


# 变电站 智能辅助综合 监控系统应用

主 编：张秀霞

副主编：林国贤 黄金魁



海峡出版发行集团 | 福建科学技术出版社  
THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP | FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE



# 变电站智能辅助 综合监控系统应用

## 编辑委员会

主任：郑宗安

副主任：陈灵 章浦军

成员：张秀霞 王庆华 李文琦 林国贤 刘宇鸿 黄金魁  
林峰 林岩 强伟 谢佩熹 林金树 王门鸿  
廖华年 黄伟民 潘闽 李慧斌 陈锦植

## 编写人员

主编：张秀霞

副主编：林国贤 黄金魁

编写组长：李文琦 林峰 林岩

成员：刘旭 张奎 刘宇鸿 傅智为 陈跃飞 陈烨  
陈飞 陈一宁 蔡衍 陈太 林叶青 吴厚跃  
于晓翔 刘荣杰 潘钦佛 肖中波 廖燕斌 李鹏  
陈友立 何志甘 黄清海 陈炜明 张力 林明星  
黄建清 欧永连 吴瑞鑫 庄加桢 何雯婷 朱久安  
梁李凡 高兀 雷郢 甘磊 李宽宏 黄世远



海峡出版发行集团

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

福建科学技术出版社

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

变电站智能辅助综合监控系统应用 / 张秀霞主编. —福州: 福建科学技术出版社, 2018.12

ISBN 978-7-5335-5787-4

I. ①变… II. ①张… III. ①变电所-智能控制-监控系统-研究 IV. ①TM63

中国版本图书馆CIP数据核字 ( 2018 ) 第300647号

书 名 变电站智能辅助综合监控系统应用  
主 编 张秀霞  
出版发行 福建科学技术出版社  
社 址 福州市东水路76号 ( 邮编350001 )  
网 址 www.fjstp.com  
经 销 福建新华发行 ( 集团 ) 有限责任公司  
印 刷 北京虎彩文化传播有限公司  
开 本 787毫米 × 1092毫米 1 / 16  
印 张 14.5  
图 文 232码  
版 次 2018年12月第1版  
印 次 2018年12月第1次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5335-5787-4  
定 价 198.00元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

近年，35kV 及以上电压等级变电站已逐步建设智能辅助综合监控系统。这一系统主要包含智能多维视频监控、安防远方监控、消防远方监控、动力环境监控等多个子系统。它的技术与全面应用，为变电站调度远方冷备用操作、运检一体化、远程许可、远程安监督查等生产改革提供了坚强的技术支撑，是智能电网发展的必然趋势。


智能辅助综合监控系统是电网工程中的新领域，涉及计算机软硬件、通信、电网自动化、安防、消防、智能视频、人工智能、动力环境监控等诸多专业领域，对使用人员的技术储备要求高。目前，大部分电网运维管理人员对此系统还比较陌生，市面上也缺乏针对性的书籍。所以，我们编写了本书，以服务于这一系统的有效应用，进而服务于电力生产运维。

本书内容包含变电站智能辅助综合监控系统的基本原理、功能设计、硬件架构、软件结构、通信接口、典型设计、应用场景、验收规范、运行维护等多个方面。

不足之处，欢迎同行先进批评指正。

编写者

2018.11



## 作者简介

ZUOZHEJIANJIE

张秀霞，1970年4月出生，福建莆田人，高级工程师，1992年7月毕业于上海交通大学电力系统及其自动化专业，工学学士，从事电网技术研究，主要开展输变电在线监控技术、电网自动化控制技术、电网信息化技术等的研究与应用，发表出版学术论文著作3项，获省部级科技进步奖2项、国家专利2项。

# 目 录

## 第 1 章 系统概况 / 1

- 1.1 功能意义 / 1
- 1.2 基本原理 / 2
- 1.3 子系统构成 / 2
  - 1.3.1 智能多维视频子系统 / 2
  - 1.3.2 安防子系统 / 2
  - 1.3.3 消防子系统 / 3
  - 1.3.4 动力环境子系统 / 6
  - 1.3.5 灯光空调风机控制子系统 / 6
  - 1.3.6 安全智能锁控子系统（一匙通） / 7
  - 1.3.7 门卫登记子系统 / 9
- 1.4 术语定义 / 9

