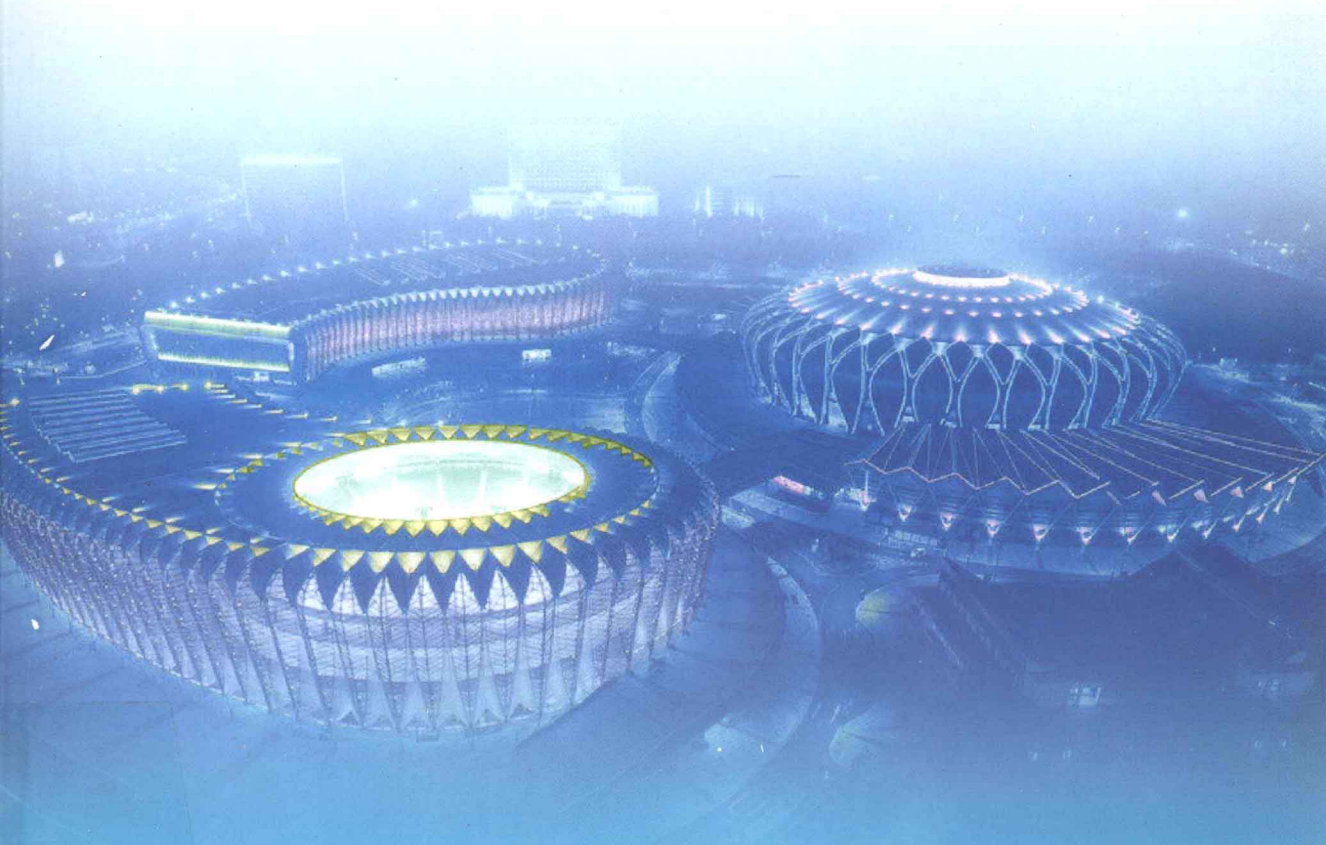




第十一届全国运动会 气象服务科技工作总结

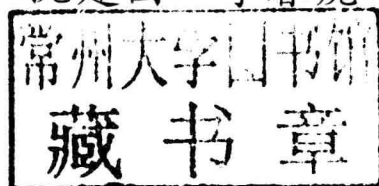
主 编 湖 涛



第十一届全国运动会 气象服务科技工作总结

主 编 湖 涛

副主编 沈建国 李春虎 阎丽凤



内容简介

本书系统总结了第十一届全国运动会气象保障服务技术工作,从综合气象观测系统、气象信息网络系统、气象预报预测系统、公共气象服务系统和人工影响天气等方面,重点介绍了山东省气象局为做好本届全运会气象保障服务所进行的科研和技术开发工作,以及针对提升重大社会活动气象保障能力而建设、开发的主要技术支撑系统和相关业务开展情况。

本书对于气象部门做好大型活动气象保障服务,在科研技术开发和业务组织方面具有一定的借鉴意义,可供气象人员、有关院校师生和技术研发人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

第十一届全国运动会气象服务科技工作总结/湖涛主编;
沈建国,李春虎,阎丽凤等编. —北京:气象出版社,2010.8
ISBN 978-7-5029-5016-3

I. ①第… II. ①湖… ②沈… ③李… ④阎…
III. ①全国运动会-气象服务-科学研究工作-工作总结-济南市
IV. ①P451

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 133828 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:张萌 张斌

封面设计:博雅思企划

责任校对:石仁

印刷:北京朝阳印刷厂有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16

字数:180 千字

版次:2010 年 8 月第 1 版

定价:60.00 元

邮政编码:100081

发行部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终审:袁信轩

责任技编:吴庭芳

印张:10.5

印次:2010 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

序

