

ICS XXXXXX  
CCS X XXX

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX-XXXX

## 空气悬浮离心压缩机

Air foil bearing centrifugal compressor

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布



# 目 次

.....	1
目 次.....	I
前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求.....	2
5 试验方法.....	7
6 检验规则.....	8
7 标志、包装、运输与贮存.....	9
表 1 压缩机能效等级.....	3
表 2 检验项目、要求和试验方法.....	9

## 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。

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：湖南中车尚驱电气有限公司、XXX。

本文件主要起草人：晏才松、曾纯、谢宁军、XXX。

# 空气悬浮离心压缩机

## 1 范围

本文件规定了空气悬浮离心压缩机（以下简称压缩机）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于驱动电动机功率为 30kW~500kW，额定排气压力（表压）为 0.2MPa~0.8MPa 的空气悬浮离心压缩机。输送介质为其他无毒、无腐蚀性气体的气悬浮压缩机可参考执行。

## 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 150 压力容器

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 755 旋转电机 定额和性能

GB/T 1173 铸造铝合金

GB/T 2888 风机和罗茨风机噪声测量方法

GB/T 3853 容积式压缩机 验收试验

GB/T 4975 容积式压缩机术语 总则

GB/T 5226.1 机械电气安全机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

GB/T 6075.3 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动第 3 部分：额定功率大于 15kW 额定转速在 120 r/min 至 15000r/min 之间的在现场测量的工业机器

GB/T 9239.1 机械振动 恒态（刚性）转子平衡品质要求 第 1 部分：规范与平衡允差的检验

GB/T 13306 标牌

GB/T 14711 中小型旋转电机安全 通用要求

GB/T 22669 三相永磁同步电动机试验方法

GB/T 22719.1 交流低压电机散嵌绕组匝间绝缘 第 1 部分试验方法

GB/T 25630 透平压缩机 性能试验规程

GB/T 40116 箔片轴承 气体动压径向轴承性能 静态承载能力、摩擦因数和寿命测试

JB/T 2977 工业通风机、透平鼓风机和压缩机 名词术语

JB/T 3165 离心和轴流式鼓风机和压缩机 热力性能试验

JB/T 6443.1 石油、化学和气体工业用轴流、离心压缩机及膨胀机-压缩机 第 1 部分：一般要求

JB/T 6444 风机包装通用技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 4975、GB/T 25630、GB/T 40116、JB/T 2977、JB/T 6443.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**动压空气轴承** air foil bearing

以空气作为流体并采用箔片作为弹性支承元件的一种动压轴承，以下简称“空气轴承”。

### 3.2

T/CIECCPA XXX—20XX

**空气悬浮离心压缩机 air foil centrifugal air compressor**

采用动压空气轴承支撑，由高速电机直接驱动叶轮的离心式空气压缩机。

3.3

**起飞 take off**

转轴与顶箔之间的气体动压确保转轴与顶箔开始分离一定距离的运行阶段。

3.4

**主机 compressor module**

完成压缩过程的气动机头部分（进口喷嘴、叶轮、蜗壳等）与空气轴承、高速电机构成的压缩机本体部件，不包括其它辅助设备。

3.5

**机组 compressor package**

包括主机等主要部件、辅助和附属设备及完成全部管线和接线的压缩机。

3.6

**机柜 compressor canopy**

支撑主机、控制系统、冷却系统及其他辅助装置的柜体。

3.7

**动平衡 dynamic balancing**

确定转子转动时产生的不平衡（离心力和离心力偶）的位置和大小并通过一定的方式把不平衡量控制在允许的范围。

3.8

**远程控制 remote control**

通过通信实现对压缩机远程操控及运行状态实时监控。

3.9

**压缩机标准容积流量 standard volume rate of flow(standard capacity)**

经压缩机压缩并排出的气体，在标准排气位置的实际容积流量。该流量应换算到标准工况（温度和压力）。

3.10

**机组功率 package power**

压缩机机组完成压缩并排出气体的整个过程中所需总的输入功率。

3.11

**机组比功率 specific power input for compressor package**

在规定工况下，压缩机机组功率与机组容积流量的比值。

3.12

**喘振 surge**

低于此容积流量时，离心压缩机在气动性能上变得不稳定。

## 4 技术要求

### 4.1 工作条件

压缩机在下述条件下应能正常工作：

- a) 环境温度：-10℃~+40℃；
- b) 环境相对湿度：不大于 95%；

- c) 供电电压偏差：标称电压的 $\pm 10\%$ ，三相电压不平衡度不大于 $\pm 2\%$ ；
- d) 海拔高度：不超过 1000 m；
- e) 特殊要求，按制造厂与用户之间的协议。

