

UL1703

ISBN 0-7629-0760-6

平 面 光 伏 电 池 板

美国保险商实验所（UL）

333 Pfingsten Road

Northbrook, IL 60062-2096

平面光伏电池板的 UL 安全标准——UL1703

2002 年 3 月 15 日，第三版。

修正：这一标准包含 2004 年 6 月 30 号的修订内容。

总的概要：

以下修订的发行依照 2003 年 10 月 15 日 1703 号的公告并将众多要求进行了整合。

表格 18.1 中试验参考的纠正

UL 安全标准是基于标准通用标记语言（SMGL）发展和修改的。SMGL 是 1986 年正式承认的一个国际标准规范（ISO8879），它是一种用标记来描述文档资料的通用语言，主要用来描述文献的逻辑和物理类结构，而不仅仅是描述文献表面文字的含义。由于 UL 使用了新的电子出版系统，使得格式或版式有些差别，所以请注意增加的页数有可能会因为重新变换了现有标准的内容及标准的格式而包含在修订页当中。

标准中有变化的内容都在页边空白处用垂直线做了标记。在要求中改变的内容在页边用垂直线作了记号，并标注了有效日期，这一日期指的是出版或者变化的要求生效的时间。

最新的以及修订的条件（要求）与 2003 年 10 月 15 日，2004 年 6 月 18 日在这一方面的 UL 公告是完全一致的。

在扉页（第一页）中已经表明，这一 UL 安全标准是美国国家标准。在第一页中明确标出了注意事项，注意事项中概述了经核准后可保留这一 ANSI/UL 标准的一些手续。

UL 标准的前言将不在放在标准当中。对于标准中与一些条件、要求应用的

相关信息在最新 UL 前言中，前言可以在 UL 标准信息网中查到。网址是：
<http://ulstandardsinfo.net.ul.com/ulforeword.html>。

在 NorthBrook 办公室，掌控这一标准的是正式的文件，因为这涉及到：UL 的服务，关于产品及产品服务需依从正式文件方面，或者有关这一标准精确性方面的问题。

UL 安全标准版权所有。任何复制拷贝，包括磁碟销售以及磁碟标准文件以任何形式转换都将不允许。所有 UL 标准的版权、所有权以及相关权利 UL 独家拥有。

版权所有。未经 UL 许可不得以任何方式复制，也不允许存储在检索系统中，不允许以任何方法、任何形式如电子影印，影印，录制或其他方式进行传播。

UL 安全标准的修订会时不时的出版发行。只有整合了绝大多数已经采用了的修改内容之后，UL 安全标准才会发行使用。

UL 提供的现有这一标准，不承担任何形式的担保（或者明确说明的或者暗示的，包括暗示应用中的商品的规格或适用性，但不仅仅局限于这些）。

即使 UL 或者是经 UL 授权的代理商考虑到了一些损害的可能性，然而任何特殊的、偶然的、有原因的、间接的、或是相似的损害 UL 都不会承担任何责任，包括利润的损失、储蓄的丢失、数据的丢失；由于没有能力去使用标准以及超出标准使用范围而造成的任何其他损害，UL 也不承担责任。不管任何形式的要求，UL 决不会承担任何超出支付给这一标准的损害。

对有关电子版本标准的支援的要求，UL 将尽力答复。但是，UL 只提供基本的、合理的支援的服务，并且 UL 不可能会解决所有的支援请求。只有当在一些环境及系统中准备要应用这些标准时，UL 才会支援这些标准的电子版本。UL 支持的政策有时会进行改变而且不会发出告示。

在未经公告的情况下。UL 有权改变标准的版式、表达方式、文件类型及形式、交付方式及形式。对标准的印刷以及电子版本，UL 也有权改变上述内容。

UL 安全标准电子版购买方应同意保护好文档、赔偿责任，并且保证对 UL

不会造成损害以及承担任何购买者在自己电脑上保存标准过程中出现的任何错误或是偏离的介绍造成的损失，费用，债务、伤害、请求、审判（包括合理的律师的费用）等责任。

如果购买的是供单一使用者的电子版标准，这一标准的复制文件可以存储在个人电脑的硬盘上，或是专门的局域网文件服务中。或者存在多人使用电脑的一个永久存储设备当中，并且保证每次只有一个人可以调用该标准，即不可使多人同时使用标准。

如果购买的是供多个使用者的电子版标准的话，标准的复制文件可以存储在专门的局域网文件服务中，或者存在多人使用电脑的一个永久存储设备当中，或是企业内部互联网服务器中。但同时使用文件的人应该不能超过获得许可使用人的数目。

电子版提供在线的使用服务，比如查看标准中的要求，引导单词的搜寻等等。每个个人使用的电子版可以复印一份。每个经授权的使用者，在使用多人使用的电子版时，可以复印一份。由于 UL 使用的电脑、软件、打印机与电子版购买者之间存有差别，购买方得到的复印版本就可能和在线或打印的内容不完全一致。

已经购买 UL 标准的组织，其里面的员工，相关他们事务范围内或是作为内部他们在实践中要使用的那部分标准文件可以复制。

在这一标准中，除了一些在其后面标注了以后生效日期的章节，段落，表格，图以及标准中其他部分外，标准中的条件、要求现在已经生效。那些事先经修改和在将来生效的条件、要求的正文放在标准之后，并且在正文上标注了“替代要求”。

在标准中的部分内容生效日期之前时，除非使用者要求按照现有的要求来鉴定产品，提交的新的产品将按照这一标准中的要求、条件和那些将来生效的要求及条件来进行鉴定。然而，一旦使用者建立了这种观念，那么需要注意到：从生效日期之后，遵从这一标准要求，需要在以后的产品清单及随后的服务当中把这一标准作为一个条件。理解了这些之后将意味着要在产品清单及售后服务中签名。

版权所有，2004 年，美国保险商实验所。

这一标准包括的页数及日期如下目录：

Page

1-3.....	2004 年 6 月 30
4-5.....	2002 年 3 月 15
6.....	2004 年 6 月 30
7.....	2003 年 10 月 1
8-11.....	2002 年 3 月 15
12.....	2003 年 10 月 1
13-14.....	2002 年 3 月 15
15-16.....	2003 年 10 月 1
17-19.....	2002 年 3 月 15
20-23.....	2003 年 10 月 1
24-26.....	2004 年 6 月 30
27-28.....	2003 年 10 月 1
29-35.....	2002 年 3 月 15
36-38.....	2003 年 10 月 1
39-41.....	2002 年 3 月 15
42-44.....	2003 年 10 月 1
45-46.....	2002 年 3 月 15
47.....	2003 年 10 月 1
48-68.....	2002 年 3 月 15
SA1-SA2.....	2002 年 3 月 15
A1-A2.....	2002 年 3 月 15
CRGT-CRG4.....	2002 年 3 月 15

(上面页码为原英文标准中的页码)

2002 年 3 月 15

(标题页重版:2004 年 6 月 30)

ANSI/UL 1703-2004

UL 1703

平 面 光 伏 模 块 及 平 板 标 准

第一版——1986 年 8 月

第二版——1993 年 5 月

第三版

2002 年 3 月 15

2004 年 6 月 30 左右将 ANSI/UL1703 称为美国国家标准。正式的 ANSI 标准不包括封面, 传送页, 标题页, 前言或者加拿大要求比较的指导 (the Canadian Requirements Comparison Guide)。

这一 ANSI/UL 安全标准包括 2004 年 6 月 30 日的修订内容, 而且还在不断的修改完善之中, 这就是为什么每一次修订在出版发行之前都要得到 ANSI 的正式认可。如果对标准中的任何修订部分有意见或者建议的话, 可以随时提交给 UL。书面意见可以寄到以下地址: the UL-Northbrook Standards Department, 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062.

标准修订部分的发行将在修订或者增加页中, 并标有它们的发行日期。只有当 UL 标准整合了最近采用的绝大部分修订内容, 这一标准才会发行通用。所有的修订在传送通知中详细说明, 并在通知中有最近的一组修订页。

ISBN 0-7629-0760-6

版权所有, 1986, 2004 年。美国保险商实验所

目 录

引 言

- 1 范围
- 2 术语表
- 3 计量单位
- 4 构件（组成部分）
- 5 参考

结构（构造）

- 6 概要
- 7 聚合物材料
- 8 载流部分和内部导线
- 9 电线（电缆）
- 10 连接方式
- 11 接地
- 12 间隔
- 13 导线间隔
 - 13.1 概要
 - 13.2 金属导线间隔
 - 13.3 非金属导线间隔
- 14 耐腐蚀性能
- 15 非绝缘导电部分的接触性
- 16 耐火性能
- 17 上盖板（上表层）

性能

- 18 概要
- 19 温度测试
- 20 电压、电流、功率测试
- 21 漏电（流）试验

- 22 拉力实验
- 23 压力实验
- 24 剪切实验
- 25 焊（接）线电阻测试
- 26 绝缘体（介质）耐（电）压实验
- 27 湿绝缘电阻实验
- 28 反向电流过载实验
- 29 接线端扭曲实验
- 30 撞击实验
- 31 耐火实验
 - 31.1 火焰蔓延实验
 - 31.2 燃烧烙印实验
- 32 概要
- 33 喷淋实验
- 34 加速老化实验
- 35 温度循环实验
- 36 湿度实验
- 37 大气腐蚀试验
 - 37.1 盐水喷雾试验
 - 37.2 潮湿的二氧化硫/二氧化碳
- 38 金属镀层厚度的测试
- 39 耐热性测试
 - 39.1 概要
 - 39.2 电池的挑选和使用仪器
 - 39.3 侵入方法
 - 39.4 非侵入方法
 - 39.5 电池挑选的理论和方法
 - 39.6 热点测试水平的选择
 - 39.7 A 类电池（高分流电阻）

39.8 B 类电池（低分流电阻）

39.9 实验的施行

40 电弧实验

40.1 概要

40.2 方法 A

40.3 方法 B

40.4 方法 A 和 B

40.5 方法 C

40.6 所有方法

41 机械荷载试验

42 导线间隔安全性测试

生产线测试

43 工厂绝缘体（介质）耐（电）压实验

44 工厂电压、电流、功率测试

45 接地阻抗测试

额定值

46 详细资料

标记

47 详细资料

48 安装和装置说明

补充 SA—样品生产线实验

SA1 范围

SA2 样品尺寸

SA3 工厂电压、电流、功率测量实验

附录 A

构件标准

加拿大要求的比较指导，CRG 1703

平面光伏电池板的 UL 和加拿大标准

引言

1 范围

1.1 标准中的要求适用于安装在建筑物或与建筑物连为一体的平面光伏电池板，也适用于独立应用的太阳能电池平板。

1.2 要求适用于在电压小于等于 1000 伏的系统中应用的光伏电池板。

1.3 要求还适用于连接在或是装置在光伏电池板上的设备部分。

1.4 要求不适用于以下部分：

- a)从组件中获得电压、电流的输出设备，比如变极器和电池；
- b)任何追踪机制；
- c)在强光照射下应用的电池组件；
- d)光学集中器；
- e)光电热结合应用的模块及面板。

1.5 2003 年 10 月 1 日删除

2 术语表

2.1 为方便应用这一标准，在标准中使用了以下几个定义。

2.2 大气质量—AIR MASS (AM)，它是一无量纲的量，是一个比值：

a) 太阳光线穿过地球大气的实际路径比上

b) 太阳光线在天顶角（垂直）方向时穿过大气接触海平面的路径。

$$AM = \sec \theta_z$$

θ_z 为天顶线和光线入射间的夹角。

2.3 排列：一种用框架、基础、跟踪、热量控制等来组装电池板使之成为直流电源的个体。

2.4 阻断二极管：一种用来阻断反向电流进入光伏电路的二极管。

2.5 旁路二极管：一种用来连接一个或多个电池、模块、或者平板的二极管，它能允许通过电池、模块、或者平板的迂回电流。

2.6 电池：暴露在阳光下能产生电能的一种最基本的光电装置或设备。

2.7 电击：如果装置或设备上的部位与地面或是其他部位间的电压大于 30V (直流电压)，并且泄漏的电流超出表格 21.1 当中的数值时，那么这种危险的电击就有可能存在。

2.8 密封剂：一种用来封装电池和电池组合器件的透明绝缘材料。

2.9 连接器：一种在模块内部用来传导电池间电流的装置。

2.10 最大功率 (P_{max})：在标准条件 (STC) 下，模块电压—电流曲线上电压和

电流都最大时的点。

2.11 系统最大电压：一个系统内，系列连接在一起的最大数目的电池板的最大的开路电压总和。

2.12 镀金（属）：电池表面镀上的一种导电金属。

2.13 电池板：太阳能电池（电池周围的保护为最少）和其他辅助部分平面装配起来用以产生直流电源的一个组件。电池板的承重结构为上（表）层或者底（表）层，并且要遵从：

- a) 上表层为透明材料形成的模块的最上面的外表面层（对着光源的一层）。如果这一层还承担负重的话，则它还要组成一个承重结构。
- b) 底层是材料形成底模块后面（底面）一层。如果这一层还承担负重的话，则它还要是一个可以承重的结构。

2.14 电池额定工作温度（NOCT）：均衡时电池的结温（电池工作条件为：80mW/cm²，周围空气温度为 20℃，从模块一端到另一端的风速为 1m/s, 电压开路，安装方法依照 19.6 和 19.7。）

2.15 面板（平板）：一种用来将模块紧密组合、连接、装配在一起的个体。

2.16 反向电流：与一般普通的光伏照明电池板产生的电流方向相反的电流。

2.17 标准试验条件（STC）—试验条件包括以下几点：

- a) 100mW/cm²
- b) 大气质量 1.5
- c) 电池温度为 25℃.

