



变电站

视频及环境监控 实用技术

广东电网有限责任公司电力科学研究院 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

变电站 视频及环境监控 实用技术

广东电网有限责任公司电力科学研究院 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要对变电站视频及环境监控系统的技术现状、项目工程实践情况进行研究和探索,为形成较为完整的电力视频监控及安全防范解决方案提供重要的理论和工程技术基础。全书共六章,第一章介绍电力行业视频及环境监控系统的发展过程和概况;第二章介绍目前典型的变电站视频及环境监控系统的结构和基本功能;第三章介绍变电站视频监控处理平台实现技术;第四章介绍变电站环境监控处理平台实现技术;第五章介绍变电站视频及环境监控系统实用化技术应用及展望;第六章介绍广东电网变电站视频及环境监控系统的应用实例。

本书可供从事变电站视频及环境监控系统项目规划、设计、开发、管理、运行、检修等工作的专业人员参考,也可供高校、科研单位及制造厂商借鉴学习。

图书在版编目(CIP)数据

变电站视频及环境监控实用技术 / 广东电网有限责任公司电力科学研究院组编. —北京: 中国电力出版社, 2015.11

ISBN 978-7-5123-8185-8

I. ①变… II. ①广… III. ①变电所—视频系统—监视控制
IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 199236 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 11 月第一版 2015 年 11 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 8 印张 134 千字

印数 0001—2000 册 定价 29.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

广东电网有限责任公司电力科学研究院 组编

主 编 陈 皓 胡亚平

副 主 编 陈炯聪 高 雅 谢善益 张喜铭

吴赞红

编写人员 邓应松 刘振国 谢国财 张德雷

陈飞凌 金 杰



前 言

随着多媒体、计算机、物联网等技术的不断成熟，在无人值守变电站管理模式广泛推广的前提下，基于远程视频监控与信息管理的“遥视系统”有了实现的可能。国家电网公司、中国南方电网有限责任公司近几年纷纷开展变电站视频及环境监控系统建设，基于变电站巡检中心、集控中心通过现有的电力通信网对所属变电站实现远程实时图像监控、远程故障、意外情况告警接收处理和环境监测，大大提高变电站运行和维护的安全性和可靠性，并在逐步探索电网的可视化监控和调度的可行性。尤其是近十年以来，电力视频及环境告警监控技术正朝着“智能”、“高清”、“无线”、“辅助生产”等方向蓬勃发展。变电站视频及环境监控系统建设也迈向标准化、统一化、易维护、可扩展的新阶段，不仅有效解决了视频监控系统通信接口的“互联互通”、音视频数据的“互编互解”问题，而且还将站内环境、告警、门禁、通信电源、蓄电池、空调等统一纳入监控范围，形成了站端系统、集控中心、地区级平台、省级及网级平台多级弹性的分布式一体化监控系统。系统内部各子系统之间有机集成、智能联动，以视频业务为核心，为变电站设备巡检、安全督察、应急指挥、反事故演习等提供立体化、全方位的站内辅助测控数据。

如今，云计算、虚拟化、移动互联网等技术应用已经深入人类生活的每一个角落。随着人工智能、计算机视觉、机器人技术等不断成熟和完善，如何将这些新技术的发展成果与包括视频、环境、告警数据在内的物联网数据有效整合、植入，从而使电网视频环境系统更加智能可靠、架构更加合理、更易于维护管理，更好地服务于电网生产，提升电网现代化、智能化水平，成为摆在我们面前的一个全新课题。

本书主要对变电站视频及环境监控系统的技术现状、项目工程实践情况进行研究和探索，为形成较为完整的电力视频监控及安全防范解决方案提供重要的

理论和工程技术基础。全书共六章，第一章介绍电力行业视频及环境监控系统的发展过程和概况；第二章介绍目前典型的变电站视频及环境监控系统的结构和基本功能；第三章介绍变电站视频监控处理平台实现技术；第四章介绍变电站环境监控处理平台实现技术；第五章介绍变电站视频及环境监控系统实用化技术应用及展望；第六章介绍广东电网变电站视频及环境监控系统的应用实例。

