

# 启用新一代可视门铃



Srinivasan Iyer  
楼宇自动化部门系统工程师  
德州仪器 (TI)

# 借助最新的音频/视频处理器和无线通信技术,门铃正从拥有百年历史的电子音乐门铃转变为完全实现云连接的一线安全系统。

这些变化给系统集成商和嵌入式设计人员带来了挑战,即如何将运动警报、视频分析、双向音频通信、降噪和云连接等功耗密集型处理功能整合到一个紧凑(有时是电池供电)、可靠且易于使用的封装中。家庭自动化和家庭安防技术已从小众奢侈品转变为大多数家庭用得起的一套可行解决方案。同时,用于工业自动化、办公室安防和安防系统的成像系统也历经发展,如今包括更先进和联网的监控功能。

最近进入这一市场并受益于云连接安防摄像头成就的,便是可视门铃。随着越来越多房主和租客打算掌握自己的个人安全,或者希望监控前门不断增多的包裹派送,可视门铃已然起步并稳健发展,功能日益丰富。这一趋势符合工业部门对于低成本和更复杂的视频/音频安防与监控系统的需求。

如今的可视门铃功能包括采用机器学习技术的高级视频处理能力、云连接和无线通信、以太网供电(PoE)、电池备用电源、高级音频通信和增强型环境感应以及运动检测。将所有这些功能集成到一个只有几英寸宽的防风雨电子封装中给设计工程师们带来了挑战,他们不仅要整合这些功能,还要为下一代留出升级性能和附加功能的空间。

## 可视门铃的技术发展

带有集中视频和音频功能的门铃和入口安防系统已经存在了几十年。这些产品通常用于大型公寓楼、办公室和高端住宅,并依赖于闭路电视和人眼观察。然而,随着视频/音频门铃进入消费市场,简单的铃声、单向视频和双向音频已经不能满足精通互联网的家庭自动化爱好者的需求。

工业设施还需要更安全有效的方法来监控和识别潜在的威胁或安全漏洞。这一要求推动了可视门铃中加入视频处理功能,使门铃能够识别人类、生成分区警报并根据视觉证据生成自动响应。

多个可视门铃还可用作全天候安防摄像头,或提供类似的捕捉、存储和分析功能。

非常简单的视频处理技术可以检测非静态物体,但更复杂和有用的视频处理则需要先进的机器学习算法。这些人工智能系统通常基于各种测试案例进行训练,但有些训练需要持续使用来自云连接摄像头的信息。因此,通常需要使用微控制器(MCU)或更高级的微处理器(MPU)来实现边缘处理并确定与云端之间通信的信息。



### 云连接

设计支持云功能的可视门铃有两个充分的理由：外形小巧，因此限制了处理能力和存储空间；社区防卫组织的成功受益于联网的门铃应用。消费者已经喜欢上了随时随地观察门铃视频并根据视频画面进行实时响应的功能。

对于个人/社区安全(或只是确认收到包裹)而言，支持云连接可以实现丰富的用户功能，而制造商可以提供无线更新并获取有价值的用户使用统计数据和信息。但是，添加云连接需要互联网接入技术(硬线以太网或Wi-Fi®)。由于大多数连接门铃的房屋只有某种类型的交流电源而没有以太网或其他通信线路，因此支持Wi-Fi的可视门铃越来越普遍。

### 无线通信

对于简单的音频应用，常见的无线标准(如Bluetooth®和Zigbee)具有支持纯音频门铃的必要带宽范围。但是，若要进行视频数据传输，Wi-Fi则是最方便且最常用的无线标准。如果新住宅的开发商注重家庭自动化技术，这种房屋可能配备以太网连接：在前门布设硬线始终是一种选择。考虑到大量房屋和公寓都是租用的，租户更有可能选择支持Wi-Fi的门铃进行非破坏性安装。然而，Wi-Fi门铃还需要一个Wi-Fi路由器系统，确保在安装可视门铃的每扇门上都能接收到可靠信号。

## 以太网供电

对于较新的房屋和愿意进行一些小型翻新以便支持最新智能家居技术的用户来说，以太网供电 (PoE) 可确保单线安装，从而实现相对高性能的可视门铃。许多最新的可视门铃超出了典型 (或磨损) 门铃变压器的功率输出能力，可能需要升级，包括布设新的交流接线。使用 PoE，可视门铃可受益于稳固可靠的硬线通信以及高达 100W 的功率 (根据 2018 年 9 月定义的电气和电子工程师协会 (IEEE) 802.3bt 标准)。利用 PoE 可以提供动态功率，而无需担心交流/直流电源解决方案的电流限制问题。

