

福禄克数据中心解决方案

防患于未然的预测性维护方案
助您快速定位隐患，发现问题根源！
高效、精准的测试，让您从繁琐的日常工作中解脱出来！

随着 IT 技术的成熟，电子信息的获取，电子商务，云计算等正逐渐让生活方式更便利，人们的生活日更逐渐依赖于电子信息的交互。数据中心机房是电子信息交互的重要基础设施，它是指在一个物理空间内实现信息的集中处理、存储、传输、交换、管理。计算机设备、服务器设备、网络设备、存储设备是数据中心机房的核⼼设备。同时，机房的物理层面铜缆和光纤布线，网络及通信的性能和安全也是考核数据中心机房性能的重要指标。

为了保证数据中心的不断运行，福禄克提供一整套预测性维护解决方案，以帮助数据中心在机房早期发现问题，防患于未然。预测性维护测试方案能够有效的对机房的动力、环境和网络进行检测、排障分析，以保证数据中心机房运行的安全可靠，并提高工作效率。

目 录

数据中心日常预测性维护	1
1. 故障隐患排查.....	3
2. 动力系统	5
2.1 系统谐波	5
2.2 UPS	7
2.3 后备发电机	11
2.4 设备绝缘	11
2.5 接地系统	12
3. 环境系统	13
3.1 机房环境	13
3.2 精密空调系统	14
4. 节能减排	15
5. 网络布线	17
6. 推荐产品介绍	18

福禄克让数据中心日常预测性维护可见、可查!

I. 动力系统维护

面临的挑战:

- 不间断运行
- 预防性维护
- 控制能源成本

福禄克解决方案:

通过红外热像仪进行热点查找排查隐患, 再通过专业仪器, 例如: 电能质量分析仪、蓄电池内阻测试仪等分析故障隐患的原因

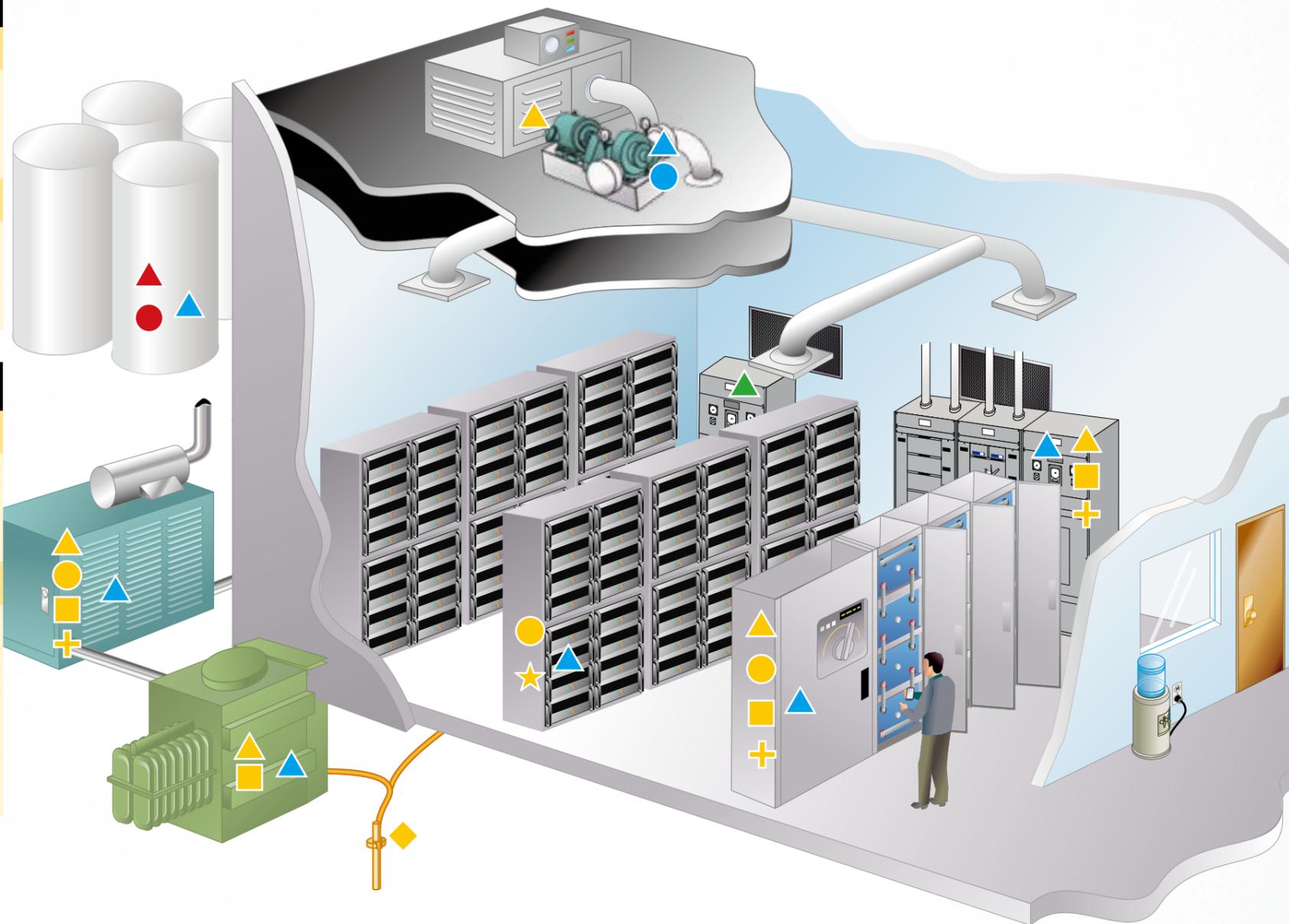
II. 暖通系统维护

面临的挑战:

- 维护关键负载所在的受控环境
- 对在线告警数值进行核对
- 控制能源成本

福禄克解决方案:

可通过热像仪、电能量记录仪、电能质量分析仪等对暖通系统进行效率评估、节能分析和改造。对冷却系统的驱动设备, 例如冷却泵、马达等进行振动点检, 评估健康状态, 保证系统正常运行。冷却水循环的压力和控制信号测试, 保证热交换系统的健康运行。



III. UPS 性能维护

面临的挑战:

- 计划外停机、旁路切换延迟
- 负荷和效率测试
- 预测性维护

福禄克解决方案:

UPS 性能和效率测试, 保证在电压事件、瞬态变化时, 后备电源系统能够给关键设备提供足够的电源支撑。



IV. 网络布线

面临的挑战:

- 维护数以万计的线缆
- 网络面临奔溃威胁

福禄克测试工具:

电缆分析仪	光纤分析仪	光纤测试仪
DSX-5000 CableAnalyzer™	OptiFiber® Pro OTDR	MultiFiber™ Pro

福禄克数据中心测试工具解决方案 —— 日常预测性维护

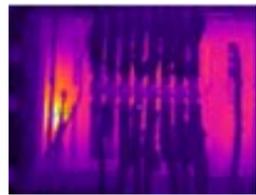
过程校验工具		电气测量工具						热像仪和测振仪		环境测试工具			软件
多功能过程校验仪	高精度毫安型过程电流钳表	三相电能质量分析仪	便携式示波表	接地电阻测试仪	真有效值钳形表	蓄电池内阻分析仪	万用表	红外热像仪	振动点检仪	多功能环境测量仪	粒子计数器	巡线仪	维护软件
Fluke 726	Fluke 773	Fluke 430-II 系列	Fluke 190-II 系列	Fluke 1625-2 Kit	Fluke 376FC	Fluke BT500 系列	Fluke 289	Fluke Ti450	Fluke 805	Fluke 975V	Fluke 985	Fluke 2024	Fluke Connect



一. 故障隐患排查

通过温度查隐患

如果设备发生故障，最初的征兆就是发热。因此预测性维护中的隐患排查，就可以通过设备热点的查找进行。红外测温的原理是通过接收被测目标发出的红外辐射（热量），并将这种热量转化为带有温度数据的可视化图像。

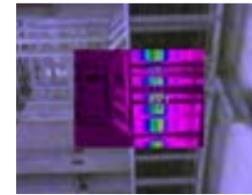


交换机内各板卡温升情况

通过热像仪检查交换机内各板卡温升情况，检查有无故障隐患。通过定期检测归档，加以对比分析，发现温度异常点。

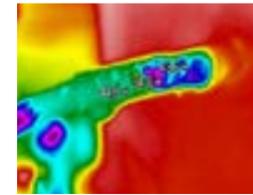
电气柜中断路器温度检测

线路接头处温度达到 126°C，电缆远离接头温度下降，所以发热点只在接头，该问题属于危急热缺陷；故障可能为：接头接触不良、氧化腐蚀或安装过紧；建议重新连接或更换接头。



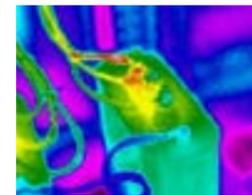
桥架温度检测

桥架上有条线缆整体均匀发热，达 85.1°C，属于一般热缺陷；故障可能为：过载、谐波或布线时线缆线径过细；建议先确认过载或谐波，再检测线路阻值。



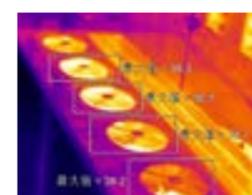
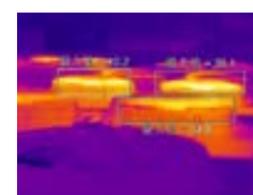
暖通系统压缩机管道温度检测

暖通系统压缩机和制冷剂：该压缩机的铜质管道连接处有明显低温，表明内部有制冷剂发生了泄漏，会影响到制冷效果。



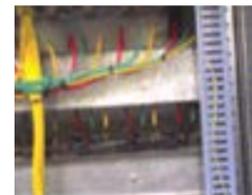
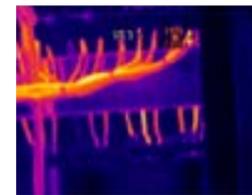
UPS 电池组温度检测

大型 UPS 电源的电池组放电电流较大，使用热像仪可以快速检测电池组各连接端子接触情况以及各单体电池的温度状态。



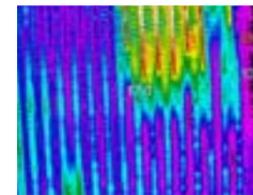
冷却扇温度检测

左侧热像图下方的冷却风扇温度比上方的两个风扇低约 5°C，需要进一步对风扇的负载进行确认，若负载相同，则考虑是否存在风扇轴润滑不良、电机老化等问题。



电容器接线温度检测

配电系统无功补偿电容器的连接线，用热像仪发现的最高温度点的线避免火灾的发生。



机房空调蒸发器的温度分布情况

通过热像仪的检测，了解蒸发器各部分是否均匀吸收热量，可以大致判断蒸发器管路是否畅通、机房空调是否存在缺氟现象等。



2. 动力系统

2.1 系统谐波

产生的问题

- 电子设备宕机、过热、绝缘老化、寿命降低：计算机、硬盘矩阵、交换机等设备内的元件出现过热现象，产生局部热点，降低机房的制冷回风系统效率，严重时计算机及数据处理系统出现错误。如果电子设备带有提高功率因素用的电容器，在一定参数配合下，会形成某次谐波频率下的谐振，使电容器因过热而损坏。而过热问题同样会引起绝缘老化，设备的使用寿命降低。
- 继电保护装置误操作：当线路中存在的电感、电容和产生谐波的设备形成回路时，在一定的参数配合条件下，会发生谐振。在这种情况下，谐波电压升高、谐波电流增大将会引起继电保护装置出现误动。
- 通讯干扰：奇次低频谐波电流通过磁场耦合，会在邻近供电线路的通信线路中会产生干扰电压，干扰通信系统的工作，甚至在某些情况下，还会威胁通信设备和人员的安全。

