

团 体 标 准

T/SZRCA 003-2024

代替 T/SZRCA 003-2023

机器人本体电源线缆技术规范

Technical specification for robot body power cable

2024-09-24 发布

2024-10-01 实施

深圳市机器人特种线缆行业协会 发布

深圳市机器人特种线缆行业协会

目 次

目 次..... I

前 言..... II

引 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 产品分类、代号和标识..... 2

5 结构要求..... 3

6 标志和芯线识别..... 4

7 技术要求和试验方法..... 5

8 检验要求..... 10

9 附录..... 12

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—2022给出的规则起草。

作为团体标准化文件编写时规定的纲领性文件，本标准某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准规范做了下列修改：

——GB/T1.1-2020 标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则替代GB/ T1.1-2009 标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写

——GB/T 4910-2022 镀锡圆铜线替代GB/T 4910-2009，镀锡圆铜线

——GB/T 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—1 kW 预混合型火焰试验方法（IEC 60332-1-2:2015，IDT）替代GB/T 18380.12—2008 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—1 kW 预混合型火焰试验方法（IEC 60332-1-2:2004，IDT）

本标准由深圳市机器人特种线缆行业协会提出并归口。

本标准起草单位：维峰电子(广东)股份有限公司、深圳市金泰科环保线缆有限公司、新雅电线电缆(深圳)有限公司、深圳南士科技股份有限公司、深圳市椿藤电气有限公司、广东日臻尚勤电工材料有限公司、东莞市机器人产业协会、广州番禺电缆集团有限公司、广州数控设备有限公司、深标智能检测与评定技术服务(深圳)有限公司、国际智能制造产业联盟、深圳市优尔检测技术有限公司、东莞市华鹰电子有限公司、上海艾利特机器人有限公司。

本标准主要起草人：杨启云、张海斌、颜家军、张群、陈梦飞、张祖勤、卢文业、宋健、乔森、陈永刚、李明、斯红超、吴文军、金涛、颜涛、黄湘赣、赖定远、李军。

本文件及其所代替的历次版本发布情况为：

——2023 年首次发布为 T/SZRCA 003-2023。

——本次为第一次修订，修订时间 2024 年 9 月。

引 言

本团体标准供各成员单位自愿采用。提请各使用单位注意，采用本团体标准时，应根据各自产品特点，确认本团体标准的适用性。

深圳市机器人特种线缆行业协会

深圳市机器人特种线缆行业协会

机器人本体电源线缆技术规范

1 范围

本标准规定了额定电压450/750 V及以下的机器人本体用电源电缆（以下简称电缆）的结构尺寸、产品分类代号和表示方法、技术要求、试验项目方法和检验规则、使用特性及包装、运输和贮存。

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 2900.10-2013 电工术语 电缆（IEC 60050-461:2008，IDT）

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（IEC 60811-1-1:2001，IDT）

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（IEC 60811-1-2:1985，IDT）

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（IEC 60811-1-4:1985，IDT）

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（IEC 60811-2-1:2001，IDT）

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（IEC 60811-3-1:1985，IDT）

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（IEC 60811-3-2:1985，IDT）

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 3048.10—2007 电线电缆电性能试验方法 挤出护套火花试验

GB/T 3956—2008 电缆的导体（IEC 60228:2004，IDT）

GB/T 4910—2022 镀锡圆铜线

GB/T 4909.2—2009 裸电线试验方法 第2部分：尺寸测量

GB/T 5023.1—2008 额定电压450/750 V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第1部分：一般要求（IEC 60227-1:2007，IDT）

GB/T 5023.2—2008 额定电压450/750 V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第2部分：试验方法（IEC 60227-2:2003，IDT）

GB/T 9330 塑料绝缘控制电缆

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—1 kW 预混合型火焰试验方法（IEC 60332-1-2:2015，IDT）

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则

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) —表面转移阻抗—三同轴法 (Metallic communication cable test methods - Part 4-3: Electromagnetic compatibility (EMC) - Surface transfer impedance - Triaxial method)

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) —测量频率至3GHz及以上屏蔽衰减的试验方法—三同轴法 (Metallic communication cable test methods - Part 4-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Test method for measuring of the screening attenuation as up to and above 3 GHz, triaxial method)

ISO 1817—2015 硫化橡胶或热塑性橡胶—耐液体测定方法 (Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of the effect of liquids)

