



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103869307 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201210553850. 5

(22) 申请日 2012. 12. 18

(71) 申请人 中国农业科学院植物保护研究所
地址 100193 北京市海淀区圆明园西路 2 号
申请人 成都中电锦江信息产业有限公司

(72) 发明人 程登发 蒋斌 张云慧 杨旻
蒋春先 齐会会

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 王莹

(51) Int. Cl.
G01S 13/88 (2006. 01)

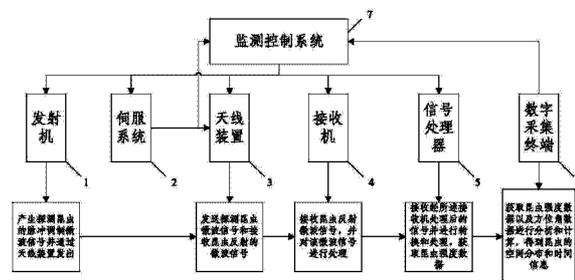
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

毫米波扫描昆虫雷达探测系统及探测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种毫米波扫描昆虫雷达探测系统及探测方法,其探测系统包括:天线装置,用于发送探测昆虫微波信号和接收昆虫反射的微波信号;发射机,用于产生探测昆虫的脉冲调制微波信号并通过天线装置发出;接收机,用于接收昆虫反射微波信号,并对该微波信号进行处理;信号处理器,用于接收经所述接收机处理后的信号并进行转换和处理,获取昆虫强度数据;数字采集终端,对获取昆虫强度数据以及方位角数据进行分析 and 计算,得到昆虫的空间分布和时间信息。本发明提供的毫米波扫描昆虫雷达探测系统及探测方法,用于开展水稻重要的迁飞性害虫迁飞过程的实时监测和动态分析,以实现虫害的早期预警。



1. 一种毫米波扫描昆虫雷达探测系统,其特征在于,包括:
天线装置,用于发送探测昆虫微波信号和接收昆虫反射的微波信号;
发射机,用于产生探测昆虫的脉冲调制微波信号并通过天线装置发出;
接收机,用于接收昆虫反射微波信号,并对该微波信号进行处理;
信号处理器,用于接收经所述接收机处理后的信号并进行转换和处理,获取昆虫强度数据;

数字采集终端,对获取昆虫强度数据以及方位角数据进行分析 and 计算,得到昆虫的空间分布和时间信息。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述天线装置包括:天线、驱动电机和同步电机;所述同步电机,用于测量所述天线的方位角。

3. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述毫米波扫描昆虫雷达探测系统还包括:伺服系统,用于控制所述驱动电机带动所述天线旋转。

监测控制系统,通过接收所述数字采集终端发出的数据采集、处理和显示命令,对所述发射机、接收机、伺服系统和信号处理器进行监测和控制,以及通过天线装置中的同步电机获取天线的仰角和方位角数据。

4. 如权利要求 3 所述的系统,其特征在于,所述伺服系统通过所述驱动电机带动所述天线旋转,其旋转方式包括:平面扫描、高度扫描和体积扫描。

5. 一种毫米波扫描昆虫雷达探测方法,其特征在于,包括:

S1:发射机,通过天线装置向空中发出微波信号;

S2:接收机通过所述天线装置反馈的当前微波信号并进行处理后 获得对数信号并发送到信号处理器;

S3:检测控制系统通过天线装置中的同步电机获取天线的仰角和方位角数据,并发送到信号处理器;

S4:所述信号处理器对接收 S2 中对数信号并进行 A/D 转换以及数字视频积分处理,获取昆虫强度数据后,向数字采集终端发出中断申请信号,并将当前昆虫强度数据以及 S3 中的方位角数据发送到数字采集终端存储并返回 S1,直至天线装置中的天线旋转一周后执行 S5;

S5:所述数据采集终端将存储的昆虫强度数据以及方位角数据分析和计算,得出昆虫的空间分布和时间信息,并发送到外部设备。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,S4 还包括:所述信号处理器接收所述接收机发出的发射触发脉冲信号,以确定回波的零距离位置。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,在 S4 之前还包括 S4':所述信号处理器对方位角数据进行处理,形成方位脉冲和方位零脉冲,并发送至所述发射机,控制所述发射机在天线运转时才进行微波信号发射。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,在 S2 中,接收机通过所述天线装置反馈的当前微波信号并进行低噪声放大和变频到视频处理。

