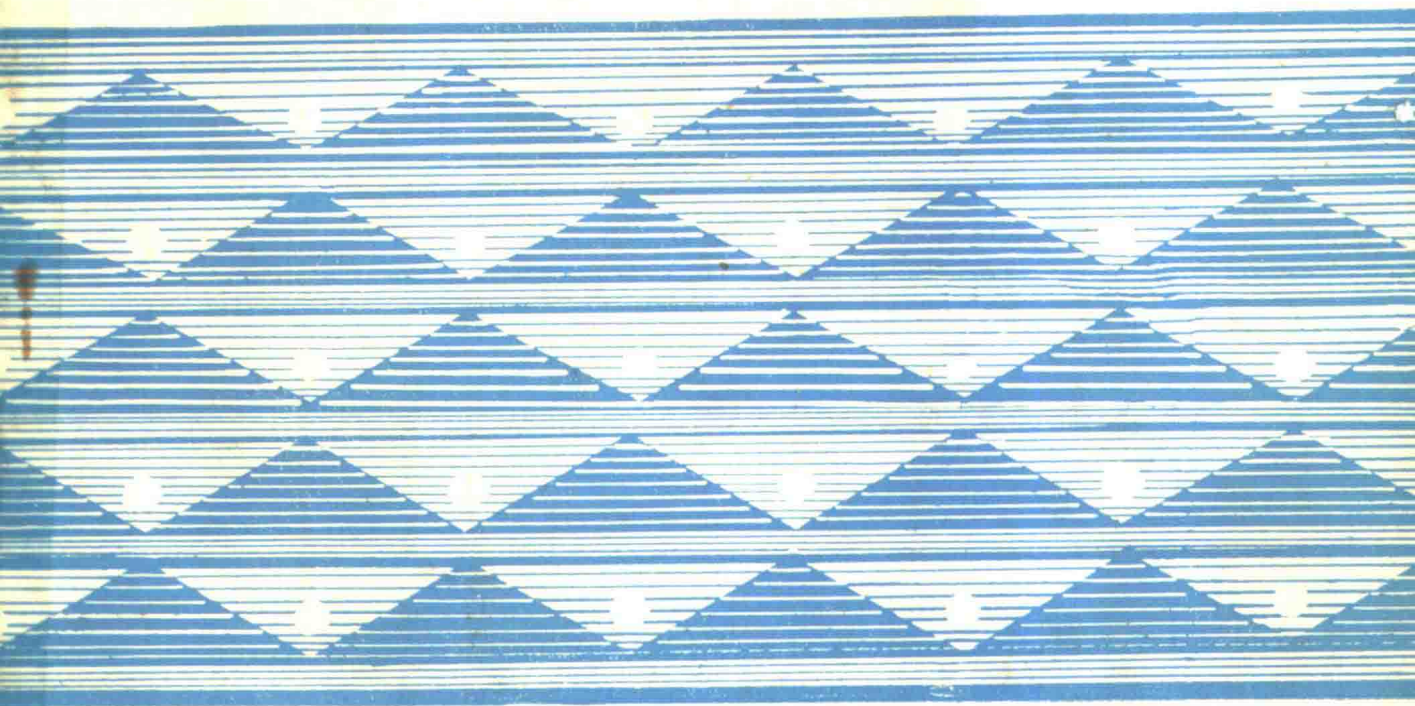


港口工程施工方法

下 册

〔日〕原口好郎 编

蒲 廷 芬 译



人民交通出版社

港口工程施工方法

下 册

〔日〕原口好郎 编

蒲 廷 芬 译

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书摘译自日本原口好郎编《港湾·空港施工法(下)》(1978年版)一书中的港湾部分。全书共分上下两册,上册已出版。下册内容主要介绍疏浚和填筑工程的计划管理和施工方法、船闸和水闸、沉埋隧道、外海码头、海底管线等。另外,附录介绍了承包工程的说明书示例。本书内容比较新颖、全面。可供从事港口工程、海洋工程的设计、施工、科研人员参考,亦可作为大专院校有关专业的教学参考书。

港口工程施工方法

下 册

〔日〕原口好郎 编

蒲廷芬 译

人民交通出版社出版

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厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 8 字数: 195 千

1984年8月 第1版

1984年8月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—3,110 册 定价: 1.50 元

目 录

第六章 疏浚和填筑工程	1
第一节 疏浚和填筑工程的计划和管理	1
一、概要说明	1
二、疏浚工程的计划	1
三、疏浚工程的管理	3
四、填筑工程的计划	5
五、填筑工程的管理	7
第二节 不同种类挖泥船的疏浚方法	8
一、概要说明	8
二、非自航吸扬式挖泥船的疏浚方法	8
三、自航吸扬式挖泥船的疏浚方法	14
四、抓斗式挖泥船的疏浚方法	16
五、铲斗式挖泥船的疏浚方法	18
六、链斗式挖泥船的疏浚方法	20
七、碎石疏浚	23
八、爆破疏浚	25
第三节 填筑工程的施工方法	28
一、概要说明	28
二、利用疏浚土方进行填筑	28
三、利用陆上土进行填筑	30
四、利用废弃物进行填筑	32
五、填筑围堰	32
第四节 污泥的疏浚和填筑	33
一、概要说明	33
二、有关港口工程的公害关系法规定	34
三、在海底物质处理、处置中的施工监控	36
四、污泥的疏浚和填筑施工工艺	40
五、污泥疏浚和填筑的实例	47
第七章 其他港口工程	51
第一节 船闸和水闸	51
一、概要说明	51
二、施工	56
三、施工实例	57
第二节 沉埋隧道	59

