

深海海底的自动摄影

Н. П. 曾凱維奇

(苏联科学院海洋研究所)

近几年来,水下摄影在研究海底的許多方法中开始占着重要地位。这种方法为海底表面地质学和生物学的研究开辟了广阔的前途。

水下摄影可以判断底栖动物区系的质和量的组成,以及它们的栖息条件。海底摄影测量也许是研究海底动物生存活动痕迹的唯一方法,这种痕迹在用取泥器和拖网获得的样品中照例是完全不会保留的。现代海底动物区系痕迹的研究,已经引起了地质学家的极大兴趣,因为可以用这些痕迹和在陆地进行地质调查时、在沉积岩中所找到的动物区系的化石痕迹相比较,以说明形成这些岩石的条件。

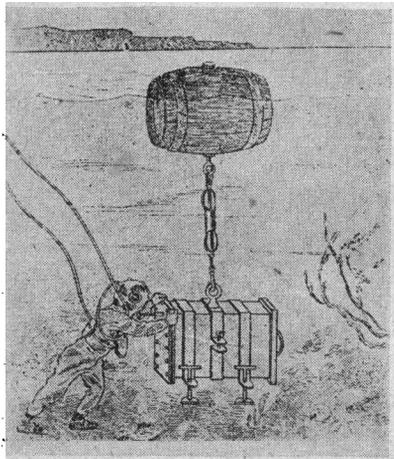
摄影清楚地反映出海底表面的微地形和形成微地形的沉积物的特性,同时也能研究基岩的露头和产状要素。

水下摄影可以判断海底表面产生的种种过程——底流,及其对海底景观发展的影响,剥蚀作用或海底沉积的堆积作用等等。

水下摄影可以广泛地用来解决各种实际问题:发现和调查沉没的船只;调查港湾建筑,航路和一系列其他的专门目的。

一、海底摄影技术的发展

1893年,法国人路易·布坦(Луи Бутан)第一次在地中海进行海底摄影获得成功。布坦的摄影箱是一个在海底由潜水员操纵的、繁重而不灵活的设备(图1)。后来,在1899



年,布坦设计了一个自动摄影机,这种摄影机在海底应当是不用潜水员协助而工作。但是,由于仪器过重,以及缺乏适当的光源,这种设计就未能实现。

在布坦之后,曾有过制造水下摄影箱的多次试图,但由于当时没有适合于这一目的的轻便象机及足够强度的小型闪光灯,所有这些试图亦同样归于失败。

在三十年代初期,出现了拍电影胶片的小型摄影机,这就促使人们普遍地开始注意水下摄影问题。许多学者及摄影师——运动员穿着轻便的潜水服或简单地潜水时,手持密封在防水匣中的摄影机,摄得了大量的水下照片,这些照片显示了自然状态的海底及动物区系。

图1 路易·布坦的摄影箱

Рис. 1 Подводная фотокамера Луи Бутана (1893 год) (Ivanoff., 1953)

这些研究者的工作,由黑白摄影开始,經优秀的彩色摄影到成部的銀幕上演的电影摄影。这些摄影的光源多是太阳。在談到这种工作时,不能不联想到象哈斯(Хасс,德国人),庫斯托(Кусто),玖瑪(Дюма),列比科夫(Ребиков,法国人)这样一些水下摄影及电影摄影的热心家們。

在苏联,第一次带象机到水下的是电影摄影师。1937年林德別尔格(Линдберг)在黑海的巴拉克拉瓦(Балаклава)为海洋生活的科学普及影片拍摄了海底部分和动物区系。

战后,苏联科学院海洋研究所海底及海岸地貌研究室也开始利用手操縱的象机进行水下摄影工作。研究所的科学工作者符·伊·布丹諾夫^[1]曾进行过,并且,目前正在进行着这些工作。

这里,我不准备逐一地來說明由潜水員在水下操縱的一些鏡箱的結構。这些鏡箱的結構非常簡單,它們通常是普通的、密封在防水罩中的摄影机,它的操縱桿通过封密帽向外伸出。在我国,以及国外的許多文献中都記載着这些結構^[2,5,17]。

本文中我将討論在潜水員活动范围以外的海底巨深处借自动摄影机进行摄影的技术。

1899年,在布坦工作之后,曾有許多人企图制造这种仪器。但是,用自动象机拍摄深海底景物,第一次拍摄成功的还只是在1940年,由哥伦比亚大学和 Woods Hole 海洋研究所的依于(Ewing),韦恩(Vine)及沃尔捷尔(Worzel)所完成。他們制造的象机,在战争时期曾在北美东海沿岸順利地用来寻找沉船。此外,施帕尔德(Шипард)和厄美里(Эмери)将它用于来确定海底特性及調查加利福尼亚沿岸水下峽谷^[6,11]。

