



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 718—2024

## 作物病害气象等级预报方法

Forecasting method of meteorological condition grade for crop diseases

2024-08-16 发布

2024-12-01 实施

中 国 气 象 局 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 指数 ..... 1

5 等级 ..... 3

6 预报 ..... 3

附录 A(规范性) 促病指数影响系数计算 ..... 4

附录 B(规范性) 病害气象适宜度计算 ..... 6

附录 C(规范性) 作物病害发生程度等级划分 ..... 8

参考文献 ..... 10

## 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。

本文件由全国农业气象标准化技术委员会(SAC/TC 539)提出并归口。

本文件起草单位：国家气象中心、江苏省气候中心、重庆市气象科学研究所、云南大学。

本文件主要起草人：郭安红、王纯枝、徐敏、高苹、何永坤、张蕾、阳园燕、吴洪颜、罗孳孳、柏晶瑜、李森、杨荣明、杨若文、何亮。

# 作物病害气象等级预报方法

## 1 范围

本文件描述了作物病害气象等级预报指数的计算方法,规定了作物病害气象等级预报的等级判定和预报步骤。

本文件适用于小麦、玉米、水稻、油菜、马铃薯等作物主要病害发生发展的气象等级预报与评估,其他与气象条件密切相关的作物病害参照使用。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**作物病害气象等级预报 meteorological condition grade forecasting for crop disease**

利用气象条件对作物病害发生发展影响的评价指标、模型算法和等级划分,预报气象条件对作物病害发生发展的适宜程度。

### 3.2

**促病暖湿日 warm and humid day to promote disease**

温度、湿度达到适宜作物病原微生物生理活动、进而使作物感病的日时间单元。

### 3.3

**促病指数 disease promotion index**

促病暖湿日(3.2)出现的天数、作物易感病关键时段与促病暖湿日(3.2)出现的契合对作物病害最终发生影响的定量评价。

### 3.4

**[作物]病害气象适宜度 meteorological suitability of [crop] disease**

温度、降水、相对湿度和日照等气象要素对作物病原微生物繁殖、扩散、侵染等发生发展关键阶段有利的影响程度。

## 4 指数

### 4.1 指数分类

作物病害气象等级预报的指数应针对不同的情形分为促病指数、病害气象适宜度综合指数。

### 4.2 促病指数

4.2.1 促病指数的计算适用于作物病原微生物繁殖、扩散、侵染等发生发展过程涉及作物的1~2个生长发育期,且对气象条件需求基本相同的情形,包括但不限于小麦赤霉病、水稻稻瘟病、水稻纹枯病、玉

米大斑病、马铃薯晚疫病、油菜菌核病等,应按公式(1)计算:

$$Z = \sum_{i=1}^n A_i \times B_i \times C_i \times D_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $Z$  ——促病指数;
- $n$  ——促病暖湿日总天数,单位为天(d);
- $i$  ——取值为  $1, 2, \dots, n$ ;
- $A_i$  ——第  $i$  个契合程度影响系数;
- $B_i$  ——第  $i$  个暖湿系数;
- $C_i$  ——第  $i$  个连续出现影响系数;
- $D_i$  ——第  $i$  个促病暖湿日,取值为 0 或 1,当  $D_i=1$  时为促病暖湿日,否则  $D_i=0$ 。

4.2.2 逐日促病暖湿日应按表 1 规定的阈值条件判断,每种作物病害的促病暖湿日阈值条件应同时满足。当达到促病暖湿日条件时,应按附录 A 计算暖湿系数、契合程度影响系数和连续出现影响系数。

