



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 259—2015

北方春玉米干旱等级

Drought grade of spring maize in northern China

2015-01-26 发布

2015-05-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 等级划分	2
附录 A (资料性附录) 春玉米干旱的农田及作物形态表征	4
附录 B (规范性附录) 土壤相对湿度计算方法	5
附录 C (规范性附录) 水分亏缺指数计算方法	6
参考文献	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国农业气象标准化技术委员会(SAC/TC 539)提出并归口。

本标准起草单位:黑龙江省气象科学研究所、吉林省气象台、中国气象局沈阳大气环境研究所、宁夏回族自治区气象科学研究所、内蒙古自治区气象服务中心、黑龙江省气象信息中心。

本标准主要起草人:李秀芬、马树庆、姜丽霞、纪瑞鹏、刘静、李兴华、韩俊杰、周永吉。

北方春玉米干旱等级

1 范围

本标准规定了北方春玉米干旱等级的划分、指标计算和指标使用方法。

本标准适用于北方春玉米种植区开展的干旱灾害调查、监测、预警和评估等工作。

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。

QX/T 81—2007 小麦干旱灾害等级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

春玉米干旱 spring maize drought

春玉米根系从土壤中吸收到的水分难以补偿蒸腾的消耗,使植株体内水分收支平衡失调,春玉米正常生长发育受到影响乃至部分死亡,并最终导致减产和品质降低的现象。

3.2

土壤湿度 soil moisture

单位容积或单位重量土壤中的水分含量占同容积或同质量土壤烘干后质量的百分比,单位为百分率(%)。

[QX/T 81—2007,定义 2.6]

3.3

土壤相对湿度 relative soil moisture

土壤实际含水量占土壤田间持水量的比值,单位为百分率(%)。

[QX/T 81—2007,定义 2.7]

3.4

土壤田间持水量 soil field moisture capacity

土壤所能保持的毛管悬着水的最大水分含量,以水分占同容积或同质量土壤烘干后质量的百分率(%)表示。

[QX/T 81—2007,定义 2.8]

3.5

土壤容重 bulk density of soil

在自然土壤结构条件下单位容积内的干土重量,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

[QX/T 81—2007,定义 2.10]

3.6

作物需水量 crop water requirement

在正常生育状况和最佳水、肥条件下,作物获得高产时所消耗的植株蒸腾、棵间蒸发及构成植株体的水量之和。

3.7

参考蒸散量 reference evapotranspiration

在保证水分供给的条件下,参考作物表面发生的蒸散量,单位为毫米(mm)。

3.8

作物系数 crop coefficient

作物不同生育阶段需水量与同期作物参考蒸散量的比值。

3.9

作物水分亏缺指数 crop water deficit index

某一时段内作物需水量与供水量(包括自然降水和灌溉水)之差占同期作物需水量的比值。

注:以百分率(%)表示。

3.10

种子出苗率 rate of emergence

出苗数占播下玉米种子数量的百分率(%)。

3.11

保苗率 rate of seedlings

有苗穴数占播种穴数的百分率(%)。

4 等级划分

4.1 按播种—出苗、出苗—拔节、拔节—抽雄、抽雄—乳熟和乳熟—成熟五个生育阶段,将北方春玉米干旱分为无旱、轻旱、中旱、重旱、特旱 5 个等级。各等级对应的农田状态和植株生长形态参见附录 A。

4.2 采用土壤相对湿度或水分亏缺指数指标确定等级,划分结果分别见表 1、表 2。土壤相对湿度(R)的计算方法见附录 B,水分亏缺指数(K_{CWDI})的计算方法见附录 C。