## 4.2 性能要求

### 4.2.1 额定工况

压缩机额定工况参数规定如下：

- a) 吸气压力：0.1MPa(绝压)；
- b) 吸气温度：20 °C；
- c) 吸气相对湿度：0%；
- d) 冷却方式：空冷或水冷（进水温度 20 °C）；
- e) 额定排气压力：按表 1 中的值选取，单位为 MPa；
- f) 额定转速：按产品技术文件的规定，单位为 r/min。

### 4.2.2 能效要求

按 GB/T 25630 和 JB/T 3165 测量容积流量和功率，并按 GB/T 3853 计算比功率值。压缩机在额定工况下能效等级不应大于表 1 中规定的值。

表 1 压缩机能效等级

电机额定功率/kW	能效等级	额定排气压力(表压) / MPa				
		0.2	0.3	0.5	0.7	0.8
		机组比功率 kW/(m <sup>3</sup> /min)				
30	1	3.0	4.0	4.9	6.0	6.5
	2	3.3	4.3	5.3	6.5	7.1
	3	3.8	4.8	5.9	7.2	8.0
37	1	3.0	3.9	4.8	5.9	6.4
	2	3.3	4.2	5.2	6.4	7.0
	3	3.7	4.7	5.8	7.1	7.8
45	1	2.9	3.8	4.8	5.8	6.3
	2	3.2	4.1	5.2	6.3	6.8
	3	3.6	4.6	5.7	7.0	7.6
55	1	2.9	3.7	4.7	5.7	6.2
	2	3.2	4.0	5.1	6.2	6.7
	3	3.5	4.5	5.6	6.9	7.4
75	1	2.8	3.6	4.5	5.7	6.1
	2	3.1	3.9	4.9	6.2	6.5
	3	3.4	4.4	5.4	6.8	7.2
90	1	2.8	3.6	4.5	5.6	6.0
	2	3.1	3.9	4.9	6.1	6.4
	3	3.4	4.4	5.4	6.7	7.1
110	1	2.7	3.5	4.4	5.5	5.9
	2	3.0	3.8	4.8	6.0	6.3
	3	3.4	4.3	5.3	6.6	7.0

电机额定功率/kW	能效等级	额定排气压力(表压) / MPa				
		0.2	0.3	0.5	0.7	0.8
		机组比功率 kW/(m <sup>3</sup> /min)				
132	1	2.6	3.4	4.4	5.5	5.9
	2	2.9	3.7	4.8	6.0	6.3
	3	3.3	4.2	5.3	6.6	7.0
160	1	2.6	3.4	4.4	5.4	5.8
	2	2.9	3.7	4.8	5.9	6.2
	3	3.3	4.2	5.3	6.5	6.9
200	1	2.6	3.4	4.3	5.4	5.8
	2	2.9	3.7	4.7	5.9	6.2
	3	3.3	4.2	5.2	6.5	6.9
250	1	2.6	3.4	4.3	5.3	5.7
	2	2.9	3.7	4.7	5.8	6.1
	3	3.3	4.2	5.2	6.4	6.8
315	1	2.5	3.3	4.3	5.3	5.7
	2	2.8	3.6	4.7	5.8	6.1
	3	3.2	4.1	5.2	6.4	6.8
355	1	2.5	3.3	4.2	5.2	5.6
	2	2.8	3.6	4.6	5.7	6.0
	3	3.2	4.1	5.1	6.3	6.7
400	1	2.5	3.3	4.2	5.2	5.6
	2	2.8	3.6	4.6	5.7	6.0
	3	3.2	4.1	5.1	6.3	6.7
450	1	2.5	3.3	4.2	5.2	5.6
	2	2.8	3.6	4.6	5.7	6.0
	3	3.2	4.1	5.1	6.3	6.7
500	1	2.5	3.3	4.2	5.2	5.6
	2	2.8	3.6	4.6	5.7	6.0
	3	3.2	4.1	5.1	6.3	6.7

