

# 预报员培训的“复盘”方法

孔海江 田力 王蕊 赵培娟

对前人的研究过程进行复盘，可以给刚刚从事研究工作的年轻人，在开拓研究思路、迅速掌握研究方法、建立创新思维方面提供范例。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2019.02.006

提高天气预报、预警的准确率和预报服务能力是气象工作者追求的主要目标之一。预报员是提高预报准确率的核心因素。对预报员持续的培训是科学技术转化为生产力的重要环节。加强预报业务骨干的培养，努力打造一支高素质的预报员队伍，充分发挥预报员的作用是提高天气预报准确率的重要途径之一。在一定条件下，预报员将成为提高预报准确率的关键因素。因此，提高天气预报准确率，应该是建立一支能够预报各种灾害性天气的“预报专家”队伍。

现在天气预报员的培养一般是在气象学或相关专业的学生毕业以后，经过岗位培训、业务实习和在职培训后，通过自己在业务中总结积累经验逐渐成长为一名合格的预报员。高等教育是预报员成才的关键环节，在职教育可以进一步提升预报员的能力和水平，两者相辅相成。而在职学习对预报员的培养又包括预报员在职培训学习和预报员的自我学习两个方面。对预报员来讲，最重要的一条是要善于总结和思考，这是一个预报员尽快建立预报思路的最有效的方法。

预报员在学习成长的过程中，一般会经历三个阶段：首先是天气动力学理论的学习，学习气象学经典的理论，一般在大学阶段完成；其次是天气预报业务实习或跟班学习，这个阶段是新预报员在有预报经验的老师带领下进行预报实习，新预报员通过预报实习，把大学阶段学到的理论在业务实践中得到应用，同时，也让新预报员熟悉独立值班的流程；第三阶段，预报员经过一段时间的业务值班，通过个例分析和统计分析总结预报经验，并在业务中完成应用、检验、再应用、再检验的循环提高过程，这个过程是预报员真正成长或预报经验积累的过程。当然，仅有这三个阶段的学习，也远远不能满足业务需求。在当前全球气候变化的大背景下，极端天气的频繁出现对预报员的预报能力提出严峻考验，新技术、新资料的不断出现也要求广大预报员提高掌握和应用新技术、新资料的能力，特别是数值预报技术的发展和预报能力

的提高，要求预报员更新预报思路，充分发挥数值预报的能力，对数值预报进行解释应用。

对于年轻预报员的培训，气象部门已经做了大量工作，主要包括中国气象局气象干部培训学院及各分院组织的新预报员培训、全国预报员轮训和各单位自己组织的入职教育培训和基层业务锻炼等。预报员轮训注重天气预报（特别是短时临近预报）新知识、新技术和新方法的介绍，注重预报员的专业理论水平，以及新资料的综合能力、主观分析能力和综合预报能力的提高。新任预报员上岗培训则注重刚刚参加工作的预报员的理论与实际的相结合。入职教育培训和基层业务锻炼则是了解基层业务单位的业务工作和流程。上述培训对提高预报员的理论素养和总结分析能力有较大作用。但具体对特定地区的特殊天气的针对性不足，不利于预报员的快速成长。

在中国气象局组织的预报员轮训中，主要采用了理论讲解、案例（个例）教学、个例实习、模拟实训、专家点评、交流讨论等教学方式，让预报员在学习过程中有交流、有反馈、有实际操作，取得了较好的学习效果。但是，由于时间和条件的限制，案例少、时间短，不能完全满足预报员的需求。除了预报员集中培训提高之外，在实际预报业务工作中，有没有方法可以作为集中培训的补充，来满足预报员提高预报准确率的需求呢？

## 1 “复盘”方法

### 1.1 什么是复盘

所谓复盘，原是围棋术语，本意是对弈者下完一盘棋之后，重新在棋盘上把对弈过程摆一遍，看看哪些地方下得好，哪些地方下得不好，哪些地方可以有不同甚至更好的下法，等等。这个把对弈过程还原并且进行研讨、分析的过程，就是复盘。通过复盘，棋手可以看到全局以及整个对弈过程，了解棋局的变化，总结出适合自己 and 不同对手的套路，或找到更好

