

同轴连接器结构偏心问题探讨

陈 磊

510603199105091176 四川 德阳 618000

【摘要】本文在理论分析的基础上简要分析了同轴连接器内、外导体结构的偏心问题，然后以射频同轴连接器为例，从产品应用角度对射频同轴连接器的设计、加工装配、连接器功率容量及可靠性等行业亟需开展的技术研究进行了探讨，仅供参考。

【关键词】射频同轴连接器；电缆组件；绝缘子

1 引言

同轴连接器是一种通用的微波元件，随着频率的升高，同轴连接器的界面尺寸越来越小，生产难度越来越大。目前，关于同轴连接器的研究，主要集中在整体设计和可靠性方面。事实上，随着界面尺寸减小，内、外导体偏心对连接器性能的影响也越来越严重，内、外导体结构发生偏心情况。而且在互联过程中，还会导致内导体插孔倾斜，造成内导体不能接触或者破坏同轴结构性质。射频同轴连接器最早为适应二次世界大战的需求而在短时间内得到了快速发展，研发了许多中型与小型化产品，而后在 20 世纪 60 年代逐渐朝着系列化、通用化等方向发展。各国都在此方面进行了一系列的研究，并形成了完整的专业体系，许多西方国家已实现专业化、规模化生产。

2 射频同轴连接器概念

射频连接器主要有以下几项特点：第一，品种规格多，通用系列超过 20 个。第二，与低频类连接器差距较大，具有一体化产品的特点，因此功能更加健全。第三，在装配时以手工作业为主，未能实现自动化装配。第四，连接器十分可靠，可有效改善设备性能。

在科学技术的推动下，射频连接器未来将会朝着以下几个趋向发展：小型化。即连接器的体积将会越来越小，在应用时十分方便；高频率。国际上最高已经达到 110GHz，而我国在 60GHz 以上高频领域目前还不够成熟，因此未来将会朝着更高频率这一方向发展；多功能。即同时兼备桥梁及处理信号的功能，包括衰减、调相位等；低损耗。尤其适用于武器系统，较为耐用，可长期使用，并且能够满足一些精密化测量工作的要求；容量和功率较大。未来将会逐步应用于信息高速公路领域。尽管射频连接器近年来发展规模越来越大，但我国在此方面仍然较为落后。

生产连接器的行业面临着以下几项问题：实力单薄、规模小；不被重视，难以形成良性市场竞争环境，不公平竞争现象十分常见；全球化意识低，行业内部基础不牢固，难

以适应全球化发展的要求。如果不加以调整，则会成为供应链的最下端。

3 偏心产生的原因

内外导体的轴线上的同轴偏差，绝缘子内孔和外圆的同轴偏差，内导体和绝缘子之间的装配误差，都会引起内、外导体不同心。实际上，内导体直径等于或略大于绝缘子内孔直径，而绝缘子一般采用聚四氟乙烯、聚苯乙烯等材料，可加工性较差，且强度、耐热性也远差于金属材料，因此绝缘子的内孔直径不易控制，内导体和绝缘子之间极易存在装配间隙。

3.1 内导体和绝缘子的装配误差

绝缘子的内孔直径 D 、内导体直径 d ，理论上大小相同，若因误差使得 $D > d$ ，则两者之间存在装配间隙，即会引起内导体倾斜，内导体与理想轴线存在切斜角。实际上，连接器的长度尺寸，一般是直径 D 的几倍甚至十几倍，这样，在远离绝缘子的位置，内、外导体偏心存在放大效应，极小的倾斜角，在远离绝缘子位置，就可能产生较为严重的偏心，绝缘子和内导体的配合长度越大，偏心越小。

3.2 改进措施

综合上述分析，绝缘子的内孔直径 D 、内导体直径 d ，是影响同轴连接器偏心与否的关键尺寸。通过提高工艺水平，控制两者的精度，使其为轻微的过盈配合，是减小内、外导体偏心的关键。另外，在结构上，还可以采取以下措施，减小绝缘子和内导体的装配误差对内、外导体偏心的影响：(1) 增加绝缘子和内导体的配合长度 L 绝缘子的设计中，一般不希望绝缘子过大而引起的较大的不连续性。在不增加或者少增加绝缘子的重量的情况下，尽可能增大绝缘子与内导体的配合长度 L 。(2) 采用双绝缘子的支撑结构。也可以理解为增加了绝缘子和内导体的配合长度 L 。这种结构可以较好的保证内、外导体同心，但两处不连续结构对同轴连接器整体指标有较大影响影响，需要在设计中综合考虑。

4 狠抓设计、加工环节，努力提高连接器可靠性

4.1 精心设计奠定产品的可靠性

设计人员在设计阶段要保证连接器的电性能以及产品的可靠性,因为设计缺陷会影响连接器的可靠性。比如,在设计压接电缆连接器时,压接套筒与接头尾部间隙过大,电缆组件使用几次就发生拉脱。因此设计人员立即暂停装配,分析故障原因,及时调整间隙,重新设计、加工新套筒,改进后的套筒再没有发生过拉脱现象。