产生的原因

数据中心机房由于负载供电的不可间断性，使用了大量的 UPS、开关电源。这些设备输入均为三相整流，会产生大量谐波。开关电源、UPS 设备先把交流整流成直流，再通过二次变换变成相应的直流和交流。期间通过开关控制变压器初级电流的开通和关闭，不仅在整流时产生谐波，而且在开关关闭时，反射高频的谐波至电源。

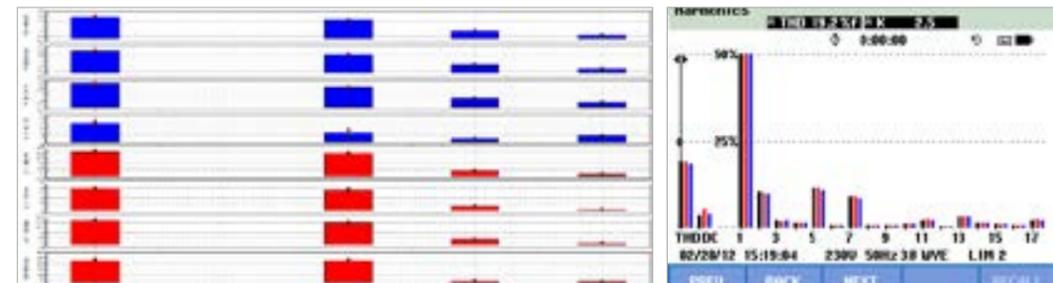
虽然工频 UPS 在逐渐被高频 UPS 取代，但是由于其工作原理和特性，谐波的产生是不可避免的，只是从低次谐波变为了高次和超高次谐波。

另外，在机房的用电环境中，保障机房恒温恒湿的制冷空调、水泵和风机也都是制造谐波的源头。

谐波是威胁到机房不间断运行的第一大隐形杀手。

检测方案

使用 Fluke 435-II 电能质量分析仪检测 2 至 50 次谐波。Fluke 435-II 是完全符合 IEC 61000-4-30 Ed.2 A 级标准的仪器，内置国际和国内标准，可现场判断总谐波畸变率 THD，以及超标的谐波次数。



Fluke 435-II 检测图

小提示

- 数据中心的负载会随着实际需求而有所变动，所以谐波测试建议每月度进行一次。
- 可以通过使用有源或无源滤波器等装置进行谐波治理。不要忘了使用 Fluke 435-II 进行治理效果评估。

电能质量统计报表(含超标率)													
电压													
序号	电压	幅值	相位	THD	谐波	幅值	相位	THD	谐波	幅值	相位	THD	谐波
1	220.00	227.47	227.46	228.23	1.00	228.80	228.74	227.00	228.20	227.40	228.74	221.80	224.20
2	1.97	1.41	0.97	0.44	合格	2.22	2.84	1.79	2.19	合格	1.70	1.33	0.94
3	24.71	24.75	22.18	22.89	合格	22.28	22.89	22.21	22.73	合格	22.73	21.45	21.23
4	1.53	1.20	0.88	0.24	合格	1.70	1.20	0.88	0.40	合格	1.60	0.90	0.63
5	2.24	0.52	1.20	0.24	合格	2.24	0.27	0.77	0.20	合格	0.20	0.43	0.22
6	1.18	0.88	0.88	0.52	合格	1.22	0.78	1.07	0.88	合格	0.88	0.81	0.81
7	0.28	0.31	0.94	0.20	合格	0.47	0.24	1.03	0.88	合格	0.20	0.87	0.74
8	1.93	0.78	0.78	0.88	合格	0.88	0.75	0.87	0.88	合格	0.93	0.74	0.74
9	4.48	4.48	4.28	4.48	合格	4.31	4.28	4.07	4.48	合格	4.71	4.24	4.44
10	0.88	0.71	0.87	0.81	合格	1.00	0.71	0.60	0.80	合格	1.00	0.71	0.81
11	2.20	1.70	1.30	0.88	合格	1.00	0.71	1.00	0.80	合格	1.21	1.10	1.10
12	0.88	0.87	0.50	0.74	合格	0.81	0.48	0.74	0.88	合格	0.87	0.71	0.81
13	0.87	1.09	0.90	0.28	合格	1.07	1.06	1.79	0.38	合格	2.44	2.44	0.28
14	0.40	0.44	0.41	0.24	合格	0.44	0.44	0.44	0.74	合格	0.79	0.62	0.44
15	2.24	1.22	0.66	0.20	合格	2.22	1.22	1.00	0.20	合格	1.87	1.79	1.52
16	0.71	0.20	0.40	0.87	合格	0.00	0.00	0.20	0.70	合格	0.87	0.64	0.70
17	2.20	1.70	1.30	0.88	合格	1.04	1.40	1.30	0.88	合格	2.20	1.97	1.82
18	0.74	0.74	0.40	0.44	合格	0.94	0.74	0.75	0.94	合格	0.82	0.63	0.70
19	0.41	0.41	0.41	0.44	合格	0.41	0.41	0.41	0.41	合格	0.41	0.74	0.74
20	0.44	0.71	0.70	0.71	合格	0.71	0.44	0.44	0.71	合格	0.79	0.62	0.64
21	2.22	1.24	1.00	0.30	合格	2.20	2.10	1.88	0.20	合格	2.24	2.05	1.87
22	0.74	0.20	0.40	0.88	合格	0.71	0.71	0.60	0.70	合格	0.70	0.58	0.44
23	0.40	0.40	0.40	0.71	合格	1.00	0.40	0.40	0.80	合格	0.87	0.70	0.71
24	0.44	0.74	0.40	0.40	合格	0.41	0.40	0.44	0.44	合格	0.71	0.44	0.44
25	1.74	1.81	1.38	0.79	合格	1.00	2.90	0.74	1.00	合格	1.23	0.99	0.84

