

团 体 标 准

T/SZRCA 009—2024

拖链型机器人特种线缆技术规范

深圳市机器人特种线缆行业协会

2024-12-20 发布

2024-12-31 实施

深圳市机器人特种线缆行业协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3-4
3 术语与定义.....	4
4 产品分类、代号和表示方法.....	4-5
5 要求.....	6-8
6 技术要求和试验方法.....	8-15
7 检验要求.....	15-16
8 附录.....	18-27
附录 A（规范性附录）拖链型机器人特种线缆技术规范导体结构要求.....	18
附录 B（规范性附录）拖链型机器人特种线缆技术规范绝缘材料要求	18-21
附录 C（规范性附录）拖链型机器人特种线缆技术规范护套材料要求	22-23

深圳市机器人特种线缆行业协会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准的某些内容可能会涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由深圳市机器人特种线缆行业协会提出并归口。

本标准主要起草单位：新雅电线电缆（深圳）有限公司、新亚电子股份有限公司、深圳市优缆电缆股份有限公司、太阳电线（东莞）有限公司、深圳市凯旺电子有限公司、深圳市宏亚电子有限公司、东莞市君祥电子科技有限公司、东莞市南谷第电子有限公司、深圳市红旗电工科技有限公司、东莞市鑫盛达电缆技术有限公司、深圳市金环宇电线电缆有限公司、浙江元通线缆制造有限公司、深圳市帝源新材料科技股份有限公司。

本标准主要起草人：颜家军、石刘建、秦波、颜涛、白翠东、王文磊、张世军、张飞天、司建中、陈志平、张守明、林顺豪、张欢、王世军、张迈涛、肖垒垒、黄湘赣、李军

拖链型机器人特种线缆技术规范

1 范围

本标准规定了额定电压450/750V及以下的拖链型机器人特种线缆技术规范（以下简称电缆）的产品分类代号和表示方法、技术要求、试验方法和检验规则、使用特性、交货长度和包装等。

本标准适用于额定电压450/750V及以下的拖链型机器人特种线缆技术规范。

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，仅所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 2900.10 电工术语 电缆

GB/T 2951.11-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第11部分：通用试验方法—厚度和外形尺寸测量—机械性能试验

GB/T 2951.12-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第12部分：通用试验方法—热老化试验方法

GB/T 2951.14-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第14部分：通用试验方法—低温试验

GB/T 2951.21-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第21部分：弹性体混合料专用试验方法—耐臭氧试验—热延伸试验—浸矿物油试验

GB/T 2951.31-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第31部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法—高温压力试验—抗开裂试验

GB/T 2951.32-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第32部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法—失重试验—热稳定性试验

GB/T 3048.4-2007 电线电缆电性能试验方法 导体直流电阻试验

GB/T 3048.8-2007 电线电缆电性能试验方法 交流电压试验

GB/T 3048.9-2007 电线电缆电性能试验方法 绝缘线芯工频火花试验

GB/T 3953-2024 电工圆铜线

GB/T 3956-2008 电缆的导体

GB/T 4910-2022 镀锡圆铜线

GB/T 5023.1-2008 额定电压450/750V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第1部分：一般要求

GB/T 5023.2-2008 额定电压450/750V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第2部分：试验方法

GB/T 6995.1-2008 电线电缆识别标志方法 第1部分：一般规定

GB/T 18380.12-2022 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第12部分：单根绝缘电线火焰垂直蔓延试验—1kW预混合型火焰试验方法

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆通则

JB/T 8137（所有部分） 电线电缆交货盘

IEC 62153-4-3: 2013 金属通信电缆试验方法 第4-3部分：电磁兼容性(EMC)——表面传输阻抗——三维法

IEC 62153-4-4: 2015 金属通信电缆试验方法 第4-4部分：电磁兼容性(EMC) 屏蔽衰减、测量屏蔽衰减 $a_s \leq 3\text{GHz}$ 和 $a_s > 3\text{GHz}$ 的试验方法

ISO 1817-2024 硫化橡胶或热塑性橡胶—耐液体测定方法

UL 817-2015 电线集和电力供给电线

3 术语与定义

GB/T 2900.10界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 拖链型机器人特种线缆

指主要布线在拖链轨道内,长期进行拖链运动,为机器人或者工控设备提供动力或传递信号的电缆。

3.2 电缆拖链次数

是指拖链电缆在一定条件下,能正常为设备提供动力或传递信号所进行拖链运动的次数。

3.3 型式试验(符号 T)

型式试验是指按一般商业原则,对本标准规定的一种型号电缆在供货前进行的试验,以证明电缆具有良好的性能,能满足规定的使用要求。型式试验的本质是一旦进行这些试验后,不必重复进行。如果改变电缆材料或设计会影响电缆的性能,则必须重复进行型式试验。型式试验项目的测试频率一般为1年/次。

3.4 抽样试验(符号 S)

抽样试验是在成品电缆试样上或取自成品电缆的元件上进行的试验,以证明成品电缆产品符合设计规范。抽样试验项目在每批出货时必需检查,并出具对应检测报告。

4 产品分类、代号和表示方法

4.1 用途种类代号

拖链型机器人特种线缆····· TB

4.2 材料代号

绝缘聚氯乙烯····· V

绝缘聚丙烯	P
绝缘热塑性弹性体	E
绝缘乙烯四氟乙烯共聚物	YF
护套聚氯乙烯	V
护套热塑性弹性体	E
护套聚氨酯	U

4.3 结构特征代号

圆形	省略
扁形（平形）	B
非屏蔽型	省略
屏蔽型	P

4.4 额定电压代号

30V	01
300/300V	03
300/500V	05
450/750V	07

4.5 耐热特性代号

70℃	70
90℃	90
105℃	105

4.6 耐拖链等级代号

500 万次	CLASS I
2000 万次	CLASS II
5000 万次	CLASS III

4.7 产品标识表示方法

产品标识由型号、规格及标准编号组成。

型号包括用途种类代号、绝缘材料代号、护套材料代号、结构特性代号、额定电压代号、耐热特性代号及耐拖链等级代号。规格包括芯线数、导体标称截面积。

当产品有燃烧特性要求时，产品表示方法应符合 GB/T 19666 的规定。

示例 1：FEP 绝缘，TPU 护套，额定电压 300/300V，耐温 105℃，6 芯 0.20mm² 带屏蔽，拖链等级 5000 万次的拖链型机器人特种线缆，表示为：TBYFUP-03-105 6Cx0.20mm² CLASS III T/SZCA 00x-2024

