

业余无线电在应急信息发布中的应用研究分课题研究报告附录一：

业余无线电 VHFUHF 应急通信 互联网接入系统方案设计建议

中国无线电协会业余无线电工作委员会

二〇一三年七月

一、前言

VHF/UHF 频段无线电通信主要依靠电波的视距直线传播，其特点是系统简单，设备和天线比较小巧，业余电台普及率高，是突发重大灾害事件第一时间第一地点自救的最常见无线电通信资源之一。业余无线电中继台的支持下，VHF/UHF 频段的业余无线电应急通信可以从灾区向外延伸，成为包括周边的整个灾区的协调通信工具，也可以成为公共应急信息逐级下行传递的实用途径。这些在汶川地震、玉树地震等国内突发灾害以及大量国外灾害中为实践所证实。

然而受地球曲率阻挡，尤其是由于地形起伏和建筑物、高大植被等阻挡的影响，地面 VHF/UHF 频段无线电通信的直接覆盖范围有限，如果通信双方在楼宇密集地区使用手持对讲机，通信距离可能会不及一公里。要想扩大通信覆盖半径，就需要依靠天线具有相当高度的中继台进行转发。如果要使灾区现场的 VHF/UHF 电台能够沟通特定对象（例如上级行政主管机构）而特定对象位于一个中继区的距离之外，这就要求从灾区现场到特定对象之间建立由两个或多个中继台接力组成的中继链路。对于每一个可能的灾区现场将来，这种中继台网的信息主要流向基本上确定的。

此外，灾害现场周边地区或者其他地区的业余无线电应急通信团队以及分布在某些专业救灾机构中的业余无线电爱好者一般会在自己的活动范围内组成业余 VHF/UHF 电台点对点网络或者以中继台为中心的网状网络。灾害发生之后，某些团队之间的通信协调以及他们与相关政府和专业救援机构之间的通信将对整体灾害处置能力发生重要影响。这就需要在参加灾害处置工作的不同业余无线电应急通信团队之间建立临时中继链路和网络。由于这些团队的位置难以事先确定，节点间的链路只能根据具体情况临时设计。

平时，各地业余无线电爱好者的应急通信训练主要是按地区组织的，但也经常需要彼此间的通信协调训练，以增强业余无线电应急通信的整体效率。这也需要根据每次训练的需要有关地区的 VHF/UHF 通信覆盖区之间建立中继链路和网络。

从信息利用的角度看，突发灾害事件时除了第一时间第一地点的小规模自救通信外，业余无线电 VHF/UHF 应急通信所产生的所有关键信息应该能够在相关部门中的到共享，这需要在业余无线电 VHF/UHF 应急通信台网和政府、救援机构、媒体等业余无线电以外的信息用户单位之间建立非业余无线电性质的信息共享平台。

上述种种关于把业余无线电 VHF/UHF 电台在应急通信中连接成网络的需求，过去单纯依靠建立永久或者临时业余中继台网的办法解决，很多国家早就建立了四通八达的全国性业余 VHF/UHF 中继台网络。我国业余无线电爱好者和管理者今后也应该加强对常规业余中继台网的重视，逐步填补全国性业余 VHF/UHF 中继台建设的空白。

但是，在互联网普及的今天，建设业余无线电 VHF/UHF 应急通信互联网接入系统是另一种应该得到重视的解决方案。国外业余无线电界在这方面已经做了一些成功的摸索，值得参考。

例如美国业余无线电爱好者研发的 EchoLink 业余无线电 VHF/UHF 中继台互联网接入系统利用设在美国的服务器，根据 2013 年 7 月份统计，目前拥有包括中国在内的 71 个国家的 2081 个业余中继台注册用户，每个用户都可以把自己的中继台的音频信号通过互联网连接到任何一个正在活动的其他业余中继台，从而使远隔两地的中继台覆盖区内的业余 VHF/UHF 移动电台能够互相通话。除此之外，EchoLink 还有 3000 多个非中继台注册用户，他们都是普通业余无线电爱好者，可以选择任何一个正在活动的远处业余中继台，通过 VoIP 把自己的 VHF/UHF 普通业余电台或者电脑耳麦接入对方，进行监听或者插入通话。

