

## 潜艇电池的使用

□ 郑定泰编译

增加电池的贮电量意味着依靠电池功率进行水下航行的潜艇能有比较长的潜航时间。目前有些潜艇电池的充电时间已经比较短，由于需要充电而带来的水面暴露率已大为减少。

潜艇电池现在采用的是已经成熟的铅酸电池技术。其电池由单个电池块组合而成。每块高约1米或1米以上，重约750千克。现代潜艇需要使用的电池多达480块，由两组各240块电池串接而成。这就是说，电池的可靠性和制造上的一致性非常关键，一块电池损坏会影响整个电池组。

第一艘使用铅酸电池的潜艇是“荷兰 1”号潜艇。该艇1901年下水，由60块铅酸电池驱动。每块电池重413千克，装在衬铅的木盒中。4小时放电的储电量为1940安时(4.7安时/千克)。

“荷兰 1”号潜艇于1913年沉没，1982年从埃丁斯通灯塔外的海底打捞出海。其中有些电池为1908年安装。经送至制造厂清洗、注入电解液和充电后，尽管它们淹没海底已69年，但仍能以20安放电15小时。

1910年左右出现了粉末氧化物(Milled oxide)。利用粉末氧化物发展了涂浆正极板电池。涂浆正极板电池于1914年开始在英国海军的E级潜艇上使用。较之在“荷兰”级潜艇上使用的“灯线盒”正极板电池来说，其贮电量翻了一番。

早期的涂浆正极板电池装在乌木盒中，重约402千克，4小时放电的贮电量为3810安时(9.5安时/千克)。在第一次世界大战中，英国潜艇使用氯化物公司的涂浆极板电池，每月平均航行10000海里，电池没有出现任何事故。

20年代开始使用一种新型电池，即管形正极板电池。英国潜艇在1921年至1943年间使用这种电池。1943年，英国海军潜艇开始使用扁平涂浆正极板电池。这种电池的贮电量当时为123安时/千克，而管形正极板电池的贮电量只为10安时/千克，贮电量提高了23%。以后，英国海军和世界其它国家海军继续使用涂浆正极板电池。这些电池在过去50年中证明极为可靠、有效。有些电池的贮电量已经达到19安时/千克。

扁平涂浆正极板电池和管形正极板电池仍然是潜艇使用的两种主要电池。而对现代海军如IKL209级这样的潜艇来说，有鲜明偏爱管形正极板型电池动向。

扁平涂浆极板由铅合金的格栅组成。这种格栅带有由氧化铅和硫酸压成矩阵的浆状活化物质。

管形正极板由一系列周围有二氧化铅的铅脊椎组成。铅脊椎由可以通过酸的外管保持。最初，这些管是木制的，上面有槽可使酸液进入。以后，这些管由多孔纤维管取代。

涂浆正极板电池在电池高度达到800毫米时有增加贮电量的趋势。涂浆正极板容易生产，销售价比管形正极板低。管形极板有比较好的循环能力，但涂浆极板在最繁重的柴油机电力推进潜艇中使用多年，表明它同样是牢实的。

然而，管形电池的内阻，当电池高度较高时比扁平极板电池低。因此，当高度较高时，管形电池的性能比较好。在极板高度不到800毫米时，管形电池没有真正的优势。但在极板高度为

800毫米至1200毫米时，管

形电池的优点就开始显露出来，其程度与所需的确切的技术规格有关。在极板高度高于1200毫米时，管形电池明显地好于扁平极板电池。

管形正极板电池和扁平涂浆正极板电池的负极板均扁平形。这些负极板用传统的铅合金铸件。而对现代高性能电池，采用镀铅的具有高导电率的延展铜筛网极板比较有利。与铅比较，铜的高导电率在高放电率时性能有很大改进，特别是对放电时间为5小时或不足5小时时。电池重量也稍有所减少。就整个装艇的电池而论，其电池总重能减少5吨。这对于新建潜艇，可能会节省一些排水量，但如果用于对现役潜艇进行现代化改装，则可能需要压载来保持潜艇的均衡。

在使用铜的负极板时可能会有风险，因为铜如果进入电解液，就可能污染电池。当串接的电池链中如果有一块电池比其它电池弱，这种情况就会出现。在放电时，这块电池就可能激励为具有相反的极性。随着电池电压的下降，这块弱电池的电压就会先于其它电池达到零。由于此时它将在低于零的电压下激励，因此负极板将变为正极板。如果出现这种情况，铜就可能进入电解液，然后在重新充电时重新沉积在铅负极表面上。

