

电子工业技术词典

雷 达

国防工业出版社

61
8

内 容 简 介

《电子工业技术词典》是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》(试用本)的基础上作了较大修改和增补而编写的。本《词典》是一本为广大工农兵和干部提供的深入浅出、简明实用的工具书。它也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌、扩大知识面时参考。

本《词典》共有三十四章。正文中各词汇后附有英文对照,书末附有英文索引,合订本中还附有汉字笔画索引。在出版合订本之前,将先分册出版。各分册所包括的章节内容和出版先后次序,将视具体情况而定。

本分册是《词典》第十八章雷达的内容,它包括:总体,信号,发射机,接收机,天线系统和显示器等六节。

电子工业技术词典

雷 达

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张 7 $\frac{3}{8}$ 153 千字

1977年1月第一版 1977年1月第一次印刷 印数:00,001—21,000册

统一书号:17034·29-19 定价:0.80元

前 言

《电子工业技术词典》是在无产阶级文化大革命伟大胜利的鼓舞下，在学习无产阶级专政理论的热潮中，在电子工业发展的新形势下出版的。它是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》（试用本）的基础上编写的。

原《词典》自发行以来，曾受到广大读者的欢迎，为宣传、普及、推广电子技术知识起了一定的作用。十多年来，在毛主席革命路线的指引下，我国电子工业已有很大的发展，生产规模不断扩大，技术水平迅速提高，技术队伍日益壮大，电子技术的推广应用已引起国民经济各部门的重视，并在社会主义革命和社会主义建设中发挥出作用。目前，电子工业已成为国民经济的一个组成部分，电子工业战线的广大职工正在为实现第四届全国人民代表大会提出的宏伟目标而努力奋斗。为适应这一大好形势，更好地为无产阶级政治服务，为工农兵服务，为社会主义服务，我们对原《词典》进行了一次较大的修改和增补。内容力求反映七十年代电子技术的水平，释文尽量做到简明、通俗。目的是为了向要求对电子工业技术有一般常识的广大工农兵和干部提供一本实用的工具书；同时也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌和扩大知识面时参考。

本《词典》共分三十四章。其目录如下：

- | | |
|-----------------|-------------|
| 一、电工基础； | 二、基本电子线路； |
| 三、网络分析与综合； | 四、电波传播与天线； |
| 五、信息论； | 六、电阻、电容与电感； |
| 七、厚薄膜电路； | 八、磁性材料与器件； |
| 九、电子陶瓷与压电、铁电晶体； | 十、机电组件； |
| 十一、电线与电缆； | 十二、电子管； |
| 十三、半导体； | 十四、电源； |
| 十五、其它元器件； | 十六、通信； |

十七、广播与电视；

十九、导航；

二十一、电子对抗；

二十三、系统工程；

二十五、微波技术；

二十七、红外技术；

二十九、电声；

三十一、声纳；

三十三、电子测量技术与设备；

十八、雷达；

二十、自动控制与遥控、遥测；

二十二、电子计算机；

二十四、电子技术的其它应用；

二十六、显示技术；

二十八、激光技术；

三十、超声；

三十二、专用工艺设备与净化技术；

三十四、可靠性。

各章互有联系，并尽量避免章节间词汇的重复，故每章只有一定的系统性。正文前有章节和词汇目录，正文中各词汇后附有英文对照，最后附有汉字笔画索引与英文索引。本《词典》将先分册出版，各分册所包含的章节内容和出版先后次序将视具体情况而定。各分册无汉字笔画索引。

本《词典》的编写工作，自始至终是在毛主席革命路线的指引下，在党的领导下进行的。贯彻了“独立自主，自力更生”的伟大方针，坚持了群众路线，实行了工人、干部、科技人员和生产、科研、教学两个三结合，以及理论联系实际的原则。《电子工业技术词典》本身就是广大群众集体智慧的结晶。它的编写过程也反映了无产阶级文化大革命后我国出版战线上的新气象。

