

基于多电源管理的智能电路设计与应用

张涛

杭州蓝海特种车辆有限公司, 浙江 杭州 311700

摘要： 现在电子设备种类变多且越来越复杂, 多电源管理的智能电路设计就变得很重要。本文结合实际电路设计工作, 深入探讨了多电源管理智能电路的特点、应用的必要性、现存问题及应对策略。通过研究相关技术和原理, 提出了优化设计方案, 目的是提高电源管理效率、保障电路稳定运行, 实现对不同电源的智能切换与分配。研究成果对提升电子设备性能和可靠性有一定参考价值, 能为多电源管理智能电路的设计与应用提供新想法。

关键词： 多电源管理; 智能电路; 电源切换; 电路设计

Design and Application of Intelligent Circuits Based on Multi Power Management

Zhang Tao

Hangzhou Blue Ocean Special Vehicle Co., Ltd. Hangzhou, Zhejiang 311700

Abstract： With the increasing variety and complexity of electronic devices, intelligent circuit design for multi power management has become crucial. This article combines practical circuit design work to deeply explore the characteristics, necessity of application, existing problems, and coping strategies of multi power management intelligent circuits. By studying relevant technologies and principles, an optimized design scheme has been proposed with the aim of improving power management efficiency, ensuring stable circuit operation, and achieving intelligent switching and distribution of different power sources. The research results have certain reference value for improving the performance and reliability of electronic devices, and can provide new ideas for the design and application of multi power management intelligent circuits.

Keywords： multi power management; intelligent circuit; power switching; circuit design

引言

在现代电子系统里, 因为不同功能模块对电源的要求不一样, 单一电源没办法满足复杂的供电需求, 所以多电源管理的智能电路就出现了。多电源管理智能电路不但能给系统提供稳定、可靠的电源, 还能根据不同情况智能分配和切换电源, 让电子设备高效运行。它在工业控制、交通运输、航空航天等很多领域都有广泛的应用前景, 对提升电子设备的性能和可靠性很关键。所以, 深入研究基于多电源管理的智能电路有重要现实意义。

一、多电源管理智能电路的特点

(一) 多元化电源输入

多电源管理智能电路能接入交流电、直流电、蓄电池电源等多种不同类型的电源。比如大通 V90 监测车的电路, 原车蓄电池能让车辆启动和基础设备运转, 附加蓄电池可以作为额外电力储备, 满足长时间监测作业的用电需求。如果有市电接入条件, 还能把市电引入给车内设备供电。这种多元化电源输入方式, 让系统在不同环境下适应性更强。不管是在野外没有市电的偏远地区, 依靠蓄电池和太阳能板 (要是配备了) 供电, 还是在城市中

能方便接入市电的地方, 都能保证监测车电力供应稳定、持续, 给各类设备运行提供能源基础^[1]。

(二) 智能切换功能

多电源管理智能电路有智能切换功能。它通过精密传感器和智能算法, 实时监测电源状态以及系统实时需求。一旦主电源出现故障、断电或者供电质量下降等情况, 系统能很快做出反应, 自动切换到备用电源。拿监测车行驶过程来说, 当原车蓄电池电量下降到设定阈值, 电量监测模块把信号传给控制单元, 智能电路马上启动切换程序, 平稳地切换到附加蓄电池供电。整个过程很顺畅, 监测设备像监控摄像头、数据采集器等能持续稳定工

作，保证监测任务不受电源切换影响，有力保障了系统运行的连续性和可靠性。

（三）电源优化分配

在多电源管理智能电路中，电源优化分配功能很重要。它借助先进监测技术和智能控制策略，精准评估各个用电模块的实际需求。例如在监测车中，监控设备负责实时采集现场画面，控制设备调控整个监测系统运行，它们都是关键模块。智能电路会优先给这些关键模块分配足够电能，保证它们稳定运行。而对于车内照明等不是关键的设备，在电源供应紧张时，适当降低供电功率。通过这种不同的电源分配策略，提高整个系统的稳定性和可靠性，还能避免能源浪费，实现能源高效利用。

