

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R P.678-3建议书
(07/2015)

**对传播现象可变性的特征描述和
与传播余量相关的风险评估**

P 系列
无线电波传播



ITU 国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电电信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书

（也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>）

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2016年，日内瓦

© 国际电联 2016

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R P.678-3建议书

对传播现象可变性的特征描述和与传播余量相关的风险评估

(1990-1992-2013-2015年)

范围

本建议书提供以下三种预测方法：

- 预期年度最差月份超出时间分量的变化；
- 一年内降雨率和雨衰统计数据的变化；
- 与雨衰统计数据变化相关的风险参数。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 需要了解传播现象的可变性，以便在分析系统可靠性、可用性和质量过程中做出适当的成本与性能之间的权衡；
- b) 有必要确立旨在评估与传播统计数据变化相关的风险参数的预测程序，以确立无线电通信系统的性能标准；
- c) ITU-R P.581建议书确定了年度最差月份超出时间分量的逐年统计数据估算的预测程序，

建议

- 1 在估算预期年度最差月份超出时间分量的逐年变化中采用附件1中的图1；
- 2 将有关长期平均预测值的预期变化作为返回周期的函数加以报告；
- 3 通过附件2计算长期平均统计数据的年内降雨率和雨衰统计数据的可变性；
- 4 通过附件3计算与传播统计数据变化有关的风险参数。

注1 – 返回周期是已确定随机事件连续两次发生之间的平均时间间隔。在进行长期系列观测过程中，返回周期的数值为 $1/P$ （所有成对连续事件之间的平均时间间隔），其中 P 为发生事件的概率。例如，年度最差月份超出时间分量的长期系列中间值为两年返回周期。

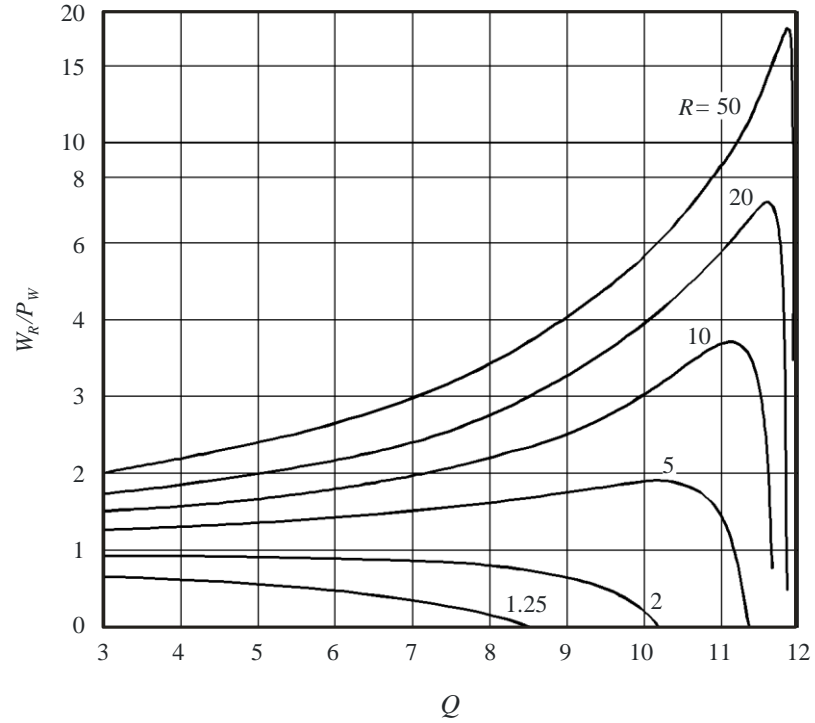
注2 – 风险的定义为得到保证的年度可用性未实现的概率。

附件1

预期年度最佳月份超出时间分量的逐年变化的估算

图 1

返回周期 R (年数) 若干数值的 W_R/P_w 对 Q 的依赖



P_w : 平均年度最差月份超出时间分量
 W_R : 与 R 年返回周期相关的年度最差月份的超出分量
 Q : 最差月份系数, 一种气候传播因素
 (见 ITU-R P.841 建议书)

