

<http://shop107331911.taobao.com>



Robot Dog

# 机器人技术及应用

<http://shop107331911.taobao.com>



Robot Dog

<http://shop107331911.taobao.com>

# 5 机器人能源及本体设计

1

机械能

2

化学能

3

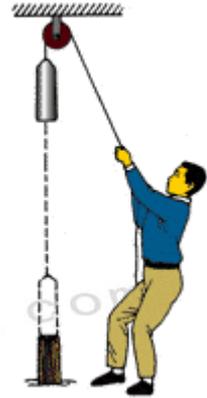
电能

4

核能及其它能源

## 5.1 机械能

机械能是动能与部分势能的总和，这里的势能分为重力势能和弹性势能。决定动能的是质量与速度；决定重力势能的是高度和质量；决定弹性势能的是劲度系数与形变量。动能与势能可相互转化。机械能只是动能与势能的和。机械能是表示物体运动状态与高度的物理量。



ROBOT DOG

<http://shop107331911.taobao.com>

## 5.1.2机械能的本质

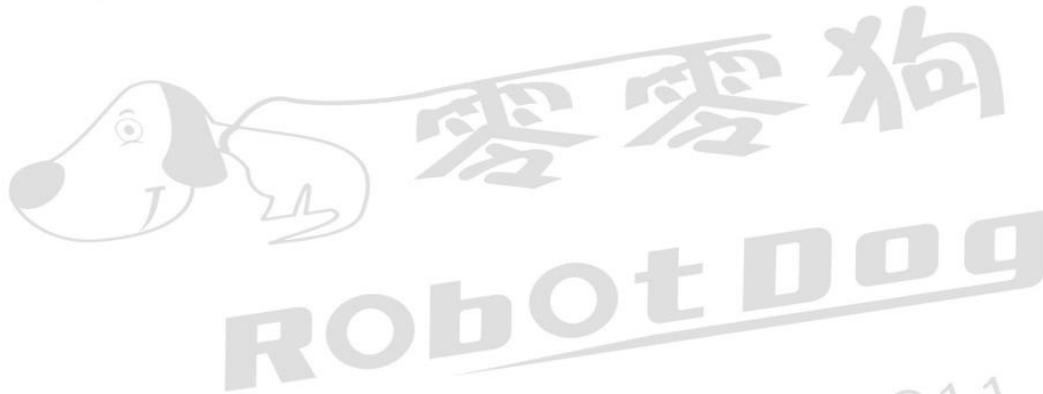
### 从能量转化角度看

从能量转化角度看，只要在某一物理过程中，系统的机械能总量始终保持不变，而且系统内或系统与外界之间没有机械能转化为其他形式的能，也没有其他形式的能转化为系统的机械能，那么系统的机械能就是守恒的，与系统内是否一定发生动能和势能的相互转化无关。如在光滑的水平面上做匀速直线运动的物体。其机械能守恒；如果系统内或系统与外界之间有其他形式的能与机械能的转化。即使系统机械能总量保持不变，其机械能也是不守恒的，如一炸弹在爆炸时，假设外力不做功，但系统内的化学能对系统做功了，虽然机械能总量保持不变，但系统内有其他形式的能（内能或电能）转化为系统的机械能，系统又克服外界做功将机械能转化成其他形式的能。

## 5.1.3 机械能的本质

从功能关系角度看

从功能关系看，机械能守恒的条件是“系统外力不做功，系统内非保守力不做功”。这一条件与系统内保守力（重力或弹簧的弹力）是否做功无关，因为重力或弹簧弹力是否做功只是决定系统内是否发生动能和势能的相互转化，做功与否都不会改变系统机械能总量。



<http://shop107331911.taobao.com>

## 5.2 化学能

化学能是物体发生化学反应时所释放的能量，是一种很隐蔽的能量，它不能直接用来做功，只有在发生化学变化的时候才释放出来，变成热能或者其他形式的能量。像石油和煤的燃烧，炸药爆炸以及人吃的食物在体内发生化学变化时候所放出的能量，都属于化学能。化学能是指化合物的能量，根据能量守恒，这种能量的变化与反应中热能的变化是大小相等、符号相反，参加反应的化合物中各原子重新排列而产生新的化合物时，将导致化学能的变化，产生放热或吸热效应。

ROBOT DOG

<http://shop107331911.taobao.com>

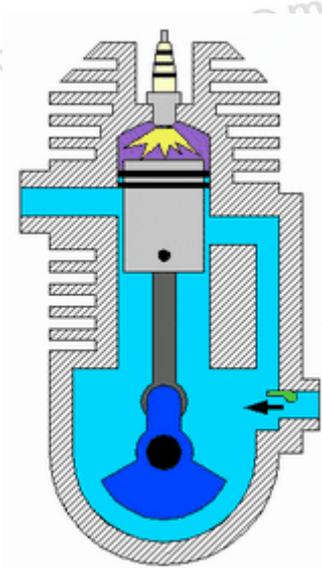
# 5.2.1 化学能的应用



## 5.2.1 化学能的应用

### 内燃机的工作原理

作为热机的一种，内燃机的能量来源是燃料燃烧产生的热，即物质蕴含的化学能先要转化为热能，再成为机械能。液体通过相态的变化就能增加压力，而气体受热膨胀也能增大压力，因此液体和气体都理论上都可以作为工作介质使用。内燃机的工作介质多为燃料与空气混合燃烧产生的气体，在受热膨胀后，压力增大，高温高速的气体再通过一定的机械装置对外做工。对于内燃机而言，工作介质必须更换（开式循环），即排放燃烧过的气体，进入新鲜气体。

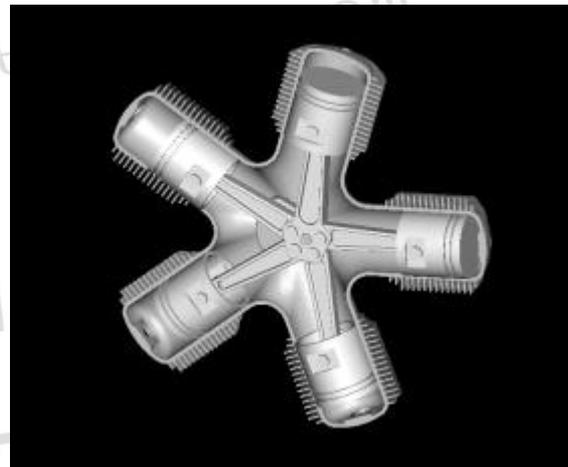


## 5.2.1 化学能的应用

### 星型发动机

星型发动机是一种气缸环绕曲轴排列的一种往复式内燃机。在涡轮发动机出现之前，绝大多数大型飞机的发动机都采用星型设计。

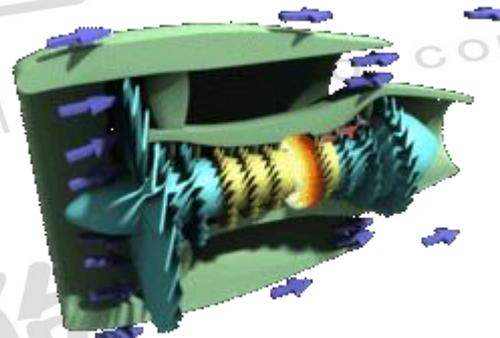
在星型发动机中，活塞通过一根主连杆连接到曲轴上。在右图中，最上方的活塞连接的连杆即为主连杆。其它活塞的连杆则被称为活节式连杆，它们通过梢孔连接在主连杆中央位置的环上。



