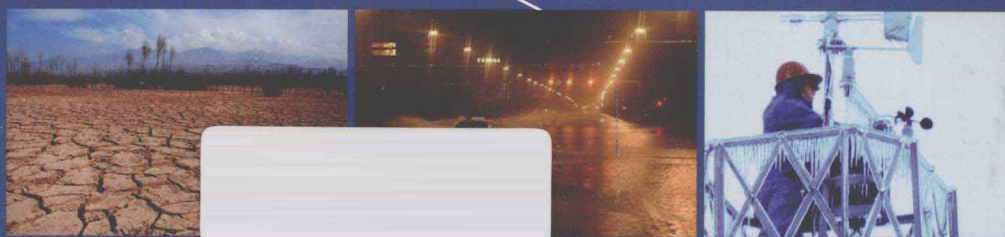


中国极端天气 气候事件图集

高荣 邹旭恺 王遵娅 张强 等 编著

THE ATLAS OF
EXTREME WEATHER
AND CLIMATE EVENTS
IN CHINA



内容简介

THE ATLAS OF EXTREME WEATHER AND CLIMATE EVENTS IN CHINA

中国极端天气气候事件图集

高 荣 邹旭恺 王遵娅 张 强 等 编著

 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

《中国极端天气气候事件图集》主要包括中国区域极端高温、低温、强降水、干旱等11个极端天气气候事件指标的极端阈值、历史极值、50年一遇阈值、100年一遇阈值的空间分布图44幅，逐月日最高气温极值、日最低气温极值、日降水量极值空间分布图36幅，还给出了全国达到极端高温阈值、极端连续高温日数阈值、极端低温阈值、极端连续降温阈值、极端日降水量阈值、极端连续降水日数阈值、极端连续无降水日数阈值、极端连续干旱日数阈值站次数历年变化图8幅。同时，本图集还给出了中国主要城市极端事件阈值、极值和100年一遇阈值，逐月日最高气温极值、逐月日最低气温极值和逐月日降水量极值列表6张，供使用者参考。

本图集作为极端事件监测方面的资料和工具书，可供气象、农业、水利、环境等领域的科研、业务人员使用，也可供灾害防御、规划等有关部门决策参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国极端天气气候事件图集/高荣等编著. —北京: 气象出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5029-5537-3

I. ①中… II. ①高… III. ①气象灾害—史料—中国—图集 IV. ①P429-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第170465号

审图号: 国审字(2012)第156号

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街46号

总 编 室: 010-68407112

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑: 陈 红

封面设计: 燕 彤

责任校对: 石 仁

印 刷: 北京天成印务有限责任公司

开 本: 880 mm×1230 mm 1/16

字 数: 300千字

版 次: 2012年8月第1版

定 价: 188.00元

邮政编码: 100081

发 行 部: 010-68409198

E_mail: qxcbs@263.net

终 审: 周诗健

责任技编: 陈 红

印 张: 10

印 次: 2012年8月第1次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

《中国极端天气气候事件图集》 编制人员

一、 编审委员会

主任：宋连春

副主任：张 强 巢清尘

委员：张培群 张存杰 任国玉 封国林 陈 峪 陈艳春 程炳岩 马振峰

许遐楨 刘海波 祝昌汉 高 荣

二、 编制组

组长：高 荣

副组长：邹旭恺 王遵娅

成员：张 强 刘传凤 何文平 赵海燕 陈鲜艳 龚志强 唐红玉 邹 瑾

王维国 张顺谦 项 瑛 徐良炎 杨贤为 姚佩珍 阎宇平 李 珍

吴国玲 罗 斌

三、 参加单位

主编单位：国家气候中心 中国气象局预报与网络司

参编单位：国家气象中心 重庆市气候中心 山东省气候中心 四川省气候中心

江苏省气候中心

制图单位：北京北软数通科技有限责任公司

前 言

我国地域广阔，气候与自然地理条件复杂，各种极端天气气候事件频繁发生。在全球气候变化背景下，极端天气气候事件发生的频率和强度都出现变化，加上经济迅速发展、人口增加等因素，其对经济社会和人类生存环境的影响日益严重。我国 2006 年川渝特大高温伏旱、2008 年南方低温雨雪冰冻、2011 年长江中下游旱涝急转等，这些频繁发生的极端事件及其引发的对社会和环境的不利影响，引起了政府决策部门和社会公众的广泛关注。加强防灾减灾能力建设，降低极端天气气候事件风险，减轻社会经济损失，是保障国家安全、维持经济社会可持续发展的迫切要求，事关人民福祉安康，事关社会和谐稳定。

