

T/AIIA

团 体 标 准

T/AIIA XXXX—2026

# 具身智能机器人用连接器线缆组件技术要求

Technical requirements for connector and cable assemblies of embodied intelligent machines

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

深圳市人工智能产业协会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类 .....	2
4.1 按组件类型分类 .....	2
4.2 按动态等级分类 .....	2
5 要求 .....	2
5.1 外观与工艺 .....	2
5.2 结构设计 .....	3
5.3 材料 .....	3
5.4 机械性能 .....	3
5.5 电气性能 .....	4
5.6 环境与可靠性 .....	4
5.7 耐盐雾腐蚀 .....	4
5.8 耐工业介质 .....	5
6 试验方法 .....	5
6.1 试验条件 .....	5
6.2 外观与工艺检查 .....	5
6.3 结构检查 .....	5
6.4 材料检查 .....	5
6.5 机械性能检测 .....	5
6.6 电气性能试验 .....	6
6.7 环境与可靠性试验 .....	7
6.8 盐雾腐蚀试验 .....	7
6.9 工业介质试验 .....	7
7 检验规则 .....	8
7.1 检验分类 .....	8
7.2 型式检验 .....	8
7.3 出厂检验 .....	8
8 标志、包装、运输及贮存 .....	9
8.1 标志 .....	9
8.2 包装 .....	9
8.3 运输 .....	9
8.4 贮存 .....	9
参考文献 .....	11

## 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。

本文件由深圳市盛格纳电子有限公司提出。

本文件由深圳市人工智能产业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 具身智能机器用连接器线缆组件技术要求

## 1 范围

本文件规定了具身智能机器用连接器及线缆组件的术语和定义、分类、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于具身智能机器（包括人形机器人、四足机器人、灵巧手等）的多自由度关节模组、末端执行器、传感器及控制器之间传输电能、控制信号及高速数据的精密连接器及线缆组件。对于其他具有类似高频动态运动特性的智能装备连接系统，也可参照本文件执行。

## 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 包装储运图形符号标志

GB/T 5095.1 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第1部分：总则

GB/T 5095.2 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第2部分：一般检查、电连续性和接触电阻测试、绝缘试验和电压应力试验

GB/T 5095.4 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第4部分：动态应力试验

GB/T 5095.6 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第6部分：气候试验和锡焊试验

GB/T 5095.7 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第7部分：机械操作试验和密封性试验

GB/T 5095.8 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第8部分：连接器、接触件及引出端的机械试验

GB/T 18233.1-2022 信息技术 用户建筑群通用布缆 第1部分：通用要求

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.5-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.10-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.17 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 11313.1-2013 射频连接器 第1部分：总规范 一般要求和试验方法

QC/T 1067.1-2017 汽车电线束和电气设备用连接器 第1部分：定义、试验方法和一般性能要求

IPC/WHMA-A-620D-CN 线缆及线束组件的要求与验收 (Requirements and Acceptance for Cable and Wire Harness Assemblies)

## 3 术语和定义

GB/T 5095.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**具身智能机器** embodied intelligent machine

以物理实体为载体，通过与物理环境进行实时交互，具备环境感知、信息认知、自主决策和执行行动能力，并能通过经验反馈实现智能增长和行为自适应的智能系统。

[来源：具身智能发展报告（2024年），有修改]

### 3.2

**瞬断** contact discontinuity

在动态应力作用下，接触对之间的电阻值瞬间超过规定阈值且持续时间超过规定值的电气不连续现象。

### 3.3

#### 微动磨损 fretting corrosion

由于接触界面间极小幅度的相对运动，导致接触表面金属氧化物堆积、接触电阻升高的磨损现象。

### 3.4

#### 复合动态运动 compound dynamic motion

连接器或线缆组件在工作过程中，同时承受两个或两个以上维度的连续机械应力运动

## 4 分类

### 4.1 按组件类型分类

#### 4.1.1 动力传输组件

主要用于电机驱动及能源管理系统，其中包括：

- a) P1 级：微功率组件，额定电流 $\leq 10\text{A}$ ；
- b) P2 级：中功率组件， $10\text{A} < \text{额定电流} \leq 50\text{A}$ ；
- c) P3 级：大功率组件，额定电流 $> 50\text{A}$ 。

