

ICS 27.160

CCS F 04



# 团体标准

T/CSTM 00463—2022

## N 型晶体硅黑环光伏电池分类

Classification of black rings in N-type crystalline silicon photovoltaic cells

2022-05-09 发布

2022-08-09 实施

中关村材料试验技术联盟

发布

全国标准信息公共服务平台  
CSTM标准发布使用

## 目 录

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 黑环光伏电池的分类 .....	1
附录 A（规范性） 光伏电池 EL 图像的获取 .....	3
附录 B（规范性） N 型晶体硅黑环光伏组件分类可靠性测试 .....	4
附录 C（资料性） 晶棒氧含量对黑环的影响 .....	10
附录 D（资料性） 起草单位和主要起草人 .....	13

## 前 言

本文件参照 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。

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。

本文件由中国材料与试验团体标准委员会建筑材料领域委员会（CSTM/FC03）提出。

本文件由中国材料与试验团体标准委员会建筑材料领域委员会太阳能光伏系统应用技术委员会（CSTM/FC03/TC22）归口。

# N 型晶体硅黑环光伏电池分类

## 1 范围

本文件规定了 N 型晶体硅黑环光伏电池分类的术语和定义、分类方法。  
本文件适用于 N 型晶体硅黑环光伏电池的分类。

## 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。

GB/T 29195-2012 地面用晶体硅太阳能电池总规范

IEC 61215-2: 2021 地面光伏组件-设计鉴定和定型-第 2 部分：测试程序 (Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 2: Test procedures)

IEC TS 63202-2: 2021 光伏电池 第 2 部分：晶体硅光伏电池 EL 图像 (Photovoltaic cells - Part 2: Electroluminescence image for crystalline silicon solar cells)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**黑环特征** black ring characteristics

在获取的电致发光 (EL) 图像中呈现灰度值小于整体平均灰度值的圆弧或圆形特征。

### 3.2

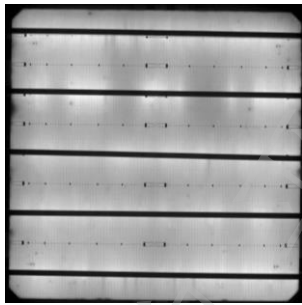
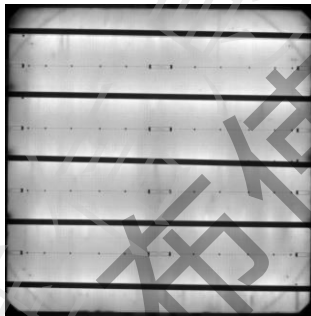

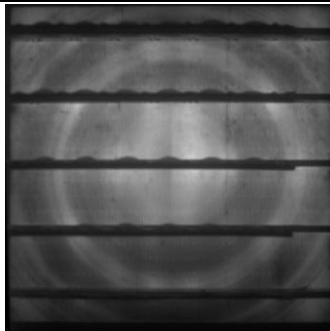
**黑环** black ring

N型晶体硅光伏电池在EL测试后所呈现出的具有黑环特征的图像。

## 4 黑环光伏电池的分类

N型晶体硅黑环光伏电池的分类和说明见表1。

表1 N型晶体硅黑环光伏电池分类

类别	说明	图像	评价
无黑环光伏电池	未出现黑色圆弧		出现风险的概率较低。
不完整黑环光伏电池	1) 黑色圆弧的个数 (B) 至少 1 条; 2) 该黑环完整度 (A) 小于 100%, 没有形成完整圆环。		与无黑环光伏电池处于同一水平, 出现风险的概率较低。
完整黑环光伏电池	1) 黑色圆弧的个数 (B) 至少 1 条; 2) 该黑环完整度 (A) 等于 100%, 形成完整圆环。		与无黑环光伏电池处于同一水平, 出现风险的概率较低。
宽深黑环光伏电池	1) 最深圆弧的宽度 (C, 灰度值最大的圆环的内外半径之差) 不小于图像边长 (D) 的 10%; 2) 最深黑环完整度 (A) 不小于 50%;		存在一定风险, 不推荐使用。
<p>注 1: 如果光伏电池的 EL 图像同时具有两种及以上的黑环特征, 则按其最明显、最严重的黑环特征进行归类。</p> <p>注 2: 本表中的验证结果是基于 IEC 61215-2: 2021 的相关测试验证。</p> <p>注 3: 本表中的字母解释: A——黑环完整度; B——黑色圆弧个数; C——最深圆弧宽度; D——图像边长。</p>			