电能质量谐波报表



2.2 UPS

2.2.1 后备电池

产生的问题

UPS 是数据机房电源动力的核心。如果市电的供电有中断，UPS 就会从后备蓄电池汲取直流电，通过逆变器的转化对关键负载进行供电。如果后备电池容量下降但不能及时发现，UPS 没有足够的电源支撑，在后备发电机启动之前就会发生电力中断。因此后备电池的维护非常重要。

产生的原因

电池容量下降、极板或连接板腐蚀、漏液、内部短路等都会造成后备电源支撑时间降低。

检测方案

电池的容量是在电池厂商规定的标准放电率下电池放电至截止电压的安时数（安时数容量 = 实际放电时间 × 放电电流大小）。

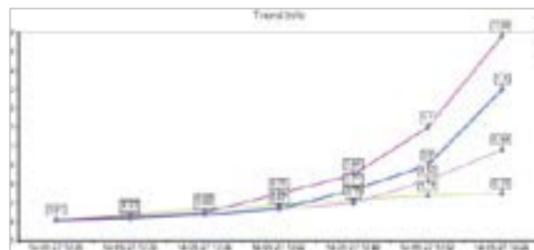
为了保证数据中心的不间断运行，离线测试的时间非常少，而对整组电池断开充电器进行放电就显得费时费力。

因此可以通过测试电池内阻，发现落后电池，按实际情况进行核对性放电的方法对蓄电池进行定期的巡检维护。参照 IEEE1188 标准，建议按季度测试电池电压和内阻。

用 Fluke BT510 蓄电池内阻分析仪同时测量电池电压和内阻。可以通过序列模式对电池进行编组，方便现场核对；减少漏检可能性；并能跟踪电池内阻随时间的变化曲线。



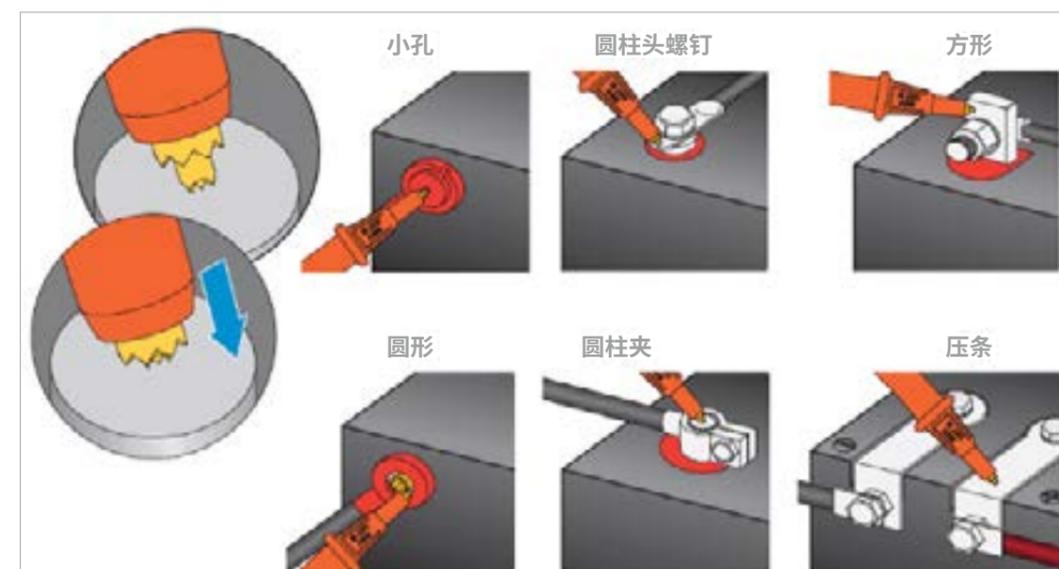
整组电池健康状态



电池内阻随时间变化曲线

小提示

- 电池电压变化是最容易监测的参数，但是它并不是一个能快速甄别电池问题的参数。因为电池电压的下降是发生在电池裂化的后期。
- 大部分电池的劣化模式都伴随内阻升高的现象。内阻可以作为一个趋势判断的工具来定性的判定电池的劣化情况
- 电池内阻一般都是微欧级别的，Fluke BT510 蓄电池内阻分析仪使用了弹簧表针，能把接触应力转化为弹簧应力，增加测试的精确性和重复性



