

功放供电电路和通信装置

5 技术领域

本申请涉及通信领域，尤其涉及一种功放供电电路和通信装置。

背景技术

在射频通信系统中，射频发射机的输出端与功率放大器（power amplifier，PA）的输入端相耦合，其中，PA 用于将射频发射机输出的射频信号进行功率放大。

10 如何通过供电电路的改进，提高 PA 或者其他类似功率器件的工作效率，是目前面临的挑战之一。

发明内容

本申请实施例提供一种功放供电电路和通信装置，用于提升功率器件的工作效率。为达到上述目的，本申请的实施例采用如下技术方案：

15 第一方面，提供了一种功放供电电路，包括：并联的第一供电电路和第二供电电路，第一供电电路和第二供电电路共同通过功率放大器的供电端为功率放大器供电；第二供电电路用于在符号级调节功率放大器的供电电压；第二供电电路和第一供电电路输出的供电电压用于根据功率放大器输出的包络信号的改变而改变。

20 本申请实施例提供的功放供电电路，除了有第一供电电路向功率放大器供电以外，还有第二供电电路在符号级调节功率放大器的供电电压，由于决定功率放大器或者其他类似功率器件的发射功率的包络信号随着协议的进一步演进变化更加的迅速，所以引入在符号级调节供电电压。功率放大器或者其他类似功率器件在某一时刻所需供电电压会随着瞬时发射功率的变化而变化，因此动态调整功率放大器或者其他类似功率器件的供电电压可以提高功率放大器或者其他类似功率器件的工作效率。

25 在一种可能的实施方式中，第二供电电路用于在第一符号输出第一供电电压，在第二符号输出第二供电电压，第一符号和第二符号相邻设置，且第一符号和第二符号之间设置有第一符号间隔；其中，第一供电电压和第二供电电压不同，第二供电电路用于在第一符号间隔实现从第一供电电压到第二供电电压的转换，以实现在符号级调节功率放大器的供电电压。即可以调节 PA 在每个符号的供电电压。

30 在一种可能的实施方式中，第一供电电路为直流直流转换器电路，第二供电电路为快速电流充电电路。直流直流转换器电路可以采用升压（Boost）电路、降压（Buck）电路、降压升压（Buck-Boost）电路等。

35 在一种可能的实施方式中，第二供电电路包括主供电支路，主供电支路包括串联耦合的主充电管和主放电管，主充电管和主放电管的连接节点用于耦合至功率放大器的供电端；主供电支路还包括第一栅极驱动电路，第一栅极驱动电路用于输入供电电压对应的采样电压以及采样电压对应的参考信号，并向主充电管和主放电管输出栅极驱动信号。主供电支路用于加速供电电压跟随功率放大器的参考信号跳变，缩短跳变时间。

在一种可能的实施方式中，第一栅极驱动电路包括第一比较器、第二比较器；第

- 一比较器用于比较输入的采样电压和输入的第一参考电压，并将比较结果输出至主充电管；第二比较器用于比较输入的采样电压和输入的第二参考电压，并将比较结果输出至主放电管。当参考信号发生上升跳变时，第一比较器驱动主充电管导通使得第一供电电路通过主充电管接电源电压，第二比较器驱动主放电管关断；主供电支路通过主充电管向第一供电电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升。当参考信号发生下降跳变时，第二比较器驱动主放电管导通使得第一供电电路通过主放电管接地，第一比较器驱动主充电管关断；主供电支路通过主放电管向第一供电电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，直到采样电压低于第二参考电压。
- 10 在一种可能的实施方式中，第一比较器的正相输入端用于输入采样电压，第一比较器的反相输入端用于输入第一参考电压，第一比较器的输出端耦合至主充电管的栅极；第二比较器的正相输入端用于输入采样电压，第二比较器的反相输入端用于输入第二参考电压，第二比较器的输出端耦合至主放电管的栅极。第一参考电压和第二参考电压是由参考信号得到，第一参考电压小于第二参考电压。当参考信号发生上升跳变时，第一比较器输出低电平，主充电管导通使得第一供电电路通过主充电管接电源电压，第二比较器输出低电平使得主放电管关断；主供电支路通过主充电管向第一供电电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升，直到采样电压高于第一参考电压。当参考信号发生下降跳变时，第二比较器输出高电平，主放电管导通使得第一供电电路通过主放电管接地，第一比较器输出高电平使得主充电管关断；主供电支路通过主放电管向第一供电电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，直到采样电压低于第二参考电压。
- 15 在一种可能的实施方式中，第一参考电压和第二参考电压是由参考信号得到，第一参考电压小于第二参考电压。具体技术效果参照前一实施方式的技术效果。
- 20 在一种可能的实施方式中，第一栅极驱动电路包括误差放大器、第一比较器、第二比较器；误差放大器用于比较输入的采样电压和输入的参考信号，并将第一比较结果输出至第一比较器和第二比较器；第一比较器用于比较输入的第一比较结果和第五参考电压，并将比较结果输出至主充电管；第二比较器用于比较输入的第一比较结果和第六参考电压，并将比较结果输出至主放电管。当参考信号发生上升跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差放大器输出的误差信号也很大，通过第一比较器驱动主充电管导通使得第一供电电路通过主充电管接电源电压，通过第二比较器驱动主放电管关断；主供电支路通过主充电管向第一供电电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升，随着供电电压以及采样电压的逐渐升高，误差信号逐渐降低，主供电支路停止向第一供电电路的输出端输出第一充电电流。当参考信号发生下降跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变小使得误差放大器输出的误差信号也很小，通过第二比较器驱动主放电管导通使得第一供电电路通过主放电管接地，通过第一比较器驱动主充电管关断；主供电支路通过主放电管向第一供电电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，随着供电电压以及采样电压的逐渐降低，误差信号逐渐

升高，主供电支路停止向第一供电电路的输出端输出第一放电电流。

在一种可能的实施方式中，误差放大器的反相输入端用于输入采样电压，误差放大器的正相输入端用于输入参考信号，误差放大器的输出端耦合至第一比较器的反相输入端和第二比较器的反相输入端；第一比较器的正相输入端用于输入第五参考电压，第一比较器的输出端耦合至主充电管的栅极；第二比较器的正相输入端用于输入第六参考电压，第二比较器的输出端耦合至主放电管的栅极。当参考信号发生上升跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差信号也很大，当误差信号高于第五参考信号时，第一比较器输出低电平，主充电管导通使得第一供电电路通过主充电管接电源电压，第二比较器输出低电平使得主放电管关断；主供电支路通过主充电管向第一供电电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升，随着供电电压以及采样电压的逐渐升高，误差信号逐渐降低，直到误差信号低于第五参考电压时，主供电支路停止向第一供电电路的输出端输出第一充电电流。当参考信号发生下降跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变小使得误差信号也很小，当误差信号低于第六参考信号时，第二比较器输出高电平，主放电管导通使得第一供电电路通过主放电管接地，第一比较器输出高电平使得主充电管关断；主供电支路通过主放电管向第一供电电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，随着供电电压以及采样电压的逐渐降低，误差信号逐渐升高，直到误差信号高于第六参考电压时，主供电支路停止向第一供电电路的输出端输出第一放电电流。

在一种可能的实施方式中，功放供电电路包括第五比较器，第五比较器用于比较输入的第一比较结果和三角波信号，并将比较结果输出至第一供电电路，以调节第一供电电路的供电。当参考信号产生上升跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差信号也很大，第五比较器输出的调制信号的占空比增大，从而提高第一供电电路输出的供电电压，实现第一供电电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的上升跳变。当参考信号发生上下跳变时，参考信号瞬间小于采样电压，使得误差放大器输出的误差信号很小，第五比较器输出的调制信号的占空比减小，从而降低第一供电电路输出的供电电压，实现第一供电电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的下降跳变。

在一种可能的实施方式中，第五比较器的正相输入端耦合至误差放大器的输出端，第五比较器的反相输入端用于输入三角波信号，第五比较器的输出端耦合至第一供电电路的控制端，以调节第一供电电路的供电。当参考信号产生上升跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差信号也很大，第五比较器输出的调制信号的占空比增大，从而提高第一供电电路输出的供电电压，实现第一供电电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的上升跳变。当参考信号发生上下跳变时，参考信号瞬间小于采样电压，使得误差放大器输出的误差信号很小，第五比较器输出的调制信号的占空比减小，从而降低第一供电电路输出的供电电压，实现第一供电电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的下降跳变。

在一种可能的实施方式中，第一栅极驱动电路还包括第一驱动电路和第二驱动电路，第一比较器输出的比较结果通过第一驱动电路输出至主充电管；第二比较器输出

的比较结果通过第二驱动电路输出至主放电管。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。

在一种可能的实施方式中，第一比较器的输出端通过第一驱动电路耦合至主充电管的栅极；第二比较器的输出端通过第二驱动电路耦合至主放电管的栅极。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。

