



国家科技基础性工作专项项目  
国家“十二五”重点出版物出版规划项目

# 中国农业气候资源图集

## 农业气象灾害卷

总主编 梅旭荣

主编 刘布春 霍治国 梅旭荣

 浙江出版联合集团  浙江科学技术出版社



国家科技基础性工作专项项目  
国家“十二五”重点出版物出版规划项目

# 中国农业气候资源图集

## 农业气象灾害卷

总主编 梅旭荣

主编 刘布春 霍治国 梅旭荣

 浙江出版联合集团  浙江科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

中国农业气候资源图集. 农业气象灾害卷 / 梅旭荣  
总主编;刘布春,霍治国,梅旭荣主编. —杭州:浙江科学  
技术出版社,2015. 10

ISBN 978-7-5341-6872-7

I. ①中… II. ①梅… ②刘… ③霍… III. ①农  
业气象—气候资源—中国—图集②农业气象灾害—中  
国—图集 IV. ①S162.3-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 185511 号

本图集中国国界线系按照中国地图出版社 1989 年出版的 1 : 400 万《中华人民共和国地形图》绘制

书 名 中国农业气候资源图集·农业气象灾害卷

总 主 编 梅旭荣

主 编 刘布春 霍治国 梅旭荣

出版发行 浙江科学技术出版社

杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006

办公室电话: 0571-85176593

销售部电话: 0571-85176040

网 址: www.zkpress.com

E-mail: zkpress@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 浙江海虹彩色印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 787×1092 1/8

印 张 25.75

字 数 660 000

版 次 2015 年 10 月第 1 版

印 次 2015 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5341-6872-7

定 价 400.00 元

审 图 号 GS(2015)2507 号

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社销售部负责调换)

策划组稿 章建林 责任编辑 朱 园 李亚学

责任校对 赵 艳 责任美编 金 晖 责任印务 徐忠雷

《中国农业气候资源图集》编委会

总 主 编 梅旭荣

副总主编 王道龙 严昌荣 冯利平 刘布春 霍治国 杨晓光  
游松财 姚艳敏 白文波

总 编 委 (按姓氏笔画排序)

万运帆 王景雷 王道龙 毛 飞 毛丽丽 白文波  
冯利平 刘 园 刘 勤 刘布春 江才伦 许 娟  
严昌荣 李 壮 李 敏 李玉娥 李昊儒 杨晓光  
肖俊夫 何英彬 张立祯 陈仲新 郑大玮 姚艳敏  
梅旭荣 淳长品 彭良志 程存刚 游松财 霍治国

审 图 崔读昌 金之庆 郑大玮 成升魁 汪永钦 安顺清  
毛留喜 钱 拴

《中国农业气候资源图集·农业气象灾害卷》  
编写人员

主 编 刘布春 霍治国 梅旭荣

副 主 编 刘 园 白文波

编写人员 (按姓氏笔画排序)

于彩霞 毛 飞 白 薇 白文波 刘 园 刘 玲  
刘布春 刘荣花 许 娟 杨晓娟 张 蕾 武永峰  
俄有浩 殷剑敏 梅旭荣 霍治国

贡献作者 王 健 杨 帆 吴 立

审 图 毛留喜 钱 拴

中国地理底图绘制 浙江省第一测绘院

数字制图 王利军 吴宏海 袁辉林





农作物生长发育离不开光、温、水、气等气候要素。农业气候要素的数量、质量及其时空组合为农作物生长发育提供了必不可少的能量和物质来源,并决定了农作物生长发育进程、生产布局、种植结构和种植制度。与此同时,人类在农作物遗传特性的改良利用、培肥施肥、节水灌溉、防灾减灾等领域的科学技术进步和规模应用,也促使农作物生长发育对气候资源的利用由被动适应转为主动利用,形成了具有明显区域特点的农业生产格局。

20世纪80年代初,崔读昌等编制出版了《中国主要农作物气候资源图集》,比较全面地反映了1951—1980年30年间气候资源与作物生长发育的关系。20世纪80年代以来,全球气候变暖呈现加快的趋势,气候变化已成为不争的事实,光、温、水、气等气候要素及其时空匹配状况发生了明显的变化,对作物的生长发育和产量形成产生了深刻影响,并显著改变了主要农业生态区的种植制度与种植模式。研究和掌握最近30年主要作物种植分区、种植制度和生育期状况,揭示不同时期农业气候资源区域分布及其变化特点,是合理利用农业气候资源,优化种植结构和种植制度布局,科学应对气候变化,提高农业生产力及防灾减灾和趋利避害能力,保障国家粮食安全的农业科技基础性工作。

2007年,国家科技基础性工作专项“中国农业气候资源数字化图集编制”(项目编号:2007FY120100)获科技部立项资助。本项目在1984年编制出版的《中国主要农作物气候资源图集》基础上,选择水稻、小麦、玉米、棉花、大豆、柑橘、苹果和天然牧草为对象,以全国740个气象台站1981—2010年30年的气象数据为基础,整合农业气象试验站资料、灾情调研数据、主要作物生育期调研数据,整编形成了中国农业气候资源数据库(1981—2010年);建立了包括农业气候资源派生指标的生成方法、数据分级规范、数据空间化处理和图式化规范、制图质量控制规范、图集编制规范等在内的制图标准规范,采用1:400万国家基础地理信息底图,以ArcGIS为系统开发平台,构建了中国农业气候资源数字化制图系统;按主要农作物生育期、农业气候资源、作物光温资源、作物水分资源和农业气象灾害五大类专题内容,分别绘制了数字化样图,经样图校验和专家审阅,编制形成了中国农业气候资源数字化图集(1981—2010年电子图库)。

