

G.65* 光纤

□刘旭 中国电信股份有限公司咸阳分公司 陈嵘 咸阳市广播电视台

近年来,光通信网络已成为现代通信网的基础平台,因而我们敷设的光缆必须能够满足超高速系统要求。从八十年代后,光纤通信逐步从短波长区向长波长区、从多模光纤向单模光纤转移和发展。目前,在光纤骨干传输网中,限制光纤传输的主要因素是:(1)色度色散;(2)偏振模色散;(3)光纤的非线性。根据 ITU-T 建议,分别先后出现了 G.651、G.652、G.653、G.654、G.655 等不同类型的光纤,下面具体简介一下。

1、G.651 是多模光缆。多模光纤可按纤芯折射率分布参数 g 分为 A1、A2、A3、A4。详见下表:

多模光纤的分类

分类代号	材料	类别	参数 g 的范围
A1	玻璃纤维芯 / 玻璃包层	渐变型	$1 \leq g < 3$
A2	玻璃纤维芯 / 玻璃包层	突变型	$3 \leq g < \infty$
A3	玻璃纤维芯 / 塑料包层	突变型	$10 \leq g < \infty$
A4	塑料光纤		

按几何尺寸参数 A1 光纤又分为 A1a、A1b、A1c、A1d; A2 光纤又分为 A2a A2b A2c A2d; A3 光纤又分为 A3a、A3b。

目前市场主要多模光缆为 A1a、A1b 两类光纤。A1a、A1b 光纤衰减常数、带宽、MHz.km 参数值如下表。

分类代号	衰减常数 Db/km		带宽 MHz.km	
	850nm	1300nm	850nm	1300nm
A1a	≤ 3.0	≤ 0.6	≥ 200	≥ 200
	≤ 3.5	≤ 0.8	≥ 500	≥ 500
A1b	≤ 3.0	≤ 0.8	≥ 200	≥ 300
	≤ 3.5	≤ 1.0	≥ 500	≥ 500

G.651 的 A1a 纤芯直径为 $50 \pm 2.5\mu\text{m}$, 传送 1000Base—Sx 及 1000Base—Lx 距离均小于 550 米;G.651 的 A1b 纤芯直径为 $62.5 \pm 2.5\mu\text{m}$, 传送 1000Base—Fx 小于 2000 米, 传送 1000Base—sx 小于 275 米传送 1000Base—lx 小于 550 米。G.651 多模光缆由于色散及光波幅度衰减的影响只适用于近距离传输要求。特别适用于近期宽带小区内光缆到楼宇的近距离传输。(因为宽带小区内二层至三层交换机多模光口比单模光口大约便宜 1/3)。

2、G.652 单模光纤主要分 G.652A、G.652B、G.652C 三类光纤,又称为色散未移位光纤或普通光纤。模场直径为 $9.3 \pm 0.5\mu\text{m}$ 。单模光纤作为一种传输媒介,其作用是将已调光波从发送端传送到接收端, 传送模式为 HE₁₁ 模,在整个传输过程中,光波的幅度被衰减,相位被延迟,偏振方向也可能发生变化。

G.652 光纤是 1310nm 波长性能最佳的单模光纤,它

同时具有 1550nm 和 1310nm 两个窗口。零色散点位于 1310nm 窗口,而最佳衰减窗口位于 1550nm 窗口。在 C 波段(1530~1565nm)和 L 波段(1565~1625nm)的色散较大,一般为 $17 \sim 22\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$,系统速率达到 2.5Gbit/s 时,需要进行色散补偿,在 10Gbit/s 时系统色散补偿成本很大,因此大的色散限制了 G.652 单模光纤的应用,其经济的传输系统是基于 2.5Gbit/s 的 DWDM 系统。目前的 DWDM 系统也正是基于此,主要在 C 波段进行波分复用。例如 32 波 80Gb/s 速率的系统工作波长范围在 1535.82 至 1560.61nm 之间。G.652 单模光纤 1310nm 窗口的衰减在 $0.3 \sim 0.4\text{dB}/\text{km}$,色散系数在 $0 \sim 3.5\text{ps}/\text{nm}\cdot\text{km}$ 。1550nm 窗口的衰减在 $0.19 \sim 0.25\text{dB}/\text{km}$,色散系数在 $15 \sim 20\text{ps}/\text{nm}\cdot\text{km}$ 。过去我们在 G.652 开通的 PDH 系统,利用的都是 1310nm 零色散窗口,而 SDH 系统则全面移向 1550nm 最佳衰减窗口。由于 G.652 光纤在 1550nm 窗口色散较大,严重限制了高速光缆系统的开通,因此也限制了 G.652 光纤的进一步发展。

