

船厂与港口供电及自动装置

刘宗德 许石 潘渝伯 刘光全 编

大连海事大学出版社

船厂与港口供电及自动装置

刘宗德 许石 潘渝伯 刘光全 编

大连海事大学出版社

(辽)新登字 11 号

图书在版编目(CIP)数据

船厂与港口供电及自动装置/刘宗德等编, —大连:大连海事大学出版社, 1994. 9

ISBN 7-5632-0608-6

I. 船…

II. 刘…

III. ①船厂-供电装置-自动装置②港口-电供电装置-自动装置

IV. ①U673.37 ②U553.95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 02628 号

大连海事大学出版社出版

(大 连)

大连海事大学出版社印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

1994 年 9 月第 1 版

1994 年 9 月第 1 次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:16.75

字数:418 千 印数:0001~1500

定价:9.40 元

前 言

本书主要包括船厂与港口负荷计算、供电系统、短路电流计算、配电装置、功率因数的提高及电能节约、供电系统的继电保护、供电系统自动化、过电压保护及接地和电气照明等十章。

本书可作为港电专业大学本科的专用教材,也可作为相近专业的本科生、专科生、函授生等的主要参考教材,亦可供船厂、港口及工厂从事供电工作的工程技术人员参考。

本书第一、二、三章由许石编写;第四、五章由潘渝伯编写;第六、七、八、九章由刘宗德编写;第十章由刘光全编写;刘宗德副教授任主编,冒天诚教授任主审。

本书在编写过程中,得到了中国港口协会供电联席会会员单位——大连港、天津港、烟台港、青岛港、连云港港、秦皇岛港、上海港、日照港的大力支持;得到了吉林省电力局、大连市电业局的热心帮助和他们提供的许多有价值的资料,编者在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,希望读者指出以便纠正。

目 录

第一章 绪 论	(1)
§ 1-1 船厂和港口供电系统	(1)
§ 1-2 电力系统的额定电压及各级电压电网的供电范围	(3)
§ 1-3 工业企业的负荷分级及其对供电的要求	(5)
§ 1-4 工业企业供电设计的主要内容	(7)
§ 1-5 电力系统的中性点运行方式	(9)
第二章 负荷计算	(11)
§ 2-1 负荷曲线	(11)
§ 2-2 三相用电设备组计算负荷的确定	(14)
§ 2-3 单相用电设备组计算负荷的确定	(21)
§ 2-4 功率损耗和工厂计算负荷的确定	(23)
§ 2-5 全厂功率因数的确定	(28)
第三章 船厂与港口供电系统	(30)
§ 3-1 电压的选择	(30)
§ 3-2 变电所位置及变电所中变压器容量及数量的选择	(33)
§ 3-3 变电所的接线图	(40)
§ 3-4 变电所的二次接线	(47)
§ 3-5 船厂与港口供电网络	(53)
§ 3-6 工厂供电系统的方案比较方法	(64)
第四章 短路电流计算	(69)
§ 4-1 概述	(69)
§ 4-2 三相交流电网短路的过渡过程	(71)
§ 4-3 无限大容量电源供电系统三相短路电流计算	(76)
§ 4-4 短路计算时对电力系统阻抗的考虑	(86)
§ 4-5 异步电动机对短路电流的影响	(87)
§ 4-6 1000V 以下电网短路电流的计算	(88)
§ 4-7 不对称短路电流计算	(89)
§ 4-8 短路电流的效应	(98)
§ 4-9 电气设备的选择与校验	(103)
第五章 配电装置	(109)
§ 5-1 概述	(109)
§ 5-2 电器开关中的电弧及触头	(111)
§ 5-3 高压断路器	(115)
§ 5-4 其它高压开关电器	(118)

