

港口水工建筑物

(第二册)

苏联技术科学博士 B.E.里雅赫尼茨基教授主编

陈万佳 丁承显译

人民交通出版社

74;2

516
5/6074;2
7.2

目 录

前 言

第一篇 概 論

第一章 塢修船舶建築物，它們的用途和分類.....	6
§ 1. 修船任务和塢修船舶建築物的用途.....	6
§ 2. 塢修船舶建築物的發展簡述及應用範圍.....	7
§ 3. 塢修船舶建築物的一般分類.....	23
§ 4. 塢修船舶建築物是修船廠的組成部份.....	27
第二章 決定升船建築物型式與構造的因素； 對這些建築物的要求.....	34
§ 5. 塢修船舶的資料及其升船時的狀態.....	34
§ 6. 建築場地的自然條件.....	36
§ 7. 使用條件.....	37
§ 8. 其它因素.....	41
§ 9. 對升船建築物的要求.....	41

第二篇 沿傾斜面升船的建築物（滑道和船台）

第三章 一般問題.....	44
§ 10. 滑道和船台的主要組成部份；它的分類.....	44
§ 11. 沿傾斜面升船的主要方法.....	47
§ 12. 船舶轉落在墊墩上和移向旁側停船場的方法.....	51
§ 13. 蘇聯滑道船台施工和設計的基本方向.....	59
第四章 縱向滑道和縱向船台.....	60
§ 14. 縱向滑道和縱向船台的型式.....	60
§ 15. 縱向滑道和縱向船台的結構.....	73
§ 16. 已建成的和已設計的建築物實例.....	79
第五章 橫向滑道和橫向船台.....	84

§ 17. 橫向滑道和橫向船台的型式.....	84
§ 18. 各式橫向滑道和橫向船台的結構.....	103
§ 19. 已建成的和已設計的建築物实例.....	116
第六章 滑道及船台設計	119
§ 20. 建築物几何图式的繪制及其限界尺寸的確定.....	119
§ 21. 机械設備要素的選擇.....	133
§ 22. 建築結構的計算原則.....	140

第三篇 干 船 塢

第七章 一般概念	154
§ 23. 干船塢的用途及其構造图式.....	154
§ 24. 修船船塢的工作.....	160
§ 25. 对于船塢的基本要求.....	163
§ 26. 干船塢定型尺寸的拟定.....	164
§ 27. 在港区内干船塢地点的選擇.....	166
第八章 船塢結構方案的選擇	167
§ 28. 影响船塢結構選擇的当地条件.....	167
§ 29. 适于当地条件的船塢結構.....	169
§ 30. 評定船塢方案的技术經濟指标; 方案的 比較及其中最佳方案的选定.....	177
第九章 船塢的附屬設備	179
§ 31. 船舶进出塢和在塢廂中墊穩所用的設備.....	179
§ 32. 貨物搬移和人員走动的設備.....	183
§ 33. 船塢灌洩水系統; 水泵站.....	184
第十章 干船塢的計算	186
§ 34. 概述.....	186
§ 35. 船塢的計算步驟.....	187
§ 36. 船塢灌洩系統的計算.....	191
§ 37. 廂牆的計算.....	192
§ 38. 廂底的計算情况及計算方法.....	198
§ 39. 廂底厚度的初步決定.....	205
§ 40. 利用精確方法的廂底計算.....	208

§ 41. 按現成公式計算麻底的步驟和方法.....	211
§ 42. 塢首的構造和計算.....	225
第十一章 干船塢閘門	233
§ 43. 干船塢閘門的構造.....	233
§ 44. 船塢閘門的計算原則.....	240

第四篇 浮 船 塢

第十二章 概 述	244
§ 45. 浮船塢的類型和特征; 對它們的要求.....	244
§ 46. 對以該塢為基地的船隊的分析和船塢 設計任務書的擬定.....	260
第十三章 浮船塢的設計原理	268
§ 47. 塢體材料的選擇; 塢體尺寸和形式的確定; 壓載艙 容積的決定; 空氣艙的布置和船塢壓載方法.....	268
§ 48. 浮船塢的浮性、穩性和浮起作功.....	277
§ 49. 決定浮船塢主要尺寸、排水量和穩性的計算例.....	282
第十四章 浮船塢強度計算的原則和步驟	289
§ 50. 浮船塢強度計算的一般原理。作用在 船塢上的外界荷重.....	289
§ 51. 塢體整體強度的計算.....	293
§ 52. 塢體局部強度的計算.....	302
第十五章 浮船塢的安放	306
§ 53. 沉塢坑; 浮船塢與岸聯系的裝置; 浮船塢的停泊.....	306
§ 54. 作用在浮船塢錨碇設備上的外力.....	310
§ 55. 船塢固定型式.....	313
§ 56. 船塢錨碇的計算.....	319

