

# 大型化工设备吊装技术探讨

齐小飞 (晋能控股装备制造集团华昱能源化工山西有限责任公司, 山西 晋城 048017)

**摘要:** 化工生产作为在经济环境当中重要的工业形式, 面对着近年来的发展当中逐渐应用到了更为先进的大型设备装置, 而在促进化工产业的升级扩建当中, 对于大型设备建设维修以及改造工程需要使用到起吊装置完成起吊工作产生了一定的难度, 作为在设备运转工作当中的重要工序环节, 设备的起吊运转工作往往会受到设备原有框架的固定以及周围管线设备的影响, 从而增加了工作难度, 因此, 为了能够促使化工产业在现代化的环境当中更好的对大型设备进行应用建设, 需要对设备起吊工艺以及流程开展全面的分析, 从而为化工产业提供相应的工作参考。

**关键词:** 化工; 大型设备; 吊装技术

## 0 引言

在化工行业当中的吊装技术关系到化工产业的实际效能, 在面临着经济环境逐渐倾向于现代化发展的过程当中, 化工产业的生产成为了迎合经济时代的必然需求, 不断引进先进的大型设备开展作业, 而相对的基于这样的生产需求, 大型设备的吊装运输等依托于吊装技术, 需要保障高效率的作业方式, 针对于不同的吊装物品需要选用更为合理的吊装方式, 因此本文将基于在化工产业当中应用到的大型设备开展的吊装工作进行研究, 从而保障吊装技术能够尽可能适用于现代化的化工大型设备应用。

## 1 化工设备吊装特点

### 1.1 技术要求高, 风险因素广泛

由于在化工生产当中需要接触到相对较为广泛的设备, 以最常见的甲醇化工产业来讲, 在实际生产当中涉及到气化装置用的航天炉, 包括空分装置、净化装置、合成装置、锅炉装置、硫回收、火炬装置。众多结构复杂的设备促使在生产过程当中需要以更高的技术要求开展吊装作业, 这样的吊装施工所产生的风险相对较大, 相关设备的使用需要借助于吊装施工完成, 基于这样的技术条件, 最终的吊装成果对于工程建设质量具有重要影响。

### 1.2 化工设备规模较大

在现代化环境不断发展的过程当中, 化工产业为了能够获得更为充足的发展动能, 提升经济效益, 因此应用到实际生产当中的各种装备在不断优化升级当中逐渐朝向了更加智能先进的大型设备使用规模发展, 而在这样大型机械设备为化工产业提供生产动能的同时也同样面临着化工设备安装工作难度相对较大的问题。各种装置的重量与体积越来越大, 重型机械设备在吊装过程当中需要避免设备旋转或打滑, 因此本文将基于在我公司建设中应用到的锅炉脱硫塔设备进行全面分析, 从而探索该类设备在吊装过程当中应用到的相关技术等内容<sup>[1]</sup>。

### 1.3 吊装作业复杂, 较多安全隐患

由于在化工企业当中, 较为复杂的设备起吊工作对

于化工产业的生产作业具有一定影响, 由于在相对较为分散的区域当中对大型机械设备进行吊装工作, 因此在实际当中, 为了能够有效降低吊装作业在化工生产当中影响到的产能效益, 因此需要尽可能缩短化工设备的吊装操作时间。而基于化工吊装的作业环境来看, 由于相对较为狭窄的环境对吊装作业产生了一定程度的限制, 拼装运输等场地之间相互交错, 因此可能会形成交叉作业的情况, 这样就相对的产生可较多的安全隐患, 进行吊装作业时积极保障在作业过程当中能够实现高效吊装, 充分利用垂直空间能够避免在吊装作业当中设备变形或失稳的发生, 进一步避免了安全事故的发生。

## 2 吊装工艺技术

基于在上文当中对于吊装工作的形成有了初步的阐述, 在化工产业不断向前发展的过程当中, 产生了越来越多的大型机械设备, 因此在化工设备不断向着大规模发展的环境当中, 促使起吊作业需要建立更加详细且具有较高实用性的操作方案, 并能够应用于多样化的设备以及复杂化的环境, 保障各种化工大型设备都能够开展完善的吊装作业, 具体来讲, 现阶段的吊装技术大体上可以分为两种不同类型, 包括分体吊装以及整体吊装。

