

PoE 设计方案分析

徐丽萍¹, 雒明世²

(1 南京工业职业技术学院电气与自动化系, 江苏 南京 210016; 2 西安石油大学计算机学院, 陕西 西安 710065)

摘要: 以太网供电 PoE(Power Over Ethernet)是一种局域网技术,通过现有的 Cat5/Cat5e/Cat6 以太网电缆给 IP 终端设备(如 IP 电话机、无线局域网接入点 AP 等)同时提供数据的传输和直流电源的供给,能在确保现有结构化布线安全的同时保证现有网络的正常运作,最大限度地降低成本。当前 PoE 技术已在企业与工业中得到广泛的应用,文中提出几种 PoE 设计方案,希望对 PoE 产品的开发有所帮助。

关键词: 供电设备;受电设备;签名检测;分级;欠压锁定;浪涌电流限制

中图分类号: TN86

文献标识码: A

The Analysis of PoE Design Schemes

XU Li-ping, LUO Ming-shi

(1. Nanjing Institute of Industry Technology, Nanjing 210046, China;

2. School of Computer Science, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China)

Abstract: Power over Ethernet (PoE) is a local area network technology, through existing Cat5/Cat5e/Cat6 Ethernet cable to the IP terminal equipment (such as IP telephones, wireless LAN access points etc.) while providing data transmission and DC power supply, able to ensure that the existing structured cabling security, while ensuring the normal operation of the existing network and minimizing costs. The current PoE technology has been widely used in business and industry. In this paper, several designs of PoE are proposed, and to be helpful to the PoE products development.

Key words: power sourcing equipment; power device; signature test; classification; UVLO; inrush current limit

1 PoE 系统概述

一个完整的 PoE 系统包括供电端设备 PSE (Power Sourcing Equipment) 和受电端设备 PD (Power Device) 两部分。PSE 是用来给其它设备进行供电的设备,同时也是整个 PoE 以太网供电过程的管理者,它又可以分为两种,即端点设备(End point, PoE 功能集成在交换机内)和中间跨越设备(Midspan, 一种没有交换机功能的中间设备), PD 设备是接受供电的 PSE 负载,会消耗 PSE 的电能。PoE 系统的 PSE 和 PD 两端基于 IEEE 802.3af 标准构建连接情况、设备类型、功耗级别等方面的信息联系,实现 PSE 通过以太网向 PD 供电。基于 PSE 位置的不同图 1 给出了两种 PoE 系统图,图 1(a)终端 PSE 与 PD 相连,电源通过数据线传输,图 1(b)中间跨越 PSE 与 PD 相连,电源通过空线对传输。

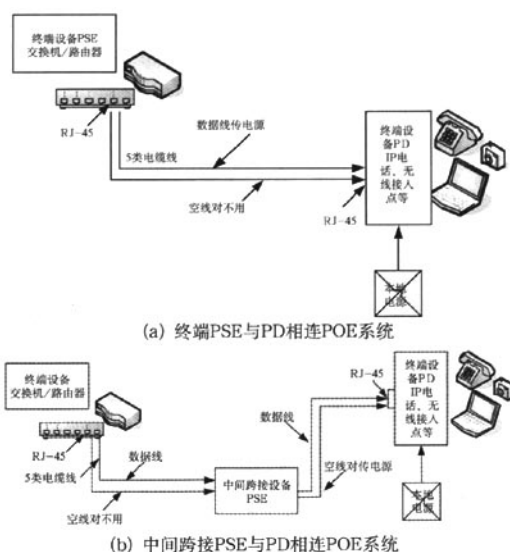


图 1 两种 PoE 系统图

2 PoE 系统的设计方案

近年来 POE 技术得到了飞速的发展,许多著名的芯片制造公司均开发了类似的芯片,下面介绍几种 PoE 的设计方案。

2.1 飞思卡尔(frecale)公司的 PoE 设计方案

MCZ34670 是飞思卡尔公司提出的一种 PoE 控制

收稿日期:2009-12-07

作者简介: 徐丽萍(1966-),女,江西人,南京工业职业技术学院电气与自动化系电子产品设计与制作项目部副主任,高级工程师/副教授,工程硕士,主要从事电子与通讯教学与科研工作。雒明世(1966-),男,陕西人,西安石油大学计算机学院通信工程系教师,高级工程师/副教授,工程硕士,主要从事通信、电子信息方面的教学与科研工作。