表 1 土壤相对湿度(R)干旱等级划分表

土壤质地	等级	各发育阶段土壤相对湿度(R ,%)				
		播种—出苗	出苗—拔节	拔节—抽雄	抽雄—乳熟	乳熟—成熟
黏土	无旱	$R > 70$	$R > 65$	$R > 75$	$R > 80$	$R > 70$
	轻旱	$60 < R \leq 70$	$55 < R \leq 65$	$65 < R \leq 75$	$70 < R \leq 80$	$60 < R \leq 70$
	中旱	$50 < R \leq 60$	$45 < R \leq 55$	$55 < R \leq 65$	$60 < R \leq 70$	$50 < R \leq 60$
	重旱	$40 < R \leq 50$	$35 < R \leq 45$	$45 < R \leq 55$	$50 < R \leq 60$	$40 < R \leq 50$
	特旱	$R \leq 40$	$R \leq 35$	$R \leq 45$	$R \leq 50$	$R \leq 40$
壤土	无旱	$R > 65$	$R > 60$	$R > 70$	$R > 75$	$R > 65$
	轻旱	$55 < R \leq 65$	$50 < R \leq 60$	$60 < R \leq 70$	$65 < R \leq 75$	$55 < R \leq 65$
	中旱	$45 < R \leq 55$	$40 < R \leq 50$	$50 < R \leq 60$	$55 < R \leq 65$	$45 < R \leq 55$
	重旱	$35 < R \leq 45$	$30 < R \leq 40$	$40 < R \leq 50$	$45 < R \leq 55$	$35 < R \leq 45$
	特旱	$R \leq 35$	$R \leq 30$	$R \leq 40$	$R \leq 45$	$R \leq 35$

表 1 土壤相对湿度(R)干旱等级划分表(续)

土壤质地	等级	各发育阶段土壤相对湿度(R ,%)				
		播种—出苗	出苗—拔节	拔节—抽雄	抽雄—乳熟	乳熟—成熟
砂土	无旱	$R > 60$	$R > 55$	$R > 65$	$R > 70$	$R > 60$
	轻旱	$50 < R \leq 60$	$45 < R \leq 55$	$55 < R \leq 65$	$60 < R \leq 70$	$50 < R \leq 60$
	中旱	$40 < R \leq 50$	$35 < R \leq 45$	$45 < R \leq 55$	$50 < R \leq 60$	$40 < R \leq 50$
	重旱	$30 < R \leq 40$	$25 < R \leq 35$	$35 < R \leq 45$	$40 < R \leq 50$	$30 < R \leq 40$
	特旱	$R \leq 30$	$R \leq 25$	$R \leq 35$	$R \leq 40$	$R \leq 30$

表 2 水分亏缺指数干旱等级划分表

等级	各发育阶段水分亏缺指数(K_{CWDI} ,%)				
	播种—出苗	出苗—拔节	拔节—抽雄	抽雄—乳熟	乳熟—成熟
无旱	$K_{CWDI} \leq 45$	$K_{CWDI} \leq 50$	$K_{CWDI} \leq 35$	$K_{CWDI} \leq 35$	$K_{CWDI} \leq 50$
轻旱	$45 < K_{CWDI} \leq 60$	$50 < K_{CWDI} \leq 65$	$35 < K_{CWDI} \leq 50$	$35 < K_{CWDI} \leq 45$	$50 < K_{CWDI} \leq 60$
中旱	$60 < K_{CWDI} \leq 70$	$65 < K_{CWDI} \leq 75$	$50 < K_{CWDI} \leq 60$	$45 < K_{CWDI} \leq 55$	$60 < K_{CWDI} \leq 70$
重旱	$70 < K_{CWDI} \leq 80$	$75 < K_{CWDI} \leq 85$	$60 < K_{CWDI} \leq 70$	$55 < K_{CWDI} \leq 65$	$70 < K_{CWDI} \leq 80$
特旱	$K_{CWDI} > 80$	$K_{CWDI} > 85$	$K_{CWDI} > 70$	$K_{CWDI} > 65$	$K_{CWDI} > 80$

4.3 应优先使用土壤相对湿度指标划分干旱等级;在无土壤相对湿度资料时,使用水分亏缺指数指标划分干旱等级。

附 录 A
(资料性附录)

