

[苏]A.H.瓦西里耶夫著

韩 德 贤 译
陈 裕 师 校

内河航道 水下工程

人民交通出版社



内河航道水下工程

Neihe Hangdao Shuixia Gongcheng

〔苏〕A.H.瓦西里耶夫 著

韩德贤 译

陈裕师 校

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书涉及江河、湖泊、水库和渠道的水下技术工程及其作业、组织等内容。详细介绍了水下土方工程、基础结构和水下固坡、水下管道及电缆敷设、首部结构和巨形块体安装等。此外,还介绍了潜水调查,水下焊接和切割与水下灌注混凝土、船舶打捞及营救作业,分析了潜水员的劳动技术定额的制定原则。

本书可供从事水下技术工程的管理部門和工程技术人员阅读,也可供有关院校师生阅读。

2067/01

Подводные работы на внутренних водных путях

А.Н.Васильев

П 3605020000-330
049(01)-82 КБ-48-140-81.Подписное

© Издательство «Транспорт», 1982

内河航道水下工程

[苏]А.Н.瓦西里耶夫著

韩德贤译

陈裕师校

插图设计: 陈竞 正文设计: 乔文平 责任校对: 刘素燕

人民交通出版社出版发行

(100013北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张: 8.25 插页: 1 字数: 217千

1991年1月 第1版

1991年1月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—1,000册 定价: 9.60元

ISBN7-114-00863-5

U·00535

前 言

内河航道水下工程分为水下技术、营救和船舶打捞工程。

水下技术工程——由潜水员在水中完成的特殊建筑工程和建筑修理工程，包括利用一些专门的机械和设备去完成这些工程，例如，在进行建筑和修理水利技术运输建筑物和动力建筑物、桥梁、水下隧道、取水建筑和排水口、固岸和水体底部清淤时。这些作业通常包括在总的建筑安装和修理工程内，但也可单独地去完成（如消除建筑物事故，质量检验，调查等）。

内河航道建筑和水下技术工程量逐年增加，施工条件也变得更加复杂。

建筑水下建筑物时，所需进行的有关作业的构成差别甚大，由此而涉及到水下土方工程、土质和结构调查、管道和电缆水下敷设、水利工程建筑物的水下混凝土浇灌、水下焊接、绝缘及安装工程等。

鉴于水下工程建筑安装组织的特点，加上现代技术装备的不足，以及在工程量不断增长的情况下，完成水下工程的多样性和复杂性，及对水下建筑物的质量和可靠性要求的提高，要求必须迅速提高其机械化的水平。

降低水下工程费用、提高劳动生产率和缩短工程周期及降低成本的决定性条件，在于改善现有的作业方法、研制新型的机械和设备、广泛应用建筑施工、寻求完成各项作业的先进工艺流程和改进劳动生产的组织管理。

营救遇难船舶属于营救工程的范围。

船舶打捞工程——打捞沉船的综合措施。

本书旨在向从事航道工程建筑物建设和使用的专业人员，介绍有关水下工程工艺和机械化领域中的成就和问题。

目 录

前 言

第一章 潜水调查	1
1. 概论 水域和航道底部调查方法	1
2. 水利工程建筑物、管道和电缆水下过道调查方法	5
3. 潜水调查器具	8
4. 潜水调查组织	16
第二章 水下土方工程	21
5. 水下挖泥方法及其设备	21
6. 斗式挖泥船	22
7. 碎石挖泥船和索铲装置	23
8. 吸泥船	25
9. 在水下用射流装置挖泥	29
10. 水下冲泥机	37
11. 水力机械挖泥设备	45
12. 气动液压装置	48
13. 水力喷射冲洗器	51
14. 螺旋式冲洗器	54
15. 水力和气动提升器	57
16. 在水下非粘性土质埋设管桩的设备	59
17. 用水力机械装置清除水下滑道轨道上的泥砂	63
18. 管道和电缆埋入底泥	64
19. 水下土方工程施工的环境保护	66
第三章 水下地基构造	68
20. 水下地基的分类	68
21. 对水下地基构造的要求	68

