



中国港口协会港口电气联席会成立十周年论文集

# 港口电气

PORT ELECTRIC POWER

港口电气联席会 编



天津港电力公司办公大楼

大连海事大学出版社

中国港口协会港口电气联席会成立十周年论文集

# 港口电气

PORT ELECTRIC POWER

港口电气联席会 编



大连海事大学出版社

1999·大连

**图书在版编目(CIP)数据**

港口电气:中国港口协会港口电气联席会成立十周年论文集/港口电气联席会编. —大连:大连海事大学出版社,1999.11

ISBN 7-5632-1148-9

I. 港… II. 港… III. 港口-供电装置-研究-文集 IV. U653.95-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 30335 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 4684394)

大连海事大学印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

1999年11月第1版 1999年11月第1次印刷

开本:850×1168 1/16 印张:6

字数:200千 印数:0001~2000册

责任编辑:陈景杰 封面设计:晓江

责任校对:晓力 版式设计:洪生

定价:18.00元

# 发展的十年 辉煌的十年

## ——庆祝港口电气联席会创办十周年

今年是港口电气联席会创办十周年。

时光流逝,沧桑巨变。回首我会走过的这十年路程,无不心潮澎湃,思绪万千。

1989年5月末,在烟台某会议上我与当时烟台港的动力总公司经理戴万敏同志和前来参加会议的青岛港供电站副站长姜博仁同志,共同商量成立沿海港口供电联席会的事宜,同时征求天津港电力公司经理周天慈同志的意见。周经理非常支持,决定派人到青岛港供电站参加成立大会。天津港电力公司委派当时公司总工程师马庆文同志参加。6月2日,会议由青岛港供电站站长张爱涛同志主持。宣布沿海港口供电联席会正式成立。青岛港务局局长常德传同志和白副局长参加了成立大会,常局长还发表了热情洋溢的讲话。联席会的宗旨是:为港口的改革发展服务。目的是通过联席会,联络各个港口供电系统的同行,互相联系,沟通感情,加深友谊,取长补短,共同发展。在我国港口日新月异的发展中,作为港口建设的先行官——供电部门,应适应港口的发展,勇于承担任务。联席会的这一愿望很快引起了各个港口的共鸣。1990年7月在大连会议上,联席会由当时发起的四大港口发展到上海港、连云港、日照港、南京港、湛江港和海南港等10大港口。同时中国港口协会和中国设备管理协会向我会提出愿意接纳我会的要求,在大连会议上,我主持了这次会议(当时青岛会议决定,会议主持人轮流担任,在哪个港口开会,即由该港口供电负责人主持会议)。经讨论,为了便于行业管理,正式申请加入中国港口协会,并拟定同年10月在安徽省池洲港召开加入中国港口协会后的第一次理事会,会上讨论并通过了“中国港口协会港口供电联席会”章程和有关决议,章程中将沿海港口供电联席会改名为港口供电联席会,由沿海扩大到江河港口。同时,会上还推选我为理事长,张爱涛、郭峰、周天慈、戴万敏等为副理事长,成员港发展到16个港口和一厂一校(大连海运学院和沈阳电缆厂)。到现在我会已发展到32个港口、院校、工厂和设计单位。基本上涵盖了全国主要的港口。

我们本着取长补短,互通有无的原则,协会的事大家协商来办,通过联席会这一纽带,全国港口电气同行们,在每年常务理事会或两年一度的理事会上,大家互相交流经验,介绍各自的情况,了解港口电气方面的动态,有经验,也有教训和失误。这对港口的发展有着极其深远的意义。不仅沟通了感情,还交流了工作,互相往来,各自毫无保留地介绍自己的情况,彼此学习,促进了生产,增进了友谊。

根据生产的需要,我们在大连成功地举办了“港口高低压技术”骨干培训班,请大连海运学院教授和有关工程技术人员讲课,学员回原单位反映很好。从1993年开始,我们根据港口的需要,以大连海运学院、大连港务局、天津港务局和青岛港务局等供电部门为主,组织全国主要港口参与,完成了“港口供电技术规范标准”的编写,于1996年发布,现已在全国推行。同时,以青岛港务局为主,有关港口参与的“港口装卸区域升降式高杆灯设置规定”已于1995年发布。紧接

着,我们又提出以广州港务局为主,湛江港务局、海口港务局和上海港务局配合的“港口岸边通用电力接电箱的技术标准”的编写工作,准备今年送审。同时,以大连港务局为主正在积极准备的“港口防雷与接地技术规范”计划明年组织全国港口讨论。

我们随时注意收集港口电气管理运行中出现的问题,结合港口的特点,根据南北港口的差异,以及海港与江河港地理位置上的区别,依据国家现行的标准和规范(包括行业标准和规范),为一个非常复杂,门类齐全的港口,制订出自己行业的技术标准和规范,并为港口同行所接受,这是我们这个行业协会的任务之一。

