

# 技术规范书



变电站重物搬运可穿戴助力系统研究与应用

2025 年 12 月

## 目录

总 则 .....	1
1. 标的概况 .....	2
2. 研究内容及目的 .....	2
2.1 研究内容 .....	2
2.2 研究目的 .....	3
3. 主要技术指标要求 .....	3
4. 时间进度要求 .....	3
5. 成果交付与验收 .....	4
5.1 成果形式及数量要求 .....	4
★5.2 成果的权属要求 .....	4
5.3 技术架构要求 .....	错误！未定义书签。
5.4 成果验收 .....	5
6. 投标技术文件要求 .....	5
6.1 研究方案 .....	5
6.2 项目管理实施 .....	5
6.3 项目技术支撑能力 .....	5
6.4 技术支持与售后服务 .....	6
6.5 技术差异表 .....	6
6.6 其它补充说明 .....	6

## 总 则

1. 本文件为该采购项目的技术招标文件。
2. 本文件所描述的各项技术要求仅供投标方编制投标文件之用。
3. 本标书仅描述基本的技术需求，并未对一切技术细节做出规定，也未充分引述有关标准和技术条文，投标方应根据需求目标提供进一步具体的可满足要求的技术指标。
4. 投标技术文件要求文字精练、数据准确、表述及图示清晰明确，具有针对性。
5. 投标方在投标技术文件中应对本标书逐项予以说明和答复，应如实反映投标服务与本技术规范书的技术差异。如果投标方没有提出技术差异，而在执行合同的过程中，招标方发现投标方提供的服务与其投标技术文件的条文存在差异，招标方将追究投标方违约责任。
6. 投标方应在投标技术部分按本技术规范书的要求内容如实详细填写投标服务的范围及明细，并在投标商务部分（或报价部分）按此范围及明细进行分项报价，如发现总报价与分项报价有矛盾之处，将按有利于招标方的条款执行。
7. 投标方必须仔细阅读采购文件的全部条款，并作出明确响应。采购文件带“★”号的条款及要求，投标方必须满足，若有一项不满足将否决投标。
8. 本技术规范书未尽事宜，由双方协商确定。
9. 本标书的最终解释权归招标方。

## 1. 标的概况

标的名称：变电站重物搬运可穿戴助力系统研究与应用

标包名称：变电站重物搬运可穿戴助力系统研究与应用

概况：

当前广州电力基建及运维作业中，存在高强度劳动场景痛点突出的问题：电力基建包含混凝土浇筑运输、铁塔组建、架线施工等环节，需短距离（50-100 米）搬运 20kg-150kg 角钢塔材及装修材料，需多人协同；爬塔组塔作业体力消耗大，安全风险高；巡检抢修中背负重物行走及上臂持续举高作业易导致疲劳与劳损。现有外骨骼产品在电力场景适配性、全身协同助力、野外环境适应性等方面存在不足。

本项目拟依托外骨骼技术积累，研发适配广州电力作业场景的全身外骨骼机器人，重点研究电力场景定制化助力方案、环境适应性优化、智能交互与安全保障技术，形成标准化的外骨骼应用模式，实现电力作业省力化、安全化、高效化。

## 2. 研究内容及目的

### 2.1 研究内容

#### （1）电力作业场景适配研究

针对电力搬运、爬塔组塔、巡检抢修、上臂支撑等核心场景，研究作业动作特征与发力需求，明确外骨骼在不同场景下的助力策略、运动范围及交互方式，形成场景 + 技术映射规范。

#### （2）全身外骨骼技术方案研发

结构设计：研发“一种下肢外骨骼可调节助力关节结构及机器人 + 一种穿戴式牵引外骨骼机器人 + 一种支撑性托举助力外骨骼”一体化结构，优化全身力学传导路径，实现重力向地面传导；

助力算法：开发基于多传感器融合的动作意图识别算法，实现搬运、爬塔、举高作业的智能跟随助力；

环境适应性优化：针对野外高温、粉尘、潮湿环境，优化散热设计、防护等级及轻量化材料应用。

#### （3）系统集成与测试验证

搭建外骨骼机器人硬件系统与控制软件平台，开展实验室性能测试、电力场景模拟测试及现场试用验证，优化产品参数与助力效果。



## 2.2 研究目的

- (1) 提质增效：通过全身协同助力，提升单人搬运能力（减少协同人数），降低爬塔及巡检体力消耗，延长持续作业时间，降低运维人力成本。
- (2) 安全保障：通过腰部、肩部等关键部位助力保护，减少腰肌劳损、肩关节损伤等劳动伤害；优化安全防护设计，降低作业中意外风险。
- (3) 技术示范：形成电力行业外骨骼应用技术标准与实施方案，为后续全行业推广提供可复制的技术路线。

## 3. 主要技术指标要求

指标名称	指标定义	要求值
结构参数	设备尺寸、重量及材质要求	自重<20kg（含核心承重部件）；主承重部件（背板、腰部连接杆、腿部调节条）采用高性能碳纤维材料
身高适配性	适用身高范围及调节精度	适用身高 160cm-190cm；膝关节高度可调 $\geq 175\text{mm}$ （8 档），总调节高度达 50cm
续航与供电	电池性能及更换便利性	单块电池续航 $\geq 3$ 小时，支持 10 秒快速更换电池
穿戴便利性	穿戴脱卸时间及操作设计	独立穿戴时间 $\leq 60\text{s}$ ，独立脱卸时间 $\leq 30\text{s}$ ；脚部锁紧装置采用芭扣设计，支持单手有级调节锁紧与松脱
安全保障	机械与软件安全设计	关节处具有机械限位；鞋底采用高耐磨防滑材料（带防滑纹路），鞋套内嵌钢板增强防护；

