

水运工程技术参考资料

2

1974

人 民 交 通 出 版 社

水运工程技术参考资料

1974年 第2辑

(国外船坞工程专辑)

交通部水运规划设计院汇编

人民交通出版社

1974年·北京

内 容 提 要

第二辑的主要内容包括：国外船坞发展趋势；造船坞和浮船坞的建造经验；几个新建船厂的技术状况等。可供水运工程建设战线，特别是与船厂、船坞工程有关的设计、施工、科研人员及大专院校师生参考。

水 运 工 程 技 术 参 考 资 料

1974年 第2辑

(国外船坞工程专辑)

交通部水运规划设计院汇编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷二厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：6.625字数：149千

1974年10月 第1版

1974年10月 第1版 第1次印刷

印数：0001—3,000册 定价(科三)：0.58元

(内部发行)

毛 主 席 语 录

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。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

要采用先进技术，必须发挥我国人民的聪明才智，大搞科学试验。外国一切好的经验、好的技术，都要吸收过来，为我所用。学习外国必须同独创精神相结合。

一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

目 录

日本船坞建设概况.....	(1)
日本巨型船坞的建设趋向.....	(7)
美国斯帕罗斯波因特船厂的30万吨级造船坞.....	(13)
美国造船公司新建的造船坞.....	(20)
葡萄牙里斯纳维船厂的百万吨级修船坞.....	(25)
使用斗轮挖掘机-皮带输送机系统的船坞施工实例	(34)
美国波特兰港 27,000 吨浮船坞	(44)
美国太阳船厂的 38,000 吨浮船坞	(50)
浮船坞结构设计的实践经验.....	(54)
船舶下水用的浮船坞.....	(58)
美国采用浮船坞施行有控制的下水.....	(71)
起船移船两用的浮船台.....	(75)
美国新建的英格尔斯西部造船厂.....	(79)
日本新建和扩建的五个中型造船厂.....	(85)
葡萄牙新建的西提纳维修造船厂.....	(89)
造船用的巨型龙门起重机.....	(92)

日本船坞建设概况

安 昌 克

1963年以来,日本各大船厂连续不断地兴建大型船坞。建设船坞的特点,是建设工期短和同时施工的局部工程多,例如,起重机装配工程、坞门装配工程与船坞建设工程同时进行,造船坞建设工程与船舶建造同时进行,所以要有周密的施工管理和工程管理。

现在,日本能够建造和修理15万载重吨以上油轮的船坞,如表1所示。

一、船 坞 的 结 构

(一)船坞的尺度

船坞的长、宽、深取决于在坞内建造或修理的船舶尺度。船舶的大小,即使是相同的载重吨级也因各造船厂而异。大型船舶的长、宽吃水的大致标准如表2所示。船坞的长和宽,要比进坞船舶的长和宽稍大一些,即要有一定的富裕量。坞深取决于进出坞船舶的吃水,而吃水又因有无压载和压载的多寡而异,因此,修船坞一般比造船坞深些。表3是油轮吃水的标准。

大型油轮的大致尺度

表2

船型(载重吨)	长(米)	宽(米)	满载吃水(米)
100,000	273	40.1	14.4
200,000	334	49.0	18.5
300,000	370	55.7	21.8
400,000	393	60.9	24.6
500,000	410	65.0	27.0

油 轮 的 吃 水

表3

船 型 (载重吨)	造船坞出坞时		修船坞进出坞时	
	压载(吨)	吃水(米)	压载(吨)	吃水(米)
200,000	6,060	3.4	24,000	5.6
300,000	15,580	4.7	26,500	6.7
500,000	10,000*	5.5	—	—

* 原文为此数,可能有误。——译者注

坞深需保证船舶在最低潮位时也能进出坞,此外尚需加上墩木的高度(图1),最后还要有一个富裕量。

(二)坞墙

坞墙是抗上压力和水压力的水密性构造物,一般采用扶壁式钢筋混凝土结构或钢板桩(钢管板桩)结构。由于钢质坞墙易为焊接船舶时的漏泄电流所腐蚀,所以多用钢筋混凝土坞墙。如果是岩基,可垂直挖掘成墙,也可在岩壁上再锚碇30厘米厚的钢筋混凝土板。