去年,我们大家经过努力,在大连海事大学出版社的大力支持下,创办了《港口电气》,这是我自办的第一本学术刊物,尽管质量不高,内容不太丰富,但我们有了一个好的开始,有14篇文章,把一些电气运行中的经验、学习心得等推向了全国。

十年来,我们深深体会到,我们每前进一步,都要付出艰辛的劳动和无私的奉献,而每当我们看到自己的成果时或港口间通过联席会而取得了一定的成绩时,我们又感到非常的欣慰和自豪。我们协会的成员都是在职人员,都是热心于协会工作,热心于公益事业的,是我们港口的中坚。我们在资金困难、时间紧迫、工作繁忙的重压下,牺牲休息时间,忘我地为港口事业工作奋斗。如在编写“港口供电技术规范”的过程中,我们经过了多次反复,历经了三年多时间,才于1995年末通过部的评审,在这三年多的时间里,我们不知有多少人为编写这部处女作而熬了多少不眠之夜。

十年来,特别是加入中国港口协会之后,在中国港口协会的领导下,在各港口(院校和厂)等成员单位、兄弟分会的大力支持下,我们从小到大,从弱到强,并在港口中形成了一定的影响力,我们所做的工作得到了上级主管部门领导和港口的认可。但我们也有不少应做好的工作没有做好,辜负了港口同行们对我们的要求和希望。今后我会一定要结合港口的实际,为港口办些实事。作为一个行业协会,应时时刻刻为行业的工作着想,为行业的人办事,为港口事业的蓬勃发展作出我们的贡献。在这世纪之交,我坚信我们的协会会办得一年比一年好。

刘光全

1999. 9. 15

# 十年辛苦不寻常

——庆祝中国港口协会港口电气联席会成立十周年

十年前,主要由原大连海运学院的几个60年代毕业生牵头的港口协会供电联席会成立了,郭峰、张爱涛、刘光全、戴万敏,他们分别是港电60、61、62级和船电62级的校友。当初,我刚刚分配到海运学院,担任助教,有幸给他们上过课或带过实习,年龄差不多,60年代后期,他们相继毕业分配至几个大的港口搞电力,至协会成立时,他们已是各港口供电的主要负责人了。为了交流经验,在改革开放的大好形势下把握机遇,他们联合了天津港周天慈主任,在中国港口协会申请了成立电气联席会的批文,于1989年10月在安徽省池州港召开了第一次港口供电联席会理事会,受到他们的邀请,我参加了这次盛会。由此至今,我几乎参加了历届的理事会,看着联席会不断地成长、完善,取得了一个个可喜的成绩,感到由衷的喜悦。自然,这期间因为也凝聚着我的努力,主持编写了“港口供电技术规范”。记得在那搜集整理资料的日子里,联席会的秘书长陪着我,到了北方几个主要大港,得到了各港口热情的支持和帮助,提供了我们所需要的各种资料、数据。在联席会的全力支持下,使“规范”终于在1995年完成并获部里审查通过,于1996年6月1日由交通部正式发布实施。

今年是供电联席会成立十周年,欣逢国庆50周年,我感到我们的组织不断发展壮大,成了港口供电工作者自己的家。在每次联席会理事会上,代表们集思广益、踊跃发言,提建议、定规划,参加的厂商也越来越多,会上经常还有工作交流、技术讲座。我坚信,我们的联席会一定会在港口建设中发挥更大的作用。新世纪的曙光已经到来,我们第一代的联席会的组织者正在陆续退居二线,可喜的是“江山代有才人出,一代新人换旧人”,大连港的王洪锁、天津港的王伟恰好也是我的学生,这一代人赶上了比我们上一代要好得多的时代,港口供电事业,一定会在这一代新人的带领下,在广大港口供电事业的同行的共同努力下,取得更加辉煌的成果。

