

ITU-R P.311-19 建议书

(11/2025)

P 系列：无线电波传播

**无线电波传播研究中数据的采集、
表述和分析**

前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其他机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此大力提倡他们通过下列网站查询适当的 ITU-R 专利信息：<https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/Pages/itu-r-patent-information.aspx>。

ITU-R 建议书系列	
(可同时在以下网址获得： https://www.itu.int/publ/R-REC/zh)	
系列	标题
BO	卫星传输
BR	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
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	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和标准频率发射
V	词汇和相关课题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版物
2026年，日内瓦

© 国际电联 2026

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

ITU-R P.311-19建议书

无线电波传播研究中数据的采集、表述和分析

(1953-1956-1959-1970-1974-1978-1982-1990-1992-1994-1997-1999-2001-2003-2005-2009-2013-2015-2016-2017-2021-2025年)

范围

ITU-R P.311建议书阐述了第3研究组的试验数据以及数据验收标准。此数据库使用于测试第3研究组工作组审议的传播模型。

关键词

实验数据，无线电波传播，数据的采集和呈现

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 在通信系统设计时，需要研究具备全球可用性的传播预测模型；
- b) 传播数据和无线电气候数据对这些预测模型的研究和测试而言都非常重要；
- c) 为了便于数据和结论的比较，希望采用一种统一的格式对传播和无线电气候数据进行采集和表述，

建议

关于无线电波传播的数据（用于与无线电通信研究组3相关的研究），应遵循附件1中所包含的原则和格式。

附件1

用以支持预测方法评估的数据库

- 1 引言
- 2 目的和升级
- 3 接收标准
- 4 国际电联无线电通信第3研究组关于对流层电波传播的数据库列表
 - 4.1 第I部分： 地面视距路径数据
 - 4.2 第II部分： 地对空路径数据
 - 4.3 第III部分： 地面超视距路径和降雨散射数据

- 4.4 第IV部分： 无线电气候数据
- 4.5 第V部分： 地面陆地移动业务数据
- 4.6 第VI部分： 地面点对点业务数据
- 4.7 第VII部分： 卫星移动业务数据
- 4.8 第VIII部分： 植被和建筑物数据
- 4.9 第IX部分： 噪声
- 4.10 第X部分： 超电离层数据
- 4.11 第XI部分： 短距离路径数据
- 4.12 第XII部分： 杂波数据

1 引言

对于提供电波传播影响的可靠预测方法的一个最基本要求就是建立适当的计算机数据库。此类数据库必须：

- 包含所有满足适当标准的可用数据；
- 作为可用于试验的原数据而被广泛认可；
- 数据的可获取性。

建立数据库遵循的原则是数据库仅应包含那些可用于以下用途的数据：

- 测试国际电联无线电通信第3研究组推荐的预测方法（也可以被用作数据源测试其他方法）；并且
- 用于生成和更新与无线电传播影响相关的无线电气候图。

在研究对流层电波传播的特殊情况下，有些预测方法尚未被国际电联无线电通信第3研究组认可，而在其他的建议书附件中列出了目前最有使用价值的相关测量数据以供读者参考使用。

这些数据库是关于：

- 地面视距传播预测方法的评估；
- 地对空传播预测方法的评估；
- 超视距传播路径上的干扰或可靠性的预测方法的评估；
- 无线电气候数据；
- 地面陆地移动业务预测方法的评估；
- 地面广播业务预测方法的评估；
- 卫星移动业务预测方法的评估；
- 植被和建筑物数据；
- 无线电噪声；
- 超电离层数据。

鼓励各主管部门按照本附件所列的格式和要求向国际电联无线电通信第3研究组和/或其他相关研究组（WP）提交本国的相关数据。第2部分将阐述各国家提交数据的相关信息，并给出新的数据输入和数据进入数据库的相关程序。第3部分将给出提交的数据必须满足什么样的标准要求才可以被接受。第4部分列出了所有的数据库项目。

数据空白正面样本，详细展示了要求的/可用的数据的类型和格式，可通过国际电联无线电通信第3研究组网站免费获取。而且，全部数据库的分页表格可在同一网站获得。如有需要，纸质版本和磁盘版本的标准格式，磁盘版本的全部数据也可向国际电联无线电通信局（BR）索取。