按 IEC TS 63202-2: 2021 获取 EL 图像的黑环特征, EL 图像的获取应符合附录 A 的要求。  
按黑环光伏电池分类制成的 N 型晶体硅黑环光伏组件的可靠性测试应符合附录 B 的要求。  
晶棒氧含量对黑环的影响见附录 C。

附 录 A  
(规范性)  
光伏电池 EL 图像的获取

### A.1 概述

在产线上随机抽取 N 型晶体硅光伏电池至少 10000 片，按 IEC TS 63202-2: 2021 对光伏电池进行逐个测试，获取 EL 图像。并根据 4.1 中黑环特征进行分类。

### A.2 样品要求

测试样品的准备应满足以下要求：

- a) 测试样品为单片晶体硅光伏电池；
- b) 测试样品外观应符合 GB/T 29195-2012 中 4.1.5 的规定；
- c) 测试样品表面须保持清洁、无明显的裂痕或异物等。

### A.3 设备要求

测试设备由成像系统、暗室、电源、图像处理系统组成，测试设备应满足 IEC TS 63202-2: 2021 中 4.1 的要求。

### A.4 测试过程

测试过程分为相机设置、成像、图像处理等步骤，具体操作应参照 IEC TS 63202-2: 2021 中 4.2 的要求。

### A.5 EL 图像评估

获取的 EL 图像的修正及评估应按照 IEC TS 63202-2: 2021 中第 5 章的要求进行。

## 附录 B

(规范性)

## N 型晶体硅黑环光伏组件分类可靠性测试

## B.1 概述

为了模拟N型晶体硅黑环光伏组件在实际使用中可能出现的问题，从而在产品设计和质量控制方面予以保证，设计如下实验。目前光伏组件性能及可靠性主要采用IEC 61215-2: 2021的实验条件和方法。

随机抽取2.5万片N型晶体硅光伏电池，包括无黑环光伏电池、不完整黑环光伏电池、完整黑环光伏电池、宽深黑环光伏电池四类，将这四类电池分类后，按同一效率档制成组件，效率档范围为0.1 %，分别进行可靠性测试。

为了排除辅材对测试结果造成误差，除电池片外，其他物料应保持一致。

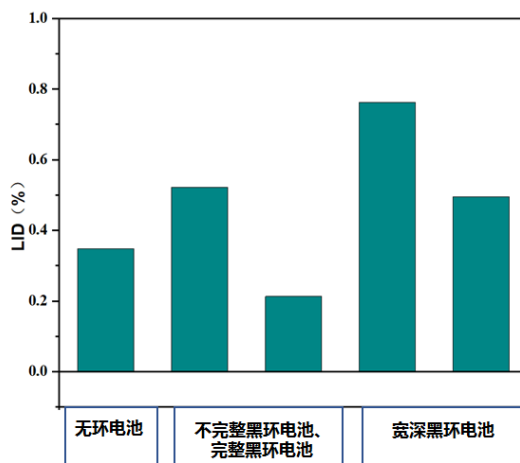
## B.2 试验初步结果

- a) 不完整黑环光伏电池：组件PID测试、DH 1000测试、TC 200测试、TC 50+HF 10测试、热斑测试、机械载荷测试结果均与无黑环光伏电池处于同一水平，风险系数较低；
- b) 完整黑环光伏电池：组件PID测试、DH 1000测试、TC 200测试、TC 50+HF 10测试及机械载荷测试结果均与无黑环光伏电池处于同一水平，风险系数较低；
- c) 宽深黑环光伏电池：组件DH 1000测试、TC 200测试、TC 50+HF 10测试和热斑测试结果表明N型晶体硅宽深黑环光伏电池存在一定风险，不宜推荐使用。

