

ICS 07.060  
CCS A47

# T/BMS

北京气象学会团体标准

T/BMS 01—2022

## 固定翼飞机大气污染探测飞行方法指南

Guidelines on flight methods for air pollution observation with fixed-wing aircraft

2023 - 09 - 27 发布

2023 - 10 - 01 实施

北京气象学会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 飞机飞行方式 .....	2
5 飞行探测原则 .....	2
6 飞行探测方法 .....	2
附录 A （资料性） 固定翼飞机探测飞行方式 .....	4
参 考 文 献 .....	7

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由北京气象学会提出并归口。

本文件起草单位：北京市人工影响天气中心、浙江大学、山西省人工影响天气中心、河北省人工影响天气中心、北京大学、中国科学院合肥物质科学研究院、中国人民解放军32021部队。

本文件主要起草人：赵德龙、刘丹彤、李义宇、杜远谋、黄梦宇、周嵬、肖伟、杨燕、田平、杨洋、盛久江、王飞、李少萌、吴志军、王薇、卢姁。

# 固定翼飞机大气污染探测飞行方法指南

## 1 范围

本文件提出了固定翼飞机大气污染探测的飞行方法。  
本文件适用于对流层大气污染探测。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

MH/T 1075-2020 飞机增雨作业安全规范  
QX/T 505-2019 人工影响天气作业飞机通用技术要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 大气污染物 air pollutant

由于自然过程或人类活动，排放到环境大气中对环境或设施产生不利影响的物质。

注：主要包括二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）、一氧化碳（CO）、臭氧（O<sub>3</sub>）。

[来源：GB/T 34203-2017 3.1，有修改]

### 3.1.1

#### 气态污染物 gaseous pollutant

以气态形式存在的大气污染物。主要包括但不限于一氧化氮（NO）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、臭氧（O<sub>3</sub>）、二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、一氧化碳（CO）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）和挥发性有机物（VOCs）。

[来源：HJ/T 76-2007 3.2，有修改]

### 3.1.2

#### 大气气溶胶 aerosol

液体或固体微粒分散在大气中形成的相对稳定的悬浮体系。

[来源：GB/T 31159-2014 2.1]。

### 3.2

#### 大气飞行探测 atmospheric airborne observation

借助航空器对大气物理和化学特性进行的直接或间接的探测。

### 3.3

#### 偏航角 yaw angle

机体纵轴在水平面上的投影与铅垂坐标系水平轴的夹角。

[来源：GB/T 14410.1-2008 3.2.2.1]

### 3.4

#### 滚转角 roll angle

机体竖轴与过纵轴的铅垂平面的夹角。

[来源：GB/T 14410.1-2008 3.2.2.3]

### 3.5

#### 俯仰角 pitch angle

机体纵轴与水平面的夹角。

[来源：GB/T 14410.1-2008 3.2.2.2]

### 3.6

下降（爬升）率 rate of decline(climb)

飞机单位时间内减少（增加）的高度（即飞行速度的垂直分量）。

[来源：GB/T 14410.4-2008 3.6.1，有修改]

### 3.7

烟羽 smoke plume

从火点或工厂烟囱等连续排出外形呈羽状的烟体。

## 4 飞机飞行方式

### 4.1 盘旋式

在探测目标区内进行螺旋式下降或上升的探测飞行。此飞行适用于低速飞机（时速小于400km/h），飞行要求以小坡度(俯仰角小于3°或4°)，低下降率或者爬升率（小于150 m/min）最佳，见附录A.1。

### 4.2 幕式

在探测目标区内进行幕布式的连续性探测飞行。可根据探测具体情况，开展单个或者多个幕布式飞行。垂直高度上每层间隔50m，水平方向上探测距离为50-100km，见附录A.2。

### 4.3 箱式

在探测目标区内进行近似圆柱体、长方体或任何其他在高度上均匀的棱柱形状的连续性探测飞行，多选择近似长方体(面积大于等于探测目标范围)。大气边界层高度以内垂直间隔为50-300m(不含300m)，大气边界层高度以上垂直间隔为300m。此方法宜适用于高速飞机（时速大于等于400km/h）飞行。见附录A.3。

