

天气雷达近期发展规划（2005-2010 年）

一、序言

我国地处东亚季风区，气候条件复杂，降水、风、气温等气象要素变率大，并常带突发性，导致我国气象灾害种类多，灾害性天气频发（详见附件一：我国灾害性天气综述）。随着经济社会的快速发展，突发性天气灾害对社会经济和人民生活的影响日益显著。我国每年受台风、暴雨、干旱、大风、雷暴和冰雹等重大灾害性天气影响的人口达6亿人次。仅在我国沿海登陆的热带风暴（台风），一次就可以造成几十亿、甚至上百亿元的经济损失。在当前全球变化背景下，国家安全和可持续发展需求日益提高，极端气候事件和突发性天气灾害对农业、水资源、交通、能源、粮食和国防的安全保障带来了极大威胁。

天气雷达是监测、预警突发灾害性天气最有效的手段。近40年来，我国天气雷达监测网的建设得到了长足的发展，在灾害性天气监测和预警方面已经发挥了重要作用，取得了明显的社会、经济和生态效益。为了进一步满足社会经济发展对天气预报“准确、及时、定点、定量”的要求，提高对灾害性天气的监测预警能力和气象服务水平，中国气象局正在组织实施多普勒新一代天气雷达网的建设，截止到2004年底，已实施了114部雷达的建设。民航、水利、林业、兵团、农垦等部门根据自身行业发展的要求，也提出了新一代天气雷达建设和应用的需求。为此，面向世界科技发展前沿，面对国家日益增长的需求，从国家的高度统筹规划全国新一代天气雷达发展建设，充分发挥国家、地方和部门投资的总体效益，实现全行业雷达信息资源共享，促进各部门协调发展，增强国家防灾减灾总体能力，已成为雷达发展和建设中日益凸显的紧迫问题。

为全面落实科学发展观，以国务院主持的中国气象事业发展战略研究成果为指导，树立“公共气象、安全气象、资源气象”

的发展思路，中国气象局会同气象行业相关部门在已建、在建114套天气雷达系统工程的基础上，联合编制了《天气雷达近期发展规划（2005-2010年）》。规划紧密结合国家经济建设和人民生活对气象服务的需求，面向世界天气雷达技术发展前沿，对21世纪前15年我国天气雷达的技术政策、布局组网、资源共享以及合作共建等重点问题进行了规划设计。

本规划中的雷达指用于获取天气系统的强度信息、风场信息和相态信息的新一代组网天气雷达。

二、发展新一代天气雷达紧迫性、必要性与需求

1、发展新一代天气雷达紧迫性、必要性

本世纪头20年是我国全面建设小康社会的关键时期，也是我国气象现代化建设上新台阶、缩短与国际先进水平差距的关键时期。国民经济的快速发展、社会的进步及人民生活水平的提高对气象服务提出了新需求，国家安全保障对气象事业发展提出了新需求，全球气候变暖带来的突发性天气气候灾害对气象服务提出了新需求。

在综合气象探测设备中，新一代天气雷达以其高时空分辨率、及时准确的遥感探测能力成为灾害性天气，特别是中小尺度灾害性天气监测预警等方面极为有效的工具。1998年防御长江流域、嫩江、松花江流域特大洪水的气象服务实践证明，建设新一代天气雷达，提高对重大灾害性天气预警能力，是十分必要和紧迫的。近年来，新一代天气雷达在灾害性天气监测预警，如2003年抗御淮河大水、2004年抗御强台风中发挥了显著的效益。新一代天气雷达在突发灾害性天气、极端气候事件、生态环境、交通安全保障以及云水资源利用等方面都可以发挥重要作用。因此，迫切需要发展和建设新一代天气雷达。

2、对新一代天气雷达的需求

(1) 气象预警预报

新一代天气雷达可提高对台风、暴雨、冰雹、雷暴、飏线、中尺度气旋、湍流、龙卷风等灾害性天气的监测、预警，提高

预报时效；通过建立能同化多普勒雷达资料的有限区域四维变分同化系统，可为数值天气预报提供更好的初始场；通过雷达监测提供实时大气监测信息，为开展人工影响天气作业、充分利用和开发空中云水资源，为抗旱、防雹和改善生态环境等科学决策提供依据。

(2) 军事保障

运用新一代天气雷达探测的风场信息，对台风、暴雨、冰雹、雷暴等影响军事行动的灾害性天气进行监测、预警，为国防建设、国家安全和军用飞机飞行提供有力的气象保障。东南沿海加密的雷达布网，为我国国土安全和军事斗争提供有力的保障。

(3) 防汛抗洪

利用新一代天气雷达探测信息进行河流流域降水和面雨量估测，为防汛抗洪和水资源调度、管理提供科学依据；进行河流径流量估测，为洪水预报提供依据；利用雷达可科学指挥水库区域和江河源区的人工增雨（雪）作业。

(4) 航空安全保障

新一代天气雷达可加强进近机场区域内对飞行有重要影响的微下击暴流、阵风锋、低空风切变以及晴空湍流的预警能力，提高航线预报能力和安全保障水平。雷达资料可以及时传送给飞行员和管制人员，极大地保证飞行安全、提高空域资源的有效利用和航班正常率。

(5) 兵团与农垦的防灾减灾

能定量确定暴雨、冰雹和龙卷风等的存在，减少突发的灾害性天气对大规模现代化农业生产造成的影响；进行冰雹、龙卷风等强天气监测及其人工影响天气作业指挥；进行农、牧业产区人工增雨作业指挥；进行农、牧业产区人工防雹、消雹作业指挥。

(6) 林业生态建设与保护

在森林火灾扑救中，新一代天气雷达可以较为准确地监测

火场及周围地区的降水和风等的实况信息并进行短时预测，为火灾扑救决策提供客观依据；可为林区人工影响天气工作提供作业信息，对在高火险林区实施人工增雨作业提供帮助。

(7) 海洋环境应用

利用新一代天气雷达径向风资料提供丰富的海浪、台风和风暴潮信息，如海浪高度、反演风场等，可应用于海洋环境预报等。沿海新一代天气雷达的探测资料可极大地弥补海上探测资料和探测精度的不足。

三、天气雷达发展趋势

1、天气雷达发展历程和存在的主要问题

(1) 发展历程

我国天气雷达发展大体上经历了从模拟天气雷达、数字天气雷达到新一代多普勒天气雷达三个发展阶段。

模拟天气雷达建设始于 20 世纪 60 年代后期。到 20 世纪 80 年代初，我国形成了由 51 部各种型号雷达组成的天气观测网，在局地灾害性天气警戒、沿海台风联防和人工影响天气作业等方面发挥了积极作用。但总体技术水平和应用能力与发达国家相差 20-30 年。

数字天气雷达利用计算机技术对雷达回波强度信息进行数字化处理，生成各种准定量的监测、分析、预警产品，提高了信息加工、分析的处理速度，增强了雷达监测预警能力。到 20 世纪 90 年代初，我国形成了由 58 部 S 波段和 C 波段数字化天气雷达组成的基本探测站网，开展了区域联防和数字拼图，在灾害性天气预警、短时预报水平和雷达定量估测降水方面取得了长足进展。此阶段在天气雷达研制生产和应用等方面与发达国家的差距仍有 10-20 年。

到 20 世纪末，随着国际天气雷达技术发展的新趋势和国家需求的增长，我国确定了发展新一代多普勒天气雷达的思路，并相应制定了新一代多普勒天气雷达功能规格需求（详见附件二、三：新一代天气雷达系统功能规格需求书[S、C 波段]）。多