2.18 绝对（无条件）模块或样品：事先未经测试或暴露在环境下的模块或样品。

3 计量单位

3.1 圆括号外的数值是标准的要求、条件。括号内的数值是解释性或是近似的一些信息。

4 部件（组成部分）

4.1 除了 4.2 中说明的之外，标准中所含概的产品的组成部分需满足标准中的要求。在本标准中，产品中通常有的一般组成部件的一些要求可以查看附录 A 中的标准清单。

4.2 组成部件不需要符合以下指定的要求：

- a)对这一标准来说，部件具有的特性没有体现在部件的应用当中。
- b)被这一标准要求取替的要求。

4.3 组成部件应该根据它在应用的环境下的额定值来应用。

4.4 一些在构造特征上不完善或者限定了性能的特殊组成部件，这些部件是设计应用于特定的限制条件下的，比如不超过限定的某一温度。那么这些部件应该在这些特定的条件下使用。

5 参考

5.1 本标准要求中出现的参考规则或标准，未标明参考日期的应当被理解为是参考了这一规则或标准的最新版本。

结构（构造）

6 概要

6.1 模块在从工厂装货运走时，应该完全组装好。平板也一样，当如果在装配平板过程中，没有可能使部件不符合这一标准要求的因素，则也可以提供平板的组件。

例外：在工厂时，集合（合成）的部分不需要连接于（附在）模块上

6.2 电池板的装配螺栓、螺钉或者其他部分不能用于整体装置与支撑面或者框架的定位。

6.3 电池板组成的装配，装配中应该不需要更换当中的电池板（除非安装说明书中有特定详细的说明，指出了必要的变更安装的修正）。如果电池板在组件的安装和工作时和另一电池板必须具有一定的关系时（比如，允许连接器紧密配合），那么电池板的构造应使得它能以正确的方式合并到组件中并且不需要进行更换（变更）。

6.4 在安装的过程中，产品的结构（构造）应该是这样的——即不需要改变或移动用来减少以下可能性的任何覆盖、阻碍、绝缘或者护罩部分：

减少的可能性是：

a)超出的温度

b)无意中接触到包含有电击危险的部分

除外：考虑到接线的要求，包含有电击危险的导线间隔的覆盖层可能被移动。

6.5 如果部件在松动或转动时有导致电击、火灾发生的危险性或是可能伤害到他人安全，那么应该避免松动或转动这一部分。

6.6 部件表面的摩擦必不意味着能抑制部件的转动或是松动，锁紧垫圈却极可能达到抑制部件的转动或是松动这一目的。

6.7 构造中有的部分可调整或者可以移动，它们有可能无意地发生变化。如果任何的这类变化有可能导致火灾、电击或是其他危害人生安全事件的发生，那么这一部分应该有锁定装置，以避免这类变化。

6.8 产品在使用的时候，金属部分有可能处在雨天或者潮湿的场所下。那么在使用过程中，金属部分应该不会恶化致使产品不符合这一标准的要求。

6.9 光伏电池板的边缘，角，发射端应该做到尽量降低其危险性，即尽量避免伤害到他人安全。

6.10 任何时候对 6.9 中的要求，仲裁的测量都是有必要的。以确定 6.9 中提及的部分是否锋利到有伤害到他人的可能性。测试的方法可以使用：确定设备边缘锐利的标准（the Standard for Determination of Sharpness of Edges on Equipment ,UL1439）。

7. 聚合物材料

7.1 作为会受到火或电冲击情况下的封装用聚合物材料，它需满足由电子器件评估——UL 746C 中聚合物材料使用标准所提出的使用要求，包括：

- a) 易燃性，
- b) 紫外照射
- c) 暴露在水中并沉浸
- d) 热线引燃（HWI）

例外：在 UL 746C 标准中给出的自燃性测试不适用于上盖板和底层，这些材料必须服从 7.4 所提出的要求。

7.2 作为会受到火或电冲击的支撑或绝缘用聚合物材料，它需满足如下要求：

- a) 对应用于器械或设备组件的塑料材料进行易燃性测试时，所用聚合材料的测试结果应属于 UL94 标准所规定的 HB，V-2，V-1 或 V-0 这几类。
- b) 满足下述标准中所规定的大电流弧光放电引燃表现等级系列中的最低要求：

自燃等级	大电流弧光放电引燃表现等级
HB	1
V-2	2
V-1	2
V-0	3

c) 当体系的电压等于或低于 600V 时, 所用材料应当有 UL 746A 中关于聚合材料短期性能评估标准所规定的相当于 2 或更好的表现等级 (PLC)。

d) 当体系的电压等于 601—1000V 时, 材料在 2.5 千伏下使用一个小时后, 应具有一个倾斜平台状的评价曲线 (ASTM D2302)。

e) 材料抗紫外性能须满足 UL 746C 中聚合物材料使用标准所规定的材料抗紫外性能要求。当产品在正常操作情况下聚合材料仍要暴露在阳光之下时, 产品直接暴露于阳光下, 或在玻璃或者其他透明介质保护下的暴露, 在对其进行紫外测试时, 都要相应地使用具有等价削弱作用的媒介对聚合材料进行保护。

例外: 处于底座与上盖板之间的封装材料则不需要满足这一要求。

7.3 为了达到 UL 746B 中, 关于聚合材料长期性能评估标准所规定的在温度不低于 90°C (194F) 情况下的使用要求, 聚合物底座及上盖板应该有一个热指标, 包括电方面和机械方面。另外, 所得的聚合物的热指标应超过材料工作时所测得的温度 20°C (36F) 及以上。其他的聚合物材料也一样需要一个热指标 (电方面及机械方面), 且这个热指标应超过材料工作时所测得的温度至少 20°C。而测得的材料工作时的温度则为 19 章中所讲的开路模式下的温度测试结果, 或者是短路模式下的测试结果, 具体则以温度高的为准。

7.4 用于组件外封装或操作面板聚合材料所需满足的要求如下

a) 将应用于多组件或者多操作面板体系, 或

b) 暴露在外面的面积大于 10ft² (0.93m²) 或某一维方向上长度大于 6ft (1.83m)

在用 ASTM E162—2001 中规定的使用辐射热源进行材料表面易燃性测试标准方法进行测试时，材料的火焰蔓延系数应小于等于 100。

例外 NO. 1: 用作小块遮板或接线盒的外封装材料时，聚合物的火焰蔓延系数则不要求低于或等于 100。

例外 NO. 2: 聚合物在用作电池板的外封装材料时，在满足条件 16.1 的同时就已经满足了这一条件。

7.5 聚合材料用作炉壁或者衬里材料时，本身就在导电部分同有金属接触部分或其他具有不同电势的非绝缘导电部分提供了绝缘作用，但这种应用要求选用合适的材料，并且要求材料应有足够的厚度。炉壁或者衬里用聚合材料需很好地安装，并且安装不会对这种应用所需达到的最低性能要求产生某种程度的副作用。

8 载流部分及内部导线

8.1 载流部分及导线需要有足够的机械强度并能承受必需的载流量。

8.2 载流部分应由银、铜基合金、不锈钢、铝或适用的其他材料组成。

8.3 应用于组件以及面板中的导线应该绝缘，并能达到目的要求。并且在设备不同所引起的温度、电压及其他条件改变的情况下，导线也应进行相应地调整，以期达到需求。

8.4 接头处需要提供一个与导线间绝缘情况等价的绝缘环境。

8.5 连接处和结合部位必须达到机械安全需求，并能在提供金属接触的同时保证结合处及接线柱不产生变形。封装系统上的导线与金属镀层的焊接点要求考虑焊接头的机械强度。

8.6 非绝缘的导电部分，包括电极柱，应该通过某种方法使它固定在支撑底座上，而不应该仅仅通过摩擦力固定。因为这样可以避免电极柱倒坍或者产生位置的滑

移。如果上述现象产生，将会使得间距减少，从而不满足表 12.1 和 12.2 所提的要求。

8.7 需提供一个降低形变的措施，这样的话，导线由于拉力作用将形成与底座的连接。否则，其他的处理措施，包括使用软导线等，将不能完成电池板内部的导通。

8.8 电池板中的导线需要进行固定，这样的话，在完成产品的组装时，导线将不会直接暴露在阳光下而产生老化效应。

例外：抗阳光照射的导线则不需要类似上述的安装。

9 电线（电缆）

9.1 电线（电缆）的外包裹应该光滑，没有锐边，毛刺或其他有损绝缘及导电性能的东西。

10 连接方式

10.1 在 10.2—10.10 中，导线连接要求在产品组装完成时，内部的固定导线必须事先连接好。连接方式或许为密闭导线排布，或导线外部连接或其他适应应用的连接方式。

10.2 一个电池板必须至少能适应一种国际电器规范，NFPA70 中描述的电路系统。

10.3 一个电池板需提供接线柱、接头，或导线来与负载电路中的载流导体形成连接。

10.4 电池板中的电路应该满足这样一个固定要求，当产品的组装完成后，电线将不会直接暴露在阳光直照下而产生老化。

例外：需要在阳光直射下工作的导线连接则不需要采取上述安装。

10.5 载流导体与底座相连接的导线不应小于 NO. 18AWG (5.3mm^2)，并且导线的绝缘层厚度不应小于 $1/32\text{in}$ (0.8mm)。

10.6 在与底座完成连接后，导线的剩余长度至少不应短于 6in (152mm)。

10.7 固定导线的螺钉或完成导线连接的螺栓及螺帽的大小不应大于 NO. 10AWG (5.3mm^2)，并应该服从下述标准。

a) 螺纹螺钉或螺栓应该由不含铁的材料构成，不锈钢，或电镀钢都适于这种应用。每英寸的螺纹数不应多于 32，并且在用做 NO. 10 或 NO. 12AWG (5.3 或 3.3mm^2) 的导线接线柱时，螺纹大小不能小于 NO. 8。螺纹螺钉或螺栓及螺帽型接线柱应提供一个向上的挂线片，或凹陷的环形垫圈，一个拦栅，或者是其他能起类似作用的部件来将导线固定在适当的位置。用作 NO. 12AWG 或者更细的导线的螺纹螺钉，其头部的最小直径应为 0.275in (7.0mm)。而用作 NO. 10AWG 导线的接线柱时，其头部的最小直径应为 0.327in (8.3mm)。

b) 挂线板

1) 不含铁的金属

2) 不少于两个完整螺纹，并且

3) 由金属制成，在用于 NO. 10AWG 或 NO. 12AWG 导线的接线柱时，厚度不小于 0.050in (1.27mm)；在用于 NO. 14AWG 更细的导线的接线柱时，厚度不应小于 0.030in (0.76mm)。非冲压金属通过冲孔得到螺纹螺钉，挂片的厚度不应小于螺纹间的距离。

