
现代通信网的分布式供电设计[图]

所谓分布式电源系统,是由若干小容量电源模块组成的一个大容量电源系统。它是利用新型电源理论和技术制成相对小的电源功率模块,组合成积木式、智能化的大功率电源系统。越来越多的电源系统采用模块并联技术,将多个开关电源模块灵活地并联组合成大功率分布式电源体系,是目前实现开关电源大功率化的主要途径。在分布式电源研究和发展领域,美国、德国、英国和日本等国家在技术上处于领先地位,它们的许多发电设备生产公司与电力公司联合,进行分布式电源技术的商业化实验。在欧洲,正在研究普及分布式电源的政策,而我国对分布式电源的研究尚处在起步阶段。

如今,直流分布式电源系统正以其冗余度高、控制灵活等优点而被广泛应用于通信领域。文中提出一种基于微网技术的现代通信网分布式供电设计方案。

1 通信网的供电方式

通信网对电源的基本要求是能不间断地连续供电,因此其供电机制一般由 AC—DC 整流器、电池组和配电设备构成,标称值为-48 VDC 或 24 VDC 的不间断供电系统,然后由 DC—DC 变换器将标称值为-48 VDC 或 24 VDC 的电压转换成电路板所需的各种电压,如 12 VDC 和 / 或 5 VDC。从通信网供电方式的发展历程来看,主要经历了 3 个阶段,即集中式供电、集散式供电和分布式供电。

(1)集中式供电。用 1 个或 1+1 备份方式的大功率不间断供电系统提供整个通信网所需要的各种电压。此类供电方式已经基本淘汰。

(2)集散式供电。先由大功率的不间断供电系统提供统一的-48 VDC 或 24 VDC,然后集中供给通信网。而在通信网中,设备机架的每个机框都有一个或多个中功率电源板(DC—DC 变换器),将-48VDC 或 24 VDC 的母线电压转换成一种或多种电压,供给本机框的电路板。

(3)分布式供电。先由大功率的不间断供电系统提供统一的-48 VDC 或 24 VDC,然后集中给通信网供电。设备机架每块电路板上各有一个或几个小功率电源(DC—DC 变换器),将-48 VDC 或 24 VDC 的母线电压直接转换成电路板所需的电压。

相对而言,集中式供电造价最低,但可靠性最差;分布式供电可靠性高、灵活性强、可扩展性好、通用性强,但造价较高;而集散式供电的性能和造价介于两者之间。目前,各大通信运营商所采用的固定电话系统、移动通信系统等,大都采用集散供电方式。为提高系统的可靠性,所用的电源板采取 1+1 备份方式,或 N+1 冗余备份方式。目前集散供电方式是性价比最高的一种供电方式。

随着新一代数字芯片的出现,现代通信网中通信设备的工作电压不断降低。为提高芯片的运行速度、降低功耗,12 VDC 及 5 VDC 的使用日趋减少,而 3.3 VDC

和 2.5 VDC 甚至 1.8 VDC 的使用则开始增加。因此，在低工作电压时，由 DC 电压供电的电阻所产生的压降明显增大。此时，采用分布式供电方式成为唯一的解决方法，因为 DC—DC 电源的分散度越高，工作电流越低，供电的压降也就越低，从而更适合低压应用。现代通信网越来越多地采用超大规模集成电路，目前主流的集散式供电方式已不能满足要求。理想的做法，是采用分布式供电，每块电路板都由一个独立的电源进行供电。

2 分布式供电的特点

2.1 优点

分布式供电是通信网供电的发展方向，主要优点包括：

(1) 性能好、效率高。一方面，由于减少了低电压、大电流直流输出线路，线路损耗低，系统效率必然提高；另一方面，各负载所需的电源就地产生，负载与电源距离近，减少了线路阻抗对调整性能的影响，也减少了干扰信号对负载的影响，因而输出电压稳定性较好。另外，电源的模块化和标准化设计，提高了电源系统的稳定性和一致性。

(2) 可靠性高。一方面，分布式电源可作为备用电源为不间断供电的用户提供电能，提高了电网的可靠性，同时由于分布式电源的独立性，可以使其与电网断开，依靠分布式电源形成“孤岛”单独为用户供电；另一方面由于各部分电源相对独立，采用冗余技术或备用电池比较方便，局部电源功率较小，散热及安全防护措施也容易实现，部分电源出现故障不会影响系统的正常运行。

(3) 适应性强。由于将整个电源系统分散，各部分电源选择比较灵活，容易实现最佳配置。而且，同一设计方案，稍加修改可用于其他系统。特别的，如果在系统设计后期需要修改方案，也只是局部修改，不必重新设计整个系统，使系统重构容易，减少不必要的浪费。

