

ICS 07.060
CCS A 47

T/BMS

北京气象学会团体标准

T/BMS 02—2022

集合预报基础产品制作方法指南

Guidelines for making basic products of ensemble forecast

2023 - 10 - 20 发布

2023 - 10 - 25 实施

北京气象学会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 集合预报基础产品和计算方法.....	4
5 常用预报变量等级概率产品制作方法.....	5
附录 A.....	6
参考文献.....	9

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。

本文件由北京气象学会提出并归口。

本文件起草单位：中国气象局地球系统数值预报中心、国家气象中心

本文件主要起草人：高丽、陈静、邓国、姚国华、李晓莉、郭楠楠、李妮娜、唐健、田华、王秋萍。

集合预报基础产品制作方法指南

1 范围

本文件提供了集合预报基础产品计算方法和常用预报变量等级概率产品制作方法。
本文件适用于数值预报的集合产品应用领域。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 28591-2012 风力等级
GB/T 28592-2012 降水量等级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

集合预报 ensemble forecast

是针对大气运动的非线性、初值误差和模式误差而提出的一种数值预报方法，通过考虑不同误差的模式预报样本，集合提供推断大气状态的概率密度函数随时间的演变以及所有可能的状态。

3.2

集合成员 ensemble member

集合预报系统通过不同的初值、不同的模式所产生的每个预报结果。

3.3

等级概率 ranked probability

所有集合成员预报中某气象事件超过某临界阈值的相对发生频率，其值0~1（或者0~100%）。

4 集合预报基础产品和计算方法

4.1 集合预报直接产品

4.1.1 邮票图产品

所有集合成员预报结果排列在同一图形上的产品，给出集合预报系统能够产生的所有集合成员的预报可能性（邮票图例见附录图 A.1）。可采用等值线图或预报量的空间分布图等

4.1.2 面条图产品

在同一张图形上绘制出所有集合成员对于某一气象变量的特征等值线。图上等值线疏密程度表示集合成员对该气象变量的预报一致性和不确定性大小（面条图例见附录图 A.2）。

4.2 集合预报统计产品

4.2.1 集合平均与集合离散度产品

集合平均是集合预报中所有集合成员预报值的算术平均值。产品过滤掉预报中的随机信息，给出系统的总体预报表现（集合平均图例见附录图 A.3），按照公式（1）计算。

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

\bar{x} —— 集合平均;

x_i —— 第 i 个集合成员的预报值, $i = 1, 2, \dots, m$;

m —— 总集合成员数。

集合离散度表示集合成员之间的差异程度 (集合离散度图例见附录图 A.3)。按照公式 (2) 计算。

$$S_{pd} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

S_{pd} —— 集合离散度;

x_i —— 第 i 个集合成员的预报值, $i = 1, 2, \dots, m$;

\bar{x} —— 集合平均, 按照公式 (1) 计算;

m —— 总集合成员数。

4.2.2 集合分位数产品

所有集合成员的预报值按照由小到大排序, 各等分位置上的预报值作为集合分位数产品。依据等分位置的取值不同, 集合分位数可以进一步具体称作集合最小值、集合最大值 (集合最大值图例见附录图 A.4)、集合中位数 (对应50%分位值)、集合10%分位数、集合下四分位数 (对应25%分位值)、集合上四分位数 (对应75%分位值)、集合90%分位数。集合分位数产品能够反映集合成员预报结果的偏度。其中等分位置的计算方法按照公式 (3), 集合等分位数的计算方法按照公式 (4), 集合成员最小值和集合成员最大值分别按照公式 (5)、公式 (6) 计算。

$$Q_k = \frac{k}{100} (m + 1) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$M_k = \begin{cases} x_{Q_k}, & Q_k - [Q_k] = 0 \\ x_{[Q_k]} + (x_{[Q_k]+1} - x_{[Q_k]}) (Q_k - [Q_k]), & Q_k - [Q_k] \neq 0 \end{cases} \quad \dots\dots (4)$$

$$x_{max} = MAX[x_1, x_2, \dots, x_m] \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$x_{min} = MIN[x_1, x_2, \dots, x_m] \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

