

西藏林芝地区零度层亮带识别

王旭^{1,3}, 陈华^{2,4}, 郝倚天¹, 陈瑞麒¹, 朱倩¹, 刘炫州¹, 王钱雨晨¹

(1. 成都信息工程大学电子工程学院, 四川 成都 610225; 2. 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室, 北京 100081; 3. 中国气象局大气探测重点开放实验室, 四川 成都 610225; 4. 西藏自治区大气探测技术与保障中心, 西藏 拉萨 850000)

摘要: 西藏林芝地区地形复杂, 雷达站周边群山环绕, 导致了严重的雷达回波遮挡。林芝的新一代天气雷达是国内遮挡最严重的站点之一。在林芝 CINRAD/CD 雷达数据遮挡严重的情况下, 结合该雷达的遮挡情况, 通过计算某一高度所有无遮挡区方位的平均反射率因子获取垂直廓线的方法, 得到零度层亮带的底高、顶高和峰值高度。为了交叉验证, 提取同时刻的 Ka 波段全固态测云雷达数据, 使用分级逐库订正法进行衰减订正, 然后识别亮带所在位置并计算亮带参数。最后, 将两部雷达的识别结果与最临近时刻探空数据的 0 °C 层高度进行对比分析。结果表明: 两部雷达都能有效识别亮带所在位置, 且与其他低海拔地区相比, 林芝地区的零度层亮带高度更接近于零度层高度, 且其厚度较小。

关键词: CINRAD/CD; 全固态云雷达; 无线电探空仪; 反射率因子垂直廓线; 零度层亮带

中图分类号: TN959.4

文献标志码: A

doi: 10.16836/j.cnki.jcuit.2017.02.004

0 引言

雪花或冰晶降落到 0 °C 层附近时, 其表面发生融化而使雷达反射率因子突然增大, 进而在雷达回波图上表现出来的现象, 称为零度层亮带^[1-2]。“亮带高度”是指在 0 °C 层亮带中雷达反射率因子最大值所在的高度^[3]。零度层亮带的高度对 0 °C 层具有指示作用, 不同降水类型和降水地点对应的零度层亮带的高度不同, 但它通常出现在零度层等温线以下几百米的高度^[4]。零度层亮带可以帮助确定潜在冰层的区域, 为航空及数值天气预报服务。它对气象雷达定量估测降水有重要的影响, 在近距离和中等距离会导致对零度层亮带附近降水的高估, 在远距离处对零度层亮带以上冰晶、雪花的低估^[5]。

零度层亮带通常根据雷达回波的三维特征和反射率因子垂直廓线来自动识别。Andrieu 等^[6]使用两个仰角反演平均垂直廓线 (VPR), 此方法估测结果比其他方法在雷达估测降水中有很大的改进。张乐坚等^[7]提出基于 S 波段雷达回波三维特征和反射率因子垂直廓线识别零度层亮带的方法。肖艳姣等^[8]提出自动识别零度层亮带平均高度、厚度和区域的方法, 并给出对亮带进行抑制的算法。但这些研究均在平原地区进行, 雷达覆盖情况较好, 数据遮挡较小。当雷达回波受到严重遮挡时, 很难获取准确完整的反射率因

子垂直廓线, 对于高海拔、雷达数据遮挡严重地区, 庄薇等^[9]利用青藏高原西宁地区雷达数据, 使用整个体扫的平均反射率因子垂直廓线识别亮带^[10], 并将探空资料与识别出的亮带高度进行对比, 对青藏高原地区零度层亮带进行识别与订正。

根据林芝地区的新一代天气雷达得到的体扫基数数据, 通过计算某一高度所有无遮挡区方位的平均反射率因子, 在雷达数据遮挡严重的情况下, 得到零度层亮带的底高、顶高和厚度, 并与同时刻的探空数据和 Ka 波段全固态天气雷达进行比较, 分析根据新一代天气雷达获取的零度层亮带参数与实际的 0 °C 层高度的关系。研究林芝地区零度层亮带识别将有助于亮带订正, 从而提高降水估测精度。

