

普通遥测知识

定义 无线电遥测就是应用无线电发射器,接收器和天线系统远距离地探出或用其它方法追踪单个动物的一种技术。

用途 无线电遥测最普通的用途是寻找单个动物,以便研究其生活,包括栖息地的利用,迁移行为、繁殖和筑巢习性、生理节奏的型式,产地范围等各个方面。更专业化的遥测系统使研究者能够追踪动物各种各样的活动和许多生理参数,如温度、心动速率和死亡率。

频率 无线电遥测常用下列频率:

49.300—49.600 MHz; 50.225—50.825*;
102.200—102.500; 148.000—149.200; 150.700—151.900; 164.000—165.200; 173.200—173.500; 216.000—220.000。

49—50MHz 专用于淡水鱼类的测试;这一波段的优点在于其电波在水中传播具有独特性。

148—173MHz 之间的频率在各方面都具有相似的特点。美国和加拿大最常用的频率是150—151MHz。一组与美国东北部几个研究所合作的研究者用148.000—148.300MHz。非洲最常用148.350—148.650MHz。英国人大多数用173和102MHz。美国鱼类、野生动物研究部门的研究人员一般用164.425—164.725MHz。216—220MHz 定为科学工作者的专用频率。若是研究一种热带茂密的森林冠木中的树栖动物,用上述频率直接寻找动物往往很困难。在这种情况下,用216MHz 较合适。

许多早期文献所描述的采用无线电遥测术进行的某些研究系指陆栖动物的研究,用的是30—54MHz。

接收范围 能否收到发射的最大范围取决于下列因素:

发射器的电力输出功率;接收器的灵敏度;

接收天线的高度;发射器的高度;发射器的天线类型和位置;地貌(地形情况);周围的温度;地面类型。

发射天线的长度与式样也很重要。垂直鞭状天线,约四分之一波长的长度,在所用的频率中获得了最大的发射范围。(以厘米为单位波长的四分之一等于7500厘米除以操作频率(MHz))。例如:操作频率为150MHz,四分之一波长等于 $7500\text{cm} \div 150\text{MHz} = 50\text{cm}$ 。但实际工作中很少用四分之一波长的天线。(见表1)。

表 1

发射器型号	耗电量	相对功率	使用期限	
			汞电池	锂电池
SMI	0.05ma	x	60	N/A
SMI-H	0.10ma	2x	30	37
SB2-IV	0.11ma	5x	27	N/A
SB2	0.16ma	50x	9	25
SB2	0.25ma	65x	6	16
SB2	0.36ma	80x	4	11

表1例举在典型的电流消耗情况下,AVM发射器的有关电力输出功率。此表有助于研究人员在某一特殊应用中,对接收范围、电池类型和发射器的寿命及重量作出选择。对任何一个研究项目来说,在选择遥测系统时首先应考虑发射器的电力输出功率和接收系统的灵敏度。若想获得最大的接收范围还应考虑接收天线和发射天线在地面上的高度。接收范围与发射器和接收天线距地面的高度密切相关。调节发射

* 此频率仅供获得许可的业余无线电爱好者研究的项目之用。

天线能扩大发射范围。天线对准动物时与地面垂直。当天线高度达到 30 米时,其方向就不那么重要。从这一点看,垂直极化天线与水平极化天线间的差异相当小。

表 1 为典型的使用期因素及采用 30 厘米鞭状天线的标准发射器的相对输出功率。发射距离与功率输出的四次根成正比,即功率增加 16,发射距离就是原来的 2 倍。

低温会降低功率输出。发射器温度为 5°C 时,发射距离便缩小。发射器温度也可比周围环境的温度高。这取决于如何将发射器置于动物。例如,鸟可将羽毛覆盖在发射器上,鸟的身体可使发射器变暖。随着发射器温度的降低,发射信号的距离也随之缩小,甚至停止发射。不过如使发射器变暖,还可恢复发射而不会因温度降低而受到损坏。多数发射器在 30°C 情况下性能良好。

研究地区的地貌多种多样,发射器只适用于一般地形,特殊地形不完全适用。发射信号在茂密的针叶林中比在落叶树林中更易消失。在山区和有高大建筑物的市区内很难探测到信号发射源。地形的问题属于技术问题,而不属仪器问题。

测向发射器 一般知识,研究者想用无线电系统促进某一研究项目的进行时,通常考虑的第一个问题是:“我是否能订做这样一个发射器/电池组,它不仅能使我从特定的距离获得资料,又能在必要的时间内完成研究?”

