

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24716—2023

代替 GB/T 24716—2009

## 公路沿线设施太阳能供电系统 通用技术规范

Technical specifications of solar energy power system for motorway facilities

2023-08-06 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

|                      |   |
|----------------------|---|
| 前言 .....             | I |
| 1 范围 .....           | 1 |
| 2 规范性引用文件 .....      | 1 |
| 3 术语和定义 .....        | 1 |
| 4 太阳能供电系统组成与分类 ..... | 2 |
| 5 总体要求 .....         | 2 |
| 6 技术要求 .....         | 3 |
| 7 试验方法 .....         | 4 |
| 8 检验规则 .....         | 6 |
| 9 标志 .....           | 6 |
| 参考文献 .....           | 7 |

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc21

## 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。

本文件代替 GB/T 24716—2009《公路沿线设施太阳能供电系统通用技术规范》，与 GB/T 24716—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围的适用界限(见第 1 章,2009 年版的第 1 章)；
- b) 增加了“晶体硅太阳能电池”“薄膜太阳能电池”“并网逆变器”的术语和定义(见 3.2、3.3、3.4)；删除了“硅太阳能电池”“单晶硅太阳能电池”“多晶硅太阳能电池”“聚光太阳能电池”“开路电压”“短路电流”“太阳能电池的伏安特性曲线”“填充因子(曲线因子)”“最大功率”“最大功率点”“最佳负载”“最佳工作电压”“最佳工作电流”“转换效率”“太阳模拟器”“标准太阳能电池”“标准工作条件”“额定电压”“额定电流”“额定功率”和“浮充电”的术语和定义(见 2009 年版的 3.2~3.22)；
- c) 更改了太阳能供电系统组成与分类(见第 4 章,2009 年版的第 4 章)；
- d) 增加了总体要求(见第 5 章)；
- e) 删除了选用原则(见 2009 年版的 5.1)；
- f) 更改了技术要求的内容(见第 6 章,2009 年版的第 5 章)；
- g) 增加了试验方法(见第 7 章)；
- h) 更改了检验规则(见第 8 章,2009 年版的第 6 章)；
- i) 更改了标志的要求(见第 9 章,2009 年版的第 7 章)。

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。

本文件由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)提出并归口。

本文件起草单位：中路高科交通检测检验认证有限公司、交通运输部公路科学研究所、国家交通安全设施质量检验检测中心、云南省交通运输综合行政执法局工程质量监督支队、凯盛科技集团有限公司、河北大学、西南交通大学、山东正晨科技股份有限公司。

本文件主要起草人：杨勇、李伟、张智勇、朱传征、田晓辰、王磊、彭寿、燕凌、陈建、苏鹤俊、李旭、李正章、王丛笑、常玉涛、高鹤、陈维荣。

——本文件于 2009 年首次发布，本次为第一次修订。

# 公路沿线设施太阳能供电系统 通用技术规范

## 1 范围

本文件规定了公路沿线设施太阳能供电系统的组成与分类、总体要求、技术要求、试验方法、检验规则和标志。

本文件适用于公路沿线设施太阳能供电系统。

## 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 191 包装储运图示标志
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾
- GB 8897.4 原电池 第4部分：锂电池的安全要求
- GB/T 9535—1998 地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型
- GB/T 15142 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 方形排气式镉镍单体蓄电池
- GB/T 16422.3—2022 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯
- GB/T 18911 地面用薄膜光伏组件 设计鉴定和定型
- GB/T 22040—2008 公路沿线设施塑料制品耐候性要求及测试方法
- GB/T 22473.1 储能用蓄电池 第1部分：光伏离网应用技术条件
- GB/T 36276 电力储能用锂离子电池
- JT/T 817—2011 公路机电系统设备通用技术要求及检测方法
- NB/T 32004—2018 光伏并网逆变器技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 太阳电池 solar cell

将太阳辐射能直接转换成电能的一种器件。

[来源：GB/T 2297—1989, 2.2, 有修改]

### 3.2

#### 晶体硅太阳电池 silicon solar cell

以单晶硅或多晶硅作为基体材料的太阳电池。

### 3.3

#### 薄膜太阳电池 thin film solar cell

以硅基、铜铟镓硒、碲化镉、砷化镓等半导体薄膜作为光电转换材料的太阳电池。

3.4

**并网逆变器 grid-connected inverter**

将太阳能电池阵列输出的直流电变换成交流电后馈入电网的设备。

[来源:NB/T 32004—2018,3.1,有修改]