由于我们水平有限，加上时间仓促，虽然作了很大努力，但《词典》中还可能存在不少错误和不妥之处，恳请广大读者及时批评指正。

《电子工业技术词典》编辑委员会

一九七五年十月一日

目 录

一、总 体

雷达·····	18-1	散射矩阵·····	18-6
雷达战术性能·····	18-1	目标噪声·····	18-6
雷达技术性能·····	18-2	距离噪声·····	18-6
雷达信息·····	18-2	幅度噪声·····	18-6
雷达方程·····	18-2	角噪声·····	18-7
最小作用距离·····	18-2	极化调制·····	18-7
雷达覆盖空域·····	18-2	多卜勒调制·····	18-7
雷达威力图·····	18-2	双极化接收·····	18-7
等效地球半径·····	18-2	米波雷达·····	18-7
目标容量·····	18-3	分米波雷达·····	18-7
雷达饱和与过载·····	18-3	厘米波雷达·····	18-7
目标识别·····	18-3	毫米波雷达·····	18-8
白噪声·····	18-3	微波雷达·····	18-8
高斯白噪声·····	18-3	激光雷达·····	18-8
发现概率·····	18-3	脉冲雷达·····	18-8
虚警概率·····	18-3	脉冲压缩雷达·····	18-8
虚警时间·····	18-3	频率分集雷达·····	18-9
门限电压·····	18-3	三座标雷达·····	18-9
信号积累·····	18-3	测高雷达·····	18-9
最小检测信噪比·····	18-4	V形波束雷达·····	18-9
可见度系数·····	18-4	合成孔径雷达·····	18-10
视觉检测曲线·····	18-4	噪声雷达·····	18-10
大气吸收损耗·····	18-4	固态雷达·····	18-10
天线方向图损耗·····	18-5	微波全息雷达·····	18-10
带宽损耗·····	18-5	二次雷达·····	18-11
积累损耗·····	18-5	无源探测·····	18-11
极化损失·····	18-5	电扫描雷达·····	18-11
海面杂波·····	18-5	相位扫描雷达·····	18-11
入射余角·····	18-6	频率扫描雷达·····	18-11
擦地角·····	18-6	多波束雷达·····	18-12
杂波抑制·····	18-6	相控阵雷达·····	18-12
杂波滤波器·····	18-6	幅值-相位仪·····	18-12
雷达截面积·····	18-6	相控阵组件的自动检验装置·····	18-13

自适应能力·····	18-13	相干动目标显示·····	18-20
边搜索边跟踪·····	18-13	非相干动目标显示·····	18-20
多目标跟踪·····	18-13	相敏非相干动目标显示·····	18-20
雷达接口设备·····	18-13	视频积分器·····	18-20
跟踪雷达·····	18-13	相干存储滤波器·····	18-20
反射式跟踪·····	18-14	双基地雷达·····	18-21
有源跟踪·····	18-14	多基地雷达·····	18-21
信标跟踪·····	18-14	三角测量·····	18-21
角跟踪·····	18-14	幻象·····	18-21
圆锥扫描角跟踪·····	18-14	天波高频雷达·····	18-21
顺序波束转换·····	18-15	地波高频雷达·····	18-21
单脉冲雷达·····	18-15	超地平线雷达·····	18-21
比幅单脉冲系统·····	18-15	超视距雷达·····	18-22
比相单脉冲系统·····	18-15	虚距·····	18-22
单通道单脉冲·····	18-16	警戒雷达·····	18-22
双通道单脉冲·····	18-16	引导雷达·····	18-22
三通道单脉冲·····	18-16	炮瞄雷达·····	18-22
目标捕获·····	18-16	炮兵侦察校射雷达·····	18-23
正割补偿·····	18-16	反迫击炮雷达·····	18-23
记忆跟踪·····	18-16	战场侦察雷达·····	18-23
距离自动跟踪系统·····	18-16	制导雷达·····	18-23
距离模糊·····	18-17	目标照射雷达·····	18-24
连续波雷达·····	18-17	雷达信管·····	18-24
无线电干涉仪·····	18-17	靶场测量雷达·····	18-24
侧音测距·····	18-17	雷达中继站·····	18-24
伪码测距·····	18-17	舰载雷达·····	18-24
信号泄漏·····	18-18	航海雷达·····	18-25
颤噪效应·····	18-18	港口监视雷达·····	18-25
调频雷达·····	18-18	导航雷达·····	18-25
多卜勒效应·····	18-18	机载雷达·····	18-25
多卜勒雷达·····	18-18	机载搜索雷达·····	18-25
脉冲多卜勒雷达·····	18-18	机载截击雷达·····	18-25
重复频率最小值·····	18-19	护尾雷达·····	18-26
脉冲多卜勒频谱·····	18-19	雷达高度表·····	18-26
脉冲多卜勒杂波·····	18-19	轰炸雷达·····	18-26
多卜勒频率跟踪器·····	18-19	防撞雷达·····	18-27
时间消隐·····	18-19	地形跟踪雷达·····	18-27
动目标显示雷达·····	18-19	地形回避雷达·····	18-27

地图测绘雷达·····	18-27	系统误差·····	18-30
侧视雷达·····	18-27	随机误差·····	18-30
形象雷达·····	18-27	振幅起伏误差·····	18-31
空中交通管制雷达·····	18-28	角闪烁误差·····	18-31
空中交通管制雷达信标系统·····	18-28	热噪声误差·····	18-31
敌我识别器·····	18-28	多路径反射误差·····	18-31
卫星监视雷达·····	18-28	动态滞后误差·····	18-31
航天雷达·····	18-28	标定误差·····	18-32
交会雷达·····	18-29	伺服噪声·····	18-32
着陆雷达·····	18-29	风负载·····	18-32
气象雷达·····	18-29	距离误差源·····	18-32
测雨雷达·····	18-29	角误差源·····	18-32
测云雷达·····	18-29	方位标·····	18-32
测风雷达·····	18-29	校准塔·····	18-33
雷达气象方程·····	18-30	相干应答器(相关应答器)·····	18-33
雷达降水回波·····	18-30	雷达模拟器·····	18-33
雷达测量精度·····	18-30	雷达综合测试仪·····	18-33

