



中华人民共和国国家标准

GB/T 39006—2020

工业机器人特殊气候环境可靠性要求 和测试方法

Requirements and test methods of special climate conditions reliability for
industrial robots

2020-09-29 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本标准主要起草单位：上海电器科学研究院、广东省东莞市质量监督检测中心、合肥泰禾光电科技股份有限公司、重庆德新机器人检测中心有限公司、安徽省配天机器人技术有限公司、青岛钢铁侠科技有限公司、上海电器科学研究所(集团)有限公司、洛阳圣瑞智能机器人有限公司、上海机器人产业技术研究院有限公司、上海电器设备检测所有限公司、上海添唯认证技术有限公司。

本标准主要起草人：李园园、樊开夫、石江涛、邢琳、杨安坤、王泽涵、张锐、陈灏、张庆华、郑军奇、李本旺。

工业机器人特殊气候环境可靠性要求 和测试方法

1 范围

本标准规定了工业机器人特殊气候环境(如高温、低温、高湿、盐雾等)可靠性的要求和测试方法。本标准适用于工业机器人及其零部件。

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 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 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Db:交变湿热(12 h+12 h循环)

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾

GB/T 2423.18 环境试验 第2部分:试验方法 试验Kb:盐雾,交变(氯化钠溶液)

GB/T 2423.21 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验M:低气压

GB/T 2423.22—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验N:温度变化

GB/T 2423.27 环境试验 第2部分:试验方法 试验方法和导则:温度/低气压或温度/湿度/低气压综合试验

GB/T 2423.37 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验L:沙尘试验

GB/T 2423.38 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验R:水试验方法和导则

JB/T 8896—1999 工业机器人 验收规则

3 术语和定义



下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业机器人 industrial robot

自动控制的、可重复编程、多用途的操作机,可对三个或三个以上轴进行编程。

注1:工业机器人可以是固定式或移动式。在工业自动化中使用。

注2:工业机器人包括:

- 操作机,含致动器;
- 控制器,含示教盒和某些通信接口(硬件和软件);
- 某些集成的附加轴。

注3:改写 GB/T 12643—2013,定义 2.9。

3.2

条件试验 testing conditioning

把试验样品暴露到试验环境,以确定这种环境条件对试验样品的影响。

[GB/T 2422—2012, 定义 4.2]

3.3

环境条件 environmental conditions

在特定的时间内,产品所经受的外部物理、化学和生物的条件。

注:环境条件一般包括自然环境条件和产品本身会外源产生的环境条件。

[GB/T 2422—2012, 定义 4.3]

3.4

环境参数 environmental parameters

描述环境因素的一个或多个物理、化学或生物特性。

[GB/T 2422—2012, 定义 4.4]

3.5

预处理 pre-conditioning

为消除或部分抵消试验样品以前经历的各种效应,在条件试验前对试验样品所做的处理。

[GB/T 2422—2012, 定义 4.6]

3.6

温度稳定 temperature stability

试验样品各部分的温度与其最后温度之差在 3 °C 以内时的状态。

注:最后温度为放置有试验样品的试验箱当时的平均温度。

3.7

严酷等级 severity

试验样品进行条件试验所用的一组参数值。

[GB/T 2422—2012, 定义 4.9]

3.8

恢复 recovery

在条件试验之后,检测之前为使试验样品的性能稳定所做的处理。

[GB/T 2422—2012, 定义 4.7]

3.9

操作机 manipulator

用来抓取和(或)移动物体、由一些相互铰接或相对滑动的构件组成的多自由度机器。

注 1:操作机可由操作员、可编程控制器、或某些逻辑系统(如凸轮装置,线路)来控制。

注 2:操作机不包括末端执行器。

[GB/T 12643—2013, 定义 2.1]

3.10

控制系统 control system

一套具有逻辑控制和动力功能的系统,能控制和监测机器人机械结构并与环境(设备和使用者)进行通信。

[GB/T 12643—2013, 定义 2.7]

4 工作环境分类

本标准将工业机器人的工作环境分为以下几类:

a) 类别 I:室内公共区域。

示例:生产车间。

b) 类别Ⅱ：有淋浴防护和日晒防护的室外，或者恶劣环境条件的室内。

示例：车库、进料台等。

c) 类别Ⅲ：一般意义上的室外。

针对以上三类工作环境的工业机器人，其低温、高温和恒定湿热工作环境试验参数见表1。

表1 工业机器人工作环境试验参数

| 试验项目 | 试验参数 | 工作环境 | | |
|---|----------------------------|---------------------|-----|-----|
| | | 类别Ⅰ | 类别Ⅱ | 类别Ⅲ |
| 低温试验 (工作状态) | $T_{min}/^{\circ}\text{C}$ | 0 | -10 | -40 |
| 高温试验 (工作状态) | $T_{max}/^{\circ}\text{C}$ | 45 | 45 | 55 |
| 恒定湿热试验 (工作状态) | | 温度 40℃, 相对湿度(85±3)% | | |
| 注： T_{min} ——标称最低温度，℃； T_{max} ——标称最高温度，℃。 | | | | |