胡锦涛总书记在中共中央政治局第六次集体学习后指出，要提高应对极端气象灾害的综合监测预警能力、抵御能力、减灾能力。加强公共气象服务能力，提高极端气象灾害的综合监测预警能力、抵御能力和减灾能力，是落实党中央国务院领导对气象防灾减灾工作系列指示的具体行动。编制《中国极端天气气候事件图集》，将为气象、农业、水文、民政等业务部门开展极端事件监测及相关的科研、院校单位开展研究工作提供基础参考资料，是一部具有实用价值的工具书，对进一步提高社会公众对极端事件的科学认识、提高防灾减灾能力具有重要的意义。

《中国极端天气气候事件图集》是国家气候中心等单位的几十位专家辛勤工作的成果，是在中国气象局极端事件监测业务工作成果总结基础上完成的。该图集包含极端高温、极端低温、极端降水、极端干旱等 4 类 11 个极端天气气候事件监测指标的阈值、历史极值、50 年一遇阈值、100 年一遇阈值图和列表，以及中国 248 个地区以上气象台站逐月日最高气温极值、日最低气温极值、日降水量极值的列表，所使用的观测气象资料年代长、精度高、观测站网密度大；所使用的极端天气气候事件监测技术指标，长期应用于极端天气气候事件监测业务工作中。

衷心地感谢参与编制和审阅的专家们，也真诚地期望得到各界读者的惠正，图集中的不足和疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

2012 年 3 月 28 日

编写说明

一、资料来源

本图集所使用的资料包括 1951—2011 年中国大陆地区 1031 个地面气象观测站（见图 1）逐日最高气温、最低气温和降水量，资料来源于中国气象局国家气象信息中心。本图集所使用的资料和统计结果未包含香港、澳门和台湾地区。



图 1 《中国极端天气气候事件图集》资料站点分布

二、极端天气气候事件定义

极端天气气候事件通常对社会经济和环境产生重大影响，其定义目前尚无统一标准，并且在不同气候类型下具有很强的地域性和季节性差异。本图集中对于极端天气气候事件的定义没有考虑季节性差异，主要针对中国区域来定，参考各种常用的定义方法，将极端天气气候事件定义为在一定时期内，某一区域或地点发生的出现频率较低的或有相当强度的对人类社会有重要影响的天气气候事件。极端天气气候事件包含了两层意义：一是发生的概率（频率）相对较低（概率在 5% 以下，从统计意义上达到 20 年一遇）；二是有相当强度，对人类社会有重大影响。

三、极端天气气候事件指标方法

1. 指标方法¹

(1) 极值

某气象站建站至 2011 年监测到某指标的极大（或极小）值。

(2) 极端阈值

采用排位法计算，对某指标历史序列从小到大进行排位，定义序列第 95 百分位值为极端多（大）事件阈值，第 5 百分位值为极端少（小）事件阈值。

具体计算方法为：取气候标准期（1981—2010 年）内某一指标（如：日降水量）每年的极值和次极值，得到一个包含 60 个样本的序列；对序列从小到大进行排序，取第 3 个值为发生偏少（小）极端事件阈值，小于等于该阈值的事件为极端偏少（小）事件；第 58 个值为偏多（大）极端事件阈值，大于等于该阈值的事件为极端偏多（大）事件。如果某指标在气候标准期内资料长度不够 30 年，则利用 2000 年以后资料补齐，如果气候标准期内缺 3 年以上资料，则指标极端阈值记为缺测。

(3) 重现期

大于等于或小于等于某一水平的随机事件在较长时期内重复出现的平均时间间隔，常以多少年一遇表征。本图集选用广义极值分布模型（GEV，丁裕国和江志红，2009²）拟合各指标序列的概率分布函数，统计指标的重现期。

2. 指标分类

(1) 日最高气温

指 24 小时（北京时间 20—20 时）内百叶箱（离地 1.5m）空气温度的最高值，一般出现在 14 时左右。

(2) 连续高温日数

指日最高气温连续 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的日数称为连续高温日数。

(3) 日最低气温

指 24 小时（北京时间 20—20 时）内百叶箱（离地 1.5m）空气温度的最低值，一般出现在 05 时左右。

(4) 日降温

当日最低气温较前一日降低的幅度称为日降温，要求当日最低气温必须 $\leq 22^{\circ}\text{C}$ 。

(5) 连续降温

日最低气温连续降低的过程称为连续降温，过程最高值与最低值的差值即连续降温幅度，且过程最低气温必须 $\leq 22^{\circ}\text{C}$ 。

¹ 本图集中所定义的极端天气气候事件均是相对于单站来说的，没有涉及区域极端事件。

² 丁裕国，江志红，2009. 极端气候研究方法导论. 北京：气象出版社：北京.