前 言

随着苏联重工业、农业和运输业突飞猛进的发展，苏联的经济力量逐年高涨。在社会主义国家里，国家计划保证了对各种型式运输（其中包括水上运输）的有计划利用。

水运部门应该有计划地发展水运事业的一切基本组成部分——船队、水道和港口。

随着海港和河港的扩建、改建和新建，河海船队的吨位将大大增加，苏联河海造船基地也将日益发展，因而需要新建和扩建现有的造船厂和修船厂。

因此，在港口中除了大型码头建筑物和防护建筑物工程之外，还必需建造修船（塢修）用的水工建筑物——滑道、船台、干船塢和浮船塢。这些建筑物型式的适当选择，其构造的完善程度以及是否适应最新技术成就，将影响船舶升起的质量和速度，因而也就影响了修船期。

本书是“港口水工建筑物”教科书第二册，第一册已于1953~1955年出版，其内容包括主要的港口水工建筑物——码头和外围防护建筑物的各项材料。

本教本所列材料符合于水运学院水工专业本课程教学大纲的第二部份，因此，乃假定读者已熟悉教学大纲的第一部份，即一般港口课程的知識。

本书作为海运部和河运部高等技术学校的教本，所以河海运输建筑物都包括在内。

本书中只介绍实际上常用的几种现代计算方法；其余值得注意的一些方法这里只略述其简单特点和对它们的評價以及文献索引。

本书是考虑了水运工程学院教学计划中各课程的教学顺序而编写的，所以只包含对修船水工建筑物计算具有专门性质的材料。本书在所有必要的场合对相应专门课程的書名都予註明。

本书包括前言和四篇正文，各篇的内容如下：第一篇论述决定这些建筑物的型式和构造的各项因素以及对它们的要求；第二篇介绍沿傾斜面升起船舶的建筑物——滑道和船台；第三篇讨论干船塢；第四篇包括有关浮船塢的材料。虽然浮船塢属于造船范围，但是由于水工人员在設計修船建筑物和其

它拾修船舶建筑物时必需熟悉浮船塢，所以在本書中也列有相当長的一篇。

本書各篇的編写是由下列諸人完成的：

第一章的 § 1、§ 2、§ 4 和第十五章——斯大林獎金获得者 Г. А. 瓦哈尔洛夫斯基工程师。

第一章的 § 3、第二章和第二篇——技术科学碩士 H. A. 斯莫罗金斯基講師。

第三篇——技术科学碩士 H. H. 邵保列夫講師。

第四篇（第十五章除外）——技术科学博士 И. H. 西維尔蔡夫教授。

第一篇 概 論

第一章 塢修船舶建築物，它們的用途和分類

§ 1. 修船任务和塢修船舶建築物的用途

船舶按期进行計劃預防性修理是船队正常工作的必要条件，这种修理是在專門的船厂中进行。

現在有三种計劃預防性修理——小修、中修和大修。船体水下部份的修理是每种修理都必需进行的工作，为了完成这项工作需要“塢修”，就是使船舶水下部份完全出水。为了船舶塢修，在每一修船厂的組成中都应该有某种型式的塢修建築物，它們是船厂中主要而造价最貴的建築物。

在塢修期間进行清除船壳上的旧漆、鉄锈和長在船壳上的貝壳等工作，这些东西使船体表面的糙率增大，大大減低了船行速度。消除了这些东西之后，水下部份用特种漆料刷底和油漆，防止船壳生锈和附長貝壳。在小修时，除了清刮和油漆工作以外，需要在塢修期間完成的其它工作量一般不大，只需矯正局部缺陷，有时要更換一些船体外板，更換螺旋槳，修理船底裝備的格栅等。只是破冰船在冰上航行之后，由于必需更換与冰接触的舷側外板，每年才有大量的塢修工作。对于大多数海船，为了清刮和油漆船体水下部份，每年进行一次塢修，一般都在小修的同时进行。对于水中含鹽量低的海，特别是波罗的海，大船允許兩年进行一次塢修。每年一次塢修的时间，大型海船約 15 天，中型和小型船舶在 10 天以下。对于航行在淡水中的鋼壳河船，塢修是在多修升船的同时进行。

