

辅助电磁场理论教学的无线电测向活动开展

许少凡, 刘洪志, 赵 梦, 梅中磊

(兰州大学 信息科学与工程学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要:无线电测向运动走进了许多学校的第二课堂,这项运动同时锻炼参与学生的脑力和体力,展现了巨大的魅力。本文结合我校信息活动月无线电“定向猎狐”项目的开展,联系“电磁场理论”课程相关知识,详细阐述这项活动的原理、开展方式及其在全员育人、全方位育人、全过程育人中的积极作用。

关键词:无线电测向运动;电磁场理论;教学实践

中图分类号: G426

文献标识码: A

文章编号: 1008-0686(2019)04-0141-04

Radio direction finding activity in assisting the teaching of electromagnetic field theory

XU Shao-fan, LIU Hong-zhi, ZHAO Meng, MEI Zhong-lei

(School of Information Science and Engineering, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Radio direction finding has been involved in the extra-curriculum activity in many schools. This sport shows great charm for its simultaneous training on the mental and physical strength of the students. Combining with the development of "Radio Directive Hunting" in Lanzhou University's Information Technology Month and the relevant knowledge of electromagnetic field theory, this paper elaborates the principle and development of this sport and its positive role in all-members, all-round and whole-process education.

Keywords: radio direction finding; electromagnetic field theory; teaching practice

0 引言

无线电测向运动是一项竞技体育项目,是现代无线电通讯技术与传统捉迷藏游戏的结合,但它寻找的是能发射无线电波的小型信号源(即发射机)。大致过程是:在户外事先隐藏好数部信号源,定时发出规定的电报信号。参加者手持无线电测向机,测出隐蔽电台的所在方向,采用徒步方式,奔跑一定距离,迅速、准确地逐个寻找出这些信号源。以在规定时间内,找满指定台数、花费时间少者为优胜。通常,我们把实现巧妙隐藏起来的信号源比喻成狡猾

的狐狸,故此项运动又称无线电“猎狐”或“抓狐狸”^[1]。

参加该项活动的学生,除了要进行身体训练外,还需要学习无线电方面的知识,要掌握测向机或其他电子制作技能,这无疑将丰富和延伸课堂知识,使课堂学习更轻松。而且在当今电子技术无孔不入的时代,学生会因为有了这一技之长而终生受益^[2]。

由于无线电测向既不是纯科技性的室内制作,又不是固定场地上的单一奔跑,而是充分体现了理论与实践、动手与动脑、室内与户外、体能与智力的结合,是在大自然的怀抱中,有机地将科技、健身、休

收稿日期:2018-11-14;修回日期:2019-03-11

基金项目:兰州大学精品在线开放课程重点培育项目(2018-014)。

第一作者:许少凡(1996-),男,本科生,研究方向为电子信息科学与技术,E-mail:18109463106@163.com

闲、娱乐融为一体。对于开阔视野、增长知识、增强体魄、磨练意志,进行国防教育,培养独立思考和分析判断能力,促进青少年德、智、体、美、劳全面发展,丰富学校第二课堂内容及从应试教育向素质教育转换均十分有益^[3],同时也符合中央关于“在青少年中普及科技”和实施《全民健身计划纲要》的精神,故倍受学校和有关部门的重视,同时也深得青少年的喜爱和家长的支持。

关于电磁波传播的相关内容出现于我校信息科学与工程学院是电子信息类专业本科二年级的“电磁场与电磁波”课程,课程包括时变电磁场,均匀平面电磁波的性质及其在介质中的传播,天线和天线阵等内容^[4]。然而,电磁波的辐射和传播在学习具有一定的抽象性,不容易理解。例如,在电磁波传播过程中,电场与磁场方向相互垂直且都垂直于电磁波传播方向这一现象,若未经过观察与验证,则难以记忆清晰。再如,无线电波在有耗媒质中传播时,根据传播介质不同,随距离增加信号强度的衰减,在书本学习过程中仅仅通过负指数函数进行表示,难以留下直观的印象。更多的例如拉杆天线,绕线磁棒等电磁场与电磁波应用举例,都只能通过书本上的图片加以了解。为了加强电磁场课程学习效果,辅助相关理论内容理解与记忆,课程组相关教师在我校第31届信息科技活动月期间特地举办了无线电定向“猎狐”比赛。

1 基本原理

1.1 测向仪器介绍

正如生活当中收听广播电台一样,依据信号频率不同,我们可以接收到不同电台的内容。80m 波长无线电测向比赛选用 3.5MHz ~ 3.6MHz 频率波段,共设置 13 个电台。分别为标准电台以及 1 至 12 号电台。接收电路中,天线、电感与电容组成接收系统,通过调节电感与电容(通常是通过调节电容大小),改变接收电路谐振频率,以达到对某一频率信号的最佳接收。接收内容一般为摩尔斯电码所表示的阿拉伯数字 1 ~ 12。

