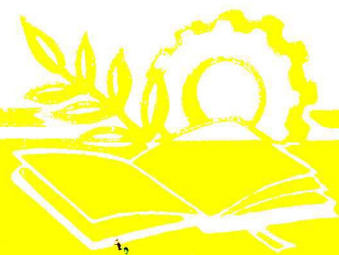


高等学校教学用书

石油厂设备制造与安装

下 册

北京石油学院炼厂机械教研室编



中国工业出版社

本书是在学习苏联先进经验的基础上，结合了几年来的教学实践，和总结了我国石油厂建设与生产实际中的经验而编写的。

全书共三大篇十三章，分上、中、下三册出版。本书是下册，为第三篇—石油厂设备的起重安装。内容包括起重安装概论，起重机械的计算，设备的起重技术及油厂建设的施工组织等几章。在第十章内，对起重安装工作的特点进行了全面概括与分析，并作出新的分类方法。在第十一章内，除介绍一般起重机械的性能外，着重对石油厂常用的桅杆式与缆索式起重机械及其零件进行了较详细的计算。在第十二章内重点介绍了重型塔类的整体组合吊装及钢架设备联合吊装法。在第十三章内概括了一般石油厂设备的施工组织工作。

本书可作为油田油厂建设专业或炼厂机械专业的专业课教材，也可供从事于这方面工作的工厂技术人员参考。

石油厂设备制造与安装

下 册

北京石油学院炼厂机械教研室编

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 10 1/2·字数 243,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数 00,001—00,533·定价(10-6)1.30元

统一书号: 15165·475(石油-69)

目 录

第三篇 石油厂设备的起重安装

第十章 概論	1
第1节 工艺装置设备的安装特点	1
第2节 石油厂工艺装置安装中的基本問題	3
第3节 我国起重安装技术的发展	7
第4节 学习本篇的目的与要求	10
第十一章 起重机械設計	10
第1节 起重机械的特性分析	10
第2节 石油厂设备安装工程中常用的起重机械	15
第3节 起重机械部件选择和計算原理	72
第4节 起重机械发展方向的探討	108
第十二章 设备的起重与安装	110
第1节 大型塔类设备的起重安装	110
第2节 干餾设备及薄壁壳体的吊装	131
第3节 高型装置的安装	138
第4节 设备的其它吊装方法	146
第5节 塔盘的安装	148
第十三章 施工組織	152
一、技术准备及施工技术文件的編制	153
二、劳动組織	155
三、物質准备	156
四、工程进度及施工程序	158
五、施工場地的組織	160
六、技术检查和工程驗收	161

第三篇 石油厂设备的起重安装

第十章 概 論

第1节 工艺装置设备的安装特点

在石油厂建設中包括有土建工程、金屬結構工程（固定設備的金屬壳体及金屬构架的預制拼装）以及机械设备的安装工程。安装工程包括有工艺设备、容器和金屬构架的起重与安装，机动设备的安装，金屬管綫和仪表的安装以及设备、管綫的油漆和保温等。

为了多、快、好、省地进行安装工作，就要求充分考虑施工单位本身的主观条件，并深入掌握施工对象的工艺特点和安装特点。只有充分了解工艺装置和设备的工艺性能、用途和結構特点，才能准确地确定它們对安装施工提出的要求，合理地組織和进行快速施工。

一、单体设备安装工作内容及其分类

作为单个安装对象的石油厂的机器设备是种类繁多的。按照安装工作的内容和方法，可以分为以下主要八类：

1. 分餾设备（塔）反应器和圓筒形沉降、分离、洗滌设备等。此类设备一般在現場預制，然后运输和吊装到其設計位置。它們的共同特点是外形尺寸和重量一般較大，运输和起重工作很繁重。此外还需根据工艺要求进行大量的设备内部构件的焊接和安装，平台、扶梯的安装，设备上管綫和测量仪表的安装以及设备的試压、油漆和保温等工作。由于各个工序的性質不同，因此，就需要由起重工、焊工、錘工、鉗工、管工、油漆工和保温工等进行交叉或平行作业。同时这些安装工作又要与基础的施工和设备的預制工作进行配合；

2. 立式和臥式管式換热设备和重沸器等。此类设备一般較小，常在制造厂（或現場的預制厂）装配好后，运至現場。在安装工地主要是进行检查、清洗、試压、吊装和保温等工作；

3. 水箱式冷凝冷却器。其主要工作量是水箱的制造（或砌筑），盘管的預制安装。由于体积很大，大型的达到100吨以上，故要运输和吊装到一定高度位置时所需的起重工作量也是很大的；

4. 管式加热炉。它是石油厂安装工作中最繁重，工序最复杂的工艺设备之一。仅安装工序，就包括有：金屬炉架、炉頂桁架、操作平台和梯子的預制和安装（目前已多用鋼筋混凝土炉架代替）；安装掛砖架、掛管架、对流室的管板和各个迴弯箱；安装炉管和迴弯头，安装前的单体試压和清理，繁重的胀管工作；安装燃烧器，防爆門、烟道閘板等工作；安装各种管綫系統；以及必要时安装空气預热器等。所有这些都是和工程量大、質量要求高的炉体、烟道和烟囱的砌筑以及大量的保温工作交叉进行的。在整个施工过程中各种材料和制品的检查运输，施工場地的合理布置，工序的安排和工种的配合都具有重要的

意义；

5. 圓筒形干餾爐和煤氣發生爐等。這類設備安裝的特点是：除了金屬殼體的預制、運輸和吊裝工作以外，還要進行內部爐體的砌築，以及加料器，除灰裝置等大量鉗工、錾工和起重工作；

6. 油氣罐。石油廠對油氣罐的需要量是很大的，在安裝時佔有很大工作量。目前多採用快速捲裝和倒裝法，安裝時主要是錾工和焊工作業，並配以一定的管工、起重工和油漆工；

7. 各種機動設備如泵、壓縮機、真空過濾機、離心機、破碎機等。這類機械在施工现场主要是進行檢查、清洗、安裝找正、試運轉等鉗工作業，並配以動力設備的安裝、運輸、起重等工作；

8. 其它特殊機械設備的安裝。如固體物料運輸機械的安裝，廠房內檢修用的起重機械的安裝等。

此外，還要用各種管綫和管件將這些設備聯系為一個適應於油品加工過程所需的生產整體。這就需要進行大量的管綫予制，焊接安裝以及閥件、管件等管工安裝作業。在安裝管綫時也需要起重工加以配合。

