CETC 中国电科

国睿科技

大型相控阵天气雷达在灾害性天气监测预警中的应用

雷达系统部 张兴海

国睿科技股份有限公司
GLARUN Technology Co., Ltd

2021.01

汇报提纲



一 背景介绍

二 应用分析

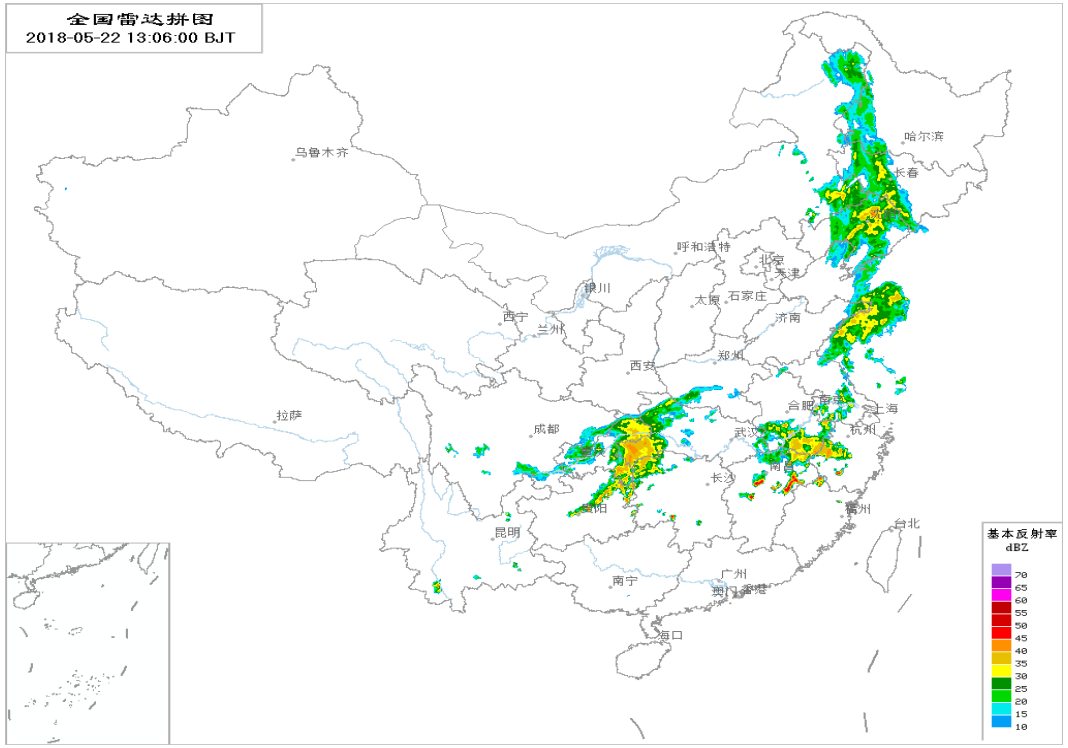
三 总结展望

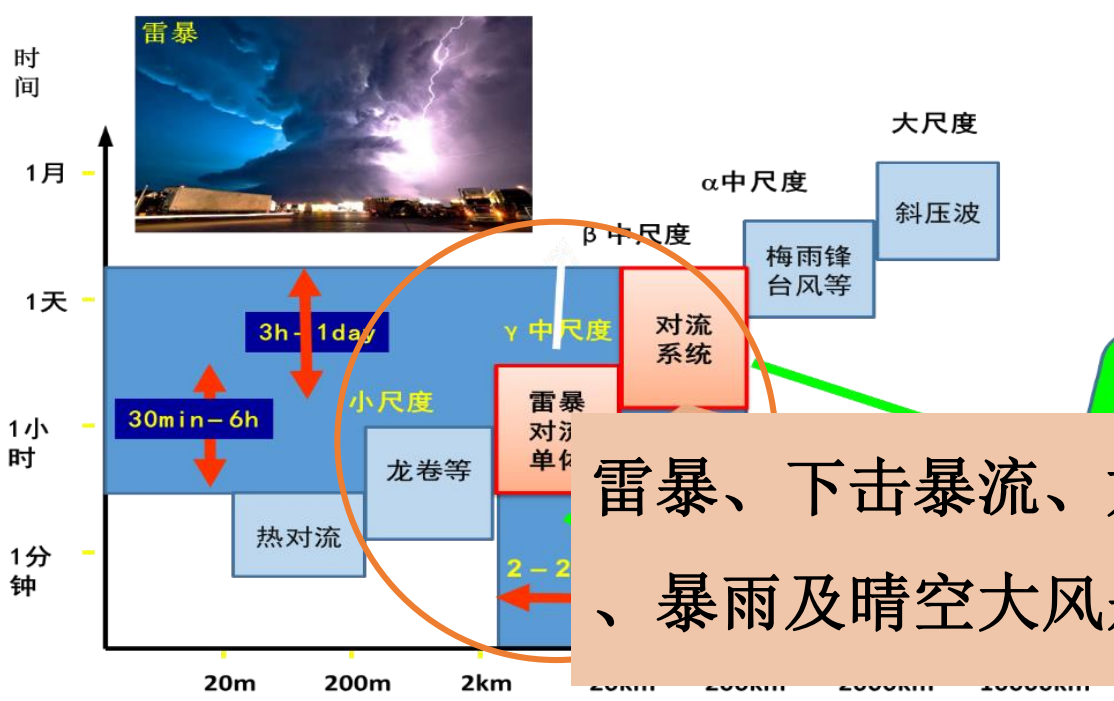
一 背景介绍

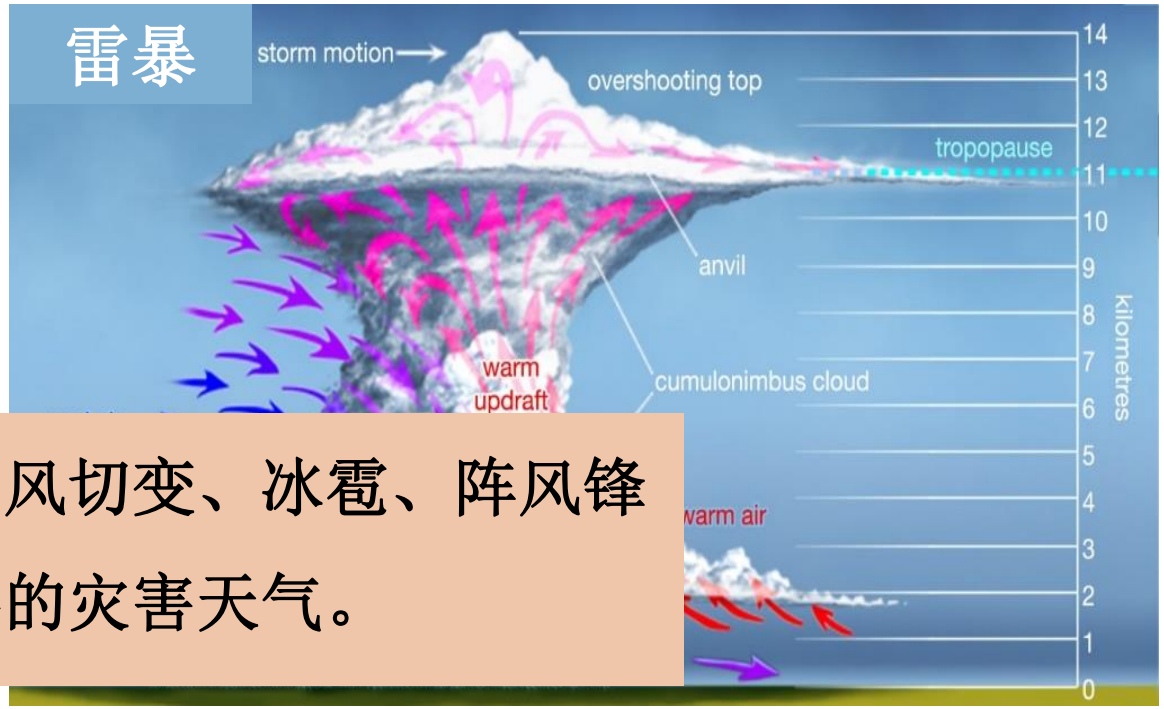
大型骨干天气雷达网——灾害天气监测的核心手段



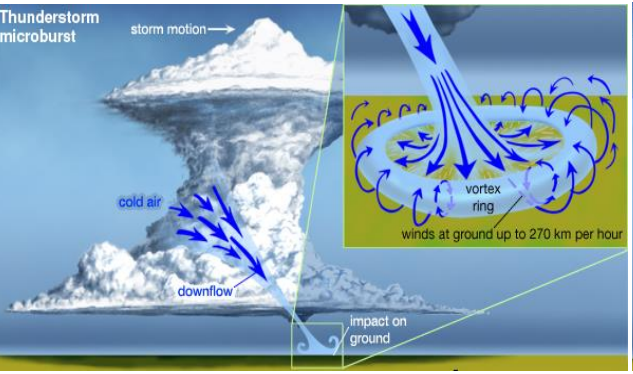
以S、C波段为主



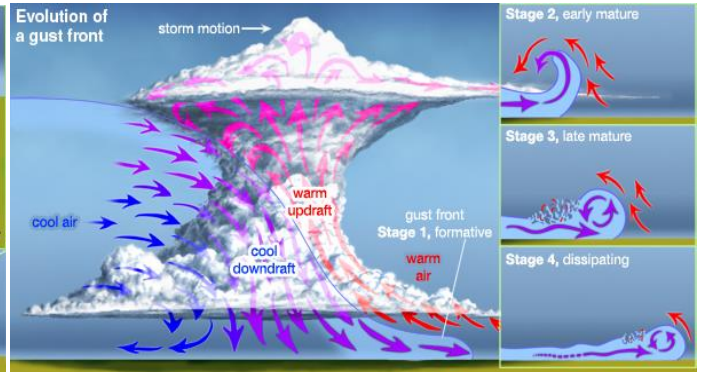




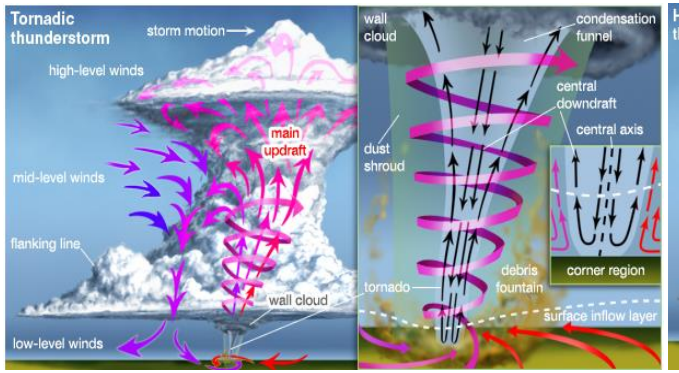
雷暴、下击暴流、龙卷、风切变、冰雹、阵风锋、暴雨及晴空大风是重要的灾害天气。



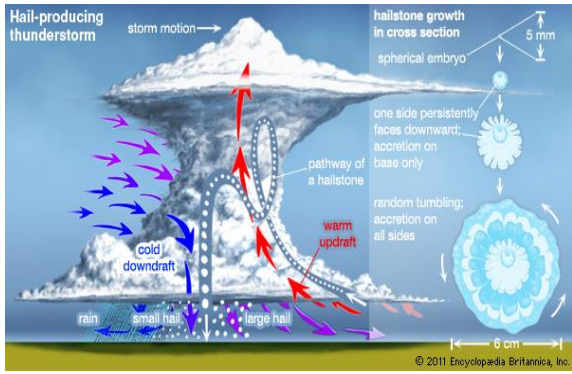
下击暴流



阵风锋



龙卷



冰雹 .....

雷达发展趋势：从常规多普勒到双极化、相控阵（增加观测要素、减少扫描时间）

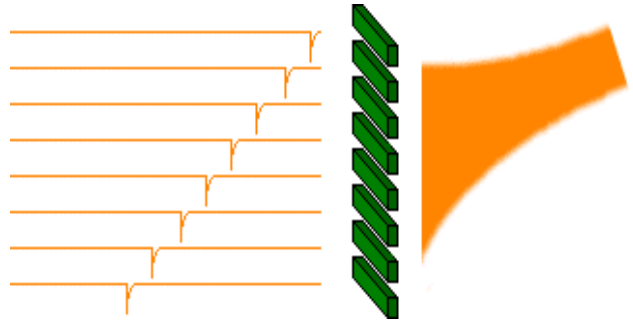
目前美国已经完成雷达升级改造

美国已经开始试验

常规多普勒雷达 → **双偏振多普勒雷达** → **相控阵雷达**







美国相控阵气象雷达发展历程

This NOAA and FAA jointly funded project cost $38 million over five years，。The ATD design activities began in 2014 and the major components were installed in the NWRT facility in July 2018. The system will available for research in early 2019.