AVM 提供两种基础测向发射器线路,每个线路可以外接 1.35 或 2.7 伏特的电压,其电流消耗幅度很宽,这个幅度可根据需要规定。所有的测向发射器都是连续脉冲发生器。使用同样的电池,距离与使用期限之间是直接相关的。规定的电流消耗量越高,发射距离越远,使用寿命期越短。

寿命期的测定 以天数为单位测定任何发射器和电池的理论寿命期,应以毫安培/天表示的电池功率除以毫安培/天表示的发射器的平均耗电率。注意为得此计算,发射器和电池的电压必须一致。即 1.35 伏电源的发射器必须配

用 1.35 伏的电池(一个汞电池),2.7 伏特的发射器必须配有 2.7 伏的电源(一个汞电池或两个并联的锂电池,或两个串联的汞电池)。计算两个串联的 2.7 伏的汞电池的寿命期时,要用一个电池的功率。计算方法如下:

某一 SMI 发射器的平均耗电量: 0.06 毫安培 (ma), 某一电池 (Hg650) 的功能率: 14 毫安培/天

$$\frac{14\text{mad}}{0.06\text{ma}} = 233 \text{ 天}$$

一级发射器 SMI 发射器是研究各种动物的典型发射器。可研究象老鼠和小鸟这样的小动物以及比它们大的各种大动物。通常用 30 厘米长的鞭状天线。若想用低效天线,即短的鞭状或回路天线,必须在买时加以说明。SMI 发射器的天线牢固到经得起研究动物的拖拉,轻到不防碍动物的正常运动。

SMI 发射器规格 重量: 0.6 克; 电流消耗量: 0.04—0.11ma, 平均 0.07ma; 体积: 长 10 毫米 (mm), 宽 7mm; 高 5mm; 电源: 一个 1.35 或 1.4 伏的汞电池或镀银氧化电池。

SMI-H 发射器除平均耗电量 (0.10ma) 和电源 (2.7—2.9 伏特) 与 SMI 不同外,其它规格都相同。其用途较小,但却不可缺少。专用它研究那种体型小得不能用二级发射器的动物。

SMI 小鼠型发射器与 SMI 发射器的一切规格相同,只是在发射器内部有一低效天线。专用于研究那种运动距离有限,而一根小的鞭状天线都会防碍其运动的动物。

发射器的安置 SMI 小鼠型发射器和用短的鞭状天线的 SMI 发射器都可很容易地置于动物皮肤上,用于探测方向。许多小动物,特别是小型啮齿类动物经常互相撕咬,有时能将发射器撕咬下来。实验证明用牙内稀酸涂过并用蜂蜡浸渍过的发射器包可置于皮内,而六个月后取下来完整无缺。

二级发射器 二级发射器比一级发射器的功率大得多,它由一基础振荡电路和一放大器组成。

SB2 发射器规格 重量: 5 克; 耗电量: 长寿

命期 0.11 毫安培；中等寿命期 0.20—0.28 毫安培；长距离 0.32—0.45 毫安培；体积：宽 18 毫米，高 7 毫米，长 19 毫米；电源：一个锂电池；2 个并联锂电池；或是 2 个串联的汞电池。

SB2-IV 发射器的外观与 SB2 相似，但需配用 1.35 伏的电池（一个汞电池或两个并联的汞电池）。正常耗电量为 0.10—0.17 毫安培。专供需要用二级发射器而重量要求最轻的研究项目。

如需更小的发射器，可订购 SB2-M 或 SB2-IVm 两个型号。这两种的一切规格与 SB2 和 SB2-IV 相同，只是其重量仅约 3 克，不密封，最轻，涂的环氧化物最少。

野外使用发射器的准备工作 一切发射器在出厂前都要检验，一开始接收就要检查其效能。检查方法：给发射器安上电池，将发射器对准受话器听信号。发射器在运输中损坏，必须立即退回更换。用 AVM 发射器及电池测试箱检查更简便，只需观察仪表上指针的脉动。

SMI 发射器的外壳是最薄最轻的塑料，整个发射器达到最轻限度。SB2 和 SB2-IV 发射器密封在装有干氮的金属盒内以防止元件腐蚀。每个发射器有一说明书，指明功率导线和天线导线的正负极位置。导线不可拉弯，更换断的导线会损坏发射器。所有的发射器都需再次包装以便将电池与发射器连在一起，需作防水包装，防止天线伸出包装物。至少要用薄塑料将发射器和电池全部包裹起来才能达到上述要求。绝对不可用腐蚀性的塑料。如研究者是在非常干燥的环境内工作，或者他用的是小的，寿命期短的电池，为更换电池之便，只需用塑料包裹靠发射器的那部分电池，而其余的电池则可用蜂蜡涂封，以便容易取出电池。

