

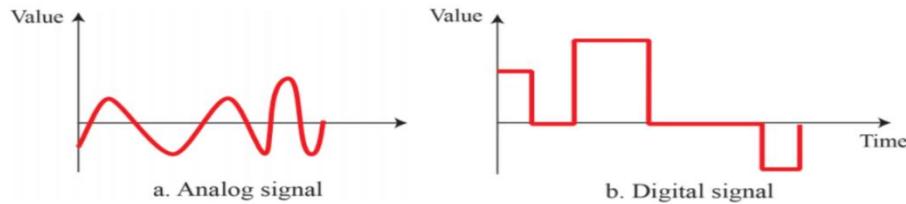
## 5G 无人机实时传输实现的基本原理

说到无人机的话大家一定都非常熟悉是的，最近这些年，无人机可以说是爆发式发展。以前，它仅用于神秘的军事用途。如今，却在我们的日常生活中随处可见。

无人机的发展也可以说是科技进步的表现，众所周知，我们正在大步迈向 5G 时代。在几年前的各类媒体的文章中，关于 5G 的报道蜂拥而至。对于我们来说值得关注的是频繁出现的“5G”和“无人机”这两个字眼。

那么，作为当时最受欢迎的通信技术和逐渐迈入大众眼帘的“高级玩具”，5G 和无人机之间，有什么样的关系？5G，又是否会改变无人机的未来？

在这个之前，先来了解一下 5G 无人机被看好的原因，首先了解一下无人机传输图像的方法，这就谈到了图传，图传按信号类型分为：模拟信号和数字信号。



<左：模拟信号，右：数字信号>

可以很明显看到，模拟图传的信号是连续的，曲线很平滑。数字图传的信号是间隔的，相对来说信息量没有那么多。

既然说到了这，我就来说一说他们两者的区别：

早期无人机的画面采用模拟图传，而模拟图传的缺点很明显，抗干扰能力弱，保密性差，其模拟信号容易产生噪点。

数字图传，产生的数字信号抗干扰能力强，相比模拟图传，在一个较低的网络传输带宽下，数字图传会选择降低图像质量或者增加传输延迟来解决。



<左：模拟图传，右：数字图传>

数字图传：图像质量更清晰，棱角分明。

模拟图传：画面比较柔和，清晰度不及数字图传。

大疆系列无人机之所以沿用数字图传系统，就是因为高清的画面反馈，能让飞手拥有沉浸式体验。在这方面，数字图传略胜一筹。

搭载数字图传的无人机操控方式由于距离原因，基本都是遥控操控，属于点对点通信。遥控器和无人机之间的数据传输，是采用 WiFi 或蓝牙的方式。视频传输能够达到实时的标准，也可以理解成在局域网内进行通讯链接。

所以说上述图传基本都达不到实时传输清晰视频的功能。而能达到标准的也因为距离限制而产生短板。所以 5G 的产生和无人机的结合对实时传输有了新的突破。

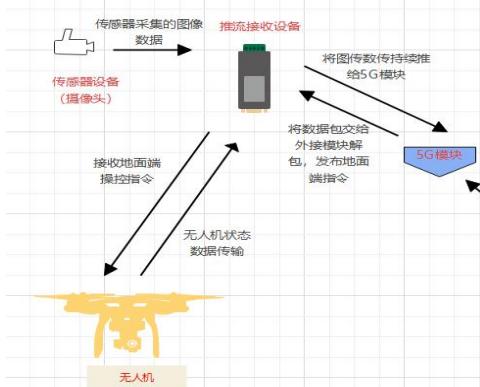
传统的无人机通信手段以数据链路为主，由于无线电频段管制要求严格，通信距离容易受地理环境和无线电噪声等因素影响。传统无人机数据链采用点对点数据传输模式，其地面控制端与无人机机端采用一对一的模式传输数据。传输距离有限，无人机的飞行范围受到地面控制端限制，并无法支持超视距实时远程控制的需求。

5G 通信网络的发展，未来代替传统的无人机数据传输链路，不仅改变了无人机的数据传输和控制方式，同时也直接改变了无人机的业务应用技术和模式。5G 作为基于新一代的蜂窝移动通信网络，能够实现超高带宽、毫秒级时延、超高密度链接，这些优点赋予无人机实时超高清传输、远程低时延控制、永远在线等重要能力。由于低空区域遮挡较少，无人机飞行高度在 200m 时，5G 基站可为水平距离在 2.2km 外的无人机提供网络覆盖，网络传输时延在 30ms 左右。