## 4. 时间进度要求

进度阶段	时间范围	主要内容
4.1 前期准备	2025 年 12 月 - 2026 年 2 月	编制项目技术大纲，开展电力场景调研与需求分析，确定技术路线
4.2 原型研发	2026 年 3 月 - 2026 年 5 月	完成外骨骼结构设计、硬件集成与软件算法开发，制作首台原型机
4.3 测试优化	2026 年 6 月 - 2026 年 9 月	开展实验室性能测试与场景模拟测

		试，根据反馈优化结构与算法
4.4 验收交付	2026 年 10 月 - 2027 年 1 月	完成现场试用验证，整理成果材料，组织结题验收

## 5. 成果交付与验收

### 5.1 成果形式及数量要求

实物成果：全身外骨骼机器人样机 2 台（符合技术指标要求）；

技术文档：项目研究总报告 1 份、技术方案说明书 1 份、测试报告 1 份、《外骨骼技术在电网工程应用成熟度评估及推广路径研究》报告 1 份、《外骨骼技术在电网工程应用培训方案研究》报告 1 份；

知识产权：发明专利 8 项（受理）、IEEE 论文收录 1 篇。

### ★5.2 成果的权属要求

本项目形成的论文、专利等知识产权划分方法如下：

本合同项下研究成果形成的专利、软件著作权等知识产权的申请权利归甲方享有，未经甲方许可，乙方不得单独申请专利或向第三方转让专利申请权。相关知识产权申请人及专利权人不得出现广东电网有限责任公司及乙方以外的其他单位或个人。

（1）本合同项下的研究成果申请专利的权利归甲方享有，未经甲方许可，乙方不得单独申请专利或向第三方转让专利申请权。乙方取得专利权的，未经甲方许可，不得转让专利权或许可第三方实施该专利。

（2）甲乙双方均享有本合同项下研究成果的使用权，乙方可在甲方许可的范围内使用该研究成果。

（3）本合同项下的研究成果的转让权属于甲方，乙方不得向第三方转让，亦不得许可第三方实施使用，乙方擅自转让所产生的利益归甲方所有。

（4）本合同项下的研究成果申请奖励的权利归甲方享有。未经甲方许可，乙方不得单方申请奖励。

（5）本合同项下的研究成果的发表权由甲乙双方共同享有。未经一方许可，另一方不得单方发表。根据项目研究成果发表论文须注明“南方电网公司科技项目资助(项目编号：

\*\*\*\*\*))”；项目参加人员个人发表有关项目研究内容的论文须征得甲乙双方的同意。



### 5.3 成果验收

项目完成后，由甲方组织专家组验收：

项目完成后，由甲方组织专家组对项目的主要技术指标、成果等进行验收。

（1）技术指标：组织专家评审会评审；

（2）专题成果：项目形成的专利，提供成果入审、受理等相关证明文件；

（3）知识产权：提供专利受理通知书、论文发表证明等材料。

## 6. 投标技术文件要求

### 6.1 研究方案

（1）项目技术路线

明确项目总体研究框架，包括场景调研、技术研发、测试验证的阶段划分与逻辑关系。

（2）技术方案

针对研究内容中的结构设计、算法、环境适应性等提供详细解决方案，说明技术创新点。

（3）重点技术难题

分析项目实施中的关键难点（如全身协同控制、场景意图识别等）及针对性解决方案。

（4）可行性分析

结合技术积累（专利、案例），论证主要技术指标实现的可行性。

### 6.2 项目管理实施

（1）项目人员组织

列明项目核心团队成员（含姓名、学历、职称、外骨骼研发经验）及职责分工，需包含机械、算法、嵌入式等专业人员。

（2）项目进度

提交详细实施计划，明确各阶段里程碑（如原型机交付时间、测试完成时间）。

（3）项目交付项

按时间节点列出阶段交付物（如设计图纸、样机、测试报告）。

### 6.3 项目技术支撑能力

（1）项目经验

该部分填写与标的物相关的项目研究经验、合同情况、论文专利和获奖情况。

（2）人员支撑能力

该部分填写与标的物相关的本项目研究成员详细资料（包括学历、资质、研究方向/工作

经验等），提供相关支撑材料。

(3) 设备支撑能力

该部分填写与标的物相关的、支撑该项目研究的设备、平台、实验室等。

6.4 技术支持与售后服务

投标方要明确所能提供的服务内容，服务方式，服务承诺和售后服务等情况。

6.5 技术差异表

投标方应针对主要技术指标要求、成果交付数量要求等填写响应的差异情况。

表 6.1 技术指标差异表（投标方填写）

序号	名称（技术指标 / 成果要求）	招标方要求值	投标方保证值	关键指标允许响应情况（正偏差 / 负偏差 / 无偏差）	技术方案或保障措施所在的页码
1					
2					
3					
4					

投标方应将所提供服务与本技术规范书有差异之处，无论优于或劣于本技术规范书要求，均汇集成下表。

表 6.2 技术差异汇总表（投标方填写）

序号	招 标 文 件		投 标 文 件	
	条 目	简 要 内 容	条 目	简 要 内 容
1				
2				
3				
4				

6.6 其它补充说明

投标方应说明项目实施中可能存在的技术风险（如算法迭代周期、材料供应延迟等），并提供针对性应对措施（如预留算法优化周期、备选材料供应商）。