22. 基床回填施工	70
23. 水下基床的平整	74
第四章 水下管道铺设	80
24. 沿水障底部牵引管道	80
25. 用自由下沉法铺设管道	87
26. 管道水上安装	92
第五章 水底电缆敷设	94
27. 概述	94
28. 对水下敷设电缆的要求	96
29. 水下电缆敷设方法	97
30. 敷设水底电缆的作业组织	105
第六章 首部构件、巨型块体、混凝土水下浇灌	109
31. 取水建筑物首部构件的设置	109
32. 建筑物中巨型块体的安放	113
33. 混凝土水下浇灌	118
第七章 水利工程建筑物护岸和护坡	124
34. 护面结构类型	124
35. 施工基本要求	124
36. 钢筋混凝土板整体铺面	128
37. 装配式钢筋混凝土板铺面	130
38. 含合成材料滤层的钢筋混凝土板状和柔性铺面	135
39. 沥青混凝土铺面	138
40. 堆石和石笼	139
41. 用混凝土块加固斜坡	142
42. 钢筋混凝土板桩直墙	147
43. 水下斜坡沉排加固	150
44. 护岸作业主要建筑制品和材料施工消耗定额	155
第八章 金属水下焊接与切割	159
45. 概况	159
46. 用于水下焊接和切割的设备	160

47. 作业组织与施工	166
48. 安全作业措施	175
第九章 木结构和金属结构的水下作业	177
49. 作业条件和种类	177
50. 用于水下作业的机械工具和手工工具	178
51. 施工	180
52. 安全作业措施	185
第十章 船舶打捞和应急救生作业	187
53. 船舶打捞概况	187
54. 船舶打捞的方式与方法	190
55. 船舶打捞计算	192
56. 船舶出浅计算	196
57. 打捞升力的确定	203
58. 对船舶打捞总强度计算的若干建议	205
59. 钢索、索套、拉条	216
60. 船舶打捞技术设施	224
61. 用浮筒拖带船舶	228
第十一章 水下技术工程技术定额与潜水劳动报酬	233
62. 概论及定义	233
63. 拟定劳动技术定额时对潜水作业组织特点的 顾及	236
64. 影响潜水员劳动生产率的因素	238
65. 潜水员作业时间耗费分类与作业时间耗费要素 特性	240
66. 对潜水员劳动过程进行定额调查的组织和方法	243
67. 生产时间定额和潜水站估价规划	248
68. 潜水劳动的报酬特点	252
附录	256
参考文献	257

第一章 潜水调查

1. 概论 水域和航道底部调查方法

潜水调查是组织和实施内河航道水下技术工程的综合措施的固定组成部分。在一般情况下，潜水调查旨在获得为设计新的或修复损坏的水下建筑物、检验水下建筑的安装工程质量、使用中的建筑物状况、查明修复范围等提供所需的资料。潜水调查也用于寻找沉没或位于水域和航道底部的物体，而这些物体对水下技术工程的施工和船舶航行等，将会带来危险。

潜水调查可由潜水员目测，并进行必要的测量，及用电话将信息传送到水面，或者对水下物体进行素描（结构要素）以及利用专门的观测技术设备。后者可保证获得最可靠的信息。

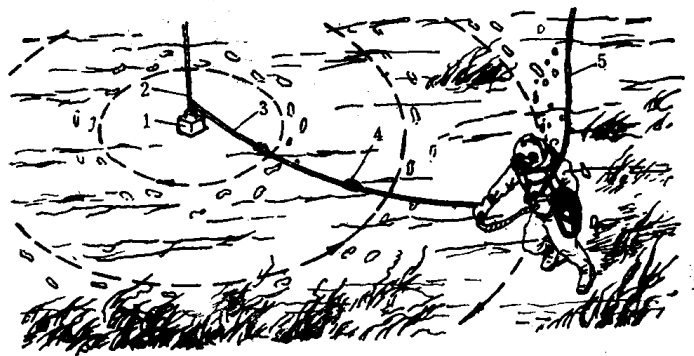


图1 调查较小面积的圆周法

1-压载物；2-投放端；3-步行牵索；4-绳节；5-信号绳

根据目的来选择潜水调查方法，而调查方法的确定，取决于被调查对象的特点、所具备的技术设备和水下环境条件等。

下面援引由实践得出的水域、航道和水下建筑物的典型潜水调查方法。

当调查面积不大，而物体在水底的大略位置已经知道的情况下，采用圆周法（图1）。此法将系有步行牵索的压载物投放到被调查面积的中心，牵索打有绳节，绳节距离对应于水下所能见到的距离。潜水员下潜到压载物的位置，并将收成索圈的牵索握在手中。他走至第一个绳节，将牵索拉紧，沿圆周围绕着压载物走动，并观察水底。潜水员走完一周后，放长牵索到下一个绳节，反向移动并继续观察（要防止牵索长度不够，以及潜水软管和信号绳弄乱缠结），潜水员以这种顺序观察整个面积。为了便于潜水员判定方向和使沿圆周不行走多余的距离，从压载物沿半径方向，牵引一辅助绳索，作为绕圆周起始界限的标志。

