

中华人民共和国农业行业标准

NY/T xxxx. 3—xxxx

农药登记 环境风险评估指南

第3部分：鸟类

Guidance of environmental risk assessment for pesticide registrationn

Part 3: Birds

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国农业部 发布

前 言

NY/T ×××××《农药登记 环境风险评估指南》分为7部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：水生生态系统；
- 第3部分：鸟类；
- 第4部分：蜜蜂；
- 第5部分：家蚕；
- 第6部分：地下水；
- 第7部分：非靶标节肢动物

本部分是NY/T ×××××标准的第3部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本部分由中华人民共和国农业部种植业管理司提出并归口。

本部分负责起草单位：农业部农药检定所

本部分主要起草人：

农药登记 环境风险评估指南

第 3 部分：鸟 类

1 范围

本部分规定了化学农药对鸟类的风险评估程序和方法。

本部分适用于农药登记中农药喷施、种子处理剂、颗粒剂和杀鼠剂4种农药使用场景条件下对鸟类的风险评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T 31270.9-2014 化学农药环境安全评价试验准则 第 9 部分：鸟类毒性试验

GB/T 21811-2008 化学品 鸟类繁殖试验

NY/T 788-2004 农药残留试验准则

OECD 化学品测试导则 205 鸟类饲喂毒性试验（Avian Dietary Toxicity Test）

OECD 化学品测试导则 206 鸟类繁殖试验（Avian Reproduction Test）

OECD 化学品测试导则 223 鸟类急性经口毒性试验（Avian Acute Oral Toxicity Test）

3 术语和定义

本标准第 1 部分中界定的以及下列术语和定义适用于本标准文件。

3.1

指示物种 indicator species

在特定场景下，因某种生物物种的大小、摄食习性，其暴露剂量高于其他物种，被用于风险评估的代表性物种。

3.2

一次中毒 primary poisoning

鸟类直接摄食含有杀鼠剂的毒饵而引起中毒的过程。

3.3

二次中毒 second poisoning

鸟类因摄食体内含有杀鼠剂的啮齿动物而引起自身中毒的过程。

4 基本原则

本部分的农药对鸟类的风险评估是针对农药在非靶标鸟类和家禽经常出没的区域使用时，不对鸟个体造成急性、短期和长期不可接受的风险。农药对鸟类的风险评估采用分级评估方法，以风险商值（RQ）和单粒种子（或颗粒剂）标准对风险进行表征。

—— **喷施农药**。评估鸟摄食被农药污染的作物可食部位造成的风险，用于多种作物的喷施农药，每种作物都应进行风险评估。

—— **种子处理剂和颗粒剂**。应优先采用对鸟类具有潜在高风险的预警标准，即基于单粒种子（或单粒颗粒剂）标准，当基于单粒种子（或单粒颗粒剂）标准的风险不可接受时，则该种子处理剂（或颗粒剂）对鸟类的风险为不可接受；当基于单粒种子（或颗粒剂）标准的风险可接受时，应评估摄入途径的风险，即将经农药处理的种子或颗粒剂当作食物、细石子或土壤的构成摄取引起的风险。

—— **杀鼠剂**。对鸟类的风险包括一次中毒和二次中毒两种暴露场景，即鸟类摄取食物时直接误食杀鼠剂的风险和鸟类通过摄食食用过杀鼠剂的啮齿类动物引起的风险。当杀鼠剂对鸟类存在直接暴露的可能性时，则应进行一次中毒的风险评估；当摄入杀鼠剂的啮齿类动物对鸟类存在暴露的可能性，且所摄入的杀鼠剂属于抗凝血剂或具有在生物体内聚集和缓释作用时，则应进行二次中毒的风险评估。

农药对鸟类的风险评估总流程遵照附录A中的图A. 1。

5 评估程序和方法

5.1 问题阐述

根据农药作用机理和使用方式确定对鸟类暴露的可能性。如果确定某一农药产品对鸟类不造成暴露，则认为该农药产品对鸟类风险可忽略不计，无需开展风险评估；反之，应选择相应的暴露途径进行风险评估。

5.1.1 评估目标

应根据现实的政策管理和技术要求给出明确的评估目标，包括鸟类物种、评估范围、保护程度的选择。

5.1.2 潜在风险说明

应根据已获得相关信息和数据，对鸟类可能的农药暴露途径和效应危害进行预评估分析与说明。本部分根据农药产品通常的使用方式或用途，分为4种暴露途径，即喷施农药、种子处理剂、颗粒剂和杀鼠剂。

5.1.3 评估终点

应根据可获取的有效数据和信息汇总分析结果，确定鸟类风险评估所要使用的试验终点值，并就其可能的不确定性做出说明。

5.1.4 评估内容与步骤

应简要说明所进行风险评估的内容、方法和步骤。

5.2 暴露分析

5.2.1 初级暴露分析

5.2.1.1 农药喷施的暴露分析

5.2.1.1.1 暴露分析流程

根据农药使用模式确定暴露场景，选择指示物种(相关信息参见附录C中表C.1)，分别计算急性、短期和长期的预测暴露剂量。农药喷施暴露分析流程遵照附录B的图B.1。

5.2.1.1.2 暴露分析

当初级暴露分析时，假定鸟类在施药地区的摄食行为满足其食物需求，且鸟类只摄取被农药污染的作物可食部位。在一定时间（急性、短期或长期）范围内，鸟体内农药的浓度取决于农药的使用剂量、次数、施药间隔期、降解半衰期及时间等因素。

—— **急性暴露分析**：按公式 1 计算急性预测暴露剂量 PED_{acute} ，式中第 90 百分位的单位剂量残留量 (RUD_{90}) 及其对应的多次施药因子 (MAF_{90})，遵照附录 D 的表 D.1。

$$PED_{acute} = FIR_{bw.d} \times RUD_{90} \times AR \times MAF_{90} \dots\dots\dots (1)$$

式中

PED_{acute} ——急性预测暴露剂量 (a.i. mg/kg_{体重} · d)

$FIR_{bw.d}$ ——指示物种每克体重日食物摄取量 (g/g_{体重} · d)

RUD_{90} ——第 90 百分位的单位剂量残留量{(a.i.mg/kg_{食物})/ (a.i. g/ha) }

AR——推荐的农药最高施药剂量 (a.i. g/ha)

MAF_{90} ——为 RUD_{90} 对应的多次施药因子

—— **短期暴露分析**：按公式 2 计算短期预测暴露剂量 $PED_{short-term}$ ，式中单位剂量残留量的算术平均值 (RUD_{mean}) 及其对应的多次施药因子的平均值 (MAF_{mean})，遵照附录 D 的表 D.2。

$$PED_{short-term} = FIR_{bw.d} \times RUD_{mean} \times AR \times MAF_{mean} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$PED_{short-term}$ ——短期预测暴露剂量 (mg/kg_{体重} · d)

$FIR_{bw.d}$ ——指示物种每克体重日食物摄取量 (g/ g_{体重} · d)

RUD_{mean} ——单位剂量残留量的算术平均值{(a.i.mg/kg_{食物})/ (a.i. g/ha) }

AR——推荐的农药最高施用量 (a.i.g/ha)