二、工藝裝置安裝工作特點

一個石油廠的建設項目中，一般包括有各種工藝裝置：原油罐區、中間油罐區、全廠工藝管綫、裝卸油工程、機修廠、汽鍋間和其它行政福利建設等很多工程項目。從安裝角度看，以工藝裝置安裝最為重要和複雜，具有典型的代表意義。任何一個工藝裝置，都是由上述各類單體設備以各種方式組合成為一個整體，並按一定的順序布置在一定的場地上。因而工藝裝置的安裝決不是單體設備安裝工作的簡單總和，它要求各單體設備之間的施工程序以及它們和土建施工、設備預制的關係進行周密的安排，對施工場地上機具的布置，設備預制場地和材料的儲存運移，各個設備的運移和起升路綫，施工用水、電、汽、風等綫路的安裝等進行合理的組織，對工機具，勞動組織進行合理的調配。

石油廠工藝裝置安裝的內容和性質，可歸納出如下特點：

1. 工種多配合複雜。石油廠工藝裝置內設備的種類多，數量大，各類設備結構的差異性很大。例如一個典型的常減壓裝置就具有78種，多達118個大小不同的設備。甚至同一類型用途相同的設備也有不同的結構。例如管式換熱器就有管束式換熱器（又分固定管板式及浮頭式），套管式換熱器及改進套管式換熱器等。由於結構特點不同，就需要採用不同的施工程序和施工方法。同時每個設備的安裝工作，一般又都具有工序多的特點。例如，較為簡單的鋼制油罐的安裝，就包括有基礎施工；罐底的下料、組合焊接；罐壁的下料、成型、吊裝、焊接；角鐵圈的預制和安裝；中心柱的予制和安裝；罐頂的焊接安裝；管綫安裝；走梯及扶欄安裝；罐底試漏；油罐試壓；油漆以及必要時進行加熱盤管的預制、安裝和試壓等工序。由於工序性質的不同，因而要求由不同的工種共同完成。這就形成了在施工中多工種配合施工的特點。例如，僅安裝工程的工種就包括有錾工、焊工、管工、起重工、鉗工、筑爐工、電工、儀表工、白鐵工、以及司機和內燃機鉗工等。因此，合理地組織勞動力，正確地安排施工工序，協調各工種之間的作業關係，以便充分地利用時間和空間。提高勞動生產率，就是很重要的問題；

2. 施工場地复杂, 施工程序配合的多样化。从工艺装置的整体看来, 大多数工艺装置的一个共同特点是: 除了机泵类设备一般安装在厂房内以外, 多数工艺设备都是露天安装在不同高度的基础上、框架内或平台上; 由各种管线联系为各个生产系统。因而基础、框架、平台多; 管线复杂, 管径从几毫米到1500毫米, 从地下管沟内到高空, 縱横交錯相互銜接。这就构成了复杂的施工环境。要使各个施工单位(如土建、安装、供排水等)的各个工种协调地进行快速施工, 就必须细致分析各个对象、各个作业之间的内在联系, 明确其施工程序, 并最合理地安排施工場地, 以便为各个工种創造最有利的施工条件。例如在整个装置施工中, 应根据先地下后地上, 先深后浅的原则, 首先进行地下的管路工程, 以便为地面施工創造良好的条件。在地面上应当是先基础后设备, 然后进行管线安装。在进行设备安装时, 可根据先高后低, 先重后轻的原则, 先吊装高大的设备, 这样一方面使高大设备吊装时有較好的施工条件, 同时还可以利用大型设备或高大的鋼架来吊装各个小型设备, 以达到快速施工的目的。当然上述原则并不是一成不变的, 为了縮短工期, 很多工程对象可以是相互交叉配合进行。

3. 设备高大且重, 起重工作一次完成, 对起重机械有独特的要求。

一般說来, 石油厂的多数工艺设备其外形尺寸和重量是較大的。例如各种分餾塔、催化裂化装置的反应器、再生器、干餾装置的吸收塔、洗滌饱和塔等, 直径一般在2—5米, 高达30—40米; 重达50—100吨, 最大的減压塔直径为6.4米, 高35米, 空塔重达215吨。要把这些设备安装到一定标高的基础上或高大的鋼架上(如接触焦化装置循环反应系统的燃燒器、反应器及冷却器等), 或室内(如安装在高压室内的加氢设备), 就要求起重机械具备高大的起重能力, 同时还要求有适当的工作幅度, 以便在同一位置能进行各个设备的吊装。考虑到设备吊装多数是整体起升一次完成, 因而和建筑工程以及制造車間不同, 起重机械在同一位置所需进行的起重次数一般是極少的。这就要求起重机械又便于移动和拆装, 以減少机具的准备和拆卸时间, 从而提高其利用率。

以上我們从各类设备的安装以及工艺装置整体的施工, 分析了它們所具有的一些共同特点, 和对施工的一般要求。这样就可以找出其一般規律, 并根据这些規律确定其原則的施工方向。

第2节 石油厂工艺装置安装中的基本問題

一、工艺装置安装中几个根本关系問題

石油厂工艺装置安装工作的关键在于正确地制訂施工方案。作为一种生产劳动过程, 总不外要考虑到下述三个方面及其間的相互关系——工种配备, 机具准备, 施工对象及施工环境。制訂施工方案的任务也就是: 因地制宜地具体分析这三方面的特点, 从它們的相互联系中来互相創造条件, 互相配合, 达到多、快、好、省地完成任務的目的。它的主要内容一般是: 拟定起重安装的程序, 場地布置, 机具准备以及工种的配备等等。根据工艺装置安装的特殊性, 在正确制訂施工方案时, 必須首先分析以下在施工中最根本性的几个关系問題。

1. 单体设备和施工場地的关系, 按照一个单体设备或是按照整个一个工艺装置来拟定施工方案是大不相同的。由于起重安装工作是一种空間位移的运动, 因此就必须要从整个装置内各个设备間相互影响来分析。它們之間的关系表现在两个方面: 1) 在整个装置的安装