5 要求

5.1 结构

5.1.1 导体

5.1.1.1 导体宜采用退火铜线或者铜合金制品及铜皮软线。导体可以采用合适的金属镀层或裸线。

5.1.1.2 导体可以是多股绞合结构或复绞股线结构。导体结构中允许加入芳纶丝、纤维或类似材料。

5.1.1.3 导体性能应符合附录 A 及 GB/T 3956-2008 中第 5 种、第 6 种或更柔软导体的规定。

5.1.1.4 导体的结构参数可参考附录 A。

5.1.2 绝缘

5.1.2.1 绝缘宜选用聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、热塑性弹性体、乙烯-四氟乙烯共聚物等材料，材料的性能应符合附录 B 中 B.1 的规定。也可选用满足产品要求的其它合适材料。

5.1.2.2 绝缘的厚度应符合附录 B 中 B.2 的规定值。

5.1.2.3 绝缘的机械性能，符合 GB/T 2951.31-2008 的要求。

5.1.3 填充

电缆中可采用非导体和非金属填充物，填充物应与绝缘或者护套材料具有相容性。

5.1.4 内衬层

内衬层可选。一般的内衬层可以挤包或绕包，隔离套应挤包。绕包内衬层应采用多层带状材料重叠绕包。内衬层材料应与绝缘或者护套材料具有相容性。

5.1.5 屏蔽

屏蔽可选。如有要求，缆芯外可采用金属带、金属复合带绕包或金属丝编织。也可选用满足产品要求的其他合适材料。

5.1.6 护套

5.1.6.1 护套材料宜采用聚氯乙烯、热塑性弹性体或聚氨酯等材料，材料的性能应符合附录 C 中的规定。也可选用满足产品要求的其它合适材料。

5.1.6.2 护套应均匀挤包在缆芯外面，应不粘连绝缘线芯。根据产品需要，护套可嵌入成缆线芯芯线之间的空隙构成填充。

5.1.6.3 护套厚度应符合 GB/T 9330-2020 的要求，见附录 C。

5.2 标志

5.2.1 产地标志和电缆识别

电缆应有制造厂名、产品型号和额定电压的连续标志，厂名标志可以是标志识别线、制造厂名或商标的重复标志。

5.2.2 标志连续性

一个完整标志的末端与下一个标志的始端之间的距离在电缆外护套上应不超过 550mm。

5.2.3 标志耐擦性

油墨印字标志应耐擦，按 GB/T 5023.2-2008 中第 1.8 的规定试验检查是否符合要求。

5.2.4 标志清晰度

所有标志应字迹清楚易于识别。

5.2.5 芯线识别

5.2.5.1 优先推荐使用以下颜色，如客户有特殊要求，可由供需双方协商确定芯线颜色。

5.2.5.2 电源类芯线识别

5.2.5.2.1 电缆的绝缘线芯应用着色绝缘或其他合适的方法进行识别，除用黄/绿组合色识别的绝缘线芯外，

电缆的每一绝缘线芯应只用一种颜色。

任一多芯电缆均不应使用不是组合色用的绿色和黄色。

5.2.5.2.2 颜色色谱

——单芯电缆：无优先选用色谱；

——两芯电缆：无优先选用色谱；

——三芯电缆：黄/绿色、蓝色、棕色，或是棕色、黑色、灰色；

——四芯电缆：黄/绿色、棕色、黑色、灰色，或是蓝色、棕色、黑色、灰色；

——五芯电缆：黄/绿色、蓝色、棕色、黑色、灰色，或是蓝色、棕色、黑色、灰色、黑色。

各种颜色应能清楚地识别并耐擦，耐擦性能应按 GB/T 5023.2-2008 中 1.8 规定的试验进行检查。

5.2.5.2.3 黄/绿组合色

黄/绿组合色绝缘线芯的双色分配应符合下列条件(按 IEC 60173: 1964)

对每一段长 15 mm 的双色绝缘线芯，其中一种颜色应至少覆盖绝缘线芯表面的 30%，且不大于 70%，而另一种颜色则覆盖绝缘线芯的其余部分。

注：关于使用黄/绿组合色和蓝色的情况说明：

当按上述规定使用黄/绿组合色时，表示专门用来识别连接接地或类似保护用途的绝缘线芯，而蓝色用作连接中性线的绝缘线芯。如果没有中性线，则蓝色可用于识别除接地或保护导体外的任一绝缘线芯。

5.2.5.2.4 五芯以上用数字识别

五芯以上芯线(数字间距不大于 50mm)宜采用黄/绿与黑色芯线带连续白色数字编号，成缆时在最内层从 1 开始，黄/绿芯线在最外层。

5.2.5.3 非电源类芯线识别

5.2.5.3.1 导体截面积在 0.5mm^2 及以上非电源类芯线颜色宜采用黑色带连续白色数字编号进行识别。

5.2.5.3.2 导体截面积在 0.5mm^2 以下非电源类芯线宜采用彩色与双色进行识别。芯线颜色应按表 1 顺序进行组合：

表 1 芯线色谱表

序号	颜色	序号	颜色	序号	颜色	序号	颜色	序号	颜色
1	红色	7	棕色	13	蓝间黑色	19	紫间黑色	25	棕间白色
2	黑色	8	白色	14	绿间黑色	20	灰间黑色	26	蓝间红色
3	蓝色	9	紫色	15	黄间黑色	21	蓝间白色	27	绿间红色
4	绿色	10	灰色	16	橙间黑色	22	绿间白色	28	黄间红色
5	黄色	11	红间白色	17	棕间黑色	23	黄间白色	29	橙间红色
6	橙色	12	黑间白色	18	白间黑色	24	橙间白色	30	棕间红色