举国瞩目的第十一届全国运动会(以下简称“十一运会”)以精彩、文明、祥和、成功的体育盛会诠释了“和谐中国、全民全运”的主题。在山东省委、省政府和中国气象局的领导下,山东省气象部门举全国、全省之力,集全国、全省智慧,充分借鉴北京奥运气象服务的经验,为十一运会的成功举办提供了优质高效的气象服务,展示了气象现代化水平和服务能力,展示了山东气象工作者不畏困难、勇于担当的时代风貌,实现了气象服务和推动事业发展双丰收,向全国人民交上了一份满意的答卷。

十一运会的成功举办,凝聚着山东省气象干部职工的智慧、心血和汗水。在筹办过程中,山东省气象局科学统筹、精心组织,各级气象部门干部职工以“以人为本、无微不至、无所不在”的气象服务理念,围绕“零失误、零差错、零投诉”的气象服务目标,为圣火采集和传递、开(闭)幕式、赛事服务、城市运行等提供了全方位的气象保障服务,夺取了十一运会气象保障的“大金牌”。

以十一运会为契机,山东省气象现代化水平实现了整体推进,建立了组织管理、应急服务、业务运行以及新闻宣传等重大赛事气象服务运行机制,完善了现代气象业务体制机制,提高了公共气象服务能力和水平;引进吸收了北京奥运气象科技成果,开发了精细化预报系统和综合服务平台,取得了一批水平较高、实用性较强的科研业务成果,提升了大城市精细化预报服务水平和重大活动保障能力,科技创新能力显著增强;建立了满足十一运会气象服务需求的综合气象观测系统,应用3G通信技术建成首家100兆VPDN系统,应用组播技术首次实现新一代天气雷达异地多方同步扫描观测,综合观测和技术保障能力得到明显增强;锻造了一支能吃苦、能战斗、能奉献的气象服务团队,激发了工作热情和创造力,积

累了丰富经验,提升了气象干部职工的综合素质和业务服务能力。

十一运会结束后,山东省气象局迅速组织人员编写技术工作总结,出版该书的目的是全面总结十一运会组织筹办、赛事举办的主要气象服务工作,全面总结在气象现代化建设、气象服务团队建设、科研开发、预报服务、组织管理等方面取得的主要成绩、成功经验和切身体会,为山东省乃至全国气象事业发展留下一笔宝贵财富。

十一运会已经胜利落下帷幕。我衷心希望,山东省气象部门以科学发展观为指导,务必以良好精神状态继续巩固和扩大十一运会气象服务成果;务必以十一运会气象服务精神从技术、管理、人才培养、宣传等多个方面深入总结,将十一运会气象预报服务的经验和成果辐射到全省,努力提高全省气象预报服务能力和水平,全力推进山东气象事业实现更大发展。

A handwritten signature in black ink, reading '郑国强' (Zheng Guoqiang). The characters are stylized and fluid, with the first character '郑' being particularly prominent.