普勒天气雷达采用全相参技术体制，在测定云和降水回波强度的同时，应用多普勒技术获取大气风场和湍流信息。多普勒天气雷达是研究云和降水物理学、云动力学，监测分析和预警中尺度灾害性天气最有效的工具之一。此阶段，我国多普勒天气雷达的研制和应用水平得到了极大提高，与发达国家在技术和应用上的差距已在 10 年以内。

(2) 存在的问题

尽管我国天气雷达现代化建设已取得了长足的发展和显著的成绩，但整体效益的发挥有待提高，与发达国家的技术和应用水平相比仍有较大差距，与国民经济和社会发展的需求还不相适应。这些问题在天气雷达发展建设中必须高度予以重视，并逐步加以解决。目前新一代天气雷达发展建设中存在的主要问题有：

①现有新一代天气雷达的建设规模和监测灾害性天气的能力与全面建设小康社会的需求存在明显的差距

我国的新一代天气雷达建设正处于快速发展阶段，但总体水平还不高，区域雷达组网尚不健全，全国天气雷达组网还没有形成。现有的雷达站网建设和现代化技术水平还不能完全实现对突发性、转折性灾害性天气的全程、连续、有效的监测，不能适应对灾害性天气快捷、高效监测以及迅速响应的要求。

②缺乏全国统筹规划

目前我国多个部门都建有新一代天气雷达，受管理体制所限，缺乏全国建设的统筹规划，各部门之间缺乏协调统一的管理，导致新一代天气雷达型号种类各异、选用波段分散和频点杂乱，站点布局不尽合理，难于组网，影响了雷达整体功能和效益的发挥。

③天气雷达资源共享不充分，投资效益水平偏低

各部门间缺乏统一协调的共享机制，没有从整体组网和资源共享的角度进行天气雷达系统的建设，造成雷达探测规范标准不统一，探测模式和资料数据格式不一致，资料无法统一处

理，使有限资源难以充分共享利用，限制了国家投资效益的充分发挥。

④研发与应用水平较低，自主开发能力待加强

目前我国新一代天气雷达自主研发能力不强，尚缺乏具有自主知识产权的核心技术；新一代天气雷达综合应用产品制作基本以跟踪和模仿学习国外为主，与发达国家的主要差距是没有形成具有自主知识产权的雷达气象产品应用系统。尤其在雷达数据资料的质量控制、反演与同化技术及特种需求的应用系统开发等方面亟待提高。

⑤技术保障体系建设滞后，与雷达系统建设速度不相适应

新一代天气雷达建设已经在全国展开，但是相应的技术管理和业务保障体系尚未形成，雷达维修、维护以及雷达技术支持能力建设相对滞后，影响了多普勒天气雷达网建设效益的充分发挥。

2、国外及我国台港澳地区新一代天气雷达现状及发展

(1) 现状

美国通过从 1988 年到 2000 年实施的气象现代化项目，已经完成了全国 165 部多普勒雷达的布点建设，覆盖美国大陆以及部分沿海海域和岛屿。此外，联邦航空管理局还在全美 45 个繁忙机场建成了专用于民航的高性能终端多普勒天气雷达。

加拿大于 1998 年到 2003 年实施了“国家雷达计划”，在美加边境附近重点对灾害性天气频发和沿海人口密集地区布设了 31 部多普勒天气雷达，雷达覆盖区域达到全国人口总数的 95%。

欧盟采取了各国合作的方式，已布置天气雷达 100 多部，其中新一代雷达约占一半，以 C 波段为主。各国非常重视观测资料的交换和共享，通过合作已有效地提高了天气预报水平和防灾减灾能力。

澳大利亚天气雷达系统由 60 部数字化天气雷达和 2 部新一代天气雷达构成，已实现了全国天气雷达强度场拼图。

日本气象部门有 20 部 C 波段数字化天气雷达，另有 4 部数

数字化天气雷达和 5 部新一代天气雷达布设在机场，其观测范围覆盖全国。目前实现了天气雷达的组网和雨量站观测数据共同拼图。

韩国共有天气雷达 9 部。其中 S 波段雷达 1 部，C 波段雷达 8 部。雷达 24 小时连续观测，每 10 分钟生产一次雷达拼图资料。

我国的台湾、香港、澳门也已建有美国、日本和德国生产的多普勒天气雷达。其中台湾气象部门有 4 部、民航有 1 部、空军有 2 部 C 波段多普勒雷达。

综观世界天气雷达的发展现状，建设和布设新一代天气雷达，实现雷达组网、全天候不间断观测以及加强资料共享已成为各国的共识（详见附件四：国外发展动态技术报告）。

（2）技术发展趋势

世界天气雷达探测技术的总体发展趋势是：从地基雷达探测到空基、天基雷达探测；从单基探测到多基探测；从单一参数探测到多参数探测；从低时空分辨率探测到高时空分辨率探测；从单站探测到全网的综合探测。同时，未来的雷达网布局趋势呈现出大小雷达相结合的特征，以小型雷达补充站网雷达，主要表现为以提供区域覆盖的大型雷达(指 S 波段和 C 波段雷达)为主，以边界层探测的短程小型天气雷达（指 X 波段雷达）为辅。未来的天气雷达技术应作为地球综合观测系统的有机组成部分。

各种天气雷达技术发展趋势是：

双线偏振多普勒天气雷达技术：能根据不同偏振获取的后向散射信息，可分析、识别降水的类型，提供识别风暴中水汽凝聚的过程，提高降水估测精度；从技术和经济角度看，双线偏振多普勒天气雷达将是天气雷达发展的一种趋势。

相控阵多普勒天气雷达技术：采用跳跃式电扫描波束和天线方向图形状的自适应控制，使扫描和资料收集时间由 6 分钟降至 1 分钟以内，提高获取资料的时间分辨率。可以在足够短

的观测时间内处理迅速演变的天气事件，探测能力显著提高。相控阵天气雷达将是天气雷达的发展方向。但相控阵雷达非常昂贵，近十年内难以实现业务化运行和组网。

多基地天气雷达技术：双（多）基地多普勒天气雷达网能够提供直接观测到的三维风场信息。美国在 1993 年进行了双基地雷达应用于风场测量的实验，获得了成功并应用推广。国内在这一领域的研究刚刚起步。

多波长雷达技术：双波长雷达技术通过两组天线、发射、接收和处理系统同时获取相同空间的气象回波，通过大气和云雨对不同发射波长的散射和衰减，获取不同的衰减系数和后向散射信息，进而提高雷达的测雨精度。但由于天线同指向技术和造价等原因，目前此技术尚未能在业务应用。

毫米波天气雷达技术：云中降水质点的谱分布随云体发展的阶段有很大差别，非降水云很难被厘米波长的天气雷达探测到，毫米波天气雷达是较好的探测手段。

卫星测雨雷达技术：将测雨雷达置于卫星上，可以进行自上而下更大范围的探测，能够很好地用于改进对全球降水和其在水文圈中作用的认识。目前日本 NASDA 正在发展 GPM 卫星技术，在原有的 TRMM 频点为 13.6GHz 降水雷达基础上，再加上感应度和精度更高的 35.5GHz 的雷达共同构成新的技术平台，预计每 3 小时测定一次全球降水，并能区分雨雪。

机载降水雷达技术：置于飞机上的测雨雷达，主要用于降水探测的研究。目前已有多种机载雷达可用于降水观测。

天气雷达小型化和移动化：为了获取无缝隙、均匀覆盖的雷达资料，提高降水估算、强风暴识别、辐合线监测和边界层风场估算的能力，美国计划在站网中增加小型天气雷达，进行小型天气雷达加密组网。对特定的天气系统和天气现象，移动雷达可较快地布局到预定区域，可以对特定目标的进行精细探测，很好地解决固定雷达站网机动性差的问题，并可方便的组成双多普勒雷达的探测。

