

前言：

随着人类科学的不断进步，电子技术随之得到了飞跃的发展，应用范围也越来越广泛。当今人们的日常生活与电子技术息息相关，人们对电子技术的要求也级级攀升，希望电子产品更方便、更快捷、更安全、更可靠、更便宜、更环保。从而给我们广大工程人员与质量检测人员提出了更高的业务要求。我将根据我公公司现有的电子产品，与大家一起深入探讨它们的电子技术原理。我公公司是生产电池(电钻电池、手机电池、DVD 电池、摄录机电池、电脑电池等)为主,其他产品（充电器、电子火牛等）为辅的产品结构链。

技术原理分析：

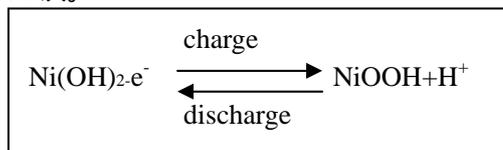
以下主要讨论我公公司电池原理，内容分为两大项：1 可充电电池粒特征。2 电钻电、手机、摄录机、笔记本电脑电池包原理。

1 电池粒(CELL)特征：市面上常见的可充电电池粒的种类有，镍镉电（Ni-cd）、镍氢电（Ni-MH）、锂电（Li-ion）及聚核锂,大多数二次电池包(BATTERY)都是由他们组成。

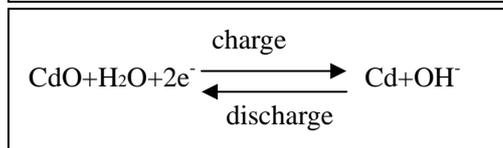
1.1 镍镉电池粒：典型的碱性二次电池，正极是由氢氧化镍构成，负极是由镉构成，内部注了碱性电解液。有记忆效应。含镉、汞，属于非环保电池。

1.1.1 电气特性：标称电压 1.2V，容量范围：100----7000mAh；充电最高电压 1.8V，放电截止电压 0.6V；充电温度范围：0 ---45 放电电温度范围：-20 ---65 ，储藏温度范围：-20 ---65 ；充电- V：10mV---20mV，充电 T/ t：1 -2 /min，充放循环次数：500 次。

1.1.2 电气的化学特性：正极：



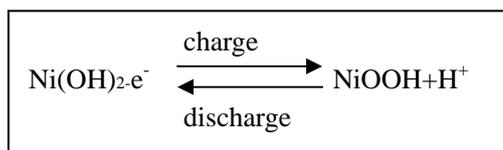
负极：



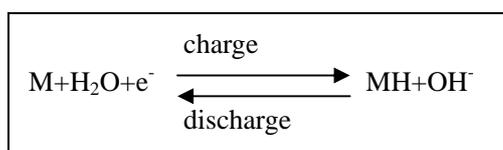
1.2 镍氢电池粒：正极是由氢氧化镍构成，负极是由吸氢合金构成，内部注了碱性电解液。他比同比容的镍镉电池粒（Ni-cd）的能量大约大两倍。因为他不含镉、汞，人们称他为环保化学电源。有记忆效应。（比容：相同体积的电池容量）

1.2.1 电气特性：标称电压 1.2V，容量范围：100----6000mAh；充电最高电压 1.8V，放电截止电压 0.8V；充电温度范围：0 ---45 放电温度范围：-20 ---65 ，储藏温度范围：-20 ---65 ；充电- V：5mV---10mV，充电 T/ t：1 -2 /min，充放循环次数：500---600 次。

1.2.2 电气的化学特性：正极：



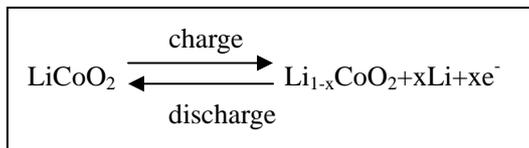
负极：



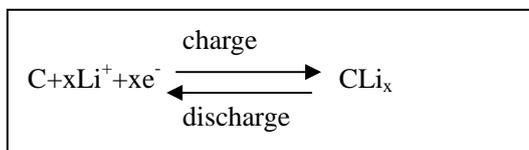
1.3 锂离子电池粒：正极是由二氧化钴锂构成，负极是由高结晶碳构成，内部注了有机电解液。他比同比容的镍氢电池粒（Ni-HM）的能量大约大 1-2 倍。属于高能化学电池。无记忆效应。