由于编写时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

本书编写组

2015 年 2 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 电力行业视频监控系统发展过程	1
第二节 电力视频监控系统未来的发展方向	5
本章小结	7
第二章 变电站视频及环境监控系统结构和基本功能	9
第一节 变电站视频及环境监控系统的分层结构	9
第二节 主站系统结构及基本功能	10
第三节 变电站站端系统结构及基本功能	25
本章小结	31
第三章 变电站视频监控处理平台实现技术	32
第一节 系统通信协议	32
第二节 视频智能分析处理	40
本章小结	48
第四章 变电站环境监控处理平台实现技术	49
第一节 变电站环境监控系统结构	49
第二节 变电站安全警卫系统	50
第三节 变电站门禁系统	54

第四节 变电站通信电源及蓄电池监控.....	60
本章小结	63

第五章 变电站视频及环境监控实用化技术应用及展望

64

第一节 与自动化系统互联	64
第二节 机器人技术在电力巡检中的应用	87
第三节 全景凝视监控技术及应用	97
本章小结	112

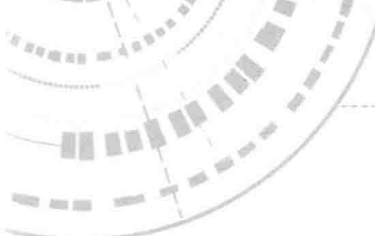
第六章 广东电网变电站视频及环境监控系统应用实例

113

第一节 大运会保供电案例	113
第二节 亚运会、亚残会保供电案例	115
本章小结	118

参考文献

119



第一章 绪 论

第一节 电力行业视频监控系统发展过程

电力行业视频监控主要应用于变电站视频监控、电厂视频监控、电力营业厅及大楼视频监控。从变电站视频监控系统发展过程来看,输电网中变电站地理位置较分散,在几百甚至上千平方公里内星罗棋布,联网视频监控对变电站无人/少人值守具有重要意义。利用电力专用通信线路可以较为方便地进行视频监控组网,早期的变电站视频监控系统又可称为变电站远程图像监控系统(遥视系统)。

第一代变电站视频监控系统为模拟遥视系统,出现于 2000 年以前,重点在国内高电压等级变电站应用,主要实现视频监控及安防报警,作为四遥系统的重要补充,为变电站无人/少人值守提供了有力支撑。

第二代变电站视频监控系统为半数字化遥视系统,自 2000~2009 年逐渐在国内变电站推广应用。随着 H.264 算法的优化,在 2Mbit/s 线路上传输 D1 格式的变电站站内图像,能够更好地实现监控联网。

第三代变电站视频监控系统为全数字化变电站视频及环境监控系统、智能变电站辅助综合监控系统,出现于 2009 年以后。该系统是目前在中国南方电网有限责任公司(以下简称南方电网公司)和国家电网公司主要运行的视频监控系统。该系统集成变电站站内视频、环境、消防、门禁、灯光综合监控,摄像机采用网络光口输出,电磁兼容可靠性大幅提高。采用高清视频监控技术能够达到 1080p 以上分辨率,更好地看到变电站内设备的细节。智能变电站综合辅助监控系统主要在国家电网公司得到了大量应用,实现了智能变电站视频、环境、消防、门禁等子系统的有机集成和综合监控。

1. 变电站远程图像监控系统(遥视系统)

传统的变电站遥视系统主要以模拟视频监控实施,达到对电力运行设备、变电站环境的远程监视,同时可集成周界防范、入侵探测、环境监测(环境温湿度、烟雾报警、水浸报警)、报警联动等诸多功能。系统结构如图 1-1 所示。

