

智能电网以太网供电(PoE)的远程 供电与安全运用的新举措

New measures for remote power supply and safe use of intelligent grid Ethernet power supply (PoE)

吴康

摘要: 本文将对为实现当前和未来需求智能供电方式中应用以太网供电远程供电技术设施与安全运行及实施注意事项等新举措作分析。与此同时,首先将以太网供电(PoE)技术理念及架构作说明。

关键词: 智能电网, 远程供电, 电力监控, 通信线缆, 配线拓扑

Abstract: this paper will analyze new measures such as Ethernet power remote power supply technology facilities, safe operation and implementation matters needing attention in order to realize current and future demand intelligent power supply mode. At the same time, the technical concept and architecture of Ethernet power supply (PoE) are explained.

Keywords: smart grid, remote power supply, Power monitoring, communication cable, distribution topology

0 前言

如今智能电网是以先进的通信技术、传感器技术、信息技术及以太网为基础、以电网设备间的信息交互为手段、以实现电网安全、可靠、经济、节能为目的的先进的现代化电力系统。

* 以太网远程供电是电力监控系统的关键 以太网远程

供电的电力监控系统是电力系统数字化和信息化的产物,是智能电网的基本组成部分,建设安全可靠的电力监控系统对智能电网的发展有重要的作用。则以以太网供电正在塑造现代网络,其电力监控系统的基本架构见图1所示。

从图1可知,电力监控系统主要由现场监控层、以太网/网络通信层和系统管理层构成。

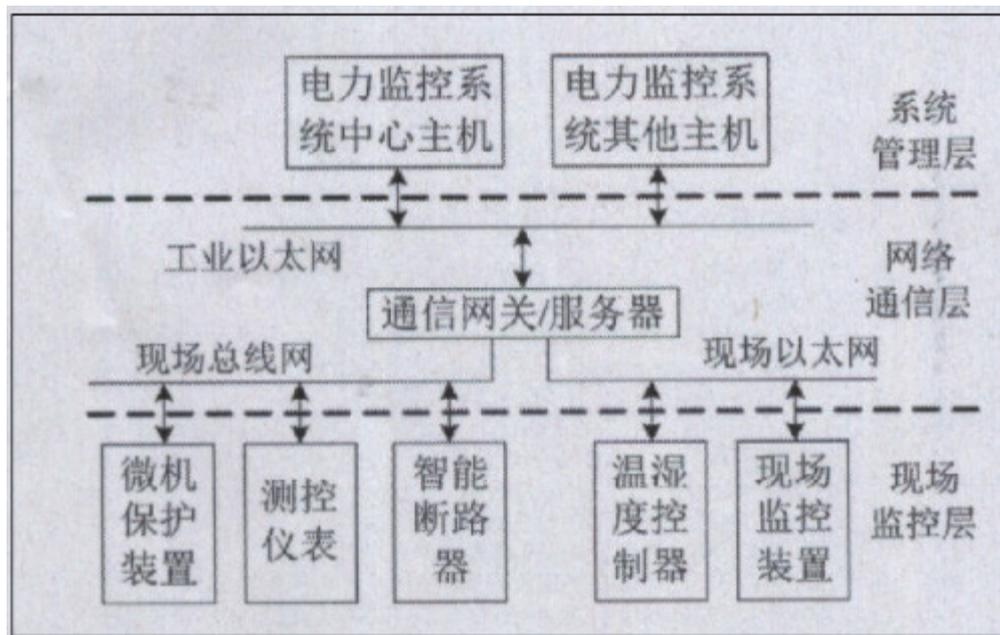


图1 为电力监控系统的基本架构示意图

图 1 中现场监控层是电力临控系统的最底层，而网络通信层通常由现场总线通信网络和以太网通信网络构成。网络通信层是电力监控系统中的中间层，负责与现场监控层中的设备或装置进行数据通信，收集各类设备或装置的数据或状态信息，进行处理后集中打包传送给系统管理层，同时负责接收系统管理层发送的各类指令，并转发给现场监控层。