对于抗滑稳定,在结构上利用底板的反力较为经济。这样做时,坞墙背侧的回填必须在做完坞底板后才能进行。坞旁要设置起重机,所以

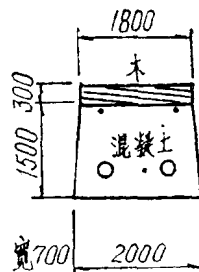


图1 船坞墩木

日本大型船坞一览表

表 1

船厂名称	船坞种类	船坞尺度(米)			载重吨	工 期	建设公司名称	备 注
		宽	长	深				
三菱重工业公司	建造	56.0	350	14.0	200,000	1963.8-1965.5	间 组	
	修理	56.0	350	14.0	200,000	1963.8-1965.8	间 组	
	建造	100.0	990	14.5	1,000,000	1970.8-1972.9	鹿 建 设	将来延长100米
	修理	100.0	400	14.5	1,000,000	1972.1-1973.3	鹿 建 设	
川崎重工业公司	建造	60.0	350	12.5	300,000	1967.11-1969.2	大 建 设	
	修理	60.0	270	12.5	300,000	1971.10-1972.10	清 建 设	
	修理	44.0	300	13.0	150,000	1970.8-1971.5	大 林 组	扩建工程
	建造	62.0	380	10.3	350,000	1965.12-1967.5	鹿 建 设	
石川岛播磨重工业公司	建造	72.0	450	12.3	500,000	1967.5-1968.11	鹿 建 设	
	建造	75.0	420	11.0	600,000	1971.4-1973.2	鹿 建 设	
	建造	52.0	332	12.0	200,000	1963.3-1964.10	清 建 设	
	建造	56.0	375	12.5	200,000	1964.11-1966.8	清 建 设	
日立造船公司	建造	80.0	510	13.5	800,000	1970.4-	五 建 设	
	建造	65.7	345	11.2	300,000	1967.1-1969.4	清 建 设	
	建造	92.0	810	14.3	1,000,000	1971.9-1973.12	大 建 设	
	修理	56.0	341	12.0	200,000	1967.1-1968.6	大 林 组	
三井造船公司	建造	56.0	400	12.5	250,000	1964.4-1965.12	间 组·日产建设	
	建造	63.0	455	12.5	400,000	1967.6-1969.6	间 组·日产建设	
	建造	85.0	620	14.0	1,000,000	1972.1-1974.10	大林组·日产建设	
	建造	85.0	380	14.0	600,000	1972.1-1974.10	大林组·日产建设	
日本钢管公司	建造	72.0	400	12.5	500,000	1967.1-1968.8	鹿 建 设	将来延长
	建造	72.0	219	12.5	500,000	1971.10-1973.7	鹿 建 设	
	修理	65.0	353	14.3	370,000	1971.10-1973.1	清水·三井建设	
	建造	75.0	500	11.9	500,000	1968.3-1969.8	清水 建 设	
住友重型机械公司	建造	75.0	375	14.2	500,000	1968.4-1970.1	鹿 建 设	
	建造	80.0	566	12.6	750,000	1970.2-1972.9	鹿 建 设	
	建造	57.0	380	17.0	300,000	1970.9-1971.12	清水 建 设	扩建工程
	修理	58.0	345	10.5	300,000	1970.6-1972.7	五 洋 建 设	

钢筋混凝土墙都兼做起重机的基础。

(三) 坞底板

底板结构必须能承受通过墩木传递来的船体荷载，还必须能承受由坞底板下面作用着的浮托力。墩木荷载，在机舱部分和在油舱部分不同，在油舱部分，造船时是100~150吨/个，灌水试验时是200~300吨/个。因此，如不考虑浮托力，底板厚度以60~100厘米为宜。

由于解决浮托力的技术措施的进步，降低了船坞造价。以前解决浮托力的技术措施大体如图2所示，即：重力式结构是以混凝土的重量来平衡；锚桩式结构是在软基承载力不足时，利用打入桩的拔拉力的情况较多；在砂基不能采用止水减压式时，则采用锚杆式。最近，大多采用止水减压式。所谓止水减压，就是沿着船坞的周围，将钢板桩打到不透水层，减少渗水量，同时坞底板下面敷设设有孔管排水，以减小浮托力。

(四) 坞口

坞口部分是船坞的入口，在这里用钢质坞门将坞室与外海隔开。因此，坞口要能够抵抗坞门的压力，并且要求水密性。坞口由于以后维修困难，因此是船坞的要害部位。

和坞门接触（贴靠）的部位，过去用过花岗岩，最近则用不锈钢制造。

泵房一般设置在坞口附近，要求在3~5小时内排干坞内的水，所以需设置2~3台能力为2万米³/小时的水泵。向坞内灌水有两种方式：1. 打开装在坞门上的阀门，2. 以水泵房兼作灌水房，用直径为2,000~2,500毫米的电动阀，1~3小时即可灌满。

