

无线电频率占用度测量要求及方法

国家无线电监测中心
国家无线电频谱管理中心

目 录

1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语	1
4 测量要求.....	2
4.1 对场地的要求	2
4.2 对设备的要求	2
5 测量框图.....	3
6 测量方法.....	3
6.1 信道占用度.....	3
6.2 频段占用度.....	5
7 占用度数据统计分析.....	6
7.1 监测时长	6
7.2 信道占用度时间分辨率的设置.....	6
7.3 占用度测量数据项	6
7.4 占用度测量数据的展示	6
8 占用度数据交换标准格式.....	7
附录 A	8
附录 B	9

无线电频率占用度测量要求及方法

1 范围

本规范规定了无线电频率占用度测量对场地、设备的要求，以及进行测量的具体方法。

本规范适用于各级无线电监测站完成频率占用度测量。

2 规范性引用文件

GB/T 13622-2012 无线电管理术语

ITU-R SM.1880 建议书 频谱占用度测量

ITU-R SM.1809 建议书 无线电监测站登记和测量使用的数据交换标准格式

3 术语和定义

3.1 监测时长

系统完成一次占用度测量的全部时间。

3.2 信道观测时间

系统对一个信道进行测量所需的时间。

3.3 测量周期

系统完成所有被测信道的测量并返回初始信道的一个周期的时间。

3.4 信道数量

被测频段包括的全部信道的数量。

3.5 平均发射时长

被测频段典型业务信号的平均发射时长。

3.6 扫描步进

占用度测量时设定的频段扫描步进值。

3.7 信道占用度测量门限电平

进行信道占用度测量时参照的判决门限电平。

3.8 信道占用度时间分辨率

对信道占用度数据进行统计的时间间隔。

3.9 频段占用度判决门限

根据信道占用度数据对频段占用度进行统计计算的占用度判决门限。

3.10 信道占用度

利用设备对连续的或者离散的信道进行扫描测量，信号幅度大于某一门限电平值的时间与总测量时间的百分比。

3.11 频段占用度

在测量时间内，利用设备对某一频段进行信道占用度测量，占用度测量数据大于某一占用度判决门限的信道数与总信道数的百分比。

4 测量要求

4.1 对场地的要求

测量场地需满足要求，才能得到能够反映客观实际的测试结果，一般应满足以下条件：

- a) 远离大功率无线电发射电台；
- b) 远离可能引起反射的楼房和建筑物；
- c) 远离各类噪声源；
- d) 位于待测量无线电业务系统的发射覆盖区域内。

4.2 对设备的要求

设备的以下功能有助于更好的完成占用度测量，可根据测试电磁环境以及频段的特点，结合测量实际需要考虑取舍。

- a) 具有较好的射频选择性，能够根据测量频段的需要选择相应的滤波器，减少带外信号对测量结果的影响，提高测量准确性；

- b) 具有可调衰减器；
- c) 具有足够窄的中频滤波器以满足某些类型信号的测试需要；
- d) 能够测量场强，以便于进行电磁兼容、传播等相关分析；
- e) 一般应使用全向监测天线；
- f) 具有对一个或多个频段的快速扫描能力，具有对多个离散信道的快速扫描能力；
- g) 具备背景噪声测量功能，以便于根据实测背景噪声数据调整占用度测量门限。

5 测量框图

无线电频率占用度测量系统一般由监测天线、射频电缆、测量接收机和计算机终端组成，根据需要可增加滤波器、衰减器等器件。计算机终端主要完成对接收机的控制以及占用度测量数据的统计、分析、存储等功能。图1是测试系统的连接示意图。

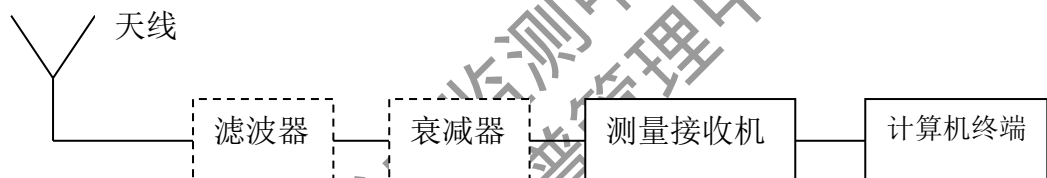


图1 测试系统连接示意图

6 测量方法

无线电频率占用度的测量包括信道占用度测量和频段占用度测量。

6.1 信道占用度

信道占用度的基本计算公式如下：

$$F_{co} = \frac{T_f}{T} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (1)$$

