

WSR-88D 常规产品集 (RPS) 的设置

戴建华

(上海中心气象台, 200030)

提 要

WSR-88D 多普勒天气雷达拥有 70 余种产品 (包括基本产品和导出产品), 大大提高了对天气现象的探测和预报能力。由于通讯、资料处理与存储等限制, 在主用户处理单元 (PUP) 上只能同时获取部分产品。对于不同的天气类型、现象及其不同的落区, 各种产品组合的选定显得十分重要。常规产品集 (RPS) 在 WSR-88D 的产品生成与分发中起了重要作用, 本文对 RPS 的设置作了分析和研究, 提出针对不同情况的设置原理方案, 并结合上海地区特点给出了实例。

关键词: 多普勒天气雷达 产品集 设置

引 言

WSR-88D 多普勒天气雷达主要由三大单元组成: 雷达资料采集 (RDA)、雷达产品生成 (RPG) 和主用户处理 (PUP)。RDA 采集的数字化资料通过宽带通讯送到 RPG, 在 RPG 中经过多种算法处理得到基本产品和导出产品, 这些产品再通过窄带通讯或其它通讯方式送到 PUP 供用户调阅。

WSR-88D 的产品是由 RPG 中的产品生成与分发总表控制的^[1]。此表在 RPG 的系统内部, 它由来自相关 PUP (APUP) 的 RPS 表、一次性产品申请 (OTR)、警报对产品, 及来自非相关 PUP (NAPUP) 和其他用户的需求汇编合成。它决定每次体扫描中产生哪些产品, 并控制产品的存储与分发。

由于过多的产品会导致 RPG 计算机 CPU 的过载而停止运行 (Load Shedding), 使定时的产品生成程序停止; 同样, 过多的产品传输会导致 RPG 与 APUP 之间窄带通讯的过载断开 (Load Shedding), 使一些低优先级的产品丢失。另外, PUP 的数据库有一定容量, 过多的产品会缩小产品的存储时间, 以上海 WSR-88D 为例, RPS 中产品数为 20 时, PUP 可存近 6 小时的资料; 产品数为 36 时, 只能维持最新 3.5 个小时的资料。WSR-

88D 产品生成与分发的基本方式给用户带来了一对矛盾: 资料数量的增加导致通讯过载及资料处理和存储的困难。对于 RPG 的 CPU 过载, 可通过减少 RPS 和 OTR 中产品的数量来解决, 如减少组合切变等值线和分层组合反射率等产品; 窄带的过载可通过减少 RPS 和 OTR 中基本产品的申请数量, 或通过减少 RPS 中组合反射率产品和警报对产品的数量来解决, RPS 中产品参数的改变也影响窄带的通畅。

因此, RPS 表的设置直接影响到 WSR-88D 产品的生成与分发, 以及用户对产品的有效应用。

1 RPS 的介绍^[2,3]

RPS 全称为 Routine Product Set (常规产品集), 由用户在 PUP 设置并发送到 RPG 中, 成为产品生成与分发总表的一部分, 控制产品的生成与分发。

1.1 RPS 表的内容

RPS 表中包括产品的类型及其参数 (见表 1), 如第 8 行为速度产品, 16 级数据, 0.54nm 分辨率, 1.5 度仰角, 右屏显示, 每次体扫描申请, 高申请优先级, 其他用户不可调阅, 不自动存档。

1.2 RPS 表中产品的数量

在满足业务应用的前提下,为减少通讯和资料存储的负担,申请产品愈少愈好。一般的 APUP 的 RPS 表中可列 20 个产品,通过 9600bps 的窄带与 RPG 联系。但与 RPG 搭配的 APUP (RPGOP) 拥有 56000bps 的专线,通讯速率较高,RPS 最多可列入 50 个产品。实际中,RPGOP 所能承受的产品一般为 30 个左右。以上海 (RPGOP) 为例,综合各方面因素,产品数量一般最多为 35 个。

1.3 RPS 的分类

RPS 分两类:当前(正在 RPG 中运行)RPS 和备档 RPS。用户在 PUP 上可以对它们进行设置。两类可互相替代和转换。备档 RPS 共有 10 个 RPS 表(代码 A 到 J),以便于 PUP 用户根据不同天气情况和服务目的编辑、选择。

2 RPS 设置原理

RPS 的设置应注意以下几个方面:

2.1 天气模式和体扫描方式

降水模式时,体扫描方式为 VCP11 或 VCP21;晴空模式时,体扫描方式为 VCP31 或 VCP32。不同的 VCP 方式,采用不同的扫描仰角,如 VCP11 有 14 个仰角,VCP21 有 9 个仰角,前者有 7.5 度的资料,后者则没有,而 VCP31、32 仅有 5 个仰角。设置 RPS 时应针对 VCP 进行产品仰角的选择。10 个 RPS 表中,A、B 表分别为降水模式、晴空模式启动时的默认 RPS 表,两表不能空设且设置十分重要。

2.2 天气类型和现象

WSR-88D 的产品十分丰富,各有其针对性,不同的天气类型和现象有不同侧重的设置。对流性天气、稳定性天气、混合性天气各有相适应的产品组合;强降水有风暴总降水 STP 和 1 小时降水 OHP,冰雹有冰雹指数 HI 和垂直总含水量 VIL,龙卷有龙卷涡旋标记 TVS,风暴有风暴结构 SS 和风暴路径信息 STI 等产品。

2.3 天气现象与 RDA 的间距

天气现象距 RDA 的远近也影响到 RPS 中产品特别是基本产品仰角和分辨率的选

择。基本产品的分辨率愈高,其覆盖范围就愈小,因而远距离的目标只能用低分辨、近距离的目标只能用高仰角的基本产品来分析,中距离的目标的选择较多。但大范围的强天气发生时,就要综合考虑。一般应选择适当的 4 个仰角探测风暴的底、中、高三层强度和流场结构。

2.4 RPS 相应的产品

大多数基本和导出产品可列入 RPS 表,而有些产品不适宜在 RPS 表中设置而适宜通过一次性申请(OTR)得到,像一些须由用户定义方位、距离的开窗产品和垂直截面产品,如强天气分析产品(SWA)、垂直截面反射率产品(RCS)等。但也有例外,如当强天气发生时或因服务的需要,可将这些产品的定位参数载入 RPS 表,针对某一地域连续、高分辨的观测,无须做 OTR。

2.5 产品申请的频率

RPS 中产品的申请频率缺省值为 1,即每次体扫描都生成。而有些产品在几个体扫描之间变化很少,可 2~3 个体扫描申请一次,不会丢失多的信息。如 VAD 的垂直风廓线产品(VWP)和用于远距离警戒、低分辨率的反射率、组合反射率产品。

2.6 窄带通讯的限制

较大的产品会占用窄带较多的时间,并易引起窄带的过载中断(Load Shedding)。产品的类型和分辨率决定产品大小,谱宽产品(SW)和高分辨率、多数字级的组合反射率产品(CR)的数据量最大,有 30000 个字节,需占用 9600bps 窄带传输 1 分钟。有大范围的天气发生时数据传输量也会增加。当预计窄带有过载中断可能时,在 RPS 中可减少产品的总数、申请频率和数值级。

2.7 产品申请优先级

申请优先级(RPS 表中的 REQ-PRI)是窄带通讯传输的优先权,而不是 RPG 生成的优先权。当窄带过载中断时,低优先级的产品最先被中断。RPS 表中重要的产品应被赋予高申请优先级。

表 1 夏季中距离对流天气的 RPS

LN	PROD	DTA	RES	SLICE	PARAM1	PARAM2	AUT DSP	REQ	REQ	OTH	PUES	AUT ARC
行数	名称	层次	分辨率	仰角	参数 1	参数 2	自动显示	FRQ	PRI	USR	DIST 远程	自动存档
1	R	16	0.54	0.5			L	1	H	N	N	N
2	V	16	0.54	0.5			L	1	L	N	N	N
3	SRM			0.5			L	1	H	N	N	N
4	SW	8	0.54	0.5			L	1	L	N	N	N
5	R	16	0.54	1.5			R	1	H	N	N	N
6	V	16	0.54	1.5			R	1	H	N	N	N
7	SRM			1.5			R	1	H	N	N	N
8	SW	8	0.54	1.5			R	1	L	N	N	N
9	R	16	0.54	2.4			L	1	H	N	N	N
10	SRM			2.4			L	1	H	N	N	N
11	R	16	0.54	3.4			R	1	H	N	N	N
12	SRM			3.4			R	1	H	N	N	N
13	R	16	0.54	4.3			L	1	H	N	N	N
14	SRM			4.3			L	1	H	N	N	N
15	R	16	0.54	6.0			R	1	H	N	N	N
16	SRM			6.0			R	1	H	N	N	N
17	VWP						L	2	H	N	N	N
18	VIL						R	1	H	N	N	N
19	STI						L	1	H	N	N	N
20	M						R	1	H	N	N	N
21	SS						L	1	H	N	N	N
22	STP						R	1	H	N	N	N
23	OHP						L	1	H	N	N	N
24	HI						R	1	L	N	N	N
25	TVS						L	1	L	N	N	N
26	CR	16	0.54				R	2	H	N	N	N
27	LRM			M			L	2	H	N	N	N
28	ET						R	1	H	N	N	N
29	CS						L	1	L	N	N	N
30	SWP						R	1	L	N	N	N

3 RPS 设置方案

综合以上几个方面, 提出上海 WSR-88D (RPGOP) 的 RPS 设计方案。

3.1 产品数量

RPS 表的产品数在满足业务应用的前提下愈少愈好, 最多一般不超过 35 个。

3.2 扫描模式

上海 WSR-88D 的降水模式一般用 VCP21, 但是当风暴目标近于 30nm 时, 该模式只有 3~4 个仰角能探测到风暴的中上层, 间隔较大, 而 VCP11 模式有 7~8 个仰角可探测风暴的中上层, 此时应选择 VCP11 模式; 晴空模式用 VCP31。产品参数的设置须与扫描模式相符合。

3.3 备份 RPS 的分类

RPS 的 10 个备份表除 A、B 表外, 其它 8 个表针对不同的天气类型、现象及其落区,

分别设置为: 对流性天气近目标型、对流性天气中距目标型、对流性天气中远距目标型、稳定性天气型、混合性天气中近目标型、混合性天气中远目标型、春秋大风型和晴空模式型。一般规定近目标在 40nm 以内, 中目标 40~120nm, 远目标 120nm 以外。产品类型、仰角、分辨率的合理选择可全面反映天气现象的结构和特征。

3.4 产品的设置

WSR-88D 的产品共有两大类: 基本产品和导出产品。基本产品包括反射率 (R)、径向速度 (V) 和谱宽 (SW); 导出产品有 33 种, 分 5 个子类: 风暴单体产品、反射率衍生产品、速度衍生产品、强天气分析产品和降水产品。导出产品是由加载在 RPG 中的多种算法产生的, 可以侧重多种对象进行分析。

3.4.1 基本产品的使用

在天气预报中,基本产品中的反射率和径向速度产品被普遍使用。

同常规天气雷达一样,WSR-88D的反射率用于确定回波的位置、强度、空间分布及其变化情况。另外,WSR-88D有强大的探测能力,可捕捉到诸如云雾、烟尘、飞鸟等非降水回波。反射率产品是RPS中的重要组成,根据被探测目标的远近,可选择产品的分辨率和仰角,一般中远距离目标采用0.54nm分辨率(探测范围是124nm)、16级数值、最低4个仰角和1.1nm分辨率(探测范围是248nm)、16级数值、最低2个仰角的反射率产品。

径向速度产品可用来确定径向速度的大小和方向(朝向、离开雷达)、大气结构(风随高度的顺转、逆转,急流所在的高度)和风暴结构(气旋、反气旋,辐合、辐散),生成高密度的风矢图以丰富探空信息,甚至辨别边界层。根据被探测目标的远近,可选择产品的分辨率和仰角,一般采用0.27nm分辨率(探测范围是62nm)、16级数值、最低4个仰角和0.54nm分辨率、16级数值、最低2个仰角的速度产品。

谱宽产品可用于验证径向速度资料的可靠性和确定边界层的位置。RPS中可用0.54nm分辨率、8级数值、0.5度仰角的谱宽产品。

3.4.2 导出产品的使用

①风暴单体产品的使用

风暴单体产品有3种:风暴路径信息(STI)、风暴结构(SS)和冰雹指数(HI)。前两种用来定义和跟踪风暴的路径、强度、高度和预报位置,为RPS中的重要组成,不随天气类型影响;HI产品给出降雹的可能性,根据季节可在3~10月使用。

②反射率衍生产品的使用

此类产品中,垂直总含水量(VIL)用于强天气的监测,可作为冰雹的一项指标^[4],也可根据VIL的减小伴随旋转速度的增加来预报超级单体第一次龙卷^[5];强天气发生概率(SWP)能快速鉴别出最强的风暴;组合

反射率(CR)反映每个格点垂直方向上最大的反射率;分层组合反射率(LRM)和分层组合平均反射率(LRA)分高、中、低三层给出最大和平均的组合反射率分布,可给出风暴的三层结构和辨别降水回波;回波顶(ET)是回波顶的分布。VIL和ET是RPS中的重要产品,SWP可在对流性天气时应用,CR用于空间强回波的监测,反射率垂直截面(RCS)和弱回波区(WER)需用户设置定位信息,一般由OTR得到,其它几个产品较少运用。

③径向速度衍生产品的使用

此类产品中,多仰角的相对风暴平均径向速度图(SRM)可反映出风暴的三维结构,RPS中一般选用与R相同的4个仰角;VAD风廓线(VWP)显示水平风的垂直分布,中尺度气旋(M)监测中尺度气旋和龙卷,组合切变(CS)反映风在径向和方位上的组合切变,选取1.5度的CS可警戒近RDA的底层风切变;龙卷涡旋标记(TVS)可设入警报对产品,一旦有TVS出现,应立即把TVS加入RPS中,速度垂直截面(VCS)、速度方位显示(VAD)和相对风暴平均径向速度区域(SRR)需用户设置定位信息,一般由OTR得到。

④强天气分析(SWA)产品的使用

此类产品是在某选定 27×27 nm的区域内的最高分辨率的反射率(SWR)、速度(SWV)、谱宽(SWW)和径向切变(SWS)产品。其中,SWV用于警报对产品,除非特别目的,SWA一般不在RPS中设置。

⑤降水产品的使用

此类产品有4种:1小时降水(OHP)、3小时降水(OHP)、风暴总降水(STP)和用户选择降水(USP)。OHP和STP是RPS中必不可少的产品,另外两种产品一般不用。

4 实例

4.1 实例1

夏季中距离对流天气的RPS表(见表1),选择了最低6个仰角的高分辨率的R和SRM,以勾画出中距离天气目标的高、中、低

的强度和流场结构；加入了 VIL、STI、SS、HI、TVS 等一些对流性天气的相关产品；选择中层 LRM 产品监视发生阶段的风暴。一些产品的申请频率为 2，如 VWP 和 CR，另一些级别定为低级。为了使产品从低仰角到高仰角自动显示，产品序号 LN 以仰角增大为序。

4.2 实例 2

春末夏初梅雨天气（混合性天气型）的 RPS 表（见表 2），选择了最低 5 个仰角的高分辨 R 和 SRM 组合，及一些对流性天气的相关产品，并加入分层显示产品 LRM 辨别降水的性质（对流或层状性降水）和监测强回波的 CR 产品。

表 2 春末夏初梅雨天气（混合性天气型）的 RPS 表

LN	PROD NAME	DTA LVL	RES	SLICE	PARAM1	PARAM2	AUT DSP	REQ FRQ	REQ PRI	OTH USR	PUES DIST	AUT ARC
行数	名称	层次	分辨率	仰角	参数 1	参数 2	自动显示	频率	优先级	他用户	PUP 用户	自动存档
1	R	16	0.54	0.5			L	1	H	N	N	N
2	V	16	0.54	0.5			L	1	L	N	N	N
3	SRM			0.5			L	1	H	N	N	N
4	R	16	1.1	0.5			L	1	H	N	N	N
5	SW	8	0.54	0.5			L	1	L	N	N	N
6	R	16	0.54	1.5			R	1	H	N	N	N
7	V	16	0.54	1.5			R	1	H	N	N	N
8	SRM			1.5			R	1	H	N	N	N
9	R	16	1.1	1.5			R	1	H	N	N	N
10	SW	8	0.54	1.5			R	1	H	N	N	N
11	R	16	0.54	2.4			L	1	H	N	N	N
12	SRM			2.4			L	1	H	N	N	N
13	R	16	0.54	3.4			R	1	H	N	N	N
14	SRM			3.4			R	1	H	N	N	N
15	R	16	0.54	4.3			L	1	H	N	N	N
16	SRM			4.3			L	1	H	N	N	N
17	VWP						L	2	H	N	N	N
18	VIL						R	1	H	N	N	N
19	STI						L	1	H	N	N	N
20	M						R	1	H	N	N	N
21	SS						L	1	H	N	N	N
22	STP						R	1	H	N	N	N
23	OHP						L	1	H	N	N	N
24	HI						R	1	L	N	N	N
25	TVS						L	1	L	N	N	N
26	LRM			L			R	2	H	N	N	N
27	LRM			M			L	2	L	N	N	N
28	LRM			H			R	2	L	N	N	N
29	CS						L	1	L	N	N	N
30	SWP						R	1	L	N	N	N
31	CR	16	2.2				L	2	H	N	N	N
21	ET						R	1	H	N	N	N

5 结 语

①常规产品集 (RPS) 是 WSR-88D 多普勒天气雷达日常业务操作的重要内容，控制和影响常规产品的生成、分发和存储。RPS 表的设置应综合考虑天气现象类型、影响及其落区等气象因素，也应考虑通讯和存储等条件。

②因产品存储和通讯的需要，RPS 的产品个数愈少愈好，上海 WSR-88D (RPGOP) 一般不超过 35 个。

③RPS 产品的选择采用备份和临时设置相结合的方式：把 8 类不同情况 RPS 预先设好，以便有预兆时即可使用；有强天气目

(下转 7 页)

(上接 27 页)

标或服务需要时,可临时设置定位信息,以便连续多产品、高分辨监测目标。

④上海 WSR-88D 投入运行只有一年,RPS 的运用还需实践的检验。在产品的设置上还有许多工作要做,如产品的新开发、新应用的引入,扫描仰角的确定,回波距离远近的定义,RPS 与警报对产品、一次性申请和用户批处理的配合,RPS 运行时间、所占空间的利用效率等方面。

参考文献

- 1 OTB, OSF, WSR-88D Operation Training, Norman, Oklahoma.
- 2 NWS, Operation Instructions Unit Control Position (UCP), EHB 1996:6-521.
- 3 NWS, Operation Instructions Principal User Processor (PUP) Group, EHB 1992:6-531.
- 4 S. J. Naglic, M. W. Cammarata, WSR-88D Observations of the 27 March, 1994 Severe Weather Outbreak Over the Carolinas. The first WSR-88D User'Conference, USA, 1994.
- 5 G. C. Miller, J. L. Partain, On Tropical Cyclones, Waterspouts, and the Brown Tree Snake; A Brief History of NEXRAD on Guam. The first WSR-88D User'Conference, 1994.

The Routine Product Set (RPS) of WSR-88D

Dai Jianhua

(Shanghai Meteorological Center, 200030)

Abstract

There are over 70 products (base and derived products) in the WSR-88D. Because of the limitation of communication and data archive, only part of the products can be shown at one time from Principal User Processor (PUP). Routine Product Set (RPS) plays an important role in product generation and distribution of WSR-88D. The principle and methods of RPS are discussed, and some RPS examples of Shanghai are given.

Key Words: Doppler weather radar product setting