

FrictionX

深圳清力技术有限公司



www.frictionx.com
清力官网

自超滑微动发电机 产品手册



FrictionX 清力

深圳市坪山区兰景中路 16 号坪山高新区产学研基地 A 栋 1 楼、3-6 楼

——物联网振动自供电解决方案提供商——

公司简介 ABOUT US

FrictionX • 深圳清力技术有限公司

• 国家级高新技术企业 • 国家级科技型中小企业 • 省级专精特新中小企业

深圳清力技术有限公司 (FrictionX) 由中国科学院院士、清华大学教授郑泉水及其团队于 2019 年创办,是专注于“自超滑”根技术产业转化的硬科技企业。公司核心技术为自主研发的“自超滑”技术,可在无润滑剂条件下实现近乎零磨损、零静摩擦,从根本上突破微纳尺度的摩擦磨损瓶颈。基于此技术推出的自超滑微动发电机,能高效捕获环境中的不规则机械能,输出功率较传统方案提升 2-3 个量级,且零磨损界面保障超长使用寿命,是真正的“永续微电源”。

公司已形成 SSL-EH-G1 至 G4 系列化产品矩阵,并提供一站式定制服务,广泛适配于物联网 (IoT) 领域,包括智慧电网、智慧机场、智慧物流等前沿场景,为分布式传感器和智能设备提供免维护、高可靠的电力支持,已成为物联网振动自供电解决方案的专业提供商。我们期待与各行业伙伴深度合作,共同开拓无源物联网与下一代智能设备的广阔未来。

20余年

科研团队潜心研究

218+

申请国内外专利

45%

发表论文占国际相关
顶刊文献

15+

博士人才

目录 CONTENTS

01

自超滑技术介绍

核心技术——自超滑根技术应用 01

开辟物联网振动自供电技术新赛道 02

02

自超滑微动发电机

SSL-EH-G1 03

SSL-EH-G1Pro 05

SSL-EH-G2 07

SSL-EH-G2Pro 09

SSL-EH-G3 11

SSL-EH-G4 13

03

产品方案一站式定制

自超滑微动发电机一站式定制 15

合作模式介绍与所需信息 16

核心技术——自超滑根技术应用

自超滑根技术

- 为微尺度的摩擦磨损问题带来革命性解决方案



已成功研发世界上最大尺度自超滑材料

技术定义

自超滑技术是指在不加润滑剂条件下两个固体表面接触滑动时，磨损接近为零、静摩擦接近为零、摩擦系数近乎为零的物理状态，同时具有超高导电与导热等特性。

技术价值

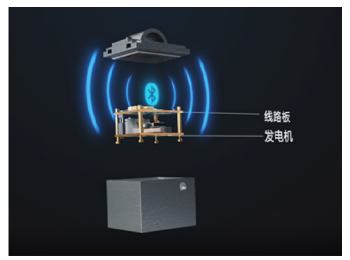
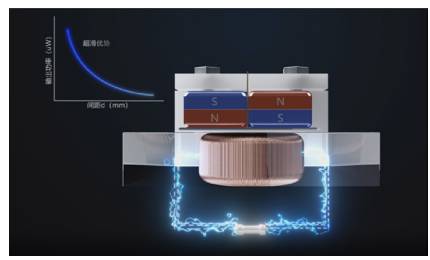
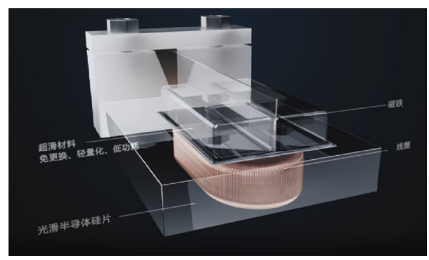
有望从底层原理上突破微纳尺度的摩擦磨损、能量损耗与热管理等限制，成为支撑下一代产业革命的根技术。

开辟物联网振动自供电技术新赛道

自超滑微动发电机是一款创新型能源转换装置，融合电磁感应与半导体直流发电等多种换能原理，可高效捕获并转化环境中的不规则机械能（如晃动、振动）为可用电能。

依托独有的自超滑技术，该发电机在固体与固体直接接触时，可实现近乎零磨损和极低摩擦，确保接触滑动过程中发电稳定、效率持久。此项技术突破使输出功率较传统方案提升 2-3 个量级：接触状态下感应强度显著增强，而零磨损界面则保障了超长使用寿命。

该产品具有体积小、寿命长、效率高等优势，尤其适用于物联网（IoT）场景，可为分布式传感器、智能标签等提供稳定可靠的电力支持。作为一种“永续微电源”，它可免更换、免维护、免电池，彻底解决传感器长期供电和维护难题。



自超滑微动发电机示意图

应用领域

自超滑微动发电机可用于智慧电网、智慧物流、智慧机场、智慧仓储、智慧牧业、工业设备监测、人员管理、城市地下管网、铁路桥梁、5G-A 等领域。



智慧电网



智能物流



智慧机场



工业设备监测



城市地下管网



铁路桥梁

传统能量采集器（微发电机）

L. Lin, et.al., Acs Nano (2015).

(a) Electrodes, Dielectric

Y. Zi, et.al, Adv Fun Mat (2017).

摩擦和磨损：寿命短、转换效率低

自超滑 + 能量采集技术（自超滑微动发电机）

Slider, Base, 界面/固-固接触, 滑动, 范德华作用, 氢键, 金属键, 共价键, 0.4-4 kJ/mol, 10-40 kJ/mol, 75-1000 kJ/mol, 150-1100 kJ/mol, 弹簧, 质量块, 磁铁, 线圈, 电磁感应输出, 自超滑界面