中国农业气候资源数字化图集的编制,为我国的农业气候资源科学研究、农业生产布局决策和全社会知识普及提供了一个数据可更新、图幅可查阅的共享平台,也为今后针对不同的应用对象和目的编制专门的图集提供了数据、技术和平台支持。为了更好地普及有

关知识,及时传播最新科研成果,指导我国现代农业发展,我们从中国农业气候资源数字化图集电子图库中精选了 960 余幅图,编制成 1981—2010 年 30 年“中国农业气候资源图集”系列图书,包括《中国农业气候资源图集·综合卷》《中国农业气候资源图集·作物光温资源卷》《中国农业气候资源图集·作物水分资源卷》《中国农业气候资源图集·农业气象灾害卷》,以及《中国主要农作物生育期图集》。

“中国农业气候资源图集”系列图书是在国家科技基础性工作专项、国家出版基金的资助下,以及中国农业科学院创新工程的支持下编制出版的,包含了几代农业气象科技工作者的心血,凝聚了国内有关单位科学家的智慧,是中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、农业资源与农业区划研究所、农田灌溉研究所、果树研究所、柑橘研究所,以及中国气象科学研究院、中国农业大学、中国科学院地理科学与资源研究所等项目参加单位精诚合作和协同创新的结晶。作物高效用水与抗灾减损国家工程实验室、农业部农业环境重点实验室和农业部旱作节水农业重点实验室对本书的出版提供了智力支持。国内有关院所和大学在作物生育期调查和图集校验过程中提供了无私的帮助。值此系列图集出版之际,谨向所有参加本项目的合作单位和个人表示衷心的感谢! 特别感谢项目专家咨询组孙九林、马宗晋、李泽椿、周明煜、郑大玮、张维理等院士和专家对项目实施和系列图集编撰工作的指导。

本系列图集适用于从事农业气候资源利用及相关领域科研和教学人员查阅、共享和二次研发,也可供基层技术人员参考使用,为管理部门制定政策和指导生产提供依据。

由于中国农业气候资源数字化图集编制方面的研究目前还不够系统,我们虽然在图集编制过程中倾尽所能开展工作,但图集中出现各种遗漏和片面之处在所难免,殷切希望广大同仁和读者不吝赐教,给予批评指正,以便今后修订、完善,更好地促进农业气候资源的科学研究和成果共享。



2015 年 4 月





光、温、水等气候资源是农业生产必要的物质和能量来源,同时气候资源要素作为农业生产的环境条件,当超出农业生物适宜甚至耐受的范围而造成产量和经济损失时,就形成农业气象灾害。

受季风气候影响,我国是一个农业气象灾害频发的国家。气象灾害对农业造成的损失居所有自然灾害之首。20世纪80年代以来,在全球气候变暖的背景下,农业气象灾害的发生规律相应地发生了变化,呈现出一些新特征。明确新时期农业气象灾害发生的时空分布,是开展农业气象灾害风险管理,实施“防、抗、避、减、救”农业防灾减灾措施的重要依据,对于保障国家粮食安全和生态安全具有深远而现实的意义。

《中国农业气候资源图集·农业气象灾害卷》依据农作物关键生育期干旱、高温、低温、干热风、寒害等主要农业气象灾害指标,编制了水稻(一季中稻、北方粳稻、双季早稻、双季晚稻)、小麦(春小麦、冬小麦)、玉米(春玉米、夏玉米)、大豆(春大豆、夏大豆)、香蕉、荔枝、龙眼等农作物主要农业气象灾害发生的频率和频次图;依据主要农作物和草原主要病虫害发生的气象条件指标,编制了水稻(双季早稻、双季晚稻、一季中稻)、小麦、玉米(春玉米、夏玉米)、北方大豆、棉花、草原等主要病虫害发生气象条件分布图,以期反映主要农作物的主要农业气象灾害和病虫害发生、发展的气象条件风险,明确其区域分布特征,为制定农业防灾减灾决策、处置农业灾害风险提供科学依据。

本图集的编制工作由中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所组织,并与中国气象科学研究院共同承担,其中第1—130页的图由中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所绘制,第131—180页的图由中国气象科学研究院绘制,具体由刘布春、霍治国、梅旭荣、刘园、白文波、毛飞、许娟、白薇、刘荣花、杨晓娟、刘玲、武永峰、于彩霞、张蕾、俄有浩、殷剑敏等编制完成。中国气象局国家气象中心毛留喜研究员、钱拴研究员对本图集进行了审阅并提出了修改意见。值此图集出版之际,谨向所有的合作单位以及提供帮助的专家一并致以衷心的感谢!

