

ETC 门架系统一体化智能机柜- 综合监控系统

技术方案

深圳市中联创新自控系统有限公司

2019 年 7 月

目录

1. 项目背景.....	2
2. 项目概况.....	4
3. 建设内容.....	4
4. 系统设计.....	5
4.1. 设计原则.....	5
4.2. 设计依据.....	6
4.3. 系统架构.....	6
5. 设备监控.....	7
6. 系统功能.....	8
6.1. 界面功能.....	8
6.2. 告警管理.....	16
6.3. 北向接口.....	16
7. 组网方案.....	16
8. 技术优势.....	17
8.1. 硬件设备可靠.....	17
8.2. 数据采集精准.....	17
8.3. 数据采集快速.....	19
8.4. 系统快速部署.....	19

1. 项目背景

2019年6月14日，中华人民共和国交通运输部公路科学研究院在北京国家会议中心召开“科技成果发布会”，中交国通公司发布了ETC门架系统一体化智能机柜产品。

ETC门架系统一体化智能机柜的研发需求源自于李克强总理在2019年两会政府工作报告中提出的要深化收费公路制度改革，两年内基本取消全国高速公路省界收费站，实现不停车快捷收费，减少拥堵，便利群众。目前交通运输行业正在全力推进此项重大任务。

5月16日《深化收费公路制度改革取消高速公路省界收费站实施方案》，5月下旬，交通部又印发了《关于大力推动高速公路ETC发展应用工作的通知》，目前交通运输行业正在全力推进此项重大任务；正在有序地进行升级改造，优先解决高速公路省界收费站，部署ETC智能门架系统；其次解决高速公路出入口收费站，实现不停车快捷收费，减少拥堵。



一、ETC门架系统一体化柜简介

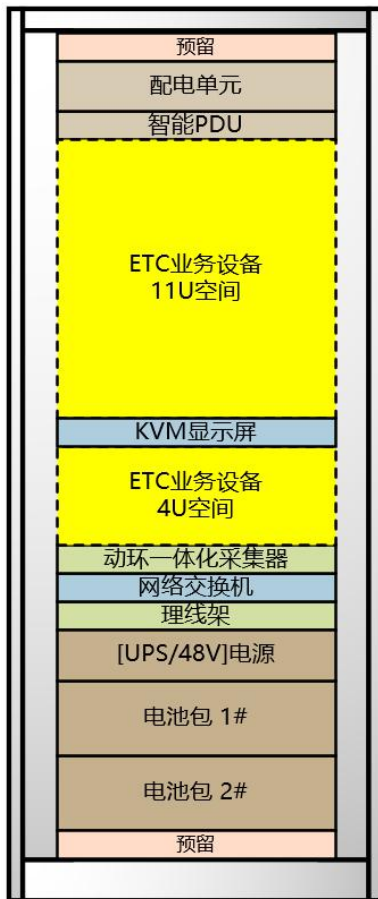
ETC门架系统，需要吊装在露天的高速公路上，ETC门架系统的一体化柜也安装在门架旁，一体化柜需适应各种复杂气候环境：暴晒、防尘防水、防潮湿、防霉变、防盐雾、防锈，要抗风、抗震。如下图所示：



ETC门架系统一体化柜也叫ETC户外一体化柜（简称：ETC一体化柜），其主要为门架车道控制机、工业交换机、收费系统PC等设备提供一体化收容和为门架设备提供可靠供电，保障路侧关键生产设备的可靠运行。根据业务需求选择合适空间的户外机柜，常见的如下图：



为了给高速公路收费系统提供可靠的支撑，户外柜将配置 UPS 电源及电池设备、空调设备、配电设备、网络传输设备、环境监控设备。如下图所示：



ETC 业务设备有：收费系统 PC、车道控制器、天线控制器、RSU (Road Side Unit) 设备等。

2. 项目概况

本项设计为“ETC 门架系统一体化智能机柜”提供配套的一体化监控系统。在解决方案层面采用先进、可靠的动环系统产品，实现以下四个目标：

- 提供稳定可靠的动力环境监控系统。
- 为运维管理提供有效的信息。
- 具有可扩展性，可与第三方平台对接。
- 节省运维管理费用，达到短期投资长期受益的目的。

3. 建设内容

动环监控系统涉及的监控对象包括：

序号	监控对象	数量	接口特性	备注
1	锂电池包	2	RS485	电池包自带 BMS
2	UPS 电源	1	RS485	或者 48VDC 开关电源+逆变器组合
3	柜门式空调	1	RS485	
4	网络交换机	1	SNMP	
5	智能 PDU	1	SNMP/RS485	
6	配电单元	1	RS485	
7	温湿度传感器	1	RS485	
8	烟感传感器	1	DI	
9	水浸传感器	1	DI	
10	智能机柜锁	2	RS485	
11	门磁传感器	1	DI	
12	200W 红外摄像头	1	TCP	
13	声光报警器	1	D0	告警联动输出
14	12VDC 柜内 LED 灯	1	D0	灯光联动：门开灯亮、门关灯灭
15	震动传感器	1	DI	(选配)

