



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 262—2015

---

## 雷电临近预警技术指南

Technical guidelines for lightning nowcasting and warning

2015-01-26 发布

2015-05-01 实施

---

中 国 气 象 局 发 布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 术语和定义 .....	1
3 使用资料 .....	1
4 方法和流程 .....	2
5 产品 .....	3
附录 A(资料性附录) 雷电临近预警方法 .....	4
附录 B(资料性附录) 雷电临近预警产品图形示例 .....	7
参考文献 .....	10

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国雷电灾害防御行业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国气象科学研究院。

本标准主要起草人：姚雯、孟青、姚叶青、吕伟涛、马颖。

# 雷电临近预警技术指南

## 1 范围

本标准给出了雷电临近预警技术指南,包括雷电临近预警的使用资料、方法和流程及产品等内容。本标准适用于雷电活动的临近预警。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1

**雷电活动 lightning activity**

发生在大气中、具有时空相关性的一系列放电现象。

### 2.2

**雷电活动区域 lightning activity area**

在一定时段内雷电活动的空间分布范围。

### 2.3

**雷电临近预警 lightning nowcasting and warning**

对 0~2 h 内雷电活动的发生时间、区域及发生概率作出估计和警告。

## 3 使用资料

### 3.1 原则

资料选取宜遵循实时性、可靠性、易获取的原则。

### 3.2 资料描述

雷电临近预警宜综合利用闪电监测、雷达、大气电场、卫星和其他资料(探空资料及数值模式产品)等不同类型的气象资料(见表 1);当气象数据资料获取能力不足时,也可利用单一类型气象资料。

表 1 雷电临近预警使用资料

资料种类	参量描述	备注
闪电监测资料	时间分辨率:实时; 空间分辨率:1 km×1 km; 主要参数:闪电频次。	数据格式参见 QX/T 79—2007 表 A. 3,闪电监测资料是组成雷电临近预警的关键资料。
雷达资料	时间分辨率:6 min; 空间分辨率:1 km×1 km; 主要参数:雷达回波强度及其变化率 阈值、雷达回波顶高等。	雷达原始资料需经过格点化处理成按等经纬网格排列数据,雷达资料是组成雷电临近预警的关键资料。

表 1 雷电临近预警使用资料(续)

资料种类		参量描述	备注
大气电场资料		时间分辨率:实时; 空间分辨率:1 km×1 km; 主要参数:电场强度及其变化率阈值。	可根据资料获取条件来确定是否为组成雷电临近预警的资料。
卫星资料		时间分辨率:≤1 h; 空间分辨率:5 km×5 km; 主要参数:相当黑体亮温(TBB)阈值及 TBB 递减率阈值。	可根据资料获取条件来确定是否为组成雷电临近预警的资料。
其他资料	探空资料	时间分辨率:12 h; 空间分辨率:200 km×200 km; 主要参数:0℃层高度、-15℃层高度以及通过探空资料计算得到状态过程气块抬升高度、中层平均相对湿度、潜在性稳定度指数、对流性稳定度指数、潜在一对流性稳定度指数、对流有效位能、对流抑制能量、抬升指数、700 hPa 相当位温、大气稳定度指数(K 指数)等。	资料数据格式参见气象信息综合分析处理系统(Meteorological Information Comprehensive Analysis And Process System, Micaps)第二类数据格式要求,可根据资料获取条件来确定是否为组成雷电临近预警的资料。
	数值模式产品	考虑感应和非感应起电参数化方案并集成双向随机放电模式建立的二维雷暴云起电、放电的云模式或中尺度模式,由探空资料提供的初始条件来模拟是否会发生雷电活动。	可根据资料获取条件来确定是否为组成雷电临近预警的资料。