春玉米干旱的农田及作物形态表征

干旱发生时,玉米田干土层厚度、叶片萎蔫状况、籽粒状况等植株生长形态和农田状态能直观地反映干旱的程度,其农田及作物形态表征见表 A.1。

表 A.1 春玉米干旱的农田及作物形态表征

等级	农田状态	各生育阶段植株生长形态				
		播种—出苗	出苗—拔节	拔节—抽雄	抽雄—乳熟	乳熟—成熟
无旱	无干土层,表层至少潮湿	种子出苗率80%以上,保苗率90%左右;苗齐、苗壮。	苗长势好,叶片展开,挺拔,色泽浓绿。	叶色浓绿,植株挺拔健壮,生长旺盛。	植株健壮,叶色浓绿,抽雄抽穗快,且整齐,无黄叶。	植株健壮,籽粒饱满,底部仅有1~2片黄叶。
轻旱	干土层厚度小于5 cm	出苗率70%~80%,保苗率75%~85%;幼苗的上部叶片卷起。	苗长势一般,但不挺拔,午后叶子变软,顶部卷曲,可恢复。	植株长势弱,不健壮,茎秆细,白天叶尖卷曲,夜间恢复。	叶色浅绿,抽雄抽穗较慢,白天顶部叶片卷曲,夜间恢复。	籽粒不够饱满,上部叶片卷曲,底部有3~4片黄叶。
中旱	干土层厚度5 cm~10 cm	播种较困难;种子发芽出苗慢,出苗率为55%~70%,保苗率60%~75%;缺苗断垄较普遍,生长缓慢。幼苗叶片卷起,并呈暗色。	苗长势较差,植株不挺拔,白天叶子变软,多数叶片卷曲,午后萎蔫,但夜间可恢复。	植株矮小,生长缓慢或停止生长,多数叶片卷皱,夜间可恢复。	抽雄抽穗慢,白天多数叶片卷曲,夜间可恢复,底部可见黄叶。	上半部叶片卷曲,下半部叶片枯黄。灌浆不充分,籽粒不饱满,穗苞叶变黄。
重旱	干土层厚度10 cm~15 cm	播种十分困难;种子出苗很慢或不发芽,种子出苗率为40%~55%,保苗率低于60%。缺苗断垄很普遍。幼苗叶片卷起,并呈暗色。	苗长势差,植株变软,白天整株叶片卷曲,萎蔫,不易恢复,部分叶子变黄,底部叶子枯死。	植株矮小,萎蔫,停止生长,叶片卷皱,不易恢复,底部叶片变黄。	抽雄抽穗很慢,多数叶片卷曲,不易恢复,底部叶子变黄,部分枯死。	多数叶片枯死,籽粒较瘪,果穗细小,秃尖,早衰,多数“低头”。穗苞枯黄。
特旱	干土层厚度大于15 cm	因旱无法播种;播种后出苗率小于40%,或不发芽、不出苗。出苗后幼苗青干或枯死。	幼苗整株萎蔫,多数叶子变黄变褐,不可恢复,甚至整株枯死。	植株萎蔫,下半部分叶片枯黄,不可恢复。	雄、雌穗不能及时抽出,整株叶片卷曲或萎蔫,不可恢复,叶子变黄变黑,多数叶片枯死。	植株过早枯死;果穗很小,籽粒干瘪。

附 录 B
(规范性附录)
土壤相对湿度计算方法

B.1 土壤相对湿度计算方法

$$R = (W/f_c) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中：

R ——土壤相对湿度,单位为百分率(%)；

W ——土壤湿度,可用土壤重量含水量 W_g (单位为克/克(g/g))或土壤体积含水量 W_v (单位为立方厘米/立方厘米(cm^3/cm^3))表示,计算方法见 B.2 和 B.3；