毫米波扫描昆虫雷达探测系统及探测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达技术领域,特别涉及一种毫米波扫描昆虫雷达探测系统及探测方法。

背景技术

[0002] 现有技术的昆虫雷达可对多种农业重大的迁飞害虫进行探测,但是,传统的扫描昆虫雷达对害虫种群动态进行长期、自动化探测是不切实际的。首先是扫描昆虫雷达设备非常复杂,不适宜长期自动运转,数据分析需要耗费大量时间和精力;其次,扫描昆虫雷达的种类识别能力有限,理论上,当波束静止时,如果迁飞昆虫个体在雷达波束中停留时间足够长,那么系统可以记录到个体的振翅频率,但由于个体之间在同一方向上会发生重叠,一个个体的振翅频率会受到另一个体的影响,使得扫描昆虫雷达依靠振翅频率进行种类鉴定不可行。

发明内容

[0003] (一)要解决的技术问题

[0004] 本发明要解决的技术问题是,针对现有技术的不足,提供一种毫米波扫描昆虫雷达探测系统及探测方法,用于开展水稻重要的迁飞性害虫迁飞过程的实时监测和动态分析,以实现虫害的早期预警。

[0005] (二)技术方案

[0006] 本发明提供一种毫米波扫描昆虫雷达探测系统,包括:

[0007] 天线装置,用于发送探测昆虫微波信号和接收反馈昆虫微波信号;

[0008] 发射机,用于产生脉冲调制探测昆虫微波信号并通过天线装置发出;

[0009] 接收机,用于接收反馈昆虫微波信号,并对该微波信号进行处理;

[0010] 信号处理器,用于接收经所述接收机处理后的信号并进行转换和处理,获取昆虫强度数据;

[0011] 数字采集终端,对获取昆虫强度数据以及方位角数据进行分析 and 计算,得到昆虫的空间分布和时间信息。

[0012] 其中,所述天线装置包括:天线、驱动电机和同步电机;所述同步电机,用于测量天线的方位角。

[0013] 其中,所述毫米波扫描昆虫雷达探测系统还包括:

[0014] 伺服系统,用于控制所述驱动电机带动所述天线旋转。

[0015] 监测控制系统,用于对所述发射机、接收机、伺服系统和信号处理器进行监测和控制,以及通过天线装置中的同步电机获取天线的仰角和方位角数据;

[0016] 其中,所述伺服系统通过所述驱动电机带动所述天线旋转,其旋转方式包括:平面扫描、高度扫描和体积扫描。

[0017] 本发明还提供一种毫米波扫描昆虫雷达探测方法,包括:

- [0018] S1 :发射机,通过天线装置向空中发出微波信号 ;
- [0019] S2 :接收机通过所述天线装置反馈的当前微波信号并进行处理后获得对数信号并发送到信号处理器 ;
- [0020] S3 :检测控制系统通过天线装置中的同步电机获取天线的仰角和方位角数据,并发送到信号处理器 ;
- [0021] S4 :所述信号处理器对接收 S2 中对数信号并进行 A/D 转换以及数字视频积分处理,获取昆虫强度数据后,向数字采集终端发出中断申请信号,并将当前昆虫强度数据以及 S3 中的方位角数据发送到数字采集终端存储并返回 S1,直至天线装置中的天线旋转一周后执行 S5 ;
- [0022] S5 :所述数据采集终端将存储的昆虫强度数据以及方位角数据分析和计算,得出昆虫的空间分布和时间信息,并发送到外部设备。
- [0023] 其中, S4 还包括 :所述信号处理器接收所述接收机发出的发射触发脉冲信号,以确定回波的零距离位置。
- [0024] 其中,在 S4 之前还包括 S4' :所述信号处理器对方位角数据进行处理,形成方位脉冲和方位零脉冲,并发送至所述发射机,控制所述发射机在天线运转时才进行微波信号发射。
- [0025] 其中,在 S2 中,接收机通过所述天线装置反馈的当前微波信号并进行低噪声放大和下变频到视频处理。
- [0026] (三)有益效果
- [0027] 提供一种毫米波扫描昆虫雷达探测系统及探测方法,用于开展水稻重要的迁飞性害虫迁飞过程的实时监测和动态分析,以实现虫害的早期预警。

