



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106066474 B

(45)授权公告日 2018.11.09

(21)申请号 201610463235.3

(22)申请日 2016.06.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106066474 A

(43)申请公布日 2016.11.02

(73)专利权人 珠海纳睿达科技有限公司

地址 519080 广东省珠海市唐家湾镇港湾大道科技一路10号主楼第六层607房N单元

(72)发明人 包晓军 顾建峰 刘宏宗 李琳

刘远曦 普莱姆 王永刚

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有

限公司 44205

代理人 俞梁清

(51)Int.Cl.

G01S 7/40(2006.01)

G01S 7/28(2006.01)

G01S 7/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 205787102 U,2016.12.07,

CN 202221473 U,2012.05.16,

CN 105161852 A,2015.12.16,

US 2011285582 A1,2011.11.24,

US 2009284409 A1,2009.11.19,

审查员 陈溥

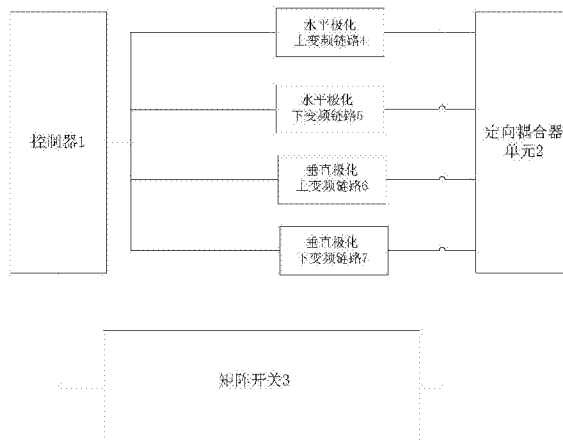
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法

(57)摘要

本发明公开了一种相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法,包括水平极化上变频链路、水平极化下变频链路、垂直极化上变频链路、垂直极化下变频链路,其特征在于,还包括控制器、定向耦合器和开关矩阵单元,在传统的相控阵雷达系统变频单元基础上增加了定向耦合器、开关矩阵,其中定向耦合器实现对雷达上变频单元的输出采样以及下变频单元校准信号注入;开关矩阵分别为水平与垂直极化链路校准过程提供公共回路,以实现雷达系统水平极化、垂直极化链路变频相对误差的自动化、实时校准。



1. 一种相控阵雷达系统变频单元,包括水平极化上变频链路(4)、水平极化下变频链路(5)、垂直极化上变频链路(6)、垂直极化下变频链路(7),其特征在于,还包括控制器(1)、定向耦合器单元(2)和开关矩阵单元(3),所述控制器(1)分别与水平极化上变频链路(4)输入端、水平极化下变频链路(5)输出端、垂直极化上变频链路(6)输入端和垂直极化下变频链路(7)输出端连接,所述水平极化上变频链路(4)输出端和垂直极化上变频链路(6)输出端通过定向耦合器单元(2)与开关矩阵单元(3)一端连接,所述水平极化下变频链路(5)输入端和垂直极化下变频链路(7)输入端通过定向耦合器单元(2)与开关矩阵单元(3)另一端连接,开关矩阵单元(3)分别为水平极化链路(4)和垂直极化链路(5)校准过程提供公共回路,以实现雷达系统水平极化与垂直极化链路相对误差的校准。

2. 根据权利要求1所述的一种相控阵雷达系统变频单元,其特征在于:所述开关矩阵单元(3)包括第一开关(31)和第二开关(32),所述第一开关(31)一端分别通过定向耦合器单元(2)与水平极化上变频链路(4)输出端和垂直极化上变频链路(6)输出端连接、所述第一开关(31)另一端和第二开关(32)一端连接,所述第二开关(32)的另一端分别通过定向耦合器单元(2)与水平极化下变频链路(5)输入端和垂直极化下变频链路(7)输入端连接。

