

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 44081—2024/IEC 62979:2017

## 光伏组件用旁路二极管热失控测试

Thermal runaway test for bypass diode applied in photovoltaic modules

(IEC 62979:2017, Photovoltaic modules—Bypass diode—  
Thermal runaway test, IDT)

2024-05-28 发布

2024-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



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 热失控试验 ..... 1

    4.1 二极管热失控 ..... 1

    4.2 试验条件 ..... 2

    4.3 试样制备 ..... 3

    4.4 试验设备 ..... 3

    4.5 试验方法 ..... 4

5 合格与不合格的判定 ..... 5

6 测试报告 ..... 6



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 IEC 62979:2017《光伏组件 旁路二极管 热失控试验》。

本文件做了下列最小限度的编辑性修改：

——为与现有标准协调，将文件名称改为《光伏组件用旁路二极管热失控测试》。

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专利的责任。

本文件由全国太阳能光伏能源系统标准化技术委员会(TC 90)提出并归口。

本文件起草单位：中广核风电有限公司、国网江苏省电力有限公司丹阳市供电分公司、无锡市检验检测认证研究院、江苏欧力特能源科技有限公司、重庆交通大学、青海黄河上游水电开发有限责任公司西安太阳能电力分公司、天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所、浙江双宇电子科技有限公司、隆基乐叶光伏科技有限公司、上海比亚迪有限公司、浙江浩腾电子科技股份有限公司、浙江浙能技术研究院有限公司、三峡电能有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、宁夏国信检研科技有限公司、江苏国嘉导体技术科技有限公司。

本文件主要起草人：马驰、王勋、吴晓丽、盛坚、高正源、苗林、王小丽、吴芳、张魏娜、王鹏、曾学仁、吕俊、李超、夏路、寿春晖、蒋卓宇、李孟蕾、翟家强、张安军、张栋兵、胡旦、龚皓、恽旻、王昕、吴媛、顾正建、邓大伟、储银枝、沈灿军、程力、邱文利、范海东、康喆、赵国华、李亮德。



# 光伏组件用旁路二极管热失控测试

## 1 范围

本文件描述了一种光伏组件旁路用二极管热失控的试验方法。该试验方法用于评估已经安装在光伏组件中的旁路二极管是否容易发生热失控现象,或者在从正向偏置转变为反向偏置时,接线盒的散热能力是否使二极管不过热。

本文件适用于肖特基二极管的测试,因为肖特基二极管具有在高温下漏电流随反向偏压提高而增大的特性,这个特性使得肖特基二极管容易发生热失控现象。

使用 P-N 结二极管作为旁路二极管的试样不需要进行本文件要求的热失控试验方法,因为 P-N 结二极管具有很强的承受反向偏压的能力。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

IEC TS 61836 太阳光伏能源系统 术语、定义和符号 (Solar photovoltaic energy systems—Terms, definitions and symbols)

## 3 术语和定义

IEC TS 61836 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**反向电流 reverse current**

流经旁路二极管的与二极管极性方向相反的电流。

### 3.2

**反向偏压 reverse bias voltage**

旁路二极管两端施加的与二极管极性方向相反的电压。

### 3.3

**$T_{\text{lead}}$**

热电偶测量的旁路二极管引线的温度。

## 4 热失控试验

### 4.1 二极管热失控

一些在光伏组件中的旁路二极管,具有反向偏置状态下漏电流随温度升高而增大的特性。如果旁路二极管在反向偏置时,已经是一个很高的温度,二极管内部就可能会有较大的反向电流,这个反向电流能导致二极管结温明显地升高。当温升超过接线盒散热能力的时候,这个温升和反向电流就能导致旁路二极管失效。这种现象被称为“热失控”。因此,应对光伏组件接线盒中旁路二极管的热设计进行

