

# 团 体 标 准

T/GDMIA 002.1—2019

---

## 具有分布触觉的仿人机械手 第 1 部分：技术要求

Humanoid robotic hand with distributed tactile sensors

Part 1: Technical specification

2019-07-10 发布

2019-10-10 实施

---

广东省机械行业协会 发布



## 目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本参数.....	2
5 技术要求.....	2
6 试验方法.....	4
附录 A（资料性附录）仿人机械手示意图.....	7

## 前 言

T/GDMIA 002《具有分布触觉的仿人机械手》分为两个部分：

---第1部分：技术要求

---第2部分：控制系统

本部分为T/GDMIA 002的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本部分由华南理工大学提出。

本标准由广东省机械行业协会归口。

本部分主要起草单位：华南理工大学、昂赛（深圳）技术有限公司、广东省标准化研究院。

本部分主要起草人：肖南峰、巢娅、黄继雄、陈星辰、辛瑞武。

# 具有分布触觉的仿人机械手

## 第 1 部分：技术要求

### 1 范围

本标准规定了具有分布触觉的5指型仿人机械手的基本参数、技术要求和试验方法。  
本标准适用于用电作为动力、具有分布触觉的5指型仿人机械手（以下简称机械手）。  
**注：**用气作为动力的类似机械手也可以参考本标准。

### 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 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5226.1 机械安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

GB/T 16538 声学 声压法测定噪声源声功率级 现场比较法

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**仿人机械手 humanoid robotic hand**

按照人手形状设计，拥有若干根手指，自由度较多，可以协助人完成复杂工作的灵巧型机械手。使用时安装在工业机械臂的末端作为执行机构使用。

#### 3.2

**分布触觉 distributed tactile sensors**

具有若干个触觉传感器，分布在机械手不同位置，能感知接触、滑动、压觉等机械刺激的功能。

#### 3.3

**自由度 degree of freedom**

机械手具有确定运动时所必须给定的独立运动参数的数目，与机械手的关节数量有关。

#### 3.4

**重复定位精度 repeatability**

机械手在相同条件下做重复运动，到达的实际位置与准确位置之间的差距的最大值。

3.5

**响应速度 response speed**

机械手从接到指令到开始执行指定动作的时间。

3.6

**抓持重量 grasping weight**

机械手能抓握，并持有的负载质量。

4 基本参数

机械手的基本参数包括：

- (1) 自由度；
- (2) 抓持重量；
- (3) 行程（工作半径）；
- (4) 重复定位精度；
- (5) 响应速度；
- (6) 触觉传感器类型、数量和配置点。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 电气系统

机械手的电气系统应满足 GB/T 5226.1 的有关规定。

5.1.2 使用功能

机械手的使用功能应符合其产品使用说明书的要求。至少应有抓、握或按的功能。

5.1.4 触觉传感器的配置

根据需要，在机械手指的指尖、指腹或指根上，设置触觉传感器。可在手掌上设置触摸开关传感器。

5.1.5 仿真控制

仿真控制要求见第2部分。

### 5.1.6 关节驱动方式

机械手的各个关节应采用脉宽调制（PWM）等方式进行驱动。

### 5.1.7 电压波动的适应性

当电源电压在设备额定值的±10%范围内波动的情况下，机械手应能正常工作。

## 5.2 性能要求

### 5.2.1 基本性能要求

5.2.1.1 机械手的行程和速度应可调。

5.2.1.2 机械手应有感知故障（例如过温、意外碰撞）的能力。

5.2.1.3 机械手的运动部件意外停止时，应能保持停止前的状态（锁紧），抓握的物件不得出现下滑或自行坠落。

### 5.2.2 重复定位精度要求

机械手各轴的重复定位精度允差为0.20 mm。

### 5.2.3 最大抓持重量

机械手应满足最大抓持重量要求。

### 5.2.4 触觉传感器性能要求

触觉传感器性能要求如表1。

表1 触觉传感器性能要求

性能指标	要求
线性度	< ±3%
可重复性	< ±2.5% (全量程, of full scale)
迟滞性	< 4.5 % (全量程, of full scale)
漂移	< 5% (每一对数时间标度, per logarithmic time scale)
响应时间	< 5μs
工作温度	-9° C ~ 60° C