表 1 主要作物病害促病暖湿日阈值条件

| 病害种类   | 促病暖湿日阈值条件                                                 |
|--------|-----------------------------------------------------------|
| 小麦赤霉病  | 日平均气温大于或等于 15℃、空气相对湿度大于或等于 85%                            |
| 水稻稻瘟病  | 日平均气温 20℃~28℃、空气相对湿度大于或等于 90%、日照时数小于或等于 1 h、降水量大于或等于 1 mm |
| 水稻纹枯病  | 日平均气温 23℃~30℃、空气相对湿度大于或等于 90%、日照时数小于或等于 2 h、降水量大于或等于 1 mm |
| 玉米大斑病  | 日平均气温 20℃~25℃、空气相对湿度大于或等于 90%                             |
| 马铃薯晚疫病 | 日平均气温 10℃~30℃(最适宜 16℃~20℃)、空气相对湿度大于或等于 80%                |
| 油菜菌核病  | 日平均气温 15℃~25℃、空气相对湿度大于或等于 80%、降水量大于或等于 0.1 mm             |

4.3 病害气象适宜度综合指数

4.3.1 病害气象适宜度综合指数表征温度、降水、相对湿度和日照等气象要素计算出来的各项病害气象适宜度对作物病害最终发生的影响程度。

4.3.2 病害气象适宜度综合指数计算适用于作物病原微生物繁殖、扩散、侵染等发生发展过程涉及作物的 3 个及以上发育期,且对气象条件需求不相同的情形,包括但不限于小麦条锈病。

4.3.3 病害气象适宜度综合指数由各项病害气象适宜度的权重系数来约束,通过逐步回归的方法筛选病害气象适宜度变量  $Y_j$  并确定其权重系数  $K_j$ ,应按公式(2)计算:

$$S = \sum_{j=1}^m Y_j \times K_j \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $S$  ——病害气象适宜度综合指数;
- $m$  ——温度、降水、相对湿度和日照等气象要素总项数,单位为项;
- $j$  ——取值为  $1, 2, \dots, m$ ;
- $Y_j$  ——第  $j$  项病害气象适宜度;
- $K_j$  ——第  $j$  项病害气象适宜度对病害最终发生程度影响的权重系数。

4.3.4 作物病害发生发展各个阶段的温度、降水、相对湿度和日照等气象要素的病害气象适宜度应按

附录 B 计算。

5 等级

- 作物病害气象等级划分为不适宜、次适宜、适宜、非常适宜 4 个等级,并遵循下列规则。
- a) 促病指数或病害气象适宜度综合指数的值越高,作物病害气象等级的适宜程度越高,作物病害发生程度等级也越高;其中,作物病害发生程度等级按附录 C 划分。
  - b) 作物病害气象等级的 4 个等级对应作物病害发生程度的 5 个等级,即作物病害气象等级的不适宜、次适宜、适宜分别对应作物病害发生程度等级的 1 级、2 级、3 级,非常适宜对应作物病害发生程度等级的 4 级和 5 级。
  - c) 利用对应等级的促病指数数据序列或病害气象适宜度综合指数数据序列的平均数减去平均绝对偏差确定分级指标下限,按表 2 确定促病指数或病害气象适宜度综合指数对应的作物病害气象等级。

