**无人机的无线通信链路系统说明**

  无人机是无人驾驶飞行器的简称， 是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞行器。从技术角度定义可以分为：无人固定翼飞机、无人垂直起降飞机 、无人飞艇、无人直升机、无人多旋翼飞行器、无人伞翼机等。无人机应用场景非常多，我们常见民用航拍、巡线、植保，军用的侦查，中继、打击，警用巡逻，监视等。随着民用无人机技术的迅猛发展，越来越多的公司投入到无人机的项目开发中。

　　无人机系统主要分为三大部分：地面站、飞控以及无线通信链路，下面我们一起了解一下无人机无线通信链路系统。

　　链路系统是无人机系统的重要组成部分，其主要任务是建立一个空地双向数据传输通道，用于完成地面控制站对无人机的远距离遥控、遥测和任务信息传输。遥控实现对无人机和任务设备进行远距离操作，遥测实现无人机状态的监测。

　　任务信息传输则通过下行无线信道向测控站传送由机载任务传感器所获取的视频、图像等信息，是无人机完成任务的关键，质量的好坏直接关系到发现和识别目标的能力。

　　1、我国对无人机使用频段规定

　　无人机通信链路需要使用无线电资源，目前世界上无人机的频谱使用的主要集中在UHF、L和C波段，其他频段也有零散分布。目前我国工信部无线电管理局初步制定了《无人机系统频率使用事宜》，规划840.5-845MHz、1430-1444MHz和2408-2440MHz频段用于无人驾驶航空器系统。其中规定：1.840.5~845Mhz频段可用于无人机系统的上行遥控链路，其中，841~845Mhz也可采用时分方式用于无人机系统的上行遥控和下行遥测信息传输链路。2.1430~1446MHz频段可用于无人机系统下行遥测与信息传输链路，其中1430~1434MHz频段应优先保证警用无人机和直升机视频传输使用，必要时1434~1442MHz也可以用于警用直升机视频传输。无人机在市区部署时，应使用1442MHz以下频段。3.2408~1440MHz频段可用于无人机系统下行链路，该无线电台工作时不得对其他合法无线电业务造成影响，也不能寻求无线电干扰保护。

　　2、无人机链路系统组成

　　无人机链路的机载部分包括机载数据终端（ADT）和天线。机载数据终端包括RF接收机、发射机以及用于连接接收机和发射机到系统其余部分的调制解调器，有些机载数据终端为了满足下行链路的带宽限制，还提供了用于压缩数据的处理器。天线采用全向天线，有时也要求采用具有增益的定向天线。

　　链路的地面部分也称地面数据终端（GDT）。该终端包括一副或几副天线、RF接收机和发射机以及调制解调器。若传感器数据在传送前经过压缩，则地面数据终端还需采用处理器对数据进行重建。地面数据终端可以分装成几个部分，一般包括一条连接地面天线和地面控制站的本地数据连线 以及地面控制站中的若干处理器和接口。

　　对于长航时无人机而言，为克服地形阻挡、地球曲率和大气吸收等因素的影响，并延伸链路的作用距离，中继是一种普遍采用的方式。当采用中继通信时，中继平台和相应的转发设备也是无人机链路系统的组成部分之一。无人机和地面站之间的作用距离是由无线电视距所决定的。

　　3、无人机链路信道频段

　　无人机地空数据传输过程中，无线信号会受到地形、地物以及大气等因素的影响，引起电波的反射、散射和绕射，形成多径传播，并且信道会受到各种噪声干扰，造成数据传输质量下降。

　　在测控通信中，无线传输信道的影响随工作频段的不同而异，因此首先需要了解无人机测控使用的主要频段。无人机测控链路可选用的载波频率范围很宽。低频段设备成本较低，可容纳的频道数和数输速率有限，而高频段设备成本较高，可容纳较多的频道数和较高的数据传输速率。

　　无人机链路应用的主要频段为微波（300MHz~3000GHz），因为微波链路有更高的可用带宽，可传输视频画面，它所采用的高带宽和高增益天线抗干扰性能良好。不同的微波波段适用于不同的链路类型。

　　一般来说，VHF，UHF，L和S波段较适合于低成本的短程无人机视距链路；X和Ku波段适用于中程和远程无人机的视距链路和空中中继链路；Ku和Ka波段适用于中远程的卫星中继链路。