针对回波遮挡严重的林芝新一代多普勒天气雷达, 设计零度层亮带自动识别算法; 将新一代多普勒天气雷达与毫米波雷达和探空仪数据结合, 分析零度层亮带的顶高、底高及峰值高度。

1 零度层亮带识别原理

图 1 给出零度层亮带的反射率因子垂直廓线概念模型。平均反射率因子的概念是在所选的仰角和方位范围内, 除去无效值后将其他各个距离库的反射率因子的平均值。图中, \bar{Z}_{max} 表示平均反射率因子最大值; h_{max} 表示 \bar{Z}_{max} 所在的高度; h_t 表示 0 °C 层高度 (亮带顶); h_b 表示亮带底。在 h_t 以下的几百米内, 沿着平均反射率因子最大值 \bar{Z}_{max} 向上到 h_t 或向下到 h_b , $\bar{Z}(k)$ 都会减小。

收稿日期: 2017-01-08

基金项目: 四川省教育厅资助项目 (15CZ0020, 16ZA0209); 四川省科技厅资助项目 (2016JY0106); 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室开放课题面上资助项目 (2015LASW-B06); 国家级大学生创新创业训练计划资助项目 (201610621039)

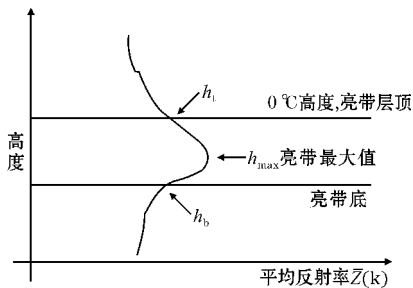


图 1 零度层亮带的反射率因子垂直廓线示意图

零度层亮带的识别方法如下^[11]:

(1) 计算同一高度上的 $\bar{Z}(h)$

根据反射率因子距离库的高度,每一层的高度定义为

$$H(h) = h \times \Delta h, h = 2, \dots, N \quad (1)$$

式中, h 为层序号,文中 Δh 取 100 m, N 表示垂直方向上包含的层数,文中 N 的最大值取为 150(最大探测距离 150 km)。

$\bar{Z}(h)$ 定义为

$$\bar{Z}(h) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{N_{le}} \sum_{j=1}^{N_{rad}} \sum_{k=1}^{N_{rb}} Z(i, j, k), h = 2, \dots, N \quad (2)$$

式中, $\bar{Z}(h)$ 是第 h 层的平均反射率因子,单位: dBZ; $Z(i, j, k)$ 是第 h 层内反射率因子大于某一阈值 T_{dBZ} 的反射率因子值; M 是第 h 层高度内反射率因子大于 T_{dBZ} 的个数; N_{le} 是体扫包含的仰角层数; N_{rad} 是一个仰角内包含的径向个数; N_{rb} 表示一个径向内包含的距离库数。文中,计算 $\bar{Z}(h)$ 采用了整个体扫的全部 9 层仰角 ($N_{le} = 9$) 和 360 个径向 ($N_{rad} = 360$) 上所有距离库的反射率因子数据。

(2) 识别亮带

首先,找出 $\bar{Z}(h)$ 所在高度 h_{max} ; 然后,向上找出最大反射率因子递减某一阈值 T 的高度 h_t ,向下找出最大反射率因子递减某一阈值 T 的高度 h_b ,同时满足(3)式中的条件,则认为存在零度层亮带:

$$\begin{cases} h_t - h_b \geq D_1 \\ h_t - h_{max} \leq D_2 \\ h_{max} - h_b \leq D_2 \\ h_t - h_b \leq D_3 \end{cases} \quad (3)$$

通过对西宁雷达观测到的 13 次层状云降水过程的分析,参照张乐坚和 Zhang 等^[11]对亮带深度和对称性约束参数的取值,庄薇等提出 $T_{dBZ} = 10$ dBZ, $T = 10\%$, $D_1 = 400$ m, $D_2 = 1000$ m, $D_3 = 1500$ m^[10]。

