

电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书

弱电系统的 安装调试及运行

RUODIAN XITONG DE
ANZHUANG TIAOSHI JI YUNXING

第2版

白玉岷 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以工程实践经验为主,并辅以扎实的理论知识,详细讲述弱电系统及其配套装置的安装调试、运行维护、故障排除等工艺方法、程序要求、质量监督、注意事项及弱电装置在电气工程、自动化工程中的应用,是从事弱电工程及电气工作的必读之物。

本书主要内容有概述及弱电电工应具备的技术技能、弱电工程总体要求及准备工作、火灾自动报警及自动消防系统、通信广播系统、有线电视系统、保安防盗系统、智能建筑及综合布线系统、微机系统的要求、元件测试、线路敷设、安装调试、故障处理、系统调试及试运行、注意事项等实用技术技能、质量标准以及弱电隔离器应用技术等。

本书适合从事电气工程、弱电工程安装调试、运行维护的技术人员、电气技师阅读,也可作为青年电工的培训教材以及工科院校、职业技术学院电气专业师生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

弱电系统的安装调试及运行/白玉岷等编著.—2版.—北京:机械工业出版社,2012.10

(电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书)

ISBN 978-7-111-40028-8

I. ①弱… II. ①白… III. ①电气设备—建筑安装工程 IV. ①TU85

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第242503号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:阎洪庆 责任校对:张媛

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年11月第2版第1次印刷

184mm×260mm·17.5印张·434千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-40028-8

定价:49.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面防伪标均为盗版

电气工程
安装调试
运行维护
实用技术技能丛书

弱电系统的安装调试及运行（第2版）

主 编	白玉岷				
编 委	刘 洋	宋宏江	陈 斌	高 英	
	张艳梅	田 明	桂 垣	董蓓蓓	
	武占斌	王振山	赵洪山	张 璐	
	莫 杰	田 朋	谷文旗	李云鹏	
	刘晋虹	白永军	赵颖捷		
主 审	悦 英	赵颖捷	桂 垣		
土建工程 顾问	李志强				
编写人员	朱振华	闫文武	康永太		
	张丰录	王明月	闫玉琴		
	江 涛	胡义彬	刘 爱		

第2版前言

《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》的《弱电系统的安装调试及运行》分册已经出版两年的时间了，受到了广大读者的青睐和推崇，它确实实给读者解决了很多工程技术方面的实际问题。特别是对一些刚刚踏入电工技术这一行业的青年人来讲更是如鱼得水，从中学到了很多原本需要很长时间才能学到的技术技能。本人曾多次接到读者们的来电，也看到过许多网上的评论，他们最多的一句话就是：“读您的书解渴”，真正为他们的实际工作解决了难题。同时他们对本书也提出了很多宝贵的意见和建议，并对本书的再版寄予了厚望，我感到非常欣慰，这里我和本书的全体编写人员向广大读者表示衷心的感谢！

我们编写本书的目的就是使读者在较短的时间内掌握从事电工这个职业应该具备的技术技能，缩短从理论到实践的时间和距离，使其成为一部电工技术的“实用词典”，在遇到难题时查阅本书相关章节内容便可即时找到方法和要点。今天，我们这个目的和愿望得以实现，真正能为读者解决工作中的实际难题，正是我们的初衷。这里祝愿所有读者，在通往电工技术技能职业技术高峰的道路上，乘风破浪、勇往直前、兢兢业业、独占鳌头。

随着时代的进步和科学技术的发展，电工技术、电气工程技术、电气设备元件材料都在发展，为了适应读者的需求，尽快地全面掌握电工技术，《弱电系统的安装调试及运行（第2版）》接受了读者的建议，从结构、内容、系统上都有了较大的变化，主要体现在以下3个方面：

1. 新增“概述及弱电电工应具备的基本技能”一章，重点讲述从事弱电系统安装调试及运行的电气人员必须具备的技术技能，主要内容有以下几个方面：

- (1) 弱电装置的测试和试验。
- (2) 弱电装置的常用计算及元件选择。
- (3) 弱电电工基本技能要求。
- (4) 其他相关内容。

2. 新增“弱电信号隔离器应用技术”一章，主要讲述信号隔离器在弱电系统中的实用技术及其应用技术等。

3. 其他章节也有一些变动及调整。

本书第2版的工作得到了电工界、安装单位、设计单位、供电部门、高等院校及其专家、教授、高级工程师、电工技师及年轻朋友们的支持和关怀，这里向他们表示衷心的感谢。

最后说明一点，本丛书的《电工常用计算及设备、元件、材料选择》、《电工实用技术技能（第2版）》、《电气设备、元件、材料的测试及试验》、《低压动力电路及设备安装调试》、《电力架空线路及变台、箱变的安装》、《变配电装置及变配电所的安装调试（第2版）》、《照明电路及单相电气装置的安装（第2版）》、《电缆的安装敷设及运行维护》、《电气工程安全技术及实施（第2版）》、《电气工程及自动化工程的审图及读图》、《电气工程及自动化工程系统调试、送电及试运行》、《维修电工实用技能》、《仪表电工实用技能》、《中