表III-1a列出了一个当前可用的独立数据库。表中含有1326条路径的近100 000条测量数据记录。这些数据是从10分钟到1小时不等的测量中得到的。该数据库同样可以从国际电联无线电通信第3研究组的网站上获得。

2 目的和升级

国际电联无线电通信第3研究组建立数据库的目的，是充分考虑到WP作为技术输入和管理的优势、考虑到无线电通信局（BR）为其出版和公布提供的服务。参考文献中列出的作者和/或提交数据的主管部门仍负有确保数据的准确性和重要性的责任。然而，为了便于由所给数据到计算机数据的转化，保证数据库的质量，要求数据必须先经相关的WP部门按照第3节所列的各项标准进行审查。不合格的数据仍可被接受，条件是相关的主管部门补充附加的信息和/或者恰当的说明被提交给国际电联并被国际电联接受。

为保持和更新数据库，确保合适的程序来对数据库进行技术维护和生成一直是必要的。建议数据库的每个表都能分配给一个WP来维护，负责每个表的相关WP任命一个人来协调升级工作事宜。

3 接收标准

被接收进入数据库的数据应被审查认为符合以下标准：

- 使用空白标准文件中所述的模板提供用于评价的数据信息（如第3研究组“数据库－格式化表格”定义）。
- 所有数据均应使用第3研究组要求的文件格式以计算机文件形式提供。
- 符合空白数据表格的要求和格式。尤其是，测量单位应与表中说明页所列要求相一致。只有少数情况例外，即测量单位为国际单位制（SI制）。相关术语的定义见ITU-R P.310建议书。建议采用样本表格的复印件来提交数据，并将附带的重要信息填入“注释”一栏。
- 对于要求降雨率的历史统计数据、雨致衰减和总衰减表格I-1和II-1，需要提供严格的同期数据。严格的同期数据就是指降雨率和衰减数据的统计分析只能包括在同一时间段收集的测量数据。另外，如果由于系统故障或操作不当致使同一时间段的雨致衰减或总衰减数据丢失或被标明无效，则这一时段的降雨率数据不得放入表I-1和II-1中进行统计分析。对于降雨率测量的无效时段，降雨衰减或总衰减数据应采取同样做法。无论哪种情况，表IV-1中都应该提供有效降雨率数据的全部统计数字。
- 对于长期和一年为周期的累积统计数据，观测周期应该是一年12个月的整数倍，其观测仪器记录时间也不应该少于报告总时间的90%。

- 最坏月份和月度统计数据（见ITU-R P.581建议书）应该从相关年份12个月统计数据中得到，观测仪器记录时间的最长时间不应低于每个月的75%。
- 内插数据的准确性：观测统计数据转化成正式格式的数据时（为满足多项固定的百分比），数据插入是必要的。为此，有必要参考大量的参考数据以保证数据的连续性，连续参考电平比例的概率应该大于0.8少于1.25。外插数据不可作为数据被提交。
- 对于地面宽带数据，接收机动态范围最少应为18 dB以保证最小的峰值噪声比为15 dB。

对于降雨率统计，采用1分钟为单位以便与无线电通信第3研究组中预测方法的要求相一致。

相关数据的审查者应用以上标准。特殊情况下，以上原则可适当放宽（如，在多径传播中衰落统计显示，在对数线性统计图中标示的分布的末端有明显的线性趋势时，应进行数据插入）。另外在某些情况下数据接收的标准可适当放宽，如数据统计地区很难再次采集类似情况的数据的情况。数据在不能满足接收标准要求的情况下（由于上述原因）仍被接收，负责维护数据人员将对该数据加注一个特殊的标记，并且只要有足够完全合格的数据被接收进来就会将其从数据库中删除。

4 国际电联无线电通信第3研究组关于对流层电波传播的数据库列表

4.1 第I部分：地面视距路径数据

- 表I-1: 视距雨衰统计
- 表I-2: 窄带视距平均最差月份的多径衰落和增强
- 表I-3: 视距分集数据
- 表I-4: 在晴空条件下视距传输的XPD和CPA统计
- 表I-5: 雨致视距传输的数据XPD和CPA统计
- 表I-6: 视距传输最差月份多径信道的特性和中断时间
- 表I-7: 视距多跳传输情况下最差月份多径信号的衰落和增强
- 表I-8: 视距传输的衰落事件数和衰落持续时间统计
- 表I-9: 可见光波长视距传输衰减的年统计
- 表I-10: 可见光波长视距传输衰减的最差月份统计
- 表I-11: 毫米波和光链路的频率分集视距传输的年统计
- 表I-12: 毫米波和光链路的频率分集视距传输的最差月份统计
- 表I-13: 视距传输时间分集统计
- 表I-14: 视距传输的联合雨衰和差分雨衰的统计
- 表I-15: 雨和雾对自由空间光地面链路的衰减

4.2 第II部分：地对空路径数据

- 表II-1: 倾斜路径总衰减、雨衰和降雨率的年度和月度统计数据
- 表II-2: 倾斜路径最差月份雨衰统计

- 表II-3: 倾斜路径衰落期统计
- 表II-4: 倾斜路径位置分集统计
- 表II-5a: 倾斜路径年XPD统计
- 表II-5b: 倾斜路径基于CPA的年XPD统计
- 表II-6: 倾斜路径振幅闪烁的年度和月度统计数据
- 表II-7: 倾斜路径闪烁的标准差
- 表II-8: 倾斜路径衰落斜率统计
- 表II-9: 倾斜路径时间分集统计
- 表II-10: 倾斜路径瞬时频率定标统计
- 表II-11: 倾斜路径差分路径长度的标准差
- 表II-12: 倾斜路径衰减之间时长统计数据

4.3 第III部分: 地面水平面上传播路径和降雨散射数据

- 表III-1: 晴空条件下超视距基本传输路径损耗统计
- 表III-1a: 晴空条件下单点测量数据 (该表为单独数据库 (见§ 1))
- 表III-2: 地面路径的降雨散射
- 表III-3: 信号电平的联合概率分布

4.4 第IV部分: 无线电气候数据

- 表IV-1: 降雨强度的年度和月度统计数据
- 表IV-2: 降雨累积时间转换因子
- 表IV-3: 天空噪声温度的年度和月度统计数据
- 表IV-4: 表面折射率平均值统计
- 表IV-5: 降雨持续时间统计
- 表IV-6: 蒸发波导的统计
- 表IV-7: 云层覆盖的统计
- 表IV-8: 雨强度相关的空间统计
- 表IV-9: 总纵向水蒸气含量的年度和月度统计数据
- 表IV-10: 总纵向云层含水量的年度和月度统计数据
- 表IV-11: 雨区特性参数统计数据
- 表IV-12: 雨滴谱统计数据
- 表IV-13: 对流层过剩路径长度的年度和月度统计数据

4.5 第V部分: 地面陆地移动业务数据

- 表V-1: 地面陆地移动宽带业务统计
- 表V-2: 地面陆地移动窄带业务统计

4.6 第VI部分：地面点对面数据

表VI-1： 地面点对面数据

4.7 第VII部分：卫星移动业务数据

- 表VII-1： 宽带卫星移动链路统计
- 表VII-2： 窄带海事卫星移动链路统计
- 表VII-3： 窄带陆地卫星移动链路统计
- 表VII-4： 窄带航空卫星移动链路统计
- 表VII-5： 窄带卫星广播信号衰落和衰落时间统计
- 表VII-6： 窄带航空移动地面链路统计
- 表VII-7： 宽带航空移动地面链路统计

4.8 第VIII部分：植被和建筑物数据

- 表VIII-1： 植被引起的衰减
- 表VIII-2： 建筑物引起的进入损耗
- 表VIII-3： 各物质的损耗特性

4.9 第IX部分：噪声

- 表IX-1： 室外无线电噪声（加性白高斯噪声）
- 表IX-2： 室内无线电噪声（累积分布函数）

4.10 第X部分：超电离层数据

- 表X-1： 沿倾斜路径的超电离层闪烁指数
- 表X-2： 沿倾斜路径的电子总含量

4.11 第XI部分：短距离路径数据

- 表XI-1： 一般室内站点基本传输损耗
- 表XI-2： 室外一般场景的基本传输损耗

4.12 第XII部分：杂波数据

- 表XII-1： 杂波损耗
-