§ 5-5 互感器	(121)
§ 5-6 低压配电装置	(127)
第六章 供电系统功率因数的提高及电能节约	(133)
§ 6-1 改善功率因数的意义	(133)
§ 6-2 工厂常用功率因数的计算	(133)
§ 6-3 提高功率因数的方法	(134)
§ 6-4 电力电容器补偿的容量计算及有关问题	(136)
§ 6-5 船厂和港口电能节约的一般措施	(140)
§ 6-6 电力变压器的经济运行	(143)
第七章 船厂与港口供电系统的继电保护	(146)
§ 7-1 继电保护装置的任务和要求	(146)
§ 7-2 常用的保护继电器及其特性	(148)
§ 7-3 电流互感器的接线与选择	(151)
§ 7-4 继电保护装置的操作电源	(156)
§ 7-5 船厂与港口供电网络的继电保护	(157)
§ 7-6 高压电动机的继电保护	(180)
§ 7-7 变压器的继电保护装置	(182)
§ 7-8 母线的保护装置	(191)
第八章 船厂与港口供电系统自动化	(194)
§ 8-1 备用电源(或设备)的自动投入装置(BZT)	(194)
§ 8-2 自动重合闸装置(ZCH)	(197)
§ 8-3 船厂与港口供电系统自动化	(202)
§ 8-4 港口总降压变电所的微型机实时监控系統	(206)
第九章 过电压保护及接地	(218)
§ 9-1 大气过电压	(218)
§ 9-2 雷电冲击波	(221)
§ 9-3 雷电的危害及防雷装置	(226)
§ 9-4 接地和接零线(中性线)	(234)
第十章 船厂和港口的电气照明	(248)
§ 10-1 电气照明的基本知识	(248)
§ 10-2 船厂和港口常用的电光源和灯具	(250)
§ 10-3 灯具的选择和布置	(253)
§ 10-4 人工照明的照度标准及照度的计算	(256)
§ 10-5 照明供电系统及导线截面的选择	(257)

第一章 绪 论

§ 1-1 船厂和港口供电系统

一、电力系统概念

工厂和港口供电系统属于工业企业供电系统的主要分支,而工业企业供电系统又是电力系统的主要组成部分。在各工业化国家中,工业用户都是电能的主要用户。根据我国 1982 年的统计资料,我国工业用电占总发电量的 63.9%,农业占 14.9%,交通运输占 0.5%,市政生活仅占 6.1%,其余为厂用电和线路损耗。美国是个高消费国家,从用电量分配中可以看得很清楚,工业用电仅占总发电量的 38.6%,农业占 1.7%,生产和商业用电分别占 33.07%和 26.30%。总之,现代工农业生产和人民生活的各个方面都广泛地利用电能。发电厂把别种形式的能量转换成电能,电能经过变压器和不同电压的输电线路输送并被分配给用户,再通过各种用电设备转换成适合用户需要的别种能量。这些生产、输送、分配和消费电能的各种电气设备连接在一起而组成的整体称为电力系统,如果把火电厂的汽轮机、锅炉、供热管道和热用户,水电厂的水轮机和水库等动力部分也包括进来,就称为动力系统,见图 1-1。

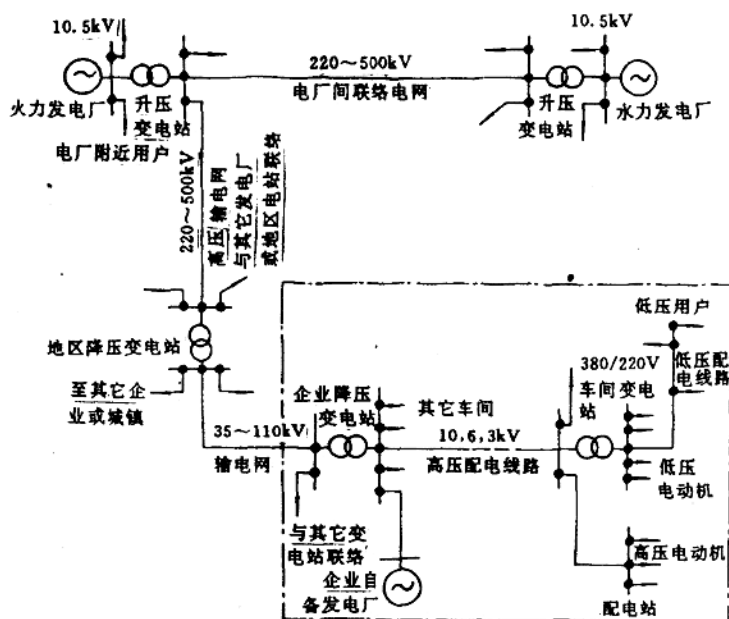


图 1-1 电力系统示意图

现将组成电力系统的四个基本环节说明如下:

(1)发电厂——是生产电能的工厂。它能把各种形态的一次能源(如煤、石油、天然气、水力资源、原子能、风能、太阳能、地热、潮汐等)通过发电设备转换为电能。

(2)变电所(变、配电装置)——是变换电压和分配电能的地方。它主要由电力变压器、母线、开关控制设备等组成。根据变电所(或称为变电站)的性质和作用,它主要分升压和降压两类。升压变电所多建在发电厂内,将发电机的出口电压由 10.5kV 或 15.75kV 升到 35kV 及以上电压等级后再由输电线路送到远处;降压变电所根据其在电力系统内所处的地位和作用的不同,又可分为区域变电所、地方变电所、工厂变电所及车间变电所等。

只有受电及配电开关控制设备而没有变压器的称为配电所。在工厂内,凡是担负把交流电能转换成直流电能的地方称变流站。

(3)电力网——是输送和分配电能的通道。它由各种不同电压等级和不同结构类型的线路组成。电力网是把发电厂、变电所和电能用户联系起来的纽带,其任务是把发电厂生产的电能实时地输送并分配给不同的电能用户。

(4)电能用户——包括工业企业在内的所用单位统称电能用户。工厂用电在我国占电能用户的大部分,因此,研究和掌握工厂供电方面的知识和理论,在改善电能品质、提高供电可靠性的前提下,做到工业企业的计划用电、节约用电和安全用电是当前电气工作人员的重要职责。

二、工业企业供电系统及其组成

工业企业的生产厂房和车间按照建厂整体规划,考虑到产品的流水作业顺序、便于运输和电能供应、环保要求以及布局整齐美观等因素,均具有规律性的分布,在厂区内,厂房和车间内的用电设备既有高压(6kV、10kV),又有低压(380/220V),而企业降压变电所从电力系统接受的是 35~110kV 高压电能。为了把高压电能经过降压后再分配到用电厂房和车间码头,要求每个企业内部有一个合理的供电系统。

工业企业供电系统由企业总降压变电所、高压配电线路、车间或码头变电所、低压配电线路及用电设备组成。图 1-1 中虚线框部分即为工业企业内部供电系统示意图。

一般说来,大型工业企业,如大连港,均要设置总降压变电所,把 35~110kV 电压降为 6~10kV 后向各车间和码头变电所配电。6~10kV 配电电压称高压配电电压,配电距离可达数公里甚至十余公里,高压配电比之低压配电(380/220V)可以降低线路电压损耗和功率损耗。为保证供电可靠性,总降压变电所多设置两台降压变压器。中、小型企事业单位(如大连海事大学)的变电所进线电压只有 10kV,由市内二次变电所提供电能。

在一个或几个码头之间,根据生产规模、用电设备的布局及用电量大小等情况,可设立一个或几个码头变电所。几个相邻且用电量都不大的码头,可共同设立一个变电所,变电所的位置可以选择在这几个码头的负荷中心附近,也可以选择在其中用电量最大的码头内。

车间或码头变电所一般设置 1~2 台变压器。单台变压器容量通常在 1000kVA 及以下,将 6~10kV 高压配电电压降为 380/220V 后对低压用电设备供电。对车间或码头的高压用电设备,则直接通过车间或码头变电所的 10kV 母线供电。

车间变电所的主要电气设备是电力变压器和受、配电设备及装置。所谓受、配电设备及装置就是用接受和分配电能的电气装置,其中包括开关设备、保护电器、测量仪表、母线及其它辅助设备(仪用互感器)等。对 10kV 以下系统,为了安装和维护简便起见,现在制造厂均将受、

配电设备及装置组装为成套式开关柜。

工业企业高压配电线路主要作为厂区内输送、分配电能之用,通过它把电能送到各生产车间或码头。高压配电线路目前多采用架空线路,因为架空线路建设投资少且便于维护与检修。但在某些企业内(如钢铁厂、化工厂、海港、造船厂等),因厂区内铁路纵横、仓库、厂房、船坞等巨大建筑物较密集,或是由于厂房内腐蚀性气体较严重,有时在厂区内部分地段不宜敷设架空线路,此时可考虑在这些地段敷设地下电缆网路。最近几年,由于电缆制造技术的迅速发展,电缆质量不断提高且成本下降,同时为美化厂区环境以利于文明生产,现代化企业的厂区高压配电线路已逐渐向电缆化方向发展。