## 5.2.1 化学能的应用

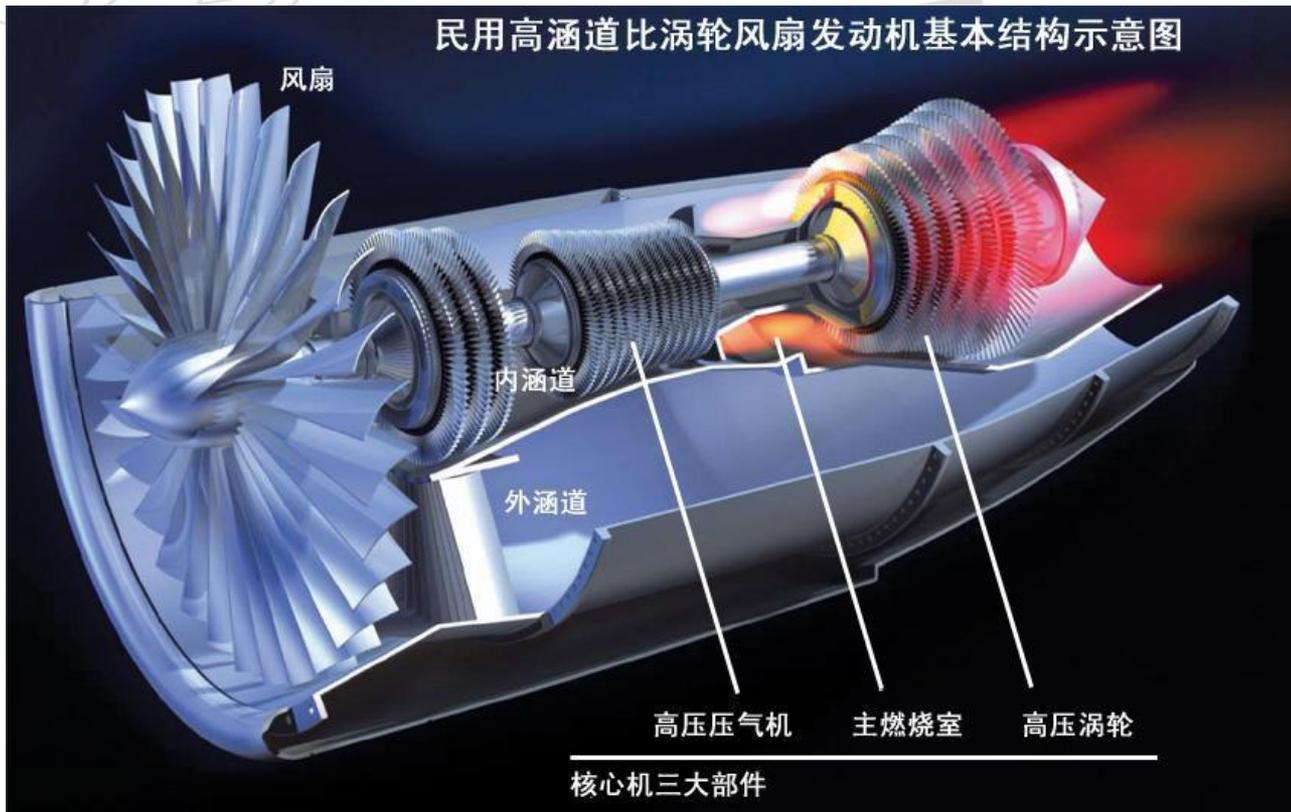
### 涡轮发动机

涡轮发动机（Turbine engine，或常简称为Turbine）是一种利用旋转的机件自穿过它的流体中汲取动能的发动机形式，是内燃机的一种。常用作飞机与大型的船舶或车辆的发动机。



## 5.2.1 化学能的应用

### 涡轮发动机



## 5.2.2 涡轮风扇

未来的主战战机发动机——MADE IN CHINA



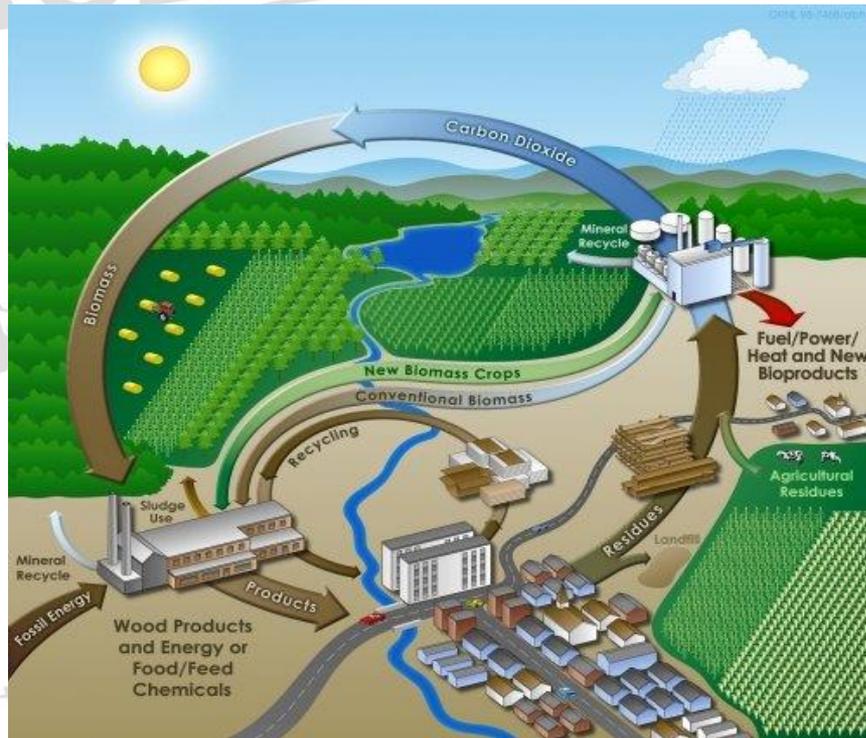
## 5.2.2 涡轮风扇

未来的主战战机发动机——MADE IN CHINA



## 5.3 电能

电能是指在一定的时间内电路元件或设备吸收或发出的电能量。



http://shop107331911.taobao.com

## 5.3 电能



http://shop107331911.taobao.com

## 5.3 电能



http://shop107331911.taobao.com

# 5.3 电能



## 5.3.1 机器人的能源

机器人作为一种小型的易于移动的可自动执行工作的平台，选用电能是比较合适的选择。

机器人供电可分为独立电源供电和电缆供电两种。其中为了更好的移动，使用独立电源供电的机器人越来越多。



## 5.3.1 独立电源

在化学电池中，根据能否用充电方式恢复电池存储电能的特性，可以分为一次电池（也称原电池）和二次电池（又名蓄电池，俗称可充电电池，可以多次重复使用）两大类。由于需要重复使用，机器人上通常采用二次电池。





