

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 7 月 9 日 (09.07.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/101062 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01S 7/481 (2006.01) *G01J 3/28* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/085762
- (22) 国际申请日: 2014 年 9 月 2 日 (02.09.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310750061.5 2013 年 12 月 30 日 (30.12.2013) CN
- (71) 申请人: 华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 张天序 (ZHANG, Tianxu); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。戴

小兵 (DAI, Xiaobing); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。刘祥燕 (LIU, Xiangyan); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。季剑飞 (JI, Jianfei); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。何旭东 (HE, Xudong); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。高鹏程 (GAO, Pengcheng); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 武汉东喻专利代理事务所 (普通合伙) (WUHAN DONGYU PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号东一楼 340, Hubei 430074 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

[见续页]

(54) Title: MULTIBAND COMMON-OPTICAL-PATH SPECTRUM COMBINED REMOTE SENSING MEASUREMENT SYSTEM AND METHOD

(54) 发明名称: 一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统及方法

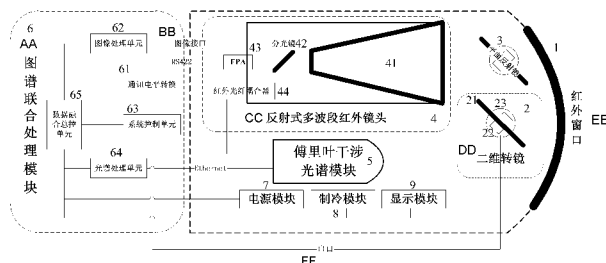


图 1 / FIG. 1

- | | |
|--|--|
| 3 PLANAR MIRROR | 64 OPTICAL SPECTRUM PROCESSING UNIT |
| 5 FOURIER INTERFERENCE SPECTRUM MODULE | 65 DATA CONVERGENCE MAIN CONTROL UNIT |
| 7 POWER SUPPLY MODULE | AA SPECTRUM COMBINED-PROCESSING MODULE |
| 8 REFRIGERATING MODULE | BB IMAGE INTERFACE |
| 9 DISPLAY MODULE | CC REFLECTIVE MULTIBAND INFRARED LENS |
| 42 SPECTROSCOPE | DD TWO-DIMENSIONAL ROTATING MIRROR |
| 44 INFRARED OPTICAL FIBER COUPLER | EE INFRARED WINDOW |
| 61 COMMUNICATIONS LEVEL CONVERSION | FF SERIAL PORT |
| 62 IMAGE PROCESSING UNIT | |
| 63 SYSTEM CONTROL UNIT | |

(57) Abstract: A multiband common-optical-path spectrum combined remote sensing measurement system and method. The system comprises an infrared window (1), a two-dimensional rotating mirror (2), a planar mirror (3), a reflective multiband infrared lens (4), a Fourier interference spectrum module (5), a spectrum combined-processing module (6), a power supply module (7), a refrigerating module (8), and a display module (9). Incident light enters from the infrared window (1), is reflected by the two-dimensional rotating mirror (2), and then is reflected by the planar mirror (3) to the reflective multiband infrared lens (4) and then is split by a spectro-scope (42). The transmitted light is focused by means of a convergent lens and is imaged on an infrared detector (43). The reflected light is focused on an infrared optical fiber coupler (44) and enters the Fourier interference spectrum module (5) through an infrared optical fiber, so as to form an interferogram, and further, spectrum data is obtained by means of a Fourier transform. The spectrum combined-processing module (6) effectively combines wide-spectrum imaging and non-imaging spectrum data, and controls the two-dimensional rotating mirror (2) to point to a target, thereby implementing intelligent remote sensing measurement. The multiband common-optical-path spectrum combined remote sensing measurement system has capabilities of measuring a spectrum of a local scene region and performing multi-target tracking spectrum measurement, and has high speed and a proper data amount, and needs low cost.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2015/101062 A1



GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统及方法, 该系统包括红外窗口(1)、二维转镜(2)、平面反射镜(3)、反射式多波段红外镜头(4)、傅里叶干涉光谱模块(5)、图谱联合处理模块(6)、电源模块(7)、制冷模块(8)和显示模块(9); 入射光从红外窗口(1)进入, 经二维转镜(2)反射后再由平面反射镜(3)反射至反射式多波段红外镜头(4)并由分光镜(42)分光; 透射的光线经过会聚透镜聚焦, 在红外探测器(43)上成像; 反射的光线聚焦于红外光纤耦合器(44), 由红外光纤进入傅里叶干涉光谱模块(5)形成干涉图, 并经傅里叶变换得到光谱数据; 图谱联合处理模块(6)有效联合宽谱成像与非成像光谱数据, 控制二维转镜(2)指向目标, 实现智能化的遥感测量, 具有对场景局部区域光谱测量以及多目标跟踪光谱测量的能力, 速度快, 数据量适宜, 成本低。

一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统及方法

【技术领域】

本发明属于遥感测量技术领域，更具体地，涉及一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统及方法。

【背景技术】

按照电磁波谱的结构和特性，目标红外信息是指红外谱段传感器获取的目标与背景辐射、反射和散射特性的差异，它包括短、中、长波红外各精细光谱（线）波段的辐射、反射和散射特性。与单谱段的目标背景信息相比，多个精细谱段信息更能全面而准确地反映目标与背景本身固有的特性。常规探测手段一般使用单谱段成像探测方法，在较宽的谱段上采集目标/背景能量，此时目标往往淹没于复杂的背景杂波之中或被干扰，信号非常微弱，信噪比、信杂比很低。

图谱联合设备把目标红外光谱和红外成像信息结合起来，利用目标在红外光谱谱线上的独特的光谱特征，可以大大提高目标的可探测性。该技术广泛应用于遥感领域，为研究各种目标背景的光谱特性，进而对场景进行分类、监视与目标探测识别提供数据基础。

国内外都非常重视研发此类图谱联合设备。目前，常用的图谱联合设备为成像光谱仪。此类成像光谱仪一般安装在飞行器上，其扫描转镜旋转，使接收的瞬时视场作垂直于飞行方向的运动，从而实现扫描。由于飞行器的前向运动，成像光谱仪即完成二维扫描，地物景象被逐点扫过，并逐点分波段测量，从而获得多光谱的遥感图像信息。例如美国 JPL 实验室完成的 AVIPIS 系统和美国 GER 公司 GERIS 系统以及国内中科院上海技术物理研究所研究的 PHI 推扫式成像光谱仪系统。此类系统能够提供丰富的二维空间信息及第三维的光谱数据，即二维空间成像的每一点都可以提取光谱

信息。但是这种设备提取目标场景的图像立方体数据，信息处理量非常大，空间分辨率较低，适用于静止目标的测量，对于运动目标难以应付，且价格昂贵，一般用户难以接受。

在许多实际应用中，静止的地物和天空背景的光谱并不需要实时获取，而需要利用光谱特性对场景中运动目标（时变对象）或局部区域进行自动实时地检测识别探测识别，如空中的飞机、海上的船舶、行驶中的车辆、火灾、爆炸等。

在相关专利中，国内的华中科技大学申请并授权的“一种图谱一体化的时变对象光谱信息获取方法与装置”（ZL200910272679.9）和“一种多波段运动目标光谱特征探测识别方法和装置”（ZL201110430969.9）采用两个镜头组合实现图谱联合的方式，设备体积大；采用平面红外窗口，视场小；测量方法针对单个运动目标，没有一种智能化的自动控制策略指导遥感测量过程。

对于上述多个运动目标和时变对象的自动检测与光谱识别，目前常用的光谱成像设备存在以下缺点：（1）不适于场景中局部区域的光谱测量；（2）不能实现多个运动目标的自动跟踪测谱；（3）不能进行目标光谱的在线处理与识别；（4）数据量大、速度慢且价格昂贵。

