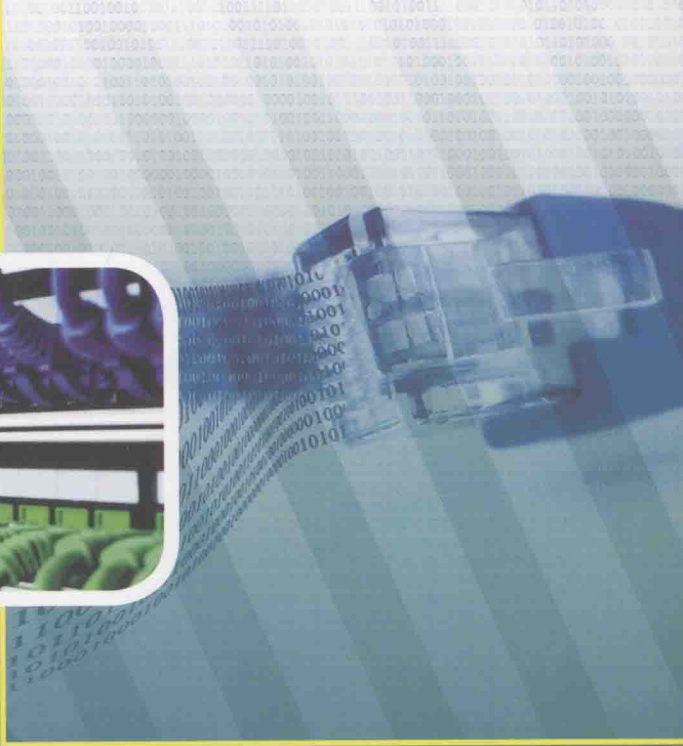




网络综合布线设计

WANGLUO ZONGHE BUXIAN SHEJI JI SHIGONG JISHU TANJIU

及施工技术探究

郭红涛 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

网络综合布线设计 及施工技术探究

WANGLUO ZONGHE BUXIAN SHEJI JI SHIGONG JISHU TANJIU

郭红涛 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以国家最新颁布的综合布线相关标准为依据,形象生动地论述了网络综合布线行业的工程设计和施工过程,包括综合布线系统的组成、设计标准,常用的综合布线系统产品以及综合布线系统的设计、工程测试与验收,网络系统集成工程项目管理等。本书从实际出发,以实际应用为目的,力求内容新颖、概念清楚、技术实用、通俗易懂。

本书可作为学习计算机网络综合布线知识的自学参考用书,也可供从事相关专业的工程技术人员与研究人员以及爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

网络综合布线设计及施工技术探究/郭红涛著. --

北京:中国水利水电出版社,2015.7

ISBN 978-7-5170-3437-7

I. ①网… II. ①郭… III. ①计算机网络—布线—研究 IV. ①TP393.03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 172246 号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:陈 洁 封面设计:马静静

书 名	网络综合布线设计及施工技术探究
作 者	郭红涛 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn 电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京厚诚则铭印刷科技有限公司
印 刷	三河市佳星印装有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 15.5 印张 201 千字
版 次	2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	46.50 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

通信技术、网络技术的飞速发展,已经将人类带入了信息化时代。综合布线系统作为构建通信网络的基础平台,在网络通信系统中具有很长的生命周期,其重要性越来越被人们所认识。

综合布线系统又称结构化布线系统,是一套新型的、多学科、多边缘的布线技术,主要为了解决建筑物内部和建筑物之间的信号快速传递问题,如计算机信号、电话信号、音响信号、监控图像、自动化设备控制信号等的传送。

综合布线系统将计算机技术、通信技术、信息技术和办公环境集成在一起,实现信息和资源共享,提供迅捷的通信和完善的安全保障。综合布线由不同系列和规格的部件组成,其中包括传输介质、相关连接硬件(如配线架、连接器、插座、插头、适配器)以及电气保护设备等。新型的综合布线系统将上述应用中的绝大部分内容融合在一起,采用标准的高速线材,统一设计,统一布线施工,统一管理,给使用和维护带来了极大的方便。

综合布线系统的质量对提高网络通信性能起着举足轻重的作用。如何规划和设计综合布线系统、怎样与计算机网络技术相结合、选择什么样的产品、如何正确地进行布线和网络测试,都是十分重要的问题。