f_c ——土壤田间持水量,单位为克/克(g/g)或立方厘米/立方厘米(cm^3/cm^3)。

根据春玉米不同生育阶段根系分布规律,播种一出苗阶段计算土层深度为 0~20 cm,其他生育阶段计算土层深度为 0~50 cm。

B.2 土壤重量含水量计算方法

土壤重量含水量按下式计算：

$$W_g = (S_{g1} - S_{g2})/S_{g2} \quad \dots\dots\dots(B.2)$$

式中：

W_g ——土壤重量含水量,单位为克/克(g/g)；

S_{g1} ——原土重,单位为克(g)；

S_{g2} ——烘干土重,单位为克(g)。

B.3 土壤体积含水量计算方法

土壤体积含水量可根据土壤重量含水量和土壤容重计算得出,方法如下：

$$W_v = W_g \times \rho \quad \dots\dots\dots(B.3)$$

式中：

W_v ——土壤体积含水量,单位为立方厘米/立方厘米(cm^3/cm^3)；

W_g ——土壤重量含水量,单位为克/克(g/g),计算方法见式(B.2)；

ρ ——土壤容重,单位为克/立方厘米(g/cm^3)。

附 录 C
(规范性附录)
水分亏缺指数计算方法

C.1 生育阶段水分亏缺指数计算方法

春玉米不同生育阶段水分亏缺指数按下式计算：

$$K_{\text{CWDI}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{\text{CWDS},i} \dots\dots\dots(\text{C. 1})$$

式中：

- K_{CWDI} —— 春玉米某生育阶段水分亏缺指数；
- $I_{\text{CWDS},i}$ —— 生育阶段内第 i 天的累计水分亏缺指数，计算方法见 C.2；
- n —— 某生育阶段内包含的总天数。

C.2 累计水分亏缺指数计算方法

考虑到水分亏缺的累计效应及对后期作物生长发育的影响，从某生育阶段开始的那天算起，向作物生长前期推 50 天，每 10 天为一个时间单位计算水分亏缺指数，则该生育阶段某一天的水分亏缺指数按下式计算：

$$I_{\text{CWDS},i} = a \times \text{CWDI}_i + b \times \text{CWDI}_{i-1} + c \times \text{CWDI}_{i-2} + d \times \text{CWDI}_{i-3} + e \times \text{CWDI}_{i-4} \dots\dots\dots(\text{C. 2})$$

式中：

- $I_{\text{CWDS},i}$ —— 某生育阶段内第 i 天的累计水分亏缺指数(%)；
- CWDI_i —— 第 i 时间单位(过去 1 天至 10 天)的水分亏缺指数(%)，计算方法见 C.3；
- CWDI_{i-1} —— 第 $i-1$ 时间单位(过去 11 天至 20 天)的水分亏缺指数(%)；
- CWDI_{i-2} —— 第 $i-2$ 时间单位(过去 21 天至 30 天)的水分亏缺指数(%)；
- CWDI_{i-3} —— 第 $i-3$ 时间单位(过去 31 天至 40 天)的水分亏缺指数(%)；
- CWDI_{i-4} —— 第 $i-4$ 时间单位(过去 41 天至 50 天)的水分亏缺指数(%)；
- a, b, c, d, e —— 权重系数， a 取值为 0.3； b 取值为 0.25； c 取值为 0.2； d 取值为 0.15； e 取值为 0.1。各地可根据当地实际情况确定相应系数值。

C.3 水分亏缺指数计算方法

CWDI_i 由下式计算：

$$\text{CWDI}_i = \begin{cases} \left(1 - \frac{P_i + I_i}{ET_{c,i}}\right) \times 100 & ET_{c,i} \geq P_i + I_i \\ 0 & ET_{c,i} < P_i + I_i \end{cases} \dots\dots\dots(\text{C. 3})$$

式中：

- CWDI_i —— 第 i 个时间单位的水分亏缺指数(%)；
- P_i —— 第 i 个时间单位的累计降水量(mm)；
- I_i —— 第 i 个时间单位的累计灌溉量(mm)；

$ET_{c,i}$ ——第 i 个时间单位的累计需水量(mm),可由式(C.4)计算。

$$ET_{c,i} = K_{c,i} \times ET_{0,i} \quad \dots\dots\dots(C.4)$$

式中:

$ET_{0,i}$ ——第 i 个时间单位参考蒸散量(可采用联合国粮农组织(FAO 1998)推荐的 Penman-Monteith 公式计算,具体方法见 QX/T 81—2007 附录 A。

$K_{c,i}$ ——春玉米某生育阶段的作物系数,有条件的地区可以根据实验数据来确定本地的作物系数,无条件地区可以直接采用 FAO 的数值(参见表 C.1)或国内临近地区通过试验确定的数值(参见表 C.2)。