【发明内容】

针对现有技术的以上缺陷或改进需求，本发明提供了一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统及方法，其目的在于实现对运动目标或者局部区域的多波段共光轴的图谱联合测量，由此解决弱小目标、运动目标的探测与识别的技术问题。

本发明提供了一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统，由防护性的壳体包裹，包括红外窗口、二维转镜、平面反射镜、反射式多波段红外镜头、傅里叶干涉光谱模块、图谱联合处理模块、电源模块、制冷模块和显示模块；所述红外窗口与壳体连接，用于透过目标场景中的红外光线；所

述二维转镜固定安装在所述壳体内部，所述二维转镜的中心与所述红外窗口的视场中心轴重合，所述二维转镜的镜面与所述红外窗口的视场中心轴成 45° 放置，用于跟踪目标场景中动目标，实现局部区域以及多目标采样；所述平面反射镜的中心与所述二维转镜的中心在同一水平高度，所述平面反射镜的镜面与所述二维转镜的镜面平行；所述反射式多波段红外镜头的中心轴与所述平面反射镜的中心重合，用于多波段的红外光线聚焦，并实现成像与光谱测量共光路；所述傅里叶干涉光谱模块的光信号输入端与所述反射式多波段红外镜头连接，所述傅里叶干涉光谱模块的电信号输出端与所述图谱联合处理模块连接，用于获取红外光谱数据；所述图谱联合处理模块与所述反射式多波段红外镜头连接，用于实现图谱联合处理；所述电源模块、制冷模块和显示模块分别与所述图谱联合处理模块连接。

其中，所述二维转镜包括平面反射镜、二维转台和伺服电机；所述平面反射镜放置在所述二维转台上，并通过转台上的卡槽固定；所述伺服电机的两个驱动轴分别与所述二维转台俯仰轴以及旋转轴机械连接。

其中，所述反射式多波段红外镜头包括镜体、分光镜、红外探测器和红外光纤耦合器；所述分光镜的镜面中心与所述镜体的中心轴重合，所述分光镜的镜面与中心轴成 45° ；所述红外探测器安装在尾部，所述红外探测器中心与中心轴成一条直线；所述红外光纤耦合器设置在尾部边缘。

其中，所述图谱联合处理模块包括：通讯电平转换单元、图像处理单元、系统控制单元、光谱处理单元和数据融合总控单元；所述通讯电平转换单元通过 RS422 接口与所述反射式多波段红外镜头中的所述红外探测器连接；用于实现模块间的电平转换；所述图像处理单元的一端通过图像接口与所述红外探测器连接，所述图像处理单元的另一端与所述数据融合总控单元连接，用于对采集的红外图像进行图像增强、特征提取、分割处理，实现系统跟踪；所述系统控制单元的输入端与所述通讯电平转换单元连接，所述系统控制单元的控制端与所述数据融合总控单元连接，所述系统控制

单元的输出端与所述二维转镜连接；用于通过串口对所述二维转镜进行运动控制；所述光谱处理单元的输入端与所述傅里叶干涉光谱模块的电信号输出端连接，所述光谱处理单元的输出端与所述连接；用于对所述傅里叶干涉光谱模块采集的红外光谱进行采集控制、数据预处理、辐射定标、光谱特征提取处理；所述数据融合总控单元用于将所述图像处理单元、所述系统控制单元和所述光谱处理单元的输出进行数据融合处理，并根据处理结果选择最优的系统控制策略进行数据采集。

本发明还提供了一种基于上述的多波段共光路图谱联合遥感测量系统的测量方法，包括下述步骤：

- (1) 通过红外探测器实现目标场景的全视场扫描采集获得图像序列；
 - (2) 在所述图像序列中提取至少一个感兴趣区；
 - (3) 计算所述图像序列中所有感兴趣区的特征描述矩阵；
 - (4) 判断当前时刻是否处于数据获取初始阶段，若是，则对所有感兴趣区的特征权重矩阵赋予初值；若否，则根据所有感兴趣区的特征描述矩阵将图像序列中所有感兴趣区与上一采集周期中获取的所有感兴趣区进行逐次匹配关联，提取关联成功的各感兴趣区的光谱特征，并将光谱特征添加到对应感兴趣区的特征描述矩阵中，同时将其特征权重矩阵复制到对应的感兴趣区的特征权重矩阵；
 - (5) 计算所有感兴趣区的特征信息熵，并按照特征信息熵的值从大到小将与之对应的感兴趣区进行排序，并赋予所有感兴趣区采集顺序的编号；
 - (6) 根据编号依次对各个感兴趣区中的采集点进行排序形成采集点序列；
 - (7) 依次将光轴点移动到所述采集点序列中的采集点；同时采用非成像的傅里叶干涉光谱模块获取感兴趣区的光谱数据；
 - (8) 重复步骤(1)~(7)进行下一个采集周期，直到系统采集结束。
- 其中，在所述步骤(2)中，所述感兴趣区是指图像中紧密相连的若干

像素点, 提取感兴趣区具体包括:

- (21) 利用非线性视觉原理进行图像增强处理;
- (22) 对增强处理后的图像进行图像分割处理;
- (23) 对分割处理后的图像进行膨胀腐蚀处理并获得所述感兴趣区。

其中, 在步骤(3)中, 所述感兴趣区的特征描述矩阵包括位置特征、形状特征、灰度特征和光谱特征; 所述位置特征包括采集点坐标

$$(x_s = \frac{\sum_{i=1}^M x_i}{M}, y_s = \frac{\sum_{i=1}^M y_i}{M}), \text{边界链}(c_1, c_2, \dots, c_n) \text{和采集距离} L = |x_s - x_0| + |y_s - y_0|;$$

感兴趣区 RGN_V 包含 M 个像素点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_M, y_M)$, n 为感兴趣区边界像素点的个数, $q = (x_q, y_q)$ 为感兴趣区边界像素点; (x_0, y_0) 为当前光轴点, 其位置随着二维转镜的移动而不断变化;

所述形状特征包括感兴趣区面积 A 和周长 $P = |c(RGN_V)|$; 面积 $A = M$, 周长 P 等于感兴趣区 RGN_V 的长度;

所述灰度特征包括平均灰度 $I = \frac{\sum_{i=1}^M f(x_i, y_i)}{M}$ 、灰度梯度矩阵以及平均梯度; 其中 $f(x_i, y_i)$ 表示图像在像素点 (x_i, y_i) 处的灰度值;

所述光谱特征包括光谱曲线变化趋势、波峰和波谷位置、大于均值的波峰数、小于均值的波峰数、大于均值的波谷数、小于均值的波谷数、峰宽、峰高。

总体而言, 通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比, 由于红外窗口采用球面结构, 能够增大系统测量视场, 减小测量死角; 二维转镜采用伺服电机, 能够实现灵活的视场切换和快速的目标跟踪; 反射式多波段红外镜能实现成像和光谱测量的共光路; 图谱联合处理采用最优自动控制策略, 能够实现系统对目标场景在时间-空间-光谱多维度稀疏采样, 简化数据量, 最大程度实现测量价值。

【附图说明】

图 1 为本发明实施例提供的多波段共光路图谱联合遥感测量系统的模块结构示意图；

图 2 为本发明实施例提供的多波段共光路图谱联合遥感测量系统中的光路结构示意图；

图 3 为本发明实施例提供的多波段共光路图谱联合遥感测量系统中二维转镜的结构示意图；

图 4 为本发明实施例提供的多波段共光路图谱联合遥感测量方法的实现流程图；

图 5 为本发明实施例提供的多波段共光路图谱联合遥感测量系统的全视场扫描示意图；

图 6 为本发明在稀疏天空背景下捕获飞行的飞机；

图 7 为本发明在桥梁空间约束下捕获机动的车队；

图 8 本发明外场实验中实时跟踪空中民航飞机测量数据结果；其中图 8-1 为空中的民航飞机的长波图像；顺时针，测量距离依次为 1km、2.5km、5km、8km；图 8-2 为空中的民航飞机的红外光谱数据；顺时针，测量距离依次为 1km、2.5km、5km、8km；