5 特殊气候环境可靠性要求

5.1 概述

工业机器人在运输、贮存、使用等寿命周期中一般会承受不同的气候环境应力(如温湿、盐雾、沙尘、水、低气压等)，因而工程中通常应规定机器人产品气候环境可靠性要求，一般性要求见 5.2~5.6，测试方法参见第 6 章。根据机器人的使用场景和用途，制造商可酌情制定要求(含外观、功能、性能异常的规定)。

5.2 温湿环境可靠性要求

工业机器人在寿命周期中温湿环境可靠性的一般性要求如下：

- 在低温环境(包含贮存或运行)的影响下，工业机器人应不产生材料脆化、器件失效等引起的外观、功能、性能异常。
- 在高温环境(包含贮存或运行)的影响下，工业机器人应不产生材料老化、器件失效等引起的外观、功能、性能异常。
- 在温度变化环境的影响下，工业机器人应不产生结构变形、器件失效等引起的外观、功能、性能异常。
- 在湿热环境的影响下，工业机器人应不产生电化学腐蚀、电气短路、润滑剂性能降低等引起的外观、功能、性能异常。

5.3 盐雾环境可靠性要求

在盐雾环境的影响下，工业机器人应不产生腐蚀损坏等引起的外观、功能、性能异常。

5.4 沙尘环境可靠性要求

在沙尘环境的影响下，工业机器人应不产生因固体异物进入而引起的外观、功能、性能异常。

5.5 水雾环境可靠性要求

在水雾环境的影响下,工业机器人应不产生因水雾进入而引起的外观、功能、性能异常。

5.6 低气压环境可靠性要求

在低气压环境的影响下,工业机器人应不产生因密封膨胀或压缩而引起的外观、功能、性能异常。

6 特殊气候环境可靠性测试方法

6.1 概述

气候环境试验前需对工业机器人进行预处理,即试验前工业机器人需在下列标准条件下贮存至少 24 h:

- a) 温度:15℃~35℃;
- b) 相对湿度:20%~80%;
- c) 大气压力:试验场所气压。

气候环境试验前和试验后工业机器人应进行外观检查、功能性检测,除相关产品另有规定外,功能性检测项目包括:按钮功能和显示装置检查、连锁功能检查、各轴动作检查、指令动作检查,具体试验方法见 GB/T 8896—1999 中 5.3.1~5.3.4。

除制造商另有规定外,应在标准条件下进行工业机器人的试前和试后试验。

6.2 试验工作状态

通电后,工业机器人以制造商提供的运行动作的设定程序执行规定动作。

6.3 恒温试验

6.3.1 低温试验

6.3.1.1 低温贮存

除工业机器人技术条件另有规定外,按 GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 在 -40℃ 进行试验,将工业机器人放入试验箱中,然后将试验箱设置到 -40℃ 后启动试验箱,试验过程中当试验温度低于 30℃ 时,相对湿度不应超过 50%。

当试验箱内温度达到 -40℃ 后,开始计时,工业机器人在此条件下连续曝露 24 h,试验结束后待箱内温度恢复到室温后取出工业机器人。

整个试验过程中,工业机器人处于不带电贮存状态。工业机器人恢复到标准条件(见 6.1)后进行验证试验。

为防止试验中工业机器人结冰和凝露,允许将工业机器人用塑料膜密封后进行试验,必要时还可以在塑料膜内装入吸潮剂。

6.3.1.2 低温运行

除工业机器人技术条件另有规定外,按 GB/T 2423.1—2008 试验 Ad 在 T_{min} 进行试验,将工业机器人放入试验箱中,然后将试验箱设置到 T_{min} 启动试验箱,试验过程中当试验温度低于 30℃ 时,相对湿度不应超过 50%。

当箱内温度达到 T_{min} 后,待温度稳定后工业机器人通电运行,并在此条件下连续曝露 4 h。整个试验过程中工业机器人处于试验工作状态。

试验结束后,工业机器人断电停止运行,待箱内温度恢复到室温取出工业机器人。

6.3.2 高温试验

6.3.2.1 高温贮存

除工业机器人技术条件另有规定外,按 GB/T 2423.2—2008 试验 Bb 在 55℃ 下进行试验,试验过程中试验环境相对湿度不超过 50%。将工业机器人放入试验箱中,然后将试验箱设置到 55℃ 启动试验箱。