另外，未来雷达系统中为了提高精度、扩展探测功能，在以下一些新技术领域将会有显著突破：强大的雷达信号处理和计算能力，有效的减轻距离和速度模糊技术，过采样技术，快速扫描技术，脉冲压缩技术，优化的宽带通讯网、数据压缩技术等。

四、新一代天气雷达建设目标和原则

1、建设目标

近期完成 158 部 S 波段和 C 波段新一代天气雷达系统的布点建设，形成基本覆盖全国的天气雷达监测网，逐步形成全国新一代天气雷达统一协调、有效管理的机制。建设国家、省、地三级远程信息传输系统和国家、省两级雷达信息共享平台，在 15 分钟内实现天气雷达资料、产品的全国共享；基本完成适应不同需求的新一代天气雷达综合业务应用系统建设，实现对中小尺度天气及暴雨雨量、雨区的定点、定量预警功能，使短时预报准确率在现有基础上提高 3%-5%。形成两级管理、三级维护的新一代天气雷达支持保障体系。建成具有自主知识产权的新一代天气雷达系统和适合中国天气系统的应用软件。推动国家雷达工业在军用和民用领域的发展。新一代天气雷达网整体实力达到国际先进水平。

规划完成以后，根据国家经济建设发展需求、天气雷达技术进步和国家财力支持能力，在气象服务重点地区和突发性天气灾害频发的经济发达地区再增加一些天气雷达的补充站点，并根据人工影响天气等需求开展 X 波段雷达建设；对已建雷达进行技术升级改造，使我国新一代天气雷达的若干技术和应用领域达到国际领先水平。

2、建设原则

(1) 采用成熟和先进的技术

我国建设天气雷达必须面向世界科技发展前沿，尽量采用国际成熟电子技术，建设具有全网监控能力、软件配套、产品丰富、资料共享、应用处理功能齐全、网络通讯与数据存储能

力有一定冗余量、保障支持有力的全国雷达网。同时促进雷达生产企业和信息科研部门的雷达高科技研发和技术创新，推动国家天气雷达高新技术产业的进步，发展天气雷达民族工业。积极推进天气雷达及其应用系统的国产化进程，重视知识产权的保护。

(2) 统一规划，统一标准，统筹建设

新一代天气雷达的建设要与气象信息网络系统、气象资料分析应用和服务系统相结合，综合各部门需求，以统一规划为指导，合理进行雷达站点布局，按照行业标准和规范，进行规范化业务管理和建设，分步实施，建成一个高效的全国新一代天气雷达监测网。全国新一代天气雷达建设除军队及少量特殊需要外，由中国气象局统一规划和建设。

(3) 选型规范，资源共享

全国组网的天气雷达在波段、型号和相参体制的选择上，要以有利于提高我国灾害性天气监测、警报、预报能力为原则，把雷达系统业务运行的稳定性、可靠性放在首位。新建新一代天气雷达应从中国气象局已进行鉴定定型的雷达型号中选择，便于组网拼图，发挥最大效益。同时，全国新一代天气雷达监测网应当具有统一的信息传输、存储平台，包括设备资源、人力资源、信息资源等在内的所有资源应对行业各部门实行全方位开放，形成一个跨部门、全行业的信息共享系统，充分发挥效益。

(4) 功能先进，满足各行业需求

新一代天气雷达除具有监测强对流灾害性天气的功能外，还应具有进行定量降水估测和一定的晴空探测能力。建设的天气雷达应具备连续体扫描的观测模式、能获取目标的后向反射率、平均径向速度和速度谱宽数据、自动检测和定标、数据自动处理和传输等功能，以满足各部门对降水预报、洪水监测预报、航空天气预报、中尺度灾害性天气监测预警等的需求。在天气雷达建设过程中尤其要强化应用技术开发、技术保障和培

训工作，充分发挥建设效益。

(5) 一站多用，充分发挥综合效益

新一代天气雷达站址选择对探测净空条件有严格要求，对部分建设在高山或相对地势较高的雷达站不仅要考虑自身天气雷达技术要求，同时也可开展大气本底和气候环境监测等方面的观测，充分发挥站点的综合效益。

五、技术政策

1、站点布局原则

(1) 站距确定原则

根据新一代天气雷达最大不模糊距离、速度的范围以及大气衰减和地球曲率影响，雷达站间距以 200 公里左右为宜，以便相互衔接覆盖。西部地区站距可大于 250 公里。

视经济条件，服务重点地区或经济发达地区应适当加密到 150 公里左右。

在年降水量 400 毫米以上地区雷达站间距以 200 公里左右为宜，年降水量达到 800 毫米以上地区可适当加密；年降水量 200—400 毫米地区站距以 250 公里为宜；年降水量小于 200 毫米地区天气雷达建设意义不显著（全国降水量分布见附图 1 和附图 2）。

(2) 频点选择

根据我国气候特点和不同波段雷达在大气中的探测能力，我国新一代天气雷达以 S 波段和 C 波段天气雷达为主，在因人工影响天气等需求而需要加密的区域可以增加布设 X 波段天气雷达作为补充。根据国际电联和国家无线电管理委员会对天气雷达频率资源的划分，S 波段天气雷达的频率范围在 2700MHz ~ 2900MHz；C 波段天气雷达的频率范围在 5300MHz~5500MHz。

(3) 地域条件

应根据地理区域和服务需求确定天气雷达型号：

——大江大河流域以防汛减灾、政府决策服务为主要目标，

建设的新一代天气雷达，黄河以南区域以布设 S 波段为主，其他区域布设 C 波段天气雷达。

——沿海地区以监测热带气旋为主要目标，布设的新一代天气雷达以 S 波段天气雷达为主。

——农垦重点区域以大规模生产作业和防雹、空中水资源利用等人工影响天气为主要目标，布设的天气雷达以 C 波段天气雷达为主。

——林业重点区域以人工影响天气（空中水资源利用等）和森林防火为主要目标，布设的新一代天气雷达以 C 波段天气雷达为主。

——民航终端区及交通干线以保障飞行和交通安全为主要目标，布设的新一代天气雷达以 C 波段为主。为弥补国家天气雷达监测网低层覆盖有限的固有缺陷，可在国家天气雷达网基础上，在航空枢纽和部分干线机场，专门配备机场终端区天气雷达。

——重点城市以城市防灾、公众服务以及重大社会活动保障服务为主要目标，布设的新一代天气雷达以 S 波段为主。

——重点工程建设以工程建设保障、工程管理和国家安全为主要目标，布设的新一代天气雷达以 S 波段为主。

——处置紧急突发性事件，保障国防安全、重大科学试验等特殊需要，可配备车载移动式雷达。

（4）有特殊需求的布局原则

对于新建国家重点工程建设和新增行业特殊需求，可在经过科学论证后，按程序审批后布设。

2、 站点布局

各省（区、市）站点分布及频段分配见附表 1；全国、各流域以及区域雷达建设分布见附图 3-11。根据行业部门需求规划建设站点：

（1）水利部门因水利工程和流域气象服务提出需求，由气象部门具体承建的站点：北京、天津、石家庄、承德、张家口、

临汾、长治、呼和浩特、赤峰、通辽、鄂尔多斯、沈阳、营口、长春、白城、延吉、白山、哈尔滨、齐齐哈尔、牡丹江、上海、南京、徐州、盐城、衢州、杭州、阜阳、合肥、蚌埠、安庆、黄山、建阳、龙岩、南昌、赣州、吉安、九江、上饶、青岛、济南、临沂、烟台、郑州、驻马店、三门峡、濮阳、商丘、南阳、洛阳、武汉、恩施、宜昌、十堰、随州、长沙、永州、常德、岳阳、怀化、广州、韶关、梅州、河源、南宁、梧州、桂林、柳州、百色、河池、海口、三亚、成都、宜宾、南充、绵阳、广元、重庆、万县、黔江、贵阳、遵义、都匀、毕节、昆明、西安、延安、汉中、榆林、安康、宝鸡、天水、西峰、固原