依于,韦恩,沃尔捷尔曾設計和制造了一些海底摄影的自动装置,这些装置按其結構性质可分为两种类型:自游型及吊掛型。这些装置的光源是单次閃光灯,所以仪器放下去一次,总共才能拍得一张或二张(用两个閃光灯时)海底照片。

自游型装置制造得比水輕,在它的結構中安有浮筒(一般地是装有汽油的筒)。这种装置是借鎮压作用而放入海底的。它在海底摄影后,鎮压負荷就借时針装置或依盐块的溶解而解脫,装置就浮到水面来了。当然,装置在水下要經過很长一段時間才浮到水面上来,而不是那么簡單地就可見到,这也正是这种結構的主要缺点。

吊掛型海底摄影装置制造得比水重,其昇降是用船上的纜繩絞車。

两种类型装置的零件都是順着垂直桿安装的。上部固定摄影机,中部稍靠下——光源,而最下部——附探錘的开关装置,各个另件的这种装配是最合理的,而且,直到現在,几乎所有用于水下自动摄影的仪器都采用这种方法。

1951年, Woods Hole 海洋研究所的美国人奧韦恩(Owen),借他設計的水下摄影机,拍得了深5500米海底的精彩照片;这次摄影到最近仍是一項記錄。他首次地采用了立体摄影机来拍摄海底^[15,16]。

在五十年代的初期,在英国和日本也开始用自动摄影机进行水下摄影。这些工作,主要是为了生物学的研究。英国人的装置中用于照明的是鎢絲灯,由船舷外的电纜供电^[20,21]。日本人則采用了一种相当复杂的仪器,在其中安装了几个单次閃光灯,这些灯在水中輪流发光,由船上供电。在这种情况下,摄影的最大深度不超过350—400米。

最近几年来,深海摄影技术迅速地发展了。随着脉冲放电管——电子闪光灯的出現,就有可能制造出在水体中以及任何深度海底上摄影的仪器,它們放下去一次,就可进行几百次拍照。

这些仪器中有一种是厄美里(Эмери)的海底摄影机,从外形来看很象比勃(Бийб)的測深球。海底摄影机的球体内部,有带大量电影胶片 35 毫米的摄影机及附供电设备的电子闪光灯。海底摄影机在水下时,無論是在水体中,还是在海底上都可进行間隔几秒钟的連續摄影。可惜,这架独创的仪器,在第三次放下去时沉放了。

在設計深海海底工作仪器时,必須这样来考虑象机和光源的外壳,就是它們得經受住海洋底部的巨大压力。在抗压与防水方面,最理想的是球体。这种形式厄美里在設計自己的海底摄影机时也采用了。可是,球体里安装象机是很不方便的,因为不能利用的地方太多,而且整个仪器也有些笨重。另外,制造这种球体也有着巨大的技术困难。

厄加尔頓(Edgerton)采取了另一种比較简单的、也是較为正确的方法;他把深水象机放到长形鋼筒内^[10]。这种鋼筒既能出色地抗压,而且,在鋼筒里面安装象机也很方便。他采用标准的不銹鋼筒来作象机和光源——电子闪光灯的外壳。

厄加尔頓的水下象机可装 30 米的电影胶片,每次下水拍摄 800 张,摄影的間隔時間为 10—15 秒。1953—1954 年卡利蒲索号(Калипсо)在地中海調查时,曾用这个象机对海底表面和水体进行了摄影。此外,厄加尔頓的象机在 1954 年曾安在法国 Фрис-3 式探深球上,一齐下放到地中海和大西洋达腊尔(Дарар)附近 4050 米深的地方^[9]。

为了确定象机接触海底的时候,厄加尔頓利用音响指示器,它是装置在象机上的一种超声波发射机。发射机每秒钟发射的訊号由声納接收,只要象机一接触海底,訊号就終止了。鉸車旁边的技师就制動纜索。

1956 年夏天,基斯卡韦里“Дискавери-II”在北大西洋东北部的調查中,采取英国人罗頓設計的水下摄影机,它是装有海底接触音响指示器的自动象机^[13]。这个象机有趣的地方是罗頓采用了托尔恩代克补偿镜头来減少色象差和变形^[18,19]。这些現象对空气中使用的普通镜头在水下摄影时是不可避免的。

貝克(Baker)利用了稍加改变的罗頓象机,拍摄了深水烏賊^[7]。

有趣的是,最近几年来,各个国家的各种調查者所作成的自动摄影装置,按每个結構說,各个之間的区别很少。因此,可以認為,現在已造出了一种最合理类型的深海海底自动摄影机。