本图集可供农业防灾减灾决策管理部门、农业生产部门、农业科研和教学部门以及保险公司等机构人员参考使用。

本图集为首次编制,存在气象站点密度较低、农作物分布信息空间尺度过于宽泛等问题。虽然在编制的过程中我们倾尽所能开展工作,但难免存在不足和遗漏之处,殷切希望广大同仁和读者不吝赐教,给予批评指正,以便今后修订、完善,更好地为广大读者提供服务。



## 一、编制目的

受季风气候影响,我国是一个农业气象灾害频发的国家。近几十年来,在气候变暖、农作物品种更替、种植结构调整、农作物时空布局变化等多种因素的影响下,农业气象灾害的发生规律、危害特征相应地发生了变化,呈现出一些新特征。因此,我们利用 1981—2010 年气象资料和农作物生育期资料,依据农业气象灾害指标与病虫害发生、发展气象条件指标等,遵循数字化制图规范,采用数字化绘图技术,绘制了 1981—2010 年我国主要农作物农业气象灾害发生频率、频次图以及病虫害发生气象条件分布图,编制了《中国农业气候资源图集·农业气象灾害卷》,以期为准确地掌握新时期农业气象灾害发生规律,为农业防灾减灾决策管理部门、农业生产部门、保险公司等机构开展农业气象灾害风险管理,实施灾害风险防范与风险转移措施提供科学参考,为相关科学研究与高等教育提供基础性资料。

## 二、资料和数据来源

《中国农业气候资源图集·农业气象灾害卷》的数据主要包括两类,一是农作物生育期数据,二是气象数据。

农作物生育期数据资料来源于全国 2000 多个县(市)的水稻、小麦、玉米、棉花、大豆等主要品种生育期调研资料,结合物候观测资料,按照时段相对一致、测定方法一致、数据表示方法一致的原则,根据每个调研点农作物各个生育期的起始日期和终止日期,计算起始和终止日期的中值,并以此作为本图集生育期日期。为保证资料的准确性,我们对重点地区及主要农作物生育期进行了核查,并邀请相关专家对整编资料进行了审查,最后形成了主要农作物生育期基础数据库。这些数据是规定制图过程中农作物地理分布及其生育期的主要依据。

气象数据资料来源于中国气象局地面气候资料日值数据集,涵盖全国 740 个气象台站共 30 年(1981—2010 年)逐日气象资料,剔除缺测数据严重的站点和东部部分高山站点,最终保留 684 个气象台站资料(不包括我国香港特区、澳门特区、台湾省及南海诸岛资料)。其中,地理属性数据包括台站名称、站号、经度、纬度、海拔高度,逐日气象要素数据包括平均气温、最低气温、最高气温、日照时数、降水量、平均相对湿度、平均风速、最大风速等,每幅图具体气象站点的选择因农作物和灾害类型的分布区域而异。针对干旱、高温、低温等农业



气象灾害,水稻(一季中稻、双季早稻、双季晚稻)、春小麦、冬小麦、玉米(春玉米、夏玉米)、大豆(春大豆、夏大豆)的分布区域分别覆盖 281、335、532、609、604 个站点。针对病虫害,双季稻(双季早稻和双季晚稻)、一季中稻、冬小麦、春玉米、夏玉米、北方大豆、棉花、草原的分布区域分别覆盖 179、397、375 (小麦病菌越冬时站点为 425 个)、531、260、254、300、189 个站点。

### 三、数据整编及绘图

频次是指单位时间某事件发生的次数;频率是指某一事件发生的次数占总事件的比例或百分比。本图集为了反映 1981—2010 年 30 年中灾害实际发生的次数,所有频次以 30 年为单位时间;为反映灾害多少年一遇或不同年代尺度(10 年、30 年、50 年、100 年等)可能发生的灾害次数,所有频率以 1981—2010 年灾害发生次数与 30 年的商的百分数表示。

1981—2010 年主要农作物农业气象灾害发生的频次、频率和农作物病虫害气象条件发生的结果采用 Matlab 软件,运用不同农作物关键生育期内对应的农业气象灾害或病虫害发生气象条件指标,通过对农作物各分布站点气象要素值的计算得到。值得说明的是,这一计算过程只考虑了农作物及其生育期地理分布的差异,未考虑农作物和生育期分布的年际变化。主要原因有两个方面:一是本项成果是在各站点主要农作物生育期相对宽泛和稳定的条件下重点关注的,考虑以致灾因子为重点的农业气象灾害和病虫害发生风险;二是考虑到 30 年历年每个站点所代表的县域种植的主要农作物变化不大。

空间分布图的绘制采用 ArcGIS 软件的反距离权重插值方法,对研究区域内单站的农业气象灾害发生频次、频率以及病虫害发生气象条件的计算结果进行空间插值。

### 四、图集的应用

依据本图集,首先可以直接查找各地水稻(一季中稻、双季早稻、双季晚稻)、小麦(春小麦、冬小麦)、玉米(夏玉米、春玉米)、大豆(春大豆、夏大豆)不同生育期主要农业气象灾害(包括干旱、低温、高温、干热风、寒露风等)的频率和频次。第二,可以直接查找华南香蕉、华南荔枝、华南龙眼寒害发生的频率。第三,可以直接查找水稻(一季中稻、双季早稻、双季晚稻)、小麦、玉米(春玉米、夏玉米)、北方大豆、棉花、草原的主要病虫害发生气象条件的分布。第四,可以了解过去 30 年我国主要农作物和华南热带水果的主要农业气象灾害发生的风险大小以及主要农作物病虫害发生的风险大小。第五,可以了解各种农业气象灾害和病虫害高、低风险区域的分布情况。最后,应用本图集可以为农作物布局、抗逆性品种使用、种植制度调整、减灾技术措施实施、灾害风险转移、灾害政策补偿等方案的制定提供科技支撑。

## 五、制图指标说明

本图集中主要农作物不同生育期的不同等级和类型的农业气象灾害指标引自国家标准或气象行业标准。按农作物分类,主要农业气象灾害指标类型如下(具体指标详见表 1—表 9):