其中，1-红外窗口，2-二维转镜，21-平面反射镜，22-二维转台，23-伺服电机，3-平面反射镜，4-反射式多波段红外镜头，41-卡塞格林结构镜体，411-抛物面反射镜，412-双曲面反射镜，42-分光镜，43-红外探测器，44-红外光纤耦合器，5-傅里叶干涉光谱模块，51-分束器，52-定镜，53-动镜，54-单元探测器，6-图谱信息融合模块，61-通讯电平转换单元，62-图像处理单元，63-系统控制单元，64-光谱处理单元，65-数据融合总控单元，7-电源模块，8-制冷模块，9-显示模块。

【具体实施方式】

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体

实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

本发明涉及一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统及基于该系统实现的红外图谱联合采集方法，尤其涉及对动目标的红外图像和光谱测量系统及方法。本发明是灵巧型的现场遥感设备，具有便携性。

本发明提供了一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统，参见图 1 和图 2，主要包括红外窗口 1，二维转镜 2，平面反射镜 3，反射式多波段红外镜头 4，傅里叶干涉光谱模块 5，图谱联合处理模块 6，电源模块 7，制冷模块 8 和显示模块 9；该系统在物理结构上主要分为处理机实体和光学测量实体。其中，处理机实体由图谱联合处理模块 6 组成，其他部分则组成光学测量实体。前者主要实现系统所有的信息处理工作，后者则是实现整个系统光学测量工作。

处理机实体利用以太网 Ethernet 接口对傅里叶干涉光谱模块 5 进行连接控制，并获取红外光谱数据；采用串口总线实现对二维转镜 2 运动控制；采用 RS422 接口和图像接口与反射式多波段红外镜头 4 的连接。RS422 接口实现电平转换，控制镜头调焦和非均匀性校正，图像接口有模拟 PAL 制式和数字 Camera LINK 接口，实现获取红外图像信息。

光学测量实体由专门设计的防护性外壳包裹，壳体采用铝合金材质。红外窗口 1 与壳体采用铆钉连接；二维转镜 2 固定安装在壳体内部，中心与红外窗口 1 的视场中心轴重合，镜面与中心轴成 45° 放置；平面反射镜 3 中心与二维转镜 2 中心在同一水平高度，镜面与二维转镜 2 镜面平行放置，并固定在壳体内部；反射式多波段红外镜头 4 采用无热化封闭式设计，镜头中心轴与平面反射镜 3 中心重合，镜体加强固定在壳体内部；傅里叶干涉光谱模块 5 通过红外光纤连接反射式多波段红外镜头 4；壳体内部空间内放置电源模块 7 实现系统供电并提供通用电源接口方便外接电源的使用；

制冷模块 8 采用栅格结构放置在壳体内部，实现壳体的温度控制，同时设置干燥剂填充口，方便随时补充添加无色硅胶等；显示模块 9 采用触控式液晶显示屏，镶嵌在壳体侧面。

红外窗口 1 用于透过目标场景中的红外光线，过滤其他杂散光，同时红外窗口 1 也实现系统内部与外面隔绝，起到保护作用。在实际应用中，红外窗口 1 通过固定结构与多波段共光路图谱联合遥感测量系统的壳体相连接。

红外窗口 1 材料可以采用多光谱 CVD ZnS 材料。CVD 工艺下的多光谱 ZnS 材料在近红外、短波红外、中波红外及长波红外几个波段都具有很高的透过率。

作为本发明的一个实施例，红外窗口 1 在窗口大小尺寸一定的情况下，可以采用球面结构，这样能增大系统窗口的可视视场，减小系统探测死角。

如图 3 所示，本发明实施例提供的二维转镜 2 包括平面反射镜 21、二维转台 22 和伺服电机 23。平面反射镜 21 放置在二维转台 22 上，并通过转台上的卡槽固定；伺服电机 23 的两个驱动轴分别与二维转台 22 俯仰轴以及旋转轴机械连接。平面反射镜 21 可以采用 K9 玻璃，镀金反射层后对短、中、长波红外光都有较高的反射率；二维转台 22 在伺服电机 23 的驱动下可以带动平面反射镜 21 实现旋转和俯仰两个维度的运动，从而增大系统探测的灵活性，实现局域稀疏采样。

反射式多波段红外镜头 4 包括：卡塞格林镜体 41、分光镜 42、红外探测器 43 和红外光纤耦合器 44；其中，卡塞格林镜体 41 是反射式多波段红外镜头的主体结构，其中心轴与镜头中心轴重合；分光镜 42 镜面中心与卡塞格林镜体 41 中心轴重合，镜面与中心轴成 45° 放置；红外探测器 43 安装在镜头尾部，中心与镜头中心轴成一条直线；红外光纤耦合器安装在镜头尾部边缘，位置合适即可。

卡塞格林镜体 41，由一个抛物面反射镜 411 和一个双曲面反射镜 412

组成，并由若干透镜校正像差。

光线进入反射式多波段红外镜头 4 后，首先进入卡塞格林镜体 41 聚焦，然后经分光镜 42 分光，透射部分会聚于红外探测器 43 成像，反射部分会聚于红外光纤耦合器 44，并经光纤传输至傅里叶干涉光谱模块 5。

反射式多波段红外镜头 4 可实现长波红外成像和短、中、长波红外测谱共光路，两个视场中心重合。该镜头系统能量损失少，整体重量轻，为降低镜头本身辐射对探测造成的影响，进行了无热化设计。其中，分光镜 42 镀双层增透膜，使其对短、中波红外光反射率高，对长波红外光则具有半透半反功能，这种设计具有结构简单、无需运动部件的优点。

傅里叶干涉光谱模块 5 用于将入射光进行干涉采样，并通过傅里叶变换获取红外光谱；本发明实施例中可以采用德国布鲁克（Bruker Optics）公司的光谱探测单元 EM27 或者过程控制光谱测量系统 IRCube OEM，两者均采用迈克尔逊干涉仪体制，光谱分辨率 2 cm^{-1} 、 4 cm^{-1} 、 8 cm^{-1} 、 16 cm^{-1} 、 32 cm^{-1} 可选，测量光谱范围包括短、中、长波，采用斯特林或液氮制冷的 MCT 探测器。

图谱联合处理模块 6 包括通讯电平转换单元 61、图像处理单元 62、系统控制单元 63、光谱处理单元 64 和数据融合总控单元 65。其中，通讯电平转换单元 61 通过 RS422 接口与外界互联，主要实现模块间的电平转换功能；图像处理单元 62 主要对采集的红外图像进行图像增强、特征提取、分割等处理等，实现系统跟踪；系统控制单元 63 通过串口对高速伺服驱动电机 23 进行运动控制；光谱处理单元 64 则主要通过 Ethernet 接口，对傅里叶干涉光谱模块 5 采集的红外光谱进行采集控制、数据预处理、辐射定标、光谱特征提取处理等。这三个模块的处理结果最终均反馈给数据融合总控单元 65，进行数据融合处理，最终选择最优的系统控制策略进行数据采集。同时，数据融合总控单元 65 也与电源模块 7、制冷模块 8、显示模块 9 进行交互，实现配置参数化、数据可视化等功能。

本发明的工作原理为：目标场景的光线从红外窗口 1 入射，经二维转镜 2 的平面反射镜 21 镜面反射，由平面反射镜 3 再次反射进入反射式多波段红外镜头 4，在镜头内的卡塞格林镜体 41 聚焦后经分光镜 42 分光，入射光中 50% 的长波红外光透过分光镜 42 到达红外探测器成像 43；入射光中的短、中波红外光和其余 50% 长波红外光经过分光镜反射后，经由红外光纤耦合器 44 利用光纤传输至傅里叶干涉光谱模块 5 形成干涉图，并最终获取红外光谱。图谱信息融合模块 6 通过各个分单元接收、处理、存储探测对象的图谱多维信息，并控制二维转镜 2 的旋转改变系统光轴指向，进而实现目标的跟踪、识别。显示模块 9 利用图谱信息融合模块获取的数据，以图形化界面的形式展示当前系统获取的图谱信息，并实现简单的人机交互功能。