零零狗  
ROBO DOG

# 1) 碳锌电池

碳性电池全称：中性锌-二氧化锰干电池（zinc-manganese dry battery），属于化学电源中的原电池，是一种一次性电池。因为这种化学电源装置其电解质是一种不能流动的糊状物，所以也叫做干电池，这是相对于具有可流动电解质的电池说的。



# 1) 碳锌电池使用注意事项

(1) 检查电器和电池接触件是否清洁，必要时用湿布擦净，待干燥后按正确极性装入；

(2) 不要将新旧电池混用，同一种型号但不同种类的电池也不能混用；

(3) 禁止对一次电池加热、充电或其它的方法使一次电池再生；禁止拆卸电池

(4) 禁止将电池短路，谨防婴幼儿玩弄电池，尤其是要防止婴幼儿吞食扣式电池。

(5) 用电器具使用后应切断开关，长期不用应取出电池。



## 2) 碱性电池

碱性电池亦称为碱性干电池、碱性锌锰电池、碱锰电池，是锌锰电池系列中性能最优的品种。适用于需放电量大及长时间使用。电池内阻较低，因此产生之电流较一般锰电池为大，而环保型含汞量只有0.025%，无须回收。



泡池网 PCPOP.COM

## 2) 碱性电池

碱性电池的主要优点就是耐久的电量，一般是普通电池的七倍，另外最初回复时间短，最适合用于照相机闪光灯。输出稳定，而且不漏液，碱性电池上一般注有 **donot recharge**（不可充电），这是为了安全考虑。

但碱性电池本身有一定的电学可逆性，在电量尚未耗尽时，可在小电流情况下如充电器慢充档进行一定次数的充电，原555牌就生产过一些碱性充电电池，可以充电几十次。不过此法不可乱用。另外，电能“耗尽”的碱性电池放置一段时间后又可以恢复一定的电能，所以断续使用碱性电池可以有更长的工作时间。碱性电池识别上可以看是否印有 **ALKALINE** 字样或中文“碱性电池”字样。

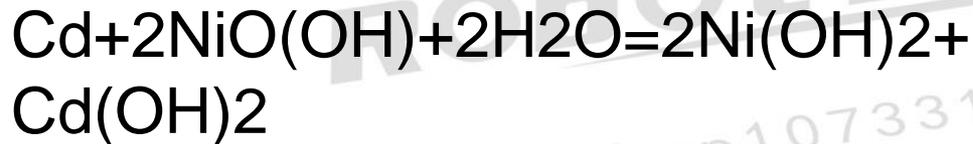


## 2) 碱性电池使用注意事项

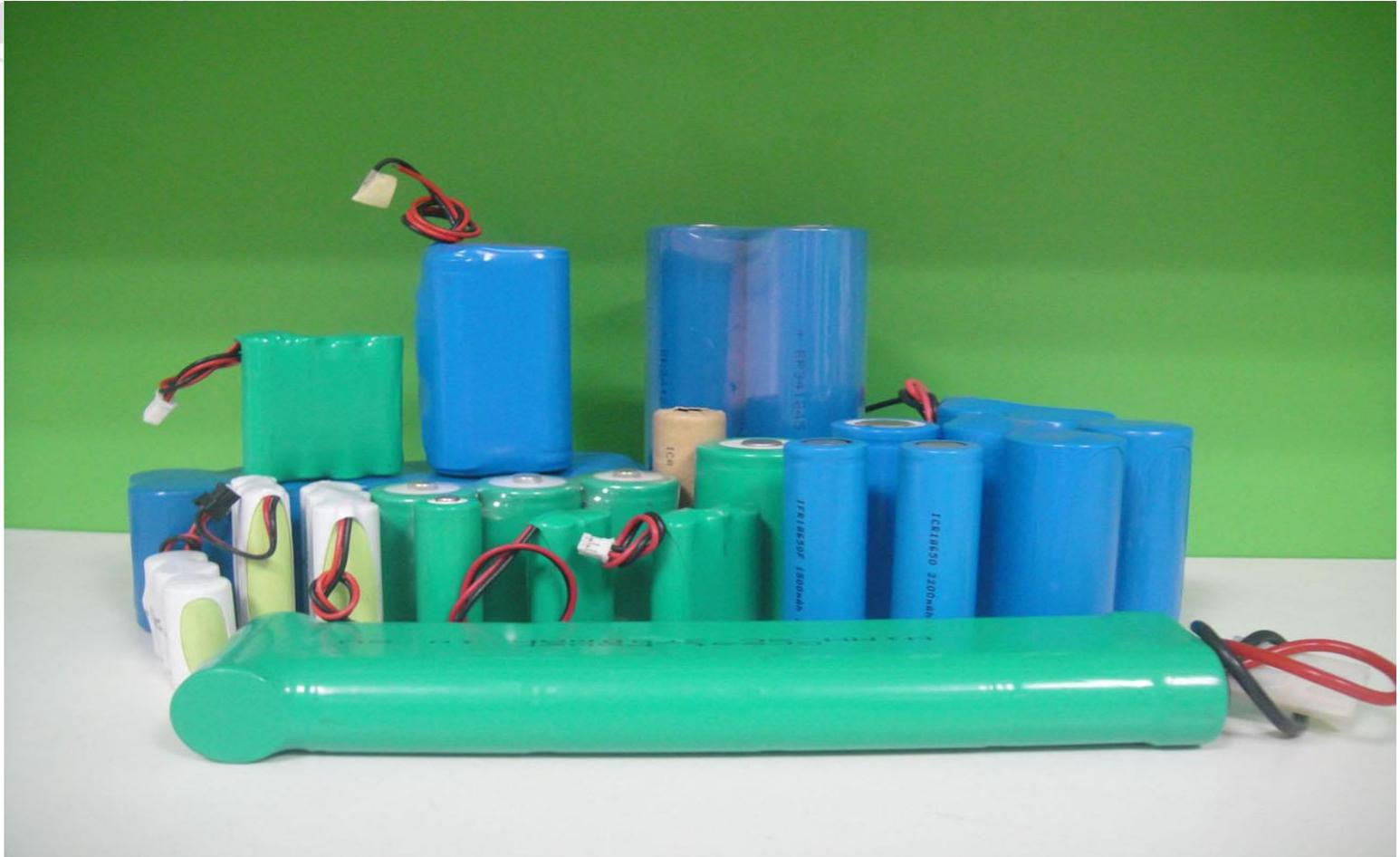
- (1) 请勿对电池进行充电，这样可能会导致电池漏液或发生危险。
- (2) 应注意电池极性，防止错误安装。
- (3) 请勿将电池短路、加热、投入火中或试图拆开。
- (4) 新旧电池请勿混合使用。

### 3) 镍镉电池

镍镉电池（Ni-Cd, Nickel-Cadmium Batteries, Ni-Cd Rechargeable Battery）是最早应用于手机、超科等设备的电池种类，它具有良好的大电流放电特性、耐过充放电能力强、维护简单，一般使用以下反应放电：