附图说明

- [0028] 图 1 是本发明毫米波扫描昆虫雷达探测系统结构框图 ;
- [0029] 图 2 是本发明毫米波扫描昆虫雷达探测方法步骤图 ;
- [0030] 图 3 是本发明毫米波扫描昆虫雷达探测系统工作原理图 ;
- [0031] 图 4 是昆虫起飞时雷达监测结果图 ;
- [0032] 图 5 是昆虫过境迁飞时雷达监测结果图 ;
- [0033] 图 6 是昆虫定向飞行雷达监测结果图 ;
- [0034] 图 7 是昆虫高峰期内高空雷达回波数量实时变化曲线图 ;
- [0035] 图 8 是昆虫高峰期内地空雷达回波数量实时变化曲线图。

具体实施方式

- [0036] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。
- [0037] 如图 1 并参考图 3 所示,本发明提供一种毫米波扫描昆虫雷达探测系统,包括 :
- [0038] 天线装置 3,用于发送探测昆虫微波信号和接收昆虫反射微波信号 ;
- [0039] 发射机 1,用于产生探测昆虫的脉冲调制微波信号并通过天线装置 3 发出 ;
- [0040] 接收机 4,用于接收昆虫反射微波信号,并对该微波信号进行处理 ;

[0041] 信号处理器 5,用于接收经所述接收机 4 处理后的信号并进行转换和处理,获取昆虫强度数据;

[0042] 数字采集终端 6,对获取昆虫强度数据以及方位角数据进行分析和计算,得到昆虫的空间分布和时间信息

[0043] 所述天线装置 3 包括:天线 31、驱动电机 32 和同步电机 33;所述同步电机 33,用于测量所述天线 31 的方位角。

[0044] 所述毫米波扫描昆虫雷达探测系统还包括:

[0045] 伺服系统 2,用于控制所述驱动电机 32 带动所述天线 31 旋转。

[0046] 监测控制系统 7,通过接收所述数字采集终端 6 发出的数据采集、处理和显示命令,对所述发射机 1、接收机 4、伺服系统 2 和信号处理器 5 进行监测和控制,以及通过天线装置 3 中的同步电机 33 获取天线的仰角和方位角数据;

[0047] 所述伺服系统 2 通过所述驱动电机 32 带动所述天线 31 旋转,其旋转方式包括:平面扫描、高度扫描和体积扫描。

[0048] 平面扫描时,天线 31 在指定仰角进行环扫,获了昆虫的方位、距离、强度信息,并进行平面位置显示(PPI)。

[0049] 高度扫描时,天线 31 在指定方位进行高度往返扫描,获了昆虫的仰角、距离、强度信息,并进行距离高度显示(RHI)。

[0050] 体积扫描时,天线 31 在一组指定的顺序增加的仰角上分别进行一个平面扫描,以获取立体空间的昆虫信息。

[0051] 本发明还提供一种毫米波扫描昆虫雷达探测方法,包括:

[0052] S1:发射机 1,通过天线装置 3 向空中发出微波信号;

[0053] S2:接收机 4 通过所述天线装置 3 反馈的当前微波信号并进行低噪声放大和下变频到视频处理后获得对数信号并发送到信号处理器 5;

[0054] S3:检测控制系统 7 通过天线装置 3 中的同步电机 33 获取天线 31 的仰角和方位角数据,并发送到信号处理器 5;

[0055] S4':所述信号处理器 5 对方位角数据进行处理,形成方位脉冲和方位零脉冲,并发送至所述发射机 1,控制所述发射机 1 在天线 31 运转时才进行微波信号发射。

[0056] S4:所述信号处理器 5 对接收 S2 中对数信号并进行 A/D 转换以及数字视频积分处理,获取昆虫强度数据后,向数字采集终端 6 发出中断申请信号,并将当前昆虫强度数据以及 S3 中的方位角数据发送到数字采集终端存 6 储并返回 S1,直至天线装置 3 中的天线 31 旋转一周后执行 S5;所述信号处理器 5 接收所述接收机 4 发出的发射触发脉冲信号,以确定回波的零距离位置。

