青年科技创新人才学术文库

安全防范新技术及其应用

ANQUAN FANGFAN XINJISHU JI QI YINGYONG

高福友 著

郑州大学出版社

青年科技创新

安全防范新技术及其应用

ANQUAN FANGFAN XINJISHU JI QI YINGYONG

高福友 著

郑州大学出版社
郑州

内容提要

本书共5章，内容包括安全防范概述、安全防范系统前端技术及设计、安防信息传输技术及应用、安防信息处理技术及应用和安防控制驱动技术及应用。

本书是作者对安全防范新技术及其应用的研究成果总结，可作为安全防范专业学生的参考或教材，同时也可作为广大从事安防工作的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

安全防范新技术及其应用/高福友著. —郑州：郑州大学出版社，2012.1

ISBN 978-7-5645-0098-6

Ⅰ.①安… Ⅱ.①高… Ⅲ.①安全装置-电子设备-系统工程 Ⅳ.①TM925.91

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第112507号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路40号　　邮政编码：450052

出版人：王　锋　　发行部电话：0371-66966070

全国新华书店经销

河南新华印务有限公司印制

开本：710 mm×1 010 mm　1/16

印张：12.25

字数：235千字

版次：2012年1月第1版　　印次：2012年1月第1次印刷

书号：ISBN 978-7-5645-0098-6　　定价：25.00元

前 言 PREFACE

“构建社会主义和谐社会”和“全面建设小康社会”都要以安全为基础。以科技创安全，技术安防是现在世界各国共同的理念。

随着我国经济的不断发展，中国安防市场存在着巨大商机，为国内安防企业发展提供了广阔的空间。同时，国外安防企业和产品纷纷大举进入中国，使我国安防技术不断提高，安防市场竞争越来越激烈。

安防市场的竞争归根到底取决于产品技术和服务水平。安防技术是电子技术、传感技术、自动控制技术、计算机技术、信息处理技术、多媒体技术、网络技术等集合而成的专业技术。

在安防技术所涉及的诸多技术中，很多核心技术我国并不具备优势，我国的安防产品技术含量和性能与先进国家相比还有差距。尽管国内安防市场巨大，但是我国从事安防技术研究和安防产品开发的技术人员还较少。同时，安防相关书籍多是按照各种安防系统技术（如入侵探测和报警系统、视频监控系统、出入口控制系统、电子巡更系统等技术）、安防设备、安防系统设计以及安防规范等内容格式编写，着重点在于系统和规范，而不是在于具体技术。

本书是按照安防系统信息采集、信息传输、信息处理和系统控制等环节安排，重点在于安防系统的新技术及其应用，这样既介绍了安防新技术，又明确了安防系统的共性。

本书共5章。第1章是安全防范概述，介绍了安全防范基本概念，对安全防范技术进行了概述，综述了安全防范技术新发展。第2章是安全防范系统前端技术及设计，对安防常用前端技术进行了概述，利用现代传感器设计了常用的探测器，是本书的重点章节。第3章是安防信息传输技术及应用，概述了

安防信息传输技术，着重介绍了ZigBee无线网络传输技术和电力线载波传输技术，设计了ZigBee无线网络感温探测器和基于电力线载波传输的火灾探测报警网络。第4章是安防信息处理技术及应用，概述了安防信息处理技术，着重介绍了数据压缩技术和加密技术，介绍了数据压缩和加密在安防领域的应用。第5章是安防控制驱动技术及应用，概述了安防控制驱动技术，着重介绍了嵌入式安防控制系统和基于PC的安防控制系统，以小型步进电机为例介绍了其驱动控制技术。

本书在编写过程中参阅了大量国内外同行的专著、教材、文献资料等，在此表示感谢。

本书是浙江省新世纪教改一类项目“校企共建安全防范技术专业校内工学实践教学平台的探索与实践”（浙教高教〔2009〕137号，项目编号yb09134）及浙江省教育厅科研项目“具有遥控无钥匙门禁（RKE）功能的低功耗指纹锁研究”（浙教办高科〔2010〕15号，编号Y200909751）的研究成果。