MAF_{mean} —— RUD_{mean} 对应的多次施药因子

—— **长期暴露分析**：按公式 3 计算长期预测暴露剂量 $PED_{long-term}$ 。式中 0.53 为时间加权因子。

$$PED_{long-term} = FIR_{bw.d} \times RUD_{mean} \times AR \times MAF_{mean} \times 0.53 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$PED_{long-term}$ ——长期预测暴露剂量（a.i. mg/kg 体重 • d）

$FIR_{bw.d}$ ——指示物种每克体重日食物摄取量（g/g 体重 • d）

RUD_{mean} ——单位剂量残留量的算术平均值{(a.i.mg/kg 食物)/(a.i. g /ha) }

AR——推荐的农药最高施药剂量（a.i.g/ha）

MAF_{mean} ——多次施药因子的算术平均值

5.2.1.2 种子处理剂的暴露分析

5.2.1.2.1 暴露分析流程

通常应先进行单粒种子暴露分析，当以单粒种子标准进行暴露分析的风险可接受时，需进行摄入途径的暴露分析。

摄入途径暴露分析是根据种子大小、不同种子处理技术（丸粒化和非丸粒化）以及拌种载体情况确定鸟类摄入方式，并选择对应的指示物种和预测暴露浓度的计算方法。包括作为食物摄取的非丸粒化种子和有机载体的丸粒化种子，以及下列情况作为非食物摄取或不摄取无机载体的丸粒化种子。

——种子尺寸小于0.5mm时，种子作为土壤的构成被无意摄取；

——种子尺寸在0.5—6mm时，则作为细石子有意摄取；

——种子尺寸大于6mm时，则不被鸟类摄取。

种子处理剂暴露分析流程遵照附录B的图B.2。

5.2.1.2.2 单粒种子标准的暴露分析

当种子粒径 $\leq 3.5\text{mm}$ 时，以体重25g的小型鸟类作为指示物种；当种子粒径 $> 3.5\text{mm}$ 时，以体重300g的大型鸟类作为指示物种。

按公式4计算单粒种子预测暴露剂量 PED_{OSD} ，式中使用单位换算系数10。种子粒径尺寸和重量参见附录E中表E.1。

$$PED_{OSD} = \frac{ARS \times OSW}{bw} \times 10 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

PED_{OSD} ——单粒种子的预测暴露剂量（a.i. mg/kg 体重）

bw——指示物种的体重（g）

ARS——种子处理剂的最高使用剂量（a.i. g /100kg 种子）

OSW——单粒种子重量（g）

5.2.1.2.3 摄入途径的暴露分析

a) 作为食物的暴露分析

当经农药处理的种子只作为食物摄取时，应根据种子大小，将指示物种分为摄取小型种子（粒径 < 10mm，如小麦）的小型鸟类和摄取大型种子（粒径 ≥ 10mm，如玉米和花生）的大型鸟类，其每克体重日食物摄取量分别设定为 0.3g/g 体重 · d 和 0.1g/g 体重 · d。

——**急性和短期暴露分析**：按公式 5 计算急性和短期的预测暴露剂量，式中使用单位换算系数 10。通常不考虑农药的降解。

$$PED_{acute} \text{ 或 } PED_{short-term} = FIR_{bw,d} \times ARS \times 10 \dots \dots \dots (5)$$

式中：

PED_{acute} ——急性的预测暴露剂量（a.i. mg/kg 体重 · d）

$PED_{short-term}$ ——短期的预测暴露剂量（mg/kg 体重 · d）

$FIR_{bw,d}$ ——指示物种每克体重日食物摄取量（g/g 体重 · d）

ARS——种子处理剂的最高农药使用剂量（a.i. g /100kg 种子）

——**长期暴露分析**：按公式 6 计算长期暴露的预测暴露剂量，式中使用时间加权平均因子 0.53 和单位换算系数 10。

$$PED_{long-term} = FIR_{bw,d} \times ARS \times 10 \times 0.53 \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$PED_{long-term}$ ——长期暴露的预测暴露剂量（a.i. mg/kg 体重 · d）

$FIR_{bw,d}$ ——指示物种每克体重日食物摄取量（g/g 体重 · d）

ARS——种子处理的最高农药使用剂量（a.i. g /100kg 种子）

b) 作为细石子的暴露分析

当经农药处理的种子作为细石子有意摄取时，设定小型鸟类摄取粒径为 0.5~2 mm 的种子，大型鸟类摄取粒径为 2~6 mm 的种子，指示物种的相关信息遵照附录 F 的表 F.1。

——**急性和短期暴露分析**。按公式 7、8 和 9 计算当经农药处理的种子作为细石子被有意摄取时的急性和短期的预测暴露剂量，式中使用单位换算系数 10 和 100。通常不考虑农药的降解。

$$PED_{acute} \text{ 或 } PED_{short-term} = DGI \times \left[\frac{S_{surface}}{SP_{surface} + S_{surface}} \right] \times S_{loading} \dots \dots (7)$$

$$S_{surface} = \frac{AS}{OSW \times 10} \dots \dots \dots (8)$$

$$S_{loading} = \frac{OSW \times ARS}{100} \dots \dots \dots (9)$$

式中：

PED_{acute} ——急性暴露的预测暴露剂量（a.i. mg / kg 体重 · d）

PED_{short-term} ——短期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg / kg 体重 • d)

DGI—— 鸟类每公斤体重日细石子摄取量 (个/kg 体重 • d)

S_{surface}——土壤表面的种子数量 (个/m²)

SP_{surface}——与种子相同尺寸等级的土粒数量 (个/ m²)

S_{loading}——单粒种子中农药有效成分的质量 (mg)

OSW——单粒种子重量 (g)

AS——单位面积种子使用量 (kg 种子/ha)

ARS——种子处理的最高农药使用剂量 (g a.i./ 100kg 种子)

——**长期暴露分析**: 按公式 10 计算长期暴露的预测暴露剂量 PED_{long-term}, 式中使用时间加权平均因子 0.53。

$$PED_{long-term} = DGI \times \left[\frac{S_{surface}}{SP_{surface} + S_{surface}} \right] \times S_{loading} \times 0.53 \dots\dots\dots (10)$$

PED_{long-term} ——长期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg /kg 体重 • d)

DGI——鸟类每公斤体重日细石子摄取量 (个/kg 体重 • d)

S_{surface}——土壤表面的种子数量 (个/ m²)

SP_{surface}——与种子相同尺寸等级的土粒数量 (个/ m²)

S_{loading}——单粒种子中农药有效成分的质量 (mg)

C) 作为土壤构成的暴露分析

——**急性和短期暴露分析**: 假设种子在 1cm 厚的土层中均匀分布时, 按公式 11 和公式 12 和附录 G 的表 G.1 参数, 计算急性和短期的预测暴露剂量, 式中使用单位换算系数 10³ 和 10⁵。

$$PED_{acute} \text{ 或 } PED_{short-term} = DDSI \times \frac{RUD}{10^3} \times \frac{ARS \times AS}{10^5} \dots\dots\dots (11)$$

$$DDSI = \frac{DDFI \times \% \text{ soil}}{100 - \% \text{ soil}} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

PED_{acute}——急性暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg/kg 体重 • d)

PED_{short-term}——短期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg/kg 体重 • d)

DDSI——指示物种日干土摄入量 (g /kg 体重 • d)

RUD——农药单位剂量的土壤农药残留量, 即每公顷每公斤农药有效成分用量下土壤中的农药浓度, (mg/kg 干土)

ARS——种子处理的最高农药使用剂量 (a.i. g /100kg 种子)

