

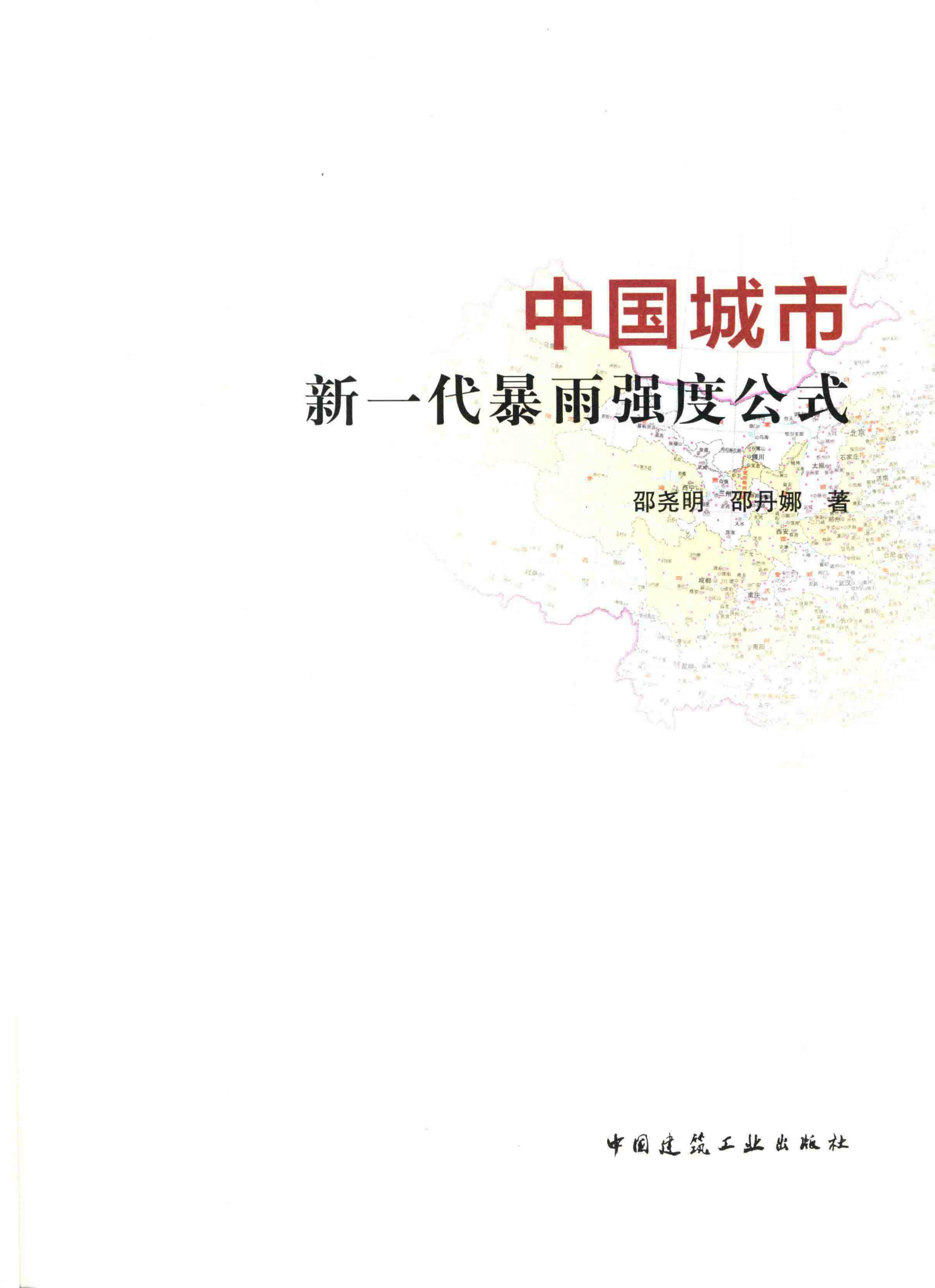
中国城市

新一代暴雨强度公式

A New Generation of Urban Rainstorm
Intensity Formula in China

邵尧明 邵丹娜◎著

中国建筑工业出版社



中国城市 新一代暴雨强度公式

邵尧明 邵丹娜 著

中国建筑工业出版社

审图号: GS (2012) 736号

图书在版编目 (CIP) 数据

中国城市新一代暴雨强度公式 / 邵尧明, 邵丹娜著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 5

ISBN 978-7-112-16847-7

I. ①中… II. ①邵…②邵… III. ①城市—暴雨量—强度—计算—公式—中国 IV. ①P333.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第098754号

本书充分利用现代信息技术, 从我国水文、气象等部门 4000 余个雨量站的历年实测资料信息中, 收集筛选了我国 31 个省、市、自治区内共 606 座城市的雨量资料, 整理、归纳、统计总量达 24902 站/年的雨量数据, 建立了 606 座城市符合当地实际的暴雨强度公式, 填补了我国城市安全建设工作的一项空白, 为城市规划、工程设计、生态研究及城市雨洪管理等领域提供了科学合理的技术支持。本书可供规划设计、建设管理、水利水电、水文、气象、地理、环境、防灾等相关学科的专业工作者和大专院校师生使用参考。