遺憾的是,應該指出,尽管制造出来的水下象机为数不少,但是科学用摄影机暂时还不多,尙未具有使人十分滿意的性能。

二、苏聯海洋研究所設計的海底摄影机

苏联对潛水員活动范围外的、深海底的摄影工作,于 1953 年在苏联科学院海洋研究所里开始了。該所在 1953 年夏天所制的第一架水下象机是个够大的装置,在 150 米以內的深度下可以連續拍摄 5—6 张照片^[3]。在这架摄影机里采用了“机械人”的机器,在它上面是控制瞬时开关的螺絲管继电器。采用聚光灯作为光源,用电纜从船上給摄影机輸电,使用这部仪器是很复杂的,尤其在天气晴朗的情况下。

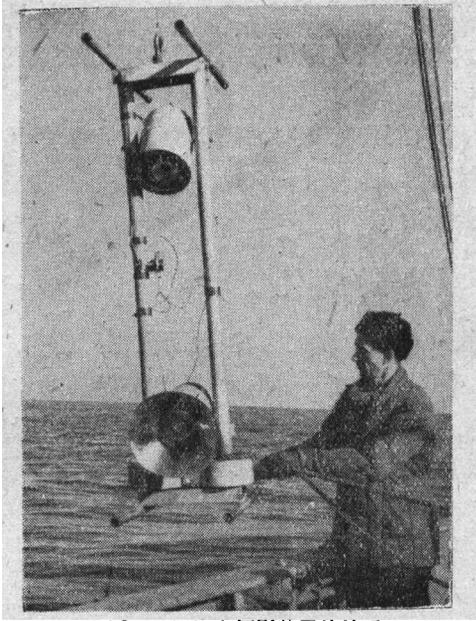


图2 深海海底摄影装置的外观

Рис. 2 Общий вид установки для глубоководного фотографирования морского дна.

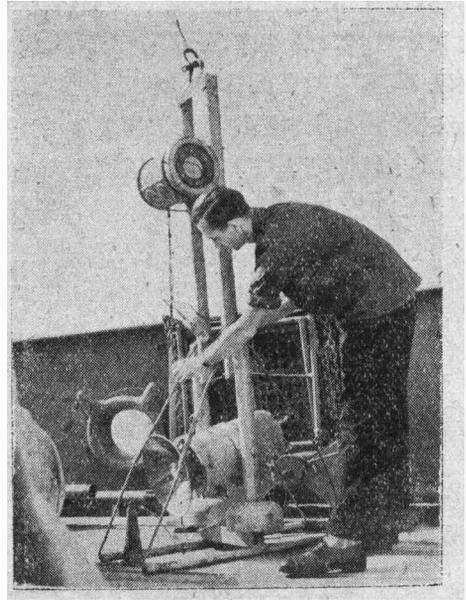


图3 海底摄影立体装置的外观

Рис. 3 Общий вид стереоскопической установки для фотографирования морского дна.

这架象机在“勇士号”(Витязь)第14航次中用来研究千島羣島和科馬多島区域海底表面的特性。

1954年,海洋研究所曾設計并制造了第二个海底摄影机,来供我国远东諸海3.5—4千米不同深度上使用^[4]。該装置是有自給电源的全部自动化的仪器,它所采用的海底摄影照明是单次“Ф-1”型閃光灯,因此,装置下水一次只能拍得一张海底照片。

当象机和光源接触到海底表面成一角度时,仪器的瞬时开关与閃光灯“Ф-1”同时就自动作用,有了开关的这种机械装置,沒有象机和光源之間外部的电源連接也是可以的,这样,整个結構防水反为可靠。因为,装置中按裝电纜和插头的地方,常常是防水最弱的地方。

如果不考虑开关机构的区别,那么这个装置大体上与依于,韦恩和沃尔捷尔的仪器相同。

上面所述的象机,在1954年,“勇士号”第19和21航次中,在千島羣島地区摄取了海底表面的镜头。

1956年夏天,在黑海順利地試驗了海洋所新設計的水下摄影机。图2就是該象机的外观。此机与上述的种种象机有很大的不同之处。它采用的光源是“ЭВ-1”型电子閃光灯,因此可以进行多次的拍摄,估計新象机可以在大洋的任何深度上工作,一直可到大洋深海沟最深的地方。

1957年的夏天和秋天,“勇士号”在按国际地球物理年研究項目所执行的第一和第二航次中,在太平洋底部用这台象机进行摄影。

后来,1957年夏天,在“勇士号”上又設計并制造出两个镜头的海底立体摄影机(图

3)。海底立体摄影较普通摄影有许多优点。在立体拍摄的照片上,很清楚地看到很多比普通象片更细微的地方,象面也大。除此以外,立体摄影有可能测量微地形的各种形态、动物区系、基岩的露头和其他位于海底的物体。

