

美国现行的地基气象观测系统

骆继宾

美国气象部门在近十几年对其地基气象观测系统进行了新一轮现代化的更新换代。目前,这一过程已基本完成。现对该系统的主要情况和特点作简要的介绍。

1 现行地基气象观测系统的主要组成部分

1.1 自动地面观测系统

自动地面观测系统(ASOS)是由美国海洋大气局、民航局和军事气象部门共建的一个地面观测系统。是美国目前地基气象观测的骨干和国家发报站网。全部自动化,除了极少数几个重要城市、机场、港口外,均无人值守。观测要素包括 WMO 规范中要求的基本项目,也有天气现象如雾、能见度、云量、云高、有无雷电等等。每 1 分钟观测一次,每 10 分钟传输一次,每小时发报一次。总共有 1500 个站,许多站至少有两个站号,一个是按 WMO 序列编号的,用此站号和 WMO 的电码格式对世界各国气象部门发报,这类站有 313 个;一个是按国际民航组织 ICAO 的序列编号的,用 ICAO 的电码格式向国际民航气象系统发报,这类站有 569 个。是否还另有一个军用站号尚不清楚,但可以肯定其中有一批站主要是向军事气象部门发报的,具体数字不详。这些 ASOS 站规格、性能一致,可以共用或互为备用,多数设在机场或机场附近,所以,用作普通天气预报和民航、军航气象预报和海洋、水文预报都合适。近年来他们还开发软件为自动站增加了新的功

能,如当能见度低于一定程度和发现雷电时发出报警信号;民航或空军飞机也可以在空中呼叫沿航线附近的 ASOS 站,而它可将观测数据用计算机编程的口语立即反馈给机上驾驶员。这起到了航危报的作用,实际上比航危报更直接、及时,而且可以一小时内多次呼叫。ASOS 系统是 1991 年正式和工厂签约投产,1990 年代后期起陆续投入业务。

1.2 合作气象站

合作气象站(Cooperative station)都是由业余爱好者自己建立的,有的设在自家的后花园、草地、农庄或私立校园里。数量很大,共有 11700 个。观测的项目和时次不尽相同。它们虽不像自动气象站每小时发报,但其中有不少也每天向国家天气局发报,如雨量、积雪等资料在日常天气预报中都起重要作用。有的合作站已经延续了几代人,有上百年的历史。NOAA 很重视这批气象站,设置了专门的管理机构。虽然这一轮的现代化进程主要不是针对这类气象站,但也对它们加强了管理,更新了部分设备,提高了观测人员的业务技术水平,他们的主要措施是:(1)不断修改和充实观测的手册和规范;(2)开设网上课程,为业余爱好者普及气象知识、提高观测水平;(3)巡视自动气象站,给他们以具体帮助,如免费检测和更新部分气象仪器等;(4)所有自动气象站的观测数据都报国家天气局国家气候资料中心审核、整编、存档,资料可以从网上查取和下载。NOAA 还对合作气象站制定了激励机制,一般站都给

象征性地补贴,对工作好的给予表彰、发奖状、奖金。在别的发达国家也有业余爱好者建的气象站,但不如美国这么多,也不如美国管得好。实际上,美国不占用机关人员编制,不用多花钱,就得到了一大批可贵的气象资料。这批资料可以根据其延续的年代、所处的位置和观测的质量分作不同的用途:有一批设在农田里的,可以作为农业气象网站;有的可以用来作为补充都市气象网;有的用来补充海岸、海岛气象观测点;还有的可以用来补充雨量、积雪观测网点或其它项目的观测点。

1.3 美国历史气候网

美国历史气候网(USHCN),是从美国合作气象网站中派生出来的一类特殊的气象站网。它是根据 NOAA 设定的一套标准,从 1 万多个合作气象站中精选了 1221 个站;它们基本没有过动迁,延续年代很长、且观测质量较好的一批合作气象站组成了这个网。其资料年代至少为 1900—1995 年。美国就用这套资料来研究气候变化和推算历史平均值。