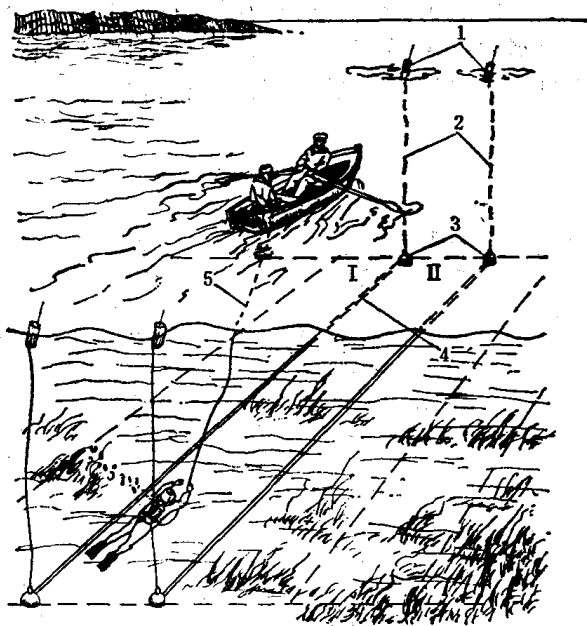


图2 用地带法调查水底

1-浮标；2-浮标索；3-压载物；4-导索；5-信号绳

I、II-调查地带

大面积的水域或航道水底，宜采用地带法调查（图2）。此

法用2根在水底可见的绳索表示地带，两绳索平行放置，其间距为水下所能见到距离的两倍。绳端固定在带有浮标的压载物上。潜水员在地带中间行进，观察绳索之间的水底。对这一地带观察结束后，将系有浮标索的一根导索，经相邻绳索移动到与其有同样距离的位置上，以限定依次轮到所要调查的地带。潜水员反向行进，对该地带进行观察。依次类推，调查水域的全部面积。为了缩短潜水调查员处于穿着轻型潜水装具状态的时间，提高工作效率（潜水调查员保持在临近水底的水中），可用小艇从水面顺调查地带，对潜水员进行拖曳，同时，按照潜水员的信号保持拖曳方向。如果潜水调查员穿着通气的潜水装具，则可用小艇来拖曳潜水工作船，或用固定在拖锚上的绳索，以横移法移动潜水工作船。

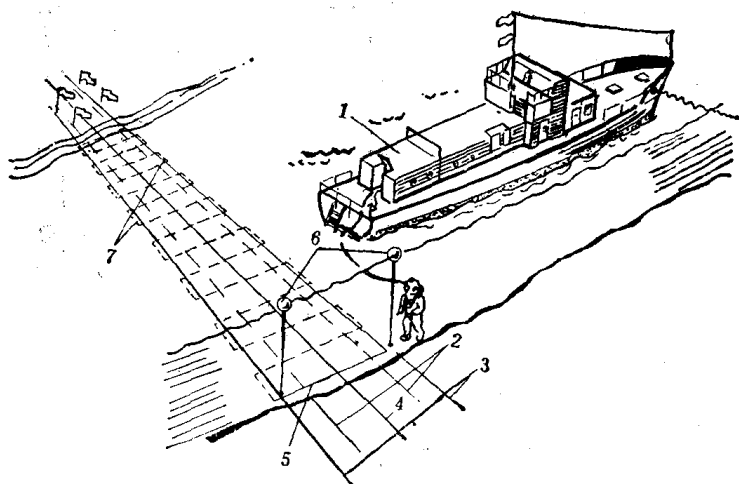
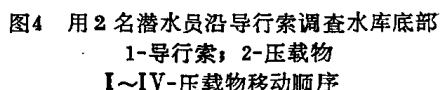