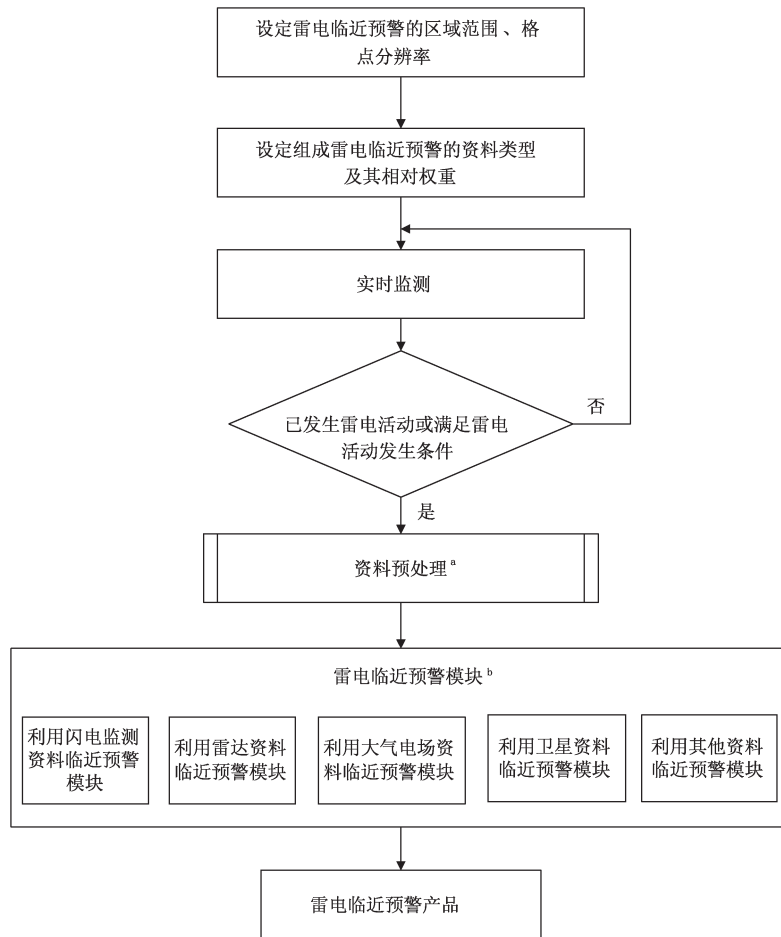
## 4 方法与流程

### 4.1 方法

雷电临近预警宜综合考虑具有不同时空分辨率特性的气象观测资料,采用区域识别、跟踪和外推算法、多种资料集成预报方法或其他相对成熟的算法得到雷电临近预警产品。区域识别、跟踪和外推算法和多种资料集成预报方法参见附录 A。

### 4.2 流程

雷电临近预警流程见图 1。



<sup>a</sup> 资料预处理是根据设定的预警区域范围和格点分辨率对使用的气象资料进行重新格点化处理。

<sup>b</sup> 雷电临近预警模块是根据区域识别、跟踪和外推算法或其他相对成熟的临近预警算法获得雷电临近预警产品。雷电临近预警模块可以仅使用单一类型气象资料，直接获取最终的雷电临近预警产品，亦可以根据各使用资料的权重，利用多种资料集成预报方法进行综合预警获得最终的雷电临近预警产品。

图 1 雷电临近预警流程图

## 5 产品

### 5.1 产品时效

0~2 h。

### 5.2 产品内容

内容主要包括雷电活动的实时监测产品、0~2 h 内雷电活动发生概率临近预警产品、0~2 h 内雷电活动区域的移动趋势临近预警产品及雷电预警信号产品。

### 5.3 产品形式

采用数据、图形和文本三种表现形式。雷电活动的实时监测产品、0~2 h 内雷电活动发生概率临近预警产品、0~2 h 内雷电活动区域的移动趋势临近预警产品的图形示例参见附录 B。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**  
**雷电临近预警方法**

**A.1 区域识别、跟踪和外推算法**

首先对每个时次的格点资料进行区域识别,识别出有可能发生或已经发生雷电的区域,每个识别区域采用椭圆来描述。识别之后,如果至少有两个时次的记录,就根据 Munkres 分配算法进行区域匹配。区域识别、匹配成功后,采用 Holt 双参数线性指数平滑方法进行外推,获得不同时段的预测结果。各种气象资料经过预处理得到格点资料之后,需要二值化处理(符合条件的格点取值为 1,否则为 0)后使用区域识别、跟踪和外推算法。

区域匹配的算法描述如下。

若相邻的两个时次  $t_1$  和  $t_2 (t_1 < t_2)$  分别有  $n_1$  和  $n_2$  个椭圆(识别区域),则定义  $t_1$  时次的某个椭圆  $E_{1i} (1 \leq i \leq n_1)$  与  $t_2$  时次的某个椭圆  $E_{2j} (1 \leq j \leq n_2)$  之间的代价函数为

$$C_{ij} = \omega_1 d_p + \omega_2 d_A \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$C_{ij}$  ——  $t_1$  时次的某个椭圆  $E_{1i}$  与  $t_2$  时次的某个椭圆  $E_{2j}$  之间的代价函数;

