



# 数据手套无线传输干扰白皮书

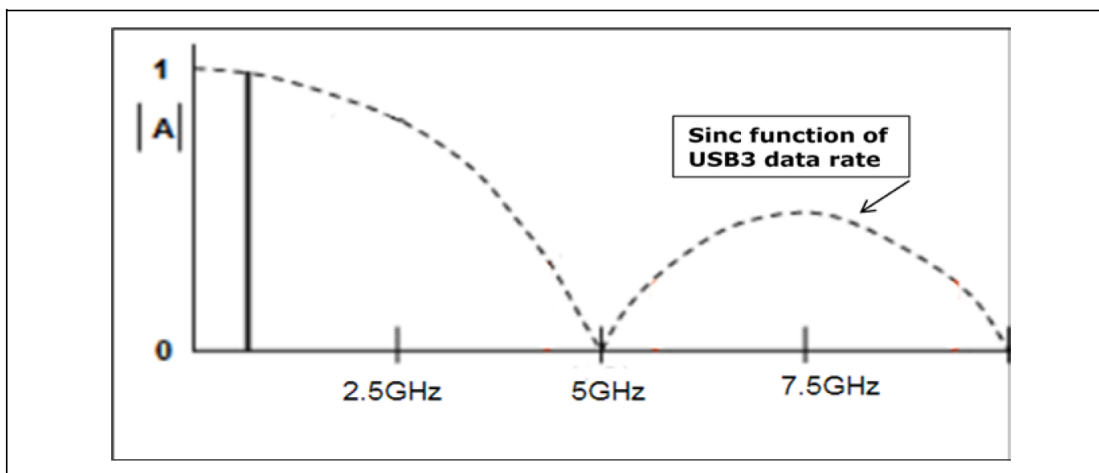
[illegible]

## 简介

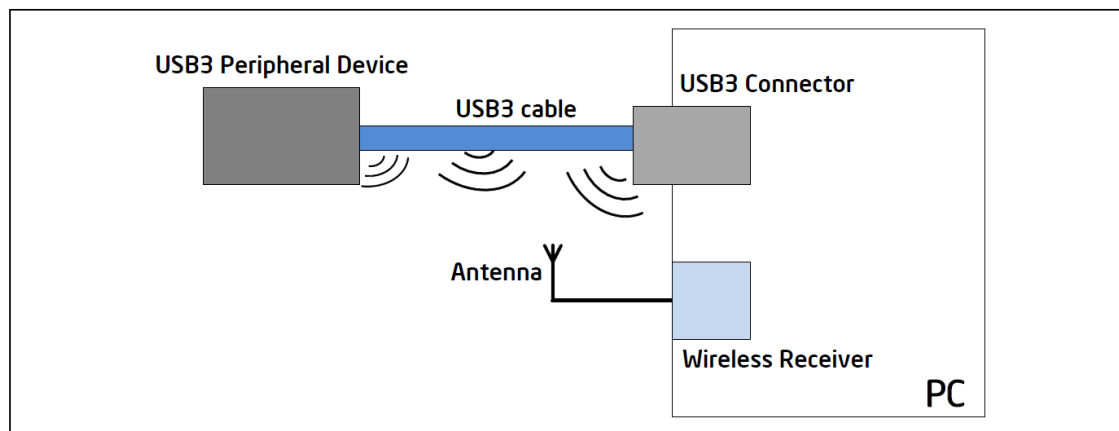
VRTRIX™ 数据手套通过 2.4GHz 频段进行数据传输，本文旨在说明对其容易产生干扰的因素，并分析产生原因和解决方法。本文主要涵盖了 USB3.0 接口对数据手套接收器天线产生的干扰，PC 机箱逸散出的电磁辐射对手套接收器天线的干扰以及其他 2.4GHz 无线传输设备对手套无线传输的干扰。

