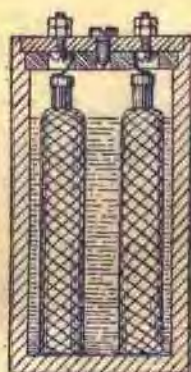


气体蓄电池

苏联 A.Γ.布列斯尼亚柯夫著

謝 寿 熾譯



水利电力出版社

內 容 提 要

本書闡述氣體蓄電池的歷史及著者製造新型蓄電池的經驗，並說明自造氣體蓄電池的有关注意事項。

本書供製造及運行蓄電池的技術人員閱讀。

А Г-ПРЕСНЯКОВ
ГАЗОВЫЙ АКУМУЛЯТОР
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1956

氣 體 蓄 電 池

根據蘇聯國立動力出版社1956年莫斯科版翻譯

謝 寿 娥譯

*

1210D346

水利電力出版社出版(北京西郊科學館二號樓)

北京市書刊出版業營業許可證出字第106號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * $\frac{5}{8}$ 印張 *14千字

1958年9月北京第1版

1958年9月北京第1次印刷(0001—8,100冊)

統一書號: 15143·4001 定價(第10類)0.11元

序 言

几十年以来，学者和发明家們都在寻找积蓄电能的方法。这是为了什么呢？

随着技术的提高，需要大量移动式的能量儲存器。它們应尽可能的輕便、簡單而便宜。

曾經創制过許多种型式的蓄電池，但是其中只有几种得到了实际应用。因此，創造一种可靠的电能儲存器仍然是一个十分重要的任务。

研究人員和发明家正在繼續不断地寻求电能儲存器的新型結構。本文作者曾于1952~1955年从事研究气体蓄電池的工作。在这本小冊子中將簡略地叙述有关这种蓄電池的一些問題。

目 錄

§1. 电能积蓄器	2
§2. 氧化-还原反应	4
§3. 形成电流的气体电路	6
§4. 活性电极的寻求	8
§5. 气体蓄電池产生电流	12
§6. 最簡單的气体蓄電池的構造	18
§7. 結 論	19

§1. 电 能 積 蓄 器

蓄電池是一種既方便而且易于搬移的電源設備。當電流流過電池時，它便長期地儲存起化學能，使用時再放出電能。這種便利給它在技術上的應用打開了寬廣的道路。

在電話局、電報局和無線電裝置中，電流自蓄電池引向各種儀表。

蓄電池也應用於汽車和摩托車上。在開動發動機時，接通信號和前燈時都應用蓄電池的能量。

儲存在蓄電池中的能量也開動礦井中的電機車、企業和鐵路站房中運送重物的電氣搬運車等。

近幾年來進行了載重電動車的研究。它也是依靠蓄電池中積蓄的電能工作的。

現代的蓄電池是怎樣工作的呢？

當它充電的時候，也就是當電流流過它的時候，在金屬極板上發生化學變化。這就在兩個極板間產生電位差，並在外電路中引起有一定方向的電子流動。

在工程技術上主要使用三種類型的蓄電池。其中最老的一種是酸性鉛蓄電池。它的最簡單的形式是由兩塊充滿活性物質的格質極板浸在稀硫酸槽中而作成的。正極的活性物質用二氧化鉛，負極則用海綿狀的金屬鉛。把小燈泡聯到兩個極板上時，燈泡燃亮，證明有電流存在。電子自海綿狀金屬鉛的極板流向二氧化鉛的極板。這種電子的運動所以產生，主要是由於金屬鉛具有如其他金屬一樣的將自己離子溶於溶液中的特性。鉛板能反向充電。鉛蓄電池的充電電壓為 2.2 伏，而放電電壓則為 1.98 伏。

