



智能建筑技术培训教材

# 智能建筑 网络工程测试与验收



ZHINENG JIANZHU WANGLUO GONGCHENG CESHU YU YANSHOU

王志军 汤怀京 编著

中国建筑工业出版社



智能建筑技术培训教材

# 智能建筑网络工程测试与验收

王志军 汤怀京 编著

中国建筑工业出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

智能建筑网络工程测试与验收/王志军,汤怀京编著.

—北京:中国建筑工业出版社,2002

智能建筑技术培训教材

ISBN 7-112-05249-1

I. 智… II. ①王…②汤… III. ①智能建筑—布  
线—技术培训—教材②智能建筑—计算机网络—技术培  
训—教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 081437 号

**智能建筑技术培训教材  
智能建筑网络工程测试与验收**

王志军 汤怀京 编著

\*

中国建筑工业出版社 出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

\*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:12 $\frac{3}{4}$  字数:306千字

2003年2月第一版 2003年2月第一次印刷

印数:1—3,000册 定价:21.00元

ISBN 7-112-05249-1  
TU·4908 (10863)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

## 出 版 说 明

近年来,我国智能建筑技术迅速发展,提升了传统建筑产业的科技含量,呈现了巨大的市场潜力。为提高智能建筑从业人员的技术水平和能力,近年来建设部干部学院智能建筑技术培训办公室围绕智能建筑技术发展的热点和难点问题组织了几十期专题技术培训,并且与建设部建筑智能化系统工程设计专家委员会、建设部住宅产业化促进中心、广州市房地产业协会、新疆勘察设计协会、青岛市建委住宅办、上海同济大学、河南省智能建筑专业委员会、杭州市智能建筑专业委员会等单位合作,举办了一系列技术交流和研讨活动,受到各地相关单位和学员的普遍欢迎和好评。

为了适应智能建筑技术发展的形势,满足智能建筑设计、施工、管理和科研以及系统集成商、产品供应商等专业技术人员业务素质提高的需要,我们组织业界部分资深专家编写了这套教材。这些专家具有深厚扎实的专业理论功底和丰富的工程实践经验,有些专家参与了有关智能建筑国家和地方标准、规范的编写,有些专家经常主持和参与各地建筑智能化工程招投标及评标工作。为了突出继续教育的特点,这套教材着重介绍了智能建筑先进的和比较成熟的技术,适当增加了工程实例、实践经验的内容和相关产品的介绍,力求突出教材的实用性和指导性。

这套教材将由中国建筑工业出版社陆续出版,主要包括:

- (1) 居住小区智能化系统与技术
- (2) 智能建筑/居住小区综合布线系统
- (3) 智能建筑综合布线工程实例分析
- (4) 智能建筑楼宇自控系统
- (5) 智能建筑/居住小区信息网络系统
- (6) 智能建筑安全防范与保障系统
- (7) 智能建筑视讯与广播电视系统
- (8) 智能建筑网络工程测试与验收

由于智能建筑技术还在不断发展,并限于时间的仓促,这套教材不可避免地存在不足之处,敬请业界专家、广大读者提出批评意见。我们将根据技术发展、市场需求以及读者意见,不断完善和扩充教材的内容,为智能建筑技术发展做出新的贡献。

智能建筑技术培训教材编委会

2002年9月

## 序

自 1995 年我在向国内的用户推广 TSB-67 以来(最早还是 PN3287 小组的草案),我就一直想写一本专门综述布线测试技术的书。但那时候还很不成熟,布线测试也只是在发展的初期,本身的内容也只能将其做为布线工程的一个章节来写。

经历了六七年的市场与技术的发展,今天的布线测试不光在标准本身得到了完善,更在标准的应用上真正普及到了广大的用户中,他们将在对这些标准和应用的知识掌握上直接获得利益。这中间安恒公司作为国际、国内标准最积极的推广和宣传者,为促进国内用户在布线测试与工程验收上走标准化道路起到了功不可没的作用。

就像起草中国国家标准《智能建筑综合布线系统验收标准》(GB/T—50312)的负责人张宜先生所说:“我们制定的这个标准,如果没有你们在实践和方法上大力推广,是不会这么快就被广大用户接受的。……”

今天已不像 1995 年那样很少有人知道布线还要测试,还有测试的标准。人们也不再那么关心这个六类布线的测试标准最终还要等多久才能正式完成,因为人们已经了解了布线测试的真正价值。

在去年,我留意了一下市场上关于布线测试技术的书籍,发现仍然是以我在 1995 年、1996 年所写内容的翻版为主的情况,我就下决心要将本书写出来贡献给支持安恒多年的朋友们。在完成本书的编写时,我有幸将这个荣誉让与安恒年轻而富有实践和教学经验的工程师们。他们最多的有五年以上的测试和教学经验,也许作为第一次正式写作,他们的文笔不如他们的水平那么好,但我相信各位一定会从他们丰富经验中获益匪浅。

