



2022

WHITE PAPER ON THE DEVELOPMENT OF CHINA'S
INTELLIGENT INSPECTION ROBOT INDUSTRY 2022

中国智能巡检机器人 行业发展研究白皮书

目录 Catalogue

第一章 行业概述

一、特种机器人概述及发展历程	
(一) 特种机器人概述及市场规模	1
(二) 机器人产业发展历程	2
二、产品分类及应用场景介绍	
(一) 智能巡检机器人的产品分类	3
(二) 智能巡检机器人应用场景	3
三、智能巡检机器人的优劣势分析	
1. 智能巡检机器人在石化行业巡检的优势	4
2. 智能巡检机器人在轨道交通巡检的优劣势分析	4
3. 巡检机器人在电网巡检的优劣势分析	5
四、智能巡检机器人的经济效益分析	
(一) 石化领域巡检效益分析	6
(二) 变电站领域巡检效益分析	6
(三) 电网领域巡检效益分析	7
五、行业厂商地域分布情况	
六、行业发展驱动力	
(一) 政策大力支持, 奠定行业健康基础	8
(二) 技术创新进步, 助推行业高速发展	8
(三) 数字经济转型, 行业渗透领域进一步拓展	8
七、行业市场规模概述	
(一) 电力行业	8
(二) 石化行业	13
(三) 煤矿行业	17

第二章 行业发展现状

一、产业链分析	
(一) 上游: 硬件(基础层)及技术支持(技术层)	18
(二) 中游: 智能巡检机器人本体及集成	18
(三) 下游: 各类应用场景	18
二、巡检机器人价值链分析	
三、各领域智能巡检机器人头部企业榜单	
(一) 电力行业	19
(二) 石化、煤矿等行业	20
四、产品解决方案及技术分析	
(一) 室内电力巡检机器人解决方案	21
(二) 石化领域防爆轮式智能巡检机器人解决方案	23
五、厂商新产品发布及主推产品计划	
(一) 重庆七腾科技有限公司	25
(二) 杭州申昊科技股份有限公司	26
(三) 南京天创电子技术有限公司	26
(四) 深圳优艾智合机器人科技有限公司	27
(五) 亿嘉和科技股份有限公司	27
(六) 史河机器人科技有限公司	28
(七) 深圳市普渡科技有限公司	28
(八) 杭州云深处科技有限公司	28
六、巡检机器人行业商业模式分析	
七、特种机器人领域投融资情况分析	

第三章 全球智能巡检行业及技术发展分析

(一) 国外企业分析	31
(二) 国内企业分析	34

第四章 厂商案例分析

一、重庆七腾科技有限公司	
(一) 公司简介	40
(二) 融资情况	40
(三) 客户及合作伙伴	40
(四) 核心优势	40
(五) 产品矩阵	40
(六) 技术框架及解决方案	42
二、国网智能科技有限公司	
(一) 公司简介	44
(二) 主要产品	44
(三) 客户及合作伙伴	44
(四) 核心优势	44
(五) 智能巡检解决方案	45
三、杭州申昊科技股份有限公司	
(一) 公司简介	46
(二) 融资情况	46
(三) 客户及合作伙伴	46
(四) 核心优势	46
(五) 主要产品	46
(六) 技术框架及解决方案	47
四、亿嘉和科技股份有限公司	
(一) 公司简介	48
(二) 融资情况	48
(三) 客户及合作伙伴	48
(四) 竞争优势	48
(五) 主要产品	48
五、中信重工开诚智能装备有限公司	
(一) 公司简介	49
(二) 客户及合作伙伴	49
(三) 主要产品	49
(四) 竞争优势	50

第五章 未来发展趋势

一、应用趋势:	
应用场景不断丰富, 差异化日趋明显	51
二、技术融合趋势:	
技术深度融合, 机器巡检高度智能化	51
三、平台化趋势:	
应用场景日趋成熟, 智能巡检机器人平台化趋势显著	51

图表

图表 1：机器人的分类	1
图表 2：全球及国内特种机器人市场规模及增速情况	2
图表 3：智能巡检机器人的分类及应用	3
图表 4：智能巡检机器人在石化领域巡检的优劣势分析	4
图表 5：智能巡检机器人在轨道交通巡检的优劣势分析	5
图表 6：智能巡检机器人在电网巡检的优劣势分析	5
图表 7：石化领域智能巡检机器人经济效应对比	6
图表 8：配电站领域智能巡检机器人效应对比	6
图表 9：电网巡检领域智能巡检无人机效应对比	7
图表 10：智能巡检机器人厂商区域分布	7
图表 11：2012-2021年中国电网工程投资规模(亿元)	9
图表 12：2021年浙江省变电站数量及机器人理论用量	10
图表 13：我国变电站数量增长情况预测	10
图表 14：变电站领域智能巡检机器人市场需求预测	11
图表 15：配电站领域智能巡检机器人需求空间预测	11
图表 16：输电线网巡检无人机市场需求空间测算	12
图表 17：电力行业智能巡检机器人市场需求总规模(亿元)	12
图表 18：2016-2021年化工行业投资增速情况	13
图表 19：全国油田数量分布情况	14
图表 20：油田巡检智能机器人市场需求测算	15
图表 21：炼油领域巡检机器人需求空间测算	15
图表 22：化工企业巡检机器人需求空间测算	16
图表 23：国内防爆化工巡检机器人市场总需求情况	16
图表 24：矿山巡检机器人需求空间测算	17
图表 25：智能巡检机器人行业企业端价值链	18
图表 26：电力行业智能巡检机器人领域头部企业	19
图表 27：石化领域智能巡检机器人头部企业	20
图表 28：总体架构图	21
图表 29：防爆轮式巡检机器人组成结构	23
图表 30：2021年机器人领域融资信息汇总	29
图表 31：巡检机器人发展历程	31
图表 32：重庆七腾科技有限公司核心算法	35
图表 33：重庆七腾科技有限公司客户资源分布	35
图表 34：眸视科技主要核心技术	38
图表 35：智能巡检机器人行业TOP10厂商榜单	39

第一章 行业概述

一、特种机器人概述及发展历程

(一) 特种机器人概述及市场规模

中国电子学会将机器人划分为工业机器人、服务机器人、特种机器人三类。特种机器人指代替人类从事高危环境和特殊工况的机器人，主要包括军事应用机器人、电力机器人、轨道交通机器人、应急救援机器人、极限作业机器人和水下作业机器人等。



图表1: 机器人的分类

资料来源: OFweek产业研究中心整理, 2022年5月

特种机器人在应对巡检、地震、洪涝灾害和极端天气, 以及矿难、火灾、安防等公共安全事件中有着突出的性能表现, 是21世纪自动化科学与技术的集中体现, 是最高意义上的自动化, 是当今国际自动化技术发展的重要方向。近年来, 我国特种机器人市场高速发展, 2019年, 我国特种机器人市场规模为7.5亿美元, 增速为17.7%, 显著高于全球特种机器人市场规模增速。随着我国企业对安全生产意识的进一步提升, 将有越来越多的特种机器人替代人在危险场所和危害环境中进行劳动, 特种机器人的应用领域将进一步拓展, 市场规模将持续增长。根据IFR的数据, 2021年我国特种机器人市场规模将达到11.1亿美元。



图表2: 全球及国内特种机器人市场规模及增速情况

资料来源: OFweek产业研究中心整理, 2022年5月

(二) 机器人产业发展历程

1. 机器人产业发展历程

我国的机器人产业的建立可追溯自上个世纪70年代,通过国家“七五”科技攻关,实现了中国机器人产业“从无到有”。通过国家“八五”、国家“九五”科技攻关,已能自主生产机器人中部分关键元器件,但规模小、应用窄、可靠差、技术低,大部分的机器人生产都根据需要单独设计,规格多、批量小、周期长、成本高、通用度低,造成产品维护性、适用性和经济性差。国家“十五”、“十一五”科技攻关实现了中国机器人产业的大转折,逐渐形成了具备一定竞争力的机器人生产企业和产业化基地。“十二五”、“十三五”期间,我国机器人产业规模、技术和产品实现突破,我国已经连续8年成为全球最大的工业机器人消费国,2020年制造业机器人密度达到246台/万人,是全球平均水平的近2倍。

2. 特种机器人发展历程

20世纪80年代以来,随着信息技术、控制技术、传感器技术的高速发展,机器人开始逐渐从制造业“走出”,被广泛应用于非制造领域,特种机器人由此诞生。我国“863”计划智能机器人主题前15年工作的重点之一就是发展我国的特种机器人技术,并在若干方向上取得了令世人瞩目的成就;随后在“863”计划的支持下,我国在水下机器人、服务机器人、微操作机器人、爬壁机器人、管道机器人、军用机器人、仿人机器人和智能化智能机械等特种机器人方面开展广泛研究,取得了一批研究成果,在某些技术方面达到了国际先进水平。

3. 智能巡检机器人发展历程

国内巡检机器人真正的研究开始于20世纪90年代,中国科学院、沈阳自动化研究所、中国科学院等单位参与了巡检机器人的研究工作,取得了许多重大成果。在机器人的定位、导航、硬件结构等方面攻破了许多难关,并且验证了巡检机器人的发展意义。在国家“十五”、“十一五”等计划的前提下,中国科学院沈阳自动化研究所开展了“AApe”系列巡检机器人系统的研发。该系列机器人能够在超高压环境下完成自主控制的巡检任务,这些机器人的成功研发攻克了关于电磁兼容,机械架构承重等物理难题,以及实现了数据和图像的的稳定传输等软件功能。在东北电力产品质量监测站进行了超过五十场的现场实地测试和检验,成功实现各种功能的检测。这个系列的产品在全国各地的电力公司都广泛应用。中科院沈阳自动化所研制出的500kV超高压输电线路巡线机器人系统由巡检机器人主体和地面基站构成,采用远程控制加局部自我管理相结合的控制形式。该机器人可以独立地沿着一条500kV输电线路运动和跨越如防震锤,挂金属工具、高压连接管等的障碍物。

二、产品分类及应用场景介绍

(一) 智能巡检机器人的产品分类

根据智能巡检机器人的工作地点,通常可以将其分为陆地巡检机器人、空中巡检机器人及水下智能机器人。陆地巡检机器人又可以分为无轨智能巡检机器人和有轨智能巡检机器人,其主要应用于电力、石化、轨道交通等领域;空中巡检机器人主要指巡航无人机,主要应用于电力输电线路巡检、森林防控巡检、交通应急巡检等;水下智能巡检机器人主要解决人体无法长时间作业及不能下水的安全限制,降低人员伤亡,提高检测效率、监测范围、数据化及信息的实时性,降低检测成本。

	产品类型	产品图示	应用领域
陆地巡航机器人	无轨智能巡检机器人		石化、煤矿、变电站、配电站、发电厂变电场所等
	有轨/挂轨智能巡检机器人		无轨智能巡检机器人
空中巡航机器人	固定翼无人机、多旋翼无人机等		输电线路、森林防控等
水下智能机器人	水下巡检机器人		水下侦察或作业

图表3:智能巡检机器人的分类及应用

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(二) 智能巡检机器人应用场景

1、配电站

配电站是带有低压配电系统,能够汇集配电站输送过来的电能并输送给用户的小室,内部环境相对简单固定,对机器人的技术要求相对简单,因此是巡检机器人落地应用最快的场景。在配电站的日常巡检工作中,巡检人员多依靠感官检查配电站内的电气设备与环境状况,不同巡检人员的感受难以量化统一,配电站内的安全隐患或者故障问题容易因为个体感官差异被忽视而造成损失,巡检机器人的推广使用为室内巡检作业带来了质量与效益的双重提升。

2、油田井场

过去采油厂沿用人工巡检的方式进行井场巡检,一线工人生活条件枯燥、工作量大、巡检效率低、少量气体泄漏无法及时发现、恶劣天气下巡检安全隐患多。而采用智能巡检机器人可以通过激光雷达导航定位,搭载视频、声音、温度、气体浓度等多种传感检测设备,可以实现作业区安全报警、设备运行故障报警、光杆温度异常报警、声音异常报警以及采油井跑冒滴漏报警等功能,并将采集到的所有图像和数据,通过无线传输系统发送到集控中心并生成巡检报表。

3、煤炭、矿山

目前煤矿原煤运输中普遍存在运输胶带数量多、距离长等特点,传统人工巡检模式的风险性较高且巡检精度不足,通过配置红外热像仪、光学摄像机、高灵敏度拾音传感器、多参数气体探测器和烟雾传感器的智能巡航机器人可以有效地采集运输胶带周围的图像、声频、温度环境、烟雾气体情况等信息,并将信息实时反馈传递给指挥调度中心,大幅度提升事故隐患的预警与检测效率,同时完成了巡检工作井下部分的“去人工化”发展,减少了该项工作上的人工成本投入,提高矿井运输安全与生产安全。

三、智能巡检机器人的优劣势分析

1. 智能巡检机器人在石化行业巡检的优势

石化行业生产工艺复杂且具备大型精密高危设备，一旦设备异常将引发重大安全事故，因此需要对石化生产场地及设备进行定期巡查。石化行业巡查的外部环境以高温高压、易燃易爆等高危特性为显著特点，传统的人工巡检工作质量的好坏与人为主观因素关联很大，例如自身问题检查不细致、判断疏忽马虎大意、不能合理安排巡逻的最佳路线、角度点位、时间、频率，亦或是遇到恶劣气候环境时的消极怠工、出人不出力等，然后导致大量人资浪费，更为严重地则是造成重大安全事故，上下级连带责任，造成不可弥补的巨大损失。

引入现代化智能巡检机器人，用创新型高效型安全型的巡检方式来达到科学化、规范化、制度化、高效化的工作目标，是当前石化行业应对传统巡检难题行业行之有效的方法。智能巡检机器人通过高度智能的机器人技术和图像识别技术，可以代替人工完成特殊环境下设备运行状态的检测诊断，实现设备区域全覆盖巡视，有效降低设备停摆、漏油、火灾、盗窃等安全隐患，缓解值班人员力量薄弱的问题，提升工作效率。

	传统人工巡检	智能机器人巡检
安全性	石化行业外部条件以高温高压、易燃易爆为显著特点，人工巡检存在较大的安全隐患	智能机器人巡检可实现远程操作，可有效降低人员安全风险
作业条件	恶劣气候环境易产生消极怠工、出人不出力等现象，导致大量人资浪费，甚至引发安全事故	能够在炎热或寒冷的环境下正常工作
漏检率	受经验、环境等因素影响，人工巡视区域范围受限，漏检率较高	搭载高清摄像头、AI视觉识别技术、甲烷激光遥测仪等检测设备，对设备运营进行实时监控并对运行异常设备进行预警
巡检数据	无法进行实时巡检并采集数据，不能保留同步巡检数据，无法为巡检工作的提升提供对比数据分析，造成决策管理者不能及时掌握现场第一手资料，因此而延误了消除安全隐患的最佳时机	提供海量数据采集分析功能，及时将设备状态的检查数据上传到管理中心，便于管理员对系统设备情况进行掌控

图表 4: 智能巡检机器人在石化领域巡检的优劣势分析

资料来源: OFweek 产业研究中心整理, 2022年5月

2. 智能巡检机器人在轨道交通巡检的优劣势分析

目前，轨道和隧道传统的检查手段主要包括专用检测车辆的检查、固定传感器监测和人工检查等。专用移动检测车辆自动化程度较高，但检测车辆价格较高，体形较大，转线较为困难，主要用于动态检测，如轨检车对高速铁路和地铁的轨道不平顺检测等；固定监测主要是通过固定传感器对自然灾害、隧道、路基、桥梁、站场等进行监测，这种模式适合特定的局部区域，如滑坡风险高的地段、环境复杂的站场、需重点监控的隧道洞口等，使用成本较高，一般不能全线覆盖；人工检查主要依赖人工和手推（手持）工具进行数据采集，如静态检测和人工巡检等，其速度较低，漏检压力大，工作环境恶劣，检测人员老龄化和招工困难问题突出。

巡检方式	智能机器人巡检
专用移动检测车辆	专用移动检测车辆自动化程度较高,但检测车辆价格较高,体型较大,转弯较为困难,主要用于动态检测,如轨检车对高速铁路和地铁的轨道不平顺检测等。
固定监测	主要是通过固定传感器对自然灾害、隧道、路基、桥梁、站场等进行监测,这种模式适合特定的局部区域,如滑坡风险高的地段、环境复杂的站场、需重点监控的隧道洞口等,使用成本较高,一般不能全线覆盖。
人工检查	主要依赖人工和手持工具进行数据采集,如静态检测和人工巡检等,其速度较低,漏检压力大,工作环境恶劣,检测人员老龄化和招工困难问题突出。
智能巡检机器人	采集巡检速度快,缺陷检测精度高,而且还是连续普查,不漏问题、不漏隐患,综合效率高;此外智能巡检机器人巡检可覆盖轨道几何,扣件,隧道表面缺陷,钢轨磨损,道床异物,侵限监测等各领域。

图表 5:智能巡检机器人在轨道交通巡检的优劣势分析

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

3.巡检机器人在电网巡检的优劣势分析

电力线路巡线是电网公司巡检工作中的一个瓶颈,传统作业模式下,巡检人员劳动强度大、工作条件艰苦、劳动效率低。随着巡检无人机技术的发展,巡检无人机可以装配有高清数码相机、照相机及 GPS 定位系统等高科技装备,可沿电网进行定位自主巡航,可以在高山大岭或特高压线路等人工难以巡视的地方作业,并实时传送拍摄影像,监控人员可在电脑上同步收看与操控。

	传统人工巡检	巡检无人机电网巡检
作业条件	地形复杂,人工巡检存在较大安全风险,恶劣天气下的作业将加大这一风险	可实现全天候定点巡检,并将电网设备现场温度、强度、影像等指标实时或离线上传到管理中心,实时查看电网设备状态情况
巡检漏报	存在一定主观性,易出现未按规定程序进行巡检的情形,造成巡检不到位,不能从根本上杜绝事故隐患	提供报警联动应用,及时上传电网设备的非正常信息,并做出相应处理措施,便于调度中心及时处理紧急问题
巡检范围	受地形、环境等因素影响,人工巡视区域范围、视野受限,无法避免盲区	巡视区域范围较大、视野无死角,能够避免盲区
巡检数据	无法进行实时巡检并采集数据,不能保留同步巡检数据,无法为巡检工作的提升提供对比数据分析,造成决策管理者不能及时掌握现场第一手资料,因此而延误了消除安全隐患的最佳时机	提供海量数据采集分析功能,及时将电网设备状态的检查数据上传到管理中心,便于管理员对系统设备情况进行掌控。

图表 6:智能巡检机器人在电网巡检的优劣势分析

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

四、智能巡检机器人的经济效益分析

(一) 石化领域巡检效益分析

传统人工巡检模式下，国内大中型化工企业都配有固定的巡检班组，每次巡检以2人为一个巡检班次，整个巡检班组规模在6~8个人之间，每个巡检员支出约15~20万元/年，则每年的巡检成本为90~160万元；若采用机器人巡检模式，每台机器人可替代2人/班次，巡检频次可达人工巡检的2倍，巡检工作量可替代6人/日，采用“1台机器人+1名巡检人员”的配置即实现企业日常巡检功能，按照150万元/台机器人的标准计算，按照5年的折旧计算，则企业每年的巡检成本只有55~60万元，远低于人工巡检成本。

	人工巡检成本	智能巡检机器人成本
人均支出:万元	15~20	15~20
人员数量	6-8	1
人工费用	90~160	15~20
机器人采购费用:万元	-	150
折旧年限	-	5
折旧费用	-	30
运维费用:万元 [运维费用每年按设备采购费用的10%测算。]	-	15
总成本	90~160	55~60

图表7:石化领域智能巡检机器人经济效应对比

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(二) 变电站领域巡检效益分析

根据调研数据显示，每个变电站平均巡检人员数量约4人，配置巡检机器人后每个变电站只需保留一人，以每个巡检机器人服务两个变电站计算，则每台巡检机器人可减少配置7位巡检人员。