一、概要说明	59
二、沉涵的制作	61
三、地槽开挖	64
四、沉涵的沉放	65
五、沉涵的接合及其接头	66
六、基础施工法	67
七、回填工程	69
第三节 外海码头	69
一、概要说明	69
二、固定式外海码头的施工方法	70
三、漂浮式外海码头的施工方法	72
四、上部结构的施工	72
五、施工实例	72
第四节 管线	80
一、概要说明	80
二、管线的敷设方法	81
三、海底挖掘和回填的施工方法	83
四、管子的加工和检查	85
五、立管部分的施工	86
六、海底管线的施工实例	86
附录 承包工程说明书示例	92
一、土质勘查	92
二、防波堤建造工程	99
三、码头建造工程	112
四、疏浚和填筑工程	121

第六章 疏浚和填筑工程

第一节 疏浚和填筑工程的计划和管理

一、概要说明

(一)疏浚工程的施工方法

疏浚工程包括：为了修复和维护港口而挖掘和清除航道、泊地海底的砂土和基岩；在建造港口建筑物时，由于原有地基软弱，为了用优质材料置换之而挖掘清除海底土；为了把基础不平之处整平等而将地基的一部分挖掉等。疏浚工程的施工方法，根据所使用的挖泥船的种类可分成：吸扬疏浚、抓扬疏浚、耙吸疏浚、铲扬疏浚、链斗疏浚法等。另外，对于岩基和硬土地基，多在挖掘之前先进行爆破或利用碎石船进行破碎之后，再用上述挖泥船进行疏浚，因此分别称之为爆破疏浚和碎石疏浚。

关于各种疏浚方法，请参照上册第二章第一节二“挖泥船”、第二章第二节三“碎石船”、第二节二“疏浚，填筑和岩石破碎工程”。

(二)填筑工程的施工方法

所谓填筑工程，就是为了造成靠近海边的用地，利用围堰等把一定区域内的水域围起来，用砂土进行填筑的工程。填筑用的土方来源为：使该填筑工程与其附近航道、泊地的疏浚工程同时施工，利用疏浚土方作为填筑用土，或不依靠疏浚土方而将山土由陆上取土地点，经过陆运和海运，用来作为填筑用土。在前者的情况下，使填筑工程的大部分与疏浚工程结合起来，一般依靠吸扬式挖泥船或耙吸式挖泥船的排土（最好采用除软泥以外的砂土）进行填筑。特别是如填筑土的土质不好，则仅地表土再用从陆上等处采取的优质土覆盖而形成土地。在后者的情况下，如拟填筑的区域周围无疏浚工程，从一开始就要用山土充当填筑用土，则可利用开底驳直接进行填筑至某一水深处为止；对于比驳船吃水浅的区域和陆上，则依靠停泊在卸土驳岸旁并装有卸土机的船和陆上皮带机的联合作业，或从卸土机船上利用长度长的输出皮带机或吃水浅的撒砂船进行填筑作业。有时，因驳船无法进入填筑区域内，而把利用开底驳运来的砂土（此时也可用疏浚土）暂时投放到填筑区周围的海底上，然后再用吸扬式挖泥船把它吸扬上来，往填筑区域内排土。

二、疏浚工程的计划

在编制航道、泊地疏浚工程和部分海底基槽开挖工程的计划时，必须对以下事项进行研究。

- ①确定原有地基的土质：据此选择疏浚的施工方法，计算疏浚断面和土方量，研究作为填筑土方的可用性，有无有害物质及其含量；
- ②与周围结构物之间的关系：据此选定疏浚范围和施工方法；
- ③疏浚砂土的处理和利用：含有害物质的砂土的处理，弃土场所的确保，当作填筑土方用的利用计划，施工方法的选定；

- ④对港口、航道机能的影响：据此选定施工方法，确定工期的长短；
- ⑤在周围海域内潮流等的流况变化：据此选定施工方法，决定疏浚断面；
- ⑥对海洋环境的影响：施工中海水的混浊，以及海底地形的变化对海洋生物和水产资源的影响，海底地形变化对其周围地形产生影响的预测。

(一)疏浚土方量的计算

为了决定疏浚或基槽开挖等的标准断面形状，至少必须对挖掘深度以上的土质进行调查（例如：对每种土进行力学性能试验、标准贯入试验；对于岩基，调查岩质，进行压缩强度试验、弹性波波速试验等）。在上述调查的基础上，考虑了土的性质和波浪、潮流的影响，确定稳定后的斜坡坡度。然后，选择对该土质最为适合的挖泥船种类及其能力，考虑该种船和总土方量（概略数量）、工期、施工形状等，而决定挖掘的标准断面（形状，斜坡坡度，超深厚度，超宽值）。

视土质而定的挖掘断面的斜坡坡度，其标准数值如表6.1所示。

不同土质的斜坡坡度

表6.1

土 质	斜 坡 坡 度	土 层 强 度(N值)
粘土或淤泥质土	1:3.0~1:5.0	小于 2
粘土或混杂淤泥的砂土	1:1.5~1:3.0	5~20以下
砂 性 土	1:1.0~1:2.0	20~40以下
砾 石	1:1.0~1:1.5	—
岩 基 (硬岩或风化岩)	1:1.0	—
岩 基 (硬岩)	小于 1:1.0	—

在实际挖泥时，由于土质和挖泥船种类的不同，其挖掘的痕迹会产生相当大的不平。为此，如图6.1所示，施工断面必须是把超深厚度、超宽值估计在内的断面。超深、超宽的考虑是因为相对于设计断面，施工时无论如何也避免不了产生不平的缘故。