## 第 2 章 系统架构 / 11

- 2.1 硬件总体架构 / 11
  - 2.1.1 概述 / 11
  - 2.1.2 设备功能描述 / 11
- 2.2 软件总体架构 / 13
  - 2.2.1 概述 / 13
  - 2.2.2 C/S 分层描述 / 14
- 2.3 智能多维系统架构 / 15
  - 2.3.1 符合 IEC61850 技术规范 / 15
  - 2.3.2 符合标准 IEC60870-5-103 规约 / 15
  - 2.3.3 网络地址分配方式 / 15

- 2.3.4 采用智能辅助综合监控主机 (MVU) 进行集中管理 / 16
- 2.3.5 采用关联性显示技术, 实现对目标全方位的综合监控 / 16
- 2.3.6 采用白光灯夜视技术实现黑暗环境获取彩色图像 / 17
- 2.3.7 实现对变电站所有仪表的智能分析、实时监控和智能报警 / 17
- 2.3.8 采用智能视频分析技术, 实现智能分析 / 17
- 2.3.9 采用在线式红外热成像或热感应监测技术, 实现设备或环境温度监控 / 17
- 2.3.10 在设备密集场合, 采用轨道监控技术 / 17
- 2.3.11 采用标准 H.265 流媒体传输技术 / 18

## 第3章 设计导则 / 19

### 3.1 建设原则 / 19

- 3.1.1 统一性 / 19
- 3.1.2 先进性 / 19
- 3.1.3 开放性和灵活性 / 19
- 3.1.4 可扩展性 / 19
- 3.1.5 安全性与可靠性 / 20
- 3.1.6 易用性 / 20

### 3.2 配置要求 / 20

- 3.2.1 设备全景鸟瞰监视配置 / 20
- 3.2.2 设备全遥控监视配置 / 20
- 3.2.3 现场作业监视配置 / 21
- 3.2.4 安防配置 / 21
- 3.2.5 动力环境监测配置 / 22
- 3.2.6 灯光、空调配置 / 22
- 3.2.7 一匙通、登记平板配置 / 22
- 3.2.8 电源配置 / 22

### 3.3 标准条件 / 23

- 3.3.1 引用标准 / 23
- 3.3.2 工作环境 / 25
- 3.3.3 性能指标 / 25

### 3.4 典型设计 / 26

- 3.4.1 设计范围 / 26
- 3.4.2 设计内容 / 26

- 3.4.3 施工要求 / 27
- 3.4.4 典型设计图册 / 27

## 第4章 功能设计 / 44

- 4.1 人机界面 / 44
  - 4.1.1 主控室界面 / 44
  - 4.1.2 门卫室界面 / 44
- 4.2 智能多维功能 / 45
  - 4.2.1 概述 / 45
  - 4.2.2 全遥控变电站有关功能 / 45
  - 4.2.3 实用化变电站有关功能 / 46
- 4.3 视频子系统 / 49
- 4.4 安防子系统 / 50
  - 4.4.1 显示 / 50
  - 4.4.2 采集 / 51
- 4.5 消防子系统 / 51
  - 4.5.1 显示 / 51
  - 4.5.2 采集 / 51
- 4.6 动力环境子系统 / 52
  - 4.6.1 显示 / 52
  - 4.6.2 采集 / 52
- 4.7 灯光控制风机控制子系统 / 54
- 4.8 安全智能锁控子系统（一匙通） / 54
- 4.9 车牌识别 / 55
- 4.10 进出登记平板 / 55
- 4.11 门卫监控功能要求 / 56

## 第5章 通讯规范 / 58

- 5.1 地区主站视频接口规范 / 58
  - 5.1.1 概述 / 58
  - 5.1.2 规范引用 / 58
  - 5.1.3 系统结构 / 58
  - 5.1.4 通讯接口描述 / 59