## 电池电源和备用电池

由于许多家庭和公寓根本没有门铃接线，因此许多潜在的可视门铃客户可能无法为电源和互联网连接添加外部接线。此外，大多数可视门铃所有者希望停电、电压不足或故意破坏等问题不会导致其家庭安防系统的最新扩展方案无法使用。因此，依靠电池供电的可视门铃 (或者至少包含大容量备用电池的可视门铃) 也在市场上占有一席之地。电池用于主动电源系统和完整 Wi-Fi 系统，在这些情况下，智能充电和无缝电源转换/补充电源是提供备用电源并满足电池寿命期望的重要要求。

## 先进音频技术

除了视频功能，音频功能是可视门铃的另一项主要技术。甚至还有竞争性的门铃技术提供没有视频的音频功能。双向音频、音频触发事件和音频方向感应在大多数可视门铃中十分常见。虽然双向音频最低限度只需要扬声器和麦克风，但音频触发事件和音频方向感应还需要额外的音频处理技术，而且通常需要额外的麦克风。音频事件触发器和双向音频通常使用数字信号处理器或编解码器内的算法来实现。编码的音频数据通常会传送到应用程序或云存储。

## 运动检测和环境监测

可视门铃的主要功能之一是能够检测运动。虽然许多可视门铃完全依赖基于图像处理的运动跟踪，但是各种其他方法也有助于进行运动检测并帮助消除误报。

这些技术包括一种相对低成本且简单的方法，称为被动红外 (PIR) 探测器。PIR 探测器在用于安防照明的运动检测灯中很常见；然而，这种方法仅限于有温度的对象，如人类和大型动物。为了避免误报，PIR 传感器通常与其他传感器配对使用。

除了视觉和听觉传感器，各种其他环境传感器和功能也有助于根据外部条件改善可视门铃性能。例如，环境光传感器有助于图像处理算法根据外部光线正确调整视频曝光。其他常见传感器包括外部和内部温度传感器、用于监测充电和放电热变换的电池温度传感器以及用于提示篡改或盗窃的其他传感器。防盗或防篡改传感器包括振动、冲击和接近传感器，或连接到外壳关键部件的简单开关。电源管理电路还可具有电流和电压监测功能，从而确定电源质量以及是否要启用备用电池。此外，各种内部故障传感器可监控关键电路组件是否正常运行，从而进行故障排除和维修。

## 可视门铃技术的主要挑战

与电子设计一样，每个附加的功能通常会加剧其设计挑战以及增加额外电路。可视门铃肯定也属于这种情况，可视门铃通常也受到电源、空间、处理能力和成本的约束，为设计工程师通过硬件、软件和云资源的适当组合进行创新提出了进一步的挑战。

门铃主要由 8V-24V 变压器 (额定功率为 5VA-30VA) 供电。随着 PoE 技术的推出，最新的 IEEE 标准支持高达 71W 的功率输出，因此可以满足更高的可视门铃功率需求。为了让前端功率级能够应对传统变压器电源方案以及 PoE 方案，需要使用创新的电源架构，确保能够在宽输入电压范围内工作，并在轻负载条件下维持 PSE 控制器链路。

可视门铃的尺寸、功率预算和热管理功能在很大程度上限制了可实现的处理能力。鉴于功能的复杂性 (包括音频和视频处理)，MCU 或 MPU 必须在需要时具有足够强大的处理能力，而且在关闭状态下具有最小功耗。最高的处理负载可能会导致 MCU 产生大量热量，但设备仍需要在极端温度条件下正常工作。因此，设计人员还必须考虑处理能力、热负荷、环境温度和热管理的平衡问题。



在不增加处理能力的情况下增强可视门铃功能的另一种方法是，将处理能力转移到云服务并流式传输音频和视频数据。但是，这种方法需要能够进行单向连续传输且高度可靠的通信基础设施。

可视门铃支持以太网连接的情况仍然相对罕见；因此，Wi-Fi 可作为备用的连接解决方案。然而，要实现可靠的无线连接来支持高质量视频和音频流所需的带宽，并不容易，尤其是在考虑到功率限制和门铃位置的情况下。室外安装会将门铃暴露在恶劣环境中，并为高速流式传输带来实际问题。

无线门铃的紧凑外形也限制了天线设计的空间和增益。由于消费者几乎无法选择门铃的安装位置，而且大多数 Wi-Fi 路由器安装人员可能不会将门口视为 Wi-Fi 的主要位置，因此可视门铃设计人员必须仔细选择具有良好接收灵敏度和低相位噪声的 Wi-Fi 功能微控制器，以便在信号接收不良的区域中正常工作。虽然典型的可视门铃应该具有至少 1Mbps 的带宽，但是高端可视门铃或连接不良的视频门铃可能需要高达 3Mbps 的带宽。