### 3) 镍镉电池



### 3) 镍镉电池

镍镉电池可重复500次以上的充放电，经济耐用。其内部抵制力小，既内阻很小，可快速充电，又可为负载提供大电流，而且放电时电压变化很小，是一种非常理想的直流供电电池。与其它类型的电池比较，镍镉电池可耐过充电或过放电。镍镉电池的放电电压根据其放电装置有所差异，每个单元电池(Cell)大约是1.2V，电池容量单位为Ah、mAh，放电终止电压的极限值称为“放电终止电压”，镍镉电池的放电终止电压为1.0/cell(cell为每一单元电池)。自放电率低，镍镉电池在长时间放置的情况下，特性也不会劣化，充分充电后可完全恢复原来的特性，它可在-20°C+60°C的温度范围内使用。由于单元电池采用金属容器，坚固耐用；采用完全密封的方式，不会出现电解液泄漏现象，故无须补充电解液。

### 3) 镍镉电池的缺点

镍镉电池最致命的缺点是，在充放电过程中如果处理不当，会出现严重的“记忆效应”，使得服务寿命大大缩短。所谓“记忆效应”就是电池在充电前，电池的电量没有被完全放尽，久而久之将会引起电池容量的降低，在电池充放电的过程中（放电较为明显），会在电池极板上产生些许的小气泡，日积月累这些气泡减少了电池极板的面积也间接影响了电池的容量。当然，我们可以通过掌握合理的充放电方法来减轻“记忆效应”。此外，镉是有毒的，因而镍镉电池不利于生态环境的保护。众多的缺点使得镍镉电池已基本被淘汰出数码设备电池的应用范围。

## 4) 镍氢电池

镍氢电池是有氢离子和金属镍合成，电量储备比镍镉电池多30%，比镍镉电池更轻，使用寿命也 longer，并且对环境无污染。镍氢电池的缺点是价格比镍镉电池要贵好多，性能比锂电池要差。



## 4) 镍氢电池

镍氢电池是二十世纪九十年代发展起来的一种新型绿色电池，具有高能量、长寿命、无污染等特点，因而成为世界各国竞相发展的高科技产品之一。

镍氢电池的诞生应该归功于储氢合金的发现。早在20世纪六十年代末，人们就发现了一种新型功能材料储氢合金，储氢合金在一定的温度和压力条件下可吸放大量的氢，因此被人们形象地称为“吸氢海绵”。其中有些储氢合金可以在强碱性电解质溶液中，反复冲放电并长期稳定存在，从而为我们提供了一种新型负极材料，并在此基础上发明了镍氢电池。储氢合金的主要来源是稀土，而中国的稀土资源占世界总储量的70%以上，发展镍氢电池具有得天独厚的优势。因此中国镍氢电池的研制与开发，受到了国家八六三计划的大力支持，被列为“重中之重”项目。

## 5) 锂离子电池

锂电池  
(Lithium Battery,  
简写成LB)

锂一次电池  
(又称锂原电  
池, **Primary  
LB**)

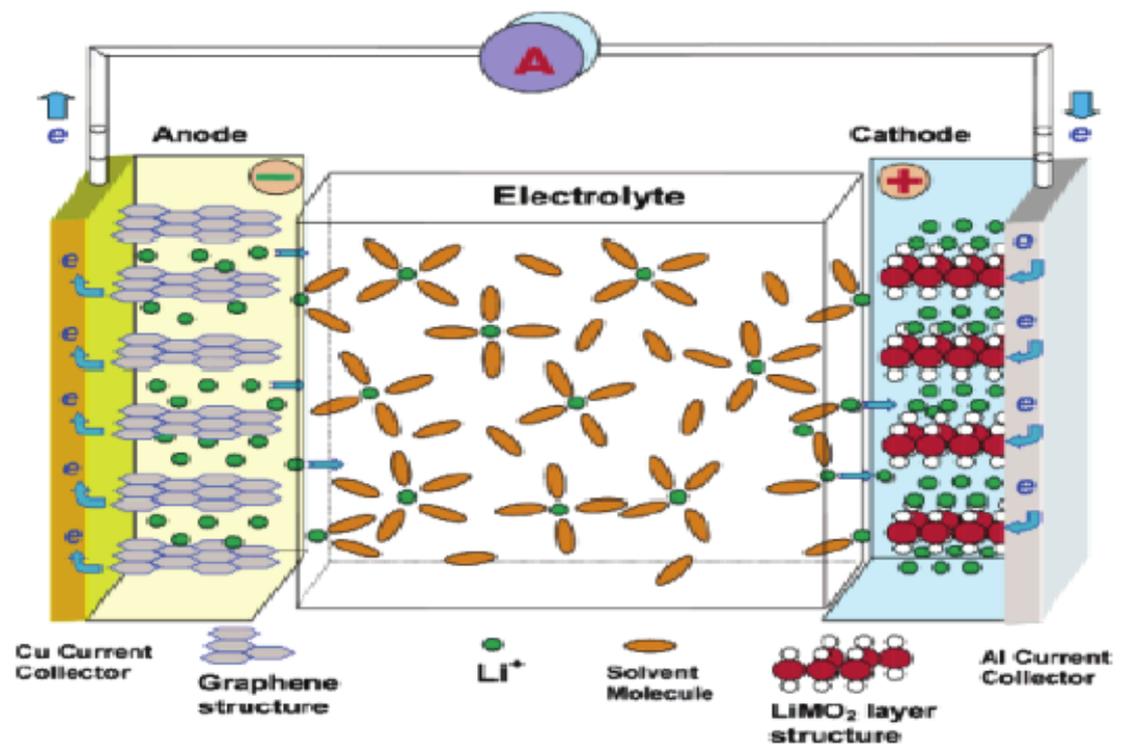
锂二次电池  
(又称锂可充  
电电池,  
**Rechargeable  
LB**)

# 锂离子电池特点

❖ 与镍镉（Ni/Cd）、镍氢（Ni/MH）电池相比，锂离子电池的主要特点如下：

	镍镉电池	镍氢电池	铅酸电池	锂离子电池	聚合物锂离子电池
重量能量密度 (Wh/kg)	45-80	60-120	30-50	110-160	100-130
循环寿命 (至初始容量80%)	1500	300-500	200-300	500-2000	300-500
单体额定电压(V)	1.25	1.25	2	3.6	3.6
过充承受能力	中等	低	高	非常低	低
月自放电率 (室温)	20%	30%	5%	10%	~10%





锂离子电池工作原理图

schematic representation and operation principle of rechargeable lithium ion battery

# 锂离子电池原理探讨

锂离子电池的充电过程分为两个阶段：恒流快充阶段（指示灯呈红色）和恒压电流递减阶段（指示灯呈黄色）。



锂离子电池过度充放电会对正负极造成永久性损坏。过度放电导致负极碳片层结构出现塌陷，而塌陷会造成充电过程中锂离子无法插入；过度充电使过多的锂离子嵌入负极碳结构，而造成其中部分锂离子再也无法释放出来。

锂离子电池保持性能最佳的充放电方式为浅充浅放。

# 锂离子电池类型

1

圆柱型锂离子  
电池  
(Cylindrical  
Li-ion  
Battery)

2

方型锂离子电  
池(Prismatic  
Li-ion Battery)

3

纽扣锂离子  
电池(Coin  
Li-ion  
Battery)

4

薄膜锂离子  
电池(Thin  
Film Li-ion  
Battery)

