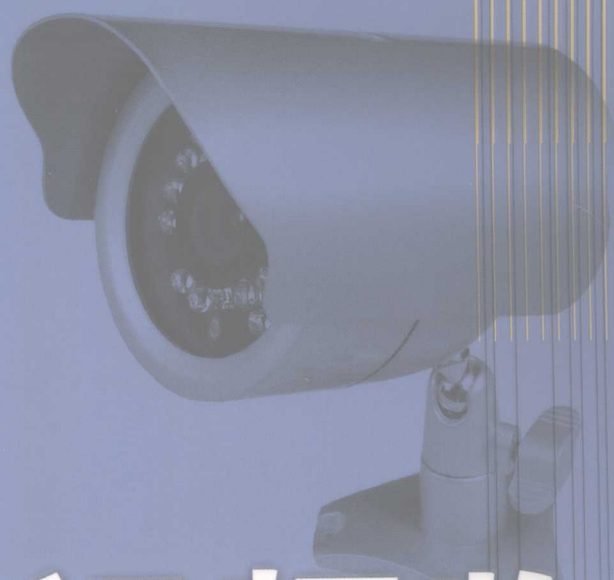




网络视频监控 技术及应用

【 梁笃国 张艳霞 郑泽民 曹宁 等 编著 】

网络视频监控

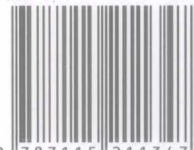
技术及应用

封面设计：董福彬



分类建议：通信技术
人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

ISBN 978-7-115-21134-7



9 787115 211347 >

ISBN 978-7-115-21134-7

定价：36.00 元

网络视频监控

技术及应用

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

网络视频监控技术及应用 / 梁笃国等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 9
ISBN 978-7-115-21134-7

I. 网… II. 梁… III. 计算机网络—视频系统—监视控制 IV. TN94 TP277

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第119515号

内 容 提 要

本书全面地介绍了网络视频监控系统的组成、系统功能、内部工作原理、关键技术和系统组网等内容。在介绍入门级的网络监控技术与应用的基础上, 首次提出了电信级网络视频监控的系统架构、多级存储架构、安全架构、建设流程与评测、智能应用架构等大型系统建设应考虑的关键因素。

本书不仅可以作为大专院校师生视频监控方面的教材和参考书, 还可以为电信运营商、视频监控系统集成商、设备提供商的实际生产、建设和操作提供指南。

网络视频监控技术及应用

-
- ◆ 编 著 梁笃国 张艳霞 郑泽民 曹 宁 等
责任编辑 王建军
执行编辑 李 静
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12
字数: 290千字
印数: 1—3 000册
- 2009年9月第1版
2009年9月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-21134-7

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67119329 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

编 委 会

编写指导：万 军、冯 明、孙军涛、毛东峰、祁庆中

主要编写：梁笃国、张艳霞、郑泽民、曹 宁

参与编写：张琳姝、雷俊智、李 杰、任广杰、邓 涛

崔瑞琳、冯传滨、丁 华、华俊峰、周 杰

张云霞、邵海锋、杨 磊

序 言

众所周知，视频监控系统因其图像直观逼真，所含的信息量巨大，可以通过录像等途径长期保存，并能通过网络进行远程传输与控制，因此是安防系统中最吸引人眼球的部分，具有巨大的发展空间。模拟视频监控系统在过去一直是主流，并且还会在今后一段时间内和数字监控系统共存，但是，数字化连网型的视频监控系统将会逐步取代模拟视频监控系统，而且这种发展趋势将是不可逆转的。当前从设备来看，网络摄像机清晰度已达 130 万像素或更高，可直接连网使用，并已具有高清晰度、低照度、宽动态范围等特点。此外，还可以通过 PON（无源光网络）技术延伸接入范围，提高网络视频监控系统的可维护性。

从技术上而言，构建网络视频监控系统虽然是发展之必然，但亦非是平坦之途。众所周知，数字化的视频图像所需的存储容量是十分巨大的，为了减少图像的传输及存储容量，已有多种算法用于对图像信息进行压缩，如 MPEG-4、H.264 等，但也不能完全解决数字图像信息量巨大所带来的矛盾，因此系统传输带宽和存储容量可能成为制约网络视频监控系统实现的重点与难点。此外，网络视频监控系统一般基于 IP 和网络，IP 的“尽力而为”的特性，使得在 IP 网络中传输数字视频图像时会因为网络的延时、抖动而造成画面马赛克等影响用户体验的情况，不过，这些问题正通过 IP 网络 QoS 技术的进一步发展而得到逐渐解决。

