

国外机械工业基本情况

气象仪器

长春气象仪器研究所 编

机械工业出版社

一九八六

内容简介 本资料为《国外机械工业基本情况》气象仪器部分。主要介绍了美国、英国、芬兰、日本、联邦德国、苏联、法国的气象仪器行业、企业、产品和科学研究等方面的综合情况。可供从事本行业工作的管理干部、工程技术人员及教学工作者参考。

气 象 仪 器

长春气象仪器研究所 编

*

机械工业委员会科学技术情报研究所编辑

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 5³/₄·字数 134 千字

1987年10月北京第一版·1987年10月北京第一次印刷

印数 0,001—1,500·定价：1.95元

*

统一书号：15033·6657Q

出版说明

机械工业肩负着为国民经济各部门提供技术装备的重任。为适应四化建设的需要，必须大力发展机械工业。质量、上品种、上水平，提高经济效益，是今后一个时期机械工业的任务。为了借鉴国外机械工业的发展道路、措施方法和经验教训，国外机械工业的生产、技术和管理水平，以便探索我国机械工业自己特色的发展道路，我们组织编写了第三轮《国外机械工业基本情况》。这一轮是在前两轮的基础上，更全面、系统地介绍了国外机械工业的行业、企业、生产技术和科学研究等方面的综合情况，着重报道了国外机械工业七十年代末和八十年代初的水平以及本世纪末的发展趋向。

第三轮《国外机械工业基本情况》共一百余分册，参加组织编写的单位包括研究院所、工厂和高等院校共一百余个，编写人员计达一千余人。本书为《气象仪器》分册，是第一次参加编写。由机械部仪表局情报室审编，责任编辑：杨丽卿；主编单位是长春气象仪器研究所。主要执笔人员有刘景泰、李为、张季风、魏国恩、孙玲同志。

机械工业部科学技术情报研究所

目 录

第一章 综述	1
一、发展简史及特点	1
(一) 气象仪器发展简史	1
(二) 气象仪器的基本要求	3
二、本行业当前的技术水平	3
(一) 目前气象仪器技术特点	3
(二) 气象仪器整机技术水平	3
三、本世纪末发展情况预测	4
(一) 气象仪器的发展趋势	4
(二) 发展预测	5
四、具有全局性、战略性的经验	7
(一) 经营思想	7
(二) 科研与生产	8
(三) 经营与销售	8
(四) 建立气象业务现代化体系	8
第二章 行业情况	9
一、行业概况	9
二、国外气象仪器行业研究工作的一般介绍	11
三、气象仪器行业特点	13
(一) 美国气象仪器行业特点	13
(二) 英国气象仪器行业特点	13
(三) 芬兰气象仪器行业特点	13
(四) 日本气象仪器行业特点	14
(五) 联邦德国气象仪器行业特点	14
(六) 苏联气象仪器行业特点	14
(七) 法国气象仪器行业特点	15
四、国外气象仪器行业发展标志	15
第三章 企业情况	17
一、美国气象仪器重点企业	17
(一) 克利麦崔克公司 (Qualimetrics Inc.)	17
(二) 卡笛恩电子公司 (Cardion Electrics Inc.)	18
二、英国气象仪器重点企业	19
裴利斯雷达有限公司 (Plesser Radar Limited)	19
三、芬兰气象仪器重点企业	19
瓦依萨拉公司 (Vaisala)	19
四、日本气象仪器重点企业	21
(一) 中浅测器株式会社	21

(二) 株式会社大田计器制作所	22
五、联邦德国气象仪器主要企业	23
(一) 威廉·朗姆布莱希特股份公司 (Wihl, Lambrecht KG)	23
(二) 蒂斯公司和科股份公司 (Adolf Thies GmbH & KG)	23
六、苏联气象仪器重点企业	23
里加水文气象仪器厂 (Рижский Завод Гидрометеорологического Приборостроения)	23
七、法国气象仪器重点企业	23
米尔·里查尔和佩克利公司 (Jules Richard & Pékly)	23
第四章 产品、工艺、基础件	30
一、国外气象仪器产品情况	30
(一) 产品综合技术经济水平和发展动向	30
1. 常规地面气象仪器	30
2. 自动气象站	35
3. 气象雷达	38
4. 高空探测	40
5. 观测系统及资料收集系统	47
6. 边界层探测	48
(二) 品种及“三化”水平	51
1. 产品品种	51
2. “三化”水平	64
(三) 技术引进	67
二、国外气象仪器生产工艺介绍	69
(一) 芬兰瓦依萨拉公司新的制造工艺	69
(二) 联邦德国气象仪器生产工艺概况	69
(三) 美国气象仪器制造工艺	70
三、气象仪器用传感器	70
(一) 传感器的发展水平和动向	70
(二) 典型气象传感器结构举例	72
第五章 科学研究工作	74
一、美国气象仪器科学研究工作	74
(一) 科研机构状况	74
(二) 重大科研成果及其推广应用情况	74
(三) 重点科研机构概况	75
(四) 远景课题	75
(五) 气象仪器测试基地介绍	76
二、英国气象仪器科研工作	76
(一) 概况	76
(二) 近年来重大的科研成果及其推广应用情况	77
(三) 英国1978~1988年的远景规划重点项目	77
三、芬兰气象仪器研究工作	77
四、日本气象仪器科学研究工作	78
(一) 科研机构概况	78