当箱内温度达到 55℃ 后,开始计时。工业机器人在此条件下连续曝露时间为 24 h,试验结束后待箱内温度恢复到室温取出工业机器人。

试验过程中,工业机器人处于不带电贮存状态。

6.3.2.2 高温运行

除工业机器人技术条件另有规定外,按 GB/T 2423.2—2008 试验 Bd 在 T_{max} 下进行试验,试验过程中试验环境相对湿度不超过 50%,将工业机器人放入试验箱中。

将试验箱设置到 T_{max} 启动试验箱,箱内温度达到 T_{max} ,待温度稳定后通电运行,工业机器人在此条件下连续曝露时间为 4 h。

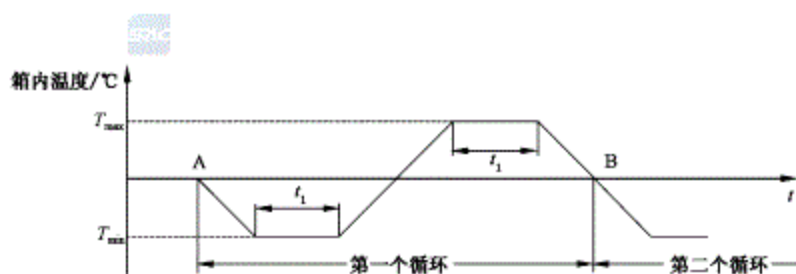
试验过程中工业机器人处于工作状态。试验结束后,工业机器人断电停止运行,待箱内温度恢复到室温取出工业机器人。

6.4 温度变化试验

除工业机器人技术要求另有规定外,温度变化试验按 GB/T 2423.22—2012 试验 Nb 进行,工业机器人处于工作状态。

将工业机器人放入试验箱内,试验箱设置到规定的试验条件启动试验箱,同时工业机器人通电运行,工业机器人在规定条件下进行环境曝露试验。

一个试验循环由两个曝露时间和两个转换时间组成(见图 1)。



说明:

T_{max} —— 试验最高温;

T_{min} —— 试验最低温;

t_1 —— 曝露时间;

A —— 第一个循环周期开始;

B —— 第一个循环周期结束,第二个循环周期开始。

图 1 规定温度变化率的温度变化循环

工业机器人的温度变化试验采用下列试验参数：

- 起始试验温度：室温；
- 最高试验温度： T_{max} ；
- 最低试验温度： T_{min} ；
- 每个试验温度的曝露时间：4 h；
- 试验箱的温度升降变化率： $(1 \pm 0.2) \text{K/min}$ ；
- 试验循环次数：2 次。

如果需要采用其他试验参数，应在试验报告中注明，并说明原因。

6.5 湿热试验

6.5.1 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 进行试验。将工业机器人放入试验箱内，当试验箱内条件达到规定试验条件，开始计时。工业机器人处于工作状态。

工业机器人湿热试验采用下列参数：

- 试验温度： $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- 试验相对湿度： $(85 \pm 3)\%$ ；
- 推荐持续时间：2 d、4 d、10 d。

根据实际使用情况选择合适的试验持续时间，如果需要采用其他试验参数，应在试验报告中注明，并说明原因。

在条件试验后工业机器人应有一段恢复时间，使工业机器人处于与初始检测时相同的条件。

6.5.2 交变湿热

按 GB/T 2423.4—2008 试验 Db 进行试验，一个湿热循环周期的时间为 24 h(如图 2)。试验过程中工业机器人处于贮存状态。

交变湿热试验参考下列参数：

- 试验的上限温度： T_{max} ；
- 试验的下限温度： $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- 推荐持续时间：2 d、6 d。

