

第一章、 基本内容

1.1 简介

该资料主要介绍的是 Tadiran 亚硫酰氯 (Li/SOCL₂)，3.6 伏圆柱型 (和薄片型) 电池。Tadiran 锂电池具有安全、可靠、重量轻等特点，是一种可在多种环境条件下使用的电源。该电池主要有四种系列。可提供单个电池、或订做电池，或多单元电池组。

注意：要得到有关 Tadiran 中等功率的锂亚硫酰氯电池，请看专门的技术资料。

1.2 性能技术

Tadiran 电池分为四种系列，即标准型电池，XTRA™ 电池，高容量 XTRA™ 电池和耐高温电池，为使每种电池获得最有效的目标应用效果，我们采用了多种技术。每一类型电池的固有的性能和用途主要表现为：

☐ 标准型电池：

适用于 CMOS 内存支持所要求的低持续电流。

☐ XTRATM 电池

适用于脉冲电流和本身带有持续电流的脉冲电流。

☐ 高容量 XTRATM 电池

工作寿命极长。

☐ 耐高温电池

适用于在高至 150°C 环境下所进行的应用，例如石油钻探井下遥测等。

1.3 特性

Tadiran 锂电池重要特性是：

☐ 电池电压高：

这种电池具有 3.7 伏的开路电压和 3.4 伏的普通工作电压，是迄今所知道的原电池中工作电压最高的一种。

☐ 电压稳定：

电池的工作电压在整个使用寿命期间都保持明显的平稳性。

☐ 温度适用范围广：

Tadiran 锂电池可在 -55°C 到 +85 °C 的温度之间使用。高温型电池可在高至 150 °C 的温度下使用。

☐ 高能量密度：

Tadiran 锂电池具有很高的能量密度 (高至 700WH/KG 和 1380WH/L)，这使得该电池与具有高密度组件的电子设备相兼容。

☐ 脉冲功率：

XTRA™ 电池与高容量 XTRA™ 电池都采用了 Tadiran XTRA™ 技术，这种技术可使电池产生快速电压响应和强大的脉冲电流功率。

☐ 保质期长：

Tadiran 锂电池具有特别低的自身放电的特性，同时其制造也采用了密封技术，因此该电池的保质期经证实在室温下可长达 10 年以上。

☐ 安全：

下面的电池特性保证了电池的安全工作性能：

- 防挤压的电化体系
- 安全的内部设计，此设计内带有一个具限制性的电极表面，用以限制短路电流。
- 气密焊接结构绝缘，能使电池化学物与外部环境隔绝，尤其是在温度极端变化的条件下。
- 使用不可燃的电解质

1.4 应用

与市场上其它同类产品相比，Tadiran 电池集合了以下的多个优点：电化系统的能量密度最高，普通工作电压达 3.4 伏，储能容量突出，自身放电率极低（即使在温度高达+85℃ 的情况下亦如此）。总之，Tadiran 锂电池（无论是单个电池还是多单元电池组），以其独一无二的特性以及其固有的经济效用，使其在广泛的用途上都具有明显的竞争优势，特别是在恶劣的环境条件下作业，在对电池的可靠性要求高的情况下更是如此。下面所列出的是 Tadiran 锂电池的一些实际用途，在这些用途上，Tadiran 锂电池用作 CMOS 内存的备用或持续电源，或用作可移动设备或遥控设备的主要电源。

☐ 检测仪表：

热量计；自动仪表读数器（AMR）---如水表、气表或电表等；汽车试验场检测仪；地震测量仪；石油钻探检测仪器；资料记录器；工业仪表；航空导航系统；油泵表；出租车计价器。

☐ 计算机电池：

专门设计的电池可为实时时钟（RTC）和文件配置提供电源，广泛应用于各种个人计算机，便携式计算机、手提电脑和笔记本个人计算机、个人计算机的按键激活开关。

☐ 电信：

功能电话；商用电话系统；电传机；无线寻呼系统；编码设备；无线电选频器。

☐ 工业控制设备：

生产程控；自动生产线控制。

☐ 安全系统：

无线报警器；烟雾警报器；险情按钮；电子锁和电子封盖。

☐ 搜索及营救设备：

紧急位置指示器无线电信标；无线电险情信标；紧急定位传送器；雪崩救援传送器。

☐ 监控系统：

高压电线短路及超载指示器；远程射频控制设备；夜视装备。

☐ 商用机械设备：

现金收款机；复印机；地址打印机；邮资计费器；自动售卖机。

☐ 物体辨别系统：

农场管理系统；公共交通监控系统；汽车生产线控制系统；交通流量控制系统；自动标签识别系统。

☐ 科学检测仪器：

海洋水流测量表；气象浮标；气球载无线电空仪；生物遥测仪。

☐ 电子医疗设备：

心电图仪；外部心脏起搏器；氧气流量计；助听器；X 射线机械控制设备。

☐ 娱乐电子设备：

高保真无线调谐器；编程频率调谐器；弹子游戏机；电子合成音响装置。

1.5 电池系统对比

表 1.5-1 是有关不同类别电池一般性能的对比。从表中可看出，锂亚硫酰氯电池的优越性是不言而喻的。

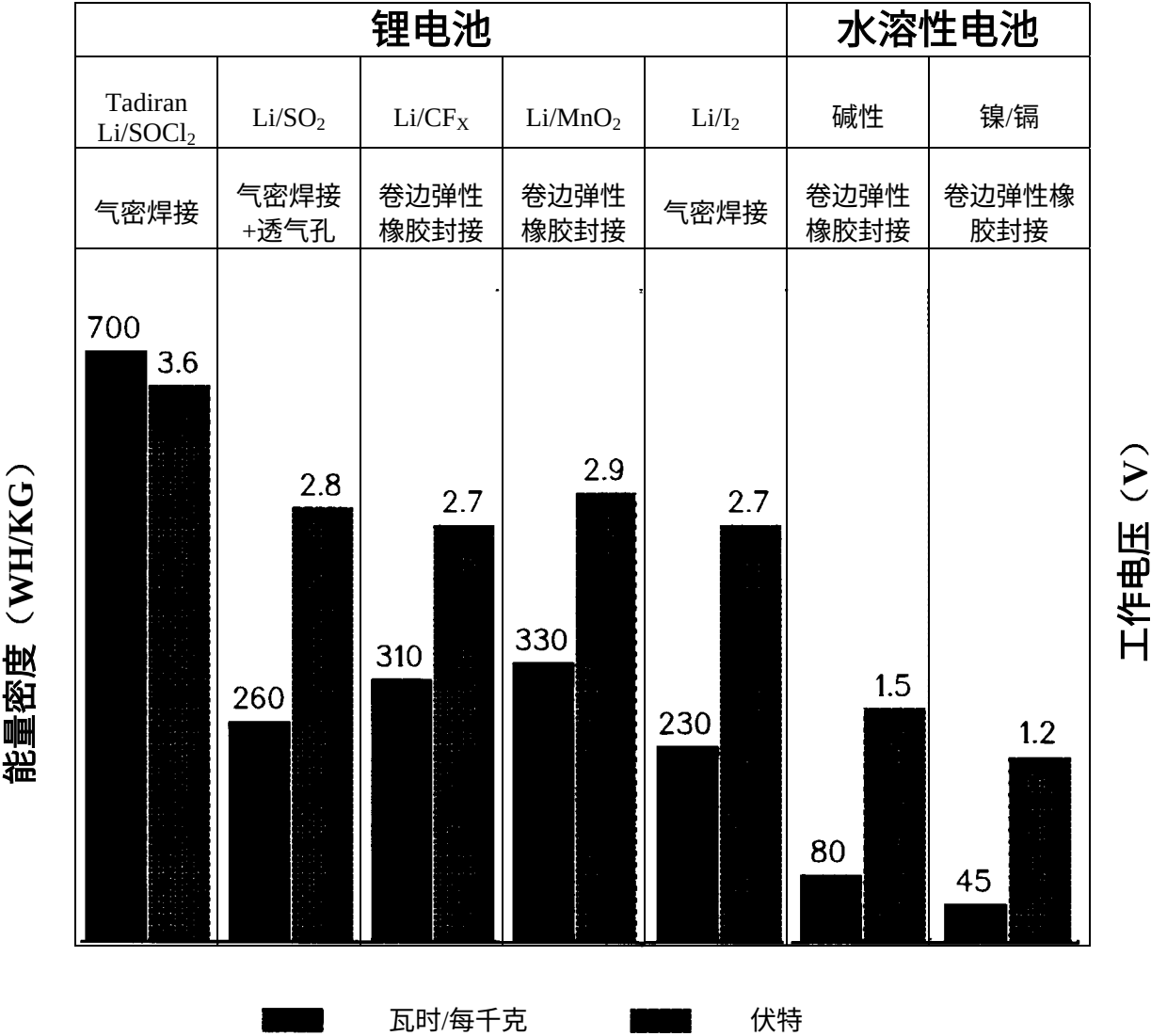


表 1.5-1
各种锂电池和其它电池的对比资料

1.6 Tadiran 锂电池生产线

表 1.6-1 列出了不同电池及其生产线。所给定的电池在 25°C 时达到最大容量，电池尺寸是参考值。有关这些产品的具体资料列在 Tadiran 产品目录中。

型号	参考尺寸	容量 Ah	电流 mA	直径毫米 (英寸)	长度毫米 (英寸)	UL 认证 MH-12193
圆柱型 XTRA™ 电池						
TL-2150	1/2AA	0.85	1.8	14.7(0.58)	25.2(1.0)	YES
TL-2100	AA	1.90	1.5	14.7(0.58)	50.5(2.0)	YES
TL-2200	C	5.20	3.2	26.2(1.03)	50.0(2.0)	YES
TL-2300	D	13.50	2.0	32.9(1.30)	61.5(2.42)	YES
TL-5137	DD	27.00	4.0	32.9(1.30)	124.5(4.9)	YES
圆柱型高容量 XTRA™ 电池						
TL-5902	1/2AA	1.15	0.5	14.7(0.58)	25.2(1.0)	YES
TL-5903	AA	2.40	1.0	14.7(0.58)	50.5(2.0)	YES
TL-5920	C	8.00	1.0	26.2(1.03)	50.0(2.0)	YES
TL-5930	D	19.00	2.0	32.9(1.30)	61.5(2.42)	YES
圆柱型标准电池						
TL-5101	1/2AA	0.85	0.1	14.7(0.58)	25.2(1.0)	YES
TL-5151	1/2AA	0.40	0.1	14.7(0.58)	25.2(1.0)	YES
TL-5104	AA	1.90	0.2	14.7(0.58)	50.5(2.0)	YES
薄片型标准电池						
TL-5134	1/10D	1.00	0.1	32.9(1.30)	6.5(0.26)	YES
TL-5135	1/6D	1.50	0.1	32.9(1.30)	10.0(0.4)	YES
TL-5186	BEL	0.37	0.1	22.5(0.89)	6.5(0.26)	YES
圆柱型耐高温电池						
TL-5526	C	4.70	35.0	26.2(1.03)	50.0(2.0)	不适用
TL-5551	D	9.00	60.0	32.9(1.30)	61.5(2.42)	不适用
TL-5576	DD	22.00	100.0	32.9(1.30)	124.5(4.9)	不适用

表 1.6-1
Tadiran 圆柱型和薄片型锂电池

- 注：我们也可提供其它类型的电池，使用“UL 认证的可替换零部件”。详细内容见第七章第 7.3 节。

第二章、电池设计

2.1 机械设计

Tadiran 锂亚硫酰氯电池有圆柱型和薄片型两种。每一种类型的电池的典型内部结构如图 2.1-1 所示。

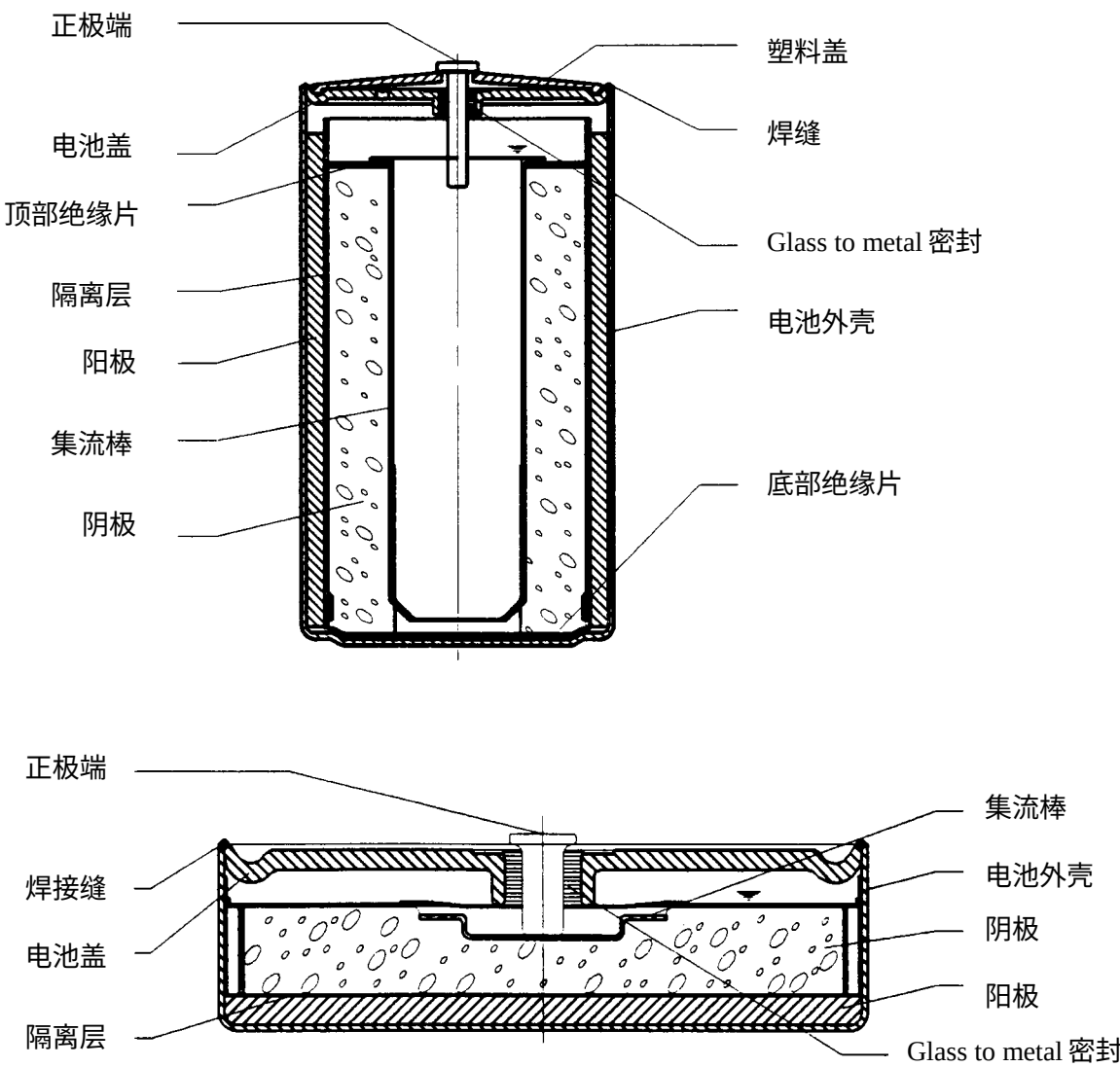


图 2.1-1
Tadiran3.6 伏锂电池断面

2.2 电池组件及材料

☐ 阳极：

阳极是由锂金属片组成的(此种锂是专门用于电池的)，锂金属片压在电池壳内壁上，这样在机械性能上能够提供安全可靠的电源连接。

☐ 隔离层：

安装在阳极与阴极之间的隔离层可以防止内部短路，同时可以使电离子在电极之间自由地移动。它是由特制的玻璃纤维做成的，在长时间的储存和连续使用的过程中方便与化学系统保持兼容性。

☐ 阴极：

阴极是由高渗透性含有聚四氟乙烯的碳末制成。当电路连通时，亚硫酰氯的阴极衰减就会在阴极表面发生。碳的多孔性使其产生了一个与电池的电流容量相兼容的表面区域。

☐ 电解质：

电解质溶液基本上是由亚硫酰氯和锂铝四氯化物混合而成的一种溶液。在整个温度范围内它具有很高的离子导电性，并且它在电化体系中产生的质量传递损失可以忽略不计，这些优点使锂亚硫酰氯电池具有显著的电压稳定性。同时它的凝固点低（-105℃），沸点相对高（>79℃），这使得电池在很宽的温度范围内都可工作。

☐ 集流棒：

金属集流棒可使电池电流在多孔碳阴极与阳极端之间通电。

☐ 电池壳及封盖：

电池壳及封盖由冷轧镍钢片组成的。这种外壳是特别设计制造的，能经受各种机械的挤压，这种挤压在多种可预料的环境条件下都能发生。

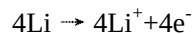
☐ 气密封接：

Tadiran 锂电池的正极端与电池盖之间用玻璃金属封接进行绝缘，电池盖就是电池负极端，“glass to metal”密封是采用加压密缝技术制造而成。另外，电池盖是采用了激光焊接工艺与电池壳焊接在一起的。这就使电池有了极高的密封性和机械整体性，从而使电池有了极长的保质期。

