

# 团体标准

T/VSTR 015—2023

## 智能光纤配线机器人技术规范

Technical specification for AI-based fiber-distribution system

2023-09-27 发布

2023-10-01 实施



## 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 缩略语	2
5 设备组成	2
5.1 总体结构	2
5.2 控制单元	3
5.3 机械手臂驱动单元	3
5.4 AI 跳纤单元	3
5.5 OTDR 模块	4
5.6 OPM 模块	4
5.7 通信模块	4
5.8 电源模块	4
5.9 光纤配线单元	4
5.10 告警显示模块	4
5.11 视频定位模块	4
6 技术要求	4
6.1 结构与外观	4
6.2 接口要求	4
6.3 功能要求	5
6.4 性能要求	6
6.5 环境适应性	7
6.6 电源要求	7
6.7 接地要求	7
6.8 电磁兼容要求	7
7 试验方法	8
7.1 试验环境条件	8

7.2	结构及外观检查 .....	8
7.3	接口检查 .....	8
7.4	功能测试 .....	9
7.5	性能测试 .....	10
7.6	环境试验 .....	13
7.7	设备电源性能测试 .....	13
7.8	接地电阻测试 .....	14
7.9	电磁兼容试验 .....	14
8	检验规则 .....	15
8.1	检验分类与项目 .....	15
8.2	出厂检验 .....	15
8.3	型式检验 .....	15
9	标志、包装、运输和贮存 .....	17
9.1	标志 .....	17
9.2	包装 .....	17
9.3	运输 .....	17
9.4	贮存 .....	17

## 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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京瑞祺皓迪技术股份有限公司、中铁电气化局集团有限公司、北京世纪瑞尔技术股份有限公司、成都瑞祺皓迪科技有限公司、北京市地铁运营有限公司技术创新研究院分公司、重庆轨道十八号线建设运营有限公司。

本文件主要起草人：初雯雯、王巍巍、葛淑云、李育冰、刘洪生、杨政、邵克松、韩建会、张衡、康智宇。



# 智能光纤配线机器人技术规范

## 1 范围

本文件规定了智能光纤配线机器人（以下简称机器人）的设备组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于机器人设备的设计、制造和检验。

## 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 2423.1-2008 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 2423.2-2008 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 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验  
 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 9254.1-2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分：发射要求  
 GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验  
 GB/T 17626.3-2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验  
 GB/T 17626.4-2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验  
 GB/T 17626.5-2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验  
 GB/T 17626.6-2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度  
 GB/T 17626.14-2005 电磁兼容 试验和测量技术 电压波动抗扰度试验  
 GB/T 17626.29-2006 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验  
 DL/T 475-2017 接地装置特性参数测量导则  
 JJG 959-2001 光时域反射计检定规程  
 JJG 965-2013 通信用光功率计  
 T/VSTR 013 光纤智能配线管理系统技术条件

## 3 术语和定义

T/VSTR 013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**智能光纤配线机器人** AI-based optical fiber distribution system

用于连接主干光缆与配线光缆、自动实现光纤跳接、存储、接入光缆衰损检测、导入和导出设备端口资源及光纤连接关系的光纤配线设备。

### 3.2

**机器人设备管理系统** AFS management system

通过网络与机器人通信，实现对机器人下发配置信息命令、跳纤指令和 OTDR 检测指令的设备管理系统。

#### 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AFS: 智能光纤配线机器人 (AI-based optical fiber distribution system)

AI: 人工智能 (Artificial Intelligent)

EMI: 电磁干扰 (Electromagnetic Interference)

LC: 朗讯连接器 (Lucent Connector)

OPM: 光功率检测模块 (Optical Power Monitor)