在“勇士号”按照国际地球物理年的研究项目、所执行的第二航次中,在太平洋中心地区 6000 米的深处,成功地使用了这套新的立体摄影机。

下面就是 1956 年和 1957 年两个照象机装置的另件。

三、海洋摄影装置的结构零件

1. 象机的框架 每个装置的各别部件都配置在钢管焊成的、巨大而沉重的框架上(图 2,3),架子上部固定着摄影机,下部是光源。中部安装着一个不大的、能够转动的水银开关(金属块),用钢缆联结着探锤,用 20—30 公斤重的生铁块来加重框架。整个装置的重量为 200 公斤。在很深的地方工作时,为了用铰车测力计确定装置接触海底的时间,这样来加重结构是完全必要的。

为使装置在不工作时能立在甲板上,它的底部横接附有支杆的钢管。

沉重而牢实的框架,能安置任何辅助仪器,例如,“勇士号”近来的一个航次中,在框子上起先按装的是取泥器(15 × 15 厘米),后来是 70 厘米的小取样管,在摄影的同时,可以利用它来取海底沉积的样品。

2. 象机和光源的外壳 象机和光源安置在用五号钢制成的、厚壁的防水外壳里。外壳(图 4 A 和 B)是两端用厚圆盖封起来的圆柱体。后圆盘用螺栓固定在外壳上,黄铜电引线(插头)在后圆盘上,其装置见第四图。前圆盘用手容易松动的外加螺帽紧固在外壳上。利用外加螺帽调整仪器安装中斜扭,而且,还大大地简化了摄影装置的操作。

利用直径为 5 毫米的圆橡皮(橡皮绳),如图 4 所见之大小,作成橡皮环来密闭外壳。照明设备安置在象机外壳的前圆盘上。光源的前圆盘上安装着半球体的灯罩,其中为脉冲电子管。

象机外壳的安装还有些另外的方法(图 4 B)。这种象机装置有两个透明窗的圆盘,它安装在底座圆筒的侧面。这个外壳用卡环从侧边固定在框架上。

3. 透明窗 象机前的透明窗和光源的外罩由一种有介电性质的有机玻璃(多甲基胺脂酸树脂)作成。这种玻璃按其光学和机械性质以及加工的容易来说,我们认为它是水下摄影机所需的、最合适不过的材料。透明窗的外貌为截面圆锥体的盖形。它的厚度比它的直径大一些。这样,在实际上它们才能经受住任何的(自然是这种玻璃所能经受的)压力。光源的透明窗和外罩的安装见图 4 A, B 和 B。

4. 象机 所采用的是带有“Юпитер-8”镜头的 ФЭД 象机(图 5)。由于我们的装置主要是为了在深水下工作,那里透不进阳光,所以就不需要瞬时开关,为了简化机件的结构就把它取掉了,这样,就成为简单的牵引机构。

利用 МН-145 小电动机带动联结绕有胶捲的旋鈕的减速齿轮(减速器)来运送胶捲。

象机的立体装置(图 6)很简单,就是由两个宽角镜头“Юпитер-12”和小电动机带动牵引机构组成。两个镜头之间的基距为 9 米。每个镜头(各有胶捲来进行拍照)把景物摄在各自的胶捲上。胶捲从一个暗盒伸展到另一个暗盒里。这样,就无须要反绕,而且,没