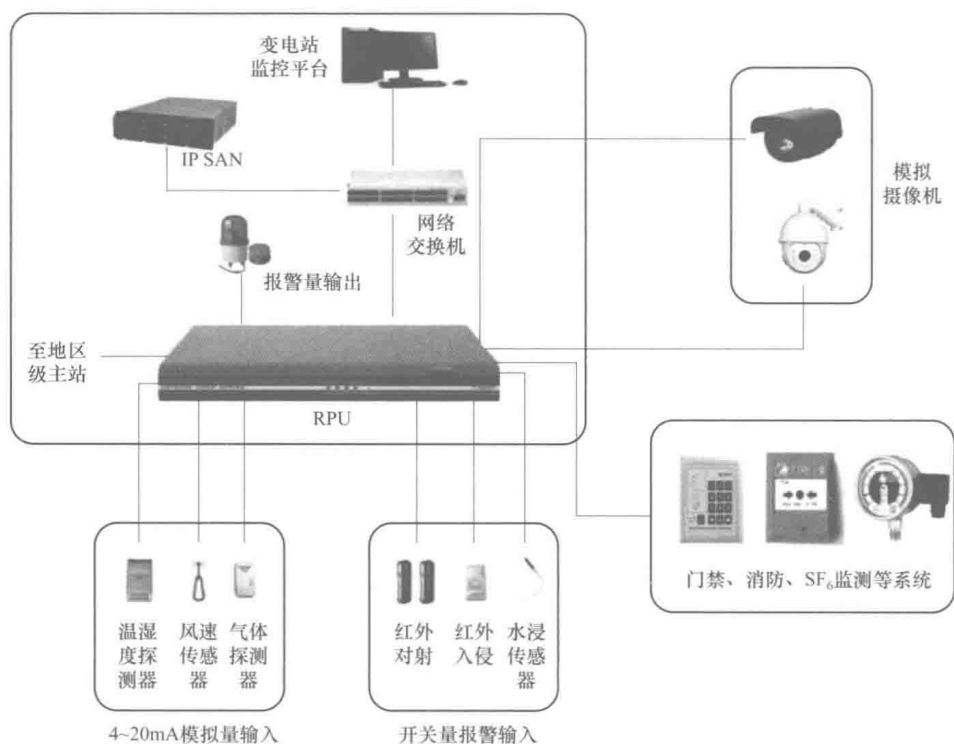


图 1-1 变电站远程图像监控系统结构

2. 智能变电站辅助综合监控系统

近几年来，随着 IEC 61850 系列标准的应用和光电互感器的研发与投入使用，我国智能电网已建成一定数量的数字化智能变电站。数字化智能变电站使变电站的所有信息采集、传输、处理、输出过程由过去的模拟信息转换为数字信息，并建立与之相适应的通信网络和系统。数字化智能变电站自动化系统的结构在物理上可分为两类，即智能化的一次设备和网络化的二次设备；在逻辑结构上可分为三个层次，根据 IEC 通信协议定义，这三个层次分别称为“过程层”、“间隔层”和“站控层”。新型数字化智能变电站主要由为全数字和光纤的信号采集系统、数字化继电保护和综合自动化系统、数字化视频及环境监测（智能辅助）系统构成。

智能变电站综合辅助监控系统主要在国家电网公司系统应用，通常包含七个子系统，分别是视频监控子系统、环境监测子系统、智能控制子系统、安全警卫子系统、门禁子系统、消防子系统、四遥联动子系统。图 1-2 是该系统结构图。

