ICS 29.200
M41

YD

中 华 人 民 共 和 国 通 信 行 业 标 准

YD/T 3426—2018

通信用阀控式密封铅碳蓄电池

Valve-regulated lead carbon battery for telecommunications

2018-12-21 发布　　2019-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部　发布

电话：82054513 http://www.ptsn.net.cn

目　　次

前言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　符号 2
5　型号命名 2
6　要求 3
6.1　环境温度 3
6.2　外观 3
6.3　结构 3
6.4　阻燃性能 3
6.5　气密性 3
6.6　容量 3
6.7　大电流放电 4
6.8　容量保存率 4
6.9　密封反应效率 4
6.10　防酸雾性能 4
6.11　安全阀 4
6.12　耐过充电能力 4
6.13　蓄电池充电管理 4
6.14　端电压均衡性 4
6.15　电池间连接电压降 5
6.16　防爆性能 5
6.17　封口剂性能 5
6.18　内阻 5
6.19　热失控敏感性 6
6.20　过度放电 6
6.21　低温敏感性 6
6.22　蓄电池寿命 6
6.23　充电接受能力 6
6.24　容量一致性 6
6.25　气体析出量 6
6.26　短接容量恢复性能 6
7　试验方法 7
7.1　测量仪表 7
7.2　蓄电池检验前的预处理 7

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

7.3 外观检查 7
7.4 结构检查 7
7.5 阻燃性能 7
7.6 气密性 7
7.7 容量 8
7.8 大电流放电试验 8
7.9 容量保存率 8
7.10 密封反应效率 8
7.11 防酸雾性能 9
7.12 安全阀 10
7.13 耐过充电能力 10
7.14 蓄电池充电管理 10
7.15 端电压均衡性 10
7.16 电池间连接电压降 10
7.17 防爆性能 10
7.18 封口剂性能 10
7.19 内阻 11
7.20 热失控敏感性 11
7.21 过度放电 11
7.22 低温敏感性 12
7.23 蓄电池寿命 12
7.24 充电接受能力 13
7.25 容量一致性 13
7.26 气体析出量试验 13
7.27 短接容量恢复性能 14
8 检验规则 15
8.1 检验分类 15
8.2 出厂检验 15
8.3 型式检验 16
9 标志、包装、运输、贮存 17
9.1 标志 17
9.2 包装 17
9.3 运输 18
9.4 贮存 18
附录 A（资料性附录）容量修正系数 19
附录 B（资料性附录）重量参考值 20

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

前　言

本标准是通信用蓄电池系列标准之一，该系列标准的名称和结构预计如下：

— YD/T 799—2010 《通信用阀控式密封铅酸蓄电池》；

— YD/T 1360—2005 《通信用阀控式密封胶体蓄电池》；

— YD/T 1715—2007 《通信用阀控式密封铅布蓄电池》；

— YD/T 2343—2011 《通信用前置端子阀控式密封铅酸蓄电池》；

— YD/T 2657—2013 《通信用高温型阀控式密封铅酸蓄电池》；

— YD/T 3427—2018 《通信用高倍率阀控式密封铅酸蓄电池》；

— YD/T 3426—2018 《通信用阀控式密封铅碳蓄电池》。

随着技术的发展，还将制定后续的相关标准。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：双登集团股份有限公司、中国信息通信研究院、中国联合网络通信集团有限公司、中国电信集团公司、中国移动通信集团设计院有限公司、中国铁塔股份有限公司、华为技术有限公司、艾诺斯（重庆）华达电源系统有限公司、卧龙电气集团浙江灯塔电源有限公司、山东圣阳电源股份有限公司、理士国际电源技术有限公司、浙江南都电源动力股份有限公司、风帆有限责任公司。

本标准主要起草人：杨宝峰、李长雷、徐冬明、陈燕昌、付培良、侯福平、赵黎明、巩欣、毕广春、朱全印、朱卫民、郭启明、林晓东、唐明跃、梁云超。

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

通信用阀控式密封铅碳蓄电池

1 范围

本标准规定了通信用阀控式密封铅碳蓄电池的型号命名、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于频繁充放电的通信基站、具备削峰填谷功能的核心机房以及数据中心用的阀控式密封铅碳蓄电池。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2408—2008 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T 3873 通信设备产品包装通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