EchoLink 在 2004 年 12 月 26 日印度洋海啸中首次发挥重要作用，由重灾区泰国普吉岛附近的业余中继台通过 EchoLink 提供了从灾区现场对讲机到曼谷的话音通信。

但是 EchoLink 还是一个以技术体验为主的系统，它的国际性结构也难以满足我国突发灾害事件下业余无线电应急通信的实际需要。因此，我国应该尽快研究和建立自己的业余无线电 VHF/UHF 中继台互

联网接入系统。

二、业余无线电 VHF/UHF 应急通信互联网接入系统的预期功能

业余无线电 VHF/UHF 应急通信互联网接入系统的目的，是为离散的业余无线电 VHF/UHF 覆盖区提供一个信号互联、信息共享的平台，以实现下列功能：

1、在突发重大灾害事件周边地区的中继台可以为灾害中心现场提供全部和部分通信覆盖的情况下，把灾区现场业余电台的信号通过互联网直接送到相关部门加以共享；

2、在突发重大灾害事件灾区周边地区多部中继台可以各自为灾害现场提供部分通信覆盖的情况下，通过互联网构成灾区比较完整的通信覆盖区；

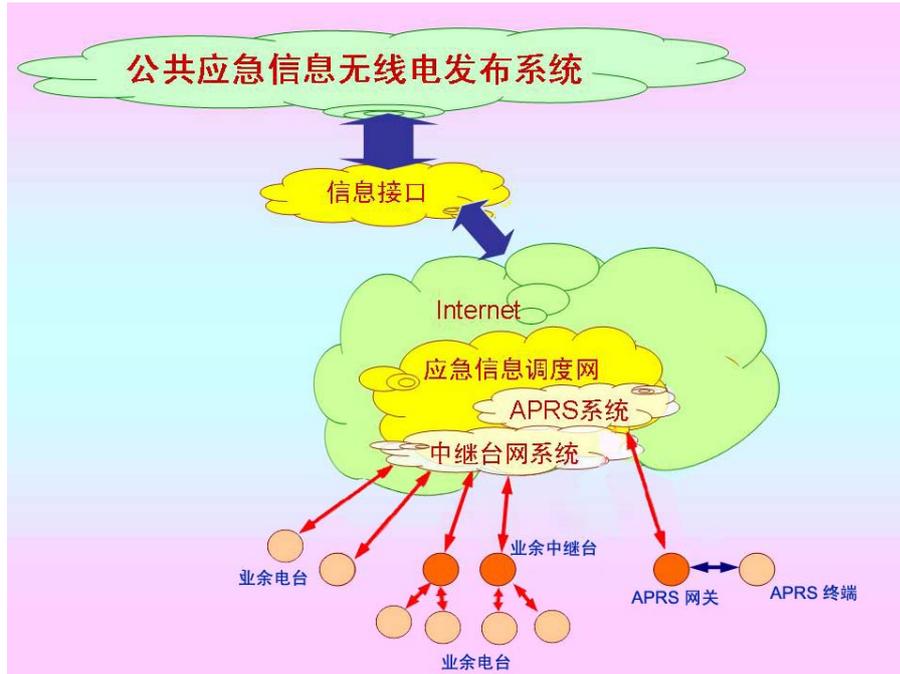
3、在灾区现场、周边地区和远方救援支持队伍中间通过互联网建立互通的临时远程中继台网，通过协调通信促进相关救灾工作的效率最大化；

4、通过 VHF/UHF 和 HF 应急通信的互联网接入系统进行对所有频率业余无线电应急信息进行综合，提高信息的利用率；

5、通过 APRS 位置报告系统专用 VHF/UHF 中继/网关台，向业余无线电应急指挥调度者及有关互联网用户提供参与应急通信的业余无线电移动资源的事实位置分布，并通过系统进行调度。

三、业余无线电 HF 应急通信互联网接入系统的组成

该子系统主要包括下列单元（参见“业余无线电 HF 应急通信互联网接入系统示意图”）：



业余无线电 HF 应急通信互联网接入系统示意图

1、业余无线电 VHF/UHF 中继台接入子系统

● 互联网服务器

向授权的互联网用户以及相关应用软件（如灾区应急呼叫信令自动提取等软件）提供业余 VHF/UHF 电台信号的信号接入和用户共享功能。

目前业余无线电 VHF/UHF 通信除了少部分微弱信号通信和数据通信外，大量日常通信采用话音，既有模拟调制，也有数字调制，其中数字对讲设备既有采用 TDMA 调制的，也有采用 FDMA 调制的。

