

# 卷扬式垂直升船机

《升船机》编写组



上海人民出版社

# 卷扬式垂直升船机

《升船机》编写组

上海人民出版社

# 卷扬式垂直升船机

《升船机》编写组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.375 字数 140,000

1977年6月第1版 1977年6月第1次印刷

统一书号: 15171·278 定价: 0.38 元

# 毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

自然科学是人们争取自由的一种武装。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

# 目 录

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第一章 概论             | 1   |
| 第二章 总体设计           | 6   |
| 第一节 总体设计的基本要素      | 6   |
| 第二节 平面布置           | 11  |
| 第三节 工艺设计           | 24  |
| 第四节 主要参数的确定        | 41  |
| 第三章 机械设备           | 57  |
| 第一节 升船设备           | 57  |
| 第二节 移船设备           | 98  |
| 第四章 电气设备           | 123 |
| 第一节 电气传动要求与电动机型式选择 | 123 |
| 第二节 电气同步措施         | 125 |
| 第三节 电动机的起动调速与控制回路  | 131 |
| 第四节 电气设备的布置与安装     | 144 |
| 第五节 船台小车的电气线路      | 145 |
| 第五章 水工建筑物          | 157 |
| 第一节 结构型式           | 157 |
| 第二节 作用荷载           | 172 |
| 第三节 岸壁建筑物的结构设计     | 177 |

# 第一章 概 论

我国有丰富的水利资源，较大的河流有1600多条，河流总长约42万多公里，大小湖泊900多个，大陆的海岸绵延18000多公里，沿岸有很多优良港湾和河口，具有发展航运和造船事业的优越条件。自古以来，勤劳智慧的中国人民就已经开始从事造船和航运事业，并达到了很高的水平。根据历史记载，1405年（明永乐三年），我国劳动人民已经能够建造长44丈、宽18丈的大型远洋船舶，航程最远曾到达红海和非洲东岸。由此可见，早在五、六百年以前，我国的造船设施也已经具有相当的水平和规模。但是，由于历代封建地主阶级及官僚买办资产阶级的统治和剥削，一百多年以来的帝国主义列强的侵略和掠夺，我国的造船事业受到了严重的摧残，一直处于十分落后的状态。

“一唱雄鸡天下白”，新中国诞生以后，在党的正确领导下，奄奄一息的造船事业获得了新生，并有了很大的发展。尤其在无产阶级文化大革命运动中，狠批了刘少奇的反革命修正主义路线，我国造船工人在毛主席的革命路线指引下，大打造船工业翻身仗，船舶越造越快，越造越大，越造越好；船厂的修造船设施也有了新的改造和发展，新的船坞、船台和滑道相继兴建和投产，造船工业呈现出一派欣欣向荣的革命景象。卷扬式垂直升船机就是在这一片大好形势下发展起来的。

船舶的上墩或下水通常使用滑道、船台以及船坞等设施。滑道（包括各种形式的机械化滑道）是以一定坡度从陆地

伸入水域的建筑物。它借助卷扬机的拖曳和船排的载运，能使船舶沿着滑道斜面上下运行，可完成上墩或下水作业。在滑道的后方或旁侧，通常都配置有移船区和多船位的船台区，可同时进行多艘船舶的建造和修理。

斜坡牛油枋子船台是以一定坡度从陆地伸入水域的建筑物，是一种最简易的牛油滑道，专供船舶的建造和下水之用。船台斜坡的末端高程较高，没有船舶的拖曳设备，故不能利用它来进行船舶的上墩作业。在每一周期内，船台仅能完成一艘船舶的建造和下水。

船坞（包括干船坞、注水船坞、浮船坞以及浮船台）依靠坞内注水或排水时船体浮托力的得失来完成船舶的上墩或下水作业，船舶是垂直起落的，除巨型干船坞和注水船坞外，在每一周期内，只能完成一艘船舶的修造。卷扬式垂直升船机是由卷扬机垂直带动船舶升降，完成船舶的上墩或下水作业。在后方陆域，通常也配置有移船区和多船位的船台区，可同时进行多艘船舶的修造。