责任编辑: 于 莉 田启铭

书籍设计: 京点制版

责任校对: 陈晶晶 赵 颖

中国城市新一代暴雨强度公式

邵尧明 邵丹娜 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京画中画印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 6¼ 字数: 195 千字

2014 年10月第一版 2014 年10月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-16847-7

(25198)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

城市是社会网络的关键节点，经济运转系统的核心枢纽和生命财富的高度集聚地。在城市人口高度集聚，城市经济快速发展、城镇化高速推进的现代化时代，城市防洪、排水安全和城市水灾风险日益成为一个涉及面广、影响力大，人民群众高度关注的安全问题。城市暴雨强度公式是城市雨水排水系统规划、设计、雨洪管理和雨水径流污染治理的重要科学依据。在我国，由于计算理论及技术的不完善和相对滞后、研究起步晚发展慢，加之雨水排水设施设计标准偏低等原因，致使我国在这方面的规范设计难以适应现代城市发展的实际需要，城市内涝问题日益突出。因此，建立符合当地客观实际的暴雨强度公式是保障城市排水安全的前提，且对优化城市雨水排水系统的规划设计，合理确定工程投资及保证工程正常运行都有十分重要的意义。

《中国城市新一代暴雨强度公式》汇集了迄今为止我国暴雨公式设计计算方面最全面、最系统的资料，建立了我国 31 个省、市、自治区 606 座城市的暴雨强度公式，资料总量高达 24902 站 / 年，结束了我国大部分城市无暴雨强度公式之历史，填补了我国城市安全建设工作中的一项空白，是我国近半个世纪以来关于城市暴雨统计特征研究的一项创新性研究成果。

新一代城市暴雨强度公式具有广泛的适用性，不仅适用于城市规划、工程设计、城市排水、生态研究及城市雨洪管理，而且可拓宽应用于水利、环境、气象、交通等领域，为各行各业工程设计成果的相互验证、综合协调等方面提供了技术平台，具有十分重要的应用价值。

作者潜心研究、勇于实践，收集并分析了海量的数据，进行了繁重的计算和协调工作，历时十余年才完成了这一浩大的系统工程。作者这种理性务实、直面难题、持之以恒的精神，值得广大科技工作者学习。

住房和城乡建设部副部长：

1218.2
2010.7.10 198

前言

随着我国城镇化的快速发展,城镇人口的快速增长,城镇基础设施建设密度的不断增加,短历时高强度暴雨造成的城市水灾害已经成为城镇化进程中影响人居环境改善的一大制约因素。城市暴雨强度公式编制既能反映城市降雨变化的客观规律,又能检验城市基础设施建设的合理性,更是改进城市规划布局的重要技术手段。因此,提高城市暴雨强度公式计算精度,规范该项技术的成果推广,对于实现城镇发展和基础设施建设具有重要的实践意义。

根据现有研究成果,目前我国仅有几十座城市拥有可供参考的暴雨强度公式,且多建立于 20 世纪 80 年代初期,这些公式在当时为我国的城市化建设提供了重要的技术参考。然而,随着城市格局不断外延和高密度增长,城市宜居需求的不断提升,原有的研究成果已无法较好地满足当前需要。2004 年 2 月建设部再次提出修编和补充编制,入编《给水排水设计手册》的只有上海市、济南市,浙江省、福建省补充复核修编了 60 余座城镇的暴雨强度公式,这些公式远远不能满足我国城市型网络化大都市建设和城市化进程的实际需求。住房和城乡建设部建科研函[2008]199 号关于协助做好“我国现行规范中暴雨强度公式设计计算技术研究”课题成果协调工作文件指出:“目前,我国城市在雨水排水规划设计中采用传统暴雨强度公式精度低、误差大,不能全面真实反映降水变化规律,且在应用中发现不能满足生产需要,需要修改和调整”。

本书以我国城镇化与短历时强暴雨导致的城市排水防涝问题为切入点,基于现有的学术研究成果和行业管理特点,结合多年城市雨水排水设计和管理工作的实践,对目前城市暴雨强度公式编制存在的技术问题进行了梳理和分析。通过对数据的采集处理,充分利用 GIS 图属互联思想,借助可视化平台,为城市暴雨设计研究提供了一种新的分析方法。同时,利用地理信息系统平台,完成流域分析、城市地理、气候环境、雨区划分、雨强统计和制图等,对有关地理、地形、雨型与降水分布关系,进行全面、深入的调查研究。本书所涉及的中国城市暴雨强度公式编制站点分布图和各省、市暴雨强度公式编制站点分布图,对各观测站站名与城市名称对应性及地图各要素进行了技术审核。所有地图经国家测绘地理信息局严格审查,符合国家出版规定。

