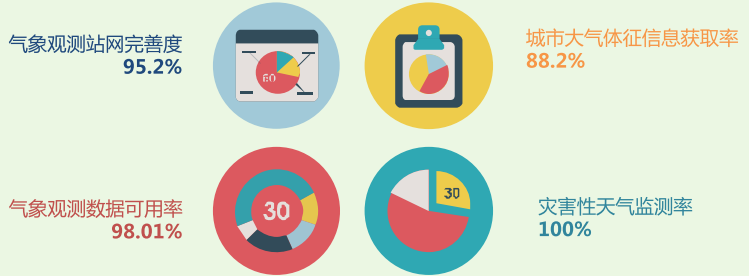


上海城市综合观测系统

■ 作者：陈浩君¹ 高伟² 付元冲³

(1 上海市气象信息与技术支撑中心；2 长三角环境气象预报预警中心；3 上海海洋气象台)

上海已经初步建成了国际一流的综合观测体系，气象预报准确率和精细化程度不断提升，灾害天气预警时效逐步提高。在《上海率先实现气象现代化综合评估报告》中综合气象观测能力指标得分为99.3。



评估统计时段：截止到2015年12月底
第三方统计单位：上海市人民政府发展研究中心

上海城市及气候特点



人口密度高 交通拥挤

面积6,340 平方公里，到2015年末，超过2400 万人口，430万辆汽车，14条轨交线路、里程5617公里，366座车站，日均客流量突破1000 万人次。4个火车站，2 个飞机场。



建筑密度高 粗糙度复杂

截至2012年，上海30 米以上的高楼有32000 多栋，其中1200多栋超过100米，200米以上超过50栋。高层建筑数量居世界第一位。



经济密度高 增长快

着力打造国际经济中心、贸易中心、金融中心和航运中心。经济连续高速增长，城市的工业生产、交通运输和居民生活的复合污染排放不断增加，环境压力增大。



下垫面特征变化大

土地利用率高，植被面积缩小，不透水面积增大，形成以城市热岛效应为主的局地气候。



独特的地理气候条件

沿海特大城市，呈现典型的副热带气候特征，既受城市热岛影响又受海（湖）陆风影响。近海从长江口到杭州湾具有不同的气候特征，风、浪、潮汐及温、盐、流属性有较大差异。



长三角城市群影响显著

以上海超大型城市为中心已形成了新的“城市群”，形成下垫面特性复杂的城市连绵带。

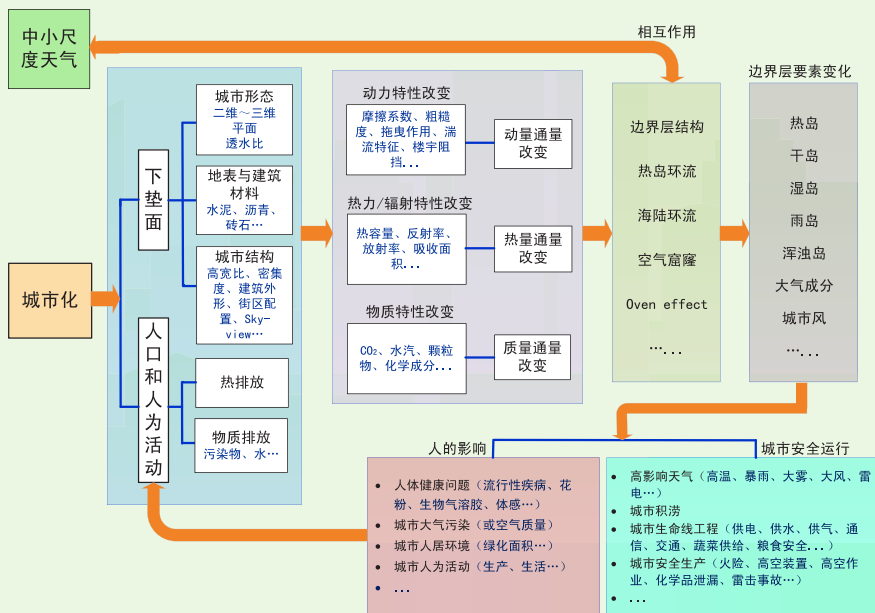
上海城市边界层的特征

上海不断地城市化，使得城市密集建筑群、街区道路、高架桥等取代了自然地表，改变了城市下垫面与大气相互作用的物理过程

1. 由于下垫面动力特性的改变导致的陆气间的动量通量的改变。
2. 由于下垫面热力特性的改变引起陆气间的热量通量的改变。
3. 由于下垫面物理特性的改变导致的陆气间的质量通量的改变。