## 5.2.5 空运转性能要求

5.2.5.1 机械手应进行不少于 20 000 次的空运转试验。试验时，机械手应符合以下要求：

- a) 各安全保护装置应动作正确、灵敏可靠；
- b) 运动部件应动作正确、平稳、可靠，不得出现卡阻或爬行现象；
- c) 不得出现异常的冲击和振动声响。

5.2.5.2 机械手的空运转噪声应不大于 60 dB (A)。

## 5.2.6 负载运转性能要求

机械手负载运行时，不得出现手臂晃动过大、夹持物件甩脱、电机过热、元器件烧毁、零部件损坏、爬行及非正常停机等现象。

## 5.3 安全要求

### 5.3.1 紧急停止

机械手应具备与机械臂的紧急停止功能相匹配的功能。

### 5.3.2 过载保护

机械手应有过载保护装置，包括过电流、过电压、超重等。

### 5.3.3 意外启动的预防

5.3.3.1 机械手应配置防止意外启动的安全防护装置。

5.3.3.2 当电源切断后又重新接通时，机械手的运动部件不应自行启动。

### 5.3.4 防触电保护

带电体应无外露。带电部件应安装在符合有关技术要求的外壳内，直接接触的防护等级应不低于 GB/T 4208 规定的 IP4X 或 IPXXD 等级。

### 5.3.5 温升

在正常工作条件下，机械手运行至温度稳定时，电机及运动部件的温度不得超过 65℃。

## 6 试验方法

### 6.1 一般要求的试验方法

6.1.1 对于5.1.1, 按照GB/T 5226.1 规定的方法进行检测。

6.1.2 对于5.1.2, 通过目测和手动检测, 并通过开机功能试验的方法进行验证。

6.1.3 对于5.1.3, 通过目测和手动检测, 并通过开机功能试验的方法进行验证。机械手与机械臂的连接应牢固可靠, 并能接收控制系统的指令与机械臂协同动作, 出现连接松动、移位或者不执行控制系统指令判定为不合格。

6.1.4 对于5.1.7, 采用以下方法进行检验:

使用调压器调节设备的输入电压在额定值的 $\pm 10\%$ 范围内波动, 通过开机功能试验的方法进行验证, 试验时间不得少于30min。

## 6.2 性能要求的试验方法

### 6.2.1 基本性能试验

采用目测的方法检查, 并通过开机功能试验的方法对5.2.1.1~5.2.1.3 进行验证。

### 6.2.2 重复定位精度试验

按以下方法进行试验:

a) 选定各轴向行程的中部点和端部点作为目标位置, 分别把一百分表或百分表安装在各个目标位置;

b) 分别开动机械手各臂运行趋近目标位置10 次, 读取千分表或百分表读数并记录;

c) 取这两个目标位置的各10次测量结果的最大值和最小值之差中的大值作为该轴向行程的重复定位精度值。

### 6.2.3 最大抓持重量试验

采用测力仪, 根据机械手手指在抓取物体时产生的夹持力与手指与物体接触时产生的法向压力成正比的原理, 通过测量法向压力进行抓持力分析, 并换算为抓持重量。必要时, 采用不同高度、直径为30mm、表面经过磨砂处理的不锈钢材质圆柱体作为试验样品, 通过抓取样品进行验证。

