



Research and
Development Center

立足智能电网，发力工业健康

—申昊科技(300853)公司深度报告

2021年12月1日

罗政

S1500520030002

luozheng@cindasc.com

刘卓

S1500519090002

010-83326753

liuzhuoa@cindasc.com

证券研究报告

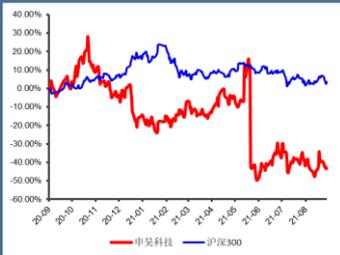
公司研究

公司深度报告

申昊科技(300853.SZ)

投资评级 **买入**

上次评级



资料来源：万得，信达证券研发中心

公司主要数据

收盘价(元)	42.04
52周内股价波动区间(元)	26.98-47.80
最近一月涨跌幅(%)	15.63%
总股本(亿股)	1.47
流通A股比例(%)	63.11
总市值(亿元)	63

资料来源：信达证券研发中心

信达证券股份有限公司
CINDA SECURITIES CO., LTD
北京市西城区闹市口大街9号院1号楼
邮编：100031

立足智能电网，发力工业健康

2021年12月1日

本期内容提要：

◆**立足智能电网领域，加快全国区域布局。**公司成立于2002年，主要为电力系统提供电力设备的智能化监测产品，主要产品包括智能机器人（以巡检为主）、智能电力监测及控制设备等，主要应用在电力产业链的输电、变电、配电环节。2020年公司获得工信部专精特新“小巨人”称号。公司产品持续迭代升级，品类不断丰富，助力省外业务拓展加快。近些年来公司变电站巡检机器人已经推出第四代，监测设备业务深耕时间最久竞争力持续增强可满足不同地区需求。2020年公司省外业务占比取得飞跃式的提升，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。受益电网智能化趋势，国内电力巡检机器人市场空间较大。目前变电站和配电站巡检机器人渗透率仍然较低，变电站巡检机器人渗透率不足20%，配电站巡检机器人渗透率不足15%，潜在市场容量很大，测算得出变电站室内巡检机器人市场容量169亿元，变电站室外巡检机器人市场容量211亿元，配电站机器人市场容量249亿元，合计市场容量达630亿。

◆**深化电力领域布局，操作机器人业务拓展顺利。**公司积极拓展行业应用深度，将智能机器人的功能从巡检进一步延伸至操作。公司研发生产的变电站开关室操作机器人已进入批量生产阶段，上半年已有小批量订单。变电站智能化和无人化趋势明确，我们认为变电站室内部分人为功能将逐步被机器人所取代。我们预计每座变电站开关室对应需求1台操作机器人，测算得出国内变电站开关室操作机器人市场空间约190亿。公司操作机器人领域除已推出的变电站开关室操作机器人外，配网输电线路带电作业平台已在研发中。公司持续加强电力领域纵向深化和横向延伸，研发储备较为丰富，除操作机器人外，传统巡检机器人持续升级迭代，竞争力持续增强，极寒适应型变电站巡检机器人进入试运行阶段，水下巡检机器人及无人机巡检，率先摸索水下海缆巡检及风电领域巡检。

◆**轨交领域拓展顺利，“工业大健康”版图日趋完善。**公司在深耕电力领域的基础上积极拓展其他领域，2018年开始布局轨交领域，目前已推出应用于轨交领域的两款产品，包括轨交线路巡检机器人和列车车底检测机器人，均已进入小批量试用阶段，样机已经在杭州地铁、杭海城际、天津地铁、港铁等多家客户现场试用。全国铁路投资偏稳，城市轨交投资保持较高增速。目前轨交领域巡检机器人渗透率极低，潜在市场容量很大，我们测算轨交领域线路和车底巡检机器人的潜在市场容量，得出线路巡检机器人理论市场容量109亿元，车底检测机器人理论市场容量340亿元，合计市场容量达449亿。公司拟发行可转债并募集资金5.5亿元用于扩大轨交机器人产能，募投项目建成投产后将形成年产350台轨道交通智能巡检机器人，建设成更完备、先进的研发测试场地。公司也已推出用于油气化工领域的防爆巡检机器人，目前已形成小批量订单。公司以核心技术为驱动，逐步构造起“工业大健康”业务版图，未来有望打造多增长极。

◆**盈利预测与投资评级：**我们预计公司2021-2023年净利润分别为1.85亿元、2.47亿元和3.21亿元，相对应的EPS分别为1.26元/股、1.68元/股和2.18元/股，对应当前股价PE分别为33倍、25倍和19倍。首次覆盖，给予公司“买入”评级。

◆**股价催化剂：**新产品持续推出、新业务领域拓展加快。

◆**风险因素：**政策及经济环境变动风险、市场竞争加剧风险、疫情反复风险、新业务拓展不及预期风险。

重要财务指标	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
营业总收入(百万元)	405	612	736	979	1,261
增长率 YoY %	12.0%	51.2%	20.3%	33.0%	28.9%
归属母公司净利润(百万元)	113	162	185	247	321
增长率 YoY%	21.5%	43.4%	13.9%	33.6%	29.9%
毛利率%	63.3%	59.8%	57.7%	57.7%	57.4%
净资产收益率ROE%	25.3%	14.0%	13.4%	15.2%	16.5%
EPS(摊薄)(元)	1.85	2.33	1.26	1.68	2.18
市盈率 P/E(倍)	22.72	18.04	33.45	25.04	19.27
市净率 P/B(倍)	13.84	5.35	4.49	3.81	3.18

资料来源：万得，信达证券研发中心预测；股价为2021年11月30日收盘价



目录

投资聚焦.....	6
扩区域：顺应电网智能化趋势省外业务拓展加快.....	7
立足智能电网，深耕智能巡检机器人和电力监测设备领域.....	7
产品迭代升级品类不断丰富，助力省外业务拓展加快.....	9
受益电网智能化趋势，国内电力巡检机器人市场空间较大.....	12
电力巡检机器人技术壁垒较高，行业集中度较高.....	19
扩产品：从巡检延伸至操作机器人，助力实现变电站无人化值守.....	20
变电站开关室操作机器人进入批量生产阶段.....	20
变电站开关室操作机器人市场空间约 190 亿.....	20
公司产品在研储备丰富，持续拓展布局.....	21
扩领域：轨交领域拓展顺利，“工业大健康”版图日趋完善.....	22
公司新产品轨交机器人已进入客户验证阶段.....	22
轨交领域智能检测装备替代人工大势所趋.....	23
轨交领域巡检机器人测算市场空间约 450 亿.....	24
轨交智能检测设备行业较分散，机器人应用尚处起步期.....	27
盈利预测、估值与投资评级.....	28
1、盈利预测与假设.....	28
2、估值与投资评级.....	29
风险因素.....	30

表目录

表 1：公司主要子公司基本情况.....	11
表 2：人工巡检和机器人巡检对比.....	14
表 3：智能电网相关支持政策.....	14
表 4：国家电网公司和南方电网公司的智能电网发展规划.....	15
表 5：国家电网投资规划.....	16
表 6：2018 年浙江省变电站数量及机器人理论用量.....	17
表 7：国内变电站数量估算.....	17
表 8：国内变电站智能巡检机器人市场空间测算.....	18
表 9：国内配电站智能巡检机器人市场空间测算.....	18
表 10：国内电力巡检机器人市场总空间测算.....	19
表 11：电力巡检机器人市场容量测算（亿元）.....	19
表 12：公司电力巡检机器人和在线监测设备领域主要竞争对手.....	19
表 13：公司变电站开关室操作机器人主要功能.....	20
表 14：变电站开关室操作机器人市场空间测算.....	21
表 15：公司主要在研项目（截至 2021 年 6 月底）.....	21
表 16：公司应用于轨交领域的产品.....	22
表 17：轨交领域线路和车底巡检机器人市场空间测算.....	26
表 18：轨交领域巡检机器人理论市场容量测算.....	26
表 19：公司拟发行可转债募投项目.....	27
表 20：轨交领域智能检测装备相关企业.....	27
表 21：可比公司盈利及估值对比.....	29

图目录

图 1：公司分类别部分产品列示.....	7
图 2：2019 年公司分产品收入占比（2019 年后无细分数据）.....	7
图 3：公司配电站巡检机器人图示.....	7
图 4：公司变电站轮式机器人产品图示.....	8
图 5：公司室内挂轨机器人图示及结构.....	8
图 6：监测设备细分品类占比（2019 年后无细分数据）.....	9
图 7：监测设备中占比最高的海缆通道防锚装置图示.....	9
图 8：2017-2019 年公司来自国网浙江的收入占比.....	9
图 9：公司 2020 年浙江省外业务收入占比大幅提升.....	9
图 10：亿嘉和分区域收入占比变化情况.....	10
图 11：国网智能分区域收入占比变化情况.....	10
图 12：公司发展历程伴随着产品迭代升级和品类持续扩张.....	10
图 13：2020 年公司收入结构.....	11
图 14：2020 年国网智能收入结构.....	11



图 15: 公司分业务收入及同比变化情况 (万元)	11
图 16: 电力巡检机器人相关公司机器人业务毛利率 (%)	12
图 17: 2019 年电力巡检机器人产品单价 (万元/台)	12
图 18: 电力巡检机器人图示	12
图 19: 日本早期电力巡检机器人	13
图 20: 国家电网公司电力机器人技术实验室研制的五代变电站巡检机器人	13
图 21: 国家电网智能化建设目标	15
图 22: 国内电网投资额 (亿元) 及同比	16
图 23: 智能电网投资额 (亿元) 及占比	16
图 24: 国家电网分领域智能化投资比重	16
图 25: 2015-2019 年电网线路损失率及线损电量	16
图 26: 国内新增 220 千伏及以上变电设备容量及同比变化情况	17
图 27: 变电站开关室操作机器人图示	20
图 28: 变电站开关室操作机器人应用场景	20
图 29: 轨交线路巡检机器人应用场景	22
图 30: 列车车底检测机器人应用场景	22
图 31: 轨交领域智能检测装备产业链	24
图 32: 全国铁路固定资产投资和政府预期目标 (亿元)	24
图 33: 全国城市轨道交通投资完成额 (亿元)	24
图 34: 全国铁路营业里程 (万公里)	25
图 35: 全国城市轨道交通营业里程 (公里)	25
图 36: 全国铁路客货车在运量 (万辆)	25
图 37: 全国城市轨交在运量 (万辆)	25
图 38: 公司产品应用领域不断拓展	28
图 39: 公司防爆巡检机器人图示	28

投资聚焦

我们认为公司成长逻辑可以从兑现时间上分为三个维度：

1) 短期维度：扩区域，顺应电网智能化趋势省外业务拓展加快。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，2020年亿嘉和华东收入占比达到94%，且近些年收入占比情况较为稳定。国网智能业务主要集中在华北地区（主要客户国网英大）和华东地区（主要客户国网山东），2020年国网智能华北地区和华东地区占比达81%，且从历史变化来看，国网智能区域占比更加集中。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。公司2020年省外业务占比取得飞跃式的提升，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。公司跨区域拓展的驱动力主要来源于产品矩阵不断丰富、同类产品系列不断升级迭代增强竞争力。近些年来公司变电站巡检机器人已经推出第四代，监测设备深耕时间最久竞争力持续增强满足不同地区需求。受益电网智能化趋势，国内电力巡检机器人市场空间较大。目前变电站和配电站巡检机器人渗透率仍然较低，变电站巡检机器人渗透率不足20%，配电站巡检机器人渗透率不足15%，潜在市场容量很大，测算各电力领域巡检机器人的潜在市场容量，测算得出变电站室内巡检机器人市场容量169亿元，变电站室外巡检机器人市场容量211亿元，配电站机器人市场容量249亿元，合计市场容量达630亿。

2) 中期维度：扩产品，从巡检延伸至操作机器人，助力实现变电站无人化值守。公司积极拓展行业应用深度，将智能机器人的功能从巡检进一步延伸至操作。公司研发生产的变电站开关室操作机器人已进入批量生产阶段，上半年已有小批量订单。变电站智能化和无人化趋势明确，我们认为变电站室内部分人为功能将逐步被机器人所取代。我们预计每座变电站开关室对应需求1台操作机器人，测算得出国内变电站开关室操作机器人市场空间约190亿。公司操作机器人领域除已推出的变电站开关室操作机器人外，配网输电线路带电作业平台在研发中。公司持续加强电力领域纵向深化和横向延伸，公司研发储备较为丰富，除操作机器人外，传统巡检机器人持续升级迭代，竞争力持续增强，极寒适应型变电站巡检机器人进入试运行阶段，水下巡检机器人及无人机目前在研，提前探索水下领域和风电领域。