$\omega_1, \omega_2$  —— 权重系数;

$d_p$  —— 椭圆中心位置的差异,计算见式(A.2);

$d_A$  —— 椭圆面积引起的差异,计算见式(A.3)。

$$d_p = [(x_{1i} - x_{2j})^2 + (y_{1i} - y_{2j})^2]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$$d_A = A_{1i}^{1/2} - A_{2j}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$x_{1i}$  ——  $t_1$  时次的椭圆  $E_{1i}$  中心的横坐标;

$x_{2j}$  ——  $t_2$  时次的椭圆  $E_{2j}$  中心的横坐标;

$y_{1i}$  ——  $t_1$  时次的椭圆  $E_{1i}$  中心的纵坐标;

$y_{2j}$  ——  $t_2$  时次的椭圆  $E_{2j}$  中心的纵坐标;

$A_{1i}$  ——  $t_1$  时次的椭圆  $E_{1i}$  的面积;

$A_{2j}$  ——  $t_2$  时次的椭圆  $E_{2j}$  的面积。

共有  $n_1 \times n_2$  个  $C_{ij}$  构成了一个代价函数矩阵,按照 Munkres 分配算法,得到一个最佳的匹配方案。对所有相邻时次进行同样的处理,获得每个椭圆(区域)的位置随时间的变化,获得匹配结果。

区域识别、跟踪和外推算法采用 Holt 双参数线性指数平滑方法对区域的中心位置坐标进行预测:

$$\begin{cases} S_t = \alpha R_t + (1 - \alpha)[S_{t-1} + b_{t-1} \Delta t_{t,t-1}] \\ b_t = \beta(S_t - S_{t-1})/\Delta t_{t,t-1} + (1 - \beta)b_{t-1} \\ F_{t_F} = S_t + b_t \Delta t_F \end{cases} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$S$  —— 平滑值;

$R$  —— 实测值;

$F$  —— 预测值;

$b$  —— 变化趋势;

$\alpha, \beta$  —— 权重系数;



$\Delta t_{i,t-1}$  —— 相邻的两个时次的时间长度；

$\Delta t_F$  —— 预测时间长度。

初始值  $S_0=R_0, b_0=0, S_1=R_1, b_1=(S_1-S_0)/\Delta t_{1,0}$ 。预测结果中较新的实测值比时间更早的实测值拥有更大的权重,随着时间的前移,权重按指数规律递减。改变式(A.4)中的预测时间长度  $\Delta t_F$  即可得到不同时间的预测结果。区域识别、跟踪和外推算法流程见图 A.1。