2010年2月于北京

编委会名单

主 编 湖 涛

副 主 编 沈建国 李春虎 阎丽凤

委 员 （按姓氏笔画为序）

吴 炜 李 娜 李玉华 李昌义 李振海

房岩松 郑明玺 赵 健 徐法彬 谢考现

主 笔 （按姓氏笔画为序）

马 骏 安忠亮 吴 炜 张玉洁 李怀刚

杨成芳 邵庆国 盛春岩 黄善斌 龚佃利

文字统稿 （按姓氏笔画为序）

杨清军 邵庆国 陈优宽 薛德强

目 录

1 概 述

1.1 特殊需求	(1)
1.1.1 体育赛事气象服务需求	(3)
1.1.2 大型活动气象保障需求	(3)
1.1.3 城市运行气象服务需求	(5)
1.1.4 公众气象服务需求	(5)
1.2 巨大的挑战	(5)
1.3 艰巨的任务	(6)

2 综合气象观测系统

2.1 站网布局设计	(8)
2.1.1 设计原则	(8)
2.1.2 站网布局	(8)
2.2 综合气象观测系统建设	(9)
2.2.1 地基观测	(9)
2.2.2 空基观测	(17)
2.2.3 天基观测	(17)

2.2.4	综合气象观测系统能力提升	(17)
2.3	观测资料数据组织	(19)
2.4	探测设备运行监控	(21)
2.4.1	监控系统特点	(21)
2.4.2	监控系统结构	(22)
2.4.3	运行经验启示	(24)
2.5	综合保障机制	(24)
2.5.1	组织管理	(24)
2.5.2	人员保障	(25)
2.5.3	设备巡检	(25)

3 气象信息网络系统

3.1	省级网络系统	(26)
3.1.1	省级局域网	(26)
3.1.2	省级宽带网	(28)
3.1.3	省级互联网	(28)
3.1.4	网络安全	(28)
3.2	全运会专用网络系统	(29)
3.2.1	组委会信息保障	(29)
3.2.2	应急信息保障	(30)
3.3	气象服务网站系统	(30)
3.3.1	系统结构	(30)
3.3.2	网络拓扑图	(31)
3.4	高清视频系统	(32)
3.4.1	系统结构	(32)
3.4.2	MCU 系统	(32)
3.4.3	视频终端	(32)
3.4.4	录播服务器	(33)

3.4.5 管理平台	(34)
3.5 省级信息保障系统	(34)
3.5.1 资料服务器	(34)
3.5.2 信息共享平台	(34)
3.5.3 数据存储	(35)
3.5.4 数据维护与应急保障	(36)

4 气象预报预测系统

4.1 技术支撑概述	(37)
4.2 灾害性天气短临预报技术	(38)
4.2.1 临近预报技术	(38)
4.2.2 短时预报技术	(40)
4.3 短中期及延伸期预报技术	(44)
4.3.1 短中期预报技术	(44)
4.3.2 延伸期预报技术	(44)
4.4 高影响天气预报技术研究	(46)
4.4.1 降水分级预报技术研究	(47)
4.4.2 大风预报技术研究	(47)
4.4.3 雾预报技术研究	(48)
4.4.4 降温预报技术研究	(49)
4.4.5 海雾预报技术研究	(49)
4.4.6 日照帆船比赛期间风精细化预报	(50)
4.5 中尺度数值预报业务系统	(52)
4.5.1 高性能计算环境建设	(52)
4.5.2 WRF-RUC 系统	(53)
4.5.3 MM5 中尺度数值预报系统	(55)
4.5.4 ARPS 中尺度数值模式	(56)
4.5.5 800 m 风场预报系统	(62)