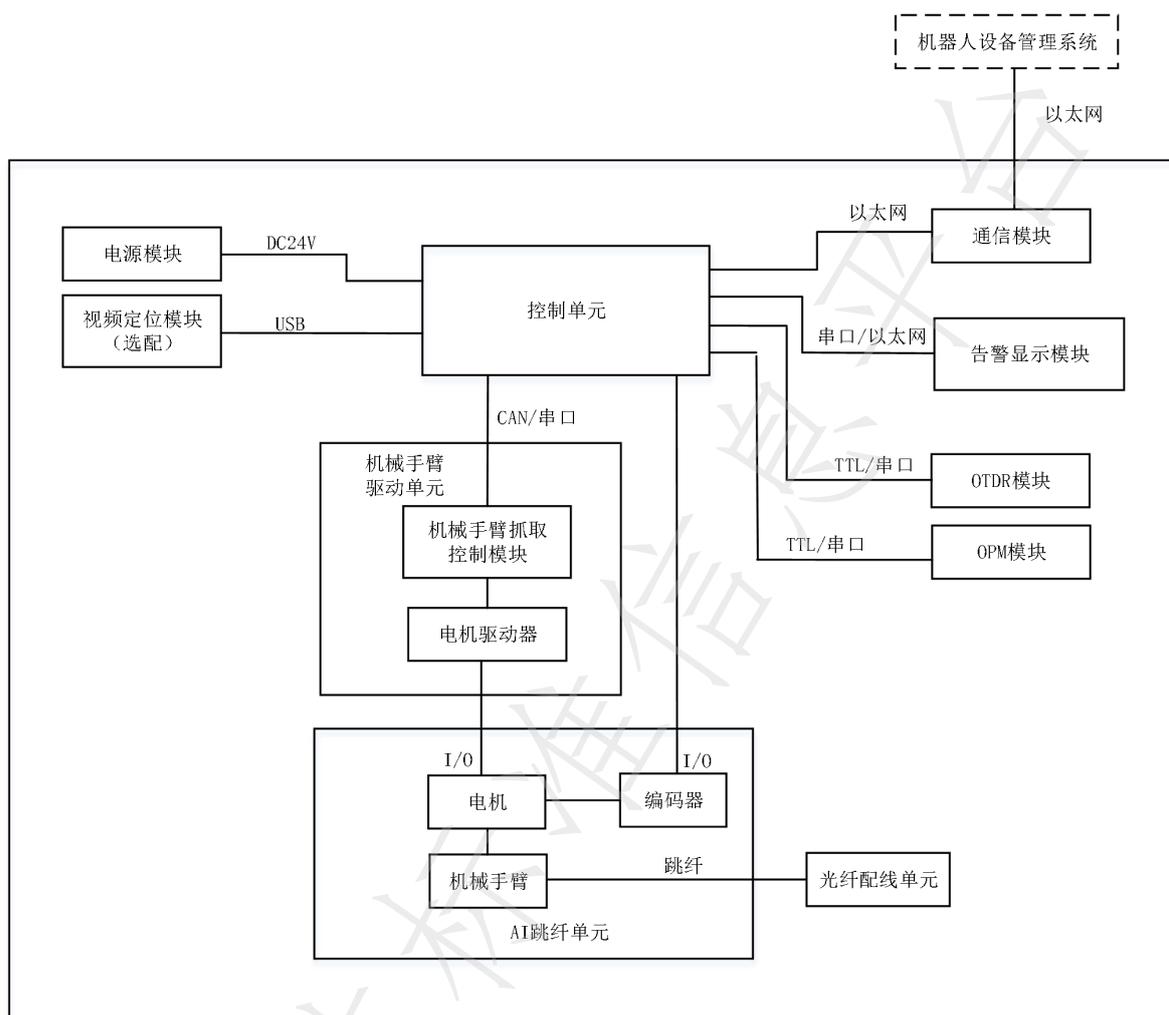
OTDR: 光时域反射仪 (Optical Time Domain Reflectometer)

SC: 方形连接器 (Square Connector)

#### 5 设备组成

##### 5.1 总体结构

机器人由控制单元、机械手臂驱动单元、AI 跳纤单元、OTDR 模块、OPM 模块、通信模块、电源模块、光纤配线单元、告警显示模块和视频定位模块 (选配) 组成，接收并执行机器人设备管理系统的跳纤指令、纤芯质量检测指令，监控端口连接状态的变化，设备组成应符合图 1 的规定。



注：图中虚线框表示外部系统设备，本文件不做规定。

图 1 机器人设备组成图

## 5.2 控制单元

控制单元应接收机器人设备管理系统的指令，将指令数据转换成跳纤操作命令、OTDR 或 OPM 测试命令发送给驱动单元、OTDR 模块或 OPM 模块，并采集 AI 跳纤单元的运行状态和结果，以及 OTDR 模块或 OPM 模块的检测结果。

## 5.3 机械手臂驱动单元

机械手臂驱动单元分为机械手臂定位抓取控制模块和电机驱动器，机械手臂定位抓取控制模块应接收控制单元下发的机械手臂运行控制信号，并通过电机驱动器转换为机械手臂定位抓取动作所需的驱动信号。

## 5.4 AI 跳纤单元

AI 跳纤单元包括电机、机械手臂、编码器，电机应接收驱动单元下发的驱动信号，驱动机械手臂以指定的速度、向指定的方向运行指定的距离，抓取指定的光纤，完成光纤跳纤动作，并将运行状态和运行结果实时反馈给控制单元。