- 5 在一种可能的实施方式中，主充电管包括并联的多个第一充电管，主放电管包括并联的多个第一放电管；功放供电电路用于提供使能信号，以控制多个第一充电管或多个第一放电管的打开或者关闭的数量。当电源电压降低时，单个串联耦合的第一充电管和第一放电管输出的电流也降低，使能信号选择更多串联耦合的第一充电管和第一放电管工作；当电源电压升高时，单个串联耦合的第一充电管和第一放电管输出的电流也升高，使能信号选择更少串联耦合的第一充电管和第一放电管工作；当第二目标电压与第一目标电压之差减小时，即参考信号的上升跳变或下降跳变的幅度较小，跳变所需的电流也较小，使能信号选择更少串联耦合的第一充电管和第一放电管工作，当第二目标电压与第一目标电压之差增大时，即参考信号的上升跳变或下降跳变的幅度较大，跳变所需的电流也较大，使能信号选择更多串联耦合的第一充电管和第一放电管工作；单个串联耦合的第一充电管和第一放电管提供的充电电流或放电电流与源栅电压和阈值电压之差成正比，当多组串联耦合的第一充电管和第一放电管中供电管的阈值电压更小时，使能信号选择更少串联耦合的第一充电管和第一放电管工作，当多组串联耦合的第一充电管和第一放电管中供电管的阈值电压更大时，使能信号选择更多第一串联耦合的第一充电管和第一放电管工作。

- 20 在一种可能的实施方式中，第二供电电路还包括辅助供电支路，辅助供电支路提供的电流小于主供电支路提供的电流。辅助供电支路用于补偿供电电压跳变时的过压或欠压，加快供电电压稳定。

- 在一种可能的实施方式中，辅助供电支路包括串联耦合的辅充电管和辅放电管，辅充电管和辅放电管的连接节点用于耦合至功率放大器的供电端；辅助供电支路还包括第二栅极驱动电路，第二栅极驱动电路用于输入供电电压对应的采样电压以及供电电压对应的目标电压，并向辅充电管和辅放电管输出栅极驱动信号。即采样电压和参考信号决定了辅充电管和辅放电管向功率放大器的供电。

- 30 在一种可能的实施方式中，第二栅极驱动电路包括第三比较器、第四比较器；第三比较器用于比较输入的采样电压和输入的第三参考电压，并将比较结果输出至辅充电管；第四比较器用于比较输入的采样电压和输入的第四参考电压，并将比较结果输出至辅放电管。当第三比较器驱动辅充电管导通使得第一供电电路通过辅充电管接电源电压，第四比较器驱动辅放电管关断时；辅助供电支路通过辅充电管向第一供电电路的输出端输出第二充电电流，以缓解供电电压欠压，加速供电电压稳定。当第四比较器驱动辅放电管导通使得第一供电电路通过辅放电管接地，第三比较器驱动辅充电管关断；辅助供电支路通过辅放电管向第一供电电路的输出端输出第二放电电流，以缓解供电电压过压，加速供电电压稳定。

在一种可能的实施方式中，第三比较器的正相输入端用于输入采样电压，第三比较器的反相输入端用于输入第三参考电压，第三比较器的输出端耦合至辅充电管的栅极；第四比较器的正相输入端用于输入采样电压，第四比较器的反相输入端用于输入

第四参考电压，第四比较器的输出端耦合至辅充电管的栅极。如果采样电压低于第三参考电压（即供电电压欠压），第三比较器输出低电平，辅充电管导通使得第一供电电路通过辅充电管接电源电压，第四比较器输出低电平使得辅放电管关断；辅助供电支路通过辅充电管向第一供电电路的输出端输出第二充电电流，以缓解供电电压欠压，加速供电电压稳定。如果采样电压高于第四参考电压（即供电电压过压），第四比较器输出高电平，辅放电管导通使得第一供电电路通过辅放电管接地，第三比较器输出高电平使得辅充电管关断；辅助供电支路通过辅放电管向第一供电电路的输出端输出第二放电电流，以缓解供电电压过压，加速供电电压稳定。

5 在一种可能的实施方式中，第二栅极驱动电路还包括第三驱动电路和第四驱动电路，第三比较器输出的比较结果通过第三驱动电路输出至辅充电管；第四比较器输出的比较结果通过第四驱动电路输出至辅放电管。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。

在一种可能的实施方式中，第三比较器的输出端通过第三驱动电路耦合至辅充电管的栅极；第四比较器的输出端通过第四驱动电路耦合至辅放电管的栅极。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。

15 在一种可能的实施方式中，第三参考电压和第四参考电压是由参考信号得到，第三参考电压小于第四参考电压。

在一种可能的实施方式中，第一供电电路包括负载电感、负载电容以及串联耦合的直流充电管和直流放电管；直流充电管和直流放电管的第三连接节点通过负载电容接地，并且用于通过负载电感耦合至功率放大器。该实施方式提供了一种降压电路的具体电路结构。

20 在一种可能的实施方式中，还包括线性放大器以及线性放大器供电电路；线性放大器供电电路用于向线性放大器供电；线性放大器用于向功率放大器供电。并联的第一供电电路和第二供电电路输出的第一供电电压可以认为是低频直流分量，线性放大器输出的第二供电电压可以认为是高频交流分量，这二者叠加后通过功放供电电路的输出端输出给功率放大器，以尽量提高功率放大器的工作效率。

25 在一种可能的实施方式中，还包括电容和开关；线性放大器的输出端通过电容耦合至功放供电电路的输出端，线性放大器的输出端还通过开关接地。开关闭合时，并联的第一供电电路和第二供电电路可以根据参考信号向功率放大器输出第一供电电压。当开关断开时，并联的第一供电电路和第二供电电路可以根据参考信号向功率放大器输出第二供电电压，线性放大器可以向功率放大器输出第二供电电压。

30 第二方面，提供了一种功放供电电路，包括：并联的直流直流转换器电路和快速电流充电电路，直流直流转换器电路和快速电流充电电路共同通过功率放大器的供电端为功率放大器供电；快速电流充电电路包括主供电支路和辅助供电支路，辅助供电支路提供的电流小于主供电支路提供的电流。

35 本申请实施例提供的功放供电电路，主供电支路用于加速供电电压跟随功率放大器的参考信号跳变，缩短跳变时间。辅助供电支路用于补偿供电电压跳变时的过压或欠压，加快供电电压稳定。

在一种可能的实施方式中，快速电流充电电路包括主供电支路，主供电支路包括串联耦合的主充电管和主放电管，主充电管和主放电管的连接节点用于耦合至功率放

大器的供电端；主供电支路还包括第一栅极驱动电路，第一栅极驱动电路用于输入供电电压对应的采样电压以及采样电压对应的参考信号，并向主充电管和主放电管输出栅极驱动信号。主供电支路用于加速供电电压跟随功率放大器的参考信号跳变，缩短跳变时间。

5 在一种可能的实施方式中，第一栅极驱动电路包括第一比较器、第二比较器；第一比较器用于比较输入的采样电压和输入的第一参考电压，并将比较结果输出至主充电管；第二比较器用于比较输入的采样电压和输入的第二参考电压，并将比较结果输出至主放电管。当参考信号发生上升跳变时，第一比较器驱动主充电管导通使得直流
10 直流转换器电路通过主充电管接电源电压，第二比较器驱动主放电管关断；主供电支路通过主充电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升。当参考信号发生下降跳变时，第二比较器驱动主放电管导通使得直流直流转换器电路通过主放电管接地，第一比较器驱动主充电管关断；主供电支路通过主放电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，直到采样电压低于第二参考电
15 压。

在一种可能的实施方式中，第一比较器的正相输入端用于输入采样电压，第一比较器的反相输入端用于输入第一参考电压，第一比较器的输出端耦合至主充电管的栅极；第二比较器的正相输入端用于输入采样电压，第二比较器的反相输入端用于输入第二参考电压，第二比较器的输出端耦合至主放电管的栅极。第一参考电压和第二参
20 考电压是由参考信号得到，第一参考电压小于第二参考电压。当参考信号发生上升跳变时，第一比较器输出低电平，主充电管导通使得直流直流转换器电路通过主充电管接电源电压，第二比较器输出低电平使得主放电管关断；主供电支路通过主充电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升，直到采样电压高于第一参考电压。当参考信号发生下降跳变时，
25 第二比较器输出高电平，主放电管导通使得直流直流转换器电路通过主放电管接地，第一比较器输出高电平使得主充电管关断；主供电支路通过主放电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，直到采样电压低于第二参考电压。

在一种可能的实施方式中，第一参考电压和第二参考电压是由参考信号得到，第一参考电压小于第二参考电压。具体技术效果参照前一实施方式的技术效果。
30

在一种可能的实施方式中，第一栅极驱动电路包括误差放大器、第一比较器、第二比较器；误差放大器用于比较输入的采样电压和输入的参考信号，并将第一比较结果输出至第一比较器和第二比较器；第一比较器用于比较输入的第一比较结果和第五参考电压，并将比较结果输出至主充电管；第二比较器用于比较输入的第一比较结果和第六参考电压，并将比较结果输出至主放电管。当参考信号发生上升跳变时，参考
35 信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差放大器输出的误差信号也很大，通过第一比较器驱动主充电管导通使得直流直流转换器电路通过主充电管接电源电压，通过第二比较器驱动主放电管关断；主供电支路通过主充电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升，随着