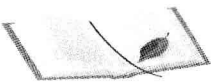
由于作者水平有限，书中必然存在不妥之处，难免出现疏漏和错误，敬请各位同仁、老师和同学读者批评指正。

作者

2011年4月

目 录 CONTENTS

第1章 安全防范概述



安全防范已深入到社会活动的各个领域，如社会生活、经济活动、政治活动、科技活动、军事。安全防范技术在汲取现代科学技术各个领域营养的基础上不断发展，在维护社会公共安全中的作用越来越凸显。本章主要简明阐述安全防范的基本概念、安全防范技术分类与学科体系以及安全防范技术新发展概况。

1.1 安全防范基本概念

1.1.1 安全防范基本内涵

1.1.1.1 安全和防范的含义

根据《现代汉语词典》(第5版)的解释，所谓安全，就是没有危险、不受威胁、不出事故；所谓防范，就是防备、戒备，而防备是指做好准备以应付攻击或避免受害，戒备是指防备和保护。此乃安全和防范的一般含义。

中文所说的安全，在英文中有 Safety 和 Security 两种解释。牛津大学出版的《现代高级英汉双解词典》对 Safety 一词的主体解释是：安全、平安、稳妥，保险(锁)、保险(箱)等；而对 Security 一词的主体解释是：安全、无危险、无忧虑，提供安全之物，使免除危险或忧虑之物，抵押品、担保品，安全(警察)、安全(部队)等。

实际上，中文所讲的安全是一种广义的安全，它包括两层含义：一指自然属性或准自然属性的安全，对应英文中的 Safety，这种安全被破坏主要不是由人有目的参与造成的；二是指社会人文性的安全，与 Security 相对应，这种社会人文性破坏主要是由人有目的参与造成的。因此，广义的安全应该包括 Safety 和

Security 两层含义。

1.1.1.2 安全防范的基本内涵

根据上述安全和防范的含义，定义安全防范（Security and Protection）为：做好准备和保护，以应付攻击或避免受害，从而使被保护对象处于没有危险、不受侵害、不出现事故的安全状态。

从上述定义不难理解，安全是目的，防范是手段，通过防范的手段达到或实现安全的目的，就是安全防范的基本内涵。

1.1.1.3 安全防范的本质内涵

在西方，不用“安全防范”这个词，而用“损失预防和犯罪预防（Loss Prevention & Crime Prevention）”这个概念。就像中文的安全与防范构成一个新的复合词一样，西方将 Loss Prevention 和 Crime Prevention 连在一起使用，损失预防与犯罪预防构成了 Safety & Security 一个问题的两个方面：Loss Prevention 通常是社会保安业的工作重点，而 Crime Prevention 则是警察执法部门的工作重点。这两者的有机结合才能保证社会的安定与安全。从这个意义上说，损失预防和犯罪预防就是安全防范的本质内容。

综上所述，安全防范既是一项公安业务，又是一项社会公共事业和社会经济事业。它们的发展和进步，既依赖于科技的发展和进步，同时又为科技的进步与发展提供和创造良好的社会环境。

1.1.2 安全防范基本要素

安全防范的基本要素是探测（Detection）、延迟（Delay）和反应（Response）。

（1）探测　感知显性和隐性风险事件的发生并报警，为警方工作赢得时间上的主动权。探测主要是通过各种传感器和多种技术途径，探测各种特征参数或其变化，识别风险事件的发生，属于技术防范的范畴。

（2）延迟　拖延、推迟风险事件发生的进程，推迟违法犯罪的实施时间和治安灾害事故的蔓延，为出警人员赢得宝贵的反应时间，以便及时到达现场。在安全防范过程中，延迟主要是通过实体阻挡和物理防范等措施实现，属于物理防范的范畴。