(二) 重点科研机构简介	79
(三) 科研工作特点	81
五、联邦德国气象仪器科学研究工作	81
(一) 联邦德国气象局	81
(二) 联邦德国大气物理研究所(DFVLR -Institut für Physik der Atmosphäre)	81
六、苏联气象仪器科学研究工作	82
(一) 研究机构	82
(二) 科研成果	83
(三) 科研方向	85
参考文献	85

第一章 综 述

气象仪器是对一个或几个气象要素进行监测、定位以及定性或定量测量的仪器。

一、发展简史及特点

(一) 气象仪器发展简史

气象仪器的发展在世界上大致经历了如下几个时期：

1. 目测时期

早在远古时代，人们就根据自己的需要，制造了一些简单的测器，用以进行气象观测。例如公元前四世纪，印度就有了用简单的测器作降水量观测；在公元前一世纪，雅典人就建立了八角形测风塔，作风向的观测。十五世纪 Nicolaus de cusa（德）发明湿度表；1490年 Leonardo da vinci（意）发明湿度表、风力表。不过这些简单的测器，仅能说是气象仪器的萌芽，而真正的气象仪器是在十六世纪末才开始出现的。这个阶段主要是目测，所以有人称之为目测时期。

2. 单项、机械式仪器的出现与发展时期。

十六世纪末到第一次世界大战为地面气象仪器发展时期。因受当时科学技术水平的限制，这个阶段长达270多年。十九世纪后期，各种自记仪器先后出现了。十九世纪末，地面气象仪器品种已基本齐全。到二十世纪初，各类仪器的结构和性能更加完善。目前，大部分台站仪器，都是这个时期的定型产品。

3. 遥测和探空仪器出现和应用时期

从第一次世界大战到第二次世界大战前。第一次世界大战后，由于气象仪器在战争中发挥了特殊作用，引起了各国的重视，同时由于航空事业的迅速发展对天气预报的高要求以及无线电技术在大气探测中的应用，使得气象仪器在观测项目、范围、精确度和速度方面都有了迅速发展。这一时期，气象仪器的发展主要表现在以下三个方面：

(1) 高空仪器迅速发展。1917年出现了电缆风筝，试做高空探测。1925年开始用飞机对高空温度、湿度进行系统观测，利用无线电波探测电离层。1927年气球携带的、能在平流层工作的无线电发报机试制成功，即早期的探空仪。1928年，设计出第一个无线电探空仪，美陆军通信兵首先应用无线电测风仪跟踪测风气球。1943年美国气象局最先使用雷达跟踪探空仪。同年，苏联也制成了测风雷达，接着法、日、德等国也先后在气象观测中采用了雷达技术。而且在雷达的使用范围方面也不断扩大，出现了测雨、测云、测雷暴等多种专用气象雷达。在三十多年前，美、苏都已建成了雷达观测网。其他国家也大量地使用气象雷达作气象观测。由于探空仪的出现，把气象观测从地面发展到了高空。

(2) 与航空事业有关的观测仪器得到了迅速发展。如能见度测定仪、云幕灯、测云仪等。高空探测气球，也得到了进一步的发展。上升的高度（平均高度）由3467m提高到30479m。

(3) 原有的机械式目测仪器得到了进一步的改进和提高。除一般自记仪器外,一些高级的技术复杂的自动遥测仪器,如自动测云云幕灯,测能见度的透光遥测仪,遥测温、湿度计等都相继出现。气象仪器向自动遥测方面大大前进了一步。

4. 自动气象站、火箭与气象卫星在气象探测中的应用和发展时期。

第二次世界大战后的技术发展特点是:利用最新技术成就制做的新式观测仪器大量出现。高空仪器、特殊观测仪器以及综合自动遥测仪器得到了迅速发展。雷达和火箭技术更广泛地应用于气象观测。但一般地面台站仪器的发展则比较缓慢。

(1) 40年代末期,自动气象站的出现,使许多不能建立气象台站的无人地区进行经常的气象探测成为可能。第一代的自动气象站,只能探测少数几个气象要素,而且是沿用常规仪器的感应元件和机械结构,采用莫尔斯电码发报。五十年代后期,这种仪器开始大量用于南、北极等边远偏僻地区,取得了很好的效果。到六十年代出现了第二代自动气象站。其观测项目、观测精度和运转可靠性都有显著提高。信息传递则采用脉码调制的数字通信,广泛采用晶体管电路。近二十年来,一些技术较先进国家进一步改进了这种仪器,如苏、美、日等国已建成了自动气象站网。

(2) 农业气象、小气候和近地面物理研究用的各种精密遥测、微气象仪器的出现,给地面仪器的发展增添了新的内容。一些技术较先进的国家,在这方面的研究工作都取得了较好的成果,以日本最为显著。苏、美、日等国都已建成若干农业气象站、哨,并大量地使用这类仪器进行观测。

(3) 火箭技术在气象观测中的应用(1945~1959)。早在第二次世界大战刚结束,美国就用缴获德国的V-2火箭进行了火箭探空试验。1948年苏联开始发射气象火箭。四十年代末,美、苏、英、法等国都有了专用探空火箭。五十年代中期,美国建立了火箭探测协作网。此后不久,该网又发展成为国际间火箭探测协作网。许多国家参加了火箭探空协作,定期发射探测火箭,交换探测资料,对比探测仪器。