在构建视频监控系统时，图像的传输非常关键。从接入方式来说，可选择有线及无线接入方式。其中，有线接入方式包括 ADSL、IP over SDH、IP over PON 等，无线接入则包括 Wi-Fi、CDMA EV-DO、WCDMA、TD-SCDMA 等。从接入介质来说，在长距离时，主要使用光缆，短距离则以同轴电缆、电话线等为主。为保证图像传输质量，对于时延与抖动这些影响图像质量较大的因素，在建设基于 IP 的视频监控系统时要予以特别关注。

作为图像数据和报警事件记录的载体，存储的重要性是不言而喻的。当前，存储已不仅仅是一个设备，而是已经升华到了一个解决方案的地步，选择何种存储机制和装置相当关键。网络存储设备因结合了磁盘、RAID、SCSI、文件系统、吉比特以太网、存储管理、存储虚拟化、iSCSI、网络通信等众多关键技术，同时具备数据保护、磁盘热插拔、风扇及电源冗余等可靠性要求，因此将会成为选择的重点。大容量的存储系统并不是存储设备的简单堆积，更需要解决存储机制的完备性、存储标准以及时间（存储数据处理速度）和空间（存储容量）的可使用性等问题，还有大容量存储系统的可管理性要求。

此外，从整体上而言，网络视频监控系统还处在发展和变革的进程之中，以 IP 摄像机为核心的网络视频监控系统将会得到更广泛的普及与提升，未来还会有从标准清晰度（SD）格式转向高清视频（HDTV）标准的要求。从应用方面而言，具有智能化功能的视频监控以及视频图像智能识别与分析技术将会是未来关注的焦点。

中国电信股份有限公司上海研究院以其强大的技术优势在国内引领了网络视频监控技术的发展，特别是在近几年的平安城市建设中，打响了“全球眼”的金字招牌，获得了各方

面的好评。他们在此基础上通过总结经验和广泛收集国内外有关资料，编写了本书。本书不仅技术含量高，内容也非常全面，相信它对未来视频联网系统和平安城市建设等诸多应用，都会有重要的借鉴和参考价值。

陈龙

中国科学院自动化研究所研究员

2009年4月18日

前 言

按照《中国安防行业“十一五”发展规划指导思想》的要求,“十一五”期间安防产业年增长率要达到20%以上,安防系统建设发展势头非常迅猛。其中,视频监控系统是安防系统的重要组成部分。随着网络技术以及芯片和核心算法技术的快速发展,网络视频监控成为新的发展方向;同时,网络视频监控也在众多的非安防领域得到了大量的应用。

本书在国内首次全面地介绍了网络视频监控系统的组成、系统功能、内部工作原理、关键技术和系统组网等内容。在介绍入门级的网络监控技术与应用的基础上,首次提出了电信级网络视频监控的系统架构、多级存储架构、安全架构、建设流程与评测、智能应用架构等大型系统建设应考虑的关键因素。

本书共9章:第1章简单介绍了国内外视频监控应用现状;第2章介绍了国内视频监控典型应用需求和场景,分析了当前政府、企业、家庭及公众的最新监控需求;第3章介绍了视频监控相关标准,包括国内外主要标准组织状况以及监控系统参考标准,以便于读者参考;第4章介绍了网络视频监控系统的组成,重点介绍了运营级网络监控系统的组成、功能、中心管理平台架构和工作流程,视频服务器、模拟摄像机以及网络摄像机的设备组成等,使得读者对监控系统有一个整体的理解;第5章从实际应用的角度出发,介绍视频监控系统组网;第6章介绍网络视频监控关键技术,包括视频质量的关键指标、编解码、设备网管、安全监控技术等,为读者进一步深入理解系统内部原理提供参考;第7章结合监控系统的需求对存储系统技术与架构进行介绍,分析监控存储的应用特点、存储容量的计算、存储系统性能以及存储系统的评估体系等,为大型监控存储系统的建设提供有益的指导;第8章介绍了网络监控系统的建设要考虑的因素,包括系统建设原则、网络监控方案设计、主要的系统设备选型、监控防雷接地及环境要求、建设实施流程以及项目测评和验收等;第9章对视频智能监控应用进行了展望,对智能监控技术和性能进行了介绍,并通过目前应用较多的客流分析和车牌识别案例分析,让读者对智能应用有感性认识。