5.1.5 视频监控系统地址编码规则 / 61

## 5.2 地区主站动力环境接口规范 / 67

5.2.1 概述 / 67

5.2.2 规范引用 / 67

5.2.3 数据帧格式定义 / 67

5.2.4 通讯接口描述 / 68

5.2.5 组号条目号说明 / 69

## 5.3 站端安消防设备单元接入规范 / 72

5.3.1 概述 / 72

5.3.2 规范性引用文件 / 72

5.3.3 术语和定义 / 72

5.3.4 综合监测单元建模 / 73

5.3.5 通信协议栈 / 75

5.3.6 通信模型、功能与抽象通信服务接口 / 76

# 第 6 章 施工安装 / 85

## 6.1 摄像机类设备的安装 / 85

6.1.1 摄像机的安装 / 85

6.1.2 摄像机线缆的连接 / 85

6.1.3 摄像机的标识 / 85

6.1.4 立杆基础的施工 / 86

6.1.5 立杆的施工 / 87

6.1.6 立杆上线缆的接线 / 87

6.1.7 立杆保护帽的施工 / 87

6.1.8 立杆的接地 / 87

6.1.9 立杆的标识 / 88

## 6.2 电子围栏的安装 / 88

6.2.1 设计的一般要求 / 88

6.2.2 主机的安装 / 89

6.2.3 前端设备的安装 / 89

6.2.4 绝缘子的安装 / 89

6.2.5 承力杆、终端杆的安装 / 90

6.2.6 金属导线的安装 / 90

- 6.2.7 避雷器的安装 / 91
- 6.2.8 电子围栏键盘及电子地图的安装 / 91
- 6.2.9 声光报警器的安装 / 91
- 6.2.10 电子围栏的接地 / 91
- 6.2.11 电子围栏标识 / 92
- 6.3 安消防 IED 的安装 / 92**
  - 6.3.1 外观及接口定义 / 92
  - 6.3.2 箱体安装 / 93
  - 6.3.3 网络安装 / 94
  - 6.3.4 电源连接 / 94
  - 6.3.5 通讯连接 / 94
- 6.4 控制 IED 的安装 / 95**
  - 6.4.1 外观及接口定义 / 95
  - 6.4.2 网络安装 / 96
  - 6.4.3 电源连接 / 96
  - 6.4.4 通讯连接 / 96
- 6.5 屏柜安装 / 97**
  - 6.5.1 屏柜基础找平 / 97
  - 6.5.2 屏柜就位、固定 / 97
  - 6.5.3 屏柜接地 / 97
  - 6.5.4 组屏 / 98
  - 6.5.5 屏柜标识 / 98
- 6.6 电缆保护管的安装铺设 / 99**
  - 6.6.1 电缆保护管施工工艺 / 99
  - 6.6.2 电缆保护管的制作工艺 / 99
  - 6.6.3 电缆保护管安装的一般原则 / 100
  - 6.6.4 电缆保护管穿带线的一般原则 / 100
  - 6.6.5 电缆保护管的安装工艺 / 100
- 6.7 电缆的安装敷设 / 101**
  - 6.7.1 电缆敷设的准备 / 101
  - 6.7.2 敷设电缆 / 102
  - 6.7.3 电缆的固定 / 102
  - 6.7.4 电缆的就位 / 103

6.7.5 电缆二次接线施工工艺 / 103

6.7.6 电缆的标识 / 104

6.7.7 芯线整理、布置 / 104

6.7.8 芯线标识、接线 / 105

6.7.9 光缆 / 105

## 6.8 硬件调试 / 106

6.8.1 系统送电 / 106

6.8.2 总机柜送电 / 106

6.8.3 就地机柜送电 / 106

6.8.4 机柜内部设备送电 / 107

6.8.5 监控系统调试 / 107

6.8.6 现场恢复 / 107

6.8.7 防火封堵及防火墙、孔洞封堵 / 107

## 第7章 系统调试 / 109

### 7.1 设备监视 / 109

7.1.1 全遥控变电站 / 111

7.1.2 实用化变电站 / 140

### 7.2 安防监视 / 157

7.2.1 室外视频 / 158

7.2.2 室内视频 / 158

7.2.3 室外平面图 / 159

7.2.4 室内平面图 / 160

7.2.5 光字牌 / 161

7.2.6 历史日志 / 162

### 7.3 消防监测 / 162

7.3.1 平面图 / 163

7.3.2 光字牌 / 164

7.3.3 历史日志 / 165

### 7.4 动力环境监测 / 165

7.4.1 户内平面图 / 166

7.4.2 空调控制 / 167

7.4.3 灯光控制 / 167

- 7.4.4 风机控制 / 168
- 7.4.5 新风系统控制 / 168
- 7.4.6 水浸监视 / 169
- 7.4.7 SF<sub>6</sub> 监视 / 169