(6) 日降水量

指 24 小时（20-20 时）内的未经蒸发、渗透、流失的降水，在地表水平面上积累的厚度。

(7) 3 日降水量

指相邻 3d 日降水量的累积值。

(8) 连续降水量

指日降水量连续 $\geq 0.1\text{mm}$ 的累积值。

(9) 连续降水日数

指日降水量连续 $\geq 0.1\text{mm}$ 的天数。

(10) 连续无降水日数

指日降水量连续为 0 的天数，微量降水也记为 0。

(11) 连续干旱日数

指综合气象干旱指数 CI 等级¹在中等强度以上干旱的连续日数。

四、广义极值分布模型（GEV）简介²

气候要素的极端值本身是一种复杂的(难以预测的)随机变量。即使目前的动力气候数值模拟已有相当高的技巧水平用于描述气候系统，但对于极端事件的模拟能力依然较弱。以往对于模拟结果的评估也仅限于平均气候状态的分析，对极端事件的分布规律不能很好地体现。广义极值分布模型（GEV）补充了这方面的不足，已经被水文和气象领域广泛应用于极值研究。极限值理论被认为由三种极值分布组成（Gumbel, Fréchet 和 Weibull 分布），它的理论分布函数为：

$$F(x) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[1 - \kappa(x - \xi)/a\right]^{1/\kappa}\right\} & \kappa < 0, x > \xi + a/\kappa \\ \exp\left\{-\exp\left[-(x - \xi)\right]\right\} & \kappa = 0 \\ \exp\left\{-\left[1 - \kappa(x - \xi)/a\right]^{1/\kappa}\right\} & \kappa > 0, x < \xi + a/\kappa \end{cases} \quad (1)$$

其中 ξ 代表位置参数，决定分布的位置； a 是尺度参数，是分布曲线伸展范围的体现； κ 是形状参数，决定极端分布的类型： $\kappa = 0$ 的时候是 Gumbel 分布， $\kappa > 0$ 时是 Weibull 分布， $\kappa < 0$ 时是 Fréchet 分布。

对于 GEV 分布参数的估计方法主要有最大似然法和 L 矩估计法，比较发现 L 矩估计法参数方法易于计算，并且对于小样本的计算更加稳定。因此本图集采用 L 矩参数估计方法计算并简单介绍该方法如下：

$$\lambda_1 = EX = \int_0^1 x(F) dF \quad (2)$$

1 GB/T 20481—2006，气象干旱等级。中华人民共和国国家标准。北京：中国标准出版社，2006。

2 丁裕国，江志红。2009。极端气候研究方法导论。北京：气象出版社。

$$\lambda_2 = \frac{1}{2} E(X_{2:2} - X_{1:2}) = \int_0^1 x(F)(2F-1)dF \quad (3)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{3} E(X_{3:3} - 2X_{2:3} + X_{1:2}) = \int_0^1 x(F)(6F^2 - 6F + 1)dF \quad (4)$$

其中 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 通过将统计量按顺序排列获得。 λ_1 是位置参数, λ_2 是尺度参数(代表两个随机变量之间的距离), λ_3 代表左右两边到中心的距离, 即为形状参数。

L参数估计

$$\lambda_1 = \xi + (a/\kappa)[1 - \Gamma(1 + \kappa)] \quad (5)$$

$$\lambda_2 = (a/\kappa)\Gamma(1 + \kappa)(1 - 2^{-\kappa}) \quad (6)$$

$$\lambda_3 = (a/\kappa)\Gamma(1 + \kappa)(-1 + 3 \times 2^{-\kappa} - 2 \times 3^{-\kappa}) \quad (7)$$