3) 长期维度：扩领域：轨交领域拓展顺利，“工业大健康”版图日趋完善。公司在深耕电力领域的基础上积极拓展其他领域，2018年开始布局轨交领域，目前已推出应用于轨交领域的两款产品，包括轨交线路巡检机器人和列车车底检测机器人，均已进入小批量试用阶段，样机已经在杭州地铁、杭海城际、天津地铁、港铁等多家客户现场试用。轨交领域在市场端面临诸多痛点，轨道和隧道传统的检查手段主要包括采用专用检测车辆的检查、采用固定传感器监测和人工检查等，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。另外随着运营压力增大，天窗期时间压缩，轨道交通设施检测困难的情况日益突出。轨交领域智能检测装备替代人工大势所趋。全国铁路投资偏稳，城市轨交投资保持较高增速。目前轨交领域巡检机器人渗透率极低，潜在市场容量很大，我们测算轨交领域线路和车底巡检机器人的潜在市场容量，得出线路巡检机器人理论市场容量109亿元，车底检测机器人理论市场容量340亿元，合计市场容量达449亿。可转债募投项目推动轨交产能释放。此外公司已推出用于油气化工领域的防爆巡检机器人，目前已形成小批量订单。公司以核心技术为驱动，逐步构造起“工业大健康”业务版图，未来有望打造多增长极。

扩区域：顺应电网智能化趋势省外业务拓展加快

立足智能电网，深耕智能巡检机器人和电力监测设备领域

公司成立于2002年，立足电力领域，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，主要产品包括智能机器人（以巡检为主）、智能电力监测及控制设备等，是集研发、生产和销售为一体的高新技术企业。2020年公司获得工信部专精特新“小巨人”称号。公司产品集中在电力产业链的输电、变电、配电环节，包括输电（海缆通道防锚损装置、图像/视频监测装置等）、变电（变电站室内外机器人、智能除湿器、二次压板状态监测设备、油中气体检测设备）、配电（配电站机器人、故障监测装置和智能头盔等）。

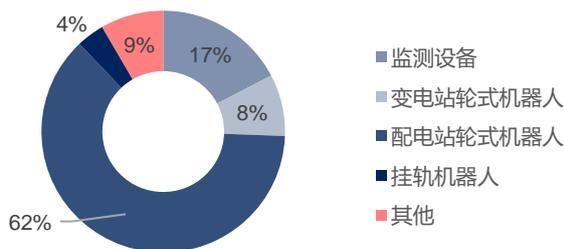
图1：公司分类别部分产品列示



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

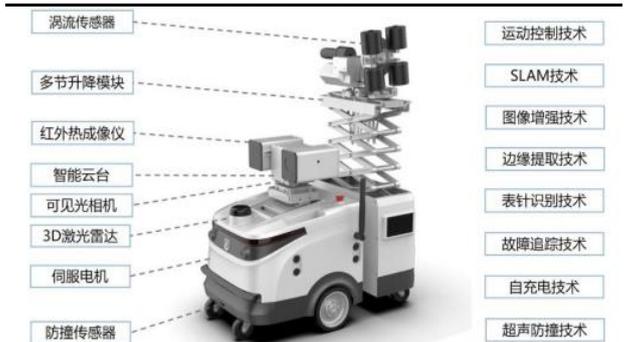
1) 配电站轮式机器人：公司核心产品之一。配电站轮式智能巡检机器人是由公司研发、生产的，专门适用于配电站特殊环境的轮式智能巡检机器人，消除了挂轨智能巡检机器人轨道安装成本较高、施工工程量较大、可能破坏建筑物顶部结构等缺陷。公司配电站机器人无需人工干预，自主构建巡检地图；可升降云台，360度全方位巡检：机器人配置云台升降系统，减小视觉盲区并降低拍摄角度误差；可升降局放模块、覆盖开关柜缝隙：机器人采用基于电流测距传感器和视觉检测相融合的开关柜门缝检测定位技术，实现开关柜局部放电智能定位、自动检测。

图2：2019年公司分产品收入占比（2019年后无细分数据）



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图3：公司配电站巡检机器人图示



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

2) 变电站轮式机器人：公司核心产品之一，行业空间较大，产品持续升级迭代，竞争力持续增强。公司变电站轮式机器人通过在自主移动平台上搭载可见光摄像机、红外热像仪和声音采集器等检测模块组成智能巡检机器人车载子系统，与智能巡检机器人本地监控后台和智能巡检机器人远程集控后台统一构建完整的智能巡检机器人巡检系统。功能是代替人工完成对变电站内的各类电力设备进行外观检测、表计读取、红外测温、位置识别以及噪声诊断等工作。

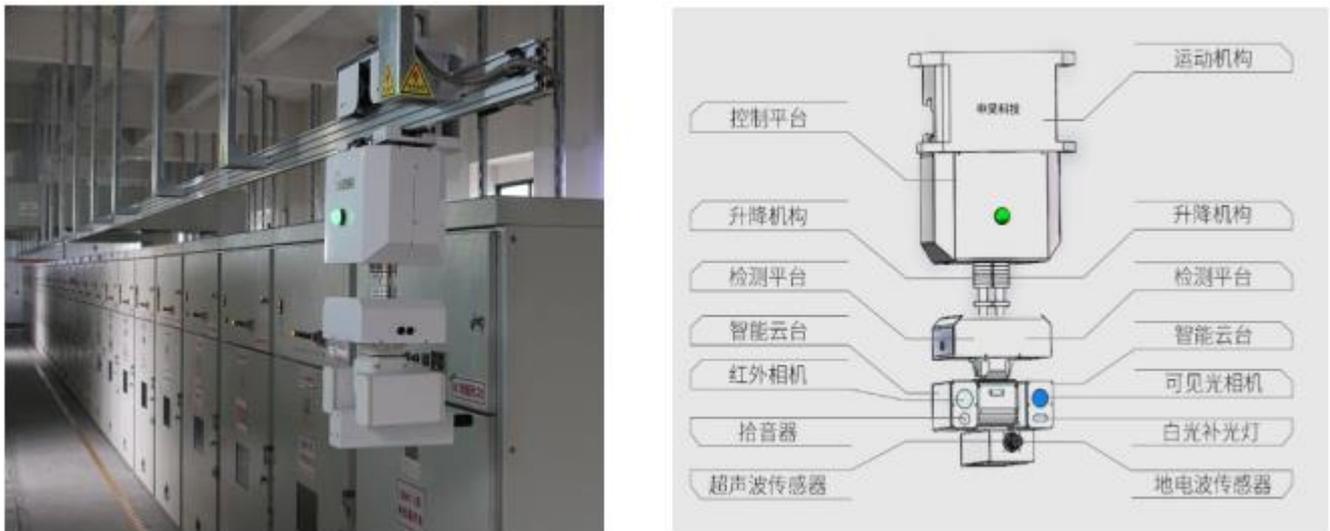
图 4：公司变电站轮式机器人产品图示



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

3) 室内挂轨机器人：公司室内挂轨机器人主要用于变电站的开关室、GIS 室、继保室，能够替代人工完成多种巡检任务，具有检测、监控、故障诊断、预警、报警等功能。该机器人能够通过一个自主运行的机动平台和搭载一组高性能检测仪器对站内设备进行全天候监控，大大减少了“传统智能变电站”所需的固定式传感器和仪器设备数量。

图 5：公司室内挂轨机器人图示及结构



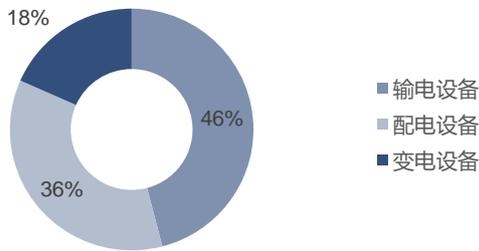
资料来源：公司公告，信达证券研发中心

4) 监测设备：公司的智能输电、变电监测设备主要通过对输、变电环节的电气、机械等设备的运行状态进行监测，通过各类传感器获取其运行状况、运行质量的相关信息，以动态跟踪各种劣化过程的发展状况，以便电力运维管理部门在电力设备可能出现故障或性能下降到影响正常工作前，及时进行维修、更换，从而保障电力设备运行的安全性、稳定性和可靠性。配电及自动化控制设备运用计算机技术、自动控制技术等技术手段，对配电网故障区段进行定位、自动隔离，减少停电范围和停电时间，降低维护工作量，提高整个配电系统的效率。

2020 年，公司监测设备在总收入中的比例已达到 39%左右，参考 2019 年数据，输电和配电环节的设备占智能电力监测及控制设备比例较高分别达到 46%、36%，变电环节设备占比 18%，其中输电设备以海缆通道防锚损装置为主，配电设备以智能头盔为主，变电设备以

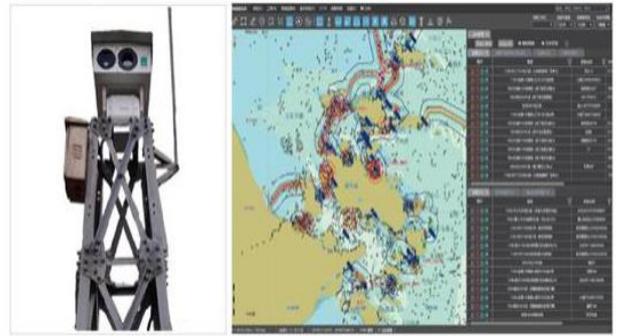
二次压板状态监测设备为主。每类装置均能较好解决电网企业当下痛点，以占比最高的海缆通道防锚损装置为例，该装置可以存储、记录船舶动态、视频监控画面等信息，并方便地查询历史记录信息及事故取证，通过电力部门与海事、渔业等部门建立的联动机制有效防止可能发生的船舶误抛锚等危害海缆安全的行为。

图 6：监测设备细分品类占比（2019 年后无细分数据）



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 7：监测设备中占比最高的海缆通道防锚损装置图示

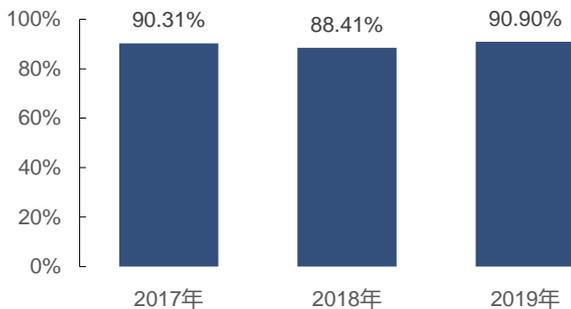


资料来源：公司公告，信达证券研发中心

产品迭代升级品类不断丰富，助力省外业务拓展加快

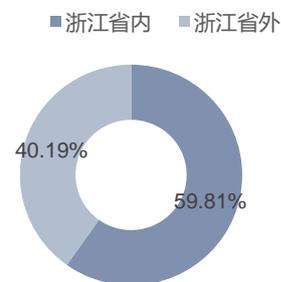
公司客户主要是国家电网公司及其下属企业，且地域较为集中。2017-2019 年公司前五大客户收入占比分别为 95.45%、95.55%和 91.20%，其中直接和间接来自国网浙江的占比分别为 90.31%、88.41%和 90.90%。受益于公司产品不断丰富以及省外拓展力度持续加大，公司 2020 年省外业务占比取得飞跃式的提升，2020 年浙江省外收入占比达到 40.19%，较上年 9.06%大幅提升超过 30 个百分点。

图 8：2017-2019 年公司来自国网浙江的收入占比



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 9：公司 2020 年浙江省外业务收入占比大幅提升

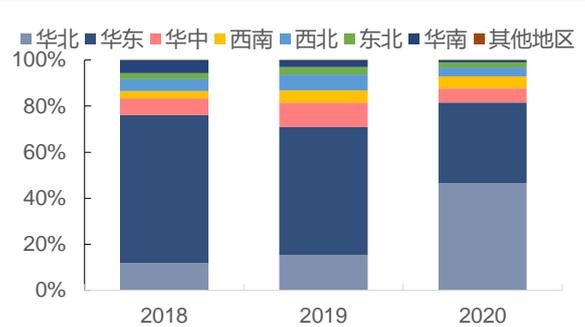


资料来源：公司公告，信达证券研发中心

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，2020 年亿嘉和华东收入占比达到 94%，且近些年收入占比情况较为稳定。国网智能业务主要集中在华北地区（主要客户国网英大）和华东地区（主要客户国网山东），2020 年国网智能华北地区收入占比 46%，华东地区占比 35%，合计占比达 81%，且从历史变化来看，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。