工业企业低压配电线路作为向低压电气设备供电之用。在户外敷设的低压配电线路目前多采用架空线路,且尽可能与高压线路同杆架设以节省投资。在厂房屋间内部则应根据具体情况确定,或采用明线路,或采用电缆配电线路。在厂房或车间内部,由动力配电箱到电动机的配电线路一律采用绝缘导线穿管敷设或采用电缆线。

在企业内,为了减轻大型电动机起动引起的电压波动对照明负荷的影响,照明线路和动力线路以分别架设为好。如果动力线路内没有频繁起动的电动机时,则两种线路可用同一台配电变压器供电。当然最好是用专门的变压器对照明系统供电,这样虽增加一些设备投资,但却能防止或减轻灯光的闪烁现象。对于所有事故照明,必须设置可靠的独立电源以保证在发生事故时及时地向事故照明系统继续供电。

§ 1-2 电力系统的额定电压及各级电压电网的供电范围

一、电力系统的额定电压和额定频率

为了使电气设备的生产和使用实现标准化和系列化,发电机、变压器及各种电气设备都规定有额定电压和额定频率,各种电气设备在额定电压和额定频率下运行,其技术性能和经济效果最好。

我国规定的各种电气设备的额定频率为 50Hz。

我国规定的各种电气设备的额定电压分为三类。第一类为 100V 以下适用于蓄电池和安全照明用具等电气设备的额定电压(见表 1-1)。第二类为 500V 以下适用于一般工业和民用电气设备的额定电压(见表 1-2)。第三类为 1000V 以上高压电气设备的额定电压(见表 1-3)。

表 1-1 第一类额定电压

直 流(V)	交 流 (V)	
	三相(线电压)	单相
6	—	—
12	—	12
24	—	—
—	36	36
48	—	—

表 1-2

第二类额定电压

受电设备			发电机		变压器			
直流(V)	三相交流(V)		直流(V)	交流三相 线电压(V)	交流(V)			
	线电压	相电压			三相(V)		单相(V)	
110	—	—	115	—	一次绕组	二次绕组	一次绕组	二次绕组
—	(127)	—	—	(133)	(127)	(133)	(127)	(133)
220	220	127	230	230	220	230	220	230
—	380	220	—	400	380	400	380	—
440	—	—	460	—	—	—	—	—

注：表中括号内电压，只用于矿井下或其它安全条件要求较高之处。

表 1-3

第三类额定电压

受电设备 (kV)	交流发电机线电压 (kV)	变压器线电压(kV)	
		一次绕组	二次绕组
3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
6	6.3	6 及 6.3	6.3 及 6.6
10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
—	15.75	15.75	—
35	—	35	38.5
(60)	—	(60)	(66)
110	—	110	120
(154)	—	(154)	(169)
220	—	220	242
330	—	330	363
500	—	500	—

注：表中括号内为将要淘汰的电压级。

从表 1-3 中可以看出，在同一个电压级别下，各种设备的额定电压并不完全相同，为了使各种互相联接的电气设备都能运行在较有利的电压下，各种设备的额定电压之间有一个相互配合的问题。

电力线路的额定电压和用电设备的额定电压相等，有时把它们称为网络的额定电压，如 35kV 网络，等等。

发电机的额定电压规定比同级网络的额定电压高 5%。

变压器额定电压规定略为复杂。根据变压器在电力系统中传输功率的方向，规定变压器接受功率一侧的绕组为一次绕组，输出功率一侧的绕组为二次绕组。一次绕组的作用相当于用电设备，其额定电压与网络额定电压相等，当直接与发电机联接时，其额定电压则与发电机的额定电压相等。二次绕组的作用相当于电源设备，其额定电压规定比网络的额定电压高 10%，如果变压器的短路电压小于 7% 或直接（包括通过短距离线路）与用户联接时，则规定比网络的额定电压高 5%。