GEV 分布参数估计的公式为:

$$\kappa = 7.8590 + 2.9554z^2 \quad (8)$$

$$z = 2/(3 + \lambda_3/\lambda_2) - \ln 2/\ln 3 \quad (9)$$

$$a = \lambda_2\kappa/[(1 - 2^{-\kappa})\Gamma(1 + \kappa)] \quad (10)$$

$$\xi = \lambda_1 + a[\Gamma(1 + \kappa) - 1]/\kappa \quad (11)$$

GEV重现期的公式是:

$$X_T = \begin{cases} \hat{\xi} + \hat{\alpha}(1 - [-\ln(1 - 1/T)])^{\hat{\kappa}} / \hat{\kappa} & \hat{\kappa} \neq 0 \\ \hat{\xi} - \hat{\alpha}[-\ln(1 - 1/T)] & \hat{\kappa} = 0 \end{cases} \quad (12)$$

其中 X_T 为重现期值, T 为重现期。

五、项目资助

本图集由国家科技支撑项目“我国主要极端天气气候事件及重大气象灾害监测、检测和预测关键技术研究”第六课题“重大气象灾害综合服务业务系统研制”(2007BAC29B06)及中国气象局业务建设项目共同资助完成。

目 录

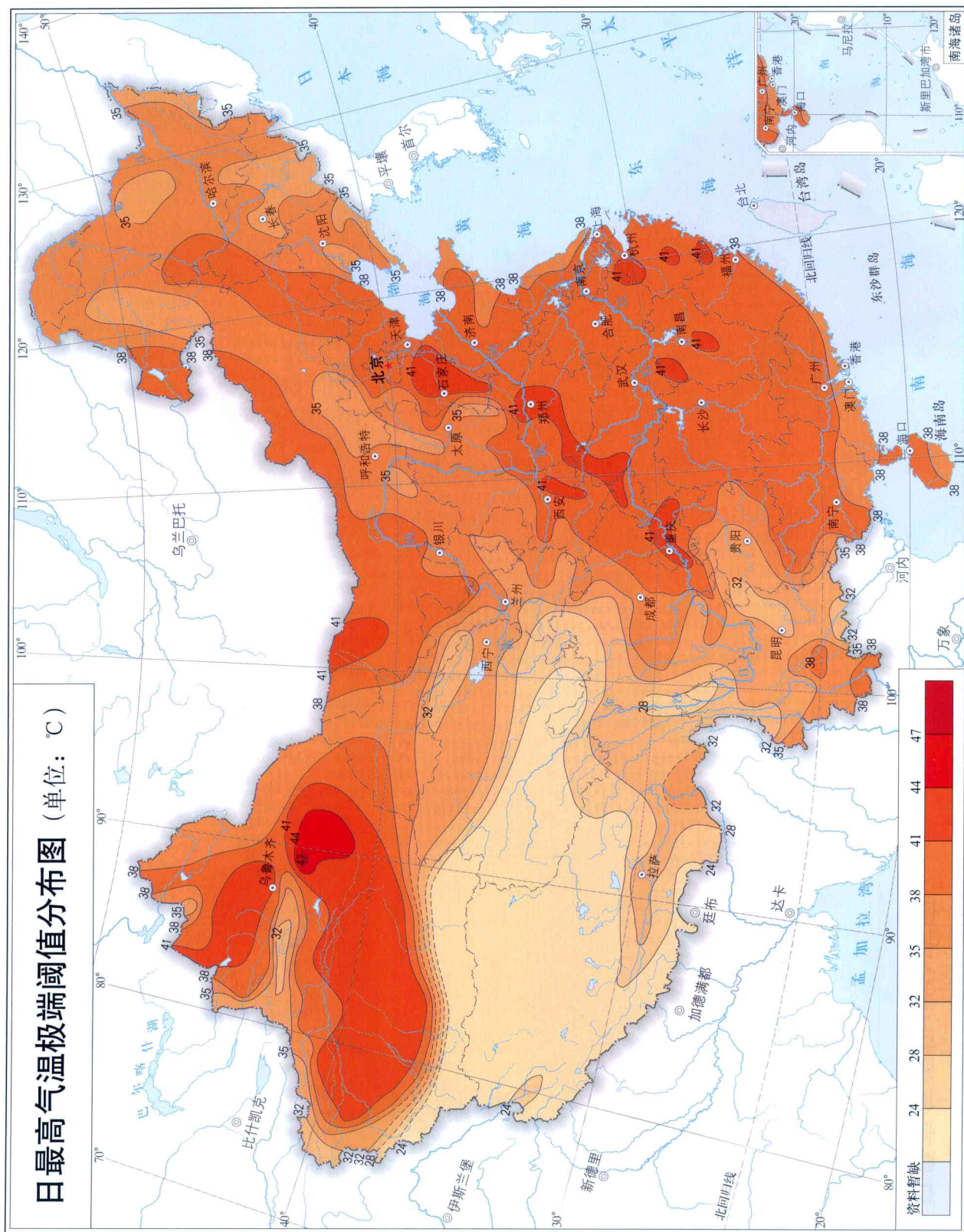
前言

编写说明

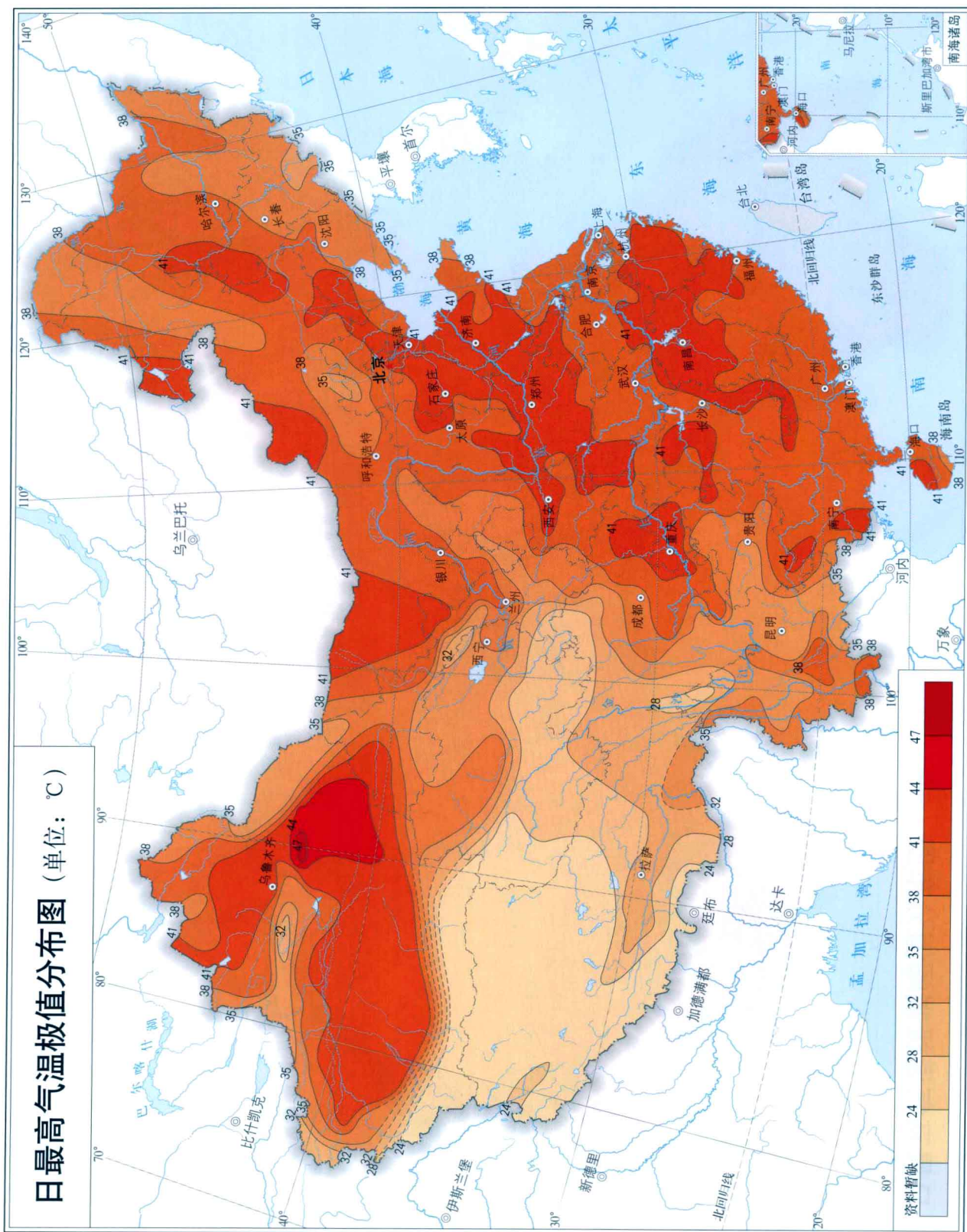
日最高气温极端阈值分布图	(1)
日最高气温极值分布图	(2)
日最高气温 50 年一遇阈值分布图	(3)
日最高气温 100 年一遇阈值分布图	(4)
连续高温日数极端阈值分布图	(5)
连续高温日数极值分布图	(6)
连续高温日数 50 年一遇阈值分布图	(7)
连续高温日数 100 年一遇阈值分布图	(8)
日最低气温极端阈值分布图	(9)
日最低气温极值分布图	(10)
日最低气温 50 年一遇阈值分布图	(11)
日最低气温 100 年一遇阈值分布图	(12)
日降温极端阈值分布图	(13)
日降温极值分布图	(14)
日降温 50 年一遇阈值分布图	(15)
日降温 100 年一遇阈值分布图	(16)
连续降温极端阈值分布图	(17)
连续降温极值分布图	(18)
连续降温 50 年一遇阈值分布图	(19)
连续降温 100 年一遇阈值分布图	(20)
日降水量极端阈值分布图	(21)
日降水量极值分布图	(22)
日降水量 50 年一遇阈值分布图	(23)
日降水量 100 年一遇阈值分布图	(24)
3 日降水量极端阈值分布图	(25)
3 日降水量极值分布图	(26)
3 日降水量 50 年一遇阈值分布图	(27)