图 10：亿嘉和分区域收入占比变化情况

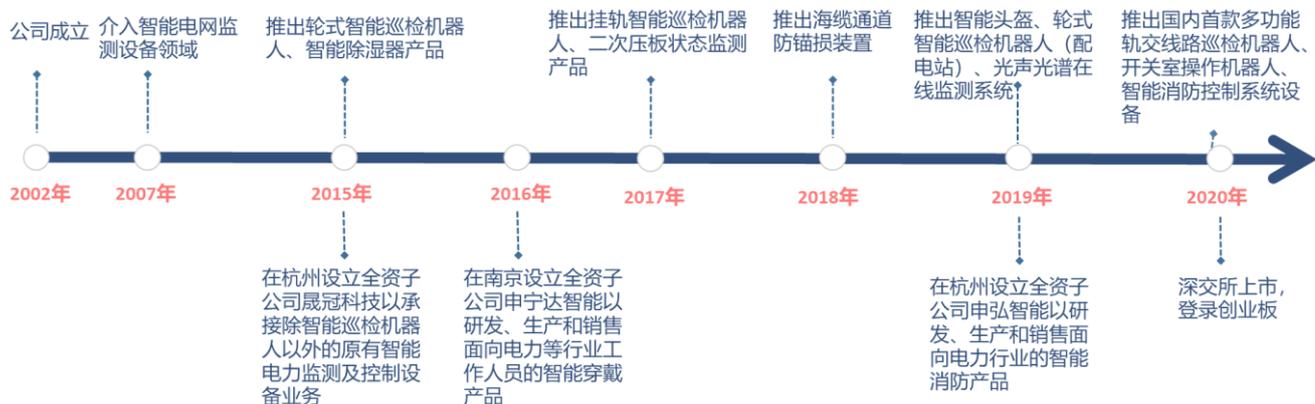

资料来源：亿嘉和公告，信达证券研发中心

图 11：国网智能分区域收入占比变化情况


资料来源：国网智能公告，信达证券研发中心

公司省外业务拓展顺利，国内市场空间广阔。公司跨区域拓展的驱动力主要来源于产品矩阵不断丰富、同类产品系列不断升级迭代增强竞争力。近些年来公司变电站巡检机器人已经推出第四代，监测设备深耕时间最久竞争力持续增强满足不同地区需求。智能电网的建设进程依托于传统电网的建设基础。在传统电网建设过程中，全国各地区存在一定的差异，导致智能电网的建设进程也先后不一，受此影响行业呈现出一定的区域性特征。在经济发展水平较高、用电量大的区域，对输变电监测设备、配电及自动化控制设备的需求量也会较大。华东地区作为国内经济发展的主要区域之一，在智能电网的建设、传统电网的改造方面一直走在前列，对应的设备需求量一直较高。华东以外地区由于经济条件限制导致电网建设进程相对偏慢，但在人力成本持续攀升的背景下，也仍然面临机器替代人工的必然选择，因此性价比较高的设备如在线监测设备可能会是经济发达程度较低地区的首选。

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）。公司于 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。公司开发出的巡检机器人和在线监测设备两大系列产品已覆盖电力系统输电、变电和配电三大环节，产品线极全。

图 12：公司发展历程伴随着产品迭代升级和品类持续扩张


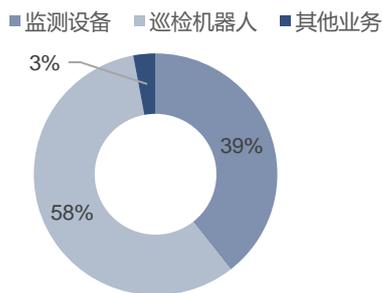
资料来源：公司公告，信达证券研发中心

表 1：公司主要子公司基本情况

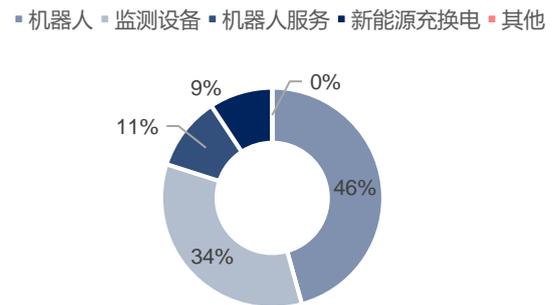
子公司	设立时间	主营业务
杭州晟冠科技有限公司	2015 年 12 月	主要从事除智能巡检机器人以外的智能电力设备监测产品的研发、生产及销售。
南京申宁达智能科技有限公司	2016 年 8 月	研发、生产和销售面向电力等行业工作人员的智能穿戴产品和无人机自主巡检系统，成为申昊科技产品线的有力补充。
杭州申弘智能科技有限公司	2019 年 4 月	主要立足于研发、生产和销售面向电力行业的智能消防产品。

资料来源：公司公告，信达证券研发中心

公司 2020 年监测设备收入 2.41 亿，占营业收入比达到 39%，巡检机器人设备收入 3.52 亿，占营业收入比 58%，监测设备在浙江省外更有竞争力，区域占比同样较为分散的国网智能（华北地区占比高）其监测设备占比也比较高，2020 年国网智能监测设备收入占比为 34%。

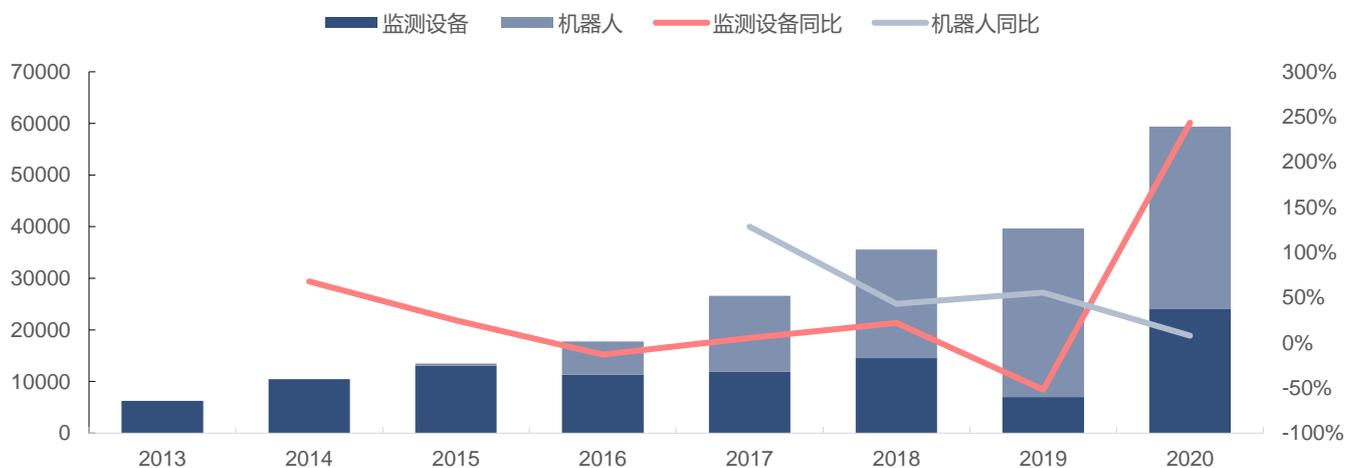
图 13：2020 年公司收入结构


资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 14：2020 年国网智能收入结构


资料来源：国网智能公告，信达证券研发中心

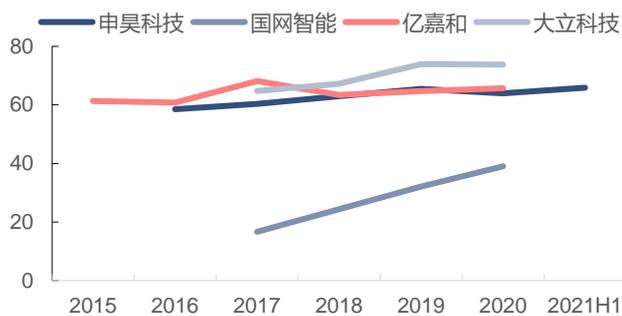
从分类别收入变动来看，公司表现出明显的后发优势，监测设备业务竞争力持续夯实，保持稳定较高增速，切入机器人领域后机器人业务呈现爆发增长，华东等经济相对发达地区电网智能化进程持续加快，其他地区逐步跟上发展节奏，公司顺应全国电网智能化趋势，将凭借丰富的研发和产品储备实现快速增长。公司最早做监测设备起家，2016 年后随电力巡检机器人市场需求持续提升，公司机器人业务开始呈现爆发式增长，收入占比也逐步超过监测设备成为核心主业，2019 年公司机器人业务收入占营业收入比一度超过 80%。但值得说明的是，电网企业每年招标具有一定的波动性，这也导致 2019 年和今年上半年出现业务结构的大幅变动。但电网智能化大势所趋，随省外区域持续拓展，长期收入有望保持较高增速。2013-2020 年公司监测设备收入复合增速 21.33%，2016-2020 年公司机器人业务收入复合增速达 53.14%，2013-2020 年公司总收入由 0.63 亿快速增长至 6.12 亿，复合增速达 38.49%。

图 15：公司分业务收入及同比变化情况（万元）


资料来源：公司公告，信达证券研发中心

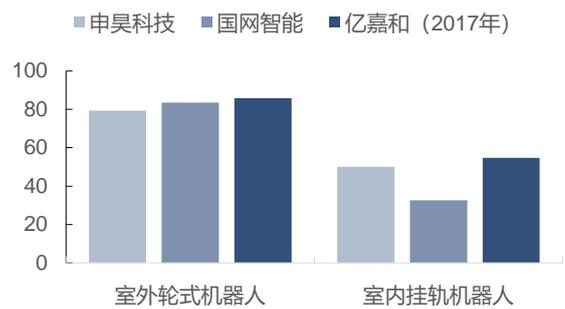
产品品类较全是公司核心竞争力之一，公司在产品性能方面也具备一定领先优势，同时成本控制能力较强，产品具备性价比优势。国内电力巡检机器人相关上市公司包括申昊科技、国网智能、亿嘉和、大立科技，机器人业务毛利率对比来看，申昊科技和亿嘉和毛利率基本持平，大立科技机器人业务毛利率相对较高，主要是由于大立科技自主掌握核心零部件红外产品，国网智能机器人业务毛利率相对较低。申昊科技、国网智能、亿嘉和室外轮式巡检机器人单价相差不大，申昊科技定价较国网智能略低，表明尽管有一定差异化但市场定位基本相同，产品竞争力基本相当。国网智能的室内挂轨机器人定价要明显低于亿嘉和、申昊科技。综合来看申昊和同行业龙头公司同类产品相比同属一线梯队，但有一定成本优势。

图 16：电力巡检机器人相关公司机器人业务毛利率（%）



资料来源：相关公司公告，信达证券研发中心

图 17：2019 年电力巡检机器人产品单价（万元/台）



资料来源：相关公司公告，信达证券研发中心

受益电网智能化趋势，国内电力巡检机器人市场空间较大

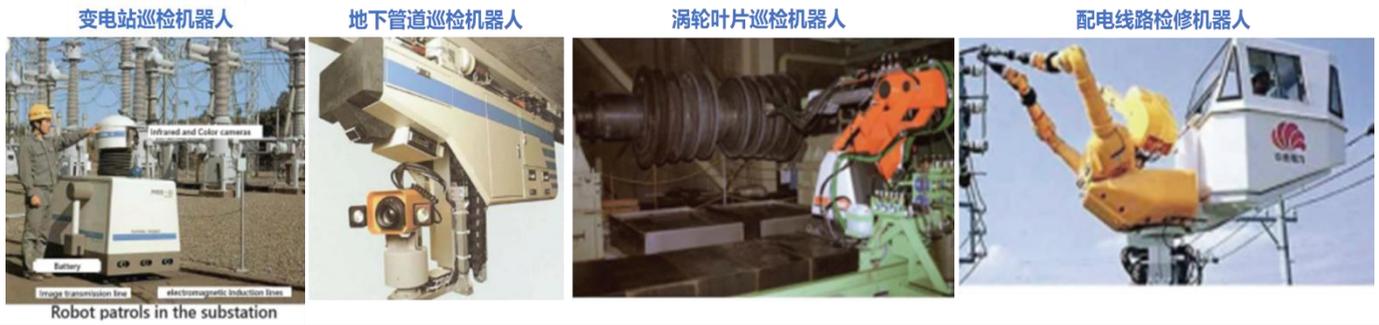
电力设备需要日常巡检，因为在日常使用和运转过程中，由于受负荷、内部应力、磨损、腐蚀等因素的影响，个别部位或整体会出现形态、组分和电气性能等方面发生改变的状况，此性能劣化现象将降低电力设备的可靠性，严重者甚至会造成事故。巡检机器人属于特种机器人，通过装载的各类传感器，有效监测各种表计、气体、温度等，在无人值守的变电站、地下管廊、地铁隧道等场所进行自动巡检。目前巡检机器人在电力领域应用最为广泛，包括变电站、配电站、地下电缆隧道等场景。