Fluke BT510 测量方法



2.2.2 切换时间

产生的问题

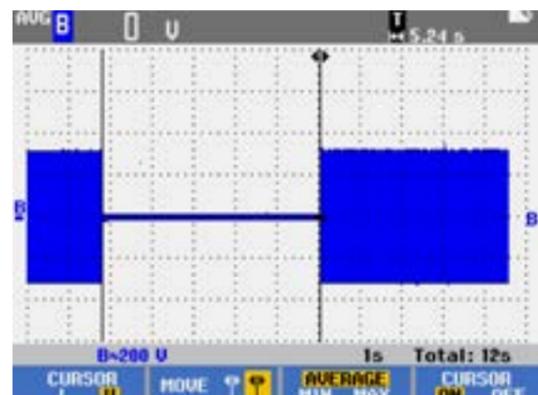
UPS 切换时间过长会造成设备宕机，一般是要求在 4 ms 以内。

产生的原因

开关内电气元器件的老化造成信号接收到执行切换有延迟；线路阻抗过高造成信号延迟；线路配置不合理。

检测方案

Fluke 190 II 系列示波器具有 2.5 Gs/s 的采样率，即纳秒级的分辨率，对于微秒级别的 UPS 切换时间可以进行清晰的分辨和记录。



切换时间测试界面

2.2.3 性能测试

面临的挑战

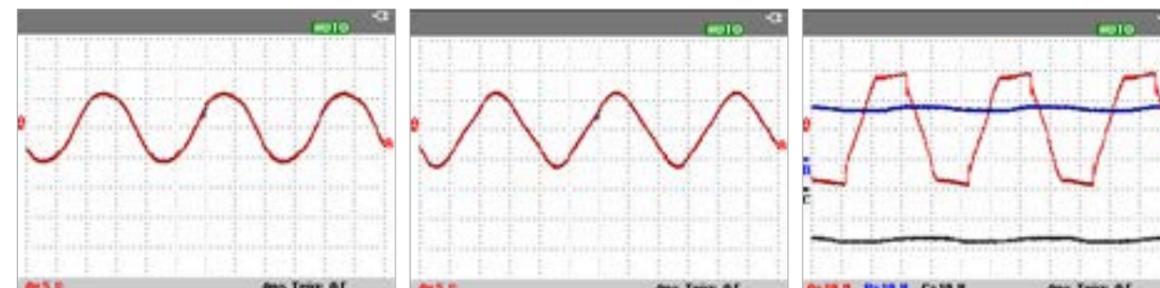
供电电源都是经过 UPS 给关键设备供电，因此 UPS 的输出特性、整流器效率对于设备的正常运行尤为关键。

大部分 UPS 设备虽然能抵挡供电电压的波动，但不能对其负载提供瞬态过电压保护。瞬变，即瞬态过电压会高达几千伏，且大部分瞬变持续时间小于 1ms，可能导致 UPS 转旁路，也可能直接穿越至 UPS 输出端，甚至 UPS 宕机。从而导致末端负载宕机或者故障。

检测方法

通过 Fluke 190-II 示波器系列查看 UPS 的输出波形。

Fluke 190-II 可以同时测量整流器的输入和输出，直观的同时比较交、直流波形，而不需要使用额外的差分探头。直观、可视化的将整流器输出的任何潜在问题和输入相关联。

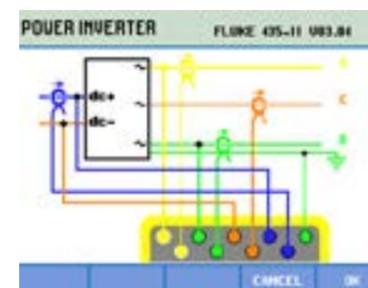


完美的正弦波

有问题的正弦波

整流器的输入输出

另外，Fluke 435-II 可以同时测量了整流器交流输入功率和直流输出功率。直接得到 Eff% 整流器效率值。此功能也可以测试 UPS 的整流器和逆变器效率。可以从 UPS 的转换效率并综合 UPS 厂商给出的效率参数来判断 UPS 的性能，提高 UPS 的效率也可以节省电费的支出。对于瞬变的捕捉，Fluke 435-II 可以同时高达 6 kV 的所有相位捕获 200 kHz 的波形数据。



逆变器效率功能接线图



实际测试界面：效率测试

小提示

- Fluke 190-II 示波器具有 2 或 4 通道隔离输入，可用于 UPS 性能检测，差分测量。可选带宽：60 Mbit/s, 100 Mbit/s, 200 Mbit/s, 500 Mbit/s。高带宽可用于超高频谐波的测量。



2.3 后备发电机

面临的挑战

市电中断或波动时间较长时，会通过后备发电机对关键负载供电。如果顺利做了旁路切换，但是电能质量的不合格同样会引发设备的宕机中断运行。因此，发电机输出的电能质量是需要严重关注的问题。

检测方法

满载检修时，可先用 Fluke Ti450 红外热像仪检测各部件的运行情况，通过热点查找发现潜在隐患。然后用 Fluke 435-II 电能质量分析仪查看输出特性，包括：三相不平衡、波形畸变率、电压、频率特性、谐波等。



电能质量三相不平衡检测图

柴油发电机热分布图

2.4 设备绝缘

面临的挑战

绝缘是电气设备必须要检测的安全参数。对于数据中心来说，为了保证不间断运行，除了使用在线的绝缘状态监测，也需要使用手持式设备对告警参数进行核实。在合适的条件下，进行非在线的绝缘电阻测试。

检测方法

使用 Fluke 360 漏电流钳表或 Fluke 342 小电流钳表进行交、直流漏电流检测。使用 Fluke 1587 FC 绝缘万用表进行非在线式的绝缘电阻测试。

小提示

- 绝缘电阻 = 测试电压 / 漏电流。因此，漏电流的大小是快速辨别绝缘好坏程度的一个参数。
- 相对于摇表，数字式的 Fluke 1587 FC 绝缘万用表在测试绝缘时会随时监控系统里的漏电流大小，当超过一定数值时，会停止加压，防止设备的二次损坏。