## 5.5 OTDR 模块

OTDR 模块应接收控制单元下发的检测指令，执行光缆纤芯长度、传输损耗、接头损耗等光纤物理特性的测量，并将测试数据反馈给控制单元。

## 5.6 OPM 模块

OPM 模块应接收控制单元下发的检测指令，执行光纤收光功率数据检测，并将测试结果反馈给控制单元。

## 5.7 通信模块

通信模块应为机器人与机器人设备管理系统提供数据传输通道。

## 5.8 电源模块

电源模块将外部-48V 直流或 220V 交流供电电源转换为设备使用的稳定电源，为机器人提供工作电源。直流供电时电源接口应具有防反接功能。

## 5.9 光纤配线单元

光纤配线单元连接外线侧光缆尾纤或内线侧设备跳纤，尾纤或跳纤宜采用单模光纤。

## 5.10 告警显示模块

告警显示模块包括指示灯、显示屏（选配），应具有机器人的运行状态、故障、告警指示功能。

显示屏（选配）接收控制单元的显示命令，应具有机器人在机房地本地的端口连接关系、端口占用状态的查询及显示功能。

## 5.11 视频定位模块

视频定位模块接收控制单元下达的定位指令，采集视频图像，应对视频图像进行光纤适配器端口识别、位置分析，向控制单元返回光纤适配器端口坐标。

# 6 技术要求

## 6.1 结构与外观

机器人箱体结构与外观应符合下列规定：

- a) 表面平整光滑、颜色均匀，不存在机械划伤痕迹、各部件不应有明显色差。所有紧固件连接应牢固可靠，金属件不应有毛刺、结构件不应扭曲；
- b) 应具有良好的抗腐蚀老化性能，外观不应有肉眼可见的锈斑；
- c) 采用涂覆处理的金属结构件，其涂层与基体应具有良好的附着力；
- d) 应设置接地标志。

## 6.2 接口要求

机器人设备接口应符合下列规定：

- a) 网络接口：10/100 Mbit/s 以太网接口；
- b) 光纤接口：SC 或 LC 接口。

## 6.3 功能要求

### 6.3.1 光纤自动跳接功能

光纤自动跳接功能应符合下列规定：

- a) 具有 AI 跳纤单元自动插拔、连接光纤，实现光纤链路自动跳接的功能；
- b) 具有自动更新设备内部光纤及端口连接关系的功能；
- c) 具有接收机器人设备管理系统下发的连接关系查询指令，并上报光纤及端口连接信息的功能。

### 6.3.2 光纤链路质量检测功能

光纤链路质量检测功能应符合下列规定：

- a) 具有光纤链路质量检测功能，AI 跳纤单元将被测端口光纤跳接至 OTDR 模块，执行光纤链路质量检测，同时将光纤链路测试曲线及损耗信息上传机器人设备管理系统；
- b) 具有光纤链路收光功率检测功能，AI 跳纤单元将被测光纤跳接至 OPM 模块，执行光纤链路收光功率测试，并将收光功率测试数据上传机器人设备管理系统。

### 6.3.3 设备管理功能

设备管理功能应符合下列规定：

- a) 具有与机器人设备管理系统进行配置信息同步功能，将机器人设备属性、内部光纤与适配器连接状态等资源配置信息，通过网络接口上传机器人设备管理系统；
- b) 具有光纤连接状态管理功能，通过网络接口将光纤及端口连接关系上报机器人设备管理系统；
- c) 具有本地调试功能，通过调试端口接收机器人设备管理系统下发的调试指令。