其他两种类型的蓄电池都是碱性的，即铁镍和镉镍蓄电池。这两种蓄电池正极的活性物质都用氧化镍，负极却具有下面不同成份：在前一种蓄电池中用细铁粉，而在后一种蓄电池中则用混合着海绵状铁的海绵状镉。这两种蓄电池的电解液都用30%的苛性钾溶液。这种蓄电池的作用原理与铅蓄电池类似：铁和镉就起着相当于酸性蓄电池中的金属铅的作用，而氧化镍就起着二氧化铅的作用。碱性蓄电池的电压约1.3伏强。尽管碱性蓄电池的电动势比铅蓄电池稍低，但它们仍具有许多优点。这种碱性蓄电池具有较高的机械强度，使用中不需要很多的维护，以及不放出有害的蒸汽等等。

为设计电能积蓄器而付出许多创造性劳动的最著名的学者和发明家们写下了蓄电池的全部创造历史。

1860年法国物理学家加斯頓·普蘭切致力于电鑄术的研究。按照俄国科学院院士、电鑄术始祖B.C. 雅克比的建議，他采用了带铅板的槽。这样，便出现了现代蓄电池的雛形。

最初的蓄电池是不完美的。极板的化成，也就是在极板上构成活性物质需化费500小时。

这样制成的蓄电池是不坚固的。许多发明家便设法来缩短极板的化成时间，增大容量和提高蓄电池的功率。俄国学者在这方面作出了巨大的贡献。

俄国物理学家Д.А. 拉琴諾夫教授曾建議在苛性钾或苛性钠中将铅加热，然后再用电解的方法来得到活性物质。另一位发明家——E.П. 特維利琴諾夫——建議在极板上采用密陀僧（即氧化铅， PbO ——譯者）使极板的化成过程缩短到80小时。他的蓄电池在俄国海軍艦艇上获得了广泛的应用。

俄国电焊发明家H.H. 別那尔多斯創造了能經受得住强放电电流的蓄电池的独特結構。

出色的电工技师 П.Н. 雅布罗契科夫設計了一种应用得也很广泛的蓄电池。为防止短路，他建議在极板上將鋪設活性物質用的格子作成对角綫形。

在 1900 年爱迪生和云格聶尔創制了硷性的鉄鎳蓄電池和鎳鎳蓄電池。

在苏联，蓄電池工业主要是在偉大的十月社会主义革命之后才发展起来。由于学者和实际工作者們共同的創造性的努力，苏联工业已制造出胜过外国的优秀型式的蓄電池。

§2. 氧化-还原反应

电鍍裝置是以氧化-还原反应为基础的。这是怎样的一些反应呢？

氧化——这就是原子、分子或离子給出电子。当原子將自己的电子給出时，它便成了帶正电的离子。如果一个帶負电的离子喪失电子，則它可能或者成为中性原子，或者成为帶正电的离子。当帶正电的离子失掉电子时，离子的正电荷的增加数值就等于它所失掉的电子的电荷数。

还原——这是电子与原子、分子或离子的結合过程。当原子与电子結合时，原子就变为帶負电的离子了。

在化学反应中，氧化物被还原了，而还原物則被氧化了。所以氧化常常与还原同时发生，反之，还原也常与氧化同时发生。因此所有这些反应就称为氧化-还原反应。

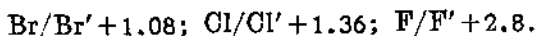
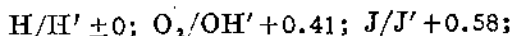
电解乃是强大的氧化-还原手段。

电解就是离子电荷在电流的作用下的中和过程。那么，在原電池中和在电解时所发生的反应又怎样区别呢？

在原電池中，是由于化学的氧化-还原反应結果而产生电流。电解时，却是由电流本身引起氧化-还原反应。原電池中，

在阳极（正极）上发生还原，而在阴极（负极）上发生氧化。当电解时，反应则按相反方向进行，即在阳极上是氧化，而在阴极上是还原。

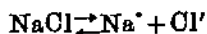
金属和非金属的活动性是以给出或获得电子的程度来测量的。研究简单的化学物质（元素）的这种本领，便能够将它们按活动性的减退程度排列起来，这个系统叫作电位序。因为其中每个物质的位置决定于将该种物质浸入盐溶液中所产生的电压或电位差数值的大小。下面就是几种金属的正常电位（单位：伏）：