收稿日期：2017年7月24日；修回日期：2018年5月10日

的下法，从而实现自己棋力的提升。围棋顶尖高手一般在大赛后，会多次复盘，总结提高。对于围棋新手来说，如果能得到围棋高手的指导棋（与高手下棋，下完棋后与高手共同复盘），棋力提高会很快。复盘的实质是从经验中学习，中国古语说“吃一堑，长一智”“前事不忘，后事之师”，就是这个道理。我国围棋九段陈祖德先生在介绍自己成才过程时承认，最简单的办法就是下完棋后做简单复盘。

2016年3月进行的谷歌AlphaGo与围棋世界冠军李世石的“人机大战”的结果表明，以深度学习算法为代表的人工智能的应用起了决定性的作用。通过计算机对海量棋谱的学习、复盘，发挥复盘特有的快速迭代的功能，AlphaGo做到了人工智能战胜围棋世界冠军的结果。

美国军队较早采用复盘方法，他们将其称为“事后回顾”（After Action Review, AAR）。AAR在美军中应用最早可追溯到20世纪70年代，受越战失败的打击，美军的士气和战斗力都陷入低谷。军方高层一致认为需要调整训练方法，及时纠正错误和固化成功的做法，以提升战斗力，推动组织学习。通过从过去的经验中学习，建立了AAR的标准程序，为整个美军提供最佳的实践经验。

## 1.2 目前预报员培养中的问题和解决方案

前面提到预报员培养的三个过程，大部分预报员都有一种体会就是，在学校的理论学习和实习跟自己真正从事天气预报工作完全不同，学校的学习只是一种纯理论的学习，还不能把天气动力学理论与天气预报真正联系起来。只有随着从事天气预报业务的深入，才逐渐能理解大学阶段学习的理论知识。这个过程是一个相对较慢的过程，但也是业务预报能力提高最重要的过程。这三个过程正好契合了向前人（书本）学、向先进（有经验的预报员）学、向自己和团队学（通过复盘，使自己提高）。

### 1.2.1 预报员培养中存在的问题

在向前人、先进学习和自己经验的总结过程中，预报员能力的提高存在几方面困难。

首先，预报员的预报技术总结主要是对一次预报的成功与失败的总结，多从模式模拟、诊断分析的角度来对天气过程进行分析。很少完全利用当时能得到的资料从重新制作预报的角度，与老预报员一起来进行预报成功或失败的分析。这种情况造成预报员的分析总结只是在事后寻找成功的经验或失败的原因（事后诸葛亮），不能让老预报员的经验得到有效传承。同时也不能让新预报员体验到在面对未知的天气时，怎样建立预报思路、如何才能考虑全面而不顾此失彼。

其次，预报员做的个例分析和某类高影响天气的预报总结，大多是从实况出现某类天气或漏报的角度去总结、提炼该类天气的预报着眼点，很少有人从预报可能出现的角度或空报的角度去分析该类天气没有出现的原因。

第三，独立值班前的跟班学习、短时间的预报员培训以及新预报员在值班过程中有幸能经历到的特殊灾害性天气有限，不能让预报员在较短的时间内经历多种灾害性天气，这就使得预报员的培养变成了一个漫长的过程。另外，新预报员自己在总结经验的过程中，难免受到自身学识、思考方法等的影响，也不能很快地提高。