最后写首小诗聊寄庆祝之意

十年辛苦不寻常,  
供电发展赖同行。  
欣逢盛世堪称美,  
一代更比一代强。

大连海事大学教授刘宗德

1999年8月1日

## 目 录

科学技术进步,推动港口供电系统现代化 .....	王 伟	(1)
电力系统无功补偿与节能分析 .....	张茂林	(5)
大型港口机械电控系统调速方式选择 .....	杨宗玖	(8)
新型设备是提高供电安全性和可靠性的有效途径 .....	杨立俊 徐彦春	(14)
对集装箱堆场冷藏箱箱位和相应供应供电设施配置和探讨 .....	胡山元	(17)
自动控制上水电路的研制 .....	刘清杰	(21)
电力电缆故障测量方法探讨 .....	沈 阳	(23)
港口功率因数补偿装置的选型与应用 .....	朱同才 杨明宝	(29)
变频调速技术在采暖供热锅炉引风机上的应用 .....	徐德赞	(33)
7UT51型数字继电器在变压器差动保护中的应用 .....	栾福仁	(37)
干式变压器在港口中的应用 .....	顾望苏 张 斌	(42)
海上减载平台装卸系统电站改造的实践		
——上海港“新双峰海”减载平台工程改造 .....	张 斌	(45)
罗伯威力矩限制器在门机上的应用 .....	颜明东	(51)
天津港供电管理体制改革初探 .....	唐锦华	(55)
自动调谐式接地补偿装置在港口供电中的应用 .....	孟凡强	(59)
干式变压器的维护 .....	张和刚	(63)
完善电气设备综合档案管理,提高电气设备管理水平 .....	白玉娟	(66)
抓好电气设备的管、用、养、修 .....	荆州盐卡港设备科	(69)
门机电源连接箱的改造 .....	陈定生	(72)
锦州港照明改造工程 .....	锦州港务(集团)股份有限公司	(75)
自动跟踪接地补偿技术在大型港口供电系统中的应用 .....	李纪波 王利厚 焦自照	(76)
现代 HL35 装载机走车电器控制板的改造 .....	刘青山 武云深	(81)
从一起雷电事故浅谈港口防雷 .....	季世锋	(83)
港口电气设备防污闪之我见 .....	邢智娜	(87)

## CONTENTS

Improvement modernization of harbour power supply in the development of science and technology .....	<b>Wang Wei</b>	(16)
The non-power compensation and energy economization of power supply system .....	<b>Zhang Maolin</b>	(7)
The governing method option for main harbour machinery power control system .....	<b>Yang Zongjiu</b>	(13)
The new-borne equipment—improvement of safety of power supply and effective approach for reliability .....	<b>Yang Lijun Xu Yanchun</b>	(16)
Discussion on stowage of reefer containers and associated apparatus of power supply .....	<b>Hu Shanyuan</b>	(28)
Design of auto-control water supply circuit .....	<b>Liu qingjie</b>	(28)
Discuss on methods of faulty measuring for power cable .....	<b>Shen Yang</b>	(28)
The selection and application of harbour power factor compensation .....	<b>Zhu Tongcai Yang Mingbao</b>	(36)
The frequency conversion governing technique applications in the winter heating boiler blower .....	<b>Xu Dezhan</b>	(36)
The 7UT51 type digital relay application in the differential protection of transformer .....	<b>Luan Furen</b>	(41)
The application of dry transformers in the harbour .....	<b>Gu Wangsu Zhang Bin</b>	(50)
The innovative practice in the power station of reducing load platform of loading & unloading system —The constructive innovation in “shuang fenghai” reducing load platform of shanghai harbour .....	<b>Zhang Bin</b>	(50)
The application of rockwell resultant moment in the bridge crane .....	<b>Yan Mingdong</b>	(58)
The trial reform on tianjin harbour power supply management system .....	<b>Tang Jinhua</b>	(58)
Application of automatic tune grounding compensation apparatus in the harbour power supply system .....	<b>Meng Fanqiang</b>	(62)
Maintenance of the dry transformers .....	<b>Zhang Hegang</b>	(68)
Completeness of file management of electric devices and promotion of the management levels of electric devices .....	<b>Bai Yujuan</b>	(68)
Attention paid in the management, utilisation, maintenance, and repair of electric devices .....	<b>Equipment Managing Department</b>	(80)
Reconstruction of connection box in the bridge-shaped crane .....	<b>Chen Dingseng</b>	(74)
Illumination project innovation in jin zhou harbour .....	<b>Jin Zhou Harbour Bureau Corp Ltd</b>	(75)
Automatic tracking grounding compensative techniques applied in the main harbour power supply system .....	<b>Li Jibo Wang Lihou Jiao Zizhao</b>	(80)
The innovation of moving electric console in the HL35 loading machinery .....	<b>Liu Qingshan Wu Yunshen</b>	(86)
Discussion on harbour thunder protection .....	<b>Ji Shifeng</b>	(86)
—Analysis of a casualty of thunder attack		
Opinion on arc of harbour electric devices caused by contaminate air .....	<b>Xing Zhina</b>	(89)



# 科学技术进步,推动港口供电系统现代化

王伟

(天津港电力公司)

**摘要:**论述了科技进步对港口供电系统现代化建设的作用,阐述了在港口供电系统发展中注重科技进步的重要性。结合天津港供电系统现代化的发展过程,提出了在今后发展过程中应着重解决的问题。

**关键词:**港口供电系统;现代化;科技进步;港口电气

## 0 引言

科学技术是第一生产力,这是邓小平同志继承了马克思关于科学技术也是生产力的思想,对科学技术在人类发展史上所发挥作用的确切定位。当代经济是全球、全社会的经济竞争。只有依靠科技进步不断提高科技发展水平才能形成具有竞争力的经济结构。作为一个国家,科学技术已成为衡量综合国力的基础和关键因素。而作为一个企业,科学技术也会直接影响并促进企业的市场竞争能力和企业本身的经济效益。在改革开放的今天,港口电力事业的发展 and 现代化程度是天津港发展的重要因素,是须臾不可离开的支持系统。