在作成原电池的电极的两种物质中，应该用电位序中位于左边的物质来作阴极，而用电位序中位于右边的物质来作阳极。两种物质在电位序中彼此相距愈远，则氧化-还原反应就愈激烈。

为了进一步了解气体蓄电池的充电反应，我们以食盐电解液为例。

在食盐的水溶液中有四种离子，即氢离子、钠离子、氯离子和氢氧离子：

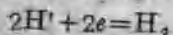


在开始电解时，钠离子及氢离子都移向阴极。那么如何从这些离子中放出电荷呢？氢离子比钠离子更为强有力地吸引电子，所以氢离子将自阴极吸收电子，放出氢气①，而钠离子仍留在溶液中。

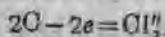
氯离子比氢氧离子更加有力地放出电子，这就说明了为什

① 原文为“氢离子将向阴极放出电荷”，因不够确切，故改为氢析。——译者

氯离子將在阳极上放出电荷，而氢氧离子則仍留在溶液中。



(还原)



(氧化)

四种离子中，只有鈉离子与氢氧离子留在溶液中，这样就生成了硷——苛性鈉。

§3. 形成电流的气体电路

在創制气体电池的道路上遇到过許許多多的困难和不可克服的障碍。

在发明鉛蓄电池很久以前，著名的俄国物理学家B.B. 彼得罗夫于1802—1803年，在实验原电池中发现一件非常有趣的事。他在电解时得到二次电流。这二次电流是由包在极板外面的气体中所产生的。

彼得罗夫所发现的现象可用所謂电池的极化现象来解釋。极化常常发生于电极和电解液的交界层上，在电化过程中所形成的气体相互作用，并引起二次电势。

原电池中气体所引起的极化作用是一种不好的现象，因为它在兩极之間产生反电势，并降低电池的有效功。为防止气体所引起的极化，想出了許多不同的方法。

可是后来，极化却被用在其他的目的上。1839年英国物理学家戈罗魏制成气体电池。在两个鉛电极的兩端分别裝入氢气与氧气，而这两个鉛电极的另兩端則浸入硫酸溶液中（图1）。

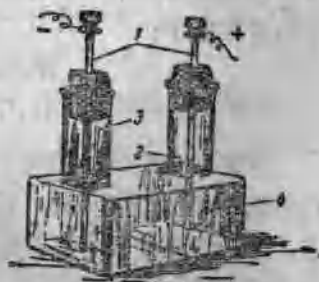


图1 气体电池图

1—鉛电极；2—氢气介質；3—氧气介質；4—硫酸溶液。

从这时起，各国的学者与发明家們开始积极地研究气体电池的問題。

1889年蒙德和蘭介尔曾經建議一種氫-氧电路。他們的電池的構造是相當複雜的。由多孔物質（石膏、焙燒過的粘土或石棉）作成的隔板浸在稀硫酸中。隔板的另一端裝有用鉛片和被鉛黑鍍過的金片所作成的薄膜。這種電池組成電池組，並沿分開的溝槽向電池組供以氫氣和氧氣。

很久以後（1903年）巴烏爾和戈列斯聶爾造成另一種型式氫-氧電池，它的負極用多孔鋁，正極則用碳。

1902年米列爾和1909年諾必斯研究了氫-氯電池的電流形成過程。1923年費爾斯却爾也研究了氫-氯电路。但是為使電池中的氣體電離，需要在電極表面鍍以鉑。同年，史密特提出了擴散氣體電極的電池。

蘇聯工程師M. M. 斯畢利多諾夫也曾製造過氫-氧電池。它的氫極是用穿了孔的鐵盤作的，並用由碳鍊物質組成的活性材料敷蓋鐵盤。氧氣乃是一個蓋滿活性炭的盤。氫氣與氧氣則由另一電解槽中取得。