了解了图传和无人机通讯链路后，相信大家对 5G 实时视频传输有了新的概念，下面我们探讨一下 5G 无人机实时传输的基本原理，若有遗漏和错误，欢迎讨论指教。

下面进入正题：

5G 无人机搭载的 5G 模块是实现实时通讯的重要组成部分，那么这里提到的实时通讯指的不光是无人机传回的视频流，还包括地面端发送的操控指令（简称数传和图传，数传是传输指令和无人机状态信息，图传是传输图像），无人机要能够及时响应。它的实现是通过 5G 模块下搭载的一个数据推流和接收设备，主要是接收和发送给地面端的数据进行处理，地面端指令数据也通过它的解析传入飞控，来实现对无人机的控制。而推流是将视觉传感器采集到的视频数据持续推给 5G 模块发送到 5G 基站，在通 5G 基站上传至云端服务器接收，这里用的是蒲公英 P2P 进行转发给地面站。



(5G 无人机模块搭载)

这里谈到了云端服务器等，那么有人肯定要问什么是云端服务器？为什么不能直接通过网络运营商将数据传入地面端？什么是 P2P？

首先，云端服务器是基于大规模分布式计算系统，通过虚拟化技术集成 IT 资源，为各个行业提供互联网基础的设施。简单来说就是将拥有超大内存的一群计算机部署在一起，然后通过网络来对它进行存储数据，相比之前租用的服务器安全性更高、更加便捷、节点规模更大以及能够采取分布式存储。而网络运营商因为他的公网 IP 不固定，各个路由之间跳转过多，一来影响传输效率，二来可

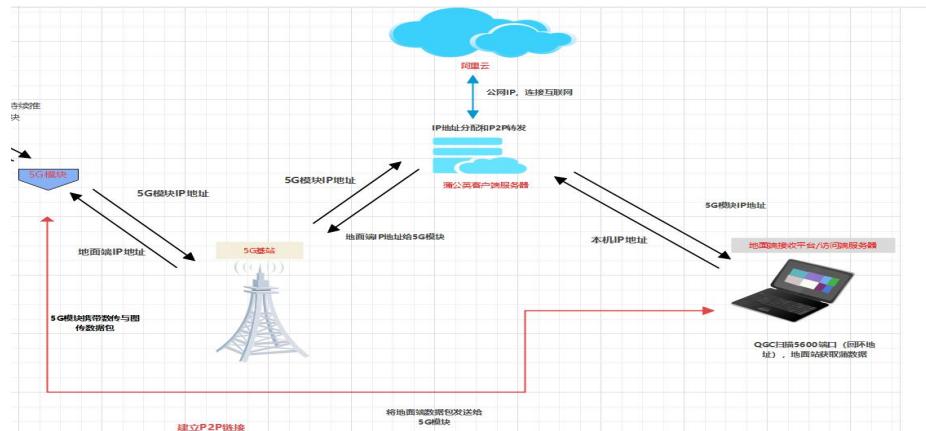


AMOVLAB

一阿木实验室一

能会有丢包的风险。而且公网 IP 可以直接定位，安全方面也有问题，所以蒲公英具有安全性较高，传输比较稳定的效果。重点：P2P 连接的建立首先需要一个拥有公网 IP 的中间服务器蒲公英，还有两个结点 5G 无人机和（访问端）地面端（为了简便我们分别叫 P1, P2 和服务器 N），结点 P1 和 P2 分别发送数据包给 N，数据包在经过 NAT 时，ip 转换为公网 ip。N 拿到转换后的 P1 和 P2 的地址。

N 将 P1 的地址发给 P2，将 P2 的地址发给 P1。这里的地址都是 NAT 地址。P1 收到 P2 地址后，尝试建立连接，首先发送消息包给 P2（其实是 P2 的 NAT），P2 也同样这样做，在两个结点都收到对方的消息包之后，就可以进行通信了。这个过程也叫做打洞。（NAT 是网络地址转换，NAT 实现了对 UDP 或 TCP 报文头中的 IP 地址及端口转换功能）。讲到这里应该就对为什么通过蒲公英来进行连接了吧。就是因为它具有节省流量，下载速度快，提高了安全性和私密性等特性。而且各个成员的 IP 自己也无法更改，只能通过客户端的主账号修改，极大的提高了管理的效率。



(P2P 建立过程)