近年来,综合布线系统越来越受到人们的重视,发展速度也非常惊人。为了满足技术人员的迫切需求,作者认真组织撰写了本书。全书共分7章,以国家最新颁布的综合布线相关标准为依据,系统全面地介绍了网络综合布线工程项目方案设计、施工管理、测试验收等典型工作任务,反映了综合布线领域的最新介绍

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 综合布线系统概述	1
1.2 综合布线系统的标准	5
1.3 综合布线系统的构成	22
1.4 综合布线系统的设计要点	28
1.5 综合布线系统的应用和发展	30
参考文献	34
第 2 章 网络综合布线系统工程设计	36
2.1 网络综合布线系统的设计原则	36
2.2 网络综合布线系统的设计标准	38
2.3 网络综合布线系统的设计等级	39
2.4 网络综合布线系统的设计流程	40
2.5 工程图纸绘制	44
参考文献	58
第 3 章 网络综合布线系统工程设计方案	60
3.1 建筑群子系统的设计方案	60
3.2 设备间子系统的设计方案	62
3.3 干线子系统的设计方案	73
3.4 水平布线子系统的设计方案	79
3.5 管理子系统的设计方案	95
3.6 综合布线系统的管理标记方案	97
3.7 综合布线系统的管槽设计方案	101
参考文献	109
第 4 章 网络综合布线工程施工	111
4.1 网络综合布线施工要点	111

4.2	布线施工常用工具	114
4.3	楼层水平布线的施工	118
4.4	楼层干线与设备间的布线施工	119
4.5	建筑群干线光缆的布线施工	124
4.6	综合布线系统的管理与标识	149
4.7	电缆敷设技术	149
	参考文献	162
第 5 章	网络综合布线系统的工程监理	164
5.1	监理的职责和服务范围	164
5.2	监理单位	167
5.3	监理的目标及作用	169
5.4	监理阶段及工作内容	170
5.5	监理大纲、监理规划和监理细则	173
5.6	监理总结	176
5.7	监理方法	177
5.8	监理实施过程	178
	参考文献	182
第 6 章	网络综合布线系统的测试与验收	184
6.1	综合布线系统测试概述	184
6.2	网络布线性能指标要求	203
6.3	网络布线测试工具	216
6.4	验收依据和基本要求	218
6.5	验收阶段和内容	219
	参考文献	223
第 7 章	网络系统集成工程项目管理	224
7.1	网络系统集成工程项目管理基础	224
7.2	网络系统集成工程全过程的项目管理	233
7.3	网络系统集成工程项目监理	236
7.4	工程验收与测试	238
	参考文献	240

第 1 章 绪 论

智能大厦的出现及其在世界各个地方的蓬勃兴起,使得传统的布线系统已经不能满足智能大厦所要求的便利、灵活、高效、共享、综合、经济、安全、自动、舒适等特征的需求,人们迫切需要开放的、系统化的综合布线方案。基于人们的这种迫切需求,美国 AT&T 公司贝尔实验室首先推出了结构化综合布线系统(Structured Cabling System,SCS),随后在城市建设及信息通信事业发展的带动下,现代化的商住楼、办公楼、综合楼及园区等各类民用建筑及工业建筑对信息的要求已成为城市建设的发展趋势。城市数字化建设,需要综合布线系统为之服务,它有着极其广阔的应用前景。

1.1 综合布线系统概述

综合布线是一种建筑物内或建筑物之间的数据传输通道,它具有模块化程度高、灵活性好的特点。在现在的智能化建筑建设过程中,综合布线工程是重要的、不可缺少的一个环节。也可以说,如果缺少了综合布线工程,智能大厦就不能称为“智能”了,因为它缺少了信息沟通的桥梁。

1.1.1 综合布线系统的概念

综合布线系统(Premises Distribution System,PDS)以一套由共用配件所组成的单一配线系统,将各个不同制造厂家的各类

设备综合在一起,使各设备互相兼容、同时工作,实现综合通信网络、信息网络和控制网络间的信号互连、互通,并将应用系统的各种设备终端插头插入综合布线系统的标准插座内,再在设备间和电信间对通信链路进行相应的跳接来运行各应用系统。

综合布线系统将建筑物内各方面相同或类似的信息线缆、接续构件按一定的秩序和内部关系组合成整体,几乎可以为楼宇内部的所有弱电系统服务,这些子系统包括以下几类:电话(音频信号)、计算机网络(数据信号)、有线电视(视频信号)、保安监控(视频信号)、建筑物自动化(低速监控数据信号)、背景音乐(音频信号)、消防报警(低速监控数据信号)。

