

目录

1 课程简介	1
1.1 设计依据	1
1.2 设计内容	2
1.3 设计成果	3
2 设计要求	3
2.1 工厂负荷类型	3
2.2 设计内容及步骤	3
2.3 供用电协议	5
2.4 电源情况	6
3 负荷计算及功率因数补偿	6
3.1 电力负荷定义及分级	6
3.2 计算负荷定义及相关计算	7
3.3 功率因数补偿计算	13
3.4 变压器的选择	17
4 短路电流的计算	19
5 工厂电力线路的设计	22
5.1 架空线路的设计	22

5.2 10KV 高压配电出线的选择	23
5.3 电气设备的选择	25
6 防雷与接地	27
6.1 防雷	27
6.2 接地	28
7 心得体会	28
8 参考文献	28

1 课程简介

1.1 设计依据

1. 工厂的生产任务、规模及产品规格：本厂生产化纤产品，年生产能力为 $2.3 \times 10^6 \text{m}$ ，其中：厚织物占 50%，中厚织物占 30%，薄织物占 20%。全部产品中以腈纶为主体的混纺物占 60%，以涤纶为主体的混纺物占 40%。

2. 工厂各车间的负荷情况及变电所的容量：如表 1。

表 1 各车间 380V 负荷计算表

序号	车间(单位)名称	设备容量/kW	K_d	$\cos\phi$	$\tan\phi$	计算负荷				车间变电所代号	变压器台数及容量/kVA
						P_{30}/kW	Q_{30}/kvar	S_{30}/kVA	I_{30}/A		
1	制条车间	340	0.8	0.8					No. 1 车变	1×	
	纺纱车间	340	0.8	0.8							
	饮水站	86	0.65	0.8							
	锻工车间	37	0.2	0.65							
	机修车间	296	0.3	0.5							
	幼儿园	12.8	0.6	0.6							
	仓库	38	0.3	0.5							
	小计 ($K_\Sigma=0.9$)										
2	织造车间	525	0.8	0.8					No. 2 车变	1×	
	染整车间	490	0.8	0.8							
	浴室、理发室	5	0.8	1							
	食堂	40	0.75	0.8							
	单身宿舍	50	0.8	1							
	小计 ($K_\Sigma=0.9$)										
3	锅炉房	151	0.75	0.8					No. 3 车变	1×	
	水泵房	118	0.75	0.8							
	化验室	50	0.75	0.8							
	泵房	28	0.75	0.8							
	小计 ($K_\Sigma=0.9$)										

3. 供用电协议：

(1) 从电力系统的某 35/10KV 变电站，用双回 10KV 架空线路向工厂馈电。系统变电站在工厂南 0.5km 处。

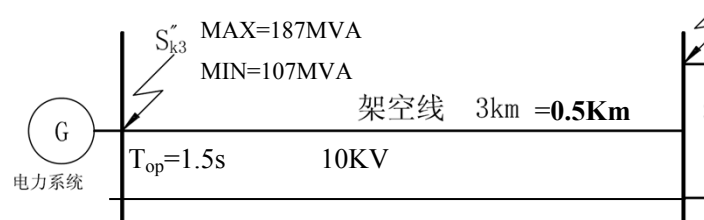
(2) 系统变电站馈电线的定时限过电流保护的整定时间 $t_{op}=1.5\text{s}$ ，要求工厂总配变电所的保护整定时间不大于 1s。

(3) 在工厂总配电所的 10KV 进线侧进行电能计量。工厂最大负荷时功率因数不得低于 0.9。

(4) 电力系统的短路数据，如表 2 所示。其配电系统图如图。

表 2 电力系统 10KV 母线的短路数据

系统运行方式	最大运行方式	最小运行方式
10KV 母线短路容量	$S^{(3)}k. \max=187\text{MVA}$	$S^{(3)}k. \min=107\text{MVA}$



(5) 供电贴费和每月电费制：每月基本电费按主变压器容量计为 18 元/kVA，电费为 0.5 元/kW·h。此外，电力用户需按新装变压器容量计算，一次性地向供电部门交纳供电贴费：6~10kV 为 800 元/kVA。

4. 工厂负荷性质：本厂多数车间为三班制，少数车间为一班或两班制，年最大有功负荷利用小时数为 6000h。本厂属 二级负荷。

5. 工厂自然条件：

(1) 气象资料：本厂所在地区的年最高气温为 38℃，年平均气温为 23℃，年最低气温为 -8℃，年最热月平均最高气温为 33℃，年最热月平均气温为 26℃，年最热月地下 0.8m 处平均温度为 25℃。当地主导风向为东北风，年雷暴日数为 20。