国家统计局数据显示，2020年电力、热力、燃气及水生产和供应业规模以上企业就业人员平均工资约12万元，传统人工巡检模式下，2个配电站每年的人员成本约96万元；如果采用智能巡检机器人巡检方式，以每台配电站巡检机器人80万元采购成本计算，按照5年的时间进行设备折旧，则两个配电站的巡检成本只有36万元。

	人工巡检成本	智能巡检机器人成本
人均工资:万元	12	12
人员数量	8	1
机器人采购费用:万元	-	80
折旧年限	-	5
运维费用:万元 [运维费用每年按设备采购费用的10%测算。]	-	8
总成本	96	36

图表8:配电站领域智能巡检机器人效应对比

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(三) 电网领域巡检效益分析

电网巡检线路基本是以月为单位，一般各级别线路每月安排一次常规巡检，除了日常巡视检查，还有时候需要检修，或者发生特殊情况需要班组人员现场监护，同时在一些特殊节日如阅兵、高考、中考等的阶段一些线路安排特巡。据此估算，每段线路每年巡检次数在20次左右。

按1,000公里的电网巡检线路计算，则每年电网巡检20次的总长度约20,000公里。目前传统人工巡检的速度约为4-5公里/人/天(取5公里)，按照每年300天的工作量计算，则所需的巡检人员数量约14人；若采用无人机巡检方式，目前无人机巡检的速度可达到60公里/架/天，按照每年200天的工作量计算，则只需2架无人机即可完成每年所需的线路巡检任务。

根据统计局的数据，电网巡检的人工成本约12万元/年/人，若采用传统人工巡检模式，则每年1,000公里的电网巡检的成本约168万元/年；若采用无人机巡检，则只需“2名操作人员+2架无人机”，按照50万元/架的标准测算，则每年的巡检成本只有54万元/年。

	人工巡检成本	无人机巡检成本
人均工资:万元	12	12
人员数量	14	2
人工费用	168	24
机器人采购费用:万元	-	100
折旧年限	-	5
折旧费用	-	20
运维费用:万元 <small>[运维费用每年按设备采购费用的10%测算。]</small>	-	10
总成本	168	54

图表9: 电网巡检领域智能巡检无人机电效应对比

资料来源: OFweek产业研究中心整理, 2022年5月

五、行业厂商地域分布情况

从区域分布来看，我国智能巡检机器人厂商分布较为分散，东部沿海、中西部及东北地区都有智能巡检机器人厂商布局，例如东部沿海的国网智能、中西部地区的七腾科技、东北地区的哈工大特种机器人等，但从企业数量上来看，浙江、江苏、广东等东部沿海地区仍具备一定优势。

地区	省市	主要企业
东部沿海地区	浙江	申昊科技、国巡机器人、国自机器人、国辰机器人等
	江苏	亿嘉和、天创电子、苏京智能等
	广东	优艾智合、千巡科技、朗驰欣创等
	山东、河北、北京	国网智能、唐山开诚智能、眸视科技等
中西部地区	重庆	七腾科技
	陕西	安森智能
	山西	戴德测控
	安徽	发源地智能科技
东北地区	黑龙江	哈工大特种机器人

图表10: 智能巡检机器人厂商区域分布

资料来源: OFweek产业研究中心整理, 2022年5月

从区域布局来看，国网智能以山东地区为核心，北京、天津及东北等周边辐射城市具有较高市占率；国自机器人在浙江、申昊科技在沪浙、亿嘉和在江苏具有一定优势。

六、行业发展驱动力

(一) 政策大力支持, 奠定行业健康基础

我国政府高度重视特种机器人技术与开发, 近年来国家相关部门不断加大对机器人产业的扶持力度。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》明确将智能服务机器人技术作为重要发展方向之一, 要求以服务机器人和危险作业机器人应用需求为重点, 研究设计方法、制造工艺、智能控制和应用系统集成等共性基础技术;《机器人产业发展规划(2016-2020)》中指出针对智能制造和工业转型升级对工业机器人的需求和智慧生活、现代服务和特殊作业对服务机器人的需求, 重点突破制约我国机器人发展的共性关键技术;《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020年)》指出要推动巡检、导览等公共服务机器人以及消防救援机器人等的创新应用。在上述产业政策的推动下, 智能巡检机器人行业将保持持续健康发展。

(二) 技术创新进步, 助推行业高速发展

伴随传感器技术、智能控制技术、数据挖掘技术以及人工智能技术等学科知识和技术的积累和应用, 智能巡检机器人与各种新技术的结合愈加紧密, 产生出多种新的功能与应用。与此同时, 科学技术的进步带来相关产品市场价格不断降低, 使应用智能巡检机器人的企业各种成本不断下降, 更进一步加快了产品的市场普及率, 以及的智能巡检机器人升级换代节奏。受益于不断延伸和扩展的新技术应用, 智能巡检机器人行业将长期处于高速发展阶段, 科技进步将促进智能巡检机器人的应用进一步深化。

(三) 数字经济转型, 行业渗透领域进一步拓展

国内“十四五”规划纲要明确提出, “要加快数字化发展, 建设数字中国”, 数字化转型逐渐成为企业关注的热点, 在此背景下, 大批行业开始探索“机器换人”的“智能巡检”之路。南方电网2014年开始推广无人机巡检, 打造“机巡为主、人巡为辅”架空输电线路巡检模式; 京张高铁2019年首次在崇礼铁路小白阳牵引变电所运用牵引变电所智能巡检机器人, 担负高铁的供电设备安全运行任务; 2022年上海电力田集电厂多场景智慧巡检项目正式上线, 智慧巡检机器人实现机组重要设备全方位、立体式、高效率的实时监控。随着数字经济转型的持续推进, 智能巡检机器人的应用领域将进一步拓展。

七、行业市场规模概述

(一) 电力行业

1、行业痛点

近年来, 我国电力行业高速发展, 电网规模已跃居世界首位, 自动化水平逐步提升, 电能质量和供电可靠性进一步提高, 满足了经济社会发展对电力需求。然而, 我国电网运维的现状却不容乐观, 现有输电线路运检人员的年均增长率不足3%, 巡检人员缺口高达34%, 且传统人工巡检模式下难以克服以下几个弊端:

可靠性低。人工巡检对设备和环境进行大致的评估判断, 主要通过看、触、听、嗅等方法实现, 此种方式主要依赖巡检人员的个人经验及判断, 具备较大的主观性, 巡检结果可靠性较低。

追溯性差。人工巡检方式获取的数据可追溯性差, 无法进行实时巡检并采集数据, 不能保留同步巡检数据, 无法为巡检工作的提升提供对比数据分析, 造成决策管理者不能及时掌握现场第一手资料, 因此而延误了消除安全隐患的最佳时机。

安全风险大。电力行业的巡检条件较为复杂, 人工巡检存在较大安全风险, 恶劣天气下的作业将加大这一风险。

时间	政策名称	主要内容
2015.7	《关于促进智能电网发展的指导意见》	提高电网智能化水平,推广应用输变电设备状态诊断、智能巡检技术;建立电网对冰灾、山火、雷电、台风等自然灾害的自动识别、应急、防御和恢复系统。
2016.8	《“十三五”国家科技创新规划》	全面部署启动科技创新2030重大项目,包括聚焦部署智能电网基础制程技术,实现智能电网技术装备与系统全面国产化。
2018.3	《2018年能源工作指导意见》	进一步完善电网结构。继续优化主网架布局和结构,推进配电网建设改造和智能电网建设,提高电网运行效率和安全性。
2019.3	《泛在电力物联网建设大纲》	作为智能电网的进一步深化,计划于2024年全面建成泛在电力物联网,充分应用移动互联、人工智能等现代信息技术、先进通信技术,实现业务协同、数据贯通和统一物联网管理。
2020.9	《关于全面提升“获得电力”服务水平持续优化用电营商环境的意见》	要加强设备巡视和运行维护管理,开展配电网运行工况全过程检测和故障智能研判,准确定位故障点,全面推行网格化抢修模式。
2021.3	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	加快电网基础设施智能化改造和智能微电网建设,提高电力系统互补互济和智能调节能力。

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

2、智能巡检机器人应用的前景

(1) 电力运营事关国计民生,政策持续出台相关扶持政策

自“智能电网”概念提出以来,两大电网公司均将智能电网建设作为重点建设方向,并制定了明确的发展规划。随着多年的建设发展,我国电力系统不断向高度信息化、自动化方向发展,电网智能化程度不断提升,但离智能电网高可靠性、高自动化率的目标尚有一定差距,智能电网是电网建设持续投入的趋势和方向。智能选件机器人是电网智能化改造的重要实现手段,其行业发展受到行业政策充分带动,政策驱动力足。

(2) 智能电网建设加速,电网投资规模稳步增长

近年来,随着智能电网的逐渐推进,我国电网工程投资规模高速增长,2021年,我国电网工程投资规模达5530亿元,同比2020年增长5.45%。随着国家智能电网战略的推进,电力行业智能巡检机器人市场规模快速增长,未来将机器人技术与电力技术融合,通过智能机器人对输电线路、变电站/换流站、配电站(所)及电缆通道实现全面的无人化运维已经成为我国智能电网的发展趋势。



图表11:2012-2021年中国电网工程投资规模(亿元)

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

3、市场规模

智能巡检机器人在电力行业的应用场景包括变电站、配电站及输电网。

(1) 变电站

国内变电站领域对智能巡检机器人的需求预测需满足下述假设：

渗透率假设：2016年以前，国网浙江电力在变电站部署巡检机器人只有84台，近年来，随着电网设备规模变大和变电站无人值班模式的快速推进，国网浙江电力进一步加大了机器人推广力度，2016年至今共部署应用变电站智能巡检机器人1,300余台，整体智能巡检机器人保有量近1,400台，渗透率约为34.17%。假设未来我国智能巡检机器人将由经济发达地区向其他地区、由一二线城市向三四线城市逐步渗透。随着全国范围智能电网的加快建设，巡检机器人将逐步渗透，全国智能巡检机器人渗透率较浙江省等先行试点地区延后4-5年左右。预计2025年全国电力巡检机器人渗透率有望达到浙江目前的渗透率水平，为34.17%，2028年全国渗透率有望达到46.97%。

变电站类型	变电站数量(座)	变电站室外轮式巡检机器人		变电站室内挂轨式巡检机器人	
		单站理论用量(台/站)	机器人理论用量(台)	单站理论用量(台/站)	机器人理论用量(台)
750, 800, 1000kV	5	2.5	12.5	4	20
330-660kV	42	1.5	63	2.5	105
220KV	363	1	363	1.5	545
110KV	1,494	1	1,494	1	1,494
总计	1,904	-	1,933	-	2,164
国网浙江实际使用量			1,400		
浙江渗透率			34.17%		

图表12: 2021年浙江省变电站数量及机器人理论用量

资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

变电站数量假设：截至2021年底，我国变电站总量约3.97万座，2019-2021年变电站总量增速分别为2.48%、2.34%、2.90%。预计2022年国内变电站保有数量同比增速为2.5%左右。假设2022-2028年我国变电站数量增速保持在2.5%，则2025年和2028年国内变电站数量分别有望达到4.38万座和4.72万座。

变电站类型	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
750, 800, 1000kV	99	102	105	107	110	113	115	118
330-660kV	1,034	1,059	1,086	1,113	1,141	1,169	1,199	1,229
220KV	6,792	6,962	7,136	7,314	7,497	7,684	7,876	8,073
110KV	31,760	32,554	33,368	34,202	35,057	35,934	36,832	37,753
变电站总量	39,685	40,677	41,694	42,736	43,805	44,900	46,022	47,173

图表13: 我国变电站数量增长情况预测

资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

变电站领域智能巡检机器人需求预测:在渗透率假设部分,我们预计2025年全国电力巡检机器人渗透率有望达到2021年浙江(34.17%)的渗透率水平,2028年全国渗透率有望达到46.97%。按照设备寿命周期为8年,在渗透率线性推算下,我们预计2025年、2028年室内挂轨巡检机器人需求量分别为4,286台、5,615台,市场规模分别为19.8亿元、24.4亿元;2025年、2028年室外轮式巡检机器人新增需求量分别为3,849台、5,043台,市场规模分别为28.4亿元、35.0亿元。

按此测算,2025年、2028年国内变电站智能巡检机器人市场空间分别有望达到48.2亿元、59.4亿元。

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
室内有轨智能巡检机器人市场空间								
保有量	7,687	9,844	12,103	14,469	16,946	19,538	22,249	25,083
理论容量	44,930	46,053	47,204	48,384	49,594	50,834	52,105	53,407
渗透率	17.11%	21.38%	25.64%	29.91%	34.17%	38.44%	42.70%	46.97%
新增需求	2,079	2,156	2,259	2,366	2,477	2,592	2,711	2,834
更新需求	701	961	1,230	1,513	1,809	2,118	2,442	2,781
总需求	2,780	3,117	3,490	3,879	4,286	4,710	5,153	5,615
单价:万元 <small>(此处价格按每年2%的下降幅度测算)</small>	50.0	46.1	50.0	49.0	48.0	47.1	46.1	45.2
市场容量:亿元	13.9	15.3	16.8	18.3	19.8	21.3	22.8	24.4
室内有轨智能巡检机器人市场空间								
保有量	6,904	8,841	10,870	12,995	15,219	17,547	19,981	22,527
理论容量	40,351	41,360	42,394	43,454	44,540	45,653	46,795	47,965
渗透率	17.1%	21.4%	25.6%	29.9%	34.2%	38.4%	42.7%	47.0%
新增需求	1,867	1,937	2,029	2,125	2,224	2,328	2,434	2,545
更新需求	630	863	1,105	1,359	1,624	1,902	2,193	2,498
总需求	2,497	2,800	3,134	3,484	3,849	4,230	4,628	5,043
单价:万元	80.0	78.4	76.8	75.3	73.8	72.3	70.9	69.5
市场容量:亿元	20.0	21.9	24.1	26.2	28.4	30.6	32.8	35.0
变电站市场容量 总额:亿元	33.9	37.2	40.8	44.5	48.2	51.9	55.6	59.4

图表14: 变电站领域智能巡检机器人市场需求预测

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(2) 配电站

配电站巡检机器人的应用滞后于变电站,但随着全国配电网建设的快速推进,近年来配电站领域电力巡检机器人需求增长较快。假设:1.国内变电站与配电站的配比关系为1:10;2.预计未来5年的配电站巡检机器人渗透率与变电站渗透率保持一致;3.平均每5座配电站配1台巡检机器人,巡检机器人的寿命周期为8年。

按此测算,我们预计2025年、2028年配电站巡检机器人需求量分别为7,571台、9,919台,存量更新假设折旧期8年,对应配电站巡检机器人市场规模分别为30.0亿元、37.0亿元。

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
配电站总量	39,685	40,677	41,694	42,736	43,805	44,900	46,022	47,173
配电站数量	396,850	406,771	416,940	427,364	438,048	448,999	460,224	471,730
机器人理论容量	79,370	81,354	83,388	85,473	87,610	89,800	92,045	94,346
渗透率	17.11%	21.38%	25.64%	29.91%	34.17%	38.44%	42.70%	46.97%
机器人保有量	13,580	17,389	21,381	25,561	29,936	34,515	39,303	44,310
新增机器人需求	3,672	3,809	3,991	4,180	4,376	4,578	4,789	5,006
更新需求	1,238	1,698	2,174	2,673	3,195	3,742	4,314	4,913
总需求	4,911	5,507	6,165	6,853	7,571	8,320	9,103	9,919
单价:万元 <small>(此处价格按每年2%的下降幅度测算)</small>	43.00	42.14	41.30	40.47	39.66	38.87	38.09	37.33
市场容量:亿元	21.12	23.21	25.46	27.73	30.03	32.34	34.67	37.03

图表15: 配电站领域智能巡检机器人需求空间预测

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(3) 输电线网

输电线网巡检主要采用巡检无人机,其市场需求空间测算基于以下假设:1.国内输电线网总长度以3.9%的速度增长;2.电网巡检线路基本是以月为单位,一般各级别线路每月安排一次常规巡检,除了日常巡视检查,还有时候需要检修,或者发生特殊情况需要班组人员现场监护,同时在一些特殊节日如阅兵、高考、中考等的阶段一些线路安排特巡。假定每段线路每年巡检次数为20次;3.目前无人机的巡检速度约20千米/h,其每日工作量约3个小时,假定其每年工作日为300天;4.无人机巡检的渗透率每年提升5个百分点。

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2025年	2028年
电网线路总长:万千米	182.56	189.68	197.08	204.76	212.75	221.05	247.93	278.08
巡检总线路	3,651.2	3,793.6	3,941.5	4,095.3	4,255.0	4,420.9	4,958.6	3,651.2
无人机效率:万千米	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
理论需求量	3,043	3,161	3,285	3,413	3,546	3,684	4,132	4,635
渗透率	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%	30.0%	45.0%	60.0%
保有量	152	316	493	683	886	1,105	1,859	2,781
新增需求		164	177	190	204	219	269	327
更新需求		30	63	99	137	177	318	491
单价:万元		50.00	49.00	48.02	47.06	46.12	43.41	40.85
市场容量:亿元		0.97	1.17	1.38	1.60	1.83	2.55	3.34

图表16:输电线网巡检无人机市场需求空间测算

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

按此测算,2025年、2028年电网巡检新增巡检无人机需求量分别为 269台、327台,存量更新假设折旧期5年,对应配电站巡检机器人市场规模分别为2.55亿元、3.34亿元。

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
变电站	33.87	37.22	40.84	44.49	48.16	51.88	55.62	59.40
配电站	21.12	23.21	25.46	27.73	30.03	32.34	34.67	37.03
电网	1.60	1.83	2.06	2.30	2.55	2.80	3.07	3.34
总规模	56.59	62.26	68.36	74.52	80.74	87.02	93.36	99.77

图表17:电力行业智能巡检机器人市场需求总规模(亿元)

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

综合来看,智能巡检机器人在电力领域具备广阔的发展前景,随着智能电网建设的加速推进,预计2025年整个电力领域的巡检机器人市场规模将达到80.74亿元,2028年将达到99.77亿元。

(二)石化行业

1、石化行业巡检痛点

石化行业设备数量较多、种类复杂,同时各设备生产过程中处于连续工艺,因此任一设备的故障都将导致产线停产,甚至对生产安全造成不可预知的损失,所以石化行业设备的稳定运行至关重要。因此,保证各化工设备的稳定运行是化工生产的重要任务,而设备巡检是有效保证设备运行安全和稳定的一项重要环节。

一方面,管理人员利用巡检系统的相关功能并结合数据的时间参数,能更好地对数据进行客观地统计、研究,为企业领导作出迅速、准确地判断、决策提供科学依据;另一方面,通过有效的巡检,可以提高企业生产管理水平,减少设备维护和维修的成本,延长设备使用寿命,从而大大提高企业经济效益。

目前石化设备巡检仍以人工巡检为主,人工巡检方式能在一定程度上可以判断出设备运行的状态,但人工巡检模式存在多方面的问题。首先,巡检人员根据自身经验和感官对设备绝缘体的良好程度、设备运行状态以及设备放电等情况进行判断,通过这种方式得到的结果势必会与巡检人员的工作态度、专业程度挂钩,不同的记录方式,也会对最终的判断结构造成干扰,若判断结果中涉及主观因素较多,那么就会导致判断结果与实际结果存在较大的误差。其次,在对故障问题进行人工登记时,难免会导致漏登、错登行为的发生,弱化变电设备的检测精度。此外,传统的巡检方式还存在检测质量不高、劳动强度较大等诸多不足之处。