### 6.2.4 空运转性能试验

空运转性能试验方法如下:

a) 空运转试验时的行程应为最大行程, 运行速度应使用最大速度;

b) 通过开机功能试验的方法进行验证, 采用目测和耳听的方法检查;

c) 采用声级计, 按GB/T 16538 规定的方法进行空转噪音检测。

### 6.2.5 负载运转性能试验

在额定载荷状态下使机械手连续运转4h, 运行速度为额定循环周期时的速度, 全行程运行。目测并借助点温计或红外线温度计等仪器进行检验。

### 6.3 安全要求的试验方法

6.3.1 对于5.3.1，通过目测检查和功能试验的方法进行验证。

6.3.2 对于5.3.2，模拟过载情况，通过功能试验的方法进行验证。

6.3.3 对于5.3.3，通过目测检查和功能试验的方法进行验证。

6.3.4 对于5.3.4，目测及按照GB/T 5226.1 规定的方法进行检测和试验。其中，防护等级按GB/T 4208规定的方法进行检测。

6.3.5 对于5.3.5，用以下方法进行试验：

a) 使机械手以最高速全行程进行不少于1h的连续空运转试验至温度稳定；

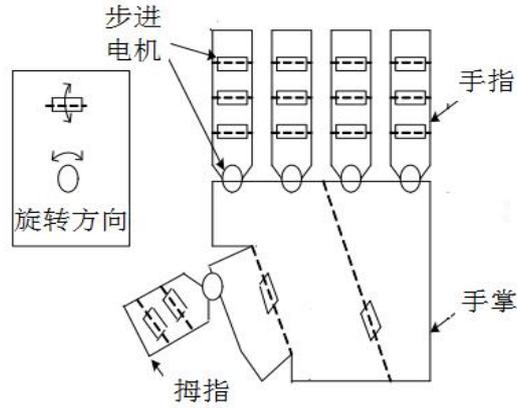
b) 用点温计、红外线温度计或其它温度测量仪器检测并记录空运转试验前后机械手的电机等运动部件的温度，计算空运转试验前后的温度差，并考虑环境温度的变化；

c) 进行温度检测的点温计、红外线温度计或其它温度测量仪器的检测精度示值应不低于0.2℃。

附录 A  
 (资料性附录)  
 仿人机械手示意图

A.1 仿人机械手电机配置

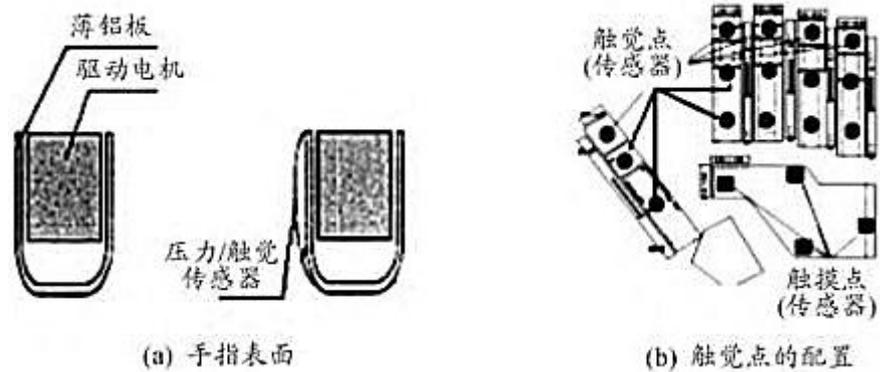
仿人机械手电机配置如图 A.1 所示。



图A.1 仿人机械手电机配置示意图

A.2 手指表面触觉传感器和触摸开关传感器配置

仿人机械手手指表面触觉传感器和触摸开关传感器配置如图 A.2 所示。



图A.2 手指表面触觉传感器和触摸开关传感器配置示意图

## 参考文献

- [1] GB/T 31555-2015 铸造用机械手
  - [2] GB/T 36896.2-2018 轻型有缆遥控水下机器人 第2部分 机械手与液压系统
  - [3] JB/T 5063-2014 搬运机器人 通用技术条件
  - [4] DB44/T 1669-2015 注塑机专用机械手
-