验证,以确保热失控现象不会发生。  
热失控是否会发生的简单说明如图 1 所示。

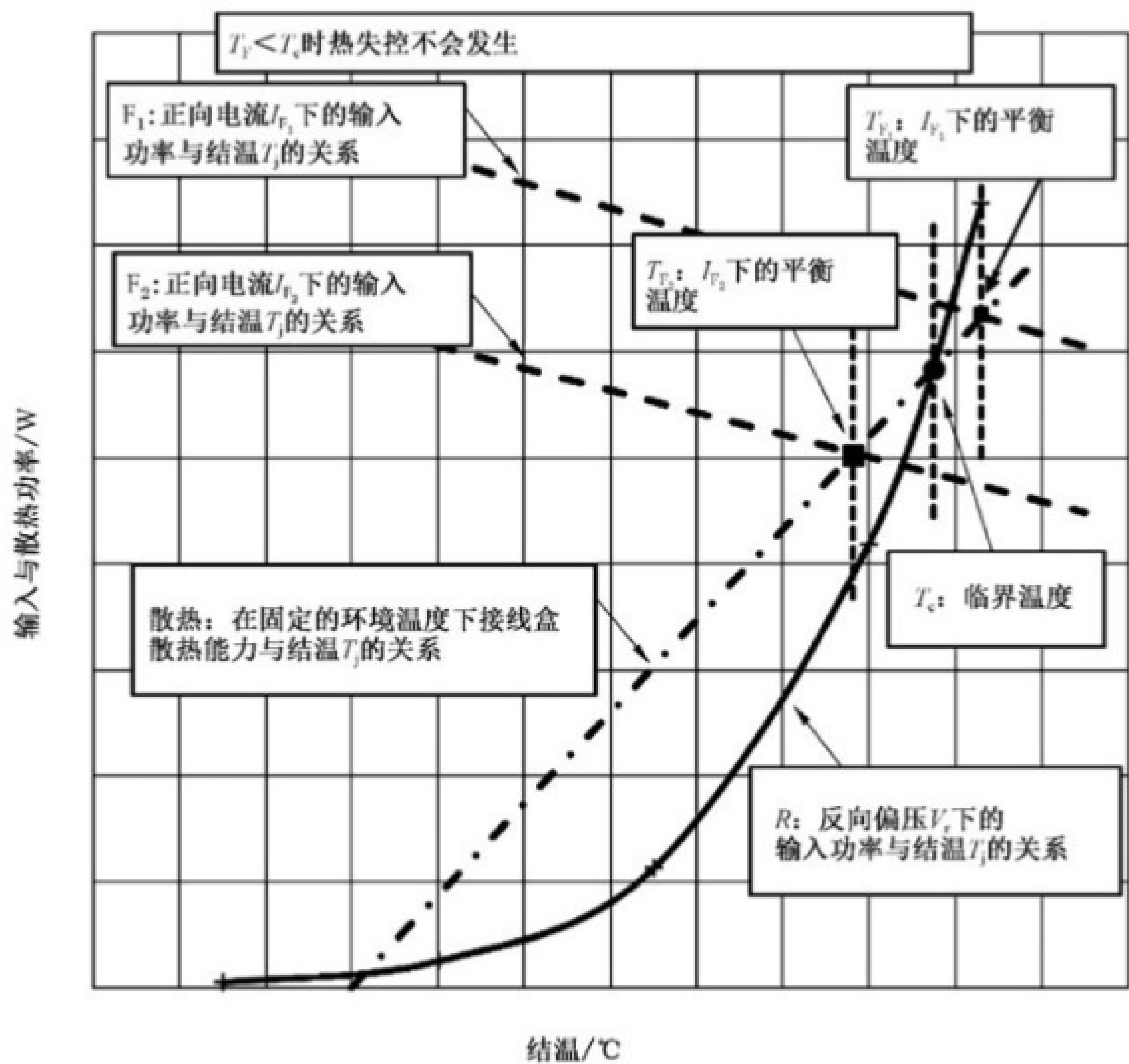


图 1 热失控现象示意图

曲线 R 表征了反向偏压  $V_r$  下的输入功率与结温  $T_j$  的关系。如图 1 所示,在高结温区域,输入功率上升十分迅速。接线盒的散热能力在图中用“散热”曲线表示,“散热”曲线与曲线 R 的交点为临界温度  $T_c$ 。

当结温高于临界温度  $T_c$  时,旁路二极管反向偏置,输入功率就会超过接线盒散热能力,从而导致结温不断升高,直到热失控现象发生。

当结温低于临界温度时,二极管反向偏置,输入功率会低于散热能力,这种情况下结温会逐渐下降至环境温度。

曲线  $F_1$  与曲线  $F_2$  表示正向电流  $I_{F1}$  和  $I_{F2}$  产生的输入功率与结温的关系。其与冷却能力“散热”曲线的交点显示了施加正向电流时的平衡温度  $T_{F1}$  和  $T_{F2}$ 。

当曲线  $F_1$  对应的平衡温度  $T_{F1}$  高于临界温度  $T_c$  时,二极管反向偏置时容易发生热失控现象。当曲线  $F_2$  对应的平衡温度  $T_{F2}$  低于临界温度  $T_c$  时,二极管反向偏置时不易发生热失控现象。

4.2 试验条件

热失控试验宜在以下条件下执行。

- a) 初始组件温度:  $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。  
对于带有“仅用于开放支架安装”标签的组件初始温度可降至  $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。  
由于热失控现象的发生与反向偏置时的温度有关,故热失控试验需要在组件正常工作时有可能达到的最高环境温度下进行。  
组件温度通过测量  $T_{\text{lead}}$  获得。
- b) 设定正向电流:  $1.25 \times$  光伏组件“STC 条件下短路电流( $I_{\text{sc}}$ )”施加于被测旁路二极管。