最近幾年，在蘇聯科學院Г. M. 格爾日然諾夫斯基動力研究所，在O. K. 達夫江的領導下，研究了帶有旋轉電極的氫-氯氣體電池，它具有特殊構造的鐘形氣體室。

當然，以上簡略的敘述是不可能把許多國家的學者為製造可靠的氣體電池而作出的勇敢頑強的鬥爭的全部情況都寫出來。

為什麼儘管許多發明家和設計家作了巨大的努力，但至今氣體電池還未能得到實際應用呢？因為上述氣體電池的結構，一部分仍停留在設計上，另一部分則只是實驗模型。

解釋這一點是容易的。在通常的溫度下，氣體呈分子狀

素，所以它們不起反应。如果考察一下制造气体电池的历史就会不由地发觉，所有的制造者都曾在寻找將气体分子分解为原子的方法。要知道，只有当气体呈原子状态时，才能成为电化学的活性，也才能相互作用。这里，有两个使气体呈原子状态的方法：一是应用催化剂（即触媒——譯者），也就是用加快化学反应的物质，另一种則是高温加热。

还是在近代化学发展的初期，就发现了海綿狀鉛的极好的催化性質。因此，戈罗魏便应用鉛电极証明了得到电动势的可能性。

这种所謂低温气体电池发展上的主要障碍，就是必須使用鉛和其他貴重材料的催化剂以及構造の复杂性。

因此，发明家現在都极力轉向制造高温加热气体方面。曾設計了許多利用固体炭的气体电池。炭在燃燒的时候首先形成氧化物，然后与其他物质相互作用而放出电子。然而由于它們制造和应用的复杂性，这种热气体电池目前仍未脱离实验室的范围。

§4. 活性电极的尋求

尽管我們都知道，普通的酸-鉛蓄電池也产生气体，但直到現在为止，技术文献中还没有“气体蓄電池”这个專用名詞。事实上，当酸-鉛蓄電池充电时，在接連到电源負极的蓄電池阴极上，自硫酸溶液中分离出了氢。它使鉛的氧化物还原为海綿狀的純鉛。在同一電池中的阳极上，則分离出氧，它使阳极上的鉛氧化为二氧化鉛。充过了电的鉛蓄電池就成为二次電池。当放电时，阴极与阳极相互作用并产生逆反应。

气体——氢与氧——仅仅起輔助的作用。当蓄電池自电源断开时，气体便很快地消失了。

新型的气体蓄电池充电时不但产生气体，而且長期的儲存气体。在放电时，气体間相互作用并产生电动势。聚集气体的炭极并不参与化学反应，而只用来作为一个“儲藏室”——电极的载体。

在制作气体蓄电池以前发生过許多困难。

如果在盛有鹽酸的容器中放入由同样物質作成的兩块导电极板，則联于这两块极板上的伏特計將沒有任何讀数。这是因为成分相同的极板間沒有电位差。

必須在兩极板間造成化学上的差异，这就会立刻产生出电位差来，伏特計的指針也就指出讀数。

讓我們来进行这样一个試驗：把两个极板接到直流电源上，在負极上出現氫气泡，而正极上則出現氯气泡。

充电之后，伏特計指針的讀数約为 2 伏。但是这个讀数是瞬間的，虽然气泡仍然紧密地盖滿在沸滾的极板上，但电动势却很快地降下。

这是怎么一回事，为什么电流会停止了昵？

这是因为气体仅在原子状态时才相互作用和与电解液发生作用。所以当接上伏特計时，在电解时产生的氢和氯的原子还没有来得及結合为分子，并足以积极地起作用。而当它們刚一結合为分子时，便完全失掉了釋放电子的能力。

这个实验証明了在新型蓄电池中首先应当能够有大量儲存的气体，其次应保証它們呈原子状态。

发明家和設計家們提出了不少气体电池的設計。与上述气体蓄电池不同的地方，是不用电解方法而是由外部使这些电池的电极吸滿分子状态的气体。为了使气体变成原子状态，設計家們提出采用催化剂——海綿狀的鉑、鎳或其他貴重材料，并制成結構很复杂的原电池。