图3 沿导行索调查水底

1-潜水工作船；2-调查边界；3-被调查的地段（宽度）；4-被调查地段轴线；5-导行索；6-浮标；7-导索

在需要仔细调查较长的底段（例如，管道和电缆水下过道的沟线）的情况下，建议采用导行索的调查方法（图3）。此法在调查前，在岸上装设被调查地带边界的定位标，地带宽度要大于沟道宽度（不小于10m）。沿被调查地带边界放置导索，在导索

对于水底宽地带的调查，可由2名潜水员同时进行(图4)。在地带界边处设置限制索，在导行索的两端和中间固定带浮标的压载物。潜水员下潜到中间压载物的位置，并沿导行索向两个不同方向移动，以观察水底。在到达边上的压载物以后，潜水员将压载物，从视线距离移到前面，按照导索定位后，潜水员沿导行



索返回到中间压载物处。然后，潜水员同样将中间压载物向前移动，并且分头沿导行索行走，进行水底观察。按此情况，直到将导行索一直移到被调查地带的尽头。

调查有树桩、砖块及其它没有被淤泥淤埋的笨重物体的水底时，可用柔性拖曳网进行拖测。为此，将被调查的水域地带分成宽25~30m的地段，并用岸上的导标或标杆（浮标）标出地段的边界。带柔性拖网的舢板，布置在地带起点，将拖网预先吊放到水底，舢板以调查条件允许的速度，沿着与导标平行的航向行

进。在拖曳速度非常快时，会导致拖测地带的范围变小及拖网脱离水底。当拖网碰上障碍时，潜水员潜到水底，并且察看水底。潜水员解脱拖网后，立即继续拖曳。凡前后两次拖测的地带，其交叉覆盖的区域地带，应不小于5m。

用柔性拖网探查水底物体，还可由两名潜水员来进行。两名潜水员各手持拖网两端，沿被调查地带移动；而在水底不太大的地段探查单独物体时，可由一名潜水员用潜水软管作拖网进行探查。潜水员根据物体的轮廓形状，绕过物体所处位置的假想地段（潜水软管牵带着潜水员）。潜水员以间歇性的方式，回收软管，如果物体处于软管途径中，就会立即发现它。

对于可用任何方法调查水底的地方，在发现物体或障碍物的同时，潜水员安上浮标或标杆，并用电话通报它的简要特征、水底位置、泥土覆盖程度及其它要记录在潜水调查日志上的资料。

底泥可取样调查，并随后分析和用金属取样钻进行探查。在相同条件下，根据取样钻入泥的深度和速度，可以得出泥土性能的粗略的比较评价。

当需要调查毗连建筑物的水域地段，且大部分地段又属水下探查，此时，调查地带应垂直于建筑物进行划分。在这种情况下，用来标志被调查地带边界的导索或限制索，应与设置在调查外边界附近的浮动物体同时移动，而外边界则用浮标标出。绳索一端，从建筑物拉出，而另一端，从浮动物体上拉出。

在毗连建筑物的不太宽的水底地段，宜由潜水员用平行于建筑物的移动方式来进行调查。

对不需要进行仔细察看的大面积水域，事先由潜水员检验水域的外缘，然后再按照确定的某些探查路线进行工作。

2. 水利工程建筑物、管道和电缆水下过道调查方法

对于水利工程建筑物的块石基床和砂质基床的调查，目的在于检查横断面的基础尺寸（通常，很多都超过5m）、斜坡回填料、表面横倾角以及查明石块或砂土的不足或剩余、局部滑坡或

挖方、淤塞程度。用测量索测量基床的长度和宽度。绳索的一端固定在一个沟边的附近，而潜水员边放松手中的绳索，边走到对岸沟边，他在这里拉紧绳索后，将标记固定在绳索上面。向上提起绳索，这样，就测量出了基床的长度。如果测量索已用标记加以标分过，那么，在能见度良好的情况下，潜水员自己可以计算长度并用电话通报。用倾斜仪测量斜坡角；在不能使用倾斜仪时，由潜水员测量斜坡的高度和斜坡铺设的宽度。按照潜水员装在基床边缘的测量杆进行水平测量，以确定基床的横向倾角。

在调查正砌的建筑物时，潜水员查明第一排堆砌物的堆砌精度，检查每一个构件（组合体）的平面位置、构件之间的间隙和砌体的水平程度。

在调查巨型块体、角形构件和水笼式建筑物时，查明石块基床钱道的宽度和状况、构件与以前安装的构件衔接的正确性、构件之间的缝隙大小及倾斜值、使用中的建筑物水下部分状况、堆积土通过角形构件之间的裂缝冲刷情况、木笼式结构中的金属固定和嵌入情况。