(2) 民航部门拟建设的终端区雷达：北京、天津、上海、哈尔滨、大连、厦门、杭州、南京、南昌、郑州、武汉、南宁、桂林、昆明、重庆、贵阳、西安、乌鲁木齐

(3) 根据民航部门航空保障的需求，由中国气象局具体承建的站点有（含军用机场）：临汾、长治、盐城、南通、阜阳、克拉玛依

(4) 林业部门和气象部门共建的站点有：加格达齐、阿坝

(5) 新疆生产建设兵团和中国气象局共建的站点有：五家渠、奎屯、图木舒克、塔斯尔海垦区

(6) 黑龙江农垦与中国气象局共建的站点有：建三江、九三分局

3、雷达站的技术要求

(1) 雷达阵地选择

站址的选择，应综合考虑以下因素，合理选择站址，有效地发挥雷达探测效益（详见附件五：新一代天气雷达选址规定）：

①场地探测净空条件应满足雷达探测的要求，即天线的架设高度原则上应高于当地（目视范围内）的建筑物、山头等遮挡物，尽可能减少地物对天线的遮挡，主要探测方向上障碍物的遮挡仰角不大于 0.5° ，其他方向上一般不大于 1° ，对个别孤

立障碍物可以适当降低要求。在大、中城市市区建站时，应考虑城市建设发展规划，避免相互影响。

②雷达站的净空条件应受到当地政府的立法保护。

③防止附近其他电子系统可能发生的干扰。

④适当考虑工作、生活方便，电、水、路、通信、避雷等环境支持条件应便于解决和维持。

(2) 站点间距要求

新一代天气雷达警戒距离为 400 公里左右，对强风暴的探测和定量测量的距离为 200 公里左右，天气雷达系统测量 50 公里处的最小反射率因子的能力应不大于-7.5dBZ，约相当于在 50 公里处能探测到的最小降水强度小于 0.02 毫米/小时，后向反射率探测精度优于 ± 1 dB；对径向风场的探测距离为 100-150 公里，平均径向速度测量范围大于 ± 40 米/秒，精度优于 ± 1 米/秒。由于地球曲率影响，天气雷达在探测距离 100 公里时探测到的回波距地高度在 1500 米左右，在探测距离 200 公里时探测到的回波距地高度在 4500 米左右，这个高度区间正是中小尺度灾害性天气演生、发展的关键区域，因此新一代天气雷达站点布局间距应在 200 公里左右，重点区域应适当加大布局密度。

4、雷达系统功能和结构

(1) 系统的结构

新一代天气雷达由信息采集系统、数据处理系统、监控和用户终端等三部分组成。

①信息采集系统由雷达天线、天线罩、发射接收系统、信号处理器和自动监控系统以及相应的通信等辅助设备组成；信号处理器与数据处理系统之间采用宽带通信。

②数据处据系统的核心是能满足软件和数据量要求，能对雷达数据进行快速处理和存储，生成用户所需各种产品的计算机；数据处理系统与监控和用户终端之间采用中高速通信。

③监控和用户终端是一个较高性能的工作站，具有快速、灵活地获取本地雷达信息和通过网络等获取其它雷达信息的能

力；监控和用户终端的显示和通信规程等采用国际标准。

(2)系统功能

①单站的功能：

—— 实时灾害性天气监测：新一代天气雷达系统具有对台风、暴雨、飑线、冰雹、龙卷等灾害性天气的足够强的探测能力。对台风、暴雨等大范围强降水天气的监测距离不少于 400 公里，而对雹云、龙卷气旋等小尺度强天气现象的有效监测和识别的距离大于 150 公里。

—— 定量估测大范围降水：新一代天气雷达系统结合自动雨量校准站网，能对 200 公里半径范围内的降水量分布进行较准确的估测。新一代天气雷达系统对降水回波功率进行较准确的测量，对降水回波强度进行精确的估测。此外，该系统具有较强的数据处理能力，能自动消除雷达非降水回波，提供雷达探测范围内的降水量分布。

—— 探测风场信息：新一代天气雷达系统具有获取降水区风场信息的能力，监测恶劣天气带来的灾害。该系统对降水区内风场信息的获取的距离大于 200 公里，对造成风害的强天气监测和识别的距离大于 150 公里，可以准实时地提供较准确的径向风场分布数据，尽早识别飑线、龙卷、下击暴流等造成风害的灾害性天气。新一代天气雷达系统具有一定的晴空探测能力，可获取风暴前环境风场的信息，经过处理预测未来天气的演变。

—— 提供监测预警产品：新一代天气雷达系统具备丰富的智能型应用软件支撑，所提供的应用软件具有开放型的结构，用户可根据当地强天气的特点进行综合，适当修改软件，使其适合当地天气特点，从而能够准实时地对各类灾害性天气进行自动识别和追踪的能力，提供多种监测、预警产品。

②雷达网的功能

全国新一代天气雷达网结合自动雨量校准站网和闪电定位系统等多种探测手段，能够连续跟踪监测各种灾害性天气过程，

扩大监测范围、提高监测精度、增加预警时效、提升预警预报能力。通过组网拼图，可准确提供天气过程面雨量信息，定量估测流域大范围降水，能够为多部门合作防洪抗旱、防灾减灾提供更为有效的气象服务。

六、建设规模和内容

1、建设规模

(1)全国计划建设 158 套新一代天气雷达系统（不包括港、澳、台地区），其中 S 波段雷达 85 套，C 波段雷达 73 套。在全国统一规划前提下，中国气象局负责建设及与相关部门共建的雷达有 138 部,其中水利部门和林业部门对雷达建设站点的需求通过和气象部门资源共享来实施，水利部门提出建设 93 个站点的需求，由中国气象局一并考虑并进行建设；中国气象局和林业部门共建 2 套雷达，和新疆建设兵团共建 4 套雷达，和黑龙江农垦共建 2 套雷达；在部分地区小机场有 6 套雷达由气象部门和民航共建。

此外，民航部门还将根据航空气象服务的需求，在全国 18 个主要机场独立建设 18 套终端区雷达。

(2) 建设全国天气雷达信息共享平台、以公共宽带通信网为主体的雷达信息高速实时传输系统，建设国家级和区域级天气雷达技术保障中心以及建设国家级天气雷达培训中心和若干个外场实习、研发基地、建立天气雷达探测大型外场试验基地。

2、建设内容

(1) 雷达系统和配套设施

雷达系统包括天线、天线罩、接收机、发射机、伺服控制、监控系统、信号处理器、终端显示以及应用软件等。

配套设施主要有：

①远程通信系统设备：实现雷达观测数据从气象台实时传送到国家和省级天气雷达资料海量存储数据库；

②通信辅助设备：实现雷达观测数据从雷达系统实时传送到当地气象台；

③避雷设施：确保雷达系统避免雷击；

④安全保护系统：对无人值守的雷达系统进行监视，确保设备安全；

⑤UPS 不间断电源设备：实时在线确保雷达系统供电，确保雷达不间断运行，避免电压波动、电流频率变化和突然断电造成的对雷达设备的冲击和损害；

⑥柴油发电机：在市电发生故障时，确保雷达系统供电正常；

⑦维修维护工程车：保证雷达站能得到及时的维护维修；

⑧自动雨量校准系统：用于订正天气雷达降水估测，提高对降雨定量估测能力和精度；

⑨闪电定位系统：能较天气雷达更早发现雷暴天气，精确定位闪电发生地点和强度，配合天气雷达提高中尺度天气监测预警能力。

（2）新一代天气雷达数据资料通讯传输网系统

新一代天气雷达数据资料通讯传输网系统负责实时收集和交换各雷达的观测资料（基数据）、产品和监控信息。该系统应具备资料传输迅速完整、通信处理高效、系统稳定可靠等功能，其主要由宽带通信电路、电路接入子系统、通信传输处理子系统等组成，天气雷达数据资料通信传输网见附图 12。

