的线荷载为29.25KN/m(175.5KN/2/3m)。经设计受力核算确认,负二层底板梁能承受制冷机组及移动平台对其施加的线性荷载。

### 3.5 吊车站位区域负二层顶板结构承载力复核

制冷机组吊装场地回填土标高为-1.400m,地下室负二层人防顶板标高为-5.400m,此范围内楼板可承受荷载值为:恒载11.2t/m<sup>2</sup>,活载2t/m<sup>2</sup>,地下室负二层顶板上的回填土,其自重取20KN/m<sup>2</sup>。150t汽车吊工作状态自重64.5t,支腿纵向距离7.04m,支腿全伸横向距离为8.5m,制冷机组吊装作业时汽车吊旋转半径为18.4m,当吊运最重件为12.45t的1000RT制冷机组时,其单个支腿承受最大重量为:  
 $N_{max}=64.5t/4+(12.45t \times 18.4m)/(\sqrt{2} \times 8.5m)=35.18t$ ,支腿下垫置2.0m×2.0m×20mm的钢板和枕木。

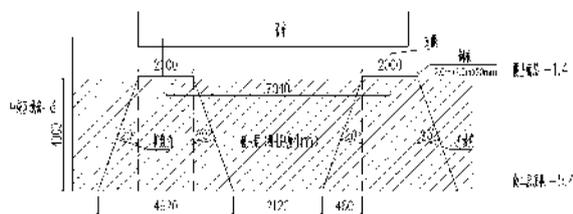


图1 吊车支腿受力扩散情况示意图

汽车吊作业时,负二层顶板上方泥土受压后,支腿上力将向下方扩散传导,扩散角度选定为20°,扩散深度为4m,当泥土上方压力传递至负二层顶板上时,扩散距离为 $\tan 20^\circ \times 4=1.46m$ ,而汽车吊最近腿距为7.04m,两个支腿扩散面之间的距离为2.12m,故扩散面无重叠。汽车吊支腿下方所垫钢板所受压力扩散到顶板后,顶板受力面积 $= (2+1.46 \times 2) \times (2+1.46 \times 2) = 24.21m^2$ ,故顶板承受最大压力为 $35.18t/24.21m^2=1.45t/m^2$ 。根据设计提供荷载数据可知,负二层顶板每平方米能承受的荷载 $N=D$ (恒载)- $F$ (土)+ $L$ (活载) $=11.2t/m^2-2 \times 4t/m^2+2t/m^2=5.2t/m^2 > 1.45t/m^2$ ,故汽车吊能

在负二层顶板上方进行吊装作业。

汽车吊将制冷机组吊运至负二层后,在设备下方敷设 $\phi 108 \times 6$ 的无缝钢管,每根钢管长度4m,需要钢管20根。利用钢管滚动及卷扬机牵引,将制冷机组运输至中交吊装口附近转运位置,再利用负二层顶板下悬挂的四个5t倒链,将机组提升0.5m后,将移动平台移动至机组下方,降下机组置于移动平台上,再利用水平倒链将移动平台牵引至吊装洞口上方。此时,室外汽车吊已在中交一层吊装洞口附近就位,由于无须考虑设备占用空间,其汽车吊大臂可伸入桥面下方,放下吊钩,将负二层移动平台上的制冷机组提升0.4m,之后移动平台平移出吊装洞口,汽车吊将机组下降至负四层地面。

机组降至负四层地面后,利用卷扬机与地坦克配合,将机组水平运输至基础附近后,4台10吨油压顶将机组顶升,然后移走设备下的运输地坦克,再用枕木、钢板等,铺垫在设备下,高度与就位基础高度相同,最后再利用地坦克配合移至基础就位。

### 4 结束语

本工程冷水机组的吊装,因受桥梁高度及吊装洞口位置影响,无法采用汽车吊将冷水机组直接由一层吊装洞口吊运至负四层的吊装方案。而采用将冷水机组吊运至东区下沉广场负二层地面,再水平运输至负二层吊装洞口上方,之后通过汽车吊将负二层吊装洞口上方的冷水机组吊放至负四层机房地面并进行就位安装的方案。经复核计算,一层室外汽车吊站位位置处,其楼板承载能力满足吊装作业需求,且负二层东区下沉广场至吊装洞口水平运输路线上的相应楼板同样满足最大冷水机组对地面的承载需求,冷水机组在负二层提升至移动钢平台时,四个挂梁吊点和负二层吊装洞口周围梁的承载能力均能满足设备吊运要求,故此吊装方案具有可行性。

### 参考文献:

- [1]曹正罡,吴鹏程,杜鹏.预应力索网抑制屈曲钢板剪力墙力学性能分析[J].哈尔滨工业大学学报,2018,(6).184-191. doi:10.11918/j.issn.0367-6234.201703125.
- [2]陆金钰,范圣刚,闫鲁南,等.带缝钢板剪力墙弹塑性简化分析模型[J].土木建筑与环境工程,2013,(2).46-51.