团体标准T/SZRCA 002-2024 机器人特种线缆测试技术规范

3 术语和定义

GB/T 2900.10、GB/T 3956、GB/T 5032.1和GB/T 19666界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 机器人本体电源电缆 robot body power cable

指主要用于机器人本体（手臂）上，随机器人运动，为机器人本体（手臂）提供动力的电缆。

4 产品分类、代号和标识

4.1 用途种类代号

机器人本体电源电缆..... DB

4.2 材料代号

铜导体..... 省略
聚氯乙烯绝缘..... V
聚丙烯绝缘..... P
热塑性聚酯弹性体绝缘..... T
热塑性弹性体绝缘..... E
乙烯-四氟乙烯共聚物绝缘..... YF
聚氯乙烯护套..... V
热塑性弹性体护套..... E
聚氨酯护套..... 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

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 导体结构代号

普通结构.....	省略
柔性结构.....	PR
高柔结构.....	GR
特柔结构.....	TR

4.7 产品表示方法

4.7.1 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、结构特征代号、额定电压代号、耐热特性代号及导体结构代号。规格包括芯数、导体标称截面积。

4.7.2 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：热塑性弹性体（TPE）绝缘，聚氯乙烯（PVC）护套，额定电压300/300 V，耐温90℃，4芯0.75mm²的柔性结构铜导体，屏蔽型，满足单根垂直燃烧性能的机器人用动力柔性电缆，制造厂商为G，表示为：

DBEVF-03-90 04×0.75TR T/SZRCA 003-2024-G

5 结构要求

5.1 导体

5.1.1 导体宜采用退火铜线、铜合金材料及铜皮软线，导体可以镀锡或者裸线，绞合方式可采用多股绞合或复绞结构，允许在结构中加入芳纶丝、纤维或其它类似材料。

5.1.2 导体性能应符合GB/T 3956—2008中第5种、第6种或更柔软导体的规定。

5.1.3 导体结构参数参考附录A要求。

5.2 绝缘

5.2.1 绝缘宜选用聚氯乙烯、热塑性弹性体、乙-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。

5.2.2 绝缘的厚度应符合附录B中B.2的规定值。

5.2.3 绝缘应具有较好的机械性能，符合GB/T 2951.31—2008的要求。

5.3 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，且温度等级相同。

5.4 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。绕包型内衬层应采用一层或多层带状材料重叠绕包，绕包重叠率不小于15%。内衬层材料应与绝缘或者护套材料具有相容性，且温度等级相同。

5.5 屏蔽

屏蔽可选。如有要求，缆芯外可采用铝箔等金属带、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它合适材料。

5.6 护套

5.6.1 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。

5.6.2 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，护套也可嵌入成缆线芯，芯线之间的空隙构成填充。一般优先推荐使用黑色，如客户有特殊要求，可由供需双方协商确定颜色。

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

6 标志和芯线识别

6.1 标志

6.1.1 内容

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。

6.1.2 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。

6.1.3 耐擦性

油墨印字标志应耐擦，按GB/T 5023.2—2008中1.8规定的试验检查是否符合要求。

6.1.4 清晰度

所有标志应字迹清楚易于识别。

6.2 芯线识别

6.2.1 一般要求

芯线识别一般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。

6.2.2 电源类芯线识别

6.2.2.1 绝缘线芯识别

每根绝缘线芯应按下述规定识别：

——五芯及以下电缆用颜色识别，见6.2.3.2；

——五芯以上电缆用数字识别，见6.2.3.4。

6.2.3 绝缘线芯的颜色识别方法

6.2.3.1 一般要求

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。

注：应避免使用红色和白色。

6.2.3.2 颜色色谱

软电缆和单芯电缆优先选用的色谱是：

- 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。

6.2.3.3 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。

6.2.2.4 五芯以上用数字识别（数字间距不大于50mm），五芯以上芯线宜采用黄/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。

7 技术要求和试验方法

7.1 概述

7.1.1 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 002-2024 《机器人特种线缆测试技术规范》中规定的试验方法进行。

7.1.2 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%。

7.1.3 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 $(1+7\%)\sqrt{2}$ 。

7.1.4 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。

7.1.5 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。

7.2 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、第6章的规定，试验方法见表6。

7.3 电气性能

7.3.1 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。

7.3.2 成品电缆电压试验

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1的规定。测试装置及测试方法应符合GB/T 3048.8—2007的规定。