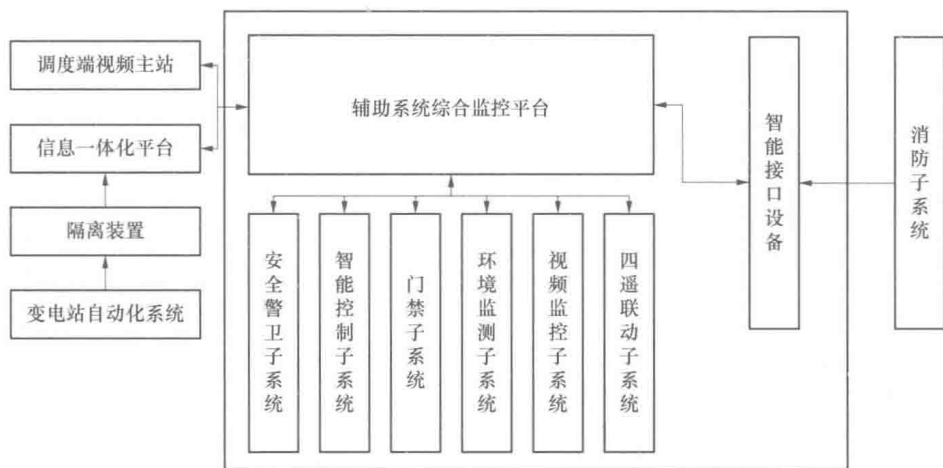


图 1-2 智能变电站综合辅助监控站端系统结构

视频监控子系统由各种摄像机、视频处理单元（DVR/DVS/NVR/RPU/视频存储服务器）、三合一防雷器等组成。

环境监测子系统由接入设备、温湿度传感器、风速传感器、水浸探测器、空调控制器、通信电源接口、风机控制器、水泵控制器等组成。

智能控制子系统由控制单元、辅助设备等组成。

安全警卫子系统由红外对射报警器、红外双鉴报警器、电子围栏、按键报警器等组成。

门禁子系统由门禁控制主机、读卡器、开门按钮、电磁力锁等组成。

消防子系统由接入设备负责与消防系统主机通信，实现消防报警与辅助系统的综合联动。

四遥联动子系统实现与综合自动化系统基于遥控操作、事故跳闸等事件的视频联动。

3. 变电站视频及环境监控系统

智能变电站视频及环境监控系统主要在南方电网公司应用，以广东电网为主导，以《南方电网一体化电网运行智能系统技术规范》为基础。该技术规范对系统互联互通通信协议、音视频编解码算法和流媒体传输格式均进行了详细约定，可操作性强，能够实现不同厂家设备之间真正意义上的互联互通。图 1-3 是变电站视频与环境监控系统结构图。

