



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116679333 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 17

(21) 申请号 202310754684.3

G01N 33/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.06.26

G06T 7/70 (2017.01)

G06T 11/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116679333 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2023.09.01

CN 103234507 A, 2013.08.07

CN 107943885 A, 2018.04.20

(73) 专利权人 中国科学院昆明植物研究所

CN 112363191 A, 2021.02.12

CN 114236586 A, 2022.03.25

地址 650201 云南省昆明市盘龙区茨坝街

CN 115290054 A, 2022.11.04

道蓝黑路132号

KR 101061831 B1, 2011.09.05

(72) 发明人 范中玉 刘维璋 杨开业 李金

WO 2018099051 A1, 2018.06.07

明升平 许琨

徐文兵; 高飞; 杜华强. 几种测量方法在森林资源调查中的应用与精度分析. 浙江林学院学报. 2009, (第01期), 全文.

(74) 专利代理机构 北京隆达恒晟知识产权代理

有限公司 11899

专利代理师 李中强

审查员 吕威

(51) Int. Cl.

G01S 19/43 (2010.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法是以载波相位观测为根据的实时差分GPS技术,由基准站接收机、数据链、流动站接收机三部分组成。森林植物群落样方本底调查,是开展物种调查、系统发育及演化、森林群落结构分析、种间关系判别、群落演替进程以及全球气候变化背景下森林植物群落变化及响应等研究工作的基本前提。通过基于RTK技术开展森林植物群落样方调查,能有效提高森林植物样方调查的效率,提高使用便利性;特别是在复杂群落下,有效减少系统误差,降低调查成本;同时降低操作的专业技术门槛,便于更多机构、研究所、院校使用,填补了领域内技术实际操作空白,拓展了技术实用空间。



1. 一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法,其特征在于:所述的方法包括:

S1样地选取:根据专业监测的目的、任务及需求,选择拟建立森林样方的具体区域,进行现场踏勘;

S2确定样方大小:根据实际监测任务,样方大小为0.1ha-25ha,样方为空间垂直投影四边相等的正方形;

S3基准站设置:选择基准站点位,在基准站设置过程中,选择“China CGCS 2000”坐标系,选择投影,并获取中央子午线;通过连接基站,设置发射功率和信道;

S4确定样方起始点:基准站设置完成后,靠近基准站设置移动站;设置完成后,移动站链接成功并固定后,移动至样方西南角进行打点定位;

S5确定样方边界:样方西南角确定后,使用移动站设置该点为固定点,向东或北进行点放样,开始确定样方四角,每个角点与起始点距离根据实际设置的样方大小发生变化,四角确定后通过样方绳围拢样方边界;

S6确定区域5m间隔投影点:从西南角开始,自西向东,用点放样的测量方式把样方南侧边线每间隔5m的投影点确定;

S7每木坐标调查:在每个投影5m×5m的小方格内,按顺时针方向标记所有立木,挂牌;使用移动站对其进行坐标记录;

S8树图整理:根据每木调查获取的全部坐标点位,系统导出后生成样方树图;

所述的S2中,在样方选取时应选择森林植被均一性较高的区域,避免样方内出现大量水体面积、通行道路、砍伐破坏面、地质灾害易发点;

所述的S3中,基准站位置位于距离森林样方最远端2km以内,视距可达的山脊或开阔地;

所述的S4中,移动站信道设置必须与基准站信道完全一致,移动站支撑杆杆高与基准站一致;

所述的S5中,样方边界确定后,通过移动站针对四角进行1-2次位置校正,保障四角点位误差在空间垂直投影距离上小于10cm;

所述的S7中,移动站单杆定位时,保持其水平,接地点位于立木基部;

所述的S7中,群落内出现较多攀援藤本、乔木状灌木、附生植物时,针对攀援藤本,移动站单杆定位于其露地基部;

针对乔木状灌木,移动站单杆定位于其株丛中心点;

针对附生植物,移动站单杆定位于其空间垂直投影区域中心点。

## 一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及森林调查实用技术领域,具体为一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法。

