

CRIA

中国机器人产业联盟标准

CRIA-0003.1-2016

工业机器人专用电缆 第1部分：一般要求

Special cables for industrial robots

Part 1: General requirements

征求意见稿

2016-11-22 发布

2017-01-01 实施

中国机器人产业联盟发布

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国机器人产业联盟提出。

本标准由中国机器人产业联盟标准委员会归口。

本标准分为4个部分：

——第1部分：一般要求；

——第2部分：试验方法；

——第3部分：弯扭布线用护套电缆；

——第4部分：拖链布线用护套电缆。

本标准负责起草单位：苏州科宝光电科技有限公司。

本标准参加起草单位：中国质量认证中心、莱茵技术(上海)有限公司、新松机器人自动化股份有限公司、南京埃斯顿机器人工程有限公司、安徽埃夫特智能装备有限公司、唐山开元机器人系统有限公司、奥林特电缆科技股份有限公司。

本标准主要起草人：陈良、李东琦、谢志国、周静、陈为廉、赵彦斌、肖永强、李宪政、徐学林。

工业机器人专用电缆

第1部分：一般要求

1 总则

1.1 范围

《工业机器人专用电缆》标准的本部分适用于额定电压AC 600V及以下工业机器人专用电缆，用于交流标称电压不超过600V的工业机器人。

1.2 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 2900.10-2001，电工术语 电缆

GB/T 3953-2009，电工圆铜线

GB/T 4910-2009，镀锡圆铜线

GB/T 3956-2008，电缆的导体

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 5023.1-2008，电缆标志 绝缘芯线的数字识别方法

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 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——1kW预混合型火焰试验方法

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1 电缆定义

2.1.1 弯扭布线用护套电缆

指主要用于机器人手臂本体上，随机器人手臂运动，为机器人手臂提供动力或传递信号的电缆。

2.1.2 拖链布线用护套电缆

指主要用于拖链轨道内，长期进行拖链运动，为设备提供动力或传递信号的电缆。

2.1.3 额定 600V 及以下电线和电缆

用于系统额定电压不大于DC 600V或AC 600V的设备电缆。

额定电压是电缆结构设计和电性能试验用的基准电压。

额定电压用 U_0/U 表示，单位为V。

U_0 为任一绝缘导体和“地”（电缆的金属护层或周围介质）之间的电压有效值。

U 为多芯电缆或单芯电缆系统任何两相导体之间的电压有效值。

当用于交流系统时，电缆的额定电压应至少等于使用电缆系统的标称电压。该条件均适应与 U_0 和 U 值。

当用于直流系统时，该系统的标称电压应不大于电缆额定电压的1.5倍。

2.2 试验方法定义

2.2.1 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。

2.2.1 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。

3 标志

3.1 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或者是制造厂名或商标的重复标志。产品型号表示方法见附录A。

标志可以用油墨印字或采用压印凸字在绝缘或护套上。

3.1.1 标志连续性

参考GB/T 5023.1-2008标准中3.1.1项规定。

3.1.2 耐擦性

参考GB/T 5023.1-2008标准中3.1.2项规定。

3.1.3 清晰度

参考GB/T 5023.1-2008标准中3.1.3项规定。

3.2 产品表示方法

参考GB/T 5023.1-2008标准中3.2项规定。

4 绝缘芯线识别

4.1 绝缘线芯的颜色识别方法

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，除地线用黄/绿组合色识别的绝缘线芯外，其他用途的绝缘线芯不得用黄/绿组合色识别。

绝缘线芯的颜色宜按附录B规定。

4.2 绝缘线芯的数字识别方法

参考GB/T 5023.1-2008标准中4.2项规定。

5 电缆的一般要求

5.1 注意事项

应特别注意使用电缆的系统电压不得超过DC 600V或AC 600V，避免机械冲击、避免被电击的危险。

5.2 导体

5.2.1 材料

导体应是退火铜线或者铜合金制品，也可是铜皮软线，但铜皮软线也可以使用铜合金单线。导体中的单线可以镀锡或不镀锡。

5.2.2 结构

固定敷设用电缆的导体可以是圆形实心、圆形绞合或紧压圆形绞合导体。

移动敷设用电缆的导体应是多股绞合或复绞股线组成，也可由铜皮软线或合金单线绞合而成，铜皮软线应由一根或多根压扁铜线或铜合金线螺旋形地绕在棉纱绳、聚酰胺绳或类似材料制成的绳上。