本发明提出了一种基于上述多波段共光路图谱联合遥感测量系统的测量方法，参见图 4，包括以下步骤：

- (1) 通过红外探测器实现目标场景的全视场扫描（如图 5）采集；
- (2) 在全视场扫描图像序列内提取至少一个感兴趣区；
- (3) 计算当图像序列中所有感兴趣区的特征描述矩阵；
- (4) 判断当前时刻是否处于数据获取初始阶段，若是，则对所有感兴趣区的特征权重矩阵赋予初值；若否，则根据所有感兴趣区的特征描述矩阵将图像序列所有感兴趣区与上一采集周期中获取的所有感兴趣区进行逐次匹配关联，提取关联成功的各感兴趣区的光谱特征，并将光谱特征添加到对应感兴趣区的特征描述矩阵中，同时将其特征权重矩阵复制到对应的感兴趣区的特征权重矩阵；
- (5) 计算所有感兴趣区的特征信息熵，并按照特征信息熵的值从大到小将与之对应的感兴趣区进行排序，并赋予所有感兴趣区采集顺序的编号；
- (6) 根据编号依次对各个感兴趣区中的采集点进行排序形成采集点序列；

(7) 依次将光轴点移动到所述采集点序列中的采集点；同时采用非成像的傅里叶干涉光谱模块获取感兴趣区的光谱数据；

(8) 重复步骤 (1) ~ (7) 开始下一个采集周期，直到系统采集结束。

本发明提出的多波段共光路图谱联合遥感测量方法所述步骤 (2) 中感兴趣区是指图像中紧密相连的若干像素点，其提取方法按照如下方式确定：

(21) 利用非线性视觉原理进行图像增强处理；其中图像增强处理的目的是突出潜在目标以及其所在的区域；

(22) 对增强处理后的图像进行图像分割处理；可以采用阈值分割法对其进行图像分割处理；

(23) 对分割处理后的图像进行膨胀腐蚀处理，得到感兴趣区；其中膨胀腐蚀处理是合并单个的残余像素点，消除干扰因素。

本发明提出的多波段共光路图谱联合遥感测量方法所述步骤 (3) 中的感兴趣区的特征描述矩阵包括位置特征、形状特征、灰度特征和光谱特征。

设感兴趣区 RGN_V 包含 M 个像素点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_M, y_M)$ ，则特征描述矩阵包含：

(31) 位置特征包括采集点坐标 $(x_c = \frac{\sum_{i=1}^M x_i}{M}, y_c = \frac{\sum_{i=1}^M y_i}{M})$ ；边界链 $(c_1, c_2, \dots, c_n)$ ，其中 n 为感兴趣区边界像素点的个数， $c_i = (x_i, y_i)$ 为感兴趣区边界像素点；采集距离 $L = |x_c - x_2| + |y_c - y_2|$ ，其中 (x_2, y_2) 为当前光轴点，其位置随着二维转镜的移动而不断变化；

(32) 形状特征包括感兴趣区面积 $A=M$ ；周长 $P = |Q(RGN_V)|$ ，即感兴趣区 RGN_V 的长度，计算周长的过程中，两个 4-邻域像素点之间的距离定义为 1，

两个 8-邻域像素点之间的距离定义为 1.414；形状数 $F = \frac{P^2}{4\pi A}$ ；

(33) 灰度特征包括平均灰度 $I = \frac{\sum_{i=1}^M f(x_i, y_i)}{M}$ 、灰度梯度矩阵以及平均梯

度；其中 $I(x,y)$ 表示图像在像素点 (x,y) 处的灰度值；

(34) 光谱特征包括光谱曲线变化趋势、波峰（极大值）和波谷（极小值）位置、大于均值的波峰数、小于均值的波峰数、大于均值的波谷数、小于均值的波谷数、峰宽、峰高；利用高斯尺度空间理论，可以计算出光谱曲线在各个高斯空间尺度下的拐点和曲率，通过拐点和曲率提取光谱曲线变化趋势。

本发明提出的多波段共光路图谱联合遥感测量方法所述步骤（4）中的特征权重矩阵用于描述特征在匹配关联以及信息熵中的贡献程度。特征权重矩阵的设计原则如下：

(41)处在光轴中心指向范围的边界附近，包含正向边界外运动目标的感兴趣区,权重等级 Level=5；

(42)处于光轴指向范围的内部，包含正向边界移动目标的感兴趣区，权重等级 Level=4；

(43)包含向光轴指向范围内侧移动目标的感兴趣区，权重等级 Level=3；

(44)包含静止目标的感兴趣区，权重等级 Level=2；

(45)不包含目标的感兴趣区，权重等级 Level=1；

(46)同一权重等级的感兴趣区，依据其特征矩阵中的各个分特征贡献权重分量。

根据特征描述矩阵和特征权重矩阵利用相关距离匹配计算方法即可实现匹配关联。其中，位置特征采用最小距离匹配；形状与灰度特征采用 SAD（Sum of Absolute Difference）方法；光谱特征采用 SAM（spectral angle mapper）方法。

本发明提出的多波段共光路图谱联合遥感测量方法所述步骤（5）中的特征信息熵主要用于描述该感兴趣区所包含特征信息的总量，是系统确定感兴趣区采集价值的标准。

假设当前采集周期内有 N 个感兴趣区 RGN_v 依次为 1, 2, 3, ..., n , 其特征描述矩阵为 T , 特征权重矩阵为 W , 特征信息熵 (S) 定义为:

$$S = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M T_{ij} W_j$$

本发明的多波段共光路图谱联合遥感测量系统及方法, 不仅有效实现了图像和光谱信息的联合采集, 而且通过上述步骤实现了最大信息熵自动控制策略下的智能化目标捕获, 并最终实现目标的多维信息测量。

某些目标具有空间稀疏性, 他们仅占场景中的有限空间区域。本发明利用长波红外成像自动检测、捕获、跟踪感兴趣区, 将系统光轴自动对准跟踪感兴趣区后获取空间形态、运动和光谱多维度信息, 很好的解决了局域区域的光谱测量。

如图 6, 天空稀疏背景下, 飞机目标比较突出, 而飞机发动机喷口由于温度最高, 相对飞机整个感兴趣区也是最为明显的位置, 光谱信息也最为强烈明显, 目标信息熵最大。本发明信息熵优化的自动控制策略下对天空中的飞机进行空间的稀疏采样——捕获, 而后对捕获的飞机进行实时光谱测量, 从图中可以清楚看到光轴中心对准了发动机喷口位置。

复杂背景下的多目标, 在有限的受约束的空间中机动。本发明通过获取红外图像并利用连续测量的红外光谱进行自动目标检测、跟踪。在特征信息熵优化的自动控制策略下, 实现对多目标的测量排序, 从而实现多目标的光谱测量。

如图 7, 行驶在桥梁上的车队为例, 在空间范围内, 桥梁地标约束区域决定了对机动车队检测的空间范围。

图 8-1 则是在连续多个测量周期内对运动目标进行持续跟踪测量的红外结果, 而图 8-2 是上述对应情况下的红外光谱测量结果。从实验数据结果可以看出飞机尾焰光谱特征强度随着探测距离的加大而变弱, 而主要光谱趋势特征却依然保持基本不变, 为后续从背景中识别目标提供数据基础。

从中可以看出，随着飞机距离愈来愈远，飞机光谱辐射强度逐渐减弱，但是光谱主要的波峰、波谷以及曲线趋势基本保持一致，为后续进行目标识别提供了坚实的数据基础。上述图例均说明了在信息熵优化的自动控制策略下图谱联合测量系统及方法的优越性和先进行。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种多波段共光路图谱联合遥感测量系统，由防护性的壳体包裹，其特征在于，包括红外窗口（1）、二维转镜（2）、平面反射镜（3）、反射式多波段红外镜头（4）、傅里叶干涉光谱模块（5）、图谱联合处理模块（6）、电源模块（7）、制冷模块（8）和显示模块（9）；

