



# 自动化集装箱码头变电所机械通风及 空调远程控制系统设计

丁飞虎<sup>1</sup>, 张斌<sup>2</sup>, 牛建涛<sup>1</sup>, 唐杰<sup>1</sup>

(1. 中交第三航务工程勘察设计有限公司, 上海 200032; 2. 上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080)

**摘要:** 鉴于传统港区变电站机械通风和空调设备多为就地控制且管理方式粗放, 不能满足全自动化集装箱码头的管理要求, 本文根据自动化集装箱码头部分变电站位于封闭的无人作业区的新特点, 设计了变电所机械通风及空调设备的远程自动控制系统, 解决变电所机械通风及空调设备远程自动控制的问题, 优化变电所机械通风及空调系统, 达到节能减排的效果。

**关键词:** 机械通风; 空调设备; 远程控制

中图分类号: U 656.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0167-04

## Design of substation remote control system of Mechanical ventilation and air conditioning equipment in automated container terminal

DING Fei-hu<sup>1</sup>, ZHANG Bin<sup>2</sup>, NIU Jian-tao<sup>1</sup>, TANG Jie<sup>1</sup>

(1. CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China;

2. Shanghai International Port (Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China)

**Abstract:** Traditional port substation mechanical ventilation and air conditioning equipment are mostly in local control mode and extensive management. According to the operation characteristics of automated container terminal that part of the substation is located in a closed and unmanned operation area, a remote control system of mechanical ventilation and air conditioning equipment is designed. The control system could solve the problem of remote control of mechanical ventilation and air conditioning equipment, optimize substation mechanical ventilation and air conditioning system, and achieve the result of energy-saving and emission-reduction.

**Keywords:** mechanical ventilation; conditioning equipment; remote control

### 1 研究背景及意义

#### 1.1 研究背景

##### 1.1.1 全自动化码头的管理模式

变电所机械通风及空调设备的管理模式取决于港区生产运营管理模式。上海国际航运中心洋山深水港区四期工程作为全自动化码头, 与常规港区最大的区别在于, 在生产现场前沿,

基本没有人员管理, 全部依靠设备自身的自动化控制系统, 配合先进的生产管理系统, 指挥设备进行集装箱的装卸作业。自动化堆场为封闭无人区域, 该区域内的变电所应尽量减少维护人员的进入。

为适应自动化区域无人化的运行要求, 变电所和换电站内的机械通风及空调设备必须采用远

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 丁飞虎(1985—), 男, 工程师, 从事港口自动化设计工作。

程监控的管理模式。

### 1.1.2 港区变电所机械通风、空调设备管理现状

目前,传统港区的变电所机械通风、空调设备基本上为人工、粗放式管理,控制方式为就地控制。变电站内的空调运行主要存在如下问题:

1) 运行时间管理粗放。在夏季,空调经常连续多天持续运行,不能实现环境温度变化时的自动调整。

2) 运行参数设置不规范。制冷温度参数任何人员都可设置,现场员工常以个人感受为标准设定站内空调运行温度,在夏季时有时会将空调温度设置过低,规范性不强,温度设置缺乏科学、统一管控<sup>[1]</sup>。

3) 机械排风系统利用率低下,站内风机、百叶窗平时运转较少,利用率低,还未曾考虑过其对站内降温的作用和潜力。

4) 台风、暴雨等恶劣天气时百叶窗需要迅速关闭,港区变电所一般地理位置均匀分布,人工关闭港区所有变电所的百叶窗耗时较长,易造成变电所进水。

## 1.2 研究意义

根据港区生产运营管理模式和传统港区变电所机械通风、空调设备的管理现状,综合洋山四期工程各个变电所的规模、室外气象条件、负荷变化情况等因素,除变电所内控制室、办公室、更衣室、休息室、维修间、弱电间、开关室、电源室等房间仅采用空调配置,确定堆场各变电所无功补偿室、低压变配电室等设备用房均设置机械通风与空调两套独立的系统,所有变电所、AGV换电站的机械通风、空调设备均采用远程自动控制的运行管理模式,在确保站内设备(包括微机保护装置)安全运行的基础上,对站内机械通风、空调设备进行集中远程控制、规范管理,合理设置空调运行温度,使空调运行达到较高的性能系数,并挖掘机械通风系统使用潜力,达到节能减排的目的。

## 2 机械通风及空调系统

作为长期运行的变电所的辅助设施,空调通风节能工作具有重要意义。研究与实施空调节能措施,不仅能够减少空调能耗,还能减少空调使用率和维护工作量,延长空调使用寿命。

### 2.1 空调设备选择

堆场变电所的设备用房均为电气设备间,为保障电力设备安全运行,电气设备间内不应设置有压力的空调水管;在运行方式上,自动化集装箱堆场变电所要求为无人值班运行,根据上述特点,堆场变电所空调宜采用冷媒直接蒸发式分体空调机。