（3）反应　依靠人力防范的实施，阻止危险的发生或中止犯罪活动。显然，反应主要是指安全防范过程中的人力反应，属于人力防范的范畴。

在安全防范的三种基本手段中，要实现防范的最终目的，都要围绕探测、延迟、反应这三个基本防范要素开展工作、采取措施，以预防和阻止风险事件的发

生。当然，在安全防范实施过程中，探测、延迟和反应三个基本要素之间是相互联系、缺一不可的关系。一方面，探测要准确无误，延迟时间长短要合适，反应要迅速；另一方面，反应的总时间应小于（至多等于）探测加延迟的总时间，即：$t_{反应} \leqslant t_{探测} + t_{延迟}$，否则，无论安防系统中的设备如何先进，功能如何完备，都难以达到预期的防范效果。

1.1.3 安全防范基本手段

安全防范是社会公共安全的一部分，包括人力防范（Personnel Protection）、物理防范（Physical Protection）和技术防范（Technical Protection）三种基本手段，分别简称为人防、物防和技防。

1.1.3.1 人力防范

人力防范是安全防范的基础。国家标准《安全防范工程技术规范》（GB 50348—2004）把人力防范定义为“执行安全防范任务的具有相应素质人员和（或）人员群体的一种有组织的防范行为，包括人、组织和管理等”。基础的人力防范是利用人们自身的器官，如眼、耳、皮肤等作为传感器进行探测，以发现妨害或破坏安全的目标，作出反应。例如，用声音警告和恐吓、设障、武器打击等手段来延迟或阻止危险的发生，在自身力量不足时还要发出求援信号，以期待作出进一步的反应，阻止危险的发生或处理已发生的危险。

传统的人防是指安全防范工作中人的自然能力的展现，通过人体体能的发挥延迟或阻止风险事件的发生；现代的人防是指执行安全防范任务的具有相应素质的人员和（或）人员群体的一种有组织的防范行为，包括高素质人员的培养、先进安全防范设备的配置、人员的组织和管理等。

1.1.3.2 物理防范

国家标准《安全防范工程技术规范》（GB 50348—2004）定义物理防范为“用于安全防范目的、能延迟风险事件发生的各种实体防范手段，包括建筑物、屏障、器具、设备、系统等”。物理防范由能保护目标的物理设施，如防盗门、窗、柜等构成，主要作用是阻止、延迟危险的发生，为“反应”提供足够的时间，其防范功能的强弱以推迟作案的时间来衡量。现代物理防范已不是单纯物质屏障的被动防范，而是越来越多地采用高科技手段，既可以减小实体屏障被破坏的可能性，又可以增强实体屏障本身的探测和反应功能，甚至具有美学效果。

1.1.3.3 技术防范

国家标准《安全防范工程技术规范》（GB 50348—2004）定义技术防范为

“利用各种电子信息设备组成系统和(或)网络以提高探测、延迟、反应能力并增强防护功能的安全防范手段”。技术防范是人力防范和物理防范手段的补充和功能的延伸,由探测、识别、报警、信息传输、控制、显示等单元组成,功能是发现风险,并将信息迅速传输到指定地点。技术防范需融入人防和物防中,使二者在探测、延迟、反应三个基本要素中不断增加科技含量,以提高探测能力、延迟能力和反应能力,使防范手段真正起到作用,达到预期目的。技术防范经历了由简单到复杂,由分散到组合,再到综合或集成系统的发展过程。技术防范的内涵和外延随着科技进步将不断更新,很多新技术都已开始应用到安全防范领域,其实际应用已远超出安全防范领域的原有范畴。

从逻辑和安全防范执行的主体方面把安全防范系统分为人防、物防和技防,而且特别强调三者的有机结合,如果过分强调某一手段的重要性,弱化或忽视其他手段的作用,都会给安防系统的持续、稳定运行埋下隐患,使系统的实际防范能力达不到预期的水平。人防、物防和技防的内涵中都隐含了安全防范的探测、延迟、反应的基本要素。其中:人防和物防是传统防范手段,是安全防范的基础;技防是近现代科学技术用于安全防范领域,并逐渐成为独立防范手段的过程中产生的一种新颖的防范概念。