# 充电电池性能参数指标

## 电池内阻

电池内阻是指电池在工作时，电流流过电池内部所受到的阻力。有欧姆内阻与极化内阻两部分组成。电池内阻值大，会导致电池放电工作电压降低，放电时间缩短。内阻大小主要受电池的材料、制造工艺、电池结构等因素的影响。电池内阻是衡量电池性能的一个重要参数。



# 内阻

- ❖ 电池的内阻不是常数，在放电过程中随时间不断变化，因为活性物质的组成、电解液浓度和温度都在不断地改变。
- ❖ 电池内阻包括欧姆内阻和极化内阻，极化内阻又包括电化学极化与浓差极化。内阻的存在，使电池放电时的端电压低于电池电动势和开路电压，充电时端电压高于电动势和开路电压。
- ❖ 欧姆电阻遵守欧姆定律；极化电阻随电流密度增加而增大，但不是线性关系，常随电流密度的对数增大而线性增大。

ROBOT DOG

<http://shop107331911.taobao.com>

# 充电电池性能参数指标

## 电池的容量

电池的容量有额定容量和实际容量之分。锂离子电池规定在常温、恒流(1C)、恒压(4.2V)控制的充电条件下,充电3h、再以0.2C放电至2.75V时,所放出的电量为其额定容量。 电池的实际容量是指电池在一定的放电条件下所放出的实际电量,主要受放电倍率和温度的影响。



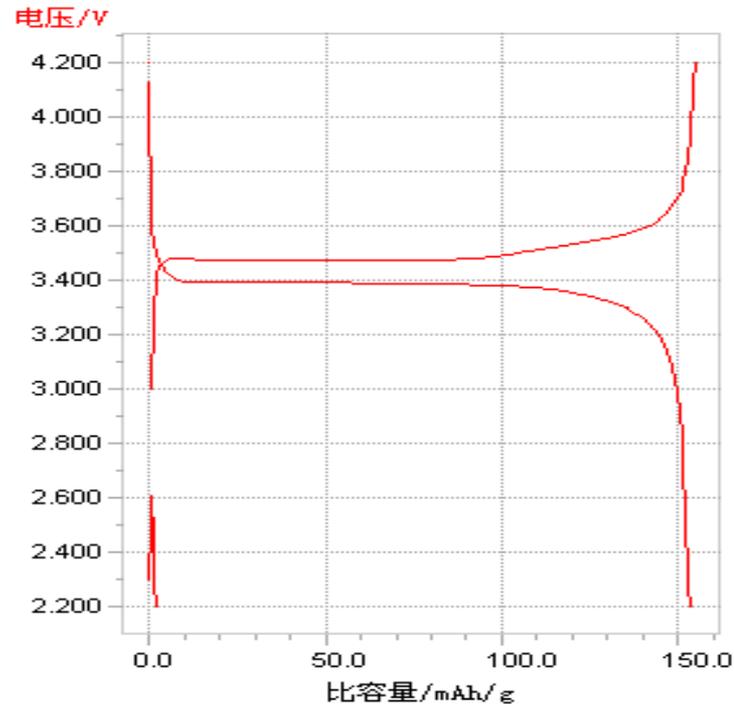
# 容量

- ❖ 电池在一定放电条件下所能给出的电量称为电池的容量，以符号**C**表示。常用的单位为安培小时，简称安时（**Ah**）或毫安时（**mAh**）。
- ❖ 理论容量是把活性物质的质量按法拉第定律计算而得的最高理论值。为了比较不同系列的电池，常用比容量的概念，即单位体积或单位质量电池所能给出的理论电量，单位为**Ah/kg**（**mAh/g**）或**Ah/L**（**mAh/cm<sup>3</sup>**）。
- ❖ 实际容量是指电池在一定条件下所能输出的电量。它等于放电电流与放电时间的乘积，单位为 **Ah**，其值小于理论容量。
- ❖ 额定容量也叫保证容量，是按国家或有关部门颁布的标准，保证电池在一定的放电条件下应该放出的最低限度的容量。



### ◆开路电压

开路电压是指电池在非工作状态下即电路中无电流流过时，电池正负极之间的电势差。一般情况下，锂离子电池充满电后开路电压为4.1—4.2V左右，放电后开路电压为3.0V左右。通过对电池的开路电压的检测，可以判断电池的荷电状态。

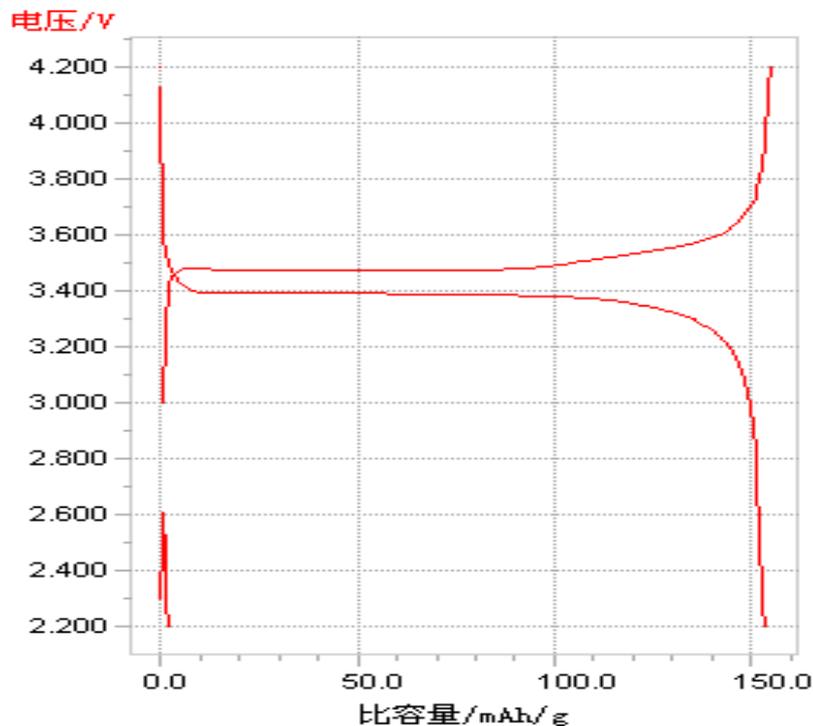


# 开路电压(Open circuit voltage OCV)

- ❖ 电池的开路电压，会依电池正、负极与电解液的材料而异，如果电池正、负极的材料完全一样，那么不管电池的体积有多大，几何结构如何变化，其开路电压都一样的。

# 工作电压

- ❖ **工作电压**又称端电压，是指电池在工作状态下即电路中有电流流过时电池正负极之间的电势差。在电池放电工作状态下，当电流流过电池内部时，不需克服电池的内阻所造成阻力，故工作电压总是低于开路电压，充电时则与之相反。锂离子电池的放电工作电压在3.6V左右。



## 终止电压(Cut-off discharge voltage)

- ❖ 指电池放电时，电压下降到电池不宜再继续放电的最低工作电压值。
- ❖ 根据不同的电池类型及不同的放电条件，对电池的容量和寿命的要求也不同，因此规定的电池放电的终止电压也不相同。