5.2.3 电阻

电缆(除铜皮软线外)的每芯导体在20℃时的电阻应符合GB/T 3956-2008各种导体规定的要求。

应按GB/T 5023.2-2008中2.1规定的试验方法检查是否符合要求。

5.3 绝缘

5.3.1 材料

绝缘应按本标准中的每种型号电缆相应规定的一种混合物，不同型号的混合物的试验要求见表1规定。

5.3.2 挤包绝缘

绝缘应直接挤包在导体或隔离层表面，完全覆盖导体或隔离层，无肉眼可见的缺陷。

5.3.3 厚度

绝缘厚度的平均值应不小于本标准第3部分或第4部分所列表格中的每种型号和规格电缆的规定值。

但在任一点的厚度可小于规定值，只要不小于规定值的90%。

应按本标准第2部分中1.9规定的试验方法检查是否符合要求。

5.3.4 老化前后的机械性能

绝缘在正常使用温度范围内，应具有足够的机械强度和弹性。

应按表1规定的试验检查是否符合要求。使用的试验方法和试验要求见表1规定。

表 1 绝缘非电性试验要求

序号	实验项目	单位	混合物的型号						试验方法	
			PVC-1-80	PVC-1-105	PP	TPE-1-80	TPE-1-105	ETFE	标准号 GB/T	条文号
1	物理性能									
1.1	原始性能								2951.11-2008	9.1
1.1.1	抗张强度 最小中间值	MPa	20.7	20.7	20.7	15.0	15.0	34.5		
1.1.2	断裂伸长率 最小中间值	%	150	150	150	200	200	100		
序号	实验项目	单位	混合物的型号						试验方法	
			PVC-1-80	PVC-1-105	PP	TPE-1-80	TPE-1-105	ETFE	标准号 GB/T	条文号
1.2	空气烘箱老化后性能								2951.11-2008 2951.12-2008	9.1 8.1.3.1
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	老化后抗张强度 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								2951.32-2008	8.1
2.1	老化温度	℃	113 ±2	136 ±2	113 ±2	113 ±2	136 ±2	180 ±2		
	老化时间	h	168	168	168	168	168	168		
2.2	失重最大值	mg/cm ²	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
3	热冲击试验								2951.31-2008	9.1
3.1	试验温度	℃	150 ±2	150 ±2	150 ±2	150 ±2	150 ±2	180 ±2		
	试验时间	h	1	1	1	1	1	1		
3.2	实验结果		无开裂							
4	高温压力试验								2951.31-2008	8.1
4.1	实验条件									
	-刀口上施加的压力		见GB/T2951.31-2008中8.1.4							
	-载荷下加热时间		见GB/T2951.31-2008中8.1.5							
	-温度	℃	121 ±2	121 ±2	100 ±2	121 ±2	150 ±2	-		

表 1(续)

序号	实验项目	单位	混合物的型号						试验方法	
			PVC-1-80	PVC-1-105	PP	TPE-1-80	TPE-1-105	ETFE	标准号 GB/T	条文号
4.2	实验结果									
	-压痕深度 最大中间值	%	50	50	50	50	50	-		
5	低温冲击试验								2951.14-2008	8.5
5.1	-试验温度	℃	-15 ±2	-15 ±2	-15 ±2	-40 ±2	-40 ±2	-40 ±2		
	-施加低温时间	h	见GB/T2951.14-2008中8.5.5							
	-落锤质量		见GB/T2951.14-2008中8.5.4							
5.2	实验结果		见GB/T2951.14-2008中8.5.6							

5.4 填充

电线电缆中可采用非导体和非金属填充物，填充物不应与绝缘或者护套产生有害的相互作用。

5.5 被覆层

被覆层可选。如有，电缆内整个缆芯或是任何线芯组或若干个这样的芯线组可被纳入屏蔽、编织、绕包带或其他未规定方式的被覆层中。

5.6 屏蔽

5.6.1 总则

屏蔽可选。如有，屏蔽可以包覆单根绝缘芯线、一个或数个线芯组或整个缆芯。一根电缆中可以使用数层屏蔽。

5.6.2 材料

屏蔽可由金属丝编织或缠绕，金属带组成。

5.6.3 结构

金属带应螺旋状绕包或纵包，必须附带加屏线或达到同等功能的材料。

由涂覆金属的纸或是聚酯带组成的屏蔽，应螺旋状绕包或纵包，必须附带加屏线或达到同等功能的材料。

5.7 护套

5.7.1 材料

护套应按本标准中规定的一种混合物，不同型号的混合物的试验要求见表2规定。

5.7.2 挤包护套

护套应单层挤包，护套应不粘连绝缘线芯。由薄膜或袋子组成的隔离层可放在护套内层。

可根据产品需要，护套可嵌入成缆线芯之间的空隙构成填充。

5.7.3 厚度

护套厚度的平均值应不小于本产品标准所列表格中列出的每种型号和规格的规定值。

护套任意一点的厚度不得小于规定值的80%-0.1mm。

表 2 护套非电性试验要求

序号	实验项目	单位	混合物的型号					标准号 GB/T	条文号
			PVC- 2-80	PVC- 2-105	TPE- 2-80	TPE- 2-105	TPU		
1	物理性能								
1.1	原始性能							2951.11-2008	7.2
1.1.1	抗张强度 最小中间值	MPa	15.0	15.0	5.5	5.5	15.0		
1.1.2	断裂伸长率 最小中间值	%	250	250	200	200	200		
1.2	空气烘箱老化后性能							2951.11-2008 2951.12-2008	9.1 8.1.3.1
1.2.1	老化条件								
	——温度	℃	113 ±2	136 ±2	113 ±2	136 ±2	113 ±2		
	——时间	h	168	168	168	168	168		
1.2.2	老化后抗张强度残余率最小中间值	%	70	70	70	75	-		
1.2.3	老化后断裂伸长率残余率最小中间值	%	65	65	65	75	-		
2	失重试验							2951.32-2008	8.2
2.1	老化温度	℃	113 ±2	136 ±2	113 ±2	136 ±2	-		
	老化时间	h	168	168	168	168	-		
2.2	失重最大值	mg/cm ³	2.0	2.0	2.0	2.0	-		
3	热冲击试验								
3.1	试验温度	℃	150 ±2	150 ±2	150 ±2	150 ±2	150 ±2		
	试验时间	h	1	1	1	1	1		
3.2	实验结果		无开裂						
4	高温压力试验							2951.31-2008	8.1
4.1	实验条件								
	-刀口上施加的压力		见GB/T2951.31-2008中8.1.4						
	-载荷下加热时间		见GB/T2951.31-2008中8.1.5						
	-温度	℃	121 ±2	121 ±2	121 ±2	121 ±2	121 ±2		
4.2	实验结果								
	-压痕深度最大中间值	%	50	50	50	50	50		

表2 (续)