2.5 接地系统

面临的挑战

数据中心的关键负载都是敏感设备，如果接地电阻过高，不能导出系统中的错误电流，就容易造成设备不能正常运作。所以数据中心对接地系统的要求会比一般工业企业严格很多。设备除了工作接地、防雷接地之外，可能还设有屏蔽接地、静电接地等。而数据中心一般都位于大楼内，有些甚至是在高层。建筑物内的接地如何准确测量是很多运维工程师困惑的问题。

检测方法

整个大楼接地的结构构成：接地网引出接地极；接地极连接到接地汇流排；各设备接地连接到接地汇流排上。因此设备的接地电阻应该包括：接地网电阻；设备接地点到汇流排的电阻；各接地点 / 极之间的接触电阻。

推荐测量步骤

- 利用无辅助极法，有时也叫双钳法，测试接地环路阻抗。检查接地线路是否存在虚接或者接头接触不良的情况。
- 使用打地桩的方式测量主接地极的接地电阻。在这里我们推荐使用 Fluke 1625-2 KIT 接地电阻测试仪，因为其带有 AFC 自动频率选择功能，能够屏蔽地网中杂散电流等容易造成测量误差的可能性。
- 在接地汇流排通过 Fluke 1625-2 KIT 接地电阻测试仪的交直流双极法测试设备接地汇流点和主接地极中间的等电位电阻。

小提示

- 对于某些三相系统，可以通过检查零地电压来确定接地的好坏。一般超过 2V，就需要使用以上方法逐步查找接地系统的问题。



环路阻抗测试



主接地极测试



等电位测试



防雷接地测试



3. 环境系统

3.1 机房环境

数据机房的温湿度需控制在一定的范围内。

温度过高

- 磁盘磁带会因热胀效应造成记录错误
- 计算机的时钟主频在温度过高都会降低
- UPS 配置的铅酸密封免维护电池在高温情况下，使用寿命会急剧下降

湿度过高或者过低

- 过高冷却系统表面形成水滴，降低效率降低
- 过低静电现象 (ESD) 电力设备突然断电，严重时甚至可能损坏设备

洁净度

- 空气中的尘埃粒子都是有导电能力的，因此室内洁净度也是一项主要的任务。

根据国家标准

GB 50462-2008 《电子信息系统机房施工及验收规范》中规定了需要检测的机房环境参数，如机房温度、相对湿度、风速、风量、风温、照度、含尘浓度等。机房采用精密空调系统，需要做到恒温、恒湿，以 A 级和 B 级主机房为例：温度（开机时）为 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ；相对湿度（开机时）为 40 % 至 55 %；空气含尘浓度，在静态条件下测试，每升空气中大于或等于 $0.5 \mu\text{m}$ 的尘粒数应少于 18000 粒。

数据机房中都有温湿度的在线监控系统装置，但是配备必要的手持式仪器也是必须的。原因在于在线的传感器容易误报警，这时就需要手持式设备对在线告警值进行核对。另外，在线探头的数量有限，机房需要一些手持式巡检设备进行定点定时巡查，以保障机房环境冷热通道通风正常，机架没有局部热点。

福禄克解决方案

日常巡查	温度、湿度	风速、风量、风温	洁净度	照度
	Fluke 971 温湿度测量仪	Fluke 922 空气质量检测仪	Fluke 985 粒子计数器	Fluke 941 照度计
细节排查	多环境参数	空气流量、压差	管道、暖通、渗水	
	Fluke 975V 多功能环境测量仪	Fluke 922 空气流量检测仪	Fluke Ti450 红外热像仪	

3.2 精密空调系统

现代化的数据中心机房中，恒温恒湿完全依赖于精密空调，和风冷、水冷循环系统。特别是水冷系统因为其制冷效果更好，而越来越被更多的数据中心采用。在水循环系统的核心冷却泵进行预测性维护就变的尤为重要。同时，也需要定期对压力水表和压力变送器进行校准，也确保水压稳定和系统的正常工作。

精密空调系统组成：

机房空调一般由六部分组成：控制监测系统、通风系统、制冷循环及除湿系统、加湿系统、加热系统、水冷机组水（乙二醇）循环系统。

制冷循环及除湿系统：

制冷循环及除湿系统一般都采用蒸发压缩式制冷循环系统，它是利用制冷剂蒸发时吸收汽化潜热来制冷的。构成该系统主要的四大部件有：压缩机、蒸发器、冷凝器、膨胀阀。

水冷机组：

水冷机组的冷凝器设在机组内部，循环水通过热交换器，将制冷剂气体冷却凝结成液体，循环水的动力是由水泵提供的，被加热后的水送到密闭的干冷器盘管内，靠风机冷却后返回；或者通过开放冷却，即将水送到冷却塔喷淋。

由此可见精密空调系统有很多机械旋转设备构成。保障这些核心设备的健康运行，关系到整个空调系统的正常工作。福禄克推荐使用振动测试仪来评估旋转设备的健康状态。同时制冷系统中的压力校验和过程控制也需要得到数据中心维护工程师的重视！





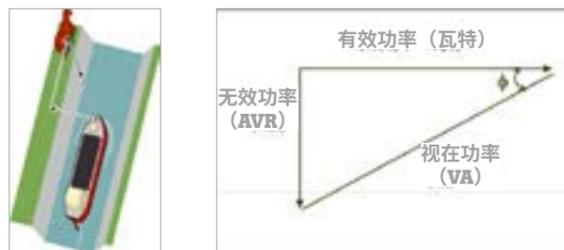
4. 节能减排

面临的挑战

PUE 是标识数据中心能源消耗情况的指标。PUE (Power Usage Effectiveness) = 数据中心总设备能耗 / IT 设备使用的能耗。越接近于 1 说明能效水平越好。但是实际情况是 PUE 基本是一个设计值，主要的原因是数据中心的负载会根据实际业务情况而有所变动。据不完全统计，电费和水电费已占数据中心运营成本的 30% 至 40%，是最大的成本消耗。综上所述，在实际运行中，如何改进 PUE 是数据中心运维部门面对的一大挑战。

