

2-147
151-2

艦用電工講義

第 二 冊

АНИКИЕВ 著

何寶珠 陳 綿 譯
孟憲楷 王連科

阿尼基叶夫

中國人民解放軍海軍機械學校

一九五八年三月

目 录

第 五 篇

舰 船 操 纵 仪 器

概 论	1 — 2
第二十四章 感应自整角全步传递系统的舰船操纵仪器及电转 速器	2 — 3 2
§ 2 4 — 1 感应自整角全步系统的形式及其构造	2
§ 2 4 — 2 感应自整角全步系统的动作原理	3
§ 2 4 — 3 无接触自整角全步器	6
§ 2 4 — 4 信号装置	8
§ 2 4 — 5 保护装置	1 5
§ 2 4 — 6 交流舰艇操纵仪器各组成元件的动作原理和 构造	1 7
§ 2 4 — 7 交流操纵仪器的布置原则	2 1
§ 2 4 — 8 机仓车钟的布置与线路图	2 2
§ 2 4 — 9 锅炉车钟的布置与线路图	2 4
§ 2 4 — 1 0 舵角车钟的布置与线路图	2 6
§ 2 4 — 1 1 交流舰船操纵仪器维护、保养使用规则及 典型故障	2 9
第二十五章 直流电磁电动机系统的舰船操纵仪器	3 3 — 4 5
§ 2 5 — 1 直流电磁电动机传递系统的动作原理及元件 构造	3 3

§ 25—2	直流机仓車鐘	4 1
§ 25—3	直流舵角車鐘和舵角指示器	4 3

第二十六章 电轉速器 4 6—5 5

§ 26—1	直流电压表式轉速器	4 6
§ 26—2	双針式远距离轉速器	5 1

第 六 篇 舰 用 电 话 学

緒 論	5 6
-----------	-----

第二十七章 舰用电话中主要元件的动作原理和构造 .. 5 7—7 6

§ 27—1	电话傳輸原理	5 7
§ 27—2	听話器和发話器的构造	5 9
§ 27—3	电话通話的基本电路及电源供給	6 4
§ 27—4	舰用电话装置中的信号设备	7 0
§ 27—5	舰用电话机	7 3

第二十八章 舰用人工电话系統 7 7—104

§ 28—1	舰用电话通訊系統	7 7
§ 28—2	分电鍵总机 (OKK—2型) 电话系統.....	8 2
§ 28—3	无电池电话通訊	9 7

第二十九章 舰用自动电话系統 105—122

§ 29—1	舰用自动电话的功用, 类型, 和动作原理 ...	1 0 5
--------	--------------------------	-------

§ 29—2	KATC—10 M型親用自动電話站	109
第三十章	親用電話的使用和維護保養	123—124
§ 30—1	親用電話使用的基本知識	128
§ 30—2	親用電話机故障的檢查	128

第 七 篇

蓄 电 池

第三十一章	概論	125—133
§ 151	蓄電池發展簡史	125
§ 152	基本概念和定義	127
§ 153	酸性電池作用原理	128
§ 154	鹼電池作用原理	181
第三十二章	蓄電池構造	134—139
§ 155	酸電池構造	134
§ 156	鹼電池構造	138
第三十三章	電池參數及一般特性	140—159
§ 157	電池的電勢和內電阻	140
§ 158	酸電池在放電過程中電勢和端電壓的變化	143
§ 159	酸電池在充電時電勢和端電壓的變化	146
§ 160	鹼電池充放電時的電勢和電壓變化	149
§ 161	電池容量	150

§ 1 6 2	电池功率, 和能量	1 5 6
§ 1 6 3	碱电池与酸电池比较	1 5 8
第三十四章	蓄电池保养基本规则	1 6 0 — 1 6 6
§ 1 6 4	元件分组	1 6 0
§ 1 6 5	电池保养一般规定	1 6 1
§ 1 6 6	电池充电和放电	1 6 3
§ 1 6 7	蓄电池的故障	1 6 5

