



船舶上浮与 下水的简易方法

翁启猷 编著

人民交通出版社

U671.5

W68

船舶上墩与 下水的简易方法

翁启献 编著

人民交通出版社

本書介紹了船舶上墩与下水的簡易方法，主要以木滑道等簡單工具为敘述內容。書中闡明了上墩与下水时的受力情况、牽引力的計算、滩基選擇、設備布置、坡地滑道准备等，并較詳細地介紹了在一般情况下的具体操作方法和发生特殊情况时的緊急措施。这种方法特別适用于我国內河設備簡單、缺乏机械化設備的中小型修船企业。为此，本書敘述力求通俗易懂，內容結合实际。

本書可供中小型船厂工人和技术人員工作时参考，也可供有关水运工作人員、船員和学生閱讀。

船舶上墩与下水的簡易方法

翁启猷 編著

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店經售

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1965年8月北京第一版 1965年8月北京第一次印刷

开本：787×1092_{1/16} 印張：4張

全書：81,000字 印数：1—1,200册

統一書号：15044·6255

定价(科四)：0.44元

目 录

第一章 概 述.....	3
§ 1 船舶上墩与下水在修造船中的作用	3
§ 2 应用临时性简易滑道在目前情况下的意义	4
§ 3 纵向滑道与横向滑道的比较	5
第二章 船舶上墩与下水时的运动和受力分析.....	9
§ 1 船舶下水时的运动和受力情况	9
§ 2 船舶上墩时的运动和受力情况	16
§ 3 滑道最佳坡度的选择	17
第三章 坡地滩基的选择和自然条件对 上墩下水的影响.....	21
§ 1 选择坡地滩基的条件	21
§ 2 潮汐、风浪、淤泥和季节性水位 对上墩下水的影响	22
§ 3 坡地主要尺度的选择	24
第四章 船舶上墩与下水的设备.....	26
§ 1 木滑道与滑板	26
§ 2 下水制动控制设备	36
§ 3 墩架及其应用	40
§ 4 千斤顶、木楔、撑木及板桩的应用	44
§ 5 牵引设备及其选择	47
§ 6 地龙	58
§ 7 润滑剂	59

第五章 船舶上墩的操作	62
§ 1 上墩前的整坡工作和水域情况的了解	62
§ 2 上墩前船舶的准备工作	63
§ 3 滑道与滑板的布置和鋪設	66
§ 4 牵引纜索在船身上的系固方法	75
§ 5 工地劳动組織和劳动力的分布	78
§ 6 船舶上墩过程	80
§ 7 船舶橫向上墩的操作	86
§ 8 船舶上墩时可能发生的事故及其处理方法	88
第六章 船舶下水的操作	90
§ 1 船舶下水前的准备工作	90
§ 2 下水前滑道、滑板和制动控制設備的設置	92
§ 3 船舶下水过程	94
§ 4 船舶橫向下水的操作	98
§ 5 船舶下水时可能发生的事故及其处理方法	100
第七章 船舶露出水下部分的其他方法	106
§ 1 吊尾法	106
§ 2 压載法和架船法	110
§ 3 擱滩法和冰冻法	111
§ 4 船舶上墩与下水的船排滑道	112
§ 5 船塢	120
附录: 船舶上墩与下水安全操作規程	124

第一章 概 述

§ 1 船舶上墩与下水在修造船中的作用

船舶上墩与下水，一般简称上下墩，是修造船中比較重要而复杂的工序之一。在船台上新造的船舶，当其主要結構完成以后，就必须將船身送到水面。对于营运的船舶，經過一定使用期限以后，需要进行維修和保养工作。例如，船壳外水綫上下的除锈、油漆；木壳船需要刷洗、捻縫、涂油；海底閥需要拆装、拂磨；尾軸及密封装置需要拆装、检查、光車或換新等。在这些水綫以下的工程进行施工之前，首先必須使船舶水下部分露出水面，然后才能进行修理。若船舶遇到海損事故，則更需要及时恢复修理，如船壳水下部分撞破、車叶（螺旋桨）打坏、鉚釘漏水等。此时，亦需使其損坏部分露出水面。