无线电测向就是根据无线电磁波的传播规律,设置发射信号源的地点(电台),通过无线电测向仪器(我们在测向活动中选用 80m, 3.5MHz 无线电测向仪 PJ-80)确定信号传播方向,并找出电台位置。其实质就是测量到达电磁波的波阵面的法线方向。

无线电波在空气中具有近似沿直线传播的特点。如果能确定出无线电波传播方向,就可确定出发射台所在方向。无线电技术发展以来,人们一直致力于接收效率与传输距离的提升,因此促进了定向天线的发展。无线电测向活动中正是利用定向天线技术来开展测向工作的。

活动中信号源发射信号属于线性极化波中的垂直极化波,电场方向与地面垂直。相比水平极化波,不会在贴近地面时与地面产生较大的极化电流,因此避免了能量的大幅衰减。

PJ-80 测向仪采用磁棒天线与拉杆天线,而不采用环形天线。环形天线体积过大,不易于携带。

测向仪内部的磁棒天线如图 1 所示,将磁棒天线平行于地面放置,就可以接受垂直极化波。当磁棒与电磁波传播方向平行时,磁场方向与磁棒垂直,磁力线无法穿过磁棒上的线圈,线圈感应电动势为 0;当磁棒与传播方向垂直时,磁场方向与磁棒平行,磁棒聚集较多的磁力线穿过线圈,线圈中感应电动势最强。当耳机作为测向仪指示器,所收到的声音将会随着磁通量的大小改变而改变。



图1 测向仪内部磁棒天线

直立天线也是较为常见的一种线状天线,是与地面垂直的一种天线,分为对称与不对称两种。对称天线采用中心馈电方式,不对称直立天线则将对称直立天线的一个臂接地,在天线与地之间馈电,也称垂直接地天线。一般所指直立天线,大部分是不对称直立天线。本次活动采用的 PJ-80 测向仪中所使用的天线为拉杆天线,也属于不对称直立天线。

图 2 给出了拉杆天线的照片。其一端电极为拉杆,另一端电极为大地,辐射效率较高,接收效率也不低。仪器内部接地端与拉杆天线内端作为最初的源(接收到的电磁信号)。仪器内部电感与可变电容组成谐振电路。源电路与谐振电路共振,即可收

到信号。调节可变电容改变接收频率,也就是谐振电路的固有频率,天线中同频电磁信号会与之共振。在拉杆天线末端垂接一根导线,信噪比会有所改善。

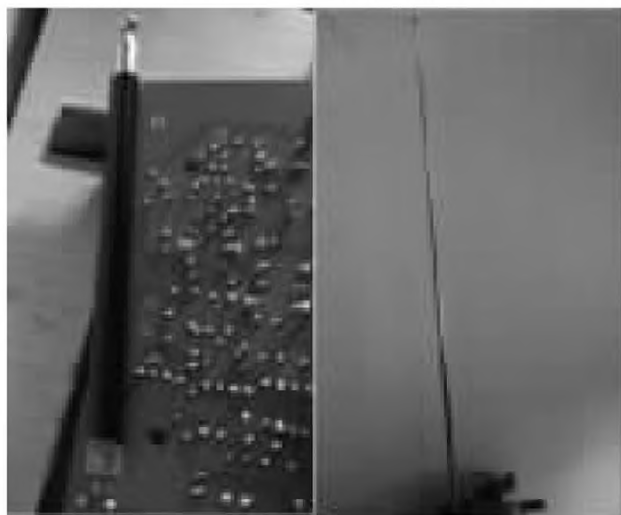


图2 拉杆天线示意图

1.2 测向原理

如图3所示,假设电磁波传播方向沿着0度方向,在水平面内旋转磁棒天线,则随着磁棒轴线方向与电磁波传播方向改变,磁通量改变速率也会发生改变,所产生感应电动势大小也会产生改变。

在其它条件不变的情况下,磁棒天线转动180度,感应电动势极性发生改变。假设在0度~180度逆时针旋转范围内感应电动势为正值,则在180度~360度范围内的感应电动势为负值。图3中用正负号给出了这个示意。