我再说一句关于本书的编写形式,安恒网络维护学院每年要进行对上千学员的培训,我们发现以讲稿方式编排更加有系统性,也适应读者的自学,同样也可以用在各类培训班的教材上。

由于国际标准和布线技术发展迅速,本书仍然会有疏漏之处,望大家指正。

感谢美国 FLUKE 网络公司多年来对安恒网络维护学院的支持,使本书能更加生动完善。

王志军

2002 年 6 月 3 日于北京

## 智能建筑技术培训教材编委会名单

**主编单位：**建设部干部学院智能建筑技术培训办公室  
中国建筑工业出版社

**主 任：**齐继禄

**副 主 任：**沈元勤 陈芸华

**编 委：**(按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁 玫 | 马 鸥 | 王志军 | 王 健 | 王家隼 |
| 王雁宾 | 元 晨 | 申新恒 | 戎一农 | 朱立彤 |
| 汤怀京 | 陈 龙 | 吴达金 | 李 刚 | 李阳辉 |
| 张文才 | 张 宜 | 徐晋平 | 程大章 | 韩晓东 |

**责任编辑：**王雁宾 马 鸥

# 目 录

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一章 综合布线系统的测试标准 ..... | 1   |
| 第二章 双绞线电缆的现场测试 .....  | 11  |
| 第一节 现场测试标准 .....      | 12  |
| 第二节 现场测试参数 .....      | 28  |
| 第三节 实践篇 .....         | 59  |
| 第三章 光纤测试技术 .....      | 89  |
| 第一节 光纤现场认证测试的参数 ..... | 90  |
| 第二节 光纤网络和光纤标准 .....   | 103 |
| 第三节 光纤现场认证测试的方法 ..... | 111 |
| 第四节 光纤测试常用工具 .....    | 120 |
| 第四章 布线系统的管理 .....     | 148 |
| 第五章 网络工具 .....        | 177 |

# 第一章

## 综合布线系统的测试标准

本章主要介绍与综合布线测试有关的各类标准的知识,内容包括:

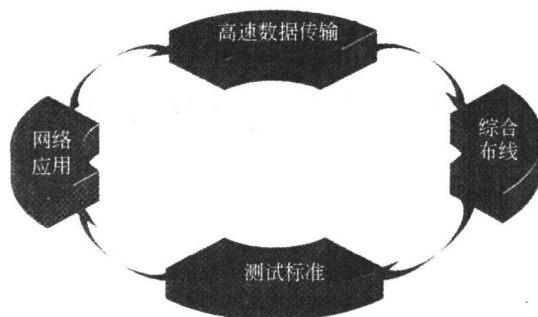
- 综合布线测试标准的产生
- 测试标准的分类
- 制定标准的国际化组织简介
- 测试标准的作用
- 我国现行的综合布线测试标准

本章重点:

通过上述内容的介绍使读者对整个国际、国内综合布线系统测试标准的产生、现状和发展有一个基本的了解,明确制定各类标准的意义,使从事综合布线相关工作的人员认识到测试标准对于布线工程的质量控制所起的作用,牢固树立按照标准进行规范施工、严格测试的意识,进一步推动我国综合布线行业的健康发展。



## 一、综合布线测试标准的产生(1)



网络是以计算机和通信技术为基础,为实现人们资源共享和信息交流的目的而出现的。网络的迅速发展与应用要求和变化关系密切。从简单的信息文档共享到 3D 图像、音频视频、传真服务、IP 语音等多种数据流的传递;从集中办公到企业级网络客户/服务器分布模式的应用;从局域范围扩展到广域乃至全球的 Internet、WWW 服务,众多应用的出现与流行将数据流量急剧增加的矛盾更加突出地反映到对传输介质带宽的需求上,就像汽车的普及要求道路越来越宽一样。

而作为网络实现的基础,综合布线系统为多种应用的共同运行建立了统一的平台,成为现今和未来的计算机网络和通信系统的有力支撑环境。因此布线系统的质量和传输性能对于能否实现高速、稳定的数据传输至关重要,而评判质量和性能好坏的界定尺度就成为人们关心的焦点。统一的测试标准就是在这种环境下产生。测试标准制定的意义不仅在于将评判尺度变得量化和可操作,易于控制布线工程的质量,更可起到检验布线系统的传输性能是否可以保证网络应用可靠、稳定和高效运行的作用。

## 综合布线测试标准的产生(2)



- 网络传输性能受多种因素影响
  - 布线系统的质量
  - 系统设计的合理性
  - 链路实际的传输性能[误码率(BER)决定的]
  - .....
- 其中布线系统是网络的基础
  - 需要通过标准来衡量

