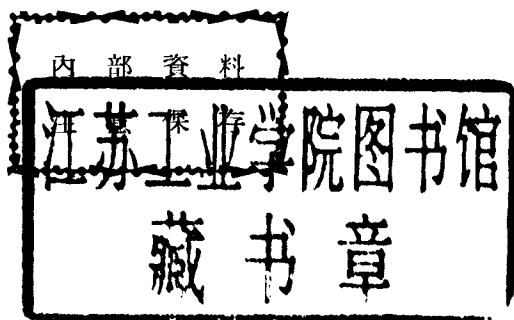




# 化学电源手册



第四机械工业部第四研究所

1964.11

## 編 制 說 明

手冊中所列产品型号均为部属企业已生产和已設計定型的产品。内容除通論外，包括鋅錳、鋅碳与鋅汞原电池系列，鉛酸、鎳鎳、鉄鎳、鋅銀蓄電池系列，及4GN-0.5型蓄電池。而对每一系列分为概述、技术要求与特性及使用、維護与貯存三大部分进行介紹。主要供設計、制造和使用无綫电电子设备的单位使用，亦可供其他单位参考。

本手冊将根据生产的发展、标准的制訂和修訂不断进行补充修改。因此，本手冊采用了活頁裝訂的形式。

手冊中每个系列編写成一份，每份均单独編排頁次，每頁上注明：

電池名称；

出版年月（单頁为左下角，双頁为右下角）。

本手冊不能代替現行标准和技术条件。

在編制过程中，沒有找着国外同类手冊参考，且对使用部門的要求了解不够深入，加之水平所限，時間儉促，手冊中一定存在錯誤和缺点，請使用单位提出宝贵意見和建議，以便今后修改补充。有关意見和建議寄北京市 138 号信箱。

第四机械工业部

1964年11月

## 內 容

編制說明

通 論

鋅錳系列 (包括電池: A、F、F-RH、J、L-RH、Q、PF、PF-RH、SF、300YD、150YD、70WD、60K、60DD-RH、60ED、56QD、48WD、45PD、42ED、32QD、30F、30K、9QD、8JD、7ED、6UD、3K、3K-RH、84、81、D81、71、D71、702、116、化幅 01)

鋅碳系列 (包括電池: KF-JQ)

鋅汞系列 (包括電池: OH、D<sub>3</sub>H、VH)

鉛酸系列 (包括起動用、固定用及蓄電池車用鉛蓄電池)

鎳鎳系列 (包括 GN—2.25、10、22、45、60、100 型單體和組合蓄電池, 2GN—24 型、2GN—8—I 型及 2GN—8—II 型蓄電池組)

4GN—0.5

鐵鎳系列 (包括 TN—22、45、60、100 型單體和組合蓄電池, TN—250、300、350、500 型單體蓄電池及 2TN—10 蓄電池組)

鋅銀系列 (包括 XYD—20 及 2XYD—8 型蓄電池)

3

3

# 通 論

## 一、化学电源在国民經济及国防事业中的作用

化学电源把化学能轉变为电能，与利用其他能源如太阳能、原子能的物理电源統称为电池，都是用电设备的直流电源。由于化学电源具有便于携带，使用簡便，能滿足各种用电装备的容量、电压、电流要求，能适应不同的气候和环境条件，具有一定的經济合理性等特点，因而获得了广泛的应用。数以亿計的鋅錳干电池用于手电筒照明；大量的鉛蓄电池用于汽車起动；柴油机、飞机、拖拉机也用化学电源作起动电源；铁路信号、江海航标、铁路客車和矿山矿灯都使用不同型式的电池作照明电源；碼頭，倉庫和矿山的电瓶車，是用化学电源作动力的；在电话和电报的交換中心站、发电站及医院等装置了大量的固定蓄电池，以供給设备所需的电能或作为备用电源；气象探测、地質勘探、仪器仪表、自动控制等电子设备以及直流收音机的运用，也都依賴着化学电源；軍事通信用的步談話报机和事軍遙控遙測用的电子设备、坦克、魚雷、水雷、軍事飞机、軍艦、潛艇以及其他武器都需用化学电源作为动力能源或輔助能源；火箭导弹和宇宙飞船等尖端技术装备也需用可靠的化学电源，以保証正确发射或与地面保持联系。总之，在无法利用市电或使用发电机的場合，必須使用电池作能源，近年虽有物理电源和其他能源的发展，但由于种种原因，这些电源还不能广泛应用，也不可能取代化学电源的地位，所以化学电源在国民經济和国防事业中仍将繼續發揮其重要作用。

