

气象服务理念的演进：全球课题

作者：贾朋群¹ 冀文彬¹ 许小峰²

(作者单位：1 中国气象局气象干部培训学院；2 中国气象局)

广义上的气象服务，即满足人类对其生活环境中重要因素——大气层中各种天气气候现象认知的欲望，实际上也是气象学诞生的最主要和持续的推动力量；远古时代，被称为自然的一部分的天气气候现象，例如埃及尼罗河季节性泛滥的洪水和洪水过后适宜农耕环境，也在某种意义上，缔造了人类最初的文明。

在中国古老文明中，气象因为日、地密切相关，更是在很长时间里异常活跃的话题。殷商时期甲骨卜辞中出现了雨、云、风、雷、虹、雪、雹、晕、霾等天气现象的文字记录。在殷商甲骨文中，记载了大量的气象内容，是目前世界上发现最早的气象记录和置闰的历法，表明天文气象那时候已进入了社会生活中。安阳殷墟出土的一片殷王文丁时的卜辞上，还记录了文丁元年10天的天气变化，某种意义上，这是世界上最早的天气预报。

中西文明平行发展过程中，气象服务的痕迹不断加深，工业化时代带来的中西方交流和融合，也让气象服务成为全球课题，而主要发生在西方的几次重要的认识理念和依托手段的重要转向，则共同推进了全球气象界仅百余年的共同发展。

气象服务的历史几乎和气象学的历史同样悠久，延绵数千年。人类最早对风雨雷电等大气现象的认知来自经历的自然现象，也同时作为经验第一时间为人所用。



英格兰南部巨石阵，建于公元前4000—2000年，是欧洲著名的史前时代文化神庙遗址。



实践开端：伴随人类对自然的认知欲



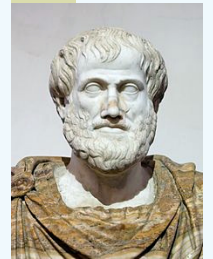
商代甲骨文（3600年前）中可以发现论述天文气象的相关内容，也包括对未来天气的预测预报，尽管在方法上比较原始，但反映出预先掌握气象变化的实际需求。

4000—2000BC 实践开端 幻想和神学

340BC 《气象通典》发表



亚里士多德：《气象通典》（*Μετεωρολογικα*）- 以自然哲学观点试图解释各种天气现象。



公元前340年：古希腊哲学家和气象学家亚里士多德发表《气象通典》——把气象从神学中剥离出来：观测和推理 取代幻想成为认识大气和服务大众的手段。



WMO与气象服务：时间表

2010年，WMO在庆祝成立60年时，将其提供服务的60年划分为形成时期（1950—1963年）、技术革命（1964—1970年）、参与国际倡议的十年（1971—1980年）、气候与臭氧（1981—1990年）、自然灾害与可持续发展（1991—2000年）和气候变化（2001—2010年）等几个时期。实际上，从其前身IMO的酝酿开始，气象服务的大旗一直是WMO贯穿各个时期不变的宗旨。



1873年：WMO的前身国际气象组织（IMO）成立。



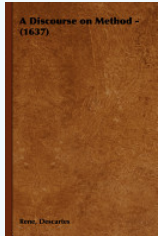
1853年：布鲁塞尔国际海洋气象会议召开，美国海军上尉马修·方丹·莫里最早主张气象观测统一规范并促成IMO于1873年成立。



1913年：国际气象组织成立农业气象学委员会（CAgM），1919年国际气象组织首次召开有关航空气象会议。



17世纪以后：法国著名哲学家、数学家勒内·笛卡尔突破《气象通典》的束缚，带领气象学转入新的阶段——以实验和验证的方法研究气象学，结束了亚里士多德《气象通典》长达2000年的束缚，让气象从主要凭臆测、经验时代，转到建立在以实验和验证科学性质的气象学。这样的转变，拉近了气象学与更加成熟的物理学的距离，为气象学进一步的突破进行了很好的理论铺垫。



