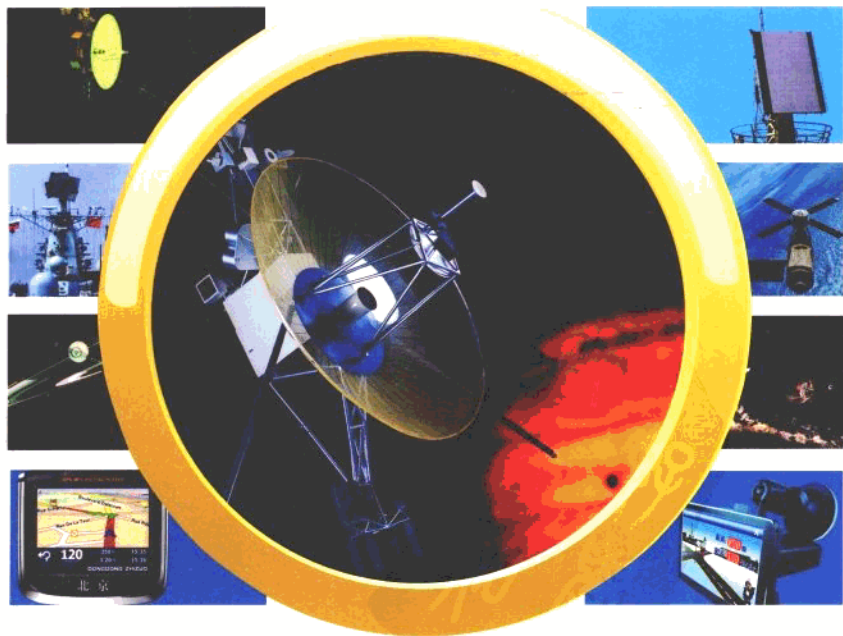


青少年科普图书馆
QINGSHAONIANKEPUTUSHUGUAN

青少年应该知道的

“二战”中被广泛运用的军事定位系统。现代生活中被用作宇航的导航仪，在空中像“千里眼”一样关注着地球。制造原理却是根据一种普通的动物——蝙蝠，这便是雷达——一个奇特神秘的“百事通”。

华春 ● 编著



團結出版社

青少年科普图书馆丛书编委会

全国人大常委会副委员长、民革中央主席周铁农特为本丛书作序

- 顾问：谢克昌 中国科协副主席、中国工程院院士
- 主任：修福金 全国政协副主席、民革中央副主席
- 副主任：吴先宁 民革中央宣传部部长
- 王大可 团结出版社社长兼总编辑
- 梁光玉 团结出版社常务副社长
- 唐得阳 团结出版社常务副总编辑
- 徐先玲 北京林静轩图书有限公司董事长

委员：

- 李 松 美国特洛伊工学院物理学博士
- 叶 鹏 美国康奈尔大学化学博士
- 姚经文 北京理工大学环境工程博士后
- 黄德军 兰州大学生物学博士
- 吕江宁 MIT(麻省理工)地球物理学博士
- 张学伟 Syracuse university 地质学博士
- 罗 攀 香港中文大学人类学博士
- 蔡三协 香港中文大学医学院医学博士
- 王 妍 香港中文大学医学院医学博士

执行主编：王 俊 唐得阳

特邀编辑：张汉平

在人类生活的这个美丽的蔚蓝色地球上，时时刻刻都有一双双超视的“眼睛”，在仔细地扫视着这个星球的每一个空域角落。

它们有的每分每秒目不转睛地注视寰宇，像一个智慧的“先觉者”，为我们预言和解读天气的瞬息变化；

有的像长夜里永不熄灭的明灯，为行色匆匆的航班送去一路光辉；

有的像戍边的“无名英雄”，为国家的安宁带来和平的祥云；

有的书写辉煌，声名显赫；

有的注定沉默，一生无闻。

但这并不能阻碍它们都有一个共同而不同凡响的名字——雷达。

雷达，在很多人的观念中是一种远离生活的神秘设备，其实雷达并不是“魔法世界”里的怪物，而是和我们生活息息相关的现代科学产物，是人类智慧的结晶。它的出现，让“千里眼、顺风耳”的传说不再是神话，它在人类生活的各个领域中大显身手。

