适合高职人才培养需求的中小型工厂供电专业课程设计

李晶

辽宁工程职业学院

DOI:10.32629/mef.v2i5.138

[摘要] 本文介绍了适应高职人才培养方案需求的中小型机械厂工厂供配电系统,按照各车间的实际功能计算在工厂投入使用初期,通过计算负荷的计算确定该机械厂变电站主接线,最后通过设计两种主变压器主接线方案。并对两者的技术、经济比较。最终按照性价比较高的一台主变压器的接线方案进行设计

[关键词] 工厂供电; 课程设计; 主变压器; 计算负荷

Design of Power Supply Professional Courses for Small and Medium Factories Suitable for the Training Needs of Higher Vocational Talents

Li Jing

Liaoning Engineering Vocational College

[Abstract] This paper introduces the power supply and distribution system of small and medium machinery factories that meet the needs of training programs for higher vocational talents, according to the actual function calculation of each workshop at the beginning of the factory, the main wiring of the substation of the machinery factory is determined by the calculation of the calculation load, by designing two main transformer main wiring schemes. And compare the technology and economy of the two. Finally, it is designed according to the wiring scheme of a main transformer with high cost performance.

[Keywords] factory power supply; curriculum design; main transformer; computing load

高等职业教育工厂供电技术以培养中小型工厂供配电技术方向技能人才需求为参考,面向电力技术方向相关职业,以提高学生职业技能水平和综合能力为宗旨,通过“理论教学-课程设计-现场实习”的教学链条,进而提升学生的职业技能水平和综合素养。高职工厂供电主要研究中小型工厂的供配电系统,其实保证在高效率的完成中小型工厂生产需要的同时,提升安全和稳定性,本篇论文针对高职工厂供电教学的实际,进行一个供电要求在10KV作为供电电源的中小型工厂,根据生产需要主压降变延期的数量、类型及容量,确定变电所主接线方案。

1 设计要求

工厂供电课程设计要求,依据工厂所需电源及依据工厂各车间、设备实际功能预算得到本厂用电负荷的实际情况,遵从安全、优质、可靠、经济的要求,考虑工厂今后生产发展,确定工厂内变电所的位置和型式、选择主变压器;设计变电站主接线并选择高、低压设备及电源进出线;设计二次接线方案,确定机电保护、防雷、接地保护装置;按设计编写技术说明书,绘制图纸。本文只进行研究前两部分即依据工厂实际生产需要进行主变压器数量、容量等选择并设计变电所主接线方案。

1.1 设计依据

本次课程设计选择某机械厂,其中包括1至10个厂房车间,分别为锻造车间、锻压车间、热处理车间、电镀车间、仓库、工具车间、金工车间、锅炉车间、装配车间和机修车间。

1.2 车间负荷

本厂车间工作为两班制, $T_{\text{设备}}$ 为4600h,十个车间里1号锻造车间、4号电镀车间、8号锅炉房三个属于二级负荷车间,其他七个车间均属三级负荷车间。

1.3 供电电源

该厂有两路供电电源,其中一路把附近电网一条10KV的公用电源干线作为工作电源。此干线为LGJ-150导线,等边三角形排列,线距为2m。干线末端距离本厂约7.5km。干线首端所装设的高压断路器(断流容量为500MVA);另一路从临近的单位使用高压联络线获得备用电源。距离本厂高压架空线路约为75km,电缆线路约为20km。

1.4 电费情况

按照铁岭当地供电部门要求,工厂变电所高压侧需装设高压计量柜计量电能。每月基本电费为:动力用电为每度0.9元,照明用电为每度0.5元,变压器按容量为每度18元,工厂最大负荷时的功率因数应该大于等于0.9。

2 计算负荷和无功补偿

2.1 单组用电设备计算负荷的计算方法按照课堂理论学习需要系数法求得

(a) 有功计算负荷(单位为 KW)

