

回溯百年气象资料，冷静看待今夏破纪录极端高温

城市热灾害与全球变暖同步

■沈愈(上海市气候中心高级工程师)

7月酷暑极值 位居历史前列

截至2017年7月28日，上海徐家汇气象站观测数据显示：今年7月，35℃以上的连续高温天数为18天，比2013年多6天，平1934年历史最高纪录；37℃以上的连续酷暑天数为11天，破2013年9天的历史纪录，创历史新高。

到28日止，上海中心气象台共发布17个“高温橙色预警”（日极端最高气温37℃以上）和3个“高温红色预警”（日极端最高气温40℃以上）。持续高温酷暑将全市日用水量推上了历史新高，7月24日，上海市日用水量已达1006万立方米，距离日供水能力极限仅一步之遥。上海最高用电负荷也发生历史纪录两连破的情形。上海电力公司用电负荷管理系统主站信息显示：2017年7月24日12时25分，最高用电负荷为3252.0万千瓦，创历史新高；2017年7月25日13时20分，最高用电负荷为3268.2万千瓦，再创历史新高。连日的极端酷暑给上海的生产生活带来极大影响。

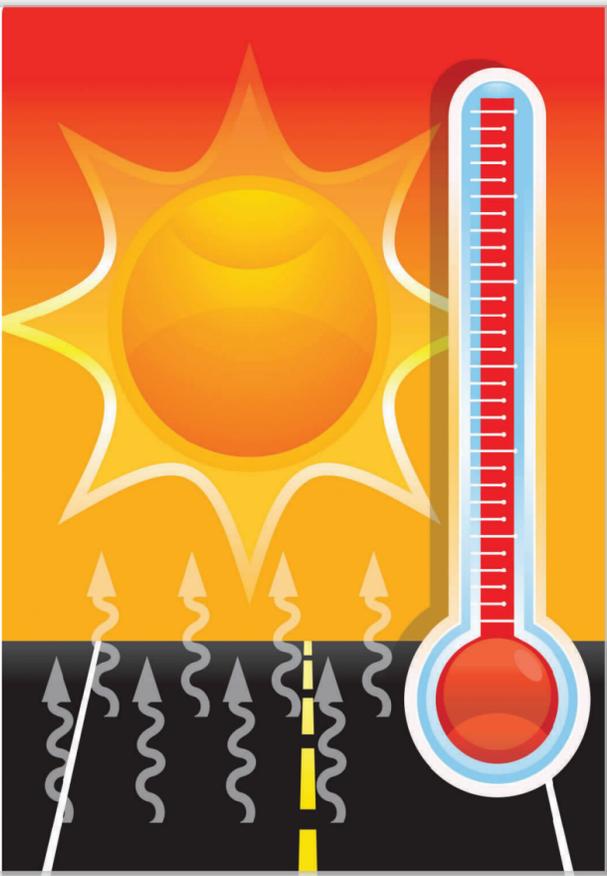
今年，受本次连续高温影响的地区并不仅是上海。据国家气候中心评估数据：7月以来，南方高温范围覆盖13省（自治区、直辖市），涉及面积高达138.2万平方公里，40℃以上高温面积约6.5万平方公里，浙江等多地突破历史极值；江苏常州、无锡、常熟（均为40.6℃）等24站的日最高气温突破历史极值。截至目前，我国南方出现的高温天气虽然总体强度、范围和持续时间均不如2013年，但局地高温强度超过2013年，多地已创历史新高。

自7月5日上海中心气象台宣布出梅以来，上海地区经历了历史罕见的高温酷暑天气，其间降水少、无台风影响，更是加剧了高温酷暑的强度。

截至7月28日，上海已连续11天日最高气温超过37℃，其中7月21日达到40.9℃，均打破徐家汇站有气象记录以来144年的历史纪录。

而且，这次高温热浪并不局限于上海。据国家气候中心评估数据显示，7月以来，南方高温范围覆盖13省（自治区、直辖市），面积高达138.2万平方公里，40℃以上高温面积约6.5万平方公里，浙江等多地突破历史极值。

如何看待今夏屡屡突破历史纪录的极端高温，上海市气候中心高级工程师沈愈用百多年来的气象资料，为我们作了分析、比较和阐述。



平均环流图（见图左下），我们可以看到：环流异常造成气候异常，“副高”偏强、偏西，催生上海酷暑；“副高”偏东，则导致上海凉夏。不仅如此，上海夏季的增温也与“副高”增强和偏西的趋势相关联。

科学的目的在于解释现象，而是在解释现象的基础上形成理论，并对现象做出预报。从这个角度看，气候预测目前尚缺乏成熟的理论，不仅没有像数值天气预报那样成功，甚至至今还是世界性难题。由于对气候转折机制的认知缺乏理论指引，对类似上海2013年至2014年“从酷暑到凉夏”的转折，目前还缺乏有效的预测方法；而类似的“转折性预报”，恰恰是经济社会发展日益增长的一种需求。

