

文章编号:1006-7639(2005)-01-0078-06

干旱气候观测系统

秘晓东,张 强,胡文超

(甘肃省气象局,甘肃 兰州 730020)

摘 要:建立一体化观测系统是中国气象事业发展战略确定的重要目标之一。本文站在西北区域气象事业发展的高度上,在充分分析西北地区天气气候和环境特征以及气候观测系统现状的前提下,对干旱气候观测系统 ACOS)进行了初步设计。系统由地基观测、空基探测、天基监测和信息传输与共享系统 4 部分构成,其中地基观测站网分为气象站(代表站)、生态气候试验站(重点站)和陆面过程综合试验基地(关键站)3 个层次。干旱气候观测系统 ACOS)的建成将实现对西北地区内大气圈、水圈、冰冻圈、岩石圈和生物圈等 5 大圈层以及各圈层之间相互作用三维综合的观测。

关键词:干旱气候观测系统 ACOS);地基观测;空基探测;天基监测

中图分类号:P463.1

文献标识码:A

引 言

人们已经认识到天气气候及其变化是由大气圈、水圈、冰冻圈、岩石圈和生物圈等气候系统各圈层之间相互作用所决定,其中包含了十分复杂的物理过程、化学过程和生物过程以及人类活动的影响。为了深刻认识天气气候变化的形成机理,了解自然因子与人类活动对天气气候变化的影响,1992 年世界气象组织(WMO)和有关国际组织共同发起全球气候观测系统计划(GCOS),2002 年中国气候大会上通过了中国气候观测系统计划(CCOS)^[1],当前中国气象事业发展战略研究对以地基、空基、天基为核心的现代化观测系统进行了进一步的科学规划。

在这种新的形势下,西北地区气象部门需要充分利用中国气象事业发展战略研究成果,建设一个三维的、空间无探测缝隙的气候观测系统,既能与 GCOS 和 CCOS 很好地衔接,又要在功能和布局上充分体现区域干旱特色。通过观测系统的建设,实现对区域气候和天气的准确监测,服务于“公共气象”;监测全球气候变化背景下西北地区干旱气候变化的区域响应机制和规律,分辨区域内人类活动

对 5 大圈层的作用,提高气象灾害监测预警能力和对全球变化的应对能力,服务于“安全气象”;提供合理开发利用水、风能、太阳能等气候资源的可靠资料,服务于“资源气象”;同时,开展干旱荒漠区陆面过程试验,为气候模式参数化方案的建立和发展以及模式本身的发展和评估提供观测事实^[2~3]。因此,特提出干旱气候观测系统 Arid Climate Observing System,ACOS)计划。

1 西北地区主要环境特点与天气气候特征

1.1 主要环境特点

西北地区地域十分辽阔,土地面积大约占全国总面积的三分之一,主要由新疆、甘肃、宁夏、青海和陕西 5 省(区)构成,地处欧亚大陆腹地,位于青藏高原北部和东北部,包括青藏高原、黄土高原和内蒙古高原等 3 大高原区。区域内地形地貌复杂,生态系统多样,包含农田、森林、草原、河流、湖泊、沙漠、戈壁、绿洲、冰川、雪盖等多种下垫面和陆地景观,其中沙漠、戈壁和绿洲占全国同类面积的 67%;受气候带影响,区域内植被较丰富,且种类繁