#### 4.1.2 信号传输组件

主要用于传输力矩、位置、温度等传感器信号，其中包括：

- a) S1 级：通用数字量/开关量信号组件；
- b) S2 级：需具备独立屏蔽功能的高精度模拟量信号组件。

#### 4.1.3 数据传输组件

主要用于视觉感知、激光雷达及AI计算单元的高速通讯，其中包括：

- a) D1 级：低速数据，传输速率 $< 1\text{Gbps}$ ；
- b) D2 级：高速数据， $1\text{Gbps} \leq \text{传输速率} < 10\text{Gbps}$ ；
- c) D3 级：超高速数据，传输速率 $\geq 10\text{Gbps}$  且频率带宽达  $20\text{GHz}$ 。

### 4.2 按动态等级分类

根据组件在机器人本体中的安装位置及运动工况的严苛程度，将其分为三个动态等级：

- a) L0 级：静态级。适用于机身内部相对静止或仅有微量振动的安装部位；
- b) L1 级：低动态级。适用于头部转动、躯干微调等低频低速运动部位；
- c) L2 级：高动态级。适用于四肢关节、灵巧手、足部等需承受高频、高速及三维复合扭转运动的核心部位。

## 5 要求

### 5.1 外观与工艺

#### 5.1.1 感官外观

- 5.1.1.1 产品表面应清洁平整，无毛刺、裂纹、锈蚀、霉斑等目视可见缺陷。
- 5.1.1.2 塑料件应无气泡、开裂、变形；金属件镀层应均匀，无脱落或露底。
- 5.1.1.3 标识文字及符号应清晰、端正、耐久。

#### 5.1.2 工艺外观

线缆组件的加工工艺质量应符合IPC/WHMA-A-620D中“2级（专用服务类电子产品）”或更高等级的验收要求。具体包括：

- a) 线缆剥皮处导体无损伤、断股，绝缘层切口整齐；

- b) 端子压接部位的导体外露长度、绝缘皮位置、压接高度及形状符合标准图例；
- c) 焊点表面应光亮、润湿良好，无虚焊、冷焊、连焊或尖刺；
- d) 屏蔽层的处理应保证 360°连续覆盖，无破损或松散；
- e) 绝缘包扎及热缩管收缩应紧密、平整，无褶皱或烧焦。

## 5.2 结构设计

5.2.1 连接器应具备防错插（Polarization）结构及可靠的锁紧机构，以防止安装时的误操作及运动中的意外脱落。

5.2.2 数据传输组件的结构设计应符合下列规定：

- a) D1 级：可采用非屏蔽或屏蔽结构，但在靠近电机驱动单元等强干扰源时，建议采用屏蔽设计；
- b) D2、D3 级：应采用 360°全屏蔽结构设计，以满足高速信号传输的电磁兼容要求。

5.2.3 混合集成组件应根据电压等级合理布局动力与信号端子，确保爬电距离和电气间隙符合相关安规要求。

## 5.3 材料

5.3.1 接触件应采用高导电铜合金制造，接触区镀层应选用抗微动磨损（Fretting Corrosion）的硬金或钯镍合金，以适应高频振动环境。

5.3.2 绝缘层及护套材料应符合下列要求：

- a) L0 级：可选用聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）或普通热塑性弹性体（TPE）等常规绝缘材料；
- b) L1 级：应选用具有一定耐弯折性能的材料，如硅胶、聚丙烯（PP）、交联聚乙烯（XLPE）或聚氨酯（TPU）；
- c) L2 级：必须选用具有高耐磨损、高回弹、低摩擦系数及优异抗疲劳性能的特种高分子材料。护套表面应光滑、无粘连，且材料耐温等级应不低于 90℃。

