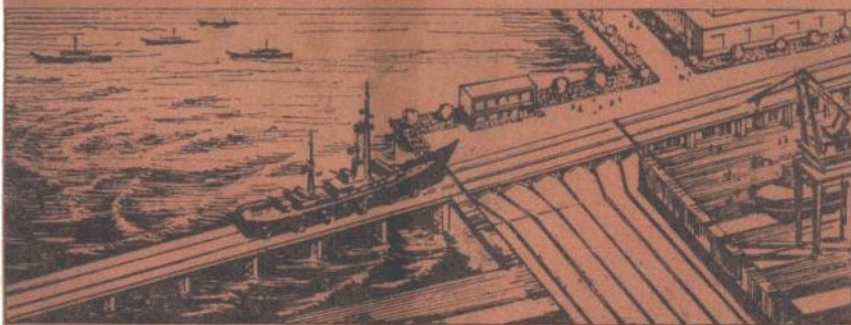


船 台 滑 道 设 计 用 书

船台滑道工艺设计

中国船舶工业总公司第九设计研究院 编著



国防工业出版社

U 595.31
Z 50

303946

船台滑道工艺设计

(船台滑道设计用书)

中国船舶工业总公司第九设计研究院 编著



国防工业出版社

内 容 简 介

本书对建国以来我国建设的各种型式船台滑道的工艺设计作了较系统的总结。书中除介绍了各种主要型式滑道的优缺点外，还着重介绍了上墩下水方式与厂址选择的关系、布置原则和过去工程中的经验教训。本书在编写过程中还引用了国内有关单位的设计经验和工程实例，并对建国以后因地制宜地设计的上墩下水和移船设施作了较为详细的介绍，同时，书中还附有大量插图和主要工艺设备的系列技术数据。

本书可供修造船厂、设计科研单位的工程技术人员使用，亦可供大专院校有关专业师生参考。

0093/17

船台滑道工艺设计

(船台滑道设计用书)

中国船舶工业总公司第九设计研究院 编著

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/16 印张16¹/₄ 379千字

1988年5月第一版 1988年5月第一次印刷 印数：091— 510册

ISBN7-118-00028-0/U5 定价：4.05元

前 言

船台滑道设计是港口和修造船厂设计的重要组成部分。为总结建国以来有关这方面的经验,我院编写了这一套船台滑道设计用书。分《船台滑道工艺设计》、《船台滑道结构设计》、《弹性地基梁及矩形板计算》、《弹性地基计算图表及公式》四册出书。本书为《船台滑道工艺设计》。

本书对建国以后国内船厂中各种型式的船台滑道工艺设计作了系统的总结。在内容上除了介绍船台、纵向油脂滑道、纵向和横向机械化滑道以及移船设施的工艺设计外,为了使读者对船厂船舶上墩下水设施有个较全面的了解,以便在设计时作多方案比较,又介绍了常用的升船机、浮船坞等其他上墩下水设施。此外,在第一章中除简单介绍各种主要型式滑道的优缺点外,着重介绍了上墩下水方式的考虑与厂址选择的关系,以及上墩下水设施在全厂总体布置中所处的地位,同时还介绍了为进行船台滑道工艺设计必须收集的各项船舶工艺和自然资料及其分析方法。

本书在编写过程中引用了我院及国内兄弟单位的设计经验和工程实例,并对解放以后由我院因地制宜地设计的上墩下水和移船设施作了较为详尽的介绍。书中附有大量插图和主要工艺设备的系列技术数据,可供从事船舶上墩下水设施设计的工程技术人员使用,以及大专院校有关专业师生作为教学的参考。

参加编写的人员如下:

本书的第一章和第六章由陈显民、第二章由陈文政、第三章由徐定烈、第四章和第五章由顾澄志等同志执笔编写,并由陈显民同志汇总整理。何根华、宣祥沃同志负责校对。最后,由邓亲元、魏彤云同志审定。

本书插图主要由丁根娣、肖本敬、李国勋等同志描绘。此外,尚有盛杏娟、李峭陞、茅宝章、张铁干、程炽晖、瞿建良等同志协助整理部分文稿和图稿。

本书引用的部分试验统计图表仍采用了工程单位制,为了方便使用这些图表起见,故在书后列有习用工程计量单位与法定计量单位换算表,供读者参考。

目 录

第一章 概论	1
§ 1-1 船舶上墩下水设施	1
§ 1-2 船台滑道设计与厂址选择	13
§ 1-3 船台滑道设计与船厂总平面布置	19
§ 1-4 设计原始资料	21
第二章 纵向油脂和钢珠滑道	28
§ 2-1 滑道的特点和型式	28
§ 2-2 油脂成份和涂浇油脂	30
§ 2-3 滑道主要参数确定	33
§ 2-4 船舶下水的运动状态	42
§ 2-5 船舶下水的制动设施	48
§ 2-6 水下活动滑道和对塑料滑道的探讨	52
§ 2-7 前支架、下水横梁及取消前支架的下水工艺	54
§ 2-8 滑道及船台负荷	63
§ 2-9 船台墩木	76
§ 2-10 钢珠下水装置	76
第三章 纵向机械化滑道	81
§ 3-1 概述	81
§ 3-2 纵向机械化滑道主要型式	82
§ 3-3 滑道位置和主要参数确定	92
§ 3-4 下水设备	99
§ 3-5 拉曳设备	118
§ 3-6 船舶上墩下水时的定位设施	129
§ 3-7 移船变坡设施	131
第四章 横向机械化滑道	180
§ 4-1 横向机械化滑道主要型式	180
§ 4-2 滑道和横移区主要参数确定	189
§ 4-3 下水设备	194
§ 4-4 拉曳设备	202
第五章 其他类型的上墩下水设施	204
§ 5-1 升船机	204
§ 5-2 浮船坞	225
§ 5-3 其他垂直升降的上墩、下水设施	240
§ 5-4 气囊移船及下水	244
第六章 船台	247
§ 6-1 船台的分类及其优缺点	247
§ 6-2 船台数量及主要尺度计算	249
§ 6-3 船台负荷	252
§ 6-4 船台附属设施及其布置	253
附录	256
习用非法定计量单位与法定计量单位的换算关系表	256