二、各级网络电压的供电范围

在输电距离和输送功率一定的条件下,电力网络的额定电压愈高,则电流愈小,在线路和变压器上产生的功率损耗、电能损耗和电压损耗也就愈小,并且可以采用较小截面的导线,以节约有色金属;但另一方面,电压等级愈高,线路的绝缘强度要求愈高,杆塔的几何尺寸也要随线间距离和导线对地距离的增高而增大,这样杆塔的材料消耗和线路投资就要增加。同时,网络两端的升、降压变压器、断路器等电气设备投资,也随电压升高而增加。对于 220kV 及以上的交流线路,当送电距离较长时,送电能力还将受到系统运行稳定性的限制。因此,电力网的额定电压等级应根据输电距离和输送功率经过全面的技术经济比较来决定。如两个方案的技术经济指标相近,或较低电压的方案优点不明显时,则应采用较高电压的方案,以利于电网的发展。

各级电压网络的输送能力(输送容量和输送距离)如表 1-4 所示。对于 220kV 及以上的电压级,当输电距离较长时,应按照系统静稳定条件确定输电能力如表 1-5 所示。

表 1-4 各级电压合理输送容量及输电距离

额定电压(kV)	输送容量(MW)	输送距离(km)
0.38	0.1 以下	0.6 以下
3	0.1~1.0	1~3
6	0.1~1.2	4~15
10	0.2~2.0	6~20
35	2.0~10	20~50
110	10~50	50~150
220	100~500	100~300
330	200~1000	200~500

表 1-5 按静稳定条件确定的线路输电能力

额定电压(kV)	输送能力(MW~100km)
220	400~600
330	1400~1600
500	3800~4000
750	7200~7400

§ 1-3 工业企业的负荷分级及其对供电的要求

一、工厂供电的质量要求

决定工厂供电质量好坏的标准是电压、频率和可靠性。

1. 电压质量

衡量电压质量的好坏有两个指标,即电压偏移及电压波形。电压偏移指用电设备处实际电压与额定电压的差对额定电压的百分数。当电压偏移较大时,对用户设备的危害很大。以白炽灯为例,当加于灯泡上的电压低于额定值时,发光效率降低;而当电压高于额定值时,又使灯泡寿命大为缩短。对电动机而言,因电动机转矩与电压平方成比例,例如当电压降低 20%,转

将低到额定值的 64%，使电动机电流和温升大幅度增加，转速降低甚至堵转。因此规范对电压偏移有严格的规定：用户受电端的电压偏移不超过：35kV 及以上供电和对电压质量有特殊要求的用户为 ±5%，10kV 及以下高压供电和低压电力用户为 ±7%，低压照明用户为 +5%、-10%。电压波形的畸变是由于大型可控整流装置的采用引起供电系统中电压、电流出现高次谐波造成的。高次谐波电流除增加附加损耗，促使绝缘老化外，同时还影响到自动化、远动、通讯，使它们的质量和在工作都受到干扰和破坏。

为保证电压质量，供电单位除规定用户的电压质量标准外，还进行无功补偿和调压规划的设计工作，以及安装必要的无功电源和调压设备，并对用户用电和电网运行也作了一些规定与要求。为了抑制供电系统中的高次谐波，目前广泛采用多相整流装置及滤波装置。

2. 频率质量

当电网频率低于 50Hz 的额定值时，所有用户的交流电动机转速都相应降低，因而使许多企业的产量和质量都不同程度地受到影响。频率的变化对电力系统运行的稳定性影响很大，因而对频率的要求比对电压要严格，一般不超过额定值的 ±0.5%。

