

变电站辅助控制系统 设计与安装

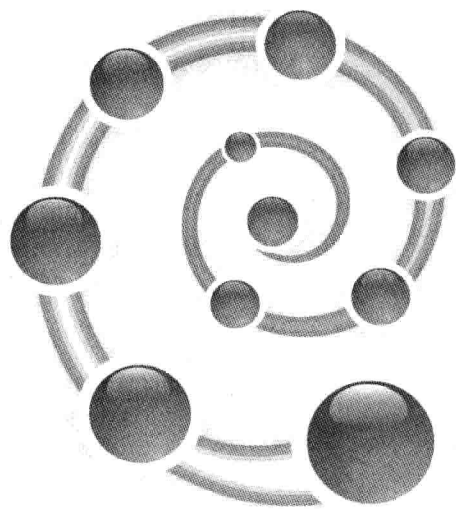
陈 萍 于广耀 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

变电站辅助控制系统 设计与安装

陈 萍 于广耀◎编著



中国电力出版社

内 容 提 要

变电站辅助控制系统的应用对电力生产过程产生重大影响, 尽快理解、掌握辅助控制系统内容已经成为相关技术人员的迫切需求, 作者从生产实际和一线技术人员实际需要出发, 全面系统地对变电站辅助控制系统进行介绍。

本书共分八章, 包括变电站辅助控制系统构成、图像监视子系统、安全警卫子系统、火灾报警子系统、环境监测子系统、工艺系统的联动控制、防雷及抗干扰、发展趋势及其他技术应用。同时, 本书结合现场工作实际, 深入分析并讲解一些常见的案例, 读者可以很快理解精髓、熟练掌握核心内容, 提升现场的运行经验。

本书可供电力系统各设计单位, 以及从事电力建设工程规划、管理、施工、安装、生产运行等专业人员使用, 并可供大专院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

变电站辅助控制系统设计与安装 / 陈萍, 于广耀编著.
—北京: 中国电力出版社, 2014.4

ISBN 978-7-5123-5329-9

I. ①变… II. ①陈… ②于… III. ①变电站—控制系统设计②变电站—控制系统—安装 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 297121 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 4 月第一版 2014 年 4 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 12 印张 165 千字

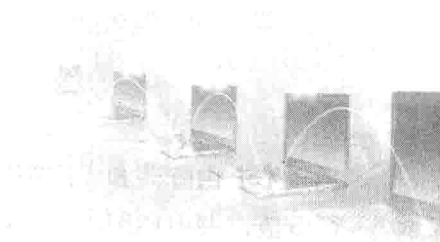
印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

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



前言

随着近年变电站各种设计规范的相继颁布，变电站辅助控制系统的研究方向已经开始由概念性的方案论证转入实质性的方案实施，尽快理解、掌握辅助控制系统内容已经成为相关技术人员的迫切需求。本书从生产实际和一线技术人员实际需要出发，结合现场工作实际，全面系统地对变电站辅助控制系统、图像监视子系统、安全警卫子系统、火灾报警子系统、环境监测子系统、工艺系统的联动控制、防雷及抗干扰、发展趋势及其他技术应用进行描述，同时精选典型案例进行深入分析、讲解。有助于读者较快理解精髓、熟练掌握辅助控制系统核心内容，提升现场的运行经验。

本书建立在大量设计施工经验基础之上，对辅助控制系统的各个子系统进行描述，变电站辅助控制系统中除火灾报警子系统和图像安全监视子系统是常规项目外，门禁系统、环境监测系统、智能控制系统、辅助控制后台系统等都是新增的设计内容，本书以焦作东 500kV 变电站、鄢陵 220kV 变电站、特高压换流站等实际工程为依托进行介绍，对辅助控制系统在施工图阶段的控制和安装设计进行阐述。为便于大家掌握本书内容，书中附有多张设备安装位置的照片。