二、信 号

信号能量·····	18-34	理想观察者准则·····	18-37
实信号·····	18-34	序列观察者准则·····	18-37
复信号·····	18-34	反概率准则·····	18-37
波形设计·····	18-34	似然比准则·····	18-38
模糊函数·····	18-34	自动检测·····	18-38
分辨力参数·····	18-35	自动检测器·····	18-38
具有刀刃形模糊函数的信号·····	18-35	序列检测器·····	18-38
具有钉板形模糊函数的信号·····	18-35	二进及M进检测器·····	18-38
具有图钉形模糊函数的信号·····	18-35	自适应检测器·····	18-38
参差脉冲列·····	18-36	图形识别·····	18-39
信号编码·····	18-36	参量估值·····	18-39
最佳接收机·····	18-36	精度准则·····	18-39
相关接收机·····	18-36	固有精度·····	18-39
匹配滤波器·····	18-36	不确定性原理·····	18-39
数字匹配滤波器·····	18-36	信号处理机·····	18-39
雷达信号检测·····	18-37	雷达数据处理·····	18-39
I型错误(虚警)与II型错误(漏警)·····	18-37	雷达信息人工录取·····	18-40
检测准则·····	18-37	雷达信息半自动录取·····	18-40
聂孟-皮尔逊准则·····	18-37	雷达信息自动录取·····	18-40

方位角录取·····	18-40	数字雷达信号处理·····	18-41
仰角录取·····	18-40	离散傅里叶变换·····	18-41
距离录取·····	18-40	快速傅里叶变换·····	18-41
高度录取·····	18-40	零中频·····	18-41
波门录取·····	18-41	正交通道·····	18-41

三、发 射 机

雷达发射机·····	18-42	脉冲宽度·····	18-48
脉冲雷达发射机·····	18-42	脉冲重复频率·····	18-48
调频雷达发射机·····	18-42	调制脉冲功率·····	18-48
单级振荡式发射机·····	18-42	脉冲峰值功率·····	18-48
多级主振放大式发射机·····	18-42	平均功率监测器·····	18-48
编码发射机·····	18-43	峰值功率监测器·····	18-48
固态源发射机·····	18-43	工作比·····	18-48
频率捷变发射机·····	18-43	空度·····	18-49
刚性开关调制器·····	18-43	发射频率·····	18-49
软性开关调制器·····	18-44	电子频移·····	18-49
磁调制器·····	18-44	频率牵引系数·····	18-49
固态调制器·····	18-44	漏脉冲·····	18-49
阴极脉冲调制器·····	18-44	跳模·····	18-49
调制阳极脉冲调制器·····	18-44	噪声环·····	18-49
栅极脉冲调制器·····	18-44	振幅调制灵敏度·····	18-49
调制开关·····	18-45	相位调制灵敏度·····	18-49
激励器·····	18-45	振荡-相位调制转换效应·····	18-49
充电调节器·····	18-45	调制脉冲波形·····	18-50
脉冲顶部补偿电路·····	18-45	高频脉冲包络·····	18-50
脉冲顶部限幅电路·····	18-46	高频脉冲频谱·····	18-50
截尾电路·····	18-46	平衡电感·····	18-51
点火时间跳动·····	18-46	充电电感·····	18-51
反尖峰电路·····	18-46	储能元件·····	18-51
撬棒·····	18-47	储能电容器·····	18-51
放大链·····	18-47	保护二极管·····	18-51
谐振充电·····	18-47	充电二极管·····	18-51
直流谐振充电·····	18-47	阻尼二极管·····	18-52
直流谐振二极管充电·····	18-47	闸流管连通·····	18-52
线性充电·····	18-47	延时充电电路·····	18-52
交流谐振充电·····	18-47	相位一致性·····	18-52
交流二极管充电·····	18-48	级间损耗·····	18-52

驻波保护电路·····	18-52	打火保护电路·····	18-52
-------------	-------	-------------	-------

四、接 收 机

雷达接收机·····	18-53	外腔稳频体效应振荡器·····	18-58
接收机噪声系数·····	18-53	中频放大器·····	18-59
接收机噪声温度·····	18-53	前置中频放大器·····	18-59
接收机灵敏度·····	18-54	单调谐中频放大器·····	18-59
选择性·····	18-54	双调谐中频放大器·····	18-59
接收机动态范围·····	18-54	参差调谐中频放大器·····	18-59
恢复时间·····	18-54	限幅式中频放大器·····	18-59
接收机带宽·····	18-54	级间网络·····	18-59
射频放大器·····	18-54	自动增益控制·····	18-60
行波管放大器·····	18-55	灵敏度时间控制电路·····	18-60
微波晶体管放大器·····	18-55	自动频率控制·····	18-60
变容二极管参量放大器·····	18-55	恒虚警率接收机·····	18-60
冷参放·····	18-55	幅度鉴别技术·····	18-60
晶体二极管混频器·····	18-55	相位鉴别技术·····	18-60
晶体三极管混频器·····	18-56	频谱中心接收电路·····	18-61
参量混频器·····	18-56	限幅器·····	18-61
微波混频器·····	18-56	串联二极管限幅器·····	18-61
平衡混频器·····	18-56	相位检波器·····	18-61
正交场型平衡混频器·····	18-56	伪码解调器·····	18-62
本地振荡器·····	18-57	脉冲检波器·····	18-62
空腔稳定本振·····	18-57	峰值检波器·····	18-62
相位锁定本振·····	18-57	平衡二极管相位检波器·····	18-62
倍频本振·····	18-57	数字式相位检波器·····	18-62
键控相干振荡器·····	18-58	雷达收/发机性能监测器·····	18-62
相移相干振荡器·····	18-58	接收机噪声系数监测器·····	18-63