（四）高效能量转换

多电源管理智能电路有高效的能量转换电路。因为接入的电源形式多样且电压等级不同，而用电设备对电源要求比较统一，所以能量转换很关键。该电路用先进电源转换技术，像开关电源技术、DC - DC 转换技术等，能把不同形式的电源，比如把交流电变成直流电，或者把不同电压等级的直流电进行升降压转换，准确输出适合用电设备的电能。在这个过程中，通过优化电路设计、选用好的电子元件等方法，减少能量损耗，提高能量转换效率。以监测车为例，能把输入的不稳定电源高效转换为稳定的直流电压，给车内电脑、通信设备等各种电子设备提供稳定可靠电力，延长设备使用寿命，降低系统能耗。

二、多电源管理智能电路应用的必要性

（一）满足复杂用电需求

现代电子设备功能越来越多，内部功能模块丰富，不同模块对电源特性要求差别很大。以监测车为例，监控摄像头需要稳定的低电压直流电源保证图像采集清晰稳定；数据采集设备对电源纹波抑制要求高，确保数据准确；空调作为大功率交流设备，需要特定频率和电压的交流电驱动压缩机运转。多电源管理智能电路通过精密电路设计和智能控制算法，针对不同设备用电需求，准确分配相应电源。通过多路输出接口和电压调节模块，能同时给直流设备提供稳定直流电，给交流设备提供合适交流电，满足监测车各类设备复杂多样的用电需求，保证设备协同高效运行^[2]。

（二）提高系统可靠性

在很多应用场景中，单一电源供电不可靠，一旦出故障，整个系统就会瘫痪。多电源管理智能电路靠备用电源和智能切换机制，保障系统稳定运行。比如野外作业的监测车，市电供应受地理环境、线路状况等因素影响，不稳定。多电源管理智能电路引入蓄电池作为备用电源，当市电供应中断，智能切换机制迅速响应，通过检测电路实时监测电源状态，短时间内完成从市电到蓄电池的切换。这能保证监测车中的设备，像监控设备、数据传输设备等持续工作，监测任务不受影响，大大提高系统在复杂环境下的可靠性，避免因电源故障导致监测数据缺失或任务中断。

（三）适应不同工作环境

不同工作环境对电源要求不一样。在偏远地区，市电供应基础设施差，难获取稳定电力；在移动场景中，比如监测车野外行驶，供电条件受限。多电源管理智能电路能灵活使用多种电源形式。监测车野外行驶时，车顶太阳能板利用太阳能发电，把光能转

化为电能存到蓄电池中。阳光充足时，太阳能板给设备供电同时给蓄电池充电；夜间或光线不足时，蓄电池放电维持设备运行。这种多电源协同工作模式，让监测车能在各种恶劣环境下正常运转，满足不同地理、气候条件下的用电需求，环境适应能力很强。

（四）节能与优化资源利用

多电源管理智能电路在节能和资源优化利用方面做得很好。通过智能电源分配算法，实时监测各设备用电情况和负载需求，合理调配电源。对于非关键设备，像监测车中的车内照明系统，电源供应紧张时，智能电路自动降低供电功率，采用低亮度模式运行，保证基本照明需求同时减少能耗。对于关键设备，像数据采集与传输设备，优先保证充足稳定电源供应。通过这种不同的供电策略，避免能源浪费，提高能源利用效率，延长电源续航时间，在野外等电源补给不方便的环境中，节能优势更明显，为设备长时间运行提供支持。

（五）便于系统升级与扩展

随着技术发展，电子设备常要升级和扩展功能。多电源管理智能电路的模块化设计和灵活电源配置很方便升级。以监测车为例，要增加新监测设备，比如高精度气体检测仪，把设备接到智能电路预留电源接口，在控制软件中简单配置电源参数，就能完成设备供电连接。智能电路能自动识别新设备用电需求，调整电源分配策略，给新设备提供合适电源。这种便捷升级和扩展方式，不用大规模改造电路，节省时间和成本，让系统能跟上技术发展，持续提升性能和功能，满足不断变化的应用需求。