### 背景技术

[0002] RTK(Real Time Kinematic)实时动态测量技术,是以载波相位观测为根据的实时差分GPS(RTDGPS)技术,它是测量技术发展里程中的一个突破,它由基准站接收机、数据链、流动站接收机三部分组成。在基准站上安置一台接收机为参考站,对卫星进行连续观测,并将其观测数据和测站信息,通过无线电传输设备,实时地发送给流动站,流动站GPS接收机在接收GPS卫星信号的同时,通过无线接收设备,接收基准站传输的数据,然后根据相对定位的原理,实时解算出流动站的三维坐标及其精度。作为一种能够在野外实时得到厘米级定位精度的测量方法,它的出现极大地提高了野外作业效率。

[0003] 森林植物群落样方本底调查,是开展物种系统发育及演化、森林群落结构分析、种间关系判别、群落演替进程以及全球气候变化背景下森林植物群落变化及响应等研究工作的基本前提。目前国际通用调查方法为热带森林研究中心(CTFS)制定的国际标准,国内也采用中国生态系统研究网络(CERN)以及国家林业和草原局(CFERN)制定的相关标准执行。上述标准在执行调查工作时,均在选定样方内进行每木调查,其中立木的坐标定位往往至关重要,且占据了样方调查的大量工作时间。传统的调查方式,多采用森林罗盘结合测尺定位,但耗时久远,人力成本过高。近十年内,随着现代测绘技术的发展,全站仪也被广泛用于样方立木坐标调查,但往往需要测绘专业人员操作使用,普通工作人员难以熟练操作。通过十余年的样地建设及调查工作,在复杂森林植物群落,特别是林下杂木密集、灌草丛生,视线受阻的情况下,全站仪面临多次搬站,系统误差大大上升,工作效率急剧下降。

[0004] 现今,森林植物样方调查技术的应用已经不仅局限于传统的林业调查,在开展环境保护评估、森林生长及健康功能评价、生态系统服务价值确立、森林碳储估算等多方面被大量应用,因此亟需引入一种新的技术方法,提高森林植物样方调查的效率,提高使用便利性;特别是在复杂群落下,有效减少系统误差,降低调查成本;同时降低操作的专业技术门槛,便于更多机构、研究所、院校使用。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法,该方法能够有效提高森林植物样方调查的准确度,特别是在视距不足,林下成分复杂的森林群落调查中,减少系统误差,降低调查成本,节省人力、物力。

[0006] 为了实现上述目的,本发明是采用以下技术方案实现的:

[0007] 所述方法包括如下步骤:

[0008] S1样地选取:根据专业监测的目的、任务及需求,选择拟建立森林样方的具体区域,进行现场踏勘。现场踏勘主要针对监测地点的可达性、工作开展的安全性进行评估,完

成选址。

[0009] S2确定样方大小:根据实际监测任务,样方大小通常为0.1ha-25ha不等,样方通常为空间垂直投影四边相等的正方形,或可根据实际需要调整为长方形。

[0010] S3基准站设置:选择基准站点位,在基准站设置过程中,选择“China CGCS2000”坐标系,选择投影,并获取中央子午线。通过连接基站,设置发射功率和信道。

[0011] S4确定样方起始点:基准站设置完成后,靠近基准站设置移动站。设置完成后,移动站链接成功并固定后,可移动至样方西南角进行打点定位。

[0012] S5确定样方边界:样方西南角确定后,使用移动站设置该点为固定点,向东或北进行点放样,开始确定样方四角,每个角点与起始点距离根据实际设置的样方大小发生变化,四角确定后可通过样方绳围拢样方边界。

[0013] S6确定区域5m间隔投影点:从西南角开始,自西向东,用点放样的测量方式把样方南侧边线每间隔5m的投影点确定。基于每个5m间隔投影点,向北放样,把整个样地的5m间隔投影点全部测出并定桩标记。该标记点也将作为样方地形图(分辨率5m的等高线图)的生成依据。