数据的通信要受到整个网络性能的影响,而电缆系统是保证网络数据传输率的基础。综合布线系统的传输性能取决于电缆特性,连接硬件、软跳线、交叉连接线的质量,连接器的数量,以及安装和维护的水平即施工工艺。由于电缆系统在实际环境中安装,所以同时还会受到各种环境因素的影响。那么,如何在现场环境下衡量一个网络的布线系统是否合格,能否满足现在和未来网络应用的需求,这就需要规定一定的测试指标和制定界线,这就是标准。

概念:电缆实际性能由误码率决定。误码率是在所传输的数据中每秒钟丢失的数据的次数。局域网的设备能够达到误码率为  $10^{-10}$  位的数据传输。

那么,如何去衡量一个网络的布线系统是否合格,是否满足应用的需求。这就需要有一定的指标,这就是标准。

## 二、测试标准的分类

- 元件标准
  - 定义电缆/连接器/硬件的性能和级别,例如:ISO/IEC 11801,ANSI/TIA/EIA 568-A
- 网络标准(应用)
  - 定义一个网络所需的所有元素的性能,例如 IEEE 802,ATM-PHY
- 测试标准
  - 定义测量的方法、工具以及过程,例如 ASTM D 4566,TSB-67

电缆系统的标准为电缆和连接硬件提供了最基本的元件标准,使得不同厂家生产的产品具有相同的规格和性能,一方面有利于行业的发展,另一方面使消费者有更多的选择余地和提供更高的质量保证。而网络标准在电缆系统的基础上提供了最基本的应用标准。测试标准提供了为了确定验收对象是否达到要求所需的测试方法、工具和程序。

如果没有这些标准,电缆系统和网络通信系统将会无序的、混乱的发展。无规矩不成方圆,这就是标准的作用,而标准只是对我们所要做的,提出一个最基本最低的要求。

### 三、制定标准的国际化组织简介(1)

- TIA/EIA—通信工业委员会/美国电子工业协会



- ISO/IEC—国际标准化组织/国际电工技术委员会



- CENELEC—电工技术标准化欧洲委员会



- CSA—加拿大标准协会



- IEEE—电气和电子工程师协会



- .....

对于布线的标准,国际上主要有两大标准:TIA(美国通信工业委员会)和 ISO(国际标准化组织)。TIA 制定美洲的标准,适用范围主要是美国和加拿大,并对国际标准起着举足轻重的作用。而我们的线缆来源主要是美国,所以我们更多的依据和使用 TIA 的标准。ISO 是全球性的国家标准机构的联盟组织,国际标准的制定工作,通常由 ISO 技术委员(TC)进行。IEEE 是最重要的网络标准化组织,其 LAN 标准是当今居于主导地位的 LAN 标准。

小字典:

ISO: International Organization for Standardization 国际标准化组织

IEC: International Electrotechnical Commission 国际电工技术委员会

ANSI: American National Standards Institute 美国国家标准协会

TIA: Telecommunications Industry Association 通信工业协会

EIA: Electronic Industries Association 电子工业协会

CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique 电工技术标准化欧洲委员会

CSA: The Canadian Standards Association 加拿大标准协会

IEEE: International Electrical and Electronics Engineers 电气和电子工程师协会

## 制定标准的国际化组织简介(2)

- ANSI/TIA/EIA 标准
- 568-B 商业建筑电信电缆标准
- 569 商业建筑电信通路和空间标准
- 570 住宅和小型商业建筑电信布线标准
- 606 商业建筑电信基础结构管理标准
- 607 商业建筑电信接地和连接要求
- .....

成立有 80 年历史的美国国家标准协会 ANSI 是 ISO 与 IEC 的主要成员,在国际标准化方面起着很重要的角色。ANSI 自己不制定美国国家标准,而是通过组织有资质的工作组来推动标准的建立。布线的美洲标准主要由 TIA/EIA 制定。EIA 标准文件是在 EIA 技术委员会和 EIA 标准委员会的标准协调委员会范围内拟定的。而 1998 年,EIA 的通信部成了 TIA 技术委员会下的 TIA(长途通信业协会),在 TIA 成为单纯的公司时,它是通过 EIA 组织来进行标准制定活动的。在标准的整个文件中,这些组织称为 ANSI/TIA/EIA。并且 ANSI/TIA/EIA 每隔五年审查大部分标准。此时,根据提交的修改意见进行重新确认、修改或删除。

- 568-B Commercial Building Telecommunications Cabling Standard 商业建筑电信电缆标准
- 569 Commercial Building Standards for Telecommunications Pathways and Spaces 商业建筑电信通路和空间标准
- 570 Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard 住宅和小型商业建筑电信布线标准
- 606 The Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings 商业建筑电信基础结构管理标准
- 607 Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for telecommunications 商业建筑电信接地和连接要求