1.3.1 电气特性：标称电压 3.6V-3.7V，容量范围：100----2400mAh；充电最高电压 4.27V-4.4V，充电方式：CC/CV（1C/4.2V），放电截止电压 2.0V-3.0V；充电温度范围：0 ---45 放电温度范围：-20 ---60 ，储藏温度范围：-20 ---45 ；充放循环次数：大于 500----800 次。无记忆效应。

1.3.2 电气的化学特性：正极：



负极：

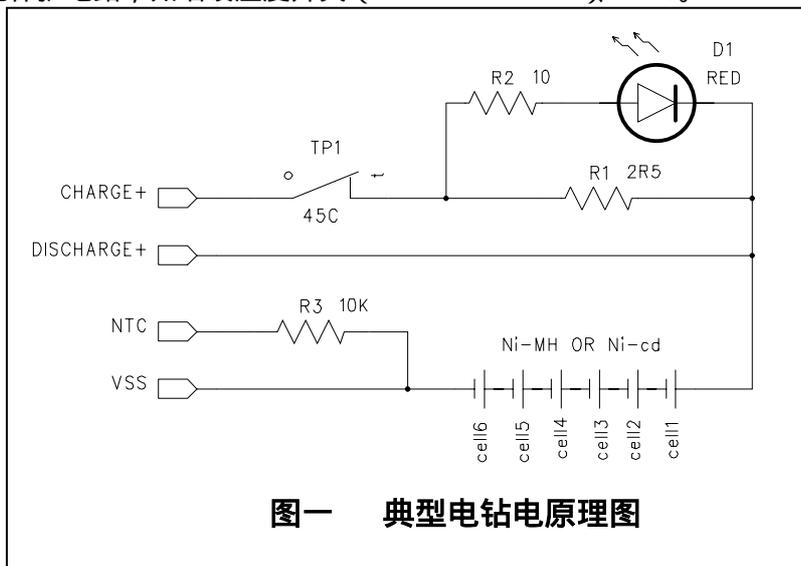


2 电钻电、手机、数码相机及摄录机、笔记本电脑电池包电路原理：这些产品之核心组成当然离不开上述的电池粒。因为电池粒是一种化学电源，在使用的过程中容易出现电解液发生泄露、电池粒发热、爆炸。为了确保消费者的人身及财产安全，生产厂家必须在电池包的设计过程中考虑增加防止电解液泄露、发热、爆炸的保护装置。所以除了在电池粒的设计时增设物理结构保护装置，还要在各种电池包内增设电气保护装置。

2.1 电钻电池：他的电气结构简单，属于低端产品，价廉，大多数的电钻电设计都是采用镍镉电池粒（Ni-cd）或镍氢电池粒（Ni-MH），附加充电保护电路，如增设温度开关（Thermal Protector）、NTC。

2.1.1 电路原理：

图一是典型的电钻电池原理图，主要回路分为两路，分别是放电与充电回路，由 cell₁₊ → DISCHARGE+ → 电钻负载 → VSS → cell₆₋₋ cell₂₊ → cell₁₋ 组成放电回路；由充电器正 → CHARGE+ → TP1 → R1 → cell₁₊ → cell₂₋₋ cell₆ → VSS 组成充电回路。另外由 R1、D1 构成充电指示电路，在 R1 上的压降必



图一 典型电钻电原理图

须大于 D1 发光二极管的点燃电压 1.8V 根据 $V=IR$ 公式，充电电流如大于 0.72A D1 点亮，否则 D1 不亮。R3 充电温度 检测电路，在电池温度上升时 R3 阻值 变小，充电器根据 R3 的阻值，控制充电状态。