收稿日期:2005-01-17;改回日期:2005-02-23

基金项目:甘肃省气象局《甘肃省气象业务八年发展规划研究》(lab2002-5)项目资助

作者简介:秘晓东(1965-),女,河北晋州人,硕士,高级工程师,主要从事环境与应用气象业务和发展的管理工作。

多,跨暖温带落叶阔叶林区、东部亚热带常绿阔叶林区、暖温带草原区、高寒草甸和草原区、温带荒漠区、暖温带荒漠区和高寒荒漠区等 7 个植被带^[4]。

1.2 天气气候的复杂性和特殊性

西北地区同时受西风带、东亚季风和高原季风 3 大气候系统的共同影响,气候要素的季节变化、年际变化和日变化十分明显,如气温年较差达 20~38℃,其中极值区超过了 40℃^[4]。西北干旱区和中亚干旱区形成了全球纬度最高的中纬度干旱区,且由于境内天山、阿尔泰山和祁连山等高大山脉比较多,与分布在低纬度副热带的干旱带不同,是全球在相对湿润纬度带背景上突出的一块比较独特的干旱区^[3]。

1.3 天气气候的一致性

西北地区大部分地方属于干旱、半干旱气候,是我国最干燥的地区,也是世界上最严重的干燥区之一,干旱及半干旱区的面积约占陆地总面积的 87%,具有相当的一致性;西北地区的天气灾害也有一定的一致性,沙尘暴和冻害天气的影响几乎遍及整个地区,大部分地方可出现沙尘或扬沙以及寒潮冻害天气。

总之,西北地区易受到气候变化和人类活动的影响,生态环境脆弱而且敏感,需要有针对性的气候观测系统。

2 西北地区气候观测系统现状与存在问题

西北地区气象部门作为中国气象事业的一部分,经过 50 多年十个五年计划的建设,建成了以县行政区划为基点、具备一定规模且具有一致观测规范的地基观测系统;目前,气象部门在西北的台站总数为 357 个,其中基准站 32 个,基本站 114 个,一般站 211 个,农气站 101 个,高空站 35 个,新一代多普勒天气雷达网、沙尘暴监测网和闪电定位网等正在建设中。还建立了以省级为主、能够接收处理极轨气象卫星和静止气象卫星遥感资料的天基观测系统。可以说,地基、天基相结合的气候观测系统初具规模。除气象部门外,中国科学院、国家林业总局和国家水利部等也有自己的观测站网,在全国(未包括台港澳)水利部共管辖水文站 3 146 处,按照流域划分,西北地区属于黄河、长江和内陆河流域。

通过分析西北地区主要环境特点和天气气候

特征,并对照中国气象事业发展战略研究成果中对气象综合观测系统的规划,可以发现目前的观测系统在其结构构成、布局和功能上具有明显的不足之处,主要归纳为以下 7 点。

2.1 站网空间分布不尽合理

现有气象部门站网主要以县级行政区划为基点,没有充分考虑其对天气气候的代表性,造成有些天气气候类型区缺乏代表性观测站;站网空间分辨率低,西北 5 省(区)面积近全国的三分之一,但气象站数不足全国的五分之一,全国气象部门台站平均密度约 2.6 个/万 km²,西北地区仅为 1.2 个/万 km²,明显低于全国平均水平,是全球模式模拟结果和 T213 结果在西北地区十分不理想的主要原因之一;站网对生态类型的覆盖不足,区域内农田、森林、草原、河流、湖泊、沙漠、戈壁、绿洲、冰川、雪盖等陆地景观共存,而现有站网主要布设在农田(绿洲)区以及城镇,兼有少量草原区和森林区,许多生态类型区没有代表性观测站。

2.2 观测项目单一,缺乏系统性

现有观测项目中主要针对大气圈进行观测,观测内容主要为大气物理要素,基本没有开展大气化学要素的观测,另外还有极少的岩石圈(土壤温度和水分)和生物圈(农业气象)观测项目,可以说,对大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈等 5 大圈层内和圈层间相互作用的总体观测极为薄弱,许多方面是空白。

2.3 时间分辨率过低,观测资料缺少连续性

西北干旱区下垫面热力过程变化迅速,大气边界层日变化很大,特别是在白天可以从几百 m 发展到 4 000 m 左右的厚度,目前的观测如高空探测,每天 2 或 3 次,且在午夜和早晚,其时间分辨率基本捕捉不到大气物理过程的真实特征,所观测到的可能永远只是几百 m 的厚度;现有观测多采取人工观测方式,基本气象要素即使在基准气象站每小时进行 1 次观测,日变化的连续性也很难表现出来,对沙尘暴等中尺度天气过程的观测显得力不从心。