阀控式密封铅碳蓄电池 valve-regulated lead carbon battery

负极材料中加入一定含量（重量比）的碳材料（石墨烯、碳纳米管、碳纤维、活性炭、石墨、碳黑等），并显著提升电池循环性能的阀控式密封铅酸蓄电池。

注：碳材料的含量不低于1%（重量比）

3.2

完全充电 full charge

蓄电池所有可用的活性物质已经转变为满荷电状态。

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

3.3

防爆性能 explosion-proof performance

蓄电池内部产生的可燃性气体逸出后，遇到蓄电池外部的明火时在蓄电池内部不引燃、不引爆。

3.4

防酸雾性能 acid-proof performance

蓄电池在充电时，抑制其内部产生的酸雾向外部泄放的性能。

3.5

耐过充电能力 overcharge tolerance

完全充电状态后的蓄电池能承受过充电的能力。

4 符号

下列符号适用于本文件。

C_e ——在基准温度（25℃）条件时的蓄电池容量，单位为 Ah；

C_t ——当环境温度不在基准温度（25℃）条件下的蓄电池实测容量（Ah），是放电电流 I（A）与放电时间 T（h）的乘积，单位为 Ah；

C_1 ——1h 率额定容量（Ah），数值为 $0.55C_{10}$，单位为 Ah；

C_3 ——3h 率额定容量（Ah），数值为 $0.75C_{10}$，单位为 Ah；

C_{10} ——10h 率额定容量（Ah），数值为 $1.00C_{10}$，单位为 Ah；

C_{120} ——120h 率额定容量（Ah），数值为 $1.10C_{10}$，单位为 Ah；

I_1 ——1h 率放电电流（A），数值为 $5.50I_{10}$，单位为 A；

I_3 ——3h 率放电电流（A），数值为 $2.50I_{10}$，单位为 A；

I_{10} ——10h 率放电电流（A），数值为 $1.00I_{10}$，单位为 A；

I_{120} ——120h 率放电电流（A），数值为 $0.092I_{10}$，单位为 A。

5 型号命名

蓄电池的型号命名方法如图 1 所示。

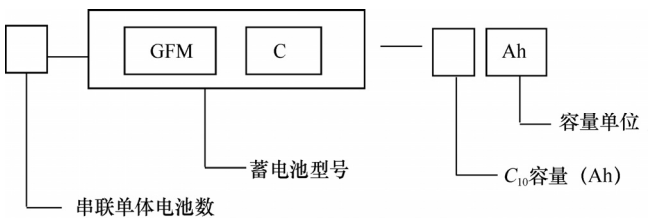


图 1 蓄电池型号命名

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

其中，蓄电池型号以汉语拼音字母表示，GFM 表示固定型阀控密封式；C 代表铅碳；串联单体电池数为 1 时，可省略不写。

6 要求

6.1 环境温度

蓄电池允许工作环境温度范围–10℃～+45℃，最佳使用环境温度范围 20℃～30℃，经 7.7 规定的方法换算后，应达到 C_{10} 额定容量。

注：蓄电池的工作环境温度超出上述范围时，用户可与制造厂协商，容量修正系数参见附录A。

6.2 外观

蓄电池外观应无变形、漏液、裂纹及污迹；标识应清晰。

注：蓄电池重量参见附录B。

6.3 结构

蓄电池的正、负极端子应有明显标志，且便于连接。

6.4 阻燃性能

蓄电池壳、盖、连接条保护罩应符合 GB/T 2408—2008 中 8.4.1 规定的 HB（水平级）和 9.4 规定的 V-0（垂直级）的要求。钢壳蓄电池阻燃性能试验用试样采用蓄电池盖。

6.5 气密性

蓄电池应能承受 50kPa 的正压或负压而不破裂、不开胶，压力释放后壳体无残余变形。

6.6 容量

6.6.1 1h、3h、10h 及 120h 率容量

蓄电池按 7.7.1 规定的方法试验，放电终止电压应符合表 1 的规定；10h 率容量第一次循环应达到 $0.95C_{10}$；在第三次循环之前，120h 率容量应达到 $1.10C_{10}$，10h 率容量应达到 C_{10}，3h 率容量应达到 $0.75C_{10}$，1h 率容量应达到 $0.55C_{10}$。

表 1 放电率

放电率	蓄电池放电终止电压（V/单体）
120h 率	1.85
10h 率	1.80
3h 率	1.80
1h 率	1.75

电话：82054513 http://www.ptsn.net.cn

6.6.2 低温容量

蓄电池按 7.7.2 试验时，10h 率实际容量在第三次或之前应达到 $0.8C_{10}$。

6.7 大电流放电

蓄电池以 $30I_{10}$ 放电 3min，极柱应不熔断、内部汇流排应不熔断，其外观应不出现异常。

6.8 容量保存率

蓄电池静置 28d 后其容量保存率应不低于 96%。

6.9 密封反应效率

蓄电池密封反应效率应不低于 95%。

6.10 防酸雾性能

蓄电池在正常浮充工作过程中应无酸雾逸出。

6.11 安全阀

安全阀应具有自动开启和自动关闭的功能，其开阀压力应在 10kPa～35kPa 范围内，闭阀压力应在 3kPa～30kPa 范围内。

6.12 耐过充电能力

蓄电池按 7.13 规定的方法试验，其外观应无明显变形及渗液。

6.13 蓄电池充电管理

6.13.1 蓄电池在使用前一般应进行补充充电，蓄电池最大充电电流不大于 $0.3C_{10}$，最大补充充电电压不大于 2.40V/单体。

6.13.2 蓄电池均衡充电单体电压为 2.30V～2.40V。

6.13.3 环境温度为 25℃时，蓄电池浮充充电电压为（2.20V～2.27V）/单体。

6.13.4 蓄电池充电温度补偿系数宜为（–3mV～–7mV）/℃・单体。

注：充电电压的具体数据可由生产厂家提供。

6.14 端电压均衡性

6.14.1 单体蓄电池和由若干个单体组成一体的组合蓄电池，其各电池间的开路电压最高与最低差值应不大于 20mV（2V）、100mV（12V）。

6.14.2 蓄电池进入浮充状态 24h 后各蓄电池之间的端电压差应符合表 2 规定。

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

表 2　放电率

系统电压等级	压差
2V 电池组成的 48V 系统	≤90mV
2V 电池组成的 48V 以上系统 （如 240V 系统、336V 系统）	≤200mV
12V 电池组成的系统	≤480mV