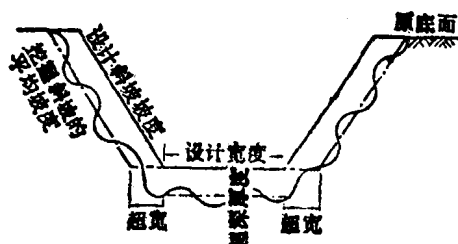


图6.1 疏浚设计断面图

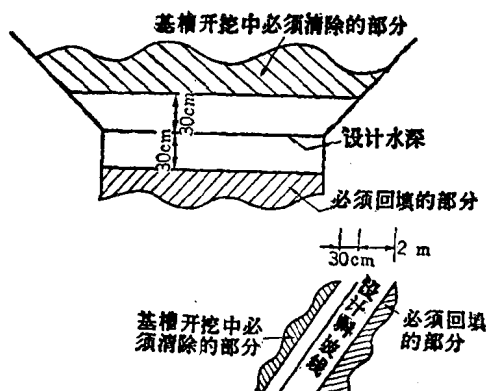


图6.2 基槽开挖断面中底面和斜面允许超挖的范围

在航道、泊地等的疏浚中，由于使用上的原因，不允许产生相对于设计断面的挖掘残余，因此如果对周围的建筑物没有影响，不得不挖深一些。超深的厚度视土质、水深、所使用的

挖泥船种类、其疏浚能力的不同而有所差异，但一般可估计为0.5~1.0米。

如果是为了基础换砂而进行的基槽开挖，则由于要用优质砂土来置换，过于超挖会影响置换材料的增加。因此，关于基槽开挖的超挖允许限度如图6.2所规定者。

(二)工程船舶的选定

所谓决定疏浚工程的施工工艺系指采用哪一种挖泥船作为构成施工船队的中心。为此，必须对下列条件进行研究。

1.土质和挖泥船

一般是根据挖泥船对土和岩基的施工能力，按照疏浚土的不同土质，选定适用的船种（参照上册表2.23）。

2.疏浚土方用于填筑工程

随着疏浚工程而产生的砂土要尽可能用于填筑工程（特别是因为近来弃土场所的选定变得困难起来），必须这样安排计划。

把用于填筑工程的砂土由疏浚地点运至填筑区域的方法有：利用吸扬式挖泥船，通过排泥管直接排送的方法；利用抓斗式挖泥船等进行挖掘，装入泥驳运走而直接投放或经过卸土进行填筑的方法。究竟选定哪一种方法，根据土质，由疏浚地点至填筑地点的距离和与两者的所在地有关的事项（运输路线上的障碍物，周围的环境）决定。

利用吸扬式挖泥船进行疏浚，其所能适应的土质范围较广，在距离近的情况下，向来是作为最一般的施工方法而沿用至今，但因为排泥管受到砾石、粗砂、岩屑等的影响磨损率高，同时距离增长以后排泥管的架设费用增大，与利用抓斗式挖泥船疏浚并用驳船运走的情况相比较，有时在费用方面将为不利。

3.弃土地点的选定

关于把疏浚土方用于填筑工程方面已如前述，但如在同一时间内不进行填筑工程的施工，则通常把疏浚土抛在近海地区。但是，从防止海洋污染和环境保护的观点来看，并非可轻易地往海洋里投弃，而宜在施工前对投弃地点在环境方面的各项问题（是否有重要的渔场，对航道的影 响，是否会促进异常的泥砂沉积，污染扩散的影响）进行研究，且即便是了解到可以无问题地进行投弃，最好也要预先考虑到为防污染扩散而需采取的措施。

关于含有害物质的疏浚泥土，按照有害物质的种类，另行采取特殊的处理方法，例如：进行固结装入袋容器内等之后，根据法律等有关规定，把它运往近海指定的海区内，投弃之。

三、疏浚工程的管理

疏浚工程通常必须在不妨碍航道、泊地等使用的条件下进行。因此，施工管理的重点在于施工方面的安全措施和谋求工程高效率地进展。此外，关于防止对附近海区产生污浊方面，也必须事先考虑周到。

(一)计划管理

在工程进行中，要经常确定在施工区域内的疏浚位置和疏浚深度；对于疏浚土方，要复核其计划数量与施工数量。另一方面，为了充分利用可施工的天数进行工作，必须充分做好构成船队的各种船舶和机械的保养、检修工作。特别是在易于受到气象和海洋水文情况影响的水域内作业时，由于会发生预料不到的工作天数减少的情况，所以必须预先编制好考虑了上述情况的船舶调度计划。

拟进行港口工程的地点多为冲积层发达的地区，因此原有地基土质多为以淤泥和粘土为主体的软泥质土，其含水量大，因疏浚作业等，一旦受到搅动，则其一部分成为浮泥，很难变成完全沉积的状态，这是最后疏浚中最难解决的问题。为了把上述浮泥的产生数量控制在最小限度以内，必须在充分研究了疏浚的顺序，其速度和各阶段中的疏浚层厚之后，制订进度计划。

如用泥驳把疏浚砂土运往远距离处排放，则应考虑到运输航线上的潮流和波浪等的影响，并根据经过适当修正的搬运周期而制订运输航行计划。

(二)竣工验收

泊位和航道的疏浚，原则上应挖至超过规定的水深。此外，为了改善地基以充当结构物的基础而进行的基槽开挖工作，其竣工验收系旨在确定完工的外形是否在前面所述的允许偏差范围以内。竣工验收的方法是依靠水深测量。对于大范围的区域，多利用装备有回声测深仪（具有3个或4个方向的信号发生器的型式）和测位仪的测量船；对于基槽开挖，多利用铅锤测深。但是，对于靠近陆域的地点，多在岸上设置视线标志进行位置的测定。

