



中华人民共和国国家标准

GB/TXXXXX—XXXX

图书盘点机器人通用技术条件

General specification for book scanning robot

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：20241228)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 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 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 技术要求 2

 5.1 外观与结构 3

 5.2 功能 3

 5.3 性能 4

 5.4 安全要求 5

 5.5 恒定湿热 7

 5.6 气候环境适应性 7

6 试验方法 7

 6.1 外观与结构检验 7

 6.2 功能试验 7

 6.3 性能试验 7

 6.4 安全试验 9

 6.5 恒定湿热试验 10

 6.6 气候环境适应性试验 10

7 检验规则 10

 7.1 检验分类 10

 7.2 出厂检验 10

 7.3 型式检验 10

8 标志、包装、使用说明书、运输、贮存 10

 8.1 标志 10

 8.2 包装 11

 8.3 使用说明书 11

 8.4 运输 11

 8.5 贮存 11

参考文献 13

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)和全国图书馆标准化技术委员会(SAC/TC 389)联合归口归口。

本文件起草单位：南京大学、中国科学院沈阳自动化研究所、北京机械工业自动化研究所有限公司、国家图书馆、金陵科技学院、深圳图书馆、江苏省质量和标准化研究院、江苏图客机器人有限公司。

本文件主要起草人：陈力军、王霞、杨书评、陈攀、刘哲、刘连庆、刘钰、邵波、沈奎林。

引 言

随着图书馆智慧化程度的提高，图书馆的规模和数量也在不断增加，图书盘点和查找成为当前图书馆管理亟待解决的问题。机器人技术的发展与物联网感知技术的结合为图书盘点机器人研究提供了一个很好的契机。利用图书盘点机器人，实现图书的自动盘点及定位，解决图书盘点效率低、读者找书难的痛点问题，助力图书馆智能化转型。

本文件提出的目的是规范和统一图书盘点机器人的性能指标和测试方法，有利于企业提高产品及服务质量，提高用户的使用满意度。

图书盘点机器人通用技术条件

1 范围

本文件规定了图书盘点机器人的术语与定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、使用说明书、运输和贮存。

本文件适用于对图书馆图书进行盘点的图书盘点机器人。

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 191-2008 包装储运图示标志
GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分 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B:高温
GB/T 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
GB/T 4768-2008 防霉包装
GB/T 4857.23-2021 包装 运输包装件基本试验 第23部分：垂直随机振动试验方法
GB/T 4879-2016 防锈包装
GB 4943.1-2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求
GB/T 5048-2017 防潮包装
GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2023 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.8-2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
GB/T 17799.1-2017 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度
GB 17799.3-2023 电磁兼容 通用标准 第3部分：居住环境中设备的发射
GB/T 38124-2019 服务机器人性能测试方法
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
GB/T 37242-2018 机器人噪声试验方法
GB/T 38834.1-2020 机器人 服务机器人性能规范及其试验方法 第1部分：轮式机器人运动
GB/T 40229-2021 家用移动机器人性能评估方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

图书盘点 book scanning

按照设定的模式，定期或临时对馆内在架图书的实际数量及存放位置进行清查和清点。

3.2

图书盘点机器人 book scanning robot

由自主导航装置、盘点装置、人机交互单元、操作系统等组成的具有半自主或自主控制功能，可替代图书馆管理员从事图书盘点作业的移动式机器人。

3.3

自主导航装置 autonomous navigation device

由行走轮、机架、导航系统等组成，用于完成盘点机器人根据预定路线完成行走功能的组件。

3.4

盘点装置 inventory device

由RFID阅读器、天线、摄像头等组成，用于盘点机器人完成图书盘点的组件。

3.5

自主作业控制 autonomous operating control

图书盘点机器人独立完成图书盘点、定位等功能，无需人工控制。

3.6

半自主作业控制 semi-autonomous operating control

图书盘点功能由机器人独立完成，图书定位功能由人工完成。

3.7

盘点模式 inventory mode

在某一特定时间和区域内对于图书馆的图书进行盘点的方式。

注：盘点模式包括全局盘点和区域盘点。全局盘点指全部图书放置区域的图书盘点；区域盘点指对事先指定的区域进行图书盘点。

3.8

机器人后台服务器 robot backend server

用于存储、查看和管理机器人数据信息，远程监控机器人状态的计算机系统。

3.9

图书读取率 book reading rate

图书盘点机器人正确读取到的图书册数与盘点区图书总册数的比率。

3.10

图书层定位准确率 book layer positioning accuracy

图书盘点机器人正确进行层定位的图书册数与盘点到的图书总册数的比率。

3.11

图书排序定位准确率 book sorting position accuracy

图书盘点机器人正确进行排序定位的图书册数与盘点到的图书总册数的比率。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