## 二、化学电源的組成和作用原理

电池（系指化学电源，以下均同）的构造可以是各式各样的，可是从原理上講所有的电池都是由正极、負极、电解質、隔离物和容器組成的，其中正負两极所包含的正极、負极活性物質和电解質参与电池的成流反应，对电池产生电流起着主导作用。

在电池內部，由电解質与正极和負极連通，构成电池的内电路，在电池外部連通着两极的导体和用电装备构成电池的外电路。

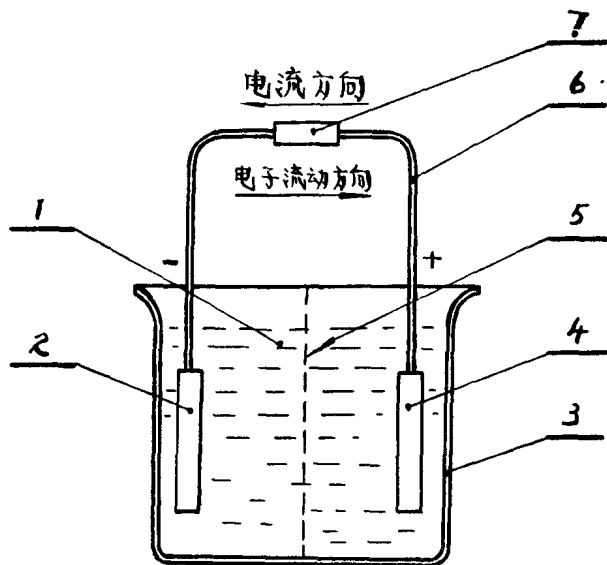


图 1 电池构造示意图

1. 电解質 2. 負极 3. 容器 4. 正极  
5. 隔离物 6. 导电体 7. 使用电池的装备

在电极和电解液的接触界面‘有电极电位产生，不同的两极活性物质产生不同的电极电位，有着较高电位的电极叫做正极，有着较低电位的电极叫做负极，这样在正负极之间产生了电位差，当外电路接通时，就有电流从正极经过外电路流向负极，再由负极经过内电路流向正极，电池向外电路输送电流的过程，叫做电池的放电。

在放电过程中，两极的活性物质逐渐消耗，负极活性物质放出电子而被氧化，正极活性物质吸收从外电路流回的电子而被还原，这样负极电位逐渐升高，正极电位逐渐降低，两极间的电位差也就逐渐降低，加以成流反应的生成物增加电池的内阻，使电池输出电流逐渐减少，直至不能满足使用要求时，电池放电即告终止。