10.8 对于用在组件和电池板导线输出端的连接器只需遵循以下规定：

a) UL 1977 用于数据传输、信号、控制和电源应用的连接器零部件的标准

b) 温度循环测试，第 35 部分，不包括导线间隔安全性测试和接下来的湿绝缘电阻测试。

c) 湿度测试，第 36 部分，不包括导线间隔安全性测试和接下来的湿绝缘电

阻测试。

2003 年 10 月 1 日修订 10.8

10.9 可分离的多极连接器被两极分开。如果两个或更多可分离的连接器被提供，它们应该被设置或排列，使得一个配偶连接器将不能和其他的配合，反之亦然，如果那样的配合是一个不恰当的连接。

10.10 为了使连接器连接到一个接地部分，这个接地部分应该是最先做好的，并且是在最后打断与配偶连接器的接触。

11 连接和固定

11.1 组件和电池板应该有让所有可接触的传导部分被固定的一种方法。这种固定方法，应该依照在连接方式上可适用的要求来做，第 10 部分。这种固定方法应该与在正常使用中可接触的组件或电池板的每个传导部分相结合。这种固定方法应该在安装说明书中有很详细的描述。参考安装和装配说明书，第 48 部分。

例外：当这种固定方式是一个组件或电池板支座的组成部分，用于连接一排列的构件，组件或电池板的固定方式不需依照在连接方式上的要求而做，第 10 部分。

11.2 一个组件或电池板的日常维护不应该使连接线路折断和打乱。一个螺栓、螺母或者别的在电池板内部被用于连接目的的零件不应该用来使完整的装置定位到框架或制成表面。

11.3 这种连接应该用一种正确的方式，就像夹紧，铆钉固定，螺栓固定，或者螺丝拧紧连接，或者焊接，低温焊接（见 11.5）或者铜焊接。这种焊接连接应该穿透绝缘涂层，比如油漆或者釉瓷。

11.4 一个螺栓或螺丝连接在螺丝头下组合成一个星型垫圈或者适用于穿透的绝缘涂层的一个锯齿状的螺丝头也是可以的。如果这种连接方式依靠螺丝的螺纹，

那么两个或者更多的螺丝或者一个单独螺丝的两个全螺纹应该与金属啮合。

11.5 所有在连接线路的接头部位应该（机械地）紧密，而不是依赖于低温焊接。

11.6 一个单独的连接导线或焊带应该遵从以下：

- a) 铜，铜合金或者作为一个电导体可以接受的其他材料。
- b) 可以防止机械的损坏，
- c) 不要依靠一个可移动的扣件来实现固定连接的目的，除非这个连接导体在扣件的移动和移位之后的变动可以被忽略。

11.7 在连接（接地）通路中，一个含铁的金属零件应该被保护，使得不被金属性和或非金属涂层腐蚀，比如油漆，镀锌层，电镀层。没有涂层的不锈钢是可接受的。

11.8 一个金属-金属的多层支撑物，销型铰链被认为是一个可接受的连接方式。

11.9 电池板的接线端（举个例子，一个螺旋螺丝，一个压力导线连接器，或者一个柱头螺栓螺母的组合）用于作为一个接地导体的设备，那么这一接线端应该是可以辨认的，通过被标记成“G”“GR”“GROUND”，“GROUNDING”，或者应该有一个绿颜色的部分。其他的接线端不能用这种方式来鉴别。

11.10 如果一个标记是用来辨认一个设备的接地端，则它应该被定位在或者临近接线端的地方，或者在电池板的接线端附近的一个接线图表上。

11.11 如果一个绿色的部位被用于辨认设备接地端，则在设备接地端的安装之中和之后，它应该很容易的被看见，并且绿色的接线端部分不应该被轻易的从接线端的剩余部分弄掉。

11.12 连接电池板与设备接地端导体的导线的表面的颜色为绝缘绿颜色，或者或

黄绿相间斑纹。其他的导线是不能用这种方式来鉴别。

12 间隔

12.1 不等势的非绝缘导电部分的间距和在一个带电零件和一个可接触的金属零件之间的间距，不应该少于表 12.1 和 12.2 的指定的数值。

例外：组成部分的内在间隙间距不依照这些间距要求；组成部分的内在间隙间距应该按照组成部分的要求来确定。

12.2 在有和没有导线连接到配线区域接线端，两种情况下，测量在配线区域接线端的间隔。导线的连接与实际使用中一样。如果接线端有适合的间距，并且如果产品没有标记来限制它的使用，则电线要是比要求大的一个尺寸，否则，电线要是要求的尺寸。

12.3，表面被一 0.33mm 或更小的间隙分隔并互相接触，目的在于判断是否超出表面的间隔。

12.4 在表格 12.1 和 12.2，相关的电压是使用过程中，存在于电池板部位之间的最大电压。

12.5 在一个带电部分和一个容易接触的金属部分或不在相同电压的非绝缘的带电部分间的纤维的一个障碍物或衬垫的厚度不应该小于 0.71mm。障碍物或衬垫应该被固定在适当的位置，而不应该影响一些必要的性质，使得这些性质降到应用时要求的最小值。

13 导线间隔

13.1 概要

13.1.1 导线间隔应该遵从 13.1.1-13.3.4 中指定的要求。

13.1.2 电线分隔装置的内部体积应该与表格 13.1 中描述的一致。每个用于安装的

导体，包括与组件或电池板连为一体的导体，这个体积都要计算。在按最小必须体积估计出的间隔中，封闭尺寸不应该小于 19.1mm。电线分隔装置的内部体积应该用水来确定，测试的方法与金属出线盒标准体积实验（UL514A）一样。

13.1.3 一个电线分隔装置应该有对于具有电线管道或电缆的电线系统适应性的规定。

13.1.4 当组件或电池板装运出厂的时候，一个电线分隔装置不应该有超过 1 个的开口。带有拧着的螺丝或倒着的螺丝的螺栓孔不被认为是开口。

13.1.5 垫圈和密封圈在加速老化过程中不应该超出恶化的界线，并且不能用在可能使它折曲的地方。参照加速老化实验，第 32 部分。

13.1.6 通过粘合的方式固定在基座上的一个电线分隔装置应该依照导线间隔安全性测试，第 42 部分。

13.2 金属导线间隔

13.2.1 如果是没有镀层时，一个片状铁的金属导线间隔应该有一个厚度至少 1.35mm 厚度的间隔物，如果有镀锌层的，则厚度要为 1.42mm。

13.2.2 一个片状铝的金属导线间隔应该有一个厚度至少 1.59mm 厚度的间隔物。

13.2.3 一个铸铁，铝，黄铜或青铜的金属导线间隔应该有一个厚度至少 2.4mm 厚度的间隔物。

13.2.4 在金属导线间隔种的螺纹孔（用于连接金属导线），应该用至少 6.4mm 厚的金属进行加固，并且应该逐渐减小（除非有一个导线管终点挡板）。

13.2.5 如果用于线管连接的螺纹以同一种方式（攻螺纹于）处于间隔部分的一个

孔，或者使用的是一个等同的结构，则金属中的螺纹不应该少于 3-1/2，也不能多于 5，并且这种结构应该附上线管管套。

13.2.6 如果用于线管连接的螺纹不是以同一种方式处于（攻螺纹于）间隔部分的一个孔，在金属中的螺纹不应该少于 5，并且这里应该是一个光滑的，圆形的入口孔，可以保护导体（相当于提供了一个标准的线管管套）。这一光滑圆形的入口孔的直径在金属出线盒标准（UL 514A）指定的限制值之内。

13.2.7 处在金属导线间隔部分的无螺纹开口要与硬金属线管相适应，有足够区域的一个平面（像在金属出线盒标准 UL514A 标准中描述的一样）。这样的开口，在开口周围处应该有管套和锁紧垫圈进行配合。

13.3 非金属导线间隔

13.3.1 在 7.1 提及到的关于聚合材料的考虑，适用于非金属导线间隔。

13.3.2 与非金属的管线相适合的非金属导线间隔应该有：

- a) 一个或更多无螺纹的线管连接插孔（与非金属导线间隔成为一体），要遵从 UL514C 中关于非金属出线盒、冲刷式盒子和盖子的标准。
- b) 一个线管连接插孔的一个或者更多有螺纹的和无螺纹的开口
- c) 遵从 UL514C 的一个或者更多的 **knockouts** 。

13.3.3 参照 13.3.2 (B) 所涉及到的，一个有螺纹开口的非金属导线间隔的组件或电池板应该按照 47.8 做出记号。

13.3.4 在一个非金属导线间隔里，非金属线管的连接插孔应该提供一个正确的导线的终点挡板；并且插孔的直径，盒子进线处的管道直径，插孔深度，插孔的壁厚应该在 UL514C 中关于非金属出线盒、嵌入式盒子和盖子的标准的专用界限之内。

13.3.5 用于硬质非金属线管的非金属电线间隔中的定位口（knockout）或者开口应该遵从 UL514C 中关于非金属出线盒、嵌入式盒子和盖子的标准的要求。

14 耐腐蚀性能

14.1 可能暴露在环境中，厚度为 3.05mm 或更厚的铁片应该用下面提到的涂层中的一种做一个耐腐蚀处理。

a) 热浸电镀钢片指定镀层为 G60 或 A60（在钢片的说明中，镀锌（电镀）或通过热浸镀锌合金（锌镀层退火处理）——美国材料实验协会 A653/A653M-1）。在任何方位上都要有至少 40%的锌（基于最小单个点测试，美国材料实验协会说明的要求）。锌镀层的重量可以用任何一种方法确定，然而，一旦出现情况时，镀层的重量应该按照美国材料实验协会 ASTM A90-81 在铁或钢上镀锌层的重量标准测试方法来确定。

b) 锌镀层（不同于在热浸电镀钢片的镀层），在应用时，每个表面平均厚度不小于 0.010mm，最小的表面厚度为 0.009mm。镀层的厚度应该按照金属镀层厚度测试，第 38 部分。

c) 在两个表面上的有机或无机的镀层保护系统（在形成后应用）。镀层系统的评价结果应该证明它提供的保护至少等价于在 14.1（a）中描述的锌镀层。参照聚合材料（第 7 部分）和大气腐蚀测试（第 37 部分）。

d) 所有方法的详细说明在 14.2。

2003 年 10 月 1 号修订 14.1

14.2 可能被暴露在气候中的有一个小于 3.05mm 的厚度的钢片，应该用下面说的一种做抗腐蚀层。

a) 热浸电镀钢片，镀层为 G90（在钢片的说明中，镀锌（电镀）或通过热浸镀锌合金（锌镀层退火处理）——美国材料实验协会 A653/A653M-1）。在任何方位上都要有至少 40%的锌（基于最小单个点测试，美国材料实验协会说明的要求）。锌镀层的重量可以用任何一种方法确定，然而，无论什么情况，镀层的重量应该按照美国材料实验协会 ASTM A90-81 在铁或钢上镀

锌层的重量标准测试方法来确定。

b) 锌镀层（不同于在热浸电镀钢片上的镀层），在应用时，每个表面平均厚度不小于 0.015mm，最小表面的厚度为 0.014mm。镀层的厚度应该按照金属镀层厚度实验进行测量，第 38 部分。退火处理的镀层还应遵从 14.5 和 14.6。

c) 在每一面上，镉镀层的厚度不能小于 0.025mm。镀层厚度的测量应该按照金属镀层厚度测试进行，第 38 部分。

d) 锌镀层遵从 14.1 (a) 或 14.1 (b)，对着户外的一层涂上油漆。这种镀层系统应该遵从 41.3。

e) 在每一面上，镉镀层的厚度不能小于 0.019mm，在每一面上都有一外层油漆涂层，或者在每一面上镉镀层的厚度不小于 0.013mm，每一面上都有两层油漆涂层。这种镉镀层厚度的测量应该按照金属镀层厚度测试进行，第 38 部分。

14.3 参照 14.2 (d) 和 14.2 (e)，镀层系统的评价结果应该证明它提供的保护至少等价于在 (G90) 14.2 (a) 中描述的锌镀层。参照聚合材料（第 7 部分）和大气腐蚀测试（第 37 部分）。