3. 根据权利要求1所述的一种相控阵雷达系统变频单元,其特征在于:所述定向耦合器单元(2)包括第一定向耦合器(21)、第二定向耦合器(22)、第三定向耦合器(23)和第四定向耦合器(24),所述第一定向耦合器(21)与水平极化上变频链路(4)输出端连接,所述第二定向耦合器(22)与水平极化下变频链路(5)输入端连接,所述第三定向耦合器(23)与垂直极化上变频链路(6)输出端连接,所述第四定向耦合器(24)与垂直极化下变频链路(7)输入端连接。

4. 根据权利要求1所述的一种相控阵雷达系统变频单元,其特征在于:所述水平极化上变频链路(4)包括依次连接的第一滤波器(41)、第一混频器(42)、第一放大器(43)、第二滤波器(44)、第二放大器(45)、第三滤波器(46)、第二混频器(47)、第三放大器(48)、第四滤波器(49)、第四放大器(410)和隔离器(411),所述水平极化上变频链路结构和垂直极化上变频链路结构相同。

5. 根据权利要求1所述的一种相控阵雷达系统变频单元,其特征在于:所述水平极化下变频链路(5)包括依次连接的第一放大器(51)、第一滤波器(52)、第一混频器(53)、第二滤波器(54)、第二放大器(55)、第三滤波器(56)、第三放大器(57)、第二混频器(58)、第四滤波器(59)、可变增益放大器(510)和第五滤波器(511),所述水平极化下变频链路(5)结构和垂直极化下变频链路(7)结构相同。

6. 根据权利要求1-5任一所述的一种相控阵雷达系统变频单元的误差校准方法,其特征在于:包括如下步骤:

1) 变频单元水平极化链路、垂直极化链路上变频误差校准过程:

a) 控制器对信号进行校准然后输出相同的信号进入水平极化上变频链路和垂直极化上变频链路;

b) 定向耦合器单元采集水平极化上变频信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化上变频信号进入水平极化下变频链路,将水平极化下变频链路作为公共回传链路,将水平极化上变频信号回传至接收解调系统,接收解调系统检测出水平极化上变频信号的幅度和相位值;

c) 定向耦合器单元采集垂直极化上变频信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使垂直极化上变频信号进入水平极化下变频链路,将水平极化下变频链路作为公共回传链路,将垂直极化上变频信号回传至接收解调系统,接收解调系统检测出垂直极化上变频信号的幅度和相位值;

d) 控制器比较水平极化上变频信号和垂直极化上变频信号的幅度和相位得到的水平极化上变频信号和垂直极化上变频信号的幅度和相位相对误差;

2) 变频单元水平极化链路、垂直极化链路下变频误差校准过程:

a) 水平极化上变频链路作为公共校准回路,定向耦合器单元采集水平极化公共校准信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化公共校准信号进入水平极化下变频链路,再进入公共解调系统,解调检测出公共校准信号经过水平极化下变频链路后的幅度和相位值;

b) 定向耦合器采集水平极化公共校准信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化公共校准信号进入垂直极化下变频链路,再进入公共解调系统,解调检测出公共校准信号经过垂直极化下变频链路后的幅度和相位值;

c) 控制器比较水平极化下变频链路和垂直极化下变频链路信号的幅度和相位得到的水平极化下变频链路和垂直极化下变频链路信号的幅度和相位相对误差。

一种相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达领域,特别是一种相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法。

背景技术

[0002] 在双极化相控阵雷达系统中,由于系统工作对水平极化、垂直极化变频单元之间的相位和幅度相对误差有严格的要求,因此相控阵雷达系统生产、工作过程中需要对水平极化、垂直极化链路变频单元之间的相位和幅度误差进行精确校准,校准过程复杂、耗时长。在传统的相控阵雷达系统中,变频单元由于不存在公共的检测回路,无法实现水平极化、垂直极化链路变频单元之间的相对误差校准,只能在生产过程通过人工实现一次性校准,雷达系统在使用过程中出现的误差,无法实现实时、自动校准。发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种准确度高、校准时间短的相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案为:

[0005] 一种相控阵雷达系统变频单元,包括水平极化上变频链路、水平极化下变频链路、垂直极化上变频链路、垂直极化下变频链路,其特征在于,还包括控制器、定向耦合器单元和开关矩阵单元,所述控制器分别与水平极化上变频链路输入端、水平极化下变频链路输出端、垂直极化上变频链路输入端和垂直极化下变频链路输出端连接,所述水平极化上变频链路输出端和垂直极化上变频链路输出端通过定向耦合器单元与开关矩阵单元一端连接,所述水平极化下变频链路输入端和垂直极化下变频链路输入端通过定向耦合器单元与开关矩阵单元另一端连接。

[0006] 作为上述方案的进一步改进,所述开关矩阵单元包括第一开关和第二开关,所述第一开关一端分别通过定向耦合器单元与水平极化上变频链路输出端和垂直极化上变频链路输出端连接、所述第一开关另一端和第二开关一端连接,所述第二开关的另一端分别通过定向耦合器单元与水平极化下变频链路输入端和垂直极化下变频链路输入端连接。

[0007] 作为上述方案的进一步改进,所述定向耦合器单元包括第一定向耦合器、第二定向耦合器、第三定向耦合器和第四定向耦合器,所述第一定向耦合器与水平极化上变频链路输出端连接,所述第二定向耦合器与水平极化下变频链路输入端连接,所述第三定向耦合器与垂直极化上变频链路输出端连接,所述第四定向耦合器与垂直极化下变频链路输入端连接。

[0008] 作为上述方案的进一步改进,所述水平极化上变频链路包括依次连接的第一滤波器、第一混频器、第一放大器、第二滤波器、第二放大器、第三滤波器、第二混频器、第三放大器、第四滤波器、第四放大器和隔离器,水平极化上变频链路和垂直极化上变频链路,所述水平极化上变频链路结构和垂直极化上变频链路结构相同。

[0009] 作为上述方案的进一步改进,所述水平极化下变频链路和垂直极化下变频链路都包括依次连接的第一放大器、第一滤波器、第一混频器、第二滤波器、第二放大器、第三滤波器、第三放大器、第二混频器、第四滤波器、可变增益放大器和第五滤波器,所述水平极化下

变频链路结构和垂直极化下变频链路结构相同。

[0010] 一种相控阵雷达系统变频单元误差校准方法,其特征在于:包括如下步骤:

[0011] 1) 变频单元水平极化链路、垂直极化链路上变频误差校准过程:

[0012] a) 控制器对信号进行校准然后输出相同的信号进入水平极化上变频链路和垂直极化上变频链路;

[0013] b) 定向耦合器单元采集水平极化上变频信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化上变频信号进入水平极化下变频链路,将水平极化下变频链路作为公共回传链路,将水平极化上变频信号回传至接收解调系统,接收解调系统检测出水平极化上变频信号的幅度和相位值;

[0014] c) 定向耦合器单元采集垂直极化上变频信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使垂直极化上变频信号进入水平极化下变频链路,将水平极化下变频链路作为公共回传链路,将垂直极化上变频信号回传至接收解调系统,接收解调系统检测出垂直极化上变频信号的幅度和相位值;

[0015] d) 控制器比较水平极化上变频信号和垂直极化上变频信号的幅度和相位得到的水平极化上变频信号和垂直极化上变频信号的幅度和相位相对误差;

[0016] 2) 变频单元水平极化链路、垂直极化链路上变频误差校准过程:

[0017] a) 水平极化上变频链路作为公共校准回路,定向耦合器单元采集水平极化公共校准信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化公共校准信号进入水平极化下变频链路,再进入公共解调系统,解调检测出公共校准信号经过水平极化下变频链路后的幅度和相位值;

[0018] b) 定向耦合器采集水平极化公共校准信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化公共校准信号进入垂直极化下变频链路,再进入公共解调系统,解调检测出公共校准信号经过垂直极化下变频链路后的幅度和相位值;

[0019] c) 控制器比较水平极化下变频链路和垂直极化下变频链路信号的幅度和相位得到的水平极化下变频链路和垂直极化下变频链路信号的幅度和相位相对误差。

[0020] 本发明的有益效果有:

[0021] 本发明一种相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法,在传统的相控阵雷达系统变频单元基础上增加了定向耦合器、开关矩阵,其中定向耦合器实现对雷达上变频单元的输出采样以及下变频单元校准信号注入;开关矩阵分别为水平与垂直极化链路校准过程提供公共回路,以实现雷达系统水平极化、垂直极化链路变频相对误差的自动化、实时校准。

附图说明

[0022] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步说明,其中:

[0023] 图1是本发明实施例的变频单元结构框图;

[0024] 图2是本发明实施例的变频单元结构原理图;

[0025] 图3是本发明实施例的变频单元上变频误差校准过程原理图;

[0026] 图4是本发明实施例的变频单元下变频误差校准过程原理图。

具体实施方式

[0027] 参考图1和图2,一种相控阵雷达系统变频单元,包括水平极化上变频链路4、水平极化下变频链路5、垂直极化上变频链路6、垂直极化下变频链路7,其特征在于,还包括控制器1、定向耦合器单元2和开关矩阵单元3,所述控制器1分别与水平极化上变频链路4输入端、水平极化下变频链路5输出端、垂直极化上变频链路6输入端和垂直极化下变频链路7输出端连接,所述水平极化上变频链路4输出端和垂直极化上变频链路6输出端通过定向耦合器单元2与开关矩阵单元3一端连接,所述水平极化下变频链路5输入端和垂直极化下变频链路7输入端通过定向耦合器单元2与开关矩阵单元3另一端连接。

[0028] 所述开关矩阵单元3包括第一开关31和第二开关32,所述第一开关31一端分别通过定向耦合器单元2与水平极化上变频链路4输出端和垂直极化上变频链路6输出端连接,所述第一开关31另一端和第二开关32一端连接,所述第二开关32的另一端分别通过定向耦合器单元2与水平极化下变频链路5输入端和垂直极化下变频链路7输入端连接。

[0029] 所述定向耦合器单元2包括第一定向耦合器21、第二定向耦合器22、第三定向耦合器23和第四定向耦合器24,所述第一定向耦合器21与水平极化上变频链路4输出端连接,所述第二定向耦合器22与水平极化下变频链路5输入端连接,所述第三定向耦合器23与垂直极化上变频链路6输出端连接,所述第四定向耦合器24与垂直极化下变频链路7输入端连接。

[0030] 所述水平极化上变频链路4包括依次连接的第一滤波器41、第一混频器42、第一放大器43、第二滤波器44、第二放大器45、第三滤波器46、第二混频器47、第三放大器48、第四滤波器49、第四放大器410和隔离器411,所述水平极化上变频链路结构和垂直极化上变频链路结构相同。所述水平极化下变频链路5包括依次连接的第一放大器51、第一滤波器52、第一混频器53、第二滤波器54、第二放大器55、第三滤波器56、第三放大器57、第二混频器58、第四滤波器59、可变增益放大器510和第五滤波器511,所述水平极化下变频链路5结构和垂直极化下变频链路7结构相同。所述定向耦合器单元2耦合度为20dB,性能好,不影响变频单元工作。

[0031] 进一步参考图3,水平极化、垂直极化上变频链路误差校准时信号流程:水平极化中频信号通过水平极化上变频链路TH IN进入水平上变频链路,经过第一滤波器41、第一混频器42、第一放大器43、第二滤波器44、第二放大器45、第三滤波器46、第二混频器47、第三放大器48、第四滤波器49、第四放大器410和隔离器411后,通过射频连接器连接至下一级单元;垂直极化中频信号通过垂直极化上变频链路TV IN进入水平上变频链路,经过第一滤波器、第一混频器、第一放大器、第二滤波器、第二放大器、第三滤波器、第二混频器、第三放大器、第四滤波器、第四放大器和隔离器后,通过射频连接器连接至下一级单元,水平极化上变频链路TH IN端口水平极化中频信号与垂直极化上变频链路TV IN垂直极化中频信号来自相同的FPGA芯片,因此输入信号之间的幅度、相位相对误差为确定值,可以有芯片进行前期校准。