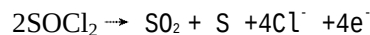
2.3 化学反应

所有 Tadiran 锂电池都基于同样的电化系统。在电流流通时，化学反应是：

在阳极端：

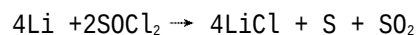


在阴极端：



（在碳的表面）

总体化学反应：



大部分在电池放电期间所形成的 SO_2 都溶解在电解质和阴极中。这就说明了为什么电池在正常放电之前、之间、之后会产生低的电池内部压力。

第三章、Tadiran 圆柱型和薄片型锂电池性能

3.1 电压响应

3.1.1 标准技术电池

电池一旦使用，其电压和开路电压相比会有所降低，然后达到工作平稳电压水平。这是放电电流的一个性能表现。当电流较低时，电池电压会瞬间稳定下来。然而，当电流值较高时，要达到稳定的电压可能需要一个过渡期，在此过渡期中，初始电压将下降至台阶电压以下，然后再恢复。

图3.1.1-1中的三条曲线显示的是初始放电电压的情况。

- 曲线 A：初始电压立即稳定在台阶电压水平。对于在内存后备的标准电池（这时放电电流低），这种情况是普遍的。
- 曲线 B：在过渡期间，初始电压降到台阶电压以下，但最小电压高于截止电压，截止电压一般在 2.5 伏与 3.0 伏之间。这种情况与一些设备需要中等强度的放电电流有关，这样可以保证在一个可接受的水平上，得到持续的电压。
- 曲线 C：在过渡期间，初始电压降到台阶电压以下。这与高电流的设备有关。

在曲线 C 中，恢复到截止电压所需的时间是指滞后时间，所达到的最低电压值是指瞬时最小电压（TMV）。在这个具体例子中，TMV 稍低于 2.5 伏，延迟时间的长短与使用 2.6 伏的截止电压有关。

电压滞后现象是由于在锂表面形成一层 LiCl 钝化膜造成的，而这也是这些电池能够很好长期保持电量的原因。随着储存时间的延长和温度的升高，钝化膜的厚度也增加。此膜可阻止亚硫酸氯与锂金属发生反应，也限制

锂离子从金属表面流到电解质。这使电池内阻初始值很高，同时也会减低工作电压。

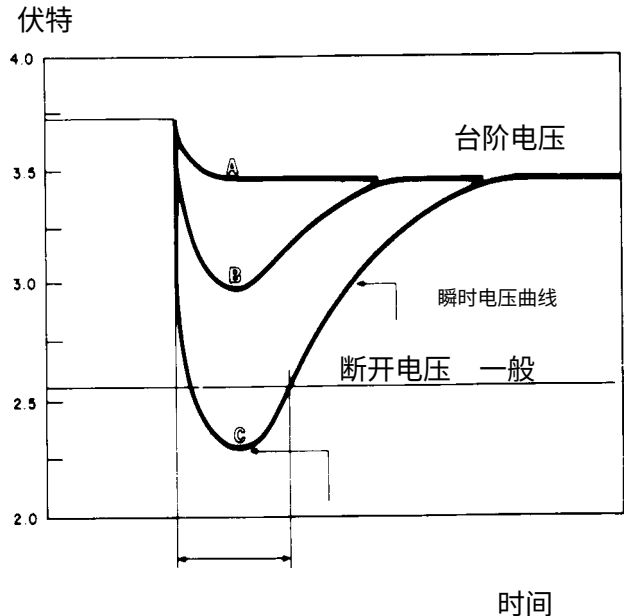


图 3.1.1-1
瞬时电压曲线 - 标准技术电池

然而，一旦电池开始放电，钝化膜的厚度就逐渐减少，电阻回到一个稳定的值，电池也达到了它的台阶电压。

对于比较低的和中等强度的放电电流，LiCl 膜的离子导电性足够保持一个相对自由的锂离子流。如果电流再高，此膜就开始限制离子流。

当钝化膜的厚度减少后，只要电路在连续的长时间内处于断开状态，它的厚度会再增加。这样，如果停止连续放电，即使是在 1 或 2 个月后重新放电，电池电压几乎会立即恢复到台阶电压的水平。然而，如果停滞时间越长，钝化层将会不断增厚，并且随之产生的瞬时最低电压（TMV）将会趋向于恢复到最初值。

3.1.2 XTRA™ 电池

总体而言，3.1.1 条中所描述的情况采用了所有不同的电池技术。然而，Tadiran XTRA™ 技术可使电池极大提高其瞬时最小电压（TMV）。

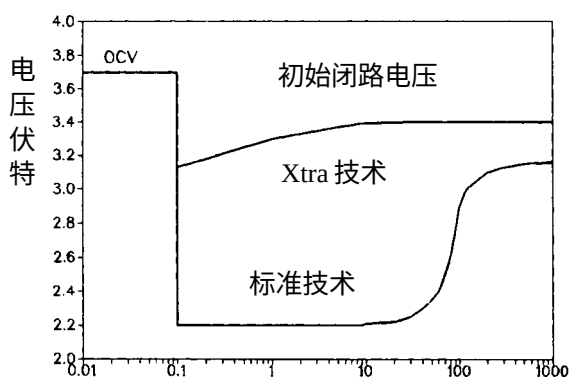


图 3.1.2-1

标准技术和 XTRA™ 技术的瞬时状况（TMV）的对比。

图 3.1.2-2 显示的是 XTRA™ 电池和标准电池在室温下其表面膜的电阻率随储存期变化的情况。

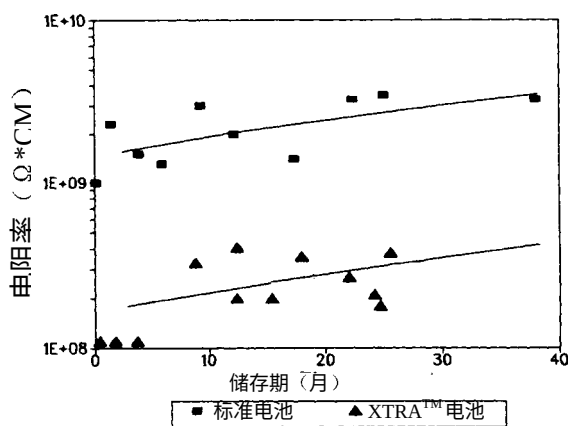


图 3.1.2-2

XTRA™ 电池表面膜和标准电池表面膜的电阻率与在室温下的储存期

XTRA™ 电池在瞬时最小电压和电压滞后时间两方面都有极大的改善，这是利用 XTRA™ 电池的锂表面上的离子导电膜具有不同的特性而得以实现的。通过电子扫描显微镜（SEM）可以观察到，XTRA™ 电池的表面膜比标准电池上表面膜有更密集和更紧凑的结构。XTRA™ 电池之所以具有这一独特性能，是因为它的电阻相对同期的标准电池低了一个数量级。

3.1.3 XTRA™ 高容量电池

高容量（HC）电池的容量比同样尺寸的 XTRA™ 电池高 20-40%。Tadiran 高容量电池的容量密度可达到 1380 WH/L (22.6WH/IN³) 和 700WH/KG (19.8WH/OZ)。

（就 Tadiran 所知，这是商用电池所能达到的最高能量密度）。而且，Tadiran 高容量电池保留了所有已改善的 Tadiran XTRA™ 电池电压响应性能。

Tadiran 高容量电池的高容量性与良好的电压响应的两者结合在一起，使得其成为用于使用期限长、自动遥控读数系统的理想电池。

3.1.4 电压稳定性

总的来讲，Tadiran 锂电池的工作电压在其整个寿命期间都保持稳定状态。因此对于额定工作范围内的电流而言，其电压实际上是恒定的。

3.1.5 电池使用寿命的结束

然而，电池经长期使用，其使用寿命几近结束时，电池尤其是 XTRA™ 高容量电池的持续放电量、工作电压都将逐渐减少。根据这种特性可提前 3 至 6 个月预知电池使用寿命的结束。通过考虑放电电流、应用截止电压、温度范围和所需警报时间，可以确定电池使用寿命结束时所显示的电压。

有关显示电池使用寿命结束的设计要求，Tadiran 的应用工程师会根据种种具体情况加以考虑并进行设计。

3.2 电池的放电

3.2.1 放电电流/时间和电池容量

如图所示，电池可达到的容量主要取决于放电电流或放电时间。

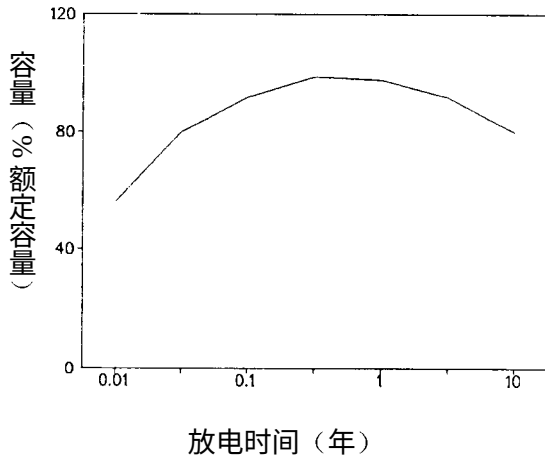


图 3.2.1-1
电池容量与放电时间

- 在额定放电电流或放电时间范围内的电池可用容量达到最大值。
- 在放电电流低的情况下，由于长时间放电，电池自放电会变大，因而可用容量相应地减小。
- 在放电电流高的情况下，动力效应进一步减低了放电效率，内阻增大，因而可用的容量也相应地减小。

3.2.2 脉冲放电

脉冲放电模式是由一个持续的低耗电电流和多个带有周期性的或随机性的高电流脉冲的短暂脉冲串组成的。

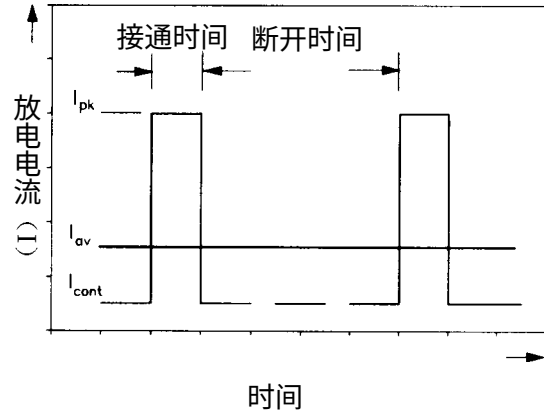


图 3.2.2-1
典型的脉冲放电模式

一般来讲，接通时间与断开时间的比值在 1: 10 到 1: 10, 000 之间。就电源功率而言，这种脉冲放电模式相当于静态平均电流 (I_{av}) 的情况，静态平均电流比峰值电流 (I_{pk}) 低得多。这样，只要 $I_{pk}: I_{av}$ 的比值高，在脉冲放电模式下可用容量通常倾向于从 I_{av} 取值而不是 I_{pk} 。

3.2.3 脉冲电流与瞬时最小电压

总的来讲，当脉冲电流带有静态电流时，瞬时电压 (TMV) 比在没有任何静态电流的情况下要更高。那就是说，静态电流能减弱钝化效应并提高脉冲瞬时最小电压。

在一天需要几次电流脉冲的情况下，由于钝化层被抑止变厚，所产生的瞬时最小电压将会变高。如，在室温下，每天带有 6 次高脉冲频率的 1/2AA XTRA™ 电池将可产生 50mA 脉冲，时间是 0.2 秒，但其电压不低于 3 伏。

由于脉冲期长，较低的脉冲频率需要达到在瞬时电压时的同样水平，因此脉冲期是一个重要因素。

3.3 储存期与工作期

Tadiran 采用了三种方法来确定经过长期储存的电池的可用容量，或者经过长期使用的电池的容量。

● **长期实践测试:**

这种测试是测量各种经长期储存的电池的容量，以及对长时间放电的实践测试。这种测试在 Tadiran 已系统地使用超过 15 年，它形成了一个 Tadiran 锂电池性能的基本资料来源。为了测定电池的长期工作结果，还需要一个更快捷的测试方法。

● **高温模拟试验:**

在电池业内普遍认为，电池在 72℃ 的温度环境存放 3 个月相当于在室温下存放 10 年。然而对 Tadiran 锂电池所进行的测试结果证明，电池在温度 72℃ 下可存放 1.5 年而不是 3 个月，但这对于预测电池室温下的存放寿命可能不实用。

● **微热量计测量:**

这种方法是使用一种微热量计测量电池在储存或工作期间所产生的热量。此热量计可测量甚至低于 $1/\mu W$ 的能量分布性能。Tadiran 采用了一种最新的 Hart 牌科学导热热量计 (HCC)，它可精确测量各种不同的环境温度下很低的能量分布。无论是开路的还是已加负载的电池在空气槽中都得到平衡，然后转入此仪器的内槽中进行测量。

电池中产生的总热量主要由于三个方面的作用:

- 熵值变化 – 通常指不可恢复的热量。
- 电池过（电）压- 通常指不可恢复的热量。
- 化学反应- 例如影响电池容量的自身放电反应，或不影响电池容量的副反应。

通过运用热力等式和考虑电池的电压条件，长期储存或使用中的电池的容量（包括自身放电）可被计算出来。

经长期测试而得到的相关结果是很好的，并且从长期实践测试中所获得的连续历史记录都很好，由于这两种原因，使用这种微热量计被认为是用来确定电池长期工作性能的一种快捷可靠方法。

通过这些测量方法，我们证实：在电路断开的情况下，标准电池的自身放电量每年只占总电量的 1~2%，XRTA™ 电池是 2%；对于使用这两种技术制造的电池，每年的自身放电量只占总电量的 2%。

3.4 电池方位

电池容量和电池方位的变化取决于其放电电流（不论电池是固定的还是可移动的）及其大小。

Tadiran 锂电池的一般容量状态总结如下:

- 在整个额定放电电流范围内，如果电池是直立着放电或侧卧着放电，那么其容量不受影响。
- 在低放电电流范围内，或在放电脉冲不常发生、发生时短暂或者发生时脉冲很高的情况下，不论电池方位如何，其容量不受影响。
- 在高放电电流范围内，不论电池方位如何，较小电池（1/2AA，AA，1/10D，1/6D，BEL）的容量完全不受影响。
- 在高放电电流范围内，如果较大电池（C，D，DD）倒置放电，其容量会受影响。

图 3. 4-1 显示的是电流换流的效果，其放电电流容量范围（CI）是在额定电流高（IH）范围与低范围（IL）之间。

如果 Tadiran 锂电池在放电期间偶尔移动了一下，其容量不受影响。

Cell Size	IL mA	CI %	IH mA	CI
1/2AA	≤0.5	100	10	>90
AA	≤1.0	100	15	>90
C	≤2.0	100	30	>80
D	≤4.0	100	60	>60
DD	≤8.0	100	100	>60