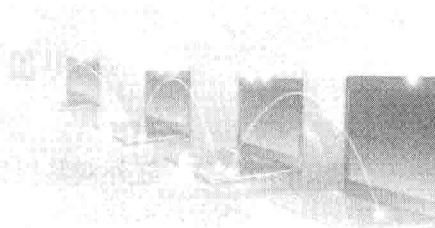
变电站辅助控制系统的火灾报警系统和图像安全监视系统涉及大量土建预埋管，以前施工图初期缺少相关土建提资，设计部门仅是简单绘制火灾探测器或摄像头的大致布点位置，然后要求相关供货厂家派技术人员到现场指导施工单位进行预埋管工作。该配合模式不够严谨和规范，在设计深度上存在差距。因此，辅助控制系统的火灾报警系统和图像安全监视系统土建预埋管安装设计研究是本书的重点，本书对土建专业需要的埋管提资图进行详细描述。

本书由陈萍和于广耀同志联合编写，张继军、张战涛等同志对全书进行审核，书中插图由吴蕾同志绘制。同时，在本书的编写过程中，还得到河南送变电工程公司刘军同志以及相关产品企业的支持与协作，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间较短，书中难免存有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2014 年 2 月



目 录

前言

1	变电站辅助控制系统构成	1
1.1	单一型辅助控制系统	3
1.2	分布式辅助控制系统	4
1.3	一体化辅助控制系统	6
1.4	辅助控制系统硬件构成	8
1.5	辅助控制系统软件功能	13
1.6	辅助控制系统主机安装	17
2	图像监视子系统	19
2.1	视频联动模式	21
2.2	视频摄像头选型	29
2.3	视频摄像头配置	37
2.4	视频摄像头安装	40
2.5	阀厅红外摄像头配置	49
2.6	视频摄像头预制位置	56
2.7	智能巡检机器人设置	59
2.8	视频信号传输介质的选择	65
3	安全警卫子系统	69
3.1	红外对射报警器选择与安装	71
3.2	电子围栏设备选择与安装	74

3.3	红外双鉴报警器选择与安装	78
3.4	光纤周界报警器选择与安装	80
3.5	门禁控制器装置选择与安装	81
3.6	音响警告装置选择与安装	84
3.7	典型应用案例	84
4	火灾报警子系统	87
4.1	火灾探测器设备编号	89
4.2	火灾探测器选型与安装	89
4.3	主变压器探测器选型及安装	91
4.4	电缆沟探测器选择与安装	93
4.5	线性感温探测器选择与安装	94
4.6	极早期火灾探测选择与安装	97
4.7	紫外火焰探测器选择与安装	102
4.8	典型应用案例	104
5	环境监测子系统	109
5.1	温湿度传感器	111
5.2	风速传感器	112
5.3	水浸传感器	112
5.4	SF ₆ 探测器	114
5.5	环境数据采集	117
5.6	典型应用案例	119
6	工艺系统的联动控制	121
6.1	灯光照明联动	123
6.2	暖通空调风机联动	127
6.3	给排水电机联动	132
6.4	联动控制	133

7	防雷及抗干扰	145
7.1	设备防雷	147
7.2	抗干扰	149
7.3	供电电源	150
7.4	线缆敷设	150
8	发展趋势及其他技术应用	153
8.1	无人值班	155
8.2	分级管理	159
8.3	视频会议	161
8.4	应急广播	169
附录 A	500kV 智能变电站辅助控制系统一览表	173
附录 B	换流站视频监控系统设备配置一览表	175
附录 C	换流站火灾报警系统设备配置一览表	179

1

变电站辅助控制系统构成



1.1 单一型辅助控制系统

传统辅助控制系统一般是在图像监视主机基础上开发完成的。原有的视频服务器通过升级改造，除图像处理、存储功能外，集成各种报警、控制协议，采集模拟量信号、串口信号、开关量信号，支持其他子系统的可靠接入，可以对环境监测、周界防范、消防报警等子系统进行集成。除了实现视频、语音及环境信息实时处理、传输、存储等站端视频服务器外，还需增加采集控制单元等站端控制设备，功能增强的视频服务器与增加的采集控制单元一起，结合视频音频压缩/解压缩、大容量硬盘记录/检索、TCP/IP 网络等技术，集成各种报警、控制协议。它同时具备数字式音频录像机（DVR）和数字式音频服务器（DVS）的特性，既可本地独立工作，也可联网组成一个强大的安全监控网。