由于回声测深仪的超声波在浮泥表面处发生反射，因而将浮泥部分纪录成为未竣工的部分，但如用铅锤测深，则由于铅锤贯穿浮泥层，所以多忽略了浮泥层的存在。因此，必要时可采取：同时用两种方法或利用潜水员等进行核对等的方法。

如施工地点附近有测潮站，则可根据其观测纪录确定潮位，但如离测潮站较远或因海岸地形等的影响而出现异常的潮位情况，则必须就近设置临时的潮位观测所（或水尺）等。

在泊地和航道的疏浚中，如根据疏浚结果需对海图进行修正，则由于修正工作是属于海上保安署水道部进行的，所以宜将复核测量方法统一成同一基准。

(三)安全措施

在进行疏浚作业等海上工程时，要事先通过所辖海上保安部发布施工预告，要想方设法使各有关方面周知并要采取安全措施，在视野不佳的地方、潮流等较急的地方、容易发生雾的地区，除了要设置海上避碰法所规定的标志之外，还要设置明示疏浚区域的灯浮标并必须不断地核对其位置。

另外，利用非自航式挖泥船进行疏浚时，必须设置显示锚位的浮标（夜间用灯火照明）。由于近来这种海上疏浚工程在外海进行的逐渐增多，有时施工地点的海洋水文和气象情况与基地处不同，不仅从提高工效，而且从防止灾害方面来看，也都愈来愈需要进行气象和海洋水文情况预测。

另一方面，为了防止在疏浚工程而发生因残存于海底的机雷、炸弹、废弃炮弹爆炸而产生的事故，应在正式开工前进行海底的磁性探测，如发现磁量超出了一定值，则进行精密探测并挖出带磁物体，要在确认了疏浚区域的海底是安全的之后，再进行工程。关于磁性调查的方法，请参照第三章第一节五“磁性探测和潜水探测”部分。

(四)在疏浚含有害物质的砂土和一般土时防污浊的措施

多年来，在某一海边工业地区的前沿地带和大都市周围岸边海底上，长期不断地接受由其流出的排水，排水中含有的有机物质等或发生沉积，或成为含有害物质的土壤。此外，即使是不含有害物质的砂土，也有的在其表层沉积着一层处于极其松散状态下的微粒泥土（淤泥或粘性土）。如将上述水底砂土投弃于填筑区域内和海洋上，则必须按照海洋污染防治法及其施行命令所规定的排放标准，而设置防污浊设施和采取防止措施。特别是在处理水底的有害砂土时，必须严格对待处理办法，不要使它向外部溶解扩散或排出，即使是一般的水底

砂土，也要采取各种措施，以尽可能防止在疏浚地点及其周围发生污浊。

四、填筑工程的计划

填筑是把港口、海滩等比较浅的海域（水域）填高成为陆域。由于这些水域和海滩地（除特殊例子之外）均为国有，所以进行填筑时需遵照“公有水面填筑法”。

以造成港口或空港用地、海边工业用地等为目的的海上填筑工程，在其规划时必须对以下事项进行研究：

①确定原有地基的土质：随着填筑而沉降的特性；估算填筑土方量；选择填筑的施工方法（包括地基加固方法）；疏浚土方的利用方法。

②填筑用土的选定：取土地点的选定（土质，数量，向外运出的方法）是否含有害物质及其含量。

③对港口、空港正常使用的影响：选定施工方法，工期。

④在周围海区内潮流等的流况：选定施工方法，填筑后水流情况的变化。

⑤对海洋环境的影响：施工中产生的污浊和用地的形成对海洋生物和水产资源的影响，预测填筑地形成后对周围海岸地形的变化所产生的影响。

（一）填筑土方量的计算

为造成用地而进行的填筑工程，为了确定其断面形状，要充分掌握该地区地基的土质条件，利用土质试验结果，不但要就固结沉降、地耐力、圆弧滑动等进行验算，对填筑完了后的稳定性进行验算，对施工中各阶段荷载作用下的稳定性也要验算；同时针对原有地基的沉降和填筑土的压缩量，还必须考虑超填厚度。

另外，要按照不同填筑用土的土质，取土方法，从取土地点搬运输送来的方法，在填筑地点排砂、弃土、卸土的方法等，分别推测开采土量、运输时的土量、水下部分的土量、剩余水位以上的土量的体积变化率。除了经换算而计算填筑土方量之外，根据不同的施工方法，还必须考虑在施工中填筑土方的有效利用率。

据说：一般供填筑用的土，以砂中含有一点粘土或淤泥的土较好，但如果采用吸扬式疏浚法，通过排泥管排放含粘土和淤泥成分非常多的砂土，则填筑土方的有效利用率很低，甚至会成为海水污浊等的原因；即使是在填筑围堰以内进行施工，也易于成为浮淤的土颗粒而向外面的水域流出；就是沉淀下来，它的固结时间很长，这些从填筑方法上来看都是不理想的。

不同土质的岸上砂土，其体积变化率如以取土地点处为1.0，则其他情况的大致数值如表6.2所示。

（二）取土位置的选定

过去的填筑工程一向是靠利用其他疏浚工程所挖出的砂土而比较简便且价廉地进行的，但是近来要单纯依靠疏浚工程以确保相当大量的填筑土方变得困难了。另外，仅仅为了采取填筑用土而挖掘海底，