第一章 概 论

§ 1-1 船舶上墩下水设施

修造船厂的船舶上墩下水设施是指将已建成的船舶下水或将需修理的船舶使之出水进行修理的构筑物。

修造船厂的生产能力与其船舶上墩下水设施的规格、数量及机械化程度有很大的直接关系。一般船厂的车间生产潜力较大，当任务改变或生产量增加，可以比较容易通过扩建、改建来适应，而上墩下水设施的尺度和数量是按修造船厂生产纲领来确定的，这些设施一经按既定的规模与尺度建成，以后产品尺度和重量要增大就往往难以适应。而这些设施又是修造船厂的主要生产组成部分。由于船舶上墩下水设施要承受船舶的重量，需进行大面积的地基处理和大量复杂的水下施工工程量，往往要花费较多的基建投资。

一、船舶上墩下水设施按工作原理分类

船舶上墩下水设施按其工作原理大致可归纳为下面三种。

1. 船台滑道

其工作原理为沿岸坡斜面利用机械设备曳船上岸或放下水，亦有以靠船舶的自重沿斜面滑行下水的，这些斜面是供船舶上墩下水的专用轨道称为滑道。而供船舶在岸上修造的场地称为船台。当船舶下水或上墩时，其纵轴和移动方向与滑道中心线相一致，这样布置的滑道称为纵向滑道。而当船舶下水或上墩时，其纵轴与滑道中心线相垂直、移动方向与滑道中心线相一致，这样布置的滑道称为横向滑道。

2. 船坞

其工作原理主要是利用水的浮力作用，使船舶起浮下水，或使船舶水下部分露出进行修理工作。如干船坞、注水船坞和浮船坞等。

3. 升船机

主要是利用机械设备垂直升降船舶，使之下水或露出水面进行修理工作。升船机现在主要有绞车卷扬式和液压式两种。此外，利用起重机垂直起吊船舶作为上墩下水工具的，亦属此种类型。

船台滑道是我国修造船厂采用最为广泛的一种上墩下水设施，这是由于船台滑道的建造较之其他型式上的墩下水设施设备较为简单，造价亦较便宜，且有较长期的使用操作经验，有些结构型式对修、造船皆适宜。

由于我国海岸线很长，又有众多的内河和湖泊，解放以后，沿海和内河的航运有很大的增长，从而促使我国的修、造船工业也有了较大的发展。除了少数大型的修造船厂外，大部分都是中小型的船厂。这些船厂根据它们的生产性质、规模、修造船工艺、船舶类型和厂区的自然条件，建设了各种不同型式与布置的船台滑道。为了较系统地介绍船台滑道的建设经验，供设计参考，拟在本书中着重介绍我国解放以后各种船台滑道设计、施工、使用方面的情况。同时，为了使读者对国内船舶上墩下水设施有个较全面的

了解，也在概论部分及相应的章节简要地介绍一些其他型式的船舶上墩下水设施。

二、船舶上墩下水设施按型式分类及其特点

现将国内曾使用和设计过的各种滑道分类简介如下：

1. 纵向油脂滑道

这是一种被国内及世界各国广泛应用于造船的滑道。这种滑道是以油脂作为木质滑道与滑板之间的摩擦润滑剂，摩擦阻力较大，用以上墩小型船舶尚可，如船舶重量较大就不适用，故这种滑道现在主要用于船舶建造后的下水，对船舶的下水重量适应范围较大，世界上利用此种滑道下水的船舶已达30万载重吨，其下水重量约为58000t。国内现有的大部分3000载重吨以上的船舶建造都是用纵向油脂滑道下水的。

纵向油脂滑道是船台与滑道合一的单船位下水设施，一般采用两根下水滑道，但也有用一根滑道或3~4根滑道的。滑道面的纵向一般是直线型的，但也有使用折线型的（即沿滑道的全长分成等距的变坡度滑道）或弧线型的。

船舶在这种滑道上下水时，是靠船舶自重沿滑道面的向下分力滑行下水。故要求沿滑道末端以外的水域宽度不小于船长的2.5~3.0倍，如小于此宽度就要在下水时采取制动措施。

纵向油脂滑道所以被国内外广泛地采用，是由于其用作船舶下水的适应范围大，单个船台位置施工较简易，投资少，维修工作量小，并积累了长期的使用经验。但其缺点为要求有较宽广的水域；做了一条滑道只能满足单个船台生产；船在船台上呈倾斜状态，造船工艺条件较差，一般只能作为船舶下水设施，下水操作较复杂，劳动强度大。纵向油脂滑道如图1-1-1所示。

大型船舶使用纵向油脂滑道的船台建造时，由于船较长，船台的首部标高可能高出工厂的地坪较多，为了减少这一高差，采取降低船台面的标高，滑道末端的标高不变，但船台在高潮位时则浸水长度过多，要影响船舶尾部的建造工作，故在滑道末端处加设闸门，在高潮位时不使船台后端受淹，以保证船舶建造作业的正常进行。这种在船台滑道末端带有闸门的纵向油脂滑道的船台称为半坞式船台滑道，如图1-1-2所示。