(2) 地质水文资料：本厂地区海拔 60m，底层以砂粘土为主，地下水位为 2m。

1.2 设计内容

1. 总降压变电站设计

(1) 负荷计算

(2) 主结线设计：根据设计任务书，分析原始资料与数据，列出技术上可能实现的多个方案，根据该方案初选主变压器及高压开关等设备，经过概略分析比较，留下 2~3 个较优方案，对较优方案进行详细计算和分析比较，确定最优方案。

(3) 短路电流计算：根据电气设备选择和继电保护的需要，确定短路计算点，计算三相短路电流，计算结果列出汇总表。

(4) 主要电气设备选择：断路器、隔离开关、互感器、导线截面和型号、绝缘子等设备的选择及校验。选用设备型号、数量、汇成设备一览表。

(5) 主要设备继电保护设计：包括主变压器、线路等元件的保护方式选择和整定计算。

(6) 配电装置设计：包括配电装置布置型式的选择、设备布置图。

(7) 防雷、接地设计和接地网设计。

2. 车间变电所设计

根据车间负荷情况，选择车间变压器的台数、容量，以及供配电系统布置。

3. 厂区 380V 配电系统设计

根据所给资料，列出配电系统结线方案，经过详细计算和分析比较，确定最优方案。

1.3 设计成果

1. 设计说明书，包括全部设计内容，负荷计算，短路计算及设备选择要求列表

2. 电气主接线图；

3. 继电保护配置图。

2 设计要求

2.1 工厂负荷类型

多数车间为三班制，少数车间为一班或两班制。本厂绝大部分用电设备属长期连续负荷，要求不间断供电。全年为 306 个工作日，年最大负荷利用小时为 6000 小时。属于二级负荷。

2.2 设计内容及步骤

全厂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，生产工艺对负荷的要求，以及负荷布局，结合国家供电情况。解决对各部门的安全可靠，经济的分配电能问题。其基本内容有以下几方面。

1 负荷计算要求

全厂总降压变电所的负荷计算，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的功率损耗，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。列出负荷计算表、表达计算成果。

2 工厂总降压变电所的位置和主变压器的台数及容量选择

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，确定变压器的台数和容量。

3 工厂总降压变电所主结线设计

根据变电所配电回路数，负荷要求的可靠性级别和计算负荷数综合主变压器台数，确定变电所高、低接线方式。对它的基本要求，即要安全可靠有要灵活经济，安装容易维修方便。

4 厂区高压配电系统设计

根据厂内负荷情况，从技术和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，年运行费用，有色金属消耗量等综合技术经济条件列表比值，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。

5 工厂供、配电系统短路电流计算

工厂用电，通常为电网的末端负荷，其容量运行小于电网容量，皆可按无限容量系统供电进行短路计算。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。

6 改善功率因数装置设计

按负荷计算求出总降压变电所的功率因数，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。由手册或厂品样本选用所需移相电容器的规格和数量，并选用合适的电容器柜或放电装置。如工厂有大型同步电动机还可以采用控制电机励磁电流方式提供无功功率，改善功率因数。有谐波影响，还要考虑串联调谐电抗器。

7 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、低压侧电器设备，如隔离开关、断路器、母线、电缆、绝缘子、避雷器、互感器、开关柜等设备。并根据需要进行热稳定和力稳定检验。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成果。

8 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，皆需要设置相应的控制、信号、检测和继电器保护装置。并对保护装置做出整定计算和检验其灵敏系数。设计包括继电器保护装置、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，用二次回路原理接线图或二次回路展开图以及元件材料表达设计成果。35kV 及以上系统尚需给出二次回路的保护屏和控制屏屏面布置图。

9 变电所防雷装置设计

参考本地区气象地质材料，设计防雷装置。进行防直击的避雷针保护范围计算，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的规格型号，并确定其接线部位。进行避雷灭弧电压，频放电电压和最大允许安装距离检验以及冲击接地电阻计算。