国外大气探测火箭一般分为两类:一类称气象火箭,常用于高空探测业务,其探测高度在气球探空高度20至100km范围;另一类称为探空火箭,常用于对高层大气进行研究性探测,其探测范围20至500多km。

气象火箭之所以发展迅速,是由于一般小型火箭的发射高度都在30km以上,而30~80km这一范围的大气层恰恰是一般探空仪和气象卫星所测不到的范围。对于航空和宇宙航行以及对日、地关系的研究很重要。

火箭探空是大气探测技术发展史上的第二次重大突破,使气象观测发展到大气更高层的中间层和电离层。

(4) 气象卫星的出现是高空仪器发展的重要成就,它广泛地把世界上最新科学技术运用于气象探测之中。1957年苏联发射“卫星2号”。1959年,美国发射“先锋5号”和“探险者7号”等人造卫星,都装有一些气象仪器。分别测定太阳辐射、地壳亮度等。1960年1月美国发射了第一颗气象卫星“泰罗斯(Tiros)1号”,它是电视、红外线观测卫星的缩写。应用电视装置观测地球表面上云层分布状况,应用红外线仪器观测日、地辐射。1960~1965年美国约发射9颗“泰罗斯”卫星和一个改进的“雨云1号”气象卫星。从而使海洋、沙漠和两极地区的经常观测成为可能。并可同时由上而下测得大面积天气云图等资料。由此,气象卫星突破了探空仪、探测火箭只能观测某一局部空间、某个孤立时刻大气状况的限制,可

观测大范围天气的连续变化。这可以说是大气探测技术的第三次重大发展。

综上所述，气象仪器是由简单到复杂，由单项气象要素到综合探测，由机械式目测到自动遥测，由地面到高空，由一般常规探测到特殊探测发展起来的。

（二）气象仪器的基本要求

气象仪器分常规定时观测用和气象学研究用测量仪器两种。其特点是：使用环境恶劣，适应性强；短时间内读取数据；仪器的精确度和可靠性要好。气象观测必须具有代表性、准确性和比较性。

由于气象要素多，而且差异较大，使得气象仪器品种很多，批量少。国外是通过标准化、通用化、系列化达到减少零部件品种，同时借助工艺性外协和外协件在生产线上成组加工和柔性加工。

二、本行业当前的技术水平

随着国民经济与国防建设对气象仪器的要求日益增加及近代物理学、无线电工程、电子技术、空间科学、遥感技术、计算技术等综合技术在气象仪器上的应用，使气象仪器的品种和性能都有了迅速发展与提高。在观测项目、探测范围及预报时效等方面都有了很大的进展。

（一）目前气象仪器技术特点

1. 从模拟测量技术进入数字测量技术：从单项、单通道的测量进入综合、多通道的组合自动信息测量，甚至全国性的自动测量网络。

2. 从使用半导体晶体管到大规模集成电路。而数字集成电路的出现与发展，则又提高了测量的灵敏度、准确度、速度、可靠性和抗干扰能力，同时缩小了仪器的体积、减轻了重量。这一点对于高空探测仪器更显得重要。

3. 从“共性技术”角度出发，发挥标准化、通用化、系列化优势，研制出具有标准接口的元件与功能部件，以组合出符合不同测量要求与用途的整机与系统。

4. 高度技术密集，不仅是机、电、光技术的综合，还应用近代化学、近代物理学、计算技术、数据传输技术、遥感技术，甚至航天（如气象卫星）技术，是多学科技术的综合。

5. 应用新的科学成就，如：计算数学、模糊数学、概率论、信息论、工程控制论、系统工程等，以扩大气象仪器的应用和提高气象仪器的质量。

（二）气象仪器整机技术水平

1. 整机日趋电脑化（如由无线电探空仪、测风雷达及数据处理装置等组成的高空探测自动化系统），系统日趋网络化（如地面仪器自动化系统的 ADESS 气象资料自动编辑与转换系统，AMEDAS 地区观测系统）。

2. 遥测、遥感将部分取代系统的直观测量，以少数仪器装备去获得大量信息和连续信息，以直观显示、记录兼以数据处理工作。

3. 随着遥感、遥测化的发展，未来的常规站（点）不一定继续增加。

4. 卫星遥感将从电磁波谱中的可见光向微波、红外、紫外扩展。由于星载能力以及星上供电功率的提高和数据处理设备的电脑化，数据处理可在卫星上进行。而用微波和激光，又可在卫星上采取主动测量方式，为通过卫星进行全球大气监测和控制创造了条件。同时遥感的大范围监测改善了常规站（点）的点观测气象资料的代表性。

5. 常规气象仪器的改进与气象仪器试验设备的研制以及气象仪器标准的建立与传递(如低温测湿技术与标定)得到了重视与发展。如美国国家标准局的湿度测量组织(Humidity Measurement Section)在湿度标准及测量方面取得了一系列成果。