书中新一代暴雨强度公式具有广泛的适用性,不仅较好地兼顾了“三个结合”(城乡之间结合、政府相关部门之间结合、与实际条件结合)和“两个服务创新”(政府服务创新、规划设计部门服务创新),也为城市雨水排水工程规划设计和城市防灾减灾以及雨水排水日常管理提供了有力的技术支撑。本书所提供的研究成果为城市规划、工程设计、雨洪管理、生态研究及水利水电、水文、气象、地理、环境、防灾等相关学科提供了技术参考。

本书编写得到了国家水文、气象及测绘部门的大力支持和协助,各单位高效的工作为本书的完成提供了大量可靠的数据支持,谨致谢忱。

目 录

绪论	001
序图图例	004
公式编制站点图图例	004
中国政区	005
中国城市暴雨强度公式编制站点分布图	006
中国地势	007
中国水系	008
京、津、冀城市暴雨强度公式编制站点分布图	009
京、津、冀城市暴雨强度公式成果表	010
山西省城市暴雨强度公式编制站点分布图	012
山西省城市暴雨强度公式成果表	013
内蒙古自治区城市暴雨强度公式编制站点分布图	015
内蒙古自治区城市暴雨强度公式成果表	016
辽宁省城市暴雨强度公式编制站点分布图	019
辽宁省城市暴雨强度公式成果表	020
吉林省城市暴雨强度公式编制站点分布图	022
吉林省城市暴雨强度公式成果表	023
黑龙江省城市暴雨强度公式编制站点分布图	025
黑龙江省城市暴雨强度公式成果表	026
沪、苏城市暴雨强度公式编制站点分布图	029
沪、苏城市暴雨强度公式成果表	030
浙江省城市暴雨强度公式编制站点分布图	031
浙江省城市暴雨强度公式成果表	032
安徽省城市暴雨强度公式编制站点分布图	037
安徽省城市暴雨强度公式成果表	038
福建省城市暴雨强度公式编制站点分布图	040
福建省城市暴雨强度公式成果表	041
江西省城市暴雨强度公式编制站点分布图	043
江西省城市暴雨强度公式成果表	044
山东省城市暴雨强度公式编制站点分布图	046

山东省城市暴雨强度公式成果表	047
河南省城市暴雨强度公式编制站点分布图	049
河南省城市暴雨强度公式成果表	050
湖北省城市暴雨强度公式编制站点分布图	052
湖北省城市暴雨强度公式成果表	053
湖南省城市暴雨强度公式编制站点分布图	055
湖南省城市暴雨强度公式成果表	056
广东省城市暴雨强度公式编制站分布图	058
广东省城市暴雨强度公式成果表	059
广西壮族自治区城市暴雨强度公式编制站点分布图	061
广西壮族自治区城市暴雨强度公式成果表	062
海南省城市暴雨强度公式编制站点分布图	064
海南省城市暴雨强度公式成果表	065
重庆市城市暴雨强度公式编制站点分布图	066
重庆市城市暴雨强度公式成果表	067
四川省城市暴雨强度公式编制站点分布图	068
四川省城市暴雨强度公式成果表	069
贵州省城市暴雨强度公式编制站点分布图	072
贵州省城市暴雨强度公式成果表	073
云南省城市暴雨强度公式编制站点分布图	075
云南省城市暴雨强度公式成果表	076
西藏自治区城市暴雨强度公式编制站点分布图	079
西藏自治区城市暴雨强度公式成果表	080
陕西省城市暴雨强度公式编制站点分布图	081
陕西省城市暴雨强度公式成果表	082
甘肃省城市暴雨强度公式编制站点分布图	084
甘肃省城市暴雨强度公式成果表	085
青海省城市暴雨强度公式编制站点分布图	087
青海省城市暴雨强度公式成果表	088
宁夏回族自治区城市暴雨强度公式编制站点分布图	089
宁夏回族自治区城市暴雨强度公式成果表	090
新疆维吾尔自治区城市暴雨强度公式编制站点分布图	091
新疆维吾尔自治区城市暴雨强度公式成果表	092
附 录 暴雨强度公式编制方法	093
住房和城乡建设部科技项目评审意见	094

绪 论

暴雨强度公式是城市雨水排水系统规划与设计的重要依据,直接影响到排水工程的投资预算和安全可靠。据《给水排水设计手册》第5册《城镇排水》(第二版),城市暴雨强度公式的涵盖国内102座城市,具有一定局限性,使规划设计精度受到了损失。从20世纪50年代《室外排水工程设计规范》发展至今的《室外排水设计规范》,历次城市室外排水设计规范修编均无述及关于暴雨强度公式编制方法的修改内容。由于这套方法沿用至今近半个世纪,随着城市化的加速推进,城市建设事业的迅猛发展,以及国外先进技术的引进、消化,我国给水排水科学技术和设计水平取得了重大成果。20世纪60年代水文及气象部门对雨量资料的整编进行了重大改革,均采用年最大值法建立了暴雨信息资源共享数据库,暴雨资料日益积累,系列不断完善,在水文资料的深度和广度等方面均满足了各地修编暴雨强度公式的实际需求。