表 2 促病指数、病害气象适宜度综合指数及其对应的作物病害气象等级划分

| 作物病害气象等级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 促病指数                                                           | 病害气象适宜度综合指数                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 不适宜                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $0 < Z < Z_{ave}(2) - Z_{dev}(2)$                              | $0 < S < S_{ave}(2) - S_{dev}(2)$                              |
| 次适宜                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $Z_{ave}(2) - Z_{dev}(2) \leq Z < Z_{ave}(3) - Z_{dev}(3)$     | $S_{ave}(2) - S_{dev}(2) \leq S < S_{ave}(3) - S_{dev}(3)$     |
| 适宜                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $Z_{ave}(3) - Z_{dev}(3) \leq Z < Z_{ave}(4,5) - Z_{dev}(4,5)$ | $S_{ave}(3) - S_{dev}(3) \leq S < S_{ave}(4,5) - S_{dev}(4,5)$ |
| 非常适宜                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $Z \geq Z_{ave}(4,5) - Z_{dev}(4,5)$                           | $S \geq S_{ave}(4,5) - S_{dev}(4,5)$                           |
| 为避免等级区间划分不闭合以及确保各级别分级不交叉,宜从非常适宜等级组开始划分。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                                                                |
| 注: $Z_{ave}(2)$ 、 $Z_{ave}(3)$ 、 $Z_{ave}(4,5)$ 分别表示病害发生程度为 2 级、3 级、4 级和 5 级所对应的促病指数序列的平均值; $Z_{dev}(2)$ 、 $Z_{dev}(3)$ 、 $Z_{dev}(4,5)$ 分别表示病害发生程度为 2 级、3 级、4 级和 5 级所对应的促病指数序列的平均绝对偏差; $S_{ave}(2)$ 、 $S_{ave}(3)$ 、 $S_{ave}(4,5)$ 分别表示病害发生程度为 2 级、3 级、4 级和 5 级所对应的病害气象适宜度综合指数序列的平均值, $S_{dev}(2)$ 、 $S_{dev}(3)$ 、 $S_{dev}(4,5)$ 分别表示病害发生程度为 2 级、3 级、4 级和 5 级所对应的病害气象适宜度综合指数序列的平均绝对偏差。 |                                                                |                                                                |

6 预报

- 作物病害气象等级应按下列步骤预报:
- a) 针对病害种类、特点选择促病指数或病害气象适宜度综合指数计算方法;利用历史气象资料、病害发生资料,判定和计算促病指数或病害气象适宜度综合指数中各参数和变量;按照公式(1)计算促病指数历史序列,或按照公式(2)计算病害气象适宜度综合指数历史序列。
  - b) 利用作物病害发生程度等级、促病指数或病害气象适宜度综合指数历史序列,按照表 2 划分促病指数或病害气象适宜度综合指数所对应的作物病害气象等级分级。
  - c) 基于气象站点或者网格点的温度、降水、相对湿度和日照等气象因子的实况值和预报值,按照 a) 选定的方法计算促病指数或病害气象适宜度综合指数预报值。
  - d) 按照 b) 划分的促病指数或病害气象适宜度综合指数所对应的作物病害气象等级分级,预报出作物病害气象等级。

附 录 A  
(规范性)  
促病指数影响系数计算

### A.1 暖湿系数

A.1.1 当达到促病暖湿日条件,且温度、相对湿度超过暖湿日阈值下限,导致促病影响不同时,先按公式(A.1)和公式(A.2)分别计算温度系数和相对湿度系数,再按(A.3)计算暖湿系数:

$$f_{T_i} = \frac{T_i - T_d}{T_d} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$f_{T_i}$ ——第  $i$  个温度系数;

$T_i$ ——第  $i$  日平均气温,单位为摄氏度( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_d$ ——促病暖湿日气温阈值下限,单位为摄氏度( $^{\circ}\text{C}$ )。

$$f_{R_i} = \frac{R_i - R_d}{R_d} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$f_{R_i}$ ——第  $i$  个相对湿度系数;

$R_i$ ——第  $i$  日平均空气相对湿度,以百分率( $\%$ )表示;

$R_d$ ——促病暖湿日空气相对湿度阈值下限,以百分率( $\%$ )表示。

$$B_i = f_{T_i} f_{R_i} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$B_i$ ——第  $i$  个暖湿系数;

$f_{T_i}$ ——第  $i$  个温度系数;

$f_{R_i}$ ——第  $i$  个相对湿度系数。

A.1.2 当达到促病暖湿日条件,虽然温度、相对湿度超过暖湿日阈值下限,但促病影响相同时,暖湿系数  $B_i=1$ 。

### A.2 契合程度影响系数

A.2.1 当促病暖湿日与作物易感病关键时段契合、且逐日促病影响符合正态分布函数时,契合程度影响系数按公式(A.4)计算:

$$A_i = (1/\sqrt{2\pi\sigma}) e^{-(t-u)^2/(2\sigma^2)} / \sum_{t=1}^l (1/\sqrt{2\pi\sigma}) e^{-(t-u)^2/(2\sigma^2)} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$A_i$ ——第  $i$  个契合程度影响系数;