## B.3 光伏组件试验验证

## B.3.1 光伏组件LID测试

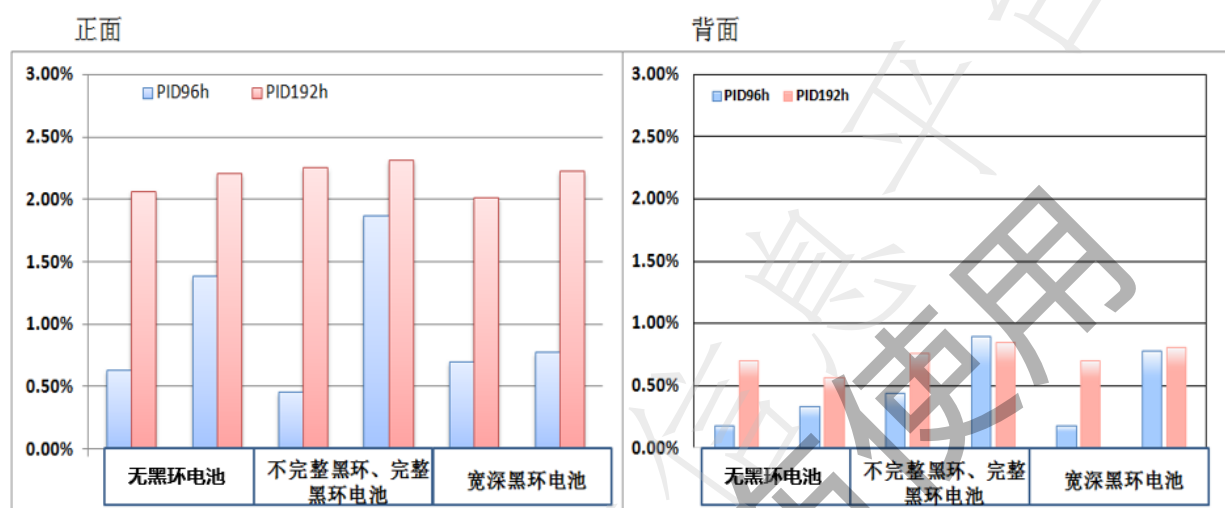
按照 IEC 61215-2:2021 MQT 08 执行，用于模拟组件使用过程中的初始光致衰减，黑环光伏组件初始光衰情况见图 B.1。



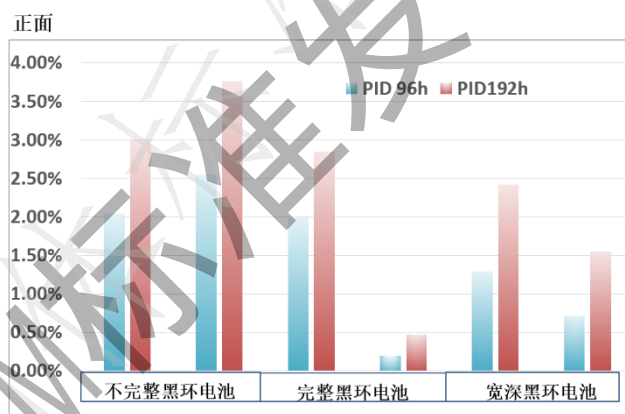
图B.1 黑环光伏组件初始光衰情况

### B.3.2 光伏组件PID测试

按照 IEC 61215-2:2021 MQT 21 执行，黑环光伏组件 PID 96h 和 PID 192h 的测试（5 主栅）见图 B.2，黑环光伏组件 PID 96h 和 PID 192h 的测试（9 主栅）见图 B.3。