## USB 3.0 对 2.4GHz 无线传输的干扰

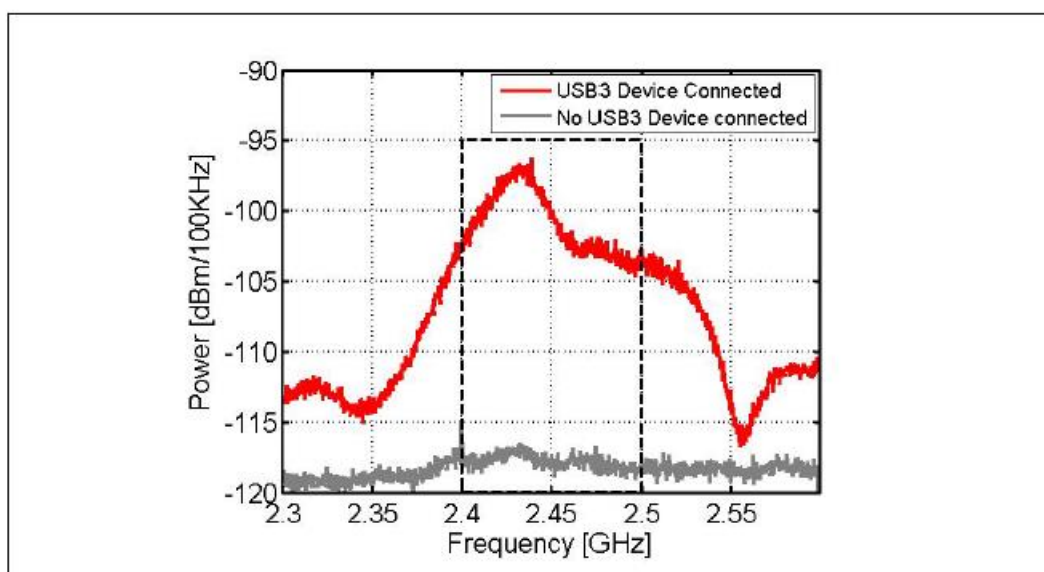
USB3.0 的传输速率是 500MBps，有两个高速线对，两个线对分别进行 TX 和 RX 传输，因此 USB3.0 是全双工 500MBps。每个线对上的传输速率是 5Gbps，故而数字信号的方波频率是 2.5GHz，同时由于高频设备大多数都使用了 SSC（频域扩展）技术，导致其对外辐射的电磁波波段呈现宽频的分布，如下图所示：



所以 USB3.0 协议在进行通信时会对 2.4GHz 传输的信号产生干扰，由于数据手套的接收端为 USB Dongle 的形式连接在 pc 上，所以 USB3.0 的干扰对其板载天线的影响最大，影响方式如下图所示：



干扰将会从 usb3.0 接口，线缆以及 usb3.0 设备端发出，usb3.0 线缆通常做了电磁屏蔽处理，所以辐射量较小，但是接口处和设备端一般无法完全屏蔽所以对其附近的无线接收器天线会产生较大干扰。下图为以 usb3.0 的移动硬盘作为干扰源进行测试的结果：



可以看到，在 2.4GHz 频段上，插入 usb3.0 移动硬盘并开始工作后，峰值处产生了最大 20dB 的噪音干扰。对于 2.4GHz 无线接收器来说，这意味着其接收灵敏度下降 20dB，而其本身的接收灵敏度在 -90dB 左右，也就意味着在干扰产生之后对于 <-

70dB 强度的信号就会出现丢失，这就导致手套发射端如果和接收端之间超过 4m 或者之间稍有阻挡（例如用户转身背对接收端）就会出现信号丢失。

我们对 USB3.0 设备工作时对手套和无线接收器之间数据传输的影响做了测试，实际测试中，考虑了 USB3.0 设备（该测试中使用 USB3.0 U 盘）仅连接在端口，USB3.0 设备传输小文件（即低速传输），USB3.0 设备传输大文件（即高速传输）这三种变量，同时也测试了 USB3.0 设备连接在 PC USB2.0 接口的情况。测试结果如下：