要使船舶露出水下部分，除了进塢、上墩以外，还可以采取其他方法。目前，我国內河各中小型修船企业在缺乏船塢的情况下，大多数都是利用木滑道来上墩的。

如果船舶在上下墩时发生事故，則会带来严重損失。它可使已經修复的船体或机器再度損坏，可能造成骨架弯曲、船体变形、鉚釘漏水；对木壳船可能造成板縫开裂等事故，更严重的可使船身傾側沉沒，并导致伤亡。由此可見，上墩与下水是一项既細致而又复杂的工作。它牽涉到很多因素，如滑道坡度、潮汐涨落、岸边水下情况、水域闊度、滩基耐压性、船舶下水时的稳性、船体强度和重量沿船身的分布情况等。此外，还必须估算上下墩所用設備的能力。

为了保証安全，必須做好充分的准备工作。只有事先从各方面周密考虑，才能順利完成上下墩操作工序。

§ 2 应用临时性簡易滑道在目前情况下的意义

在我国內河和广大农村，利用簡易木滑道(俗称牛油枋子)来作为修造船上下墩的工具是有很大现实意义的。目前，机械化船台滑道还只集中在某些大型和中型船厂，如果要使我国內河和广大农村的修船企业也发展至全部机械化的程度，那还需要一个較长的过程，且需要一笔很可观的投資。事实上，在內河，尤其是在农村，小型船舶占大多数，机动船舶大致是200馬力以下的拖輪、机帆船、小艇和一些民船。因此可以不必花費很大的資金去建設机械化船台滑道。在某些地区，如果没有正規化的修船机构，亦可利用自然地理条件，选择适当地点，稍加整理，采用临时性木滑道，就可将船拉上岸来。至于拉船用牵引设备，如果没有机械动力，也可用人力解决。总之，利用这种簡易滑道的优越性很多，集中表現在以下几个方面：

1. 这种滑道設備簡單，操作方便，可以因地制宜，就地取材。

2. 这种滑道对岸边、滩基土层耐压的要求不高。排水量在500吨以下的船舶，当其上下墩时，只要将原来地面整平，适当加些碎石、道碴，滾压平整即可。如果地质較硬，則可以不加处理。

3. 这种滑道拆装方便，利用率高，当一艘船舶上墩或下水后，即可将这套設備拆除移至別处再用。

4. 这种滑道能纵向排列，也能横向排列，随船舶要求而定。对不同尺度、不同重量以及不同类型的船舶都能适用，这是它的最大优点。

当然，这种滑道也有其一定缺点，主要是劳动强度大，大部分工作还是用人工操作，尤其在水下鋪設滑道时，操作比較困难。水的深浅度对鋪設水下滑道具有一定限制，对吃水超过2.5米的船舶就难以采用，除非在退潮时鋪設滑道，涨潮时进行上下墩操作。这种滑道的另一个缺点是，操作上的安全性比較差。如果准备工作不周，操作不慎，就会发生事故。但由于这种滑道成本低，并由于内河很多中小型船舶的吃水一般都在2米以下，同时，它在我国应用已有近百年的历史，經驗証明它确有一定的优越性，因此目前被广泛地采用着。为了适应修造船企业的需要，本书即以临时性簡易木滑道为叙述内容。

§ 3 縱向滑道与橫向滑道的比較

按照船体纵向龙骨与滑道布置的相对位置，滑道可分为纵向滑道与橫向滑道两种。当滑道布置方向与船体纵向龙骨平行时，为纵向滑道；反之，当滑道布置方向与船体纵向龙骨垂直时，则为橫向滑道。它們都是应用物体在斜面上运动的原理来进行的。