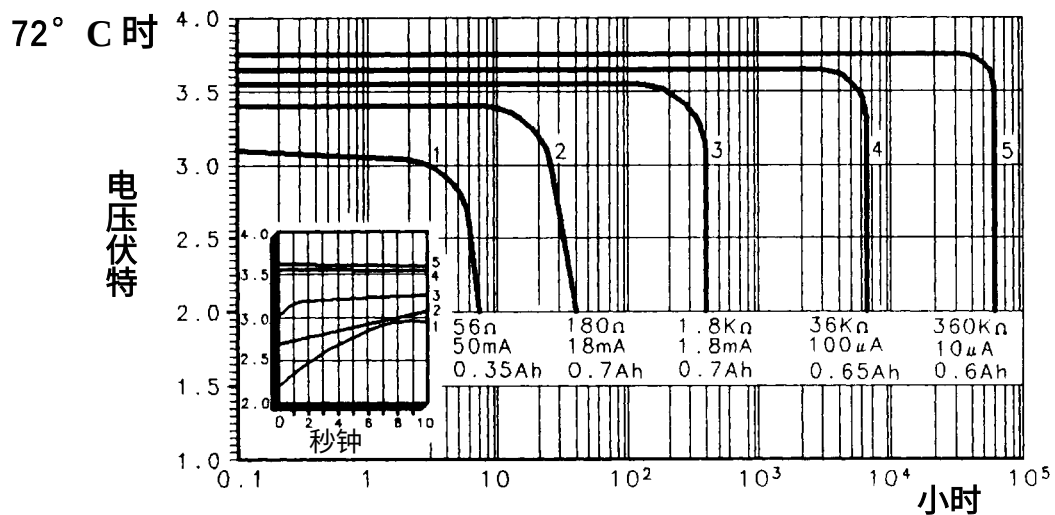
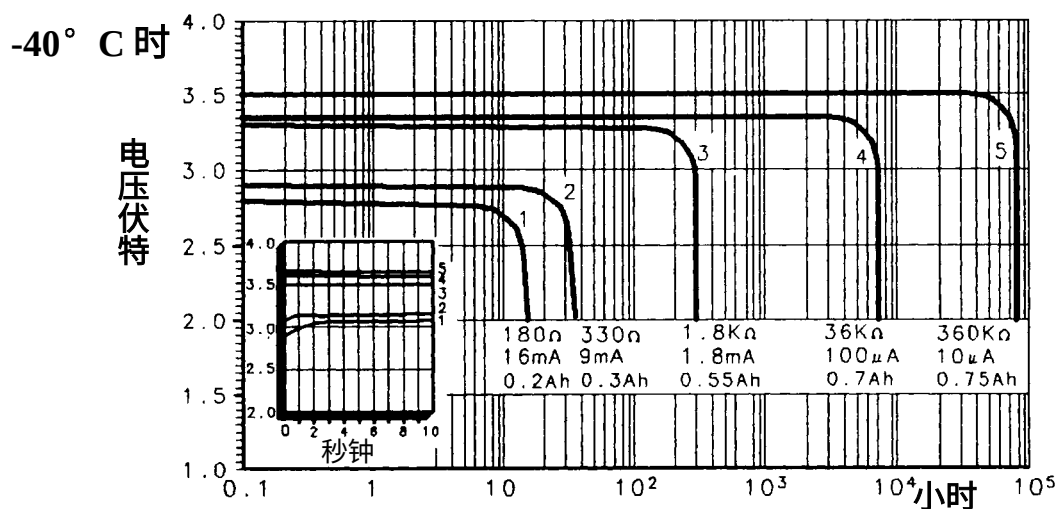
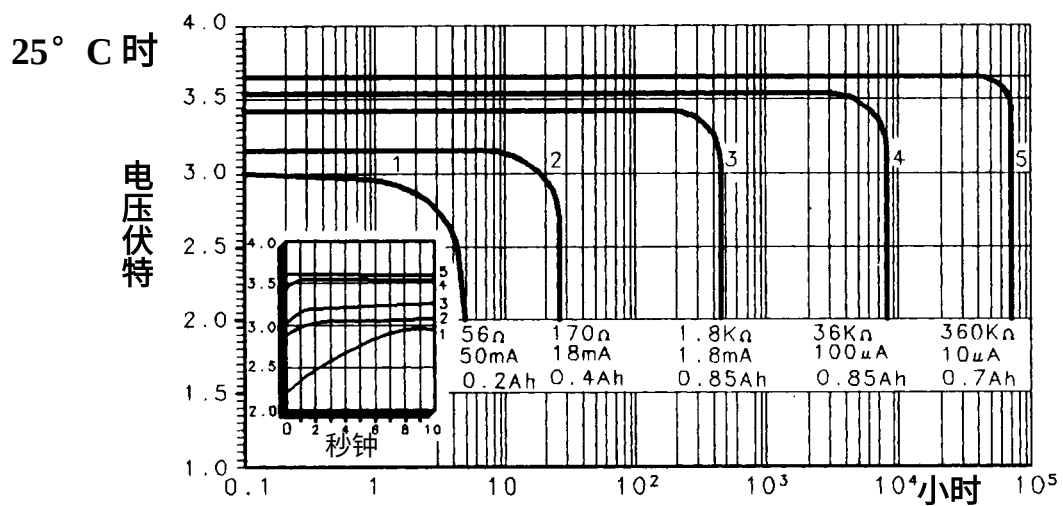
图表 3.4 - 1
电池容量换流效果

3.5 在不同电流和温度下放电曲线

Tadiran 锂电池的放电情况取决于电流负载、工作温度和开始放电前的总体情况。

总体放电特性显示在图 3.5-1 中，以 1/2AA XTRA™ 电池为例子。有关其它电池的尺寸和技术的相似信息可从 Tadiran 公司处得到。考虑到初始情况下的电池状态，每一幅图表都包含一个窗口，其中给出了当电路开始使用时的电压反应（瞬时电压资料）。

图 3.5-1
TL-2150 (1/2AA XTRA™) 型电池的放电特性
(以一年期电池为例)



当钝化膜的厚度减少后，只要电路在连续的长时间内处于断开状态，它的厚度会再增加。这样，如果停止连续放电，即使是在 1 或 2 个月后重新放电，电池电压几乎会立即恢复到台阶电压的水平。然而，如果停滞时间越长，钝化层将会不断增厚，并且随之产生的瞬时最低电压（TMV）将会趋向于恢复到最初值。

3.1.2 XTRA™ 电池

总体而言，3.1.1 条中所描述的情况采用了所有不同的电池技术。然而，Tadiran XTRA™ 技术可使电池极大提高其瞬时最小电压（TMV）。

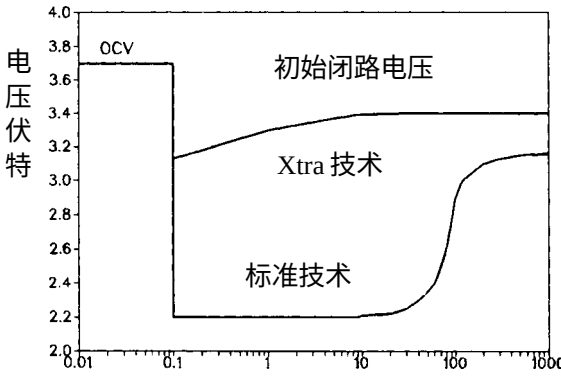
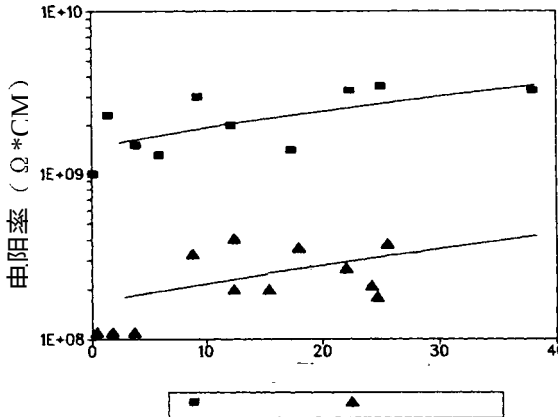


图 3.1.2-1

标准技术和 XTRA™ 技术的瞬时状况（TMV）的对比。

图 3.1.2-2 显示的是 XTRA™ 电池和标准电池在室温下其表面膜的电阻率随储存期变化的情况。



储存期（月）
标准电池 XTRA™ 电池

图 3.1.2-2

XTRA™ 电池表面膜和标准电池表面膜的电阻率与在室温下的储存期

XTRA™ 电池在瞬时最小电压和电压滞后时间两方面都有极大的改善，这是利用 XTRA™ 电池的锂表面上的离子导电膜具有不同的特性而得以实现的。通过电子扫描显微镜（SEM）可以观察到，XTRA™ 电池的表面膜比标准电池上表面膜有更密集和更紧凑的结构。XTRA™ 电池之所以具有这一独特性能，是因为它的电阻相对同期的标准电池低了一个数量级。

3.1.3 XTRA™ 高容量电池

高容量（HC）电池的容量比同样尺寸的 XTRA™ 电池高 20-40%。Tadiran 高容量电池的能量密度可达到 1380 WH/L (22.6WH/IN³)和 700WH/KG (19.8WH/OZ)。（就 Tadiran 所知，这是商用电池所能达到的最高能量密度）。而且，Tadiran 高容量电池保留了所有已改善的 Tadiran XTRA™ 电池电压响应性能。

Tadiran 高容量电池的高容量性与良好的电压响应的两者结合在一起，使得其成为用于使用期限长、自动遥控读数系统的理想电池。

3.1.4 电压稳定性

总的来讲，Tadiran 锂电池的工作电压在其整个寿命期间都保持稳定状态。因此对于额定工作范围内的电流而言，其电压实际上是恒定的。

3.1.5 电池使用寿命的结束

然而，电池经长期使用，其使用寿命几近结束时，电池尤其是 XTRA™ 高容量电池的持续放电量、工作电压都将逐渐减少。根据这种特性可提前 3 至 6 个月预知电池使用寿命的结束。通过考虑放电电流、应用截止电

压、温度范围和所需警报时间，可以确定电池使用寿命结束时所显示的电压。

有关显示电池使用寿命结束的设计要求，Tadiran 的应用工程师会根据种种具体情况加以考虑并进行设计。

3.2 电池的放电

3.2.1 放电电流/时间和电池容量

如图所示，电池可达到的容量主要取决于放电电流或放电时间。

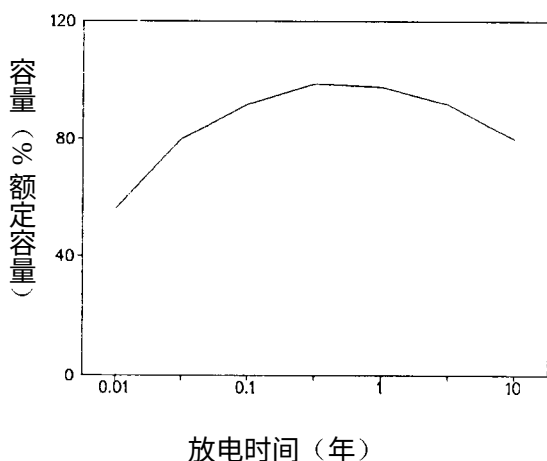


图 3.2.1-1
电池容量与放电时间

- 在额定放电电流或放电时间范围内的电池可用容量达到最大值。
- 在放电电流低的情况下，由于长时间放电，电池自放电会变大，因而可用容量相应地减小。
- 在放电电流高的情况下，动力效应进一步减低了放电效率，内阻增大，因而可用的容量也相应地减小。

3.2.2 脉冲放电

脉冲放电模式是由一个持续的低耗用电流和多个带有周期性的或随机性的高电流脉冲的短暂脉冲串组成的。

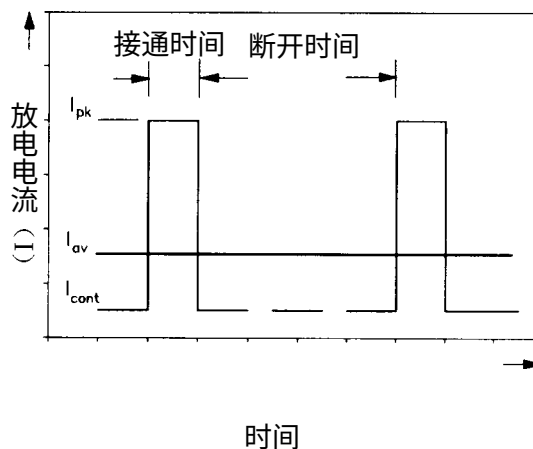


图 3.2.2-1
典型的脉冲放电模式

一般来讲，接通时间与断开时间的比值在 1: 10 到 1: 10, 000 之间。就电源功率而言，这种脉冲放电模式相当于静态平均电流 (I_{av}) 的情况，静态平均电流比峰值电流 (I_{pk}) 低得多。这样，只要 $I_{pk}: I_{av}$ 的比值高，在脉冲放电模式下可用容量通常倾向于从 I_{av} 取值而不是 I_{pk} 。

3.2.3 脉冲电流与瞬时最小电压

总的来讲，当脉冲电流带有静态电流时，瞬时电压 (TMV) 比在没有任何静态电流的情况下要更高。那就是说，静态电流能减弱钝化效应并提高脉冲瞬时最小电压。

在一天需要几次电流脉冲的情况下，由于钝化层被抑止变厚，所产生的瞬时最小电压将会变高。如，在室温下，每天带有 6 次高脉冲频率的 1/2AA XTRA™ 电池将可产生

50mA 脉冲，时间是 0.2 秒，但其电压不低于 3 伏。

由于脉冲期长，较低的脉冲频率需要达到在瞬时电压时的同样水平，因此脉冲期是一个重要因素。

3.3 储存期与工作期

Tadiran 采用了三种方法来确定经过长期储存的电池的可用容量，或者经过长期使用的电池的容量。

- **长期实践测试：**

这种测试是测量各种经长期储存的电池的容量，以及对长时间放电的实践测试。这种测试在 Tadiran 已系统地使用超过 15 年，它形成了一个 Tadiran 锂电池性能的基本资料来源。为了测定电池的长期工作结果，还需要一个更快捷的测试方法。

- **高温模拟试验：**

在电池业内普遍认为，电池在 72°C 的温度环境存放 3 个月相当于在室温下存放 10 年。然而对 Tadiran 锂电池所进行的测试结果证明，电池在温度 72°C 下可存放 1.5 年而不是 3 个月，但这对于预测电池室温下的存放寿命可能不实用。

- **微热量计测量：**

这种方法是使用一种微热量计测量电池在储存或工作期间所产生的热量。此热量计可测量甚至低于 $1/\mu W$ 的能量分布性能。

Tadiran 采用了一种最新的 Hart 牌科学导热热量计（HCC），它可精确测量各种不同的环境温度下很低的能量分布。无论是开路的还是已加负载的电池在空气槽中都得到平衡，然后转入此仪器的内槽中进行测量。

电池中产生的总热量主要由于三个方面的作用：

- 熵值变化 – 通常指不可恢复的热量。
- 电池过（电）压- 通常指不可恢复的热量。

- 化学反应- 例如影响电池容量的自身放电反应，或不影响电池容量的副反应。

通过运用热力等式和考虑电池的电压条件，长期储存或使用中的电池的容量（包括自身放电）可被计算出来。

经长期测试而得到的相关结果是很好的，并且从长期实践测试中所获得的连续历史记录都很好，由于这两种原因，使用这种微热量计被认为是用来确定电池长期工作性能的一种快捷可靠方法。

通过这些测量方法，我们证实：在电路断开的情况下，标准电池的自身放电量每年只占总电量的 1~2%，XRTA™ 电池是 2%；对于使用这两种技术制造的电池，每年的自身放电量只占总电量的 2%。

3.4 电池方位

电池容量和电池方位的变化取决于其放电电流（不论电池是固定的还是可移动的）及其大小。

Tadiran 锂电池的一般容量状态总结如下：

- 在整个额定放电电流范围内，如果电池是直立着放电或侧卧着放电，那么其容量不受影响。
- 在低放电电流范围内，或在放电脉冲不常发生、发生时短暂或者发生时脉冲很高的情况下，不论电池方位如何，其容量不受影响。
- 在高放电电流范围内，不论电池方位如何，较小电池（1/2AA，AA，1/10D，1/6D，BEL）的容量完全不受影响。
- 在高放电电流范围内，如果较大电池（C，D，DD）倒置放电，其容量会受影响。

图 3. 4-1 显示的是电流换流的效果，其放电电流容量范围（CI）是在额定电流高（IH）范围与低范围（IL）之间。

如果 Tadiran 锂电池在放电期间偶尔移动了一下，其容量不受影响。

Cell Size	IL mA	Cl %	IH mA	Cl
1/2AA	≤0.5	100	10	>90
AA	≤1.0	100	15	>90
C	≤2.0	100	30	>80
D	≤4.0	100	60	>60
DD	≤8.0	100	100	>60