## 1 重视科学技术,促进电力事业发展

天津港电力公司是港务局所属事业单位,担负着天津港生产、生活的供电的管理及港区电力设备的运行、维护。该行业技术密集,科技含量高,责任大、危险性大。自1988年以来,随着港口规模的不断扩大,局在港口电力系统现代化建设方面非常重视,加大投资,使6 kV 总的电力装机容量由原来的10 000 kVA,发展到今天的60 000 kVA,电力系统原来单一的人工操作,发展成现在的计算机实时监控的现代化系统。纵观电力系统的现代化的发展水平,可以归纳为以下几个过程:

### 1.1 天津港110 kV 电站的建设,是天津港电力现代化的开端

110 kV 电站是天津港东突堤码头建设工程的配套项目,由世界银行贷款兴建。1988年初,此系统功能、规模及现代化程度被最终确定,总容量为 $2 \times 6\ 000$  kVA,110 kV 侧设双回路、H型接线形式,确保在任意条进线及任意分变压器故障时,系统可靠投入,确保全港供电。在全国港口

中首次引进了计算机监控系统及处于国际水平的 ABB 公司的 110 kV 全封闭 SF<sub>6</sub> 气体绝缘开关、西门子的真空断路器。这一系统的投入使东突堤 KB 电站和 6 个变电站完全脱离传统的人工值守。使东突堤各电站的信息传递到 110 kV 电站的主控室,并及时地操作、控制、处理系统的运行情况。

科学技术的应用使我们企业出现了一个崭新的面貌。

1.1.1 科学技术极大地降低了劳动者的劳动强度。使我们在日常的运行中摆脱了繁重的操作。

1.1.2 科学技术使我们降低了生产过程中的人力成本。如果东突堤项目没有科技的进步,目前这 7 个变电站及一个 6 kV KB 电站,按正常配置需 72 人,而按每人每年 2 000 元成本计算,7 年需要支出人员成本上千万元。还未包括这些职工的后勤服务、医疗费用、住房福利等庞大的费用支出。

1.1.3 科学技术的投入使各装卸公司体验到电力保障所带来的效益。由于现代化电力系统的运营,提高了电力系统故障反应速度,每一个供电部位的故障都能在控制中心及时反应出来。如果属于用电负荷正常过载,则可以通过计算机系统直接恢复供电。若属于非正常故障,则可直接判断故障类型,及时确定抢修方案,抢修人员能够及时赶到现场,使原来需 4h 解决的问题在 1h 即可作出正确处理。

1.1.4 人员管理是企业最复杂烦琐的基础管理工作,科学技术提供的现代化管理使我们大量降低人员管理,取而代之的是小部分具有高科技素质的管理人才,使企业从对人员管理转为对物的管理,使我们企业以高竞争力的姿态面对社会、面对市场,开拓企业发展的前程。

## 1.2 适应港口生产建设发展,加快港区电力系统改造

由于天津港 110 kV 电站系统的建设只能解决天津港东突堤部分的现代化管理,因此我们在 1989 年,开始就全港电力系统改造进行可行性研究。该项工作是在 110 kV 电站建设的基础上,针对老港区 19 个变电站,10 余座外变台进行全面的调研,并根据电力系统的特点,就负荷分配系统参数构成以及新旧系统接口并网进行为期一年的工作。该系统基本上是在 110 kV 电站计算机监控的基础上,就如何搞好系统的梯级电站,以及 KB 站供电区域分布进行研究,由原来的网络交叉分杂,改为单一网络供电。在计算机系统还未联网的情况下,在 1#、2# KB 电站拟设当地控制功能,这既减少了 110 kV 电站出线的数量,又在 KB 电站出线的数量上有所扩展,使 KB 电站上级与下级的继电保护中以区域的形式合理分开,防止系统因单一出现故障,而造成大面积的停电。这一可行性研究经过科学地论证与分析,使系统的配置与布局更接近于现代化的管理模式。经局主管部门批准后,分别于 1992 年和 1994 年分阶段实施完成。

## 1.3 全面实现港区电力系统管理现代化

如果说天津港 110 kV 电站的建设和港区供电系统改造是全港电力系统科技发展的基础,那么 1995 年实施的天津港电力调度中心工程,是使港口的电力系统运行、管理、调度走向全方位现代化的开端。该系统是由南京自动化研究院设计,天津港电力公司与其共同实施的,1996 年 3 月