坞口部分的深度在整个船坞中最深，所以施工也最困难。

(五) 起重机基础

造船坞一般装设横跨船坞的300~600吨的巨型龙门起重机，轮压为60~80吨/轮，使用100公斤/米的钢轨。另外，还在坞旁设置若干台50~150吨的变幅起重机。

(六) 舾装码头

船舶在坞内建成后，即拖往舾装码头进行舾装。码头水深一般大于船坞的深度。

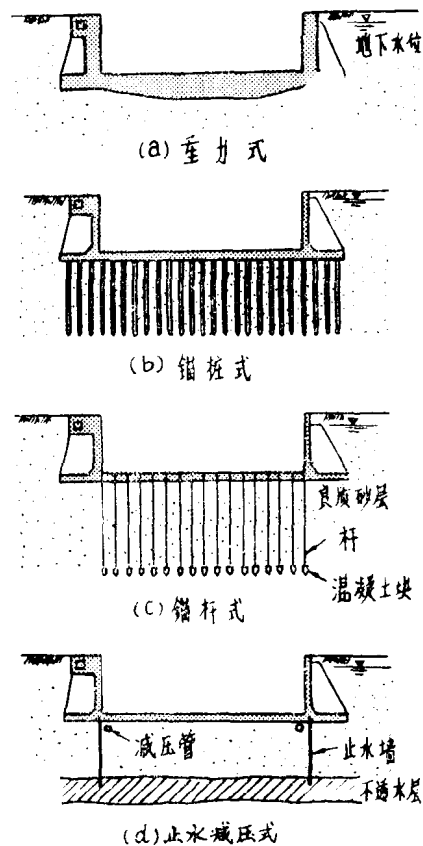


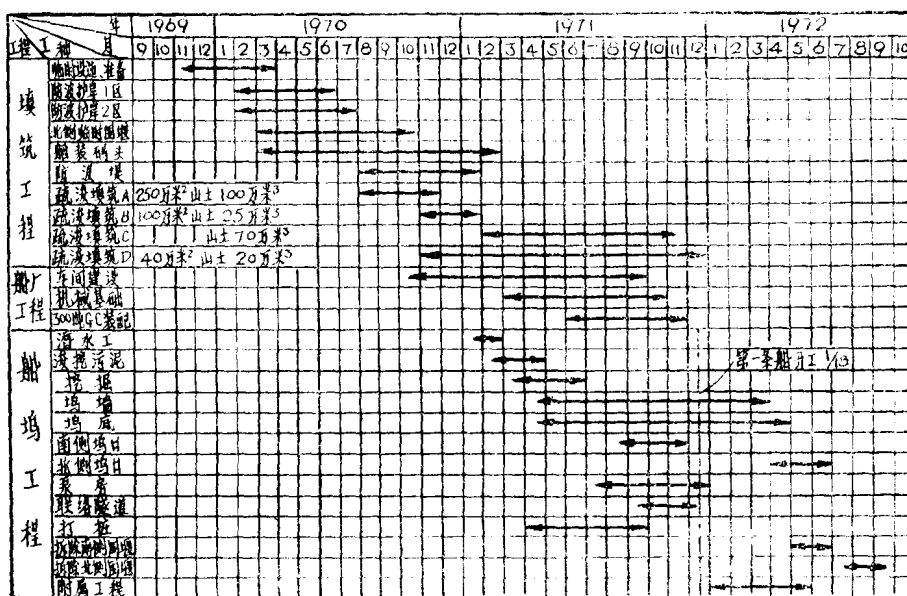
图2 解决浮托力的方法

二、船坞建设实例

住友重机的追滨造船厂，是1972年9月末建成的。其建设特点是：从填海造地起，连续进行船坞建设和船厂建设，这样就缩短了建设时间，并能充分有效地发挥自由选择总平面布置的优点，从而大幅度地降低建设费用。建设时间如表4所示，1970年2月开工，1972年9月完工。其间由于与渔业部门发生纠纷，停工三个月。另外，由于规定不准将填海造地的砂土投到填筑地区以外，所以，首先必须要建筑外围防护建筑物。尽管这是填筑工程以外的建