本书从各方面对世界各国先后研制出的雷达进行了详细的介绍，且配有精美的插图，可以为读者提供一个学习雷达的知识平台，让广大青少年朋友们更全面地了解雷达。

序 言

莽莽苍苍的山川大地，茫茫无际的宇宙星空，人类生活在一个充满神奇变化的大千世界中。面对异彩纷呈的自然现象，古往今来曾引发多少人的惊诧和探索。它是科学家研究的课题，更是充满了幻想和好奇的青少年渴望了解的知识。为了帮助广大青少年系统、全面、准确、深入地学习和掌握有关自然科学的基础知识，用科学发展观引领他们爱科学、学科学、用科学，团结出版社按照国家确定的学生科普知识标准，编辑出版了《青少年科普图书馆》大型丛书，应该说这是一个很有意义、值得支持和推广的出版工程。

加强科普教育和科普读物出版工作，是加快国家建设和发展的需要。中共十七大提出要把我们的国家建设成为富强、民主、文明、和谐的社会主义现代化国家，要在2020年实现全面建设小康社会的目标，必须坚持以经济建设为中心。为加快国家发展，要抓紧时机，实施科教兴国、人才强国和可持续发展的三大战略。把科教兴国战略放在第一位，就是要充分发挥科学技术作为第一生产力的作用，认真落实国家中长期科学和技术发展规划纲要，依靠科技进步，建设创新型国家；要着眼于长远，努力培养新一代创新人才，提高劳动者素质，增强创新能力。大量优秀的科普读物的出版发行正是科学的教育和普及的基础性工作，是科教兴国、人才强国的文化基础工程。

加强科普教育和科普读物出版工作，同时也是我们社会文化建设的需要。中共十七大强调“弘扬科学精神，普及科学知识”，是“建设和谐文化，培养文明风尚”的重要内容，特别提出要重视城乡、区域文化协调发展，着力

丰富农村和边远地区的精神文化生活，为青少年健康成长创造良好的文化环境。

有关科普教育和科普读物出版发行工作，多年来得到中央和地方各级政府部门和相关社会团体的广泛支持。2002年6月29日，《中华人民共和国科学技术普及法》正式颁布实施，标志着我国科普事业进入法制建设和发展的轨道。为持续开展群众性、社会性科普活动，中国科协决定从2005年起，将每年9月第三周的公休日定为全国科普日。自2003年以来，为支持老少边穷地区文化事业发展，由国家文化部、财政部共同实施送书下乡工程。2009年2月，中国科协等单位五年内在全国城乡建千所科普图书室的活动举行了启动仪式。多年来有关政府部门和社会团体坚持不懈的送书下乡活动，推动了科普工作在全国，特别是在农村、边远地区和广大青少年中的开展，丰富了他们的精神文化生活，提升了他们的科学文化素质。

贯彻中共十七大精神，适应国家建设的发展需要，特别是广大农村、边远地区发展的需要，以及青少年健康成长的需要，像《青少年科普图书馆》丛书这样一类科普读物的大量出版，符合广大青少年探究自然科学的阅读兴趣和求知欲望，相信一定会得到青少年朋友的欢迎和喜爱。希望有更多更好的青少年科普读物出版，为青少年的健康成长，为提高全民族的科学文化素质，促进国家的现代化建设和文化大繁荣作出新的贡献。

周张农
2009.7.15

目录

第一章 超视眼睛——雷达

第一节 生物仿生——雷达由来.....	2
1. 黑夜的精灵带给我们的启示.....	2
2. 打开仿生学之门.....	5
第二节 蝙蝠之子——认识雷达.....	7
1. 什么是雷达.....	7
2. 玩转雷达.....	10
3. 把触角伸向海陆空.....	14
第三节 “旋转惹的祸”——雷达的缺点.....	16
1. 从原理上说起.....	16
2. 四大难以克服的缺点.....	16
第四节 殊途同归——雷达的种类.....	18
第五节 扑朔迷离——雷达的历史.....	20
1. 从赫兹的发现到波波夫的无线电通讯.....	20
2. 从无线电爱好者的发现到沃森瓦特的雷达.....	23
第六节 “捕风捉影”——气象雷达.....	31
1. 走近气象雷达.....	31
2. 气象雷达发展简史.....	35
3. 气象雷达的工作原理.....	36
4. 气象雷达的种类划分.....	39