供电电压以及采样电压的逐渐升高，误差信号逐渐降低，主供电支路停止向直流直流转换器电路的输出端输出第一充电电流。当参考信号发生下降跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变小使得误差放大器输出的误差信号也很小，通过第二比较器驱动主放电管导通使得直流直流转换器电路通过主放电管接地，通过第一比较器驱动主充电管关断；主供电支路通过主放电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，随着供电电压以及采样电压的逐渐降低，误差信号逐渐升高，主供电支路停止向直流直流转换器电路的输出端输出第一放电电流。

在一种可能的实施方式中，误差放大器的反相输入端用于输入采样电压，误差放大器的正相输入端用于输入参考信号，误差放大器的输出端耦合至第一比较器的反相输入端和第二比较器的反相输入端；第一比较器的正相输入端用于输入第五参考电压，第一比较器的输出端耦合至主充电管的栅极；第二比较器的正相输入端用于输入第六参考电压，第二比较器的输出端耦合至主放电管的栅极。当参考信号发生上升跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差信号也很大，当误差信号高于第五参考信号时，第一比较器输出低电平，主充电管导通使得直流直流转换器电路通过主充电管接电源电压，第二比较器输出低电平使得主放电管关断；主供电支路通过主充电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一充电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速上升，随着供电电压以及采样电压的逐渐升高，误差信号逐渐降低，直到误差信号低于第五参考电压时，主供电支路停止向直流直流转换器电路的输出端输出第一充电电流。当参考信号发生下降跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变小使得误差信号也很小，当误差信号低于第六参考信号时，第二比较器输出高电平，主放电管导通使得直流直流转换器电路通过主放电管接地，第一比较器输出高电平使得主充电管关断；主供电支路通过主放电管向直流直流转换器电路的输出端输出第一放电电流，使得功放供电电路的输出端输出的供电电压加速下降，随着供电电压以及采样电压的逐渐降低，误差信号逐渐升高，直到误差信号高于第六参考电压时，主供电支路停止向直流直流转换器电路的输出端输出第一放电电流。

在一种可能的实施方式中，功放供电电路包括第五比较器，第五比较器用于比较输入的第一比较结果和三角波信号，并将比较结果输出至直流直流转换器电路，以调节直流直流转换器电路的供电。当参考信号产生上升跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差信号也很大，第五比较器输出的调制信号的占空比增大，从而提高直流直流转换器电路输出的供电电压，实现直流直流转换器电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的上升跳变。当参考信号发生上下跳变时，参考信号瞬间小于采样电压，使得误差放大器输出的误差信号很小，第五比较器输出的调制信号的占空比减小，从而降低直流直流转换器电路输出的供电电压，实现直流直流转换器电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的下降跳变。

在一种可能的实施方式中，第五比较器的正相输入端耦合至误差放大器的输出端，第五比较器的反相输入端用于输入三角波信号，第五比较器的输出端耦合至直流直流转换器电路的控制端，以调节直流直流转换器电路的供电。当参考信号产生上升跳变时，参考信号与采样电压之间的差值瞬间变大使得误差信号也很大，第五比较器输出

的调制信号的占空比增大,从而提高直流直流转换器电路输出的供电电压,实现直流直流转换器电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的上升跳变。当参考信号发生上下跳变时,参考信号瞬间小于采样电压,使得误差放大器输出的误差信号很小,第五比较器输出的调制信号的占空比减小,从而降低直流直流转换器电路输出的供电电压,实现直流直流转换器电路输出的供电电压快速跟踪参考信号的下降跳变。

在一种可能的实施方式中,第一栅极驱动电路还包括第一驱动电路和第二驱动电路,第一比较器输出的比较结果通过第一驱动电路输出至主充电管;第二比较器输出的比较结果通过第二驱动电路输出至主放电管。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。

在一种可能的实施方式中,第一比较器的输出端通过第一驱动电路耦合至主充电管的栅极;第二比较器的输出端通过第二驱动电路耦合至主放电管的栅极。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。

在一种可能的实施方式中,主充电管包括并联的多个第一充电管,主放电管包括并联的多个第一放电管;功放供电电路用于提供使能信号,以控制多个第一充电管和或多个第一放电管的打开或者关闭的数量。当电源电压降低时,单个串联耦合的第一充电管和第一放电管输出的电流也降低,使能信号选择更多串联耦合的第一充电管和第一放电管工作;当电源电压升高时,单个串联耦合的第一充电管和第一放电管输出的电流也升高,使能信号选择更少串联耦合的第一充电管和第一放电管工作;当第二目标电压与第一目标电压之差减小时,即参考信号的上升跳变或下降跳变的幅度较小,跳变所需的电流也较小,使能信号选择更少串联耦合的第一充电管和第一放电管工作,当第二目标电压与第一目标电压之差增大时,即参考信号的上升跳变或下降跳变的幅度较大,跳变所需的电流也较大,使能信号选择更多串联耦合的第一充电管和第一放电管工作;单个串联耦合的第一充电管和第一放电管的提供的充电电流或放电电流与源栅电压和阈值电压之差成正比,当多组串联耦合的第一充电管和第一放电管中供电管的阈值电压更小时,使能信号选择更少串联耦合的第一充电管和第一放电管工作,当多组串联耦合的第一充电管和第一放电管中供电管的阈值电压更大时,使能信号选择更多第一串联耦合的第一充电管和第一放电管工作。

在一种可能的实施方式中,快速电流充电电路还包括辅助供电支路,辅助供电支路提供的电流小于主供电支路提供的电流。辅助供电支路用于补偿供电电压跳变时的过压或欠压,加快供电电压稳定。

在一种可能的实施方式中,辅助供电支路包括串联耦合的辅充电管和辅放电管,辅充电管和辅放电管的连接节点用于耦合至功率放大器的供电端;辅助供电支路还包括第二栅极驱动电路,第二栅极驱动电路用于输入供电电压对应的采样电压以及供电电压对应的目标电压,并向辅充电管和辅放电管输出栅极驱动信号。即采样电压和参考信号决定了辅充电管和辅放电管向功率放大器的供电。

在一种可能的实施方式中,第二栅极驱动电路包括第三比较器、第四比较器;第三比较器用于比较输入的采样电压和输入的第三参考电压,并将比较结果输出至辅充电管;第四比较器用于比较输入的采样电压和输入的第四参考电压,并将比较结果输出至辅放电管。当第三比较器驱动辅充电管导通使得直流直流转换器电路通过辅充电管接电源电压,第四比较器驱动辅放电管关断时;辅助供电支路通过辅充电管向直流

直流转换器电路的输出端输出第二充电电流，以缓解供电电压欠压，加速供电电压稳定。当第四比较器驱动辅放电管导通使得直流直流转换器电路通过辅放电管接地，第三比较器驱动辅充电管关断；辅助供电支路通过辅放电管向直流直流转换器电路的输出端输出第二放电电流，以缓解供电电压过压，加速供电电压稳定。

- 5 在一种可能的实施方式中，第三比较器的正相输入端用于输入采样电压，第三比较器的反相输入端用于输入第三参考电压，第三比较器的输出端耦合至辅充电管的栅极；第四比较器的正相输入端用于输入采样电压，第四比较器的反相输入端用于输入第四参考电压，第四比较器的输出端耦合至辅放电管的栅极。如果采样电压低于第三参考电压（即供电电压欠压），第三比较器输出低电平，辅充电管导通使得直流直流转换器电路通过辅充电管接电源电压，第四比较器输出低电平使得辅放电管关断；辅助供电支路通过辅充电管向直流直流转换器电路的输出端输出第二充电电流，以缓解供电电压欠压，加速供电电压稳定。如果采样电压高于第四参考电压（即供电电压过压），第四比较器输出高电平，辅放电管导通使得直流直流转换器电路通过辅放电管接地，第三比较器输出高电平使得辅充电管关断；辅助供电支路通过辅放电管向直流直流转换器电路的输出端输出第二放电电流，以缓解供电电压过压，加速供电电压稳定。
- 10 在一种可能的实施方式中，第二栅极驱动电路还包括第三驱动电路和第四驱动电路，第三比较器输出的比较结果通过第三驱动电路输出至辅充电管；第四比较器输出的比较结果通过第四驱动电路输出至辅放电管。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。
- 15 在一种可能的实施方式中，第三比较器的输出端通过第三驱动电路耦合至辅充电管的栅极；第四比较器的输出端通过第四驱动电路耦合至辅放电管的栅极。驱动电路用于向供电管提供驱动电流。

在一种可能的实施方式中，第三参考电压和第四参考电压是由参考信号得到，第三参考电压小于第四参考电压。

- 20 在一种可能的实施方式中，直流直流转换器电路包括负载电感、负载电容以及串联耦合的直流充电管和直流放电管；直流充电管和直流放电管的第三连接节点通过负载电容接地，并且用于通过负载电感耦合至功率放大器的供电端。该实施方式提供了一种降压电路的具体电路结构。

- 25 在一种可能的实施方式中，还包括线性放大器以及线性放大器供电电路；线性放大器供电电路用于向线性放大器供电；线性放大器用于向功率放大器供电。并联的直流直流转换器电路和快速电流充电电路输出的第一供电电压可以认为是低频直流分量，线性放大器输出的第二供电电压可以认为是高频交流分量，这二者叠加后通过功放供电电路的输出端输出给功率放大器，以尽量提高功率放大器的工作效率。
- 30 在一种可能的实施方式中，还包括电容和开关；线性放大器的输出端通过电容耦合至功放供电电路的输出端，线性放大器的输出端还通过开关接地。开关闭合时，并联的直流直流转换器电路和快速电流充电电路可以根据参考信号向功率放大器输出第一供电电压。当开关断开时，并联的直流直流转换器电路和快速电流充电电路可以根据参考信号向功率放大器输出第一供电电压，线性放大器可以向功率放大器输出第二供电电压。