卷扬式垂直升船机是由水工建筑物、升船平台、卷扬机、吊点装置、电气设备与辅助设备等部分组成的。水工建筑物是形成升船池的池身两侧的岸壁建筑物，也是升船机的基础建筑物。升船平台是承载船舶的金属结构体。卷扬机是提升或下降升船平台的动力装置。吊点装置包括吊架、定滑轮组、动滑轮组以及锁定装置，是承吊或锁定升船平台的机械装置。电气设备包括操纵台、控制屏等，是用来控制升船平台运行的设备。辅助设备包括过桥轨、导轮、导轨以及引船、定位设施等。

卷扬式垂直升船机与滑道、船台、船坞等设施比较，具有以下的特点：

(1) 工艺布置合理 与升船机配套的船台区都是水平

的,与车间地坪处于同一高程,船舶可以在水平位置上进行建造或修理,车间和船台区之间的运输也比较方便,这就有利于船体分段的输送和合拢,并为采用造船新工艺提供了良好的条件。以万吨船舶的造船台为例,船台的坡度通常为 $1:24\sim 1:20$ ,万吨船舶的总长度一般为170米左右,船艏高差就有7~8.5米,再加上船舶本身的高度,船部离地面的高度可达20米以上,船体分段合拢时,须用高大的起重设备吊运,并只能在斜面上合拢。升船机则可利用机械化移船设备运送船体分段,并可在平面上进行合拢。

(2) 平面布置紧凑 垂直升船机是垂直地将船舶提升或下降的,占用的水域和陆域面积仅与升船池的长度和宽度有关,也即仅与船舶的长度和宽度有关。而斜面滑道具有一定的坡度(纵向滑道的坡度一般为 $1:14\sim 1:18$ ,横向滑道的坡度一般为 $1:8$ ),其占用的水域和陆域面积,不仅与船舶的长度和宽度有关,更主要的是取决于滑道的坡度和坡高,坡度越平缓或坡高越大,占用的面积也越大。因此,在船舶提升(或爬升)高度相同的条件下,升船机所占用的水域和陆域面积显然要比滑道占用的要小得多,平面布置也可紧凑得多。

(3) 操作平稳、准确、快速 升船池的两侧都有固定的岸壁建筑物和供船舶定位用的系缆设备,在升船池内的水面状态一般都较为平静,船舶上墩定位操作比滑道简单、平稳和准确,定位时间可大大缩短。在各种机械化滑道的船舶上墩操作过程中,船舶常受水流的作用而偏位,难以准确就位;对于纵向滑道,影响更为显著,有时为完成一次定位,竟需花费一、两小时,而升船机却只需十几分钟。

升船机是以垂直运动的方式运行的,升降速度虽不快,但垂直升降,行程最短,每完成一次上墩或下水的作业耗时较

少。假定升船机行程为 10 米,升降速度为 0.5 米/分,每提升或下降一次的时间仅需 20 分钟。而船坞完成一次注水或抽水,一般均需数小时。

升船机的船舶上墩或下水快速特点,便于舰艇和海损船舶应急抢修,在很短的时间内可将船舶提出水面,并直接搁置在升船平台上进行检修,而后即可下水,大大缩短抢修周期,有利于战备。

(4) 经济效益高 升船机后方的船台区通常按多船位布置,一般,只要厂区有宽阔的陆域,就可布置许多船台,同时进行多艘船舶的建造和修理。从这种意义上讲,一座升船机可相当于多座造船台或干船坞。

在耗电量方面,升船机比干船坞要节省得多。如果干船坞的抽水量为  $Q$ , 船舶的排水量为  $W$ , 两者的比值为  $\alpha$ , 则  $\alpha = \frac{Q}{W}$ ,  $Q = \alpha W$ ; 假定干船坞抽水的平均扬程  $H$  与升船机的提升高度相等, 则干船坞的功率消耗和升船机的功率消耗的比值也为  $\alpha$ , 即  $\frac{QH}{WH} = \frac{\alpha WH}{WH} = \alpha$ 。干船坞的  $\alpha$  值一般为 4 以上, 其耗电量也就为升船机耗电量的 4 倍以上。船舶在滑道上运行时, 存在着上墩设备走轮的滚动摩擦以及轮缘与轨道头部的摩擦阻力, 一般约为斜坡分力所消耗能量的 40% 左右。而对于升船机就不存在这些阻力, 故升船机的耗电量约为滑道耗电量的  $\frac{1}{1.4}$  左右。上述比较虽是概念性的, 但可为升船机耗电量较其他设施为少这一事实, 作出定性的分析。

