

探讨光纤光缆技术走向

光纤光缆是“宽带中国”建设不可或缺的重要组成部分，其技术发展趋势一直受到业内专家的关注和研究。近日，部分来自运营商一线的专家就烽火通信开发的光纤光缆新产品在实际工程中的应用情况发表了观点，这种“运营制造良性互动”的做法，有利于设备商及时开发生产适合运营商网络的光纤光缆产品。现将他们的观点摘要刊发，希望能对各地运营商光纤网络建设提供有益的参考。

气吹微缆技术助力

中国移动构建智慧光网

气吹微缆技术作为一种全新、成熟的光纤网络构造技术，为解决中国移动面临的管道资源瓶颈问题提供了一种优良的解决方案，必将在未来助力中国移动构建智慧光纤网络。

气吹微缆技术 2001 年被引进中国后，经过十余年的发展，已经在国内的长途网、城域网和接入网中应用。而且，随着该技术在国内的应用和发展，相关管材、配件和施工服务都已经实现了国产商用化，在技术应用上不再存在任何障碍。

近几年，随着中国移动全业务运营、FTTH 的大规模建设、3G 的大规模应用和 4G 部署等，中国移动业务量的增长对城域网中光纤光缆的需求日益增加。然而，中国移动因历史原因导致其所拥有的城域管网资源有限，且在市政不允许开挖路面新建城域管道的背景下，中国移动面临的城域管网资源紧缺问题日趋严重，无法找到空余的管道来敷设新光缆路由。在这样的现实条件下，充分利用已敷设光缆的管道内剩余空间，先人工牵引一根微管于管道中，再利用气吹技术将微缆吹入微管中，可轻松实现城域网光缆的扩容和光纤接入。

在已敷设光缆的管道内，采用该解决方案利用剩余空间，相比在剩余空间内直接牵引布放一根新管道光缆有三大优势：

(1) 由于微管的质量小、弯曲性能好，人工牵引布放微管比人工牵引布放管道光缆更容易，可降低施工难度，提高施工效率，节省施工成本，缩短周期。

(2) 由于气吹微缆技术自身独有的优势，在微管和管道光缆同等外径的情况下，在微管内可以气吹布放比管道光缆更大芯数的微缆，可在同样的剩余空间内增加管道纤芯密度。

(3) 由于人工牵引微管的施工难度更低，且微缆在施工时、施工后都在微管内，对已敷设光缆和微缆的保护性更好。

因此，在已敷设光缆的管道内充分利用剩余空间，先人工牵引布放一根微管，再将微缆吹入微管，无疑是解决中国移动目前面临的管道资源短缺问题的优良方案。

然而，虽然气吹微缆技术是一种优良、成熟的管道资源短缺解决方案，但其作为一种新技术，在应用上也有一些特殊之处：如施工需使用专业的气吹机和设备；微管尺寸需均匀且内壁应有硅芯润滑层和导流槽；配件应使用配套尺寸的器件；接续上需对微管和微缆分别固定并分段阻水密封。由于气吹微缆技术在国内刚开始规模化应用，众多运营商的施工队并不了解这些特殊之处，且不具备相应的施工设备和条件，因此，笔者建议中国移动在应用气吹微缆技术时应采用一揽子服务的招标模式，让光缆厂家提供微缆、管材、配件和施工的一揽子服务，以充分发挥气吹微缆技术的优势，解决中国移动所面临的管道资源短缺问题。

另外，微缆的气吹性能是气吹施工的关键指标，而微缆的气吹性能却是由微缆、管材和气吹机相互作用影响决定的。某些省市公司的运营商在应用气吹微缆技术时，往往将微缆、管材和气吹施工服务分开招标，导致在施工期间发生微缆气吹性能不佳的情况，无法完全界定相应的责任方。但是，若采用一揽子服务的招标模式来应用气吹微缆技术，让光缆厂家提供全套解决方案，就可以很好地解决这一问题。

日前，广东移动已经启动了应用气吹微缆技术的一揽子服务招标。对前期投标厂的考察显示，烽火通信可以提供优异的气吹微缆技术一揽子服务解决方案，其管材、配件及施工服务均来自国外进口渠道，且微缆的气吹性能经过国外专业气吹测试机构测试，气吹性能非常优异。