签定合同,5月现场安装,10月正式投入运行。根据港口的实际情况,天津港电力调度中心以梯形方式组成,主控中心设置在天津港电力公司调度楼内,主控中心全部采用 SUN 图形工作站,作为前置机、主机、调度员工作站;第一梯级站为天津港110 kV 电站、1#KB 电站、2#KB 电站;第二梯级站由港区29个低压变电站组成,完整地实现了天津港电力系统的数据采集、数据处理,丰富的人机界面对话,使调度员实时地对全港电力系统进行监控。

调度系统的投入使我们老港区16个电站,原值班人员144名的庞大值班队伍,降为现在4个变电站仅有36人,大大提高了全员劳动生产率。

全港的新、老供电系统全部纳入统一的调度管理中,大大提高了供电运行的可靠性,使每一用电部分更趋于合理地调整。通过调度中心系统,能够及时了解港区电网各个部位的运行状况,尽可能避免供电事故的发生,及时处理不可抗拒的供电事故。同时,供电事故的减少也延长了设备的使用寿命。

## 2 大胆培养、使用科技人才,是港口电力现代化的根本保证

天津港电力科技水平正在朝着一个高新阶段发展,随着这些现代化系统从无到有、从落后到先进,无不与科技人才的培养息息相关。人才培养是企业发展的关键,尤其是科技人才的数量、素质以及对他们的使用会直接关系到企业内外部的发展和竞争。

几年来,我们在对科技人员培养、使用上,注意做到:

### 2.1 加强科技人才的培训

最近几年有100名大中专毕业生分配到我公司,为了尽快让这些专业技术人员适应现代化管理的重任,我们遵循从实践到认识的原则,把他们放在关键的岗位挑大梁。如早在天津港110 kV 电站建设前期,我公司就着手提前筹备技术负责组,择优选拔有事业心、专业技术过硬的大中专毕业生,根据系统分布的不同,组成不同的专业组,让他们认识、了解、掌握系统的过程。尤其在现场施工调试中委以重任。这些工程技术人员求知心切,不怕辛苦,与外国专家一起安装调试,用亲身的实践去了解系统的结构、功能、原理。在三遥系统的调试中,他们奔走于110 kV 电站与东突堤的各个变电站之间,亲手调试了855个遥控信量、257个遥控量及数百个遥测脉冲量。系统人机联系的界面绝大部分是他们自己动手完成的。为了从理论上系统地了解掌握设备的构造、原理,公司准备出应掌握的有关题目,请外国专家讲课,并解答提出的疑难问题。随着知识层次的不断提高及工程施工的不断深入,工程技术人员能够及时发现系统原设计中的问题,并在现场成立攻关组,制定详细的计划,先后改造了 GIS 三个开关并列运行及自动投切功能和低压变电所 ACB 遥信回路对位,并将成果报局。

通过这三个项目的实践,使得公司的一大批工程技术人员在工作岗位上不断成长,技术水平不断提高,培养了一大批高素质的专业技术人才。如果没有这些人才,我们就不可能接管110 kV 电站这样庞大的供电系统,也就不可能使其安全、可靠地运行到今天,也就不可能建设成今

天这样现代化的天津港电力供电管理系统。

## 2.2 尊重知识、尊重人才,创造公平竞争的环境

尊重知识、尊重人才是我们社会和企业不断发展的前提,科学技术直接影响并促进企业效益。企业正确、合理地运用科学技术,充分发挥人才优势,会使科学技术这个生产力得到充分发挥,企业应用科学技术及劳动人才这两种手段,使我们在生产经营过程中,极大降低劳动者生产强度,创造最优的生产效益及最合理的成本支出。我公司通过这几年的科技水平的不断发展,深深体验到这一点。尊重知识、尊重人才,就是尊重客观发展规律,人们所采用的各种管理手段和方法都不能脱离这个规律。如果近几年电力系统没有计算机程序化的管理,没有高水平的管理人才,就不可能有今天的管理水平。创造公平竞争的环境,有利于充分调动科技人员的积极性,使其充分认识自身存在的自我价值和社会价值。人们生活在社会中都是互相依存的,但由于其知识、能力、社会实践所限,在一定程度上水平不可能一致;我们为科技人员营造展示他们才能的空间,让他们尽可能地投入到系统的运行、改造、管理中去,定期考察其工作业绩,重视对他们的综合评价,使他们在德、技、能方面充分发挥自己的才干。最近几年,我们业务科室的负责人、业务骨干,基本上都是科技发展带头人,他们在各自的工作岗位上发挥着越来越重要的作用。