直接接触 → 高输出密度
滑动近零磨损 → 超长寿命
近零动摩擦 → 高能量转换效率

避免磨损：低输出密度、结构复杂、尺寸大

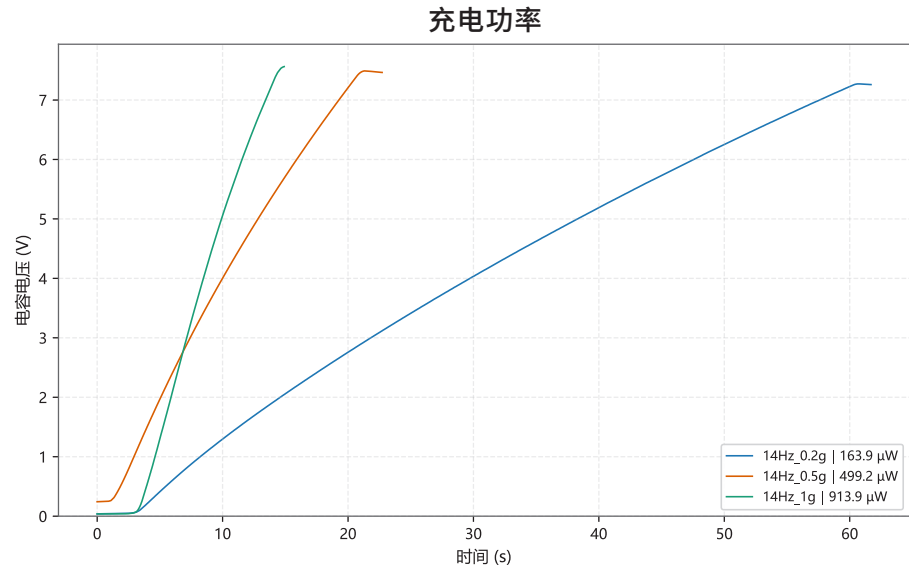
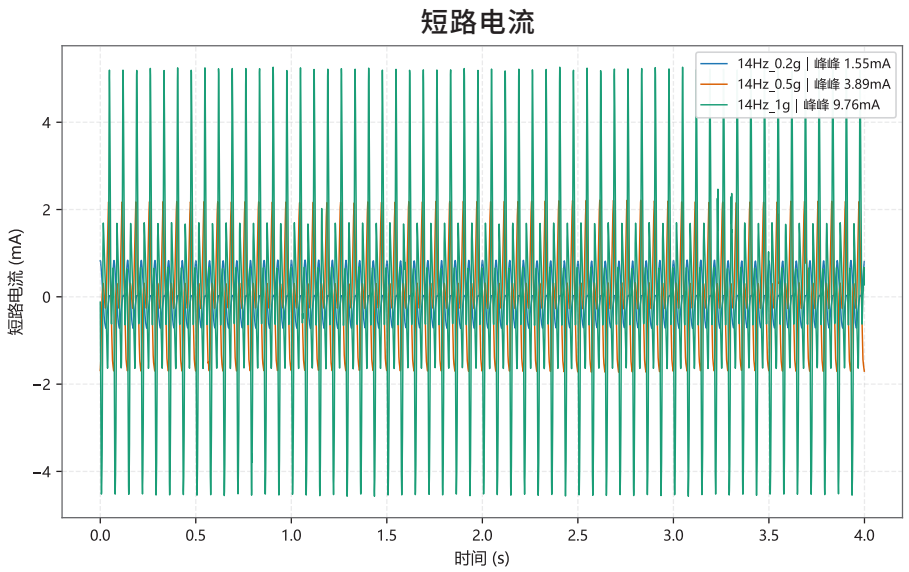
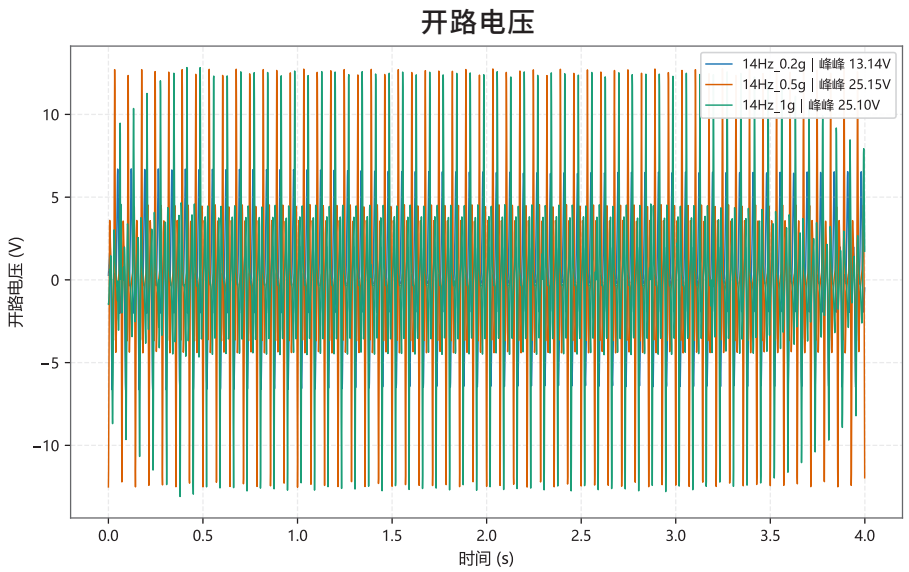
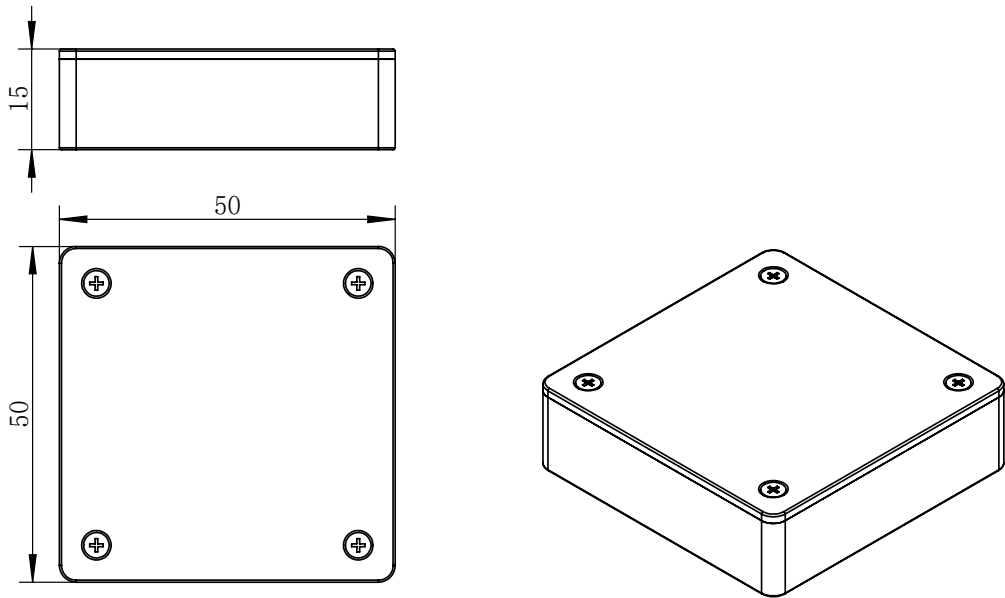
自超滑微动发电机：无源振动自供电



SSL-EH-G1

外形尺寸：50 × 50 × 15 mm
可设计频率：9-20Hz
传感功能：温湿度 · 气压 · 加速度 · AOA 定位
工作温度：-40℃ -60℃
标件重量：30g
安装方式：螺纹孔 / 背胶 / 定制化方式
应用场景：机场拖车

测试工况	14Hz, 0.2g	14Hz, 0.5g	14Hz, 1g
开路电压（峰峰值）	13.14V	25.15V	25.1V
短路电流（峰峰值）	1.55mA	3.89mA	9.76mA
电容充电功率	163.9μW	499.2μW	913.9μW