表1 机器人用电缆耐电压试验要求

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

7.3.3 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。

7.3.4 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。

7.3.5 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。

7.3.6 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。

7.4 绝缘和护套的物理性能

7.4.1 机械性能

符合表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。

7.4.2 热老化

符合表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。

7.4.3 低温冲击

符合表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。

7.4.5 高温压力试验

符合表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。

7.4.6 热冲击试验

符合表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。

7.4.7 失重试验(适用时)

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

7.4.8 不延燃试验

符合表B.1或表C.1要求,试验方法按GB/T 18380.12—2008的规定。

7.4.9 护套耐环境和化学品

除非另有要求，按团体标准T/SZRCA 002-2024 《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%。

7.5 机械寿命

7.5.1 摇摆弯曲测试

7.5.1.1 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 002-2024 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.1规定进行。

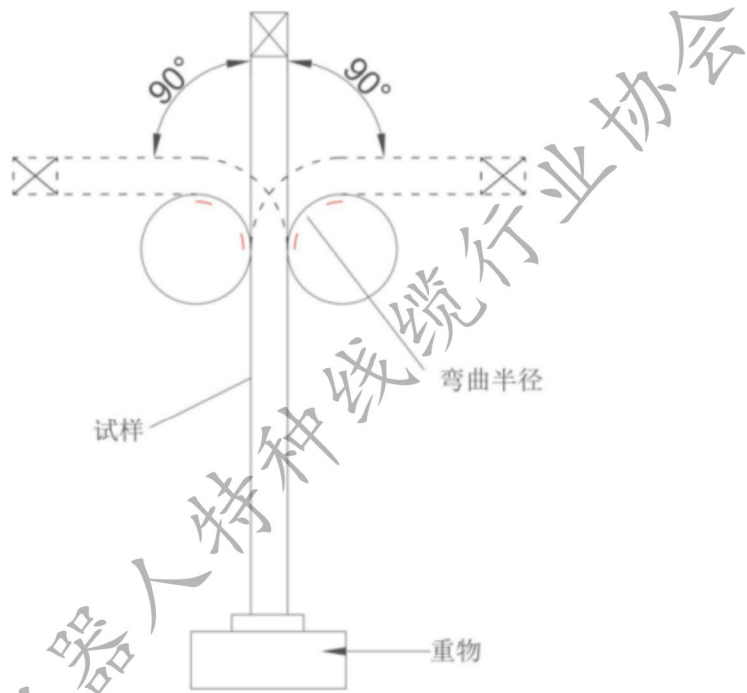


图1 90度摇摆弯曲示意图

7.5.1.2 试验的实施

取最少5条长度为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，按表2摇摆测试条件进行。

表2 摇摆测试条件

弯曲半径	吊重	速率
$0.5\text{mm}^2 \leq \text{截面积} < 1.5\text{mm}^2$	1.0kg	50次/分钟
$1.5\text{mm}^2 \leq \text{截面积} < 5.0\text{mm}^2$	1.5kg	45次/分钟
$5.0\text{mm}^2 \leq \text{截面积} < 10.0\text{mm}^2$	2.0kg	40次/分钟
$10.0\text{mm}^2 \leq \text{截面积}$	3.0kg	30次/分钟

7.5.2 弯折及旋转试验（适用时）

7.5.2.1 本试验应使用图2所示设备进行。试验方法按团体标准T/SZRCA 002-2024 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.2规定进行。