对于类别 I 环境下使用的工业机器人，整个试验过程中，相对湿度不低于 85%。

对于类别 II 和类别 III 环境下使用的工业机器人，整个试验过程中，除最初 15 min 相对湿度不低于 90%外，其余时间均应不低于 95%。

根据实际使用情况选择合适的试验持续时间，如果需要采用其他试验参数，应在试验报告中注明，并说明原因。

在条件试验后工业机器人应有一段恢复时间，使工业机器人处于与初始检测时相同的条件。



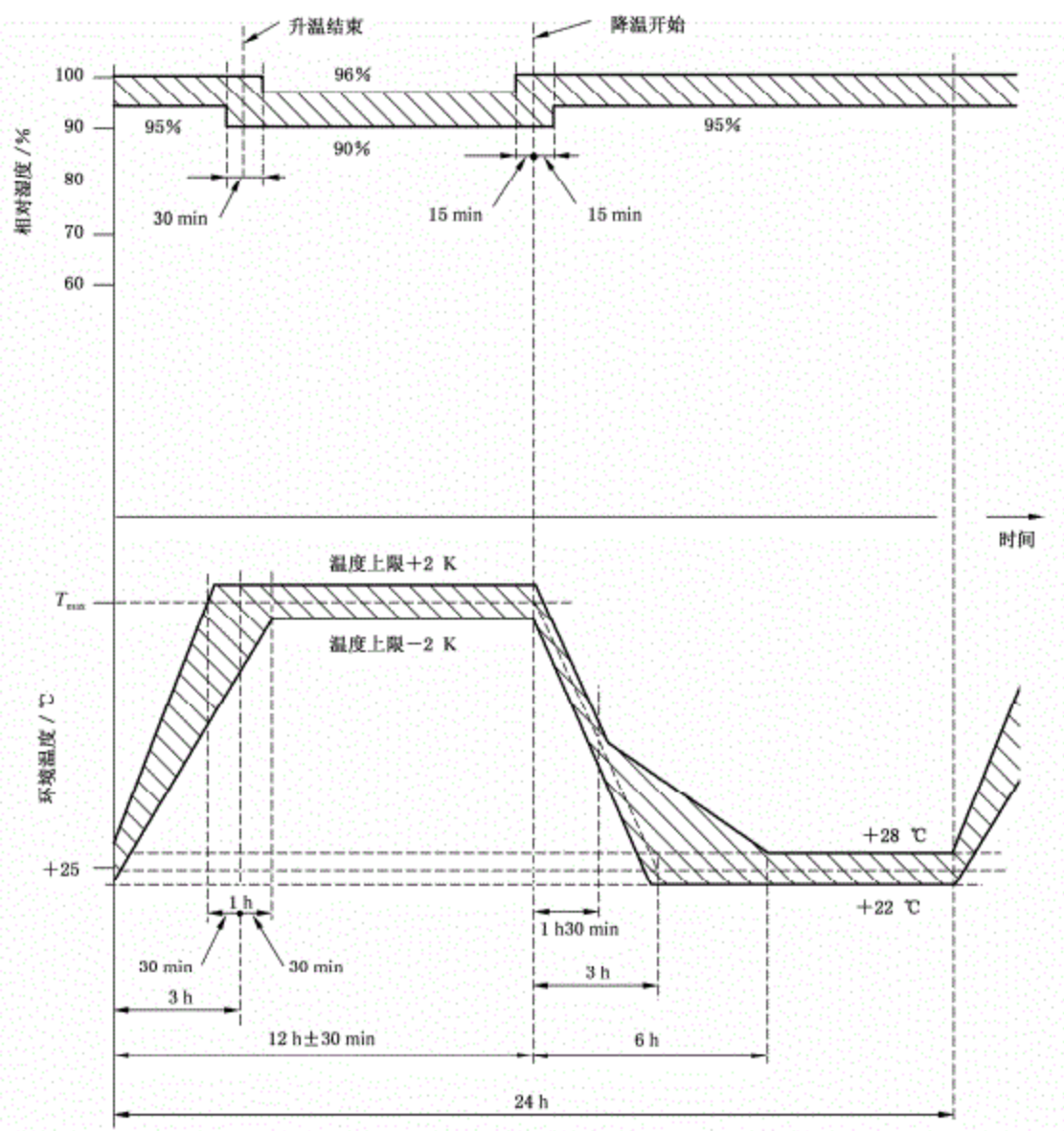


图2 交变湿热的循环周期

6.6 耐盐雾

6.6.1 恒定盐雾试验

按 GB/T 2423.17—2008 试验 Ka 进行试验,将工业机器人放入试验箱内,试验箱的参数设定到规定值启动试验箱,达到试验环境后开始计时。试验过程中工业机器人处于贮存状态。

注:若整机无法进行试验,供应双方协商可采用关系关键部位代替。

试验所用的盐应该是高品质的氯化钠,干燥时,碘化钠含量不超过 0.1%,杂质不超过 0.3%。盐溶液的浓度为 $(5 \pm 1)\%$,在温度为 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ 时,溶液的 pH 值应为 6.5~7.2,在保证氯化钠浓度的前提下,可使用盐酸或氢氧化钠调节 pH 值。