三、多电源管理智能电路现存问题

（一）电源切换暂态问题

电源切换时，会出现电压波动和电流冲击这类暂态现象，影响用电设备平稳运行。快速切换电源，电路中电感和电容元件不能马上适应新电源电气特性，导致电压短时间大幅升降，电流剧烈冲击。像监测车对电源稳定性要求高，监控设备对电压波动敏感。电源切换产生的电压波动超过允许范围，监控设备可能短暂黑屏，监控画面中断，数据传输也可能中断，已采集数据丢失或传输错误，严重影响监测工作连续性和准确性。对高精度医疗设备、工业自动化设备等，电源切换暂态问题还可能使设备内部电路误动作，甚至造成永久性损坏，威胁设备正常使用和寿命^[3]。

（二）控制策略复杂性

随着电源种类增多，用电设备数量和功能增加，智能电路控制策略变复杂。判定电源优先级要考虑电源稳定性、成本、续航能力等因素；实时监测和分析电量状态，要准确掌握各电源剩余电量及充放电情况；设备需求包括功率大小、电压稳定性要求、运行时长等方面。控制策略设计有缺陷，多个电源给多台设备供电时，容易出现电源分配不均。部分设备供电不足不能满负荷运行，有些设备电源过多浪费能源。电源切换也可能不及时，主电源电量快耗尽时，没及时切换到备用电源，设备可能突然断电停机，影响系统运行效率和可靠性，多电源管理优势发挥不出来。

（三）电磁兼容性问题

电路系统中，多种电源设备和电子模块集成在一起，电磁干扰问题突出。不同电源设备产生的电磁信号不一样，频率、幅值和相位差异可能相互干扰。电源和用电设备之间，因电气连接和

空间布局，容易形成电磁耦合，产生干扰信号。以监测车为例，电源系统中大功率电源模块产生强电磁辐射，通信设备对电磁环境敏感。电源系统和通信设备电磁兼容性处理不好，电源电磁辐射可能耦合到通信线路，干扰通信信号，导致通信质量下降，出现信号失真、误码率增加等问题，甚至完全阻断通信，严重影响监测车和指挥中心数据传输与指令交互，阻碍监测任务开展，也可能影响车内其他电子设备正常工作。

（四）成本较高

多电源管理智能电路构建时，为满足复杂电源管理需求，要配备多种电源设备，像不同电压等级电池、稳压电源等，还有很多用于实时监测和精确控制的传感器与控制芯片。这些硬件设备采购成本高，技术更新换代后，升级和维护成本也高。软件开发方面，复杂控制算法要投入大量人力和时间设计、调试、优化，软件设计周期长，开发成本高。这种高成本在对成本敏感领域，像大规模普及的消费电子产品、预算有限的小型企业应用场景中，限制了多电源管理智能电路推广，很多潜在用户不敢用，阻碍技术广泛应用和发展。

（五）能量转换效率有待提高

虽然能量转换技术有进步，但多电源管理智能电路涉及多种电源形式转换，像交流电和直流电相互转换，不同电压等级变换，能量转换效率还有提升空间。转换过程中，会产生电阻损耗、开关损耗等能量损失。比如开关电源工作时，功率开关管频繁导通和关断产生开关损耗，降低能量转换效率。能量转换产生大量热量，不能及时散发，设备温度升高，影响电子元件性能和寿命，降低系统稳定性。对长时间持续供电设备，像不间断电源系统，能量转换效率低会浪费能源，增加运行成本，所以提升能量转换效率很紧迫。

四、多电源管理智能电路优化策略

（一）优化电源切换技术

多电源管理智能电路中，先进电源切换电路和控制算法很关键。零切换技术利用特殊电路设计和精准控制，在电源切换瞬间，通过相位调节和电压匹配，让电流和电压无缝过渡，用电设备切换时感觉不到。优化切换逻辑要靠传感器实时采集电源状态信息，用智能算法提前预判电源状况，比如电压要下降或电流波动，提前调整切换动作，让切换过程顺畅，保证用电设备持续稳定运行，避免电源切换造成设备短暂故障或性能下降，为设备可靠运行打好基础^[4]。