图1所示为船舶利用纵向滑道上墩的示意图。船舶1坐在滑板2上沿滑道3滑动，在滑道与滑板之間涂有潤滑剂（常用牛油），以减少滑动时的摩擦阻力。滑道带有一定的坡度，用墩架4垫放在带有斜度的坡地上。滑道是用木枋組成，中間用扁鋼5連接。拉船上坡用的牵引纜索6，一端与船舶甲板上左右舷的帶纜桩7系固，另一端通过由定滑輪8和动滑輪9組成的滑車組与絞車10相連。定滑輪用鋼索或鏈条固定在埋于地下的地龙（又称地牛）11上。地龙承受全部牵引时的反作用力。导向滑輪12只在纜索轉弯时起导向作用。船舶上墩时，先将船舶拉至两排滑道的中央，并使船底搁置在滑板上，然后連

接牵引缆索及滑車，开动絞車即可将船自水面沿滑道絞上岸来。

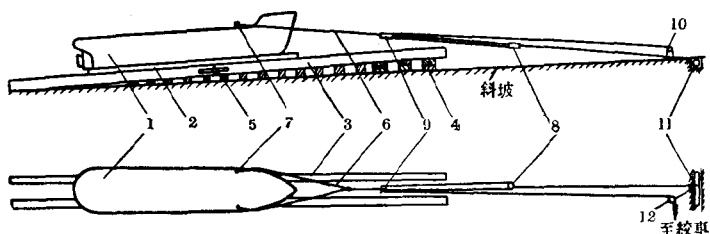


图1 纵向上墩示意图

1-船舶；2-滑板；3-滑道；4-墩架；5-扁钢；6-牵引缆索；7-带缆桩；
8-定滑轮；9-动滑轮；10-绞車；11-地龍；12-导向滑轮

图2表示船舶横向上墩的情况。牵引缆索与船身的系固是采用全身兜繞法，兜繞在滑道之間的船身上。横向上墩时，至少应采用两组滑車来牵引（图中为四组滑車）。

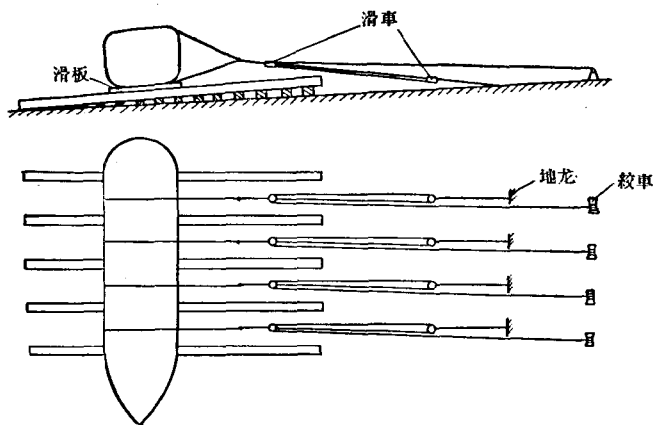


图2 横向上墩示意图

船舶纵向或横向下水时，是依靠船舶本身重力沿滑道下滑的。但在下滑前，应設置制动控制設備进行操作。

纵向滑道和横向滑道各具有不同的特点，因此在选择时应适当考虑。

1. 应用纵向滑道的特点

(1) 船厂的岸线可得到充分利用，在斜坡上可同时停列几艘船舶进行修造。

(2) 所使用的滑道数目少，一般均采用两排，可使滑道尤其是临时性滑道得到充分利用。

(3) 由于滑道只有两排，当制动控制设备脱开后，可保证左右两条滑板同时下滑，发生偏移的可能性小。

(4) 纵向下水时，当船尾上浮以后，船首底端还搁在滑道上，在瞬间能使首部底端产生很大的压力，使船身受到弯曲应力，对船身长、结构弱的船舶是不利的。

(5) 纵向下水后，船舶在水面上滑行距离较长，因此要求有较阔的水面。

(6) 纵向滑道伸入水下的部分较长，水下操作的劳动强度比横向滑道大。

(7) 尖底形机动船舶一般不用横向的简易滑道上下墩。对于利用小车的船排滑道，则需配制适合船型的支架才能上下墩。

2. 应用横向滑道的特点

(1) 占用了很长的船厂岸线，使岸线不能充分得到利用。为了消除这个缺点，可将修造期较长的船舶先安排在斜坡里边，将修造期短的船舶放在外边（靠水的一边），以提高坡地和岸线的利用率。