三、本世纪末发展情况预测

现代气象科学的每一重大发展,都是以大气探测技术的进步为条件的。如气象雷达的诞生,产生了雷达气象学;气象卫星的问世,出现了卫星气象学;无线电探空技术和电子计算机的发展,使得数值天气预报用于天气预报业务成为可能。可见,气象仪器与装备的发展水平在一定程度上决定于气象科学的发展水平。

(一) 气象仪器的发展趋势

气象仪器的发展可概括为定量化、自动化、系统化与遥感化。

1. 定量化

在气象观测中,象云状、雪的结晶形状及某些大气现象历来都是进行定性观测的。在卫星和雷达观测中,象云的分布、热带低压生成初期的云状变化、雨区回波等观测资料,都是定性资料。这些项目的观测,在预报分析中都有意义。但所获得的资料难以作进一步计算处理,且往往缺乏客观性。

近些年来,把定性观测资料进行定量化处理已取得很大进展。利用图象识别技术,判断和观察测定对象的类型。用特征量来表示各要素的物理状态,把图形变成定量化的系列。解决目测项目的定量化,使气象观测进入以气象遥测自动化观测代替人工观测的阶段。如利用图象处理技术,在卫星观测中以云顶温度表示云的分布状况,在雷达探测中用反射率因子表示回波图形,都收到了很好的效果。

2. 自动化

观测自动化是气象仪器的一个主要发展方向。世界气象组织仪器和观测方法委员会早在五十年代后期,就成立了专门工作组,推进各国的自动观测。许多国家都制定了发展气象仪器计划、各种类型的自动观测设备相继研制成功并投入使用。近几年来在美、日等国,地面观测自动化程度比较高,自动观测网的组建有较大的进展。

3. 系统化

利用现代自动观测技术、数据处理技术和通信传输技术的成果,把观测、资料处理、传输结合成一个有机整体,构成一个完整的系统,是近年来气象探测技术发展的又一个突出的趋向。现代的探测手段,比传统的简单观测仪器所能获取的信息量大,如多普勒雷达,即使以100:1比率实时压缩存储,每小时也可用9磁道,732m的磁带两盘。如不作自动化处理,不仅在时数上无法满足系统要求,在资料的可利用性方面,也使主机无法充分发挥效益。所以现代化的观测设备,一般不只是主机,而是一个完整的资料获取和处理系统。即由观测(取样)—资料处理—传输所构成的完整系统。

4. 遥感化

大气探测技术的现状是使用直接观测,遥测,遥感三种探测技术。直接观测和遥测有很多优越性,如原理简单、直观、测量精度较高,所测资料稍加处理就可应用,所需费用少等。但也有明显的局限性。现在预报分析研究工作的发展,对观测资料提出了更多的要求。遥感

技术弥补了直接观测技术和遥测技术的不足、遥感探测资料不仅时间和空间的分辨率高，而且具有时间、空间连续性。遥感量参数很多，其中包括各种通量、涡度、大气辐合以及平均值。遥感设备大都可自动操作等等。所以，遥感技术在大气探测中处于十分突出的地位。空间遥感设备的发展，使气象卫星成为强有力的先进探测手段；地面遥感技术的发展、使得声雷达、红外辐射计、微波辐射计、多普勒雷达、激光雷达及其他可见光系统等在短短十年中相继出现，许多主动和被动的地面遥感设备有了很大的发展。

在高空观测方面，用高效低成本的各种地面遥感设备取代已有五十年以上历史的探空仪，实现无球探空和高空观测的全部自动化。甚至通过遥感技术，可能实现连续的三维观测，以代替现有的观测体制，引起气象观测的重大变革。

(二) 发展预测

1. 地面气象仪器

(1) 重视气象仪器基准的建立与传递。SI 单位制的实施使国外的气象仪器和大气探测方法的研究进入了一个新的阶段。WMO 在气象仪器和观测方法指南第四版和第五版中明确体现出来。例如，重新规定了湿度的定义、气压观测中的标准重力加速度的数值，辐射测量基准从 IRS 1956 改变为现行的 WRR 标准，并规定了四种新型基准辐射表，即美国的 ACR 311 和 PACARD，比利时的 CROM 型及 WRC 的 POM 型。在湿度测量方面 WMO 确认澳大利亚 CSIRO 的基准通风干湿表为零上正温、室外条件下气温和大气湿度的基准。

(2) 微型和小型计算机的推广，使气象观测和仪器的自动化水平大为提高。各种仪器利用单板计实现观测客观化、自动化。一些综合多要素的单站观测系统纷纷建立。国外较新的气象仪器都考虑了如何向计算机控制的资料采集系统输入的问题，即尽量使其输出为标准化的电压模拟信号。

(3) 目测观测项目改用仪器观测。这也是由于计算机的发展和用而引起。例如能见度仪的研制和使用。

(4) 注意气象敏感元件的研究工作。例如紫外吸收湿度计和芬兰的湿敏电容“HUMICAP”，前者使光学湿度计的吸收从红外吸收湿度计的几十厘米缩短到十几毫米，解决了大气湿度脉动的观测。芬兰的湿敏电容已经开始推广到地面观测中来，并解决了抗污染问题。

(5) 用气象观测的遥测自动化来补充人工观测，如日本的地区气象观测系统，美国的遥测自动气象观测站 (RAMOS)、自动气象观测站 (AMOS)，最后逐步代替人工观测。