[0014] S7每木坐标调查:在每个投影5m×5m的小方格内,按顺时针方向标记所有立木,挂牌;使用移动站对其进行坐标记录。

[0015] S8树图整理:根据每木调查获取的全部坐标点位,系统导出后生成样方树图。

[0016] 进一步地,S2中,在样方选取时应尽量选择森林植被均一性较高的区域,避免样方内出现大量水体面积、通行道路、砍伐破坏面、地质灾害易发点等。

[0017] 进一步地,S3中,基准站位置通常位于距离森林样方最远端2km以内,视距可达的山脊或开阔地,保障基准站信号强度满足需要。

[0018] 进一步地,S4中,移动站信道设置必须与基准站的信道完全一致,移动站支撑杆杆高需与基准站一致进一步地,S5中,样方边界确定后,通过移动站针对四角进行1-2次位置校正,保障四角点位误差在空间垂直投影距离上小于10cm。

[0019] 进一步地,S7中,在移动站单杆定位时,应保持其水平,接地点位于立木基部。

[0020] 进一步地,S8中,于群落内出现较多攀援藤本、乔木状灌木、附生植物时,针对攀援藤本,移动站单杆定位于其露地基部;针对乔木状灌木,移动站单杆定位于其株丛中心点;针对附生植物,移动站单杆定位于其空间垂直投影区域中心点。

[0021] 本发明有益效果:

[0022] (1)RTK技术应用于测绘领域其技术已经较为成熟,测量均为单点测量,误差均匀、独立,不存在误差积累,精度可靠程度较高。相较于森林罗盘,RTK携带更方便,不容易损坏,减轻了调查人员野外调查中的负担。从寻找样方到确定样方四角及边界,RTK大大缩短了作业时间,切实提高了野外作业效率。

[0023] (2)在复杂森林植物群落中,其测量不受通视影响,大大优于全站仪的使用。

[0024] (4)无论是边界确立亦或每木调查,其定位误差可降低至厘米级,对于空间垂直投影面积16ha以上的大型样方,其误差不足万分之五,有效满足了调查需要,并填补该领域的技术空白,对于无论森林基础资源调查亦或相关部门开展研究、评估等工作具有领先的借鉴和指导意义。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明方法流程图

## 具体实施方式

[0026] 以下将以附图公开本公开的实施方式,为明确说明起见,许多实务上的细节将在以下叙述中一并说明。然而,应了解到,这些实务上的细节不应用以限制本公开。也就是说,在本公开内容部分实施方式中,这些实务上的细节是非必要的。此外,为简化附图起见,一些现有惯用的结构与元件在附图中将以简单示意的方式示出的。

[0027] 如图1所示,一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法,所述方法包括如下步骤:

[0028] S1样地选取:根据专业监测的目的、任务及需求,选择拟建立森林样方的具体区域,进行现场踏勘。现场踏勘主要针对监测地点的可达性、工作开展的安全性进行评估,完成选址。

[0029] S2确定样方大小:根据实际监测任务,样方大小通常为0.1ha-25ha不等,样方通常为空间垂直投影四边相等的正方形,或可根据实际需要调整为长方形。在样方选取时应尽量选择森林植被均一性较高的区域,避免样方内出现大量水体面积、通行道路、砍伐破坏面、地质灾害易发点等。

[0030] S3基准站设置:选择基准站点位,通常位于距离森林样方最远端2km以内,视距可达的山脊或开阔地,保障基准站信号强度满足需要。在基准站设置过程中,选择“China CGCS2000”坐标系,选择投影,并获取中央子午线。通过连接基站,设置发射功率和信道。

[0031] S4确定样方起始点:基准站设置完成后,靠近基准站设置移动站,其中信道设置必须与基站的信道完全一致,移动站支撑杆杆高需与基准站一致。移动站链接成功并固定后,可移动至样方西南角进行打点定位。