14.4 参照 14.1 和 14.2，当比较测试 14.1 (a) 或 14.2 中电镀的钢片（没有退火，擦拭或其他表面处理）和下述末道漆，并能证明它们提供了相当的保护时，别的末道漆，包括油漆，其他金属末道漆，或两者的结合可以被接受。参照大气腐蚀测试，第 37 部分。

14.5 在热处理后，锌镀层在孔洞边缘处弯曲或形成相似的形状，或挤压，或滚压，如果这一弯曲或形状可导致镀锌层的损坏，则应该在这一区域涂上一层漆。如果在一个特定的或成型部位的外表覆盖部分锌镀层的剥落片或破裂片，放大 25 倍之后是明显可见的，则这个锌镀层被认为已损坏。

14.6 简易的修剪或切割的边和冲孔不要求有额外的保护措施。

14.7 作为产品的必须部分的钢或铁，但不是暴露在环境中的铁或钢，应该用电镀或涂漆或涂瓷釉的方法来抵抗腐蚀。

14.8 作为产品的必须部分的铝，不锈钢，和非金属材料在使用中可以没有抗腐蚀的油漆或镀层。

14.9 在这些项目里没有明确提到的材料，应该单独的进行评估。可能用于评估的有：聚合物材料（第 7 部分）的测试内容，大气腐蚀测试（第 37 部分）的测试内容。

15 非绝缘导电部分的可接触性

15.1 组件或电池板的一个易接触部分应该不包含有电击的危险。

例外：当接触到的部分，没有被给予电压时，不需要遵从该要求。

15.2 在确定一个部位是否被给予了电压，组件或电池板应该评估以下内容：

- a) 没有被连接
- b) 用暗示的或描述的可接受的方式连接。在这两种情况下，组件或电池板处于 15.4 情况下，环境处于 20.2 描述的情况。

15.3 对于单个为连接产品的部位之间的电压和电流，电压要按照 20.2 来确定。对于产品组件部位之间的电压和电流，电压是最大系统电压，电流是可（利）用的电流。

15.4 如果在一个完全装配好的组件或电池板（有所有的盖子）里，一个部位可能被 15.1 图中所示的探针接触到，则这一个部位认为是可接触的。在这一要求中，盖子（可以不用工具来移开的）要被移开。盖子（用工具来移开的，用于通常维修，比如清洁、使用工具）也要被移开。

15.5 在 15.1 图中所示的探针应该应用在开口允许的任何深度，并且在通过开口

插入到有必要检查的产品的任何位置的之前，之中和之后，可以旋转或转过一个角度。探针应该使用于各种可能的结构，并且如果有必要，这种结构应该在插入之后被改变。探针是用来判断可接触度的测量装置，并不是作为一个判断材料强度的装置；因此，在正确确定可接触性时，使用它的力的大小：为最小必要的力的大小。

16 耐火性能

16.1 作为一个具体平台的支脚，支架或直接装配连接部位使用的电池板，或直接当作一个整体使用的电池板，在它作为等级 A，B，C 类盖板时，并且有可能受到火的作用时，它需要满足在进行上述使用时的耐火性能要求。当作作为一个连接部件时，材料的耐火度要求将低于它作为盖板材料时的耐火要求。耐火度要求由 UL790 中规定的盖板材料的耐火性能测试标准所测得的结果决定，这在 31 部分的耐火测试中有详细讲述。

17 上盖板（上表层）

17.1 电池板的上盖板必须至少满足以下的一个条件：

- a) 建筑物上玻璃材料性能规范和安全性实验方法——ANSI Z97.1-1984 中的要求；
- b) 美国联邦法规，Title 16 CPSC Part 1201——建筑上使用的玻璃材料安全标准中的要求；
- c) 冲击实验，第 30 部分。

性能

18 概要

18.1 电性能实验程序与第 19 部分中的温度实验，20 部分的电压、电流、功率的测试试验和第 39 部分中的耐热性能测试的程序一样。当测试时，应该使用以下测试程序。

- a) 大气质量 AM1.5，37 度的仰角，地面用太阳能光谱辐照度的标准表，

ASTM G159-1998。

b)地面用太阳电池标准规范，ASTM E927-91。

c)地面用光伏模块和用参照电池组成的排列的电性能测试的标准方法，ASTM E927-91。

d)晶体硅光伏设备的 I-V 特性的温度和辐照度修正的程序；IEC891

e)光电设备，第一部分：光伏电压—电流特性测量，IEC904-1；

f)光电设备，第三部分：标准光谱辐照度数据，地面用太阳光伏器件的测量原理，IEC904-3。

18.2 参考 18.1 中提到的实验时，除了特定的光谱、空气质量、温度以及应用参考标准中的修正系数计算得到的数值之外，其他数据都应该在环境下测量得到。

18.3 电池板样品以及局部的、典型的样品都应该进行表 18.1 中提及的试验。表格 18.1 中的试验仅仅是为了使用方面的有益性和便利。这不表明任何一个样品都应该遵从表格 18.1 中的全部或部分测试结果（除了有特殊指明的之外）。除非样品有特定的试验结果要求，每一样品应该进行每一项测试。

以下除外：系统断路额定电压小于 30V 以及短路额定电流小于 8A 的电池板只要求进行温度、电压电流测试、拉力测试、压力测试、接线电阻测试、绝缘体（介质）耐（电）压测试。

表 18.1 模块和面板性能 （待补充）

19 温度测试

19.1 当装备在电源开路中应用的电池板达到热平衡，反向电压及短路电流造成局部区域的加热（参照 19.5）在任何部位都不能达到以下温度：

a)点燃材料或其他成分；

b)导致表面，材料，或其他部分的温度限制超出表格 19.1 中的数据，或是

c)导致产品任何部位发生可能影响到产品性能的蠕变、扭曲、松弛、碳化或相似的损害。

19.1A 参考 19.1，当三次连续的温度读数显示出没有变化的时候，即达到了热平衡。这三次温度显示数值应该在三次连贯的，经相同间隔时间后读出。每次间隔的时间为 10 分钟。每次测量还要考虑到风速和光谱辐照度的影响。

19.2 在电池板表面的周围温度为 40℃, 大气质量 AM1.5, 辐照度为 100mW/cm², 平均风速 1m/s 条件下，确定材料和部件的温度。当环境温度在 10℃到 55℃时，那么这时测得的材料和部件的温度需要进行校正：小于 40℃或者大于 40℃时则要加上或者减去周围温度与 40℃之间的差值。如果辐照度不同与 100mW/cm²，那么则可以测得各种不同辐照度下的温度，并根据这些温度线性外推得到辐照度为 100mW/cm²时的温度。

19.3 如果温度实验中遇到不符合要求的性能，且这些性能是在规定的限制试验条件之下表现出来，那么这种表现出的性能应该得以重视。举个例子：周围环境的温度在限制的允许范围附近（10℃或者 55℃），则试验应该在标准条件附近下重做。

19.4 电池板在断路和短路情况下工作，共同来确定温度的数值。

19.5 为了覆盖电池反向电压工作时造成的局部热效应，在进行短路电流情况下的温度测试时，用 0.18mm 厚的黑色聚氯乙烯绝缘带直接覆盖在上表面，遮盖住电池的一半，使得电池不完全被照射到。在实验过程中，电池板连接成一系列，且没有达到 47.9 指定标记容许程度的旁路二极管。测量被遮盖电池和邻近区域的温度。

19.6 按照提供的说明来进行电池板的安装。如果说明书中没有说明安装的构造、空间等等，那么电池板的安装按照 19.8 到 19.10 中的说明进行。

19.7 参照 19.8 和 19.9，安装的形式（比如，支架，方向等等）取决于电池板的

构造。如果安装的类型不止一种的话，那么每一种安装形式都要进行试验，除非一种安装形式能代表所有的安装形式。

19.8 直接应用与屋顶或者墙面的电池板要安置在用木头、压制木材、夹板制作的厚度为 19mm 厚的平台之上（如图 19.1）。平台对着试验样品的一面要涂上黑色的漆。平台在各个方向的尺寸都要超出电池板 0.6m。

19.9 电池板用支架安置在屋顶、墙面、地面使用时，则电池板安装在用 2 英寸×4 英寸的木材结构上。两个构件安置在电池板外界的边缘，并且沿着电池板的最长轴纵向进行调整。附加的构件安置沿着在电池板外界的边缘，并且沿着电池板短轴的纵向进行调整。如果外部构件的短轴间的距离大于 0.6m，则需要在电池板的中心线处在装上一个构件。框架安全地安置在 19.8 中描述的平台之上，且电池板的背面和平台间的间隔距离位 1.22m。构件对着测试样品的一面涂上黑色的漆。

19.10 安装作为屋顶或者墙体的一部分的电池板在进行试验时，安装在 19.8 描述结构的一个平台上，并用各个方向上厚度为 1 英寸的木板将电池板包裹。木板的宽度要足以能覆盖整体的外边缘。（如图 19.3）。木板对着测试样品的一面涂上黑色的漆。

19.11 温度是用热电偶来进行测量的。暴露在光照下的热电偶应该隔离这些光照的直接作用。热电偶以正的热力接点连接（接合）在要测试材料的表面。在适当位置安全接合热电偶能获得热力接点。对于金属表面，热电偶与金属的连接可能是铜焊、定位焊接、锡焊。热电偶接合处用分接头连至绝缘线或着木材的表面以确保接合处的安全。

19.12 热电偶由 NO.30 AWG（0.05mm²）的铁组成，并且使用的是铜镍导线。当铁和铜镍热电偶在实际中不实用时，可以使用其他类型的热电偶——即在热电偶温度测量中，热电偶初始标准公差表格描述的类型。（ANSI/ISA,MC96.1）

20 电压，电流，功率实验

20.1 在以下条件下，短路电流 (I_{sc})，额定电流 (I_r)，最大功率 (P_{max}) 和开路电压 (V_{oc}) 应该在额定值内的 $\pm 10\%$ (参考 43.1 和 44.1(c))。

条件为：

a) 标准试验条件 (STC)

b) 对 I_r 和 P_{max} 来说，还要在额定工作温度 (NOCT) 之下。

20.2 15.3 中说明的应用于接触单个电池板活动部分的电压，在断路，辐照度 $100\text{mW}/\text{cm}^2$, AM1.5，电池温度为负的 20°C 条件下确定。

21 漏电（流）试验

21.1 电池板标记的最大系统电压大于 30V 时，则按 21.2—21.7 泄漏电流不大于表 21.1 中指定的数值。

21.2 实验在三个绝对的（无条件的）电池板上进行，这些电池板已经喷淋实验（31 部分）、温度循环实验（33 部分）、和湿度实验（34 部分）。三个绝对的（无条件的）电池板的漏电试验在模块电池温度为 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 下进行，然后在电池温度为 $\text{NOCT} \pm 2^\circ\text{C}$ 下进行。如果电池板是用于做喷淋实验的，那么其中一块电池板将用来做漏电实验。

21.3 泄漏电流指的是：当电池板连接到 21.4 和 21.5 中说明的电源时，所有可能通过可接触部位间电流。

21.4 直流电压达到这样一个水平——等于最大的额定系统电压。

21.5 所有可接触部位和表面都要进行漏电实验。将无光照的电池板的正极和负极端连接在一起并连接到一直流电源上。电源的两个接线端都要应用上，除非一个接线端可以同时代表两个。泄漏电流的测量在表面和部位与电压源其他端点间进行。泄漏电流的测量用 21.7 中描述的仪器。

21.6 当测量绝缘表面的泄漏电流时，在表面上覆盖上一层 $40\text{cm} \times 20\text{cm}$ 可导金属薄片。测量在薄片上进行。如果绝缘表面小于 $40\text{cm} \times 20\text{cm}$ ，金属薄片和这一表面大小一致。

21.7 参照 21.5，测量的仪器仅仅对直流电有响应，并且有 $500\ \Omega$ 的输入阻抗。

22 拉力实验

22.1 除了那些在安装过程经过处理或是在电池板中的起到一些常规应用的之外，用于外部的导线或者电缆，或是终止于产品两个末端之间的导线或者电缆应该能在结构的任何方向承受 89N 力的作用达 1 分钟。并且不能对导线或电缆、连接的方式以电池板造成损害。