裝工作中，這一設備的安裝可為其它設備的安裝提供有利條件（例如以它作為起重支架來起吊其它設備），以及由於它的存在和為它服務的一些操作場地上的布置（机具布置等），又會影響其它設備的安裝（運移和起升路線，机具的移動等都受影響）；2）作為整個裝置施工中中心環節的單體設備起重工作又會受到裝置施工中必不可少的一些土建、管綫等施工的影響。這一矛盾，在快速施工要求土建和安裝、設備和管綫進行平行交叉配合時，表現得特別突出。因此正確地解決單體設備與整個裝置施工之間的關係就成為推動快速施工的主要問題之一。也是制定施工方案的最根本性的依據。其解決方向在於明確各個工程在整個施工中的地位及其相互關係，從而安排合理的施工程序，使其相互創造有利的施工條件；同時又要合理地組織施工現場，尽可能地擴大工作面，以保證各項工程能相互協調地均衡施工。例如，利用已經安裝好的大型鋼架或設備吊裝其它設備的快速吊裝法，就是相互利用條件的很好例子。

2. 工種與工種間的關係，由於工程對象的工序多，工序的性質又不盡相同，因而各項工程要求由不同的工種在共同有限的空間內同時或先後配合共同完成。這樣，就必須考慮它們之間的影響以及如何能在時間上、空間上很好的進行交叉配合互相協調，以免造成互相阻礙或時間的浪費。尤其是快速施工時顯得更加重要。解決這一問題的方向，是作好時間上的平行搭接配合和空間上的立體交叉配合，使各工種能充分的利用空間和時間，達到快速施工。為此，要求一方面改善勞動組織，使每一工程對象由一固定班組負責包干到底，實行一人多藝一專多能；另一方面要協調各工序之間的關係，盡量在時間上能同時開展工作，擴大工作面。在我國建築安裝工程中實行的混合班組及立體交叉平行流水作業，就是各工種充分利用空間和時間，以達到快速施工的根本措施。

3. 施工對象與施工机具間的關係，為了給各個工種創造有利的施工條件，應儘量將高空作業變為地面作業，並實行集中預制，因而就要求實行設備的整體吊裝以至整體組合吊裝，這樣起重運移机具就要有很大的起重量和起升高度。為了使各個設備和管綫的安裝以及土建工程採取平行交叉快速施工，而它們的外形尺寸和重量的差別又很大，這就要求起重機具既要一機多用，適應於各個設備和材料的吊裝，又要有一定的起重幅度，並便於移動和拆裝，以提高其利用率。這樣選擇和設計具有較大的起重能力和起重幅度，並便於拆裝的起重機具，就成為快速施工中一個非常重要的問題。

上述三方面的根本性關係是相互聯繫相互制約的。一般說來工種與工種間的關係是提高勞動生產率的方向，是最根本的推動力。合理地解決這個問題，必須從施工机具與施工對象這一關係的正確處理着手，而後者的正確處理又是在分析了作為事物內在規律的單體設備和施工場地的關係之後所作出的。必須指出，單體設備的起重性能（分段吊、整體吊和整體組合吊剝各有不同），施工場地的內在聯繫（起吊施工先後是可變化的）以及施工机具和施工組織（專業隊到混合組）都是可以變化的。因此掌握它們的內在規律，因地制宜地充分發揮人的主觀能動性，就是實現快速施工中最根本的保證。試用下例說明這三個根本性關係間的內在聯繫和它們的變化規律。

某一輕質油裝置，在施工中要吊裝24個吸收塔及冷卻塔，每組吸收裝置由八個塔組成安設於聯合基礎上，自成獨立系統，其施工平面簡示於圖10—1。塔高36米，直徑4.5米，空重約45噸，內部裝有木格子填料。在工程大施工期限短的情況下，首先碰到的問題是採用什麼起重機械進行吊裝以保證施工進度。

从设备的重量高度以及现场的条件看来,可以利用双桅杆进行吊装,但塔群比较集中,无法设桅索,同时桅杆移动24次,必然会大大降低施工进度。采用塔式起重机可以提高吊装速度,但当时不能供应。在这种情况下,现场使用了不用桅索的双臂旋转臂式起重机(图10—2),桅杆高43米由角钢拼成。动臂长度系考虑到将桅杆固定到塔组中央而能起升八个塔,故用长10米的管子制成,可在水平面内转动 180° 。桅杆底部用地脚螺钉固定在塔组的联合基础上。采用这种起重设备大大地提高了施工进度。但因起重能力限制,不能