(4) 电磁兼容性能优越。由于电源比较分散，抑制电磁干扰的方案容易实现。例如，大电流与小电流负载隔离，大电流波动不会影响小电流电源，并且可利用系统的控制功能，使几个功率较大的负载分时启动，减少系统大电流的冲击。

(5) 扩展性好。分布式电源的模块化设计，有利于系统功能的扩展。

(6) 散热好。由于每个电源的功率较小，发热量较低，加上电源的发热量平均散布在系统的机箱内，散热比集中式供电更容易、效果更好，电源在低温工作中更加可靠；而且电源的分散度越高，电源一旦发生故障所影响的范围亦越小，系统也就越可靠。

(7) 整体费用低。分布式供电取消了电力室和电池室，使直流供电设备更接近通信负荷，不仅减小了直流输电的损耗，提高了系统的可靠性，同时使安装、运行和维护费用大大降低。

2. 2 缺点

尽管分布式电源系统有诸多优点，但仍然存在不足：

(1) 系统设计比较复杂。分布式系统需要多级变换，前后级之间电压和电流匹配，同一级各变换模块之间的均流等都要仔细核算。随着系统变换级的增多，电源系统运维和管理任务增大。

(2) 元器件等材料费用高。因为每个变换级都是一个完整的变换模块，电源系统的材料费用必然会提高。但是从系统整体来看，分布式电源比集中式电源便宜得多。从维修费用看，集中式电源比分布式电源要高。因为集中式电源发生故障时，整个电源都要更换，而分布式电源只要更换部分模块；集中式电源发生故障时，整个系统要停机，而分布式电源需要停机可能性较小。另外，集中式电源一般平均无故障时间(MTBF)为 1×10^5 h，而高密度模块电源一般为 1×10^6 h。显然，集中式电源的维修费用较高。

3 分布式供电设计

3. 1 供电要求

现代通信网要求更宽的带宽、更高的数据率、更严密的保密措施、更新高的性能、更广泛的用户和用户业务特性，对为其供电的电源系统提出了更高的要求，包括：(1) 不间断地连续供电，满足供电可靠性指标的要求。(2) 在空载或满载负载回路发生浪涌或市电电压和频率波动等情况下，电压值在容差范围内。(3) 纹波，即直流电源中附加的交流成分，满足规范要求，不超过规定的限值。(4) 实时监控，具有“遥控”、“遥测”、“遥信”和“遥调”四遥功能。(5) 经济实用、扩充性好、通用性强。(6) AC—DC 整流模块和 DC—DC 变换器性能高，转换效率高，功率密度大，价格低，便于安装和维护。

3. 2 设计原则

在现代通信网中，分布式供电已成为主流。在供电设计时，应遵循以下原则：(1) 既要满足现代通信设备对电源的各种功能和技术要求；又要考虑电源系统的操作和维护方便，尽量减少电源种类。(2) 为提高电源的效率，减低电源的造价，应尽量减少功率变换模块的输入与输出电压差。(3) 现代通信网大量采用 VLSI 芯片，而 VLSI 芯片的电压电流都是脉冲波形，虽然平均功率不大，但瞬时功率的数值很可观，没有功率余量的电源很可能使整个数字系统崩溃。因此，设计时要留有一定的余量，即降额使用。(4) 根据现代通信网中的各种功能部件分别设计稳压电路，尽量采用按功能分布式方案。例如，数字电路、模拟电路、大功率输出电路应采取分别供电的方式，尽量减少这些电源之间的相互影响。(5) 尽量减少负载与电源之间的距离，以降低电源系统的造价，提高电源系统的抗干扰度和可靠性。

3.3 分布式供电结构设计

从功能的角度看,一个完整的现代通信网由业务网、传送网和支撑网 3 部分组成。其中,业务网包括固定电话网、移动通信网、FR 网、局域网 ATM 网和 Internet 等;传送网包括 SDH 和光传送网;支撑网包括信令网、管理网和同步网如图 1 所示。