鉴于暴雨强度公式设计工作的实际需要,编制方法亟需修改、补充和调整。住房和城乡建设部下达了“现行规范中城市暴雨强度公式设计计算技术研究及应用”课题,要求应根据现行相关国家标准、技术规范,充分发挥现有的设计技术和科研成果,继续开展技术再创新,这为确立当前编制符合客观实际的607座城市,608个(其中5~120min 607个,5~1440min 1个)暴雨强度计算公式提供一个很好契机。

城市新一代暴雨强度公式在水文、气象部门系列虹吸式观测资料的基础上,以先进的专业计算机输入设备和降水数字化处理系统软件为平台,从原始记录数据处理、整理、归纳、统计、编制的年最大值选样法构建各指定历时的雨量系列。彻底改变以往只能通过“目测法”或“坐标抄录法”处理原始资料,采用先进降水数字化处理系统提取原始样本,剔除了人为因素有可能造成的干扰,充分利用实测数据进行虹吸校验和更正,从而达到了样本观测及采集方法的一致性,确保各样本的准确性、完整性。该方法是城市暴雨强度公式研究领域的一大创新,具有误差小、统一标准等特点。在降水数字化处理系统的支撑下,编制我国31个省、市、自治区607座城市暴雨强度公式的数据处理工作将变得更为快捷,其效率和样本准确性是传统技术无法实现的。

暴雨强度公式的合理性分析及其精度分析评定的基础上,设计暴雨量等值线图在GIS软件和硬件支持下,将地理信息系统空间分析技术基础数据库和设计暴雨信息数据库综合起来,使设计暴雨量的分析过程更加严密、直观、快速和有效地绘制等值线图,实现不同重现期设计暴雨量等值线的浏览、检索等,充分利用GIS制定各历时不同重现期设计暴雨等值线交互协调的评判标准,对不同重现期各个历时暴雨量等值线和设计计算值进行综合协调,以图形及数据的重新处理等分析工作,综合设计暴雨分析和推求出新的暴雨信息,产生设计暴雨量等值线图和气象因素、地形等数据叠加交互协调时主要考虑的因素及分析的结果有:

(1) 以分布在我国不同城市的新一代暴雨强度公式为依据,采用2年、3年、5年、10年、20年、30年、50年、100年八个频率和5min、10min、15min、20min、30min、45min、

60min、90min、120min 九个时段,分别求得设计暴雨量,绘制不同重现期各个历时的暴雨量等值线图。

(2) 客观反映地理、地形、建筑以及气象因素对降水影响的因子关系。经分析得到我国的设计暴雨量等值线的高低值区域分布和地形趋势、形成局地气候的关系比较一致,即山区大于平原,迎风坡面大于背风面,东部大于西部,南部大于北部。梅雨控制区和台风控制区暴雨强度应有明显的差异。

(3) 根据中华人民共和国水利部水文局、南京水利科学研究院编制《中国暴雨统计参数图》以及各省水文部门刊布的短历时暴雨图集及国家气象局编制的相关成果,将各历时不同重现期暴雨量值等值线图,进行严密的分析比较,两者之间的成果吻合较好,变化趋势比较一致。

(4) 依据我国各指定历时实测的最大值降雨量分布,无论对暴雨强度公式的参数推求,还是基于 GIS 技术支持下生成的暴雨量等值线,协调平衡与合理性检查都应予以特别关注。

(5) 时段暴雨量~历时~重现期三者关系检查,在等值线图上读取各站点的设计暴雨量,与相应各历时不同重现期条件下的设计暴雨量进行严密比较,分析它们的合理性、精确性和保真性。

本书采用年最大值选样法构建各指定历时的雨量系列,很好地兼顾了样本的代表性、一致性、独立性各个方面的要求,致使样本信息与水文、气象部门整编的雨量成果完全协调一致,达到样本信息资源的共享,从而使城市暴雨强度公式计算成果更加科学合理,大大简化了编制工作量。与水文、气象部门的整编要求完全一致,有利于加快推进我国各地推求暴雨强度公式进程,满足了样本的代表性、独立性、一致性和统计规律等方面的要求,充分客观反映了我国城市化过程中暴雨强度在空间分布上的梯度变化规律。另外,设计重现期的概念在城市规划建设部门、水利部门、气象部门及交通部门得到高度统一,使多个部门的水文设计技术标准完全协调一致。新一代暴雨强度公式具有广泛的适用性,不仅适用于城市生态研究、城市规划设计与城市水文管理,而且可拓宽应用于水利、环境、气象、交通、工业等领域,为各行各业工程设计成果的相互验证、综合协调等提供了技术支撑。