第五篇 艦船操縱儀器

概 論

現代艦艇之生命力和战斗力，在頗大程度上，決定于艦船內部通訊器材之動作快，完善和可靠。在艦艇運動，通過狹窄航道和靠碼頭的情況下，指揮所的命令傳達得緩慢或不正確，會使預計的動作遭受失敗或艦艇遭到破壞。因此，將指揮所的命令傳達給艦船主機操縱戰位和操縱艦用電力機械器材，要求通訊器材可靠，準確和作用快。艦上裝設的傳話筒、傳遞器、人工和自動電話以及廣播器等通訊器材，在一系列情況下，不能保證傳達命令的所需速度和可靠性。

按照同步傳遞原理作用的裝置，是最可靠，最準確和作用最快的通訊器材。

同步聯系系統的基本元件，是發信器，收信器和聯接綫。這種系統的作用原理在於發信器轉至某一角度時，收信器轉至同樣的角度或轉至與其成比例的角度。這就有可能利用專門刻度盤，進行遠距離傳達用文字表示，口令或數字，這種通訊可能是兩方面的。

艦上裝設以下各同步儀器作為操縱儀器：機倉車鐘，聯合式機倉車鐘，緊急機倉車鐘，編隊航速車鐘，鍋爐車鐘，舵角車鐘和舵角指示器。還有很多其他的特殊功用的車鐘，也是按照這個原理動作的。

為檢查推進器軸的轉速，裝有電力轉速表。

艦船操縱儀器的基本戰術任務在於保證指揮所與戰位間的聯系快捷準確和可靠。

根據這個任務和考慮到艦艇的工作條件，對裝在艦上的同步系統提出下列基本要求：

- a) 傳遞速度快。
- б) 準確。

-) 系統的儀器能夠自行整步。
-) 生命力強。
- ⦿) 動作的可靠性大。
-) 可有較多的儀器固定位置。
- ⦿) 構造和管理簡單。
-) 重量和體積小。

在偉大十月社會主義革命以前，在俄國只生產用一種極簡單同步聯系系統的艦船操縱儀器。此時，電力轉速表還未製造出來。

在蘇維埃政權的年代里，建立了製造艦用儀器的新的工業，現在蘇聯的工廠可供給艦艇以能夠解決艦船，戰鬥器材和動力裝置複雜操縱任務的各種儀器。

在蘇聯偉大衛國戰爭時期，出產的艦船操縱儀器和槍炮及魚雷射擊操縱儀器，保證了艦艇完成戰鬥任務。在衛國戰爭時期發現的某些構造上的缺點以後，經過改進，現在的艦艇已有了更完善的直流和交流艦船操縱儀器。此外，還利用了更完善的新式同步聯系。

在這一章中，是討論利用下列同步傳遞系統的最廣泛運用的艦船操縱儀器：

- а) 具電機電動機的同步傳遞系統。
- б) 自整角同步感應系統。

第二十四章 感應自整角同步傳遞系統的艦船操縱儀器及其構造

§ 24—1 感應自整角同步系統的形式及其構造

兩個或數個感應式的電機聯在一起用來傳遞角度在任何一位置合上電源時，能夠保證它們的軸自行轉到同步位置上去，這就叫做感應自整角同步傳遞系統。這種系統所用的電源是頻率固定的交流電，由艦上的交流供電。

普通使用的感应同步系统

有单相原绕组和三相付绕组的感应系统。

这种系统由发信器、收信器及它们之间的联接线组成，最普通的情况下感应同步系统是由构造完全相同的感应自整角同步器（简称为同步器）作为发信器和收信器联接起来组成。

同步器是按单相显极的感应电动机的型式制成，图2-4-1是定子装原

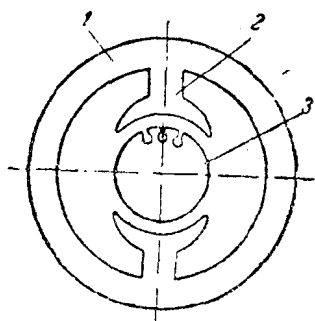


图 2-4-1

绕组之显极同步器。其中轭铁1，磁极2：和转子3，各部分用电工钢片迭成。在磁极上装有串联的单相激磁绕组，在转子的槽内绕有三相付绕组。并接成星形。三相绕组的线端分别接在转子轴上的三个滑环上。