### 6.3.4 告警功能

应具有机械手臂故障、升级失败等告警管理功能，具有机器人告警显示功能，并主动将告警上报给机器人设备管理系统。

### 6.3.5 存储功能

应具有本地存储功能，具有保存机器人基本配置信息、光纤及端口连接关系、设备故障日志功能。

### 6.3.6 断电保持功能

应具有光纤链路断电保持功能，设备断电后不应影响所建立的光纤连接关系及承载的光通信业务。

### 6.3.7 自检功能

应具有故障自诊断、定期自检及故障自定位功能，可选配视频定位模块，定期对 AI 跳纤模块插拔精度进行自动检验。

### 6.3.8 数据导出功能

应具有基本配置信息、光纤及端口连接关系导出功能。

## 6.4 性能要求

### 6.4.1 自动跳纤性能

#### 6.4.1.1 跳纤指令响应时间

跳纤指令响应时间不应大于 10 s。

#### 6.4.1.2 跳纤指令执行时间

机器人接收到跳纤指令，完成单次跳纤时间不应大于 3 min。

#### 6.4.1.3 设备故障恢复时间

机器人在遇到网络中断或机房断电情况下，应在运行环境恢复后 1 min 内自启动、自复位。

#### 6.4.1.4 跳纤成功率

机器人接收到跳纤指令，完成跳纤后，不应产生尾纤缠绕，跳纤成功率不应低于 99.9 %。

### 6.4.2 光学性能要求

插入损耗不应大于 1 dB，回波损耗不应小于 40 dB (25 °C)。

### 6.4.3 OTDR 检测性能

OTDR 检测性能应符合表 1 的规定。

表 1 OTDR 检测性能要求参数表

性能指标	参数要求
中心波长	至少支持一种波长：1310 nm±20 nm、1550 nm±20 nm 或 1625 nm±20 nm
事件盲区	1.5 m
衰减盲区	6 m
动态范围	在 PW=4 μs 或 5 μs、SNR=1 时，根据被测光缆线路中光纤通道的全程传输损耗 (dB) 和需精确测量时的富余度 (dB) 来选择。
测距精度	± (1 m+取样间隔+0.005 %×测试距离) (不包含群折射率设置的误差)
损耗精度	±0.05 dB/dB
离散反射率测量精度	±3 dB
采样分辨率	0.05 m~8 m

### 6.4.4 光功率检测性能

光功率检测性能应符合表 2 的规定。

表 2 光功率检测性能要求参数表

性能指标	参数要求
波长范围	800 nm~1700 nm

表2 光功率检测性能要求参数表（续）

性能指标	参数要求
测量范围	-70 dBm~6 dBm
不确定度	±5 %
校准波长 (nm)	850/980/1300/1310/1490/1550/1625/1650

#### 6.4.5 告警响应时间

机器人设备告警，从告警发生到完成上报的时间不应大于 3 s（不含网络传输时间）。

#### 6.4.6 接入容量

机器人接入容量宜为 12 芯、24 芯、48 芯、96 芯、144 芯、192 芯。

#### 6.5 环境适应性

机器人应在下列工作环境下，正常工作：

- a) 工作温度：-5 °C~60 °C；
- b) 储运温度：-40 °C~70 °C，短时间内（不超过 24 h）可达到 70 °C；
- c) 相对湿度：不大于 93 %（25 °C）；
- d) 振动：频率范围：10 Hz~55 Hz；振幅：0.75 mm 单振幅。

#### 6.6 电源要求

机器人应支持-48 V 直流或 220 V 交流供电，应在额定电源电压的±20 %范围内正常工作。

#### 6.7 接地要求

接地电阻不应大于 4 Ω。

#### 6.8 电磁兼容要求

##### 6.8.1 静电放电抗扰度（ESD）

应满足 GB/T 17626.2-2018 中接触放电试验等级 3（试验电压 6 kV）、空气放电试验等级 3（试验电压 8 kV）的静电放电抗干扰度要求，符合性能判据 A 级。

##### 6.8.2 射频电磁场辐射抗扰度

应满足 GB/T 17626.3-2016 中 3 级保护（设备）抵抗数字无线电话射频辐射的要求，符合性能判据 A 级。

##### 6.8.3 电快速瞬变脉冲群（EFT）抗扰度

应满足 GB/T 17626.4-2018 中试验等级 3（供电电源端口保护接地（PE）试验电压峰值 2 kV，重复频率 5 kHz；I/O 信号端口电压峰值 1 kV，重复频率 5 kHz）的要求，符合性能判据 A 级。

##### 6.8.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

应满足 GB/T 17626.6-2017 中试验等级 3（试验电压 10V，频率范围 150 kHz~80 MHz，调幅 80 %AM（1 kHz））的射频场感应的传导骚扰抗扰度要求，符合性能判据 A 级。

### 6.8.5 浪涌（冲击）抗扰度

应满足 GB/T 17626.5-2019 中试验等级 3 的浪涌（冲击）干扰要求，符合性能判据 A 级。

### 6.8.6 电磁干扰（EMI）

电源端口传导骚扰电压限值、电信端口传导共模（不对称）骚扰限值和辐射骚扰限值应满足 GB/T 9254.1-2021 中的 A 级设备水平要求，具体指标要求分别执行表 3、表 4、表 5 的规定。

表 3 电源端口传导骚扰电压限值

频率范围 (MHz)	限值 (dB $\mu$ V)	
	准峰值 QP	平均值 AV
0.15~0.50	79	66
0.5~30	73	60

表 4 电信端口传导共模（不对称）骚扰限值

频率范围 MHz	电压限值 dB $\mu$ V		电流限值 dB $\mu$ A	
	准峰值	平均值	准峰值	平均值
0.15~0.50	97~87	84~74	53~43	40~30
0.5~30	87	74	43	30

表 5 辐射骚扰限值

频率范围 (MHz)	准峰值限值 (dB $\mu$ V/m)	测试距离 (m)
30~230	40	10
230~1000	47	10
当测试距离为 3 m 时，准峰值限值应增加 10 dB		

