

英国气象局长期天气预报业务的技术方法和商业价值

M. S. J. Harrison 等

英国气象局的长期天气预报，是每月第二周的星期一发布。预报时段为1—5天，6—15天和16—30天。预报区有10个，预报要素是平均气温和降水。制作这些预报，首先是报出这三个预报时段的平均地面气压（1—5天的预报只报1000—500 hPa的厚度场）。

所使用的预报方法如表1：

表1 预报时段及其技术方法

预 报 时 段	使用的技术方法				
1~5天	a	b	c		
6~15天			c	d	e
16~30天			c	d	e

说明：a. 欧洲中心的模式
b. 英国气象局模式
c. 英国气象局低分辨率集合方法的业务预报模式
d. 地面气压特征向量回归 (SPEVR) (Surface Pressure Eigen Vector Regression)
e. 多变量分析方法 (MVA) (Multivariate Analysis)

由表可见，1—5天的预报是根据欧洲中心的或英国气象局的业务模式的输出结果。后两个时段的预报使用的是两种统计模式和一种集合预报方法。

一、预报方法

统计方法

地面气压特征向量回归 (SPEVR) 是根据20°N以北北半球地面气压的预报因子特征向量与北大西洋-西欧的地面气压的预报量特征向量之间的回归，从预报的特征向

量求得各预报场。

多变量分析方法 (MVA) 是用跨越绕北半球两个环形线 (toroids) 的地面气压和1000—500 hPa厚度的特征向量作预报因子，这两个环形线，一个位于温带，一个位于副热带，此外，在全球范围内还有15个SST区作预报因子。预报量是北大西洋-西欧范围的，按照聚类特征向量时间序列的，每年以两个月为一季的 (two-month season) 6个地面气压场。判别分析是用来区别各预报时段各种聚类的相似性，打算在6种聚类中的每种聚类的预报因子与预报量的特征向量之间用线性回归做进一步改进，以提供更为具体的预报场。

在集合之前，绝大多数的预报是在多变量分析的基础上完成的 (非回归方案 non-regression version)，这种方法的潜在技巧是很高的，在实测场与6种聚类中最相似的那一类 (最佳聚类) 之间的季平均距平相关，可达0.6以上 (Colman, 1990)。实际技巧取决于从判别到预报最佳聚类的能力。只有在两个月为一季的冬季和夏季，MVR才能提供最佳聚类位置分布，这种分布与均匀分布有明显的不同。但在这两个季节，最佳聚类的最大频率位置并不在这个体系 (hierarchy) 中的最高位置，因此，经常是较低的聚类比最大可能的聚类提供更好的预报。

在实践中，一直把MVA聚类不加鉴别地作为某种预报的基础——这些聚类被视为给定季节中地面气压型分布的指导。有证据表明，高概率聚类与其它由统计产生的场之间的一致性，可作为技巧的指标。专家们在

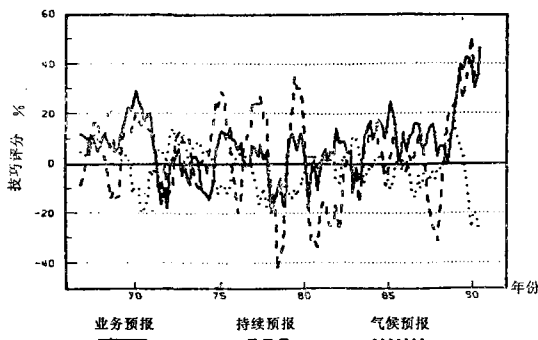


图 1 一年滑动平均的 Folland-Painting 温度预报技巧评分

预报讨论会上经常选用低阶聚类作为预报的基础, 前提是它是否高于偶然概率, 并与其它统计方法所得预报是否一致。有时也对所选的场作主观修正, 但这些主观因素对技巧的影响是不知道的。然而, 自从 1982 年引进 MVA 并结合了专家们的解释(人工干预)以来, 温度预报技巧有上升的趋势, 图 1 表明, 这种方法是具有实用价值的工具。

集合预报

英国的数值预报方法详情在别处给出 (Milton 等, 1991)。集合预报从 1988 年 12 月开始业务化。每次预报有 9 个成员间隔 6 个小时开始预报, 这些预报同集合的平均一道正规发布。跨越集合展形的测量 (measures of the spread) 及模式气候的 t , F 检验, 被用作置信度水平的指导。经验证明, 最好的预报是 6—15 天的预报, 这是由集合平均提供的 (与个别成员提供的或由统计方法提供的不同)。在更长的长期预报, 如 16—30 天的预报中, 集合展形偶尔异常的高, 在这种情况下, 一年之中, 对具有高技巧水平的统计方法经常出现错误 (Colman, 1990)。

特定方程

对所预报的 10 个区, 每个区都有一组线性的特定方程组, 用来计算温度和降水的预报值。这些特定方程是通过多元回归推导出来的, 资料用的是 1951—1980 年的。预报因子包括局地地面气压, 局地厚度 (只用