2.4 没有开展人类活动指标量的观测

确定人类活动与大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈等多圈层相互作用的相关观测指标量目前尚为一个难题,观测基本处于空白,所以当前根本没有办法通过观测资料分析和评估西北地区自然因素和人类活动各自对气候和环境的影响。

2.5 对综合试验基地和生态气候试验站建设没有

给予足够重视

陆面过程综合试验和生态气候试验能力不足,布局也缺乏科学性,缺乏资料开展天气演变和气候变化物理机制和成因的分析以及气候对生态环境影响过程的探讨,无法揭示影响天气演变和气候变化规律的本质,影响了天气预报和气候预测水平的提高,约束了拓展业务服务领域能力的提升。

2.6 未形成地基、空基和天基——“三基”一体的立体观测系统

天基观测能力明显不足,卫星遥感技术和应用水平有待进一步提高,立体探测技术正处在发展阶段,需要得力的技术和手段将地面观测站网资料拓展到整个水平空间;以飞机探测为主体的空基观测尚未建立。

2.7 部门之间的站网缺少统一规划和科学整合

气象部门与中国科学院、国家林业部和国家水利部等部门各有自己的观测站网,台站依据各自的原则进行布设,各自为政,既有重复建设,又留下许多空白;观测使用各自的标准,资料各自封闭管理与使用,无法交换和实现共享。

3 干旱气候观测系统 (ACOS) 建设目标和建设原则

3.1 建设目标

在全球气候观测系统 (GCOS) 和中国气候系统观测系统 (CCOS) 框架下,以中国气象事业发展战略研究成果为指导,在充分考虑西北地区天气气候特征和生态环境特点,以及为西北地区社会经济发展服务的需求前提下,针对目前气候观测系统的缺陷,以西北地区现有气候观测系统为基础,科学布局,合理规划,统一整合各相关部门的观测站网,通过增加必要的地基观测站,增加反映 5 大圈层变化过程的观测项目,并充分应用现代化技术和手段,大力发展空基探测和天基监测,最终建成一个综合的、三维无空间探测缝隙的干旱气候观测系统 (ACOS)。

3.2 建设原则

3.2.1 地基观测站网空间布局原则

观测站网空间布局要均衡考虑气候影响区、下垫面类型、地理环境、气候类型和人类活动程度等诸多因素^[3]。首先,西北地区为西风带 西北地区中、西部,包括新疆、柴达木盆地和甘肃河西走廊中、西

段)、东亚季风(西北地区东部,包括陕西、宁夏、甘肃河西走廊东段以东、青海东部)和高原季风(青海省及祁连山区)^[5];其次,区域内农田、森林、草原、河流、湖泊、沙漠、戈壁、绿洲、冰川、雪盖等多种下垫面共存;第三,区域内包含青藏高原、黄土高原、蒙古高原、丘陵山区和河套农牧区等多种地理环境;第四,存在干旱区、半干旱区、半湿润区和湿润区 4 种气候类型;第五,按照人类活动程度分类,则有无人类活动区、人类活动轻微区和人类活动显著区。因此,站网布设要体现以上几方面因素的代表性。

