

多功能监测表（HM5100）

技术规格

GS76L51B01-11

第九版

■ 概述

多功能监测表 HM5100（简称：HM5100）是一款导轨安装的电机拖动系统的状态监测和故障诊断仪表。HM5100 通过对三相电机拖动系统的电流、电压进行测量，监测电动机/发电机、机械负载、传动机构、电源（工频、变频）的状态，实时诊断其健康状态，识别故障特征并给出早期告警，从而减少设备的非计划停机。同时还可发现设备和工艺过程的不匹配现象，为生产运行提供支援。

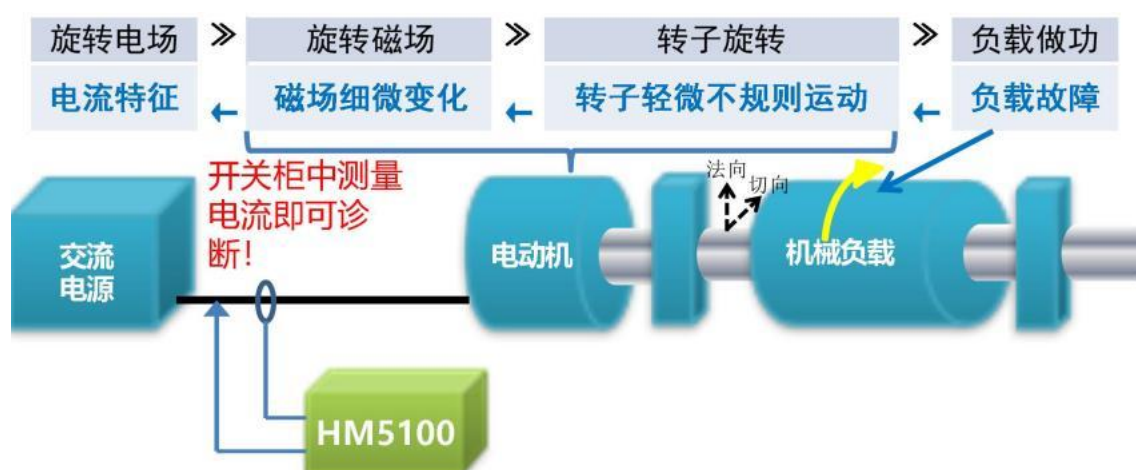
■ 基本原理

【信号采集及测量】

HM5100 利用采样原理测量交流电流/电压。以 16kS/s 的采样速率对系统每一相的电流和电压进行同步采样。在一个周期内进行积分，计算电流、电压均方根值，不受谐波、瞬变和冲击脉冲的干扰。频率由电压或电流通过零点的时间间隔确定。功率分析及谐波分析基于可变长的录波数据，进行频域变换进行分析。

【故障诊断】

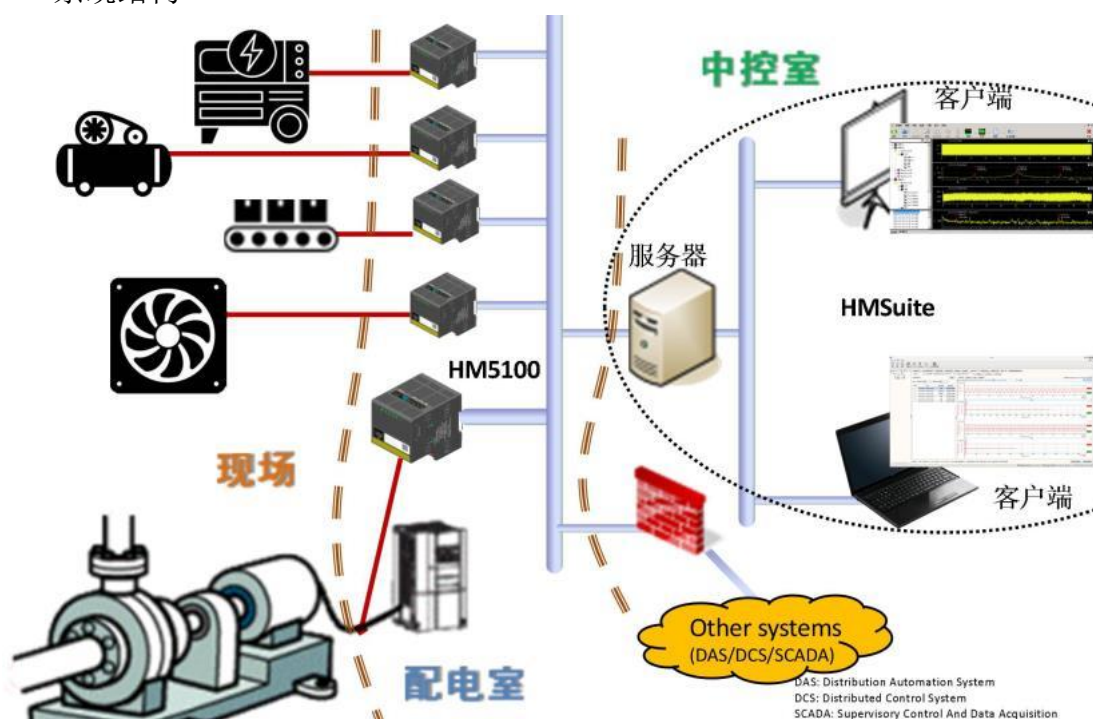
HM5100 基于 ESA(Electrical Signature Analysis) 电气特征分析技术。通过测量电机运行时的电流、电压信号，分析频谱、谐波、电气参数等特征，监测源于轴承故障、不对中故障、负载故障、机械松动、绝缘和一系列电气和机械故障的状态变化，诊断整个传动系统的故障所在。