序号	实验项目	单位	混合物的型号					标准号 GB/T	条文号
			PVC- 2-80	PVC- 2-105	TPE- 2-80	TPE- 2-105	TPU		
5	低温冲击试验							2951.14-2008	8.5
5.1	-试验温度	°C	-15 ±2	-15 ±2	-40 ±2	-40 ±2	-40 ±2		
	-施加低温时间		见GB/T2951.31-2008中8.3.5						
	-落锤质量		见GB/T2951.31-2008中8.3.4						
5.2	实验结果		见GB/T2951.31-2008中8.3.6						
6	耐油试验							2951.21-2008	10
6.1	试验条件:								
	——油的温度	°C	70 ±2	70 ±2	-	-	70 ±2		
	——浸油时间	h	24	24	-	-	24		
6.2	抗张强度:								
	——最大变化率 ^a	%	±30	±30	-	-	±30		
6.3	断裂伸长率:								
	——最大变化率 ^a	%	±30	±30	-	-	±30		

^a变化率: 耐油后的中间值和耐油前的中间值之差与耐油前的中间值之比, 以百分比表示

6 试验

电缆的试验要求按各型号电缆标准。

电缆的试验方法按本标准第2部分规定。

附录 A
(资料性附录)

机器人电缆产品型号的表示方法及与机器人电缆产品型号示例

A. 1 机器人电缆产品型号中各字母代表意义

A. 1.1 按用途分

机器人拖链电缆.....	JT
机器人本体电缆.....	JB

A. 1.2 按材料分

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

A. 1.3 按结构特征区分

圆形.....	省略
扁形（平形）.....	B
双绞形.....	S
屏蔽型.....	P

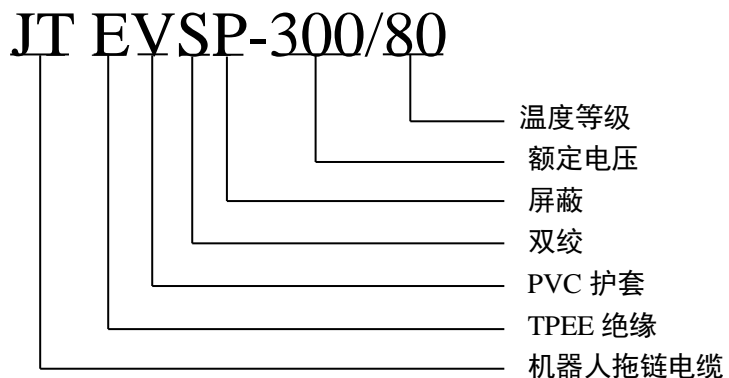
A. 1.4 按额定电压区分

30V.....	30
300V.....	300
600V.....	600

A. 1.5 按耐热特性区分

80℃.....	80
105℃.....	05

A. 2 机器人电缆产品型号示例



附录 B
(资料性附录)
绝缘芯线推荐识别颜色

表 B.1 绝缘为 80℃ PVC、105℃PVC、PP、80℃ TPE、105℃TPE 的颜色规定

单线标准				对绞线标准					
序号	芯线颜色	序号	芯线颜色	序号	芯线颜色		序号	芯线颜色	
					a	b		a	b
1	白色	13	白-绿	1	白色	棕色	13	白色	棕色
2	棕色	14	棕-绿	2	绿色	黄色	14	绿色	黄色
3	绿色	15	白-黄	3	灰色	粉色	15	灰色	粉色
4	黄色	16	黄-棕	4	蓝色	红色	16	蓝色	红色
5	灰色	17	白-灰	5	黑色	紫色	17	黑色	紫色
6	粉色	18	灰-棕	6	灰-粉	蓝-红	18	灰-粉	蓝-红
7	蓝色	19	白-粉	7	白-绿	棕-绿	19	白-绿	棕-绿
8	红色	20	粉-棕	8	白-黄	黄-棕	20	白-黄	黄-棕
9	黑色	21	白-蓝	9	白-灰	灰-棕	21	白-灰	灰-棕
10	紫色	22	棕-蓝	10	白-粉	粉-棕	22	白-粉	粉-棕
11	灰-粉	23	白-红	11	白-蓝	棕-蓝	23	白-蓝	棕-蓝
12	蓝-红	24	棕-红	12	白-红	棕-红	24	白-红	棕-红

注：以上导线第一种颜色为主颜色，第二种颜色表示间色。对绞线从第 13 对开始重复。

表 B.2 绝缘为 ETFE 的颜色规定

单线标准				对绞线标准					
序号	芯线颜色	序号	芯线颜色	序号	芯线颜色		序号	芯线颜色	
					a	b		a	b
1	白色	13	白色	1	黑色	蓝色	13	橙色	灰色
2	棕色	14	棕色	2	黑色	紫色	14	橙色	白色
3	绿色	15	绿色	3	黑色	灰色	15	橙色	粉色
4	黄色	16	黄色	4	黑色	白色	16	黄色	蓝色
5	灰色	17	灰色	5	黑色	粉色	17	黄色	紫色
6	粉色	18	粉色	6	红色	蓝色	18	黄色	灰色
7	蓝色	19	蓝色	7	红色	紫色	19	黄色	白色
8	红色	20	红色	8	红色	灰色	20	黄色	粉色
9	黑色	21	黑色	9	红色	白色	21	绿色	蓝色
10	紫色	22	紫色	10	红色	粉色	22	绿色	紫色
11	橙色	23	橙色	11	橙色	蓝色	23	绿色	灰色
12	浅蓝色	24	浅蓝色	12	橙色	紫色	24	绿色	白色