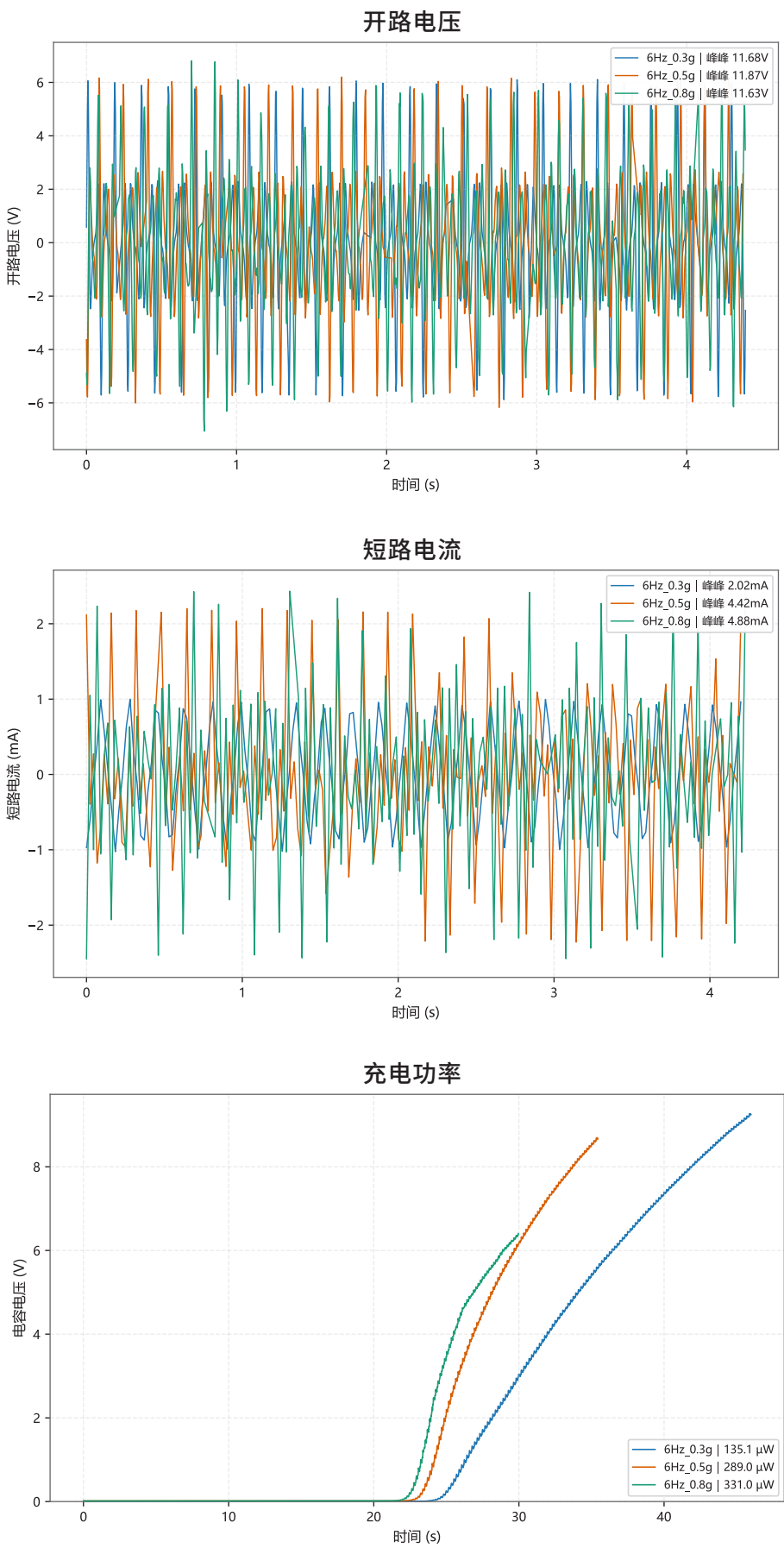
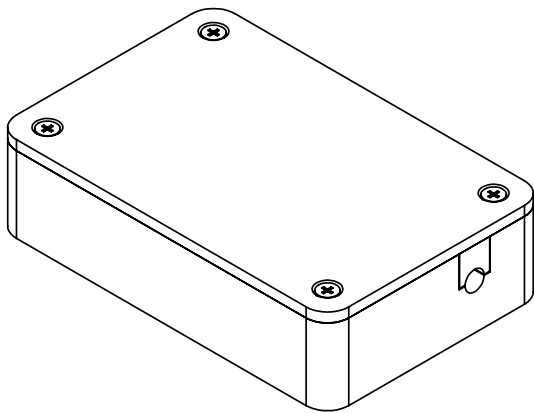
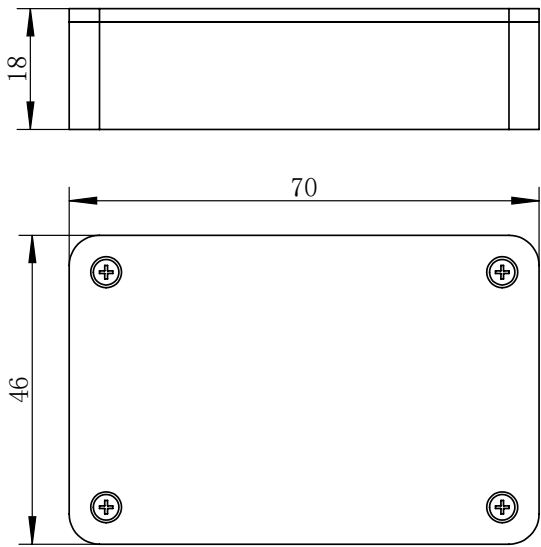




SSL-EH-G1Pro

外形尺寸：70 × 46 × 18mm
设计频率：9-50Hz
传感功能：温湿度 · 气压 · 加速度 · AOA 定位
工作温度：-40℃ -60℃
标件重量：70g
安装方式：螺纹孔 / 背胶 / 定制化方式
应用场景：工业设备监测、电网线缆融冰监测

测试工况	25Hz, 0.1g	25Hz, 0.2g	25Hz, 0.3g	25Hz, 0.4g
开路电压（峰峰值）	10.41V	18.4V	23.33V	27.49V
短路电流（峰峰值）	2.73mA	5.25mA	7.96mA	10.37mA
电容充电功率	475.1μW	1114.6μW	1817.3μW	2448.6μW