本书不仅可以作为大专院校师生视频监控方面的教材和参考书,还可以为电信运营商、视频监控系统集成商、设备提供商的实际生产、建设和操作提供指南。

本书的主要编写者为梁笃国、张艳霞、郑泽民、曹宁,参与编写的人员还有:张琳姝、雷俊智、李杰、任广杰、邓涛、崔瑞琳、冯传滨、丁华、华俊峰、周杰、张云霞、邵海锋、杨磊。

致 谢

本书在编写过程中得到了中国电信领导和专家的帮助和支持，包括万军、冯明、孙军涛、毛东峰、祁庆中等，在此向他们表示感谢。

此外，本书中的部分内容参考了相关厂家的技术资料，如杭州海康威视公司、北京互信互通公司、浙江公众信息产业公司、苏州科达科技公司、中兴通讯公司、杭州华三通信公司、IBM 公司等，在此向他们表示感谢。

目 录

第 1 章 网络视频监控的起源与应用现状	1
1.1 网络视频监控的起源	1
1.2 国外网络视频监控应用现状	1
1.2.1 美国	2
1.2.2 英国	3
1.2.3 其他	6
1.3 国内网络视频监控应用现状	7
第 2 章 国内视频监控典型应用场景	12
2.1 政府和企业监控应用	12
2.1.1 平安城市	13
2.1.2 检验检疫	15
2.1.3 环境保护	16
2.1.4 气象监测	18
2.1.5 银行系统	20
2.1.6 保险行业	22
2.1.7 文化教育	22
2.1.8 车载监控	25
2.1.9 商业连锁	27
2.1.10 其他行业应用	29
2.2 家庭监控应用	32
2.3 公众监控应用	34
第 3 章 视频监控的相关标准	35
3.1 国内外主要标准化组织状况	35
3.1.1 国内标准化组织	35
3.1.2 国际标准化组织	36
3.2 相关参考标准	37
3.2.1 ITU-T 和 ISO 视频编码标准	37
3.2.2 IETF 相关传输标准	38
3.2.3 IEEE 相关标准	38
3.2.4 中国国家标准	39
3.2.5 我国安防行业标准	39
3.2.6 其他参考标准	40

第4章 网络视频监控系统的原理和组成	41
4.1 监控系统的发展演变	41
4.1.1 模拟视频监控系统	41
4.1.2 数字视频监控系统	42
4.1.3 网络视频监控系统	43
4.1.4 运营级网络监控系统	44
4.2 网络视频监控系统的功能	46
4.2.1 实时视频浏览	46
4.2.2 视频存储回放	48
4.2.3 报警联动	48
4.2.4 语音对讲与广播	49
4.2.5 系统管理	49
4.3 网络监控系统的组成	51
4.3.1 系统物理结构	51
4.3.2 监控中心平台设备	52
4.3.3 用户监控客户端	55
4.3.4 前端监控设备	56
4.4 运营级监控中心管理平台架构和工作流程	59
4.4.1 平台架构	59
4.4.2 工作流程	61
4.5 视频服务器的原理与构成	65
4.5.1 视频服务器的分类	65
4.5.2 视频服务器的组成与工作原理	68
4.5.3 视频服务器的技术指标	70
4.5.4 视频服务器的接口	71
4.6 模拟摄像机的原理与构成	75
4.6.1 模拟摄像机的分类	75
4.6.2 模拟摄像机的组成与工作原理	77
4.6.3 摄像机的主要技术指标	79
4.6.4 模拟摄像机的接口	82
4.7 网络摄像机设备	83
4.7.1 网络摄像机的组成	83
4.7.2 网络摄像机的接口	84
第5章 视频监控系统的组网	86
5.1 传输网络的关键指标	86
5.2 网络监控带宽的计算	86
5.2.1 前端带宽的计算	87
5.2.2 中心服务平台带宽的计算	87
5.2.3 客户端带宽的计算	87