注：以上导线从第 13 芯开始重复。

CRIA

中国机器人产业联盟标准

CRIA-0003.2-2016

工业机器人专用电缆 第2部分：试验方法

Special cables for industrial robots

Part 2: Test methods

征求意见稿

2016-11-22 发布

2017-01-01 实施

中国机器人产业联盟发布

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国机器人产业联盟提出。

本标准由中国机器人产业联盟标准委员会归口。

本标准分为4个部分：

——第1部分：一般要求；

——第2部分：试验方法；

——第3部分：工业机器人弯扭布线用护套电缆；

——第4部分：工业机器人拖链布线用护套电缆。

本标准负责起草单位：苏州科宝光电科技有限公司。

本标准参加起草单位：中国质量认证中心、莱茵技术(上海)有限公司、新松机器人自动化股份有限公司、南京埃斯顿机器人工程有限公司、安徽埃夫特智能装备有限公司、唐山开元机器人系统有限公司、奥林特电缆科技股份有限公司。

本标准主要起草人：陈良、李东琦、谢志国、周静、陈为廉、赵彦斌、肖永强、李宪政、徐学林。

工业机器人专用电缆

第2部分：试验方法

1 总则

1.1 一般要求

在本标准各部分中所规定的试验方法均列于本部分和下列标准：

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 5023.2-2008，绝缘厚度测量 护套厚度测量 绝缘线芯电压测试 绝缘电阻

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：弹性体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：弹性体混合料专用试验方法——失重试验

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 k W预混合型火焰试验方法

1.2 适用的试验

各种型号电缆所使用的试验由本产品标准第3部分、第4部分规定。

1.3 试验按频度分类

按本标准第1部分中2.2项定义，试验规定为型式试验（符号T）和（或）抽样试验（符号S）两种。符号T和S用在本产品标准第3部分、第4部分的有关各表中。

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，所取试样应不超过三芯（若分色，取不同颜色）进行试验。

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。

1.6 试验温度

除非另有规定，试验应在环境温度下进行。

1.7 试验电压

除非另有规定，试验电压应是交流49~61Hz的近似正弦波形，峰值与有效值之比等于 $\sqrt{2}$ (1+7%)，电压均为有效值。

1.8 颜色和标志的耐擦性检查

应用浸过水的一团脱脂棉或一块棉布轻轻地擦拭制造厂名或商标、绝缘线芯颜色或数字标志，共擦10次，检查结果应符合标准要求。

1.9 绝缘厚度测量

按GB/T 5023.2-2008标准中1.9项进行。

1.10 护套厚度测量

按GB/T 5023.2-2008标准中1.10项进行。

2 电气性能试验

2.1 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附表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中要求值。

测试装置及测试方法应满足GB/T 3408.4-2007。

2.2 电缆电压试验

交货的成品电缆，如果没有金属层，则应浸入水中，试样长度、水温和浸水时间见表1规定。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。施加电压和耐电压时间见表1。

表 1 耐弯曲高柔性机器人电缆绝缘耐电压试验要求

序号	额定电压 (V)	试验条件			试验电压 (交流)(V)	每次最少施加电压时间 (min)	试验结果
		试样长度 (m)	水温(℃) (无金属层)	浸水时间(h) (无金属层)			
1	30	10	20±5	1	500	5	不击穿
2	300	10	20±5	1	2000	5	不击穿
3	600	10	20±5	1	2500	5	不击穿

2.3 绝缘线芯电压试验

按GB/T 5023.2-2008标准中2.3项进行。

2.4 绝缘电阻

按GB/T 5023.2-2008标准中2.4项进行。

2.5 绝缘缺陷

整个制造长度的电线电缆都必须进行绝缘缺陷测试，绝缘缺陷的试验设备和程序参考GB/T 3048.9-2007标准规定实施。

2.6 护套缺陷

整个制造长度的电线电缆都必须进行护套缺陷测试，护套缺陷的试验设备和程序参考GB/T 3048.10-2007标准规定实施。

2.7 电磁兼容试验 EMC

2.7.1 转移阻抗 Z_T

转移阻抗是指一根电气长度短的均匀电缆在外回路(环境)感生的纵向电压(U_2)与内回路(电缆)中的电流之比(I_1)之比，或反之。它与单位长度有关。

$$Z_T = \frac{U_2}{I_1 \times L}$$

式中： L —耦合长度

2.7.2 屏蔽衰减 a_s

屏蔽衰减是指电气长度较长电缆的屏蔽效率的合适判据，为馈入电缆的功率 P_{feed} 和辐射的最大峰值功率 $P_{\text{rad,max}}$ 比值的对数：

$$a_s = 10 \lg \left| \frac{P_{\text{feed}}}{P_{\text{rad,max}}} \right|$$

对于电气长度较长电缆，在电缆屏蔽的转移阻抗与频率成正比的频率范围内，屏蔽衰减是与长度和频率无关的。

电磁兼容试验的试验方法参照IEC 62153-4-3，IEC 62153-4-4。

3 物理性能试验

3.1 绝缘和护套机械性能

按GB/T 2951.11-2008标准中第9项进行。

3.2 绝缘和护套老化后机械性能

按GB/T 2951.12-2008标准进行。

3.3 绝缘和护套低温弹性和冲击强度

按GB/T 2951.12-2008标准中第8项进行。

3.4 绝缘和护套高温压力试验

按GB/T 2951.31-2008标准中第8项进行。

3.5 绝缘和护套抗开裂试验

绝缘和护套热冲击试验方法参考GB/T 2951.31-2008中第9项规定。

3.6 绝缘和护套失重试验(可选)

按GB/T 2951.32-2008标准中8.1项进行。

3.7 绝缘和护套热冲击试验

绝缘和护套的热冲击试验的试验方法参考GB/T 2951.31-2008中第9项规定。

3.8 不延燃试验

按GB/T 18380.12-2008标准进行。

3.9 护套或外护套浸矿物油试验(可选)