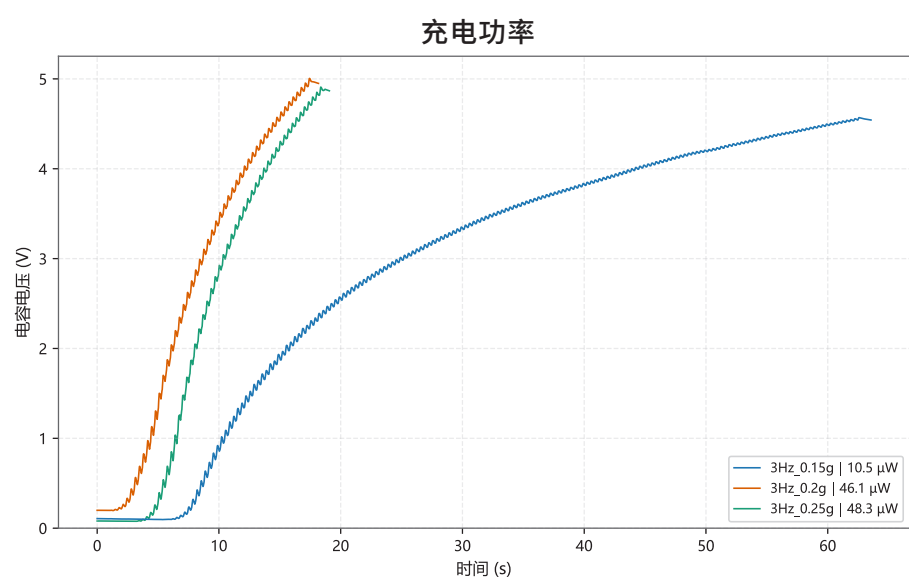
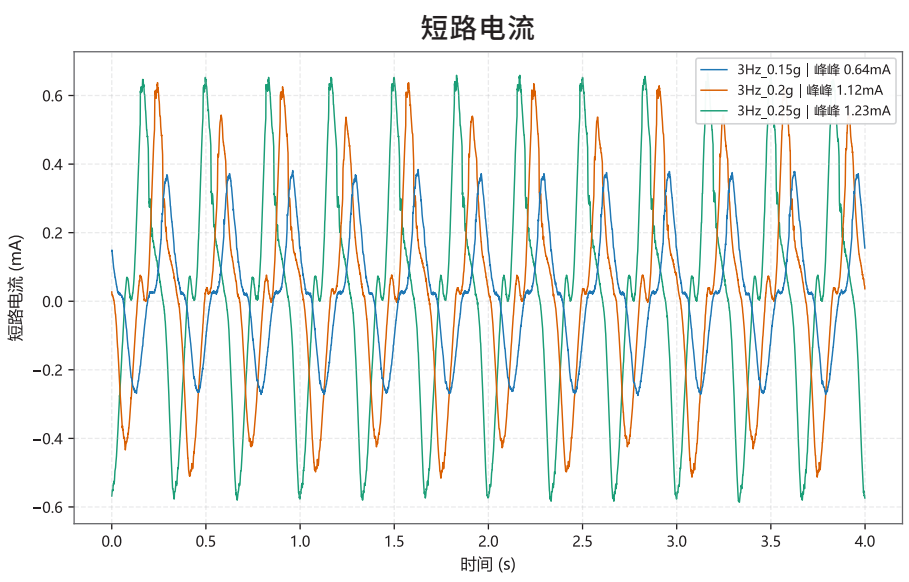
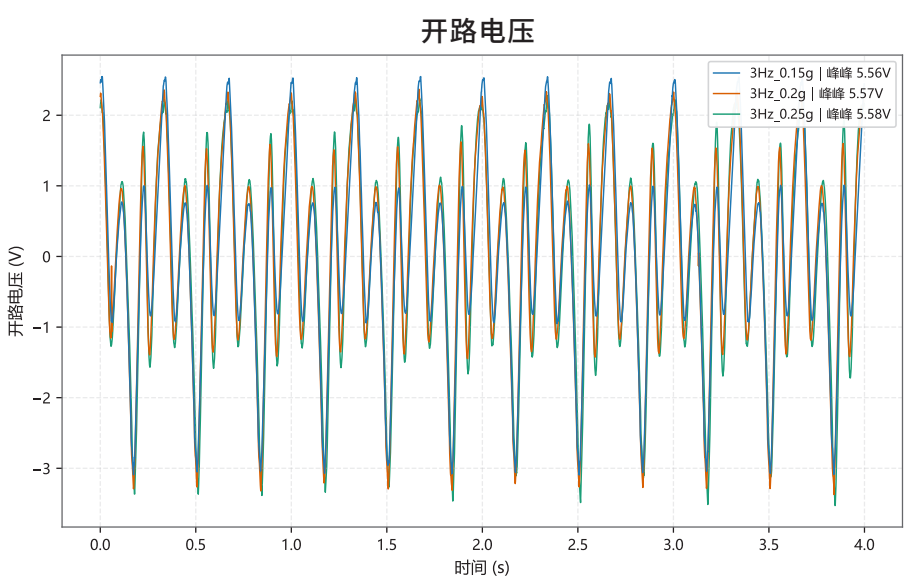
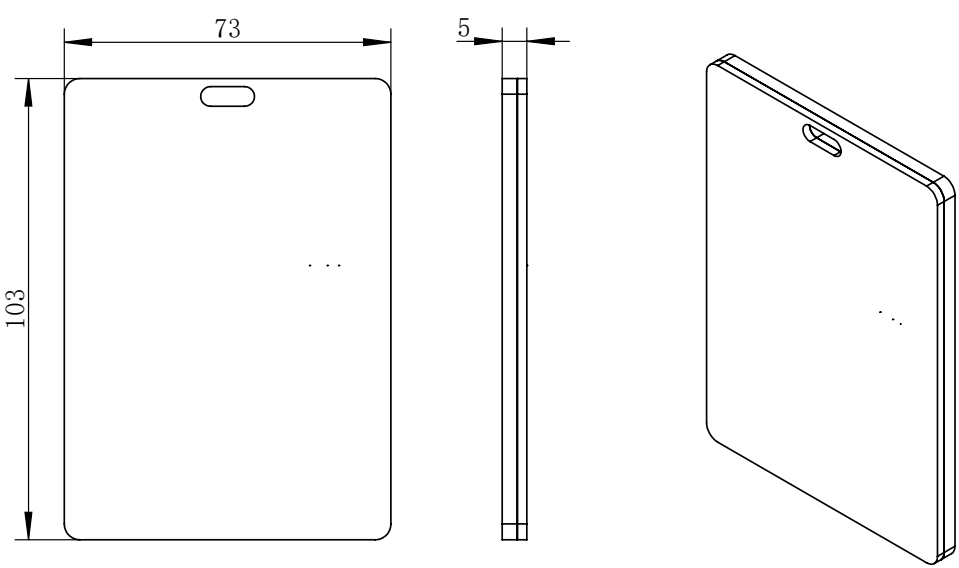




SSL-EH-G2

外形尺寸：103 × 73 × 5mm
设计频率：2-5Hz，自适应宽频 2Hz
传感功能：温湿度 · 气压 · 加速度 · AOA 定位
工作温度：-40℃ -60℃
标件重量：50g
安装方式：螺纹孔 / 背胶 / 定制化方式
应用场景：可穿戴设备如员工工牌等

测试工况	3Hz, 0.15g	3Hz, 0.2g	3Hz, 0.25g
开路电压（峰峰值）	5.56V	5.57V	5.58V
短路电流（峰峰值）	0.64mA	1.12mA	1.23mA
电容充电功率	10.46μW	46.09μW	48.27μW