小企业变电所运行值班电工技术技能》、《电气工程及自动化工程质量管理及技术监督》是电工技术的基础，是提高技术技能的必读实用之物，读者应逐一品读。其他分册专业性较强，应按读者电工专业或作业内容去品读。

白玉岷
2012年5月

第 1 版前言

当前，我们的国家正处于改革开放、经济腾飞的伟大转折时代。在这样的大好形势下，我们可以看到电工技术突飞猛进的发展，新技术、新材料、新设备、新工艺层出不穷、日新月异。电子技术、计算机技术以及通信、信息、自动化、控制工程、电力电子、传感器、机器人、机电一体化、遥测遥控等技术及装置已与电力、机械、化工、冶金、交通、航天、建筑、医疗、农业、金融、教育、科研、国防等行业技术及管理融为一体，并成为推动工业发展的核心动力。特别是电气系统，一旦出现故障将会造成不可估量的损失。2003 年 8 月美国、加拿大大面积停电，几乎使整个北美瘫痪。我国 2008 年南方雪灾，引起大面积停电，造成 1110 亿人民币的经济损失，这些都是非常惨痛的教训。

电气系统的先进性、稳定性、可靠性、灵敏性、安全性是缺一不可的，因此电气工作人员必须稳步提高，具有精湛高超的技术技能，崇高的职业道德以及对专业工作认真负责、兢兢业业、精益求精的执业作风。

随着技术的进步、经济体制的改革、用人机制的变革及市场需求的不断变化，对电气工作人员的要求越来越高，技术全面、强（电）弱（电）精通、精通技术的管理型电气工作人员成为用人单位的第一需求，为此，我们组织编写了《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》。

编写本丛书的目的，首先是帮助读者在较短的时间里掌握电气工程的各项实际工作技术技能，使院校毕业的学生尽快地在工程中能够解决工程实际设计、安装、调试、运行、维护、检修以及工程质量管理、监督、安全生产、成本核算、施工组织等技术问题；其次是为工科院校电气工程及自动化专业提供一套实践读物，亦可供学生自学及今后就业参考；第三是技术公开，做好电气工程技术技能的传、帮、带的交接工作，每个作者都是将个人几十年从事电气技术工作的经验、技术、技能毫无保留，公之于众，造福社会；第四是为刚刚走上工作岗位的电气工程及自动化专业的大学生尽快适应岗位要求提供一个自学教程，以便尽快完成从大学生到工程师的过渡。

本丛书汇集了众多实践经验极为丰富、理论知识精通扎实、能够将科研成果转化为实践、能够解决工程实践难题的资深高工、教授、技师承担编写工作，他们分别来自设计单位、安装单位、工矿企业、高等院校、通信单位、供电公司、生产现场、监理单位、技术监督部门等。他们将电气工程及自动化工程中设计、安装、调试、运行、维护、检修、保养以及安全技术、读图技能、施工组织、预算编制、质量管理监督、计算机应用等实践技术技能由浅入深、由易至难、由简单到复杂、由强电到弱电以及实践经验、绝活窍门进行了详细的论述，供广大读者，特别是青年工人和电气工程及自动化专业的学生们学习、模仿、参考，以期在技术技能上取得更大的成绩和进步。

本丛书的特点是实用性强，可操作性强，通用性强。但需要说明，本丛书讲述的技术技能及方法不是唯一的，也可能不是最先进、最科学的，然而按照本丛书讲述的方法，一定能将各种工程，包括复杂且难度大的工程顺利圆满地完成。读者及青年朋友们在遇到技术难题

时，只需翻阅相关分册的内容便可找到解决难题的办法。

从事电气工作是个特殊的职业，从前述分析可以得知电气工程及自动化工程的特点，主要是：安全性强，这是万万不容忽视的；专业理论性强，涉及自动控制、通信网络、自动检测及复杂的控制系统；从业人员文化层次较高；技术技能难度较大，理论与实践联系紧密；工程现场条件局限性大，环境特殊，如易燃、易爆等；涉及相关专业广，如机、钳、焊、铆、吊装、运输等；节能指标要求严格；系统性、严密性、可靠性、稳定性要求严密，从始至终不得放松；最后一条是法令性强，规程、规范、标准多，有150多种。电气工作人员除了技术技能的要求外，最重要的一条则是职业道德和敬业精神。只有高超的技术技能与高尚的职业道德、崇高的敬业精神结合起来，才能保证电力系统及自动化系统的安全运行及其先进性、稳定性、可靠性、灵敏性和安全性。

因此，作为电气工程工作人员，特别是刚刚进入这个行业的年轻人，应该加强电工技术技能的学习和锻炼，深入实践，不怕吃苦、不怕受累；同时应加强电工理论知识的学习，并与实践紧密结合，提高技术水平。在工程实践中加强职业道德的修养，加强和规范作业执业行为，才能成为电气行业的技术高手。