2001-2016：改造海军SPY-1A相控阵雷达；

2014-2019：NOAA 和FAA联合资助，相控阵天气雷达测试样机







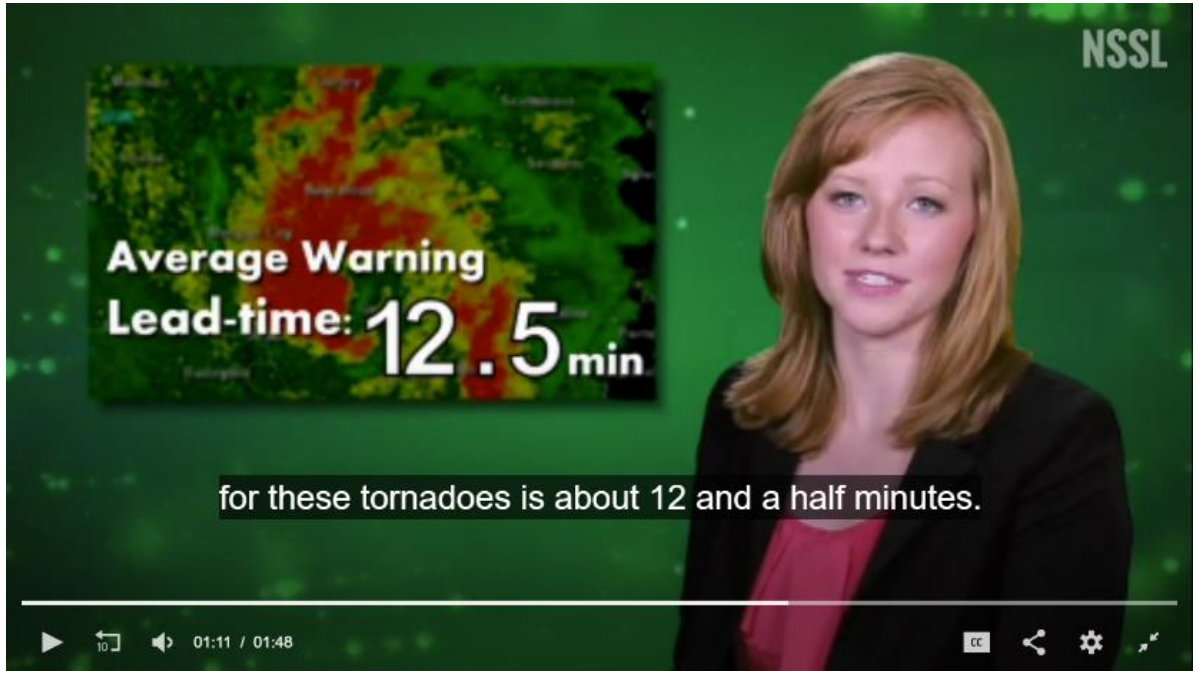












Considerations for Phased-Array Radar Data Use within the National Weather Service

KATIE A. WILSON

School of Meteorology, and Cooperative Institute for Mesoscale Meteorological Studies, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma



*美国相控阵天气雷达对龙卷预警的提升作用：从提前**12.5分钟**到提前**21分钟**。*

我国相控阵气象雷达发展历程

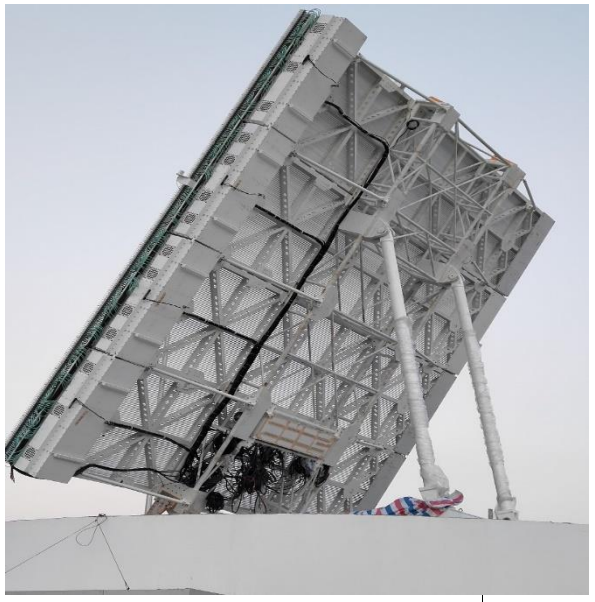
国内第一部面向航空业务应用的相控阵天气雷达，2019年9月份在大兴国际机场投入运行！





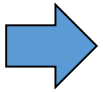
雷达部署位置位于大兴机场正南方向18km

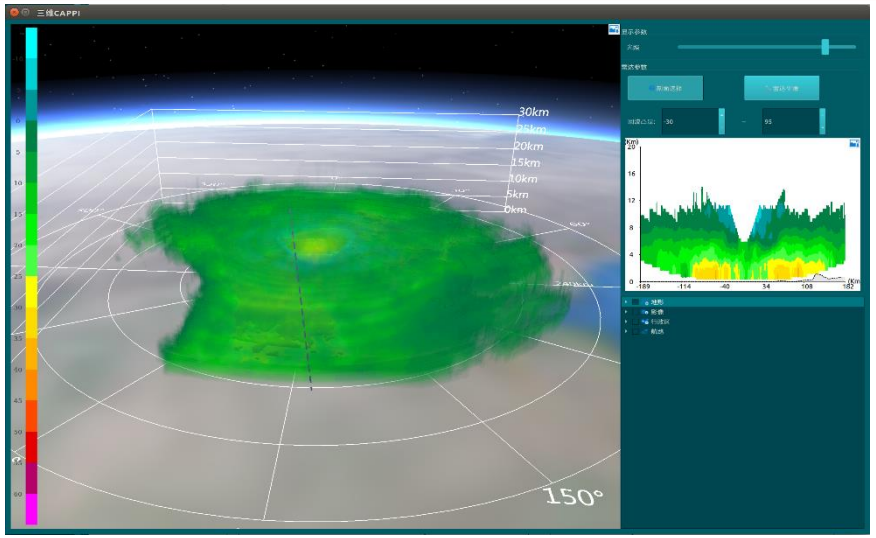


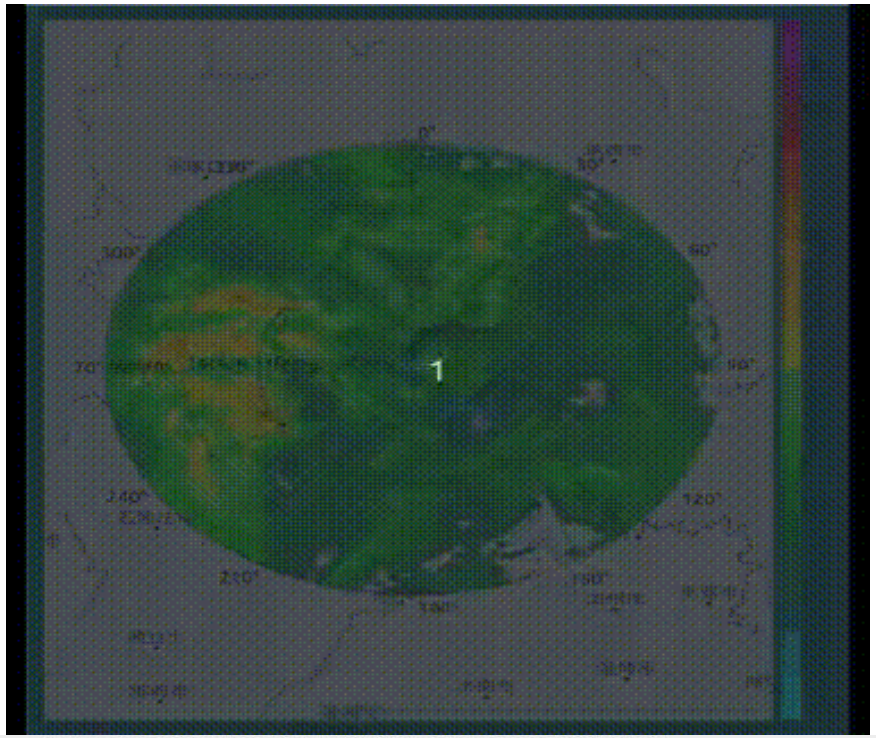








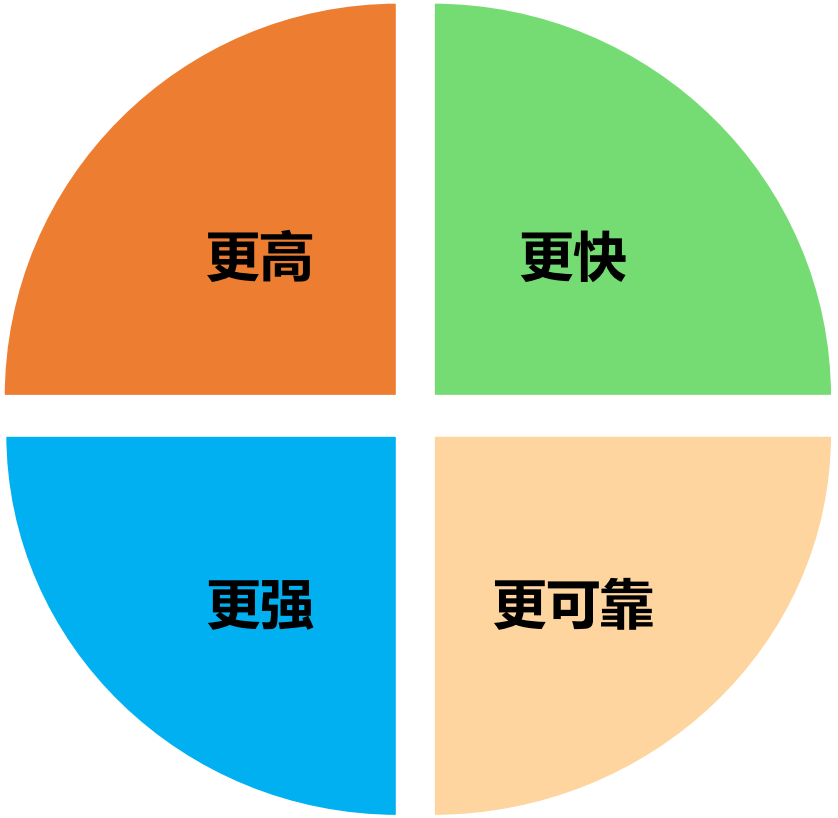

三维CAPPI
30km
20km
15km
10km
5km
0km
150°


1


CCTV 13
新 闻
CCTV.com
北京大兴国际机场
朝闻天下
MORNING NEWS
C波段相控阵天气雷达进入试运行阶段
8月22日 06:38
重启。
CCTV新闻 当地时间8月21日，英国与欧盟在布鲁塞尔结束了第七轮未来

与现有天气雷达相比的技术优势

精细化程度比传统天气雷达提高**10-20倍**；



90s可完成垂直**32**层以上扫描，传统雷达**6min**仅可完成**9**层扫描，扫描速度提高**14倍**；

探测能力强：1）弱目标检测能力强；

2）超低副瓣技术提升地物抑制及杂波干扰能力；

多个数字**TR**组件，单个损坏不影响整机性能。

二 应用分析



6.25降雹地点：保定、北京、天津

北京多地降冰雹约鹌鹑蛋大小 已发布冰雹预警 - 动新闻 - 新京报网

新京报网　2020年06月25日 20:14

6月25日,北京门头沟、昌平、延庆等多地出现冰雹天气。有网友发布视频显示,冰雹密集而落;有的大约鹌鹑蛋大小;还有市民在私家车上方搭起冰雹防护网。15时30分,北京... 百度快照

北京突降冰雹大如鹌鹑蛋 网友纷纷晒现场图!



中华网　2020年06月25日 21:18

6月25日15时,北京昌平城区突降冰雹,大小如鹌鹑蛋,昌平区气象台15时10分发布冰雹黄色预警,预计当前至22时北京将出现分散性冰雹。

百度快照

6月25日晚,天津突降冰雹,还出现13级阵风



黔毕红哥自媒体　2020年06月26日 11:48

昨晚天津狂风暴雨,天津市内中部及东部地区遭遇雷阵雨和冰雹天气袭击,还出现了13级大风,风雨大作,大树被连根拔起,大树被拦腰截断,冰雹也积了厚厚的一层,城区有不少... 百度快照