4. 系统设计

4.1. 设计原则

- 1) 先进性：采用国际、国内流行的先进技术，适应技术发展需求；
- 2) 成熟性：以实用为原则，采用成熟的经过工程检验的先进技术；
- 3) 适用性：注重系统功能的适用性，不片面强调系统功能的多样性，使构建的系统具有高的性价比；
- 4) 开放性：采用开放的技术标准，能支持任意网络设备和任意厂商产品；
- 5) 标准化：采用标准化的设计，优先选用标准化产品；
- 6) 可扩展性：本工程应考虑到未来发展，在设计布线系统时应充分考虑系统的扩充、升级能力；方案具有平滑的扩容和升级能力，以适应建设方业务发展和管理的需要。
- 7) 安全性及可靠性：采用严格的、安全的可靠性措施。保证系统正常运行、信息传递的安全及运行的可靠；
- 8) 易管理、易维护性：应充分考虑到管理维护的可视化、层次化，应真正做到系统所有资源状况一目了然。能充分保证将设备故障控制在尽可能小的范围内，不影响故障设备之外的设备和系统，保证各系统正常运行。
- 9) 所选的室外设备，除满足室外防水、防尘以及防雷要求外，必须考虑极端低温和高温的影响，保证设备在此极端温度时能够正常工作。
- 10) 开放的数据接口，监控系统未来考虑与其他监控系统的互联。

4.2. 设计依据

整个系统的建设要遵循有关国家标准和国际标准，满足但不限于以下技术标准及规范：

编号	标准	名称	备注
1.	GB50174-2017	《电子信息系统机房设计规范》	
2.	GB50462-2015	《电子信息系统机房施工及验收规范》	
3.	GB50311-2007	《综合布线系统工程设计规范》	
4.	GB50312-2007	《综合布线系统工程验收规范》	
5.	GA/T75-94	《安全防范工程程序与要求》	
6.	GA/T74-2000	《安全防范系统通用图形符号》	
7.	(GB50116-2008)	《火灾自动报警系统设计规范》	
8.	GB20815-2006	《视频安防监控数字录像设备》	
9.	GB50395-2007	《视频安防监控系统工程设计规范》	
10.	GB50396-2007	《出入口控制系统工程设计规范》	
11.	GA/T644-2006	《电子巡查系统技术要求》	

4.3. 系统架构



如图示，单套系统由数据采集层、一体化数据采集器、展示层组成。

一、数据采集层

由单个机柜内的采集传感器、被监控的对象组成。其中：

- UPS、精密空调、智能机柜锁通过 RS485 接入一体化数据采集器；
- 漏水 (DI)、烟感 (DI)、门磁 (DI)、电锁 (DO)、温湿度 (RS485) 接入一体化数据采集器；

二、一体化数据采集器

接入机柜内的传感器和智能设备，实现数据采集、解析、存储、上传，完成单个机柜的设备环境监控管理，提供页面展示、告警管理、报表管理等功能。具备以下特点：

- 稳定可用：嵌入式主机采用 ARM Cortex A9 32 位处理器，eMMC 内嵌式存储器，无机械硬盘设计，减少存储器故障。整机低功耗、稳定性好，可胜任-40~85℃宽温工作环境。
- 功能丰富：Linux 操作系统，采用底端协议解析，实现数据采集、解析、存储、转发、报警、配置管理，支持 web 浏览器显示监控组态界面
- 独立系统：可外接工业屏作或 KVM 为一个独立的本地动环系统使用，支持北向接口上传 DCIM/动环。
- 便捷管理：同时接入动环、门禁、视频、报警设备等，组网管理更轻松、便捷。
- 运行稳定：基于 ARM 架构的嵌入式设计，10 年+无故障运行。
- 配置便捷：采用 Web 远程配置，简单培训可上手，配置文件一键导出复制。
- 维护便捷：RJ45 接线口支持供电，减少布线、安装便捷、上电自动下载配置信息。
- 支持北向接口（如 SNMP），可向第三方平台提供数据接口。

三、展示层

- 一体化数据采集器支持 Web 访问界面。
- 一体化数据采集器支持 HDMI/VGA 通过 KVM 查看本地界面。

5. 设备监控

UPS	通过 UPS 的智能接口获取数据。监测内容包括：输入相电压、输出相电压、旁路相电压、输入相电流、输出相电流、旁路相电流、输出频率、系统负载、电池充电程度、电池后备时间、输入电压越限、输出电压越限、输出频率越限、过载、电池工作模式、旁路工作模式、系统报警、整流器报警、逆变器报警、关机、旁路电压超限等。
电池包	通过 电池包 的智能接口获取数据。监测内容包括：电压、电流、剩余容量、温度等。
配电柜	通过配电柜的智能接口获取数据。监测内容包括电压、进出线电流、零线电流、电压谐波、进出线电流谐波、进线漏电流、进出线有功电能、开关状态等。

