

附件 2

海南省地方标准

《芒果寒害等级》（征求意见稿）编制说明

一、项目简况

- （一）标准名称：《芒果寒害等级》
- （二）任务来源（项目计划号）：本项目是根据 2020 年 12 月《海南省市场监督管理局关于下达海南省 2020 年第四批地方标准制定项目计划的通知》批准立项，计划编号：2020-Z-041。
- （三）起草单位：海南省气候中心负责起草，由海南省气象局归口。
- （四）单位地址：海南省海口市美兰区海府路 60 号
- （五）参与起草单位：无
- （六）标准起草人：

表 1 标准起草人

序号	姓名	单位	职务	职称	任务分工	联系方式
1	张京红	海南省气候中心	主任	研究员	负责项目全面工作	13876172368
2	张明洁	海南省气候中心	副科长	高工	方法研究改进、标准查新及编写标准	18789806792
3	张亚杰	海南省气候中心	科长	高工	标准等材料报批	18289552700
4	车秀芬	海南省气候中心	副主任	高工	标准等材料报批	13518075331

二、编制情况

（一）编制标准的必要性和意义及背景

芒果为热带果树，原产印度，是漆树科热带常绿大乔木，喜高温、不耐寒，在高温条件下生长结果良好。芒果早结丰产，种植效益高，经过多年的引种、试种、扩种，已发展成为我国主要的特色热带水果。海南是我国芒果主要产区之一，种植面积占全国的 60%以上。芒果在海南具有悠久的种植历史和良好的资源条件，是海南省的一个重要优势农产品，也是海南经济的重要组成部分和农民收入的主要来源之一，主要分布在儋州、昌江、白沙、东方、乐东、三亚、陵水等市县。

但受季风气候影响，时常遭受低温寒害、台风、干旱等气象灾害的影响，其中低温寒害是影响芒果生产最主要的气象灾害之一。

芒果寒害常常是由中弱冷空气多次补充累积或一次强冷空气造成的，海南芒果花期为12月底至翌年3月底，正值海南低温阴雨季节，低温会使花序发育减慢，雄花大量形成，严重影响芒果的正常开花结实，并最终导致产量出现大幅下降。例如，2008年初一场席卷华南的冰雪灾害使海南芒果遭遇罕见的低温寒害，造成直接经济损失超过2亿元。2018年5月，海南各地的芒果集中上市，而前期连续低温降雨天气和管理水平有限使得芒果的品质大不如前，导致数十万斤芒果滞销。寒害不仅影响芒果产量和品质，而且严重时会造成大量芒果植株受害，影响来年芒果的正常生产。目前，各地进行芒果寒害监测、评估时选择的致灾因子、采用的计算方法、确定的等级指标差异很大，无法进行时空比较。因此，为客观、定量地评估不同产区的芒果寒害等级及其对产量的影响，急需制定规范区域的、具有空间和时间可比性的芒果寒害等级标准，使芒果寒害监测、评估业务规范化、标准化，为防灾减灾、制定救灾政策措施、调整农业布局 and 结构等提供科学依据。

（二）编制过程简介

2020年11月23日，收到《海南省市场监督管理局关于下达海南省2020年第四批地方标准制定项目计划的通知》后，成立《芒果寒害等级》标准编制小组，成员有张京红、张明洁、张亚杰、车秀芬，编制小组制定了详细的工作计划，明确分工、落实任务。

标准起草过程：海南省气候中心通过近几年开展的芒果科研项目，已经积累了大量的芒果基础数据。2020年12月-2021年3月，通过前往省内主要芒果种植基地开展调研，如昌江农发芒果园、昌江天和芒果园、陵水英州镇、光坡镇，白沙县金波乡，五指山市毛阳镇，三亚市海棠区、崖州区等地的芒果园等对缺乏的相关数据进行必要的补充测定和整理，详细了解掌握海南芒果种植对气候条件的要求、芒果寒害历史灾情等。在实地调查的同时，通过查阅大量资料，包括气象灾害统计年鉴、地方志、海南省统计年鉴及文献等，对我省气候特点及芒果生长对气候条件的要求及芒果寒害历史灾情等相关资料进行了广泛的收集整理，着手标准起草工作。