4. 传统遥视系统与视频及环境监控系统对比

传统遥视系统与视频及环境监控系统对比如表 1-1 所示。

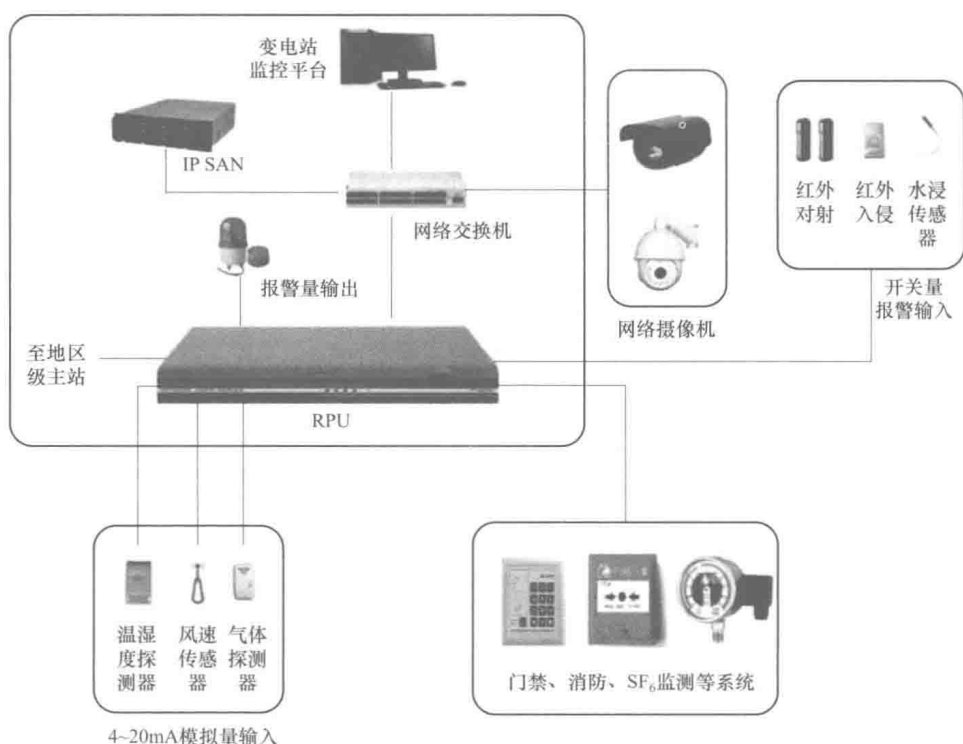


图 1-3 变电站视频与环境监控系统结构

表 1-1 传统遥视系统与视频及环境监控系统对比

内 容	传统遥视系统	变电站视频及环境监控系统
清晰度	CIF (352×288)、D1 (720×576)	高清 (1280×960、2048×1532)
摄像机数量	数量较多	数量少
全景图像	不支持	能够监控整个变电站的全景图像
监控对象选择模式	一般按照监控摄像机点位覆盖的区域选择	在全景图上或一次接线图上根据需要选择监控的设备、区域即可调出该区域周边摄像机的图像
监控点覆盖程度	无法覆盖所需要监控的所有设备、区域	通过合理地布置和安装位置，可以实现覆盖所有需要监控的设备、区域
周界防护	红外对射，雨、雪、雾、霾等天气影响很大，寿命短	采用电子围栏，外形美观、有形防护，使用寿命长
空调控制	几乎没有	有
门禁接入及联动	无	视频门禁、可联动
消防接入及联动	无	可联动
智能视频应用	几乎没有	虚拟电子围栏、辅助智能巡检

第二节 电力视频监控系统未来的发展方向

变电站视频监控将面向国家智能电网规划和智能变电站的建设实施，智能变电站的视频监控、环境监测、安全防范、消防报警、门禁等辅助子系统将进行整合，实现综合监控和一体化集成联动。从未来应用层面上可以看到以下两个趋势：

- (1) 在站端：基于 IEC 61850 标准与综合自动化系统的联动融合。
- (2) 在主站：基于 IEC 61970 标准与能量管理系统的联动融合。

一、基于 IEC 61850 标准与变电站综合自动化系统的融合

站端视频监控系统采用 IEC 61850 标准实现与第三方平台对接，通过该标准采集第三方厂家设备的相关信息，并将采集到的信息上报给系统平台或者其他厂家的系统平台。变电站视频及环境监控系统与第三方系统对接的情形主要分为以下几种：

(1) 消防、动力环境等智能装置作为 IEC 61850 服务端，变电站视频及环境监控系统作为 IEC 61850 客户端，智能装置接入到变电站视频及环境监控系统；

(2) 变电站视频及环境监控系统作为 IEC 61850 服务端，综合自动化系统作为 IEC 61850 客户端，变电站视频及环境监控系统上报数据（遥信、遥测）给综合自动化系统；

(3) 变电站视频及环境监控系统作为 IEC 61850 客户端，综合自动化系统作为 IEC 61850 服务端，综合自动化系统将遥信信息上报给变电站视频及环境监控系统实现联动。

变电站视频及环境监控系统 IEC 61850 中间件主要包括 IEC 61850 服务端软件和 IEC 61850 客户端软件。对于以上第一种情况，变电站视频及环境监控系统与 IEC 61850 中间件客户端软件集成为 IEC 61850 客户端，接收在线监测、消防、动力环境等智能装置上报的信息和数据；对于第二种情况，变电站视频及环境监控系统与 IEC 61850 中间件服务端软件集成为 IEC 61850 服务端，向综合自动化系统上报遥信及遥测数据；对于第三种情况，变电站视频及环境监控系统与 IEC 61850 中间件客户端软件集成为 IEC 61850 客户端，接收综合自动化系统上报的遥信信息并实现报警联动。其结构如图 1-4 所示。