某些形式升船机的水工建筑物还可兼作舾装码头。当升船平台沉入水底后, 升船池也可作为船舶倾斜试验的场所。

(5) 设备简单 卷扬式垂直升船机的各个组成部分, 都

是普通机械设备、金属结构和水工结构,不需要高精度的机械加工,在设计和制造方面都比较简单。此外,它的全部机械设备和装置,都安装在水面以上,没有水下工程,施工和维护保养都比较容易。

(6) 改善劳动条件 升船机的上墩下水操作(如布置墩木等工作),都是在与厂区地坪高程一致的平坦地面或升船平台上进行的,其劳动条件比滑道或船坞优越,有利于劳动保护和安全生产。

事物都是一分为二的。升船机虽具有上述特点,但它的机械设备和机械装置数量较多,维护保养工作量较大。一座三千吨级船舶的中型升船机,通常需要二十台卷扬机和二十个吊点装置,对于大型的升船机,其数量那就更多了。此外,在水位差很大的地区,如果采用升船机,其水工建筑物十分庞大,往往不如用机械化滑道经济合理,这是采用升船机的局限性。

综上所述,卷扬式垂直升船机的优越性是比较显著的,是船厂的一种比较先进的船舶上墩下水设施。它不仅适用于中小型船舶,而且也完全可用于万吨级以上的大型船舶,故有着广阔的发展前途。

## 第二章 总体设计

### 第一节 总体设计的基本要素

升船机总体设计的任务是进一步确定升船机各组成部分在规划位置范围内的平面布置以及工艺设计,是在厂区整体规划已经确定的基础上进行的。平面布置的具体内容,通常包括升船池及其两侧岸壁建筑物的布置、卷扬机和卷扬机房的布置、操纵房的布置、机械设备修理间的布置、移船区和船台区的布置以及管线的布置等。

工艺设计主要是确定船舶在上墩或下水过程中所需完成的各种基本作业的操作方式,以及相应地选择各种设备。工艺设计应结合引船定位工艺、升船工艺和移船工艺等统盘考虑。

平面布置和工艺设计的关系密切,它们互相关联,互相影响。在一定的自然条件下,当升船池的平面位置确定以后,就一定程度地支配着船舶上墩下水以及移位的工艺设计;反之,当采用不同形式的移船工艺,又会直接影响到船台区和移船区的平面布置。因此,进行总体设计要求平面布置和工艺设计密切配合,互相协调。

总体设计在整个工程设计中是一个重要的环节,它是进行下一步设计工作的先决条件和必要步骤。合理地布置和安排生产工艺流程,可以最大限度地发挥升船机的经济效益,有利于缩短修造船舶的船台周期,节省基本建设投资和缩短建

造时间。

在进行总体设计时,由于各地海岸或河道的自然条件、升船机的使用条件以及各地所具备的施工条件等因素的不同,要使设计工作符合外界的规律性,应遵照毛主席关于“人的正确思想,只能从社会实践中来,只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来”和“调查就是解决问题”的教导,坚持实践第一的观点,坚持唯物论的反映论,反对唯心论的先验论,深入群众,深入实际,深入现场,对升船机所在地点的地形、地质、水文等客观条件,以及工艺是否合理完善、投资是否经济合理、技术是否先进可靠、施工是否简便可能等因素,必须作周密地调查研究,全面地分析比较,充分论证,综合考虑,合理选择。在进行升船机的总体设计时,一般应考虑以下几个基本要素。

## 一、自然条件

自然条件是总体设计时必须具备的一种原始设计资料。它主要包括升船机区域范围内的陆域和水域的地形测量资料、地质钻探资料(包括土壤的分层和分层标高、土壤的物理力学指标)以及水文资料(包括水位差、流向、流速、波浪、泥沙)等。在总体设计过程中首先应全面地掌握并正确地分析这些资料。

对于海岸地区的岩基,一般水深较大,水域开阔,泥沙来源小,但风浪影响大,主要应考虑升船池及池外船舶停泊和调度区域内的平稳条件;对于沙土等软土地基,一般是水浅,风浪较小,泥沙来源大,在满足平稳要求外,应着重考虑升船池水深和升船池内外的泥沙回淤问题。