五、天 线 系 统

雷达天线·····	18-64	抛物环面天线·····	18-65
天线波束扫描·····	18-64	龙伯透镜天线·····	18-65
机械扫描·····	18-64	赋形波束天线·····	18-65
电扫描·····	18-64	笔形波束天线·····	18-65
扫描角·····	18-64	扇形波束天线·····	18-66
扫描空域·····	18-64	切割抛物面天线·····	18-66
波束控向·····	18-65	余割平方天线·····	18-66
球面反射器天线·····	18-65	成形反射器天线·····	18-66

低噪声反射器天线·····	18-66	共形阵天线·····	18-74
单脉冲天线·····	18-67	频率扫描天线阵·····	18-74
和差网络·····	18-67	相控阵的馈电网络·····	18-74
单脉冲天线的和波束与差波束·····	18-67	光学(空间)馈电系统·····	18-75
差波束分离角·····	18-67	传输阵·····	18-75
差斜率·····	18-67	反射阵·····	18-75
差波束零值深度·····	18-67	强迫馈电·····	18-75
天线基准轴·····	18-68	串联馈电·····	18-75
天线电轴·····	18-68	并联馈电·····	18-76
天线指向(瞄准)误差·····	18-68	子阵·····	18-76
单脉冲天线的和差矛盾·····	18-68	合成孔径雷达天线·····	18-76
四喇叭馈电器·····	18-68	干涉仪天线·····	18-77
五喇叭馈电器·····	18-69	复合干涉仪系统·····	18-77
多模馈电器·····	18-69	自动天线波瓣记录仪·····	18-77
多模多喇叭馈电器·····	18-69	天线收发开关·····	18-77
相控阵天线·····	18-70	平衡 TR 气体放电管收发开关·····	18-77
阵列单元·····	18-70	平衡式 ATR 气体放电收发开关·····	18-78
单元栅格·····	18-70	PIN 二极管差相移收发开关·····	18-78
单元室·····	18-71	收发开关的漏过功率·····	18-79
主平面·····	18-71	收发开关的尖峰漏过功率·····	18-79
主间平面·····	18-71	收发开关的电弧漏过功率·····	18-79
方向余弦平面·····	18-71	天线控制系统·····	18-79
可见空间和不可见空间·····	18-72	自动装置·····	18-79
阵列单元的孤立阻抗·····	18-72	连续作用的自动装置·····	18-80
阵列单元的自阻抗·····	18-72	控制信号·····	18-80
阵列单元的有源阻抗·····	18-72	开环控制系统·····	18-80
阵列天线的互耦·····	18-72	闭环控制系统·····	18-80
盲点·····	18-72	测量元件·····	18-80
假波瓣·····	18-72	放大元件·····	18-80
宽角阻抗匹配·····	18-73	转换元件·····	18-80
栅瓣·····	18-73	执行元件·····	18-81
栅瓣图·····	18-73	线性环节·····	18-81
相控阵的量化误差·····	18-73	非线性环节·····	18-81
相位量化·····	18-73	比例环节·····	18-81
振幅量化·····	18-73	积分环节·····	18-81
随机馈相·····	18-73	一阶微分环节·····	18-81
稀布阵列天线·····	18-74	二阶微分环节·····	18-81
间距(密度)渐变阵列天线·····	18-74	稳定的振荡环节·····	18-81

饱和环节·····	18-81	滞后网络·····	18-83
磁滞环节·····	18-81	局部反馈·····	18-83
圆锥扫描制雷达的误差灵敏元件·····	18-82	速率反馈·····	18-83
误差信号分解器·····	18-82	再生反馈·····	18-83
综合放大器·····	18-82	系统开环频率特性·····	18-84
伺服放大器·····	18-82	系统闭环频率特性·····	18-84
积分放大器·····	18-82	稳定性·····	18-84
执行电动机·····	18-82	静态误差·····	18-84
转动惯量·····	18-82	稳态误差·····	18-84
粘滞摩擦·····	18-82	闭环带宽·····	18-84
力矩限制·····	18-83	灵敏度·····	18-85
系统校正·····	18-83	描述函数·····	18-85
串联校正网络·····	18-83	起伏干扰·····	18-85
并联校正网络·····	18-83	起伏干扰频谱·····	18-85
超前网络·····	18-83	起伏的衰落时间·····	18-85