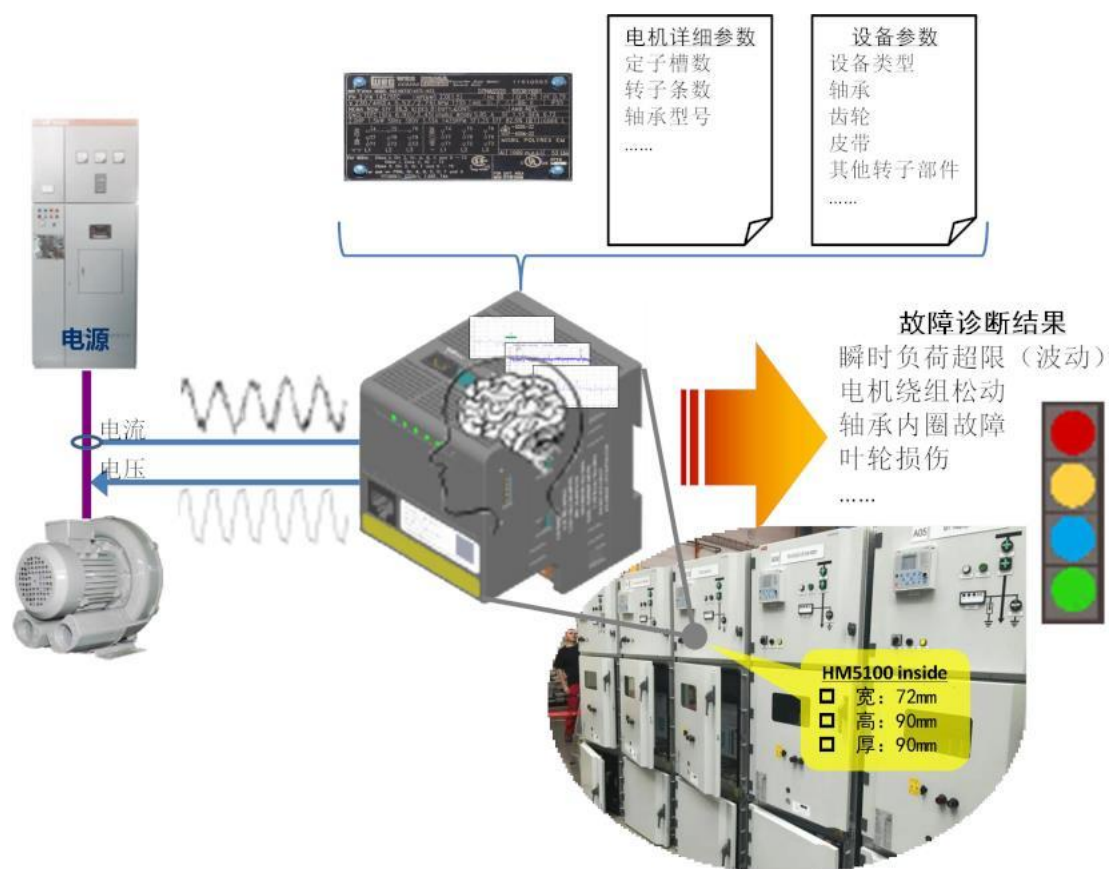
例如上图的最小电机拖动系统，能量从左向右流动：三相电源产生旋转电场，旋转电场感应出旋转磁场，磁场带动转子旋转，转子拖动机械负载做功。

ESA 的监测和诊断的电气特征是逆着能量流回来的：假设机械负载有了故障（例如，发生了不对中），会造成转子也产生不规则运动，而转子的不规则运动作用于磁场，使磁场发生变化，磁场的变化在电流特征中有所体现。ESA 就是通过采集电源和电机之间的动力电缆中的电流、电压信号，进行频谱、谐波等分析，诊断整个系统的故障。

■ 系统结构



HM5100 与电机拖动系统一对一配置，可安装在开关柜中。采用非侵入方式，通过电流互感器采集三相电流信号；可直接采集低压电压信号、或通过电压互感器采集高压电压信号。HM5100 以故障机理模型为核心，融合机器学习技术，针对频谱、谐波、功率、扭矩等进行多维度特征分析，实时诊断故障并进行直观告警。HM5100 利用自有的工况识别核心技术，可自动识别、跟踪、计算负荷和工况的实时变化，对于变频调速应用、负荷波动大的工况有良好的适应性和诊断效果。