## 7 试验方法

### 7.1 试验环境条件

除特殊要求外，产品试验应在下列环境条件下进行：

- 温度：15 °C~35 °C；
- 相对湿度：45 %~75 %；
- 大气压强：86 kPa~106 kPa。

### 7.2 结构及外观检查

应按照下列方法检查设备的结构及外观：

- 用目视方法检查外观；
- 用卡尺或卷尺检测机架外形尺寸。

### 7.3 接口检查

可通过目视方法进行接口检查及判定。

## 7.4 功能测试

### 7.4.1 光纤自动跳接功能测试

按照下列方法进行光纤自动跳接功能测试：

- a) 使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，机器人设备管理系统执行任意两端口建立连接操作，机器人完成自动跳纤指令，使用红光笔查询是否按下发指令完成连接方向交换；
- b) 光纤跳接完成，在机器人设备管理系统上读取光纤连接关系查询连接关系自动变更情况。

### 7.4.2 光纤链路质量检测功能测试

按照下列方法进行光纤链路质量检测功能测试：

- a) 机器人接入被测量光纤，机器人设备管理系统下发接入被测光纤端口的 OTDR 测试指令，查看接入光纤测试数据；
- b) 机器人设备管理系统下发接入恒定光源端口的光功率检测指令，查看收光功率数据。

### 7.4.3 设备管理功能测试

按照下列方法进行设备管理功能测试：

- a) 使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，查询机器人设备名称、编码、类型、IP 地址及端口数量等信息；
- b) 使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，查询机器人端口及光纤连接关系信息；
- c) 使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，查询机器人的校准参数、运动控制方式设置，并可下发任意光纤与端口自动跳接指令。

### 7.4.4 告警功能测试

使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，下发跳纤指令，机器人执行跳纤过程中将机械手臂暂停，查询机械手臂告警信息。

### 7.4.5 存储功能测试

使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，重启机器人，机器人设备管理系统与机器人重建连接，查询设备内故障日志、告警信息、端口连接关系信息。

### 7.4.6 断电保持功能测试

将机器人断电，通过插损仪检查正常通光的连接端口，记录损耗值。

### 7.4.7 自检功能测试

设置机器人自检时间间隔。在设定的自检时间间隔内，不执行任何设备操作，待满足设定的自检周期时查看机器人是否执行机械手臂自检运行动作。

### 7.4.8 数据导出功能测试

使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，机器人设备管理系统执行数据导出操作，核对导出文件中设备配置信息、光纤及端口连接关系。

## 7.5 性能测试

### 7.5.1 自动跳纤性能测试

#### 7.5.1.1 跳纤指令响应时间测试

使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，下发任意端口~端口跳纤操作，记录指令下发时间 T1，记录 AFS 执行跳纤动作启动时间 T2，计算并记录 T2 与 T1 时间间隔值。

#### 7.5.1.2 跳纤指令执行时间测试

使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，根据不同接入容量机器人，按照表 6~表 11 的规定，执行两端口建立连接操作，记录每次指令下发时间 T1，机器人指令动作执行完成复位时间 T2，计算并记录 T2 与 T1 时间间隔值，计算平均跳纤时长。

表 6 接入容量 12 芯机器人端口连接关系表

接入容量	No1	No2	No3	No4	No5
12	端口 1~12	端口 2~11	端口 3~9	端口 4~7	端口 5~6
	No6	No7	No8	No9	No10
	端口 6~5	端口 7~4	端口 9~3	端口 11~2	端口 12~1

表 7 接入容量 24 芯机器人端口连接关系表

接入容量	No1	No2	No3	No4	No5
24	端口 1~24	端口 2~23	端口 3~13	端口 4~12	端口 9~10
	No6	No7	No8	No9	No10
	端口 1~24	端口 2~23	端口 3~13	端口 4~12	端口 9~10

表 8 接入容量 48 芯机器人端口连接关系表

接入容量	No1	No2	No3	No4	No5
48	端口 1~48	端口 2~46	端口 3~5	端口 4~6	端口 10~40
	No6	No7	No8	No9	No10
	端口 1~48	端口 2~46	端口 3~5	端口 4~6	端口 10~40

表 9 接入容量 96 芯机器人端口连接关系表

接入容量	No1	No2	No3	No4	No5
96	端口 1~96	端口 2~95	端口 3~5	端口 4~47	端口 48~94
	No6	No7	No8	No9	No10
	端口 1~96	端口 2~95	端口 3~5	端口 4~47	端口 48~94

表 10 接入容量 144 芯机器人端口连接关系表

接入容量	No1	No2	No3	No4	No5
144	端口 1~144	端口 2~143	端口 3~4	端口 5~70	端口 71~142

表 10 接入容量 144 芯机器人端口连接关系表（续）

接入容量	No6	No7	No8	No9	No10
144	端口 1~144	端口 2~143	端口 3~4	端口 5~70	端口 71~142

表 11 接入容量 192 芯机器人端口连接关系表

接入容量	No1	No2	No3	No4	No5
192	端口 1~192	端口 2~191	端口 3~4	端口 5~95	端口 96~190
	No6	No7	No8	No9	No10
	端口 1~192	端口 2~191	端口 3~4	端口 5~95	端口 96~190