海船的計劃預防性修理平均每隔 4~6 年进行一次中修，每隔 10~12 年进行一次大修。中修期間，特别是大修期間，塢修时要完成大量船体水下部份的修理工作：更換磨損了的船壳外板、锈蝕了的底部構架和舷側構架，更換舵、螺旋槳、艙軸等。海船中修时的塢修时间为小修时的兩倍；运输船舶大修的塢修需要 50~60 天。

对于河船，大修和中修一般是將船升到修船厂的陆区上进行。

遭受海損船舶的恢复性修理的塢修有非常大的工作量。在修船實踐中，

曾有過將斷裂成兩段的兩半大船在船塢中拼接起來，完全換掉嚴重損壞了的艙段，由兩艘同型船舶，從一條船上斷取艙部份，從另一條船上斷取艙部份，拼接成一條新船等情況。

§ 2. 塢修船舶建築物的發展簡述及應用範圍

為了修理船舶使其水下部份出水的最古老方法是把船拖上平坦的岸坡。此法除了閘門和鋪在船舶下面的圓木或木樑以外不需要任何技術設備。除此以外還有一種使船傾偏進行修理的方法。

這兩種方法只能適用於小船，因為它不需要很大的牽引力以及為保證船舶在升起或傾偏時的穩性和穩定性的特殊設備。傾偏法目前在修理機帆船和小漁船時仍在應用。拖船上岸的方法後來成為以沿傾斜面從水中升起船舶原理為基礎加以技術裝備的建築物(滑道)的雛型。

隨著船舶重量的增大，滑道依靠採用各式各樣專門的升船托車的方法而完善起來，托車的構造也逐步改善。然而，在滑道上升起的船舶的大小仍受限制，直到目前為止，船重仍限制在3000~5000噸以下。

對於較大的船舶，老早就建造了以另一原理為基礎的建築物，這一原理是使水離開船，即將船舶浮着引進特殊的廂中(干船塢)，然後將水從廂中抽出(圖1)。

帆船時代的一個最卓越而巨大的塢修建築物在俄國彼得一世時建成。在波羅的海艦隊建立之後，就有了在封凍港的惡劣條件下保證大量艦艇進行冬修的必要，這個任務為“彼得船塢”所解決，它是當時的一個龐大建築物，它成了冬季波羅的海艦隊艦艇的主要核心。

現在干船塢仍保持它的原有價值，是塢修建築物的最佳型式，用以塢修大型艦艇最為合理；它的尺寸在技術上不

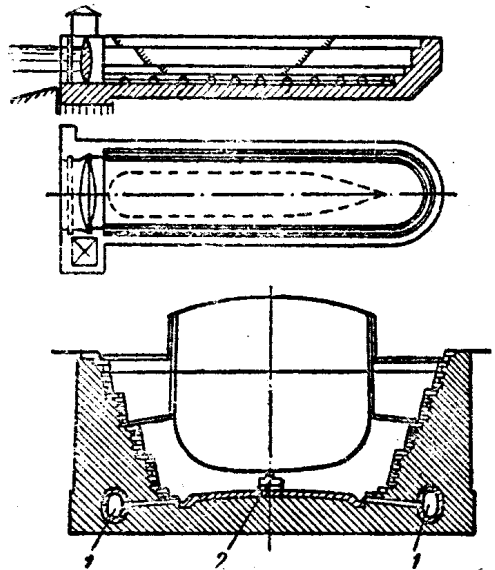


圖1 干船塢
1-灌水廊道；2-龍骨墊

受限制。現有的船塢，長度達420公尺，寬60公尺，深16公尺。

保養干船塢所需的管理費用較其他型式的塢修建築物都少，而耐久性最長。古老的石砌船塢的耐久性實際上是無限的。一百多年以前（有些甚至在二百年前）所建造的作為塢修當時最大船舶的石砌干船塢，現在仍能很好地用作塢修現代的小型或中型船舶之用。

目前還沒有足以全面判斷有關現代結構的干船塢耐久性的資料。從二十世紀初建造的干船塢（特別是在氣候比較惡劣地區的船塢）的使用經驗中發現混凝土表面因受侵蝕性海水的作用已有嚴重損壞情況。在目前可以認為，由於採用抗海水侵蝕較好的新品種抗凍混凝土，可以保證現代結構的鋼筋混凝土船塢能長期使用。