1637年：笛卡尔用法文写成3篇论文《折光学》、《气象学》和《几何学》，并为此写了一篇序言《科学中正确运用理性和追求真理的方法论》，哲学史上简称为《方法论》。

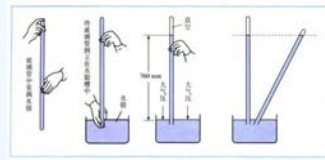
西方文艺复兴（1453年开始）和17世纪新柏拉图主义的复兴，倡导以定量计算为主认识世界，加上2次技术转向，在气象学上吹响了构建学科坚实发展和应用的号角。

观察和经验推理成为主要方式

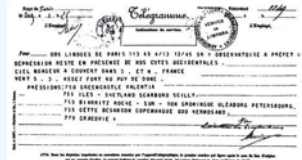


13世纪，学识渊博的英国哲学家培根，最先试图打破1500年以来的束缚，他提倡经验主义，主张通过实验获取知识。

在中世纪的1450年，罗马出现用羊毛测空气湿度。



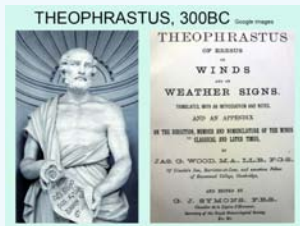
托里拆利实验



1876年10月4日接收到的天气电报地点：Haute-Vienne in Limoges。

两次科学转向：2次相隔2000年的转化：公元前4世纪亚里士多德让气象摆脱神学；和17世纪笛卡尔铸就气象科学的方法

二次技术转向：气象传感器发明和借助电报观测实时发送（传感器发明：从定性到定量；从单点到平面）



300BC：亚里士多德的学生和传承者泰奥弗拉斯托斯（古希腊哲学家、自然科学家）关于风和天气信号的论述。

3

1453年 文艺复兴 技术推进



1724年：华伦·海特发明华氏温度计。



1742年，安德斯·摄氏：摄氏温度计。

1950年：世界气象组织（WMO）正式成立，1951年成为联合国的一个专门机构，目前拥有191个成员国和地区。



1960年：世界气象组织决定每年的3月23日为“世界气象日”。



1967年：WMO推出自愿援助计划，1979年更名为自愿合作计划。



1952年：WMO制定技术援助计划。

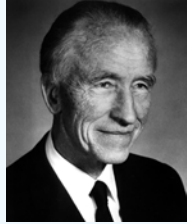


1963年：世界气象组织提出世界天气监视网（WWW）计划并于1968年开始实施。





奥本·尚·约瑟夫·勒维耶 (1811—1877年) 法国数学家和天文学家，成功运用万有引力方程预测了海王星的存在，曾经设想风暴是否也可以用数学来预测？勒维耶在研究了黑海天气数据后得出结论：风暴是可以用电报传送的观测信息进行预测的。



V.皮叶克尼斯 (1862—1951年) 挪威著名气象学家和物理学家。

20世纪：天气预报科学和技术

终站：业务预报全球
1~7天天气预报与完美的科技联系在一起



1904年

皮叶克尼斯提出天气预报是一个物理初值问题

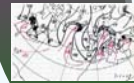


挪威学派
气旋分析

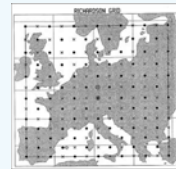


1922年

理查孙手工计算预报天气尝试



24 h 预报



芝加哥学派：长波理论
罗斯贝

数值天气

2000年
计算机能力和同化技术发展，模式能力大幅度提高

20世纪

1903年 皮氏论文发表物理转向

4

物理转向：及时吸纳和应用经典物理学成果，借助气团理论开辟天气诊断和分析服务

从定性到定量，从单点到平面



20世纪初，皮叶克尼斯和Abbe分别大胆地提出大气的运动遵从物理定律，天气预报不过是一个物理初值问题。借助两位前辈的思想，现代气象学诞生，随后形成的卑尔根学派和芝加哥学派，不断深入推进气象学的同时，也带了更好的天气预报方法。



理查孙和他的计算工厂

5

1950年 NWP 成功

1922，英国学者最先面对天气预报这一物理初值问题，虽然结果和实际天气变化大相径庭，但其实践具有划时代意义，让气象学的物理转向之后，在操作层面真正成为一个物理数学问题。