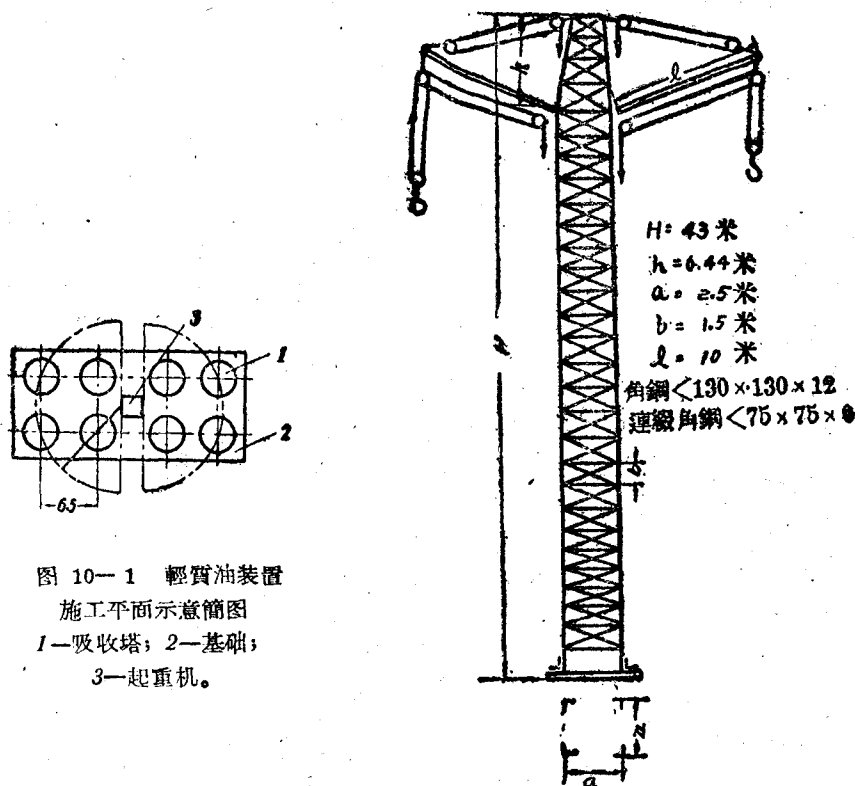


图 10—1 輕質油裝置
施工平面示意簡圖
1—吸收塔; 2—基礎;
3—起重機。

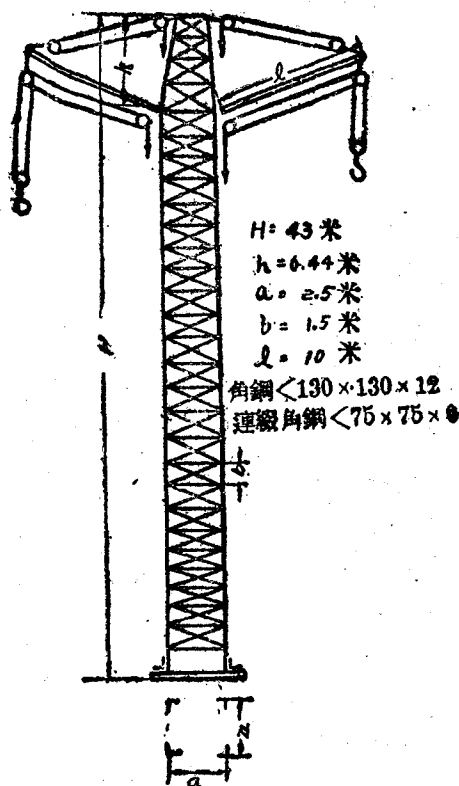


图 10—2 双臂旋转动臂式起重机

进行整体吊装,这就必须将施工对象加以变化,采用分段吊装,即将预制的筒节吊升到高空进行拼装和焊接。这样一来,铆工的对口、找圆和焊工的焊接都需要在高空的困难条件下进行,劳动条件差,工作效率低,同时还会影响焊接质量。特别是由于起重工、焊工和铆工作业互相交叉,工作面又窄小,使各工种相互牵制,劳动力配备不易均衡。故影响施工质量 and 速度的关键是在于起重机械能力的不足。这种起重机械的起重能力所以受到限制,一方面是由于动臂的存在使主桅杆承受力较大的弯曲力矩;另一方面,由于塔群的存在,无法安装桅索而降低了桅杆的稳定性。为了化不利为有利,针对塔群特点,经过详细分析,又提出了“以塔吊塔”整体吊装的方案。但由此又带来一系列新的问题。首先,已经装好的塔在重载作用下是否有足够的稳定性,经过实际验算,可以用三个塔来吊一个塔。此外,还要解决索具的布置,被吊立的塔在吊装过程中的稳定、变形等问题。

为解决塔群间互相影响,塔的吊装采用迴轉吊装法如图10—3所示。吊装过程是利用三套滑輪組分別懸掛到三个立塔頂部的繩扣上,中間一套起重能力为50吨,两侧的起重能

力各为30吨，它們与臥塔的綁縛地点如图11—3所示。由三台电动絞車进行起升。由于正确处理了单体设备与施工場地間的关系，改变了起重机具，实现了以塔吊塔整体迴轉吊装，这就解决了高空作业和各工种之間的矛盾，加快了施工速度。

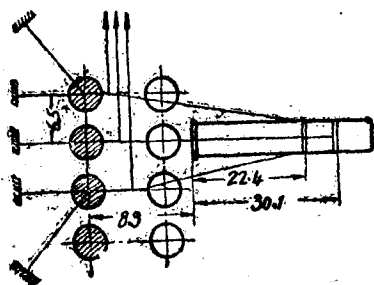


图 10—3 塔的整体回轉吊装

●—已吊好的塔；○—待吊的塔。

由此可以看出，这三种根本关系都始終貫串于整个施工过程中，它們之間是互相联系而又相互促进的。在一定条件下某一关系可能上升为主要矛盾，而决定此一矛盾存在的条件又是可以变化的。例如，塔类设备可以分段吊装，也可以整体吊装。吊装方法不同，其安装工序的排列、場地条件，以及对起重机械的要求也随之改变。由于将高空作业改为地作业，在工种配合方面也应作相应的改变。其它如土建与安装工程交叉进行，扩大预制深度，实行集中预制也都会使工种的配合发生变化。在起重机具方面可以根据工程对象的要求，因地制宜自

制机具，也可以利用已經吊装的设备或结构物来进行吊装工作。可見只有当人們充分发挥了主观能动作用，抓住主要矛盾，改变和創造新条件来解决这个矛盾，才能使安装施工工作不断地按着社会主义建設总路綫的精神向前发展。

二、工艺装置安装工程的分类

从起重安装工作的观点看来，很多装置有其共同特点。为此沒有必要也不可能对每一种工艺装置都进行詳細地討論。根据单体设备和施工場地这一个最根本的关系，我們可以將石油厂工艺装置的安装工程归納为下列几类以便于制定施工方案。

1. 以常減压装置为代表的重型塔类设备的起重安装，这类设备的特点是外形尺寸和重量大，差别也悬殊而数量不多，一般成排布置在装置內，往往成为整个装置施工的主体。在安装时，主要的問題是选择相应能力的起重机具，制訂其运输、起升和安装的施工方案。

2. 以催化裂化和接触焦化的循环反应系統为代表的高型装置的起重安装，其特点是具有高大的鋼架，反应器、燃烧器等放置在鋼架上或包在鋼架之內。在安装时，应充分研究鋼架与设备的相互关系，使之互相創造有利的施工条件，同时对施工机械提出了不同的要求。

3. 外型尺寸和重量比較均齐但成羣布置的设备的起重安装，如干餾装置的撫順式干餾炉、輕質油回收设备、以及石蜡氧化装置等。由于设备数量多，大小重量相差不大，成羣分布，因而要求起重机具具有很大的活动幅度和便于运输。干餾炉系布置在框架內，石蜡氧化设备系安装在厂房內及屋頂上，因此必須充分考虑它們和有关建筑物及结构之間的关系，以便为其施工創造最有利的条件。对于輕質油回收设备說来，由于其外形尺寸大，壳体很薄，故必須仔細分析设备本身在吊装过程中的稳定性問題。

4. 其它，如高压加氢装置的安装，室内大型过滤设备的安装，以及已有装置的扩建和改建等个别零星工程。

关于这些不同类型的装置和设备 的施工方案，我們將在第十三章中分別加以詳細討論。

第3节 我国起重安装技术的发展

和石油工业一样,反动统治所留给我们的起重安装技术力量的家底也是非常可怜的,解放初期在玉门建设达布斯热裂化装置的过程中由于施工机械的缺少,我们只能利用木制桅杆和手动滑车起升重达18吨左右的反应塔和蒸发塔,在人造石油厂恢复过程中也多采用手动绞盘(即推磨)。由于起重机械的限制,在吊装高大的设备如干馏炉的壳体和塔类设备时也多采用分段吊装,甚至单张吊装法。