在国家经济高速发展的过程中，作为一名电气工作者肩负着非常重要的责任。国家宏观调控的重要目标就是要全面贯彻落实科学发展观，加快建设资源节约型、环境友好型社会，把节能减排作为调整经济结构、转变增长方式的突破口。在电气工程、自动化工程及其系统的每个环节和细节里，每个电气工作者只要能够尽心尽责，兢兢业业，确保安装调试的质量，做好运行维护工作，就能够减少工程费用，减小事故频率，降低运行成本，削减维护开支；就能确保电气系统的安全、稳定、可靠运行。电气工作人员便为节能减排、促进低碳经济发展，保增长、保民生、促稳定做出巨大的贡献。

在这中华民族腾飞的时代里，每个人都有发展和取得成功的机遇，倘若这套《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》能为您提供有益的帮助和支持，我们全体作者将会感到万分欣慰和满足。祝本丛书的所有读者，在通往电工技术技能职业高峰的道路上，乘风破浪、一帆风顺、马到成功。

白玉岷

2010年元月

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 概述及弱电电工应具备的

基本技能 1

- 一、概述 1
- 二、弱电电工基本技能要求 1
- 三、弱电装置的测试和试验 2
- 四、弱电装置常用计算及元件选择 9
- 五、其他相关技术技能 29

第二章 总体要求及准备工作 43

- 一、总体要求 43
- 二、准备工作 45

第三章 火灾自动报警及自动消防

系统的安装 46

- 一、开工条件及元件的检查测试 46
- 二、线路敷设及要求 49
- 三、探测器的安装及编码 50
- 四、区域报警控制器的安装接线 66
- 五、集中报警控制器的安装接线 73
- 六、消防控制室控制设备的安装 74
- 七、系统调试及试运行 88

第四章 通信广播系统的安装 92

- 一、开工条件及元件的检查、测试及试验 92
- 二、电话系统的安装 92
- 三、广播音响系统的安装 99
- 四、通信广播系统室外线路及光缆的安装 105
- 五、公共场所通信广播系统的安装 118

第五章 有线电视系统的安装 123

- 一、开工条件与元件的检查、测试及试验 123
- 二、线路敷设 123
- 三、天线及天线的安装 125
- 四、前端设备的安装 132
- 五、机房设备的安装 134
- 六、分配系统元件的安装 137

七、系统调试 140

八、常见故障及处理方法 142

第六章 保安系统的安装 145

- 一、开工条件及元件设备的检查、测试和试验 145
- 二、线路敷设及要求 146
- 三、可视对讲—电锁门系统的安装 146
- 四、闭路电视保安系统的安装 147
- 五、保安防盗报警系统的安装 159
- 六、出入监控系统安装要点 168
- 七、电子巡更系统安装要点 173
- 八、停车场管理系统安装要点 174
- 九、保安集中监控系统的安装 180
- 十、系统调整试验及试运行 181

第七章 智能建筑及综合布线系

统的安装 184

- 一、概述及总体要求 184
- 二、开工条件 185
- 三、综合布线系统的安装测试 185
- 四、楼宇及其机电设备自控系统的安装 203
- 五、三表计量及远程传输系统安装要点 235
- 六、小区信息网络智能化服务管理系统安装要点 235
- 七、家居智能信息平台安装要点 240
- 八、小区物业管理自动化系统安装要点 240
- 九、系统调试及投入试运行 240

第八章 微机系统安装要点 242

- 一、安装要点 242
- 二、调整测试要点 247

第九章 弱电系统信号隔离器应

用技术 257

- 一、基本概念 257
- 二、应用技术及要求 259

参考文献 269

第一章 概述及弱电电工应具备的基本技能

一、概述

翻开近 200 年的世界历史，除了战争以外，人类的技术进步和文明的发展都围绕着一个核心，这个核心就是电及电工技术的进步和发展。自从 1895 年世界上第一台无线电通信设备发明、1904 年和 1906 年世界上分别诞生了第一只电子二极管和电子三极管、1920 年世界上第一座无线电广播电台开始广播、1940 年世界上第一台模拟电子计算机问世、1943 年世界上第一台数字电子计算机问世、1948 年世界上第一只晶体三极管问世、1958 年世界上第一块集成电路投入使用、1960 年世界上第一台单片运算放大器问世、1971 年世界上第一台微处理器（微机）生产问世，到 1982 年以来机器人技术和传感器技术、微机技术进入普及领域，电工技术、电子技术、自动控制技术突飞猛进，引领了各个学科和产业的发展 and 进步。而电子技术、自动控制技术、微机技术越来越受到人们的重视，为了与电工技术区别，人们提出了弱电和强电的概念。作为当今的电气技术人员及工作人员，原来的传统电工技术已远远不能适应社会和生产的需求了，必须学习电工新技术，特别是电子技术、自动控制技术和微机技术，才能立足于电工技术这个领域。如果仅仅满足于传统的电工技术，则会在今后的工作中遇到难以攻克的技术难题和不可逾越的障碍，将会限制技术的发展。因此，新技术、弱电技术对于每个从事电气工作的人员来讲，无论其职位大小、职称高低、技术好坏、年龄大小，都是必须学习的。当然，弱电技术的范围很广，也很杂，本书也不可能面面俱到。