有些电池放电以后，只要有外来直流电源反向通过，放电反应的生成物又变成电池的活性物质，而电池又能放电，这种用电流使已耗

# 通 論

尽的活性物質再生的过程叫做充电，能反复充电、放电的电池叫做蓄電池，而只能使用一次的電池，称为原電池。

## 三、实用化学电源的特点和选用

按上述理論，采用不同的电极活性物質和电解質就能构成很多种的化学电源，但不是所有的組成都有实际使用价值，下面介紹目前常用化学电源的組成和特点。

### 1. 化学电源的分类和常用電池簡介：

(1) 按正負极活性物質和电解液的种类，化学电源可分为若干系列，如鋅錳系列、鉛酸系列和鎳鎳系列等。

(2) 按工作性質及貯存状态分类，目前大量使用或已付諸实用的化学电源可分为原電池、蓄電池和貯备電池三大类：

a. 原電池（即一次電池或逕称電池）。这种電池使用至不能再从電池取得足量的电能时就廢棄了，也就是只能使用一次。

按电解液形态原電池可分为液态电解液的湿電池和电解液不能流动的干電池两类。

表1 介紹几种常用的原電池。

b. 蓄電池（即二次電池）。这类電池可以反复多次充电、放电而循环使用。

已获得广泛应用的几种蓄電池的組成見表2。

c. 貯备電池（即延时作用電池）。这类電池在干燥状态下貯备，使用前临时活化。

表3 介紹了部分貯备電池的組成和特性。

### 2. 各类電池的特点：

(1) 干電池在备用状态下保存，需用时可立即投入使用，能在移动状态下工作，适合于小功率的用电装备，但只能使用一次，使用成本較高，在貯存期中的自放电，引起電池容量的下降或有导致電池損坏的可能。



表 1 原電池的組成和特性

序 号	系 列 名 称		电 池 成 分		成 流 反 应	电 动 势 (V)	平 均 工 作 电 压 (V)
	全 称	簡 称	电 解 質	正 极			
1	錳-二氧 化 錳	錳 錳	$\text{NH}_4\text{Cl}, \text{ZnCl}_2$	$\text{MnO}_2$	$\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 \rightarrow \text{ZnO} \cdot \text{Mn}_2\text{O}_8$	1.5~1.65	1.25
2	碱性錳- 二氧 化錳	碱性錳錳	$\text{NaOH}, \text{KOH}$	$\text{MnO}_2$	$\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{Mn}_2\text{O}_8$	1.52	1.15
3	錳-空气	空 气	$\text{NH}_4\text{Cl}, \text{ZnCl}_2$	$\text{O}_2(\text{空气}) \cdot \text{C}$	$2\text{Zn} + \text{O}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$ $2\text{Zn}(\text{NH}_4)_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1.45	1.25~1.3
4	碱性錳- 空 气	碱性空气	$\text{KOH}$	$\text{O}_2(\text{空气}) \cdot \text{C}$	$\text{Zn} + 2\text{KOH} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow$ $\text{K}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1.4~1.5	1.2~1.3
5	錳-氧化 汞	錳 汞	$\text{KOH}$	$\text{HgO}$	$\text{Zn} + \text{HgO} \rightarrow \text{ZnO} + \text{Hg}$	1.34	1.2~1.3
6	錳-空气 湿 电 池	空 气 湿 电 池	$\text{NaOH}$	$\text{O}_2(\text{空气}) \cdot \text{C}$	$\text{Zn} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}$	1.45	1.1~1.2
7	錳-氧化 铜 湿 电 池	錳 铜 湿 电 池	$\text{NaOH}$	$\text{CuO}$	$\text{Zn} + 2\text{NaOH} + \text{CuO} \rightarrow$ $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$	0.65~0.7	0.5~0.7

# 通 論

表 2 蓄電池的組成和特性

序號	系列名稱	電池成分		成流反應	充電 ⇌ 放電	電動勢 (V)	平均工作 電壓 (V)
		負極	電解質				
1	鉛酸	Pb	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	PbO <sub>2</sub>	$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$	2.0 ~ 2.1	1.95 ~ 2.05
2	鐵鎳	Fe	KOH	NiOOH	$Fe + 2NiOOH + 2H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$	1.48	1.25 ~ 1.30
3	鎳鎳	Cd	KOH	NiOOH	$Cd + 2NiOOH + 2H_2O \rightleftharpoons Cd(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$	1.44	1.25
4	鋅銀	Zn	KOH	Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$2Zn + Ag_2O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Zn(OH)_2 + 2Ag$	1.85	1.50