$l$ ——作物易感病关键阶段总天数,单位为天(d);

$t$ ——取值为  $1, 2, \dots, l$ ;

$u$ ——均数;

$\sigma$ ——标准差。

A.2.2 当促病暖湿日与作物易感病关键时段契合、且逐日促病影响相同时,契合程度影响系数  $A_i=1$ 。

### A.3 连续出现影响系数

A.3.1 当促病暖湿日连续出现,且连续时间越长对促病影响越大,连续出现影响系数按公式(A.5)



计算：

$$C_i = 1 + (v - 1)f \quad \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

$C_i$ ——第  $i$  个连续出现影响系数；

$v$  ——第  $i$  个促病暖湿日在当次连续出现促病暖湿日过程中的天序数，病害侵染关键时段内可以有多次连续出现促病暖湿日过程；

$f$  ——常数项，取值范围为 0~1，保留 1 位小数。

**A.3.2** 当促病暖湿日连续出现，且在某个临界期前连续时间越长对促病影响越大、临界期后连续时间对促病影响达到峰值后不再变化，临界期前连续出现影响系数  $C_i$  按公式(A. 5)计算，临界期后连续出现影响系数  $C_i$  赋值为临界期的最大值并保持不变。

**附 录 B**  
(规范性)  
病害气象适宜度计算

**B.1 温度适宜度**

**B.1.1** 在适宜阈值范围内温度与病害发生发展正相关时,温度适宜度按公式(B.1)计算:

$$Y_T = \begin{cases} 0, T < T_{\min} \text{ 或 } T > T_{\max} \\ (T - T_{\min}) / (T_{\max} - T_{\min}), T_{\min} \leq T \leq T_{\max} \end{cases} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$Y_T$  ——温度适宜度;

$T$  ——阶段内平均温度,单位为摄氏度(°C);

$T_{\min}$  ——阶段内病害发生发展适宜温度下限值,单位为摄氏度(°C);

$T_{\max}$  ——阶段内病害发生发展适宜温度上限值,单位为摄氏度(°C)。

**B.1.2** 在适宜阈值范围内温度与病害发生发展存在最适宜、适宜上限和适宜下限关系时,先按公式(B.2)计算中间变量  $a$ ,再按照公式(B.3)计算温度适宜度:

$$a = (T_{\max} - T_o) / (T_o - T_{\min}) \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$a$  ——中间变量;

$T_{\min}$  ——阶段内病害发生发展适宜温度下限值,单位为摄氏度(°C);

$T_{\max}$  ——阶段内病害发生发展适宜温度上限值,单位为摄氏度(°C);

$T_o$  ——阶段内病害发生发展最适宜温度值,单位为摄氏度(°C)。

$$Y_T = \begin{cases} 0, T < T_{\min} \text{ 或 } T > T_{\max} \\ (T - T_{\min})(T_{\max} - T)^a / (T_o - T_{\min})(T_{\max} - T_o)^a, T_{\min} \leq T \leq T_{\max} \end{cases} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$Y_T$  ——温度适宜度;

$T$  ——阶段内平均温度,单位为摄氏度(°C);

$T_{\min}$  ——阶段内病害发生发展适宜温度下限值,单位为摄氏度(°C);

$T_{\max}$  ——阶段内病害发生发展适宜温度上限值,单位为摄氏度(°C);