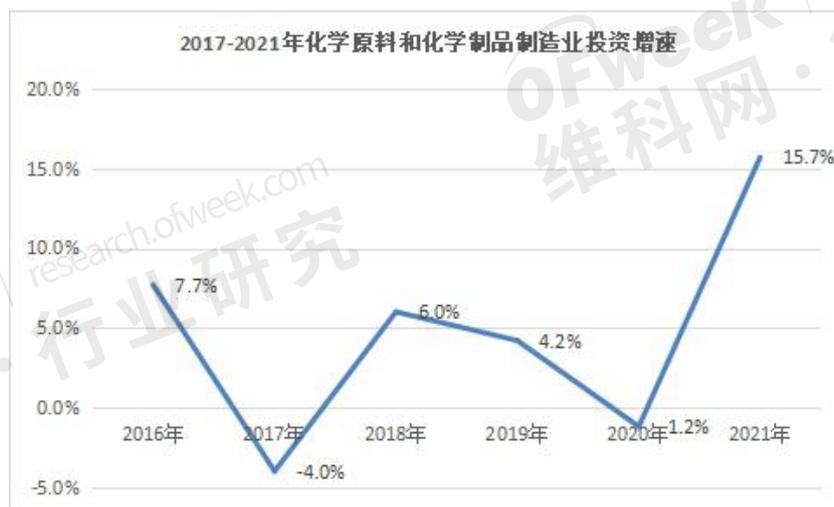
2、智能巡检机器人的应用前景

(1)全球化工产业转移带来发展契机

随着全球经济一体化进程的加快,国内外市场正逐步融为一体,全球化工产业向新兴国家尤其是中国的转移趋势渐趋明显。近年来,世界主要大型化工企业为了节省研发支出,提高效率,降低风险,纷纷将产品战略的重点集中于最终产品的研究和市场开拓,而将涉及大量专有技术的中间体转向对外采购,充分利用外部的优势资源,重新定位、配置企业的内部资源。在国际产业分工格局清晰的环境下,我国完整的产业链布局和配套设施以及相对较低的原材料成本和劳动力成本在国际上具有明显的比较优势。世界化工产业进一步向中国转移与集中,为我国石化行业的发展带来了难得的机遇。

(2)化工行业固定资产投资高速增长

化工行业具有周期性特点,随着2013年至2017年漫长的产能消化期的结束,自2018年下半年行业进入新一轮的扩张期。2019年上半年化工行业投资完成额累计同比增长9.3%,年增速4.2%。



图表18:2016-2021年化工行业投资增速情况

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

2020年受疫情冲击,化工行业投资放缓,随后在疫情新增需求及海外生产受限的情况下,化工产品价格景气反弹带动行业投资迅速回暖。进入2021年,双碳政策下,化工行业部分差异化产能扩张速度加快,带来差异化的扩张周期,化工行业投资完成额累计同比增长15.7%。

化工行业固定资产投资的高速增长势必带动相关巡检需求的增加,智能巡检机器人的出现,可从根本上减少化工领域运维人员巡检强度及人员配置,提高作业效率,增强石化生产网络的运行稳定性,是化工领域巡检发展的必然之路。因此,随着化工领域投资的高速增长,化工领域的智能巡检机器人需求也将迎来一轮爆发期。

(3) 安全事故仍然频发,智能巡检优势明显,加强智能巡检势在必行

我国自2010年起就已成为世界第一化工大国,目前化工产值占世界总量的40%以上。化工生产过程复杂,反应条件苛刻,涉及的危险化学品易燃易爆、有毒有害,安全风险高,一旦管控不到位,发生事故容易造成重大人员伤亡和财产损失。虽然国内化工领域的安全防范意识已经有所提升,但每年化工领域安全事故仍然频发,2021年,全国共发生化工事故122起、死亡150人,给全国人民带来巨大损失。

在石化设备巡检过程中,智能巡检机器人的融入,打破了以往传统巡检模式的格局,提高行业智能化程度,解决巡检效率低、劳动强度大等问题。智能巡检机器人通过沿站内既定轨道/自主规划线路巡视,可完全避免机器人的“脱轨”,最大程度地保障了设备的安全以及机器人的运行安全。同时,机器人通过搭载自主充电模块,可保障机器人全自动运行,为站内设备运行提供长时间看守服务。此外,可将加密系统架设至巡检设备终端和通信终端中,以提高巡检信息的安全性,避免设备信息泄露事故的发生。采用智能巡检机器人还可实现自动报警,提高化工行业危情处置效率。

3、市场规模

(1) 油气开采

目前全国范围内的油田数量高达849处,其中陆上油田数量656处,海上油田数量193处。油田巡检机器人可替代人工实现远程例行巡查,在事故和特殊情况下可实现特巡和定制性巡检任务,实现远程在线监测,在减少人工的同时,大大提升运维的内容和频率,改变传统运维方式,实现运维智能化。

油田巡检机器人需求空间测算:假设1.国内油田数量每年保持2%的增速;假设2.平均每个油田所需的巡检机器人数量为2台;假设3.智能巡检机器人在油田的渗透率每年提升8个百分点。假设4:随着智能巡检机器人技术的成熟及规模化的应用,市场价格按每年2%的速度下降。

按此测算,我们预计2028年油田巡检渗透率提升新增、产品更新巡检机器人需求量分别为181台、158台,对应巡检机器人市场规模为4.41亿元。

	陆上	海上	总计		陆上	海上	总计
百色盆地	6	0	6	梅河口盆地	0	0	0
宝山盆地	0	0	0	南向盆地	13	0	13
北部湾盆地	6	14	20	琼东南盆地	0	1	1
渤海湾盆地	165	69	234	曲靖盆地	0	0	0
柴达木盆地	24	0	24	三水盆地	2	0	2
大三江盆地	1	0	1	三塘湖盆地	9	0	9
东海盆地	0	39	39	四川盆地	16	0	16
鄂尔多斯盆地	75	0	75	松辽盆地	75	0	75
二连盆地	26	0	26	苏北盆地	63	0	63
银根—额济纳旗盆地	1	0	1	塔里木盆地	27	0	27
海拉尔盆地	8	0	8	台南盆地	0	0	0
江汉盆地	29	0	29	台西盆地	6	6	12
景谷盆地	1	0	1	吐哈盆地	22	0	22
酒东盆地	1	0	1	焉耆盆地	2	0	2
酒西盆地	6	0	6	伊通盆地	2	0	2
开鲁盆地	5	0	5	莺歌海盆地	0	2	2
辽河盆地	26	4	30	彰武盆地	3	0	3
陆良盆地	0	0	0	珠江口盆地	0	58	58
伦坡拉盆地	1	0	1	准噶尔盆地	35	0	35
总计					656	193	849

图表19: 全国油田数量分布情况

资料来源: OFweek产业研究中心整理, 2022年5月

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2027年	2026年	2028年
市场容量	1,698	1,732	1,766	1,802	1,838	1,912	1,874	1,950
渗透率	18.0%	26.0%	34.0%	42.0%	50.0%	66.0%	58.0%	74.0%
当年产品数量	306	450	600	757	919	1,262	1,087	1,443
渗透率提升需求	136	145	150	156	162	175	168	181
产品更新需求	21	38	56	75	95	136	115	158
当年需求量	157	183	206	231	257	311	283	339
单价:万元	150.00	147.00	144.06	141.18	138.36	132.88	135.59	130.22
总规模:亿元	2.36	2.69	2.97	3.27	3.55	4.13	3.83	4.41

图表20: 油田巡检智能机器人市场需求测算

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(2) 石油炼化

2021年,我国炼油业增加值同比增长2%,回升0.9个百分点;炼油业累计实现营收和利润分别为4.4万亿元和1874.0亿元,同比分别增长30.1%和318.2%;炼油业规模以上企业数量近1,100家。

在生产场景中,炼化企业要定期检查每个设备是否运作良好,是否出现日久失修的情况。单靠人手检查和定期巡逻,并不能快速全面地覆盖每个生产场景。因此,不少炼化企业在日常巡检中引入智能巡检机器人。智能选件机器人可以替代人工24小时不间断、无死角全方位巡检,有效降低成本。同时,智能巡检机器人可以进行在线红外热成像,对局部放电、温度、湿度、开关变位等进行实时在线监测预警,有效提高巡检深度和质量,增强炼化设备运行状态可靠性。

炼油业巡检机器人需求空间测算:假设1.国内规模以上炼油企业数量保持稳定;假设2.规模以上炼油企业均配置1台巡检机器人;假设3.智能巡检机器人在炼油业的渗透率每年提升8个百分点。假设4:随着智能巡检机器人技术的成熟及规模化的应用,市场价格按每年2%的速度下降。

按此测算,我们预计2028年炼油市场需要193台巡检机器人(其中渗透率提升带来88台需求,已有产品更新换代需求105台),对应巡检机器人市场规模为2.51亿元。

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
市场容量	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
渗透率	28.0%	36.0%	44.0%	52.0%	60.0%	68.0%	76.0%	84.0%
当年产品数量	308	396	484	572	660	748	836	924
渗透率提升需求	91	88	88	88	88	88	88	88
产品更新需求	27	39	50	61	72	83	94	105
每年需求量	118	127	138	149	160	171	182	193
单价:万元	150.00	147.00	144.06	141.18	138.36	135.59	132.88	130.22
市场空间:亿元	1.77	1.86	1.98	2.10	2.21	2.31	2.41	2.51

图表21: 炼油领域巡检机器人需求空间测算

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(3) 化工企业

在化工企业的日常生产中,设备巡检是企业生产的中中之重,目前国内化工巡检仍以人力巡检为主,但化工巡检的工作环境较为复杂,大多是在各类易燃易爆、有毒有害、高温高压等厂区环境下执行巡检工作,这对人工巡检带来了较大的挑战。而通过引入智能巡检机器人可以代替人工完成特殊环境下设备运行状态的检测诊断,实现设备区域全覆盖巡视,有效降低设备停摆、漏油、火灾、盗窃等安全隐患,缓解值班人员力量薄弱的问题,提升工作效率。

中国是全球最大的化工产品生产基地,化工行业产值占世界总量的40%以上,国内规模以上的化工企业数量约2.25万家,但智能巡检机器人在化工巡检领域的渗透率仍较低,整个市场处于萌芽阶段。但随着我国化工的不断朝着自动化、智能化、集约化的发展,以及智能机器人技术的不断成熟,和在各个行业的广泛应用,危险化工行业智能巡检机器人将会带来巨大的潜在空间。

化工企业巡检机器人需求空间测算:假设1.国内规模以上化工企业数量保持稳定;假设2.规模以上化工企业均配置1台巡检机器人;假设3.智能巡检机器人在化工行业的渗透率每年提升2个百分点。假设4:随着智能巡检机器人技术的成熟及规模化的应用,市场价格按每年2%的速度下降。

按此测算,我们预计2028年化工企业市场需要1,260台巡检机器人(其中渗透率提升带来675台需求,已有产品更新换代需求585台),对应巡检机器人市场规模为16.41亿元。

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
总需求量	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500
渗透率	2.8%	5.8%	8.8%	11.8%	14.8%	17.8%	20.8%	23.8%
年需求量	630	1,305	1,980	2,655	3,330	4,005	4,680	5,355
新增需求	446	675	675	675	675	675	675	675
更新需求	23	79	163	248	332	416	501	585
总需求量	469	754	838	923	1,007	1,091	1,176	1,260
单价:万元	150.00	147.00	144.06	141.18	138.36	135.59	132.88	130.22
市场空间:亿元	7.04	11.08	12.07	13.02	13.93	14.80	15.62	16.41

图表 22 : 化工企业巡检机器人需求空间测算

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

整体来看,防爆化工智能巡检机器人在油气开采、炼油、化工企业等领域具备广阔的发展前景,随着石化领域安全生产、智能运维地持续推进,预计2025年防爆化工智能巡检机器人市场规模将达到19.69亿元,2028年将达到23.33亿元。

化工防爆智能巡检机器人市场总规模(单位:亿元)								
	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
油气开采	2.36	2.69	2.97	3.27	3.55	3.83	4.13	4.41
炼油	1.77	1.86	1.98	2.10	2.21	2.31	2.41	2.51
化工企业	7.04	11.08	12.07	13.02	13.93	14.80	15.62	16.41
合计	11.16	15.63	17.03	18.39	19.69	20.94	22.16	23.33

图表 23 : 国内防爆化工巡检机器人市场总需求情况

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(三) 煤矿行业

1、行业痛点

随着煤矿井下原煤开采工作进程的不断深入，井下原煤运输皮带的数量将不断增加，皮带布局逐渐呈现数量多、倾角大、距离长等特点，且由于复杂的井下环境，导致传统的人工巡检面临着较大的安全事故隐患，并且在井下环境中巡检精度越发难以保障。在此背景下，市场对煤矿智能巡检机器人的需求日趋强烈。

2、智能巡检机器人的应用前景

(1) 煤炭生产稳定，事关国家能源安全

煤炭是我国的重要能源产品，在我国能源消费结构中占有重要地位，2021年煤炭在我国能源消费结构中占比达56.0%。中国作为全球第一大煤炭生产国，在未来相当长的时期内，煤炭资源在我国资源格局中仍会占据着重要地位。然而我国煤炭开采条件极其复杂，矿井现场环境复杂。因此，煤炭生产的稳定对国家实现能源安全具有重大意义。

(2) 矿山智能化建设持续推进，智能巡检机器人需求旺盛

近年来，我国矿山智能化建设取得新进展和突破，目前，全国智能化采掘工作面已达到813个，已有29种煤矿机器人在370余处矿井现场应用。在当前“智能化”的时代下，机器人代替矿工井下作业是大势所趋。2016年以来，全国煤矿井下作业人员减少了共计37万人。如山东省通过五年建设，累计减少苦、累、脏、险岗位人员3.4万人，河南省累计减少5000余人，内蒙古自治区累计减少4376人。随着国内矿山智能化建设的持续推进，煤矿井下作业人员将逐渐减少，智能巡检机器人将在煤矿井下巡检领域“扮演”更加重要的“角色”。

(3) 技术逐渐成熟，市场体系逐渐完善

我国煤矿市场已经经历了40多年的发展，已经经历了数字化、自动化、信息化等阶段，为智能煤矿的建设提供了基础支撑；同时物联网、大数据、云计算、人工智能、机器人、5G等技术的不断发展和成熟，为智能煤矿的建设提供了技术支撑；第三相关科研院所、装备制造企业及煤矿单位形成有针对性、系统性的煤矿智能化培养体系，为智能煤矿建设提供了人才支撑。

3、市场规模

近年来，我国煤炭生产结构持续升级，煤矿开采数量有所降低，但与此同时煤矿领域的智能化水平也在逐渐提升，全行业建成了一批智能化示范煤矿，建成800多个智能化采掘工作面，多种类型煤矿机器人在煤矿领域取得广泛应用。

矿山巡检机器人需求空间测算：2021年底，我国煤矿开采数量约4,500处，假设：1.国内矿山数量每年保持2%的速度下滑；2.平均每个煤矿所需的巡检机器人数量为2台；3.智能巡检机器人在矿山巡检的渗透率每年提升5个百分点。假设4：煤炭领域智能巡检机器人市场价格为160万元/台，随着智能巡检机器人技术的成熟及规模化的应用，市场价格按每年2%的速度下降。

按此测算，我们预计2028年矿山巡检渗透率提升新增、产品更新巡检机器人需求量分别为314台、476台，对应巡检机器人市场规模为10.98亿元。

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
煤矿数量	4,500	4,410	4,322	4,235	4,151	4,068	3,986	3,907
市场容量	9,000	8,820	8,644	8,471	8,301	8,135	7,973	7,813
渗透率	17.8%	22.8%	27.8%	32.8%	37.8%	42.8%	47.8%	52.8%
当年产品数量	1,602	2,011	2,403	2,778	3,138	3,482	3,811	4,125
渗透率提升需求	416	409	392	375	359	344	329	314
产品更新需求	173	200	251	300	347	392	435	476
当年需求量	589	609	643	675	706	736	764	790
单价:万元	160.00	156.80	153.66	150.59	147.58	144.63	141.73	138.90
总规模:亿元	9.42	9.55	9.89	10.18	10.43	10.65	10.84	10.98

图表24:矿山巡检机器人需求空间测算

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

第二章 行业发展现状

一、产业链分析

(一) 特种机器人概述及市场规模

智能巡检机器人上游为机器人的关键零部件供应商，主要包括伺服电机、减速机、工控机、红外热像仪、可见光相机、视频监控装置等。上游行业属于完全竞争市场，产品供应较为充足，供应来源广泛，因此，上游行业的产能、需求变化对智能巡检机器人行业的发展影响较低。

智能巡检机器人属于高科技产品，其市场需求主要针对具有特殊工作环境、有较大需求和支付能力的下游领域。目前，智能巡检机器人的下游应用领域主要包括电力、石化、轨交、煤矿等行业。

(一) 上游：硬件（基础层）及技术支持（技术层）

智能巡检机器人上游为核心零部件厂商，核心零部件包括芯片、传感器、控制器、减速机及伺服电机等。上游厂商属于技术类公司，注重核心技术研发，硬件及核心零部件厂商以提升技术和降低成本为主要任务，AI技术公司则以算法和数据为核心竞争力。

芯片和智能传感器具有极高的技术门槛，且生态搭建已基本成型，目前芯片的主要贡献者是Nvidia、Mobileye和英特尔在内的国际科技巨头。智能传感器领域主要被博世、欧姆龙、ST、罗姆、NXP、ADI、英飞凌、楼氏电子、索尼、三星等巨头企业垄断。跨国公司占据了87%的市场份额，但国产替代在加速，核心零部件方面，国内有寒武纪科技、遂源等AI芯片企业，有思岚科技、镭神智能等传感器企业。

伺服系统与控制器市场较为集中，减速机寡头垄断。机器人的成本主要集中在零部件端，其中核心零部件的比例在70%左右，减速机、伺服电机、控制器占比分别为36%、24%、12%。控制器领域，“四大家族”（ABB、库卡、发那科、安川）全部实现自给自足。

AI技术公司中，在核心算法和基础理论领域，美国是目前人工智能基础理论和算法发展水平最高的国家，Facebook、谷歌、IBM和微软等科技巨头均重点布局人工智能算法及算法框架等高门槛技术。技术层解决具体类别问题，这一层级主要依托运算平台和数据资源进行海量识别训练和机器学习建模，开发面向不同领域的应用技术，包括语音识别、自然语言处理、计算机视觉和机器学习技术。

(二) 中游：智能巡检机器人本体及集成

智能巡检机器人中游是机器人本体厂商及系统集成商，一般这类厂商都属于综合解决方案服务商，公司注重需求定位，其产品质量以及生态构造是重要壁垒。得益于技术类公司的基础和AI算法的开源，应用层进入门槛相对较低。目前，中游机器人本体及系统集成服务商在智能选件机器人产业链分布中占比最大。

(三) 下游：各类应用场景

由于智能巡检机器人属于高新技术产品，其主要功能是替代人工进行巡检作业，需求较为前沿，从发现痛点到研发出针对性产品有一定周期，再加上必须要找到有较大需求的下游领域才容易放量、做到盈亏平衡，所以对企业的技术、渠道能力（营销教育能力）和战略眼光（市场选择）等都要求较高。

目前来看，国内在电力（变/配电站巡检机器人、电网巡检无人机）、石化（防爆巡检机器人）、消防等领域已经开始出现规模且具备较强盈利水平的企业，且均具备特有的技术、渠道壁垒，正在逐渐打破智能巡检机器人不好上量的固有印象。

二、巡检机器人价值链分析

价值链可以分为两个层面，一是上下游关联企业之间存在行业价值链（即产业链），二是企业内部各业务单位的联系构成了企业的价值链。

产业链：供应（上游供应商）——生产（制造商）——流通（经销/零售商）——消费（最终用户）。企业价值链：研发——采购/物流——制造/运行——市场/销售——分销/物流——售后服务。