# 通 論

表 3 貯备电池的組成和特性

系 列 名 稱	負 極	電 池 電 液	組 成 正 極	成 活 化 劑	成 流 反 應	平 均 工 作 電 壓 (V)
鋅—氧化銀	Zn	KOH	Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	KOH	$2Zn + Ag_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Zn(OH)_2 + 2Ag$	1.4~1.5
鋅—二氧化鉛	Zn	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	PbO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$Zn + PbO_2 + H_2SO_4 + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + PbSO_4 + 2H_2O$	2.1~2.4
鉛—二氧化鉛	Pb	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> HBF <sub>4</sub> H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> 或HClO <sub>4</sub>	PbO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> HBF <sub>4</sub> H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> 或HClO <sub>4</sub>	$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$ $Pb + PbO_2 + 4H^+ \rightarrow 2Pb^{2+} + 2H_2O$	1.6~2.1
鎂—氯化銀	Mg	MgCl <sub>2</sub>	AgCl	H <sub>2</sub> O	$Mg + 2AgCl \rightarrow MgCl_2 + 2Ag$	1.3~1.6
鎂—氯化亞銅	Mg	MgCl <sub>2</sub>	CuCl	H <sub>2</sub> O	$Mg + 2CuCl \rightarrow MgCl_2 + 2Cu$	1.1~1.3

## 通 論

(2) 湿电池的容量較大，从几百至1000安时，使用成本較干电池低，安装方便，在使用前加电解液，避免了搁置期中的自放电。这种电池体积較大，电解液是液态，只限于固定装置使用。

(3) 蓄电池的使用寿命长，使用成本最低，能輸出較大的能量，放电时电压下降很慢。但使用前須經充电，不适合于缺乏充电条件（电源、充电设备、人力）或足够時間进行充电的情况下使用。

(4) 貯备电池在非活化状态下貯存，在貯存期中不会损坏，这类电池具有較高的电动势和比能量，适用于大功率放电，在某些用量不大的特殊用途中，必須采用相当的貯备电池，才能适应其特殊要求。但这类电池在使用前須經過灌注电解液或其他方法使电池进入工作状态的激活过程，激活后須立即使用而不能在活化状态下貯存，加以价格較高，所以貯备电池的使用范围有一定的局限性。

### 3. 各种干电池的比較：

(1) 鋅錳电池的材料易得，售价低廉，可以适应各种不同的用途，由于制造技术的不断改进，性能逐步提高，用低温电解液的耐寒电池視工作負荷可在 $-20^{\circ}\text{C}$ 或 $-40^{\circ}\text{C}$ 下工作，所以目前鋅錳干电池的产量仍然在干电池中占首位。

(2) 用氯化銨电解液的空气干电池，比鋅錳干电池具有較大的容量，但祇适合于較小的电流使用。用燒結式活性炭电极的碱性空气干电池，比容量較大，放电时电压平穩，但平均工作电压略低，不能在低温下工作，且空气电池只适合于有空气流通的环境下使用，限制了这种电池的用途。

(3) 鋅汞电池具有比能量大、电压下降平穩、能經受較大的放电电流、能在高温下儲存和使用、能設計成小型电池等特点，最近发展的碱性鋅錳电池也有类似的优点，其电气性能大概介于鋅汞和鋅錳电池之間。低温性能不良和电池碱液外漏是碱性原电池普遍存在的缺陷，应加研究改进。

### 4. 各种蓄电池的比較：

# 通 論

(1) 几种蓄电池中以鋅銀蓄电池的比能量最大，但因使用寿命短，低溫性能較差，且需用貴重金屬作原料，限制了这种电池的用途。

(2) 有极板盒和无极板盒鎳錳电池与鉄錳电池等三种碱性蓄电池与鉛蓄電池相比具有結構坚固、机械性能良好、使用維護簡便、能經受一定的过充过放、使用寿命較长、自放电小、放电率对容量的影响較小等优点，性能以无极板盒的鎳錳蓄電池最好，有极板盒的次之，鉄錳的又次之，碱性蓄電池的原料来源較困难，价格較高，因而在实际应用中受到了一定的限制。

(3) 鉛蓄電池比碱性蓄電池笨重，机械强度差，必須遵守严格的制度进行使用維護，充电时有酸霧为患，自放电强烈，使用寿命較短，但也具备很多优点：电动势較高，內阻低，能輸出較大的电流，电量和电能效率高，价格低廉，原材料較易取得，加以近来在電池結構和工艺方面的改进，電池性能有所提高，所以这种历史悠久的鉛蓄電池目前仍为蓄電池中产量最大使用范围最广的一种。