第三方面，提供了一种通信装置，包括功放供电电路、发射机、功率放大器和数字基带处理器，功放供电电路为如第一方面及其任一实施方式所述的功放供电电路，数字基带处理器耦合至发射机；发射机用于向功率放大器输出射频信号，并向功放供电电路输出参考信号，功放供电电路用于向功率放大器供电。功放供电电路输出的供电电压可以基于 PA 在每个符号的目标供电电压来进行调节。

第三方面的技术效果可以参照第一方面及其任一实施方式的技术效果，或者，可以参照第二方面及其任一实施方式的技术效果。

附图说明

- 图 1A 为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；
- 图 1B 为本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图；
- 图 1C 为本申请实施例提供的一种供电电路输出供电电压与射频信号的关系的示意图；
- 图 2 为本申请实施例提供的一种供电电路的结构示意图；
- 图 3 为本申请实施例提供的另一种供电电路的结构示意图；
- 图 4 为本申请实施例提供的又一种供电电路的结构示意图；
- 图 5 为本申请实施例提供的一种主供电支路的工作原理示意图；
- 图 6 为本申请实施例提供的另一种主供电支路的工作原理示意图；
- 图 7 为本申请实施例提供的一种辅助供电支路的工作原理示意图。

具体实施方式

需要说明的是，本申请实施例涉及的术语“第一”、“第二”等仅用于区分同一类型特征的目的，不能理解为用于指示相对重要性、数量、顺序等。

本申请实施例涉及的术语“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

本申请实施例涉及的术语“耦合”、“连接”应做广义理解，例如，可以指物理上的直接连接，也可以指通过电子器件实现的间接连接，例如通过电阻、电感、电容或其他电子器件实现的连接。

在终端设备（例如手机、平板电脑）、基站等基于无线通信的通信装置中，均包括集成电路，用于收发射频信号，从而进行无线通信。对于集成电路中发射射频信号的部分，为了提高射频信号增益，射频信号在通过天线发射出去之前先要经过 PA 进行功率放大。

本申请实施例涉及的符号指正交频分复用（orthogonal frequency division multiplexing, OFDM）符号，符号间隔指相邻 OFDM 符号之间的时间段。示例性的，如图 1C 所示，示出了符号和符号间隔之间的对应关系，在符号 n 与符号 n+1 之间是一个符号间隔，在符号 n+1 与符号 n+2 之间是一个符号间隔。

为了提高 PA 或者其他类似功率器件的工作效率，目前采用独立的供电电路来为 PA 或者其他类似功率器件进行供电，以动态调整 PA 或者其他类似功率器件的供电电压，从而提高 PA 或者其他类似功率器件的工作效率。动态调整 PA 或者其他类似功率

器件的供电电压会提高 PA 或者其他类似功率器件的工作效率的原因在于：PA 或者其他类似功率器件的发射功率是时刻变化的，在保障线性度的前提下，PA 或者其他类似功率器件在某一时刻所需供电电压会随着瞬时发射功率的变化而变化，因此动态调整 PA 或者其他类似功率器件的供电电压可以提高 PA 或者其他类似功率器件的工作效率。

5 PA 或者其他类似功率器件的供电电路可以采用一种新的调制技术——符号功率跟踪（symbol power tracking, SPT）调制，在符号级根据 PA 或者其他类似功率器件的目标功率动态调节向 PA 提供的供电电压，从而降低 PA 或者其他类似功率器件上的能量损耗并提升工作效率。但是由于符号间隔时间很短（4.16 μ s），在很短时间内实现输出供电电压的跳变是很大的设计挑战。例如在子波间隔为 240KHz 场景，每个符号
10 号时间为 4.16 μ s，符号时间间隔仅为 290ns。因此本申请实施例提供了一种功放供电电路和通信装置，通过向功放供电电路中第一供电电路的输出端补偿电流，加速第一供电电路稳定至目标供电电压，提升 PA 或者其他类似功率器件的工作效率。

如图 1A 和图 1B 所示，本申请实施例提供了一种包括 PA 和功放供电电路的通信装置，该通信装置包括数字基带（digital baseband, DBB）处理器 11、集成电路 12 和
15 天线 13，另外，该通信装置还可以包括印刷电路板（图中未示出），该通信装置（例如该通信装置的数字基带处理器 11 和集成电路 12）可以固定于印刷电路板上。集成电路 12 可以包括收发机 121、功放供电电路 122 和 PA 123。

收发机 121 包括发射机 1211。DBB 处理器 11 用于向发射机 1211 输出低频的基带调制信号，并在基带调制信号的符号间隔期间，根据 PA 123 在每个符号的目标供电电压通过数模转换器（digital analog converter, DAC）（图中未示出，可以位于 DBB11、
20 收发机 121 或功放供电电路 122 中）向功放供电电路 122（图 1A 中的功放供电电路，或者，图 1B 中的快速调整供电电路 1221、线性放大器供电电路 1222）输出参考信号，其中，参考信号与 PA 123 在每个符号的目标供电电压成比例。可选的对于图 1B 来说，DBB 处理器 11 还可以通过 DAC（图中未示出，可以位于 DBB11、收发机 121 或功放
25 供电电路 122 中）向功放供电电路 122 输出与该基带调制信号对应的包络跟踪信号。发射机 1211 用于将低频的基带信号转换为高频的射频信号，PA 123 用于对发射机 1211 输出的射频信号进行功率放大，并通过天线 13 发射出去。

在图 1A 中，功放供电电路 122 可以为快速调整供电电路，快速调整供电电路用于根据来自 DBB 处理器 11 的参考信号在符号级调节 PA 123 的供电电压，从而实现
30 SPT 调制。示例性的，如图 1C 所示，示出了功放供电电路 122 输出的供电电压、PA 123 输出的射频信号以及符号和符号间隔之间的对应关系。

在图 1B 中，功放供电电路 122 可以包括快速调整供电电路 1221、线性放大器供电电路 1222、线性放大器 1223，可选的，还可以包括第一负载电感 L1、第一负载电容 C1、第二负载电容 C2 和开关 K。线性放大器供电电路 1222 也可以采用本申请实施例提供的快速调整供电电路，快速调整供电电路 1221 用于根据来自 DBB 处理器 11
35 的参考信号在符号级调节 PA 123 的供电电压，从而实现 SPT 调制。快速调整供电电路 1221 的输入端和线性放大器供电电路 1222 的输入端用于输入参考信号，快速调整供电电路 1221 的输出端耦合至功放供电电路 122 的输出端，线性放大器供电电路 1222 的输出端通过第一负载电感 L1 和第一负载电容 C1 接地，还通过第一负载电感 L1 耦

合至线性放大器 1223。线性放大器 1223 的输入端用于输入包络跟踪信号，线性放大器 1223 的输出端通过第二负载电容 C2 耦合至功放供电电路 122 的输出端（即耦合至快速调整供电电路 1221 的输出端），还通过开关 K 接地。

当开关 K 闭合时，快速调整供电电路 1221 可以根据来自 DBB 处理器 11 的参考信号向 PA 123 输出第一供电电压。当开关 K 断开时，线性放大器供电电路 1222 可以根据来自 DBB 处理器 11 的参考信号向线性放大器 1223 输出供电电压，线性放大器 1223 可以向 PA 123 输出第二供电电压。此时，快速调整供电电路 1221 输出的第一供电电压可以认为是低频直流分量，线性放大器 1223 输出的第二供电电压可以认为是高频交流分量，这二者叠加后通过功放供电电路 122 的输出端输出给 PA 123，以尽量提高 PA 123 的工作效率。

下面对前文所述的快速调整供电电路的可能的结构和工作原理进行详细描述。

如图 2 所示，本申请实施例提供了一种快速调整供电电路 20，包括：反馈电路 202、并联的第一供电电路 201 和第二供电电路 200，第一供电电路 201 和第二供电电路 200 共同通过 PA 的供电端为 PA 供电，第一供电电路 201 和第二供电电路 200 输出的供电电压用于根据 PA 输出的包络信号的改变而改变。第二供电电路 200 包括主供电支路 203 和辅助供电支路 204。可选的，快速调整供电电路 20 还可以包括控制电路 205。

第一供电电路 201 的输出端耦合至反馈电路 202 的输入端，第一供电电路 201 的输出端（即为快速调整供电电路 20 的输出端）用于向前文所述的 PA 输出供电电压 V_{out} 。反馈电路 202 的输出端耦合至主供电支路 203 的输入端以及辅助供电支路 204 的输入端，第二供电电路 200 的输出端（包括主供电支路 203 的输出端以及辅助供电支路 204 的输出端）耦合至第一供电电路 201 的输出端。

反馈电路 202 用于对供电电压 V_{out} 进行采样得到采样电压 V_{fb} 。采样电压 V_{fb} 等于供电电压 V_{out} 乘以反馈电路 202 的采样系数。