注 1：表中驱动电动机功率为电机服务系数为 1.0 时的功率值。

注 2：当额定排气压力值未在表 1 列出时，机组比功率规定值按式(1)计算：

$$e_v = e_{v0} \times \frac{\ln(10 \times p + 1)}{\ln(10 \times p_0 + 1)} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$e_v$ —实际额定排气压力的机组比功率，单位为 [kW/(m<sup>3</sup>/min)]；

$e_{v0}$ —表中规定额定排气压力的机组比功率，单位为 [kW/(m<sup>3</sup>/min)]；

$p$ —实际额定排气压力，单位为 (MPa)；

$p_0$ —表中的规定额定排气压力，单位为 (MPa)。

$e_{v0}$ 取值方法：

- 当额定排气压力值在表 1 所给出的两个压力挡之间时，应取最近压力挡所对应的机组比功率；
- 当额定排气压力值在表 1 所给出的两个压力挡中间如 0.25、0.4、0.75 时，本文件规定取低位

压力所对应的机组比功率数值。

### 4.3 机组

- 4.3.1 在按照本文件及产品说明书要求进行必要保养的情况下，压缩机机组设计使用寿命不低于 20 年（不含易损件）。
- 4.3.2 成套供给用户的压缩机机组应包括：主机、控制系统、冷却系统、排气消声器、空气过滤器以及其它防护装置等。
- 4.3.3 机组冷却方式可以是空气冷却和/或水冷，生产厂家根据各自产品特点选择冷却方式。
- 4.3.4 传动方式为高速电机直驱。
- 4.3.5 机壳及属于压力容器的辅助设备应耐压无泄漏，满足 GB/T 150 要求。
- 4.3.6 压缩机的铸铁件应符合 JB/T 6887 的规定；铸钢件应符合 JB/T 6888 的规定；铸铝件应符合 GB/T 1173 的规定，锻件应符合 JB/T 4385.1 的规定。
- 4.3.7 设置放空阀或旁通管路，实现整机防喘振功能。
- 4.3.8 压缩机机组正常运行时噪声应不高于 90dB(A)。

### 4.4 外观及机柜

- 4.4.1 机组外观无破损，零部件表面平整无污物，色泽均匀，表面无锈蚀划痕、毛刺。
- 4.4.2 机柜结构设计应进行附属设备承载能力核准，保证机柜的可靠性。
- 4.4.3 机柜结构设计应进行模态分析，保证机柜不会与主机形成共振。
- 4.4.4 机柜结构设计应便于内部空气流通与交换，并配备过滤材料，以保证过滤大气中 $\geq 5\mu\text{m}$  颗粒尘土和悬浮物。
- 4.4.5 压缩机及其配套附属设备的设计，应考虑使用维修方便。
- 4.4.6 机柜表面采用喷塑或其他表面处理工艺，涂层与构件基材结合力应牢固，装饰性涂层不应有流挂、起泡、露底及划(碰)伤等缺陷。
- 4.4.7 所有螺栓应紧固到位，所有线缆、气管等部件应固定到位。

### 4.5 主机

- 4.5.1 压缩机的排气压力-流量特性曲线从额定点至喘振点之间应连续上升，无驼峰。喘振裕度应不小于 6%，即在大于预定喘振流量 6% 的范围内，在不开启旁通管路的情况下，压缩机应能连续稳定工作。
- 4.5.2 叶轮的轴向固定宜采用锁紧螺母或其他可靠的防松结构。
- 4.5.3 压缩机转子应进行动平衡校正，并按 GB/T 9239.1 的规定进行动平衡试验，平衡品质等级应不低于 GB/T 9239.1 的规定的 G1 级。
- 4.5.4 压缩机各离心叶轮应能承受 115% 额定转速下持续 1 min 的超速试验，试验后叶轮应无裂纹、无有害变形，关键尺寸变化应在设计图样规定的公差范围内。
- 4.5.5 压缩机从零速逐渐增加至额定转速时，运行应平稳，无异常声响；主机的振动烈度应符合 GB/T 6075.3 的规定。
- 4.5.6 每台压缩机均应在明显位置固定铭牌，并在动力输入侧设有清晰的旋向标志。