石油工业的发展,大型炼油厂的兴建和人造石油厂的扩建和新建,特别是在1958年大跃进以来,对石油厂的安装工作不断提出了加快施工速度的要求,从而推动了起重安装技术的迅速发展。

一、吊装方法的发展

首先是在石油厂的安装工程中广泛地采用了设备的整体吊装。例如在一个百万吨炼油厂建设工程中,仅塔类设备即达108个,一般金属重量达40吨以上,直径2—4.4米,高度15—35米,最大的减压塔,直径达6.4米,空塔重量达162吨。另外还有各种换热设备和容器。在吊装这些设备时除了减压塔分三段吊装外(见图10—4),其它都采用了整体吊装。人造石油厂干馏炉壳及塔也都采用了整体吊装。

采用整体吊装法将塔的拼装焊接改为地面作业,改善了劳动条件,解决了起重工、焊工和铆工之间的矛盾,提高了劳动生产率。

采用整体吊装也为实现集中预制和现场工厂化施工创造了条件。由于设备的集中预制和拼装,就可以实现平行流水作业,提高机具的生产率,因而加快了设备的预制速度。同时也为实现预制的技术革命例如使用自动焊接和机具的革新等创造了条件。

实现设备整体吊装后,一个大型设备的吊装时间往往只需要1—2个小时(不包括机具准备和拆除时间)。但是在设备吊立后,内部塔盘的安装,塔上管线和平台的安装以及塔的保温等工作仍须在高空进行,不仅施工条件很差,而且各个工种不可能同时进行工作,例如只有在平台拼装焊接后,才能进行塔的保温,而平台拼装和塔盘安装也只能在非常困难的条件下——一层一层地进行,因而大大地延长了施工期限。解决这一问题在于改变高空作业的施工条件。我国的安装工作者在学习苏联的经验后,提出了实行设备的整体组合吊装,即使上述工序都在地面上进行,然后将整体组合好的设备吊装到基础上(见图10—5)。

实现设备的整体组合吊装大大地提高了劳动生产率,加快了设备安装的施工进度。由于将高空作业几乎完全改变为地面作业,不仅改善了劳动条件,而且为实现立体交叉平行流水作业创造了极为有利的条件,即塔体拼装、设备试压和吊装等主要工序实现流水作业。塔体拼装基本完后,塔盘、平台、管线等的安装以及油漆保温等工序即可实现立体交叉作业,齐头并进。起重工又可利用此时间充分进行机具的准备实现平行作业,争取了时间。这样就能充分地利用施工中的一切时间和空间,使各个工种相互协调配合,从而大大加快施工的进度并减少收尾工作。

由于实行地面作业也就为各个工序实行技术革新以及采用先进的施工技术创造了条件。例如在实现整体组合吊装后,我国工人创造了塔盘卧式组合安装的先进经验,同时也

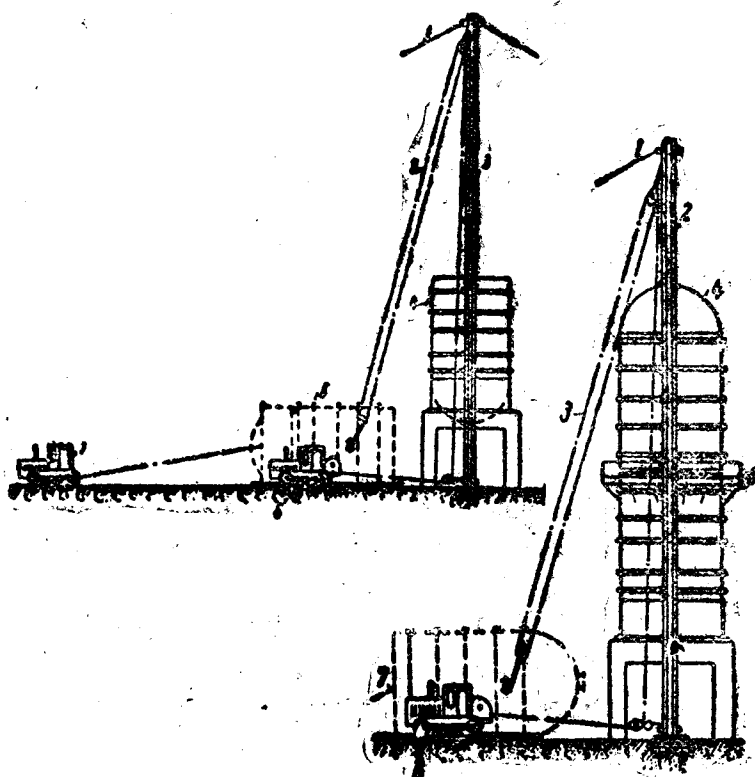


图 10-4 减压塔分段吊装

1—桅索；2—桅杆；3—滑轮组；4—吊升后的位置；5—用作焊接接縫的圓台；6—拖拉机式起重機；7—連在拖拉机上的牽索。

为加深管綫的預制深度和革新保溫等施工技术創造了条件。

目前，浸入式凝結冷却器的盘管安装，成排管綫的安装等都采用了組合安装法，在加热炉管的安装工作中也开始采用組合安装。今后，組合安装將在建筑安装工程中得到越来越广泛的运用。

由于实行设备的整体組合吊装，对起重机械的起重能力提出了更高的要求，因此在起重机械受到限制的条件 下，仍須要进行整体吊装或分段吊装。

在吊装方法方面，我国工人阶级还創造了一系列例如以鋼架吊设备以塔吊塔，整体挪移等快速施工的经验，这些問題将在以后设备的起重与安装一章中加以敘述。

二、起重机具的发展

由于吊装方法的发展就促使起重机具在起重能力和机械化水平方面有了很大的提高。例如，为了实现起重达190吨的常压塔的整体組合吊装，工人同志們就自制200吨的金屬格子式桅杆并創造了多滑轮組多絞車联合使用以小干大的吊装經驗。

更主要的是在多种起重机械的使用方面也积累了一定的經驗，例如使用汽車式起重机和履带式起重機吊装各种小型设备和加热炉的鋼架（见图10-6），使用纜索起重機进行成羣輕型设备的吊装，在干餾裝置的施工中使用了多臂的旋轉轉动臂式起重機和桅架式起重機在預制場地上还出現了纜索起重機与动臂起重機相結合的联合起重机械（见图10—