## 5. 选用電池的原則：

### (1) 核实使用要求：

各种用电装备都对化学电源有下列普遍要求：① 高度的可靠性；② 体小而輕，比能量大；③ 貯存寿命或使用寿命长；④ 有足够的容量，輸出电流大，高电压部分的容量大，工作电压不稳；⑤ 能适应特殊的工作环境如低溫、高溫、高湿、高空、冲击、振动等；⑥ 維護使用簡便；⑦ 价格合理。但沒有一种電池可以全部滿足这些要求，而每种用途的要求也必有所側重，因此在选用電池时，首先应该摸清電池的使用要求，明确那些条件必須得到滿足而那些要求可以略为降低，然后对照各系列電池的特性，再确定采用的電池种类。

(2) 蓄電池的使用成本低，凡電池在較集中的情况下使用而又具备充电条件，以选用蓄電池为宜。

(3) 在选用以貴重或缺少的金屬作原料的電池时，应根据国家資

源情况和用途要求确定，非必要时不要选用。

(4) 小型装备必須选用小型电池，不是非用小型电池不可的用途，可选用較大的电池，因为大电池比小电池經濟而可靠。

(5) 如不能从現有系列中找到所需的电池，可以提出試制新系列产品，但新系列产品的試制，一般需要經過科研阶段，历时較久，必須提早安排。

## 四、化学电源的性能术语及計算方法

### 1. 电动势：

当外电路断开即沒有电流通过电池时正、負两极間的电位差，叫做电池的电动势，电动势是引起电池内外电路中产生电流的原动力。

电池的电动势等于两极間电位的代数和：

$$E = E_+ - E_-$$

式中：E——电动势  $E_+$ ——正极电位  $E_-$ ——負极电位

电动势以伏計，可用具有較大內阻的直流电压表測定而达到一定的精确度，如需要准确的数据，需用电位計測定。

电动势大小取决于活性物質和电解液的种类和性質，也与測量时的溫度及电池的新旧程度或充电状态有关。

电动势不作为电池的質量指标，因为它与电池的工作性能无直接关系，为了区分各种电池，习惯上在产品技术条件中規定了电池的額定电压，額定电压系指电池电动势的最低值，例如鋅錳单体电池的額定电压規定为1.5伏，鉛蓄电池为2伏，鎳鎘蓄电池为1.44伏。

### 2. 电压：

电路閉合时，电池两极的电位差叫做电池的电压，由于电池的內阻，电池的放电电压，一定小于电池的电动势，而蓄电池充电时的充电电压一定大于电动势。放电电压 $V_{放}$ 或充电电压 $V_{充}$ 与电动势E、放电电流 $I_{放}$ 或充电电流 $I_{充}$ 和电池表观內阻 $\rho$ 的关系如下：

## 通 論

$$V_{\text{放}} = E - I_{\text{放}} \cdot \rho$$

$$V_{\text{充}} = E + I_{\text{充}} \cdot \rho$$

原電池標準中規定了電池在一定負荷和溫度下的負荷電壓（或稱閉路電壓或逕稱電壓），此電壓係指電池放電開始後10秒鐘內測得的初始放電電壓，負荷電壓與電池使用壽命無直接關係，但可以作为衡量電池的均勻程度和從大批產品中剔除劣品的標準。在測定原電池的負荷電壓前，應先將電池放在指定的溫度範圍下24或48小時，按圖2綫路接上電阻及電壓表，在10秒鐘內讀出電壓值。

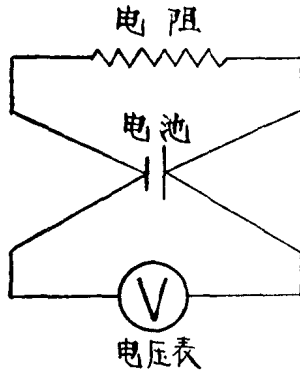


圖 2

電阻值的公差允許為額定的 $\pm 0.5\%$ ，電壓表的精度和電阻，應在產品技術條件中規定。

蓄電池的負荷電壓與電動勢相差不大，所以在電池標準中不作為質量指標，電池的表現內阻 $\rho$ 即電池的全電阻為電池的歐姆內阻 $\gamma$ 和極化相當電阻 $\kappa$ 之和：