①宽带通信电路：在雷达到省级雷达数据资料中心和省级雷达数据资料中心到国家级雷达数据资料中心之间使用宽带通信电路，满足实时传输雷达基数据、标校数据、雷达监控数据和服务产品等的要求。

根据信息量估算，国家中心到省需建立至少 6Mbps 的专线电路，省到雷达站所在地之间需建立至少 2Mbps 的专线电路。如果实现远程视频监控和故障诊断功能，传输带宽还要增加。

②电路接入子系统：采用先进、稳定可靠、安全、较高性能并具有一定扩充能力的广域宽带网接入设备和网络安全控制设备与电信运营商的宽带通信电路连接，构建新一代天气雷达

数据资料通讯传输网。

③通信传输处理子系统：在雷达、省级雷达数据资料中心和国家级雷达数据资料中心，采用高可用性体系结构、具有较高处理能力服务器硬件系统以及具备较高稳定性的系统软件，开发高效稳定的通信业务应用软件系统，共同构建通信传输处理子系统。

（3）天气雷达资料共享

包括国家和省两级雷达资料存储检索系统、资料加工处理系统和共享服务系统。

新一代天气雷达采用的是体扫方式进行连续业务运行，每部雷达在 5 到 6 分钟可以得到约 10MB（S 波段）或 20MB（C 波段）体扫基数据，每天每部雷达将产生约 2.4GB（S 波段）或 5GB（C 波段）体扫基数据，通过天气雷达数据资料通讯传输网系统实时汇集到国家、省级雷达海量存储系统，经过雷达资料处理系统处理后，由雷达资料共享系统实现全社会的共享。

（4）雷达技术保障设施

为确保新一代天气雷达站网建成后的业务运行，全国天气雷达站网运行技术保障的基础设施建设十分必要。全网技术保障与业务运行工作紧密结合，实现技术支持有力、保障服务及时的目的。主要建设项目有：

①维护维修测试仪器、仪表和工具：频谱分析仪、网络分析仪、微波信号源、噪声系数分析仪、逻辑分析仪、示波器、功率计、函数信号发生器、雷达测试系统、雷达信号仿真系统等；维修和维护用常用及专用工具；

②全网监控系统：建立全国新一代天气雷达站全网监控系统，及时掌握天气雷达站网运行状况，满足全网雷达运行状态的信息收集、分析、处理、反馈、分发及相关技术服务，保障天气雷达站网的正常业务运行；

③备件及储备库：统一编制雷达备件购置计划，按三级备件分类、分批统筹分发；制定采购、储运、供应、质量检验和

出入库登记等管理制度；及时上报备件使用报表；通过监控中心动态跟踪、统计与分析雷达站备件使用、储备情况，及时补充消耗器材等。

（5）应用系统建设

通过技术开发，充分挖掘新一代天气雷达的应用潜力，建立其在行业气象服务中的实际应用能力；建立国家、省和地级基于组网（或部分组网）天气雷达的应用业务系统；显著提升气象行业的灾害监测、预警、预报和服务水平，提供实时高效的气象预报服务。

①增强雷达探测数据的处理和质量控制能力，开发数据近实时传输以及资料可用技术，建立雷达探测数据在各种应用中的算法应用模式，为应用开发建立良好的基础。

②面向行业气象服务需求，加强天气雷达反演技术开发，制作便于业务有效应用的基于新一代天气雷达遥测信息的各种监测预警产品，建立基于单个或多个天气雷达组网的连续高时空分辨率遥测信息与产品自动化生成系统。

③基于对新一代天气雷达遥感监测原理和探测回波特点的分析，开发建立各种自动识别技术与概念模型，建立面向行业气象服务需求的警报和短时、临近预报服务业务系统。

④开发新一代天气雷达信息与气象卫星、常规探测、其它探测信息的综合处理和同化应用技术以及新一代天气雷达遥测信息在中尺度数值模式中直接应用技术，提高数值模式对强降水、强风等灾害性天气的预报能力。

⑤加强新一代天气雷达信息在灾害性天气警报和预报、气候分析、人工影响天气、大气质量监测、大气边界层等方面以及在农业、林业、盐业、能源生产和国防、航空航天、航海、水利、水文、交通、建筑、旅游、医疗等领域中的专业气象应用研究和重点工程的专项应用，建立基于天气雷达监测的行业气象服务监测预警预报产品。

为了进一步推动天气雷达的应用开发，根据以上应用系统

建设总体要求，中国气象局制订了《新一代天气雷达应用发展规划》（详见附件六）、《新一代天气雷达应用开发指南》（详见附件七）。

（6）培训体系建设

①建设模拟天气雷达系统中的产品应用教学系统，使预报人员了解天气雷达的主要产品，掌握对雷达产品的识别、分析方法；

②建设模拟实现雷达控制，数据采集、生成、处理和显示功能教学系统，使预报人员了解天气雷达系统的数据处理流程、操作控制设置等；

③建设雷达设备和软件运行模拟教学实验平台，使雷达维护维修人员掌握雷达系统结构、原理，提高保障人员的维修维护技能和雷达系统故障诊断能力；

④编制和修订雷达系统设备、维修维护、雷达操作使用、雷达应用和雷达系统综合管理教材；

⑤建立新一代天气雷达资料数据库。今后随着天气雷达产品资料的不断积累、整理、分类，辅以其它相关的气象资料，进一步培训预报人员对灾害性天气作 0—6 小时预警预报的能力。

⑥建立交互式网上远程教育、培训、咨询服务系统。

（7）新一代天气雷达技术研发体系建设

①基础性研究

加强微波辐射传输和云、雨、冰雹等降水粒子及晴空大气散射、衰减理论研究，发展大气遥感理论；加强多普勒天气雷达、双线偏振天气雷达和多波长天气雷达遥感理论研究；进一步开展雷达遥感原理和应用理论研究。

②高新技术开发及其产业

应用、开发先进的雷达元件、仪器和设备等硬件及相应的软件；进一步开发多普勒天气雷达信号的提取和处理技术，探索信号智能处理的新方法，开发规范化，标准化的业务应用的

硬件及相应的软件；加强天气雷达定量估计降水，图像自动识别、风场信息计算以及数据存储等方法的研究，并形成规范化、标准化的业务应用软件；进一步加强新一代天气雷达遥感技术和方法研究；进一步开展偏振技术的研究和开发工作；在引进和吸收国外先进技术的同时，充分发挥行业 and 部门优势，努力创新，力争尽早地形成以新一代天气雷达研制为重点的硬件和软件等高新技术开发产业。

七、雷达资料共享平台建设

1、雷达资料共享现状

中国气象局与水利部之间已建立了 2Mbps 帧中继电路，另有一条 64Kbps 的 X.25 电路作为备份，中国气象局与水利部已基本实现资料共享。从 2004 年 6 月开始，中国气象局向水利部增加传输新一代天气雷达单站雷达资料（回波强度 GIF 图）。目前，北京、天津、呼和浩特、上海、合肥、长乐、郑州、长沙、常德等少部分雷达站与流域水利部门、地方水文部门已实现了有限资料共享，提供的资料包括：雷达强度、速度等图像产品。中国气象局和军队、民航、林业、海洋等单位尚未实现雷达资料共享。

