



中华人民共和国国家标准

GB/T 41393—2022

娱乐机器人 安全要求及测试方法

Entertainment robots—Safety requirements and testing methods

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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 安全设计总则	2
5 危险识别与风险评估	2
5.1 危险识别	2
5.2 风险评估和风险减小	2
6 安全要求	2
6.1 安全保护功能	2
6.2 材料安全	3
6.3 机械安全	3
6.4 电气安全	4
6.5 控制系统安全	5
6.6 信息安全	5
6.7 人机交互与多机交互安全	5
6.8 其他安全	6
7 测试条件与要求	6
7.1 技术文件	6
7.2 测试样品	6
7.3 设备和仪器仪表	7
7.4 测试环境要求	7
7.5 测试中断和恢复	7
8 测试方法	7
8.1 安全保护功能测试	7
8.2 材料安全测试	7
8.3 机械安全测试	7
8.4 电气安全测试方法	9
8.5 控制系统安全测试	10
8.6 信息安全测试	11
8.7 人机交互与多机交互安全测试	11
8.8 其他安全测试	12
9 安全标志、标识与说明	12
9.1 安全标志、标识	12
9.2 安全使用说明	12
附录 A (资料性) 娱乐机器人危险列表	13
参考文献	15

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国机器人标准化技术委员会(SAC/TC 591)归口。

本文件起草单位：中国科学院重庆绿色智能技术研究院、北京机械工业自动化研究所有限公司、深圳市优必选科技股份有限公司、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、重庆德新机器人检测中心有限公司、重庆鲁班机器人研究院有限公司、重庆仕益产品质量检测有限责任公司、北京航空航天大学、国科大重庆学院、重庆大学、东南大学、东北大学、重庆邮电大学、浙江大学、许昌学院、重庆机器人学会、中国科学院深圳先进技术研究院、北京康力优蓝机器人科技有限公司、北京博创尚和科技有限公司、芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司、华南理工大学、重庆理工大学、重庆电子工程职业学院、重庆文理学院、重庆三峡学院。

本文件主要起草人：何国田、林远长、杨书评、袁杰、王松、张锋、张豪、宋爱国、王田苗、欧勇盛、尚明生、杨灿军、罗志勇、姜杨、平源、秦超龙、杨巍、陶永、刘雪楠、梁建宏、谭欢、刘颖、徐向民、何苗、赵鹏举、谷明信、孙文成、谭泽富。



娱乐机器人 安全要求及测试方法

1 范围

本文件规定了娱乐机器人的安全设计总则、危险识别与风险评估、安全要求、测试条件与要求、测试方法及安全标志、标识与说明。

本文件适用于娱乐机器人的设计、生产、检测及维护等。

本文件不适用于与人接触的大型娱乐设施。

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 2423.55—2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Eh：锤击试验
- GB 2893 安全色
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 5169.11—2017 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法(GWEPT)
- GB/T 5169.21—2017 电工电子产品着火危险试验 第21部分：非正常热 球压试验方法
- GB 6675.1—2014 玩具安全 第1部分：基本规范
- GB 6675.2—2014 玩具安全 第2部分：机械与物理性能
- GB 6675.4—2014 玩具安全 第4部分：特定元素的迁移
- GB 7247.1—2012 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求
- GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法
- GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16842—2016 外壳对人和设备的防护 检验用试具
- GB/T 16855.1—2018 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
- GB/T 26125—2011 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定
- GB 28526—2012 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全
- GB 31241—2014 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全要求
- GB/T 38124—2019 服务机器人性能测试方法
- GB/T 38244—2019 机器人安全总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机器人 robot

具有两个或两个以上可编程的轴，以及一定程度的自主能力，可在其环境内运动以执行预定任务的

执行机构。

[来源:GB/T 36530—2018,3.2]

3.2

娱乐机器人 entertainment robot

具备多媒体属性与运动执行功能,通过交互可完成预期娱乐性任务的服务机器人。

注 1: 娱乐机器人不包括教育机器人,属于服务机器人一种类别。

注 2: 娱乐机器人分为玩具机器人、多媒体社交机器人及其他娱乐机器人。

4 安全设计总则

娱乐机器人(以下简称“机器人”)的安全设计从本质安全设计、安全防护和补充保护措施、使用信息等方面保证达到预定的风险减小,并根据机器人结构和应用场景在 GB/T 38244—2019 中 4.2.1~4.2.4 选择适用原则。

