**函数概述**

函数1：根据电线宽度绘制具有宽度的目标条带，给出多边形的角点坐标

函数2：由“观察动线”生成基础的扫描航线

函数3：从上一步的扫描航线演变成带“地形避障”的航线

函数4：检查航线会不会超出真高限制

函数5：检查相机能不能拍到杆塔和电线

**函数1：**

[corner\_LLA,corner\_num, ErrCode]=

**CORRIDOR\_POLYGON**(anchor\_LLA, anchor\_num, origin\_LLA, corridor\_width)

**函数2：**

[WPTag, TagNum, WPInfo, WPNum, InterestArea, IANum, PS\_sample\_LLA, PS\_sample\_num, sample\_waypointID, ErrCode]=

**PRIMAL\_SCAN\_PLAN**

(anchor\_LLA, anchor\_num, origin\_LLA, signed\_offset, scan\_times, gap\_width, fly\_above, cruise\_v , climb\_v, dive\_v ,turn\_mode, film\_line\_mode, gimbal\_pitch, gimbal\_yaw, gaze\_type, anchor\_zone, gaze\_LLA, gaze\_num)

**函数3：**

[WPTag, TagNum, WPInfo, WPNum, InterestArea, IANum, TA\_sample\_LLA, TA\_sample\_num, ErrCode]=

**TERRAIN\_AVOID\_PLAN**

(anchor\_LLA, anchor\_num, PS\_sample\_LLA, PS\_terrain\_sample\_LLA, PS\_sample\_num, sample\_waypointID, origin\_LLA, safe\_h, cruise\_v, climb\_v, dive\_v, turn\_mode, film\_line\_mode, gimbal\_pitch, gimbal\_yaw, gaze\_type, anchor\_zone, gaze\_LLA, gaze\_num)

**函数4：**

[exceed\_h\_flag, exceed\_h]=

**HEIGHT\_LIMIT\_CHECK**(plan\_sample\_LLA, terrain\_sample\_LLA, sample\_num, origin\_LLA, h\_limit)

**函数5：**

[exceed\_sight\_flag, ErrCode]=

**SIGHT\_LIMIT\_CHECK**

(anchor\_LLA, anchor\_num, origin\_LLA, signed\_offset, scan\_times, gap\_width, fly\_above, corridor\_width, horiz\_FOV, vertic\_FOV)

**函数调用逻辑**

第一步，调用函数1，根据电线宽度绘制具有宽度的目标条带，给出多边形的角点坐标，在APP界面上依次连接角点坐标即可绘制出条带多边形。

第二步，调用函数2，由“观察动线”生成基础的扫描航线。

第三步，查地形。函数2之后查一次地形数据。用所有采样点的经纬度PS\_sample\_LLA，通过DEM查表，得到采样点对应的地形高度。映射到地面的采样点为PS\_terrain\_sample\_LLA，其经纬度和航线的采样点相同，高度替换成地形的海拔高度。

第四步，选择要不要启用地形避障功能。不启用该功能可以跳过，跳过则使用函数2的航线作为最终输出。启用地形避障则调用函数3。

从函数**PRIMAL\_SCAN\_PLAN**输出**PS\_sample\_LLA**时，它是没经过地形避障的航线的采样点，输入函数**TERRAIN\_AVOID\_PLAN**再输出，**TA\_sample\_LLA**就是做完地形避障之后的航线的采样点。

第五步，查地形。做完地形避障之后，新的采样点也要重新查一次地形。通过DEM查表，得到采样点对应的地形高度。映射到地面的采样点为TA\_terrain\_sample\_LLA，其经纬度和航线的采样点相同，高度替换成地形的海拔高度。

第六步，调用函数4检查航线会不会超出真高限制。不校验可以跳过。

函数**HEIGHT\_LIMIT\_CHECK**要使用航线的采样点plan\_sample\_LLA以及对应的地形数据terrain\_sample\_LLA。根据是否选择地形避障功能有不同：

如果不开启地形避障:

plan\_sample\_LLA = PS\_sample\_LLA

terrain\_sample\_LLA = PS\_terrain\_sample\_LLA

sample\_num = PS\_sample\_num

如果开启地形避障:

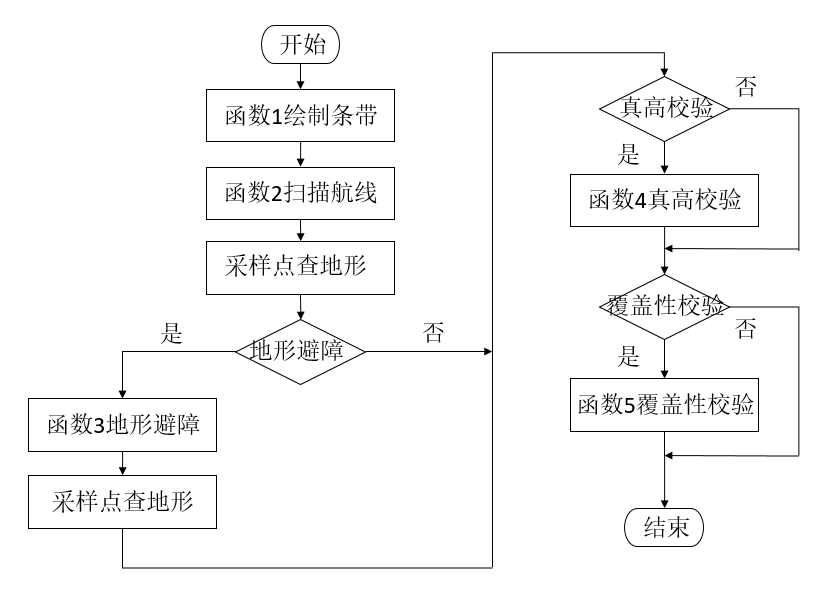
plan\_sample\_LLA = TA\_sample\_LLA

terrain\_sample\_LLA = TA\_terrain\_sample\_LLA

sample\_num = TA\_sample\_num

第七步，调用函数5检查相机能不能拍到杆塔和电线。不校验可以跳过。

结构体WPInfo直接写入aut文件中传给飞控。WPInfo中的航点会包含地形跟随插入的调整高度的航点。飞控按照WPInfo中的航点飞行。



WPInfo, WPNum, InterestArea, IANum直接送到航线生成算法，生成.aut航点文件，中间不要进行其他加工。

**输入输出解释**

**函数1**

函数1输入：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| anchor\_LLA | double | [1000x3] | [deg deg m] | 观察动线的转折点，锚点，塔顶的坐标，按顺序是“纬度经度海拔”，最大1000个，实际个数为anchor\_num |
| anchor\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 观察动线上的锚点个数 |
| origin\_LLA | double | [1x3] | [deg deg m] | 坐标系的原点的“纬度经度海拔”。可以选取起飞点位置或选取观察动线的第一个点 |
| corridor\_width | single | [1x1] | m | 杆塔之间电线的宽度 |

函数1输出：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| corner\_LLA | double | [3000x3] | [deg deg m] | 观察动线给宽度之后生成的多边形的角点坐标，按顺序是“纬度经度海拔”，个数最多为3000个，有效个数为corner\_num 。绘制多边形时按顺序连接角点。 |
| corner\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 多边形的角点的个数 |
| ErrCode | Uint16 | [1x1] | 1 | 报错码 |