所谓弱电是相对于强电而言的，其中弱电系统传递的是低电压、小电流信号，电压一般为 mV 级，电流为 mA 或 μA 级，且为直流信号、数字信号或脉动信号。弱电信号主要是用于通信、广播、检测和测量、自动控制、智能装置、微机及网络系统以及防火、防盗等系统的控制系统。而强电则为高电压、大电流，电压一般为 0.11 ~ 500kV 级、电流为 A ~ kA 级，且为交流电流；即便是直流，电压一般也为 110 ~ 400V 级，电流为 0 ~ kA 级。强电主要用于动力、照明及工业设备的电源上。随着电子技术、微机技术的发展，自动控制技术越来越普及，在强电的控制系统中弱电的成分越来越多，有以弱控强的趋势。以柔制刚，以弱制强，这也是技术发展的必然。在本丛书《低压动力电路及设备安装调试》、《变配电装置及变配电所的安装调试》、《电梯安装调试及运行维护》中也已详细地介绍了控制系统中以弱控强的内容。

本书所指的弱电系统包括火灾自动报警及自动消防系统、通信广播系统、电视系统、安全警务系统、楼宇自动控制系统、停车场管理系统、智能建筑及综合布线系统、微机控制及管理系统的应用技术、弱电信号隔离器应用技术等，本书将讲述各个系统的安装及调试方法。

综上所述，我们把专职从事弱电系统安装调试及运行维护的电工定义为弱电电工。弱电电工除了具备弱电系统的技术技能外，还必须具备电工的常用基本技术技能。

二、弱电电工基本技能要求

作为一名专职从事弱电系统安装调试及运行维护的弱电电工，首先必须是一名电工，具

备电工的基本技术技能和相应的职业道德,对工作认真负责,精益求精;具有电气工程安装调试经验,掌握常用仪器仪表的使用。另外,应具有高中及以上的文化程度,对电子技术有一定的了解。

基本技能要求主要有如下几点:

- 1) 电气管线敷设、穿线及穿电缆,特别是工业、民用、高层建筑中的各种管线的敷设及穿线。
- 2) 配合土建施工,主要有各种管、盒、架、箱体、螺栓、金工件、钢制底座等预埋及开沟、打孔等作业。
- 3) 常用电气设备、元件、材料的接线、测试、试验,包括各种仪器、仪表,特别是电子测量仪表仪器的使用,主要有万用表、示波器、晶体管图示仪、电桥、场强仪、数字钳形表、数字电阻测试仪等。
- 4) 架空线路、架空电缆的安装、测试。
- 5) 各种电缆的敷设。
- 6) 自动化仪表及自动装置的安装、测试、试验。
- 7) 空调系统电气装置的安装、测试、试验。
- 8) 电气系统测试、试验、调试及试送电、试运行。
- 9) 常用电气控制箱、框的安装、测试等。
- 10) 防雷与接地系统的安装、测试等。

上述内容我们在本丛书都有相应的分册,因内容较多,篇幅较大,不便一一列出,敬请读者酌情选读。

三、弱电装置的测试和试验

弱电装置主要包括火灾自动报警系统、电缆、电视系统、网络及监控系统、空气调节自动检测系统及相关设备、元件等。

(一) 火灾自动报警设备的测试

1. 标准规范要求

GB 50166—2007《火灾自动报警系统施工及验收规范》中对系统元件的测试有明确规定(其中括号内的文字是编者作的说明):

1) 火灾报警系统调试,应先分别对探测器、区域报警控制器、集中报警控制器、火灾报警装置和消防控制设备等逐个进行单机(台)通电检查(测试),正常后方可进行系统调试。

2) 火灾自动报警系统通电后,应按现行国家标准 GB 4717—2005《火灾报警控制器》的有关要求对报警控制器进行下列功能检查(测试):

- ① 火灾报警自检功能。
- ② 消音复位功能。
- ③ 故障报警功能。
- ④ 火灾优先功能。
- ⑤ 报警记忆功能。
- ⑥ 电源自动转换和备用电源的自动充电功能。
- ⑦ 备用电源的欠电压和过电压报警功能。

3) 检查火灾自动报警系统的主电源和备用电源, 其容量应分别符合现行有关国家标准的要求, 在备用电源连续充电放电 3 次后, 主电源和备用电源能自动转换。

4) 应采用专用的检查仪器对探测器逐个进行试验, 其动作应准确无误。

5) 应分别用主电源和备用电源供电, 检查火灾自动报警系统的各项控制功能和联动功能。

2. 具体测试试验方法

(1) 人工试验和测试

1) 感烟探测器: 用一铁盆内装潮湿的纸、草、破布等, 置于探测器垂直下方的地面上, 点燃即可产生烟。可用一下端为喇叭口的钢管将烟引至探测器处。

若使用 BHTS-1 型便携式火灾探测试验中的烟杆时, 可按下面的操作进行:

① 将线香点燃后放在烟杆下部的紧固座下。

② 装上烟嘴把拉伸杆安装在上面, 并将其拉伸至探测器的安装位置。

③ 将烟嘴对准探测器的进烟口, 操作开关使烟吹进探测器, 30s 内探测器确认灯亮, 即“火灾”报警。

对于防爆场所则应用烟瓶试验, 应将气瓶口的波纹管对准且围住探测器, 2s 后氟利昂气体喷出, 15s 探测器确认灯亮, 即“火灾”报警。

2) 感温探测器: 将电炉子与调压器接好并接通电源, 手持托架将电炉子升至距探测器 300mm 处, 升高电压并用点式温度计测温, 当温度上升至动作温度时确认灯亮, 即“火灾”报警。

若使用 BHTS 型温杆时, 可按下面的操作进行: 接通 220V 电源, 并将温杆头对准探测器, 温度上升, 至 10s 后确认灯亮, 即报警。

3) 感光探测器、火焰探测器: 明火信号可用铁盆放木柴点明火设置, 并将火盆置于探测器可探测元件部位, 报警后应立即将火盆用手提灭火器熄灭, 并有专人负责。

4) 对“火灾”不报警的探测器, 应从底座上取下, 用 JB-YW 型单点式探测器试验仪进行试验, 仍不报警者为探测器本身故障, 报警者则为线路或电源故障。

单点式探测器试验仪的使用方法如下:

将探测器按正确的接线图将线接好, 并按探测器的工作电压选择电压, 然后将检测线插头插入面板上“探头接线”插口, 接线如图 1-1 所示。

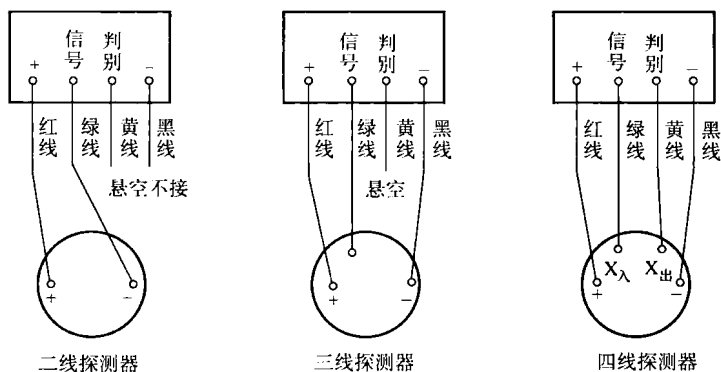


图 1-1 单点式探测器试验仪的接线

接通仪器的电源，指示灯亮，黄灯亮则为断线故障；给探测器相应的“火灾”模拟信号，其确认灯亮且仪器发出声光信号，说明探测器正常；否则，探测器本身有故障，这里要注意火警声与故障声不同。

(2) FJ-2706/001 型火灾探测器检测仪的使用方法 FJ-2706/001 型火灾探测器检测仪是一种专供火灾自动报警装置进行检验的仪器，其面板布置如图 1-2 所示。

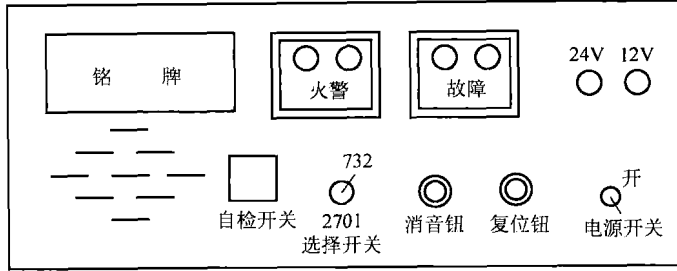


图 1-2 FJ-2706/001 型火灾探测器检测仪面板布置

1) 仪器本身的试验：将转换开关拨向“732”，电源选择开关拨向“开”的位置，24V 和 12V 的指示灯亮，仪器电源正常；然后将转换开关拨向“2701”，故障灯亮，并有不变调音响，按一下“消音”钮，音响消除。按一下“复位”钮，故障灯及 24V 指示灯灭一下，说明仪器正常。

2) 探测器的试验：

① F732 类型探测器。将探测器拧紧在装置盖板上的 F732 底座上，转换开关拨至“732”打开电源，此时用烟杆、温杆向探测器加以模拟火灾信号，火警灯闪亮报警，同时发出变调火警声响，说明探测器正常，否则不正常。

② F2701 类型探测器。将探测器拧紧在装置盖板上的 F2701 底座上，转换开关拨至“2701”，打开电源，按一下自检开关，故障灯闪一下，并伴有不变调故障音，火警灯闪亮，并伴有变调报警音，再按一下自检钮使其弹起，并按一下“消音”钮和“复位”钮，使仪器复位。这时可给探测器以模拟火灾信号（用烟杆或温杆等），立即报警并发出火警音响，即探测器正常。

3) 报警控制器的试验：将仪器背面的输出端子的模拟报警号和检查信号接在报警器相应的端子上即可进行试验，如报警器的声光系统、时间记录、地址显示、自检信号、电源电压及集中报警器的各种响应等。