[0057] S5:所述数据采集终端 6 将存储的昆虫强度数据以及方位角数据分析和计算,得出昆虫的空间分布和时间信息,并发送到外部设备。

[0058] 监测结果:

[0059] 按照表 1 的毫米波扫描昆虫雷达探测系统的参数,进行监测:

[0060]	波长/mm	8.0	天线直径/m	1.2
	发射频率/MHz	3500±135	天线波束宽度/(°)	0.5
	脉冲输出功率/kW	≥10	波束极化	水平极化
	脉冲宽度/μs	0.5	天线方位转速 (r/min)	1、2、3
	脉冲重复频率/Hz	1000	天线俯仰转速	每分钟 2 个往返
	接收器噪声系数/dB	≤5	雷达显示器	1.7 英寸液晶显示
	接收器动态范围/dB	≥80	距离分辨率/m	75
	雷达量程/m	300~30000	角度分辨率/(°)	1

[0061] 2007-2012 年的雷达监测结果显示：毫米波扫描昆虫雷达完全可以追踪至空中稻飞虱、稻纵卷叶螟和天敌昆虫黑肩绿盲蝽等微小型昆虫空中迁飞的时间、高度、数量和空中密度等飞行参数，通过不同仰角设置可以保证取样空间高度的完整性和无叠加性，三种不同扫描形式从不同角度描述昆虫空中的垂直分布状态可以得到昆虫空中飞行时不同的特征：起飞、定向（哑铃型）、集聚迁飞（成层环状）（参见图 4- 图 6）。

[0062] 如图 7 和图 8 所示，稻飞虱夏季在本地起飞主要在朦影时刻和黎明时刻起飞，形成了“晨昏双峰”的特征，稻飞虱夏季迁飞高度相对较高，主要集中在 700-1900m，具有明显的成层现象，主要在 1400~1900m 聚集成层分布，最高飞行高度达到 2200m 左右；秋季稻飞虱飞行高度降低，早秋可达到 1800m，多数集中在 1500m 以下，仍具有“晨昏双峰”特征；晚秋主要集中在 800m 以下飞行，很少扩展到 1100m 以上，稻飞虱仅在傍晚起飞，呈现“单峰”的特征。

[0063] 以上实施方式仅用于说明本发明，而并非对本发明的限制，有关技术领域的普通技术人员，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，还可以做出各种变化和变型，因此所有等同的技术方案也属于本发明的范畴，本发明的专利保护范围应由权利要求限定。