由于现代科学技术的迅猛发展和广泛应用,技术防范越来越为公众所认可和接受,其内容也随着科技的进步而不断更新,从而使技术防范在安全防范中的地位越来越高。安全防范目前主要是指技术防范,其核心是建立纵深防护系统,通过探测、延迟、反应相协调的原则达到安全防范之目的。

1.1.4 安全防范系统

1.1.4.1 安全防范系统的构成

国家标准《安全防范工程技术规范》(GB 50348—2004)定义安全防范系统(Security and Protection System,SPS)如下:以维护社会公共安全为目的,运用安全防范产品和其他相关产品所构成的入侵报警系统、出入口控制系统、视频安全防范监控系统、防爆安全检查系统等,或由这些系统为子系统组合或集成的电子系统或网络。安全防范系统将具有防入侵、防盗窃、防抢劫、防破坏、防爆炸等功能的软硬件集成,构成具有探测、延迟、反应综合功能的信息网络,主要由入侵探测器、信息传输通道、报警控制器和监控中心等组成。

(1)入侵探测器　用于探测是否有入侵行为的电子装置,通常由传感器和信号处理电路组成。传感器将外界的压力、振动、声音、光线等被测量转化为易于测量和处理的电量(电流、电压等),信号处理电路将传感器输出的信号滤

波、放大、调制等以适应传输。

(2)信号传输通道　将信号处理电路输出的信号可靠地传输到报警控制器。信号传输通道通常可分为有线传输通道和无线传输通道两大类。

(3)报警控制器　接收信息传输通道传输来的信息,经过控制器处理和分析,用于控制是否发出报警的装置。

(4)监控中心　即安全防范系统的中央控制室,安全管理系统在此接收、处理各子系统发来的报警信息和状态信息等,并将处理后的报警信息、状态信息分别发往报警接收中心和相关子系统。普遍意义上来看,凡接收报警信息并作出某种反应的部门都可以称为报警接收中心;但在法律层面上,只有公安机关接警中心才具有法定的接处警执法功能。在我国,将不具有执法职能的接处警部门称为监控中心,将公安机关这样的接警中心定义为报警接收中心或接处警中心。

1.1.4.2　安全防范系统的分类

根据国家标准《安全防范工程技术规范》(GB 50348—2004),安全防范系统主要可分为入侵报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、电子巡查系统、停车库(场)管理系统、防爆安全检查系统、安全管理系统及其他系统。

(1)入侵报警系统(Intruder Alarm System,IAS)　利用传感器技术和电子信息技术探测并指示非法进入或试图非法进入设防区域(包括主观判断面临被劫持或遭抢劫或其他紧急情况时,故意触发紧急报警装置)的行为、处理报警信息、发出报警信息的电子系统或网络。

入侵报警系统通常由前端设备(包括探测器和紧急报警装置)、传输设备、处理/控制/管理设备和显示/记录设备四个部分构成。

(2)视频安防监控系统(Video Surveillance and Control System,VSCS)　利用视频技术探测、监视设防区域并实时显示、记录现场图像的电子系统或网络。

视频安防监控系统包括前端设备、传输设备、处理/控制/管理设备和显示/记录设备四部分。

(3)出入口控制系统(Access Control System,ACS)　利用自定义符号和(或)模式识别技术对出入口目标进行识别并控制出入口执行机构启闭的电子系统或网络。

出入口控制系统主要由识读部分、传输部分、管理/控制部分和执行部分以及相应的系统软件组成。系统可有多种构建模式,可根据系统规模、现场情况、安全管理要求等,合理选择。

(4)电子巡查系统(Guard Tour System,GTS)　对保安巡查人员的巡查线路、方式及过程进行管理和控制的电子系统。

电子巡查系统主要由巡查棒、信息钮、通讯座和管理软件等组成。

(5)停车库(场)管理系统(Parking Lots Mangement System,PLMS)　对进出停车库(场)的车辆进行自动登录、监控和管理的电子系统或网络。