- (1) 一季中稻: 薄膜育秧期高温、抽穗开花期低温、抽穗开花期高温、灌浆结实期高温。
- (2) 北方粳稻: 孕穗期障碍型冷害、抽穗开花期障碍型冷害。
- (3) 南方一季中粳稻、一季中籼稻: 孕穗期障碍型冷害。
- (4) 南方双季晚粳稻、双季晚籼稻: 抽穗开花期障碍型冷害。
- (5) 双季早稻: 育秧期低温阴雨、育秧期高温、5 月低温、抽穗开花期高温、灌浆结实期高温。
- (6) 双季晚稻: 育秧期高温、抽穗开花期高温、寒露风(湿冷型、干冷型)。
- (7) 春小麦: 拔节期干旱、播种期—成熟期干旱、干热风。
- (8) 冬小麦: 分蘖期高温、越冬期冻害、越冬期高温、拔节期干旱、灌浆结实期高温、干热风。
- (9) 春玉米: 延迟型冷害、霜冻、高温烧苗、开花期高温、灌浆结实期高温。
- (10) 夏玉米: 开花期高温。
- (11) 春大豆、夏大豆: 灌浆结实期干旱。
- (12) 华南香蕉: 寒害。
- (13) 华南荔枝: 寒害。
- (14) 华南龙眼: 寒害。

本图集中主要农作物病虫害气象条件的指标来自于中国农业科学院植物保护研究所编写出版的《中国农作物病虫害》,草原蝗虫气象条件的指标来自于相关学术论文。按农作物分类,主要病虫害发生气象条件指标类型如下(具体指标详见表 10):

- (1) 水稻: 稻飞虱越冬。
- (2) 双季早稻: 稻瘟病发生、三化螟发生、二化螟螟卵孵化、二化螟幼虫发育、稻飞虱田间发生、稻飞虱迁入。
- (3) 双季晚稻: 稻瘟病发生、稻瘟病低温诱发、三化螟发生、二化螟螟卵孵化、二化螟幼虫发育、稻飞虱田间发生、稻飞虱迁入。
- (4) 一季中稻: 稻瘟病发生、稻瘟病低温诱发、三化螟发生、二化螟螟卵孵化、二化螟幼虫发育、稻飞虱田间发生、稻飞虱迁入。
- (5) 小麦: 条锈病越夏、条锈病越冬、条锈病关键期发生、赤霉病发生、白粉病越夏、白粉病关键期发生、麦蚜关键期发生。
- (6) 春玉米: 玉米螟发生。
- (7) 夏玉米: 玉米螟发生。



- (8) 大豆：食心虫发生。
- (9) 棉花：枯萎病发生、黄萎病发生、棉铃虫发生。
- (10) 草原：蝗虫发生。

表 1 农业气象灾害指标说明——一季中稻、北方粳稻、南方水稻灾害指标

| 序号 | 灾害种类                  | 生育期                   | 指 标                         | 依 据                                                   |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1  | 一季中稻薄膜育秧期高温           | 4—5 月                 | 日最高气温≥26℃                   | 国家标准:GB/T 21985—2008<br>《主要农作物高温危害温度指标》               |
| 2  | 一季中稻抽穗开花期高温<br>(指标 1) | 8 月                   | 日最高气温≥35℃天数持续<br>3d 及 3d 以上 |                                                       |
| 3  | 一季中稻抽穗开花期高温<br>(指标 2) |                       | 日平均气温≥30℃天数持续<br>3d 及 3d 以上 |                                                       |
| 4  | 一季中稻灌浆结实期高温           | 7 月                   | 日平均气温≥28℃                   |                                                       |
| 5  | 一季中稻抽穗开花期低温           | 8 月                   | 日平均气温≤22℃天数持续<br>3d 或 3d 以上 | 国家标准:GB/T 27959—2011<br>《南方水稻、油菜和柑橘低温灾<br>害》          |
| 6  | 北方粳稻孕穗期障碍型冷<br>害      | 6 月 20 日—<br>7 月 10 日 | 日平均气温<17℃天数持续<br>2d 以上      | 气象行业标准:QX/T 101—2009<br>《水稻、玉米冷害等级》(参考中<br>度以上灾害等级指标) |
| 7  | 北方粳稻抽穗开花期障碍<br>型冷害    | 7 月 20 日—<br>8 月 10 日 | 日平均气温<19℃天数持续<br>2d 以上      |                                                       |
| 8  | 南方一季中粳稻孕穗期障<br>碍型冷害   | 8 月上旬                 | 日最低气温≤15℃天数持续<br>3d 及 3d 以上 |                                                       |
| 9  | 南方一季中籼稻孕穗期障<br>碍型冷害   | 7 月中下旬                | 日最低气温≤17℃天数持续<br>3d 及 3d 以上 |                                                       |
| 10 | 南方双季晚粳稻抽穗开花<br>期障碍型冷害 | 9 月中下旬                | 日平均气温≤20℃天数持续<br>5d 及 5d 以上 |                                                       |
| 11 | 南方双季晚籼稻抽穗开花<br>期障碍型冷害 | 9 月上旬                 | 日平均气温≤22℃天数持续<br>5d 及 5d 以上 |                                                       |

注：1. 南方指我国长江流域及其以南地区。

2. 一季中稻的种植时间差异较大,传统的一季中稻抽穗开花期为 8 月,灌浆结实期为 9 月。而现在南方某些地区一季中稻的种植时间与双季早稻接近,灌浆结实期为 7 月,因此遇高温更敏感。