5.2.5.2.3 数据传输电缆对绞芯线颜色应采用一芯为主色，另一芯为主色加辅色的不同组合形式实现颜

色区分。常用 15 对芯线颜色顺序应符合表 2。

表 2 数据传输电缆线色谱表

序号	颜色对	序号	颜色对	序号	颜色对
1	红色/红间白色	6	橙色/橙间黑色	11	蓝间白色/蓝间红色
2	蓝色/蓝间黑色	7	棕色/棕间黑色	12	绿间白色/绿间红色
3	黑色/黑间白色	8	白色/白间黑色	13	黄间白色/黄间红色
4	绿色/绿间黑色	9	紫色/紫间黑色	14	橙间白色/橙间红色
5	黄色/黄间黑色	10	灰色/灰间黑色	15	棕间白色/棕间红色

6. 技术要求和试验方法

6.1 概述

6.1.1 试验一般要求

除非另有规定，电缆的测试按照团体标准 T/SZRCA 002-2022《机器人特种线缆测试技术规范》中规定的试验方法进行。

6.1.2 试验温度和湿度

除非另有规定，试验可在环境温度下进行，环境湿度应不大于 80%。

6.1.3 试验电压

除非另有规定，试验电压应是交流 49Hz~61Hz 的近似正弦波形，电压均为有效值，峰值与有效值之比等于 $(1+7\%)v_2$ 。

6.1.4 取样

如果绝缘或护套采用压印凸字标志时，取样应包括该标志。除非另有规定，对于多芯电缆，所取试样应按不同颜色不同规格进行抽取。

6.1.5 预处理

全部试验应在绝缘或护套挤出后存放至少 16h 后才能进行。

6.2 结构、标志和线芯识别

电缆的结构、标志和线芯识别应符合本标准第 5 章的规定。

6.3 电气性能

6.3.1 导体电阻

导体电阻检查应在长度至少为 1m 的电缆试样上对每根导体进行测量，并测定每根电缆试样的长度。若有必要，可按 GB/T 3956—2008 附录 A 将电阻值修正到 20℃ 时和 1km 长度的电阻值。折算后的电阻值应不超过 GB/T 3956—2008 中的要求。

测试装置及测试方法应满足 GB/T 3048.4—2007。

6.3.2 成品电缆电压测试

电压应依次施加在每根导体对连接在一起的所有其他导体和金属层(若有)或水之间，然后电压再施加在所有连接在一起的导体和金属层或水之间。试样长度、水温、浸水时间、施加电压和耐电压时

间应符合表 3 的规定。测试装置及测试方法应符合 GB/T 3048.8—2007 的规定。

表 3 拖链型机器人特种线缆耐电压试验要求

序号	额定电压 (V)	试验条件			试验电压 (交流 V)	每次最少施 电压时间 (min)	试验结果
		试样长度 (m)	水温 (℃)	浸水时间 (h)			
1	30	10	20±5	1	500	5	不击穿
2	300/300	10	20±5	1	1500	5	不击穿
3	300/500	10	20±5	1	2000	5	不击穿
4	450/750	10	20±5	1	2500	5	不击穿

6.3.3 绝缘线芯电压

按 GB/T 5023.2—2008 中第 2.3 的规定，并符合 GB/T 5023.1—2008 中表 3 的规定。

6.3.4 绝缘电阻

按 GB/T 5023.2—2008 中第 2.4 的规定，并符合 GB/T 5023.1—2008 中表 3 的规定。

6.3.5 绝缘线芯火花试验

整个制造长度的电线电缆都必须进行绝缘火花测试，其试验设备和程序按照 GB/T 3048.9—2007 的规定。

6.3.6 挤出护套火花试验

整个制造长度的电缆都必须进行护套火花测试，其试验设备和程序按照 GB/T 3048.10—2007 的规定。

6.4 绝缘和护套的物理性能

6.4.1 机械性能

符合附录中表 B.1 或表 C.1 要求，试验方法按 GB/T 2951.11—2008 中第 9 章的规定。

6.4.2 热老化

符合附录中表 B.1 或表 C.1 要求，试验方法按 GB/T 2951.12—2008 中第 8.1 条的规定。

6.4.3 低温冲击

符合附录中表 B.1 或表 C.1 要求，试验方法按 GB/T 2951.14—2008 中第 8.5 条的规定。

6.4.5 高温压力试验

符合附录中表 B.1 或表 C.1 要求，试验方法按 GB/T 2951.31—2008 中第 8 章的规定。

6.4.6 热冲击试验

符合附录中表 B.1 或表 C.1 要求，试验方法按 GB/T 2951.31—2008 中第 9 章的规定。

6.4.7 失重试验(适用时)

符合附录中表 B.1 或表 C.1 要求，试验方法按 GB/T 2951.32—2008 中 8.1 的规定。

6.4.8 不延燃试验

符合附录中表 B.1 或表 C.1 要求，试验方法按 GB/T 18380.12—2022 的规定。

6.4.9 护套耐环境和化学品

除非另有要求，按团体标准 T/SZCA 002-2022 《机器人特种线缆测试技术规范》中 8.5 规定的试验方

法进行，要求本体电源线缆护套的最大外径变化率小于12%。

6.5 机械寿命

6.5.1 U型拖链试验

6.5.1.1 本试验应使用图1所示设备进行。试验方法按团体标准 T/SZRCA 002-2022 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.4规定进行。

6.5.1.2 试验的实施

从成品上取长度为1.5米的三个试样(行程大于1米的按行程长度合理调节)，按照图1将试样两端固定，弯曲半径“r”依据产品柔软特性参照 T/SZRCA 002-2022 标准3.8要求。测试设备以表4对应的速率、行程长度测试运行，达到规定要求次数。