### 1.2.2 解决方案——“复盘”方法

“复盘”方法可以克服以上三种弊端。通过对重要天气的“复盘”，建立一个海量的重要天气个例库，这个个例库完全按照实时预报的时间顺序来展示天气图、数值预报产品和卫星、雷达等其他资料。这个系统完全模拟实时预报时的过程，并有“复盘”的结果，也就是参与“复盘”的预报员与旁观者（预报专家）提供的预报此类天气时的预报思路、预报着眼点和预报注意事项。让利用该系统自学的预报员不仅有很强“实战”感，也会同时得到多位专家的经验指导。复盘不仅可以从漏报角度，也可以从空报角度进行。该系统具有大量各种灾害性天气的“复盘”档案，通过对大量各种灾害性天气的模拟预报和“复盘”档案的学习，让年轻预报员在短时间内可以接触到大量发生在本地的灾害性天气个例，快速建立预报思路，找到针对每一种灾害性天气应该重点考虑的问题，避免预报过程中由于考虑不全面而造成的失误。

我们借用“复盘”，利用业务预报中提供的当时资源，再重新做一次预报，看看有没有可能发现，在原来做预报过程中可能遗漏的重要的线索，通过与有经验的预报专家的交流，把预报专家的经验传承下来，从而为以后同类天气的预报提供参考。

### 1.3 天气预报“复盘”的特点

1) 天气预报制作过程的再现。天气预报复盘相当于数值预报研究中数值模拟的敏感性试验。众所周知，天气一旦发生，将不可重复，但是可以用数值模拟的方法，再现天气的发生过程，并且用敏感性试验的方法去验证某些因子的作用。同样，预报过程的复盘，相当于让预报员在没有压力的情况下，重新经历一次复杂天气过程的预报，在与同事（或有经验的预报专家）的共同研讨中查找实际预报过程中可能出现的思维盲点和自己知识储备的不足。多次重复经历同类型天气个例的预报过程，才能对这种天气个例的预

报经验总结做到尽可能的全面和深入。

2) 年轻预报员能力迅速提升的重要工具。怎样才能较短的时间内让年轻预报员能力迅速提高?把复盘方法用到天气预报总结当中,并且把大量按照灾害性天气分类的复盘档案作为天气预报模拟库,利用“复盘”的多次迭代功能,让年轻预报员可以在较短时间内多次“经历”特殊天气,增加预报工作阅历,积累预报“实战”经验,增强预报能力。

## 2 天气预报“复盘”的步骤

天气预报中使用“复盘”方法可分为天气个例复盘和日常复盘两种。

### 2.1 天气个例复盘

天气预报复盘,是针对出现的一次重要的天气过程(灾害性、高影响或转折性天气,或是一次预报失误的天气个例,或是具有典型特征的天气个例),事先有周密的计划和安排,由当时各岗位的预报员参加,按照当时制作预报的顺序,由不同岗位的预报员讲述当时的预报流程、预报思路和事后对这次过程的反思,再由复盘引导人按照复盘计划,针对当时预报中暴露出来的问题展开讨论,提出解决方案。整个复盘过程中需要记录,事后有人引导并整理成复盘档案,最后把复盘个例档案充实到新预报员模拟预报训练的个例库中。

借鉴头脑风暴法的操作程序,天气个例复盘分计划、准备、执行和跟进四个步骤。

#### 1) 计划

组织者应事先确定所要复盘的天气个例,并对所复盘的天气个例进行一定的研究,弄清问题的实质,找到问题的关键,设定复盘所要达到的目标。提前6~8周确定复盘的主要目标、复盘时间和复盘参加人,包括当时各岗位的预报员、培训引导人以及记录员(5~10人为宜)。

#### 2) 准备

通知参加人熟悉所要复盘的天气个例,并做相关发言准备,提出当时预报制作过程中的问题和困惑,并针对这些问题提出解决方案;复盘引导人要根据复盘的主要目标准备相关拓展材料(如该类天气的最新研究进展,新技术、新资料在该类天气预报中的应用等)。

#### 3) 执行

执行过程又分为预报员复盘、讨论问题、畅谈阶段。

开场由复盘引导人宣读复盘的规则和目标。

预报员复盘:由值班预报员按照副班、主班、预报首席的顺序讲述当时的预报流程、预报思路、预报

过程中遇到的问题和困惑、可能的解决方案以及事后对这次过程预报的反思。

讨论问题:复盘引导人根据预报员提出的问题,先由有经验的预报员进行答疑。再针对遇到的问题进行讨论,由引导人确定富有创意的见解或具有启发性的表述,供下一步畅谈时参考。