[0032] S5确定样方边界:样方西南角确定后,使用移动站设置该点为固定点,向东或北进行点放样,开始确定样方四角,每个角点与起始点距离根据实际设置的样方大小发生变化,四角确定后可通过样方绳围拢样方边界。样方边界确定后,通过移动站针对四角进行1-2次位置校正,保障四角点位误差在空间垂直投影距离上小于10cm。

[0033] S6确定区域5m间隔投影点:从西南角开始,自西向东,用点放样的测量方式把样方南侧边线每间隔5m的投影点确定。基于每个5m间隔投影点,向北放样,把整个样地的5m间隔投影点全部测出并定桩标记。该标记点也将作为样方地形图(分辨率5m的等高线图)的生成依据。

[0034] S7每木坐标调查:在每个投影5m×5m的小方格内,按顺时针方向标记所有立木,挂牌;使用移动站对其进行坐标记录。在移动站单杆定位时,应保持其水平,接地点位于立木基部。

[0035] 复杂植物群落坐标调查:于群落内出现较多攀援藤本、乔木状灌木、附生植物时,针对攀援藤本,移动站单杆定位于其露地基部;针对乔木状灌木,移动站单杆定位于其株丛中心点;针对附生植物,移动站单杆定位于其空间垂直投影区域中心点。

[0036] S8树图整理:根据每木调查获取的全部坐标点位,系统导出后生成样方树图。

[0037] 实施例一:

[0038] 构建一种基于RTK技术开展复杂森林植物群落样方调查的方法,所述方法包括如下步骤:S1于2022年5月、11月,丽江森林生物多样性国家野外科学观测研究站根据中国科学院中国生物多样性监测与研究网络任务书监测要求,按照CTFS标准,针对云南省丽江市玉龙雪山云南松、住古雪山落叶松1ha标准监测样地,进行立木调查工作。

[0039] S2选择位于玉龙雪山丽江站周边云南松林地,以及住古雪山落叶松林地为样地建立对象的群落类型,设置1ha样方。

[0040] S3以站区开阔地及S223省道周边开阔地,设置基准站。选择“China CGCS2000”坐标系,选择投影,并获取中央子午线。通过连接基站,设置发射功率和信道。

[0041] S4靠近基准站设置移动站,保持移动站信道设置与基站的信道一致,移动站支撑杆杆高与基准站一致。移动站链接成功并固定后,移动至样方西南角进行打点定位。

[0042] S5样方西南角确定后,使用移动站设置该点为固定点,向东进行点放样,确定样方四角,按照距起始点地图投影距100m,设置西南、东南两个角点。按照距西南角地图投影距100m设置东北角点,并用东南角点进行校正。采用样方绳(尼龙绳)围拢整个样方。

[0043] S6从西南角开始,自西向东,用点放样的测量方式把样方南侧边线每间隔5m的投影点确定。基于每个5m间隔投影点,向北放样,把整个样方的5m间隔投影点全部测出并定桩标记,并生成地形图。

[0044] S7在每个投影5m×5m的小方格内,按顺时针方向标记所有立木,挂牌。在移动站单杆定位时,保持其水平,接地点位于立木基部。

[0045] 针对样方内攀援藤本,移动站单杆定位于其露地基部;针对乔木状灌木,移动站单杆定位于其株丛中心点;针对附生植物,移动站单杆定位于其空间垂直投影区域中心点。

[0046] S8根据每木调查获取的全部坐标点位,系统导出后生成样方树图。

[0047] 下面为采用其他方法对每木进行调查的方式以及对比

[0048] 方法1

[0049] (1) 于2011年9月-2012年12月,丽江森林生物多样性国家野外科学观测研究站根据中国科学院战略性先导科技专项-应对气候变化的碳收支认证及相关问题,于滇西北地区,建立0.1ha卫星样地。选择云南松、华山松、云冷杉、落叶松等多种植被类型。