干船塢在經濟方面也不亞於其他型式的建築物，特別是與出現較晚的用於塢修重量在8000~10000噸以上的船舶的浮船塢相比較。對於重量在8000~10000噸以下的船舶，建造干船塢在大多數情況下在經濟上是不合算的，因為對於這樣大的起重量，其它塢修設備的一個船位的造價要低得多。

在十八世紀末葉已經開始採用在浮船塢上升起船舶（圖2）。

在建造木船時期就有了浮船塢，除了極個別的以外，那時的浮船塢都只用於小船塢修，這主要是由於塢體用木料作的船塢要保證其縱向強度有困難之故。對於現代的鋼制浮船塢，和干船塢一樣，其起重量和尺寸都不受技術上的限制；浮船塢的起重量現在達60000、70000甚至到100000噸。

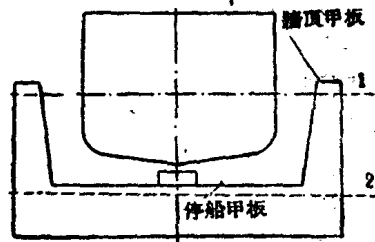


圖2 浮船塢（橫斷面）
1-船塢下沉時的水面；2-船塢浮起時的水面

浮船塢雖然也可以用作船舶的大修和嚴重的事務修理，但最好是用於小修和中修。浮船塢最可貴的性質之一是它能夠沿海上從這一地點調到另一地點。

浮船塢可以委託給專門的造船廠建造，以利用成批生產的全部優越性，造好之後將它拖運到使用地點。

完全自身供應的特种船塢，在側牆中不僅有動力設備，而且還有修理間或隨附的水上修理廠，這樣的浮船塢即使在基地設備很差的條件下仍可使用。

浮船塢本身還可以當作塢修設備的組成部份來使用（圖3），即作為把

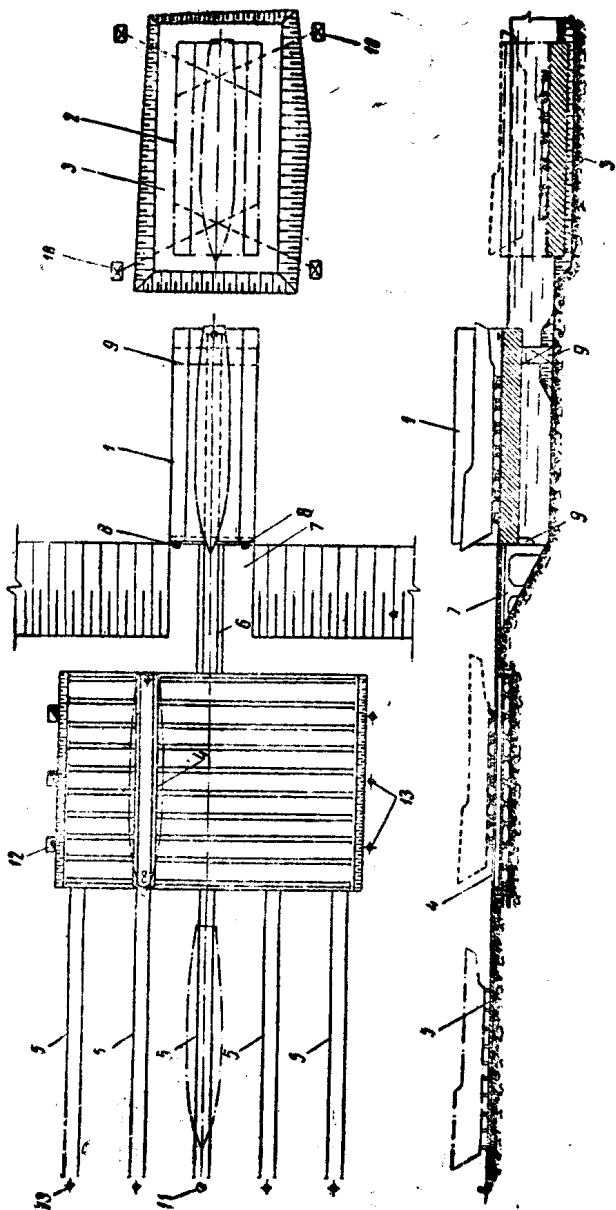


圖 3 浮船塢船台

1-放在突碼頭前的轉座支墩 9 上的浮船塢； 2-位于沉塢坑 3 上面的浮船塢； 4-橫向移船車； 5-鋪有移船道的船位；
 6-運向突碼頭的移船道； 7-突碼頭； 8-突碼頭上的定位裝置； 9-水下的轉座支墩； 10-固定浮船塢用的鏈； 11-電動
 絞盤； 12-電動絞車； 13-切缺滑車