住友重机造造船厂建设工程进度表

表 4



筑物，且为困难的海上作业，但是，从开工到第一艘船舶下水（1972年6月）只不过用了两年四个月的时间。

（一）填海造地工程概要

填筑面积：535,000米²；土方量：600万米³。

主要建筑物：见图3。

防波护岸1区：593米（钢板桩框格46个）。

防波护岸2区：385米（钢板桩框格6个，沉箱7个，钢管板桩护岸211米）。

北侧临时围堰：82米（钢管板桩、双排钢板桩）。

舾装码头：660米（L型混凝土块31个，钢管板桩码头350米）。

防波堤：400米（格型混凝土块31个，混凝土方块式31米，大口径钢管桩式76米）。

卸货码头：60米（L型混凝土块6个）。

主要工程材料：

钢管桩和钢管板桩：约7,230吨（ $\phi 509 \sim \phi 1219$ ）；

钢板桩框格和钢沉箱用料：约2,355吨（ $t = 6 \sim 9$ ）；

混凝土：约22,000米³；

钢筋：约1,280吨。

（二）船坞工程概要

规模

造船坞：长566米、宽80米、深12.6米，空容积57万米³，75万载重吨级船舶可进坞，50万载重吨级船舶可同时建造1.5艘。

水泵房：23.2×16×17米，排水需10小时，灌水需3小时。

联络隧道：4.5×4米，114.3米。

灌排水道：228米（包括坞内部）。

坞门：主坞门（浮坞门）2个，中间隔门（可固定在四个位置）1个。

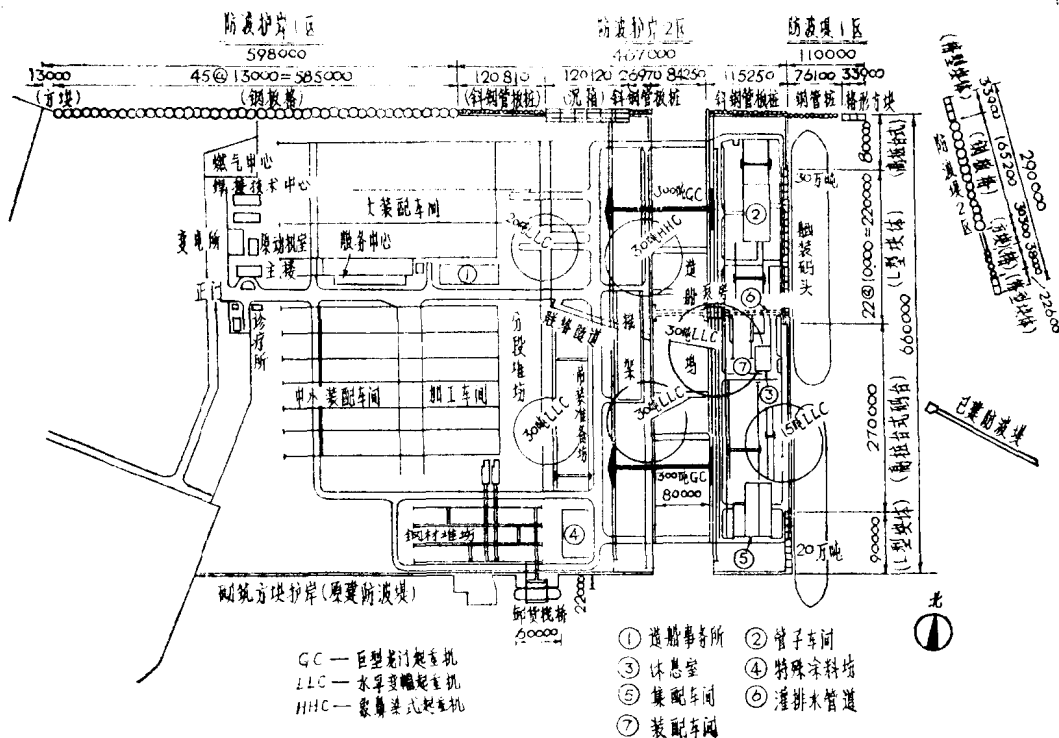


图 3 住友重型机械公司追滨造船厂平面图

起重机：300 吨坞用龙门起重机 2 台，30 吨塔式、锤式起重机 3 台。

主要工程量

挖方：37 万米³。

基桩：约 5,300 根，累计长 50,300 米（钢管桩 $\phi 508 \sim 914$ ，奥特库雷普桩 $\phi 450 \sim 500$ ）。

止水钢板桩型号：Ⅰ型约 690 吨。

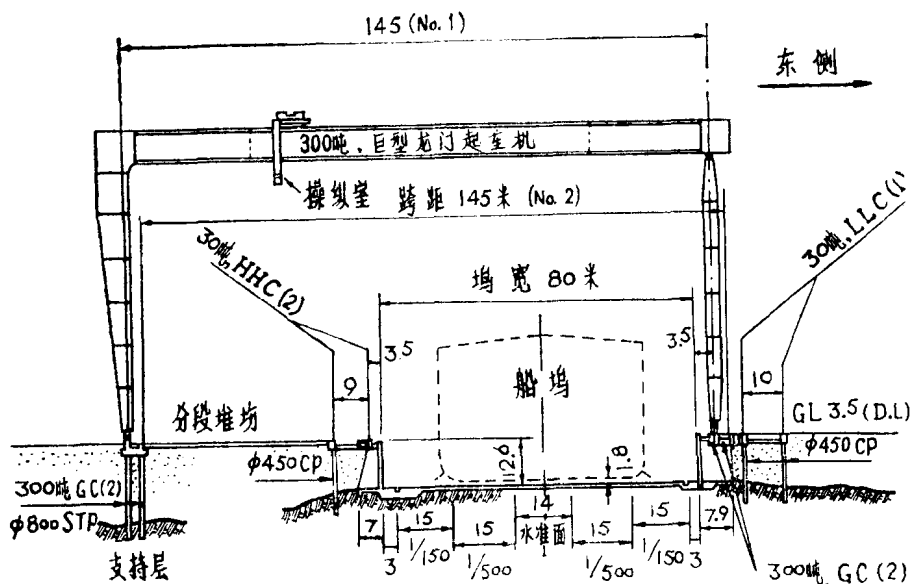


图 4 船坞横断面图

混凝土：84,000 米³。

钢筋：约 5,100 吨。

(三)地基和结构概要

这个地区的地基，系在泥岩层基岩上至海底面（DL-5~18米）处沉积有冲积粘土层。泥岩层的 N 值在 50 以上，是坚硬层，没有问题。冲积层是软土层， N 值为 2~5，单轴抗压强度为 0.5~1.2 公斤/厘米²。重要建筑物需直接在泥岩层上做基础或用桩基来支承。但是这个泥岩层起伏很大，最陡处有 45° 左右。因此，各种建筑物也必须采用不同的结构，从缩短工期、降低造价方面来看，不利的因素较多。

例如，在填筑工程上的建筑物中，直接在泥岩层上作基础的有钢板桩框格、沉箱、钢筋混凝土 L 型扶壁，桩基础的有斜钢管板桩式、高桩台式钢管板桩、悬臂式钢管桩等。都是根据水深和泥岩层的深度及建筑物的种类分别采用的。

另一方面，船坞工程采用了钢筋混凝土扶壁式结构，包括坞底板，桩长的确定都是复杂的。桩主要使用了奥特库雷普桩，每段桩长为 1 米，根据确定的深度接连打下的方法施打，因而消灭了不必要的截桩。幸好，只有底板的约 1/3 是桩基础，大部分为坚硬的泥岩层所支承，所以底板的厚度能够做成 50 厘米厚，节省了造价。