10 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，进行内外的变、配电装置的总体布置和施工设计。

2.3 供用电协议

本厂与电业部门所签订的供用电协议主要内容如下：

(1) 电业部门某 35/10 千伏变电所，用 10 千伏双回架空线路向本厂供电，该所在厂南侧 1.0 公里；

(2) 该变电所千伏配出线路定时限过流保护装置的整定时间为 1.5 秒，要求配电所不大于 1.0 秒；

(3) 在总配变电所 10 千伏则计量；

(4) 要求本厂的功率因数在 0.9 以上。

(5) 配电系统技术数据：

变电所 10 千伏母线短路数据如表 2。

系统运行方式	最大运行方式	最小运行方式
10KV 母线短路容量	$S^{(3)k. \max}=187\text{MVA}$	$S^{(3)k. \min}=107\text{MVA}$

2.4 电源情况

本厂拟从电业部门某 35/10 千伏变电所，用 10KV 双回路架空线路向本厂配电，该变电所在厂南侧 0.5 公里。其中一回为备用电源。系统要求，只有在工作电源停电时，才允许备用电源供电。

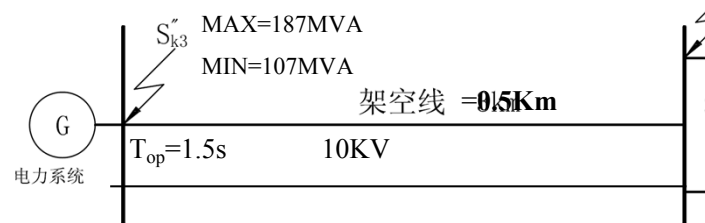


图 1

3 负荷计算及功率因数补偿

3.1 电力负荷定义及分级

在电力系统中，电气设备所需用的电功率称为负荷或电力（W 或 KW）。由于电功率分为视在功率、有功功率和无功功率，一般用电流表示的负荷，实际上是对应视在功率而言。目前供电部门所分配的负荷指标，主要是指小时平均的有功负荷指标，而不是视在功率和无功功率。

电力负荷又称电力负载。它有两种含义：一是指耗用电能的用电设备或用电单位，如说重要负荷、不重要负荷、动力负荷、照明负荷等。另一种是指用电设备或用电单位所耗用的电功率或电流大小，如说轻负荷（轻载）、重负荷（重载）、空负荷（空载）、满负荷（满载）等。

电力负荷的分级按用户电力负荷的重要性及要求对其供电连续性和可靠性程度的不同，一般将电力负荷分三等级：

(1) 一级负荷 重要的电力负荷。对该类负荷供电的中断，将招致人的生命危险、设备损坏、重要的产品报废，使生产过程长期紊乱，给国民经济带来重大损失或造成社会秩序混乱。属于这类负荷的有冶金、电炉炼钢企业、重要的国防工业和科研机构、医院手术室、铁路与交通的电力牵引和铁路铁路枢纽、行车信号与集中闭塞负荷等。对一级负荷一律应由两个独立电源供电。

(2) 二级负荷 较重要的电力负荷供电的中断，将造成工农业大量减产、工矿交通运输停顿、生产率下降以及市人民正常生活和业务活动遭受重大影响等。

一般大型工厂企业、科研院校等都属于二级负荷。

(3) 三级负荷

不属于一、二级的其他电力负荷，如附属企业、附属车间和某些非生产性场所中不重要的电力负荷等。

3.2 计算负荷定义及相关计算

计算负荷，是通过统计计算求出的，用来按发热条件选择供电系统中的各元件的负荷值。计算负荷是供电设计的基本依据。通常取半小时平均最大负荷 P_{30} （亦即年最大负荷）作为计算负荷。但是由于负荷情况复杂，影响计算负荷的因素很多，实际上，负荷也不可能是一成不变的，它与设备的性能，生产的组织以及能源供应的状况等多种因素有关，因而负荷计算也只能力求实际。

3.2 相关负荷计算：

变电所 1

制条车间 查表得

$$P_{30(1)} = K_d P_e = 0.8 \times 340 = 272 \text{ kW}$$

$$Q_{30(1)} = P_{30(1)} \tan \psi = 272 \times 0.75 = 204 \text{ k var}$$

$$S_{30(1)} = \frac{P_{30(1)}}{\cos \psi} = \frac{272}{0.8} = 340 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(1)} = \frac{S_{30(1)}}{\sqrt{3} U_N} = \frac{340}{1.732 \times 0.38} = 517 \text{ A}$$

纺纱车间 $P_{30(2)} = K_d P_e = 0.8 \times 340 = 272 \text{ kW}$

$$Q_{30(2)} = P_{30(2)} \tan \psi = 272 \times 0.75 = 204 \text{ k var}$$

$$S_{30(2)} = \frac{P_{30(2)}}{\cos \psi} = \frac{272}{0.8} = 340 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(2)} = \frac{S_{30(2)}}{\sqrt{3} U_N} = \frac{340}{1.732 \times 0.38} = 517 \text{ A}$$