(6)防爆安全检查系统(Security Inspection System for Antiexplosion,SISA)　检查有关人员、行李、货物是否携带爆炸物、武器和(或)其他违禁品的电子设备系统或网络。

(7)安全管理系统(Security Management System,SMS)　对入侵报警、视频安防监控、出入口控制等子系统进行组合或集成,实现对各子系统的有效联动、管理和(或)监控的电子系统。

(8)其他系统　如电子围栏系统、超市防盗系统等。

1.1.4.3　安全防范系统的层次

根据系统各部分功能的不同,将安防系统划分为采集层、传输层、处理层、控制层、执行层、表现层和支撑层7个层次。但是,由于安防系统中各设备集成化程度不同,集成化程度高的设备可能以多层身份存在于系统中。

(1)采集层　安全防范系统信息获取者,是系统品质好坏的关键因素,如指纹采集器、摄像机等。

(2)传输层　采集层信号的传输者,如光纤、网络线等。

(3)处理层　接收传输层信息,并进行处理,如放大器、视频分割器等。

(4)控制层　接收处理层信息,发出控制指令,如各种控制器。

(5)执行层　控制指令的命令对象,如云台等。

(6)表现层　安全性和防范性信息表现者,如监视器、铃声等。

(7)支撑层　后端设备的支撑、保护,如支架、防护罩等。

1.2　安全防范技术概述

1.2.1　安全防范技术

安全防范技术是用于安全防范工程的专门技术,国外通常将安全防范技术分为以下三类。

(1)物理防范(Physical Protection)技术　物理防范技术也称实体防范技术,主要是指利用各种建筑物、实体屏障以及与其配套的各种实物设施、设备和产品(如门、窗、柜、锁等)等构成系统,以防范安全风险。这类防范技术和建筑

科学技术、材料科学与工艺技术的关系极为密切。

(2)电子防范(Electronic Protection)技术　电子防范技术主要是指利用各种电子信息产品、网络产品组成系统或网络,以防范安全风险。这类防范技术与电子技术、传感器技术、自动控制技术、视频多媒体技术、有限或无线通信技术、计算机网络技术、人工智能与系统集成等科学技术的关系极为密切。

(3)生物防范(Biometric Protection)技术　生物防范技术是法律科学的物证鉴定技术和电子信息科学的模式识别技术相结合的产物,主要是指利用人体的生物学特征,如指纹、掌纹、面相、虹膜、掌形等进行身份识别,从而防范安全风险的一门综合性应用科学技术。这类防范技术与现代生物科学、生物工程技术、现代信息科学技术的关系极为密切。

综上所述,安全防范技术是一门多学科、多专业交叉融合的综合性技术,不仅涉及诸多自然科学和工程技术,而且还涉及社会人文科学。无论是物理防范技术、电子防范技术,还是生物防范技术,都会随着科学技术的发展而发展。目前,很多相关的科学技术都在不断地应用于安全防范,各种防范技术的交叉、渗透和融合将是安全防范技术发展的必然趋势。因此,安全防范技术人员不但要掌握扎实的安防技术基础,而且要不断学习安防新理论、新技术、新装备,培养和提高创新能力,设计出新颖实用、安全可靠的安全防范新产品,构建高技术含量、高附加值、高可靠性的安全防范系统。

1.2.2　安全防范技术专业体系

安全技术防范作为社会公共安全科学技术的一个分支,具有其相对独立的技术内容和专业体系。根据我国安全防范行业的技术现状和未来发展,安全防范技术按照学科专业、产品属性和应用领域的不同分类如下。

(1)入侵探测与防盗报警技术。

(2)视频监控技术。

(3)出入口目标识别与控制技术。

(4)报警信息传输技术。

(5)移动目标反劫、防盗报警技术。

(6)社区安防与社会救助应急报警技术。

(7)实体防护技术。

(8)防爆安检技术。

(9)安全防范网络与系统集成技术。

(10)安全防范工程设计与施工技术。

由于安全防范技术是正在发展中的新兴技术领域,因此上述专业体系的划

分只具有相对意义。实际上上述各项专业技术本身,都涉及诸多不同的自然科学和技术门类,它们之间又互相交叉和相互渗透,专业的界限会变得越来越不明显。可以看出,安全防范技术涉及电子技术、通信技术、信息技术、网络技术、计算技术、传感器技术、自动控制技术等,是多学科、多技术、多产品的综合运用及系统集成。