精密的印刷电路板天线设计或封装内天线可以降低建筑材料和非理想布局导致的带宽性能下降问题。此外，带有嵌入式 Wi-Fi 前端的高效 Wi-Fi 芯片或 MCU 可进一步增强接收能力和传输性能，从而满足功率预算限制。

较之简单地给电池系统增加低压检测切换功能，在产品中增加备用电池更为复杂。此外还需要考虑电池充电、放电和保养问题。考虑到外形因素的限制，许多可视门铃制造商可能会选择锂离子或镍氢电池技术。锂离子电池是现有电池技术中能量密度最高的电池类型之一。

这种类型的电池也非常容易在高温和低温工作条件下出现性能下降，而镍氢电池则存在过度自放电问题。如果没有额外的充电/放电控制器进行温度检测，锂离子电池化合物在充电和放电期间还可能过热。由于电池热管理取决于外部环境条件（主要是温度和湿度），因此建议使用电量监测功能，此类功能使用复杂算法甚至机器学习来确定特定电池配置的最佳充电/放电条件。

尽管图像处理算法可以有效跟踪甚至识别静止和移动物体，但是能够实时执行此类操作的电路和算法通

常需要高性能处理技术。由于并不能始终满足这种理想条件，许多可视门铃制造商选择使用多种运动检测技术与图像处理系统协同工作。PIR 探测以及最近的毫米波运动检测是可行的技术，能够与视频处理运动检测器配合使用，甚至可以在被动模式下运行时节省大量功率。用于运动检测的图像处理方法在长距离的情况下也经常失败，这种情况下的分辨率不足以产生高水平的置信度。毫米波和 PIR 运动检测器在被动模式下都有几米的检测范围。此外，毫米波传感器（例如用于汽车的单芯片雷达系统中的毫米波传感器）可以提供准确和高速的运动和物体检测。

通常需要评估可视门铃是否能够从各目标方获取清晰的音频。因此，可视门铃必须能够确定讲话人或事件相对于门的方向。这一功能非常重要，原因之一是大多数大城市（甚至农村）的家门口会有背景噪音和外部干扰。即使在理想条件下，可视门铃也无法应对所有可能的情况。因此，使用到达方向音频处理功能可以减少背景噪音并将注意力集中在预期目标上。

有多种方法可以实现此类功能，包括定向麦克风系统、带有天线阵列的波束成形以及配置为远场接收而不是近场接收的麦克风阵列。每种方法都有其自身的挑战，通常需要额外的麦克风和额外的电路来处理实时音频。要使用确切电路将各种麦克风发出的多个信号组合在一起并确定正确处理动态，并非易事。尤其在嘈杂和多样化的大都市环境中，大量的背景噪音通过空气直接传导至麦克风和门铃的外壳，情况更是如此。

最后，铃声误报和安全漏洞的问题对于每个可视门铃制造商来说都是一大挑战。许多可视门铃的评论者抱怨说，大型卡车、高眩光的物体甚至车辆或当地广告（通常是那些有人脸的广告）都可能触发误报。这些误报通常让人厌烦。

减少铃声误报数量需要更复杂的图像处理人工智能/机器学习技术、高效和动态的电源方案以及考虑了可视门铃安装环境的可行工作模式。此外，采用各种运动检测算法的传感器融合技术以及音频处理系统可作为调查、识别和消除潜在铃声误报的后援支持。通过智能应用程序，用户甚至可以通过确认是否是误报来参与优化检测算法，从而使可视门铃能够更准确适应环境条件。

## 结论

随着竞争加剧以及消费者越来越熟悉可视门铃,可视门铃制造商需要通过增强的功能组合以及创新设计实现产品多样化。主要的挑战在于解决老问题:为了方便使用并与智能家居配置实现无缝集成,能够在较小和较低成本的封装中实现更高性能。许多可视门铃制造商越来越青睐搭载 Wi-Fi 功能和先进传感器技术的高集成度 MCU 芯片,由此提高视频和音频处理人工智能/机器学习算法的性能。

## 其他资源

- [了解有关 TI 可视门铃支持的更多信息](#)
- [阅读《语音处理新时代》](#)
- [了解设计可视门铃时需要考虑的三大品质](#)

重要声明:本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。TI 建议用户在下订单前查阅全面的全新产品与服务信息。TI 对应用帮助、客户应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不承担任何责任。有关任何其他公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的批准、担保或认可。

The platform bar is a trademark of Texas Instruments. All other trademarks are the property of their respective owners.

## 重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及ti.com.cn上或随附TI产品提供的其他可适用条款的约束。TI提供所述资源并不扩展或以其他方式更改TI 针对TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司