除非与用户另有规定，使用的矿物油应是ISO1817规定的IRM 902号油。试验方法参考GB/T 2951.21-2008中第10项规定。

3.10 机械寿命试验

3.10.1 拖链试验

本试验方法适用于长期拖链使用的电缆。

3.10.1.1 试验设备

本试验应使用图1所示设备进行。设备包括一组拖链轨道，拖链的驱动装置、拖链次数记录、导通装置以及控制开关的装置。拖链轨道两端固定在设备上，其中固定端不随设备移动，移动端随着驱动装置以1m/s的平均速度在大于1m的距离之间往复运动。

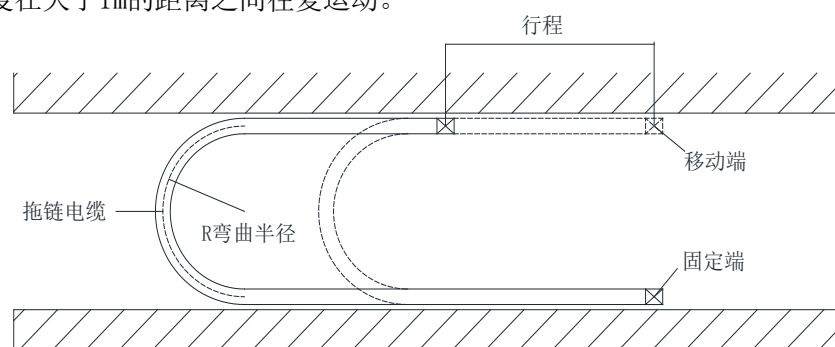


图1 拖链试验装置图

3.10.1.2 取样和试件制备

取3m长的试样，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。

样本最少为5根。

3.10.1.3 试验步骤

试样应在导通状态下进行试验。

将电缆空闲线头少的一端固定在图1所示的设备上的移动端，并将试样沿拖链轨道布线，布线方法如下图2所示。弯曲半径应为电缆直径的5倍，被测试样两端应保持平行，且进行循环往复在水平方向来回移动，到达另一端的终端时，停止移动，然后沿履带返回到起始端，恢复到初始状态。此为一个周期。

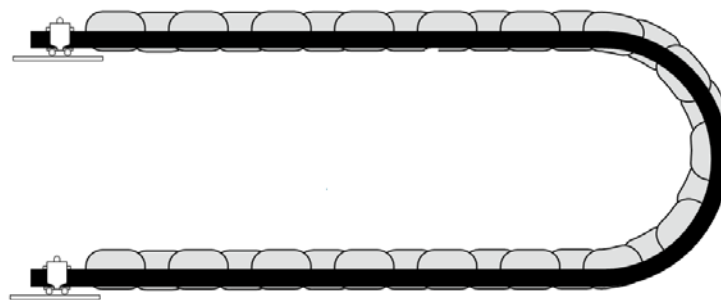


图2 拖链试验安装示意图

3.10.1.4 试验结果评价

拖链试验的寿命本标准建议为2000万次，也可以由制造方和使用方进行商定。

单个试样若试样拖链次数达到商定寿命次数，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 2.1 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 2%；
- b. 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 2.2 中规定的方法进行，试样应不击穿。
- c. 检查试样表面，如出现裂纹、严重扭曲、芯线短路现象，则视为不合格。

单个试样若试样拖链次数未达到商定寿命次数，已经出现导通报警、护套开裂，扭曲的现象，则判定不合格。

当5根试样出现不多于1根试样不合格时，则判定该项试验合格。

若试样经试验不符合要求，则应另取10根试样进行重复试验，且试验结果均应符合要求。

3.10.2 弯曲试验

3.10.2.1 试验设备

本试验应使用图3所示设备进行。设备包括弯曲的驱动装置、弯曲次数记录、导通装置以及控制开关的装置。

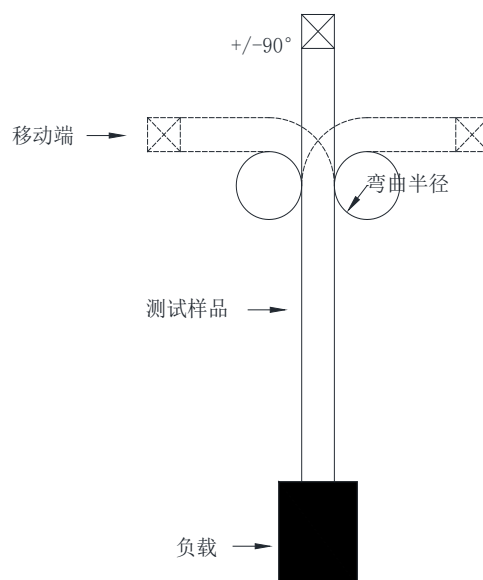


图 3 弯曲试验示意图

3.10.2.2 取样和试件制备

取1米长的试样，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。

样本最少为5根。

3.10.2.3 试验步骤

将试样的顶端固定在图3所示的设备上，弯曲半径为5倍电缆直径，并在试样底端悬挂0.5kg的重锤，试样芯线与设备导通。

试样应垂直于导体轴线平面作180°往复弯曲运动，当弯曲到极端位置时，应与导体轴线的两边各呈90°角。

弯曲频率为60次/分钟。

3.10.2.4 试验结果评价

弯曲试验的寿命本标准建议为1000万次，也可以由制造方和使用方进行商定。

若单个试样若试样弯曲次数达到商定寿命次数，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 2.1 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 2%；
- b. 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 2.2 中规定的方法进行，试样应不击穿。
- c. 检查试样表面，如出现裂纹、严重扭曲、芯线短路现象，则视为不合格。