[0032] 误差校准时,系统控制开关矩阵将水平极化上变频输出端口TH OUT采样信号连接至水平极化下变频输入端RH IN20dB第一定向耦合器21,将水平极化下变频链路作为公共回传链路,回传至接收解调系统,检测出水平极化发射信号的幅度、相位值;然后控制开关

矩阵将垂直极化上变频输出端口TV OUT采样信号连接至水平极化下变频输入端RH IN20dB第三定向耦合器23,经过相同的公共回传路径回传至解调系统,检测出垂直极化上变频信号的幅度、相位值。比较水平极化与垂直极化上变频信号的幅度和相位得到的水平极化与垂直极化上变频链路之间的幅度、相位相对误差。由于水平极化、垂直极化上变频误差校准系统采用相同的采样、回传链路,因此获得的相对误差具有很高的准确度。

[0033] 变频单元水平链路、垂直链路下变频误差校准过程,如图4所示,水平极化、垂直极化链路接收误差过程:下变频链路校准使用水平极化上变频链路输出端采样信号作为公共校准信号;使公共校准信号经过开关矩阵、第三定向耦合器注入水平极化下变频输入端口RH IN进入下变频链路,公共校准信号经过定向第一放大器51、第一滤波器52、第一混频器53、第二滤波器54、第二放大器55、第三滤波器56、第三放大器57、第二混频器58、第四滤波器59、可变增益放大器510和第五滤波器511,进入公共解调系统,解调检测出校准信号经过水平极化下变频链路后的幅度、相位值;通过软件控制,使公共校准信号经过开关矩阵、第四定向耦合器注入垂直极化下变频输入端口RV IN进入下变频链路,公共校准信号经过第一放大器、第一滤波器、第一混频器、第二滤波器、第二放大器、第三滤波器、第三放大器、第二混频器、第四滤波器、可变增益放大器和第五滤波器后,进入公共解调系统,解调检测出校准信号经过垂直极化下变频链路后的幅度、相位值;比较解调后的水平极化、垂直极化下变频链路的幅度、相位值,得到水平极化链路、垂直极化链路幅度相位的相对误差。

[0034] 一种相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法,其特征在于:包括如下步骤:

[0035] 1) 变频单元水平极化链路、垂直极化链路上变频误差校准过程:

[0036] a) 控制器对信号进行校准然后输出相同的信号进入水平极化上变频链路和垂直极化上变频链路;

[0037] b) 定向耦合器单元采集水平极化上变频信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化上变频信号进入水平极化下变频链路,将水平极化下变频链路作为公共回传链路,将水平极化上变频信号回传至接收解调系统,接收解调系统检测出水平极化上变频信号的幅度和相位值;

[0038] c) 定向耦合器单元采集垂直极化上变频信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使垂直极化上变频信号进入水平极化下变频链路,将水平极化下变频链路作为公共回传链路,将垂直极化上变频信号回传至接收解调系统,接收解调系统检测出垂直极化上变频信号的幅度和相位值;

[0039] d) 控制器比较水平极化上变频信号和垂直极化上变频信号的幅度和相位得到的水平极化上变频信号和垂直极化上变频信号的幅度和相位相对误差;

[0040] 2) 变频单元水平极化链路、垂直极化链路下变频误差校准过程:

[0041] a) 水平极化上变频链路作为公共校准回路,定向耦合器单元采集水平极化公共校准信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化公共校准信号进入水平极化下变频链路,再进入公共解调系统,解调检测出公共校准信号经过水平极化下变频链路后的幅度和相位值;

[0042] b) 定向耦合器采集水平极化公共校准信号,控制器控制开关矩阵单元开/断使水平极化公共校准信号进入垂直极化下变频链路,再进入公共解调系统,解调检测出公共校准信号经过垂直极化下变频链路后的幅度和相位值;