第二供电电路 200 也称为快速电流充电（fast current charger）电路，用于在符号级调节 PA 的供电电压，即可以调节 PA 在每个符号的供电电压。在一种可能的实施方式中，第二供电电路 200 可以在第一符号输出第一供电电压，在与第一符号相邻设置第二符号输出第二供电电压；其中，第一供电电压和第二供电电压不同，第二供电电路 200 可以在第一符号和第二符号之间的第一符号间隔实现从第一供电电压到第二供电电压的转换，以实现在符号级调节 PA 的供电电压。

示例性的，如图 1C 所示，第二供电电路 200 可以在相邻的符号 n（第一符号）与符号 n+1（第二符号）之间的符号间隔调节 PA 的供电电压，使得第二供电电路 200 在第一符号向 PA 输出的第一供电电压与在第二符号向 PA 输出的第二供电电压不同。其中，主供电支路 203 用于加速供电电压 V_{out} 跟随 PA 123 的参考信号跳变，缩短跳变时间。辅助供电支路 204 用于补偿供电电压 V_{out} 跳变时的过压或欠压，加快供电电压 V_{out} 稳定。辅助供电支路 204 提供的电流小于主供电支路 203 提供的电流。

主供电支路 203 可以输入采样电压 V_{fb} 以及采样电压 V_{fb} 的参考信号 V_{ref} ；在射频信号的符号间隔，向第一供电电路 201 的输出端输出第一电流。其中，第一电流包括第一放电电流或第一充电电流。当参考信号 V_{ref} 上升至第一目标电压（即 PA 123 的参考信号发生上升跳变），并且采样电压 V_{fb} 小于第一目标电压时，向第一供电电

路 201 的输出端输出第一充电电流；或者，当参考信号 V_{ref} 下降至第二目标电压（即 PA 123 的参考信号发生下降跳变），并且采样电压 V_{fb} 大于第二目标电压时，向第一供电电路 201 的输出端输出第一放电电流。

参考信号 V_{ref} 指示了 PA 123 的目标供电电压（即期望快速调整供电电路 20 的输出端输出的供电电压），PA 123 的目标供电电压等于参考信号 V_{ref} 除以反馈电路 202 的采样系数。当参考信号发生上升跳变（即 PA 123 的目标供电电压发生上升跳变）时，主供电支路 203 向第一供电电路 201 的输出端输出第一充电电流，加速第一供电电路 201 的输出端输出的供电电压 V_{out} 完成上升跳变。当参考信号发生下降跳变（即 PA 123 的目标供电电压发生下降跳变）时，主供电支路 203 向第一供电电路 201 的输出端输出第一放电电流，加速第一供电电路 201 的输出端输出的供电电压 V_{out} 完成下降跳变。

辅助供电支路 204 可以输入采样电压 V_{fb} 以及参考信号 V_{ref} ，向第一供电电路 201 的输出端输出第二电流。其中，第二电流包括第二充电电流或第二放电电流。在射频信号的符号间隔，当采样电压 V_{fb} 小于参考信号 V_{ref} 时，向第一供电电路 201 的输出端输出第二充电电流，或者，当采样电压 V_{fb} 大于参考信号 V_{ref} 时，向第一供电电路 201 的输出端输出第二放电电流。

当主供电支路 203 向第一供电电路 201 的输出端输出第一充电电流或第二放电电流时，都可能导致第一供电电路 201 的输出端输出的供电电压 V_{out} 产生过压（大于 PA 123 的目标供电电压）或欠压（小于 PA 123 的目标供电电压）。因此，辅助供电支路 204 用于对供电电压的过压或欠压进行补偿，即无论参考信号 V_{ref} 发生上升跳变还是下降跳变（即无论 PA 123 的目标供电电压发生上升跳变还是下降跳变），辅助供电支路 204 都会在供电电压发生欠压时补偿第二充电电流，在供电电压发生过压时补偿第二放电电流，从而加快供电电压 V_{out} 稳定至 PA 123 的目标供电电压。

控制电路 205 用于控制主供电支路 203 输出的第一充电电流或第一放电电流的大小。

本申请实施例中涉及的充电电流可以指将第一供电电路 201 的输出端通过晶体管与电源电压导通，以提供额外的充电电流。本申请实施例中涉及的放电电流可以指将第一供电电路 201 的输出端通过晶体管接地，以提供额外的放电电流。

可以理解，对于“采样电压 V_{fb} 小于第一目标电压”、“采样电压 V_{fb} 大于第二目标电压”、“采样电压 V_{fb} 小于参考信号 V_{ref} ”、“采样电压 V_{fb} 大于参考信号 V_{ref} ”等条件可以进行扩展，以避免电路振荡，反复充放电。比如采样电压 V_{fb} 小于（第一目标电压+变化量）、采样电压 V_{fb} 大于（第二目标电压+变化量）、采样电压 V_{fb} 小于（参考信号 V_{ref} +变化量）、采样电压 V_{fb} 大于（参考信号 V_{ref} +变化量）等。

下面结合图 3 和图 4 对快速调整供电电路 20 中各个电路可能的结构进行说明。

第一供电电路 201 可以为直流直流转换器（direct current-direct current converter, DC-DC）电路，例如，可以采用升压（Boost）电路、降压（Buck）电路、降压升压（Buck-Boost）电路等，以将电源电压 V_{bat} 转换为供电电压 V_{out} 。示例性的，图 3 和图 4 示出了一种采用降压电路的第一供电电路 201，第一供电电路 201 包括第五驱动电路 D5、负载电感 L、负载电容 C、负载电阻 RL、串联耦合的直流充电管 P3 和直流放电管 N3。直流放电管 N3 可以为一个放电管或多个放电管串联，直流充电管 P3 可

以为一个充电管或多个充电管串联。示例性的，直流充电管 P3 可以为 P 型晶体管，直流放电管 N3 可以为 N 型晶体管。直流充电管 P3 和直流放电管 N3 的第三连接节点 Z3 通过负载电容 C 和负载电阻 RL 接地，并且通过负载电感 L 耦合至 PA。

第五驱动电路 D5 的输入端为第一供电电路 201 的控制端，第五驱动电路 D5 的输出端耦合至直流放电管 N3 的栅极 g 和直流充电管 P3 的栅极 g。直流放电管 N3 的漏极 d 和直流充电管 P3 的漏极 d 耦合至负载电感 L 的第一端，直流放电管 N3 的源极 s 接地，直流充电管 P3 的源极耦合至电源（图中未示出，即输入电源电压 Vbat）。负载电感 L 的第二端（即第一供电电路 201 的输出端）耦合至负载电容 C 的第一端以及负载电阻 RL 的第一端，即负载电感 L 的第二端用于输出供电电压 Vout。负载电容 C 的第二端以及负载电阻 RL 的第二端接地。第五驱动电路 D5 的输入端（第一供电电路 201 的控制端）用于输入具有可变占空比（duty）的调制信号 S，通过调节调制信号 S 的占空比，可以通过第五驱动电路 D5 改变直流放电管 N3 和直流充电管 P3 的导通和关断的时间比例，从而控制第一供电电路 201 输出的供电电压 Vout。

反馈电路 202 包括电阻 R1 和电阻 R2，第一供电电路 201 的输出端耦合至电阻 R1 的第一端（作为反馈电路 202 的输入端），电阻 R1 的第二端以及电阻 R2 的第一端（作为反馈电路 202 的输出端）耦合至主供电支路 203 的输入端以及辅助供电支路 204 的输入端。反馈电路 202 的输出端输出的采样电压 Vfb 等于第一供电电路 201 的输出端输出的供电电压 Vout 的 $R2/(R1+R2)$ 倍，即 $Vfb=Vout*R2/(R1+R2)$ 。

主供电支路 203 可以有多种实施方式，在一种可能的实施方式中，如图 3 所示，主供电支路 203 包括 N 组补偿子电路 2031，N 为正整数，可选的，还可以包括第一栅极驱动电路 2032。其中，每组补偿子电路 2031 包括串联耦合的主放电管 N1 和主充电管 P1，主放电管 N1 可以为一个放电管或多个放电管串联，主充电管 P1 可以为一个充电管或多个充电管串联。示例性的，主放电管 N1 可以为 N 型晶体管，主充电管 P1 可以为 P 型晶体管。主放电管 N1 的漏极 d 和主充电管 P1 的漏极 d 耦合至第一供电电路 201 的输出端，主放电管 N1 的源极 s 接地，主充电管 P1 的源极 s 耦合至电源（图中未示出，即输入电源电压 Vbat）。

多组补偿子电路 2031（串联耦合的主充电管 P1 和主放电管 N1）中的连接节点 Z1 并联耦合至功率放大器的供电端，也就是说，主充电管 P1 包括并联的多个第一充电管，主放电管 N1 包括并联的多个第一放电管，则每组补偿子电路 2031 包括串联耦合的第一充电管和第一放电管。功放供电电路可以提供使能信号，来控制多个第一充电管和或多个第一放电管的打开或者关闭的数量。

第一栅极驱动电路 2032 包括第一比较器 CMP1、第二比较器 CMP2，可选的，还可以包括第一驱动电路 D1 和第二驱动电路 D2。第一栅极驱动电路 2032 用于输入供电电压 Vout 对应的采样电压 Vfb 以及采样电压 Vfb 对应的参考信号 Vref，并向主充电管 P1 和主放电管 N1 输出第一栅极驱动信号。