6.14.3　蓄电池放电时，单体蓄电池的端电压差应不大于 200mV（2V）、600mV（12V）。

6.15　电池间连接电压降

1h 率放电条件下，蓄电池间的连接电压降△U 不高于 10mV。

6.16　防爆性能

蓄电池在充电过程中遇有明火，内部应不引燃、不引爆。

6.17　封口剂性能

采用封口剂的蓄电池，在环境温度–30℃～+65℃之间，封口剂应无裂纹与溢流现象。

6.18　内阻

蓄电池按 7.19 规定测试 ，内阻应满足表 3 要求，同组蓄电池内阻偏差应不超过 15%。

注：未标出内阻值的蓄电池采用插入法：取容量相邻的蓄电池内阻值之和的二分之一。

表 3　蓄电池内阻

额定容量 Ah	内阻 mΩ 12V	额定容量 Ah	内阻 mΩ 2V
25	≤10	200	≤0.8
38	≤9	300	≤0.7
50	≤8	400	≤0.6
65	≤7	500	≤0.5
80	≤6	600	≤0.4
100	≤6	800	≤0.4
150	≤6	1000	≤0.3
200	≤6	1500	≤0.3
——	——	2000	≤0.2
——	——	3000	≤0.2

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

6.19 热失控敏感性

蓄电池按 7.20 规定的方法试验，蓄电池温度应不高于 60℃，每 24h 的电流（取第 22h、23h 及 24h 时三个电流值的平均数）增长率应不高于 50%。

6.20 过度放电

蓄电池按 7.21 规定的方法试验，其容量恢复值应不低于 95%。

6.21 低温敏感性

蓄电池按 7.22 规定的方法试验，测得的容量修正值与 C_e 之比应不低于 95%；外观应无破裂、过度膨胀及槽、盖分离现象。

6.22 蓄电池寿命

蓄电池按 7.23 规定的方法试验，寿命应满足表 4 的规定。

表 4 蓄电池的寿命

	高温加速浮充寿命	循环耐久性一（50%DOD 放电深度）	循环耐久性二
2V	不少于 8 次	不少于 2000 次，循环 1000 次衰减不超过 10%	不少于 8 次
12V	不少于 6 次	不少于 1300 次	不少于 6 次
注：高温加速浮充寿命中，每次折合寿命 1 年。			

6.23 充电接受能力

蓄电池按 7.24 试验时，充电电流 I_{ca} 与 I_{10} 的比值不应小于 2.5。

6.24 容量一致性

同组蓄电池 10h 率容量试验时，最大实际容量与最小实际容量差值应不大于 5%。

6.25 气体析出量

蓄电池按 7.26 试验，单体蓄电池平均每安时·小时对外释放出的气体量 G_e、G_e' 在标准状态下应符合下述规定值：

a） 在 20℃及单体蓄电池电压为 U_{flo}（V）浮充条件下 G_e 不高于 0.04mL/（Ah·h）；

b） 在 20℃及单体蓄电池电压为 2.40（V）浮充条件下 G_e' 不高于 1.70mL/（Ah·h）；

6.26 短接容量恢复性能

蓄电池按 7.27 规定的方法试验，其短接容量恢复性能应不低于 90%。

电话：82054513 http://www.ptsn.net.cn

7 试验方法

7.1 测量仪表

所用仪表的量程应随被测电流和电压的量值而确定，指针表读数应在量程内的后三分之一范围内，精度见表 5。

表 5 仪表要求

仪表名称	仪表精度
电压表	应不低于 0.5 级
电流表	应不低于 0.5 级
温度计	应不低于 0.5℃
计时仪表	应不低于±1s/h，按时、分、秒分度
压力表	应不低于 0.25 级
磅秤	误差应不超过 1%

7.2 蓄电池检验前的预处理

7.2.1 检验用蓄电池应是近三个月内生产的合格品，检验前应将其完全充电。

7.2.2 完全充电按制造商提供的完全充电方法，或蓄电池在 20℃～25℃条件下，以每单体 2.35V±0.01V（限流 3I10A）的恒电压充电至电流值在 5h 内稳定不变时，认为蓄电池已完全充电。

