



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102594266 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201210057925. 0

(22) 申请日 2012. 03. 07

(71) 申请人 武汉正维电子技术有限公司

地址 430074 湖北省武汉市洪山区关东科技园三号区二号楼三楼

(72) 发明人 孟庆南

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

代理人 王丹

(51) Int. Cl.

H03F 1/07(2006. 01)

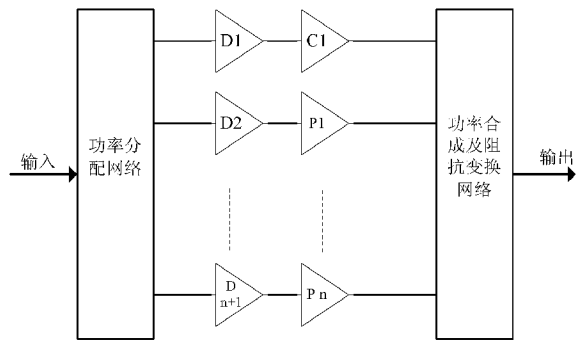
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种多级多路 Doherty 放大器

(57) 摘要

本发明提供一种多级多路 Doherty 放大器, 包括多路功率分配网络电路、载波放大器、至少 2 个峰值放大器、输出功率合成及阻抗变换网络电路, 每个载波放大器和峰值放大器前分别串联一个驱动放大器; 驱动放大器的输入端分别与多路功率分配网络电路连接, 载波放大器和峰值放大器的输出端分别与输出功率合成及阻抗变换网络电路连接; 至少 2 个峰值放大器中, 第一峰值放大器的功率是载波放大器的功率的 0.6 ~ 1.4 倍, 其余峰值放大器的功率逐级翻倍, 且翻倍系数为 1.5 ~ 2.6。采用本放大器的放大器电路不仅在高峰均比信号下有较高的效率, 还能实现较高的增益。



1. 一种多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:它包括多路功率分配网络电路、1 个载波放大器、至少 2 个峰值放大器、至少 3 个驱动放大器、以及输出功率合成及阻抗变换网络电路;每个载波放大器和峰值放大器前分别串联 1 个驱动放大器,驱动放大器的输入端分别与所述多路功率分配网络电路连接,载波放大器和峰值放大器的输出端分别与所述输出功率合成及阻抗变换网络电路连接。

2. 根据权利要求 1 所述的多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:所述至少 2 个峰值放大器中,第一峰值放大器的功率是所述载波放大器的功率的 $0.6 \sim 1.4$ 倍,其余峰值放大器的功率逐级翻倍,且翻倍系数为 $1.5 \sim 2.6$,定义所述载波放大器的功率为 P_c ,所述峰值放大器的功率逐级为 P_{p1} 、 P_{p2} 、 \dots 、 $P_{p(n-1)}$ 、 P_{pn} ,则 $P_{p1} = (0.6 \sim 1.4) P_c$ 、 $P_{p2} = (1.5 \sim 2.6) P_{p1}$ 、 \dots 、 $P_{pn} = (1.5 \sim 2.6) P_{p(n-1)}$,其中 n 为峰值放大器个数。

3. 根据权利要求 1 所述的多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:所述多路功率分配网络电路由混合耦合器、微带线功分器、带状线功分器、同轴电缆功分器中的一种或几种元件构成,用于将输入信号分配成至少三路功率。

4. 根据权利要求 1 所述的多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:所述功率合成及阻抗变换网络电路由分离式的耦合、微带线、带状线、同轴电缆、微波电容中的一种或几种构成,用于将所有峰值放大器和载波放大器输出的射频信号进行功率合成及阻抗变换后输出。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:所述的每个载波放大器和峰值放大器前分别串联一个延时移相调幅网络电路,用于引入群时延、插入相位和插入损耗,使得放大路径在所述工作频带内的群时延、插入相位、以及增益参数特征一致。

6. 根据权利要求 5 所述的多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:所述的延时移相调幅网络电路包括微带线、带状线、表面安装元件、同轴电缆中的至少之一的元件。

7. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:本放大器可以由独立元件构成,或采用半导体制作工艺将多颗放大管管芯及相应的辅助元件集成在单芯片中构成单芯片集成电路。

8. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:所述的驱动放大器由一个放大管或多个放大管级联组成。