4.5.6	赛场精细要素预报产品的加工	(63)
4.5.7	产品应用情况	(65)
4.6	预报业务交互平台开发	(69)
4.6.1	场馆精细预报服务交互平台(FoSIS)	(69)
4.6.2	短时临近预报交互平台(VNIS)	(75)
4.6.3	海洋气象预报业务平台(MEFIS)	(81)
4.7	十一运会气象灾害风险评估	(85)
4.7.1	评估技术路线	(85)
4.7.2	评估结果	(87)
4.8	区域大气环境应急响应技术	(88)
4.8.1	系统基本原理	(89)
4.8.2	系统使用的气象场数据	(90)
4.8.3	系统产品制作平台	(90)
4.8.4	系统提供的产品	(90)
4.9	预报质量检验	(93)
4.9.1	各比赛城市中短期预报	(93)
4.9.2	济南赛区降水短时预报	(93)
4.9.3	青岛赛区风 24 小时预报	(94)

5 公共气象服务系统

5.1	省级气象影视演播系统	(95)
5.1.1	发展需求	(95)
5.1.2	预期目标	(96)
5.1.3	功能和技术指标	(97)
5.2	省市气象影视资料采集及媒体资产共享系统	(99)
5.2.1	系统建设的需求	(99)
5.2.2	系统建设的主要内容	(100)
5.2.3	系统建设的功能和技术指标	(101)

5.3 气象信息保障服务媒体发布系统	(104)
5.3.1 气象信息产品再加工的需求	(104)
5.3.2 气象信息产品制作	(105)
5.3.3 气象信息产品发布	(106)
5.4 气象声讯服务系统	(109)
5.4.1 气象短信服务	(109)
5.4.2 声讯电话服务	(111)

6 人工影响天气

6.1 主要降水系统和云系统统计特征	(113)
6.1.1 主要降水系统	(113)
6.1.2 云系统统计特征	(114)
6.2 人工消(减)雨作业防线设计	(118)
6.2.1 三道防线作业布局	(118)
6.2.2 主要作业催化技术	(119)
6.3 飞机作业方案设计及跨区作业协调	(121)
6.3.1 “8”字形航线设计原理	(121)
6.3.2 最佳飞行距离分析	(122)
6.3.3 考虑云系移向偏差的航线订正	(122)
6.3.4 飞机、火箭联合作业方案	(123)
6.3.5 飞机跨区作业协调机制	(124)
6.4 地面作业安全射界标绘与应用	(125)
6.4.1 高炮安全射界选取条件	(125)
6.4.2 火箭安全射击通道选取条件	(126)
6.4.3 安全射界图制作方法	(126)
6.4.4 安全射界图实际应用	(126)
6.5 人工影响天气应急服务决策和实施流程	(128)
6.5.1 技术保障要求与对策	(128)

6.5.2	作业决策流程	(129)
6.5.3	作业实施流程	(129)
6.6	十一运会业务平台建立与应用	(131)
6.6.1	业务平面结构图	(131)
6.6.2	中尺度数值预报系统	(133)
6.6.3	卫星遥感资料分析系统	(133)
6.6.4	雷达资料分析系统	(135)
6.6.5	激光雨滴谱仪观测系统	(137)
6.6.6	飞机航迹显示与通信系统	(137)
6.6.7	人工影响天气作业信息上报系统	(138)
6.7	作业试验及效果分析	(139)
6.7.1	飞机作业试验情况	(139)
6.7.2	飞机云物理探测分析	(140)
6.7.3	地面作业演练和试验情况	(141)
6.7.4	9月19—20日作业试验分析	(141)
6.8	开幕式人工消(减)雨作业分析	(145)
6.8.1	天气形势	(145)
6.8.2	作业情况	(147)
6.8.3	作业分析	(148)
6.8.4	数值模拟	(153)
6.9	主要业务提升和创新点	(154)
6.9.1	业务提升点	(154)
6.9.2	主要创新点	(155)