### 4.6 空气悬浮轴承

- 4.6.1 进入轴承内的空气应干燥、洁净、无油、无腐蚀性，其机械杂质颗粒尺寸不应大于  $5\mu\text{m}$ 。
- 4.6.2 轴承设计或选型应匹配压缩机转子推力及载荷变化的要求，并具备可靠的轴向和径向承载能力。
- 4.6.3 轴承应按 GB/T 40116 的要求进行性能、静态承载能力、摩擦系数和寿命测试。空气悬浮轴承应能保证不少于 40 000 次启停或 10 年的使用寿命。
- 4.6.4 压缩机应快速启动达到起飞转速，稳定运行转速应不低于 120% 起飞转速，以避免轴承磨损。

4.6.5 应采用仿真与试验相结合的方法对转子-轴承系统进行动力学分析，验证其在额定转速及变速范围内的稳定性，避免共振。轴承系统应能有效吸收电机运行时产生的微小振动，且不引起振动放大。振动限制值应符合 GB/T 6075.3 的规定。

4.6.6 轴承气膜的承载能力应与电机转子惯量、载荷相匹配，确保在额定工况及 115%超速工况下气膜稳定。

4.6.7 轴承座应设置散热或隔热结构，减小电机温升对轴承间隙及性能的影响。

#### 4.7 电机和变频器

##### 4.7.1 电机定子绕组冷态绝缘电阻

对额定电压交流 1000V 及以下、直流 1500V 及以下的电机，定子绕组冷态绝缘电阻应不低于 5 MΩ。对额定电压交流 1000V 以上、直流 1500V 以上的电机，定子绕组冷态绝缘电阻应不低于 50 MΩ。

##### 4.7.2 电机定子绕组热态绝缘电阻

电机绕组的绝缘电阻在热状态或热试验后应不低于式(2)的值：

$$R = \frac{U}{1000 + \frac{P}{100}} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

R——电机绕组的绝缘电阻，单位为兆欧（MΩ）；

U——电机绕组的额定电压，单位为伏(V)；

P——电机的额定功率，单位为千瓦(kW)或千伏安(kVA)。

4.7.3 电动机定子绕组应能承受为时 1 min 的耐电压试验而不发生击穿。试验电压值及试验方法应符合 GB/T 22669 的规定。

4.7.4 当三相电源平衡时，电动机的三相空载电流中的任意一相与三相平均值的偏差应不大于三相平均值的 5%。

4.7.5 电动机定子绕组三相应各设置至少 1 个埋置式测温元件，测温元件宜采用分度号为 Pt100 的铂热电阻，每相至少 1 支工作。

4.7.6 电动机的安全性能应符合 GB/T 14711 的要求。

4.7.7 电动机宜选用高速永磁电机，定子绕组应采用 180 (H) 级及以上的绝缘材料，绕组温升应符合 GB/T 755 的要求。变频器内部主要功率器件温升不应超过 50 K。

4.7.8 变频器应具备过热保护、过流保护、过压保护、输入电压异常保护、输入缺相保护、短路保护和接地故障保护等保护功能。

4.7.9 变频器的容量、控制方式及参数设置应与高速永磁电机相匹配，确保电机在全转速范围内稳定运行，且满足压缩机的负载特性要求。

#### 4.8 控制系统

4.8.1 控制系统应具备防喘振功能，能够实时监测压缩机运行工况，当运行点接近喘振边界时，自动采取旁通阀开启、转速调节等措施，防止喘振发生。

4.8.2 压缩机应配备人机操作界面，能够显示排气压力、排气流量、排气温度、电机转速、电机功率、轴承状态（悬浮正常/异常）、各部件温度等关键运行参数，并支持流量调节、压力调节、转速设定及手动/自动模式切换等操作。

4.8.3 控制系统应具备远程监控与通讯接口，支持与上位机或云平台的数据交换，实现对压缩机运行状态的远程监视、参数调整及故障诊断。

4.8.4 控制系统应具备故障报警与事件记录功能。

4.8.5 控制系统应具备运行参数的存储与记忆功能，能够记录压缩机累计运行时间、启停次数、保养周期

提示等信息。

4.8.6 控制系统应支持手动运行和全自动运行两种模式，并可在两种模式之间相互切换。手动模式下操作人员可单步执行控制指令；自动模式下系统应根据设定参数自动调节运行状态。