一种多级多路 Doherty 放大器

技术领域

[0001] 本发明属于基站功率放大器技术领域,具体涉及一种用于多载波基站系统中的多级多路 Doherty 放大器结构。

背景技术

[0002] 射频功率放大器是无线通信基站系统的关键部件,基站系统的能耗大部分都由射频功率放大器消耗,随着人类对绿色环保的重视,无线通信领域对射频功率放大器的效率要求越来越高。

[0003] Doherty 放大器是在目前的无线通信系统中应用最为广泛的一种高效率技术,传统 Doherty 放大器电路的原理如附图 1 所示,由输入功分器 1、载波放大器 3、峰值放大器 4、功率合成/阻抗变换网络电路 5 组成,输入功分器 1 与负载 2 连接。在小信号电平输入时,峰值放大器 4 处于关闭状态,载波放大器 3 的输出被功率合成/阻抗变换网络电路 5 牵引到了一定的负载,使得载波放大器 3 工作在高效率状态,随着输入信号电平的提高,峰值放大器 4 由关闭状态逐渐开启,载波放大器 3 以及峰值放大器 4 的输出负载随着输出功率的变化而变化,当输入信号电平达到最大值时,载波放大器 3 和峰值放大器 4 都达到了饱和状态而工作在高效率状态。

[0004] 目前传统的单级 Doherty 放大器电路在信号峰均比为 5 ~ 7dB 的情况下可达到最好效率在 50% 左右,应用到射频功率放大器整机中后,效率最高也只能做到 43% 左右,很难进一步提高,同时增益也只能做到 20dB 以内,然而随着无线宽带网络的进一步发展,信号的带宽要求越来越宽,信号峰均比也越来越高,要求功放效率也越来越高,对 Doherty 电路的增益要求也越来越高。因此如何进一步有效提高 Doherty 放大器的效率及增益是射频功率放大器领域的一个值得深入研究的课题。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:提供一种多级多路 Doherty 放大器,在高峰均比回退的情况下能够提高效率并有较高的增益。

[0006] 本发明为解决上述技术问题所采取的技术方案为:一种多级多路 Doherty 放大器,其特征在于:它包括多路功率分配网络电路、1 个载波放大器、至少 2 个峰值放大器、至少 3 个驱动放大器、以及输出功率合成及阻抗变换网络电路;每个载波放大器和峰值放大器前分别串联 1 个驱动放大器,驱动放大器的输入端分别与所述多路功率分配网络电路连接,载波放大器和峰值放大器的输出端分别与所述输出功率合成及阻抗变换网络电路连接。

[0007] 按上述方案,所述至少 2 个峰值放大器中,第一峰值放大器的功率是所述载波放大器的功率的 0.6 ~ 1.4 倍,其余峰值放大器的功率逐级翻倍,且翻倍系数为 1.5 ~ 2.6,定义所述载波放大器的功率为 P_c ,所述峰值放大器的功率逐级为 P_{p1} 、 P_{p2} 、...、 $P_{p(n-1)}$ 、 P_{pn} ,则 $P_{p1} = (0.6 \sim 1.4)P_c$ 、 $P_{p2} = (1.5 \sim 2.6)P_{p1}$ 、...、 $P_{pn} = (1.5 \sim 2.6)P_{p(n-1)}$,其中 n 为峰值放大

器个数。

[0008] 所述至少 3 个驱动放大器中,与所述载波放大器相连接的驱动放大器的工作状态为 AB 类,与所述峰值放大器相连接的驱动放大器的工作状态为 AB 类、B 类、BC 类、C 类中的一种。

[0009] 按上述方案,所述多路功率分配网络电路由混合耦合器、微带线功分器、带状线功分器、同轴电缆功分器中的一种或几种元件构成,用于将输入信号分配成至少三路功率。

[0010] 按上述方案,所述功率合成及阻抗变换网络电路由分离式的耦合、微带线、带状线、同轴电缆、微波电容中的一种或几种构成,用于将所有峰值放大器和载波放大器输出的射频信号进行功率合成及阻抗变换后输出。

[0011] 按上述方案,所述的每个载波放大器和峰值放大器前分别串联一个延时移相调幅网络电路,用于引入群时延、插入相位和插入损耗,使得放大路径在所述工作频带内的群时延、插入相位、以及增益参数特征一致。