7.5.2.2 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。

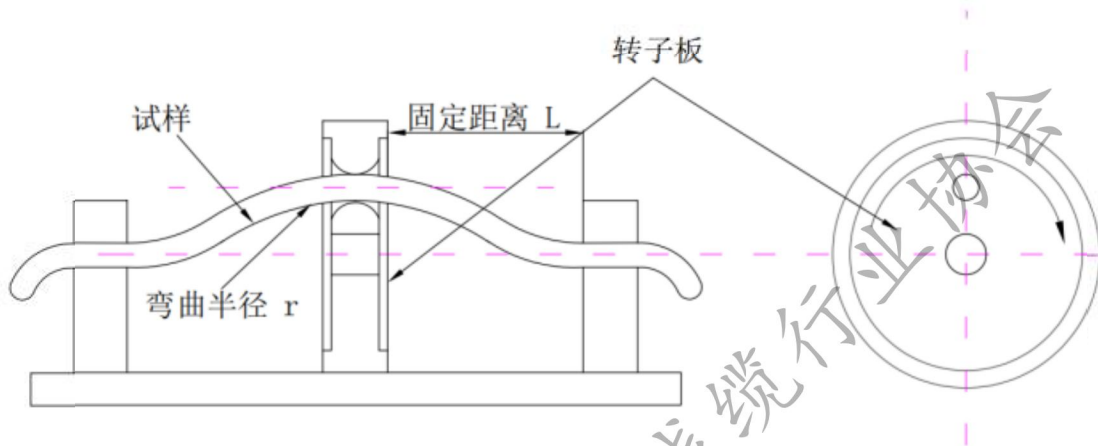


图2 弯折及旋转示意图

7.5.3 2D 扭转试验（适用时）

7.5.3.1 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 002-2024 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.5规定进行。

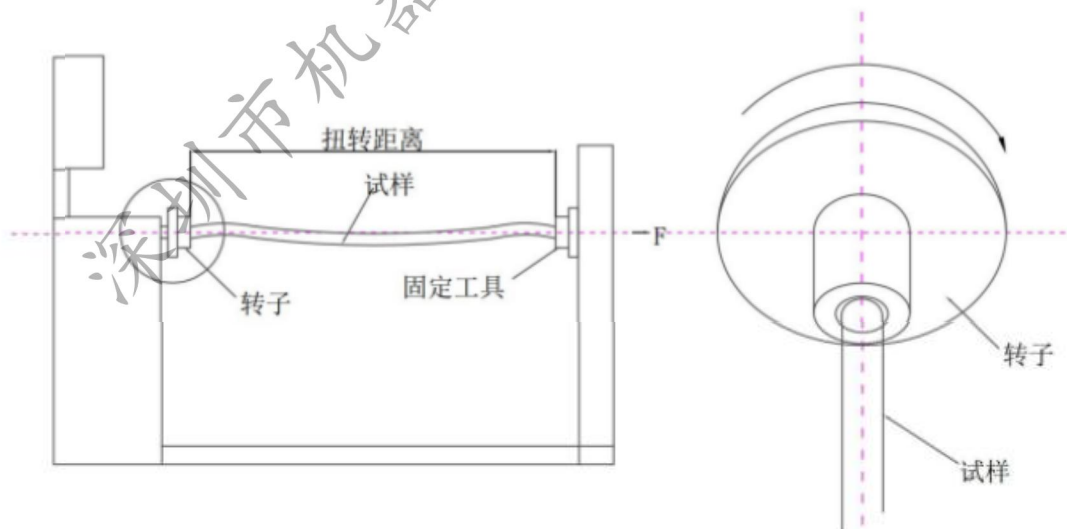


图3 2D 扭转示意图

7.5.3.2 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。

7.5.4 扭转试验（适用时）

7.5.4.1 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 002-2024 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.6规定进行。