## 5.4 机械性能

### 5.4.1 插拔力与锁紧保持力

#### 5.4.1.1 插拔力

除非详细规范另有规定，插拔力限值应符合下列规定：

- a) 单孔最大插入力 ≤ 5N；
- b) 单孔最小拔出力 ≥ 0.3N；
- c) 单孔最大拔出力 ≤ 5N。

注：总力值 = 单孔力值 × 接触对数量 + 外壳摩擦力

#### 5.4.1.2 锁紧保持力

在规定拉力作用下，且在执行 6.5.3 及 6.7.2 试验后，锁紧机构不应分离、松脱或失效。

### 5.4.2 接触件抗弯强度

按照 GB/T 5095.8 中试验 16c 的规定，接触件在承受规定的弯曲力矩后，不应发生永久变形或折断，偏斜度应在规定范围内，具体要求如下：

- a) 卸载后，接触件顶端的永久变形量应不大于 0.5mm（或按详细规范规定）；
- b) 接触件根部不应有裂纹或断裂。

### 5.4.3 动态寿命

组件的复合扭转寿命应符合下列规定：

- a) L0 级：免于复合扭转寿命试验。其安装弯曲半径应符合 GB/T 39542 或产品详细规范的静态安装要求；
- b) L1 级（弯折/摇摆）：在规定的扭转角度、弯曲半径及速度下，应能经受不低于 100 万次（或按产品详细规范规定）的循环试验。试验后，护套不应破裂，导体不应断裂，电气连续性良好；

- c) L2级（复合扭转）：在扭转角度 $\pm 180^\circ$ 及规定的弯曲半径及速度下，应能经受不低于500万次的循环试验。试验后，护套不应破裂，导体不应断裂，屏蔽层覆盖率下降不超过10%，且电气连续性良好，无微秒级瞬断发生。

## 5.5 电气性能

### 5.5.1 接触电阻

按照GB/T 5095.2中试验2a的规定，接触电阻应符合以下要求：

- 单个接触对：初始接触电阻应不大于 $15\text{m}\Omega$ ；
- 多位接触件或线缆组件：对于多芯连接器或包含电缆导体的成品组件，其电阻值应符合产品详细规范的规定。

### 5.5.2 绝缘电阻

按照GB/T 5095.2中试验3a的规定，在常态条件下，绝缘电阻应不低于 $100\text{M}\Omega$ 。

### 5.5.3 耐电压

按照GB/T 5095.2中试验4a的规定，在规定的试验电压下，保持1min，漏电流应不大于2mA，期间不应出现击穿或飞弧现象。

### 5.5.4 微秒级瞬断

按照GB/T 5095.2中试验2e的规定，在动态机械试验过程中，接触对不应发生持续时间超过 $1\mu\text{s}$ 的电气不连续。

### 5.5.5 信号完整性

组件的信号完整性应符合下列规定：

- D1级：应符合相关控制总线协议的电气要求。特性阻抗（Characteristic Impedance）应控制在 $100\Omega \pm 10\%$ 或 $120\Omega \pm 10\%$ ，以保证阻抗匹配。
- D2级：应符合USB 3.0或PCIe 3.0等协议规范。差分阻抗应控制在 $90\Omega \pm 10\%$ 或 $85\Omega \pm 10\%$ ；在规定频段内的插入损耗（Insertion Loss）和近端串扰（NEXT）应符合产品详细规范的要求，确保无误码传输。
- D3级：应满足GB/T 18233.1—2022关于6A类连接硬件的规定。在1MHz~500MHz频段内，其回波损耗（Return Loss）、插入损耗、近端串扰（NEXT）及远端串扰（FEXT）等指标应符合标准限值，以支持10Gbps高速传输。

## 5.6 环境与可靠性

### 5.6.1 耐温性能

5.6.1.1 按照GB/T 2423.1和GB/T 2423.2的规定，产品应具备在 $-40^\circ\text{C}\sim+85^\circ\text{C}$ 的环境温度范围内正常工作的能力，并能承受该温度区间内的高低温度快速转换冲击。

5.6.1.2 按照GB/T 5095.6中试验11d的规定，经受累计试验时间不低于168h的温度冲击试验后，产品应无外观机械损伤，且其接触电阻、绝缘电阻及阻抗应符合相应的电气性能要求。

### 5.6.2 振动与冲击

按照GB/T 2423.10—2019及GB/T 2423.5—2019的规定，在规定的正弦振动或机械冲击条件下，产品不应发生机械损伤，锁紧装置不应松脱，且不应发生持续时间超过 $1\mu\text{s}$ 的微秒级瞬断。

### 5.6.3 耐湿热循环

按照GB/T 5095.6中试验11m的规定，在高温高湿循环条件下，经受规定的循环次数后，产品外观应无腐蚀、变色，绝缘电阻应不低于 $50\text{M}\Omega$ ，耐电压性能应满足要求。