这里要说明一点，FJ-2706/001 型火灾探测器检测仪，主要适用于 FJ-2701、FJ-2705、JTW-CDZ-2700/015、JTW-DZ-2700/06、F732、JTY-GD-2700/001、JTW-DZ-262/062、JTW-CDZ-262/061 等系列的火灾探测器试验，其他型号的探测器应用报警器试验，报警器则可用仪器校验合格后再进行探测器的试验。探测器及报警器厂家一般都随订货情况，提供配套的试验仪器，使用时应按其随机说明书进行。

火灾探测器检测仪的型号很多，均大同小异，可按使用说明书进行。

(二) 电缆电视设备的测试

1. 测试用的仪器仪表

(1) 选频电压表 可测出 100kHz ~ 300MHz 的高频信号电压，其输入阻抗很高，可直接测出系统各点及元件的高频信号电压，如 DW2 型宽带电压表。

(2) 扫频仪 可测出部件或系统的增益、衰减、振幅频率特性以及电压驻波比等项指标, 如 BT-15 型扫频仪是一种较高级的宽带扫频仪, 可测出 VHF 和 UHF 频道的各项指标。

(3) 噪声发生器 可测出部件的噪声系数的数值, 如 FZ-2 型噪声发生器。

(4) 高频标准信号发生器 可产生甚高频等幅或调幅信号, 并且可用方波或脉冲来进行调制, 如 XFC-6 型标准信号发生器, 输出阻抗为 75Ω , 与系统阻抗相同, 使用时无需变换。

(5) 高频示波器 可观测信号波形, 与扫频仪、检波器配合可直接观测频率特性。

(6) 场强仪 用来测量电视信号在空间某一位置的场强, 也可进行电视信号电平测量, 是电视电缆系统最主要的常用仪器, 如 RR3A 型场强仪。

(7) 万用表 除电压、电流等测量外, 还能测电平。

上述仪器仪表必须按周期进行校验, 使用时其应在周期之内, 否则会给测量带来误差。各种仪表的使用应按使用说明书进行。

2. 测试方法

元件的测试方法很多, 使用的仪器也不尽相同, 本书只列出常用的测试方法和线路, 供读者参考。

(1) 增益和衰减量的测试 测试原理如图 1-3 所示。

操作步骤如下:

1) 按图将线路接好, 接线要正确可靠, 插接要紧密匹配。

2) 接通电源观察有无异常。

3) 选好频段, 经调整让测试频段位于示波器屏幕中央。

4) 先将扫频输出端直接与检波器输入端短接在一起, 然后调整衰减器, 使频率响应曲线的高度适中, 并记下这一高度的位置。

5) 将被测元件按图接入, 调整衰减器使频率响应曲线的高度和前一高度一致, 这时衰减器的示值变化, 就是元件被测值。如变化增加 N dB, 那么元件的增益为 N dB; 如果减少 N dB, 则元件的衰减即为 N dB。

(2) 隔离度的测试 测试方法与衰减量的测试相同, 但一定要保证被测部件各端子处在匹配状态。其定义为一端子加入信号, 另一端子上该信号衰减了多少分贝即为隔离度。

(3) 驻波比的测试 测试原理如图 1-4 所示。

操作步骤如下:

1) 接图接好线路, 注意事项同前。

2) 接通电源。

3) 先断开被测元件, 调整衰减器, 记下衰减量为 1、2、4、6、8……时屏幕上所在的位置, 然后将衰减器恢复到零位。

4) 然后接上被测元件, 继续测试, 这时曲线与无元件时的曲线重合, 则可从表 1-1 中查出电压驻波比 s 。

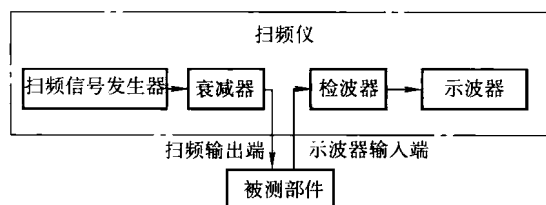


图 1-3 增益和衰减量的测试

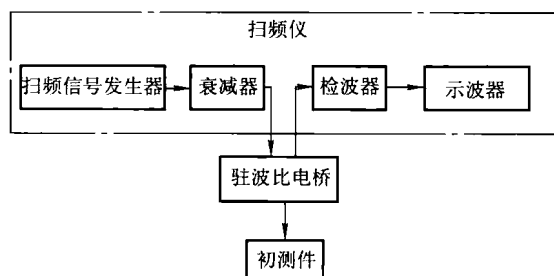


图 1-4 驻波比的测试

表 1-1 电压驻波比 s 与衰减量 A 的关系

A / dB	1	2	4	6	8	10
s	17.4	8.7	4.4	3.1	2.3	1.9
A / dB	12	14	16	18	20	22
s	1.67	1.5	1.38	1.29	1.22	1.17
A / dB	24	26	28	30	32	34
s	1.14	1.12	1.08	1.07	1.05	1.03

(4) 噪声系数的测试 测试原理如图 1-5 所示。

操作步骤如下：

1) 按图接线并接通电源，同前。

2) 将噪声发生器旋转置于校准位置，使其输出噪声功率为零。

3) 将开关 S 置于闭合位置，短接衰减器，读出选频电压表的读数 N 。

4) 将噪声发生器旋转置于“测试”位置，将 S 打开，使衰减器接入电路。这时调整噪声发生器的灯丝电压，使选频电压表的指示为 N ，这时噪声发生器的指示刻度即为被测元件的噪声系数值。