(6) 借助引进新技术发展气象仪器。例如美国的两种新的辐射基准仪器 (ACR 和 PACARD)，是由美国喷气推进实验室研制的，目前已被列入 WRR 的四种基准标定仪器中。利用上述仪器的工作原理而制成的绝对空腔式日射计的商品已由 Eppley 实验仪器公司完成。

(7) 气象仪器的设计需要理论分析工作。Wylie 的基准通风干湿表 Δ 值计算主要是先从理论分析着手。当前的新型单尾风标也是由理论分析结果而得到结论，尔后开始制作。美国的几个主要测风向仪器，已经取代了菱形风标。

2. 高空气象探测

(1) 探空仪

① 探空仪感应元件采用可直接输出电信号的器件。例如测温元件用半导体热敏电阻、热敏电容、细金属丝等；测湿元件用氯化锂湿度片、碳湿度片、湿敏电容等；测气压元件虽

也用膜盒，但它的机械量又成为温、湿信号转换开关的驱动力。对膜盒传感器进行两方面改革，采用湿度系数小的镍铬钛膜盒或改革校准工艺，或作高低温两条气压校准曲线，或在模拟气球上升过程中校准探空仪。还用半导体压敏电阻与沸点测压表。

② 电子技术的迅速发展为探空仪的发展提供了新的元器件。CMOS集成电路及晶体管发射管的引用，不仅提高了测量电路的精度，还减少了电池的容量，从而减少了探空仪的重量。

③ 探空气球通常以 $6 \sim 7 \text{ m/s}$ 的速度上升。为了得到准确细致的层结曲线，高速采样是必要的。电子计算机的应用可跳越传统记录器的限制。探空仪发回的高速采样信息可经接收机、解调器、接口电路直接进入计算机。利用计算机高速处理大量原始数据的特点，即时得出高精度的探测结果。

④ 站网上日常消耗的探空仪由于受价格限制，测量精度无法提高。虽然六十年代芬兰、联邦德国、苏、日等国相继开发了温度标准探空仪，采用辐射误差、滞后误差很小的细金属丝作测温元件，但线路复杂，价格昂贵，只作为常规仪器的对比标准使用。

(2) 导航测风

导航定位测风不需测定目标物的角坐标，便于在运动平台上测高空风，解决了无线电测风在高空风大、目标物仰角低时受周围环境影响而降低测风精度与运动中测高空风的问题。但导航测风计算复杂，精度受电波传播稳定性等因素影响。采用电子计算机，通过对大量原始信息的光滑处理以及采用差分导航测风后，测风精度与雷达测风精度接近。

目前开发的导航测风设备多利用美国在全球建立的 8 个 Omega 发射台提供的甚低频导航信号。几乎全球都能收到 3 个台以上的信号。如把导航发射台装在几颗同步卫星上的导航系统得以实现，导航测风的精度可有明显的提高。

(3) 高空探测地面配套设备

由测风经纬仪（机械）、无线电经纬仪、二次雷达组成。美国部队的先进的气象探测系统 AMSS、气象资料探测系统 MDSS 采用了现代化的高精度二次跟踪雷达。

3. 航空气象探测系统

(1) 微型机的普遍使用，使地面观测系统和空中探测系统都实现了自动化，并扩充了功能，增加了航空气象服务所需的新探测项目。

(2) 发展遥感技术，实现无球探空。形成常规技术与遥感技术相结合的边界层及空中探测体制，具有地面观测、空中探测和空间探测相结合的探测能力。

(3) 改进脉冲多普勒雷达，增强天气雷达的探测能力，发展机载一卫星探测系统，提高航线上的气象探测能力。

(4) 研究航空气象用无人气象站和海上浮标站，增加无人、少人地区的探测能力。

(5) 在系统建设上形成一个整体性航空气象服务系统（AWS）。该系统将国家气象局（NWS）、民航（FAA）和航管系统、飞行员等紧密地结合起来。从技术上说，则是将大气数据获取、收集和加工、航空气象通信和各种终端连接起来，形成一个闭合的信息流通系统。

4. 地面遥感大气探测

(1) 天气雷达的业务应用和多种雷达新技术的发展。如快速扫描相控阵多普勒雷达、多极化雷达、毫米波（多普勒）雷达、调频连续波雷达等。

(2) 地面遥感探空系统的研制和应用。七十年代中，出现了利用甚高频脉冲多普勒雷达来遥对流层风场的工作，突破了极困难的晴空遥感测风的难关。七十年代中期，美国波传

播实验室 (NOAA/ERL/WPL) 着手系统研制地面遥感探空系统, 命名为“廓线仪” (PROFILER), 目前已投入业务性试验应用, 并同时建了四个类似系统组网观测, 每20分钟提供一组廓线数据。还拟在美国中、西部增建几十个类似系统, 同时瑞典、联邦德国等都在研制类似系统。估计九十年代会陆续提供业务应用, 取代部分探空站职能。

(3) 激光天气遥感的研制与应用。例如Mie 散射激光雷达、地面激光测风雷达等。预计九十年代后可逐步实用化。目前Mie 散射激光雷达将很快应用于航空气象业务, 探测水平和斜视能见度和低云等。