在城市雨水排水的设计和管理运行中,笔者结合多年的工作实践,发现了目前设计暴雨强度计算存在的技术问题,于 1997 年开始从事暴雨强度公式的研究,在宁波地区通过几年的全面推广使用,在积累应用经验的同时,扩大了应用范围,于 2000 年完成了浙江暴雨强度公式,在实践中勇于创新,在 2005 年建立了杭州市暴雨强度信息管理系统。上述成果先后获得了浙江省、杭州市、宁波市科学技术奖(进步)一等奖和二等奖,部分成果入编《给水排水设计手册》(第二版)第 5 册《城镇排水》。这以后十余年的推广应用,笔者积累了丰富的设计技术和实践经验,随着城市雨水排水设计标准的不断提升,为了适应其城市化的实际需求,2007 年承担建设部以建科[2007]144 号下达了“我国现行规范中暴雨强度公式设计计算技术研究”的重要课题。要求在十余年理论研究和实践的基础上,借助计算机技术和地理信息系统平台,在模型论证、样本容量对比、精度比较、敏感性分析和成果合理性检查等方面,深入地对资料系列长度、代表性、选样方法等技术问题进行研究。

随后,根据建标函[2008]39 号“关于请继续开展暴雨强度公式设计计算验证性应用研究的函”的具体要求,即“在已取得的城市暴雨强度公式设计计算研究成果的基础上,选择有代表性的不同地区和城市,扩大范围,继续进行验证性应用研究,为下一步在有关工程建设标准中推广应用该成果奠定更坚实的基础”。住房和城乡建设部又以建标[2010]43

号文“关于印发《2010年工程建设标准制订、修订计划》的通知”，对国家标准《室外排水设计规范》进行局部修订研究，同时下达了“我国城市设计暴雨计算方法的创建及国标应用”课题，要求以相关现行国家标准、规范为依据，删改陈旧技术内容，补充新的设计技术和科研成果使规范在内容上更加切实可行、在技术上更加先进。课题分析了中国31个省、市、自治区607座城市暴雨的特性，汇集了全国24933站/年海量数据，并经过严密的检验、整编、平衡分析，数据翔实可靠的基础上。从暴雨强度计算、标准选择，频率分布模型等方面入手，通过模型论证、样本容量对比、精度评定、敏感性分析，同时以全国短历时暴雨等值线图为数学模型的验证检查方法，创新地提出随机独立样本，比较各种分布曲线模型的差异，发现年最大值法配合耿贝尔分布模型推求暴雨强度的方法，在耿贝尔分布模型的基础上，融合皮尔逊Ⅲ型分布，进一步优化主要参数，提高设计暴雨的准确性和合理性。并提出“高斯-牛顿”法求解四个待求参数的优化和设计概化雨型的统计等方法，符合当前国际上在该领域的研究趋势。创建的暴雨强度公式编制方法、设计概化雨型的统计方法等，经广泛征询全国有关部门和各方面专家意见和建议的基础上，由住房和城乡建设部组织专家组进行严密审查，首次编入国家标准《室外排水设计规范》GB 50014-2006（2011年版），为《室外排水设计规范》中的排水体制、低影响开发（LID）、雨水调蓄和水量计算、排水管渠及数学模型模拟降雨过程均有重要的实用价值和指导意义。

根据住房和城乡建设部建科验字[2007]104号建议，在有条件的地区推广使用本项研究成果，浙江省建设厅率先于2008年4月18日以建设发[2008]89号“关于公布浙江省各城市暴雨强度公式的通知”以及在浙江建设网上发布，全省各地规划建设、水利水电、交通、工业、气象等各级行政管理部门，根据行业的性质特点，采取了积极有效的推广应用的技术措施，研究成果的可靠性也得到了省内外高校、科研机构及工程设计等100余家单位所提交书面应用证明的充分肯定，省建设厅于2008年12月4日专题召开了《浙江省城市暴雨强度公式》推广应用经验交流会。与会专家一致认为：新一代暴雨强度公式适用性强、计算精度高、设计成果更为安全可靠、经济合理，已取得了很好的经济、社会和环境效益。成果获得了2010年度浙江省科学技术二等奖。住房和城乡建设部建科研函[2008]199号文件充分肯定：“为了加速推进此项工作，我部组织开展了‘我国现行规范中城市暴雨强度公式设计计算技术研究’工作。这项工作得到了国家气象、水文部门的大力支持，已经建立了我国31个省、市、自治区606座城市新一代暴雨强度公式。基于此项研究成果适用于浙江省的暴雨强度公式已经推广应用，效果良好”。在推广新一代暴雨强度公式的过程中，多次赴相关设计单位开展应用经验交流，处理设计部门的意见反馈。2011年9月26日住房和城乡建设部组织召开了“中国城市新一代暴雨强度公式推导研究及工程应用”课题专家评审会（附住房和城乡建设部科技项目评审意见书），专家评审意见认为：该成果取代传统的暴雨强度公式，建议住房和城乡建设部尽快发布《中国城市新一代暴雨强度公式》课题成果，研究成果直接应用于相关的规划设计、工程建设、雨洪管理等方面将会在社会、环境、经济等方面产生重要的影响。

根据《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发[2013]23号）要求，做好暴雨规律分析，修订或编制暴雨强度公式等有关工作。在上级行政主管部门的直接关心和相关技术业务部门的大力支持下，充分利用现有的技术和资料条件，继续深入开展城市长、短历时设计暴雨、设计概化雨型及在雨水口控制条件下的城市雨水排调蓄计算技术的研究，为积水计算进一步提高暴雨水管理水平。