1.3 安全防范技术新发展

安全防范技术作为一门多学科、多专业交叉融合的综合性技术,将在相关诸多学科和技术的发展过程中不断汲取营养成分而发展。如前所述,安全防范系统主要可分为入侵报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、电子巡查系统、停车库(场)管理系统、防爆安全检查系统、安全管理系统及其他系统,尽管各子系统功能各异,其共性构成部分主要是由信息探测(采集)器、信息传输通道、信息处理/管理/控制器等组成。安全防范技术的新发展主要体现在安全防范系统各构成部分技术的新发展。

1.3.1 安全防范信息探测技术新发展

安全防范信息探测由各种传感器和信号处理电路完成。传感器是自动化系统中信息获取的首要环节,没有传感器,安全防范系统就无法探测风险事件的发生。目前,传感器技术的发展已落后于计算机、通讯等现代技术的发展,制约了各种系统的自动化、智能化程度。传感器技术的发展表现如下。

(1)微型化　随着微电子技术、微机电系统技术和微纳米技术等先进制造技术在传感器开发和制造中的应用,各种微型传感器不断被开发出来,并应用于不同领域。如微型图像传感器、MEMS 压力传感器、MEMS 加速度传感器、MEMS 陀螺仪等。如 ST 公司的 MEMS 三轴角速率陀螺 L3G4200DH,其大小只有 4 mm×4 mm×1 mm。

(2)智能化　智能传感器是传感器与人工智能、微处理器相结合,对外界信息具有一定的检测、自诊断、数据处理以及自适应能力的传感器。如霍尼韦尔公司的 ST3000-S900 系列智能差动压力传感器。

(3)网络化　网络传感器是配有网络接口的传感器。网络传感器的网络接口用微处理器实现,并且具有一定的智能,因此,也称为智能网络传感器。目前,IEEE 制定了网络传感器标准 IEEE1451。

(4)集成化　传感器集成化主要有两种形式:一种是在同一芯片上集成多

个同一类型的传感器，从而构成一维、二维、三维传感器，如 ST 公司的 MEMS 三轴角速率陀螺 L3G4200DH 就是这样集成而得；另一种是将传感器与信号处理、补偿等电路集成为一体化，简化传感器应用电路，提高传感器可靠性及精度等，如目前的各种压阻式压力传感器普遍采用传感器与补偿电路集成。

(5)数字化　数字传感器是指输出的表示被测量大小的信号为数字量(或数字编码)的传感器，其信号传输距离远，采用标准的数字通讯接口，便于直接接入网络。

(6)多功能化　一个传感器集成有多个被测量的测量单元，这种集成实现传感器的多功能化并不是简单地叠加，需消除不同被测量之间的干扰和耦合。如日本丰田研究所开发出同时检测 Na^+、K^+和 H^+等多种离子的传感器。

(7)仿生传感器研究方兴未艾　生物器官和结构经过漫长的进化，具有一些独特的功能，对某些量非常敏感，是很好的传感器，目前人类对这些独特功能的机理认识和研究还不够，开发出的仿生传感器还很少。但是，仿生传感器是传感器的一个重要发展方向。

(8)多传感器融合技术　多传感器系统通过多个传感器(可以为同构，也可以为异构)获得更多种类和数量的传感数据，因此经过处理得到的多种信息能够对环境进行更加全面的描述，在实际应用中多传感器系统可以被理解为一个多输入多输出的系统(包括多输入单输出系统)。在多传感器系统中，包含大量不确定信息(如各种误差)，多传感器融合的研究对象就是这些不确定信息，通过融合技术处理可以降低信息的不确定性，提高对环境特征描述的准确性。例如多种传感器探测玻璃破碎，经过融合可以降低误判率。