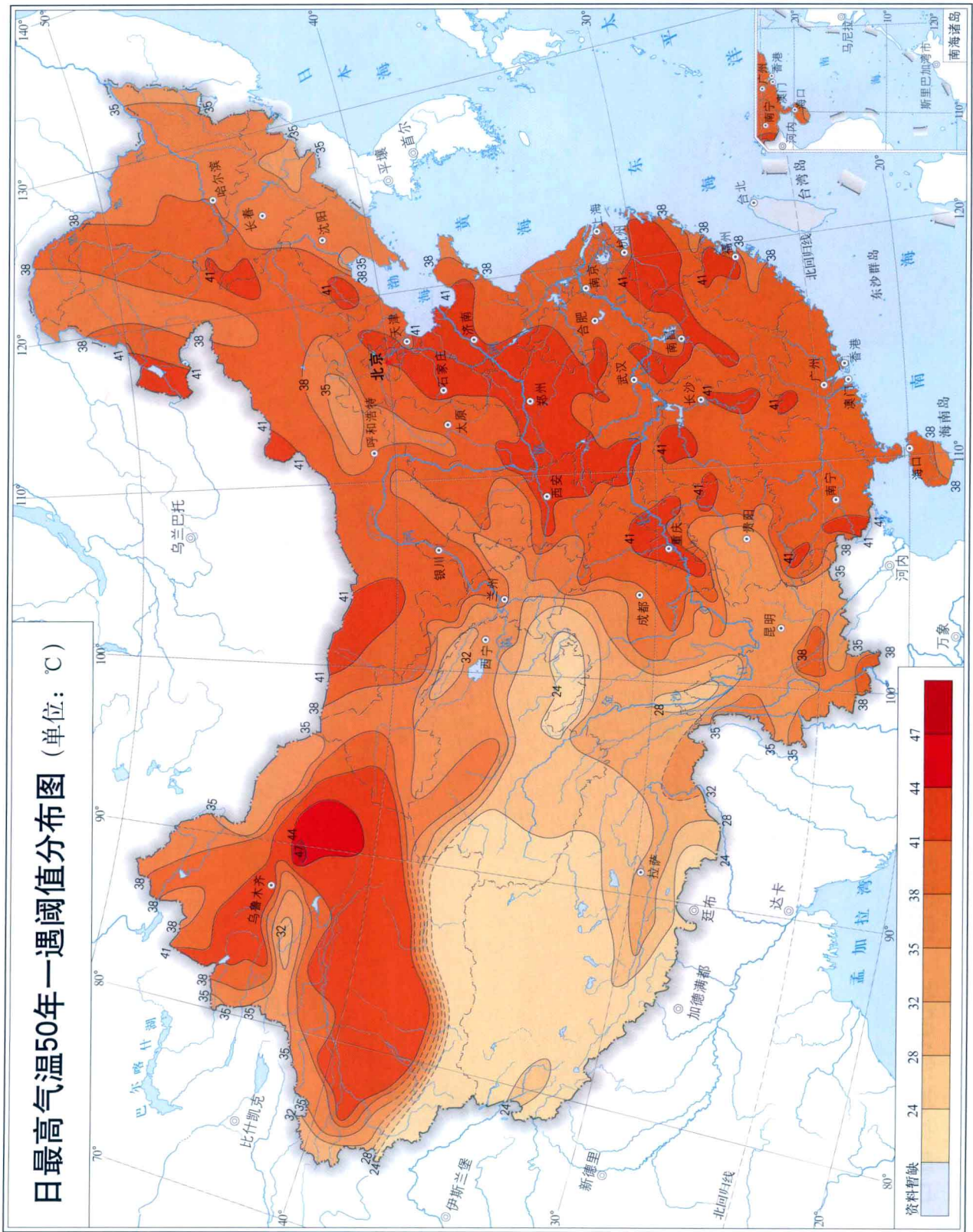
3 日降水量 100 年一遇阈值分布图·····	(28)
连续降水量极端阈值分布图·····	(29)
连续降水量极值分布图·····	(30)
连续降水量 50 年一遇阈值分布图·····	(31)
连续降水量 100 年一遇阈值分布图·····	(32)
连续降水日数极端阈值分布图·····	(33)
连续降水日数极值分布图·····	(34)
连续降水日数 50 年一遇阈值分布图·····	(35)
连续降水日数 100 年一遇阈值分布图·····	(36)
连续无降水日数极端阈值分布图·····	(37)
连续无降水日数极值分布图·····	(38)
连续无降水日数 50 年一遇阈值分布图·····	(39)
连续无降水日数 100 年一遇阈值分布图·····	(40)
连续干旱日数极端阈值分布图·····	(41)
连续干旱日数极值分布图·····	(42)
连续干旱日数 50 年一遇阈值分布图·····	(43)
连续干旱日数 100 年一遇阈值分布图·····	(44)
一月日最高气温极值分布图·····	(45)
二月日最高气温极值分布图·····	(46)
三月日最高气温极值分布图·····	(47)
四月日最高气温极值分布图·····	(48)
五月日最高气温极值分布图·····	(49)
六月日最高气温极值分布图·····	(50)
七月日最高气温极值分布图·····	(51)
八月日最高气温极值分布图·····	(52)
九月日最高气温极值分布图·····	(53)
十月日最高气温极值分布图·····	(54)
十一月日最高气温极值分布图·····	(55)
十二月日最高气温极值分布图·····	(56)
一月日最低气温极值分布图·····	(57)
二月日最低气温极值分布图·····	(58)
三月日最低气温极值分布图·····	(59)
四月日最低气温极值分布图·····	(60)
五月日最低气温极值分布图·····	(61)