自项目开始，起草人认真查阅标准制定的有关文件，严格遵循 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》所规定的标准编写要求和格式，对标准的格式、内容、术语表达方式等进行了深入学习，在调查研究及大量试验工作的基础上将所有资料归类分析，结合海南省气候特点和芒果生长对气候条件的要求、芒果寒害历史灾情，于2021年8月形成海南省地方标准《芒果寒害等级》初稿。初稿形成后，项目组于2021年10月25日在海南省气象局召开了标准内部讨论会，编制人员根据讨论意见进行修改，形成了该标准的征求意见稿、征求意见稿编制说明。

征求意见情况：2021年11月11日，由起草单位行政主管部门海南省气象局负责通过门户网站方式公开征求意见。截止2021年12月11日，未收到修改意见。

（三）制定标准的原则和依据，与现行法律法规、标准的关系

标准制定的原则

总体原则：保证标准的科学性、实用性、操作性、规范性，注意标准的统一性和协调性、注意标准的经济性和社会效益。

在充分调查研究的基础上，认真分析国内外同类技术标准的技术水平，结合我国国情及省内实际情况积极采用国际标准和国外先进标准编制，在预期可达到的条件下，积极地把先进技术纳入标准，加快和国际接轨的步伐，提高产品的竞争能力。

符合法律法规的规定以及与相关标准协调，避免与法律法规、相关标准之间出现矛盾，给标准的实施造成困难。制定标准时以满足实际需要出发，不一味地追求高性能、高指标，避免造成经济浪费。

规范性要素的选择原则：遵循标准化对象、文件使用者、目的导向原则。本标准的使用对象为芒果种植者、农业气象服务人员、行业主管部门和科研单位。

文件的表述原则：文件的表述遵循了“一致性、协调性、易用性”的原则。依据国家有关法律、法规和国家标准管理办法，严格按照《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）、《地方标准制修订工作规范》（DB 46/T 74-2021）规定进行编写，同时在结合查阅资料及相关研究的基础上，编制本标准。

与现行法律法规、标准的关系：在标准的制定过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法律和规章，与相关的各种基础标准相衔接，遵循了政策性和协调统一性的原则。

（四）主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

1、主要条款

本文件的章节由前言、范围、规范性引用文件、术语与定义、寒害指数和寒害等级、寒害指数的计算方法、减产率的计算、参考文献组成。其中“寒害指数和寒害等级”和“寒害指数的计算方法”是本文件的主要技术内容。

2、主要技术指标、参数

标准名称：芒果寒害等级是针对海南产区芒果寒害的调查、统计和评估进行规范，旨在为芒果寒害监测、评估业务规范化、标准化，为防灾减灾、制定救灾政策措施、调整农业布局 and 结构等提供科学依据。综合相关单位的建议，以及行业专家的意见，将“芒果寒害等级”作为本标准的名称。

适用范围：本标准主要规定了海南产区芒果寒害的致灾因子、采用的计算方法、寒害等级的划分。适用于海南产区芒果寒害的监测、调查和评估。

术语和定义：本标准术语和定义日降温幅度内容，参考了 GB/T 34293-2017，术语和定义 2.6；芒果寒害内容，参考了 QX/T 169-2012，术语和定义 3.6；芒果寒害临界温度、芒果寒害过程、日积寒、减产率内容参考了 QX/T 168-2012，术语和定义 3.3、3.5、3.6 和 3.7。