HM5100 为电拖诊断系统的核心设备。使用“电机铭牌信息”、“电机详细参数”、“设备参数”配置 HM5100 后，HM5100 高速高精度采集运行设备的电流、电压，内部完成数据分析和故障诊断，直接报出电机拖动设备的故障。

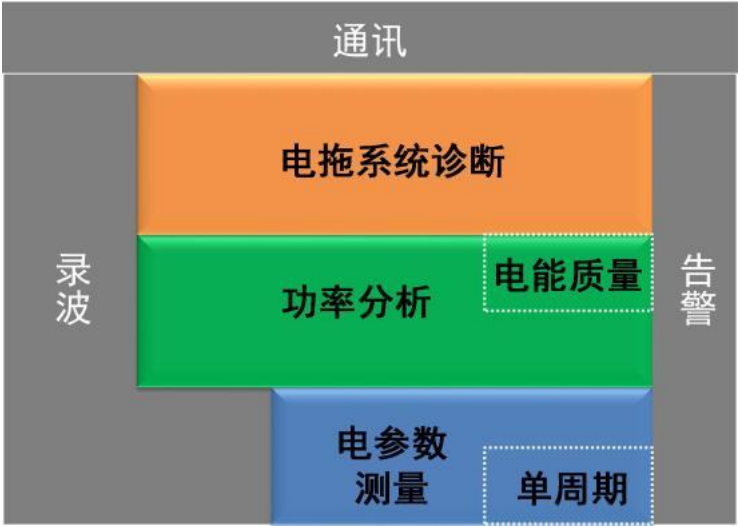
HM5100 可接入 DAS/DCS/SCADA，在上位系统直接显示故障种类和告警级别，也可以接入电机拖动系统健康管理软件（HMSuite¹）进行综合分析、故障诊断和健康管理。HMSuite 可基于 HM5100 上传的在线实时数据和分析诊断结果，对所监测的电机拖动系统进行全生命周期的健康管理，包括在线状态监测、故障诊断、分析预警、故障预测等功能，并可结合任务提供辅助维修建议和维护记录。此外，配合 HM5100 的 IO 扩展模块²，发生告警可通过继电器输出控制其他设备（指示灯、开关等）。

¹ 需单独采购

² 选配件

■ 主要功能

HM5100 包含“测量”、“分析”、“诊断”、“告警”、“录波”、“通讯”等功能。



【电参数测量】

电参数测量分为常规测量和单周期高速测量。

常规测量以最短 50ms、最长 60s 的信号进行电参数计算；而单周期高速测量在 40~70Hz 频率范围可达到半周期的更新速率，在 5~40Hz 和 70~120Hz 频率区间实现单周期的更新速率。

主要参数如下表。

电压	电流	功率	
电压有效值（相电压）	电流有效值	有功功率	总有功功率
电压有效值（线电压）	零序电流有效值	视在功率	总视在功率(算术、矢量、系统)
平均电压有效值（相电压）	平均电流有效值	无功功率	总无功功率(算术、矢量、系统)
平均电压有效值（线电压）		功率因数	总功率因数(算术、矢量、系统)
电压峰值因数（相电压）	电流峰值因数		
电压频率	电流频率		

HM5100 同时具有电能累计功能，主要参数如下表。

电能累计	正向有功电能	正向无功电能	视在电能
	负向有功电能	负向无功电能	

【功率分析】

功率分析功能覆盖了 5Hz~120Hz 的频率范围，全面支持变频应用。

在基础电参数测量以外，对基波、谐波提供了体系化的测量支持，对电能质量进行监测，同时覆盖供电系统和用电设备。各项功能的主要参数如下。

基波测量及电能质量

电压	电流	功率	
基波测量参数			
基波电压有效值(相电压)	基波电流有效值	基波有功功率	基波总有功功率
基波电压有效值(线电压)	基波电流相位	基波视在功率	基波总视在功率
基波电压相位		基波无功功率	基波总无功功率
基波电压旋转方向		基波无功功率象限	基波总无功功率象限
		基波功率因数	基波总功率因数

电压	电流	功率
基波正序电压	基波正序电流	基波功率相角
基波正序电压相位	基波正序电流相位	基波正序有功功率
基波负序电压	基波负序电流	基波正序无功功率
基波负序电压相位	基波负序电流相位	基波正序视在功率
基波零序电压	基波零序电流	基波正序功率因数
基波零序电压相位	基波零序电流相位	
电能质量监测		
电压不平衡度	电流不平衡度	
基波电压负序不平衡度	基波电流负序不平衡度	
基波电压零序不平衡度	基波电流零序不平衡度	
电压频率变化率		
电压相位漂移		

谐波分析

电压	电流
电压总谐波含有率	电流总谐波含有率
电压谐波含有率（奇次、偶次）	电流谐波含有率（奇次、偶次）
电压谐波含有率（正序、负序、零序）	电流谐波含有率（正序、负序、零序）
电压总谐波	电流总谐波
电压奇次谐波	电流奇次谐波
电压偶次谐波	电流偶次谐波
电压基波	电流基波
电压基波相位	电流基波相位
电压 2~50 次谐波	电流 2~50 次谐波
电压 2~50 次谐波相位	电流 2~50 次谐波相位