### 4.4 耕地式

在探测目标区内进行垂直于平均风向，在点或区域源下风向的水平探测飞行。水平探测距离为50-100km，间距10-20km，总水平探测距离为100-200km。根据探测需求，一般需配合开展1到3个以盘旋式或箱式飞行方式的垂直方向上的探测飞行。或根据飞行空域和时长，在目标区域内采用高度递增、垂直间隔大于等于300m的耕地式的探测飞行，或采用多个幕式飞行结合的飞行方法，水平探测距离为100-200km，垂直间距大于等于50m，幕式飞行的水平间隔20-50km。见附录A.4。

### 4.5 平面式

在探测目标区内进行水平的探测飞行，水平间隔为1-2公里，水平探测距离为100-200km，总水平探测距离为100-200km。见附录A.5。

## 5 飞行探测原则

大气污染探测应保证完整的垂直探测和水平探测。垂直方向上，可从最低高度盘旋上升至最高高度进行探测，或飞行至最高高度向下盘旋进行探测。水平方向上，需包括在大气边界层内、外开展的平面式或耕地式探测飞行，以保证探测数据的科学有效。夜间，需包括在大气边界层内外开展的对气态污染物垂直分布的盘旋式、箱式、幕式探测飞行。

箱式探测飞行在每层高度上应保持平飞，避免飞机波动或者过快造成飞机探测仪器数据采集效率过低（长宽根据采样单位面积决定）。

## 6 飞行探测方法

### 6.1 环境参数探测

宜采用盘旋式，在探测目标区内以上升或下降的盘旋形式进行飞行探测，获得温度、风速、压力、湿度等气象环境参数。