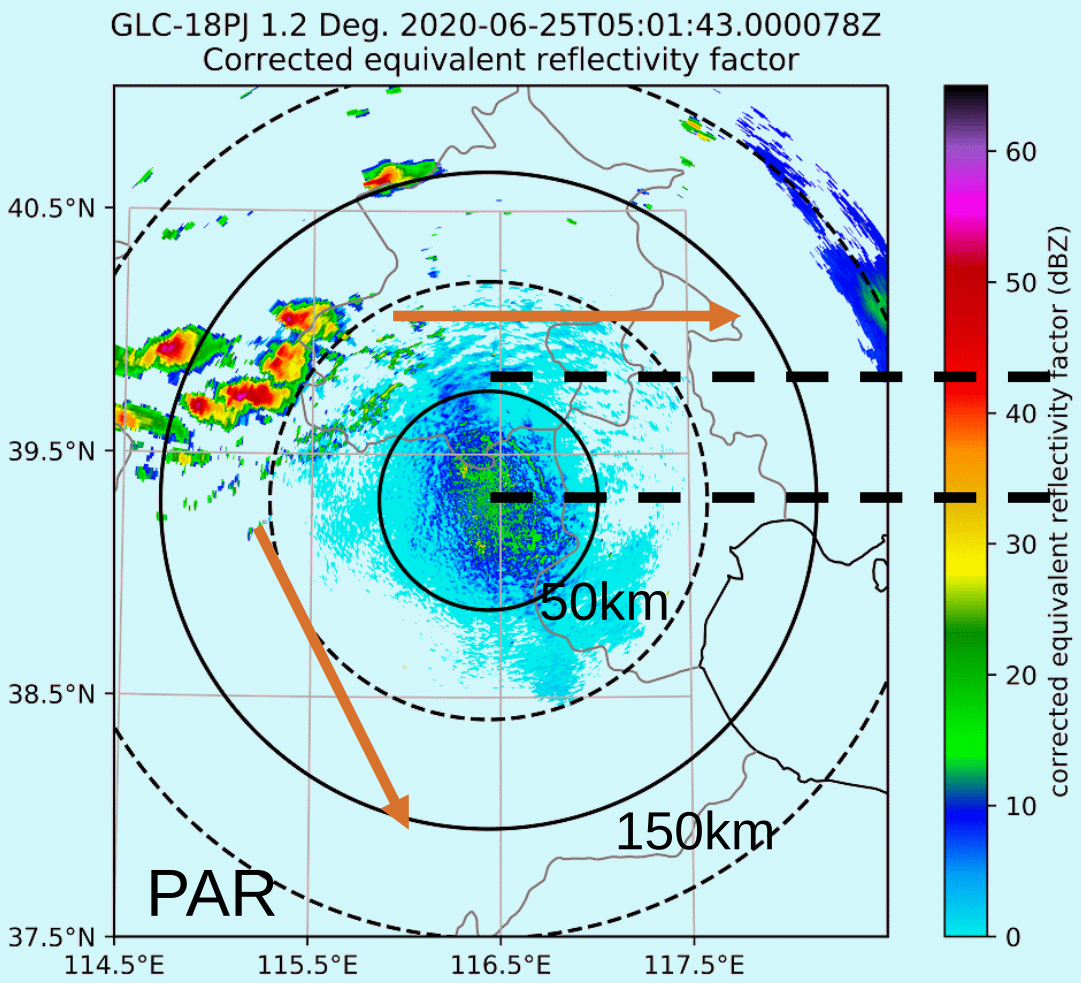
25日8时至26日8时河北省测站冰雹最大直径为3.5厘米

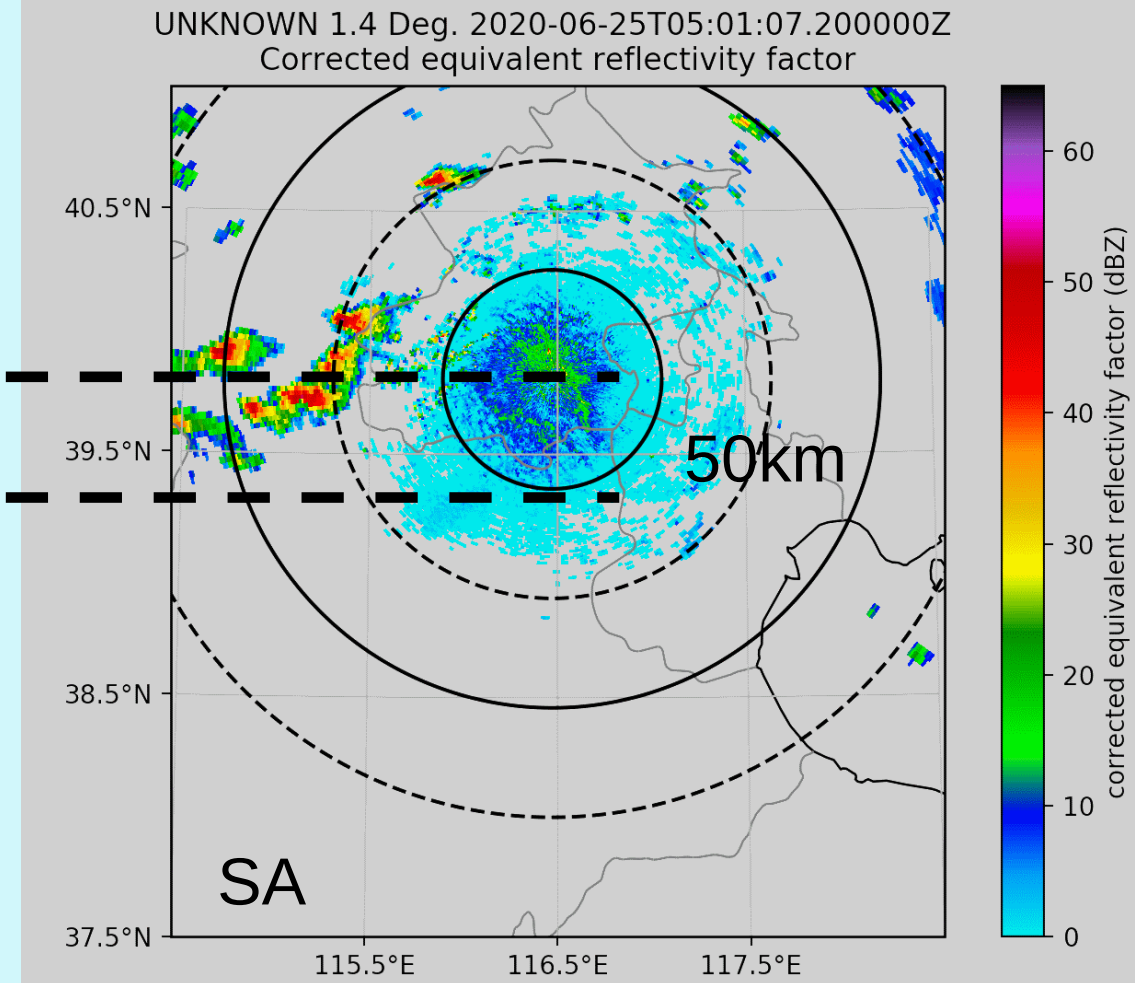
河北新闻网　2020年06月27日 00:26

据河北省气象台监测,6月25日8时至26日8时,河北省多地出现暴雨和冰雹天气。... 记者宋平)据河北省气象台监测,6月25日8时至26日8时,河北省多地出现暴雨和冰雹... 百度快照



华北冰雹过程

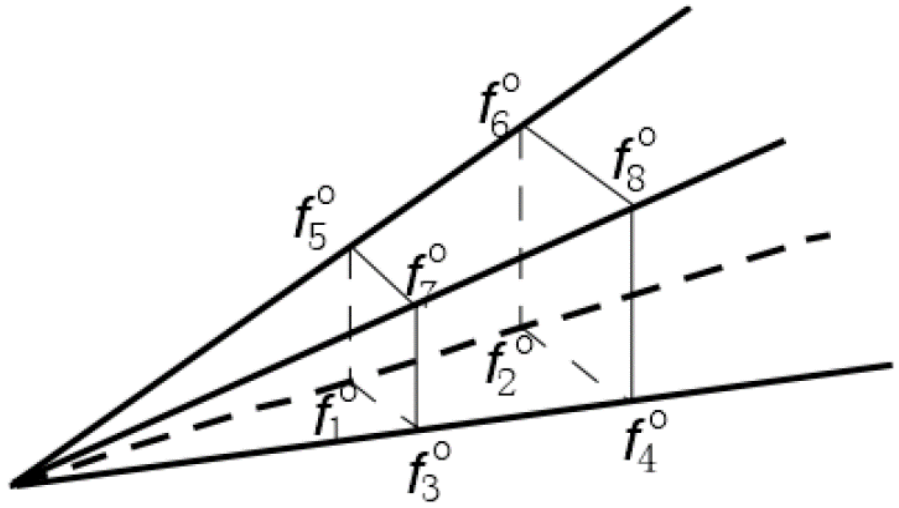

GLC-18PJ 1.2 Deg. 2020-06-25T05:01:43.000078Z
Corrected equivalent reflectivity factor
40.5°N
39.5°N
38.5°N
37.5°N
114.5°E
115.5°E
116.5°E
117.5°E
50km
150km
PAR
corrected equivalent reflectivity factor (dBZ)
0
10
20
30
40
50
60

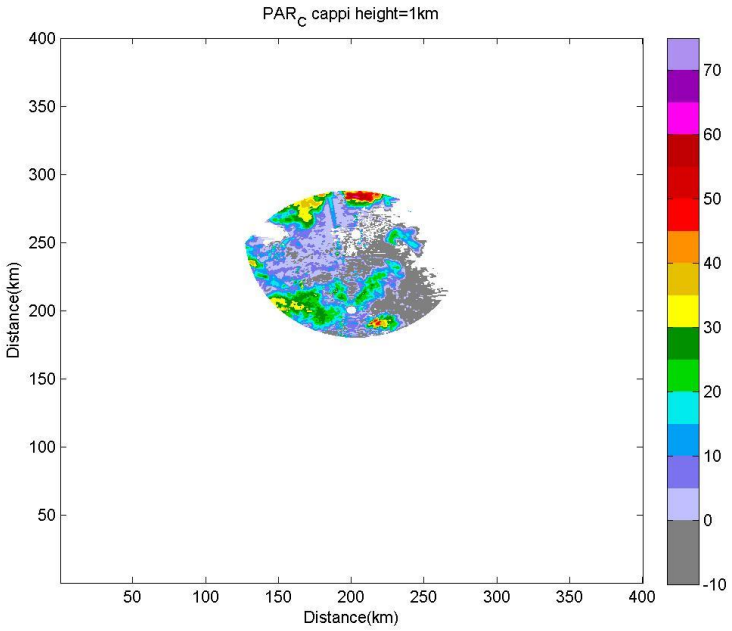

UNKNOWN 1.4 Deg. 2020-06-25T05:01:07.200000Z
Corrected equivalent reflectivity factor
40.5°N
39.5°N
38.5°N
37.5°N
115.5°E
116.5°E
117.5°E
50km
SA
corrected equivalent reflectivity factor (dBZ)
0
10
20
30
40
50
60

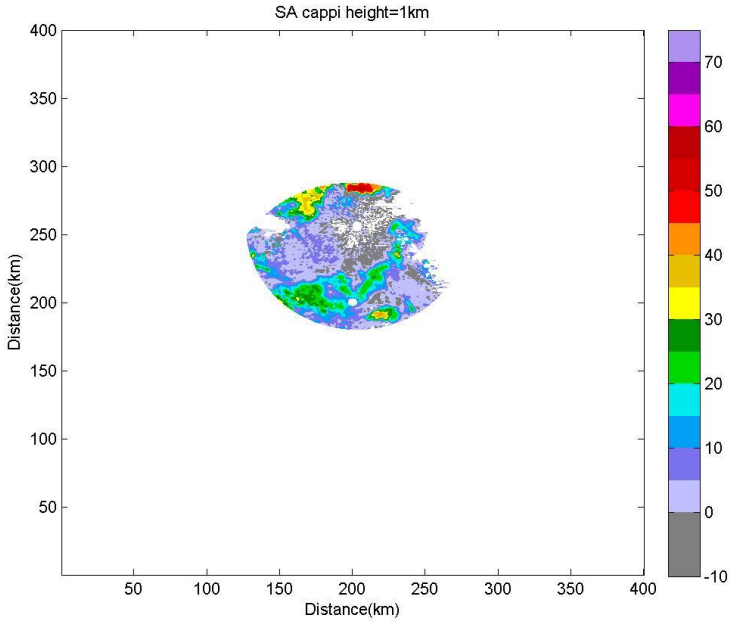
等高面产品对比方法介绍

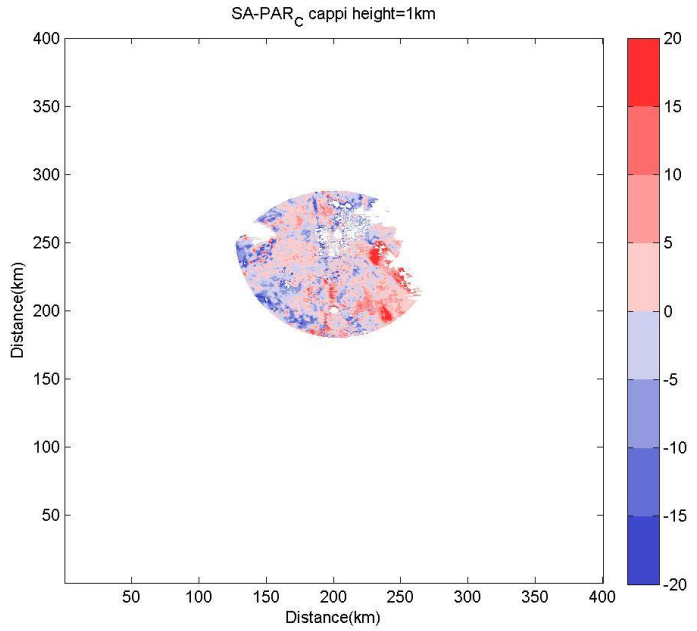
SA仰角	范围	PAR_C仰角	范围
0.5	0-1	0.25	0-0.5
		0.75	0.5-1
1.45	0.95-1.95	1.25	1-1.5
		1.75	1.5-2
2.4	1.9-2.9	2.25	2-2.5
		2.75	2.5-3
3.35	2.85-3.85	3.25	3-3.5
		3.75	3.5-4
4.3	3.8-4.8	4.25	4-4.5
		4.75	4.5-5
		5.25	5-5.5
6	5.5-6.5	5.75	5.5-6
		6.25	6-6.5
		6.75	6.5-7
		7.25	7-7.5
		7.75	7.5-8
		8.25	8-8.5
		8.75	8.5-9
		9.25	9-9.5
9.9	9.4-10.4	9.75	9.5-10
		10.25	10-10.5
		10.75	10.5-11
		11.25	11-11.5
		11.75	11.5-12
		12.25	12-12.5
		12.75	12.5-13
		13.25	13-13.5
		13.75	13.5-14
14.6	14.1-15.1	14.25	14-14.5
		14.75	14.5-15
19.5	19-20		

为了使两部雷达能够更好地进行对比分析，特选取了SA雷达前8个仰角的数据，以及C相控阵雷达与SA对应仰角范围内的仰角数据(如表所示)，进行相同算法(八点插值见图)相同分辨率的插值。