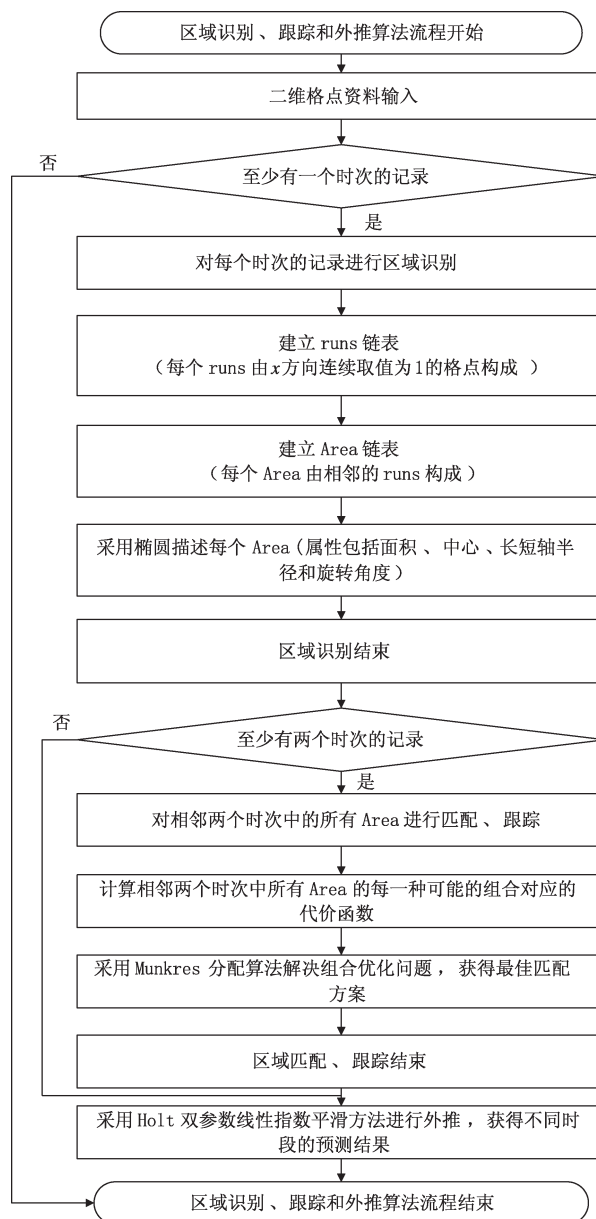


图 A.1 区域识别、跟踪和外推算法流程

## A.2 多种资料集成预报方法

不同探测资料用于雷电活动的临近预警都有其优势和不足,比如:闪电监测资料的实时性好,但预警提前时间有限;地面电场资料的实时性也很好,但其单站的预警区域范围有限,对于移近的雷暴能够

提前预警的时间也有限；雷达资料的时空分辨率都比较好，但只有在降水粒子形成之后才会有较强的回波，提前预警时间同样有限；卫星资料的空间尺度很大，可达上千千米，但目前能够得到的卫星资料的时空分辨率较粗，在雷电临近预警中的作用还是有限。同时，不同地区雷电活动的特征是不一样的，预报员的经验在雷电预报中的作用也不容忽视。因此，多种资料配合使用，取长补短，能够提高雷电临近预警的准确性。

多种资料集成预报方法首先分别计算各种气象资料在每个格点上的雷电活动的发生概率  $r_i$ 。其次对于每一个格点采用指定的各种气象资料权重进行加权平均得到最终的每个格点雷电活动的发生概率  $R$ ，计算公式为：

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \times r_i}{n} \dots\dots\dots (A. 5)$$