注: 一般情况下,机器人在使用前不需要进行专业培训。

5 危险识别与风险评估

5.1 危险识别

危险识别是在机器人设计和使用过程中考虑可合理预见的危险(永久性危险和意外突发危险)、危险状态和/或危险事件。为了充分识别机器人在使用过程中面临的危险,需考虑机器人与人之间的交互,并同时考虑机器人不同部件、机构、功能以及使用环境。附录 A 列出了机器人可能出现的危险列表,主要包括:

- a) 由于本质安全设计不足导致的危险;
- b) 缺乏安全防护和补充措施导致的危险;
- c) 由于使用信息不足导致的危险;
- d) 可预见的误用导致的危险;
- e) 由于机器人自主决策的不可确定性导致的危险;
- f) 使用过程中的其他危险。

注: 当所识别的危险不包含在附录 A 所列危险列表中时,可参考 GB/T 15706—2012 对机械安全所提出危险识别的原则进行确认,并根据风险评估与风险减小方法使该风险达到机器人正常使用可以接受的风险水平。

5.2 风险评估和风险减小

风险评估结合机器人的产品特点,应按照 GB/T 15706—2012 中第 4 章风险评估和风险减小中适用于机器人的策略进行。

6 安全要求

6.1 安全保护功能

6.1.1 每次开机或者重置时,机器人应有自检和报错功能。

6.1.2 非正常运行时或操作不当,机器人应能保证安全状态,并有报警等提示,解除后仍可使用。

示例: 用户设置了错误的运行参数(被认为是操作不当),机器人进行报警提示或者处于保护状态等。

6.1.3 有运行范围限定要求的运动部位应提供终端限位或其他限位方式作为最终的行程限位措施,以防止运动部件有超出运行范围限定的过冲。

6.1.4 机器人应具有急停功能,启动急停装置后,机器人应保持在停止状态。

6.1.5 机器人宜具有声光报警功能。

6.2 材料安全

6.2.1 机器人所使用的材料应符合国家在电子电器、玩具等相关领域产品或禁用危险物的法律规定。

6.2.2 机器人所使用的材料中可迁移元素和塑料添加剂均应满足 GB 6675.1—2014 中 5.3 对材料化学性能的要求。

6.3 机械安全

6.3.1 基本要求

机器人在可预见的正常使用状态下,不应由于其机械结构与强度的设计出现任何危险。

机器人在可预见的非正常使用状态下,包括可合理预见的误用,可能由于其机械结构与强度设计导致出现危险,应设警示说明。

适合 14 岁以下儿童使用的机器人,应满足 GB 6675.2—2014 对不同年龄阶段的机械和物理性能的要求,并在包装或使用说明书中进行说明。

6.3.2 稳定性

机器人应具有足够的静稳定性和动稳定性,在正常使用条件下,不应由于其稳定性的不足对使用者造成危险。预期在斜面上使用的机器人,应预定斜面使用场景下不发生翻倒,并在使用说明书中进行说明。

6.3.3 结构

机器人的结构应具备足够的机械强度,应能承受可预见的正常使用状态下的功能,而不导致出现任何危险,且应能承受可预见的搬运或装卸等操作。

机械防护外壳与内部零部件应完整,使得由于发生故障或其他原因,机器人的运动零部件不能脱落与甩出,并且可能从运动零部件松脱、分离或甩出的零部件能被挡住或使其转变方向。