空调	<p>通过空调的智能接口获取数据。监控内容包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、空调机组启停控制及运行状态显示，过载报警监测，送、回风温度监测，室内外温、湿度监测，过滤器状态显示及报警，风机故障报警； 2、冷(热)水流量调节，加湿器控制，风阀调节，风机、风阀、调节阀连锁控制，室内空气品质监测，(寒冷地区)防冻控制，送回风机组与消防系统联动控制。 3、针对精密空调，主要监测其开、关状态、送风温度/湿度、回风温度/湿度参数；远程控制其开、关机。 4、针对普通空调，主要监测其开、关机状态，控制其开、关机，温度设置；根据实际情况需要，可考虑其来电自启动功能。
漏水	部署漏水探测器，主要是监测有水源区域的漏水情况。一旦漏水发生，及时准确地检测到并通过监控系统发出报警；同时可联动排水设备排水，如联动进出水管的电磁阀开、关。
温湿度	监测机柜内环境温度、湿度值。
烟感	监测机柜内的烟雾告警。
门磁	监测所有机柜的门磁开关状态。
视频	主要拍摄机柜正门的实时画面，可设定与门禁开门/告警的联动抓拍。

6. 系统功能

6.1. 界面功能

6.1.1. 系统首页

展示单柜/多柜的重要运行参数，空间/电力设计上限；当前告警；监控对象通讯状态等。





监控界面显示内容:

1. UPS 负载率
2. UPS 电压和电流
3. 空调运行数量
4. 空调送风及回风温度
5. 环境温度，环境湿度
6. IT 负荷，市电负荷，制冷负荷
7. 安全运行天数，设备通讯异常数量
8. 实时 PUE，实时总功率，实时 IT 功率，PUE 曲线
9. 总电能，IT 电能，其他电能及柱形图

6.1.2. 电力拓扑

展示当前单柜/多柜 的受电、馈电线路路由及各节点主要电力参数。



IT 支路

监控项	2QF1	2QF2	2QF3	2QF4	2QF5	2QF6	3QF1	3QF2	3QF3	3QF4	3QF5	3QF6	1QF1	1QF2	1QF3	1QF4-A	1QF4-B	1QF4-C
电压(V)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
电流(A)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
功率(KW)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

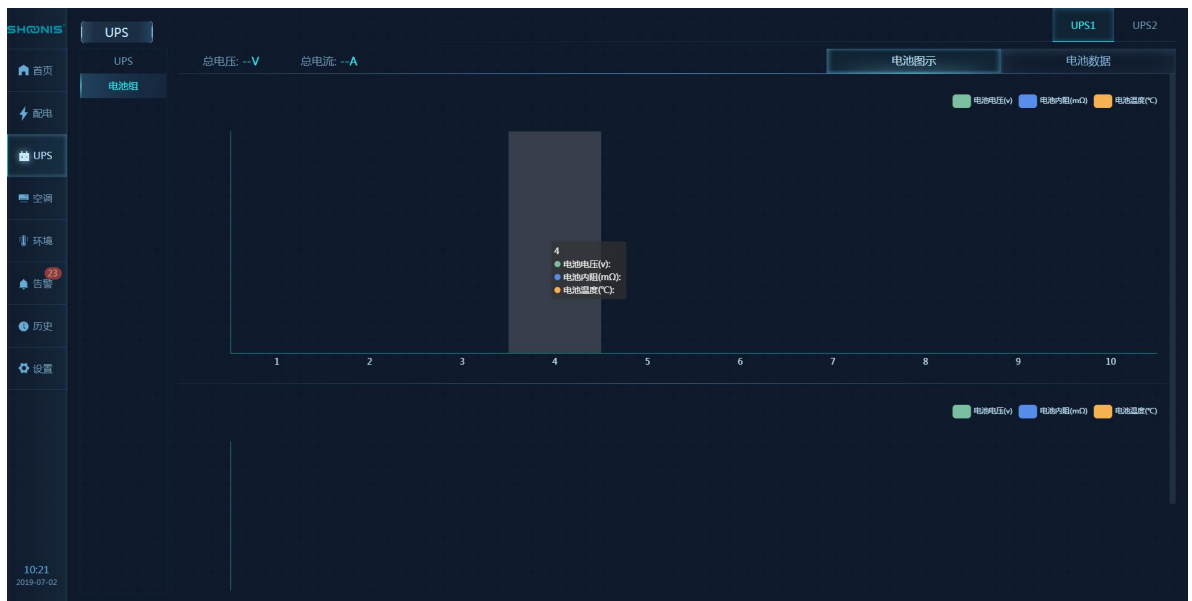
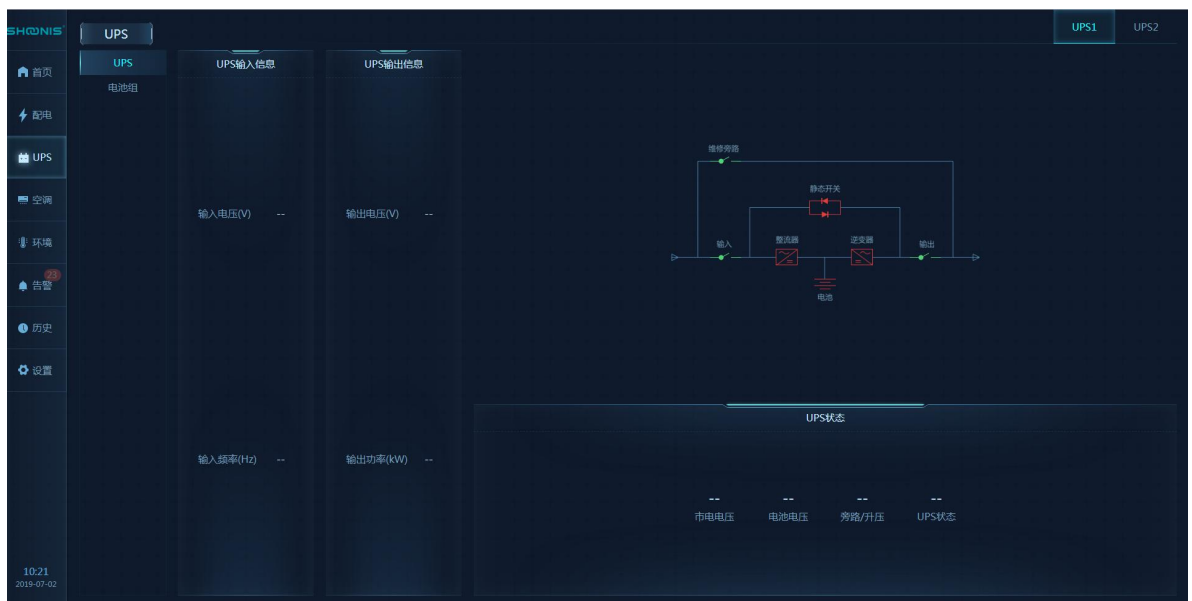
监控界面显示内容:

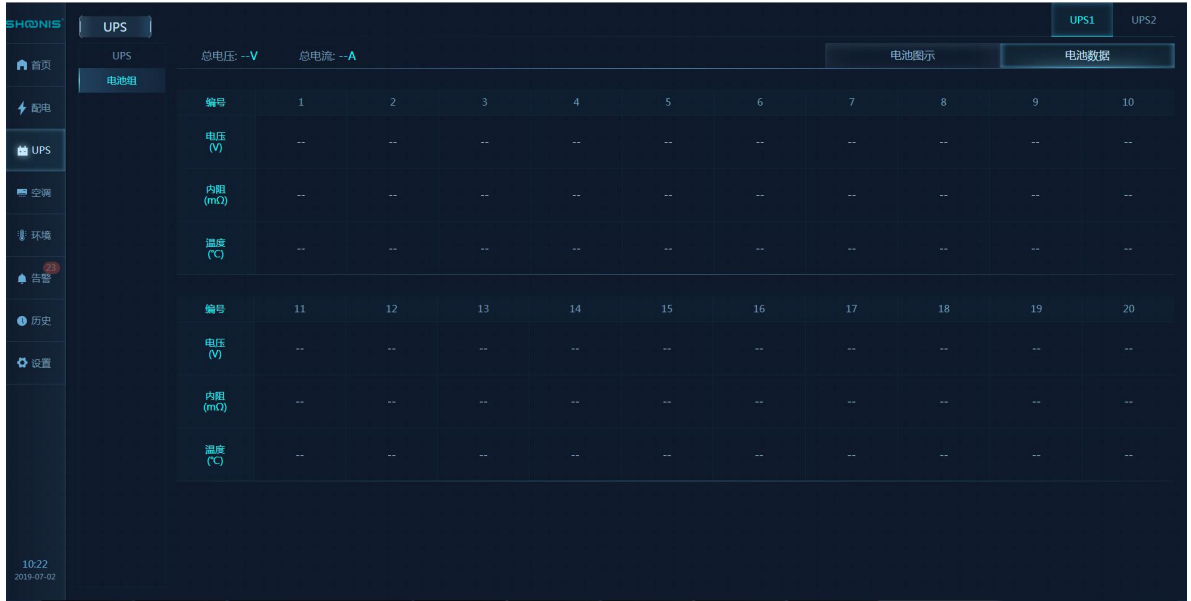
1. 市电输入电压、电流、频率，电能，功率负载率，电流负载率
2. 配电图
3. 各个 IT 支路的电压，电流，功率

6.1.3. 设备视图

主要设备的监控画面。包括：UPS、空调、温湿度、烟感等。

■ UPS 监控界面





监控界面显示内容:

1. UPS 输入输出参数(可修改, 包括但不限于电压, 电流, 功率, 频率, 负载率等)
2. UPS 重要状态信息(可修改)
3. UPS 拓扑图
4. 电池组总电压, 总电流
5. 电池组每节电池电压, 内阻, 温度柱形图及数据表格

■ 空调监控界面



监控界面显示内容:

1. 回风温度
2. 送风温度
3. 回风湿度
4. 空调状态信息（包括但不限于机组运行方式，风机运行状态等）
5. 空调开关机
6. 空调详细参数（包括但不限于风机转速，压缩机转速等）
7. 空调设置参数（包括但不限于回风温度设定，送风温度设定，回风高温告警等）

■ 环境监控界面



监控界面显示内容：

1. 温湿度
2. 漏水，应急风扇，烟感等设备状态。

6.1.4. 告警记录

任意时间段的告警记录，包括：告警名称、产生时间、结束时间、确认时间。

序号	告警名称	产生时间	操作
1	[UPS]掉线了	07-01 11:04:18	确认
2	[温湿度6#-电池柜1][在线点]设备掉线	07-01 11:04:16	确认
3	[温湿度3#-网络柜2][在线点]设备掉线	07-01 11:04:16	确认
4	[蓄电池监控主机][在线点]设备掉线	07-01 11:04:16	确认
5	[温湿度2#-网络柜3]掉线了	07-01 11:04:16	确认
6	[温湿度7#-电池柜2][在线点]设备掉线	07-01 11:04:16	确认
7	[温湿度2#-网络柜3][在线点]设备掉线	07-01 11:04:16	确认
8	[蓄电池监控主机]掉线了	07-01 11:04:16	确认
9	[温湿度4#-电源柜]掉线了	07-01 11:04:16	确认
10	[温湿度5#-网络柜1]掉线了	07-01 11:04:16	确认
11	[温湿度6#-电池柜1]掉线了	07-01 11:04:16	确认
12	[温湿度7#-电池柜2]掉线了	07-01 11:04:16	确认
13	[温湿度3#-网络柜2]掉线了	07-01 11:04:16	确认
14	[温湿度4#-电源柜][在线点]设备掉线	07-01 11:04:16	确认
15	[温湿度5#-网络柜1][在线点]设备掉线	07-01 11:04:16	确认
16	[温湿度1#-网络柜4]掉线了	07-01 11:04:15	确认
17	[温湿度1#-网络柜4][在线点]设备掉线	07-01 11:04:15	确认
18	[DCC采集器][烟感3]电源柜烟警告警	07-01 11:04:06	确认
19	[DCC采集器][烟感4]网络柜4烟感告警	07-01 11:04:06	确认
20	[DCC采集器][声光报警]声光告警	07-01 11:04:06	确认