## 7.5 车牌识别 / 170

- 7.5.1 车牌记录 / 170
- 7.5.2 历史记录 / 171

## 7.6 出入登记 / 171

- 7.6.1 登记信息 / 172
- 7.6.2 历史记录 / 172

## 7.7 一匙通 / 172

- 7.7.1 任务授权 / 173
- 7.7.2 图形选择锁具 / 173
- 7.7.3 列表选择 / 174
- 7.7.4 任务查询 / 174

## 7.8 门卫监视 / 174

- 7.8.1 室外视频 / 175
- 7.8.2 室内视频 / 175

# 第 8 章 系统验收 / 177

## 8.1 文档验收 / 177

- 8.1.1 验收条件 / 177
- 8.1.2 资料验收 / 177

## 8.2 工程工艺质量验收 / 178

- 8.2.1 智能多维视频子系统验收规范 / 178
- 8.2.2 安防、消防监控子系统验收规范 / 183
- 8.2.3 动力环境子系统验收规范 / 187
- 8.2.4 空调及灯光控制子系统验收规范 / 188
- 8.2.5 安全智能锁控子系统（一钥通）验收规范 / 189
- 8.2.6 供电方式 / 189

## 8.3 现场功能验收 / 189

- 8.3.1 协议部分验收规范 / 189
- 8.3.2 测量 IED 设备验收规范 / 190

- 8.3.3 智能分析 IED 设备验收规范 / 190
- 8.3.4 智能辅助综合监控主机验收规范 / 190
- 8.3.5 站端综合监测单元验收规范 / 190
- 8.3.6 视频监控子系统验收规范 / 191
- 8.3.7 安防、消防监控子系统验收规范 / 195
- 8.3.8 动力环境子系统验收规范 / 197
- 8.3.9 安全智能锁控子系统（一钥通）验收规范 / 197
- 8.3.10 联动功能验收规范 / 197
- 8.3.11 智能识别功能验收规范 / 197

## 第 9 章 运行维护 / 199

### 9.1 运维范围 / 199

- 9.1.1 智能多维视频子系统 / 199
- 9.1.2 安防子系统 / 199
- 9.1.3 消防子系统 / 199

### 9.2 缺陷管理 / 199

- 9.2.1 缺陷分类 / 199
- 9.2.2 消缺管理 / 201

### 9.3 报警信号 / 201

- 9.3.1 命名 / 201
- 9.3.2 分类 / 201

### 9.4 巡检 / 206

- 9.4.1 基本要求 / 206
- 9.4.2 安防日常布设 / 206
- 9.4.3 巡检内容和周期 / 206

### 9.5 典型缺陷 / 211

- 9.5.1 系统或者网络类故障 / 211
  - 缺陷 1 视频客户端软件登入提示与管理服务器连接失败 / 211
  - 缺陷 2 视频客户端软件无法查看录像 / 211
  - 缺陷 3 视频客户端软件死机 / 211
  - 缺陷 4 MVU 主机与视频摄像机无法通讯 / 211
  - 缺陷 5 内网电脑操作软件卡滞 / 212
  - 缺陷 6 门卫工作站上无图像 / 212

缺陷 7 多维系统站端管理主机硬盘损坏 / 212

缺陷 8 前端设备报警，电脑无提示音 / 212

### 9.5.2 摄像机类故障 / 212

缺陷 1 变电站某个摄像机图像无法打开 / 212

缺陷 2 变电站某个区域的摄像机图像全部无法打开 / 212

缺陷 3 所有摄像机的视频都无法打开 / 213

缺陷 4 某个摄像机的图像黑屏，但图像上录像时间正常显示 / 213

缺陷 5 摄像机监视到的画面与所要监视的位置不对应 / 213

缺陷 6 摄像机图像出现条纹干扰 / 213

缺陷 7 云台摄像机无视频信号 / 213

缺陷 8 网络摄像机不能控制，或者不能变倍 / 213

缺陷 9 模拟摄像机图像清晰，但不可控制 / 214

缺陷 10 云台摄像机控制时，摄像机转动无法停止 / 214

缺陷 11 对某个模拟摄像头进行控制，多个摄像头同时响应控制 / 214

### 9.5.3 安消防系统类故障 / 214

缺陷 1 消防远传故障 / 214

缺陷 2 安防红外探测器无法报警 / 214

缺陷 3 消防主机显示某地址位烟感通讯中断 / 214

## 参考文献 / 215

# 第1章 系统概况

## 1.1 功能意义

为了支撑我国经济社会的发展,近年来,我国电力行业实现了快速发展和深刻变革。但面对新时代、新机遇,电力行业出现的新情况、新问题也更值得我们关注。

变电站无人值班是电网调度自动化发展的趋势,也是电网企业深化改革的要求。随着视频网络化程度的提高,智能化技术和物联网技术的不断成熟,诸多无人化作业模式成为可能,例如:以视频系统代替人工对变电站电力设备进行巡检、视频系统与变电站消防设备报警联动、SCADA 系统遥控操作伴随远程视频验证等。