用电设备运行效能

转速	谐波电压因数 (HVF)
负荷	谐波电压降额系数（三相最大值）
效率	电压不平衡降额系数
阻抗	服务系数 (S. F.)
阻抗不平衡度	
输出功率	
输出扭矩	

※单周期更新

※通常更新或 60s 更新

电能质量监测和谐波分析中的各测量参数遵循 GB/T 17626.30 / IEC 61000-4-30。

【故障诊断】

电机拖动系统故障诊断覆盖的主要故障类型如下：

电机	电气	定子故障：匝间短路、绕线/槽楔松动、单相接地 转子故障：转子断条、端环开裂 偏心故障：静态偏心、动态偏心
	机械	松动、轴承异常、不平衡
机械负载		各类机械负载的特有故障（风机叶片、泵叶轮等）、松动、轴承异常、不平衡

传动	不对中、皮带异常、齿轮箱异常
电源	电压平衡、电压波动、电压尖峰、电压谐波、电流平衡、电流尖峰、电流谐波、过欠频、频率变化率、功率因数、相位漂移、负序过流过压... ※参照电能质量监测和谐波分析
负荷匹配	负荷振荡、过负荷（谐波降额、不平衡降额等）、瞬态过负荷

轴承异常包括滚动轴承和滑动轴承，滚动轴承可进一步定位故障元件（滚动体、内圈、外圈、保持架）。

各故障诊断的判据（频点、测量值）可通过 Modbus 输出。

【录波】

录波分为“测量录波”和“诊断录波”两种形式。主要录波参数如下表。

	测量录波		诊断录波	
	低频数据	高频数据	低频数据	高频数据
采样速率	1.6kS/s	16kS/s	640S/s	16kS/s
单笔长度	1s~20s	0.1s~2s	6.4s~102.4s	0.256s~4.096s
总长度	60s	6s	204.8s	8.192s
触发前长度	0.1s~20s	0.01s~2s		

HM5100 提供三种录波触发方式：告警录波、定时录波、手动触发录波。其中手动触发可以通过 Modbus 通讯、内置网页等途径触发。

录波文件遵循 COMTRADE 2013 格式。

1.6kS/s 测量录波可实现无死区连续录波。

【告警】

告警类型如下表。告警的阈值可灵活配置。

电动机保护	通用保护	功率分析告警	诊断告警
转子堵转			转子健康状态
过负荷	过载（2 级）	过功率	静态偏心
瞬时过负荷			动态偏心
负荷丢失（2 级）	欠载/逆功（2 级）		绕组松动
功率因数			匝间短路
过电压（2 级）	过压（2 级）		单相接地
低电压（2 级）	欠压（2 级）		不平衡
负序过电压（2 级）	电压不平衡（2 级）	电压不平衡	不对中
接地（2 级）	接地（2 级）		机械松动
短路	过流（3 级）	过电流	电机轴承状态
负序过流（2 级）	负载不平衡（2 级）	电流不平衡	设备轴承状态
反时限负序过流			皮带状态
过频（2 级）	过频（2 级）		风机叶片状态
欠频（2 级）	欠频（2 级）		泵流道状态
频率变化率（2 级）	频率变化率		齿轮箱状态
	相位漂移		负荷振荡
超时启动			
冲击			

电动机保护	通用保护	功率分析告警	诊断告警
允许重加速（2级）	定时限故障穿越（4级）	电流总谐波（3级） 电流谐波（5类） 电压总谐波（3级） 电压谐波（5类）	

配合 I/O 扩展模块，发生告警可通过继电器输出控制其他设备（指示灯、开关等）。

【通讯】

提供 1 路 RJ45 的 Ethernet 接口。可支持如下通讯功能。

功能	通讯协议
配置及测量值读取	Modbus TCP
告警及判据	Modbus TCP
录波文件获取	HTTP
内置网页访问	HTTP
网络校时	SNTP
网络初始设置	UDP

■ 应用场景



行业

油气、化工
发电、电网
冶金、钢铁
煤炭、矿山
水泥、混凝土
制药、食品、饮料
工业制造
市政、公用事业
物流、运输
楼宇
.....



设备

泵
风机
压缩机
输送机
离心机、搅拌机
空气处理机组（AHU）
冷冻机、冰机
挤压机、膨胀机
发电机
振动筛
提升机
磨机、破碎机
其他电机拖动设备
.....