由于国家和省级尚未建立统一规范的资料存储管理系统与高效的共享服务系统，目前雷达资料的应用尚局限在本地气象部门，仅有少量回波图像信息在部门间得到共享，大量探测资料得不到有效利用。因此，迫切需要进行雷达资料共享平台建设。

2、资料共享平台建设

雷达资料共享平台按国家和省两级建设，即国家级雷达资料共享平台和省级雷达资料共享平台。其中，国家级平台完整存储与管理全国所有雷达站生成的数据与产品，支持各类国家级业务、科研应用，是雷达数据的国家存档中心。

省级平台按中国气象局整体业务布局和地域应用需求分两类建设：一类对应于区域中心所在省和承担 7 大江河流域中心

所在省，根据应用需求，建设区域级雷达数据存储共享平台，承担区域/流域内所有雷达站生成数据的收集存储任务，对区域内各省、各领域用户提供雷达数据共享服务，同时作为国家级雷达资料存档的区域备份中心；另一类是一般的省，建设省级雷达数据存储共享平台，负责收集存储本省雷达站生成的数据，为本省用户提供数据共享服务，这类系统不承担雷达数据存档功能。

共享平台结构示意图见附图 13。

①雷达资料海量存储检索系统：

国家级海量存储系统保存全国所有雷达的基数据（长期）、反演产品，省级海量存储系统保存本省所有雷达基数据（短期）和本省重大天气过程的个例基数据、反演产品。

雷达资料海量存储检索系统硬件的物理构成主要有三部分：高性能服务器、数据存储设备和高速存域网。存储检索系统的内部以高速存域网络为中心进行连接，其外部主要与高速局域网相连。高性能服务器主要用于数据处理、数据库管理、存储管理、网络管理和应用服务，同时也是数据服务平台之一。服务器采用的是一组高性能服务器集群，它不仅要与高速存域网相连，同时还要与局域网连接。数据存储设备包括磁盘系统和自动磁带库系统，在存储介质上还包括脱机磁带等。

雷达资料海量存储检索系统软件的构成主要有两部分：系统软件与应用软件。系统软件包括操作系统、数据库管理软件、高可用性软件、存域网管理软件、系统监视软件、系统备份/恢复软件、分级存储管理软件、WEB 服务器软件和开发工具软件等。应用软件主要包括数据收集、数据处理、数据存储管理、数据检索服务、应用监控、用户安全管理和元数据管理等。由于应用软件为专用系统，故需自行开发。

②雷达资料处理系统：

雷达资料处理系统主要对雷达基数据进行实时处理，生成全国和省范围的雷达拼图产品、气象要素产品和其它数字化产

品，为实时业务系统和共享系统提供支持。

雷达资料处理系统由高性能的计算机子系统和雷达资料分析处理与反演软件子系统组成。省级系统采用中小规模的高性能的计算机系统处理本省和临近省部分的雷达资料；为能够处理收集到国家雷达数据资料中心的全国雷达资料，国家级系统需采用较大规模的高性能计算机系统。

③雷达资料共享服务子系统：

雷达资料共享服务子系统可以为不同的用户以不同方式提供雷达资料的共享服务。对军事(总参、空司、海司)、水利部、民航、林业部、国家海洋局、新疆建设兵团、黑龙江农垦总局等单位需要及时获取雷达资料的用户将提供具备安全控制的专线接口，通过专门资料分发系统向用户分发或由用户自行下载其所需要的雷达资料（包括体扫原始基数据和资料处理系统产生的各种产品）。

对于科研等其它非实时用户，将通过 Internet 相连，以 WEB 和 FTP 方式提供雷达资料共享服务。国家级雷达资料共享系统将提供 100Mbps 的 Internet 接入能力，省级雷达资料共享系统将提供 10Mbps 的 Internet 接入能力，以满足各级用户获取各种雷达资料的需求。并将根据访问量适时扩大 Internet 接入能力，除上述提到的单位外，对一些资料需求量较大的用户经双方协商也可建立专线进行资料传输。

为专线接入的共享服务子系统将由两台服务器和一组共享的磁盘阵列构成的高可用系统加上系统软件与共享服务应用系统组成，支持进程控制分发或调用、以及 WEB 和 FTP 方式的及时访问下载，由防火墙和专线接入设备构成安全控制系统以保障用户和系统的安全。

通过 INTERNET 相连的共享服务子系统由两台服务器和一组共享的磁盘阵列构成的高可用系统加上系统软件与共享服务应用系统组成，支持 WEB 和 FTP 方式的访问下载，由防火墙和专线接入设备构成安全控制系统以保障共享服务系统的安全。

全。为保证雷达资料共享服务子系统效率与专线接入用户安全，上述两类共享服务子系统物理上各自独立。

3、共享制度建设

在进行雷达共享系统建设的同时，要加强共享管理制度的建设，建议由规划主管部门牵头、各雷达应用部门参与共同制定雷达共享的有关政策规定，以保障并实现雷达资料的共享应用，发挥国家投资的综合效益。

八、新一代天气雷达系统工程建设情况

1、工程实施情况

自 1998 年启动我国新一代天气雷达探测网建设工程以来，至 2004 年底，主要以中央预算内专项资金（国债）和各级地方政府匹配的资金实施了 6 个批次 106 套雷达系统的建设；在“三峡工程气象保障服务系统（一期工程）”中实施了 3 套雷达系统的建设；在“大气监测自动化系统（一期工程）”中实施了 2 套雷达系统的建设；新疆生产建设兵团已实施了 2 套雷达系统的建设；深圳地方政府自行投资建设了 1 套雷达系统；总计已建和在建的雷达系统工程达到 114 套（其中：新疆生产建设兵团、黑龙江农垦和深圳建设的 4 套雷达是在原气象部门全国布设 126 部雷达建设规划之外，根据实际需求安排的，现已列入修订的天气雷达近期发展规划中）。截止到 2004 年底，已建设完成并投入业务运行的 52 套雷达系统；基本建设完成投入试运行的 32 套雷达系统，在建的有 30 套雷达系统。

按原在全国布设 126 套雷达系统的建设规划，总投资概算约为 40 亿元，其中中央投资为 24 亿元，地方政府配套投资 16 亿元。截止到 2004 年底，中央投资达到 18.39 亿元（包括中央预算内专项资金（国债）投资 17.29 亿元，其他工程项目中中央预算内投资 1.1 亿元，地方政府配套投资为 12.75 亿元）。

2、建设进展情况

1998 年实施建设的 14 套雷达系统（天津、南京、合肥、建阳、龙岩、南昌、济南、滨州、常德、广州、阳江、梅州、韶

关、昆明)、1999 年实施建设的 7 套雷达系统(哈尔滨、齐齐哈尔、佳木斯、长春、白城、吉安、赣州)、2001 年实施建设的 8 套雷达系统(赤峰、桂林、贵阳、文山、兰州、青海移动、银川、阿克苏),已全部完成工程建设,转入业务运行;

2002 年实施建设的 17 套雷达系统(石家庄、太原、沈阳、大连、连云港、温州、舟山、青岛、烟台、遵义、兴义、思茅、昭通、西安、西宁、乌鲁木齐、荆州移动),均已完成建设,投入业务试运行或转入正式业务运行。

2003 年实施建设的 35 套雷达系统(北京、秦皇岛、张家口、大同、临汾、呼和浩特、海拉尔、鄂尔多斯、牡丹江、徐州、盐城、金华、阜阳、福州、厦门、临沂、郑州、驻马店、濮阳、商丘、怀化、南宁、柳州、海口、都匀、德宏、拉萨、延安、榆林、汉中、天水、西峰、固原、克拉玛依、库尔勒),截至 2004 年底,除北京、秦皇岛、郑州、商丘、南宁、柳州、海口、汉中等 8 部仍在建设中,其余 27 套已基本完成雷达设备的架设安装、测试或现场验收工作,部分投入业务试运行。

