

国外技术参考资料译文选之二十九

深潜艇的一些电气设备

国外造船技术资料编辑部

一九七二年二月

目 录

- 一、深潜考察艇推进系统的硅可控逆变转换器·····(1 — 8)
- 二、使深潜救生艇具有灵活的操纵性的交流电系统·····(9 —15)
- 三、用于深海的充油直流电动机·····(15—17)
- 四、水下照明和新光源·····(18—21)
- 五、新的没有耐压壳的水下灯·····(21—22)
- 六、深海用卤素聚光灯的研制·····(22—25)

深潜考察艇推进系统的硅可控 逆变转换器

[美] 洛克希德宇宙开发公司、洛克希德宇航公司

论 文 摘 要

本文论述了深潜考察艇在深海搜索时用的功率转换器的设计。转换器外壳强度被设计成能在6000磅/吋²的高压海水中工作。可调脉冲宽度/变频的实现是建立在开环控制基础上的。各种负载按经验来选择适当的脉冲宽度/频率方案。采用了单独的三相全波逆变硅可控整流桥式电路，其中不含损耗能量的元件，而且对负载的变化能自动地重调和补偿。

深 海 搜 索

洛克希德(Lochheed)深潜考察艇，总共需要如表1所列出的七个电动机驱动系统。这些系统由艇内120伏直流蓄电池供电运行，但有下列要求：

1. 可靠性好，
2. 效率高，
3. 重量轻，
4. 在4000磅/吋²海水压力环境下，能胜任工作，
5. 标准化，

因为现有的电动机驱动系统不能胜任这些深海搜索的要求，洛克希德火箭、宇宙开发公司承包了研制这些系统的业务。

表 I 电 动 机 驱 动 系 统

数 量	功 能	负 载	马 力	转 速 范 围
2	主推进器	科特整流((Kortnozzle)推进器	7.6	25.1
2	垂直助推器	导流推进器	7.5	25.1
2	水平助推器	水泵	7.5	恒速
1	液压泵	恒排量变冲程泵	5.0	恒速

基本系统的技术选择

因为每一系统必须由 120 伏直流电源供电运行，很明显，可以选择的方案似乎是控制直流电动机的电压。然而，直流电动机的整流子和电刷装置在可靠性和维护方面存在一些问题，所以这方案不能采用。达到所需能级的无刷直流电机（用恒磁转子和转子位置非机械传感器的同步转换器）还没有。因此，只好在无刷交流电动机和感应电动机间选择一种。最后选定的是三相 60 周鼠笼式感应电动机。

由于滑速高，用定频调压的方法，控制这种电动机的转速，除全速而外，显然是无效的。由此看来，在整个速度范围内，决定采用变频/变压控制方式，以保持差频恒定，从而确保电动机有效运行。这种控制方式具有交流无刷电动机特有的可靠性，构成了和直流电动机一样的优良控制特性。

保持转子差频不变的办法，可以用闭环或开环控制。用闭环控制系统，输入信号决定着转换器的频率。用高精度转速表测得电动机转速，并和转换器频率比较得到一差频，继而通过调节器调节电动机电压，使这个差频保持不变。这项技术非常适用于负载特性变化范围广泛的场合。然而，由于此处负载特性固定，较简单的开环控制技术是能够胜任的。因此，为了获得最大的效率，不得不采用开环控制来调节电动机的电压和频率。

转换器技术选择

有许多转换器电路均能适合于变压/变频装置，但是，要重视体积小，重量轻的选择要求。特别要注意：转换器约有一半的重量是由于要承受 4,000 磅/吋²的环境压力，重量轻的要求迫使采用尺寸小的部件，可是尺寸小的构件其重量又未必轻。例如：尺寸由大至小的变化，除重量轻的空心感应器以外，重的铁心感应器实际上减轻了装置的总体重量，这是由于较小的尺寸需要较小的壳体，而较小的壳体重量可以减至更轻。

对于一般变压/变频转换器的处理方案，是采用随电压调节器动作具有 100% 调制能力的转换器。因为调节器的滤波器略为大些、重些，这样一种脉冲宽度调制转换器更为合适。

尺寸和重量的要求，也决定了对这些功率的能级（约 10 仟伏安），与其用晶体管，不如用硅可控整流元件；与其每个硅可控整流器或一对硅可控整流器用一个网路，还不如用单独的逆变网路。

基于上述讨论的理由，选择就局限于脉冲宽度调制的硅可控逆变转换器，采用一个单独的逆变网路驱动三相、60 周鼠笼式感应电动机。

主 电 路

图 1 是主电路简化后的略图。桥式主电路共用了六只硅可控整流元件，因为负载是电抗性的，还用了六只二极管。桥路硅可控整流器触发顺序如表 2 所列，颠倒这个触发顺序，以实现电动机反转。这样得到的半速和全速的理想化波形如图 2 所示。

每个脉冲由触发硅可控整流器 7、8 和桥路硅可控整流器的特殊装置起动。这就会引起逆变电容器以约两倍于供电电压、经过感应器 L_1 的谐振充电。预期的脉冲宽度获得后，触发

表 II

桥路硅可控整流器触发顺序

1	2	3	4	5	6
×		×			×
×		×			×
×			×		×
×			×		
×			×	×	
×			×	×	
	×		×	×	
	×		×	×	
	×		×	×	
	×	×		×	
	×	×			×
		×			×

