

中国港口协会港口电气分会

港口电气

论文集

王伟 主编



天津港南疆 35kV 变电站主控室



大连海事大学出版社

中国港口协会港口电气分会

港口电气

论文集

王伟 主编

大连海事大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

港口电气论文集/王伟主编. —大连:大连海事大学出版社, 2001.8
ISBN 7-5632-1507-7

I. 港… II. 王… III. 港口—电气设备—技术管理—文集 IV. U691-53
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 059621 号

大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4728394 传真 4727996)

<http://www.dmupress.com>

E-mail: cbs@dmupress.com

大连海事大学印刷厂印装

大连海事大学出版社发行

2001 年 8 月第 1 版

2001 年 8 月第 1 次印刷

开本: 850 mm × 1168 mm 1/16 印张: 6.5

字数: 180 千

印数: 001 ~ 500 册

责任编辑: 张 炯

封面设计: 陈景杰

责任校对: 史洪源

版式设计: 惜 孜

定价: 15.00 元

目 录

雷电的防护	刘光全(1)
天津港南疆供电网络三遥系统的配置方案	王俊忠(5)
天津港北疆供电系统谐波无功治理的必要性	肖淑玲(13)
谐波对港口供电设备的影响	郝 勇(18)
配电网中线损的产生及整治方法	董宏伟(20)
HID 电子镇流器在港口的应用	张旭榕(24)
变压器效能的监控	白玉娟,杨学文(27)
浅析配电变压器损耗费用的 A, B 系数	张宏伟(30)
港口门座式起重机技术改造及实施方案	谭 跃,邱赤东,许 玮,李 臣(34)
港口供电网络可靠性分析	吴志良,潘渝伯(38)
港口电网自动化技术的应用	宋小坚(42)
高压断路器合闸线圈烧毁原因分析和预防措施	徐彦春(46)
港口配电线路无功补偿的探索	周 莉(49)
天津港供电服务质量体系的建立及体系文件结构	唐锦华(51)
港口配电自动化的现状及发展趋势	章彦华(57)
天津港南疆港区供用电管理的创新	陈树堂(62)
提高职工队伍素质 保证港口安全供电	季世锋(65)
附录 1:进一步发挥协会作用 更好地为推进港口的改革和发展服务	屠德铭(67)
附录 2:港口防雷与接地技术规范	(74)
补白	(64)

CONTENTS

Discussion on thunder prevention	LIU Guang-quan(4)
The figuration arrangement for triple remote system of power supply network in Nanjiang of Tianjin Harbour	WANG Jun-zhong(12)
The necessity of settlement on non-power resonant waves for power supply network in Beijiang of Tianjin Harbour	XIAO Shu-ling(17)
The effectiveness of resonant waves for port power supply facilities	HAO Yong(19)
Cause and solution of cable losses or damages in power supply network	DONG Hong-wei(23)
HID electronic ballast application on port power supply system	ZHANG Xu-rong(26)
Monitor and control the effectiveness of transformer	BAI Yu-juan, YANG Xue-wen(29)
Analysis cost of coefficients A and B of power supply transformers	ZHANG Hong-wei(33)
A technical rebuilding and application on scheme of port crane	TAN Yue, QIU Chi-dong, XU Wei, LI Chen(37)
Reliability analysis on the network of a port power supply	WU Zhi-liang, PAN Yu-bo(41)
Application of automation technique in port power supply system	SONG Xiao-jian(45)
The fault reasons and preparatory measures for connecting current coil in high-voltage circuit-cutter	XU Yan-chun(48)
Exploration on non-power compensation for port power supply circuit	ZHOU Li(50)
Establishment and configuration of qualified service system	TANG Jin-hua(56)
The status and tendency of port power supply automation	TAN Yan-hua(61)
Innovation on power supply management for Nanjiang area of Tianjin Harbour	CHEN Shu-tang(63)
Improvement of staff qualities to ensure safe power supply	JI Shi-feng(66)
Appendices 1. Further exploit the function of the association to better serve the reform and in provement of the harbour	TU Deming(67)
Appendices 2. Specification on harbour thunder protection and grounding	(74)
Filler	(64)

雷电的防护

刘光全

(大连港务局)

摘要:谈对新版 GB 50057-94《建筑物防雷设计规范》(2000 年版)中有关内容的认识,指出雷电的防护关键是防直击雷和防雷电感应,大量的工作是防雷电感应,即所谓二次雷的防护。

关键词:建筑物;电气设备;防雷电

1 引言

电子技术的发展极大地促进了电子设备的广泛应用,同时也促进了防雷技术的提高。原来仅电力系统比较重视的防雷技术,现在随着电子设备的广泛应用而形成了一个产业。特别是信息系统的防雷,已经引起了国人的广泛关注。下面就新版 GB 50057-94《建筑物防雷设计规范》(2000 年版)中有关内容谈点认识。

2 新规范的特点

自动化、数字化、计算机和通信业等信息产业迅速发展,促使信息系统的防雷技术的发展。信息产业部、原电力部和公安部等为了保护电子系统免受雷害,先后制定了 YD 2011-93《微波站防雷与接地设计规范》、YD/T 944-1998《通信电源设备的防雷技术要求和测试方法》、DL 548-94《电力系统通信站防雷运行管理规程》、GA 173-1998《计算机信息系统防雷保安器》和 Q/DLG.J 11.01.30-1999《港口防雷与接地技术规范》(大连港务局)等行标和企标,以及即将出版的国标《建筑物电子信息系统防雷技术规范》等,都是围绕防雷这一主题,等同或等效地与 IEC(TC81)、ITU 国际标准接轨,形成

