超 折 射 与 未 来 降 水

浙江金华地区气象台雷达组

我们在雷达观测工作中发现，当出现“强超折射”时，常在其后 1—2 天内出现降水天气过程。超折射的强度，我们是以江西玉山县境内的大茅山王京峰的回波为参考的。该山海拔 1500m，处在本站的 265 度方位、155—160km 距离上。在无超折射的情况下，天线仰角为零度时，只能观测到该山的顶部。而当出现超折射时，王京峰周围的地物回波增加；回波外观高度增高，一般达到 3.5—4km，最强时达 6.1km，比无超折射时增高 4km 多。当本站观测到这样强度的超折射时，当天下午至第 3 天内将可能出现一次降水天气过程。

于是我们根据超折射与天气过程有一定联系这一现象，寻找相应的指示关系，以延长雷达天气预报时效。1977 年 9 月—1978 年 10 月的超折射回波记录共有 26 次，今统计并列表如下。

从表可见，在观测到强折射时，本站天气晴好的有 25 次，占 96%，多云的一次，只占 4%。这 26 次在雷达测距范围内均无降水回波。但从出现强超折射的当天起至后 3 天内有降水天气过程的共有 25 次，占 93%；对应天气图上的表现，有冷锋过境的 14 次，有静止锋的 9 次，有高空槽或切变线影响的 2 次。降水影响到本站的有 15 次，只有 2 次没有降水天气出现，此 2 次连续出现了超折射。

众所周知，形成超折射的气象条件是大气折射指数的垂直梯度$\frac{\partial n}{\partial H}=K<-1/R=-1/637\times10^{4}m$。在出现逆温层，湿度随高度迅速减小等情况下，则大气的折射指数 n 随高度减小。电磁波在大气中的传播速度 V 随高度增大。此时雷达波束向下弯曲，就可能出现超折射。因而出现超折射时，表明大气低层可能有逆温层，层结是较稳定的，为晴好天气。这时锋面尚未影响测点，本站一般是非锋面逆温，超折射层浅薄，常在地面至 100—200m 的高度内。我们分析使用了本站和王京峰之间的衢县探空记录，探空站的本站气压与特性层 1,000mb 很接近，有时还低于 1,000mb，而 1,000 至 850mb 这两层特性层相差 1,500 位势米左右。所以，要依据探空记录的 1,000mb 以上特性层的气象要素来判断大气折射层的厚度和强度是很困难的；但可看出近地层的逆温层较明显，近地层的大气层结较稳定。为了认识观测到的强超折射与天气过程的一般规律，更好地发挥雷达在天气预报中的作用，我们对所统计的 26 次强超折射结合天气图和探空资料进行了初步分析。

一、我们从衢县站的探空资料看，与超折射相对应的近地面层多数是逆温层，但也有等温层。特别是 1977 年 11 月 5 日 08 时和 1977 年 12 月 1 日 08 时两次探空记录的逆温层更为明显（见图 1、2）。