（二）简化控制策略

智能化控制方法革新电源管理。模糊控制模拟人类思维模糊性，处理电源复杂状态。通过积累和分析大量运行数据，模糊控制算法能自动识别不同工况下电源最佳控制参数，自动调整控制策略，不用传统复杂控制逻辑。神经网络控制像个会学习的“大

脑”，综合评估电源管理模型中电源优先级、电量状态等因素。比如多个电源同时供电时，能准确判断何时切换、如何分配电量，实现高效精准电源分配和切换，提高电源管理系统整体效能，让复杂电源管理变得智能高效。

（三）加强电磁兼容性设计

电磁兼容性设计从电路设计开始就要重视。合理布局电源模块和电子设备很重要，把易受干扰设备和强电磁源分开，减少相互干扰。屏蔽措施像给设备穿“防护服”，用金属屏蔽罩包电源模块和电子设备，阻挡电磁干扰传播。滤波像给电磁信号“过滤杂质”，通过滤波器去除电源杂波和干扰信号。选用电磁兼容性好的电源设备和电子元件，从源头提升系统抗干扰能力。对监测车这种对电磁环境要求高的设备，全面屏蔽电源系统和电子设备，安装高性能滤波器，降低电磁干扰对通信设备影响，保证监测车稳定运行。

（四）成本控制与优化

成本控制贯穿电源管理电路设计。优化电路结构，减少不必要线路连接和复杂设计，降低硬件成本。选性价比高的电子元件，保证性能前提下选价格合理的元件，不选太贵的。集成化电源管理芯片能降低成本，它把很多分立元件功能集成在一起，减少元件数量，提高电路集成度，既降低成本又提高可靠性。优化软件开发流程，使用高效开发工具和规范代码编写方式，提高开发效率，缩短开发周期，降低人力成本。在满足性能要求基础上，综合考虑选合适电源设备和控制芯片，有效控制整体成本。

（五）提高能量转换效率

新型高效能量转换电路和技术不断出现，提升能量转换效率有希望。软开关技术在开关过程中让电流或电压自然过零，减少开关损耗，降低能量损失。谐振变换技术利用电路谐振现象，实现高效能量转换。实时监控能量转换过程，用传感器采集电源和负载实时数据，根据变化动态调整转换参数，像调节开关频率、占空比等。用高效电源模块提高能量转换起始效率，搭配好的散热技术，及时散发热量，减少因发热造成的能量损耗，全面提升能量转换效率，让电源利用更充分^[5]。

五、结语

多电源管理智能电路在现代电子系统中发挥着重要作用，其多元化电源输入、智能切换、优化分配等特点满足了复杂的用电需求，提高了系统的可靠性和适应性。然而，目前该电路仍存在电源切换暂态、控制策略复杂、电磁兼容性问题。通过优化电源切换技术、简化控制策略、加强电磁兼容性设计等一系列策略，能够有效提升多电源管理智能电路的性能和可靠性，降低成本和维护难度。随着技术的不断发展，多电源管理智能电路将在更多领域得到广泛应用，并不断完善和创新。

参考文献

- [1] 罗阔, 许亮. 基于 ISSA 的燃料电池多电源模糊能量管理策略 [J]. 汽车安全与节能学报, 2023, 14(04): 496-504.
- [2] 刘迅. 基于多辅助电源的电动汽车能量管理策略仿真研究 [D]. 大连交通大学, 2023.
- [3] 罗孝兵, 华涛, 蓝彦, 等. 基于多级多路控制制的无线传感器电源管理方法 [J]. 测控技术, 2018, 37(04): 64-67.
- [4] 王贵宾. 多电源用户安全管理探讨 [J]. 电气应用, 2010, 29(09): 70-73.
- [5] 危峰, 袁浩. 复杂多电源管理技术及在 DSP 系统中的应用 [J]. 舰船电子工程, 2007, (02): 176-178+0-1.