7)，它的结构简单，使用方便，生产效率高。

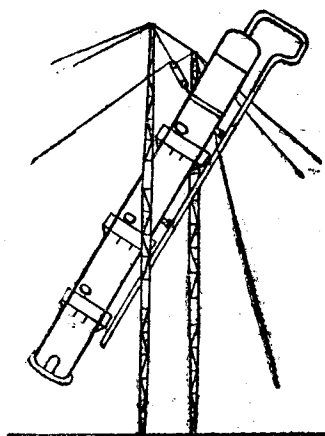


图 10—5 常压塔整体组合吊装

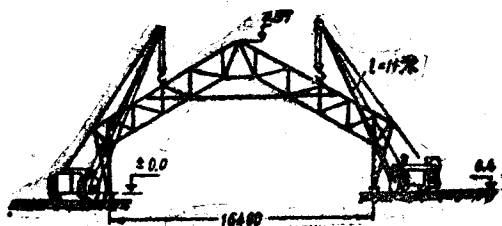


图 10—6 用汽车式起重机吊装加热炉钢架

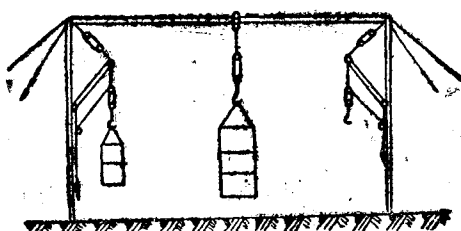


图 10—7

在进行高型装置的安装工作中，由于充分利用了装置本身的有利条件，广泛采用了以高大钢架吊装设备的快速吊装方法。在吊装高达约100米重达1200吨的大型钢架时，虽然没有爬式塔式起重机，但使用双臂起重机并用辅助桅杆实现起重机上爬（详见后章），达到了快速施工的要求。

三、劳动组织和管理

在全面贯彻社会主义建设总路线的方针，实行快速施工的过程中，在施工部署方面实行了集中优势兵力，保证重点，分批施工的方法。在施工组织方面广泛实行了立体交叉平行流水作业，并在劳动组织形式方面组织与之相应的包括多工种在内的混合班组（个别班组如起重工等仍保持专业班组），使每一项工程由班组包干负责，并且使工人一专多能成为多面手。这样就保证了工种之间的协调配合，促进了快速施工。特别是在施工管理方面加强党的领导和大搞群众运动相结合，推行了两参（工人参加管理，干部参加劳动）一改（改革旧的规章制度）三结合（领导、技术人员和工人）的制度，在施工中广泛开展了技术革新与技术革命运动，贯彻了党提出的土洋并举自力更生大中小相结合的方针，这就充分调动了群众的积极性和创造性，使人尽其才物尽其用大大加快了施工速度，提高了劳动生产率，并为起重安装技术的发展创造了前提条件。

总之，我国在起重安装技术方面已经积累了适合于我国石油工业建设特点的一些极其宝贵的经验，但这仅仅是开始，我们还需要不断地总结我国工人阶级在生产实践中所创造的丰富经验，从我国石油建设的具体条件出发学习国外的最新成就，特别是社会主义国家的先进经验，从而推动我国起重安装技术的不断发展。

第4节 学习本篇的目的与要求

起重安装工程是一门极为复杂的综合性的技术科学。目前尚不够完善，而且正在不断发展中，因此在学习本篇时，要从深入地学习和总结我国工人阶级的生产实践经验出发，吸收国外在起重安装技术方面的最新成就和其它施工部门的先进经验，研究在不同施工条件下如何因地制宜地选择和设计起重机械，使用先进的起重安装方法，合理地安排施工程序，组织劳动力和施工场地，以实现快速施工的要求。

学习本篇的目的还在于掌握在石油厂设备的起重安装中进行快速施工的一般规律，并了解起重安装技术今后的发展方向。

为此在本篇中将对起重机械的设计，各种类型装置及设备的起重安装技术，以及施工组织进行比较详细的讨论。

第十一章 起重机械设计

在油田油厂建设中，材料的装卸和运移，土建施工，机器和设备的安装以及管路的敷设，都需要使用各种类型的起重机械。特别是油田油厂建设中所要吊装的机器设备和管线有着很大的尺寸和重量，因而广泛使用起重机械，使费力和繁重的工作机械化和半机械化，对提高劳动生产率有着非常重要的意义。

第1节 起重机械的特性分析

一、起重机械的主要机构及其特性

油田油厂建设中常用的起重机械一般有固定桅杆式、旋转动臂式、龙门式、缆索式和动臂旋转运行式等几种起重机。

从一般情况看，各种起重工作都包括有：起重机具的准备、装载、起升和运移，将重载荷放到一定位置，卸载，使起重机回到原来位置，以及起重机具的运移和拆卸。其中，装载、起升、运移、卸载和使起重机构回到原来位置等动作的配合和循环，构成了起重机械的起重工作过程。起重机械的上述各个动作通常是间歇进行的。所以起重工作的本质是以重复的、短时的工作循环来起升和运移重载，每一个工作循环中，起重机械的主要机构要作一次正向的运动和一次反向的运动。

由于工作对象的外形尺寸、重量和数量以及起升和运移路线的不同，因此要求起重机械应具有不同的起重量、起升高度、活动幅度和起升运移速度。这些就构成了起重机械的主要工作参数。