数据的发送、指令和传输了解了，再来看看数据接收和发送指令端，也就是地面站，因为用的是蒲公英的服务器，自然也需要蒲公英的访问端来转发和接收服务端的数据，具体实现是通过服务端将登录账号的组内成员 IP 和名称（5G 无人机 IP）查看是否在线，同时给到了快速查看网络是否能够访问的功能，也就是 ping 按钮（ping 是检查当前主机能否访问目标主机的一个功能），若是不通，就要检查看看无人机是否开机或者地面端是否有网络。有人肯定觉得有点麻烦，不过既然选择了它提供的高效率传输和稳定性，自然也要接受他的弊端。回到正题，访问端会将接收到的数据放置回环地址，通过设定好的端口进行读取数据，这里的端口有两个，一个是图传端口，一个是数传端口。地面站读取数据的方法很简单，只需要打开地面站就可以连接到无人机的通道了。相信有人发现了，刚刚提到的端口是否可以通过别的途径访问这个端口来获取数据呢，这个当然是可行的，而且还可以通过访问端修改端口，只不过要想在 Windows 上访问，需要有流媒体这方面的一些基础才可以，其原理就是不断向目标端口请求数据理论上就可以实现。至于为什么涉及到流媒体，就是因为要通过一些开源软件，里面的一

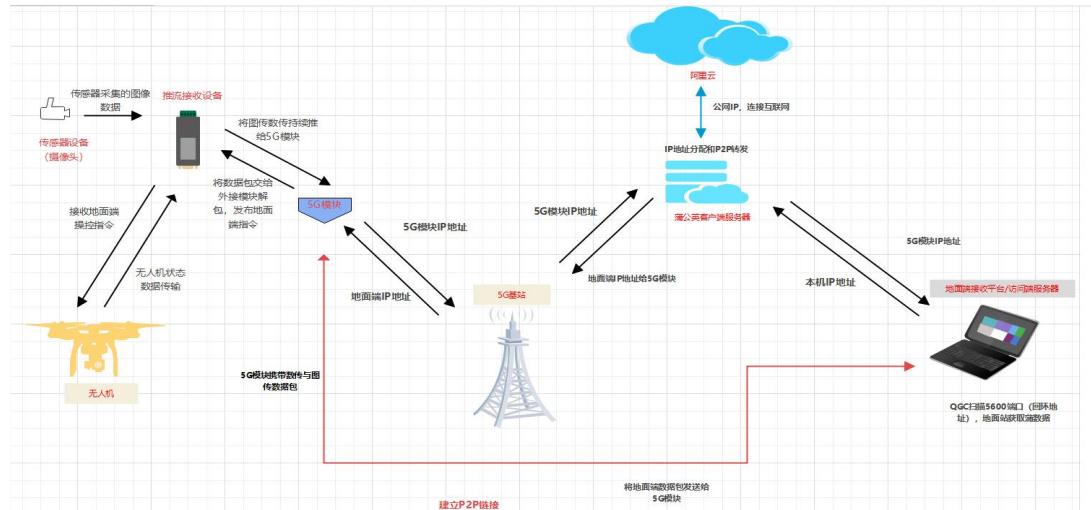


AMOVLAB

一阿木实验室一

些文件需要配置，例如 sdp 文件等。即便是你写一些脚本也是需要这类文件的（技术大佬可以无视），主要是对这段数据进行描述，也可以理解成解码。

至此，5G 无人机是如何实现的基本原理就了解的差不多了，实时传输这个过程是离不开 5G 的高速率、低时延和大连接特点，以满足高清视频等大数据量传输。总结就是：5G 无人机搭载的 5G 模块通过 5G 网络上传至云端服务器然后转发给地面站。再由地面站接收和发送操控指令来控制无人机。这个过程需要在 5G 基站覆盖的范围才能实现，否则是有一定延时的。



(实时传输流程图)

5G，会改变无人机的未来。相比于传统无人机只能用单镜头相机拍摄，在 5G 的加持下，无人机可以吊装 360° 全景相机，进行多维度拍摄，并且实时查看。但是 5G 信号的劣势是只能满足对 200—250 米左右以上的信号覆盖，随着飞行高度的增加，网络质量逐渐下降且网络切换次数逐渐增加。目前也只能满足各种复杂地形的低空飞行要求。

5G 提供 D2D 通信能力，可以让无人机与无人机之间实现实时通信，更好的服务机群协同。5G 的覆盖会改变无人机的未来，这是毋庸置疑的。随着科技的发展，相信未来对于目前无人机信号范围的覆盖，低空飞行的短板会有更好的解决方式。

(5G 和 4G 基站信号比较)