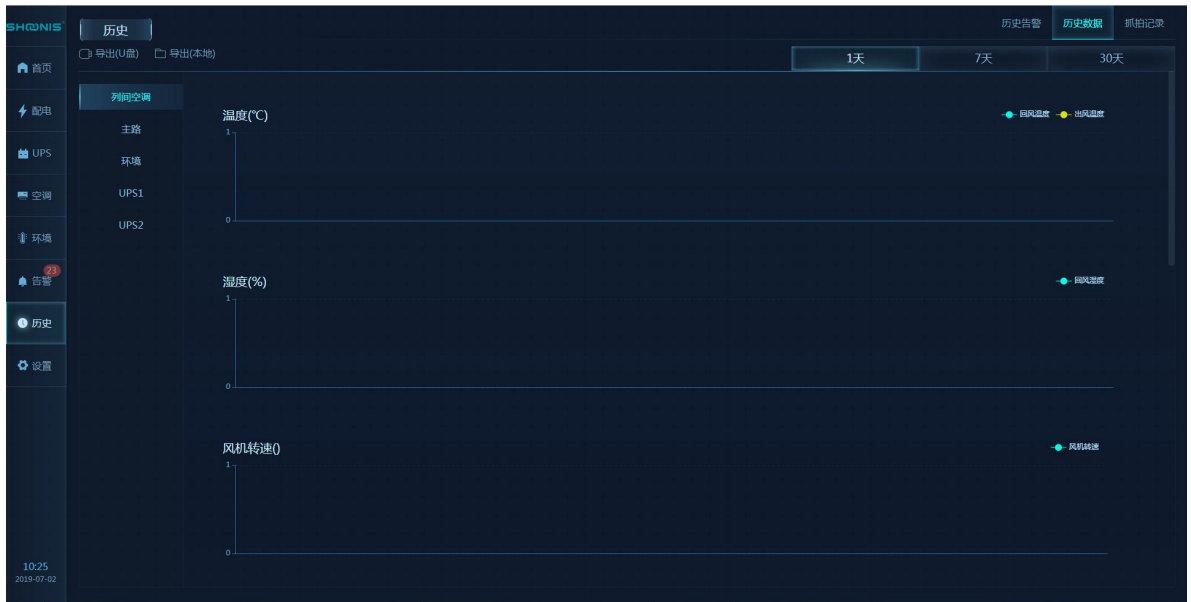
监控界面显示内容：

1. 全部告警
2. 告警类别分类
3. 已确认告警
4. 门禁事件

6.1.5. 历史数据

提供告警、运行数据等历史报表数据查询。

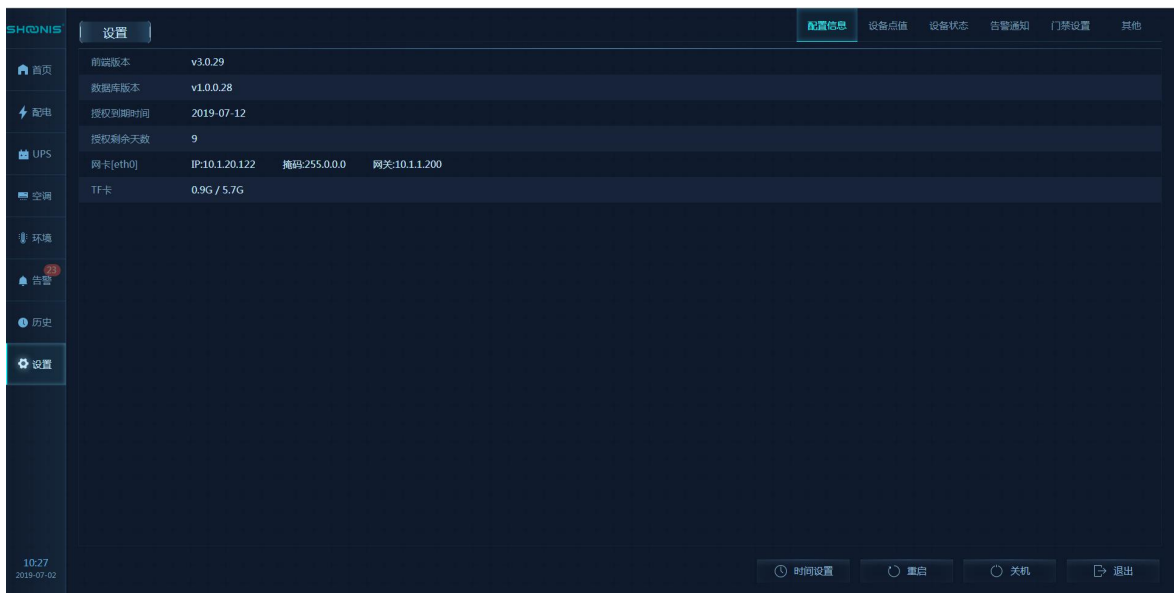
序号	告警名称	产生时间	确认时间	结束时间
1	[交流配电]掉线了	06-17 15:08:51		06-17 15:09:18
2	[交流配电]掉线了	06-14 18:13:39		06-17 11:13:40