但是,依据对林芝雷达站在 2015 年 7 月至 8 月间观测到的多次降水过程的分析,各参数按如下取值能得到更好的亮带识别结果: $T_{dBZ} = 10$ dBZ, $T = 30\%$, $D_1 = 200$ m, $D_2 = 1000$ m, $D_3 = 1500$ m。

2 零度层亮带识别的过程设计及结果

2.1 过程设计

零度层亮带识别与分析过程如图 2 所示。首先,分别根据位于林芝的 C 波段新一代天气雷达 CINRAD/CD(简称 CD 雷达)和 Ka 波段全固态测云雷达(简称 Ka 雷达)数据识别零度层亮带所在的位置;然后,将识别出的亮带信息与探空数据进行对比,分析亮带位置与 0 °C 层高度的对应关系。CD 雷达亮带识别过程如下:首先从体扫基数据中提取反射率因子信息。然后,根据其他软件生成的该雷达遮挡情况,对反射率因子数据进行垂直方向上的分析处理,绘制平均反射率因子的垂直廓线图。需要特别指出的是:当某些方位的数据存在遮挡,该方位没有有效的反射因子或该反射率因子值因为受到部分遮挡而小于真实值,则该位置处的反射率因子不参与计算该高度处的 $\bar{Z}(h)$,即(2)式中的 $Z(i, j, k)$ 仅表示某一高度上无遮挡位置对应的反射率因子。最后,依据(3)式的判断条件得到零度层亮带信息(亮带层顶高度、亮带层底高度和亮带峰值高度)并绘图显示。

因为 Ka 雷达工作在垂直对天的扫描模式,所以只要提取相应时刻的径向数据,再做衰减订正,即可根据(3)式的判断条件识别亮带位置。

探空数据对应的 0 °C 层高度可以从探空数据文件中直接读取。

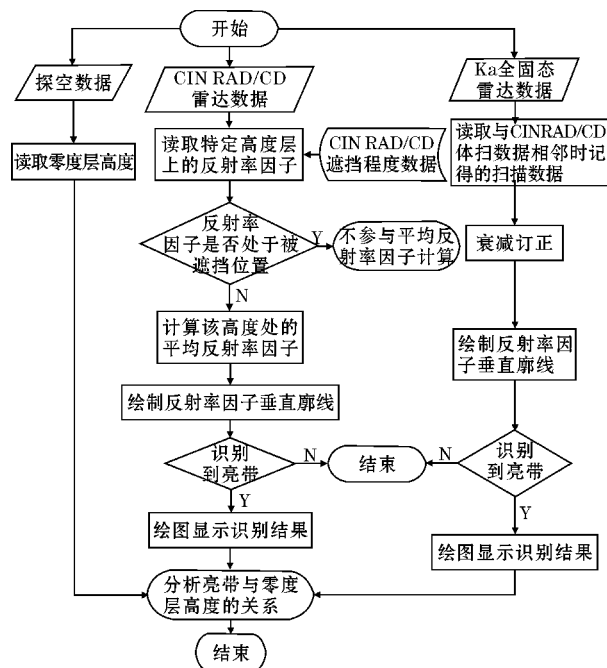


图 2 零度层亮带识别与分析过程

2.2 数据来源及预处理

观测设备简介:(1)林芝的新一代天气雷达从 2007 年 10 月 1 日开始正式投入业务试运行,该雷达为 CD 型、C 波段全相参体制的多普勒天气雷达,工作频率 5300 ~ 5500 MHz,脉冲峰值功率 ≥ 250 kW,发射脉冲宽度 1 μ s、2 μ s,可实时探测回波强度、径向速度和速度谱宽等气象参数,其位于八一镇比日神山,北纬 29°37'58",东经 94°23'45",海拔 3380.3 m,雷达楼共 3 层,高 11 m,周围有明显的地物阻挡;(2)Ka 雷达是由西安华腾电子公司和成都信息工程大学联合研制的全固态、全相参雷达,工作频率 35 GHz,主要观测模式为垂直对天扫描,可 24 小时不间断的稳定工作,该雷达的垂直分辨率为 30 m,时间分辨率为 1 分钟,架设在林芝气象局内,与探空仪释放位置相邻,经纬度和海拔高度可大致认为与探空仪一致;(3)无线电探空仪采用国产的 GTS1-1 型探空仪,释放地点为林芝气象局,北纬 29°40',东经 94°20',海拔 2992 m,每天释放 3 次,分别是北京时间 07:15,13:15 和 19:15。其温度传感器采用热敏电阻,测量范围在 -90 $^{\circ}$ C ~ 50 $^{\circ}$ C,允许误差 0.3 $^{\circ}$ C。3 部设备的位置如图 4 所示。