3.2.2 地基观测站网层次划分原则

观测站网划分为 3 个层次^[3]。

第一层,代表站。在天气和气候空间高分辨网格上增加气象站,进行天气气候加密观测。

第二层,重点站。在典型生态类型区,建立生态气候试验站。

第三层,关键站。在 3 大气候系统影响区建立陆面过程综合试验基地以及全球大气本底站和区域大气本底站。

建设移动综合观测平台作为地基观测系统的有效补充。

3.2.3 依据探测高度,分类设立

地基观测:传感器在地球表面的,即地基观测站网。

空基探测:传感器在地球表面以上、中层大气及以下,以飞机探测为主。

天基监测:传感器在中层大气之外,即卫星遥感监测,通过卫星遥感资料对地表和大气特征及其规律进行反演。

4 干旱气候观测系统 (ACOS) 基本结构

4.1 地基观测系统

第一层,气象站网。监测天气过程以及气候和生态的分布特征和变化规律。

在现有地面气象观测站网的基础上,建成密度科学合理的气象站网。西北地区若台站密度达到目前全国平均水平,台站数需增加 120%,根据观测系统空间分辨率的要求,台站数需要增加 150%左右。

地面观测以自动气象站为主体,开展地面基本气象要素观测、地表辐射平衡、土壤水分和生态宏

观特征以及大气化学等项目的观测;高空观测逐步走向基于 GPS 的高空探测;在重要天气区建成天气雷达探测网,以新一代多普勒天气雷达为主体,配合数字化常规天气雷达,其中在局地性灾害天气高发而高空站网较稀疏的区域布设风廓线仪;建设能够覆盖西北地区的雷电监测网;在沙尘暴源区和主要路径的台站上,布设激光雷达。

第二层,生态气候试验站。分析和了解不同生态类型的地表生态过程与气候变化的关系。

区域内典型生态区建立 10 个左右的生态气候试验站,主要围绕大气—生态系统,进行不同生态系统类型下的生态气候观测试验。

开展气候要素、辐射平衡、宏观生态特征、植被生理和生态过程、碳通量以及酸雨、沙尘成分、臭氧、气溶胶、大气干沉降、温室气体等项目的观测。

第三层,陆面过程综合试验基地。揭示天气过程形成的物理特征以及气候和生态变化的根本原因,使气象站网观测的天气气候现象获得科学认识,以此提高预报预测水平,并且发展陆面过程参数化方案,改进天气气候数值模式。

由 4 个陆面过程综合试验基地、3 个大气本底站与 1 个大气化学和沙尘理化特性分析室构成。其中 4 个陆面过程综合试验基地分别建立在西风带影响区、高原季风影响区、东亚季风影响区内以及 3 大气候影响区的交汇区;3 个大气本底站为青海全球大气本底站、新疆区域大气本底站和黄土高原区新增建的 1 个区域本地站;1 个大气化学和沙尘理化特性分析室建立在兰州区域气象中心,对西北地区内台站大气化学成分以及沙尘化学和物理特征样品进行实时分析。

陆面过程综合试验基地的工作以大气圈为核心,涵盖水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈等圈层的变化过程以及多圈层之间相互作用的过程,以此分析和认识干旱气候系统内各圈层相互作用的物理过程及其物质和能量交换规律。其开展的观测项目主要包括气候要素、陆面辐射平衡、热量平衡、水分平衡、生态过程、近地层大气和浅层土壤主要物理要素等。

移动综合观测平台是对固定观测、密度不足的站网或代表性不足的陆面过程综合试验基地和生态气候试验站的有效补充,可以是不同功能的移动综合观测平台,如:车载自动气象站、探空站、卫星地面站和雷达,车载陆面过程综合系统,车载生态气候观测系统等。

4.2 空基探测系统

空基探测主要由气球探测、飞机探测和火箭探测组成。飞机探测分为有人驾驶和无人驾驶飞机探测两种方式,借助商用飞机和人工增雨飞机进行探测是一种很好的选择,是地基高空探测的最好补充。

通过在气球、飞机和火箭等空中载体上装载大气物理和大气化学仪器,探测地面至对流层顶的气温、湿度、气压、风向、风速、辐射、大气成分等大气物理化学要素。

空基探测主要在高空站所在地、气象站难以维持的无人区以及天气和气候关键区开展工作。

4.3 天基监测系统

天基监测主要由低轨卫星和高轨卫星等探测平台以及相应的地面应用系统组成,是气候观测系统的重要组成部分,可以真正实现对地球大气的空间无缝隙监测。主要通过对地面接收到的卫星遥感资料进行反演,获得陆面特征和大气空间物理和化学要素的垂直分布。