表4 拖链型机器人特种线缆U型拖链试验要求

弯曲半径	行程长度	速率
依 T/SZRCA 002-2022 3.8 要求	$L \leq 0.5\text{m}$	88次/分钟
	$0.5\text{m} < L \leq 1\text{m}$	60次/分钟
	$1\text{m} < L \leq 5\text{m}$	30次/分钟
	$5\text{m} < L \leq 10\text{m}$	20次/分钟

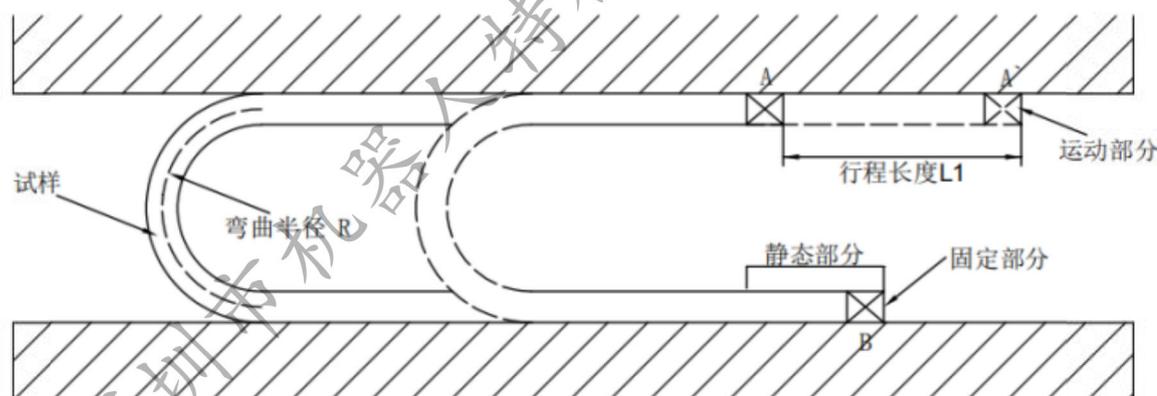


图1 拖链型机器人特种线缆U型拖链试验示意图

6.5.1.3 试验结果的判定

U型拖链试验的等级按表6要求。

若试样拖链次数达到标准要求次数，且未发生导通报警情况：

a) 将试样取下，进行直流电阻测量，方法按本标准 6.3.1中规定的方法进行，并且比对未进行试验前的直流电阻数值，直流电阻变化率应小于10%；

测试装置及测试方法应满足 GB/T 3048.4—2007

b) 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 6.3.2中规定的方法进行，试样应不击穿。

测试装置及测试方法应满足 GB/T 3048.8—2007

c) 检查试样表面，如出现裂纹、护套开裂、裸露半成品或芯线，则视为不合格。

若试样拖链次数未达到标准要求次数，已经出现导通报警、护套开裂的现象，则判定不合格。

当3根试样出现不多于1根试样不合格时，则应另取3根试样进行重复试验，且试验结果均需达到标准要求。

6.5.2 弯曲试验

6.5.2.1 本试验应使用图2所示设备进行。试验方法按团体标准 T/SZCA 002-2022 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.1规定进行。

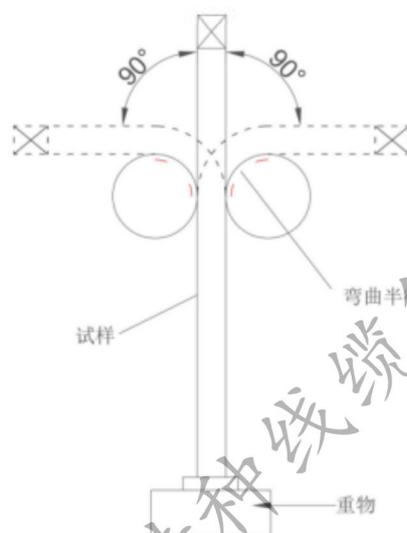


图2 90度弯曲试验示意图

6.5.2.2 试验的实施

取最少5条长度为1.1m的试验样品，所有芯线导体串联起来，一端按照图2的要求单端固定在弯曲试验机上，另一端按表5悬挂相应重量的砝码，选择合适的弯曲半径，以正负90度的摇摆角度，以一定的速率进行弯曲测试，实验到规定要求次数（一个来回为一次）后，电缆任一芯线不得发生短路及断路现象，并且绝缘及护套不发生龟裂破损的异常现象。

表5 弯曲试验条件

结构等级	弯曲半径	吊重	速率
CLASS I	10倍线径	500g	45 次/分钟
CLASS II	7.5倍线径	500g	45 次/分钟
CLASS III	5倍线径	500g	45 次/分钟

6.5.2.3 试验结果的判定

弯曲试验的等级按表6要求。

若试样弯曲次数达到标准要求次数，且未发生导通报警情况：

a) 将试样取下，进行直流电阻测量，方法按本标准6.3.1中规定的方法进行，并且比对未进行试验前的直流电阻数值，直流电阻变化率应小于10%；

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.4—2007

b) 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 6.3.2 中规定的方法进行，试样应不击穿。

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.8—2007

c) 检查试样表面，如出现裂纹、护套开裂、裸露半成品或芯线，则视为不合格。

若试样弯曲次数未达到标准要求次数，已经出现导通报警、护套开裂的现象，则判定不合格。

当5根试样出现不多于1根试样不合格时，则应另取5根试样进行重复试验，且试验结果均需达到标准要求。

6.5.3 弯折及旋转试验

6.5.3.1 本试验应使用图3所示设备进行。试验方法按团体标准 T/SZRCA 002-2022 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.2规定进行。