## 6.2 大气污染物的探测

### 6.2.1 大气气溶胶

垂直分布宜采用盘旋式、幕式和箱式等进行飞行探测。

水平分布宜采用耕地式和平面式等进行飞行探测。

### 6.2.2 气态污染物

对气态污染物的飞行探测，除了可以采取大气气溶胶的飞行探测方式外，在夜间，还需在大气边界层内、外采用盘旋式、幕式和箱式进行垂直分布飞行探测。

## 6.3 大气污染传输

宜采用幕式、耕地式和平面式等，按照烟羽的移动方向，顺着烟羽在垂直、水平方向上开展飞行探测。

垂直方向上，可以选取离污染源不同距离处做多个幕式垂直飞行探测。

水平方向上，根据单点源的传输特性进行耕地式和平面式等飞行探测。

## 6.4 大气污染物排放定量评估

宜采取幕式和箱式等飞行方法进行飞行探测，定量评估污染源不同垂直高度上的排放贡献量。

宜在顺风方向采用多个幕式、箱式、耕地式和平面式等飞行方法，进行连续横切烟羽的飞行探测，定量评估污染源水平区域的排放贡献量。

附录 A  
(资料性)  
固定翼飞机探测飞行方式

A.1 盘旋式飞行示意图, 如图 A.1

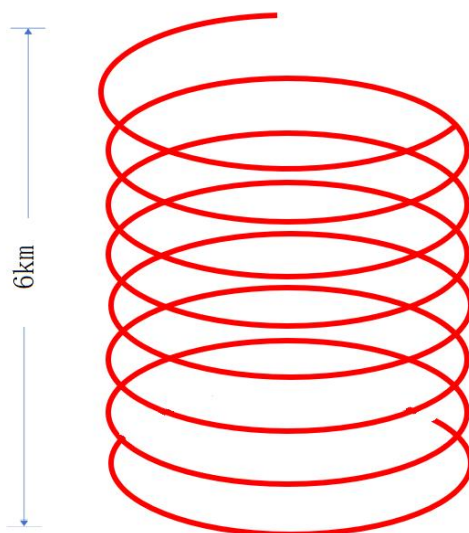


图 A.1 盘旋式飞行探测示意图

A.2 幕式飞行示意图, 如图 A.2

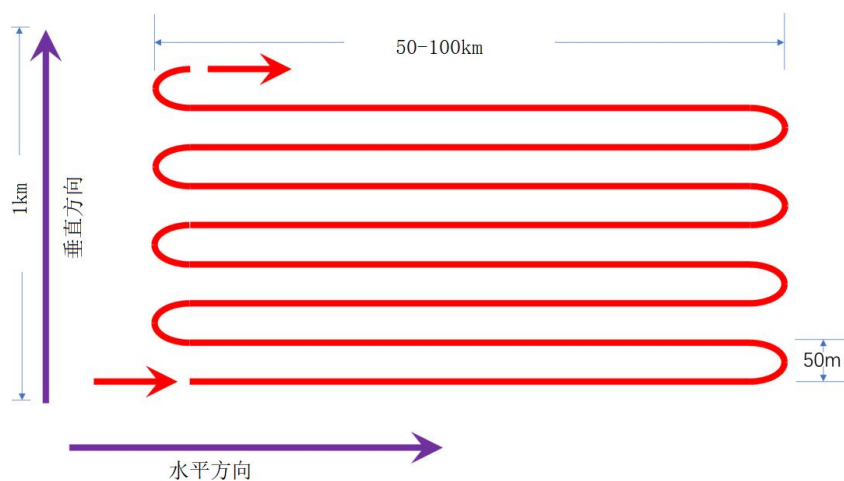


图 A.2 幕式飞行探测示意图

A.3 箱式飞行示意图，如图 A.3