六、显 示 器

雷达显示器·····	18-86	移位距离显示器·····	18-89
距离显示器·····	18-86	K型显示器·····	18-89
A型显示器·····	18-86	双向距离显示器·····	18-89
展宽距离显示器·····	18-86	L型显示器·····	18-89
A/R型显示器·····	18-87	M型显示器·····	18-89
距离-方位显示器·····	18-87	N型显示器·····	18-89
B型显示器·····	18-87	平面位置显示器·····	18-89
方位角-仰角显示器·····	18-87	P型显示器·····	18-90
C型显示器·····	18-87	空心式P型显示器·····	18-90
D型显示器·····	18-87	离心(偏心)式P型显示器·····	18-90
距离-仰角显示器·····	18-87	距离-高度显示器·····	18-90
E型显示器·····	18-88	动目标显示器·····	18-90
误差显示器·····	18-88	图象显示·····	18-90
F型显示器·····	18-88	字符平面位置显示器·····	18-90
G型显示器·····	18-88	数字显示·····	18-91
分叉点显示器·····	18-88	一次显示·····	18-91
H型显示器·····	18-88	录取显示器·····	18-91
径向距离-方位显示器·····	18-88	录取标志——光点·····	18-91
I型显示器·····	18-88	二次显示·····	18-91
圆环显示器·····	18-88	制图显示器·····	18-92
J型显示器·····	18-89	情况显示器·····	18-92

一、总 体

雷达

radar

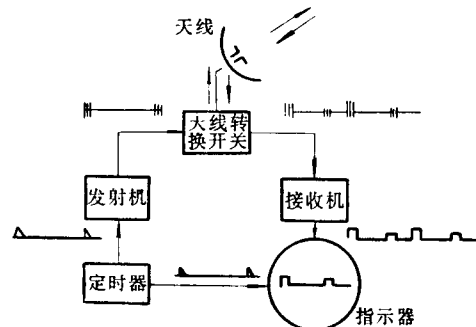
“雷达”一词是英文 radar (radio detection and ranging 的缩写) 的音译, 其含义是利用无线电波对目标进行探测和定位。由于雷达突出的远距离探测和对目标特性进行测量的能力, 自二次世界大战以来发展十分迅速, 除主要用于军事目的外, 也日益广泛地应用到民用事业和各项科学研究中, 如气象、航海、捕鱼、地图测绘、探矿、交通管制、宇宙航行等。雷达的探测范围不断扩大, 大到几十万公里, 小到几十米; 工作波段越来越宽, 低到几兆赫, 高到 3×10^9 兆赫, 进入可见光范围, 六十年代出现的激光雷达就是一例。在这样宽的频率范围内, 雷达所采用的各种技术有很大不同, 但基本原理并没有多大变化。

一部最简单的脉冲雷达方框图如图所示: 发射机产生的雷达脉冲信号经过收发开关由天线定向辐射到空间。天线转换开关(收发开关)使单个天线可兼作发射和接收之用。从目标或其它反射物反射的回波被天线收集, 并由接收机检测, 然后送到指示器去显示。定时器的作用是使雷达的各部分协调地工作。通过对回波能量的检测可发现目标的存在, 通过对回波信号和发射信号的比较可获得有关目标的信息: 诸如目标位置(距离、方位和高度)、速度大小、形状等。在有些应用中, 雷达工作方式既可人工选择, 也可通过计算机根据雷达目标环境自适应控制。

雷达可以按照不同的方法进行分类, 如按雷达波段可分为米波雷达、分米波雷达、

厘米波雷达、毫米波雷达等; 按雷达发射的信号形式或信息加工方式可分为脉冲雷达、连续波雷达、脉冲压缩雷达、动目标显示雷达、脉冲多卜勒雷达等; 按雷达架设地点不同可分为地面雷达、机载雷达、船舶雷达、航天雷达等; 按雷达完成的战术任务不同可分为远程警戒雷达、指挥引导雷达、炮瞄雷达、靶场测量雷达、导弹制导雷达等; 还可以按雷达的某些特征进行分类, 如按天线特点有相控阵雷达、综合孔径雷达, 等等。

随着雷达用途的不断发展和战术要求不断提高, 雷达技术在探测距离、目标容量、测量精度、抗干扰性能、数据处理能力、机动性和可靠性等方面正在不断地发展。



脉冲雷达方框图

雷达战术性能

radar tactical performance

系指与作战使用有关的性能, 它表明了雷达的用途和能力。雷达战术性能包括: 距离、方位和俯仰角的工作范围, 扫描速度, 能够确定目标坐标的数目和确定每一个坐标时的精确度, 对每一个坐标的分辨力, 以及设备的重量、大小和机动性, 架设时间, 在各种情况下的工作能力、工作期限和可靠性等运用参数。

雷达技术性能

radar technical performance

系指为实现雷达战术性能的要求,在雷达设计时对整机和各主要组成部分所提出的技术要求。它包括:雷达体制及其特性(载波频率、信号形式、脉冲重复频率、脉冲宽度、调制系数等),发射机的功率和型式,接收机的型式和灵敏度,天线的型式和参数,显示器的数量和型式等。

雷达信息

radar information

指在雷达空域内,是否存在目标以及所发现目标的距离、角位置、径向速度、加速度、雷达截面积、目标形状、回波频谱特性、幅度、相位和极化特性等。

雷达方程

radar equation

雷达的作用距离与很多因素有关,例如发射机功率,最小接收信号功率,目标截面积,天线增益,大气衰减以及其它的衰减等。表明在正常情况下雷达最大作用距离与这些因素的关系式,称为雷达方程。

典型的雷达方程为:

$$R_{\max} = \left[\frac{P_t G_t G_r \sigma \lambda^2 F_t^2 F_r^2}{(4\pi)^3 (S/N)_{\min} k T_n B_n L} \right]^{1/4}$$