基本要求：规定了芒果寒害的致灾因子、寒害指数的计算方法和寒害等级划分标准等主要内容。

芒果寒害致灾因子：规定了芒果寒害致灾因子为年度寒害累积日数、年极端最低气温、年度最大降温幅度、年度积寒和年度寒害降水日数。

芒果寒害指数：规定了芒果寒害指数的计算方法。

芒果寒害等级：规定了芒果寒害等级的划分标准。

3、试验验证的论述

3.1 芒果寒害致灾因子的选取

芒果为热带果树，原产印度，是漆树科热带常绿大乔木，喜高温，不耐寒，温度是决定芒果自然分布的主要因素，直接影响其在一定环境范围内的生存和一

切生理活动。芒果早结丰产，种植效益高，经过多年的引种、试种、扩种，已发展成为我国主要的特色热带水果。海南具有芒果种植的悠久历史和良好的资源条件，是我国芒果主要产区之一，种植面积占全国的 60%以上。芒果已成为海南省的一个重要优势农产品，也是海南经济的重要组成部分和农民收入的主要来源之一，主要分布在儋州、昌江、白沙、东方、乐东、三亚、陵水等市县。

芒果在 11 月至翌年 3 月期间受到低温天气过程影响，造成芒果生理机制障碍，导致减产、植株死亡的灾害现象。芒果遭受寒害后，轻者末次梢叶片、枝条干枯，重者部分树干甚至整株干枯死亡，造成严重减产甚至绝收，其受害程度还与降水量、树龄、树势及末次梢老熟状况等有关。

研究表明，遇到 0~5℃低温时，芒果树叶梢会受到伤害；气温小于 0℃时还会对枝条和树干造成损害；当极端最低气温小于-2.5℃时芒果树的嫩枝条和部分树干严重受害；当极端最低气温小于-5℃时，会使幼龄结果树的主干出现冻死。芒果开花最适宜气温为 22~28℃，在 20℃以上时开花才能正常授粉受精，小于 20℃则花药不开裂，花粉也不萌发，影响结果。芒果授粉主要是借助苍蝇类昆虫活动，开花期若遇低温阴雨天气苍蝇类便停止活动，影响授粉。

极端最低气温代表了低温过程中的低温强度，是衡量芒果寒害是否发生及发生程度的关键因子，同样，低温的持续时间也是衡量寒害是否发生及发生程度的关键因子，在同一低温强度下，低温出现的时间越早，持续的时间越长，芒果寒害发生的等级越严重。此外，降温幅度越大以及伴随着降水的低温过程会加重寒害发生的严重程度。因此，结合芒果生长对气象条件的要求及海南的气候特点，选取年度寒害累积日数、年极端最低气温、年度最大降温幅度、年度积寒和年度寒害降水日数 5 个指标作为芒果寒害致灾因子。

本标准中寒害发生期、日降温幅度、日积寒、极端最低气温等部分术语和定义内容在研究过程中参考 GB/T 34293-2017、QX/T 168-2012、QX/T 169-2012、QX/T 199-2013、QX/T 258-2015、QX/T 45-2007 的术语和定义。

芒果受寒害影响的起始温度值，一般为 5.0℃。寒害发生期指每年 11 月至翌年 3 月期间，当日最低气温小于或等于 5.0℃时，寒害过程开始；当日最低气温大于 5.0℃时，寒害过程结束。