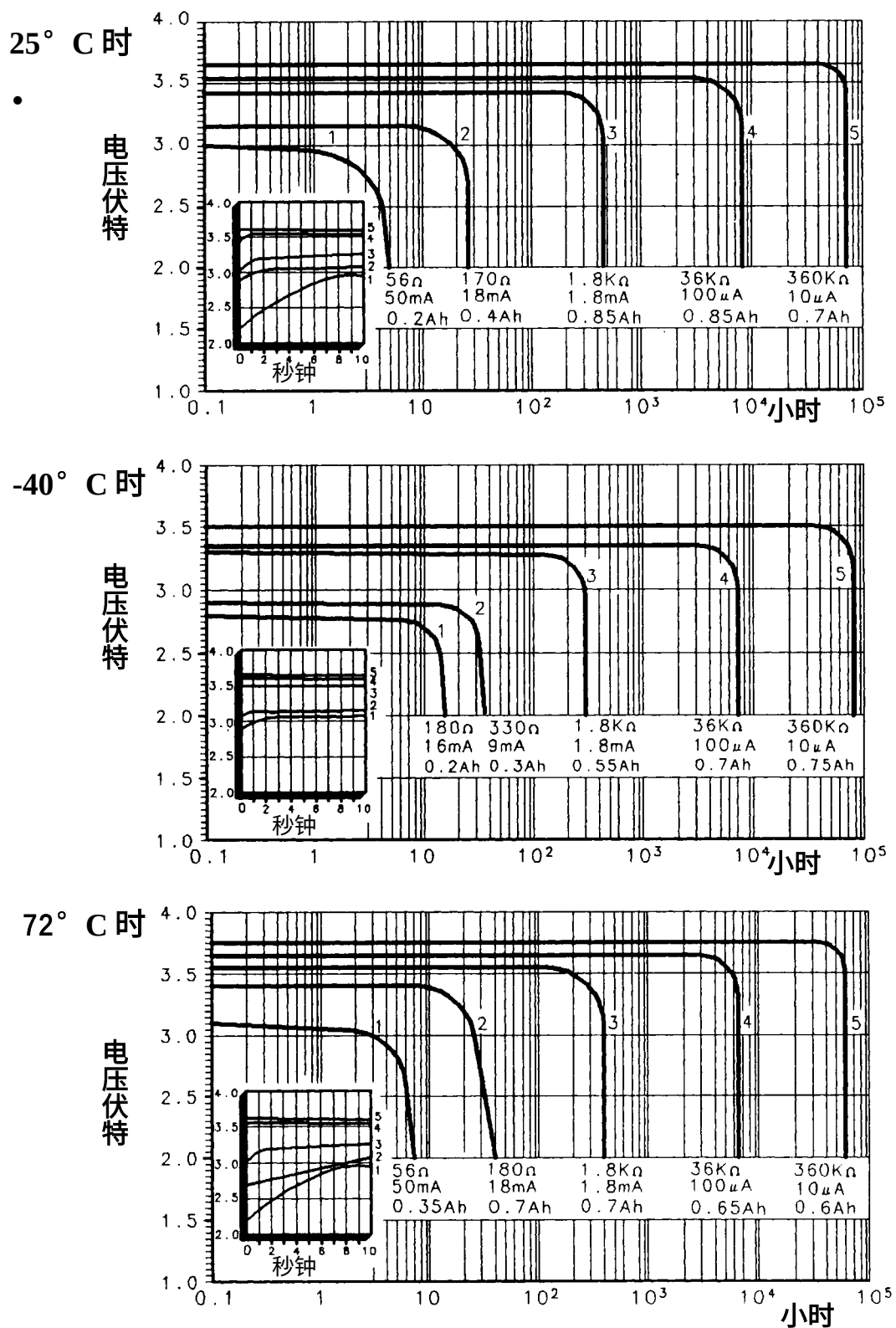
图表 3.4 - 1
电池容量换流效果

3.5 在不同电流和温度下放电曲线

Tadiran 锂电池的放电情况取决于电流负载、工作温度和开始放电前的总体情况。

总体放电特性显示在图 3.5-1 中，以 1/2AA XTRA™ 电池为例子。有关其它电池的尺寸和技术的相似信息可从 Tadiran 公司处得到。考虑到初始情况下的电池状态，每一幅图表都包含一个窗口，其中给出了当电路开始使用时的电压反应（瞬时电压资料）。

图 3.5-1
TL-2150 (1/2AA XTRA™) 型电池的放电特性
(以一年期电池为例)



第四章、质量及可靠性

4.1 质量

Tadiran 电池分公司质量系统通过了 ISO9001 质量体系的审核和认证

4.1.1. 质量政策

Tadiran 电池分公司的相关质量政策如下：

- Tadiran 电池分公司把生产高质量产品作为取得客户信任和满意的重要途径。它是保证公司不断成功和发展的基本条件。
- Tadiran 电池分公司将一如既往地以质量高，可靠性强的产品保持其市场的领导地位，为客户提供最大的使用价值。
- Tadiran 电池分公司所提供的产品完全符合合同要求及相关标准。公司同时还尽力把握理解客户对产品的真正要求以便以最佳方式履行职责，满足客户需求。
- Tadiran 电池分公司要求各部门经理及全体员工恪尽职守，尽心尽力，不断提高工作的质量水平，并把它作为基本的首要目标来完成，以实际行动来实现公司的未来发展目标。

4.1.2. 质量计划

为了更好地实施质量政策，Tadiran 电池分公司正在制定质量计划，具体内容包括：

- 让操作员负责质量，为使其胜任工作，要对其进行必要的培训，并授其一定的权限。
- 将强调重点由通过检验产品而进行的“检测”方法过度到通过控制生产过程而进行的“防范”方法。充分利用统计方法（如 SPC—统计程控等）来有效控制生产过程。
- 减少报废及返修的产品数量。通过分析产品缺陷，采取防范及恰当的纠正措施，对其进行分类整改。
- 对客户意见要及时作出反应，通过使用客户意见及客户监督系统来保证防止在以后的生产及工作中出现类似客户抱怨过的情况。

4.1.3. 质量原则

不断促进质量是 Tadiran 电池分公司为满足客户要求实施全面质量管理原则的结果。质量原则要求每位员工明白不仅公司有客户需要满足，每一位员工也都有各自的客户需要满足——他们下一道工序的操作人员就是他们的客户。全面质量管理是 Tadiran 电池分公司企业文化的一部分，已融入到公司从上到下的各个阶层中。全面质量管理计划所包含的策略如下：

- 继续努力不断改进生产工序，满足产品规格要求。
- 加强管理，激励员工自发提高产品质量，而不能仅仅依靠客户意见反馈来提高产品质量。
- 产品质量的提高是公司全员的工作，而不仅仅是质量管理部门的工作。
- 强化质量管理意识，鼓励全体员工成为产品质量改进的推动力。
- 制订贯彻最有效的生产工艺来控制生产过程。
- 为质量而设计，而非仅仅为发现缺陷而检验。
- 在生产控制过程中，要有供货商的参与，他们是程控的责任合作伙伴，而不是对手。
- 认真核算材料的实际成本，不能只按材料的订购价格计算。

4.1.4. 产品合格鉴定及首件产品试验

在 Tadiran 电池分公司内进行如下试验：

- 在产品开发结束时，对机械结构和电路完整的设计样品进行产品合格试验鉴定。试验的目的就是验证产品是否符合所有的规定参数。
- 对于从加工机器或生产线上按计划统一生产出来的新产品或产品系列，要进行

首件产品试验。试验的目的是验证产品大部分的规定参数。

4.1.5. 产品质量计划

Tadiran 电池分公司使用综合质量计划保证生产的产品能够符合客户要求及生产标准。具体包括：

- 产品质量保证的通用程序。
- 质量组织的参与。
- 生产及试验流程图。
- 产品合格鉴定及首件产品试验要求。
- 产品开始生产及试验的时间表。
- 测试设备，校准设备，量具等。
- 生产监控—数量、报废品等。
- 自检。
- 统计程控。
- 生产监控表、监控标签。
- 特殊试验—破坏性试验、定期试验等。
- 最终检验—相关抽检要求。
- 维护、包装、储藏及运输。
- 向客户供货。
- 记录、分析及报告。

有关产品质量保证计划的结构图，请参照图 4.1.5-1；质量计划流程图，请参照图 4.1.5-2 电池装配流程图。

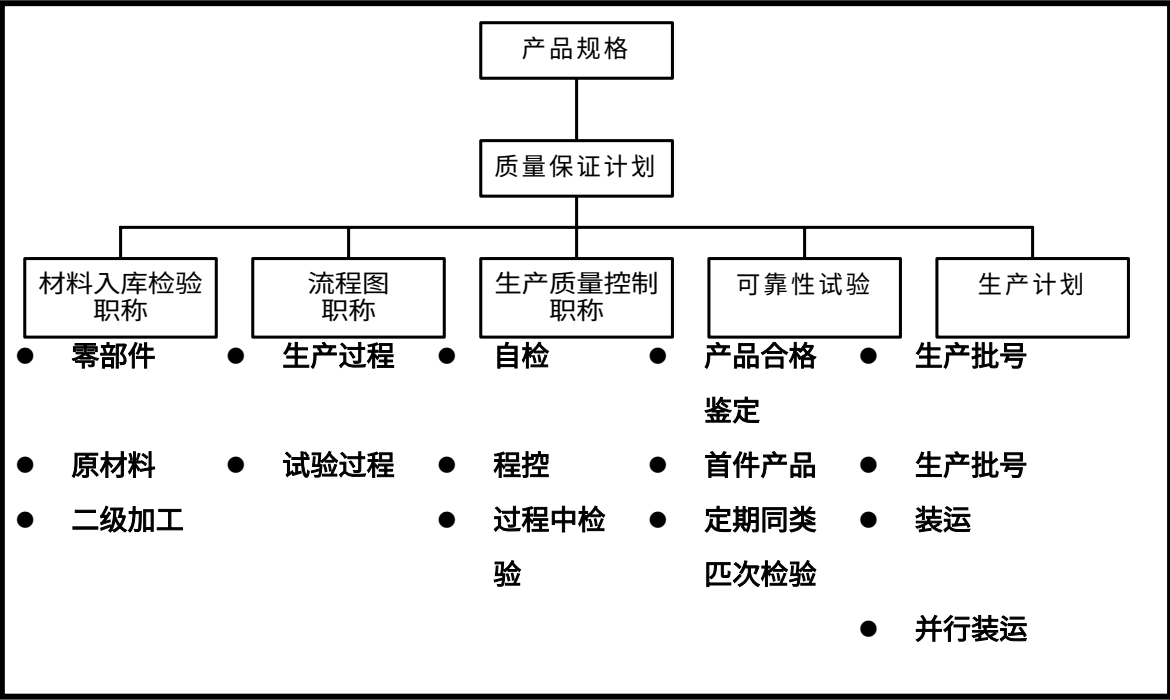


图 4.1.5 产品质量保证计划结构图

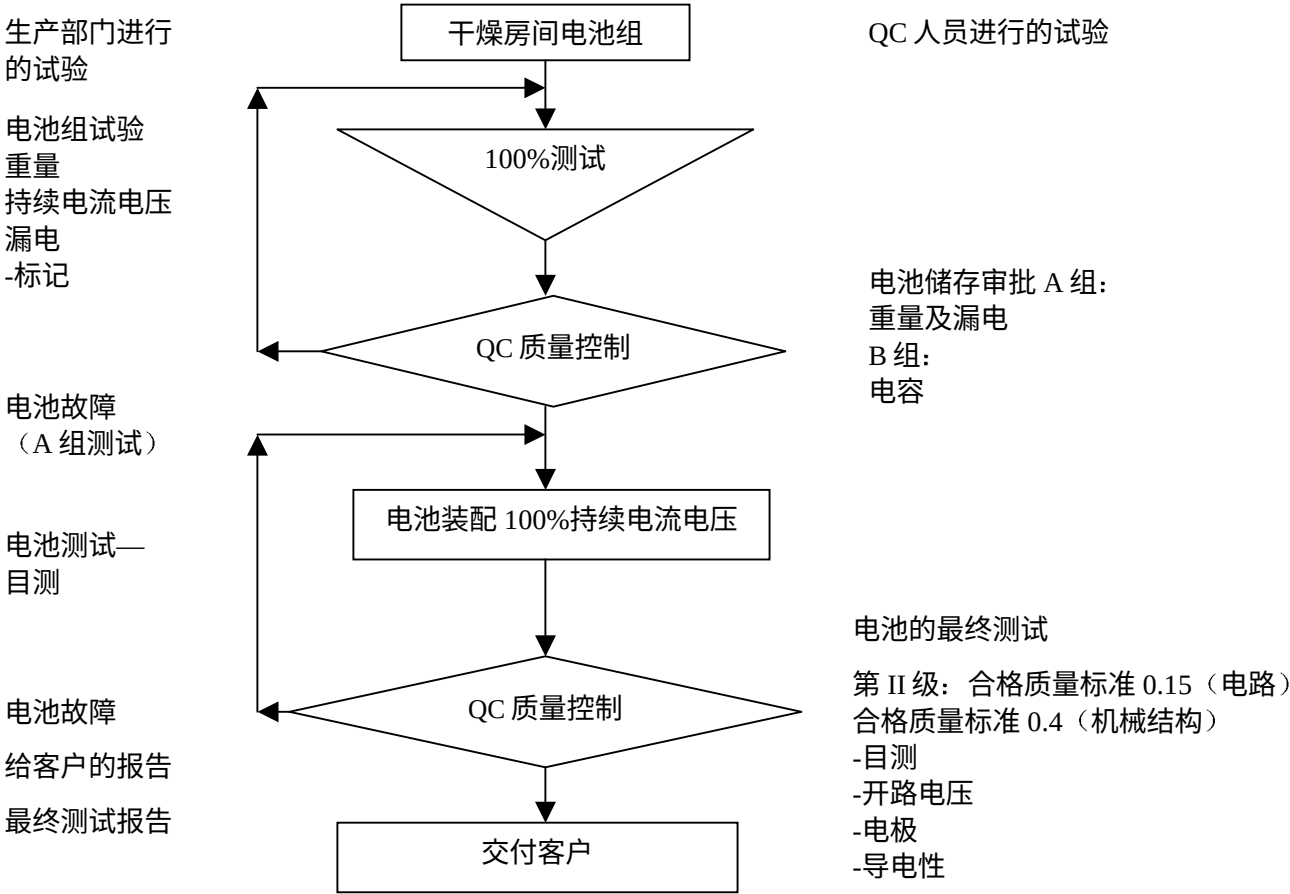


图 4.1.5-2 质量计划流程图

4.1.6. 原材料的入库检验

Tadiran 电池分公司所购的每一批原材料在入库前必须经过入库检验以确认其符合规定的标准、名称及等级。所有检验结果将记录存盘。在确认接收前，材料不得转入库内用于以后的生产。

- 要求材料的生产厂家及供货商对其所提供的产品及服务负责。在这种前提下，Tadiran 电池分公司在生产厂家及供货商处对所提供的材料及服务进行质量审核和检验。
- 对于那些质量标准经过确认已经认可的厂家提供的货物可以采取批次抽检的方法。

在全面质量控制条件下，将货物在生产过程中的检验结果告知供货商，目的是监督供货商作相应的过程改进。

4.1.7. 过程中的检验

在 Tadiran 电池分公司生产过程中使用的检验方法强调对某一工位的工人进行培训和评价，并授其一定权限对其所在工位的输出品进行检验。

- 生产过程中的检验包括自检及统计程控（SPC），车间生产工人根据工作守则在整个生产过程不断地贯彻使用这些检验方法，确定要检验产品的特点及检验频次。每一个工人在相应的控制流程图上记录检验结果，以便根据这些结果来采取相应的整改措施。

制定统计程控计划的目的是最终控制 Tadiran 电池放电量，可参照图 4.1.7-1;员工自检测试说明可参照图 4.1.7-2; 统计程控的控制图参照图 4.1.7-3。

- 生产过程中检验亦包括在全面质量控制理论中。因此，某一工位的工人在接收到另一工位提供的“输入品”时，要检查其“输入品”的质量。将检查结果记录到全面质量控制检查表上，以此来评价质量，并根据需要采取整改措施。

全面质量控制检查表，参照图 4.1.7-4。

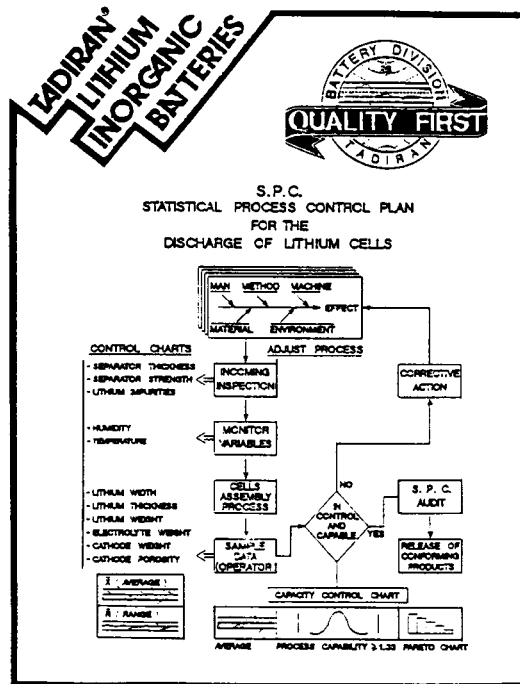


图 4.1.7-1
Tadiran 锂电池放电量的统计程控计划

员 工 自 检					QUALITY ASSURANCE	
Nº	TEST TYPE	REQUIRED	TEST METHOD	QUANTITY AND FREQUENCY		REMARKS
				PCS.	PCS.	
1	VISUAL	LEADS (+), (-) WELDED TO CENTER OF CELL ENDS	VISUAL	3	1000	
2	LENGTH OF LEADS (A)	PER DRAWING	CALIPER 0-150 MM. WITH ACCURACY OF 0.02 MM.	3	1000	ACCEPT-0 SORT-1
3	WELD STRENGTH	90° TO EACH SIDE 3 BENDS WITHOUT BREAK	TEST FIXTURES - FOR AA, 1/2AA-C-D CELLS BEND LEADS TO BREAKING OFF POINT (WITH THE AID OF HANDLE)	3	1000	RECORD RESULTS ON CONTROL CHART Nº12925860153

ATT. Nº3

ATT. Nº2

TADIRAN

LEAD WELDING

REV: 1.0 DATE: 22/03/88

PROJ: AA, 1/2AA

NAME: [blank]

DATE: 01/10/88

15926050003

PAGE: 1/1

PART Nº: [blank]