第七节 纷至沓来——脉冲多普勒雷达	42
1. 从多普勒效应到多普勒雷达	42
2. 脉冲多普勒雷达的缺点	45
第八节 地球上的“远视眼”——超视距雷达	49
1. 超越地平线——超视距雷达	50
2. 超视距雷达的分类	50
3. 隐形飞机的杀手——天波超视距雷达	52
第九节 长在“屁股”上的眼睛——倒车雷达	56

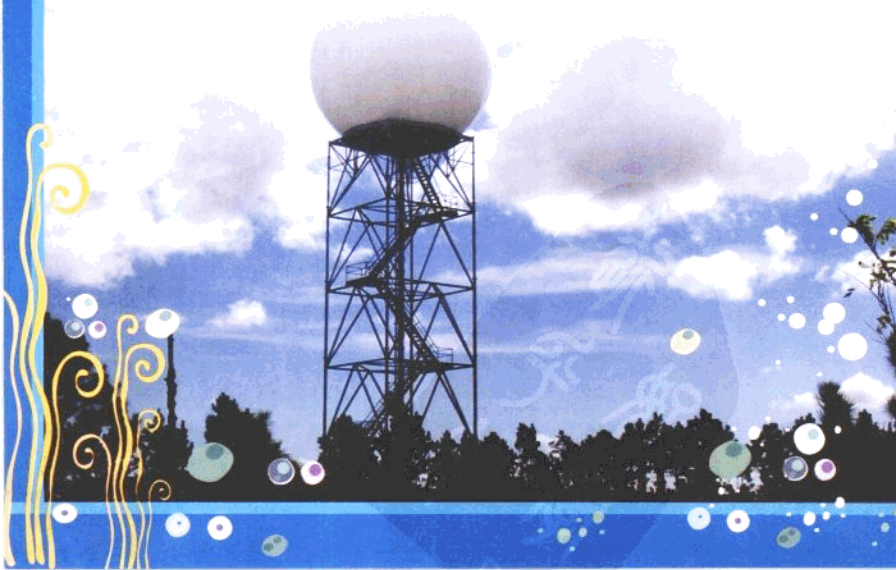
第二章 天罗地网——军用雷达

第一节 宝剑锋从磨砺出——军用雷达素描	60
1. 什么是军用雷达	60
2. 种类繁多，各司其职	61
第二节 毫厘之间显神威——毫米波雷达	66
第三节 天翅鹰眼——机载雷达	71
1. 飞机的眼睛和耳朵	71
2. 机载雷达的分类	72
第四节 海上神眼——舰载雷达	83
1. 话说舰载雷达	83
2. 舰载雷达的分类	84
第五节 战地“望远镜”——炮瞄雷达	90
1. 什么是炮瞄雷达？	90
2. 历史回眸——炮瞄雷达的发展	93
第六节 天空“巡狩者”——对空情报雷达	94
1. 对空情报雷达的速写	94
2. 对空情报雷达的分类	95
3. 警戒雷达	97
4. 引导雷达	97
5. 目标指示雷达	99
6. 对空情报雷达的发展之路	99

第七节 决胜千里——弹道导弹预警	101
雷达和弹道导弹跟踪雷达	101
1. 决胜千里——弹道导弹预警雷达	101
2. 如影随行——弹道导弹跟踪雷达	107
第八节 另辟蹊径——无源雷达	111
1. 什么是无源雷达?	111
2. 无源雷达的分类	115
3. 无源雷达“三剑客”	118
4. 漫漫长路——无源雷达的未来发展	127
第九节 隐形克星——反隐形雷达	130
1. 反隐形技术与反隐形雷达	130
2. 矛与盾的角逐——反隐形雷达“集结号”	132
3. 隐形技术主要是对付雷达吗?	136
第十节 小孔成像,暗藏玄机——合成孔径雷达	139
1. 什么是合成孔径雷达?	139
2. 你了解合成孔径雷达技术的形成和发展吗?	145
第十一节 “明日黑客”——相控阵雷达	147
1. 什么是相控阵雷达?	147
2. 相控阵雷达的两大类别	149
3. 相控阵雷达的天线	150
4. 相控阵雷达的大脑——计算机	152
5. 相控阵雷达的特点	153
6. 相控阵雷达的缺点	155
7. “乌鸦”的故事——相控阵雷达引领水面舰艇防空革命	156
8. 相控阵雷达在战争中的洗礼	157
第十二节 高精尖新——激光雷达	159
1. 认识激光雷达	159
2. 群雄逐鹿——激光雷达面面观	162