目前,综合布线系统一般是以通信自动化(Communication Automation,CA)为主的结构化布线系统。相信在不久的将来,在高速发展着的科学技术的带动下,综合布线的工程将会得到更大的发展空间,成为真正充分满足智能化建筑所需的综合应用系统。

1.1.2 综合布线系统的特点

综合布线系统是在传统布线系统的基础上发展起来的,因此它自诞生之日起就很好地解决了传统布线中存在的各种问题。总体来说,综合布线系统本身具有许多十分突出的优势,它的出现符合“信息时代”发展的要求,是未来布线发展的重要方向。

(1)兼容性

一个健全的网络系统网络往往存在各种业务,如语音、数据与图像及多媒体等,在综合布线实施过程中,就需要对这些业务(语音、数据与监控设备的信号线等)等进行统一的规划和设计,采用相同的传输介质、信息插座、交连设备、适配器等,把这些不同信号综合到一套标准的布线系统中。

不同于传统的布线方式,综合布线技术的应用大大简化布线的整体步骤,为工程施工节约了大量的物资、时间和空间,同时,

在具体使用时,用户也不需要再单独定义某个工作区的信息插座的具体应用,只须把某种终端设备(如个人计算机、电话、视频设备等)插入这个信息插座即可得到相应的应用服务。

(2) 开放性

建筑施工中若采用了传统的布线方式,一旦用户选定了某种设备,也就表示用户已经选定了与之相适应的布线方式和传输方式。当用户需要更换这一设备时,就意味着必须将原来的布线全部更换。这种大规模的变动对于一个已经完工的建筑物而言不仅需要增加额外投资,而且可行性并不高。

基于传统布线方式的这一缺点,综合布线系统依据国际上现行的标准,采用开放式体系结构,几乎可以使所有著名厂商的产品在综合布线系统中得到良好的运行。

(3) 灵活性

综合布线在相当长的一段时间内还是要围绕有线传输介质来展开,这就意味着布线系统的体系结构是相对稳定的,一般的线路也是通用的,可以根据用户的具体需求,对移动设备的位置进行有限的以调动。随着无线局域网和移动通信技术的迅速发展,带给综合布线系统的将是进一步不受线缆约束的灵活性。

(4) 可靠性

在综合布线系统中,高品质的材料和组合的方式共同构成了一套高标准的信息传输通道。所有线槽和相关连接件均通过ISO认证,每条通道都要采用专用仪器测试,以保证其电气性能。应用系统布线全部采用点到点端接,任何一条链路故障均不影响其他链路的运行,这就为链路的运行维护及故障检修提供了方便,从而保障了应用系统的可靠运行。^①

(5) 先进性

综合布线系统采用光纤与双绞线电缆混合布线方式,构成一

^① 王勇,刘晓辉.网络系统集成与工程设计[M].第3版.北京:科学出版社,2011.

套极为合理的完整的布线。在该布线方式中,所有布线均符合国标,采用 8 芯双绞线,带宽可达 16~600MHz。同时其适用于 100Mbps 以太网、155Mbps ATM 网、千兆位以太网和万兆位以太网,并且能够完全适用未来的语音、数据、图像、多媒体对传输带宽的具有要求。

(6)经济性

对传统布线进行改造需要花费很长的时间,由此耽误工作带来的损失是无法用金钱来衡量的。而综合布线能够适应相当长时间需求,这是其经济性的主要表现。

(7)标准化

标准化要求作为基础设施的布线系统,除了要对各种相关技术的国际标准、国家标准、行业标准提供支持外,还要对未来相关技术的发展有一定适应能力。

(8)模块化

布线系统中除去固定于建筑物内的水平线缆外,其余所有的设备都应当是可任意更换插拔的标准组件,以方便使用、管理和扩充。

1.1.3 综合布线系统的需求

在不断发展的通信事业和网络技术带动下,结构化布线系统开始为大众所接受,并且在工程中得到了大量应用,这主要是因为它有优越的兼容性、开放性、可靠性、前瞻性和较好的经济性。

一般来说,综合布线系统应用的必然性基于 4 个因素:

(1)使用周期长

软件 18 个月,PC 机 2 年,主机 10 年,布线系统 16 年,建筑物 50 年。可见,综合布线系统唯一能与建筑物有可比的寿命期。

(2)技术投资少

建筑物的经济性应从初始投资和性能价格比来衡量。这就

要求所采用的设备一开始就具有很好的使用寿命,而且具有预期的技术寿命,以便在今后的若干年内不需增加投资,仍能保持建筑物的先进性。

(3) 人员流动造成的影响

建筑物内人员和设备的增加、移动和改变是不可避免的,这些变动势必会对网络配置造成影响,若处理不好不但会对员工的工作效率产生影响,而且也会对公司企事业部门的实体运营产生不良的影响。采用综合布线系统可以使增加、移动和改变网络配置变得迅速而有效。

(4) 网络故障损失

随着全球社会信息化与经济国际化的深入发展,信息网络系统变得越来越重要,它已经成为一个国家最重要的基础设施,是各国经济实力的重要标志。网络布线是信息网络系统的“神经系统”。不断增加的网络系统规模和越来越复杂的网络结构,对网络功能提出了越来越多的要求,致使网络管理维护的难度越来越大,网络一旦出现故障,其造成的影响也就越来越不容小觑。据资料统计,当前出现的众多网络故障中,其中有70%是出现在布线系统上的,由此,可认识到布线系统的重要性。

综上所述,网络布线系统是信息网络系统中重要的组成部分,因此,建造一个稳定可靠的布线系统是至关重要的。寻求一种更合理、更优化、弹性强、稳定性和扩展性好的布线技术是现实的需求,也是为了迎接未来对配线系统的挑战。基于这一背景,综合布线系统被推出并得到了广泛应用,从某种程度上解决今后相当一段时间内的所有布线问题。

1.2 综合布线系统的标准

布线工业标准是布线制造商和布线工程行业共同遵循的技术法规,规定了从网络布线产品制造到布线系统设计、安装施工、

测试等一系列技术规范。随着电信与计算机网络技术的发展,许多新的布线系统和方案被开发出来。

1.2.1 综合布线系统标准化组织

由于标准对网络布线的设备选型和施工要求有极大地影响,同时是国内系统集成行业必须遵从的技术法规,因此了解一些制定标准的标准化组织及其相互关系,将对综合布线系统集成方案的确立和产品选型大有帮助。

(1)电子工业联合会(EIA)

EIA(Electronic Industriation Association)是一个由7个北美地区的电子工业分会或组织组成的联合会,包括TIA、CEMA、ECA、EIG、GEIA、JEDEC、EIF,影响范围涉及美国、加拿大以及世界其他地区。

(2)通信工业协会(TIA)

TIA(Telecommunications Industry Association)主要是由美国和加拿大一些提供通信与信息技术产品、材料、系统,以及其销售业务和专业服务的公司组成的专业协会,也是世界最主要的综合布线标准化组织之一。影响范围涉及美国、加拿大以及世界大部分地区。

(3)电气与电子工程师(IEEE)

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.3工作组开发了以太网和千兆以太网,它对整个网络综合布线标准的影响是巨大的,影响范围涉及全世界。

(4)国际标准化组织(ISO)

ISO(International Standards Organization)是有130多个会员国的国家标准组织联盟,其责任是保证所有普遍性的标准得到所有成员国的一致认可,所负责的标准范围从制造和质量控制规程到电气与电信分布布线系统。倾向范围涉及全世界,但更侧重于欧洲的习惯。

(5) 国际电工委员会(IEC)

IEC(International Electrotechnical Commission)是国际上所有电工领域国际标准的制定机构和标准认证机构,影响范围涉及全世界。

(6) 欧洲电工标准委员会(CENELEC)

CENELEC 为欧洲市场、欧盟经济圈开发电工技术标准。CENELEC 有很多布线标准是 ISO 标准的翻版,改动非常少。影响范围涉及欧洲。

(7) 加拿大标准协会(CSA)

CSA(Canadian Standards Association)是一个无政府、非盈利的,通过测试和认证为产品和服务制定标准的联合组织。在 TIA/EIA 内开发布线标准的过程中,该组织决定参与结构化布线标准进一步的开发工作,以保证将加拿大独特的要求包含在标准内。该标准协会只对加拿大产生影响。

(8) ATM 论坛(AF)