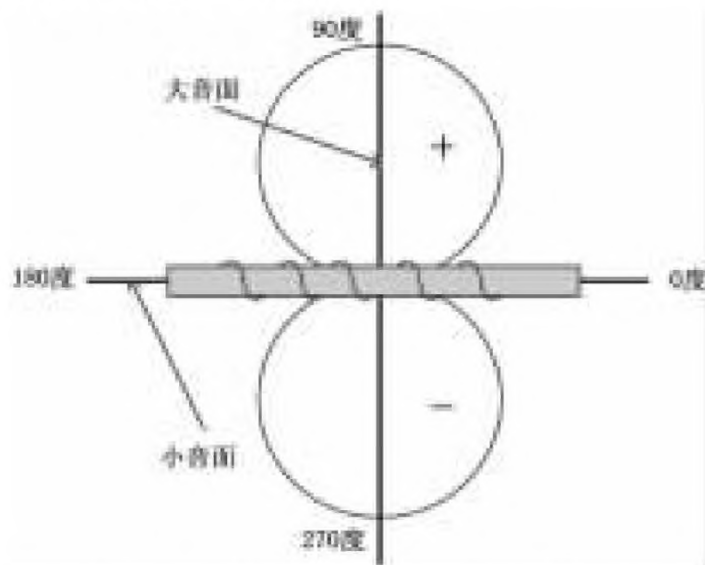


图3 磁棒天线及大小音面示意图

在实际的测向中,我们会旋转磁棒天线,我们会获得两个声音最小的点以及两个声音最大的点。声音最小的点称为小音点,声音最大的点称为大音点。只要转动磁棒天线,找出小音点,则发射台必定位于磁棒轴线所在直线上。同理,也可以尝试找出大音点,则此时发射电台所在直线方向一定与磁棒轴线所在方向垂直。如果要准确确定电台位置,需要拉杆天线进一步配合测量。图3中还给出了大、小音面示意图。从图中还可以看出,磁棒天线的方向图,在水平面内大致成“8”字型。

当接收到的电磁波不是理想的垂直极化波,而是具有水平分量时,天线便产生附加电动势。若电磁波在传播过程中遇到反射,或测向天线附近的金属物体在接收电磁波后又向空间产生新的辐射。测向机将指向反射体,辐射体或造成方向模糊,方向偏差。电磁波在传播途中,若经过对传播有不同影响的地区,如水面等,传播的方向还会产生偏移。而测向过程中的产生的偏差主要来自于天线,因此提高天线精度,减小天线误差,是提高测向精度最重要的手段。

图4为拉杆天线垂直方向与水平方向的方向图。由电磁理论可知,其在垂直平面内为半个横躺的“8”字,而在水平面内为一个圆形。当天线直立时,不具有方向性。通过拉杆天线和磁棒天线的配合,可以完成对前述两个大音点的二次核查,从而确定电台的最终位置。

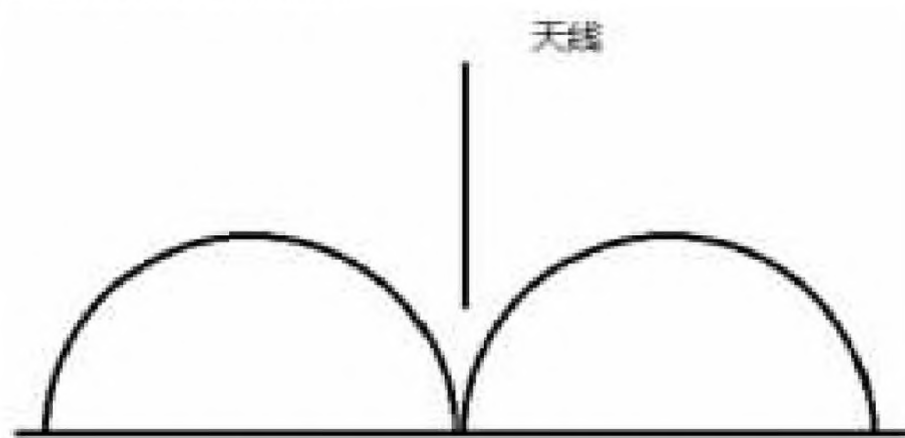


图4 拉杆天线垂直平面和水平平面内的方向图

PJ-80侧面板有个单向测试按钮,在按下单向按钮时,测向机采用单向测向方式。此时,被自动切断的拉杆天线开始工作,同时磁棒天线也一并作用。在同时作用时,两天线共同组成“复合天线”,两天线方向图相叠加,产生具有单方向性的“心脏线”(图5加粗部分),基于这个定向天线即可实现准确定位。