5.3 网络设备的需求特点	88
5.4 典型的组网模式	88
5.4.1 数模结合专网组网模式	88
5.4.2 基于运营商网络的组网模式	90
第6章 网络视频监控关键技术	94
6.1 影响视频质量的关键指标	94
6.2 视频压缩技术	94
6.2.1 MPEG-4 标准	96
6.2.2 H.264 标准	96
6.2.3 MJPEG 标准	98
6.3 固定码率和可变码率编解码	98
6.4 视频封装格式	99
6.5 视频传输协议	100
6.6 云台控制协议	101
6.7 芯片技术与压缩板卡	102
6.8 图像传感器技术	104
6.9 红外摄像技术	106
6.10 设备网管协议	107
6.10.1 SNMP	107
6.10.2 TR069 协议	108
6.11 安全监控技术	110
6.11.1 业务安全性	111
6.11.2 数据安全性	111
6.11.3 网络安全性	115
6.11.4 系统设备安全性	115
6.12 时钟同步技术	117
第7章 存储系统技术与架构	119
7.1 监控存储技术及比较	119
7.1.1 磁带、磁盘与磁盘阵列	119
7.1.2 监控存储的应用特点	120
7.1.3 三种典型存储技术	121
7.1.4 存储技术的比较	124
7.2 存储容量的计算	125
7.3 存储系统应解决的问题	125
7.4 大型监控存储系统的需求	127
7.5 分布式存储系统架构	128
7.5.1 存储应用服务器	129
7.5.2 存储资源服务器	130

7.5.3 内容索引服务器	130
7.6 存储系统的工作原理	131
7.6.1 视频存储流程	131
7.6.2 视频查询流程	132
7.6.3 视频播放流程	132
7.7 存储系统的物理性能	132
7.7.1 写入流程对存储的物理性能要求	132
7.7.2 查询和读取流程对存储的物理性能要求	132
7.8 存储系统的安全性	132
7.9 存储系统的物理可靠性	133
7.10 存储系统的评估体系	133
7.10.1 基准测试指标	133
7.10.2 评估指标体系	134
第8章 网络视频监控系统的建设	138
8.1 系统建设原则	138
8.2 网络监控方案设计	139
8.3 系统设备选型	139
8.3.1 摄像机设备选型	140
8.3.2 视频服务器设备选型	144
8.3.3 大屏幕显示设备的选型	144
8.3.4 磁盘和磁带系统的选择	145
8.3.5 监控系统防雷接地及环境要求	146
8.4 建设实施流程	146
8.5 项目测评和验收	147
8.5.1 工程评测的标准	147
8.5.2 测评方法	148
8.5.3 测评内容	151
8.5.4 项目验收	151
第9章 智能视频监控及应用	154
9.1 智能视频监控的发展	154
9.2 智能视频监控的功能	156
9.2.1 目标识别	156
9.2.2 事件识别与行为分析	158
9.2.3 数据获取	160
9.2.4 视频诊断与设备维护	163
9.3 智能视频监控技术	164
9.3.1 智能视频监控实现模式	164
9.3.2 智能视频监控架构	165

9.3.3 智能视频监控性能	166
9.4 应用案例一：客流分析	167
9.4.1 运营级客流分析系统架构	168
9.4.2 客流分析的业务特点	169
9.4.3 某商圈广场客流案例分析	169
9.5 应用案例二：车牌识别	170
9.5.1 车牌识别的应用	170
9.5.2 车牌识别原理和典型系统组成	171
9.5.3 某城市车牌识别成功案例	173
缩略语	175
参考文献	177