5 技术要求

5.1 外观与结构

机器人外观结构应满足如下要求：

- a) 外壳涂层表面色泽均匀，无划痕、毛刺；
- b) 电气线缆无外露现象；
- c) 结构牢固、可靠，紧固件无松动；
- d) 活动部件的推拉、转动灵活方便，活动到位后能可靠锁定或支撑；
- e) 外壳上的文字、符号、标志等内容准确且清晰。

5.2 功能

5.2.1 功能概述

图书盘点机器人应包括且不限于以下功能：

- a) 图书盘点；
- b) 手动/自动控制；
- c) 自主/半自主作业控制；
- c) 防碰撞；
- d) 防跌落；
- e) 手动/自动充电；
- f) 通信；
- g) 人工急停；
- h) 人机交互。

5.2.2 功能要求

5.2.2.1 盘点

图书盘点机器人应具有下列盘点功能：

- a) 对场馆内在架图书进行盘点；
- b) 对各书架上的图书进行定位；
- c) 对书架上各排图书进行辅助排序的功能；
- d) 自定义盘点模式与盘点时间；
- e) 对书架上图书外观数据（图像、视频）的采集、识别及展示；
- f) 具有对盘点区域书架上图书错架显示和数据统计功能（可选）；
- g) 具有与主流图书馆服务平台或图书馆管理系统已有接口对接的功能。

5.2.2.2 手动/自动控制

机器人应具有下列控制功能：

- a) 图书管理人员对机器人行进方向、行进速度、升降杆升降等进行控制；
- b) 图书管理人员可自定义机器人的盘点路径和区域，以适应不同场景的布局和需求；
- c) 图书管理人员可自定义机器人的盘点时间，图书盘点机器人须按照规定时间完成盘点任务。

5.2.2.3 自主/半自主作业控制

机器人应具有下列控制功能：

- a) 图书盘点机器人可独立完成图书盘点、定位等功能，无需人工控制；

b) 图书盘点机器人可独立完成图书盘点功能，图书定位功能由人工完成。

5.2.2.4 防碰撞

图书盘点机器人应具有下列防碰撞功能：

- a) 在运行过程中，及时停止或绕开出现的障碍物，防止与障碍物相撞造成损坏；
- b) 在运行过程中，对书架凸出的图书能及时避让，防止与凸出图书相撞造成损坏。

5.2.2.5 防跌落

图书盘点机器人具有在运行过程中，对地面的下行楼梯或悬空结构有检测躲避功能。

5.2.2.6 手动/自主充电

图书盘点机器人应具有下列充电功能：

- a) 当电池电量不足时，自动返回至充电桩并进行自主充电的功能；
- b) 当电池电量不足时，被管理人员推行至充电桩并进行手动充电的功能。

5.2.2.7 通信

图书盘点机器人与机器人后台服务器具有双向数据通信的能力，实时传输工作状态、数据信息和故障警告，支持远程监控和管理。

5.2.2.8 人工急停

机器人遇到故障时，应具有人工急停的功能。

5.2.2.9 人机交互

机器人应具有显示工作状态、数据信息、故障警告、数据存储、硬件状态等功能。

5.3 性能

5.3.1 性能概述

机器人的性能指标参数，应在产品说明书中规定，包括但不限于以下性能：

- a) 导航精度；
- b) 升降运行允许误差；
- c) 移动速度；
- d) 盘点速度；
- e) 图书读取率；
- f) 图书层定位精确率；
- g) 图书排序定位准确率；
- h) 运行时间；
- i) 障碍物监测；
- j) 防跌落监测；
- k) 噪声。