图B.2 黑环光伏组件 PID 96h 和 PID 192h 的测试（5 主栅）









图B.3 黑环光伏组件 PID 96h 和 PID 192h 的测试（9 主栅）

### B.3.3 光伏组件热斑测试

#### B.3.3.1 光伏组件热斑无遮挡测试

按照 IEC 61215-2:2021 MQT 09 执行，黑环 mini 光伏组件室内热斑模拟测试（单片，无遮挡）见表 B.1。

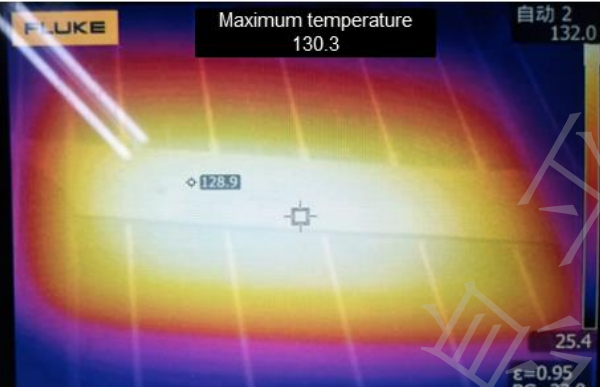


表 B.1 黑环 mini 光伏组件室内热斑模拟测试（单片，无遮挡）

类别	测试结果		说明
无黑环光伏电池			电池平均温度 56.2℃， 局部最高温度 58.7℃
不完整黑环光伏电池			电池平均温度 55.4℃， 局部最高温度 59.7℃
宽深黑环光伏电池			电池平均温度 52.3℃， 局部最高温度 60.3℃

## B.3.3.2 光伏组件热斑遮挡50 %测试

按照 IEC 61215-2:2021 MQT 09 执行，黑环 Mini 光伏组件室内热斑模拟测试（单片，遮挡 50 %）见表 B.2。

表 B.2 黑环 Mini 光伏组件室内热斑模拟测试（单片，遮挡 50%）

类别	测试结果	说明
无黑环电池		局部最高温度 130.3 °C
不完整黑环光伏电池		局部最高温度 131.5 °C
宽深黑环光伏电池		局部最高温度稍高 135.4 °C

## B.3.4 光伏组件DH 1000, TC 200和TC 50+HF 10测试

按照 IEC 61215-2:2021 执行，用于评估黑环光伏组件承受由于温度重复变化而引起的热失配、疲劳和其他应力的能力。黑环光伏组件 DH 1000, TC 200 及 TC 50+HF10 测试见图 B.4。

