



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116171780 A

(43) 申请公布日 2023.05.30

(21) 申请号 202310207813.7

(22) 申请日 2023.03.03

(71) 申请人 中国气象局人工影响天气中心

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街  
46号

(72) 发明人 方春刚 赵志强 刘伟 袁慧珍

卢广献 党娟 刘汐敬 车云飞

陈宝君 陈添宇 李军霞 苏正军

(74) 专利代理机构 北京嘉途睿知识产权代理事

务所(普通合伙) 11793

专利代理师 莫胜钧

(51) Int. Cl.

A01G 15/00 (2006.01)

G05B 19/04 (2006.01)

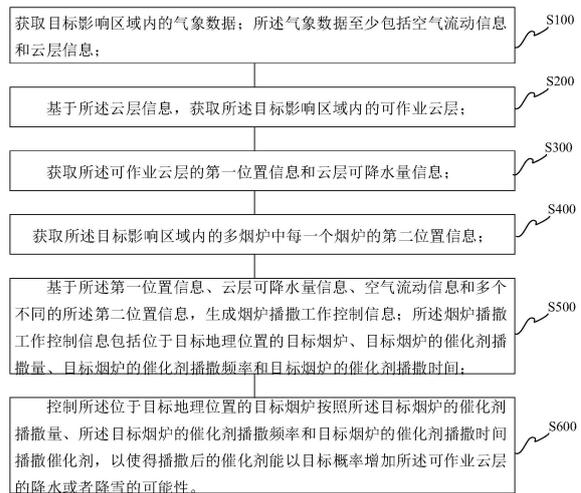
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

多烟炉联合播撒催化剂的控制方法、装置、  
存储介质及服务器

(57) 摘要

本申请提出多烟炉联合播撒催化剂的控制方法、装置、存储介质和服务器,包括:获取气象数据;气象数据包括空气流动信息和云层信息;基于所述云层信息,获取所述目标影响区域内的可作业云层;获取所述可作业云层的第一位置信息和云层可降水量信息;获取所述目标影响区域内的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息;基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息;所述烟炉播撒工作控制信息包括位于目标地理位置的目标烟炉、目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间;控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂,以使得播撒后的催化剂能以目标概率增加可作业云层的降水或者降雪的可能性。



1. 多烟炉联合播撒催化剂的控制方法,其特征在于,包括:

获取目标影响区域内的气象数据;所述气象数据至少包括空气流动信息和云层信息;

基于所述云层信息,获取所述目标影响区域内的可作业云层;

获取所述可作业云层的第一位置信息和云层可降水量信息;

获取所述目标影响区域内的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息;

基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息;所述烟炉播撒工作控制信息包括位于目标地理位置的目标烟炉、目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间;

控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂,以使得播撒后的催化剂能以目标概率增加所述可作业云层的降水或者降雪的可能性。

2. 如权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息的步骤包括:

基于所述第一位置信息和多个不同的所述第二位置信息,生成所述可作业云层与多烟炉中每一个烟炉的相对位置信息;

获取扩散模型,基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果;

基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少一个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置;

基于所述目标地理位置、所述扩散结果、所述空气流动信息、所述第一位置信息和所述云层可降水量信息,确定所述目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间。

3. 如权利要求2所述的控制方法,其特征在于,所述基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果的步骤之前,所述控制方法包括:

判断所述空气流动信息是否属于所述目标影响区域经常发生的空气流动;

若是,则获取设定目标烟炉与空气流动的映射关系,并基于所述映射关系、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息确定所述目标烟炉;

若不是,则执行基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果的步骤。

4. 如权利要求2所述的控制方法,其特征在于,所述基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少一个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置包括:

所述基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少两个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置;

基于至少两个所述目标地理位置、所述扩散结果、所述空气流动信息、所述第一位置信息和所述云层可降水量信息,确定所述目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间和至少两个多个目标烟炉的播撒催化剂的先后顺序信息或者同步播撒信息。

5. 如权利要求1至4中任一项所述的控制方法,其特征在于,所述相对位置信息为沿风

向上的相对位置信息。

6. 如权利要求1至4中任一项所述的控制方法,其特征在于,所述云层可降水量信息包括过冷水含量和冰晶数浓度。

7. 如权利要求1至4中任一项所述的控制方法,其特征在于,所述空气流动信息包括水平风速和风向及垂直速度。

8. 多烟炉联合播撒催化剂的控制装置,其特征在于,包括:

获取模块,所述获取模块适于获取目标影响区域内的气象数据;所述气象数据至少包括空气流动信息和云层信息;

所述获取模块进一步地适于,基于所述云层信息,获取所述目标影响区域内的可作业云层;

所述获取模块进一步适于,获取所述可作业云层的第一位置信息和云层可降水量信息;

所述获取模块进一步适于,获取所述目标影响区域内的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息;

控制信息生成模块,所述控制信息生成模块适于基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息;所述烟炉播撒工作控制信息包括位于目标地理位置的目标烟炉、目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间;

控制模块,所述控制模块适于控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂,以使得播撒后的催化剂能以目标概率增加所述可作业云层的降水或者降雪的可能性。

9. 计算机存储介质,其特征在于,所述存储器上存储有计算机程序,所述计算机被处理器进行记载,以执行权利要求1至7中任一项所述的多烟炉联合播撒催化剂的控制方法的步骤。