SSL-EH-G2Pro

外形尺寸：123 × 72 × 9 mm

设计频率：2-8Hz

传感功能：温湿度 · 气压 · 加速度 · AOA 定位

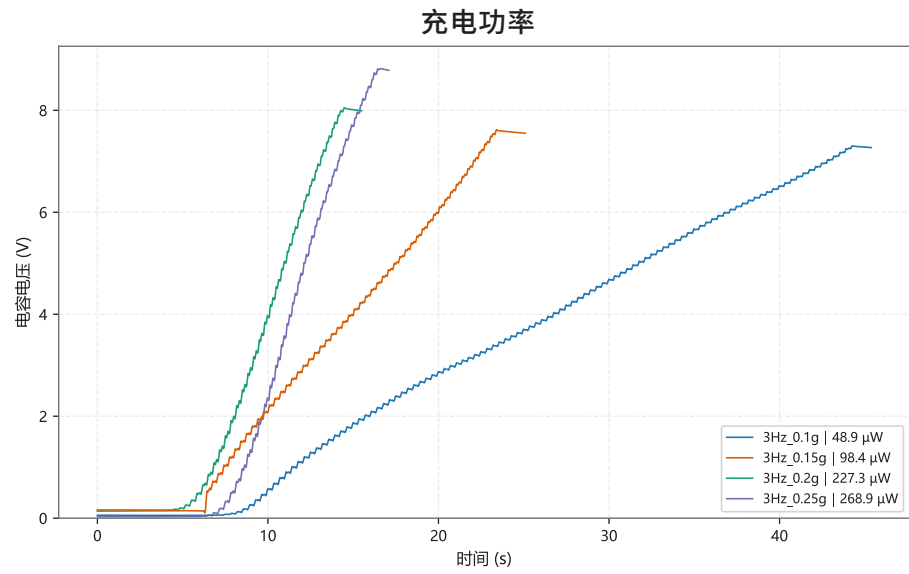
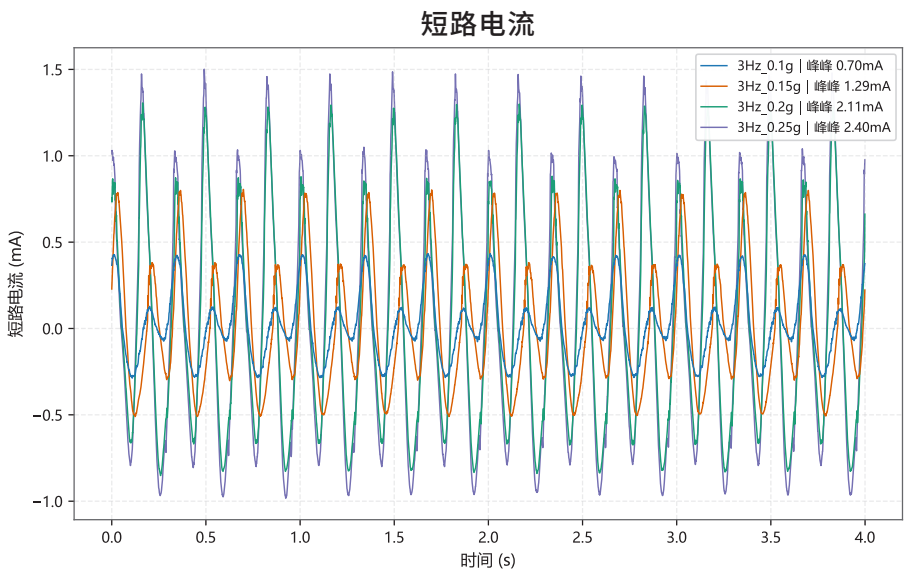
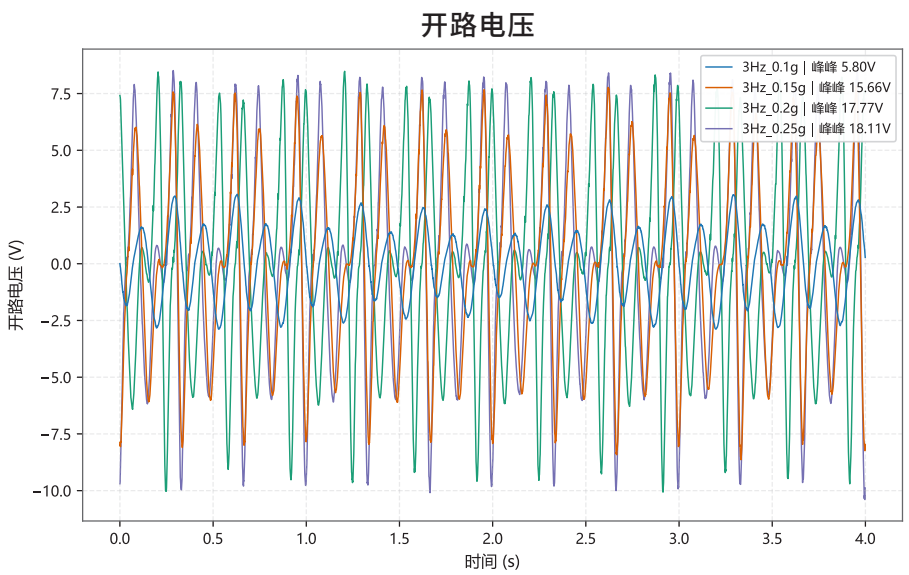
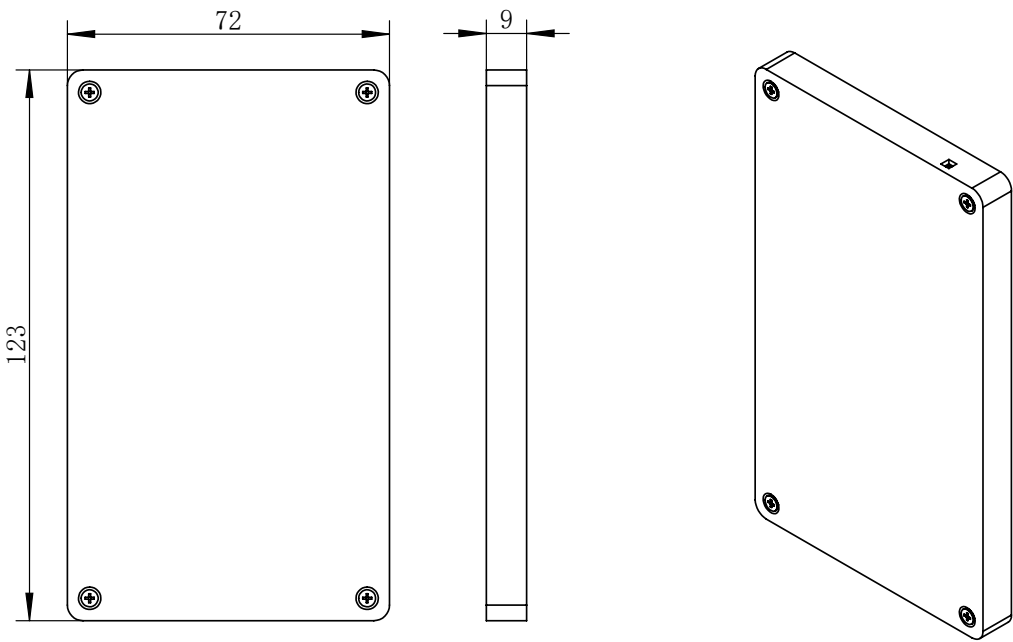
工作温度：-40℃ -60℃

标件重量：100g

安装方式：螺纹孔 / 背胶 / 定制化方式

应用场景：高价值药品 · 精密仪器 · 电子设备 · 易碎品 · 艺术品 · 文物 · 机要物资 · 高端生鲜

测试工况	3Hz, 0.1g	3Hz, 0.2g
开路电压（峰峰值）	5.8V	17.77V
短路电流（峰峰值）	0.71mA	2.11mA
电容充电功率	48.93μW	227.34μW