6.3.4 锐利边缘

机器人的可触及部位应不存在可导致危险的锐利边缘,包括金属、玻璃、塑料边缘等。

如果外观因功能所需等无法避免存在锐利边缘,则应设警示说明。

当使用对象包括 96 个月以下的儿童,应满足 GB 6675.2—2014 中 4.6 的要求。

如果机器人的棱缘和拐角因安置或使用设备时,可能给操作人员带来危险,应将这些棱缘或拐角倒圆和磨光。该要求不适用于设备的正常功能所要求的棱缘或拐角。

6.3.5 尖端

机器人的可触及部位宜不存在可触及导致危险的尖端,尖端部分不应小于 60° ,包括金属、玻璃、塑料边缘等。

如果由于外观、功能等无法避免存在锐利尖端,应具有相应的保护装置或措施,且应设警示说明。

当使用对象包括 96 个月以下的儿童,应满足 GB 6675.2—2014 中 4.7 的要求。

6.3.6 间隙

除了运动零部件的运动连接部位,机器人的可触及部位宜不存在可触及的间隙,避免由于用户在非

正常使用的情况下导致夹伤。

运动零部件之间应具有足够的间隙或者开合角度,以防止机器人运动零部件之间的相对运动导致手指和脚趾被压伤或划伤。

当使用对象包括 96 个月以下的儿童,应满足 GB 6675.2—2014 中 4.13 的要求。

注:可触及的间隙指机器人在使用过程中,可使人体皮肤、手指等部位进入的缝隙。

6.3.7 开孔

机器人的外壳顶部和侧面的开孔的位置和结构应使得外来物进入开孔后,不应接触裸露部件而产生危险。如果由于外观、功能(如麦克风或音响等)等无法避免在机器人的外壳顶部和侧面的开孔,开孔宽度应小于 5 mm 且应设有防护网,或挡板,或其他等效结构。

当使用对象包括 96 个月以下的儿童,应满足 GB 6675.2—2014 中 4.13 的要求。

6.3.8 跌落

质量小于或等于 5 kg 的机器人应承受跌落试验且经过测试后功能正常。特殊情况下,跌落后的机器人功能可无法满足预期使用要求,但在机器人的机械结构上不应产生导致二次伤害的危险。

6.3.9 撞击

质量超过 5 kg 的机器人外壳应具有足够的机械强度承受撞击,在机器人外壳任一可能的薄弱部位,每一个点进行 6 次能量为 0.7 J 的冲击试验,外壳不应产生不可自恢复的形变。

6.3.10 电机

电机或电机系统应单独有机械外壳进行封闭,不应露出可触及的锐利边缘或锐利的尖端,或其他可导致危险的部件,防止机器人在非正常使用情况下导致危险伤害。

6.3.11 线材

除为了满足充电功能的电源线,机器人的线材不应以任何形式暴露在娱乐机器外壳外部。

6.4 电气安全

6.4.1 电源适配器使用安全

6.4.1.1 过载

由电源适配器供电的机器人,电源适配器应具备短路保护装置,在电流超过规定值后应可自动停止工作。

6.4.1.2 输入电流

由电源适配器供电的机器人,在额定电压范围内、正常的最大工作负载及工作温度下,其稳态输入电流不应超过其额定电流的 1.1 倍。

6.4.2 对触及带电部件的防护

机器人对于可触及带电部件的防护应符合 GB 4943.1—2011 中 2.1、2.2 的要求。

6.4.3 接触电流

机器人的设计和结构应保证接触电流不会产生电击危险。

机器人在接入交流电网时,接触电流应符合 GB 4943.1—2011 中 5.1 的要求。

6.4.4 抗电强度

机器人的抗电强度应符合 GB 4943.1—2011 中 5.2 的要求。

6.4.5 发热

考虑机器人零部件发热与可接触部分表面温度要求:

- a) 零部件发热要求:应符合 GB 4943.1—2011 的 4.5.2、4.5.3 及替代标准的温度限值要求;
- b) 可接触部分表面温度要求:可接触部分的表面温度不应超过 48 °C,如接触时间少于 1 min,表面温度限制值可从 48 °C 增加到 51 °C,但需要在说明书中做出说明。

6.4.6 耐热与耐燃

直接安装上带危险电压零部件的热塑性塑料件应耐异常热。该塑料件按照 GB/T 5169.21—2017 承受球压试验来检验其是否合格。如果根据该材料物理特性的检查,已清楚表明该材料能满足本试验的要求,则本试验不必进行。

机器人的非金属外壳材料部件对点燃和火焰蔓延应具有足够的抵抗力。该外壳材料部件按照 GB/T 5169.11—2017 承受灼热丝试验检验其是否合格。

6.4.7 SELV 电路

机器人的 SELV 电路在正常工作条件下和出现单一故障后,SELV 电路所呈现的电压应仍是接触的电压。如果没有对 SELV 电路施加外部负载(开路),则不应超过 SELV 的电压限值。通过检查和有关的试验来检验是否符合 GB 4943.1—2011 中 2.2 的相关要求。