(4) 声遥感技术的研究与应用。美国、澳大利亚、法国、瑞典、瑞士、联邦德国和日本等国均已研制并广泛利用测风声雷达。

声遥感的另一个分支是大气声重力波的被动遥感。随着对大气声波的发生、传播与大气的相互作用以及波动和感应器之间的关系等诸方面的深入研究而得到发展。

5. 气象卫星遥感探测

目前美国正在研制改进超分辨率红外仪器和微波探测仪器的光谱特性及其探测能力。可以预计八十年代末和九十年代初, 由于对这些仪器的最佳结合使用, 对全球全天候的实时连续监视将取得突破性的进展。

近几年来NASA 和其他单位正大力发展主动和被动相结合的遥感探测技术, 预计在九十年代中期将在地球环境资源信息探测和开发中起决定性作用。

四、具有全局性、战略性的经验

(一) 经营思想

紧紧围绕需要, 扩大服务范围。最早的德国浮斯厂就是为汉堡海洋气象台服务而开始研制与生产气象仪器的。而后随着航空与宇宙航行的发展, 需要气象部门做出气象保证, 推动了探空仪、气象火箭、气象卫星的出现和发展。由于监测大范围降水与台风等应用了气象雷达。边界层探测, 使得气象塔、系留气球、低空探空仪、微波遥感与声雷达得到发展。核试验与应用推动了特殊气象仪器的应用。日本二次世界大战后的背景和其自然条件, 使得日本的雨量测量与农业气象仪器获得很大发展。在执行与实现世界气象组织制定的“www”计划中, 可以预见, 气象观测系统、气象通讯系统、资料处理系统将得到更快的发展。

国外气象仪器产品在气象部门应用只占30%; 而70%是非气象部门。苏联1978年3月将原“苏联水文气象总局”改为“国家水文气象自然环境监测委员会 (ТОСКОМТИДРО-МЕТ), 除负责气象、水文、海洋和农业等气象业务外, 还负责泥石流、海啸、雪崩预报, 进行自然环境监测等工作。

澳大利亚等国的气象仪器科研情况也是如此。

经营多样化。国外气象仪器生产厂大多为兼业厂。美国天气测量公司生产气象仪器、水文仪器、空气污染监测与控制仪器, 还生产航空安全仪器等。苏联里加水文气象仪器厂, 是世界上规模最大的一个气象仪器生产厂, 生产水文与气象仪器两大类产品。日本中浅株式会社生产气象、水文、海洋仪器, 还为大厂自动气象站配套气象传感器。

其它国家的气象仪器生产厂也大体如此, 有些厂家兼业热工、电工、电机、自动化仪表等产品。

(二) 科研与生产

1. 科研体制

美国气象科学理论方面的研究工作多设在有关大学。NOAA (海洋大气局) 的研究重点放在应用与发展研究上, 包括地面高空探测自动化系统的研究。ERL (直属 NOAA 的环境研究实验室) 研究项目包括多普勒天气雷达与大气遥感仪器等。

苏联国家水文气象自然环境监测委员会研究工作的重点为应用科学, 也有一些基础理论研究。它的科研、业务及业务管理机构是合在一起的。如地球物理现象总台承担各种地面观测仪器的研制、管理与仪器检定等业务; 中央高空现象台承担各种高空探测仪器的研究、管理与仪器检定等业务。

日本研究机构的体制与美国相似, 在气象厅下有一个直属研究所, 它承担的任务相当广泛。不同于美国的是气象业务部门不设研究机构, 但又承担一定的研究课题, 如观测部研究一部分地面、高空观测仪器等。研究重点放在基本的、长远的、对气象发展有影响的课题上。

2. 科研单位人员组成素质高

国外气象仪器科研单位的人员并不多, 约150人左右, 纯系高等学校毕业生或获得博士、硕士学位的人。这些人员中包括的专业多, 主要从事科研、技术与业务管理。

3. 生产社会化

一般生产厂规模不大, 约200人左右, 多为第一线的生产工人。每个工厂都有自己的技术特色, 本厂自行加工的零件只占10~30%, 其余为外购, 外协件。例如, 自动气象站生产厂主要从事主机本体的数据处理、传输系统的生产及接口技术的研制, 而传感器、指示记录器、打印机、电传机等均外协配套。

重视标准化、通用化、系列化与组合化工作。各生产厂的产品均以传感器、变换器、指示记录器与数据处理装置等组件形式生产, 便于按用户要求任意组合成不同用途的仪器。重视传感器的开发和提高敏感元件的精度及扩大使用范围。

(三) 经营与销售

采用计算机进行管理。重视市场信息, 调整生产结构及产品品种。

在国外设代销点, 销售人员熟悉业务, 一方面进行产品销售, 另一方面收集用户意见、需求情况, 进行市场预测。同时掌握同行业厂家产品及经营动向的情报。

专业气象仪器生产厂, 多为中、小企业, 他们借助自身技术专长, 利用自制标准件, 通用件和核心技术与国内、外搞技术协作生产。

(四) 建立气象业务现代化体系

日本气象业务自动化体系的建立采取了从分散到逐步统一的方式。其优点是每个分系统的目的性明确, 技术措施有较强的针对性, 技术简单, 建设速度比较快, 易于实现。一般可在3~5年内见效; 其缺点是在逐步统一成一个完整体系过程中, 须多次反复调整, 以扩大各系统间的兼容性。有时会出现某些返工现象。