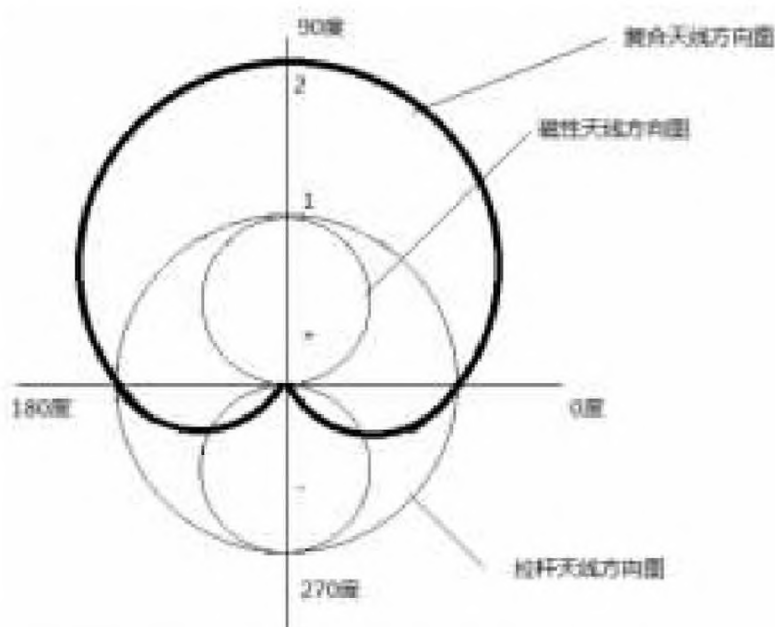


图5 复合天线方向图

2 活动开展

2.1 活动规则

本次活动根据无线电测向标准规则,根据我校榆中校区具体情况作出如下修改:

运动员按要求的台号找台。找台数多,测向时间少者为优。

每队由3名队员组成,可自由组队,不限男女。

每队需要寻找所有9台信号源中的6台,顺序不限。

每队队员拥有1小时比赛时间,3位队员中同一时间只能有一位队员在校园内寻找电台,剩余两位队员在起点处等待“接棒”。三名运动员顺序不限,每名运动员寻找总时间自由分配,但每位运动员最多只能打卡己方所需要6个电台中的3个。

每队只配备一台测向仪,在队友寻找过程中,剩余两名运动员在终点处等待。一名运动员搜寻完成后,在起点处与队友完成“交棒”,将所带测向仪器给予队友,队友继续进行电台寻找活动。

采用计时赛方法。团体成绩按全队找台数、总使用时间(不含附加时间)的顺序评定。总台数多、总用时间少者为胜。每隔五分钟出发一组。

2.2 开展过程

活动于2017年7月23日开展,7月22日项目组负责人与相关裁判到场,对裁判与参赛运动员进行赛前基础知识普及,测向原理讲解,以及简单测向方法教学。赛事筹备组于校园内放置了4部随机选取台号的电台,并于出发点放置可调节台号信号源。首先在出发点训练各组参赛运动员对电台发出的摩尔斯电码进行辨别。各组运动员熟悉了音量调节办法,旋转调频旋钮找寻各组电台。接下来,进行简单测向方法教学,方法大致分为两种:单向-双向法与双向-单向法。首先以出发点电台为例,各组运动员找寻不同方向接收信号大小规律。区分在双向与单向时,何时寻找哑音点,何时寻找较大声音点。

比赛分为上下午组,上下午布台位置与台号都进行了变换,确保比赛公平与公正性。比赛采用每

隔五分钟一组出发方式,比赛共有三组寻台要求,确保每一组与相邻出发组所寻找台号大部分不相同。比赛提前半小时将所有电台布置完毕,根据随机方式确定出发顺序。比赛同时,在出发点放置标准电台方便运动员寻路。同时与出发点与比赛场地设置两名监听员,随时监听12部电台信号情况,确保运动员在比赛过程中没有关闭电台。终点处由裁判记录各组出发时间,并交接打卡纸。每组寻台时间为1小时。

最终经过上下午紧张激烈的角逐,共有35组于比赛时间内完成了比赛,成绩有效率达到了百分之七十。共有两组找寻到了需要寻找的所有六部电台,成绩最快组用时48分钟。最终共有六组队伍分获一、二、三等奖。比赛过程中,每组队员互相配合,合理分配体能,每位组员所负责寻找区域与台号皆不同。

4 结语

“电磁场与电磁波”课程在本科学习中属于较难部分,涉及众多的公式定理与较为复杂的推导过程。其中所蕴含的电磁学知识虽然在大学一年级“普通物理”课程中已有了较为系统的学习,但因为比较抽象,一些同学不能很好掌握。开展无线电测向活动,对于提升本科生学习积极性与生活多样性,对于辅助电磁场与电磁波课程学习都有着较为重要的意义。因此,本活动对于实施全员育人、全方位育人、全过程育人,具有积极作用。

参考文献:

- [1] 颜意娜. 无线电测向运动员的选材模型与方法研究[J]. 杭州: 杭州电子科技大学体育教学部, 2012, (4): 35-36.
- [2] 毛海燕. 蔡中. 甘肃中小学开展无线电测向的现状与发展对策研究[J]. 西安: 陕西教育, 2009, (10): 11-11.
- [3] 姜军. 浅谈无线电测向运动对职校学生提高职场竞争力的研究[J]. 南京: 科学大众(科学教育), 2016, (2).
- [4] 许福永, 赵克玉. 电磁场与电磁波[M]. 北京: 科学出版社, 2005.