4.8.7 控制系统应实现轴承悬浮建立与电机升速的时序协同控制，确保转子完全悬浮后电机方可启动；停机时应先降速至起飞转速以下再停止悬浮，避免转子未悬浮时发生机械摩擦。

4.8.8 控制系统应具备关键运行参数的阈值设定功能，包括但不限于：排气压力上限/下限、排气温度上限、轴承温度上限、电机绕组温度上限、振动烈度上限、主轴位移上限等。当参数超过设定阈值时，系统应发出报警或执行自动停机。

4.8.9 控制系统应具备断电保护功能，突然断电时应能保存当前运行参数和故障记录，并确保压缩机安全停机。恢复供电后，应防止压缩机自启动，需人工确认后方可重新启动。

#### 4.9 安全性及可靠性

4.9.1 电气控制部分以及电动机的过热、过载、短路、断相等保护功能，应符合 GB/T 5226.1 的要求。

4.9.2 压缩机裸露金属壳体与保护接地电路之间应可靠连接，防止金属壳体带电对人体造成伤害。金属壳体与保护接地电路之间的电阻不应超过  $0.1\Omega$ 。

4.9.3 压缩机及其辅助设备应设置超压泄放装置。当系统压力超过最高允许工作压力时，泄放装置应能自动开启泄压，保护设备安全。安全阀的整定压力、通流能力应符合 GB/T 12241 和 GB/T 12243 的规定。

4.9.4 对人体可能接触且表面温度超过  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  的压缩机部件（如排气口、高温管路等），应采取隔离或隔热防护措施，并设置高温警示标识。

4.9.5 压缩机应在操作位置设置清晰可识别的紧急停机按钮，紧急停机应能切断压缩机动力源，并使机组处于安全状态。紧急停机装置应符合 GB/T 5226.1 的规定。

4.9.6 压缩机应在明显位置设置安全警示标识，包括但不限于：高温表面警示、旋转部件警示、电气危险警示、紧急停机位置标识等。安全标识应符合 GB 5226.1 和 GB 2894 的规定。

4.9.7 压缩机应具备在下列危险工况下自动停机的功能，且自动停机后应保持故障状态指示，直至人工复位：

- a) 喘振检测持续超限；
- b) 轴承温度或电机绕组温度超过设定值；
- c) 振动烈度超过设定值；
- d) 控制系统检测到其他可能危及设备安全的严重故障。

## 5 试验方法

### 5.1 外观检查

5.1.1 外观检查应在光照充足的环境下进行。被检表面应清洁、无油污、无遮挡。

5.1.2 采用目测法，必要时辅以手感、直尺、卡尺或专用量具进行测量。

5.1.3 检验结果应记录，并作为出厂检验报告的一部分存档。

### 5.2 承压试验

压缩机机壳及属于压力容器的辅助设备应进行承压试验，试验按 GB/T 150.4 的规定执行。

### 5.3 噪声试验

噪声的测定应按 GB/T 2888 的规定执行。

## 5.4 电机测试

5.4.1 高速永磁电机定子绕组对基座及绕组相互间绝缘电阻的测定、定子绕组在实际冷状态下直流电阻的测定、工频耐电压试验，均按 GB/T 22669 的规定执行。

5.4.2 高速永磁电机定子匝间绝缘试验应按 GB/T 22719.1 的规定执行。

5.4.3 高速永磁电机空载电流和损耗测定、空载反电势的测定、热试验、效率和功率因数的测定及超速试验，均按 GB/T 22669 的规定执行。

## 5.5 性能测试

机组热力性能（容积流量、功率、多变效率、等温效率）试验，按 JB/T 3165 的规定进行，试验应在几个特定的转速下进行，每个转速下试验应不小于 5 个工况点，其中应包括最小流量（近喘振）、额定流量和最大流量。