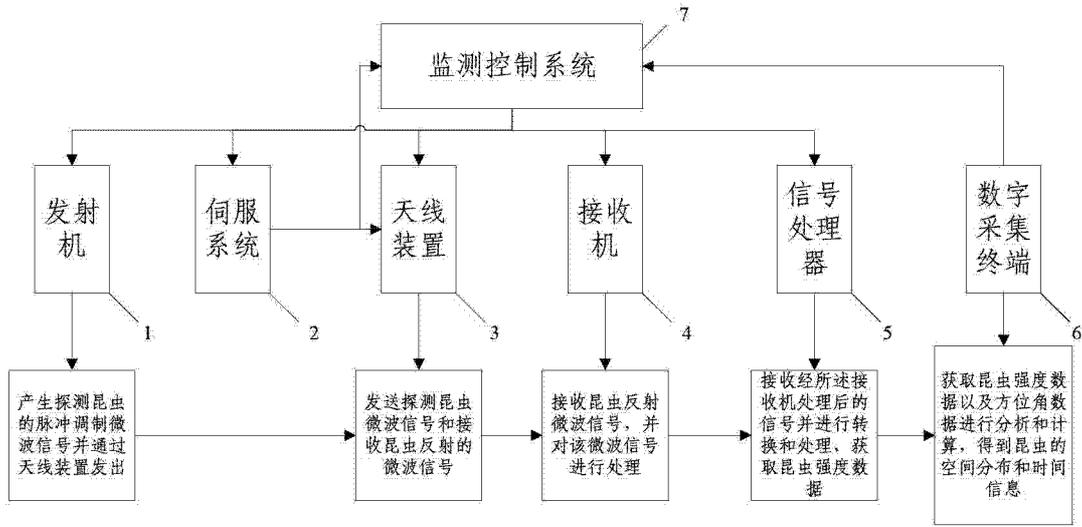


图 1

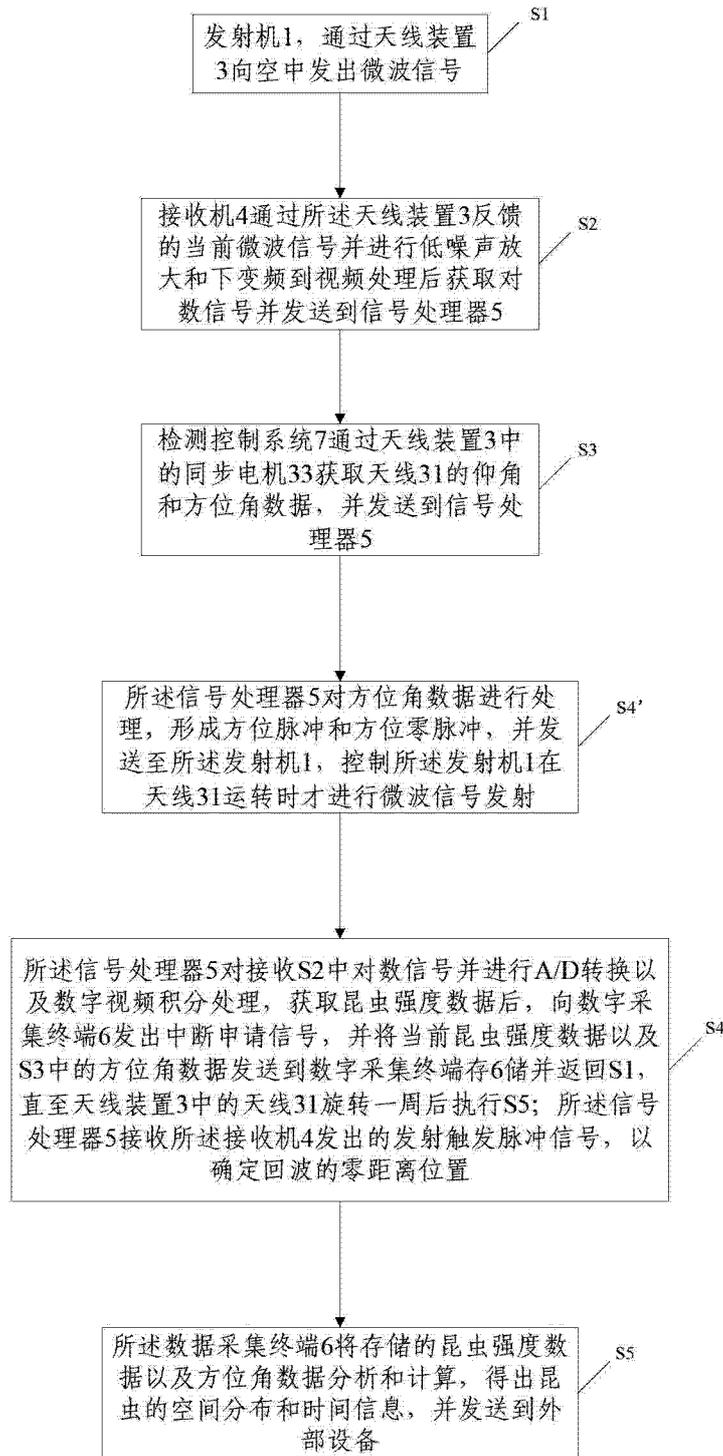


图 2

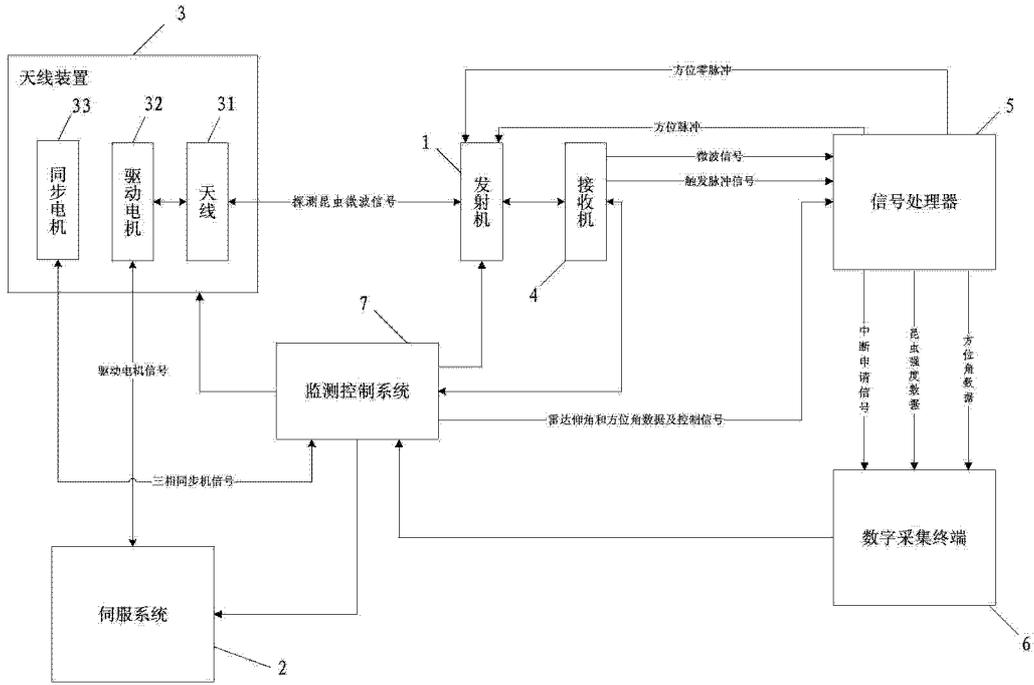