[0050] (2) 确定样方起始点后,采用森林罗盘及测尺确定样方边界,并按照CTFS标准进行每木定位调查。

[0051] 方法2

[0052] (1) 于2014年5-10月,丽江森林生物多样性国家野外科学观测研究站根据中国森林生物多样性监测网络建设项目大样地常规监测任务,于云南省丽江玉龙雪山云杉坪建立25ha寒温性云冷杉林大样地。

[0053] (2) 确定样方起始点后,使用全站仪确定样方边界,并按照CTFS标准进行每木定位调查。

[0054] 方法3

[0055] (1) 于2019年9月,根据云南省生态环境监测中心白马雪山国家级自然保护区生态监测任务,于云南省香格里拉州共计设置0.6ha监测样方,进行森林群落调查工作。

[0056] (2) 确定样方起始点后,采用森林罗盘及测尺确定样方边界,并按照CTFS标准进行每木定位调查

[0057] 方法4

[0058] (1) 2022年9月,根据云南省生态环境监测中心白马雪山国家级自然保护区生态监测任务,于云南省香格里拉州针对2019年设置的0.6ha监测样方,进行森林群落复查工作。

[0059] (2) 确定样方起始点后,采用RTK技术,按照CTFS标准针对所有立木进行复查。表1为不同样方调查方法投入成本及误差比较。

[0060] 表1不同样方调查方法投入成本及误差比较

[0061]

案例	海拔	坡度	林间层 复杂程 度	林内 视距	监测手段	监测 面积	立木数 量	分布密 度	单位经 费投入 量	坐标 误差 范围
	(m)	(°)		(m)		(ha)	(株)	(株/ha)	(万元/ha)	(%)
实施例 1	3250	19	高	10	RTK	1.0	14650	14650	3.26	0.80
方法 1	3860	18	中	25	RTK	1.0	3230	3230	2.45	0.80
	3320	35	中	20	森林罗盘+测尺	0.1	113	1130.0	8.50	5.00
	2800	17	中	25	森林罗盘+测尺	0.1	89	890.0	8.50	5.00
	3140	3	低	25	森林罗盘+测尺	0.1	131	1310.0	9.20	4.00
	3280	12	低	35	森林罗盘+测尺	0.1	56	560.0	9.00	4.00
	3610	17	高	15	森林罗盘+测尺	0.1	474	4740.0	15.00	8.00
	3850	13	中	18	森林罗盘+测尺	0.1	267	2670.0	12.00	8.00
	2300	19	高	15	森林罗盘+测尺	0.1	138	1380.0	11.0	6.67
2100	22	高	15	森林罗盘+测尺	0.1	96	960.0	11.00	6.67	
方法 2	3260	8	中	20	全站仪	25.0	48470	1939.8	5.04	1.00
方法 3	3740	7	中	25	森林罗盘+测尺	0.3	116	387.0	7.17	2.40
	1850	16	低	20	森林罗盘+测尺	0.3	80	267.0	7.83	1.80
方法 4	3960	9	中	25	RTK	0.3	121	403.0	3.67	0.80
	1860	17	低	25	RTK	0.3	84	280.0	3.50	1.00

[0062] 由表1可知,相比采用传统森林罗盘+测尺的技术方法,使用全站仪及RTK,均有效降低了单位调查面积的人力及经费投入。使用RTK技术进行森林植物样方调查,相比于传统森林罗盘+测尺的技术方法,单位面积平均经费投入减少26.7%,单位面积平均人力投入减少55.3%,优势十分明显。此外,相比于人工采用森林罗盘+测尺调查,RTK技术在实际立木坐标误差也仅为其10%-55%,测量结果更为精确。对比使用全站仪及RTK在复杂森林群落的调查工作,实施例1的林木密度约为对照例2的7.55倍,其单位面积经费投入仅为其65%,结合单位面积人力投入及林木密度,使用RTK在密林(>1株/m<sup>2</sup>,林内视距≤15m)调查,其整体人力消耗仅为使用全站仪的1/3,大大节省了人力物力。