芯片^[1],它集成了一个支持 IEEE 802.3af PoE 标准的 PD 端口和一个脉冲宽度调制器 (PWM) 控制器。在 PD 侧,既支持标准 IEEE 802.3af 兼容签名检测、分级、欠压锁定 (UVLO) 和浪涌电流指标要求,也满足传统标准的此类要求。在 PWM 控制器侧,支持隔离和非隔离反激或正激拓扑结构,开关频率可以调节,在非隔离应用中,只要电压输出脚 VOUT 超出范围,RESET 引脚(漏极开路输出脚)就输出一个复位信号。

图 2 给出了一个 MC34670 带辅助线圈隔离反激式变换器^[2]的电路原理图,它为外部开关 MOSFET M1 的门级驱动提供了电源电压,这需要消耗大于 5 mA 的电流。辅助线圈用来减少内部高压的功耗,使输入电压与输出电压之间的压差减小,最好在负载电容上再并联一个 0.1 μ F 的陶瓷电容,可以减少由辅助线圈带给电源 VDD 的噪声。此电路原理图显示了缺省的浪涌电流和欠压锁定的配置。若想减少浪涌电流,可在引脚 ILIM 和 VIN 之间加一个电阻 RILIM;若不使用缺省的开关频率 250 kHz,需在引脚 FREQ 和 VIN 加一个电阻 RFREQ;若使用缺省的开关频率则引脚 FREQ 悬空或直接和引脚 VIN 相连。

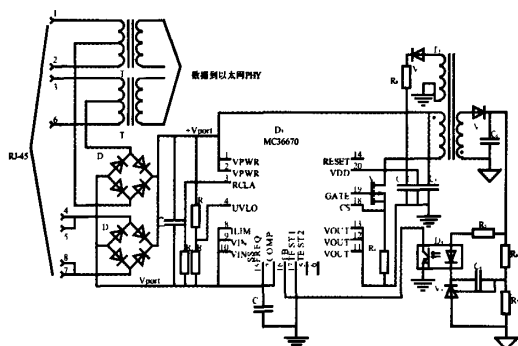


图 2 MC34670 带辅助线圈隔离反激式变换器的电路原理图

该电路可以工作高达 80 V,远高于 PoE 中所要求的 57 V,仅需少量的外围元器件就能构建 PD 设备,是一款高性能的电流型开关稳压器,开关频率可在 100 kHz 和 400 kHz 之间调节,具有 50% 的占空比限制;可处理 PD 接口的日常工作,包括签名检测、分级、

欠压锁定等,并且为 PD 的电压转换器提供 DC/DC 控制。除此以外该电路还具有出色的线路和负载调节功能,改善电源系统噪声稳定度的前沿消隐技术,斜率补偿电路,过压保护电路和热保护电路。

该芯片除了构成反激式变换器还能构成正激式变换器,均能满足 PD 功能,差别在于反激式的优点是设计比较灵活和更加鲁棒,成本低,缺点是效率不高。正激式的优点是效率高,它在变压器线圈的次级多用了二只二极管和一个电感器。因而缺点是成本较高。

2.2 博通 (Broadcom) 提供的 PoE 设计方案

BCM59103 是市场上与 IEEE 802.3af-2003 标准兼容且集成度较高^[3]的 PSE 控制器芯片之一,采用单片设计,芯片集成了微控制器、低损耗电流感应电阻器、签名检测、分级、电压转换、3.3 V 开关调节器、交流断开等功能电路。高集成度使得以太网交换机的 PoE 电路只需用较少的外部元器件,功耗小同时所需的印刷电路板空间也少。Broadcom 通过两个部分的设计解决了功率消耗问题,首先,3.3 V 开关调节器与其它方案比较起来更为有效;其次,内置的感应电阻器的功率消耗要远小于外部感应电阻器。