22.2 不管连接器是直接还是通过配线连接到与之配对的连接器上，连接到与之配对的连接器上并且没有导线间隔的可分离式的连接器，应该能在结构的任何方向承受 89N 力的作用达 1 分钟。并且不能对连接器、电池板、装配在电池板上的连接器造成损害或是影响到两个配对连接器之间的拆离。

23 压力实验

23.1 电池板应用过程中，任何端点都应该能承受以下力的作用达 1 分钟：

- a) 直径 12.7mm 钢棒施加的 89N 的力的作用，钢棒末端的半径为 12.7mm 。
- b) 直径 1.6mm 的钢棒施加的 17.8N 的力的作用，钢棒末端的半径为 1.6mm 。

电池板在以上过程中不能有造成火灾、电击、或者伤害到他人的危险。

23.2 当可用的电流和电压在“电弧实验”区域时，如图 40.1，则部分间的电弧

有可能存在。如果应用的探针，电池板的部位处在这样的一个情况下时，则就要考虑到火灾的危险性。

23.3 以下情况时，有电击存在的危险性：

- a) 应用探针连接的部分包含有电击的危险；
- b) 由于探针的应用使得接触到包含有电击的危险的部分；
- c) 电池板包含有电击的危险部分与接触部分间的阻抗减少到不符合第 21 部分的漏电电流试验要求。

23.4 由于探针的应用，产品的部位重新被搁置或打破以致边缘部位不符合 6.9 中关于边缘锋利的要求，那么导致伤害到他人的危险性就会存在。

24 剪切实验

24.1 模块或者模板的上下表面应该能承受锋利的物体在其上面滑过。并且不会造成 2.7 中描述的情况。

除外：玻璃表面不需要进行以上测试。

24.2 电池板安放水平，测试的面朝上。将如图 24.1 的测试工具放置在测试表面上一分钟，然后以 $152.4 \pm 30.5 \text{ mm/s}$ 的速度沿着表面划过。

24.3 当图 24.1 工具上的刀刃接触到 2.7 中描述的部分，或是接触到由于放置刀刃在其表面上或当刀刃滑过表面时导致的可接触到的部位时，2.7 中描述的情形就会存在。

25 焊（接）线电阻的测试

25.1 按照 25.2 中的测量方法，接地线端或导线和任何可接触的导电部分间的电阻不能大于 0.1 欧姆。

25.2 电流大小为两倍 47.10 中指定的保险丝额定安培，通过接地线端或导线和任何可导电部分。电阻用在接地线端或导线和电流注入位置处 12.7mm 范围内的一点之间的电压降来计算。

25.3 如果在可接触的金属部位间所有的传导路线需要进行不只一次的测量时，则每次测量之间需要间隔 15 分钟的冷却。

25.4 以上测试项目在三个绝对（无条件的）样品中进行。

26 绝缘体（介质）耐（电）压试验

26.1 在活动部分和可接触的导电部分以及活动部分和暴露的不导电的表面间的绝缘性和间距应该能承受两倍于系统电压加上 1000V 的直流电压，并且两部分间的漏电电流不能超过 50 μ A。电压施加于两个电极之间。

除外：对于额定电压小于等于 30V 的电池板系统，施加电压为 500V。

26.2 以上规定电压适用于所有导电部分和所有可接触的部分。

26.3 电压以 26.4 中说明的稳定均匀的速率在 5 秒的时间里逐步升到试验时所需的电压，并维持这一电压直到泄漏电流稳定的时间至少为 1 分钟。试验过程中观察电池板，应该没有产生电弧或者火花的征兆。

26.4 参照 26.3，测试电压应该逐步平稳地升到测试电压：

- a) 不会出现瞬时电压超过规定的电压最大值的瞬时现象。
- b) 参照负荷，通过的电流容量不会造成测试设备的损害。

26.5 测试要在三个绝对（无条件的）样品中进行。这些样品事先要进行过喷淋实验（第 33 部分），温度循环实验（第 35 部分），湿度实验（第 36 部分），空气腐蚀实验（第 37 部分）。三个绝对（无条件的）样品既要在室温下进行实验，同时也要在短路情况时，温度测试（39 部分）中加热的条件下进行实验。

26.6 当测试的是暴露的绝缘部分时，则这一部分应覆盖上一层导电的金属薄片（箔）或是其他等同物。

26.7 用于进行耐电压测试的设备应该有以下几个特征：

- a) 在试验时，可以显示应用于产品实验的测试电压；
- b) 当经过输出设备的电流大于 50 μ A，具有能指示不被接受性能的灵敏度。
- c) 至少 500VA 的容量。

27 湿绝缘电阻实验

27.1 27.2 和 27.3 中测试的结果应该符合：

- a) 在应用电压下，应该没有电击穿或 surface tracking 现象。
- b) 面积小于 0.1m² 或更小的模块，绝缘电阻不应该小于 400M Ω 。
- c) 面积大于 0.1m² 的模块，测量得到的单位面积绝缘电阻不应该小于 40M Ω •m²

27.2 模块经碾压后的部分浸入到没有腐蚀性的液体介质（表面活性剂）当中。液体介质的表面最大张力为 0.03N/m，温度为 22 \pm 3 $^{\circ}$ C，电阻率 35 Ω •m。接线盒和保险丝或者其他连接器维持在液体水平面之上，并且用这种液体介质全部淋湿。非绝缘的末端则不能淋湿。

27.3 在液体介质中经过两分钟的浸没后，用可提供 500V 直流电压的仪器两极来测量电池板的输出端间的绝缘电阻。

28 反向电流过载试验

28.1 当通过电池板的反向电流为电池板组件保险丝额定电流的 135% 时，接触到电池板的粗棉布或是薄纸（绵纸）不应该出现火焰或者碳化；电池板本身也不应该出现持续 15s 钟或者更长时间的火焰。

28.2 为了确定模块或者模板是否符合 28.1 中的要求，电池板放在单层的白色薄棉纸上，再搁置在 19.1mm 厚的木板上，并且覆盖一层粗棉布。粗棉布在未处理

之前单位质量面积为：26—28m²/kg，尺寸为：32×28。

28.3 在进行 28.1 中的试验时，任何电池板中的阻断二极管都将被短路。

28.4 28.1 中的试验应该在一个通风的区域中进行，并且电池板上的辐照度小于 5mW/cm²。

28.5 无论哪一种结果出现，28.1 中的试验要连续进行 2h 或者直到得知最终结果。

29 接线端扭曲试验

29.1 固定接线端的螺丝钉或者螺母应该能承受表 29.1 应用的扭矩达 10 次周期的拧紧和松弛。且试验中不能有以下现象：

- a) 对接线端承重部位造成损害；
- b) 连贯性的丧失
- c) 电路接触金属而造成电流短路

30 撞击试验

30.1 用于包裹那些有发生火灾以及电击危险性部位的聚合物材料以及与 17.1(c) 中评价一致的上表层材料应该按照 30.2 和 30.3 进行试验。

30.2 当一电池板受到如 30.3 中描述的那样的撞击时，应该不会有像第 15 部分(非绝缘导电部分的可接触性)那样定义的可接触的导电部分。在当没有大于 6.5cm² 的颗粒从它们普通的安装位置中溅射出来时，表层材料的破损可以被接受。

30.3 当一电池板应用在具有代表性场合时，要承受 6.78J 能量的冲击试验：即用直径为 51mm，质量为 535g 的光滑的钢球从高 1.295m 的高空自由下落。电池板中最易受到撞击的部位的每一处都要进行冲击试验。如果电池板的结构不允许球直接落下时，则可以用绳索将球悬挂起来，在下落的时候如同钟摆，且在撞击电池板表面的垂直方向上距离有 1.295m。对于聚合物的接线盒，试验在 25℃ 下进行。并且冷却后至零下 $35 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 保持 3 个小时后再做同样的试验。

31 耐火试验

31.1 火焰蔓延试验

31.1.1 当电池板用于装配在屋顶之上，用于安装在屋顶上面或是作为建筑物屋顶结构的一部分（这些结构材料的表面由等级 A, B, C 类屋顶覆盖材料组成）时，应该按照屋顶覆盖材料耐火性试验——UL790 进行火焰蔓延试验。实验中及实验结束后决不能有以下现象：

- a) 电池板的任何部分以火焰或是炙热的物质形式从测试面板上掉落。
- b) 屋顶覆盖物部分，作为建筑物屋顶结构的一部分或是与之成为一体的电池板的任何部分，以炽热的颗粒的形式掉落。
- c) 对 A 类材料来说，火焰蔓延超过 1.82m；对 B 类材料来说，火焰蔓延超过 2.4m；对 C 类材料来说，火焰蔓延超过 3.9m。火焰的蔓延从样品的前沿开始测量。
- d) 在直接暴露在测试火焰的路径（通道）上，有明显的侧面火焰的蔓延。包含在顶面上以及任何中间路线的火焰蔓延（比如在支架或整体模块与屋顶木瓦间的地方）。

31.1.2 对于安装在建筑屋顶结构上面的电池板，火焰蔓延试验时，电池板对着测试的火焰。这样火焰就仅仅作用于电池板的顶面。

31.2 燃烧烙印实验

31.2.1. 作为建筑物屋顶结构材料的一部分（这些结构材料的表面由等级 A, B, C

类屋顶覆盖材料组成)以及用于安装在屋顶上面的电池板,应该按照屋顶覆盖材料耐火性能试验—UL790 进行燃烧烙印实验。试验中及实验结束后决不能有以下现象:

- a) 电池板的任何部分以火焰或是炙热的物质形式从试验甲板上掉落。
- b) 从屋顶覆盖中,从电池板中燃烧出一个洞;
- c) 作为建筑物屋顶结构的一部分或是与之成为一体的电池板的任何部分,以炽热的颗粒的形式掉落;
- d) 电池板出现持续的火焰。

32 概要

32.1 对于火焰蔓延和燃烧烙印实验,测试的严格性(等级 A, B 或者 C)应该相当于屋顶覆盖材料的设计等级。

32.2 对于对于火焰蔓延和燃烧烙印实验,电池板按照提供的说明进行安装。用电池板装备的安装硬件或是说明中说明的安装方法来装配电池板,从而进行试验。电池板相对于水平面的倾斜度按安装说明的最小指定的倾斜度。模拟的屋顶甲板倾斜不超过 416mm/m。

32.3 电池板经这部分中的任何一项试验后,都不能拿来使用。

32.4 对要求的每一种火险等级,只要求进行一次火焰蔓延和燃烧烙印实验。

33 喷淋试验

33.1 平板或者模块应该按照 33.2-33.8 进行喷淋试验。试验不能导致非绝缘活动部分上有水,或是有水集中在包含有活动部分的间隔处。同时试验时,电池板还要遵从:

- a) 26 部分,绝缘体(介质)耐(电)压实验;
- b) 21 部分,泄漏电流试验。

33.2 电池板按照典型应用的方式安装在 33.5 中描述的设备的焦点上，并加以调整。如果电池板在喷淋下安装或调整会影响测试结果时，则电池板的安装按照认为可以代表产品应用的安装方式来进行按照并调整，并且考虑安装一种可以改变模块方位的框架。

33.3 用工厂设计的连接部分连接的相邻的电池板组成的排列，应用于作为屋顶的一部分时，则排列中的电池板在进行试验时，应该按照说明用连接的部件相连。

33.4 仪表线按照说明中指定的方法来连接。当连接的方法不止一种时，应用限制水进入到仪表连线部分可能性最小的方法。

33.5 如图 33.1, 喷淋试验仪器由三个喷头组成，并安装在一个供水的架子上。喷头构造如图 33.2。所有实验的水的压力保持在 34.5kPa。试验产品和喷嘴间的距离约 0.9m。产品放置在三个喷头的焦点的领域，使得尽可能多的水进入到产品中。喷淋的方向与垂直方向成 45 度角对着电池板。

图 33.1

图 33.2

33.6 测试中用的水在试验前的电阻率为 $3500 \pm 175 \Omega \cdot \text{cm}$ (25°C)。测试后的电阻率不小于 3200 不大于 $3800 \Omega \cdot \text{cm}$ (25°C)。