序图图例

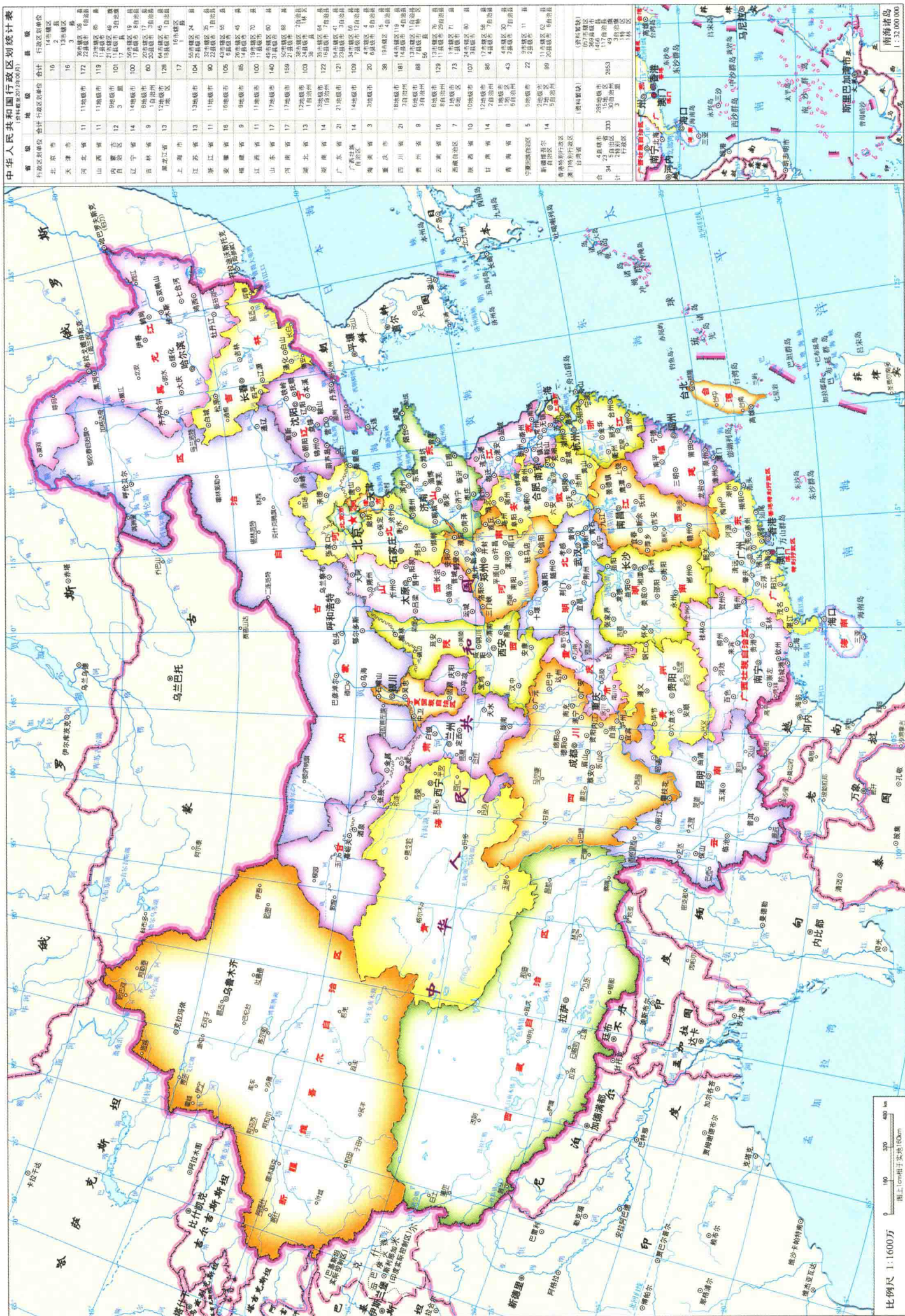
居民点		境界	
★ 北京	首都		国界
◎ 太原	省级行政中心		未定国界
○ 安阳	地级市行政中心 (外国主要城市同)		省、自治区、 直辖市界
○ 玉树	自治州行政中心 地区、盟行政公署		特别行政区界
○ 二连浩特	其他城镇 (外国一般城市同)		地区界
◎ 万象	外国首都或首府		军事分界线