### 2.2 空调房间室内参数确定

变电所夏季空调室内设计参数的选择,应满足设备运行条件和规范规定的要求,尽量选定规范允许范围内的最高夏季室内空调设计温度,设计选择上限温度28℃。夏季空调室内设计计算温度宜就高不就低。

### 2.3 空调房间合理的气流组织

空调室内机布置情况直接影响空调房间的气流组织情况,且对室内空调效果的影响很大。针对大部分变电所布置紧凑、通道狭小、设备怕水等特点,设计尽量采用挂壁式或吊顶式分体空调机的方案,通过优化设计,保证空调气流在设备通道间顺畅循环,使室内温度分布趋于均匀。避免产生局部过冷或过热的现象。节省能耗,延长空调机的使用寿命。

### 2.4 空调设备合理运行

空调设备日常运行方式的合理与否对于空调节能效果至关重要,通过合理优化运行模式可以达到理想的节能效果。设计确定变电所主要设备用房夏季空调运行温度为27~28℃,避免因运行人员误操作而产生的各种问题。

变电所空调设备的运行技术改造也能达到节能的运行效果。设计通过在同一房间多台空调机之间设置远程切换装置,顺序控制空调设备运行的手段来解决,空调机只有在温度超高时才全部

启动,这样空调设备大部分时间内处于间歇轮换运行状态,既减小同时启动电流又能延长设备实际使用寿命。

### 2.5 变电所通风、空调运行流程

1) 当设备用房温度超过设定值(例如春、秋季或 $25\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ )时,启动机械通风系统。

2) 台风或暴雨时须关闭机械通风系统,开启空调系统。

3) 当设备用房温度超过设定值(例如 $30\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ )时,关闭机械通风系统,启动空调系统;空调温度设定为 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,弱电间、控制室等其它辅助用房空调温度设定为 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## 3 机械通风及空调远程控制系统

### 3.1 系统功能

机械通风及空调的主要功能是确保微机保护等站内设备的安全稳定运行,兼顾站内有人工作时的舒适性,充分挖掘潜力、实现有效节能。机械通风及空调远程控制系统主要功能:1) 远程集中实时在线监控;2) 温控切换;3) 组合模式(温度+定时)切换;4) 故障报警,主动维护。

根据变电所通风、空调运行流程,系统主要运行模式如下:1) 机械通风系统就地运行模式;2) 机械通风系统远程单动模式;3) 机械通风系统远程联动模式;4) 空调系统就地运行模式;5) 空调系统远程单动运行模式;6) 空调系统远程联动运行模式;7) 变电所房间机械通风系统与空调系统远程联动运行模式。

### 3.2 终端设备调研和选型

系统受控设备为风机、电动阀、百叶窗、空调。风机、电动阀、百叶窗的监测通过开关量信号实现。控制系统通过控制变电所内机械通风设备供电回路的接触器实现设备远程控制。

空调类型有:分体变频挂壁式空调机、冷暖变频多联室外机、分体变频柜式空调机。按照对变电所所有分体空调机组进行远程数据提取和控制的要求,经过对几家国内外空调厂商的调研,冷暖变频多联室外机、分体变频柜式

空调机均可实现设备信号的输入输出,分体变频挂壁式空调机进行加装模块后可实现设备信号的输入输出。

### 3.3 系统组成

#### 3.3.1 系统架构

机械通风及空调远程控制系统为PLC控制系统,其网络架构主要由现场设备层和过程监控层组成。系统的PLC主站设置在 $10\text{ kV}$ 中心配电所控制室内,PLC从站设置在 $1^{\#}\sim 16^{\#}$ 变电所、 $1^{\#}\sim 3^{\#}$ 船舶岸变内。系统架构见图1。

现场设备层主要的控制对象是安装在现场的各种设备。设备与PLC远程站的输入输出模块之间通过控制电缆连接,将设备的实时状态信息采集到PLC远程站中。工业现场信号采集最关键的要求是信息的实时性,即信号传输既要准确,又要延迟时间短。现场总线具有定时快速等特点,适用于小数据量快速数据交换可全面满足工业现场信号采集的要求,能够组建现场控制网络<sup>[2]</sup>。

过程监控网的主要功能是实现控制室监控站和PLC主站之间、PLC主站和PLC从站之间的数据通讯。过程监控层实现的功能主要有现场设备的信号采集、生产工艺流程控制、控制系统与管理层之间的数据通信等功能。工业以太网具有通信速率高、开发基础好等特点,适用于大数据量快速数据交换。控制室与各个变电所之间通过光纤进行以太网通信,光纤类型为单模<sup>[3]</sup>。在控制室和各变电所内配有以太网交换机,通过光缆终端盒,构建成光纤环网。实现控制室与变电所,变电所与变电所之间的数据通信。同时中央控制室PLC主站及各从站配备总线环网通讯所需的双光口光电转换模块。环网中若单处出现链路中断情况,网络拓扑自动由环路转换为总线形式<sup>[4]</sup>。