33.7 喷淋 1 个小时。

33.8 在经一个小时的喷淋后，检查渗入到非绝缘导电部分和在非绝缘导电部分之上的水是否明显，并且检查包含导电部分任意隔间中的水是否明显。如果有排水孔，则要考虑到防止水到达非绝缘导电部分。

34 加速老化试验

34.1 用于垫圈，密封圈的材料等（除软木赛、纤维材料和相似的材料）应该有表 34.1 中指定的物理性质，并且要遵从表 34.2 中的性质要求。这类材料不能变

形，熔化或是硬到以致影响到其密封的性能。

表 34.1

表 34.2

35 温度循环试验

35.1 电池板应该可以承受 35.2-35.4 中描述的温度的变化达 200 次周期。并且

a) 试验不会导致以下结果：

- 1) 电流连贯（连续）性的丧失；
- 2) 接触包含有电击危险性的部分，比如因材料的分层或是分离的原因；
- 3) 在包含有电击危险部分与接触部位间电阻的减小，以致电池板不符合第 21 部分——泄漏电流试验规定的要求；
- 4) 非金属的导线的间隔厚度减小到要求值之下；
- 5) 非金属导线的间隔体积减小到要求值以下；
- 6) 裂缝大于 1.6mm，或者在非金属导线部分外层与覆盖层间存在的开口间距增大 1.6mm。

b) 在 50℃或更大以及在室温时，电池板应该符合第 26 部分——介质耐压试验的要求；

c) 在介质耐压实验之后，电池板应遵从第 21 部分——泄漏电流试验要求。

d) 在泄漏电流试验之后，电池板应遵从第 27 部分——湿绝缘电阻试验要求。

e) 在湿绝缘电阻实验之后，有如 13.1.6 中描述的导线间隔的电池板应该遵从导线间隔安全性实验（42 部分）的要求。

f) 在间隔安全性实验之后，有如 13.1.6 中描述的导线间隔的电池板应该遵从湿绝缘电阻试验（第 27 部分）的要求。

35.2 在一空气流通室内放置 3 个样品，室内的湿度和温度可以变化和控制。室内的湿度控制到湿气不会在样品表面积聚。用导线将接线端与样品框架连接起来，以不间断地探测个别的电流连贯性消失，以及在电路和接触金属间电阻的损失情况。

35.3 样品放置在上述提过的室内，并确保周围空气能够自由循环。支撑或安放样品的物体的热传导要底，以使得样品热绝缘。

35.4 每次试验包括：

- a) 试验中，室内温度的转变从 25℃到零下 40℃。
- b) 样品在零下 40℃保持 30 分钟，或者直到电池板在室温的 2℃以内，但这时保持的时间要长些，但决不能超过 1 小时 45min。
- c) 室内温度的转变从零下 40℃变化至 90℃。
- d) 样品在 90℃保持 30 分钟，或者直到电池板在室温的 2℃以内，但这时保持的时间。
- e) 室内温度的转变从 90℃变化至 25℃。总的周期时间不超过 6 小时。如果开始或者 200 次循环后的温度为 25℃，则名义室温可以在 15℃到 35℃范围内。所有温度的转变中，试验室内温度比率的瞬间变化不能超过 120℃/h。如图 35.1。

36 湿度测试

36.1 电池板应该进行 36.2-36.6 中 10 次湿冷冻试验并且：

- a) 试验不能造成：
 - 1) 电流连贯（连续）性的丧失；
 - 2) 接触包含有电击危险性的部分，比如因材料的分层或是分离的原因；
 - 3) 在包含有电击危险部分与接触部位间电阻的减小，以致电池板不符合第 21 部分——泄漏电流试验规定的要求；
 - 4) 金属部分的腐蚀；
 - 5) 非金属的导线的间隔的厚度减小到要求值之下；
 - 6) 非金属导线的间隔的体积减小到要求值以下；
 - 7) 裂缝大于 1.6mm，或者在非金属导线部分外层与覆盖层间存在的开口间增大 1.6mm。
- b) 在进行这项实验同时，电池板应该符合第 26 部分——介质耐压试验的要求；
- c) 符合介质耐压要求同时，电池板应遵从第 21 部分——泄漏电流试验要求
- d) 符合泄漏电流试验要求时，电池板应遵从第 27 部分——湿绝缘电阻试验要求。

e) 在湿绝缘电阻实验之后, 有如 13. 1. 6 中描述的导线间隔的电池板应该遵从导线间隔安全性实验 (42 部分) 的要求。

f) 在间隔安全性实验之后, 有如 13. 1. 6 中描述的导线间隔的电池板应该遵从湿绝缘电阻试验 (第 27 部分) 的要求。

36.2 在一空气流通室内放置 3 个样品, 室内的湿度和温度可以变化和控制。用导线将接线端与样品框架连接起来, 以不间断地探测个别的电流连贯 (连续) 性的丧失, 以及在电路和接触金属间电阻的损失情况。

36.3 样品放置在上述提过的室内, 并确保周围空气能够自由循环。支撑或安放样品的物体的热传导要底, 以使得样品热绝缘。

36.4 试验设备和试验的安排应该使得可以避免冷凝物滴在样品上。

36.5 每次试验循环包括:

a) 室内温度的变化从 25℃ 到 85℃;

b) 在 85℃ 下保持至少 20 小时;

c) 从 85℃ 变化到负 40℃;

d) 在零下 40℃ 下保持 30 分钟, 并且

e) 从负 40℃ 变化到 25℃。当温度在 0℃ 或以上时, 试验室内温度相对于时间的变化不大于 120℃/h。当温度小于 0℃ 时, 试验室内温度相对于时间的变化不大于 200℃/h。总的变化时间和在负 40℃ 下停留的时间一起不超过 4 小时。如果开始或者 10 次循环后的温度为 25℃, 名义室温可以在 15℃ 到 35℃ 范围内。一次循环总的时间不超过 24 小时。如图 36.1。

36.6 当试验室内温度为 85℃ 时, 空气相对湿度为 $85 \pm 2.5\%$ 。在所有的温度转变过程中, 室内空气与外界空气隔绝, 以使得水蒸汽可以冷凝在电池板上。

37 大气腐蚀实验

37.1 盐水喷雾试验

37.1.1 一完整的模块样品或是应用于模块中具有代表性的标本样品材料应按 37.1.3—37.1.11 进行盐水喷雾试验。

除外：本身有抵抗空气腐蚀能力的模块中使用的材料，比如塑料，不锈钢，铝等。

37.1.2 参照 37.1.1，试验后，用肉眼观察，测试样品上的腐蚀部分不能多于参考样品上的腐蚀部分。腐蚀区域用从划线处开始的腐蚀蔓延来判定。

37.1.3 盐水喷雾试验包括的设备有：试验室（长宽高为 1.22m, 0.76m, 0.91m）或更大；加热室内的装置；必要的控制手段。

37.1.4 用于盐水喷雾的塔放置在室内中心位置，并提供 117 到 131kPa 压力的湿空气以使得溶液形成较好的雾状进入到室内。

37.1.5 在盐水溶液中，普通盐占蒸馏水质量的 5%。整体溶液的 pH 值为 6.5 到 7.2 之间，并且在 35℃时的比重为 1.026 到 1.040 之间。整个测试过程中室内温度保持在 33 到 36℃范围之内。

37.1.6 测试样品放置在塑料架上并与垂直面成 15 度角。

37.1.7 试验室覆盖物或天花板上的水滴会转移滴在样品上。从样品上掉下的水滴将不再循环，而是通过安置在设备底部的排水沟导走。

37.1.8 参考样品——镀上一层 102mm×305mm 的镀锌层钢板用来作为比较。选择的样品能代表在 G90 或者 G60 镀层指示的要求下，可被接受的最小厚度镀锌层的样品（在应用时，参照绝缘部分的接触，第 15 部分）。G90 或者 G60 镀层指示的要求的确定，与在镀锌铁板和钢板上镀层厚度的标准测试方法（ASTM A90-81(1991)）一致。最小厚度镀锌层应该考虑到可以满足抵抗腐蚀的要求。

37.1.9 在放置于盐水喷雾室之前，镀在参考样品上的锌层用肥皂和水洗净，用酒精和乙醚进行冲洗，干燥；切口边缘用油漆、蜡或者其他有效的介质保护起来。

37.1.10 在实验的样品及参考的标本上划一道约 152mm 长的凹槽，以暴露出下面的钢材料。

37.1.11 试验一直继续直到测试或者参考样品的镀层破坏以及下面的钢材料形成腐蚀的产物。

37.2 潮湿的二氧化硫/二氧化碳

37.2.1 一完整的模块样品或是应用于模块中具有代表性的标本样品材料应按 37.2.3—37.2.9 进行潮湿二氧化硫/二氧化碳试验。

除外：本身有抵抗空气腐蚀能力的模块中使用的材料，比如塑料，不锈钢，铝等。

37.2.2 试验后，用肉眼观察，测试样品上的腐蚀部分不能多于参考样品上的腐蚀部分。划定区域的腐蚀用从划线处开始的腐蚀蔓延来判定。

37.2.3 试验中需要有：试验室（长宽高为 1.22m, 0.76m, 0.91m）或更大（如果需要的话），水套，恒温调节的加热装置（以保持温度在 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ）。

37.2.4 商业圆筒中的二氧化硫和二氧化碳在压力下输入到试验室内。二氧化硫和二氧化碳的体积量都为试验室体积的 1%，并每天注入到试验室内。在每天通入新的气体之前，前一天遗留的气体要被清除出试验室。试验室底部保留少量的水以保持一定的湿度。

37.2.5 测试样品放置在塑料架上并与垂直面成 15 度角。

37.2.6 参考样品——镀上一层 102mm×305mm 的镀锌层钢板用来作为比较。选择

的样品能代表在 G90 或者 G60 镀层指示的要求下,可被接受的最小厚度镀锌层的样品(在应用时,参照绝缘部分的接触,第 15 部分)。G90 或者 G60 镀层指示的要求的确定,与在镀锌铁板和钢板上镀层厚度的标准测试方法(ASTM A90-81(1991))一致。最小厚度镀锌层应该考虑到可以满足抵抗腐蚀的要求。

37.2.7 在放置于试验室之前,镀在参考样品上的锌层用肥皂和水洗净,用酒精和乙醚进行冲洗,干燥;切口边缘用油漆、蜡或者其他有效的介质保护起来。

37.2.8 在实验的样品及参考的标本上划一道约 152mm 长的凹槽,以暴露出下面的钢材料。

37.2.9 试验一直继续直到测试或者参考样品的镀层破坏以及下面的钢材料形成腐蚀的产物。

38 金属镀层厚度的测试

38.1 确定 14.1 和 14.2 中提及到的锌或者镉覆盖层厚度的方法如下 38.2—38.9。

38.2 用于测试金属覆盖层厚度试验的溶液用蒸馏水配制制得,溶液中包含 200g/l 试剂级(或更好)的 CrO_3 和 50g/l 试剂级(或更好)的浓硫酸。后者相当于 27ml/l 的浓硫酸(比重为 1.84,浓度为 96%)。

38.3 实验的溶液放置在一个玻璃容器中并配置一个分液漏斗,分液漏斗出口处装配了一个活塞和一个内径约 0.64mm。

38.4 样品和测试的溶液应该保持在试验室中足够长的时间，从而达到与试验室温度一致，而且应该记录下这一温度。试验时室内温度应该为 21.2—32.0℃。

38.5 测试前，样品应该全面清洗干净。所有的油脂，漆，涂料或者其他非金属覆盖层，包括外壳的油污，都有溶剂去处掉。之后样品用水彻底清洗干净并用干净的粗棉布擦干。

38.6 测试样品放置在一个有 17—25mm 孔径的支撑物上。测试的表面相对于水平面倾斜约 45 度角，以使得溶液液滴冲击在一点时，并且很快流掉。

38.7 试验中，活塞始终敞开并且记录秒数直到滴落的液体将金属保护层溶化。

38.8 抽签测试样品至少要在内部表面测三个或者更多的点（但除了有切线，钢印，和线条纹的表面）。外部表面同样要测试这么多的点。测试的地方应该选在金属覆盖层最薄的地方。