BCM59103 典型应用电路图如图 3 所示,BCM59103 提供了一个网络定向主机接口以提供一套完整电源管理,通过这个单端主机接口可以管理多达 64 个级联端口。还能提供既与 IEEE802.3af 兼容还与传统的标准兼容的签名检测和分级机制,保护了用户投资,扩大了适用范围。BCM59101 经受了电缆的漏电测试以及超过 2 kV 的 ESD 测试。

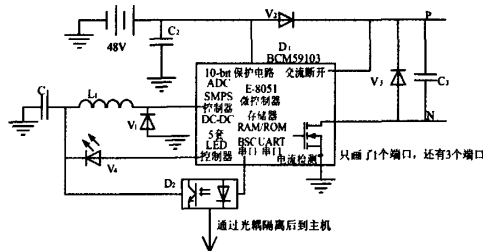


图 3 BCM59103 典型应用电路图

2.3 美国国家半导体 (NS) 提供的 PoE 设计方案

LM 5070 是 NS 公司提供的一款 PoE 控制芯片,内置 100 V 的启动稳压器,与标准 IEEE 802.3af 完全兼容的 PD 接口、100 V 热插拔 MOSFET 及 PWM 控制器。用整流二极管隔离输出电路图如图 4 所示。

本芯片采用开关模式来实现电源变换,因此具有功率检测、VCC 欠压锁定调节、循环电流限制、误差放大、斜率补偿、软启动和振荡器同步的功能。高速 BiCMOS 芯片具有小于 100 ns 的延时,通过外部电阻能够调

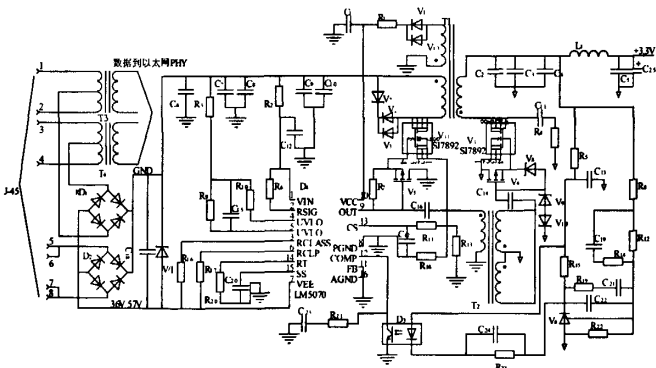


图 4 用整流二极管隔离输出

节振荡器频率达到11 MHz。内部的 PWM 能够实现基于电流模式控制的 DC-DC 转换器反激和正激拓扑结构所需的单一驱动输出。

2.4 美国德州仪器公司(TI)的 PoE 设计方案

TPS2376-H 是一款与 IEEE 802.3af 标准兼容的 PD 端口控制器, TPS2376-H 的灵活度高,需要外部组件数少,采用 PowerPad 封装,并集成了0.6 ΩFET 以最大限度降低系统热损耗,提供最高的输出功率超过 IEEE 802.3af 标准规定的13 W,可达到26 W。它的浪涌电流限制指标和热防护指标均优于 TPS237X 系列的其它芯片。

由 TPS2376-H 构成的 PD 接口电路如图 5 所示。浪涌电流的极限值是通过在 ILIM 与 VSS 引脚之间加一个阻值在 125 kΩ~1 MΩ 电阻 R_(ILIM) 来设置, $I_{(LIM)} = 40\ 000/R_{(ILIM)}$ 。与传统 PSE 设备相连时建议电阻选择 287 kΩ。浪涌电流极限值设定可以防止降压电容 C_{bulk} 将输出电压拉低低于最低的 UVLO 值。调节浪涌电流值时电容的容值可以大些,引脚 ILIM 不允许悬空或与 VSS 短路。