5.3.2 主要性能要求

5.3.2.1 导航精度

机器人实际位置与设定位置的偏差在 $\pm 10\text{cm}$ 范围内;机器人俯仰角与横滚角的实际角度与获取角度偏差在 $\pm 3^\circ$ 范围内。

5.3.2.2 升降运行允许误差

机器人升降装置运行误差应不超过 $\pm 5\text{mm}$ 。

5.3.2.3 移动速度

机器人的正常移动线速度应不低于 0.1m/s ，不高于 0.5m/s ，机器人的正常旋转角速度应不高于 0.8rad/s 。

5.3.2.4 盘点速度

在正常运行情况下，盘点速度应不低于 20000册/h 。

5.3.2.5 图书读取率

图书的读取率 $\geq 95\%$ 。

5.3.2.6 图书层定位准确率

图书层定位准确率 $\geq 95\%$ 。

5.3.2.7 图书排序定位准确率

图书排序定位准确率 $\geq 95\%$ 。

5.3.2.8 运行时间

图书盘点机器人单次充满电后满负荷运行工作时间应高于 8h 。

5.3.2.9 噪声

机器人在稳定负载和最大速度运行时 对外最大发射声压级应不大于 60dB 。

5.4 安全要求

5.4.1 安全保护

机器人应满足以下安全要求:

- a) 具备紧急制动功能，并满足 GB/T 36530-2018 第 6 章 的安全要求;
- b) 制动性满足 GB/T 36530-2018 第 6 章 的安全要求;
- c) 面对障碍物时，及时停止或绕开障碍物，并在产品说明书中规定最小安全距离，同时满足 GB/T 36530-2018 第 6 章 的安全要求。

5.4.2 机械安全

5.4.2.1 机械强度

机器人外壳应该具有充分的机械强度，外壳机械强度应满足 0.5J 冲击能量不损坏。

5.4.2.2 机械可维修性

机器人防护罩或外壳在正常运行期间不应被打开；当需要打开防护罩或外壳时需使用专用工具才能打开。

5.4.2.3 机械稳定性

在静态状态或正常工作情况下机器人应保持姿态稳定，保持平衡。

5.4.3 电池充电器安全

5.4.3.1 接触电流

应不大于3.5mA。

5.4.3.2 电池与充电器

电池充电应满足 GB/T 36530-2018 第5章 的要求；

机器人充电设备应能在电源额定电压220 V，额定频率50 Hz $\pm$ 0.5 Hz，电压波动范围 $\pm$ 10%条件下正常工作。

5.4.3.3 抗电强度

电池充电器交流电源输入端与机壳、金属可触及件之间，应能承受AC1500V、50Hz的试验电压，1min内应无击穿。

5.4.4 电磁安全

5.4.4.1 电磁发射

机器人本体及配套充电设备应符合 GB 17799.3-2023 中表1和表2要求。

5.4.4.2 静电放电抗扰度

应符合 GB/T 17626.2-2018 标准中规定的接触放电 $\pm$ 6kV，空气放电 $\pm$ 8kV的测试要求，达到性能判据A级。

5.4.4.3 射频电磁场辐射抗扰度

应符合 GB/T 17626.3-2023 中试验等级为2级的要求，试验后机器人应能正常工作。

5.4.4.4 工频磁场抗扰度

应符合 GB/T 17626.8-2006 中试验等级为3级的要求，试验后机器人应能正常工作。

5.4.5 图书盘点安全

机器人在进行图书盘点时，应满足如下安全要求：

- a) 机器人在启动、正常工作及停止过程中保持平稳；
- b) 多台机器人在同一区域工作时，保证其控制信号不相互干扰；
- c) 机器人的升降杆具有防碰撞功能；
- d) 机器人的控制软件具备防止非法操作、防止数据泄露等安全功能。

5.4.6 消防安全

图书盘点机器人应满足如下消防安全要求：

- a) 设计时需要考虑阻燃、耐火材料，确保在工作环境下不会引发火灾；
- b) 应具备高温下自保护功能，机器人自身温度过高时可以自动断电冷却，防止自燃；

5.5 恒定湿热

机器人应能在温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\leq 95\%\text{RH}$ 的环境下贮存48h，恢复常温后应能正常工作。

5.6 气候环境适应性

机器人应能在温度为 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\leq 95\%\text{RH}$ 的环境下正常工作。