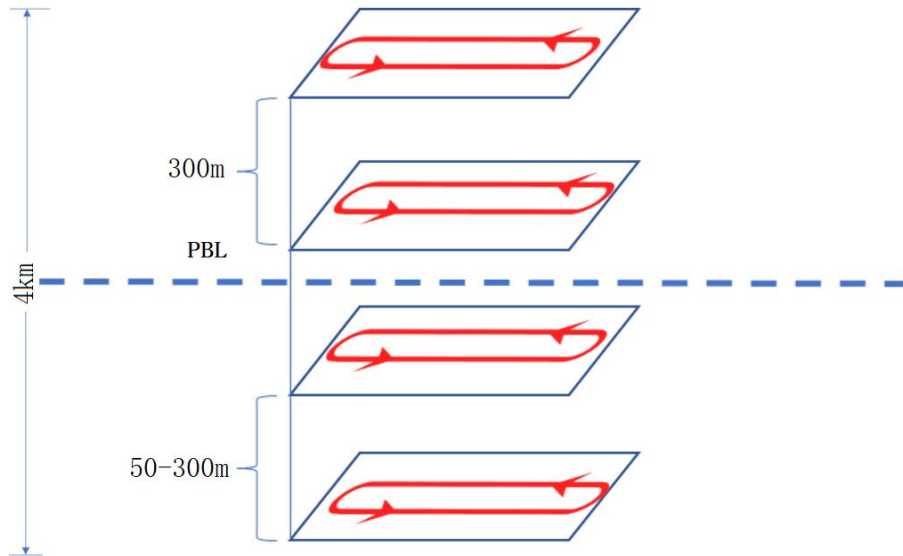


图 A.3 箱式飞行探测示意图

A.4 耕地式飞行示意图，如图 A.4

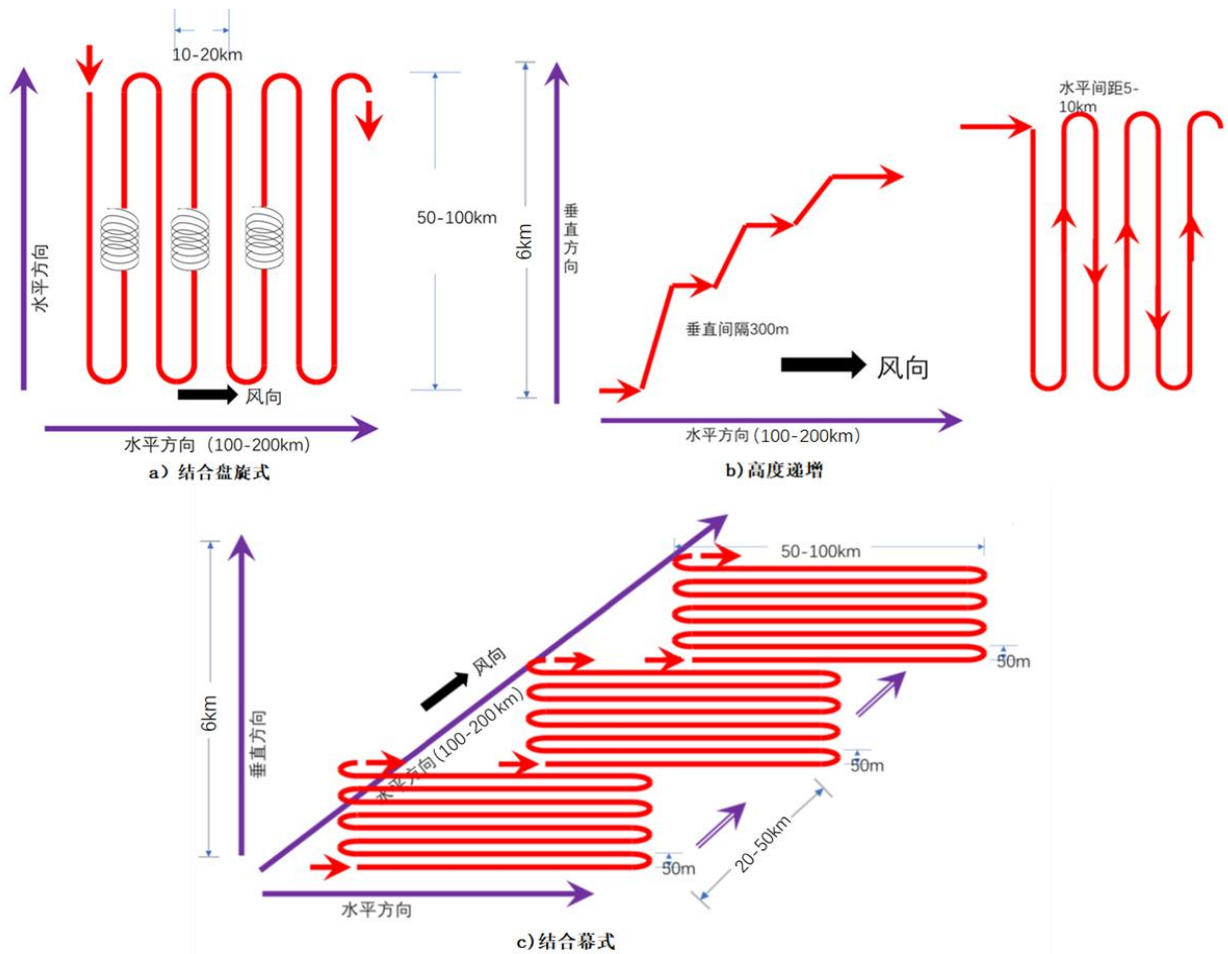


图 A.4 耕地式飞行探测示意图



A.5 平面式飞行示意图，如图 A.5

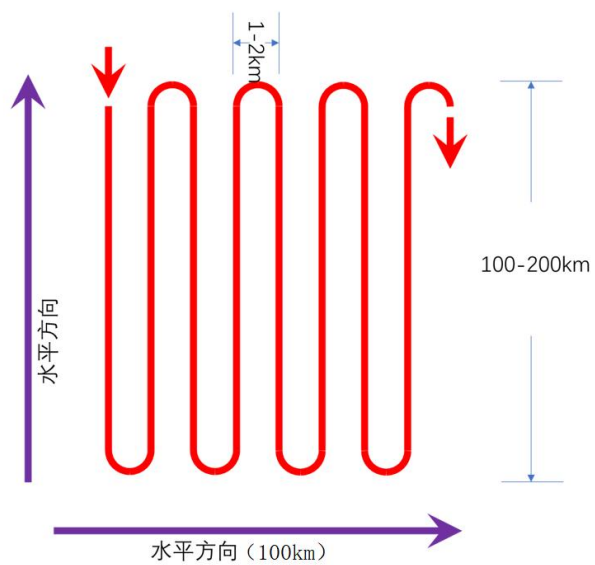


图 A.5 平面式飞行探测示意图

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 23421—2009 飞机装载设备基本要求
- [2] GB/T 31159—2014 大气气溶胶探测术语
- [3] MH/T 1075—2020 飞机增雨作业安全规范
- [4] QX/T 466—2018 微型固定翼无人机机载气象探测系统技术要求
- [5] QX/T 505—2019 人工影响天气作业飞机通用技术要求
- [6] QX/T 614—2021 多旋翼无人机机载气象探测系统技术要求
- [7] DB13/T 5529—2022 大气环境无人机立体监测技术规程
- [8] DB14/T 1440—2017 机载大气物理探测仪器维护要求
- [9] DB22/T 2534—2016 人工增雨机载探测仪器探测技术规程
- [10] DB45/T 1361—2016 气象无人机飞行控制系统数据传输协议规范等