

T/CRSS

重庆市机器人学会团体标准

T/CRSS 0011—2023

架空输电线路 飞滑巡检机器人系统 技术规范

Technical specification
for overhead transmission line flying-sliding inspection robot system

2023 - 12 - 29 发布

2023 - 12 - 29 实施

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 巡检系统组成、分类及型号	4
4.1 巡检系统组成	4
4.2 机器人分类	5
4.3 型号	5
5 要求	5
5.1 系统功能	5
5.2 机器人	5
5.3 地面监控基站	7
5.4 巡检数据管理系统	8
6 试验条件及方法	9
6.1 机器人	9
6.2 地面监控基站	11
6.3 巡检数据管理系统	11
7 检验规则	11
7.1 检验分类	11
7.2 出厂检验	12
7.3 验收检验	12
7.4 型式检验	13
8 标志、包装、运输和贮存	13
8.1 标志	13
8.2 包装	13
8.3 运输	14
8.4 贮存	14

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。

本文件由重庆市机器人学会提出并归口。

本文件起草单位：重庆凯瑞机器人技术有限公司、西安交通大学、杭州申昊科技有限公司、深圳昱拓智能有限公司、长沙理工大学、国网山东省电力公司超高压公司、国网新疆电力有限公司、国网江西省电力有限公司检修分公司、国网浙江省电力有限公司检修分公司、国网山东省电力公司、重庆电子工程职业学院、国网湖北省电力有限公司检修公司、南京南瑞继保电气有限公司、国网黑龙江省电力有限公司检修公司、广东天太机器人有限公司、贵州电网有限责任公司信息中心、广西电网电力调度控制中心、重庆瑾陆探测技术有限公司、南瑞集团有限公司、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、重庆鲁班机器人技术研究院有限公司、重庆凯瑞认证服务有限公司、中国电力科学研究院有限公司、珠高智能科技（深圳）有限公司、重庆大学、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、河北工业大学、重庆三峡学院。

本文件主要起草人：李本旺、沈海鸣、冉坤、张小栋、孙添飞、赵赢、彭鹏、唐臣玉、徐海波、王磊、方向、樊绍胜、李浩、李敏、刘大鹏、梁思聪、徐波、余大成、吕学宾、赵鹏举、宋兵、张祎、郑文雷、何志雄、苏昕、柳林均、韦洪波、刘旭华、刘必晶、高鹏、何国田、尚明生、王松、蔡焕青、钟成、李辉、向学位、张锋、王嘉、陈仕聪、谭泽富。

架空输电线路 飞滑巡检机器人系统 技术规范

1 范围

本文件规定了架空输电线路飞滑巡检机器人系统的术语和定义、技术要求、试验条件、试验方法和检验规则以及标志、包装、运输和贮存等。包括系统功能、机器人的功能要求和技术要求、地面监控基站的功能要求和技术要求、巡检数据管理系统的功能要求和技术要求；机器人的试验条件及方法、地面监控基站的试验条件及方法、巡检数据管理系统的试验条件及方法。

本文件适用于沿110kV及以上高压输电线巡检机器人的巡检系统，可供制造商、集成商、用户参考使用。

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 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 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 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.41 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 风压
- GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 4857.23 包装 运输包装件基本试验 第23部分：随机振动试验方法
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 15412 应用电视摄像机云台通用技术条件
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GA/T 367 视频安防监控系统技术要求
- CHZ 3017 地面三维激光扫描作业技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

架空输电线路巡检机器人系统 overhead transmission line flying-sliding inspection robot system

由高压输电线巡检机器人、机器人地面监控基站和输电线巡检数据管理系统等部分组成。必要时配置塔上充电装置和远程集控后台，能够通过自主或遥控模型进行输电线巡检作业的系统。