1.4 海岸自动观测站

海岸自动观测站(C-MAN),设在灯塔、突出的海岸或凹进的海湾,近海的小岛等地,共有 60 个,除常规的气象观测外,还观测海水温度、海面高度、海浪、海雾、能见度等,每小时发报一次。这些资料对制作海岸和近海海面天气预报十分重要。

1.5 海上锚定的浮标站

海上锚定的浮标站,固定在海面的一定位置,按其标杆的高度分为 6 种类型,如 3 米、6 米、12 米等等,测海上的风向、风速、阵风以及海面高度、浪高、波浪的周期、风向和海水温度等,对海面天气预报如强风、飓风等

很重要。

值得一提的是,美国有一个大湖监测计划(Coastwatch Great Lakes Program),他们在五大湖湖面也设立了锚定的浮标站,这对监测和预报湖面的风力和天气都很有好处。

1.6 雨量站

雨量站由国家天气局所属的全国 13 个河流流域水文部门设立,共有 3783 个。这批站和其它气象网站中的雨量观测报告,组成了一个全国的雨量站网,其分布的密度达到每 4 平方公里一个站,密度相当大。

1.7 高空站

美国共有 92 个探空站,另外,还在加勒比海地区支持了 10 个非美国领土的探空站,这些站实际是为了填补美国南部海域的空白,主要也是为美国服务。每天仍放球观测两次。目前,探空站正在进行更新换代的过程。新的探空仪称作换代探空系统 RRS(Radio Sonde Replacement System),探空仪用的是卫星定位技术 GPS,这种新系统的优点在于定位跟踪更准确,观测也就更精确。同时,其观测的层次和所得数据比以往多好几倍,对数值预报很有利。该系统于 2005 年才完成业务对比试验。虽然新系统对观测人员的工作量减轻了,但他们还是对观测人员进行分批地培训,包括硬件、软件和实际操作等,最后才逐个更新。新系统与旧系统对比的结果是:新系统所观测到的温度比旧的略偏低,而高度比旧的略偏高。实际上,他们已经没有专职的探空员了。

1.8 天气雷达网

美国现在用的天气雷达称作 NEXRAD,又称 WSR88D,是由商务部、交通部、国防部联合资助,于 1980 年代开发出来的新一代多普勒雷达。1990 年代初起陆续更替旧一代

雷达,到1990年代末才更替完毕,共有155~159台,其中有个别的调整。据天气局人士称,另有25部军用天气雷达也开放给民用。此种雷达无人值守,由邻近气象台的值班人员监控和操作。扫描最大距离为400km,每扫描一周5~6分钟,将资料发给邻近的气象台,晴空时每10分钟发一次报,阴雨天气每6分钟发报一次,然后再转发给国家天气局,用以作全国或区域拼图。近十多年来运作良好,内部和社会反映都不错。在美国电视荧屏上,主持人用以演示和讲解天气的主要是雷达的回波图,而不是卫星云图。近几年他们的主要工作在于:a,培训人员,每年都办培训班,每次少则十多天,多则二十几天,主要是提高技术人员的水平,以充分发挥雷达的性能;b,对机器的个别部件作改进和更换;c,开发更多的软件,提高机器的运作性能和产品的质量。经过改进,现在雷达每20秒就可以扫描一次,拼图的分辨率和清晰度也比过去有明显改进。

以上这几种地基气象观测站网是美国各有关气象、海洋、水文、民航、军事部门制作日常各种天气预报、警报以及气候预报所必需的基本气象站网,它们要定时和实时发报,观测资料具有实时使用价值。实际上,美国还有约90种其它有关气象、海洋的观测站网,它们多数是由研究部门设立和管理的,一般不发报或不具有实时使用价值。如:大气化学方面的观测站,二氧化碳、臭氧、气溶胶的观测、大气本底站;大气物理方面的:太阳和大气辐射、行星边界层的观测;空间观测,如太阳磁场、日地关系的观测;此外,还有海啸、地震、火山、渔业生态等等,种类名目繁多,这里就不一一列举,也不加以介绍。