AS——单位面积种子使用量 (kg 种子/ha)

DDFI——指示物种日干食物摄入量 (g/kg_{体重} · d)

%soil——指示物种的干土摄入占干食摄入的百分比 (%)

——**长期暴露分析**：假定种子在 5 cm 厚的土层中均匀分布，且考虑农药的降解时，按公式 13 和附录 F 中表 F.1 的参数计算长期预测暴露剂量，式中使用时间加权平均因子 0.53 和单位换算系数 10^3 、 10^5 。

$$PED_{long-term} = DDSI \times \frac{RUD}{10^3} \times \frac{ARS \times AS}{10^5} \times 0.53 \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$PED_{long-term}$ ——长期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg/kg_{体重} · d)

DDSI——指示物种日干土摄入量 (g/kg_{体重} · d)

RUD——单位剂量残留量 (mg/kg/(g a.i./ha))

ARS——种子处理的最高农药使用剂量 (a.i. g/100kg 种子)

AS——单位面积种子使用量 (kg/ha)

5.2.1.3 颗粒剂

5.2.1.3.1 暴露分析流程

通常先进行单粒颗粒剂暴露分析。当以单粒颗粒剂标准进行暴露分析的风险可接受时，需进行摄入途径的暴露分析。摄入途径暴露分析应根据颗粒剂大小和载体性质，确定鸟类摄入方式，并选择对应的指示物种和预测暴露浓度的计算方法。

摄入途径的暴露分析。当颗粒剂粒径 > 0.5mm 时，设定鸟类将颗粒剂作为食物或细石子进行有意摄取，包括具有营养价值的有机载体颗粒剂作为食物或细石子被鸟类有意摄取和无机载体颗粒剂仅作为细石子被鸟类有意摄取，应分别计算预测暴露量，取高值进行风险评估；当颗粒剂粒径 < 0.5mm 时，设定鸟类觅食或啄食时，将颗粒剂作为土壤的构成部分无意摄取。

颗粒剂暴露分析流程遵照附录 B 的图 B.3。

5.2.1.3.2 单粒颗粒剂的暴露分析

与 5.2.1.2.2 中所述的单粒种子的暴露分析相同，应根据颗粒剂粒径大小，当颗粒剂粒径 ≤ 3.5mm 时，则以体重 25g 的小型鸟类作为指示物种；颗粒剂粒径 > 3.5mm 时，则以体重 300g 的大型鸟类作为指示物种。按公式 14 计算单粒颗粒剂的预测暴露剂量，式中使用单位换算系数 10 、 10^3 。

$$PED_{OGD} = \frac{cg \times OGW \times 10}{bw} \times 10^3 \dots\dots\dots (14)$$

式中：

PED_{OGD} ——单粒颗粒剂的预测暴露剂量 (a.i. mg/kg_{体重}) bw——指示物种的体重 (g)

cg——颗粒剂有效成分的含量 (%)

OGW——单个颗粒剂的质量（g）

5.2.1.3.3 摄入途径的暴露分析

a) 作为食物的暴露分析

与 5.2.1.2.3 a) 所述的种子作为食物摄取的暴露分析相同，应根据颗粒剂粒径大小，当颗粒剂粒径 $\leq 3.5\text{mm}$ 时，则以体重 25g 的小型鸟类作为指示物种；颗粒剂粒径 $> 3.5\text{mm}$ 时，则以体重 300g 的大型鸟类作为指示物种。其每克体重日食物摄取量分别设定为 $0.3\text{g/g 体重} \cdot \text{d}$ 和 $0.1\text{g/g 体重} \cdot \text{d}$ 。

按公式 15 和 16 计算急性、短期和长期的预测暴露剂量，式中使用单位换算系数 10^4 和时间加权平均因子 0.53。

$$PED_{acute} \text{ 或 } PED_{short-term} = FIR_{bw.d} \times cg \times 10^4 \dots\dots\dots (15)$$

$$PED_{long-term} = FIR_{bw.d} \times cg \times 10^4 \times 0.53 \dots\dots\dots (16)$$

式中：

PED_{acute} ——急性暴露的预测暴露剂量（a.i. $\text{mg/kg 体重} \cdot \text{d}$ ）

$PED_{short-term}$ ——短期暴露的预测暴露剂量（ $\text{mg/kg 体重} \cdot \text{d}$ ）

$PED_{long-term}$ ——长期暴露的预测暴露剂量（ $\text{mg/kg 体重} \cdot \text{d}$ ）

$FIR_{bw \cdot d}$ ——指示物种每克体重日食物摄取量（ $\text{g/g 体重} \cdot \text{d}$ ）

cg ——颗粒剂有效成分的含量（%）

b) 作为细石子的暴露分析

与 5.2.1.2.3 b) 所述的种子当作细石子摄取的暴露分析相同，当农药颗粒剂作为细石子有意摄取时，设定小型鸟类摄取粒径为 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 的种子，大型鸟类摄取粒径为 $2 \sim 6\text{mm}$ 的种子，指示物种的相关信息遵照附录 F 的表 F.1。按公式 17、18、19 和 20 计算急性、短期和长期的预测暴露剂量，式中使用时间加权平均因子 0.53 和单位换算系数 10。

$$PED_{acute} \text{ 或 } PED_{short-term} = DGI \times \left[\frac{G_{surface}}{SP_{surface} + G_{surface}} \right] \times G_{loading} \dots\dots\dots (17)$$

$$PED_{long-term} = DGI \times \left[\frac{G_{surface}}{SP_{surface} + G_{surface}} \right] \times G_{loading} \times 0.53 \dots\dots\dots (18)$$

$$G_{surface} = \frac{AG}{OGW \times 10} \dots\dots\dots (19)$$

$$G_{loading} = cg \times OGW \times 10 \dots\dots\dots (20)$$

式中：

PED_{acute} ——急性暴露的预测暴露剂量（a.i. $\text{mg / kg 体重} \cdot \text{d}$ ）

PED_{short-term}——短期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg / kg 体重 • d)

PED_{long-term}——长期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg / kg 体重 • d)

DGI——鸟类日细石子摄入量 (个/ kg 体重 • d)

G_{surface}——土壤表面的颗粒剂数量 (个/m²)

SP_{surface}——与颗粒剂相同尺寸等级的土粒数量 (个/ m²)

G_{loading}——单粒颗粒剂中农药有效成分的质量 (a.i.mg)

AG——单位面积颗粒剂的最高使用剂量 (kg /ha)

OGW——单个颗粒剂的质量 (g)

cg——颗粒剂有效成分的含量 (%)

c) 作为土壤构成的暴露分析

与 5.2.1.2.3 c) 中所述的种子作为土壤构成无意摄取的暴露分析相同, 当颗粒剂作为土壤构成无意摄取时, 按公式 21 和 22 和附录 G 的表 G.1 参数计算急性、短期和长期的预测暴露剂量, 式中使用单位换算系数 10³、10⁴ 和时间加权平均因子 0.53。

$$PED_{acute} \text{ 或 } PED_{short-term} = DDSI \times \frac{RUD}{10^3} \times AG \times cg \times 10^4 \dots\dots\dots (21)$$

$$PED_{long-term} = DDSI \times \frac{RUD}{10^3} \times AG \times cg \times 10^4 \times 0.53 \dots\dots\dots (22)$$

式中:

PED_{acute}——急性暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg / kg 体重 • d)