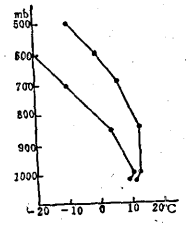


图 1　1977年11月5日 08时衢县探空记录温湿曲线

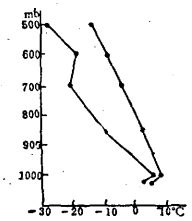


图 2　1977年12月1日 08时衢县探空温湿曲线

二，从天气图上看，出现超折射后均有冷锋过境，或有静止锋存在。

逆温层是有利于不稳定能量积累的。逆温层维持的时间愈长，强度愈大，则积累的不稳定能量愈多。这时若有天气系统移来，破坏逆温层，不稳定能量就

附表　　强超折射的出现时间与有关天气

超折射出现时间				超折射时		后 3 天 内 天 气 现 象	天　气　形　势
年	月	日	时	本站天气	降水回波		
1977	9	2	04	晴	无	后1、2天有雷雨云回波	冷锋及低槽
1977	10	12	04	晴	无	15日起有阵雨回波	局地天气系统
1977	10	23	04	晴	无	后1、2天有阵雨	局地天气系统
1977	11	5	04	晴	无	6日有阵雨，7、8日有连续性降水	7日冷锋过境
1977	11	25	04	晴	无	连续两天超折射、27日起有阵雨回波	有冷锋
1977	11	27	04	晴	无		
1977	12	1	04	晴	无	3—4日有阵雨回波	有冷锋
1978	2	27	19	晴	无	28日本站有雨	28日有冷锋在北
1978	3	26	04	晴	无	27—29日均有雨，有连续性降水回波	冷锋于29日下午过境
1978	5	8	04	晴	无	8日有阵雨回波，9—11日本站有雨	冷锋
1978	5	12	04	晴	无	当天下午有雷雨云回波	静止锋
1978	6	4	18	晴	无	6—7日本站有阵雨	4日有冷锋，5日出现静止锋
1978	6	13	08	晴	无	14日本站有雨	14日有静止锋
1978	7	1	04	晴	无	4日有雷阵雨回波	2日有静止锋。连续5天出现超折射
1978	7	3	16	晴			
1978	7	5	04	晴	无	5—6日无回波	静止锋
1978	7	7	04	晴	无	9—10日有雷阵雨回波	静止锋
1978	7	8	04	多云	无		
1978	7	15	04	晴	无	15—17日有超折射，18日有雷阵雨回波，本站小阵雨	17日下午静止锋过本站
1978	7	21	04	晴	无	22—23日有雷阵雨回波，本站有小阵雨	5号台风于23日在浙江登陆
1978	8	20	04	晴	无	21—22日有阵雨回波	高空槽
1978	9	5	04	晴	无		9日冷锋过境
1978	9	7	04	晴	无	8日有雷阵雨回波，9日本站有大雨	
1978	9	8	04	晴	无		
1978	9	16	04	晴	无	17—19日有雷阵雨回波，19日本站有雨	18日有冷锋南下
1978	10	1	04	晴	无	2日有阵雨	2日冷锋过本站

会“爆发性”地释放出来，形成对流性天气。

例如，1977年11月5日04时观测到强超折射。6日02时地面图上冷锋位置已在朝鲜半岛、连云港、合肥、长沙、贵阳一线。6日19时起本站有阵雨。7日02时冷锋移至日本、杭州、南昌、昆明一线，7日午夜过测站。8日02时锋面在日本海、温州、福州、广州、南宁一线，本站天气逐渐转好。

又如，1978年6月12日19时及6月13日04时均出现强超折射，当时无降水回波，天气晴好。在6月14日08时地面天气图上，有一静止锋位于杭州湾、湖州、南昌、赣州、南宁一线，华东出现大片雨区。6月14日13时起本站阴有雨，至6月15日18时均有阵雨回波。

特别明显的是1978年9月9日的一次降水过程。当年春、夏长江流域普遍少雨，比同期的平均雨量少50%以上；金华地区久旱不雨已达80多天，严重影响晚稻和旱地作物生长。就在这时，我们从9月5日04时至9月8日04时连续4天观测到强超折射，降水也就在9日下午出现了。

这次过程从观测到超折射到出现降水，也看到同时存在$\frac{\partial T}{\partial H}>0$和$\frac{\partial e}{\partial H}<0$，以及天气系统移来的现象。

9月5日04时观测到超折射，9月5日02时地面图上平壤、淮阴、宜昌一线是一条静止锋。6日02时地面图形势是西北、华西有条冷锋，华北、华中、华西出现大片雨区。在汉口、遵义一线有一条高空槽线。9月7日02时冷锋移到大连、青岛、合肥、汉口、宜昌一线，东北、华北和中蒙边界出现三条冷锋。9月9日02时冷锋在汉城、苏州、南昌、衡阳、昆明一线，当天19时经过本站，冷锋后有大片雨区。9日晚到10日上午本站降水达67.8mm。本地区除西部的开化、江山两县外，普遍雨量较大，缓和了旱情。

出现超折射时对应的天气形势多数是冷锋过境。锋线呈东北——西南向，向东南移动。静止锋在本站呈西北——东南向。如锋面在杭州、南昌、衡阳一线，则要在它靠近测站时才能观测到超折射。在锋面接近测站或过境后降水开始，超折射消失。

从上述可知，我们以王京峰为参考点，发现在大范围暖气团中出现逆温时才能观测到超折射，在锋面附近，因大气物理性质(温、湿和稳定度等)的明显差异也导致产生超折射。当锋面移到测点或过境后，气象要素的差异消失，超折射也就消失。所以观测到超折射时，结合天气图一起分析，可提高天气预报的正确性。

还有下列问题尚待研究：

1.观测实践表明，出现强超折射后很可能有降水天气过程出现。那末，是否凡是降水天气过程到来前必能观测到超折射？

2.对强超折射与天气，我们只作了初步的定性分析，而在超折射的强度与对应的天气系统的强度及降水量的大小之间是否有一定的内在联系？

3.出现超折射时气象要素的时空分布、以及造成降水的热力、动力条件如何？

我们将继续观察和研究这一现象，以便对上述问题逐步作出回答。