ATM 论坛是国际性的学术组织,是非盈利性的,主要为 ATM 网络产品和业务制定标准,并在全世界范围内产生影响。

1.2.2 国际布线标准方面

1. 国际布线标准

国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)颁布了 ISO/IEC 11801 国际标准,名为“普通建筑的基本布线”。尽管 ISO/IEC 11801 国际标准不是首先被颁布的,但它提供了一个全球统一基准和所有国家或地区在修改标准时应着重参考的标准,包括 ANSO/TIA/EIA 568-A 美国国家标准、CELENEC EN 50173 欧洲标准、CSA T529 加拿大标准和 AS/NZS 3080—1996 澳大利亚/新西兰标准。目前,该标准有 3 个版本:ISO/IEC 11801—1995、ISO/IEC 11801—2000、ISO/IEC 11801—2002。

ISO/IEC 11801 标准把信道(Channel)定义为包括跳线(除少数设备跳线外)在内的所有水平布线。此外,ISO 还定义了链路(Link),即从配线架到工作区信息插座的所有部件,而墙内的设备也应考虑在内。链路包括两个连接块之间的跳线,但不包括设备线缆。链路模式通常被定义为最低性能,4 种链路的性能级别被定义为 A、B、C 和 D,其中 D 级具有最高的性能,并且规定带宽要达到 100MHz。

ISO/IEC 11801—2000 把 D 级链路(5 类铜缆)系统按照超 5 类(Cat. 5e)重新定义,以确保所有的 5 类系统均可运行吉比特以太网。更为重要的是,该版本还定义了 E 级链路(6 类)和 F 级链路(7 类),并考虑了布线系统的电磁兼容性(EMC)问题。

ISO/IEC 在 2001 年推出了第二版的 ISO/IEC 11801 规范,即 ISO/IEC 11801—2001。该修订稿对链路的定义进行了修正,ISO/IEC 认为以往的链路定义应被永久链路和路径的定义所取代。

ISO/IEC 11801—2002 是 2002 年 9 月正式公布的标准,该标准定义了六类、七类线缆的标准。美国通信工业协会 TIA 将六类、七类布线标准命名为 ANSI/TIA/EIA 56B. 2-1-2002。这两个标准的绝大部分内容都是完全一致的,也就是说,两个标准越来越趋于一致。当然,ISO/IEC 11801:2002 Class E 与 ANSI/TIA/EIA 568-B. 2-1 也有不同之处。例如,3dB 原则和 4dB 原则。3dB 原则适用于 TIA 和 ISO 的标准,是指当回波损耗小于 3dB 时,可以忽略回波损耗(Return Loss)值;4dB 原则只适用于 ISO 11802 标准的修订版,当回波损耗小于 4dB 时,可以忽略近端串音(NEXT)值。

在以后的几次补充和勘误中,ISO/IEC 11801-A 集合了以前版本的修正并加入了对 E 级和 F 级布线电缆和连接硬件的规范。同时,该规范也定义了带宽多模光纤(OM3 和 OM4)的标准化问题,这类系统将在 300m 距离内支持 10Gbit/s 数据传输。

提示:ISO/IEC11801 是根据 ANSI/TIA/EIA 568 制定的,

尽管名称不同,但它们基本是相通的。很多用户在参考这两大综合布线标准时,对其各自的术语表述和关系比较迷惑,现对两个标准的主要内容进行比较(见表 1-1),以供参考。

表 1-1 标准对照与比较

项目名称	ANSI/TIA/EIA-568-C (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, 商业建筑通信布线标准)	ISO/IEC 11801 (Information Technology-Generic Cabling for Customer Premise, 信息技术-用户房屋的综合布线)
术语	MC (Main Cross-connect, 主交接间)	CD (Campus Distributor, 楼群配线架)
	IC (Intermediate Cross-connect, 中间交接间)	BD (Building Distributor, 大楼配线架)
	HC (Horizontal Cross-connect, 水平交叉连接)	FD (Floor Distributor, 楼层配线架)
	TO (Telecommunications Outlet/Connector, 信息插座)	TO (Telecommunications Outlet, 信息口)
	TP (Transition Point, 接续点)	TP (Transition Point, 接续点)
	CP (Consolidation Point, 转接点)	参见 TP
布线性能级别	三类线定义到 16MHz	C 级定义到 16MHz
	四类线定义到 20MHz	未定义
	五类和超五类定义到 100MHz	D 级定义到 100MHz
	六类定义到 250MHz	E 级定义到 250MHz
	未定义	F 级定义到 600MHz