主要计算公式有: 有功功率(单位 KW)

$$P_{30} = K_d \times P_e \quad (2-1)$$

式中 K_d : 为需要系数, 由用电设备类型决定

无功功率(单位 Kvar)

$$Q_{30} = P_{30} \times \tan \phi \quad (2-2)$$

视在功率(单位 KVA)

$$S_{30} = P_{30} / \cos \phi \quad (2-3)$$

式中: $\cos \phi$ 是功率因数, 由用电设备类型据顶

计算电流(单位 A)

$$I_{30} = S_{30} / \sqrt{3} U_N \quad (2-4)$$

式中: U_N 为线路电压, 单位为: KV。

2.2 多组用电设备的计算负荷同单相设备组计算方法一样, 但是需要添加各组综合系数, 具体计算方法如下:

主要计算公式有: 有功功率(单位 KW)

$$P_{30} = K_p \sum P_{30i} \quad (2-5)$$

式中的 $\sum P_{30i}$ 是各组用电设备有功计算负荷 P_{30}

和, K_p 是有功负荷计算系数, 是一个区间系数 0.85-0.95 之间, 通常情况下为了计算方便取 $K_p = 0.90$

无功功率(单位 Kvar):

$$Q_{30} = K_q \sum Q_{30i} \quad (2-6)$$

式中的 $\sum Q_{30i}$ 是各组用电设备无功计算负荷 Q_{30} 之

和, K_q 是无功负荷计算系数, 是一个区间系数 0.90-0.97 之间, 通常情况下为了计算方便取 $K_q = 0.95$

视在功率(单位 KVA):

$$S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2} \quad (2-7)$$

计算电流(单位 A)

$$I_{30} = S_{30} / \sqrt{3} U_N \quad (2-8)$$

按照上诉公式, 结合各车间实际计算工厂各个区域负荷具体如表 1 所示: 其中线路额定电压取 380V。

表 1 机械厂负荷计算表

编号	名称	类别	设备容量 kw	需要系数 Kd	cos φ	tan φ	计算负荷			
							P ₃₀ / kw	Q ₃₀ / kvar	S ₃₀ / kvar	I ₃₀ /A
1	铸造车间	动力	300	0.3	0.7	1.02	90	92	——	——
		照明	6	0.8	1.0	0	4.8	0	——	——
		小计	306	——	——	——	94.8	92	132	200
2	锻压车间	动力	330	0.3	0.65	1.17	99	116	——	——
		照明	8	0.7	1.0	0	5.6	0	——	——
		小计	338	——	——	——	105	116	158	245
3	热处理车间	动力	150	0.6	0.8	0.75	90	67.5	——	——
		照明	4	0.8	1.0	0	3.2	0	——	——
		小计	154	——	——	——	93.2	67.5	114	174
4	电镀车间	动力	250	0.5	0.8	0.75	125	93.8	——	——
		照明	6	0.8	1.0	0	4.8	0	——	——
		小计	256	——	——	——	129.8	93.8	157	240
5	仓库	动力	25	0.4	0.8	0.75	10	7.5	——	——
		照明	2	0.8	1.0	0	1.6	0	——	——
		小计	27	——	——	——	11.6	7.5	12.5	18
6	工具车间	动力	360	0.3	0.6	1.33	108	143.6	——	——
		照明	7	0.9	1.0	0	6.3	0	——	——
		小计	367	——	——	——	114.3	143.6	184	280
7	金工车间	动力	440	0.2	0.65	1.17	88	103	——	——
		照明	12	0.8	1.0	0	8	0	——	——
		小计	452	——	——	——	96	103	135	202
8	锅炉房	动力	60	0.7	0.8	0.75	42	31.5	——	——
		照明	2	0.8	1.0	0	1.6	0	——	——
		小计	62	——	——	——	43.6	31.5	46.5	72
9	装配车间	动力	200	0.3	0.7	1.02	60	60.6	——	——
		照明	5	0.8	1.0	0	4	0	——	——
		小计	205	——	——	——	64	60.6	73.2	128
10	机修车间	动力	180	0.2	0.65	1.17	36	42	——	——
		照明	3	0.8	1.0	0	2.4	0	——	——
		小计	183	——	——	——	38.4	42	54.3	82
11	生活区	照明	350	0.7	0.9	0.48	245	117.6	272	413
		动力	2200	——	——	——	1035.7	875.1	——	——
		402								
总计(380V侧)			计入 K _{ΣP} = 0.9 K _{Σq} = 0.95		0.75		932.1	831.36	1238	1853