城市人口增加和城市经济生产活动的活跃，形成了上海市超大型城市所特有的边界层特征

城市生产、生活等活动向大气排放更多的热量、水、二氧化碳以及各种污染物等。这些人为活动或人为排放也影响到城市边界层内的物理过程。由于城市边界层内物理过程的变化，形成了超大型城市所特有的城市边界层特征。



上海超大城市综合气象观测网拟解决的科学问题

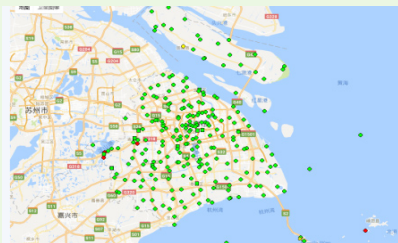


上海城市综合气象观测网的布设特性

- (1) 多用途: 预报预测、研究和应用服务
- (2) 多功能: 关注高影响天气、城市环境、特殊行业用户需求
- (3) 多尺度: 宏观/中尺度、城市规模、社区规模、街道和建筑物
- (4) 多变量: 热力、动力、化学、生态和健康
- (5) 多平台: 雷达、风廓线雷达、地面自动气象站、机载观测设备、卫星观测、火箭下投探空、移动野外观测等
- (6) 多重链接: 所有平台之间的有机结合

上海城市综合气象观测网

1: 自动气象站观测网

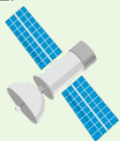


上海已建成完整的地面气象站观测网络, 共建有地面自动气象站262个, 时间分辨率为1分钟。地面温度传感器的覆盖密度大约为每30平方公里1个, 地面雨量计约每20平方公里就有1个。

3: 卫星接收和GPS/MET观测网

上海的3个卫星数据接收系统能够提供8个极轨卫星 (NOAA-15/-16/-17/-18, FY-3A, FY-3B, EOS Terra, and EOS Aqua) 及4个静止卫星 (FY-2D, FY-2E, FY-2F, MTSAT-2) 的数据, 这些卫星反演产品被用于监测各种各样的气象要素 (如云的位置和范围、表面温度、雾和霾等)。

上海区域共建成31个GPS/MET接收站, 形成密集的GPS/MET观测网, 从而获取水汽密度信息。该网络的空间分辨率为10-15公里。



2: 天气雷达观测网

上海东部沿海和西部分别建有一部S波段多普勒天气雷达, 另共享外部门一部C波段多普勒天气雷达数据, 覆盖整个上海及周边省市部分区域。近年来, X波段小雷达网陆续建设中, 以获得低空高时空分辨率观测数据。



波段	数量	位置	极化方式	建设年份
S	1	浦东新区	双偏振	1997
	1	青浦区	单偏振	2009
C	1	闵行区	双偏振	2015
X	1	浦东新区	双偏振	2016
	1	浦东新区	双偏振	建设中
	1	金山区	双偏振	建设中

4: 风廓线雷达观测网

建有10部风廓线雷达, 能够获取边界层风场的详细信息和混合层高度, 探测高度为100-3000米, 垂直分辨率60-120米, 时间分辨率5-30分钟。





5：闪电定位观测网和雷电预警系统

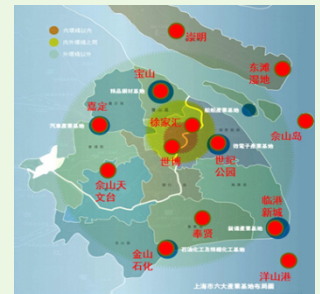


闪电定位观测网包括3个LS7000传感器和1个LS8000传感器，覆盖整个上海和周边区域，能够提供云间闪和云地闪的连续监测。14个大气电场仪和2套雷电预警设备构成了上海城区雷电预警系统。



7：城市环境气象观测网

上海在过去十年里陆续建设了13个地面观测站，初步形成了城市环境地面观测站网，满足污染天气预报预警、人体健康风险评估以及生态环境保护等科研和业务工作的需求。监测要素包括反应性气体(O₃,NO,NO₂,CO,SO₂)、可吸入颗粒物(PM10,PM2.5,PM1)、气溶胶消光及光学厚度(ASC,AEC,BC,AOD)、常规气象要素(温,压,湿,风,雨,能见度)，保证大气动力、热力和污染物监测信息的一致性。