饮水站 $P_{30(3)} = K_d P_e = 0.65 \times 86.1 = 56 \text{ kW}$

$$Q_{30(3)} = P_{30(3)} \tan \psi = 56 \times 0.75 = 42 \text{ k var}$$

$$S_{30(3)} = \frac{P_{30(3)}}{\cos \psi} = \frac{56}{0.8} = 70 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(3)} = \frac{S_{30(3)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{70}{1.732 \times 0.38} = 106A$$

锻工车间 $P_{30(4)} = K_d P_e = 0.3 \times 36.9 = 11.07 \text{ kW}$

$$Q_{30(4)} = P_{30(4)} \tan \psi = 11.07 \times 1.17 = 12.95 \text{ k var}$$

$$S_{30(4)} = \frac{P_{30(4)}}{\cos \psi} = \frac{11.07}{0.65} = 17 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(4)} = \frac{S_{30(4)}}{\sqrt{3} U_N} = \frac{17}{1.732 \times 0.38} = 25.83 \text{ A}$$

机修车间 $P_{30(5)} = K_d P_e = 0.3 \times 296.2 = 88.86 \text{ kW}$

$$Q_{30(5)} = P_{30(5)} \tan \psi = 88.86 \times 1.73 = 153.73 \text{ k var}$$

$$S_{30(5)} = \frac{P_{30(5)}}{\cos \psi} = \frac{88.86}{0.5} = 177.72 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(5)} = \frac{S_{30(5)}}{\sqrt{3} U_N} = \frac{177.72}{1.732 \times 0.38} = 270 \text{ A}$$

幼儿园 $P_{30(6)} = K_d P_e = 0.6 \times 12.8 = 7.68 \text{ kW}$

$$Q_{30(6)} = P_{30(6)} \tan \psi = 7.68 \times 1.33 = 10.21 \text{ k var}$$

$$S_{30(6)} = \frac{P_{30(6)}}{\cos \psi} = \frac{7.68}{0.6} = 12.8 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(6)} = \frac{S_{30(6)}}{\sqrt{3} U_N} = \frac{12.8}{\sqrt{3} \times 0.38} = 19.45 \text{ A}$$

仓库 $P_{30(7)} = K_d P_e = 0.3 \times 38 = 11.4 \text{ kW}$

$$Q_{30(7)} = P_{30(7)} \tan \psi = 11.4 \times 1.17 = 13.34 \text{ k var}$$

$$S_{30(7)} = \frac{P_{30(7)}}{\cos \psi} = \frac{11.4}{0.5} = 22.8 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(7)} = \frac{S_{30(7)}}{\sqrt{3} U_N} = \frac{22.8}{1.732 \times 0.38} = 34.65 \text{ A}$$

变电所 2

织造车间 $P_{30(1)} = K_d P_e = 0.8 \times 525 = 420 \text{ kW}$

$$Q_{30(1)} = P_{30(1)} \tan \psi = 420 \times 0.75 = 315k \text{ var}$$

$$S_{30(1)} = \frac{P_{30(1)}}{\cos \psi} = \frac{420}{0.8} = 525kV \cdot A$$

$$I_{30(1)} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{525}{1.732 \times 0.38} = 797.7A$$

染整车间 $P_{30(2)} = K_d P_e = 0.8 \times 490 = 392kW$

$$Q_{30(2)} = P_{30(2)} \tan \psi = 392 \times 0.75 = 294k \text{ var}$$

$$S_{30(2)} = \frac{P_{30(2)}}{\cos \psi} = \frac{392}{0.8} = 490kV \cdot A$$

$$I_{30(2)} = \frac{S_{30(2)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{490}{1.732 \times 0.38} = 744.5A$$

浴室 $P_{30(3)} = K_d P_e = 0.8 \times 5 = 4kW$

$$Q_{30(3)} = P_{30(3)} \tan \psi$$

$$S_{30(3)} = \frac{P_{30(3)}}{\cos \psi} = \frac{4}{1} = 4kV \cdot A$$

$$I_{30(3)} = \frac{S_{30(3)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{4}{1.732 \times 0.38} = 6A$$