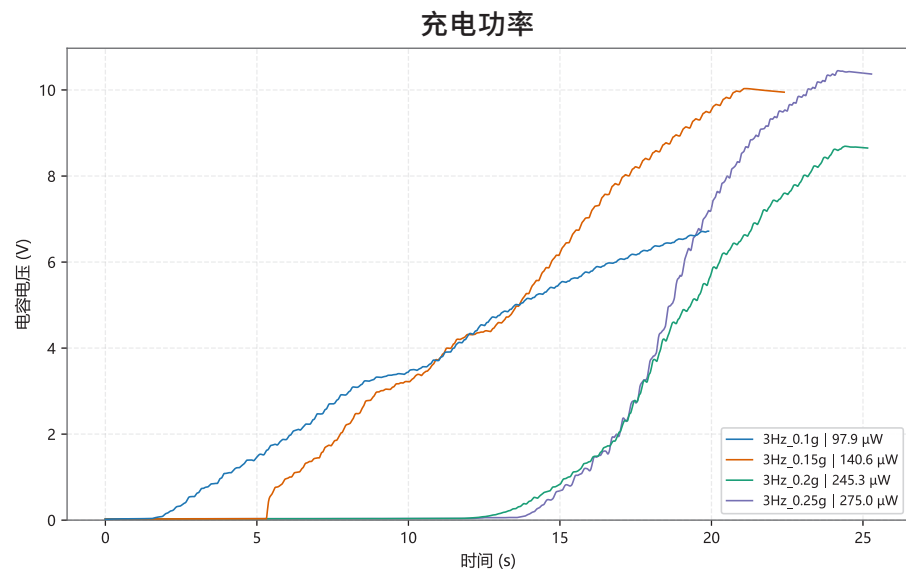
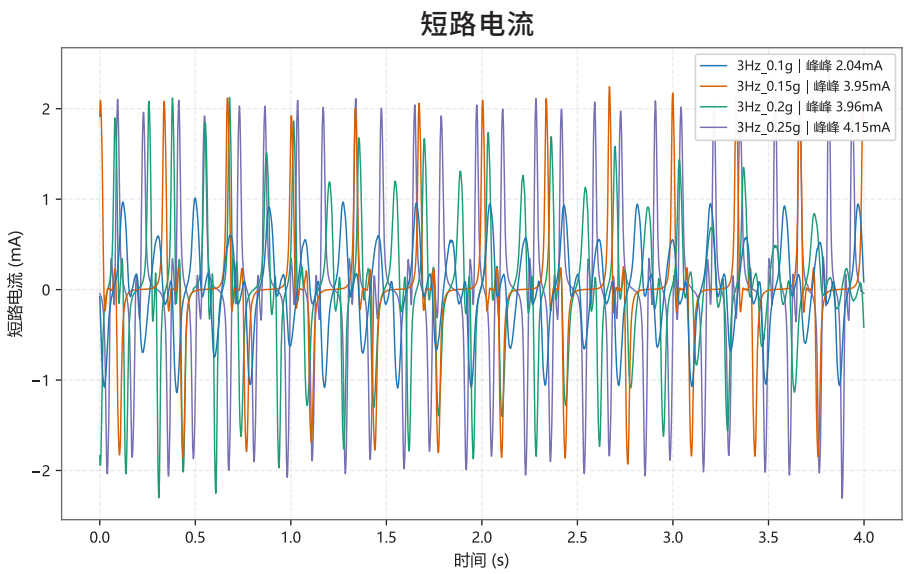
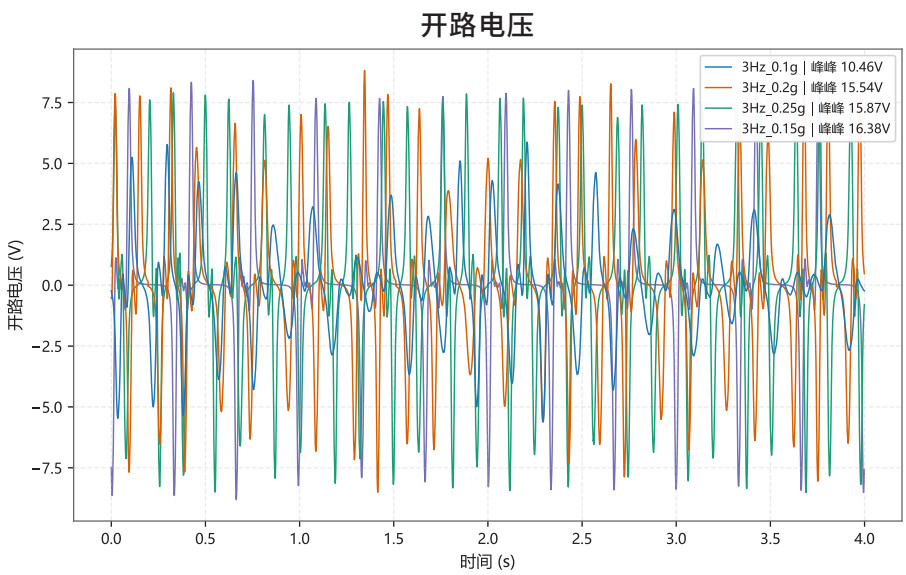
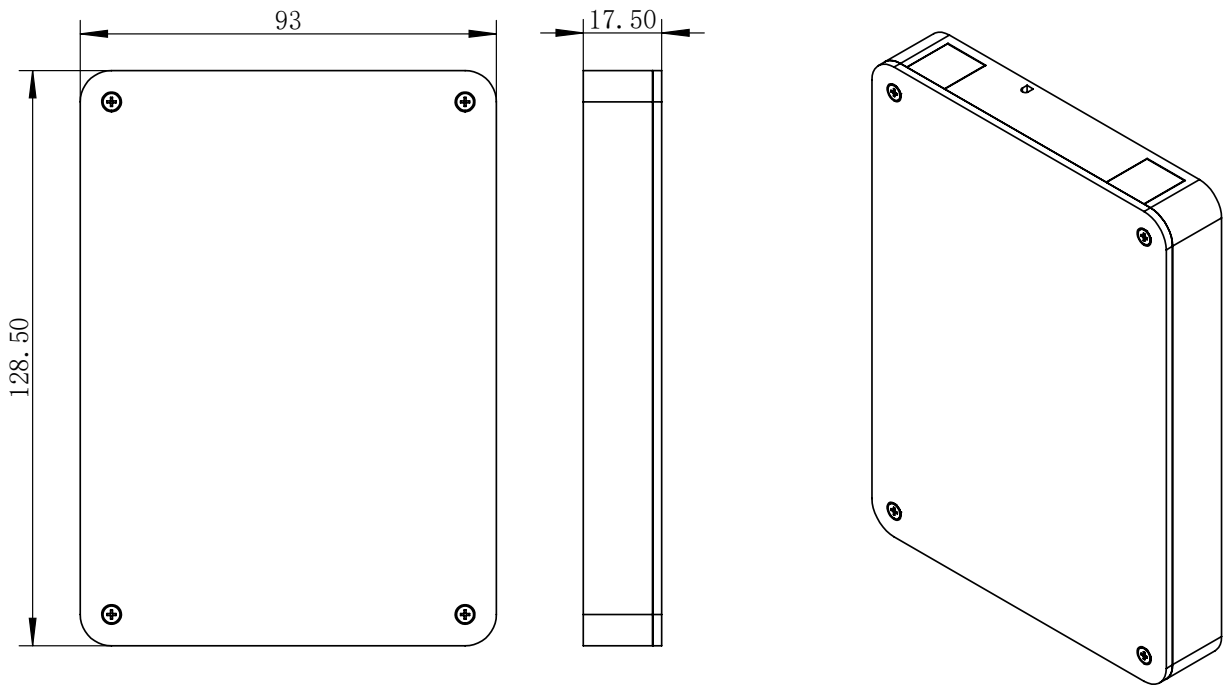