第 1 章 网络视频监控的起源与应用现状

1.1 网络视频监控的起源

过去，剑桥大学特洛伊计算机实验室的工作人员为了满上一杯咖啡，往往需要走到楼梯之间的走廊，看看咖啡煮好没有，但却常常空手而归。1991 年，实验室的几个小伙子为了方便，在研究之余花了几天的时间，在那个由几个实验室共用的咖啡壶边放置了一台摄像机，然后利用计算机图像捕捉技术，以一分钟三帧的速率传递到实验室的电脑上，以便随时了解咖啡是否煮沸。此后，这套简单的本地“咖啡观测”系统又经过其他同事的更新，以一秒一帧的速度将图像通过实验室网站传递到了互联网上，全世界互联网用户蜂拥而至，共有近 240 万人次点击过这个曾经名噪一时的“咖啡壶”网站。因此，就网络数字摄像机而言，其市场开发、技术应用以及日后的种种网络扩展可以说都是源于这个世界上最负盛名的特洛伊咖啡壶，见图 1-1。

网络视频监控技术就是通过有线或者无线网络把视频信息以数字化的形式进行传输，只要是网络可以到达的地方就可以实现视频监控和记录。网络视频监控系统的出现已经超出了传统监控的范畴，在越来越多的行业应用中，这种革命性的技术正在逐步取代传统的监控系统，在提高安全性的同时也进一步降低了成本，已经成为实现现代化管理的一个有力工具。

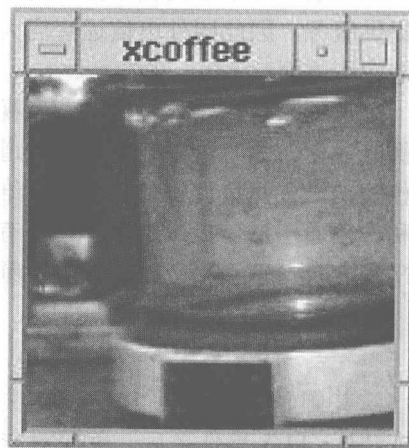


图 1-1 特洛伊咖啡壶

1.2 国外网络视频监控应用现状

目前，欧洲在网络视频监控系统的安装数量上处于领先地位，以美国为代表的北美地区发展也较为成熟，亚太和其他地区处于发展中。从世界范围来看，安防产业可以分为两个阵营，第一个阵营是发展中国家和地区。在这些国家和地区，存在较严重的安全隐患，而另一方面，经济快速发展，中高收入阶层不断涌现，这些因素在直接或间接地推动安防行业市场不断发展。第二个阵营则是发达国家和地区，这些国家经济水平发达，相应地，安防监控产业的整体发展水平也比较高，安防监控的用户基础非常广泛，既包括政府、大企业也包括广大的中小企业、商铺、家庭与个人。

如图 1-2 所示，国外视频监控产业链包括设备生产商、系统集成商、电信运营商、软件开发者和用户。既有像 IBM 这样的公司为企业和行业用户提供整体解决方案；也有运营商与

设备商、软件开发商联手提供服务，运营商提供网络和传输服务，设备商提供终端、安装、调试和维修服务；另外还有厂商自己研发产品，并且向用户提供集中解决方案，单独构成整个产业链。

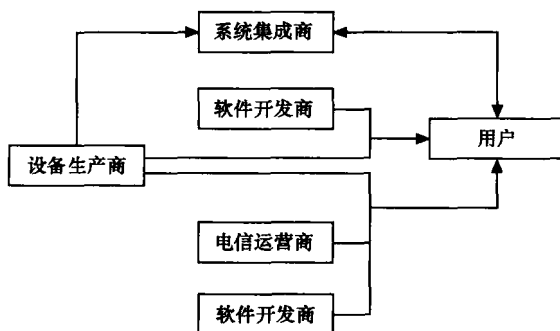


图 1-2 国外视频监控产业链的构成

从国外的产业链构成可以看出，设备生产商能够采用多种方式提供业务，既可以与他人合作，也可以单独提供服务，而电信运营商在产业链中，必须和其他厂商合作才能够为用户提供服务，因此国外电信运营商大多是为个人用户提供安全系统方案，主要定位在个人和住宅应用方面。

总的来看，国外电信运营商视频监控的业务模式主要分为三类：一类是电信运营商仅提供专业化、大容量的视频传输通道；一类是运营商与设备商合作提供服务，运营商负责接入传输，设备商负责安装以及运行维护，电信运营商作为终端厂商的代销商以一定折扣把终端和传输通道打包提供给用户；还有一类是电信运营商委托系统集成商建立一套专业化的监控平台，自身基于平台独立开展视频监控业务。