## 5.6 机械运转试验

压缩机转速从零开始逐渐增速至额定转速，并在该转速下运转 1h；主机振动测量按 GB/T 6075.3 的要求进行。

## 5.7 叶轮超速试验

5.7.1 在 115%额定转速下持续运转不少于 1min。

5.7.2 超速试验之后，叶轮应通过磁粉或着色渗透方法检验，叶轮应无裂纹或其他缺陷。

5.7.3 超速试验前后应测量叶轮的关键尺寸（如轴孔、进口密封圈和叶轮外径），其永久变形不应超过设计图样规定的公差值。

## 5.8 起停测试

压缩机应在 0 转速与额定转速之间进行循环 40000 次，且转速加减载斜率设置为压缩机定义的最大值，开始加载前应稳定 5s；试验过程中，每隔 100 小时或者 5000 次循环，应解体主机，检查径向和推力空气轴承应无磨损。

## 6 检验规则

### 6.1 检验类型

压缩机的检验分为出厂检验和型式检验。

### 6.2 出厂检验

6.2.1 每台压缩机均须经企业质量检验部门逐台检验合格，并出具产品合格证书后方可出厂。

6.2.2 压缩机的出厂检验项目、要求及试验方法按表 2 的规定执行。

### 6.3 型式检验

6.3.1 有以下情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型或老产品转厂生产；
- b) 产品在结构、制造工艺、使用材料等方面有重大改变；
- c) 正常生产三年；
- d) 产品长期停车后，恢复生产；

- e) 出厂检验的结果与上次型式试验检验有较大差异;
- f) 监督机构提出进行型式试验。

6.3.2 型式检验项目、要求及方法按表 2 的规定执行。

表 2 检验项目、要求和试验方法

序号	项目	要求	试验方法	出厂试验	型式试验
1	外观检查	4.4.1	5.1	√	√
2	承压试验	4.3.5	5.2		√
3	电机定子绕组的冷态绝缘电阻	4.7.1	5.4.1	√	√
4	电机定子绕组的热态绝缘电阻	4.7.2	5.4.1		√
5	耐电压试验	4.7.3	5.4.1	√	√
6	噪声检测	4.3.8	5.3		√
7	叶轮超速试验	4.5.4	5.7		√
8	机械运转试验	4.5.5	5.6	√	√
9	气动性能试验	4.2	5.5		√
10	温升试验	4.7.7	5.4.3		√
11	起停试验	4.6.3	5.8		√

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

7.1.1 每台产品应在明显的位置固定铭牌，在动力输入侧设有旋向标志。铭牌的尺寸规格和技术要求应符合 GB/T 13306 的规定。

7.1.2 铭牌材料及标牌上数据的刻划方法，应保证其字迹在整个使用期间内不易磨灭，铭牌上至少应包括以下内容：

- a) 产品型号；
- b) 产品名称；
- c) 容积流量，单位为立方米每分（ $\text{m}^3/\text{min}$ ）；
- d) 排气压力，单位为千帕（ $\text{kPa}$ ）；
- e) 整机输入功率或驱动电动机额定功率，单位为千瓦（ $\text{kW}$ ）；
- f) 额定电压，单位为伏或千伏（ $\text{V}$  或者  $\text{kV}$ ）；
- g) 净重，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；
- h) 出厂编号；
- i) 出厂日期；
- j) 制造厂名称和制造厂所在地。

7.1.3 产品相应部位上，应有固定的标志，如接地标记、安全警示标记。

### 7.2 包装

7.2.1 包装应能保证在正常的储运条件下，自发货之日起的一年时间内，不致因包装不善而导致受潮与损坏。

7.2.2 产品的内包装宜使用塑料膜，外包装宜使用木箱等处理方式，应符合 JB/T 6444 的规定。包装箱外壁的文字和标志应清楚整齐，应符合 GB/T 191 的规定。

7.2.3 产品出厂时，应随产品携带以下文件：

T/CIECCPA XXX—20XX

- a) 装箱清单；
- b) 产品合格证明书；
- c) 产品及附属设备的安装、使用和维护说明书及随机附图等。

### 7.3 运输和贮存

7.3.1 产品可用一般交通工具运输。包装件应垫平放稳，在运输和贮存过程中应避免剧烈碰撞和日晒雨淋。

7.3.2 产品应贮存在干燥、通风良好的室内。

---