**函数2**

函数2输入：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| anchor\_LLA | double | [1000x3] | [deg deg m] | 观察动线的转折点，锚点，塔顶的坐标，按顺序是“纬度经度海拔”，最大1000个，实际个数为anchor\_num |
| anchor\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 观察动线上的锚点个数 |
| origin\_LLA | double | [1x3] | [deg deg m] | 坐标系的原点的“纬度经度海拔”。可以选取起飞点位置或选取观察动线的第一个点 |
| signed\_offset | single | [1x1] | m | 左右偏移观察动线，负数为向左偏移，正数为向右偏移 |
| scan\_times | Uint16 | [1x1] | 1 | 往返扫描次数 |
| gap\_width | Single | [1x1] | m | 飞机往返的两条飞行航线之间的水平间隔宽度，如果选择3条航线也表示相邻两条航线之间的间隔 |
| fly\_above | single | [1000x1] | m | 飞机飞行高度减去杆塔高度的落差，每个杆塔可单独设置，最大1000个，有效个数为anchor\_num |
| cruise\_v | single | [1x1] | m/s | 任务的巡航速度，从参数列表获得 |
| climb\_v | single | [1x1] | m/s | 飞机的最大爬升速度，记为正数，由用户在UI设置 |
| dive\_v | single | [1x1] | m/s | 飞机的最大下降速度，记为正数，由用户在UI设置 |
| turn\_mode | Uint16 | [1x1] | 1 | 转弯模式，可选提前转弯或调头压线转弯  1：提前转弯；  2：调头压线转弯（精细巡检） |
| film\_line\_mode | Uint16 | [1x1] | 1 | 线路巡检模式  1：固定云台角度；  2：自动追踪线路 |
| gimbal\_pitch | single | [1x1] | deg | 固定云台角度模式的云台俯仰角，[-90,0]，默认-90度 |
| gimbal\_yaw | single | [1x1] | deg | 固定云台角度模式的云台平移角，表示云台和航线之间的左右夹角，范围[-180,180]，默认0度 |
| gaze\_type | Uint16 | [1x1] | 1 | 观察点类型  1：无；  2：通道节点；  3：自定义 |
| anchor\_zone | single | [1x1] | m | 通道节点观察类型的“节点观察范围”，范围[0,100]，默认50米 |
| gaze\_LLA | double | [1000x3] | [deg deg m] | 用户定义的观察点的集合，按顺序是“纬度经度海拔”，最大1000个，实际个数为gaze\_num |
| gaze\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 用户定义的观察点的个数 |

函数2输出：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| WPTag | struct | [1000x1] |  | 航点标签信息，用于在地图上绘制航点位置，以及在高程预览中显示航点位置 |
| TagNum | Uint16 | [1x1] | 1 | 航点标签的有效个数 |
| WPInfo | struct | [1000x1] |  | 航点信息，记录航点的纬度经度海拔以及转弯类型 |
| WPNum | Uint16 | [1x1] | 1 | 航点数量 |
| InterestArea | struct | [1000x1] |  | 生成航线的兴趣区域信息，若干航点对应一个兴趣区域 |
| IANum | Uint16 | [1x1] | 1 | 生成航线的兴趣区域数量 |
| PS\_sample\_LLA | double | [10000x3] | [deg deg m] | 航线的采样点的纬度经度海拔 |
| PS\_sample\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 航线采样点的数量 |
| sample\_waypointID | Uint16 | [10000x1] | 1 | 航线采样点对应航点的编号 |
| ErrCode | Uint16 | [1x1] | 1 | 报错码 |

**函数3**

函数3输入：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| anchor\_LLA | double | [1000x3] | [deg deg m] | 观察动线的转折点，锚点，的坐标，按顺序是“纬度经度海拔”，最大1000个，实际个数为anchor\_num |
| anchor\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 观察动线上的锚点个数 |
| PS\_sample\_LLA | double | [10000x3] | [deg deg m] | 航线的采样点的纬度经度海拔 |
| PS\_terrain\_sample\_LLA | double | [10000x3] | [deg deg m] | 带地形高度的航线的采样点，海拔高度为地形的海拔高度 |
| PS\_sample\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 航线采样点的数量 |
| sample\_waypointID | Uint16 | [10000x1] | 1 | 航线采样点对应航点的编号 |
| origin\_LLA | double | [1x3] | [deg deg m] | 坐标系的原点的“纬度经度海拔”，和其他函数的原点保持一致 |
| safe\_h | single | [1x1] | m | 地形避障的安全高度，从参数列表获得FMS\_SAFE\_HEIGHT |
| cruise\_v | single | [1x1] | m/s | 任务的巡航速度，从参数列表获得 |
| climb\_v | single | [1x1] | m/s | 飞机的最大爬升速度，记为正数，由用户在UI设置 |
| dive\_v | single | [1x1] | m/s | 飞机的最大下降速度，记为正数，由用户在UI设置 |
| turn\_mode | Uint16 | [1x1] | 1 | 转弯模式，可选提前转弯或调头压线转弯  1：提前转弯；  2：调头压线转弯（精细巡检） |
| film\_line\_mode | Uint16 | [1x1] | 1 | 线路巡检模式  1：固定云台角度；  2：自动追踪线路 |
| gimbal\_pitch | single | [1x1] | deg | 固定云台角度模式的云台俯仰角，[-90,0]，默认-90度 |
| gimbal\_yaw | single | [1x1] | deg | 固定云台角度模式的云台平移角，表示云台和航线之间的左右夹角，范围[-180,180]，默认0度 |
| gaze\_type | Uint16 | [1x1] | 1 | 观察点类型  1：无；  2：通道节点；  3：自定义 |
| anchor\_zone | single | [1x1] | m | 通道节点观察类型的“节点观察范围”，范围[0,100]，默认50米 |
| gaze\_LLA | double | [1000x3] | [deg deg m] | 用户定义的观察点的集合，按顺序是“纬度经度海拔”，最大1000个，实际个数为gaze\_num |
| gaze\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 用户定义的观察点的个数 |