38.9 为计算金属覆盖层的厚度，按照试验的温度，从表格 38.1 中选择适当的厚度因数乘以时间（时间的确定见 38.7 中的说明）。

表格 38.1

39 耐热性测试

39.1 概要

39.1.1 电池板中的每一个典型的电池都要间歇地承受模拟反向电压局部加热这种情况达 100 小时（如 39.1.2—39.9.8 中），试验不能造成：

- a) 接触有电击危险的部分；
- b) 焊料的熔化；
- c) 任何其他发生火灾和电击的危险。

39.1.2 当模块工作时的电流超过单个电池或者排列中一组电池的简化短路电流的时候，就会出现 39.1.1 中反向电压局部加热的情况。

39.1.3 测试试验的程序如下：

- a) 适当电池的测试电源和仪器的选择和连接
- b) 热点测试水平的确定
- c) 局部耐热实验的热传导

39.2 电池的挑选和使用仪器

39.2.1 受影响电池的热点加热的程度部分取决于反向电压时的（电流—电压）I-V 特性。在一个给定的电池板中电池与电池的反向电压时的（电流—电压）I-V 特性可能很大的不同。

39.2.2 模糊反向电压（电流—电压）I-V 特性曲线（电池数目至少为 10），用以下方程式来确定。无论那一极限先达到，用反向电压时，从 0 到最大电压限（ V_L ），或者用反向电流时，从 0 到最大电流限（ I_L ）。

$$I_L = I_{sc}, \text{ 或者}$$

$$V_L = N \times V_{mp}$$

其中 I_{sc} 是通常电池在 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ ，额定工作温度时的短路电流。

N 是经由旁路二极管的系列电池的数目，旁路二极管：

- a) 作为电池板整体的一部分，或者
- b) 在标记中描述了它在电池板中的应用。参照 47.9。

V_{mp} 是通常电池在 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ ，额定工作温度时的平均的最大功率电压。

当没有有关旁路二极管的信息时，N 等于系列电池的数目。

39.3 侵入的方法

39.3.1 参照 39.2.2，用侵入方法确定电池的 I-V 特性时，每个测试的电池要有单独的正极和负极导线使得它能独立的（不受约束的）接触其它电池。

39.3.2 绘制测试电池的反向电流电压曲线图。电池鉴别为 A 类（限制电压）或者 B 类（限制电流）。得到的图类似图 39.1。

39.3.3 参照 39.3.2，试验中需要通过电极提供给电池一反向电压来得到电流电压曲线图。测试的电池不能被光照。

39.4 非侵入方法

39.4.1 只有当模块由单一系列的电池串联成并且在没有旁路的二极管时，用非侵入方法来确定电池的电流电压特性曲线。当电池板通过一个已知的电流（小于光照的短路电流），这一方法除了一个电池外，其余的都被均衡的辅照。这导致了遮蔽电池的反向偏置（压），而其他被光照的电池处在正常的顺向偏压。

39.5 电池选择的理论和方法

39.5.1 举个例子，如图 39.2，在一知道精确电流数值为 A，当一个电池没有光照的情况下，电池末端的输出电压 V_o 等于所有电池在光照的通常情况下模块的输出电压 V_{am} ，减去单个电池电压 V_c ，减去无光照电池的反向电压 V_r 。即

$$V_o = V_{am} - V_c - V_r$$

在确定模块的普通输出电压和单个电池的电压时，都要配置精确的电流。在准确电流下，电池与电池间的反向电压是不定的（对分流电阻的要高）。因此屏蔽最高的分流电阻时，模块输出电压最小；屏蔽最小分流电阻时，模块输出电压最大。

39.5.2 在用非介入（侵入）方法测试相对电池的电流电压特性时，模块用可变的电阻器相连，这样使得输出的电流可以保持在一个定值（不管哪个电池被遮蔽，电流都一样）。

39.5.3 模块按照 39.5.2 中描述的方式连接并被照明时，每个电池都将轮流地被遮蔽。调整电阻器以调整电流使得其为预先选择的固定值，并且测量模块的输出电压。当输出电压最大时，被屏蔽的电池的分流电阻最小；当输出电压最小时，被屏蔽的电池的分流电阻最大。电池的分流电阻在中间值时，模块输出的电压也在中间值。

39.5.4 非介入（侵入）方法的测试仅仅是相对的，在这种方式下并不能得到电阻的数值。模块中的电池可能是限制电压的（高的分流电阻，A类），可能是限制电流的（低的分流电阻，B类），或者是两者的结合（参照 39.3.2）。虽然低分流电阻电池可能有高的局部耐热水平，但总体来说，具有高的热点耐热水平的电池，其分流电阻也高。

39.5.5 测试时，在一个平板或者模块中选择 3 个不相邻的电池：一个代表有最大分流电阻的；一个代表平均分流电阻的；

39.6 热点测试水平的选择

39.6.1 这一部分实验程序的目的是选择加热的水平和相应的测试条件，使得当电池板处于这样的加热的水平和测试条件下时，相似于局部受热的情况。局部受热的严重性依于排列电路的结构、排列 I-V 运行状况、周围热量的条件、总的辐照水平、受影响电池的原有特性。当模块组成光伏电路时，施加在单个电池上的反向电压能达到系统的电压，除非适当的使用旁路二极管。当电池板在使用中，其标记中说明的旁路二极管数量最小时， V_L 设置为通过单个电池的最大的能够应用的反向电压。

39.6.2 热电偶附于电池绝缘系统中。参照 19.11 和 19.12。

39.6.3 在 39.7.1—39.8.1 中，分别指出了 A 类电池和 B 类电池详细的水平。

39.6.4 实验时，周围空气的温度 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ，并且有一辐射加热源，能够使得背面模块的电池温度达到 $\text{NOCT} \pm 2^\circ\text{C}$ 。

39.7 A 类电池（高的分流电阻）

39.7.1 关于反向电压加热的控制参数：

- a) 最大的电池反向电压 (V_L)
- b) 电池光辐照度水平
- c) 周围热量的环境

39.7.2 V_L 等于单个电池的 N 倍， N 是一系列经由指定或整体旁路二极管的电池的数目。

39.7.3 光照水平直接控制热电流水平，从而控制功率水平。如图 39.3 中所示，对任何 A 类型的光伏电池来说，提供了相当于最坏情况下功率浪费的一个单一的光照水平。调整在试验电池上的光照水平使得功率浪费最大，并调整电流为 I_{TEST} ， I_{TEST} 为电池在 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ ，在额定工作温度下的最大的功率电流。

39.8 B 类电池（低的分流电阻）

39.8.1 B 类电池的电池分流电阻很低以致电池最大的反向电压为一固定值。当测试的电池完全被遮蔽，而且电流最大时，恶劣的加热现象就会出现。因此辐照度不大与 $5\text{ mW}/\text{cm}^2$ 。这一光照提供室内照明和红外热源。电流 I_L 等于普通电池在 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ ，在额定工作温度下的短路电流。

39.9 试验的实行

39.9.1 参照 39.7.3 或 39.8.1，选择的三个试验的电池将进行循环加热的试验，持续的总的时间为 100 小时（按 39.9.2—39.9.6 中指明的进行）。

39.9.2 提供定（不变的）压（A 类电池）和定流电源，并连接到测试的电池上。运用电极给电池提供反向的电压。电压调整至 V_L ，电流调整至 I_{TEST} （A 类电池）或者 I_L （B 类电池）。参照 39.7.2—39.8.1。

39.9.3 应用在电池板的红外热源和可见光控制在 $5\text{ mW}/\text{cm}^2$ 下，并使得单一的模块电池的温度等于额定工作温度 (NOCT) $\pm 2^\circ\text{C}$ 。周围空气静止且温度为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

39.9.4 对于 A 类型的电池，用一增加的光源照明每个测试的电池以达到 39.7.3（图 39.3）中确定的水平。在电源和红外电源开启之下，通过调整平衡测试条件稳定后的辐照度水平得到电流 I_{TEST} 的方法，这种光照条件很容易达到。

39.9.5 提供的电源，红外电源及光源达一个小时，随后要有足够的间隔时间以使得测试的电池的温度降至周围温度的 10°C 之内。

39.9.6 这一操作将被重复直到总的累积的时间为 100 小时。

39.9.7 当电池在外加电压条件下时，测试过程中每隔 24 小时用肉眼检查测试的电池和相邻封装系统的区域。

39.9.8 试验的结论：检查模块中明显的熔融的焊料，包装的开口，分层，底层被灼烧的点。

40 电弧试验

40.1 概要

40.1.1 如果通过电池或者连通裂缝的电流（在额定工作电压下）和电压的位置在图 40.1 中的“电弧试验”区域，那么电池板应遵从 40.1.2—40.6.3 中的规定。同时请看 47.9。

40.1.2 参照 40.1.1，在模拟电池或连通裂缝条件这一过程中，应该不能点燃电池板。

40.2 方法 A

40.2.1 将测试的相似电池板连接成一系列，使得通过断口处的开路电压等于配置了指定的旁路二极管的电池板在通常应用下的电压值。电池板的辐照度为 80 mW/cm²或更大，温度为 20—30℃。

40.3 方法 B

40.3.1 单一电池板用 40.5.2 中独立的电源连接成一系列，以提供电源的余部。试验时，电池板的辐照度为 80 mW/cm²或更大，温度为 20—30℃。

40.4 方法 A 和 B

40.4.1 包含在电池板中或是标记中记述的所有的旁路二极管，都要包括在测试的电路当中。

40.5 方法 C

40.5.1 提供单个电池板用于点燃性尝试。但是，所有的电弧电源都用外部的电源(如 40.5.2 中描述的一样，用模块电路的无源部分连接成一系列来提供电源)。在必要时，电池要进行跨接以包括电池板绝缘系统中指定的部分。

40.5.2 参照 40.3.1 和 40.5.1，电源的电压为一常数(用一系列连接的限制电流的电阻器来达到)。整个系统中参数如下：

- a) 断路电压——有特定旁路二极管的电池板在普通应用的过程中通过断路的电压。
- b) 短路电流——当调整限制电流电阻器使得经过电池板的电压的测试值为 0 时的电流值。但不小于电池板的额定短路电流的 80%，不大于电池板的额定短路电流。

40.6 所有方法

40.6.1 系统的负载为短路电流。

40.6.2 电池板中的任何连接部分将被断开。选择的间隙处要处于最坏的情况下：在选择的间隙点处，由最大的开路电压或者最大的短路电流。

除外：当连接是用圆形或柔软的编织构造的导线连接（安全机械地连接至它所连接的点），这样的连接不被断开。编织构造或绞合导线不应有减小它可动性能的作用。在接线点处，导线部分可以有焊接层。

40.6.3 电弧在间隙处和电池板在使用时电弧可能接触到的材料处滑过，每一测试的位置电弧持续时间为 15 分钟。

41 机械荷载试验

41.1 电池板和安装在电池板上的硬件应能承受如图 41.1 以及 41.2 指定的荷载

达 30 分钟，并且没有明显的结构和机械上的损害。模块应用于建筑墙体或者屋顶结构的一个部分，并且是作为结构中的主要部分时，则偏斜的程度不大于 $L/240$ ， L 等于偏斜部分的静跨度。所有的玻璃材料应能承受 41.2 中指定的荷载。

41.2 向下或者向上的设计荷载为 146.5kg/m^2 ，或者为厂商设计的一荷载值（大于 146.5kg/m^2 ）。所有测试时使用的荷载为设计荷载的 1.5 倍（除了屋顶上安装构造的向上的荷载），如图 41.1。向上和向下荷载不能同时施加。

42 导线间隔安全性测试

42.1 当按 42.2 和 42.3 中进行试验时，用于从模块上分离接线盒的拉力应不小于 155.7N 或者为配线间隔或配线盒重量的 4 倍（或更大）。对于上表层或者底板先于粘合剂损坏的实验，则作用于上表层或者底板使之损坏的力应用于确定依从性，并且不能小于指定的最小分离的力。

42.2 七个包含有用粘合剂连接在模块上的接线盒的组件将用于测试。一个在基准条件下进行。三个的测试条件与温度循环试验的条件一致，如第 35 部分。另三个的测试条件与湿度试验的条件一致，如第 36 部分。