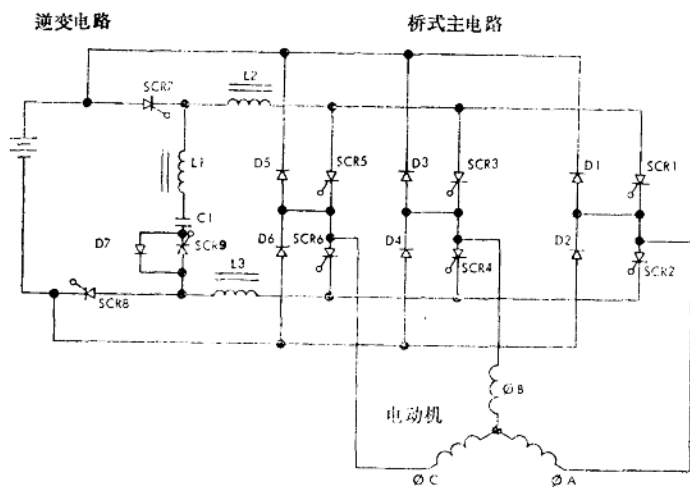


图1. 主 电 路

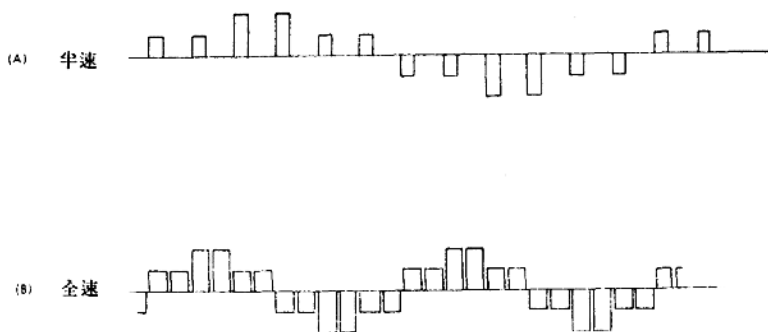


图2. 相对于中性点线电压理想化的波形

硅可控整流器 9, 使逆变硅可控整流器开始工作, 接着电容器 C_1 通过硅可控整流器 7 和 8 放电, 使负载直流逆变直至成为反向偏流, 然后, 通过桥路完成放电。逆变电路的工作与损耗元件无关, 而只取决于其固有的自动重调节机能。因为线电流上升, 电容器峰值电压轻度上

升，这样一来，有助于逆变电路对负载变化的补偿。

必须注意，每个基周有12个脉冲，其实，在全速下，只能提供6个大体上相同的波形。诚然，这将会引起附加的逆变损耗，但是，为了谨防电动机越过预期的速度范围时的磁场饱和，而必须这样做。

控 制 电 路

图3是控制电路的方框图。控制信号输入到一个电压控制的振荡器里，这个振荡器决定着转换器的频率。（在本应用中要求电动机转速和控制信号成线性关系。）控制信号还控制

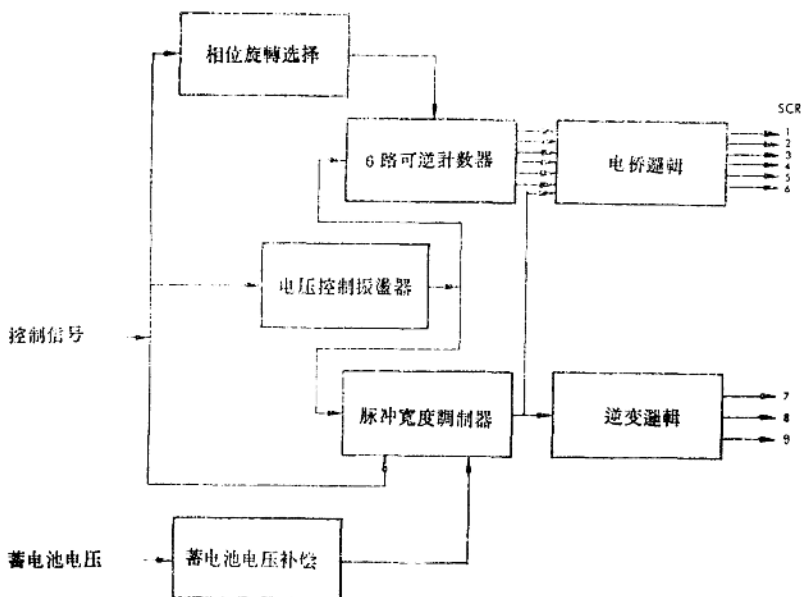


图3. 控制电路方框图

脉冲宽度调节器的输出，以便使脉冲宽度和频率之间有图4所示的关系。脉冲宽度/脉冲频率的整定值是在每个电动机转速下，给定最大效率时的最佳经验值，以使变化了的蓄电池电压得到补偿，这样就在任何既定速度下，保持电压脉冲范围恒定。

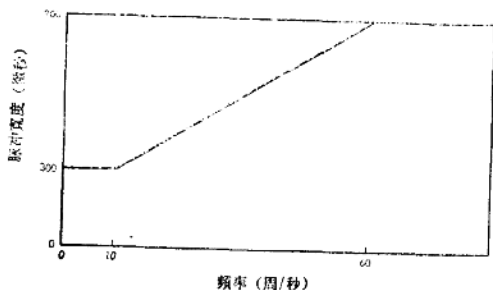


图4. 脉冲宽度/脉冲频率关系曲线

和脉冲宽度调制器的输出都输入到桥路逻辑电路，这电路产生的输出触发对应的每个桥路硅

可控整流器。脉冲宽度调制器的输出还馈送给逆变逻辑电路，这个逻辑电路，触发脉冲宽度调制器的脉冲起动时的硅可控整流器7、8和脉冲关断时的硅可控整流器9。

封 装

作为大量电子组合件封装，电路要求和工作环境决定了主要设计参数。要使包封的硅可控整流器逆变器控制设备能在8000呎深海下持久工作是极为艰巨的。封装准则由选择设计目标确定，这些目标就是可能遇到的尺寸、重量、可维护性及可靠性、安全等方面要求。考虑到上述诸原因后，决定设计一个电子组合器件耐压外壳，它能承受的最大工作压力是4000磅/吋²，再加上50%的最小安全系数。同时还能给硅可控整流元件，二极管和其它电子部件提供适当的冷却条件。耐压外壳的几何形状和它的特性所建立的最小包络面，就是连接在一块圆板上的两个半球形壳体。圆板可作为一个装艇结构，可作为硅可控整流元件，二极管的散热片、也可作为所有其它电子部件的安装座架，其上还直接用螺丝拧上主连接器等等。这个设计思想早在1965年就提出了，继后进行了一系列的详细的综合研究。