#### 3.3.2 系统控制设备

变电所内设有现场电控箱,负责轴流风机、电动蝶阀、电动百叶窗和空调的配电及控制。箱内设有各类型机械通风设备对应的模式选择开关,以及启停按钮,指示灯等,用于实现现场对机械通风设备监控操作。

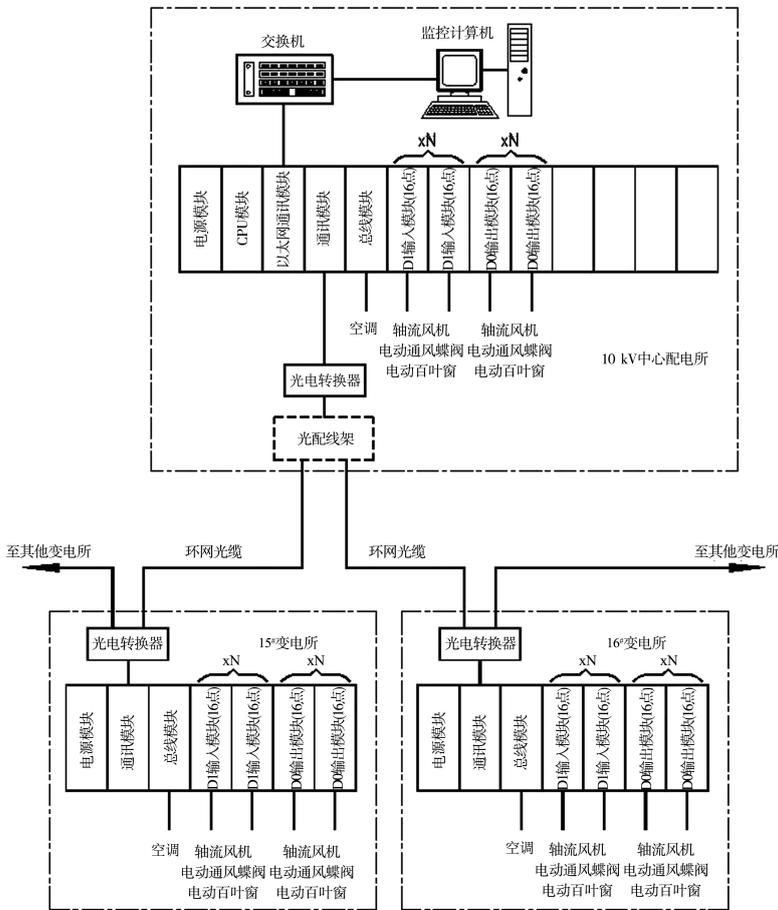


图 1 系统架构

变电所内均设有一套 PLC 控制柜。PLC 控制柜内的远程 IO 模块，通过输入输出 IO 模块以及辅助的中间继电器回路，监视各类型机械通风设备（轴流风机、电动蝶阀及电动百叶窗等）的运行状态，及控制各类型机械通风设备的启停，并通过 PLC 控制单元内的远程通讯模块实现中心变电所监控计算机远程集中监控机械通风设备的运行状态等。PLC 控制柜内的通讯总线模块，负责控制单元与各类型空调之间的通讯，数据交换，进而实现监控计算机远程监视空调的运行状态和控制空调的启停，模式及温度选择等。空调设备主要有 3 大类——远程监控分体挂壁机空调、远程监控风管机空调以及多联变频空调机。远程监控分体挂壁机空调与远程监控风管机空调通过订制通讯 P 板，依 MODBUS 通讯协议，通过总线与控制单元通讯模块交换数据；多联变频空调机空调通过机器自带的总线接口依 MODBUS 通讯协议，通过总线与控制单元通讯模块交换数据<sup>[5]</sup>。

### 4 结语

- 1) 改变了变电站的机械通风及空调系统的传统管理方式，变电站内机械通风、空调设备实现了规范化的集中远程控制和管理；
- 2) 合理设置空调运行参数和连锁关系，使空调运行达到较高的性能系数，挖掘机械通风系统使用潜力，实现节能减排的效果。

### 参考文献：

- [1] 王卫斌. 变电站空调自动控制节能装置与远程管理系统[J]. 供用电, 2010(12): 66-68.
- [2] 王建新. 异构 PLC 控制系统网络通信[J]. 冶金自动化, 2010(4): 17-19.
- [3] 韩兵. 现场总线系统监控与组态软件[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008(8): 15-24.
- [4] 陈在平. 现场总线及工业控制网络技术[J]. 电子工业出版社, 2008(5): 33-40.
- [5] 李立. 以太网和现场总线在工业网络中的应用[J]. 微计算机信息, 2001(10): 42-43. (本文编辑 郭雪珍)