



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106390699 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201611114805.4

(22)申请日 2016.12.07

(71)申请人 中国船舶重工集团公司第七二四研究所

地址 210003 江苏省南京市中山北路346号

(72)发明人 陈杨 徐太栋

(51)Int.Cl.

B01D 53/26(2006.01)

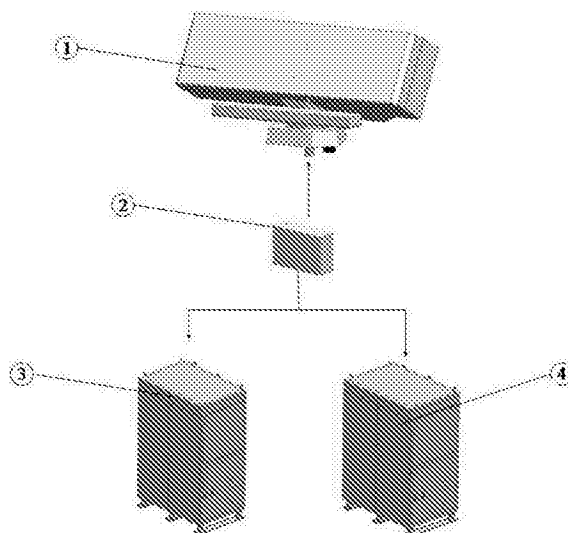
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法

## (57)摘要

本发明涉及一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法。本发明采用正压干燥源提供干燥风,通过单向供风的方式为雷达天线舱与机柜内部维持正压,防止外部潮湿空气、灰尘与盐雾进入雷达设备,并防止雷达设备内部液冷管路表面凝露。为满足雷达设备内部液冷系统的防凝露要求,正压干燥源的供风露点不大于10℃,同时为了减轻正压干燥源的气体干燥处理压力,供风露点不低于-5℃,采用亲水膜析出空气水分的方式进行干燥。因雷达天线舱与机柜难以实现完全密闭,正压干燥源需要连续不断为这两种设备供风,保证天线舱与机柜内部气压比外界大气高50Pa以上,采用该方式对天线舱与机柜进行干燥,可精简设备数量,满足大部分现代相控阵雷达的干燥要求。



1. 一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法,其特征在于:正压干燥源通过供风管路为机柜与天线舱提供满足使用要求的一定露点范围内的干燥空气,温湿度传感器实时监测天线舱内的空气露点信息并反馈给正压干燥源,正压干燥源根据天线舱的露点信息对供气方式进行控制;舱室内空气经空气滤芯过滤、被压缩机加压后输出给亲水膜,高压空气在亲水膜内侧流过,真空泵抽取亲水膜输出的一部分空气反吹亲水膜外侧,在亲水膜外侧形成负压,亲水膜内侧高压空气的水分在亲水膜内外压差的作用下析出到亲水膜外侧,并被真空泵提供的扫掠空气带走,亲水膜输出的没被真空泵带走的气体作为正压干燥源的输出气体输出到机柜与天线舱被干燥对象;散热风机为压缩机与真空泵提供散热。

2. 根据权利要求1所述的一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法,其特征在于正压干燥源连续单向供风,直接从舱室环境内抽取空气而无需回风管路,正压干燥源的供风露点为 $-10\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法,其特征在于雷达天线舱与机柜内外压差 $\geq 50\text{Pa}$ ,天线舱与机柜允许漏风,漏掉的空气由正压干燥源补充,机柜内外压差由正压干燥源保证动态平衡。

4. 根据权利要求1所述的一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法,其特征在于正压干燥源为天线舱与机柜供干燥气体,供风方式的判定条件为天线舱内露点,当天线舱内温度低于 $10^{\circ}\text{C}$ 时,停止天线舱支路的供气;机柜支路无此判定逻辑。

## 一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于雷达环境控制技术,特别涉及一种雷达干燥方法。

### 背景技术

[0002] 现代相控阵体制雷达的组件散热大部分需要使用液冷方式,为天线舱内组件进行冷却的冷却液供液温度为18~32℃,为防止供液管路、组件外表面出现冷凝,天线舱内空气露点需要低于18℃,目前对雷达设备内空气露点的控制方法主要是依靠制冷冷凝的方式实现:为雷达设备配备低温水冷机柜与循环通风装置,低温水冷机柜为循环通风装置提供8℃左右的低温水,循环通风装置借助低温水对雷达设备内空气进行干燥冷却。

[0003] 本发明提出的基于亲水膜的雷达正压干燥方法与上述传统干燥方法不同,本发明在雷达设备干燥过程中无需制冷,而是利用基于亲水膜的正压干燥源产生的干燥空气为雷达设备内部提供正压,保证设备内部压力大于外界大气压力,防止外部潮湿空气、灰尘进入的同时,不断为雷达设备内部提供干燥空气,以补偿泄露出雷达设备的空气。