在1966年1月就进行了原型外壳制造与试验。虽然比现在的装置小些（内径14吋），但经过外插法及解析法数学计算，终于得到了现在这样的结构外形。

现在所采用的耐压容器（图5）是由两个完全相同的用7075铝合金圆形人工锻件，经机加工而成的法兰型半球壳组成。完成机加工前，该锻件经机床粗加工、退火和时效处理。根据这种材料的性能，在某些尺寸的保持方面特别是平直度方面存在若干困难。然而，这些困难可以通过延长毛坯粗加工以后的时效、采用洛克希德公司研制的机床设备和有关技术来加以克服。

连接半球壳的散热片（图6）是用3.50吋同样板材制成。在板的每一边有12个间隔相等

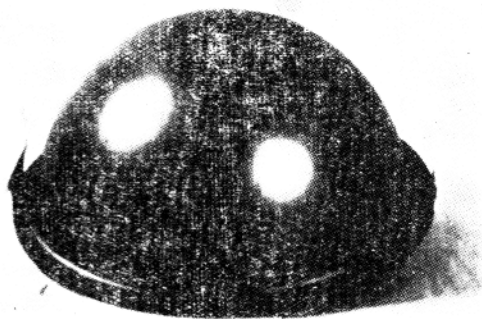


图5. 耐压半球壳

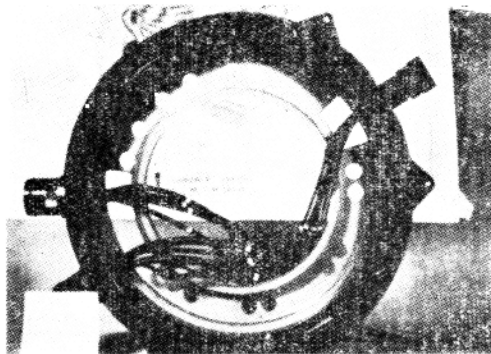


图6. 散热片

的插销把2个半球各自连接到板上，这种设计提供了双边可用性。用于接触面密封的O型环置于半球壳法兰和散热片板之间，能承受1500磅/吋²压力，在深度增大时，金属—金属之间的密封是借助随着深度增大而增大的压力来实现的。两个半球壳法兰和散热片表面加工到16μ/吋²的光洁度，这样既具有良好的热传导作用，又具有最佳的压力密封功能。

防护性表面光洁度——为确定海水腐蚀防护要求，进行了一系列的试验和研究。这些试验确定7075—76铝合金能有一些腐蚀，但并不象预期的那样广泛。LMSC提出的一系列材料

縮時腐蝕試驗与分析已經完成，并导出了这方面的有关公式。于是，需要曝浸在海水中5年的試驗，在72小时內就可完成了。根据这个結果，若将这个部件繼續(超过72小时)曝浸于海水中，可以預料其蝕痕深度为0.200吋。就時間而論，裝置計劃一定能完成，因为裝置連同其防护式表面光洁度一起受到盐水环境的影响。鑑于目前高压盐水腐蝕这方面的資料有限，所以用分析法来决定这些参数。

最后的工序是在二个部件上喷涂二硫化钼并烘干，接着油漆外表面，以确保其預期寿命。

电气连接器——用三只 Marsh 船用型高压水下连接器完成电气联接。第一只连接器饋送直流电給轉換器、第二只连接器饋送三相交流电給电动机，第三只连接器饋送控制信号給轉換器。

象图7所示三个连接器都座入板內，连接器加上O型环所需的总尺寸决定了該板的厚度。通常，用螺母把这种连接器固紧在压力艙上。但是，在本設計中，用具有275吋一磅的力矩直接配合把连接器装在板上。连接器是柔韌銅瓣式的，并作了密封。连接器壳是6061 T6 鋁合金制造的。因此，擰在连接器外壳和鋁板之間的螺絲是經過防腐处理的。

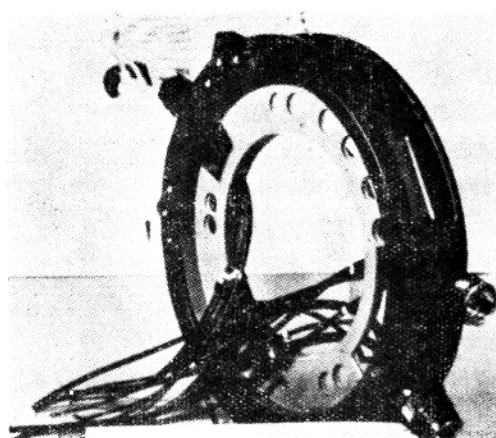


图7. Marsh 船用连接器

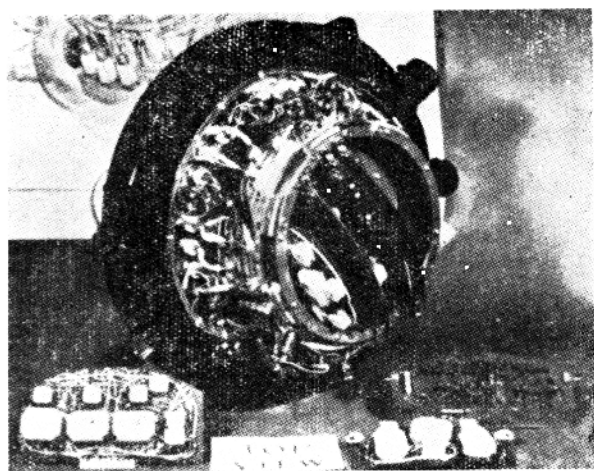


图8. 转换器组件

构件的安排——整个設計和主要构件的安排应尽可能地几何对称，且設計得容易更換。

10个硅可控整流器和7个二极管冷散热片圆周設置(图8)，直接嵌入机制鋁座块內，該座块作用和普通电器界面一样，起着散热作

用。由于鋁块和散热片板凹槽界面之間有坚固的氧化铝存在，从而实现了鋁块电气絕緣。这种复杂的安装尚有值得探討的問題，因为这种型式的构件，一般地是用螺母、紧固垫圈，双头螺栓装配的。鋁座块对置面安装5个扼流圈(图9)。因而，在此就尽可能地保持短的热通路和小的热阻。