图 4.1.7-2
综合自检测试说明

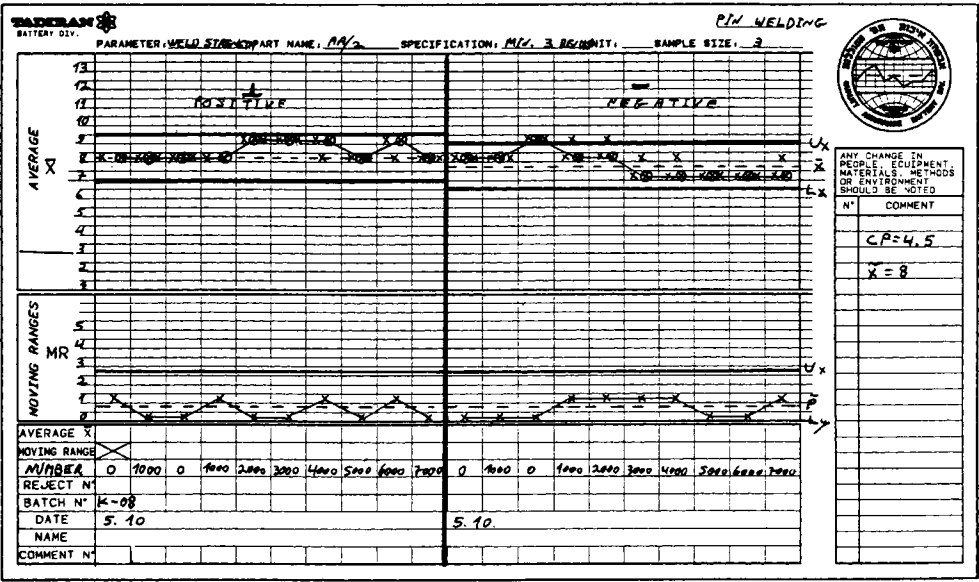


图 4.1.7-3 统计程控图

全面质量控制检查表								
产品:			供货商:			日期:		
工位:			批号:			姓名:		
缺陷类型			拒收数量			小计		
检验总数量:								
拒收总数量:								
拒收数量 %/ppm (百万分率)								
备注:								
综合自检测试说明:								
拒收数量:								
接收数量:								
时间:								

图 4.1.7-4 全面质量控制检查表

4.1.8. 产品的最终检验和百万分率计算

Tadiran 电池分公司生产完成以后，每一个产品或每一批产品都要经过最终检验。最终检验由质量部门的检验员根据产品规格、采购申请单、客户合同及其它一些程序文件负责执行。这些程序文件涉及以下几个方面：

- 检验方法
- 抽检计划
- 要检查的产品特性
- 适用文件
- 检验设备

最终检验一般包括由生产人员进行的 100% 的某些特定检验和其它由质量部门检验员抽样检验。（参照图 4.1.8-1）

将检验结果汇总（三个月的均值），以此计算出拒收率（百万分计）。

4.1.9. 标记及追踪

Tadiran 电池分公司生产的每一产品均作标记以便追踪。一般说来，标记包括生产日期或生产代码，指明生产批次。在 Tadiran 电池分公司可追踪性贯穿生产的整个过程，从材料接收检验到产品最终检验直至产品发运。因标记清晰，记录准确并形成文件而使可追踪性更为有效，同时还可以以此确定、追踪、调查产品、过程或试验结果。

4.1.10. 校准和检验设备

Tadiran 电池分公司每一次对某一产品或在某一过程内进行测量时，只使用经过校准的测量工具。校准工具的控制对于保证产品及过程的可靠性至关重要，因此 Tadiran 电池分公司采用美国军标校准文件 MIL-STD-45662A 作为它校准工作的指导性文件。

批次质量控制最终检验		
检验	级别	可接受质量标准
外观和机械构造检验 重量 尺寸 外观 渗漏液体	S-4	0. 4%
	S-2	0. 4%
	S-4	0. 4%
	S-4	0. 15%
电路检验 开路电压 持续电流电压 电极	S-4	0. 15%
	S-4	0. 15%
	S-4	0. 15%
容量检验: “1” 测试 延迟时间		

图 4.1.8-1 批次最终检验计划

4.2 可靠性

4.2.1. 总则

Tadiran 电池分公司生产的锂电池可靠性极高，应用范围广。Tadiran 电池分公司在设计、开发和生产方面竭尽一切努力以确保产品的可靠性能符合既定要求标准。

4.2.2. 理论依据

Tadiran 电池分公司在可靠性方面的考虑基于传统的生命曲线图（浴盆状图），在曲线图上根据使用寿命标出了故障率。

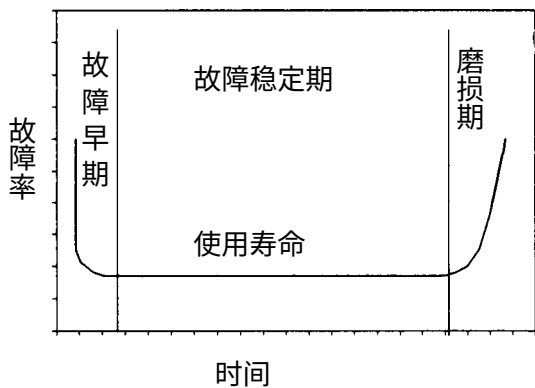


图 4.2.21 寿命曲线图（浴盆形状图）

如图所示，该曲线图在产品的整个使用寿命期限内，考虑了三个基本时期：即故障早期，故障稳定期，磨损期。

Tadiran 电池分公司的可靠性测试计划能够提供相关的资料资料。

- 样品电池通常是由从仓库成批领出然后再分配成套的材料做成的。这些电池在室温下要空载存放几年的时间。对空载电池的开路电压要定期进行测量，对电池外观要定期进行检验看是否有液体渗漏，时间一般定在三个月以后，一年以后或是按要求另外规定时间。
- 从每月生产出的产品抽出的样品在 72°C 温度环境下空载存放三个月然后放电检查其容量。

4.2.3.可靠性计算

□ 故障早期：

在故障早期，故障率急剧下降。Tadiran 电池分公司记录的资料表明这个时期很短，然后故障率进入稳定状态期，电池从工厂发运要在这个阶段以后进行。因此当电池到达客户手中时，就只和稳定期的故障有关了。

□ 故障稳定期

λ 为每单位元时间的故障率。在故障稳定期，采用临时均匀泊松[点]过程法，以分析说明随着时间的推移电池故障出现的频次。通常认为故障率在早期故障以后成指数级分布。对每一类型电池，其样品长期存放室温下，它们正确的开路电压及液体渗漏记录是故障率计算的基础。要对每一种故障模式进行计算。

因此 $\lambda_i = r/T$ 其中

λ 是故障率

i 故障模式

r 是拒收电池数量

T 电池储藏的总的时间

所有故障模式的故障率相加得出了总的故障率（ λ ），它给出了故障的平均时间（ $MTTF=1/\lambda$ ）及某一特定时间的可靠性（ $R(t)$ ）。使用指数级分布模式计算 $R(t) = \exp(-\lambda t)$ ，其中 t 为时间。

□ 磨损期

磨损期涉及所有成功经过故障稳定期的电池。实际上，它涉及了对某一特定电池在某一特定使用环境下的使用寿命的预测。这首

先取决于客户对电池的使用情况，包括放电电流及环境温度资料。这些资料连同在生产过程中电容量分配及电池内自放电效应分配等方面的记录性或实践性资料，就能够提供预测每块电池使用寿命结束时单位时间的频

率分布，并作出分布曲线图。例如对高容量D型电池的预测结果，电池在室温下连续放电电流为 $120\mu A$ ，自放电电流为 $50-70\mu A$ ，从图 4.2.3-1 可以看出，单位时间为 2.4 个月。

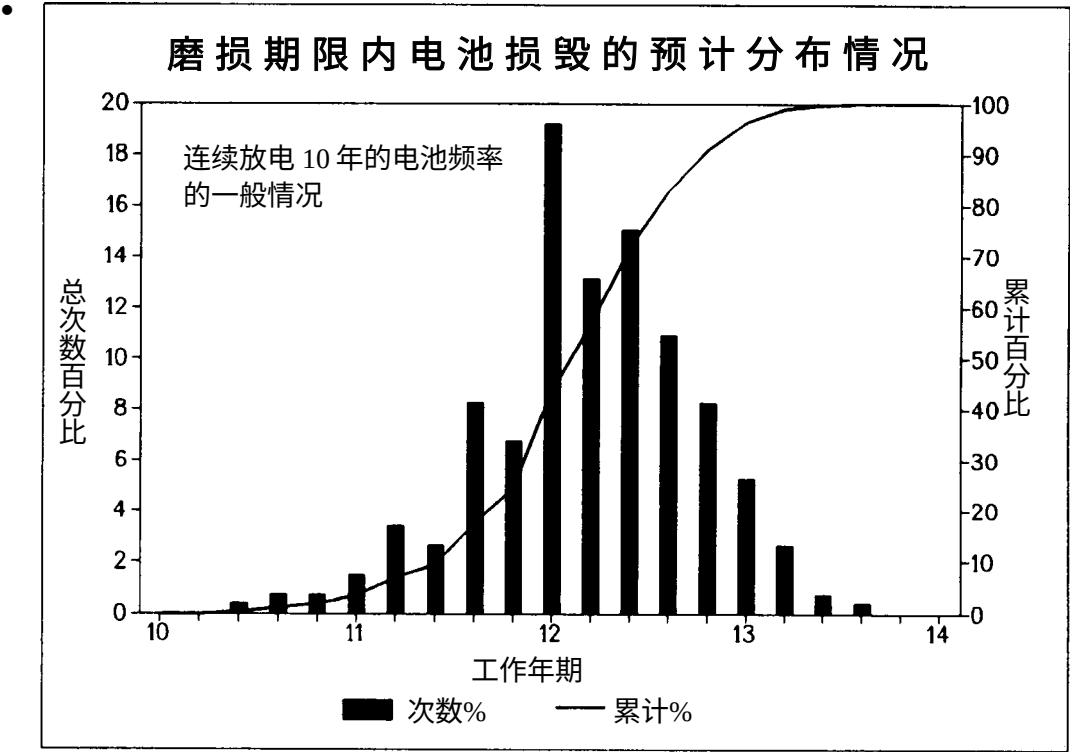


图 4.2.3-1 一般损毁分布图

第五章、环境和安全试验

5.1 环境测试

5.1.1 总则

Tadiran 圆柱型和薄片型锂电池根据下列严格的标准规定进行了全面的环境试验。

- 亚硫酰氯非充电电池的军用规范，MIL-B-49461 (ER)。
- 锂电池的安全标准，UL-1642。
- 环境试验方法的军用标准，MIL-STD-810C 和 MIL-STD-202F。

如下给出了要做的试验项目。除非另有规定，所做的试验均适用一般的周围环境条件。用于做下面各项试验的几组电池从生产线随机抽选。

- 振动试验 (5.1.2)
- 落地试验 (5.1.3)
- 机械加速冲击试验 (5.1.4)
- 机械加速冲击和振动混合试验 (5.1.5)
- 温度循环变化试验 (5.1.6)
- 高度试验 (5.1.7)
- 冲击试验 (5.1.8)
- 湿度试验 (5.1.9)
- 盐雾试验 (5.1.10)

下面的试验结果证明 Tadiran 锂电池指针均符合规定的环境试验要求。

5.1.2 振动试验

适用文件：MIL-B-49461 (ER) --第 4.8.6 节，UL-1642—第 15 节。

试验描述：（依据 MIL-B-49461）

振动：振幅为 0.75mm。

频率：初始频率为 10Hz，接着以 1Hz/分钟的速度增加至 55Hz，然后以同样的速度降至 10Hz。

试验时间：每个试验持续 95 分钟。

程序：按图 5.1-1 所示，试验在每个轴上做三次（共两个轴）。在振动循环试验结束时，电池即放电。

观察结果：电池电压没有变化；电池容量没有减少；通过 X-射线拍摄照片显示电池结构没有变化；电池重量没有变化。

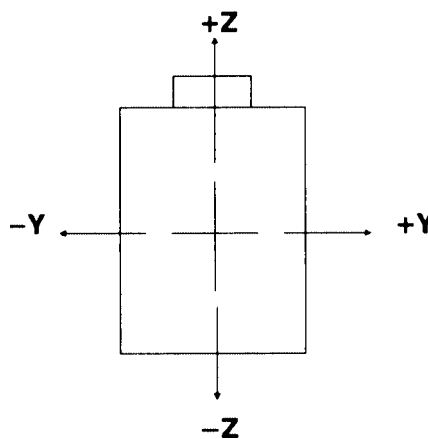


图 5.1-1 振动和冲击试验轴

5.1.3 落地试验

适用文件：UL-1642 第 16 节，MIL-B-4961 (ER) 第 4.8.3 节。

试验描述：（依据 UL-1642）

将电池从 1.9 米处抛落到水泥地板上 10 次。

观察结果：电池电压没有变化；达到台阶电压的时间没有滞后；电池容量没有大的变化；没有电池液体渗漏；电池结构没有变化。

5.1.4 机械加速冲击试验

适用文件：MIL-B-49461（ER）第 4.8.5 节。

试验描述：使用加速冲击对电池进行加速，在最初的三毫秒平均最低加速为 75G，峰速范围是 125G 至 175G。

程序：按图 5.1-1 所示，机械加速冲击试验在每个轴上做三次（共两个轴）。

在加速冲击试验结束时，电池即放电。

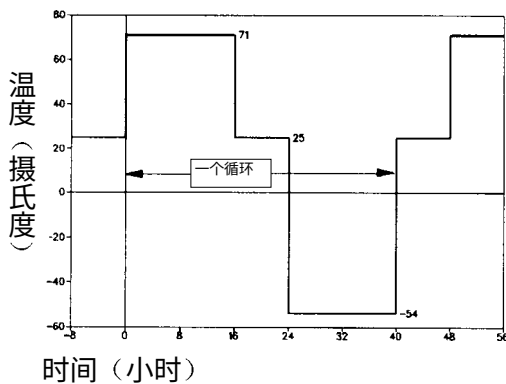


图 5.1-2 温度循环曲线图

观察结果：没有观察到电池电压的变化；电池容量没有减少；电池没有渗漏；通过 X-射线拍摄照片显示电池结构没有变化；电池重量没有变化。

5.1.5 机械加速冲击和振动混合试验

适用文件：MIL-B-49461（ER）第 4.8.5 和 4.8.6。

试验描述：首先按第 5.1.2 节的说明进行振动试验，然后按第 5.1.4 节的说明进行机械加速冲击试验。

观察结果：电池电压没有变化；电池容量没有变化；通过 X-射线拍摄照片显示电池结构没有变化；电池重量没有变化。

5.1.6 温度循环试验

适用文件：UL-1642 第 7.2 节。

试验描述：电池交替放在 -54°C 和 +71°C 温度环境下各 10 次。每种温度环境下放 16 小时。准备将电池从一种温度环境移放到另一种温度环境时，放在室温下 8 个小时。参照图 5.1-2。电池放在 25°C 温度下稳定以后即以额定速度放电。在放电期间将电池电压的情况进行记录。

观察结果：电池电压没有变化；电池容量没有变化；电池没有渗漏现象。

5.1.7 高度试验

适用文件：MIL-B-49461（ER）第 4.8.7 节。

试验描述：电池在试验前后均进行称重及尺寸测量。将电池放在一真空室内并对其进行施压，所施压力相当于在 50000 英尺高度的压力。在试验过程中对开路电压进行测量。将电池从真空室内取出，然后放电确定载荷电压及容量。

观察结果：电池重量没有变化；电池尺寸没有变化；电池容量没有减少；电池没有渗漏现象；开路电压没有变化。

5.1.8 冲击试验

适用文件：UL-1642 第 13 节。

试验描述：将每一个样品侧立放在一平面上。将直径为 7.9mm 的测杆横放在电池的中间。

间，与电池的竖轴垂直。将一 9.1 公斤重的物体从 61 厘米高处丢落到测杆上。

观察结果：没有发现明显的缺陷；电池容量没有减少；没有电解质渗漏；开路电压为 3.68 到 3.70V；负载电压为 3.40V。

5.1.9 湿度试验

适用文件：UL-1642 第 12 节。

试验描述：电池放在调温室内。经过两个小时将室内温度提高到 65°C，相对湿度不低于 95%。这种环境保持 6 个小时。然后将温度降低，16 个小时后降到 30°C。在这期间湿度一直保持在不低于 85%。将这个过程重复 10 次。

观察结果：电池重量没有变化；电池尺寸没有变化；电池容量没有减少；电池没有渗漏现象；开路电压没有变化。

5.1.10 盐雾试验

适用文件：MIL-STD — 202F，方法 101D，试验 B。

试验描述：将电池放在盐雾（5%氯化钠溶液盐雾）环境下 48 小时，要求条件如下：温度，35°C ± 1°C；相对湿度，95-98%；气压。

观察结果：电池上没有发现腐蚀痕迹。

5.2 安全性能试验

警告：

下面所做的试验都是在极端条件下进行的。只是用来说明某种情况，绝不可理解为这些方法可在实际中应用。如果在应用或试验中有的要求超过电池资料表中所给出的标准，必须事先征得 Tadiran 的批准方可进行。