在气体蓄电池中，一切都比較簡單：原子状态的气体已在充电时分离出来，就是說它們应当保持这种状态并不許原子結合为分子。

長期寻找的結果，人們終于找到了能够保證分別收貯气体并使它們維持原子状态的物質。它們便是吸附剂——具有巨大的吸收气体、蒸汽和液体能力的物質。吸附剂有时是固体物質，有时是液体物質。

吸附現象是在吸附物質的表面上进行的，所以吸附物質的表面愈大，則它們吸收的气体或蒸汽分子就愈多。

普通木炭就具有很大的吸附能力。这是当然的，当制造木炭时，在它們当中形成許多孔隙，因此就能得到很大的吸附用的表面。

然而活性炭却是更好的吸附剂。活性炭是一种在水蒸汽汽流中加热的方法而制出的炭。这种过程提高了它的多孔性，也就大大增加了吸附能力。

由研究得知，在活性炭中有着甚至用显微鏡都看不見的孔隙。这些“微孔”便促进吸附过程。完全可以說，每一克重的活性炭中，孔隙的总面积可达1,000平方公尺。

活性炭在工程技术上有着广泛的用途。它們被用来从混合物中提純化学产品、過濾液体和吸收揮发性液体的蒸汽等等。活性炭是良好的催化剂，它加速了化学制造的过程。

研究活性炭把科学家們引向有趣的发现。例如上面所說的，哪种气体較易于液化，則活性炭吸收該种气体就更多些。以氫为例，它的沸点（即液化点——譯者）是負 252.8°C ，每一克活性炭共吸收4.7立方公分的氫分子。氯气在 -33.9°C 时变为液体；每一克活性炭能吸收235立方公分的氯；最后，二氧化硫在 -10°C 时液化，每一克活性炭甚至吸收380立方公

分的二氧化硫。

在研究气体蓄电池时曾很成功地利用了活性炭。它不但成为分别收集和儲存气体的极好的儲藏室，另一方面，炭还使气体維持在原子状态，也就是說使气体維持在电化学的活动状态。

活性炭是用木材、无烟煤、果核、泥煤和許多其他炭化后能够被活化的材料制成的。構成活性炭的条件已被卡伯依、魯夫、H. Д. 捷林斯基、M. M. 杜必宁和E. B. 阿列克謝也夫斯基等人很好的研究过了。此条件决定于原料的本質、炭化前浸漬无机物的实施过程、炭化时间、打碎及压榨情况以及其他因素。

为了使炭能很好地被活化，就需选用多孔結質的物質作为被炭化的原料。例如木材就具有这种多孔的結構。原料的炭化应在温度为 600°C 以上时进行之。

为了达到高度的多孔性和表面的純淨度，把炭在精制的 $800\sim 1,000^{\circ}\text{C}$ 水蒸汽、二氧化碳、氫气或甚至空气中再一次的烘焙。制造活性炭的許多方法中的一个便是由科学院院士H. M. 捷林斯基研究出来的。这个方法就是把普通樺木放在水蒸汽汽流中施加强热。

常常在活化以前，把炭浸在硷、鹽和酸的溶液中，然后隨着活化过程將炭過濾、洗淨和二次烘焙。有时不是用炭，而是將未炭化的木材浸漬在碱、鹽或酸的溶液中。

在工程技术上照例使用細碎的粉末或小顆粒(分开的顆粒)狀的活性炭。在气体电池中就需应用大块的炭板或炭片。为了制造这种炭板，显然在將來需要采用制造吸收气体用的粒狀炭的工艺。粒狀炭有着很高的机械强度，并能很好地吸收气体。