42.3 应用在测试组件上的力其目的在于使接线盒从模块上分离下来。试验时，力一直作用直到接线盒从模块上分离下来；或者上层或底层损害掉。

生产线测试

43 工厂耐压测试

43.1 在进行常规生产线的试验时，每个电池板中，在包含有电击部分和可接触金属部分，应该能承受 43.2 中指定的直流电位达 1 分钟并且没有击穿现象。

除外 1: 如果测试的电压值增加到 43.2 指定值的 120%，则测试的时间要减到 1 秒。

除外 2: 额定电压小于 30V 或者更小的系统中电池板系统不需要测试。

43.2 测试的直流电压应该为 $2V+1000V$, V 为额定最大可接受的系统电压。

43.3 测试的设备应可以显示测试产品的测试电压。这可以通过测量试验导线端的电压或者用一其他相当的方法来实现。测试设备还要可以有效显示不被接受的性能。这一显示包括有：

1) 听得见的（在背景噪声之上，如果能很容易的被听到的）

2) 看得见的（如果能使操作者注意到的）

3) 一个能自动抵制不被接受产品的设备。如果不能接受的性能是可见或者可听到的，那么显示要始终存在并是显著的，直到测试设备被重新手动设置。

43.4 43.2 中指定的电压可以用各种方便的电源来提供，这些电源的容量至少要有 500VA。

除外: 如果显示测试电压的设备安置在输出电路，用来维持 43.2 中指定的电压容量可以比 500VA 低，（但设备不能损坏）。电压可以不断的进行调整。

43.5 如果测试电压下的泄漏电流超过 50 μ A，测试设备显示不可接受性能的时间在 0.5s 之内。

43.6 当模块已经完成并准备好要包装，或当除了覆盖层或影响到测试性能的部分外，模块其余部分已完成时，试验在这时进行。

44 工厂电压，电流和功率测量试验

44.1 每一模块产品的短路电流（ I_{sc} ），最大功率（ P_{max} ），断路电压（ V_{oc} ）都

要按照适当的测试程序(地面用光伏模块和用参照电池组成的排列的电性能的标准方法 ASTM E1036-85, 或光电设备第一部分: 光伏电压—电流特性测量, IEC904-1) 进行测量。测试结果用适当的矫正程序使得为标准条件(STC) 下的结果。测试得到的短路电流 (I_{sc}), 最大功率 (P_{max}), 断路电压 (V_{oc}) 的数值应该在容许的偏差之内, 参照 48.2。测试中还要应用到 18.1, 18.2 中提及测试程序。

除外: 请看附录 SA。

45 接地阻抗测试

45.1 有接地导线的电池板易接触到导电部分时, 电池板应进行常规的生产线测试, 从而显示出接地线和所有易接触的导电部分间的电阻。

45.2 试验中任何适当的显示装置, 如欧姆表, 低压电池和 buzzer combination, 或者类似的设备都可用于 45.1 中的测试。

额定值

46 详细说明

46.1 电池板的电学方面的额定值包括表格 46.1 中指出的电压, 电流和功率额定值。

表格 46.1

标记

47 详细说明

47.1 电池板应该有简单的、清晰的、永久的一个标记，标记包括：

- a) 制造商的名字，商标，或其他描述的标记（通过这一标记可以鉴别出对产品负责的机构）
- b) 模块序列号或相当资料
- c) 额定的电学参数, 参照 46.1
- d) 生产日期或是生产的周期时间（不超过任意三个连续月的时间）

除外 1: 如果产品的牌子或商标是私有的话，鉴别制造商时，可能用的是一个可追踪的代码。

除外 2: 生产的日期可能是缩写的；或者可能是按民族习俗惯例的一个代码；或者是制造厂商确认的一个代码；但使用的代码要满足以下条件：

- a) 在 10 年之内不能重复；*
- b) 不需要再参考厂商的生产记录来确定产品的生产日期。*

47.2 这一永久标记应该用经过浇铸、模压冲锻、钢印、压印或者刻蚀的金属，从而确保其永久性，或者是永久压印在对力敏（压力敏感）的标签上并且遵从标记和标签系统的标准——UL969。确定标记是否具有永久性要考虑到这一部分的普通应用、处理、贮藏及其他类似的处理。

47.3 如果电池板的制造在不止一个工厂里时，则应该有标记显示出不同制造厂的地点。

47.4 功率输出的接线柱接线、导线、连接器、或者电池板的其他连接手段应该有以下指明标记的一种：

- “+” 和 “—” 或
- “POS” 和 “NEG” 或
- “POSITIVE” 和 “NEGATIVE”

47.5 在温度的测试过程中，如果区域安装导线或者导线可能触及到的导线间隔部分的温度大于 60℃时，则电池板应标记上 47.5（a）或（b）中的一个说明，

或者标记上相当的说明。标记的位置应该在区域连接附近的位置，且在安装的过程中要易被看到。

- a) “对区域连接，用 NO. _AWG 的导线，隔绝的最小温度为 75℃” 或者
- b) “对区域连接，用 NO. _AWG 的导线，隔绝的最小温度为 90℃”

47.6 如果电池板的压力导线连接器不适用铝导线，或者如果制造商用的压力导线连接器用的仅仅是铜线，则电池板应该标记上，或者在接线端邻近处标记上“仅仅用铜导线”，“仅仅铜” 或相当的说明。这个标记要与 47.5 中的标记要求相结合。

47.7 如果电池板的压力导线连接器即适用铜和铝导线，并且如果制造商用的压力导线连接器用的是铜和铝导线，则电池板应该标记上（独立于其他任何接线端的标记）“用铝或铜导线”，“铝—铜” 或相当的说明。这个标记要与 47.5 中的标记要求相结合。

47.8 参照 13.3.3，电池板有非金属导线间隔的应该标记上“仅仅用于非金属的导线间隔系统” 或者相当的说明。

47.9 电池板应该标记以下内容：

- a) 指出最小可接受的二极管的额定功率并显示出旁路的构造。或者
- b) 参考厂商手册，在参考的手册（资料）上可以找到旁路二极管的相关信息。

电池板的制造商应该提供这一手册。

除外 1: 当系统的直流电压的额定值等于耐热试验和电弧试验中限定的电压 (V_L) 时，不需要有标记或者手册。分别参照 39.2.2 和 40.1.1。

除外 2: 当二极管的类型，额定电压，额定电流，和构造(配置)在安装说明中有标示时，则配有二极管的电池板不需要再标记。

47.10 电池板应该标记上（相对于最大额定电学参数时的）一个可以接受的系列保险丝。

47.11 电池板应该标记上相对于它作为屋顶覆盖层的耐火额定值。电池板应该标记上“不耐火”，除非它遵从耐火等级的要求。如果电池板是耐火的，而且它的应用（用途）是厂家规定的话，那么这类电池板应该有相应的标记，举个例子，如标记上“B 类屋顶上安装的 6 个独立式的模块组成 C 类屋顶”。

47.12 如果模块是作为平板的一部分时，则要提供它作为单独实体时的所有标记。

47.13 电池板应用于结构承载负荷大于 146.5kg/m^2 时，则应标记上应用的实际载荷。

48 安装和装置说明

48.1 电池板应提供机械和有关电方面的安装说明以及电池板的额定的电学参数。当耐火等级依赖于特定的安装结构，特定的空间，或者与屋顶或其他构造间特定的连接方式时，则一些特定的因素或参数应该包括在说明中。

48.1.1 有关电方面的安装说明应该包括布线方式的详细说明。布线方式遵从美国国家电工规范（**National Electrical Code**）。详细说明包括：

- a) 接地方式
- b) 导体的尺寸，类型和额定温度
- c) 过流保护的类型
- d) 最小和最大的电缆直径（当连线用的是电缆时）
- e) 应用到接线盒时，接线方式的限定

48.1.2 在屋顶安装时的机械安装说明应包括：

- a) 说明用于确保电池板安全连在屋顶上的最少机械步骤（最方便）的方法
- b) 对于不是一体的电池板(如图 41.1)，说明组件要安置在额定应用耐火等级的屋顶之上。
- c) 指示出任意的小于 127mm/305mm 的倾斜度，以保持一耐火等级。

48.2 在 48.1 中提及的电学方面的额定值应该包含 48.1 说明的信息和以下声明：

“在标准条件下，电学方面特征在 I_{sc} 、 V_{oc} 、和 P_{max} 显示值的 $\pm 10\%$ 之内”

除外：偏差可能小于 $\pm 10\%$ 或者可以被忽略掉，如果在生产线测试（参照 44.1）过程中测量的值：

a) 当指示的是比较小的公差，并且这一公差在说明中的容许偏差之内。或者

b) 当公差被忽略掉，并且与说明中的值一样。

48.3 安装说明书应该包含有不要将电池板直接放置在人工集中的光照之下的建议。

48.4 用组件安装成的一个产品应该配有装配说明书，并有详细充分的说明使得能容易的进行产品的装配。

补充 SA-样品生产线实验

SA1 范围

SA. 1. 1 补充说明了对生产电池板要进行的实验。

SA2 样品尺寸

SA2. 1 参考生产线生产能力的记录信息，确定测试样品的数目。

SA2. 2 当没有生产线生产能力的记录信息时，则 100% 的生产线产品的实验都要进行直到有足够的样品可以证明符合规范要求。

SA3 工厂电压、电流、功率测量实验

SA3.1 对 SA2.1 中指定的样品，要进行 41.1 中的实验。记录的 I_{sc} , P_{max} 和 V_{oc} 的值应该在标记容许值之内。

附录 A

构件标准

这一标准中有关构件评估的标准如下：

标准标题—UL 标准名称

保险丝盒—UL 512

绝缘材料—概要，系统—UL 1446

标记和标签系统—UL 969

出线盒，嵌入式装置盒和盖层，非金属的—UL 514C

出线盒，金属的—UL 514A

设备和装置中塑料材料，可燃性实验—UL 94

聚合材料—现成构件—UL 746D

聚合材料—长期性能评估—UL 746B

聚合材料—短期性能评估—UL 746A

聚合材料—用于电设备的评估—UL 746C

印刷线路板—UL 796

屋顶覆盖材料，测试其耐火性能—UL 790

设备边缘的锋利性实验—UL 1439

接线端，电快速连接—UL 310

压延绝缘管道—UL 224

铜导体的导线连接器和焊接片—UL 486A

铝导体的导线连接器—UL 486B

导线和电缆，绝缘的热固性塑料—UL 44

导线和电缆，绝缘的热塑性塑料—UL 83

加拿大标准要求的比较指导，CRG 1703

平面光伏电池板的 UL 和加拿大标准

产品种类：平面光伏电池板

UL 逻辑编号：QIGU7,QIGU8

UL 标准：

平面光伏电池板

UL1703

第三次修订

加拿大标准：

平面光伏电池板

ULC/ORD-C1703-01

第二次修订

这一加拿大要求的指导，仅用于鉴别除了 UL 要求外的来获得 C-UL 的标记的加拿大要求。这一指导不能取代用来参考和比较 UL 和加拿大要求中的标准。当要求没有指明地点时，与 UL 标准中一致的要求同时满足加拿大标准中的要求。

C-UL 中产品调研的实际要求可能与这一指导中有些要求(这些要求为指定的性质、特性、部件、材料或系统方面的要求)不一样。

CRG:1703

出版编号：2

出版日期：2002 年 3 月 15 日

这一指导的修订将在发行的修订页或者增加页中，并注明发行的日期。只有当指导整合了最近采用的修订，加拿大标准要求的比较指导才会发行流通（通用）。所有的修订在传送通知中详细说明，并在通知中有最近的一组修订页。

以下略述了平面光伏电池板的要求。ULC/ORD-C1703-01 是在 UL1703 要求的基础上一个要求，是对具有 UL 标记产品的进一步的要求。UL 提供给符合加拿大标准要求的产品一个证明程序。C-UL 标记是厂商产品遵从 UL 标准并进一步遵从加拿大标准的要求的一个保证。

<u>要求主题</u>	<u>ULC 条款</u>	<u>比较</u>
标记	4.6.9	接地接线端标记“G”或者“⊕” 或者有一绿色的部位
标记	7.1.4	电池板电力输出端、导线、连接器或者其他连接方式应标记上 “+”和“—”
安装说明	7.2.3	电方面的安装说明应该指出： 安装应遵从 CSA C22.1 (电安装安全标准，加拿大电工规范第一部分)