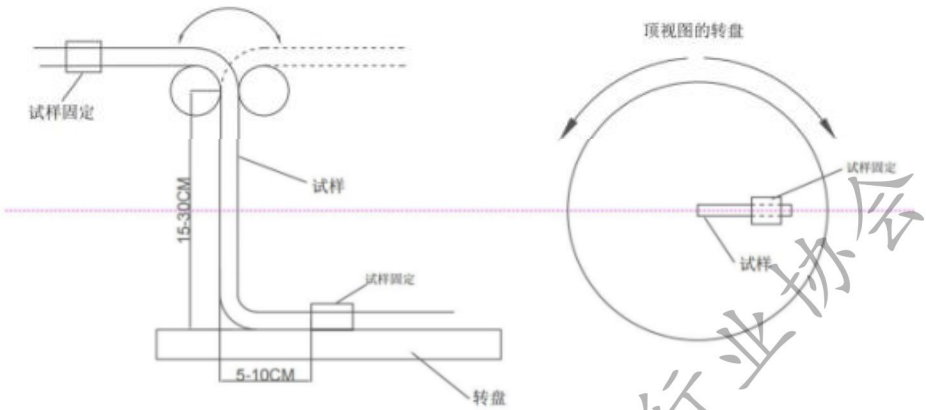


图4 3D 扭转示意图

7.5.4.2 试验的实施

取至少3根长度为1m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。

7.5.5 垂直扭转试验

7.5.5.1 本试验应使用图5所示设备进行。试验方法按团体标准T/SZRCA 002-2024 《机器人特种线缆测试技术规范》中7.7规定进行。

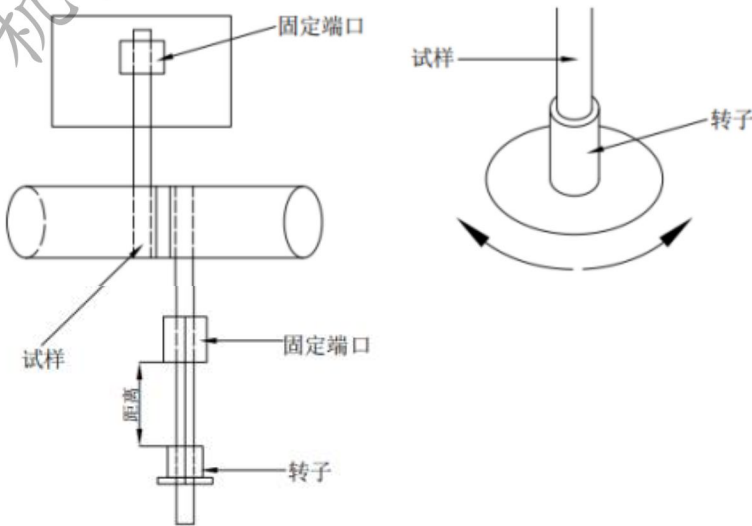


图5 垂直扭转示意图

7.5.2.2 实验的实施

取至少3根长度为1.7m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。

8 检验要求

8.1 以上各项试验按本体电源电缆的柔性等级分类，表3规定了不同柔性等级电缆所要求的试验次数。

表 3 试验标准要求

测试项目	PR 柔性类	GR 高柔类	CR 超柔类
摇摆弯曲试验	50 万	100 万	300 万
弯折及旋转试验	50 万	100 万	300 万
2D 扭转试验	300 万	500 万	1000 万
3D 扭转试验	50 万	100 万	300 万
垂直扭转试验	300 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。			

8.2 电缆的耐磨测试

电缆的耐刮磨试验方法按团体标准T/SZRCA-002-2024 《机器人特种线缆测试技术规范》中8.2规定进行。要求其护套耐磨次数要大于50000次后，不得露出芯线部份。

8.3 电缆的包装

8.3.1 成圈或成盘电缆应卷绕整齐，妥善包装。电缆盘应符合JB/T 8137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。

8.3.2 每圈或每盘上应附有标签标明：

- 制造厂名称；
- 型号、规格，额定电压的单位为V，标称截面积的单位为 mm^2 ；
- 长度和单位；
- 重量和单位；
- 制造日期，年月；
- 标准编号
- 电缆盘的正确滚动方向。

8.3.3 装箱时，箱体外壳上应标明：

- 制造厂名称；
- 型号、规格，额定电压的单位为V，标称截面积的单位为 mm^2 ；
- 标准编号；
- 防潮、防掷标志。

8.4 电缆的出货

- 8.4.1 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。
- 8.4.2 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。
- 8.4.3 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。
- 8.4.4 如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。

深圳市机器人特种线缆行业协会

附录 A

(规范性)

机器人用本体电源电缆导体结构要求

A.1 导体结构

机器人用本体电源电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。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 列出了一些常见机器人用本体电源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)	普通结构	柔性结构	高柔结构	特柔结构
0.05	7/0.10	11/0.08	28/0.05	28/0.05+纤维
0.06	7/0.11	13/0.08	33/0.05	33/0.05+纤维
0.08	7/0.127	17/0.08	42/0.05	42/0.05+纤维
0.14	7/0.16	30/0.08	72/0.05	72/0.05++纤维
0.22	11/0.16	44/0.08	112/0.05	112/0.05+纤维
0.34	17/0.16	68/0.08	7/25/0.05	7/25/0.05+纤维
0.50	26/0.16	105/0.08	7/38/0.05	7/38/0.05+纤维
0.8	16/0.254	7/23/0.08	7/59/0.05	7/59/0.05+纤维
1	32/0.25	7/28/0.08	19/27/0.05	19/27/0.05+纤维
1.3	26/0.254	7/37/0.08	19/35/0.05	19/35/0.05+纤维
1.5	30/0.25	7/42/0.08	19/42/0.05	19/42/0.05+纤维
2	41/0.254	7/59/0.08	19/54/0.05	19/54/0.05+纤维
2.5	49/0.25	19/27/0.08	19/67/0.05	19/67/0.05+纤维
4	82/0.254	19/42/0.08	19/110/0.05	19/110/0.05+纤维
6	120/0.254	19/63/0.08	19/161/0.05	19/161/0.05+纤维
10	7/29/0.254	19/105/0.08	19/269/0.05	19/269/0.05+纤维
16	7/46/0.254	19/168/0.08	19/429/0.05	19/429/0.05+纤维
注：纤维或其它类似材料可以为目前市场常见的特柔导体或尼龙丝、芳纶丝、防弹丝等。				