船舶从水中轉送到水平停船場上(船台)的工具。为此目的而应用浮船塢时,其起重量的实际范围为3000~4000吨。

浮船塢并不都作成單个的建筑物;在个别情况下,浮船塢(母船塢)配备一組子船塢来使用,其中母船塢永久安置在沉塢坑上面,子船塢是由母船塢来服务的(图4和图5)。

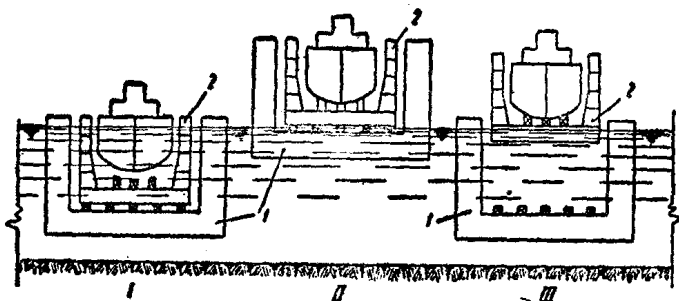


圖4 升船时母船塢和子船塢的相互关系

1-母船塢; 2-子船塢

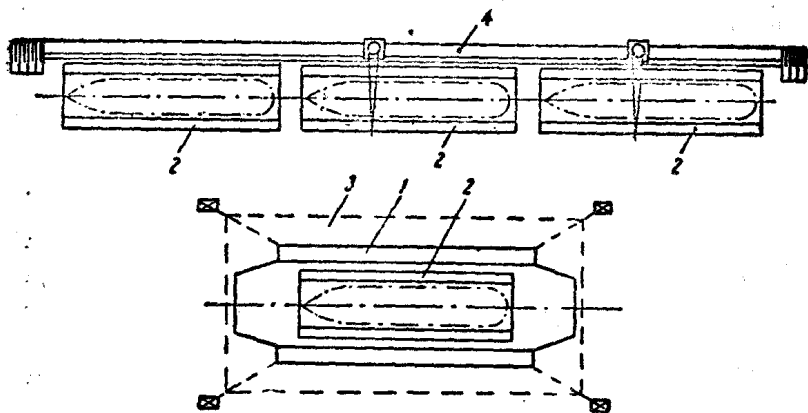


圖5 母船塢和子船塢的平面布置

1-母船塢; 2-子船塢; 3-沉放母船塢的沉塢坑; 4-修船岸壁

这个組合中的母船塢是作为升起无动力设备的子船塢的工具。子船塢連同安放在它上面的船舶一起拖向岸壁,以便在这里进行塢修工作。在这种体系中的塢修船重可达母船塢名义起重量的50~60%。

在采用这种体系的实践中,一个母船塢會配有八个子船塢;子船塢的起

重量为 1500~2000 吨。

現有浮船塢所用的材料大都是鋼材。木材的应用范围不广——在建造修理小船和河船的船塢时用之，有时在建造只以小修船舶的船塢时用之，那时船舶不論在升起期間或修理过程中都能保持它本身的縱向强度。

钢筋混凝土現在也被广泛地用来建造起重量在 10000 吨以下的浮船塢。钢筋混凝土浮船塢的优点是不需要每隔四年將浮底升起进行油漆。

塢修设备的需要量从 1840 年开始急剧增長，以备蒸气船（最初为木船，后来为鋼船）能进行經常塢修。

这需要量的增長是由于蒸气船的螺旋槳推进器必需进行經常檢修和更換，以及必需更經常和定期清刷船体水下部份所引起的。船壳上貝壳生長程度如果对帆船來說是完全可以接受的，但对蒸气船來說，由于它影响航行速度，就不能允許了。

在 1840~1870 年間，創造新式塢修设备的問題不能用建造鋼質浮船塢来解决，因为在这段时期的初期还没有軋鋼，后来虽然有了但是很昂貴；用建造慣用的干船塢来解决这个問題需要巨大費用。最后找到了建造縱向滑道（图 6）的解决方法。

第一座这种型式的建築物出現在 1819 年，最后一个这种型式的建築物建成在十九世紀末。这种建築物乃是延伸到深水中的鋪有軌道或滑移道的傾斜面，托車就沿着这軌道或滑移道移动。托車的頂面与軌道平行。在傾斜面的尽端裝有專門的升船机械。十九世紀六十到七十年代所建造的縱向滑道的起重量已达 3000 吨。