第一比较器 CMP1 用于比较输入的采样电压 Vfb 和输入的第一参考电压 Vref1，并将比较结果输出至主充电管 P1，可选的，第一比较器 CMP1 输出的比较结果可以通过第一驱动电路输出至主充电管 P1；第二比较器 CMP2 用于比较输入的采样电压 Vfb 和输入的第二参考电压 Vref2，并将比较结果输出至主放电管 N1，可选的，第二比较

器 CMP2 输出的比较结果可以通过第二驱动电路输出至主放电管 N1。

在一种可能的实施方式中，第一比较器 CMP1 的正相输入端 (+) 用于输入采样电压 Vfb，第一比较器 CMP1 的反相输入端 (-) 用于输入第一参考电压 Vref1，第一比较器 CMP1 的输出端通过第一驱动电路 D1 耦合至主充电管 P1 的栅极 g。第二比较器 CMP2 的正相输入端 (+) 用于输入采样电压 Vfb，第二比较器 CMP2 的反相输入端 (-) 用于输入第二参考电压 Vref2，第二比较器 CMP2 的输出端通过第二驱动电路 D2 耦合至主放电管 N1 的栅极 g。

其中，第一参考电压 Vref1 和第二参考电压 Vref2 是由参考信号得到，第一参考电压 Vref1 小于或等于第二参考电压 Vref2。示例性的，第一参考电压 Vref1 等于参考信号减第一变化量 $\Delta 1$ ，第二参考电压 Vref2 等于参考信号加第一变化量 $\Delta 1$ ，第一变化量 $\Delta 1$ 可以为零。

图 3 所示的主供电支路 203 的工作原理如下：如图 5 的 A 所示，当 DBB 控制器输出的参考信号 Vref 发生上升跳变（达到第一目标电压）时，第一比较器 CMP1 输出低电平，主充电管 P1 导通使得第一供电电路 201 通过主充电管 P1 接电源电压 Vbat，第二比较器 CMP2 输出低电平使得主放电管 N1 关断；主供电支路 203 通过主充电管 P1 向第一供电电路 201 的输出端输出第一充电电流，使得快速调整供电电路 20 的输出端输出的供电电压 Vout 加速上升，直到采样电压 Vfb 高于第一参考电压 Vref1。如图 5 的 B 所示，当 DBB 控制器输出的参考信号 Vref 发生下降跳变（达到第二目标电压）时，第二比较器 CMP2 输出高电平，主放电管 N1 导通使得第一供电电路 201 通过主放电管 N1 接地，第一比较器 CMP1 输出高电平使得主充电管 P1 关断；主供电支路 203 通过主放电管 N1 向第一供电电路 201 的输出端输出第一放电电流，使得快速调整供电电路 20 的输出端输出的供电电压 Vout 加速下降，直到采样电压 Vfb 低于第二参考电压 Vref2。

在另一种可能的实施方式中，图 4 所示的主供电支路 203 与图 3 所示的主供电支路 203 区别在于：

第一栅极驱动电路 2032 还包括误差放大器（error amplifier，EA）206，误差放大器 206 用于比较输入的采样电压 Vfb 和输入的参考信号 Vref，并将第一比较结果输出至第一比较器 CMP1 和第二比较器 CMP2；第一比较器 CMP1 用于比较输入的第一比较结果和第五参考电压 Vref5，并将比较结果输出至主充电管 P1；第二比较器 CMP2 用于比较输入的第一比较结果和第六参考电压 Vref6，并将比较结果输出至主放电管 N1。

在一种可能的实施方式中，误差放大器 206 的反相输入端 (-) 用于输入采样电压 Vfb，误差放大器 206 的正相输入端 (+) 用于输入来自 DBB 处理器 11 的参考信号 Vref，参考信号 Vref 的取值可以为第一目标电压或第二目标电压，误差放大器 206 的输出端耦合至第一比较器 CMP1 的反相输入端 (-) 和第二比较器 CMP2 的反相输入端 (-)。误差放大器 206 用于对采样电压 Vfb 与参考信号 Vref 之间的差值进行放大，当差值越大时，误差放大器 206 输出的误差信号 Vea 越大，当差值越小时，误差放大器 206 输出的误差信号 Vea 越小。

第一比较器 CMP1 的正相输入端 (+) 用于输入第五参考电压 Vref5，第一比较器

CMP1 的输出端通过第一驱动电路 D1 耦合至主充电管 P1 的栅极 g, 第二比较器 CMP2 的正相输入端 (+) 用于输入第六参考电压 Vref6, 第二比较器 CMP2 的输出端通过第二驱动电路 D2 耦合至主放电管 N1 的栅极 g。

其中, 第五参考电压 Vref5 大于第六参考电压 Vref6。

- 5 图 4 所示的主供电支路 203 的工作原理如下: 如图 6 的 A 所示, 当 DBB 控制器输出的参考信号 Vref 发生上升跳变 (达到第一目标电压) 时, 参考信号 Vref 与采样电压 Vfb 之间的差值瞬间变大使得误差信号 Vea 也很大, 当误差信号 Vea 高于第五参考信号 Vref5 时, 第一比较器 CMP1 输出低电平, 主充电管 P1 导通使得第一供电电路 201 通过主充电管 P1 接电源电压 Vbat, 第二比较器 CMP2 输出低电平使得主放电管
- 10 N1 关断; 主供电支路 203 通过主充电管 P1 向第一供电电路 201 的输出端输出第一充电电流, 使得快速调整供电电路 20 的输出端输出的供电电压 Vout 加速上升, 随着供电电压 Vout 以及采样电压 Vfb 的逐渐升高, 误差信号 Vea 逐渐降低, 直到误差信号 Vea 低于第五参考电压 Vref5 时, 主供电支路 203 停止向第一供电电路 201 的输出端输出第一充电电流。如图 6 的 B 所示, 当 DBB 控制器输出的参考信号 Vref 发生下降
- 15 跳变 (达到第二目标电压) 时, 参考信号 Vref 与采样电压 Vfb 之间的差值瞬间变小使得误差信号 Vea 也很小, 当误差信号 Vea 低于第六参考信号 Vref6 时, 第二比较器 CMP2 输出高电平, 主放电管 N1 导通使得第一供电电路 201 通过主放电管 N1 接地, 第一比较器 CMP1 输出高电平使得主充电管 P1 关断; 主供电支路 203 通过主放电管 N1 向第一供电电路 201 的输出端输出第一放电电流, 使得快速调整供电电路 20 的输出端输出的
- 20 供电电压 Vout 加速下降, 随着供电电压 Vout 以及采样电压 Vfb 的逐渐降低, 误差信号 Vea 逐渐升高, 直到误差信号 Vea 高于第六参考电压 Vref6 时, 主供电支路 203 停止向第一供电电路 201 的输出端输出第一放电电流。

- 辅助供电支路 204 包括串联耦合的辅放电管 N2 和辅充电管 P2, 可选的, 还可以包括第二栅极驱动电路 2041。辅放电管 N2 可以为一个放电管或多个放电管串联, 辅
- 25 充电管 P2 可以为一个充电管或多个充电管串联。示例性的, 辅放电管 N2 可以为 N 型晶体管, 辅充电管 P2 可以为 P 型晶体管。辅充电管 P2 和辅放电管 N2 的连接节点 Z2 耦合至功率放大器的供电端。辅放电管 N2 的漏极 d 和辅充电管 P2 的漏极 d 耦合至第一供电电路 201 的输出端, 辅放电管 N2 的源极 s 接地, 辅充电管 P2 的源极 s 耦合至电源 (图中未示出, 即输入电源电压 Vbat)。

- 30 第二栅极驱动电路 2041 包括第三比较器 CMP3、第四比较器 CMP4, 可选的, 还包括第三驱动电路 D3 和第四驱动电路 D4。第二栅极驱动电路 2041 用于输入供电电压 Vout 对应的采样电压 Vfb 以及采样电压 Vfb 对应的参考信号 Vref, 并向辅充电管 P2 和辅放电管 N2 输出第二栅极驱动信号。

- 第三比较器 CMP3 用于比较输入的采样电压 Vfb 和输入的第三参考电压 Vref3, 并将比较结果输出至辅充电管 P2; 可选的, 第三比较器 CMP3 输出的比较结果通过第三驱动电路 D3 输出至辅充电管 P2。第四比较器 CMP4 用于比较输入的采样电压和输入的第四参考电压 Vref4, 并将比较结果输出至辅放电管 N2; 可选的, 第四比较器 CMP4 输出的比较结果通过第四驱动电路 D4 输出至辅放电管 N2。
- 35

在一种可能的实施方式中, 第三比较器 CMP3 的正相输入端 (+) 用于输入采样

电压 V_{fb} ，第三比较器 CMP3 的反相输入端 (-) 用于输入第三参考电压 V_{ref3} ，第三比较器 CMP3 的输出端通过第三驱动电路 D3 耦合至辅充电管 P2 的栅极 g。第四比较器 CMP4 的正相输入端 (+) 用于输入采样电压 V_{fb} ，第四比较器 CMP4 的反相输入端 (-) 用于输入第四参考电压 V_{ref4} ，第四比较器 CMP4 的输出端通过第四驱动电路 D4 耦合至辅放电管 N2 的栅极 g。