### 7.5.1.3 设备故障恢复时间测试

按照下列方法进行设备故障恢复时间测试：

- 使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，机器人处于空闲状态；
- 拔除机器人的以太网数据线，等待机器人设备管理系统上的设备状态变更为离线，再插上以太网数据线，同时记录时间 T1，查看设备状态，当设备状态从离线变更为在线状态时，记录时间 T2，计算并记录 T2 与 T1 时间间隔值；
- 关闭机器人电源，等待机器人设备管理系统上的设备状态变更为离线，开启机器人电源，记录时间 T1，查看设备状态，当设备状态从离线变为在线状态时，记录时间 T2，计算并记录 T2 与 T1 时间间隔值。

### 7.5.1.4 跳纤成功率测试

按照下列方法进行跳纤成功率测试：

- 机器人处于空闲状态，并使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，下发 1000 组“端口-端口”跳纤表。跳纤完成后，观察并记录机器人跳纤缠绕情况，任意两根跳纤不应出现影响机械手牵引光纤运动的死结；
- 记录跳纤成功次数，并计算跳纤成功次数/1000。

## 7.5.2 光学性能检查

### 7.5.2.1 机器人插入损耗检查

机器人插入损耗测试原理按照图 2 执行。

将标准跳纤按虚线连接（S1R2），调测使得光功率为 0 dB（利用置 0 键）。然后将被测跳纤按图 2 实线连接，测得的光功率值为 S2R1 端对应的插入损耗值。同理，将被测跳纤调换方向，则可测出另一端对应的插入损耗值。

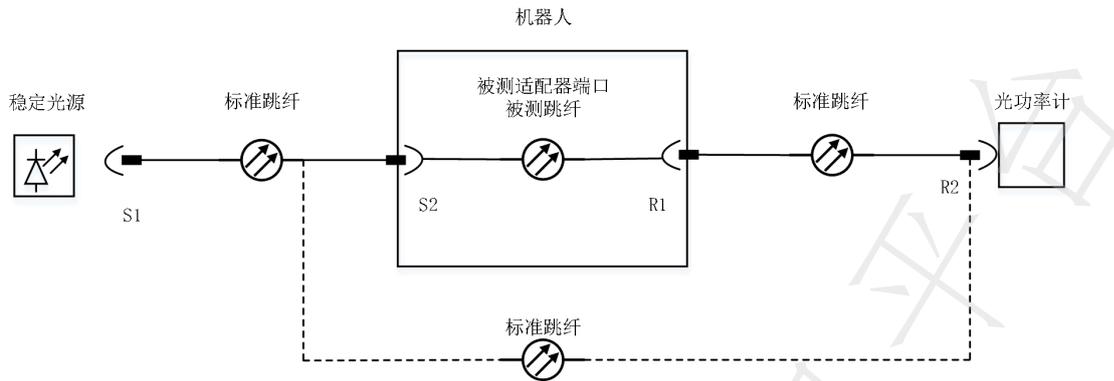


图 2 机器人插入损耗测试原理

### 7.5.2.2 机器人回波损耗检查

机器人回波损耗测试原理如图 3 所示。

测试时按图 3 规定，将被测设备连接到标准跳纤（S1S2）上，其中 S2 端为标准插头。如果仪表需要消除 R2 端反射影响，应在被测跳纤暴露端 R2 涂上适量的匹配液或在直径 7 mm 左右的圆柱体上缠绕足够圈数，此时仪表所示值即为被测跳纤 R1 端对应的回波损耗值；同理，将被测跳纤调换方向，则可测出另一端对应的回波损耗值。