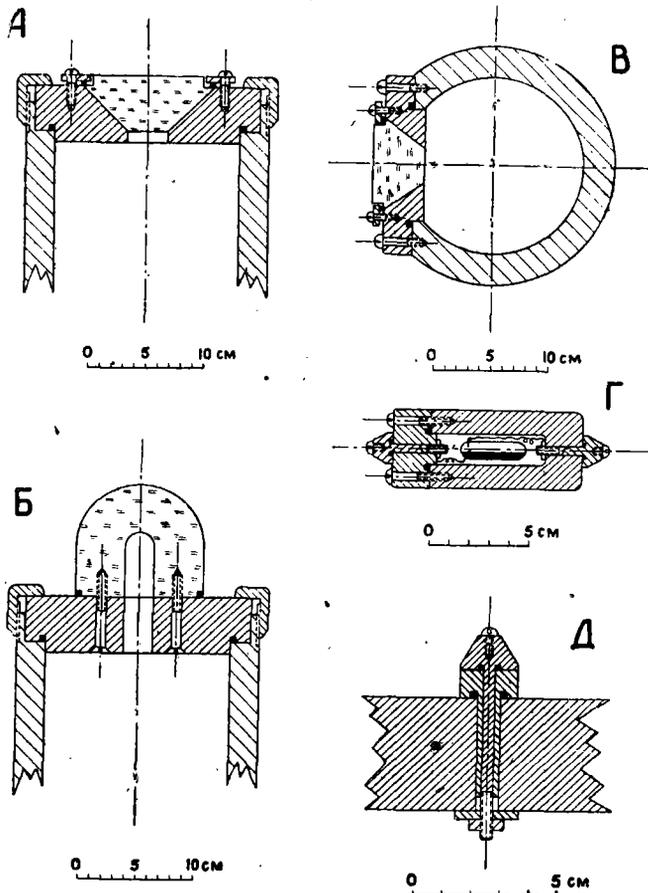


图4 苏联科学院海洋研究所水下摄影装置主要机件的結構。

- A. 带有透明窗的象机外壳;
 B. 光源的外壳;
 C. 立体象机的外壳;
 D. 水銀开关;
 E. 插头的結構。

Рис. 4 Устройство основных узлов подводных фотоустановок Института океанологии АН СССР.

- A. Корпус фотокамеры с иллюминатором;
 B. Корпус источника света;
 C. Корпус стереокамеры;
 D. Корпус ртутного выключателя;
 E. Устройство фишки.

有暗箱也是可以进行工作的。

充装两个胶捲可提高象机的工作效能。例如，象机同时可以在各种(彩色和黑白)或者在同样的胶捲上拍照,只是需用各自的镜头。

5. 光源 两个装置所采用的光源是我国工业生产的电子闪光灯 ЭВ-1 (“Молния” 閃电牌),不作任何重大修改就可按装在平底架上(图7)。闪光灯的电源是用300伏特的電池(ГБ-300 №2)来供給的。

电子闪光灯在海底表面1.5—2米的距离內和用感光度約为200国家单位的“B”型电影胶片摄影时,象机的光圈可以調整到8左右,就可以得到完全正常密度的底片。

6. 开关的設備 裝置的电路接通和动作,是由于探錘接触到海底时,回复弹簧和探錘纜索松馳的影响,使水銀开关迴轉而进行的。水銀开关(金属块)放在由一种介电性质的有机玻璃(多甲基敗脂酸树脂)作成的防水厚壳里(图4Г)。在它上面有两个向外突出的黃銅插头,以連接象机和光源間的电路。

探錘纜索的收放,可以由摄影时欲拍摄的面积;亦即海底面积的大小来决定。

7. 摄影裝置的电路 简单的电路控制着普通的和立体摄影机的电动机。

普通的摄影裝置以下列方法工作。当探錘接触到海底时,水銀开关PB(图8)就翻

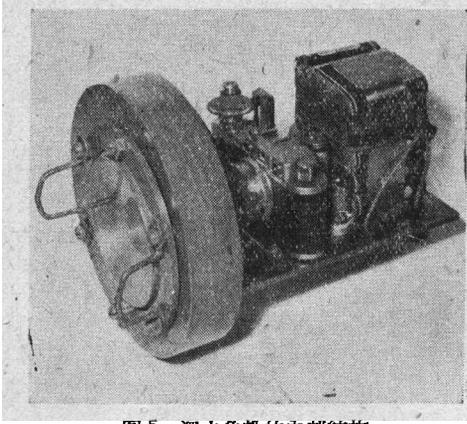


图 5 深水象机的内部结构

Рис. 5 Внутреннее устройство глубоководной фотокамеры.

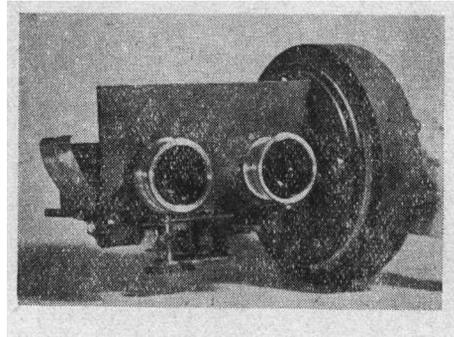


图 6 立体象机的内部结构

Рис. 6 Внутреннее устройство стереокамеры.