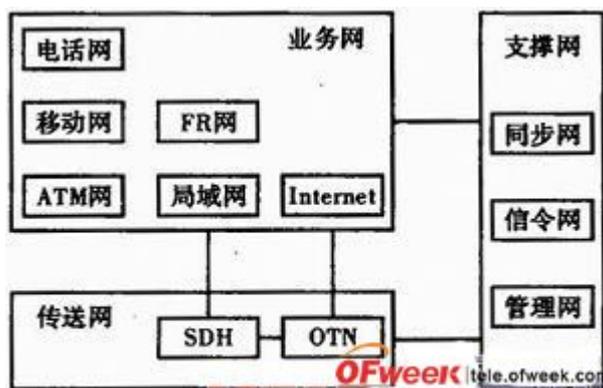
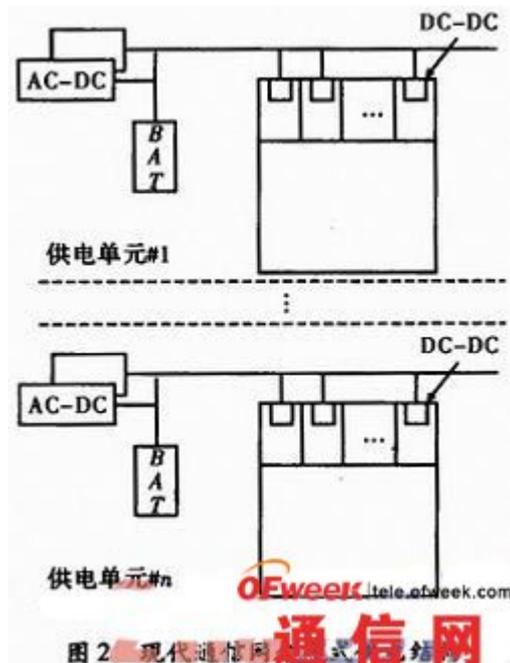


图 1 现代通信网的组成

根据现代通信网的功能组成,借鉴微网技术,一种可行的设计方案是将整个通信网的供电系统按功能划分成若干个分布式供电单元(相当于微网),即每种业务网或传送网或支撑网构成一个分布式供电单元,包括电话网供电单元、移动网供电单元、FR 网供电单元、局域网供电单元、ATM 网供电单元和 Internet 供电单元、SDH 供电单元、光传送网供电单元、信令网供电单元、管理网供电单元和同步网供电单元等,如图 2 所示。每个供电单元正常情况下并网运行,在主电网故障时可以脱网单独运行,从而提高了系统供电的可靠性。另外,电池组(BAT)可以采用其他的储能系统或设备替代。



在每个供电单元中，首先若干个中小功率的 AC—DC 高频开关整流模块采用 N+1 冗余方式并联，将 220VAC 或 380 VAC 变成 -48 VDC 或 24VDC；然后与一组或二组中小容量的电池组并联，提供统一不间断的 -48 VDC 或 24 VDC；然后通过 DC 汇流母排，给每个机架中每个机框中的每块电路板上的 DC—DC 变换电路供电，DC—DC 变换电路将 -48 VDC 或 24 VDC 变换为所在电路板所需的 12 VDC 和 / 或 5 VDC 和 / 或 3.3VDC 和 / 或 2.5VDC 和 / 或 1.8 VDC 等。

以上是一种按照现代通信网的功能组成实现分布式供电的方案，可以满足现代通信网的供电要求。但是，此方案分布的广度和深度不够，所划分的供电单元粒度过大。在实际的供电设计中，还可以考虑在此基础上将以上的每个供电单元，根据功能再进一步细化成若干个粒度较小的供电单元，例如，固定电话网供电单元可以进一步细化为用户设备供电单元、中继设备供电单元、交换网络供电单元和中央控制供电单元等。粒度更小的分布式供电方案，还可以根据容量进行划分。例如，用户设备供电单元可以按容量再细化成多个微小粒度的供电单元。

3. 4 DC—DC 变换模块的设计

采用分布式供电时，DC—DC 变换模块成为设计的关键。DC—DC 变换模块的设计目标是更高性能、更高转换效率、更高功率密度和更低价格。为此，必须采用最先进的拓扑结构和最先进的软开关 (ZVS 和 ZCS) 同步整流技术、磁芯技术和 MCU / DSP 技术等。同时，由于现代通信网中通信设备大量采用 VLSI 芯片，还要考虑到由此带来的低电压、大电流对芯片供电提出的严格要求，包括低内阻、低纹波、软启动、防浪涌、防开关机过冲、支持热插拔、提供冗余备份等，更严格的还要求包括上 / 下电顺序控制、实时监控等。

4 结束语

采用分布式供电是现代通信网通信设备供电的发展方向。针对现代通信网的供电要求，制定供电设计原则，尝试提出了一分布式供电结构，以满足现代通信网对电源和供电要求。分布式电源和微网技术的结合，是应对未来通信网通信设备供电中出现的新问题的一种解决途径。

 **OFweek** | tele.ofweek.com
通信网