* 以太网供电 (PoE) 技术远程供电面临的挑战

网络通信层的关键技术与设施是以太网。众所周知，以太网供电 (PoE) 技术是一种能通过标准以太网电缆提供供电及传送数据的技术。通过以太网获得供电的设备例如网络电话、保安系统摄录机和无线局域网节点都可采用 PoE 技术。由于通过以太网获得供电的电子设备无需依靠交流电，而且系统的整体成本也较低，因此 PoE 解决方案很快便大受市场欢迎。采用 PoE 技术的电子设备不但具有管理上的灵活，而且还具备远程通、断电能力。但以太网集线器的供电量以及以太网电缆的电流传输量毕竟有限。由此以太网供电 (PoE) 技术要成为可利用通信线缆为各类设备远程供电，而不会中断数据传输，必须对现有通信线缆进行双重利用的做法，成本效益才能明显。而且在实施 PoE 之前，需要考虑诸多因素，如所用线缆、跳线和接头的类型、捆扎配置、线缆铺设长度、楼宇拓扑等。

面对这以太网供电要满足当前和未来需求智能供电方式的新挑战，如何应对应用什么样的远程供电技术与设施等新举措将成为国家、电力企业、用电单位和个人所追求的目标。

值此本文将对为实现当前和未来需求智能供电方式中

应用以太网供电远程供电技术设施与安全运行及实施注意事项等新举措作分析。与此同时，首先将以太网供电 (PoE) 技术理念及架构作说明。

1 以太网供电 (PoE) 技术理念及架构

1.1 理念及架构

PoE 是从中央交换机向以太网连接的设备 (VoIP 电话、WLAN 发送器、安全摄像机) 供电的方式。使用现有的 CAT5 电缆就无需交流供电 (并省去配线开支)。中央交换机还能够控制用电设备的功率分配，可为重要系统提供不间断的电源管理。

以太网供电工作三个基本功能：一个 PoE 负载或用电设备 (PD) 必须具备三个基本功能才可以与供电端的供电设备 (PSE) 连接。这三个功能分别是发现、分级及欠压锁定。其 PoE 供电系统简化设计方框图见图 2 (a) 所示。

图 2 中 PSE 为供电设备，PD 为用电设备。其 PSE 控制器，可用如 MAX5935 器件构建实现，PD 接口 / 控制器可用如 MAX5940 芯片实现，而 DC-DC 可用如 MAX5040 器件完成。

每个 PD 包会了用到两个二极管组成的全桥，因为 PD 必须向后兼容于 PSE。而 $10\mu A$ 的电流偏移是因为 PD 内部通常具有一定的泄漏。

当一个激活 PoE 的以太网电缆插入 PD 后，即当用电设备 (PD) 被接入以太网链路时，PSE 必须检测每个以太网设备是否需要电源？供电 (PSE) 会向 PD 发出询问信号，判断 PD 的 PoE 是否被激活，因而 PD 必须表