所述红外窗口（1）与壳体连接，用于透过目标场景中的红外光线；

所述二维转镜（2）固定安装在所述壳体内部，所述二维转镜（2）的中心与所述红外窗口（1）的视场中心轴重合，所述二维转镜（2）的镜面与所述红外窗口（1）的视场中心轴成 45° 放置，用于跟踪目标场景中动目标，实现局部区域以及多目标采样；

所述平面反射镜（3）的中心与所述二维转镜（2）的中心在同一水平高度，所述平面反射镜（3）的镜面与所述二维转镜（2）的镜面平行；

所述反射式多波段红外镜头（4）的中心轴与所述平面反射镜（3）的中心重合，用于多波段的红外光线聚焦，并实现成像与光谱测量共光路；

所述傅里叶干涉光谱模块（5）的光信号输入端与所述反射式多波段红外镜头（4）连接，所述傅里叶干涉光谱模块（5）的电信号输出端与所述图谱联合处理模块（6）连接，用于获取红外光谱数据；

所述图谱联合处理模块（6）与所述反射式多波段红外镜头（4）连接，用于实现图谱联合处理；

所述电源模块（7）、制冷模块（8）和显示模块（9）分别与所述图谱联合处理模块（6）连接。

2、如权利要求 1 所述的遥感测量系统，其特征在于，所述二维转镜（2）包括平面反射镜（21）、二维转台（22）和伺服电机（23）；

所述平面反射镜（21）放置在所述二维转台（22）上，并通过转台上

的卡槽固定；所述伺服电机（23）的两个驱动轴分别与所述二维转台（22）俯仰轴以及旋转轴机械连接。

3、如权利要求1或2所述的遥感测量系统，其特征在于，所述反射式多波段红外镜头（4）包括镜体（41）、分光镜（42）、红外探测器（43）和红外光纤耦合器（44）；

所述分光镜（42）的镜面中心与所述镜体（41）的中心轴重合，所述分光镜（42）的镜面与中心轴成 45° ；所述红外探测器（43）安装在尾部，所述红外探测器（43）中心与中心轴成一条直线；所述红外光纤耦合器（44）设置在尾部边缘。

4、如权利要求3所述的遥感测量系统，其特征在于，所述图谱联合处理模块（6）包括：通讯电平转换单元（61）、图像处理单元（62）、系统控制单元（63）、光谱处理单元（64）和数据融合总控单元（65）；

所述通讯电平转换单元（61）通过RS422接口与所述反射式多波段红外镜头（4）中的所述红外探测器（43）连接；用于实现模块间的电平转换；

所述图像处理单元（62）的一端通过图像接口与所述红外探测器（43）连接，所述图像处理单元（62）的另一端与所述数据融合总控单元（65）连接，用于对采集的红外图像进行图像增强、特征提取、分割处理，实现系统跟踪；

所述系统控制单元（63）的输入端与所述通讯电平转换单元（61）连接，所述系统控制单元（63）的控制端与所述数据融合总控单元（65）连接，所述系统控制单元（63）的输出端与所述二维转镜（2）连接；用于通过串口对所述二维转镜（2）进行运动控制；

所述光谱处理单元（64）的输入端与所述傅里叶干涉光谱模块（5）的电信号输出端连接，所述光谱处理单元（64）的输出端与所述（65）连接；用于对所述傅里叶干涉光谱模块（5）采集的红外光谱进行采集控制、数据预处理、辐射定标、光谱特征提取处理；

所述数据融合总控单元（65）用于将所述图像处理单元（62）、所述系统控制单元（63）和所述光谱处理单元（64）的输出进行数据融合处理，并根据处理结果选择最优的系统控制策略进行数据采集。

5、一种基于权利要求 1-4 任一项所述的多波段共光路图谱联合遥感测量系统的测量方法，其特征在于，包括下述步骤：

（1）通过红外探测器实现目标场景的全视场扫描采集获得图像序列；

（2）在所述图像序列中提取至少一个感兴趣区；

（3）计算所述图像序列中所有感兴趣区的特征描述矩阵；

（4）判断当前时刻是否处于数据获取初始阶段，若是，则对所有感兴趣区的特征权重矩阵赋予初值；若否，则根据所有感兴趣区的特征描述矩阵将图像序列中所有感兴趣区与上一采集周期中获取的所有感兴趣区进行逐次匹配关联，提取关联成功的各感兴趣区的光谱特征，并将光谱特征添加到对应感兴趣区的特征描述矩阵中，同时将其特征权重矩阵复制到对应的感兴趣区的特征权重矩阵；

（5）计算所有感兴趣区的特征信息熵，并按照特征信息熵的值从大到小将与之对应的感兴趣区进行排序，并赋予所有感兴趣区采集顺序的编号；

（6）根据编号依次对各个感兴趣区中的采集点进行排序形成采集点序列；

（7）依次将光轴点移动到所述采集点序列中的采集点；同时采用非成像的傅里叶干涉光谱模块获取感兴趣区的光谱数据；

（8）重复步骤（1）~（7）进行下一个采集周期，直到系统采集结束。

6、如权利要求 5 所述的测量方法，其特征在于，在所述步骤（2）中，所述感兴趣区是指图像中紧密相连的若干像素点，提取感兴趣区具体包括：

（21）利用非线性视觉原理进行图像增强处理；

（22）对增强处理后的图像进行图像分割处理；

（23）对分割处理后的图像进行膨胀腐蚀处理并获得所述感兴趣区。

7、如权利要求 5 所述的测量方法，其特征在于，在步骤（3）中，所述感兴趣区的特征描述矩阵包括位置特征、形状特征、灰度特征和光谱特征；所述位置特征包括采集点坐标 $(\bar{x}_s = \frac{\sum_{i=1}^M x_i}{M}, \bar{y}_s = \frac{\sum_{i=1}^M y_i}{M})$ 、边界链 $(c_1, c_2, \dots, c_n)$ 和采集距离 $L = |x_s - x_{c_1}| + |y_s - y_{c_1}|$ ；感兴趣区 RGN_v 包含 M 个像素点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_M, y_M)$ ， n 为感兴趣区边界像素点的个数， $c_i = (x_i, y_i)$ 为感兴趣区边界像素点； (x_0, y_0) 为当前光轴点，其位置随着二维转镜的移动而不断变化；

所述形状特征包括感兴趣区面积 A 和周长 $P = |c(RGN_v)|$ ；面积 $A = M$ ，周长 P 等于感兴趣区 RGN_v 的长度；

所述灰度特征包括平均灰度 $\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^M f(x_i, y_i)}{M}$ 、灰度梯度矩阵以及平均梯度；其中 $f(x_i, y_i)$ 表示图像在像素点 (x_i, y_i) 处的灰度值；