智能巡检机器人领域附加值较高的环节主要集中在研发设计、采购、运维等环节，生产、营销等环节附加值相对较低。



图表25：智能巡检机器人行业企业端价值链

三、各领域智能巡检机器人头部企业榜单

(一) 电力行业

图表 26 : 电力行业智能巡检机器人领域头部企业



1、国网智能科技股份有限公司

国网智能科技股份有限公司成立于2000年,前身为山东鲁能智能技术有限公司,是国家电网旗下唯一的以电力机器人相关人工智能为核心的研发、制造、应用和技术服务平台,是国内最早从事电力机器人研发的企业,已牵头或参与制定国家标准、行业标准、团体标准31项,是国内电力巡检领域当之无愧的龙头企业。



2、杭州申昊科技股份有限公司

杭州申昊科技股份有限公司成立于2002年,目前公司研制的轮式、挂轨智能巡检机器人已广泛应用于变电站室内、室外和配电站的巡检。公司变电站智能巡检机器人于2017年获得中国电力企业联合会颁发的“中国电力创新奖专项三等奖”,同时公司作为主要起草单位参与了“变电站智能巡检机器人”和“户外挂轨式巡检机”两项行业标准的制定,是电力巡检领域的头部企业。



3、亿嘉和科技股份有限公司

亿嘉和科技股份有限公司成立于1999年,公司作为国内较早进入智能电网行业的企业,先后自主建立室外机器人、室内机器人、无人机巡检服务等研发平台,形成了一系列专有技术及提供专用智能化巡检和运维分析的整体解决方案能力。公司室内机器人关键技术研发及产业化项目曾荣获南京市科学技术进步一等奖。



4、深圳市朗驰欣创科技股份有限公司

深圳市朗驰欣创科技股份有限公司成立于2005年,专业从事智能服务机器人、特种行业智能巡检机器人研发、生产、销售和服务。公司在电力巡检领域已形成以自主核心技术、核心零部件、领先产品及行业系统解决方案为一体的完整产品链,在国家电网室外机器人集中公开招标中多次中标。



5、浙江国自机器人技术股份有限公司

浙江国自机器人技术股份有限公司成立于2011年,专注于移动机器人领域,公司在电力巡检领域深耕十载,先后推出GS200、TS200等轮式巡检机器人产品,业务范围已覆盖国内31个省份,一千余座变电站,应用等级实现35kV的基础变电站到1100kV的特高压变电站全覆盖。



6、深圳优艾智合机器人科技有限公司

深圳优艾智合机器人科技有限公司(简称“优艾智合”)成立于2018年,公司自成立以来就专注于复合移动机器人的研发与落地应用,是国内综合实力较强的复合型移动机器人企业。公司拥有大量业务场景无人化改造经验,基于移动机器人,提供智能制造,智能巡检及维保等覆盖全行业、全方位的产品和解决方案。



7、重庆七腾科技有限公司

重庆七腾科技有限公司是集机器人设计、研发、生产、销售、服务为一体的高新技术企业,拥有行业领先的导航定位、图像识别、嗅觉识别以及声纹识别等算法技术,公司旗下智能巡检机器人产品在电力行业应用广泛。



8、千巡科技(深圳)有限公司

千巡科技(深圳)有限公司(简称“千巡科技”)成立于2018年,是一家研发移动机器人、AI检测算法及物联网应用的科技公司。公司自主研发了3D-SLAM技术、ARM主控器,实现了机器人产品及模块化机电系统的量产,公司旗下智能巡检机器人出货量达数十台,其中80%以上应用于电力行业。

(二)石化、煤矿等行业

序号	企业名称	备注
1	重庆七腾科技有限公司	四足机器人、石化、消防、电力巡检机器人产品
2	中信重工开诚智能装备有限公司	特种机器人+煤矿智能装备
3	山西戴德测控技术有限公司	国内"皮带机智能巡检"领域的技术引领者
4	西安安森智能仪器股份有限公司	智能仪器仪表+智慧油田+特种机器人
5	北京眸视科技有限公司	专业从事机器人自主定位和导航、机器视觉处理
6	南京天创电子技术有限公司	专注于巡检机器人和光伏清扫机器人设计研发、生产制造
7	杭州申昊科技股份有限公司	电力+轨交+石化领域机器人
8	深圳朗驰欣创科技股份有限公司	服务机器人、特种行业智能巡检机器人

图表27：石化领域智能巡检机器人头部企业

资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

1、重庆七腾科技有限公司



重庆七腾科技有限公司是一家集机器人设计、研发、生产、销售、服务为一体的高新技术企业，以技术创新为根本，服务于全球应急安全终端市场，研发产品包括石油化工智能防爆巡检机器人、防爆智能四足机器人、消防灭火侦察机器人、电力智能巡检机器人、电力挂轨智能巡检机器人等，广泛应用于石油、化工、消防、电气等行业领域。目前，七腾科技已为全球40多个国家及地区超300家国内外知名企业客户提供产品服务和定制解决方案，是石化防爆巡检领域的头部企业。

2、中信重工开诚智能装备有限公司



中信重工开诚智能装备有限公司成立于1991年，是国内知名智能装备制造企业，公司拥有“特种机器人、煤矿智能装备”两大产业130余款产品，产品应用覆盖应急救援、智能矿山、石油化工、煤化工、冶炼、燃气、公共交通、城市建设、国防现代化建设等众多领域，是国内煤矿智能巡检领域的龙头企业。

3、山西戴德测控技术有限公司



山西戴德测控技术有限公司成立于2010年，是国内“皮带机智能巡检”领域的技术引领者，公司主要产品是防爆型皮带机智能多参数巡检机器人，可应用于矿山、石油化工、电力、冶金等领域。

4、西安安森智能仪器股份有限公司



西安安森智能仪器股份有限公司成立于2007年，公司早期主要为油气田领域客户提供仪器仪表产品，后续转型过程中，逐渐形成了智能仪器仪表+智慧油田+特种机器人三大业务。在石化巡检机器人领域，公司已经成为中石油、中石化、壳牌、道达尔、延长油田等知名能源企业合格供应商，并通过了德国TUV莱茵安全认证。

5、北京眸视科技有限公司



北京眸视科技有限公司成立于2017年，是专业从事机器人自主定位和导航、机器视觉处理技术研究、产品开发的企业。公司自主研发的防爆巡检机器人产品已经在巴斯夫、扬子石化、华润燃气、中国燃气等客户取得了广泛的应用。

6、南京天创电子技术有限公司



南京天创电子技术有限公司成立于2011年，专注于巡检机器人和光伏清扫机器人设计研发、生产制造，公司拥有步进电机驱动器和运动控制器两大核心技术，公司在智能巡检机器人制造关键零部件方面可实现自主可控。目前，公司产品已经陆续在电厂、煤矿、冶金等领域实现规模化落地。



7、杭州申昊科技股份有限公司

杭州申昊科技股份有限公司成立于2002年，公司早期主要专注于电力巡检机器人领域，目前公司智能机器人应用场景已经实现了从电力系统至轨交、油气领域的突破，公司研发的SHIR-3000EX防爆型轮式巡检机器人可以有效解决油气厂区日常巡检存在的各类问题，降低巡检工作强度，提高工作效率、巡检质量和安全性。



8、深圳朗驰欣创科技股份有限公司

深圳市朗驰欣创科技股份有限公司成立于2005年，专业从事智能服务机器人、特种行业智能巡检机器人研发、生产、销售和服务，公司机器人产品广泛运用于电力、石化、军警、市政、家庭等多个领域，公司自主研发并拥有自己独立知识产权的电力巡检机器人在同类产品中具有领先优势。

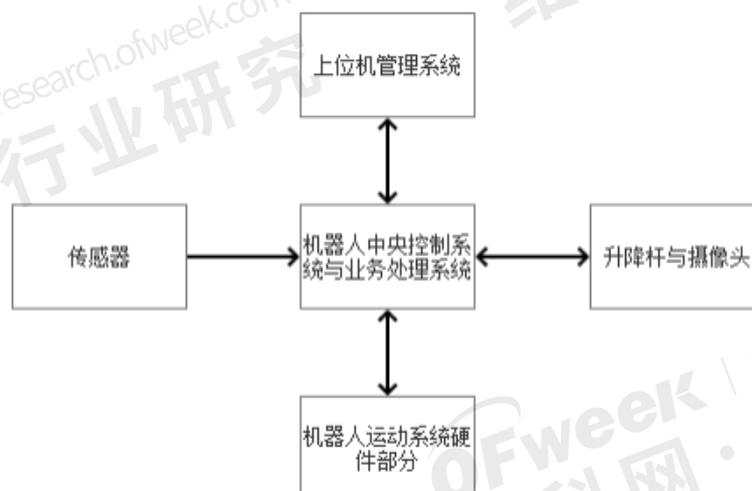
四、产品解决方案及技术分析

(一) 室内电力巡检机器人解决方案

需求分析：2010年以后，我国涌现了诸多研究机构和厂家开展了巡检机器人的相关工作，并在多个变电站完成了试运行。电力巡检机器人核心任务是明确机器人所在位置、下一步工作是什么，以及怎样去那里完成巡检任务。所以要求所设计的机器人应拥有以下功能：1.能以较快速度准时驶向既定的巡检任务地点；2.在行驶过程中能智能回避各种障碍物，能做到不碰触高危设备，确保自身的安全性；3.能安全顺利通过升降门；4.通过可视化的操作界面能直接设定机器人的巡检任务以及查看其工作状态；5.能在操作界面远程遥控机器人完成巡检任务，并根据实际需要予以拍照。

1、总体架构

电力巡检机器人主要具有以下功能：自动定位所在位置、自动确定导航路径、智能规避障碍物、智能拍照、实时上传巡检信息，最上层是上位机管理系统，主要提供机器人运行状态查看、设置巡检路线、发布巡检任务和拍照对象，以及提供手动遥控机器人的功能。中间层是逻辑核心层，是机器人的中央控制以及业务处理系统，借助传感器与摄像头来探测周边情况。硬件系统主要负责承担机器人的相关运用功能，可以转向以及给定速度行驶。



图表28：总体架构图

2、硬件架构

机器人的硬件将主要由中枢控制器、四轮全向机器人平台、垂直升降云台及传感器系统构成。其中中枢控制器主要负责数据信息的采集和处理,对机器人的运动姿态予以实时监控及控制。同时将机器人的传感器数据信息、运动状态信息等传输至中控机,并对相应的控制指令予以响应;四轮全向机器人平台是机器人的承载平台,将借助4个麦克纳姆轮实现驱动;垂直升降云台在控制器以及直流无刷电机的驱动及控制下,主要负责对机器人的多角度检测;传感器系统主要包括激光雷达、超宽带定位模块等传感器而构成,通过多种传感器的协同配合,共同完成对机器人相关情况的判断。

超声测距。机器人由于将主要在电站的监控室、生产车间等较为复杂的环境下执行巡检任务,所以需实时探测和判断周围环境情况,是否存在障碍物、危险不可碰触高危设备等。避障传感器主要是借助超声探测方案来实现障碍物感知,其具有发生和接收超声波的功能,当发出的超声波遇到障碍物后会发反射,接收器在接收到反射信号后将自动将相关距离信息计算出来并提供给机器人。可使用多个传感模块来构成一个传感器阵列,如此就能够对多个单点距离的信息进行综合分析。

电量检测。由于电池在放电过程中伴随电量的减少其带负载输出电压会下降较为明显,所以通过数字化输出电压就能实现对电池剩余电量的成功估计。但考虑到剩余电量与带载输出电压两者间并非线性关系,因此通过这样的方法来估计得到的结果并不一定准确,所以考虑预先对电池负载放电特性加以估计和测定,以便所获得的电池电压值变得更加准确。

升降云台。主要采用分布式控制的方式来控制垂直升降云台的运动。驱动器以及电机都将被配备控制器,在充分考虑成本的情况下对其予以模块化设计。而控制器内部将做到电机的闭环控制,把编码器所反馈的角度信息读取到以后作为反馈信号,从而借此实现对电机控制执行值的计算。其中水平控制单元主要负责水平方向的旋转,而垂直升降单元将主要负责垂直方向的运动。分立的控制单元将作为从设备挂载于中枢控制器的CAN总线,在实现对电机独立控制的同时还可借助中枢控制器将相关协调工作做好。

通信接口。通过总线通信方式主要借助分立的控制器(Controller)来实现对中枢控制器连接的架构,各类传感器(Sensor)也是通过这样一种方式从而挂载于通信端口上。而中枢控制器将主要负责对各类数据地采集,并遵循设定的格式对这些数据加以打包传输。而上位机在收到相关指令信息后也会先将数据解析出来然后加以执行。

系统电源。主要是指两个部分,即中控机电源以及机器人平台电源。其中针对工控机电源将使用独立的锂电池(12V、40Ah)。考虑到该电池存在电压输出不够稳定,将对其借助DC-DC予以升压处理。平台电源能借助平台实现电压的稳定输出,能满足多个供电需求。

3、软件系统

软件系统包括中控机和上位机,主要是底盘以上的层级。其中中控机主要负责控制底盘运动、摄像头拍照以及控制云台升降等核心任务,上位机主要负责供用户向机器人发布巡检任务、查看机器人状态及展示运检地图等。

操作系统。为了机器人的各种功能能得以顺利实现,可以使用机器人操作系统ROS,这是专门针对机器人而开发出来的一种系统,是一套开源的系统框架,具有通用性、开源性、复用性、社区性等诸多优点,由于具备诸多功能,同时能免费用于商用或研究,因此有利于降低研究开发成本。

定位模块。可以通过对激光雷达(Laser radar)和超宽带(UWB)数据的解析来获得机器人的相关定位信息,但其会优先借助滤波算法(Filtering algorithm)来对UWB的数据予以优化,从而使所获取的定位信息更加精确稳定。还可以运用ROS的ACML包对线管数据再次加以计算,从而获得最终的定位信息。该模块既能够对两个定位信息予以单独使用,也可以融合使用。

导航模块。主要分为手动控制、局部路径规划以及全局路径规划,通过局部、全局两个子模块彼此间的协同配合能实现实时路径规划。但当机器人接收到手动控制命令后,此时机器人的控制权将被工作人员所接管,从而自动切换至手动模式状态,以供工作人员手动规划机器人的巡检路线。

巡检模块。机器人在接收到巡检任务后将自动规划路线开始巡检工作,期间依靠多个传感器来判断水平方向是否存在障碍物或不可碰触高危设备。同时根据巡检任务的实际需要,相关指令能够及时传达至摄像头以及升降云台,从而对其升降高度以及拍摄角度进行相应调整,确保拍摄效果。巡检功能主要还能完成危险情况紧急制动、通过升降门、设备拍照、手动控制等等机器人功能。

(二)石化领域防爆轮式智能巡检机器人解决方案

随着大型石油化工企业建设的不断扩大，油品、燃气、毒气、化学危险品等引起的泄漏爆炸、火灾等灾害隐患不断增加，为加强高危场所的巡检工作，巡检机器人应运而生，防爆轮式巡检机器人作为特种机器人的一种，在巡检工作中能够发挥举足轻重的作用。防爆轮式巡检机器人搭载一系列传感器，可代替巡检人员进入易燃易爆、有毒、缺氧、浓烟等现场进行巡检、探测，有效解决巡检人员在上述场所面临的人身安全、现场数据信息采集不足等问题。采用机器人巡检，既具有人工巡检的灵活性、智能性，同时也克服和弥补了人工巡检存在的一些缺陷和不足，更适应智能场站和无人值守场站发展的实际需求，是智能场站和无人值守场站巡检技术的发展方向。

1、防爆轮式巡检机器人系统组成结构

防爆轮式巡检机器人系统由防爆轮式巡检机器人、巡检机器人本地监控后台和巡检机器人远程工作站组成。防爆轮式巡检机器人、巡检机器人本地监控后台和巡检机器人远程工作站通过无线方式进行通信。

防爆轮式巡检机器人。防爆轮式巡检机器人是巡检系统中的主体，防爆轮式巡检机器人主要由巡检机器人本体、驱动机构、RFID定位系统、前后导航组件、PID气体检测仪、前后避障传感器、防爆扬声器、天线、拾音器、防爆云台和自动充电组件等组成。

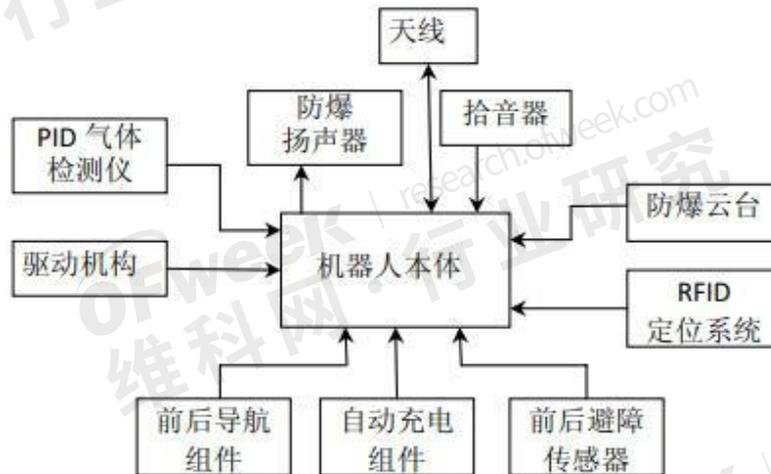


图29:防爆轮式巡检机器人组成结构

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

巡检机器人本地监控后台。巡检机器人本地监控后台位于机器人巡检区域附近，巡检机器人本地监控后台由一台服务器构成，通过无线方式，用于实现对防爆轮式巡检机器人的无线远程控制、参数设置以及完成与巡检机器人远程工作站的数据传输。

巡检机器人远程工作站。巡检机器人远程工作站包括：上位机、显示器和相应的监控软件，用于实时显示巡检设备的视频图像、报警信息、机器人位置等数据。上位机监控软件可采用C++语言进行开发设计，主要对机器人上传数据进行分析处理、异常报警及记录存档，实时刷新界面，浏览视频；机器人到达巡检位后，上传到位信号及点检位卡片号，通过卡片号调用相应云台预制点，初步寻找仪表或者阀门位置，通过分析确定目标再画面中的位置进行闭环调节，再次捕获清晰的目标照片进行状态、数据识别。

巡检机器人远程工作站利用无线通信方式，通过控制软件完成与巡检机器人本地监控后台的信息交换，同时也可实现对巡检机器人的远程控制，在远程工作站的显示器上能直观地反映出巡检机器人采集的视频信息及其他数据信息。远程工作站功能类似于人类的大脑，除了机器人本身的动作控制指令由此发布外，机器人所有的视觉、音频等感知信息在此进行分辨。如检测到设备异常时巡检机器人和远程工作站均会产生声光报警信息，提示用户及时检修，防患于未然。通过远程工作站能够形成实时报警记录、历史报警记录并存入远程工作站的数据库中，可按日期、按设备进行随时查询设备信息和存档图片。

2、功能与特点

图像识别功能

石化领域的巡检目标主要包括压力表、温度表、流量计、球阀、截止阀和蝶阀等等,经过预先标定,将每处需要拍照检测的目标观测点设置为云台的预置点,机器人通过导航及RFID定位运行到检测位后,自动调用云台进行拍照,然后将目标图像传送到远程工作站进行识别。可识别的信息包括:阀门开度、仪表指针读数、阀门有无泄露等。

声音采集功能

实时采集巡检区域内环境和设备的声音,如发现较明显的声音异常,则发出预警信号,从而达到及时发现故障、避免故障扩大的目的。

报警功能

如检测到设备异常时,巡检机器人和远程工作站均会产生声光报警信息,提示用户及时检修,防患于未然。通过远程工作站能够形成实时报警记录、历史报警记录并存入远程工作站的数据库中,可按日期、按设备进行随时查询设备信息和存档图片。