SSL-EH-G3

外形尺寸：128.5 × 93 × 17 mm
设计频率：2-8Hz，自适应宽频 3Hz
传感功能：温湿度 · 气压 · 加速度 · AOA 定位
工作温度：-40℃ -60℃
标件重量：130g
安装方式：螺纹孔 / 背胶 / 定制化方式
应用场景：高价值药品 · 精密仪器 · 电子设备 · 易碎品 · 艺术品 · 文物 · 机要物资 · 高端生鲜

测试工况	3Hz, 0.1g	3Hz, 0.2g
开路电压（峰峰值）	10.46V	15.54V
短路电流（峰峰值）	2.04mA	3.96mA
电容充电功率	97.92μW	245.26μW

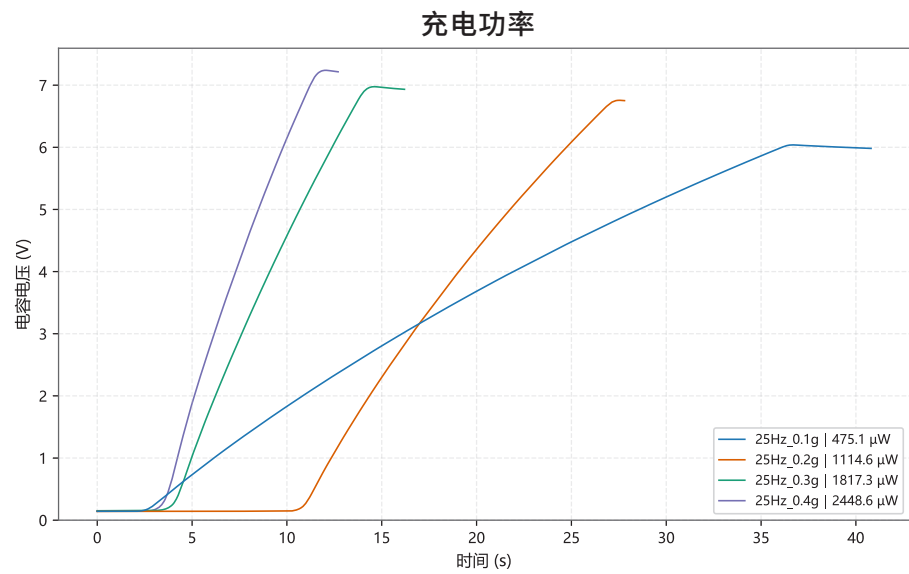
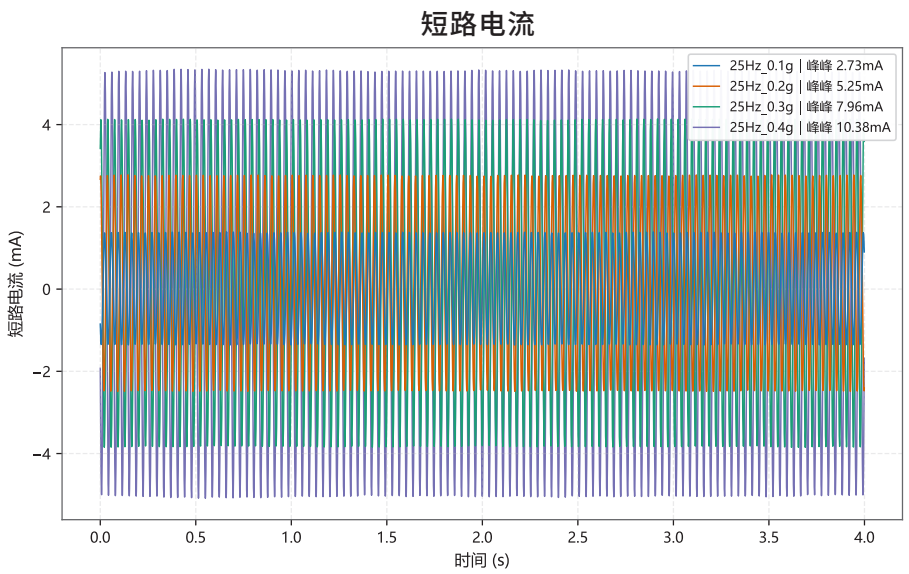
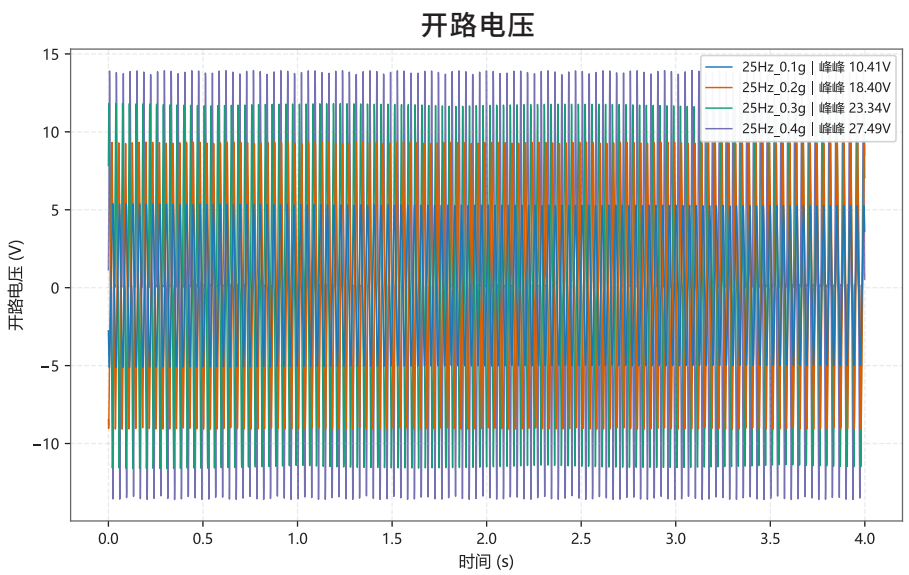
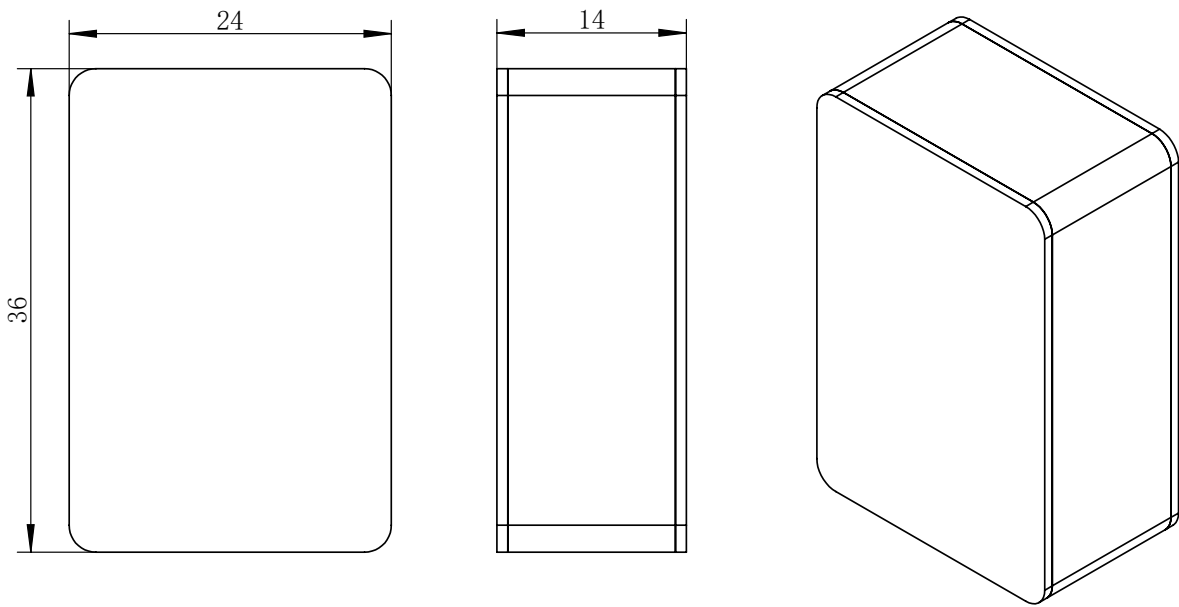




