Research on Jumper Technology of High-density Beam Optical Cable and Its Application in Optical Communication

Da Li

Shenzhen Yuanguo Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

High-density beam optical cable jumper technology is an innovative technology in the field of optical communication. By optimizing the fiber arrangement and improving the fiber density, the fiber jumper can achieve higher transmission rate and greater bandwidth in the same space. High-density beam optical cable jumper technology can effectively improve the transmission efficiency and expansibility of optical communication system, and provides important support for big data, 5G, cloud computing and other fields. This paper analyzes the principle and characteristics of high-density beam cable jumper technology, studies the key technologies such as fiber beam arrangement and miniaturization connector, and discusses the application and future development trend of this technology in optical communication system.

Keywords

high density beam cable; jump cable technology; optical fiber arrangement; miniature connector; optical communication system

高密度束状光缆跳线技术研究及其在光通信中的应用

李达

深圳市源国科技有限公司, 中国·广东深圳 518000

摘要

高密度束状光缆跳线技术是光通信领域的一项创新技术, 通过优化光纤排列及提高光纤密度, 使得光纤跳线在同样的空间内实现更高的传输速率和更大的带宽。高密度束状光缆跳线技术能够有效提升光通信系统的传输效率和扩展性, 为大数据、5G、云计算等领域提供了重要支持。论文分析了高密度束状光缆跳线技术的原理和特点, 对光纤束状排列、微型化连接器等关键技术进行研究, 并探讨了该技术在光通信系统中的应用以及未来发展趋势。

关键词

高密度束状光缆; 跳线技术; 光纤排列; 微型化连接器; 光通信系统

1 引言

随着大数据、云计算和5G通信技术的快速发展, 对光通信系统的传输速率和带宽要求不断提高, 传统光缆跳线技术已无法满足现代通信系统的需求。因此, 高密度束状光缆跳线技术应运而生, 其突破性地优化了光纤排列和密度, 实现了更高的传输速率和更大的带宽, 为光通信领域带来了革命性的变革。论文将结合深圳市源国科技有限公司在光通信领域的生产研发经验, 对高密度束状光缆跳线技术的原理、关键技术及其在光通信中的应用进行深入研究和探讨。

2 高密度束状光缆跳线技术原理及特点

2.1 技术原理

高密度束状光缆跳线技术主要是通过对光纤的束状排

列以及密度的提高, 使得在有限的空间内实现更高的传输速率和更大的带宽。具体来说, 首先采用紧密排列的多芯光纤技术, 将多根光纤紧密排列在一根光缆中, 以实现更高的光纤密度; 然后利用高密度连接器技术, 将紧密排列的光纤与其他设备进行连接, 以实现高密度的跳线连接^[1]。

2.2 技术特点

①高密度: 高密度束状光缆跳线技术采用紧密排列的多芯光纤, 使得光缆内部光纤的数量大幅增加, 从而提高了光纤的密度。与传统光缆相比, 同样体积的高密度束状光缆能容纳更多的光纤, 有效提高了空间利用率。

②高传输速率和大带宽: 由于光纤数量的增加, 高密度束状光缆跳线技术能够在同样的空间内实现更高的传输速率和更大的带宽。这有利于满足大数据、云计算、5G等领域对高速传输和大带宽的需求。

③高集成度: 高密度束状光缆跳线技术采用微型化连接器, 将多根光纤集成在一个连接器中, 提高了连接器的集成度。这使得在有限的空间内, 可以实现更多设备之间的高速互联。

【作者简介】李达(1984-), 男, 中国广东深圳人, 本科, 从事通信产品的设计、研发, 电子产品及通信设备、计算机软硬件的技术开发研究。

④易于部署和维护：高密度束状光缆跳线技术的设计使得光纤束的布线更加简洁、清晰，减少了布线混乱现象。

⑥良好的兼容性：高密度束状光缆跳线技术兼容现有的光通信设备和标准，能够适应不同厂家的设备和接口，方便现有光通信网络的升级和扩展。

3 关键技术研究

3.1 光纤束状排列技术

光纤束状排列技术是高密度束状光缆跳线技术的关键之一，其目的是在有限的空间内实现更高的光纤密度。光纤束状排列技术可以分为以下几个方面：

①多芯光纤设计：多芯光纤是将多根光纤紧密排列在一个光缆中的光纤结构。与传统单芯光纤相比，多芯光纤能够在同样的光缆直径下实现更多光纤的传输。多芯光纤的设计需要考虑光纤间的光学性能、光纤的损耗和串扰等因素，以确保光纤之间的独立性和传输性能^[2]。

②光纤排列优化：光纤排列优化是提高光纤密度的关键环节。为实现光纤在有限空间内的紧密排列，需要研究光纤排列的最佳方式。研究发现，采用六边形排列的方式，能够最大限度地减少光纤间的空隙，从而实现更高的光纤密度。