目前在乌鲁木齐布设有中国气象局 4 个卫星地面接收站之一,5 省(区)均有一定的卫星遥感资料接收能力。通过在兰州区域气象中心建设分辨率达 25 m 以上的多通道卫星遥感地面接收处理系统,继续开发和引进卫星遥感资料应用技术,完成市级中规模卫星云图地面接收处理系统建设和改造等手段,充分发挥天基监测对气候系统各个圈层以及相互作用的监测作用,并且提高卫星遥感资料在大气数值模式中的应用率。

4.4 信息传输与共享系统

在西北气象信息网络系统基础上,建立能够实时传输干旱气候观测系统(ACOS)观测资料的信息传输系统,建成具有统一规范标准的数据库与共享平台,形成数据格式标准化的数字化综合数据集,以此支撑干旱气候观测系统(ACOS)的系统化运行和实时业务应用。

通过信息传输与共享系统的建设,实现观测资料在西北地区各省(区)之间的实时共享;依据对等交换和平等互利的原则,实现观测资料在地学相关部门之间的开放与共享;参与世界气象组织(WMO)的全球数据交换和服务。

干旱气候观测系统(ACOS)主要构成见图 1;干旱气候观测系统(ACOS)结构示意图见图 2。

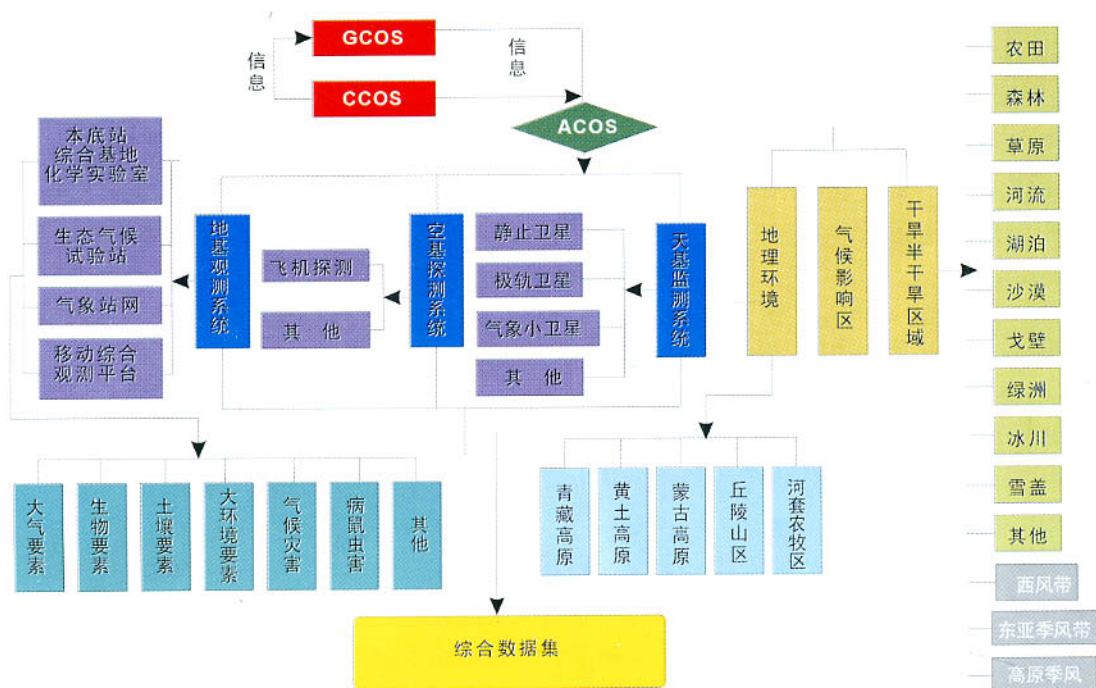


图 1 干旱气候观测系统 (ACOS) 主要构成框图

Fig.1 Arid Climate Observing System (ACOS) scheme



图 2 干旱气候观测系统 (ACOS) 结构示意图

Fig.2 Structure map of Arid Climate Observing System(ACOS)