6.4.8 电动机异常工作

机器人电动机在过载、转子堵转和其他异常条件下,不应出现由于温度过高引起的危险,应符合 GB 4943.1—2011 中 5.3.2 的要求。

6.4.9 电池及电池组异常使用

机器人的电池或电池组在人为异常操作下应具有适当的安全保护措施,当电池或电池组出现过电压充电、过电流充电、欠电压充电、反极性充电、强制放电、外部短路及跌落等异常操作时,电池或电池组应不产生起火、爆炸、释放有毒有害气体或物质等现象。

注:若电池或电池组已符合 GB 31241—2014 的相应试验要求,可认为满足要求。

6.5 控制系统安全

机器人控制安全应满足 GB/T 38244—2019 中 7.1 的要求。

6.6 信息安全

机器人信息安全应满足 GB/T 38244—2019 中第 8 章的要求。

6.7 人机交互与多机交互安全

6.7.1 人机交互力范围

对于具有与人接触交互功能的机器人,交互力应可控并标明输出力或者力矩的范围。

6.7.2 安全交互空间

对于本质设计中机械结构欠安全、交互力输出过大等易造成危险的机器人,应划分安全交互空间范围。

6.7.3 交互力控制

机器人交互力控制安全应满足 GB/T 38244—2019 中 7.6 的要求。

6.7.4 交互动作控制

机器人交互动作控制应柔顺、可预测,不宜产生未定义的交互动作。

6.7.5 自主决策能力

对于具有自主决策能力的机器人,应标明自主决策能力使用范围,自主决策动作应安全可控,且控制优先级低于用户。

6.7.6 识别率

人机交互意图识别在不同场景下的识别正确率应满足制造商预期的正常使用。

6.7.7 时延

机器人对用户的常规操作指令响应时延应控制在合理范围,以避免响应时延过长造成用户误操作。

6.7.8 防碰撞

针对具备自主移动能力的机器人,本体宜配置避障和防碰撞检测传感器以及相应的控制算法;若无避障或防碰撞功能,则机器人发生碰撞后不应对其机械结构及功能造成损害。

6.8 其他安全

6.8.1 噪声

机器人在额定负载和最大速度运行时,对外最大发射声压级应不大于 60 dB(A)。

6.8.2 激光

机器人内的激光器和发光二极管应满足 GB 7247.1—2012 中第 I 类激光器的要求。

7 测试条件与要求

7.1 技术文件

测试前应准备下述文件:

- a) 测试相关设计文件、图样及接口说明;
- b) 产品说明书、操作手册、维护手册等。

7.2 测试样品

测试样品应满足以下要求:

- a) 测试样品与提交的产品资料内容相符;

- b) 测试样品数量满足试验要求；
- c) 进行认证测试的测试样品有企业合格证明等质量检验证明。

7.3 设备和仪器仪表

用于产品测试的仪器设备应经检定或校准并在有效期内。所用测试仪器应满足预期的使用要求，其测量不确定度或最大允许误差应小于被测参数最大允许误差的 1/3。

7.4 测试环境要求

除本文件或详细规范另有规定外，所有测试应在下列条件下进行：

- a) 温度：室内 0℃～40℃，室外温度应在制造商规定的工作温度范围内；
- b) 相对湿度：20%～90%；
- c) 气压：86 kPa～106 kPa。

7.5 测试中断和恢复

测试过程中出现下述情况应测试中断和恢复处理。

- a) 测试中断情况如下：
 - 测试样品关键指标不合格；
 - 测试样品因故障不能正常工作，且不能修复。
- b) 测试中出现下述情况时应视情况进行补充测试：
 - 个别测试项目不合格，已找出原因并纠正；
 - 维修与调整中改变了原设计；
 - 更换了影响测试样品技术性能的元器件或组件。