单个试样若试样弯曲次数未达到商定寿命次数，已经出现导通报警、护套开裂，扭曲的现象，则判定不合格。

当5根试样出现不多于1根试样不合格时，则判定该项试验合格。

若试样经试验不符合要求，则应另取10根试样进行重复试验，且试验结果均应符合要求。

3.10.3 扭转试验

3.10.3.1 试验设备

本试验应使用图4所示设备进行。设备包括弯曲的驱动装置、弯曲次数记录、导通装置以及控制开关的装置。

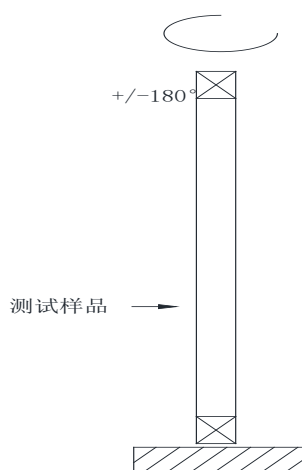


图 4 扭转试验示意图

3.10.3.2 取样和试件制备

取适当长的试样，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。

样本最少为5根。

3.10.3.3 试验步骤

将试样的顶端和底端固定在图4所示的设备上，试样芯线与设备导通。

试样应沿着垂直于导体轴线的平面作 $\pm 270^\circ$ 往复扭转运动，当扭转到极端位置时，应与导体轴线的两边各呈 270° 角。

弯曲频率为60次/分钟。

3.10.3.4 试验结果评价

扭转试验的寿命本标准建议为1000万次，也可以由制造方和使用方进行商定。

若单个试样若试样扭转次数达到商定寿命次数，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 2.1 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 2%；
- b. 将试样进行绝缘耐压试验，方法按本标准 2.2 中规定的方法进行，试样应不击穿。
- c. 检查试样表面，如出现裂纹、严重扭曲、芯线短路现象，则视为不合格。

单个试样若试样扭转次数未达到商定寿命次数，已经出现导通报警、护套开裂，扭曲的现象，则判定不合格。

当5根试样出现不多于1根试样不合格时，则判定该项试验合格。

若试样经试验不符合要求，则应另取10根试样进行重复试验，且试验结果均应符合要求。

CRIA

中国机器人产业联盟标准

CRIA-0003.3-2016

工业机器人专用电缆 第3部分：工业机器人弯扭布线用护套电缆

Special cables for industrial robots

Part 3: Sheathed cables for industrial robots torsion wiring

征求意见稿

2016-11-22 发布

2017-01-01 实施

中国机器人产业联盟发布

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国机器人产业联盟提出。

本标准由中国机器人产业联盟标准委员会归口。

本标准分为4个部分：

——第1部分：一般要求；

——第2部分：试验方法；

——第3部分：工业机器人弯扭布线用护套电缆；

——第4部分：工业机器人拖链布线用护套电缆。

本标准负责起草单位：苏州科宝光电科技有限公司。

本标准参加起草单位：中国质量认证中心、莱茵技术(上海)有限公司、新松机器人自动化股份有限公司、南京埃斯顿机器人工程有限公司、安徽埃夫特智能装备有限公司、唐山开元机器人系统有限公司、奥林特电缆科技股份有限公司。

本标准主要起草人：陈良、李东琦、谢志国、周静、陈为廉、赵彦斌、肖永强、李宪政、徐学林。

工业机器人专用电缆

第3部分：工业机器人弯扭布线用护套电缆

1 总则

1.1 范围

工业机器人专用电缆标准的本部分规定了额定电压600V及以下工业机器人弯扭布线用护套电缆的技术要求。

所有电缆均应符合工业机器人专用电缆标准规定的相应要求，并且各种型号电缆应分别符合本部分规定的特殊要求。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过机器人电缆标准的本部分的引用而成为本部分的条款。

GB/T 2951-2008，电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法

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 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 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 k W预混合型火焰试验方法

2 工业机器人弯扭布线用护套电缆

2.1 额定电压

电缆额定电压有三个等级：30V、300V、600V。

2.2 结构

2.2.1 导体

芯数：1芯及以上。

导体应是退火铜线或者铜合金制品，也可是铜皮软线，但铜皮软线也可以使用铜合金单线。导体中的单线可以镀锡或不镀锡。

电缆(除铜皮软线外)的每芯导体在20℃时的电阻应符合GB/T 3956-2008各种导体规定的要求。

2.2.2 绝缘

绝缘应直接包覆在导体或隔离层表面，完全覆盖导体或隔离层，无肉眼可见的缺陷。

绝缘的厚度应符合表1~3中的规定。

绝缘材料的性能应符合本标准第1部分表1中的规定。

表 1 额定电压 30V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
0.2	0.15	0.15	0.15	0.15
0.25	0.15	0.15	0.15	0.15
0.3	0.15	0.15	0.15	0.15
0.34	0.15	0.15	0.15	0.15
0.5	0.15	0.15	0.15	0.15
0.75	0.20	0.20	0.20	0.20
1.0	0.20	0.20	0.20	0.20
1.25	0.20	0.20	0.20	0.20
1.5	0.20	0.20	0.20	0.20

表 2 额定电压 300V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
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	0.40	0.40	0.30	0.30

表 2 (续)

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
2.5	0.40	0.40	0.30	0.30
4.0	0.60	0.50	0.40	0.40
6.0	0.60	0.50	0.40	0.40
10.0	0.80	0.60	0.50	0.40
16.0	0.80	0.60	0.50	0.40