式中 P_t ——发射机输出功率;

G_t ——发射天线功率增益;

G_r ——接收天线功率增益;

σ ——雷达目标截面积;

λ ——工作波长;

F_t ——从发射天线到目标的方向图传播因子;

F_r ——从目标到接收天线的方向图传播因子;

$(S/N)_{\min}$ ——最小检测信噪比;

k ——波尔兹曼常数 (1.38×10^{-23} 瓦秒/°K);

B_n ——接收机噪声带宽;

T_s ——系统噪声温度;

L ——总损耗系统。

最小作用距离

minimum radar range

雷达能发现目标的最近距离叫最小作用距离。对于脉冲雷达来说,它决定于雷达发射脉冲宽度及天线收发开关管恢复时间等因素。一般表达式为:

$$r_{\min} \geq (\tau + t_n) \frac{c}{2}$$

式中 τ ——发射脉冲宽度(秒);

t_n ——收发开关管恢复时间(秒);

c ——电波传播速度 (3×10^8 米/秒)。

雷达覆盖空域

zone of radar coverage

雷达覆盖空域由波束在方位和仰角上的扫描范围和最大作用距离所组成,是雷达战术指标之一。对于不同的雷达要求有不同的扫描范围和最大作用距离。例如,平面相控阵雷达,波束扫描范围在方位上可达 120° ,仰角上可达 90° 。而对于球阵,波束扫描范围可达到半球空域。

雷达威力图

radar coverage-diagram

即雷达能够发现目标的空域。它用雷达作用距离与仰角(高度)之间的关系曲线图来表示,这个图叫雷达威力图。

等效地球半径

effective earth's radius

在对流层的低层内折射系数随高度减小,造成电波的传播路径(特别是射向地面的斜射线)向下弯曲,其曲率半径取决于大气折射系数随高度变化的梯度。为了简化工程计算,可引用等效地球半径的概念,将弯曲的射线看作是直线传播,其结果与实际按曲线传播时的结果相近。正常大气折射时的等效地球半径 R_e 为地球半径 R_r 的 $4/3$,即

$$R_r = \frac{4}{3} R_s$$

式中 $R_s = 6368$ 千米

所以, $R_r = \frac{4}{3} \times 6368 \text{ 千米} = 8490 \text{ 千米}$ 。

目标容量

target capacity

一个系统在一定的条件下,“同时”能够处理的目标数叫做目标容量。例如雷达,在边搜索边跟踪的情况下,“同时”能跟踪的目标数目;或者在不搜索的情况下,“同时”能跟踪的目标数目。这个“同时”是在宏观的意义上来说的,在微观上,可能不是同时,而是时间分割的。

雷达饱和与过载

radar saturation and overload

能跟踪多个目标的雷达,它跟踪目标的数量是有一定限制的。这与雷达的性能参数,工作方式和计算机的速度容量及运算方法有关。当目标数目达到雷达所能跟踪目标数的最大值时,称饱和;当目标数超过其最大值时称过载。

目标识别

target identification

利用各种探测手段(如雷达等),对空间的单个目标或目标群进行探测,对获取的信息进行分析,从而鉴定目标的形状、性质、作用和威胁性,这种过程称为目标识别。例如,从诱饵云中鉴定出有威胁目标和无威胁目标,还可以从诱饵云中鉴定出真假弹头或轻重诱饵等。

白噪声

white noise

系指功率谱密度在整个无线电频谱范围内几乎是均匀分布的噪声。

高斯白噪声

white Gaussian noise

又称正态分布白噪声,它的幅度概率分布是高斯分布,而频谱特性是白噪声。

发现概率

probability of detection

信号检测过程具有概率或统计的特性。虽然噪声电压是任意起伏变化的,但它总是按一定规律分布(如噪声幅度起伏是正态分布),由于它与信号混杂在一起,就不能肯定某瞬间接收和输出超过门限电压的原因是由于信号,还是由于噪声起伏。

在信号处理过程中,当信号存在时,检测到信号叫“发现”,应用统计的观点,定量地说明检测到信号的概率叫发现概率。

虚警概率

false alarm probability

在雷达信号处理过程中,无信号时,某一噪声电压可能超过门限电压,而误认为有信号,这种情况叫虚警。虚警出现的概率叫虚警概率。虚警概率与门限电压有关。

在工程上常用虚警时间表示虚警概率。

虚警时间

false alarm time

两次虚警之间的平均时间间隔叫做虚警时间,虚警时间愈大,则说明出现虚警的机会愈少。虚警时间大到一定程度即可明确辨别信号。它可按下式求得:

$$t_{fa} = \frac{M\tau}{P_{fa}}$$

式中 M ——积累脉冲数;

τ ——脉冲宽度;

P_{fa} ——虚警概率。

门限电压

threshold voltage

微弱信号只有超过一定的噪声电压时,才能被接收机检测出来,并由接收机输出,这个电压值称为接收机的门限电压。它与所要求的发现概率和虚警概率有关。

信号积累

integration of signals

在接收雷达回波信号时,常将许多信号

迭加起来,以达到减少噪声对信号的干扰作用,这种方法叫信号积累。

积累能改善信噪比,因信号的相关性,积累后信号是线性迭加,但噪声由于起伏而不能直接迭加。振幅等于1的 M 个信号电压迭加之和等于 M ;而 M 个标准偏差为1的噪声迭加之后的标准偏差等于 $\sqrt{M}$,因此电压信噪比改善 $\sqrt{M}$ 倍,功率信噪比改善 M 倍。