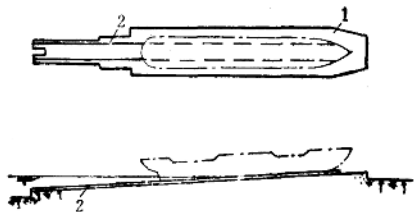


图1-1-1 纵向油脂滑道

1—船台；2—滑道。



图1-1-2 半坞式船台滑道

2. 纵向钢珠滑道

这种滑道与纵向油脂滑道基本是相同的，仅将下水时的润滑剂油脂改为特制的带有保距器的钢珠，使下水时滑板与滑道的滑动摩擦改为滚动摩擦。在第二次世界大战期间，日本由于油脂缺乏，而首先使用这种滑道。由于其摩擦阻力小，现在日本亦有用作在半串联方式造船时，水平或斜面移动船体的较大立体分段。利用钢珠作为移船或下水时的“摩擦润滑剂”可以重复使用，且其摩擦系数不受温度影响。但一次使用优质钢材较多，

相应增加了投资,且下水设施较重,增加了操作劳动强度。

纵向钢珠滑道主要在日本各船厂应用较多。我国一九五八年曾在某船厂利用钢珠下水装置进行了实船下水试验,取得了一些经验和试验数据。近年已有个别船厂采用该方式下水船舶。纵向钢珠滑道的剖面如图1-1-3所示。

3. 纵向机械化滑道

由于纵向油脂滑道曳船上墩修船的摩擦阻力较大,一般修船上墩下水的次数又较频繁,在纵向油脂滑道的基础上改进为使用船舶坐落在小车上、沿轨道拉曳上岸的各种形式的纵向机械化滑道,上墩船舶的操作较油脂滑道方便。其船台位置仍为与滑道陆上部分合一的单船位形式,如所需修、造的船舶数量较多,则要修建相应数量并列的船位。由于滑道的水下部分施工复杂,工程量大,投资昂贵,故从布置和机械设施方面进行了研究改进,使一条机械化滑道为较多的船台服务,这样每座船台所占的滑道投资就较少。通过不断地改进和演变,因地制宜地创造了不少滑道与移船区和各种移船设施的组合形式,以适应不同的地形和地质条件要求,将船舶从水中转运至船台上(或从船台上移入水中)。下面将主要的各种纵向机械化滑道与多船台的组合形式分述如下。

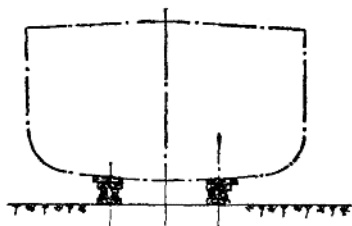


图1-1-3 纵向钢珠滑道剖面图

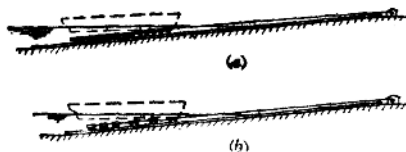


图1-1-4 纵向船排滑道

(a) 整体船排; (b) 分节船排。

(1) 纵向船排滑道

纵向船排滑道是在纵向油脂滑道的基础上添加一些机械设备,船舶座落在带有滚轮的整体船排或分节船排上,船排在轨道上移动,船排的顶面与轨道平行,如图1-1-4所示。船舶的上墩与下水,使用绞车牵引和控制。

由于船排较低,滑道可以短些,对滑道的施工与维护有利。有些工厂使用挠性联结的分节船排,能在滑道末端靠拢,则可进一步降低末端的水深与滑道的长度,滑道的投资费用较少,施工可以简单些。其缺点是:一条滑道-船台只能建造或修理一艘船,船舶是处于倾斜状态;船排高度小,在船底下面工作不方便;下水船舶尾浮时要受较大的首部支点压力,所以这种滑道主要用于中小型船舶的上墩下水。我国在小型船厂用得比较多,国内现有的最大纵向船排滑道起重能力为1500tf。

船排滑道一般是做成直线型的,但有时为了河道的限制或为了使滑道尽量附合原始地形而采用弧形滑道。

纵向船排滑道作为中小型船舶的上墩下水的设施是有其优点的,但仅是单船位和船舶工作状态是倾斜的,为了扬长避短,在纵向船排滑道的基础上采用了不同型式的机械设施,使船舶转运至多个船位布置的每个船台上去,以解决上述缺点。我国在解放以后

的修造船工业发展过程中,根据不同的自然条件,设计了不少各种类型的与纵向船排滑道相配合的移船设施,现举例分述如下:

① 弧形船排滑道-横移区-水平船台

如上所述采用弧形滑道往往是由于适应自然地形的原故。为了争取单个滑道为多船台服务,采用了将载有船舶的一列船排拉曳到横移架上,架子在横移区移动,可将船舶转运到任一船台上去。因为滑道是具有一定曲率半径的弧形轨道,所以横移架面和船台上的轨道也应具有与滑道的轨道同一曲率半径的弧线。且纵向是延续的,才能使船舶纵向运输贯通。这种型式的组合情况,船舶在船台上的基线仍是倾斜的。由于滑道、横移架面和船台轨道都是弧线,施工较麻烦,且使用一段时期以后,产生了沉陷,较之直线型的滑道和船台轨道调整工作量大,故一般较少采用。

② 船排滑道-摇架-横移架-水平船台

这种组合系统的目的是考虑建厂地区的沿岸及水域自然地形的标高较高,不利于建设末端水深要求较深的滑道,而采用纵向船排滑道,但又要求有较多的船位,以便同时修理众多的船舶和兼顾一些造船任务,以平衡全厂的各工种的劳动量。同时,要求改进船台的工艺操作条件,即要求船舶在船台上处于水平状态,以便于安装工作。根据以上的要求,在工厂纵深位置允许的情况下,在滑道的上端部建一摇架,摇架面倾斜时其坡度与滑道的一致,摇平时其架面呈水平状态,其作用为将上墩的船舶可以从倾斜状态转为水平,并通过横移架转运到各个水平船台上去。