从它对棲息于海中的水产生物的影响来看，也未必被批准，因此不得不在陆上采取大量的填

砂土的体积变化率

表6.2

	取土地点	搬运时	压实后
含淤泥质粘土在10%以下的砂土	1	1.2	0.90
混杂砾石的砂	1	1.2	1.00
砾石，碎石	1	1.3	1.05
岩石	1	1.4	1.20

筑用土。然而，如在周围海区内存在土质适合的海底砂土，而且该处从发挥港口机能方面考虑，也已制订了疏浚加深的计划，则使填筑工程和疏浚工程在计划上相吻合的填筑方式仍然肯定是最为理想的。

如果在陆上开采填筑用土，当土方规模较小时，砂土的开采和取土后残留土地的利用可容易地同时成立；但如果是从同一地点大量取土，则除非和该地区的政策性开发利用计划等很好地吻合一致；否则是不容易同时成立的。用于填筑的土，其土质以含粘土和淤泥较少的砂性土较好，单纯砂性土难于压实，有时在地震时容易引起砂的液化现象。另外，含砾石成分数量较多者在填筑后也会渐渐压实而成为下沉的原因。此外，含直径30厘米以上的岩块较多者将成为日后建筑物建造时基础施工的障碍，因此在取土时要考虑进行筛选。如果取土地点在陆上，其运出和输送方面也必须充分研究。例如，取土地点位于远离海岸线的内地，则利用汽车运输容易产生倾卸时尘土飞扬的公害；利用皮带输送机，倘若其规模较大型，则产生噪音，会影响到运输路线附近的居民。

如由海中采取砂土，则对于海底发挥着渔场作用（鱼礁作用）的地点，以及因取土会使附近的地形产生变化而影响较大的区域，应预先研究了这些问题再编制取土计划。

（三）运输方式的选定

考虑了下列条件：究竟是利用海中的砂土，还是利用陆上的土作为填筑用土；由取土地点至填筑地点的运输距离；在运输路线上交通的频繁程度；陆上运出路线上的地形，居民和村落的密集程度等，从多数方案之中比较研究了其经济性和公害方面的问题之后，决定运输方式。作为一般可以考虑的方式，可举出下列几种：

1. 利用海中土的情况

通常系利用填筑区域周围或同一港内的泊位和航道上疏浚时挖出的土；在这种情况下，只要土质强度方面允许，一般利用吸扬式挖泥船进行挖掘较容易且价廉，因此采用的最多。为了吸扬式挖泥船的排泥，在海上部分敷设海上管道或海底管道，但如排送距离长，则必须在中途设置中继泵（接力泵）。此外，布置管道必须选择对其他方面无妨碍的路线。在填筑地点要细心地变更排砂管端部的位置，为使填筑土能以同样的速度增高而考虑周到；除此之外，由于这种方法与其他施工方法相比较，污浊发生的数量特别多，所以必须在泄水口或其周围地区采取防污浊扩散的措施。

如利用驳船运输疏浚土，直接投入而进行填筑，则考虑到不增加一般通行船舶的交通拥挤程度和提高填筑工作效率，采用大型驳船较理想，但由于填筑规模的缘故，有时会受船舶设施等的经济性的制约。

2. 利用岸上土作为填筑用土的情况

为了把山土由取土地点运往填筑地点用于填筑，一般利用皮带输送机系统由取土地点运至便于海运的基地附近的料堆处，则该处多利用顶推驳等进行海上输送。关于运输路径岸上部分，希望设置在途中的设施等设备不至于引起社会问题。亦即，在靠近居民点等，有可能产生噪音、粉尘等的情况下，或对这些设备采取特别的措施，或改变路线，必须对其进行比较研究。关于海上运输，必须就其增加一般船舶交通拥挤程度的情况和输出基地的确定（取土地点与输出地点的关系）进行研究。

此外，也可以考虑把岸上的砂土变成泥浆，通过管道进行输送，但在管道敷设路径方面也存在技术问题（如管子的磨损，管子接头处漏水，需要供给大量的水，使用海水时会产生土地盐渍的问题等），因此除了矿山采用此法之外，而作为输送砂土的方法，实际采用的例

子较少。关于土质方面，考虑到填筑以后要当作土地来使用，宁可采用适当含有一些粘土或淤泥的砂质土较好。为了利用皮带输送机运输含大块岩石（尺寸约20厘米以上）较多的土，有必要预先进行岩石破碎工作。由于填筑土地的用途不同，大石块会成为基础桩和板桩结构施工时的障碍，所以有时会出现必须清除石块的情况。

五、填筑工程的管理

如果在坚固的砂性土地基上建造填筑土地，则问题不大，但如在软弱地基上进行填筑，则对于填筑施工过程中围堰基础的沉降和滑动等，必须极其慎重地进行施工。此外，为了避免建成后产生不均匀沉降，要进行施工管理，以使得填筑土成为成层状态相同的土。

如通过海上运输砂土来进行填筑，则要恰当地配置船队，制订运输计划，以便能顺利地进行施工管理。

（一）施工管理

不论是为了填筑成为成层状态相同的土或为了防止施工中发生滑动破坏，都应分阶段进行填筑。在填筑时，把各种沉降计、孔隙水压力计等埋设在填筑用地内，以使得能够较容易地判断原有地基和填筑土地的地基强度。特别是关于从泥驳上向下抛土，为了避免预定计划外的重复投土，要采用能够边利用电波测位仪进行定位，边执行适当的船舶调度指令的装置。此外，最好进行气象和海洋水文情况的预测，事先能够编制出符合当地自然条件的船舶调度和开航计划。