## 3 适应科技现代化发展,不断解决存在的弊端

随着科学技术的应用,天津港老区变电站实现了计算机监控管理,原来人工值班的变电站,现在变成计算机监控的无人值守的变电站;少数职工择优选拔,通过学习、培训,掌握了计算机系统的管理知识,进行该系统的运行管理。而大多数人则由于技术素质低而被淘汰,成了企业的“多余人”。这些人将如何安置?目前我们公司采取的方式是,将这些人组织起来,成立了维护保养班,即变电所卫生清扫队。其实我们完全不需要他们,因为通过我们的正常管理,完全可以达到系统安全运行的目的,只是迫不得已。这样就出现了提高科学技术应用并没有降低我们的成本、提高我们的效益,反而加大了我们负担的状况。提高科学技术反而成了负担,这就是科学技术的提高与人产生的矛盾。

科学技术的提高一方面将职工从简单的、繁重的体力劳动中解放出来,另一方面提出了一个新的问题,它现在需要的是具有科学技术知识、掌握新的科学技能的劳动者,这些劳动者在众多的人员当中是少数的。一个新的、人与科学技术的矛盾就摆在我们每一个人的面前,可以肯定科学技术的发展对提高企业的经济效益的作用,但也不能回避科学技术对人的要求。

综上所述,企业应根据自身的发展需要,自主地选择产生最大生产效益的管理结构,配备适应其科学技术水平的人员劳动结构。企业有权优化劳动组合,企业与社会的责任应分工明确,该社会办理的事情社会应负责,该企业的责任企业应承担。企业应承担的责任是什么呢?那就是依法经营、依法向国家交税,除此之外,企业追求的惟一的经营目的是不断提高科学技术水平,追求最大的社会效益和企业效益。

(下转第16页)

# 电力系统无功补偿与节能分析

张茂林

(天津港建设公司)

**摘要:**分析了功率因数补偿的意义及主要方法,介绍了补偿装置的类型和作用,特别是对集中补偿和就地补偿的优缺点进行了分析。采用无功补偿后,可取得良好的节能效果,并明显地改善港口电力系统的电能质量。

**关键词:**电力系统;无功补偿;节能;功率因数

## 1 电力系统进行无功补偿的意义

在我国改革开放的今天,国民经济迅猛发展,使人们感到日新月异。然而随之而来的是电力供应日趋紧张,电网品质下降,在一定程度上已严重影响国民经济的发展,影响了人们的日常生活。从当前的现实情况来看,一方面国家的电力供应不足,另一方面现有发电厂所供的电力却不能充分利用。主要体现是:用电设备大多为感性负载,例如电动机、民用日光灯、电冰箱、空调等。供电系统需提供高于负载所需的有功容量(例如功率因数为0.75时,电网需提供高于负载的有功33%的容量),即电网需向负载同时提供有功和无功功率,无功功率用于在供电系统电源与负载之间的往复交换,造成的后果是:

①电网供电能力下降,电网电压下降,在低于额定值时,发电、送电、变电设备都达不到正常出力,电网电能损失增大,并容易造成电网振荡解裂,引起大面积停电。当电压下降到60%~70%额定值时,用户的电动机将不能起动,甚至烧毁。

②变压器、供电线路电流增大,有功损耗增加。在电网有功不足时,还将引起频率下降,也间接影响电压。一般电网频率每下降一个赫兹,电压约下降2%~5%。

③功率因数低,负载改变引起供电电压波动,易损坏用电设备,甚至引起事故。

因此,在电力系统中必须具备足够的无功电源,才能维持一定的电压水平,满足系统安全稳定运行的要求。通过采用无功功率因数补偿装置提高电网的功率因数,可达到提高电网供电能力的目标,例如,功率因数为0.75,通过功率因数补偿装置提高到0.95,相当于电网供电能力提高了20%。假若全国现在电网功率因数为0.75,补偿后提高到0.95,基本相当于全国可少建1/5的电厂。这意味着减少了新建热电厂的投资、运输煤炭的交通投资,脱硫脱硝的投资,环境智力的投资,供电网的投资,降低了发电本身的损耗。目前的工业生产成本中能源约占9%。采用无功补偿后,则可降低工业成本,为国家和企业带来显著的经济效益。

## 2 补偿装置类型和作用

无功补偿装置的配置应采取就地平衡,分级补偿的原则。其装置可分为两大类,即串联补偿装置和并联补偿装置。

### 2.1 串联补偿装置

在110 kV 及以下的电网中,当线路没有支线时,串联补偿装置装设在线路末端的变电所;当线路上有多个负荷分支线时,串联装置设在线路总压降50%附近的变电所内。其功能是减少线路电压下降,降低受端电压波动,提高供电电压;在闭环电网中,改善潮流分布,减少有功损耗。

在220 kV 及以上电网中的串联电容补偿装置的作用是增强系统的稳定性,提高输电能力。

### 2.2 并联补偿装置

2.2.1 同期调相机补偿装置。其功能是向电网提供无级连续调节的容性和感性无功,维持电网电压;并可以强励补偿容性无功,提高电网的稳定性。

2.2.2 接触器或晶闸管投切的并联电容器补偿装置。其功能是向电网提供可降梯调节的容性无功,以补偿多余的感性无功,减少电网有功损耗,提高电网电压。目前,在天津港的电力系统和装卸设备上多采用的是接触器投切并联电容补偿装置。这种装置简单可靠,便于维护,缺点是投切速度较晶闸管投切慢,一般为200 ms,晶闸管装置投切速度一般为15~40 ms。

