

---

## BACHMANN 白皮书

---

### 数据中心剩余电流监测 (RCM) 解决方案

## Continuous Monitoring and Avoidance of Residual Currents in Data Centres with RCM

-德国栢民电子公司 (BACHMANN Electronics Co., Ltd)

数据中心运营商和 IT 管理者非常担心数据中心的停机、操作故障和中断, 如果它们是由于可以避免的错误而发生的, 那就更麻烦了。满足现代数据中心严格的可用性和安全性要求, 不再仅仅是解决基础设施和电力负荷分配、容量规划和可切换电路等问题。数据中心运营商和 IT 管理者必须更详细地考虑电源设置, 并对剩余电流、补偿电流和绝缘误差进行深入记录和评估。

数据中心电源供应故障并对数据中心运行产生负面影响, 可能由绝缘失效、杂散电流、谐波或不对称负载引起的 N 导线过载、PE 和 N 导线中断以及电磁兼容性 (EMC) 等因素引起。其后果包括各种保护装置跳闸、线缆管道和防雷系统腐蚀、无法解释的 IT 系统功能故障、火灾损害甚至人身伤害。根据损坏发生的位置和数据中心的可用性级别, 这可能会导致数千到数十万元的经济损失。当然, 数据中心运营商和 IT 管理者必须不惜任何代价避免任何人身伤害, 因此无法对人身伤害所造成的经济损失进行统计。

由非技术专家使用带有插座的用户电路或用于一般用途电路, 自 2007 年 6 月 1 日起, 其安全性适用于 DIN VDE 0100-140:2007-06 “电击防护” 相关规定。此标准规定了交流系统中所有插座的剩余电流装置 (Residual Current Devices-RCD) /剩余电流监测 (Residual Current Monitoring-RCM)断路器形式的额外保

---

护。数据中心运营商和 IT 管理者必须采取措施，确保运维人员立即纠正剩余电流造成的故障或损坏，这也适用于连接的设备、消耗品或操作设备。

除了个人防护外，防火也是非常重要的。IT 设备或其供电电缆出现绝缘失效，可能是由绝缘层的机械、热或化学损伤引起的。所谓的总剩余电流，也是由数据中心的许多开关电源中的电磁兼容性（EMC）故障引起的。产生的剩余电流大小由电压源的额定值、接地电阻和绝缘误差（RF）决定。这种剩余电流可能会通过绝缘误差和/或导电部件在有源带电导体之间流动或从有源带电导体流向地面，这些电流回路可能包括安装的多个插座或机架本身。如果机架接地不足，接地错误甚至可能通过所用网线的屏蔽层扩散到数据中心的其他部分。如果电流足够高（仅在完全短路或接地故障时），上游保护装置跳闸，故障用电设备或系统部件与电源断开。但是，如果剩余电流不足以使保护装置跳闸（由于部分短路或接地故障），如果故障点的发热功率超过大约 60 W，则存在严重的火灾风险，这大约相当于 230V/260 毫安。额定电流小于 300 毫安的剩余电流装置（RCD），可以在发生危险时可靠地关闭 IT 设备，提供安全可靠的保护。