10. 服务器,其特征在于,包括:

存储器,其上存储有计算机程序;

处理器,用于执行所述存储器中的所述计算机程序,以实现权利要求1至6中任意一项所述的多烟炉联合播撒催化剂的控制方法的步骤。

## 多烟炉联合播撒催化剂的控制方法、装置、存储介质及服务器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及人工智能增雨技术领域,具体为一种多烟炉联合播撒催化剂的控制方法、装置、存储介质及服务器。

### 背景技术

[0002] 人工影响天气作业是一种增加降水或降雪的作业手段。现有技术中,人工影响作业主要包括地面播撒催化作业和空中播撒作业。地面催化存在效率低、准确性差和精度有限的弊端;而空中催化主要是利用有人机和无人机搭载催化剂实现云中催化播撒,相比较于地面催化而言,效率高、准确性高且精度高的优势,然而其受到地理条件、空中管制等限制。因此,地面催化作业仍旧是一种必要的人工影响天气作业的作业方式。

[0003] 公开号为CN109315196A的中国专利公开了一种地面烟炉人工增雨雪作业方法,包括选取降水天气系统控制下的降水云系为目标云;在山的迎风坡上部放置地面烟炉,放置人工增雨雪烟条后点燃,利用迎风坡的上升气流将人工增雨雪烟条中的催化剂带入目标云层;连续燃烧人工增雨雪烟条40分钟为一个作业单元;判断目标云层是否仍满足作业条件,若满足,则间隔10分钟进入第二作业单元;若不满足,停止作业。在该专利中,一方面需要临时在迎风坡上部放置地面烟炉,导致该作业方法效率低;另一方面,迎风坡选取影响到准确性,若选取失误,则会导致作业失败。因此,该技术方案效率低、准确性差和精度有限。

[0004] 公开号为CN104729365A的中国专利公开了一种人工增雨火箭弹的撒播控制方法,步骤如下:1)、发射火箭弹;2)、火箭弹到达设定高度时,检测与降雨相关的云层信息;3)、当所述云层信息满足设定条件时,撒播催化剂进行人工增雨。该专利明与传统使用定时器的火箭弹相比,可以根据云层具体情况实时有效地控制催化剂播撒位置,提高增雨防雹效果;但是其并没有给出如何播撒催化剂的控制方法。

[0005] 综上所述,现有技术中存在地面催化剂播撒作业效率低、准确性差和精度有限的技术不足。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的地面催化剂播撒作业效率低、准确性差和精度有限的技术问题,本发明提供了多烟炉联合播撒催化剂的控制方法、装置、存储介质及服务器。

[0007] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:

[0008] 一种多烟炉联合播撒催化剂的控制方法,包括:

[0009] 获取目标影响区域内的气象数据;所述气象数据至少包括空气流动信息和云层信息;

[0010] 基于所述云层信息,获取所述目标影响区域内的可作业云层;

[0011] 获取所述可作业云层的第一位置信息和云层可降水量信息;

[0012] 获取所述目标影响区域内及其周围的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息;

[0013] 基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息;所述烟炉播撒工作控制信息包括位于目标地理位置的目标烟炉、目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间;

[0014] 控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂,以使得播撒后的催化剂能以目标概率增加所述可作业云层的降水或者降雪的可能性。

[0015] 可选地,所述基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息的步骤包括:

[0016] 基于所述第一位置信息和多个不同的所述第二位置信息,生成所述可作业云层与多烟炉中每一个烟炉的相对位置信息;

[0017] 获取扩散模型,基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果;

[0018] 基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少一个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置;

[0019] 基于所述目标地理位置、所述扩散结果、所述空气流动信息、所述第一位置信息和所述云层可降水量信息,确定所述目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间。

[0020] 可选地,所述基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果的步骤之前,所述控制方法包括:

[0021] 判断所述空气流动信息是否属于所述目标影响区域经常发生的空气流动;

[0022] 若是,则获取设定目标烟炉与空气流动的映射关系,并基于所述映射关系、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息确定所述目标烟炉;

[0023] 若不是,则执行基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果的步骤。

[0024] 可选地,所述基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少一个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置包括:

[0025] 所述基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少两个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置;

[0026] 基于至少两个所述目标地理位置、所述扩散结果、所述空气流动信息、所述第一位置信息和所述云层可降水量信息,确定所述目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间和至少两个多个目标烟炉的播撒催化剂的先后顺序信息或者同步播撒信息。

[0027] 可选地,所述相对位置信息为沿风向上的相对位置信息。

[0028] 可选地,所述云层可降水量信息包括过冷水含量和冰晶数浓度。

[0029] 可选地,所述空气流动信息包括水平风速和风向及垂直速度。

[0030] 本申请还提出多烟炉联合播撒催化剂的控制装置,包括:

[0031] 获取模块,所述获取模块适于获取目标影响区域内的气象数据;所述气象数据至少包括空气流动信息和云层信息;

[0032] 所述获取模块进一步地适于,基于所述云层信息,获取所述目标影响区域内的可作业云层;

[0033] 所述获取模块进一步适于,获取所述可作业云层的第一位置信息和云层可降水量信息;

[0034] 所述获取模块进一步适于,获取所述目标影响区域内的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息;