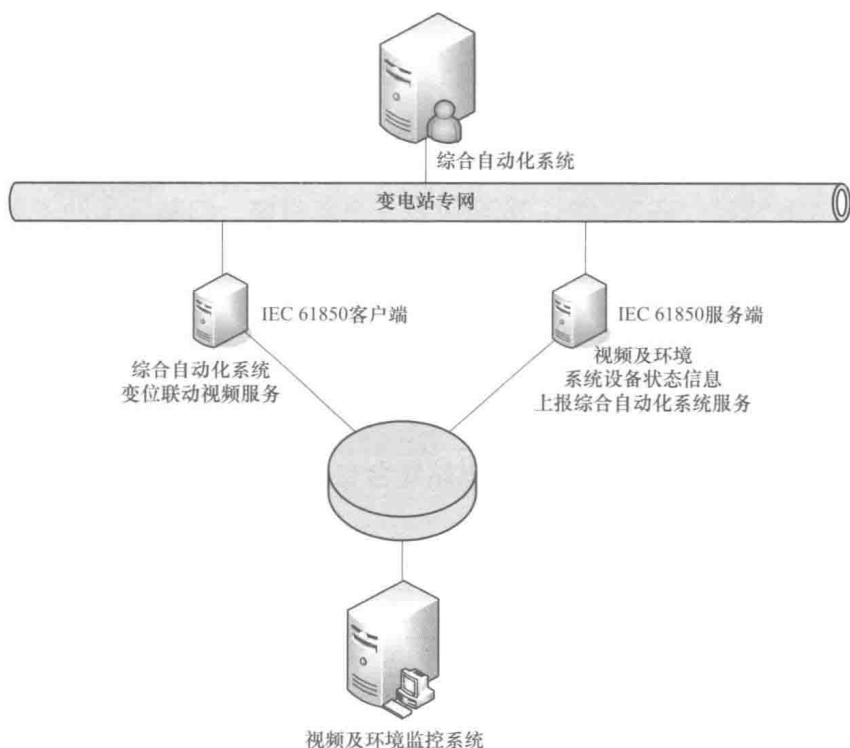


图 1-4 基于 IEC 61850 标准互联原理图

二、基于 IEC 61970 标准与能量管理系统的联动融合

国际电工委员会制定的 IEC 61970 系列标准定义了能量管理系统（EMS）的应用程序接口（API），主要由接口参考模型、公共信息模型（CIM）和组件接口规范（CIS）三部分组成。接口参考模型说明了系统集成方式，公共信息模型定义了信息交换的语义，组件接口规范明确了信息交换的语法。

将 IEC 61970 的标准应用于能量管理系统与视频监控系统的集成，在原有公共信息模型上添加了“遥视”功能，并规范了组件接口。采用面向服务架构（SOA）的设计和中间件技术，使系统可以按照模块化（组件）的方式来添加新服务及新功能，实现系统之间的“松耦合”。将面向对象技术贯穿于整个平台开发中，采用分层软件结构设计，提高软件的重用性、兼容性，改变以往视频监控系统与能量管理系统相互独立的运行方式，实现两套系统结合。视频监控系统成为智能电网调度技术支持系统的一部分，让视频资源成为电网调度的辅助手段。图 1-5 为基于 IEC 61970 标准的互联原理图。

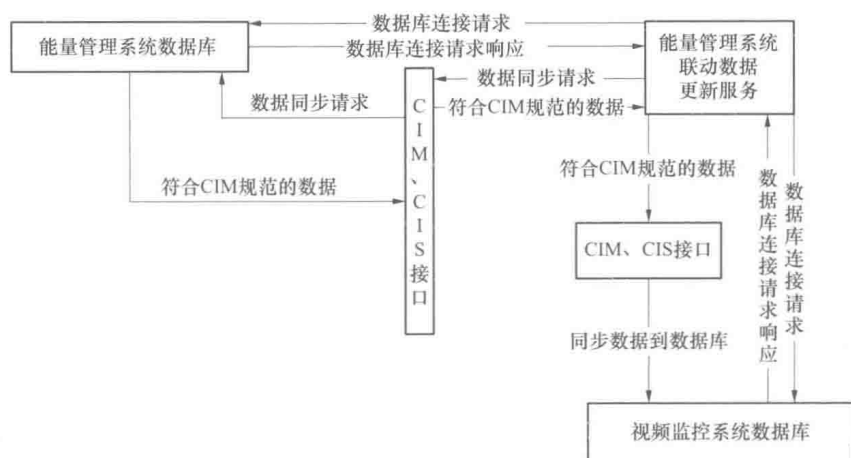


图 1-5 基于 IEC 61970 标准互联原理图

本章小结

从第一台摄像机问世至今,视频监控的发展经历了从模拟向数字的过渡转变,同时视频监控也是安全防范系统的一个重要组成部分。视频监控可以应用到不同的行业,提升企业的管理效率。对于电力行业,视频监控主要应用在变电站、电厂、电力营业厅等场所,变电站视频监控为变电站无人/少人值守提供了有力的支撑。以往很多变电站的视频监控、环境监测、安全防范、消防报警、门禁等辅助子系统,大多还独立运行,通过不同通道上传数据,甚至每套系统都配有独立的管理人员,很难做到多系统的综合监控、集中管理,无形中降低了系统的集成度和可用性,增加了系统的管理成本。通过变电站视频及环境监控系统的应用,将最大限度地挖掘现有系统的潜力、节约成本、提高系统效率。