摇架俯仰动作的操纵机构一般有两种型式,一种为油压千斤顶式;另一种为卷扬机驱动式。现国内使用的摇架起重重量达500tf,其典型布置如图1-1-5所示。

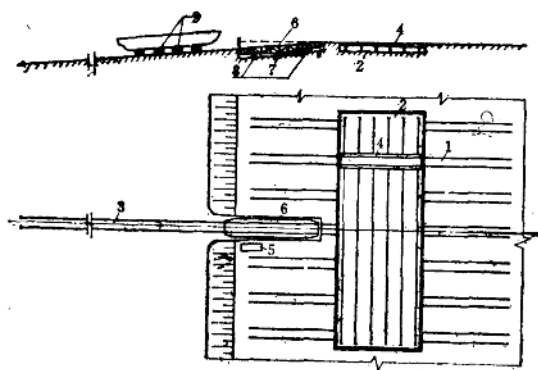


图1-1-5 船排滑道-摇架-横移区-水平船台布置图

1—船台; 2—横移坑; 3—滑道; 4—横移架; 5—绞车房; 6—摇架;
7—摇架支承点; 8—摇架的前后液压千斤顶; 9—随船架。

③ 船排滑道-自摇式转盘-横移区-水平船台

这种组合系统采用的目的,是为了适应拟建工程地点的地形、水域宽度、水流流向等自然条件,将滑道轴线与岸线布置成一定的斜交角度,但又要求岸上的横移区和船台区布置与岸线成平行或直交,以利于工厂总平面图的布置。另外,又要求船台是水平的。故设计了满足上述条件的转盘。此种转盘设在滑道的上端部,当船从滑道上拉曳到转盘上以后,转盘以盘中心为转轴,两端借绞车反向拉曳,转盘在成曲面的钢轨系统上转动,

在旋转的同时上端下降，而下端升高，直至转盘架面成水平状态，此时架面钢轨标高则与通向横移区的引接轨道接驳齐平。转盘上的船舶可以借船排或随船架运移到横移架上，再转移到任一水平船台上去。

此种组合型式的滑道系统国内曾做过250tf级和600tf级的。其典型布置如图3-7-23所示。

④ 船排滑道-辐射形高低轨转盘-水平船台

这种组合系统的工艺是将转盘布置在滑道的上端，船舶从滑道上拉曳到转盘上后，转盘以中部作为轴心，上端和下端借钢丝绳拉曳，转盘架在几组变坡轨道上向左(或右)作圆周运动，旋转时转盘架下端点标高上升，上端点标高下降，旋转时架子每个横断面是水平的，当旋转一定角度以后，整个转盘架面呈水平状态，根据需要可以对准布置成辐射形的任一水平船台，此时，转盘架面的轨道与水平船台的轨道对准齐平，用绞车沿纵向将架上的船舶拉曳上船台。其典型布置如图3-7-26所示。

这种组合式滑道的优点为：辐射形高低轨转盘在运动过程中起了将船舶从滑道上转运至船台和完成船舶从倾斜状态转换呈水平状态的两种功能，既减少了横移架设备，也缩短了运输路线和节约了使用面积。但这种型的最大缺点为：在辐射形布置的各个船台之间的三角形场地不能充分利用，并难以布置有轨的起重设施，只能采用无轨移动式起重设施，在两船台之间三角形场地临近转盘坑处较为狭窄，为起重机的死角，而该处往往是尾机型船舶的机舱部位，起重工作比较多。

这种组合型式的滑道系统在国内已有两个厂采用，其起重重量各为350tf和500tf。

⑤ 船排滑道-变坡横移架-水平船台

在上述船舶上墩下水设施生产实践的基础上，在七十年代初设计出综合上述优点的船排滑道-变坡横移架-水平船台系统的船舶上墩下水设施。其操作工艺为：船舶从船排滑道上拉曳到变坡横移架上，此时架面坡度与滑道一致，横移架在数组横向高低轨上作横向移动的过程中，架子前半部向下降低、架子后半部向上升高，通过变坡横移过渡段后，架面呈水平状态，这过程可以同时完成船舶从倾斜状态转变成水平状态和横移两道工序，此时架面上轨道标高与水平船台的标高相一致，继续横移可以与横移坑之一侧或两侧的任一水平船台对准后，曳船到水平船台上去。反之，修、造完成后的船舶通过此相反操作程序下水。由于这种组合系统设备少、投资省、建设快，并在布置上较之辐射形高低轨转盘-船台系统又有所改进，故在七十年代期间，全国已有二十多个修造船厂采用这种组合系统的上墩下水设施。起重能力从160tf到1000tf。其典型布置如图3-7-36所示。

(2) 纵向两支点滑道

船舶上墩下水时，只用两台小车支承，可以从滑道的斜坡部分直接拉曳到水平部分。小车之间可用拉杆或链条联结。

简单的两支点滑道布置是船舶从滑道斜坡部分拉曳到水平部分以后，就直接在此修理(或建造)。如需布置多船位，可以采用三种型式。

一种为在水平部分串联布置两个船台位置，这是当船台数量要求不多时采用。如要求船台数量较多，可采用另两种布置型式。第二种为两支点滑道在上端有水平横移区和船台区，船舶拉曳到滑道上端水平部分以后，将船舶重量转移到在横移轨道的自动或非

自动的船台小车上,再横移到侧向的船台位置上去。这种布置的优点为船台和交换纵、横向小车的滑道部分是在同一高程上,可以利用该部分作为修造船场地,但由于船舶移到船台(或下水)要在滑道上部交换小车,操作比较麻烦。另外,船台在滑道上部延长线的两侧,每侧并列布置船台不宜过多,否则移船要发生干扰。其布置如图1-1-6所示。第三种为两支点滑道的上端有一个带坑的横移架,船舶拉曳上横移架后,通过横移可以将船舶转运到任一船台上去。移船操作比较方便,但横移区面积不能充分利用。