SSL-EH-G4

外形尺寸：36 × 24 × 14mm
设计频率：5-10Hz
传感功能：温湿度 · 气压 · 加速度 · AOA 定位
工作温度：-40℃ -60℃
标件重量：20g
安装方式：螺纹孔 / 背胶 / 定制化方式
应用场景：小型化可穿戴设备，微型 IoT 场景

测试工况	6Hz, 0.3g	6Hz, 0.5g	6Hz, 0.8g
开路电压（峰峰值）	11.68V	11.87V	11.63V
短路电流（峰峰值）	2.02mA	4.42mA	4.88mA
电容充电功率	135.08μW	289μW	331.04μW



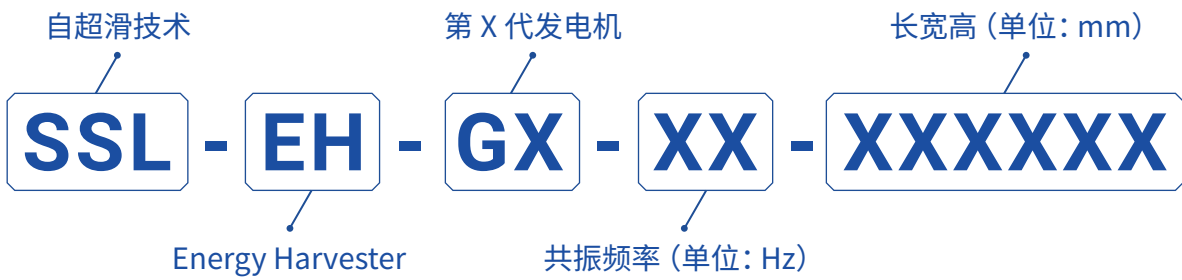
自超滑微动发电机一站式定制

清力技术产品服务

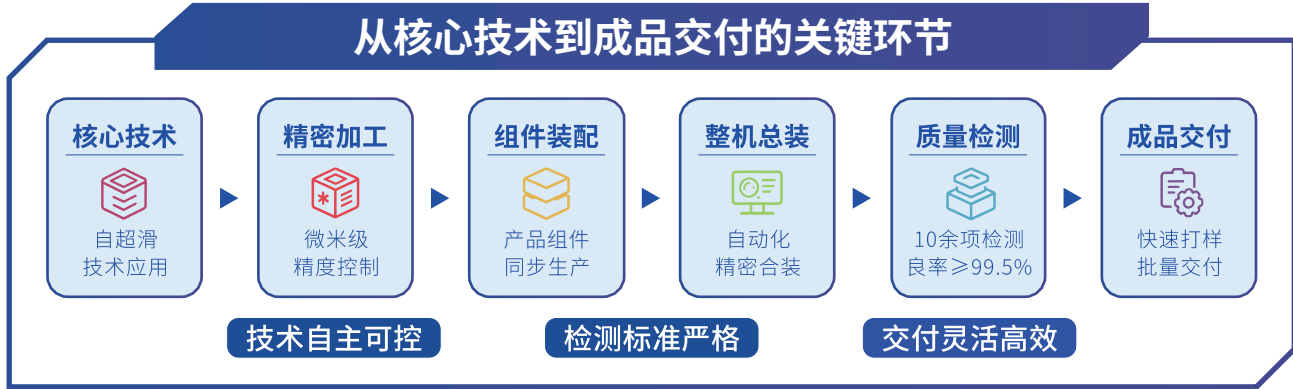
场景能量评估、工况验证、样机交付、硬件定制、模组供货、集成技术支持、一站式无源物联网整体解决方案与定制开发服务。



基本参数



后端电路	传感功能	温湿度	加速度	气压
	信号接收界面			
	电路实物图			
	通讯协议	蓝牙 4.0/5.0		
	供电电压	1.8-3.6V		
	单次传输信号量	2 byte	150 byte	10 byte
	能耗	277 uJ	561 uJ	420 uJ



合作模式介绍与所需信息

我会根据客户的具体行业应用、项目信息和需求去制定针对性的解决方案并提供相应的图纸、打样、测试、产品试产和量产交付。

以下表格供收集项目信息和提供评估依据所用，具体涉及研发预算、样品费用、模具费用和产品量产价格会单独报价给客户。

扫码可下载
表格电子模板

项目信息收集表 (以下信息请客户补充)		
项目背景介绍	客户名称 / 联系方式	
	需求描述 / 使用场景	
	项目时间节点、计划	
	未来产品需求预测年用量	
	目标价	
	研发预算	
	交付周期 / 交付数量	
应用场景 振动参数	振动来源	
	振动方向	
	振动频率范围及主频	
	振动加速度范围	
	是否可协助实地振动数据采集	
规格尺寸	外形尺寸要求	
	重量要求	
	安装空间 / 孔位	
	安装位置及固定方式	
发电机 性能与需求	输出电压需求	
	平均输出功率需求	
	峰值功率及持续时间	
	负载类型	
	负载功耗及占空比	
	储能方式	
	接线方式	
功能与通信需求	需要采集 / 监测的参数	
	数据上报频率	
	通信方式及协议	
	本地存储 / 离线记录	
以下测试要求如有，提供具体要求，如没有写否		
测试要求	振动耐久 / 疲劳寿命测试	
	抗冲击测试	
	盐雾测试	
	高低温测试	
	高温高湿测试	
	跌落测试	
	其他测试	