图 18：电力巡检机器人图示



资料来源：申昊科技官网，信达证券研发中心

电力巡检机器人的早期研究和应用主要集中在日本、美国等发达国家，早在 1980 年，日本就开始将移动机器人应用于变电站中。日本采用磁导航方式，搭载红外热像仪，对 154 kV-275 kV 变电站的设备致热缺陷进行检测；八十年代末期，日本研制出了地下管道监控机器人，用于监测 275 kv 地下管网内的温度、湿度、水位、甲烷气体、声音、超声、彩色视频图像等；九十年代，日本率先开展了应用于 500kV 变电站的有轨巡检机器人，又研制出了涡轮叶片巡检机器人，配电线路检修机器人等应用于不同场景的巡检机器人。

图 19：日本早期电力巡检机器人


资料来源：《电力智能巡检机器人研究综述》，信达证券研发中心

近十多年来，电力巡检机器人行业主要由中国引导，其专利、产品数量以及应用规模远远超过了其他国家的数量。国网山东省电力公司电力科学研究院及下属的山东鲁能智能技术有限公司于1999年最早开始变电站巡检机器人研究，于2002年成立了电力机器人技术实验室，主要开展电力机器人领域的技术研究。2004年，研制成功第一台功能样机，后续在国家“863项目”支持和国家电网公司多方项目支持下，研制出了系列化变电站巡检。2012年2月，中科院沈阳自动化研究所研制出轨道式变电站巡检机器人，实现了冬季下雪、冰挂情况下的全天候巡检。2012年11月，慧拓变电站智能巡检机器人在郑州110 kV牛砦变电站正式投入运行，该机器人同样可以对开关、仪表等视频分析，自动判断变电站设备的运行状态及预警。2012年12月，重庆市电力公司和重庆大学联合研制的变电站巡检机器人在巴南500 kV变电站成功试运行，可实现远程监控及自主运行。2014年1月，浙江国自机器人技术有限公司研制的变电站巡检机器人在瑞安变电站投运。随着市场空间的打开和技术进展加快，较多的机器人制造厂商投入到变电站巡检机器人的设计、研发和销售，市场成长较快且空间广阔。

图 20：国家电网公司电力机器人技术实验室研制的五代变电站巡检机器人


资料来源：《变电站巡检机器人研究现状综述》，信达证券研发中心

电力巡检机器人替代人工的经济性已经显现

电力设备传统的人工巡检模式定会被智能化机器人巡检所取代。变电站传统的单一巡检方式为人工巡检，工作方式手动记录，存在劳动强度大、巡检效率低、巡检不到位、巡检标准不统一、雨雪恶劣环境下巡视困难等问题，并且简单依靠巡检人员的感官和经验，很难做到客观、全面、准确的评判，给设备的安全运行埋下安全隐患。配电所与变电站类似，传统巡检模式为人工记录或手持智能巡检仪器，但仍存在实时性不强、精确度不高、操作繁琐等劣势。输电线路和电缆隧道则更不用说，环境条件较为恶劣，传统的人工巡检模式不但会出现更多精确性等方面的问题，而且人身安全也有一定威胁。

此外，电力巡检机器人经济性已较为明显，目前室外巡检机器人平均单价为80万元/台，按照5-8年的折旧期估算年成本为10-16万元/年，按照目前110KV变电站应用较为广泛的“一机一站”模式，一台机器能够替代4名左右工人，每名工人折合成本2.5-4万元/年，远低于目前变配电值班员的年人工成本约10万元，甚至低于城镇居民平均可支配收入。而这

仅仅是直接经济价值比较，如果考虑巡检意外造成的伤亡损失，则成本差距进一步拉大。随着我国劳动力成本的不断攀升，采用电力巡检机器人的经济性也愈发凸显。

表 2：人工巡检和机器人巡检对比

	人工巡检	机器人巡检	总结
巡检方式	运维人员现场通过手持式红外热像仪测温、人工表计抄录，完成后手动导出设备照片，并将纸质记录数据再次录入做电子存档。	机器人按照预设检测时间全自动到现场进行设备测温、表计抄录。数据、报表、图片自动存库并可自由导出。	人工巡检重复工作，数据存档及应用繁琐。
工作量对比	视变电站设备数及规模，每次人工全面巡检需要至少 1 人天。	自动巡检，自动生成数据报表，红外图片等均可选择导出。运维人员仅需查看机器人报警项及缺陷设备即可。	机器人巡检可以有效减少人工工作量。
客观性对比	人工巡检因检测人员、检测角度、检测时间等存在不固定性，数据客观性存在差异。	机器人按照预设任务，检测角度、检测位置、检测时间等均保持一致。	机器人巡检数据更具客观性。
准确性对比	红外测温数据较机器人相同。表计抄录因距离、表计位置、抄录角度、读表误差等准确性受到影响。在个别因角度、位置机器人难以识别的识别读取上人工有优势。	机器人依靠高清相机以及模式识别技术，可以较为准确识别表计。对于距离较远的表计依然可以清晰拍照识别。个别设备机器人无法有效识别。	除个别因角度、位置等因素无法识别的设备外，机器人巡检数据识别较人工更有效。
便利性对比	无人值守站需运维人员到站进行检测。雷雨等恶劣天气时，人员无法到设备区进行检。	已部署机器人的变电站，运维人员到站后仅需查看报警项即可。已部署集控系统或者远程客户端的变电站，运维人员仅需在运维站即可实现对所辖站设备情况的监测。机器人运行不受天气情况影响，恶劣天气下仍能正常巡检。	单站应用及集控应用方式均比人工巡检便利。
缺陷跟踪对比	缺陷设备需人工定期定时检测。	可以按照预设巡检任务及特定缺陷跟踪任务，实现对缺陷设备的全天候全时段跟踪检测。并结合数据曲线跟踪发展趋势。	机器人巡检更适合缺陷跟踪。

资料来源：《电力智能巡检机器人研究综述》，信达证券研发中心

政策推动电网智能化持续加快

政策端持续推动电网智能化。2009 年 5 月，国家电网公司首先在“2009 特高压输电技术国际会议”上首次提出“坚强智能电网”概念。同时，我国政府和行业主管部门对智能电网给予高度关注，出台了一系列有利于行业健康、可持续发展的行业政策，智能电网已上升至国家战略高度。智能电网的概念涵盖了提高电网科技含量、提高能源综合利用效率等内容，是我国电网建设的必然趋势。

表 3：智能电网相关支持政策

文件名称	发布部门	日期	主要内容
《智能电网重大科技产业化工程“十二五”专项规划》	科技部	2012.03	突破大规模间歇式新能源电源并网与储能、智能配用电、大电网智能调度与控制、智能装备等智能电网核心技术，形成具有自主知识产权的智能电网技术体系和标准体系，建立较为完善的智能电网产业链，基本建成以信息化、自动化、互动化为特征的智能电网，推动我国电网从传统电网向高效、经济、清洁、互动的现代电网的升级和跨越。
《配电网建设改造行动计划（2015-2020 年）》	能源局	2015.07	加强配电网自动化建设，持续提升配电网自动化覆盖率，提高配电网运行监测、控制能力，实现配电网可观可控，变“被动报修”为“主动监控”，缩短故障恢复时间，提升服务水平。
《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	全国人民代表大会	2016.03	加快智能电网建设，提高电网与发电侧、需求侧交互响应能力；大力推进机器人、智能系统、分布式能源系统、高效节能环保等新兴前沿领域创新和产业化，形成一批新增长点。
《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	国务院	2016.11	大力发展智能电网技术，发展和挖掘系统调峰能力，大幅提升风电消纳能力。加快发展高塔长叶片、智能叶片、分散式和海上风电专用技术等，重点发展 5 兆瓦级以上风电机组、风电场智能化开发与运维、海上风电场施工、风热利用等领域关键技术与设备。
《电力安全生产行动计划（2018-2020 年）》	国家能源局	2018.06	杜绝重大以上电力人身伤亡责任事故、杜绝重大以上电力安全事故、杜绝电厂垮坝漫坝事故，防止主设备严重损坏事故、防止对社会造成重大影响事故，实现电力安全生产事故起数和伤亡人数进一步下降，确保电力系统安全稳定运行和电力可靠供应。

资料来源：相关政府网站，信达证券研发中心

紧接着“坚强智能电网”概念的提出，两大电网公司分别提出了建设智能电网和推广状态检修的明确规划。

表 4：国家电网公司和南方电网公司的智能电网发展规划

时间	单位	文件	主要内容
2010.03	国家电网公司	《国家电网智能化规划总报告（修订稿）》	将分三阶段逐步推进坚强智能电网建设，到 2020 年全面建成坚强智能电网
2013.09	南方电网公司	《南方电网发展规划（2013—2020 年）》	到 2020 年，城市配电网自动化覆盖率达到 80%，应用微电网技术解决海岛可靠供电问题，基本实现电网信息标准化、一体化、实时化和互动化
2014.07	国家电网公司	《2015-2020 年电网智能化滚动规划指南》	到 2020 年，全面推广应用输变电状态监测、直升机巡检、无人机巡检和机器人巡检等先进技术，实现输变电设备的智能巡检、电网运行状态的实时评估和辅助决策，全面建成具有信息化、自动化和互动化特征的智能电网
2017.08	南方电网公司	《南方电网“十三五”智能电网发展规划研究报告》	智能电网架构体系涵盖“5 个环节+4 个支撑体”等九大领域。5 个环节分别为：清洁友好的发电、安全高效的输变电、灵活可靠的配电、多样互动的用电、智慧能源与能源互联网。4 个支撑体系分别为：全面贯通的通信网络、高效互动的调度及控制体系、集成共享的信息平台、全面覆盖的技术保障体系等

资料来源：国家电网公司，南方电网公司，信达证券研发中心

电网智能化改造是一个系统工程，就输电、变电和配电环节而言，其智能化建设目标包括：在输电环节，需实现全网雷电活动联网探测和高精度定位、全部特高压线路和大跨越杆塔状态在线监测、主要灾害多发区和微气象区监测等功能。

在变电环节，变压器、电抗器、断路器、GIS、电力电缆、高压套管等设备故障率相对较高、故障影响较大，需对其进行及时可靠的工况检测、监测，并对工况信息进行及时传输汇总。

在配电环节，通过采用先进的自动化、通信和信息技术，分阶段、分层次地规划和实施，逐步提高配电网（主要包括配电主站、配电终端、配电子站和通信通道等部分）的自动化水平，实现配网调控一体化和智能化。

图 21：国家电网智能化建设目标



资料来源：《国家电网智能化规划总报告（修订稿）》，信达证券研发中心

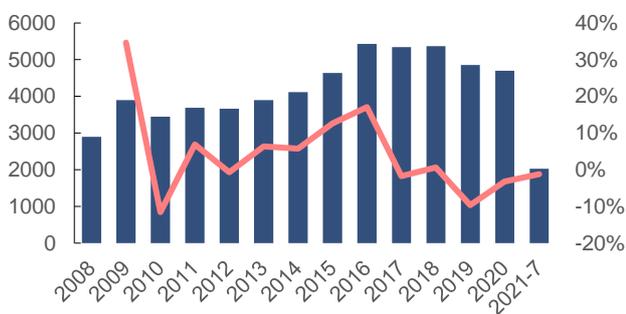
国家电网在《国家电网智能化规划总报告（修订稿）》中将“坚强智能电网”的建设计划划分为三个阶段，每个阶段的智能化投资比例逐步提升。其中 2016 年至 2020 年为引领提升阶段，计划总投资 1.4 万亿元，该阶段重点是基本建成坚强智能电网，输电、变电、配电、用电以及调度环节基本实现全面智能化，电力系统运行效率、电网可靠性和电能质量全面提升。国家电网计划总投资 3.45 万亿元，其中智能化投资 3841 亿元，占电网总投资的 11.13%。

表 5：国家电网投资规划

阶段	期间	电网总投资	智能电网总投资	智能电网投资占比
第一阶段	2009-2010 年	5510	341	6.19%
第二阶段	2011-2015 年	15000	1750	11.67%
第三阶段	2016-2020 年	14000	1750	12.50%

资料来源：《国家电网智能化规划总报告（修订稿）》，信达证券研发中心

近年来国内电网投资额保持相对高位，2021 年前 7 月电网投资额达到 2029 亿元，较上年同期略降 1.17%，降幅有所缩窄，电网投资增速近几年开始回升。国家电网预计 2021 年电网总投资额 4730 亿元，实现 2019 年以来的首次正增长，同比增速 0.66%。智能电网投资额占电网总投资额的比例保持相对稳定，每年智能电网投资占比稳定在 11.3%-11.5% 左右，受电网投资波动影响，近年来智能电网投资额有所下降。我们预计未来随着电网智能化的稳步推进，国内电网智能化投资力度有望保持相对稳定，智能监测设备是电网智能化改造的重要实现手段，投资额也有望更多的向智能监测设备倾斜。