两支点滑道斜坡部分可以是直线型或折线型的,其坡度一般为 $1:6 \sim 1:10$ 。在斜面和平面对接处,用弧形联接起来,弧形半径的取值,以船底经过交接区时不碰轨道,并有一定的间隙为准。

使用两支点滑道时,船舶搁置在两台小车上,每台小车的行走部分设计成平衡轮式,故能适应船舶从斜面转移到平面,移运过程中船体与小车架面能一直保持良好的接触。这种型式滑道的特点是下水车仅需两台,用钢材较少,且降低了对轨道施工精确度的要求,有可能采用较简单的道碴枕木基础和下水施工方法,以降低工程的造价。但由于船体是支承在两台车子上,纵向产生较大的弯矩,一般使用于纵向强度较大的小型船舶,如快艇、渔轮、沿海拖轮等。国内已有些船厂使用200tf~300tf起重量以下的纵向两支点滑道。

图1-1-6所示为纵向两支点(分节式)滑道的布置图,采用横向插车移船。

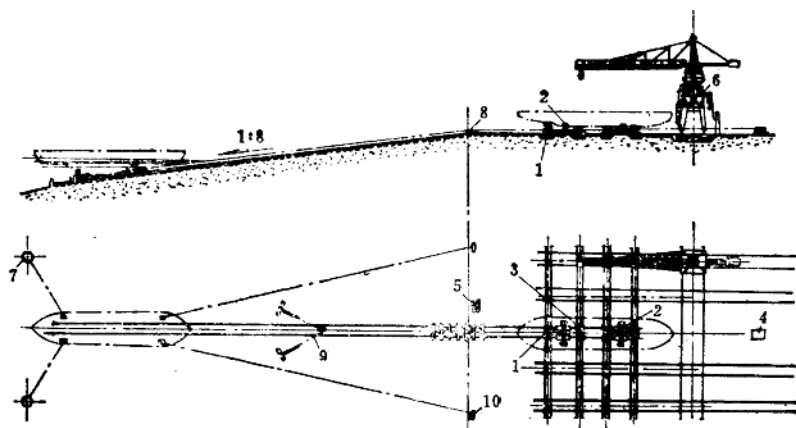


图1-1-6 纵向两支点(分节式)滑道

1—自动船台小车; 2—下水车; 3—非自动船台小车; 4—电动绞车; 5—电动绞盘;
6—塔式起重机; 7—系船浮筒; 8—滑道曲线部分; 9—地牛; 10—双柱缆桩。

(3) 纵向斜船架滑道

这是现代纵向机械化滑道中使用比较方便的一种。船舶是在楔形斜船架和一系列随船架的双层车上下水或上墩,船体始终保持水平状态。这样就可以使一系列承载船舶的随船架通过布置于同一标高的轨道,将船舶直接运载到水平船台上去,或通过横移区运载到任一水平船台上去,机械化程度高,操作比较简便。由于斜船架面是水平的,架尾就较高,相应地要求滑道末端水深较大,滑道长,工程量和投资亦大。故此种滑道一般适宜于在自然水深条件较好的地点。为了缩短滑道的长度,也有采用弧线型滑道,使在滑道

末端部分的坡度做得较陡,或将斜船架面做成带有较小坡度的,以减少滑道末端的水深。

国内已建成的纵向斜船架滑道最大起重量已达2000tf。图1-1-7所示为具有多船位和横移区的纵向斜船架滑道布置图。

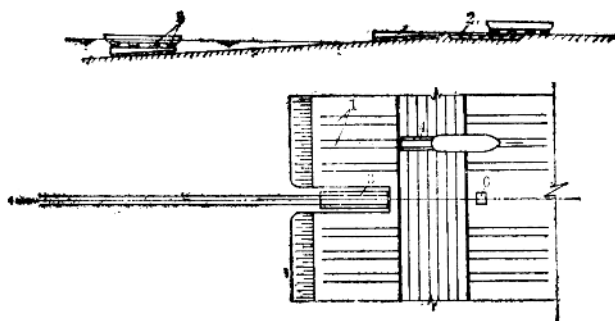


图1-1-7 纵向斜船架滑道

1—船台；2—横移坑；3—斜船架；4—横移架；5—随船架；6—绞车房。

(4) 纵向栈桥滑道

纵向栈桥滑道的下水架呈“U”字形,走轮是支承在两排出水的轨道上,轨道安装在带有柱基础的纵梁上面,“U”字形下水架的底部为水平承船平台,船舶上墩下水是由一系列随船架承载,下水架接岸后可以通过横移区转运到任一船台上去。如图1-1-8所示。

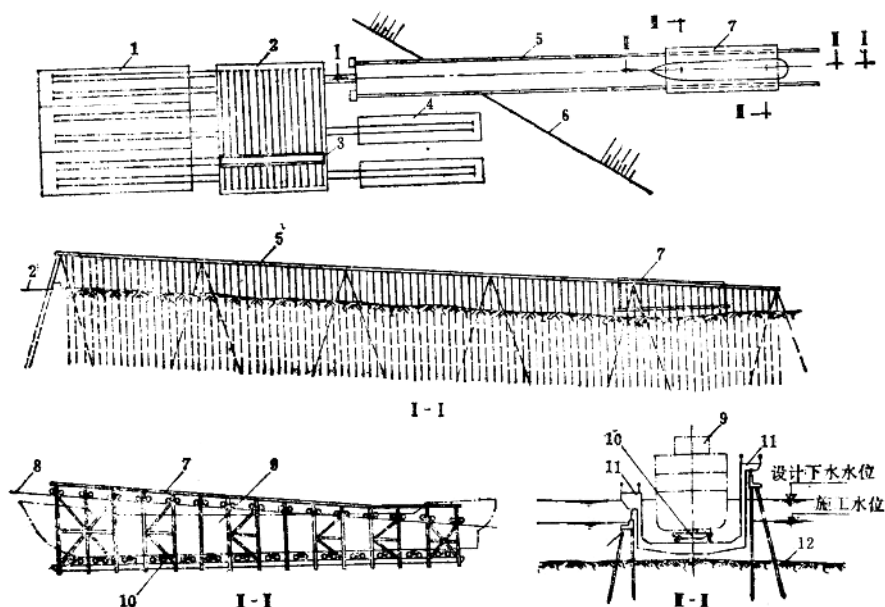


图1-1-8 纵向栈桥滑道

1—室内船台；2—横移坑；3—横移架；4—露天船台；5—栈桥滑道；6—驳岸；7—“U”形下水架；8—栈桥滑道钢轨；9—船舶；10—随船架；11—下水操作平台；12—河床。