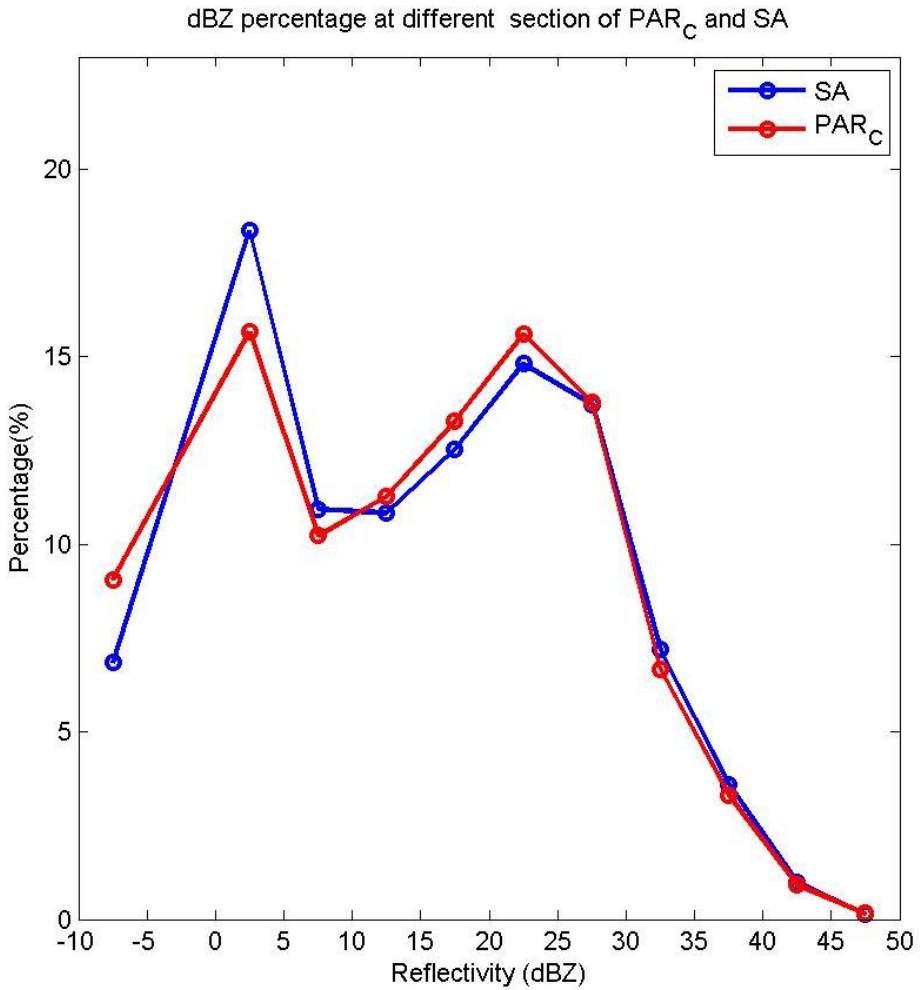






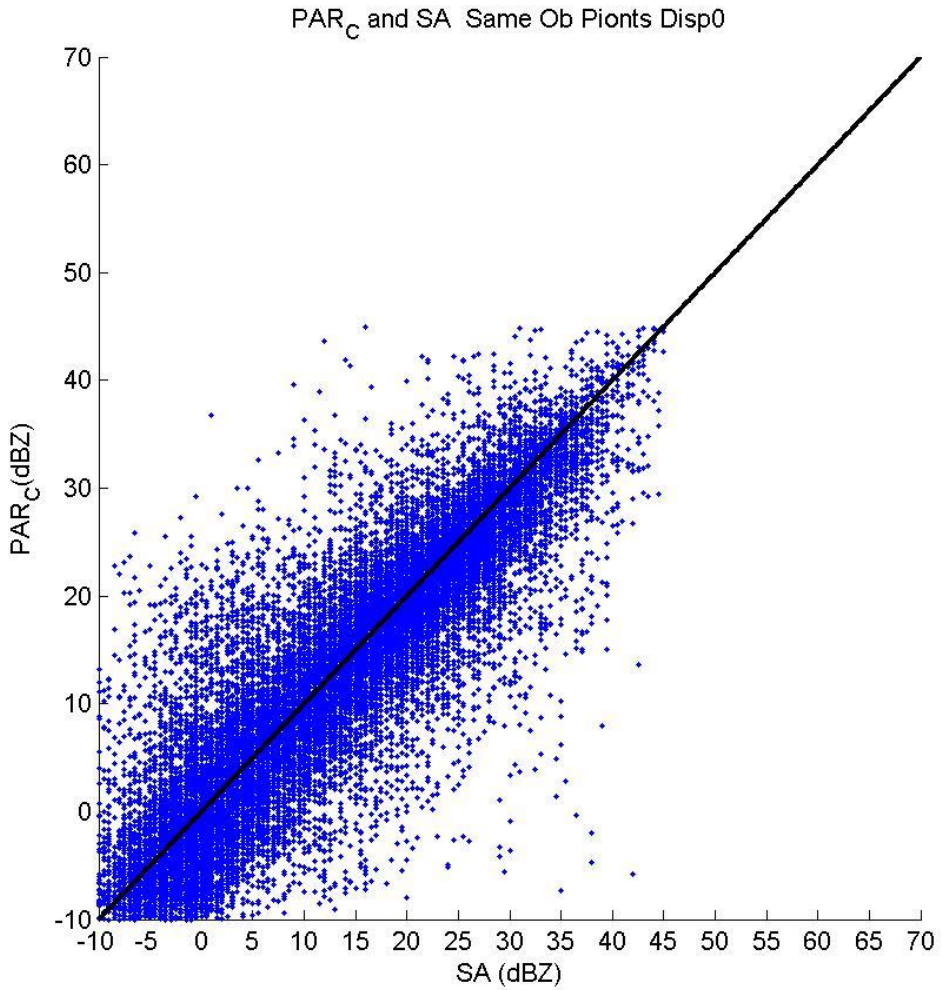


等高面产品比较时，PAR_C选择了世界时2020年06月25日08：23：16时的数据，北京SA选择了同日08：24：01时的数据。



PAR_C与SA(北京)

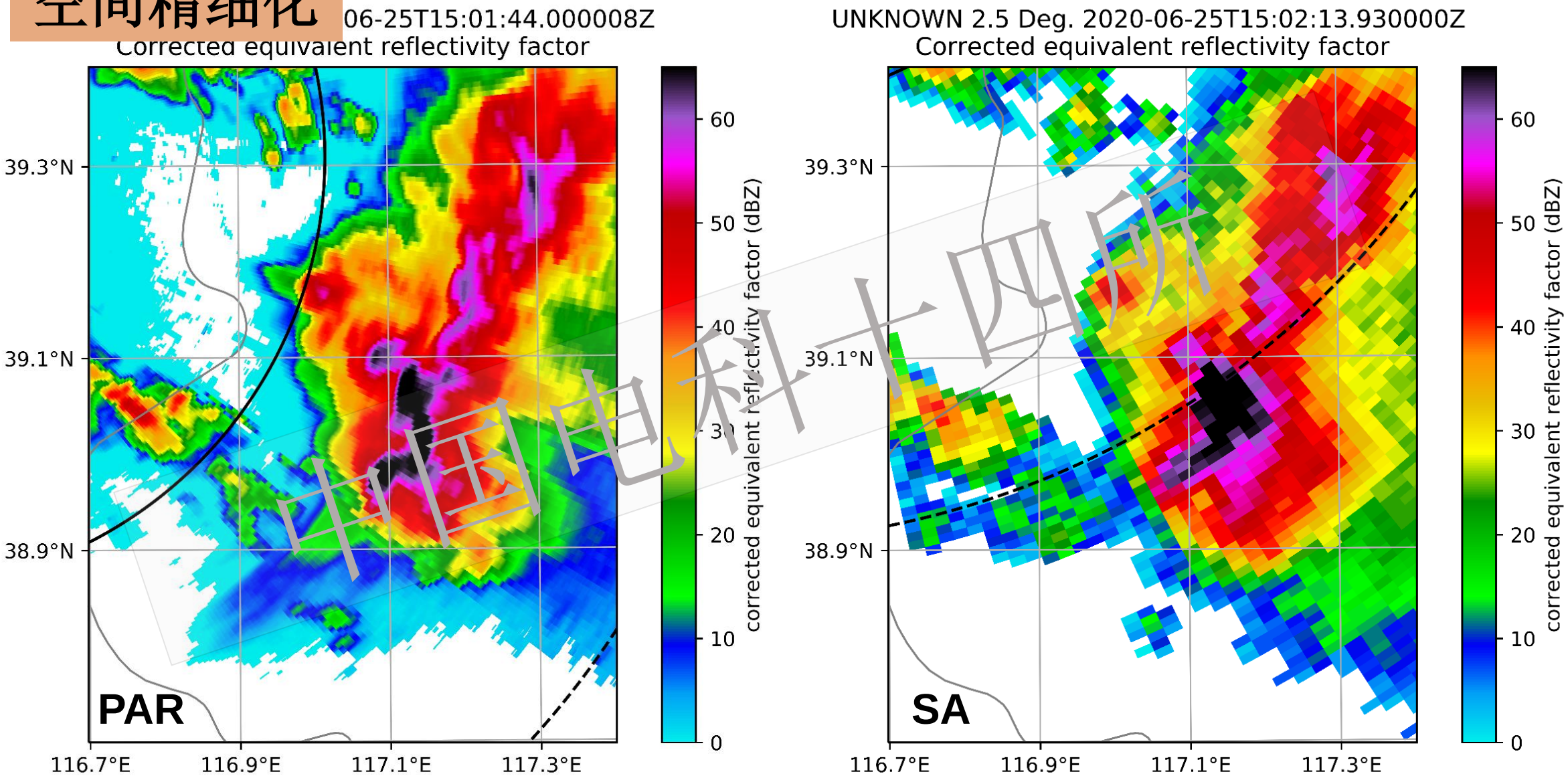
获取样本数22669个，大兴C相控阵与北京SA的共同探测点在不同区间强度的概率分布廓线起伏吻合较好，在-5dBZ以下，SA探测样本数比C相控阵略少，在0-5dbZ区间内，SA探测样本数比C相控阵略多，在5dBZ以上区间二者探测样本数分布基本一致。



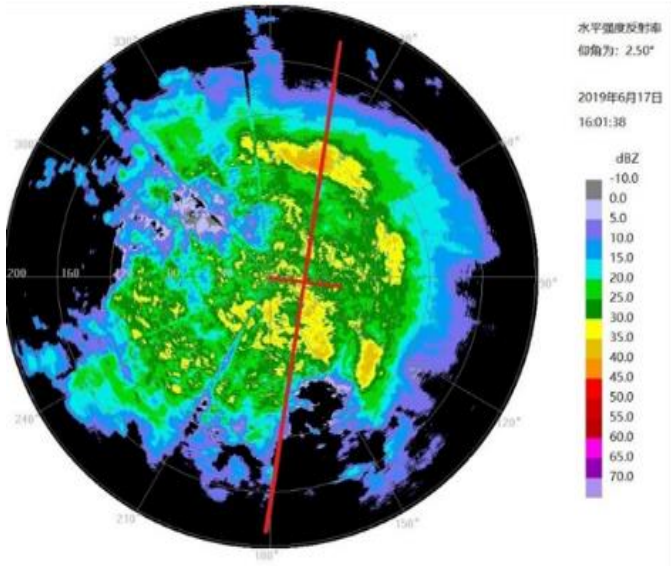
PAR_C与SA(北京)

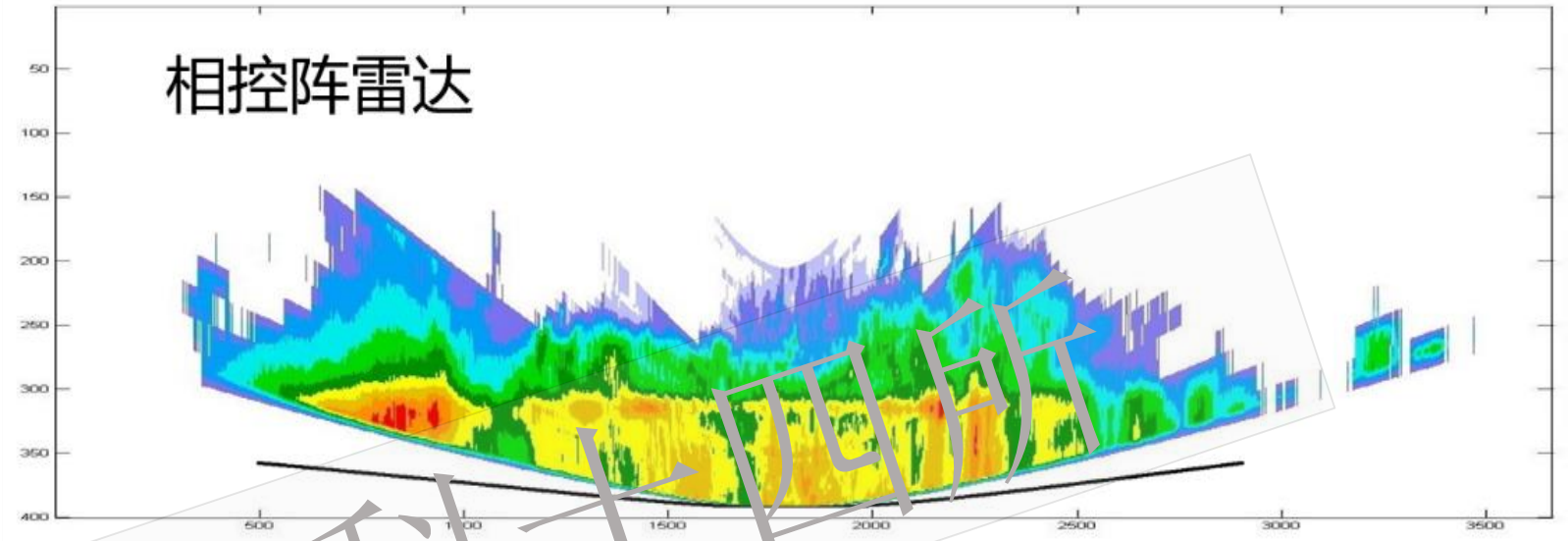
两部雷达共同探测点的反射率强度点聚图可见，虽然存在一些离散点，但不同强度的散点都比较集中地分布于直线y=x的附近，与北京比较的结果中，二者呈较明显的线性关系。