调查堆积建筑物，要查明边缘块体的状况、纵横剖面是否符合设计以及查明建筑物个别脱落的块体。

在调查水利工程建筑物和岸边斜坡防护层时，潜水员应确定压坡棱体的状况、板或石块位移、构件因泥土冲刷而引起的下陷等情况。

调查大直径外壳建筑物，通常，要查明块石基床钱道的宽度和状况、外壳的垂直程度、接头状况、构件垂直和水平相互位移值、外壳之间缝条位置是否符合施工图，以及有无堆积土冲刷的地方。

在建筑结构及其构件（如沉井和桩壳）难以埋入水底时，需要进行潜水调查。潜水员要断定这种障碍的性质特点；而在深埋结构（构件）损坏的情况下，潜水员要找出构件受损的缺口和混凝土的破坏位置；要查明加强筋的裸露情况等。

检查木桩式建筑物（可供人们过往的建筑物）和棒头卵眼式

板壁结构物，要查明它们离垂线的偏差度、确定水下构件的状况、固定件分布的正确性、上层结构水下部分的连接部件安装的仔细程度。此外，还要查明沿建筑物的整个长度关于木桩和樁头连接的状况、上面有无裂缝、樁头卯眼之间有无间隙、间隙间的不紧密程度（填积土通过间隙冲刷）、靠岸斜坡是否隆起和倾斜。

在调查木结构构件时，潜水员要查明蛀木虫损坏木材的程度，为此，要在几个地方砍下被调查的构件。

取水和排水建筑物在使用过程中，通常在洪水过后，定期进行潜水调查，以便查明防护栅的堵塞程度、引水渠（水沟）淤积程度、首部构件*顶部及其它构件的状况。根据潜水员的调查资料，确定工作的种类和工作量，以保证这些设施能连续发挥效能。

对码头岸壁、板桩排及其它范围较长的水利工程建筑物的调查，应将建筑物沿垂线分成若干区域，并标明在建筑物的水线上部。用投入水中的带压载物的绳索，为潜水员标出它们在水下部分的区域界限。潜水员无论是潜入水下，或是升到水面，都能探查这些划分成区域的地带。对于建筑物严重损坏的地段，应由潜水员进行潜水调查，因为它上面，还没有被检查过的损坏构件，可能会随时倒塌。

潜水调查已破坏的建筑物，是以外部检查确定破坏的边界和判定破坏的范围着手。此后，调查负责人指示潜水员，确准或搞清楚工程或构件的损坏程度。

在铺设和使用水下管道、敷设和使用电缆时，要进行潜水调查，以便检查埋管沟的状况（宽度、深度、淤砂程度、有无障碍等）、检查已铺设在埋管沟里的管道、确定打实泥土和清除泥土的工作量、检查已敷设的电缆状况、确定已铺设的管道和电缆填土等，是否符合设计要求。此外，潜水员还对已铺设和埋入泥土

注：取水和排水建筑物首部构件，一般系指水源处的取水构件、涵洞建筑等——译者注。

的管道和电缆进行查找、确定损坏程度，以便随后修复。潜水员在需要进行施工的地方，应设置浮标。

3. 潜水调查器具

按照潜水调查器具的用途，可分为：专门从事水下结构构件表面检查用的水下电视设备；记录水下结构位置和损坏之用的水下摄影设备；潜水查找物体（其中包括深埋水底的管线）用的仪器；水下各种测量用的仪器和装置；在能见度较差情况下，减轻潜水员目测的用具；潜水调查过程中，用于施工的工具和附件。

“螃蟹—2M”电视装置，在潜水调查中，应用最广。它包括：水下密封电视摄像机、接收视频装置、电源部分和电视电缆。电视摄像机直径为350mm，并有微光显示装置，以改善在不透光的水中进行观察的可能性。此外，为了能在混浊的水中和在大深度光线不足的情况下工作，还配备了水下照明灯。