PED_{short-term}——短期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg / kg 体重 • d)

PED_{long-term}——长期暴露的预测暴露剂量 (a.i. mg / kg 体重 • d)

RUD——农药单位剂量土壤农药残留量, 即每公顷每公斤农药有效成分用量下土壤中的浓度, (mg/ kg 干土)

DDSI——指示物种日干土摄入量 (g /kg 体重 • d)

AG——单位面积颗粒剂的最高使用剂量 (kg /ha)

cg——颗粒剂有效成分的含量 (%)

5.2.1.4 杀鼠剂的暴露分析

5.2.1.4.1 暴露分析流程

当杀鼠剂对鸟类存在暴露的可能性, 应计算一次中毒的预测暴露浓度; 当摄入杀鼠剂的啮齿类动物对鸟类存在暴露的可能性, 且所摄入的杀鼠剂属于抗凝血剂或具有在生物体内聚集和缓释作用的性质, 应计算二次中毒的预测暴露浓度。杀鼠剂暴露分析流程遵照附录 B 的图 B.4。

a) 一次中毒

当进行一次中毒的暴露分析时, 通常采用体重为 15g 的小型鸟类作为指示物种, 其单位体重的日食物摄取率 (FIR_{bw•d}) 设定为 0.3 克/克体重 • 天 (g/g bw • d)。在初级风险评估时, 设定

鸟类摄食杀鼠剂比例为 100%，且不考虑农药降解。杀鼠剂不涉及多次施药因子，急性、短期和长期三种效应类型的预测暴露剂量相同，按公式 23 计算一次中毒的预测暴露剂量。

$$PED_p = FIR_{bw.d} \times cr \times 10^4 \dots\dots\dots (23)$$

式中：

PED_p ——一次中毒的预测暴露剂量 (a.i.mg /kg 体重 · d)

$FIR_{bw \cdot d}$ ——指示物种每克体重的日食物摄入量 (g 食物/g 体重 · d)

cr ——杀鼠剂产品中有效成分的含量 (%)

b) 二次中毒

二次中毒的风险评估，可将单位体重食物摄取率较高、体重为 209g 红隼作为指示物种，其单位体重的日食物摄取率 ($FIR_{bw \cdot d}$) 设定为 0.38 克/克体重 · 天 (g/g bw · d)。在进行初级风险评估时，设定捕食性鸟类仅食用被杀鼠剂暴露的啮齿动物，即 100% 食物来源。通常多数抗凝血杀鼠剂，鼠类倾向于持续食用杀鼠剂 5 天之后停止，并且将在大概 7 天后死亡。当估算啮齿动物体内抗凝血杀鼠剂浓度 (EC_{rodent}) 时，设定鸟类捕食已连续 5 天食用杀鼠剂毒饵的啮齿类动物，且设定杀鼠剂毒饵为啮齿动物的全部食物。

——**急性和短期暴露分析**：当设定鸟类仅食用被杀鼠剂暴露的啮齿动物时，按公式 24、25 和 26 计算鸟类二次中毒的预测暴露剂量，公式中的啮齿类动物每克体重日摄入食物量 ($FIR_{bw \cdot d, rodent}$) 的默认值是 0.1g，EL 的默认值是 0.3。

$$PED_{acute,s} \text{ 或 } PED_{short-term,s} = FIR_{bw.d} \times EC_{rodent} \dots\dots\dots (24)$$

$$EC_{rodent} = \sum_{i=1}^{n=4} EC_i + EC_0 \dots\dots\dots (25)$$

$$EC_i = FIR_{bw.d, rodent} \times C \times (1 - EL)^i \dots\dots (26)$$

式中：

$PED_{acute,s}$ ——二次中毒预测急性暴露剂量 (a.i.mg/kg 体重 · d)

$PED_{short-term,s}$ ——二次中毒预测短期暴露剂量 (a.i.mg /kg 体重 · d)

$FIR_{bw \cdot d}$ ——指示物种每克体重的日食物摄入量 (g/g 体重 · d)

EC_{rodent} ——啮齿动物体内的杀鼠剂估计浓度 (a.i.mg /kg 体重)

EC_i ——第 n 天取食前啮齿动物体内杀鼠剂的估计浓度

EC_0 ——啮齿动物取食毒饵后体内杀鼠剂的估计浓度

EL——啮齿动物每日摄入量排泄比例，其值为 0-1

C ——杀鼠剂毒饵中有效成分的浓度 (a.i.mg /kg)

$FIR_{bw \cdot d, rodent}$ ——啮齿动物每克体重的日食物摄入量 (g/g 体重 · d)

n——啮齿动物摄入杀鼠剂的天数

——长期暴露分析：设定鸟类摄入中毒啮齿动物的比例为 0.5。按公式 27 计算二次中毒预测长期暴露剂量（ $PED_{long-term,s}$ ）。

$$PED_{long-term,s} = FIR_{bw,d} \times EC_{rodent} \times 0.5 \dots\dots\dots (27)$$

式中：

$PED_{long-term,s}$ ——二次中毒的长期暴露的预测暴露剂量（a.i.mg/kg 体重 · d）

$FIR_{bw,d}$ ——指示物种每克体重的日食物摄入量（g/g 体重 · d）

EC_{rodent} ——啮齿动物体内的杀鼠剂估计浓度（a.i.mg /kg 体重）

5. 2. 2 高级暴露分析

5. 2. 2. 1 实际残留数据

当高级风险评估时，应使用鸟类食物中农药残留的实测数据，以更准确估算风险评估所需要的暴露量。通常实际残留数据的处理与初级风险评估相同，即对于急性暴露，则初始残留量采用第 90%位的数值；对于短期和长期暴露，则初始残留量采用第 50%位的数值。当采用最后一次施药后的实际残留数据（重复施药的情况）时，因数据已体现残留累积，则不需使用多次施药因子。

5. 2. 2. 2 时间加权平均因子

当可获得植物体内的农药半衰期（ $DegT_{50}$ ）或施药的平均时间范围时，且与初级级风险评估对应的默认值有所不同，则使用公式 28 和 29 重新计算时间加权平均因子 f_{twa} 值。

$$f_{twa} = \frac{1 - e^{-kt}}{kt} \dots\dots\dots (28)$$

$$k = \frac{\ln 2}{DegT_{50}} \dots\dots\dots (29)$$

式中：

f_{twa} ——时间加权平均因子

k——农药降解常数

$DegT_{50}$ ——农药在植物体内的半衰期

t——21 天。

5. 2. 2. 3 多次施药因子

多次施药的初级风险评估采用农药在植物体内的半衰期（ $DegT_{50}$ ）为 10 天的多次施药因子平均时间（ MAF_{mean} ）。当数据表明农药在鸟类食物中降解速度较快，按公式 30 重新计算用于短期和长期暴露分析的 MAF_{mean} 。

$$MAF_{mean} = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}} \dots\dots\dots (30)$$

式中:

MAF_{mean}——鸟类食物中实际残留量算术平均值所采用的多次施药因子平均时间

k——农药降解常数 (见公式 29)

n——农药施药次数

i ——两次施药之间的间隔期 (d)

5.3 效应分析

5.3.1 初级效应分析

5.3.1.1 毒性终点

通过分析急性、短期和长期毒性试验数据, 获得毒性效应终点。当进行初级效应分析时, 有效成分和制剂产品的鸟类毒性数据终点要求见附录 H, 且毒性终点确定可按下列过程进行:

——当有相同指示物种的多个急性毒性数据时, 应使用数据最小值作为毒性效应终点值;

——当有不同指示物种的急性毒性数据时, 应使用多物种毒性试验数据的几何平均值进行效应分析。但当几何平均值大于 10 倍的最敏感物种毒性试验终点值时, 则使用最敏感物种的毒性试验终点, 且在急性效应分析中不考虑不确定因子。

——当有多种物种的繁殖毒性试验数据时, 则长期效应分析中应使用最敏感物种的繁殖毒性终点值。因短期饲喂试验和繁殖试验结果分别以 LC₅₀ 和 NOEC 表示, 其单位均为 “a.i. mg/kg 食物” 故使用试验鸟类的平均体重和每天平均食物消费量按公式 31 进行换算获得 LD₅₀ 和 NOED。

$$LD_{50\text{short-term}} (\text{或} NOED) = LC_{50\text{short-term}} (\text{或} NOEC) \times \text{平均食物消费量} / bw \dots (31)$$

式中:

LD_{50short-term}——短期饲喂毒性试验半致死剂量 (a.i.mg/kg 体重 • d)

NOED——繁殖试验无作用剂量 (a.i.mg /kg 体重 • d)

LC_{50 short-term}——短期饲喂毒性试验半致死浓度 (a.i. mg/kg 食物)

NOEC——繁殖试验无作用浓度 (a.i. mg/kg 食物)

bw——鸟体重 (g)

——当某些农药通过急性经口毒性试验无法获得试验终点时, 应进行限度试验。当急性经口毒性限度试验中试验鸟类没有死亡或出现单一个体死亡时, 可使用附录 H 的表 H.1 外推系数推导

LD_{50 acute}

$$LD_{50\text{acute}} = \text{LimitDose} \times EF \dots\dots\dots (32)$$

式中：

$LD_{50\text{ acute}}$ ——限度试验中推导的急性经口半致死剂量（a.i. mg/kg 体重）

Limit Dose——每公斤体重限度试验的试验剂量（a.i. mg/kg bw）

EF ——外推系数

——当无法获得繁殖毒性数据，可按公式 33 用短期饲喂试验终点 $LD_{50\text{ short-term}}$ 推导 NOED，。

$$NOED = \frac{LD_{50\text{ short-term}}}{10} \dots\dots (33)$$

式中：

NOED——繁殖试验无作用剂量（a.i.mg/kg 体重 • d）

$LD_{50\text{ short-term}}$ ——短期饲喂毒性试验半致死剂量（a.i.mg/kg 体重 • d）

5.3.1.2 不确定性因子

初级效应分析通常针对于不同效应类型采用不同水平的不确定性因子。因不确定性因子选择取决于风险分析所采用的暴露途径、暴露持续时间以及用于分析的数据量，故急性、短期、长期三种效应类型不确定性因子的选择遵照附录 I 的表 I. 1。

5.3.1.3 预测无效应剂量的计算

根据毒性终点和不确定性因子，使用公式 24，计算 PNED。

$$PNED = \frac{EdP}{UF} \dots\dots\dots (34)$$

式中：

PNED ——预测无效应剂量（a.i. mg/kg 体重 • d）

EdP ——毒性试验终点(a.i. mg/kg 体重 • d)

UF——不确定因子

5.3.2 高级效应分析

当进行高级效应分析时，可使用农药引起的鸟类死亡和繁殖危害的田间试验监测数据，且可不考虑从实验室试验推导田间的不确定性因子及降低从试验物种的毒性推导田间物种的不确定因子。

5.4 风险表征

5.4.1 单粒种子（或颗粒剂）的风险表征

当对种子处理剂和颗粒剂的暴露途径，可用单粒种子（或颗粒剂）的暴露分析结果对鸟类潜在风险进行表征，是指鸟类摄食一粒种子（或颗粒剂）后的死亡率大于 50%，即鸟类摄食一粒种子（或颗粒剂）后其体内农药有效成分的剂量大于急性毒性 LD_{50} 时，则农药对鸟类的风险不可接受。

5.4.2 风险商值（RQ）的风险表征

在获得暴露分析和效应评估结果后，可用风险商值（RQ）对鸟受到的风险进行表征，风险商值（RQ）按公式 35 计算。

$$RQ = PED/PNED \cdots \cdots (35)$$

式中，

RQ——风险商值

PED——预测暴露剂量（a.i.mg/kg 食物）

PNED——预测无效应剂量（a.i.mg/kg 食物）

若 $RQ \leq 1$ ，则风险可接受；若 $RQ > 1$ ，则风险不可接受。

6 风险降低措施

当风险评估结果表明农药对鸟类的风险不可接受时，可采取适当的风险降低措施以使风险可接受，且应在农药标签上注明相应的风险降低措施。通常所采用的风险降低措施不应显著降低农药的使用效果，且应具有可行性。农药对鸟类风险降低措施相关信息参见附录 J 的表 J.1。

附录 A

(规范性附录)