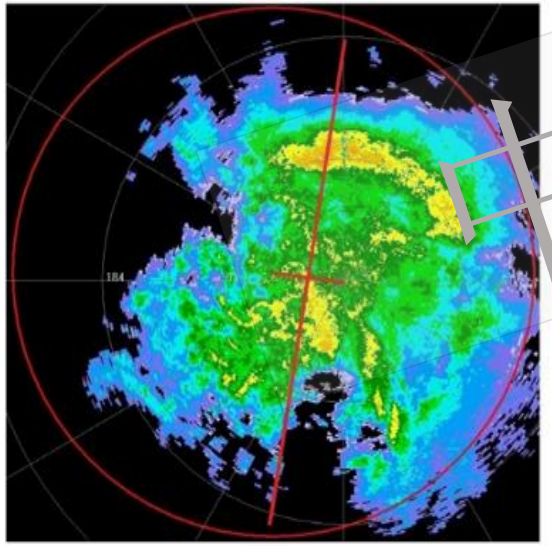
空间精细化

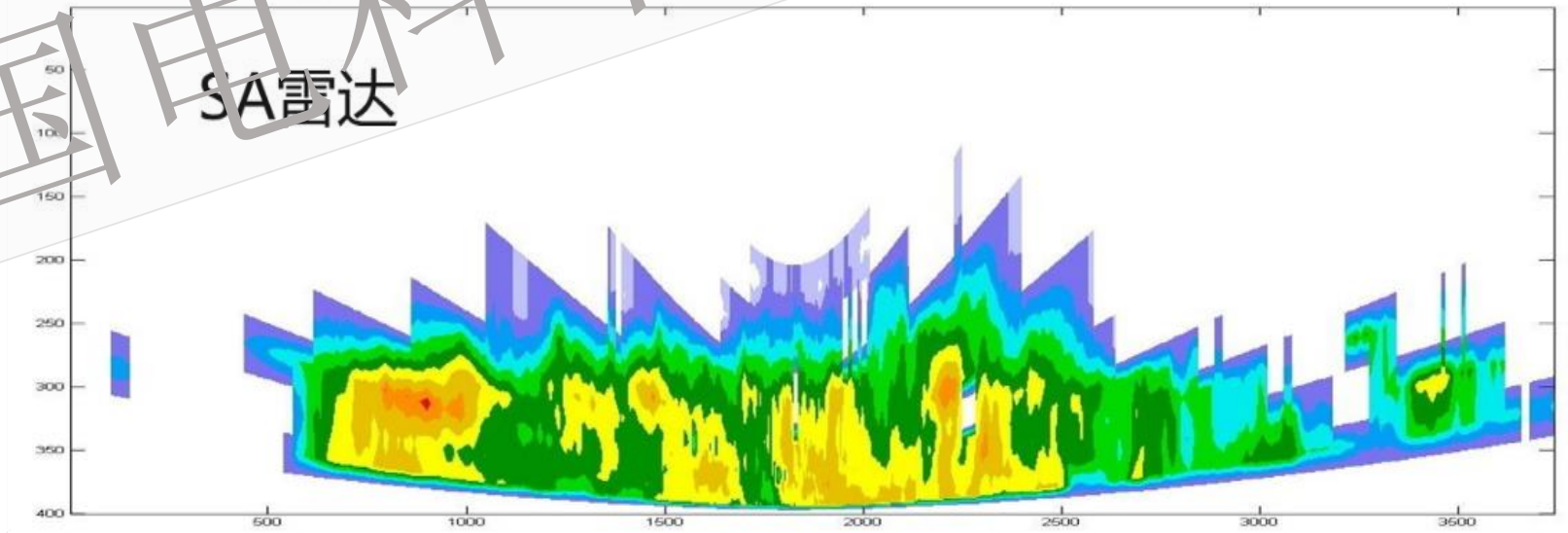


中国电科十四所


水平偏度反射率
仰角为：2.50°
2019年6月17日
16:01:38
dBZ
-10.0
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
40.0
45.0
50.0
55.0
60.0
65.0
70.0

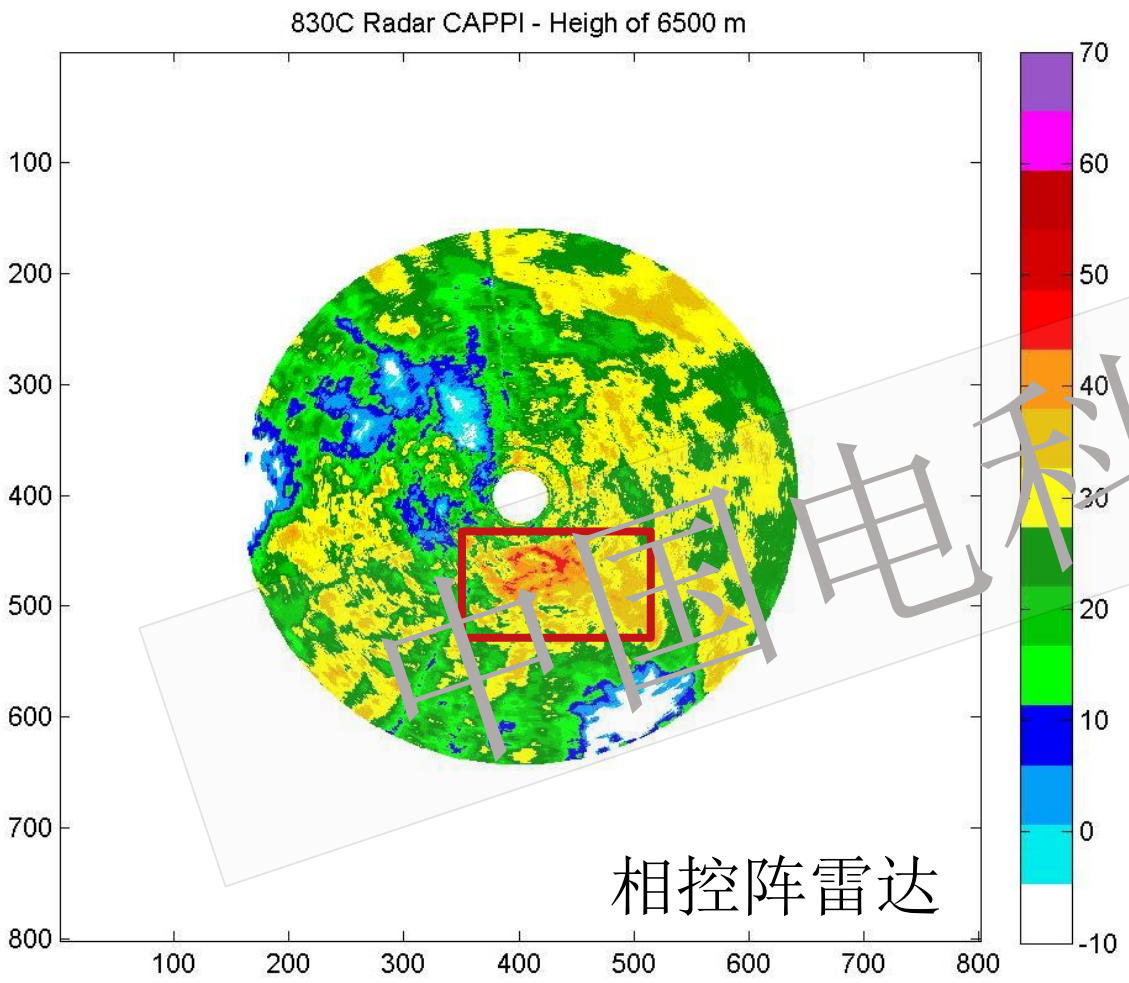

相控阵雷达
50
100
150
200
250
300
350
400
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500

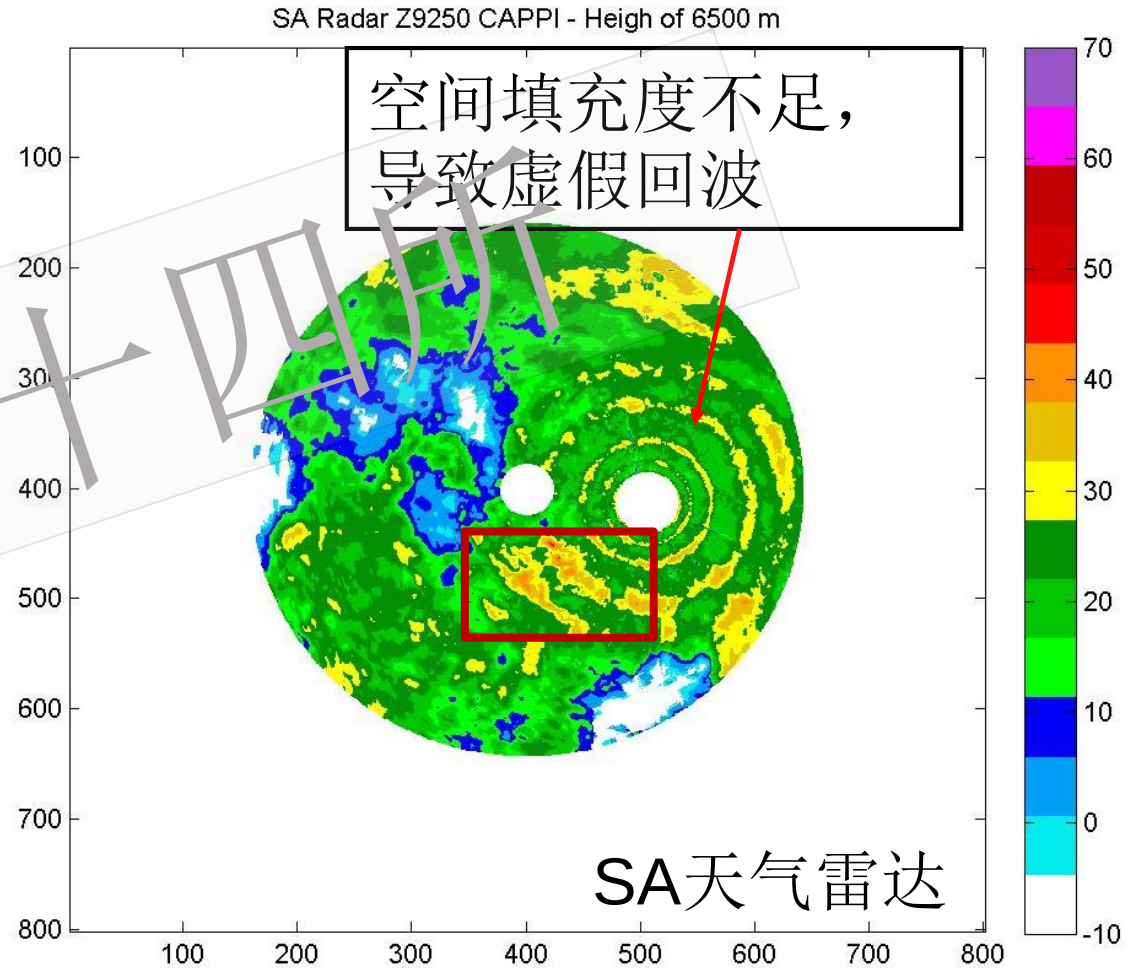



SA雷达
50
100
150
200
250
300
350
400
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500