该方案运用最早，可改变各系统独立运行的局面，满足电力系统用户“减员增效”的需求。但存在许多问题，主要包括以下 3 点：

（1）系统结构不清晰。视频监视系统本应为辅助控制系统的子系统，以其为核心构建辅助监控平台时，其他系统分散接入，形成一个子系统带若干个其他子系统和部分分散设备的结构。目前，除图像监视系统、安全防护系统和火灾报警系统以完整系统接入，其余设备多零散接入辅助控制系统，见图 1-1，辅助控制系统结构不清晰，维护和管理不便。

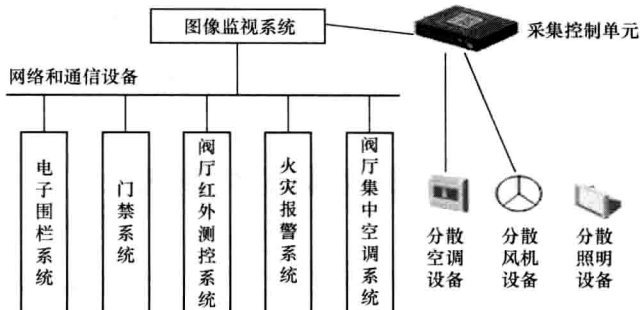


图 1-1 以图像监视系统为中心的辅助控制系统结构

(2) 系统可靠性降低。以视频处理服务器集成所有辅助设备, 必然将其他系统的运行和联动功能与视频监视系统的工况紧密联系在一起, 当视频服务器发生故障, 则不仅图像监视系统出现问题, 所有的辅助监控功能和联动逻辑都有可能失去。反过来, 大量集成信息的处理又加重视频系统的分析处理能力, 尤其是准备以后升级智能分析功能的网络高清摄像设备, 数据处理能力要求高, 在服务器上集成过多其他功能会影响处理速度和可靠性。

(3) 增加设备投资。这种模式下, 由于视频服务器需要具备大量的接口和更高的处理能力, 将会采用插件式多处理器多 I/O 的大型设备 (见图 1-2), 相比常规视频服务器投资增加很多, 并未体现节省一台主机的经济效益。

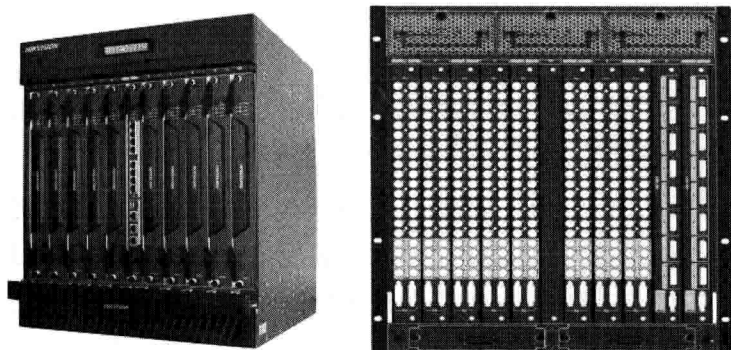


图 1-2 作为综合辅助控制系统平台的视频服务器

综合上述分析, 以升级的视频服务器为核心建立辅助控制系统存在很多问题, 只能是辅助控制系统发展初期的过渡方案。

1.2 分布式辅助控制系统

分布式辅助控制系统将空调、风机、灯具等分散设备形成与火灾报警系统类似的子系统, 然后通过网络通信和协议转换集成设备, 将各子系

统联系在一起，并配置独立的服务器主机，形成一个结构清晰的辅助控制系统。

分布式辅助控制系统是通过视频服务器方案中增加的采集控制单元（具备多种接口的控制设备），配置到设备层来完成控制功能的。将采集控制单元通过其 4~20mA 接口、RS485 接口、开关量接口与温湿度传感器、空调风机组合，可以建立动力环境系统；将采集控制单元通过 4~20mA 接口、开关量接口与亮度传感器、照明设备组合，可以建立智能照明系统。将分散设备系统化，有利于信息传输和功能实现的分层和分布，提高可靠性。