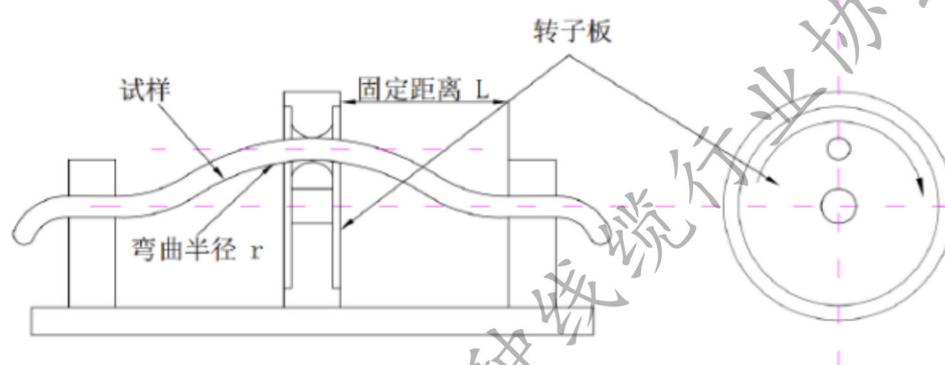


图3 弯折及旋转试验示意图

6.5.3.2 试验的实施

取至少5根长度为1.5m的试样，将电缆两端脱皮50mm，同时将试样两端的绝缘芯线脱皮15mm，并将每两根绝缘芯线串联，最后空闲一个或两个线头无需接通，整根电缆的绝缘芯线形成一个通路。

6.5.3.3 试验结果的判定

弯折及旋转试验的等级按表6要求。

若试样弯折及旋转次数达到标准要求次数，且未发生导通报警情况：

a) 将试样取下，进行直流电阻测量，方法按本标准 6.3.1中规定的方法进行，并且比对未进行试验前的直流电阻数值，直流电阻变化率应小于10%；

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.4—2007

b) 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 6.3.2 中规定的方法进行，试样应不击穿。

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.8—2007

c) 检查试样表面，如出现裂纹、护套开裂、裸露半成品或芯线，则视为不合格。

若试样弯折及旋转次数未达到标准要求次数，已经出现导通报警、护套开裂的现象，则判定不合格。

当3根试样出现不多于1根试样不合格时，则应另取3根试样进行重复试验，且试验结果均需达到标准要求。

6.5.4 垂直扭转试验

6.5.4.1 本试验应使用图4所示设备进行。试验方法按团体标准 T/SZRCA 002-2022 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.7规定进行。

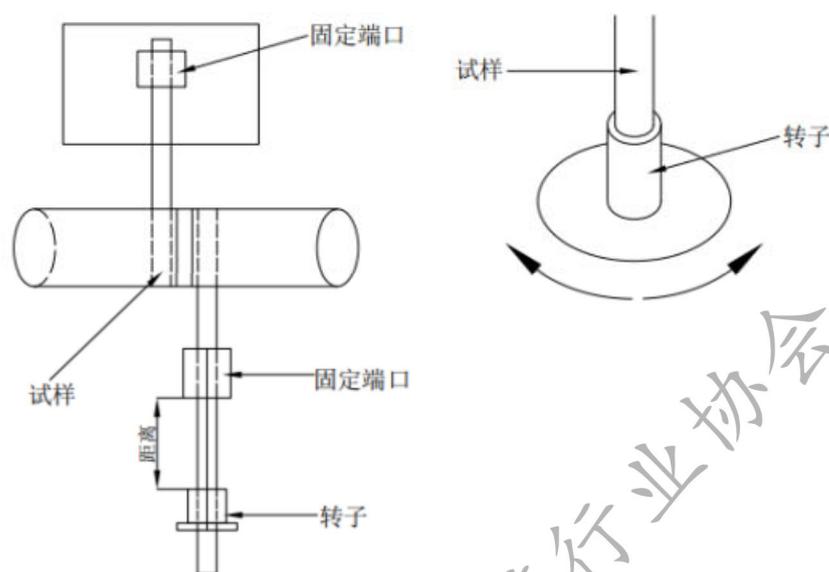


图4 垂直扭转试验示意图

6.5.4.2 试验的实施

取最少3条长度为1.5m的试验样品，如图3所示，将样品固定在垂直扭转测试仪上。下固定点与转子之间的距离为 $30 \cdot D \pm 5\%$ mm，不小于30cm，下固定点和转子之间的样品长度为距离的1.05倍，以避免在极端位置发生纵向拉伸，旋转角度高达 $\pm 180^\circ$ 的转子以每分钟 40 ± 2 圈的速度旋转，一个循环在 360° 范围内移动，达到规定要求次数。

6.5.4.3 试验结果的判定

垂直扭转试验的等级按表6要求。

若试样垂直扭转次数达到标准要求次数，且未发生导通报警情况：

a) 将试样取下，进行直流电阻测量，方法按本标准 6.3.1中规定的方法进行，并且比对未进行试验前的直流电阻数值，直流电阻变化率应小于10%；

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.4—2007

b) 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 6.3.2 中规定的方法进行，试样应不击穿。

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.8—2007

c) 检查试样表面，如出现裂纹、护套开裂、裸露半成品或芯线，则视为不合格。

若试样垂直扭转次数未达到标准要求次数，已经出现导通报警、护套开裂的现象，则判定不合格。

当3根试样出现不多于1根试样不合格时，则应另取3根试样进行重复试验，且试验结果均需达到标准要求。

6.5.5 2D 扭转试验

6.5.5.1 本试验应使用图5所示设备进行。试验方法按团体标准 T/SZCA 002-2022 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.5规定进行。