排水减压措施，在泥岩层的地方，坞周围的止水墙打入泥岩层，并浇筑混凝土的齿墙。桩基础部分施打钢板桩（Ⅱ型），在坞底板下面铺设带有缝隙的氯乙烯管，并用 $\phi 400$ 的有孔混凝土管使其与水泵房连通。

(四)施工方法

下面介绍试验成功的，能够缩短工期和节省造价的坞外围的临时围堰施工方法。

这种方法是在吹填工程前，先在坞址的外围筑堤，吹填船仅向堤外侧吹填，而不吹填坞内。采用这种方法，当然有各种各样的问题，但是与船坞部分先填筑后再挖掘的一般安全的施工方法相比较，填筑量约节省了 80 万米³、挖方量节省了 74 万米³。筑堤造价虽增加了，但总造价降低了 40%，工期缩短了两个月。

当初所考虑的问题，如围堤抵抗波浪的性能及吹泥船吹填时可能引起的倒塌，防止的方法系用泥岩块做筑堤材料，并在边沿堆置装有石块的木笼。对于坞内沉积的大量软泥，在筑成外围堤堰之前，坞内放进一艘 1,500 马力的小型吸扬式挖泥船浚挖，软泥挖出量达 4 万米³。另一个最担心的问题，是坞内水排干时，从筑堤材料泥岩块的空隙中渗进大量的水，也就是排水需要的时间问题。但是，由于设计时没有使外堤与外海连接，另外由于吹泥船向围堤外侧吹填的砂土是细砂和粉土，这些砂土充分地填塞了空隙，从而使外围全部渗水量为 200 米³/小时，因而不成问题。在建造船坞时，由于通过筑堤材料能在船坞侧漏水，所以可以自然地进行重力排水，仅在最下段的一段采用井点排水，因此，船坞可以完全干施工。

摘译自日本《土木学会志》，1973，2，25~31页

日本巨型船坞的建设趋向

原 田 哲 也

一、前 言

日本每年都建造几座船坞。本文介绍的是造船用巨型船坞。船坞的坞口宽在 50 米以上的,在日本都叫巨型船坞。

二、船 坞 的 建 设 状 况

船坞大体有造船船坞、修船船坞和供建造石油钻探船及海上作业平台等开发海洋设备用的专用坞三种。目前日本巨型船坞的建设状况如表 1。

表 1

船 厂 名	地 点	工 程 概 要	建设资金 (亿日元)	开 工 (年,月)	竣 工 (年,月)
三菱重工业公司长崎造船厂香烧分厂	长 崎 县 香 烧 町	新建造船厂,造船坞(长990米×宽100米×深11.65米),修船坞(长400米×宽100米×深11.65米),600吨起重机2台及其他设备。	382	1970,8	1973,3 (建造部门) 72,9
川崎重工业公司坂出造船厂	香 川 县 坂 出 市	新建船坞及相关设施,造船坞(长420米×宽75米×深8.4米),300吨起重机2台及其他设备。	238	1971,4	1973,9
石川岛播磨重工业公司吴造船厂	广 岛 县 吴 市	扩建造船坞,(长510米×宽80米×深8.96米)。	63	1971,7	1973,7
三井造船公司由良船厂	和 歌 山 县由良町	新建修船厂,修船坞(长350米×宽65米×深14.3米),50吨起重机1台及其他设备。	45	1971,7	1972,7
石川岛播磨重工业公司知多造船厂	爱 知 县 知 多 市	新建造船厂,造船坞(长810米×宽92米×深9.62米),350吨起重机2台及其他车间	250	1971,9	1973,12
三井造船公司千叶造船厂	千 叶 县 市 原 市	新建船坞及相关设施,造船坞(长199米×宽73.5米×深8.0米),300吨起重机1台及其他车间。	69	1972,1	1974,1
函馆造船公司函馆造船厂	北 海 道 函 馆 市	新建船坞及相关设施,造船坞(长360米×宽60米×深7.31米),250吨起重机1台及其他车间。	104	1972,1	1975,1
日立造船公司有明造船厂	熊 本 县 长 州 町	新建造船厂,造船坞(长570米×宽85.42米×深9.3米及长350米×宽85.42米×深5.3米),700吨起重机2台及其他车间。	329	1972,1	1974,6

目前，世界各国20万载重吨（约10万总吨）以上的船坞如表2。

世界上20万载重吨以上的船坞统计表

1. 造船坞

表 2

国 名	使用中	建设中	设计中	合 计	国 名	使用中	建设中	设计中	合 计
挪威	1	1		2	希腊	1	2	1	4
瑞典*	4		1	5	波兰			1	1
丹麦	2	1		3	南斯拉夫			1	1
荷兰*	2			2	巴西		1		1
西德*	2	2	1	5	秘鲁			1	1
法国	2			2	南朝鲜		1	1	2
英国*	2			2	美国*	3	1		4
意大利	1			1	日本	9	6		15
西班牙*	4	1	1	6					
葡萄牙			2	2	总 计	33	16	10	59