一个完整的防雷标准体系,为我国的电子产业迅猛发展保驾护航。

GB 50057-94《建筑物防雷设计规范》的新版本(2000 年版)就是在这一环境下诞生的。新版的 GB 50057-94 与原版的区别主要是加了第六章“防雷击电磁脉冲”。

GB 50057-94 是我国防雷工程设计的主要依据,它完全等同于 IEC 61024 和 IEC 61312,把国际标准中国化了。GB 50057-94 的前五章,主要是对建筑物在雷电灾害的重要性,从政治、经济和对人员伤亡上划为 3 个等级,并对 3 个等级的防雷工作进行了规范。在实践中,这 3 个等级是互相渗透的,在防雷等级的一类中包含有二类、三类,而在三类中又包含有一类,到底按哪一类防雷建筑物等级来设计,对每个行业也不一样,如港口、油运码头和罐区,也就是我们讲的油码头(包括油品的储运和装卸),在港口它应列为第一类防雷建筑物。此外,还有粮食筒仓易燃易爆品装卸码头,都应列为第一类。但港口的通信调度系统,集装箱的 EDI 系统,将来物流的电子商务,数据通信, CIMS 计算机管理系统等也可以是第一类,也可以按第二类来设计。但 GB 50057-94 中第六

章,它既不讲信息系统是第一类,又未提它属于第三类,而是把信息系统的防雷独立成第六章“防雷击电磁脉冲”。

2.1 防雷区(LPZ)

IEC中提到的防雷区(lightning protection zone, LPZ)就是把需要规定和控制雷击电磁环境的防区。如LPZ_A区是在接闪器保护线以外的区域,在这一区域内的物体都可能遭到直接雷击和导走全部雷电流。LPZ_B区是在接闪器保护线内,在这一区域内物体不可能遭到直接雷击,而本区内雷电所产生的电磁场强度没有衰减,即LPZ_B区内,电磁场强度都没有衰减。只有在LPZ1和LPZ_n区,在这些防区,物体已完全不可能遭直接雷击,而且雷电所形成的电磁脉冲逐渐衰减,即LPZ2区比LPZ1区衰减得多,LPZ3区又比LPZ2区衰减得更多,这就要看采取的屏蔽措施如何。一些重要的设备,对电磁场干扰特别脆弱特别敏感的设备,就屏蔽上来讲,就要采取二级或三级的屏蔽,即将设备放在LPZ2或LPZ3区内。一般来讲,重要的电子设备,如计算机等像全港信息数据库集中的重要设备、房屋要按照第一类或第二类建筑物防雷的要求设计或改造,屋顶要加安避雷网做接闪器。设备最好不要安置在楼内的顶层,房间内设备不要紧靠墙和柱(更不要靠对外的门和窗)。距这些地方一般视房间大小在2~3m左右,放在正中间,其目的是为减少电磁场的干扰(混凝土墙和柱内的钢筋在雷击时已形成雷电流的通道或雷电感应电流产生电磁场)。

房间的屏蔽是为了防止雷电流通过接闪器引下线或金属导体在雷电脉冲所形成电磁场对通信设备的干扰,根据设备防电磁干扰的能力采取层层隔防的措施(法拉第笼套的形式)。

改善电磁环境的另一项措施是等电位连接,进出建筑物和房间的各种导线走线要求合理(GB/T 50311-2000《建筑与建筑群综合布线工程设计规范》),线路要求屏蔽;而它的屏蔽层

(或穿铁管)与建筑物组合在一起的大尺寸金属件都应等电位连在一起并就近接地,如屋顶金属表面、混凝土内钢筋、金属门窗栏杆框架、电梯轨道、设备可导电的外壳和进出建筑物各种金属管道等都应做等电位连接并就近接地,最好是在防雷区的交界面等电位连接并在此界面接地。

改善电磁环境的另一项重要措施是接地。除了第一类建筑物防雷的独立的避雷针及其接地装置外,防雷接地、电力系统的工作接地和保护接地、信息系统如计算机的工作接地、直流接地(模拟接地)以及静电接地、等电位接地等各种需要接地的地方都应采取共地不共线的配线方式。这些接地在地下或地面把它们都连接起来,形成一个共地网,而各种接地通过各自的接地母排(连接带),用最短的截面不小于16mm²的铜绞线作引下线与地网相连。有的设备,如计算机需要自己的独立地网。还有如第一类建筑物的独立避雷针及其接地装置中的地网。它们与其他地网之间在地下下的水平距离应有不小于15m的距离。

信息系统设备在雷击情况下的安全运行,屏蔽、接地和等电位是非常重要的,三者是不可分割的一个有机整体。

2.2 电涌保护器的运用

电涌保护器(surge protective device, SPD),也就是我们日常讲的电源避雷器和信号避雷器。据某国对自然灾害给人类造成的损失画了一张统计图,雷电灾害占31.68%。我国也有人进行统计,雷电造成的灾害中,70%~80%是雷电波沿供电线路和信号线路传入到电子设备中所致。不言而喻,在防雷工作中,电涌保护器应用的重要性和普遍性。