由于起重机械是循环动作的装置，所以在完成各个起重动作时，就要求起重机械具有不同的部件和机构。任何起重机械都是由工作部件、驱动和传动部件所组成的。

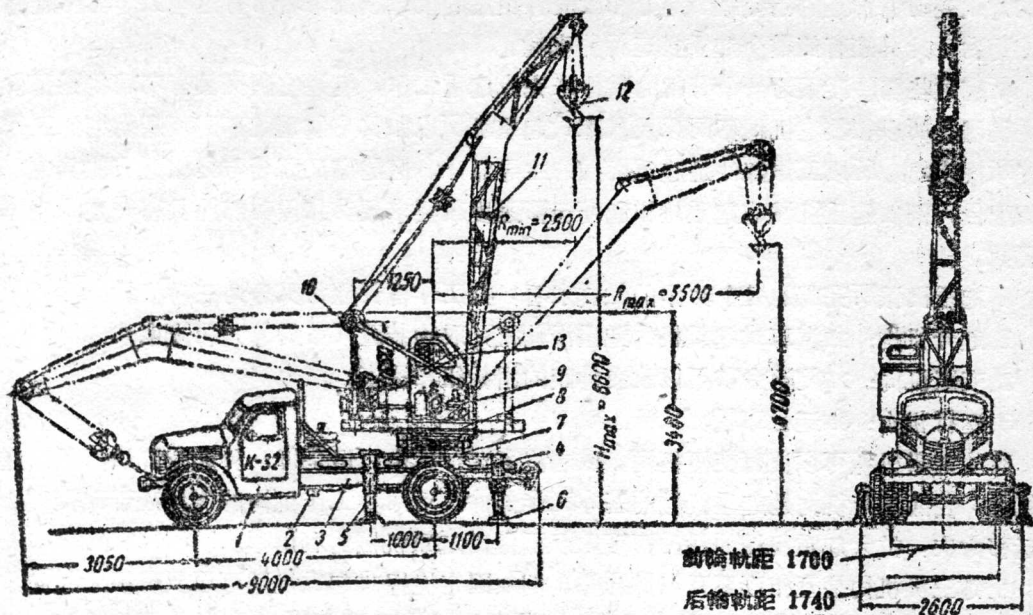


图 11-1 K-32型汽車起重機總圖 (大連起重機器廠)

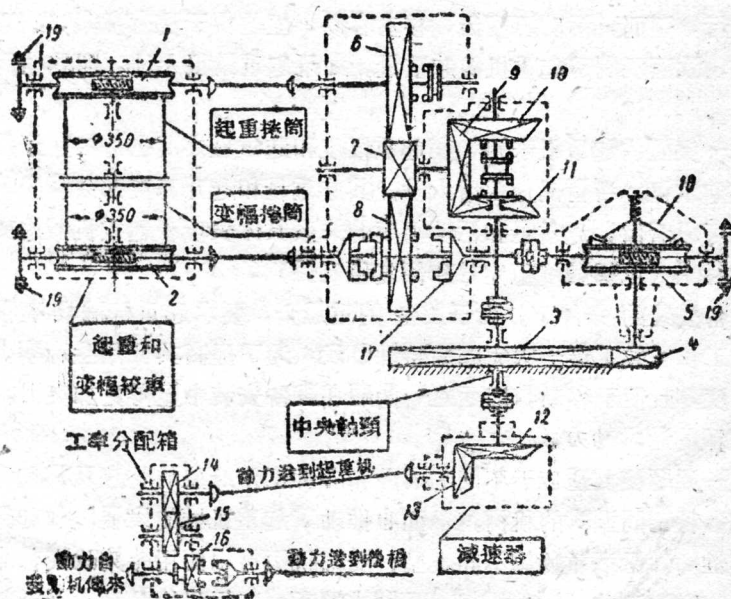


图 11-2 K-32型汽車起重機的傳動系統圖

試用图11—1和图11—2所示的汽車式起重機為例來分析它的機構組成。此種汽車式起重機是裝在標準化的ЭПС-150汽車底盤上。其驅動和傳動部件由汽車用的內燃式發動機，

变速装置及传动轴等组成。起重机的工作部件则包括：起重动臂、起升重物用的滑轮组和吊钩、改变动臂伸距的滑轮组、起升和改变伸距用的绞车以及带着所有这些工作部件旋转的旋转台，此外还有使整个起重机运行的车轮。

所有这些部件联系为一个有机的整体来完成起重工作，但是它们又具有不同的性质。起重机械之所以和其它机械不同以及汽车式起重机所以和其它起重机不同，是由它的工作部件所决定的。所以工作部件是起重机械的主导部分。但是它又需要与之相适应的其它部件相配合，例如起重机械的起重量和起升运移速度就要求驱动和传动部件具有一定的功率和转数。

从起重机械所完成的各个动作的性质来看，其工作部件通常又分为三种机构：

1. 起升机构：如汽车式起重机的起重滑轮组，取物装置（吊钩等）和绞车；
2. 变幅机构：如旋转台和用以改变伸距的滑轮组和绞车；
3. 运行机构：如运行车轮。

有些起重机械可以没有变幅机构，或者没有运行机构，但是每一种起重机械都具有起升机构，因而起升机构是起重机械的基本工作部件。后两种工作机构的作用在于改变重物的运移方向，扩大起重机械的活动幅度，从而提高起重机械的利用率。

上述三类机构是互相联系互相制约的。例如固定桅杆式起重机械可以具有很大的起重量和起重高度，但是由于它只有起升机构，所以其活动幅度很小，移动所用的时间也很长。在桅杆上增加可以旋转和改变伸距的动臂增加了起重幅度，但由于使主桅杆承受很大的弯矩，因而其起重量就受到了限制。同时，由于桅索的存在，它的移动仍然是困难的。对于塔式起重机来说（见图11—3），由于其底部装有行车和轨道等运行机构，使起重机可以在轨道上运行，因而，活动幅度大，移动容易，但是由于没有桅索，在重载时就会发生起重机的倾复，故而限制了起重机的起重量。如果起重量很大时，则其结构会变得非常庞大。

甚至对于同一类型的起重机来说，在起重幅度和起重重量之间也是相互矛盾的。如图11—3所示的塔式起重机，当臂架伸距增大时，其起重重量和起升高度都会降低。

从上述分析可以看出，起重重量和活动幅度的关系具体表现在起重机械的变幅、运行和起重机械的稳定性上（包括强度稳定性和倾复稳定性）。

在石油厂设备安装的条件下，由于设备的重量大，要求起重机械具有很大的起重能力，而从快速施工和吊装工作一次完成的特性出发，为了提高其使用生产率，又要求其具有较大的起重幅度，且便于移动，因而这一问题在设备安装中显得更加突出。一般也成为不断革新起重机械的基本动力。

为了解决这一问题使其适应于不同的场合和各种工作对象的特点及其起升运移路线的要求，就出现了各种不同型式的机构，从而也推动了起重机械的发展。如起升机构有举升式和使用各种挠性构件悬挂重物等不同类型；变幅机构可以使用能够改变伸距和旋转的动臂，也可以是行车和作为其轨道的横梁，悬臂或缆索；运行机构分有轨及无轨两种。