- c) 设定反向偏压：光伏组件中受此被测二极管保护的电池串 STC 条件下开路电压( $V_{oc}$ )施加于被测二极管。

4.3 试样制备

试样宜为实际应用的组件或与实际应用的组件具有相同构成的特殊样品。  
当进行测试的环境箱尺寸有限时,可使用特殊样品。  
为模拟真实组件,特殊样品结构为一块前盖板与背板的层压件及黏结其上的接线盒,该接线盒内部含有被测旁路二极管。  
因为热失控现象的发生与旁路二极管的散热效果有关,故被测二极管应采用与实际应用的组件中同样的安装方式。特殊样品可由组件或接线盒制造商提供。  
如果使用实际组件,则宜断开电池串与旁路二极管的电连接。  
组件测试所需线缆应与试样一起提供。

为了测得  $T_{lead}$  和每个旁路二极管的电压( $V_1, V_2, \dots, V_n$ ),提供试样时,将引线和热电偶按图 2 所示的方法连接。  
热电偶宜安装在旁路二极管的负极引线上,并尽可能地靠近二极管本体。  
**注意:**宜尽量减少二极管特性或其热传输路径的任何改变。

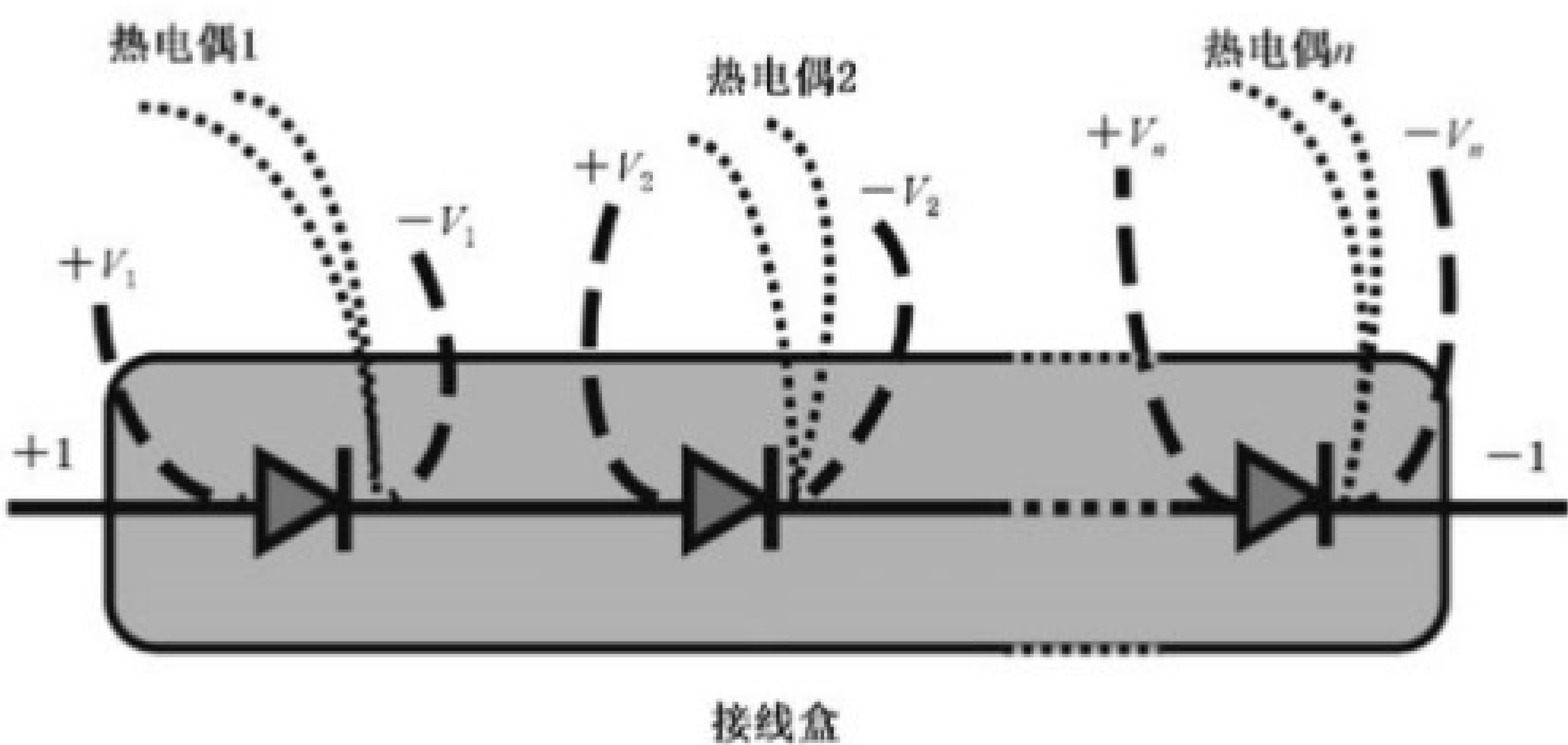
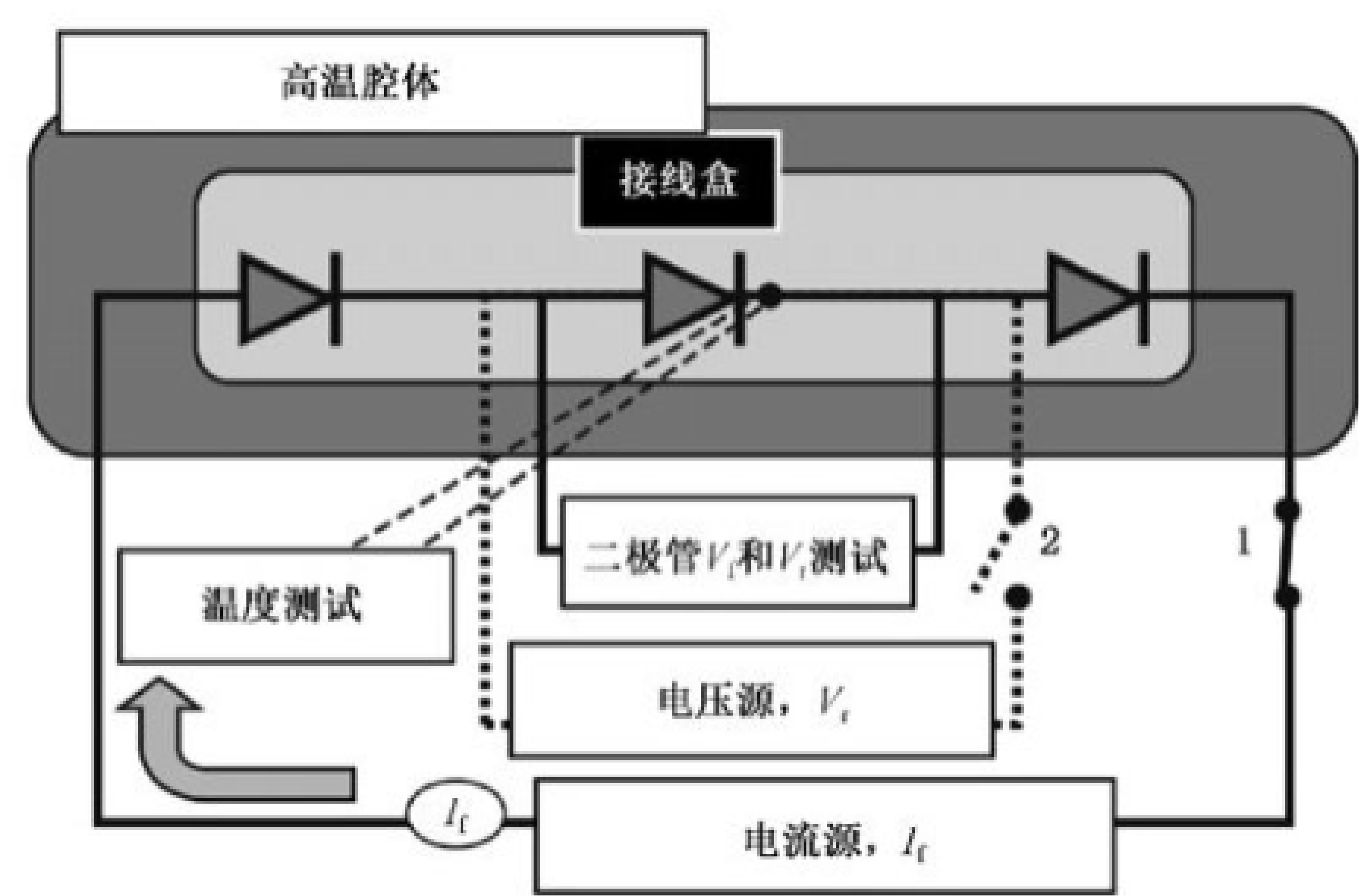