尽管我们的雷达站、微波站、电视、卫星天线和移动通信天线等,它们的天馈系统都在室外防雷装置避雷针(接闪器)的保护范围内(按GB 50057-94规定,无论是避雷针还是避雷线,它的保护范围一律使用滚球法进行计算),即在

LPZ0_B 防雷区,因雷电所产生的电磁场强度没有衰减,这些接收天线在接收或发送信号的同时,在雷雨天也将雷电所形成的高频电磁波同时不加选择地接收进来,在电子设备内产生高频电压,烧坏设备的元器件,严重者甚至发生火灾和引起人员伤亡。然而,绝大部分雷电波是通过供电线路进入电子设备的。根据实验分析,雷电波的基波频率与电力系统的电波频率相近,很容易通过输电线路送到很远的电力线路末端,并越过变压器而到达用户的入户开关屏,进入设备的核心。若能承受这一高电压,设备就能正常运行。电子设备都是非常脆弱的,如计算机等电子设备中的芯片,非常容易烧坏,所以,GB 50057-94 规定了对电源多级的防护办法。港口的电气管理人员都知道,10 kV 或 6 kV 电源入户前都设有高压避雷器,直接使用 10 kV 或 6 kV 的高压设备,末端也配备了高压避雷器。这一级防护固然非常重要,但它不能完全阻止雷电波的入侵,同时由于大型设备的投入和切除,高压开关的操作,电磁兼容及静电等都能形成暂态过电压,暂态过电压流串到低压电路进入设备,就会造成危害。这里重点是讲低压电源的防电涌问题。高压设备和低压(指 380 V 或 220 V 电机等)电器,都有一定的抗高压能力,唯独电子设备,包括我们家庭中的电视机、计算机(电脑)、电话等,都是不能抗高压的,即使短于毫秒级暂态过电压,也有被烧坏的可能,所以我们要对暂态过电压倍加防护。

GB 50057-94 要求,当电源采用 TN 系统时,从入户总配电盘开始,配出的线路和分支线路都必须采用 TN-S 系统,不能中途改变成 TN-C 系统,这是一条严格规定。TN-C 一入户,在 LPZ0_B 区(或 LPZ0_A 区)进入 LPZ1 区时,必须做一次等电位连接(界面上或贴近界面上),就近接入地网(或共地网),从此 TN-C 系统就变成了 TN-C-S 系统,再不能回到 TN-C 系统了。GB 50057-94 还对电缆屏蔽层的截面和电涌保护器(电源避雷器,以下简称 SPD)的

最大钳压提出熄弧的要求和所保护的设备能承受的最大钳压加上两端引线上的感应电压这两者之和的能力。除了将 SPD 两端的引线做到最短之外,就是要考虑 SPD 的最大钳压值(有的资料上写的残压),要承受由于雷击或其他原因产生的暂态过电压,又要保护下级设备(如电子设备)它本身承受过电压的能力,所以 SPD 保护分一级保护、二级保护和三级保护等多级保护,就是设备所使用的是直流电源,还有一级末级直流 SPD 保护,当然,不是所有的设备都这样。

在港口还值得一提的是,电源避雷器(SPD)的技术指标一栏中,都有标称电压 380 V(三相),持续运行电压 400 V(三相),也就是说 GB 50057-94 中提到的 V_c 值的问题(V_c 为 SPD 运行在三相 220/380 V 系统中,其最大持续运行电压)。因此,在 TT 系统中, V_c 不小于 $1.55V_0$;TN 和 IT 系统中, V_c 不小于 $1.15V_0$ (V_0 指标称相电压,V 指标称线电压,即 $V_0 = 220\text{ V}$, $V = 380\text{ V}$)。港口供电电压允许上下浮动,在 JT/T 248-95《港口供电技术规范》中规定港口起重机械供电电压上下允许波动幅值为 $+7\% \sim -15\%$ 。就是说,港口在使用 SPD 时, V_c 值有达到 407 V 的可能性(三相 380 V 标称电压)。其相电压 220 V 也有达到 235 V 的可能性。在北京和成都两次全国雷电防护标准化技术委员会上,有的委员就提出外国防雷产品不是不好(当然也有不好的,如当初某公司从美国引进的所谓消雷器,就是伪科学的例证),就是过不了我国当前电源电压变化幅值太大这一关,有的避雷器不是被雷电击穿,而是在正常运行过程中经受不了长期承受过高的持续电压而烧坏,也许我国的产品为了适应这一环境,在生产中就考虑到持续高电压的问题,港口的电气管理人员在选择 SPD 时应注意这一点。

雷电流从几千安到几百千安,一般如按 100 kA 考虑,根据有关资料记录有 50% 是通过

接闪器沿引下线(或建筑物内的钢筋)进入大地泄放的。另有 50% 是通过建筑物内各种管道和电线电缆而向四面八方传开的。既有通过管道,特别是电线电缆传开的,也有通过它们传进来的。因此,在防雷中,等电位接地和 SPD 堵截非常重要,而 SPD 的堵截是分级设防。第一级按雷电波(初次)10/350 μ s 雷电流幅值的 30% 来考虑(电源电缆必须有屏蔽或通过铁管,埋地长度不小于 15 m 进户),选择 SPD 的雷电流通流量一般不应小于 15 kA。在考虑设备的耐压时,应按设备的承受电压 80% 来考虑 SPD 即氧化锌压敏电阻的最大钳压值。