在天然河流地区,其平面位置一般应尽量设在河流凹岸

一侧的顺直河段上，不宜直接布置在河弯处或两河弯间的过渡段上。此外，还必须考虑通航和河道整治问题。

在人工运河地区，一般河道的水流、泥沙和稳定等情况都较优越，但河面宽度有限，航运频繁，在布置升船池位置时，应首先考虑对航道的影响问题。

### 1. 岸 线

升船池轴线在平面上的布置，可采用平行岸线或与岸线成一交角这两种形式。在具体选择时，应根据升船池所能占用岸线的长度来确定，同时还应与周围其他水工建筑物或整个厂区岸线的规划互相协调，尽量避免在使用时互相干扰。

### 2. 水 域

升船池前一般均需有一定范围的水域，供船舶调度、回转或靠泊。平面布置应考虑升船池前方水域中主航道的位置，尽量避免或减少因船舶进出升船池时对航道的干扰。在天然河流内，升船池及其两侧岸壁建筑物的位置，不应超越河流的整治规划线，以免影响河流的航道整治和改变航道内的水深。

### 3. 陆 域

升船池轴线在平面上的布置方向决定着上墩或下水船舶的轴线方向，同时也决定着移船区和船台区的布置方向。在确定升船池轴线位置时，须同时结合后方陆域的地形和地物等特点，全面安排，统筹兼顾，使能因地制宜地合理布置移船区和船台区。

### 4. 水 深

布置升船池位置应尽量利用有利地形，使池身易于获得设计水深，同时也须考虑水流的泥沙含量和回淤程度，必须避免因泥沙严重沉积而形成淤塞。对于一般性的回淤，也应考

虑疏浚方法,以保证升船池能经常地维持足够水深。

## 二、生产纲领和工艺资料

生产纲领主要是指船厂在近期和规划年限范围内的生产规模和生产对象,其中包括年度的产值和产量、修造船舶的类型以及修造船比率等方面。工艺资料是指修船或造船过程中的工艺流程、具体的制造工艺以及修造船的船台周期。这些原始的设计资料也都是在总体设计时必须掌握的。

生产纲领中的船型资料(船舶的总长度、宽度、线型、空载吃水深度以及相应的排水量等)是决定升船机规模的主要依据。当修造船舶的类型较为复杂时,升船机的规模(如升船池的长度、宽度、深度和升船平台的提升重量),往往并不能从某一典型的代表产品就可确定,须分别选择相应的船型资料来确定。

此外,升船机规模一方面取决于船厂当前生产的需要,但另一方面却又可能影响着生产的发展。在选择典型的船型资料并确定升船机规模时,必须结合生产发展的需要和可能,慎重对待,留有余地。在升船机建成后,对其长度和深度,一般尚可接长和适当挖深,但要增加其宽度,通常是不可能的,因此,对升船池宽度的选择,尤应慎重。要防止在投产后不久,甚至在建造过程中,就又对原有设计规模提出扩建要求,必须全面地慎重地考虑问题。

修造船台和分段堆场的布置,取决于修造船舶的数量和工艺,其中修造船舶的船台周期,是随着工艺水平的提高、新技术的采用以及船台起重设备能力的提高而改变的。一般造船的船台周期较长,比较稳定,修船的船台周期较短,但随着修理内容的不同,变化幅度较大,因此,修造船台和分段堆场

的布置须根据统计资料 and 具体条件确定。

在研究产品对象时，还应考虑船舶在海损状态下进行修理的特殊情况。

### 三、经济效益

升船机的经济效益是指要以最少的投资总额而能达到最大经济效果的问题，在总体设计时必须充分重视。要使升船机的经济效益得到提高，在工艺设计时，必须在具体的技术经济条件许可范围内，尽量地提高船舶上墩下水以及移位等作业的机械化程度，以减轻劳动强度，缩短操作时间，提高劳动生产率。移船区和船台区的布置，也是为提高升船机的使用效率，以达到充分发挥其经济效益的目的，在条件许可的情况下，应尽量布置多船台。

在总体设计时，必须执行勤俭的原则。在有多种平面布置和工艺方案的情况下，应作经济分析，节约三大主材（钢材、水泥和木材），节省基本建设投资。对于在改建或扩建工程中，常为获得足够数量的陆域面积，对原有厂区布置提出了进行改造的要求，此时应特别注意对原有厂房的利用问题，尽量减少对生产的影响，少拆少迁，因地制宜地最大限度地利用原有场地，也可分别轻重缓急，有主次地分期分批地进行改造。