专业无线电通信一般具有特定的系统任务，通信对象确定，信号质量由系统设计加以保证，以达到既定的可通概率目标，因而语音通信可以强制要求数字化。而业余无线电通信则有很大不同，一方面具有技术试验性质，不宜通过强制手段限定通信方式，另一方面没有确定的通信对象，往往需要和信号强度较差的远地电台、微弱功率电台通信，尤其应急通信需要尽量不遗留任何微弱的求救信号，此时数字化对讲设备因为误码率太高而不能工作。因此，业余无线电 VHF/UHF 通信可能会长期存在传统模拟 FM 话音通信和数字化对讲方式并存的局面，数字化对讲系统也会存在有多种制式并存的局面。

因此业余无线电 VHF/UHF 中继台接入系统需要允许多种电台输出信号接入，除了报文等数据信息可以在服务器中以文字或数字形式交换和处理外，各种制式的语音信号需要转换成统一的格式才能互相交换和处理。初期比较简单的办法是，所有电台的音频输出信号在接入互联网的界面上先解调还原成音频波形，再按照 VoIP 统一转换成音频数据信息。

服务器上运行的接入控制和处理软件需要开发，也可设法遗址和改造类似语音聊天室的软件系统。

● 业余 VHF/UHF 中继台

系统中的业余 VHF/UHF 中继台就是指分布在各地的业余话音中继台，在初期建设中，中继台的话音输入和输出信号均以模拟音频形式通过电脑声卡变换成数字信号，接入互联网。为避免突发灾害时访问系统的用户数量暴增而影响服务器网口的吞吐，从互联网服务器到用户终端的下行语音信号可以根据不同权限用户加以不同的压缩比。

● 普通业余 VHF/UHF 电台

如果需要，普通业余电台也可以和中继台一样接入本系统。

2、APRS 子系统

该子系统主要包括下列单元：

● APRS 服务器

为所有 APRS 网关电台以及直接方位互联网的 APRS 终端提供接入功能，并利用这些信息向其他互联网用户提供 APRS 终端位置实时查询、地图显示、短信交换等服务。

本课题组织建立了 APRS 测试服务器和公开测试网站 <http://aprs.hellocq.net/>，由佛山的业余无线电爱好者免费提供服务器平台，200 多位业余无线电参与了时达一年的测试，通过分布在全国的将近 30 个 VHF 网关电台和 9 个 UHF 网关电台将位置数据发到服务器，对系统功能初步进行了验证，达到了预想的效果。

当然，APRS 服务器也可以接受非业余无线电信道发送的位置报

告数据，例如从公众移动电话终端发到互联网的 **APRS** 数据，提供综合性的位置报告服务。

● APRS 网关

业余无线电 APRS 网关 iGate 由业余 VHF/UHF 收发信机加上专门的互联网接口组成，需要安装在能够访问互联网的地点，负责接收从业余无线电 APRS 终端发来的 **AX.25** 分组数据，并转换成 **TCP/IP** 分组协议发送到互联网上的 APRS 服务器。

目前国内业余无线电爱好者已经成功地开发出多种 APRS 网关接口。

● APRS 中继台

业余无线电 APRS 中继台是一种只能专门转发 AX.25 分组数据的无线数字中继台 **DigiPeater**。由于产生并发送位置信息的 VHF/UHF 频段 APRS 终端一般都是普通的手持或者车载业余电台，通信半径有限，而 APRS 网关需要连接互联网，安装地点受一定的限制，例如没有专门的微波或卫星互联网链路，就不能假设在山顶荒野。APRS 中继台则可以填补两者之间的信道空白，把 APRS 系统的服务范围扩大到没有其他通信手段的偏远地区。

业余无线电 VHF/UHF 频段 APRS 中继台一般采用普通业余电台增加专用控制接口做成，其工作不需人工干预，便于设置在山顶、塔杆等高处。当无阻挡视距范围不是特别远时，发射功率不需要很大，可以采用太阳能等作为电源。目前国内业余无线电爱好者在利用普通业余电台和太阳能电源制作 APRS 中继台方面已经做了很多成功的试验。