中国电科十四所

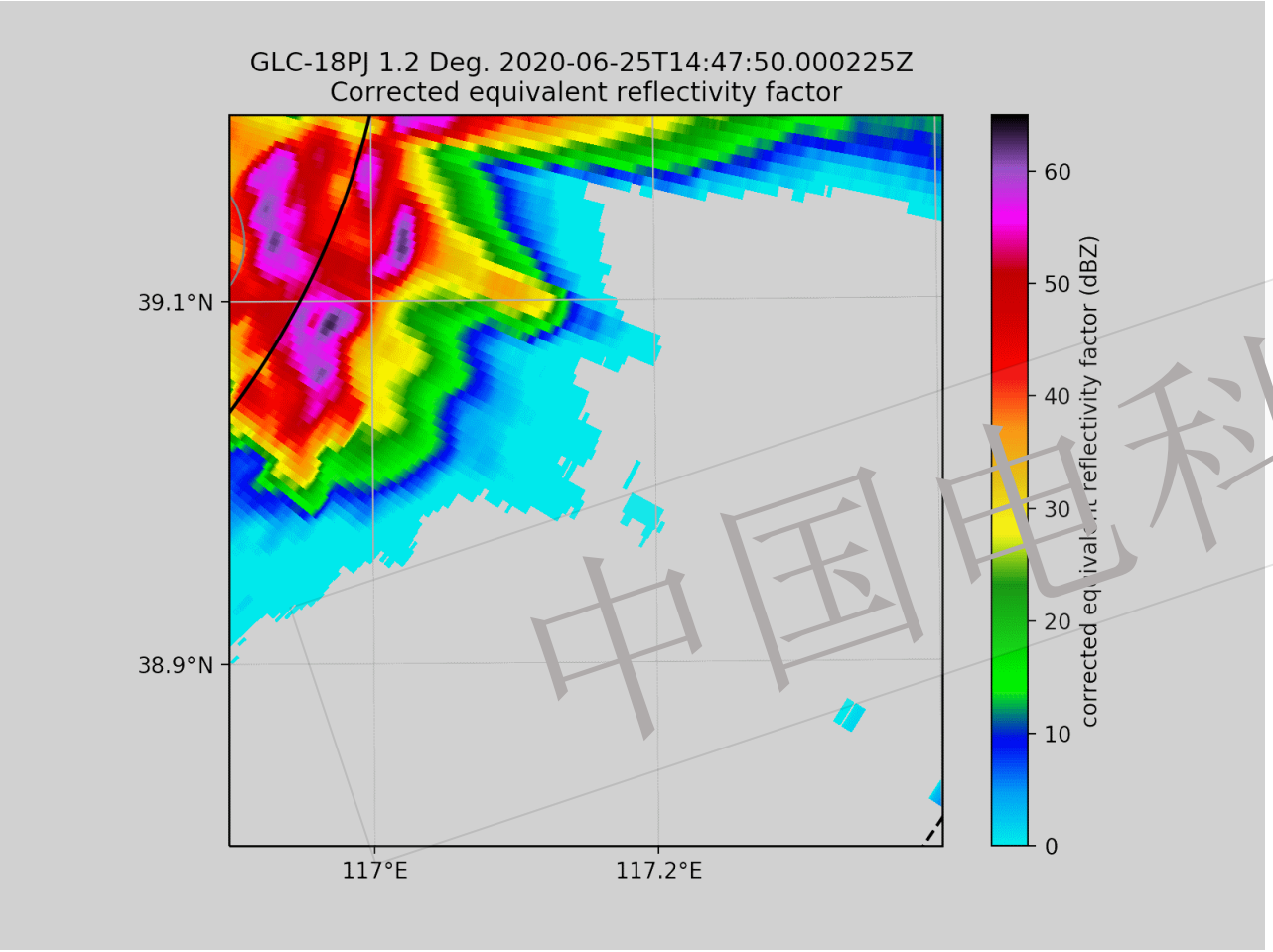
6.5公里高度回波

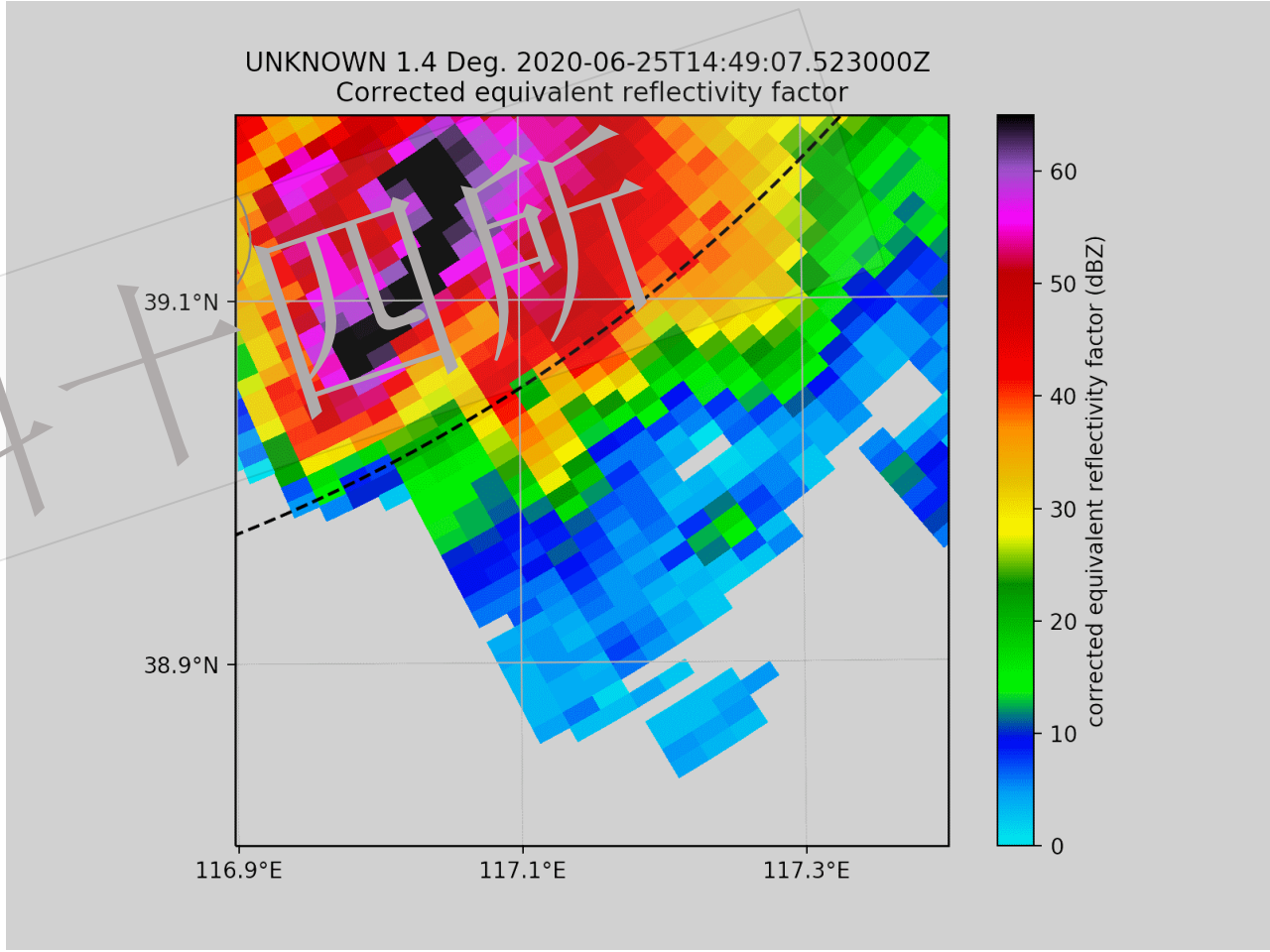




中国电科十四所

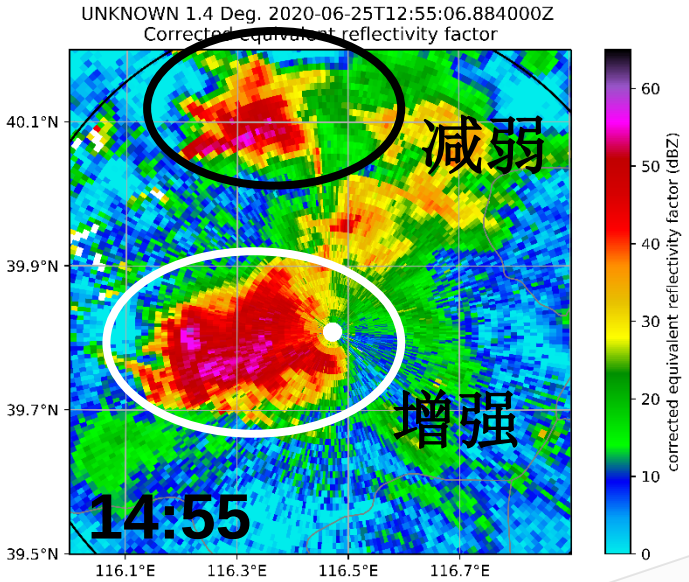
时间精细化

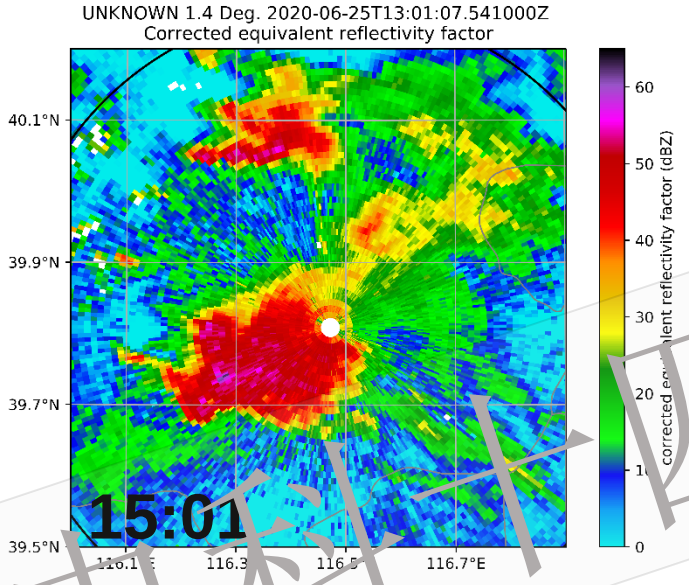


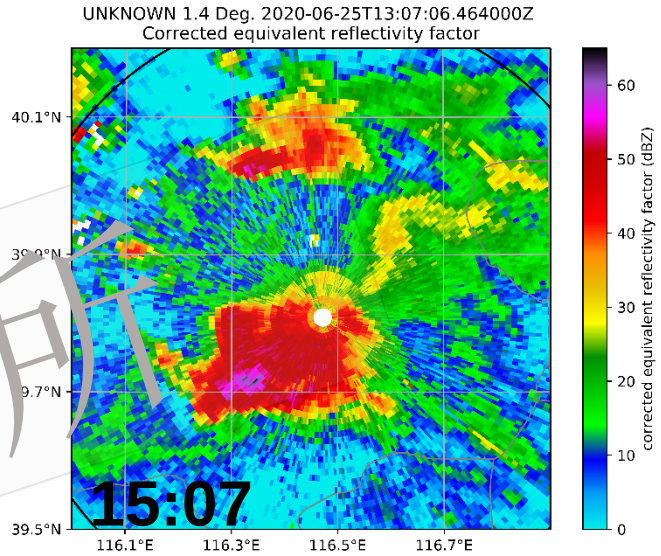


中国电科十四所

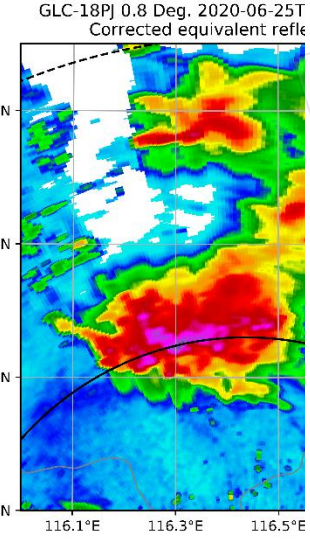
EL:1.4°

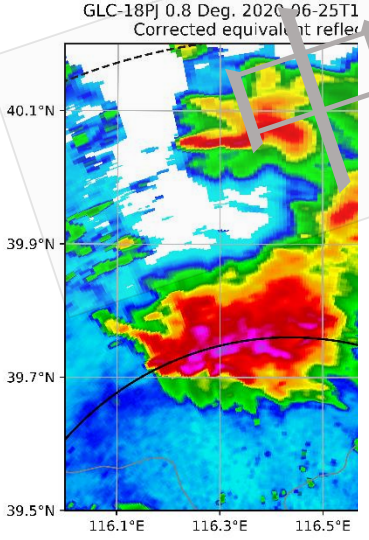


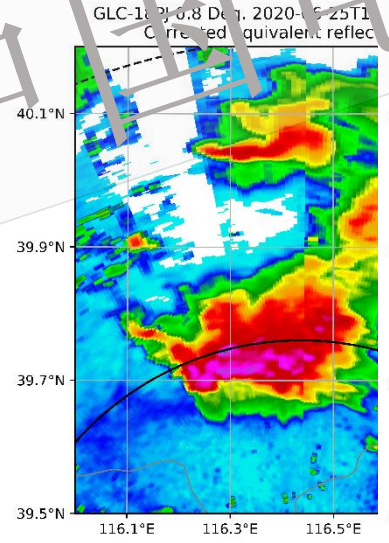


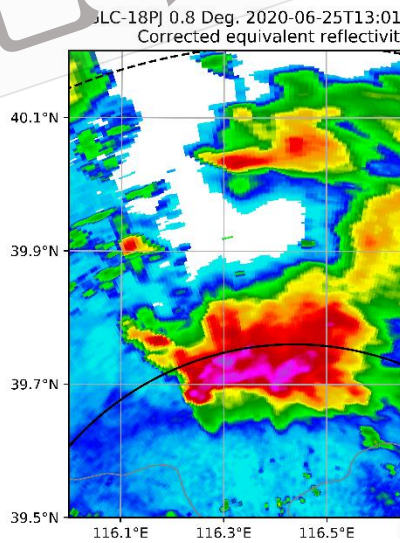


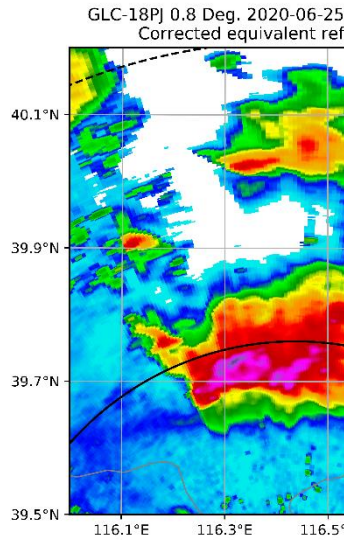
EL:0.8°

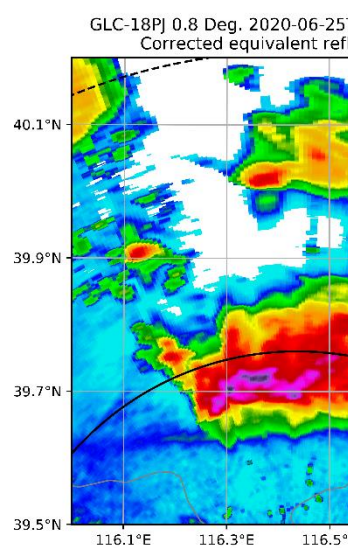