图 3

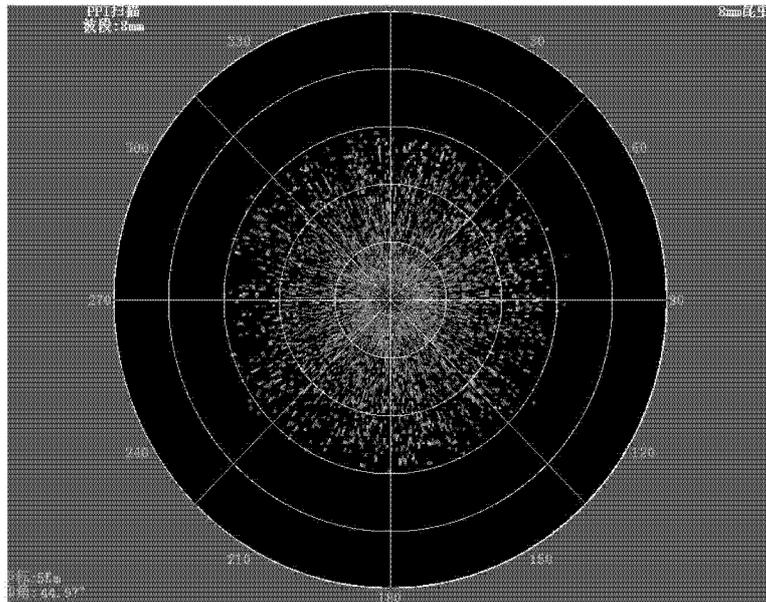


图 4

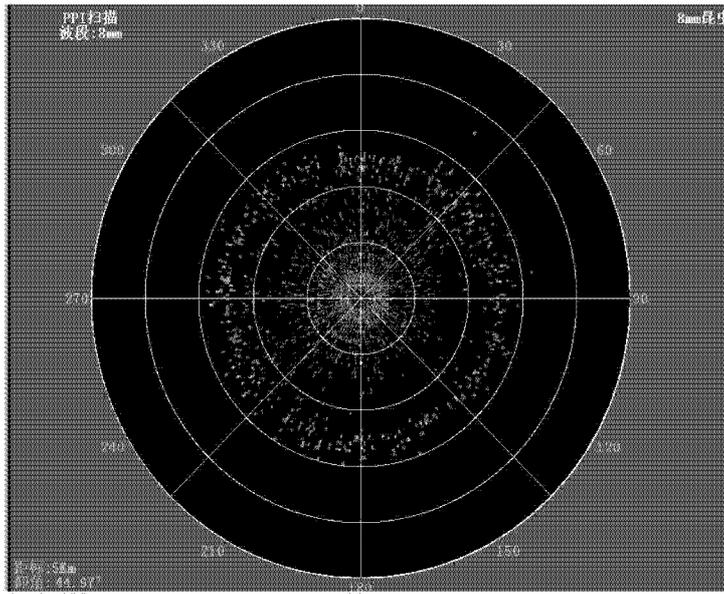


图 5