P.0678-01

注 1 – P_w , W_R , Q 都应参考相同的预先选定的门限值。

附件2

年内降雨率和雨衰统计数据的可变性

对于所需的地点而言，有关长期累计分布函数（CCDF） p 的年内降雨率和雨衰统计数据的变化通常由平均 p 和年度变化 σ^2 分布，以得出：

$$\sigma^2(p) = \sigma_C^2(p) + \sigma_E^2(p) \quad (1)$$

其中：

σ_E^2 ：为估算变化

σ_C^2 ：为年内气候变化。

下列预测方法按步骤提供与 p 超出概率有关的 $\sigma^2(p)$ 的计算方法。

需提供下列参数：

p ：超出概率（ $0 \leq p \leq 1$ ）

r_c ：气候比

气候比数值 r_c 是本建议书不可分割的组成部分，并在[Rec. P.678-3 Supplement.zip](#)文档中以数字地图形式提供。

这些地图源自全球降水气候学中心（GPCC）50年积累的陆地数据和全球降水气候学计划（GPCP）34年积累的海洋数据。

步骤1：对于所需超出概率 p ，计算：

$$C = \sum_{i=-N+1}^{N-1} c_U(i\Delta t, p) \quad (2)$$

其中

$$N = 525960$$

$$\Delta t = 60 \quad (3)$$

$$c_U(i\Delta t, p) = \exp(-a \cdot |i\Delta t|^b)$$

而且

$$b = b_1 \cdot \ln(p) + b_2$$

$$a = 0.0265 \text{ s}^{-1} \quad (4)$$

$$b_1 = -0.0396$$

$$b_2 = 0.286$$

步骤2：通过下列等式计算 σ_E^2 估算值的变化：

$$\sigma_E^2(p) = \frac{p(1-p)}{N} \cdot C \quad (5)$$

步骤3: 为在纬度 (*Lat*) 和经度 (*Lon*) 上与所需地点地理坐标最近的四个点摘取可变数值 r_c 。

步骤4: 从四个栅格点的 r_c 数值, 按照ITU-R P.1144建议书所述, 进行双线性内插, 以便在所需地点获得 $r_c(Lat, Lon)$ 数值。

步骤5: 通过下列等式计算年内气候变化 σ_C^2 数值:

$$\sigma_C^2(p) = (r_c(Lat, Lon) \cdot p)^2 \quad (6)$$

如果采用预测而非实验性CCDF, 则预测CCDF不会完全与实际降雨率和雨衰相吻合(例如, 测得的雨衰的CCDF不会完全与ITU-R P.618建议书预测的雨衰CCDF相吻合)。在这种情况下, 必须考虑一个附加误码 $\sigma_M^2(p)$, 从而使等式(1)变为:

$$\sigma^2(p) = \sigma_C^2(p) + \sigma_E^2(p) + \sigma_M^2(p) \quad (7)$$

其中 $\sigma_M^2(p)$ 是预测CCDF中的误码。为评估 $\sigma^2(p)$ 变化值的影响, 方便的做法是参考68%的信心间隔 $[p - \sigma(p), p + \sigma(p)]$, 它与普通分布数量概率的正一和负一标准偏差相对应。

该程序适用于超出时间为2%至0.01% (i.e. $0.0001 \leq p \leq 0.02$) 和频率范围为12至50 GHz的情况。

附件3

与传播余量相关的风险评估

假设固定雨衰 A_r 超出了给定概率 p ($0 \leq p \leq 1$), 如 $P(A > A_r) = p$, 则年度概率 $p_{\mathfrak{R}}$ ($0 \leq p_{\mathfrak{R}} \leq 1$) 超出的风险 \mathfrak{R} (意味着概率) 满足:

$$\mathfrak{R} = Q\left(\frac{p_{\mathfrak{R}} - p}{\sigma(p)}\right) \quad (8)$$

或等同于:

$$p_{\mathfrak{R}} = \sigma(p)Q^{-1}(\mathfrak{R}) + p = \sqrt{2}\sigma(p)\text{erfc}^{-1}(2\mathfrak{R}) + p \quad (9)$$

其中可通过附件2计算 $\sigma(p)$, 其中(见ITU-R P.1057建议书):

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

重要的是, 应注意等式(8)中的 $p_{\mathfrak{R}} = p$ 如预期的那样导致出现 $\mathfrak{R} = 0.5$ 。