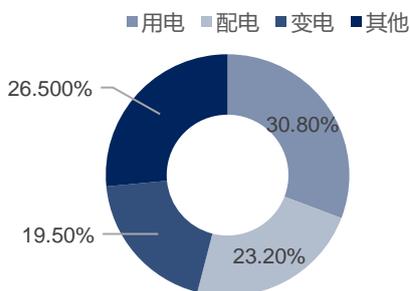
图 22：国内电网投资额（亿元）及同比


资料来源：中电联，信达证券研发中心

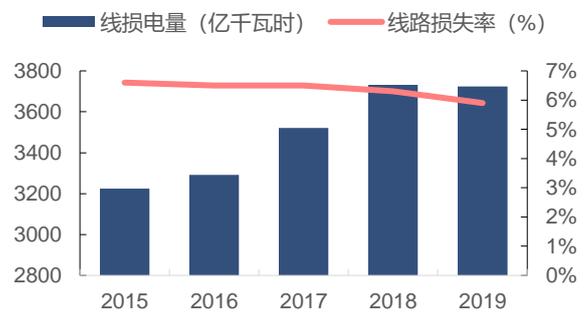
图 23：智能电网投资额（亿元）及占比


资料来源：中电联，中国产业信息网，信达证券研发中心

根据国家电网的规划，电网智能化投资涉及发电、输电、变电、配电、用电、调度、通信信息化平台等七个领域。其中，用电、配电、变电环节计划投资规模最大，占智能化投资比重分别为 30.8%、23.2%、19.5%。另外，智能巡检的必要性很强，根据中电联统计数据，2015-2018 年间，中国电网线损电量持续上升，2019 年有所下降，达到 3724 亿千瓦时。中电联建议，应提升电力高质量可持续保供能力、提高电力资源配置效率、促进电力高效利用，因此，智能巡检、维护将成为保障能源电力供应稳定、提升电力系统效率的重要推动力。

图 24：国家电网分领域智能化投资比重


资料来源：国家电网，信达证券研发中心

图 25：2015-2019 年电网线路损失率及线损电量


资料来源：中电联，信达证券研发中心

国内电力巡检机器人市场容量达 630 亿

1) **变电站电力巡检机器人空间测算：**对于智能巡检机器人市场空间的测算，所需关键假设变量为机器人的市场渗透率和变电站数量。

渗透率假设：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。浙江是国家电网体系内最早试点变电站无人值守的区域之一，对智能巡检机器人的推广普及走在全国前列。我们认为，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先行试点地区延后 5 年左右。截至 2018 年底，国网浙江变电站轮式和挂轨式巡检机器人实际使用量分别为 469 台和 525 台，渗透率为 24.26%。我们预计 2025 年全国电力巡检机器人渗透率有望达到 2018 年浙江的渗透率水平，为 24.26%，2028 年全国渗透率有望达到 30%。

表 6：2018 年浙江省变电站数量及机器人理论用量

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	1494	1	1494	1	1494
总计	1904		1933		2164
国网浙江实际使用量			469		525
浙江渗透率			24.26%		24.26%

资料来源：公司招股说明书，信达证券研发中心

变电站数量假设：我们将国内新增 220 千伏及以上变电设备容量的同比增速作为国内变电站数量同比增速的参考值。2018-2021 年新增变电设备容量的同比增速分别为 -8.99%、4.35%、-3.27%、26.75%。我们预计 2021 年国内变电站保有数量同比增速为 2.9% 左右。我们测算得出，2023 年和 2028 年国内变电站数量分别有望达到 41694 万座和 47173 万座。

表 7：国内变电站数量估算

变电站类别	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2028 年
750, 800, 1000kV	90.00	92.19	94.48	96.69	99.49	101.98	104.53	118.26
330-660kV	935.00	957.76	981.50	1004.47	1033.58	1059.42	1085.90	1228.60
220kV	6144.00	6293.53	6449.55	6600.47	6791.77	6961.56	7135.60	8073.28
110kV	28731.00	29430.22	30159.85	30865.59	31760.13	32554.13	33367.99	37752.81
变电站数量总计 (座)	35900.00	36773.70	37685.38	38567.22	39684.96	40677.09	41694.01	47172.95
同比新增 (座)	960.00	873.70	911.68	881.85	1117.74	992.12	1016.93	1150.56
新增同比增速 (%)		-8.99%	4.35%	-3.27%	26.75%	-11.24%	2.50%	2.50%
合计同比增速 (%)		2.43%	2.48%	2.34%	2.90%	2.50%	2.50%	2.50%

资料来源：信达证券研发中心测算

图 26：国内新增 220 千伏及以上变电设备容量及同比变化情况



资料来源：中电联，信达证券研发中心

市场空间测算：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
请阅读最后一页免责声明及信息披露 <http://www.cindasc.com> 17

2018年浙江的渗透率水平，为24.26%，2028年全国渗透率有望达到30%。不考虑设备报废的情况下，按照渗透率线性推算，我们预计2025年、2028年室内挂轨巡检机器人新增需求量分别为1173台、1818台，存量更新需求假设折旧期8年，室内机器人市场规模分别为11.93亿元、25.01亿元；预计2025年、2028年室外轮式巡检机器人新增需求量分别为820台、1092台，存量更新需求假设折旧期8年，室外机器人市场规模分别为12.31亿元、16.40亿元；我们预计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23.19亿元、30.78亿元。

表 8：国内变电站智能巡检机器人市场空间测算

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2025年	2028年
室内								
室内机器人保有量(台)	4000.00	4846.75	5734.90	6655.05	7656.66	8677.03	12031.49	16022.18
室内机器人理论容量(台)	40644.50	41633.66	42665.83	43664.22	44929.68	46052.92	49593.96	53407.27
室内机器人渗透率	9.84%	11.64%	13.44%	15.24%	17.04%	18.84%	24.26%	30.00%
室内机器人新增需求		846.75	888.14	920.15	1001.61	1020.37	1173.35	1818.45
室内机器人更新需求		500.00	605.84	716.86	831.88	957.08	1357.27	1775.47
室内机器人单价(万元)		50.00	49.00	48.00	47.00	46.00	43.00	40.00
室内挂轨机器人市场空间(亿元)		6.73	7.32	7.86	8.62	9.10	10.88	14.38
室外								
室外机器人保有量(台)	2000.00	2983.45	4015.36	5089.68	6245.96	7436.10	10805.39	14389.39
室外机器人理论容量(台)	36502.50	37390.86	38317.84	39214.48	40350.98	41359.76	44539.94	47964.64
室外机器人渗透率	5.48%	7.98%	10.48%	12.98%	15.48%	17.98%	24.26%	30.00%
室外机器人新增需求		983.45	1031.91	1074.32	1156.28	1190.14	820.15	1352.37
室外机器人更新需求		250.00	372.93	501.92	636.21	780.74	1248.15	1629.63
室外机器人单价(万元)		70.00	68.50	67.00	65.50	64.00	59.50	55.00
室外轮式机器人市场空间(亿元)		8.63	9.62	10.56	11.74	12.61	12.31	16.40
变电站场景市场空间总计(亿元)		15.37	16.94	18.42	20.36	21.71	23.19	30.78

资料来源：信达证券研发中心测算

2) 配电站电力巡检机器人空间测算：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。根据国家能源局2015年发布的《配电网建设改造行动计划》(2015-2020年)，2015年至2020年，配电网建设改造投资不低于2万亿元，配电自动化覆盖率在2017年应达到50%，2020年达到90%。国内配电站智能巡检机器人业务较为领先的企业亿嘉和近年来实现快速增长，2015年-2017年其主要应用于配电站的室内机器人销量分别为50台、270台和448台，增长迅速，期间江苏省室内巡检机器人招标额年均复合增长率高达111.72%。我们假设国内配电站数量与变电站数量的比例关系约为10:1，预计未来5年的配电站巡检机器人渗透率每年提升3%，假设巡检机器人均价为40万元/台，平均每5座配电站配1台巡检机器人。我们预计2025年、2028年配电站巡检机器人新增需求量分别为3107台、3553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18.15亿元、21.46亿元。

表 9：国内配电站智能巡检机器人市场空间测算

配电站	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2025年	2028年
配电站数量(座)	359000.00	367736.96	376853.75	385672.22	396849.62	406770.86	438047.73	471729.49
巡检机器人保有量(台)	1000	3230.76	5571.98	8016.40	10629.82	13336.19	22246.48	32448.16
巡检机器人理论容量(台)	71800.00	73547.39	75370.75	77134.44	79369.92	81354.17	87609.55	94345.90
巡检机器人渗透率	1.39%	4.39%	7.39%	10.39%	13.39%	16.39%	25.39%	34.39%
巡检机器人新增需求		2230.76	2341.22	2444.42	2613.43	2706.37	3106.78	3552.76
巡检机器人更新需求		125.00	403.84	696.50	1002.05	1328.73	2392.46	3611.92
巡检机器人单价(万元)		40.00	39.00	38.00	37.00	36.00	33.00	30.00

巡检机器人市场空间（亿元）

9.42

10.71

11.94

13.38

14.53

18.15

21.49

资料来源：信达证券研发中心测算

变电站和配电站是当前电力巡检机器人重点工作领域，我们预计 2025 年、2028 年国内变电站和输电站领域的电力巡检机器人市场空间分别有望达到 41 亿元、52 亿元。地下电力输送通道巡检需求也在逐渐提升。考虑地下隧道巡检的需求提升，未来电力智能巡检机器人的市场空间将更加广阔。

表 10：国内电力巡检机器人市场总空间测算

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2025 年	2028 年
变电站场景市场空间(亿元)	15.37	16.94	18.42	20.36	21.71	23.19	30.78
配电站场景市场空间（亿元）	9.42	10.71	11.94	13.38	14.53	18.15	21.49
总计	24.79	27.65	30.36	33.74	36.24	41.34	52.27

资料来源：信达证券研发中心测算

值得说明的是，我们上述测算是“每年需求规模”的概念，较依赖渗透率每年提升多少个百分点的假设，目前变电站和配电站巡检机器人渗透率仍然较低，变电站巡检机器人渗透率不足 20%，配电站巡检机器人渗透率不足 15%，潜在市场容量很大，我们假设当前变电站和配电站巡检机器人的渗透率分别为 20%和 15%，测算各电力领域巡检机器人的潜在市场容量，测算得出变电站室内巡检机器人市场容量 169 亿元，变电站室外巡检机器人市场容量 211 亿元，配电站机器人市场容量 249 亿元，合计市场容量达 630 亿。

表 11：电力巡检机器人市场容量测算（亿元）

	变电站室内机器人	变电站室外机器人	配电站机器人	合计
市场容量	168.94	211.44	249.14	629.52

资料来源：信达证券研发中心测算

电力巡检机器人技术壁垒较高，行业集中度较高

从市场准入门槛及参与者数量来看，由于电力机器人属于多学科、多领域前沿技术集成的产物，集多传感器融合技术、导航及行为规划技术、机器视觉技术于一体，技术门槛较高。此外，国网公司、南网公司对于该产品的应用要求、技术参数等管理非常严格，目前市场仍只有少数技术能力突出、产品质量过硬的企业参与，市场头部效应明显，市场竞争格局相对稳定，并有一定的区域性特征。电力在线监测设备行业发展历史较长、产品较为成熟，市场上参与者较多，市场集中度较低，主要竞争对手包括红相股份、智洋创新、杭州柯林，公司凭借在电力领域的品牌和服务优势，市场竞争地位较高，在市场拓展方面更容易获得客户的认可。

表 12：公司电力巡检机器人和在线监测设备领域主要竞争对手

细分领域	主要竞争对手	基本情况
巡检机器人	亿嘉和	成立于 1999 年，于 2014 年引进相关技术研发团队，开始在江苏地区开展电力巡检机器人的研发与生产；2015 年至 2016 年，亿嘉和室外机器人、室内机器人、隧道机器人以及无人机产品相继推出。目前亿嘉和的产品分为三个系列：操作类机器人、巡检类机器人和消防类机器人。
	朗驰欣创	成立于 2005 年，成立之初从事于安防视频通信领域，目前具有巡检机器人、红外热成像和安防三大业务板块。除电力领域外，该公司机器人产品还运用于石化、军警、市政、家庭等多个领域。
	国网智能	前身为山东鲁能智能技术有限公司，成立于 2000 年，为国网山东省电力公司持股 50% 的子公司。其主要从事于电力行业机器人和智能电气设备领域，主要产品包括电气自动化设备、电力机器人、无人机巡检系统、智能微电网产品等。
	浙江国自	成立于 2011 年，从事移动机器人的开发和推广，产品涉及电力、汽车、橡胶轮胎、物流、煤炭、铁路等应用领域，其中电力领域的市场进入时间为 2013 年左右。
	大立科技	成立于 2001 年 7 月，主要从事光电产品的研发、生产和销售。大立科技的主要产品和服务包括非制冷红外焦平面探测器、红外热成像系统、智能巡检机器人、惯性导航光电产品。
	科大智能	成立于 2002 年 11 月，主营业务为工业自动化业务和电力自动化业务，从事工业机器人、智能物流、电力和新