### 2.1 分体吊装

这种吊装方式主要是基于在吊装工作当中将大型化工设备能够拆分成不同的结构层次, 从而将其拆解完成的若干部分通过分体吊装的方式完成吊装操作。利用起吊机将组成部分运输到指定地点后进行组装, 从而恢复大型化工装置的初始状态。这一吊装方式能够有效解决化工装置设备过大的问题, 促使每一次开展的吊装作业实际承受重量能够保持在相对较小的范围当中, 进一步促使分散的吊装能够解决大型设备的重量以及体积问题。进而能够适用于相对较小的场地环境, 尤其是能够适用于化工产业规模相对较小的企业当中, 在吊装设备相对较小, 承重能力相对较差的条件下应用这一吊装方式能够顺利完成大型化工设备的吊装设备。但是相对来讲, 利用分体吊装方式对大型化工装置进行吊装同样存在着一定的弊端, 基于起重机重量以及承载能力相对较差的条件, 难以对大型设备一次性完成吊装工作<sup>[2]</sup>。基

于拆解分装的吊装方式过程需要消耗大量的时间以及人力，将各个组件运输到指定地点后需要重新对设备组件进行拼装工作，费时费力，并且在较长时间的吊装工作中需要暂停化工产业当中大部分的生产作业，进而造成一定的效益损失。

## 2.2 整体吊装

起重机在现代化技术水平的构建下不断发展进步，从而形成了相对较为良好的起重能力，促使起重机自身的悬臂最大升高幅度以及承重能力呈现出了更为明显的提升。吊装机械逐渐趋于整体化发展，因此在化工企业的应用当中同样也能够实现更高水平的应用，整体吊装主要是在吊装工作当中使用吊装设备将等待吊装的化工设备完整的进行吊装的工作。这样的要求需要吊装设备装有滑道辅助设备，使用大型起重设备保障与化工设备处于相同质量基础条件下对其开展移动整装操作。基于整体吊装相对较为简单的作业操作，不需要对设备进行拆解即可完成吊装施工，在保障化工设备在原有结构的基础上开展吊装作业能够促使时间与人力成本的节约。以我国现阶段的大多数化工企业集团使用整体吊装的工作方式来看，在现代化科学技术水平的构建之下促使企业能够应用 600~800t 左右的起吊机完成起吊工作。作为国内知名度相对较高的中石化企业来讲，能够在整体吊装工作当中应用到 1250t 级重量的起重机械，号称“吊车航母”的重型吊装设备能够保障化工企业开展大型化工设备的起吊操作，具有较高吊装能力，能够帮助化工企业将重达 604t 的空分装置进行起吊，并保障具有良好的安装效果，因此促使整体吊装工作也逐渐成为了化工企业当中较为常见的吊装方式。整体吊装技术在应用过程当中需要将预备吊装的化工大型设备固定在与吊装机械水平的位置上，在水平滑道上对其进行固定，并促使化工设备与吊装设备之间进行连接。使起吊机将化工设备从平卧状态逐渐升起，控制另一端的滑道慢慢滑动，沿水平方向平稳移动，最终完成起吊移动后保障化工设备呈现为水平直立状态。这样的整体吊装方式相较于分体吊装具有良好的工作效率，在避免了组件拆解以及再组装的复杂工序后，能够实现更高水平的吊装操作，既能够节约人力物力，同样也能够促使化工生产不受影响，保障整体吊装环节更加安全可靠，基于简单快捷的操作优势在化工产业当中广受欢迎<sup>[3]</sup>。但是相对来讲，基于整体吊装操作的技术水平要求，需要高质量的机械设备给予技术支撑，才能够实现良好的吊装工作，而高质量的大型吊装设备价格较高，因此部分化工产业在较大的经济负担之下难以更好的应用这一方式进行吊装，在一定程度上限制了化工生产的应用。

## 3 吊装设备选择

一般情况下在吊装工作当中应用到的机械设备包括吊耳、吊车以及平衡梁等，并且需要配备必要的索具能够保障吊装工作的安全以及高效性。

### 3.1 吊耳

基于在化工生产当中应用到的大型设备来看，吊耳作为起吊机的重要组成部分，在起吊机中的实际安装位置以及安装数量存在着较大的差异性，因此，吊耳同样可以分为几种不同的应用类型，包括筒体吊耳、翻个吊耳以及重型吊耳。这三种不同类型的吊耳在吊装工作当中的应用大有不同，各异的组成方式能够应用于不同的化工设备完成起吊工作。

