

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R BT.1893 建议书

(05/2011)

**评定风涡轮机对数字电视
接收造成的损害**

**BT 系列
广播业务
(电视)**



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通信业务合理、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
2011年，日内瓦

© ITU 2011

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 BT.1893建议书

评定风涡轮机对数字电视接收造成的损害

(ITU-R第69-1/6号课题)

(2011年)

范围

本建议书规定了包括一台机器的风涡轮机装置对数字电视接收可能造成的损害的评定方法。

注 1 – ITU-R BT.805 建议书的内容是“风涡轮机对模拟电视接收造成的损害评定”。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 风涡轮机叶片等移动物体的反射会引起电视接收的严重劣化；
- b) 由于造成的损害可能具有准永久性，仅在风涡轮机停止旋转期间有所减弱，因此这些劣化效应尤其严重；
- c) 需要获取一种简单的方法，对所有规划中的风涡轮机装置可能造成的损害进行计算；
- d) 反射消除技术正在研究之中，这些技术可能会部分缓解对风涡轮机造成的损害；
- e) 反射信号也许会对数字电视信号产生不同的影响；
- f) 反射信号也许会因数字调制系统的不同而产生不同影响；
- g) 风涡轮机的叶片通常使用复合材料制造，具有不同于金属材料的反射系数；
- h) 在设计风涡轮机的叶片时，也许会加入亦可能影响电视信号的其它元素；
- j) 风涡轮机塔架的散射亦须纳入考虑；
- k) 风涡轮机的位置及其散射方向图会影响垂直及水平面的损害水平；
- l) 同一位置处风涡轮机的数量将对散射方向图造成影响，

注意到

- a) ITU-R BT.2142号报告就风涡轮机对数字电视信号的散射影响进行了广泛分析；
- b) 附件1介绍的方法是该完整分析的简化版本，

建议

1 可以使用附件1介绍的方法评定单台风涡轮机对数字电视接收造成的可能干扰，
进一步建议

- 1 应开展相应工作，完善附件1介绍的简化模型，尤其需要考虑到塔架的散射、旋转叶片的影响、非金属材质叶片的构成以及散射的仰角方向图；
- 2 应开展相应工作，研究多台风涡轮机造成的损害；
- 3 应对一台风涡轮机造成损害的暂时性开展研究。

附件1

一台风涡轮机对电视接收造成的
损害的简化模型

图1展示了风涡轮机后向散射问题的平面图。

在任意接收位置， R ，有用场强为 FSR 。在风涡轮机所在场地， WT ，场强为 $FSWT$ 。假设接收位置与风涡轮机叶片¹的距离为 r (米)。“散射系数”， ρ (包含风涡轮机所在场地到接收位置之间的自由空间路径损耗) 可定义为：

$$\rho = \frac{A}{\lambda r} g(\theta)$$

其中：

$$g(\theta) = \text{sinc}^2 \left(\frac{\bar{W}}{\lambda} (\cos \theta - \cos \theta_0) \right) \sin \theta$$

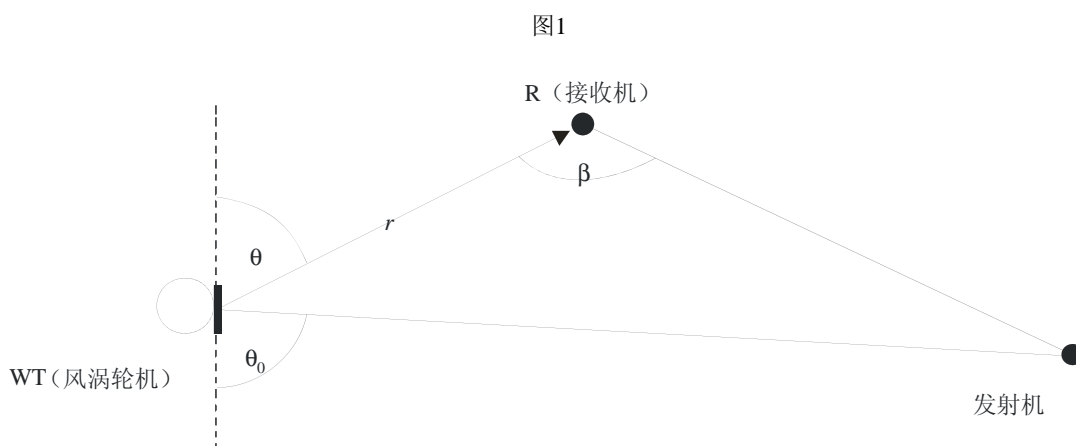
且：

- \bar{W} : 叶片宽度均值 (m)
- λ : 波长 (m)
- A : 叶片面积 (m^2)
- θ_0 : 叶片处入射信号的角度
- θ : 叶片散射信号的角度。

¹ 该分析过程中，假设风涡轮机叶片为金属材质且近似于三角形。然而，通常情况下，叶片是由玻璃纤维或其它合成材料制成，这种叶片的散射值比金属叶片低6至10 dB。

当入射方向和散射方向均沿着叶片的法线方向时，处于垂直位置的叶片的散射系数达到最大值，计算方式如下：

$$\rho_{max} = \frac{A}{\lambda r}$$



BT.1893-01

如果风涡轮机和接收位置之间的自由空间路径长度为 r (米)，无用场强可按照以下公式计算：

$$FSWT + 20 \log \rho$$

散射系数 ρ 仅代表叶片的反向散射。须注意的是，金属支撑塔架也会产生强烈的静态反向散射。叶片前向反射虽然亦会比较强烈，但其振幅却比后向反射小，且前向反射计算起来更为复杂。塔架产生的前向反射极弱。同样还须注意的是，叶片在旋转过程中，散射方向图的变化范围至少为 10 dB。相关全面分析请见 ITU-R BT.2142 号报告。

ITU-R BT.419 建议书介绍了接收天线方向性鉴别函数 β (如图1所示)，该函数可用于确定任何特定接收位置的有用信号和无用信号比。

附录 1 介绍了该方法的使用实例。

附录 2 简要介绍了风涡轮机造成 DVB-T 系统信号质量劣化的情况下对于载噪比 (C/N) 门限值的影响。广电机构、系统规划者和主管部门均对受到风涡轮机影响区域内有可能增加的必要 C/N 门限值比较感兴趣。

附件1的 附录1

简化评定方法使用实例

如附件 1 的图 1 所示，在规划中的风涡轮机场地附近确定任意接收机位置点。

第一步，计算，或最好测量不同接收机位置处的场强值， FSR 。

研究过程中似乎没有必要将研究区域扩大到距离规划中的风涡轮机场地（如果存在多台涡轮机，则为多个场地）10 千米以外。然而，如果周围环境比较特别，例如在风涡轮机同一直线位置上存在会屏蔽有用发射机信号的建筑物，这时便需要扩大研究区域。

计算，或最好测量风涡轮机场地中叶片旋转中心高度附近的场强 $FSWT$ 。

在每个接收点， R 处：

- 计算风涡轮机和接收机之间这段路径内的散射系数， ρ ；
- 使用 $FSWT + 20 \log \rho$ 公式计算无用场强；
- 计算有用场强 FSR ；
- 计算有用信号和无用信号的比率，同时顾及接收天线的方向性鉴别；
- 使用附录2提供的信息，根据计算得出的接收点处有用信号和无用信号比，评定数字电视接收可能遭受的损害。

研究结果可能会以地图形式呈现，该地图将展示出接收损害可能发生的地区/位置。

须注意，如果既定场地中有多台风涡轮机，上述计算过程将更为复杂，因为每个接收位置处会存在多个可能的损害源。ITU-R BT.2142 号报告介绍了大型风电场的预测实例。

附件1的 附录2

对DVB-T系统造成的损害

在分析风电厂对 DVB-T 接受质量造成影响的大部分情况下，分析得出的载噪比 (C/N) 门限值与没有风电厂的环境下预计的结果相近。更准确地说，DVB-T 接收质量似乎未受到风轮机前向散射区域的影响。在后向散射区域中，如果风轮机的散射信号的振幅和变化性较大，准无误码 (QEF) 条件下必要的 C/N 门限值会更高一些。

当风轮机位于接收天线附近或位于电视发射机周边 (2 千米以内) 时， C/N 门限值更有可能增大。

C/N 门限值倾向于随着回波振幅的扩大而增加。风轮机引起的多路径时变特性是造成必要 C/N 门限值增加的另外一个因素。当动态多径信号的 C/N 门限水平比直接信号低不足 25 dB 时，接收区域内适合 QEF 条件的 C/N 门限值增量有可能达到 8 dB²。

在上述情况下，特别是当接收装置位于发射机的视线范围之外，但却在风电厂的视线范围之内时，该时变多径信号有可能造成 DVB-T 的接收问题。

ITU-R BT.2142 号报告 (附件 3) 对该问题进行了全面说明。

² ITU-R BT.2142号报告中概括的这些观察结果是通过使用8k、64-QAM调制和2/3 FEC编码速率的DVB-T系统得出的。