2.2.3 带交流滤波装置的接触器或晶闸管投切的并联电容装置。这种装置可向电网提供可阶梯调节的容性无功,同时给电网的谐波(5次、7次、11次、13次……)电流提供一个阻抗近似为零的通路,以降低母线谐波电压正弦波形畸变率,进一步提高电压质量。

随着科技进步,近年来天津港采购的大型港口装卸设备,如门机、集装箱桥吊上均采用了可控硅整流或交流变频设备。这相当于在供电系统内装设了高次谐波的电流源。虽然其谐波成分的组成与幅值、整流器的接线、控制角 $\alpha$ 、重叠角 $\beta$ 和负载的特性等因素有关,但总是存在对电网环境一种不利的影晌。因此选用带交流滤波装置并联电容补偿装置,对净化供电电网及保证设备本身用电质量是极为有益的。

2.2.4 相控电抗器型、自饱和感性无功器型和直流励磁饱和电抗器型并联静补装置。其装置具有向电网提供可快速无级连续调节的容性和感性无功,降低电压波动和波形的畸变率,全面提高电压质量。该类型装置还兼有减少有功损耗,提高系统稳定性,降低工频过电压的功能。

2.2.5 并联电抗补偿装置。其作用是向电网提供可阶梯调节的感性无功,补偿电网的剩余容性无功,保证电压稳定在允许范围内。

2.2.6 超高压并联电抗补偿装置。该装置适用于330 kV 及以上超高压线路上,补偿输电线路的充电功率,以降低系统的工频过电压水平,并兼有减少潜供电流,便于系统并网,提高送电可靠性等功能。

### 3 企业电网无功补偿的节能分析

电网的损耗主要考虑网路线损。线路损耗等于电流的平方乘以线路和变压器的内阻。例如,功率因数从0.75提高到0.95,则补偿后的电流均会下降到补偿前的0.80。损耗率下降到补偿前的 $0.80^2$ ,即0.64。可见节电效果相当明显。

对于一个企业电网(见图1)来讲,无功功率的补偿若只采用高压侧补偿的方式,补偿后与补偿前相比较,从35 kV/6.3 kV 变电站到低压用电设备的电流不会减小,而这一部分是大电流,其损耗占整体损耗的绝大部分。因此这种补偿方式所节省的线路有功损耗的比例是非常有限的。

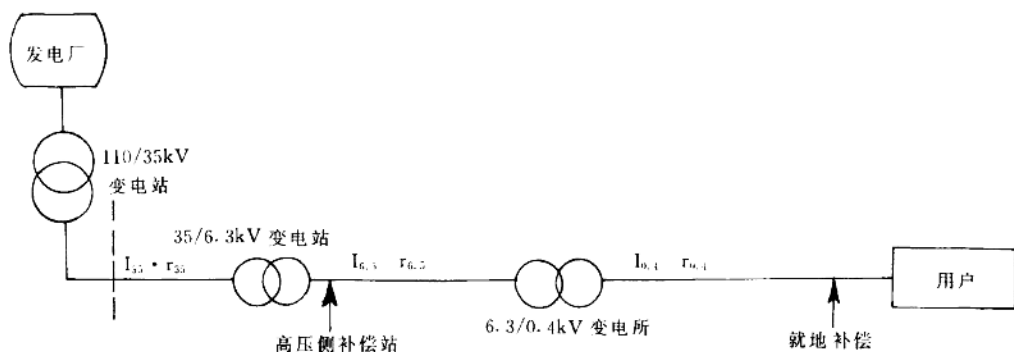


图1 企业电网示意图

由该图可见,若只采用高压侧补偿,(在35 kV/6.3 kV 变电站6 kV 侧),只会减少电厂(或上一级220 kV 电站)到该35 kV/6.3 kV 变电站之间的电流,而从35 kV/6.3 kV 变电站到低压用电设备的电流则不会减少;而在低压侧(用电设备处)就地补偿方式可以使整个线路的电流成比例下降,也就是说补偿点越接近用电设备,其节电效果就越显著。因此在天津港北疆电力系统和南疆电力系统采取变电站集中补偿的同时,必须对各单台装卸设备采取就地单独无功补偿的方式,在取得良好的节能效果的同时,可明显地改善港口电力系统的电能质量。

## The non-power compensation and energy economization of power supply system

Zhang Maolin

(Tianjin Harbour Construction Company)

**Abstract:** This article analyses the importance and significance of the power factor compensation and introduces key methods, introduces the types and applications of compensative apparatus, especially analyses the advantages and disadvantages of integrated compensation and local compensation. By means of non-power compensation, the perfect efficiency will be achieved, and quality of harbour power supply system will be improved obviously.