7.3 外观检查

目视检查蓄电池的外观，应符合 6.2 的要求。

7.4 结构检查

目视检查蓄电池的极柱，应符合 6.3 的要求。

7.5 阻燃性能

7.5.1 按 GB/T 2408—2008 中第 6 章的方法进行取样制备；

7.5.2 水平法按 GB/T 2408—2008 中的第 8 章进行，试验后应符合 6.4 的要求；

7.5.3 垂直法按 GB/T 2408—2008 中的第 9 章进行，试验后应符合 6.4 的要求。

7.6 气密性

7.6.1 蓄电池在环境温度 25℃±5℃的条件下储存 24h。

7.6.2 通过安全阀孔向蓄电池内充气，当内外压差为 50kPa 时压力指针应稳定 5s。

7.6.3 当压力释放后，检查蓄电池壳体是否变形、破裂或开胶，应符合 6.5 的要求。

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

7.7 容量

7.7.1 1h、3h、10h 及 120h 率容量

完全充电的蓄电池静置 1h～24h，在 25℃±5℃环境中开始放电。放电开始前后应测量蓄电池的端电压；放电时应测量电流，其电流波动不得超过规定值的 1%。放电期间应测量蓄电池的端电压及室温，120h 率试验的测量时间间隔为 10h，10h 率试验的测量时间间隔为 1h，3h 率试验的测量时间间隔为 0.5h，1h 率试验的测量时间间隔为 10min；在放电末期应随时测量，以便准确地确定蓄电池终止电压的时间。蓄电池放电时，如果温度不是 25℃，则需将实测容量按公式（1）换算成 25℃基准温度时的容量 C_e，其值应符合 6.6 的要求。

$$C_e = \frac{C_t}{1 + K(t - 25℃)} \quad (1)$$

式中：

t ——放电时的环境温度，单位为℃；

K ——温度系数：120h 率容量试验时，K=0.004/℃；10h 率容量试验时，K=0.006/℃；3h 率容量试验时，K=0.008/℃；1h 率容量试验时，K=0.01/℃。

7.7.2 低温容量

将完全充电蓄电池在充电结束后 1h 内，置于–10℃±2℃环境中静置 24h，用 I_{10} 电流进行放电，电池周围温度保持在–10℃±2℃之间。在放电时间内电流值的变化应不大于 1%，放电过程中每隔 2h 记录一次蓄电池电压。当电压达到 1.90V 时，每隔 5min 记录一次，当电压达到 1.80V 时，停止放电并记录放电时间，计算放电容量，其值应符合 6.6.2 的要求。

7.8 大电流放电试验

按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，以 $30I_{10}$ 放电 3min，目测极柱及蓄电池外观应符合 6.7 的要求。

7.9 容量保存率

7.9.1 按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中静置 28d，并保持蓄电池表面清洁干燥。

7.9.2 蓄电池静置 28d 后，不经补充电立即按 7.7.1 规定的方法进行 10h 率容量试验，得到蓄电池静置 28d 后的容量 C_e'。

7.9.3 按公式（2）计算出蓄电池的容量保存率 R，其值应符合 6.8 的要求。

$$R = \frac{C_e'}{C_e} \times 100\% \quad (2)$$

7.10 密封反应效率

7.10.1 按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，以 $0.01C_{10}$ 的电流连续充电 96h 后，改用 $0.005C_{10}$ 电流充电 1h，然后如图 2 所示收集气体 1h。

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

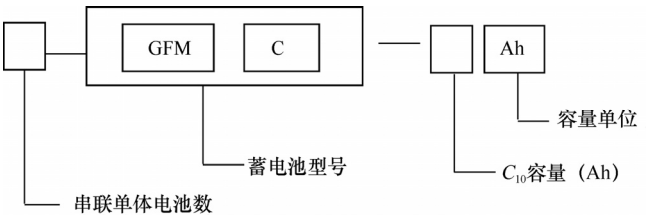


图 2　收集气体示意

7.10.2　根据公式（3）计算出每 Ah 放出的气体量，再根据公式（4）求出密封反应效率 η，应符合 6.9 的要求。

$$V=\frac{P}{P_0}\quad\frac{298}{t+273}\times\frac{V}{Q}\times\frac{1}{n} \tag{3}$$

$$\eta=|1-V/684|\times 100\% \tag{4}$$

式（3）、（4）中：

V　——每 Ah 换算成 25℃，1 个大气压的气体放出量，单位为 mL/Ah；

P　——测定时的大气压，单位为 kPa；

P_0　——标准大气压值 101.3，单位为 kPa；

t　——环境温度，单位为℃；

v　——收集的气体量，单位为 mL；

Q　——收集气体期间充入的电量，单位为 Ah；

n　——串联单体电池数；

η　——密封反应效率。

7.11　防酸雾性能

7.11.1　沉淀法

按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，以 $0.05C_{10}$ 电流再充电 2h 后立即收集气体，将气体通入三只串联装有定量 $BaCl_2$ 溶液的吸收瓶中，使之通气鼓泡，再经 2h，观看第三只吸收瓶是否有沉淀产生，如果没有即表示 1Ah 电池单格析出的酸雾量小于 0.025mg，反之为不合格。第一、二只吸收瓶中应加 $BaCl_2$ 的量 W_{BaCL_2} 按公式（5）计算，不同容量的蓄电池应配制的 $BaCl_2$ 溶液量 Y_{BaCL_2} 按公式(6)计算，第三只吸收瓶中放置 1 摩尔浓度的 $BaCl_2$ 溶液 10mL：

$$W_{BaCL_2}=\frac{0.025\text{mg}/Ah\times n\times Q\times M_{BaCL_2}}{2M_{H_2SO_4}} \tag{5}$$

$$Y_{BaCL_2}=0.15\times n\times C_e \tag{6}$$

式（5）、（6）中：

W_{BaCL_2}　——$BaCl_2$ 的质量，单位为 mg；

Y_{BaCL_2}　——$BaCl_2$ 的溶液量，单位为 mg；

n　——电池的单体数；

Q　——电量，单位为 Ah；

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

M_{BaCL_2} ——$BaCl_2$ 的分子量；

$M_{H_2SO_4}$ ——H_2SO_4 的分子量。

7.11.2 试纸法

将蓄电池放入 1m^3 容器中，容器内 pH 值呈中性（pH=7），对完全充电的蓄电池再以 0.02C_{10} 电流进行 4h 的充电，用纯净蒸馏水润湿石蕊试纸（pH 试纸）并悬放于出气口上方 2cm 处，历时 2h，检查试纸的颜色，应符合 6.10 的要求。