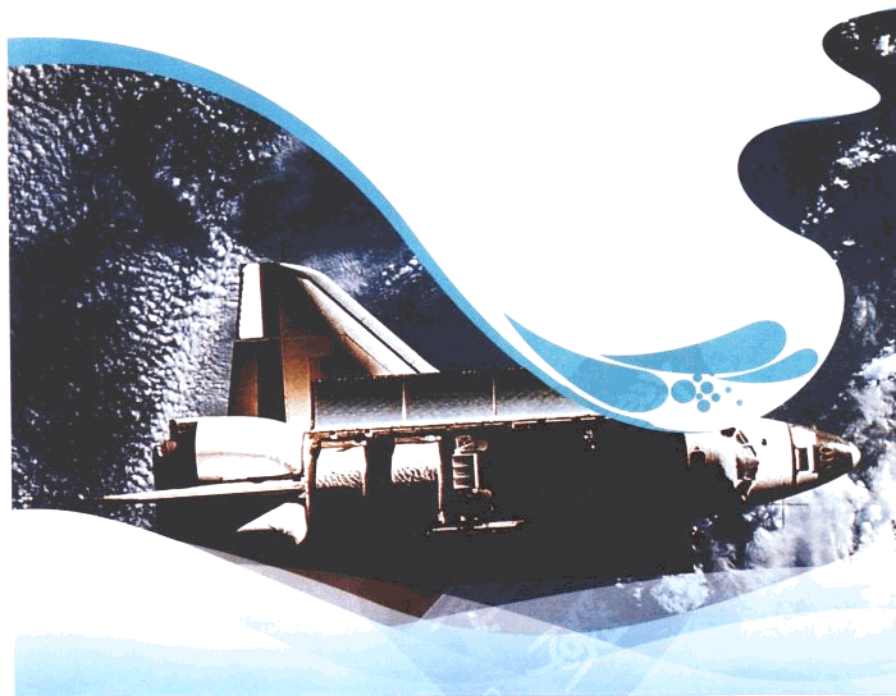
第十三节 太空之眼——天基雷达	165
1. 天基雷达是何物	165
2. 天基雷达为什么能让隐形飞行物无处可藏	170
3. “星球大战”——美国“天基雷达”计划	171
第十四节 “道高一尺 魔高一丈”	176
——现代反雷达技术	176
1. 低空突防挑战雷达盲区	177
2. 先进干扰技术致盲雷达	177
3. 反辐射武器直击雷达软肋	177
4. 目标隐形技术规避雷达	178



青少年应该知道的 **雷达**

第一章

超视眼睛——雷达





第一章 超视眼睛——雷达

第一节 生物仿生——雷达由来

1. 黑夜的精灵带给我们的启示

在晴朗的夜空中，时会出现忽明忽暗、闪烁不定的两颗星，随着越来越近的轰隆声，人们才逐渐可以看清：那是一红一绿的两盏灯，原来这是一架飞机在夜航。

在这漆黑俱寂的夜幕里，飞机怎么能在茫茫夜空中安全地飞行呢？这主要归功于雷达准确无误的引导。蝙蝠就是一种能在漆黑的夜空里自由飞行的特殊动物。它不仅能轻而易举地在伸手不见五指的夜里捕捉到可口的飞蛾和蚊子，而且无论怎么飞，它绝对不会跟任何障碍物发生相撞，即使是一根极细的电线，它也能十分灵巧地避开。雷达就是人们从蝙蝠身上得到启示而发明的。难道是因为蝙蝠的眼睛特别敏锐，能在黑暗的夜里看清楚所有的东西吗？