公式编制站点图图例

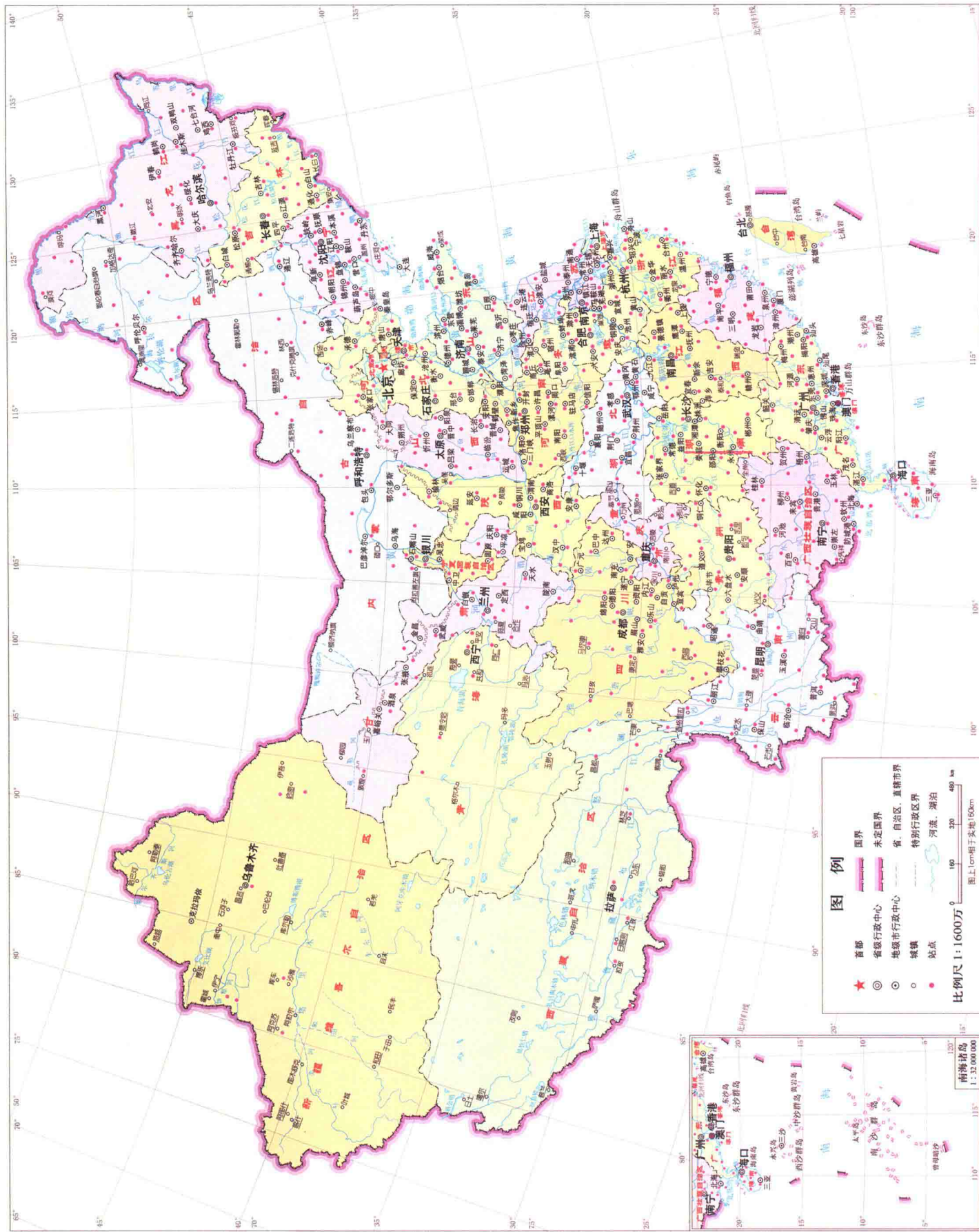
居民点		境界	
★ 北京	首都		国界
★ 西安	省级行政中心		省、自治区、直辖市界
● 宝鸡	地级市行政中心		特别行政区界
● 文山	自治州行政中心 地区、盟行政公署		地级界
● 华阴市 临潼区 扶风	县级行政中心		地区界
○ 北庄头	村镇		军事分界线
△ 密云	站点	水系	
 国家级高速编号 省级高速编号			常年河、伏流河、湖泊
			时令河、时令湖
			运河、渠道
交通		地形和其他	
	国道及编号		珊瑚礁
	铁路		长城
	轮渡线		