3 结束语

雷电的防护是一个复杂的系统工程,在设

计方案时一定要首先做好风险评估,要从长计议,特别是新建或改建扩建房屋时一定要考虑将来室内设有电子设备工作的可能性,从根本上做好防雷工作。现有的房屋如要安装信息设备时,要考虑设备的工作性能和技术要求,特别是对电磁环境的要求,适当地、稍有余量地考虑防雷系统的保护功能。

雷电的防护关键是防直击雷和防雷感应,大量的工作是防雷感应,即所谓二次雷的防护。雷电感应的防护,就是 GB 50057-94 中第六章提出的防雷击电磁脉冲。我认为,一个是要遵守规范;另一个是要“量体裁衣”。现在有不少假洋鬼子、伪科学在防雷市场上叫得很凶,善良的人们要小心上当受骗。

Discussion on thunder prevention

LIU Guang-quan

(Dalian Harbour Bureau Corp.)

Abstract: Recognition of contents in the up-to-date version GB 50057-94 "Designed Specification for Prevention of Thunder of Buildings" (2000 version) has been created by the author. The core for prevention of thunder is to prevent the electric induction during the striking of thunder or prevention of thunder. Large amount of working is to prevent thunder induction, namely second stage thunder prevention.

Key words: building; electric devices; prevention of thunder and lighting

天津港南疆供电网络三遥系统的配置方案

王俊忠
(天津港电力公司)

摘要:结合天津港北疆港区10年来的运行经验和港区电力系统运行管理的需要以及天津港整体电网发展的要求,介绍了天津港南疆供电网络计算机和三遥系统的配置方案,即三遥系统的功能规范、三遥系统的梯级方案和变电站的配置方案。10年来的运行实践证明这一方式安全可靠,维护工作简单直观,且对运行管理人员的要求不高。

关键词:港口;供电网络;计算机控制;监控管理

1 引言

天津港南疆港区设计配备35 kV/6 kV 1座,6 kV 配电站3座,已建6 kV/0.4 kV 变电站14座,新建6 kV/0.4 kV 变电站12座,负责对该区域的石油化工小区及煤炭、焦炭码头的生产、生活供电,并根据系统的初步设计,除35 kV 主站设有人值班外,其他变电站均为无人值班计算机远程监控管理。结合天津港北疆港区10年来的运行经验、港区电力系统运行管理的需要以及今后天津港整体电网的发展要求,特提出天津港南疆供电网络计算机三遥系统的配置方案。

2 三遥系统的功能规范

天津港南疆供电网络三遥系统的规模从发展的眼光来考虑,近期应能够具有接入32个变电站的基本容量,可实现今后三遥系统的扩容及系统的兼容,并最终将天津港南疆、北疆港区的系统运行信息全部输入到电力调度中心。这一规模相当于电力系统的地区级调度系统,我们根据电力部颁发的《调度自动化实用化标准》文件要求,设计了天津港南疆三遥系统的功能规范。

2.1 主站部分功能规模

2.1.1 数据采集

SCADA系统必须实时采集各站RTU遥测、遥信、电度等数据,并向各站RTU发送各种数据信息及控制命令。同时将系统的主要运行信息传输到天津港电力调度中心及天津滨海电力公司调度系统。

2.1.1.1 模拟量

模拟量主要包括:(1)35 kV 级功率、电流、电压、系统频率、功率因数;(2)6 kV 进线总开关三相电流、有功功率、无功功率;(3)6 kV 馈线电流、联络线电流;6 kV 母线三相电压;(4)6 kV 配电站、变电所6 kV 进线三相电压、三相电压、有功功率、无功功率、功率因数、馈线电流、联络线电流、所用变电压、直流盘电压及直流盘电流。

2.1.1.2 状态量

状态量包括:(1)断路器位置;(2)刀闸位置;(3)有载调压变压器抽头位置;(4)主保护自动装置动作信号;(5)事件顺序记录。

采集方式:(1)状态变化:由系统实时状态变化事件驱动,一旦状态变化必须立即读出响应。(2)扫描方式:将各站RTU所有实时遥信状态按周期读入系统,并迅速更新数据库。

2.1.1.3 脉冲量

脉冲量采集各站 RTU 脉冲电量等。

采集方式:系统应具备可设定时扫描周期采集脉冲量的功能。

2.1.1.4 RTU 的接收

前置机系统应具有良好的现场适应性,可同时适应并接收:①不同速率(300~1200 BD);②不同类型(不同通信规约的 RTU);③不同通信方式(同步/异步);④不同传输介质(微波、载波光纤、电缆等)。

前置机应具备友好的人机界面,各 RTU 及参数选择均通过软件设置,前置机拥有丰富的规约库,国内外各种 CDT 和 Polling 规约均可接受。

2.1.1.5 前置机运行方式

前置机应设置为双机运行方式,与 RTU 通信为单通道。前置机应以热备用方式运行,均同时接收信息,主备机实现下行切换,切换过程中数据不丢失。同时,前置机应能够直接上网,与后台工作站网络通信,以消除数据交换瓶颈的可能性。

2.1.2 数据处理

SCADA 系统采集数据后,立即进行数据处理。

2.1.2.1 模拟量数据处理(YC)