ROBOT DOG

<http://shop107331911.taobao.com>

## 放电深度(Depth of discharge DOD)

- ❖ 在电池使用过程中，电池放出的容量占其额定容量的百分比，称为放电深度。
- ❖ 放电深度的高低和二次电池的充电寿命有很深的关系，当二次电池的放电深度越深，其充电寿命就越短，因此在使用时应尽量避免深度放电。

ROBOT DOG

<http://shop107331911.taobao.com>



### ❖ 放电平台时间

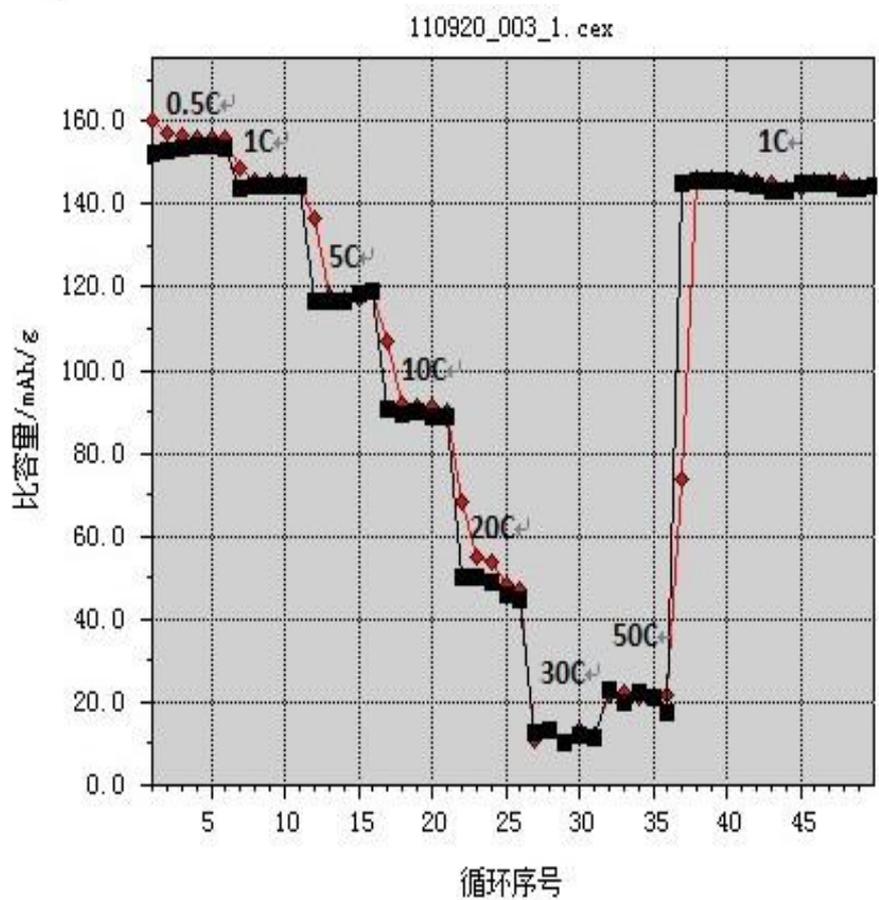
放电平台时间是指在电池满电情况下放电至某电压的放电时间。例对某三元电池测量其3.6V的放电平台时间，以恒压充到电压为4.2V，并且充电电流小于0.02C时停止充电即充满电后，然后搁置10分钟，在任何倍率的放电电流下放电至3.6V时的放电时间即为该电流下的放电平台时间。

因某些使用锂离子电池的用电器的的工作电压都有电压要求，如果低于要求值，则会出现无法工作的情况。所以放电平台是衡量电池性能好坏的重要标准之一。



### ❖ 充放电倍率

充放电倍率是指电池在规定的时间内放出其额定容量时所需要的电流值，1C在数值上等于电池额定容量，通常以字母C表示。如电池的标称额定容量为10Ah，则10A为1C（1倍率），5A则为0.5C，100A为10C，以此类推。



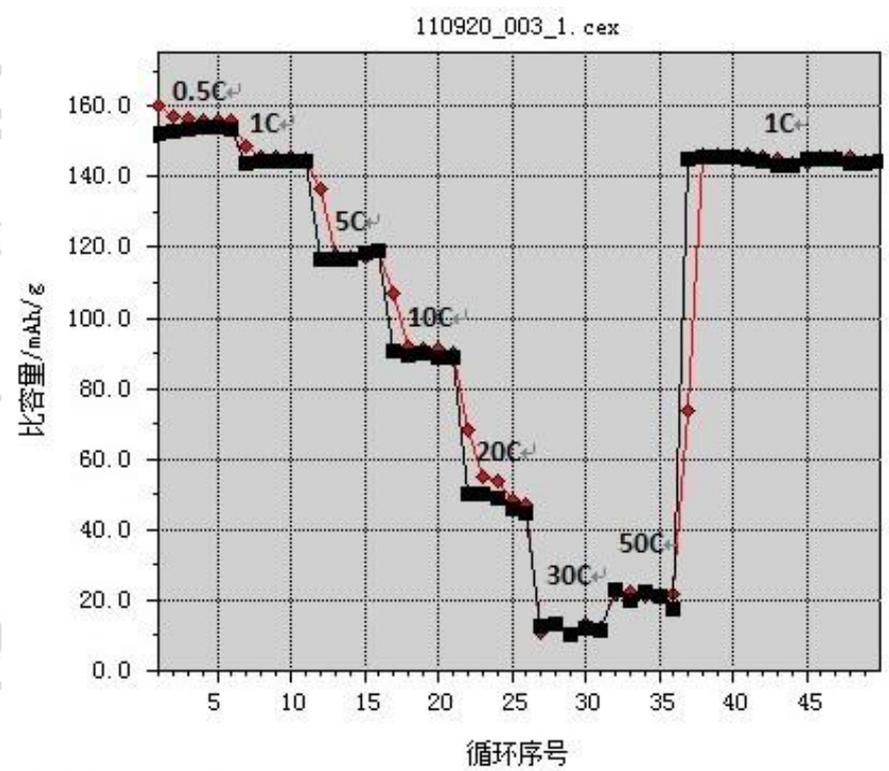
# 自我放电(Self discharge)

- ❖ 电池不管在有无被使用的状态下，由于各种原因，都会引起其电量损失的现象。
- ❖ 电池完全充电后，放置一个月。然后用**1C**放电至**3.0V**，其容量记为 **$C_2$** ；电池初始容量记为 **$C_0$** ； **$1 - C_2 / C_0$** 即为该电池之月自放电率
- ❖ 行业标准锂离子电池月自放电率小于**12%**
- ❖ 电池自放电与电池的放置性能有关，其大小和电池内阻结构和材料性能有关



### 自放电率

自放电率又称荷电保持能力，是指电池在开路状态下，电池所储存的电量在一定条件下的保持能力。主要受电池的制造工艺、材料、储存条件等因素的影响。是衡量电池性能的重要参数。