所述光谱特征包括光谱曲线变化趋势、波峰和波谷位置、大于均值的波峰数、小于均值的波峰数、大于均值的波谷数、小于均值的波谷数、峰宽、峰高。

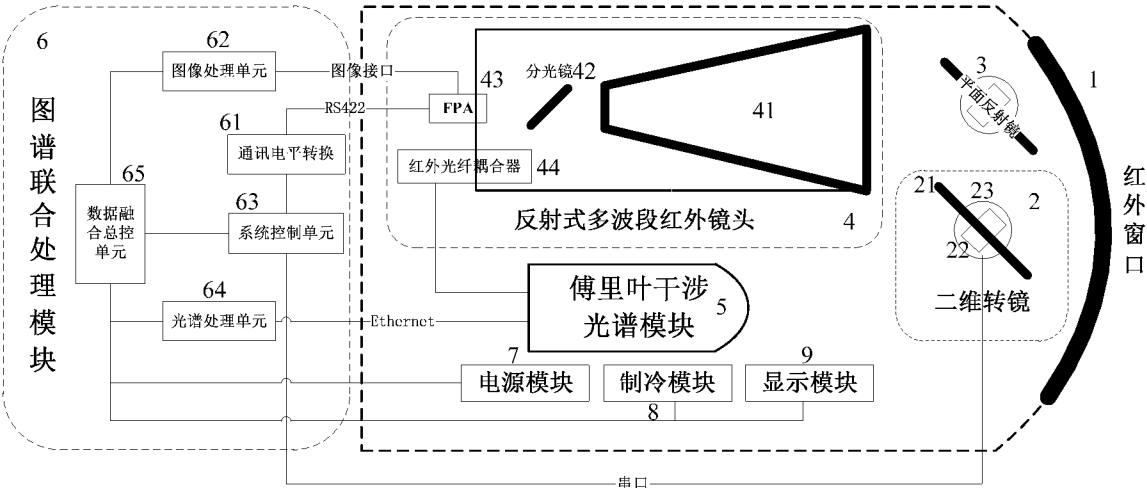


图 1

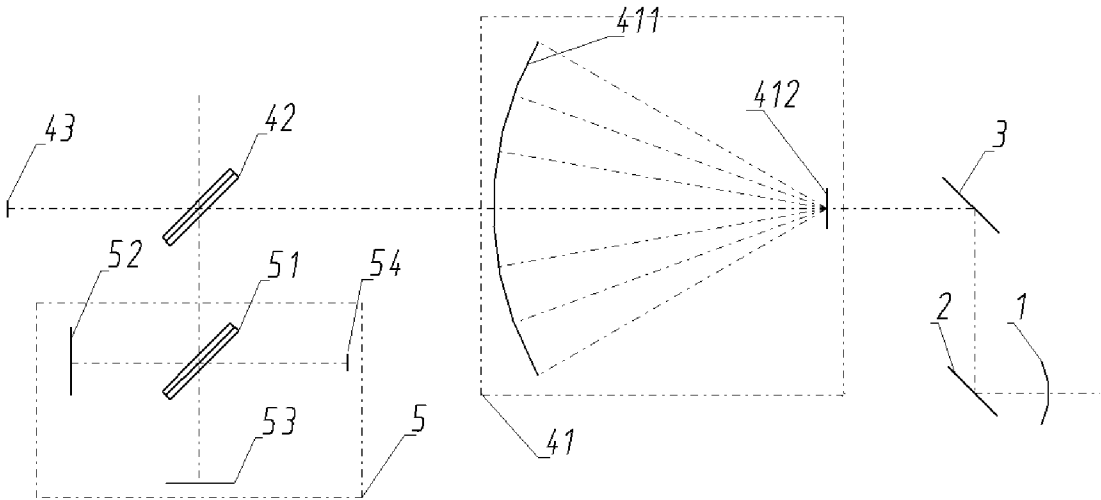


图 2

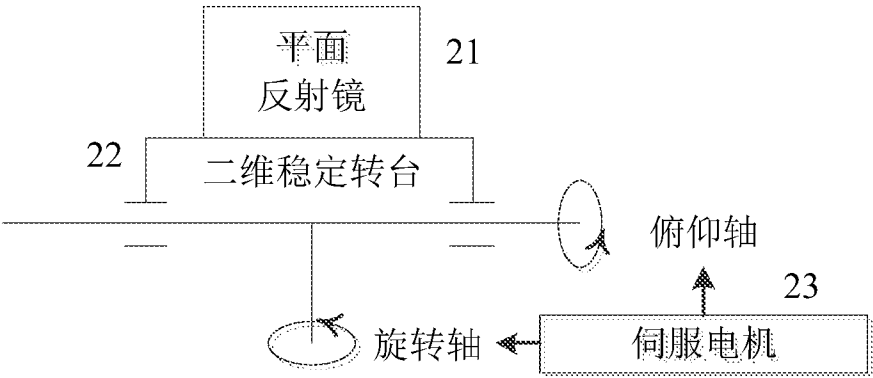


图 3

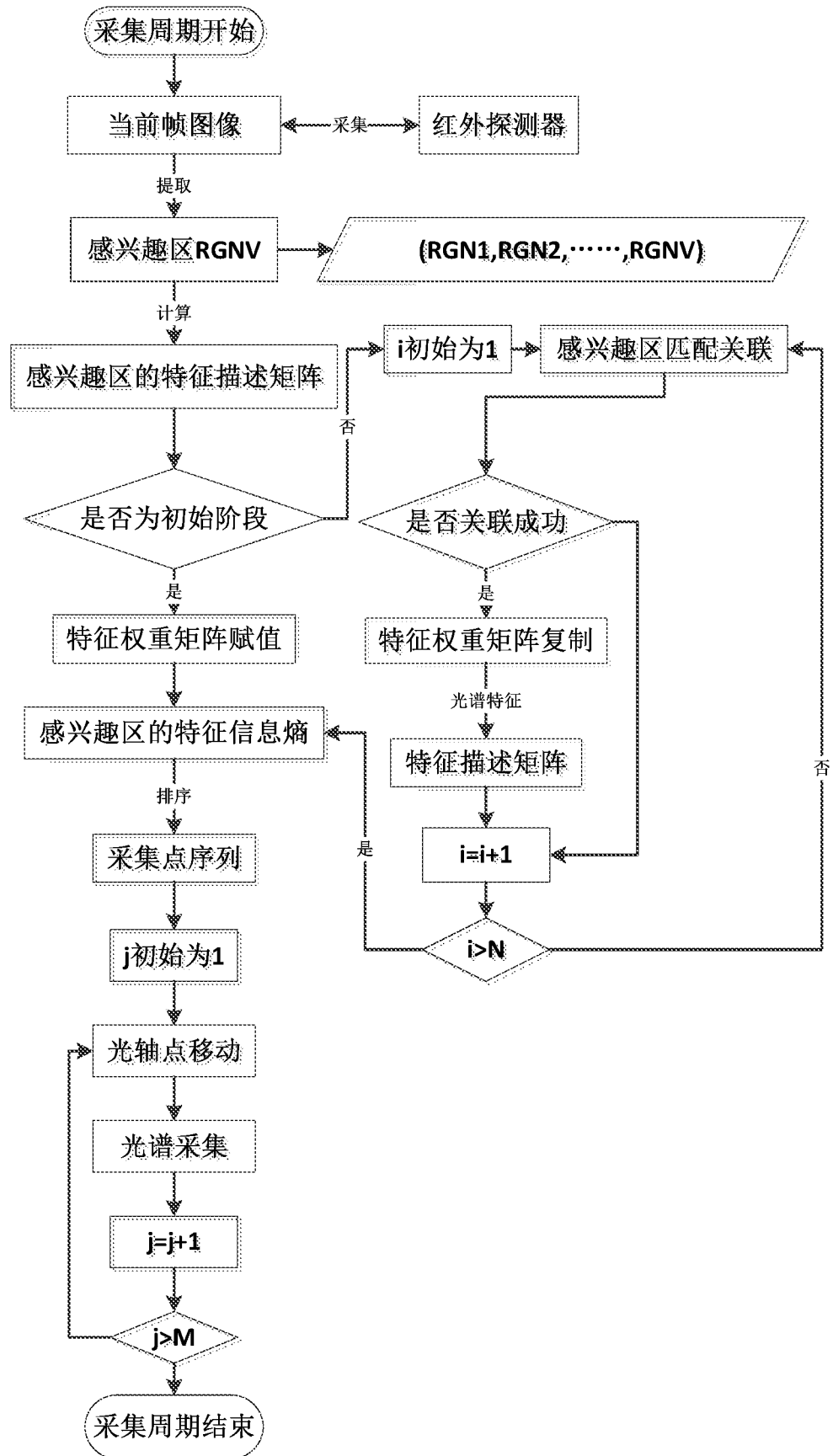


图 4

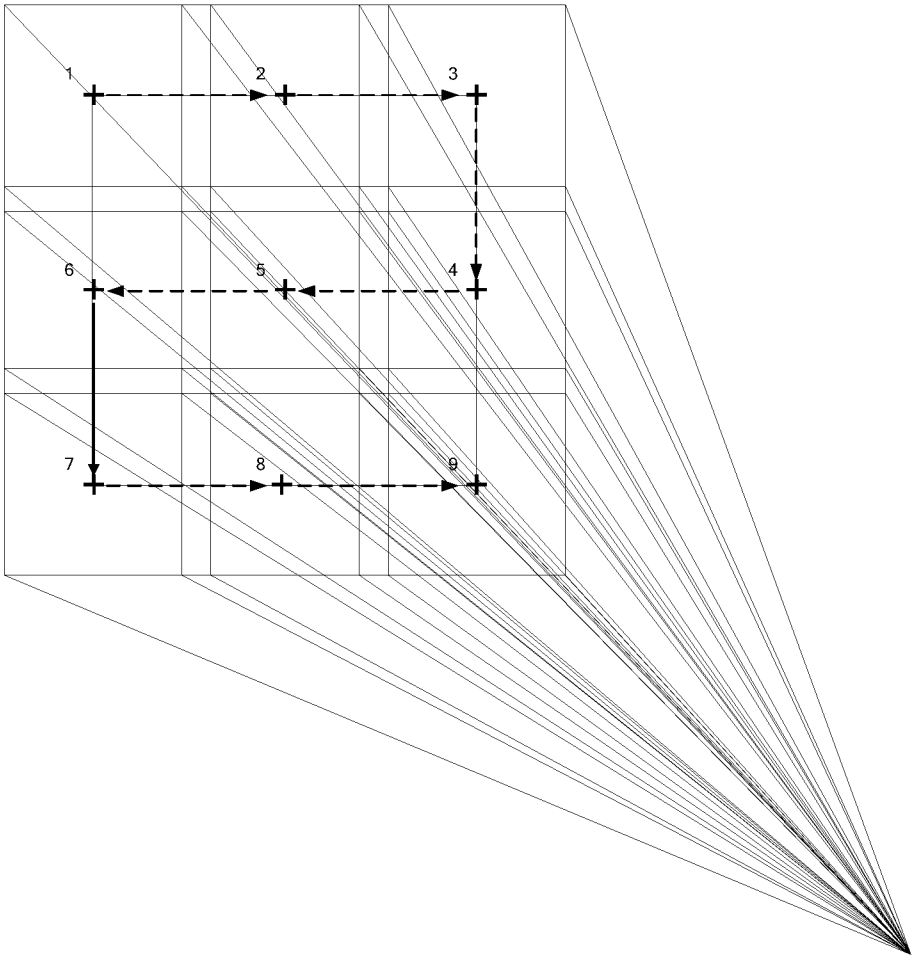


图 5

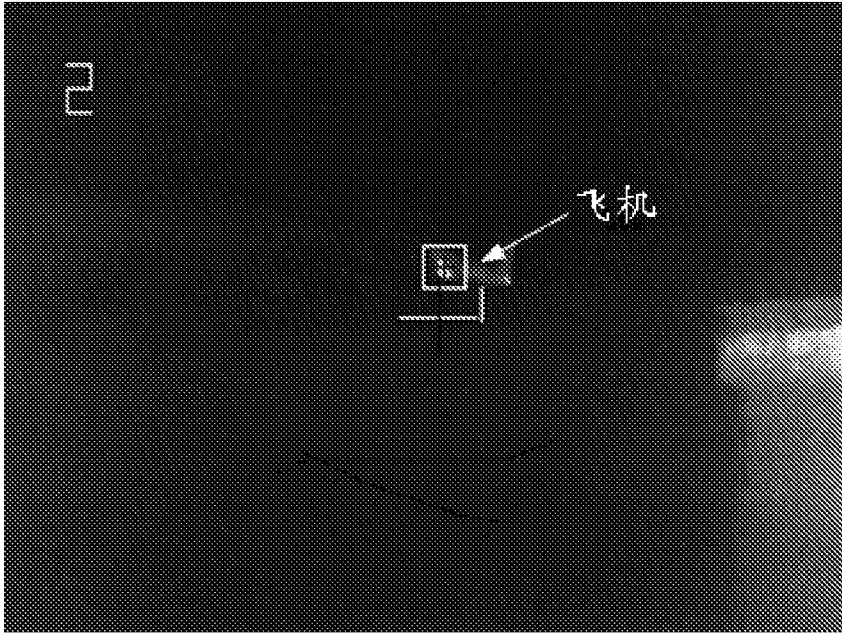


图 6

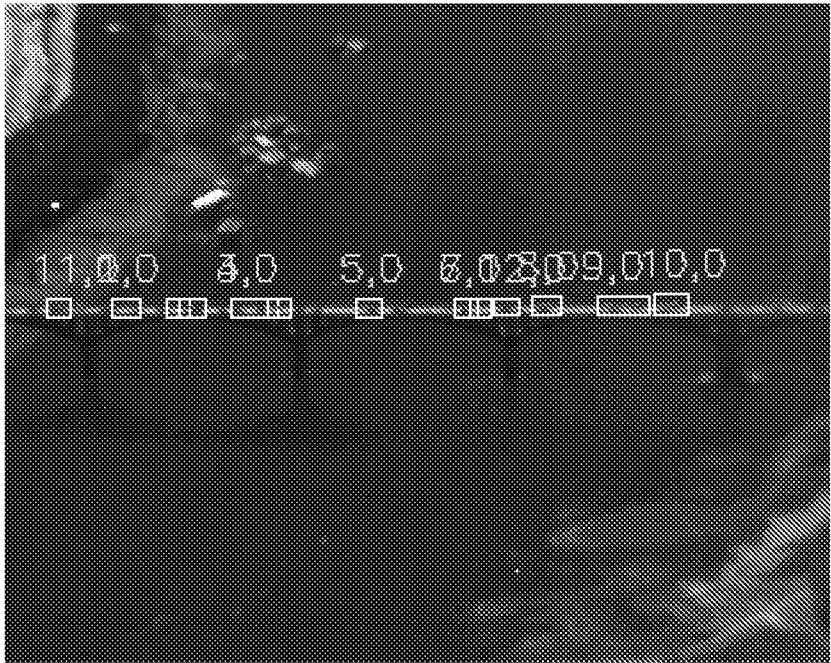


图 7

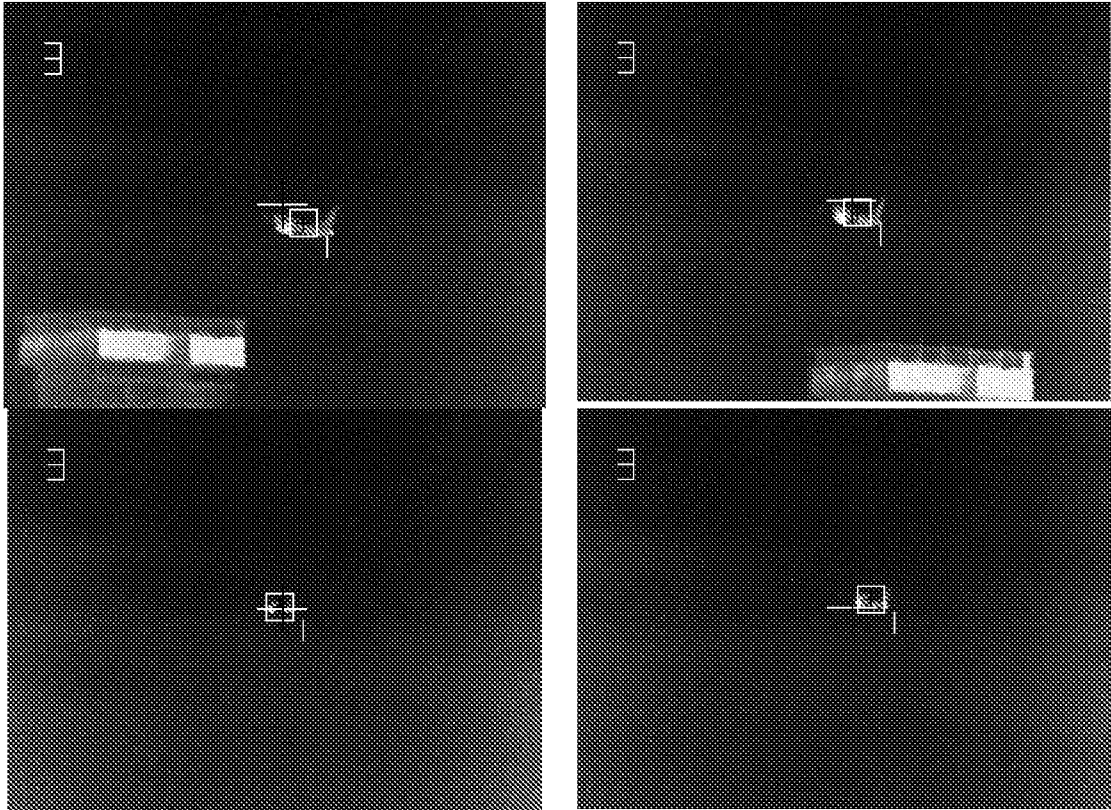


图 8-1

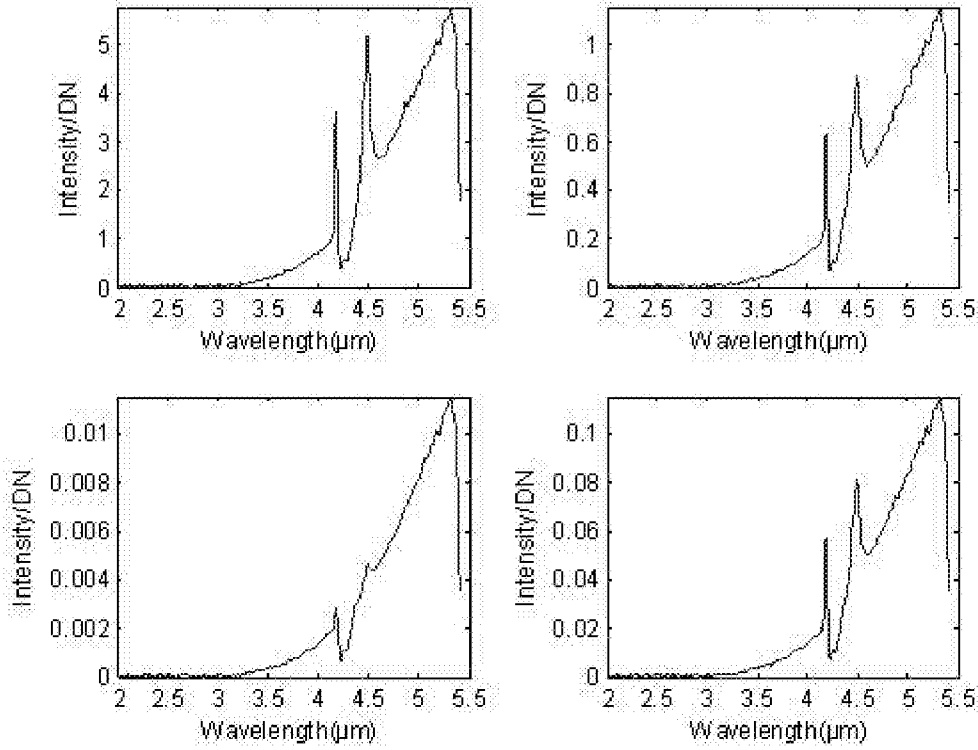


图 8-2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/085762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 7/481 (2006.01) i; G01J 3/28 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S; G01J; G02B; G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNXTX, CNABS, WPI, EPODOC, CNKI, ISI, IEEE/IET: huazhong, zhang tianxu, map, map joint, remote sensing, initial, starter, sparsity, spectrum, spectrograph, infrared imaging spectrometer, trait, infrared, IR, ccd, remote, early, camera, fourier, entropy, spectr+, imag+, feature weighting matrix, character description matrix, optimal, blend, matrix, interest, entropy, from large to small, compositor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103776540 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 07 May 2014 (07.05.2014) claims 1 to 7	1-7
Y	CN 102564589 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 July 2012 (11.07.2012) claim 5, description, paragraphs [0064] to [0107], and figures 5 and 6	1-7