1.2.1 美国

美国是最早采用 IP 视频监控摄像机的国家，其视频监控系统的 2/3 以 IP 为基础，在“9·11”事件之后，美国对安全问题的重视极大地推动了这一行业的发展，有众多美国公司提供该项业务，不仅有大量的系统集成商提供网络视频监控服务，还有不少电信运营商凭借网络、渠道与服务优势，也参与了其中的经营活动。在众多的运营商中，美国 AT&T 公司（美国电话电报公司）是最有优势地位的一家。

AT&T 进入美国安防产业是从家庭安全防护与监控入手的，推出此项服务的背景在于其收购了 Cingular Wireless 公司，要将无线、有线业务进行整合，并借此提高 Cingular Wireless 用户的忠诚度。2006 年，AT&T 结合它在固定电话网、移动电话网、有线电视网、互联网等网络基础设施上的优势，推出了面向家用的视频监控设备，该系统配备有摄像机以及多种传感器，包括门磁传感器、窗磁传感器、温度传感器、烟雾传感器、水流传感器等，一旦用户家中有人闯入或者门窗被强制打开，或者发生火灾、水管泄漏等，该系统都能够向用户手机或者 PC 发送警报，报警形式包括短信、彩信、电子邮件等。用户收到报警后，可通过手机或 PC 观看现场监控视频，AT&T 的宽带互联网用户和旗下无线运营专业公司——Cingular Wireless 的无线上网手机用户都可以享用这项服务。AT&T 家用安全监控系统设备的外形见图 1-3，监控系统的结构见图 1-4。

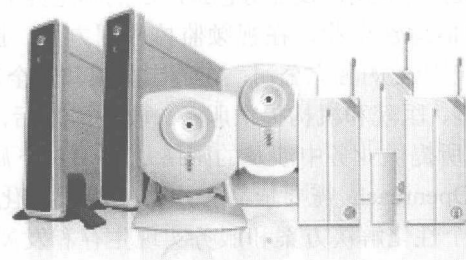


图 1-3 AT&T 家用安全监控系统设备的外形

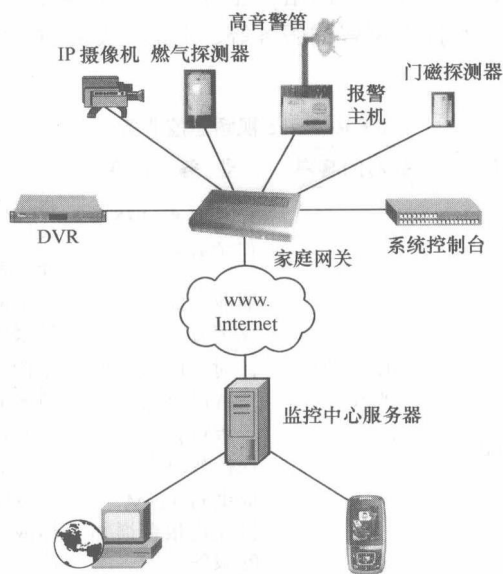


图 1-4 AT&T 家用安全监控系统的结构

该服务的系统初装费为 299 美元，用户需要一次性购买标准套件，之后需每月支付服务费用 9.95 美元。标准套件包括一个 IP 球形摄像机、两个功率控制模块、一个门磁传感器、一个窗磁传感器、一个报警网关以及软件包和完整的用户指导书一份，如果用户需要增加新的传感器或增加摄像头数目，则可选择增强型套件或豪华套件，并相应增加初装费。

AT&T 公司联合设备厂商提供服务，AT&T 公司提供接入和传输，设备厂商提供安装、调试和售后维护。另外，AT&T 公司还联合保险公司等机构为有特殊需求的用户提供捆绑服务。在数据安全方面，AT&T 也作出承诺，将不会收看用户的家庭视频反馈，亦不会监控和分析通过该服务传输的数据。

1.2.2 英国

据英国“安全公园”网站 (<http://www.securitypark.co.uk>) 公布的数据，2007 年英国安全市场价值为 60 亿英镑。面对如此庞大的市场，各类集成商、专业公司、电信运营商都积极参与到了安防产业之中。据统计，目前仅加入英国安全行业协会的从事安全行业的公司就