[0043] c) 控制器比较水平极化下变频链路和垂直极化下变频链路信号的幅度和相位得到的水平极化下变频链路和垂直极化下变频链路信号的幅度和相位相对误差。

[0044] 以上所述,只是本发明的较佳实施方式而已,但本发明并不限于上述实施例,只要其以任何相同或相似手段达到本发明的技术效果,都应属于本发明的保护范围。



图1

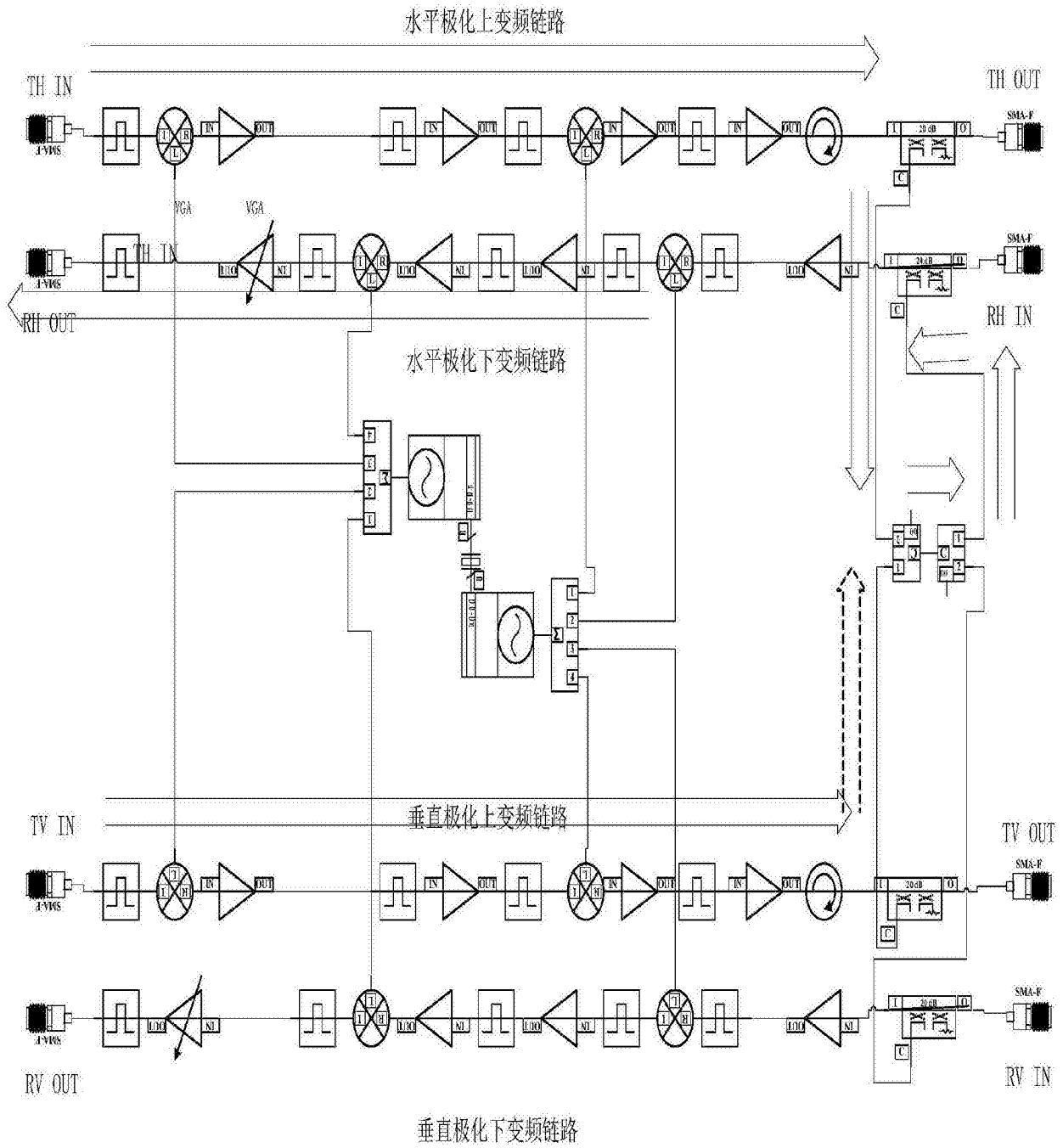


图3

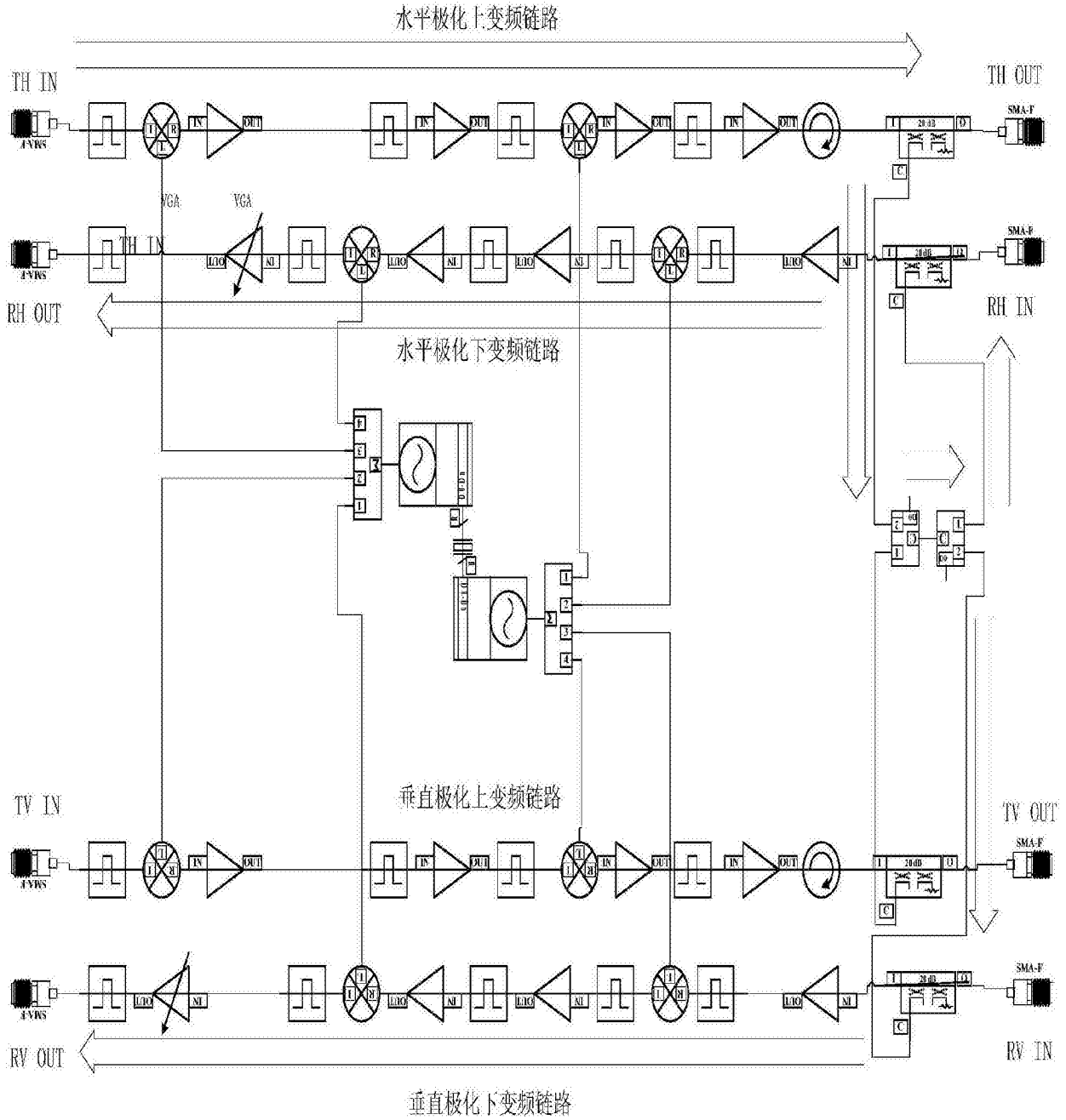


图4