2. 美国布线标准

美国国家标准委员会(ANSI)是 ISO 的主要成员,在国际标准化方面扮演着重要的角色。ANSI 布线的美洲标准主要由 TIA/EIA 制定,包括 TIA/EIA 568-A、TIA/EIA 568-B、TIA/EIA 569-A、TIA/EIA 569-B、TIA/EIA 570-A、TIA/EIA 606-A 和 TIA/EIA 607-A。

(1) ANSI/TIA/EIA 568-A

ANSI/TIA/EIA 568-A 标准确定了一个可以支持多品种、多厂家的商业建筑的综合布线系统,并为商业服务的通信网络产品提供了设计方向。同时,该标准规定了 100Ω UTP(非屏蔽双绞线)、 150Ω STP(屏蔽双绞线)、 50Ω 同轴线缆和 $62.5/125\mu\text{m}$ 光纤的参数指标,列出了 3 类、4 类、5 类线的物理和电气参数指标,明确了布线的具体操作规范。此外,该标准还附加了 UTP 的信道(Channel)在较差情况下布线系统的电气性能参数,定义了语音与数据通信布线系统,适用于多个厂家和多种产品的应用环境。

该标准对布线距离有着严格的规定(水平布线 <90 米、建筑物主干 <500 米、园区主干 <1500 米),布线距离主要取决于实际工作区域,即建筑物楼层区域,基于实际应用所限定的距离。该标准之后,又有 5 个增编:

①增编 1(A1): 100Ω 4 对电缆的传输延迟和延迟偏移规范。在 100VG LAN 网络应用出现后,由于是在 3 类双绞线布线中使用所有 4 个线对实现 100Mbit/s 传输,所以对传输延迟和延迟偏移参数提出了要求。

②增编 2(A2):ANSI/TIA/EIA 568-A 标准的修正与增编。该增编对 568-A 进行了修正,增加了在水平布线采用 $62.5/125\mu\text{m}$ 光纤集中光纤布线的定义以及将 TSB-67 作为现场测试方法等项。

③增编 3(A3):ANSI/TIA/EIA 568-A 标准的修正与增编。本增编修订了混合电缆的性能规范,要求所有非光纤类电缆间的

综合近端串音(Power Sum NEXT)要比每条电缆内线对间的近端串音(NEXT)好 3dB。

④增编 4(A4):非屏蔽双绞线布线模块化线缆的 NEXT 损耗测试方法。该增编所定义的测试方法并非由现场测试仪完成,而且只涉及 5 类电缆的 NEXT。

⑤增编 5(A5):100Ω 对增强 5 类布线传输性能规范。TIA 对现有的 5 类指标加入了一些参数,以保证布线系统对这种双向传输的质量。

(2)ANSI/TIA/EIA 568-B

2002 年 6 月,合并和提炼于 ANSI/TIA/EIA 568-A、TIA/EIA TSB 67/72/75/95 以及 TIA/EIA/IS 729 等标准的 ANSI/TIA/EIA 568-B 标准正式发布。ANSI/TIA/EIA 568-B 标准包三大部分,即 B.1——总则、B.2 双绞线和 B.3——光缆,主要内容如下:

①ANSI/TIA/EIA 568-B.1:第 1 部分,一般要求,着重于水平和干线布线拓扑、距离、介质选择、工作区连接、开放办公布线和电信与设备室的定义,以及安装方法和现场测试等内容。

②ANSI/TIA/EIA 568-B.2:第 2 部分,平衡双绞线布线系统,着重于平衡双绞线电缆、跳线、连接硬件(包括 ScTP 和 150Ω 的 STPA 器件)的电气和机械性能规范,以及部件可靠性测试规范、现场测试仪性能规范和实验室与现场测试仪比对方法等内容。

ANSI/TIA/EIA 568-B.2.1:ANSI/TIA/EIA 568-B.2 的增编,是第 1 个关于六类布线系统的标准,主要针对 10GBase-T 的 100m 传输距离及 500MHz 带宽要求定义了超六类布线系统,包括连接器件、线缆、跳线技术性能标准以及现场测试的方法,确定了测试插头回波损耗、非平衡直流电阻等技术参数。

③ANSI/TIA/EIA 568-B.3:第 3 部分,光纤布线部件标准,定义了光纤布线系统的部件和传输性能指标,包括光缆、光跳线和连接硬件的电气与机械性能要求,以及器件可靠性测试规范和