6 试验方法

6.1 外观与结构检验

依据使用说明书用目视和手感的方法进行检查。

6.2 功能试验

依据产品使用说明书用模拟试验的方法进行，依次操作进入机器人的功能界面或状态，进行目视检查。检查过程应符合 GB/T 38124-2019 第5章 的要求。

6.3 性能试验

6.3.1 导航定位精度

在正常工作条件下，按预定路线行进在图书馆中行进，每10米定点测量机器人位置20次，根据机器人输出位置 (x_1, y_1) 和实际测量位置 (x_2, y_2) ，按公式(1)计算得到位置误差。

$$E = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- E —— 一项定位误差；
- (x_1, y_1) —— 机器人输出定位位置；
- (x_2, y_2) —— 测量得到的机器人位置。

6.3.2 升降运行允许误差

使机器人的升降杆从规定的起点上升运行200mm停止，用量具测量运行偏差，重复运行3次取平均值。

6.3.3 移动速度

使机器人保持最大行走速度直线通过5m长的距离，用秒表记录所用时间，按公式(2)计算工作速度。

$$V = \frac{5}{T_i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V —— 行走速度，单位为m/s；
- T_i —— 机器人通过既定距离所用时间，单位为s。

6.3.4 盘点速度

选取一排书架（图书册数根据实际情况确定，大约1000册至3000册）作为测量范围，在额定负载条件和正常工作条件下，测出产品完成一次盘点所用时间与盘点图书数量，按公式(3)计算盘点速度。

$$V_p = N_1 / T_2 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- V_p —— 盘点速度，单位为册/h；
- T_2 —— 机器人盘点一排书架所用时间，单位为h；
- N_1 —— 既定一排书架的图书总数量，单位为册。

6.3.5 图书读取率

选取一排书架（图书册数根据实际情况确定，大约1000册至3000册）作为测量范围，在额定负载条件和正常工作条件下，测出产品完成一次盘点的图书读取率，按公式(4)计算图书读取率。

$$R = N_2 / M \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- R —— 图书读取率；
- N_2 —— 盘点得到的图书总数量，单位为册；
- M —— 选取测试的图书总数量，单位为册。

6.3.6 图书层定位准确率

选取一排书架（图书册数根据实际情况确定，大约1000册至3000册）作为测量范围，在额定负载条件和正常工作条件下，测出产品完成一次盘点的图书层定位准确率，按公式(5)计算图书层定位准确率。

$$C = L / N_2 \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- C —— 图书层定位准确率；
- L —— 层定位正确的图书数量，单位为册；
- N_2 —— 盘点得到的图书总数量，单位为册。

6.3.7 图书排序定位准确率

选取一排书架（图书册数根据实际情况确定，大约1000册至3000册）作为测量范围，其每册图书所在书架中的序列位置保存在服务器的数据库中（如位于1架1层1列）。在额定负载条件和正常工作条件下，测出产品完成一次盘点的图书排序定位准确率，按公式(6)计算图书排序定位准确率。

$$F = S / N_2 \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- F —— 图书排序定位准确率；

S —— 图书排序定位正确的图书数量，单位为册；

N_2 —— 盘点得到的图书总数量，单位为册。

6.3.8 运行时间

在正常工作条件下，将机器人充满电，按照预设路线正常执行盘点任务，用秒表记录机器人运行至电量不足报警所耗用的时间，即为运行时间。

6.3.9 防碰撞检测

机器人应按照如下方法进行防碰撞测试：

- a) 按照 GB/T 40229-2021 及 GB/T 38834.1 - 2020 第1部分 进行测试；
- b) 选取 N 排书架作为测量范围，任意在书架中摆放障碍物，机器人按照预设路线正常执行盘点任务，当机器人检测到障碍物时，暂停运动，此时机器人到障碍物的距离为书架安全检测范围。

6.3.10 防跌落检测

选取100米内分别具有楼梯、扶梯、台阶等具有明显高度落差特性的路径进行机器人防跌落测试，当机器人行进到易跌落路段时，暂停运动，此时机器人到易跌落路段的距离为防跌落安全检测范围。