$T_o$  ——阶段内病害发生发展最适宜温度值,单位为摄氏度(°C)。

**B.2 降水适宜度**

降水适宜度通常与病害发生发展正相关,按公式(B.4)计算:

$$Y_P = \begin{cases} 0, P < P_{\min} \\ 1, P > P_{\max} \\ (P - P_{\min}) / (P_{\max} - P_{\min}), P_{\min} \leq P \leq P_{\max} \end{cases} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$Y_P$  ——降水适宜度;

$P$  ——阶段内累计降水量,单位为毫米(mm);

$P_{\min}$  ——阶段内累计降水量的历史同期最小值,单位为毫米(mm);

$P_{\max}$  ——阶段内累计降水量的历史同期最大值,单位为毫米(mm)。

**B.3 相对湿度适宜度**

相对湿度适宜度通常与病害发生发展正相关,按公式(B.5)计算:

$$Y_R = \begin{cases} 0, R < R_{\min} \\ (R - R_{\min}) / (100 - R_{\min}), R_{\min} \leq R \leq 100 \end{cases} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

$Y_R$  ——相对湿度适宜度;

$R$  ——阶段内平均空气相对湿度,以百分率(%)表示;

$R_{\min}$  ——阶段内病害发生发展适宜空气相对湿度下限值,以百分率(%)表示。

**B.4 日照适宜度**

日照适宜度通常与病害发生发展负相关,按公式(B.6)计算:

$$Y_S = \begin{cases} 1, S < S_{\min} \\ 0, S > S_{\max} \\ 1 - (S - S_{\min}) / (S_{\max} - S_{\min}), S_{\min} \leq S \leq S_{\max} \end{cases} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

$Y_S$  ——日照适宜度;

$S$  ——阶段内累计日照时数,单位为小时(h);

$S_{\min}$  ——阶段内累计日照时数的历史同期最小值,单位为小时(h);

$S_{\max}$  ——阶段内累计日照时数的历史同期最大值,单位为小时(h)。

附 录 C

(规范性)

作物病害发生程度等级划分

根据病穗率、发病面积比率、病情指数等指标划分作物病害发生程度,分为5级:轻发生(1级)、偏轻发生(2级)、中等发生(3级)、偏重发生(4级)、大发生(5级)。表C.1—表C.7给出几种主要作物病害发生程度等级划分指标。

表 C.1 小麦赤霉病发生程度等级划分指标

| 发生程度等级        | 1级(轻发生)           | 2级(偏轻发生)         | 3级(中等发生)         | 4级(偏重发生)         | 5级(大发生)  |
|---------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| 病穗率 $P/\%$    | $0.1 < P \leq 10$ | $10 < P \leq 20$ | $20 < P \leq 30$ | $30 < P \leq 40$ | $P > 40$ |
| 发病面积比率 $R/\%$ | $> 30$            | $> 30$           | $> 30$           | $> 30$           | $> 30$   |

[来源:GB/T 15796—2011,3,有修改]

表 C.2 小麦条锈病发生程度等级划分指标

| 发生程度等级      | 1级(轻发生)        | 2级(偏轻发生)        | 3级(中等发生)         | 4级(偏重发生)         | 5级(大发生)  |
|-------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|----------|
| 病情指数 $I/\%$ | $0 < I \leq 5$ | $5 < I \leq 10$ | $10 < I \leq 20$ | $20 < I \leq 30$ | $I > 30$ |
| 病田率 $X/\%$  | $1 < X \leq 5$ | $5 < X \leq 10$ | $10 < X \leq 20$ | $20 < X \leq 30$ | $X > 30$ |

[来源:GB/T 15795—2011,3,有修改]

表 C.3 稻瘟病发生程度等级划分指标

| 发生程度等级      | 1级(轻发生)        | 2级(偏轻发生)       | 3级(中等发生)        | 4级(偏重发生)         | 5级(大发生)  |
|-------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|----------|
| 病情指数 $I/\%$ | $0 < I \leq 3$ | $3 < I \leq 5$ | $5 < I \leq 10$ | $10 < I \leq 20$ | $I > 20$ |