§ 2-4-2 感应自整角同步系统的动作原理

图2-4-2为单相原绕组三相付绕组的感应同步系统的最普通的联接方法。在这种系统中是由一个发信器Ⅱ和收信器Ⅱ及它们之间的联接线所组成。

同样构造的发信器和收信器的转子相绕组，彼此之间经过滑环按相同的相序联接起来。发信器和收信器的定子并联

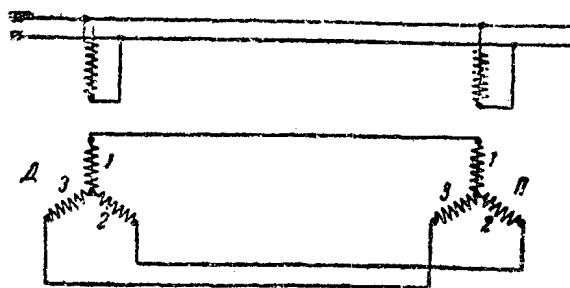


图 2-4-2

地接在单相交流电源上。由于定子的磁通是交变的，它在发信器转子各相中感应的电势为 E'_1 、 E'_2 和 E'_3 ，在收信器转子各相中的感应电势为 E_1 、 E_2 、 E_3 。假若激磁绕组的轴线与转子绕组的第1相的轴线重合时（如图2-4-2所示）

，則在第1相中将感应最大的电势 E_{max} ，而在第2相和第3相中感应的电势在绝对值上小于 E_{max} 。

如图 2 4—3 中所表示的：将发信器和收信器的转子轉相同的角度 α (α 表示第1相移动后与定子軸綫所成的角度)，在該位置上时，发信器和收信器转子各相繞組感应的电势的实效值将为：

$$E_1 = E_{max} \cos \alpha$$

$$E_2 = E_{max} \cos (\alpha - 120^\circ)$$

$$E_3 = E_{max} \cos (\alpha - 240^\circ)$$

因为是单相系統且转子繞組是彼此相对地联接，因此它們之間的感应电势互相平衡，就是說发信器和收信器旋轉后的角度相同时，所有三相电路中的电势差和繞組中的电流为另，即：

$$E'_1 - E_1 = 0, I_1 = 0$$

$$E'_2 - E_2 = 0, I_2 = 0$$

$$E'_3 - E_3 = 0, I_3 = 0$$

发信器和收信器的轉矩：

$$M = M' = F(I_1, I_2, I_3, \varphi, \varphi) = 0$$

因此两同步器的转子能稳定在角度相同的位置上，現在再研究一下第三种情况 (图 2 4—4)。

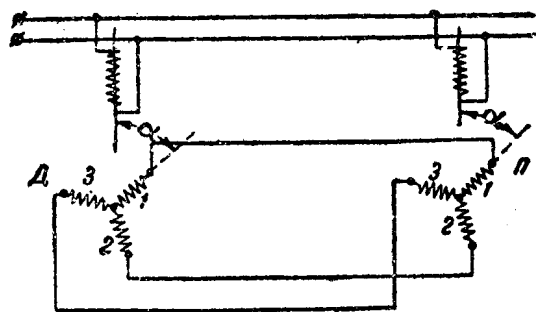


图 2 4—3

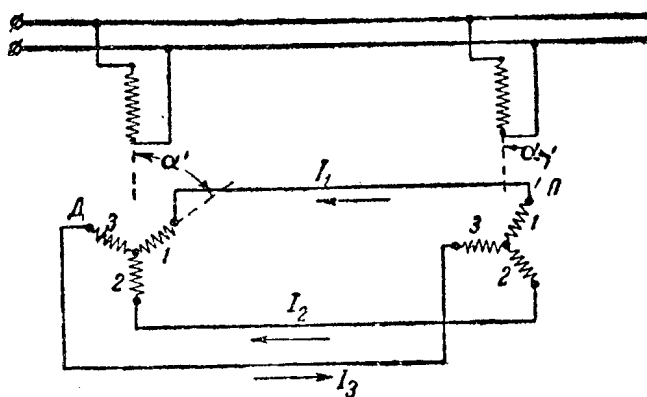


图 2 4—4

，当发信器和收信器转子所佔的位置不重合时，例如 α' 角是发信器定子軸

綫与第1相轉子軸綫之間的角度； α 为收信器定子軸綫与轉子第1相軸綫之間的角度， α' 与 α 彼此相等时的位置称为協調位置，两个轉子不一致时 α' 与 α 角的差称为角差（或不協調角）并用符号 θ 代表，因此 $\alpha' - \alpha = \theta$ 。