“螃蟹—2M”型电视装置技术特征

电视摄像机最大下潜深度：

无微光显示装置..... 50m

带有微光显示装置..... 30m

在微光显示装置水密窗平面上的视界

（在辨别盘（白色）的相对视距为0.3m时）

..... 0.4×0.6 m

试验表照度为25lx时，影像的清晰度：

水平线..... 450行

垂直线..... 350行

频率为50Hz时，电流电压

（额定电压偏差 $\pm 10\%$ ）.....220V

需用功率（不带照明灯）.....320W

装置重量（连同辅助设备

在内，无电源）.....不大于250kg

电视装置在气温 $-5 \pm 40^{\circ}\text{C}$

和水温 +5~+30℃下连

续工作时间.....12h

通过装在视频控制装置上的遮光筒，可以观察水下物体，并在明亮的阳光照明下用普通镜像型照相机从荧光屏上摄影。

潜水调查和观察潜水员在水下作业，还采用 АПТ-2π 型电视装置。该装置在传输管 ПП-П 上装有通讯电缆线路。带光学镜头的 KT-40 电视摄像机装在牢固的水密壳体内，并通过装在专门卷车上的电缆，与接收装置连接。接收装置设置在浮动设施上，它包括：波道部分(Б-231)、电源部分(БП-156)、通讯部分和控制装置(К-75)。电视装置与从荧光屏上拍摄影像的照相附件、功率各为1.3kW 的两个固定式水下照明灯，以及通讯器材配套。电视摄像机最大下潜深度为70m，水下能见度距离为0.5~0.7m，连续工作时间为12h。电视装置由电压为220V 的交流电网供电。装置重量为300kg。

水下物体可用各种国产（苏联）照相机进行摄影。这些照相机配用上工业部门生产的通用型摄像箱，使之能防水（УКП—配 ФЭД 和“卓尔基”照相机，КПФ—配“斯塔尔特”和“泽尼特 3м”照相机）。日本尼康公司生产的“尼柯诺斯 II”和“尼柯诺斯 III”型照相机适于水下摄影。这种照相机为水密壳体，照相机的控制机构，通过填料密封圈引到外面。它们的水中重量为270g。照相机配有焦距为15和28mm 的广角镜头。曝光时间范围为1/30、1/60、1/125和1/500，工作深度为5m，画面尺寸24×36mm。该公司还出产水下曝光计“赛康尼克”和闪光灯“尼考尔”。

水下摄影是一个相当复杂的过程。只有经过专门训练的潜水员，才能够掌握它。在超过6m 的水深处，鉴于周围介质吸收红光和黄光，为了改善光色的传送，需要应用黄色和橙黄色滤光镜，并且使曝光时间约增大一倍（按曝光计）。此外，必须养成习惯，将镜头调到清晰状态，因为镜头应定位在距拍摄的物体实际距离约3/4的视距上。当在深度小于3m 的透明水中摄影，可以不用人工照明。在深度大时，必须用水下导光照明灯照明。

为探明深埋在水底的管线的平面和剖面位置，采用线路探测器 ПТИ-1М 会收到很好的效果。其工作原理基于电磁感应。在结构上，它由两个带有金属壳体的便携式构件组成，即振荡器部分和探测器部分。

振荡器技术特性

连续振荡状态，输出功率.....10W

振荡器需用功率

连续振荡状态不大于1.5kW

信号断续不大于1.2kW

频率 $1000 \pm 50 \text{ Hz}$

电源电压（自给直流电源） $12 \pm 15\% \text{ V}$

外形尺寸..... $210 \times 150 \times 70 \text{ mm}$

重量.....2.5kg

潜水员用磁场接收器-探测器，与天线共同装在圆柱体内，用来探查管线。

探测器技术特性

电阻..... $20 \sim 100 \Omega$

谐振频率.....1000Hz

电源.....3节电池，型号

ΦМЦ-2.25（成套）

极限工作深度.....达40m

外形尺寸..... $450 \times 180 \times 35 \text{ mm}$

重量.....1.2kg

线路探测器工作气温 $-40^{\circ} \sim +40^{\circ} \text{ C}$ ，它与潜水电话通讯线路并联。借助于转换开关，接通讲话或者收听探查信号。需要时，可在探测器输出端，接上指针式仪表。

在调查水下混凝土结构过程中，可能需要确定混凝土的强度。为此，可用一套仪器，在不切样和不破坏结构完整性的情况下，完成混凝土的调查。

主仪器 ПИГБ-2（球形冲模冲击作用）用于在混凝土表面和