G.652A 为最常用的普通光纤,G.652B 为改进后的 PMDQ 通常能低于 $0.5\text{ps}/\text{km}$ 光纤,工作波长可延伸到 1600nm 区。G.652C 光纤为低水峰单模光纤。(水吸收峰具体范围在 1383nm 附近)低水峰单模光纤适合于密集波分复用。在我国有少量使用。

3、G.653 色散位移光纤。G.653 色散位移光纤在 C 波段和 L 波段的色散一般为 $0 \sim 3.5\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$,在 1550nm 是零色散,系统速率可达到 20Gbit/s 和 40Gbit/s,是单波长超长距离传输的最佳光纤。但是,由于其零色散的特性,在采用 DWDM 扩容时,会出现非线性效应,导致信号串扰,产生四波混频(FWM),因此不适合采用 DWDM。虽然曾经采用过,但今后不会再发展。

4、G.654 光纤。G.654 光纤是截止波长位移单模光纤。是 1550nm 窗口损耗最小光纤。主要用于需要很长再生段距离的海底光纤通信。但其不能大幅度地增加光纤系统容量,在我国的陆地光缆中没有使用过。

5、G.655 非零色散光纤。G.655 非零色散光纤也叫无零色散光纤在 C 波段的色散为 $1 \sim 6\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$,在 L 波段的色散一般为 $6 \sim 10\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$,色散较小,避开了零色散区,既抑制了四波混频(FWM),也可采用 DWDM 扩容,开通高速 20Gbit/s 和 40Gbit/s 系统。G.655 可以使有效面积扩大到一般光纤的 1.5~2 倍,大有效面积可以降低功率密度,减小光纤的非线性效应(光纤的非线性效应主要通过增加光纤的有效面积或减少入纤光功率等方式来减少),是用于骨干传输网较理想的光纤,G.655 光纤模场直径为 $10.0 \pm 0.5\mu\text{m}$ 。

G.655 光纤通过改善光纤折射率剖面,使零色散点向 1550nm 窗口移动,从而与光纤的最小衰减窗口获得匹配,使 1550nm 窗口同时具有最小色散和最小衰减,它在 1550nm 窗口的典型参数为:衰减系数 $< 0.25\text{dB}/\text{km}$,与 G.653 光纤相比,避开了零色散区,维持了一个起码的色散

GSM 网络客户投诉情况分析

□白艳 中国联通山西省分公司

一、概述

在无线网络优化工作中，我们需要充分考虑客户使用中的真实感受，而客户投诉就是我们了解用户感受最直接的途径之一。通过对客户投诉的筛选甄别，从中可以发现网络中存在的问题和缺陷，尤其是一些在日常优化中难以发现的隐性问题。解决客户投诉的网络问题是无线网络优化的重要补充手段，有利于更好的实现网络优化目标。

二、投诉简介

为了改善网络质量，提高用户对网络的满意度，我们对用户投诉问题进行归类，通过测试数据和参数分析，判断问题产生的原因，从而采取相应的措施，对网络进行优化并及时解决用户的投诉，给用户带来一个良好的无线环境来满足用户通信需求，降低了网络投诉率。

我们处理了 GSM 网全网从 6 月 1 日至 10 月 31 日共计 497 起投诉，详见下表：

表 1 全网 6 月 1 日 -10 月 31 日 5 个月各类投诉统计表

月份	弱覆盖	话音质量	单通	寻呼	掉话	未接通	数据业务	总计
六月	70	3	1	1	4	16	5	100
七月	67	5	1	0	8	13	0	94
八月	68	1	1	0	7	5	10	92
九月	53	15	0	0	1	5	21	95
十月	69	9	2	0	5	1	30	116

由上表可以看出网络的投诉主要是集中在覆盖类上，其次是数据业务。覆盖类投诉居高不下，主要集中在以下一些区域：存在信号盲区的乡镇、深度覆盖不足的居民小区、密集城区及部分室内分布故障区域。数据业务投诉也有上升趋势，主要是由于核心网侧 SGSN 故障引起大量 GPRS 投诉，其次是用户手机设置错误或者版本太低导致的中途断线。