③光纤保护和缓解应力：在光纤束状排列中，光纤间的相互挤压可能导致光纤的损伤或过高的应力。因此，需要研究光纤保护和缓解应力的方法。常见的做法是在光纤周围设置缓冲层和保护层，以减轻光纤间的挤压和摩擦。

3.2 微型化连接器技术

微型化连接器技术是另一个高密度束状光缆跳线技术的关键。微型化连接器可以将多根光纤集成在一个连接器中，从而实现高密度的跳线连接。微型化连接器技术主要涉及以下几个方面：

①连接器设计：微型化连接器的设计需要满足高密度、高集成度和低插损等要求。设计时需要考虑连接器的结构、尺寸和材料等因素。常见的微型化连接器类型有 MPO/MTP 连接器、LC 连接器和 CS 连接器等。

②连接器制造工艺：微型化连接器的制造工艺对连接器的性能和可靠性至关重要。高精度的加工、精确的光纤对齐和优质的材料选择都是制造微型化连接器的关键因素。同时，需要对连接器的端面进行高质量的抛光处理，以降低插损和回损，提高连接性能。

③连接器测试与评估：微型化连接器的性能测试与评估是确保其可靠性和稳定性的重要环节。测试项目包括插损、回损、耐久性、环境稳定性等。此外，还需要对连接器的尺寸、光纤对齐和端面质量等进行检测，以满足高密度跳线的实际应用需求。

3.3 其他关键技术

除了光纤束状排列技术和微型化连接器技术之外，还

有一些其他关键技术对高密度束状光缆跳线技术的发展至关重要。

①光纤传输性能优化：为提高高密度束状光缆跳线技术的传输性能，需要研究光纤的传输特性和性能优化技术。这包括降低光纤损耗、提高光纤带宽、减少光纤串扰等。通过优化光纤的材料、结构和设计，可以进一步提高光纤的传输性能。

②光纤切割与连接技术：高密度光纤跳线在部署过程中，往往需要对光纤进行切割与连接。因此，高精度、高效率的光纤切割与连接技术对于高密度束状光缆跳线技术的实际应用具有重要意义。采用先进的光纤切割设备和精确的光纤对齐技术，可以提高光纤连接的质量和效率^[3]。

③光纤管理系统：在高密度光纤跳线部署过程中，光纤管理系统对于保证系统的稳定运行和降低维护成本具有重要作用。光纤管理系统需要考虑光纤束的布线、连接器的安装和光纤的维护等因素。通过设计合理的光纤管理方案，可以实现高密度光纤跳线的高效管理和维护。

4 高密度束状光缆跳线技术在光通信中的应用

4.1 数据中心互联

数据中心作为云计算和大数据等新兴技术的核心基础设施，对光通信系统的传输速率和带宽要求极高。高密度束状光缆跳线技术在数据中心互联中的应用可以有效地提高数据中心内部以及与其他数据中心之间的通信速率和带宽，满足大数据处理和传输的需求^[4]。在数据中心互联应用中，高密度束状光缆跳线技术主要具有以下优势：

①提高数据中心的网络容量：高密度束状光缆跳线技术可以在有限的空间内实现更高的光纤密度，从而提高数据中心的网络容量。这有助于支持数据中心内部的高速数据传输和大容量存储。

②降低数据中心的布线成本：高密度束状光缆跳线技术可以简化数据中心的布线结构，减少布线混乱现象，降低布线成本。同时，微型化连接器的应用使得接插操作更加方便，有利于数据中心的部署和维护。

③提高数据中心的能效：高密度束状光缆跳线技术具有较低的插损和回损，可以降低数据中心的能耗。此外，采用紧密排列的光纤束有助于提高数据中心的空间利用率，降低空调和散热设备的能耗。

4.2 5G 基站前传网络

5G 基站前传网络作为 5G 通信系统的关键组成部分，对传输速率和带宽有着严格要求。高密度束状光缆跳线技术可以为 5G 基站前传网络提供高速、大带宽的光纤连接，满足 5G 通信系统的高速传输和低时延需求。在 5G 基站前传网络应用中，高密度束状光缆跳线技术主要具有以下优势：

①提高前传网络的传输速率：高密度束状光缆跳线技术可以实现更高的光纤密度，从而提高前传网络的传输速率。这有助于满足 5G 通信系统对高速数据传输的需求。

②降低前传网络的部署成本：高密度束状光缆跳线技术可以简化前传网络的布线结构，减少光纤数量和连接器数量，从而降低前传网络的部署成本。微型化连接器的应用使得接插操作更加方便，有利于前传网络的快速部署和维护。

③提高前传网络的可靠性：高密度束状光缆跳线技术具有良好的光学性能和较低的插损，可以提高前传网络的可靠性。同时，光纤束状排列技术和光纤保护技术的应用有助于降低光纤损伤和应力，进一步提高前传网络的稳定性。