■ 价值

了解电机拖动系统的性能、预测故障、提高资产利用率以及在具有挑战性的环境中提高生产力是当下工业领域和基础设施领域所面临的挑战。以 HM5100 为核心的预测性维护解决方案通过识别劣化征兆、预测故障，加快决策进程、轻松制定维护计划，有效避免非计划停机造成的生产损失，消除安全风险。

- ◇ 提高生产力：减少非计划停机时间，避免停机造成的不良品及停机造成的产能损失。
- ◇ 延长设备寿命：监视设备健康状态，通过有针对性的及时维修，提高设备可靠性并延长资产的整体使用寿命。
- ◇ 降低维护成本：在线监测减轻巡检负担；预测性维护减少过维护。
- ◇ 确保安全性：对危险区域、难以接近的设备进行在线监测，降低因设备故障而产生的安全风险和环境风险。
- ◇ 节能：设备的异常状态伴随着能量的损失，确保系统和设备处于良好状态可节约能源，减少碳排放。

HM5100 在事前/事后/事中的不同阶段都可以带来显著的效益。预测性维护本身就是“事前”价值的体现；而保养、抢修后，设备投入运行时的状态，通过在线监测和诊断可立即发现维保过程中混入的人为错误，起到“事后”确认的效果；将告警和测量与录波数据结合，可掌握设备的特性，定位根本原因（RCA: Root Cause Analysis），在资产的全生命周期的“事中”加强管理，优化资产绩效（APM: Asset performance management）。

■ 特点



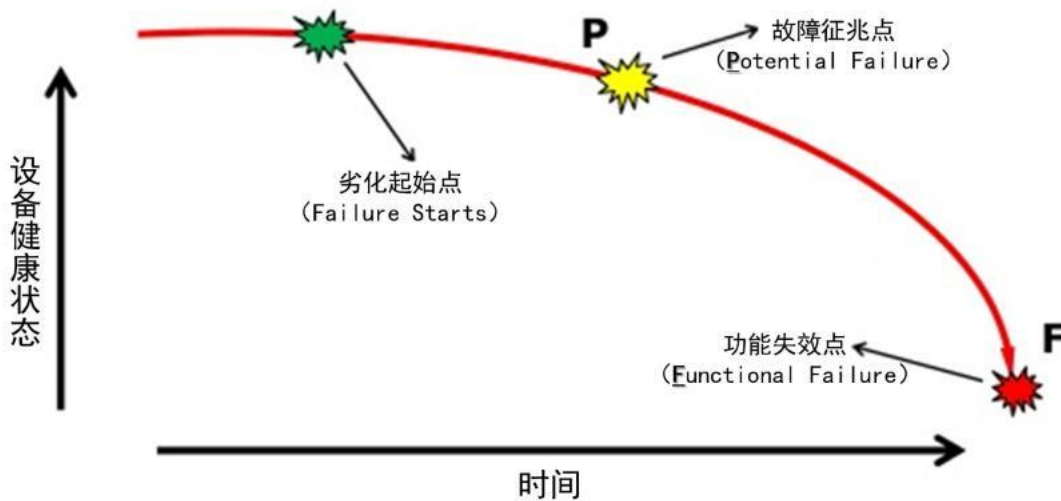
1. 系统性故障诊断

相对于传统的振动、温度等手法主要针对测点位置的故障进行诊断，ESA 以机械负载、电机、传动机构、电源所构成的电机拖动系统整体为对象，实现全面的故障诊断。

2. 在线实时监测

平均只有 18% 的故障符合浴盆曲线（随时间而逐渐老化），可通过预防性维护（定期点检，PM: Preventative Maintenance）使其不恶化至功能失效；其余 82% 的故障不随时间而

劣化，是随机发生的。也就是说，需要随时捕捉这些故障的征兆（P点：潜在问题），跟踪其发展趋势，并在这些潜在问题转变为功能失效（F点）之前进行干预。实时在线监测提供了预知性维护的基础。



3. 良好的工程性

采用非侵入式测量手段，不破坏机械负载和电机的结构。集中安装在电气柜中，装备检修时不需进行传感器的拆装，不仅节约了维修保养的时间，也避免了拆装造成的精度损失、引入二次故障。HM5100 实现了紧凑设计，节约装备的宝贵空间。

4. 天然的工况适应能力

生产工艺是变动的，设备往往要运行在不同工况条件下，而不同工况下缺陷的表象往往是不同的。单点类型的故障诊断手段（红外、振动、温度等）只有从生产系统中获取到充足的操作信息后才能够识别设备所处的工况，且需要将生产系统中的信息与采集到的设备运行状态数据进行时间匹配，牵扯面广、复杂度高，难以实现。而 HM5100 实时在线监测电机拖动系统的能量流动，时刻把握设备的瞬时运转状态、常时运转状态、运转状态变化，具备天然的工况识别能力，在更高的层次上进行故障诊断。

5. 高精度测量及分析

16kS/s 的采样率，24bit 的 A/D 分辨率，滤波、降噪的软硬件设计，保证了 0.2% 的基础测量精度。实现了精确的电气测量、电能质量分析、谐波分析，早期捕捉故障特征。

³ 数据来源：RCM Guide, NASA, Sept. 2008

■ 技术规格

机械特性

IP 保护等级	IP30
安装	DIN 导轨安装
重量	350 g
尺寸 (宽 x 高 x 深)	72 x 90 x 90 mm

电气特性

电压输入	4 路 V1/V2/V3/VN
最大 VT/PT 原边	1000 kV AC
最大连续电压	277 V L-N / 480 V L-L
尖峰系数	3
阻抗	> 5 M Ω
频率范围	5 ~ 120 Hz
负荷	< 0.2 VA (240 V AC L-N)