假如 $\alpha' < \alpha$ 則在发信器和收信器各相繞組的电势不相等，两互相联接的相合成电势将不等于另：

$$E_1' - E_1 = 0,$$

$$E_2' - E_2 = 0,$$

$$E_3' - E_3 = 0。$$

因而产生均衡电流經過发信器和收信器轉子的繞組，該电流将与定子繞組的激磁的磁場相互作用，在两同步器中同时产生轉矩将轉子引向協調位置。

假如使发信器轉子固定不动，而将收信器的轉子使之可以任意旋轉，則有角差存在时，收信器的轉子将向着与发信器轉子協調的位置上旋轉，收信器轉子停止轉动是在相繞組之間合成电势重新的協調位置上时停止。

在发信器和收信器之間有角差存在时（图24-4）各相电势可以下列各式表示，对发信器为：

$$E_1' = E_{\max} \cos \alpha',$$

$$E_2' = E_{\max} \cos (\alpha' - 120^\circ),$$

$$E_3' = E_{\max} \cos (\alpha' - 240^\circ)。$$

对收信器为：

$$E_1 = E_{\max} \cos \alpha,$$

$$E_2 = E_{\max} \cos (\alpha - 120^\circ),$$

$$E_3 = E_{\max} \cos (\alpha - 240^\circ)。$$

联接相繞組的各相合成电势得到下列各式：

$$E_1 - E_1' = E_m (\cos \alpha - \cos \alpha') = E_m \sin \frac{\alpha' + \alpha}{2} \sin \frac{\alpha' - \alpha}{2}$$

$$E_1 - E'_1 = E_m [\cos(\alpha - 120^\circ) - \cos(\alpha' - 120^\circ)] = \\ = 2 E_m \sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2} - 120^\circ\right) \sin \frac{\alpha' - \alpha}{2}$$

$$E_2 - E'_2 = E_m [\cos(\alpha - 240^\circ) - \cos(\alpha' - 240^\circ)] = \\ = 2 E_m \sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2} - 240^\circ\right) \sin \frac{\alpha' - \alpha}{2}$$

因为 $\alpha' - \alpha = \theta$ ，并代入上列式中则各相合成电势将等于：

$$E_1 - E'_1 = 2 E_m \sin\left(\alpha' - \frac{\theta}{2}\right) \sin \frac{\theta}{2}$$

$$E_2 - E'_2 = 2 E_m \sin\left(\alpha' - \frac{\theta}{2} - 120^\circ\right) \sin \frac{\theta}{2}$$

$$E_3 - E'_3 = 2 E_m \sin\left(\alpha' - \frac{\theta}{2} - 240^\circ\right) \sin \frac{\theta}{2}$$

从这些式子可以看出在一个回轉内各相中只有一次是 $\theta = 0$ ，也就是发信器和收信器的轉子在一周内只有一个位置是合成电势等于另0。以上方程式是根据磁极对数 $P = 1$ 和 α' 与 α 是电角度时写出。若同步器的极对数 $P > 1$ 则合成电势的方程式将得到：

$$E_1 - E'_1 = 2 E_m \sin p \left(\alpha' - \frac{\theta}{2}\right) \sin p \frac{\theta}{2}$$

$$E_2 - E'_2 = 2 E_m \sin p \left(\alpha' - \frac{\theta}{2} - 120^\circ\right) \sin p \frac{\theta}{2}$$

$$E_3 - E'_3 = 2 E_m \sin p \left(\alpha' - \frac{\theta}{2} - 240^\circ\right) \sin p \frac{\theta}{2}$$