## 充电率(C-rate)

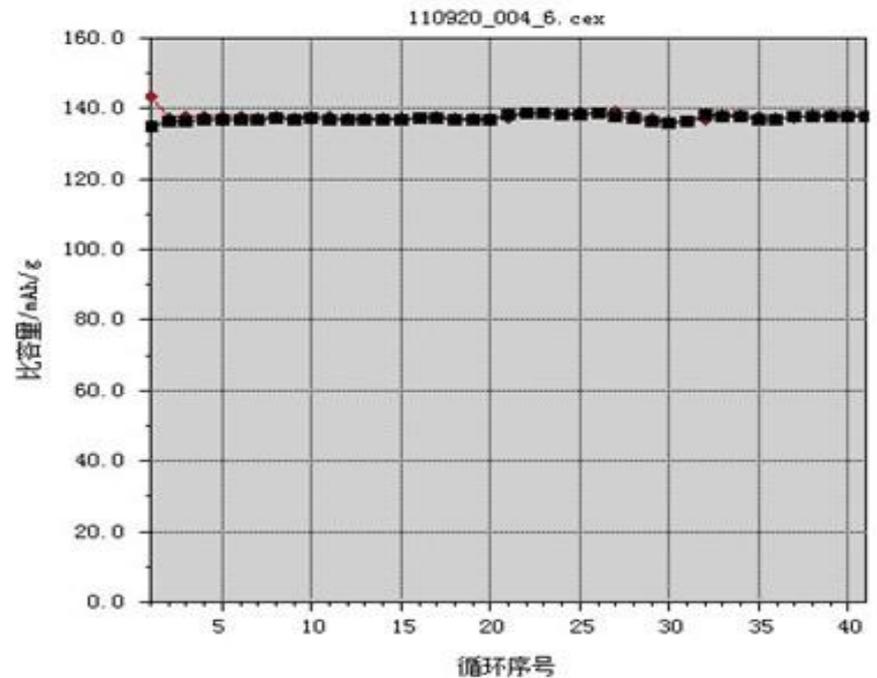
- ❖ **C**是**Capacity**的第一个字母，用来表示电池充放电时电流的大小数值。
- ❖ 例如：充电电池的额定容量为**1100mAh**时，即表示以**1100mAh(1C)**放电时间可持续**1**小时，如以**200mA(0.2C)**放电时间可持续**5**小时，充电也可按此对照计算。



### ❖ 充电效率和放电效率

充电效率是指电池在充电过程中所消耗的电能转化成电池所能储存的化学能程度的量度。主要受电池工艺，配方及电池的工作环境温度影响，一般环境温度越高，则充电效率要低。

放电效率是指在一定的放电条件下放电至终点电压所放出的实际电量与电池的额定容量之比，主要受放电倍率，环境温度，内阻等因素影响，一般情况下，放电倍率越高，则放电效率越低。温度越低，放电效率越低。

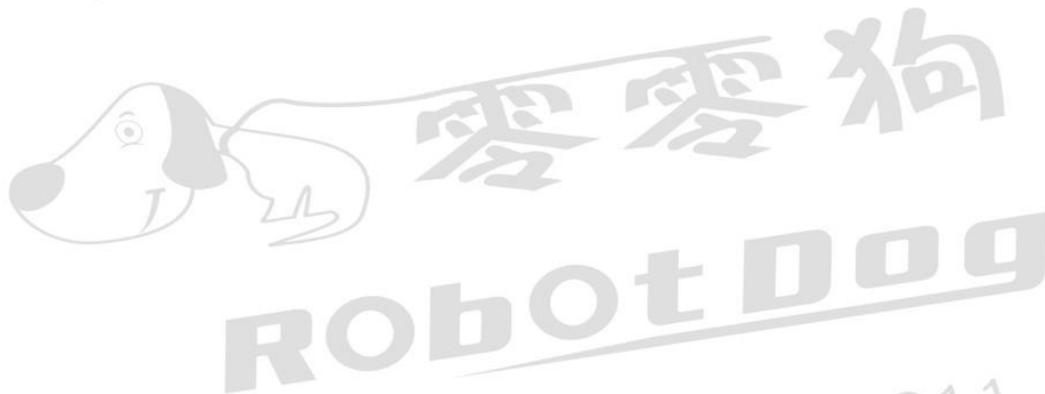


## 放电倍率

- ❖ 电池放电电流的大小常用"放电倍率"表示，即电池的放电倍率用放电时间表示或者说以一定的放电电流放完额定容量所需的小时数来表示，由此可见，放电倍率表示的放电时间越短，即放电倍率越高，则放电电流越大。（放电倍率=额定容量/放电电流）
- ❖ 根据放电倍率的大小，可分为低倍率（**<0.5C**）、中倍率（**0.5-3.5C**）、高倍率（**3.5-7.0C**）、超高倍率（**>7.0C**）
- ❖ 如：某电池的额定容量为**20Ah**，若用**4A**电流放电，则放完**20Ah**的额定容量需用**5h**，也就是说以**5**倍率放电，用符号**C/5**或**0.2C**表示，为低倍率。

## 负载能力

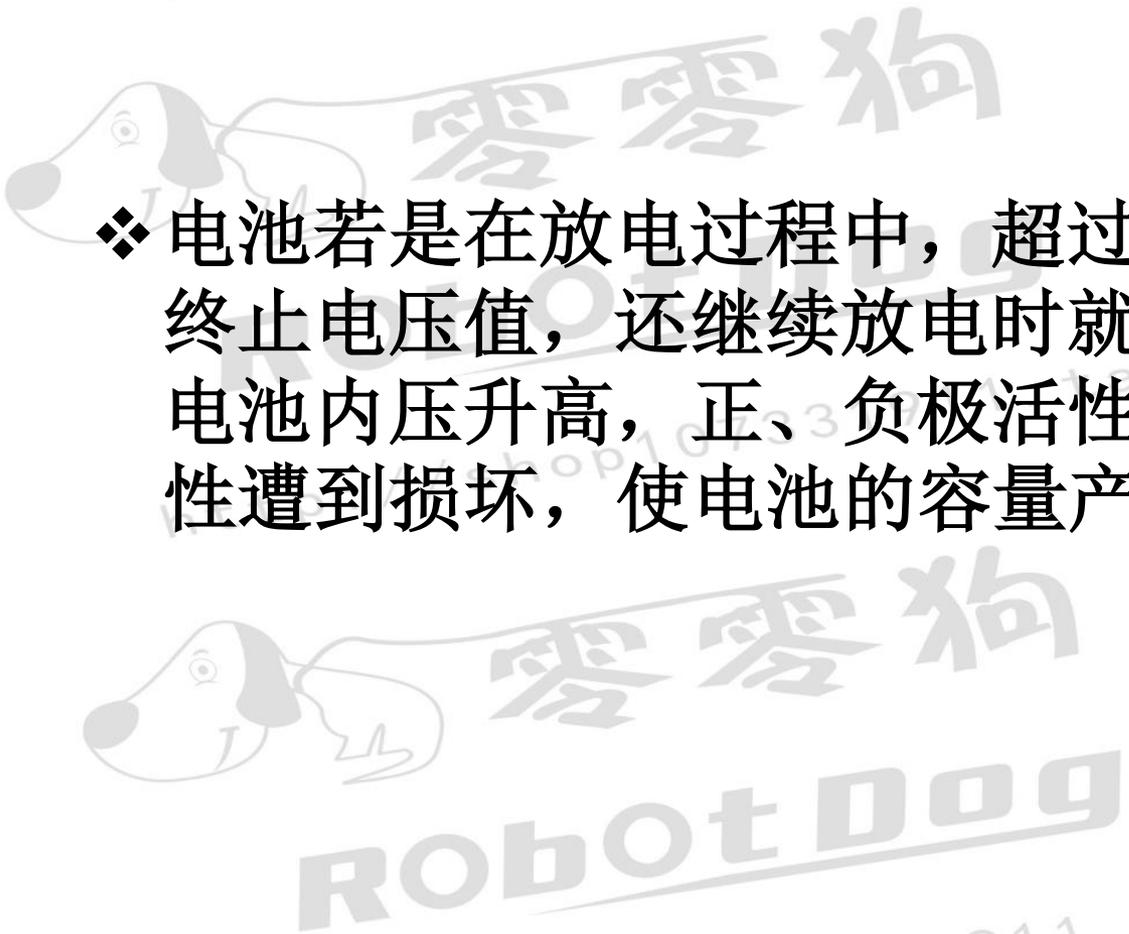
- ❖ 当电池的正负极两端连接在用电器上时，带动用电器工作时的输出功率，即为电池的负载能力。