Q_k —— k 分位数的位置, $k = 10, 25, 50, 75, 90$;

M_k —— 集合 k 等分位数;

x_{max} —— 集合成员最大值;

x_{min} —— 集合成员最小值;

x_i —— 第 i 个集合成员的预报值, $i = 1, 2, \dots, m$;

m —— 总集合成员数。

4.2.3 集合众位数产品

是集合所有成员组成的概率分布上具有明显集中趋势点的数值, 反映集合成员中多数成员预报结果 (集合众位数图例见附录图 A.5)。按照公式 (7) 计算。

$$M_{de} = 3 \times M_{50} - 2 \times \bar{x} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

M_{de} —— 集合众位数;

M_{50} —— 集合中位值，按照公式（3）和（4）计算，取 $k=50$ ；

\bar{x} —— 集合平均，按照公式（1）计算。

4.2.4 集合等级概率预报产品

对预报对象或事件进行等级分级，设定各等级阈值（常用预报变量的等级划分见5），以集合预报超过该变量的等级阈值的发生频率作为该事件的集合等级概率（集合等级概率图例见附录图 A.6）。按照公式（8）计算。

$$P(A_i) = m_{A_i}/m \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$P(A_i)$ —— 超过第 i 等级的某事件 A_i 的集合等级概率；

m_{A_i} —— 超过第 i 等级的某事件 A_i 的发生次数， $i = 1, 2, \dots, n$ ，其中 n 是等级个数；

m —— 总集合成员数。

5 常用预报变量等级概率产品制作示例

5.1 累计定量降水的集合等级概率的阈值设定

累计定量降水是集模式输出的从起报时间到当前预报时效的累计值。通常设定的累计时段有3小时、6小时、12小时和24小时累计四种累计时段。按照GB/T 28592-2012降水量等级，不同累计时段的降水量概率通常可以分为5个等级，如表1。

表 1 累计降水量等级概率阈值设定

单位为毫米

等 级	3 小时累积	6 小时累积	12 小时累积	24 小时累积
达到或超过小雨	0.1	0.1	0.1	0.1
达到或超过中雨	3.0	4.0	5.0	10.0
达到或超过大雨	10.0	13.0	15.0	25.0
达到或超过暴雨	20.0	25.0	30.0	50.0
达到或超过大暴雨	50.0	60.0	70.0	100.0

5.2 10 米风速的集合等级概率的阈值设定

10 米风速是距离地面 10 米高度处风速值，是集模式输出的瞬时变量。按照 GB/T 28591-2012 风力等级，10 米大风概率可定义为 4 级以上风力对应风速的概率，通常分为 6 个等级，如表 2。

表 2 10 米风速等级概率阈值设定

单位为米每秒

风力等级	对应的风速值
达到或超过 4 级	5.5
达到或超过 5 级	8.0
达到或超过 6 级	10.8
达到或超过 8 级	17.2
达到或超过 10 级	24.5
达到或超过 12 级	32.7

附录 A

(资料性)