从新得到的方程式知道，若 $P = 2$ 則在一周内合成电势有两次为另，即在 $\theta = 0$ 及 $\theta = 180^\circ$ 时，亦即发信器与收信器的轉子有两个協調位置。在艤艇上同步器的作用大多数是角度的傳遞或指示，因此尽可能要求同步系統只有一个協調位置，因而采用的是 $P = 1$ 的同步器。

§ 24-3 无接触自整角同步器

使用自整角同步器的經驗說明，一般有接触的自整角同步器由于电刷和滑环的存在，造成使用上一些困难。例如在使用时触头可能損坏，以及触头太髒等，甚至破坏整个系統的工作。

为了增加接触头的工作可靠性，就必须增加彈簧的压力，但增加压力后又引起了增加誤差的不良后果，总的說来有接触同步器的工作可靠性是不能

令人滿意的，在某些場合如容易引起爆炸和有腐蝕气体的場所，有接觸的同步器的使用更不適宜，因為旋轉機械很難做到可靠的封閉。

無接觸同步器就可以避免以上的缺點，這種同步器的構造原理如圖 2 4—5 所示，要使主磁通可以從一般的有三相繞組的定子經過氣隙 Δ ，

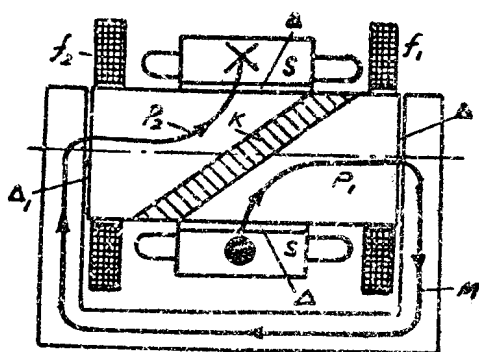


圖 2 4—5

到外磁路 M ，必須有圓柱形的轉子製成兩個導磁部分（圖中之 P_1 和 P_2 ）。它們之間用非導磁層 K 隔開。這種磁路的激磁繞組是固定的，由兩個串聯的環形線圈 f_1 和 f_2 組成。在激磁繞組中間是同步器的可以轉動的轉子。這種同步器的定子 S 與一般的交流電機

定子一樣，在槽內裝有分布的三相繞組，轉子磁極和外磁路都是用鋼片迭成的塊狀，迭片與軸綫是互相平行的。

激磁繞組 f_1 和 f_2 所產生的磁通從磁極 R 經過氣隙 Δ 到定子 S ，分布在定子上然後到外氣隙 Δ_1 ，再經過外磁路 M 成一閉合磁路。從圖 2 4—5 中可以看出激磁繞組的磁通與有接觸的同步器一樣可以與三相的定子相耦合。

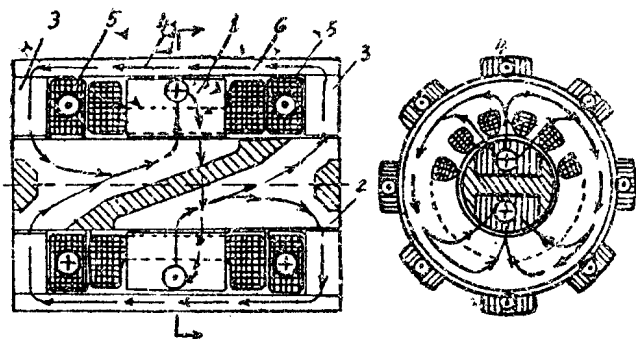


圖 2 4—6

無接觸同步器的實際構造如圖 2 4—6 所示，氣隙 Δ 與外磁路之間加一鋼片迭成的環 3，鋼環的採用可以容許有幾個外磁路 4 作輻射狀地與轉子平行地排列在定子。為了減少磁路中的損耗，磁路部分如鋼環，定子，轉子等都用薄鋼片迭成。鋼片之間彼此絕緣。