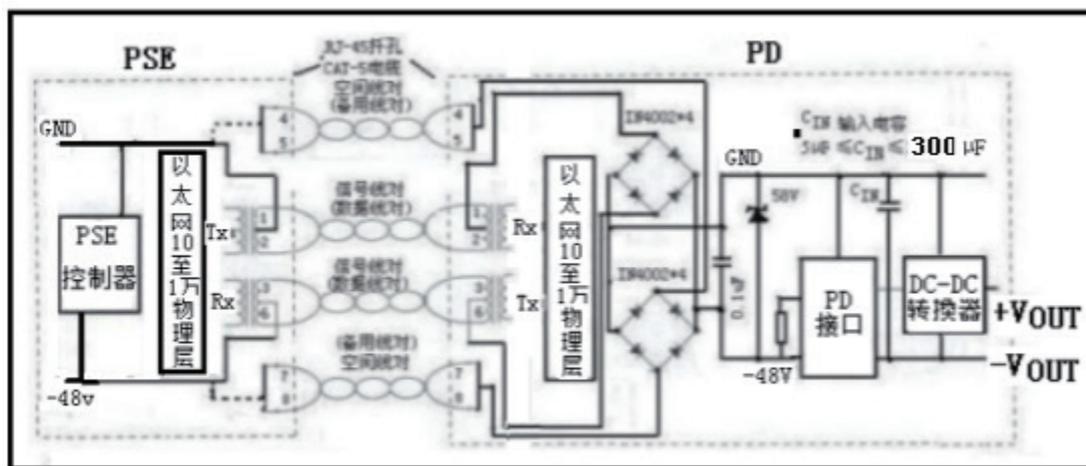


图 2 (a) 所示为以太网供电 (PoE) 供电系统简化方案架构框图

现出区别于传统以太网设备的特性，这一阶段被称为发现阶段。IEEE 802.3af 标准的 PD 要求开始于一个 $25k\Omega$ 和小于 $120nF$ 的特征识别，正是这一特征使 PSE 通过测量其“检测特征”-- 共模终端来检测需要供电的设备，将 PD 从不需要供电的其它以太网设备中区分出来。PD 只需要具有这些检测特征，同时其链路处于检测模式，则即可实现检测。也就是说，供电设备 (PSE) 可以利用特征检测功能，测量电缆阻抗的大小，以确定用电设备 (PD) 是否已连接。供电设备可以根据其内部设定作出判断，若阻抗的测量值介于 $23.75k\Omega \sim 26.25k\Omega$ ，便可断定已连接用电设备。

1.2 新型以太网供电 (PoE) 举例

超高集成度的 PoE 电源以提升可靠性并降低尺寸和成本，它专为以太网供电 (PoE) 系统的受电设备 (IP 电话、WLAN 接入点和 IP 相机) 和供电设备 (交换机 / 路由器) 而优化的 MAX5074 构建的新型以太网供电 (PoE) 应用。示意图见图 2 (b) 所示。

该新型以太网供电 (PoE) 其特点是：提高了性能，采用同步整流效率超过 90%；保证工作于高达 $+125^\circ C$ 结温；高达 15W 的输出功率；提高了可靠性，具有无限期短路保护和打嗝式阻流降的功耗及热关断保护内部功率 MOSFET 管降低了成本；具有“前瞻信号”驱动副端同步整流器；无需复位绕组 / 二极管 / 电容器；而故障保护无需外部元件；集成的功率 MOSFET 和高达 500kHz 的开关频率降低外部元件的尺寸。

2 以太网远程供电供电的实施

2.1 以太网供电 (PoE) 远程供电

它是一种借助于通信线缆的常见直流输电方法，目前已在全球安装了 1 亿多个节点。以太网供电已经发生了演变，最初是用供电设备 (PSE) 最多供电 15 瓦 (按照 IEEE 标准 802.3af-2003 中的说明)，后来增加到最多 30 瓦 (按照 IEEE 标准 802.3at-2009)，现在通过 IEEE P802.3bt 项目进一步增加到用 PSE 最多供电 90 瓦。需要注意的是，所有的 PoE 功率级和分类都遵循 IEC 60950-1 中的 SELV (安全特低电压) 60 伏和 LPS (限功率电源) 100VA (瓦) 要求，这使得 PoE 成为低风险、可靠且具有成本效益的应用，而且可使用与数据通信中相同的平衡双绞线线缆来输电。

如今国内外以太网供电布线基础架构标准开发组织 (如 TIA、ISO/IEC、CENELEC 和 NEC) 已经发布且 / 或正在开发包含设计、安装和操作准则的规范，这样便于以强大可靠的方式部署远程供电网络 (包括 PoE)。