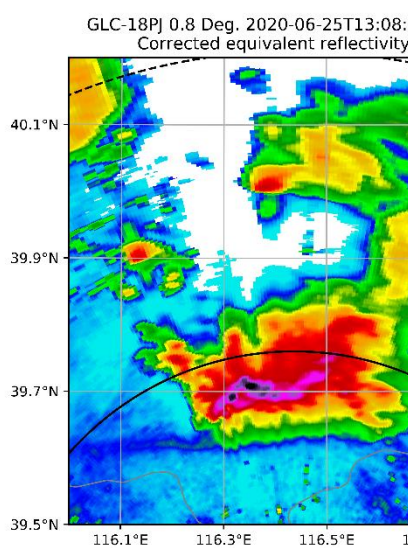








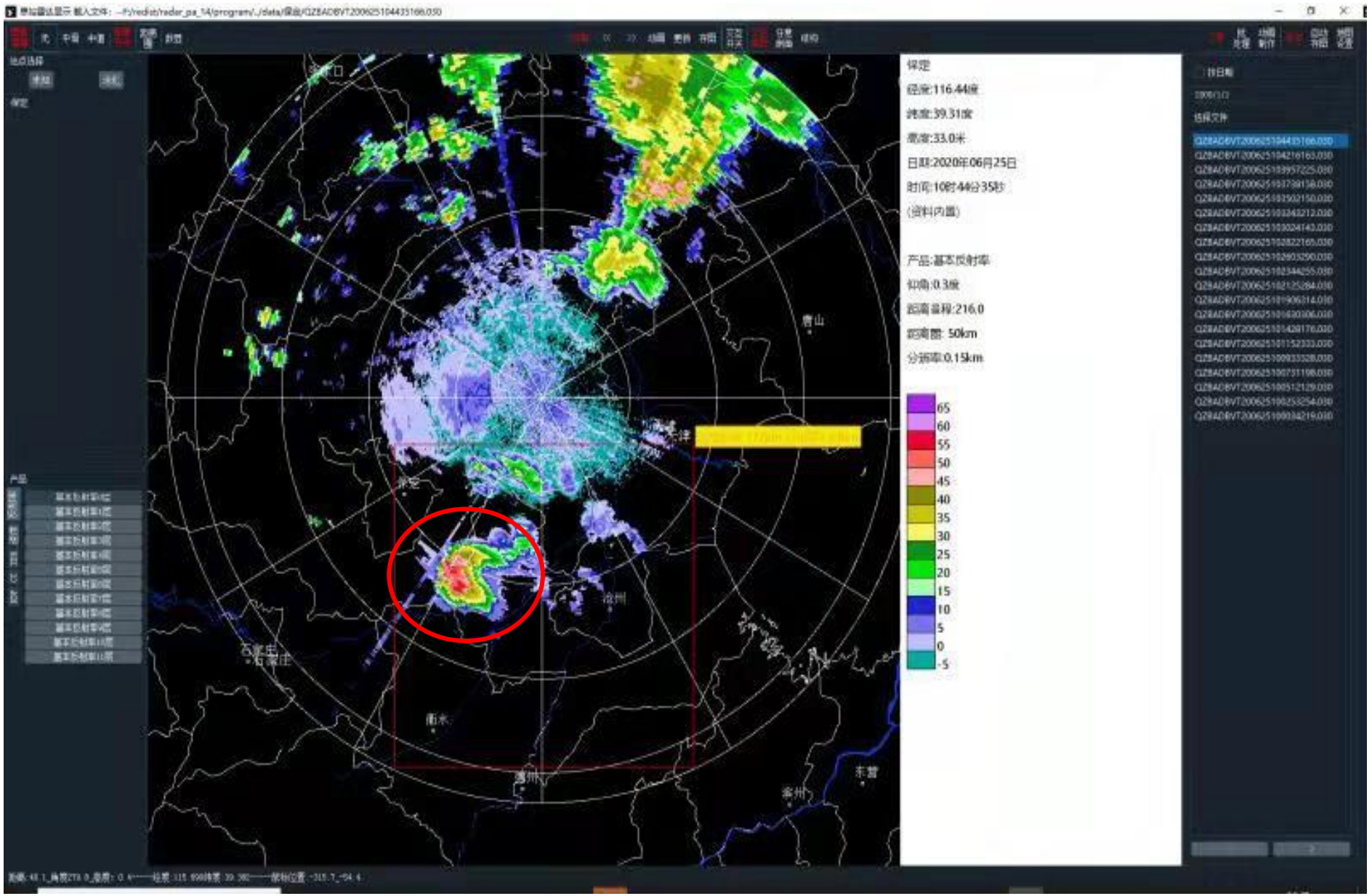


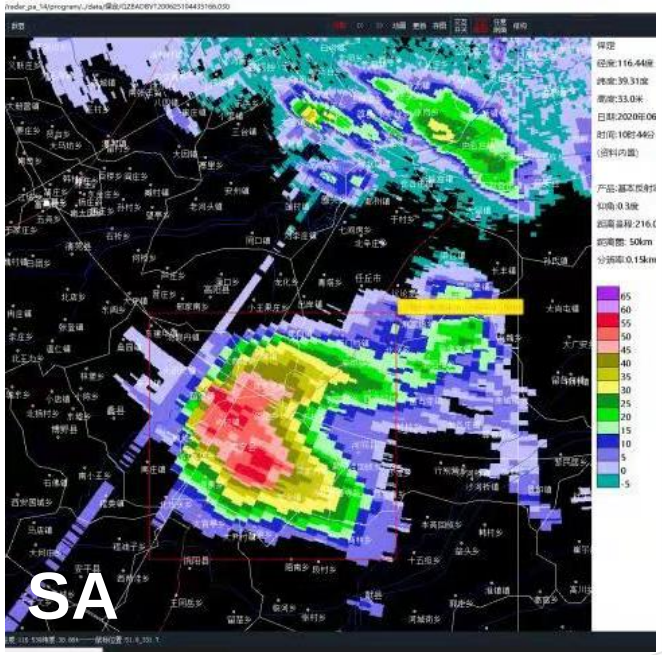


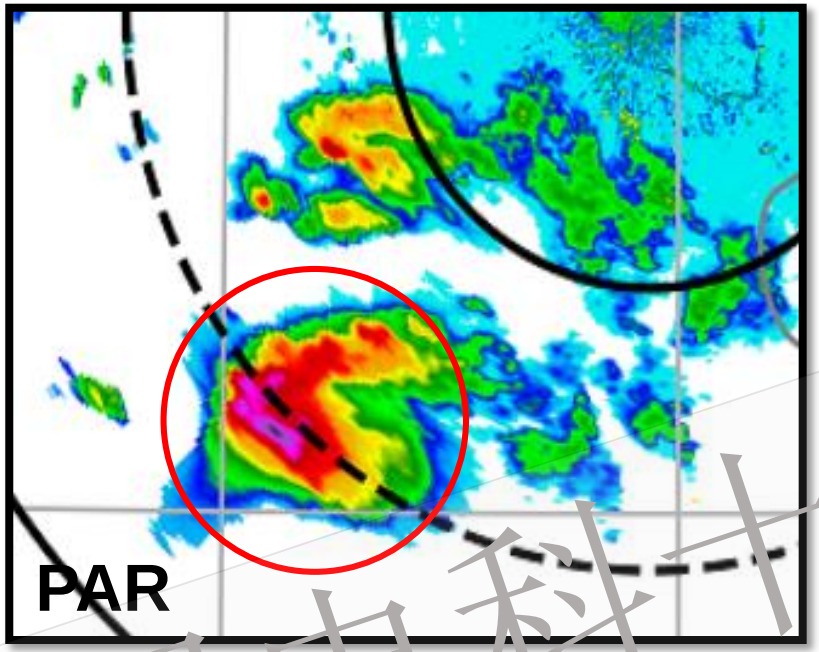
中国电科十四所

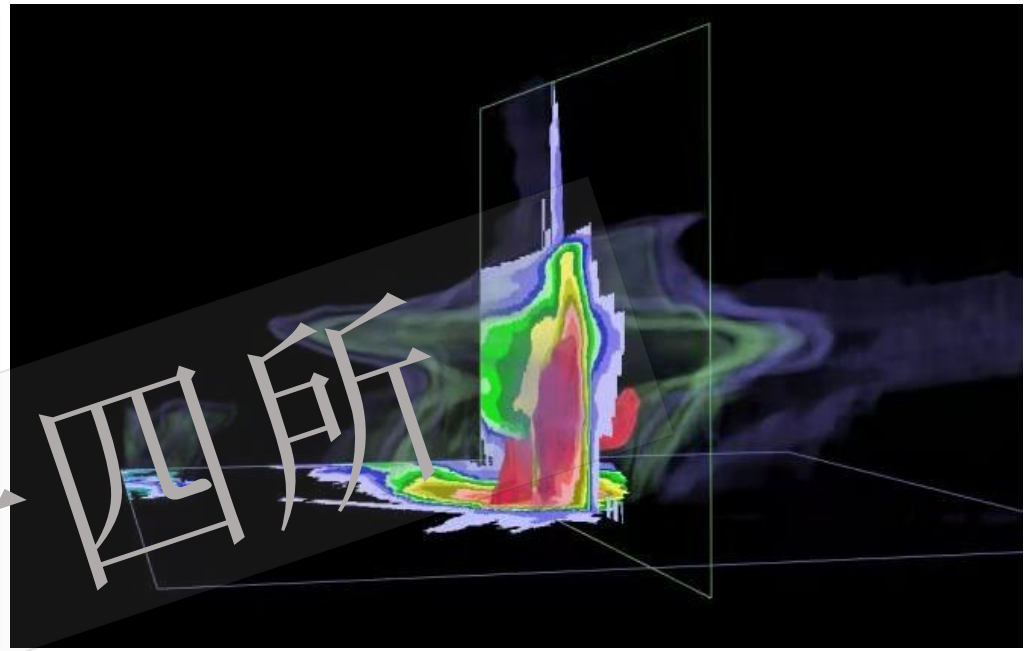
个例分析

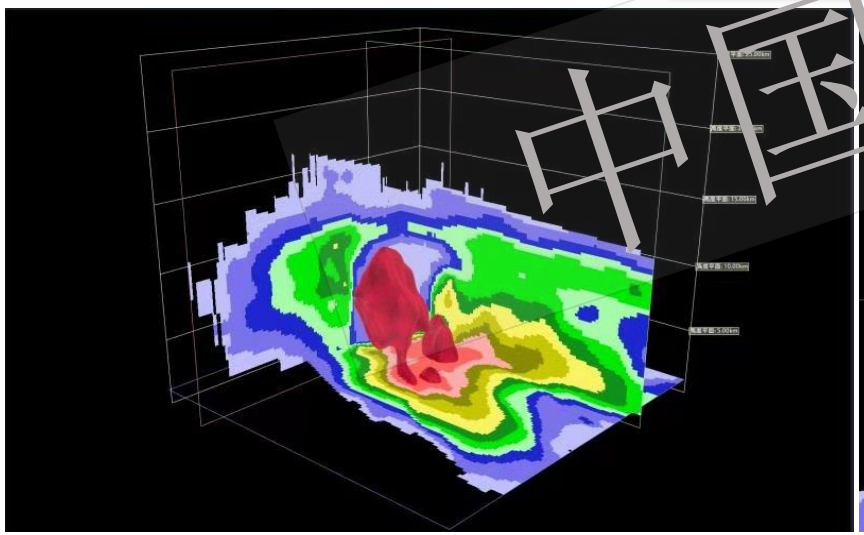
6月25日SA雷达观测强对流单体

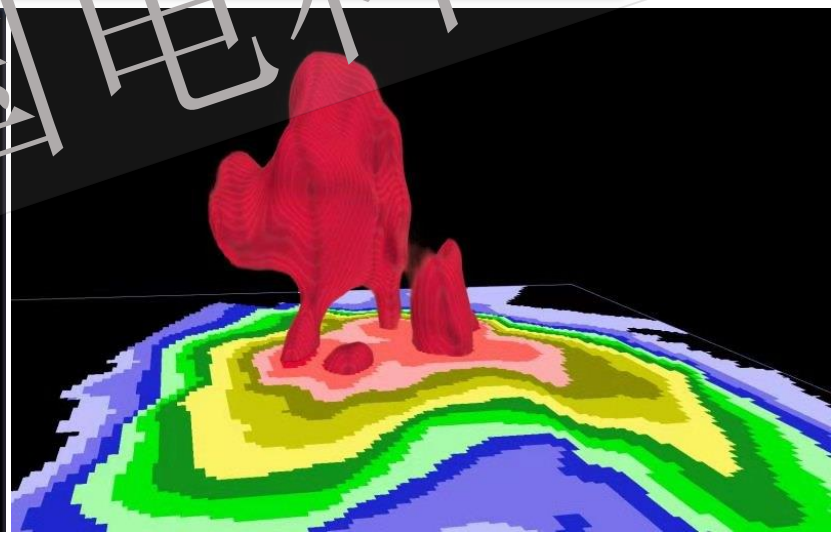


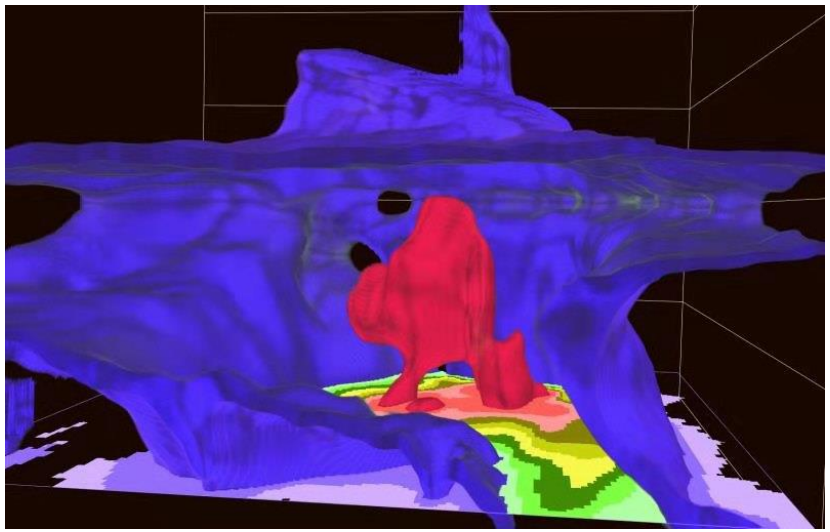




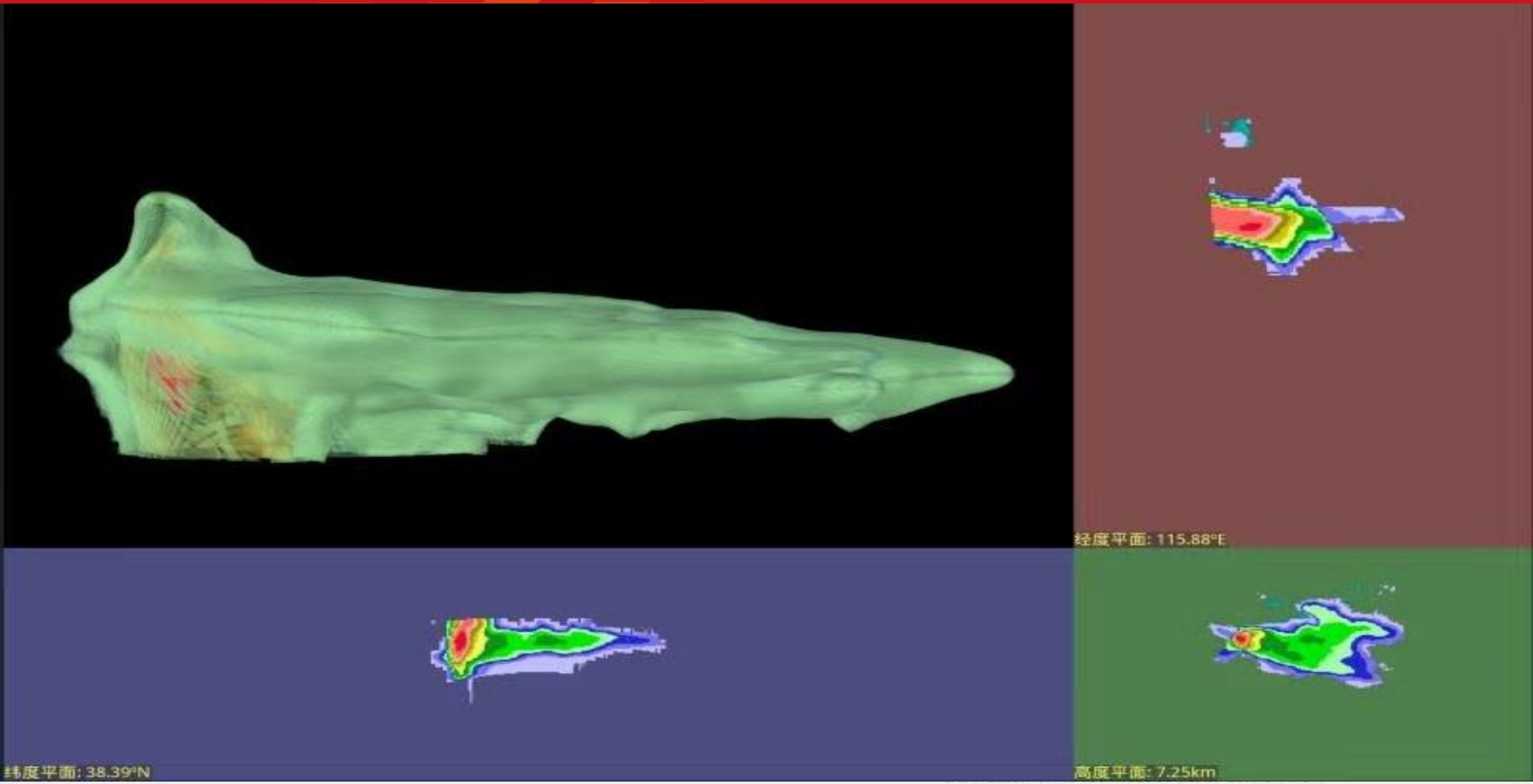


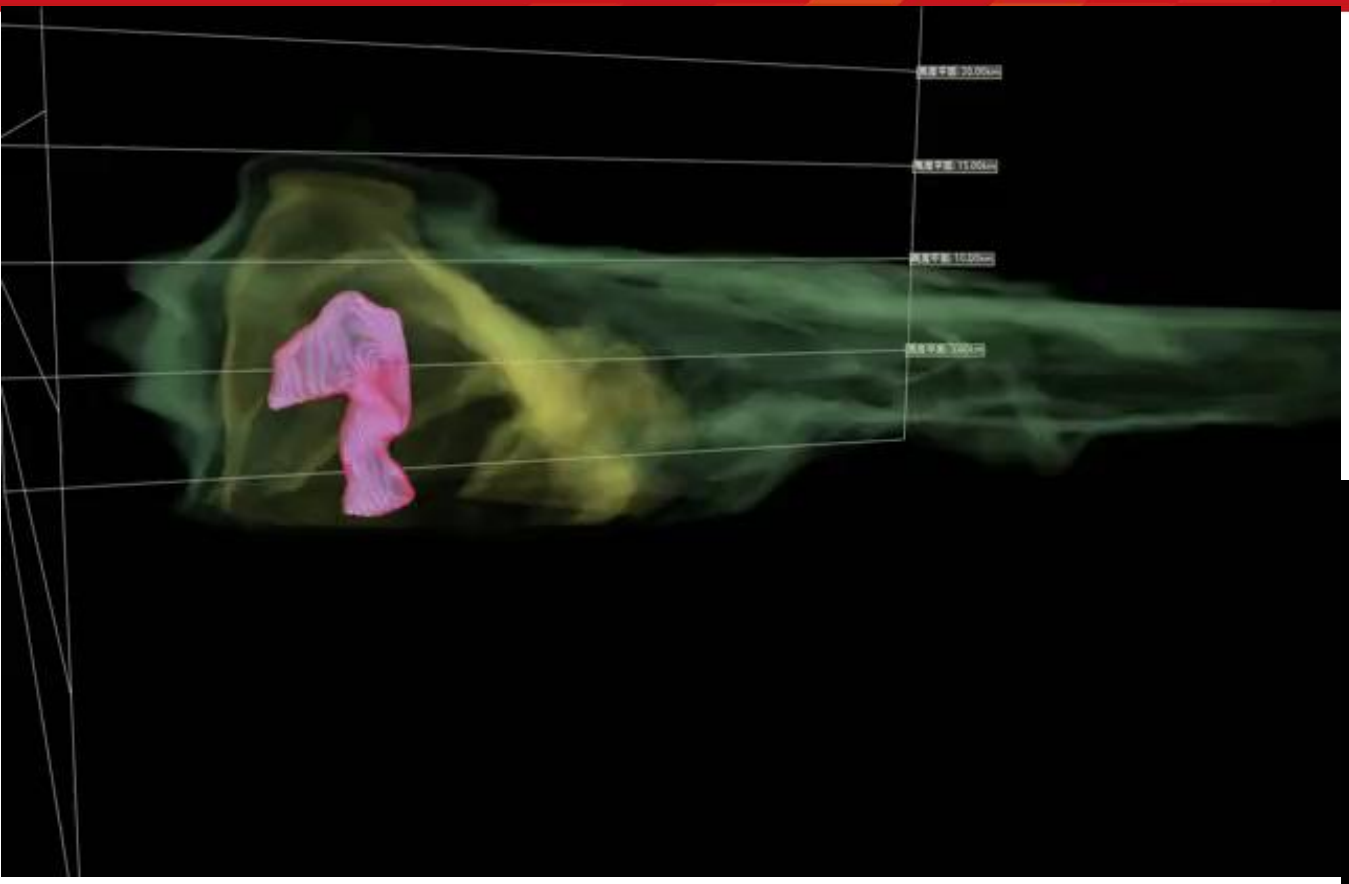


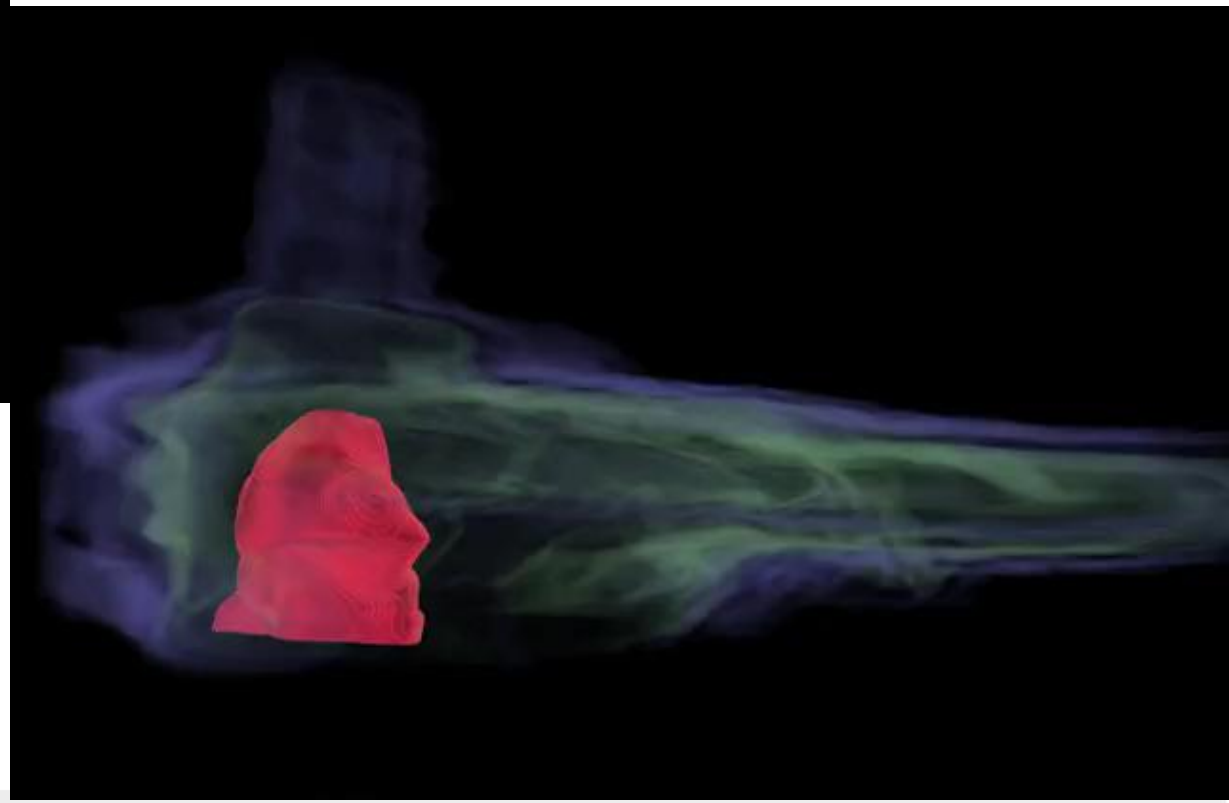