变电站的视频监控、环境监测、安全防范等系统在国内建设发展了很多年,总体上尚有一些需要解决的问题和挑战,归纳如下:

(1) 标准化问题。国家电网公司推出了《智能变电站辅助系统综合监控平台技术规范》,南方电网公司推出了《南方电网一体化电网运行智能技术规范》。电力行业的标准化相对于安防系统的其他行业,是走在前列的,但不容忽视的是,在系统互联互通、设备互相兼容、协议信令一致性方面,还有很多工作需要完善。

(2) 适应电力系统应用环境挑战问题。变电站中存在强电磁场干扰，对设备电磁兼容性能、外壳防护等级均提出了较高要求。

(3) 实用化问题。解决方案需要满足用户的实用化需求，符合用户安全生产和辅助监控的需要。

第二章 变电站视频及环境监控系统 结构和基本功能

第一节 变电站视频及环境监控系统的分层结构

南方电网变电站及发电厂视频及环境监控系统（简称“系统”）为分层、分区的分布式结构，按视频及环境监控网级主站系统（简称“网级主站”）、视频及环境监控省级主站系统（简称“省级主站”）、视频及环境监控地区级主站系统（简称“地区级主站”）和视频及环境监控站端系统（简称“站端系统”）四级构建。超高压公司所辖换流站、调峰调频公司所辖发电厂作为站端系统，超高压公司、调峰调频公司可按照单位实际情况设置主站系统。系统构成如图 2-1 所示。

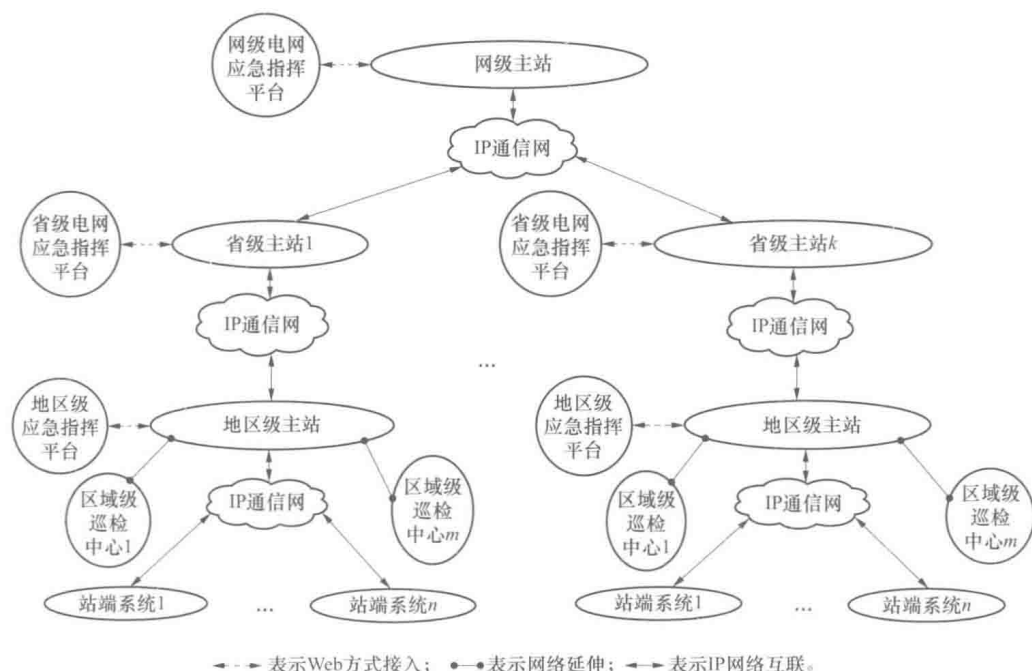


图 2-1 视频及环境监控系统结构