（二）环境保护措施

1. 防止污浊的措施

利用吸扬式挖泥船排出不含有害物质的一般砂土时，由泄水口会流出污浊水，利用泥驳弃土时，如直接投弃，则使海水污浊。因此，应按照先完成填筑围堰之后，再在其围护的区域内进行排土的顺序来制订计划。此外，关于由开口部分外流扩散的问题，必须规定水质标准和监控标准，主动采取限制措施。作为防污浊的方法有：投入各种凝聚剂，设置防污浊保护膜等。

2. 防止噪音的措施

对取土场上的重型机械和自卸式卡车产生的噪音，输送砂土时皮带输送机产生的噪音等各种噪音，必须分别研究其对策：在确定运输路线时，能否避开人口密集的地点，是否可在机械设备上采取隔音措施，进度安排上是否可避免夜间作业；此外，对重型机械是否可予改进而添加消音装置等。

3. 防止自然环境的破坏

在面向海的天然海岸上进行填筑时，要考虑到随着天然海滨的消失和填筑用土方的开采会使自然环境发生变化的问题。在天然海滨上进行填筑，在工程规划设计阶段，要进行充分的事先衡量，要比较研究海滨减少带来的缺点和利用填筑土地获得的利益。

此外，也许还应考虑到：填筑围堰也要设计成尽可能接近天然海滨的构造形式（供预期目的使用岸线为例）等。另外，在填筑用土方的开采方面，要掌握取土场周围的地形、水库、道路网、利用形式、人口密集程度、生态系等的现状；评价施工中和取土完了之后变化了的面貌，把自然环境的破坏控制在最小限度以内；应规划得使自然环境得到改善或自然地变完善。

4. 防尘和防止风扬砂的措施

填筑后广大用地上的表层土是未经充分压实的土壤，且多不能立即进行覆盖土的施工。为此，大风时砂土飞扬，细的表层土会发生显著的移动、飞扬而扩散。因此，作为表土不宜采用颗粒太细且易于流动的土壤，而必须采用含适度粘土成分的砂性土作为覆土或如有可能用植物覆盖，以期在用地填筑好以后迅速绿化。

第二节 不同种类挖泥船的疏浚方法

一、概要说明

疏浚工程的施工方法可大致区分为以下三种：

(一)一般疏浚

使用吸扬式挖泥船、铲斗式挖泥船、链斗式挖泥船、抓斗式挖泥船等直接疏浚海底土的方法，不伴有破碎和爆破作业。由于这种施工方法是直接疏浚法，所以与其他方法相比较，其施工费用较低廉。近年来，因机械的大型化，其他疏浚方法也趋向于采用一般疏浚方法，可以一道工序施工完毕，因此宜尽可能利用按一般疏浚方法进行施工来编制计划。

(二)碎石疏浚

把硬土地基和岩基等用重锤式碎石船或冲击式碎石船破碎以后，再依靠一般疏浚方法进行疏浚，这样的二道工序疏浚方法就是碎石疏浚。因此，这种方法的施工费用比一般疏浚方法昂贵。

(三)爆破疏浚

利用钻孔船在岩基等之上钻孔，装填火药之后引爆，然后采用一般疏浚方法进行疏浚，这样的二道工序施工方法就是爆破疏浚。

二、非自航吸扬式挖泥船的疏浚方法

(一)概要说明

本方法用于大量地疏浚一般的砂土，主要用于填筑工程。这种方法是用回转式绞刀把海底砂土绞松，然后把它用泵吸扬上来，进行长距离排送；根据土质、土方量、工期、取土地点的水深、填筑地的面积、压送距离等，决定拟采用的挖泥船。近年来，已建造了许多非自航吸扬式挖泥船，无论是量和质二方面都取得了显著发展。吸扬式挖泥船的优点如下：

①由于疏浚的砂土可依靠排泥管直接往岸上连续地排送，所以用来建造填筑土地效率较高。

②由于各道工序是连续的，所以比其他疏浚方法效率高。

③具有疏浚单价一般比其他疏浚方法便宜，且可以迅速施工的优点。

另外，其缺点如下：

①由于泵的能力所限，疏浚砂土的排送距离有限制。

②因海上管道的管架敷设在海上的距离长，容易遭受风浪等的损害。

③不适合于硬质岩基和硬土地基，但最近随着工程规模的增大和疏浚水深的增加等，已建造了配备有5000~9000马力级泵的挖泥船。另外，因采用了强有力的绞刀，利用过去的吸扬式挖泥船被认为不可能疏浚的软质岩基和硬地基也成为可以挖掘的了。

再者，关于非自航吸扬式挖泥船的类型，请参照第二章第一节二、(二)。

(二)疏浚的机械装置

1. 挖泥主泵

从排送泥水方面来看, 挖泥主泵必须具备如下性能:

①对于叶轮、衬套、泵的外壳等磨损严重的部分, 其构造和形状且不用说, 就是材质方面也要考虑到耐磨性而采用特殊的锰铸钢等耐磨材料。

②使其各部分有足够的通过面积, 适当地确定叶片和涡室的形状, 以便泥浆能顺利地通过。

③混入泥砂时机能下降要少, 运转时的稳定性要好。为了提高泥浆的排送效率, 宜采用对回转数能稍加控制的动力。

此外, 不同驱动主泵用的原动机的种类, 其额定马力与常用马力之间的关系一般多按表6.3进行设计。

各种原动机的常用马力

表6.3

原 动 机 的 种 类	常 用 马 力
电 动	额定马力 $\times 1.0$
柴 油 机	额定马力 $\times 0.8$
透 平 机	额定马力 $\times 0.9$