[0012] 按上述方案,所述的延时移相调幅网络电路包括微带线、带状线、表面安装元件、同轴电缆中的至少之一的元件。

[0013] 按上述方案,本放大器可以由独立元件构成,或采用半导体制作工艺将多颗放大管管芯及相应的辅助元件集成在单芯片中构成单芯片集成电路。

[0014] 按上述方案,所述的驱动放大器由一个放大管或多个放大管级联组成。

[0015] 本发明的工作原理是射频放大器电路的设计采用了多级多路的非对称的拓扑结构。在输入端输入一个高峰均比的信号,在输入信号为均值及均值以下信号时,峰值放大器处于关闭状态,载波放大器的输出被功率合成及阻抗变换网络电路牵引到了一定的负载,使得载波放大器工作在高效率状态;随着输入信号电平的提高,峰值放大器由关闭状态逐渐开启,载波放大器以及峰值放大器的输出负载随着输出功率的变化而变化;当输入信号电平达到最大峰值时,载波放大器峰值放大器都达到了饱和状态而工作在高效率状态,同时在载波放大器及峰值放大器的前面引入了驱动放大器,提高了 Doherty 放大器的增益。

[0016] 本发明的有益效果为:

[0017] 1、实验证明,采用本多级多路 Doherty 放大器实现的两级三路 Doherty 放大器电路回退 7dB 时输出 7dB 峰均比的 GSM 多载波信号情况下,效率可以达到 52% 以上,增益可以达到 25dB 以上。随着峰值链路数的增加,则可以满足更高的峰均比要求。

[0018] 2、本设计通过采用了多级多路的 Doherty 拓扑结构,在放大高峰均比信号情况下有更高的效率,配合外加的 DPD(数字预失真)补偿电路时能够达到较好的线性;同时又能做到较低成本且工作可靠、稳定。

[0019] 3、在每个放大路径前分别引入一个简单的延时移相调幅网络电路,来抵消不同放大路径之间的群时延、插入相位、增益等参数差异,使得放大路径在所述工作频带内的群时延、插入相位、增益等参数特征一致,从而使输出射频信号的功率合成达到最大值,这样即可以达到较高的效率,也可以满足高峰均比的需求。

附图说明

[0020] 图 1 为传统 Doherty 放大器的电路原理框图。

[0021] 图 2 为本发明一实施例的电路原理框图。

[0022] 图 3 为本发明一实施例应用的实例。

[0023] 图 4 为本发明又一实施例的电路原理框图。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案、工作原理和优点能够更加清晰明白,下面会结合附图对本发明进行详细的说明。

[0025] 实施例一:

[0026] 图 2 为本发明一实施例的电路原理框图,它包括多路功率分配网络电路、1 个载波放大器 C1、至少 2 个峰值放大器 P1-Pn、至少 3 个驱动放大器 D1-D_{n+1}、以及输出功率合成及阻抗变换网络电路;每个载波放大器和峰值放大器前都串联 1 个驱动放大器,驱动放大器的输入端分别与所述多路功率分配网络电路连接,载波放大器和峰值放大器的输出端分别与所述输出功率合成及阻抗变换网络电路连接。

[0027] 所述至少 2 个峰值放大器中,第一峰值放大器的功率是所述载波放大器的功率的 0.6 ~ 1.4 倍,其余峰值放大器的功率逐级翻倍,且翻倍系数为 1.5 ~ 2.6,定义所述载波放大器的功率为 P_c ,所述峰值放大器的功率逐级为 P_{p1} 、 P_{p2} ... $P_{p(n-1)}$ 、 P_{pn} ,则 $P_{p1} = (0.6 \sim 1.4) P_c$ 、 $P_{p2} = (1.5 \sim 2.6) P_{p1}$ 、...、 $P_{pn} = (1.5 \sim 2.6) P_{p(n-1)}$,其中 n 为峰值放大器个数。当然,翻倍系数也可以在该范围之外,只是达不到这么好的效果。

[0028] 所述至少 3 个驱动放大器中,与所述载波放大器相连接的驱动放大器的工作状态为 AB 类,与所述峰值放大器相连接的驱动放大器的工作状态为 AB 类、B 类、BC 类、C 类中的一种。

[0029] 所述驱动放大器中的任意一个可以由一个放大管或多个放大管级联组成。

[0030] 多路功率分配网络电路将输入信号进行多路功率分配;功率合成及阻抗变换网络电路将所有放大器电路输出的射频信号进行功率合成及阻抗变换后输出。这种多级多路 Doherty 放大器结构采用了上述比例的峰值放大器,既可以满足高信号峰均比的要求,又能达到很高的效率。其中根据翻倍系数来选择合适的峰值放大器。