开始包装时，应将负极发射导线与负极电池导线接通。安置天线时必须小心，不要使天线与天线导线连接处靠边，而要正好包裹在发射器的后部。彻底包严天线与天线导线连接处很重要。因为当两种不同的金属焊接在一起时，焊接处与水接触更加容易受腐蚀。大多数受腐蚀而失灵的天线是由于焊接处与很小的湿

度接触而造成，而天线伸出包装物外所造成失灵的情况甚少。直到准备把发射器安放到动物物体上时方可将发射器正极与电池导线正极接通，以免造成不必要的耗电。在任何情况下都不可在焊接处将两种导线捻在一起。焊接完毕后，用塑料包扎住焊接处。

发射器用于小鸟 将无线电发射器用于哺乳动物通常很简单，把发射器附着于某种颈圈上即可。但发射器用于小鸟却十分困难，小鸟的颈圈最难解决。较成功的方法如下：

取一段线规为 28(gauge) 包特氟隆的多股胶合金属线，长度以可捆住鸟为宜，并留出够打结的线头，用削皮器或切线刀在金属线中部削去包裹着的特氟隆，削去够焊接的一块即可。用上面所说的方法将电池和天线装配到发射器上，将金属线置于发射器和电池之间，再将削去特氟隆的金属线与电池底部的突起处焊接。用少量丙烯酸或环氧化物填满发射器与电池相接处的缝隙，并用一轻的套子将发射器和电池的底部罩住。

接着，取一块纺织精细的方布，象做衣服口袋一样，做一个与发射器/电池包一样大的袋。先用聚脂线在布上平着缝 3—4 行，每边留出 15 厘米的线。用环氧化物将布贴到发射器/电池包的光滑面，然后在包的上面将布上两边留出的线一对一对地系在一起，最后用丙稀酸或环氧化物盖住线的结头。包裹底部的布不包塑，这样包裹表面就有一些粗糙，多孔的地方。胶水将粘住这些地方。

鸟的准备工作 用小剪刀剪去小鸟背部两翅之间的羽毛，去毛面积与发射器/电池包相当。如果羽毛不剪掉而是拔掉，那么羽毛再生将顶掉发射器包。

将发射器附着于鸟体 鸟骨骼上方的皮肤活动使易碎的胶破碎，故最好用保持柔韧的粘胶物将发射器贴附于鸟体。经验证明妇女用的假眼睫毛胶接剂较理想，它不但牢固而且不会引起鸟皮肤发炎。在发射器包底部的布上涂上这种胶接剂，再将涂胶面粘到鸟背上已剪掉羽毛的部位。然后将焊接到发射器上的两条金属

线头绕到鸟的前端打成方结。金属线要系紧，使发射器固定，但也不可太紧，以免影响鸟的正常运动。最后剪掉打结多下的线头，用一滴凝固环氧剂将结固定，或者用焊铁轻轻融化金属线外面包的塑料。

发射器用于大鸟 发射器用于大鸟时，发射器包的准备工作同小鸟。但不需准备发射器包内的那块布。有许多挽具材料可用于大鸟，如尼龙绳、扁平的带子、做手术用的皮管子或包着特氟隆的金属线。上述几种材料中最后一种最不理想。目前人们发现线规为 24(gauge) 用硅包的玻璃纤维绳为最佳挽具。此绳有较高的力强度，而且耐磨，可反复地向任意方向弯曲、搓捻而不断。

发射器安置的好与坏决定研究项目的成与败。必须记住绝对不可将挽具材料从鸟翅膀下面绕过去，因为这样会造成磨擦致使鸟改变行为习性。较理想的方法是：用一根金属线捆住发射器/电池，两个线头从发射器/电池包的前端出口伸出，两线长度保持相等。然后将两个线头拉到鸟的头背，在背部脖颈上用胶布粘在一起或打一方结。两个线头再绕过脖颈在胸部打一个结。接着再将两线头拉致胸部的下方再打一个结。从这个结开始，将两条线头拉回到鸟背上的发射器/电池包处，在这儿将其中的一个线头穿过包裹后部出口与剩下的那个头打一结。可用焊铁或环氧凝固剂固定这个结。如所用的挽具是硅包裹着的带子，焊铁则融化不了硅。