2.2 使用通信线缆进行远程供电的好处

PoE 可利用通信线缆为各类设备远程供电，而不会中断数据传输。这种对现有通信线缆进行双重利用的做法，成本效益明显。

远程供电 (如 PoE) 有助于使用通信线缆进行远程输电，而不影响数据通信，从而提高通信线缆的效用。这种“一线两用”的做法使输电具有成本效益，而且还允许向更广

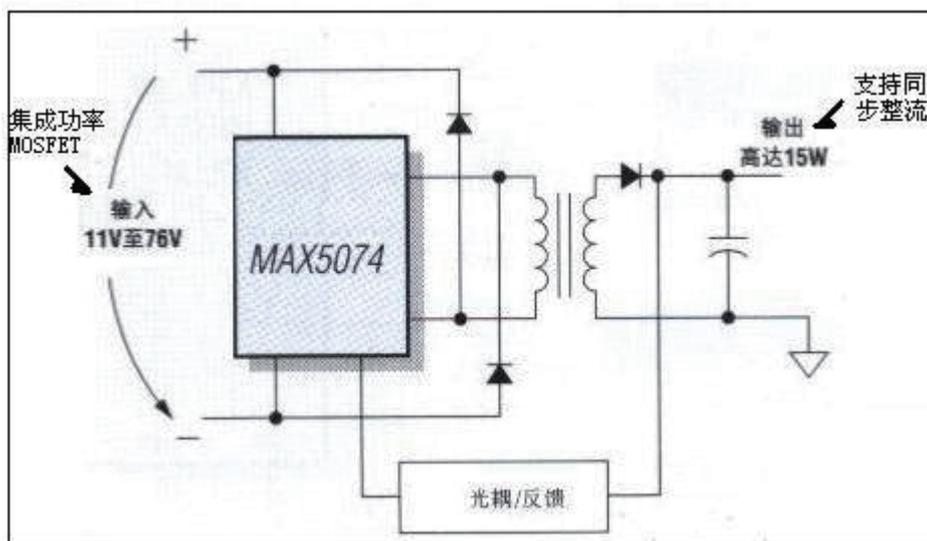


图 2 (b) 为 MAX5074 构建的新型以太网供电 (PoE) 应用示意图

泛的设备输电。这些准则旨在支持正由 IEEE P802.3bt、IEEE 802.3at 和 IEEE 802.3af 为各种用例（从无线接入点（WAP）到摄像头、照明和智能建筑系统（IBS）设备开发的所有类型的电源和分类）。使用通信线缆进行远程直流供电的好处包括：减小线缆和接头的尺寸（与交流电源相比），从而提高密度，增强 PSE 和受电设备（PD）之间的通信，以实现经过校准的可靠供电，连续监视电路，查看其是否存在故障和其他状况，降低安装成本，因为低压线缆安装人员可以在安装通信线缆的同时安装低压线缆，改善设备控制和操作，以便更好地管理设施，在通信的同时进行输电，产生协同效应，从而实现多样的智能基础架构（例如智能 LED 照明），启用备用 UPS，保障稳定可靠的运行。

3 线缆配置与准则是以太网供电远程供电安全保证

* 线缆配置与铺设等实施注意事项 它的许多准则都已被应用，包括为：支持通过平衡双绞线线缆输电的 TIA TSB 184-A 准则；ISO/IEC TS 29125 信息终端设备远程供电的电信布线要求；CENELEC CLC/TR 50174-99-1 信息技术与线缆安装及远程供电；TIA 569.D-2 支持通过平衡双绞线线缆远程供电的额外通道和空间考虑事项。

该实施注意事项中的准则包括企业商业建筑物中通常使用的各类线缆在各个安装条件和室温下的最大载流能力，可按照优化散热性能和输电性能的方式，在各个配置中设

计、安装和操作布线。这些准则支持使用所有四对线缆输电，每对最高 1000 毫安（每根导线 500 毫安），在电源处通过四对线缆最多供电 100VA（100 瓦），假设 PSE 处的标称电源为 50V。

在实施远程供电时需要考虑哪些因素？影响远程供电高效运行的因素包括：其一、所选线缆、跳线和接头的类型；其二、用于支撑线缆的通道基础架构的类型；其三、线缆捆扎配置；其四、线缆铺设长度。其设计和安装采用全面周详的方法，以强大可靠的安装部署，为远程供电提供支持，具体包括以下方面：线缆类型和安装方法与通道类型和铺设距离及准确安装和最佳操作等三方面。