4 太阳能供电系统组成与分类

4.1 组成

公路沿线设施太阳能供电系统一般由太阳能电池、蓄电池及充放电控制器等组成(见图1)。收费站、隧道照明系统等需要交流供电的场所还应配备逆变器等装置;并网型太阳能供电系统应配备并网逆变器等装置。

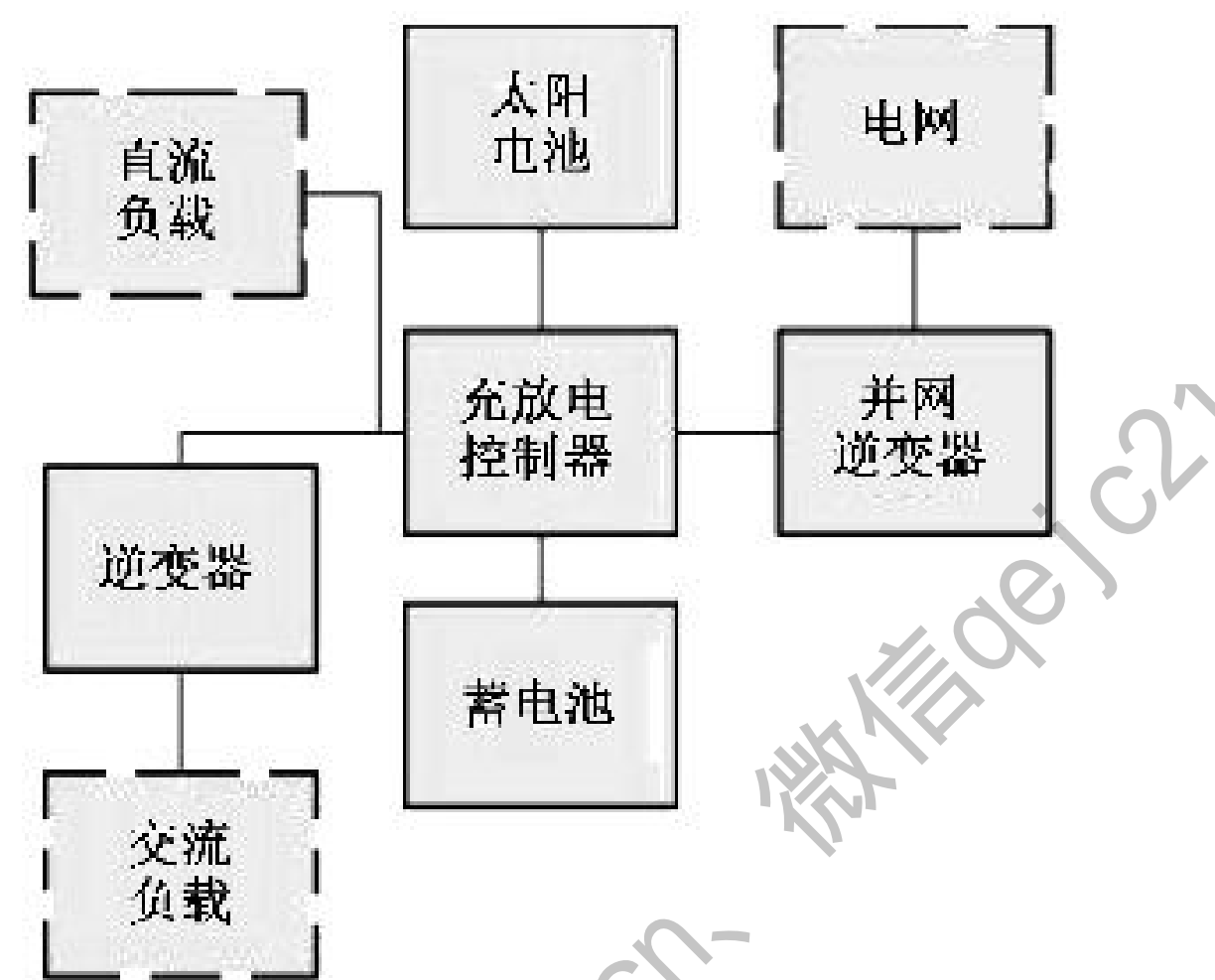


图1 公路沿线设施太阳能供电系统组成

4.2 分类

- 4.2.1 按与电网的连接方式分为离网型太阳能供电系统和并网型太阳能供电系统。
- 4.2.2 按负载性质分为直流太阳能供电系统和交流太阳能供电系统。
- 4.2.3 按太阳能电池的类型分为晶硅太阳能电池太阳能供电系统、薄膜太阳能电池太阳能供电系统等。
- 4.2.4 按太阳能电池的布设方式分为集中式太阳能供电系统和分布式太阳能供电系统。

5 总体要求

- 5.1 公路沿线设施应根据负载功耗、负载工作稳定性要求、太阳辐射情况和电网供电条件等,本着安全、环保、经济、适用的原则选用太阳能供电系统及其组成部分。
- 5.2 应用于安装空间受限或抗风荷载要求较高条件下的太阳能供电系统宜采用光电转换效率较高的太阳能电池。
- 5.3 安装、敷设于建筑、结构物的表面,或环境振动较为强烈条件下的太阳能供电系统可采用薄膜太阳能电池。
- 5.4 应用在冬季平均气温低于0℃地区的太阳能供电系统宜选用耐低温性能较好的蓄电池和蓄电池保温箱。
- 5.5 安装、敷设于路面、建筑表面、结构物表面等的太阳能电池组件及配套设施应具备一定的力学强度,能满足原路面、建筑表面、结构物表面等所需承受的压力和剪切力,且太阳能电池组件之间,太阳能电池与充放电控制器、并网逆变器、蓄电池、负载等之间的连接在受力的情况下应稳定可靠。

5.6 与太阳能供电系统相匹配的负载宜采用直流供电方式,且工作电压宜与供电系统输出电压相适应。