		能源领域的产品研发和应用。科大智能的主要产品和服务包括智能电网终端、AGV 移动机器人、非标定制化装备、智能工厂整体解决方案等。
在线监测设备	红相股份	成立于 2005 年，自成立起即开始从事电力设备状态检测、监测产品的销售和技术服务业务，2008 年收购澳洲红相 100.00% 股权，从而获得其相多年积累的电力设备研发和技术经验。目前红相股份有限公司主要产品包括电力设备状态检测、监测产品和电能表两大类。
	智洋创新	成立于 2006 年，2021 年 4 月 8 日科创板上市，是国内专业的电力智能运维分析管理系统提供商，通过对输电、变电、配电环节设备运行状况的智能监测及数据分析，提供集监控、管理、分析、预警、告警、联动于一体的智能运维分析管理系统。
	杭州柯林	成立于 2002 年，2021 年 4 月 12 日科创板上市，专业从事电气设备健康状态智能感知与诊断预警装置的研发、生产和销售，产品主要由智能传感器及数字化平台两部分构成。

资料来源：相关公司公告，信达证券研发中心

扩产品：从巡检延伸至操作机器人，助力实现变电站无人化值守 变电站开关室操作机器人进入批量生产阶段

公司积极拓展行业应用深度，将智能机器人的功能从巡检进一步延伸至操作。公司研发生产的变电站开关室操作机器人已进入批量生产阶段，上半年已有小批量订单。公司开关室操作机器人具备自主导航、机械臂及作业末端精准定位、设备状态智能识别、自主紧急分闸、旋钮开关转换、保护装置按键操作和信息查看、手车摇进摇出等功能，可完成开关柜的应急分闸操作及常规倒闸操作任务，能够替代或辅助人工完成操作任务，大大减少工作人员的工作负担，提高应急响应速度，保障作业人员的人身安全及电网安全，减少电力事故的发生。

表 13：公司变电站开关室操作机器人主要功能

产品名称	主要功能
变电站开关室操作机器人	通过结合多传感器信息融合的自主精确导航、机械臂柔顺运动控制、3D 机器视觉定位、目标图像 AI 自动识别等技术，开发了开关室操作机器人。操作机器人可自主完成开关室（停役-复役）日常倒闸操作、远程紧急分闸、保护装置查看与复归、常规巡检等任务，能够替代或辅助人工应急操作，大大减少工作人员的工作负担，缩短故障处理时间，保障作业人员的人身安全及电网安全，从而加速推进数字化运维。

资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 27：变电站开关室操作机器人图示



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 28：变电站开关室操作机器人应用场景



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

变电站开关室操作机器人市场空间约 190 亿

变电站智能化和无人化趋势明确，我们认为变电站室内部分人为功能将逐步被机器人所取代。我们预计每座变电站开关室对应需求 1 台操作机器人，开关室操作机器人单价约 100 万元/台，考虑到操作机器人可以集巡检+操作一体化，巡检机器人单价 50 万元/台，则假设操作机器人单价 50 万元/台，单价每年递减。目前国内变电站数量约 4 万座，我们测算得出国内变电站开关室操作机器人市场空间约 190 亿。目前电力巡检机器人龙头亿嘉和也具备操作

机器人研发生产能力，主要聚焦室外带电作业机器人和室内智能操作机器人，其中智能操作机器人与公司开关室操作机器人形成竞争关系，但电力产业链中操作机器人的需求领域较为细分，每个细分领域目前较少企业参与，竞争程度较低，公司目前已取得小批量订单，证明了在操作机器人领域的一定优势，将充分受益电网智能化、无人化带来的市场需求持续扩容。

表 14：变电站开关室操作机器人市场空间测算

	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年
变电站数量总计（座）	38567.22	39684.96	40677.09	41694.01	42736.36	43804.77	44899.89	46022.39	47172.95
开关室操作机器人单价（万元）	50.00	49.00	48.02	47.06	46.12	45.20	44.29	43.41	42.54
开关室操作机器人市场容量（亿元）	192.84	194.46	195.33	196.21	197.09	197.98	198.87	199.77	200.67

资料来源：信达证券研发中心测算

公司产品在研储备丰富，持续拓展布局

公司持续加强电力领域纵向深化和横向延伸，公司研发储备较为丰富，除操作机器人外，传统巡检机器人持续升级迭代，竞争力持续增强，截至 2021 年 6 月底，极寒适应型变电站巡检机器人进入试运行阶段，水下巡检机器人目前在研。

表 15：公司主要在研项目（截至 2021 年 6 月底）

项目名称	研发进度	项目基本情况
轻型挂轨式机器人	小批量试用	本项目拟开发的挂轨巡检机器人产品分两个分支：一个是应用于变电站开关室挂轨巡检机器人；另一个是配电房挂轨式巡检机器人，作为低成本配置方案，并对本地后台监控系统做了体系优化处理。
特高压交流变电站在线智能巡视系统开发	试运行	基于国家电网发布的《特高压交流变电站在线智能巡视系统检测方案》，针对接口、通用安全、功能性等内容进行集中开发，达到送检标准并取得检测合格报告。结合检测规范与变电站场景实际需求，完善在线智能巡视系统功能及界面应用，满足实际应用。
极寒适应型变电站巡检机器人	试运行	研发适用于极寒环境（最低-40℃）下的变电站巡检机器人，攻克包括低温续航、低温红外精准测温、低温导航定位、冰雪路面运动等关键技术，解决普通变电站巡检机器人在极寒环境下无法运行的问题，填补行业空白。
室内多功能智能机器人巡视系统	试运行	本项目通过运用多传感器、实时识别、深度学习、多轴关节机械臂和无线物联网通信等技术，开发了一套全自主巡检的智能机器人系统。系统可以完成环境灯光联动、自动开关门、自动上下楼等跨房间、跨楼层的多功能巡检任务，实现了机器人多功能化、复杂环境自适应和智能化的复杂场景应用。
轮式巡检机器人耐久性算法软件开发	试运行	为提升巡检机器人的巡检可靠性和技术先进性，本项目拟开发高识别率、高效率的机器人红外测温、可见光表计识别技术和典型缺陷识别技术，并优化导航定位功能、路径规划功能、巡检监控系统等方面的稳定性，使机器人能够长期无故障地可靠运行。
配网输电线路带电作业平台开发	样机试制	研发配网不停电作业机器人、机械臂等无人化或减少人化、智能化装备，可以直接替代人工开展作业，消除带电作业人员由于相间距离紧凑严重威胁人身安全的隐患，实现自动化的带电工作模式。
变电站巡检机器人的动态识别技术	样机试制	本项目是机器人在不停车情况下进行拍照、识别的技术，包括红外测温、可见光识别、缺陷检测，用于提升机器人巡检效率，开发自适应识别表记算法，缩短人为参与时间，提升机器人安装调试时间。
四代户外轮式巡检机器人	批量生产	对第一代变电站智能巡检机器人进行升级，增加三维导航，提高机器人环境变化适应性，增加语音分析模块，重新设计机型。
电力智慧站房监控系统	批量生产	系统应用于电力站房智慧化升级，通过站房网关设备集成并采集环境监测、安防监测、设备状态监测、视频监控等 IoT 设备数据，汇总后上传至平台侧供远程展示及分析。机器人作为设备状态监测 IoT 设备，能够以全自主模式代替或辅助人工进行巡检，巡检内容包括设备温度、仪表读数、局放检测，通过国网标准协议，机器人接收巡检任务并上传巡检及告警数据至智慧站房网关。
电力巡检轮式机器人通用轮模组的开发	样机试制	本项目主要针对公司巡检类带悬挂和不带悬挂机器人为载体，面向全向轮系统、直行轮系统及特种功能轮系统进行开发设计。针对不同应用场景，研究直行驱动和转向驱动的全向轮系统、直行驱动和差速转向驱动的直行轮系统及包括麦克纳姆轮、齿形轮等的特种功能轮系统，用于满足不同场景下的巡检类机器人运动功能。
水下巡检机器人关键技术及其应用的研究	在研阶段	本项目的研发旨在突破水下机器人巡检的运动操控、信息获取及结果评价等关键技术的基础上，掌握水下巡检机器人、临场感遥操控、多信息融合监测与评价等核心模块，研发出一套基于人机共融协作的水上风电平台机器人巡检装备，并实现产业化，率先在水上风电平台中应用，同时也为其它高性能机器人巡检术夯实共性技术基础。

资料来源：公司公告，信达证券研发中心

扩领域：轨交领域拓展顺利，“工业大健康”版图日趋完善

公司新产品轨交机器人已进入客户验证阶段

公司在深耕电力领域的基础上积极拓展其他领域，2018 年开始布局轨交领域，目前已推出应用于轨交领域的两款产品，包括轨交线路巡检机器人和列车车底检测机器人，均已进入小批量试用阶段，样机已经在杭州地铁、杭海城际、天津地铁、港铁等多家客户现场试用，并取得良好反馈，我们预计能够较快落地订单。

1) 轨交线路巡检机器人: 采用轮式自动行走运动平台与高精度检测系统相结合的组成方式，运行于铁路线路中，有别于传统的单项检测及人工巡检手段，机器人通过运用综合型检测技术、智能分析识别技术，发现缺陷及时分析报警，检测内容涵盖钢轨、扣件、道床、隧道等检测对象，实现有限时间内，单次巡检效率最大化的目标，提高了巡检效率。

2) 列车车底检测机器人: 列车车底检测机器人 TVIS1000 采用轮式运动平台结合机械臂与视觉系统的组成方式，运行于车辆段检修地沟中，代替人工完成列车日常维护工作中车底的检测任务，解决传统人工检测遇到的任务重、检测难、漏检多等问题，从而缩减巡检人力成本、降低人员工作强度、提高巡检效率和质量，及时和全面地消除列车运行存在的安全隐患。

表 16: 公司应用于轨交领域的产品

产品名称	主要功能	图示
轨交线路巡检机器人	轨交线路巡检机器人采用轮式自动行走平台与高精检测系统相结合的方式，运行于铁路线路中，用于辅助人工完成对整条线路在天窗期的巡检工作任务，该产品可实现钢轨廓形/磨损检测、轨道几何参数检测、扣件缺陷检测、限界入侵检测、道床缺陷检测、隧道表面缺陷检测等多项检测功能。	
列车车底检测机器人	列车车底检测机器人采用轮式运动平台结合机械臂与视觉系统的组成方式，运行于车辆段列车检修地沟中，代替人工完成列车日常维护工作中车底的检测任务，该产品采用自主导航、自主定位的移动方式，能够准确对车底缺陷进行识别、定位、描述、标记，并将结果记录在对应列车档案下，后台管理系统对机器人运行状态、巡检任务、联动报警等进行实时监控与处理。	

资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 29: 轨交线路巡检机器人应用场景



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 30: 列车车底检测机器人应用场景



资料来源：公司公告，信达证券研发中心

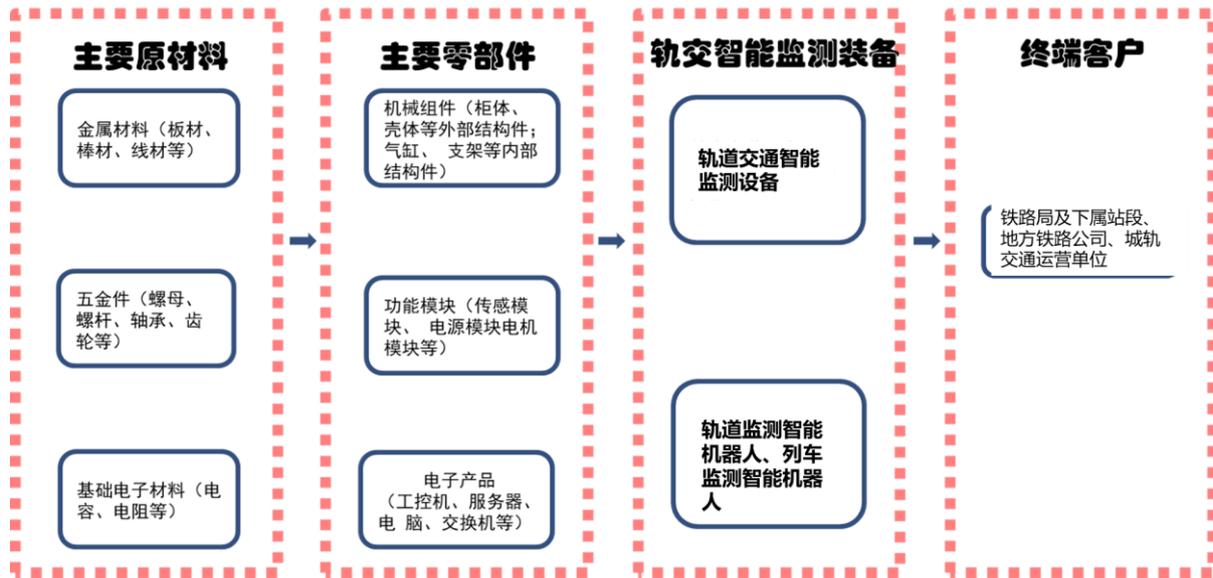
轨交领域智能检测装备替代人工大势所趋

轨道交通是指运营车辆需要在特定轨道上行驶的一类交通工具或运输系统，最典型的轨道交通就是由传统火车和标准铁路组成的铁路交通系统。随着国家“城镇化”、“一带一路”和“交通强国”三大战略的推进，我国轨道交通事业迅猛发展。目前，我国高铁和地铁通车总里程已稳居世界第一位。轨道交通基础设施和设备长期在轮轨摩擦、振动、冲击等运行条件下服役，轨道等基础设施将会出现不同程度的功能退化及病害，如轨道几何尺寸劣化、钢轨磨损或断裂、扣件松动或缺失、道床沉降、轨枕开裂等，如果不能及时发现和处理，将严重影响行车安全。