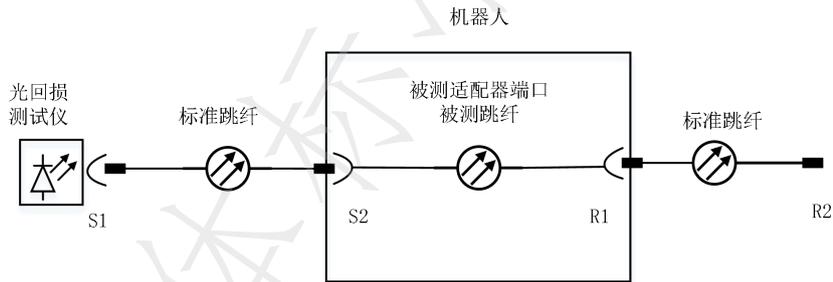


图 3 回波损耗测试原理

### 7.5.3 OTDR 性能测试

#### 7.5.3.1 输出光中心波长

按 JJG 959-2001 中 6.3.3.2 的检测方法执行，测试样品电源处于开的状态，并设置发光指令。

#### 7.5.3.2 测试精度

按 JJG 959-2001 中 6.3.4.2 的检测方法执行，测试样品电源处于开的状态。

#### 7.5.3.3 事件盲区

按 JJG 959-2001 中 6.3.8.2 的检测方法执行，测试样品电源处于开的状态。

#### 7.5.3.4 衰减盲区

按 JJG 959-2001 中 6.3.7.2 的检测方法执行，测试样品电源处于开的状态。

#### 7.5.4 光功率性能测试

按 JJG 965-2013 中的 6.3.2 的检测方法执行，测试样品电源处于开的状态。

#### 7.5.5 告警响应时间测试

使用以太网数据线将机器人设备管理系统与机器人连接，在设备执行跳纤过程中手动将机械手臂暂停并记录时间 T1，查询机械手臂告警，记录时间 T2，计算并记录 T2 与 T1 时间间隔值。

#### 7.5.6 接入容量测试

用目视方法检查设备接入端口容量。

### 7.6 环境试验

#### 7.6.1 低温工作试验

按 GB/T 2423.1-2008 中规定的 Ad 试验程序，将无包装的试验样品置于试验箱（室）内，试验温度为  $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，持续时间 2 h。

#### 7.6.2 高温工作试验

按 GB/T 2423.2-2008 中规定的 Bb 试验程序，将无包装的试验样品置于试验箱（室）内，试验温度为  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，持续时间 2 h。

#### 7.6.3 低温储运试验

按 GB/T 2423.1-2008 中规定的 Ad 试验程序，将无包装的试验样品置于试验箱（室）内，试验温度为  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，持续时间 12 h。

#### 7.6.4 高温储运试验

按 GB/T 2423.2-2008 中规定的 Bb 试验程序，将无包装的试验样品置于试验箱（室）内，试验温度为  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，持续时间 12 h。

#### 7.6.5 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3-2016 中规定的 Cab 试验程序，将无包装的试验样品置于试验箱（室）内，其中试验高温为  $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度  $93 \pm 3\text{ \%RH}$ ，试验周期 12 h。

#### 7.6.6 振动试验

将样品置于振动台上，试验条件按照 6.5 d) 中要求，试验程序按照 GB/T 2423.10-2019 中的方法进行。

### 7.7 设备电源性能测试

#### 7.7.1 直流设备

按照 GB/T 17626.29-2016 中的直流电源输入端口电压变化抗扰度试验进行。测试样品电源处于开的状态，按照表 1c) 试验等级 80 %和 120 %UT，持续时间 10 s 进行试验。

### 7.7.2 交流设备

按照 GB/T 17626.14-2005 中的电压波动抗扰度试验进行，测试样品电源处于开的状态，按照表 1 试验等级 3 级进行试验。

### 7.8 接地电阻测试

按照 DL/T 475-2017 中的 6.2.1.3 进行试验。

### 7.9 电磁兼容试验

#### 7.9.1 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2-2018 中的第 8 章进行试验。测试样品处于运行中，接触放电 6 kV、空气触发电 8 kV，选 3 点分别进行 10 次正极性和 10 次负极性静电放电。

#### 7.9.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照 GB/T 17626.3-2016 中的第 8 章进行试验。测试样品电源处于开的状态，按照表 12 试验等级进行试验。

表 12 射频电磁场辐射抗扰度试验等级

试验频率	电场强度	幅度调制
80 MHz~1000 MHz	10 V/m	80 %AM (1 KHz)

#### 7.9.3 电快速瞬变脉冲群 (EFT) 抗扰度试验

按照 GB/T 17626.4-2018 中的第 8 章进行。测试样品电源处于开的状态，按照表 13 试验等级进行试验。

表 13 电快速瞬变脉冲群试验等级

在供电电源端口，保护接地 (PE)		在信号端口	
电压峰值 kV	重复频率 kHz	电压峰值 kV	重复频率 kHz
2	5	1	5

#### 7.9.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按照 GB/T 17626.6-2017 中的第 8 章进行。测试样品电源处于开的状态，按照表 14 试验等级进行试验。

表 14 射频场感应传导骚扰抗扰度试验等级

频率范围 150 kHz~80 MHz	
电压 (e. m. f.)	
$U_0/V$	$U_0/dB (\mu V)$
10	140

#### 7.9.5 浪涌 (冲击) 抗扰度试验

按照 GB/T 17626.5-2019 中的第 8 章进行。测试样品电源处于开的状态，按照试验等级 4 进行试验。

### 7.9.6 电磁干扰 (EMI) 试验

按照 GB/T 9254.1-2021 中的第 10 章进行。测试样品电源处于开的状态，使用准峰值检波器测量，天线水平或垂直极化，准峰值限值执行表 15 的规定。