Y	CN 101702021 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 05 May 2010 (05.05.2010) claims 1 to 3, description, paragraphs [0040] to [0080], and figures 1 and 2	1-7
A	CN 1604139 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 06 April 2005 (06.04.2005) the whole document	1-7
A	CN 102651124 A (XIDIAN UNIVERSITY) 29 August 2012 (29.08.2012) the whole document	1-7
A	US 6781127 B1 (EQUINOX CORP.) 24 August 2004 (24.08.2004) the whole document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13 November 2014	Date of mailing of the international search report 26 November 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer PENG, Bo Telephone No. (86-10) 62413461

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/085762

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103776540 A	07 May 2014	None	
CN 102564589 A	11 July 2012	US 2013214164 A1	22 August 2013
		CN 102564589 B	24 July 2013
		WO 2013091286 A1	27 June 2013
CN 101702021 A	05 May 2010	CN 101702021 B	26 October 2011
CN 1604139 A	06 April 2005	None	
CN 102651124 A	29 August 2012	CN 102651124 B	16 April 2014
US 6781127 B1	24 August 2004	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/085762

A. 主题的分类

G01S 7/481(2006.01)i; G01J 3/28(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01S; G01J; G02B; G06T

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNXTX;CNABS;WPI;EPDOC;CNKI;ISI;IEEE/IET: 华中, 张天序, infrared, IR, ccd, remote, early, camera, fourier, entropy, spectr+, imag+, 图谱, 图谱联合, 遥感, 初始, 初值, 稀疏, 光谱, 光谱仪, 红外成像光谱仪, 特征, 特征权重矩阵, 特征描述矩阵, 最优, 融合, 矩阵, 兴趣, 红外, 熵, 从大到小, 排序

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103776540 A (华中科技大学) 2014年 5月 07日 (2014 - 05 - 07) 权利要求1-7	1-7
Y	CN 102564589 A (华中科技大学) 2012年 7月 11日 (2012 - 07 - 11) 权利要求5、说明书第[0064]-[0107]段、附图5, 6	1-7
Y	CN 101702021 A (华中科技大学) 2010年 5月 05日 (2010 - 05 - 05) 权利要求1-3、说明书第[0040]-[0080]段、附图1, 2	1-7
A	CN 1604139 A (上海交通大学) 2005年 4月 06日 (2005 - 04 - 06) 全文	1-7
A	CN 102651124 A (西安电子科技大学) 2012年 8月 29日 (2012 - 08 - 29) 全文	1-7
A	US 6781127 B1 (EQUINOX CORP.) 2004年 8月 24日 (2004 - 08 - 24) 全文	1-7

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2014年 11月 13日

国际检索报告邮寄日期

2014年 11月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

授权官员

彭博

电话号码 (86-10)010-62413461

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/085762

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103776540	A	2014年 5月 07日	无			
CN	102564589	A	2012年 7月 11日	US	2013214164	A1	2013年 8月 22日
				CN	102564589	B	2013年 7月 24日
				WO	2013091286	A1	2013年 6月 27日
CN	101702021	A	2010年 5月 05日	CN	101702021	B	2011年 10月 26日
CN	1604139	A	2005年 4月 06日	无			
CN	102651124	A	2012年 8月 29日	CN	102651124	B	2014年 4月 16日
US	6781127	B1	2004年 8月 24日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)