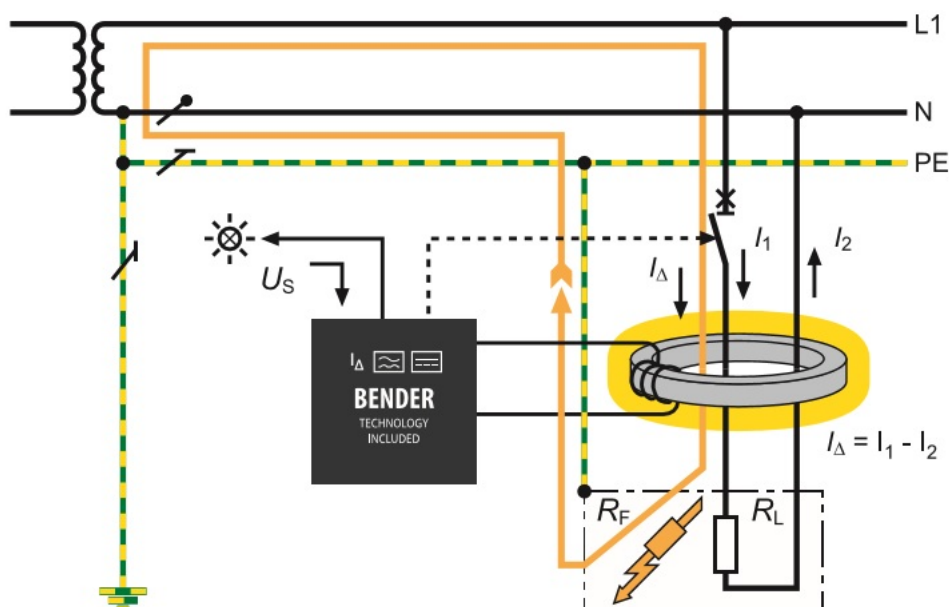


图 1：剩余电流监测 Residual Current Monitoring(RCM)的作用

剩余电流(residual current)，是指低压配电线路中各相(含中性线)电流矢量和不为零的电流。通俗讲当用电侧发生了事故,电流从带电体通过人体流到大地,使主电路进出线中的电流  $I_{相}$  和  $I_{中}$  的大小不相等,此时电流的瞬时矢量合成有效值称为剩余电流，俗称漏电。

由于维护 IT 设备正常运行是数据中心的首要任务，因此通常不希望立即关闭 IT 设备及其带来的重大影响。尽管如此，必须确保人身安全和防火。这种困境可以通过剩余电流监测系统 (RCM) 的永久监测和快速纠错的组织措施来解决。然后不必使用剩余电流装置 (RCD)，并且仍然满足标准的要求。剩余电流监测 (RCM) 能够记录 5mA 或更大的剩余电流，RCM 通过测量剩余电流来工作。需要保护的输出导线 (保护接地导线除外) 通过带有二次绕组的测量电流转换器引导，并通过电子设备进行分析。如果供配电系统无误差，则所有电流的矢量和为零，测量电流转换器的二次绕组中不会产生电压。另一方面，如果剩余电流对地

放电，则测量电流转换器中的电流差产生电流，由电子设备记录和分析。然后，向智能楼宇控制系统或 DCIM（数据中心基础设施管理）系统发出的视觉和声音显示和信息将指示是否已超过设置的激活值和时间。因为数据中心的可用性具有绝对的优先级，所以剩余电流监测（RCM）比剩余电流装置（RCD）更具优势，因为不会发生意外停机。测量值显示还可以轻松地检测到渐变。迫在眉睫的问题可以在危急情况出现之前的早期阶段得到补救。剩余电流监测（RCM）符合 DIN IEC/EN62020 (VDE0663) 标准要求，实时监测及早预防，避免发生设备中断故障或人身伤害。