防爆功能

巡检机器人各组成部分均按照国家II C防爆标准,采用隔爆型及本安型防爆技术进行处理,因此,具有防爆功能,可用于易燃易爆等高危环境。

自主充电和避障功能

当机器人电池电量不足时,巡检机器人自动行进到充电站,通过自动充电组件进行充电。在巡检过程中,如遇到障碍物,巡检机器人通过前后避障传感器,可自动避开障碍物,避免碰撞。

目前,国内七腾科技、中信开诚等企业研发的防爆轮式巡检机器人已在中石油、中石化等石化企业取得了广泛应用,完成了对泄压罐、污油罐、密度计、过滤器、减压阀、质量流量计等输油设备的巡检工作,数据采集准确,图像清晰,故障报警及时。实际应用结果表明,智能巡检机器人工作可靠,运行状况稳定,节省了大量的人力物力,完全替代了人工巡检工作,减员增效取得明显效果,达到了无人值守的目的,取得了较好的经济效益。

五、厂商新产品发布及主推产品计划

(一) 重庆七腾科技有限公司



七腾防爆智能四足机器人是七腾科技研发的新一代机器人产品,核心部件采用钛合金材料组成,搭载多种AI智能算法,具有基于深度强化学习的地形适应能力。这款四足机器人被命名为“钛格”,谐音“tiger”。



相比于轮式或履带式机器人,七腾防爆智能四足机器人具备更加卓越的优势和运动性能,能够实现更大范围、更高效率的巡检、侦查、检测、切割、救援等功能作业。同时,七腾防爆智能四足机器人满足国家防爆标准,可以应用于石油、化工、天然气、边防、森林、无人区等危险领域作业,进一步拓展了特种机器人在工业领域的应用。

七腾防爆智能四足机器人负重超过50kg,机器人背部可以加装轻型机械臂,臂力可达5kg,能够实现抓取、转移、分拣、旋转、伸缩等方式的灵活作业。除此之外,通过搭载深度相机、激光雷达等设备,七腾防爆智能四足机器人能够在复杂多变的环境中实现自主导航,通过环境引导设定,能够记忆环境细节并找到执行任务的最快路线。七腾防爆智能四足机器人还具备完全的防水防尘能力,达到IP67防护标准,能够在雨天、雪地、烈日、夜间、大雾、大风、灰尘等恶劣环境中提供可靠性能。

(二) 杭州申昊科技股份有限公司

杭州申昊科技股份有限公司于2019年全面部署轨交巡检领域,为实现“海、陆、空、隧”立体化巡检进行全方位战略布局。2020年公司成功研发多功能轨交线路巡检机器人——RIIS 1005。

RIIS 1005轨交线路巡检机器人可以同时覆盖轨道几何、扣件、隧道表观缺陷、钢轨磨耗、道床异物、侵限监测等6项功能,涵盖了目前轨交线路巡检的主要常见问题。RIIS 1005轨交线路巡检机器人采集巡检速度可达到5km/h,缺陷检测精度可达到小于0.2mm,而且还是连续普查,不漏问题、不漏隐患,综合效率是人工检测效率的10倍以上。目前申昊科技推出的轨交线路巡检机器人,已经在相关铁道部门投入试用。



(三) 南京天创电子技术有限公司

2021年5月,天创机器人推出最新款产品——挂轨式巡检机器人(T5系列二代),该产品具有实时监控、表针识别、数据统计、局放检测、巡检管理、语音对讲等多项功能。



T5系列二代产品主要应用于配电房的智能化自动运维场景,为配电房无人值守提供了系统解决方案。能够替代巡检作业人员完成多种巡视、检验、检测工作。针对智能化分析巡检的结果,实现对配电房的设备、环境、安防等状态进行诊断、预警、报警等,并按照巡检要求,能自动出具各类巡检报告。

(四) 深圳优艾智合机器人科技有限公司

2021年7月,世界人工智能大会期间,深圳优艾智合机器人科技有限公司推出全新智能机房巡检解决方案。



针对IDC巡检所面临的人力缺口、漏检风险、能耗大等痛点,优艾智合移动智能巡检机器人在机房内自主巡检、智能分析、故障快速定位,提升巡检效率及准确率,保障机房稳定高效地运行,同时辅助数据机房优化资源降低能耗,实现绿色转型升级。

(五) 亿嘉和科技股份有限公司

2021年,亿嘉和科技股份有限公司线上发布了公司最新一代智能操作机器人——羚羊D200。

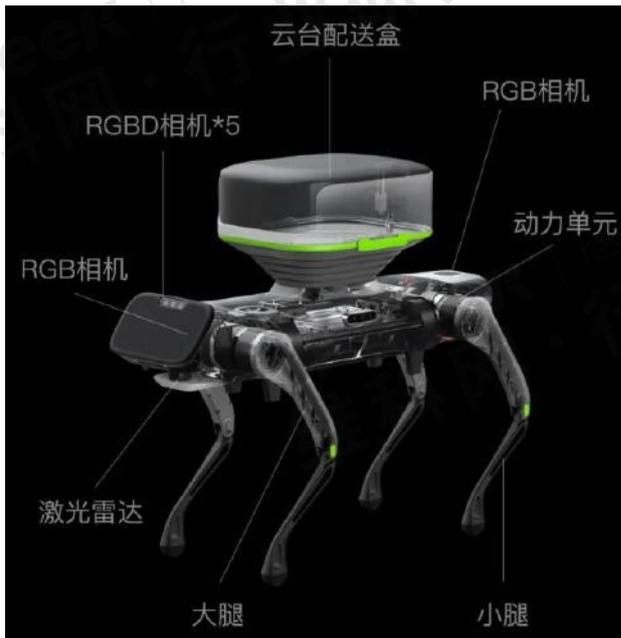


亿嘉和公司旗下的羚羊D200产品搭载高精度操作平台(绝对精度<1mm),同时可实现多自由度高扭矩(最高输出可达206N.m)。该款产品是面向多行业多场景应用(电力、轨交、数据中心等)的智能操作机器人,具备全自动作业能力,用以执行标准化操作、应急操作及巡检任务,可以满足无人运维及巡检需求。

(六) 史河机器人科技有限公司

2021年6月,史河机器人科技有限公司团队推出科教版爬壁机器人climber 100。

climber 100是一款专为科教行业打造的爬壁打磨产品,该款机器人配置的磁力吸附单元可以提供强大的吸附力,可以轻松在避免空间来去自如;同时该机器人动作灵活,可在原地打转,速度可以控制住0-3.7m/min;产品采用辊刷打磨方式,无需人工参与。



(七) 深圳市普渡科技有限公司

2022年3月,深圳市普渡科技有限公司发布了全新四足配送机器人——D1,这是普渡科技推出的首款非轮式机器人。

D1采用模块化设计,拥有对称式结构,基本组成部分包括关节模组、大小腿、云台配送盒、主控板、电池、交互屏幕、激光雷达、相机等。与其他用于地形勘测、智能巡检等用途的四足机器人不同,普渡科技发布的四足机器人D1主要应用于自动配送领域。

(八) 杭州云深处科技有限公司

2021年8月,杭州云深处科技有限公司发布全新四足机器人产品——“绝影X20”。

绝影X20拥有宽阔的外设加装平台,极限最大负载达到40公斤,适应草地、沙地、雪地、碎石、积水等复杂环境。同时该四足机器人还可以提供供电、通讯接口,以支持更丰富的模块化应用组合,可搭载双光云台、机械臂、5G通讯、北斗/GPS/RTK等模块。



六、巡检机器人行业商业模式分析

本体生产+系统集成模式是当下巡检机器人企业发展趋势,也是当前具备较高盈利水平的商业模式。目前国内外较为成功的企业都采用了“本体生产+系统集成”的全产业链模式,或是正在向上下游逐步渗透,实现全产业链模式的转型。



本体生产+系统集成模式是当下巡检机器人企业发展趋势,也是当前具备较高盈利水平的商业模式。目前国内外较为成功的企业都采用了“本体生产+系统集成”的全产业链模式,或是正在向上下游逐步渗透,实现全产业链模式的转型。

七、特种机器人领域投融资情况分析

2021年,机器人领域投资方更偏向具有中高端技术门槛,如机器视觉、医疗机器人、移动机器人、核心软硬件及工业互联网等。具体来看,优艾智合、节卡、越疆科技、精锋医疗、黑湖智造、木蚁机器人、海柔创新、坎德拉科技、唯迈医疗、艾利特机器人、普渡科技、珞石机器人、灵动科技、蓝芯科技、精锋医疗、高仙机器人、长木谷、鲸仓科技、康诺思腾、丰疆智能等企业均完成了超亿元的大额融资,总融资金额超过二百亿。

时间	企业名	融资情况	主要投资方
1月	优艾智合	近亿元人民币B+轮融资	蓝驰创投
	库柏特	数千万元A轮融资	沸点资本
	卓道医疗	数千万元A轮融资	张江高科领投,联想之星跟投
	节卡机器人	超3亿元人民币C轮融资	中信产业基金和国投招商领投,方广资本跟投
	越疆科技	3.2亿元新一轮融资	中金资本领投,中车资本、温氏资本、招商局资本、云晖资本、势能资本跟投
	云迹科技	C轮融资	启明创投领投,中信证券投资跟投
	秒如科技	数千万人民币天使轮融资	高瓴创投投资
	精锋医疗	近6亿元的B轮融资	-
2月	橙子自动化	超亿元B+轮融资和债权融资	云晖资本领投
	EAI科技	近亿元B轮融资	智数资本领投,中信建投、泰亚、势能资本跟投
	诺博医疗	数亿元B轮融资	赛富亚洲投资基金领投,深圳高新投、嘉铭浩春、玖菲特跟投
	东经易网	近亿元B轮融资	云启资本独家投资
	若贝特	数千万人民币的A+轮融资	珠海高新创投领投,若贝特天使轮股东广东清合等基金跟投
	镁伽	3000万美元B2轮融资	经纬中国领投,创新工场和愉悦资本继续跟投
	长木谷	1.2亿元人民币Pre-B轮融资	元禾原点领投,元生创投、联想之星、深圳欣创共同投资
	黑湖智造	近5亿元C轮融资	淡马锡(Temasek)领投
扩博智能	Pre-B-4轮融资	三峡鑫泰领投	

时间	企业名	融资情况	主要投资方
3月	摩尔元数	亿元级B轮融资	启明创投独家投资
	木蚁机器人	近亿元融资	蓝驰创投、德邦快递
	图漾科技	B轮融资	绿的谐波
	海柔创新	亿元B+轮融资	五源资本领投
	灵动科技	2.5亿元Pre-C轮融资	鼎晖VGC、钟鼎投资、德厚资本领投
	程天科技	数千万元A轮融资	蓝驰创投独家投资
4月	壁仞科技	B轮融资	中国平安、新世界集团、碧桂园创投联合领投
	坎德拉科技	3.75亿元B轮融资	
	达阔科技	B+轮融资	上海城投旗下诚鼎基金及上海国盛旗下国盛资本联合领投
	梅卡曼德	数亿元C轮融资	美团领投,红杉资本中国和源码资本跟投
	竹间智能	1亿元C+轮融资	中能诚毅、广发信德、朗玛峰资本合投
	犀能	近千万美金Pre-A轮融资	风物资本投资
	唯迈医疗	超3亿元D轮融资	清池资本领投
	飒智智能	千万级天使轮融资	金灵投资领投,南通飞马投资中心跟投
5月	艾利特机器人	2亿元B1轮融资	联想创投和张江科技领投
	极目机器人	数亿元C轮融资	淡马锡、中信农业基金、食芯资本Bits x Bites领投
	优艾智合	近亿元人民币新一轮融资	软银亚洲领投, SIG、蓝驰创投跟投
6月	普渡科技	5亿元C轮融资	酷讯旅游、腾讯投资及红杉资本
	视比特机器人	A+轮过亿元融资	中金资本旗下基金领投,老股东和玉资本和同威资本跟投
	珞石机器人	2亿元C+轮融资	深创投集团和远翼投资联合领投
	史河科技	亿元A轮融资	众为资本领投,荷塘创投跟投
7月	Gideon Brothers	3100万美元A轮融资	Koch Industries领投
	迦智科技	亿元级B+轮融资	襄禾资本领投,深创投跟投
	思谋科技	2亿美元B轮融资	IDG、基石、红杉中国、松禾、联想创投、真格基金领投
8月	大族机器人	3.95亿元的B1轮融资	优山资本、招商资本联合领投
	迈宝智能	千万级Pre-A轮融资	58产业基金
	千巡科技	数千万元Pre-A轮融资	
	宾通智能	近亿元A轮融资	经纬中国领投
9月	松灵机器人	亿元级A轮融资	红杉中国、五源资本、祥峰投资中国和HKX
	派迅智能	数千万元Pre-A轮融资	AA投资
	奥朋医疗	近亿元人民币B轮融资	保利资本独家投资
	一影医疗	6500万元A+轮融资	光大控股独家投资
	天创机器人	近亿元B轮融资	新松投资、冀天资本领投,瑞奕资本跟投
10月	柏视医疗	近亿元A轮融资	谢诺辰途和飞利浦领投,高略资本跟投
	天太机器人	1.8亿元人民币B轮融资	华登国际领投,泓生资本、龙光集团跟投
	擎朗智能	2亿美元D轮融资	软银愿景基金领投
	高容科技	数千万元人民币的Pre-A轮融资	小苗前程领投,邦明资本等跟投
11月	海柔创新	连续完成两轮超15亿人民币融资	C轮融资由五源资本领投,D轮融资由今日资本领投
	普渡科技	数亿元C2轮融资	美团、深投控资本、红杉中国
	未来机器人	数亿元C轮融资	字节跳动、联通中金、IDG资本、联想创投、钟鼎资本和顺为资本
	阿童木机器人	8000万元新一轮融资	国中创投、新松投资、天津泰达海河智能制造产业发展基金等共同领投
	景吾智能	近亿元A轮融资	东方富海领投
	芯控智能	千万美元A轮融资	经纬创投领投
	鑫君特	数亿元B轮融资	软银愿景2期、华泰紫金和创新工场共同领投
12月	姜歌机器人	数千万A轮融资	国宏嘉信领投
	鉴智机器人	数千万元天使轮和Pre-A轮融资	天使轮融资由Atypical Ventures领投,Pre-A轮融资由五源资本领投
	术锐机器人	B+轮融资	美敦力独家投资
	精锋医疗	超2亿美元C轮融资	博裕投资领投,淡马锡和红杉中国联合领投
	高仙机器人	12亿元C轮融资	今日资本、软银愿景基金联合领投,金镒资本跟投
	国巡机器人	千万级天使轮融资	道生资本领投,中科优势战略入股
	鲸仓科技	5000万美元B轮融资	XVC、云锋基金、旷视、百度风投和金沙江
	节卡机器人	C+轮融资	普罗资本
	蔚建科技	A轮、A+轮共亿元融资	A轮由险峰K2VC领投,A+轮由保利资本独家融资
	禾赛科技	7千万美元追加融资	小米
12月	甲壳虫智能	过亿元融资	凯辉资本和万物资本联合领投
	康诺思腾	5亿元B轮融资	礼来亚洲基金、美团龙珠和新世界发展集团
	蓝芯科技	过亿元B轮融资	
	稼鹰科技	亿元级天使轮融资	源码资本
	大界机器人	B+轮融资	高领创投独家领投
	柳叶刀机器人	数千万元Pre-A+轮融资	浦信健康医疗产业股权投资基金
	望圆科技	近2亿元A轮融资	毅达资本和中信建投资本联合领投
	追觅科技	36亿元C轮融资	华兴新经济基金、CPE源峰领投
	智子跃迁	两轮数千万元融资	愉悦资本、上海紫竹国家高新区
	灵动科技	近2亿元C轮融资	泰康人寿领投,高通创投和昊辰资本跟投
	云圣智能	超亿元B+轮融资	方广资本领投,歌斐资产跟投
	艾目智	数千万元Pre-A轮融资	广州科技金融创新投资控股有限公司
优艾智合	超3亿元人民币B系列融资	方广资本、熙诚金睿领投, IDG资本、松禾资本等	

图 30 : 2021年机器人领域融资信息汇总

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

第三章 全球智能巡检行业及技术发展分析

一、国外发展现状

国外巡检机器人的发展起步于20世纪80年代，东京电力有限公司的泽田教授在1988年研发了一款巡线机器人。这个巡线机器人有一个可以跨越障碍物移动主体结构，能够很轻松地跨越障碍，其机械结构包括一对运动轮子和一对夹轮。当这个巡检机器人接触到塔架时，会模拟人类的行为，用机械手进行攀爬。机械臂和两边的地面线连接成导轨，当巡检机器人的运动轮夹紧两边的地线后，伸缩臂可以跨越障碍物。1989年美国TRC公司开发了一套巡检机器人的原型机。这款巡检机器人可以沿着输电线自由运动，通过视觉设备检测环境。当巡逻机器人检测到线路故障时，它会先进行一定的预先处理，然后将情况返回给地面人员。日本法政大学的Hideo Nakamura教授等人在1990年也开发了一套新的巡线机器人，这个机器人运用仿生的结构，尾部跟随头部运动，由头部先运动。该机器人可越过许多电力设备障碍物。2006年加拿大水电研究院生产了一套叫做 LineScout的新型巡检机器人，这个机器人能够在带电的导线上工作，电压315KV 以上也能正常运行。它可以进行可见光和红外视频的检测，并且可以通过自带的机械臂进行巡检场地的一些额外工作，比如测量电阻和设备拖回。2008年，HiBot 公司和日本东京工业大学开发了一种遥操作机器人Expliner。该机器人在500千伏及以上的传输线上用双线结构检查和穿越障碍物。这个机器人的机械部分有两个电机，一个操作臂和两个旋转关节。Expliner可以巡线运行，但不能跨越一些管道。



图表 31 : 巡检机器人发展历程

资料来源: OFweek 产业研究中心整理, 2022年5月

二、中外企业发展对比分析

(一) 国外企业分析

1. GE Inspection Robotics

· 发展历程

公司成立于2006年，前身为ALSTOM Inspection Robotics，并于2015年过渡到GE。2020年，该业务被贝克休斯旗下的Waygate Technologies (WT) 收购。Waygate Technologies 是一家工业检测解决方案公司，在无损检测 (NDT) 领域处于世界领先地位。Waygate Technologies Robotics为发电和工业加工领域的大型设施开发移动检测机器人。

· 产品竞争力

公司的机器人产品主要是BIKE检测机器人，它是一种磁轮式机器人，能够检查发电厂设施和石油和天然气行业的多种应用，例如船舶或管道检查。从模块来看，BIKE平台是一种先进的机器人检查和维护平台，适用于难以到达的区域。根据任务的不同，它可以配备不同的模块，以便从安全和远程位置执行检查。搭载远程超声波测厚仪、先进的检查相机、3D 定位、数码相机载体、遥控臂、涂层选项，该款产品具有高机动性、轻巧紧凑、模块化和多功能等特性。

该款产品已经在德国的Gassco、陶氏化学、澳大利亚的Worsley Alumina 工厂、G-BASF、SEIKOWAVE等客户中应用。



2、Honeybee Robotics



·发展历程

公司成立于1983年,公司成立初期主要为IBM、Allied Signal、The Salk Institute、默克、3M 和 Con Edison 等公司提供机械臂、机器人末端执行器和智能任务导向机电系统。

2017年公司被Ensign-Bickford Industries收购,随后在2019年与Avior Controls 合并(Avior Controls于2018年被Ensign-Bickford Industries收购),Avior Controls 由 Scott Starin 于2010年创立,主要业务是为航天、航空航天和井下行业设计和制造定制的、高度可靠的航天级电机、齿轮箱、阻尼器、传感器和执行器。

2022年1月25日,公司宣布将被Blue Origin收购。Honeybee在科罗拉多州朗蒙特和加利福尼亚州阿尔塔德纳拥有主要业务,将成为总部位于华盛顿肯特的Blue Origin的全资子公司。