1.3.2　安全防范信息处理技术新发展

安全防范系统处理的对象是各种各样的信息，包括信息采集、传输、存储、处理和显示等，可以说，安全防范系统就是一个安全防范信息处理系统。安全防范信息采集由安全防范传感器完成，本部分主要介绍安全防范系统中信息传输、存储、处理和显示相关方面的新发展。

1.3.2.1　安全防范信息传输技术新发展

安全防范信息传输可以分为有线传输和无线传输两大类。

(1)有线传输　按照传输介质分，有线传输有双绞线、同轴电缆、光导纤维等。我们日常生活、工作中所接触到的电话线、局域网络线是最常用的双绞线，有线电视线是同轴电缆。光导纤维与双绞线、同轴电缆比较有很多优点，技术先进，发展迅速。

光导纤维简称光纤，由能传导光波的玻璃纤维外加保护层构成，主要有纤芯、保护层、吸收外壳、防护层、外绝缘层。纤芯及保护层均用极纯净的玻璃或塑胶制成，保护层折射率比核心部分低。到达纤芯表面的光入射角大于临界角时会发生全反射，光在纤芯多次全反射达到传导光波之目的。光纤的主要特点：传输信号频带宽、通信容量大、传输损耗小、传输距离远、误码率低、可靠性高、抗干扰能力强、保密性好。

光纤通信是以相干性和方向性极好的激光束作为载体来携带信息，并利用光纤进行传输的通信方式。光纤通信使用波长范围在 0.85～2.0 μm，中心波长分别为 0.85 μm、1.3 μm、1.55 μm。光纤通信的频率范围为 1014～1015 MHz，覆盖可见光谱和部分红外光谱，其传输速率达 Gb/s 级，传输距离达数十千米。光纤通信系统有模拟光纤通信系统和数字光纤通信系统。

(2)无线传输　无线传输通过空间电磁波传输信号。无线通信是利用大气传输电磁波信号的通信方式。由于各波段传输特性各异，形成多种类型的无线通信。常用的无线介质有无线电波、微波、红外和激光等，与之对应的无线电传输系统大致分为广播通信系统、地面微波通信系统、卫星通信系统和红外通信系统等。

在无线传输通信中，发展最快的是各种无线网络通信技术。

802.11 是 IEEE 最初制定的一个无线局域网标准，主要用于解决办公室局域网和校园网，用户与用户终端的无线接入业务主要限于数据存取，速率最高只能达到 2 Mbps；IEEE 802.11b 无线局域网的带宽最高可达 11 Mbps，比 IEEE 802.11 标准快 5 倍以上，使用的是开放的 2.4 GHz 频段；IEEE 802.11a 无线局域网标准最高速度达 54 Mbps，使用 5 GHz 的工作频段；802.11 g 同样使用 2.4 GHz 频段，使用和 802.11a 相同的 OFDM(正交频分复用调制)技术，传输速率也是 54 Mbps。

Wi-Fi 联盟在 802.11a/b/g 后推出了 802.11 n 无线传输标准，其将 MIMO(多输入多输出)与 OFDM(正交频分复用调制)技术相结合而应用 NIMO OFDM 技术，传输速率可高达 300 Mbps，甚至高达 600 Mbps。该标准 2009 年才得到 IEEE 的正式批准，但目前基于 802.11 n 的无线网络产品已大量在计算机等多领域中应用，包括基于 802.11 n 的无线监控产品。

蓝牙(Blue Teeth)技术是一种支持设备短距离(一般 10 m 内)通信的无线电技术，能在包括移动电话、PDA、无线耳机、笔记本电脑、相关外设等众多设备之间进行无线信息交换。利用蓝牙技术，能够有效地简化移动通信终端设备之间的通信，也能够成功地简化设备与因特网之间的通信，从而数据传输变得更加迅速高效，为无线通信拓宽了道路。蓝牙采用分散式网络结构以及快跳频和短包技术，支持点对点及点对多点通信，工作在全球通用的2.4 GHz ISM(即工