注——有*号者代表船台，除西班牙有四座船台外，其他国家各有1座。

2. 修船坞

国 名	使用中	建设中	设计中	合 计	国 名	使用中	建设中	设计中	合 计
瑞典	1			1	葡萄牙	2			2
英国	1			1	希腊	1			1
西德	1			1	马耳他			1	1
荷兰	2			2	新加坡		3		3
比利时			1	1	马来西亚			1	1
法国	3		1	4	加拿大		1		1
意大利		3	1	4	日本	10	3		13
西班牙		1	1	2	总 计	21	11	6	38

三、大型船舶建造设备的特征

(一)船坞造船

以前的造船是采用船台造船法，即在陆地上面向海域建设一个具有一定坡度的混凝土船台，在这个船台上造船，并使船舶下水至海。但是，随着建造的船舶增大，下水船舶的重量也增大。10万总吨的船体重量近3万吨，下水就有困难。随着船型的增大，船体长度也增长（10万总吨的船舶，总长330米），因之具有一定坡度的船台，其顶端高度势必增大，再加上船舶本身的高度，在艏部近30米。由于大的船体分段用起重机吊上吊下有困难等原因，所以便采用坞内造船的方式。现在日本可在船台建造的最大船舶，达7万总吨（13万载重吨）。

船坞造船的优点是：下水容易；下水时，船舶不需滑向深水，所以占用海面少；因为向水平面吊装，吊装作业方便，并能减缩工时等。但另一方面，船坞造价比船台高，一旦建成后，再要扩建就没有船台那样便宜了，这是船坞的缺点。

因此，建造船坞时，船坞宽度应尽可能大些，以便将来扩建时只需延长船坞长度即可。

(二)从建造一艘船转向建造一艘半，二艘船

船坞造船，也是从运来钢材开始，到加工、切割，然后小组装、大组装，制成船体分段，在坞内装配成船，并一艘一艘下水。怎样将上述一系列工序合理组成流水作业，这是船厂的布置重点。1965年时的三井造船公司千叶船厂是这种最典型的例子（图1）。

但是，随着需建船舶的增加，这种方式对建造艘数产生了限制。所以采用下述方法来增加建造数量。在乙船坞建造一段船体，当甲船坞船舶下水后，即将乙船坞制成的一段船体移到甲船坞内，继续建造。同时乙船坞又开始建造另一段船体。

这种方式的优点，不但能增加生产，而且由于获得吊装平衡，而使谋求整个劳动时间均等化成为可能，而且还能进一步降低劳动费用。采用这种方式：船坞的长度要在一艘船长以上，中间设隔门；也可以在主坞旁边筑一短坞或另筑一辅坞（图2）。

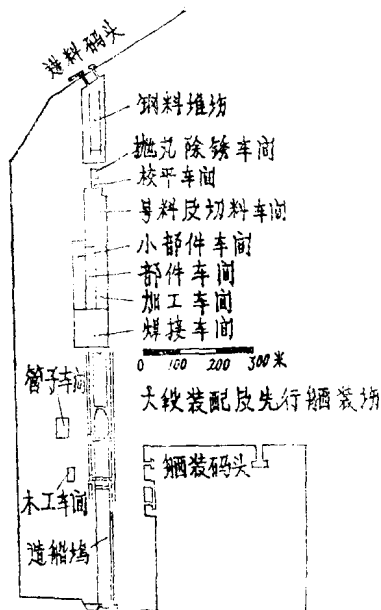


图1 1965年时的三井造船公司千叶造船厂平面布置图

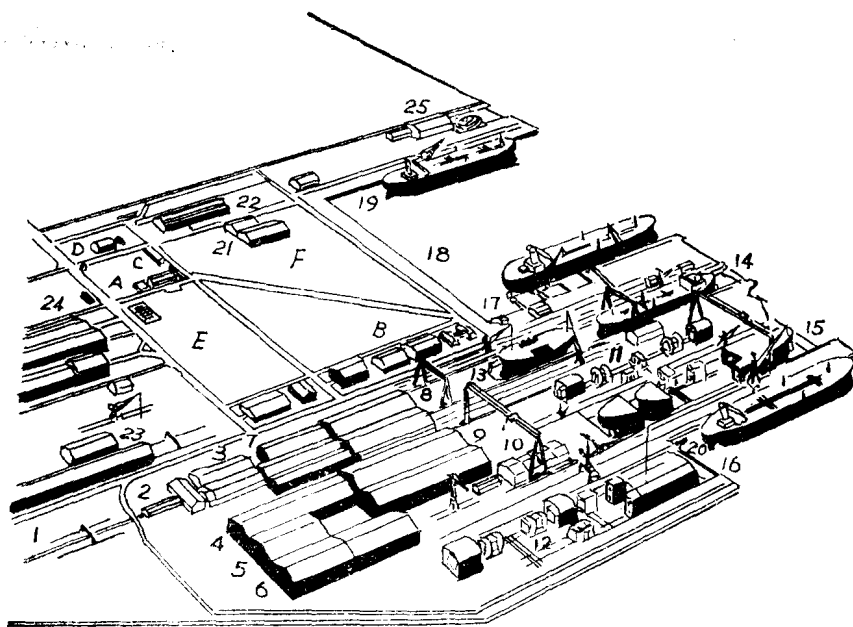


图2 三井造船公司千叶造船厂规划图

A-办公楼；B-造船事务所；C-训练所；D-体育馆；E-足球场；F-垒球场
1-钢料堆场；2-抛丸除锈车间；3-内业加工车间；4-数控号料及切割车间；5-部件车间（标准件）；6-焊接车间（平面分段）；7-部件车间（异形件）；8-焊接车间（异形分段）；9-焊接车间（平面分段）；10-油漆车间；11-“罗泰斯”装置；12-“罗泰斯”装置；13-1A号坞；14-1B号坞（修船用）；15-2号坞；16-3号坞；17-1号2号舾装码头；18-3号舾装码头；19-4号舾装码头；20-5号舾装码头；21-数控管子车间；22-仓库；23-钢结构车间；24-化工机械车间；25-气垫船车间