### 四、施工条件

施工条件是指为完成总体设计任务中所确定的水工工程、土建工程以及工艺设备而相应地在施工力量、施工材料、设备元件、机械加工能力等方面必须具备的客观条件。在考虑施工条件时，应该因地制宜，就地取材，土洋并举，使工程建设上马快，工期短，投产早，效益大。在设计升船和移船等机械

设备时,应首先采用标准化产品,以加快设计和施工进度。

## 第二节 平面布置

### 一、升船池

升船池及其两侧岸壁建筑物的平面布置,主要是确定升船池轴线在平面上与岸线的相对位置。这是一项十分重要的工作,因为平面位置选择得正确与否,将影响工艺设计和后方移船区、船台区布局的合理性以及工程投资的多少。

升船池轴线的平面布置,通常可分为:轴线与岸线平行的顺岸式、轴线与岸线垂直或成斜角伸入水域的突堤式以及轴线位于岸线后方陆域的挖入式等三种基本形式。根据具体条件的不同,也还有突堤式与挖入式相结合的混合形式,即半突堤式或半挖入式等。

#### 1. 顺岸式

这是一种类似于顺岸式码头的布置形式。由于升船池轴线以及轴线内外两侧岸壁建筑物都与岸线平行,因而上墩下水船舶的轴线以及各船台区的轴线也均与岸线平行。这种布置形式的升船机,一般也称为横向垂直升船机,如图 2-1 所示。

在顺岸式升船池的外侧岸壁建筑物的外沿,可同时靠泊船舶和进行舾装作业。为便于交通运输和联系,在内外两岸壁建筑物的一端,通常均设置连系建筑物(引桥)。

顺岸式升船池的岸壁建筑物占用的岸线较长,除满足升船池自身长度的要求外,尚须留有长度不小于最大船长的平直岸线(图 2-1),并须设置必要的引船建筑物,以供船舶等待入池上墩或下水出池时的临时靠泊及导向使用。这种布置形

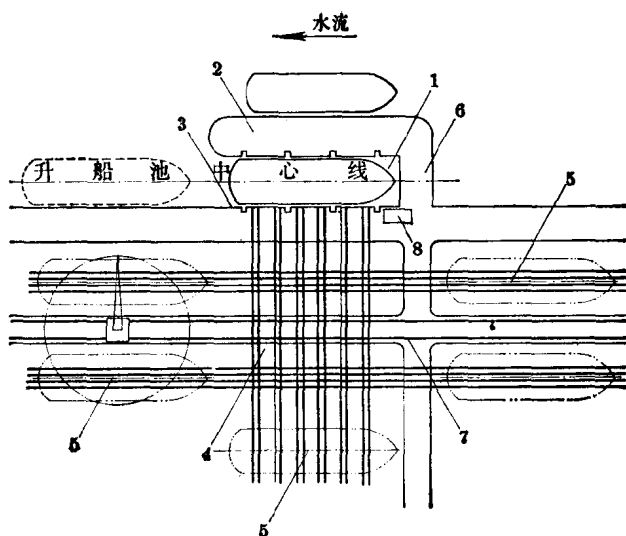


图 2-1 顺岸式升船池

- 1—升船池；2—外侧岸壁建筑物；3—内侧岸壁建筑物；4—移船区；  
5—船台区；6—连系建筑物；7—门吊轨道；8—操纵房

式，适合于厂区有较长岸线的条件下采用。在水面上下的岸坡较陡的地段，更为有利，可减少大量挖方数量而获得足够水深。在选择升船池轴线的前后位置时，除须考虑使池身易于获得足够水深和尽量减少泥沙回淤的可能性外，还应同时考虑不使岸壁建筑物的外沿线超越河道的整治规划线，而影响航道的正常通航，以及由于轴线过分外移而引起增加建筑物的造价等因素。

由于顺岸式布置的移船区和船台区都与岸线平行，这种布置形式较适宜于陆域长而腹地狭浅，同时又须设置较多修造船台和分段堆场的情况下采用。顺岸式升船池不须占用十分宽阔的水域，在主航道或河道整治规划线与岸线间的水域