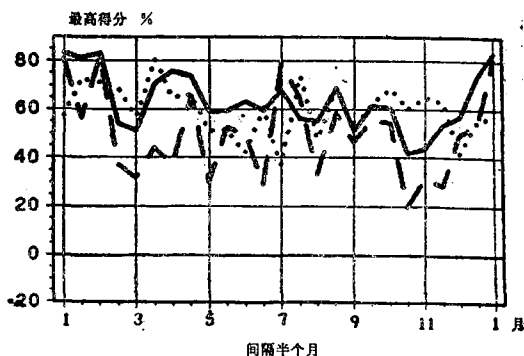


图 2 特定方程准确预报 Folland-Painting 技巧的季变化

于 1—5 天的预报), 局地海表温度 (SST) 距平, 南风和西风分量和相对涡度。SST 距平取自围绕英国的 8 个 10° 见方的海域, 每个区都是根据风向选定的。对为期半个月的预报具有大约 80% 的温度方差, 尽管对超过 5 天的方程, 方差减到 65%。降水预报的方差大约是 66% (未使用厚度和 SST)。在独立的 1981—1989 年期间, 超过半个月的温度和降水的特定方程的预报技巧水平, 对准确的预报来说, 典型的具有 40—60% 的技巧水平。当大气扰动的各种空间尺度和其它因子变化时, 即使发生在同一年之内, 其技巧水平只有稍许的变化 (图 2)。我们发现, 引进了这些方程后的三年来, 对改进整个预报技巧水平已经取得效果。

二、业务预报的技巧

预报技巧的评定是用 Folland Painting 技巧评分 (Folland 等人, 1986)。均同气候值和持续性预报进行了对比, 下面讨论的是 1987/1988 年冬季到 1990 年夏季 (共 11 个季) 的季预报的平均技巧评分。

结果表明, 1—5 天的温度预报得分较高, 有 4 个季超过 60%, 只有一个季在 20% 以下, 多数预报比持续性预报高 10%。6—15 天的预报比 1—5 天的预报技巧低 (图 3 a), 其中有三个季超过 40%。16—30 天的预报, 多数情况比气候预报和持续性预报好, 是非常令人满意的 (图 3 b)。所有三种