8 测试方法

8.1 安全保护功能测试

根据机器人操作说明对机器人进行开机和重置操作，观察是否有自检和报错功能。

根据机器人操作说明配置机器人参数时，故意设置错误的运行参数，启动运行后观察能否安全使用。

按使用说明书模拟操作，观察有运行范围限定要求的运动部位是否提供终端限位或其他限位方式作为最终的行程限位措施，且该措施是否可正常实施。

结合使用说明书，观察机器人是否具备单独的电源开关和急停装置，并按使用说明书规定的方法模拟操作急停装置，检查急停装置是否满足功能要求。

按使用说明书操作声光报警功能，观察是否具有报警提示。

8.2 材料安全测试

检查机器人是否有合格证明资料或根据 GB/T 26125—2011 和 GB 6675.4—2014 的相应方法进行测试。

8.3 机械安全测试

8.3.1 概述

机器人完成机械安全测试后的功能应满足预期使用的要求。

如果装饰层损伤、龟裂、凹痕和掉落碎片不会对安全造成不利影响,则忽略不计。

8.3.2 稳定性测试

8.3.2.1 静稳定性测试

质量小于 5 kg 的机器人,关机状态下使其支撑水平面提升至 3°的坡度时不发生倾倒。

质量大于或等于 5 kg 机器人,关机状态下使其相对于正常垂直位置 10°时不发生倾倒。

8.3.2.2 动稳定性测试

将机器人置于预期使用最不利的支撑面上,包括水平面及最不利角度的倾斜面,然后,启动机器人,让机器人在该支撑面上运动至少 10 min,检查机器人是否能正常运动且不发生倾倒。

当机器人发生倾倒时,考虑倾倒是否会对使用者造成伤害,伤害的程度可分为高、中、低;并且当机器人发生倾倒时,还需考虑倾倒是否会对机器人功能造成损害,损害的程度可分为高、中、低。

注:只有具有运动能力的机器人适用此条款;当机器人发生倾倒后,对使用者和机器人功能造成的损害都为低时,则此测试也可考虑为不适用。

8.3.3 结构测试

机器人在关机和开机状态,分别对其运动部件进行操作控制,必要时,可开启机器人在设计的最大活动范围内进行持续不少于连续 5 h 运动,并进行观察记录。

8.3.4 锐利边缘测试

利用一种锐利边缘测试装置,通过可模拟人体皮肤的 TFE 胶纸,对机器人可能的锐利边缘进行来回摩擦测试一次,观察 TFE 胶纸是否被划破。

8.3.5 尖端测试

检查机器人是否具备因功能所需而存在的锐利尖端,并检查尖端附近是否具备显著的警示说明标志。对非功能所需而可能的任一尖端部分,通过分辨率不小于 0.5°的适宜量角器进行测量。

8.3.6 间隙测试

利用符合 GB/T 16842—2016 图 2 试具 B 的试验指对机器人间隙部分进行测试,间隙不应被试具探入。

对可面向小于 14 岁的儿童使用的机器人,还应利用符合 GB/T 16842—2016 图 12 试具 18 的试验指进行测试,间隙不应被试具探入。

对可面向小于 36 个月的儿童使用的机器人,还应利用符合 GB/T 16842—2016 图 12 试具 19 的试验指进行测试,间隙不应被试具探入。

8.3.7 开孔测试

利用分辨率不小于 0.1 mm 的卡尺对机器人结构开孔进行测量。

8.3.8 跌落测试

用完整的机器人,用可能造成最不利结果的位置跌落到水平表面的试验台,样品应承受 3 次这样的冲击。跌落高度为 750 mm±10 mm,水平表面试验台应由至少 13 mm 厚的硬木安装的两层胶合板上组成,每层胶合板的厚度为 19 mm~20 mm,然后放在水泥基座上等效的无弹性的地面上。

每次跌落时候,样品应以不同的位置撞击地面,当使用时,样品要装有制造厂商规定电池一起跌落。

8.3.9 撞击测试

利用符合 GB/T 2423.55—2006 中 Eh 的弹簧冲击锤试验,在机器人外壳任一可能的薄弱部位,每一个点进行 6 次能量为 0.7 J 的冲击测试。

8.3.10 电机测试

通过目测机器人电机的结构布局。

8.3.11 线材检测

通过目测机器人线材的结构布局。

8.4 电气安全测试方法

8.4.1 电源适配器使用安全测试

8.4.1.1 过载测试

电源适配器连接可调电子负载或可调变阻器工作,调节电子负载或可调变阻器使电源适配器陆续增大输入电流,待电源适配器输入电流超过规定值后检测其是否自动停止工作。

8.4.1.2 输入电流测试

如果机器人具有一个以上的额定电压,输入电流应在每个额定电压下进行测量;如果机器人具有一个或一个以上的额定电压范围,输入电流应在每个额定电压范围内的每一端电压下测量;且试验电压为额定电压的 $\pm 10\%$ 波动范围,取对机器人最不利的电压值。