颈圈 研究人员订购颈圈时，必须说明发射机、颈圈以及电池的型号(或指明所需颈圈的最大重量、使用范围以及使用期限)。因同一种类中，动物的脖颈粗细及形状各异，故还必须说明动物的脖颈圆周。装置过程中，颈圈可以调节，但可调节的范围有限，因为颈圈不易弯曲，是按照委托人所指定的弯曲率做成的。AVM 公司的职员可协助用户测量动物的脖颈圆周。不过，最终确定颈圈的尺寸和形状应由研究人员自己作决定。如颈圈做好后又要改变颈圈的尺度或形状，委托人需再次付款。因此，

较理想的办法是，研究者提供一张颈圈断面图，标明颈圈的圆周以及纵横两条轴线的长度。

本公司出产的所有大中型哺乳动物颈圈皆是由磁性控制的弹簧开关起动的。开关包在颈圈的塑料部分。调动颈圈表面上的磁铁便打开了发射机。如需关上发射机，将磁铁调回原位即可。

AVM 公司可提供下列几种不同型号的成品颈圈，如你所需的颈圈不属下列几种，可来信注明所需颈圈的各种规格，可为你特制。

大型哺乳动物颈圈 大型哺乳动物颈圈由两层氯丁橡胶浸渍的合成纤维机器传动带做成。通常，SB2 型发射机和电池置于两层传动带之间的固体塑料盒内。野外使用时，先切除多余的传动带，然后用标准皮制品钻孔器在传动带上钻孔，把颈圈套到动物脖颈上，再用平头螺穿入孔内，上紧螺丝帽，颈圈即准确地装置好了。大型哺乳动物颈圈有如下几种：

LM 型颈圈

适用于脖颈圆周为 35—125 厘米之间的动物，如熊、野猪或狼。用半内部鞭状天线(Semi-internal whip antenna)。这种天线比全凸出的鞭状天线效率低，但它适用于由于行为习性或栖息地的环境而不能用全凸出鞭状天线的动物。

LMW 型颈圈

适用于鹿和一切可以使用外部鞭状天线的动物。一般外部鞭状天线伸出的长度为 13—18 厘米，可前、后、左、右不断的调节，再折回到垂直位置，始终是可活动的。适用于脖颈圆周为 30—85 厘米之间的动物。除天线外，一切规格同 LM 型颈圈。

LMX 型颈圈

适用于最大的陆生哺乳类动物，如象，犀牛和河马。用于脖颈圆周超过 125 厘米的动物，必须预先订购。其各方面的规格同 LM 型颈圈，只是天线更复杂一些，必须用最大的电力功率。

可扩大的大型哺乳动物颈圈 LM 型和 LMW 型颈圈的一切规格同标准颈圈，但有一条经得起损耗的橡皮带穿过颈圈外面一可拉开

的特氟隆套筒。拉长橡皮带时，橡皮带便露出套筒，进而渐渐失去弹性。在电池充分放电的同时，颈圈就扩展开了。

中型哺乳动物颈圈 中型哺乳动物颈圈同大型哺乳动物颈圈，由一条机器传动带做成，但轻一些，窄一些。有如下几种：

MMW 型颈圈

适用于脖颈圆周为 25—40 厘米之间的动物，如小狼和未断奶的小狮子。它与 D 型颈圈相似，专为较小型的独居动物设计。颈圈头端的小型活动天线与 LMW 型的相似。

D 型颈圈

它不同于前面所描述的任何颈圈，为体积最大的颈圈。专为脖颈圆周为 20—35 厘米之间的动物设计，如狐狸、浣熊和大野兔等。颈圈上的黄铜环形天线被夹在颈圈的两层带子中间。因天线环绕整个颈圈，并与发射器/电池组的两端连接，故颈圈的大小调节度较上述几种

颈圈大些。环形天线是调谐电线的一部份，所以颈圈圆周的调节度越大，天线的发射有效范围越大。如，为脖颈圆周为 28 厘米的动物设计的颈圈，用于脖颈圆周为 25 或 30 厘米 ($\pm 10\%$) 的动物，效果就好。但用于 20 或 40 厘米的动物时，信号就弱些。

表 2 特定脖颈圆周的颈圈所用的最大电池

颈圈圆周(厘米)	最大号电池	
	汞电池	锂电池
5	Hg-312	×
8	Hg-575	×
10—15	Hg-1	1/2A
15—18	Hg-601	2/3A
20—25	Hg-12	2-2/2A's
25—45	×	C
50	×	2-C's