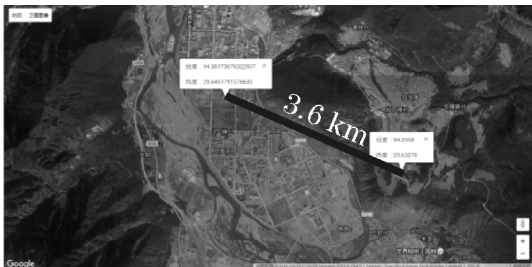


图 4 3 台设备架设地分布示意图(CD 雷达位于比日神山,图中右下方,毫米波雷达和探空仪位于林芝气象局,图中左上方)

文中所用数据来源于以上 3 种设备在 2015 年 7 月-2015 年 8 月间的观测数据。在此期间 CD 雷达工作在降水模式 VCP21,即 6 分钟内扫描 9 个仰角,因为雷达周围有许多高山,会对雷达波束造成遮挡,9 个扫描仰角都受到不同程度的遮挡,在底仰角时,遮挡尤其严重。基于雷达回波的概率特征,直接检测一段时间里实际雷达连续观测的反射率因子,统计雷达探测范围内的每个格点出现大于某一反射率因子阈值的概率,并通过设置适当的概率阈值确定不同遮挡性质的雷达探测区域(完全遮挡区域、部分遮挡区域和无遮挡区域)。由此得到图 3,图 3 给出了在 0.5°仰角时,林芝站的遮挡情况示意,可见:在最低的仰角,雷达大部分扫描区域都被完全遮挡,只有少部分区域被部分

遮挡。毫米波雷达在此期间工作在垂直顶空固定指向的模式,24 小时不间断扫描。

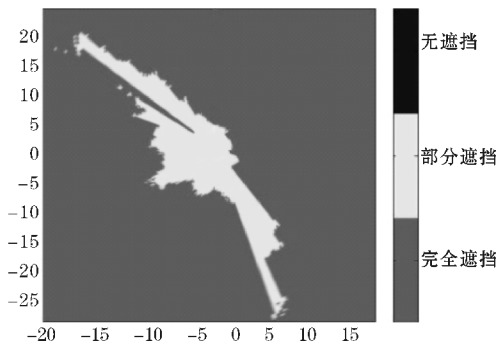


图 3 林芝 CD 雷达 0.5°仰角遮挡区域分布图

当毫米波雷达的发射路径上有丰富的水汽或液态水时,信号衰减非常严重,此时需要对回波信号进行衰减订正,否则回波明显偏弱^[12]。

文中首先采用黄兴友等^[12]提出的分级逐库订正法订正 Ka 雷达的回波衰减,然后再做零度层亮带识别。

分级逐库法订正法根据雷达回波反射率因子的测量值 Z_m 求解实际值 Z_r 。其原理如下:按 $i=1,2,3\cdots,n$ 的顺序,沿径向朝远离雷达的方向依次对各距离库进行衰减订正。对第 i 个库的衰减订正完成后,根据前 i 个库的订正结果计算 τ_i ,为第 $i+1$ 个库的订正做准备^[12]。逐库衰减订正结果可由(7)式得出^[13]:

$$Z_r(i) = [Z_m(i) / \tau_{i-1}] \exp \{ a Z_m^b(i) \Delta R \} \quad (7)$$

分级逐库订正法根据不同天气条件下云的类型使用不同的衰减系数。与使用固定系数法相比,该方法可以更好的反应出强回波和弱回波时的衰减变化^[14]。该方法将回波反射率因子分为 5 个等级的云区,不同等级采用不同的衰减订正系数 a 和 b 。分级依据如表 1 所示。王传志等^[15]给出了不同云型时的衰减系数。