福禄克解决方案

4.1 在 IT 设备投用之前，准确了解各设备的有功功率和无功功率



高无功功率意味着需要更大的系统容量 (VA)

无功功率 (Reactive Power) 在具有电感和电容的电路里，这些储能元件在半周期的时间里把电源能量变成磁场 (或电场) 的能量存起来，在另半周期的时间里对已存的磁场 (或电场) 能量送还给电源。它们只是与电源进行能量交换，并没有真正消耗能量。我们把与电源交换能量的速率的振幅值叫做无功功率，单位为乏 (VAR)。可以通过 Fluke 435-II 电能质量分析仪确定、量化和计算综合能量损耗，包括谐波、不平衡、功率因数和线损。



测试界面举例

4.2 热损耗和电能质量评估

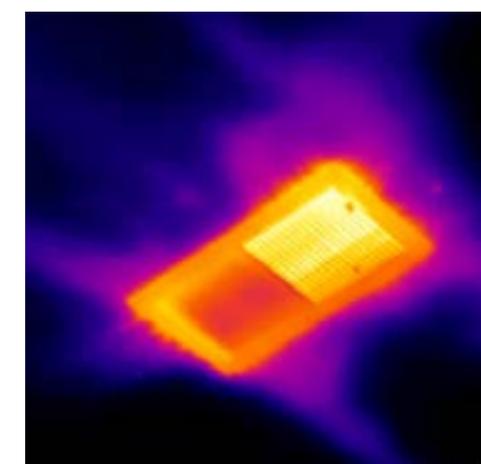
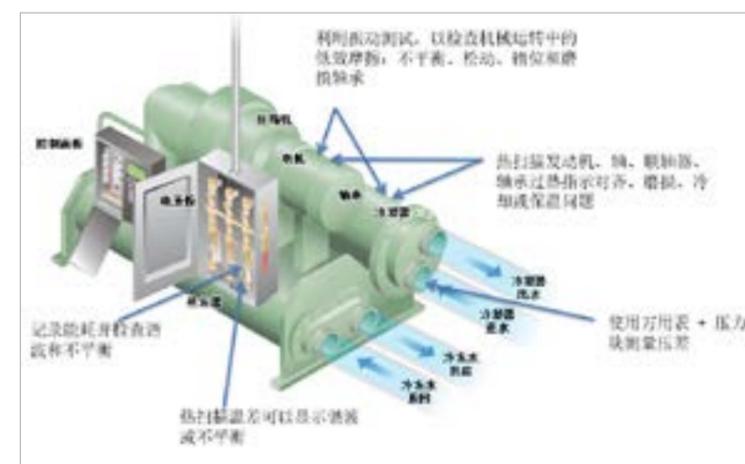
热量也是损耗的一种。对于电气设备来说，产生热损耗的典型原因有：负载不平衡；谐波；系统过载 / 电流过大；松动或侵蚀的连接增大了电路电阻；绝缘失效；元件失效；布线错误等对于机械设备来说，产生热损耗的典型原因有：过多的振动和摩擦。

推荐测试仪器：Fluke Ti450 热像仪，Fluke 435-II 电能质量分析仪，Fluke 805 或 810 测振仪。

4.3 对暖通系统中使用的设备进行效率评估

4.3.1 冷却浪费评估

推荐步骤：记录冷却装置的功耗和浪费，支持完整的运行周期负载。首先，进行热分析以识别状况很差的面板和负载。使用数据来提高效率：通过改变运行时间表或通过优化、维护、或升级。



用红外热像仪检测暖通出风口不均匀

冷却水泵工作示意图

冷却器组件测试点和测试参数推荐：

- 控制面板：4-20 mA 或 0-10 电压控制信号
- 电源板：温度、电流、电压、谐波、相位不平衡
- 轴承：温度、振动、保温
- 冷凝器：压力和温差

4.3.2 室外风机浪费评估

室外暖通设备除了检查用电电能质量、振动和发热的浪费之外，还需要关注空气和压力的浪费。这部分浪费主要是因为设备处于室外，受到环境的影响：堵塞的过滤器，脏的风扇，和可操作的阻尼器会使得空气处理系统过度工作。

推荐检测方案：

- 热量、空气压力检验步骤
- 使用压力计，测量过滤器和阻尼器的压差和静压
- 进行空气过滤器热扫描

4.4 实际测量系统显示数值和实际数值之间的差异

利用手持式仪器对温度、湿度、风速进行核对性测量。

推荐仪器：Fluke 975V 多功能环境测量仪，Fluke 971 温湿度测量仪



5. 网络布线

DSX CableAnalyzer™系列

作为 Versiv 布线认证产品系列的一员，DSX CableAnalyzer 系列可提供准确、完全无误的认证结果。当多个团队从事安装业务时，介质类型各有不同，存在多种测试要求。赢利与否只有几个百分点的差别。DSX 可对铜缆布线进行认证，符合包括 Level VI/2G 精度要求在内的所有标准，使工作更加容易管理，且能够提高系统验收速度。测试仪器不仅仅是供技术专家和项目经理使用的，各种技能水平的技术人员都可改进设置、操作、测试报告，以及同时管理各种不同的项目。