市场端面临诸多痛点：轨道和隧道传统的检查手段主要包括采用专用检测车辆的检查、采用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。另外，随着运营压力增大，天窗期时间压缩，轨道交通设施检测困难的情况日益突出。

政策端也在持续强化：国铁集团印发的《新时代交通强国铁路先行规划纲要》提出率先建成现代化铁路网，创新引领技术自主先进，关键核心技术装备自主可控、先进适用、安全高效，智能高铁率先建成，智慧铁路加快实现。铁路“十三五”发展规划指出，进一步健全完善高速铁路、普速铁路检测、监测和修理技术装备体系，提高检测养护机械装备水平，全面提升基础保障能力。轨道检测数字化是铁路数字化、智能化发展必备的条件，铁路监测数据的应用也正在向数字报表、网络化信息交互和信息交融应用的方向发展。5G、北斗、机器学习、智能机器人等新技术对轨道交通安全测控的发展有着重要的影响，轨道安全测控行业的发展已经进入了全面化、综合化、网络化和智能化的阶段。

机器人技术的持续进步也为轨交巡检智能化奠定重要基础。随着机器人、人工智能、无人驾驶和网络技术的发展，采用机器人对轨道和隧道进行检测的方法开始兴起，很多国家包括我国已经开始尝试用机器人替代或辅助人工进行检测。人工智能的发展和检测技术自动辨识能力不断提高，以机器人替代专业检测车辆的方法正逐步被行业所期待。智能检测机器人在轨道交通行业具有广阔的市场前景。近年来，公司积极研制并推广应用于轨道交通行业巡检的智能机器人产品，轨道交通智能监测设备上游原材料及零部件行业，下游终端客户以铁路局及下属站段、地方铁路公司和城市轨道交通运营单位为主。

图 31：轨交领域智能检测装备产业链


资料来源：公司公告，信达证券研发中心

轨交领域巡检机器人测算市场空间约 450 亿

全国铁路投资偏稳，城市轨交投资保持较高增速。从近几年我国铁路固定资产投资情况来看，每年铁路固定资产开支基本稳定在 8000 亿元左右，与政府目标相吻合。2020 年疫情影响下经济下行压力进一步加大，政府上调铁路固定资产投资目标至 9000 亿元，较往年提高 1000 亿元。从近几年国内新建铁路和高铁投产里程变化来看，2007 年-2015 年我国经历了铁路里程数的大跃进，从 2000 公里左右的年新建里程规模提升到了 8000 公里以上，与每年铁路固定资产投资增长基本保持一致。我们预计全国铁路投资中长期保持相对稳定。

我国城市轨交发展较快，进入“十三五”以来，我国通过扩大内需，促进经济平稳增长的一揽子计划，带动了国内基础建设的发展，也加快了城市轨道交通建设。2016-2019 年，全国完成建设投资累计接近 2 万亿元，年均完成建设投资接近 5000 亿元，年复合增长率 12%。2020 年我国城市轨交投资额 6286 亿元，疫情影响下实现 5.49% 的正增速。新一轮以信息技术、人工智能、新能源等为核心的技术革命和产业运行方式变革也在不断推进轨道交通产业转型升级，我国交通运输向高端化、信息化、集群化、融合化、生态化和国际化发展。

图 32：全国铁路固定资产投资和政府预期目标（亿元）


资料来源：国家铁路局，国家发改委，信达证券研发中心

图 33：全国城市轨道交通投资完成额（亿元）


资料来源：城市轨道交通协会，信达证券研发中心

图 34：全国铁路营业里程（万公里）


资料来源：国家铁路局，信达证券研发中心

图 35：全国城市轨道交通营业里程（公里）


资料来源：城市轨道交通协会，信达证券研发中心

图 36：全国铁路客车在运量（万辆）


资料来源：国家铁路局，信达证券研发中心

图 37：全国城市轨交在运量（万辆）


资料来源：交通部，信达证券研发中心

1) 轨交线路巡检机器人市场空间测算：假设在铁路方面以每 30 公里配置一台轨交线路巡检机器人、在城市轨道交通以每 20 公里配置一台轨交线路巡检机器人计算，2020 年全国铁路营业里程 14.6 万公里、城市轨道交通 2020 年运营里程 7969.7 公里。未来，一方面随着我铁路运输行业的不断发展，根据中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，到 2035 年，铁路营业里程将达到 20 万公里；另外一方面，随着在建的城际轨道交通不断投入运营，将进一步提高轨交线路巡检机器人在轨交领域的市场规模，为公司轨交线路巡检机器人带来广阔的市场空间。我们假设线路巡检机器人渗透率每年提升 5 个百分点（目前渗透率较低，10 年时间渗透率提升至 50%），预计十四五期间线路巡检机器人每年市场规模约 6-9 亿元。

2) 轨交车底检测机器人市场空间测算：随着中国轨道交通运营里程不断增加，所配属的车辆也将会不断增加，列车车底检测机器人需求也将会不断增加。2020 年全国铁路客车拥有量为 7.5 万辆，全国城市轨道交通在运量 4.92 万辆，保持较快增速。轨交车辆每天检修时间 4 个小时，平均每台机器人检测单辆列车所需时间为半小时，单台机器人每天检测列车数量为 8 辆，则每 8 辆轨交车辆/动车组列车配置一台列车车底检测机器人，假设每天列车运行数量是列车拥有量的 70%，我们测算得出车底检测机器人在轨交领域的潜在需求量超过 1 万台。假设车底检测机器人渗透率每年提升 5 个百分点（目前渗透率较低，10 年时间渗透率提升至 50%），我们预计十四五期间车底检测机器人市场空间在 18-35 亿元。综合以上，我们预计到 2025 年轨交领域巡检机器人市场空间约 43 亿。

表 17：轨交领域线路和车底巡检机器人市场空间测算

线路巡检机器人	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
全国铁路里程（万公里）	14.92	15.22	15.53	15.84	16.15
YoY	2%	2%	2%	2%	2%
城市轨交里程（公里）	9165.16	10539.93	12120.92	13939.06	16029.91
YoY	15%	15%	15%	15%	15%
全国铁路线路巡检机器人理论市场需求量（台）	4974.20	5073.68	5175.16	5278.66	5384.23
城市轨交线路巡检机器人理论市场需求量（台）	458.26	527.00	606.05	696.95	801.50
渗透率提升百分点	5%	5%	5%	5%	5%
线路巡检机器人保有量（台）	535.38	815.41	1104.47	1403.26	1712.54
线路巡检机器人新增需求（台）	271.62	280.03	289.06	298.78	309.29
线路巡检机器人更新需求（台）	32.97	66.92	101.93	138.06	175.41
线路巡检机器人单价（万元）	200	196.00	192.08	188.24	184.47
线路巡检机器人市场空间（亿元）	6.09	6.80	7.51	8.22	8.94
车底检测机器人	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
全国铁路客车在运量（万辆）	7.58	7.65	7.73	7.80	7.88
YoY	1%	1%	1%	1%	1%
城市轨交在运车辆（万辆）	5.66	6.51	7.48	8.61	9.90
YoY	15%	15%	15%	15%	15%
车底检测机器人理论市场需求量（万台）	1.16	1.24	1.33	1.44	1.56
渗透率提升百分点	5%	5%	5%	5%	5%
车底检测机器人保有量（台）	0.11	0.17	0.24	0.31	0.39
车底检测机器人新增需求（台）	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
车底检测机器人更新需求（台）	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
车底检测机器人单价（万元）	294	294	294	294	294
车底检测机器人市场空间（亿元）	18.86	22.18	25.81	29.79	34.19
轨交巡检机器人合计市场空间（亿元）	24.95	28.98	33.32	38.02	43.13

资料来源：信达证券研发中心测算

我们上述测算还是“每年需求规模”的概念，较依赖渗透率每年提升多少个百分点的假设，目前轨交领域巡检机器人渗透率极低，潜在市场容量很大，我们测算轨交领域线路和车底巡检机器人的潜在市场容量，得出线路巡检机器人理论市场容量 109 亿元，车底检测机器人理论市场容量 340 亿元，合计市场容量达 449 亿。

表 18：轨交领域巡检机器人理论市场容量测算

	线路巡检机器人	车底检测机器人	合计
理论需求量（台）	5432.46	11578.88	17011.33
理论市场容量（亿元）	108.65	340.42	449.07

资料来源：信达证券研发中心测算

公司拟发行可转债并募集资金 5.5 亿元用于扩大轨交机器人产能，募投项目建成投产后将形成年产 350 台轨道交通智能巡检机器人（包括 210 台轨交线路巡检机器人、140 台列车车底检测机器人等）的产能。通过本项目的实施，公司将引进先进的研发、测试设备以及配套的软件和相关专业人才，建设更完备、先进的研发测试场地，加大公司智能机器人在轨道交通领域的研发、测试投入，夯实现有机器人技术、高精度定位技术、自动控制技术、快速图像采集技术、图像分割识别技术、视觉识别技术等，推动产品和技术不断升级，进一步提升公司核心竞争力。

表 19：公司拟发行可转债募投项目

序号	项目名称	项目总投资	拟投入募集资金
1	余政工出【2020】20号地块新型智能机器人研发及产业化基地建设项目	48,410.96	38,867.01
2	补充流动资金	16,132.99	16,132.99
	合计	64,543.95	55,000.00

资料来源：公司公告，信达证券研发中心

轨交智能检测设备行业较分散，机器人应用尚处起步期

目前轨道交通智能监测设备企业供应的产品主要聚焦轨道检测、监测装置、接触网监测、隧道检测监测、车辆轨旁检测监测等功能，智能监测设备的功能集成度尚较低。行业内活跃的企业主要包括民营企业、铁路局下属国有企业、国外厂商在国内的代理机构，围绕着研发实力、产品技术含量、产品的性能和成熟度、售后服务能力等展开竞争。

具体到轨道交通智能巡检机器人，特别是具备综合检测功能的智能巡检机器人在轨道交通行业的应用还属于行业初期，国内部分地区开始尝试机器人替代或辅助人工进行检测，目前行业内的参与者相对较少，较多企业尚处于产品研发以及市场导入阶段。申昊科技、日月明、唐源电气、鼎汉技术、精工华耀、主导科技是行业内主要参与者。

轨交机器人壁垒高，公司目前产品进入客户验证阶段已经领先同行，显示出较强的技术实力。对于轨交线路巡检机器人，由于轨道交通检修作业强度大、漏检多、检修天窗时间短等原因，对检修机器人提出了更高的要求，公司需要针对预生产的产品进行多重模拟测试，如：轨道几何检测、限界检测、扣件缺陷检测等。对于列车车底检测机器人，公司不仅需要图像分割识别和特定识别算法，与车底标准模板综合对比分析，还需要在移动过程中监控车底特征零部件的高度变化，检测出缺陷点进行智能定位与报警。