[0035] 控制信息生成模块,所述控制信息生成模块适于基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息;所述烟炉播撒工作控制信息包括位于目标地理位置的目标烟炉、目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间;

[0036] 控制模块,所述控制模块适于控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂,以使得播撒后的催化剂能以目标概率增加所述可作业云层的降水或者降雪的可能性。

[0037] 本申请还提出计算机存储介质,所述存储器上存储有计算机程序,所述计算机被处理器进行记载,以执行如前所述的多烟炉联合播撒催化剂的控制方法的步骤。

[0038] 本申请还提出服务器,包括:存储器,其上存储有计算机程序;处理器,用于执行所述存储器中的所述计算机程序,以实现如前所述的多烟炉联合播撒催化剂的控制方法的步骤。

## 附图说明

[0039] 图1为根据本发明各个实施例涉及的一种实施环境的结构示意图;

[0040] 图2为本申请提出的多烟炉联合播撒催化剂的控制方法的流程示意图;

[0041] 图3为本申请多烟炉联合播撒催化剂影响天气的一示意图;

[0042] 图4为本申请提出的多烟炉联合播撒催化剂的控制方法的另一流程示意图;

[0043] 图5为多烟炉联合播撒催化剂的控制装置的方框图;

[0044] 图6是本发明一个实施例提供的服务器的结构方框图。

## 具体实施方式

[0045] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 请参考图1,其示出了本发明各个实施例涉及的一种实施环境的结构示意图。如图1所示,该实施环境可以包括信息设备、服务器和烟炉。在本申请中,信息设备包括无人机气象探测设备、地理信息系统、雷达探测设备、卫星遥感探测设备、风向风速采集设备、风廓线雷达等能提供气象数据的设备。服务器中配置存储器和处理器,存储器中设置有一个或者一个以上的程序,用于执行以下实施例多烟炉联合播撒催化剂的控制方法。处理器调用存储器中的程序,以执行以下实施例多烟炉联合播撒催化剂的控制方法。服务器用于控制烟

炉执行播撒催化剂作业。

[0047] 本申请实施时,烟炉是指设置于地面的用于播撒催化剂的设备。在给定的地理区域范围内,烟炉根据地理条件一般设置为多个,且每一个烟炉设置于不同的地理位置,以尽可能覆盖更多可影响的天气影响区域。在不做具体限制时,催化剂一般指在本领域较为成熟的碘化银。当然,催化剂也可以为其他可用于人工增雨或者人工增雪的材料,如干冰、液氮、液态丙烷等。

[0048] 烟炉作为人工增雨或者增雪的主要的地面设备,其存在精准性差和效率低的不足。因此,提升烟炉的精准性差和效率低的不足成为本领域的研究热点和研究难点。对此,经过调查研究,CN110915511A的中国专利公开了一种人工增雨雪地面燃烟炉催化作业技术方法;该方法包括:获取大气近地面细颗粒物浓度;获取水平风速或作业季节;根据所述大气近地面细颗粒物浓度和所述水平风速,或者根据所述大气近地面细颗粒物浓度和所述作业季节,确定地面燃烟炉人工增雨雪催化剂量;当满足作业条件时,采用所述地面燃烟炉人工增雨雪催化剂量实施催化作业;所述大气近地面细颗粒物浓度为PM<sub>2.5</sub>,所述水平风速为距离地面10米高度的风速,根据所述大气近地面细颗粒物浓度和所述水平风速,或者根据所述大气近地面细颗粒物浓度和所述作业季节,确定地面燃烟炉人工增雨雪催化剂量的步骤,包括:当PM<sub>2.5</sub>小于75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,所述水平风速大于或等于2m/s且小于或等于5m/s时,或者,当PM<sub>2.5</sub>小于75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,所述作业季节为冬季时,确定所述地面燃烟炉人工增雨雪催化剂量为90g,或120g。

[0049] 在该专利提供的技术方案中,根据不同的风速条件和季节类型的气象条件确定地面燃烟炉人工增雨雪催化剂量的方式来提高人工增雨雪的成功率。但是,在特定的影响范围内,即使根据不同的风速条件和季节类型的气象条件确定地面燃烟炉人工增雨雪催化剂量,其效率仍旧比较低。经过发明人的研究发现:风速条件对于燃烟炉人工增雨雪催化剂量确实有影响,但是发射的烟炉的地理位置、播撒时间、播撒频率对人工增雨雪的成功率具有相当或者更大的影响。比如,在特定地理位置范围内,烟炉的布局是给定的,在一些风速条件下,距离云层较近的烟炉播撒的成功率小于较远的烟炉播撒催化剂。因此在当前技术方案中,地面烟炉播撒催化剂以增雪或者增雨的精准性差和效率低的仍旧不足。

[0050] 为此,本申请提供一种控制方法,旨在能够有提高地面烟炉播撒催化剂以增雪或者增雨的精准性和效率。请参照图2所示,图2示出本申请提出的多烟炉联合播撒催化剂的控制方法的流程示意图。所述控制方法应用于图1所示的服务器130来举例说明。为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:

[0051] 一种多烟炉联合播撒催化剂的控制方法,包括:

[0052] S100,获取目标影响区域内的气象数据;所述气象数据至少包括空气流动信息和云层信息;