注：以上两种方法可任选一种进行试验。

7.12 安全阀

对蓄电池内逐渐充气加压测定开阀时的压力，然后停止充气，将蓄电池自然放置，测定闭阀时的压力，应符合 6.11 的要求。

7.13 耐过充电能力

按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，以 0.03C_{10} 电流再充电 160h，静置 1h，检查其外观应符合 6.12 的要求。

7.14 蓄电池充电管理

在环境温度 25℃±5℃时，蓄电池充电管理应符合 6.13 的要求。

7.15 端电压均衡性

7.15.1 在 25℃±5℃环境中，完全充电的蓄电池静置 24h～48h，测量其开路电压应符合 6.14.1 的要求。

7.15.2 在 25℃±5℃环境中，完全充电的蓄电池进入浮充状态 24h 后，分别测量各蓄电池电压应符合 6.14.2 的要求。

7.15.3 在 25℃±5℃环境中，完全充电的蓄电池静置 1h～24h，按 7.7.1 规定的方法进行 10h 率容量试验，每隔 1h 测量蓄电池电压，直到有蓄电池达到终止电压，试验结果应符合 6.14.3 的要求。

7.16 电池间连接电压降

蓄电池按 1h 率电流放电时，测量相邻两只蓄电池之间的连接条压降（在蓄电池的极柱根部测量），其值应符合 6.15 的要求。

7.17 防爆性能

试验应在确认安全措施得以保证后进行。以 0.05C_{10} 的电流对完全充电的蓄电池进行过充电，经 1h 后，在不停电情况下，用直流 24V 电源熔断 1A～3A 的保险丝（保险丝距排气口正上方 2mm～4mm），反复 2 次产生明火试验，应符合 6.16 的要求。

7.18 封口剂性能

7.18.1 耐寒试验

将注入电解液的蓄电池置于–30℃±3℃的低温室（箱）内 6h，待低温室（箱）温度回升到–5℃时

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

将蓄电池取出，在 1min 内目视检查封口剂是否有裂纹及槽、盖之间是否有分离现象，应符合 6.17 的要求。

7.18.2 耐热试验

在 65℃±2℃恒温箱内，将蓄电池倾斜 45°角放置 6h 后，从恒温箱内取出，目视检查封口剂是否溢流，应符合 6.17 的要求。

7.19 内阻

7.19.1 按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，以 $5I_{10}$ 的电流放电 20s，精确测量记录蓄电池的端电压 U_1 和电流值 I_1（放电最长时间持续 25s 后停止），间断 5min 后，蓄电池以 $20I_{10}$ 的电流放电 5s，测量记录蓄电池的端电压 U_2 和电流值 I_2。

7.19.2 用测定的电压 U_1、U_2 和电流 I_1、I_2 绘出 $U=F（I）$ 特性曲线如图 3 所示。

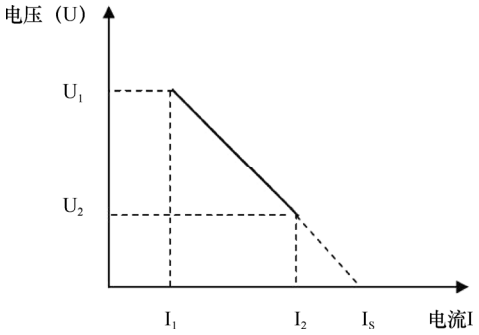


图 3 放电特性曲线 $U=F（I）$

7.19.3 蓄电池的内阻值按公式（7）计算，应符合 6.18 的要求。

$$r=\frac{U_1-U_2}{I_1-I_1} \qquad (7)$$

7.19.4 计算同组蓄电池内阻最大值与最小值的差和内阻平均值的比，应符合 6.18 的要求。

7.20 热失控敏感性

7.20.1 按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，以（2.45V±0.1V）/单体的恒定电压（不限流）连续充电 168h。

7.20.2 充电过程中每隔 24h 记录一次充电电流值和蓄电池表面（端子部位）温度值。

7.20.3 计算浮充电流在任一 24h（取第 22h、23h 及 24h 时三个电流值的平均数）之内的增长率△I 和充电结束时蓄电池温度 t：当△I 大于 50%或 t 大于 60℃时，则认为蓄电池存在热失控的条件。

7.21 过度放电

7.21.1 按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，将蓄电池输出端与一个电阻连接，其阻值应使初始放电电流达到 I_{10}，保持 30d

7.21.2 30d 过度放电结束后，立即用厂家规定的均充电压（限流 $0.2C_{10}$）充电 48h，然后再按 7.7.1 规定的方法进行 C_{10} 容量试验，此时测得的容量修正值与 C_e 之比应符合 6.20 的要求。