無接觸同步器的動作原

理同普通同步器是一样的。

§ 2 4—4 信号装置

舰艇操纵仪器在使用时，为引起对方的注意，常常用各种信号来达到此目的。

操纵仪器上所使用的信号装置根据它们的动作原理可分为音响信号和视觉信号。在视觉信号中又有灯光信号和吊牌信号。在一般的情况下只使用音响信号，在特别嘈杂的舱室内除音响信号外同时用视觉信号辅助。

根据所用电源的种类可以分为直流音响信号及视觉信号和交流音响信号及视觉信号。

(一) 音响信号的种类，动作原理和构造。

舰上所用的音响信号根据声音的不同可以分为：

- 1) 电铃；
- 2) 号音器；
- 3) 蝶音器。

所有以上音响信号都是电磁机械。直流电铃电磁机械能够发生连续动作是使用电磁线圈的短路或断路所获得的。图 2 4—7 是利用线圈短路而获得电磁机械连续动作的电铃原理图。图中的符号表示：K₂——电磁线圈，1—2 短路触头，Я——铁樞，M——金属薄膜，Б——铃锤，A——铃碗，M, C——球形吊牌线圈，P——系杆。

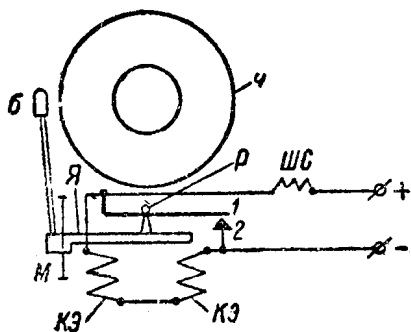


图 2 4—7

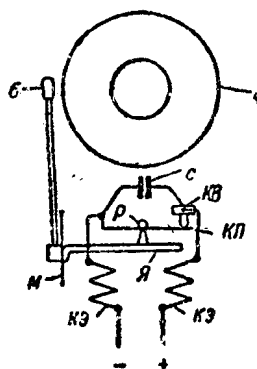


图 2 4—8

电磁铁有两个线圈，线圈中间有铁心，铁框是连在带有铃锤的薄膜上。当接电源时电磁线圈和球形吊牌线圈的串联电路被接通，结果铁心吸引铁框使铃锤击铃碗而发出声音；与此同时，连在铁框上的系杆将弹簧的短路触头1和2闭合，因此线圈被短路。线圈短路后就使电磁消失，铁框被释放，弹簧和薄膜的作用又使电磁机械回复原来位置。这样又使电磁线圈通过电流而重复上次的动作，如此连续不停地发出铃声信号，直到电源电路被断开时为止。

这种电铃在电磁线圈被短路时，为防止电源的短路，故在电磁线圈中串联吊牌信号线圈。直流短路电铃的型号为3 B K。

图2 4—8表示用短路的方法取得电磁机械连续动作的电铃原理图。这种电铃的型号为3 B O Φ 。图中符号表示：K₁—电磁线圈，K₂—触头螺絲，K₃—接头弹簧， Φ —铁框，M—薄膜， δ —铃锤，C—电容器， α —铃碗，P—系杆。电铃的电磁机械装置与短路电铃相同，只是线圈K₁与触头弹簧K₃串联，且触头是闭合的。当接通电源时铁框被吸，铃锤击铃碗的同时接头将电磁线圈电路断开。电磁铁释放后又将电路接通，如此连续动作直到电源被断开时为止。

其他音响信号的电磁机械，如蝶音器；号音器都是用断路的原理取得机械的连续动作。

使用交流电源的电铃有型号3 B II和3 B Δ 两种。交流电铃都是采用永久磁铁的极化电铃，它的铁框在任何时候都在永久磁铁的磁通作用下。交流电铃的灵敏性高。

图2 4—9为交流极化电铃的动作原理，在静止状态时（图2 4—9a）通过铁心与铁框之间的磁通相等，因为这时的两端气隙相等，由此铁心两端对铁框的吸引力都相等而保持平衡状态。

当接通电磁线圈的电源，通过的交变电流为正半波时产生的磁通方向如图2 4—9 b所示。在这种情况下上端气隙的磁通方向与永磁的磁通方向相一致，而下端气隙的两个磁通方向却相反。由于上述原因就使铁心对

