



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110850406 A

(43)申请公布日 2020.02.28

---

(21)申请号 201911113210.0

(22)申请日 2019.11.14

(71)申请人 西安华腾微波有限责任公司

地址 710065 陕西省西安市高新区新型工业园西部大道2号企业壹号公园J38号

(72)发明人 马舒庆

(74)专利代理机构 北京中建联合知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11004

代理人 宋元松 刘湘舟

(51)Int.Cl.

G01S 13/88(2006.01)

G01S 13/95(2006.01)

A01G 15/00(2006.01)

---

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

消雹精准作业引导方法

(57)摘要

本发明公开了一种消雹精准作业引导方法，由若干个与消雹高炮或火箭同址安装的小雷达和中心站构成。具体方法如下：中心站利用大雷达探测数据和其他气象探测数据和预报确定是否进行消雹做作业；所述小雷达在仰角40度-90度，方位360度范围扫描探测；根据小雷达探测的径向速度大小、强度，及变化进入跟踪扫描；中心站根据雷达探测的径向速度大小、强度及变化，确定消雹高炮或火箭作业方位仰角，并且将消雹高炮或火箭作业方位仰角下达给消雹高炮或火箭作业人员；消雹高炮或火箭发射；评估作业位置和效果。本发明可以解决利用低成本短程雷达，实施近距离、高仰角、小体角度探测，以径向速度为主要依据的防雹精准作业的技术问题。

1. 消雹精准作业引导方法,其特征在于,由若干个与消雹高炮或火箭同址安装的小雷达和中心站构成,小雷达和中心站通过无线或有线宽带连接,小雷达将探测的高仰角数据传送给中心站,中心站分析处理确定消雹作业的方位仰角,然后下达给各个高炮或火箭操作手;具体方法如下:

1)、中心站利用大雷达探测数据和其他气象探测数据和预报确定是否进行消雹做作业;

2)、所述小雷达在仰角40度-90度,方位360度范围扫描探测;

3)、根据小雷达探测的径向速度大小、强度,及变化进入跟踪扫描;

4)、中心站根据雷达探测的径向速度大小、强度及变化,确定消雹高炮或火箭作业方位仰角,并且将消雹高炮或火箭作业方位仰角下达给消雹高炮或火箭作业人员;

5)、消雹高炮或火箭发射;

6)、评估作业位置和效果。

2. 根据权利要求1所述的消雹精准作业引导方法,其特征在于,所述的小雷达是一种短程探测雷达,探测距离30-50公里,探测频段: X波段,为全相参多普勒雷达,极化方式:水平极化或双极化。

3. 根据权利要求1所述的消雹精准作业引导方法,其特征在于,所述步骤(2),在仰角40度-90度,方位360度范围扫描探测,从仰角40度,每方位扫描360度,抬高仰角3度,大约天线旋转16圈,完成40—90度扫描;如果天线方位旋转速度为36度/秒,完成仰角完成40—90度扫描,方位360度体扫所用时间160秒。

4. 根据权利要求1所述的消雹精准作业引导方法,其特征在于,所述步骤(3),当径向速度、径向速度变化和强度大于设定值时进入跟踪扫描,即方位扫描某度,俯仰扫描某度,天线扫描仰角设置为一个定值,扫描方位设定一个范围,接着天下仰角抬高到某一度定值,扫描方位所设定的范围,再接着天下仰角抬高到某一度定值,按上述重复,当天线抬高到某一定值时,完成上述扫描范围后,天线仰角下降一个角度,再在扫描方位设定的范围,如此往复循环,直至中心站发出停止扫描命令;在这个过程中雷达将探测数据传送到中心站。

## 消雹精准作业引导方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种消雹的方法。

### 背景技术

[0002] 目前消雹作业是通过远程探测雷达探测结果,利用雷达回波强度、衰减、偏振量确定是否对云体进行作业,远程雷达空间、时间分辨率低,利用回波强度、衰减、偏振量识别冰雹具有较大的不确定性。冰雹生成的基本条件就是具有远大于降雨的垂直气流。

[0003] 当前人影雷达探测降水云体,是一种低仰角扫描模式(0-20度),远距离探测。对于防雹,存在两个问题:分辨率低,降低了对冰雹回波强度。探测的径向速度包含的垂直速度分量小,假如冰雹区高度8公里,冰雹区离雷达80公里,平均风速20米/秒,并且风向与雷达电磁波发射方向一致,垂直气流速度10米/秒,那么风速在雷达电磁波发射方向投影为19米/秒,垂直气流在雷达电磁波发射方向投影1米/秒。而雷达径向速度等于二者的和,为20米/秒。当风速不变,垂直速度变到20米/秒,这时雷达径向速度为21米/秒。径向速度这种变化小于其脉动,因而难以发现垂直速度的增强的趋势和具有成雹的动力条件。同样,假如对冰雹云作业后垂直气流消失后,径向速度为19米/秒,从21变到19,其变幅小于风自身的脉动,因此很难判别作业效果。无论是从引导对冰雹作业,还是评估对冰雹作业的效果,现有雷达和探测模式都存在缺陷。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种消雹精准作业引导方法,以解决利用低成本短程雷达,实施近距离、高仰角、小体角度探测,以径向速度为主要依据的防雹精准作业的技术问题。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明所采用的技术方案如下:

消雹精准作业引导方法,由若干个与消雹高炮或火箭同址安装的小雷达和中心站构成,小雷达和中心站通过无线或有线宽带连接,小雷达将探测的高仰角数据传送给中心站,中心站分析处理确定消雹作业的方位仰角,然后下达给各个高炮或火箭操作手;具体方法如下:

- 1、中心站利用大雷达探测数据和其他气象探测数据和预报确定是否进行消雹做作业;
- 2、所述小雷达在仰角40度-90度,方位360度范围扫描探测;
- 3、根据小雷达探测的径向速度大小、强度,及变化进入跟踪扫描;
- 4、中心站根据雷达探测的径向速度大小、强度及变化,确定消雹高炮或火箭作业方位仰角,并且将消雹高炮或火箭作业方位仰角下达给消雹高炮或火箭作业人员;
- 5、消雹高炮或火箭发射;
- 6、评估作业位置和效果;

如上所述的小雷达是一种短程探测雷达,探测距离30-50公里,探测频段: X波段,为全相参多普勒雷达,极化方式:水平极化或双极化。

[0006] 所述步骤(2),在仰角40度-90度,方位360度范围扫描探测,从仰角40度,每方位扫

描360度,抬高仰角3度,大约天线旋转16圈,完成40—90度扫描;如果天线方位旋转速度为36度/秒,完成仰角完成40—90度扫描,方位360度体扫所用时间160秒。

[0007] 所述步骤(3),当径向速度、径向速度变化和强度大于设定值时进入跟踪扫描,即方位扫描某度,俯仰扫描某度,天线扫描仰角设置为一个定值,扫描方位设定一个范围,接着天下仰角抬高到某一度定值,扫描方位所设定的范围,再接着天下仰角抬高到某一度定值,按上述重复,当天线抬高到某一定值时,完成上述扫描范围后,天线仰角下降一个角度,再在扫描方位设定的范围,如此往复循环,直至中心站发出停止扫描命令;在这个过程中雷达将探测数据传送到中心站。

[0008] 本发明的优点及积极效果:雷达探测时间、空间分辨率大大提高,提高了对冰雹回波核心区的定位准确性。更重要的是能够有效的确定垂直气流的变化。

## 具体实施方式

[0009] 本发明的消雹精准作业引导方法,由若干个与消雹高炮或火箭同址安装的小雷达和中心站构成,小雷达和中心站通过无线或有线宽带连接,小雷达将探测的高仰角数据传送给中心站,中心站分析处理确定消雹作业的方位仰角,然后下达给各个高炮或火箭操作手。

[0010] 本发明的作业流程:

- 1、中心站利用大雷达探测数据和其他气象探测数据和预报确定是否进行消雹做作业;
- 2、小雷达在仰角40度—90度,方位360度范围扫描探测,如,从仰角40度,每方位扫描360度,抬高仰角3度,大约天线旋转16圈,完成40—90度扫描。如果天线方位旋转速度为36度/秒,完成仰角完成40—90度扫描,方位360度体扫所用时间160秒;
- 3、根据雷达探测的径向速度大小、强度,及变化(如径向速度大于10米/秒、径向速度变化大于2米/秒/分,强度大于45DBZ)进入跟踪扫描,即方位扫描20度,俯仰扫描20度,例如天线扫描仰角设置为55,扫描方位220—240度,接着天下仰角抬高到58度,扫描方位240—220度,……,当天线抬高到73度,完成220—240度扫描后,天线仰角下降3度,在扫描方位240—220度…,如此往复循环,直至中心站发出停止扫描命令。在这个过程中雷达将探测数据传送到中心站;

- 4、中心站根据雷达探测的径向速度大小、强度,及变化确定消雹高炮或火箭作业方位仰角,并且将消雹高炮或火箭作业方位仰角下达给消雹高炮或火箭作业人员;

- 5、消雹高炮或火箭发射;

- 6、评估作业位置和效果。

[0011] 小雷达主要指标:

小雷达是一种短程探测雷达,探测距离30—50公里。主要技术指标:

探测频段: X波段。

[0012] 技术体制:全相参多普勒雷达。

[0013] 极化方式:水平极化或双极化。

[0014] 探测距离: 30—50公里。

[0015] 当了雷达高仰角探测时,探测得到的径向速度包含的垂直速度分量大。假如冰雹区高度8公里,冰雹区离雷达4公里,平均风速20米/秒,风向与雷达电磁波发射方向一致,垂

直气流速度也有10米/秒,那么风速在雷达电磁波发射方向投影10米/秒,垂直气流在雷达电磁波发射方向投影8.6米/秒,雷达径向速度为18.6米/秒。

[0016] 当风速不变,垂直速度变到20米/秒,这时雷达径向速度为27.2米/秒。垂直气流的变化能够充分反映出来。假如作业后垂直气流消失后,径向速度从27.2变到10,其变幅大于风自身的脉动,因此很容易识别作业位置,判别作业效果。使得消雹作业从粗放作业,走向精准作业。

[0017] 冰雹云内流场复杂,多变。而冰雹云外流场称之为环境场,相对稳定,可以通过探空、风廓线雷达获得,当把这些资料引入,将进一步改善对于冰雹发生条件的识别和预警,提高对消雹作业的引导准确性。假如冰雹区高度8公里,冰雹区离雷达4公里,平均风速20米/秒,风向与雷达电磁波发射方向一致,垂直气流速度也有10米/秒,那么风速在雷达电磁波发射方向投影10米/秒,垂直气流在雷达电磁波发射方向投影8.6米/秒,雷达径向速度为18.6米/秒。当通过探空或风廓线得到风速,扣除风速,就知道垂直风速为10米/秒,当垂直气流变到20米/秒,也就知道垂直气流是20米/秒。