(1)把标识符转换为技术地址:技术地址可作为数据的关键字而访问数据库,并为后面的其他功能提供数值。(2)能够将生成数据转换为有效工程量。(3)条件复位到零:可设定每个值“0”范围,将近似 0 值置为 0(用以抑制不带电路电量在数据转换过程中的电量漂移现象)。(4)数据自动替换:可根据需要人工设置数据的变化梯度,来确定数据的自动更新水平,由更新标志决定其数值是否被 RTU 新发送来的值取代。(5)越限检查:能够通过数据库为每个遥测值及计算值规定两个上限及下限,以检查数据合理性,并且能够对数值超限检查定义一个死区,以避免不必要的扰动。(6)积分值和平均值计算:根据实际功率完成积分值及平均值计算。(7)最大值及最小值计算:将遥测在某一段时间内出现的最小值及最大值出现的时刻一同存入数据库。(8)存储入数据库:数据库中

的遥测量记录由时标工程值和质量单位组成,数据库中数值为后续子系统提供数据。(9)各个模拟量描述电力系统运行的实时量化值,各线路及主变的有功功率、无功功率、电流电压值、主变油温及周波值,同时为这些量化值标出质量位,以确定各位所处的状态(正常、越限、人工数据、坏数据等),通过人机界面为调度人员提供清晰的电力系统各级量化概念。

2.1.2.2 状态量处理(YX)

状态量处理任务完成如下功能:(1)描述电网运行状态:各开关位置、各刀闸位置、主变分接头位置、保护动作状态、各通道运行工况。(2)能够监视电网及设备变化状态并迅速发出报警,一旦遥信发生变位,应立即确认遥信值的类型(开关、保护、刀闸、事故、预告等),根据开关变化及保护动作判断是正常变位还是事故变位,确认监视并为操作员引出专门的文字信息表、语言信息和厂站工况图,判断是否因遥控引出变化。(3)处理后的信息应立即送至:文字显示、语言信息系统、实时及历史数据库、变位打印及表格显示、事故追忆、模拟盘、网络分析。(4)状态量允许人工操作,主要包括:“YK 封锁”标志、“允许 YK 标志”、遥信设定标志、事故追忆。

2.1.2.3 脉冲量

数字量的采集主要是脉冲电量值,为电网的能量管理提供基础:(1)实时保存上周期的脉冲值,并计算出周期内的电量。(2)无脉冲量的点,可采用积分电度的方法计算电量。(3)系统可设定高峰、低谷、腰荷时段,计算出各时段电量。(4)计算出各时段电量用电值。(5)计算结果存入实时及历史数据库。

2.1.3 计算功能

在 SCADA 系统中除大量的实测点外,还应有大量的计算点,计算子系统是在线方式下需完成所有计算任务的综合,在系统启动时启动,按照数据变化及规定的周期、时段不断地处理计算点。

(1)对模拟量、数字量及状态量均可进行计算。

(2)对所有系统中虚点的计算与实点一致。

(3)在计算中,包括各种类型计算,电力系

统的通用计算均可以简便地完成。①总加计算:自由设定总加公式进行总加计算。②限值计算:计算越限的越限时间、合格率等。③平衡率计算:可对线路、变电站进出功率进行平衡比较,亦可用作线损计算。④累加计算:计算电量量累计算,积分电量变化次数,遥信变位次数等一系列累加运算。⑤统计计算:统计计算内容应十分广泛,各种针对一段时间内(时、日、年)的统计处理均可实现,如:计算各模拟量的最大/最小、平均、负荷率及最大/最小时间。⑥旁路自动替换:由状态量及模拟量共同确定母线旁路状态,自动做出旁路替换结果。

2.1.4 电网控制

控制功能包括开关闭输出(控制):(1)开关人工设置和标志操作的统一处理。(2)实时对断路器和开关操作。(3)投切有载调压变压器的分接头。(4)电容器远程投切。

开关闭输出具备核对功能,过程如下。

(1)选点:选择动作开关点。(2)发令:发出遥控指令。(3)内部校验:由主站首先根据数据库内动作开关遥信质量及开关状态,确认该开关是否允许操作,操作状态是否正常。(4)RTU校验:将命令传送到RTU,由RTU再校验。(5)校验返回:将校验结果返回人机界面。(6)确认执行:操作人员校验结果,执行或撤消命令。(7)执行结果返回:由RTU执行遥控命令,引起开关变位及事件顺序结果,推出画面显示执行结果,并打印记录。(8)操作登录:将调度员进行的遥控操作内容、时间、结果及人员姓名登录下来以便备查,并保存一年的档案。

2.1.5 数据库管理

数据库管理必须具备:(1)面向设备的实时数据库。(2)使用长驻内存数据的访问最佳化。(3)程序和数据应严格分开。(4)在线再组织数据库而防止数据丢失的数据管理系统。(5)数据一致性、连续性和安全性。(6)分层结构可直接支持SCADA应用软件的统一数据库。(7)应用程序接口(APL)可直接访问数据库。