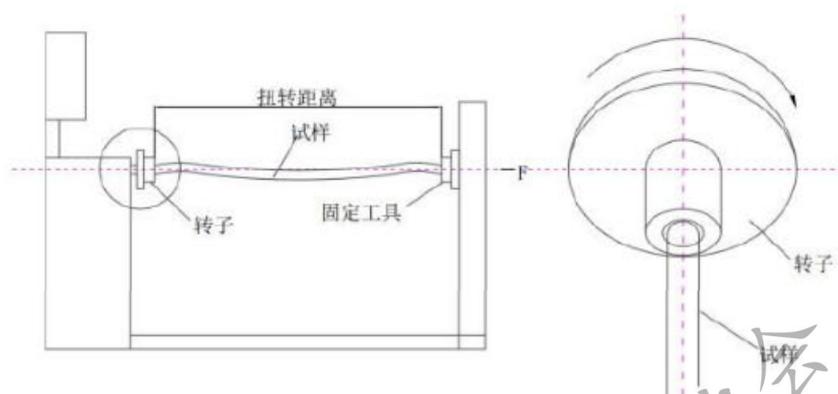


图5 2D扭转试验示意图

6.5.5.2 试验的实施

取至少3根长度为2.5m的试样，将电缆两端脱皮50mm，同时将试样两端的绝缘芯线脱皮15mm，并将每两根绝缘芯线串联，最后空闲一个或两个线头无需接通，整根电缆的绝缘芯线形成一个通路。

6.5.5.3 试验结果的判定

2D扭转试验的等级按表6要求。

若试样2D扭转次数达到标准要求次数，且未发生导通报警情况：

a) 将试样取下，进行直流电阻测量，方法按本标准6.3.1中规定的方法进行，并且比对未进行试验前的直流电阻数值，直流电阻变化率应小于10%；

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.4—2007

b) 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准6.3.2中规定的方法进行，试样应不击穿。

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.8—2007

c) 检查试样表面，如出现裂纹、护套开裂、裸露半成品或芯线，则视为不合格。

若试样2D扭转次数未达到标准要求次数，已经出现导通报警、护套开裂的现象，则判定不合格。

当3根试样出现不多于1根试样不合格时，则应另取3根试样进行重复试验，且试验结果均需达到标准要求。

6.5.6 3D扭转试验

6.5.6.1 本试验应使用图4所示设备进行。试验方法按团体标准T/SZCA 002-2022《机器人特种线缆测试技术规范》中7.6规定进行。

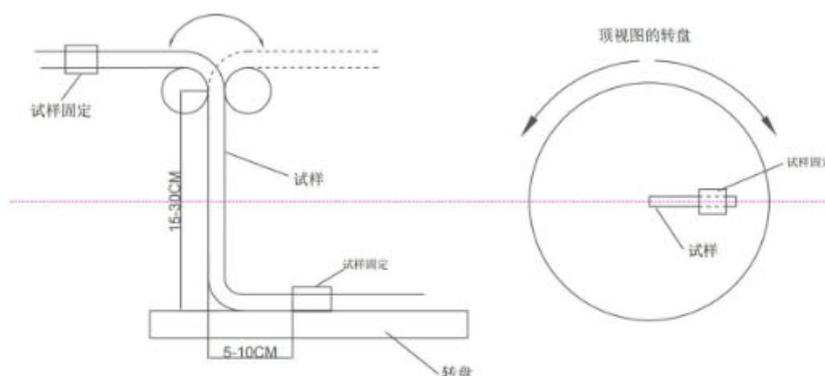


图6 3D扭转试验示意图

6.5.6.2 试验的实施

取最少3条长度为1.5m的试验样品，如图4所示，将样品的一端固定在测试仪的上部，样品的上部将在0到90°的范围内弯曲。将样品的另一端固定在转盘（测试仪的下部）上，转盘在0至±180°范围内旋转，试验以每分钟30次移动的速度旋转和弯曲试样，达到规定要求次数。

6.5.6.3 试验结果的判定

3D 扭转试验的等级按表 6 要求。

若试样3D扭转次数达到标准要求次数，且未发生导通报警情况：

a) 将试样取下，进行直流电阻测量，方法按本标准 6.3.1中规定的方法进行，并且比对未进行试验前的直流电阻数值，直流电阻变化率应小于10%；

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.4—2007

b) 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 6.3.2 中规定的方法进行，试样应不击穿。

测试装置及测试方法应满足GB/T 3048.8—2007

c) 检查试样表面，如出现裂纹、护套开裂、裸露半成品或芯线，则视为不合格。

若试样3D扭转次数未达到标准要求次数，已经出现导通报警、护套开裂的现象，则判定不合格。

当3根试样出现不多于1根试样不合格时，则应另取3根试样进行重复试验，且试验结果均需达到标准要求。

7 检验要求

7.1 以上各项试验按拖链型机器人特种线缆的耐拖链等级分类，表 6 规定了不同耐拖链等级线缆所要求的试验次数。

表 6 试验标准要求

测试项目	CLASS I	CLASS II	CLASS III
U型拖链试验	500 万	2000 万	5000 万
弯曲试验	100 万	500 万	1000 万
弯折及旋转试验	100 万	500 万	1000 万
垂直扭转试验	500 万	1000 万	2000 万
2D 扭转试验	500 万	1000 万	2000 万
3D 扭转试验	100 万	500 万	1000 万
注：表列各测试项目，不是必检项目，可依据产品实际使用场景需求单选或多选；各列试验次数可依据实际应用及寿命需求作相应调整。			

7.2 电缆的包装

7.2.1 成圈或成盘电缆应卷绕整齐，妥善包装。电缆盘应符合 JB/T8137 的规定。电缆端头应可密封，伸到电缆盘外的电缆端头宜加保护罩。

7.2.2 每圈或每盘上应附有标签标明:

- a) 制造厂名称;
- b) 型号、规格, 额定电压的单位为V, 标称截面积的单位为mm²;
- c) 长度和单位;
- d) 重量和单位;
- e) 制造日期, 年 月;
- f) 标准编号;
- g) 电缆盘的正确滚动方向。

7.2.3 装箱时, 箱体外壳上应标明:

- a) 制造厂名称;
- b) 型号、规格, 额定电压的单位为V, 标称截面积的单位为mm²;
- c) 标准编号;
- d) 防潮、防掷标志。

7.3 电缆的出货

7.3.1 检验批应由同时提交的若干相同型号的单位产品组成, 这些单位产品应是在同一连续生产期内(例如1天或1周)、采用相同的材料和工艺制造的产品。

7.3.2 成品应由制造厂检验合格后方可出厂, 出厂产品应附有产品质量合格证。

7.3.3 出货批的抽样数量由供需双方协议规定, 需方未作要求时, 则按供方的规定抽样。

7.3.4 果某项抽样试验的结果不合格, 应加倍取样对该不合格项目复验。如果复验合格, 则该批产品判定为合格。如果复验仍不合格, 则该批产品判定为不合格。

深圳市机器人协会

附录 A

(规范性)

拖链型机器人特种线缆导体结构要求

A.1 导体结构

拖链型机器人特种线缆的导体结构从理论上分析为同等截面积导体越细，支数越多，柔性越好。耐拖链等级越高，因此，在设计时应根据需要选用细的导体，更能保证使用性能和寿命达到要求。表 A.1 列出了一些常见拖链型机器人特种线缆的导体结构参数。特殊规格也可由供需双方协商确定。

表 A.1 导体结构参数

导体截面积 (mm ²)	CLASS I	CLASS II	CLASS III
0.05	11/0.08+抗拉丝	19/0.06+抗拉丝	28/0.05+抗拉丝
0.06	13/0.08+抗拉丝	22/0.06+抗拉丝	33/0.05+抗拉丝
0.08	19/0.08+抗拉丝	28/0.06+抗拉丝	42/0.05+抗拉丝
0.14	28/0.08	28/0.08+抗拉丝	50/0.06++抗拉丝
0.22	44/0.08	44/0.08+抗拉丝	80/0.06+抗拉丝
0.34	44/0.10	68/0.08	7/19/0.06+抗拉丝
0.50	64/0.10	108/0.08	7/26/0.06+抗拉丝
0.8	7/15/0.10	7/23/0.08	7/41/0.06+抗拉丝
1.0	7/13/0.12	7/28/0.08	7/28/0.08+抗拉丝
1.3	7/17/0.12	7/37/0.08	7/37/0.08+抗拉丝
1.5	7/19/0.12	7/43/0.08	7/43/0.08+抗拉丝
2.0	7/26/0.12	7/58/0.08	7/58/0.08+抗拉丝
2.5	7/32/0.12	19/27/0.08	19/27/0.08+抗拉丝
4.0	19/19/0.12	19/42/0.08	19/43/0.08+抗拉丝
6.0	19/28/0.12	19/63/0.08	19/64/0.08+抗拉丝
10.0	19/47/0.12	19/105/0.08	37/55/0.08+抗拉丝
16.0	19/75/0.12	19/168/0.08	37/87/0.08+抗拉丝

注：1. 以上导体结构仅供参考，一切以试验结果为准。
2. 抗拉丝可以为目前市场常见的纤维丝、尼龙丝、芳纶丝、铜箔丝等。

附录 B

(规范性)

拖链型机器人特种线缆绝缘要求

B.1 绝缘材料性能要求

绝缘材料宜采用聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、热塑性弹性体、乙烯-四氟乙烯共聚物等材料，这些材料的性能应符合表 B.1 的规定。也可选用满足成品要求的其它合适材料。

表 B.1 绝缘材料的性能要求

序号	试验项目	单位	聚氯乙烯		聚乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体		乙烯-四氟 乙烯 共聚物
			80℃	105℃	80℃	90℃	90℃	105℃	150℃
1	物理性能								
1.1	原始性能								
1.1.1	扩张强度, 最小中间值	MPa	15.0	15.0	13.8	20.7	10.0	10.0	34.5
1.1.2	断裂伸长率, 最小中间值 (%)	-	150	150	300	150	200	200	100
1.2	空气老化箱老化后性能								
	老化条件:								
1.2.1	温度	℃	113±2	136±2	113±2	113±2	113±2	136±2	180±2
	时间	h	168	168	168	168	168	168	168
1.2.2	老化后扩张强度残余率, 最小中间值 (%)	-	70	70	70	70	70	75	85
1.2.3	老化后断裂伸长率残余率, 最小中间值 (%)	-	70	70	60	70	65	75	75
2	失重试验								
	老化条件:								
2.1	温度	℃	113±2	136±2	113±2	113±2	113±2	136±2	180±2
	时间	h	168	168	168	168	168	68	168
2.2	失重, 最大值	mg/cm ²	2.0	2.0	-	-	-	-	-
3	热冲击试验								
	试验条件:								
3.1	温度	℃	150±2	150±2	-	150±2	150±2	150±2	180±2
	时间	h	1	1	-	1	1	1	1
3.2	试验结果	-	无开裂	无开裂	-	无开裂	无开裂	无开裂	无开裂
4	高温压力试验								
	试验条件:								
4.1	刀口上施加的压力		见 GB/T 2951.31-2008 中 8.1.4						
	载荷下加热时间		见 GB/T 2951.31-2008 中 8.1.5						
	温度	℃	121±2	121±2	-	-	-	-	-

表 B.1 (续)

序号	试验项目	单位	聚氯乙烯		聚乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体		乙烯-四氟乙 烯 共聚物
			80℃	105℃	80℃	90℃	90℃	105℃	150℃
4.2	试验结果								
	压痕尝试最大中间值 (%)	-	50	50	-	-	-	-	-
5	低温冲击试验								
5.1	试验条件								
	温度	℃	-15±2	-15±2	-15±2	15±2	-40±2	-40±2	-40±2
	低温时间	h	见 GB/T 2951-14-2008 中 8.5.5						
	落锤质量	-	见 GB/T 2951-14-2008 中 8.5.4						
5.2	试验结果	-	见 GB/T 2951-14-2008 中 8.5.6						