3.2

架空输电线路飞滑巡检机器人 overhead transmission line flying-sliding inspection robot

由电池作为电源的移动载体、通信设备和检测设备等组成，用于输电线路巡检的移动巡检装置。

3.3

机器人地面监控基站 local monitoring system

由计算机、通信设备、监控分析软件和数据库等组成，在地面监控机器人巡检作业的计算机系统。

3.4

远程集控后台 remote centralized control system

用于集中监控、管理多个输电线路机器人巡检系统的计算机系统。

3.5

环境信息采集系统 ambient information acquisition system

由安装在巡检机器人上的温度传感器、湿度传感器、雨量传感器以及风速传感器等终端组成，用于实时采集输电线路局部气象环境参数的数据采集系统。

3.6

行走路径 moving path

指机器人沿架空输电线路地线行走的轨迹。

3.7

穿越障碍 pass obstacles

指在沿地线行走过程中，机器人采用行走末端轮爪不脱离行走路径，可直接通过行走路径上障碍物的方式。

3.8

自主巡检 autonomous inspection

无操作人员干预，机器人按传感信息进行巡检作业。

3.9

遥控巡检 remote control inspection

操作人员通过地面监控基站操控机器人进行巡检作业。

3.10

爬坡能力 climbing ability

机器人在行走巡检过程中能够连续行走的最大坡度。

3.11

人工遥控上下线 manual installing/uninstalling

通过人工遥控的方法，使用遥控设备或者机器人地面监控基站，远程遥控机器人从地面飞行降落至地线上，作业后将机器人从地线上起飞移至地面。

3.12

自动上下线 automatic installing/uninstalling

无操作人员干预，机器人通过搭载自动上下线传感器，自动完成从地面飞行至地线的上线过程，以及从地线飞行至地面的下线过程。

3.13

平均无故障巡检里程 failure-free inspection mileage on average

机器人巡检系统两次相邻故障间的平均正常巡检里程。

3.14

巡检过程实时通信 real time communication of inspection process

机器人在巡检作业时与地面监控系统等保持实时通信。

4 巡检系统组成、分类及型号

4.1 巡检系统组成

4.1.1 输电线机器人巡检系统由高压输电线飞滑多模态巡检机器人、机器人地面监控基站和输电线巡检数据管理系统等部分组成。必要时配置塔上充电装置和远程集控后台。

4.1.2 机器人搭载的检测设备一般包括可见光检测设备（可见光照相机或摄像机）、红外热像仪、激光扫描仪、电涡流传感器等。检测设备应根据巡检任务要求配备，并可根据巡检任务更换不同的检测设

备。

4.2 机器人分类

4.2.1 根据机器人是否搭载自动上下线传感器，能否实现自动上下线可分为全自动上下线巡检机器人和非全自动上下线巡检机器人。

4.2.2 根据机器人用于不同电压等级线路的重量和尺寸要求，可按表 1 进行分类。

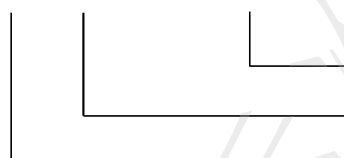
表 1 输电线巡检机器人重量和尺寸要求

序号	线路电压等级 kv	最大高度 mm	最大重量 kg
1	66、110	900	60
2	220、330	1000	70
3	500 及以上	1100	90

4.3 型号

型号由产品的型式代号、类别、重量及标称尺寸组成。机器人的型式代号用GXJ（高-巡-机）表示。表示方法见图1：

XXK/□—□×□



标称尺寸：重量（kg）×高度（mm）

类别代号（A-全自动，N-非全自动）

型式代号（代号根据产品名称的拼音首字母编写）

示例：

全自动上下线巡检机器人，重量 G=40kg，高度 L=900mm。

型号表示为：GXJ/A—40×900。

图 1 机器人代号说明图

5 要求

5.1 系统功能

5.1.1 应具有自主巡检和遥控巡检模式，可制定巡检计划对输电线路局部或全线开展自主巡检，采集线路设备及通道环境的可见光图像、红外影像等数据，或通过遥控巡检，到达线路指定位置对指定目标进行巡检作业。

5.1.2 应具备对杆塔、输电线等不同目标进行巡检的功能，巡检过程中按照预先设定的参数调整检测设备，对杆塔各种设备、线上各种设备及环境进行巡检。

5.1.3 应具备测控数据双向传输和实时图像远传功能。

5.1.4 应具备数据分析和功能，可查询历次巡检计划、数据记录和报表，可对线路典型缺陷或故障进行分析与诊断。

5.2 机器人

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 环境条件

机器人在以下环境条件下应能正常工作：

a) 环境温度：-25℃~45℃；

b) 环境湿度：5%~95%；

- c) 正常线上巡检工作抗风能力：15m/s；正常飞行上下线工作抗风能力：10m/s；
- d) 线上巡检抗大风能力：18m/s；
- e) 外壳防护等级：IPX55。