[0031] 其中,所述多路功率分配网络电路可以由混合耦合器、微带线功分器、带状线功分器、同轴电缆功分器中的一种或几种元件构成,其实现将输入的信号分配成至少三路功率。

[0032] 其中,所述功率合成及阻抗变换网络电路可以由分离式的耦合、微带线、带状线、同轴电缆中、微波电容等元件中的一种或几种构成,实现对多路信号的合路。

[0033] 图 3 为本发明一实施例应用的实例,本实施例选用 2 个峰值放大器 P1 和 P2。

[0034] 其中,多路功率分配网络电路包括第一耦合器 101、第二耦合器 103、第一吸收负载 102、第二吸收负载 104。第一耦合器 101 的隔离端口通过微带线连接所述第一吸收负载 102 后接地;第一耦合器 101 的 -90° 端口通过微带线连接第二耦合器 103 的输入端;第二耦合器 103 的隔离端口通过微带线连接第二吸收负载 104 后接地;第二耦合器 103 的 -90° 输出端口通过微带线与载波放大链路的驱动放大器 D1 的输入端连接;第二耦合器 103 的 0° 输出端口通过微带线与第一峰值放大链路的驱动放大器 D2 的输入端连接;第一耦合器 101 的 0° 输出端口通过微带线与第二峰值放大链路的驱动放大器 D3 的输入端口连接。多路功率分配网络电路的功能为进行一路分三路的功率分配,第一耦合器 101 可选择通用的 3dB 耦合器或 5dB 耦合器,第二耦合器 104 可选择通用的 3dB 耦合器或 5dB 耦合器。其中,

所述载波放大器、所述第一峰值放大链路和所述第二峰值放大链路的位置不受限制,可以根据实际需要任意调换位置,只要保证功率比例即可。

[0035] 功率合成及阻抗变换网络电路与载波放大器 C1 和峰值放大器 P1、P2 的输出端耦合,将放大器电路的输出信号在内部进行功率合成及阻抗变换后进行输出,载波放大器和峰值放大器工作在工作频带内。所述功率合成及阻抗变换网络电路包括第一微带线 201、第二微带线 202、第三微带线 203、第四微带线 204;第一峰值放大器的输出端与第一微带线 201 相连;载波放大器的输出端与第二微带线 202 相连;第二峰值放大器的输出端与第三微带线 203 相连。第一微带线 201、第二微带线 202、第三微带线 203、第四微带线 204 的特性阻抗为 $10\ \Omega$ 至 $200\ \Omega$ 之间的一个值,且第一、二、三、四微带线的阻抗不一定是相同的,其电长度也不一定是相同的。

[0036] 在输入端输入一个高峰均比的信号,在输入信号为均值及均值以下信号时,第一峰值放大器和第二峰值放大器处于关闭状态,载波放大器的输出被功率合成及阻抗变换网络电路中的第四微带线 204 和第二微带线 202 牵引到了一定的负载,使得载波放大器工作在高效率状态;随着输入信号电平的提高,第一峰值放大器和第二峰值放大器由关闭状态逐渐开启,载波放大器以及峰值放大器的输出负载随着输出功率的变化而变化;当输入信号电平达到最大峰值时,载波放大器、第一峰值放大器和第二峰值放大器都达到了饱和状态而工作在高效率状态。

[0037] 本放大器可以由各器件连接而成,也可为一块采用半导体制作工艺制成的集成电路。

[0038] 实施例二:

[0039] 本实施例如图 4 所示,结构、原理与实施例一基本相同,其不同之处在于:在每个驱动放大器前分别串联一个延时移相调幅网络电路,用于引入群时延、插入相位和插入损耗,使得放大路径在所述工作频带内的群时延、插入相位、以及增益参数特征一致。延时移相调幅网络电路包括微带线、带状线、表面安装元件、同轴电缆中的至少之一的元件。

[0040] 延时移相调幅网络电路引入延时、插入相位、插入损耗或增益等参数特征,与所述驱动放大器、载波放大器和峰值放大器组合进行工作,再配合所述功率分配网络电路、功率合成及阻抗变化网络电路,使得多个放大路径在所述工作频带内的时延、插入相位、插入损耗或增益等参数特征一致,从而使多路信号的功率合成达到最大值。这样即可以达到较高的效率,也可以满足高峰均比的需求。