早在100多年前，科学家曾做过一次试验：在一间屋子里横七



依靠超声波“导航”蝙蝠

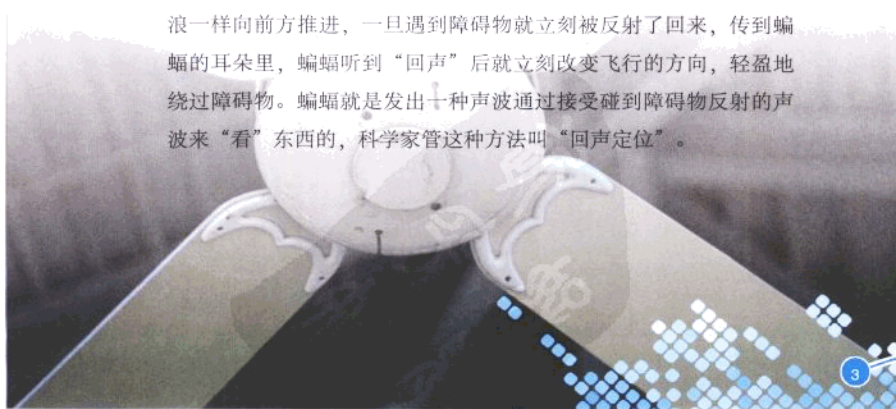
竖八地拉了许多绳子，绳子上系着许多铃铛。他们把一只蝙蝠的眼睛蒙上，让它在这个屋子里飞。蝙蝠飞了半天，科学家竟听不到屋里铃铛的任何声响，那么多的绳子，它竟连一根也没碰着。

于是科学家又做了两次实验：一次是把蝙蝠的耳朵塞上，另一次是把蝙蝠的嘴封住，让它在屋子里再飞两次。这两次，蝙蝠就像一只没头的苍蝇到处乱撞了，挂在绳子上的铃铛一直响个不停。这前后三次不同的实验证明：蝙蝠能在夜里自由自在地飞行，靠的并不是锐利的眼睛，而是用嘴和耳朵配合起来“探路”的。

科学家经过反复研究，终于揭开了蝙蝠能在夜里自由自在飞行的秘密，原来它一边飞，一边还从嘴里发出一种声音。这种声音叫做高频声波，也叫超声波。这是一种人的耳朵根本听不见的声音，但蝙蝠的耳朵却能听见。超声波从蝙蝠的嘴里发出来之后，就像波浪一样向前方推进，一旦遇到障碍物就立刻被反射了回来，传到蝙蝠的耳朵里，蝙蝠听到“回声”后就立刻改变飞行的方向，轻盈地绕过障碍物。蝙蝠就是发出一种声波通过接受碰到障碍物反射的声波来“看”东西的，科学家管这种方法叫“回声定位”。



蝙蝠听回波判断障碍物的方位



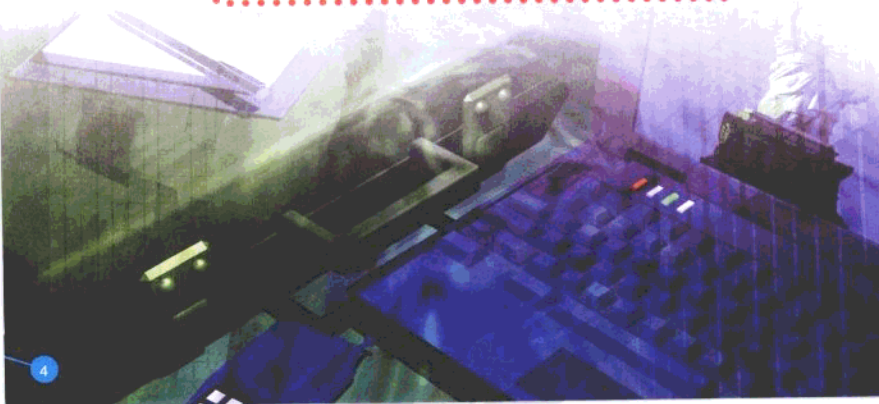


知识小百科

你知道什么是仿生学吗？

仿生学是一门近期刚刚发展起来的特殊学科，它是把生物学和技术学相结合的交叉学科。

人们惊奇地发现，仿生学在植物和动物身上有一些相类似的功能，实际上已经远远超越了所有人类自身在这方面的技术设计方案。植物和动物在几百万年的自然进化当中，一点一滴地积累形成了高度适应自然、结构和功能极其完美的生物体。仿生学试图在运用技术手段来模仿动物和植物在自然中的完美功能。这个思想在生物学和人类技术之间架起了一座座桥梁，并且帮助人类解决了一个又一个技术难题。通过再现生物学的原理，人类不仅找到了各种在技术上完美的解决方案，而且同时这些方案也完全适应了自然的各种需要。