表 3 额定电压 600V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
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	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	0.60	0.50	0.40	0.35
2.5	0.60	0.50	0.40	0.35
4.0	0.80	0.60	0.50	0.40
6.0	0.80	0.60	0.50	0.40
10.0	1.00	0.80	0.60	0.50
16.0	1.00	0.80	0.60	0.50

2.2.3 绝缘线芯成缆

两芯及以上圆形电线的绝缘线芯应绞合成缆，最外层绞向为右向。

成缆间隙可单独填充或用护套填充，但任一填充物均不应粘连绝缘线芯。

2.2.4 隔离

成缆后允许使用隔离层。

2.2.5 屏蔽

电线可屏蔽，屏蔽材料允许使用圆铜线、合金圆铜线、铜皮软线、合金铜皮软线，可以镀锡或不镀锡。

屏蔽的方式可以单层单向缠绕屏蔽、双层反向缠绕屏蔽，编织屏蔽。

2.2.6 护套

电线应具有外护套，护套颜色可以按照制造方和卖方协议的颜色，以适应电缆使用的特定环境。护套材料应为热塑性材料（聚氯乙烯）或弹性体材料（热塑性弹性体、聚氨酯或类似聚合物）。

护套厚度若无其他规定，护套的标称厚度不应小于 $0.035D+0.80\text{mm}$ ，其中D为挤包护套前电缆的直径。

2.3 试验

应按表4规定的检测和试验，检查是否符合本标准的要求。

2.4 使用导则

正常使用时，导体额定工作温度有两个等级：

A级：80℃

B级：105℃

表4 工业机器人弯扭布线用护套电缆试验

序号	试验项目	试验类型	试验方法	
			标准号	条文号
1	电气性能试验			
1.1	导体电阻	T, S	CRIA-0003.2-2016	2.1
1.2	成品电缆电压试验			
1.2.1	额定电压 30V, 耐压 500V	T, S	CRIA-0003.2-2016	2.2
1.2.2	额定电压 300V, 600V, 耐压 2000V	T, S	CRIA-0003.2-2016	2.2
1.3	70℃时绝缘电阻	T	CRIA-0003.2-2016	2.4
2	结构尺寸检查			
2.1	结构检查	T, S	GB/T5023.2-2008	检查和手工试验
2.2	绝缘厚度测量	T, S	CRIA-0003.2-2016	1.9
2.3	护套厚度测量	T, S	CRIA-0003.2-2016	1.10
2.4	外形尺寸测量			
2.4.1	平均值	T, S	GB/T5023.2-2008	1.11
2.4.2	椭圆度	T, S	GB/T5023.2-2008	1.11

表 4 (续)

序号	试验项目	试验类型	试验方法	
			标准号	条文号
3	绝缘机械性能			
3.1	老化前拉力试验	T, S	CRIA-0003.2-2016	3.1
3.2	老化后拉力试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.2
3.3	失重试验 (可选)	T	CRIA-0003.2-2016	3.6
4	护套机械性能			
4.1	老化前拉力试验	T, S	CRIA-0003.2-2016	3.1
4.2	老化后拉力试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.2
4.3	失重试验 (可选)	T	CRIA-0003.2-2016	3.6
5	高温压力试验			
5.1	绝缘	T	CRIA-0003.2-2016	3.4
5.2	护套	T	CRIA-0003.2-2016	3.4
6	低温弹性和冲击强度			
6.1	成品 (护套) 电缆低温弯曲试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.3
6.2	成品电缆低温冲击试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.3
7	热冲击试验			
7.1	绝缘	T	CRIA-0003.2-2016	3.7
7.2	护套	T	CRIA-0003.2-2016	3.7
8	成品电缆电磁兼容试验 EMC			
8.1	转移阻抗 Z_T	T	CRIA-0003.2-2016	2.7.1
8.2	屏蔽衰减 a_s	T	CRIA-0003.2-2016	2.7.2
9	成品电缆机械寿命试验			
9.1	弯曲试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.10.2
9.2	扭转试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.10.3
10	不延燃试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.8

CRIA

中国机器人产业联盟标准

CRIA-0003.4-2016

工业机器人专用电缆

第4部分：工业机器人拖链布线用护套电缆

Special cables for industrial robots

Part 4: Sheathed cables for industrial robots chain wiring

征求意见稿

2016-11-22 发布

2017-01-01 实施

中国机器人产业联盟发布

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国机器人产业联盟提出。

本标准由中国机器人产业联盟标准委员会归口。

本标准分为4个部分：

——第1部分：一般要求；

——第2部分：试验方法；

——第3部分：工业机器人弯扭布线用护套电缆；

——第4部分：工业机器人拖链布线用护套电缆。

本标准负责起草单位：苏州科宝光电科技有限公司。

本标准参加起草单位：中国质量认证中心、莱茵技术(上海)有限公司、新松机器人自动化股份有限公司、南京埃斯顿机器人工程有限公司、安徽埃夫特智能装备有限公司、唐山开元机器人系统有限公司、奥林特电缆科技股份有限公司。

本标准主要起草人：陈良、李东琦、谢志国、周静、陈为廉、赵彦斌、肖永强、李宪政、徐学林。

工业机器人专用电缆

第4部分：工业机器人拖链布线用护套电缆

1 总则

1.1 范围

工业机器人专用电缆标准的本部分详细规定了额定电压600V及以下工业机器人拖链布线用护套电缆的技术要求。

所有电缆均应符合工业机器人专用电缆标准规定的相应要求，并且各种型号电缆应分别符合本部分规定的特殊要求。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过机器人电缆标准的本部分的引用而成为本部分的条款。

GB/T 2951-2008，电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法

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 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 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 k W预混合型火焰试验方法