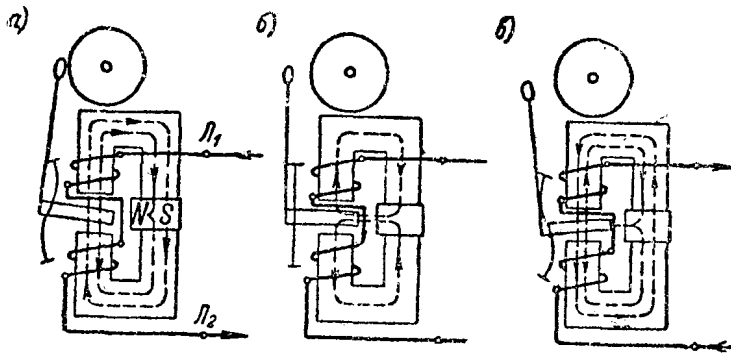


图 2 4—9

鉄樞的吸引力不平衡，上端的吸力大于下端，因此鉄樞被上端鉄心所吸。鉄樞带动鈴锤击动鈴碗一次。

当通过的交变电流为負半波时，产生完全相反的现象（图24—9б），下端鉄心吸引鉄樞使鈴锤离开鈴碗。

由此可見电鈴的振动頻率等于交流电源的頻率。

极化的交流电磁机械的原理同样地用在其他交流音响信号上，如蝶音器和号音器。

3 B C Φ 型直流断路电鈴的外部构造，在外表上和直流短路电鈴 3 B K Φ 型，交流极化电鈴 3 B λ 及 3 B Π 完全一样，只是内部的电磁机械稍有差别。

直流电鈴有制成用于电压 8、12、24、110、220 伏的。交流电鈴有用于电压 24、127、220 伏的。

P B Φ 型直流号音器的外形和电鈴不同的地方在于外壳前端有一喇叭口，口内有金属薄膜。号音器的电磁机械的动作与电鈴一样，只是用膜锤作連續敲击薄膜而发出声音。

T P Φ 型蝶音器外型，与号音器一样，在外壳前端有一喇叭口，口内装有薄膜。膜锤击动膜时发出特殊声音。

蝶音器与号音器的区别僅在于发出的声音不同，后者的敲击薄膜的頻率

比前者高得多，号音器和蝶音器同样有交流和直流的，使用的电压各与交流 and 直流电铃的使用电压相同。

(二)视觉信号

视觉信号有吊牌和闪光信号。吊牌信号的功用只是用来表示信号的到达单位。作为信号时往往是同音响信号同时使用，用它来做辅助信号。

吊牌信号主要是由球形吊牌和电磁机械组成。在一个吊牌信号机中球形吊牌的数目要决定于在一组内通信单位的多少。每一个球形吊牌有两个电磁线圈同绕在一个铁心上。两个线圈中一个叫工作线圈，另一个叫维持线圈。图 2 4—1 0 为 M M 型吊牌信号和 3 B K 电铃共同使用的原理图，图中符号表示：P O—工作线圈，B O—维持线圈， $\mathcal{A}$ —球形吊牌的铁框，K П—球形吊牌的触头，П P—释放按钮，3 B K—电铃，3 M—按钮开关。