<http://shop107331911.taobao.com>

# 过放电(Over discharge)

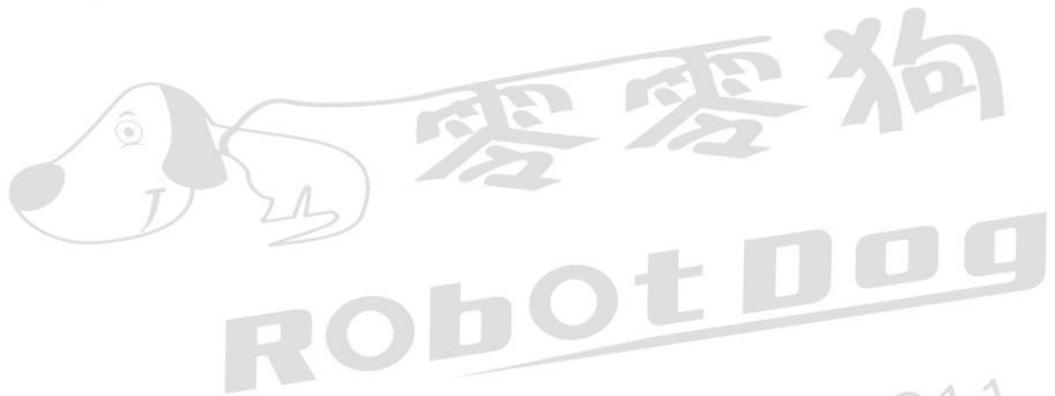
- ❖ 电池若是在放电过程中，超过电池放电的终止电压值，还继续放电时就可能会造成电池内压升高，正、负极活性物质的可逆性遭到损坏，使电池的容量产生明显减少。



<http://shop107331911.taobao.com>

## 过充电(Over charge)

- ❖ 电池在充电时，在达到充满状态后，若还继续充电，可能导致电池内压升高、电池变形、漏液等情况发生，电池的性能也会显著降低和损坏。



<http://shop107331911.taobao.com>

# 能量密度(Energy density)

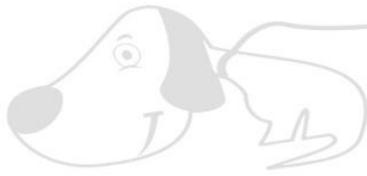
- ❖ 电池的平均单位体积或质量所释放出的电能。
- ❖ 一般在相同体积下，锂离子电池的能量密度是镍镉电池的**2.5**倍，是镍氢电池的**1.8**倍，因此在电池容量相等的情况下，锂离子电池就会比镍镉、镍氢电池的体积更小，重量更轻。

## 放电平台

- ❖ 锂离子电池完全充电后，放电至**3.6V**时的容量记为 **$C_1$** ，放电至**3.0V**时的容量记为 **$C_0$** ， **$C_1/C_0$** 称为该电池之放电平台
- ❖ 行业标准**1C**放电平台为**70%**以上



零零狗



零零狗

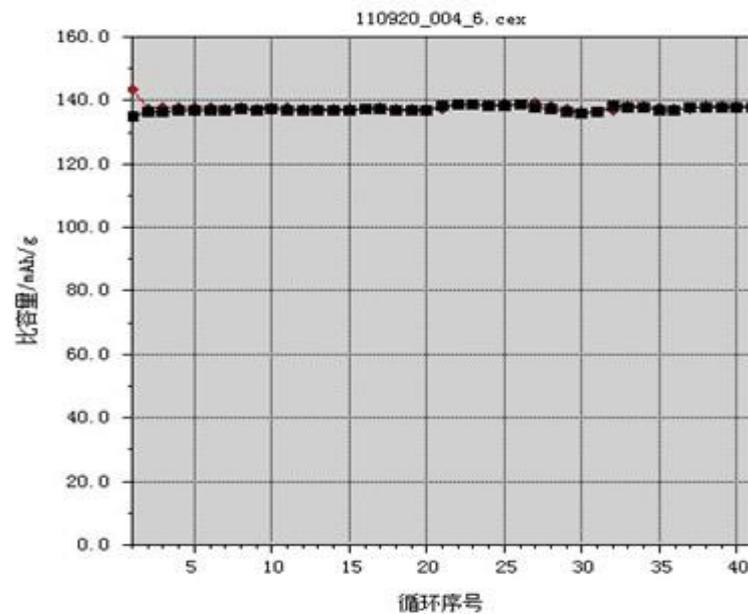
ROBOT DOG

<http://shop107331911.taobao.com>



### ◆循环寿命

电池循环寿命是指电池容量下降到某一规定的值时，电池在某一充放电制度下所经历的充放电次数。锂离子电池GB规定，1C条件下电池循环500次后容量保持率在60%以上。



## 充电循环寿命(Cycle life)

- ❖ 电池在完全充电后完全放电，循环进行，直到容量衰减为初始容量的**75%**，此时循环次数即为该电池之循环寿命
- ❖ 循环寿命与电池充放电条件有关
- ❖ 锂离子电池室温下**1C**充放电循环寿命可达**300-500**次（行业标准），最高可达**800-1000**次。

ROBOT DOG

<http://shop107331911.taobao.com>

# 记忆效应(Memory effect)

- ❖ 记忆效应是针对镍镉电池而言的，由于传统工艺中负极为烧结式，镉晶粒较粗，如果镍镉电池在它们被完全放电之前就重新充电，镉晶粒容易聚集成块而使电池放电时形成次级放电平台。电池会储存这一放电平台并在下次循环中将其作为放电的终点，尽管电池本身的容量可以使电池放电到更低的平台上。在以后的放电过程中电池将只记得这一低容量。同样在每一次使用中，任何一次不完全的放电都将加深这一效应，使电池的容量变得更低。
- ❖ 要消除这种效应，有两种方法，一是采用小电流深度放电（如用0.1C放至0V）一是采用大电流充放电（如1C）几次。
- ❖ 镍氢电池和锂离子电池均无记忆效应

RO...  
<http://shop107331911.taobao.com>



**Robot Dog**

<http://shop107331911.taobao.com>

**谢谢!**



**Robot Dog**

<http://shop107331911.taobao.com>