监控界面显示内容：

1. 各个设备的历史告警
2. 历史数据曲线图
3. 摄像头抓拍图片

6.1.6. 系统配置



系统支持本地设置，支持如下功能：

1. 查看系统版本，授权信息
2. 设备在线状态
3. 设备具体设备点值

4. 短信告警及邮箱告警设置
5. 门禁设置
6. 采集器 IP 设置

6.2. 告警管理

告警通知：界面、短信（预留）。

告警等级：系统支持多级告警（一般告警、重要告警、紧急告警）。

告警抓拍：可设定告警联动视频抓拍，例如：门禁被暴力打开时，系统会自动联动摄像机进行抓拍。

告警展示：告警等级、告警描述、产生时间。

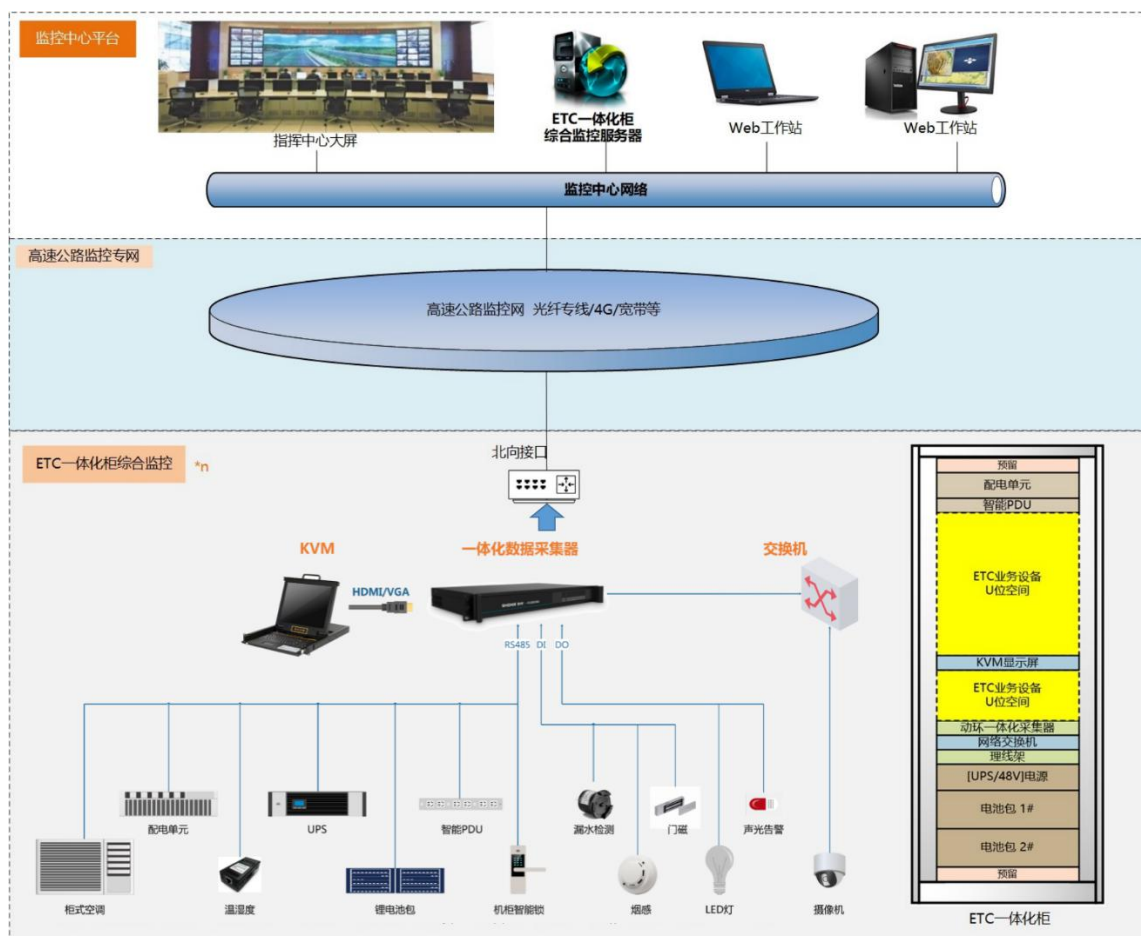
6.3. 北向接口

系统内置北向服务，根据规范要求（默认提供 SNMP 接口），选取需要上传的点值即可。

7. 组网方案

本项目将与各运营商合作，由运营商提供各个一体化柜接入网络，实现与总监控中心的互联互通。

现场的接入网纤将有以下形式：光纤专线、4G、宽带等



8. 技术优势

8.1. 硬件设备可靠

本项目中选用的一体化数据采集器具备极佳的稳定性，单台设备可确保无故障运行超过 10 年。一体化数据采集器作为整套系统底层的数据源头对接的设备，考虑到监控对象→一体化数据采集器之间是单一连接，一体化数据采集器的稳定性非常重要。

本项目采用 ARM 一体化数据采集器，具备以下技术特征：

- 高可靠设计：一体化数据采集器主板采用一体化 ARM 架构设计，整机功耗小于 12W。控制器端口支持 4KV/2KA 国家 4 类防雷标准；高标准防潮防尘处理；全端口过流、过压、防反接、防错接保护。

- 双看门狗、双时钟：双看门狗设计确保一体化数据采集器在运行中永不死机、数据永不中断。

- 电信级标准：工作环境满足温度：-40~85° C，相对湿度：5%~95%。

- 底层设备协议解析，支撑整体系统的基础数据解析，降低中心数据处理压力。

- 底端离线报警技术，网络中断后报警依然可通过底端设备离线发送，解除报警对平台的依赖性，提升底端设备智能水平，强化系统可靠性。

- ARM 一体化数据采集器对比 X86 一体化数据采集器：

		
ARM 一体化数据采集器	X86 工控机	
对比指标	ARM 一体化数据采集器	X86 工控机
内存、硬盘、CPU	一体化设计，BGA 封装，存储不使用硬盘，使用 emmc 或者 RAM 芯片进行存储	内存物理接口，硬盘物理接口，PCI 插槽（串口扩展卡）
散热风扇	无	有 1~2 个散热风扇
功耗	小于 10W	50~100W 左右
操作系统	RTOS、LINUX	WINDOWS EmB、LINUX
环境影响	工作温度：-40~85°C 相对湿度：5%~95%	工作温度：0~70°C 相对湿度：10%~95%