2.1.5.1 实时数据库

实时数据库保存的是从各个站采集上来的实时数据,其数据在每次系统扫描周期之后被刷新一次,在实时数据库中应能够保存模拟量、

数字量、脉冲累计算、控制量、计算量、设定点控制输出等多种类型的点。(1)对运行数据和开关状态进行实时监视并保存记录。(2)数据库生成:系统管理人员可以方便地在智能终端上,在线或离线利用数据库应用程序来生成数据库。(3)数据库查询:利用数据库查询程序,对实时数据库检索分类,通过人机联系系统及相应的图表能够直观地反映,并根据需要随时存在外存设备上。(4)实时数据的备份:实时数据库应有后备功能,一旦当前实时数据库被破坏,能即时恢复系统运行(包括各机之间的备份)。(5)零漂:用数据中的关系功能,判断在开关断开时能够将遥测量去掉,即置零。(6)跳数处理:对于通道瞬间干扰或设备瞬时故障造成的跳数,可采取低通滤波方式,将跳数予以滤掉,并保证数据的可信性。(7)实时数据的人工编辑:允许任意增加、减少(删除)或个性数据库中的数据。(8)对每个遥信、遥测均有人工屏蔽或设置功能,一旦经屏蔽或设置后,不能接收实时信息,直到解除屏蔽或设置,设置的类型应能够用颜色来区分。(9)任一实用信息在网络各个工作站上实现统一名字管理,即任一对象具有惟一名字定义,并且一经定义或修改,其他各站实时同步性以保持一致性。

2.1.6 历史数据库

对每一个实时数据库中的点,可选定周期实现历史数据记录和实时断面处理,并可随时查询和使用,以实现报表数据形式、趋势曲线的形式并用于统计分析。(1)需长期存放的重要数据,通过定义可存入历史库,数据归档的定义和修改可以通过界面在线进行,而不影响系统的运行。(2)提供的数据库能够自动地保存在硬盘上,也可以卸到磁带上进行长期存档,在已存档的历史数据装回系统做数据分析时,装回的数据在磁盘上有充足的容量。

2.1.7 人机界面

人机界面应具备:(1)全图形显示:借助完备的手段进行漫游、变焦,并可进行随意调整,可以不受限制充分自由地建立自然图形,具有地理图及辅助导游图功能,可实现整个电网一次接线(包含各种电压等级联络线、变电站内接线等)的完整图形显示,并有实时信息同步显示

设备(变压器、线路等)的参数等,具有直接取代调度模拟屏功能。(2)高显示分辨率:明快丰富的颜色及不抖动显示,能显著地减轻操作人员的劳动强度,各种图形、表格、汉字、文字可任意选择颜色及对比度。(3)多窗口技术:允许操作员在工作时,子屏幕的任意区域拼装操作员关注的多个独立画面,显示区域可进行分割独立调用。(4)快速直接鼠标控制:对 SCADA 所有功能的交互菜单选择可取代 99% 的键盘使用。采用国际图形标准产品设计;极好地显示响应时间,响应时间应控制在 1~2 s 以内;完整统一的图形规范,所有人机界面的操作及某单系统风格必须完全统一,用户操作步骤应一致。

2.1.7.1 图形系统

图形是表示电力系统运行状况的重要手段,它必须具有一个多层面的图形系统,可分成可变焦(面积缩放、步进式缩放)、能漫游(均匀漫游、橡皮带式漫游)的多层次图形,具有流动的固定尺寸图形及图形之间的交叉消除功能,以及具有文字、数字输入提示与标注等功能,其图形的内容主要包括主接线图、曲线棒图、系统运行状态图、地理接线图等。(1)图形的层级、平面:为了使图形的显示既有全景又有细节的显示能力,图形被设计成若干层级,每个层级定义一系列平面,将图中的图形符号定义成元件(组),对每个元件定义其出现的平面,并赋予一个级别。(2)图元:电力监视图形上使用的许多电力专用图形定义为电力图元。图形系统提供专用的图元生成系统,定义各种图元(如各种变压器、刀闸、开关等)。提供一套标准的图元集,图元集可以增减。(3)内部联结:图形系统不是单纯的图形显示和数字显示,其各种图形受系统管理,图形内根据电力的接线存在有机的联系。(4)曲线和棒图:统计图形(曲线、棒图)均为动态生成,用户通过菜单方便地选择对象数据、时标、时间区间、坐标轴的最大最小,并可同时生成并显示一系列统计数据。可在这些图上个性某些数据。当前、历史和未来数据的显示,能够借助接线图中“拉和降”选择曲线。鼠标可操作的曲线,选择时间和移位轴的修改,并可选择栅格曲线显示或直线、面积、阶梯曲线等。(5)趋势显示:该功能可显示历史数据,实时数

据的工具由该趋势显示提供的各种动态曲线或数据,可在输出设备上显示或打印任意时间段的内容。通过人机界面(MMI)操作可定义趋势点,趋势点可选择历史数据库或实时数据库中需要的点。利用窗口技术,可在 CRT 上看到多幅趋势曲线;或在同一幅画面上显示多个曲线,以便对照分析,并且可在打印机上输出打印,使调度员或运行人员在决策未来的调度计划时,能有一个重要的依据。(6)制图过程应能够在线完成,增加、修改、删除画面完全不影响系统运行。(7)图形数目应不受限制。

2.1.7.2 报表系统

(1)制表:提供直观的表格制作软件;操作员在 CRT 上以交换方式定义报表格式以及报表数据等;可制定任何形式的数据表格;表格在窗口中提供翻、滚、移的操作;表格可显示实时及历史数据内容;表格内各种数据具备计算功能,可在表格内自动加以定义;考虑通道的质量等意外因素,系统必须提供报表数据的编辑与修改功能;制表操作应完全在线完成,不影响系统运行。(2)打印:打印分正常打印和异常打印,启动方式分定时启动、人工启动和事件驱动,并具有软件拷贝功能,定时打印,事件驱动,召唤打印。