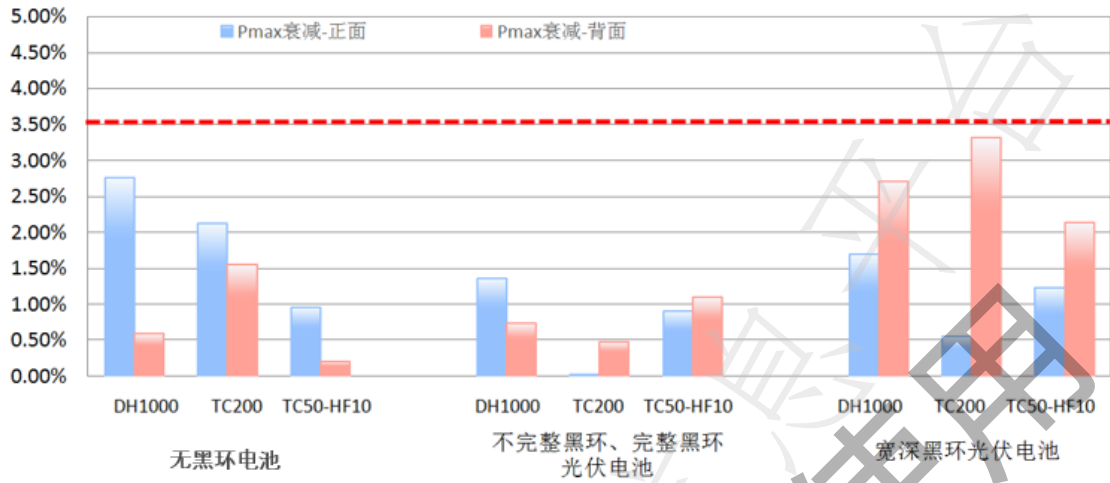


图 B.4 黑环光伏组件 DH 1000, TC 200 及 TC 50+HF10 测试

### B.3.5 光伏组件机械载荷测试

按照 IEC 61215-2:2021 MQT 16 执行，用于评价黑环光伏组件在经受风、雪、覆冰等载荷下的功率衰减。黑环光伏组件静态机械载荷测试见图 B.5，黑环光伏组件 DH1000+动态机械载荷测试见图 B.6。

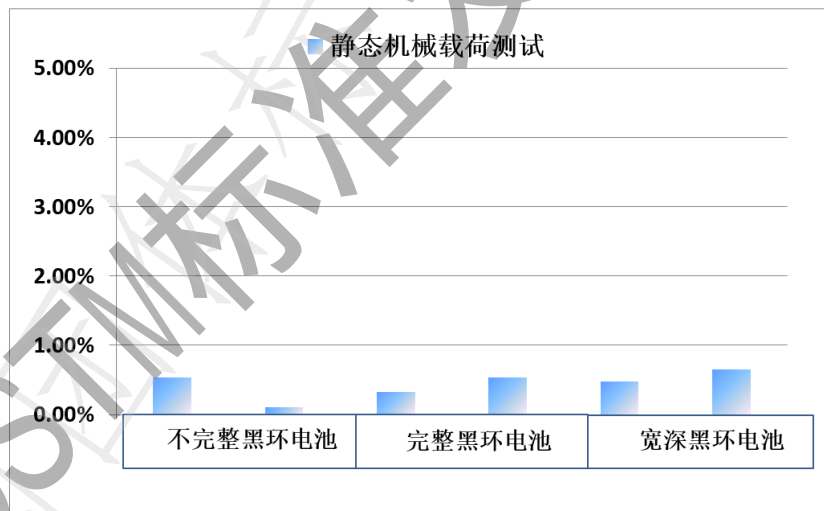
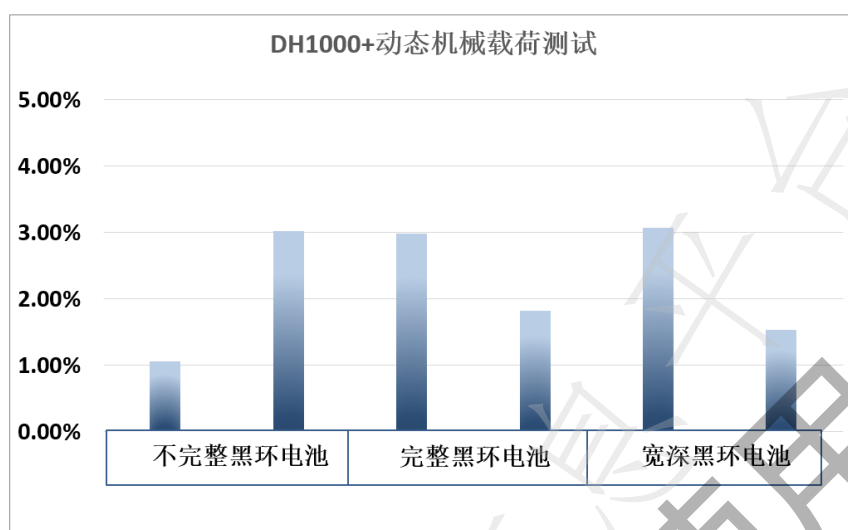