* 建筑物中的典型配线拓扑

为了进行高效的 PoE 部署，应当限制线束尺寸，而且线束不应当紧密堆叠或压紧。一个简单的经验法则就是，建议将线束尺寸限制在每个线束最多 24 根线缆，以便在最坏情况下安装时，24AWG 或更大线规尺寸的线缆不超过 60℃ 的线缆额定温度。对于露天和套管安装，45℃ 的室温是最坏情况，此时使用套管安装最为不利。注意：包含 24 根线缆的线束与典型的配线架配置相匹配，从安装角度考虑，这是一种切实可行的配置，可留出一些额外的边距。图 3 (a) 显示了建筑物中使用的典型布线拓扑结构。

* 设备间和电信间中的线缆管理 线束通常用在电信间、设备间和入口设施中，以保障线缆的管理和铺设整齐有序。图 3 (b) 说明了设备间和电信间中使用的典型布线拓扑。

设备间和电信间中的线缆管理中应注意以下几点：限

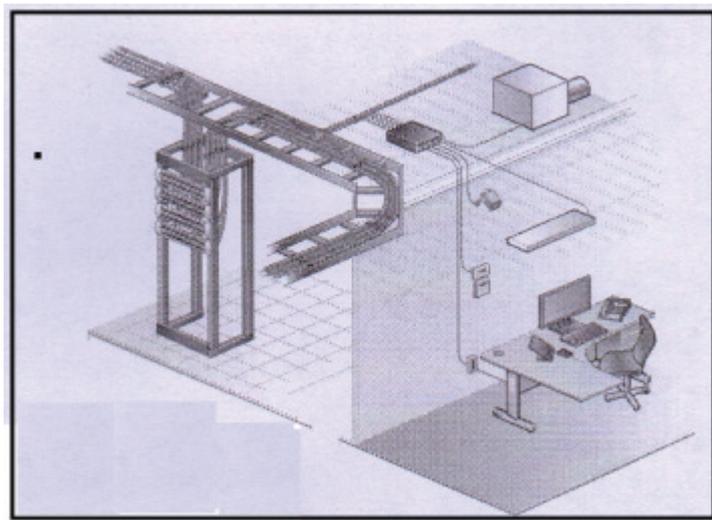


图 3 (a) 典型布线拓扑结构

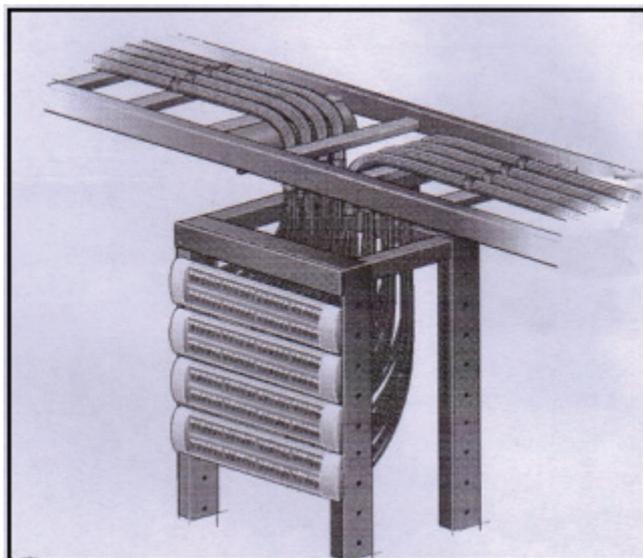


图 3 (b) 说明了设备间和电信间中使用的典型布线拓扑

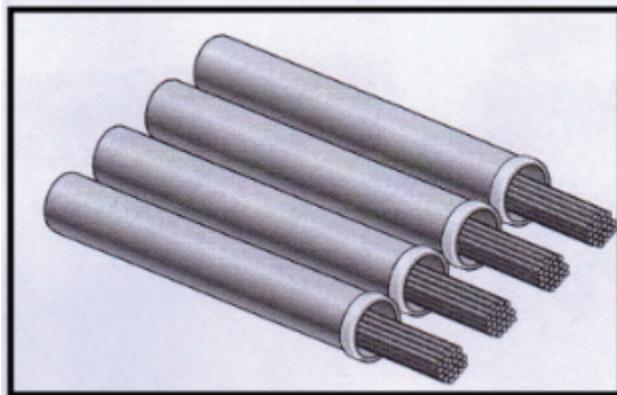


图 3 (c) 为套管中的线缆示例

制线束尺寸；整理有序以避免堆叠和压紧；建议的最大线束尺寸为 24；线束直接接触机架空间的气流；对于包含 24 根线缆的线束，配线架的两端都设有出口。

* 水平配线中的线缆管理 采用水平布线方案时，应当选择合适的通道系统，将线缆分布在通道宽度上，以实现最大通风能力。

* 服务集合点端接 当安装多个不同的远程供电应用并将这些应用连接到天花板上方时，采用分布式天花板网格布线安装方式（按照 ISO/IEC 11801-6（开发中）、EN 50173-6 或 TIA-862-B）有助于灵活适应未来的需求。

* 在套管中安装 在套管中安装会降低散热性能，与露

天安装相比升温幅度较大。应当尽可能减少套管安装，仅在当地有关主管部门（AHJ）规定的区域进行套管安装，安装时使用最大填充百分比（40%）和最大线束尺寸（每个线束包含 24 根线缆）。图 3 (c) 显示了 2 英寸套管安装示例，对于典型的超五类线缆，填充比约为 24%。