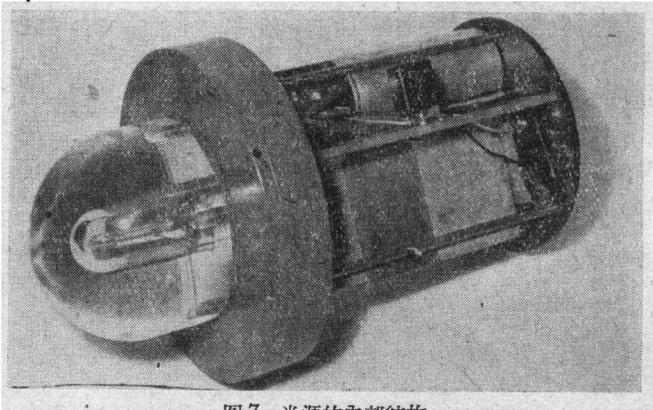


图 7 光源的内部结构

Рис. 7 Внутреннее устройство источника света.

轉过来,打开光源 ИС 外壳里面的继电器 R4 的电流。靠继电器 R4 的动作,闪光灯 ИС-50 即进行闪光,同时,继电器 R3 (在象机 ФК 外壳里) 中通过电流,首先接通电子管 Л1 和 Л2 的灯絲。第一个电子管的灯絲上接入 20 伏特,第二个电子管上——8 伏特。由于第一个电子管灯絲上电压的强烈增高,电子管即开始导电,約需 1.5 秒。因继电器 R3 的动作,接通这个电子管的板极触点。

继电器 R1 开断电子管 Л1 的灯絲和接通电动机 ИМ,并开始带动胶捲。这个电动机工作約 10 秒,此时间間洽为电子管 Л1 变冷所需的时间,此后,继电器 R1 将电动机断路。

为了使继电器 R1 不再接通电子管 Л1 的灯絲,以免上述的动作程序重复进行,則在电路中接入一个保险的电子管 Л2。此管的絲压为 8 伏特,电流只在 6—7 秒后开始流通。这样,这个电子管屏极的继电器 R2 切断电子管 Л1 的电路,直到灯管能够变冷,也就是直到继电器 R1 断路的时候为止。

在水銀开关未接通之前,灯管 R1 的电路一直是不通的。这样,整个装置不管在海底停多少时间,它只进行一次曝光。而电动机带动一次拍摄所需的胶捲长度(6 厘米),要拍摄下一张照片,只得把仪器拿起来,然后重新移放在海底上。

这种保险装置在深水工作的情况下是十分必要的。因为,这时,尤其是在天气晴朗的时候,仪器接触和离开海底时候的感觉不十分明显,因此,整个装置常常倒在海底很长的时间。

这种装置在每个站放下去一次,可以摄得 18—20 张海底表面的照片。

立体象机的电路比较简单(图 9),因为它里面采用胶捲的連續拉曳装置。拉曳的速度每分鐘为 8 厘米,这样,和普通摄影装置一样,当装置接触到海底时,继电器 R4 开始动作(在光源外壳内),脉冲电子闪光灯闪光。此外,继电器 R4 接通象机外壳里的电子管 J1。这个电子管的灯丝上接入 12 伏特电压,因此,灯管經三秒钟后才能导电。

电子管 J1 的屏极接通着继电器 R,继电器 R 又接通电动机 ИМ。在这个继电器上,装着鎖鍵,保持着短路时的接触。

因为,电流在接通以后,电子管需 3 秒钟才开始导电,所以,继电器 R 的动作,不在装置接触到海底,即水銀开关接触点通路的时候,而是在此之后的三秒钟才开始动作。

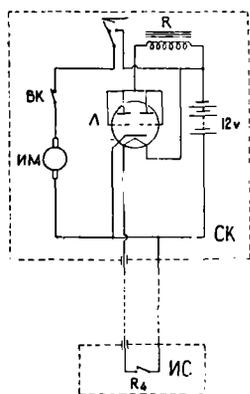


图 9 立体象机的电路图
Рис. 9 Электрическая схема стерео-установки.

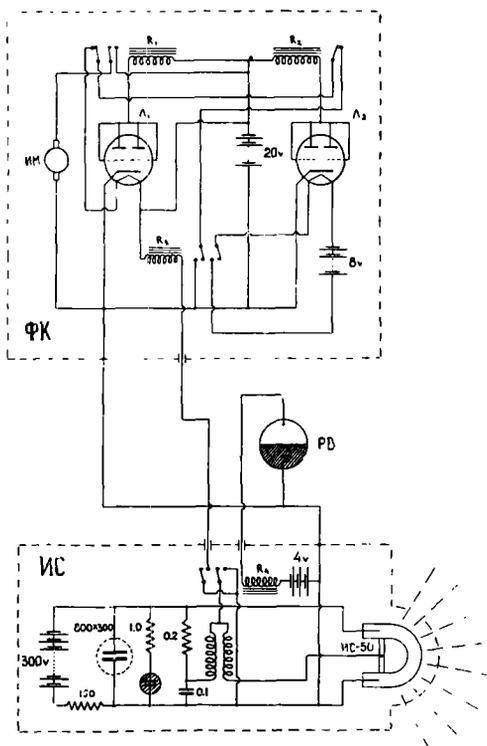


图 8 深水象机的电路图

Рис. 8 Электрическая схема глубоководной фотоустановки.