表 2 农业气象灾害指标说明——双季早稻灾害指标

| 序号 | 灾害种类                | 生育期                   | 指 标                                   | 依 据                                        |
|----|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1  | 育秧期轻度低温阴雨<br>(指标 1) | 2 月 11 日—<br>4 月 20 日 | 日平均气温≤15℃且日照时数<br>≤2h 天数持续 7d 及 7d 以上 | 气象行业标准:QX/T 98—2008<br>《早稻播种育秧期低温阴雨等<br>级》 |
| 2  | 育秧期轻度低温阴雨<br>(指标 2) |                       | 日平均气温≤12℃天数持续<br>3—5d                 |                                            |
| 3  | 育秧期中度低温阴雨<br>(指标 1) |                       | 日平均气温≤10℃天数持续<br>3d 及 3d 以上           |                                            |
| 4  | 育秧期中度低温阴雨<br>(指标 2) |                       | 日平均气温≤12℃天数持续<br>6—9d                 |                                            |
| 5  | 育秧期重度低温阴雨<br>(指标 1) |                       | 日平均气温≤8℃天数持续<br>3d 及 3d 以上            |                                            |
| 6  | 育秧期重度低温阴雨<br>(指标 2) |                       | 日平均气温≤12℃天数持续<br>10d 及 10d 以上         |                                            |

续表

| 序号 | 灾害种类           | 生育期                  | 指 标                           | 依 据                                       |
|----|----------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| 7  | 轻度 5 月低温       | 5 月 1 日—<br>6 月 10 日 | 日平均气温 18—20℃天数持续 5—6d         | 国家标准 :GB/T 27959—2011<br>《南方水稻、油菜和柑橘低温灾害》 |
| 8  | 中度 5 月低温(指标 1) |                      | 日平均气温 18—20℃天数持续 7—9d         |                                           |
| 9  | 中度 5 月低温(指标 2) |                      | 日平均气温 15.6—17.9℃天数持续 7—8d     |                                           |
| 10 | 重度 5 月低温(指标 1) |                      | 日平均气温 18—20℃天数持续 10d 或 10d 以上 |                                           |
| 11 | 重度 5 月低温(指标 2) |                      | 日平均气温 ≤15.5℃天数持续 5d 或 5d 以上   |                                           |
| 12 | 育秧期高温          | 4 月 1 日—<br>4 月 30 日 | 日最高气温 ≥26℃                    | 国家标准 :GB/T 21985—2008<br>《主要农作物高温危害温度指标》  |
| 13 | 抽穗开花期高温(指标 1)  | 6 月 1 日—             | 连续 3d 日最高气温 ≥35℃              |                                           |
| 14 | 抽穗开花期高温(指标 2)  | 6 月 30 日             | 连续 3d 日平均气温 ≥30℃              |                                           |
| 15 | 灌浆结实期高温        | 7 月 1 日—<br>7 月 31 日 | 日平均气温 ≥30℃                    |                                           |

表 3 农业气象灾害指标说明——双季晚稻灾害指标

| 序号 | 灾害种类               | 生育期                   | 指 标                                          | 依 据                                      |
|----|--------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1  | 育秧期高温(指标 1)        | 6 月 1 日—              | 日最高气温 ≥35℃                                   | 国家标准 :GB/T 21985—2008<br>《主要农作物高温危害温度指标》 |
| 2  | 育秧期高温(指标 2)        | 6 月 30 日              | 日平均气温 ≥30℃                                   |                                          |
| 3  | 抽穗开花期高温<br>(指标 1)  | 9 月 1 日—              | 日最高气温 ≥35℃天数持续 3d 及 3d 以上                    |                                          |
| 4  | 抽穗开花期高温<br>(指标 2)  | 9 月 20 日              | 日平均气温 ≥30℃天数持续 3d 及 3d 以上                    |                                          |
| 5  | 轻度湿冷型寒露风           | 9 月 1 日—<br>10 月 10 日 | 日平均气温 ≤23℃天数持续 3d 及 3d 以上,日最低气温 >16℃,雨日数 ≥1d | 气象行业标准 :QX/T 94—2008<br>《寒露风等级》          |
| 6  | 重度湿冷型寒露风           |                       | 日平均气温 ≤21℃天数持续 3d 及 3d 以上,日最低气温 ≤16℃,雨日数 ≥2d |                                          |
| 7  | 轻度干冷型寒露风<br>(指标 1) |                       | 日平均气温 ≤22℃天数持续 3d 及 3d 以上,且日最低气温 >16℃        |                                          |
| 8  | 轻度干冷型寒露风<br>(指标 2) |                       | 日平均气温 ≤22℃天数持续 2d 及 2d 以上,且日最低气温 ≤16℃        |                                          |
| 9  | 重度干冷型寒露风<br>(指标 1) |                       | 日平均气温 ≤20℃天数持续 3d 及 3d 以上,且日最低气温 >16℃        |                                          |
| 10 | 重度干冷型寒露风<br>(指标 2) |                       | 日平均气温 ≤20℃天数持续 2d 及 2d 以上,且日最低气温 ≤16℃        |                                          |