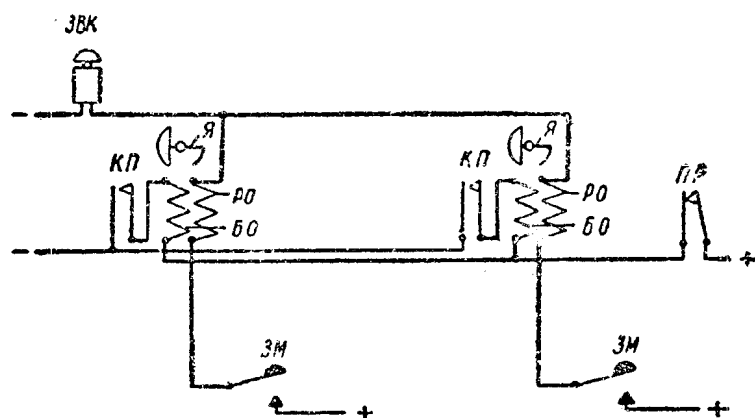


图 2 4—1 0

当闭合按钮开关 3 M 时接通电路：正极，工作线圈 P O，电铃 3 B K 线圈，负极。电磁铁心将球形吊牌的铁框 $\mathcal{A}$ 吸引使吊牌轴旋转到显示在外壳的玻璃小窗口时为止。与此同时吊牌将触头弹簧 K П 闭合，因此接通维持线圈 B O 的电路：正极，释放按钮 П P，维持线圈 B O，触头 K П，负极。当按钮开关 3 M 被释放后电铃电路断开，但球形吊牌仍由第二电路来维持，直到按释放按钮 П P 将第二电路断开时为止。

图 2 4—1 1 为 H 型交流吊牌信号与 3 B Г 电铃同时使用时的原理图

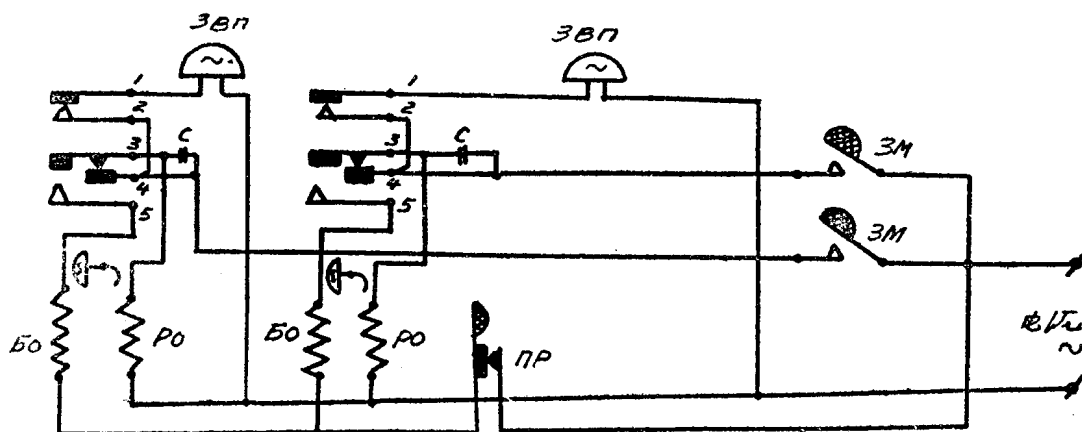


图 24—11

当闭合按钮开关 3 M 时，接通电路：电源的一端，按钮 3 M，球形吊牌触头 3—4，工作线圈 P 0，电源的另一端。

工作线圈通过电流，使球形吊牌显示并将触头 1—2 与 3—5 闭合，而触头 3—4 断开。触头 1—2 闭合接通电铃通路：电源一端，按钮 3 M，触头 2—1，电铃 3 B II，电源另一端。这时虽然按钮 3 M 已在松手后释放，但由于触头 3—5 闭合接通电路：电源一端，释放按钮 II P，维持线圈 P 0，触头 5—3，工作线圈 P 0，电源另一端。这样球形吊牌就可以继续维持在显示的位置，直到按释放按钮使电路断开时吊牌才消失，电铃 3 B II 是在按钮开关 3 M 松手后就停止工作。

舰艇内的通信仪器在嘈杂的舱室内除音响信号外，经常使用闪光灯作为辅助信号。为了使灯光发生闪烁而使用闪光断续器（简称闪光器）。闪光器的基本原理就是使用两个互相交替动作的继电器来控制电灯的电路，使电路交替地继续而发生闪光。

图 24—12 为 II P T C 型直流闪光器的原理图，图中符号表示：P₃—启动继电器，P₁和 P₂—断续继电器，L₁和 L₂—阻抗线圈，C₁—C₂—电容器，R₁和 R₂—限制电流防止短路的电阻，B—矽半导体整流器，C 和 A C₂ 为闪光灯。

起始是启动继电器 P₃ 电路被接通，通过的电流是经过半导体整流的半