·研发实力

截至目前,公司的专利数量有32项,其中2022年公开的专利有6项,包括“高效井下移动平台”“自主井下机器人运输”“井下几何重构及特征检测与分类方法及装置”“”等,均为发明专利申请。

·产品竞争力

产品体系齐全。公司为世界上最苛刻的环境和应用创建先进的机器人系统,服务于航天器、行星探索、国防机器人、医疗设备、采矿、石油和天然气以及公用事业基础设施行业,目前已形成运动控制、勘探系统和基础设施系统三大产品体系。运动控制方面,公司设计、开发和制造在太空中移动或控制运动的组件和子系统,能够在几乎所有级别的运动控制架构中提供解决方案——从单个电机和传感器到定制机构,再到复杂的多轴子系统。勘探系统方面,公司正在开发太空采矿机器人。基础设施系统方面,对于军事和工业系统,公司利用为远程空间环境开发的技术来实现远程操作和过程自动化,从而提高安全性、提高可靠性并降低运营成本,基于感知的控制和其他先进控制技术的专业知识可以实现机器人资产的半自主和完全自主控制。

客户资源丰富。自 1983 年以来,Honeybee Robotics 已为NASA、美国国防部、学术界、工业界等机构完成了1000多个先进项目。

3、AETOS



·发展历程

公司隶属于米斯特拉斯集团,自诞生起,公司一直致力于为基础设施、石油天然气以及海事工程等提供巡检服务,截至目前,公司已经形成了海、陆、空三大领域多个无人巡查业务体系。

·产品竞争力

公司的NDT无人机检测能力与MISTRAS 作为全球一站式资产保护解决方案供应商的产品相结合,为全面集成的资产管理提供了机会。无人驾驶无人机配备了无损检测(NDT) 工具,可用于各种机器人资产检查,包括坦克、船只等。AETOS 艾拓思正在与 III 级检测员和机器人技术制造商密切合作,以扩展远程视觉检测和NDT能力。

公司是第一家获得FAA批准在石化行业飞行无人机系统(UAS)(也称为无人机(UAV))的公司。此后,公司将UAS / UAV无人机检查和飞行经验扩展到民用和能源基础设施、公用事业和环境行业检查。UAS被证明是可用于航空无损检测的最安全、最有能力和最坚固的飞机检查,使他们能够获取桥梁、建筑物、坦克、现场火炬烟囱以及其他能源和一般工业基础设施的准确数据和高分辨率图像。

公司在包括能源、石化、市政和基础设施领域在内的多个行业接受具有挑战性的CSE检查,已经能够完成视觉、超声波、红外线和涡流CSE检测,并且公司正在与行业领导者合作以进一步开发其他应用。

4. Universal Robots



·发展历程

优傲机器人成立于2005年,是由丹麦大学校友 Esben Østergaard、Kasper Støy和Kristian Kassow 正式创立。2008年,优傲卖出第一部协作机器人,首款轻巧灵活的 UR5 协作式机器人交付使用。2012年,第一代UR10发布,UR10具有10公斤的举升能力和1.3米的工作范围,专为大型任务制造商设计。公司还在美国纽约设立了子公司。

2015年,泰瑞达以2.85亿美元的价格收购了优傲机器人。泰瑞达总裁兼首席执行官 Mark Jagiela 表示,此次收购是对公司系统和无线检测业务的补充,为泰瑞达增添了强大的增长平台。优傲机器人推出桌面式协作机器人UR3。负载3KG的UR3是执行轻型任务和工作台场景应用的理想之选。

2016年,优傲推出UR+ 生态系统。UR+ 汇集了经全球认证的合作伙伴的先进产品,是各类制造商打造自动化工厂的首选平台。在线展厅配备了夹具、配件、视觉系统和软件,所有产品均通过测试和批准,可用于公司各种协作式机器人。

2018年,优傲推出新型E系列,2019年,优傲发布16KG高载重的协作机器人UR16E;2020年,优傲发布用于机床管理的自主式工件拣选套件。

·研发实力

根据中国专利数据库的统计,优傲机器人在中国申请的专利有24项,其中在2022年获得授权的有2项,分别是“通过演示对机器人进行编程”“用于利用第三方贡献包扩展工业机器人的最终用户编程的方法”。2022年公开的专利有2项,分别是“多用途机器人臂的控制”“基于自适应摩擦来控制机器人臂的方法”。

·产品竞争力

公司产品类型丰富,能够满足不同行业需求。截至目前,公司已经推出4大类超过7款机器人产品,产品不断更新迭代,已经从UR3升级到UR16,公司还适时推出e-Series、CB3系列以及UR+解决方案,在整个协作机器人市场中,公司一直保持着出货量第一的实力,产品竞争力较强。

5. FMC Technologies



·发展历程

FMC最初成立于1884年,1955年,FMC进军油田装备行业,收购了WECO、Chiksan、Oil Center Tools成为高压井口流量控制组件的领先制造商。

1958年,Technip成立,2001年,Technip和Coflexip合并,2002年,FMC Technologies开发了世界上第一个专为高压/高温场设计的垂直海底采油树系统。

2011年,Technip收购Global industries,扩大了公司为从深水到海岸的复杂项目提供的垂直整合产品。2014年,FMC Technologies成为第一家与四家运营商建立联合开发协议以标准化高压/高温海底设备的公司。

2015年,Technip和FMC Technologies结成联盟并成立了Forsys Subsea,旨在重塑海底油田的设计、交付和终生运营方式。2017年,FMC Technologies和Technip合并成立TechnipFMC。

2020年,iproductio™发布,第一个Subsea 2.0™树实现生产,TechnipFMC通过推出其Subsea Studio™平台推进了行业的数字化转型,该平台在整个项目生命中其中建立了数字线程。

2021年,TechnipFMC剥离了Technip Energies的多数股权,并将自己定位为传统和新能源行业的领先技术提供商。

·产品竞争力

公司机器人产品主要是遥控飞行器和机械臂,公司专注于革新深水生产力,不仅在 ROV 和机械手的设计、建造和运营方面,而且通过独特的售后服务来降低客户的运营成本。Schilling Robotics 设备针对操作性能和易于维护性进行设计和优化,为客户及其运营提供经济、有效和高效的解决方案。截至目前,公司生产销售网络遍布全球17个国家,在海底生产系统领域占据去全球领先地位。

(二)国内企业分析

1、中信重工开诚智能装备有限公司



·发展历程

中信重工开诚智能装备有限公司成立于1991年,公司早期主要开展煤矿自动化方面的业务,随后公司主攻研发PLC(可编程序控制器)技术,布局新型煤矿控制系统业务,在此基础上,公司相继研发出国内首台“矿用隔爆变频调速装置”“矿用隔爆高压软起动装置”,填补了国内井下变频器应用的一些空白。

2006年,公司开始涉足特种机器人业务,致力于提升煤矿开采的安全性。2007年,研制出具有自主知识产权的矿用灾区侦测机器人,2013年,成功研制“矿用水下机器人装置”和“管道探测机器人装置”,2014年,成功推出“矿用巡检机器人装置”。

2015年12月,中信重工完成公司80%股权的收购,自此,唐山开诚成为中信重工的控股子公司,并确立了特种机器人和智能装备两大主业。借助中信重工和中信集团两大品牌,公司的业务规模迅速扩大。

·研发实力

公司已有20余项产品为国内首创,拥有国家级特种机器人实验室、大型高压4MW传动产品实验室、院士工作站以及省级技术中心,主持参与编写矿用变频器、特种机器人等10余项国家及行业标准,并承担了国家科技部重点研发专项。

·产品竞争力

公司产品竞争力可从两个方面予以表现,一个是丰富的产品结构,一个是产品获客情形。

公司产品类型多样。截止目前,公司的智能巡检机器人可应用在煤矿、消防、冶炼、化工、综合管廊等多个领域。煤矿用智能巡检机器人包括轨道式和轮式两大类型,具体产品则包括矿用隔爆兼本安型轨道巡检机器人、本安型轨道巡检机器人、矿用本安型轨道巡检机器人、矿用一般型轨道式巡检机器人和矿用隔爆兼本安型轮式巡检机器人5个产品。其他的智能巡检机器人产品主要包括GLXJ-48 综合管廊巡检机器人、化工巡检机器人、冶炼巡检机器人、消防巡检灭火机器人等。

公司产品位列行业顶端。截至目前,公司煤矿用智能巡检机器人已经在包括神华集团、开滦集团、淮河能源西部煤电集团等多个大型央企、国企的煤矿中安装使用,且公司已经连续多年稳居“中国智能特种机器人产业第一梯队”,产品竞争优势明显。

2、西安安森智能仪器股份有限公司



·发展历程

公司成立于2007年,主要服务领域是油气田领域。成立之初,公司主业是为油气田领域客户提供智能仪器仪表相关产品,具体包括数字压力仪表、多参量差压流量仪表、数字液位仪表、数字温度仪表、石油定制仪器和检定、维护等技术服务六大品类。

2018年4月,公司成功推出首款ACR防爆巡检机器人产品,主营业务扩展至人工智能特种机器人领域。

2019年,公司成立杭州安森智能信息技术有限公司,公司主营业务扩展至油气田物联网领域。至此,公司形成智能仪器仪表、油气田物联网和人工智能特种机器人三大核心业务。

·研发实力

研发投入占比高。公司研发团队约80余人,每年将营收的15%以上投入科研,并获得“国家专精特新小巨人”、“高新技术企业”、“全国硬科技企业之星”、“陕西省知识产权优势企业”、“陕西省民营经济转型升级示范企业”、“陕西省重点新产品”、“西安市油气田智慧装备工程技术研究中心”、“西安市企业技术中心”、“科技领军企业”、“智慧油气田示范单位”、“石化企业信息化优秀产品示范单位”、“压力传感器品牌top10”等荣誉。

此外公司在智能巡检机器人的控制器、传动装置、图像识别、外观等多个部分均获得了发明专利授权,已拥有自主知识产权。如2020年6月获得授权的“一种轮式机器人运动控制器”专利申请、“一种机器人组件的智能化联动控制系统及控制方法”专利申请,2021年5月在审查的“一种可无线充电和无线通讯的井下智能机器人系统”专利申请等。

·产品竞争力

公司智能巡检机器人产品有两类,即ACR-1A防爆巡检机器人和ACR-1B激光导航巡检机器人,其中核心产品是防爆巡检机器人,目前产品已广泛应用于储气库、净化厂、集气站、城市门站、LNG站等天然气场站。

公司在油气田领域拥有较高知名度,服务的客户主要包括中石油及其下属分公司、各大油气田,清瑞能源,北京锐步科技,天津德铭科贸,北京玛斯莱特科技等。

3、重庆七腾科技有限公司



·发展历程

公司成立于2010年,经过两次转型升级;2017年,开始探索智能机器人市场风口,将战略发展目标瞄准特种机器人产品的设计、研发,正式开启特种机器人服务应急安全领域版图的新篇章;2019年,第一代消防机器人的诞生奠定了企业发展史上新的里程碑;2021年,石化、电力巡检机器人相继问世,重庆、江西生产基地正式投产,机器人生产实现量产化,正式完成机器人设计、研发、生产、销售、服务的一体化建设;2022年,七腾科技实现“质”的飞跃,设计研发能力、创新技术成果、产品市场占有率跻身行业头部位置,防爆四足机器人问世,将机器人应用拓展至更多场景和行业领域;随着全球营销和售后服务网点系统化全面落地,七腾科技市场业务朝国内外持续深耕拓展……

·研发实力

公司注重创新与研发,引进国内外一流大学博士组建百余人的技术研发团队。建立智能巡检机器人实验室、抗辐射机器人实验室、四足仿生机器人实验室,拥有机械结构、智能硬件、运动智能等部门,具备深厚的研发实力,保障了产品的快速更新和技术优势。

公司坚持走自主研发的战略路线,每年对研发投入超过总规划支出的35%,具备导航定位、图像识别、嗅觉识别以及声纹识别四项核心算法优势,现有表计识别、跑冒滴漏、场景监控、异常检测等算法共468种,实现行业领先,累计获得百余项国家专利和技术成果等自主知识产权。

公司还与华为技术有限公司达成战略合作,成为“认证级ISV伙伴”,正式加入华为昇腾万里伙伴计划。公司研发的“石油化工智能防爆巡检机器人系统”获得两项华为技术认证。

核心算法	具体名称
定位导航	基于视觉和低精度2d地图的建图算法、基于畸变二维码与UWB辅助定位算法
视觉感知	基于视觉的运动轨迹预测避障算法、基于压缩感知的视频图像恢复算法、基于CNN的图像恢复算法、基于视觉的异常检测算法、基于小样本的在线深度学习网络
嗅觉感知	基于机器嗅觉的在线校正算法、基于机器嗅觉的干扰抑制算法、基于机器嗅觉的气味溯源算法、基于单一传感器的多气体种类检测算法
听觉感知	基于机器听觉的声纹识别算法、基于机器听觉的故障诊断算法

图表32:重庆七腾科技有限公司核心算法

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

·产品竞争力

核心产品技术优势明显。公司在巡检领域的核心产品是防爆石化巡检机器人,该款机器人基于AI智能算法,可同时支持10000台以上的设备联合巡检,配有表计识别、跑冒滴漏、场景监控、异常检测、声纹、嗅觉等算法超468种,可根据客户实际需求,针对特殊场景可进行算法定制。

已形成强大的用户黏性。截至目前,公司已经与中石油、中石化、中海油、中化、巴斯夫等300家国内外知名企业达成合作。

充分解决客户需求痛点。该款机器人能够对现场环境数据进行实时采集与智能分析,实现设备缺陷自动诊断、环境设施智能运维、生产安全防护、隐患排查等功能,可代替一线高危作业人员在各类易燃易爆、有毒有害、高温高压的石油、天然气、化工环境中,执行全天候昼夜巡检工作,大幅度降低一线高危作业人员的危险指数和劳动强度,全面提升企业数字化运维能力。



图表33:重庆七腾科技有限公司客户资源分布

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月



4、杭州申昊科技股份有限公司

·发展历程

公司成立于2002年，公司起家于电力检测和控制设备（电动自行车性能检测领域），后切入智能巡检机器人（电力电网领域）。

2007年介入电网智能化改造领域，启动油中气体检测设备产品的研发。

2014年起，应电网对智能巡检设备的需求，公司于2015年在杭州新设了全资子公司晟冠科技承接原有智能电力监测及控制设备业务，从而将业务重点转移至智能巡检机器人，围绕“变电-输电-配电”的逻辑延伸产品线，有计划地丰富产品库，顺利完成变电站轮式智能巡检机器人、变电站挂轨巡检机器人、配电站轮式智能巡检机器人的研发与更新。

随后于2016年和2019年依次设立全资子公司申宁达智能和申弘智能，服务于变电站人员安全管控，分别负责智能穿戴产品和智能消防产品的研发、生产和销售。

2020年公司推出了多功能轨交线路巡检机器人、开关室操作机器人、智能消防控制系统等产品。

·研发实力

根据公司2020年的财报，公司研发投入为7005.92万元，同比增长21.39%，继续保持高速增长，公司研发人员从2018年的120人增加至2020年的194人。

公司产品在创新和应用领域方面具有一定优势。电力系统方面，公司研发了开关室操作机器人，能够代替人在不断电情况下自主完成一系列高低大跨度的开关操作任务，标志着企业机器人从巡检到操作的跨越；轨道交通方面，公司推出了轨交线路巡检机器人、列车车底检测机器人，代替人工巡检铁路轨道和列车车底，能够减轻轨道交通运维压力，目前该产品已在试用；油气化工方面，推出了防爆等级不低于EXDII BT4的防爆型巡检机器人。

·产品竞争力

产品矩阵不断丰富、同类产品系列不断升级迭代增强竞争力。产品品类较全是公司核心竞争力之一，公司的智能巡检机器人产品包括变电站轮式智能巡检机器人、配电站轮式智能巡检机器人和室内挂轨智能巡检机器人三种。公司在产品性能方面也具备一定领先优势，同时成本控制能力较强，产品具备性价比优势。申昊科技、国网智能、亿嘉和室外轮式巡检机器人单价相差不大，申昊科技定价较国网智能略低，表明尽管有一定差异化但市场定位基本相同，产品竞争力基本相当。国网智能的室内挂轨机器人定价要明显低于亿嘉和、申昊科技。综合来看申昊和同行业龙头公司同类产品相比同属一线梯队，但有一定成本优势。

公司客户拓展能力较强。公司客户主要是国家电网公司及其下属企业，且地域较为集中。受益于公司产品不断丰富以及省外拓展力度持续加大，公司2020年省外业务占比取得飞跃式的提升，2020年浙江省外收入占比达到40.19%，较上年9.06%大幅提升超过30个百分点。电力巡检机器人行业有明显的区域性特征，同行业公司亿嘉和地处江苏，多年以来华东地区（以江苏为主）的收入占比一直较高，国网智能在华北和华东地区的占比更加集中。申昊科技是同行业公司中较少取得省外突破性进展的公司之一。

5、杭州国巡机器人科技有限公司



·发展历程

公司成立于2021年8月，并于当年11月获得由道生资本领投、中科优势战略入股的数千万元天使轮融资。

·研发实力

公司是国内从事安全巡检及安全智能化研究较早的团队，借助中科院的技术研发团队背景，公司在安全巡检机器人领域具有较为强大的研发实力。

·产品竞争力

产品丰富、功能强大。截至目前，公司已经打造多款智能安全巡检机器人产品，产品已经可以实现设备安全监察、位移报警、气体收集分析、粉尘收集分析、声谱分析、人员安全作业监督、温湿度阈值检测、裂纹探测、起堆探测、仪表自动抄录、电弧探测、气体泄漏探测等诸多安全检测项，且具有自主巡检、紧急任务执行等多种巡检模式，满足不同企业、不同场景下的智能安全巡检需求。

国巡智能安全巡检机器人还具有功能随意组合及增减、施工部署方便简易、支持全内网部署确保100%数据安全；1.5米/秒最高移动速度、5小时单次续航、90°垂直爬坡，支持各种极端条件下的安全巡检等特点。

客户满意度高。国巡机器人团队已经服务了国华、华能、陕煤、中国中车、北京公交集团、日产汽车等多家知名企业或其下属企业，并且和中科院、华为、联通等机构或企业建立良好的战略合作关系。



7、南京天创电子有限公司

·发展历程

公司成立于2011年，主营产品包括巡检机器人和光伏清扫机器人两大类，总部位于南京，十年来公司版图不断扩张，在北京成立了子公司、在安徽设立了研发生产基地，在阿布扎比设立了办事处。

2016年，公司完成千万级人民币的天使轮融资，投资方为凯风创投等专业机构。

·研发实力

天创电子研发团队为海归团队，拥有深厚的运动控制、结构设计、传感与材料应用的技术积淀。目前，公司掌握复杂空间曲线插补算法、EKF卡尔曼滤波姿态算法、SLAM空间定位与构建技术、多自由度运动关节设计、复杂结构力学仿真、材料腐蚀与老化状态评估等多项核心技术，并常年与东南大学、武汉大学、空军工程大学、法国焊接学会等开展学术交流和技合作。

公司在近三年获得了5项发明专利授权，其中2020年获得了“一种实现同步请求响应的MQTT协议通信方法”“机器人自主定位充电桩的方法、系统和计算机存储介质”“一种基于YOLOv3的仪表巡检机器人最优路线规划方法”等三项发明专利授权；2021年，获得了“一种无线协作定位网络功率分配的方法”发明专利授权，2022年4月8日，获得了“一种目标检测图像的自动标注方法”。

·产品竞争力

公司掌握了步进电机驱动器和运动控制器两大机器人零部件核心技术，在智能巡检机器人制造关键零部件方面可实现自主可控，拥有较大的成本优势。目前，公司已有包括室内外轮式巡检机器人、轨道巡检机器人、防爆巡检机器人等多系列智能巡检机器人批量化应用，产品陆续在电厂、电网、港口码头、市政管廊、矿山、冶金、养殖等行业实现规模化落地。