大型电容器的外形做成半圆柱径度式，以便于两两背靠背地封装于一容器內。(图9)。四个支托架被用来保持这种封装，同时也用于安装，以使母綫格子籠(Bus bar card cage)組件(图10)与其对准。

由于大电流的要求，用鍍銀銅基母綫作为硅可控整流器和二极管的互相連接。母綫設計成能够适应各种排列的布綫方式，在接綫时并能提供阴极或阳极負載标记。这种适应性証明对未来的轉換器設計是有裨益的。母綫支架用环氧玻璃制造，鉚接在格子籠 (Card Cage) 圓周上。

一系列的印刷电路板的形状，設計成与半球壳內表面几何形状一致。(所有低能级邏輯电路都用这种方法封装) 用标准的未接地的印刷电路连接器完成元件互連。这种连接器可受接 0.093 吋双向板。连接器內部布綫形成一个矩陣，这个矩陣組成格子籠 (Card Cage)，从而提供了大功率元件之間的电气屏蔽。低能级电子电路板由用板型连接器联接在格子籠 (Card Cage) 上的独立的分組件构成。

硅可控整流器和二极管的部件，扼流圈組件，电容器包封組，印刷电路板，矩陣，依次装在散热片的板上，完成內部敷綫。最后，在装艇之前，整个装置要进行試驗。

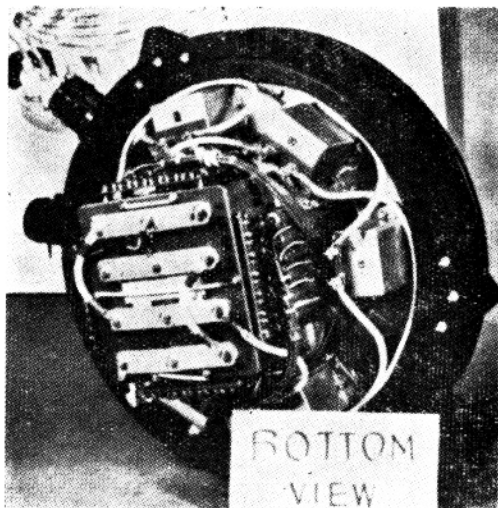


图9. 转换器组件

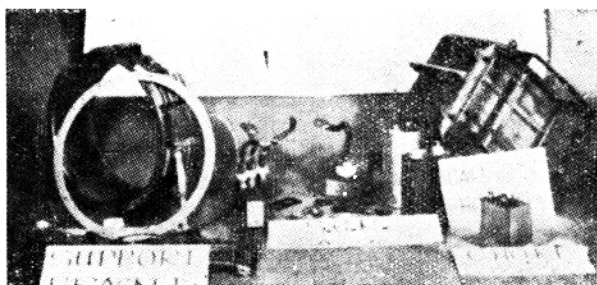


图10. 母线格子笼 (Bus bar card cage) 组件

性 能

电路的性能非常良好。全速和半速时，电压电流波形如图11所示。电压波形和图 2 理想化波形比較是良好的。电动机和轉換器組效率曲綫如在图12所示。对于深潜艇，这样的效率是足够了。达到的速度范围約为35:1，比要求的25:1稍好些。(对推进器負載，35:1速度范围就意味着1225:1推力范围) 从全速正轉至全速反轉响应時間 1 秒，对于深潜艇，这样的响应時間也足够了。

迄今，尚未遇到故障，汇总这方面的任何有价值的使用資料，毕竟为时过早。

结 论

轉換器不仅能滿足深海探索的要求，而且某些性能已超过这些要求。轉換器电路对軍艦、天綫操縱、放射性环境操縱和宇宙飞船伺服电动机等应用，显示了其自身的良好选择性。它

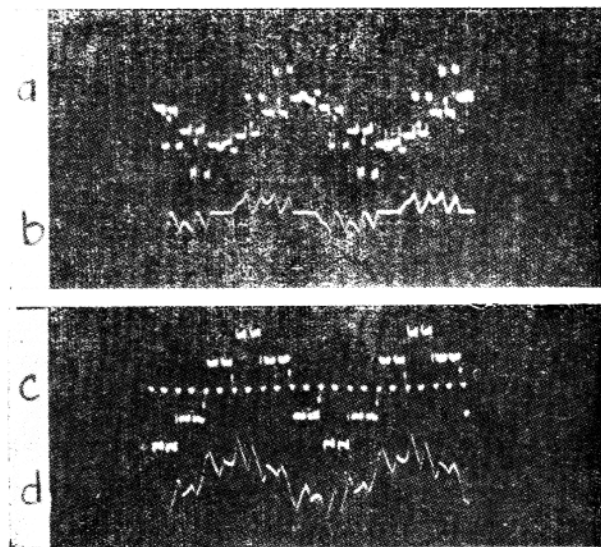


图11. 电压电流波形。

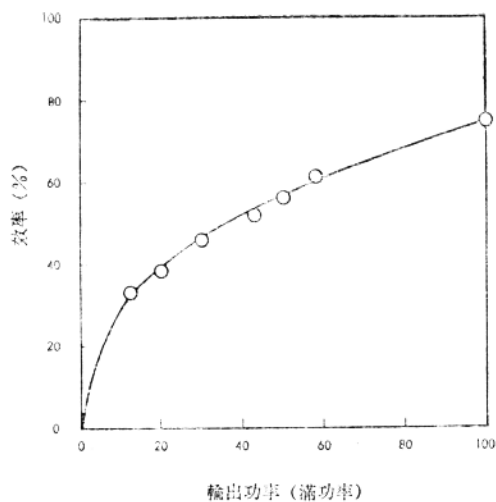


图12. 效率曲线。

不仅增强了可靠性和效率，并大大降低了初次成本。

如果机组采用较高频率，将使系统小型化。200 周频率似乎是逆变损耗和尺寸大小之间适度的折衷方案。在高频下，交流电动机亦可以采用阻抗很低的转子，且多半有合适的波形。对于一般应用，闭环转差控制有很大的好处，因为可以采用较高的电压，如 480 伏。此外，有待研制的技术是大功率硅可控整流器并联运行的占空因数（脉冲持续时间乘以脉冲重复频率）和用于大范围调速的每周更多（甚至可变）脉冲的研制。