“U”形下水架实际上与斜船架（纵向滑道使用的）的承船方式是一样的，前者的走轮和轨道在水面以上，而后者是在水下。这样安装轨道等要求较为精确的工程，可以在水面以上进行，维修调整方便，也避免了斜船架架尾在水下需占有较大水深的弊端。

当厂区岸坡较陡，并距岸一段距离后水下地形坡度较缓，而自然水深仍能满足船舶上墩下水的情况下，如建其他滑道，自然地形与滑道的坡度就不尽一致，需进行较多的水下挖填方工程量，往往会产生较多的回淤，要影响正常生产和增加经常的维修费用。为此，可以考虑采用纵向栈桥式滑道。

这种滑道的缺点为“U”形下水架较斜船架要重，栈桥的工程量比其他滑道大。

4. 横向机械化滑道

现在使用较多的横向机械化滑道按其下水架的型式可以归纳为：横向高低轨滑道（整体架或分节架）、横向高低腿滑道（整体架或分节架）、梳式滑道、横向整体斜船架滑道等。在具体设计时使用何种型式的横向滑道，往往取决于原始地形、地质条件、拟修造船舶类型、所需船台数量、投资限额、操作工艺和布置等情况而定。现将以上几种常用的横向机械化滑道分述如下。

（1）横向高低轨滑道

横向高低轨滑道是由滑道斜坡部分和横移区两部分组成。其特点是下水架在滑道斜坡部分时，临水与靠岸两端的走轮各自行驶在不同标高的轨道上，以保证架面处于水平状态。斜坡部分的高轨与低轨和横移区的相应轨道用同一半径的圆弧平滑地联接起来，如图1-1-9所示。

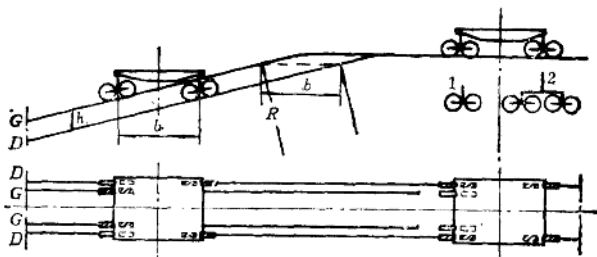


图1-1-9 横向高低轨滑道过渡部分

1—单个平衡轮；2—双平衡轮。

高轨与低轨之间的高度差 h ，要保证临水端的走轮轴和靠岸端的走轮轴在同一水平面上。在过渡曲线上任何两点之间的水平距离应恒等于走轮轴距 b 。这样下水架在过渡曲线上时架面仍能保持水平状态。

高低轨横向滑道的下水架有整体和分节的两种型式。一般整体高低轨横移架采用双层架操作，船舶是由一列随船架承载坐落在下水架上，下水架面上的随船架轨道是纵向布置的。图1-1-10为使用整体下水架的港池式单边船台布置的横向高低轨滑道布置图。

横向高低轨分节下水架，一般用单层架，船舶直接由下水架承载，上墩以后，拉曳到横移区，将船舶从下水架上转换到在纵向轨道上行驶的一列随船架或者是其他型式的架子上后，纵移到船台。其特点是单层船架下水，滑道末端水深较浅，横移区与船台区齐平。

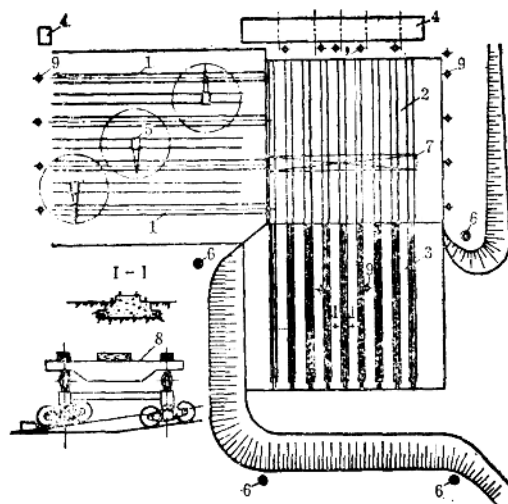


图1-1-10 港池式带单边船台的横向高低轨滑道布置图

1—船台；2—横移区；3—滑道斜坡部分；4—绞车房；5—门座起重机；
6—电动绞盘；7—下水架；8—随船架；9—地牛。

由于整体高低轨下水架使用时操作工艺比较简便，使用较多。

（2）横向高低腿滑道

横向高低腿滑道是从横向高低轨滑道演变而来，常用的一种如图1-1-11所示。



图1-1-11 横向高低腿滑道单元示意图

横向高低腿滑道的特点是：大部分的铺轨形式为滑道部分，每组轨道仅两根钢轨，在水平横移区部分，每组轨道亦为两根钢轨，而斜坡和横移区交接处，每组轨道为四根钢轨，此处为船舶荷载从滑道（外轨）转换到横移区（内轨）的过渡段。为适应这种轨道布置下水架的每组轮子为八个平衡轮。临水一边的四个平衡轮中，两个高的在内侧是脱空的，两个低的外侧作用于滑道倾斜面的钢轨上。当下水架拉曳至过渡段时，作用于滑道（外轨）的两个平衡轮将船舶荷载转换到作用在横移区（内轨）的两个平衡轮上。