由电力系统的区域变电所供电的港口、企业，其频率是由电力系统保证的，它是由调频电厂及装设自动按频率减负荷装置来维持电力系统频率稳定的。

3. 可靠性

供电的可靠性采用年平均供电可用率作为指标。年平均供电可用率 R 可用下式表示：

$$R = (1 - \frac{\sum n_i t_i}{8760N}) \times 100\%$$

式中： N ——统计总用电户数；

n_i ——一年中每次停电（包括计划检修和事故停电）影响的用电户数；

t_i ——一年中每次停电的持续小时数。

建议供电可用率指标为：

表 1-6 推荐的可用率指标

电网管理单位	国家特级	国家一级	国家二级	省级先进
R	99.98%	99.9%	99.7%	99.5%

我国一般尚未达到上述水平。对具体的用电户来说，如确属生产需要，可以单独提出要求，但需要较多的投资，建设多回路电源等。

二、负荷分级及对供电电源的要求

为了保证在供电可靠性的前提下，使用于工企供电的投资费用较少，必须掌握工企中不同性质的负荷。

电力负荷根据其重要性和中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度，分为下列三级：

1. 一级负荷

中断供电将造成人身伤亡，将在政治、经济上造成重大损失者。如：医院手术室供电中断、重大设备损坏、重要产品报废、海港的连续生产被打乱需较长时间才能恢复等。

一级负荷应由两个电源供电。两个电源的要求，应符合下列条件之一：

1) 两个电源之间无联系；

2) 两个电源之间有联系，但发生任何一种故障时，两个电源的任何部分应不致同时受到损

坏。

2. 二级负荷

这类负荷如果突然断电,将造成生产设备局部破坏;或生产流程紊乱且恢复较困难,企业内部运输停顿;或出现大量废品及大量减产,因而在经济上造成一定损失。这类负荷允许短时停电几分钟,在工业企业中占的比例最大,海港内大部分负荷属于这一类。

二级负荷应由两回路供电,两回路应尽可能引自不同的变压器或母线段。当取得两回路确有困难时,允许由一回专用架空线路或电缆供电。

3. 三级负荷

所有不属于一级和二级负荷的电能用户均属于三级负荷。三级负荷对供电无特殊要求,允许较长时间停电,可用单回线路供电。

§ 1-4 工业企业供电设计的主要内容

工业企业总降压变电所及配电系统设计,是根据各个车间的负荷数量和性质,生产工艺对用电负荷的要求,以及负荷的布局,结合国家电网供电情况,解决对全厂或全企业各部门安全、可靠、优质、经济地分配电能问题。其基本内容有以下几个方面。

一、负荷计算

全厂总降压变电所负荷计算,是在车间负荷计算的基础上进行的。考虑车间变电所变压器功率损耗、线路功率损耗、总降压变电所主变压器功率损耗,从而求出全厂总降压变电所高压侧计算负荷及总功率因数。

参照同类工厂的单位产品耗电量指标和本厂全年计划产量,可算出工厂全年电能的用电量,也可以根据本厂的“年最大负荷利用小时”乘以全厂总计算负荷得到全年电能的用电量。

二、工厂总降压变电所位置和主变压器容量和台数的选择

参考电源进线方向,综合考虑设置总降压变电所的有关因素,结合全厂计算负荷以及扩建和备用的需要,确定主变压器台数和容量。

三、工厂总降压变电所主结线设计

根据变电所配电回路数、负荷要求可靠性级别和计算负荷的数值,结合主变压器台数,确定变电所高、低压侧接线方式。对它的基本要求是,即要安全可靠又要灵活经济,还要便于安装和检修。

四、厂区高压配电系统设计

根据厂内负荷情况,从技术经济合理性确定厂区配电电压。参考负荷布局及总降压变电所位置,比较几种可行的高压配电网布置方案,计算出导线截面及电压损失,由不同方案的可靠性、电压损失、基建投资、年运行费、有色金属消耗量等综合技术经济条件列表比较,择优选用。

按选定配电系统作线路结构与敷设方式设计,用厂区高压线路平面布置图、敷设要求和架空线路杆位明细表以及工程预算书表达设计成果。

五、工厂供、配电系统短路电流计算

工厂用电,通常为国家电网的末端负荷,其容量远小于电网容量,可按无限大容量电源供电进行短路计算。由系统不同运行方式下的短路参数,求出不同运行方式下各点的三相及两相短路电流。

六、改善功率因数装置设计

根据已计算出的总降压变电所功率因数,通过查表或计算,求出达到供电部门要求数值所需补偿的无功功率。由手册或产品样本选出所需移相电容器的规格和数量,并选用合适的电容器柜和放电装置。

七、变电所高、低压侧设备选择

参照短路电流计算数据和各回路计算负荷以及对应的额定值,选择变电所高、低压电气设备,如隔离开关、断路器、母线、电缆、绝缘子、避雷器、互感器、电抗器、开关柜等设备。并根据需要进行热稳定和力稳定校验。用总降压变电所主结线图、设备材料表和投资概算表达设计结果。