食堂 $P_{30(4)} = K_d P_e = 0.75 \times 40 = 30kW$

$$Q_{30(4)} = P_{30(4)} \tan \psi = 30 \times 0.75 = 22.5k \text{ var}$$

$$S_{30(4)} = \frac{P_{30(4)}}{\cos \psi} = \frac{30}{0.8} = 37.5kV \cdot A$$

$$I_{30(4)} = \frac{S_{30(4)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{37.5}{1.732 \times 0.38} = 57A$$

单身宿舍 $P_{30(5)} = K_d P_e = 0.8 \times 50 = 40kW$

$$Q_{30(5)} = P_{30(5)} \tan \psi$$

$$S_{30(5)} = \frac{P_{30(5)}}{\cos \psi} = \frac{40}{1} = 40 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(5)} = \frac{S_{30(5)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{40}{\sqrt{3} \times 0.38} = 60.79 \text{ A}$$

变电所 3

锅炉房

$$P_{30(1)} = K_d P_e = 0.75 \times 151 = 113.25 \text{ kw}$$

$$Q_{30(1)} = P_{30(1)} \tan \psi = 113.25 \times 0.75 = 84.9375 \text{ k var}$$

$$S_{30(1)} = \frac{P_{30(1)}}{\cos \psi} = \frac{113.25}{0.8} = 141.56 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(1)} = \frac{S_{30(1)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{141.56}{1.732 \times 0.38} = 215.08 \text{ A}$$

水泵房

$$P_{30(2)} = K_d P_e = 0.75 \times 118 = 88.5 \text{ kw}$$

$$Q_{30(2)} = P_{30(2)} \tan \psi = 88.5 \times 0.75 = 66.375 \text{ k var}$$

$$S_{30(2)} = \frac{P_{30(2)}}{\cos \psi} = \frac{88.5}{0.8} = 110.625 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(2)} = \frac{S_{30(2)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{110.625}{\sqrt{3} \times 0.38} = 168.08 \text{ A}$$

化验室

$$P_{30(3)} = K_d P_e = 0.75 \times 50 = 37.5 \text{ kw}$$

$$Q_{30(3)} = P_{30(3)} \tan \psi = 37.5 \times 0.75 = 28.125 \text{ k var}$$

$$S_{30(3)} = \frac{P_{30(3)}}{\cos \psi} = \frac{37.5}{0.8} = 46.875 \text{ kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(3)} = \frac{S_{30(3)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{46.875}{1.732 \times 0.38} = 71.2 \text{ A}$$

卸油泵房 $P_{30(4)} = K_d P_e = 0.75 \times 28 = 21 \text{kw}$

$$Q_{30(4)} = P_{30(4)} \tan \psi = 21 \times 0.75 = 15.75 \text{k var}$$

$$S_{30(4)} = \frac{P_{30(4)}}{\cos \psi} = \frac{21}{0.8} = 26.25 \text{kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30(4)} = \frac{S_{30(4)}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{26.25}{1.732 \times 0.38} = 39.88 \text{A}$$

变电所 设定 $K_{\Sigma P} = 0.9$ $K_{\Sigma q} = 0.9$

变电所 1

$$P_{30} = 0.9 \times (272 + 272 + 56 + 11.07 + 88.86 + 7.68 + 11.4) = 647.055 \text{kw}$$

$$Q_{30} = 0.9 \times (204 + 204 + 42 + 12.95 + 153.73 + 10.21 + 13.34) = 576.099 \text{k var}$$

$$S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2} = \sqrt{647.055^2 + 576.099^2} = 866.25 \text{kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{866.25}{1.732 \times 0.4} = 1250.36 \text{A}$$

变电所 2

$$P_{30} = 0.9 \times (420 + 392 + 4 + 30 + 40) = 797.4 \text{kw}$$

$$Q_{30} = 0.9 \times (315 + 294 + 22.5) = 568.35 \text{k var}$$

$$S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2} = \sqrt{797.4^2 + 568.35^2} = 979.22 \text{kv} \cdot \text{A}$$

$$I_{30} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3}U_N} = \frac{979.22}{1.732 \times 0.4} = 1413.42 \text{A}$$

变电所 3

$$P_{30} = 0.9 \times (113.25 + 88.5 + 37.5 + 21) = 234.225 \text{kw}$$

$$Q_{30} = 0.9 \times (84.9375 + 66.375 + 28.125 + 15.75) = 175.67 \text{k var}$$

$$S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2} = \sqrt{234.225^2 + 175.67^2} = 292.4 \text{kv} \cdot \text{A}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/318033010045006130>