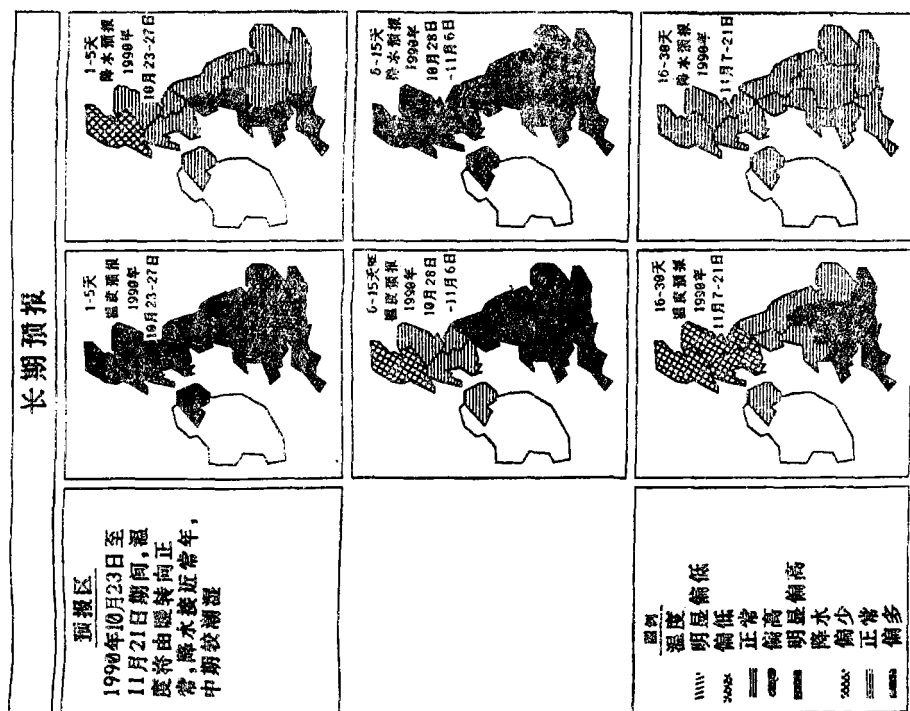


图 4 预报服务形式

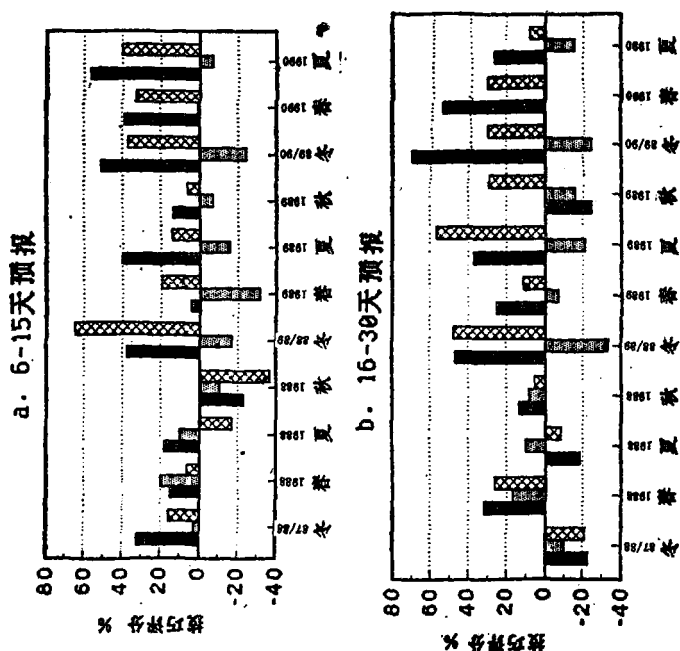


图 3 近期温度预报技巧评分

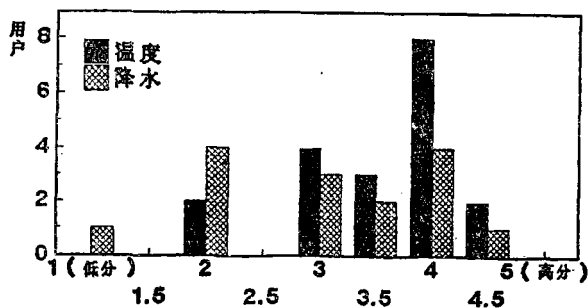


图 5 参加试验者对预报技巧的感受评分

时段的预报技巧均有上升的趋势（图 1），这可能与所使用的数值预报模式有关，也可能是因为该年西欧的气温有很高的持续性，也许是由于其它因素。

这 11 个季的降水预报的技巧评分可概括如下：

a. 1—5 天的预报经常高于 40%，比气候和持续性预报好；

b. 6—15 天的预报，所有技巧水平都是正的，并有 3 个例子超过了 40%；

c. 16—30 天的预报，在引进了数值预报之后技巧评分才是正值，最大为 30%。

降水预报的技巧评分像温度预报也同样有上升的趋势。

三、长期天气预报对英国商业用户的价值

1988 年夏，英国气象局决定在某些选定的政府部门（国家的和地方的）和私人公司，试用英国气象局的业务长期天气预报。做出这样的决定是基于一些因素，包括早期较小规模的市场试验的成功。Livezey (1990) 反复强调，即使是 30 天的技巧水平有限的预报，如果使用得当，仍然会有实用价值。这个试验从 1989 年开始，持续了一年，用户包括了 19 个公司。表 1 是使用预报的用户。

预报每两周向用户提供一次，预报时段分为 1—5 天，6—15 天和 16—30 天（图 4）。这样，预报可以每两周更新一次。第一周发布的 16—30 的预报，可以用第二周发布的

1—5 天和 6—15 天的预报代替。制作预报的当天晚上，彻夜赶制彩色图片，第二天上午天气会商后用传真发给用户，下午再把原图邮寄给他们。

在试验年期间，有 6 个月向公司用户提供预报，大约三个月后，派调查组访问所有的公司用户。调查组的成员包括有气象局的科学家和行业代表。第一次的调查会表明，这是一种非常重要的相互交换意见、看法和经验的机会。

表 1 使用预报的用户(公司)数

与水相关的部门	8
政府部门	2
商店/工厂	4
能源部门	3
农业部门	2

在试验期结束之前，进行了第二次调查访问，这时就征求公司代表是否愿意按照商业的标准继续订购预报。这次试验的结果讨论如下：

要求用户把他们对预报准确率的感受划分为 5 级（1 级最低、5 级最高），给予评分。多数用户给 3 或 4 级，有少数给其它等级（有些定在两个等级之间），有的用户是分时段给出等级（见图 5）。这些评分证明预报对用户是有实用价值的。有些用户对这样高的准确率感到惊讶。总的说来，用户认为这次试验的预报水平高于过去用传统方法所做的预报。

多数用户不愿或不能够说明预报所带来的经济效益。尽管如此，我们还是得到了一些近似的值。如下表：

表 2 经济效益的估计(单位：1M = 百万英镑)

节省过多的季节储备	0.75M
节省谷物的储存	1.00M
节省不必要的储水	0.75M
生产线上季节产品的调整	1.00M
由于少买“路盐”的节省	0.05M

注：路盐，道路上融冰化雪之用

体会：

通过试验，清楚地知道用户对预报的理解和使用需要训练。在调查组访问期间，发现并纠正了许多错误的概念。

主要的体会是，尽管长期预报相对于短

期预报来说准确率还相对的低，但在适当的情况下，如果小心地使用得当，它是具有实用价值的。

王世平、杨义文根据信件编译