其中，第三参考电压 V_{ref3} 和第四参考电压 V_{ref4} 是由参考信号得到，第三参考电压小于或等于第四参考电压。示例性的，第三参考电压 V_{ref3} 等于参考信号减第二变化量 $\Delta 2$ ，第四参考电压 V_{ref4} 等于参考信号加第二变化量 $\Delta 2$ ，第二变化量 $\Delta 2$ 可以为零，第一变化量 $\Delta 1$ 可以大于第二变化量 $\Delta 2$ ，可以提前停止第一充电电流的补偿以避免过补偿带来的过压，或者，可以提前停止第一放电电流的补偿以避免过补偿带来的欠压。

辅助供电支路 204 的工作原理如下：如图 7 的 A 所示，当 DBB 控制器输出的参考信号 V_{ref} 发生上升跳变（达到第一目标电压）时，或者，当 DBB 控制器输出的参考信号 V_{ref} 发生下降跳变（达到第二目标电压）时，如果采样电压 V_{fb} 低于第三参考电压 V_{ref3} （即供电电压 V_{out} 欠压），第三比较器 CMP3 输出低电平，辅充电管 P2 导通使得第一供电电路 201 通过辅充电管 P2 接电源电压 V_{bat} ，第四比较器 CMP4 输出低电平使得辅放电管 N2 关断；辅助供电支路 204 通过辅充电管 P2 向第一供电电路 201 的输出端输出第二充电电流，以缓解供电电压 V_{out} 欠压，加速供电电压 V_{out} 稳定。如图 7 的 B 所示，当 DBB 控制器输出的参考信号 V_{ref} 发生上升跳变（达到第一目标电压）时，或者，当 DBB 控制器输出的参考信号 V_{ref} 发生下降跳变（达到第二目标电压）时，如果采样电压 V_{fb} 高于第四参考电压 V_{ref4} （即供电电压 V_{out} 过压），第四比较器 CMP4 输出高电平，辅放电管 N2 导通使得第一供电电路 201 通过辅放电管 N2 接地，第三比较器 CMP3 输出高电平使得辅充电管 P2 关断；辅助供电支路 204 通过辅放电管 N2 向第一供电电路 201 的输出端输出第二放电电流，以缓解供电电压 V_{out} 过压，加速供电电压 V_{out} 稳定。

可选的，如图 3 所示，快速调整供电电路 20 还可以包括误差放大器 206 和第五比较器 CMP5。或者，如图 4 所示，快速调整供电电路 20 还可以包括第五比较器 CMP5。第五比较器 CMP5 用于比较输入的第一比较结果和三角波信号，并将比较结果输出至第一供电电路 201，以调节第一供电电路 201 的供电。在一种可能的实施方式中，误差放大器 206 的反相输入端 (-) 用于输入采样电压 V_{fb} ，误差放大器 206 的正相输入端 (+) 用于输入来自 DBB 处理器 11 的参考信号 V_{ref} ，参考信号 V_{ref} 的取值可以为第一目标电压或第二目标电压。误差放大器 206 的输出端耦合至第五比较器 CMP5 的正相输入端 (+)，第五比较器 CMP5 的反相输入端 (-) 用于输入三角波信号 V_{ramp} ，第五比较器 CMP5 的输出端耦合至第一供电电路 201 的控制端。

误差放大器 206 用于对采样电压 V_{fb} 与参考信号 V_{ref} 之间的差值进行放大，当差值越大时，误差放大器 206 输出的误差信号 V_{ea} 越大，当差值越小时，误差放大器 206 输出的误差信号 V_{ea} 越小。第五比较器 CMP5 将误差信号 V_{ea} 与三角波信号 V_{ramp} 进行比较，从而输出具有可变占空比 (duty) 的调制信号 S。

当参考信号 V_{ref} 产生上升跳变（即参考信号 V_{ref} 达到第一目标电压）时，参考

信号 Vref 与采样电压 Vfb 之间的差值瞬间变大使得误差信号 Vea 也很大, 第五比较器 CMP5 输出的调制信号 S 的占空比增大, 调制信号 S 控制第五驱动电路 D5 延长直流充电管 P3 导通的时间 (即直流放电管 N3 关断的时间), 缩短直流放电管 N3 导通的时间 (即直流充电管 P3 关断的时间), 从而提高第一供电电路 201 输出的供电电压 Vout, 实现第一供电电路 201 输出的供电电压 Vout 快速跟踪参考信号 Vref 的上升跳变。

当参考信号 Vref 发生上下跳变 (即参考信号 Vref 达到第二目标电压) 时, 参考信号 Vref 瞬间小于采样电压 Vfb, 使得误差放大器 206 输出的误差信号 Vea 很小, 第五比较器 CMP5 输出的调制信号 S 的占空比减小, 调制信号 S 控制第五驱动电路 D5 延长直流放电管 N3 导通的时间 (即直流充电管 P3 关断的时间), 缩短直流充电管 P3 导通的时间 (即直流放电管 N3 关断的时间), 从而降低第一供电电路 201 输出的供电电压 Vout, 实现第一供电电路 201 输出的供电电压 Vout 快速跟踪参考信号 Vref 的下降跳变。

需要说明的是, 如前文所述的反馈电路 202 输出的采样电压 Vfb 等于第一供电电路 201 的输出端输出的供电电压 Vout 的 $R2/(R1+R2)$ 倍, 即反馈电路 202 的采样系数为 $R2/(R1+R2)$, 则有 $Vfb=Vout \cdot R2/(R1+R2)$, 而误差放大器 206 和第五比较器 CMP5 实现的是采样电压 Vfb 跟随参考信号 Vref (即理想状态下零误差), 所以有参考信号 $Vref=PA\ 123$ 的目标供电电压 $\cdot R2/(R1+R2)$, 即 DBB 处理器 11 可以根据该比例关系来输出参考信号 Vref。

控制电路 205 包括控制器 2051 和译码器 2052。控制器 2051 可以向译码器输出控制信号, 译码器 2052 对控制信号进行译码以选择 N 组补偿子电路 2031 中至少一组补偿子电路 2031 工作, 例如, 译码器 2052 向任一组补偿子电路 2031 输出使能信号, 以控制任一组补偿子电路 2031 的打开和关闭。具体的, 控制器 2051 可以根据以下信息中的至少一项, 向译码器 2052 输出控制信号: 电源电压 Vbat、第二目标电压与第一目标电压之差、补偿子电路 2031 中晶体管的工艺角信息; 其中, 工艺角信息包括晶体管的阈值电压, 控制信号可以指示工作的补偿子电路 2031 的数量。译码器 2052 可以为 M 转 2^M ($2^M \geq N$) 译码器, 即控制器 2051 可以向译码器 2052 输出 M 位控制信号, 译码器 2052 可以将 M 位控制信号译码为 2^M 位使能信号, 2^M 位使能信号中的 N 位使能信号分别用于控制 N 组补偿子电路 2031 是否工作。

示例性的, 当电源电压 Vbat 降低时, 单个补偿子电路 2031 输出的电流也降低, 控制信号可以控制译码器 2052 输出使能信号选择更多补偿子电路 2031 工作; 当电源电压 Vbat 升高时, 单个补偿子电路 2031 输出的电流也升高, 控制信号可以控制译码器 2052 输出使能信号选择更少补偿子电路 2031 工作; 当第二目标电压与第一目标电压之差减小时, 即参考信号 Vref 的上升跳变或下降跳变的幅度较小, 跳变所需的电流也较小, 控制信号可以控制译码器 2052 输出使能信号选择更少补偿子电路 2031 工作, 当第二目标电压与第一目标电压之差增大时, 即参考信号 Vref 的上升跳变或下降跳变的幅度较大, 跳变所需的电流也较大, 控制信号可以控制译码器 2052 输出使能信号选择更多补偿子电路 2031 工作; 单个补偿子电路 2031 的提供的充电电流或放电电流与源栅电压和阈值电压之差 ($V_{gs}-V_{th}$) 成正比, 当 N 组补偿子电路 2031 中晶体管的阈

值电压更小时,控制信号可以控制译码器 2052 输出使能信号选择更少补偿子电路 2031 工作,当 N 组补偿子电路 2031 中晶体管的阈值电压更大时,控制信号可以控制译码器 2052 输出使能信号选择更多补偿子电路 2031 工作。

本申请实施例提供的功放供电电路和通信装置,除了有第一供电电路向功率放大器供电以外,还有第二供电电路在符号级调节功率放大器的供电电压,由于决定功率放大器或者其他类似功率器件的发射功率的包络信号随着协议的进一步演进变化更加的迅速,所以引入在符号级调节供电电压。功率放大器或者其他类似功率器件在某一时刻所需供电电压会随着瞬时发射功率的变化而变化,因此动态调整功率放大器或者其他类似功率器件的供电电压可以提高功率放大器或者其他类似功率器件的工作效率。