5.2.1.2 外观结构

机器人外观结构应满足如下要求：

- a) 机器人表面应有保护涂层或防腐设计，外表应光洁、均匀，不应有伤痕、毛刺等缺陷，标识清晰；
- b) 机器人外部电气及控制线路应排列整齐、固定牢靠、走向合理，便于安装、维护，并用醒目的颜色和标志加以区分；
- c) 机器人重量和尺寸应满足线路安全运行的要求，见表 1。

5.2.1.3 行走路径

机器人行走路径要求如下：

- a) 地线截面积应不小于 50mm²；
- b) 地线严重锈蚀或地线覆冰，不宜进行机器人沿地线巡检作业。

5.2.2 功能要求

5.2.2.1 运动

机器人应具有飞行上下架空线路且能在架空线路地线上行走、爬坡、制动的功能。

5.2.2.2 操控

机器人应能在地面监控基站的操控下进行运动和巡检作业。

5.2.2.3 定位

机器人在飞行过程中使用 GPS、视觉与激光雷达进行定位，在架空输电线上巡检时能按照预先设定的路线进行自主定位，定位误差不大于±80mm。

5.2.2.4 巡检

- a) **可见光检测**。机器人应配备可见光摄像机（照相机），能采集巡检对象（如杆塔、导线、地线、金具、绝缘子串等）的视频信息并实时传输至地面监控基站。应具备视频的存储、录播、抓图等功能。
- b) **红外检测**。机器人宜配备红外热成像仪，能采集巡检对象（如杆塔、导线、地线、金具、绝缘子串等）的温度信息，并将红外视频及温度数据实时传输至地面监控基站。应具备红外热图的存储功能，并能从中提取温度信息。
- c) **三维激光扫描**。机器人宜配备三维激光扫描仪，能采集输电线路通道及设备的三维激光点云数据，并能将 GPS、惯性导航等数据实时传输至地面监控基站。应能存储激光点云数据、GPS 及惯性导航数据等。

5.2.2.5 通信

机器人巡检过程中，在通讯范围内应能将自身的状态参数和巡检数据传输至地面监控基站，并能接受和执行地面监控基站的控制指令，可采用公网或局域网进行通信。

5.2.2.6 电源管理

机器人巡检作业中，应具有电池剩余电量、续航里程的估算和显示功能。

5.2.3 性能要求

5.2.3.1 运动性能

- a) 机器人的运动性能要求如下：

- 额定飞行速度应不小于5m/s，单次飞行时间应不小于15分钟；
 - 额定滑行速度应不小于0.4m/s；
 - 爬坡能力应不小于25°；
 - 额定滑行速度下，最大制动距离应不大于0.3m。
- b) 机器人云台的运动性能要求如下：
- 机器人云台应具有垂直和水平方向两个旋转自由度；
 - 垂直旋转范围应不小于90°；
 - 水平旋转范围应不小于300°。

5.2.3.2 检测性能

机器人检测设备的性能要求如下：

- 可见光检测设备应满足GA/T 367规定的一级系统探测性能技术指标要求。最小光学变焦30倍，视频分辨率应不小于1280×720，可见光照片分辨率应不低于1920×1080；
- 红外检测设备分辨率应不低于640×480；
- 激光扫描点云精度与技术指标应符合CHZ 3017 中第三等及以上的规定。

5.2.3.3 电磁兼容

机器人电磁兼容性能要求如下：

- 静电放电抗扰度
- 机器人应进行GB/T 17626.2规定的试验等级为4级的静电放电抗扰度试验，试验结果评定应达到a级。
- 射频电磁场辐射抗扰度
- 机器人应进行GB/T 17626.3规定的试验等级为3级的射频电磁场辐射抗扰度试验，试验结果评定应达到a级。
- 工频磁场抗扰度
- 机器人应进行GB/T 17626.8规定的试验等级为5级的工频磁场抗扰度试验，试验结果评定应达到a级。
- 脉冲磁场抗扰度
- 机器人应进行GB/T 17626.9规定的试验等级为5级的脉冲磁场抗扰度试验，试验结果评定应达到a级。