2 工业机器人拖链布线用护套电缆

2.1 额定电压

电缆额定电压有三个等级：30V、300V、600V。

2.2 结构

2.2.1 导体

芯数：1芯及以上。

导体应是退火铜线或者铜合金制品，也可是铜皮软线，但铜皮软线也可以使用铜合金单线。导体中的单线可以镀锡或不镀锡。

电缆(除铜皮软线外)的每芯导体在20℃时的电阻应符合GB/T 3956-2008各种导体规定的要求。

2.2.2 绝缘

绝缘应直接包覆在导体或隔离层表面，完全覆盖导体或隔离层，无肉眼可见的缺陷。

绝缘的厚度应符合表1~3中的规定。

绝缘材料的性能应符合本标准第1部分表1中的规定。

表 1 额定电压 30V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
0.2	0.15	0.15	0.15	0.15
0.25	0.15	0.15	0.15	0.15
0.3	0.15	0.15	0.15	0.15
0.34	0.15	0.15	0.15	0.15
0.5	0.15	0.15	0.15	0.15
0.75	0.20	0.20	0.20	0.20
1.0	0.20	0.20	0.20	0.20
1.25	0.20	0.20	0.20	0.20
1.5	0.20	0.20	0.20	0.20

表 2 额定电压 300V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
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	0.40	0.40	0.30	0.30

表 2 (续)

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
2.5	0.40	0.40	0.30	0.30
4.0	0.60	0.50	0.40	0.40
6.0	0.60	0.50	0.40	0.40
10.0	0.80	0.60	0.50	0.40
16.0	0.80	0.60	0.50	0.40

表 3 额定电压 600V 绝缘最小平均厚度要求

规格 (mm ²)	材料/厚度 (mm)			
	PVC-1-80/105	PP	TPE-1-80/105	ETFE
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	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	0.60	0.40	0.40	0.35
2.5	0.60	0.40	0.40	0.35
4.0	0.80	0.50	0.50	0.40
6.0	0.80	0.50	0.50	0.40
10.0	1.00	0.60	0.60	0.50
16.0	1.00	0.60	0.60	0.50

2.2.3 绝缘线芯成缆

两芯及以上圆形电线的绝缘线芯应绞合成缆，最外层绞向为右向。

成缆间隙可单独填充或用护套填充，但任一填充物均不应粘连绝缘线芯。

2.2.4 隔离

成缆后允许使用隔离层。

2.2.5 屏蔽

电线应屏蔽，屏蔽材料允许使用圆铜线、合金圆铜线、铜皮软线、合金铜皮软线，可以镀锡或不镀锡。

屏蔽的方式可以单层单向缠绕屏蔽、双层反向缠绕屏蔽，编织屏蔽。

2.2.6 护套

电线应具有外护套，护套颜色可以按照制造方和卖方协议的颜色，以适应电缆使用的特定环境。护套材料应为热塑性材料（聚氯乙烯）或弹性体材料（热塑性弹性体、聚氨酯或类似聚合物）。

护套厚度若无其他规定，护套的标称厚度不应小于 $0.035D+0.80\text{mm}$ ，其中D为挤包护套前电缆的直径。

2.3 试验

应按表4规定的检测和试验，检查是否符合本标准的要求。

2.4 使用导则

正常使用时，导体额定工作温度有两个等级：

A级：80℃

B级：105℃

表4 工业机器人拖链布线用护套电缆试验

序号	试验项目	试验类型	试验方法	
			标准号	条文号
1	电气性能试验			
1.1	导体电阻	T, S	CRIA-0003.2-2016	2.1
1.2	成品电缆电压试验			
1.2.1	额定电压 30V, 耐压 500V	T, S	CRIA-0003.2-2016	2.2
1.2.2	额定电压 300V, 600V, 耐压 2000V	T, S	CRIA-0003.2-2016	2.2
1.3	70℃时绝缘电阻	T	CRIA-0003.2-2016	2.4
2	结构尺寸检查			
2.1	结构检查	T, S	GB/T 5023.2-2008	检查和手工试验
2.2	绝缘厚度测量	T, S	CRIA-0003.2-2016	1.9
2.3	护套厚度测量	T, S	CRIA-0003.2-2016	1.10
2.4	外形尺寸测量			
2.4.1	平均值	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.11
2.4.2	椭圆度	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.11

表 4 (续)

序号	试验项目	试验类型	试验方法	
			标准号	条文号
3	绝缘机械性能			
3.1	老化前拉力试验	T, S	CRIA-0003.2-2016	3.1
3.2	老化后拉力试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.2
3.3	失重试验 (可选)	T	CRIA-0003.2-2016	3.6
4	护套机械性能			
4.1	老化前拉力试验	T, S	CRIA-0003.2-2016	3.1
4.2	老化后拉力试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.2
4.3	失重试验 (可选)	T	CRIA-0003.2-2016	3.6
5	高温压力试验			
5.1	绝缘	T	CRIA-0003.2-2016	3.4
5.2	护套	T	CRIA-0003.2-2016	3.4
6	低温弹性和冲击强度			
6.1	成品 (护套) 电缆低温弯曲试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.3
6.2	成品电缆低温冲击试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.3
7	热冲击试验			
7.1	绝缘	T	CRIA-0003.2-2016	3.7
7.2	护套	T	CRIA-0003.2-2016	3.7
8	成品电缆电磁兼容试验 EMC			
8.1	转移阻抗 Z_T	T	CRIA-0003.2-2016	2.7.1
8.2	屏蔽衰减 a_s	T	CRIA-0003.2-2016	2.7.2
9	成品电缆机械寿命试验			
9.1	拖链试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.10.1
10	不延燃试验	T	CRIA-0003.2-2016	3.8