独特特性

- Versiv 可帮助用户加快测试过程中的每个步骤，用一台电缆测试仪完成更多工作。
- LinkWare Live 云服务使项目经理可远程设置测试仪、监控工作进展，甚至可以使用任意智能设备定位测试仪
- ProjX™ 管理系统可简化从初始设置到系统验收整个过程的各项工作。省去多余步骤，确保所有测试均可一次性完成。
- Taptive™ 用户界面使各种技能水平的技术人员都能轻而易举地完成高级数据分析、轻松进行设置和操作
- LinkWare PC 管理软件提供无可比拟的功能，分析测试结果、生成专业的测试报告。
- DSX 通过专用诊断功能 (用于定位故障的简单测试) 减少修复布线故障所需的时间。

性能

- 八秒钟的 Cat 6A 测试时间使其拥有最快的认证速度。
- 以图形方式显示故障源，包括串扰以及屏蔽层故障的位置，故障诊断更快捷。
- 以全图形方式管理最多 12,000 组 Cat 6A 测试结果。
- 电容触摸屏，能够根据电缆类型、标准及测试参数快速设置测试仪。
- LinkWare PC 管理软件上报告了超过 10 亿条链路。

标准

- 符合 ANSI/TIA-1152-A Level 2G 和提议标准 IEC 61935-1 Ed. 5 Level VI 中 2000 MHz 以下的现场测试仪精度要求。
- 支持以太网供电 (PoE) 所需的全套电阻不平衡标准 —— IEEE 802.3bt、ANSI/TIA/EIA-568、ISO/IEC 11801 系列文件。
- TCL 和 ELTCTL 测量符合 IEC 61935-1-1 (草案)
- 整个布线路径中的屏蔽层通断性

6. 推荐产品介绍

Fluke 435-II 三相电能质量分析仪

- 基本功能：2-50 次谐波、V/A/Hz、功率、暂降、暂升、不平衡
- 高级功能：闪变、瞬变、控制信号电压
- 事件波形捕获 (如电压暂降、瞬变等)
- 完全符合 IEC 61000-4-30 Ed.2 A 级标准
- 功率和电能损失分析，逆变器效率分析



Fluke Ti450 红外热成像仪

- 高达 640 × 480 像素 (超像素模式)，清晰画质，细节展现
- MultiSharp™ 多点对焦技术，无论远近，均可一次清晰成像
- LaserSharp® 激光自动对焦、手动对焦多种对焦方式，100% 轻松对焦
- 独有的 IR-Fusion® 激光自动对焦、手动对焦多种对焦方式，100% 轻松对焦
- 500 万工业性能数码相机，3.5 英寸触摸屏



Fluke 1625-2 KIT 接地电阻测试仪

- 多钟测试方法：三、四极电位降测试，选择性测试，无辅助极测试，交、直流等电位测试
- 高抗干扰特性：四种测试频率，250mA 的短路电流，两种测试电压
- 低量程下的高分辨率
- IP56 防护等级



Fluke BT510 蓄电池内阻分析仪

- 精确、高重复性测试：微欧级内阻测试、直流和交流电压、纹波电压
- 基于档案的序列测试模式：对具有自动测量存储的电池组自动或手动进行序列测试
- 阈值比较：配置多个电阻和电压的参考值和阈值
- 增强的数据分析能力：快速比较趋势，分析结果；软件报表接口开放
- 业内最高的安全等级：CAT III 600 V



Fluke 190-II 系列示波表

- 多带宽：最大带宽到 500M
- 多通道：四路浮地隔离通道
- 高采样率：5 GS/s
- 高安全等级：CAT III 1000V/CAT IV 600V
- 强续航：七小时续航



Fluke 1587 FC 绝缘万用表

- 2GΩ 量程，1000V 测试电压
- 自动步进
- Fluke Connect 功能，可实现 PI/DAR 测试和温度补偿
- 多功能：交、直流电压电流；电容；频率；温度；二极管；VFD 低通滤波器



Fluke 289 万用表

- 4 位半万用表，50000 字显示，0.025% 的直流精度
- 10000 组数据记录功能，趋势显示 + 通讯软件（可选）
- AC+DC 直流耦合测量
- 50Ω 小电阻量程
- LOZ 低阻抗输入功能



Fluke 376 FC 真有效值钳形表

- 方便的 iFlex™ 柔性探头：能测量 2500A 交流电流
- 更强大的功能：自动捕获浪涌电流，Fluke Connect 功能
- 更薄的钳形夹：可测高达 1000A AC/DC, 1000V AC/DC
- 更高的安全等级：CAT IV 600V, CAT III 1000V



Fluke 810 测振仪

- 内置专家诊断系统
- 一键出结果和维修建议，操作简便
- 三轴传感器，节约操作时间
- 全自动报告生成



Fluke 805 振动点检仪

- 内置标准，自动报警
- 专利技术的力传感器
- 自动记录，趋势展现
- 坚固耐用，操作简便



Fluke 719Pro 电动压力校验仪

- 包含全能回路校验仪，能够输出、模拟、测量 mA 信号
- 独特的集成电动泵适合单手校准压力
- 精密的压力微调旋钮可准确、简单完成压力微调工作
- 高精度压力测量（0.025 %），30 PSI、150 PSI、300 PSI 量程可选
- 可变成压力校验仪泵限值



Fluke 975V 多功能环境测量仪

- 同时进行测量、记录：温度、湿度、CO2、CO
- 一键式电流和流速测量，带有探头
- 湿球和露点温度
- % 外部空气计算



Fluke 985 粒子计数器

- 6 通道同时测量显示：粒子尺寸分布、温度、湿度
- 最小可测粒子尺寸为 0.3μm



扫码关注



了解更多

Fluke. *Keeping your world
up and running.®*

值得信赖 全球共识

福禄克测试仪器（上海）有限公司
客服热线：400-810-3435
官方网址：www.fluke.com.cn

©2017 Fluke Corporation. 05/2017