[0004] 目前,亲水膜技术属于新兴技术,主要用于工业过滤等领域,但是尚无基于亲水膜的雷达设备正压干燥应用,本发明利用基于亲水膜的正压干燥源为雷达设备提供正压干燥空气、保证雷达设备内外动态压差平衡、通过压差防止外部潮湿空气与灰尘进入在雷达设备干燥方法中尚属首次。

### 发明内容

[0005] 本发明为解决雷达干燥问题,提出了一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法。具体技术方案包括:正压干燥源通过供风管路为机柜与天线舱提供满足使用要求的一定露点范围内的干燥空气,温湿度传感器实时监测天线舱内的空气露点信息并反馈给正压干燥源,正压干燥源根据天线舱的露点信息对供气方式进行控制;舱室内空气经空气滤芯过滤、被压缩机加压后输出给亲水膜,高压空气在亲水膜内侧流过,真空泵抽取亲水膜输出的一部分空气反吹亲水膜外侧,在亲水膜外侧形成负压,亲水膜内侧高压空气的水分在亲水膜内外压差的作用下析出到亲水膜外侧,并被真空泵提供的扫掠空气带走,亲水膜输出的没被真空泵带走的气体作为正压干燥源的输出气体输出到机柜与天线舱被干燥对象;散热风机为压缩机与真空泵提供散热。正压干燥源包括空气滤芯、空气压缩机、亲水膜、真空泵、散热风机、调节阀等,工作方式如图2所示。

[0006] 本发明提出的基于亲水膜的雷达正压干燥方法,其干燥对象为雷达的天线舱与各个机柜,采用压缩机为亲水膜提供正高压空气,采用真空泵为亲水膜另一侧提供负压,在压力差的作用下析出空气中水分,适当控制供气流量、露点,结合天线舱露点反馈信息,为天线舱与机柜提供良好的干燥环境。采用正压干燥方法为雷达进行湿度控制与传统方式相比有以下优点:

[0007] (1) 系统复杂度低,提高了雷达系统的整机可靠性;采用低温水冷机柜(MTBF为1万小时)与循环通风装置(MTBF为3万小时),干燥系统可靠性为7500小时;但是采用本发明的

正压干燥方法,干燥系统可靠性可达20000小时;

[0008] (2) 设备数量少,体积小,占用空间小,便于舰船高密度设备安装要求的实现,对于中型雷达,采用的正压干燥源体积不大于 $480 \times 800 \times 350\text{mm}$ ,占用空间远小于低温水冷机柜与循环通风装置;

[0009] (3) 系统的运行噪声低,雷达操作者的用户体验良好,经噪声试验,基于亲水膜的正压干燥源噪音为68dB左右,明显小于低温水冷机柜与循环通风装置;

[0010] (4) 该系统耗电少,环保高效,经耗电试验测量,对于中型雷达,基于亲水膜的正压干燥源耗电为1.5kW,远小于低温水冷机柜与循环通风装置。

### 附图说明

[0011] 图1是雷达正压干燥方法的工作原理图。其中,1为天线舱,2为正压干燥源,3为机柜1,4为机柜2。

[0012] 图2是正压干燥源的工作原理图。

### 具体实施方式

[0013] 本发明的一种基于亲水膜的雷达正压干燥方法如图1所示。正压干燥源为雷达舱和机柜提供单向正压干燥风,干燥风进入天线舱与机柜后使被干燥设备内部产生正压,同时被干燥设备漏掉的风量直接排入外界环境大气,不返回正压干燥源,正压干燥源单向正压供风,通过不断补充干燥风的方式维持天线舱、机柜与外界大气之间压力的动态平衡。

[0014] 正压干燥源直接抽取舱室内的空气,经过空气过滤器过滤后,利用空气压缩机加压送入亲水膜干燥滤芯,由于亲水膜两侧存在空气压差,水分从亲水膜内侧渗透到外侧,真空泵从亲水膜输出干燥气体中抽取一部分干燥后的气体反吹亲水膜外侧,带走析出的水分;没被真空泵抽走的空气作为干燥源的输出空气,输送到天线舱与机柜;风机为压缩机、真空泵等运动部件提供冷却。与传统的采用分子筛进行空气干燥处理的工作方式相比,基于亲水膜的干燥源具有以下几个特点:(1) 输出风量比分子筛式干燥源大,分子筛式输出干燥气体风量不超过 $2\text{m}^3/\text{h}$ ,而基于亲水膜的干燥源则可以输出 $5 \sim 10\text{m}^3/\text{h}$ 的干燥气体;(2) 分子筛式正压干燥源输出空气露点一般为 $-30 \sim -40^\circ\text{C}$ ,采用亲水膜干燥源输出的空气露点一般在 $-10 \sim 10^\circ\text{C}$ ,由于天线舱与机柜的内部环境湿度要求不高(与波导内空气湿度环境相比),且过于干燥容易产生静电,维持天线舱与机柜内部空气露点为 $-10 \sim 10^\circ\text{C}$ 是适合其内部电子设备干燥需求的。