5 构建干旱气候观测系统 (ACOS) 需求分析

5.1 能够提高气象服务能力, 满足生态建设和经济发展的需要

在西北地区特有的环境与气候条件下, 干旱、沙尘暴、雪灾、暴雨和寒潮等气象灾害出现频数高, 并且由于无节制利用资源以换取经济发展已经对生态系统造成了极大损害。为了提高防灾减灾能力, 研究提供合理开发利用气象资源的有效方法, 满足国家和公众对气象事业发展不断提高的要求, 需要建立综合气候观测系统, 进一步发挥气象事业对经济发展的现实性作用。

5.2 能够夯实拓展领域基础, 满足国家安全、社会进步的需要

西北地区气象灾害种类繁多, 直接威胁到人民财产安全; 干旱缺水, 对生态环境安全、水资源安全提出了严峻的挑战; 酒泉卫星发射中心的气象保障服务事关国防安全。为了全面实施拓展领域战略, 不断增加安全气象方面的服务手段, 需要一个综合观测系统支撑, 全面体现气象事业对国家安全、社会进步的基础性作用。

5.3 能够认识区域气候特征和气候变化规律, 满足可持续发展的需要

西北地区地形地貌复杂, 生态环境脆弱, 气候变化对自然因子的异常和人类的无序活动十分敏感。为了了解气候系统中各个要素的变化和相互作用, 较全面地认识西北地区气候系统变化对全球变化的响应, 需要建立一个综合气候观测系统, 充分发挥气象事业对可持续发展的前瞻性作用。

5.4 系统构建是现代化气象综合观测系统发展的需要

建立全面、综合和可持续的气候观测系统在全球已达成共识, 并且中国气象事业发展战略研究成果已经对我国现代化气象观测系统进行了科学规划, 提出了建立“三基”为核心、立体的现代化综合观测系统的构想。无论从紧跟国际发展形势, 还是

从全面落实中国气象事业发展战略研究成果的角度都需要建立符合时代要求的现代化综合观测系统。

5.5 系统构建是中国气象局对西部地区气象事业发展的定位需要

中国气象局对西北地区气象事业的定位为: “……侧重为生态建设、环境保护、国土安全和水资源调配提供科技支持和服务……”^[2]。这势必需要建立针对这一特殊定位的、具有鲜明区域特色的综合观测系统。

6 干旱气候观测系统 (ACOS) 建设方式与运行模式

干旱气候观测系统 (ACOS) 的建设, 采取国家支持和自筹资金相结合的方式, 分步进行。各省 (区) 局在各自台站改造和观测系统建设过程中, 以及在已申请或可能申请到的重大基本建设项目执行中, 要充分考虑和密切结合干旱气候观测系统 (ACOS) 的基本设计思路。积极争取将干旱气候观测系统 (ACOS) 列入国家建设项目, 由 5 省 (区) 局共同向中国气象局申请立项, 实现联合共建。

干旱气候观测系统 (ACOS) 的日常运行管理, 将制定统一的标准, 遵照统一的观测规范; 系统中的站网布设虽然打破行政区划界限, 但其仍然根据行政区划分级分片进行管理; 市级业务主管部门负责所辖行政区划范围内布设站网的日常运行管理和保障, 空基探测和天基监测主要由省级负责管理。

参考文献:

- [1] 张人禾, 徐祥德. 气候系统的监测[A]. 气候变化与生态环境研讨会文集[C]. 北京: 气象出版社, 2004. 68-71.
- [2] 中国气象事业发展战略研究—能力建设与战略措施卷 [M]. 北京: 气象出版社, 2004. 3-46.
- [3] 刘明光主编. 中国自然地理图集 [M]. 北京: 中国地图出版社, 2000. 14, 38, 69.
- [4] 宋连春, 张存杰. 20 世纪西北地区降水量变化特征 [J]. 冰川冻土, 2003, (2): 143-148.