2004 年实施建设的 25 套雷达系统(通辽、营口、加格达奇、黑龙江农垦九三分局、南通、杭州、九江、三门峡、南阳、十堰、恩施、永州、汕头、三亚、西沙、重庆、成都、西昌、毕节、丽江、日喀则、那曲、安康、张掖、伊宁),因投资计划是 2004 年底才下达的,其中除南通、三门峡、西昌和伊宁因其土建工程施工较早,已在 2004 年底完成了雷达设备的安装架设,待现场测试验收外,其他都已完成前期工作可陆续开工建设,高寒地区的雷达站土建只能待 2005 年开春后才能实施建设,但雷达主机等设备均已在 2004 年底完成合同的签订,按计划期投入生产,2005 年可按计划完成建设任务。

3、建设效益情况

上述已建或在建的雷达系统重点布设在东、南部沿海和七大江河流域等重点防洪、防汛、防台地区以及西部重点灾害性天气频发地区。在防洪、防汛、防台,监测、预警灾害性天气

和为各级政府指挥决策等方面发挥了重要的作用，充分体现了投资效益。

(1) 在暴雨预报、防汛工作中发挥重要作用,防灾减灾能力明显增强。新一代天气雷达网显著提高了我国的气象探测能力,对于城市突发性暴雨、大江大河强降水预警等灾害性天气,可以明显提高预报时效和准确率,有效增强我国防灾减灾手段,推进防灾减灾工作上一个新的台阶;

(2) 在沿海台风监测和预警服务中发挥出重要作用,保护国家和人民生命财产安全的能力显著提高;

(3) 在重大灾害天气、城市灾害性天气预警服务中起到决定性作用,国家投资整体效益得到充分发挥;

(4) 在人工影响天气指挥工作中发挥重要作用,特别是人工增雨和人工消雹取得非常好的效果,对农业的持续丰收起到了积极的作用。

(5) 为重点工程建设服务,社会经济效益显著。新一代天气雷达对灾害性天气的短时预报准确率可在现有基础上至少提高3%-5%,预报时效能提前几十分钟到数小时,为政府部门及人民群众采取准确、及时的防范措施提供科学依据和宝贵的时间。由此每年可减少经济损失上千亿元。

(6) 在全国天气预报中发挥了重要作用。中国气象局组织开展了已建成的新一代多普勒天气雷达资料上传和雷达拼图业务,新一代多普勒天气雷达资料已在全国天气预报业务中得到广泛应用。自2004年6月1日晚7:35分,全国天气雷达拼图产品首次与全国电视观众见面。从此,全国天气雷达拼图产品将经常出现在中央气象台电视天气预报节目中。

综上所述,随着全国新一代天气雷达网的逐步建设,新一代多普勒天气雷达建设效益日益凸现。新一代天气雷达提高了台风、暴雨、冰雹、雷暴、飕线、中尺度气旋、湍流、龙卷风等灾害性天气监测、预警、预报和服务,为开展人工影响天气作业、充分利用和开发空中云水资源,为抗旱、防雹和改善生

态环境等科学决策提供依据。

九、投资概算及效益分析

1、投资概算

(1) 投资原则

新一代天气雷达系统由中央和地方（部门）共同投资建设。中央投资以雷达主机设备、系统配套设备设施、应用软件及研发系统、资源共享平台及海量存储系统、技术支持和保障系统、技术培训系统等；地方政府（部门）配套投资主要承担雷达塔（楼）的土建工程及配套基础设施的建设。业务运行维持经费由财政部根据雷达投入运行的时间分年度核定，在气象事业费中安排。

气象（包括水利、林业部门有建设需求的站点）、新疆生产建设兵团、黑龙江农垦系统的雷达建设按上述原则安排投资，东部发达地区、中部欠发达地区可根据地方经济条件等具体情况考虑地方匹配投资的比例，西部地区按照国家的西部政策将给予更大的投资倾斜。

部队的雷达系统由部队自行建设，投资在军费中解决。

民航的雷达系统建设分两种情况，共用的组网雷达系统可参照气象部门的雷达系统建设原则安排投资，仅为民航终端区服务的监测雷达系统建设，建设投资由民航气象管理部门解决。

(2) 中央投资内容

①雷达主机设备以及系统配套设备设施：雷达主机设备、通信辅助设备、远程通信设备、避雷设施、UPS 不间断电源设备、电站设备、安全保护系统、应用软件、雨量校准自动站系统设备和相应的自动站场室改造、雷达维修维护工程车和雷达站选址、雷达运输保险测试验收、远程通信安装调试及试运行、技术人员培训、工程管理等其他费用及雷达设备易损备品备件等。

②资源共享平台及海量存储系统：雷达资料共享服务子系统、雷达资料处理子系统、雷达资料的海量存储检索系统。

③技术支持和保障系统：维护维修测试仪器、仪表和工具，全网监控系统，备件及储备库，保障工程车等。

④应用系统：雷达信息与产品自动化生成系统、灾害性天气警报和临近预报业务系统、雷达信息同化业务系统、雷达资料应用技术开发。

⑤培训体系的建设：产品显示教学系统，数据处理功能教学系统，雷达设备和软件模拟环境教学实验室，编制雷达维修维护、应用和综合管理教材。

(3) 投资估算

按上述建设内容估算,全国新一代天气雷达布网建设总投资约需 57.83 亿元，其中中央投资约需 35.23 亿元，地方或部门配套投资约需 22.6 亿元（见附表 2）。

其中：S 波段雷达系统共建设 85 个，中央投资约需 16.64 亿元；C 波段雷达系统共建设 70 个，中央投资约需 10.36 亿元；C 波段移动天气雷达系统共建设 3 个，中央投资约需 0.38 亿元；新一代天气雷达资料共享平台及存储系统建设约需投资 4.18 亿元；应用软件和新技术研发系统约需投资 1.2 亿元；技术支持和保障系统建设约需投资 0.87 亿元；培训体系建设约需投资 0.2 亿元；考虑到工程建设周期较长，系统复杂，列入不可预见费 1.4 亿元。

截止到 2004 年底，中央投资达到 18.80 亿元（包括中央预算内专项资金〈国债〉投资 17.29 亿元，其他工程项目中央预算内投资 1.51 亿元），地方政府配套投资为 12.75 亿元。

实施完成近期规划中待建的 44 套雷达系统还需中央安排投资 16.42 亿元,地方政府（部门）配套投资 9.85 亿元。

2、效益分析

全国新一代天气雷达网建成后，将进一步提高我国对灾害性天气的监测预警能力。特别是在逐步实现各部门雷达组网拼图、资源共享的目标后，天气雷达网建设总体效益将更加显著。

(1) 防灾减灾能力明显增强

新一代天气雷达网的建成对我国天基—空基—地基综合观测系统的建设有积极的推动作用，将显著提高我国中小尺度灾害性天气监测能力，实现对台风、暴雨、强对流等灾害性天气的 24 小时全天候监测，明显提高对于台风、城市突发暴雨、大江大河强降水等灾害性天气预报和局地地质灾害监测预警的时效和准确率，有效增强我国防灾减灾手段和能力，推进国家防灾减灾工作上一个新的台阶。

(2) 保护人民生命财产安全的能力显著提高

新一代天气雷达的建成将有助于提高我国天气预报的水平，增强气象服务能力，提高天气预报的时间、空间分辨率，逐步实现精细化天气预报，对保护人民生命财产安全、满足人民群众日益增长的需求、提高人民群众生活质量具有积极的意义。

