

中华人民共和国国家军用标准

目标雷达散射截面数据格式要求

Radar cross section(RCS)
data format requirement for target

GJB 3830—99

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了目标雷达散射截面测量和计算中特征信息及其产生条件的数据格式要求。

1.2 适用范围

本标准适用于目标雷达散射截面(含角闪烁和一维二维成像)静态测量和理论计算中特征信息及其产生条件的记录存储与绘图比较。动态测量亦可参照使用。

2 引用文件

本章无条文。

3 定义

3.1 缩写词

a. CDF cumulative distribution function

累积分布函数。

b. PDF probability density function

概率密度函数。

c. RCS radar cross section

雷达散射截面。

d. STD standard deviation

标准偏差。

3.2 符号、代号

σ 雷达散射截面

4 一般要求

4.1 量纲单位

雷达散射截面(RCS)是度量雷达目标对照射电磁波散射能力的物理量,其幅度具有面积的量纲。

由于目标 RCS 变化动态范围很大,工程上通用单位为平方米(m^2)和分贝平方米(dBm^2)。

雷达散射截面的平方米值称为 RCS 算术值, 雷达散射截面的分贝平方米值称为 RCS 对数值, 关系式为:

$$\sigma(\text{dBm}^2) = 10\lg\sigma(\text{m}^2) \dots\dots\dots (1)$$

$$\sigma(\text{m}^2) = 10^{\frac{\sigma(\text{dBm}^2)}{10}} \dots\dots\dots (2)$$

式中: $\sigma(\text{m}^2)$ ——RCS 算术值, m^2 ;

$\sigma(\text{dBm}^2)$ ——RCS 对数值, dBm^2 ;

$\sigma(\text{dBm}^2)$ 常简记为 σ_{dB} , 以与 σ 相区别。

4.2 数据类型

目标雷达散射截面不仅与目标的几何外形和物理化学特性有关, 而且与雷达的频率、极化和单双站有关, 还与目标相对于雷达视线的姿态角(见附录 A)有关。

目标雷达散射截面测量和计算生成的数据和图形主要有如下类型:

- a. RCS 随姿态角的变化, 如后向点频 RCS 曲线图;
- b. RCS 随双站角的变化, 如双站点频 RCS 曲线图;
- c. RCS 随频率的变化, 如扫频 RCS 曲线图;
- d. 角闪烁随姿态角的变化, 如角闪烁线偏差图;
- e. RCS 的一维分布, 如 RCS 一维成像图;
- f. RCS 的二维分布, 如 RCS 二维成像图。

4.3 数据记录

目标雷达散射截面测量或理论计算生成的原始数据以文件的方式记录。

每一个数据文件都应包括文字说明部分与数据部分。

文字说明部分包括目标的名称状态、测量或计算的条件(如工作频率、极化、目标姿态角等), 以区别于其它数据文件及其产生的条件。

数据部分由数据项和数据组成。数据项名称(符号)用 ASCII 码或中文表示, 数据用 ASCII 码表示。

4.4 数据处理

4.4.1 定标预处理与角度取样间隔

4.4.1.1 定标预处理

凡提供存储入库和绘图比较的 RCS 数据, 须统一定标预处理成分贝平方米值。

4.4.1.2 角度取样间隔

角度取样间隔根据目标线度与雷达工作波长选择, 常用值为: 0.01° 、 0.05° 、 0.1° 、 0.2° 、 0.25° 、 0.5° 、 1° ; 推荐值为 0.2° 。

4.4.2 统计处理

4.4.2.1 扇区宽度

对 RCS 原始数据进行统计处理的扇区宽度根据实际问题选定, 推荐值为:

- a. 一维角扇区: $\pm 15^\circ$ 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 180^\circ$;
- b. 前向立体锥: 30° 、 45° 、 60° 、 90° 、 180° 、 240° 。

4.4.2.2 算术平均值

对统计扇区范围内的 RCS 算术值平均后,再转换成对数值。

算术平均值 $\bar{\sigma}$ 按下式计算:

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sigma_i \dots\dots\dots (3)$$

算术平均值的对数值 $\bar{\sigma}(\text{dBm}^2)$ 按下式计算:

$$\bar{\sigma}(\text{dBm}^2) = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{\sigma_i(\text{dBm}^2)}{10}} \right] \dots\dots\dots (4)$$

式中: N ——待统计角扇区范围内的 RCS 数据总数,下同。

4.4.2.3 标准偏差

标准偏差 STD 按下式计算:

$$\text{STD} = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}{N - 1} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (5)$$

4.4.2.4 概率密度函数和累积分布函数

概率 P 按下式计算:

$$P(\sigma_0 \leq \sigma \leq \sigma_0 + d\sigma) = \int_{\sigma_0}^{\sigma_0 + d\sigma} \text{PDF}(\sigma) d\sigma \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{CDF}(\sigma) = \int_{-\infty}^{\sigma} \text{PDF}(\sigma) d\sigma \dots\dots\dots (7)$$

式中:PDF——概率密度函数;

CDF——累积分布函数。

对于离散 RCS 测量数据,可按如下方法计算:

概率密度函数 $\text{PDF}(m\Delta)$ 按下式计算:

$$\text{PDF}(m\Delta) = \frac{I_m}{\Delta \times J_M} \dots\dots\dots (8)$$

累积分布函数 $\text{CDF}(m\Delta)$ 按下式计算:

$$\text{CDF}(m\Delta) = \frac{J_m}{J_M} \dots\dots\dots (9)$$

$$\Delta = \frac{(\sigma_{\max} - \sigma_{\min})}{M} \dots\dots\dots (10)$$

$$J_m = \sum_{j=1}^m I_j \dots\dots\dots (11)$$

$$J_M = \sum_{j=1}^M I_j \dots\dots\dots (12)$$

式中: σ_{\max} ——扇区内的 RCS 最大值;

σ_{\min} ——扇区内的 RCS 最小值;

Δ ——等分值段长度;