各子系统建立完成后，系统中不存在零星分散的设备，各子系统均可以通过通信的方式完成与上位机的通信。配置网络交换机和通信管理设备，能够直接接入以太网的设备通过网络接入，不能直接接入的设备接入通信管理机，通过协议转换再接入以太网。配置专用服务器连接在网络上作为系统主机，安装辅助控制系统管理监控软件实现信息集成。采用这样的集成方案主要有如下优点：

（1）各子系统分布式处理。各子系统可以完成系统内的联动功能和信息汇集，减轻主机的负担，提高系统的可靠性。

（2）系统结构清晰。“主机—子系统处理单元—子系统前端设备”的三层架构结构清晰，便于功能划分和管理维护。

（3）硬件配置均衡，提高可靠性。采用分布式处理方式，各个子系统完成自身的专业功能，如视频服务器专注于图像处理；主机专注于完成信息汇总、跨系统联动和与远方主站通信。各级服务器和处理单元硬件配置均衡，协调工作，可靠性高。

由于各子系统构建时注重其完整性，图像监视及安全防护系统、火灾报警系统、动力环境监测系统、照明系统等均以系统方式接入，形成相对集中的分布式结构，见图 1-3。各子系统通过辅助监控平台的信息交互，实现需与其他系统互动的功能，如火灾报警联动图像监视。而子系统内部则完成系统内的自动化功能，如动力环境监测系统中的温湿度联动相应房间

空调风机, 实现功能的分层分布, 完善辅助控制系统的整体架构。

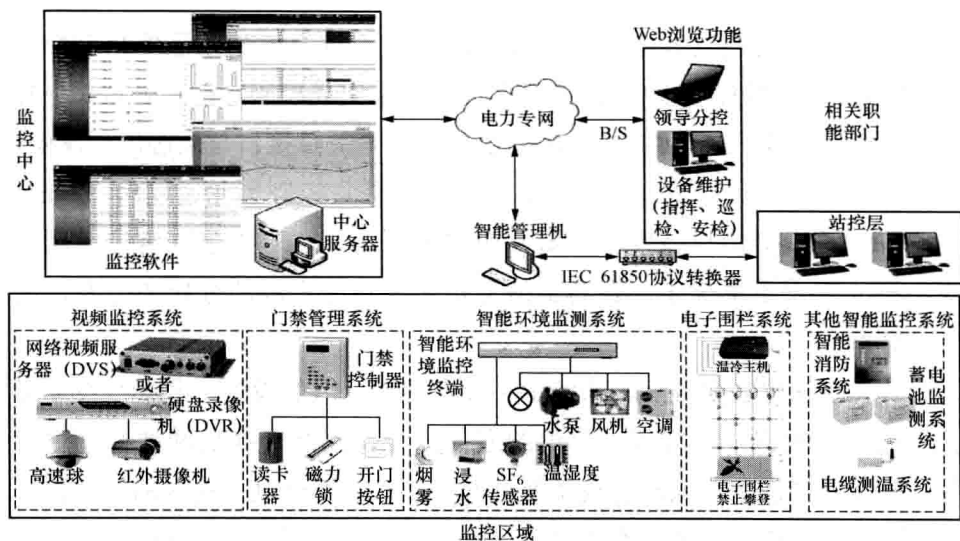


图 1-3 分布式辅助控制系统结构

1.3 一体化辅助控制系统

信息化已经成为智能电网建设的重要特征。随着状态监测、辅助控制等系统的发展, 变电站内信息越来越多, 各类信息的组织和融合成为需要考虑的问题。一体化的辅助控制系统不是一个独立封闭的系统, 其建立考虑全站信息的融合以及安全分区。站内配置Ⅱ区综合应用服务器, 采用综合应用服务器作为辅助控制系统和状态监测系统的主机, 集成各类Ⅱ/Ⅲ区信息。