9：城市综合气象观测站



2010年建成的上海世博园区气象综合站，包含风廓线雷达、激光雷达、湍度通量站、微波辐射计、太阳光度计、全天空成像仪、雨滴谱仪等多种特种观测设备。对于同一天气系统，可以基于多种观测设备进行同步观测，获取多方位特征信息。



2016年建成的上海迪士尼城市气象观测站，包含常规要素、大气成分、激光测风雷达、雨滴谱仪等观测设备。为迪士尼园区及周边区域提供实时观测信息。

2012年改造的徐家汇观象台因其140年(1872-2012)不间断的气象观测对全球气候研究的贡献，被世界气象组织(WMO)授予“世纪气候站”称号。

12



2015/10/3 台风“彩虹”火箭下投探空

无人机观测



6：梯度塔观测网

全市共建成13座气象梯度塔。在10m、30m、50m、70m和100m高度放置风传感器，在10m和70m高度放置温湿传感器。



8

8：海洋气象观测网

浮标站	8个
船舶站	5个
海岛站	20个
波浪站	4个
潮位站	5个



10

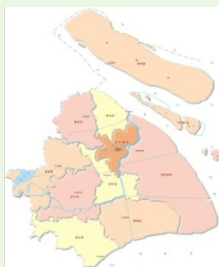
10：移动气象观测

	移动X波段双偏振天气雷达车		车载式移动风廓线雷达车		移动自动气象站
	移动气溶胶激光雷达车				
	卫星通信车				

11

11：城市生态和农业观测网

在全市重点粮食生产区、蔬菜基地、经济作物、果林、水产养殖基地、畜牧场等共建成23套农业生态气象观测系统。观测要素包括负氧离子、氧气、二氧化碳和臭氧、土壤水分、辐射、温度、湿度、风向风速、水温、溶解氧、PH值、低温。



上海农业小气候站点分布图



大棚小气候监测站

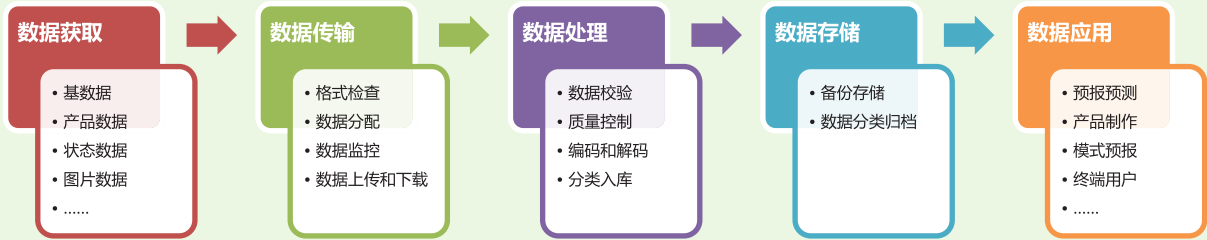


虾苗养殖水环境监测站



大棚小气候监测站

上海城市综合气象观测网一体化数据流



上海城市综合气象观测网运行保障



上海市气象局在2012年构建一体化气象信息流平台时，考虑到综合气象装备保障信息化的建设需求，将其纳入到气象信息流工作区的“综合气象观测运行保障”板块中。目的是针对各种气象装备的运行状态，以及观测数据生成、传输、处理、存储、服务和应用各个环节，建立探测装备的运行监控、性能评估和维护保障系统，提高探测数据上传率和业务可用性。

综合气象观测运行保障板块处于气象信息流的始端，提高综合观测系统的可用性与精确性是确保数据链全流程业务质量的源头。板块岗位设置如下岗位：（1）观测系统监控岗（2）观测系统保障岗（3）仪器计量检定岗



上海城市综合气象观测网运行监控系统

上海市气象局于2017年年初完成了综合气象观测网络运行监控平台的更新，涵盖上海市区域内的气象雷达、风廓线雷达以及地面自动气象站等观测设备。在监测观测数据到报率的同时，对各种观测设备的运行状态、技术指标以及数据质控情况数据进行提取和入库，实现对观测设备传感器状态、数据通信链路、观测要素质量和计量检定日程做全流程监控管理的可视化展示。