5.2.1 总则

电池的安全方面在生产中必须尽早考虑，让用户感到在使用时有安全感。或是明确警告电池禁止存放在某些环境下，因为那可能造成某些危害。

Tadiran 电池的设计安全，无爆炸隐患。之所以能够如此，是因为考虑到了充分利用如下几个方面的因素：

- 高热量扩散介质
- 有限的反应区域
- 有限的短路电流（结果带来有限的温度上升）
- 根据作业的需要装有透气装置

UL 安全标准中的 UL-1642-锂电池标准规定了有关锂电池的规范要求。这类锂电池在实际应用中，技术人员或用户就可以直接替换。UL-1642 锂电池标准还规定了电池必须安全规范使用的试验条件。在下面的安全报告里即包括了一些试验。这些试验条件在性质上比 UL 安全标准要求的还要严格。

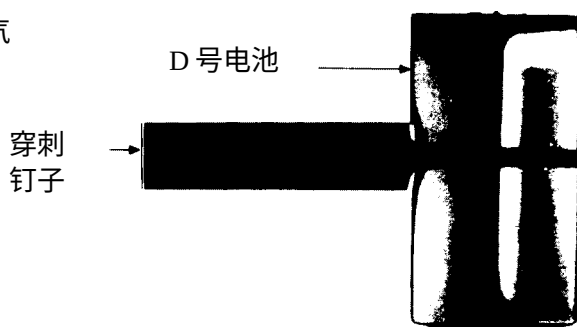


图 5.2-1

通过 X-射线拍摄的穿刺电池照片 短路电流

(A)

5.2.2 安全试验

Tadiran 圆柱型和薄片型锂电池已经经过了如下的安全试验（包括有透气孔和不带透气孔电池）：

- 穿刺试验（5.2.3）
- 挤压试验（4.2.4）
- 在 25⁰C 温度环境下的短路试验（5.2.5）
- 在 72⁰C 温度环境下的短路试验（5.2.6）
- 加热试验，150⁰C（5.2.7）
- 渗漏试验（5.2.8）
- 强行放电试验（5.2.9）
- 放电电池的充电试验（5.2.10）
- 满容量电池的充电试验（5.2.11）

只适用于有透气孔的电池：

- 火焰焚烧试验（5.2.12）
- 燃火接触试验（5.2.13）
- 安全性能试验（5.2.14）

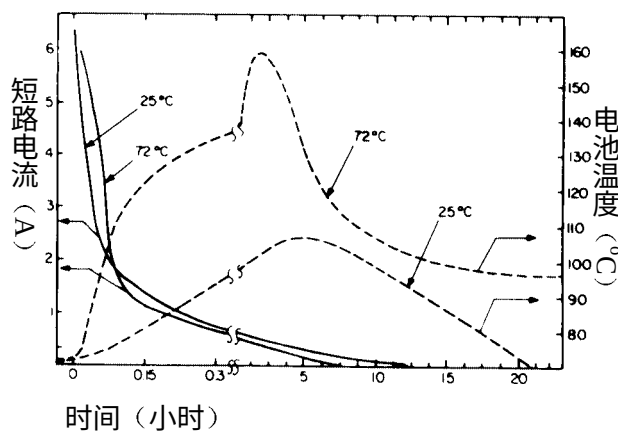


图 5.2-2

绝热电池短路的温度电流形势图

5.2.3 穿刺试验

（包括对满容量电池和放电电池）

试验条件：环境温度：25°C；相对湿度：70%。

试验描述：用压力使直径为 4 毫米的钉子穿过电池，钉子与电池竖轴成垂直角（见图 5.2-1）。在这种情况下对电池再观察 24 小时。

观察结果：在穿刺处有轻微的电解质渗漏——没有电解质喷出或“嘶嘶”冒出的现象发生，证明电池内部缺少压力。电池没有膨胀。电池被短路并对温度上升情况进行了记录。

5.2.4 挤压试验

（包括对满容量电池和放电电池）

适用文件：UL-1642 第 12 节。

试验条件：环境温度：25°C；相对湿度：70%。

试验描述：对每一块电池按垂直于其竖轴的方向进行挤压（受压面积为 32x32 毫米）。对其中的两个阶段进行观察。第一阶段为挤压深度达正常电池直径的 30%时；第二阶段为电池被完全挤扁时。

观察结果：在第一阶段：电池短路，没有爆炸或电解质流出现象；在第二阶段，电池短路，电解质漏出，但没有爆炸。

5.2.5 在+25°C 温度环境下进行的短路试验

适用文件：UL-1642 第 10 节，MIL-B-49461 (ER) 第 4.8.10 节。

试验描述：将镍片点焊到电池两端。电池短路 24 小时，其有效电阻约为 $0.005\ \Omega$ 。在短路试验的 24 小时内，对电池进行观察记录。

观察结果（见图 5.2-2，D 号电池）：电池短路 30 秒钟后，其电压降到接近于零。最大短路电流为 6A。在电池底部和封盖上有轻微的膨胀。电池直径没有变化；没有着火或爆炸。

5.2.6 在+72°C 温度环境下进行的短路试验

适用文件：UL-1642 第 10 节。

试验描述：将镍片点焊到电池两端。电池在 72°C 温度环境下存放 16 小时。让电池短路，其有效电阻约为 $0.005\ \Omega$ ，在 72°C+2°C 温度环境下再存放 24 小时。在短路试验的 24 小时内，对电池进行观察记录。

观察结果（D 型电池）：电池短路 30 秒钟后，其电压降到接近于零。最大短路电流为 6A。在电池底部有膨胀现象。没有着火或爆炸。在有气孔的电池上，透气孔张开。

5.2.7 加热试验 (+150°C)

适用文件：UL-1642 第 11 节。

试验描述：在试验前和试验后对电池的尺寸和重量进行记录。电池放在温度为 150°C+5°C 的炉内 3 个小时。在这期间每 10

分钟对电池开路电压进行记录一次。观察结果：电池顶部和底部有膨胀现象发生。电池直径没有变化；没有电解质渗漏。图 5.2-3 显示了电池在炉内时开路电压的变化情况。在有透气孔的电池上，透气孔张开。

5.2.8 渗漏试验

适用文件：MIL-B-49461 (ER) 第 4.8.13 节。

试验描述：电池放在 55°C 温度环境下 7 天，然后放在室温环境下一段时间，使其稳定。接下来称其重量，再把电池放在 55°C 温度环境下 21 天，再放在室温下使其稳定，然后再进行称重。记录两次的重量差别。

观察结果：重量损失不超过电池内亚硫酰氯总重量的 0.005%；看不到有任何腐蚀痕迹。

5.2.9 强行放电试验

适用文件：MIL-B-49461 (ER) 第 4.8.13.1 节，UL-1642 第 17 节。

试验描述：电池以额定电流放电至端电压为 0V。然后电池以如下高电流强行放电 12 小时。

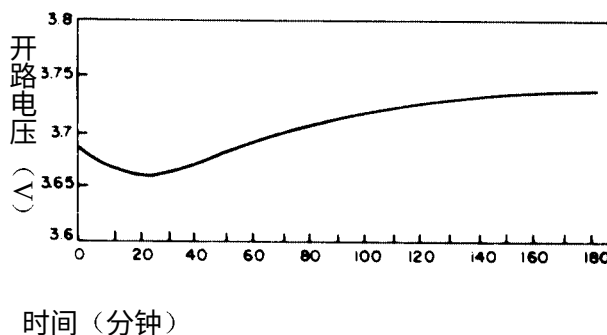


图 5.2-3

高温 (+150°C) 下的开路电压曲线图

型号	mA	型号	mA
BEL	10	AA	60
1/10D	33	C	120
1/6D	33	D	200
1/2AA	33	DD	400

观察结果（D 号电池）：在使用压力电流时，电压立刻会向相反方向转变，3 个小时后达到负峰值，为-8.0V，接着电压稳定在-6.0V，而且在该项试验结束前一直如此（见图 5.2-4）。试验结束时电池温度大约为 70°C。没有电解质渗漏；电池尺寸和重量没有变化。

5.2.10对放电电池的充电试验

适用文件：UL-1642 第 18 节。

试验描述：在试验前后对电池的尺寸和重量进行测量。电池以额定放电电流完全放电至端电压为 0V。然后电池以如下高电流充电 12 小时。

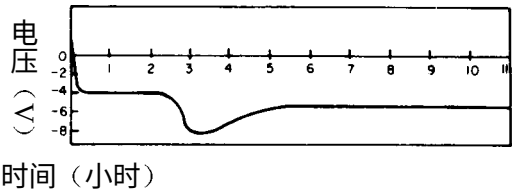


图 5.2-4
强行放电电压曲线图

型号	MA	型号	mA
BEL	10	AA	60
1/10D	33	C	120
1/6D	33	D	200
1/2AA	33	DD	400

在试验过程中对电池电压进行记录。在充电结束时对电池温度进行测量。

观察结果（D 型电池）：在充电的一开始，电池电压升到 5.0V，然后逐渐下降，最后稳定在 3.7V。该电压一直持续到试验结束。电池温度在充电 12 小时后达到最高值 53°C。试验结束时，没有发现电池在重量和尺寸上有任何的变化；亦没有电解质渗漏。

5.2.11满容量电池的充电试验

适用文件：UL-1642 第 18 节。

试验描述：在试验前后对电池的尺寸和重量进行测量。然后电池以如下高电流充电 12 小时。

型号	MA	型号	mA
BEL	10	AA	60
1/10D	33	C	120
1/6D	33	D	200
1/2AA	33	DD	400

在试验过程中对电池电压进行记录。在试验前后对电池温度进行测量。

观察结果（D 型电池）：在充电的一开始，电池电压升到 4.0V，而且在整个试验过程中，电压一直保持在这个水平。在充电结束时，电池温度达到最高值+62°C。在试验结束时，没有发现电池有尺寸和重量上的变化；没有电解质渗漏。

5.2.12火焰焚烧电池试验（只对有透气孔的电池）

适用文件：MIL-B-49461（ER）第 4.8.20 节。

试验描述：电池在 540-580°C 高温的明火上焚烧。

观察结果：1 分钟后，电池透气孔开始排气。没有发生爆炸。

5.2.13 燃火接触试验（只对有透气孔的电池

适用文件：UL-1642 第 19 节。

试验描述：将每块要做试验的电池固定到钢丝网上，然后放到实验室用的 Meeker 燃气炉

上。将电池加热破坏（通过燃烧锂即可证明这种情况）。

观察结果：没有火花、火焰亦没有固体物喷出。没有爆炸现象发生。

5.2.14安全性能试验（只对有透气孔的电池）

适用文件：MIL-B-49461 第 4.8.10 节。

试验描述：电池在 85-90°C 温度环境下放 16 小时，记录下透气孔的变化情况。然后将电池放在 150°C 的高温环境下 16 小时，亦记录下透气孔的变化情况。

观察结果：在开始的 16 小时，电池没有排气，但在第二个 16 小时后，所有电池都有排气现象出现。没有出现爆炸现象。

第六章、电池的储藏与装卸

6.1 一般性预防措施

Tadiran 圆柱状和薄片状锂电池与其它所有类型的电池有一个共同点：如果它们遭到电气性或者机械性损坏时，具有一种潜在的危险性。但是，如果在最初的购买到最后丢弃之前的时间里它们能得到正确的处理，并被正确地使用在指定设备中，则它们还是很安全的。锂电池的潜在危险大多与温度过高有关，因为高温可能导致锂金属被熔化，并在电池内部产生高压，可能还会导致密封接口断裂。因此，在 Tadiran 锂电池的装卸和使用过程中，必须遵守以下这几条防患措施：

- 不要使电池短路。
- 不要对电池进行充电（反复充电）。
- 不要过度放电。
- 不要焚烧。
- 不要使电池的温度升高到允许的范围之外，不要在超过允许的温度范围使用。
- 不要挤压电池，不要戳刺电池。
- 不要将电池内部物质置于水中。
- 不要拆卸或打开电池。
- 不要将电池的正负极接反。

6.2 多单元电池组的组装

6.2.1 最终用户须知

许多设备在电压、电流或容量等方面的要求较高，一般电池不能满足这些要求。多单元电池组是将一组电池以混联（即既有串联，又有并联）的方式连接起来，再装配上合适的保护性设备，就成了比较合适的一种解决方案了。

注意：

- 请直接从 Tadiran 公司或一些授权电池组装商那里订购多单元电池组的设计和预制品。

- 如果你只是一个最终用户，没有接受过必要的培训，也不具备一定的经验，则不要拆卸这种电池组。

6.2.2 电池组装商须知

可以组装电池的组装商应当遵守下列规定和建议：

选择适当大小的电池单元。

- 不要将不同型号或尺寸的电池单元组装在一起。
- 不要将新旧电池组装在一起。
- 不要将不同的生产商生产的电池组装在一起。
- 不要将用不同技术生产出来的电池组装在一起。

打开将用于制造多单元电池组的电池单元的包装。对电池单元进行适当的检测，包括测量开路电压 OCV。

- 只可以使用标志清晰并带有指定的型号标记的电池单元。
- 只可以使用没有电解液泄露或其它机械损伤的电池单元。

尤其应当注意：组装多单元电池组时，要采用良好的操作方法。

- 确保电池组内的各个单元之间相互绝缘。
- 铺设好电路的导线、联机和各接点，并保证相互绝缘，防止短路。
- 只可以用焊接或点焊的方式，将电池单元的平条（小突起）端子连接起来。
- 焊接时间应当尽可能地短，不应超过 10 秒。
- 所有尺寸的电池单元，尤其是 C、D、DD 号电池单元在组装时，应当使所有的电池单元竖直向上，绝不能有的向上，有的向下，不要将方向装反。允许所有的电池边靠边进行组装。

注意:

- 在没有必备的工具和技能的条件下, 不要试图将电池单元外壳直接焊接或点焊起来, 因为这样可能导致温度过高, 产生危险。
- 使用已经极化(已经通过电)的电池接头, 或者至少应确保能正确地识别电池的极性, 保护电池导线的端子。
- 在电池组上正确地作上标记(包括型号/额定电压/日期代码), 然后贴上相应的安全标签。

其它预防措施:

- 在组装电池组或将电池连接到设备上时, 不要配戴导电的珠宝, 但一定要戴安全眼镜。
- 操作员应当在进行点焊或焊接操作时戴上安全面罩。
- 只可以使用绝缘良好的工具。
- 封装、绝缘, 类似电池组材料必须达到最低要求的水平, 以便限制在电池组内形成高温。
- 不要使用易燃的材料。
- 通过冲击和振动实验, 检验电池组是否已经达到规定的发运和搬运装卸要求。

6.3 保护性组件

Tadiran 锂电池可用作设备的主要供电组件, 也可以用作备用电源, 即当电源失效时开始工作。在电池的电路中经常要采用保护性组件, 其保护程度视设备而定, 或视乎要达到那些管理机构的要求, 如美国的 UL 和加拿大的 CSA 权威机构。保护组件是为了保护以下的一项或多项内容:

- ☐ 当所加载的电压高于电池的电压时 (“充电”), 防止超过电池承受能力的电流加载到电池上。

这种装置可以是一个隔离二极管, 它安装在电池组内, 并沿电池放电的方向与电池串联起来。这种连接方式可以较为敏感地阻隔回流到电池中的电流。隔离二极管由硅、肖特基或锗制成, 只要泄露电流在最高工作温度和最大反向电压条件下低于 10 微安, 即可使用这种二极管。(UL 认证要求: 在电路中应

配有两只二极管, 或者一只二极管和一只电阻, 当其中一只二极管失效时, 另一只二极管或电阻仍然可以有效地保护电路)。类似地, 如果电池由两行或多行混联的电池单元组成, 则该电路中的每一个串行都必须连接一个隔离二极管。当不同的串行之间产生不平衡时, 该隔离二极管可以防止某一串行对其他串行进行充电。

- ☐ 电流高于放电电流的允许值 (“短路”)

所有的 Tadiran 圆柱状或片状锂电池在短路时, 电路会断开, 因此放电电流不会上升到超过某一安全值。通常, 这种固有的自我保护属性对其本身就已经足够, 不需要添加其它保护装置, 如限流电阻。然而, 如果工作温度升高, 也就是说高于 75°C 时可能引发短路, 建议此时应使用附加保护装置。

- ☐ 通过电池单元的反向 (“过度放电”) 施加的电流

这种装置可以是二极管, 与电池组中的每一个电池单元并联起来。当电池产生反向电压时, 则二极管开始导电, 并有效地传导随之而产生的电流, 而不是使电流通过电池单元。

除了以上所列的一至两种保护措施以外, 建议某些时候在电池组的外部连接一个慢速熔断保险丝。

图 6.3.1 是一个典型的带有保护装置的多单元锂电池组

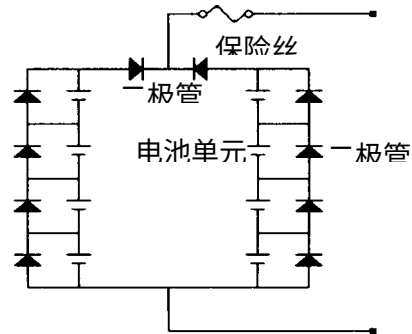


图 6.3.1
典型的带有保护装置的多单元多排锂电池组。

6.4 焊接

6.4.1 手工焊

当需要进行焊接时，只可以使用 Tadiran 提供的带有焊接标记或连接线头的电池单元。

注意：

- 不要试图直接将电池单元的外壳或端子焊接起来。
- 焊接时间应尽可能地短，不得超过 10 秒。

6.4.2 波峰焊

Tadiran 锂电池组是一种安全的电源。它具有一定的阻抗，当工作温度高于 75⁰C 时，它可以在较短的时间里承受连续短路，安全方面不会出现问题。电池单元也不会爆炸、破裂或泄漏。因此，原则上说，这种电池适合进行波峰焊。然而，以下这些说明是在操作实践中总结出来的：