1 概述

举国瞩目的第十一届全国运动会(简称十一运会,下同)于2009年10月16—28日在山东省举行。这是继北京奥运会后国内举办的规模最大、水平最高的综合性体育赛事,所设比赛项目、参赛人数及群众参与程度为历届全运会之最,也是山东省历史上承办的最大规模的体育盛会。十一运会诠释了“和谐中国、全民全运”的理念,展示了气象科技综合实力和重大活动保障能力。在中国气象局、山东省委省政府和十一运会组委会的正确领导下,山东省气象局举全国全省之力、聚全国全省智慧,为举办一届精彩、文明、祥和、成功的全运会,提供了精细化预报服务,向祖国和人民交上了一份满意答卷。

1.1 特殊需求

十一运会所采取的举省办赛体制和项目格局形成了与奥运会三个不同之处:一是比赛设项远远超过奥运会的28个大项、302个小项;二是比赛分布在全省17个赛区,分散程度也明显高于奥运会(图1.1);三是与奥运会在开幕式之后集中进行比赛不同,近五分之一项目在开幕式前进行,赛程基本贯穿2009年全年。再加上部分项目的预赛和测试赛,不仅给筹备工作带来很大的难度,而且也对气象保障能力提出了挑战。

十一运会筹备时间跨度大,火炬接力和部分先期比赛正处于汛期灾害性天气多发的时段,即使是比赛相对集中的10月,由于山东正值季节转换时期,大风、

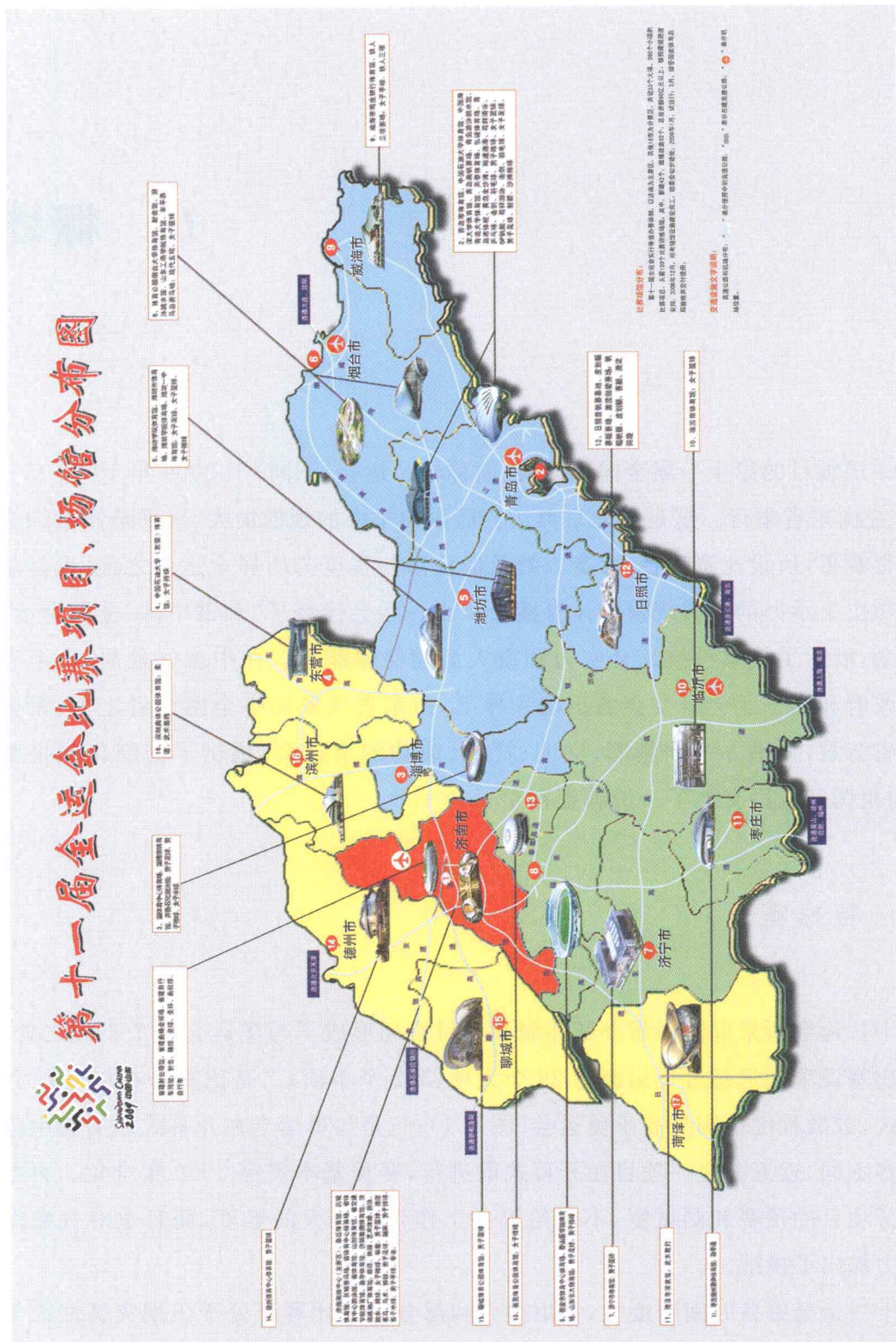


图1.1 十一运会比赛项目和场馆分布图

雾、降雨和强降温等高影响天气仍有可能发生,天气的复杂性和不确定性增加。承办地点战线长,项目布局分散,势必造成赛区转场频繁,预报服务组织管理难度加大,对城市运行和交通等气象保障服务提出了更高的要求。