4.3 光纤到户接入网

光纤到户（FTTH）接入网是将光纤直接引入用户家庭的一种宽带接入方式。随着互联网应用的普及，用户对宽带接入速率和服务质量的需求越来越高。高密度束状光缆跳线技术在光纤到户接入网中的应用可以提供更高速、大带宽的宽带接入服务。在光纤到户接入网应用中，高密度束状光缆跳线技术主要具有以下优势：

①提高接入网的覆盖范围：高密度束状光缆跳线技术可以在有限的空间内实现更高的光纤密度，从而提高接入网的覆盖范围。这有助于满足更多用户的宽带接入需求。

②降低接入网的部署成本：高密度束状光缆跳线技术可以简化接入网的布线结构，减少光纤数量和连接器数量，从而降低接入网的部署成本。同时，微型化连接器的应用使得接插操作更加方便，有利于接入网的快速部署和维护。

③提高接入网的性能：高密度束状光缆跳线技术具有良好的光学性能和较低的插损，可以提高接入网的性能。

5 未来发展趋势及展望

5.1 技术创新方向

随着光通信技术的不断发展，高密度束状光缆跳线技术也将面临更多的技术创新机遇。未来的技术创新方向主要包括：

①光纤材料和制造工艺的创新：随着对光纤性能要求的不断提高，未来光纤材料和制造工艺将不断创新。新型光纤材料将具有更高的光学透明性和机械强度，以提高光纤的传输性能和耐用性。

②光纤束状排列技术的优化：未来光纤束状排列技术将进一步优化，提高光纤束的密度和空间利用率。新型光纤束状排列技术将在降低光纤损伤和应力方面取得更好的效果。

③微型化连接器技术的升级：随着微型化连接器技术的不断发展，未来的连接器将具有更小的尺寸、更高的密度和更低的插损。新型连接器将更加易于操作和维护，提高光纤跳线的便捷性。

④智能化管理和监控技术的应用：通过引入物联网技术和大数据分析等先进技术，未来高密度束状光缆跳线系统将具备智能化管理和监控功能。这将有助于实时监测光纤跳

线的性能参数，提高系统的可靠性和稳定性^[5]。

5.2 应用领域拓展

随着高密度束状光缆跳线技术的不断成熟和完善，其应用领域将进一步拓展。主要的应用领域拓展方向包括：

①海底光缆通信系统：高密度束状光缆跳线技术可以提高海底光缆通信系统的传输速率和带宽，满足日益增长的全球互联网通信需求。

②航空航天通信系统：高密度束状光缆跳线技术可以在航空航天通信系统中应用，提供高速、大带宽的通信连接，满足航空航天领域对高性能通信的需求。

③智能交通系统：高密度束状光缆跳线技术在智能交通系统中的应用可以提供高速、大带宽的数据传输，满足实时视频监控、车辆导航、路况信息发布等需求。

④智能制造和工业互联网：高密度束状光缆跳线技术可以应用于智能制造和工业互联网领域，提供高速、稳定的数据传输，支持实时数据采集、远程监控和精确控制等功能。这将有助于提高制造业的生产效率和降低生产成本。

⑤生物医学和远程医疗：高密度束状光缆跳线技术可以应用于生物医学和远程医疗领域，支持高清视频传输、大数据分析和云计算等应用。这将有助于提高医疗服务的质量和可及性，满足日益增长的医疗需求。

6 结语

随着光通信技术的快速发展，高密度束状光缆跳线技术在满足高速、大带宽传输需求方面发挥着越来越重要的作用。论文从高密度束状光缆跳线技术的原理及特点、关键技术研究、光通信应用场景和未来发展趋势等方面进行了深入探讨，对该技术的应用和发展前景进行了全面分析。

展望未来，高密度束状光缆跳线技术将继续发挥其在光通信领域的关键作用，为数据中心、5G基站、光纤到户接入网等应用场景提供高性能的解决方案。同时，随着技术创新的推动，高密度束状光缆跳线技术将在更多领域得到应用，为社会经济发展和人类生活带来更多便利。

参考文献

- [1] 范伟聪,丁伟林,王晓益,等.MPO光跳线的应用及组装工艺技术开发[J].现代传输,2017,180(6):51-53.
- [2] 王珊.弱耦合多芯光纤的设计与应用研究[D].广州:广东工业大学,2022.
- [3] 黄玉兵.光纤激光切割的应用原理及优势分析[J].造纸装备及材料,2020,49(4):16-17.
- [4] 袁燕飞,祁泽慧,杨元旭,等.短距OM3/OM4光跳线带宽测试技术研究(英文)[J].光纤与电缆及其应用技术,2022,292(3):5-9.
- [5] 何云毅.面向铁路通信网的光缆监测及资源管理系统[D].重庆:西南交通大学,2019.