- 所有的 Tadiran 片状电池都带有镍制销钉，可以进行波峰焊。
- Tadiran 的圆柱型电池的顶端和底端都带有轴向导线，或者带有镍制焊接标记。尺寸较小（如 1/2AA 和 AA）的电池可以进行波峰焊。对于尺寸较大的电池（C、D 和 DD），为安全起见必须进行手工焊接。

如果电池掉入焊接液中，或者被长期地放置在焊接液的上方，由于温度过高进而将锂金属熔化，因此电池可能会破裂。因此进行波峰焊时，必须采取以下这些特殊的安全预防措施：

- 进行波峰焊（包括预热和烘干）之前，将电池绑缚到 PCB 上。
- 预热和烘干时间应当尽可能地短，不要将电池在高于 280⁰C 的温度下放置（焊
-

接）超过 10 秒。以下为一个实际操作过程表：

操作过程	温度（ ⁰ C）	时间（秒）
预热（波峰焊）	可达 140	可达 180
波峰焊	可达 280	可达 10
清洗	可达 85	
烘干	可达 100	可达 120

- 当锂电池进行波峰焊时，应当盖上焊接区的上方。
- 当电池固定到 PCB 上时，不允许使电池接触到用来消除静电的导电垫上，因为这将形成一个放电电路，从而消耗电池的容量。
- 在安装电池时，不要使用回流焊接。
- 焊接后，可以用含水溶质或有机氟利昂溶质清洗 PCB。

6.5 储藏

Tadiran 锂电池必须储藏在凉爽、清洁、干燥的环境中（温度 ≤ 30⁰C，相对湿度 ≤ 30%）。但也无需对储藏区进行严格的温度和湿度控制，只需查看储藏区的条件是否在合理的范围即可。

- 不要将电池暴露在高于 75⁰C 的温度下。
- 不允许在储藏区抽烟。
- 将电池储藏在原始包装中，以消除任何可能发生的意外短路。
- 不要将电池储藏在导电性防静电袋或泡沫中。
- 不要将电池放置在导电/金属表面。
- 不要将电池堆放在一起，也不允许将储藏盒或储藏箱中的电池互相接触。
- 不要将已经连接了任何类型导线的电池随意地装在纸箱或塑料袋中。
- 不要将新旧电池储藏在一起。
- 从仓库中领取电池应当遵循先进先出的原则。

第七章、参考资料

7.1 备用电池

作为具有世界领先水平的个人计算机锂制备用电池的 OEM 供货商，Tadiran 公司拥有 15 年的历史。由于 Tadiran 公司具有这些经验和专有技术，目前它有 3.6 伏和 6 伏两种电池类型可供选择，因此实际上可以满足现有的所有类型 PC 机的实时时钟和 CMOS 内存的要求。OEM 客户和 PC 机终端用户都可以购买这些电池，作为替换电池。

详细情况，可以咨询 Tadiran 公司、及其在全世界范围的代理人和分销商。

7.2 备用及其它基本电路

以下这些电路图可以帮助电路设计者正确使用 Tadiran 公司的锂电池，以达到最佳的效果。

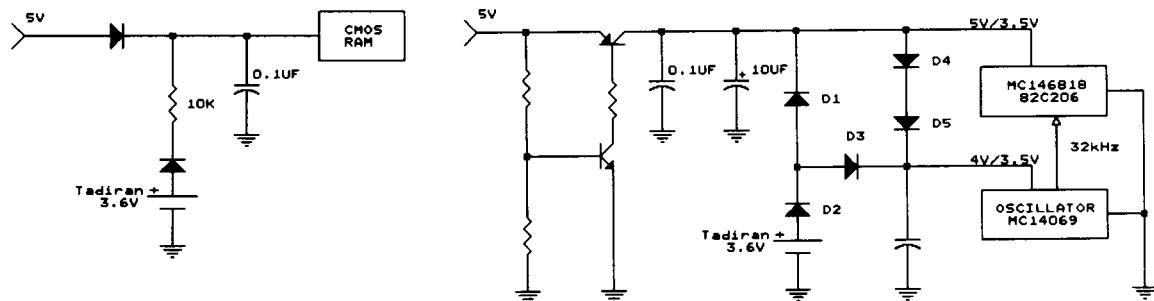


图 7.2-1: 基本内存备份电路图

D1、D2、D3 是锗组件

D4、D5 是硅组件

D4 和 D5 的功能是为了将加到振荡器上的额定电压降低到接近备用电池的电压强度，从而防止在备用状态下产生更大的电压降。这种电路是为了提高 RTC 的准确率。

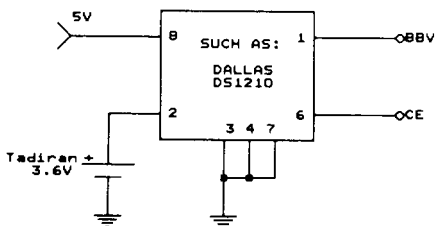
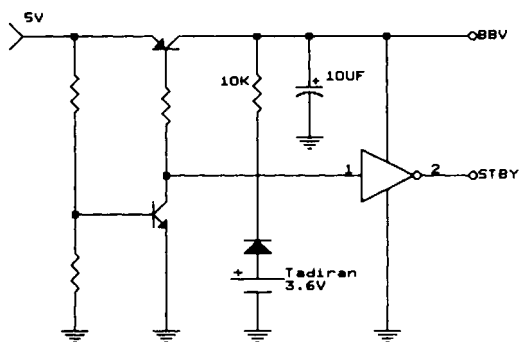


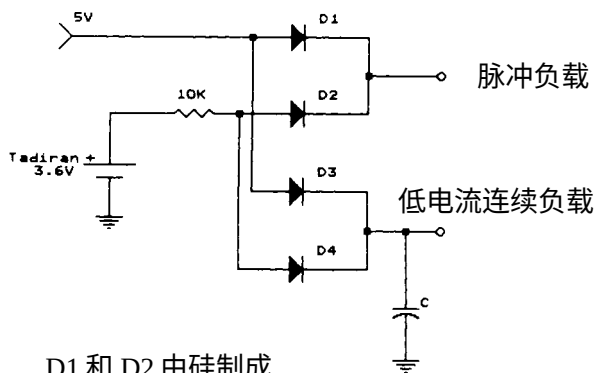
图 7.2-2 使用控制器芯片的内存备份电路图

图 7.2-4: 实时时钟的备份电路图



10 微安的电容的作用是延迟电源失效时的电压降，因此可以使变压器尽早将备用脉冲输送到微处理器中。

图 7.2-3: 典型的个人计算机备份电路图



D1 和 D2 由硅制成

D3 和 D4 由锗或肖特基 MBD701 制成

这种电路可以作为带有小型连续负载和间歇式高电流脉冲的主电源的备用电路使用。当更高的电流脉冲引起电池的电压迅速地降低时，C 和 D4 就可以使加在连续负载上的电压保持平衡的水平。

图 7.2-5: 连续及脉冲型负载的备用电路图

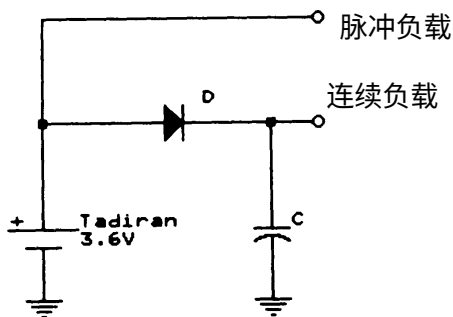


图 7.2-6
连续及脉冲型负载的主电池供电电路图

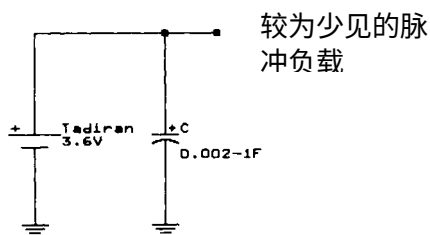


图 7.2-7
关键而不常见的脉冲负载的主电池供电电路图

本电路用在负载电流长期为 0 然后要求突然产生高电流脉冲的条件下。一旦需要，其中的电解电容可以立即满足此要求，然后电池对它进行充电，从而保护负载，防止受到 TMV 的影响。电池先对电容进行充电，最后逐步稳定下来，向电容提供泄漏电流（仅为 1 微安）。C 所需的值是根据脉冲负载的特性进行计算的。典型的设备为工业用安全阀门和军用矿井。

7.3 UL 认证和工程技术概况

7.3.1 总则

美国的 UL 公司是一家非盈利性机构，其功能是为产品设立安全标准，确保生产商是否达到这些标准。UL 专门为锂电池组件的认证

创建了 BBCV2 体系。该系统中的安全认证包括以下方面：

- 过度放电。
- 附属硬件的可燃性。
- 意外充电。
- 温度、振动、湿度、冲击、落地、碰撞。
- 短路。
- 保护装置（二极管和电阻）。
- 电线的型号和连接。
- 标记——制作人的名称、电压和极性、警告注意事项。

关于详细的测试情况，请参见 1642 号《锂电池 UL 认证标准》。

此系统不涉及其它电气、机械和质量情况，除非这些情况影响到产品的安全性。

UL 第 MH 12193 号文件记录了已经通过 UL 组件认证的 Tadiran 锂电池的测试情况。文件中包括了 Tadiran 用各种技术生产出来的产品（电池单元和电池），包括标准型（圆柱状和薄片状）、Xtra™ 和高容量 Xtra™ 电池。

此文件定期由 UL 根据 Tadiran 的电池改进情况进行更新。

所有由 Tadiran 公司生产的锂亚硫酰氯电池都通过了 UL 认证。

尽管其它一些国家的标准机构没有设立锂电池认证体系，如加拿大的 CSA 和德国的 VDE，但是在为设备选择经过认证的电池时，它们都把通过 UL 认证作为前提条件。

Tadiran 的所有部门不断地根据 UL 认证文件对 Tadiran 生产的锂电池进行更新。他们也知道其它的地方性适用标准。同时他们也愿意提供建议。

*高温技术生产的电池除外。

7.3.2 电池的更换

Tadiran 主要为 OEM 客户提供锂电池。除非 UL 认可电池属于“用户可更换型”，否则必须由专门的技术人员将 OEM 生产的设备中使用的电池更换出来，这些技术人员都受过关于如何更换电池，以及如何采取必要的预防措施（确保设备和电池在他开始工作前处于良好的状态）方面的培训。

7.3.3 用户可更换型电池

Tadiran 生产的“用户可更换型”锂电池都单独经过 UL 的认证。UL 还要求 OEM 在设备上靠近电池的部位贴上标签，明确地列出更换电池的型号、以及安装不同型号电池时可能出现的危险情况的警告，并要求读者参考设备的使用手册。该手册中必须重复此信息，并声明用户可以从何处购买到用于更换的电池。该手册中还必须列出其它的警告信息。

必须规定用户可更换型电池不能由没有经验的用户处理。UL 要求必须列出如下特性：

电池内部方面：

- 设计有固有的安全短路电流或安全口——以降低内部的压力，防止爆炸。
- 设计有已经极化的接头（使其与设备中的相应部分相匹配）——防止可能发生的短路或反向连接。

设备（单节电池为主要电源时除外）内部方面：

- 设计有电池输入端的保护串联电路——当阻隔装置失效时，用于阻隔反向（充电）电流，或将电流值限制在一个安全的范围内。

7.3.4 反向电流保护

UL 要求保护串联电路应由一个隔离二极管，和一个与该隔离二极管串联的另一个二极管或适当大小的电阻组成，当隔离二极管失效时，这种装置仍然可以保护电路。参见图 7.3.4-1。

多单元和多行电池组的保护问题在第六章中已经讨论过。

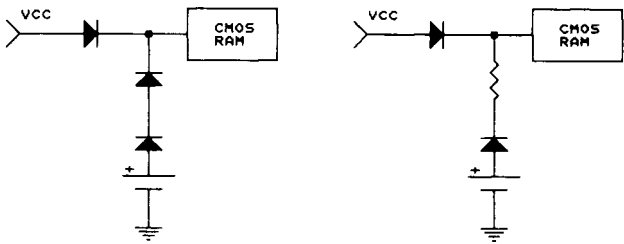


图 7.3.4-1：UL 基本保护电路

7.4 关于如何装运锂电池的指导

7.4.1 简介

根据以下这些美国及国际机构所颁布的条例，特制定这些关于 Tadiran 锂电池/电池单元装运的指导：

DOT 美国联邦交通部第 49 号《条例法》（49 CFR）的第 100-199 部分。此部分对以任何方式在境内装运的危险材料进行监管（尤其是第 173.206 段）。

IATA 国际空运协会（IATA）的《限制条款》，控制由 ICAO 在国际范围进行空运的危险材料。

ICAO 国际民航组织制定的《技术规定》，规定了危险货物如何安全地进行运输。

本部分信息仅仅是作为现有条款的指导性信息，而不是作为条例本身来使用。

7.4.2 无限制性锂电池单元/电池

当满足以下条件时，以上 DOT 和 IATA 条例的锂电池不具有危险性：

- 每一个电池单元含有重量不超过 0.5 克（合 0.018 盎司）的锂或锂合金。
- 每一个多单元电池组含有总重量不超过 1 克（合 0.036 盎司）的锂或锂合金。
- 每一个单元都是气密封接的。
- 每一个电池单元/电池组都是独立捆绑，相互隔开的，以防止短路。
- 所有的电池单元/电池组在包装的外部都是紧紧捆绑起来的（除非是安装在电气设备上）。

如果即将发运的 Tadiran 锂电池单元/电池组满足上述的条件，则这些电池可以按照 IATA 和 DOT 的要求，在国际航线和美国国内进行空运。除此之外，没有其它限制。

•

7.4.3 受限制类别

如果即将发运的 Tadiran 锂电池单元含有 0.5 克以上的锂金属（或每一个电池组含有 1 克以上的锂金属），则其特殊程序、包装、文件和标签必须符合 IATA 和 CFR49 的要求。如果您 Tadiran 公司的客户想获取准确的、最新的由美国和其它国家制定的关于锂电池单元/电池组的空运、海运或陆路运输的法规方面的建议和信息（不论是关于非限制性产品，还是限制性产品），Tadiran 公司很高兴能帮助您提供相关服务。在征得有关机构同意的前提下，Tadiran 也乐意向其客户提供所需要的资料、声明和文件。

注意：

- CFR 49 173.206 部分仅仅牵涉到开路电压高于 2 伏的新电池或部分放电的电池单元的运输问题。
- 已经放电的电池和电池组的运输必须符合 CFR-49 关于 ORM-C 等级的废品方面的条款。

表 7.4-1 指出了 Tadiran 公司生产的电池哪些是限制性的，哪些是非限制性的。

型号	规格	是否受到限制
Xtra™ 技术		
TL-2150	1/2AA	否
TL-2100	AA	否
TL-2200	C	是
TL-2300	D	是
TL-5137	DD	是
高容量 Xtra™ 技术		
TL-5902	1/2AA	否
TL-5903	AA	是
TL-5920	C	是
TL-5930	D	是
标准技术-圆柱状电池		
TL-5101	1/2AA	否
TL-5151	1/2AA	否
TL-5104	AA	否
标准技术-薄片形电池		
TL-5134	1/10D	否
TL-5135	1/6D	否
TL-5186	BEL	否
高温技术- (150 ⁰ C) 电池		
TL-5526	C	是
TL-5551	D	是
TL-5576	DD	是
计算机用电池		
TL-5242	3.6 伏	否
TL-5293	6.0 伏	否
设备仪表用电池		
TL-5276	3.6 伏	是

图 7.4-1 Tadiran 非限制性和限制性锂电池和电池组

7.5 关于如何弃置 Tadiran 锂电池的指导

7.5.1 简介

由于锂电池外壳的特性不同，规定电池处理方法的条例也千差万别。此外，不同的国家、不同的地方机构也可能制定不同的条例和政策。因此，你必须随时与当地的有关部门取得联系，掌握如何弃置电池的特殊建议。

以下信息仅仅为背景信息，不作正式建议之用。

7.5.2 安全性

Tadiran 公司生产的锂电池不含重金属、具长期毒性或难以分解的材料。而且完全不含汞和镉，因此不会象其它产品（尤其是机电产品）那样经常受到环境问题的困扰。Tadiran 公司的圆柱状和薄片状锂电池采用安全的技术生产而成，电池是气密封接的。