4 新型远程供电设备开拓与应用

4.1 与线缆相连的新型远程输电设备应当遵循 IEC 62949 或 EN 62368-3

安装人员应当检查远程供电设备上的铭牌，以确定每个端口处的每根导线是否有最大电流。如果标称电流小于

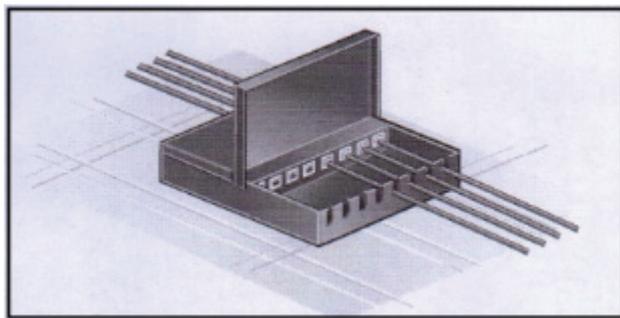


图 4 (a) 为新型设备中的线缆示例

0.3 安培，则毋庸置疑，端口可以按照 TIA、ISO/IEC 和 CENELEC 标准中的说明，连接到五类或更高类别的通信线缆。如果端口处每根导线的最大电流高于 0.3 安培，则需要查阅适用的标准或规程，以了解最大线束尺寸。如果线束尺寸限制在 24 根线缆，则毋庸置疑，具有 24AWG 或更大导线的四对线缆中每根导线的电流可高达 0.5 安培。图 4 (a) 为新型设备中的线缆示例。

值得注意的是：应检查设备铭牌上的最大电流，对于五类和更高类别的导线，每根导线的标称电流小于 300 毫安是安全的，对于更高的电流，相关的标准和规程限制了线束尺寸。

4.2 软件支持远程供电管理功能

以典型的软件 (imVision System Manager) 为例作说明。该软件 (imVision System Manager) 已经实施了 TIA-568-C 的 Annex C 要求，从而可以创建线束标识符、线束记录和相关的链路。还可以列出线束中的所有线缆，以及这些线缆所连接到的供电设备端口的最大功率。这样，网络管理员就可以查看线束中的线缆，以及每个线缆的供电大小。当线束中的线缆数量超过给定的阈值（如 24 根线缆）或功率水平超过所定义的阈值时，会发出警报。通过此功能可深入了解远程供电线缆的运行情况。

4.3 检查更大的线束尺寸是否适用

“一个线束中包含 24 根线缆”只是一个建议，不是强制性要求，但应当将此作为经验法则来遵循。有时，可能需要增加线束尺寸；合格的设计人员 / 安装人员可以进行必要的评估，以确定线束尺寸是否会导致过热。在与远程供电实施有关的 TIA、ISO/IEC 和 CENELEC 布线标准中，以表格的形式提供了一种机制，用以检查特定线缆类别的