由以上不同型式机构的配合，形成了各种不同的起重机械，按其工作机构的特点和完成动作的性质可以将石油厂安装工程中常用的起重机械分为下列五类：

1. 简单起重机械，包括举重器、滑车和固定桅杆式起重机械；
2. 旋转动臂式起重机械，包括固定桅杆式动臂起重机、桅架式起重机、塔式起重机和

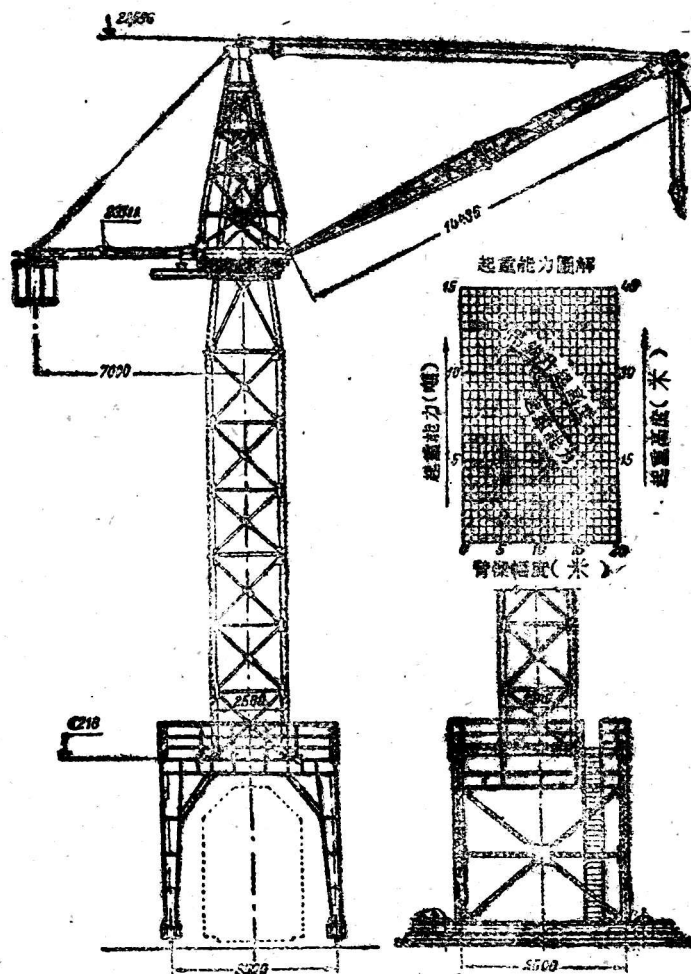


图 11-3 塔式起重机 (KB-10型)

爬式起重机;

3. 龙门式起重机和桥式起重机;

4. 纜索式起重机;

5. 运行式动臂旋轉起重机, 包括汽車式和履带式起重机。

二、 起重机械的主要工作参数

起重机主要工作参数是起重量、幅度、起升高度、起升速度和运移速度以及起重机的生产率。它們集中表现了起重机械的机构特性及其使用特点。

起重量是表示起重机械在稳定情况下的額定起重能力。起升高度表示將重物吊离地面的最大高度, 通常以吊鉤与地面的最大离距計算。起重幅度是表示起重机械在起重过程中的最大平面活动范围, 它是由起重机械的跨度和运行距离 (如桥式起重机和纜索起重机等) 或起重机械的伸距和旋轉角度 (如旋轉动臂式起重机等) 来决定的。

对于石油厂设备安装工作中的起重机械来说, 在通常情况下起升速度和运移速度并不

是一个主要问题，这是由于起升和运移时间在总时间中所占的比重较小。同时，在起升重型设备时，过大的起升和运移速度，会使起重机具承受较大的振动和冲击。

起重机械的生产率通常以单位时间内起升、运移或安装的物品重量来表示。其使用生产率用下式表示：

$$\Pi_9 = G n K_r K_B \quad \text{吨/小时} \quad (11-1)$$

式中 G ——起重量，对于动臂式起重机应为在一定伸距时的起重量；

$$n_7 \text{——一小时工作中的理论循环次数，} n = \frac{60}{T_u}；$$

T_u ——每一工作循环的延续时间（分），它是由起重机工作机构的操作时间 T_m （包括垂直和水平移动吊钩的时间）和手工操作时间 T_p （包括挂上载荷、安置载荷和卸载的时间）相加而成的，即 $T_u = T_m + T_p$ ；

K_B ——起重机的时间利用系数。它是考虑了起重工作中的间断后，起重机每班的平均时间利用系数，即 $K_B = \frac{480 - \text{总间断时间(分)}}{480}$ ；

K_r ——起重机的起重量利用系数，即所提升载荷的平均有效重量与起重机的起重量（ G ）之比。

根据引起间断的原因和性质，可分为工艺上的间断（如起重机的移动，索具的更换等），组织上的间断（包括起重机的临时检修，供应起重机的燃料和水，交接班时间及工作人员的休息时间等）和工作本身要求而引起的间断（非工艺上、组织上的间断，而是由于其它工作方面的要求和起重对象的特点所引起的起重机的停歇）。

对于各种起重机械说来，起重量 G 可以看作一个常数（它主要和伸距大小有关），但一小时工作中的理论循环次数不仅决定于起重机械起升和运移速度，而且决定于重物的起升和运移路线的长短和手工操作时间，而手工操作时间又决定于重物的形状（散状的、成捆的或大块的）和重量，工作的性质和工人的技术熟练程度，以及设备拼装的形式和索具的形式等。这些因素往往是变化的，应根据实测的经验数据来确定。

起重机的起重量利用系数主要决定于吊装对象的种类、数量和重量，如果在工程中起重机所吊装的重物是同一种类的而且数量很多，起重量利用系数会高一些，如果需要起重机完成设备安装，材料装卸、运移等差别较大的工作，则起重量利用系数必然要降低。

起重机的时间利用系数主要决定于起重机的结构特点和工作对象的特点。起重机起重幅度愈大，安装、运移和拆卸起重机所用的时间愈少，则其时间利用系数愈高。所要吊装的设备的外形尺寸和重量以及起重机械在同一地点所要吊装的设备的数目不同，其时间利用系数也不一样。此外，吊装程序安排，对起重机的维护和润滑以及劳动组织情况也是影响时间利用系数主要因素。

从上述分析可以看出，计算起重机械的使用生产率是一项非常艰巨的工作，需要在生产实践中积累大量的经验数据。到目前为止对于这一问题的研究还是非常不够的，特别是在石油厂设备和金属结构的安装工作中，由于设备的重量大，起重机在同一工作位置所要吊装的设备数量少，工作的间断时间长，用吨/小时所表示的生产率实际意义不大。同时由于在安装过程中起重工作的不规则性和变化因素多，因而计算其使用生产率就更加困难。

但是利用起重机械的使用生产率可以根据起重工作量确定所需要的起重机械的数量，