表 4 农业气象灾害指标说明——春小麦灾害指标

| 序号 | 灾害种类      | 生育期                               | 指 标                                                                            | 依 据                                |
|----|-----------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1  | 拔节期轻旱     | 5月20日—<br>6月10日                   | 降水负距平 $\leq 30\%$                                                              | 气象行业标准:QX/T 81—2007<br>《小麦干旱灾害等级》  |
| 2  | 拔节期中旱     |                                   | $30\% \leq$ 降水负距平 $< 65\%$                                                     |                                    |
| 3  | 拔节期重旱     |                                   | 降水负距平 $\geq 65\%$                                                              |                                    |
| 4  | 播种期—成熟期轻旱 | 4月7日—<br>7月31日                    | 降水负距平 $< 15\%$                                                                 |                                    |
| 5  | 播种期—成熟期中旱 |                                   | $15\% \leq$ 降水负距平 $< 35\%$                                                     |                                    |
| 6  | 播种期—成熟期重旱 |                                   | $35\% \leq$ 降水负距平 $< 55\%$                                                     |                                    |
| 7  | 春麦区轻度干热风  | 内蒙古河套、<br>宁夏平原<br>6月10日—<br>7月20日 | 日最高气温 $\geq 32^{\circ}\text{C}$ ,14时相<br>对湿度 $\leq 30\%$ ,14时风速 $\geq$<br>2m/s | 气象行业标准:QX/T 82—2007<br>《小麦干热风灾害等级》 |
|    |           | 甘肃河西走廊<br>6月10日—<br>7月20日         | 日最高气温 $\geq 32^{\circ}\text{C}$ ,14时相<br>对湿度 $\leq 30\%$                       |                                    |
|    |           | 新疆<br>5月10日—<br>6月20日             | 日最高气温 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ ,14时相<br>对湿度 $\leq 30\%$ ,14时风速 $\geq$<br>2m/s |                                    |
| 8  | 春麦区重度干热风  | 内蒙古河套、<br>宁夏平原<br>6月10日—<br>7月20日 | 日最高气温 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ ,14时相<br>对湿度 $\leq 25\%$ ,14时风速 $\geq$<br>2m/s |                                    |
|    |           | 甘肃河西走廊<br>6月10日—<br>7月20日         | 日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ,14时相<br>对湿度 $\leq 30\%$                       |                                    |
|    |           | 新疆<br>5月10日—<br>6月20日             | 日最高气温 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ ,14时相<br>对湿度 $\leq 25\%$ ,14时风速 $\geq$<br>3m/s |                                    |

表 5 农业气象灾害指标说明——冬小麦灾害指标

| 序号 | 灾害种类            | 生育期               | 指 标                             | 依 据                                                                |
|----|-----------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1  | 播种期—成熟期严重<br>干旱 | 10月1日—<br>翌年5月31日 | 降水负距平 $\geq 55\%$               | 气象行业标准:QX/T 81—2007<br>《小麦干旱灾害等级》                                  |
| 2  | 分蘖期高温           | 12月1日—<br>12月31日  | 日平均气温 $\geq 17^{\circ}\text{C}$ | 注:参考国家标准(GB/T 21985—<br>2008《主要农作物高温危害温度<br>指标》)送审稿,并咨询多位专家<br>后确定 |
| 3  | 越冬期冻害           | 12月1日—<br>翌年2月28日 | 日最低气温 $< 0^{\circ}\text{C}$     |                                                                    |
| 4  | 越冬期高温           | 1月1日—<br>2月28日    | 日平均气温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$  |                                                                    |

续表

| 序号 | 灾害种类     | 生育期                                   | 指 标                                                                                | 依 据                                     |
|----|----------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 5  | 拔节期轻旱    | 3 月 10 日—<br>4 月 10 日                 | 降水负距平 $\leq 30\%$                                                                  | 气象行业标准:QX/T 81—2007<br>《小麦干旱灾害等级》       |
| 6  | 拔节期中旱    |                                       | $30\% \leq \text{降水负距平} < 65\%$                                                    |                                         |
| 7  | 拔节期重旱    |                                       | 降水负距平 $\geq 65\%$                                                                  |                                         |
| 8  | 灌浆结实期高温  | 5 月 1 日—<br>5 月 20 日                  | 日平均气温 $\geq 24^{\circ}\text{C}$                                                    | 国家标准:GB/T 21985—2008<br>《主要农作物高温危害温度指标》 |
| 9  | 冬麦区轻度干热风 | 华北平原、汾<br>渭谷地<br>5 月 1 日—<br>6 月 20 日 | 日最高气温 $\geq 32^{\circ}\text{C}$ , 14 时相<br>对湿度 $\leq 30\%$ , 14 时风速 $\geq$<br>2m/s | 气象行业标准:QX/T 82—2007<br>《小麦干热风灾害等级》      |
|    |          | 黄土高原旱<br>垣区<br>5 月 1 日—<br>6 月 20 日   | 日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ , 14 时相<br>对湿度 $\leq 30\%$ , 14 时风速 $\geq$<br>3m/s |                                         |
|    |          | 新疆<br>5 月 10 日—<br>6 月 20 日           | 日最高气温 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ , 14 时相<br>对湿度 $\leq 30\%$ , 14 时风速 $\geq$<br>2m/s |                                         |
| 10 | 冬麦区重度干热风 | 华北平原、汾<br>渭谷地<br>5 月 1 日—<br>6 月 20 日 | 日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ , 14 时相<br>对湿度 $\leq 25\%$ , 14 时风速 $\geq$<br>3m/s |                                         |
|    |          | 黄土高原旱<br>垣区<br>5 月 1 日—<br>6 月 20 日   | 日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ , 14 时相<br>对湿度 $\leq 30\%$ , 14 时风速 $\geq$<br>3m/s |                                         |
|    |          | 新疆<br>5 月 10 日—<br>6 月 20 日           | 日最高气温 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ , 14 时相<br>对湿度 $\leq 25\%$ , 14 时风速 $\geq$<br>3m/s |                                         |