测试中使用的衰减器，常为固定型，有 T 形、 π 形两种，如图 1-6 所示。其中电阻的选择可按表 1-1 中数值选取。同时衰减器也可用在系统中将信号衰减。

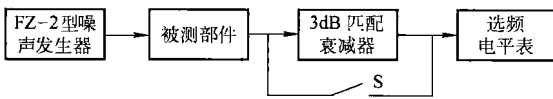


图 1-5 噪声系数的测试

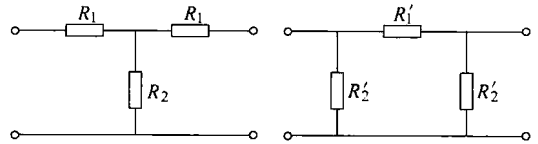


图 1-6 衰减器原理图

表 1-2 75Ω 衰减器的电阻值

衰减量/dB	T 形		π 形	
	R_1 / Ω	R_2 / Ω	R'_1 / Ω	R'_2 / Ω
0.5	2.16	1300	4.32	2610
1.0	4.32	650	6.68	1305
1.5	6.46	431	13	872
2.0	8.60	323	17.4	652
3.0	12.8	212	26.4	438
4.0	16.8	157	35.8	331
5.0	21.0	124	45.5	267
6.0	24.9	100	55.9	226
7.0	28.6	83.2	67.1	196
8.0	32.3	71	79	174
9.0	35.8	60.8	92.2	157
10.0	38.9	52.6	106.5	144.2
12.0	44.9	40.2	110	125
14.0	50	31	181	112
16.0	54.3	24.3	230	103
18.0	58.2	19	292	96.5
20.0	61.2	15.2	371	91.6

(5) 电平的测试 电平的测试通常使用选频电平表或场强仪，但元件应接入 CATV 系统，并在前端接入射频信号源，使输入电平为系统正常工作时的实际电平值。也可用数字万用表测量。

(6) 同轴电缆应用万用表测量线芯与屏蔽层间的直流电阻，阻值越大越好，不得用绝缘电阻表测量；同时应将电缆一端的线芯与屏蔽层短路，在另一端测量线芯及屏蔽层是否通路。

(三) 网络及监控设备的检测试验

1. 计算机网络系统的检测

计算机网络系统的检测应包括连通性检测、路由检测、容错功能检测、网络管理功能检测。连通性检测方法可采用相关测试命令进行测试，或根据设计要求使用网络测试仪测试网络的连通性。

(1) 主要项目

1) 连通性检测：

① 根据网络设备的连通图，网管工作站应能够和任何一台网络设备通信。

② 各子网（虚拟专网）内用户之间的通信功能检测：根据网络配置方案要求，允许通信的计算机之间应可以进行资源共享和信息交换，不允许通信的计算机之间应无法通信，并保证网络节点符合设计规定的通信协议和适用标准。

③ 根据配置方案的要求，检测局域网内的用户与公用网之间的通信能力。

2) 对计算机网络进行路由检测，路由检测方法可采用相关测试命令进行测试，或根据设计要求使用网络测试仪测试网络路由设置的正确性。

(2) 一般项目

1) 容错功能的检测方法应采用人为设置网络故障，检测系统正确判断故障及故障排除后系统自动恢复的功能；切换时间应符合设计要求。

① 对具备容错能力的网络系统，应具有错误恢复和故障隔离功能，主要部件应冗余设置，并在出现故障时可自动切换。

② 对有链路冗余配置的网络系统，当其中的某条链路断开或有故障发生时，整个系统仍应保持正常工作，并在故障恢复后应能自动切换回主系统运行。

2) 网络管理功能检测：

① 网管系统应能够搜索到整个网络系统的拓扑结构图和网络设备连接图。

② 网络系统应具备自诊断功能，当某台网络设备或线路发生故障后，网管系统应能够及时报警和定位故障点。

③ 应能够对网络设备进行远程配置和网络性能检测，提供网络节点的流量、广播率和错误率等参数。

2. 应用程序的检测

智能建筑的应用软件应包括智能建筑办公自动化软件、物业管理软件和智能化系统集成等应用软件系统。应用程序的检测应从其涵盖的基本功能、界面操作的标准性、系统可扩展性和管理功能等方面进行检测，并根据设计要求检测其行业应用功能。满足设计要求时为合格，否则为不合格。不合格的应用软件修改后必须通过回归测试。应先对软硬件配置进行核对，确认无误后方可进行系统检测。

1) 软件产品质量检查应按照下列要求和规定执行。应采用系统的实际数据和实际应用案例进行测试。

① 商业化的软件,如操作系统、数据库管理系统、应用系统软件、信息安全软件和网管软件等应做好使用许可证及使用范围的检查。

② 由系统承包商编制的用户应用软件、用户组态软件及接口软件等应用软件,除进行功能测试和系统测试之外,还应根据需要进行容量、可靠性、安全性、可恢复性、兼容性、自诊断等多项功能测试,并保证软件的可维护性。