集合预报基础产品图例

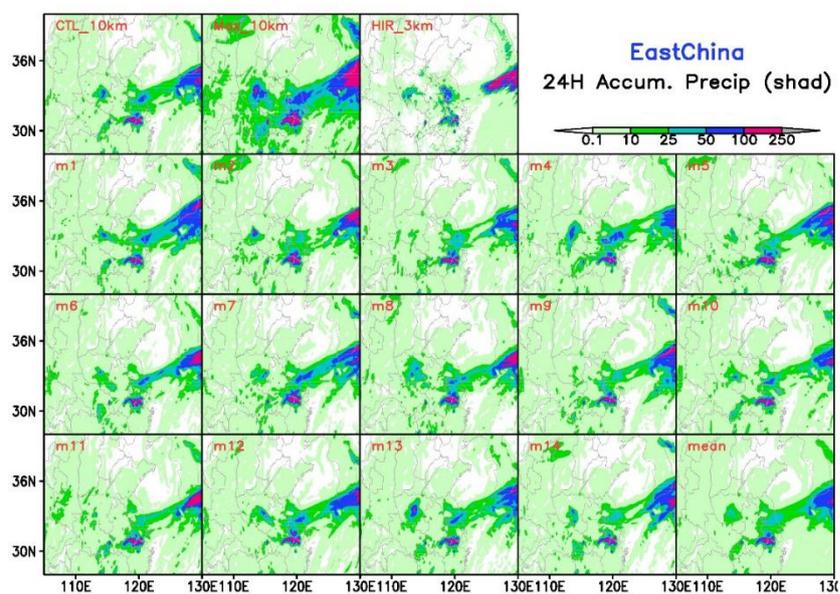


图 A.1 邮票图例 (CMA-GEPS业务全球集合预报24小时累计降水量, 色标单位为毫米)

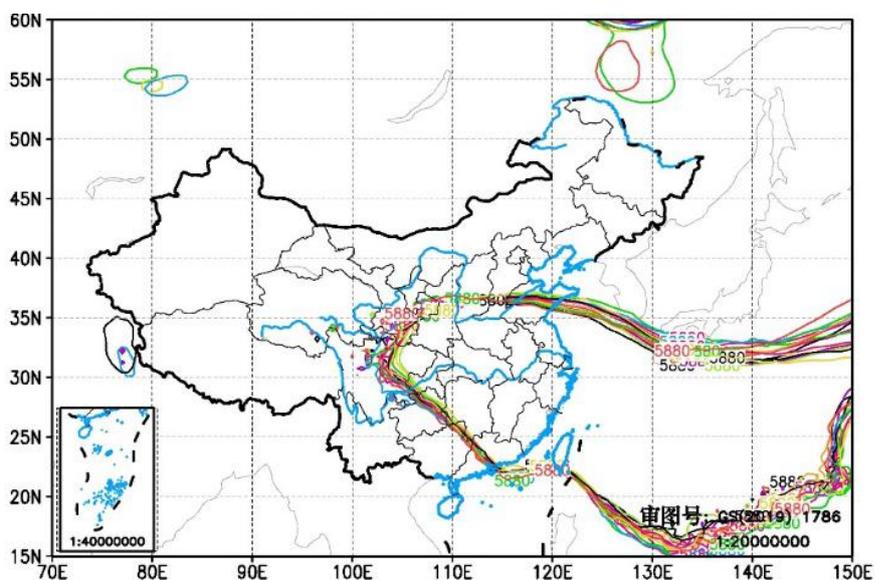


图 A.2 面条图例 (CMA-GEPS业务全球集合预报500百帕位势高度特征等值线, 不同颜色等值线表示不同集合成员)