8、亿嘉和科技股份有限公司



·发展历程

公司成立于1999年4月，2014年2月，公司开展业务转型，开始电力巡检机器人研发，首款新产品于当年的11月份研发成功并投入运行。2015年公司改制为股份有限公司，销售额突破亿元。2016年，公司获批成为高新技术企业，2018年，公司登陆A股，并在美国硅谷设立研发中心。2019年，成立广东松山湖子公司、国网瑞嘉智能机器人有限公司等。

·研发实力

公司持续投入大量资源开展智能化数据处理技术、智能机器人技术及其核心算法以及各类功能部件的技术开发。公司搭建了完善的研发管理体系，不仅在巡检类产品上自主建立了技术研发平台，形成了一系列专有技术以及提供专用智能化巡检、运维分析与智能化操作的整体解决方案的能力，并且实现了从巡检到操作的战略性突破，成功研发推出智能操作机器人、室外带电作业机器人等操作类机器人产品，确立了行业内操作类机器人领域的优势地位。

·产品竞争力

目前公司主要产品有巡检类机器人、带电作业机器人、室内巡检操作机器人、消防机器人等产品。公司室外巡检机器人、室内巡检机器人、带电作业机器人等产品，均已多次迭代升级，产品的整体稳定性、功能优越性、环境适应性等方面不断突破，综合能力已达国内较为领先水平。

9、深圳优艾智合机器人科技有限公司



·发展历程

公司成立于2017年，成立之初，公司的智能巡检机器人主要用于城市公交车轮胎的金属异物探测等巡检维保场景。2018年，公司完成由英诺天使基金领投，常见投资、HAX和西交一八九六资本跟投的天使轮融资。2019年完成由真格基金领投，老股东HAX和常见投资跟投的Pre-A轮融资。2020年6月，公司获得由SIG海纳亚洲基金领投，老股东真格基金、HAX、常见投资跟投的近亿元人民币A轮融资。到2020年，公司在轮胎检测之外又开辟了智能制造和智能巡检运维两大新业务，具体切入点是能源行业和工业物流行业。2021年12月，优艾智合宣布近期完成B系列融资，金额累计超3亿元人民币，两轮分别由方广资本、熙诚金睿领投，IDG、松禾、SIG、蓝驰创投、软银、HAX等新老股东跟投。

·研发实力

公司拥有完全自主知识产权的移动机器人核心算法，基于AMR定位导航算法在高精度和高稳定性方面的强大技术支撑，公司是国际领域为数不多定位精度达到±2mm的移动机器人厂商。

·产品竞争力

产品的核心竞争力主要体现在公司自主研发的“AGV底盘+机械臂技术、自主移动机器人算法、单机及多机调度系统和场景理解与信息融合算法”。不同于业内企业普遍专注移动机器人本体的研发生产，优艾智合从客户实际需求和自动化升级顶层设计出发，聚焦更高维度的场景赋能与软件服务支撑能力。在此基础上，公司推出的“移动机器人+工业服务软件”模式具有更大的产品价值与服务空间，更能适应客户需求。

目前，公司已服务了中车株洲、华为、米其林、法士特、ASM、华能集团等众多国内外知名企业，在20多个领域实现了智能升级解决方案落地闭环。公司在深耕国内市场的同时，先后与日本、韩国、新加坡、西班牙、德国等60多个国家建立了深厚的渠道销售网络。

10、北京眸视科技有限公司



·发展历程

公司成立于2017年4月，2018年3月入驻海淀创业园，核心业务是机器人SLAM技术与机器视觉处理。2019年8月，公司获得扬州瑞堃投资公司1000万元 Pre-A轮融资。2021年5月，公司完成3500万元人民币A轮融资，本轮融资资金由泰鹰基金主投，将主要用于市场推广、研发投入、公司系统建设，提升项目交付及产品研发能力，进一步扩大市场占有率。

·研发实力

公司研发团队实力较强，人员主要来自清华大学、华中科技大学、西安电子科技大学等著名高等学府，均为计算机或自动化专业，平均年龄不到30岁。

截至2022年4月，公司共获得授权专利12项，具体的专利类型主要包括机器人本体及控制方法、温度控制装置及巡检系统、机器人跨障方法、光学传感器隔离清洗装置等。

·产品竞争力

产品拥有5大核心技术。公司智能巡检机器人包括防爆轮式、轮式、履带式和挂轨式4种类型。公司智能巡检机器人在油田、化工、燃气、电力、数据中心/机房等领域已经成熟应用。公司产品拥有的核心技术包括：激光雷达、视觉、IMU多传感器融合SLAM；语义SLAM与动态环境建图；机器视觉。



图表34：眸视科技主要核心技术

资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

拥有央企、国企等大客户。截至目前，公司已经与中国石油、中国石化、中国海油、国家管网、中石油大庆油田、利源集团、金诚信、金川、华润燃气、新兴际华集团、华为、国家电网、华润电力、奋进、许继集团等多个大型央企、国企以及民营企业开展合作，在巡检领域具有较大的竞争优势。

第四章 厂商案例分析

随着AI、物联网、云计算、5G等技术的逐渐成熟，以替代人工巡检为目的的智能巡检机器人已经应用到越来越多的领域。电力、石化、煤矿等需要定期、频繁巡查的领域，智能巡检机器人正在加速渗透，智能巡检机器人市场规模正在高速增长。

智能巡检机器人市场的快速发展推动了行业内企业的发展壮大，经过多年的积累和技术积累，行业内也涌现出一批具有影响力的巡检机器人品牌。OFweek根据技术实力、产品结构、荣誉资质及客户结构四个维度评选出了我们认可的巡检机器人的十大品牌，具体智能巡检机器人行业Top10厂商榜单如下所示：

序号	企业名称	备注
1	重庆七腾科技有限公司	公司在巡检领域涉足范围面广阔，产品覆盖石化、电力、消防等多个领域，客户涵盖中石油、中石化、中海油、巴斯夫等世界500强企业，综合实力较强。
2	国网智能科技股份有限公司	国家电网旗下唯一的以电力机器人相关人工智能为核心的研发、制造、应用和技术服务平台，电力巡检领域当之无愧的龙头企业。
3	杭州申昊科技股份有限公司	公司前期专注于电力巡检，后续逐渐将产品扩展至轨交、石化等工业领域，是国内智能巡检领域重要厂商。
4	亿嘉和科技股份有限公司	公司先后自主建立室外机器人、室内机器人、无人机巡检服务等研发平台，形成了一系列专有技术，在电力巡检领域处于领先地位。
5	中信重工开诚智能装备有限公司	公司拥有“特种机器+煤矿智能装备”两大产业130余款产品，产品应用覆盖应急救援、智能矿山、石油化工、煤化工、冶炼等众多领域，是国内煤矿智能巡检领域的龙头企业。
6	哈尔滨工大特种机器人有限公司	公司可提供适用于陆、海、空的专业机器人产品，包括排爆机器人、安全检查机器人、爬壁机器人及履带机器人等产品，在巡检机器人市场占有重要地位。
7	南京天创电子技术有限公司	公司在智能巡检机器人制造关键零部件（步进电机驱动器和运动控制器）方面可实现自主可控，产品已经陆续在电厂、煤矿、冶金等领域实现规模化落地。
8	深圳优艾智合机器人科技有限公司	公司自成立以来就专注于复合移动机器人的研发与落地应用，是国内综合实力较强的复合型移动机器人企业，拥有大量业务场景无人化改造经验。
9	浙江国自机器人技术股份有限公司	公司在电力巡检领域深耕十载，先后推出GS200、TS200等轮式巡检机器人产品，业务范围已覆盖国内31个省份，一千余座变电站，在电力巡检领域具有重要地位。
10	深圳市朗驰欣创科技股份有限公司	公司智能巡检机器人产品广泛运用于电力、石化、军警等领域，自主研发并拥有自己独立知识产权的电力巡检机器人在同类产品中具有领先优势。

图表 35：智能巡检机器人行业TOP10厂商榜单

资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

一、重庆七腾科技有限公司

(一) 公司简介

重庆七腾科技有限公司(以下简称“七腾科技”)成立于2010年,总部位于重庆两江新区,是一家集机器人设计、研发、生产、销售、服务为一体的高新技术企业,为石油、化工、天然气、消防、电力等行业领域提供一体化安全服务定制方案。

(二) 融资情况

七腾科技主要经历了以下融资轮次: 2021年2月,红马资本及三一重工引领的A轮融资;2022年3月,中金浦成、春华景智、春华永慧、鹏鼎控股、融创泰投资引领的B轮融资。

时间	融资情况	主要投资方
2021.2	A轮	红马资本、三一重工
2022.3	B轮	中金浦成、春华景智、春华永慧、鹏鼎控股、融创泰投资

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(三) 客户及合作伙伴

七腾科技致力为全球石油、化工、天然气、消防、电力等行业领域提供一体化安全服务方案,并与中石油、中石化、中海油、中化、巴斯夫等超300家国内外知名企业达成合作。



资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(四) 核心优势

1. 技术优势

公司致力于人工智能技术研发,形成硬件、软件、算法、系统并行的完整技术链,坚持算法自研,通过行业算据支持对传统算法进行优化升级,具备导航定位、图像识别、嗅觉识别以及声纹识别四项核心算法优势,现有表计识别、跑冒滴漏、场景监控、异常检测等算法共468种,实现行业领先,累计获得百余项国家专利和技术成果等自主知识产权。

2. 产品优势

公司在技术优势的积淀基础上,逐步开发出具备一定性能优势的产品。公司及时追踪市场需求,在技术攻关和储备的基础上对产品种类不断丰富和完善。公司已开发出巡检机器人、四足机器人、消防机器人、水域机器人4大系列产品,覆盖石油、化工、天然气、电力、消防等行业领域,产品种类丰富,可有效满足客户的多种需求。

3. 人才优势

公司已形成一支高素质的研发团队,主要研发人员均为本科及以上学历,技术领域包括机械、电气、机器人、人工智能、大数据等,全面覆盖了公司技术和产品各个环节、各个学科,形成了一支全方位高层次的专业化队伍。公司核心研发团队人员目前已超过80人,博士及硕士学位人才超过30人,核心研发团队稳定性强,核心技术人员长期从事产品的研发,具有丰富的行业经验。

(五) 产品矩阵

目前公司特种机器人产品主要分为四足机器人、消防机器人、巡检机器人和水域机器人四大类。消防机器人包括防爆智能排烟机器人和防爆消防灭火侦查机器人;巡检机器人包括防爆化工智能巡检机器人、防爆挂轨智能巡检机器人、电力智能巡检机器人和电力挂轨智能巡检机器人;水域机器人包括水上救援机器人、水下机器人和水陆两栖检测机器人。

产品类别	细分种类	产品图片	参数及特点
四足机器人	防爆智能四足机器人		核心部件采用钛合金材料组成,符合国家防爆标准,防护等级可达IP67,具有基于深度强化学习的地形适应能力,可适应各种铺装及非铺装路况的复杂场景。
消防机器人	防爆智能排烟机器人		代替消防救援人员进入有毒、缺氧或浓烟等危险灾害事故现场进行排烟、送风、除尘及搜救工作,解决消防救援人员在上述场所面临的人身安全威胁、数据信息采集不足等问题。
	防爆消防灭火侦察机器人		集灭火和侦察功能为一体,融合图像采集、热成像检测、环境探测等多项前沿技术,能够代替消防人员进入危险区域进行信息获取、控火、灭火等作业,为战斗决策提供可靠的技术支撑,对多种有毒气体进行实时监测,有效保障消防人员的生命安全。
巡检机器人	电力智能巡检机器人		由机器人核心控制器、激光传感器、云台、高清可见光相机摄像头、红外热像仪、等核心设备和其他辅助设备组成,外壳采用防静电、防电磁电涂层,具备卓越的防水性能。综合运用无轨导航、图像智能识别与分析、多传感器融合等技术代替人工完成设备巡检工作,提高巡检效率和质量。
	电力挂轨智能巡检机器人		集移动视频巡检、红外测温、环境监控、数据智能分析等功能于一体,针对各类电力作业场所内部设备及其周边环境执行全天候昼夜巡检工作,实现高频次、大范围、无遗漏的巡检任务。具备智能控制、可见光图像采集,红外测温、有害气体监测、实时对讲、声光报警等功能,能够充分利用配电室顶部空间,提升安全性及空间利用率。
	防爆化工智能巡检机器人		配置各类智能感知设备,对现场环境数据进行实时采集与智能分析,实现设备缺陷自动诊断、环境设施智能运维、生产安全防护、隐患排查等功能。可替代一线作业人员在各类易燃易爆、有毒有害、高温高压的石油、天然气、化工等厂区环境执行24小时巡检工作。
	防爆挂轨智能巡检机器人		通过软件平台、供电平台、轨道总成和通信平台,实时管理及控制机器人在线巡检任务,同时将巡检状态和结果通过桌面控制器传输到云服务器,反馈给现场管理人员。并通过电力专网能够将机器人巡检画面及巡检结果等信息实时与电网综合管理部门进行数据分享,对每台机器人进行远程监控管理。
水域机器人	水上救援机器人		水上救援机器人作为一款可遥控操作的小型消防用浅水域水上搜救机器人,应用于水库、河流、海滩、轮渡、洪灾等场景中的落水救援。
	水下机器人		水下机器人能够在水下快速移动,具备自动定深悬停、自动定向巡航与定速巡航等功能。机器人可搭载水下摄像头、声呐与机械手等配件,用来在水下侦察或作业,对深水区域可实现快速抵达、快速搜索,适用于湖泊、河流、海洋、水坝等场地。
	水陆两栖检测机器人		由计算机控制终端、电缆卷盘、水陆两栖管道检测机器人本体组成。操作计算机控制终端,可控制水陆两栖管道检测机器人在大型管渠、暗涵内行走、漂浮,并将拍摄到的管道内部图像通过线缆传输到计算机控制终端进行实时显示和存储。

(六) 技术框架及解决方案

1、化工行业

化工行业巡检存在巡检范围较大、巡检点较多、人工巡检效率低下且危险性高等特点，针对化工领域人工巡检的特点，七腾科技推出了化工领域智能化巡检的综合解决方案。以重庆化医集团巡检为例，该公司因化工作业区存在的危险性，且人工巡检范围较大、巡检点较多，无法有效进行风险预警的情况，需要通过机器人降低人力成本，进行可靠、严谨、全面的巡检作业，从而降低作业区风险指数。对此七腾科技提供定制化解决方案，实现多样化气体的检测、多巡检点及巡检路线定制、火源危险源预警等相关风险检测，运用2台防爆化工巡检机器人自主作业，截至目前机器人的整体识别率达95%，表计识别率 $\geq 96\%$ ，设备测温误差率 $\leq 3\%$ ，跑冒滴漏识别率 $\geq 96\%$ ，非定点气体泄漏检测正常，红外监测正常。

方案简介：针对化工园区的特点，公司以七腾科技以智能机器人为核心，实现对园区各个监控点的自主巡逻和对于特定目标的检测和识别，实现关键区域及高风险区域人员及环境巡检，更快地推进园区安全、环保、能耗等方面的管理和监控，减少人工成本，提高监管的工作效率。

该方案利用智能巡检机器人代替一线高危作业人员在各类易燃易爆、有毒有害、高温高压的石油、天然气、化工环境中，执行全天候昼夜巡检工作。机器人配置各类智能感知设备，对现场环境数据进行实时采集与智能分析，实现设备缺陷自动诊断、环境设施智能运维、生产安全防护、隐患排查等功能，大幅度降低一线高危作业人员危险指数和劳动强度，全面提升企业数字化运维能力。

方案特点：1.安全识别。基于人工智能神经网络架构，拥有表计识别、故障检测、行为分析、温度检测、气体识别等多种安全识别算法；2.数字孪生。该方案可实现整厂工作一张图，数字孪生平台满足运行监测、管理控制、数据查询、报表分析、各子系统集成等，形成完整的整厂数字孪生系统；3.智能巡检。七腾机器人智能AI为核心，实现运营管理可视化、智能化，为化工行业提供实时数据分析，预测、预警、预控，从而提升运营效率、降低成本。



资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

2、电力行业

在电力巡检中,人工巡检不仅安全风险大,而且巡检不全面,人力成本高,工作效率有限。据国网统计数据显示,由于巡检工作高强度与高风险的特点,工种缺员率高达30%至40%。在现有人员规模情况下,如何合理利用智能化巡检,减少人力投入、提高运维效率,是一道亟待解决的难题。基于此背景下,七腾科技推出了电力行业的智能巡检综合解决方案。

方案简介:针对电力行业特点,七腾科技以智能机器人为核心的智能巡检方案,可以实现对电力设备的自主检测,实现关键区域及高风险区域设备巡检,更快地推进数字化、智能化发展进程。该方案可以实现高频次、大范围、无遗漏的执行巡检任务,装有热成像摄像机的智能巡检机器人则可精确检测变压器绕组及油冷系统、高压断路器、隔离开关、电容器、母线等设备的制热情况,发现热缺损并报警,提高设备巡视效率。

方案特点:1.灵活运维。该方案支持不同时间段策略配置,能够按照区间预设巡检路线,制定工作计划,让巡检工作更加井然有序、高效便捷;2.高效精确。该项目配置的智能巡检机器人具备可见光、红外多种摄像机,及各类传感设备。可实现机房巡检中图像识别、环境监测、资产盘点、行为分析等多种功能;3.云边一体化部署。电力设备运维场景包括边端设备监测、站点设备巡检到中心平台管理,云边一体化解决方案提供高效、实时、安全特性的云边协调机制,实现低时延、大带宽、高并发和本地化部署;4.机器人异构管理。在多场景下,对于异构机器人统一控制,协同作业,相互配合,使每个不同的机器人发挥自身优势,出色地完成复杂任务。



资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

二、国网智能科技股份有限公司

(一) 公司简介

国网智能科技股份有限公司前身为山东鲁能智能技术有限公司,是国家电网旗下唯一的以电力机器人相关人工智能为核心的研发、制造、应用和技术服务平台,是国内最早从事电力机器人研发的企业。

(二) 主要产品

目前,公司主要产品及服务包括机器人产品、无人机产品、变电站在线智能巡视系统等。

产品类别	细分种类	产品图片	参数及特点
机器人	巡检机器人		1. 可搭载可见光摄像机、红外热像仪、日盲紫外成像仪、拾音器等设备,支持全自主巡检。2. 两轮差速驱动,运动方式可靠。3. 环境适应性强、电磁兼容性强。
无人机	防爆智能排烟机器人		可以根据现场火情选择使用消防水、泡沫、干粉多种灭火介质,对变电站内变压器、电抗器等设备进行初步灭火降温工作,实现初期火灾压制扑灭,提高变电站的火灾应急处置能力。
	防爆消防灭火侦察机器人		融合激光、可见光等多源数据,实现隧道等无 GPS、北斗信号的封闭环境中精准定位及自主飞行,完成数据采集工作。
变电站在线智能巡视系统	变电站在线智能巡视系统		变电站在线智能巡视系统是电网行业近年新研发的产品,其前身为变电站全自动巡检系统。

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(三) 客户及合作伙伴

国网智能科技股份有限公司专注于电力行业,公司的主要客户为国家电网、南方电网及下属公司,上述两大电网及下属公司贡献了国网智能公司每年营收总额90%以上。

(四) 核心优势

1、产品系列化、家族化优势

公司作为国内最早开展电力机器人研究和产业化推广的企业,依托在电力行业的长期积累,开发出一系列可应用于电网行业多种场景、具备自主知识产权的电力机器人,可满足电网客户全方位的智能运维需求。