图 2  $T_{lead}$ 与正向电压的测试电路图

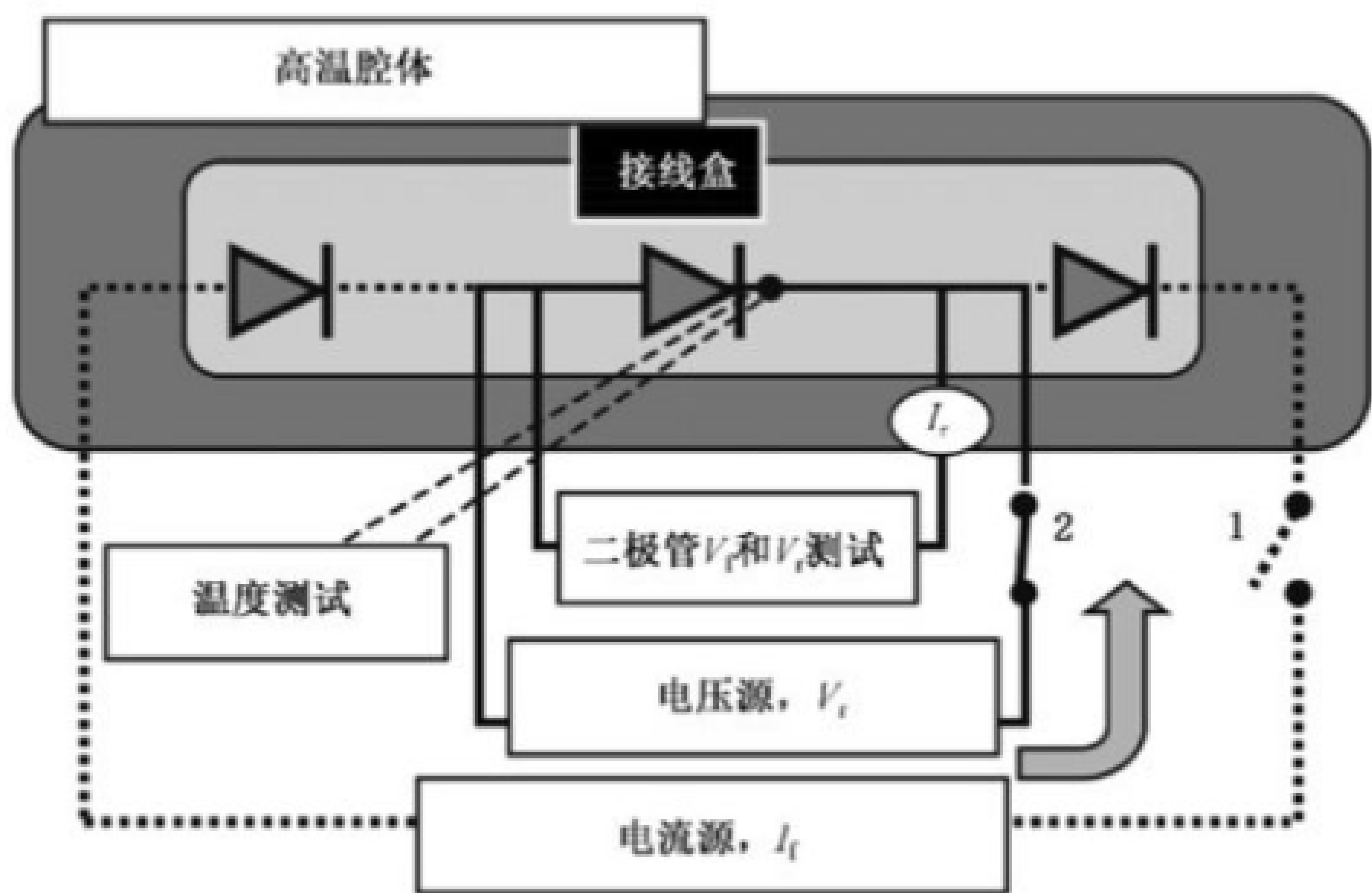
4.4 试验设备

- 所需的试验设备如下。
- a) 能将组件加热到 $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境箱。
  - b) 具有温度检测能力的试验箱,监测精度 $\pm 2.0^\circ\text{C}$ ,重复性 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。
  - c) 热电偶为测试  $T_{lead}$  的温度,温度记录设备测试精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。  
在测试中可使用通用的带焊接头的 T 型热电偶(铜-康铜),其最大量程为  $200^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ ,该量程通常高于观测温度  $T_c$ (临界温度),当热失控发生时,温度很可能超过 T 型热电偶的最大量程上限,但是通过测量流经二极管的反向电流仍可探测到热失控现象。
  - d) 试验设备具备采用 4.2 b) 中的方法施加正向电流的能力。具备全程监测流经组件的正向电流  $I_f$  的能力,以及监测选定的被测二极管的正向电压  $V_f$  的能力。
  - e) 试验设备具备在旁路二极管两端施加 4.2 c) 中反向偏压的能力,以及在特定反向偏压情况下,给予被测二极管施加 1.25 倍短路电流的能力。具备测定旁路二极管反向电流  $I_r$  及反向偏压  $V_r$  的能力。
  - f) 试验设备具备按照电路图 3、图 4,从正向电流输入切换到施加反向偏压的能力(切换时间 10 ms 以内);设备设计中不应存在有害的尖峰电压。



标引序号说明：  
1——正向电流试验电路；  
2——反向偏压试验电路。

图 3 旁路二极管通正向电流电路图



标引序号说明：  
1——正向电流试验电路；  
2——反向偏压试验电路。

图 4 旁路二极管施加反向偏压电路图

4.5 试验方法

试验方法如下。

- a) 为获得旁路二极管的初始特性,并确保旁路二极管工作正常,在室温条件(25±5)℃下测量二极管的反向特性,包括测量 4.2 c)规定的反向偏压下的反向电流。
- b) 挑选被测二极管,在室温条件(25±5)℃下,根据 4.2 b)给试样的所有旁路二极管串联后通正向电流,挑选温度最高的二极管为被测二极管。如果有二极管被安装在其他位置例如层压在封装材料中等,宜挑选出温度最高的二极管为被测二极管。
- c) 将测试样品与必要的测量和监测设备放入环境箱后,将其加热至 4.2 a)所规定的初始组件温度。宜考虑尽量减少空气流动对环境箱内试样的影响。
- d) 给旁路二极管施加设定如 4.2 b)的正向电流 40 min 后,待  $T_{lead}$  在 10 min 内变化范围不超过 0.3℃,关闭正向电流,并在 10 ms 内将 4.2 c)中规定的反向偏压施加于被测旁路二极管两端。