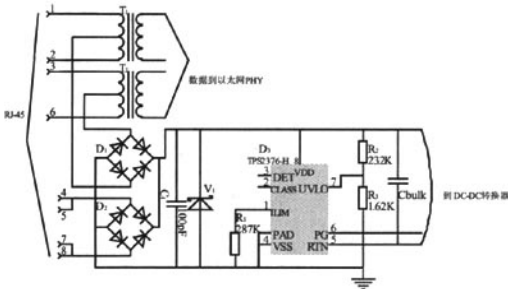


图 5 由 TPS2376-H 构成的 PD 接口电路

分级是通过在引脚 CLASS 和 VSS 之间加一个外部电阻 R_{CLASS} 实现的,当输入电压在 13 V~21 V 之间时,控制器驱动电流经过此电阻,根据电流的大小确定等级,CLASS 引脚不能与地短路。DET 引脚使用时需连接电阻 R_{DET} 到芯片电源端 VDD,当输入电压在 1.4 V~11.3 V 之间 R_{DET} 连接到电源输入端;当输入

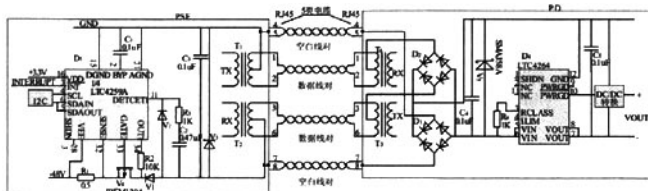


图 6 通过 2 对线构成的 PoE 系统简化原理图

5940A/B、MAX5941A/B、ON Semiconductor 的 NCP1080 /NCP1081、Supertex 的 HV110K4 以及 Power Integrations 的 DPA423G 等。

使用以太网供电的优势是明显的:

(1) 只需一条电缆既传数据又传电源,简单易行且

电压超过此范围则不连。与 UVLO 编程电阻的并联阻值应等于 $24.9\ k\Omega \pm 1\%$,减小 R_{DET} 加大 UVLO 编程电阻可改善工作效率。工作和浪涌电流极限值通过 RTN 脚返回。PG 引脚监控 RTN 引脚电压变化,当 PoE 输入未加,且在 VDD 和 RTN 有电压时内部 MOSFET 的二极管将 VSS 和 RTN 连在一起。PG 是漏极开路输出脚不用时可悬空。欠压锁定极限值是通过 VDD 和 VSS 之间的电阻分配网络来决定的。当 U_{UVLO} 超出上极限值时输出使能;当低于下限值时输出关断。

2.5 美国凌特(Linear)公司的 PoE 设计方案

LTC4264 是凌特公司(Linear Technology)提供的一款以太网供电接口控制器,它集成了一个支持 IEEE 802.3af 标准的 PD 端口,最大功率可达35 W。芯片内部集成100 V、750 mA的功率 MOSFET 管,能使用电设备的电路在输入电压达到有效值之前,保持与以太网电缆之间呈断开状态,25 kΩ精密标记电阻能正确识别用电设备特征电阻器,通过外接一个电阻器实现 0 到 4 功率等级的分级标记电路,温度限制防止电路进入故障的极端状态,精确的双重限流电路保证浪涌电流小于标准值,从而在负载高功率情况下 PD 工作正常。片上功率 MOSFET 管子能够输出 750 mA 的电流到 PD 负载,因而可以直接与 DC/DC 转换器连接,DFN 封装(4 mm×3 mm)使它占用印制板空间很小。

LTC4264 可以与 PSE 设备构成整个 PoE 系统,凌特公司构建 PSE 设备的芯片是 LTC4259A,一片 LTC4259A 包含四个独立-48 V 功率通道,每个功率通道都有独立的 PD 侦测、短路保护、浪涌控制以及输出正常指示,断开 PD 时可用 DC 断路法或 AC 断路法,通过 I2C 接口进行设置,4 位地址线最多连接 16 个 LTC4259A 共 64 个功率通道,INT 脚可输出消除软件故障检测轮询。LTC4264 与 LTC4259 之间可通过 2 对线或 4 对线来构建整个 PoE 系统,通过 2 对线构成的 PoE 系统简化原理图如图 6 所示。

图中 5 类电缆中一对导线用来传送电流,第二对若无电源则构成回路电路,电路简单,但线路损耗大。

3 结束语

POE 接口控制器设计方案除了以上几家公司提供外,还有 Maxim 的 MAX 节省空间。

(2)本地停电不会影响设备使用。

(3)PoE 可通过使用简单网管协议(SNMP)来监督和控制设备。

(下转第 72 页)