极端最低气温：一段时间内某一地区的最低空气温度。

日降温幅度：当日最低气温低于前一日最低气温的数值。

日积寒：日最低气温低于寒害临界温度时与临界温度的差的绝对值。

3.2 致灾因子及其计算方法

3.2.1 年度寒害累积日数

每年 11 月至翌年 3 月，当日最低气温小于或等于 5.0℃时，取日最低气温小于或等于 5.0℃的日数作为年度寒害累积日数，由下式计算：

$$D = \sum_{i=1}^n d_i$$

D ——年度寒害累积日数，单位为日（d）；

n ——年度寒害过程的总次数；

d_i ——第 i 个寒害过程的持续日数，单位为日（d）。

3.2.2 年度极端最低气温

每年 11 月至翌年 3 月，当日最低气温小于或等于 5.0℃时，取历次寒害过程日最低气温的最小值作为年度极端最低气温。由下式计算：

$$Td_{min} = \min_{i=1}^n \{td_i\}$$

Td_{min} ——年度寒害极端最低气温，单位为摄氏度（℃）；

n ——年度寒害过程的总次数；

td_i ——第 i 个寒害过程的极端最低气温，单位为摄氏度（℃）。

3.2.3 年度最大日降温幅度

每年 11 月至翌年 3 月，当日最低气温小于或等于 5.0℃时，取当日最低气温低于前一日最低气温的最大值作为年度最大日降温幅度。由下式计算：

$$\Delta T = \max_{i=2}^n \{T_{n-1,min} - T_{n,min}\}$$

ΔT ——年度最大日降温幅度，单位为摄氏度（℃）。

3.2.4 年度寒害积寒

每年 11 月至翌年 3 月，当日最低气温小于或等于 5.0℃时，取日最低气温小于或等于 5.0℃的日积寒之和作为年度寒害积寒。

$$T_S = \sum_{i=0}^n (5 - T_{min}) \quad (T_{min} \leq 5^\circ\text{C})$$

T_S ——年度寒害积寒，单位为摄氏度（℃）；

T_{min} ——日最低气温，单位为摄氏度（℃）。

3.2.5 寒害降水日数

每年 11 月至翌年 3 月，当日最低气温小于或等于 5.0℃时，日降水量大于或等于 5mm 的日数，为年度寒害降水日数，由下式计算：

$$D_R = \sum_{n=1}^m d_n \quad (R_n \geq 5\text{mm 时}, d_n=1, \text{ 否则 } d_n=0.)$$

D_R ——年度寒害降水日数，单位为日 (d)；

R_n ——日降水量，单位为毫米 (mm)。

3.3 寒害指数的计算及等级划分

3.3.1 致灾因子的标准化处理

对 5 个致灾因子进行数据标准化处理，计算式如下：

$$X_i = (x_i - \bar{x}) / \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n}$$

i ——年份；

X_i ——某一致灾因子第 i 年的标准化值；

x_i ——该致灾因子第 i 年的原始值；

$\bar{x}$ ——该致灾因子的 n 年平均值；

n ——总年数。

3.3.2 寒害指数

将 5 个致灾因子的标准化值分别乘以影响系数后求和，作为寒害指数，计算式如下：

$$HI = \sum_{j=1}^5 a_j X_j$$

HI ——寒害指数；

a_j ——相应致灾因子的影响系数；

X_j ——致灾因子的标准化值。其中 $j = 1, 2, 3, 4, 5$ 时分别代表：

X_1 ——年度寒害累积日数的标准化值；

X_2 ——年极端最低气温的标准化值；

X_3 ——年度日最大降温幅度的标准化值；

X_4 ——年度寒害积寒的标准化值；

X_5 ——年度寒害降水日数的标准化值。

寒害致灾因子的影响系数的计算可采用主成分分析法计算，其参考取值见下表。

表 2 寒害致灾因子影响系数 a_j 的参考取值

标准化后的致灾因子	a_j 的取值区间	a_j 的平均值
X_1	0.266~0.389	0.311
X_2	-0.327~ -0.094	-0.193
X_3	0.329 ~0.401	0.373
X_4	0.030 ~0.339	0.157
X_5	0.267 ~0.397	0.353

统计分析了 1951-2019 年海南 18 个站的历次寒害过程，计算了各站 5 个因子之间的相关系数，发现两两因子间的相关系数达到。。。0.05 的显著性水平，这表明致灾因子间并不独立，是相互影响的。因此，若不对 5 个因子进行有效处理，就会导致信息大量或一定程度上的重叠，影响分析效果。为此，利用主成分分析对 18 个站的 5 个致灾因子进行综合简化，使得简化后的指标既能有效地反映原来指标的主要信息量，同时新的指标之间又不存在相互关系。

利用主成分分析法得到 5 个致灾因子权重即寒害致灾因子影响系数如下表，可作为寒害致灾因子影响系数的参考取值。

3.3.3 寒害指数等级划分

K-means 聚类分析是经典的基于划分聚类算法，在气象数据分析和农业气象灾害等级互粉等方面得到应用。研究过程中采用 SPSS 统计软件中的 K-means 聚类分析工具，对 36 个灾情样本的寒害等级和对应的寒害指数进行分析，获取各个寒害等级对应的阈值。研究过程中选择寒害指数作为聚类分析的变量，寒害等级作为标识变量，聚类数为 3 类，初始类中心由系统指定方式确定。结果表明：3 个类中心点经过 3 次迭代后，得到最终的各聚类中心分别为-1.0，-0.3，0.5（表 4）。由此可知，海南芒果的轻度、中度、重度、极重寒害指数分级分别为 $Hi < -1.0$ ， $-1.0 \leq Hi < -0.3$ ， $-0.3 \leq Hi < 0.5$ ， $Hi \geq 0.5$ 。