电流输入	3 路 I1/I2/I3	
额定电流 (In)	1 A	5 A
最大连续电流	2 A	10 A
过电流	10 A (1s)	50 A (1s)
尖峰系数	3	3
阻抗	< 5 mΩ	< 5 mΩ
频率范围	5 ~ 120 Hz	5 ~ 120 Hz
负荷	< 0.02 VA (2 A AC)	< 0.5 VA (10 A AC)

谐波分析

电压谐波	50 次
电流谐波	50 次

电源

工作范围	10 ~ 30 V DC
负荷	< 6 W

测量精度

	误差	精度范围
电流	$\pm 0.2\%$ 读数	10%In ~ 200%In
电压	$\pm 0.2\%$ 读数	10 ~ 440 V L-N
频率	$\pm 0.05\%$ 读数	5 ~ 120 Hz 50% Un ~ Umax 10% In ~ Imax
有功功率	$\pm 0.5\%$ 读数	5%In ~ 200%In PF = 1
无功功率	$\pm 1\%$ 读数	5%In ~ 200%In PF(sin) = 1

视在功率	$\pm 0.5\%$ 读数	$5\%I_n \sim 200\%I_n$ PF = 1
功率因数(PF)	± 0.005	0.5 感 $\sim$ 0.8 容 25 $\sim$ 400 V 10% $I_n \sim$ 200% I_n

输入输出（扩展模块）

继电器输出

数量	2
绝缘	3600 V rms

状态输入

	24V DC	110/220V AC/DC
数量	2	2
闭路电压（OFF）	0 $\sim$ 6 V DC	0 $\sim$ 22 V AC 0 $\sim$ 70 V DC
通路电压（ON）	19 $\sim$ 30 V DC	88 $\sim$ 264 V AC/DC
输入电阻	13 k Ω	66 k Ω
输入负荷	1.86 mA (24 V DC)	3.3 mA (220V AC/DC) 1.67 mA (110V AC/DC)
绝缘	3600 V rms	3600 V rms

以太网通信

端口	RJ45
数据传输速率	最高 100 Mbps
通信协议	Modbus/TCP、HTTP、SNTP

环境特性

工作温度	-25 $\sim$ 60 $^{\circ}$ C
贮存温度	-40 $\sim$ 85 $^{\circ}$ C
工作湿度	95% RH 无结露
污染等级	2
海拔高度	2000 m
位置	不适合潮湿的场所，仅限室内使用

规格

EMC（电磁兼容性）

产品标准

静电放电抗扰性	GB/T 17626.2-2018
辐射抗扰性	GB/T 17626.3-2016
快速瞬变抗扰性	GB/T 17626.4-2008
电涌抗扰性	GB/T 17626.5-2019
传导扰动抗扰性	GB/T 17626.6-2017
工频磁场抗扰性	GB/T 17626.8-2006
脉冲磁场抗扰性	GB/T 17626.9-2011
阻尼振荡磁场抗扰性	GB/T 17626.10-2017
震荡波抗扰度	GB/T 17626.18-2016
辐射和传导发射性	GB 4824-2019 A类

安全性

测量类别（电压和电流输入）	CAT III 277V L-N / 480V L-L
安规	GB 4793.1-2007（适应 IEC 61010-1:2010/AMD1:2016 要求），IEC 61010-2-30:2010

机械影响

振动	GB/T 11287-2000, GB/T 2423.10-2019
冲击、碰撞	GB/T 14537-1993, GB/T 2423.5-2019

产品规格

功率测量和监控装置（PMD）	GB/T 18216.12-2010（适应 IEC 61557-12:2018 要求）
电能质量测量	GB/T 17626.30-2023
远动终端设备	GB/T 13729-2019

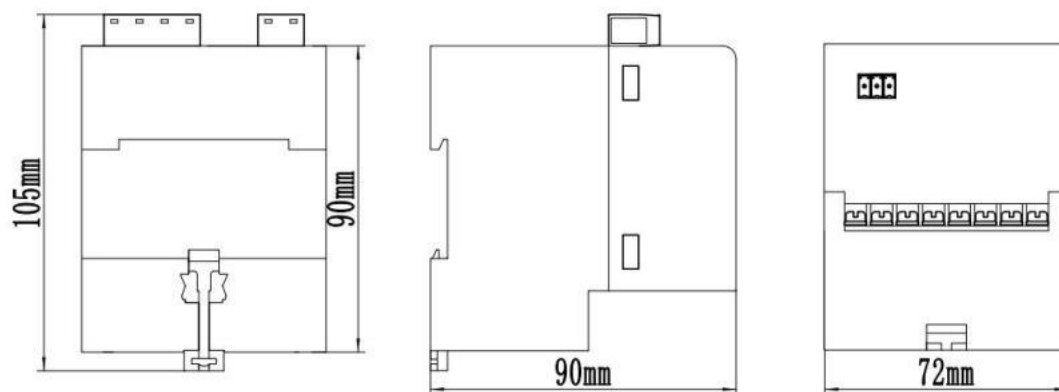
※最高直接测量电压

电源系统和标称电压（MAINS systems and nominal voltages）					
3相四线中线接地系统 Three-phase four-wire systems with earthed neutral TT system	3相四线中线不接地系统 Three-phase four-wire systems with unearthed neutral IT systems	3相三线不接地系统 Three-phase three-wire systems unearthed	3相三线相线接地系统 Three-phase three-wire systems with earthed phase	单相两线系统 Single-phase two-wire systems	
277V/480V	277V/480V	277V/480V	480V	240V	240V