从图1-1-11中可以看出下水架临水一侧的内外两对轮子不在同一高度上，而里侧内外两对轮子是在同一高度上的，形成了下水架临水一侧架高，里侧较矮，二者之差为下水架面轨距乘以滑道坡度之积。

横向高低腿滑道的优点为滑道和横移区每组轨道都在同一平面上，仅在过渡段有局部低轨，减少了施工的复杂性。其缺点为临水一侧下水架较高，要求滑道末端水深大，在横移区轨道的下面留出下水架外侧高腿的凹槽给施工带来不便。

(3) 横向梳式滑道

横向梳式滑道是指苏联国立内河运输勘察设计院在一九四〇年设计定型的一种横向滑道，其设计者为苏联技术科学硕士Л. И. 济聂维奇。

横向梳式滑道是由滑道、水平横移区和侧翼水平船台组成。这些部分都装有独立的成套机械设备，互不干扰。其布置如图1-1-12所示。

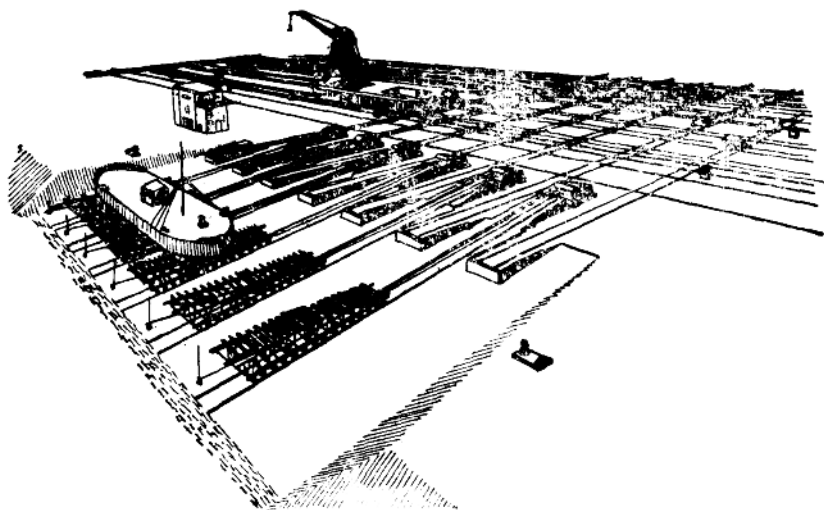


图1-1-12 横向梳式滑道

滑道斜坡部分有若干组轨道，每组轨道（两根钢轨）上行驶一辆支承船舶重量的楔形下水架。在每组轨道尽头各设有牵引下水架的绞车。绞车与楔形下水架数量相同。

横移区内铺设纵向和横向两种轨道，其轨顶标高皆相同，在交叉处设置专用的岔心，其中一根轨是连续的，另一根轨是间断的。纵向轨道延伸至两侧水平船台，横向轨道在临水一端越过零轴线（横移区和斜坡部分交线）还继续伸展一定距离形成梳状突岸。而滑道斜坡部分轨道升过零轴线后也继续延伸一定高度，形成梳状突出。两者互相交叉，梳式滑道由此得名。

船舶的横移和纵移是使用成套的自动和非自动船台小车来进行。自动船台小车装有电动行走机构，通过电缆拖车与船台上的电源接通。自动船台小车都装有调整荷载用的油压千斤顶及供小车转向用的油压千斤顶，两种千斤顶用同一个油泵加压。

梳式滑道的特点为：

① 各个部位的设备都设计成标准系列，可以根据预计上墩下水船舶的规格配套采用。移船的机械化程度高。

② 滑道部分的分节楔形下水架的主纵桁架的下弦装有较多的走轮，其数量较之同等级的高低轨下水架多得多，所以对滑道部分的轮压很小。且走轮轴承与桁架下弦之间装有橡皮垫，当轨道稍有不平整或局部沉陷时，轮子仍能承受荷重，这样就降低了对轨道基础施工时的精度要求，从而减少施工费用。

③ 楔形下水架桁架的上面装有滚柱架，滚柱可以在桁架上弦的槽钢内自由滚动。

在滚柱架的平台上安置龙骨墩。当某台下水架承受了较大的荷载，其绞车的钢丝绳也相应地增加了拉力，使电动机转速降低，相应的该下水架速度也下降，由于在龙骨墩平台与楔形架之间有滚柱，下水架速度下降时，龙骨墩平台与船体不致滑移。另外，如某台绞车采取反转措施，该下水架也可以从船底下楔出，卸除超载荷重。这样可以使船舶的重量在各个下水架之间分布均匀。

我国在五十年代中开始陆续建造了数座梳式滑道，并已投产，其中最大的起重量为3000tf。

(4) 横向整体斜船架滑道

这种滑道的下水架断面为楔形、架面水平、整体钢结构型式，故具有较好的刚度。滑道斜坡部分钢轨是在同一斜面上，滑道同一纵剖面上的钢轨顶面标高要求误差小，即基础不均匀沉降小，故对地基处理和施工精度方面要求较高。

船舶从滑道下水架运移到水平船台上可以有两种布置型式。一种为船舶坐落在下水架上的一列随船架上，下水架曳至滑道上端后，将承载在一列随船架的船舶纵向通过横移架再运移到任一水平船台上去。其布置如图1-1-13所示。