表 6 农业气象灾害指标说明——东北地区春玉米延迟型冷害指标

| 致灾因子              | 生育期   | 致灾等级     |          |          |          | 依 据                                     |
|-------------------|-------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------------------|
|                   |       | 一般延迟型冷害  |          | 严重延迟型冷害  |          |                                         |
| 5—9 月平均气温之和及其距平/℃ | 5—9 月 | 80/—1.1  | 85/—1.4  | 80/—1.7  | 85/—2.4  | 气象行业标准：<br>QX/T 101—2009<br>《水稻、玉米冷害等级》 |
|                   |       | 90/—1.7  | 95/—2.0  | 90/—3.1  | 95/—3.7  |                                         |
|                   |       | 100/—2.2 | 105/—2.3 | 100/—4.1 | 105/—4.4 |                                         |



表 7 农业气象灾害指标说明——玉米灾害指标

| 序号 | 灾害种类               | 生育期                   | 指 标                                               | 依 据                                     |
|----|--------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1  | 春玉米高温烧苗            | 4 月                   | 日最高气温 $\geq 26^{\circ}\text{C}$                   | 国家标准:GB/T 21985—2008<br>《主要农作物高温危害温度指标》 |
| 2  | 春玉米开花期高温<br>(指标 1) | 6 月 20 日—<br>7 月 10 日 | 日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 60\%$ |                                         |
| 3  | 春玉米开花期高温<br>(指标 2) |                       | 日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$                   |                                         |
| 4  | 春玉米灌浆结实期高温         | 7 月 20 日—<br>8 月 20 日 | 日平均气温 $\geq 25^{\circ}\text{C}$                   |                                         |
| 5  | 春玉米霜冻              | 9 月                   | 日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$                    | 气象行业标准:QX/T 88—2008<br>《作物霜冻害等级》        |
| 6  | 夏玉米开花期高温<br>(指标 1) | 7 月 20 日—<br>8 月 10 日 | 日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 60\%$ | 国家标准:GB/T 21985—2008<br>《主要农作物高温危害温度指标》 |
| 7  | 夏玉米开花期高温<br>(指标 2) |                       | 日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$                   |                                         |

表 8 农业气象灾害指标说明——大豆灾害指标

| 序号 | 灾害种类       | 生育期 | 指 标                             | 依 据                                                    |
|----|------------|-----|---------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1  | 春大豆灌浆结实期干旱 | 7 月 | 日平均气温 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ | 潘铁夫,张德荣,张文广,等. 中国大豆气候区划的研究[J]. 大豆科学,1984,3(3):169–182. |
| 2  | 夏大豆灌浆结实期干旱 | 7 月 |                                 |                                                        |

表 9 农业气象灾害指标说明——华南寒害指标

| 序号 | 灾害种类 | 生育期             | 指 标                                                                                                                                                                                                                        | 依 据                                                                                     |
|----|------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 香蕉寒害 | 10 月—<br>翌年 3 月 | 日最低气温( $T_{\text{d}},^{\circ}\text{C}$ ) $< 5$ 且持续天数 $\geq 3\text{d}$<br>一级: $3 \leq T_{\text{d}} < 5$<br>二级: $1 \leq T_{\text{d}} < 3$<br>三级: $-1 \leq T_{\text{d}} < 1$<br>四级: $T_{\text{d}} < -1$                       | [1] 王春乙,等. 中国重大农业气象灾害研究[M]. 北京:气象出版社,2010:80–129.<br>[2] 气象行业标准:QX/T 80—2007《香蕉、荔枝寒害等级》 |
| 2  | 荔枝寒害 |                 | 日最低气温( $T_{\text{d}},^{\circ}\text{C}$ ) $< 5$ 且持续天数 $\geq 3\text{d}$<br>一级: $-2 \leq T_{\text{d}} < 5$<br>二级: $-3 \leq T_{\text{d}} < -2$<br>三级: $-4 \leq T_{\text{d}} < -3$<br>四级: $T_{\text{d}} < -4$                   |                                                                                         |
| 3  | 龙眼寒害 |                 | 日最低气温( $T_{\text{d}},^{\circ}\text{C}$ ) $\leq 5$ 且持续天数 $\geq 3\text{d}$<br>一级: $-1.5 \leq T_{\text{d}} \leq 5$<br>二级: $-2.5 \leq T_{\text{d}} < -1.5$<br>三级: $-3.5 \leq T_{\text{d}} < -2.5$<br>四级: $T_{\text{d}} < -3.5$ |                                                                                         |