手套与接收器之 间距离 USB3.0 设备	1m	3m	5m	10m
未连接	OK	OK	OK	OK
仅连接不读写	OK	OK	OK	OK
读写小文件	OK	偶尔断开	经常断开	断开，无法重新连接
读写大文件	偶尔断开	经常断开	经常断开	断开，无法重新连接

表 1. USB3.0 设备与 USB3.0 口相连，手套无线接收器连接于**紧邻**的的 USB 端口

手套与接收器之 间距离 USB3.0 设备	1m	3m	5m	10m
未连接	OK	OK	OK	OK
仅连接不读写	OK	OK	OK	OK
读写小文件	OK	OK	OK	OK
读写大文件	OK	OK	OK	OK

表 2. USB3.0 设备与 USB2.0 口相连，手套无线接收器连接于**紧邻**的的 USB 端口

根据表 1，当 USB3.0 设备连接于 PC 的 USB3.0 端口并进行读写操作时会对无线接收器的产生很明显的干扰，且传输速率大时干扰更加严重，但是如果仅连接不进行读写操作则基本对接收器不产生影响。

根据表 2，当 USB3.0 设备连接于 PC 的 USB2.0 端口时，则设备的读写操作对无线接收器不产生影响，这是由于连接于 USB2.0 端口时，USB3.0 设备向下兼容使用 USB2.0 协议传输，则不产生 2.4GHz 的干扰电磁波，当然此时 USB3.0 设备的传输速率也会下降到 USB2.0 支持的速度。

除此之外，我们发现在一些 PC 机上（尤其常见于 Win7 系统），由于主板驱动或者 USB3.0 设备驱动的版本不正确，会导致 USB3.0 设备只要连接上 USB3.0 接口，就会开始工作，即使用户没有对其进行任何读写操作，此种情况下也会影响无线接收器，如下表：

手套与接收器之 间距离 USB3.0 设备	1m	3m	5m	10m
未连接	OK	OK	OK	OK
仅连接不读写	OK	偶尔断开	偶尔断开	断开，无法重新连接
读写小文件	OK	偶尔断开	经常断开	断开，无法重新连接
读写大文件	偶尔断开	经常断开	经常断开	断开，无法重新连接

表 3. USB3.0 设备与 USB3.0 口相连，手套无线接收器连接于紧邻的的 USB 端口, PC 端驱动错误

## USB 3.0 干扰解决方案

1. 首先确保 PC 端正确安装了官方推荐的最新版主板驱动，建议通过主板型号在官网上查询并下载，第三方的一些驱动安装软件如驱动精灵等，有可能安装不对应的版本。
2. 将 USB3.0 设备插在 USB2.0 端口使其使用 USB2.0 协议传输。如果必须使用 USB3.0 进行高速传输，则将其插在**尽量远离**无线接收器的 USB3.0 端口，并将无线接收器插在 **USB2.0** 端口。
3. 如果 PC 上的 USB 端口都是紧挨着的，或者均为 USB3.0 端口，则将手套的无线接收器通过我们提供的 **USB2.0 HUB** 连接与 PC 上，由于该 USB3.0 的干扰衰减很快，一般只对附近 10cm 左右产生影响，所以将无线接收器远离 USB3.0 端口和设备之后就可以显著改善无线传输效果。

## PC 机箱电磁辐射对 2.4GHz 无线传输的干扰

在测试过程中我们发现，有一小部分 PC 机箱在无任何 USB3.0 设备的情况下也会对无线接收器产生一些干扰，这些 PC 机箱普遍是采用大量塑料，而铝合金或者镀锌钢板的部分较少，实际测试中我们将一台 PC 主机机箱的后盖板拆下，将主板 USB 口裸露出来进行极端情况测试，该组测试也证实了如果 PC 机箱自身的电磁屏蔽做的不好，也会对直接插在其上的无线接收器产生些许干扰。