持续观察被测二极管的反向电流与温度变化；  
大多数情况下反向电流和  $T_{\text{lead}}$  不会保持稳定，预期很快会上升（如图 5 所示）或下降（如图 6 所示）。在临界情况下，需要一些时间来观察最终的变化方向。这种情况下测试宜继续进行至少 2 min。如果反向电流增加到反向偏置电源允许的极限，此时认为热失控现象发生，应切断反向偏置电源。

- e) 将试样从高温环境箱中取出。
- f) 试验后检测二极管性能，待试样降温后，在室温条件  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$  下测试旁路二极管的反向特性，包括 4.2 c) 中规定的反向偏压状态下的反向电流大小等。然后将试验后反向电流大小与 4.5 a) 中测得的初始值进行比较。

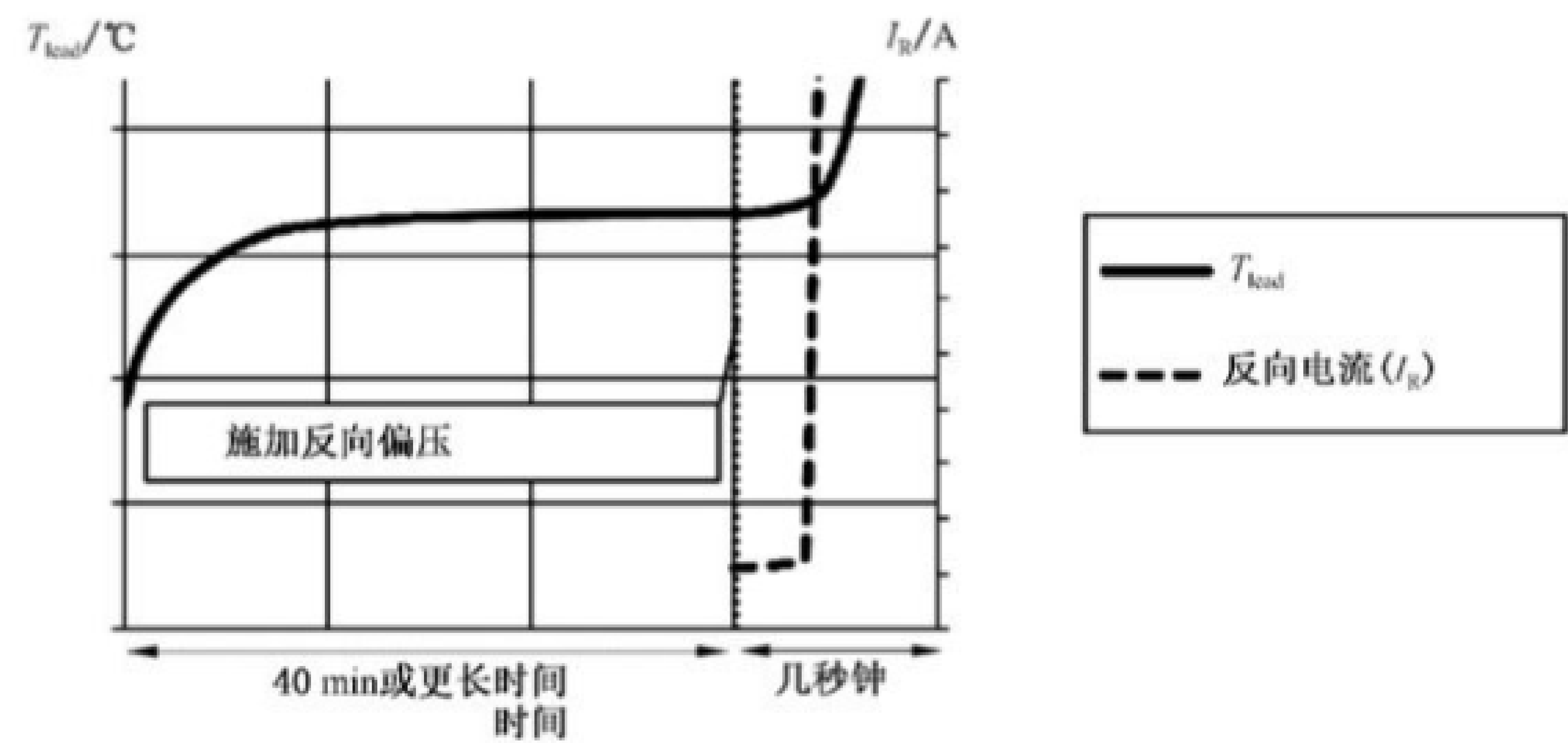


图 5 典型的热失控现象曲线图

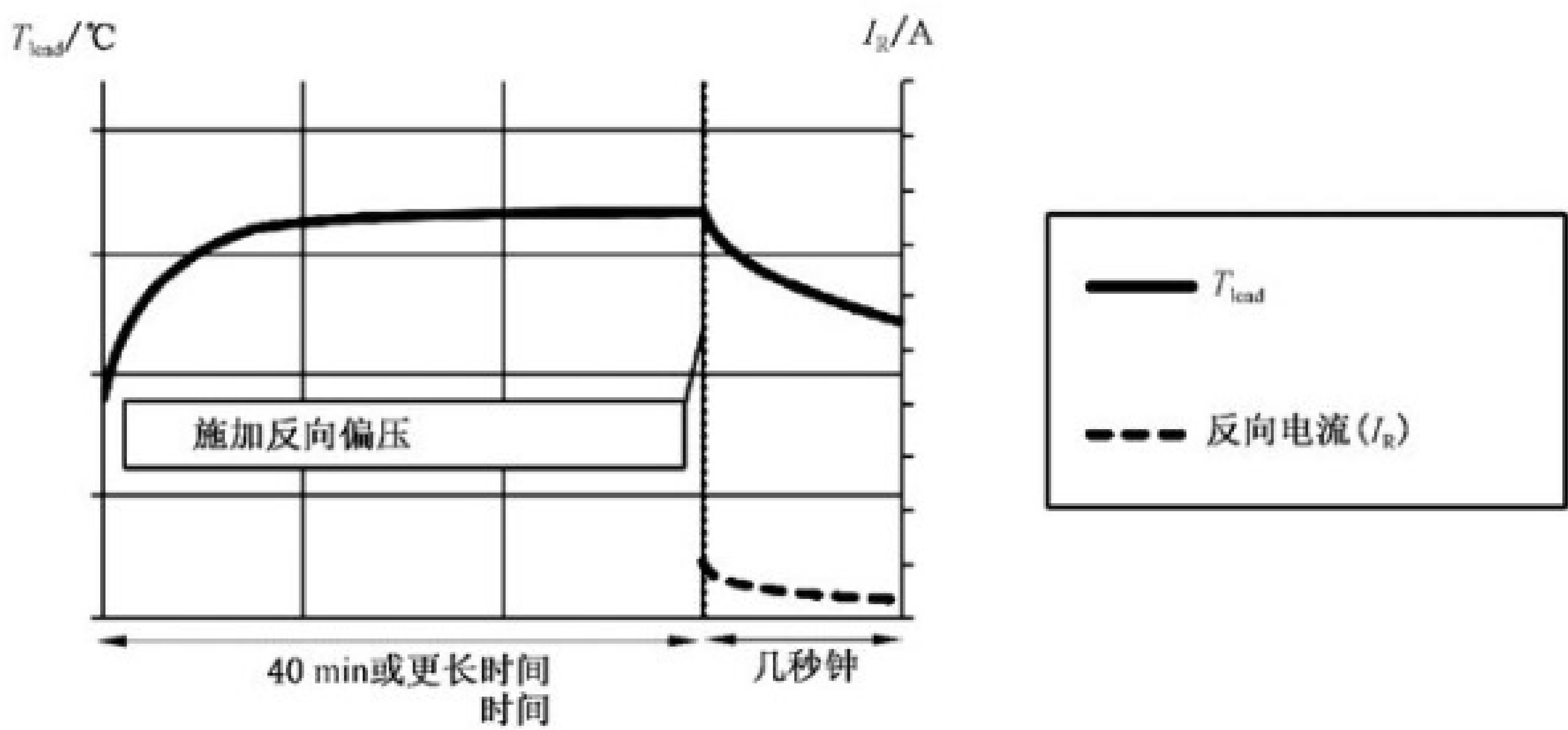


图 6 非失控现象曲线图

5 合格与不合格的判定

判定条件如下：

- a) 如果在试验过程中施加反向偏压的阶段 4.5 d)  $T_{\text{lead}}$  和反向电流均减小，且试验后反向电流测试 4.5 f) 不超过初始值 4.5 a) 的 5 倍，则认为旁路二极管热失控试验结果合格；
- b) 如果在试验过程中施加反向偏压的阶段 4.5 d)  $T_{\text{lead}}$  和反向电流均增加，或试验后反向电流测试 4.5 f) 超过初始值 4.5 a) 的 5 倍，则认为旁路二极管热失控试验结果不合格。