函数3输出：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| WPTag | struct | [1000x1] |  | 航点标签信息，用于在地图上绘制航点位置，以及在高程预览中显示航点位置 |
| TagNum | Uint16 | [1x1] | 1 | 航点标签的有效个数 |
| WPInfo | struct | [1000x1] |  | 航点信息，记录航点的纬度经度海拔以及转弯类型 |
| WPNum | Uint16 | [1x1] | 1 | 航点数量 |
| InterestArea | struct | [1000x1] |  | 生成航线的兴趣区域信息，若干航点对应一个兴趣区域 |
| IANum | Uint16 | [1x1] | 1 | 生成航线的兴趣区域数量 |
| TA\_sample\_LLA | double | [10000x3] | [deg deg m] | 航线的采样点的纬度经度海拔 |
| TA\_sample\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 航线采样点的数量 |
| ErrCode | Uint16 | [1x1] | 1 | 报错码 |

**函数4**

函数4输入

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| plan\_sample\_LLA | double | [10000x3] | [deg deg m] | 航线的采样点的纬度经度海拔 |
| terrain\_sample\_LLA | double | [10000x3] | [deg deg m] | 带地形高度的航线的采样点，海拔高度为地形的海拔高度 |
| sample\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 航线采样点的数量 |
| origin\_LLA | double | [1x3] | [deg deg m] | 坐标系的原点的“纬度经度海拔”，和其他函数的原点保持一致 |
| h\_limit | single | [1x1] | m | 限制的真高，申请的空域相对地面的高度。在提示校验时由用户输入 |

函数4输出

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| exceed\_h\_flag | bool | [1x1] | 1 | 是否超出真高限制，1为确实超出限制 |
| exceed\_h | single | [1x1] | m | 超出真高多少米，如果没超出则为0 |

**函数5**

函数5输入

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| anchor\_LLA | double | [1000x3] | [deg deg m] | 观察动线的转折点，锚点，的坐标，按顺序是“纬度经度海拔” |
| anchor\_num | Uint16 | [1x1] | 1 | 观察动线上的锚点个数 |
| origin\_LLA | double | [1x3] | [deg deg m] | 坐标系的原点的“纬度经度海拔” |
| signed\_offset | single | [1x1] | m | 左右偏移观察动线，负数为向左偏移，正数为向右偏移 |
| scan\_times | Uint16 | [1x1] | 1 | 往返扫描次数 |
| gap\_width | Single | [1x1] | m | 飞机往返的两条飞行航线之间的水平间隔宽度，如果选择3条航线也表示相邻两条航线之间的间隔 |
| fly\_above | single | [1000x1] | m | 飞机飞行高度减去杆塔高度的落差，每个杆塔可单独设置，最大1000个，实际个数为anchor\_num |
| corridor\_width | single | [1x1] | m | 杆塔之间电线的宽度 |
| horiz\_FOV | single | [1x1] | deg | 相机的水平视场角（不是一半） |
| vertic\_FOV | single | [1x1] | deg | 相机的垂直视场角（不是一半） |

函数5输出

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 数据类型 | 维度大小 | 单位 | 意义 |
| exceed\_sight\_flag | bool | [1x1] | 1 | 是否会超出相机视野，1为确实超出视野 |
| ErrCode | Uint16 | [1x1] | 1 | 报错码，非法的相机视场角 |