(2) 所用的滑道排数较多，至少在三排以上，长度为80米左右的船舶，船底需设置10~14排滑道。由于滑道排数多，滑板也多，在下水脱去制动控制设备后，每根滑板下滑速度可能

不一致，容易使船身偏移，甚至会使滑板脱出滑道发生事故。

(3) 由于船舶纵向龙骨没有倾斜度，首尾都是一般高，在下水时，船体没有纵弯矩的作用，而且下水时没有首部底端压力，因此对纵向强度较弱的船舶尤为适宜。

(4) 横向下水时，船身同时进水的面积较大，得到浮力比纵向下水快得多，受到水的阻力大，因此入水后滑行距离可大大缩短，不需要有很宽的水面。

(5) 横向滑道入水部分较短，大大减少了水下操作的劳动强度。

(6) 横向滑道均能适应河岸自然坡度，因此建造和垫坡的工程量较少，施工也简单。

(7) 船身较长的平底船舶，如躉船、浮码头、货驳，采用横向滑道上下墩是有利的。

(8) 横向下水后的船舶，倾侧摇摆比纵向下水时厉害，尤其当落水式及跳跃式横向下水时更为严重（参看第二章），如果河底浅，再加上河底有杂物，船底可能被碰伤。

一般说来，对于拖轮、小艇、机帆船等都是采用纵向上下墩；对于货驳、躉船等可以采用横向上下墩。当然，这对机械化横向船排滑道是例外。

第二章 船舶上墩与下水时的 运动和受力分析

§ 1 船舶下水时的运动和受力情况

1. 船舶下水的基本条件

船舶坐在带有倾角 β 的滑道上(图3),此时由于船重 W ,必然会产生两个分力:沿滑道的下滑力 F_1 和垂直于滑道的正压力 F_2 ,则

$$F_1 = W \sin \beta, \quad F_2 = W \cos \beta$$

欲使船舶能依靠本身重力沿滑道滑下水去,则必须使下滑力 F_1 克服滑道的摩擦阻力 P ,即使 $F_1 > P$ 。摩擦阻力 P 是由垂直于滑道的正压力 F_2 而产生的,并和滑道表面的粗糙度成正比。令 f 为滑道与滑板之间的滑动摩擦系数,则 $P = F_2 f$

$$\therefore F_1 > F_2 f$$

$$\frac{F_1}{F_2} > f$$

而

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{W \sin \beta}{W \cos \beta} = \operatorname{tg} \beta$$

$$\therefore \operatorname{tg} \beta > f$$

由此可见,船舶下水时,最基本的必要条件是使滑道具有足够的倾斜度(坡度),以克服滑板与滑道之间的摩擦阻力。

为了便利操作,保证安全,应将滑道坡度减小到最低限度。为此,可在滑道与滑板之间涂上润滑剂,以减少摩擦系数

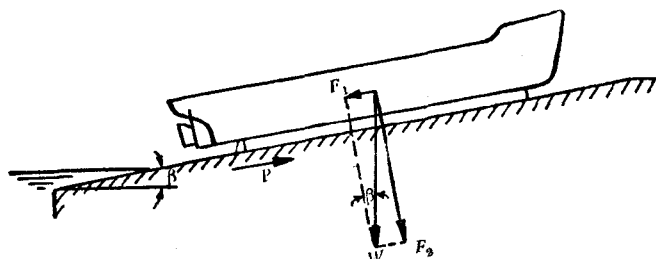


图 3

f 值，从而使滑道倾角 β 相应减小。

滑动摩擦系数 f 的大小与润滑剂成分、滑道材料、滑道表面光滑度、气温等因素有关。一般來說，当用牛油作润滑剂时，在理想的情况下， $f=0.05\sim0.07$ ，夏季取小值，冬季因润滑剂粘度变大，取大值。因此，船舶下水的基本条件是： $\text{tg } \beta > (0.05\sim0.07)$