*1 遵循 IEC 61010-1:2010/AMD1:2016/COR1:2019 的标称电压的线到中性点电压 300V 档位。

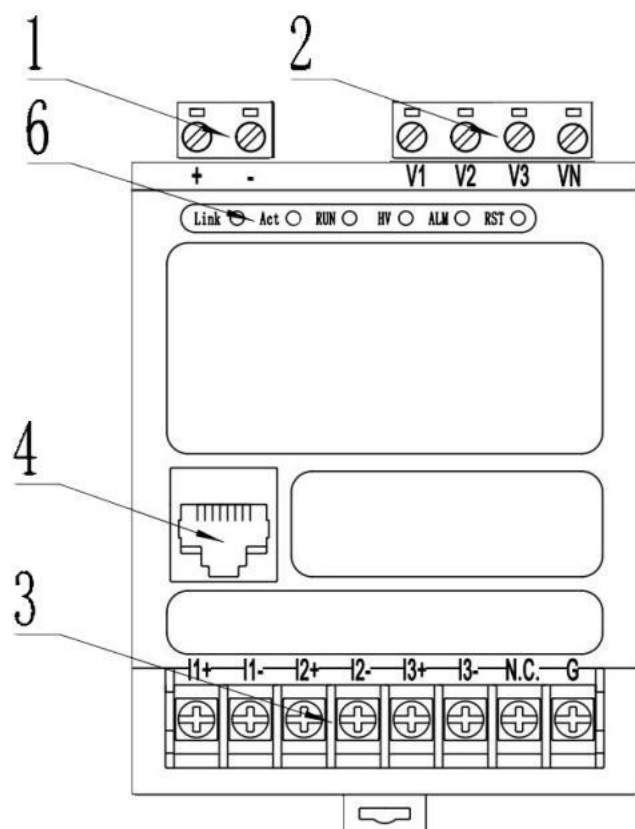
*2 用 “/” 隔开的两个电压分别表示相与中性线（或线与中性线）的电压，与相与相（或线与线）的电压。
例如，“277/480”表示从任一相到中性点的电压为 277 伏，从任一相到另一相的电压为 480 伏；“480”
表示相间电压为 480 伏。

■ 外形尺寸



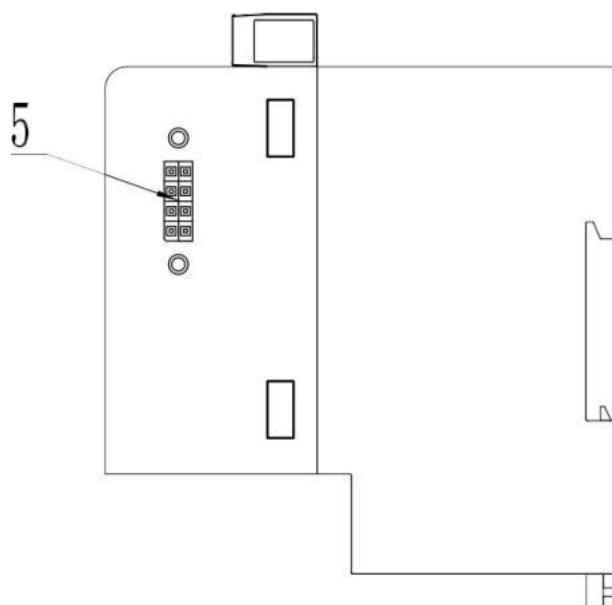
- ◇ 本体：宽 72mm 长 90mm 高 90mm
- ◇ 扩展模块：宽 25mm 长 90mm 高 70mm

【前视图】



- 1 电源
POWER
- 2 电压输入
VOLTAGE INPUTS
- 3 电流输入
CURRENT INPUTS
- 4 以太网
ETHERNET
- 5 IO 扩展模块
2DI/2RO MODULE
- 6 按键和 LED
 - Link 网络连接指示
 - Act 数据通讯指示
 - RUN 运行指示
 - HV 高压输入指示
 - ALM 告警指示
 - RST 复位按键