2. 绞刀

吸扬式挖泥船的绞刀通常系由绞刀头和绞刀刀片所组成; 用它切削海底地基, 向吸水管供应砂土。详细内容请参照第二章第一节二、(二)。

3. 排泥管道的型式

吸扬式挖泥船所挖出的砂土由水上漂浮管道, 经连接管道, 通过水上固定管道(或必要时通过海底管道), 再通过岸上管道, 向预定的填筑地排出。水上管道包括把排泥管置于浮筒上的漂浮管和把排泥管置于支架上的水上固定管道。

海上固定管道的支架向来是选择在水深较浅的地方进行建设, 在水深较大处, 其工程费用增大, 且因波浪等的袭击遭受灾害的可能性增大, 为此, 近来采用海底管道的实例逐渐增多。此外, 由于吸扬式挖泥船的疏浚范围受到其后部所连接的漂浮管道长度的限制, 因此必须考虑到疏浚范围和漂浮管道的长度而决定成为固定管道起点的连接管道的位置(参照图6.3)。一般, 漂浮管道的长度多采用120~600米左右, 但近来在吸扬式挖泥船大型化, 且疏浚深水区, 然后向远距离排送的情况下, 渐出现了加长漂浮泥管较为有利的情况(参照表6.4和图6.4)。



图6.3 排泥管道的型式

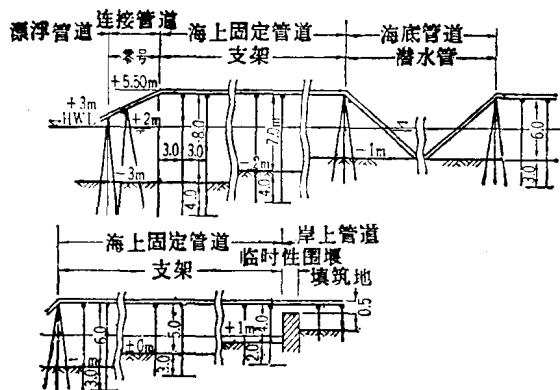


图6.4 排泥管道的型式

4. 排泥管、浮筒、橡皮套管

(1) 排泥管

排泥管一般由钢板制成, 根据泵的马力数和所采用的管子型式, 其标准组合情况大致如

排泥管道结构的选定

表6.4

排泥管道型式	选定该型式的主要依据
I. 钢制支架	1) 水深较大或地基软弱, 支架的桩长必需在约15米以上时 2) 气象的影响较大, 有效波高多在约1米以上时 3) 工期持续时间较长(1年以上)时, 且支架的顶标高以下列数值为标准: 岸上——设计地表面以上0.5米; 海上——受气象和海洋水文情况的影响, 以高潮位之上3.0米为准
II. 木制支架	1) 除上述I中的1)2)3)情况以外的情况 2) 水深浅, 不会妨碍船舶航行时
III. 3根桩的支架	1) 由1个支架承受2列排泥管的荷载时(两艘挖泥船同时进行挖泥时) 2) 在排送粗砂或砾石等时, 磨耗极大, 在施工期间必须将管道上下转换使用或新换管道时 3) 在管道分岔处等特殊地点
IV. 可通行船舶的管架桥	1) 在小型船舶航道上布置管道支架时
V. 潜水管	1) 水深较大或因地基软弱而布设支架不利时 2) 上述I-2)的情况 3) 因受航道、泊地等环境状况的影响, 不可能布置管道支架时 4) 维修连接管道时
VI. 漂浮管道	1) 水深较大或因地基软弱而布设支架有困难时 2) 利用挖泥船直接吹泥、抛泥时 3) 不可能按I, II, III布设管道时

表6.5所示。近来为了增大排送速度, 增加含泥率, 也有倾向于采用小直径排泥管的趋向。排泥管中除了直管之外还有异形管, 异形管中还有: 为缩小管径而采用的短管, 变直径的异径管, 为了改变方向而采用的弯管, 作为特殊形状的排泥管, 有为转换管道而采用的T字形

吸扬式挖泥船与排泥管、浮筒等的标准组合

表6.5

挖泥船规格	排泥管(长6米)	浮筒(长4.5米)	橡皮接头管	应拥有的浮筒标准数量
200马力电动	直径310毫米	直径850毫米	长900毫米	120
500马力电动	直径410毫米	直径850毫米	长900毫米	150
750马力电动	直径460毫米	直径950毫米	○长1000毫米	250
1000马力电动	直径560毫米	直径1000毫米	○长1000毫米	300
1200马力电动	直径560毫米	直径1000毫米	○长1200毫米	300
1500马力电动	直径610毫米	直径1100毫米	○长1200毫米	300
2000马力电动	直径660毫米	直径1200毫米	○长1400毫米	400
3000马力电动	直径710毫米	直径1300毫米	○长1500毫米	400
1350马力柴油	直径560毫米	直径1000毫米	○长1000毫米	300
2250马力柴油	直径660毫米	直径1200毫米	○长1400毫米	400
2600马力柴油	直径660毫米	直径1200毫米	○长1400毫米	400
3200马力柴油	直径660毫米	直径1200毫米	○长1500毫米	400
4000马力柴油	直径710毫米	直径1300毫米	○长1600毫米	400
5000马力柴油	直径710毫米	直径1300毫米	○长1600毫米	600
6000马力柴油	直径760毫米	直径1400毫米	○长1800毫米	600
7000马力柴油	直径760毫米	直径1400毫米	○长1800毫米	600
8000马力柴油	直径860毫米	直径1600毫米	○长1900毫米	600
9000马力柴油	直径860毫米	直径1600毫米	○长1900毫米	600