即 $\beta > 3\sim4^\circ$ ，坡度在 $\frac{1}{19} \sim \frac{1}{14}$ 之間。

必須注意到，当船舶脱离制动控制設備后，有时仍然静止不滑动，这是由于开始滑动时的靜摩擦系数过大，其值甚至超过 0.09，当遇到这种情况时，除了用鏈敲打滑板使之产生震动消除过大的阻力外，有时还要用千斤頂等工具将船身推动后才能滑行。如令开始滑动时的靜摩擦系数为 f_0 ，此时的摩擦阻力为 P_0 ，欲将船舶推动，則推力 F 为：

$$F \geq P_0 - F_1$$

而
$$F = f_0 W \cos \beta - W \sin \beta$$

即
$$F = W(f_0 \cos \beta - \sin \beta)$$

由上式得：
$$f_0 = \frac{F}{W \cos \beta} + \text{tg } \beta$$

若
$$F = 0, \text{ 則 } f_0 = \text{tg } \beta = f$$

可見，开始滑动时的靜摩擦系数較大。

当船尾入水以后,下滑力 F_1 除了克服滑道摩擦阻力外,还要克服水对船身的阻力 P_1 和浮力沿滑道的分力 P_2 。如果采用制动设备时,还要克服制动设备的阻力 P_3 。此时,下水的条件应为: $F_1 > P + P_1 + P_2 + P_3$ 。由于船舶在滑行中产生重力加速度,动量很大,足能克服 P_1 、 P_2 和 P_3 之阻力,因此一般可以不予考虑。

2. 船舶纵向下水时的三个阶段

在下水过程中,由于船身位置沿滑道方向不断发生变化,因此,所产生的作用力也随之变化。船舶纵向下水时,一般总是尾部先入水,这是因为船尾线型较船首肥胖,入水后浮力增加较快,船身能较快地浮起,并且在水中受到的阻力较大,因此可以缩短在水中的滑行距离。另一方面,由于船身浮起较快,滑道入水部分的长度可比船首先入水的情况为短,从而减少了水下操作的工作量,同时下水所需要的水面宽度亦可减少。

船舶在下水过程中,自开始滑动到下水后滑行停止为止,其作用力的变化是复杂的;如采用变坡度滑道(弧形滑道或折线形滑道),则受力情况更为复杂。为简化起见,现以直线式滑道为例。一般来说,纵向下水根据受力和运动特征,可分为三个阶段:开始滑行到刚和水面接触;从与水面接触到船尾开始起浮;从船身浮起到滑行停止。

第一阶段。船舶自开始滑行起,到尾部入水后还未产生浮力时止。此时,船舶下水重量全部分布在滑道上,滑道上所承受的压力可由下式计算:

$$P_c = \frac{KW}{nl}$$

式中: P_c ——滑道单位长度上承受的压力(吨/米);

K ——滑道受力不均匀系数，取1.2~1.3；

W ——船舶下水重量（吨）；

l ——滑板长度（米）；

n ——滑道排数，一般为两排。

不均匀系数 K ，说明船舶下水重量分布在滑道长度方向的压力是不均匀的，因为船舶沿其首尾方向的重量分布不是相等的，如拖轮，其中部有锅炉和主机，因此特别重，而首尾较轻。