5.7 对于额定功率较大,工作可靠性要求较高的负载或负载系统,太阳能供电系统可配备氢储能单元等。

5.8 应保证太阳电池、蓄电池、充放电控制器、逆变器、负载等电压、容量匹配良好,太阳能供电系统工作稳定可靠。

## 6 技术要求

### 6.1 工作电压

公路沿线设施负载电压一般为直流 3 V、6 V、9 V、12 V、24 V、36 V、48 V,交流 220 V、380 V 等,太阳能供电系统的电压宜选择上述电压。

### 6.2 太阳电池

6.2.1 晶体硅太阳电池的性能应符合 GB/T 9535—1998 的规定,薄膜太阳电池的性能应符合 GB/T 18911 的规定。

6.2.2 太阳电池的外形尺寸、安装方式应与沿线设施产品自身和周围环境协调一致,不应对车辆、行人产生干扰。

### 6.3 蓄电池

蓄电池容量应根据太阳电池及负载等条件确定。蓄电池可选用铅酸蓄电池、镉镍碱性蓄电池或锂电池,其性能应符合以下规定:

- a) 铅酸蓄电池符合 GB/T 22473.1 的规定;
- b) 镉镍碱性蓄电池符合 GB/T 15142 的规定;
- c) 锂电池符合 GB 8897.4 和 GB/T 36276 的规定。

### 6.4 充放电控制器

6.4.1 充放电控制器应能采集太阳能供电系统的蓄电池电压、充电电流、放电电流等参数,并能显示蓄电池充满、欠压、过放、截止等状态。

6.4.2 充放电控制器应具备温度补偿功能,满足温差较大的外场使用环境要求。

6.4.3 充放电控制器应具备通信接口并满足通信协议要求,能接受上位机发送的命令,并将太阳能供电系统状态、参数等上传至上位机。

6.4.4 充放电控制器还应具备以下功能:

- a) 控制对蓄电池充电,且具有过充保护和过放保护功能;
- b) 按照系统工作电压为负载供电,且具有负载短路保护功能;
- c) 反接保护功能;
- d) 防止蓄电池通过充放电控制器向太阳电池阵列放电的功能。