畅谈阶段:引导人引导大家自由发言、自由想象、自由发挥,使彼此相互启发、相互补充,然后将会议发言记录进行整理。

#### 4) 跟进

复盘结束后的一两天内,引导人应向与会者了解大家会后的新想法和新思路,以此补充会议记录。然后将大家的想法整理并与当时的预报资料一起做成复盘档案,以供后来者自学。

### 2.2 日常复盘

日常复盘就是将每日天气预报会商中的“前一天预报回顾”改造成天气预报“复盘”。由首席预报员作为主导人,前天主班预报员根据当天预报中遇到的特定问题或者由会商主持人提出前一天预报中的问题,选择一个或两个结合当时的预报流程、预报思路和事后对预报的反思进行介绍,重点介绍自己的预报着眼点和理由。其他当班预报员可以针对主班预报员介绍的预报着眼点和理由进行提问和争论。

复盘记录人要做好记录,复盘参加人认为有值得深入讨论的天气个例,可以建议做天气个例复盘。

日常复盘要改变过去“只会不商”的情况,日常复盘不是向领导汇报,而是不同预报员之间的交流。日常复盘不必太拘泥于形式和步骤,可以简单化复盘流程,但是针对主班预报员的提问和争论以及复盘记录不可省略。

## 3 “复盘”在预报员培训中的应用

“复盘”方法如何在预报员培训中的应用?可以通过研制预报员“复盘”预报系统来实现。“复盘”预报系统分为“复盘”模块和“实战”模块。

1) “实战”模块。利用事先存储好的资料按照预报制作的时间顺序提供给预报员,让预报员通过分析前期气象实况(地面、高空观测)和数值预报产品来制作未来一段时间的天气预报。提交预报结果后,就可以看到下一个时间节点的天气实况,来验证预报。这个过程与预报员每天制作预报、对比实况的过程一样。

2) “复盘”模块。“实战”演练结束以后,进入“复盘”模块。也是先利用事先存储好的资料按照预报制作的时间顺序提供给预报员,让预报员通过分析前期气象实况(地面、高空观测)和数值预报产品

来制作未来一段时间的天气预报。提交预报结果后, 点击“复盘”按钮, 就可以看到, 在该个例复盘过程中记录的预报过程中的提醒、建议和对该疑难个例的探讨。通过“复盘”模块的学习, 可以帮助预报员建立自己的预报思路, 搞清楚预报成功的经验和预报失败的原因, 避免再犯同样的错误, 消除个人的思维盲区; 同时也能帮助预报员传承老预报员的经验, 提升能力、总结规律、固化流程。

通过“复盘”模块中大量个例的演练可以帮助预报员在较短时间内经历大量典型疑难个例, 快速积累自己的预报经验。通过“复盘”也可以大大节约预报员培养的时间成本, 以达到帮助预报员快速成长的目的。对于单位来讲也可以节约预报员培训的大量资金。

#### 4 “复盘”方法在天气预报中的应用

“复盘”方法除了可以应用对日常工作、生活的反思, 以及前面所述可以将预报会商改造成天气“复盘”之外, 还可以将“复盘”方法用到以下几方面的工作中。

1) 将特殊天气的预报“复盘”固化到预报流程中

针对每一个灾害性、高影响或转折性的天气个例, 通过“复盘”和预报流程改革, 将总结出的预报经验固化到预报流程中, 通过流程的自动提示来提醒预报员制作预报。比如初霜冻的预报漏报的可能性较大, 可以通过初霜冻个例的复盘, 把最早出现初霜冻个例的日期加入业务平台中的每日提醒中, 在最早出现初霜冻日期前一周左右, 提醒预报员根据实际情况来判断有无初霜冻的可能。