高速传输系统中的低损耗光纤应用

光纤是现代信息网络的基石。作为光通信网络中的关键元件，光纤的传输性能直接影响了通信系统的发展。

随着高速传输的关键技术例如偏振复用相位调制、基于 DSP 的数字相干接收和第三代超强纠错编码等逐步解决，2013 年起 WDM 100G 系统开始规模部署，同时波长色散和 PMD 不再是重要的限制因素。但光纤的非线性是其材料本质特性决定的，系统进行补偿的难度很大。为了增加入纤功率，目前的考虑是进一步增大有效面积。业内新型大模场光纤在色散小于 20ps/nm/km 时有效面积可增加 70% 左右，对延长传输距离和提升 OSNR 作用显著。

目前 G. 652 光纤仍是主流类型，而软判技术给 WDM 100G 系统提供了 14×25dB 以上的长跨距指标，使低损耗性能成为这个最普遍光纤品种的不懈追求。我国光纤厂商如烽火、富通、长飞、亨通等，经过多年的技术改进和实践积累，都可大批量生产优于 0.185dB/km 的 G. 652D 光纤，继续保持全球最佳的性价比。烽火光

纤预制棒在低损耗方面具有领先的竞争力，协同烽火自有的独特拉纤工艺技术，进一步降低了光纤的衰减系数，为用户提供了超过 1200km 无电中继的实用传输能力。

400G 乃至更高的速率需要通过增大模场面积降低高速传输的非线性效应、通过超低损耗减少 OA 引入的 ASE 噪声积累，才能提升系统入纤功率并有效延长传输距离，因此在目前光纤上实现长距离传输的代价很大。这个领域将是未来模场面积 $130 \mu m^2$ 、衰减 $0.17 dB/km$ 、非线性系数 $0.8 w^{-1} km^{-1}$ 新型光纤的舞台，但目前尚未有同时满足这三个指标的商用产品出现。这类大直径光纤的色散可能不再是主要指标，但工作环境要求更严苛，乃至对干线光缆的结构可能造成影响。新型光纤辅以更小噪声指数的 Hybrid 或 Raman OA，继而增强线路系统的性能，是 400G+速率的可见选择。

鉴于成本与收益压力，可以预见，中国主导运营商只有在更高速传输技术可信可靠、网络数据接口速率突破性增长、新型光纤产品成熟的前提下，才会考虑大规模部署新一代光纤品种，而不会在基础物理网络方面过度超前建设。低价而稳定的 G.652D 产品以及由此衍生的低损耗光纤，确保了 100G 提速部署而成本不增加，配合优质的光缆材料结构以及精湛的维护管理水平，仍是运营商增强盈利能力的务实和明智选择。

圆形引入光缆在 FTTH 建设中的推广应用

随着现代社会信息的膨胀和需求猛增，用户对传输速率及传输频带的要求越来越高。宽带网络建设及智能建筑也在迅猛发展。为了适应发展的需要，世界各国都在大规模地进行光纤到户（FTTH）建设和推广。

FTTH 建设中光纤光缆是必不可少的，作为通信用引入光缆，由于建筑结构、敷设方式和应用环境的差异，必然带来对光缆结构、性能要求的差异。

目前，我国在通信用引入光缆中大量使用的是蝶形光缆。蝶形引入光缆成本较低，但是有如下缺点：1. 结构不是很合理，光指标易受影响，从而影响使用和产品寿命；2. 指标冗余度小，如拉力指标等；3. 应用场景受限，尤其不适合在室外使用，不适合在狭窄的敷设空间或管道使用。

必须开发出更多的符合结构和性能要求的引入光缆，以提高用户引入光缆的可靠性与适用性。在这样的背景条件下，烽火通信首先提出了圆形引入光缆的概念，并开发出了几种结构的圆形引入光缆，配合中国电信集团公司江苏分公司在实际工程中进行了大量试用和试验验证。结果表明，圆形引入光缆克服了很多质量隐患，更适合在更多场合使用，也证明了圆形引入光缆大量推广和实际应用的可行性。江苏分公司去年下半年已经商用，至今已采购 2 万多芯公里，地市分公司反映非常好，圆形引入光缆的用量已经开始超出蝶形引入光缆用量。

圆形引入光缆均匀对称、柔软、易剥离，各种成端技术成熟，在拉伸、扭转、弯曲、耐开裂和日光辐射等性能上更优异。在要求光缆具有更大抗拉强度的穿暗管、狭窄的敷设空间或管道内，在要求光缆柔软以及弯曲半径很小的敷设环境及多雨潮湿等环境情况下，可优先选用圆形引入光缆进行布放。

为了更好地规范制造、检验、采购和应用圆形引入光缆，烽火通信正在起草圆形引入光缆行业标准和相关技术规范。

可以预见，圆形引入光缆在 FTTH 的建设中一定会得到大量的推广和应用，相配套的器件、工程、设计也会随之得到大量的开发和应用。