图 B.5 黑环光伏组件静态机械载荷测试



图B.6 黑环光伏组件 DH1000+动态机械载荷测试

附 录 C  
(资料性)  
晶棒氧含量对黑环的影响

### C.1 概述

近年对N型单晶硅片的研究表明，氧沉淀是引发N型单晶黑环的主要原因，为了验证该结论，选取同一时期投产的不同初始头部氧含量的N型头部单晶顺序片的效率及黑环占比情况。1#晶棒的初始氧含量为15.77 ppma，2#晶棒初始氧含量为14.48 ppma，3#晶棒的初始氧含量为11.39 ppma。结果发现单晶头部初始氧含量越高，头部黑环占比及整棒黑环占比就越高，不同初始氧含量单晶头部黑环及效率顺序片验证见图C.1，不同位置具有黑环的硅片PL及电池片EL图片见图C.2，不同初始氧含量单晶的头部和整棒黑环占比见图C.3，典型硅棒轴项氧含量分布见图C.4。因此，降低氧含量，能有效控制N型单晶黑环占比。

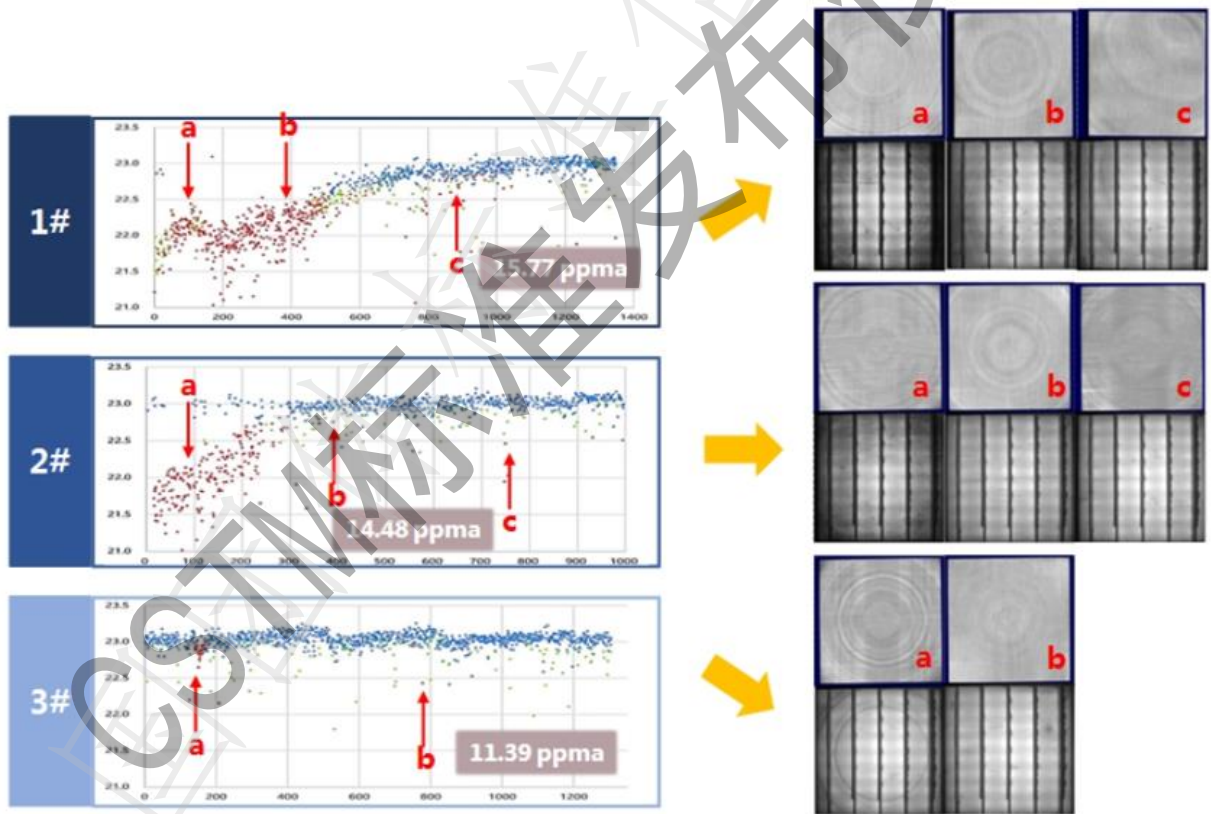


图 C.1 (左) 不同初始氧含量单晶头部黑环及效率顺序片验证图

图 C.2 (右) 不同位置具有黑环的硅片 PL 及电池片 EL 图片

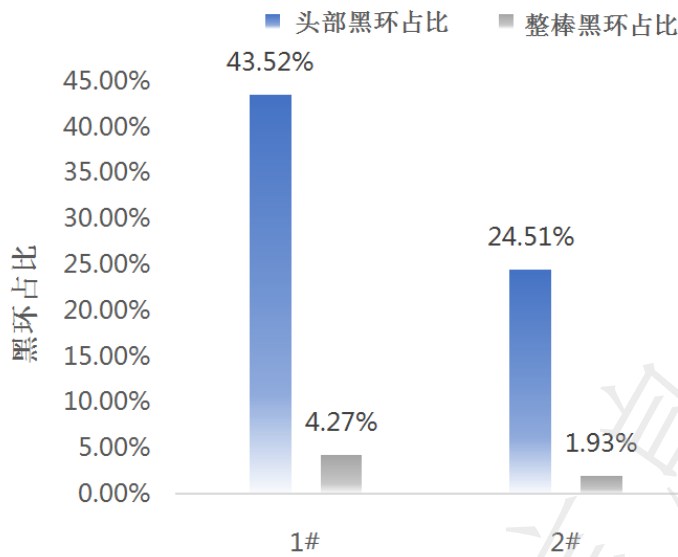


图 C.3 不同初始氧含量单晶的头部和整棒黑环占比

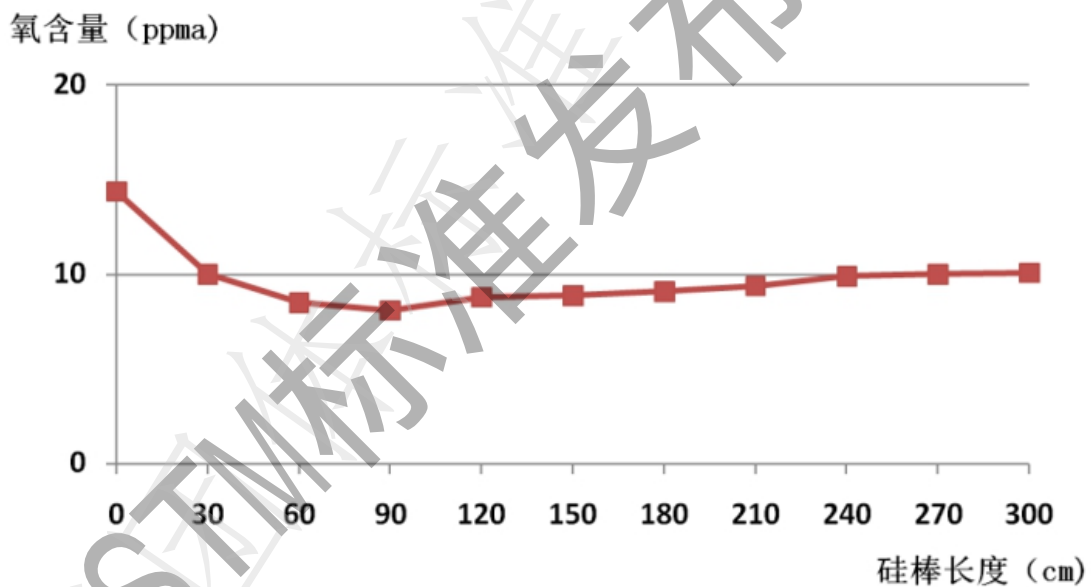


图 C.4 典型硅棒轴项氧含量分布

## C.2 同一硅棒头部氧含量及位置与黑环的关系

硅棒头部顶端位置，氧含量高，超过20.0 