中国电科十四所

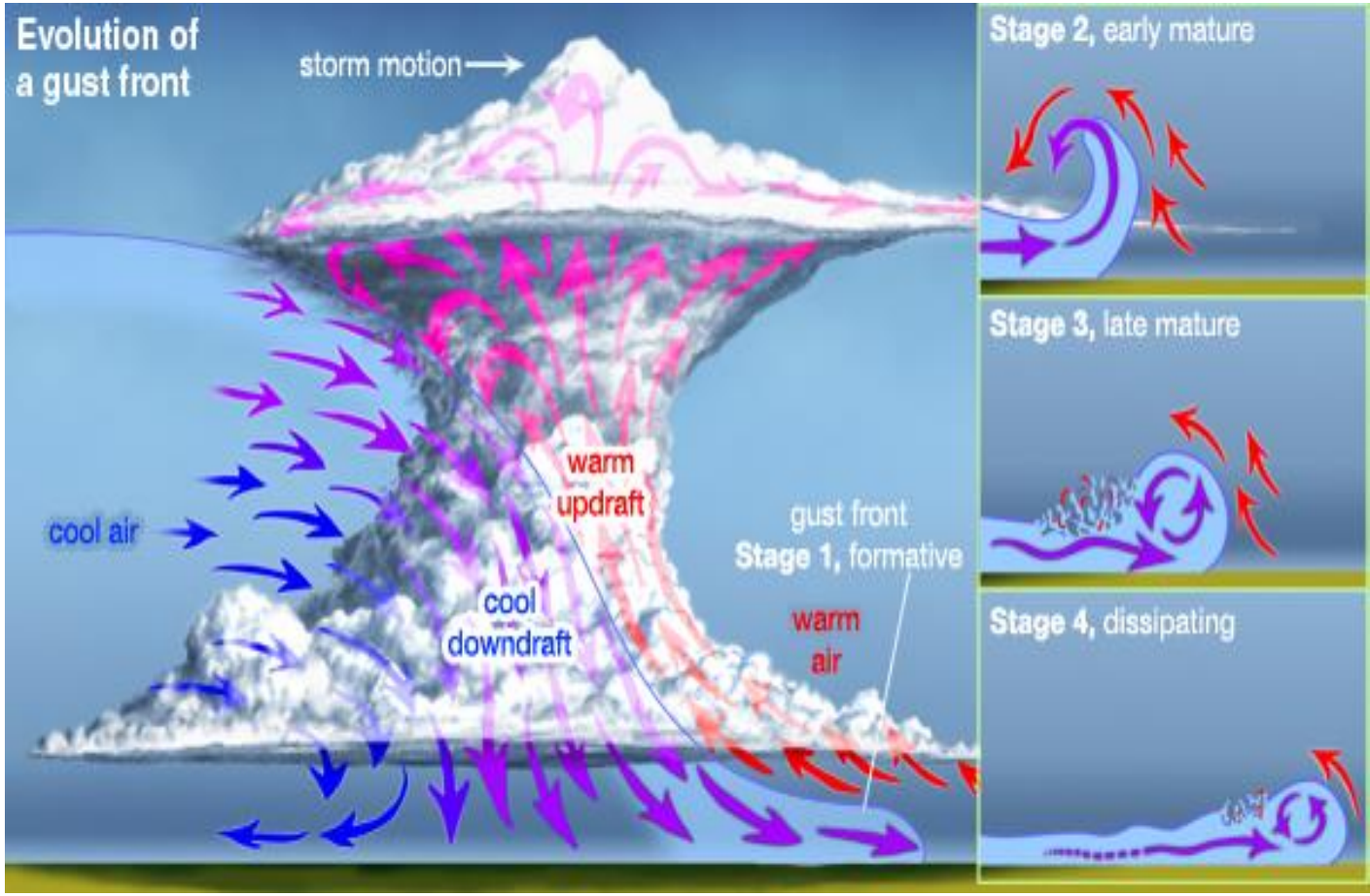

经度平面: 115.88°E
纬度平面: 38.39°N
高度平面: 7.25km





感谢宁波市气象局沃伟峰高工

此外，大兴机场C波段相控阵天气雷达在业务化过程中，还多次捕捉阵风锋、下击暴流及低空风切变等现象，分析表明，相比传统天气雷达，大型相控阵雷达能够更早发现中小尺度灾害天气，数据质量更好、识别预警能力更强。



三 总结展望

1、大型相控阵天气雷达时间、空间精细化程度远高于传统天气雷达，可有效提升灾害天气监测预警能力；

2、业务应用表明大型相控阵天气雷达能够有效解析雷暴、阵风锋、下击暴流、冰雹等危险天气内部复杂结构，有利于提升对中小尺度天气发生发展机理的认知；

3、S与C波段大型相控阵天气雷达未来可作为我国骨干天气雷达网的升级方向，也可服务于民航、智慧城市等领域；

4、基于大型相控阵天气雷达，未来有望改进短临数值预报，提升短临预报能力。

国睿科技股份有限公司
GLARUN TECHNOLOGY CO.,LTD.

责任　创新　卓越　共享