2) 建立预报“复盘”个例库的自动训练系统

将整理出来的预报复盘档案作为新预报员的预报个例库, 通过建立预报员自动训练系统, 让新预报员在短时间内去“经历”各种灾害性天气, 再通过认真学习天气个例的预报复盘档案中有经验的预报员的思路, 使得他们能在较短的时间内, 获得多种类型天气个例的预报经验, 把新预报员尽快打造成具有多种灾害性天气预报能力的预报员。

3) 预报科研过程的复盘

在预报科研中, 我们对前人的研究过程进行复盘, 可以给刚刚从事研究工作的年轻人, 在开拓研究思路、迅速掌握研究方法、建立创新思维方面提供范例。通过学习预报科研过程的“复盘”, 提高预报员解决科研问题的能力。比如, 在顾震潮先生前期工作的基础上, 丑纪范院士通过对预报员制作天气预报过程的复盘, 发现预报员制作预报不仅要看最新时次的天气图, 还要看前一天甚至更早时间的天气图, 而

制作数值预报只需要一个初始时刻的资料。他将泛函分析引入数值预报问题中, 通过把微分方程定解问题变为等价的泛函极值问题——变分问题的途径, 推广了微分方程解的概念, 引进新型的“广义解”, 并利用希尔伯特空间的理论, 论证了“广义解”比原来意义下的“正规解”更接近所描述的物理现象的“实况”。这实际上是二十多年后兴起的四维变分同化的理论基础。

4) 超越复盘

从本质看, “复盘”是一种对自己或他人的过去经验学习的方法。虽然通过“试错法”学习是人类学习的基本途径, 但是, 面对气候变化加剧、极端天气频发的今天, 仅靠“复盘”方法是不够的。另外, 通过“复盘”得到的历史个例的预报经验在气候变化背景下可能会遇到挑战, 需要根据新形势下的个例, 通过“复盘”总结出新的经验。

#### 5 小结

通过把提高围棋技艺的“复盘”方法引入到预报员培训中, 让有经验的预报员能通过复盘, 把多年积累的经验通过复盘传授给年轻预报员, 并固化到预报业务流程中, 另外, 通过复盘个例库的建立, 让新预报员在较短的时间内经历大量的疑难个例, 帮助新预报员快速成长。

资助信息: 国家重点研发计划(2017YFC02112402); 国家留学基金(20170533004); 中央引导地方科技发展项目(HN2016-149); 中国气象局预报员专项(CMAYBY2017-043); 河南省气象局重点项目(KZ201704)。

#### 深入阅读

- 本书编委会. 2006. 开拓奉献科技楷模——纪念著名大气科学家顾震潮. 北京: 气象出版社: 52-54.
- 丑纪范. 1974. 天气预报中使用过去资料的问题. 中国科学, 17(6): 814-825.
- 郜吉东. 2013. 丑纪范先生关于资料同化的学术思想探讨和回忆——写在丑先生80华诞之际. 气象科技进展, 3(5): 76-80.
- 顾震潮. 1958. 作为初值问题的天气形势预报与由地面天气历史演变做预报的等值性. 气象学报, 29(2): 93-98.
- 顾震潮. 1958. 天气数值预报中过去资料的使用问题. 气象学报, 29(3): 176-184.
- 漆梁波. 2007. 浅谈如何提高我国的气象预报准确率——法国气象局业务布局的学习体会//第四届全国灾害性天气预报技术研讨会论文集: 70-71.
- 陶建红. 2007. 关于提高预报准确率——如何发挥预报员的作用的思考//第四届全国灾害性天气预报技术研讨会论文集: 68-69.
- 赵宇, 魏建苏, 方艳, 等. 2013. 预报员预报能力和水平提升与预报员岗位设置有关问题的思考. 中国科技博览, (6): 78-79.

(作者单位: 中国气象局河南省农业气象保障重点实验室、河南省大气污染防治与生态安全重点实验室、河南省气象台)