美国的做法是把全国气象业务和服务所需资料的收集、处理、分发完全连结成一个整体的新的大型自动化系统, 称之全国气象业务和服务系统 (AFOS)。即在设计一个庞大的业务体系基础上全面铺开, 构成以电子计算机连结全国台站的现代化网络。其优点是具有较好的完整性, 在系统工程的设计上有可能比较充分地考虑到各个环节间的相互关联和协调, 但这须建立在充实的工业基础之上, 设备要求高、投资大、技术复杂。

第二章 行业情况

虽然早在十七世纪前，世界上就已出现了气象仪器，但大多数是由科学家们或高等学校制造，仪器的使用范围也仅限于进行研究工作。到十八世纪，气象研究规模扩大了，特别是很多国家开始建立气象台站网，对气象仪器的需要量增加了，气象仪器才转入工厂生产。十九世纪初，欧洲的一些工业比较发达国家建立了气象仪器制造厂。

英国是建立气象仪器制造业最早的国家，其次是德国和法国，再次是美国和日本，当前最有影响的是芬兰瓦依萨拉公司（Vaisala）。

早期出现的工厂主要有英国的卡舍拉公司（1810年）和达通公司（1834年），法国的浮斯公司（1865年）和弗利列公司（1820年）等。这些工厂制造并销售各种地面气象仪器其特点是：规模小，品种简单，产量有限，大多数兼作其它工业或科学研究仪表，尚不成其为一个行业。

随着气象科学的发展，气象观测工作的大规模开展，特别是经过两次世界大战的影响，气象仪器制造业在二十世纪以后迅速发展。

在第二次世界大战后，由于航空、宇宙航行和核武器试验的需要，在一些工业发达的国家中，高空和特殊气象仪器的生产得到了一定的发展。

近二十多年来，由于航天技术的发展，科学试验的需要及气象业务的开展，使自动化系统、地面遥感大气探测和卫星遥感大气探测发展很快。

一、行业概况

1. 英国是建立气象仪器制造业最早的国家，早期英国两个有名的气象仪器厂卡舍拉和达通公司，就是在1810年和1834年先后建立起来的。到二十世纪初，其它国家才刚刚建立气象仪器制造业，而英国已能生产多种地面台站仪器，成为当时世界上气象仪器制造最发达的国家。

第一次世界大战后，由于英国受战争创伤很重，工业停滞萧条。二次大战后虽然英国也建立了一些制造高空和特殊气象仪器的现代化工厂，但发展较慢，一般地面仪器很少有较大的改进。美、苏等国则有了较大地发展，无论生产地面气象仪器，还是高空和特殊气象仪器都远远超过了英国。

十九世纪以来，一般台站所使用的仪器变化不大，为了维持观测记录的连续性，便于资料的整理和利用，世界各国绝大部分台站仍然沿用着十九世纪以来的各种传统观测仪器，因此具有历史传统的、性能稳定的英国地面台站仪器，在国际上仍然受欢迎，拥有一定的国际市场。

英国在六十年代就有50多家企业生产气象仪器，但大都不是专业厂家。目前这种形式还没有改变。现在主要生产气象仪器的企业有：裴利斯雷达有限公司，尼格雷蒂赞布拉有限公司，Casella 伦敦有限公司，R. W. Nunro 有限公司。英国气象局的仪器处主要研制、测试、

管理新产品及系统。

2. 美国气象仪器制造业发展历史不长, 最早的工厂约建于十九世纪末叶。早期基础薄弱, 直到二十世纪后, 特别是经过两次世界大战的影响, 才迅速发展起来。在第二次世界大战前夕, 就已超过了英、德、法等国的水平。美国为发展军用航空和宇宙航行技术, 占领空间优势, 发展核武器的研究和试验工作, 积极发展了高空探测仪器和特殊的气象仪器。航空与宇宙航行管理局和军事部门除自己进行新的气象仪器研究外, 对有关研究机构大力资助, 并与民间工厂签定研究, 生产合同, 刺激民间工业发展气象仪器。战后, 美国除改建和扩建原有工厂外, 还兴建了一些新的生产现代化的特种气象仪器和装置的工厂。如1949年成立的大西洋研究公司和1956年成立的贾斯宽仪表公司。美国政府在1962年购买气象仪器的开支为540万美元。

美国目前气象仪器的厂家约有80多个, 大致分为三种类型: 第一类是生产气象仪器或以这类仪器为主要产品的工厂, 为数不多。第二类是一些以其它专业为主兼产气象仪器的大公司。第三类是中、小型公司, 只生产一、两种气象仪器的兼业厂。

美国有些服务于军事目的的高空和特殊地面仪器畸形发展, 产量大、技术水平相当高, 如气象火箭、气象卫星、气象雷达及自动气象站等。大型厂都拥有较强的科技力量, 进行老产品改进和新产品研究。一些较大型设备(如气象雷达、气象火箭和天气传真设备等)产品品种虽少, 但产值很大, 占气象仪器中很大的比重。

3. 日本的气象仪器制造厂出现于十九世纪末叶, 第一次世界大战后, 随着战争的需要, 气象仪器制造业也有一定的发展。二次大战时, 除一般台站仪器满足国内需要外, 还有少数高空和特殊仪器的现代化工厂。