对于直流供电的机器人,在开机充电状态下进行试验,测试时间应包括从制造商规定的低电量保护状态至满电状态。对于交流供电的机器人,在通电开机及正常负载条件下进行试验。

如果额定电流标示是单一的值,应取在相关电压范围内测得的较高的输入电流来进行判定。如果标示的是两个输入电流值,并用短线隔开,应取在相关电压范围内测得的两个值进行判定。在每种情况下,待输入电流达到稳定时进行读数。如果该电流在正常工作周期内是变化的,则应在一段有代表性的时间内,测得的电流表的平均指示,读取稳态电流。

8.4.2 对触及带电部件的防护测试

检查机器人的结构布局,进行如下测试。

- a) 目测检查,机器人的外壳结构是否足够密闭。
- b) 利用符合 GB/T 16842—2016 图 2 试具 B 的试验指进行试验,试验时,首先将操作人员可拆卸零部件卸掉,可触及的门、盖等打开,然后将试验指探入外壳上的开孔,不应触及带电零部件。
- c) 利用符合 GB/T 16842—2016 图 9 试具 13 的试验销进行试验,当试验销插到外部电气防护外壳的开孔中时,试验销不应触及带危险电压的裸露零部件。试验时,操作人员可拆卸的零部件,包括熔断器座和灯应保持就位,可接触的门和盖应关闭。

8.4.3 接触电流测试

对于直流供电的机器人,在充电电流最大时进行试验。对于通过交流供电的机器人,在通电开机及正常负载条件下进行试验。

在机器人电源供电的任一极与连接金属箔的易触及金属部件之间进行接触电流有效值测量,测量

方法按照 GB/T 12113—2003 中图 4 测量网络进行,试验电压为额定电压的 $\pm 10\%$ 波动范围,取最不利电压值,测试时间为 60 s。

8.4.4 抗电强度测试

机器人在正常使用充分发热后开展本项测试。按相应的绝缘等级(基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘)以及绝缘两端的工作电压选取机器人绝缘应承受的抗电强度试验电压,并按照 GB 4943.1—2011 中表 5B、表 5C,分别施加到一次电路与二次电路之间、一次电路与机身之间、一次电路的零部件之间以及二次电路与机身之间。

绝缘应承受的试验电压可选择频率为 50 Hz 的正弦波形的电压或等于规定的交流试验电压峰值的直流电压。

施加的试验电压一般从零上升到规定电压值,然后在该电压值上保持 60 s。

测试后,被测样品未发生绝缘击穿现象,且样品能正常工作。

8.4.5 发热测试

首先使机器人在正常负载下进行工作,用红外热成像仪对样品表面进行测温扫描,初步筛选确认发热较高部位,并安置热电偶在相应部位进行精准测量。

机器人在冷却状态下,在接入交流充电工作和利用直流供电独立工作两种状态分别测量。

利用温度采集记录仪,通过精度小于或等于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热电偶,对机器人被测部位进行温度采集,直到机器人充分发热,被测部位温度达到稳态最高值,记录为被测温度值。

8.4.6 耐热与耐燃测试

8.4.6.1 球压试验

对机器人被测热塑性塑料部件切样测试,或利用机器人制造商提供同材质塑料试片,依据 GB/T 5169.21—2017 测试方法开展球压试验,球压试验应在加热箱内进行,试验温度为 $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;但是,支撑一次电路的零部件的热塑性塑料件应在至少为 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行试验。

8.4.6.2 灼热丝试验

对机器人被测非金属材料部件切样制备,或利用机器人制造商提供同材质试验片,依据 GB/T 5169.11—2017 测试方法开展灼热丝试验,试验温度为 $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.4.7 SELV 电路测试

通过示波器或类似仪器,对机器人内部的 SELV 电路进行正常工作和单一故障条件下的测试。

8.4.8 电动机异常工作测试

按 GB 4943.1—2011 中附录 B 的试验方法对机器人的电动机进行测试。

8.4.9 电池及电池组异常使用测试

按 GB 31241—2014 规定的测试方法开展测试。

8.5 控制系统安全测试

按 GB/T 16855.1—2018 或 GB 28526—2012 规定的方法进行评估。

8.6 信息安全测试

创建模拟账户,对机器人进行实际操作并查验相关数据文档,检查其是否符合 6.6 规定的要求。

8.7 人机交互与多机交互安全测试

8.7.1 人机交互力范围测试

对于具有人机物理交互功能或多机物理交互功能的机器人,按照 GB/T 38124—2019 中 5.3.1 进行交互部位力或者力矩测试,重复三次,取三次测试中的最大值作为交互力或力矩最大值,检查机器人所标明的力或者力矩输出范围是否满足 6.7.1 规定的要求。