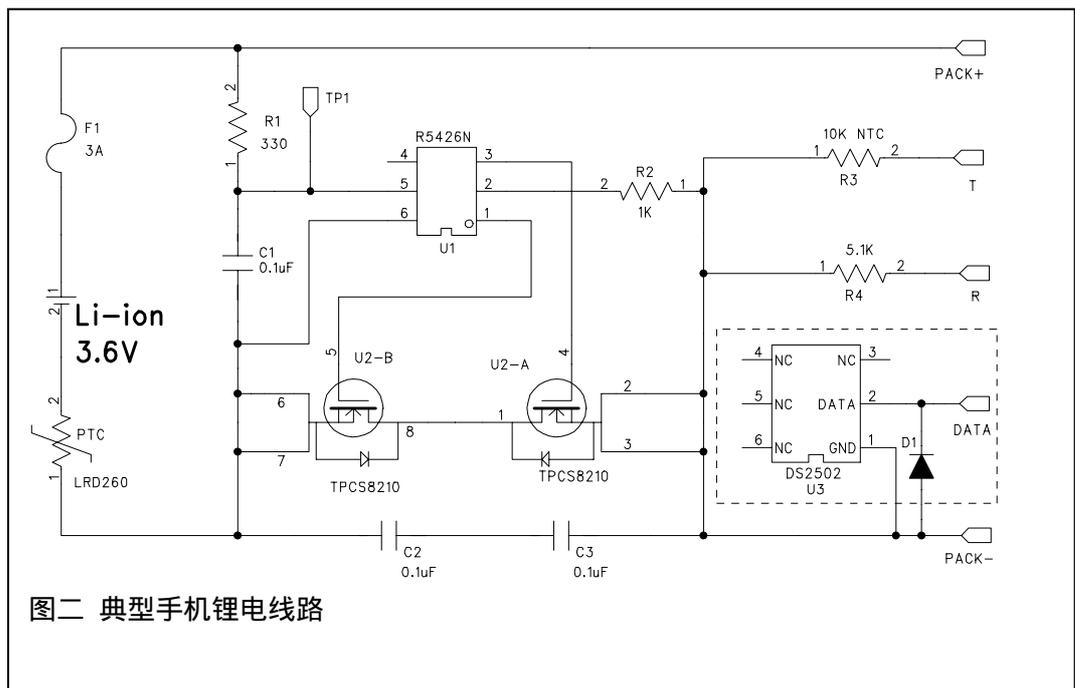
2.1.2 元件设计选用：

电钻电池满充检测，目前有三种最有效的方式，第一种是在充电过程中监测 V 。第二种是在充电过程中监测 T/t 。以上两种满充条件判别都是由单片机来完成，电池包内的温度开关 TP1、NTC R3 只是作为充电过热保护，温度开关的动作温度可选在 60 -70 之间。第三种是在充电过程中监测上限温度 T，满充条件判别仅仅是依赖温度开关 TP1，所以此温度开关的动作温度可选在 45 ，动作温度误差可选在 ± 5 。因为电钻的启动及堵转电流很大，启动电流在 10A-50A 之间，堵转电流在 50A-100A 的范围内，所以放电回路无法设置保护装置，但是连接电池粒之间的镍片之连续承受电流应大于 100A，瞬间承受电流应大于 200A。

2.2 手机电池：

世上的手机电池包有两类，一类镍氢电池包 (Ni-MH)，输出电压范围 2.4V、3.6V、4.8V、6.0V、7.2V，电气原理雷同电钻电，本小节不再讨论；另一类由锂离子电池粒 (Li-ion) 组成锂电池包，输出电压范围 3.6V、7.2V，早期可见到 7.2V 电池包，目前 3.6V 电池包居多。电气原理增设了电池电压、放电电流等保护功能。

2.2.1 手机锂电原理：



图二 典型手机锂电线路

图二是典型的手机锂电池保护线路，他的主要电压保护功能由理光保护 IC U1 R5426N 来完成，保护功能包含，过充电压 $4.35V \pm 0.05V$ 、过充恢复电压 $4.15V \pm 0.05V$ 、过放保护电压 $2.50V \pm 0.05V$ ，过放恢复电压 $3.0V \pm 0.05V$ 。在正常（电池电压在 $2.5V-4.35V$ 之间）情况下，U2-A 与 U2-B 都是导通。在充电过程中，电池电压升到 $4.35 \pm 0.05V$ 时，U1Pin3 输出低电平，U2-A MOSFET 关闭，此时充电回路关闭，只能放电，在电池电压未退回到过充恢复电压 $4.15V \pm 0.05V$ 之前、放电电流回路只有经过 U2-A 上的二极管。一旦电池电压退回到过充恢复电压 $4.15V \pm 0.05V$ ，U2-A 又重新导通，充放电恢复正常。在放电过程中，当电池放至 $2.50V \pm 0.05V$ 时，U1Pin1 输出低电平，U2-B MOSFET 关闭，此时终止放电回路关闭，只能充电，在电池电压未升回到过放恢复电压 $3.0V \pm 0.05V$ 之前、充电电流回路只有经过 U2-B 上的二极管。一旦电池电压退回到过放恢复电压 $3.0V \pm 0.05V$ ，U2-B 又重新导通，充放电恢复正常。