一般有相参和非相参两种积累方法。相参积累是指在检波器前进行的信号积累,它利用了信号的相位信息,积累效率较高,但设备复杂。目前一般雷达多用非相参积累,即在检波器以后进行的积累,也称视频积累。常规雷达的亮度调制型显示器就起视频积累的作用。当前也愈来愈多地采用电荷储存管、超声延迟线或数字延迟线等作为视频积累的装置。

最小检测信噪比

minimum detectable signal-to-noise ratio

信号混在噪声中,当信噪比大时,信号能被检测到(发现),反之不能检测到。在一定发现概率和虚警概率下,刚能检测到信号时检波器输入端的信噪比,叫最小检测信噪比,一般表示为

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\min} = \frac{S_{\min}}{kT_s B_n}$$

式中 $S_{\min}$ ——最小检测信号(功率);

k ——波尔兹曼常数 (1.3×10^{-23} 瓦秒/°K);

B_n ——接收机噪声带宽;

T_s ——接收机噪声温度。

可见度系数

visibility factor

目标可检测的能力也可用可见度系数(或者识别系数) V 表示。一般可见度系数 V 的定义与最小检测信噪比相同:

$$V = \frac{S_{\min}}{kT_s B_n}$$

在脉冲雷达中, V 也可定义为接收的脉冲能量 E_r 与单位带宽内噪声功率 N_o 之比:

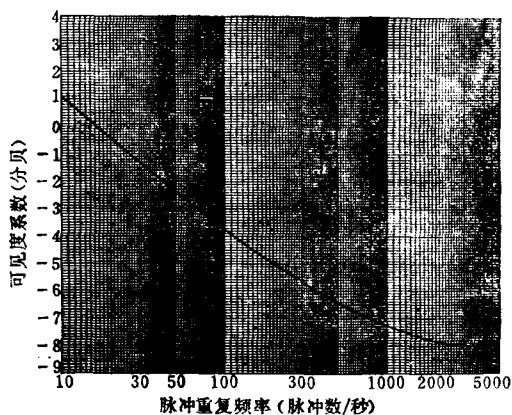
$$V = \frac{E_r}{N_o} = \frac{S_{\min} \tau}{kT_s}$$

式中 τ 为脉冲宽度。当接收机具有最佳带宽 $B_n \approx \frac{1}{\tau}$ 时, V 的两种定义等同。

视觉检测曲线

curves for visual detection

在信号检测中,对应于不同的虚警概率,所需信噪比(或可见度系数)与脉冲积累数有关。若对信号的判决不是靠自动门限装置,而是靠操纵者来完成时,发现概率不仅与信噪比有关,而且还与观察者的观察敏锐性、疲劳程度及经验有关。如对不同观察者进行反复实验,可得出平均性能曲线即视觉检测曲线。如图所示。



视觉检测曲线

图中横坐标表示脉冲重复频率,纵坐标表示可见度系数。

大气吸收损耗

atmospheric absorption loss

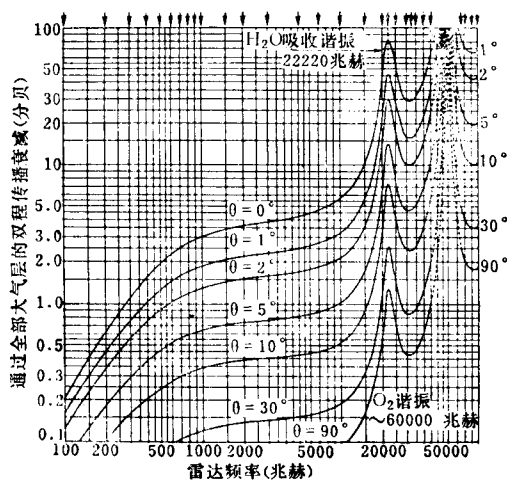
电波在对流层传播时,由于氧气、水蒸汽的吸收和散射而造成的能量损失,称为大气吸收损耗。损失大小与波长、电波辐射仰角有关。

图示为标准大气压和水蒸汽密度 7.5 克/米³条件下,电波在大气中的衰减与频率的关系曲线。图中虚线表示水蒸汽,实线表示

氧气。在3千兆赫以上,水蒸汽吸收损耗变得显著起来。在22.2千兆赫附近,水蒸汽吸收占主要地位,并与水蒸汽的密度成正比。在60千兆赫附近为氧分子谐振区,损耗很大,如图虚线所示。

电波在电离层传播时的损耗昼夜不同,白天损耗比晚上大。但因在甚高频以上(包括甚高频),损耗分贝数与频率平方成反比,所以在几百兆赫以上损耗可以忽略不计。

另外,在雷达作用范围内,雨区及降雨量的大小等,均影响大气吸收损耗。



大气衰减与频率的关系曲线

天线方向图损耗

antenna-pattern loss

雷达探测目标时,可把天线固定地指向某个方向,也可以用扫描方式。在前一种情况下,目标有可能位于波瓣最大方向;在后一种情况下,当波束扫过目标时,接收到的脉冲串被天线双程方向图所调制。这样整个波瓣方向图内全部信号能量与理想利用情况总有差别,这种差别就叫做天线方向图损耗,一般约取1.5至1.6分贝。