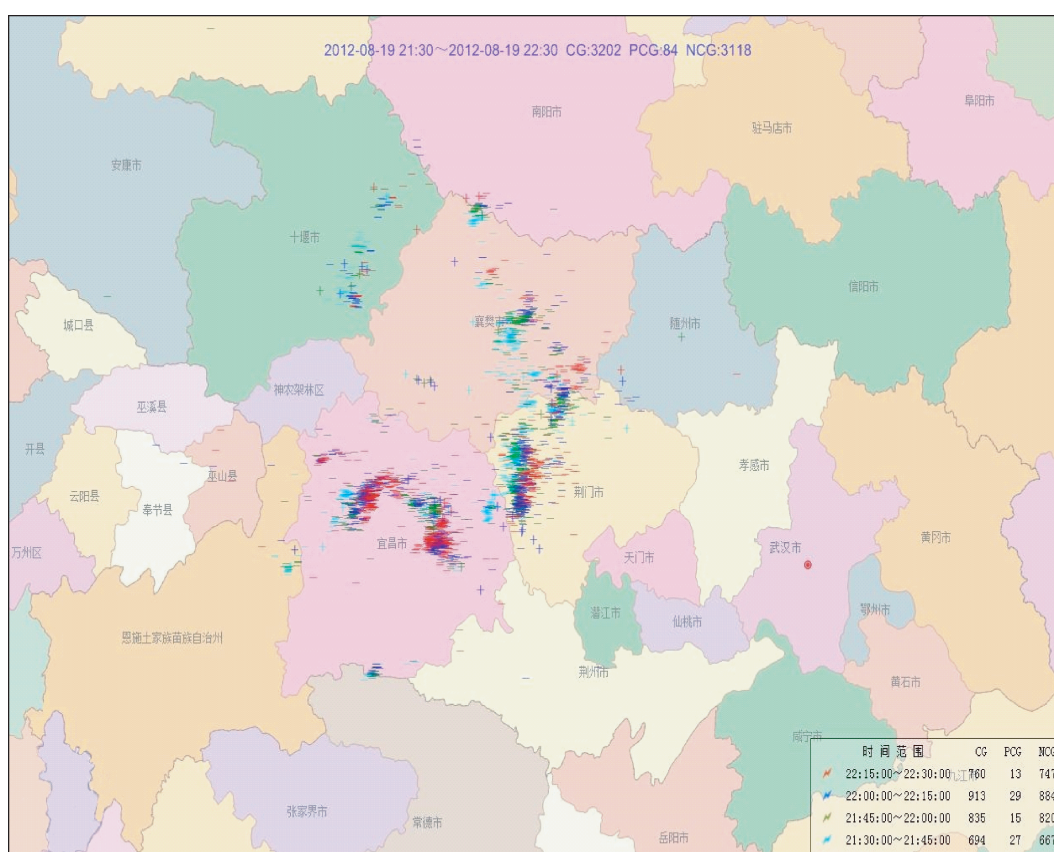
式中：

- $R$  —— 每一个格点雷电活动的发生概率；
- $W_i$  —— 参与计算的各种气象资料的权重；
- $r_i$  —— 利用某种气象资料计算获得的每个格点雷电活动的发生概率；
- $n$  —— 参与计算的气象资料的种类数。

**附录 B**  
(资料性附录)  
**雷电临近预警产品图形示例**

**B.1 雷电活动的实时监测产品**

雷电活动的实时监测产品用以表征雷电活动的实际发生情况,产品示例图见图 B.1,该图显示了2012年8月19日21:30—22:30湖北省1小时内的雷电活动实时分布情况。图中“+”表示正地闪发生位置,“-”表示负地闪发生位置,不同颜色表示雷电活动发生的不同时间段。雷电活动发生的时间范围、频数等参数在图例中标出。