附录 B
(规范性)
机器人用本体电源电缆绝缘要求

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		聚丙烯	热塑性弹性体		乙烯-四氟 乙烯共聚特
			80℃	105℃	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	20.7	10.0	10.0	34.5
1.1.2	断裂伸长率，最小中间值（%）	-	150	150	150	200	200	100
1.2	空气老化箱老化后性能							
1.2.1	老化条件：							
	—温度	℃	113±2	136±2	113±2	113±2	136±2	180±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	70	75	85
1.2.3	老化后断裂伸长率残余率，最小中间值（%）	-	70	70	70	65	75	75
2	失重试验							
2.1	老化条件：							
	—温度	℃	113±2	136±2	113±2	113±2	136±2	180±2
	—时间	h	168	168	168	168	168	168
2.2	失重，最大值	mg/cm ²	2.0	2.0	-	-	-	-
3	热冲击试验							
3.1	试验条件：							
	—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							
4.1	试验条件：							
	—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		聚丙烯	热塑性弹性体		乙烯-四氟乙烯 共聚特
			80℃	105℃	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	-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300/300 V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小于规定值的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	聚丙烯	热塑性弹性体	乙烯-四氟乙烯共聚物
0.14	0.25	0.25	0.20	0.20
0.2	0.25	0.25	0.20	0.20
0.25	0.25	0.25	0.20	0.20
0.3	0.25	0.25	0.20	0.20
0.34	0.25	0.25	0.20	0.20
0.5	0.25	0.25	0.20	0.20
0.75	0.25	0.25	0.25	0.25
1.0	0.25	0.25	0.25	0.25
1.25	0.30	0.30	0.25	0.25
1.5	0.30	0.30	0.25	0.25
2	0.40	0.40	0.30	0.30
2.5	0.40	0.40	0.30	0.30
4	0.60	0.50	0.40	0.40
6	0.60	0.50	0.40	0.40
10	0.80	0.60	0.50	0.40
16	0.80	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 300/500 V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	聚氯乙烯	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	0.25
0.2	0.40	0.30	0.30	0.25
0.25	0.40	0.30	0.30	0.25
0.3	0.40	0.30	0.30	0.25
0.34	0.40	0.30	0.30	0.25
0.5	0.50	0.40	0.40	0.30
0.75	0.50	0.40	0.40	0.30
1	0.50	0.40	0.40	0.30
1.25	0.50	0.40	0.40	0.30
1.5	0.50	0.40	0.40	0.30
2	0.60	0.50	0.40	0.35
2.5	0.60	0.50	0.40	0.35
4	0.80	0.60	0.50	0.40
6	0.80	0.60	0.50	0.40
10	1.00	0.80	0.60	0.50
16	1.00	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 450/750 V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	聚氯乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体	乙烯-四氟乙烯共聚物
0.5	0.55	0.45	0.40	0.30
0.75	0.60	0.50	0.45	0.35
1	0.60	0.50	0.45	0.35
1.25	0.60	0.50	0.45	0.35
1.5	0.70	0.60	0.45	0.35
2	0.70	0.60	0.45	0.40

表B.4 (续)

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	聚氯乙烯	聚丙烯	热塑性弹性体	乙烯-四氟乙烯共聚物
2.5	0.80	0.60	0.45	0.40
4	0.80	0.60	0.50	0.40
6	0.80	0.60	0.50	0.40
10	1.00	0.80	0.60	0.50
16	1.00	0.80	0.60	0.50

附录 C

(规范性)

机器人用本体电源电缆护套材料要求

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	-	-	-	-
4.2	试验结果							
	--压痕深度最大中间值（%）	-	50	50	-	-	-	-

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℃
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
*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。								