本申请实施例涉及的控制器的可以是一个芯片。例如,可以是现场可编程门阵列 (field programmable gate array, FPGA), 可以是专用集成芯片 (application specific integrated circuit, ASIC), 还可以是系统芯片 (system on chip, SoC), 还可以是中央处理器 (central processor unit, CPU), 还可以是网络处理器 (network processor, NP), 还可以是数字信号处理电路 (digital signal processor, DSP), 还可以是微控制器 (micro controller unit, MCU), 还可以是可编程控制器 (programmable logic device, PLD) 或其他集成芯片。

本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的模块及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个设备,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,设备或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块,即可以位于一个设备,或者也可以分布到多个设备上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

另外,在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一个设备中,也可以是各个模块单独物理存在,也可以两个或两个以上模块集成在一个设备中。

在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件程序实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式来实现。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用

- 计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或者数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（Digital Subscriber Line，DSL））或
- 5 无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可以用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带），光介质（例如，DVD）、或者半导体介质（例如固态硬盘（Solid State Disk，SSD））等。
- 10 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

- 1.一种功放供电电路,其特征在于,包括:并联的第一供电电路和第二供电电路,所述第一供电电路和所述第二供电电路共同通过功率放大器的供电端为所述功率放大器供电;
- 5 所述第二供电电路用于在符号级调节所述功率放大器的供电电压;
- 所述第二供电电路和所述第一供电电路输出的供电电压用于根据所述功率放大器输出的包络信号的改变而改变。
- 2.根据权利要求1所述的功放供电电路,其特征在于,
- 所述第二供电电路用于在第一符号输出第一供电电压,在第二符号输出第二供电电压,所述第一符号和所述第二符号相邻设置,且所述第一符号和所述第二符号之间设置有第一符号间隔;
- 10 其中,所述第一供电电压和所述第二供电电压不同,所述第二供电电路用于在所述第一符号间隔实现从所述第一供电电压到所述第二供电电压的转换,以实现在所述符号级调节所述功率放大器的供电电压。
- 3.根据权利要求1-2任一项所述的功放供电电路,其特征在于,所述第一供电电路为直流直流转换器电路,所述第二供电电路为快速电流充电电路。
- 4.根据权利要求1-3任一项所述的功放供电电路,其特征在于,
- 所述第二供电电路包括主供电支路,所述主供电支路包括串联耦合的主充电管和主放电管,所述主充电管和所述主放电管的连接节点用于耦合至所述功率放大器的供电端;
- 20 所述主供电支路还包括第一栅极驱动电路,所述第一栅极驱动电路用于输入所述供电电压对应的采样电压以及所述采样电压对应的参考信号,并向所述主充电管和所述主放电管输出栅极驱动信号。
- 5.根据权利要求4所述的功放供电电路,其特征在于,所述第一栅极驱动电路包括第一比较器、第二比较器;
- 25 所述第一比较器用于比较输入的所述采样电压和输入的第一参考电压,并将比较结果输出至所述主充电管;
- 所述第二比较器用于比较输入的所述采样电压和输入的第二参考电压,并将比较结果输出至所述主放电管。
- 6.根据权利要求5所述的功放供电电路,其特征在于,
- 所述第一比较器的正相输入端用于输入所述采样电压,所述第一比较器的反相输入端用于输入所述第一参考电压,所述第一比较器的输出端耦合至所述主充电管的栅极;
- 30 所述第二比较器的正相输入端用于输入所述采样电压,所述第二比较器的反相输入端用于输入所述第二参考电压,所述第二比较器的输出端耦合至所述主放电管的栅极。
- 7.根据权利要求5或6所述的功放供电电路,其特征在于,所述第一参考电压和所述第二参考电压是由所述参考信号得到,所述第一参考电压小于所述第二参考电压。
- 8.根据权利要求4所述的功放供电电路,其特征在于,所述第一栅极驱动电路包

括误差放大器、第一比较器、第二比较器；

所述误差放大器用于比较输入的所述采样电压和输入的所述参考信号，并将第一比较结果输出至所述第一比较器和所述第二比较器；

5 所述第一比较器用于比较输入的所述第一比较结果和第五参考电压，并将比较结果输出至所述主充电管；

所述第二比较器用于比较输入的所述第一比较结果和第六参考电压，并将比较结果输出至所述主放电管。

9.根据权利要求 8 所述的功放供电电路，其特征在于，

10 所述误差放大器的反相输入端用于输入所述采样电压，所述误差放大器的正相输入端用于输入所述参考信号，所述误差放大器的输出端耦合至所述第一比较器的反相输入端和所述第二比较器的反相输入端；

所述第一比较器的正相输入端用于输入所述第五参考电压，所述第一比较器的输出端耦合至所述主充电管的栅极；

15 所述第二比较器的正相输入端用于输入所述第六参考电压，所述第二比较器的输出端耦合至所述主放电管的栅极。

10.根据权利要求 8 或 9 所述的功放供电电路，其特征在于，所述功放供电电路还包括第五比较器，

所述第五比较器用于比较输入的所述第一比较结果和三角波信号，并将比较结果输出至所述第一供电电路，以调节所述第一供电电路的供电。

20 11.根据权利要求 10 所述的功放供电电路，其特征在于，所述第五比较器的正相输入端耦合至所述误差放大器的输出端，所述第五比较器的反相输入端用于输入所述三角波信号，所述第五比较器的输出端耦合至所述第一供电电路的控制端。

12.根据权利要求 4-7 任一项所述的功放供电电路，其特征在于，所述第一栅极驱动电路还包括第一驱动电路和第二驱动电路，

25 所述第一比较器输出的比较结果通过所述第一驱动电路输出至所述主充电管；

所述第二比较器输出的比较结果通过所述第二驱动电路输出至所述主放电管。

13.根据权利要求 3-8 任一项所述的功放供电电路，其特征在于，所述主充电管包括并联的多个第一充电管，所述主放电管包括并联的多个第一放电管；

30 所述功放供电电路用于提供使能信号，以控制所述多个第一充电管和或所述多个第一放电管的打开或者关闭的数量。

14.根据权利要求 4-13 任一项所述的功放供电电路，其特征在于，

所述第二供电电路还包括辅助供电支路，所述辅助供电支路提供的电流小于所述主供电支路提供的电流。

15.根据权利要求 14 所述的功放供电电路，其特征在于，

35 所述辅助供电支路包括串联耦合的辅充电管和辅放电管，所述辅充电管和所述辅放电管的连接节点用于耦合至所述功率放大器的供电端；

所述辅助供电支路还包括第二栅极驱动电路，所述第二栅极驱动电路用于输入所述供电电压对应的采样电压以及所述供电电压对应的目标电压，并向所述辅充电管和所述辅放电管输出栅极驱动信号。

16.根据权利要求 14 所述的功放供电电路,其特征在于,所述第二栅极驱动电路包括第三比较器、第四比较器;

所述第三比较器用于比较输入的所述采样电压和输入的第三参考电压,并将比较结果输出至所述辅充电管;

5 所述第四比较器用于比较输入的所述采样电压和输入的第四参考电压,并将比较结果输出至所述辅放电管。

17.根据权利要求 16 所述的功放供电电路,其特征在于,

所述第三比较器的正相输入端用于输入所述采样电压,所述第三比较器的反相输入端用于输入所述第三参考电压,所述第三比较器的输出端耦合至所述辅充电管的栅极;

10 所述第四比较器的正相输入端用于输入所述采样电压,所述第四比较器的反相输入端用于输入所述第四参考电压,所述第四比较器的输出端耦合至所述辅放电管的栅极。

18.根据权利要求 16 或 17 所述的功放供电电路,其特征在于,所述第二栅极驱动电路还包括第三驱动电路和第四驱动电路,

所述第三比较器输出的比较结果通过所述第三驱动电路输出至所述辅充电管;

所述第四比较器输出的比较结果通过所述第四驱动电路输出至所述辅放电管。

19.根据权利要求 18 所述的功放供电电路,其特征在于,

所述第三比较器的输出端通过所述第三驱动电路耦合至所述辅充电管的栅极;

20 所述第四比较器的输出端通过所述第四驱动电路耦合至所述辅放电管的栅极。

20.根据权利要求 16-19 任一项所述的功放供电电路,其特征在于,所述第三参考电压和所述第四参考电压是由所述参考信号得到,所述第三参考电压小于所述第四参考电压。

21.根据权利 1-20 任一项所述的功放供电电路,其特征在于,所述第一供电电路包括负载电感、负载电容以及串联耦合的直流充电管和直流放电管;

所述直流充电管和所述直流放电管的第三连接节点通过所述负载电容接地,还用于通过所述负载电感耦合至所述功率放大器的供电端。

22.根据权利要求 1-21 任一项所述的功放供电电路,其特征在于,还包括线性放大器以及线性放大器供电电路;

30 所述线性放大器供电电路用于向所述线性放大器供电;

所述线性放大器用于向所述功率放大器供电。

23.根据权利要求 22 所述的功放供电电路,其特征在于,还包括电容和开关;

所述线性放大器的输出端通过所述电容耦合至所述功放供电电路的输出端,所述线性放大器的输出端还通过所述开关接地。

35 24.一种通信装置,其特征在于,包括发射机、功率放大器和数字基带处理器以及如权利要求 1-23 任一项所述的功放供电电路,所述数字基带处理器耦合至所述发射机;所述发射机用于向所述功率放大器输出射频信号,并向所述功放供电电路输出参考信号,所述功放供电电路用于向所述功率放大器供电。