8.7.2 安全交互空间测试

机器人开机进行实际操作检查,验证安全交互空间范围是否符合产品说明书标称范围。

8.7.3 交互力控制测试

机器人开机进行实际操作检查,实时检查交互力是否可控,并参照附录 A 进行风险评估。

8.7.4 交互动作控制测试

对于具有人机物理交互功能或多机物理交互功能的机器人,进行实际交互,观察机器人运动柔顺性,并观察是否存在执行危险的未定义交互动作,参照附录 A 进行风险评估。

8.7.5 自主决策能力测试

机器人开机进行实际操作检查,验证自主决策操作是否符合产品说明书标明的安全性;自主决策能力启用时,验证人工操作机器人的优先级是否满足 6.7.5 规定的要求。

8.7.6 识别率测试

机器人开机进行实际操作检查,对其识别功能执行 50 次或以上,统计人机交互指令识别正确率,验证机器人识别率是否符合 6.7.6 规定要求。

8.7.7 时延测试

机器人开机进行实际操作检查,执行每项运动功能并记录机器人响应时延,可连续发布各种不同的指令观察机器人响应状态。

8.7.8 防碰撞测试

将机器人放置在设有固定障碍物的环境下进行自主移动,当遇到障碍物时:

- a) 若机器人能够提前制动避免碰撞,则满足 6.7.8 规定的要求;
- b) 若机器人无避障,则宜考虑以下测试情况:
 - 机器人碰撞上障碍物后,检查机器人表面部件是否有损坏;
 - 机器人表面部件没有损坏的情况下,检查系统是否能正常运作,并检测机器人移动模块的驱动电机工作状态下电机是否存在堵转,电流/电压持续超过额定值。

8.8 其他安全测试

8.8.1 噪声测试

在半消声试验室内或低噪适宜的测试环境内开展测试,低噪适宜室内环境应满足噪声低于机器人发射噪声至少 10 dB(A)。

机器人在额定负载条件下,手动或自动控制机器人以最大速度运动,并往复运行不少于 5 次。在机器人行进直线的中间点或原地运动型机器人的始点,距离机器人 1 m,高度 1.5 m 处位置左右选取两点,用声级计测量机器人发射的噪声,取最大值作为测量噪声。测试结果应能满足 6.8.1 规定的要求。

具有音频播放能力的机器人,音频播放声音不作为噪声测量,应以机器人关节运动或电机运动为主产生的声音为噪声测量。

8.8.2 激光测试

通过检查、评估制造商提供的数据以及必要时按照 GB 7247.1—2012 进行试验以检验其是否满足 6.8.2 规定要求。

9 安全标志、标识与说明

9.1 安全标志、标识

包括以下安全标志、标识:

- a) 禁止标志、标识;
- b) 警告标志、标识;
- c) 指令标志、标识;
- d) 提示标志、标识。

安全标志、标识应满足以下要求:

- a) 使用的材料应坚固耐用,遇水不应变形,不宜脱落;
- b) 使用的颜色应符合 GB 2893 的规定;
- c) 尺寸应与机器人外壳有足够的对比度,确保其清晰可见。

9.2 安全使用说明

使用说明应随机器人一起提供以保证机器人可以按设计要求被使用,需包含但不限于以下内容:

- a) 使用环境条件的说明;
- b) 产品外观及尺寸的说明;
- c) 产品技术参数的说明;
- d) 预期条件下的安全性的说明;
- e) 应用限制的说明;
- f) 按规定用途使用的说明;
- g) 使用 and 操作的说明;
- h) 维护和维修的说明;
- i) 安全警告的说明。

如用户在安装或维护时需采取必要的预防措施,应在说明书中说明。关于机器人的处理和废弃的信息应提供说明。

附 录 A
(资料性)
娱乐机器人危险列表

危险识别是风险评估的重要步骤之一。

娱乐机器人的危险识别是确定产品因材料选择、结构设计、系统设计等方面所引起的潜在危险。
表 A.1 充分考虑了娱乐机器人的潜在危险、潜在后果及对应的安全要求。

表 A.1 仅为娱乐机器人产品提供了一份通用的潜在危险列表。具体的危险识别及评估需结合娱乐机器人的具体形态与应用场景。如果对娱乐机器人进行危险识别之后,其潜在风险并未覆盖在表 A.1 中,那么危险识别结果可被扩展或扩充以覆盖其余的危险。