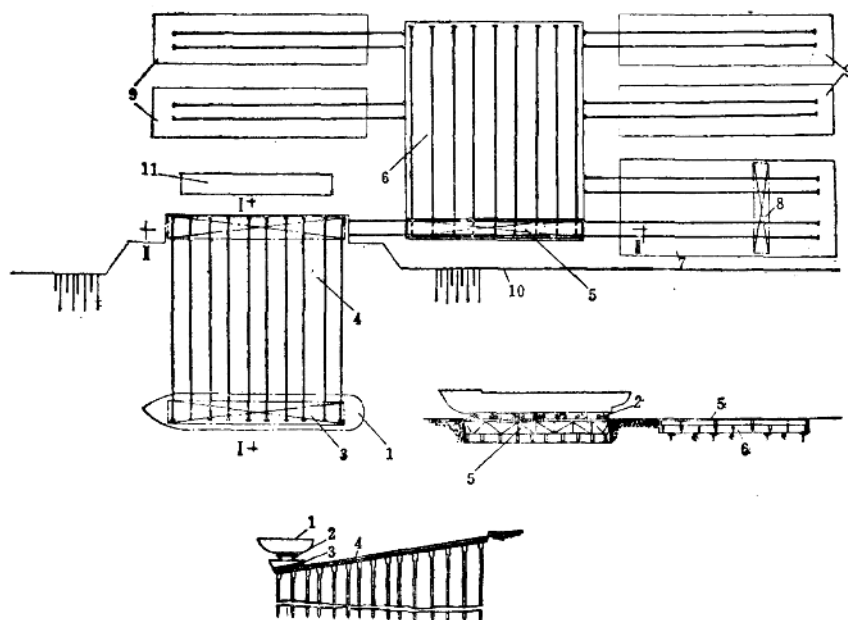


图1-1-13 横向斜船架滑道与陆上横移架（坑）、船台结合的布置图

- 1—船舶；2—随船架；3—横向斜船架；4—滑道；5—横移架；6—横移坑；
7—室内船台；8—桥式起重机；9—露天船台；10—驳岸；11—绞车房。

另一种是船舶上墩时坐落在下水架的墩木上，当下水架曳至滑道上端后，在陆上与架子并列处，已设置的一列带有垂直液压顶升和转向装置的自动和非自动船台小车横向运移到船舶下面，操纵顶升装置将船舶荷载从墩木上转卸到船台小车上，船舶横移至陆上水平横移区后，一列小车轮子转向90°，将船舶纵向运移到船台上去，放下小车的顶升装置，船舶荷载卸于预先安放好的墩木上，退出船台小车以备重复使用。其船舶陆上

运输方式和使用的设备与梳式滑道是相同的。其布置如图1-1-14所示。

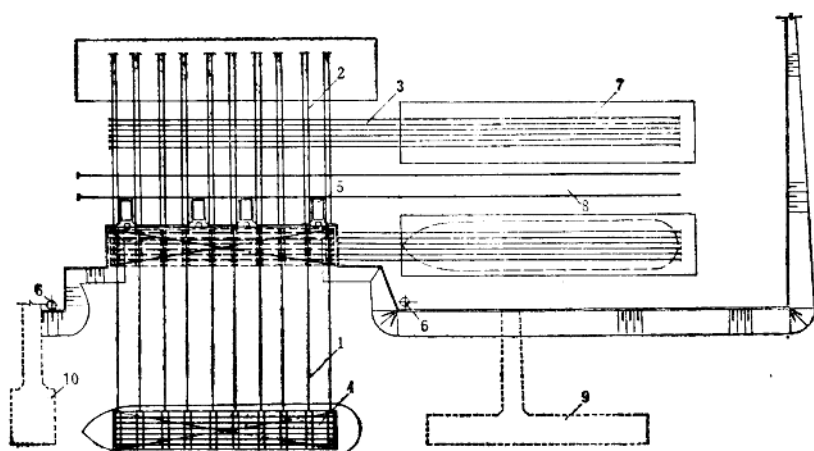


图1-1-14 横向斜船架滑道与陆上水平横移区、船台结合的布置图

1—滑道；2—横移轨道；3—纵移轨道；4—横向斜船架；5—绞车；6—电动绞盘；
7—露天船台；8—起重轨道；9—码头；10—靠船平台。

（5）横向伸缩腿滑道

此种滑道的下水架是从高低腿下水架改革演变而来的。即在架子临水侧高腿的一对轮子装上可以伸缩的机构（机械式或液压式），在滑道斜坡部分呈伸出状，架面保持水平，以利承船，当架子上曳到与横移区衔接的过渡段，与一对伸缩腿轮子并列处的另一对矮的辅助轮子着落在过渡段的高轨上，此时操纵机械使伸缩腿轮子上缩，船舶重量转换至辅助轮与里侧轮子上，当下水架继续上曳，并通过过渡段至横移区后，船舶重量又由辅助轮转卸至伸缩腿轮子上。使用这种带有伸缩腿的下水架可以减少轮子数量和钢轨长度，并取消横移区的深槽，但伸缩机构比较复杂，行驶到过渡段处需要停下进行伸缩轮子的工序，操作较为麻烦，故使用不多。图1-1-15所示为横向伸缩腿滑道在过渡段的工作简图。

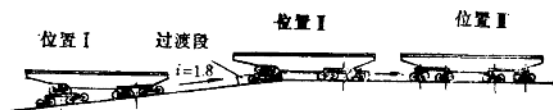


图1-1-15 横向伸缩腿滑道在过渡段的工作简图

（6）横向回转式下水架滑道

在有些内河的小型船厂，由于船舶要翻越堤坝才能进入厂区，可以采用横向回转式下水架滑道，它可在变坡滑道上运行和翻越堤坝时，能保证架面处于水平状态，滑道的坡度可以根据自然地形在 $1/2 \sim 1/10$ 范围内选取。图 1-1-16 和图 1-1-17 所示为这种下水架的两种不同的型式。二者不同点为：型式（一）的承船架轮子在下水架的弧形轨上移动，而型式（二）的弧形承船底架无轮子，轮子是固定在下水架上。