筒体吊耳大多数的情况下应用于化工生产当中常见的大直径设备，将筒体吊耳加固在起吊机的内部结构当中，促使起吊机的内部四周都能够配备一个吊耳，在进行吊装工作当中能够保障吊耳发挥有效作用避免吊装椭圆度发生变化影响到到吊装质量。

而在吊装作业当中应用到翻个吊耳的情况大多数是应用于大型化工设备的翻转作业，通常情况下将翻个吊耳装置到起吊机的重心垂直上方以及右上方部位，并使用基础的板式吊耳进行固定，保障在应用吊耳的起吊机对设备进行吊装工作能够避免发生内部结构损坏以及变形影响。

而重型吊耳大多数应用在化工产业当中设备体积与重量相对较大的吊装工作当中，将重型吊耳与吊盖板厚以及设备法兰匹配后的吊盖进行统一吊装，从而在这样的条件下能够保障吊耳增加起吊机的承重力，将吊耳与起吊机之间使用高强度螺丝进行连接，保障螺栓均匀的预紧力受力作用下能够完成高质量的吊装工作。

### 3.2 吊车

而吊车，又叫做起吊机，在化工大型化设备的吊装工作当中需要根据实际设备的具体尺寸以及重量精确选择类型，避免起吊机的荷载重量与预备吊装的设备之间存在着明显的不匹配状态，过大则会导致浪费起吊资源，过小则无法顺利开展起吊工作。因此，起吊机的选择同样需要适应施工环境以及化工设备的存放状态等，进而满足预备吊装的条件下能够对起吊机的设备参数进行相应的调整，包括起重能力、高度、作业空间范围等。将数据信息整合完成后形成较为系统化的施工方案，从而能够保障吊装工作顺利开展的基础上提升工作效率，进而避免了对于化工生产作业的影响。设计更为科学合理的施工方案能够有效节省不必要的施工环节，缩减成本投入，促使化工企业的经济效益得到保障。

### 3.3 平衡梁

在吊装作业当中，起吊机对既定设备进行起吊的过程当中，由于相应的设备体积相对较大，因此，为了能够有效避免受到后续的运行对平衡作用产生影响，因此需要使用到平衡梁对起吊机进行加固并保持吊装工作的稳定与平衡<sup>[4]</sup>。应用平衡梁的吊装工作能够将众多设备合并在一起进行集中起吊，能够大大提升工作效率，并降低了传统人工操作当中出现错误的概率。通常情况下在化工大型设备的吊装工作当中广泛能够应用到十字平

衡梁起到支撑作用，加固起吊机，而平衡梁的支撑杆选择则需要相应的根据吊装设备的实际大小与重量等客观参数进行确定。

### 3.4 索具

索具作为保障吊装作业能够实现安全高效完成的重要保障措施，通常情况下需要选取具有设备荷定重量的1.3倍左右的荷载的索具，索具的实际周长需要根据作业空间限制确定，并结合施工实际情况对索具种类进行选择。

## 4 化工大型设备吊装案例

本文将基于我公司建设中应用到的锅炉脱硫塔设备进行吊装的具体流程以及吊装的全过程需求进行全面阐述，从而根据这样的吊装工作经验能够为行业中的吊装工作开展提供相应的参考。

### 4.1 吊装准备

在开展吊装作业前需要能够对预备吊装的化工设备的具体参数进行分析，从而才能够根据设备的实际重量以及体积大小对吊机械设备的应用登记进行选择。锅炉脱硫塔属于A级设备，整体重量达到204t，外形尺寸为 $\phi 5000 \times 35000$ ，锅炉脱硫塔整体吊装标高为0.5m，应用到的塔式起重机自重高达890t，主悬臂长约45m，工作最大半径为69m，超起半径为53m，额定荷载量为245t。除了基础的起吊机，同时还需要配备相应的钢丝绳、卡环、绳卡、水准仪以及经纬仪、电焊机等，在正式开展吊装施工作业前需要对相关应用到的全部材料能够进行充分的检验，保障与吊装工作的设计相一致的情况下才能够开展吊装作业。并且在施工作业前需要对施工作业做好相关的技术指导并将吊装施工方案能够下达到施工班组当中，保障吊装工作中的设备支架能够满足实际需求，最后需要满足人员的具体数量需求。