第二阶段。船舶尾部入水后产生浮力，此浮力随船舶继续入水而增加（图4）。

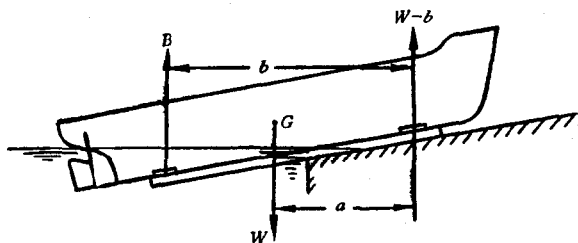


图4 下水第二阶段

B —浮力； W —船舶下水重量； G —船舶重心； a —前支架与重心间的距离； b —前支架与浮心间的距离

根据力矩原理，如果尾部尚未浮起，此时：

$$Bb < Wa$$

当浮力 B 增加到一定数值，即当 $Bb > Wa$ 时，尾部便能上浮，所产生的浮力对首部底端支点的力矩是尾弯曲力矩。此力矩作用于首端底部滑板上，并随尾部浮力 B 的增加而增大。此时，船舶只有首部底端承受压力，其值为 $W-B$ ，一般最大压力相当于船舶下水重量的20~30%。这种压力为瞬时间的动负荷，对纵向强度较差的船舶是不利的。因此，在选择滑道坡度

大小和滑道长度时，都应适当加以考虑。一般滑道坡度不宜过大，否则，可适当将尾部滑板上的支架加高，以减小龙骨倾斜度。

如果，尾部入水后浮力不够大，当重心 G 点滑过滑道末端后，船舶就可能以滑道末端为支点发生船尾下弯现象(图 5)。

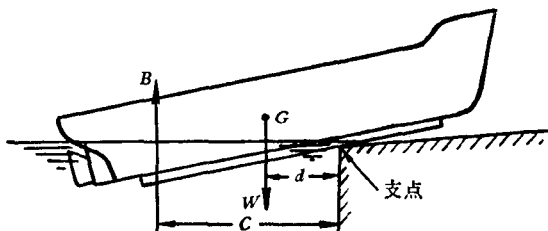


图 5 船尾下弯现象

当船尾发生下弯现象时，在船底和滑道末端就会发生极大的压力，致使船底遭受很大的局部应力，并可能使船底损伤。此时，

$$BC < Wd$$

式中： B ——浮力；

C ——浮心与支点间的距离；

W ——船舶下水重量；

d ——重心 G 与支点间的距离。

为了防止船尾下弯现象，一般可以采取以下三个办法：

(1) 在龙骨倾度不变的情况下，把滑道坡度提高，可使尾部上浮的时间提早。

(2) 等候更高的潮水到来后再下水。

(3) 将伸入水中的滑道加长，减小或消除尾弯力矩。

第三阶段。滑板和支架脱离滑道，船身全部浮于水面。在

这一瞬间，一般來說，由于下水动量較大，浮力比船舶重量为小，因此产生船身下落現象。这种下落現象是由于极迅速的动力作用，下落距离要較靜止状态下的下落距离約大1.5~2倍。因此，岸边下水区域内的河床深度以及前支架底面与龙骨間相差的高度都必须大于船体下落距离，以免下落时船底碰伤。如果河床深度受到一定限制，則可設法将伸入水中的滑道加长，或者等候更高的潮汐。

船身全部浮起后，因慣性作用仍繼續滑行，直到停止滑行，第三阶段即告終止。

3. 船舶纵向下水时船体所受的应力

当船舶下水时，由于船身重量的分布以及浮力和滑道支持的压力分布的不同，船身产生弯曲力矩。当船身重量全部或大部为滑道所支持时，由于压力分布不均匀，船身受到的弯曲力矩比較复杂，一般是中拱力矩，也就是船身中部拱起，上甲板受到拉应力，龙骨受到压应力。等到船舶入水，尾部上浮，由于浮力增加，滑道压力逐渐趋近首部，使船身受到的弯曲力矩变为中垂力矩，也就是上甲板受压应力，龙骨受拉应力。当船身全部浮于水面后，中垂力矩才消失。当船身結構强度較差，下水工作又做得不好，因而产生的弯曲力矩較大时，很可能使船体变形，使焊縫裂开，或使鉚釘松动漏水。因此，在下水过程中，当垫换墩架和設置滑道时，应尽量使船身受力均匀，也就是使船舶重量均匀分布在墩架和滑道上，以減少弯曲应力和应力集中現象。

4. 船舶横向下水时的运动情况

船舶横向下水时，根据滑道入水部分的长度，一般可分为以下两种情况。

1) 滑道布置在水面以下 (图6a)