## 5.7 耐盐雾腐蚀

按照GB/T 2423.17的规定执行。

## 5.8 耐工业介质

按照QC/T 1067.1的规定执行。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

除非另有规定，所有试验应在GB/T 5095.1规定的标准大气条件下进行。

### 6.2 外观与工艺检查

#### 6.2.1 感官外观

应采用目视法，在自然光或等效光源下，以正常视力或佩戴矫正眼镜进行检查。

#### 6.2.2 工艺外观

按照IPC/WHMA-A-620D规定的验收方法，应借助放大倍数符合标准要求的放大镜或显微镜，对照标准图例检查剥皮、压接、焊接及屏蔽处理质量。

### 6.3 结构检查

应使用通用量具或专用检具测量结构尺寸。

### 6.4 材料检查

应通过查阅材质证明文件（COC）或进行材料分析验证材料符合性。

### 6.5 机械性能检测

#### 6.5.1 插拔力与锁紧保持力试验

##### 6.5.1.1 插拔力

应按照GB/T 5095.7中规定的试验13b进行，其中

- a) 操作速度：25mm/min~50mm/min；
- b) 检测：记录最大插入力、最小拔出力。

##### 6.5.1.2 锁紧保持力

应按照GB/T 5095.8中规定的试验15f进行，其中：

- a) 程序：在正常锁紧状态下，沿轴向施加规定拉力；
- b) 保持时间：10s；

#### 6.5.2 接触件抗弯强度试验

应按照GB/T 5095.8中规定试验16c进行，其中：

- a) 施力点：接触件顶端；
- b) 施力方向：垂直于接触件轴线，在两个相互垂直的平面内沿相反方向各施加一次力；
- c) 施加力/力矩：
  - 接触件直径 $\leq 1.0\text{mm}$ ：0.5N或0.05N·m；
  - 接触件直径 $> 1.0\text{mm}$ ：2.0N或0.1N·m。
- d) 保持时间：10s。

#### 6.5.3 动态寿命检测

##### 6.5.3.1 弯折（摇摆）试验

针对L1级组件，应将组件安装于弯折试验机上进行测试：

- a) 角度： $\pm 90^\circ$ （或按详细规范）；
- b) 速度：40次/min — 60次/min；
- c) 监测：持续监测电气连续性；
- d) 失效分析：试验后推荐使用X射线透视检查内部导体及屏蔽层状态。

### 6.5.3.2 复合扭转试验

针对L2级组件，应将组件安装于专用六轴机械臂模拟测试台；

- a) 扭转角度： $\pm 180^\circ$ （或按详细规范）；
- b) 弯曲半径：按产品详细规范规定；
- c) 速度：按产品详细规范设定模拟工况速度；
- d) 循环次数：500万次；
- e) 监测：试验期间应持续监测电气连续性；
- f) 失效分析：试验后检查导体及屏蔽层状态。

## 6.6 电气性能试验

### 6.6.1 接触电阻试验

应按GB/T 5095.2规定的试验2a进行测试，其中：

- a) 试样安装：连接器插合状态；
- b) 测量点：测量引出端尾部之间的电阻，扣除导线体电阻；

### 6.6.2 绝缘电阻试验

应按照GB/T 5095.2规定的试验3a进行，其中：

- a) 测试方法：方法A和方法C；
- b) 测试电压：500V DC $\pm$ 50V；
- c) 读数时间：施压1min后或读数稳定时；
- d) 操作条件：插合状态；

### 6.6.3 耐电压试验

应按照GB/T 5095.2规定的试验4a进行，其中：

- a) 测试方法：方法A和方法B；
- b) 试验电压：500V AC；
- c) 施压部位：同6.6.2测量部位；
- d) 漏电流阈值：2mA。

### 6.6.4 微秒级瞬断检测

应按照GB/T 5095.2规定的试验2e进行，其中：

- a) 监测连接：将所有串联后的接触对接入瞬断监测仪；
- b) 接触故障的持续时间范围： $\leq 1\mu\text{s}$ ；
- c) 执行时机：应在振动、冲击及复合扭转试验的全过程中持续监测。