$$\rho = \gamma + \kappa$$

式 中  $\kappa$ ——常數

電池的歐姆內阻是活性物質、電解質，隔離物和其他構件本身的電阻和各組成物間接觸電阻的總和。極化相當電阻隨通過電池的電

# 通 論

流的强度而变化。

## 3. 容量和能量:

### (1) 定流和定阻放电的容量

电池在一定的放电規則下放电所能供应的电量叫做电池的容量，是电池的重要性能之一。放电規則包括放电方法、放电电流或电阻、終止电压和放电溫度等項。放电方法有恒定电流放电或恒定电阻放电与連續或間歇放电之分，間歇放电时应規定每次放电和两次放电間的时间。蓄電池都采用定流連續放电，电池容量以安时計，原電池多采用定阻連放或間歇放电，而用放电时间来表示电池的容量，因为放电时间是电池的有效使用寿命，比安时容量更有实际意义。

电池以定流放电的容量  $C_I$  (安时) 用下式計算:

$$C_I = I \cdot t$$

式中  $I$ ——放电电流 (安)     $t$ ——放电时间 (小时)

如果在放电过程中电流值有偏差，則式中  $I$  应以平均电流計算，可将电流和时间的关系画成曲綫后測定曲綫的面积，即得安时容量值。

电池以定阻放电的容量  $C_R$  (安时) 用下式計算:

$$C_R = \frac{V_{\text{平均}}}{R} \cdot t$$

式中  $V_{\text{平均}}$ ——平均放电电压 (伏)

$R$ ——放电电阻 (欧)

$t$ ——放电时间 (小时)

### (2) 測算 $C_R$ 有下列几种方法:

a. 将放电結果繪成电压——时间曲綫 (图 3) 用求积仪求得  $V_{\text{平均}} \cdot t$ 。以  $R$  除之即得  $C_R$ 。

b. 将放电时间分为若干段，求出每段的平均电压乘上該段的时间，得到該段的平均电压与时间的乘积，将各段的电压时间乘积加起来再除以  $R$  即得  $C_R$ 。



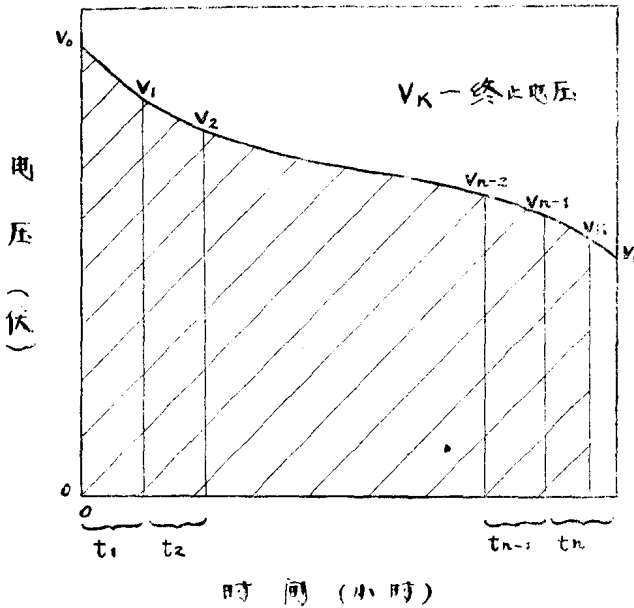


图3 电池放电曲线

$$C_R = \frac{1}{2R} \left[ (V_0 + V_1) \cdot t_1 + (V_1 + V_2) t_2 + \dots + (V_{n-2} + V_{n-1}) t_{n-1} + \frac{(V_{n-1} + V_k)(V_{n-1} - V_k)}{V_{n-1} - V_n} \cdot t_n \right]$$

C. 可用下式計算鋅錳干電池的  $C_R$  近似值:

$$C_R = \frac{1}{3} (V_0 + 2V_k) \cdot \frac{t}{R}$$

#### 4. 保証貯存期:

電池的保証貯存期是電池在妥善保管和運輸的條件下的有效貯存期限，至保証貯存期末，電池仍應具有產品技術條件所規定的期末性能，如在保証貯存期內電池有變質情況，製造廠應負責調換。