[0053] 在实施例中,气象数据来源于信息设备。一般而言,气象数据至少包括空气流动信息和云层信息。气象数据还可以包括温度信息、湿度信息、可吸入粒子的浓度信息、气压信息等。在实施例中,空气流动信息主要包括水平风速和风向及垂直速度,即风场。

[0054] S200,基于所述云层信息,获取所述目标影响区域内的可作业云层;

[0055] 获取的云层信息,所述云层信息主要包括云层周围的气压信息、含水量、冰核数、温度信息。根据上述云层信息确定出能够用于人工影响天气作业的可作业云层;所述“可作

业云层”可以为可降水云层或者可降雪云层。

[0056] S300,获取所述可作业云层的第一位置信息和云层可降水量信息;

[0057] 在实施例中,云层可降水量信息通常包括过冷水含量和冰晶数浓度;第一位置信息可以是相对于某一特定参照物的相对位置,也可以是在目标影响区域内的绝对位置。

[0058] S400,获取所述目标影响区域内及其周围的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息;

[0059] 一般而言,如图3所示,多个烟炉设置在特定范围内的不同地理位置。然而,增雨作业的区域可能完全处于该特定范围内,也能够处于该特定范围外,也可能与该特定范围具有相交区域。为了能够高效地、高成功率地实现人工影响天气作业。在本申请实施例的技术方案中,通常情况下,通过遍历获取在目标影响区域内的以及周围的多烟炉的每一个烟炉的第二位置信息,以为人工影响天气作业的高效实施提供设备支持。

[0060] S500,基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息;所述烟炉播撒工作控制信息包括位于目标地理位置的目标烟炉、目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间;

[0061] 本申请的技术方案中,基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,从多个烟炉中选择出目标烟炉,以用于进行播撒作业,提高成功率。选择出来的烟炉不一定是目标影响区域内的、也不一定是距离可作业云层最近的、个数也不一定是唯一的,但是其是综合了第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息得到的。对于本领域常规技术而言,通常仅仅选择距离可降水云层近的烟炉进行播撒催化剂作业或者在目标影响区域内的全部的烟炉进行播撒作业,比如上述中国专利,CN110915511A提供了当降水云系的雷达垂直积分液态水含量大于或等于 $1\text{kg}/\text{m}^3$ ,且降水云系的雷达降水回波前沿与地面燃烟炉作业点大于或等于24分钟且小于或等于36分钟距离时,采用所述地面燃烟炉人工增雨雪催化剂量实施催化作业的技术方案。然而,该技术方案的成功率仍旧较低,显著降低了人工影响天气作业的有效性。而全部发射催化剂作业,则会对环境造成不良影响且造成催化剂浪费,不利于经济性和环保性。为此,本申请实施例中,需要在目标影响区域内实施人工影响天气作业时,通过获取所述目标影响区域内及其周围的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息,以基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息能够从多个烟炉中选择至少一个烟炉播撒催化剂进行作业,以综合考虑经济性、环保性和成功率。

[0062] 如图4所示,在本申请实施例的技术方案中,基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和多个不同的所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息包括:

[0063] S510,基于所述第一位置信息和多个不同的所述第二位置信息,生成所述可作业云层与多烟炉中每一个烟炉的相对位置信息;

[0064] 在实施例中,可以通过在同一坐标系对第一位置信息和多个不同的第二位置信息进行标定,计算所述可作业云层与多烟炉中每一个烟炉的相对位置信息;也可以以可作业云层作为坐标原点对烟炉的位置信息进行转换,进而得到每一个烟炉相对于可作业云层的相对位置信息。由于一般情况下,风向是催化剂扩散的显著影响因素,因此相对位置信息是沿风向的相对位置信息,也即在本申请的技术方案中,相对位置信息是以矢量描述的,以作

为选择目标烟炉的重要信息。

[0065] S520, 获取扩散模型, 基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果;

[0066] 扩散模型一般包括扩散模式 (HYSPLIT) 和中尺度数值模式 (WRF)。通过对每一个烟炉的催化剂播撒后扩散轨迹的模拟以及对碘化银扩散范围的分析, 模拟得到地面烟炉释放的催化剂是否到达可作业云层或者地面上足够高的区域, 以用于从多烟炉中确定出目标烟炉。

[0067] S530, 基于所述扩散结果, 从所述多烟炉中确定至少一个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置;

[0068] 一般情况下, 在得到每一个扩散结果后, 根据预设确定条件从所述多烟炉中确定至少一个烟炉作为所述目标烟炉; 一般而言, 预设确定条件包括扩散轨迹与目标烟炉和可作业云层之间的直线轨迹的偏离程度。若一烟炉的扩散轨迹的偏离程度低, 则可以确定为目标烟炉; 若一烟炉的扩散轨迹的偏离程度高, 则在此次播撒过程中, 不使用该烟炉。一般情况下, 进一步对, 根据偏离程度, 从目标烟炉中选择主目标烟炉和次目标烟炉。主目标烟炉用于高频播撒、高量播撒催化剂, 次目标烟炉用于低频播撒、低量播撒催化剂, 以此增加烟炉的播撒作业成功率。

[0069] S540, 基于所述目标地理位置、所述扩散结果、所述空气流动信息、所述第一位置信息和所述云层可降水量信息, 确定所述目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间。