可扩大的中型哺乳动物颈圈 此种颈圈仅 MMW 型一种，因为 D 型颈圈的天线形状是固定的，不可扩大。MMW-E 型颈圈与 MMW 型相

表 3 经常研究的动物所用的几种典型的发射器、电池和颈圈

动物	颈圈	发射器	电池	平均脖颈圆周	平均电流	寿命期
象	LMX	SB2	2c's	300 厘米	0.32ma	3 $\frac{1}{2}$ 年
驼鹿	LM	SB2	2c's	115 厘米	0.32ma	3 $\frac{1}{2}$ 年
狮子	LM	SB2	2c's	100 厘米	0.27ma	4 $\frac{1}{2}$ 年
野猪	LM	SB2	2c's	85 厘米	0.27ma	4 $\frac{1}{2}$ 年
白尾鹿	LMW	SB2	2c's	60 厘米	0.27ma	4 $\frac{1}{2}$ 年
黑熊	LM	SB2	2c's	50 厘米	0.32ma	3 $\frac{1}{2}$ 年
狼	LM	SB2	2c's	50 厘米	0.27ma	4 $\frac{1}{2}$ 年
郊狼	LM	SB2	C	35 厘米	0.22ma	2 $\frac{1}{2}$ 年
浣熊	D	SB2	2/3A	25 厘米	0.22ma	7 $\frac{1}{2}$ 年
	D	SB2-1v	Hg-601	25 厘米	0.15ma	16 个月
狐狸	D	SB2	2/3A	20 厘米	0.22ma	7 $\frac{1}{2}$ 个月
	D	SB2-1v	Hg-601	20 厘米	0.15ma	5 个月
臭鼬	D	SB2	1/2A	20 厘米	0.20ma	5 个月
山兔	D	SB2	1/2A	15 厘米	0.20ma	10 个月
麝	B	SB2-1v	Hg-1	15 厘米	0.13ma	10 个月
	B	SM1	Hg-60	15 厘米	0.08ma	10 个月
水貂	BT 或 B	SB2-1v	Hg-1	13 厘米	0.13ma	10 个月
树鼠	BT	SM1	Hg-675	13 厘米	0.05ma	5 个月
雪兔	BT	SB2	2/3A	11 厘米	0.22ma	7 $\frac{1}{2}$ 个月
	BT	SM1	Hg-1	11 厘米	0.07ma	1 $\frac{1}{2}$ 年
貂	BT	SB2	1/2A	10 厘米	0.15ma	6 $\frac{1}{2}$ 个月
	BT	SB2-1v	Hg-1	10 厘米	0.13ma	10 个月
小型金花鼠	R	SM1	Hg-312	5 厘米	0.05ma	1 个月
鼠	—	SM1-鼠型	Hg-312	—厘米	0.05ma	1 个月

似，但外边有一条经得起损耗的橡皮带。穿过一个乙烯基灌注的玻璃纤维套筒，这种结构可使颈圈扩大约两倍。

小型哺乳动物颈圈 凡用于脖颈圆周为 25 或小于 25 厘米的动物颈圈皆用环形天线。环形天线为颈圈的主要支撑结构。各种小型哺乳动物颈圈之间的尺寸重叠比大型和中型哺乳动物颈圈之间的尺寸重叠大。在许多情况下，研究人员是根据其所好而选择小型哺乳动物颈圈的型号。（见表 4 和表 5，适合用于所给脖颈圆周的发射器/电池组。）本公司提供如下几种小型哺乳动物颈圈：

BT 型颈圈

该颈圈上有一条黄铜环形天线，天线上有一条乙烯基灌注的玻璃纤维管，根据颈圈的大小，可装置任何一种发射器。发射器和电池组由一块防水塑料包着粘附在颈圈上。适用于脖

颈圆周为 10—25 厘米之间的动物。有些动物的脖子经不起 B 型颈圈内传动带的直线边缘的磨擦，故也适用 BT 型。

B 型颈圈

该颈圈的一切规格同 BT 型，只是黄铜环形天线装置在一层薄薄的机器传动带的外边。适用于脖颈圆周为 10—25 厘米的动物。

R 型颈圈 此颈圈的独特之处在于野外使用时既不需扣件、也不需用焊料。专用于类似 Lemning 的小型哺乳动物。颈圈上有一条热塑料包裹的金属线，即调谐环形天线。有一简单的 foldback 用于调节颈圈的尺寸。尺寸调节适当后，用一小块热收缩小管将颈圈固定。本品适用于脖颈圆周为 5—15 厘米之间的动物。

吴国兰摘译自美国 AVM 仪器公司出版的《无线电遥测设备与技术手册》