良好的气象条件和完善的气象服务,历来是大型体育盛会开闭幕式成功与否的关键性因素之一,又是关系到能否创造出优异成绩的敏感性因素之一。十一运会气象服务需求,主要体现在体育赛事、大型活动、城市运行以及公众气象服务等方面。

1.1.1 体育赛事气象服务需求

体育比赛是气象服务的核心。根据十一运会组委会统一安排,除马拉松、速度滑冰和自由式滑雪项目的决赛外,全部 31 个大项的比赛和训练分散在 17 市 129 个体育场馆中进行,每项比赛对气象服务的需求各不相同。加之山东属于沿海省份,黄河横穿境内,内有山区、平原、丘陵等复杂地形,各地气候差异大,天气系统复杂多变,预报服务难度大。

根据对组委会竞赛部等 20 个部门和各竞委会的气象服务需求调查,体育赛事需要提供以下气象信息保障:场馆天气实况;气象要素精细化预报;高影响天气预警;对一些天气敏感的体育赛事,如帆船、赛艇/皮划艇、射击、山地和公路自行车比赛等项目,还需要提供比赛场馆或比赛区域/路线的逐小时甚至更细的天气要素实况和预报。总之,精细化预报服务要求高,且需要有足够的提前量,即服务要非常及时、准确。

1.1.2 大型活动气象保障需求

(1) 圣火火种采集气象保障

圣火火种是启动十一运会系列重大活动至关重要的节点。十一运会圣火火种采集点定在泰山之巅玉皇顶东 200 m 处。采集点海拔 1500 多米,天气复杂多变,风、雨、云雾等天气条件对依赖聚集太阳光取火的圣火火种采集主方案影响较大。十一运会组委会要求气象部门提前为火种采集提供气候背景资料,在山东主汛期“七下八上”降水最集中的时间段选定采集日期,并提供现场气象保障服务。

在对泰山山顶复杂多变的天气系统缺乏足够认识的情况下,必须迅速部署位于泰山日观峰的泰山气象站进行加密观测,省市气象部门组成联合保障组,现场提供泰山顶天空状况、风向、风速、温度、湿度等精细化预报。