[0041] 上述仅为本发明较佳的具体的实现方式的举例,本发明的保护范围并不局限于这里所描述的实施例,任何熟悉本领域的基本技术人员基于本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的替换或修改,都应包含在所附权利要求书所限定的范围之内。

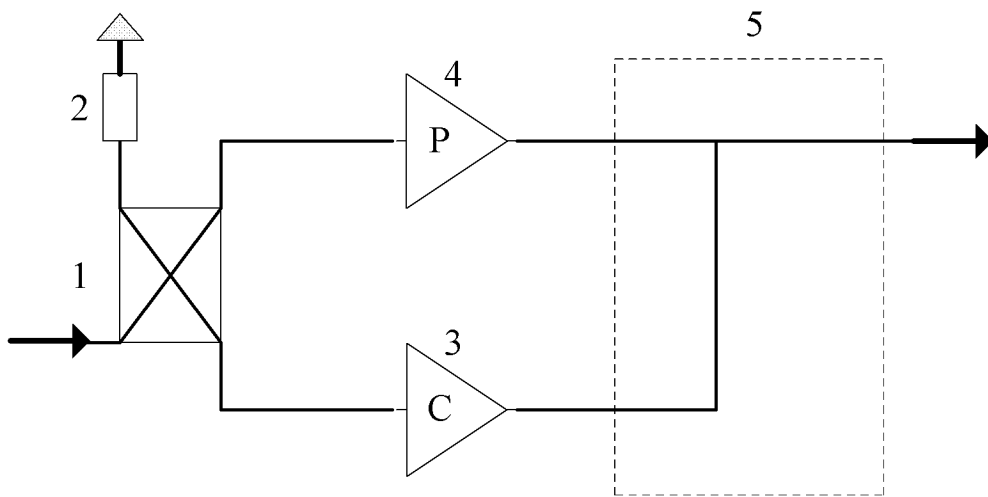


图 1

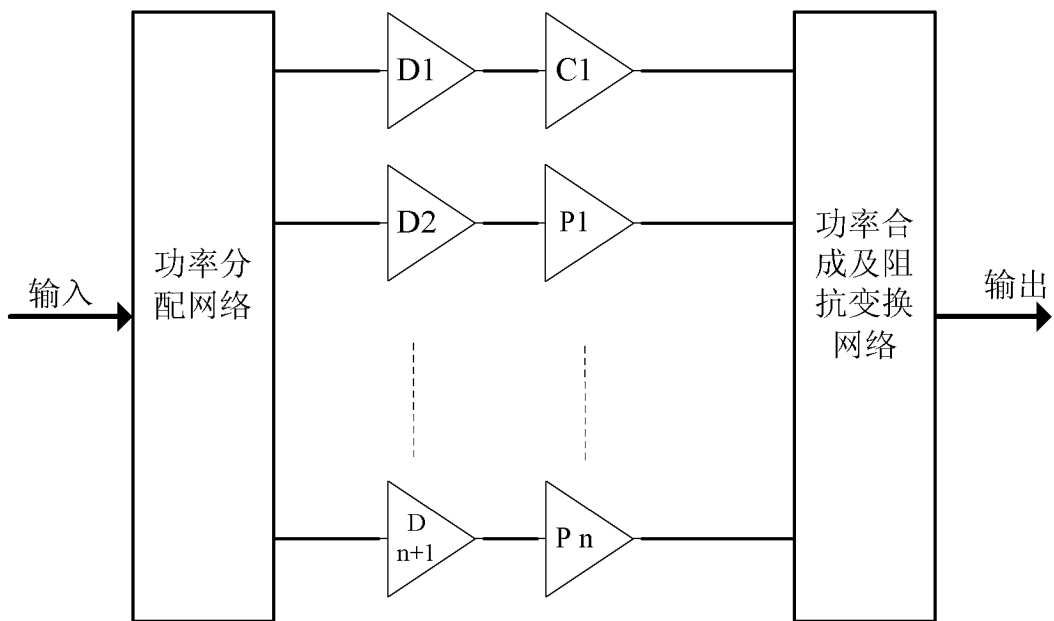


图 2

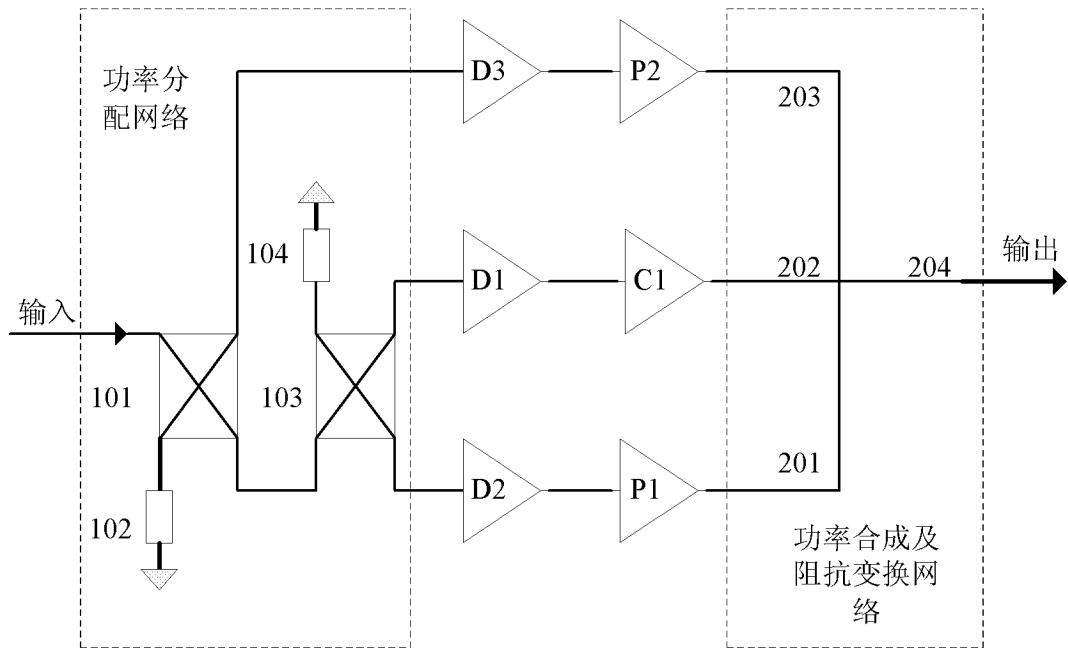


图 3

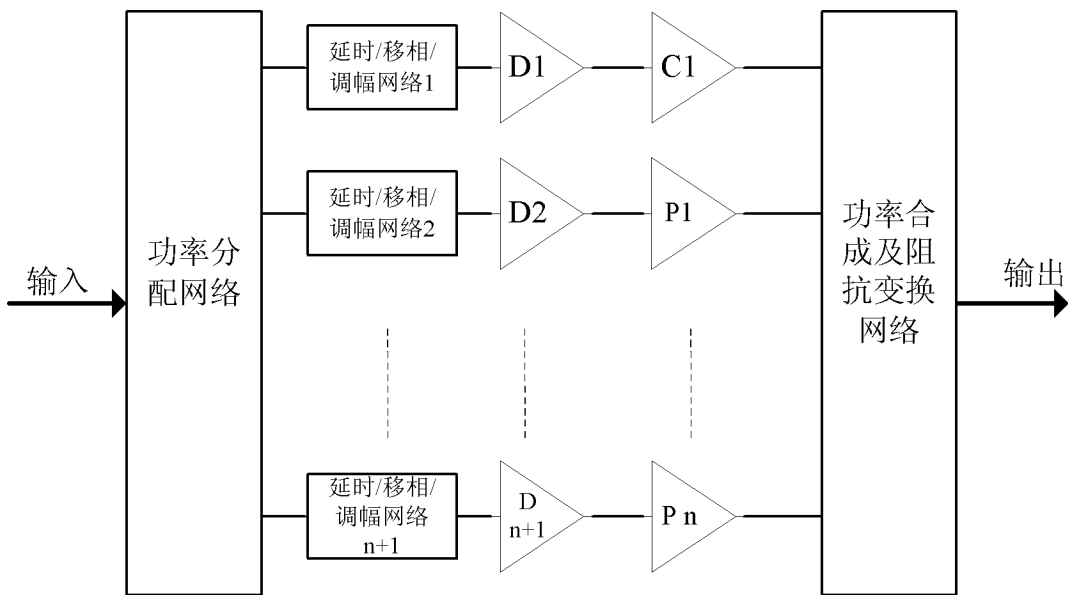


图 4