③ 所有自编软件应提供完整的文档(包括软件资料、程序结构说明、安装调试说明、使用和维护说明书等)。

2) 应用软件检测时,被测软件的功能、性能确认宜采用黑盒法进行。

① 功能测试:在规定的时间内运行软件系统的所有功能,以验证系统是否符合功能需求。

② 性能测试:检查软件是否满足设计文件中规定的性能,应对软件的响应时间、吞吐量、辅助存储区、处理精度进行检测。

③ 文档测试:检测用户文档的清晰性和准确性,用户文档中所列应用案例必须全部测试。

④ 可靠性测试:对比软件测试报告中可靠性的评价与实际试运行中出现的问题,进行可靠性验证。

⑤ 互连测试:应验证两个或多个不同系统之间的互连性。

⑥ 回归测试:软件修改后,应经回归测试验证是否因修改引出新的错误,即验证修改后的软件是否仍能满足系统的设计要求。

3. 网络安全系统的检测

网络安全系统宜从物理层安全、网络层安全、系统层安全、应用层安全等四个方面进行检测,以保证信息的保密性、真实性、完整性、可控性和可用性等信息安全性能符合设计要求。

1) 计算机信息系统安全专用产品必须具有公安部计算机管理监察部门审批颁发的“计算机信息系统安全专用产品销售许可证”;特殊行业有其他规定时,还应遵守行业的相关规定。

2) 如果与因特网连接,智能建筑网络安全系统必须安装防火墙和防病毒系统。

3) 网络层安全的安全性检测

① 防攻击:信息网络应能抵御来自防火墙以外的网络攻击,使用流行的攻击手段进行模拟攻击,不能攻破判为合格。

② 因特网访问控制:信息网络应根据需求控制内部终端机的因特网连接请求和内容,使用终端机用不同身份访问因特网的不同资源,符合设计要求判为合格。

③ 信息网络与控制网络的安全隔离:测试方法应按前面“计算机网络系统的检测”中的“连通性检测”的要求,保证做到未经授权,不能从信息网络进入控制网络;符合此要求者判为合格。

④ 防病毒系统的有效性:将含有当前已知流行病毒的文件(病毒样本)通过文件传输、邮件附件、网上邻居等方式向各点传播,各点的防病毒软件应能正确地检测到该含病毒

文件，并执行杀毒操作；符合本要求者判为合格。

⑤ 入侵检测系统的有效性：如果安装了入侵检测系统，使用流行的攻击手段进行模拟攻击（如拒绝服务攻击），这些攻击应被入侵检测系统发现和阻断；符合此要求者判为合格。

⑥ 内容过滤系统的有效性：如果安装了内容过滤系统，则尝试访问若干受限网址或者访问受限内容，这些尝试应该被阻断；然后，访问若干未受限的网址或者内容，应该可以正常访问；符合此要求者为合格。

4) 系统层安全应满足以下要求：

① 操作系统应选用经过实践检验的具有一定安全强度的操作系统。

② 使用安全性较高的文件系统。

③ 严格管理操作系统的用户账号，要求用户必须使用满足安全要求的口令。

④ 服务器应只提供必需的服务，其他无关的服务应关闭，对可能存在漏洞的服务或操作系统，应更换或者升级相应的补丁程序；扫描服务器，无漏洞者为合格。

⑤ 认真设置并正确利用审计系统，对一些非法的侵入尝试必须有记录；模拟非法尝试，审计日志中有正确记录者判为合格。

5) 应用层安全应符合下列要求：

① 身份认证：用户口令应该加密传输，或者禁止在网络上传输；严格管理用户账号，要求用户必须使用满足安全要求的口令。

② 访问控制：必须在身份认证的基础上根据用户及资源对象实施访问控制；用户能正确访问其获得授权的对象资源，同时不能访问未获得授权的资源，符合此要求者判为合格。

4. 监控系统

1) 电气设备及元件、电线电缆应按本章相关条款进行。

2) 各类传感器、变送器、电动阀门、执行器、现场控制设备及仪表按本书及丛书《低压力电路及设备安装调试》、《自动化仪表及空调系统电气装置的安装调试》中相关条款进行。

3) 网络设备及软件产品按上述网络系统相关条款进行。

(四) 空气调节自动控制系统电气元件的测试和试验

空气调节自动控制系统电气元件，除常规的低压电器及线缆桥架外，主要的电气元件有电磁阀、电动阀、湿度传感器、温度传感器、压差开关、变送器、水流开关、三速开关、控制器（压力、温度、湿度等）、直接数字控制器（DDC）、高湿断路恒温器、低湿断路恒温器、CO₂浓度分析传感器及仪表等。

这些元件的测试和试验与前述基本相同，可参照前述方法进行。其中，水流开关应接在流水的管道里进行试验，水流压力不小于0.1MPa。DDC应按模拟输入、输出信号和数字输入、输出信号进行试验。

四、弱电装置常用计算及元件选择

(一) 火灾自动报警设备的选择

1. 火灾探测器的分类形式

火灾探测器的分类见表1-3。