然而，如果能对每块电池的电压进行监视，作到对电池中的弱电池块进行预先报警，那么这种风险也会减少到最低限度。

目前，对电池中的每块电池有增加自动监视电压的趋势(以前是监视电池组的电压)，可望使负极板采用铜，以充分发挥其作为负极板的优势。

极板的支承方法是选用电池时要考虑的重要因素。许多电池的极板由电池底部支撑，但也有一些极板采用悬吊结构。悬吊结构在使用时有优良的抗冲击、抗振动性能，也较少出现沉积或碎片桥接隔板引起内部短路，因为在极板和电池底部之间空间比较分明。

极板采用悬吊结构要求电池的壳体有比较结实的结构来支持极板的重量。当然，壳体结实对电池在运输和安装过程中能起保护作用，还能在使用时更耐冲击。

在充电时电池内要离析出氢气。为此，要求电池罩通风以避免氢气出现爆炸浓度。同时还需定期加注电解液以代换在气体生成期内由于产生氢、氧而失去的水。可通过仔细选择极板合金的配方来减少开路氢的离析。这还能减少验收费用。

所有电池都需要某种搅动，特别是对比较高的电池，为了防止酸的分层，这种搅动尤为必要。解决此问题

的一种方法是采用空气搅动系统。空气搅动系统由两只同心管组成。内管伸至电池中部。低压空气通过内管引入并经外管返回至电解液表面，从而将电解液搅动。工作后的空气最后经由正常的压力释放孔放出。

电池有时还需要内部冷却。内部冷却可使用空心组条把极板互相连接起来实现。去离子冷却水通过这些组条循环，并经由外端子柱流入、流出。

在潜艇上监视电池经常还采用人工方法。这对由几百块单体电池组成的柴油机电力推进潜艇电池组来说无疑是一项极端浩繁而琐细的劳作，因为每块电池都需要定期地检查酸位、比重和电压。

合适的全自动监视系统有一套自成体系的探极。探极通过螺纹拧入电池体的顶部，能不断监视某些或全部关键参数，如电池电压、电解液温度、比重和电解液液位等。探极连接中心处理装置。中心处理装置监视、记录电池信息并进行计算。如上述要测量的参数的数据超过设定值还会报警。测得的数据其后用于绘制柱状图，以对电池状况提供有价值的信息，以及对正在恶化的每块电池进行预先报警。

另外，好的监视系统还能提供有价值的运行数据，如指示电池尚余的工作时间等。这也表明，对于柴油机电力推进潜艇，只要在服役期内将电池正确调定，只有温度、电池电压和电解液液位需要了解，以便给出精确的电池状况图。然而，多年来，比重是要监视的关键参数之一。虽然已经发展了合适的技术，但用电子手段来对其作精确的测量还是非常困难的。

对未来潜艇电池，特别是对装不依赖空气的动力装置(AIP)的潜艇有深刻影响的发展是所谓“无需保养的密封铅酸电池”，更确切地说是“低保养阀调节铅酸电池”。

低保养阀调节铅酸电池中效率最高的一种是使用电解液重组技术将在充电期间生成的气体降到最低限度，这样就不必检查电解液液位和对电解液进行灌注。这项技术现在在固定式电池中用得很好，且已扩展到国防领域，如用于坦克、战车、军用飞机和民用飞机等。

这种电池可在电池充电时将正常离析出的氢和氧在电池内重组而成水。因此，所放出的可爆炸的氢气比普通的溢流电池放出的氢少2%。水的损失也有类似的减少。平常所用的注入塞还用减压安全阀取代。如果出现内压，可通过减压安全阀将气体排出。

这种电池所需的通风空间也减少了，电池也能作得比较紧凑，电池舱也能减少。

重组过程依靠在电池极板间使用多微孔隔板。这些隔板吸附喜酸的吸纸(blottingpaper)，使它与极板接触。这就消除了酸的飞溅和溢出。

阀调节铅酸电池的贮电量正在不断提高。每块额定容量达1500安时的电池组已经研制成功。而典型的潜艇电池需要的容量为5000安时至10000安时。这种阀调节铅酸电池可构成一个系列，用于小型的深潜器，进行各种各样的充、放电循环。

虽然带铅负极板的扁平涂浆极板电池对于潜艇电池来说是尝试性和试验性的，但对管形电池有日益增长的要求。采用比较先进的艇用电池监视系统，可对铜负极板提供的性能改进进行利用，从而“无保养电池”可望在不久的将来在潜艇上使用。

[选择本期文章题目](#)



**MSEO**