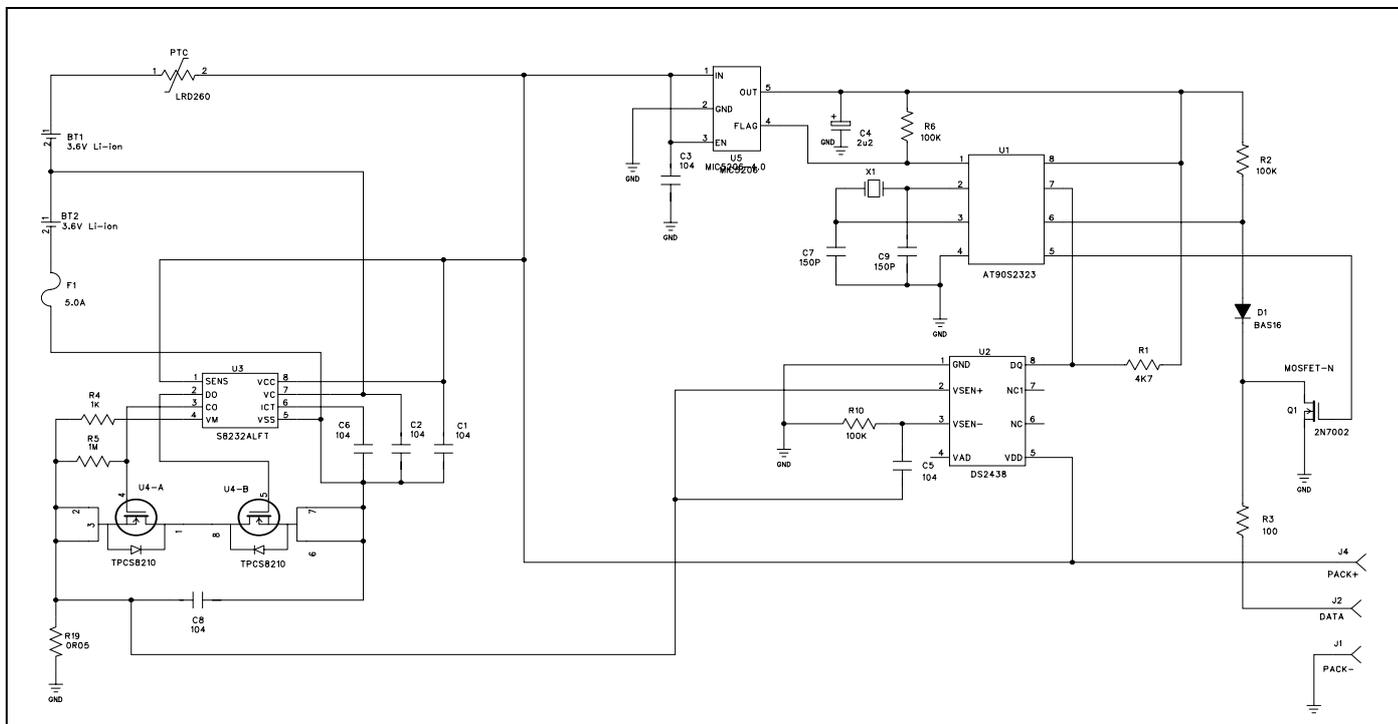
电流保护功能共有三重，第一重是由 U1 的 P in2 检测放电过程中 U2-A 和 U2-B 的压降 V_{CS} ， $V_{CS} = I_{DIS} * R_{U2ON}$ 根据公式，已知 R_{U2ON} 为 $40m\Omega$ 、 V_{CS} 为 $0.2V$ ，即当放电电流达到 $5.0A$ 时，放电回路之 U2-A 关闭。第二重保护是 PTC LRD260，保护 IC 过流检测失效，放电电流达到 $5.2A$ （环境温度在 $25^\circ C$ ）PTC 在放电回路上的阻抗翻转从 0.03Ω 增大到数千欧姆，从而减小电流，另外在充电回路中如环境在 $25^\circ C$ ，电流达到 $5.2A$ ，PTC 阻抗也会翻转，如电池包内温度到 $40^\circ C$ ，充放电电流达到 $3.8A$ ，PTC 阻抗就会翻转，从而达到抑制电流过大的目的。第三重保护电流保险丝 F1 $3.0A$ ，当前两种电流保护都失效，在充放电回路上电流达到 $6.0A$ ，保险丝在三秒以内熔断。R3 $10K$ NTC 在上节已经谈到过，NTC 只是在充电过程中监测电池温度，从而控制充电状态。R4 $5.1K$ 电阻作用：所有手机电池，显示电池剩余容量都是监测电池电压，适应同型号手机的电池，区分厚薄电池，手机设计中便增加了一个识别口，用 R4 的阻值区分厚薄电（诺基亚、三星、爱立信公司惯用）。U3 的作用：只有摩托罗拉公司常采用 DS2502 IC 给电池加密，及区分电池种类、电池容量。