由于在这种滑道上升船时要保證船舶穩性比較困难，故上述結構的滑道到十九世紀末已几乎停止建造。这种型式的建築物經過进一步改进，采用上支承面为水平的斜架托車（图 7），上支承面在修船时成为工作台。在很多港口中建造了許多起重量达 5000 吨的这种建築物，特別是在南美洲，为了短期塢修船舶和为了清除船壳上生長的貝壳和进行油漆（这对在南方海上航行的船舶有着特殊意义）用得十分广泛。

用以小修和大修船舶的縱向滑道发展的后一阶段（二十世紀初）出現了多船位的縱向滑道。在这种滑道中，沿傾斜面移动的托車只作为把船舶升到工厂陆区上的工具，而后再用另一种托車將船舶轉到水平停船塢去（图 8）。

在建造木制河船时代，河船的修理是用最原始的方法，即利用將船舶在圓木或木軋上拖上岸的方法，臥冰法，最好的情况是用將船舶沿着所謂“簡單木滑道”的牛油滑道上升到岸上的方法，而主要的还是利用河流秋季和多

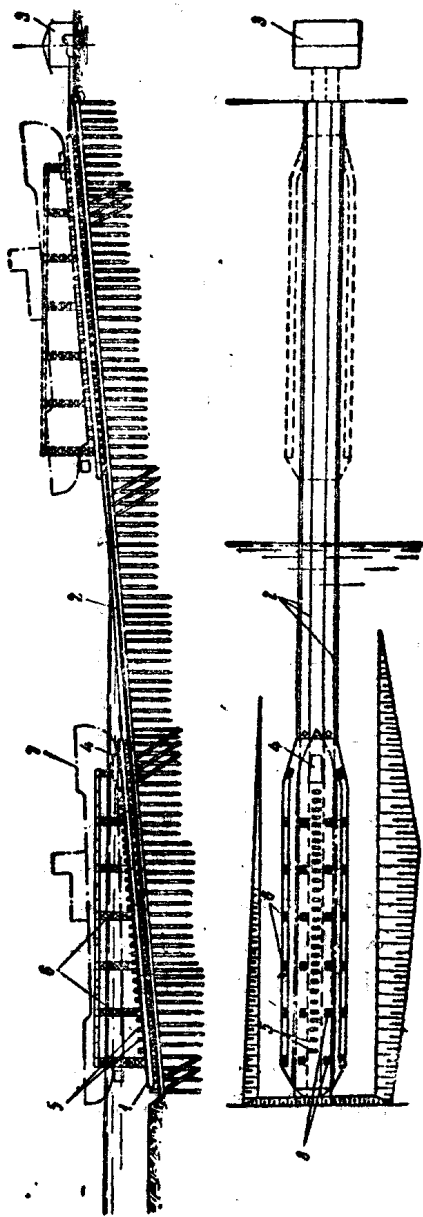


圖6 縱向(莫尔托諾夫式)滑道

- 1-处于下端位置的托車; 2-升船下水道; 3-絞車房; 4-齒輪轉動支承; 5-龍骨墊;
- 6-金屬腳手架; 7-加大吃水差以減小龍骨座在轉動支承時的吃水的船艏;
- 8-轉動的龍骨座

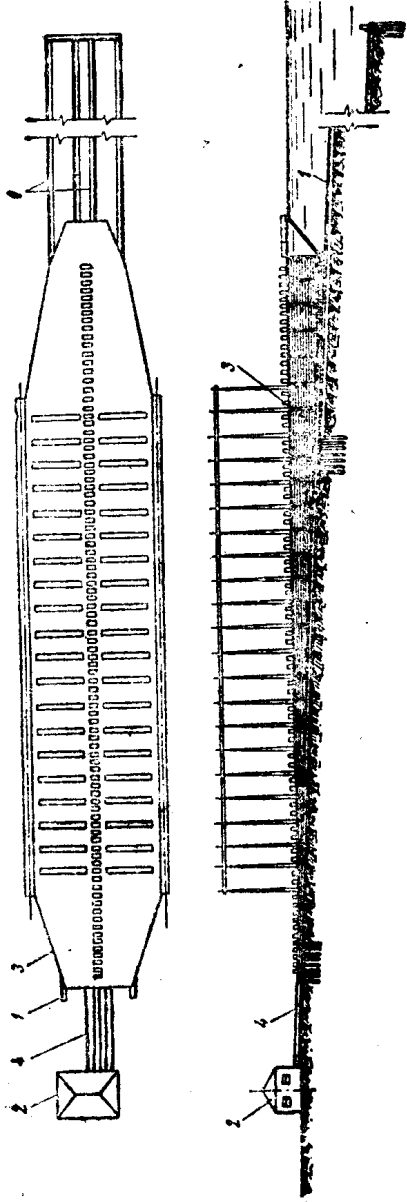
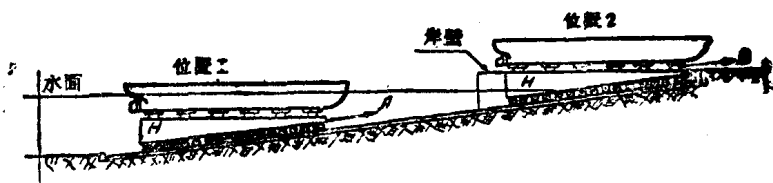