5.2.3.4 机械性能

5.2.3.4.1 整机振动

机器人应能承受 GB/T 2423.10 规定的振动试验。严酷等级应满足下列要求：

- 频率范围：从10Hz上升到50Hz再下降到10Hz；
- 位移振幅：5.5mm；
- 扫描时间：10min；
- 扫描循环次数：2次；
- 不通电。

5.2.3.4.2 运输振动

机器人包装后应能承受GB/T 4857.23规定的严酷水平II级、试验时间180min运输振动试验。

5.2.3.5 可靠性

机器人可靠性要求如下：

- 机器人平均无故障巡检里程应不小于120km，并能通过12h长时间无故障连续线上巡检试验；
- 机器人一次充电连续线上巡检时间应不小于6h，在此期间，机器人应稳定、可靠工作。

5.3 地面监控基站

5.3.1 外观结构

基站表面应有保护涂层或防腐设计，外表应光洁、均匀，不应有划痕、毛刺等缺陷，标识清晰。

5.3.2 功能要求

5.3.2.1 通信

地面监控基站通信功能要求如下：

- 应具有与机器人通信的功能，作业时能获取机器人的状态信号，监控机器人的状态参数；
- 应具有与飞行装置等配套设施通信的功能，作业时能获取上述装置的状态信号，监控装置的状态参数。

5.3.2.2 人机交互

5.3.2.2.1 机器人控制

应提供遥控巡检和自主巡检两种巡检控制模式，并能在两种模式间任意切换。遥控模式可实现对机器人本体、云台、电源、可见光摄像机和红外热像仪、三维激光扫描仪的控制和操作；自主模式可根据事先规划的巡检任务或临时指定任务，实现对输电线路的自主巡检。

5.3.2.2.2 机器人状态监视

应能显示、存储机器人的相关信息，包括机器人驱动模块、电源模块信息和所处环境信息等。

5.3.2.2.3 飞行装置控制

应提供对飞行装置的控制功能，实现对飞行的遥控功能和自动控制功能。

5.3.2.3 系统接口

- a) **环境信息接口。**应提供与环境信息采集系统的通信接口，可接受环境温度、湿度、雨量、风速等信息。
- b) **远程集控接口。**应提供与远程集控后台的通信接口，满足对多个输电线路机器人进行远程集控的通信要求。
- c) **远程数据访问接口(Web)。**应提供远程数据访问接口，可通过网页方式访问系统采集到的巡检数据和信息。

5.3.3 性能要求

5.3.3.1 通信性能

地面监控基站通信性能要求如下：

- a) 在无遮挡条件下，与机器人的最大通信距离应不小于 2500m，工作可靠；
- b) 两台或两台以上地面监控基站在同一区域内工作时，其通信信号应不相互干扰；
- c) 地面监控基站应能实时、可靠地接收机器人采集的可见光、红外影像等数据并进行处理。

5.3.3.2 机械性能

地面监控基站包装后，应能承受GB/T 4857.23规定的严酷水平II级、试验时间180min的运输振动试验。

5.4 巡检数据管理系统

5.4.1 查询展示

- a) **巡检数据查询。**应能存储巡检采集的可见光、红外、激光扫描数据以及机器人运行日志、人员作业记录等信息，应具备数据查询功能。
- b) **报表及查询。**应具备巡检数据的报表生成、保存、打印、输出等功能，可自动编制巡检作业报告，记录巡检作业信息并自动生成及保存机器人巡检记录单。

5.4.2 数据分析

- a) **可见光诊断**。应能对采集到的可见光影像进行分析，通过智能识别或人机交互诊断方式，排查输电设备外观结构缺陷及输电通道安全隐患。
- b) **红外诊断**。应能对采集到的红外影像进行分析，通过智能识别或人机交互方式，在红外图像上标注出巡检目标区域，对异常温度进行判别。
- c) **激光扫描诊断**。应能对采集到的激光点云数据进行自动分析，识别输电线路设备及通道环境的异常变化，自动测算输电线路导地线间、导线对地及交叉跨越距离参数。