这种情况很重要,因为,如果不这样,甚至由于多次地振动和碰撞装置,那电动机有可能被接通而带动胶捲。在这种情况下,水銀开关中的水銀可能濺动起来,接触点会被接通的。这些偶然的碰撞在仪器拿到船舷外面和放入水中的时候是避免不了的。

在立体象机的电路中接着一种当全部胶捲捲完时,用专门开关 BK 关闭馬达的装置。

立体象机也可以摄取成套的海底照片,为此,象机得多次地放到海底上和拿起来,悬空在海底上面,間隔的停留約为 1 分钟,在这样一些時間間隔里,胶捲的儲备够拍 15—18 张照片用。

象机,光源和水銀开关之間用截面积为 1×1.5 的水用电綫連接,它的末端固定在黃銅插头上,为免电流接触海水,并造成損耗,在插头和电綫現露的金属部分上,套上一截橡皮管,管口上厚厚地塗上固体滑潤油和工业用凡士林。

四、工作效果

上面已說过,1957 年夏秋,調查船“勇士号”在执行国际地球物理年研究項目的第一和第二航次中,以及其他的調查中,利用上述装置广泛地进行了海底摄影工作。两次航



图 10 900 米深度下海洋底部的照片。
水下山頂。北緯 13°21' 西經
173°21'

这片照片和第 11, 第 12 照片所
摄取的面积约为 1.5×1.5 米。

Рис. 10 Фотография дна океана на
глубине 900 метров. Вер-
шина подводной горы. 13
21 с. ш. 173 21 з. д. На
этой фотографии и на пос-
ледующих площадь дна
равна примерно 1.5×1.5
метра.

图 11 大洋 5820 米深度处的海底照片
北緯 10°52', 东經 153°50'

Рис. 11 Фотография дна океана
на глубине 5820 метров.
10°52' с. ш. 15°50' в. д.

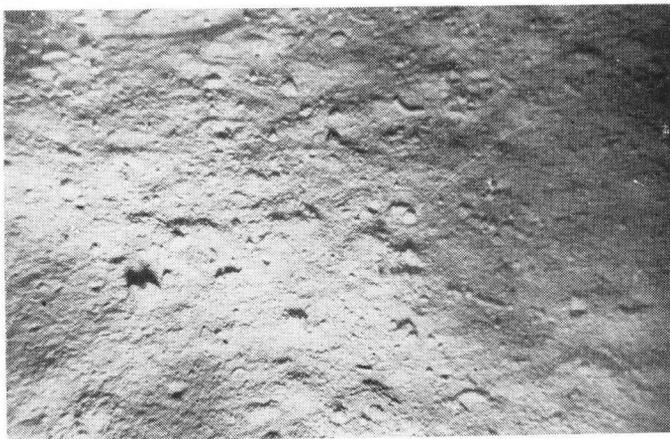


图 12 2400 米深度下的海底照片。南
緯 29°54' 东經 171°53'

Рис. 12 Фотография дна океана на
глубине 2400 метров. 29°54'
ю. ш. 171°55' в. д.



行中共摄取了 250 张海底照片, 这些照片摄取了各种类型的海底地形, 而其拍摄深度一直达到 5820 米。

摄影装置也放入过新西兰北部的 Тонга 和 Кермадек 深海沟里。第一次试验受压能力, 不带象机放到 Тонга 海沟 10,700 米的深度下, 装置的外壳出色地经受了每平方米一吨多的巨大压力。

摄影装置第二次试验是带着象机放到 Кермадек 海沟 9960 米的深度下, 并进行摄影。但是, 海沟底面为稀泥所盖, 使装置显然就全部沉于其中, 而结果所得到的仅六张模糊的沉淀物的照片。

Кармадек 海沟的底面上有这种稀泥, 显然, 是关系到水下地滑及其所引起的悬浮流, 这是大多数深海沟山麓所特有的现象。

第 10, 11, 12 照片所摄取的是海洋底部各种地质和地形的形态, 第 10 海底照片摄于太平洋中心地区里, 调查船“勇士号”所开辟的水下山峰顶上 900 米深的地方。这里的海底是岩石的, 几乎完全没有沉积层, 应当提出, 在这类性质的底面上用普通的取样管和通常一样地来取样那是徒劳枉费的。