变电站智能辅助综合监控系统正是探索如何将视频技术、物联网技术服务于电力安全生产的产物。它采用流媒体、负载均衡、机器视觉、深度学习与 AI 技术、物联网+等当今前沿科学技术,为电力设备安全生产提供“看得见、嗅得着、听得到、可感受、可联动”的全天候保障,这些功能具体解释如下。

**看得见:**变电站智能辅助综合监控系统有别于传统模式的视频监控系统,主要以一次设备为对象,生产调度人员在远方可以很方便、快速、准确地打开一次设备的实时图像进行外观以及细节浏览。不仅如此,系统利用深度学习技术还会将仪表读数、分合指示牌、刀闸分合到位情况等信息整合成巡视报表,并发送至远方,替代人眼巡视。

**嗅得着:**当变电站内发生火情、烟雾告警或者 SF<sub>6</sub> 泄漏时,变电站智能辅助综合监控系统将会在第一时间监测到告警,并将告警信号远传,远方的监控终端将会自动将告警信息以弹窗的方式提示监控人员,犹如人在现场已嗅到异常的气味一般。

**听得到:**当变电站内发生各类告警,变电站智能辅助综合监控系统都会触发相应的设备警铃,并且当告警远传至远方监控终端时,亦会有声音告警,犹如人员在变电站现场听到警铃。

**可感受:**当热感摄像机监测到变电站内的一次设备的温度出现异常时,变电站智能辅助综合监控系统将会将出现异常的一次设备信息远传,远方的监控终端将会自动将异常信息以弹窗方式提示监控人员,犹如人在现场感受到设备温度异常一般。

**可联动:**当变电站内一次设备进行操作或者当站内环境出现异常时,变电站智能辅

助综合监控系统将会联动布置在附近的摄像头进行实时拍摄与录像，为远方应急指挥提供亲临现场的技术保障。

## 1.2 基本原理

变电站智能辅助综合监控系统集成变电站内传统视频、安防、消防等辅助设备，实现变电站设备监控的系统化和智能化，使各级领导、专业人员能够实时、直观地了解 and 掌握变电站运行情况，对有异常状况的区域及时采取措施，避免事故的发生与扩大，最大限度地发挥集中监控的功效，提高变电站运行的安全性和可靠性。

系统按照变电站智能化要求，采用 IEC61850 通信规约，将辅助设备信号集成一体。采用变电站主设备监控系统的过程层、间隔层和站控层分层技术，实现辅助设备的就地和远程双重监控，提高安全管理水平。

系统主要由智能多维视频子系统、安防子系统、消防子系统、动力环境子系统、灯光空调风机控制子系统、安全智能锁控子系统（一键通）、门卫登记子系统等组成，是一体化的监控平台，可自动采集各子系统信号，实现各子系统间的报警联动，并将综合信息远传到地区主站。

## 1.3 子系统构成

### 1.3.1 智能多维视频子系统

描述某一变化着的事件时可能牵涉到若干种变量，这些变量可以叫做维，有几种变量就有几个维，维就是问题的一类属性（例如时间维、地理维等）。对于电力设备而言，设备是否处于正常运行状态或者是否发生异常，需要结合多个方面的参数进行分析，这些参数也可以叫做维。

智能多维视频子系统根据视频建设要求，分为遥控监视、运维监视、全景鸟瞰、作业监视、远程巡视等功能模块，全方位多角度进行视频监控，如图 1-1。

### 1.3.2 安防子系统

变电站智能辅助综合监控系统的安防子系统是以维护变电站内设施安全为目的，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。

安防子系统由前端探测器、报警主机和管理电脑组成。报警主机可以接入常规探测器、总线探测器，报警主机收集探测器的信息，并传递给管理电脑，可与视频监控进行联动。整个安防系统可以脱离计算机独立工作，又可与计算机联网使用，并能长期可靠地工作，当遇停电、计算机故障等情况发生时安防系统能独立工作，系统能识别传输线路短路断路等故障原因，提示故障报警信息。在监控范围内达到无盲区、无漏报，并且减少了误报。系统一旦检测到任何异动，即向监控中心报警，使值班人员能及时、准确地获得发生事