现在施工中的船坞，大都采用了上述两种方式中的一种。但是，也有并排建设两座船坞的，还有船坞两端都朝海，两端都设置坞门，这样：无需移动船段，只要移动中间隔门便可移动船段，船舶建成后，也有马上从两端拖出的方式（图 3、4）。

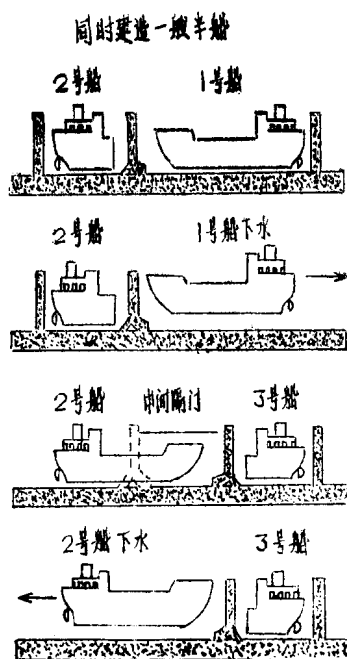


图 3 贯通造船坞里同时建造一艘半船

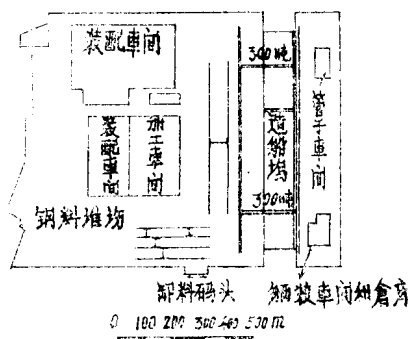


图 4 住友重型机械公司追滨造船厂平面布置图

（三）分段大型化

若坞内上墩的船体分段的大小一定时，则随着船型向大型化发展，船体分段数目必然要增加。分段数量增多，则占用船坞时间延长，因而建造船数减少。因此，吊装的船体分段宜向大型化发展，这样，装配车间和船坞起重机就要向大型化发展。现在正在建造的最大吊重的起重机为 700 吨。这样大的起重机一般都是巨型龙门式的，可横跨船坞行走。

另外，为了建造大型船体分段，在船坞周围要尽量设置宽敞的空地，在这里放置装配好了的船体分段，同时还可组装分段。能够存放分段，也就是意味着加工装配工程不受进坞上墩时间的限制，因而有利于实现作业时间平均化。

能够建造大型分段，就是能够在地面上安全的场所做更多的工程，并有利于安全施工和提高效率。因此，设置分段堆场，是提高船厂生产效率的关键。现有船厂这种空地少，甚至为获得一点点分段堆场而拆除不必要的船台和车间。

（四）选址

造船厂的厂址需要选择在海面平稳、台风少的地方，而更重要的是前面要有宽阔的可利用的海面，最后是地基良好。宽阔的海面，是供竣工船在交货前系泊或舾装船系泊用的，船型愈大需要海面愈宽。因此，造船厂多在填筑土地的顶端建设。造船业是需要工人较多的工业，年生产 5～6 艘 20 万载重吨的船舶，约需 2,500 人。

此外，造船工业也需要配套工业，而且数目较多。造船工业公害少，是开发地区工矿业的骨干，选址建厂深受地方欢迎。好的地基，对建设船坞是必不可少的条件，造价也因地基的好坏而有很大的出入。在建设中，使用起重运输用的起重机较多，地基的好坏，影响也很大。

(五)工厂的平面布置

工厂的平面布置，因选址、企业的目的或将来的规划而异，当前特点列举如下。

第一，造船部门和造机部门分开建厂。以前的船厂都兼有这两个部门，因而布置复杂化。最近的船厂只有一个建造船体的部门，动力装置从专门的造机厂运来。

第二，船厂各车间的布置，以连贯的建造体制最为理想，但最近又尽量让各车间独立，且周围有充分的空地。连贯建造体制对建造同类型船是方便的，可是当船型变更或生产量增加时，就会出现生产条件不利的车间（或欲扩建某车间而不能实现）。因此，各车间宜分开，按着建造需要能够缩小、也能够扩建，同时各车间之间的空地作为各自制品的临时堆场，用以调整各车间的工程的不平衡，使整个工程不受影响而起到缓冲作用。这就促使最近的船厂力求占有宽阔的建筑面积（图5、6）。