ppma时硅片PL图像呈现出深环的特征，EL图像多为宽深黑环和完整黑环；随着硅棒头部位置下移，氧含量逐渐降低，硅片PL图像和电池EL图像黑环特征变淡，转变为不完整黑环和无黑环，头部顺序片氧含量测试结果见图C.5。

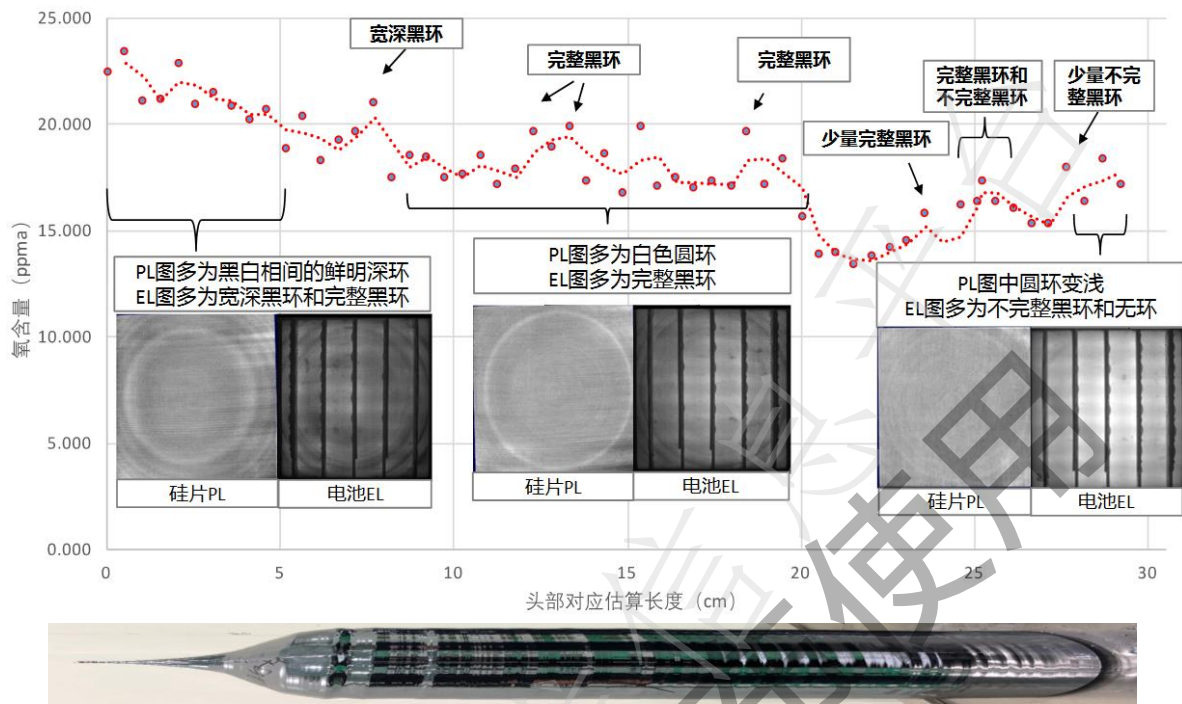


图 C.5 头部顺序片氧含量测试结果

附 录 D

(资料性)

起草单位和主要起草人

本文件起草单位：晶科能源股份有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、南方电网综合能源股份有限公司、浙江晶科能源有限公司、晶科能源（上饶）有限公司

本文件主要起草人：金浩、张昕宇、郭志球、张可佳、李达、于琨、李宁、金井升、刘长明。

——

全 国 标 准 发 布 使 用