**Key words:** power supply system; non-power compensation

# 大型港口机械电控系统调速方式选择

杨宗玖

(天津港埠四公司)

**摘 要:**分析大型港口机械各种电控系统调速方式的利弊,并以门座式起重机的四大机构的电控调速为例,阐明了如何选择适应港口需要的调速方式。

**关键词:**港口机械;电控系统;调速;变频;定子调压

## 0 引 言

随着港口机械化程度的不断提高,港口机械在装卸生产中的地位越来越突出。而用于港口作业的大型港口机械,因为结构件大,运行速度高,操作频繁,同时由于传统的交流电动机传动的转子串电阻有级调速系统起动、制动冲击力大,因此造成大型港口机械结构件开裂、开焊,影响大型港口机械的安全使用。

为解决大型港口机械起动、制动及调速过程中的冲击而引起的结构件疲劳损坏,近几年来,相继在大型港口装卸机械的电控系统上进行了直流调速系统、晶闸管定子调压调速系统和交流变频调速系统的实践,取得了很好的效果。本文试图通过分析每一种调速方式的优、缺点及适用范围,从中找出适合港口机械电控系统的调速方式。

## 1 电控调速系统选择方案的原则

①满足生产过程工艺要求,弄清负载的性质,如恒转矩、恒功率或其他。

②生产机构和大型港口机械本身对传动系统的调速要求:速度调节范围;调节的平滑性,即从一个调节特性过渡到另一个相邻的调节特性时所发生的速度的跃变。

③是否经常起动、制动,起动、制动是否必须平稳,或满足一定的加速度要求。

④在选择电控调速系统时,除应满足各机械的技术指标、可靠性等要求外,还应优先考虑经济指标。

## 2 大型港口机械各种电控系统调速方式的分析

### 2.1 交流绕线式异步电动机转子串电阻调速



(1)优点 这种调速控制方式因其本身具有线路简单、投资少、维修方便等,目前部分国产大型港口机械的调速系统仍普遍采用该种调速方式(见图1)。

(2)缺点 调速性能差,调速范围30%~100%。起动时,因其调速系统为有级调速,速度变化率大,因此易引起机械机构振动。制动时,由于机械设备运行中所产生的惯性没有得到很好的吸收,因此对机械机构的冲击力大。同时若大型港口机械的起升机构采用该调速方案,起升机构吊载货物下降,电动机将工作在“第四象限”的再生制动状态,货物下降速度超过起升机构的设计速度,停车时造成很大的冲击,影响大型港口机械结构件和传动件的使用寿命,并对起升机构制动系统的可靠性和安全性要求很高。

(3)结论 该调速方式不适用调速性能及安全性能要求较高的大型港口机械频繁起、制动的起升机构、变幅机构及旋转机构的调速。

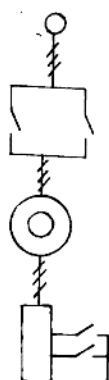


图1

## 2.2 晶闸管直流驱动方式的调速控制系统

优点 ①该调速方式控制灵活,适应各种负载,能够实现恒转矩和恒功率控制,以及快速的过渡过程控制。调速范围宽,调速性能好。

②直流电动机效率高,没有功率因数影响,节省能源,选用合适,运行费用不高。

③起动、制动平稳,起动时可实现无级调速。

④所需大的控制开关、接触器数量少,动力线路简单。

⑤增加速度闭环,可提高控制精度。

(2)缺点 ①初期投资费用高,需配备单独的直流供电系统。

②维修工作量大,特别是直流电机换向环节薄弱,对电机使用寿命影响极大。

③低速运行时交流侧的功率因数和效率比较低,波形畸变严重。正常运行时产生高次谐波,影响电网供电质量。

④对电网的供电要求质量高,要求运行和起动时的电压波动范围尽量小,因此供电电缆截面大。

(3)结论 虽然目前部分大型港口机械采用该调速方式,但随着变频调速和晶闸管定子调压调速系统的完善,其调速方式将逐渐被替代。

## 2.3 交流绕线式异步电动机晶闸管定子调压调速方式

(1)优点 ①这种调速方式具有极好的调速性能,可同直流传动的调速性能相媲美。

②通过将速度闭环引入控制系统,可依据不同的载荷,自动选择不同的起动曲线,实现平滑的无级调节。

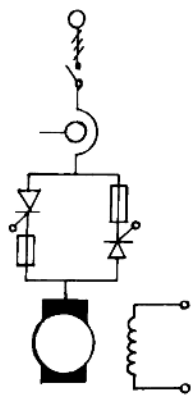


图2