理论缺乏并不妨碍实践探索，我们气候预报团队经过诊断发现：2014年凉夏与前期北太平洋长时间的海温增暖存在着统计关联。据此，在暖背景、且2014年已经出现“凉夏”的前提下，我们还是成功预报了2015年的“凉夏”，同时也体会到了预报气候态转折的艰难。

今年初春，我们就对2017年的酷暑有所预测和思考。首先，2016年初全球经历的世纪超强厄尔尼诺，使“副高”极端偏强、偏西，形成少见的气候异常，如2016年初南方的冬汛、夏季高温（上海35℃以上高温日为30天）；其次，上海出现了2016年至2017年8.3℃破纪录的“暖冬”。这些都为来年夏季的强盛提供了强信号。所以，我们综合各种信息判断：2017年，华南汛期应该偏早，长江梅雨会早入早出，我国北方将会有一条雨带，江南到淮河会有热浪，上海会有炎热的夏季。

然而，气候演变变幻莫测。随着时间的推进，两个突发事件对我们的初始推断提出了质疑：一是冬末春初，“副高”突然变弱东退；二是上海6月低温，入梅推迟。今年夏季还会不会热？面对变化，我们积极分析资料，寻找原因，最后发现：6月的低温及入梅推迟是西风带贝加尔湖阻塞环流制造的插曲；这一阻塞造成环流分支，受其南面冷空气影响，“副高”偏南。同时我们还关注到：2017年初夏已经出现了类似2013年酷暑年初夏具有的西太平洋暖海温、阿拉伯半岛大陆“副高”等指标特征。这不仅增强了我们坚持原始预测的信心，甚至有了新的加权。几经波折，在实践中不断探索、思考，努力把握气候演变的本真，这就是我们气候预报工作的常态。

我们认为：坚持预报实践，勤于思考，总结类似的气候异常，使气候预报能最大限度地向社会提供有效信息，也是一种应对气候变化和极端事件的软实力。

气候变暖趋势下 我们能做些什么

酷暑炎炎，盼望台风带来清凉和降水。8月行将来临，这也意味着上海进入常年的台汛期。今年第9号台风“纳沙”今天登陆福建中南部沿海后，副热带高压将减弱东退，7月11日以来持续36℃以上的酷暑天气将宣告结束。8月，总体气温仍会偏高，中旬至下旬初，随着“副高”再次加强西伸，仍将会有35℃以上的高温天气出现，但高温的极端性会明显减弱。随着中下旬热带气旋的活跃，会有沿海北上的台风为上海进一步消暑。然而，我们还是要防范台风带来的风雨灾害，以及台风外围云系与北方冷空气相结合而形成的短历时强降雨，做到应对极端事件不空档。

2017年上海的这场极端酷暑是一种灾害，它在警示我们：全球变暖、气候异常会是一种常态，我们要加紧步伐，积极研究大都市的应对措施。

全球气候变化和我们每个人息息相关。工业革命以来，全球已升温1℃，而这1℃造成的巨大影响，导致极地冰川融化、冰川消融退缩、海平面上升、陆地水分大量流失……甚至地球的轴线也随之发生了变化——北极的位置自2005年以来已向东南偏移了1米多。这样一来，地球自转的速度就会变快。据预测，至2200年，白天会平均缩短0.12毫秒，夜晚温度也会比以前更高。

一个更热的大气层所承受的湿度更大，因此降雨量也会增加，暴风雨因蕴含更多能量而变得更为激烈，大旱则因为水分的快速蒸发而变得愈发严重。气候异常将不仅发生在局部地区，还会在全球更大范围频繁出现。

这种趋势下，我们应密切关注气候变化，不仅要多做宣传，更要从教育着手。中小学教材应增加全球变暖和气候变化方面的内容，让孩子们从小就知保护地球环境的重要性。同时，可以出台措施，鼓励市民投身于控制温室气体排放的活动。应对全球变暖不仅是政府的事，更应成为我们每个人的事。

动植物趣闻

植物会自制“防晒霜”

美国科学家最近发现，长时间暴露在强烈紫外线照射下的植物，会自制“防晒霜”。

美国普渡大学蒂莫西·兹维尔领导的研究小组通过生化实验，发现植物会产生一种特殊的分子，并将它们输送到叶片表面来保护自己。这种分子叫“芥子酸酯”，能够作为阻碍UVB穿透叶片的屏障，吸收UVB光谱中每一段波长的UVB辐射，因而能够非常有效地吸收损坏植物的有害辐射。