手套与接收器之 间距离 机箱状态	1m	3m	5m	10m
裸露主板机箱	OK	OK	偶尔断开	经常断开
正常机箱	OK	OK	OK	OK

## PC 机箱电磁辐射干扰解决方案

1. 由于 PC 机箱本身导致的电磁辐射干扰在正常情况下会比前述 USB3.0 的干扰要弱很多，所以一般选用质量过关的机箱就无法明显感觉出对无线传输的影响，优先选择机箱钢板厚的，或者金属包覆率高的机箱。
2. 如果希望达到最佳效果，也同样推荐通过我们提供的 USB2.0 HUB 将无线接收器引出，与 USB3.0 干扰相同，只需要将天线远离机箱的接口 10cm 即可有效降低干扰。

## 其他 2.4GHz 无线传输的干扰

除了上述两种干扰之外，空间中还会存在一些其他运行于 2.4GHz 频段的无线设备，常见的包括无线路由器，无线键鼠，蓝牙设备等，这些设备虽然看起来是比较强的干扰源，但事实上在实际测试时对手套无线传输的性能影响不大。其核心原因是，这些 2.4GHz 的设备本身使用的频段都是比较窄且相对固定的，这些设备（包含手套）在进行数据传输的时候一般只会占用 $\pm 500\text{kHz}$ 的频段，只要这些设备的频段不重叠就不会产生影响。

手套的 2.4GHz 传输协议支持共计 100 个频道，覆盖 2400MHz-2499MHz，每个频道的中心频率为整数 MHz（如 2401，2402...依次类推），频率分布为中心频率 $\pm 320\text{kHz}$ 。同时手套提供自动跳频功能，所以如果在某一频道上恰好遇到其他设备的干扰可以很快跳走到无干扰频段。一般的 wifi 频道常用 2412MHz，2437MHz，2462MHz 三个频段，所以一般跳频时手套会优先选择 80 以上的频段，这样理论上可以避开 wifi 频段。

但是与上述其他两个干扰相比较，只要不是在极端环境下（即空间中 2.4GHz 的设备数量特别多，几乎占满所有频段），这种情况对于数据传输的干扰是可以忽略的，遇到干扰问题时，应优先排除上述两种情况。

## 总结

- 本文共叙述了三种对数据手套无线传输干扰的可能干扰源，包括 USB3.0 对手套接收器天线的干扰，PC 机箱逸散出的电磁辐射对手套接收器天线的干扰以及其他 2.4GHz 无线传输设备对手套无线传输的干扰。
- USB3.0 以及 PC 机箱逸散出的电磁辐射对手套接收器天线的干扰都是由于宽频的噪音干扰直接作用于手套接收器天线，导致天线灵敏度下降从而发生无线传输失败等异常现象。其中 USB3.0 由于其中心工作频段就在 2.5GHz 左右所以对手套接收器天线干扰特别严重。
- 解决方法包含以下几点：
  1. 首先确保 PC 端正确安装了官方推荐的最新版主板驱动。
  2. 选用质量过关的主机机箱，优先选择机箱钢板厚的，或者金属包覆率高的机箱。
  3. 将 USB3.0 设备插在 USB2.0 端口使其使用 **USB2.0 协议传输**。
  4. 如果必须使用 USB3.0 进行高速传输，则将其插在**尽量远离**无线接收器的 USB3.0 端口，并将无线接收器插在 **USB2.0 端口**。
  5. 推荐将手套的无线接收器通过我们提供的 **USB2.0 HUB** 连接在 PC 上，从空间上加大无线接收器与 USB3.0 设备以及 PC 机箱之间的距离，可有效消除干扰。
  6. 选购我们提供的带有**外置延长天线**版本的无线接收器，在提高天线增益的同时也加长了天线到 USB 端口的距离，也可以有效消除干扰。