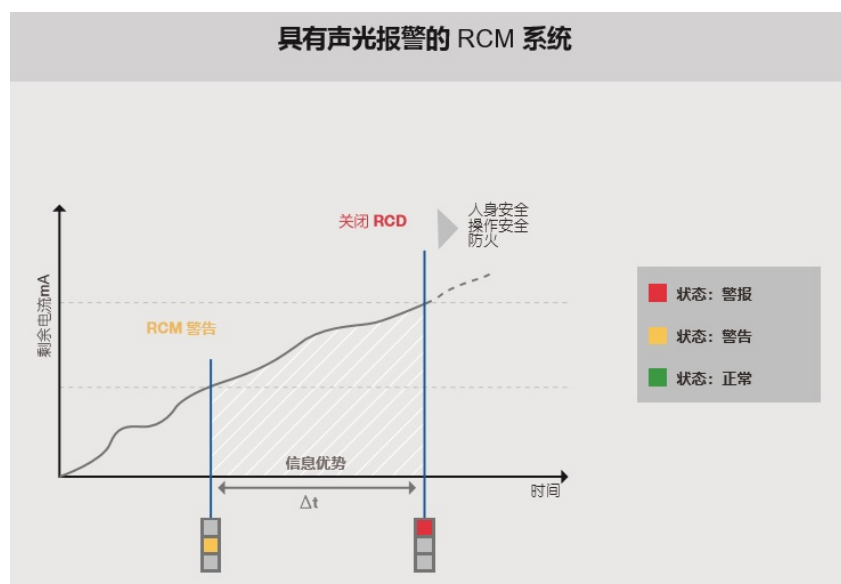


图 2：具有声光报警的剩余电流监测系统（RCM）

电子操作设备中的某些类型的电路在发生错误时产生平滑的直流剩余电流或具有低剩余电流的波纹。控制电子设备的操作设备产生 50Hz 的交流和脉冲直流剩余电流，平滑的直流剩余电流和各种频率的交流剩余电流。目前使用的许多剩余电流装置（RCD）和剩余电流监测（RCM）不能记录平滑的直流剩余电流，其跳闸功能甚至可能受损。这是由于直流剩余电流对换流器磁芯进行了预磁化。

这就提高了同时产生的交流剩余电流的 RCD 跳闸阈值，直至它们根本不跳闸。

个人身体保护就不再有保障了。

根据 IEC 60755 或 DIN IEC/EN 62020 (VDE 0663)，剩余电流装置 (RCD) 和剩余电流监测 (RCM) 分为各种类型。类型为 AC、A、B 和 B+ (见表 1)。数据中心应尽可能使用 B (+) 型剩余电流监测 (RCM)。除了记录正弦交流剩余电流和脉冲直流剩余电流外，这些还记录平滑的直流剩余电流。B 型剩余电流监测 (RCM) 称为交流/直流敏感型剩余电流监测 (RCM)。









		Correct function		
		RCD / RCM type		
Type of residual current		AC	A	B
AC sinusoidal	sudden appearance 	●	●	●
	slow increase 	●	●	●
DC pulsed	sudden appearance 		●	●
	slow increase 		●	●
DC smooth				●
Symbol				

图 3：剩余电流监测 (RCM) /剩余电流装置 (RCD) 类型

目前，剩余电流监测 (RCM) 解决方案通常用于子配电或 TN-S 系统的中心接地点。因此，可以检测和报告剩余电流，并达到保护标准，但仍然没有快速定位和纠正误差的余地。带有集成剩余电流监测 (RCM) 功能的智能多插座可以做到这一点。在这里，剩余电流是在机架级、每相测量的，因此可以在早期阶段报告，并提供准确的位置信息。Bachmann BlueNet RCM 电源分配单元 (PDU) 每相使用一个 B 型 AC/DC 敏感 RCM，记录正弦交流剩余电流、脉冲直流剩余电流和平滑直流剩余电流，对所用服务器和网络设备的供电电缆和开关电源进行充分的实时监控。