1.3.1 综合应用服务器作为系统主机

站内辅助设施信息从分区上属于管理信息大区, 数据量很大, 不宜与生产控制大区的计算机监控系统直接相连。此类信息宜接入站内Ⅱ区网络。Ⅱ区网络通过防火墙与Ⅰ区保护控制系统的网络连接。在Ⅱ区配置 1

台综合应用服务器作为 II/III 区非实时应用的监控主机。辅助控制系统、状态监测系统、交直流电源等系统信息接入综合应用服务器，形成一体化的 II 区信息中心。

工程中各子系统相对完善，通过通信方式集成，可将系统主机的功能由综合应用服务器完成，即由综合应用服务器直接连接在辅助监控网络的交换机上，作为辅助控制系统的主机，如图 1-4 所示。

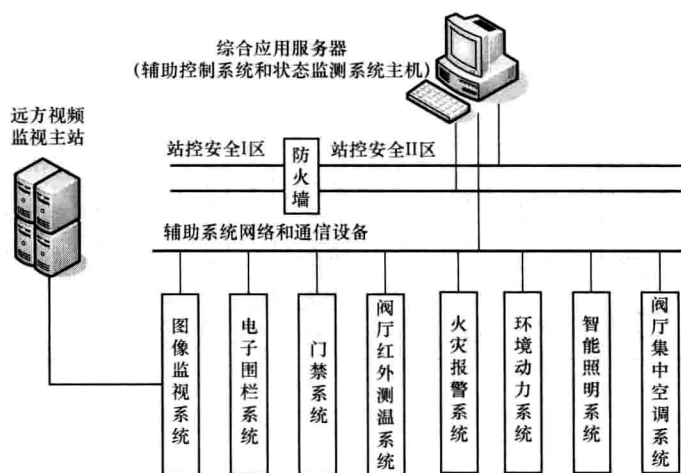


图 1-4 综合应用服务器作为辅助控制系统主机

综合应用服务器通过 III/IV 区防火墙连接到综合数据网，将辅助系统网络控制信息上传至控制中心或调度端，对于图像监控系统遥视信号，则从视频服务器通过专用线路传输。

1.3.2 与其他系统的信息整合

变电站内 II 区信息除辅助控制系统外，还包括状态监测系统。状态监测系统就地 IED 已经能完成大量分析功能，与辅助控制系统中各子系统较为完善的情况类似，考虑状态监测系统不再设置专用主机，将状态监测系统主机功能整合在综合应用服务器中，实现两个系统的信息整合。

变电站辅助控制系统一般包括图像监控、周界防范、火灾报警、消防、

照明、采暖通风、环境监测等，不直接参与生产运行，但却是保证电力安全生产的必要组成部分。智能辅助控制系统用于变电站生产辅助设施的监视、控制和联锁，构建全站统一的管理维护平台。根据监控对象的不同，它可划分若干个子系统，详见图 1-5。