六月日最低气温极值分布图	(62)
七月日最低气温极值分布图	(63)
八月日最低气温极值分布图	(64)
九月日最低气温极值分布图	(65)
十月日最低气温极值分布图	(66)
十一月日最低气温极值分布图	(67)
十二月日最低气温极值分布图	(68)
一月日降水量极值分布图	(69)
二月日降水量极值分布图	(70)
三月日降水量极值分布图	(71)
四月日降水量极值分布图	(72)
五月日降水量极值分布图	(73)
六月日降水量极值分布图	(74)
七月日降水量极值分布图	(75)
八月日降水量极值分布图	(76)
九月日降水量极值分布图	(77)
十月日降水量极值分布图	(78)
十一月日降水量极值分布图	(79)
十二月日降水量极值分布图	(80)
全国日最高气温达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(81)
全国连续高温日数达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(81)
全国日最低气温达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(82)
全国连续降温达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(82)
全国日降水量达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(83)
全国连续降水日数达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(83)
全国连续无降水日数达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(84)
全国连续干旱日数达极端阈值站次数历年变化(1951-2011年)	(84)
表1 全国主要城市极端事件阈值	(85)
表2 全国主要城市极端事件极值	(95)
表3 全国主要城市极端事件100年一遇阈值	(105)
表4 全国主要城市逐月日最高气温极值	(115)
表5 全国主要城市逐月日最低气温极值	(125)
表6 全国主要城市逐月日降水量极值	(135)



日最高气温极值分布图 (单位: °C)





日最高气温100年一遇阈值分布图 (单位: °C)