农药对鸟类的风险评估总流程图

农药对鸟类的风险评估总流程见图 A. 1

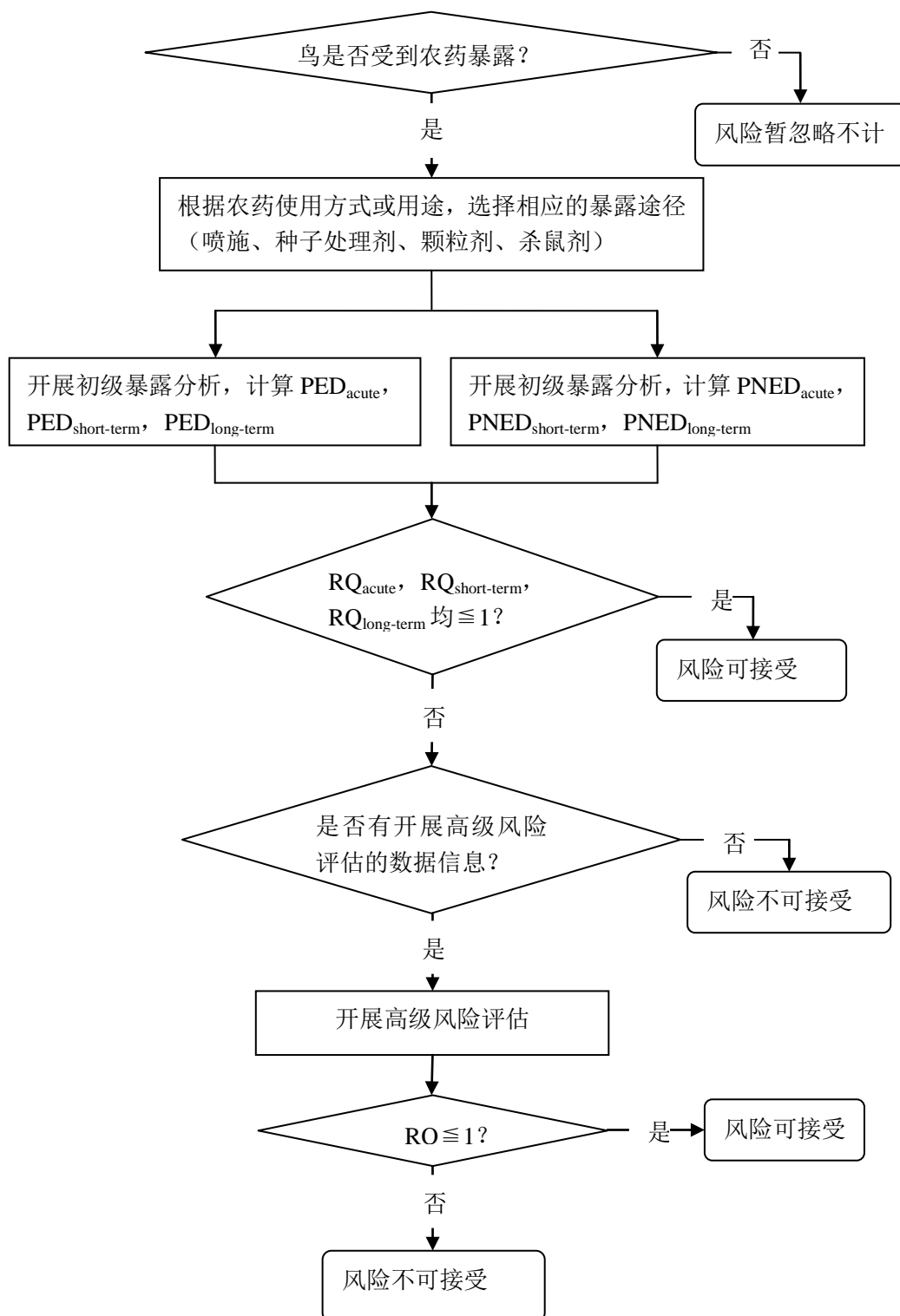


图 A. 1 农药对鸟类的风险评估总流程图

附录 B

(规范性附录)