5.4.3 数据交互

可通过WEB服务等方式与其它系统进行数据互联。

5.4.4 操作系统

应能在Windows或Linux等操作系统中正常运行。

5.4.5 数据库

数据库宜采用SQL Server、Oracle，可相互无缝连接。

5.4.6 存储

数据库应至少保存近2年的历史巡检数据，并具备数据自动备份功能。

6 试验条件及方法

6.1 机器人

6.1.1 外观检查

目测检查机器人表面及外部电气、控制线路，外观结构应满足5.2.1.2的规定

6.1.2 环境试验

6.1.2.1 高低温及湿热试验

试验要求如下：

- a) **高温试验**。按照 GB/T 2423.2 中“试验 Bb”进行，严酷等级应满足：温度+45℃，持续时间 16h。试验后，机器人应能正常工作。
- b) **低温试验**。按照 GB/T 2423.1 中“试验 Ab”进行，严酷等级应满足：温度-25℃，持续时间 16h。试验后，机器人应能正常工作。
- c) **湿热试验**。按照 GB/T 2423.3 中“试验 Ca”进行，严酷等级应满足：温度+45℃，湿度 95%，持续时间 16h。试验后，机器人应能正常工作。

6.1.2.2 抗风能力试验

6.1.2.2.1 正常工作抗风能力试验

- 模拟机器人正常飞行上下线状态进行试验，试验条件：风速 $10\pm 0.5\text{m/s}$ ，试验时间2min，风向正侧风（垂直于线路方向）。试验过程中及试验后，机器人应能正常工作。
- 模拟机器人正常巡检状态下往复运动进行试验，试验条件：风速 $15\pm 0.5\text{m/s}$ ，试验时间2min，风向正侧风（垂直于线路方向）。试验过程中及试验后，机器人应能正常工作。

注：按照GB/T 2423.41的规定和方法进行。

6.1.2.2.2 机器人抗大风能力试验

模拟机器人在静止状态下进行试验，试验条件：风速 $18\pm 0.5\text{m/s}$ ，试验时间2min，风向正侧风（垂直于线路方向）。试验过程中及试验后，机器人应不发生坠落。

注：按照GB/T 2423.41的规定和方法进行。

6.1.2.3 外壳防护试验

对机器人进行防护等级为IPX5的淋雨试验，水流量12.5L/min，试验时间10min。试验后，机器人应能正常工作。

注：按照GB 4208的规定和方法。

6.1.3 功能试验

飞行上下线试验，见图2。

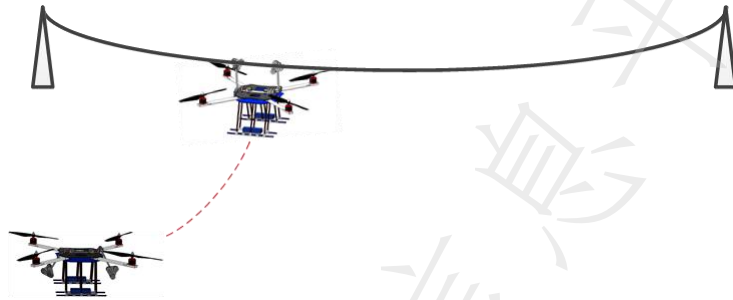


图2 飞行上下线试验示意图

试验方法：如图1所示，采用遥控和自动两种方式，实现机器人从地面飞行至线下，然后机械臂抬起，手臂末端手爪挂线；然后再从线上起飞，手臂末端手爪离线，飞行至地面。试验结果应符合5.2.2.1的规定。

6.1.4 性能试验

6.1.4.1 运动性能试验

- 1) 控制机器人从地面起飞，分别进行上下、前后、左右等方向飞行，比如取水平距离30米，水平飞行3次，计算飞行平均速度，试验结果应符合5.2.3.1的规定；取30米，水平往返飞行，飞行至电力临界结束，试验3次，计算平均时间，试验结果应符合5.2.3.1的规定；
- 2) 在水平路径上选择20米的测量区间，遥控机器人以最大速度通过起始端和终端位置，试验3次，计算平均滑行速度，试验结果应符合5.2.3.1的规定；
- 3) 将机器人放置在斜度为25°的输电线上，操作其行走，并实现启动，滑行10米以上不打滑，停止的性能，则试验合格；
- 4) 在水平路径上选择20米的测量区间，选择制动的起点，控制机器人正常滑行，通过起点时开始制动至停止，测量制动起点至终点的距离，试验3次，计算平均距离，试验结果应符合5.2.3.1的规定。