所有曝露区域都应维持盐雾条件,用面积为 80 cm^2 的器皿在曝露区域的任何一点连续收集至 16 h 的雾化沉积,平均每小时收集量应在 $1.0\text{ mL} \sim 2.0\text{ mL}$ 。

至少应采用两个收集器皿,器皿放置位置不应受工业机器人的遮挡,以避免收集到工业机器人上凝

结的溶液。

本标准规定室外使用工业机器人盐雾试验采用下列参数：

- 试验温度： $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；
- 推荐试验时间：48 h、72 h、96 h、168 h、336 h。

根据实际使用情况选择合适的试验持续时间，如果需要采用其他试验参数，应在试验结果报告中注明，并说明原因。

在条件试验后工业机器人应有一段恢复时间，使工业机器人处于与初始检测时相同的条件。

6.6.2 交变盐雾试验

根据实际使用情况选择合适的严酷等级，如果需要采用其他试验参数，应在试验结果报告中注明，并说明原因。

按 GB/T 2423.18 进行试验，将工业机器人放入试验箱，试验箱设定至所选择严酷等级规定的条件后启动试验箱，待试验箱环境达到规定要求开始计时。交变盐雾试验的严酷等级如下：

- 严酷等级(1)：四个喷雾周期，每个 2 h，每个喷雾周期后 7 d 的湿热储存周期，湿热试验条件为温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ ；
- 严酷等级(2)：三个喷雾周期，每个 2 h，每个喷雾周期后 20 h~22 h 的湿热储存周期，湿热试验条件为温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ ；
- 严酷等级(3)：四个喷雾周期，每个 2 h，每个喷雾周期后 20 h~22 h 的湿热储存周期，湿热试验条件为温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ ，然后再进行一个温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 40%~50%，为期 3 d 的贮存期；
- 严酷等级(4)：两个严酷等级(3)规定的试验循环；
- 严酷等级(5)：四个严酷等级(3)规定的试验循环；
- 严酷等级(6)：八个严酷等级(3)规定的试验循环。

在条件试验后工业机器人应有一段恢复时间，使工业机器人处于与初始检测时相同的条件。

6.7 沙尘试验

按 GB/T 2423.37 进行试验，工业机器人沙尘防护试验等级选择应满足制造商声明的等级。

6.8 水试验

按 GB/T 2423.38 进行试验，工业机器人水防护试验等级选择应满足制造商声明的等级。

6.9 低气压试验

按 GB/T 2423.21、GB/T 2423.27 进行试验，工业机器人样品处于带电试验工作状态。将工业机器人放入试验箱内，当试验箱内条件达到规定试验条件，保持 30 min 后工业机器人通电运行。

工业机器人低气压试验的试验温度、试验气压以及试验时间，见表 2。具体参数根据工业机器人使用海拔高度、使用环境确定。

根据实际使用情况选择合适的试验持续时间，如果需要采用其他试验参数，应在试验报告中注明，并说明原因。

在条件试验后工业机器人应有一段恢复时间，使工业机器人处于与初始检测时相同的条件。

表2 工业机器人使用海拔高度与对应试验参数对照表

| 使用海拔高度/m | 低压/kPa | 使用环境 | 试验温度/℃ | 持续时间/h |
|----------|--------|------|-----------|--------|
| 1 000* | 84 | 常温环境 | 23 | 2 |
| | | 高温环境 | T_{max} | |
| | | 低温环境 | T_{min} | |
| 3 000 | 70 | 常温环境 | 23 | 2 |
| | | 高温环境 | 55 | |
| | | 低温环境 | -40 | |
| 4 850 | 55 | 常温环境 | 23 | 2 |
| | | 高温环境 | 55 | |
| | | 低温环境 | -40 | |
| 7 200 | 40 | 常温环境 | 23 | 2 |
| | | 高温环境 | 55 | |
| | | 低温环境 | -55 | |
| 10 400 | 25 | 常温环境 | 23 | 2 |
| | | 高温环境 | 55 | |
| | | 低温环境 | -55 | |

* 86 kPa~106 kPa 的标准条件下,覆盖了海拔 1 000 m 以下的高度;严酷等级适用于要求在标准条件的下限值对样品进行的试验。

7 试验报告

试验结果的报告应包含以下内容:

- a) 工业机器人的完整性描述;
- b) 试验项目的完整性描述;
- c) 每个试验项目具体参数的详细描述;
- d) 每个试验项目试验结果的详细描述;
- e) 综合表述待评工业机器人的特殊气候环境耐受性。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2422—2012 环境试验 试验方法编写导则 术语和定义
 - [2] GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇
-