电站选用2台燃气轮机发电机组以及选用3台柴油发电机组时平面布置方案的对比。由于2000 kW油机机组与3000 kW燃机机组外型尺寸比较接近,单台机组其土建要求建筑面积也比较接近。

4.2 电站进排风系统要求比较

无论是燃气轮机发电机组还是柴油发电机组,其进、排风系统是影响机组额定功率输出的关键。所以,在土建工程中做好备用电站的进、排风系统至关重要。一般由厂家提供的数据中知,燃机的进排风量要大于油机机组。在机房需设置进排风消音器及百叶窗的要求上,二者各有不同的要求,在作法上基本一致,但燃机机房需设置土建烟道或钢制烟道。

4.3 电站备用储油库需求比较

依以往工程经验,地下储油库的设置也是非常重要的。若考虑机组满载的条件下,连续运行12 h的耗油量,则以表2、3反映各配置类型所需地下储油库的需求关系。

表2 燃机满载连续运行12 h耗油量与地下储油库需求表

超大型 IDC 机房	配置燃气轮机发电机组 (台×容量)	满载连续运行 12 h 耗油量/L	地下储油库 /m ³
1	2×3 000 kW	33 360	40
2	3×3 000 kW	50 040	54
3	4×3 000 kW	66 720	70
4	5×3 000 kW	83 400	90
5	6×3 000 kW	100 080	100
6	7×3 000 kW	116 760	120
7	8×3 000 kW	133 440	140

由表2、3知,选用燃机机组其耗油量相对柴油发电机组而言,是相差巨大的,故在地下储油库的设置上其容积数量都会相对较大,同时也受场地面积、消防要求等客观因素的限制。在实际工程中还需综合考虑。

5 总结

通过上述几点要素的对比,燃气轮机机组在地下

(上接第59页)

当然,PoE还面临一些挑战,如何准确地检测每个用电设备的功率需求,如何改善传输电缆的散热、如何提高输出功率等问题。虽然面临诸多挑战,但由于市场潜力巨大,相信随着IEEE 2.3at的实施,PoE技术将得到进一步发展以及广泛的应用。

参考文献:

[1] Abraham I. Pressman. Switching Power Supply Design

表3 油机满载连续运行12 h耗油量与地下储油库需求表

超大型 IDC 机房	配置柴油发电机组 (台×容量)	满载连续运行 12 h 耗油量/L	地下储油库 /m ³
1	3×2 000 kW	18 720	20
2	4×2 000 kW	24 960	30
3	6×2 000 kW	37 440	40
4	8×2 000 kW	49 920	50
5	10×2 000 kW	62 400	64
6	11×2 000 kW	68 640	70
7	12×2 000 kW	74 880	80

室安装、机房面积紧张等复杂条件下具有相当大的优势。另外综合投资控制的条件下,当超大型 IDC 机房保证负荷在1万千瓦~1.6万千瓦左右时,备用电站可选择柴油发电机组做为备用电源(即8台机组以下采用柴油发电机组)。当机房保证负荷在1.6万千瓦以上时,采用燃气轮机发电机组做为备用电源。

但由于燃机的变工况特性,即外界负荷和环境温度的变化,会导致燃机的功率P、转速n和效率 η 等参数相应变化。在高温地区,特别是历史气象资料显示最高温度高于40℃的地区,以及严寒地区在使用燃机时还应综合考虑燃机的降容,并与油机配置进行合理评估。

参考文献:

- [1] 朱林根. 注册电气工程师手册[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 孙宝成. 配电技术手册(10~35 kV部分)[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [3] 朱雄世. 通信电源设计及应用[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [4] QD30C 燃气轮机发电机组技术手册[Z]. 哈尔滨东安发动机(集团)有限公司.

(Second Edition)[M]. McGraw-Hill, 1998.

- [2] 飞思卡尔公司. 满足更高供电需求的飞思卡尔以太网供电器件[J]. 世界电子元器件, 2007, 5: 11-13.
- [3] 安勇龙. 功率成本双管齐下 PoE 方案热衷高集成[J]. 中国电子报, 2007, 7: 17.