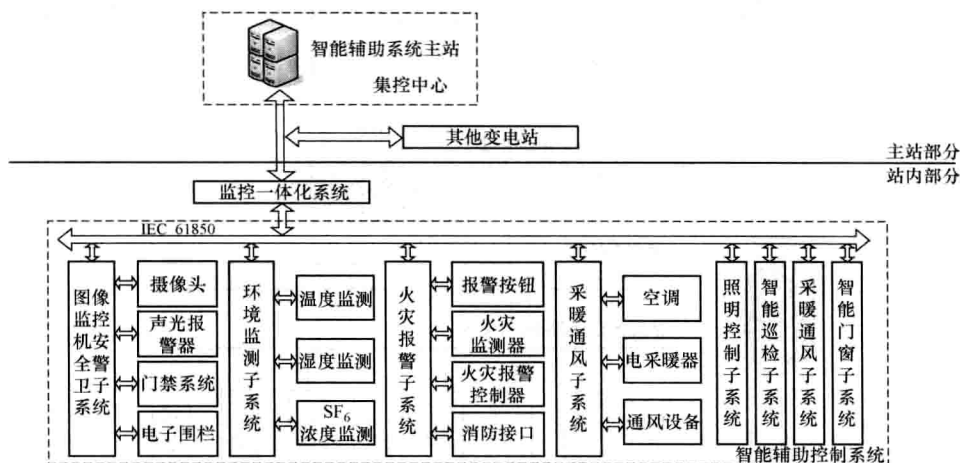


图 1-5 一体化监控系统联系图

辅助控制系统由辅助控制系统后台、图像监视及安全警卫子系统、火灾报警子系统、环境监测子系统等组成，实现图像监视、安全警卫、环境监测等后台整合，通过辅助控制系统后台实现子系统之间及与消防、暖通、照明等的联动控制。相对以往设计而言，辅助控制系统概念被“精简”，更加便于实施。

辅助控制系统后台的硬件设备构成和软件功能两方面需要明确，这涉及继电器室屏位规划等设计需要。

1.4 辅助控制系统硬件构成

辅助控制系统后台硬件设备，狭义上单指辅助控制系统监控后台主机，广义上则还包括视频处理单元、火灾报警控制器、门禁控制器、环境监测

数据采集器以及网络设备等。每个子系统一般都是由前端设备（负责数据采集及上传）和后端设备（负责数据分析及处理）构成，自成独立系统。本书出于论述方便和设计需要，将子系统的后端设备归入本章节描述，后续章节论述各子系统时则多数只讨论前端设备如何配置及安装。

按发展趋势，辅助控制系统后台设备之间应采用 DL/T 860《变电站通信网络和系统》互连，各子系统的前端设备可采用现场总线互连。目前实际上无法完全做到，比如火灾报警控制器就有可能采用串口通信方式。为节省屏位，辅助控制系统后台硬件设备宜统一组屏，屏位预计在 1~3 面左右。辅助控制系统后台硬件组成可能包含以下设备：

（1）辅助控制系统监控主机。辅助控制系统监控主机属于人机接口设备，主要用于监控画面显示、数据存储和逻辑联动，监控主机一般布置在控制台上。当变电站自动化系统设有一体化平台时，辅助控制系统监控主机可以取消，相关功能整合到综合应用服务器中。

（2）大屏幕液晶显示器。大屏幕液晶显示器属于选配设备，通过视频线连接到监控主机上以扩展画面，在 500kV 及以上变电站中可以设置；大屏幕液晶显示器采用挂墙式安装，土建提资时应注意埋管。

（3）视频监控处理单元。视频监控处理单元又称为硬盘录像机（DVR），是一套进行图像存储处理的计算机系统，具有对图像/语音进行长时间录像、录音、远程监视和控制的功能。当摄像头采用模拟式输出时，如果数量超过 16 个，需配置多台视频监控处理单元。

站端视频处理单元采用嵌入式操作系统，支持不同厂家的前端模拟或网络摄像机，实现视频监控。支持以网络通信方式（DL/T 860 通信协议）与辅助控制系统综合监控平台通信；支持远程用户以直接或转发方式访问视频数据流。支持在线修改联动规则，并按预先制订的规则进行视频摄像机联动。能接入不同厂家的摄像机，最大接入 16 路模拟摄像机或 24 路网络摄像机。每个通道的视频编码参数独立可调，包括分辨率、帧率、码率、图像质量等。）支持 10Mbit/s/100Mbit/s/1000Mbit/s 自适应网络接口，具有 5 个以上网络口。视频监控处理单元背板接线见图 1-6。