[0063] 表2不同监测技术在复杂森林植物群落样方调查中的技术比较

	RTK	全站仪	森林罗盘+测尺
信号依赖	2km 以内需要信号	无限制	无限制
测量精度	10cm 以内	10cm 以内	20cm 以内
操作难易程度	较易, 无需专业技术支持	较难, 需专业技术支持	较易, 无需专业技术支持
便携性	1 人携带	2-3 人携带	2 人携带
[0064] 配合人员数	1 人操作	至少 2 人操作	至少 2 人操作
架设难易程度	较易, 基准站架设完成之后, 手持移动站即可测量	较难, 当棱镜被树木遮挡后需要重新架站	较难, 当被测树木被遮挡后需要重新架站
林内视距限制	无限制	视距<20cm 需搬站	视距<20cm 需搬站
数据导出及制图	较易。无需专业技术支持	较难, 需专业技术支持	较难, 需人工录入数据并使用第三方软件处理

[0065] 由表2可知,在样方内树木较多,林下成分复杂以及林内视距较小的情况下,全站仪测量需要多次搬站,极大增加了调查难度和调查时间。且操作专业性较高,所需配备人员众多,特别在林深树密的情况下,还需专门配备相关人员清理林地,保障视距,但会对样方原始植被造成较大破坏,违背森林植物群落样方调查初衷。

[0066] 综上所述,RTK技术应用于森林植物群落样方调查,特别是复杂密林植物群落样方,其测量不受通视影响,大大优于全站仪的使用,相比传统调查方法拥有无可比拟的优越性。且其体积、质量较小,携带方便,大大减轻了调查人员在林内移动,特别是陡坡林地内移动负担。此外,对于空间垂直投影面积16ha以上的大型样方,随着样方面积扩大,传统方法误差逐渐增大。而RTK技术的应用,无论是边界确立或每木调查,其定位误差可降低至厘米级,其误差不足万分之五,有效满足了调查需要。

[0067] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read Only Memory, ROM)或随机存储记忆体(Random Access Memory, RAM)等。

[0068] 应当理解,以上借助优选实施例对本发明的技术方案进行的详细说明是示意性的而非限制性的。本领域的普通技术人员在阅读本发明说明书的基础上可以对各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

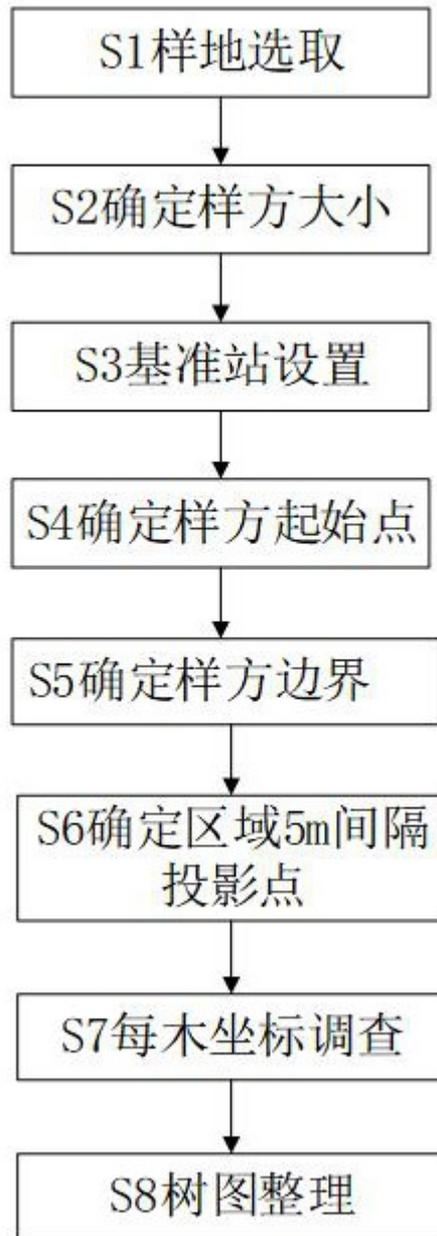


图1