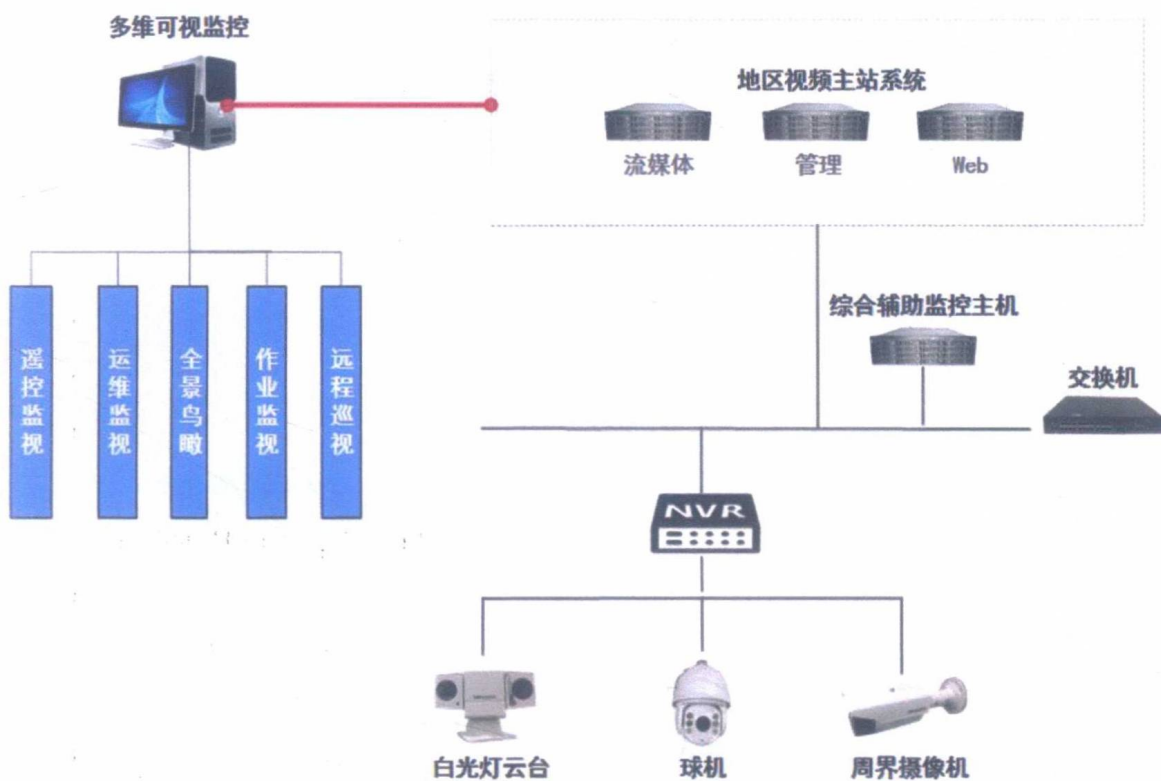


图 1-1 智能多维视频子系统

故的部位等信息。

目前变电站常用的安防设备是主要是电子围栏和红外对射系统。

### 1.3.2.1 电子围栏

电子围栏由主机和前端组成，主机包括单防区、双防区和多防区几种，控制高低压切换及报警功能，并可与监控联动，前端部分主要有合金线、高压绝缘线、终端杆、中间杆、各类绝缘子、警示牌、万向底座、线线连接器、紧线器等组成，可拉成四线、六线或多线。四线制电子围栏基本结构如图 1-2 所示。

### 1.3.2.2 红外对射系统

红外对射系统基本结构如图 1-3 所示，具体包含：红外发射端（含支架）、红外接收端（含支架）、红外报警主机、红外报警控制键盘、警号、配套电源和线材等。报警主机里面带有电源，如有现场断电，电池还能给整个系统供电，保证现场的安全。

## 1.3.3 消防子系统

我国最早的消防自动监控系统称为火灾报警远程监控系统。随着现代通信信息技术的飞速发展，现代消防自动监控系统将计算机综合信息处理显示、现代通信和多媒体多种技术结合在一起。伴随着变电站智能化建设的快速发展以及无人值班变电站的推广，变电站消防安全问题显得愈发重要。为了保障变电站内建筑和设备的防火安全以及适应