带宽损耗

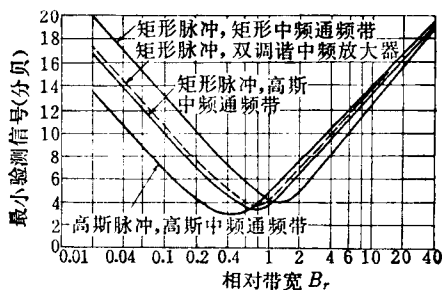
bandwidth loss

当接收机频率特性为回波信号频谱的共轭复数(匹配接收机)时,信号检测功率最小;

而非匹配接收时,信号检测功率相应增大,此增加值即为接收机带宽不匹配损耗,通称带宽损耗。

在脉冲信号宽度为 τ 时,接收机带宽变到某个值,接收机输出信噪比最佳,该带宽为接收机最佳带宽,约等于 $1/\tau$ 。

下图表示相对带宽 B_r 对最小检测信号的影响。



积累损耗

integration loss

在雷达作用距离计算中遇到的积累损耗因子,是指信号积累过程中用非相参积累代替相参积累情况下出现的损耗,也就是在相同积累脉冲数下,两种积累之间可见度系数的差别。

一般雷达常用非相参积累。

极化损失

polarization loss

在电磁场理论中,按波的电场强度取向,可分为直线极化波、圆极化波和椭圆极化波三种。如接收信号的极化与接收天线极化不同时,则产生损失,这种损失叫做极化损失。

海面杂波

sea clutter

当雷达波束照射海面时,海浪也能反射电波,使显示器荧光屏上出现杂乱脉冲或不均匀闪烁斑点,且时隐时现,位置亦不固定,这种看起来类似噪声的回波,称它为海面杂波。

入射余角

grazing angle

目标所在处的波束指向与水平线的夹角,称为入射角的余角,简称入射余角。亦称擦地角。

擦地角

grazing angle

即“入射余角”。

杂波抑制

clutter rejection

就是采用各种手段(例如借助波形设计等)将雷达观察范围内,除目标以外的所有其它雷达反射物的回波(杂波)减到足够小,以使目标回波被区分出来。这种措施叫杂波抑制。

杂波滤波器

clutter filter

杂波可看作一种噪声,这种噪声不具有白色高斯特性,因此可在雷达接收机中加一种匹配滤波器来提高信噪比,以便有效地抑制杂波。这种匹配滤波器就称杂波滤波器。

雷达截面积

radar cross section

为了表征目标散射特性和估算雷达作用距离,可把实际目标等效为一个垂直于电波入射方向的截面积,当它把所截获的入射功率向各方向均匀散射时,在雷达处产生的功率密度和实际目标所产生的相同,这一等效面积称为雷达截面积。

散射矩阵

scattering matrix

雷达目标散射电磁波时,随着目标起伏,入射与散射方向和极化形式将有所不同。为了更好地表征目标的散射特性,可用两组方程式表示:

$$\begin{cases} E_{12} = AE_{11} + BE_{11} \\ E_{12} = CE_{11} + DE_{11} \end{cases}$$

I 表示垂直极化方向; I 表示水平极化

方向。脚注 1 表示入射场;脚注 2 表示散射场。当电磁波为任意极化形式时,适当的组合两组方程式,就能完全表示其散射特征。利用矩阵表示这两组方程,可得散射矩阵,其表示形式为:

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ae^{j\alpha} & be^{j\beta} \\ ce^{j\gamma} & de^{j\delta} \end{bmatrix}$$

式中 A 、 B 、 C 、 D 各元素代表了某种极化波入射到目标时,入射场强与散射场强之比,考虑到相位关系,一般为复数,即 a 、 b 、 c 、 d 表示幅度, α 、 β 、 γ 、 δ 表示相角。例如,当入射波为垂直极化波时,那么散射波的垂直和水平成分分别由 A 与 C 表示;而当入射波为水平极化波时,则散射波的垂直和水平成分分别由 B 与 D 表示。

目标噪声

target noise

复杂目标(非点目标)的回波信号是各部分回波信号的矢量和。由于目标姿态的变化,目标各部分相对于雷达的运动,使回波信号随时间而变化,致使雷达测定目标参数产生了不希望有的波动,这种仅由目标引起的波动称之为目标噪声。它通常有幅度噪声、角度噪声、距离噪声以及极化调制、多卜勒调制等噪声。

距离噪声

range noise

典型的雷达距离跟踪系统在测量目标距离时,采用电子积分技术测量视频回波脉冲所含面积的“重心”位置。由于复杂目标的反射特性及其各部分对雷达相对距离的不同,在目标运动时会影响这个“重心”的位置,从而使距离测量发生变化,这种变化称为距离噪声。

幅度噪声

amplitude noise

复杂目标的回波信号为目标各部分回波