有許多大批制造顆粒的方案。磨成粉的炭常与焦油混合，在压力机的高压下压成顆粒。然后放在飢爐中焙燒。用木材和块煤或泥煤的并脫臘的焦油作为粘和剂。对于气体蓄电池来講，

应压制大的矩形极板以代替使用颗粒。

科学院院士 M.M. 杜必宁建议采用含 40~50% 瀝青的木焦油作为粘合剂。制造炭板时，在活性炭中加入按重量计算的 40% 以下的木焦油和等于焦油重量三分之一的氯化鋅，于 110~120 公斤/平方公分的压力下压制炭板。压好的炭板首先烘干，然后进行炭化。在无氧气进入的炉中，用緩加热到 450°C 的方法使粘合剂炭化。最大加热应延續 30~40 分鐘。加热后，先在鹽酸溶液中，然后在干淨的水中把炭板洗淨。然后，应將炭板在 950~1,000°C 时烘焙 1.5~2 小时，这也是为了提高炭的活性。

压制成的炭板可能是較輕的，此外它們应能保証較大的电流密度。

这样制造出来的炭板也就是新型气体蓄電池的基础。

§5. 气体蓄電池產生电流

气体蓄電池最初的作法是这样的：在盛有食鹽溶液的槽中放着两个电极——中心裝着固体碳芯，周圍盛着活性炭的小袋（图 2）。炭板保証了可靠的接触和电极所必需的强度。

蓄電池充电时，溶液被电解，在阴极上（小袋內）吸收氫气，而在阳极上（另一小袋內）吸收氯气。

在电解时产生的氢原子和氯原子充滿了活性炭的微小孔隙，并且因此而丧失了結合为分子的可能性。

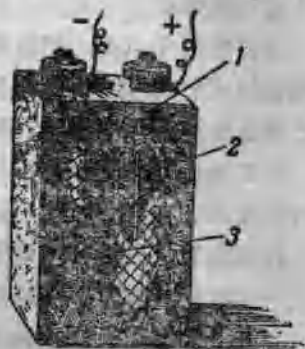


图 2 气体蓄電池图

1—炭芯； 2—盛有活性炭的小袋；
3—电解液。

这一来，使用活性炭一方面使得足够的气体聚集起来，另一方面，不用铂和其他貴重催化剂就能使气体维持原子状态。

最初的几次实验证明：用活性炭作成的电极具有较大的容量，并产生相当大的电动势。

电极是这样制造的：用棉麻布作成的小袋里装满了粉状活性炭。炭粉之中插入一个固体炭芯。用线把小袋紧紧缚牢。后来曾出现过一种想法：即采用网孔形的炭板，网孔是用来装满炭末的。板上也缠有小袋并用线扎裹。

但是，怎样保证全部炭粉能更好地接触，以便提高电流密度和减轻电极重量呢？人们曾经用压制法作过活性炭的电极。为了更好地保持气体，用布将电极裹住。

试验过程中制出的压制极板比制成小袋形的电极要好用些。当尺寸相当小时，片状或块状电极比起袋状电极来重量较轻，且在安装蓄电池时也较容易。

在采用各种形成电流的气体电路时，新型蓄电池的试验还证明了什么呢？

形成电流的气体——氢和氯——显示出良好的结果。当采用15%的盐酸(HCl)作为电解液时，蓄电池电压为2伏；使用食盐(NaCl)代替盐酸，能将电压提高到2.2伏。然而，由于电解完了时生成苛性钠，所以这种电解液要定期更换。

也曾试过氢和二氧化碳。为此曾以食用苏打(NaHCO_3)溶液作为电解液。这时电压为1.3伏。我们也试过氢-氧电路，电解液采用稀释的硫酸，蓄电池电压为2伏。当用臭氧代替电流形成电路中的氧气时，蓄电池的电压可达2.2伏。