2、营销网络优势

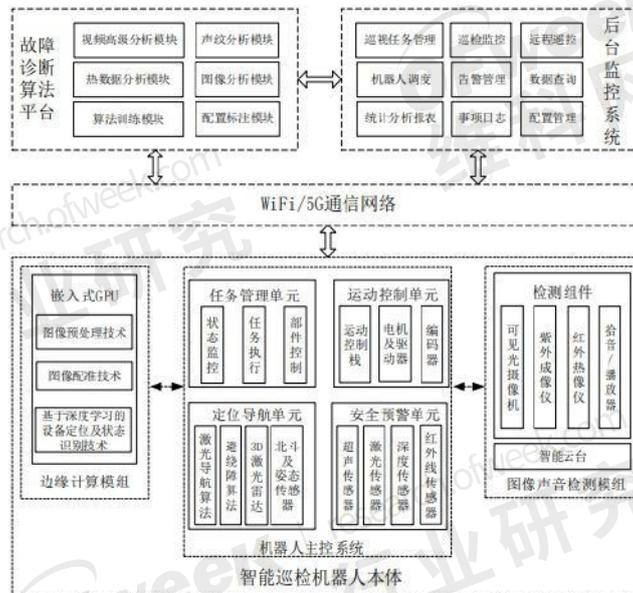
公司注重客户开发与服务,坚持以客户需求为导向。经过在电力行业多年的开拓与深耕,公司立足山东向全国各省市拓展业务,形成了辐射全国的营销网络,产品行销全国。

3、对行业的深度理解优势

公司自成立以来坚持植根电网行业,长期致力于为电网行业提供专业的产品与优质的服务。经过近二十年的积累和发展,公司培养了一批对电网行业理解深刻、专业化水平突出的研发、生产、服务人员。

(五) 智能巡检解决方案

公司电力行业智能巡检方案主要由智能巡检机器人本体、后台监控系统及故障诊断算法平台构成，巡检机器人本体和后台监控系统通过 WiFi、5G 等无线通信方式进行数据传输，故障诊断算法平台可与后台监控系统合并部署，也可单独部署，通过有线网络与后台监控系统通信。具体的技术框架如下：



资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

1、机器人主控系统

机器人主控系统是公司自主设计开发的机器人核心决策控制系统，是智能巡检机器人的“大脑”，由任务管理单元、运动控制单元、定位导航单元和安全预警单元四部分构成，基于机器人操作系统一体化部署，既实现了各个单元的分布式计算，又便于各单元之间的信息共享。

2、边缘计算模组

公司智能巡检机器人运用边缘计算技术对表计示数、开关位置状态等实时性要求较高的图像信息进行前端智能识别。利用机器人前端内置的算力和图像预处理、图像配准、基于深度学习的设备定位及状态识别等技术，实现了图像处理算法加速，节省了图像传输的网络带宽，解决了大量数据上传造成的网络传输延迟的问题，提高了设备状态识别的及时性和准确性。

3、图像声音检测模组

智能巡检机器人的图像声音检测模组由智能云平台搭载检测组件构成，其中检测组件包含可见光摄像机、紫外成像仪、红外热像仪、拾音器、视频服务器等设备。机器人通过图像声音检测模组对电力设备温度、外观、放电、噪声等进行非接触信息采集。

4、无线通信技术

公司全面掌握并应用 WiFi/WAPI、5G 通信在变电站环境下的工程设计和组网技术，能够在变电站等环境下实现机器人在多 AP 间的无缝漫游，保证了数据传输的实时性及完整性。5G 网络通信具备“低时延、广连接、高带宽”等优势特点，公司利用 5G 网络的上述优势，完成了人机协同作业，识别算法、模型训练、样本采集的云边端协同应用。

5、后台监控系统

公司自主设计了机器人后台监控系统，深化变电站智能巡检机器人、视频等智能设备的应用，实现跨区域、跨平台、多类型机器人集中调度管理、协同作业，完成变电站设备巡视、红外测温、表计抄录、缺陷跟踪、巡检数据录入等大量工作。后台监控系统主要包括巡视任务管理、巡检监控、远程遥控、机器人调度、告警管理、数据查询、统计分析报表、事项日志、配置管理等功能。

6、故障诊断算法平台

公司针对变电站设备图像识别典型缺陷，开发了视频高级分析模块，可与机器人监控系统融合应用或单独部署。采用深度学习、模式识别等技术，实现了设备缺陷识别（如设备破损、异物、渗漏油等）、安全风险识别（如吸烟、未穿工装、未戴安全帽等）和状态识别（如表计读数异常、硅胶变色、压板状态等）共25类典型缺陷的识别以及位置指示不正确、设备倾斜、沉降等7类典型缺陷的判别分析，通过机器人本体识别与后台识别的协调配合，设备缺陷识别效率及准确率大幅提高，提升了变电站运维工作的自动化、智能化水平，提高了设备运维的质量和效率。

三、杭州申昊科技股份有限公司

(一) 公司简介

杭州申昊科技股份有限公司成立于2002年,专业从事智能电网相关技术产品的研究与开发,主要为电力系统提供电力设备的智能化监测产品,主要产品包括智能巡检机器人、智能电力监测及控制设备等。

(二) 融资情况

杭州申昊科技股份有限公司融资轮次较少,据公开资料显示,公司于2018年12月完成首轮天使投资,主要投资机构为杭州城投,杭州荷清投资,浙科投资,浙江永亿投资等;2020年7月,公司于深圳创业板公开上市募资。

时间	融资情况	主要投资方
2018年12月	天使轮	杭州城投, 杭州荷清投资, 浙科投资, 浙江永亿投资等
2020年7月	深圳创业板	-

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(三) 客户及合作伙伴

公司的主要产品是智能巡检机器人和智能电力监测及控制设备,最终使用客户主要为电网公司及其下属企业。

(四) 核心优势

1、技术优势

公司自成立以来一直专注于设备检测与故障诊断领域,依托多年积累的技术储备和行业经验,公司目前已形成较为成熟和完善的自主知识产权和核心技术体系,具备了为用户在输变电及配电等环节提供智能巡检机器人、状态监测和自动化控制产品及整体解决方案的能力。

2、服务优势

目前公司售后服务人员数量占公司员工总数的比例接近 30%,随着业务范围逐渐向华东、华中、华北、华南、西南等地区展开,公司已建立起一套完善的售后服务体系。

3、人才优势

公司深耕于电力系统设备检测行业,建立了一支稳定的高管团队,该团队已共同创业多年,对电力行业发展及市场需求变化具有敏锐的洞察力和良好的机会把握能力,并在长期的合作过程中形成了共同的经营理念,从而能够保证公司具备高效的决策效率和良好的执行力。

(五) 主要产品

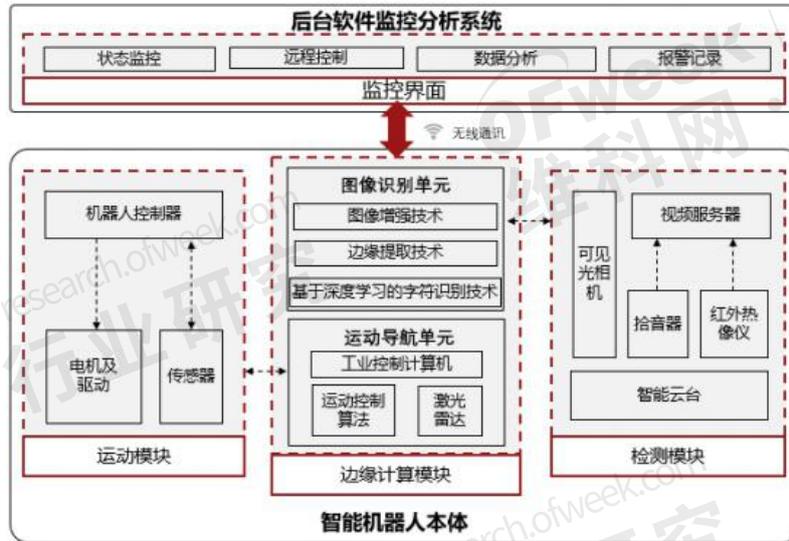
目前,公司智能巡检机器人(含智能硬件)产品包括轮式智能巡检机器人、挂轨智能巡检机器人和智能硬件三大类。

产品	产品图片	参数及特点
轮式智能巡检机器人 (变电站)		全方位运动:既可以沿既有路径前进、后退、转向,也可以根据检测角度实现全方位转向;特殊巡检:除常规巡检外,还支持高原、寒冷等地理条件或大风、雾天、冰雹、雷雨等恶劣天气条件下,代替人工完成设备巡检;
轮式智能巡检机器人 (配电站)		巡检过程中可自动绘制导航地图和检测目标物联网 IOT地图,并结合检测结果形成 PIM 综合信息模型保存在本地和上传到远程集控平台云端;
挂轨智能巡检机器人		主要应用于变电站开关室、继保室、主控室等室内场所,可实现 24 小时连续不间断运行,平顺无卡滞,且无需充电等待,滑触线同时具有安装方便、使用寿命长和易维护等优点;
智能硬件	—	包括智能巡检机器人本体模块、局放检测模块和转运调试设备等

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(六) 技术框架及解决方案

公司智能巡检机器人主要由机器人本体和后台软件监测分析系统构成，其中机器人本体包括运动模块、边缘计算模块和检测模块，具体的技术框架如下：



1、运动模块

运动模块作为智能巡检机器人的核心组成部分，对机器人的性能起着重要的影响。机器人的运动模块通常由运动控制器、电机驱动、电机本体（多为伺服电机）组成。运动控制器具备简单的智能运算功能，并可传送指令以驱动电机。驱动电机可提供增压电流，根据电机控制器指令以驱动电机。为适应室外复杂工作环境，公司为用于室外的智能巡检机器人配备了避坑、避障组件，并通过控制器控制机器人实现有效避障。

2、边缘计算模块

公司智能巡检机器人运用边缘计算，将传感器、激光雷达、检测模块获取的信息在本地进行计算分析处理，及时作出响应、并将分析提取后的有效信息上传后台系统，避免了大量数据上传造成的网络传输延迟和后台海量数据计算效率较低的问题。智能巡检机器人边缘计算模块主要由图像识别单元、运动导航单元构成。

3、检测模块

智能巡检机器人的检测模块由智能云台搭载可见光相机、红外热像仪、拾音器等检测传感器构成。其中，红外热成像仪是智能巡检机器人检测模块的重要零部件，可以将物体发出的不可见红外能量转变为可见的热图像。

通过分析拍摄得到的热图像，智能巡检机器人可以观察到被测目标的整体温度分布状况，研究目标的发热情况，从而进行下一步工作的判断。

4、后台软件监测分析系统

公司智能巡检机器人的后台软件监测分析系统主要包括实现状态监控、远程控制、数据分析和报警记录等功能。

随着智能电网的推进和智能巡检机器人的普及，变电站、配电站监测数据日渐庞大，导致故障数据的存储和分析愈发困难。为提升信息资源的利用率，提高巡检工作的规范化和标准化，公司搭建了电网故障大数据的平台架构，利用大数据处理工具对各类故障信息进行处理，有效解决了海量监控数据的管理问题。



资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

四、亿嘉和科技股份有限公司

(一) 公司简介

亿嘉和科技股份有限公司成立于1999年，公司致力于电力、消防、市政、石油石化等行业智能机器人的研发、制造和推广应用。

(二) 融资情况

亿嘉和科技股份有限公司主要经历了以下融资轮次：

时间	融资情况	主要投资方
2018年5月	A轮	华泰紫金
2018年6月	IPO	公开发行
2019年6月	IPO后	国信证券

资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

(三) 客户及合作伙伴

亿嘉和科技股份有限公司旗下的特种机器人等智能化产品主要应用于电力领域，营收主要来自江苏地区，主要客户群体为电网系统企业。

(四) 竞争优势

1、研发优势

公司始终坚持以技术创新为核心竞争力的发展战略，并根据发展需求，持续投入大量资源开展智能化数据处理技术、智能机器人技术及其核心算法以及各类功能部件的技术开发。

2、客户优势

通过近几年的市场开拓和挖掘，公司建立了良好的客户基础，形成了一定的市场信誉和品牌效应。公司通过不断积累行业应用经验，以及在产品性能、可靠性和稳定性等方面的不断提升，与众多客户建立了较为稳定的合作关系，形成了较强的客户粘度。

(五) 主要产品

目前，亿嘉和公司产品主要分为三个系列：操作类机器人、巡检类机器人、消防类机器人，具体如下：

产品	细分产品	产品图示	主要应用
操作类机器人	室外带电作业机器人		应用于10kV高压线，通过双臂协同操作，搭载自主控制算法，实现感知、决策、执行全自主，可在不停电状态下实施支线线路的引线搭接任务
	智能操作机器人		面向全行业全场景应用的智能操作机器人，具备全自动作业能力，用以执行标准化操作、应急操作及巡检任务，满足无人运维及巡检需求
巡检类机器人	室外巡检机器人		主要应用于电力变电站，具备高防护等级、强电磁兼容能力，能够适应复杂的室外环境，可全自主运行，实时自适应地图构建，实现高精度定位与导航
	室内巡检机器人		主要应用于电力配电站，采用模块化设计，并搭载可见光相机、红外相机和局放传感器，可同时完成红外、局放及表计识别等带电检测任务，全面替代人工实现远程例行巡查，或在事故和特殊情况下实现特巡和定制性巡检
消防类机器人	消防类机器人		主要面向消防领域，客户群体除应急管理部门还包括一直重视消防安全隐患的电网系统客户，以及大型化工类企业。

资料来源：OFweek产业研究中心整理，2022年5月

五、中信重工开诚智能装备有限公司

(一) 公司简介

中信重工开诚智能装备有限公司(简称“开诚智能”)成立于1991年,是国内知名智能装备制造企业,公司拥有“特种机器人、煤矿智能装备”两大产业130余款产品,产品应用覆盖应急救援、智能矿山、石油化工、煤化工、冶炼、燃气、公共交通、城市建设、国防现代化建设等众多领域。

(二) 客户及合作伙伴

开诚智能公司产品应用覆盖应急救援、智能矿山、石油化工、煤化工、冶炼、燃气、公共交通、城市建设、国防现代化建设等众多领域,主要客户包括中石油、中石化、国家管网、陕煤集团、同煤集团、山东能源集团、神华集团、神驰化工等。

(三) 主要产品

目前开诚智能公司将旗下机器人产品分为特种机器人及煤矿智能机器人两大类,其具体产品如下所示:

产品种类	细分产品	产品图示	功能及特点
操作类机器人	消防灭火侦查机器人		主要用于文物古建筑、景区、园区等场所的消防巡检和灭火作业,当机器人检测到烟雾、火灾时,能够迅速到达着火点,火焰定位系统控制炮头自动瞄准着火点,喷射超细干粉进行灭火作业。
	防爆消防排烟侦查机器人		产品采用防爆设计,尤其适用于石化、燃气等易爆环境。外设压力水驱动马达高速旋转,带动风扇驱散火场烟雾,帮助消防员迅速开展抢救;扇叶后方均匀布置水雾喷头,喷射至扇叶进一步雾化,水分极速气化吸走大量的燃烧热,能够有效控制和减弱灾情。
巡检类机器人	室外巡检机器人		该产品发泡量大,用压力泡沫混合液驱动水轮带动风扇旋转,经过喷头把泡沫混合液以雾状形式喷向发泡网,在发泡网的内表面形成一层薄膜,借助风轮产生的风力生成高倍数气泡,迅速淹没或覆盖燃烧物体表面,达到灭火的目的。
	室内巡检机器人		该产品具有智能识别功能,采用智能感知关键技术算法,能够准确判断设备当前运行状态,并基于大数据分析预警技术,对煤矿设备运行故障超前预判、预警,减少故障停机时间。通过选配自主灭火装置,可对皮带机巷道的火灾警情进行报警并自主处置灭火。
消防类机器人	消防类机器人		该产品人搭载多种传感器,实时采集现场的图像、声音、红外热像及温度等参数;具有智能识别功能,采用智能感知关键技术算法,能够准确判断设备当前运行状态,并基于大数据分析预警技术,对设备运行故障超前预判、预警,减少故障停机时间。
			矿用履带式消防侦查机器人主要由机器人主机、无线中继和本安手持终端组成。适用于煤矿火灾等事故现场的探测,以及采空区、封闭工作面启封、井巷修复等危险作业区域的环境探测。

资料来源:OFweek产业研究中心整理,2022年5月

(四) 竞争优势

1、客户优势

开诚智能背靠中信重工集团先后与全国十三大煤炭基地、十大钢铁集团、八大有色企业、十二大水泥生产商等建立了长期战略合作关系，与世界三大矿业巨头、世界五大水泥集团和铜、金、铝三大有色巨头建立了长期合作协议。

2、技术优势

公司拥有200余人的研发团队，建有危险环境特种智能机器人国家地方联合工程研究中心、国家企业技术中心和国内大型高压4MW传动产品实验室。公司取得263项授权专利、65项软件著作权，主持参与编写矿用变频器、特种机器人等10余项国家及行业标准。



第五章 未来发展趋势

一、应用趋势：应用场景不断丰富，差异化日趋明显

智能巡检机器人改变了电力、石化、消防等领域的传统运维方式，已经在石化场站、变电站、配电站、化工园区、矿区等场景取得了广泛的应用。随着技术应用的不断成熟，智能巡检机器人将在上述场景中承担更加重要的角色。比如核电站巡检机器人，核电站反应堆存在大量的放射性物质，机器人的应用可以替代工作人员从事高放射性环境下的工作，比如燃料池水下检修、水下异物清理、堆芯重要设备应急修复等，该类机器人需要具有较高的耐辐射能力；水电站管廊机器人，水电站管道具有潮湿、坡度高等特殊环境，机器人需要克服相应困难以完成巡检任务；电力铁塔攀爬机器人能够用于检测高压电力铁塔及其附件损伤、缺陷情况，也可实现对支撑绝缘瓷瓶绝缘子串的清扫功能。智能巡检机器人需要具备特殊功能以适应不同的场景，机器人之间的差异化也将更加明显，未来行业的经营模式将更趋向于提供基于行业痛点以满足差异化需求。

二、技术融合趋势：技术深度融合，机器巡检高度智能化

随着视觉导航技术、3D扫描技术、AR实景检测等技术的不断发展，智能巡检机器人将与环境传感器、被测对象、其他智能设备和系统、运维人员等主体（智能体）深度融合，同时能够与其他主体（智能体）数据关联分析，以及协同完成特定任务等功能，实现高度智能化。

以自动识别技术为例，巡检任务的执行是通过智能识别技术的实现，智能识别技术系统为每次的全面巡检任务提供了技术保障，同时会自动根据巡检反馈的结果去规划其他的巡检任务，自动规划每次对设备的调整频率。例如：设备数值显示变化较大，系统自动识别并增加对该设备的检测次数，而对于长期不变的设备自动减少检测次数。自动识别技术在智能巡检机器人领域的应用，用户不需要操控也可以定期得到信息反馈。以智能化为核心的巡检机器人行业发展趋势，使巡检机器人的使用模式也将发生翻天覆地的变化。

三、平台化趋势： 应用场景日趋成熟，智能巡检机器人平台化趋势显著

作为智能巡检机器人系统的重要载体，机器人本体通过搭载实现巡检功能的传感器在特定工作环境下自主运行，完成软件系统的数据融合与分析、通信传输、接口规范、应用对接、专家系统等功能，随着产品不断趋于成熟，智能巡检机器人的平台化趋势开始凸显。在硬件平台化方面，机器人本体通过搭载实现状态监测的传感器在特定工作环境下自主运行，机器人的硬件结构、传感器、防护等级、设计规范等要求趋于统一，机器人感知系统对所有仪表和设备状态的识别将更加精确；在软件平台化方面，机器人的核心功能包括环境感知、视觉识别、红外测温、音频检测等，上述核心功能的量化目标、接口规范、数据标准不断明确，软件开发逐渐趋于标准化，以更快地实现核心功能。从行业角度来看，巡检智能机器人平台化一方面便于客户使用及规范化操作，另一方面，也可以促使产业链不断发展。