圖 7 用斜架托車的縱向滑道

1-升船下水道; 2-絞車房; 3-斜架托車; 4-牽引鐵鏈



位置 2 的平面图

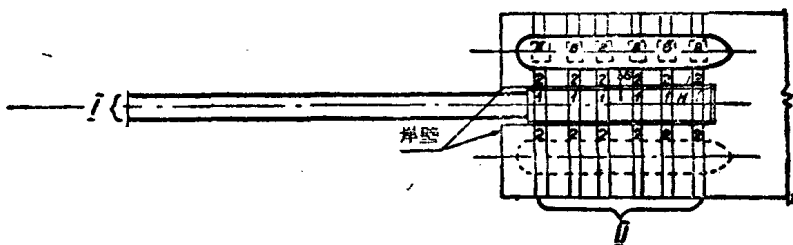


圖 8 縱向斜車船合

I-下水道；II-停船場道；H-下層斜架托車；B-上層分段停船場托車的車節；
1-斜架托車上的軌綫段；2-停船場道的軌綫

季巨大天然水位差的方法，在冬季將船舶停放在洪水时期被淹沒的岸边干地上。

虽然在革命前俄国就已经有了木制的和鋼制的机动的和非机动的河船船队，并且它的总馬力数和总載重量超过了德国、美国和法国船队的馬力数及載重量的总和，但是，因为俄国的河流情况提供了利用古老方法就能使修理和建造的船舶出水的可能性，而在革命前时期沒有修建用以修理河船的大型人工建筑物。

苏联在革命前，最先进的河船制造厂都采用了“淺場”，主要用它进行造船，但也部份地进行修船。場前有堤壩，它为了船舶出場（只在洪水时期）可予以拆除，堤壩可以防御船舶免受流冰影响，并能有计划地利用河流的水位差。在淺場中，下水一年只能进行一次（在春洪时，如情况良好，秋汛时可再进行一次）。虽然这种方式完全依赖于水位情况，但是它却充分满足了革命前俄国资本主义經濟的要求。

在其它国家里，特别是在德国，沒有很大的季节性水位变化，由于修理鋼壳河船的需要，在十九世紀末誕生了專門的升船建筑物——橫向滑道。然而由于当时德国和其它资本主义国家的河船制造厂規模都不很大，所以这些建筑物都是十分簡陋的。它們大部份是由上面鋪有了为了移船車移动的軌道的傾斜面所構成。在軌道的尽端裝有絞車（图 9）。