表 C.1 联合国粮农组织(FAO)给出的玉米各生育阶段的作物系数($K_{c,i}$)值

作物	初期阶段	前期阶段	中期阶段	后期阶段	收获期	全生育期
玉米	0.3~0.5	0.7~0.85	1.05~1.20	0.8~0.95	0.55~0.6	0.75~0.90
<p>注 1:表中第一个数字表示在高湿(最小相对湿度>70%)和弱风(风速<5 m/s)条件下。第二个数字表示在低湿(最低相对湿度<20%)和大风(风速>5 m/s)条件下。</p> <p>注 2:初期阶段:播种—七叶,前期阶段:七叶—抽雄,中期阶段:抽雄—乳熟,后期阶段:乳熟—成熟,收获期:成熟—收获。</p>						

表 C.2 北方部分地区春玉米作物系数($K_{c,i}$)参考值

省	地区	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全生育期
黑龙江省	东部	0.30	0.49	0.75	1.08	1.02	0.74	0.81
	南部	0.30	0.48	0.71	1.04	1.11	0.80	0.83
	西部	0.30	0.37	0.69	1.11	1.01	0.65	0.77
	北部	0.30	0.49	0.77	1.03	1.02	0.74	0.81
	中部	0.30	0.45	0.76	1.10	1.02	0.74	0.81
吉林省	西部干旱区	0.30	0.40	0.80	1.26	1.25	0.73	0.88
	中部平原区	0.30	0.45	0.63	1.15	0.96	0.74	0.79
	东部山区	0.30	0.40	0.70	1.10	0.95	0.70	0.83
辽宁省	东部	0.47	0.68	0.92	1.13	1.12	0.84	0.86
	南部	0.46	0.70	0.92	1.21	1.11	0.83	0.87
	西部	0.36	0.51	0.72	1.12	1.04	0.77	0.75
	北部	0.39	0.50	0.70	1.17	1.12	0.86	0.79
	中部	0.40	0.52	0.76	1.21	1.13	0.89	0.81
内蒙古自治区	西辽河灌区(通辽)		0.16	0.62	1.51	1.39	1.21	0.86

参 考 文 献

- [1] 陈玉民,郭国双. 中国主要作物需水量与灌溉[M]. 北京:水利水电出版社,1995
- [2] 何奇瑾. 我国玉米种植分布与气候关系研究[D]. 中国气象科学研究院,2012
- [3] 纪瑞鹏,班显秀,张淑杰. 辽宁地区玉米作物系数的确定[J]. 农业环境科学,2004,**20**(3):246-248,268
- [4] 李北齐,吴坚,王贵强,等. 土壤含水量对玉米产量因素的影响研究[J]. 中国农学通报,2009,**25**(18): 249-252
- [5] 马树庆,王琪,吕厚荃,等. 水分和温度对春玉米出苗速度和出苗率的影响[J]. 生态学报. 2012,**32**(11):3378-3385
- [6] 谭国波,赵立群,张丽华,等. 玉米拔节其水分胁迫地植株性状、光合生理及产量的影响[J]. 玉米科学, 2012,**18**(1): 96-98
- [7] 王琪,马树庆,徐丽萍,等. 东北地区春旱对春玉米幼苗长势的影响指标和模式[J]. 自然灾害学报. 2011,**20**(5): 141-147
- [8] 王延宇,王鑫,赵淑梅,等. 玉米各生育期土壤水分与产量关系的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1998,**16**(1): 100-105
- [9] 于沪宁,李伟光. 农业气候资源分析和利用[M]. 北京:气象出版社,1985:136-138
- [10] 张淑杰,张玉书,纪瑞鹏,等. 东北地区玉米干旱时空特征分析[J]. 干旱地区农业研究. 2011,**29**(1): 231-236
- [11] 张玉书,米娜,陈鹏狮,等. 土壤水分胁迫对玉米生长发育的影响研究进展[J]. 中国农学通报, 2012,**28**(03):1-7
-

中华人民共和国
气象行业标准
北方春玉米干旱等级

QX/T 259—2015

*

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:010-68409198
北京中新伟业印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1 字数:30千字
2015年4月第一版 2015年4月第一次印刷

*

书号:135029-5709 定价:10.00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