**图 B.1 2012 年 8 月 19 日湖北省雷电活动实时监测产品**

**B.2 雷电活动发生概率临近预警产品**

雷电活动发生概率临近预警产品用以表征临近预警时效、预警区域内各个格点的雷电活动的发生概率,不同的色标表示不同的概率范围。产品示例图见图 B.2。

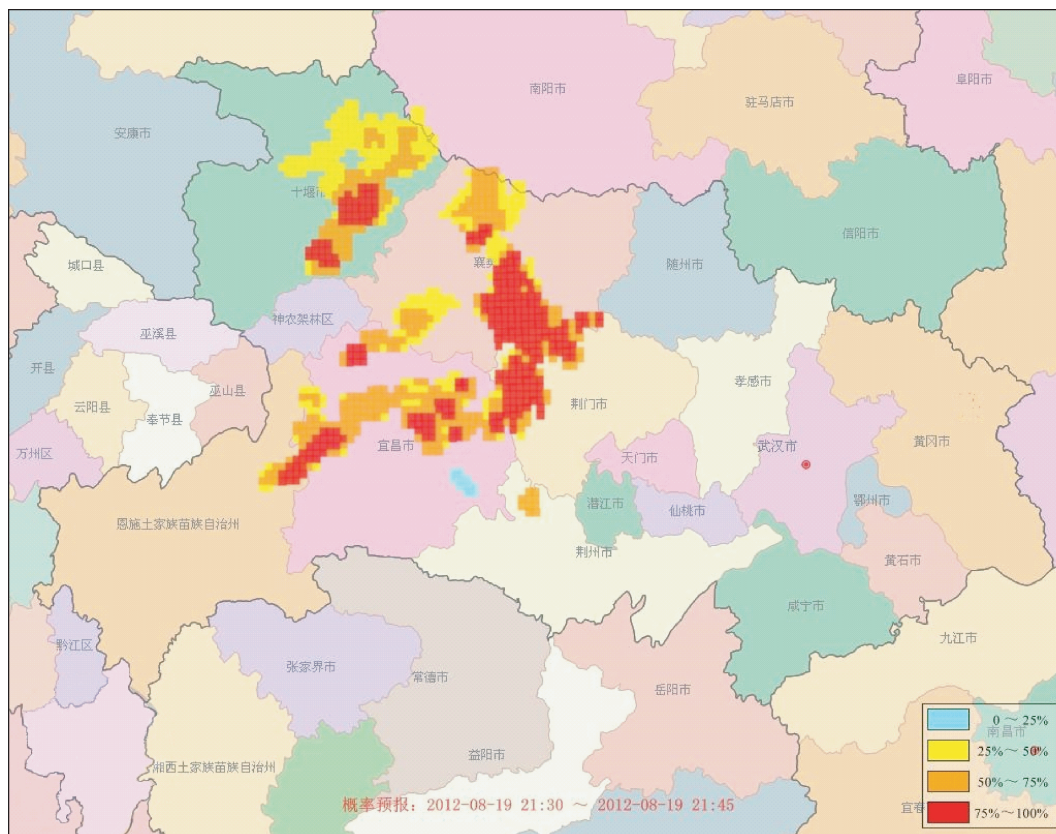


图 B.2 2012 年 8 月 19 日湖北省雷电活动发生概率临近预警产品

### B.3 雷电活动区域的移动趋势临近预警产品

雷电活动区域的移动趋势临近预警产品用以表征在临近预警时效内有可能发生或已经发生雷电活动的区域位置(用椭圆来描述)、移动方向和速度(用箭头表示,箭头的方向表示区域移动的方向,箭头的长短表示区域移动的速度大小)。产品示例图见图 B.3。

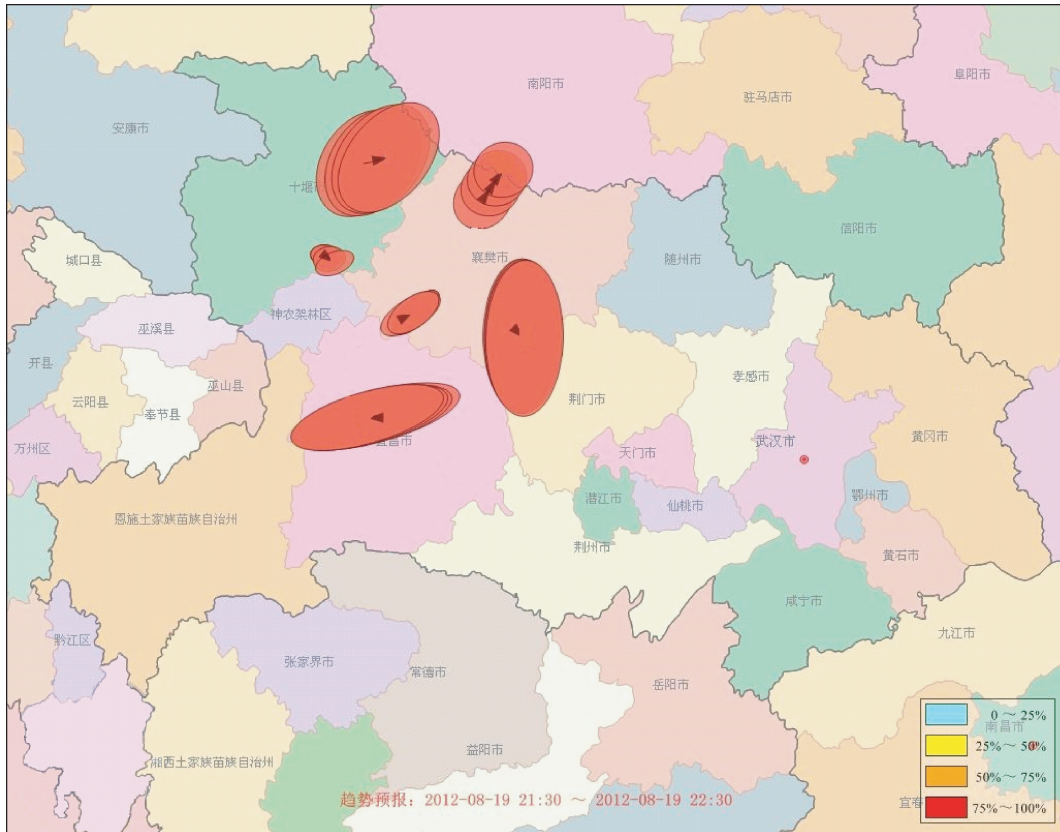


图 B.3 2012 年 8 月 19 日湖北省雷电活动区域的移动趋势临近预警产品

参 考 文 献

- [1] GB/T 21984—2008 短期天气预报
  - [2] GB/T 28594—2012 临近天气预报
  - [3] QX/T 79—2007 闪电监测定位系统 第一部分 技术条件
  - [4] 中国气象局. 精细天气预报业务规范(试行). 2006
  - [5] 中国气象局. 全国短时、临近预报业务规定. 2010
  - [6] 中国气象局第 16 号令. 气象灾害预警信号发布与传播办法. 2007
  - [7] 中国气象局. Micaps 第三版用户手册. 2010
-



中华人民共和国  
气象行业标准  
雷电临近预警技术指南  
QX/T 262—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:135029-5714 定价:16.00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