4.2 精心加工保证了产品的可靠性

加工阶段的细致操作十分重要,如果加工不仔细,那么即使原计划的设计方案非常完美,也得不到高性能、高可靠的产品。曾经发生过 SMA 电缆连接器的插针设计,图纸规定尺寸与实际加工后尺寸不符的情况,最后插针被损坏。加工过程加强对工艺缺陷的预防、检测非常关键,对防止失效、提高连接器的可靠性有着重要的意义。

4.3 正确使用才能保持产品的可靠性

任何产品都有一个规定的寿命与承载能力,如果长时间的错误使用,或者令其承担超过额定的承载能力,那原本再可靠的电器也会变的不可靠了。部分用户在连接连接器时,没有用力矩扳手,而是采用通常的固定扳手联接,超过额定破坏力矩值而损坏连接器,电性能下降。

5 射频同轴连接器未来发展趋势

5.1 厂家注重性价比

目前,生产射频同轴连接器的厂家的竞争力都在加剧,各供应商都在做诸如扩大生产规模缓解成本压力,或者通过本地化,本土化来实现运营成本降低的工作来想办法缩减成本。射频同轴连接器的市场价格持续走低。有些公司通过场地的扩充以及设备的更新,来增加射频同轴连接器的产量来应对价格下降的问题。有些公司决定从多方面改善来实现跨越式的发展,例如将核心产品调整到 IT、汽车、军工和专用领域连接器以及开展更广泛的国际合作等等。还有些公司努力降低成本,提升生产效率以及通过整合全公司所有资源以达到合理利用和原材料采购本地化等来应对竞争。总体而言,射频同轴连接器行业的价格走势是稳中有降,各个厂商都在积极的采取应对措施。

5.2 多功能、高可靠性成趋势

现在的射频连接器基本都在向着多功能的方向发展,除信号连接作用外,还兼有处理信号的功能,如滤波、混频、检波等。低驻波、低损耗、大容量、大功率以及安装的方便性也成为厂商努力的目标。在射频同轴连接器生产技术方面,其中冲压技术,即通过冲压一次成型,可以把体积做得更小,整个连接器的高度也不到 2、3 个毫米,有些同轴

连接器已经做的象芝麻一样小。另外,更小、可密排、可盲插、可表面贴装的射频同轴连接器需求量将大量增长。随着无线技术的发展,会出现更多新型的应用无线技术的消费类终端产品,对一些复合材料和结构较廉价的射频同轴连接器需求量将大量增长。此外,随着卫星通信和军事工业的发展,应用频率更高、可靠性要求更高的射频同轴连接器需求量也将增长。除了追求小型化和高频率这两个关键的技术项目,射频同轴连接器厂商还在产品的多功能及可靠性方面不断加以改善。目前,射频连接器目前已经向表面贴装 SMT 和压入式无焊安装 Press-in 方向发展,未来一两年内这种趋势将进一步强化,并最终成为射频连接器的主流。

5.3 如何选择射频连接器供应商

射频连接器的市场需求在逐年增加,而生产厂商也是层出不穷。那么,对于买家来讲,如何选择适合自己的射频连接器供应商呢?专业人士给出了 3 点建议:(1)选型时,尽量选择主流的产品或代表未来发展方向的产品,这样制造商便有可能进行规模化经营,提高性价比,从而使客户获得利益。(2)综合考虑售前售后,对供应商来说,服务也是成本的一部分,是附加的东西;另一个附加价值就是前期的投入,好的设计中心会配合客户做 design-in,能减少对于连接器选择的盲目性。(3)尽可能选择产品的原始制造商,以减少中间的分销环节产生的额外成本,同时在技术和质量方面可以得到厂家更直接的支持和保证。在选择射频连接器时需要避免的是,既要避免因追求不必要的高性能、高质量和高可靠的产品所带来的高成本,又要避免因过度追求成本的低廉,造成产品的质量和性能无法满足使用要求。总体来讲,我国厂商在射频同轴连接器上的发力还是很积极的。过去同国外的差距,如今已在一步一步追回来。在射频同轴连接器生产技术方面,国内厂商和国际制造商相比已不相上下,无论是研发水平,还是生产工艺以及市场营销都令外资同行瞩目。下一步要做到的,就是要把小型化,高频率,多功能,高可靠的性能发挥到极致,让外资同行向我方看齐。

6 结束语

综上所述,同轴连接器随着频率提高、截面尺寸变小,偏心对阻抗变化影响越来越大,当阻抗变化为 1% 时,同轴连接器所允许的最大偏心,绝缘子和内导体的装配间隙引起偏心大小的计算方法,偏心大小与绝缘子和内导体的配合间隙正相关,与绝缘子和导体的配合长度负相关。上述结论对空气型连接器的设计、零件加工及检验,尤其对解决同轴连接器的内、外导体偏心问题,具有一定的指导意义。

【参考文献】

- [1] 彭峰, 胡照文, 张艳丹, 周克省, 邓联文. 同轴连接器工作频带的影响因素 [J]. 电子测量技术, 2015, 38(08): 9-12.
- [2] 李胜超, 郭伟, 王超群, 陈旭东, 张曦卯, 王宗领. 一种新型 K 型射频同轴连接器绝缘子结构设计 [J]. 机电元件, 2017, 37(06): 17-20.
- [3] 王延辉, 郭嫵, 吴昱姣, 杨戈. 射频同轴连接器技术发展的研究 [J]. 机电元件, 2017, 37(06): 48-52.