八、继电保护及二次结线设计

为了监视、控制和保证安全可靠运行,变压器、高压配电线路、移相电容器、高压电动机、母线分段断路器及联络线断路器,皆需设置相应的控制、信号、检测和继电保护装置,对保护装置作出整定计算,并校验其灵敏系数。

设计包括继电保护装置、监视及测量仪表,控制和信号装置、操作电源和控制电缆组成的变电所二次结线系统。用二次回路原理图及展开图和使用元件材料明细表表达设计结果。对35kV及以上系统,还应给出二次回路的保护屏和控制屏的屏面布置图。

九、变电所防雷装置设计

参考本地区气象地质资料,设计防雷装置。进行防直击雷的避雷针(线)保护范围计算、避免产生反击现象的空间距离计算,按避雷器的基本参数选择防雷电冲击波的避雷器规格型号,并确定其接线部位。进行避雷器灭弧电压、工频放电电压和最大允许安装距离的校验。还应对接雷装置的冲击接地电阻进行计算。

十、专题设计

除前述常规设计内容外,尚需考虑某些自动化或节能专题,例如:

1. 补偿电压偏移的有载自动调压装置;
2. 负荷剧烈变化时,电压波动的估算及减少电压波动的措施;
3. 自动补偿功率因数装置;
4. 备用电源或备用设备的自动投入装置;
5. 自动重合闸装置(仅限于有较长架空线者);
6. 遥测、遥控、遥调装置;
7. 微型计算机控制装置。

十一、总降压变电所变、配电装置总体布置设计

综合前述设计计算结果,参照国家有关规程规定,进行室内、外变、配电装置的总体布置和施工设计。应提出下述设计结果:

1. 室内、外高、低压设备布置的平、剖面图;
2. 建筑物及电缆沟工艺要求图;
3. 防雷装置及电器设备安装图;
4. 按国家预算定额,编制工程预算书;
5. 针对土建、机械、暖通、供排水等专业的工艺要求,进行配合设计;
6. 设备订货计划及外委加工设备的技术资料。

工厂供电是工业电气自动化的一个主要组成部分。作为一个工业电气自动化技术人员,不仅应当熟悉怎样以电气手段实现生产设备和生产过程的自动化,而且也应该了解怎样才能可靠、安全地获得电能,怎样才能合理、经济地利用国家电能资源。

工厂供电的内容比较广泛,因此,本教材针对工厂供电系统的主要问题,作较全面的介绍,以供电设计为主,着重从基本原理、基本工程计算方法叙述,使读者能全面了解工厂供电系统的主要内容和设计步骤,能正确选择设备、载流导体及保护装置,并能熟悉供电系统运行维护的主要问题,提出改善的途径和措施,对工厂供电亟待研究解决的方向性问题,也能有所了解。

§ 1-5 电力系统的中性点运行方式

一、概述

大型船厂或港口的中压电网往往是由本企业总降压变电所的 35kV、66kV 或 110kV 的变压器供电,它们一般是不与电业部门的电网互联的独立配电系统。常见的中性点接地方式有三种:中性点不接地系统、中性点经消弧线圈接地系统和中性点直接接地即所谓大电流接地系统,一般中压电网(10kV 及以下)常采用中性点非直接接地系统。对 10kV 及以下电网,当单相接地电流大于 30A 时;对 35kV 电网,其单相接地电流大于 10A 时;其中性点需经消弧线圈接地或采用经低阻抗接地的系统。110kV 及以上电网和 380/220V 的低压配电系统,则一般采用中性点直接接地系统,接地点选在发电机和变压器的中性点上。

二、各种中性点接地方式比较

表 1-7 对各种中性点接地方式进行了比较。由表可见各种中性点接地方式都有其优缺点,因此在选择电网的中性点接地方式时,要从运行可靠、操作方便、使用安全、投资经济和电业部门供电系统原有的接地方式等问题全面考虑,并根据不同电压的不同要求区别对待。