表 20：轨交领域智能检测装备相关企业

主要企业	基本情况
日月明	成立于 2006 年，2020 年 11 月于创业板上市，专业从事铁道测控产品的研发、生产、销售和服务。公司主要产品及服务包括轨道几何状态检测、轨道表面质量检测、轨道结构部件巡检、检定平台系列和轨道精测精调服务。2020 年度，日月明实现营业收入 1.16 亿元、归母净利润 0.54 亿元。
唐源电气	成立于 2010 年，2019 年 8 月于创业板上市，主要产品是牵引供电检测监测系统、工务工程检测监测系统、车辆工程检测监测系统、智能运维信息化管理系统，主要应用于国家铁路和城市轨道交通线路的牵引供电、工务工程及车辆工程的运营维护，对接触网、轨道、隧道及车辆等轨道交通基础设施的服役状态进行检测监测，保持轨道交通系统持续运行能力。2020 年度，唐源电气实现营业收入 2.69 亿元、归母净利润 0.65 亿元。
鼎汉技术	成立于 2002 年，2009 年 10 月在创业板上市，公司聚焦轨道交通行业，从单一轨道交通地面电源设备提供商，发展成为业务布局涵盖轨道交通车辆、电务、工务、供电、运营等专业领域的综合解决方案提供商。2020 年度，鼎汉技术实现营业收入 12.20 亿元、归母净利润 4.70 亿元。
精工华耀	成立于 2014 年，主要从事轨道交通领域的智能巡检设备及技术服务，产品包括智能巡检机器人和电客车车载智能巡检系统，其中智能巡检机器人分为无人式、载人式和综合类三种，主要功能为轨道可视病害自动检测。
主导科技	成立于 2000 年，专注于高速、重载、城铁领域的铁路安全检测技术研究和设备开发。公司业务主要分为智能运用和智能维修两大板块，智能运用指通过新一代信息技术，构建列车智能运用全方位安全保障体系，实现列车车载数据实时分析等功能，适用于动车组、机辆、城市轨道交通等运用场景；智能维修指通过智能感知等手段进行列车检测及维修，构建列车全寿命可追溯的闭环体系。

资料来源：相关公司公告，信达证券研发中心

公司产品的应用领域已经从电力系统的发电、输电、变电、配电等环节，拓展至轨道交通、石油化工、公共卫生领域，逐步构建“工业大健康”甚至更广泛的业务版图。公司已推出用于油气化工领域的防爆巡检机器人，目前已形成小批量订单。防爆巡检机器人满足油气行业场景的防爆要求，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，并将巡检数据结构化存储和分析，有效排除安全隐患，有力保障油气厂区的生产与运营安全，防爆等级较高。公司以核心技术为驱动，逐步扩大工业及其他领域的产业布局，未来有望打造多增长点。

图 38：公司产品应用领域不断拓展


资料来源：公司公告，信达证券研发中心

图 39：公司防爆巡检机器人图示


资料来源：公司公告，信达证券研发中心

盈利预测、估值与投资评级

1、盈利预测与假设

(1) 营业收入：公司巡检机器人业务上半年出现下滑，主要原因一是电力机器人行业季节性特征明显，合同项目的执行与实施相对集中在下半年（立项申请在四季度，次年一季度审批，项目执行和实施集中于下半年），导致上半年量小波动大，二是电网企业对每年采购产品品种和预算也有一定变动，我们预计 2021-2023 年公司电力巡检机器人业务收入增速分别为 0%、8%、8%，操作机器人和轨交机器人预计也贡献小部分业绩。公司今年新大楼生产线投入使用释放监测设备产能，公司监测设备业务竞争力较强，是拓展全国市场的主要发力点，我们预计 2021-2023 年公司在线监测设备业务收入增速分别为 30%、20%、20%。综合以上我们预计 2021-2023 年公司营收同比增速分别为 20.30%、33.01%、28.91%。

(2) 盈利能力：毛利率方面，考虑到公司产品持续升级迭代以及生产效率不断提升，尽管面临更加严峻的市场竞争环境，但毛利率多年以来仍保持稳中有升（疫情影响 2020 年除外），我们预计公司机器人和监测设备业务毛利率均保持较强韧性，预计 2021-2023 年公司机器人业务毛利率分别为 62.00%、61.50%、61.00%，监测设备毛利率分别为 52.00%、51.50%、51.00%。综合产品收入结构变动我们预计 2021-2023 年公司综合毛利率分别为 57.73%、57.66%、57.43%。费用率方面，考虑到公司积极拓展业务领域，销售费用率较上年预计有所提升，研发费用率仍保持较高水平。综合毛利率和费用率假设，我们预计公司 2021-2023 年净利率分别为 25.1%、25.2%、25.4%。

基于以上假设，我们预计公司 2021-2023 年净利润分别为 1.85 亿元、2.47 亿元和 3.21 亿元，相对应的 EPS 分别为 1.26 元/股、1.68 元/股和 2.18 元/股，对应当前股价 PE 分别为 33 倍、25 倍和 19 倍。

2、估值与投资评级

公司主营业务为电力巡检机器人和在线监测设备，A股相关业务上市公司包括亿嘉和、大立科技、国网智能（拟上市）等。大立科技主营业务从巡检机器人核心零部件逐步向整机延伸，亿嘉和是电力巡检机器人领域领先企业，在带电作业机器人领域相较公司优势更加明显。电力巡检机器人行业具有一定区域性特征，行业内企业均有各自的优势区域市场，全国电网智能化大势所趋，跨区域布局对每家企业来讲都意味着较大的成长空间。公司凭借较为丰富的产品线（机器人迭代出新，在线监测设备作为起家业务竞争力较强）在拓展经济发展不太均衡的省外区域方面有明显的竞争优势，同时从巡检拓展至操作机器人领域，两款产品（一款获得订单，一款在研中）与亿嘉和操作机器人业务现有布局接近。另外公司眼光长远，把握核心技术拓展轨交、石化等工业领域，目标成为“工业大健康”解决方案提供商。综合来看，公司从短期（省外拓展）、中期（操作机器人等新产品推广）、长期（轨交、石化等工业领域）三个维度均表现较高成长性。亿嘉和 2021 年 PE 为 36 倍。公司 2021 年业绩对应估值 33 倍。首次覆盖，给予公司“买入”评级。

表 21：可比公司盈利及估值对比

股票代码	证券简称	股价 (元)	市值 (亿元)	PE (倍)				EPS (元)			
				2020A	2021E	2022E	2023E	2020A	2021E	2022E	2023E
603666.SH	亿嘉和	80.22	165.84	33.06	36.09	27.03	20.26	2.43	2.22	2.97	3.96
300853.SZ	申昊科技	42.04	61.77	18.04	33.45	25.04	19.27	1.26	1.68	2.18	1.26

资料来源：Wind，信达证券研发中心

注：亿嘉和预测数据来源于万得一致预期；股价为 2021 年 11 月 30 日收盘价

风险因素

1) 政策及经济环境变动风险:

由于智能电网建设受国家政策、电网公司的规划以及宏观环境的影响较大,未来存在智能电网建设不及预期或者年度波动较大的情形。此外,智能电网行业应用技术及方案也存在加速迭代更新的情形,如若公司未能适应市场需求波动而进行运营调整,不能及时跟进技术演进进行相应的研究开发,则上述情形会对公司未来的经营业绩带来风险。

2) 市场竞争加剧风险:

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。广阔的市场前景可能会吸引新的厂商进入,现有的竞争对手也可能通过加大投资力度等方式,不断渗透到公司优势领域,行业市场竞争将日趋激烈。如果公司因决策失误、市场拓展不力、产品更新换代不及时等因素无法保持竞争优势,将面临市场份额降低、产品价格下降、经营业绩下滑的风险。

随着电力系统智能巡检机器人产品由浙江、江苏等地推广至全国,市场容量不断扩大,相关技术标准的逐步统一以及更多竞争对手的进入,市场竞争将会逐渐加剧,未来公司产品的销售价格可能下降,公司若未能采取有效的市场策略及技术创新应对,或者生产成本无法实现同步下降,可能对公司盈利能力造成不利影响,从而导致业绩下滑。

4) 疫情反复风险:

2020年年初以来,疫情席卷全球,对我国经济社会发展带来一定冲击。尽管目前国内疫情基本得到控制,但在局部地区,疫情仍然出现反复的情况。若疫情无法得到有效控制,或未来疫情进一步恶化,则可能再次对我国企业日常经济行为及国民生活产生较大干扰,不利于公司拓展业务和执行订单,进而对公司经营业绩产生不利影响。

5) 新业务拓展不及预期风险:

智能机器人改变了电力系统的传统运维方式,随着技术应用的不断成熟,目前公司智能机器人应用场景正从电力系统逐步向轨道交通、油气化工等其他行业拓展。通过本次募投项目的实施,公司将进入轨道交通行业,并服务于轨道交通行业的智能巡检需求。轨道交通的正常运行关系人民群众的生命财产安全,客户对新产品的使用较为谨慎,对供应商的品牌、技术、售后服务要求更高,这对公司产品性能、质量控制水平、服务能力、营销能力提出了更高的要求。公司存在智能巡检机器人进入新行业、新领域的市场开拓效果不及预期的风险。

会计年度	单位:百万元				
	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
流动资产	547	1,153	1,391	1,709	2,123
货币资金	114	593	439	536	692
应收票据	29	2	3	4	5
应收账款	279	362	431	576	744
预付账款	2	2	3	4	5
存货	64	62	76	103	135
其他	58	132	438	486	542
非流动资产	149	358	405	450	494
长期股权投资	0	0	0	0	0
固定资产(合计)	17	229	263	295	326
无形资产	9	23	32	41	50
其他	122	106	110	114	118
资产总计	696	1,511	1,796	2,159	2,618
流动负债	250	357	401	518	656
短期借款	7	50	50	50	50
应付票据	68	54	68	91	118
应付账款	96	186	204	272	353
其他	79	67	79	105	135
非流动负债	0	0	20	20	20
长期借款	0	0	0	0	0
其他	0	0	20	20	20
负债合计	250	357	421	538	676
少数股东权益	0	0	0	0	0
归属母公司股东权益	446	1,154	1,375	1,621	1,942
负债和股东权益	696	1,511	1,796	2,159	2,618

重要财务指标

单位:百万元

会计年度	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
营业总收入	405	612	736	979	1,261
同比(%)	12.0%	51.2%	20.3%	33.0%	28.9%
归属母公司净利润	113	162	185	247	321
同比(%)	21.5%	43.4%	13.9%	33.6%	29.9%
毛利率(%)	63.3%	59.8%	57.7%	57.7%	57.4%
ROE%	25.3%	14.0%	13.4%	15.2%	16.5%
EPS(摊薄)(元)	1.85	2.33	1.26	1.68	2.18
P/E	22.72	18.04	33.45	25.04	19.27
P/B	13.84	5.35	4.49	3.81	3.18
EV/EBITDA	18.46	14.45	26.25	19.31	14.58

会计年度	单位:百万元				
	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
营业总收入	405	612	736	979	1,261
营业成本	148	246	311	414	537
营业税金及附加	3	5	5	7	9
销售费用	49	62	74	98	125
管理费用	41	55	66	88	112
研发费用	58	70	85	113	145
财务费用	-1	-3	-4	-2	-3
减值损失合计	0	-7	-5	-5	-5
投资净收益	0	3	0	0	0
其他	21	14	19	27	37
营业利润	127	187	212	284	369
营业外收支	0	0	0	0	0
利润总额	127	187	212	284	368
所得税	14	25	28	37	48
净利润	113	162	185	247	321
少数股东损益	0	0	0	0	0
归属母公司净利润	113	162	185	247	321
EBITDA	134	200	221	296	381
EPS(当年)(元)	1.85	2.33	1.26	1.68	2.18

现金流量表

单位:百万元

会计年度	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
经营活动现金	24	-38	133	159	218
净利润	113	162	185	247	321
折旧摊销	7	9	13	14	16
财务费用	0	1	2	2	2
投资损失	0	-3	0	0	0
营运资金变动	-100	-225	-84	-124	-142
其它	3	18	17	19	21
投资活动现金流	-59	-80	-340	-60	-60
资本支出	-59	-83	-60	-60	-60
长期投资	0	0	-280	0	0
其他	0	3	0	0	0
筹资活动现金流	-18	596	54	-2	-2
吸收投资	0	596	65	0	0
借款	15	50	0	0	0
支付利息或股息	-20	-25	-31	-2	-2
现金流净增加额	-53	478	-153	97	156

研究团队简介

罗政，复旦大学金融学硕士，曾任新华社上海分社记者、中信建投证券研究发展中心中小市值组研究员、国盛证券机械设备行业机械组负责人，2020年3月加入信达证券，负责机械设备行业研究工作。

刘卓，对外经济贸易大学金融学硕士，2017年加入信达证券研发中心，曾任农林牧渔行业研究员，现从事机械设备行业研究。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北区销售副 总监(主持工 作)	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北区销售	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北区销售	刘晨旭	13816799047	liuchenxu@cindasc.com
华北区销售	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北区销售	陆禹舟	17687659919	luyuzhou@cindasc.com
华东区销售副 总监(主持工 作)	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东区销售	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东区销售	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东区销售	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华东区销售	戴剑箫	13524484975	daijianxiao@cindasc.com
华南区销售总 监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南区销售	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南区销售	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南区销售	王之明	15999555916	wangzhiming@cindasc.com
华南区销售	闫娜	13229465369	yanna@cindasc.com
华南区销售	黄夕航	16677109908	huangxihang@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司（以下简称“信达证券”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入 ：股价相对强于基准 20% 以上；	看好 ：行业指数超越基准；
	增持 ：股价相对强于基准 5%~20%；	中性 ：行业指数与基准基本持平；
	持有 ：股价相对基准波动在±5% 之间；	看淡 ：行业指数弱于基准。
	卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。