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

7.22 低温敏感性

7.22.1 按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 25℃±5℃环境中，以 I_{10} 电流放电至终止电压，蓄电池不经再充电置于–18℃±2℃的低温室（箱）中静置 72h。

7.22.2 72h 后将蓄电池取出在室温下开路静置 24h，在 25℃±5℃环境中以 U_{flo} 电压（限流 $0.2C_{10}$）连续充电 168h。

7.22.3 蓄电池按 7.7.1 规定的方法进行 10h 率容量试验，此时测得的容量修正值与 C_e 之比应符合 6.21 的要求。

7.23 蓄电池寿命

7.23.1 蓄电池寿命检测分为高温加速浮充寿命试验、循环耐久性一（50%DOD）试验与循环耐久性二试验，可以从以下三种方法中任选一种进行试验，其中高温加速浮充寿命试验过程中，允许对电池施加安全保护措施，循环耐久性二试验的第一阶段试验中，以 I_{10} 电流放电 9h，若蓄电池电压低于 1.75V，停止放电，第二阶段结束后，蓄电池均充电压限制在每一单体 2.4V 以下，除非制造商另有规定。

7.23.2 按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，按以下方式检测高温加速浮充寿命试验：

a） 在 60℃±2℃环境中，以 U_{flo} 电压连续充电 30d；
b） 将蓄电池取出，放置 24h～36h，在 25℃±5℃环境中按 7.7.1 规定的方法进行一次 3h 率容量试验，作为一个试验循环，折合寿命 1 年；
c） 重复步骤 a）～b），直至蓄电池容量低于 3h 率额定容量的 80%并再次试验，确认仍低于 80%时结束试验，试验结果应符合 6.22 的要求。

7.23.3 按 7.7.1 规定的方法完成容量实验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，在 20℃～25℃环境中按以下步骤检测循环耐久性一（50%DOD）试验：

a） 以 $2I_{10}$ 的电流放电 3h；
b） 以 2.35V 均充电压（限流 $2I_{10}$）充电 2h36min；
c） 以 $2I_{10}$ 的电流放电 2h30min；
d） 重复步骤 b）～c）50 次，第 50 次放电结束后，以 2.35V 的均充电压（限流 $1.5I_{10}$）充电 8h；再重复步骤 b）～c）50 次，总第 100 次放电结束后，以 2.35V 的均充电压（限流 $1.5I_{10}$）充电 16h；
e） C_{10} 容量检测（终止电压平均 1.80V/单体），放电结束后以 2.35V 的均充电压（限流 $1.5I_{10}$）充电 16h；
f） 重复步骤 a）～e），当蓄电池容量低于 10h 率额定容量的 80%时，结束测试，记录循环次数。

7.23.4 按 7.7.1 规定的方法完成容量实验达到额定值的蓄电池，经完全充电后，将蓄电池置于周围温度 40℃±3℃环境之中保持 16h，然后进行循环耐久性二试验。整个试验过程中蓄电池周围温度保持在 40℃±3℃之间。各阶段试验步骤如下：

a） 第一阶段试验（低充电、浅循环）
1） 以 I_{10} 恒电流放电 9h；

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

2） 以 1.03I_{10} 恒电流充电 3h；

3） 以 I_{10} 恒电流放电 3h；

4） 重复步骤 2）~3）49 次，然后蓄电池完全充电，进行下一阶段试验。

b） 第二阶段试验（高充电、浅循环）

1） 以 1.25I_{10} 恒电流放电 2h；

2） 以 2.35V 均充电压（限流 I_{10}）充电 6h；

3） 重复步骤 1）、2）99 次。

c） 蓄电池由第一阶段试验和第二阶段试验循环 150 次组成一个周期，第二阶段结束后将蓄电池置于周围温度 20℃～25℃环境之中保持 16h，同时对蓄电池完全充电。

d） 第三阶段试验（10h 率容量检查放电）：按 7.7.1 进行 10h 率容量试验，如果实际容量大于额定容量 80%进行下一周期试验，否则循环耐久能力试验终止。

7.24 充电接受能力

7.24.1 完全充电蓄电池在充电结束后 1h～5h 内，蓄电池用 I_0（A）电流放电 5h。

7.24.2 I_0 按公式（8）计算：

$$I_0=C_{emax}/10 \quad (8)$$

式中：

C_{emax} ——为 10 小时率三次容量试验中最大值。

7.24.3 放电结束后，将蓄电池放入温度为 0℃±1℃的低温箱或低温室内 24h。

7.24.4 蓄电池在低温箱或低温室内取出 1min 内，蓄电池用恒压 2.40V±0.10V/单体充电，充电过程中每隔 1min 记录一次蓄电池充电电流值，第 10min 测计充电电流 I_{ca}。

7.25 容量一致性

蓄电池按 7.7.1 规定的方法进行 10h 率容量试验，实际容量的最大值与最小值的差和平均值的比，试验结果应符合 6.24 的要求。

7.26 气体析出量试验

7.26.1 经 7.7.1 容量试验达到额定容量值的蓄电池完全充电后在 20℃～25℃的环境中每个单体以 U_{flo}V±0.1V 的浮充电压充电 72h±0.1h，记录蓄电池电压值并检查蓄电池封合处有无电解液泄漏。