(下转第 89 页)

- [5] 李晓燕, 翟盘茂. ENSO 事件指数与指标研究 [J]. 气象学报, 2000, 58 (1): 102-109.
- [6] 廖荃荪, 赵振国. 我国东部夏季降水的季度预报方法 [J]. 应用气象学报, 1992, 3 (增刊): 1-10.
- [7] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场 [M]. 北京: 气象出版社, 1999.12, 1-78.
- [8] 林纾, 赵建华, 瞿汶. 2003 年夏秋季大气环流异常对西北地区降水的影响 [J]. 灾害学, 2004, 19 (3): 62-67.
- [9] 白虎志, 谢金南, 李栋梁. 近 40 年青藏高原季风变化的主要特征 [J]. 高原气象, 2001, 20 (1): 22-27.
- [10] 白虎志, 谢金南, 李栋梁. 青藏高原季风对西北降水的相关分析 [J]. 甘肃气象, 2000, 18 (2): 16-18.
- [11] 董安祥, 祝小妮, 郭慧. 太阳活动与西北地区降水 [J]. 甘肃科学学报, 1999 (4): 57-61.
- [12] 谢金南, 卓嘎. 台风活动对青藏高原东北侧降水的影响 [J]. 高原气象, 2000, 19 (2): 244-252.
- [13] 卓嘎, 谢金南, 马镜娴. 登陆台风与我国降水的统计关系 [J]. 高原气象, 2000, 19 (2): 260-264.

Thinking about Influencing Factors on Drought and Flood in Summer over Gansu Province in Recent 13 years

LIN Shu¹, XU Qi-yun²

(1. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China;
2. Gansu Meteorological Bureau, Lanzhou 730020, China)

Abstract:After giving observational precipitation and forecasting evaluation in summer over Gansu province since 1991, the influencing factors on precipitation in summer were analyzed generally. Results show that the main influencing factors on summer precipitation are Northern Hemisphere polar vortex activity, sea surface temperature of Pacific Ocean, subtropical high over western Pacific Ocean, disembarking tropical storm number, the air current through equator and monsoon, blocking high in eastern Asia in summer. The stage developing characteristic is significant about influencing of subtropical high over western Pacific Ocean, and continue higher situation of the height field in summer has weakened its signal effect. The influence of the sun activity is more complicated.

Key words: Gansu province; precipitation of summer; forecast; influencing factor

(上接第 83 页)

Arid Climate Observing System

BI Xiao-dong, ZHANG Qiang, HU Wen-chao

(Gansu Provincial Meteorological Bureau, Lanzhou 730020, China)

Abstract:Based on China meteorological undertaking advancement stratagem, by analyzing the features of weather and climate and circumstance and the actuality of climate observing system in northwest region, the paper has presented a initial project of Arid Climate Observing System(ACOS), which consists of 4 parts of the ground-base observing, the air-base detecting, the space-base monitoring and the information transmitting and sharing. There are 3 layers of weather stations, ecological and climate experiment stations and land-surface process experiment bases in the ground-base observing part. The aim of Arid Climate Observing System(ACOS), centered on atmosphere, is to carry out composite three-dimensional observation on 5-sphere of atmosphere, hydrosphere, cryosphere, lithography and biosphere and interaction among them.

Keywords: Arid Climate Observing System(ACOS) ; ground-base observing; air-base detecting; space-base monitoring