6.1.4.2 云台试验

按照GB/T 15412的规定和方法进行云台旋转角度试验，试验结果应符合5.3.3.1的规定。

6.1.4.3 电磁兼容试验

电磁兼容试验方法如下：

- 1) **静电放电抗扰度试验。**根据GB/T 17626.2的规定和方法，按照5.2.3.3的要求，对机器人进行静电放电抗扰度试验。试验期间及试验后，机器人应能正常工作。
- 2) **射频电磁场抗扰度试验。**根据GB/T 17626.3的规定和方法，按照5.2.3.3的要求，对机器人进行射频电磁场辐射抗扰度试验。试验期间及试验后，机器人应能正常工作。
- 3) **工频磁场抗扰度试验。**根据GB/T 17626.8的规定和方法，按照5.2.3.3的要求，对机器人进行工频磁场抗扰度试验。试验期间及试验后，机器人应能正常工作。
- 4) **脉冲磁场抗扰度试验。**根据GB/T 17626.9的规定和方法，按照5.2.3.3的要求，对机器人进行脉冲磁场抗扰度试验。试验期间及试验后，机器人应能正常工作。

6.1.4.4 机械性能试验

机械性能试验方法如下：

- 1) **整机振动试验**。根据 GB/T 2423.10“试验 Fc”的规定和方法，按照 5.2.3.4 的要求，对机器人进行整机振动试验。机器人不包装、不通电，固定在试验台中央。试验后，检查机器人应无损坏和紧固件松动脱落现象，机器人应能正常工作。
- 2) **运输振动试验**。根据 GB/T4857.23 的规定和方法，按照 5.2.3.4 的要求，对机器人进行运输振动试验。试验后，检查机器人应无损坏和紧固件松动脱落现象，机器人应能正常工作。

6.2 地面监控基站

6.2.1 检查

目测检查地面监控基站表面，应满足 5.3.1 的规定。

6.2.2 功能试验

6.2.2.1 人机交互试验

将地面监控基站与机器人、自动上下线装置、塔上充电装置建立有效通信，测试基站人机交互功能，应满足 5.3.2.2 的要求。

6.2.2.2 统接口试验

将地面监控基站与环境信息系统、远程集控后台、远程数据访问（Web）进行连接，测试基站系统接口功能，应满足 5.3.2.3 的要求。

6.2.3 性能试验

6.2.3.1 通信性能试验

将机器人置于试验场地，将地面监控基站放置在距离试验场地约 2500m 的地方，将地面监控基站与机器人建立通讯，通过基站控制机器人，操控云台，试验结果应符合 5.3.3.1 的规定；通过基站接收机器人采集的可见光、红外数据，试验结果应符合 5.3.3.2 的规定。

6.2.3.2 机械性能试验

根据 GB/T4857.23 的规定和方法，按照 5.3.3.2 的要求，对地面监控基站进行运输振动试验。试验后，检查基站应无损坏和紧固件松动脱落现象，地面监控基站应能正常工作。

6.3 巡检数据管理系统

6.3.1 数据查询试验

对巡检数据管理系统依次进行事项显示、巡检数据查询及报表功能等试验，试验结果应满足 5.4.1 的要求。

6.3.2 数据交互试验

将巡检数据管理系统与远程集控后台（必要时可选择其它系统）通过 Web 网络连接，完成必要的网络配置后，检查巡检数据管理系统能否正常接收远程集控后台数据。也可将巡检数据管理系统数据发送到其它系统进行交互试验。试验结果应满足 5.4.3 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分型式检验、出厂检验和验收检验三种，见表 2。