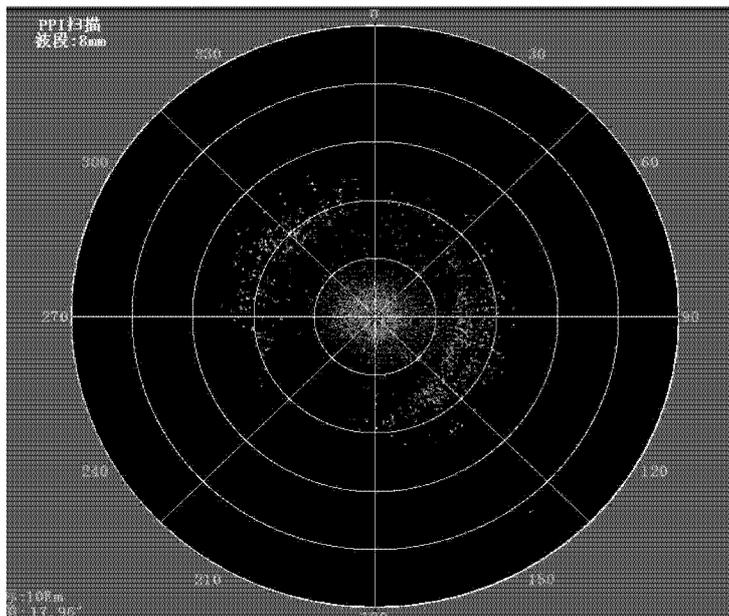


图 6

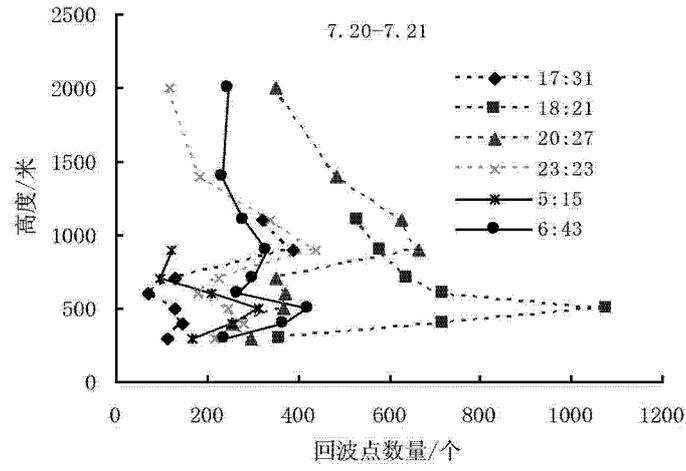


图 7

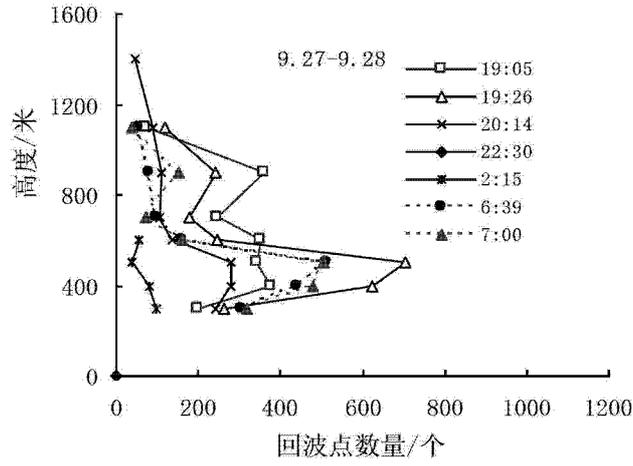


图 8