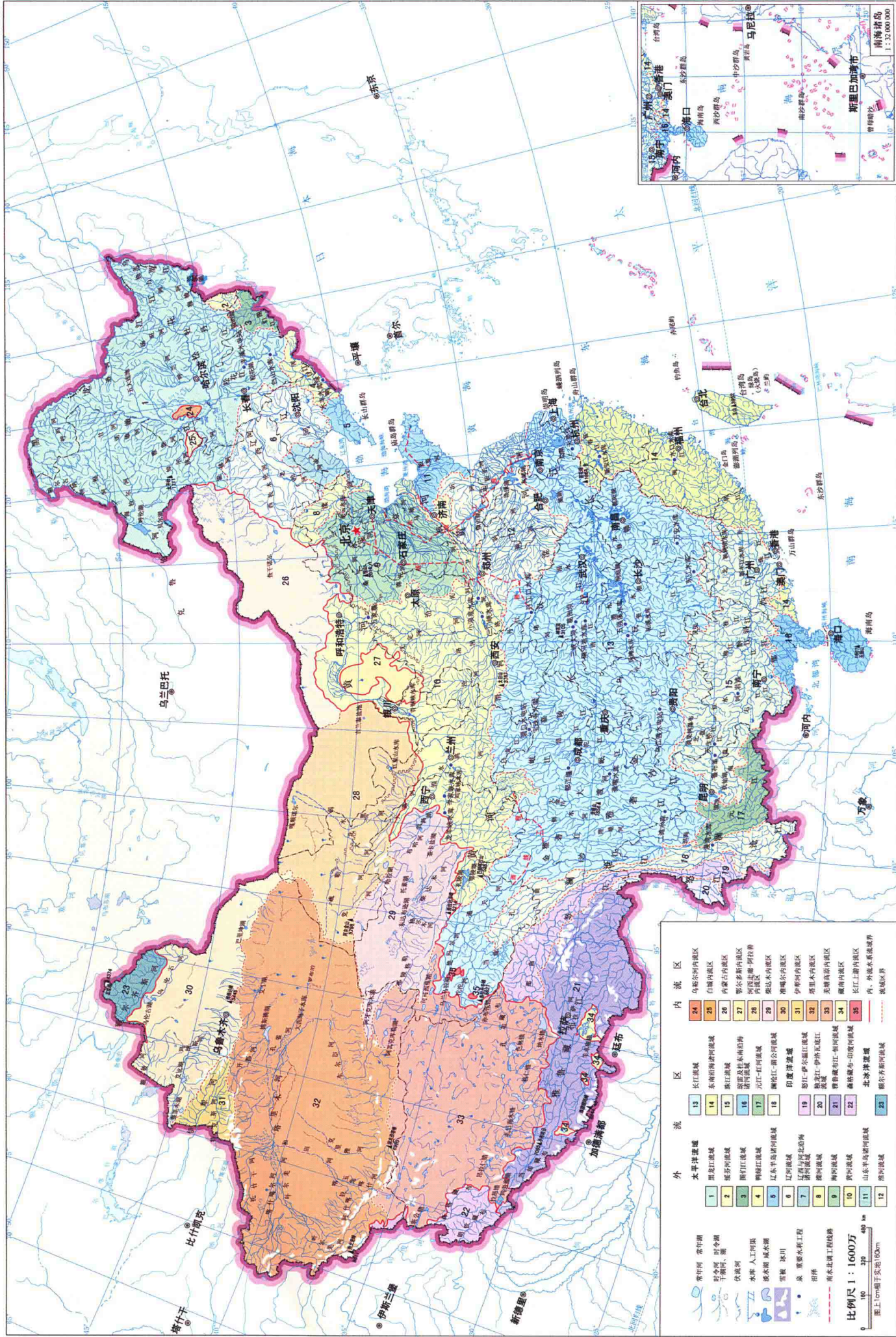
备注：香港特别行政区、澳门特别行政区、台湾省监测站点资料暂缺。

中国政区



中国城市暴雨强度公式编制站点分布图





京、津、冀城市暴雨强度公式编制站点分布图



比例尺 1 : 338 万

0 33.8 67.6 101.4 km

京、津、冀城市暴雨强度公式成果表

序号	所在地区	城市名称	暴雨强度公式	$T_M = 2a$ q_{20}	起止年份	资料年份	选样方法	理论分布
1	北京	北京 (观象台)	$i = \frac{10.5508 + 7.5646 \lg T}{(t + 11.1907)^{0.6867}}$	201	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
2		密云	$i = \frac{6.3419 + 4.6415 \lg T}{(t + 7.8565)^{0.5563}}$	203	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
3	天津	天津	$i = \frac{9.8244 + 8.0814 \lg T}{(t + 11.6736)^{0.6375}}$	226	1968~1970 1972~2000	32	年最大值	耿贝尔
4		塘沽	$i = \frac{11.1765 + 11.3376 \lg T}{(t + 14.9809)^{0.6711}}$	224	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
5	河北省	张北	$i = \frac{75.9123 + 83.3784 \lg T}{(t + 27.0493)^{1.2530}}$	135	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
6		蔚县	$i = \frac{15.3532 + 20.5381 \lg T}{(t + 11.5119)^{0.9826}}$	121	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
7		石家庄	$i = \frac{7.7546 + 7.1973 \lg T}{(t + 7.2134)^{0.6666}}$	183	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
8		邢台	$i = \frac{10.1457 + 8.4987 \lg T}{(t + 14.5522)^{0.6948}}$	181	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
9		丰宁	$i = \frac{115.9362 + 91.7481 \lg T}{(t + 26.8198)^{1.3094}}$	155	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
10		围场	$i = \frac{38.0484 + 41.8555 \lg T}{(t + 19.1930)^{1.1098}}$	144	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
11		张家口	$i = \frac{135.3633 + 143.8544 \lg T}{(t + 39.7817)^{1.2832}}$	156	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
12		怀来	$i = \frac{132.6696 + 170.7843 \lg T}{(t + 29.9013)^{1.3387}}$	164	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔
13		承德	$i = \frac{45.1410 + 42.9591 \lg T}{(t + 22.7655)^{1.0937}}$	159	1961~2000	40	年最大值	耿贝尔