**结构体说明**

WPTag是结构体数组，包含1000个结构体，结构体包含以下成员

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ELEMENT\_NAME** | **DATA\_TYPE** | **DIMENSION** | **COMMENT** |
| TagIndex | Uint16 | [1 1] | 标签序号 |
| TagLat | Double | [1 1] | 标签纬度 |
| TagLon | Double | [1 1] | 标签经度 |
| TagAlt | Single | [1 1] | 标签海拔高度 |
| Length | Single | [1 1] | 标签的航程（从巡检起点算起） |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| WPInfo | Struct | [1000 1] | 子任务航点信息 |
| WPNum | Uint16 | [1 1] | 子任务航点数量 |
| InterestArea | Struct | [1000 1] | 兴趣区域 |
| IANum | Uint16 | [1 1] | 兴趣区域数量 |

WPInfo是结构体数组，包含1000个结构体，结构体包含以下成员

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ELEMENT\_NAME** | **DATA\_TYPE** | **DIMENSION** | **COMMENT** |
| WPIndex | Uint16 | [1 1] | 航点序号 |
| WPLat | Double | [1 1] | 航点纬度 |
| WPLon | Double | [1 1] | 航点经度 |
| WPAlt | Single | [1 1] | 航点高度 |
| WPAltType | Uint8 | [1 1] | 航点高度类型  1：海拔高度  2：相对高度 |
| WPType | Uint8 | [1 1] | 航点类型  4：普通航点  5：测绘角点 |
| WPVel | Single | [1 1] | 航点速度 |
| WPRadius | Single | [1 1] | 航点转弯半径 |
| WPTurnMode | Uint8 | [1 1] | 转弯模式  1：提前转弯  2：过点转弯  3：定时环绕  4：定圈环绕  5：8字环绕  6：无限环绕  7：阿尔法转弯  8：条带巡检调头 |
| WPTurnParam1 | Single | [1 1] | 环绕参数1 |
| WPClimbMode | Uint8 | [1 1] | 爬升模式  1：正常  2：快速 |
| PayloadAction | Uint8 | [1 1] | 载荷动作  0：无动作  1：拍照  2：定时拍照  3：定距拍照  4：录像 |
| ActionParam1 | Single | [1 1] | 载荷参数 |
| GimbalPitch | Single | [1 1] | 云台俯仰角[-90, 0] |
| GimbalYaw | Single | [1 1] | 云台相对航向角[-180, 180] |
| WPReserved1 | Single | [1 1] | 预留参数 |

InterestArea结构体包含以下成员

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| IP\_Lat\_deg | Double | [1 1] | 兴趣区域纬度 |
| IP\_Lon\_deg | Double | [1 1] | 兴趣区域经度 |
| IP\_Alt\_m | Single | [1 1] | 兴趣区域海拔高度 |
| IP\_Radius\_m | Single | [1 1] | 兴趣区域半径 |
| IP\_Type | Uint32 | [1 1] | 兴趣区域类型 |
| Valid\_CPT\_Num | Uint32 | [1 1] | 有效关联点数量 |
| IP\_ConnectPt | Uint32 | [5 1] | 关联点的序号 |

**报错码**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ErrCode | 位运算表示 | 意义 |  |
| 1 | 0000000001 | 观察动线的锚点数量小于2 |  |
| 2 | 0000000010 | 观察动线的锚点数量大于1000 |  |
| 4 | 0000000100 | 生成的航点数量比锚点少，不能对应 |  |
| 8 | 0000001000 | 观察动线反向转折，无法生成航线 |  |
| 16 | 0000010000 | 对航线采样查地形时，采样点数量大于10000。采样间隔10米，共100公里 |  |
| 32 | 0000100000 | 算法内部的航点分组超过1000个 |  |
| 64 | 0001000000 | 算法分组内部的航点个数超过100个 |  |
| 128 | 0010000000 | 非法的相机视场角，负数或超过180度 |  |
| 256 | 0100000000 | 目标幅宽多边形生成失败 |  |
| 512 | 1000000000 | 折线偏移无法计算，航线生成失败 |  |
| 1024 | 10000000000 | 坡度平滑之后取顶点作为航点，顶点个数超过最大值 |  |