农药对鸟类的暴露分析流程图

喷施农药暴露分析流程见图 B. 1

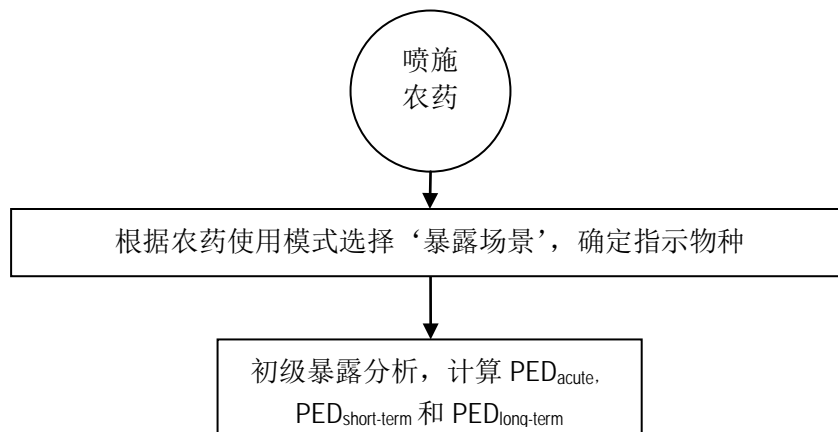


图 B. 1 喷施农药暴露分析流程图

种子处理剂暴露分析流程见图 B. 2

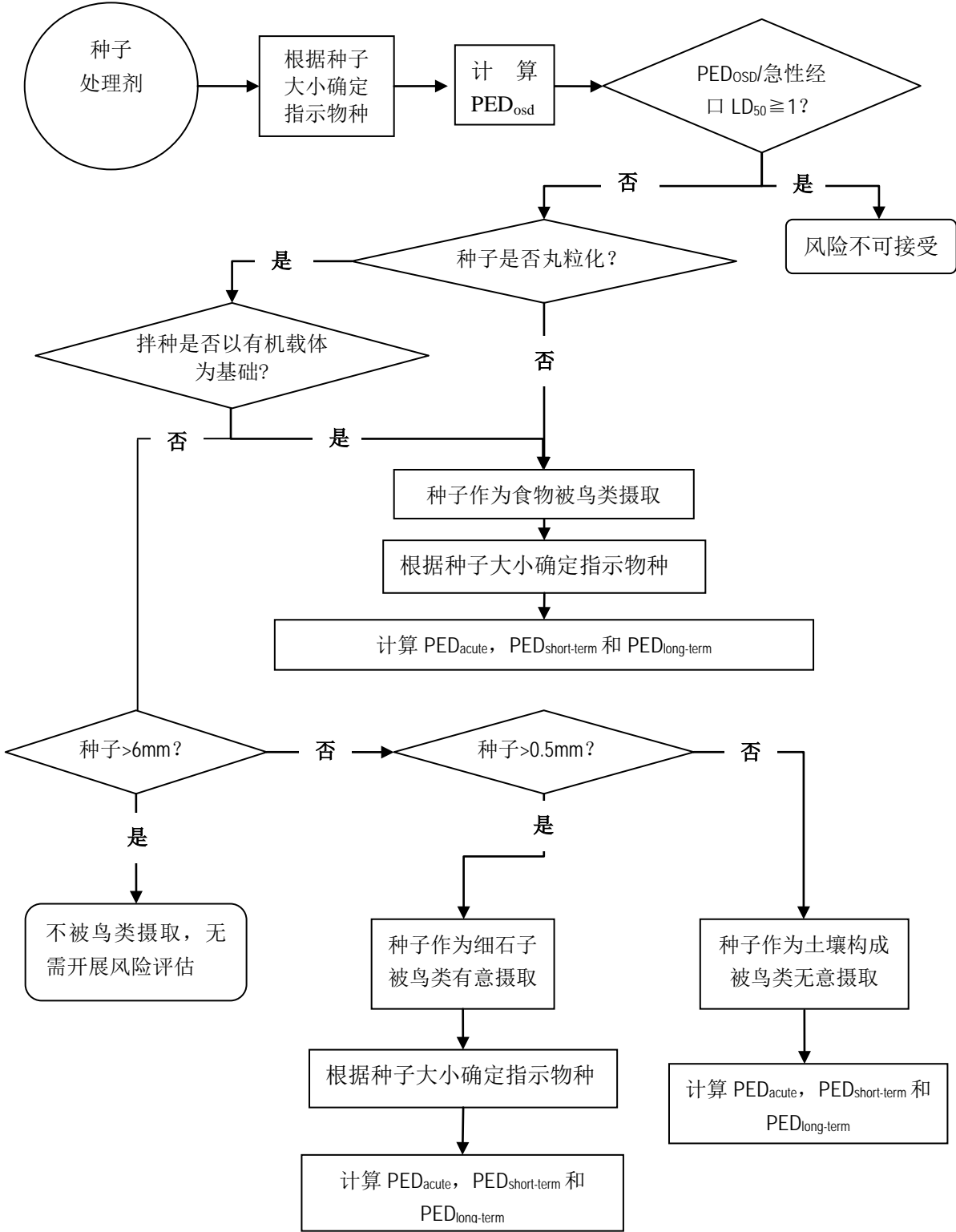


图 B. 2 种子处理剂暴露分析流程图

颗粒剂暴露分析流程见图 B. 3

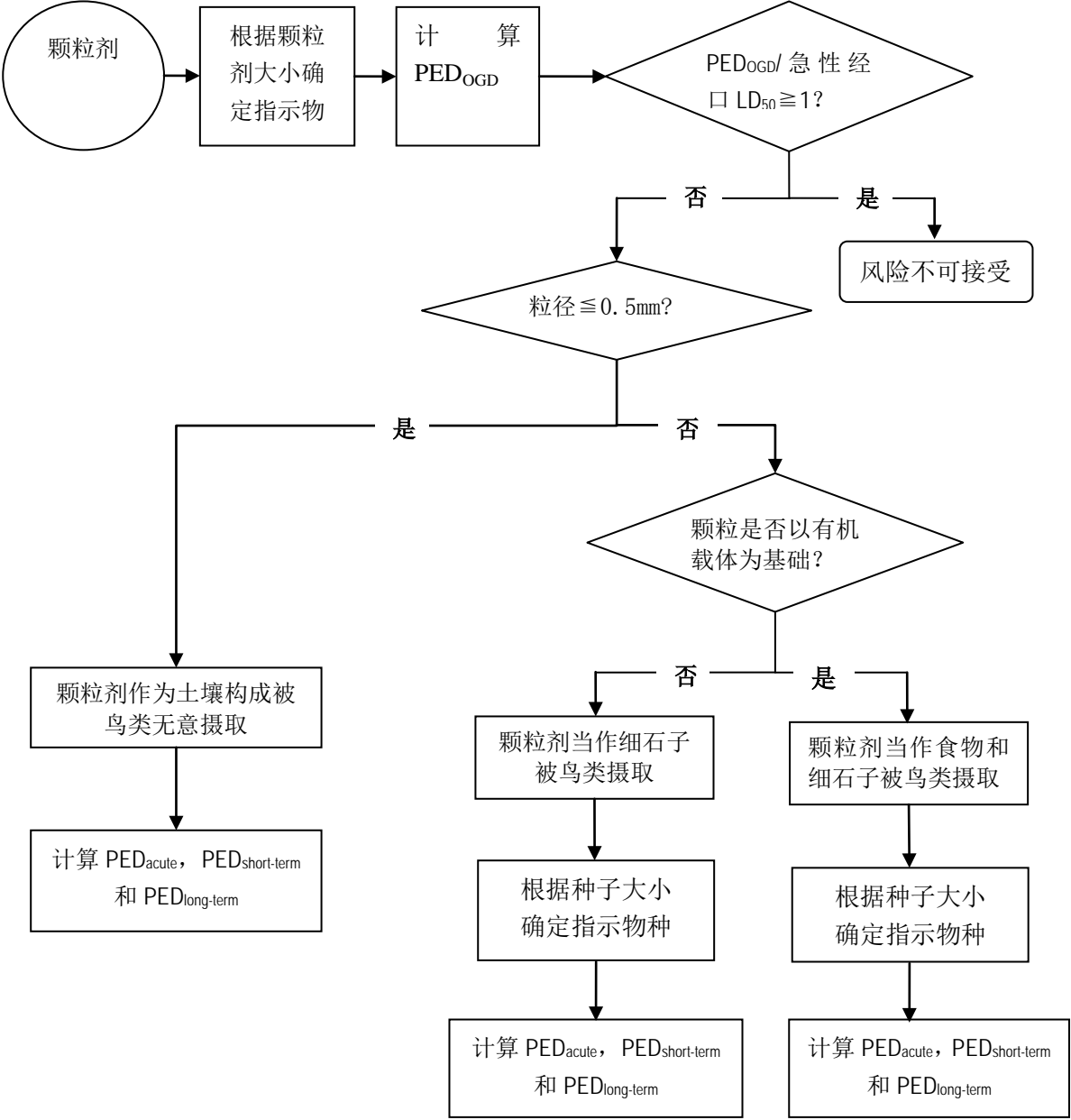


图 B. 3 颗粒剂暴露分析流程图

杀鼠剂暴露分析流程见图 B. 4

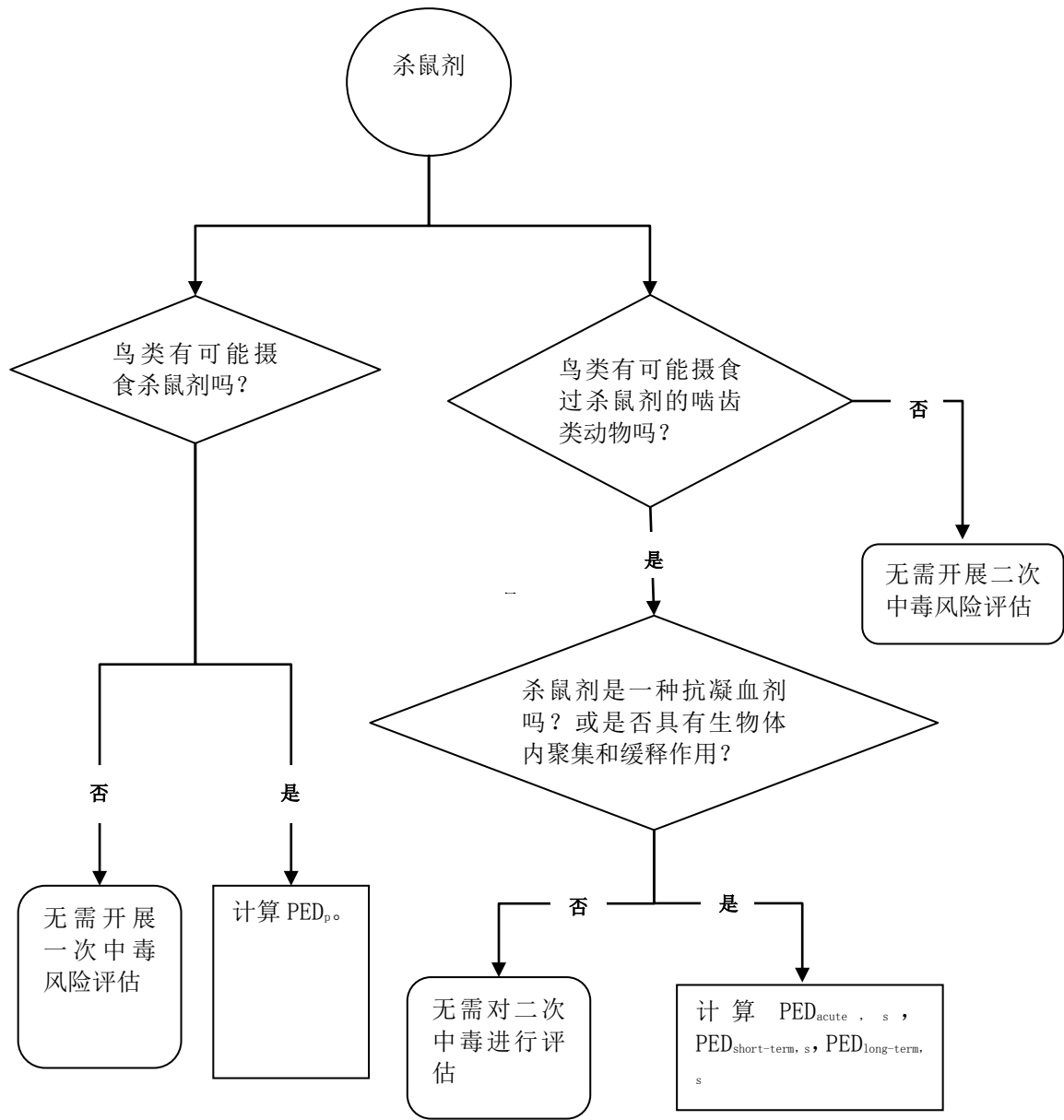


图 B. 4 杀鼠剂暴露分析流程图

附录 C

(规范性附录)