### 6.5 逆变器

6.5.1 逆变器应具有输出电压自动调节功能,当输入直流电压在额定值的 85%~120%变化时,其正弦波输出端电压变化范围应不超过额定电压值的±5%。

6.5.2 逆变器的输出频率变化范围应不超过规定值的±5%。

6.5.3 在额定输出状态下,逆变器输出容量不大于 2 kVA 时,效率应大于或等于 80%;输出容量大于

2 kVA时,效率应大于或等于 85%。

## 6.6 并网逆变器

并网逆变器性能应符合 NB/T 32004—2018 的规定。

## 6.7 环境适应性

### 6.7.1 一般要求

6.7.1.1 太阳能供电系统中的充放电控制器、逆变器、并网逆变器、太阳电池及稳压电路等电子部件应符合安装场所的环境温度、湿度、机械振动条件要求,满足 JT/T 817—2011 中耐环境温度、耐环境湿度和耐机械振动性能的要求。

6.7.1.2 太阳能供电系统的外露部件应耐腐蚀、抗老化,其耐盐雾、耐二氧化硫腐蚀和耐候性能应满足 GB/T 22040—2008 表 2 中耐循环盐雾腐蚀性能、耐二氧化硫腐蚀性能和耐氙弧灯人工加速老化性能的要求。

### 6.7.2 太阳电池耐紫外辐射性能

经太阳电池耐紫外辐射性能试验后,外观无 GB/T 9535—1998 中 10.1.2 所列的缺陷;GB/T 9535—1998 中表 1 所规定的标准测试条件下太阳电池的最大输出功率衰减应不超过试验前的 5%;绝缘电阻按照 GB/T 9535—1998 中 10.3 规定的方法测试应不小于 50 MΩ。

### 6.7.3 太阳电池耐盐雾腐蚀性能

太阳电池经 168 h 的盐雾试验后,其性能应满足 6.2.1 的要求。

### 6.7.4 太阳电池耐风沙性能

太阳电池经 2 h 风沙试验后,其性能应满足 6.2.1 的要求。

## 7 试验方法

### 7.1 工作电压

在正常工作条件下,采用准确度等级不低于 1.0 级的电压表测量。

### 7.2 太阳电池

晶体硅太阳电池、薄膜太阳电池产品的性能试验方法分别按 GB/T 9535—1998、GB/T 18911 的规定进行。

### 7.3 蓄电池

铅酸蓄电池、镉镍碱性电池、锂电池产品的性能试验方法分别按 GB/T 22473.1、GB/T 15142、GB 8897.4 和 GB/T 36276 的规定进行。

### 7.4 充放电控制器

7.4.1 将试验负载接入太阳能供电系统,通过实际充、放电或模拟操作,逐项查看 6.4.1 中状态显示的内容。

7.4.2 将太阳能供电系统的蓄电池放入环境试验箱,使系统处于正常工作状态,改变蓄电池的环境温

度,检查控制器根据温度变化调整蓄电池充放电电压的情况。

7.4.3 将试验负载接入太阳能供电系统,充放电控制器连接至上位机,通过上位机查看系统状态、参数等信息。

7.4.4 功能测试应按下列方法进行:

- 将未充满电的蓄电池接入太阳能供电系统,在太阳电池正常工作状态下用电流表测试蓄电池充电电流,当蓄电池电压高于过充保护电压时,测量蓄电池的充电电流;断开太阳电池,通过负载对蓄电池放电,当蓄电池电压低于过放保护电压时,测量蓄电池的放电电流;
- 将太阳能供电系统中负载两端短路,查看此时的控制器状态并用电流表测量负载线路中的工作电流;
- 将太阳能供电系统中太阳电池(或蓄电池)两极反接,查看此时的控制器状态并用电流表测量线路中的电流,正常连接太阳电池(或蓄电池)电极,查看控制器状态并用电流表测试线路中的电流;
- 将满充的蓄电池接入太阳能供电系统并使太阳电池处于无光照条件下,用电流表测量控制器向太阳电池方向的反充电流。

## 7.5 逆变器

7.5.1 输出电压和输出频率试验按下列步骤进行:

- 按图 2 连接测试电路;