7.26.2 浮充电 72h 后在浮充状态下按如图 4 所示方法收集气体并持续 168h±0.1h（收集气体的量筒浸入水中的深度不应超过 20mm）。

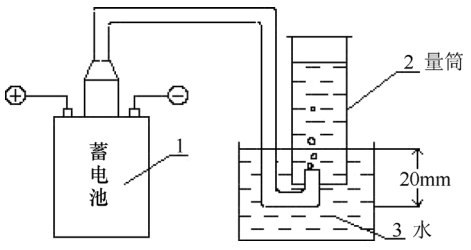


图 4 收集气体装置

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

7.26.3 测量并记录 168h±0.1h 积累收集的气体总体积 V_a，在气体收集期间，每天测记一次环境温度 T_a 和环境大气压力 P_a。

7.26.4 按公式（9）计算其标准状态下（20℃，101.3kPa）的修正气体量 V_n（水蒸气压力忽略不计）。

$$V_n = \frac{V_a + T_T}{(T_a + 273)} \times \frac{P_a}{101.3} \quad (9)$$

式中：

V_n ——修正气体量，单位为 mL；

V_a ——累积收集的气体总体积，单位为 mL；

T_a ——收集气体期间的环境平均温度，单位为℃；

T_r ——标准温度，293K；

P_a ——收集气体期间的环境平均大气压，单位为 kPa；

101.3 ——标准大气压，单位为 kPa；

273 ——绝对温标，单位为 K。

7.26.5 按公式（10）计算出 168h±0.1h 浮充状态下每单体蓄电池每安时·小时对外析出的修正气体量 G_e。

$$G_e = \frac{V_n}{n \times 168 \times C_{10}} \quad (10)$$

式中：

G_e ——168±0.1h 析出的修正气体量，单位为 mL；

V_n ——每单体蓄电池排放的总气体，单位为 mL；

n ——单体蓄电池数；

168 ——收集气体小时数；

C_{10} ——10 小时率额定容量，单位为 Ah。

7.26.6 将蓄电池浮充电压提高到每单体 2.40V±0.01V 充电 24h，开始收集气体并持续 48h±0.1h。

7.26.7 按公式（9）计算其标准状态下（20℃，101.3kPa）的修正气体量 V_n。

7.26.8 按公式（11）计算每单体蓄电池每安时·小时对外析出的修正气体量 G_e'。

$$G_e' = \frac{V_n}{n \times 48 \times C_{10}} \quad (11)$$

G_e' ——48±0.1h 析出的修正气体量，单位为 mL；

V_n ——每单体蓄电池排放的总气体，单位为 mL；

n ——单体蓄电池数；

48 ——收集气体小时数；

C_{10} ——10 小时率额定容量，单位为 Ah。

7.27 短接容量恢复性能

按 7.7.1 规定的方法完成容量试验达到额定值的蓄电池（容量修正值记为 C_e），经完全充电后，按

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

以下步骤进行试验：

a） 在25℃±2℃环境中电池以I_{10}放电至终止电压接近0.5V/单体后，进行恒电阻放电，其阻值应使初始放电电流达到I_{10}，保持8h，短接蓄电池正负极并将蓄电池严格按下列顺序先后置于25℃±2℃环境中24h，–20℃±2℃环境中48h，35℃±2℃环境中48h，25℃±2℃环境中24h，过程中保持蓄电池正负极短路状态；

b） 将蓄电池以恒压2.35V/单体，限流1.5I10充电16h；

c） 按7.7.1规定的方法进行C10容量试验；

d） 重复a）～c）3次；

第三次测得的容量修正值C_e"与C_e之比为短接容量恢复性能λ应符合6.26的要求。

$$\lambda = C_e''/C_e \times 100\% \quad (12)$$

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。出厂检验分100%检验和抽检两种，可根据情况任选一种，检验合格后填写检验记录并发给合格证方能出厂。

8.2 出厂检验

8.2.1 100%检验

每只蓄电池出厂时均进行检验。

100%检验的检验项目、要求及试验方法见表6。

表6 检验项目、要求及试验方法

序号	检验项目	不合格类别		出厂检验		型式试验	试验方法	要求
		B类	C类	全检	抽检			
1	外观		○	√	√	√	7.3	6.2
2	结构		○	√	√	√	7.4	6.3
3	阻燃性能	○				√	7.5	6.4
4	气密性	○		√[a]		√	7.6	6.5
5	容量	○			√[a]	√	7.7	6.6
6	大电流放电	○				√	7.8	6.7
7	容量保存率	○				√	7.9	6.8
8	密封反应效率	○				√	7.10	6.9
9	防酸雾性能	○				√	7.11	6.10
10	安全阀	○			√	√	7.12	6.11