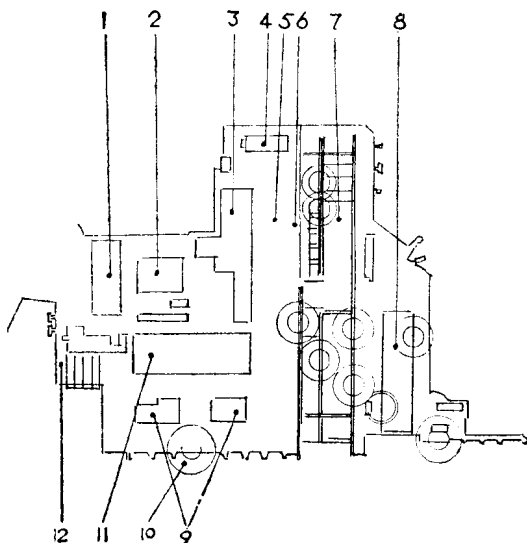


图5 三菱重工业公司香烧分厂平面布置图

1-切割车间；2-装配车间；3-装配场；4-油漆车间；5-分段堆场；6-装配场；7-造船坞；8-修船坞；9-舾装车间；10-舾装码头；11-船艙段装配车间；12-钢料加工车间

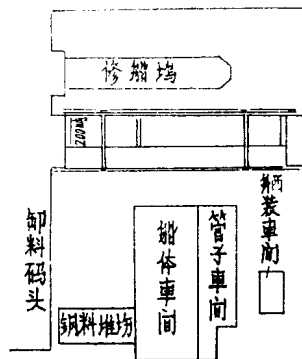


图6 日本钢管公司津造船厂平面布置图

(六)建造工程的机械化

造船工业也和其他矿业一样，机械化程度不断提高，尽管造船职工人数与十五年前比没有什么变化，但建造量却年年增长。特别是由于大型化，船坞周围机械化程度尤其引起重视。

首先，伴随船体分段的大型化，对大型分段的焊接施工胎架进行了研究。三井造船公司千叶船厂，研究出一种既可固定分段又能自由旋转的焊接施工胎架（图7）。使用这种胎架可以经常保持平焊，并能提高生产效率。这种场合的船体分段，利用起重机移动，有的船厂则使用特种卡车来运输大型

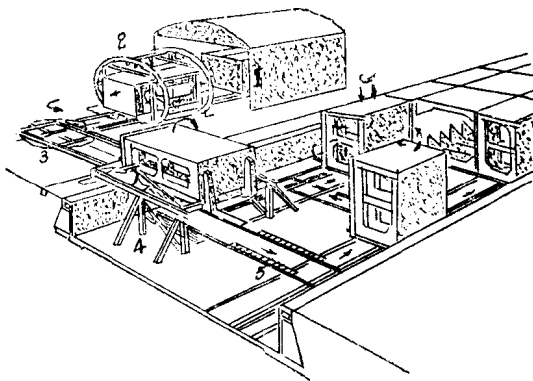


图7 三井造船公司“罗泰斯”系统部分设计图
1-舾装分段组装车间；2-旋转焊接施工胎架；3-转向盘；4-翻身下坞装置；5-车辆和轨道

船体分段，但不管那一种，船坞周围都需要宽阔的空间。

其次，船舶大型化的发展，使坞内的总组装工程要在很高的地方进行作业，危险性大，因而在坞内使用可伸缩和可行走的脚手架车或在坞墙上装置可行走的脚手架。因此，希望船坞要有某种程度的富裕宽度。另外，正在研究可装在施工中的船体内部并带有脚手架的电焊机设备。

随着从建造一艘船到建造一艘半船，则需要移动船舶的艏段或舯段等。在这种情况下，通常采用飘浮移动的方法，利用油压推移的方法也在研究中。

(七) 舾装先行化

船坞造船还可以缩短舾装时间。通常，如果是船台造船，下水后将船舶靠码头，然后安装主机等机器。而船坞造船，在吊装船体分段的同时，还可吊装主机，因此缩短了造船时间。安装了动力装置，船舶重量增大，船台承载能力有限，而船坞却具有通过灌水使船漂浮的优点。

吊装船体分段和同时安装动力装置或在建造船体分段中安装管系，都增加了下水前的完工量，因之舾装工程简化、容易。此外，由于起重机大型化，居住室或操舵室甲板建筑物也可在车间内事先组装好，然后用起重机吊到甲板上安装，从而缩短了舾装时间。因此，船坞的作用比船台大，船坞周围的布置，在建设船厂时更应慎重考虑。

目前尚在建设中的三菱的香烧船厂，研究了推移船体的装置，船体可在坞内边推移边装配，直至最后建成从坞内驶出。这样，以往的船体工程、舾装工程的区别也就不存在了（图8）。

修船坞也推行了机械化，坞墙上装设移动脚手架，一面上下、左右、前后移动，一面可以进行除锈、涂漆、焊接、切割等作业。机械化坞墩，可采用远距离控制使其升降。

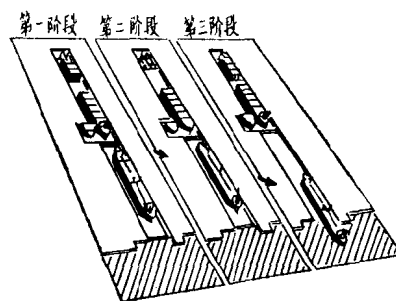


图8 三菱重工业公司香烧分厂造船的第1—3阶段

摘译自日本《建设の机械化》，

1972, 11, 36~41页