表 15 辐射骚扰试验限值表

频率范围 (MHz)	准峰值限值 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ )	测试距离 (m)
30~230	40	10
230~1000	47	10
在过渡频率处 (230 MHz) 应采用较低的限值 当测试距离为 3 m 时，准峰值限值应增加 10 dB		

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类与项目

产品检验分为出厂检验和型式检验。检验项目应符合表 16 的规定。

### 8.2 出厂检验

8.2.1 应逐台进行；

8.2.2 应按照表 16 规定的检验项目进行；

8.2.3 检验中出现任一故障，应停止检验，待查出故障原因并排除后，做出标记并重新进行出厂检验。如仍出现故障，则判该设备为不合格。

### 8.3 型式检验

#### 8.3.1 型式检验周期

具有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试验完成时；
- 转场生产试制完成时；
- 产品停产 2 年及以上恢复生产时；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 连续生产 5 年时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

8.3.2 型式试验应按照表 16 规定的检验项目进行。

表 16 检验项目

检验项目	出厂检验	型式检验	要求	试验方法
结构与外观	√	√	6.1	7.2

表 16 检验项目 (续)

检验项目		出厂检验	型式检验	要求	试验方法
结构与外观		√	√	6.1	7.2
接口要求		√	√	6.2	7.3
功能要求	光纤自动跳接	√	√	6.3.1	7.4.1
	光纤链路质量检测	√	√	6.3.2	7.4.2
	设备管理	√	√	6.3.3	7.4.3
	告警功能	-	√	6.3.4	7.4.4
	存储功能	-	√	6.3.5	7.4.5
	断电保持功能	-	√	6.3.6	7.4.6
	自检功能	-	√	6.3.7	7.4.7
	数据导出功能	-	√	6.3.8	7.4.8
性能要求	跳纤指令响应时间	-	√	6.4.1.1	7.5.1.1
	跳纤指令执行时间	-	√	6.4.1.2	7.5.1.2
	设备故障恢复时间	-	√	6.4.1.3	7.5.1.3
	跳纤成功率	-	√	6.4.1.4	7.5.1.4
	光学性能要求	√	√	6.4.2	7.5.2
	OTDR 检测性能	-	√	6.4.3	7.5.3
	光功率检测性能	-	√	6.4.4	7.5.4
	告警响应时间	-	√	6.4.5	7.5.5
	接入容量	√	√	6.4.6	7.5.6
环境要求	低温工作	-	√	6.5 a)	7.6.1
	高温工作	-	√	6.5 a)	7.6.2
	低温储运	-	√	6.5 b)	7.6.3
	高温储运	-	√	6.5 b)	7.6.4
	湿热	-	√	6.5 c)	7.6.5
	振动	-	√	6.5 d)	7.6.6
电源要求		-	√	6.6	7.7
接地要求		-	√	6.7	7.8
电磁兼容要求	静电放电抗扰度	-	√	6.8.1	7.9.1
	射频电磁场辐射抗扰度	-	√	6.8.2	7.9.2
	电快速瞬变脉冲群抗扰度	-	√	6.8.3	7.9.3

表 16 检验项目 (续)

检验项目		出厂检验	型式检验	要求	试验方法
电磁兼容要求	射频场感应传导骚扰抗扰度	-	√	6.8.4	7.9.4
	浪涌（冲击）抗扰度	-	√	6.8.5	7.9.5
	电磁干扰	-	√	6.8.6	7.9.6

## 9 标志、包装、运输和贮存

### 9.1 标志

#### 9.1.1 设备标志

在设备明显的位置装有铭牌，铭牌应清晰，易于识别，不易磨损。

铭牌应标明下列信息：

- a) 产品名称、型号；
- b) 出厂编号；
- c) 制造日期；
- d) 制造商名称。

#### 9.1.2 外包装标志

设备包装箱外应采用不易褪色涂料，清晰地标出下列信息：

- a) 正面：产品名称、型号、数量、重量、外包装尺寸，到站，收货、发货单位名称和地址等；
- b) 侧面：“易碎物品”、“向上”、“怕雨”及发站、制造商名称等。

### 9.2 包装

包装应符合下列规定：

- a) 设备包装应能防止其正常运输过程中遭受损坏；
- b) 随机应提供产品的用户手册、产品合格证、装箱单、专用安装工具。

### 9.3 运输

设备在搬运过程中，应轻拿轻放，避免摔碰，不应无包装运输。

### 9.4 贮存

设备贮存条件应符合下列规定：

- a) 贮存处应有防雨、雪和水浸的措施，不应在露天存放；
- b) 贮存处应远离高温、高热、高湿的环境；
- c) 贮存处不应有有毒或腐蚀性气体，不应与有毒或带有腐蚀性的酸、碱、盐等物品一起存放。