〔译自（美）SAE Proc Aerospace Systems Conf. 670538 67(P-17)85—90〕

使深潜救生艇具有灵活的 操纵性的交流电系统

简介：美海军深潜救生艇，为完成其使命，要求有精确的定位能力。推进、操纵和液压设备采用以蓄电池为电源的交流电系统，就具有这种能力。

当第一艘深潜救生艇（DSRV）完工后，美海军就将有一艘能达到潜艇所不能到达的3500英尺深处的失事潜艇的救生艇。该深海救生艇由母潜艇携带到失事潜艇的附近，DSRV将自航探测失事潜艇，并与其逃生艙口接合，然后，一次可救24人到母潜艇。当不作救生用时，该艇可用于科学考查，例如用声纳绘制海底图等等。

因为在救生工作中，迅速前往是紧要的，所以，DSRV必须小而足够轻，以便由喷气式飞机方便地空运至世界任何地方。同时，其耐压壳体和外部装置应有足够的强度，以承受深海的巨大压力，因为救生艇有可能在5000呎深的深海工作，那里水压将高达2250磅/吋²。

DSRV还必须具有精确的导航和机动能力，以使其能够迅速地找到失事潜艇，并与之靠合。对DSRV的技术要求比一般潜艇多得多，因为救生操作时，不管多强大的水流和多缓慢的艇速（这会使一般控制设备灵敏度减小或者无效），艇位都必须控制在数吋之内。

海军综合了一种导航系统，它或者能用作精确的船位推测系统，或者和声纳合用以海为基准的精密导航系统。为了实现所需的机动性，威斯汀豪斯（Westinghouse）航空空间电气部，设计并提供了推进、机动和液压动力装置。这些装置的工程原理是成功地应用于深潜研究艇Deepster 4000上这些装置的原理的发展。

概 论

DSRV推进和机动系统是由1台15馬力主推进驱动系统、4台 $7\frac{1}{2}$ 馬力助推器驱动系统、和2台 $7\frac{1}{2}$ 馬力液压泵驱动系统组成的。主推进系统驱动艇后6呎螺旋桨，每个助推器则驱动艇艏和艇艉的横向和垂直方向的定位操纵螺旋桨中的一个。液压泵传动系统提供液力来开动各种控制设备和泵系统。每个驱动系统由一个固体控制器和一台交流电动机装置组成（见表1）

为了迅速地驶向救生深度，通过增加控制器输出频率10%（至60周），推进系统能输出20馬力以代替15馬力。若操作次数每30分钟限制在10次以内，则防止了控制器的温度过载。

各控制设备由艇内蓄电池供电，工作电压为100伏至140伏直流。每一控制设备都封在球形耐压容器内，以使其组件运行于可控环境中。

推进及助推电动机设备包括齿轮减速器在内，均充注流体，考虑到流体体积将随着外界水压和温度的变化而变化，故有压力外偿。液压驱动电动机浸在艇的液压流体内运行，毋须

表 I

DSRV 驱动系统主要性能

性 能	推 进 系 统	助 推 系 统	液 压 系 统
电动机装置和控制器在空气中重量(磅)	508*	279*	247
排水 量(呎 ³)	3.94	2.5	2.1**
满载效力(%)	60	60	70
额 定 值(軸馬力)	15***	7.5	7.5
輸 出 速 度(轉/分)	2—90***	12—590	3450
电动机反轉時間(某方向全速至90%反向轉速)(秒)	3.5	3.5	不可反轉

* 包括电动机和驱动装置的冷却流体。

** 仅包括控制器。电动机浸在液压系统流体内。

*** 有限時間內，工作在98轉/分20軸馬力。

减速齿轮箱。所有电动机均设计成能在2250磅/时²环境压力下运行。

电动机、传动装置和控制设备被接入完整的推进或助推器系统后,如图 1a 所示。从艇员

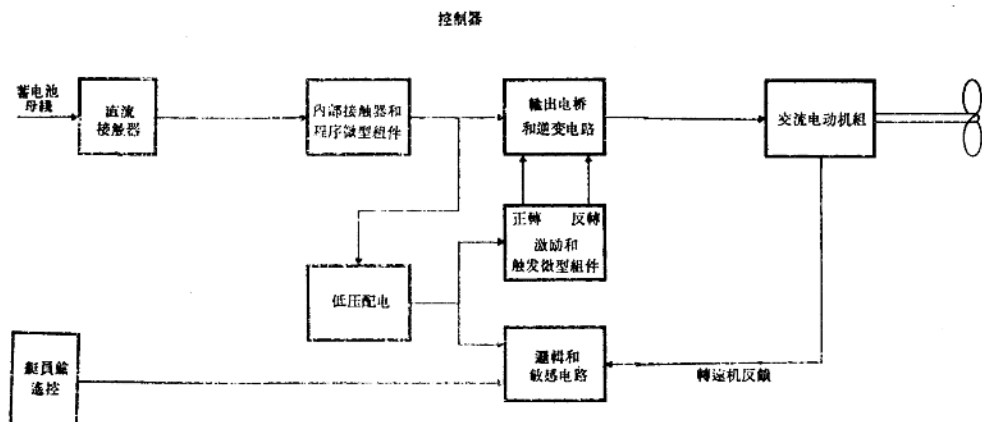


图1a 深潜救生艇推进系统，将蓄电池功率转换为调速电动机输出。控制器本质是个变频器，它供给鼠笼式感应电动机以可调频率交流电。系统的指示器和控制设备设在艇员舱内。用于艇的四个助推器系统，尽管功率额定值很小，然而，它和推进系统相类似。两个液压泵系统也有类似的控制设备，而电动机毋须减速装置，也不用控制其转速和转向。