不同暴露场景指示物种及其相关信息

不同暴露场景指示物种及其相关信息见表 C.1。

表 C. 1 不同暴露场景指示物种及其相关信息

暴露场景	指示物种	日食物摄取量 (g/d)	体重 (g)	日单位体重 食物摄取量 (g/g bw/d)	RUD_{90%} (a.i.mg/kg food/ (a.i. g /ha))	RUD_{mean} (a.i.mg/kg food/ (a.i. g /ha))
裸土	小型食谷鸟类（摄食草种）	4.3	15.3	0.28	87	40
果园和观赏植物/苗圃	小型食虫鸟类	11.4	13.3	0.87	54	21
草地	大型食草鸟类	740	2645	0.30	102	54
葡萄园	小型杂食鸟类（摄食养25% 的农作物叶子、25%的草种、 50%的地面节肢动物）	14.8	28.5	0.52	46	21
球茎类作物、谷物类（不包含水稻）、 果实类蔬菜、叶菜蔬菜、豆科牧草、 玉米、油菜、马铃薯、豆类、根茎 类蔬菜、草莓、甜菜和向日葵	小型杂食鸟类（摄食25%的 农作物叶子，25%的草种， 50%的地面节肢动物）	14.8	28.5	0.52	46	21
棉花	小型杂食鸟类（摄食25%的 草种，25%的植物，25%的动 物）	10.5	27.7	0.38	46	29

附录 D

(规范性资料)

多次施药因子 MAF 值

多次施药因子 $MAF_{90\%}$ 值见表 D.1。

表 D.1 多次施药因子 $MAF_{90\%}$ 值

施药间隔期 (天)	施药次数								
	1	2	3	4	5	6	7	8	>8
7	1.0	1.4	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0
10	1.0	1.3	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
14	1.0	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

多次施药因子 MAF_{mean} 值见表 D.2。

表 D.2 多次施药因子 MAF_{mean} 值

间隔期 (天)	施药次数								
	1	2	3	4	5	6	7	8	>8
7	1.0	1.6	2.0	2.2	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6
10	1.0	1.5	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0
14	1.0	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

附录 E

(资料性资料)

种子尺寸和重量

种子尺寸和重量见表 E.1。

表 E.1 种子尺寸和重量

序号	作物	尺寸 (mm)	单粒种子重量 (g)
1	玉米	10.2	0.338
2	水稻	5.0	0.0245
3	小麦	4.6	0.0411
4	棉花	6.4	0.109
5	花生	14.0	0.0822
6	高粱	2.3	0.0311
7	油菜	2.0	0.00470
8	绿豆	4.5	0.0553
9	大豆	4.0	0.272
10	西瓜	4.4	0.0424
11	向日葵	4.3	0.129
12	谷子	2.0	0.00265
13	甜菜	4.7	0.0214

附录 F

（规范性资料）

种子作为细石子有意摄取时计算预测暴露量的参数

种子作为细石子有意摄取时计算预测暴露量的参数见表 F.1。

表 F.1 种子作为细石子有意摄取时计算预测暴露量的参数

效应类型	颗粒剂大小	日细石子摄取量（数量/d）	与颗粒剂相同尺寸的土粒数量（数量/m ² ）	时间加权因子
急性	2 mm≤ <6mm	2450	70	不适用
	0.5 mm≤ <2mm	650	15200	不适用
短期	2 mm≤ <6mm	2450	70	不适用
	0.5 mm≤ <2mm	650	15200	不适用
长期	2 mm≤ <6mm	1300	70	0.53
	0.5 mm≤ <2mm	390	15200	

附录 G

（规范性资料）

指示物种无意摄取颗粒剂时计算预测暴露量的参数

指示物种无意摄取颗粒剂时计算预测暴露量的参数见表 G.1。

表 G.1 指示生物无意摄取颗粒剂时计算预测暴露量的参数

效应类型	日干土摄入量 (g /kg bw • d)	RUD (mg/kg)	时间加权因子 f_{twa}
急性和短期	43	6.7	不适用
长期	19	1.3	0.53

附录 H

(规范性资料)

限度试验的外推系数

限度试验的外推系数见表 H.1。

表 H.1 限度试验的外推系数

试验动物数量	无死亡时的外推系数	单一个体死亡时的外推系数
5	1.61	1.23
10	1.89	1.52
15	2.05	1.70
20	2.17	1.80

附录 I

（规范性资料）

初级效应评估采用的毒性试验终点和不确定性因子

初级效应评估采用的毒性试验终点和不确定性因子见表 I. 1。

表 I. 1 初级效应评估采用的毒性试验终点和不确定性因子

预测无作用剂量	毒性试验终点	不确定性因子
PNED _{acute}	急性经口试验得出的 LD ₅₀ 值	10
PNED _{short-term}	短期饲喂试验得出的 LD ₅₀ 值	10
PNED _{long-term}	鸟类繁殖试验得出的 NOED	5

附录 J

(资料性附录)

鸟类风险降低措施

鸟类风险降低措施见表 J. 1。

表 J. 1 鸟类风险降低措施

农药类型	风险降低措施	使用条件	有效性	可行性
喷施农药	降低使用剂量	药效不受影响	与使用剂量减少成线性正比	良好
	禁止在易受不利影响的鸟类栖息地（如自然保护区、鸟类禁猎区）施药	可替代的低风险农药或其它有害生物管理方案	有效	良好
	禁止使用	可替代的低风险农药或其它有害生物管理方案	有效	有限
种子处理剂	播种时及时清除裸露的种子	使用者可操作	不稳定	有限
	播种期间或之后立即土壤覆盖	可操作的栽培条件和设备	不稳定	有限
颗粒剂	使用时立即清除裸露的颗粒剂	使用者可操作	有效	有限
	施药期间或之后立即用土壤覆盖	农民有设备可用	不稳定	有限
杀鼠剂	洞穴投饵或投饵箱（毒饵盒）	不影响药效	不稳定	有限
	产品加入鸟拒避剂或拒避着色剂。	不影响药效	不稳定	良好
	限制有效成分的含量	不影响药效	不稳定	良好
	仅限专业人员使用	有非专业人员使用的替代杀鼠剂	不稳定	良好
	标记施药的区域	使用者可操作	不稳定	有限
	改变产品剂型，如蜡块	不影响药效	不稳定	良好

参考文献

[1]	EFSA (2010) : Risk assessment for birds and mammals.
[2]	EPPO (2002): Environmental risk assessment scheme for plant protection products. Chapter 11. Terrestrial vertebrates (sprayed products, seed treatment and granular formulations).
[3]	EC (2002): Guidance Document on Risk Assessment for Birds and Mammals under Council Directive 91/414/EEC. Working document SANCO/4145/2000, 25 September 2002. European Commission, Brussels
[4]	EFSA (2010) Risk assessment for birds and mammals. Guidance of EFSA, first published 17 December 2009, revised April 2010. European Food Safety Authority, Parma. EFSA Journal 7(12) 1438.
[5]	Larsen J (2003) Emmission scenario document for biocides used as rodenticides. Supplement to the risk methodology for risk evaluation of biocodes. Report CA-Jun03-Doc.8.2-PT14. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, Ispra, Italy.