2.2.2 元件设计选用：

电池粒的选择，根据原公司手机或原公司电池包选择电池的尺寸、容量、电压等，选定电池粒型号后，根据电池粒规格书要求及手机最大用电电流，确定电池保护电压、过保护电流、过热保护温度，选定保护 IC 及 MOSFET。电压保护误差一般要求 $\pm 0.05V$ ，过流保护一定要大于最大正常工作电流的两倍，并确保在任何条件下短路电池粒不得引起电池爆炸及燃烧。锂电池在充电时温度不得超过 $45^\circ C$ ，放电时电池温度不得超过 $60^\circ C$ 。

2.3 数码相机及摄录机电池：分为智能电池与非智能电池两种，早期的非智能电池都采用镍镉（Ni-cd）

电池粒、镍氢（Ni-MH）电池粒作为电池芯，其电池包电路原理雷同电钻电池，在此不再讨论，当前大多数的非智能电池与智能电池都采用锂电，两串多并，标称电压 $7.2V$ 或 $7.4V$ ，锂电池保护功能跟手机锂电池保护功能一样。另外智能电池（也叫聪明电）增加了电池电源管理功能。



图三 典型智能数码相机及摄录机电池原理图

2.3.1 智能数码相机及摄录机电池原理：图三是典型智能数码相机及摄录机电池原理图，共分为两部分，第一部是电池保护电路，分别由保护 IC U3 8232ALFT、MOSFET U4 TPC8210、PTC LRD260、保险丝 F1 5.0AFUSE、电容 C1, C2, C6, C8、电阻 R4、R5 构成保护电路网络。这部分工作原与手机锂电原理相同，在此我们不需要再讨论。第二部分是电池信息管理电路，分别由 U5、C3、C4 电容组成稳压电路；稳压输出 4.0V，由 U1 MCU、X1 晶振、R6、R1、R2、R3、C7、C9、D1、Q1 组成通信电路；由 U2、R19、R10、C5 组成聪明电池监测电路（包含电池电压 A/D 转换、电池电流 A/D 转换、电池温度监测、使用时间计算等功能）。U1 AT90S2323 是八位单片机，内部写入了与数码相机及摄录机能交流的通信程式。所有的 SONY 数码相机及摄录机都有特殊的一线通信协议。此通信协议 SONY 公司从未公开，需要工程人员长时间耐心探索。关于聪明电池监测 IC DS2438，包含七大主要部分，1 64 位激光 ROM，2 温度传感器，3 电池电压 A/D，4 电池电流 A/D，5 电流积累器，6 流逝时间表，7 40 字节非易失性使用者内存。

2.4 电脑电池包：分为智能电池与非智能电池两种，都采用多串多并的电池粒组装方式，常见的有 3S2P、4S2P、3S3P、4S3P、4S4P。使用锂离子电池的居多，目前大多数的电脑电池都是聪明电池，并都使用相同的

通信协议 SMBus。

2.4.1 电脑电池包原理：图四是典型的电脑电池原理图，主要功能有：1 电池粒保护功能，其中过压保护功能与其他电池包有所不同，如有双重过压保护，U4 S-8233BAFT 组成第一重过压保护 $4.225 \pm 0.025V/cell$ ，U5 S8244AAAFN 组成第二重过压保护 $4.45 \pm 0.025V/cell$ 。2 电池电源管理功能，由 U6 S-873062E 提供 6.2V 稳压电源，由 U5 QB2060、U6 24C01 共同实现电池 SMBus 通信、电池电压、电流、温度监测、电池信息保存。SMBus 是什么？1 SMBus 的全称是系统管理总线(System Management Bus)，SMBus 推出时间，于 1995-2-15 推出 V1.0 版本，如我们常用的 BQ2040、1998-12-11 推出 V1.1 版本，如我们常用的 BQ2060、2000-8-3 推出 2.0 版本。2 SMBus 是通过两线直接简单的连接电源相关芯片能通信休眠的系统，他使用 I²C 作为他的主要支持。3 他可以提供生产商的信息；告诉系统的模式或零件名称；保存一个延续活动的状态，如电池电压；报告不同类型的出错信息，如电池低电压报警；承担控制参数，如充电电压；监控运行状态，如电脑电源管理器显示的当前电源状态。4 可以同时分配多个相同的主机电源系统，如在一台电脑内有多个电池，他可以同时分配电池的充放电状态。