(2) 火炬省内外传递气象保障

2009年8月16日十一运会圣火在北京天安门广场举行点火起跑仪式,并依次在全国各省会城市和特别行政区所在地进行火炬传递活动,9月19日起在山东17市传递,10月16日到达济南主赛区,历时61天,跨越我国的主汛期。为保障十一运会火炬按计划成功传递,需要由中国气象局统一协调途经省(区、市)气象局组织提供气象保障,需要气象部门准确预报火炬传递日的天气和火炬转场地的天气,为运行指挥团队和各级管理部门提供及时、准确的天气预报信息。

(3) 开闭幕式气象保障

十一运会开闭幕式是气象服务的重点。开幕式在奥体中心体育场举行,时间固定、活动区域小,特别是作为开幕式核心和亮点的威亚表演以及焰火燃放对气象条件的要求十分苛刻。开幕式主打节目高空威亚表演,是由密布体育场的数百条钢索提升起两吨多重的钢结构“碗”形幕布,它是开幕式的一大亮点。除降水外,影响这个节目的关键因素还有风力,要求风速 ≤ 4 m/s,风速 > 4 m/s将简化和调整表演内容,风速 ≥ 7.5 m/s将取消威亚表演项目;焰火燃放当风速超过8.0 m/s时减少一半,风速达13.8 m/s以上将停止燃放。

开幕式主创团队要求在奥体中心体育场看台南北两侧四角各建1个包括风向、风速和温度的三要素测风自动站,观测结果在威亚主控室实时显示。从9月1日至10月16日,每天安排至少1名气象保障人员到威亚主控室,负责提供现场自动站的实况资料 and 未来3天或一周的精细化天气预报。焰火燃放要求每个燃放阵地安装气象观测设备,安排2名气象监测员,实时提供风向、风速实况和天气预报等信息。航拍要求保障300~500 m净高高度的飞行安全,这项工作由济南军区空军气象处(组委会气象保障部成员单位)提供。

各级领导和组委会对气象部门提供开闭幕式气象保障寄予了很大希望。要求气象部门不仅要为开闭幕式及大规模演练、彩排、文艺表演等活动提供最大限度精细化和连续跟进式的气象预报服务,而且要针对可能影响在奥体中心举行的开闭幕式的降水实施大规模人工消(减)雨拦截作业,保障开闭幕式的正常进行。

1.1.3 城市运行气象服务需求

为打造“平安全运”，需要开展十一运会期间气象灾害风险评估工作，给出主要气象灾害风险等级和风险区划，提出系统化的防范和减轻气象灾害危害及风险的行动对策。供电、供水、通讯、交通等城市生命线系统面对不利的天气事件时十分脆弱，要求气象预报服务为城市运行安全保障提供科学决策依据与保障。做好十一运会工程建设项目防雷装置设计审核和竣工验收，加强施放气球监管；针对可能发生突发事件提供气象服务专报和有害气体扩散评估报告，为相关安保部门及时、有效地应对和处置突发事件提供科学决策依据，显得十分重要。按照当地政府和组委会的要求，出动气象应急指挥车和移动气象台，参加“泰山2号”反恐演习等。

1.1.4 公众气象服务需求

根据“全民全运”的理念，气象服务必须包含公众观赛、交通、旅游等服务内容，需要通过电视、广播、报纸、互联网、手机短信、电话、街区显示屏等多种媒体向社会公众提供全运会气象信息服务。针对赛场及周边大量人员聚集的特点，重点加强天气预警信息服务，充分利用户外液晶电视屏、室内平板电视和公交车移动电视等室内外视频播放系统，优先发布气象灾害预警信号。与日常气象服务业务相比，所需气象服务的内容更加精细、发布的频次要求更高，获取气象信息的渠道要求便捷多样。

1.2 巨大的挑战

近年来，山东省气象部门先后建设了济南、青岛、滨州、烟台、临沂、泰安6部新一代天气雷达和123个国家气象观测站、1351个区域自动站（包括部分海岛站、浮标站）和17个紫外线强度观测站，7个中规模卫星资料接收站，初步构成了全省气象立体监测网络。天气、气候预测与服务业务已经开展了50余年，在十一运会前已建立了气候预测、中短期天气预报及短时天气预报服务体系，并在计算机和