2.1.7.3 汉字

人机界面为汉字界面,包括菜单、操作提示、图形、表格等。配备国家标准二级字库汉字多种字体,图形汉字可随意进行画面滚动及漫游,并且汉字可作为数据库变量,参加数据的运算、查询及检索。

2.1.8 信息与报警

当在系统范围内发生需要引起操作员注意的情况时,必须产生一系列报警信息。

2.1.8.1 报警方式

(1)图形报警:报警点闪动、变色;推出厂站图表(多幅)。(2)文字报警:文字列表显示报警信息及类型。(3)语音报警:机器发出鸣叫声,产生语音呼叫操作员。(4)打印报警:打印机及时打印出报警信息及类型。

2.1.8.2 报警类型

(1)越限报警:对需要报警的值设定上下限,当越限状态变化时,发出越限报警,通过前

口进行文字显示及数据变色,并根据需要进行事件打印记录。(2)变化报警:当系统发生正常变位时,变位点在窗口中发生数据变色及闪烁,打印变位点状态及变化时间,推出文字信息,同时根据需要进行语音报警。(3)事故报警:事故处理是变电站发生事故跳闸信息,发生事故后,系统发出强烈报警。(4)工况报警:当各站 RTU 通信中断或主站发生故障时,系统发出明显的报警信息,以提示维护人员及时处理。各种报警信息发生后,各信息被数据库明确分类并归档,按时间及类型分别检索及处理。

2.1.9 安全子系统

为了使实时系统能够安全稳定地运行,整个系统应有安全保护措施。(1)所有的系统操作员应根据需要被赋予某些特性,这些特性规定各个操作员对系统及各种业务活动的使用范围,如用户名口令字、操作权及操作范围等特性。(2)操作员只有输入正确的特性,才能进入系统,以保证系统安全的使用需要。从最低级的只可调出画面操作的特性,到最高级的可以修改、访问、维护以及进行各项操作的特性。(3)操作保护,对每个上岗操作员都应有口令字控制,以确保系统不受无关人员误操作的破坏。

2.1.10 监测、维护子系统(TEST)

(1)对各个计算机运行工况的监视,发现故障后,应能及时报警,并能把功能重新进行分配,即能把故障机上的功能分配到正常计算机上。(2)对各通道进行监视,若有通道故障,应能及时报警。(3)对所有外设备接口的运行状况进行监视,对某些很重要的外设(如定时打印机)在其发生故障时,应能提示并报警。(4)故障或检修时,双机应能够进行自动/手动切换,切换时间不大于 30 s(指最后完成数据库同步时间)。(5)对前置机提供诊断功能,而主机及工作站等重要设备因故障应能进行自诊断。(6)系统应有较高的可维护性,维护人员利用条件和仪器,在故障诊断系统指导下能及时修复系统。

2.1.11 网络通信功能

可与其他计算机实行网络接口,信息转发,

并能够与电力调度中心系统联网。

2.2 变电站部分功能规范

变电站系统实时采集遥测、遥信、电度等数据并发送给主站,同时接收主站发来的各种数据信息及控制命令,执行主站的控制命令。(1)模拟量输入。(2)状态量输入。(3)脉冲量输入。(4)控制输入。(5)通信:以电力系统流行的标准规约与主站进行通信。

3 三遥主系统的梯级方案

3.1 南疆三遥系统的方案配置

天津港南疆供电系统的特点与北疆供电系统类似,其最高电压等级虽然只有 35 kV,但其需要控制的最低电压等级为 380 V,涉及到的面较广,低压变电所数量多,且每个变电所的设备数量较大。根据多年的北疆运行经验以及参考供电系统的常规运行模式,南疆三遥系统宜采用梯级控制的方案来实现对整个供电系统的监控。

采用梯级控制方案的优点是南疆整个供电网集中监控的方式,改变成区域监控与整体监控相结合的方式,为真正实现变电站无人值班功能提供保障。采用梯级控制的模式加强了对整个供电网安全、可靠运行的监视与控制,提高了供电网事故处理的响应速度,同时也保证了对整个供电网的统一管理。

南疆三遥系统结构图如图 1 所示。

考虑到三遥系统集控系统需要监控的变电站数目较多,且每个变电站的数据量极大,相当于一个地区级调度自动化系统。根据原电力部的部颁标准以及考虑到计算机系统的处理能力,南疆三遥系统集控系统计算机选用图形工作站,操作系统选用 UNIX 系统,并采用开放性、安全可靠的分布式结构的监控系统。

集控系统配置如图 2 所示。

与集控系统相比,站控系统需要监控的变电站较少,系统的负担较小。为了节省投资和使使用人员便于掌握,站控系统计算机选用 PC 机,操作系统选用 Windows 系统。