7.5.3 电池的化学反应式和环境

Tadiran 锂电池的总化学反应方程式为：



从这个方程式中，我们可以看出：在新电池的放电过程中，亚硫酰氯被大量地转换为氯化锂，同时还生成少量的硫和二氧化硫。

当电池以露天土埋方式进行弃置时，这些电池最终会放电，并且其外壳可能会被腐蚀，电池体内的物质会暴露到周围的环境中。此时剩余的亚硫酰氯将与外界的水份发生反应，形成二氧化硫和氯化氢。这两种物质形成的混合物呈气体状，易挥发。这种混合物的数量非常之少，与其它自然生成的和人类制造的数量相比，可以忽略不计。

7.5.4 预防措施

在生命周期内，所有系列型号电池的电化性能都比较活跃。因此，必须在弃置之前，先采取必要的预防措施，防止造成人身伤害或损伤。所以必须拆除所有联机的接头，所有暴露在外的端子必须加上封套，防止电池在收集、运输和处理过程中发生短路。此外，还应该采取一些预防措施，用化学方法中和一些腐蚀性副产品。

注意：禁止用火或焚烧的方式处理锂电池。禁止冲压电池或拆散电池，破坏其物理完整性。

7.5.5 弃置方法

通常，我们建议采用以下三种方法弃置 Tadiran 锂电池：

- 大型军事活动或工业装配产生的锂电池，数量巨大并且定期产生，应当由专业机构进行弃置，其中包括根据特殊规定提供运输服务。
- 对于数量中等，一般每月消耗量在数百磅的幅度，可以按照地方卫生条例，用塑料袋将这些电池和中和剂（如碳酸钙， CaCO_3 ）装在一起，掩埋在卫生区域里。
- 对于数量较少，其锂金属含量仅在 0.7 克的幅度（相当于 AA 号）（如用在计算机服务设备中）可以作为普通废料进行弃置。建议在处理前，先拆除连接的导线，并在末端加上封套。

在弃置之前，无须对电池进行放电或用特殊工序进行处理。但是，电池应当装在坚固的捆绑材料中，尤其是当其中含有已经完全放电或者已经遭受机械性损伤的电池时，更要如此。

Tadiran 公司很高兴能帮助其客户查找应当联系哪些地方机构，获取当地制定的有关政策和程序。

第八章、设计帮助

8.1 产品应用问卷调查

图 8-1 是一份综合问卷调查。它包括 Tadiran 的工程师要求客户提供的详细情况，以便能为客户提供最佳方案，以解决处理锂电池应用方面的问题。

8.2 计算电池的容量

锂电池可以用做备用电源，也可以作为主电源使用。它还可以在长达几年的时间里，为每天的某一特殊时间提供非常低的连续负载电流（ I_L ），并在同一时间里提供比较低或比较高的脉冲负载电流（ I_P ），或者二者都提供，具体情况视设备要求而定。

在计算提供给设备所需的最小电池容量（ C ）时，或者估计某一指定尺寸的电池能在多久的时间（ T ）里为负载提供电源时，必须考虑两个相等的电流值：

I_C - 连续耗用电流。

I_O - 平均耗用电流，其数值等于脉冲占空循环中的附加脉冲。

注意：在这种方式下，只要脉冲电流不超过产品目录中规定的最大连续电流的一半， I_O 的处理就可以认为是合理的。

此时，电池的容量或估计使用寿命可以用以下算式计算：

$$C[Ah] = (I_O + I_C) [A] * T[h]$$

如果脉冲电流较高，尤其当获得某一特殊使用寿命变得比较关键时，则可能出现较为复杂的情况，Tadiran 公司工程师建议并联一个大的电解电容。

如果设备没有脉冲电流，则 I_O 为零。因此，对于一个已知负载， I_C 可以计算出来，而 C 或 T 可以从 Tadiran 的放电曲线中得出来。

例如：

要求估计 Tadiran 公司的 TL-5104 型电池能在多久的时间内，为小型办公室系统中常用的 RTC 提供电源。

本例中： $I_O = 0$

并且 $I_C = I_L * K$

其中， I_L 是在最恶劣的环境温度下 V_{bat} 的最大连续负载电流， K 是需要备用电源的时间比例（ $0 \leq K \leq 1$ ）

从已知的资料中得知， $I_L = 30$ 微安，从 Tadiran 的经验中得知 $K = 0.7$ （对于小型办公室而言）

因此 $I_C = 0.7 * 30 = 21$ 微安

从 Tadiran 提供的资料中得知 TL-5104 型电池在 20 微安时放电的容量为 1.70Ah。

则 $T = 1.70 / 21 * 10^6$

$= 80,952$ 小时

$= 9.24$ 或大约为 9 年

8.3 电池选择图

对于使用寿命已知，连续电流已知（或者某一电池单元的使用寿命可知），估计 RT 的最低电池型号时，图 8-2 不失为一种有用的工具。在估计时，你只需在图中将要求的电流和工作时间的交点划出来，则位于该交点

上方最靠近的曲线就是所需要的电池的型号。

这三张图包括用三种不同技术生产出来的电池，每一张图代表一种技术下的典型用途和设备。这些技术包括：

- 标准型：电流非常低，常用在 PC 机内存备份电路中。
- Xtra™ 普通型：低等到中等的电流和脉冲，用在 TMV 改进非常重要的设备中。

- Xtra™ 高容量电池：具备普通 Xtra™ 的所有优点，并且容量提高 20-40%，常用于为超长期使用的设备提供电源。

8.4 电池的端子

根据 Tadiran 的产品目录，Tadiran 的电池可以带有焊接标记、或固定 PCB 的轴向销钉，因此客户在连接电池时不会遇到诸如如何正确连接电池的问题。此外，Tadiran 公司还提供多种端子设计，供 OEM 选择。

图 8-1

关于 Tadiran 公司圆柱状和薄片状锂电池的应用问卷调查

为了使 Tadiran 公司能提供最佳方案，解决电池方面出现的问题，请填写此调查表，并直接寄给 Tadiran 公司或就近寄给授权分销商。以下这些信息将被视为严格保密的。

日期：

客户：

公司名称：_____ 询问人名称：

职位：_____ 部门：_____ 科室：

电话：_____ 传真：

邮寄地址：

设备信息：

简要描述：

电气性能：

电池电压： 额定电压：____伏 最低电压：____伏 最高电压：____伏

放电电流： 初始电流：____毫安培 平均电流：____毫安培 最高电流：____毫安培

工作模式：_____ 连续型/间歇型

如果是间歇型： 低电耗：____微安/毫安培 持续时间：____秒/分/小时

峰值电流：____毫安培 持续时间：____毫秒/秒

工作时间：____小时/天/年 容量：____mAh

工作温度： 最低温度：____⁰C 最高温度：____⁰C

最不利的条件分析： 最低温度为____⁰C 时的最大电流为____毫安培

允许电压升高的时间：____秒，电压至少达到____伏

机械性能：

外形尺寸：（最大值，单位：毫米）直径：____ 长：____ 宽：____ 高：

重量：（最大值，单位：克）

端子：

压力接触点：____ 插座：____ 带状物：

绝缘导线：____ 圆导线：____ 其它：

储藏：

储藏时间：____周/月/年 平均温度：____⁰C 最高温度：____⁰C

放置在高温下的时间：每天____分钟/小时

后勤情况：

用于评估的样本：____周____个 估计生产量：____周____个

估计年需求量：____个

其它要求/特性：

如果您的销售/设备工程师能够拜访我公司，我们将不胜感激。 是/否

图 8-2
电池选择图

用标准技术生产的电池

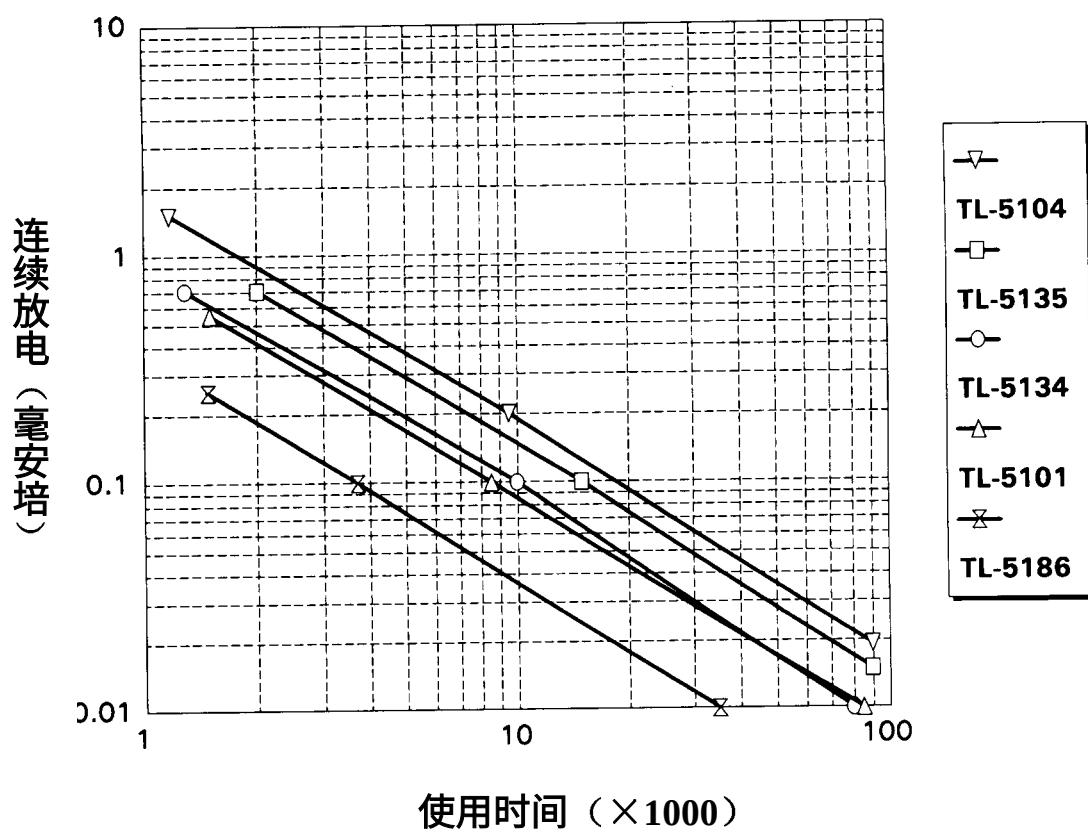


图 8-2

电池选择图

用 Xtra™ 技术生产的电池

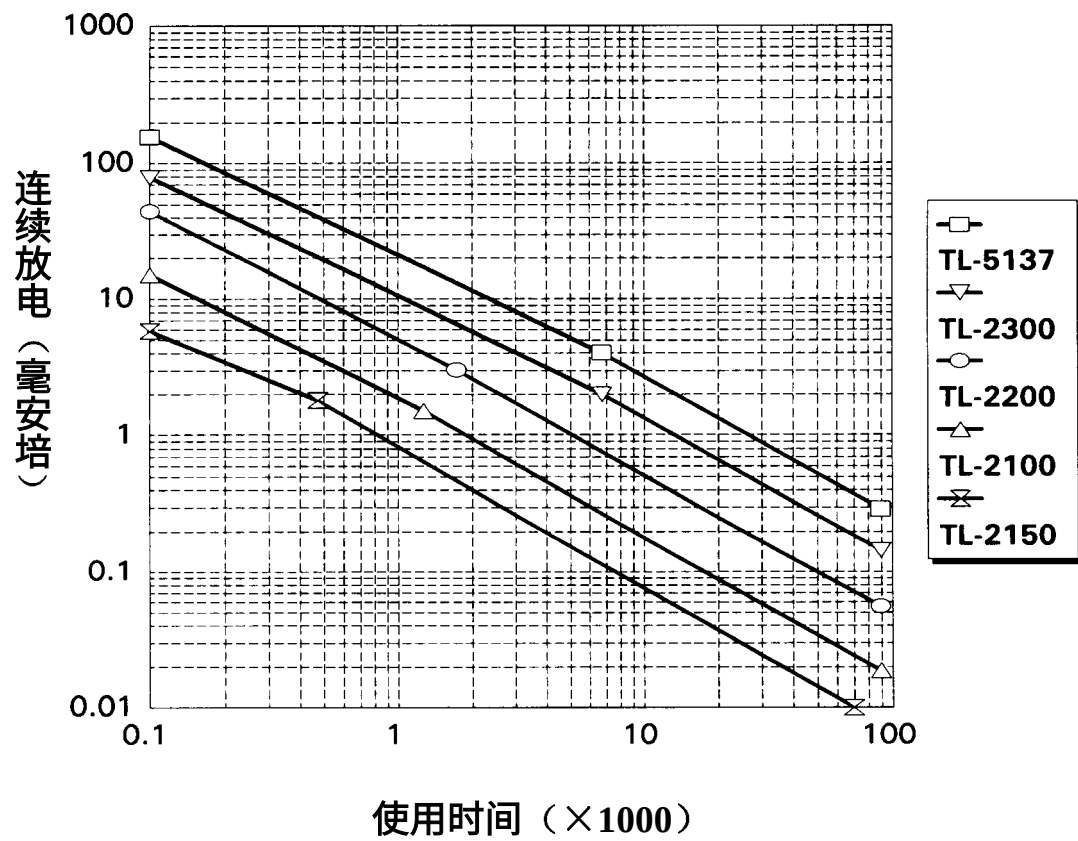
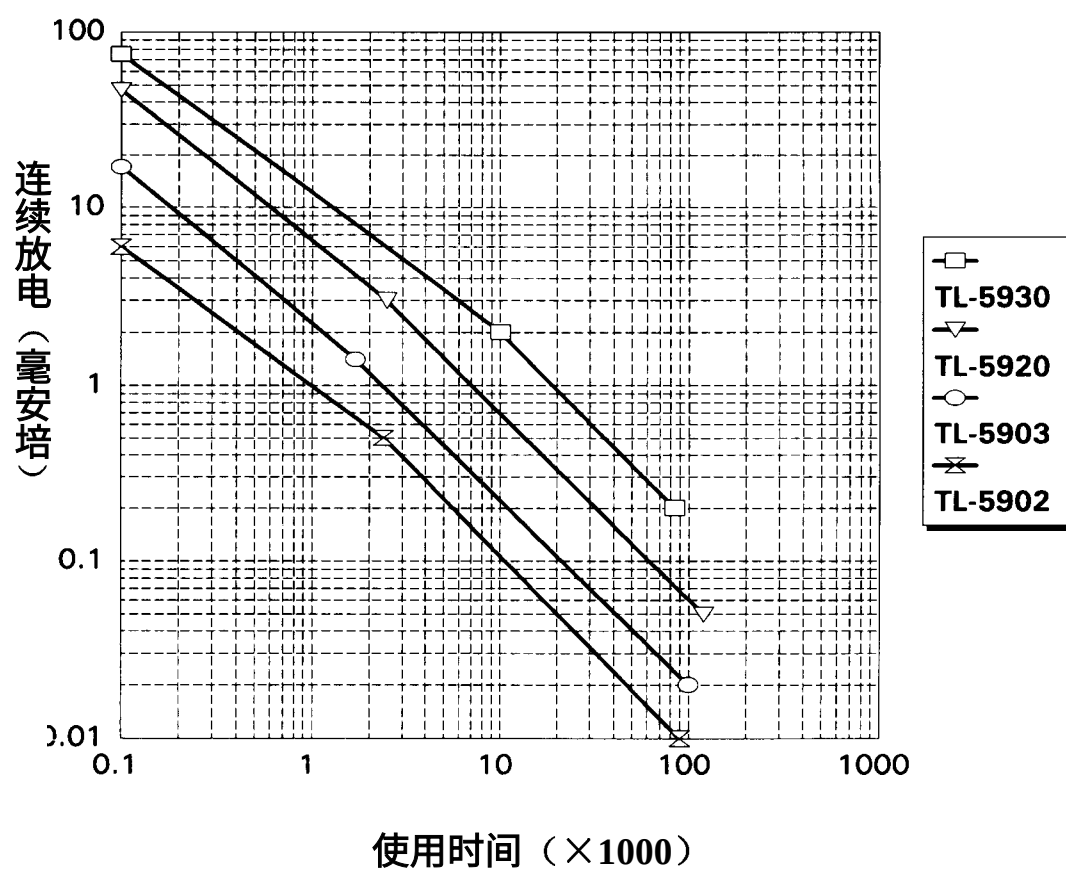


图 8-2

电池选择图

用 Xtra™ 技术生产的高容量电池



注意：

- 所有资料可能会有所更改，不再另行通知。
- 本手册中所有关于电池性能方面的表述（不论是明确表述的，还是暗示的）仅仅是为了提供信息之目的，不代表电池在以后的使用性能方面的保证。Tadiran 公司在销售合同或订购确认表中所声明的标准限制性保证是 Tadiran 公司的唯一保证。

应用设备：

- 检测仪器
- 计算机用电池
- 通讯设备
- 工业控制设备
- 安全系统
- 搜索及救援装置
- 监控系统
- 商用机器
- 目标识别系统
- 科学检测仪器
- 娱乐电子设备