### 4.2 施工工艺

锅炉脱硫塔的吊装施工需要在下达相应的操作指令后能够由相关负责人组织技术人员编制指定的施工方案，根据脱硫塔的自重以及应用到的起吊装置的实际性能建立详细的操作流程。经过力学计算后对吊装工作的平面布置进行研究确定，促使在吊装工作当中应用到的吊具设备等型号性能都能够满足吊装过程，避免在吊装过程中由于技术参数不匹配而造成吊具损坏或是脱硫塔损坏的情况。起吊时，根据吊具的形状慎重选择中心以及吊件形态，避免重心偏离促使吊装工作发生旋转，保持吊索以及起吊机能够始终处于垂直水平状态，并能够控制吊索长度的变化<sup>[5]</sup>。对于脱硫塔的起吊需要保障吊索与设备之间的水平面夹角处于最佳的 $45^\circ$ ，保障设备与吊索之间牢固捆绑，避免在运输吊装过程当中由于锅炉脱硫塔自身的锋利组件割断绳索发生起吊后的摆动或是转动行为。

起吊时需要保障起吊机吊臂下方无关人员能够及时疏散，避免造成安全影响，保障技术人员能够在现场实

施监控吊装工作的进度，并发出指令对吊装运输的情况进行指挥。在进行吊装作业前需要对整体工作开展试吊工作，将锅炉脱硫塔吊离地面200mm处，经过2min的静止悬空状态检测吊装机械设备的完好性能才能够正式开展吊装作业。确认起吊机无任何失误问题后，保障起吊机的升降、吊臂起伏以及回转、退进等动作操作都能够分别进行，严禁同时开展两项以上的动作操作，容易发生吊装设备负荷过大从而影响到吊装工作的完好。需要保障整体吊装运输都能够实现水平位置的移动，以相对匀速的幅度进行运输，在保障锅炉脱硫塔到达指定地点后对应中心点，缓慢降落锅炉脱硫塔，符合安装位置后，需要由施工人员对锅炉脱硫塔进行临时加固后，松除吊索吊具。

### 4.3 吊装方法

基于在化工生产当中常见的锅炉脱硫塔进行吊装工作来讲，常见应用到多点起吊法以及柔性起吊法，这两种方法基于操作较为简单，并且除了经过计算后进行加固处理之外，这两种方法都能够有效避免在吊装过程当中由于设备受到吊索等吊具的强力收缩而产生变形的影响，从而开展一般吊装工作时常见会选择这两种方法。其中多点起吊法能够在吊装施工的设计方案当中针对于各个容易发生变形的点位进行考虑，从而保障锅炉脱硫塔在吊装工作当中每一处的受力都处于较为均匀的情况，将不一致受力作用转移到水平绳索上，促使整体设备的受力作用处于相对一致的环境当中，能够有效避免绳索作用下的变形，控制在合理的弹性区间范围当中，保障吊装工作具有较高质量水平。

## 5 结束语

化工大型设备的吊装工作作为影响到化工产业效能的重要环节，在实际当中需要结合于化工设备的具体情况对起吊机以及相应的吊装设备进行选择，根据不同的设备类型选择相应的吊装方式，才能够保障吊装工作的高效性与安全性，有效避免设备损坏，进而维护化工产业的生产效益。

### 参考文献：

- [1] 满建宁. 大型化工设备吊装作业的安全管理与控制 [J]. 四川水泥, 2020(06):183.
- [2] 孙洪峰. 关于大型设备吊装工程中设计分工的探讨 [J]. 石油化工设备技术, 2019, 40(04):13-15+5.
- [3] 吴海涛. 大型石油化工设备在工程建设中的吊装施工探究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(12):82-83.
- [4] 谢龙. 大型石油化工设备安装要点分析与探讨 [J]. 全面腐蚀控制, 2017, 31(07):84-86.
- [5] 关则新. 国内外大型石油化工设备吊装技术及装备的比较和分析 [J]. 石油工程建设, 2010, 36(04):51-55+8.

### 作者简介：

齐小飞(1988- )，男，汉族，河南济源人，本科，机械助理工程师，研究方向：机械。