第 11 照片摄自太平洋中心地区 5820 米的深度下, 这里, 底面复盖着红色的深海粘土, 可见, 海床并不是怎样平坦的。底面清楚地看见小丘, 凹地, 和显然由底栖动物, 主要是海胆类和多毛类所印下的行迹, 从海底取到船上的土壤样品中, 这类动物的这些痕迹是保存不下来的。

第 12 照片摄自新西兰北部 2400 米深度下的山坡上, 这个地方的海底是砂质的, 有些地方裸露着基岩和巨砾。照片的底部是一个不大的管海参和它前进中所留下的痕迹。砂子的表面很清楚地证明着由于强大的底流而形成的波纹。从前认为这些波纹只有在浅水里有, 利用水下摄影就可以确定, 波纹在底部海水强烈运动的条件下, 任何深度之下都可以形成^[4]。

因此, 调查船“勇士号”在调查中所进行的海底摄影工作, 为海洋地质学家和生物学家提供了很珍贵的资料, 从而扩大了海洋调查中, 用普通方法所获得的关于海底结构及其上面棲息的动物区系的知識。

(莫長龍 譯 金翔龍 校)

参 考 文 献

- [1] Буданов В. И. К методике изучения морских берегов. *Тр. Ин-та океанолог. АН СССР*, т. у. 1951.
- [2] Буданов В. И. и Ионин А. С. Фотографирование под водой. *Журн. Советское фото*, № 2. 1957.
- [3] Зенкевич Н. Л. Новая установка для фотографирования морского дна. *«Природа»*, № 8. 1954.
- [4] Зенкевич Н. Л. и Петелин В. П. Фотографирование морского дна. *«Природа»*, № 6. 1956.
- [5] Устинов Л. Человек входит в море. *Журн. Советское фото*, № 4. 1958.
- [6] Шипард Ф. Геология моря. М., *Изд-во иностр. лит-ры*. 1951.
- [7] Baker A. de C. Underwater photographs in the study of oceanic squid. *Deep-sea Research*, v. 4, N2, 1957.
- [8] Cross E. K. Underwater photography and Television. *Exposition press. New York*. 1954.
- [9] Edgerton H. E. Photographing the Sea's Dark Underworld. *Nat. Geogr. Mag.* N4, 107, 1955.
- [10] Edgerton H. E. and Hoadley L. D. Cameras and Lights for Underwater Use. *Journ. of the SMPTE*, v. 64, 1955.

- [11] Ewing M., Vine A., Worzel J. L. Photography of the Ocean Bottom. *Journ. Opt. Soc. Amer.*, v. 36, N6, 1946.
- [12] Ivanoff A. Progrès récents de la photographie sous-marine. *La Nature*; septembre, 1953.
- [13] Laughton A. S. A new deep-sea underwater camera. *Deep-sea Research*. v. 4, N2 1957.
- [14] Menard H. W. Deep ripple marks in the sea. *Journ. Sedim. Petrol.*, v. 22, N1, 1952.
- [15] Owen D. M. Deep Sea Underwater photography and Some Recent Stereoscopic Applications. *Photogrammetric Engineering*, v. 17, N1, 1951.
- [16] Owen D. M. Recent developments in deep sea photography at Woods Holl, H. Schenck and Henry Kendall "Underwater photography", Cambridge, Md., 1954.
- [17] Schenck H. and Kendall Henry. Underwater photography. *Cornell Maritime Press*, Cambridge, Md., 1954.
- [18] Thorndike E. M. A wide-angle, underwater camera lens. *Journ. Opt. Soc. Amer.*, v. 40, 823, 1950.
- [19] Thorndike E. M. Color-Correcting Lens for Underwater Photography. *Journ. Opt. Soc. Amer.*, v. 45, 584—585, 1955.
- [20] Vevers H. G. Photography of the sea floor. *Journ. Marine Biol. Assoc.*, v. 30, N1, 1951.
- [21] Vevers H. G. A photographic survey of certain areas of sea floor near Plymouth. *Journ. Marine Biol. Assoc.*, v. 31, N2, 1952.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ МОРСКОГО ДНА НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

(Резюме)

Н. Л. Зенкевич

(Институт океанологии АН СССР)

В настоящей статье даётся обзор развития техники подводного фотографирования в последние 65 годов. Подробно ознакомятся глубоководная и стереоскопическая фотоустановки конструкции Института океанологии Академии Наук СССР. Конструкции и детальные узлы данных двух фотоаппаратов излагаются на семи следующих пунктах: рамка фотоустановки, корпус фотокамеры и источника света, иллюминатор, фотокамеры, источник света, включающее устройство, электрические схемы фотоустановки. В заключение настоящей статьи рассказываются результаты подводных фотоустановок в практической работе.