注: ○系带法兰盘者。

和 Y 字形管等。

除了疏浚淤泥的情况以外，在干线管道上宜尽可能使用新管。

摩耗根据通过的土方量进行判断，运转中止时进行检查，或将管道上下转换使用，或布设新管，这样较为理想。在转换管上下位置时，为了判明回转的角度，在开始回转时在管底或管顶预先做好标志。排泥管（壁厚 9 毫米）必须上下交换使用或布设新管时已通过的土方量标准值如表 6.6 所示。

排泥管上下转换使用和布设新管时已通过的土方量 表 6.6

土 质	上下转换使用	布 设 新 管	附 注
		450000米 ³	所谓通过土方量系指管道直线段处的数值。中砂如通过了 250000 米 ³ 就需上下转换使用，通过 600000 立方就需布设新管
中 砂	(250000米 ³)	(600000米 ³)	
粗 砂		300000米 ³	
砾 砂		150000米 ³	
砾 石		60000米 ³	

注：表列值以 4000 马力级挖泥船为例。

除漂浮管道以外，所用的排泥管均为附有法兰盘的管子，其接合方法系中间夹上橡皮垫圈或帆布等之后用螺栓紧固。

(2) 浮筒

排泥管海上部分装在浮筒上。浮筒因排泥管的大小而有所不同，其构造（如图 6.5）系将两圆筒形浮管结合起来，在中间设置负载排泥管的托架；在排泥管的一侧装设电力电缆支承。

此外，浮筒还用链条或钢丝绳等捆扎，而且为了使它不被潮流等冲走，利用锚固定之。锚的重量大致如表 6.7 所示。

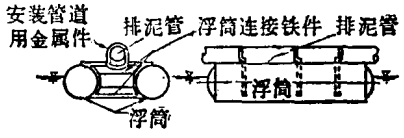


图 6.5 浮筒

固定浮筒用的锚的重量 表 6.7

泵的马力 (PS)	350	500~750	1000~1500	2000~3000
排泥管直径 (毫米)	410	460	560	610
锚 重 (公斤)	300	300	400	600

负载了排泥管的漂浮管道系以一弧形曲线与吸扬式挖泥船和连接管相接，但受到潮流的作用多发生弯曲，而使结合排泥管的橡皮套管弯折成两段，以至发生堵塞。由于存在这种情况，所以最好操纵浮筒所用的锚等，使漂浮管道排列成对着水流方向弯曲的适度的曲线。

漂浮管道的连接方法可采用橡皮套管、鳞状叠板式接头、球窝接头。橡皮套管用于无法兰盘的排泥管；鳞状叠板式接头用于接合带法兰盘的排泥管；球窝接头用于漂浮管道与固定管道相连接处，或海底管道向上延伸处等特殊部位。

(3) 海上和岸上的管道支架

支架的结构如图 6.6 所示，系呈牌坊状的构造，每节排泥管设置一处或二处，此外，必要时加设斜撑和联结杆件而进行加固。

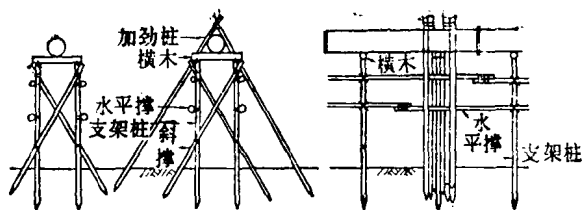


图6.6 水上木支架一般构造图

此外，在管道弯曲处，连接管道与漂浮管道相接处，以及与海底管道相连接处等，要增加支架的数目或设置特殊构造的支架。海上管道的支架受到风和波浪的强烈影响，所以其设置高度宜至少定在高潮波浪打击不到的地方（基准面以上5米，亦即高潮位以上2米左右的地方）。另外，近年来在疏浚地点离岸远水深大的情况下，由于设施费和维护费用增大了，一般不采用钢支架和水上管道而选定海底管道。

（4）海底管道

如海上管道通过船舶航行较频繁的海区和航道等或在海上难于设置管道支架时，则采用在海底敷设排泥管的方法。

甲、海底管道的型式

在海底上敷设排泥管有二种方法：一种是直接在海底上敷设排泥管；另一种是敷设在设于海底的支架上。后者一般在海底高低不平极为显著等而不可能把排泥管直接敷设在海底上时采用。

乙、敷设的方法

可采用预先把几根排泥管连接好，用起重船吊放下水，依靠潜水员敷设连接的方法（参照图6.7）；在水深较浅处敷设排泥管时，可采用在水上依次连接下沉的敷设方法（参照图6.8）。

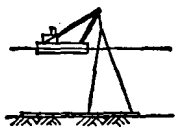


图6.7 在海底接管时



图6.8 在水面上接管时



图6.9 沉设海底管的情况

在敷设长度长的海底管道时，把用螺栓连接好的几节排泥管再用橡皮套管连接起来，在岸上做成需要长度的排泥管列；把管两端封好，使其成为水密；然后，在漂浮状态下拖运至规定的位置。

海底管的沉设一般采用下列方法：用起重船等固定住管的两端，由管的一端开始缓慢地依次把管子铺设在海底上（参照图6.9）。此时，为了不使海水一下子全流入管内，在先后下沉的管口上预先装设好100~150毫米左右的阀门。

此外，在海底管与水上管相连接的地方（称之为提升部），必须设置用塔架、桩或方块等构成的坚固的结构（参照图6.10）。另外，为了防止海底管因残留空气而起浮，必须在提升部分上，近挖泥船的一侧，设置排气阀，为此，要设置足够宽的手脚架，以供操纵阀门的需