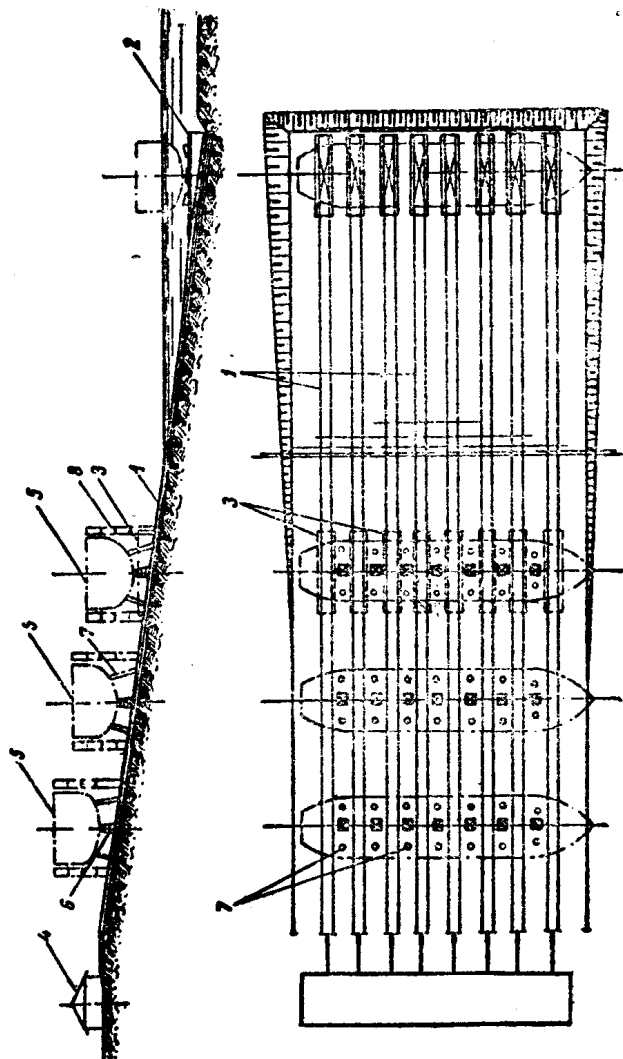


圖 9 橫向滑道

1-升船下水道；2-位于下端位置的斜架托車；3-將船轉落在斜坡上時的斜架托車；
4-絞車房；5-停放在停船場上的船舶；6-船骨墊；7-側支撐；8-可拆卸的腳手架

在这种滑道上，船舶下水只能順次地进行，即在所有情況下它們都是互相牽制的。

在后来的自然发展阶段（二十世紀三十年代）出現了这样的情况，即利用建造許多水平停船船位將船舶从傾斜面轉移到水平停船場去的方法，就是从單純滑道系統轉變成多船位的船台系統（图10），以消除先升起的船舶受

后升起的船舶所牽制的問題。

橫向船台的应用范围現在已普及到所有的河船修造厂以及一部份船舶塢修重量在2000吨以下的海船修造厂；个别建筑物的起重量达到3000吨。建造4000~5000吨左右的大起重量的船台在技术上是可能的。

船台的概念是在其中配置多个停船船位和斜面形式的升船建筑物，它又进一步发展成另一种

多船位的建筑物方案，在这个方案中船舶从水中升起是靠有专门设备的充水船塢来完成（图11）。

在这种建筑物中将在充水船塢里升起的船舶放到停在船台台阶上的托車上，然后拖到与充水船塢分开的停船場上。这种有充水船塢的船台（图11）的起重量只受船舶放在托車上沿着水平面移动条件的限制。当船舶放在托車上只是縱向轉移时，普通的移船工具、牽引工具以及移船道，对于塢修重量在10000~12000吨以下的船舶，在技术上是足以胜任的。

当有橫向移船作业的船台和充水船塢配合在一起时，船舶塢修重量的经济技术界限为4000~5000吨。限制这个系統起重量的部份是将船舶側向移动的中轉移船車。这种移船車單位長度上的极限荷重，根据軌道地基的地質特性，每公尺为40~60吨，在这种情况下移船車的構造問題能够滿意地予以解决。沿着停船場軌道縱向移船的建筑物（图11）应该有寬闊的充水船塢台地，它上面的停船船位数目应等于厂区修船船位数目。

有充水船塢的船台与其它多船位的塢修工具相比較，其最大的工艺特点主要是它能够接納凡船長、船寬和船舶吃水为充水船塢塢廂的限界尺寸所允許的处于任何状态下的各种船舶，事故船舶不能立刻着座在移船托車上，可以先將它安放在上面台地上的龙骨垫和垫墩上，待上面台地上的水洩干之后再將托車推入船下把船舶轉送到船位上去。

有充水船塢的船台体系中的船下支垫，如同普通干船塢中的一樣，不論是固定的或是活动的都可以放在船位長度方向的任何地点，即从船舶結構观点来看为最合理的地方；沒有因移船时发生歪斜而使移船工作复杂化的問題；船舶着座在支垫上和着座时的定位都在与干船塢相类似的情况下进行。

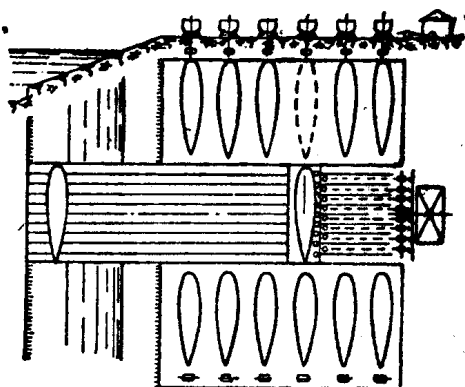


圖10 橫向船台