6 测试报告

测试报告应包含重现测试结果所需的信息,以及所测试样本的详细情况,具体事项如下。

- a) 标题。
  - b) 测试实验室的名称和地点,开展测试的地点。
  - c) 报告与每一页的唯一标识。
  - d) 合适处注明客户姓名与地址。
  - e) 试样的详细规格、描述与鉴定。
  - f) 合适处注明测试委托接受日期与测试日期。
  - g) 表明测试所用测试设备与其他相关设备。
  - h) 合适处注明抽样参照程序。
  - i) 注明指定试验条件的数值,并注明所有的误差来源与添加和删除项,测试方法以及与特定测试结果、测量和检测相关的任何其他信息,并将结果以表格、图表、草图或照片等形式展示出来,包括:
    - 测试组件初始温度;
    - 设定正向电流 4.2 b);
    - 设定反向偏压 4.2 c);
    - 旁路二极管输入正向电流;
    - 通正向电流至稳定时  $T_{lead}$  的值;
    - 通正向电流的持续时间;
    - 切断正向电流后,施加反向偏压的切换时间;
    - 旁路二极管上所施加的反向偏压;
    - 指定反向偏压的施加时间;
    - 施加反向偏压后  $T_{lead}$  的数据记录;
    - 施加反向偏压后二极管漏电流的数据记录;
    - 被测试样的照片与描述;
    - 热失控试验前后二极管特性测试记录。
  - j) 不确定度评估(相关处)。
  - k) 对报告及证书内容负责人的签名或等同身份证明以及签发日期。
  - l) 在相关处说明结果仅与所测试的项目有关的声明。
  - m) 声明未经实验室书面批准,不能部分复制证书或报告。
-







中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准

光伏组件用旁路二极管热失控测试

GB/T 44081—2024/IEC 62979:2017

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.net.cn

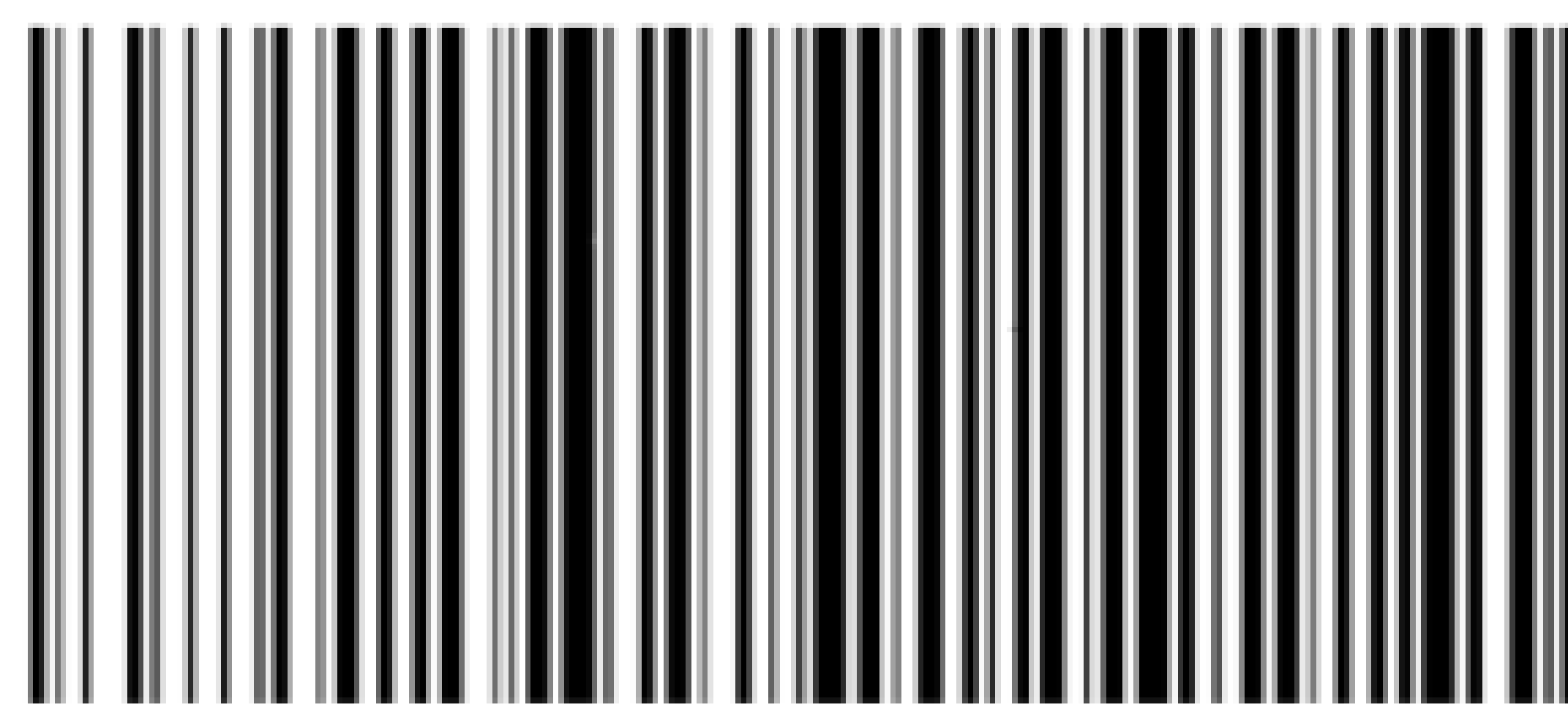
服务热线:400-168-0010

2024年5月第一版

\*

书号:155066·1-76196

版权专有 侵权必究



GB/T 44081-2024