表 2 检验项目

序号	检验对象	检验类别	检验项目	型式 检验	出厂 检验	验收 检验	技术 条款	试验 方法
1	机器人	环境试验	外观检查	√	√	√	5.2.1.2	6.1.1
2			高低温及湿热试验	√	—	—	5.2.1.1	6.1.2.1
3			抗风能力试验	√	—	—	5.2.1.1	6.1.2.2
4			外壳防护试验	√	—	—	5.2.1.1	6.1.2.3
5		功能试验	飞行上下线试验	√	√	√	5.2.2.1	6.1.3.1
6		性能试验	运动性能试验	√	—	√	5.2.3.1	6.1.4.1
7			云台试验	√	—	√	5.2.3.1	6.1.4.2
8			电磁兼容试验	√	—	—	5.2.3.3	6.1.4.3
9			机械性能试验	√	—	—	5.2.3.4	6.1.4.4
10	地面监控 基站	功能试验	外观检查	√	√	√	5.3.1	6.2.1
11			人机交互试验	√	√	√	5.3.2.2	6.2.2.1
12			系统接口试验	√	—	—	5.3.2.3	6.2.2.2
13		性能试验	通信性能试验	√	—	—	5.3.3.1	6.2.3.1
14			机械性能试验	√	—	—	5.3.3.2	6.2.3.2
15	巡检数据 管理系统	功能试验	数据查询试验	√	—	√	5.4.1	6.3.1
16			数据交互试验	√	—	√	5.4.3	6.3.2

^a “√”表示试验规定项目，“—”表示不需进行该项试验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验项目

检验项目见表2

7.2.2 检验方案

- 以相同规格、相同材料、相同工艺、相同设备，连续、稳定生产达到 10 台为一批，不足此数时视为一批；
- 每件均应进行外观结构检查；
- 机器人功能试验与性能试验，采用一次抽样，每批随机抽取 2 台进行检验。

7.2.3 判定规则

- 外观结构检查符合要求，则判定该批机器人合格，否则判定不合格；
- 采用一次抽样时，如果有 1 项及以上检验项目不符合要求，则判定该批产品不合格。

7.3 验收检验

7.3.1 检验项目

检验项目见表2

7.3.2 检验方案

- a) 以相同规格、相同材料、相同工艺、相同设备，稳定连续生产达到 10 台为一批，不足此数时视为一批；
- b) 每件均应进行外观结构检查；
- c) 越障试验、运动性能试验、云台试验、自主定位与巡检试验，人机交互检验、数据查询试验及数据交互检验，采用一次抽样，每批随机抽取不少于 2 台进行检验。

7.3.3 判定规则

- a) 外观结构检查符合要求，则判定该批机器人合格，否则判定该批机器人不合格；
- b) 采用一次抽样时，如果有 1 项及以上检验项目不符合要求，则判定该批产品不合格。

7.4 型式检验

7.4.1 检验条件

有下列情况时应进行型式检验：

- a) 正式投产前的试制定型检验；
- b) 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产 3 年；
- d) 连续停产一年及以上后恢复生产；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式检验要求时。

7.4.2 检验项目

检验项目见表 2。

7.4.3 判定规则

所检项目全部合格，判型式检验合格，否则判型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品信息

系统产品上应装有标牌，标牌上应包括下述内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 制造商名称；
- d) 生产日期；
- e) 出厂编号。

8.2 包装

8.2.1 系统可采用包装箱整体包装，也可以分件包装。

8.2.2 包装箱应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.3 包装箱上的标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2.4 包装箱内应附有检验合格证、备件、附件以及有关的随机文件。

8.2.5 若有其它特殊包装要求，应在产品标准中规定。

8.2.6 包装箱内应有下列文件：

- a) 机器人特性数据表和产品合格证；
- b) 中文使用说明书及操作、安装、维修说明书；
- c) 随机备件、附件及清单；

d) 装箱清单及其它有关技术资料。

8.3 运输

- 8.3.1 包装好的机器人，在运输过程中应避免受潮、受腐蚀与机械损伤。
- 8.3.2 运输过程中应轻装、轻卸，应保持包装箱竖立放置，并不得堆放。
- 8.3.3 机器人应适用于陆运、空运、水运（海运），运输装卸按包装箱上标志的规定进行操作。

8.4 贮存

- 8.4.1 存放机器人的室内场所环境温度宜为 0℃~40℃，相对湿度宜小于 80%。
 - 8.4.2 贮存场所应无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘、雨、雪的伤害。
-