[0070] 在实施例中, 在确定目标烟炉之后, 通过基于所述目标地理位置、所述扩散结果、所述空气流动信息、所述第一位置信息和所述云层可降水量信息, 来确定所述目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间。播撒量与可作业云层的含水量和成核数相关; 播撒频率和播撒时间与扩散结果、风向、风速相关。播撒时间还与目标地理位置、第一位置信息的相关。

[0071] S600, 控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂, 以使得播撒后的催化剂能以目标概率增加所述可作业云层的降水或者降雪的可能性。

[0072] 在本申请中, 在得到烟炉播撒工作控制信息之后, 控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂进行烟炉播撒作业。

[0073] 作为上述实施例的可选实施方式, 所述基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果的步骤之前, 所述控制方法包括: 判断所述空气流动信息是否属于所述目标影响区域经常发生的空气流动; 若是, 则获取设定目标烟炉与空气流动的映射关系, 并基于所述映射关系、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息确定所述目标烟炉。比如, 针对于以特定地理范围内, 具有特定的风向和风速; 当空气流动按照或者近似该特定的风向和风速进行时, 则获取获取设定目标烟炉与空气流动的映射关系, 以用于快速地确定出目标烟炉。若不是, 则执行基于所述扩散模型、所述空气流动信息和所述不同的相对位置信息模拟得到扩散结果的步骤。即: 当空气流动未按照或者近似该特定的风向和风速进行时, 则进行扩散模拟的方式确定目标烟炉。经过以上实施例的

技术方案,以在经常发生的天气条件下快速执行播撒作业;而在不经常发生的天气条件下再进行扩散模拟以确定目标烟炉。

[0074] 作为上述实施例的可选实施方式,所述基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少一个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置包括:所述基于所述扩散结果,从所述多烟炉中确定至少两个烟炉作为所述目标烟炉和所述目标烟炉的目标地理位置;基于至少两个所述目标地理位置、所述扩散结果、所述空气流动信息、所述第一位置信息和所述云层可降水量信息,确定所述目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间和至少两个多个目标烟炉的播撒催化剂的先后顺序信息或者同步播撒信息。一般情况下,进一步对,根据偏离程度,从目标烟炉中选择主目标烟炉和次目标烟炉。在实施例中,主目标烟炉和次目标烟炉可以同步播撒催化剂,也可以先后播撒催化剂。一般而言,根据系统设定,主目标烟炉一般用于高频播撒、高量播撒催化剂,次目标烟炉用于低频播撒、低量播撒催化剂,以此增加烟炉的播撒作业成功率。

[0075] 如图5所示,本申请提出多烟炉联合播撒催化剂的控制装置,包括:

[0076] 获取模块100,所述获取模块适于获取目标影响区域内的气象数据;所述气象数据至少包括空气流动信息和云层信息;

[0077] 所述获取模块100进一步地适于,基于所述云层信息,获取所述目标影响区域内的可作业云层;

[0078] 所述获取模块100进一步适于,获取所述可作业云层的第一位置信息和云层可降水量信息;

[0079] 所述获取模块100进一步适于,获取所述目标影响区域内的多烟炉中每一个烟炉的第二位置信息;

[0080] 控制信息生成模块200,所述控制信息生成模块适于基于所述第一位置信息、云层可降水量信息、空气流动信息和所述第二位置信息,生成烟炉播撒工作控制信息;所述烟炉播撒工作控制信息包括位于目标地理位置的目标烟炉、目标烟炉的催化剂播撒量、目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间;

[0081] 控制模块300,所述控制模块适于控制所述位于目标地理位置的目标烟炉按照所述目标烟炉的催化剂播撒量、所述目标烟炉的催化剂播撒频率和目标烟炉的催化剂播撒时间播撒催化剂,以使得播撒后的催化剂能以目标概率增加所述可作业云层的降水或者降雪的可能性。

[0082] 请参考图6,其示出了本发明一个实施例提供的服务器的结构示意图。所述服务器130包括中央处理单元(CPU)1301、包括随机存取存储器(RAM)1302和只读存储器(ROM)1303的系统存储器1304,以及连接系统存储器1304和中央处理单元1301的系统总线1305。所述服务器130还包括帮助计算机内的各个器件之间传输信息的基本输入/输出系统(I/O系统)1306,和用于存储操作系统1313、应用程序1314和其他程序模块1315的大容量存储设备1307。

[0083] 所述基本输入/输出系统1306包括有用于显示信息的显示器1308和用于用户输入信息的诸如鼠标、键盘之类的输入设备1309。其中所述显示器1308和输入设备1309都通过连接到系统总线1305的输入输出控制器1310连接到中央处理单元1301。所述基本输入/输出系统1306还可以包括输入输出控制器1310以用于接收和处理来自键盘、鼠标、或电子触

控笔等多个其他设备的输入。类似地,输入输出控制器1310还提供输出到显示屏、打印机或其他类型的输出设备。

[0084] 所述大容量存储设备1307通过连接到系统总线1305的大容量存储控制器(未示出)连接到中央处理单元1301。所述大容量存储设备1307及其相关联的计算机可读介质为服务器130提供非易失性存储。也就是说,所述大容量存储设备1307可以包括诸如硬盘或者CD-ROM驱动器之类的计算机可读介质(未示出)。