吸附剂吸收气体的能力是不同的，一种气体是热烈的并能被大量的吸收，另一种则是微弱的。

为了增大蓄电池的容量，应选择这样两种气体：就是它们

將有大的电位差，并能被吸附剂很好的吸收。

也曾作过这样的試驗：用电解方法在不同的槽中使两个电极充滿气体，一个是氯(Cl)，另一个是二氧化硫(SO_2)。氯是当分解氯化钠(NaCl)时聚集在电极上的，而二氧化硫則是在电解硫酸鈉(NaSO_3)时得到的。以这两个不同的充气电极装成了蓄電池。用氯化鈉溶液作为电解液，产生能供給1伏电压的形成电流的电路。二氧化硫是負电位的载体，氯气則是正电位的载体。

有趣的是大量的二氧化硫被活性炭吸收，并長久地被保存在电极中。但正如实验所証明了的，氯气的保持能力却很弱。因此，如果为二氧化硫选配一种稳定的气体，就将能使气体蓄電池的容量增大几十倍。

实际上怎样作成分別儲存气体而需要两种电解液的蓄電池呢？

在一个装有电解液的主槽中，再安置一个尺寸較小的槽。这个小槽的槽壁具有多孔的構造，它不妨碍离子运动而又能阻止两种电解液的掺和。在充电时，这两个电极都是正的，因此充电时在每一个槽中都要用一个輔助負极（图3）。

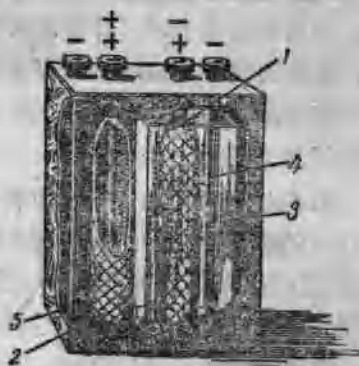


图3 增大容量的气体蓄電池
1—充滿二氧化硫的电极；2—充滿氯气的电极；3—盛有硫酸鈉溶液的容器；4和5—蓄電池充电用的輔助炭极。

在試驗气体蓄電池时，曾采用过“氯-臭氧”电路。

臭氧——这是氧的同素异形体。它的分子(O_3)是由三个氧原子組成的。应用臭氧便可能提高蓄電池容量25~30%。但

为此蓄电池需受到补充充电。

从图4看出：蓄电池是由两个用活性炭压制成的电极2与3及放在备用玻璃管中的辅助金属极5所组成的。用15%的硷溶液(KOH)作为电解液。当用直流电源进行普通的充电以后，在阴极上吸附了氢，阳极上则吸附了氧。然后开始活化氧气，也就是使氧变为臭氧。这个过程是借无声放电电源的作用来完成的。鲁门阔感应线圈产生高电压，并短时间地接到阳极和辅助极上。

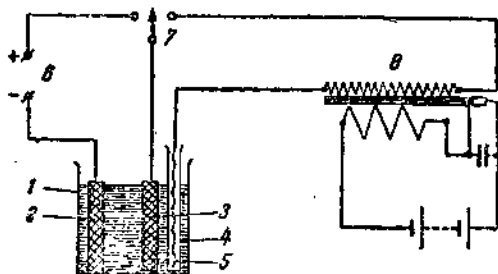


图4 形成电流的氢-臭氧电路的气体蓄电池的充电原理图

- 1—蓄电池槽；2—氢气电极；3—臭氧电极；
4—臭氧发生器管；5—臭氧发生器的螺旋线；
6—主充电接点；7—转换开关；8—鲁门阔感应线圈。

气体蓄电池的试验中也得出另一

些重要的数据。那就是当氢-氧电路时，用两个总面积为25平方公分的樺木活性炭的电极能供1安电流。用果核活性炭制成的电极还能供出更大的电流。

而气体蓄电池的容量怎样呢？试验说明：50~80克的活性炭能保证有1安培小时的容量。而按照文献上的数据，重70~180克的铅极才能保证1安培小时的容量。

如前所述，许多气体电池的制作者都建议采用催化剂来使气体分子变为原子。

对于气体蓄电池来说就没有这个必要。可以从实验看出：如在电极中加添粉末状催化剂：一个加砂铁，另一个加镍，不