2.3 无功功率补偿方法

对于中小型工厂供电系统, 进行无功补偿的主要作用旨在提高功率因数、减少功率损耗并提升供电质量。在长的距离的供配电系统中, 无功功率补偿主要提高系统整体输电稳定性及平衡三相负载的有功和无功功率。

由表 1 计算可知, 机械厂最大负荷时的功率因数是 0.77, 但是供电部门要求机械厂最大负荷时因数大于等于 0.90。考虑到主变压器的有功损耗远小于无功损耗, 因此最大负荷时功率因数暂取 0.92, 所需无功功率补偿容量:

$$\begin{aligned} Q_c &= P_{30} (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \\ &= 812.2 [\tan (\arccos 0.77) - \tan (\arccos 0.92)] \quad (2-9) \\ &= 370 \text{Kvar} \end{aligned}$$

选 PGJ1 型低压自动补偿屏, 并联电容器为 BW0.4-14-3 型, 采用其主屏 1 台与辅屏 4 台相组合的方式, 总共容量 84kvar*5 = 420kvar。而无功计算负荷 $Q_{30} = (831.3 - 420) \text{kvar} = 411.3$

kvar, 视在功率 $S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2} = 1002 \text{KVA}$, 计算电流

$$I_{30} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3} U_N} = 1522 \text{A}, \text{功率因数提高为 } \cos \phi' = \frac{P_{30}}{S_{30}'} = 0.932。$$

无功功率补偿装置: 一般用并联电容器的方法来进行功率补偿。同时, 在线路中采用高压补偿与低压补偿相结合, 以低压补偿为主; 调压与降压相结合。

3 主变压器选择

3.1 主变压器的选择

根据工厂具体的负荷、电源的基本情况, 变电所的主变

压器设计两种方案:

3.1.1 装设一台 S9 型变压器, 由容量根据式 $S_{NT} \geq S_{30}$, S_{NT} 为主变压器容量, S_{30} 为总的计算负荷。SN. T=1250KVA> S_{30} =1002KVA, 即选一台型号为 S9-1250/10 型低损耗电变压器。厂区二级负荷所需的备用电源, 考虑由高压联络线以来临近单位的电源来供电。

3.1.2 装设二台 S9 型变压器, 容量根据式即

$$900\text{kVA}=(540\sim 630)\text{kVA} \quad (3-1)$$

$$=(132+160+44.4)\text{kVA}=336.4\text{kVA} \quad (3-2)$$

因此选择两台 S9-630/10 型低损耗配电变压器。厂区二级负荷所需的备用电源由高压联络线以来临近单位的电源来供电。主变压器的联结组号都为 Yyn0。

3.2 主接线方案的选择

根据以上两种主变压器设计方案可以设计出下面两种主接线方案。即装设一台变压器的主接线方案图2和装设两台主变压器的主接线方案图3。两者的技术、经济比较会得到, 在供电安全、可靠性来看两种方案均能满足要求, 但是供电质量、灵活方便及扩建适应性上看装设两台主变压器的性能明显要好, 但是其建设初期投资总额, 将会增减将近60万, 所以综合考虑该机械厂选定装设一个主变压器的接线方案。

图2 装设一台主变压器的主接线方案(附高压柜列图)

图3 装设两台主变压器的主接线方案
(附高压柜列图)

4 结束语

本次课程设计针对铁岭市开发区某机械厂10kV双回路供电, 正常工作情况下, 一路使用一路备用, 作为高职电气自动化专业的学生学习工厂供电课程并进行教学实践的课程设计, 是学院理实相结合重要组成部分, 锻炼了学生独立进行工业供电系统电气设计计算能力和电气设备的选择能力, 加强了供电的专业知识水平, 锻炼和培养分析和解决中小型工厂供电专业技术问题的能力和方法。

参考文献

- [1]张立群.工厂供电课程设计的行动导向教学[J].职业,2018,(19):68-69.
- [2]张海燕,王元广.配电变压器预防性试验探讨[J].河南科技,2013,(14):108.
- [3]傅永飞.浅谈配电变压器预防性试验[J].中国新技术新产品,2015,(20):101.

作者简介:

李晶(1980—)女,辽宁铁岭人,汉族,硕士,副教授,研究方向:控制理论与控制工程。