表 A.1 娱乐机器人危险列表

序号	类型或分组	危险分析		对应安全要求	评估方法
		危险	潜在后果		
1	材料危险	限用物质超标	致敏、中毒、致病	6.2	8.2
2	机械危险	稳定性不足 (如倾倒)	结构受损造成其他危险,如:着火、电击、压伤	6.3.2	8.3.2
3		电机裸露	挤压、切断、擦伤	6.3.3 6.3.10	8.3.3 8.3.10
4		部件运动导致线材拉断	着火、电击	6.3.3 6.3.11	8.3.3 8.3.11
5		运动部件意外脱离/跌落	冲击受伤、割伤	6.3.3	8.3.3
6		在运动部件间存在孔或间隙	破碎、切断、刺穿、擦伤	6.3.6	8.3.6
7		开孔过大	外物通过开孔导致的短路、着火	6.3.7	8.3.7
8		边缘锋利	切割、切断、刺穿、擦伤	6.3.4	8.3.4
9		尖端	切割、切断、刺穿、擦伤	6.3.5	8.3.5
10		撞击	结构受损造成其他危险,如:着火、电击、割伤	6.3.9	8.3.9
11		跌落	结构受损造成其他危险,如:着火、电击、割伤	6.3.8	8.3.8
12		电气危险	输入电流过大	过热、着火	6.4.1
13	输入电流过大	触及带电或高能量零部件	触电、电击、灼伤	6.4.2	8.4.2
14		接触电流过大	触电、电击、灼伤	6.4.3	8.4.3
15		绝缘不足漏电	触电、电击、灼伤	6.4.4	8.4.4
16		异常发热、高温	烫伤、着火、烧伤	6.4.5	8.4.5
17		材料引燃	起火、燃烧、火灾	6.4.6	8.4.6
18		电路工作异常	短路、电击、着火	6.4.7	8.4.7
19		异常使用危险	过热、短路、着火、爆炸	6.4.8 6.4.9	8.4.8 8.4.9

表 A.1 娱乐机器人危险列表（续）

序号	类型或分组	危险分析		对应安全要求	评估方法
		危险	潜在后果		
20	控制系统 危险	功能失效	安全功能丧失	6.5	8.5
21		功能紊乱	危险动作、撞伤	6.5	8.5
22	信息危险	非授权控制	安全功能丧失、危险动作	6.6	8.6
23	人机交互与 多机交互 危险	交互力范围不清、不可控	用户对机器人交互力不可预见性危险	6.7.1	8.7.1
24		安全工作空间不明	因安全工作空间不明而产生的 危险介入	6.7.2	8.7.2
25		人机交互力过大、不可控	夹伤、扭伤	6.7.3	8.7.3
26		交互动作不连贯、不可预测	夹伤、扭伤	6.7.4	8.7.4
27		自主能力不可控	不可控造成的其他伤害：撞伤	6.7.5	8.7.5
28		误识别	不稳定、未知错误、危险动作响应	6.7.6	8.7.6
29		时延过大	等待过久造成误操作而导致的其他 伤害，如：夹伤	6.7.7	8.7.7
31		碰撞	擦伤、撞伤	6.7.8	8.7.8
32	噪声危险	有害等级音量	听力受损、紧张感、不适	6.8.1	8.8.1
33	激光危险	有害光能量	视力损伤	6.8.2	8.8.2

参 考 文 献

- [1] GB 9706.1—2020 医用电气设备 第1部分:基本安全和基本性能的通用要求
 - [2] GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇
 - [3] GB/T 30821—2014 无损检测 数字图像处理与通信
 - [4] GB/T 36530—2018 机器人与机器人装备 个人助理机器人的安全要求
-





中华人民共和国
国家标准
娱乐机器人 安全要求及测试方法
GB/T 41393—2022

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2022年4月第一版

*

书号: 155066 · 1-70119

版权专有 侵权必究



GB/T 41393-2022



码上扫一扫 正版服务到