由于这种业余中继台不会响应一般的模拟或数字话音信号，因此管理比较简单，建议无线电管理部门在批准设台时充分考虑这一特点。

● 业余无线电 APRS 终端

业余无线电 APRS 终端是产生位置报告信息的设备，一般由普通业余 VHF/UHF 电台、GPS 接收机和专用接口组成。专用接口将 GPS 坐标数据按照 AX.25 协议进行分组处理，一般调制成音频基带信号，以便和普通 FM 电台的音频端口对接。AX.25 是业余无线电爱好者对 ITU-T 提出的 X.25 分组交换协议进行了修改，以便支持以业余电台呼号为基础命名节点地址。很多业余无线电 APRS 终端在报告 GPS 位置数据的同时，顺便报告由气象传感器采集的温度、压力等数据，还可以传输短信。这些对于突发灾害事件的处置也有积极的参考意义。

目前我国业余无线电爱好者成功地开发了多种适配不同型号的业余电台、功能略有差异的业余无线电 APRS 专用接口。

3、业余电台应急信息调度网

由各种业余无线电应急通信电台接入互联网的信息需要经过人为的判断，筛选出重要信号和信息，提供给有关部门和机构共享使用。当上级部门需要发布公共应急信息时，也需要由人工操作来确定最佳的信息流程，并通过本系统传达到相关的业余 VHF/UHF 中继台或者普通电台节点。必要时，根据 APRS 子系统的信息，对业余无线电应急通信的人力等资源配置下达调度指令或建议。

为此，需要在系统服务器开发和使用一个专门的信息调度软件平台来实现上述功能，将离散的业余无线电应急通信群体资源和个人资源加以整合，提高整体能力。

4、业余无线电 VHF/UHF 应急通信特殊技术的研发

为了更好地满足本报告“前言”部分所分析的突发灾害事件对业余应急无线电通信能力的需求，突破地形地物障碍对灾害发生第一时间第一地点业余无线电 VHF/UHF 应急通信距离的限制，有必要进行一些特殊技术的研究和开发工作，作为整个系统建设的一部分。建议将漂浮型业余无线电 VHF/UHF 应急中继台装备研发作为优先开展的研究项目。

一般市区楼房、小丘陵等多数障碍物的相对高度在数十米的范围内，如果能在灾害发生后第一时间内开设出高度升至 80 米左右的中

继台，就可以使中继覆盖半径扩大到 70 公里左右，这种通信资源对于突发重大灾害的现场处置将具有重要的积极意义。

漂浮型中继台是指安装在不依靠地面支撑、具有足够高度的漂浮平台上的中继台，例如以气球或者模型直升机作为平台。国外业余无线电做过不少研究和试验，但都局限在个人实验范围内，没有形成实用装备。国内业余无线电爱好者也早就有开展这方面试验的设想，福建省漳州市的业余无线电爱好者也在当地无线电管理机构的支持和指导下成功地进行过模型直升机搭载 144MHz 业余频段中继台的试验。但是，要开发低成本、易操作、随时可启用的装备，还需要有组织的指导和支撑。

比较有希望的方案是系留式气球平台，搭载小功率语音存储同频转发中继台，配置快速充气钢瓶。对于业余无线电爱好者来说，开发专用业余无线电中继台设备并不困难，但需要取得有关行业在试验和开发气球平台及其装备方面给予帮助。

四、关于业余无线电 VHF/UHF 应急通信互联网接入系统建设的组织工作

业余无线电的根本生命力在于广大业余无线电爱好者对无线电技术的兴趣。他们自发地投入大量时间、精力和金钱，参加各种业余无线电活动，组织各种自发的公益活动，包括突发灾害事件时提供应急通信服务。

但是个人和自发活动的能力是有限的。完全依靠分散的个人力量来充分业余无线电应急通信在现代条件下应有的能力，是不够的。尤其是一些全国性的研发和组织，就其性质来讲已经上升到一种责任，如果没有一种具有充分凝聚力的权威组织形式，没有一些必要的全国性共用设施的集中投入，水平很难提高。

为此，建议各级无线电管理机构及其委托的管理服务机构和全国的业余无线电技术骨干和应急通信服务积极分子一道，利用几年的时间，有计划、有步骤地建设业余无线电 VHF/UHF 应急通信互联网接入系统，实现业余无线电应急通信能力的整体性提高。