二次大战后, 由于国民经济特别是发展农业的需要, 农业气象仪器和测降水仪器得到了普遍重视, 各种农业气象仪器大量出现, 销路很广。使得日本在农业气象仪器和微气象仪器的生产居于世界先进行列。在这个时期中, 日本在高空和特殊气象仪器生产都发展缓慢, 落后于苏、美、英等国。

近年来, 自动化仪器发展很快, 如自动气象站、自动浮标站、自动雨量站(全国有1300多个)。七十年代中期, 利用日本电信公司的电话线路, 完成了地区气象观测系统(AMEDAS)。随着两颗气象卫星(葵花1号和2号)的发射又相继建立了气象资料数据自动编集和中继系统(ADESS), 自动化水平仅次于美国。

日本农业气象仪器和测降水仪器品种最多, 产品最佳, 在气象仪器制造业中所占比重较大, 技术水平较高, 是世界上农业气象仪器生产最发达的国家。由于日本是个岛国, 且生产气象仪器与海洋、水文仪器有很多共性技术, 所以日本生产气象仪器的工厂大多同时生产一定数量的海洋、水文仪器。

日本中、小型厂很多, 大约有100多家, 但专门生产气象仪器的厂家只有很少几家。工厂虽小, 专业化程度却很高, 所以对零件和部件的外协依赖性比较大, 如生产气压表的工厂, 大约有50%依赖外协加工。

4. 德国是世界上建立气象仪器制造业较早的国家之一, 同时也是比较发达的国家之一。二次大战后, 德国分成了民主德国和联邦德国两部分。由于联邦德国占有许多原来的气象仪器生产装备, 使得气象仪器制造业发展非常迅速。从1952年到1961年, 气象仪器产值由127.5万美元增加到377.5万美元, 在短短的九年中就增长了三倍。当时平均年产值约在380万美元,

仅次于美国。

联邦德国气象仪器的生产大多是集中在精密机械制造厂中。目前生产气象仪器的厂家大约有70多家。生产的湿度测量仪器较好。

5. 苏联在帝俄时代就已有气象仪器制造业，但真正的气象仪器制造厂，是在十月革命之后建立的。1921年在里加、莫斯科、列宁格勒等地先后建立了几个主要制造厂，为气象仪器有计划地发展奠定了基础。

第二次世界大战期间，莫斯科、里加和列宁格勒等气象仪器制造厂遭到严重破坏，为供应部队需要，在后方的斯维尔德洛夫斯克厂得到了很大发展。战后，又重点扩充里加厂，并对其余各厂进行了必要的调整和扩充，合理安排了分工协作，在相应的行业内新建和扩建了制造特殊气象仪器的工厂。使水文气象仪器制造业得到了迅速恢复，并在近20多年中发展很快。

苏联气象仪器工业自成独立体系，由苏联部长会议所属的水文气象总局统一领导，共有4~5个水文、气象仪器专业厂。行业内分工明确，生产按计划进行，各厂分别以生产某几种产品为主，对一些重要而量大面广的产品，安排重复生产点。一些和别的行业有关的产品，如温度表、测风经纬仪等，划为非气象专业的相近技术企业中生产。专业厂的配件和协作都纳入了国家计划，各厂除和专门的研究机关保持密切联系外，自己还从事新产品的研究和试制。如最大的里加水文气象仪器厂有职工1000多人，除设有设计、工艺机构外，还有约20多名工程技术人员组成的新产品试制科，50多人组成的试制车间以及20多人组成的实验室。

1978年3月，苏联把原苏联水文气象总局改为《苏联国家水文气象自然环境监测委员会》，扩大了业务范围。

水文气象仪器在其它部门和系统用量很大，如1961年，苏联用于水文气象系统的仪器只占总产量的20%，其余80%是用于其它部门，每年有一定出口。

苏联的常规气象仪器具有自身特色，测风仪器，自动气象站水平较高，气象卫星处于领先地位。

综上所述，日本气象仪器是以农业气象仪器与自动化系统领先；美国是以高空与特种仪器及自动化系统领先；英国的常规气象仪器享有一定声誉；芬兰探空仪比较先进；联邦德国则以测湿仪器著称；苏联、美国卫星遥感先进；从数量与自动化水平看，发达的国家是美国、苏联、日本，其次是联邦德国、英国和法国。

二、国外气象仪器行业研究工作的一般介绍

由于气象与国民经济和军事的密切关系，特别是近代科学的发展对气象的要求和新技术在气象仪器上的应用，引起了世界各国对气象仪器研究的重视。世界各国气象部门、军事部门和仪器仪表行业大多设有专门的气象仪器研究机构。

1. 美国气象仪器研究工作水平较高，主要服务于军事。由于航空和宇宙航行及核武器试验的需要，美国政府特别重视大气科学的研究工作，从而推动了对气象仪器的研究工作。如1959年，美国政府和军事部门共拨出1848多万美元作为资助气象科学研究之用（各研究机构本身的研究经费不包括在内），其中直接用于资助气象仪器研究的费用达321.5万美元。在这笔经费中，直接用于军事部门的经费为182.6万美元，约占总数的53.7%；用于间接为军