2 地基气象观测系统的主要特点

(1) 一网多用,尽量避免和减少重复。

这个网包括探空和雷达,是日常天气预报、海洋预报、民航天气预报、水文预报以及军用预报的基础。既为其国内服务,也为世界气象组织和国际民航组织提供资料。他们在建设和规划的时候就集中了各部门的意见和要求,有的如雷达就是多家出资共同开发的结果。有的在布局上就考虑了不同部门的需要,如多数地面站是设在机场或机场附近,就是为了适应了民航气象的需要。这样就尽可能地避免了重复设站和迁站,又统一了规格。从国家的高度看,这无疑大大节约了纳税人的负担。美国能够这么做,很重要的原因之一是它在体制上的优势。美国国家海洋大气局负责气象、海洋、水文和民航气象,因此,很多问题它们通过内部协商就可以得到解决。美国的民航局属交通部,但民航飞行的气象保障一直归国家海洋大气局负责,有些问题和民航局协商也容易解决,军事部门在气象资料上较多地依赖于国家海洋大气局,有问题也好商量。

(2) 高度自动化,尽可能减少人力。美国利用了它的技术优势,尽可能地采用最先进的技术,他们能在电视荧屏上展示实时(10分钟内)全国各地的天气实况和一小时内的全国气象雷达拼图,这充分说明了其高度自动化的程度,称得上是世界一流。美国能取得这一成就是由于它拥有世界上最先进的技术,其次是它有雄厚的经济实力,能做出巨大的投入。这在一般发达国家都是难以做到的。为了达到这一目标,美国也经历了多年的努力,例如,新一代的雷达,1980年代初就开发,1992年开始投入业务,到1990年代末才更新换代完毕;又如,新的探空系统,也是1980年代末就开始酝酿,到前几年才正式投入业务,至今还未更新换代完毕。由此可见,一流装备和一流台站是不能一蹴而成的。实现了高度自动化以后,系统的优越性十分明显:(a) 绝大部分的地面观测站都不再有观

测员,大大节约了人力的开支。在发达国家工资水平高,人力成本昂贵,减少了人力就大大降低了业务的日常运行成本;(b)增加了观测资料的时效和数量,如地面观测可以每10分钟一次,甚至每分钟一次,探空的层次也增加了很多,这对数值预报,特别是中小尺度预报很有价值;(c)观测质量提高了,ASOS本身就有三重质量监控机制,管理也更方便了。由于机器的故障率很低,观测质量又无需人工审核,一旦出现问题故障,机器有自我诊断功能,能立即发出报警。附近气象台的相关人员就会去检修或更换部件,大修则由后备中心负责。

(3)充分利用和调动业余气象爱好者的积极性,使历史遗留下的合作气象站网能够延续下来,不断地从装备上和人员的技术知识水平上给以更新和提高,使其逐渐完善,成为美国具有历史意义的宝贵气象财富。这笔气象财富是美国独有的,世界各国都给以高度评价。美国能取得这一成就,一是由于美

国人民总的科学素养水平比较高,他们的科普工作做得也不错。再有就是美国气象部门历来就把合作气象站网视为国家气象站网的组成部分,历任领导人对这类气象站都很珍爱、重视,一直持积极支持、激励的态度,每年都拨款几百万美元来支持和改进这个站网,并加强这方面的管理。

美国地基气象观测系统这一轮的现代化进程虽然已基本完成,但他们申明,这并不是他们的终极目标。几年前,他们又开始了新一轮现代化建设的研讨。1999年他们成立了一个由美国大学大气研究联合会主席Richard. A. Anthes任主席的‘国家天气局现代化委员会’,共聘请了12位委员,6位顾问。由NOAA提出到2025年的总的任务和目标,由该委员会提出实现现代化总目标任务的指导思想原则和建议。目前,这一工作仍在进行之中。可以看出,美国这个世界上气象科学技术最先进的国家在追求现代化方面并没有停步。