8.2. 数据采集精准

ARM 一体化数据采集器具备“数字滤波+信号时间戳+离线存储+断点续传”多种数据处理机

制，确保监控系统对数据采集更精准。

■ 数字滤波

ARM 一体化数据采集器支持数字滤波，自动将采集数据中的干扰因素过滤，免除了外界干扰数据被采集后造成的系统误报、漏报频发。

■ 信号时间戳（区别中心平台信号时间戳）

一体化数据采集器自带“时间戳”功能，一体化数据采集器对每次查询值（RS485/DI/AI/SNMP 接入设备信号）附加一个“时间戳”并上传至中心。

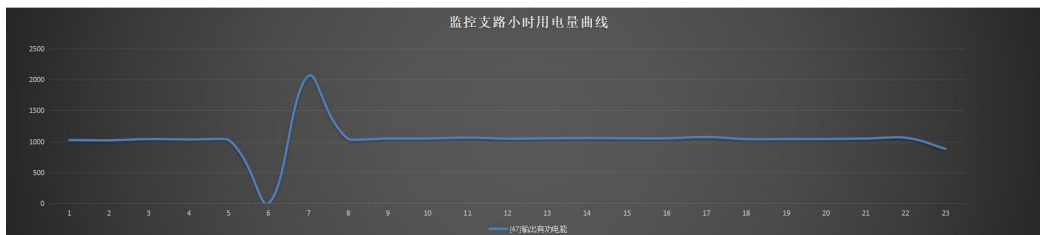
■ 离线存储、断点续传

一体化数据采集器支持本地数据存储，即使网络中断也不影响数据采集；网络恢复，自动同步本地数据。

■ 采用“数字滤波+信号时间戳+离线存储+断点续传”的价值体现：

(1) . 解决因网络中断导致的数据追溯不准确的问题

举例说明：若在中心平台对所有信号添加时间戳，在出现网络中断故障及恢复后，系统会出现大批量类似下图的历史数据曲线。



原因：在采用中心平台信号时间戳的情况下，网络通讯中断期间，电表数据无法上传，待通讯恢复后数据再次上传，中心平台以当前接收到的用电量呈现并存入历史数据，导致曲线出现断崖式下跌和增长，实际情况应该是一条平滑的直线。

(2) . 解决数据相对时间轴的滞后问题

即使在网络通讯正常的情况下，考虑到设备到中心平台的信号延时，采用中心平台对信号添加时间戳，其结果数据与时间的匹配上存在滞后。反之，采用一体化数据采集器信号时间戳的方案可解决这一难题。

(3) . 识别“僵尸设备”和“无效数据”

通过计算传感器数据最后一次更新时间与当前时间差值是否在系统设置的设备采集周期范围内，来判断设备数据是否真实，更快速地识别“僵尸设备”和“无效数据”。

(4) . 减少数据延迟导致的“误报”

现象：在平台上看到的一条“实时告警”，到现场去看设备，告警早已结束了（由于信号传输延迟+中心平台时间戳导致）。时间戳解决：在一体化数据采集器点值上传带时间戳，满足告警条件时，以点值的时间戳为告警产生时间，从而减少人工现场确认。

8.3. 数据采集快速

系统在数据采集层考虑采用信号头超时、数据滤波、的技术，确保设备到采集层的采集速度在 5 秒以内。

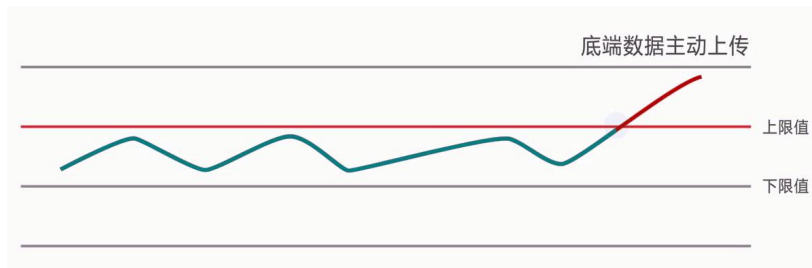
■ 设备-一体化数据采集器：信号头超时

一体化数据采集器内置 Modbus 采集指令做了优化，在采集指令中增加了“信号头超时”功能：对每一个串口下的每个地址设备反馈的数据做时长校验，设定主机在发送单条采集指令后开始计时 0.1 秒，超过 0.1 秒后再向下一个地址的设备下发采集指令直至完成整个串口的轮询。对比常规情况，通过 0.1 秒的时长校验替换响应等待（常规串口轮询过程中，若串口下单个设备因自身故障无法反馈数据，那么此次一体化数据采集器的采集命令就一直卡着等待数据），最终实现更快的数据采集。优势体现在：

- 单总线采集速度更快；
- 单总线多个手拉手设备中，不因单个设备数据中断导致整条总线数据无法采集；
- 更快速地识别掉线设备（3 秒内识别）。

■ 数据主动上传机制

系统可自定义更新区间范围，对于采集的数值在区间范围内变化的则不上传给服务器，只有在区间范围外的数值才会主动上传给服务器，以节省带宽资源和降低服务器硬盘频繁的读写率。例如：1 个温湿度传感器，如果这个温湿度传感器的温度/湿度在连续 24 小时内几乎无任何变化，在这种情况下，一体化数据采集器无需实时上报温湿度数据，中心平台默认以上一次的温度/湿度值进行记录存储。



8.4. 系统快速部署

1、现场快速交付

系统由我方根据项目需求配置完成后，提供“配置文件”，现场安装人员将配置文件导入一体化数据采集器即可完成 1 套智能机柜的配置。其它相同配置的智能机柜，批量复制即可完成快速配置。

现场配置：

厂家提供配置文件（标准、定制） ---> 现场导入配置--->批量复制 --->完成



2、现场快速维护

针对系统硬件的故障维护，现场更换采集器，重新加载原配置文件即可。

维护步骤：

拆除故障采集器--->更换采集器--->笔记本直连新采集器配置参数（GUID\IP\服务器IP）--->服务器自动下载原采集器配置--->完成