6.3.11 噪音检测

噪音检测过程应符合 GB/T 37242-2018 4.2.2、6.3.2、7、8.1.2 的要求。

6.4 安全试验

6.4.1 机械安全

按机器人使用说明书进行安全测试；通过模拟试验方法进行安全测试；

机械环境适应性测试应按照 GB/T 4857.23-2021 第23部分：垂直随机振动试验方法进行测试。

6.4.2 电池充电器安全试验

6.4.2.1 接触电流

按 GB 4943.1-2022 中 5.1 的方法执行，用接触电流测试仪测量。

6.4.2.2 抗电强度

按 GB 4943.1-2022 中 5.2 的方法执行，用耐压测试仪施加试验电压，历时1min。

6.4.3 电磁安全试验

6.4.3.1 电磁发射

按照 GB 17799.3-2023 第3部分 中的试验程序执行。

6.4.3.2 静电放电抗扰度

按 GB/T 17626.2-2018 第8章 的试验程序执行。

6.4.3.3 射频电磁场辐射抗扰度

按 GB/T 17626.3-2023 第8章 的试验程序执行。

6.4.3.4 工频磁场抗扰度

按 GB/T 17799.1-2017 中表 1.1 的要求执行。

6.4.4 图书盘点安全试验

按使用说明书操作进行安全试验。

6.5 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3-2016 的方法执行。

6.6 气候环境适应性试验

按 GB/T 2423.1-2008、GB/T 2423.2-2008、GB/T 2423.3-2016 的相关测验方法测验。

7 检验规则

7.1 检验分类

机器人检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

机器人应符合如下出厂检验条件：

- a) 每台机器人需经生产厂质量检验部门检验合格，并附合格证后方可出厂；
- b) 出厂检验项目为：5.1、5.2。

7.3 型式检验

7.3.1 型式检验前提

在下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 机器人定型时；
- b) 当机器人的设计、结构、材料、工艺有较大改变可能影响其质量时；
- c) 长期停产再次恢复生产时。

7.3.2 型式检验要求

型式检验要求如下：

- a) 型式检验项目为本标准第 4 章规定的要求；
- b) 型式检验的样本应从出厂检验合格品中随机抽取 1 台；
- c) 型式检验中安全项不合格不得复检，其它若有任一不合格项，可加倍抽样，对不合格项进行复检，复检结果若仍不合格，则判该次型式检验不合格；
- d) 抽样机器人需经国家机器人产品综合检测认证权威机构的检测与认证。

8 标志、包装、使用说明书、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 机器人标志

机器人上应包括下列标志：

- a) 名称、型号；
- b) 制造单位名称。

8.1.2 机器人包装箱标志

机器人包装箱上应包括下列标志：

- a) 名称、型号；
- b) 生产日期；
- c) 制造单位名称；
- d) 执行标准号；
- e) 包装箱外形尺寸；
- f) 重量；
- g) 包装储运图示标志应符合 GB/T 191-2008 的规定。

8.2 包装

机器人包装应满足以下要求：

- a) 机器人内包装用塑料袋，外包装用木箱；
- b) 机器人出厂时应附有合格证、使用说明书和备附件、装箱单；
- c) 包装材料（包装箱及相关材料）应符合 GB/T 13384-2008、GB/T 4768-2008、GB/T 4879-2016、GB/T 5048-2017 的要求。

8.3 使用说明书

使用说明书应包含且不限于以下内容：

- a) 使用环境条件的说明；
- b) 机器人外观及尺寸说明；
- c) 机器人技术参数说明；
- d) 机器人安全性说明；
- e) 安全参数说明；
- f) 机器人用途及使用操作说明；
- g) 机器人维护维修说明；
- h) 机器人安全警告的说明。

8.4 运输

包装后的机器人可用一般交通工具运输，运输过程中应防止日晒雨淋、剧烈碰撞，且不应与酸、碱性腐蚀性物品混运。

8.5 贮存

机器人应储存在干燥、通风、无腐蚀性气体的室内。

征求意见稿

参 考 文 献

- [1] GB/T 12643-2013 机器人与机器人装备 词汇
- [2] GB/T 17248.3-1999 声学 机器和设备发射的噪声 工业位置和其他指定位置发射声压级的测量现场简易法
- [3] GB/T 37395-2019 送餐机器人通用技术规范
- [4] GB/T 33261-2016 服务机器人模块化设计总则

征求意见稿