舱作远距离操纵，蓄电池母线接触器用以接通关断蓄电池输入电路。由艇员舱控制设备的控制信号调节控制器输出频率和相序来控制电动机的转速和转动方向。

液压泵驱动装置是用开关简单的控制的，因为它既不需要调速亦不需要反转。

各控制设备和电动机均制成能在28°到85°(F)之间的海水温度下连续运行。拆检时，系统能暴露在空气中运行5分钟。当不工作时，系统能暴露在-04—160°(F)的温度范围而不受损害。

设备制成能够承受运输、安装、下水或运行在恶劣海面状况(浪击力在1000磅/时²以上)期间可能会受到的冲击。各电动机和控制设备的设计寿命数为10年，下潜周期数为2000次。

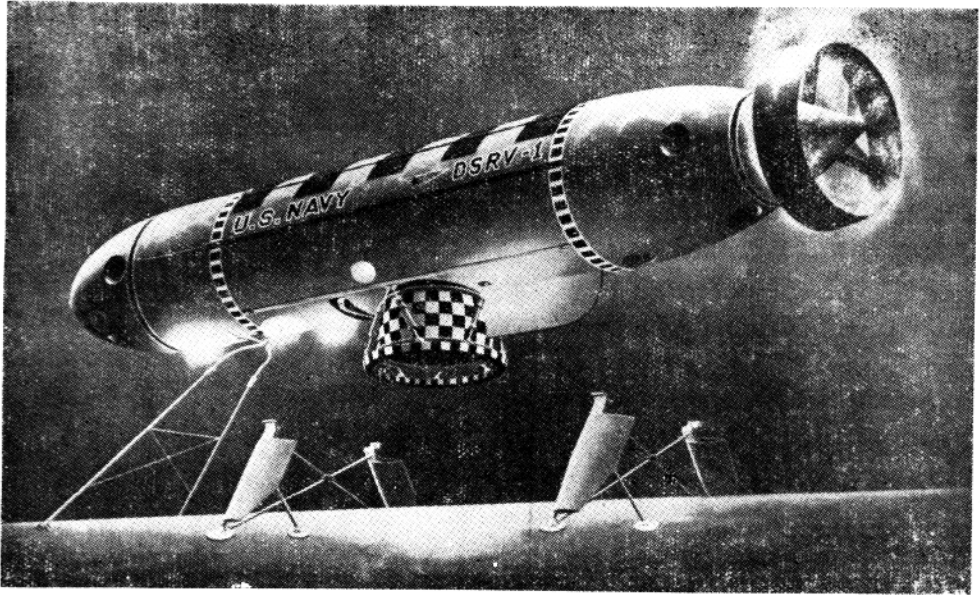


图1b. 洛克希德 (Lockheed) 火箭, 宇宙公司作者关于 DSRV 的设想图。图示该艇借助止动索泊在母艇上。艇艏大的螺旋桨供推进用, 而位于艇艉及艇侧的垂直和水平助推器的较小的螺旋桨提供机动推力。

按 制 设 备

电气设计——每台控制器由一静态直流—交流三相调频变频器组成 (见图 1a 和表 II)。这种变频器, 利用前置逆变 (桥式逆变在直流输入端完成) 和数字控制法, 将直流输入功率转换成三相调频交流输出功率。六只大功率硅可控整流器接成标准三相变频器电桥, 这样就不需要中心抽头变压器或扼流圈来对多相感应电动机供电。结果表明, 固体数字控制电路提供了波形和频率控制, 以防止电动机在不同的负载和蓄电池电压工况下, 磁场过饱和。

助推器和主推进控制器由提供起动、停止、转向、转速控制信号的控制板来加以控制。

表 II 控 制 设 备 性 能

性 能	推 进 控 制 器	助推器和液压泵控制器
输入电压 (直流、伏)	100—140	100—140
输出线电压 (伏、交流60周时的有效值)	82	82
频 率 (周)	0—60*	0—67**
满 载 效 率 (%)	90	90
预 期 寿 命 (年)	10***	10***
尺寸外径 (吋) (较大的/较小的)	24.0/21.9	21.3/19.3
空气中重量 (磅)	270	189

* 输出20轴马力时, 频率为60周。

** 液压泵控制仪提供60周频率。

*** 10年寿命是通过按计划定期更换元件实现的。电解滤波电容器和逆变电容器将是关心的主要元件。

起动作用是以保证业已建立的逆变状态和控制逻辑脉冲的方式来对控制器加动力。电动机的转速由经过反馈回路的频率控制来调节，转向由相序来确定。来自于电动机的控制信号激励了位于艇员隔舱中的转速和转向指示器。

合上蓄电池接触器控制器就起动，关断接触器控制器就停止运行并复位，以准备下次起动。温度过载或超负荷状况下，箝位硅可控整流器触发电路就关断，以减小流入控制器的电流。指示信号灯报警操纵者，对这两种状况中的任何一种，他必须用指令零转速，然后进行转速控制，以返回预期调定值的方法来进行重调。

控制电路是由固体数字控制元件组成的。来自变频器输出端的两个反馈信号，控制输出波形。其一，是输出波形每周伏一秒数度量，其二、是流入输出电桥的直流线路的电流。由此可见，第一个信号控制输出电压，保持每周伏特数恒定，或者当频率降低时增大供给电动机的可控的每周伏特数。第二个控制信号提供一个可调节的电流限制，以保护电动机和控制部件。