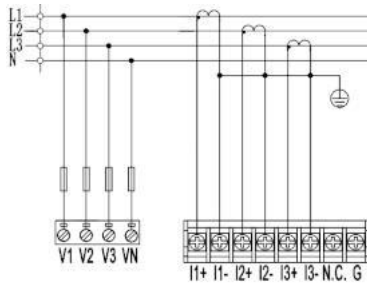
【右视图】



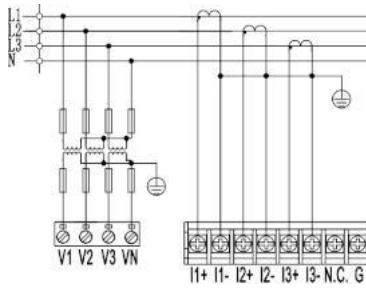
■ 接线

◇ 测量接线

〔3P4W 3CT〕

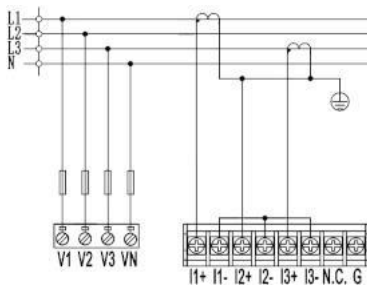


〔3P4W 3PT 3CT〕

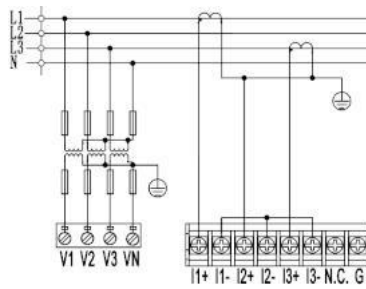


名 称	符号	图形符号	备 注
电压互感器	TV		准确度等级不低于0.5级
电流互感器	TA		准确度等级不低于0.5级
保险	FU		配2A保险芯

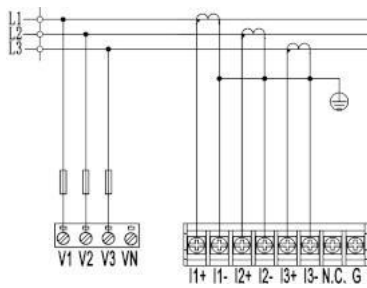
〔3P4W 2CT〕



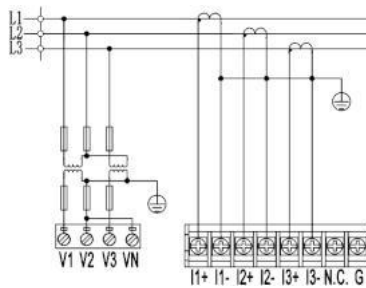
〔3P4W 3PT 2CT〕



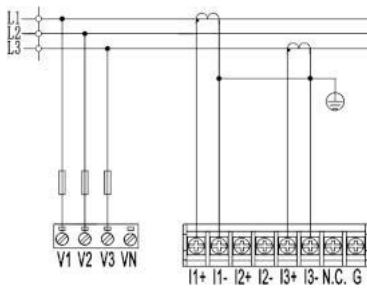
〔3P3W 3CT〕



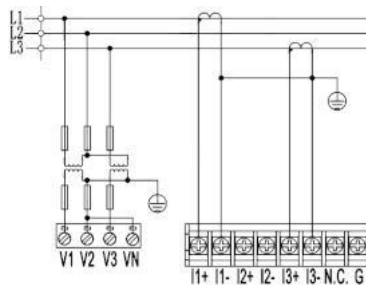
〔3P3W 2PT 3CT〕



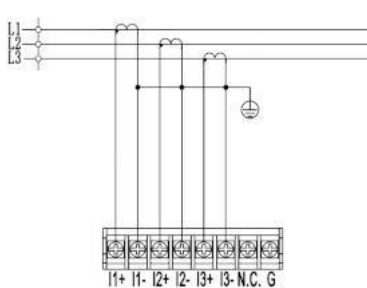
〔3P3W 2CT〕



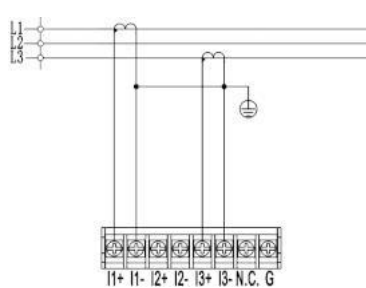
〔3P3W 2PT 2CT〕



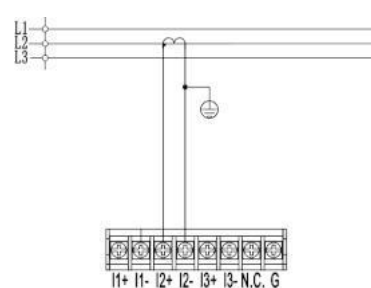
〔仅电流3CT〕



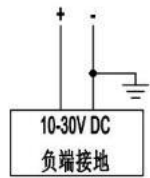
〔仅电流2CT〕



〔仅电流1CT〕



✧ 电源及接地



注意

本手册中的信息若有变更恕不另行通知。
制造商不对本手册中的错误或遗漏处负责，
也不对任何可能导因于本手册之执行或使用的必然
性损坏情形负责。
本使用者手册中的信息受到著作权法的保护。未经著
作权拥有者之事前书面授权，本手册中之任何部分皆
不可以任何形式影印或重制。

如需技术服务，请联络以下地址和电话。
西安天宇星辰信息科技有限责任公司
地址:陕西省西安市高新区光泰路凯威大厦22层
邮编:710075
电话:029-81159615
邮箱:xatyxc2020@126.com