[来源:GB/T 15790—2009,9,有修改]

表 C.4 水稻纹枯病发生程度等级划分指标

| 发生程度等级        | 1级(轻发生)          | 2级(偏轻发生)         | 3级(中等发生)         | 4级(偏重发生)         | 5级(大发生)  |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| 病情指数 $I/\%$   | $0 < I \leq 2.5$ | $2.5 < I \leq 5$ | $5 < I \leq 10$  | $10 < I \leq 15$ | $I > 15$ |
| 发病面积比率 $R/\%$ | $1 < R \leq 15$  | $15 < R \leq 30$ | $30 < R \leq 50$ | $50 < R \leq 80$ | $R > 80$ |

[来源:GB/T 15791—2011,附录B,有修改]

表 C.5 玉米大斑病发生程度等级划分指标

| 发生程度等级      | 1级(轻发生)         | 2级(偏轻发生)         | 3级(中等发生)         | 4级(偏重发生)         | 5级(大发生)     |
|-------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| 病情指数 $I/\%$ | $1 \leq I < 10$ | $10 \leq I < 20$ | $20 \leq I < 40$ | $40 \leq I < 60$ | $I \geq 60$ |

[来源:NY/T 3546—2020,3,有修改]

表 C.6 油菜菌核病发生程度等级划分指标

| 发生程度等级      | 1 级(轻发生)              | 2 级(偏轻发生)            | 3 级(中等发生)            | 4 级(偏重发生)            | 5 级(大发生)   |
|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 病株率 $H/\%$  | $1 \leq H \leq 10.0$  | $10.0 < H \leq 20.0$ | $20.0 < H \leq 30.0$ | $30.0 < H \leq 40.0$ | $H > 40.0$ |
| 病情指数 $I/\%$ | $0.5 \leq I \leq 5.0$ | $5.0 < I \leq 10.0$  | $10.0 < I \leq 15.0$ | $15.0 < I \leq 20.0$ | $I > 20.0$ |

[来源:NY/T 2038—2011,3,有修改]

表 C.7 马铃薯晚疫病发生程度等级划分指标

| 发生程度等级        | 1 级(轻发生)          | 2 级(偏轻发生)        | 3 级(中等发生)        | 4 级(偏重发生)        | 5 级(大发生) |
|---------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| 病株率 $H/\%$    | $0.03 < H \leq 5$ | $5 < H \leq 15$  | $15 < H \leq 30$ | $30 < H \leq 40$ | $H > 40$ |
| 发病面积比率 $R/\%$ | $1 < R \leq 10$   | $10 < R \leq 20$ | $20 < R \leq 30$ | $30 < R \leq 40$ | $R > 40$ |

[来源:NY/T 1854—2010,3,有修改]

#### 参 考 文 献

- [1] GB/T 15790—2009 稻瘟病测报调查规范
  - [2] GB/T 15791—2011 稻纹枯病测报技术规范
  - [3] GB/T 15795—2011 小麦条锈病测报技术规范
  - [4] GB/T 15796—2011 小麦赤霉病测报技术规范
  - [5] NY/T 1854—2010 马铃薯晚疫病测报技术规范
  - [6] NY/T 2038—2011 油菜菌核病测报技术规范
  - [7] NY/T 3546—2020 玉米大斑病测报技术规范
-



中 华 人 民 共 和 国  
气 象 行 业 标 准  
作物病害气象等级预报方法  
QX/T 718—2024

\*

气象出版社出版发行  
北京市海淀区中关村南大街 46 号  
邮政编码:100081  
网址: <http://www.qxcbs.com>  
发行部:010-68408042  
北京建宏印刷有限公司印刷

\*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30 千字  
2024 年 8 月第 1 版 2024 年 8 月第 1 次印刷

\*

书号:135029-6406 定价:25.00 元

如有印装差错 由本社发行部调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68406301