(3) 国家投资整体效益得到充分发挥

新一代天气雷达网的建设，将逐步统一全国雷达业务的布局和总体设计，实现全行业雷达业务的有效管理和协调发展，对航空安全、军事行动、林业生态、水利水文、云水资源利用等都将产生显著效益。同时通过全国雷达拼图以及构建数据平台，实现数据全面共享；通过开展合作共建，促进资源高效利用；以雷达建设为契机，促进相关产业及科学技术的发展。

(4) 经济社会效益显著

从发达国家对新一代天气雷达的使用情况看，其预测强对流灾害性天气的短时预报准确率在现有基础上至少可提高 3%-5%，时效能提前几十分钟到数小时，我国天气雷达网建成后可在 15 分钟内实现天气雷达资料、产品的全国共享，这能为政府各部门及人民群众采取准确、及时的防范措施提供科学依据，由此每年可减少经济损失上千亿元，相对于国家的投资其经济效益非常显著。

十、保障措施

1、建立我国天气雷达建设组织体系，统一协调、合理建设新一代天气雷达全国组网建设涉及许多部门和单位,要在国

家发展和改革委员会的统一组织下，建立协调有效机制，优化资源配置，避免重复建设。中国气象局和行业内部部门的天气雷达建设应在本规划指导下，根据需求，分年提出建设任务申请立项，由行业主管部门中国气象局负责审定，报国家发改委审批执行。

由中国气象局牵头，在建设期定期召开行业内部部门新一代天气雷达建设协调会，协调天气雷达建设和资料共享及业务应用等问题。

2、科学设计，强化管理

天气雷达网建设是一项复杂的系统工程，涉及雷达技术、通信技术、无线电频率管理、城市规划和建筑等多技术专业，必须强化工程管理，严格各项审批手续。

(1) 严格布点审批程序

建设部门按照统一布局方案和要求，科学选址，综合论证，上报行业主管部门审批，并向无线电管理部门申请雷达使用频率，并申办相关设台执照。

(2) 严格雷达选型

站址一经审批，由建设单位组织报请当地政府及相关部门对雷达探测净空环境、电磁环境等予以保护。选用的雷达型号要从行业主管部门批准许可列装的雷达类型中选择，报行业主管部门备案。

(3) 严格基建审批和政府集中采购程序

基建部分按照雷达运行环境标准组织设计，并按照国家基建工程建设有关规定实施；雷达及附属设备按政府集中采购程序购置。

3、争取多渠道投入，发挥各方面积极性

发展天气雷达需要较大的投资强度，必须充分发挥国家、地方和有关部门的积极性。进一步开拓投资渠道；进一步积极争取国家对发展气象事业的投入；进一步发挥行业内有关部门的积极性，筹集资金，加快建设。

4、重视培训，努力提高队伍素质

加强培训工作，提高雷达操作人员、维护人员、应用人员和管理人员的素质，严格执行持证上岗制度。按照分类、分级的原则建立和完善多普勒天气雷达技术培训体系，对雷达操作、应用、维护维修和管理进行分类培训；建立国家和区域级天气雷达培训基地，组织进行集中培训，并依托高校、研究机构和生产厂家通过远程教育方式或在台站现场进行专项技术培训。

5、增强技术保障能力

建立国家、区域和台站三级雷达保障体制，实现多普勒天气雷达全网稳定可靠运行。

(1) 建立天气雷达的元器件供应渠道和机制，以便及时提供维修所需的元器件和材料。

(2) 明确国家级、区域级和雷达站在雷达技术保障中的任务和职责，建立技术保障工作制度。国家级雷达技术保障任务由中国气象局大气探测技术中心承担。根据雷达保障任务和支撑能力，组建若干区域级分中心。

(3) 加强雷达业务用房、雷达保护设施的维护和标准化建设，增强雷达系统及其设施抗御灾害的能力。

6、严格天气雷达测试，确保雷达质量

天气雷达的验收测试分为出厂、现场和业务测试三个层次，分别以《新一代天气雷达出厂验收测试大纲》（详见附件八）、《新一代天气雷达现场验收测试大纲》（详见附件九）、《新一代天气雷达业务验收规定》（详见附件十）为测试依据，严格遵守测试组织程序，确保天气雷达的内在技术质量。

7、建立新的业务技术流程

规范天气雷达的技术流程，业务雷达按照观测规定（详见附件十一）进行连续体扫描观测获取探测资料。明确天气雷达站的服务责任区，建立联防制度和应急备份方案。

8、建立我国新一代天气雷达技术研发体系

加强天气雷达的自主技术研发能力建设，尽快建立开放式的由多机构、部门联合组成的天气雷达研发体系。充分利用雷

达厂家、研究机构、大学和行业各相关部门业务单位在雷达生产、应用中的技术力量，对雷达核心技术组织联合攻关，追踪世界天气雷达发展新动向，做好前瞻性的技术储备。

附表：

- 1、新一代天气雷达发展规划建设站点一览表
- 2、新一代天气雷达发展规划投资概算汇总表（略）
- 3、新一代天气雷达已执行中央投资和近期发展划（2005-2010）
中央投资概算总表（略）

附图：1～13（略）。

附表 1:

新一代天气雷达发展规划建设站点一览表

省区	S 波段雷达		C 波段雷达		合计
	已建与在建站点	待建站点	已建与在建站点	待建站点	
北京	北京		移动雷达 1 部		2
天津	天津				1
河北	石家庄、秦皇岛	沧州	张家口	承德	5
山西			太原、临汾、大同	长治	4
内蒙古			呼和浩特、赤峰、通辽、海拉尔、鄂尔多斯	临河	6
辽宁	沈阳、大连、营口	丹东			4
吉林			长春、白城	延吉、白山	4
黑龙江			哈尔滨、齐齐哈尔、佳木斯、牡丹江、加格达齐（林业）、九三分局（农垦）	建三江（农垦）	7
上海	上海				1
江苏	连云港、南京、徐州、盐城、南通	常州			6
浙江	温州、杭州、舟山、宁波、金华	衢州			6
安徽	阜阳、合肥	蚌埠、安庆、黄山	马鞍山		6
福建	厦门、长乐、建阳、龙岩			移动雷达 1 部	5
江西	南昌、赣州、吉安、九江	上饶			5
山东	青岛、济南、滨州、临沂、烟台			泰山	6
河南	郑州、驻马店、三门峡、濮阳、商丘、南阳	洛阳			7
湖北	武汉、宜昌、恩施、十堰、	随州、荆州	移动雷达 1 部		7
湖南	长沙、永州、常德	岳阳、邵阳	怀化		6
广东	广州、汕头、阳江、韶关、梅州、深圳	湛江、河源、汕尾			9
广西	南宁、桂林、柳州	北海、梧州、百色、河池			7
海南	西沙、海口、三亚				3
四川	成都	宜宾、南充、绵阳、广元	西昌	阿坝（林业）	7
重庆	重庆	万州		黔江	3
贵州			贵阳、遵义、兴义、都匀、毕节		5
云南			昆明、文山、思茅、昭通、德宏、丽江		6
西藏			拉萨、日喀则、那曲	林芝	4
陕西			西安、延安、汉中、榆林、安康	宝鸡	6
甘肃			兰州、天水、西峰、张掖	酒泉	5
青海			西宁	海北	2
宁夏			银川、固原		2
新疆			阿克苏、乌鲁木齐、库尔勒、伊宁、克拉玛依、（兵团）：五家渠、奎屯	石河子、喀什、（兵团）：图木舒克、塔斯尔海	11
合计	60	25	55	18	158