式中： F_{co} — 信道占用度计算结果；

T_f — 信道信号幅度大于某一门限电平值的时间；

T — 总的占用度测量时间。

信道占用度测量具体包括连续频段扫描和离散信道扫描两种工作模式。

6.1.1 连续频段扫描模式

连续频段扫描模式适用于对一个或多个频段的占用度测量。步骤如下：

a) 根据需要确定待测频段

不同业务频段测量时对应不同的参数设置，原则上应根据业务类型分频段进行测量，以获得更为准确的测量结果。

如遇以下情况，可考虑不按业务频段划分进行测量：

- 1) 监测设备频段扫描功能的限制；
- 2) 其它特定的需求。

b) 分析待测业务频段电磁环境状况，包括：

- 1) 是否有强信号导致接收系统严重恶化甚至阻塞，如有应变换监测地点，无法变更地点时应通过滤波器或陷波器进行滤波，直到消除其影响；
- 2) 待测频段的背景噪声状况，确保整个频段不受大的噪声源影响；
- 3) 待测频段受其它频段的影响，包括带外杂散发射、谐波等；
- 4) 接收互调信号的影响，可通过调节可变衰减器来辅助判断。

c) 分析平均发射时长和测量周期。

根据待测业务频段典型信号的发射时间特征确定平均发射时长，进而确定频段扫描的测量周期。为了不遗漏信号以提高测量结果的准确性，一般情况下测量周期应小于平均发射时长的1/2，且最大不宜超过10秒。

根据接收机的扫描速度指标得出每信道的观测时间，通过以下公式判断测量周期是否能满足要求。

$$\text{测量周期} = \text{信道观测时间} \times \text{信道数量}$$

如果系统扫描速度较慢，不能满足测量周期要求，理论上有以下两种解决途径：

- 1) 牺牲测量频率范围，适当缩小待测频带宽度以减少信道数量；
- 2) 牺牲测量结果准确性，适当延长测量周期。

大部分情况下，测量周期对测量结果准确性的影响并不显著，一般可优先保证测量频率范围。

d) 设定扫描步进和中频带宽

扫描步进应与待测业务频段典型信号的带宽相适应，取值一般应小于信道带宽。

中频带宽设置应防止滤波器带宽过大引起的由于相邻信道信号导致的误判，取值一般应不大于扫描步进。

e) 设定信道占用度测量门限电平

测量门限电平设置为高于噪声电平以上的某一相对值（单位：dB），一般初始设定为 5dB，可根据测量结果进行调整。

监测系统如果具备背景噪声测量能力，门限电平可随噪声和信号的动态变化进行调整，有助于得到更加准确的统计结果。

f) 设定检波方式

一般设置为 RMS 检波，否则可设置为平均值检波。

g) 根据系统提供的功能不同，设置好以下相关参数，启动测量。

- 1) 占用度起始日期/时间、结束日期/时间；
- 2) 数据自动存储时间间隔；
- 3) 测试点经纬度、接收机及天线类型等测量信息；
- 4) 其它相关参数。

6.1.2 离散信道扫描模式

离散信道扫描模式适用于对多个离散频率的信道占用度测量。步骤如下：

- a) 设置测试频点、中频带宽、检波方式等测量参数；
- b) 设置测试频率的测量门限电平；
- c) 依次分别完成所有待测频率的参数设置；
- d) 根据系统提供的功能，设置好起始/结束时间、存储时间间隔等其它相关数据，启动测量。

6.2 频段占用度

频段占用度的基本计算公式如下：

$$F_{BO} = \frac{N_f}{N} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (2)$$

式中： F_{BO} — 频段占用度计算结果；

N_f — 占用度测量结果大于某一占用度判决门限的信道数量；

N — 总的信道数量。

频段占用度基于频段扫描信道占用度结果统计生成。

基于某一频段的信道占用度测量结果，所有占用度数据大于频段占用度判决门限（可调）的信道即认为被占用，用所有被占用的信道数除以该频段的总信道数，即为频段占用度。

频段占用度判决门限主要是为了消除干扰信号对测量结果的影响，当该值设为零时，频段占用度等于所有占用度非零的信道数与总信道数的百分比。

7 占用度数据统计分析

一个完整的占用度测量流程包括：

- a) 测量、存储和汇总数据；
- b) 统计分析处理数据，将测量数据转化为有用的信息；
- c) 数据和信息的展示，包括表格、图形、基于地图的展示等。

7.1 监测时长

占用度测量的监测时长根据待测业务信号发射特性而定，一般不应小于24小时。有条件的情况下，可进行周、月、年的连续测量，以便掌握各类无线电业务在一个较长时间内的频谱资源利用状况。

7.2 信道占用度时间分辨率的设置

信道占用度时间分辨率决定了占用度统计结果所包含的信息量大小，分辨率越高，越能够掌握短时间内信号的发射规律。鉴于低分辨率的占用度结果可以由高分辨率的占用度结果推导而出，对于大多数应用，建议信道占用度时间分辨率设置为15分钟，视实际需要和存储数据量可进一步减小或增大，一般最大不宜大于1小时。

7.3 占用度测量数据项

原始占用度测量数据应包括以下数据项：

- a) 监测站参数：监测系统名称、坐标（经度、纬度）等；
- b) 设备参数：接收机(频谱仪)型号、天线类型等；
- c) 测量参数：起始频率、终止频率、起始时间、结束时间、中频带宽、扫描步进、检波方式、门限电平、监测时长、时间分辨率、频段占用度判决门限等；
- d) 记录数据：场强/电平数据、信道/频段占用度统计数据等。

附录A为包含以上信息的频率占用度数据参考记录表。

7.4 占用度测量数据的展示

占用度数据结果可以通过多种不同的形式展示：

- a) 时间占用度曲线；
- b) 频率占用度曲线；
- c) 占用度光谱图；
- d) 综合数据显示图。

附录B为占用度测量数据不同的图形展示。

8 占用度数据交换标准格式

占用度数据交换的标准格式应符合“ITU-R SM.1809 建议书 无线电监测站登记和测量使用的数据交换标准格式”中的描述。

a) 参照“ITU-R SM.1809 建议书 无线电监测站登记和测量使用的数据交换标准格式”定义的标准格式，格式源于射电天文业务交换频谱数据时使用的无线电监测数据格式(RMDF)；

- a) 该格式是一种行基 ASCII 文件，每行结束均用换行符回车；
- b) 对数据文件的压缩格式不进行规范；
- c) 标准格式数据文件包括两个部分：
 - 1) “包头”部分，包括与监测任务相关的静态信息，例如监测的位置、时间信息和关键监测参数；
 - 2) “数据”部分，包括预测期间的全部测量结果；
- d) 此格式的名称是 CEF：通用数据交换格式。

附 录 A
频率占用度数据参考记录表

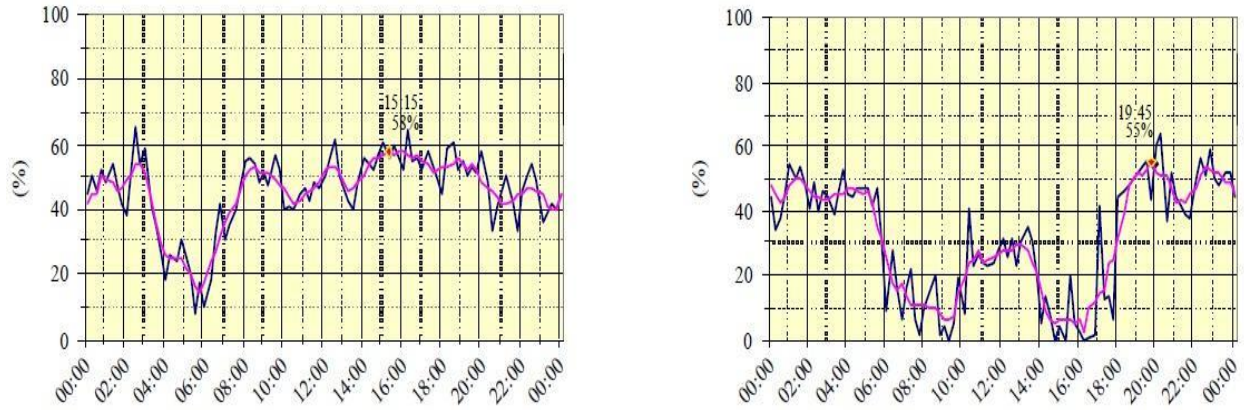
测量系统参数							
监测系统名称		监测地点经度			监测地点纬度		
接收机（频谱仪） 型号		天线类型 （全向/定向）			天线距地面高 度（米）		
起始频率 （MHz）		终止频率 （MHz）			扫描步进 （kHz）		
中频带宽（kHz）		检波方式			门限电平		
时间分辨率 （分钟）		频段占用度 判决门限			测量开始时间		
					测量结束时间		
占用度测量数据（时间分辨率以每小时为例）							
时间 频率	8:00- 9:00	9:00- 10:00	10:00- 11:00	7:00- 8:00	日信道占 用度（%）
分时间段频段 占用度（%）							
日频段占用度（%）							

附录 B
占用度数据的分析和展示

1. 时间占用度曲线

反映某一频率/信道不同时间占用度的变化曲线。

横轴-时间，纵轴-占用度，时间分辨率取决于占用度测量时的统计时间间隔。

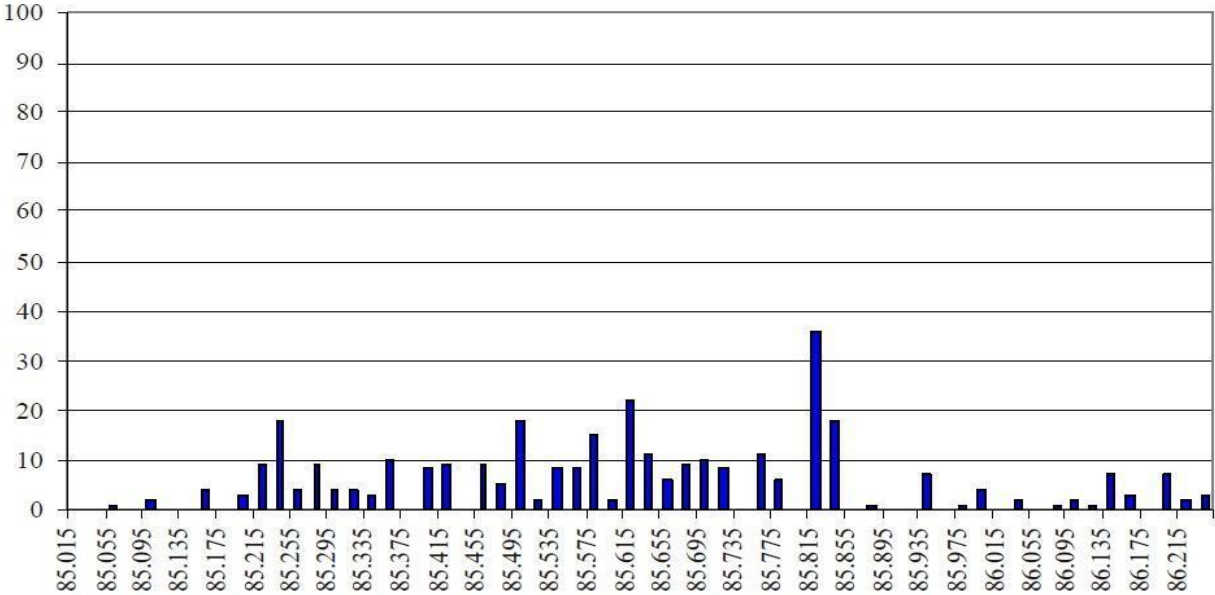


2. 频率占用度曲线

反映某一频段不同频率/信道在所定义时间段内的占用度。

横轴-频率，纵轴-占用度，

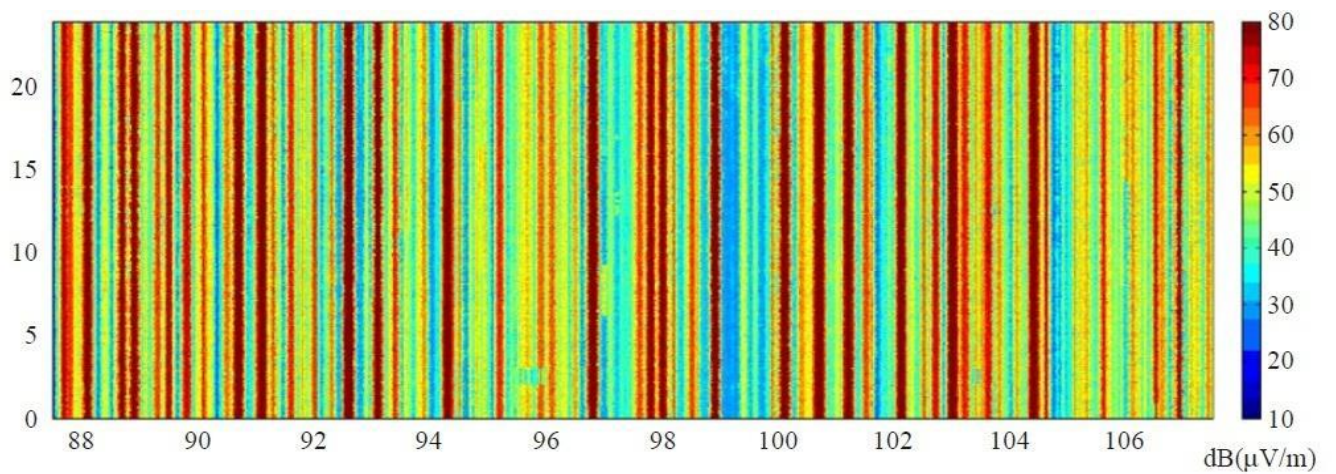
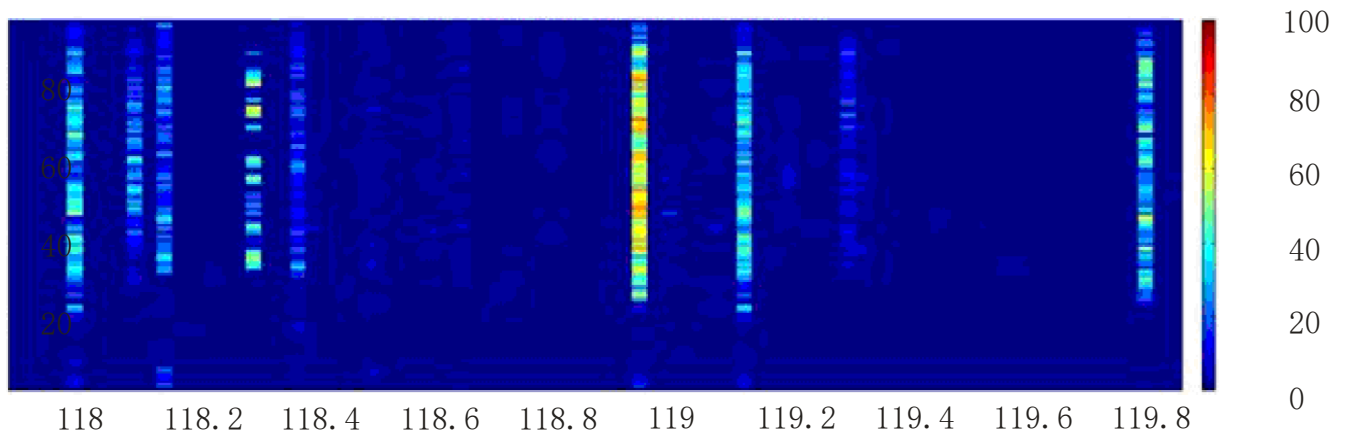
频率分辨率取决于频段扫描时的扫描步进，对于离散信道扫描则为各个离散频率。



3. 占用度光谱图

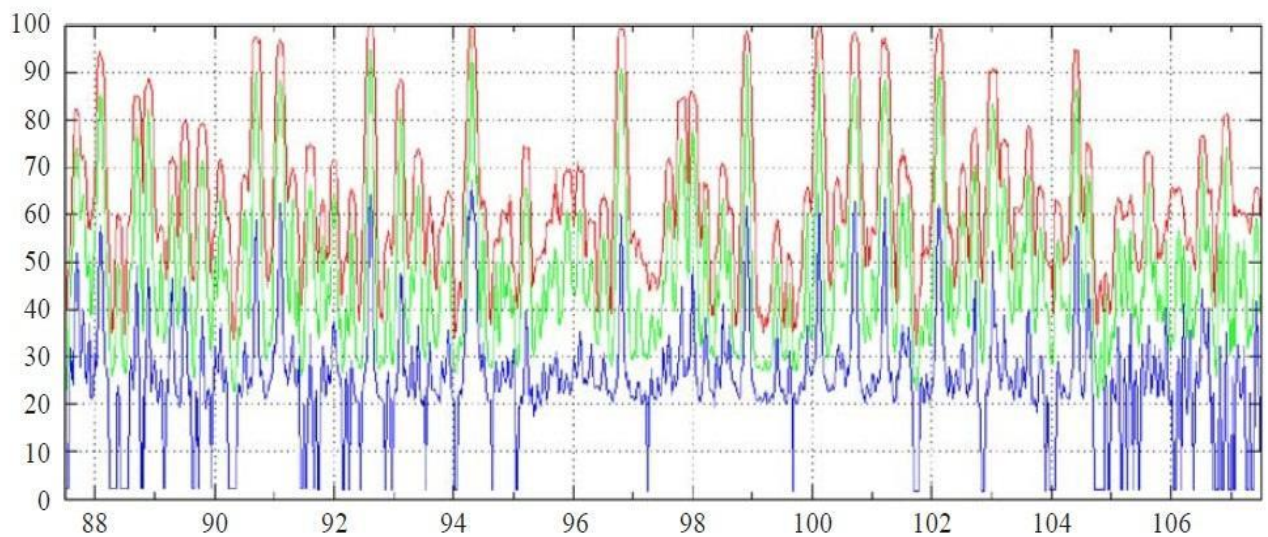
用色彩表示频段占用度，反映不同频率/信道在不同时间的占用度变化。

横轴-频率，纵轴-时间，色彩-占用度



4. 信号幅度变化图

反映某一频率/信道在不同时间的场强/电平变化趋势，或者某一频段在同一时间的场强/电平分布。如果占用度测量时同时记录幅度的最大、最小、均值，可同时比较显示。横轴-时间，纵轴-场强/电平或者横轴-频率，纵轴-场强/电平，颜色代表幅度的最大值、最小值、平均值。

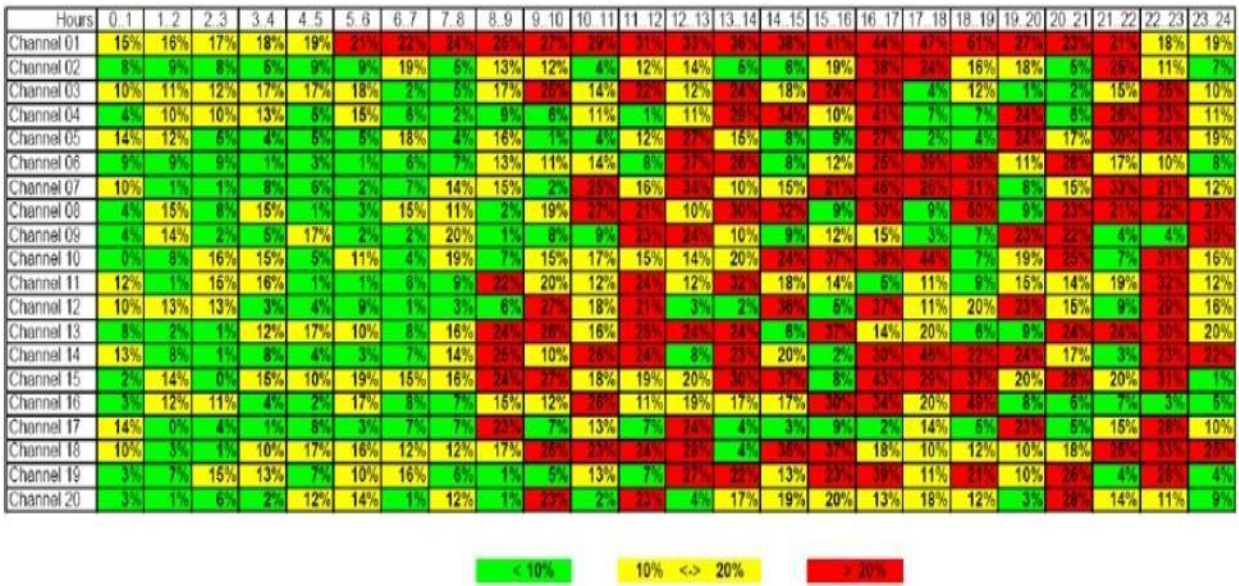


5. 综合数据显示图

最大化的利用占用度测量数据，最直接、快速的显示所需信息。

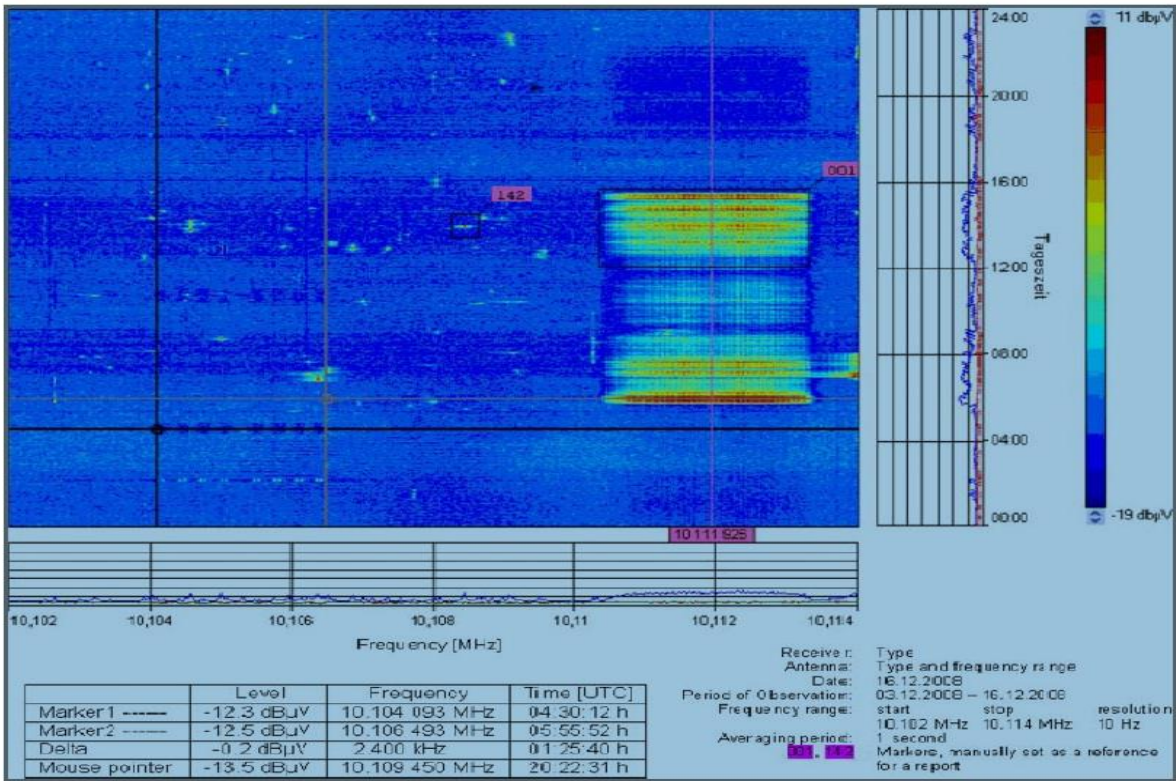
例1：占用度全景快速显示图

横轴-不同时间段（小时），纵轴-不同信道，颜色：根据需要定义的不同等级的占用度。



例2：频率-时间-幅度综合显示图

光谱图结合“频率-幅度”和“时间-幅度”曲线，可以快速查询某一频段在某一时刻的幅度分布以及某一频率在全部时间内的幅度变化趋势信息。



国家无线电监测中心
国家无线电频谱管理中心