### 制定标准的国际化组织简介(3)

- **ISO/IEC 11801 标准**

- 定义与应用无关的开放系统
- 定义有灵活性的电缆结构,使得更改方便和经济
- 给建筑专业人员提供一个指南,确定在未知特定要求之前的电缆结构
- 定义电缆系统支持当前应用以及未来产品的基础

ISO 和 IEC 组成了一个世界范围内的标准化专业机构。在信息技术领域中,ISO/IEC 设立了一个联合技术委员会,ISO/IEC JTC1。由联合技术委员会正式通过的国际标准草案分发给各国家团体进行投票表决,作为国际标准的正式出版要至少 75% 国家团体投票通过才有效。国际标准 ISO/IEC 11801 是由联合技术委员会 ISO/IEC JTC1 的 SC 25/WG 3 工作组在 1995 年制定发布的。这个标准把有关元器件和测试方法归入国际标准。目前该标准有三个版本:ISO/IEC 11801:1995、ISO/IEC 11801:2000、ISO/IEC 11801:2000+。

ISO/IEC 11801 定义的布线支持包括语音、数据、文字、图像和视频在内的广泛的业务。



#### 制定标准的国际化组织简介(4)

- IEEE 网络标准
- 802.2 分会制定了一个以其命名的标准,802 下属委员会
  - 802.1      Management, Bridges
  - 802.2      LLC
  - 802.3      Similar to Ethernet
  - 802.4      Token passing bus (industrial)
  - 802.5      Token passing ring
  - 802.6      DQDB MAN FDDI
  - 802.9      Isochronous Ethernet
  - 802.10      Security
  - 802.11      Wireless LANs
  - 802.12      100Mbps LANs



多数网络应用都定义了物理层的规范,其中就有布线性能的要求。有时我们也需要参考应用中的需求来决定布线的性能是否够用。

重要的是网络应用对布线提出了更高的要求。自 Cat.5 以来,应用在推着布线走。由于网络应用的标准化组织(如 IEEE 或 ATM 论坛)从网络应用角度促进了布线系统的发展,这些网络应用的标准化组织为更高速的网络应用制定了标准。新技术的出现使得新的网络应用可以在 ACR 值小于零,即噪声大于信号的布线系统上运行。所以在过去的几年中,像 IEEE 这样的网络应用标准化组织与 TIA 标准化组织积极合作,并在相当程度上影响着布线系统新规范的制定。

##### IEEE802.1

IEEE 规范,它描述通过生成扩展树来阻止风桥回路的一种算法。该算法是由数字设备公司(Digital Equipment Corporation)发明的。Digital 算法和 IEEE802.1 算法并不完全相同,也不兼容。

##### IEEE802.12

IEEE LAN 标准,它确定物理层和数据链接层的 MAC 子层。IEEE802.12 以 100Mbps 的速率在许多物理介质上使用命令优先级介质访问方案。

##### IEEE802.2

IEEE LAN 协议,它规定数据链接层的 LLC 子层的实现。IEEE802.2 处理错误、组帧、流量控制和网络层(第三层)服务接口。它在 IEEE802.3 和 IEEE802.5 LAN 中使用。

#### 四、测试标准的作用

- 确保电缆系统可以支持基于标准的应用
  - 未来的应用的开发大都基于结构标准
- 方便管理
  - 降低维护费用
- 满足未来的应用

布线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,同时也提供了为商业服务的电信产品的设计方向。即使对随后安装的电信产品不甚了解,该标准也可帮您对产品进行设计和安装。在建筑建造和改造过程中进行布线系统的安装,比建筑落成后实施要大大节省人力、物力、财力。这个标准确定了各种各样布线系统配置的相关元器件的性能和技术标准。为达到一个多功能的布线系统,已对大多数电信业务的性能要求进行了审核。业务的多样化及新业务的不断出现会对所需性能作某些限制,用户为了了解这些限制应知道所需业务的标准。

## 五、我国现行的综合布线测试标准

- GB/T 50311—2000—《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》
- GB/T 50312—2000—《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》

与国际标准的发展相适应,我国的布线标准也在不断发展和健全中。综合布线作为一种新的技术和产品在我国得到广泛应用,我国有关行业和部门一直在不断消化和吸收国际标准,制定出符合中国国情的布线标准。这项工作从1993年开始着手进行,尚未有过中断。我国的布线标准有两大类,第一类是属于布线产品的标准,主要针对缆线和接插件提出要求,属于行业的推荐性标准。第二类是属于布线系统工程验收的标准,主要体现在工程的设计和验收两个方面。现已完成的《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》和《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》(2000年2月28日发布,2000年8月1日实施)将由国家技术监督局、信息产业部、建设部作为国标联合发布,这将对我国综合布线系统工程的标准化管理、规范化和布线市场的健康发展起到积极的作用。