电话：82054513 http://www.ptsn.net.cn

表 6　检验项目、要求及试验方法（续）

序号	检验项目		不合格类别		出厂检验		型式试验	试验方法	要求
			B 类	C 类	全检	抽检			
11	耐过充电能力		○				√	7.13	6.12
12	蓄电池充电管理			○			√	7.14	6.13
13	端电压均衡性	开路		○	√	√	√	7.15	6.14
		浮充		○		√	√		
		放电		○		√	√		
14	电池连接电压降			○			√	7.16	6.15
15	防爆性能		○				√	7.17	6.16
16	封口剂性能		○				√	7.18	6.17
17	内阻			○			√	7.19	6.18
18	热失控敏感性		○				√	7.20	6.19
19	过度放电		○				√	7.21	6.20
20	低温敏感性		○				√	7.22	6.21
21	蓄电池寿命		○				√	7.23	6.22
22	充电接受能力			○			√	7.24	6.23
23	容量一致性			○			√	7.25	6.24
24	气体析出量			○			√	7.26	6.25
25	短接容量恢复性能			○			√	7.27	6.26
a 为工序间检验									

8.2.2　抽样检验

抽样检验按逐批检验进行，其检验水平按 GB/T 2828.1—2012 中的一般检验水平Ⅰ，抽样方案按 GB/T 2828.1—2012 中的正常检验一次抽样方案。产品的质量以不合格数表示；产品的不合格分为 B 类和 C 类。

接收质量限 AQL 分别为：B 类 1.5；C 类 15。根据 AQL 在 GB/T 2828.1—2012 表 2-A 中查出抽样所需样本量 n、接收数 A_C 和拒收数 R_e。B 类：n=3，A_C=0，R_e=1；C 类：n=3，A_C=1，R_e=2。

抽样检验应按 GB/T 2828.1—2012 中 13.3 执行转移规则；抽样检验后的处置应按 GB/T 2828.1—2012 中第 7 章执行。

抽样检验的检验项目、要求及试验方法见表 6。

8.3　型式检验

型式检验按周期进行，一般 1 年进行一次。具有下列情况之一的均需做型式检验：

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

a） 产品停产一个周期以上又恢复生产；

b） 转厂生产再试制定型；

c） 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变；

d） 产品投产前签定或质量监督机构提出。

型式试验样品应在交收检验的产品中随机抽取，母体数不少于 48 只，检验按 GB/T 2829—002 进行。样品数量：2V 为 8 只；12V 为 6 只。采用判别水平Ⅰ的一次抽样方案，产品质量以不合格数表示。产品的不合格类型分为 B 类和 C 类，产品不合格质量水平 RQL 见表 7。

表 7 产品不合格质量水平 RQL

不合格分类	B 类		C 类	
	2V	12V	2V	12V
RQL 及判定数值	12（8；0，1）	15（6；0，1）	40（8；2，3）	50（6；2，3）
注：括弧外数为取 RQL 数值，括弧内第 1 个数为样品数量，第 2 个数为合格通过数值，第 3 个数为不合格通过数值				

型式检验的检验项目、要求及试验方法见表 6。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 产品标志

产品标志应包含以下内容：

——制造厂名、商标；

——产品名称、型号；

——极性符号、电压；

——蓄电池编号。

9.1.2 包装标志

包装标志应包含以下内容：

——产品名称、型号、数量；

——每箱净重及毛重；

——出厂日期；

——包装贮运图示标志。

9.2 包装

产品包装应防潮、防振，并应符合 GB/T 3873 规定。产品随带文件如下：

——产品合格证；

——产品使用手册；

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

——产品安装示意图；

——产品装箱配件清单；

——其它技术资料。

9.3 运输

9.3.1 在运输过程中，产品不得受剧烈冲击和曝晒、雨淋、不得倒置。

9.3.2 在装卸过程中，产品应轻搬轻放，严防摔掷、滚翻、重压。

9.4 贮存

9.4.1 产品应贮存在 5℃～40℃干燥、通风、清洁的仓库内；应不受阳光直射，离热源不小于 2m；应避免与有毒气体、有机溶剂接触；不应倒置及受撞击。

9.4.2 按照本标准运输、贮存，从制造之日起，允许贮存3个月（25℃±5℃时），贮存后蓄电池在使用前应按制造厂家要求方法补充电。

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

附 录 A
（资料性附录）
容量修正系数

蓄电池的 C_{10} 容量随着环境温度下降而下降，不同温度下的容量修正系数见表 A.1。

表 A.1 不同温度下的容量修正系数（基准温度 25℃）

产品规格	−10℃	0℃	5℃	10℃	20℃	25℃	30℃	40℃	45℃
2V	70%	74%	80%	88%	97%	100%	103%	105%	106%
12V	75%	80%	85%	90%	97%	100%	103%	106%	107%

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn

附 录 B
（资料性附录）
重量参考值

蓄电池重量上限值、下限值参见表 B.1。

注：未标出重量上（下）限值的蓄电池采用插入法：取容量相邻的蓄电池重量上（下）限值之和的二分之一。

表 B.1 蓄电池重量

额定容量 Ah	12V		2V		额定容量 Ah	2V	
	下限值 kg	上限值 kg	下限值 kg	上限值 kg		下限值 kg	上限值 kg
100	29.0	42.0	——	——	600	32.0	58.0
150	45.0	61.0	——	——	800	46.0	71.0
170	51.0	68.0	——	——	1000	56.0	89.0
200	60.0	80.0	12.0	19.0	1500	96.0	132.0
300	——	——	17.0	29.0	2000	120.0	180.0
400	——	——	22.0	36.0	3000	180.0	268.0
500	——	——	28.0	42.0			

电话：8205513 http://www.ptsn.net.cn