B.2 绝缘厚度要求

B.2.1 用于额定电压 300/300V 电缆的绝缘最小平均厚度应满足表 B.2 的规定。且在任一点的厚度应不于规定值的 90%。

表 B.2 额定电压 300/300 V 绝缘厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)				
	聚氯乙烯	聚乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体	乙烯-四氟乙 烯共聚物
0.14	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20
0.2	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20
0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20
0.3	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20
0.34	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20
0.5	0.25	0.25	0.25	0.20	0.20
0.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1.25	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25
1.5	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25
2.0	0.40	0.40	0.40	0.30	0.30
2.5	0.40	0.40	0.40	0.30	0.30
4.0	0.60	0.50	0.50	0.40	0.40
6.0	0.60	0.50	0.50	0.40	0.40
1.0	0.80	0.60	0.60	0.50	0.40
16.0	0.80	0.60	0.60	0.50	0.40

B.2.2 用于额定电压 300/500 V 电缆的绝缘最小平均厚度应满足表 B.3 的规定。且在任一点的厚度应不小于规定值的 90%。

表 B.3 额定电压 300/500V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)				
	聚氯乙烯	聚乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体	乙烯-四氟乙烯共聚物
0.14	0.40	0.30	0.30	0.30	0.25
0.2	0.40	0.30	0.30	0.30	0.25
0.25	0.40	0.30	0.30	0.30	0.25
0.3	0.40	0.30	0.30	0.30	0.25
0.34	0.40	0.30	0.30	0.30	0.25
0.5	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30
0.75	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30
1.0	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30
1.25	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30
1.5	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30
2.0	0.60	0.50	0.50	0.40	0.35
2.5	0.60	0.50	0.50	0.40	0.35
4.0	0.80	0.60	0.60	0.50	0.40
6.0	0.80	0.60	0.60	0.50	0.40
1.0	1.00	0.80	0.80	0.60	0.50
16.0	1.00	0.80	0.80	0.60	0.50

B.2.3 用于额定电压 450/750V 电缆的绝缘最小平均厚度应满足表 B.4 的规定。且在任一点的厚度应不小于规定值的 90%。

表 B.4 额定电压 450/750V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)				
	聚氯乙烯	聚乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体	乙烯-四氟乙烯共聚物
0.5	0.55	0.45	0.45	0.40	0.30
0.75	0.60	0.50	0.50	0.45	0.35
1.0	0.60	0.50	0.50	0.45	0.35
1.25	0.60	0.50	0.50	0.45	0.35
1.5	0.70	0.60	0.60	0.45	0.35

表 B.4 (续)

规格 (mm)	材料/厚度 (mm)				
	聚氯乙烯	聚乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体	乙烯-四氟乙烯共聚物
2.0	0.70	0.60	0.60	0.45	0.40
2.5	0.80	0.60	0.60	0.45	0.40
4.0	0.80	0.60	0.60	0.50	0.40
6.0	0.80	0.60	0.60	0.50	0.40
1.0	1.00	0.80	0.80	0.60	0.50
16.0	1.00	0.80	0.80	0.60	0.50

深圳市机器人特种线缆行业协会

附录 C

(规范性)

拖链型机器人特种线缆护套材料要求

C.1 护套材料性能要求

护套材料宜采用聚氯乙烯、热塑性弹性体或热塑性聚氨酯弹性体等材料，这些材料的性能应符合表 C.1 的规定。也可选用满足成品要求的其它合适材料。

表 C.1 护套材料性能要求

序号	试验项目	单位	聚氯乙烯		热塑性弹性体		聚氨酯	
			80℃	105℃	90℃	105℃	90℃	105℃
1	物理性能							
1.1	原始性能							
1.1.1	扩张强度, 最小中间值	MPa	10.0	10.0	8.27	8.27	15.0	15.0
1.1.2	断裂伸长率, 最小中间值 (%)	-	150	150	200	200	200	200
1.2	空气烘箱老化后性能							
1.2.1	老化条件:							
	--温度	℃	113±2	136±2	113±2	136±2	113±2	136±2
	--时间	h	168	168	168	168	168	168
1.2.2	老化后扩张强度, 残余率最小中间值 (%)	-	70	70	70	75	70	70
1.2.3	老化后断裂伸长率, 残余率最小中间值 (%)	-	65	65	65	75	65	65
2	失重试验							
	--老化温度	℃	113±2	136±2	113±2	136±2	113±2	136±2
	--老化时间	h	168	168	168	168	168	168
	失重最大值	mg/cm ²	2.0	2.0	-	-	-	-
3	热冲击试验							
	--试验温度	℃	150±2	150±2	150±2	150±2	150±2	150±2
	--试验时间	h	1	1	1	1	1	1
	试验结果		无开裂	无开裂	无开裂	无开裂	无开裂	无开裂
4	高温压力试验							
4.1	试验条件							
	--刀口施加的压力		见 GB/T 2951.31-2008 中 8.1.4					
	--载荷下加热时间		见 GB/T 2951.31-2008 中 8.1.5					
	--温度	℃	121±2	121±2	-	-	-	-

表 C.1 (续)

序号	试验项目	单位	聚氯乙烯		热塑性弹性体		聚氨酯	
			80℃	105℃	90℃	105℃	90℃	105℃
4.2	试验结果							
	--压痕深度最大中间值 (%)	-	50	50	-	-	-	-
5	低温冲击试验							
	--试验温度	℃	-15±2	-15±2	-40±2	-40±2	-40±2	-40±2
	--施加低温时间		见 2951.31-2008 中 8.3.5					
	--落锤质量		见 2951.31-2008 中 8.3.4					
	试验结果		见 2951.31-2008 中 8.3.6					
6	耐油试验							
6.1	试验条件:							
	--油的温度	℃	70±2	70±2	-	-	70±2	70±2
	--浸油时间	h	24	24	-	-	24	24
6.2	抗强强度:							
	--最大变化率 ^a (%)	%	±30	±30	-	-	±30	±30
6.3	断裂伸长率:							
	--最大变化 ^a (%)	%	±30	±30	-	-	±30	±30
^a 变化率: 老化后的中间值与老化前的中间值之差与老化前中间值之比, 以百分比表示。								

深圳市机器