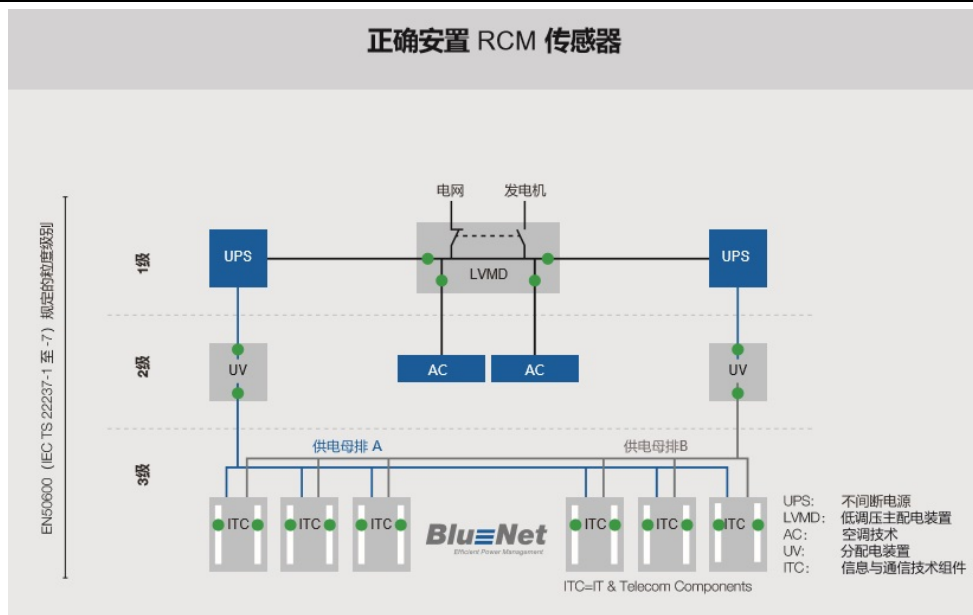


图 4：正确安置剩余电流监测（RCM）传感器

BlueNet RCM 电源分配单元（PDU）有四个不同的激活值。30 毫安和 3.5 毫安的两个固定警报满足可靠报告危险剩余电流的要求。对于 3.5 毫安至 100 毫安之间的交流剩余电流和 6 毫安至 100 毫安之间的直流剩余电流，还提供了额外的监测选项。



图 5：BACHMANN 解决方案: BlueNet PDU with RCM

除了电源分配单元（PDU）上的警报 LED 外，报告还可以通过 Modbus RTU/TCP 发送到智能楼宇控制系统，或通过 SNMP 协议发送到 DCIM（数据中心基础设施管理）系统。也可以选择发送电子邮件，例如发送给数据中心经理。通过对测量值的特定检索，还可以在智能楼宇控制系统或 DCIM（数据中心基础设施

---

施管理) 系统中显示以前的剩余电流历史和报告。

除了剩余电流监测 (RCM), BACHMANN BlueNet 电源分配单元 (PDU) 当然还提供其他必要的功能, 例如测量单个插座的电流和额定值。根据型号的不同, 它们还具有由节电双稳态继电器提供的开关功能。这使得广泛的远程监控、精确管理和避免停机成为可能。

**总结:** 如今, 数据中心和服务器的安全性、最大可用性和经济可行性对企业来说是绝对必要的。机架级的无故障电源也很重要。尽管符合各种标准, 但现代 IT 管理者和运维人员在使用的电气系统中造成的问题越来越多, 对安全操作提出了越来越大的挑战。潜在风险包括操作中断、无法解释的功能故障、保护装置意外跳闸、火灾甚至人身伤害。剩余电流监测 (RCM) 的使用有助于预防问题、及早发现问题并确保数据中心的平稳运行。如果这种监测足够彻底, 则可以进一步减少定位和纠正错误所需的时间, 在最佳情况下, 可以在数据中心出现严重问题之前进行干预并彻底解决问题。

---

### 德国栢民电子集团 (BACHMANN Group)

家居 | 酒店 | 办公室 | IT 基础设施  
高端插座设计、智能 PDU 和数字解决方案供应商  
德国总部 . 电气工程 . 70+年丰富经验

参考文献:

1. 《CONTINUOUS MONITORING AND AVOIDANCE OF RESIDUAL CURRENTS IN DATA CENTRES WITH RCM White paper Revision 3》作者: Thomas B. Jones, 德国 BACHMANN 公司
2. 《IT 基础设施-基于智能 PDU 的现代能源管理》作者: 德国 BACHMANN 公司