站控系统配置如图 3 所示。



图1 南疆三遥系统结构图

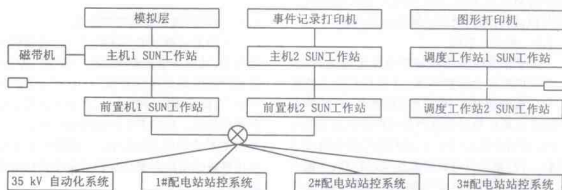


图2 南疆 35 kV 站集控系统配置图



图3 南疆供电网站控系统

集控系统与站控系统相互配合,形成天津港南疆供电网络主体结构,使各种数据最终实现分级处理、重点分析、多方传输的目的。

4 变电站系统的配置方案

4.1 变电站自动化系统的几种模式

4.1.1 常规变电站自动化系统

常规变电站自动化系统的模式是在 20 世纪 80 年代末期至 90 年代初期出现的,该模式采用集中处理的方式实现变电站自动化功能,通过变送器采集模拟量(遥测)和脉冲量(电量),通过直接采样结点的状态采集状态量(遥

信),通过对遥控执行柜的控制实现对开关、刀闸、电容以及变压器挡位的控制,其结构如图 4 所示。

4.1.2 变电站交流采样自动化系统

变电站交流采样自动化系统与常规变电站自动化系统的区别,不在于遥测功能的实现是否通过变送器,而是按线路直接采集 CT/PT 的三相电流和三相电压,经过数学模型计算出线路的所有电量。其他功能的实现原理均与常规变电站自动化系统相同。

4.1.3 变电站综合自动化系统

变电站综合自动化系统从 1996 年开始出

现,它主要采用分布式结构设计,模块化程度高,除实现三遥功能外,还可实现保护定值的远程整定,即遥保功能。

典型的变电站综合自动化系统结构如图 5 所示。



图4 常规变电站自动化系统结构图



图5 典型的变电站综合自动化系统结构图

4.2 几种模式的比较

4.2.1 常规变电站自动化系统

优点:系统维护简单,方便直观,投资较少,运行安全可靠,稳定性好,通常适合低电压等级的变电站。

缺点:只能实现三遥功能,不能实现遥保功能。

4.2.2 变电站交流采样自动化系统

优点:系统运行稳定性好,每条线路的所有电量均能提供,通常适合供电部门采集量较多的变电站。

缺点:交流采样通常是多条线路组成一个模块,当某条线路的数据异常需要检修时会影 响其他线路的正常工作,维修较常规方式复杂一些。

4.2.3 变电站综合自动化系统

优点:采用分布式结构,保护模块、测控模块均分散安装在开关柜上,能实现遥保功能,维护方便。适合供电系统高电压等级的大型变电站。

缺点:投资较大,通信网络如果不可靠可能

会引起整个系统的瘫痪,运行环境要求稍高。

4.3 模式选择

根据天津港电力公司的实际情况,我们选择了常规变电站自动化系统的模式,之所以选用这一模式主要考虑到以下几个方面:(1)北疆东突堤三遥系统近 10 年的运行经验告诉我们,这一方式安全可靠,维护工作简单直观,且对运行人员的要求不高。(2)为了便于统一管理,减少维护人员,南北疆变电站自动化系统采用统一的方式是必须的。(3)根据天津港电网的现状以及将来的发展趋势,天津港变电站的功能只需三遥功能就可以满足了,从节省投资规模考虑,没有必要采用变电站综合自动化系统。(4)天津港的变电站大多数是低压变电所,这些变电所的低电压馈线数目较多,通常我们只需关注它的负荷并对其进行控制,如果采用交流采样方式在投资上也是得不偿失的。(5)根据我们的计算,常规模式在投资上平均每条线路比综合自动化方式少投资 1 万元左右,比交流采样方式减少 5 000 元左右。

5 三遥系统实施过程中的经验

天津港南疆三遥系统从 1997 年开始逐步实施到 2000 年煤码头、焦炭码头的大规模的全 面实施,在整个系统的实施过程中,我们取得了一些宝贵的经验。

(1)我们认为在系统的实施过程中,让运行人员、维护人员尽可能和供货厂家一起安装调试,以达到提高运行人员、维护人员的水平,增强运行人员、维护人员对自动化系统、三遥系统了解的目的。

(2)我们认为在确定配置方案上,不应一味

地追求新产品、新系统,应从港务局的实际出发,在安全可靠的基础上,节省投资,保证系统的顺利实施。

(3)应尽量考虑已有系统的配置形式,本着兼容性、扩容性的原则,适应新系统新工艺的设备需求,在实事求是的基础上完善系统功能,实现新老系统的联网,从而实现港区计算机监控系统的一体化。

(4)统一的模式对提高公司的管理水平能够提供很大的帮助,可以保证系统投运后的正常运行,又可以很好地保障系统的正常维护,减小系统的失控率及维护资金。

(5)计算机监控系统在运行使用中,通道管理十分重要,应将计算机网络的通信通道纳入计算机网络一体化管理,并实施切实可行的监察管理。

The figuration arrangement for triple remote system of power supply network in Nanjiang of Tianjin Harbour

WANG Jun-zhong

(Tianjin Harbour Bureau Power Supply Corp.)

Abstract: Based on the power supply operational experience and systematic management requirements in Beijing of Tianjin harbour as well as the demand of power supply system in Tianjin Harbour in the past 10 years, the author introduces the figuration of power supply system and triple remote control system in Nanjiang of Tianjin harbour. That is, function of triple remote control system, step arrangement plan and power supply station. The 10 year operational experience demonstrates advantages—the reliability, easy in maintaining and repairing, the limit requirements for management personnel.

Key words: port; power supply network; computer control; monitoring