气温上升影响水果甜度和色泽

随着全球气候变暖，很多水果都出现了甜度增加的趋势，如苹果、梨、西瓜等。即便是同一种水果品种，在同样的地方种植，口味也会发生变化。以日本的“富士”苹果为例，长野县从1970年至2010年气温上升了1.3℃，青森县从1975年至2010年气温上升了1.2℃。在这段气温升高的时期，两地“富士”苹果的酸性成分平均减少15%，糖分则平均增加了5%。

气候变暖还会让水果的色泽发生改变。南京农业大学葡萄酒专家研究发现，在光热条件不同的地区种植的同一种葡萄，不仅口感不同，颜色也不同。比如红提，它种在新疆是黑色的，但同样的品种拿到南京种植就是粉红色的，甜味也有所不同。这也可以用来解释法国葡萄酒为何不同年份的价格会相差悬殊，原因就是不同年份的热热条件不同，种植出来的葡萄口感相差很大，酿出的葡萄酒口味也不同。

除此之外，全球变暖对水果种植业的影响将是深远的。就拿葡萄园来说，气候变化会导致新型病虫害出现，令葡萄园变得更加脆弱。

斑马条纹数量与温度有关

据物理学家网站报道，美国加州大学的一个研究团队发现，以往解释斑马条纹演化的理论缺乏证据支持，反而温度才是影响条纹形成的关键因素。

研究人员发现，斑马由于生活的区域不同，其条纹也会出现不同程度的变化。他们记录了16个不同地区的斑马所具有的条纹特征及29种环境因素，包括温度、叮咬的蝇类、掠食者等。对这些数据的分析表明，与条纹样式唯一具有关联的是温度：温度越低，条纹数量越少、颜色越浅；温度越高，条纹数量越多、颜色越深。



鱼类操控基因躲避气候变化

日前发表于《自然-气候变化》杂志的一项研究显示，有一种鱼能操控基因开关，以躲避气候变化灾难。

当水温仅升高几摄氏度时，对很多鱼类来说便是灭顶之灾。但一种多刺的热带鱼——雀鲷，仅仅在两代之内便能完全适应3℃的水温变暖。它们是如何做到的，时至今日依旧是个谜。

澳大利亚詹姆斯库克大学的菲利普·芒迪及其同事用野生雀鲷做了实验。他们在严格控制温度的条件下培育了两代新的雀鲷。一部分野生雀鲷在它们自然环境的温度（23.2℃-28.5℃）下生长，而另一些在高于这些平均温度1.5℃或3℃的条件下生长。随后，研究人员在有着稳定水流流过的圆柱形罐子中测定了它们的有氧运动能力，还分析了它们完整的转录组——鱼类DNA中每个基因所产生的全部RNA，以显示哪些基因正在被使用。

研究结果清晰地表明，在经过两代的驯化后，这些雀鲷的53个关键基因被开启或关闭，它们的表现遗传变异可以被传递下去，并且在每一代中得到增强。



回溯百年气象记录 重新认识上海夏季气温

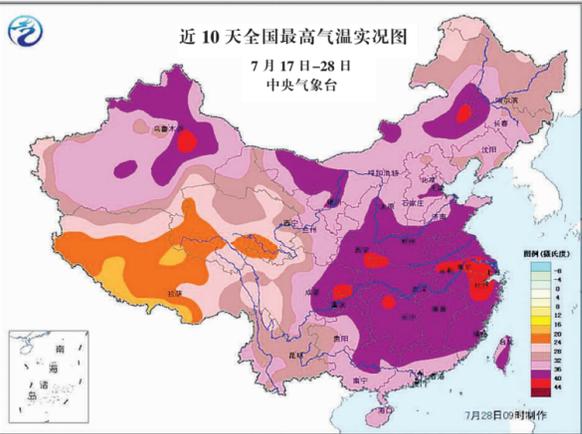
为科学地认识今年7月发生的极端酷暑事件，有必要对上海夏季气温的整体进行分析和考察。

近5年里，有3年（2013、2016和2017）出现夏季热浪，其中两年（2013和2017）破历史纪录。于是，“上海夏季究竟怎么啦”成为社会关注的热点。回答上述问题，要借助上海以往144年的气象资料才能看个究竟。

首先看高温天数。回顾上海徐家汇站自1873年以来“35℃以上的高温总天数”与“35℃以上高温最长持续天数”的历史记录，我们得知：高温总天数的极值为1934年的55天，最长持续天数极值为1926年的24天，均发生在八九十年前。虽然从本世纪开始夏季高温进入多发期，但从整体上看，并没有超过1926年至1953年的高温强度。值得注意的是，以前的气象观测，是与目前不同的、尚未受城市化增温影响的大气真实温度。也就是说，就夏季热浪的强度来讲，这次或者本世纪以来出现的热浪，并未超过历史。