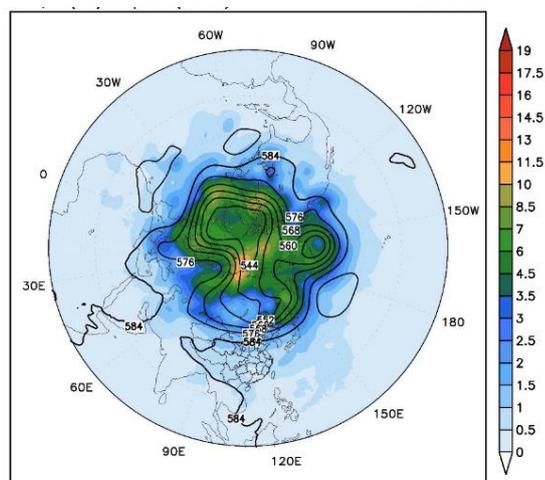


图 A.3 集合平均和集合离散度图例（CMA-GEPS业务全球集合预报北半球500百帕位势，黑色等值线表示集合平均，阴影表示集合离散度，色标单位位势米）

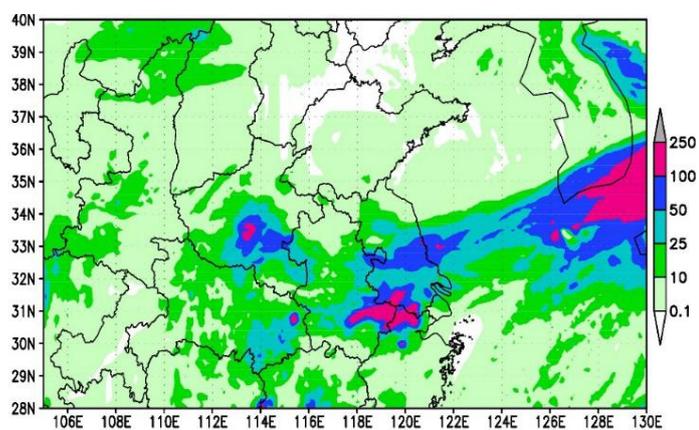


图 A.4 集合最大值图例（CMA-GEPS业务全球集合预报24小时累计降水量最大值，单位为毫米）

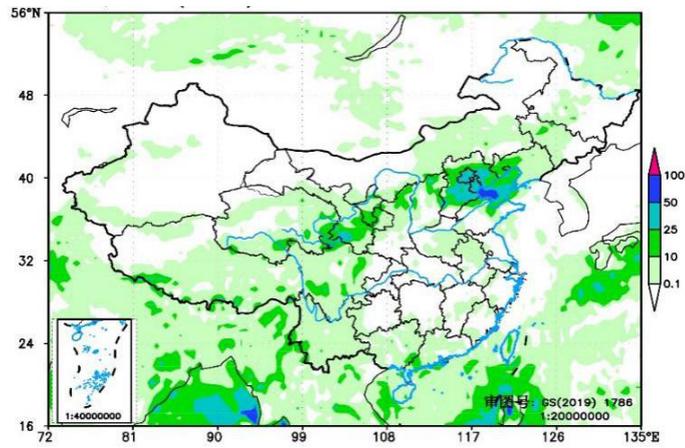


图 A.5 集合众数图例 (CMA-GEPS业务全球集合预报24小时累计降水量集合众位数, 单位为毫米)

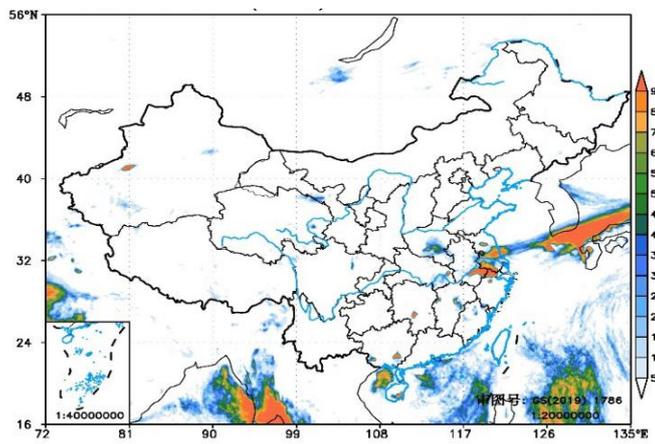


图 A.6 集合等级概率图例 (CMA-GEPS业务全球集合预报24小时累计降水中雨等级概率, 单位为%)

参 考 文 献

- [1] 全国科学技术名词审定委员会. 大气科学名词(第三版)[M]. 科学出版社, 2009
- [2] Guidelines on Ensemble Prediction System Postprocessing (WMO-No.1254). World Meteorological Organization, 2021 edition
- [3] Tsonevsky I, Andersson E, Persson A, et al. User guide to ECMWF forecast products, version 1.2 [EB/ OL]. (2015-11-23)[2018-05-20].
<https://www.Ecmwf.int/en/elibrary/16559-ecmwf-forecast-user-guide>