### 6.6.5 高速信号完整性检测

根据产品的数据传输等级，应按以下规定进行不同侧重的检测：

- a) D1级：主要采用时域反射计（TDR）进行时域测试，重点检测特性阻抗（100 $\Omega$ 或120 $\Omega$ 等），以验证阻抗连续性是否满足低速控制总线要求。
- b) D2级：应结合TDR和矢量网络分析仪（VNA）进行全面测试。使用TDR检测差分阻抗；使用VNA检测规定频段（至少覆盖至协议对应的奈奎斯特频率）内的插入损耗（S21）、回波损耗（S11）及近端串扰（NEXT）等S参数指标。
- c) D3级：必须采用高频VNA进行严苛的频域测试。测试频宽应达到产品标称上限（最高可达20GHz），除常规S参数外，必要时还应检测远端串扰（FEXT）及模态转换参量。

## 6.7 环境与可靠性试验

### 6.7.1 耐温性能试验

应按照GB/T 5095.6中规定的试验11d进行，其中：

- a) 试验条件：采用单箱法；
- 注：参见：GB/T 2423.22 试验 Na
- b) 低温/高温：-40°C/+85°C；
- c) 转换时间：<5min；
- d) 保持时间：≥30min。
- e) 累计时间：≥168h。

### 6.7.2 振动与冲击试验

#### 6.7.2.1 振动试验

应按照GB/T 2423.10-2019的规定进行，其中：

- a) 频率范围：10Hz~500Hz；
- b) 振动频率：
  - 10Hz~58Hz：定振幅0.75mm；
  - 58Hz~500Hz：定加速度100m/s<sup>2</sup>。
- c) 扫频速率：1倍频程/min；
- d) 持续时间：10个扫频循环；
- e) 监测：试验期间串联瞬断监测仪，监测发生瞬断的时间。

#### 6.7.2.2 冲击试验

应按照GB/T 2423.5-2019的规定进行，其中：

- a) 脉冲波形：半正弦波；
- b) 峰值加速度：500 m/s<sup>2</sup>；
- c) 脉冲持续时间：11 ms；
- d) 速度变化量：3.5 m/s；
- e) 冲击次数：三个相互垂直轴向，每个方向的正负向各冲击3次，共18次；
- f) 监测：试验期间串联瞬断监测仪，监测发生瞬断的时间。

### 6.7.3 湿热循环试验

应按照GB/T 5095.6中规定的试验11m进行，其中：

- a) 循环周期：24 h；
- b) 温度上限：+65°C；
- c) 相对湿度：90%~96%；
- d) 循环次数：2次；
- e) 中间检测：低温段不要求；
- f) 后续检测：试验后恢复2h，进行外观、绝缘电阻及耐压测试。

## 6.8 盐雾腐蚀试验

应按照GB/T 2423.17的规定进行，其中：

- a) 溶液：5% NaCl 中性溶液；
- b) 温度：35°C ± 2°C；
- c) 时间：≥48h；
- d) 后处理：流动水清洗，自然干燥1h后检查。（干燥后马上检查）

## 6.9 工业介质试验

按照QC/T 1067.1-2017第4.32条的规定进行，其中：

- a) 介质：冷却液、清洁剂；（矿物质油等油类物质）

- b) 温度：23±5℃；
- c) 浸泡时间：24h；

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

产品的检验分为型式检验和出厂检验。

### 7.2 型式检验

#### 7.2.1 检验时机

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定；
- 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品停产达一年以上后恢复生产时；
- 质量监督机构提出进行型式检验要求时。

#### 7.2.2 检验项目与样本

型式检验的项目应包括本文件第6章中的所有项目。样品应从出厂检验合格的批次中随机抽取。除非详细规范另有规定，通常样品数量不少于10套，且需覆盖高、低不同配置规格。

#### 7.2.3 判定规则

##### 7.2.3.1 初检规则

所有送检样品在完成规定的所有试验项目后，各项性能指标均符合本文件第6章的要求，且外观无损伤、结构无变形，方可判定型式检验初检合格。在试验过程中，若有任何一套样品在任何一项试验中出现不符合技术要求的现象，即判定该次型式检验初检不合格。

##### 7.2.3.2 复检规则

初检不合格时，制造方应暂停该型号产品的生产，对初检不合格的整批次产品进行全数复检或经协商后重点复验不合格项目及相关联项目。

#### 7.2.4 检验结果与处置

7.2.4.1 若复验样品在所有规定的试验项目中全部符合要求，则判定本次型式检验合格，该批次产品可恢复正常生产与交付。

7.2.4.2 若在复验过程中，仍有任何一套样品出现不符合要求的现象，则判定本次型式检验最终不合格。制造方必须立即停止生产，对产品设计、原材料或生产工艺进行根本性整改，直至重新通过型式检验为止。