值，避免了严重的四波混频现象，从而可以比较方便地开通多波长 DWDM 系统。另一方面，色散值又不是太大，可传送 10Gbit/s、20Gbit/s 等高速系统。

由于 ITU-T G.655 建议中只要求色散的绝对值为 1.0~6.0ps/nm.km，对于它的正负并没有明确规定，因而 G.655 光纤的工作区色散既可以为正值，也可以为负值。G.655 光纤成功地克服了 G.652 光纤的色散受限和 G.653 无法进行波分复用的缺点，升级比较灵活，满足了 TDM 电路交换网络和 DWDM 两种发展方向的要求。在目前业务量需求不大的情况下，可以采用 WDM 的 2.5Gb/s × 4(8、16、32)或 TDM 的 10Gb/s 两种方式进行扩容。根据零色散点和模场直径的不同，现在市场上的 G.655 光纤主要有 3 种，即 SMF-LS 光纤、真波光纤和大有有效面积 LEAF 光纤。

SMF-LS 光纤的零色散点处于 1570nm 附近，在 1530~1565nm 区域，光纤的色散值都为负值，处于 -3.5 ~ -0.1ps/nm.km 之间，系统工作于色散“负区”值。色散负区也有其有利的一面，需要色散补偿时。因是负色散，因而采用常规的 G.652 光纤就可实现色散补偿。SMF-LS 光纤在越洋海缆中得到较广泛的应用。

“真波光纤”的零色散点在 1530nm 以下的短波长区。在 1530~1565nm 的光放大区，色散系数在 1.3~5.8ps/nm.km。使用“真波光纤”时，系统工作在光纤的色散“正区”，在这一区域，自相位调制效应 SPM 可以压缩脉冲宽度，从而有利于减轻色散的压力。

LEAF 光纤是一种大有有效面积非零色散位移光纤。与普通 G.655 光纤一样，它也对光纤的零色散点进行了移

动，使 1530~1565nm 区间的色散值保持在 1.0~6.0ps/nm.km，色散为正值，避开了零色散区，维持了一个起码的色散值。LEAF 光纤因增加了光纤的模场直径，从普通光纤的 8.0μm 左右增加到 10.0μm，从而增加了光纤的有效面积。在相同的人纤功率时，降低了光纤中传播的功率密度，减少了光纤非线性系数，在相同的中继距离时，减少了非线性干扰。

G.655 光纤与 G.652 光纤的比较：从技术性能上看，G.655 光纤色散不大，可以开通 10Gb/s 以上系统。同时能保持较小的色散系数，以有效避免四波混频影响，开通 DWDM 系统。在不需要色散补偿的情况下，既可以采用基于 10Gb/s 速率的 DWDM 方式进行扩容，也可以以基于 2.5Gb/s DWDM 系统进行扩容。而 G.652 光纤则很大程度上受限于光纤 1550nm 窗口较大的色散，目前主要以 2.5Gb/s × N 的方式进行扩容。从目前建设情况看，G.652 光纤已是现成光缆，大部分 DWDM 系统都是基于 2.5Gb/s × N 的方式进行。例基于 2.5Gb/s 的 40Gb/s、80Gb/s DWDM 系统。从价格上看，G.655 光纤似乎比 G.652 光纤稍贵一些，但成缆后只是 1.1 ~ 1.2 倍左右。考虑到 G.652 光纤开通 10Gb/s 波分复用系统时的局限性，系统成本远高于 G.655 上的 10Gb/s 系统。即使是基于 2.5Gb/s 的波分复用系统，G.655 光纤的低色散也可以允许更长的无再生中继距离，节省 SDH 中继器，降低整个系统造价。因而无论是基于 2.5Gb/s，还是基于 10Gb/s 的 DWDM 系统，G.655 光纤的系统成本都低于 G.652 光纤上的系统。因此 G.655 光纤是下一代光纤发展与应用的方向。

G. 65光纤

作者: [刘旭](#), [陈嵘](#)
作者单位: [刘旭\(中国电信股份有限公司咸阳分公司\)](#), [陈嵘\(咸阳市广播电视台\)](#)
刊名: [中国新通信](#)
英文刊名: [China New Telecommunications](#)
年, 卷(期): 2013(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgsjtx201301033.aspx