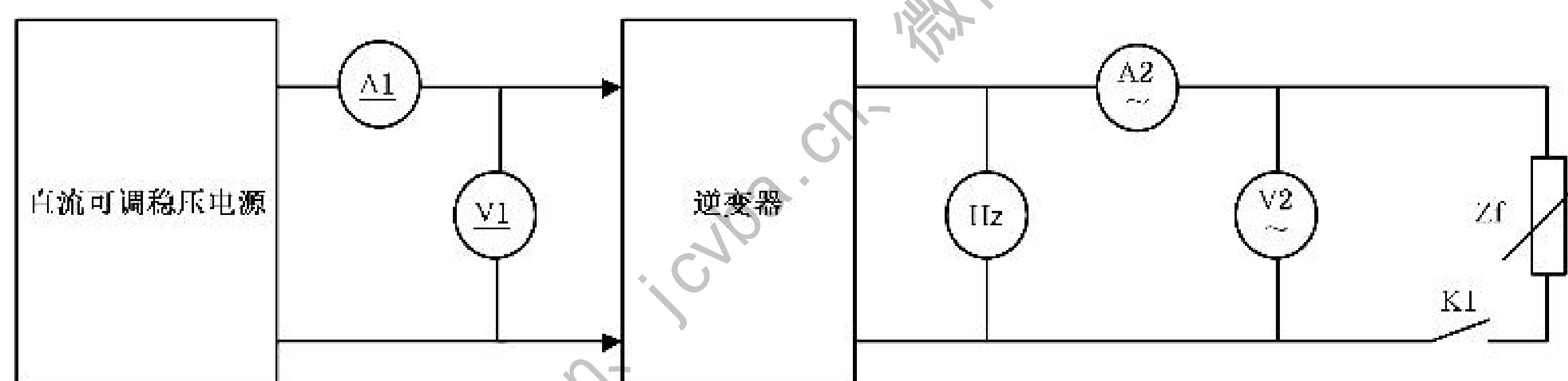


图 2 测试电路连接原理示意图

- 将直流稳压电源输出电压调整至逆变器输入电压的额定电压值;
- 调整负载电阻使逆变器的输出功率为额定功率;
- 缓慢调整直流稳压电源,使其电压值在额定电压的 85%~120%变化;
- 测量其输出电压、输出频率。

7.5.2 效率试验按下列步骤进行:

- 按图 2 所示原理进行接线;
- 将直流稳压电源输出电压调整至逆变器输入电压的额定电压值;
- 调整负载电阻使逆变器的输出功率为额定功率;
- 测量其输入直流电压、直流电流,输出交流电流、交流电压,按公式(1)计算效率:

$$\eta = \frac{V_{AC} \cdot I_{AC}}{U_{DC} \cdot I_{DC}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$\eta$  ——效率;

$V_{AC}$  ——输出交流电压,单位为伏特(V);

$I_{AC}$  ——输出交流电流,单位为安培(A);

$U_{DC}$  ——输出直流电压,单位为伏特(V);



$I_{DC}$ ——输出直流电流,单位为安培(A)。

## 7.6 并网逆变器

并网逆变器试验方法应按 NB/T 32004—2018 执行。

## 7.7 环境适应性

### 7.7.1 一般要求

太阳能供电系统中的充放电控制器、逆变器、并网逆变器、太阳电池及稳压电路等电子部件耐环境温度、湿度、机械振动性能的试验应按 JT/T 817—2011 中 5.3、5.4、5.6 和 5.7 的规定进行。

耐盐雾、耐二氧化硫腐蚀和耐候性能试验按 GB/T 22040—2008 的规定进行。

### 7.7.2 太阳电池耐紫外辐射性能

按 GB/T 16422.3—2022 的规定,用 UVA-340 灯,样品架在 340 nm 时的辐照度控制在  $0.83 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$ ,按照暴露循环序号 3,连续照射 480 h。

### 7.7.3 太阳电池耐盐雾腐蚀性能

按 GB/T 2423.17 的规定进行。

### 7.7.4 太阳电池耐风沙性能

按 GB/T 22040—2008 中 6.7 的规定进行。

## 8 检验规则

晶体硅太阳电池、薄膜太阳电池、铅酸蓄电池、镉镍碱性蓄电池、锂电池、并网逆变器等产品分别按 GB/T 9535—1998、GB/T 18911、GB/T 22473.1、GB/T 15142、GB/T 36276 和 NB/T 32004—2018 中相关的检验规则进行。

## 9 标志

太阳能供电系统供货时应提供太阳电池、蓄电池、充放电控制器、逆变器等单元的供货清单、组装原理图及注意事项,标志应符合 GB/T 191 的规定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2297—1989 太阳光伏能源系统术语
- 

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc21