第 32 卷 第 3 期
2014 年 8 月

天 文 学 进 展
PROGRESS IN ASTRONOMY

Vol. 32, No. 3
Aug., 2014

doi: 10.3969/j.issn.1000-8349.2014.03.08

中阿 40 m 射电望远镜选址与电磁环境监测

赵卫普[1]，李建斌[1,4]，李金增[1]，孙建民[2]，齐 力[2]，罗 滔[2]，马晓耘[1]，莫铠玮[2]，李鹏程[1]，夏跃兵[2]，MALLAMACI C C[3]，PODESTA R C[3]，PACHECO A M[3]，ACTIS E[3]，CASTRO J I[3]，ALVIS R H[3]，LOPEZ C E[3]，FRANCILE C[3]，PODESTA F[3]，PEREZ J[3]

(1. 中国科学院 国家天文台，北京 100012； 2. 贵州省无线电监测站，贵阳 550004； 3. 阿根廷国立圣胡安大学，圣胡安 J5400ARL； 4. 中国科学院 射电天文重点实验室，南京 210008)

摘要：优良站址的选择是射电望远镜完成既定科学目标并实现高效运行的重要保障。影响射电望远镜选址的主要因素包括电磁环境、水文、气象、地质条件、隔离性与可及性等。对于射电天文观测而言，来自宇宙天体的射电信号往往极其微弱，对望远镜系统及设备的灵敏度要求极高。然而，随着人类活动的不断加强，人们日常工作和生活中使用的电子通讯设备越来越多，无线电干扰源呈爆炸式涌现。在射电望远镜选址工作中，进行电磁环境监测，选择一个电磁环境良好的站址，对于射电望远镜实现常规观测运行、获取有效数据资料至关重要。同时，电磁环境监测结果也是射电望远镜接收机系统研制、站址电磁环境及无线电宁静区立法保护的重要依据。中阿天文学者和技术人员历时 1 年半完成了 16 个候选站址的初步勘察，并对优选出的 3 个主要候选站址进行了深入细致的电磁环境监测工作，获得了大量可靠数据。中阿双方依据电磁环境监测结果并结合各主要候选站址的水文、气象、地质及道路等条件, 最终将位于 Talacasto 戈壁的 3 号候选站址确定为中阿 CART 射电望远镜的建设站点。

关 键 词：射电望远镜；电磁环境；测量方法；数据处理；天文选址

中图分类号：P16 **文献标识码：**A

收稿日期：2014-01-22； **修回日期：**2014-03-20

资助项目：国家自然科学基金 (11073027)；科技部重大国际合作项目 (2010DFA02710)；大射电望远镜站址电磁环境的系统化测试与研究 (11173037)；北京市自然科学基金资助项目 (1144015)

通讯作者：李建斌，lijb@bao.ac.cn

1 引 言

“国家天文台与圣胡安大学开展 VLBI 合作观测与研究”项目即“中阿合作 40 m 射电望远镜 (CART) 建设项目”是科技部国际合作“走出去”重大项目。CART 射电望远镜的建设宗旨是进一步推进中阿两国天文合作与交流，满足国家在天文观测、深空探测等研究领域的需求。CART 射电望远镜建成后将是南美洲最大口径的射电望远镜，也是我国放置在海外的第一台大中型观测设备。它的建立将使得我国地基望远镜覆盖几乎全天区。

CART 射电望远镜建成后，中国与阿根廷将合作开展包括基础天文和深空探测等领域优选课题的观测研究。其中 VLBI 观测系统的应用将利于改善和提高天球参考架的均匀性和精度，并且可以高精度测定深空探测器轨道，实现对深空探测器的有效跟踪。放置在南美洲的 CART 射电望远镜将是中国现有深空监测网的重要补充。

影响射电望远镜选址的主要因素包括电磁环境、水文、气象、地质条件、隔离性与可及性等。对于射电天文观测而言，来自宇宙天体的射电信号往往非常微弱[1]，随着射电望远镜技术的不断提高，射电望远镜有着越来越高的灵敏度。然而，人们日常工作和生活中使用的电子通讯设备越来越多，无线电干扰 (RFI) 源呈爆炸式涌现，射电环境随之严重恶化。选择一个电磁环境良好的站址并以站址为中心在一定范围内设定电磁环境保护区，是射电望远镜实现常规观测运行、获取有效数据资料的必要条件。

CART 射电望远镜电磁环境监测 (即 RFI 监测) 的主要目的是为 CART 选址提供重要参考。在望远镜现场搭建电磁环境监测系统，采集 RFI 数据，为 CART 射电望远镜接收机的配备、接收机系统的研制提供重要的参考依据。根据监测数据努力建立射电保护区，并行之有效地进行管理。

2012 年 4 月，中阿技术人员深入阿根廷中西部山区，克服野外恶劣的生活条件，历时近 50 天对 3 个优选候选站址进行了深入细致的电磁环境监测，得到的监测数据结合水文、气象、地质条件、隔离性与可及性等因素，表明位于 Talacasto 戈壁的 3 号候选站址是 CART 的理想建设站点[2]。

本文第 2 章介绍了 CART 射电望远镜候选站址电磁环境监测方法和监测系统；第 3 章对比分析 3 个优选候选站址的电磁环境监测数据；第 4 章对 3 个优选候选站址水文、气象、地质条件、隔离性与可及性进行综述和比较；第 5 章进行简单的总结和展望。

2 RFI 监测方法及监测系统介绍

2.1 RFI 监测方法

CART 射电望远镜候选站址 RFI 监测系统采用旋转机构改变天线极化方向，在 80 MHz∼1 GHz 频段采用罗德与施瓦茨 (R&S) 公司的 HL033A1 对数周期天线，在 1∼18 GHz 使用 R&S 公司的 HL050 微带对数周期天线。在测量中按天线半功率波瓣宽度增加测量点，覆盖方位 360°。使用 HL050 做测试时每个频段以 60° 为一个监测方向，做 6 个方向的监测；使

用 HL033A1 做监测时，每个频段以 90° 为一个监测方向，做 4 个方向的监测。每个监测点测两轮，分别在当地的白天 (8:00—18:00) 和夜间 (21:00—6:00) 监测一轮。水平和垂直极化做同样的监测。在不同的频段设置不同的扫描点数及监测轮数，对 150~153 MHz，406~410 MHz 等射电业务频段要有更长的积分时间，以提高系统灵敏度。

影响系统积分时间的因素有系统噪声温度和天线方向系数，如果系统噪声温度大于 300 K，必须延长 $(\frac{T_r}{300})^2$ 倍的积分时间以使系统灵敏度达到要求。由此得到监测实际积分时间，结合频谱仪扫描时间，计算出总的监测时间[3]。

2.2　RFI 监测系统设备及参数

整个监测系统由一组天线、一套低噪声放大器、噪声源、一台 R&S 公司 FSV30 频谱仪及相应的计算机软硬件构成[3]。监测系统的结构如图 1 所示。天线接收 RFI 数据，天线旋转控制单元控制旋转机构，以完成天线按半功率波瓣宽度转换方向和不同极化方向的测量；射频控制盒包含放大器及噪声源等组件，对 RFI 数据进行放大和系统校准；最终由频谱分析仪对 RFI 数据进行积分处理。表 1 为监测系统所用天线参数。

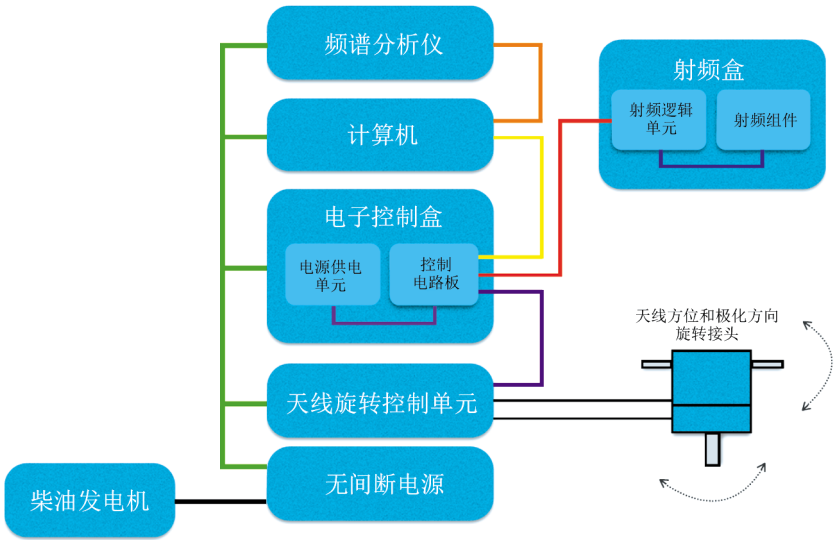

图 1　监测系统结构图

表 1　监测系统天线参数

天线型号	天线类型	极化方式	方向角	典型增益/dB	频率范围/GHz
HL050	微带对数周期	水平/垂直	60°	8.5	0.85~26.5
HL033A1	对数周期	水平	90°	6.5	0.08~2

2.3 RFI 监测系统噪声温度计算

为计算监测系统噪声温度 (按 SKA 推荐的 RFI 监测办法，本文所指监测系统噪声温度不含天线噪声和地面噪声)，可将监测系统组成简化如图 2 所示。其中，L 为等效衰减器件，G 为放大器。

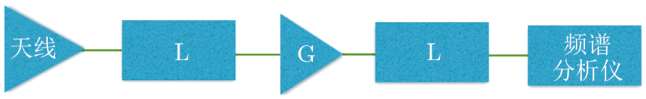

图 2 监测系统简化组成框图

按照系统组成框图 2 计算噪声温度的公式如下：

$$T_R = T_1(L_1 - 1) + T_2 L_1 + \frac{T_3(L_3 - 1)L_1}{G_2} + \frac{T_4 L_1 L_3}{G_2} \quad . \tag{1}$$

式中：T_1 与 T_3 为室温 ($T_1 = T_3 = 290$ K)，T_2 为放大器的等效噪声温度，G_2 为放大器增益，L_1 与 L_3 分别是放大器前后电缆、旋转接头等器件的衰减因子，T_4 为频谱分析仪的噪声温度。

将系统各级参数带入上式，可计算出系统噪声温度。

2.4 RFI 监测系统噪声温度校验

利用 Y 因子算法[5]对系统进行校验。在放大器前端加宽带噪声源对监测系统噪声温度进行校验，可得出系统实际噪声温度和增益随频率变化的曲线。

2.4.1 Y 因子校验法

对于二端口网络，噪声系数定义为：当输入端温度为 290 K 标准温度时，网络输入端的信噪比与网络输出端的信噪比的比值即为网络的噪声系数 F[5]。

$$F = \frac{S_\mathrm{i}/N_\mathrm{i}}{S_\mathrm{o}/N_\mathrm{o}} = \frac{N_\mathrm{o}}{GN_\mathrm{i}} = \frac{GN_\mathrm{i} + N_\mathrm{a}}{GN_\mathrm{i}} \quad . \tag{2}$$

式中，S_i 为二端口网络输入端信号功率；N_i 为二端口网络输入端噪声功率；S_o 为二端口网络输出端信号功率；N_o 为二端口网络输出端噪声功率，由 GN_i 和 N_a 两部分组成；GN_i 表示输入噪声功率在输出端的贡献；N_a 是网络内部附加的噪声功率。

把网络内部附加的噪声功率折合到输入端，用等效输入电阻 R_e 和等效输入噪声功率 N_e 表示[4]：

$$N_\mathrm{o} = G(N_\mathrm{i} + N_\mathrm{e}) = GK(T_\mathrm{i} + T_\mathrm{e})B = GKT_\mathrm{i}B + GKT_\mathrm{e}B \quad . \tag{3}$$

式中，T_e 为等效输入电阻 R_e 的噪声温度；T_i 为等效输入电阻 R_i 的噪声温度；K 为玻尔兹曼常数。

将式 (3) 代入式 (2)，T_i 等效为标准温度 T_0[5]，则：

$$F = (T_0 + T_\mathrm{e})/T_0 = 1 + T_\mathrm{e}/T_0 \quad . \tag{4}$$

噪声源为“冷态”即关闭状态时，等效于将待校系统接在温度为 T_1 的输入电阻上，令此时测出的噪声功率电平为 P_{off}。噪声源为“热态”即打开状态时，等效于将待校系统接在温度为 T_2 的输入电阻上，令此时测出的噪声功率电平为 P_{on}。为计算系统噪声系数，先定义参数 $Y=\dfrac{P_{\mathrm{on}}}{P_{\mathrm{off}}}=\dfrac{(T_2+T_{\mathrm{e}})}{T_1+T_{\mathrm{e}}}$，系统等效输入噪声温度：

$$T_{\mathrm{e}}=\frac{T_2-YT_1}{Y-1}\quad , \tag{5}$$

T_2 为噪声源等效噪声温度。将式 (5) 代入式 (4)，并换算，得 [4]：

$$F_{\mathrm{dB}}=10\lg(F)=ENR_{\mathrm{dB}}-10\lg(Y-1)+\delta\quad . \tag{6}$$

式中 ENR_{dB} 为噪声源已知参数，δ 项为温度修正因子。若 T_1=T_0，则 δ=0。系统噪声系数[4]：

$$F_{\mathrm{dB}}=ENR_{\mathrm{dB}}-10\lg(Y-1)\quad . \tag{7}$$

系统增益[3]：

$$GR_{\mathrm{dB}}=P_{\mathrm{on}}-F_{\mathrm{dB}}-10\lg(ENR+1)-10\lg(B)+174\quad , \tag{8}$$

B 为频谱仪分辨率带宽，单位为 Hz。

2.4.2　系统噪声温度校验结果

利用 Y 因子法进行系统校验结果如表 2。

现场开始检测任务时，需要进行开、关噪声源的实际校准。通过对系统噪声温度的理论计算和测量校验，监测系统基本可以达到小于 300 K 的系统噪声温度要求。

2.5　RFI 监测数据处理方法

将频谱仪所得到的数据转换为信号功率谱流量密度，可以通过将频谱仪读数 P_{i} 先转换为干扰信号电平 P_{r}，再将干扰信号电平转换为电场强度 E，从而由电场强度得到功率谱流量密度。相应的转换公式和步骤如下[6]。频谱仪读数转换为干扰信号电平：

$$P_{\mathrm{r}}=P_{\mathrm{i}}-G_{\mathrm{sys}}+L_{\mathrm{sys}}\quad . \tag{9}$$

其中 P_{r} 为干扰信号电平，单位为 $\mathrm{dB}\cdot10^{-3}\mathrm{W}$；$P_{\mathrm{i}}$ 为频谱仪读数，单位为 $\mathrm{dB}\cdot10^{-3}\mathrm{W}$；$G_{\mathrm{sys}}$ 为系统总增益，单位为 $\mathrm{dB}\cdot10^{-3}\mathrm{W}$；$L_{\mathrm{sys}}$ 为系统总损耗，单位为 $\mathrm{dB}\cdot10^{-3}\mathrm{W}$。干扰信号电平转换为电场强度：

$$E=P_{\mathrm{r}}+A+107\quad . \tag{10}$$

其中 E 为电场强度，单位为 $\mathrm{dB}\cdot10^{-6}\mathrm{V}\cdot\mathrm{m}^{-1}$；$A$ 为天线系数，单位为 dB。电场强度转换为功率谱流量密度：

$$S=E-10\lg(B)-148.77\quad . \tag{11}$$

其中 S 为功率谱流量密度，单位为 $\mathrm{dB}\cdot\mathrm{W}\cdot\mathrm{m}^{-2}\cdot\mathrm{Hz}^{-1}$；$E$ 为电场强度，单位为 $\mathrm{dB}\cdot10^{-6}\mathrm{V}\cdot\mathrm{m}^{-1}$；$B$ 为频谱仪分辨率带宽，单位为 Hz。

表 2 校验结果

起始频率 /GHz	B /kHz	$P_{\rm off}$ /−dBm	$P_{\rm on}$ /−dBm	ENR /dB	Y	$T_{\rm sys}$ /K	F /dB	G /dB
0.15∼0.153	1	105.2	92.7	14.922	17.78	246.7	2.7	33.6
0.153∼0.322	3	99.7	85.3	14.922	27.54	49.4	0.7	38.2
0.322∼0.329	3	100.3	86.5	14.922	23.99	101.8	1.3	36.4
0.329∼0.406	30	92.8	81.2	14.572	14.45	327.6	3.3	30.0
0.406∼0.41	30	92.6	80	14.572	18.20	193.2	2.2	32.3
0.41∼0.608	30	92.3	79.3	14.572	19.95	148.5	1.8	33.4
0.608∼0.614	30	100.3	87.3	14.572	19.95	148.5	1.8	25.4
0.614∼1	30	94.1	81.8	14.572	16.98	229.9	2.5	30.2
1∼1.37	30	100.4	87.8	14.572	18.20	193.2	2.2	24.5
1.37∼1.427	30	100.6	91.9	14.572	7.41	1005.8	6.5	16.1
1.427∼1.606	30	102.5	93	14.365	8.91	711.3	5.4	16.3
1.606∼1.723	30	105.1	95.4	14.365	9.33	660.9	5.2	14.2
1.723∼2	100	103.7	92.2	14.365	14.13	313.7	3.2	14.1
2∼2.655	100	85.1	73.5	14.365	14.45	298.9	3.1	32.9
2.655∼2.7	100	85.2	73.3	14.33	15.49	252.5	2.7	33.5
2.7∼3.3	100	85	73.3	14.33	14.79	279.9	2.9	33.3
3.3∼3.4	100	85.6	74.2	14.33	13.80	323.8	3.3	32.1
3.4∼4.8	100	85.7	74.3	14.402	13.80	334.1	3.3	31.8
4.8∼5	300	82.1	70.6	14.47	14.13	328.4	3.3	30.7
5∼6.6	300	83.1	70.6	14.605	15.85	273.9	2.9	31.0
6.6∼6.7	300	83.1	71.5	14.797	14.45	360.5	3.5	29.3
6.7∼8.6	300	83.5	71.6	14.797	15.49	314.1	3.2	29.5
8.6∼8.7	300	84.6	72.7	15.098	15.49	357.4	3.5	27.8
8.7∼12.1	300	84	72.4	15.914	14.45	551.3	4.6	26.2
12.1∼14.6	300	85.4	73.4	15.928	15.85	474.7	4.2	25.6
14.6∼16	300	86.7	75.2	15.59	14.13	510.4	4.4	23.9
16∼18.4	300	88.6	78.2	15.271	10.96	689.6	5.3	20.3

3 RFI 监测结果及分析

中阿天文学者和技术人员历时一年半完成了 16 个候选站址的初步勘察，并对优选出的 3 个主要候选站址进行了深入细致的 RFI 监测工作。监测点 1 位于 Talacasto 戈壁上的 3 号候选站址；监测点 2 位于 Leocncito 的 6 号候选站址，Leocncito 是前 SKA 候选站址之一；监测点 3 位于距离圣胡安市区较近的 8 号候选站址。如图 3 所示，其中监测点 1 和监测点 3 相距 30 km，监测点 2 和监测点 3 相距 74 km。

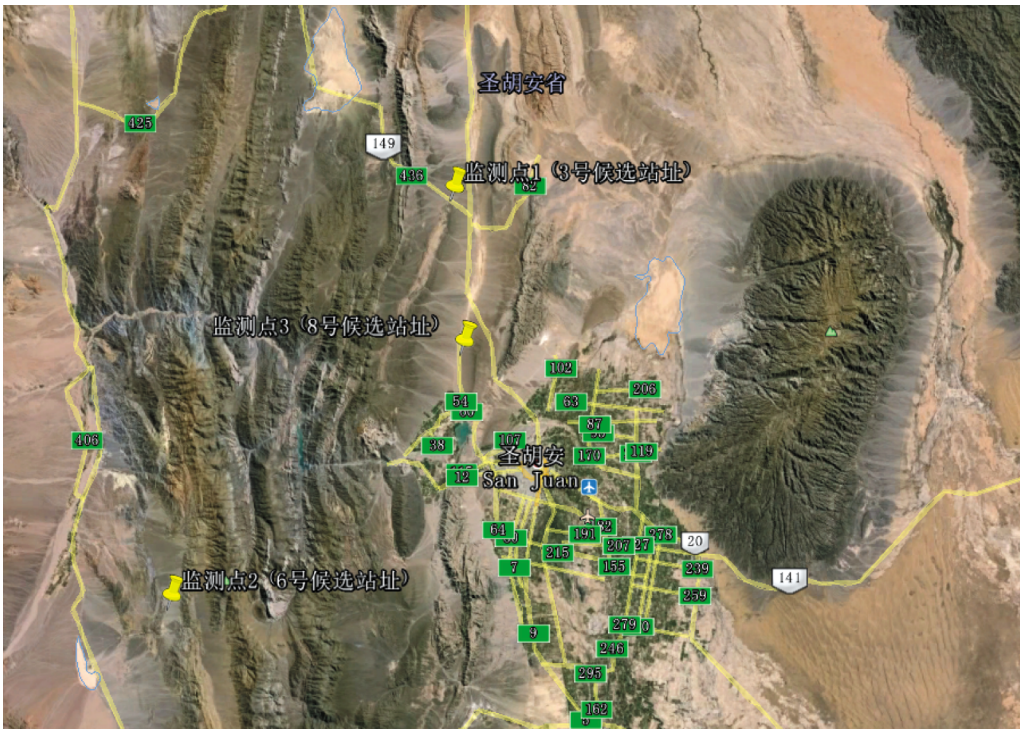

图 3　候选站址位置

3.1　RFI 监测结果

3 个监测点 RFI 监测结果在无线电干扰较多的 600~1000 MHz 频段，以及天文观测常用的 L 波段 (1000~2000 MHz) 和 S 波段 (2000~4000 MHz) 的对比结果分别如图 4、图 5 和图 6 所示。3 个监测点的 RFI 频率占有度对比如图 7 所示。占有度为统计白天夜晚、各方向、各轮次和极化方向上，在同一频段上监测值大于该频段监测均值 6 dB 的监测数据，占该频段总监测数据量的比值。

3.2　RFI 监测结果分析

由 3 个监测点各频段 RFI 监测结果比对可以看出：在无线电干扰较多的 600~1000 MHz 频段，监测点 2 要优于监测点 1 和监测点 3；在此波段无线电干扰最强烈的是位于 850~900 MHz 的当地 2G 手机信号，其中距离圣胡安市区最近的监测点 3 的手机信号干扰最为严重，监测点 1 和监测点 3 由于远离城市，手机信号较弱。在天文观测所关心的 L 波段和 S 波段三个监测点的电磁环境良好，功率谱图像比较平坦，在监测点 3 的个别频点有无线电干扰信号。在当地 2G 手机信号的 2 倍频 (1700~1800 MHz) 及 3 倍频 (2550~2700 MHz) 未出现谐波信号，故在 CART 接收机的设计中无需为过滤 2G 手机信号特别添加低温超导滤波器。由 3 个监测点 RFI 频率占有度比对可以看出：监测点 3 由于距离城市较近，其频率占有度很差，在有些频段甚至超过 50%；而监测点 1 和监测点 2 的频率占有度全部在 4% 以下，

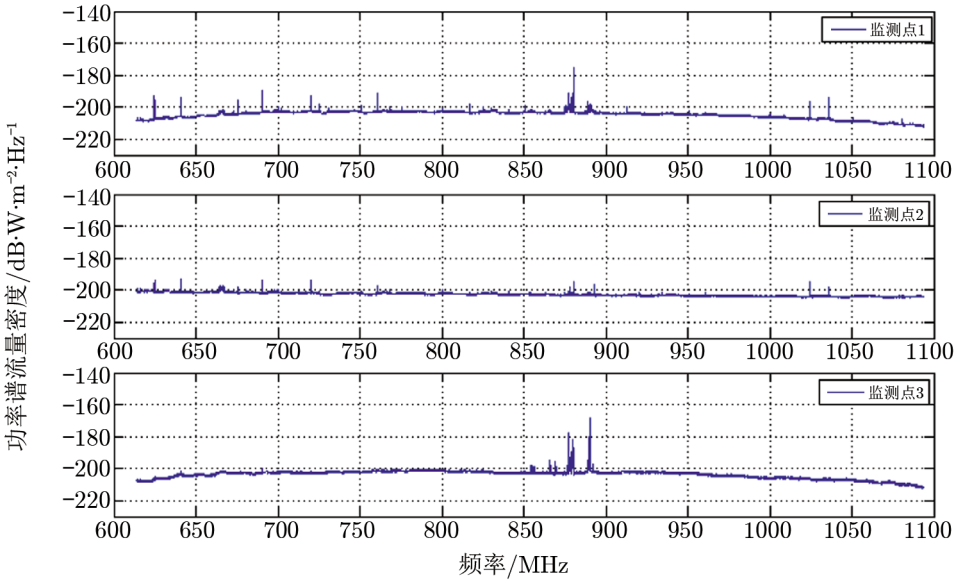

图 4 600~1000 MHz 的电磁环境监测对比

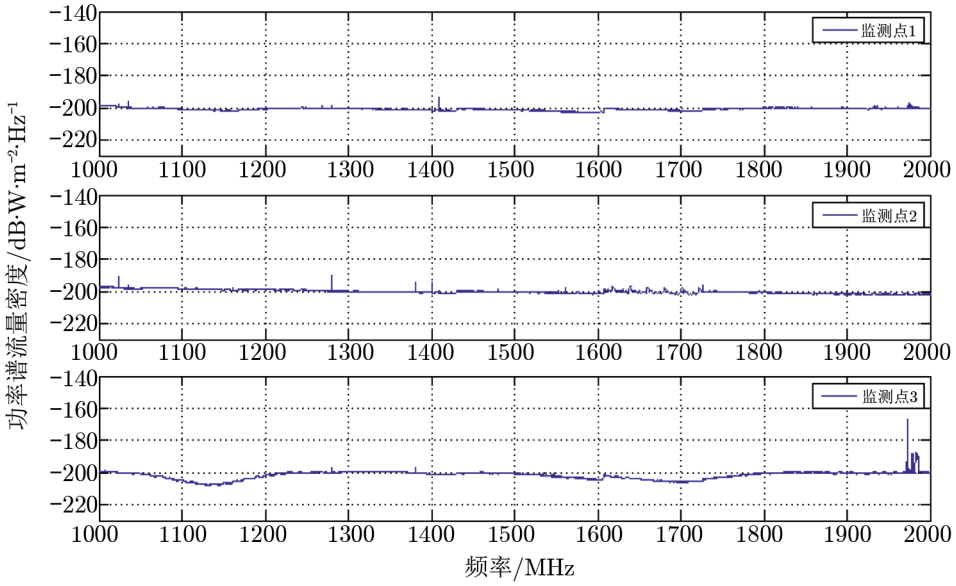

图 5 L 波段的电磁环境监测对比

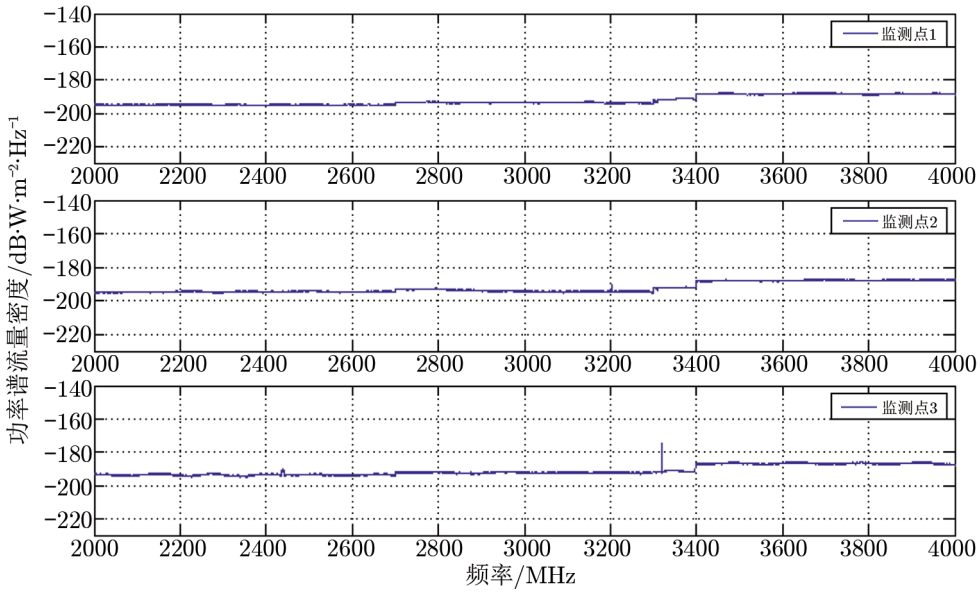

图 6　S 波段的电磁环境监测对比

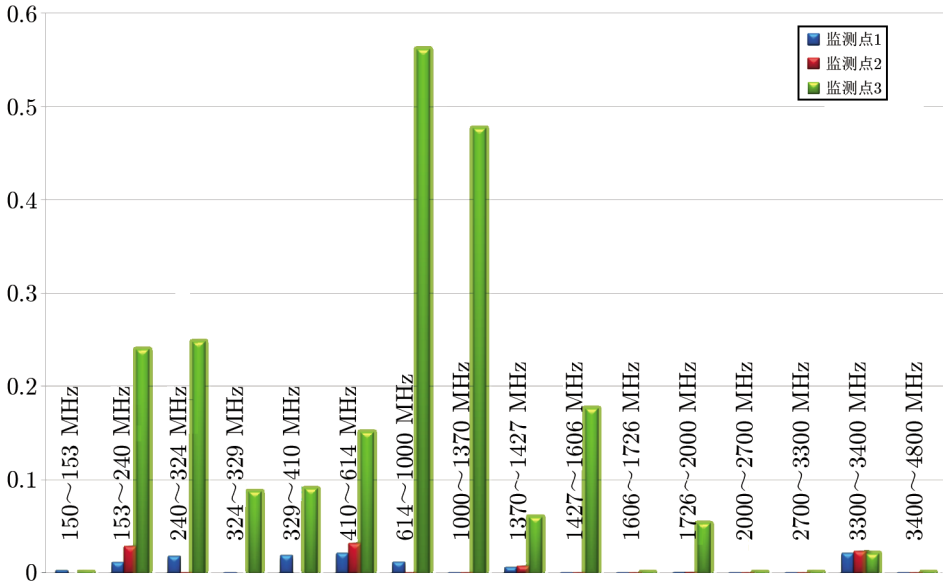

图 7　3 个监测点频率占有度对比

电磁环境非常干净。综合考虑 RFI 监测结果可以得到：3 个候选站点都是电磁环境优良的候选站点，而位于 Talacasto 的 3 号候选站点和位于 Leocncito 的 6 号候选站点电磁环境尤其优秀，具有大中型射电天文望远镜所需而又难得的 RFI 宁静条件。

4 影响选址的其他重要因素

选择一个优秀的射电望远镜站址，除了电磁环境必须良好，水文、气象、地质条件、隔离性与可及性等也是非常重要的参考因素。

4.1 水文条件

CART 射电望远镜选址在南美洲阿根廷中西部边境圣胡安省，该地区为山地及半戈壁地貌，大陆性干旱气候。没有洪水等水文因素对射电望远镜安全造成威胁的隐患。而该地区的地下水资源即使在干旱时期也可以保障供应观测站的工作、生活汲水[7]。

4.2 气象条件

气候条件限制望远镜的最高观测频率，频率越高要求气候越干燥。在高于 C 波段就需考虑降水等因素对望远镜观测效率造成的影响。CART 射电望远镜选址所在地阿根廷圣胡安省具有大陆性干旱气候，年降水量约 200 mm。这里空气干燥，可以降低大气中水汽对天文观测的影响。大气稳定且透明度高，具有优良的视宁度和大气透过率。

图 8 和图 9 为圣胡安地区近 30 年的气温、降水、湿度和风速等统计数据。月平均降水最高不到 40 mm，最高湿度不到 70%，风速常年 2 到 3 级。可以说明圣胡安地区的气候适宜 CART 射电望远镜实现常规观测运行，获取有效数据资料。

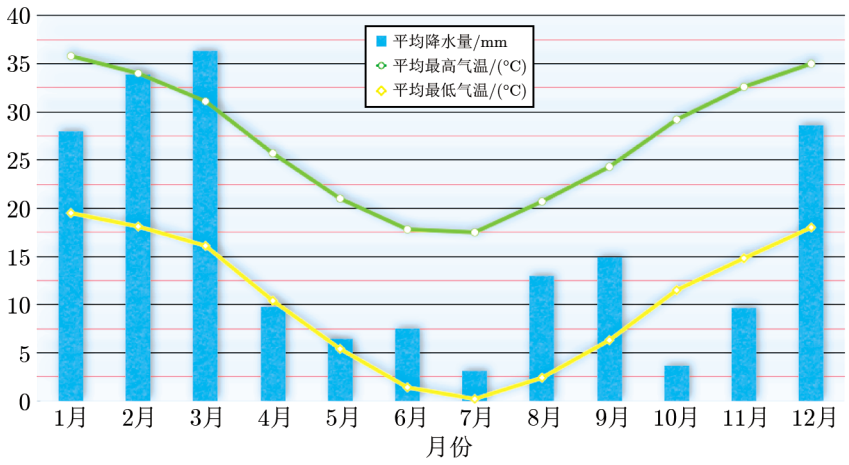

图 8 圣胡安气温与降水[8]

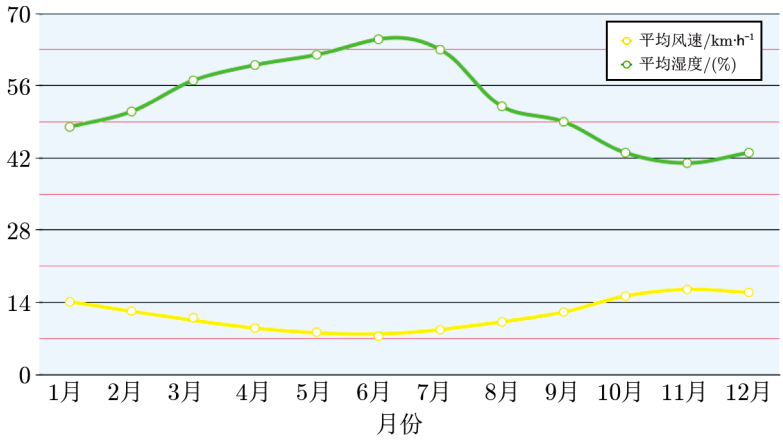

图 9　圣胡安空气湿度与风速[9]

4.3　地质条件

CART 射电望远镜选址所在地阿根廷圣胡安省为地震多发区，统计和比较各候选站址附近所发生的地震情况，选择地震频率及幅度较低的候选站址是 CART 射电望远镜能够长期安全运行的重要保障。表 3 为美国地震调查局 (USGS) 给出的不同地震级数对震中地区的影响描述[10]。

表 3　地震影响

程度	地震级数/ M	地震影响
极微	2.0° 以下	很小，没感觉。
甚微	2.0° ～ 2.9°	一般没感觉，设备可以记录。
微小	3.0° ～ 3.9°	经常有感觉，但是很少会造成损失。
弱	4.0° ～ 4.9°	室内东西摇晃出声，不太可能有大量损失。 当地震强度超过 4.5 级时，已足够让全球的地震仪检测到。
中	5.0° ～ 5.9°	可在小区域内对设计/建筑不佳或偷工减料的建筑物造成大量破坏， 但对设计/建造优良的建筑物则只会有少量的损害。
强	6.0° ～ 6.9°	可摧毁方圆 100 英里以内的居住区。
甚强	7.0° ～ 7.9°	可对更大区域造成严重破坏。
超强	8.0° ～ 8.9°	可摧毁方圆数百英里的区域。
极强	9.0° ～ 9.9°	摧毁方圆数千英里的区域。

由 GoogleEarth 上地震位置标识和 USGS 的地震记录信息，可以得到分别以 3 个候选站址为中心 600 $(\mathrm{km})^2$ 范围内有记录以来地震发生的次数及地震级数，对比情况如图 10。

距离圣胡安市区最近的 8 号候选站址的地震情况明显劣于位于 Talacasto 的 3 号候选站址及位于 Leocncito 的 6 号候选站址。8 号候选站址 4.5 级以上的地震发生过 16 次，最高震级达到 5.7 级；6 号候选站址 4.5 级以上地震发生过 11 次，最高震级为 5.3 级；3 号候选站址

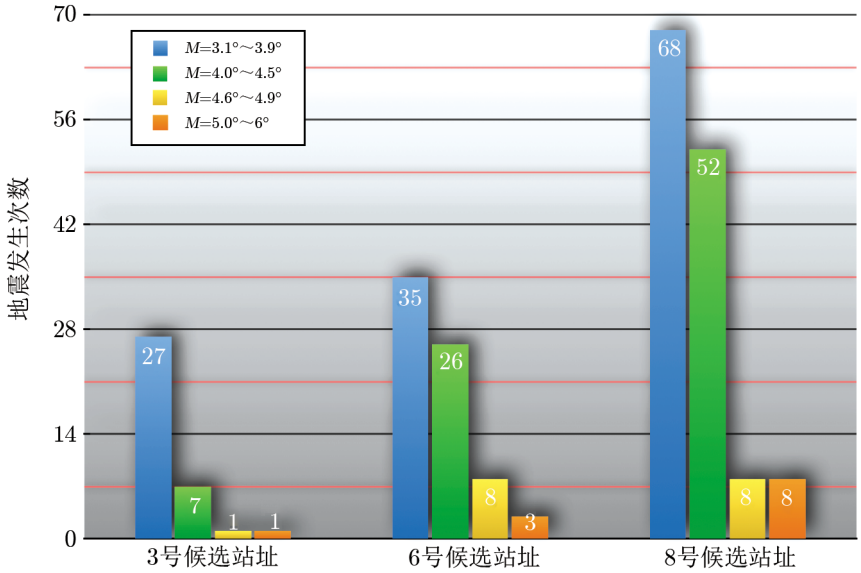

图 10 候选站址附近地震统计

在 3 个候选站址中地震发生次数最少，4.5 级以上的地震仅发生过 2 次，最高震级为 5.3 级。3 号候选站址是地质条件最好的候选站址。

4.4 隔离性

在 CART 射电望远镜 3 个优选候选站址中，位于 Talacasto 戈壁的 3 号候选站址附近无人员活动；位于 Leocncito 的 6 号候选站址南方 5.5 km 处现有 Casleo 天文台；距离圣胡安市区相对最近的 8 号候选站址旁 2 km 处有一个太阳能发电站。3 号候选站址是隔离性最好的候选站址。

4.5 可及性

CART 射电望远镜是中大型观测设备，为运输天线座架等大型结构将涉及到新修或拓宽公路，而氢钟等设备对运输公路的平坦性也有着很高的要求，道路可及性是 CART 选址所要考虑的重要因素。此外还要考虑为各候选站址供电的方便程度。

由表 4 可以看出：6 号候选站址距离省道很远，需要新修和改造的公路都比较长，距离高压输电线 5.5 km。8 号候选站址距省道 1 km，但由于该段省道路况不好，有 11 km 的路面需要改造；8 号候选站址距高压输电线 1 km。3 号候选站址距离省道 5 km，但由于到省道的地面为平坦的河床，只需进行 5 km 的路面推平压实改造即可满足进场施工和设备运输的要求；3 号候选站址距离高压输电线 10 km。

由上述分析可以得出，位于 Talacasto 的 3 号候选站址在地质条件、隔离度和可及性方面均优于位于 Leocncito 的 6 号候选站址。

表 4　道路可及性及与供电高压塔距离　　km

候选站址	距省道距离	需要新修公路长度	需要改造公路长度	到高压输电线距离
3 号候选站址	5	0	5	10
6 号候选站址	20	4.5	8	5.5
8 号候选站址	1	1	11	1

5　总结与展望

中阿天文学者和技术人员对 CART 射电望远镜选址工作投入大量精力，进行了多方面细致的考虑。中阿技术人员在阿根廷圣胡安省 3 个优选候选站址进行的 RFI 监测结果表明，3 个候选站址都具有优良的电磁环境，其中位于 Talacasto 的 3 号候选站址和位于 Leocncito 的 6 号候选站址电磁环境尤其宁静。结合水文、气象、地质条件、隔离性与可及性等因素综合考虑，最终确定位于 Talacasto 戈壁的 3 号候选站址作为 CART 射电望远镜的建设站址。

CART 射电望远镜站址的 RFI 监测工作得到了可靠的无线电干扰数据，为 CART 射电望远镜站址的确定提供了重要依据。所得到的数据对 CART 射电望远镜接收机的配备，接收机系统的研制提供了重要的参考信息。在此项工作的基础上，CART 射电望远镜将搭建电磁环境平台，用于发现以后出现的新的无线电干扰，并采取措施进行消除或屏蔽。详实的无线电干扰数据也将为 CART 射电望远镜电磁环境保护、无线电宁静区建立提供立法和实施所需的重要依据。

参考文献：

[1] 王绶琯, 吴盛殷, 崔振兴, 等. 射电天文方法, 北京: 科学出版社, 1988: 35
[2] 贵州无线电监测站. 国家天文台南美观测站 40 米项目选址电磁环境测试报告, 2012: 2
[3] 李建斌, 彭勃, 孙建民, 等. 电波科学学报, 2009, 3: 28
[4] 董建涛. 国外电子测量技术, 2009, 3: 25
[5] Agilent Technologies. Noise Figure Measurement Accuracy-The Y-Factor Method, 2001: 57
[6] Peng B, Li J B, Piao T Y, et al. Radio Spectral Monitoring Campaign at Proposed SKA Sites in China, Astronomical Society of the Pacific, 2008, 120: 625
[7] Calcagno A, Mendiburo N, Novillo M G. http://www.eclac.cl/drni/proyectos/samtac/inar00200.pdf, 2014
[8] http://www.meoweather.com/history/Argentina/na/-31.5375/-68.5363889/San%20Juan.html, 2014
[9] http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3, 2014
[10] http://http://earthquake.usgs.gov/learn/topics.php, 2014

Site Testing and RFI Measurements for China-Argentina Radio Telescope

ZHAO Wei-pu[1], LI Jian-bin[1], LI Jin-zeng[1], SUN Jian-min[2], QI Li[2], LUO Tao[2] MA Xiao-Yun[1], MO Kai-wei[2], LI Peng-cheng[1], XIA Yue-bing[2], MALLAMACI C C[3], PODESTA R C[3], PACHECO A M[3], ACTIS E[3], CASTRO J I[3], ALVIS R H[3], LOPEZ C E[3], FRANCILE C[3], PODESTA F[3], PEREZ J[3]

(1. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China; 2. Radio Monitoring Station of Guizhou, Guizhou 550001, China; 3. Universidad Nacional de San Juan, San Juan J5400ARL, Argentina)

Abstract: The China-Argentina Radio Telescope (CART) with a diameter of 40-m will be located in the San Juan province of Argentina. CART is destined to be eventually equipped with L, S, C, X, Ku, K, Ka, and possibly also Q bands. Up to date, radio telescopes are usually designed with high sensitivities eligible for detecting extremely weak radio signals from astronomical objects. However, the explosive utilization of large mass of electronics and radio communication facilities in human activities has significantly ruined the working environment of radio telescopes. Therefore, the selection of a radio quiet site is one of the most critical issues for locating radio telescopes such as CART.

Measurements of radio frequency interference (RFI) of the three primary candidate hosting sites for CART have been successfully carried out in May 2012 in the San Juan province. Both Site 3 at Talacasto and Site 6 at Leoncito are found to be radio quieter than Site 8, which is located in the vicinity of the San Juan city. However, based on a comprehensive assessment of the site conditions including RFI, accessibility, hydrological, geological and climatic feasibilities of all the candidate hosting sites, site 3 at Talacasto is finally taken as the hosting site for the CART telescope.

Key words: radio telescope; electromagnetic environment; measurement method; data analysis; site testing