对于过载保护，电流反馈回路给同步脉冲微型组件一个信号，限制直流线路的峰值电流达到逆变电路能可靠地调节的值。这个保护是控制在电动机起动，开关反向转换，或者堵转状态下，所产生的峰值电流。

控制器选用高度可靠的元件，对于控制器样机，在故障之前的预定的平均时间大于10,000小时。建议的维修仅包括定期更换滤波电容器和逆变电容器。逻辑控制电路由5块印刷电路板组成，为了替换方便，全部采用插入式接头。其余的所有元件均容易接近，并能用普通手动工具移去。

机械设计——设计主要目标是防止控制器部件受到工作深度上高水压损害，它能提供有效的冷却，以限制部件的温度在适宜的水平，以至维修时使电气部件容易接近。这些目标是这样来实现的，即把全部部件和微型组件装在铝合金基板上，然后把它夹固在两个半球形壳中间（图2和3）。这块基板作为散热片，部件损耗产生的热被传至浸在海水中的基板的

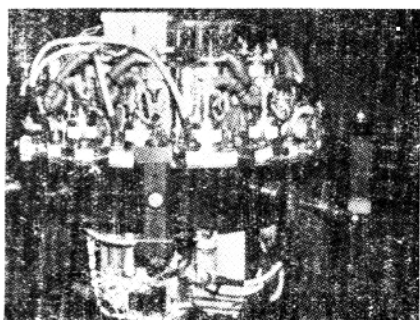


图2. 助推器控制器（已打开壳罩）的元件已装在作为散热片的基板上。



图3. 推进控制器已装入壳罩内，壳罩是半球球形耐压容器，用以保护控制器免受工作深度上的巨大海水压的损害。技术员在耐压试验之前，安装电缆。

边缘。（这种安装布置已成功地用于 Deepstar 4000 艇的5瓦控制器中）

两个半球夹紧在基板上，并用圆环封焊。球体内部基本上保持海平面的压力，所以，在工作深度上，海水就在每个半球对着封焊表面施加压力，从而实现了不漏的封焊。

压力壳是铝合金的，对应于两种尺寸(20和17内径)，其壁厚分别为 0.592 和 0.2520 吋。这种结构有最小的容器重量和尺寸，同时又满足了浮力、易于运输和有足够强度的要求。容器的工作压力设计为 2250 磅/吋²，承受的毁坏压力为 3500 磅/吋²。(上述压力分别相当于 5000 呎至 7800 呎深度)

电 缆 联 接

水密接头用于控制器和电动机的电缆入口，设计的工作压力高达13,00磅/吋²。模制电缆附件的两端均塞紧，以防止海水进入。

推 进 电 动 机 组

推进电动机及其减速器，用铝合金壳包封。(见图 4 和表 I)壳内充满合成有机液体，以便冷却和隔断海水，液体由平面型旋转轴密封来保持。

电气设计——双极交流鼠笼式感应电动机，输入60周，螺旋桨负载时，转速为 3450 转/分，马力为15。输入60周时，同步转速为3600转/分，输入 2 周时，同步转速为 120 转/分。

电动机设计成 82 伏线电压，60周，定子绕组“Δ”联接与变频器匹配，提供最佳的系统效率，“Δ”联接还可容许用较小的导线尺寸，每匝线圈比“Y”联接有更多的匝数，结果对已选定的额定电压来说，绕组就紧凑了。

定子绕组导线用瓷漆绝缘，每匝 2 密耳厚，这样就能使绕组体积小，使导线到周围的油之间有良好的热传导，并在有效的时间内，保护绕组免遭海水的直接浸渍的损害。定子槽隔板是分层的，有10密耳厚。绕好的定子真空浸渍在清漆中，以便当其受到振动时，保持绕组的刚性，并提供短时浸渍在海水中而不受到损害的额外防护。这种绝缘系统已在淡水中经受了20,000磅/吋²压力的短时循环静压力试验，而看不出退化。它的工程可能性模型已成功地在航空空间电气部的试验设备上，试验压力达13500磅/吋² 在50小时的试验期中充满

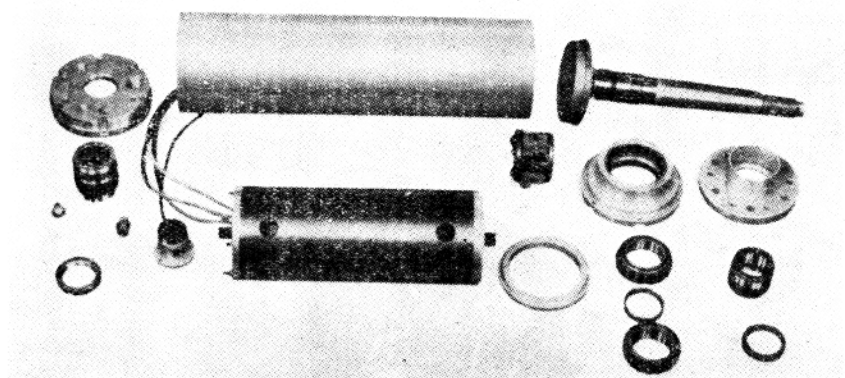


图4. 助推电动机组(图示)和推进电动机组，除了后者较大而外，是相类似的。这两个机组均由电动机和减速装置组成，且封闭在壳罩内，壳内注满了冷却流体。随着外界水压的变化和热膨胀，其压力可自行补偿。助推电动机的最高转速为 3450 转/分经减速箱减至590转/分。

表Ⅲ

电 动 机 组 性 能

性 能	推 进 驱 动	助 推 驱 动	液 压 泵 驱 动
满载时电动机功率因数	0.9滞后	0.9滞后	0.9滞后
在空气中的重量 (磅)	238*	90*	58
排 水 量 (吋 ³)	1870	670	227
总 长 度 (吋)	52.75	30.2	15.75
安装法兰直径 (吋)	16.0	无法兰	6.750
电动机直径 (吋)	7.5	6.0	5.250