表 10 病虫害指标说明

| 序号 | 灾害种类    | 生育期                   | 指 标                                                                | 依 据                                                                                                                                                                                 |
|----|---------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 稻瘟病发生   | 双季早稻、一季中稻、双季晚稻播种期—成熟期 | 日平均气温 20—28℃且日平均相对湿度 ≥90% 的日数                                      | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害:上册[M]. 北京:中国农业出版社, 1995:3-14.<br>[2] 何永坤,阳园燕,罗孳孳. 稻瘟病发生发展气象条件等级业务预报技术研究[J]. 气象, 2008,34(12):110-113.                                                   |
| 2  | 稻瘟病低温诱发 | 一季中稻、双季晚稻抽穗期          | 日平均气温 <20℃且持续日数 ≥3d 的累积日数                                          | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害:上册[M]. 北京:中国农业出版社, 1995:3-14.<br>[2] 邓珍, 郭水连. 水稻稻瘟病与气候条件分析[J]. 宜春学院学报,2008,30(2):135-136.                                                              |
| 3  | 三化螟发生   | 双季早稻、一季中稻、双季晚稻播种期—成熟期 | 日平均气温 20—27.5℃且日平均相对湿度 ≥90%的日数                                     | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害:上册[M]. 北京:中国农业出版社, 1995:98-108.<br>[2] 李云瑞. 农业昆虫学[M]. 北京:高等教育出版社,2006:51-62.                                                                           |
| 4  | 二化螟螟卵孵化 |                       | 日平均气温 22—26℃且日平均相对湿度 80%—90%的日数                                    | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害:上册[M]. 北京:中国农业出版社, 1995:108-116.<br>[2] 李云瑞. 农业昆虫学[M]. 北京:高等教育出版社,2006:51-62.<br>[3] 全国农业技术推广服务中心. 水稻病虫防治分册[M]. 北京:中国农业出版社,2005:6-10.                  |
| 5  | 二化螟幼虫发育 |                       | 日平均气温 20—30℃且日平均相对湿度 ≥70%的日数                                       |                                                                                                                                                                                     |
| 6  | 稻飞虱越冬   | 12月—翌年2月              | 冬季最冷月平均气温 (T,℃)<br>T ≥12,适宜越冬<br>11 ≤T <12,次适宜越冬<br>10 ≤T <11,越冬北界 | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害:上册[M]. 北京:中国农业出版社, 1995:124-132.<br>[2] 李云瑞. 农业昆虫学[M]. 北京:高等教育出版社,2006:62-73.<br>[3] 卢小凤,霍治国,申双和,等. 气候变暖对中国褐飞虱越冬北界的影响[J]. 生态学杂志,2012, 31(8):1977-1983. |
| 7  | 稻飞虱田间发生 | 双季早稻、一季中稻、双季晚稻播种期—成熟期 | 日平均气温 22—28℃且日平均相对湿度 80%—90%的日数                                    | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害:上册[M]. 北京:中国农业出版社, 1995:124-132.<br>[2] 李云瑞. 农业昆虫学[M]. 北京:高等教育出版社,2006:62-73.                                                                          |
| 8  | 稻飞虱迁入   |                       | 日平均气温 22—28℃的雨日数                                                   |                                                                                                                                                                                     |



续表

| 序号 | 灾害种类           | 生育期                                         | 指 标                                                                                                                             | 依 据                                                                                                                                                         |
|----|----------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | 小麦条锈病<br>越夏    | 7—8 月                                       | 最热一旬平均气温( $t, ^\circ\text{C}$ )<br>$t \leq 20$ , 适宜越夏<br>$20 < t \leq 22$ , 次适宜越夏<br>$22 < t \leq 23$ , 越夏上限<br>$t > 23$ , 不能越夏 | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害: 上册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 271–284.<br>[2] 马占鸿, 石守定, 姜玉英, 等. 基于 GIS 的中国小麦条锈病菌越夏区气候区划[J]. 植物病理学报, 2004, 34(5): 455–462.         |
| 10 | 小麦条锈病<br>越冬    | 12 月—<br>翌年 2 月                             | 最冷月平均气温( $T, ^\circ\text{C}$ )<br>$T \geq -5$ , 适宜越冬<br>$-6 \leq T < -5$ , 次适宜越冬<br>$-7 \leq T < -6$ , 可以越冬<br>$T < -7$ , 不能越冬  | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害: 上册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 271–284.<br>[2] 马占鸿, 石守定, 王海光, 等. 我国小麦条锈病菌既越冬又越夏地区的气候区划[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(z1): 11–13. |
| 11 | 小麦条锈病<br>关键期发生 | 北方冬麦区:<br>返青至成熟<br>期; 南方冬<br>麦区: 拔节<br>至成熟期 | 日平均气温 $9\text{—}20^\circ\text{C}$ 且<br>日降水量 $> 0.5\text{mm}$ 的雨<br>日数                                                           | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害: 上册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 271–284.<br>[2] 陈林, 费永成, 亢继林, 等. 成都市 2009 年小麦条锈病特重发生的气象特征[J]. 高原山地气象研究, 2010, 30(1): 50–53.         |
| 12 | 小麦赤霉病<br>发生    | 抽穗开花至<br>灌浆期                                | 日平均气温 $\geq 15^\circ\text{C}$ 期间<br>的雨日数                                                                                        | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害: 上册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 284–293.<br>[2] 张旭晖, 高苹, 居为民, 等. 小麦赤霉病气象条件适宜程度等级预报[J]. 气象科学, 2009, 29(4): 552–556.                  |
| 13 | 小麦白粉病<br>越夏    | 7—8 月                                       | 最热一旬平均气温( $t, ^\circ\text{C}$ )<br>$t < 24$ , 适宜越夏<br>$24 \leq t \leq 26$ , 可能越夏<br>$t > 26$ , 不能越夏                             | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害: 上册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 293–299.<br>[2] 李伯宁, 周益林, 段霞瑜. 小麦白粉病与温度的定量关系研究[J]. 植物保护, 2008, 34(3): 22–25.                        |
| 14 | 小麦白粉病<br>关键期发生 | 北方冬麦区:<br>返青至成熟<br>期; 南方冬<br>麦区: 拔节<br>至成熟期 | 日平均气温 $10\text{—}24^\circ\text{C}$ 且<br>日降水量 $< 25\text{mm}$ 的雨<br>日数                                                           |                                                                                                                                                             |
| 15 | 小麦麦蚜发<br>生     | 北方冬麦区:<br>返青至成熟<br>期; 南方冬<br>麦区: 拔节<br>至成熟期 | 日平均气温 $12\text{—}22^\circ\text{C}$ 且<br>日平均相对湿度 $< 70\%$<br>的日数                                                                 | [1] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害: 上册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 402–409.<br>[2] 李云瑞. 农业昆虫学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 95–101.                                           |