表 1-7

各种中性点接地方式比较表

项目	中性点接地方式及其特点		
	不接地	直接接地	经消弧线圈接地
单相接地电流与三相短路电流的比值	一般小于 1%, 但当线路长时, 可增大	最大可能为 100% 或更高	最小, 近似为零。
接地时过电压	最高	最低	较低
发生单相接地时不接地两相的电压	高线路长时电压更高	低	在故障点等于相电压, 离开故障点要高 20%~25% 相电压
发展为双重接地可能性	大	小	中
电弧接地可能性	可能	不可能	不可能
单相接地时电磁感应	如不发展为双重接地时, 小	最大, 由于继电器迅速动作持续时间短	小, 特别当配置适当时更小, 但持续时间较长
短路时对通信线的感应	小, 但当双重接地时或中性点偏移时将通过对通信线产生感应, 且时间较长	大, 但采用断路器切除故障时, 持续时间短	小, 特别当配置适当时更小, 但持续时间较长
单相接地持续时间	长	很短	长
对无线电干扰	当事故时或中性点偏移时较大	小	事故时可能较大
短路时切除故障的要求	事故段必须隔离	事故段必须隔离	事故时一般可自然消弧, 永久故障时, 必须将事故段隔离
事故操作情况	一般简单, 双重接地时复杂	简单	较大系统操作时, 要变更消弧线圈抽头, 较复杂
事故检查	要有特殊设备, 一般比较困难	可以在任意一部分进行检查	要用特殊设备进行检查
与其他不同中性点接地方式的连接要求	只能与不接地系统或经绝缘变压器的接地系统相连	可以与经电抗器的接地系统相连	只能与经消弧线圈及经绝缘变压器的接地系统相连
避雷器型式	选用适用于中性点不接地的型式	选用适用于中性点接地的型式	选用适用于中性点不接地的型式
断路器断流容量	按三相断流容量考虑	当单相接地电流大时, 按单相断流容量考虑	按三相断流容量考虑

第二章 负荷计算

§ 2-1 负荷曲线

一、负荷计算的意义

工厂和港口进行电力设计的基本原始资料是工艺部门提供的用电设备安装容量,但是这种原始资料要变成电力设计所需要的假想负荷——称为计算负荷,从而根据计算负荷按照允许发热条件,选择供电系统的导线截面,确定变压器容量,制定提高功率因数的措施,选择及整定保护设备以及校验供电电压的质量等,这是一件较为复杂的事情。

电力装修设计部门对机械设备进行电气配套设计时,总有一定的余度,即使电动机功率完全符合机械计算的配套要求,在工厂、港口中使用情况不同,也会影响到电力负荷的大小,如不同的生产阶段,不同的材料,不同的熟练程度,不同的时期,电气负荷都是有差别的,它的变化与很多随机因素有关。

但是这种电气设计计算负荷还必须认真地确定,因为它的准确程度,直接影响整个工厂供电设计的质量。如计算过高,将增加供电设备的容量,浪费有色金属,增加初投资。计算过低则可能使供电元件过热,加速其绝缘损坏,增大电能损耗,影响供电系统正常运行,还会给工程扩建带来很大的困难。更有甚者,由于工厂企业是国家电力的主要用户,以不合理的工厂计算负荷为基础的国家电力系统建设,将给国民经济带来很大的浪费和危害。例如由于计算结果的偏大,不少工厂企业投产后的3~5年内,在已达到正常产量的条件下,其变压器的负荷率仍不足50%,这除意味着变压器安装容量被积压了50~60%以外,还使有色金属消耗量增加75~100%,浪费了大量开关设备、导线,而且积压了物资和资金,并使电力系统的建设和运行质量受到影响,给国民经济带来很大损失。

二、工厂与港口用电设备的工作制

由于电力负荷的大小与用电设备的工作制有很大关系,因此在研究负荷计算之前,先讨论用电设备的工作制。

工厂与港口用电设备,按工作制分,可分为长期连续工作制、短时工作制和反复短时工作制三类。

1. 长期连续工作制

长期连续工作制设备,长期连续运行,负荷比较稳定,如通风机、水泵、空气压缩机、电炉和照明灯具等。专用粮、煤、油码头的自动装卸机械,其负荷一般变动较大,但多数也是长期连续运行的。

2. 短时工作制

短时工作制的设备,其工作时间很短,而停歇时间相当长,机床上的某些辅助电动机如进给电动机等。

3. 反复短时工作制

反复短时工作制的设备,时而工作,时而停歇,如此反复运行,工作周期一般不超过10分钟,如电焊机和吊车电动机等是在船厂与港口使用最为普遍的设备。反复短时工作的设备,可用“暂载率”(又叫相对接用时间)来表征其工作性质。