表 1 分级依据	
云类型	反射率因子取值范围
弱云区	$Z < -20$ dBZ
厚云区	-20 dBZ $\leq Z < 0$ dBZ
云中包含液水	0 dBZ $\leq Z < 15$ dBZ
弱降水	15 dBZ $\leq Z < 25$ dBZ
显著降水	$Z > 25$ dBZ

图 5 给出一个使用分级逐库订正法对 Ka 雷达数据进行衰减订正前后对比的例子。从图中可以看出:订正后远距离处回波明显增强,且订正值随着距离的增大而增加,符合逐库订正原理,订正结果可信。

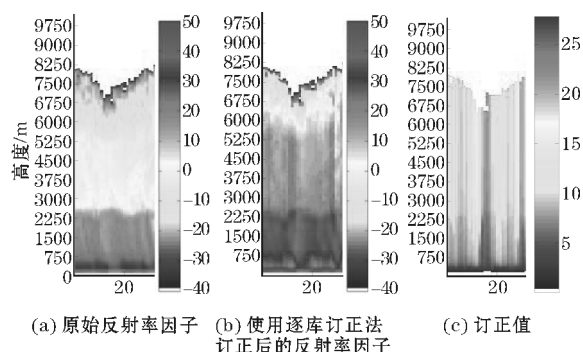


图5 Ka雷达衰减订正个例(图中,横坐标表示距离扫描开始的时间,单位:min. 反射率因子单位:dBZ)

由于近地面强地物杂波的影响,云雷达资料的前60个距离库(每个距离库的长度为30 m,即距雷达1800 m高度范围)的数据不参与亮带识别的判断^[16]。

2.3 识别结果及分析

根据2015年8月17日12:55林芝雷达站CD雷达的资料,识别出的零度层亮带和平均反射率因子垂直廓线分别如图6和图7所示。



图6 2015年8月17日12:55 CD雷达的亮带识别结果(6°仰角,每个距离圈50 km,最后一圈30 km)

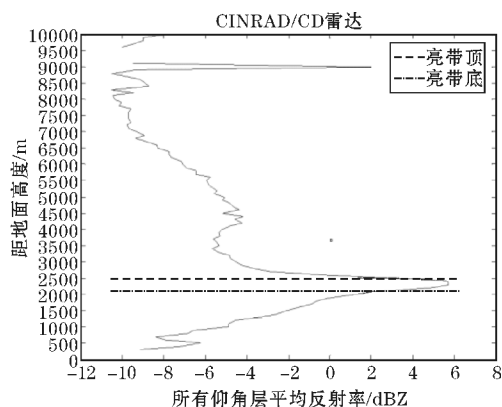


图7 2015年8月17日12:55 CD的平均反射率因子垂直廓线

由图可知:该时刻识别出的亮带顶部高度为2500 m,亮带底部高度为2100 m,亮带中心高度为

2300 m,这些高度值为相对于天线的高度。由于该雷达天线架设的海拔高度为3380 m,因此,亮带顶高的海拔高度为5880 m,底高为5480 m,最大值高度为5680 m。

选用架设在林芝气象局的Ka雷达2015年8月17日12:00~13:30的资料计算零度层亮带,这段时间的反射率因子和第55个径向的反射率因子垂直廓线分别如图8和图9所示。该雷达天线架设海拔高度为2992 m,识别出的亮带顶高海拔高度为5782 m,底高为5342 m,最大值高度为5617 m。

选取林芝气象局2015年8月17日与该时刻最接近的13:15的探空资料提取其0℃层高度。如表2所示,探空资料的0℃层出现在2740 m处,而该探空仪对应的海拔高度为2992 m,所以,0℃层出现在海拔高度5732 m处。

将例中CD雷达和Ka雷达识别到的零度层亮带与探空仪的0℃层资料对比,结果发现:CD雷达识别到的亮带顶高、底高和峰值分别比Ka雷达识别到的高98 m、138 m和63 m;CD雷达识别到的亮带峰值比探空仪探测得到的0℃层高度低52 m,Ka雷达识别到的亮带峰值比探空仪探测得到的0℃层高度低115 m,使用两种雷达资料识别到的亮带均位于0℃层高度之下。由于雪花或冰晶降落到0℃层附近开始发生融化,之后成为固液混合态,导致雷达反射率因子突然增大,因此零度层亮带一般出现在0℃层之下几百米的位置。庄薇等指出:某些个例的亮带高度与0℃层所在高度非常接近,甚至可能与0℃层高度重合^[10]。所以,个例的识别结果符合亮带位置特征。

比较图7和图9可以看出:根据CD雷达得到的平均反射率因子垂直廓线值明显小于Ka雷达得到的反射率因子垂直廓线值。产生原因有以下几点:(1)此次降水回波较强,CD雷达回波也有衰减,但是没有做衰减订正,而Ka雷达做了衰减订正;(2)CD雷达在计算平均反射率因子垂直廓线时,剔除受遮挡的回波数据,所以导致得到的平均反射率因子值偏小;(3)CD雷达得到的垂直廓线是根据体扫数据推导得出,而非直接探测得到,所以与Ka雷达直接进行垂直观测得到的结果会有一些的误差。尽管如此,根据CD雷达平均反射率因子的垂直廓线仍然能够分析出零度层亮带及其所在的位置,且其结果与Ka雷达结果较为接近。因此利用毫米波雷达识别亮带时,其对应的廓线特征与天气雷达一致,可以采用相同的模型分析亮带。

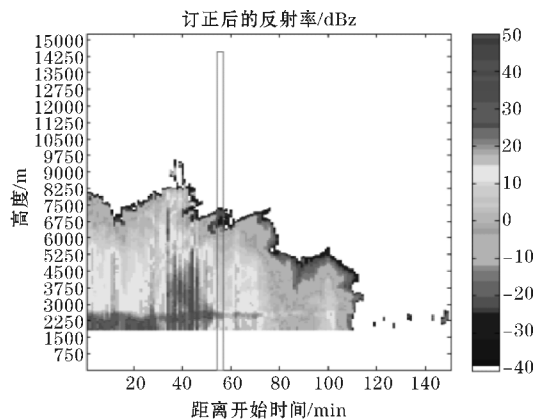


图 8 2015.8.17 12:00 ~ 13:30 Ka 雷达订正后的反射率因子

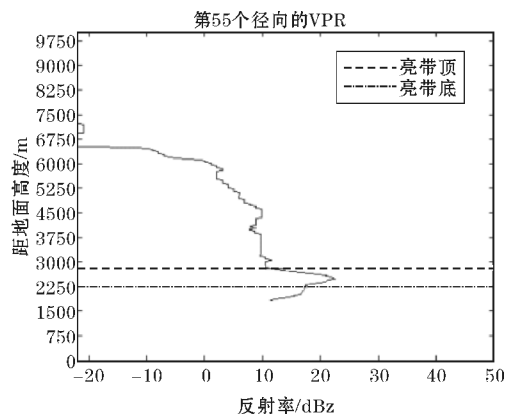


图 9 2015.8.17 12:55 Ka 雷达反射率因子垂直廓线

表 2 探空资料

台站名称:西藏自治区林芝市气象局 东经:94°20′ 北纬:29°40′				等间隔高度上的气象要素值(距地面) 海拔高度:2992 仪器号码:29517 探空仪型号:GTS1-1 型数字式探空仪			
高度	时间	气温	气压	湿度	露点	湿露差	虚温
2680	8.3	0.3	513	90	-1.2	1.5	1.6
2690	8.3	0.3	513	90	-1.2	1.5	1.6
2700	8.4	0.2	512	90	-1.3	1.5	1.4
2710	8.4	0.2	512	90	-1.4	1.5	1.3
2720	8.4	0.1	511	90	-1.4	1.5	1.3
2730	8.4	0.1	511	89	-1.4	1.5	1.3
2740(零度层)	8.5	0.0	510	89	-1.5	1.5	1.2
2750	8.5	-0.1	509	89	-1.6	1.5	1.1

表 3 给出 2015 年 7-8 月间林芝 8 次层状云降水过程的零度层亮带识别和对比结果。

从表中可以看出,8 次过程中有 4 次识别出亮带, 占总数的一半。在这 4 次过程中,同样的判断条件, CD 雷达识别到的亮带顶高、底高和峰值高度都比 Ka 雷达识别到的高,平均高出115.5 m、108 m和74 m;CD 雷达识别到的亮带峰值平均位于0℃层高度以下 82 m,而 Ka 雷达识别到的亮带峰值平均位于0℃层高度以下156 m。

表 3 2015 年 7-8 月林芝 8 次层状云降水过程的零度层亮带识别结果

时间	是否识别到亮带	CD 雷达识别的顶高/底高/峰值高/m	Ka 雷达识别的顶高/底高/峰值高/m	探空资料 0℃层/m	CD 雷达识别结果与云雷达结果之差/m	CD 雷达识别峰值与探空仪零层之差/m
8.19/19:00	是	5480/4780/5280	5342/4762/5173	5432	138/18/107	152
8.17/13:00	是	5880/5480/5680	5782/5342/5617	5732	98/138/63	52
8.17/19:00	无	--/--/--	--/--/--	5682	--/--/--	--
8.07/07:00	是	5480/5080/5180	5342/4892/5117	5222	138/188/63	42
8.07/13:00	是	5480/5080/5180	5392/4992/5117	5262	88/88/63	82
8.06/17:00	无	--/--/--	--/--/--	5562	--/--/--	--
7.21/07:00	无	--/--/--	--/--/--	5122	--/--/--	--
7.18/19:00	无	--/--/--	--/--/--	5242	--/--/--	--

3 结束语

林芝地区海拔较高,0℃层高度较低,位于0℃层之下的降水范围有限,通常零度层亮带区的资料也会用于估测降水,从而导致对降水的高估。使用位于林芝的 CD 新一代天气雷达和 Ka 波段测云雷达的平均反射率因子垂直廓线,研究林芝地区的零度层亮带参数。通过经典亮带模型和识别算法及总结出的适用于林芝地区的 T 、 D_1 、 D_2 、 D_3 值,可以看到基于 CD 雷达体

扫基数据各层的平均反射率因子垂直廓线符合亮带模型的特征,能够识别出亮带所在位置,并且可与探空资料和云雷达数据相互佐证。修改后的阈值 T 和 D_1 说明:林芝地区零度层厚度较低,且在零度层亮带范围内反射率因子的垂直递减率较大。林芝地区遮挡非常严重,采用文中的方法,使用全部仰角层未遮挡区域的平均反射率因子廓线来识别亮带。该方法能够识别出亮带,但识别结果与 Ka 雷达相比依然存在一定的误差,CD 雷达识别到的零度层位置均高于 Ka 雷达。将来可考虑通过以下方法提高亮带的

识别精度:(1)对 CD 雷达遮挡区域进行订正;(2)对 CD 雷达回波进行衰减订正;(3)提高 CD 雷达绘制平均反射率因子垂直廓线时的高度分辨率,文中使用的 CD 雷达垂直分辨率为100 m,Ka 雷达的垂直分辨率为30 m;(4)改进毫米波雷达识别零度层亮带的方法。

参考文献:

- [1] 庄薇. 青藏高原复杂地形雷达估测降水关键方法研究[D]. 北京:中国气象科学研究院,2013.
- [2] 孙赫敏. 青藏高原复杂地形雷达估测降水关键方法研究[D]. 北京:中国气象科学研究院,2013.
- [3] 谢丽萍,王德旺,黄宁立,等. 基于云雷达的大气 0℃层亮带识别[J]. 干旱气象,2016,34(3): 472-480.
- [4] 张培昌,杜秉玉,戴铁丕. 雷达气象学[M]. 北京:气象出版社,2001:306.
- [5] 李艳芳. 基于雷达资料质量控制的降水估测及外推预报[D]. 南京:南京信息工程大学,2013.
- [6] Andrieu H, Creutin J D. Identification of Vertical Profiles of Radar Reflectivity for Hydrological Applications Using an Inverse Method, Part I: Formulation[J]. Journal of Applied Meteorology, 1995, 34:225-239.
- [7] 张乐坚,程明虎,陶岚. CINRAD-SA/B 零度层亮带识别方法[J]. 应用气象学报,2010,21(2): 171-179.
- [8] 肖艳姣,刘黎平,李中华,等. 雷达反射率因子数
- 据中的亮带自动识别和抑制[J]. 高原气象, 2010,219(1):197-205.
- [9] 庄薇,刘黎平,余燕群,等. 雷达地物回波模糊逻辑识别法的改进及效果检验[J]. 气象学报, 2012,70(3):576-584.
- [10] 庄薇,刘黎平,胡志群,等. 青藏高原零度层亮带的识别订正方法及在雷达估测降水中的应用[J]. 气象,2013,(8):1004-1013.
- [11] Zhang J, Langston C, Howard K. Bright Band Identification Based on Vertical Profiles of Radar Reflectivity from the WSR-88D[J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 2008, 25(10):1859-1872.
- [12] 黄兴友,樊雅文,李峰,等. 地基 35 GHz 测云雷达回波强度的衰减订正研究[J]. 红外与毫米波学报,2013,32(4):325-330.
- [13] 张培昌,王振会. 天气雷达回波衰减订正算法的研究(I):理论分析[J]. 高原气象,2001,20(1):1-5.
- [14] 王传志,侯小宇,李学华,等. 基于分级逐库方法的 KA 波段云雷达反射率因子衰减订正[J]. 成都信息工程大学学报,2016,31(4):358-362.
- [15] 刘黎平,仲凌志,江源. 毫米波测云雷达系统及其外场实验结果初步分析[J], 气象科技, 2009,37(5):567-571.
- [16] 王德旺,刘黎平,仲凌志,等. 毫米波雷达资料融化层亮带特征的分析及识别[J]. 气象, 2012,38(6):712-721.

Identification of Bright-band in Nyingchi

WANG Xu^{1,3}, CHEN Hua^{2,4}, HAO Yi-tian¹, CHEN Rui-qi¹, ZHU Qian¹, LIU Xuan-zhou¹, WANG Qian-yuchen¹

(1. College of Electronic Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China; 3. Key Laboratory of Atmospheric Sounding, China Meteorological Administration, Chengdu 610225, China; 4. Atmospheric Sounding Technology and Security Center of Tibet, Lhasa 860000, China)

Abstract: Complex terrain around the radar station will seriously block the radar echo. New generation of weather radar-located in Nyingchi, Tibet is one of the most blocked radar sites in China. Based on the volume radar data obtained from the new generation weather radar in Nyingchi area (CINRAD-CD), the vertical profile of the average reflectivity factor is calculated at the unblocked azimuth. According to the vertical reflectivity factor profile of bright-band, the macrophysics parameters such as the top height, the bottom height and the peak height the bright-band are calculated. For cross validation, the vertical reflectivity factor data of Karadar are extracted, the correction of attenuated reflectivity factor is firstly carried out with the method of bin-by-bin correction in the groups, and the corresponding macrophysics parameters of the bright-band are also calculated. Finally, the bright-band identification of the two kinds of radar are validated through temperature profile captured with radiosonde at the closest time. The results show that two radars are able to consistently identify the bright-band, and different from other low altitude areas, the bright-band peak height of Nyingchi is more closer to the height of 0℃ isotherm, and its thickness is smaller.

Keywords: CINRAD/CD; cloud Radar; radiosonde; vertical profile of reflectivity factor; bright-band