*包括冷却液。

的流体用盐水稀释至10%。

机械设计——电动机安装在铝合金壳罩内，围绕着定子框架需有间隙，以提供冷却剂流体循环的空间，并使转子两端液压相等。转子靠套筒轴承支撑。

为了重量轻、容量大、可靠性好和效率高，而选用行星齿轮。要用精密的造形设备，以保证精确的渐开线外形和间隔。高速恒星齿轮用渗碳的 SAE 8620材料制成，且与电动机轴成一体。行星齿轮用淬过火的 SAE 4140 材料制造，将其安装在硬钢轴颈上，轴颈置于延性

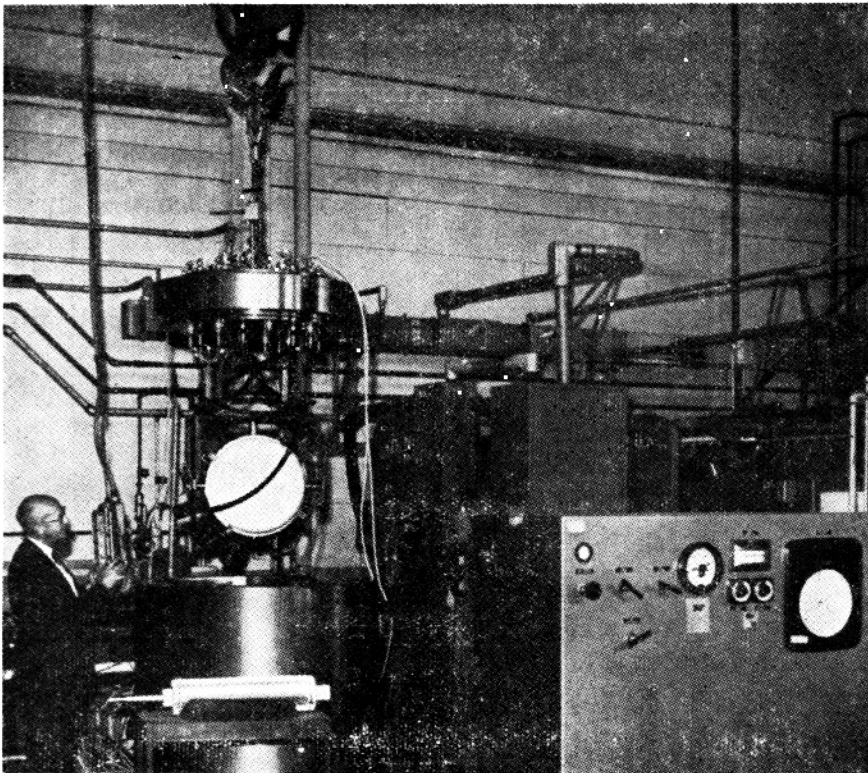


图5. 装在航空宇宙电气部压力试验箱盖上的控制器，打算降低放进试验箱内，（助推电动机放在手车上最醒目的位置）试验箱内注满盐水，泵30分钟，压力达13,500磅/吋²。其内径3呎，内长6呎。箱盖上穿过16个 200 安培功率和24个热电偶，不仅控制器，而且电动机也在这设备上，经受了压力超过勤务压力的试验。

鉄支座上的可替換的軸瓦上。內环齒輪用 SAE 4140 淬過火的材料製造，安裝在至輸出軸的延性鉄連接板上；輸出軸用錐形滾柱軸承支撐，以承受得住螺旋槳振力和浪击。

封漏作用——少量的海水可由冷却剂吸收。附加水若超过能吸收的量时，就不能形成浓的低溫乳胶，实际上是带有碳氢化合物的流体。用海水部份或全部代替流体，会增加流体的密度与粘度，导致了較大的流体摩擦損耗，然而，超过勤务時間，該机組仍能够运行。

电动机轉子和定子部份，不受海水短时侵入的影响，但較長時間的曝浸会引起腐蝕。海水对主要导体絕緣的影响，終將增大电漏，电气部件就不得不更換。除了总的海水进出口之外，其余部件仍可得救。

其它电动机組

助推器电动机組一般結構和推进电动机組类似。(見圖 4 和表Ⅲ)电动机軸是經過机加工的，一端帶有齒輪，用以驅動助推器的螺旋槳，另一端帶有花鍵，用以驅動液壓泵，因此，轉子可互換。泵电动机組沒有減速齒輪箱。

結 論

DSRV 將賦予美海軍在世界范围迅速进行潛艇救生的能力。为达到这种能力，深潛救生艇的要求比普通潛艇的要求还要多，除了要求尺寸小，以便空运至所需的地点之外，还需要精确的机动和推进控制，以便找到失事潛艇并与其逃生艙口相接合。先进的固体电路控制装置、紧凑的电动机和传动装置帮助满足了这两个要求。

(譯自美刊《Westinghouse Engineer》№ 2 Vol29. 1969.)

用于深海的充油直流电动机

[美] 利厄·西厄格勒公司深潛艇方案动力设备部经理 S. E 格耳

許多海洋工程专家認為：对于水下设备首要注意的問題之一，是动力和能量轉換問題。电动机是一种基本的设备，它在水下系統和设备方面，从水下推进到仪表運轉，各方面的应用与日俱增。

三年来，为发展一种可取的水下充油直流电机，动力设备部已經从事了一项广泛的设计和試驗方案。該項研究成果积累了本公司25年来在设计 and 制造工业和宇航电机方面之經驗。

按照这项涉及范围相当广泛的方案，在各个領域中，这些新型电动机，已成了主要竞争者。整个研制計劃由本公司投資。

虽然研制設計包括一組电动机尺寸及額定功率，但是，业已研制和試驗一种潛水推进用的特殊电动机，在試驗順利結束后，主要的深潛艇制造者已选用該电动机作为深潛艇的动力。

优先确定采用直流水下电动机，是由于这种电动机能够提供如下的潜在利益。

(1) 对于驅動水下装置和輔助设备，这是一种简单的电-机械方法。