[0085] 不失一般性,所述计算机可读介质可以包括计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质包括以用于存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据等信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移动和不可移动介质。计算机存储介质包括RAM、ROM、EPROM、EEPROM、闪存或其他固态存储其技术,CD-ROM、DVD或其他光学存储、磁带盒、磁带、磁盘存储或其他磁性存储设备。当然,本领域技术人员可知所述计算机存储介质不局限于上述几种。上述的系统存储器1304和大容量存储设备1307可以统称为存储器。

[0086] 根据本发明的各种实施例,所述服务器130还可以通过诸如因特网等网络连接到网络上的远程计算机运行。也即服务器130可以通过连接在所述系统总线1305上的网络接口单元1311连接到网络1312,或者说,也可以使用网络接口单元1311来连接到其他类型的网络或远程计算机系统(未示出)。

[0087] 所述存储器还包括一个或者一个以上的程序,所述一个或者一个以上程序存储于存储器中,所述一个或者一个以上程序用于执行上述实施例多烟炉联合播撒催化剂的控制方法。

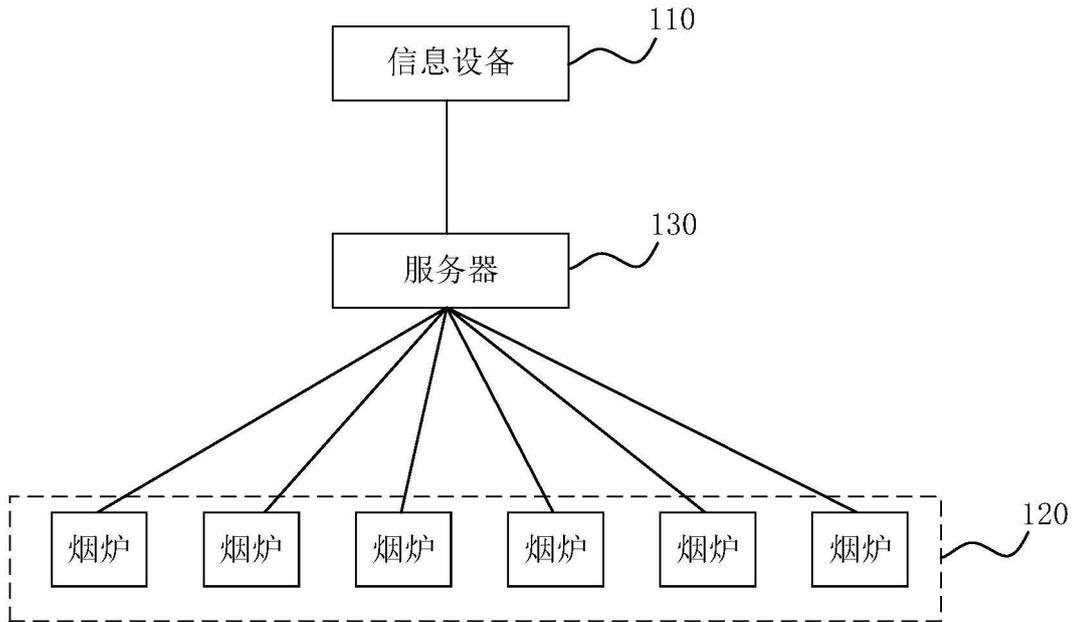


图1

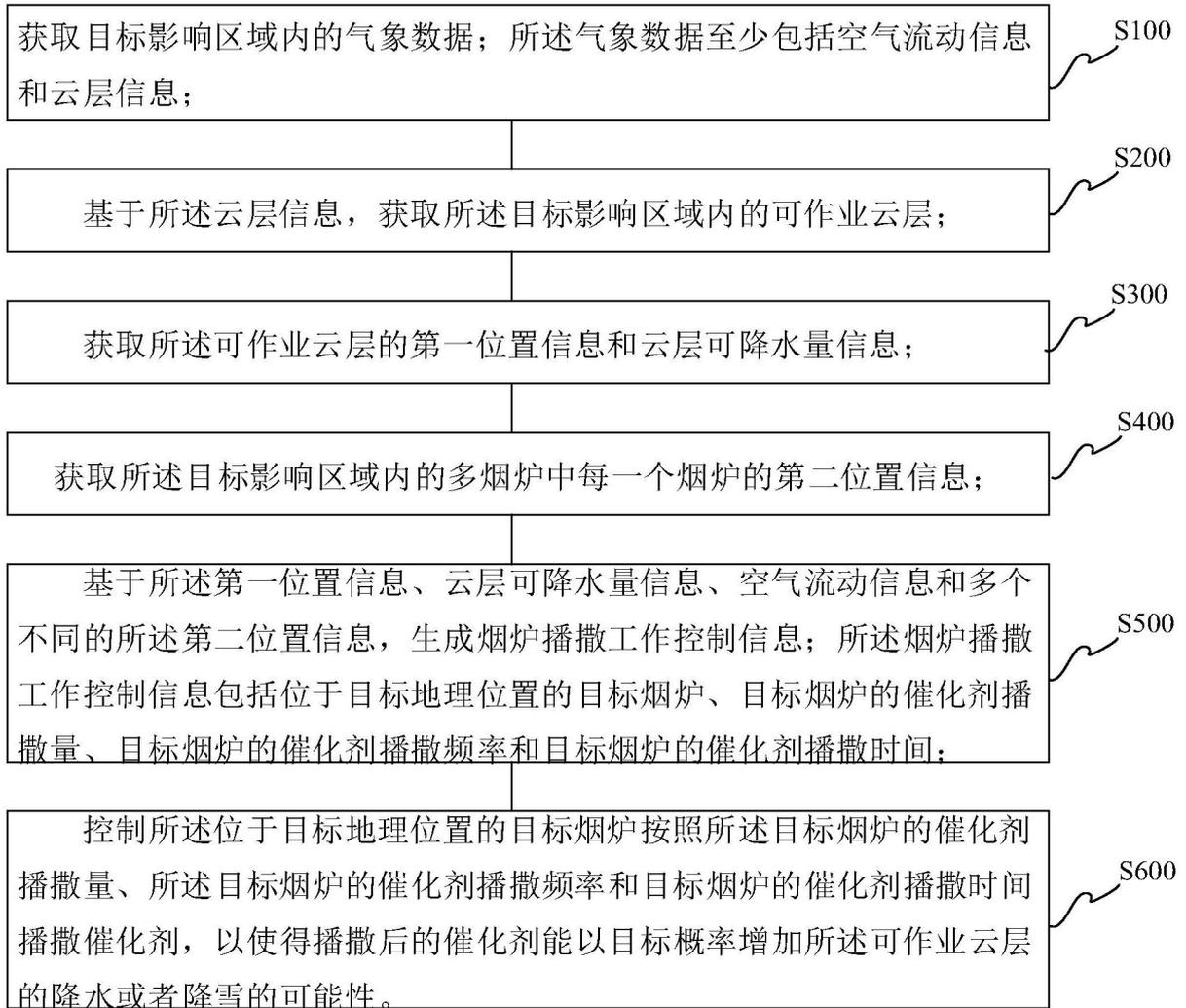


图2

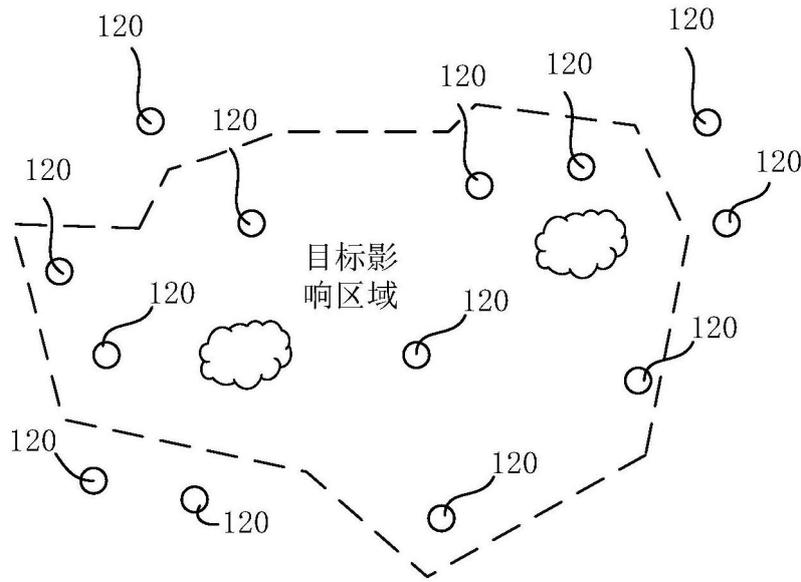


图3

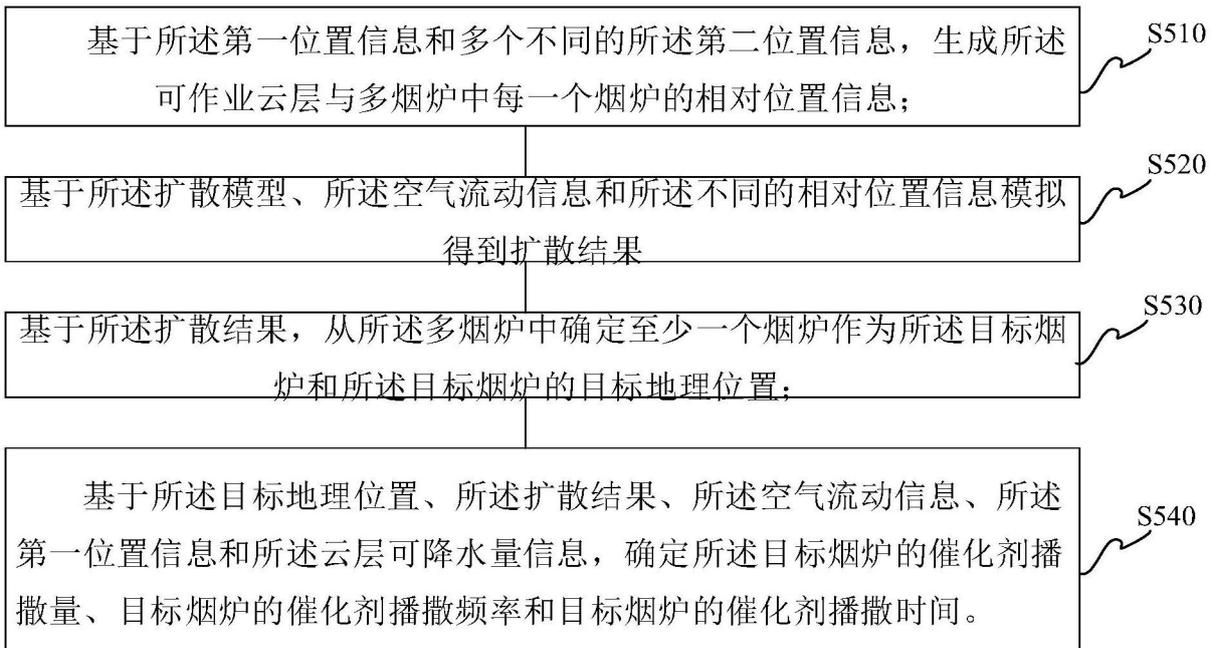


图4

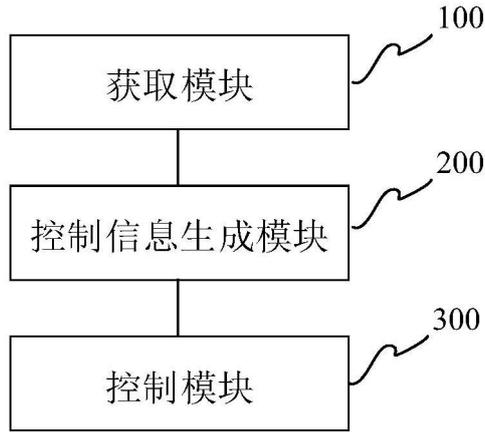


图5

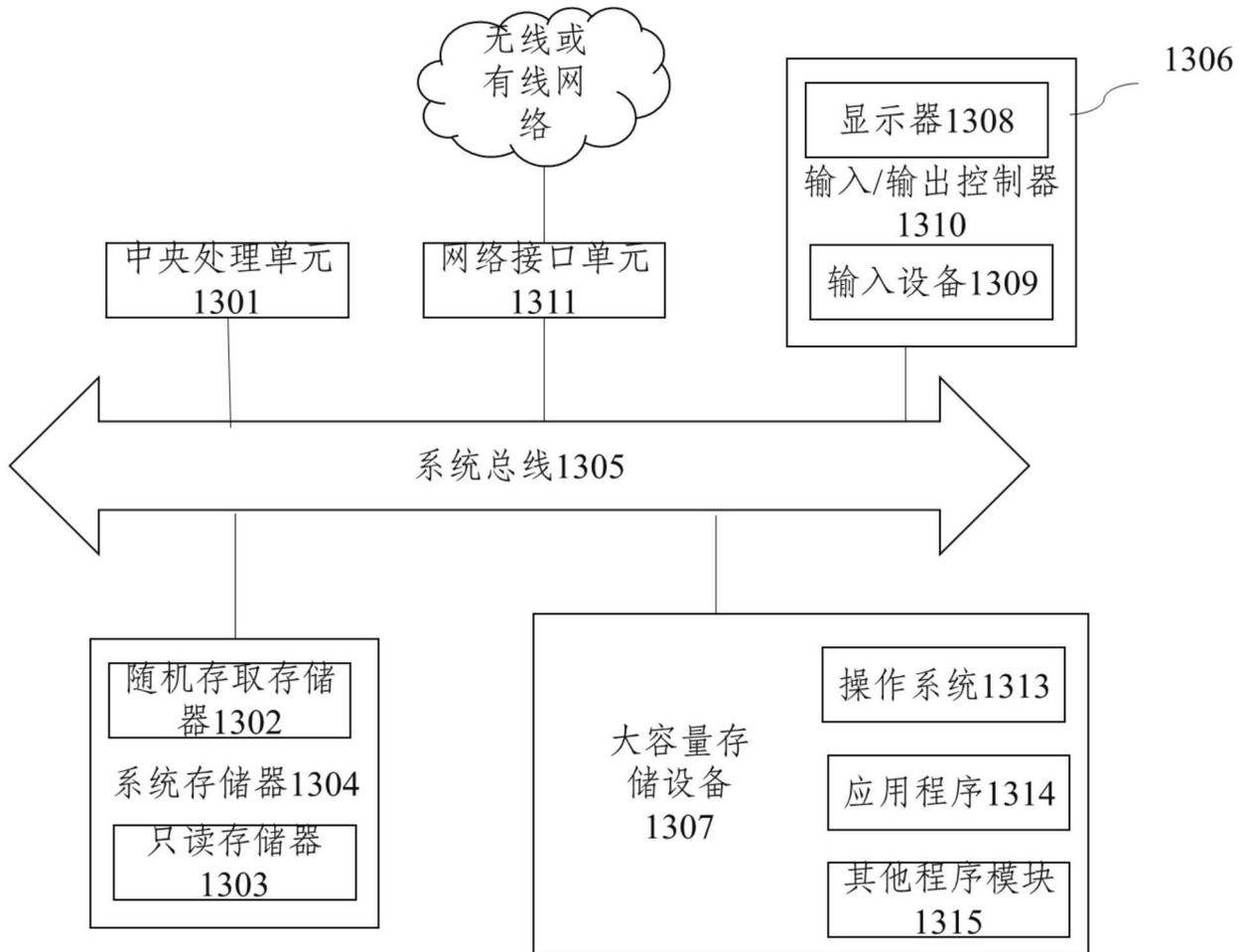


图6