1976年：发布第一份关于全球气候变化的权威声明，1979年世界气候计划 (WCP) 提出。

1992年：全球气候观测系统 (GCOS) 建立
1995年：建立气候信息和预测服务。

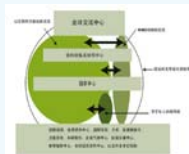


2009年：以技术报告形式发表国家气象水文部门与媒体沟通指南。

1972年：业务水文项目设立，1975年水文和水资源计划 (HWRP) 设立。



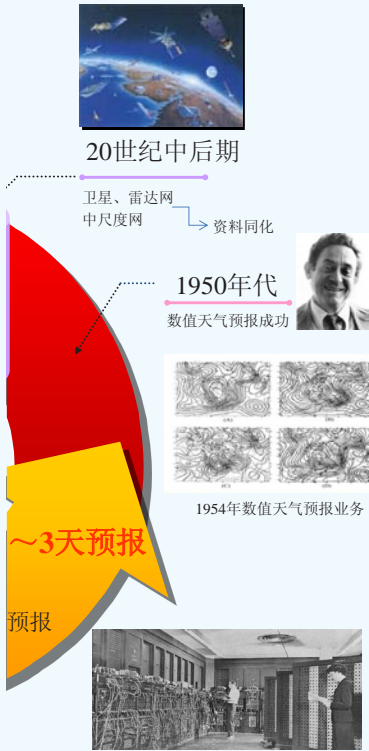
1983年：气象应用计划 (AMP) 设立。



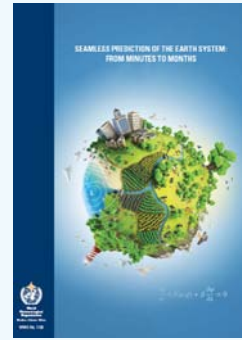
2003年：为49个最不发达国家制定专门计划。



发展的完美循环



2015年，WMO发表《地球系统的无缝隙预报：分钟到月》这部基于首次世界天气开放科学大会（2014年）成果的专著，第一次明确提出全球气象界将向地球系统的认知进军，而分钟到月预报的时间尺度，也模糊了以往天气和气候的分界，加上无缝隙的描述，有望实现多学科转向、以地球系统全面替代经典地球大气系统架构气象服务产品能力的本质性提升。



21世纪 展望未来

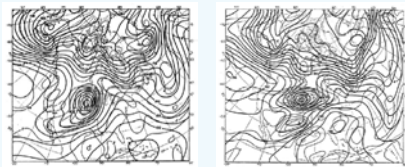
6



服务借助网络融入生活

多学科转向：从天气系统到地球系统

二次模拟转向：从理查孙手算试验到NWP：相隔不到30年



1950年，第一张数值天气预报图
(左图：1949年1月5日03时天气形势分析图
右图：同一时刻ENIAC预报图)

模拟和预报

人类第一次成功的数值预报，可谓“严酷的考验”图中粗线为500hPa位势高度，细线为总涡度成功预报。



2015年9月3日，*Nature*杂志以封面报道的方式，发表了题为“NWP革命静悄悄”综述文章，这篇文章作者分别来自欧洲中期天气预报中心和加拿大环境部的文章，梳理了自NWP成功后的每一步前行，论文所附的100篇参考文献，则可看作是气象和大气科学学科科学进步中的里程碑。文章题目中用“革命”一词，无疑也具有深刻回顾NWS出现前更久远的学科发展史的意义。



2013年：提出风险管理框架，其核心要素包括建立背景、风险偏好、风险评估（识别、分析和评价）、风险管理、信息与沟通、宣传和培训、风险成熟度以及风险监控与审查。



2015年：2016—2019年战略提出7个优先领域，为气象服务的多领域覆盖和能力提升指明了方向。



2009—2010年：全球气候服务框架提出。



2014年：《气象服务发布战略》发表，描绘了迈向进一步以服务为导向的文化建设的“六步曲”。



2015年：《天气和水文服务经济价值评估》的发表，更全面肯定了现代气象服务价值所在。