表 3 芒果寒害等级指标

等级	寒害指数 Hi
轻度	$Hi < -1.0$
中度	$-1.0 \leq Hi < -0.3$
重度	$-0.3 \leq Hi < 0.5$
特重	$Hi \geq 0.5$

3.3.4 典型年对比验证

统计可知，1993 年海南白沙县、五指山市芒果寒害指数分别为-0.75、0.57，1994 年白沙县芒果寒害指数为-0.40，1995 年白沙县、五指山市、澄迈县、琼中县芒果寒害指数分别为-0.29、-0.45、-0.37、-0.63，说明在 1993-1995 年间这几个市县的芒果遭受了寒害并达到中度等级，其中，1995 年初白沙县芒果寒害达到了重度等级。经查阅相关文献资料，1995 年初受强冷空气影响，海南各地 1 月上旬平均气温比常年同期偏低 0.4-1.5℃，1 月 4-8 日，海南岛中部、北部部分地区出现 2-5 天的轻度至中度的低温阴雨过程。由于遭受冷害，反季节生产的瓜果开花期无法授粉，成活率低于 50%，部分市县芒果花序几乎全部腐烂。1993 年 12 月-1994 年 1 月，受冷空气影响，海南各地平均气温比常年同期偏低，北部和中部地区多长出现低温阴雨天气，部分市县处于开花期的芒果，受低温天气的影响，结果率低。1995 年 12 月 28 日-1996 年 1 月 4 日、1996 年 2 月 18 日-27 日，海南中部、北部等地区遭受两次较强冷空气影响，春节前后开花的热带水果，几乎全部封花，幼果冻伤腐烂脱落，西瓜、芒果等普遍减产。上述对比表明：芒果寒害指数及其分级与实际发生的寒害情况较吻合，验证了指标的可靠性和分级标准的合理性，即可用本标准的寒害指数分析海南省芒果遭受寒害的程度。

3.4 减产率的计算

按 QX/T 81-2007 第 4 章进行减产率计算。

采用逐年的芒果实际产量偏离其趋势产量的相对气象产量的负值。计算公式为：

$$y_w = \frac{y - y_t}{y_t} \times 100\% \quad (y < y_t)$$

式中：

y_w —芒果减产率，单位为百分率（%）；

y —芒果实际产量，单位为千克每公顷（kg/hm²）；

y_t —芒果趋势产量，单位为千克每公顷（kg/hm²）。

（五）标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

无。

（六）采用国际标准或国外先进标准的，说明采标程度，以及国内外同类标准水平的对比情况

无。

（七）重大分歧意见的处理依据和结果

无。

（八）贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

标准发布后 2 个月内，海南省气候中心将开展该标准内容的解读和普及宣贯，举办线上和线下标准宣贯培训班，并联合技术专家讲解芒果寒害致灾因子、计算方法和分级标准等内容以及芒果寒害调查、监测、评估相关技术，引导种植户、农业部门、气象部门技术人员参考该标准开展芒果寒害调查和监测评估。

（九）预期效果

使广大芒果种植户、农业部门和气象部门技术人员在芒果寒害调查和监测评估中参考、使用该标准，使芒果寒害监测、评估业务规范化、标准化，客观、定量地评估不同产区的芒果寒害等级及其对产量的影响，使评估结果具有空间和时间可比性，为防灾减灾、制定救灾政策措施、调整农业布局 and 结构等提供科学依据。

（十）其它应予说明的事项

无。

海南省地方标准《芒果寒害等级》编制组

2022 年 5 月 16 日