[0015] 由于天线舱是室外设备,存在低温下工作的工况,当天线舱所处外界环境温度 $< 10^\circ\text{C}$ 后,天线舱内部温度可能会随之下降到 $10^\circ\text{C}$ 以下,此时,采用正压干燥源继续供气反而可能将舱室内的“湿气”带入天线舱,进而凝露或凝结。由于天线舱内供水为常温水,所以,天线舱内露点维持在 $18^\circ\text{C}$ 以下即可,同时要保证当天线舱内输入干燥气体露点温度低于天线舱内温度,因此当天线舱内温度 $\leq 10^\circ\text{C}$ 时,正压干燥源停止向天线舱供气,避免正压干燥源将湿气送入天线舱。

[0016] 正压干燥源的输出流量需要通过实验测定,在设计时,使用微差压计与气源对机柜与天线舱的漏风量进行测定(需带管路测试,测试结果包含管路的压力损失),测量当雷达设备内外压差为 $50\text{Pa}$ 时的漏风量,正压干燥源的输出流量需不小于该漏风量要求。

[0017] 使用该正压干燥方法能够保证天线舱与机柜供风露点位于 $-10\sim 10^{\circ}\text{C}$ 区间,防止液冷管路、组件表面出现冷凝,被干燥设备内外空气压差 $>50\text{Pa}$ ,保证天线舱与机柜内部良好的干燥环境。

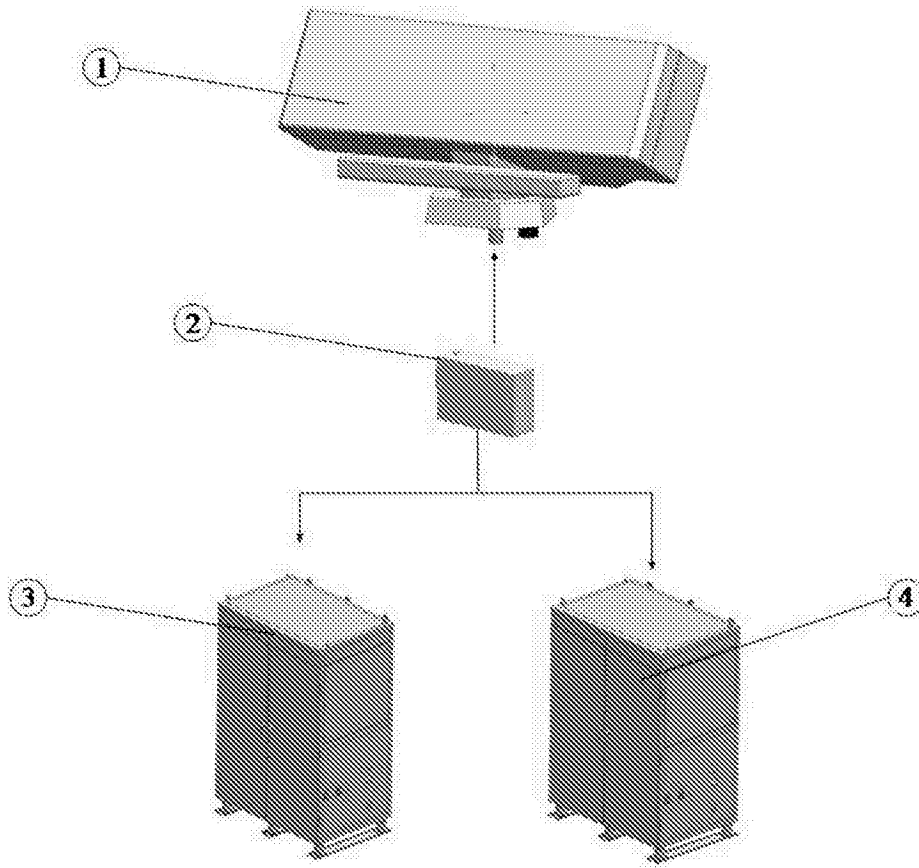


图1

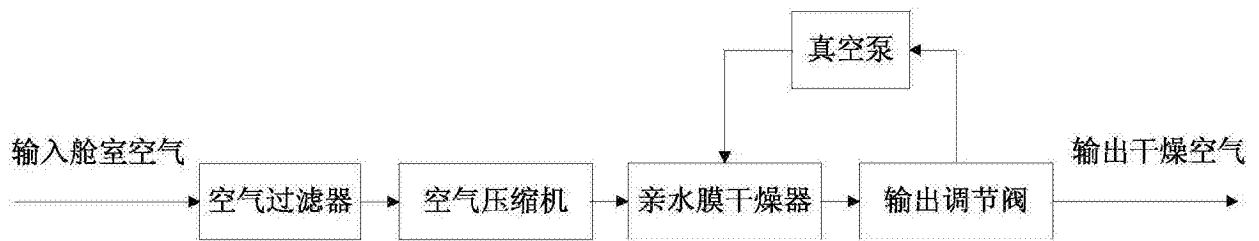


图2