其次看平均气温。上世纪90年代中期以来，上海夏季平均气温明显走高，并且这种趋势是前所未有的。夏季气温增高导致两个结果：一是上海入夏日期提前，二是夏季天数增加。对比发现，上海1880年至2016年夏季气温演变趋势与全球平均气温的演变趋势相当一致。高温极端性数据显示，上世纪90年代中期以来，上海37℃以上酷暑总日数和持续日数的整体增长趋势，与平均气温的增温是吻合的；40℃以上的极端酷暑天主要出现在2009年以后，极值是2013年出现5天。上述信息可解读为：上海夏季气温与全球气温增暖有同步性；而夏季的增温，又为夏季极端酷暑的发生提供了温床。

回溯历史，我们可以归纳出上海夏季高温两个层面的衡量指标：一个是“35℃以上的高温天数指标”，用以衡量夏季常见的高温强度；另一个是“37℃以上的酷暑天数指标”，用以考察酷暑的极端性。大于35℃的高温天，几乎每年夏季都会出现，1926年至1953年为其极值所在；大于37℃的酷暑，与夏季气温的升高、全球增暖呈正向关联，并随城市化的进程加强；它于上世纪90年代明显增长，并从2009年开始，加快了趋强的步伐。37℃以上的持续酷暑对城市运行和市民生活而言，是一种气候灾害；我们必须高度重视全球变暖，认真研究、积极应对因变暖造成的夏季城市热灾害。



高温 连续三天日最高气温将在35℃以上

高温 24小时内最高气温将升至37℃以上

高温 24小时内最高气温将升至40℃以上

上海高温红色预警发布情况 (2007年-2017年)

发布时间	当日最高气温(徐家汇站)
2009年7月20日	40.0℃
2010年8月13日	40.0℃
2013年7月26日	40.6℃
2013年8月6日	40.6℃
2013年8月7日	40.8℃
2013年8月8日	40.2℃
2013年8月9日	40.6℃
2016年7月23日	40.0℃
2016年7月27日	40.3℃
2017年7月21日	40.9℃
2017年7月24日	40.2℃
2017年7月25日	40.5℃

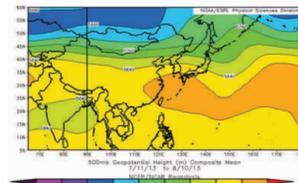
上海 高温 之最

说到上海历史上的高温，不得不提两个年份：1934年和2013年。1934年从5月1日入夏至9月中旬结束，夏季长达112天。高温日多达55天，为上海百年高温纪录之最。其中37℃以上的酷暑日达34天，出现了连续10天的酷暑日（6月23日至7月4日）。7月12日40.2℃的最高气温一度是上海最高温纪录。

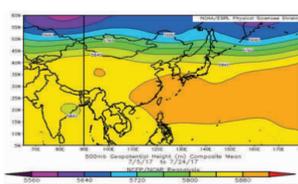
这个纪录在2013年数次被打破。2013年8月7日，最高气温达40.8℃。2013年共出现47个高温日，其中有24天是酷暑日，酷暑日最长持续时间也是10天。

年份	高温日	酷暑日	酷暑日最长持续时间	极端最高气温
1934年	55天	34天	10天	40.2℃
2013年	47天	24天	10天	40.8℃

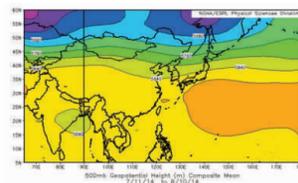
高温日：日最高气温≥35℃
酷暑日：日最高气温≥37℃



2013年7月11日-8月10日500hPa平均环流，橙色区域为副高。



2017年7月5日-24日500hPa平均环流，橙色区域为副高。（酷暑年）



2014年7月11日-8月10日500hPa平均环流，橙色区域为副高。（凉夏年）



“出口冰川”2016年7月实况。“出口冰川”位于阿拉斯加基奈山脉的哈丁冰原，属山谷冰川。因为它的衰退速度凸显气候变化，科学家长期对其进行监测，以考证地球变暖的进阶。在冰川附近的冰碛地带，留有1917年以来冰川萎缩状况的标识牌。

应对气候变化 需要气候预测软实力

上海大多数市民对“西北太平洋副热带高压”（简称“副高”）耳熟能详，因为夏季天气预报和高温预警常会提到它。“副高”，是大气500hPa等压面上以5880位势米所包围的高值区域，它是热带系统所在，也是夏季风的主体，“副高”强，则热带系统强，夏季风强；上海受“副高”控制，夏天就变得炎热，这已是科学常识。对比“酷暑年”（2013和2017）与“凉夏年”（2014）盛夏时段500hPa