线束尺寸是否在可接受范围内。对于给定的室温和安装形式，如果每对线缆的电流大于 PoE 端口上的最大电流，则线束尺寸可接受。

要确定在不超过额定温度 60°C 的情况下线缆可达到的最大电流，设计人员 / 安装人员可以在表格中查找特定的室温。例如，对于 Cat.6A 增强型六类线缆，如果在 45°C 室温下安装包含 61 根线缆的线束，在露天安装时最大电流为 1.162 安培，在套管中为 1.008 安培（这比 IEEE 802.3bt 设备需要的最大电流 (0.96 安培) 大），因此，包含 61 根线缆的 Cat.6A 增强型六类线束在 45°C 室温下可以轻松地支持所有的 IEEE 802.3 PoE 应用。另外，应当指出的是，IEEE 802.3bt 中的这些载流量针对的是最坏情况，即 100 米的 24AWG 线缆，环路电阻为 25 欧姆。

5 小结

(1) 全球电力基础设施通常称为“电网”，是一套用于能源生成、传输、转换和分配的互连资产。为提高电网系统的运行效率，当今国内外都对致力于智能电网和智能电表开发与投资。而上述智能电网以太网供电 (PoE) 的远程供电与安全运用举措（注意事项以太网供电 (PoE)）是适合智能楼宇的理想技术，能以创新型方式经济、高效地为物联网设备供电。也是说以太网供电它当前和未来需求的智能供电方式是当今智能电网的安全即国家电网的安全的重要措施，而 PoE 发展迅速，随着 4 线对 PoE 标准于 2018 年初获得行业认可，并将为更广泛的 PoE 受电设备提供支持，到 2025 年，全球 PoE 市场总值将超过 37.5 亿美元。

(2) 另外值得注意的是，国家层面和国际层面的布

线标准也采纳了综合全面的方法（包括与应用委员会（如 IEEE 802.3）紧密合作），这将有助于确保符合安全法规。例如，星形接线（要求一个 PSE 端口只为一个 PD 供电）可改进控制和兼容的电源，布线委员会应参考国家层面和国际层面的电气规程，以确保符合当地的规程和法规。正

是因为采用了这种协调一致的综合方法，才使得至今尚未出现任何一例因通信网络输电引起生命或财产损失的报告。康普致力于通过规范和管理布线基础架构的方方面面，改进散热性能，针对不断涌现的标准化远程供电应用，在将来保持这个零事故的完美记录。

上接157页

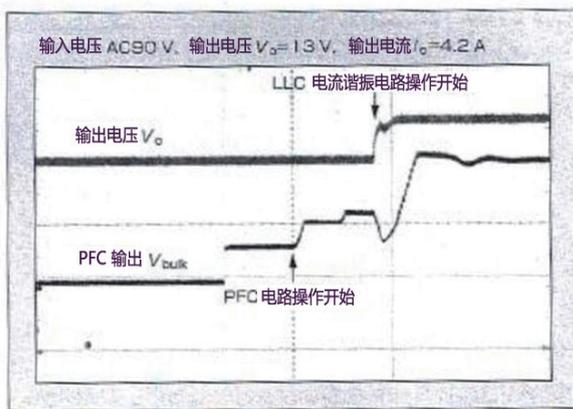


图 10 低输入电压时的重负荷起动波形

护没有停止故 V_o 上升，低输入电压时的重负荷起动成为

可能。由于这样的起动顺序 (sequence)，就可以适用于电源的适配器（转接器）上。

5 结束语

本文阐述了高效率电源用的临界态 PFC 控制 IC[FA1A60N] 和 LLC 电流谐振控制 IC[FA6B20N] 各自的特点，及有关在电源上的应用效果。由于配置了这些集成电路 (IC) 组成电源，电源的部件数减少，待机状态下的高效率与低的待机功率，还可适应于电源适配器上。富士电机公司将力图进一步实现高效率化，及低待机功率化，并确保建立可削减部件的新技术，对应于逐年严格的标准和市场需求，今后将积极进行开发新技术和新产品。