2. 打开仿生学之门

后来，科学家摹仿着蝙蝠探路的方法，利用这个“回声定位”的原理，发明了雷达和声纳，把它们分别安装在了飞机和舰艇上。声纳是一种通过声波来探测水中的物体的装置，由于声波传播速度



雷达

非常慢，而且传播距离不远，一般都不会超过2千米，于是人们就利用电磁波代替声波，发明了能远距离探测目标的雷达。雷达通过它那巨大的天线不断发出高能量的无线电波，这种无线电波一旦遇到障碍物后就会立刻反射回来，显示在荧光屏上。驾驶员只要从雷达的荧光屏上，就能够把前方所有可能出现的障碍物看得一清二楚，因此飞机在空中飞行十分安全的。



知识小百科

蝙蝠小传

蝙蝠是这个世界上唯一一种善于在空中飞行、能作圆形转弯、急刹车和快速变换飞行速度等多种“特技飞行”的哺乳动物。白天，它们隐藏在岩穴、树洞或屋檐的空隙里；到了黄昏和夜间，才出洞觅食，捕食蚊、蝇、蛾等昆虫。蝙蝠能捕食大量的害虫，是一种对人类有益的哺乳动物，应该得到保护。

蝙蝠是一种哺乳动物。每当到了夏季，雌蝙蝠就会生出一只发育相当完全的幼体。初生的小蝙蝠身上长满了绒毛，用它的小爪牢固地挂在蝙蝠妈妈的胸部吸乳，即使在蝙蝠妈妈飞行时也不会掉下来。

蝙蝠翼的结构和鸟翼完全不同，是由联系在前肢、后肢和尾之间的一层薄薄的皮膜构成的。它前肢的第二、三、四、五指头显得特别长，非常适于支持它的皮膜；第一指很小，长在皮膜外，指端还有钩爪。它的后肢显得特别短小，足伸出皮膜外，上面长有五趾，趾端都有钩爪。它们在休息的时候，常用足爪把身体倒挂在洞穴里或屋檐下。在树上或地上爬行时，依靠第一指和足抓住粗糙物体慢慢前进。蝙蝠的骨骼非常轻，胸骨上也有一个与鸟的龙骨突十分相似的突起，上面长着发达的能够牵动两翼活动的肌肉。

蝙蝠的嘴巴很大，里面长着许多细小而尖锐的牙齿，适合捕食各种飞虫。可是它的视力却很弱，是有名的近视眼，不过它的听觉和触觉却比谁都来得灵敏。

第二节 蝙蝠之子——认识雷达

1. 什么是雷达

雷达是人们根据蝙蝠利用超声波“回声定位”的原理发明的，属于一个仿生学的范畴。蝙蝠的这种利用超声波定位测距的身体结构，是自然界中最完美的生物声纳。而雷达则模拟了蝙蝠的“回声定位”方法，只是不像蝙蝠那样用声波来定位和测距，而是改用传播速度最快（声波速度=340米/秒，电磁波速度=30万千米/秒）的电磁波来进行定位和测距。可以说，蝙蝠就是现在雷达的最初“原型”。

雷达这个概念最早形成于20世纪初。中文的“雷达”是英文“radar”的音译，意思是无线电检测和测距。

雷达是利用电磁波来探测目标和物体位置的一种无线电设备。电磁波同声波一样，一旦遇到障碍物就要发生反射，我们所用的雷达就是利用电磁波的这个特性来进行全天候工作的，而声纳则是利用声波在水下进行工作。



雷达



知识小百科

什么是全天候?

全天候是包括所有复杂气象在内的各种天气的总称。它是一个泛指概念,主要用于航空领域。例如:全天候飞机、全天候飞行员等。在实际飞行活动中,全天候是目视气象条件和仪表气象条件(原指昼间和夜间的简单气象条件与复杂气象条件四种天气)的总称。每一种天气情况都有具体的标准。可见人们常说的全天候,仅是天候的一部分。不受任何天候影响的全天候飞行物还没有出现,有待于科学技术的进一步发展。

雷达所起的作用和眼睛十分相似,都是为了能够迅速“看见”

远处不容易发现的物体。它的信息载体就是无线电波。事实上,不论是可见光还是无线电波,它们在本质上都是同一种东西——电磁波,而且它们都以光速传播,差别只在于它们的波长不同而已。电磁波的波长越短,它传播的直线性就越好,并且反射性能也越强,因此,雷达大多采用那种波长最短的电磁波——微波。



雷达