### 7.3 出厂检验

#### 7.3.1 检验批

出厂检验应逐批进行。同一次投料、同一工艺过程生产的同型号产品构成一个检验批。

#### 7.3.2 检验项目与方式

出厂检验项目及实施方式如下：

- a) 全数检验项目：
  - 1) 外观检查；
  - 2) 结构尺寸；
  - 3) 导通性能与线序检查。
- b) 抽样检验项目：
  - 1) 绝缘电阻测试；

- 2) 耐电压测试;
- 3) 接触电阻测试。

### 7.3.3 检验方案

#### 7.3.3.1 全数检验

对于7.3.2中规定的全数检验项目，应进行100%逐个检验。若发现不合格品，应予以剔除或进行返工处理，直至合格。

#### 7.3.3.2 抽样检验

对于7.3.2中规定的抽样检验项目，按照GB/T 2828.1-2012的规定进行，应采用正常检查一次抽样方案，检验水平为II级，接收质量限（AQL）设定为0.65。

### 7.3.4 判定规则

#### 7.3.4.1 批合格判定

根据抽样样本的检验结果，若样本中的不合格品数小于或等于接收数（Ac），则判定该批产品合格。

#### 7.3.4.2 批不合格判定

若样本中的不合格品数大于或等于拒收数（Re），则判定该批产品不合格。

### 7.3.5 检验结果与处置

7.3.5.1 若批次被判定为合格，予以接收。

7.3.5.2 若批次被判定为不合格，制造方应对该批产品进行100%全检剔除或返工修复。修复后的产品需重新组批，并采用加严检验水平进行再次提交检验。若加严检验仍不通过，则判定该批产品最终不合格，做报废处理，不得出厂。

## 8 标志、包装、运输及贮存

### 8.1 标志

产品本体或最小包装上应有清晰的标志，包含：

- 制造商名称或商标；
- 产品型号或规格；
- 生产批号或日期。

### 8.2 包装

8.2.1 产品应采用防尘、防潮包装。

8.2.2 包装箱内应附有产品合格证。

8.2.3 按照GB/T 191规定，外包装箱上应标明：

- 产品名称；
- 数量；
- 毛重；
- 体积；
- 制造商信息；
- 储运图示标志。

### 8.3 运输

包装好的产品在运输过程中应避免雨雪直接淋袭、接触腐蚀性气体和防止机械损伤。

### 8.4 贮存

产品应贮存在环境温度为 $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%，周围环境无腐蚀性气体，通风良好且无强烈机械振动、冲击及强磁场作用的室内。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 25085.3-2020 道路车辆 汽车电缆 第3部分：交流30V或直流60V单芯铜导体电缆的尺寸和要求
- [2] GB/T 2423.22-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- [3] QC/T 29106—2014 汽车电线束技术条件
- [4] SN/T 5501.2—2023 进口机器人检验技术要求 第2部分：工业机器人用柔性电缆
- [5] 中国信息通信研究院. 具身智能产业发展报告（2024年）[R]. 北京：中国信息通信研究院，2024.
- [6] ISO 19642-9:2019 Road vehicles — Automotive cables — Part 9: Dimensions and requirements for 600V a.c. or 900V d.c. and 100V d.c. or 1500V d.c. round, sheathed, screened or unscreened multi or single core copper conductor cables
- [7] IEC 60512-2-5:2003 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 2-5: Electrical continuity and contact resistance tests - Test 2e: Contact disturbance
- [8] IEC 60512-3-1:2002 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 3-1: Insulation tests - Test 3a: Insulation resistance
- [9] IEC 60512-4-1:2003 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 4-1: Voltage stress tests - Test 4a: Voltage proof
- [10] IEC 60512-6-4:2002 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 6-4: Dynamic stress tests - Test 6d: Vibration (sinusoidal)
- [11] IEC 60512-11-3:2002 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 11-3: Climatic tests - Test 11c: Damp heat, steady state
- [12] IEC 60512-11-4:2002 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 11-4: Climatic tests - Test 11d: Rapid change of temperature
- [13] IEC 60512-11-12:2002 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 11-12: Climatic tests - Test 11m: Damp heat, cyclic
- [14] IEC 60512-16-3:2008 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements - Part 16-3: Mechanical tests on contacts and terminations - Test 16c: Contact-bending strength
-