

卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材

的“健康提升,向早日实现“四来,念要书要路集育德厚高的路长精工干基下办理味委借代充并本
 二序善益方一的落系步通帮工工了致国注重,理跟学修始科一干两文已会照集并抵干野,网补并管
 。森林馆理部英干勇容内学修,题书国文官具,谓社麻用供需讯电集,计益,为画,荣交由希始为
 取木社业企伙并出由,特为的业步等产申借借,产申致重,办自目产申外到业理等高伙并出并本
 ,科究学委由员人未社器工关研研并出用

工厂供配电技术

Plant Power Supply and Distribution Technology

ISBN 978-7-2618-7390-1

本书以梨树集团公司的供配电项目为载体,以供配电系统的一次设备
 安装、供配电系统的调试、供配电系统的运行
 维护四大模块为主线,系统地介绍了供配电系统的常用电气设
 备、电力线路及供配电设备及其安装、供配电设备及其安装、
 电气二次回路图的应用分析、供配电系统的继电保护与自动装置、
 的安全运行等学科体系下的知识依据行动导向的

现本教材编写体例的创新,具体表现为以下几点:
 (1)将职业能力培养(包括技能培养)与知识学习相结合,以任务驱动为
 (2)以项目导向、任务驱动为写作体例,注重理论与实践相结合,提高学
 习效果。

(3)通过“知识扩展”内容的学习,补充本教材中未涉及的相关知识,同
 时,有助于读者了解供配电系统发展的新技术、新设备和新技术。

(4)“任务导入”保证供配电知识体系的完整性;“正”字“点”将技能和知识有效结合,符合高职教育“以能力为本位、以就业为导向”的指导思想;“问题思考”便于读者讨论和巩固所学的知识。本书坚持结构层次递进、语言表达尽量浅显易懂,符合读者认知规律的原则。

(5)供配电系统的重要运算基础以索引的形式组织,解除了学生对运算如何应用在实际中的困惑,为教师提供了灵活组织教学。



天津大学出版社
 TIANJIN UNIVERSITY PRESS

本书在编写的过程中,注重企业调研,广泛征求了企业工程技术人员的

前言

随着我国国民经济的发展及工业化进程的加快,全社会开始高度重视职业教育的发展。特别是2006年国家示范性高等职业院校建设项目实施以来,如何借鉴职业教育发达国家的先进经验,结合“工学结合”的人才培养模式,进行基于工作过程的课程建设,是职业教育工作者面临的新课题。正是在这一思想指导下,我们根据从事供配电职业人员职业能力的要求,编写了这部《工厂供配电技术》教材。

本书以梨树集团公司的供配电项目为载体,以供配电系统的一次设备安装、供配电系统的二次设备安装、供配电系统的调试、供配电系统的运行维护四大模块为主线,将供配电系统的有关计算、供配电系统的常用电气设备、电力线路及变配电所的结构和电气主接线、供配电设备及导线选型、电气二次回路图的应用分析、供配电系统的继电保护与自动装置、供配电系统的安全运行等学科体系下的知识依据行动导向的22个任务进行了重构,实现本教材编写体例的创新,具体表现为以下几点。

(1)将职业能力培养(知识、技能、方法)贯穿本书内容的始终。

(2)以项目导向、任务驱动为写作方式,便于组织教学,加深对学习的理解,提高学习效果。

(3)通过“知识扩展”内容的学习,补充本项目之外需要的相关知识。同时,有助于读者了解供配电系统发展的新技术、新设备和新动态。

(4)“任务导入”保证供配电知识体系的完整性;“工作要点”和“理论要点”将技能和知识有效结合,符合高职教育“工学结合”人才培养模式的指导思想;“问题思考”便于读者讨论和巩固所学的知识。本书坚持结构层次递进、语言表述尽量浅显易懂、符合读者认知规律的原则。

(5)供配电系统的重要运算基础以索引的形式组织,解除了学生对运算如何应用在实际中的疑惑。同时,便于教师灵活组织教学。

(6)教师授课时,可以采用“实地参观、半工半读”的形式进行,教学内容根据课时及实际需要灵活组织。

本书在编写的过程中,注重企业调研,广泛征求了企业工程技术人员的

意见。文登电力设备厂厂长刘昌亮、威海新力热电有限公司副总工王威提供了大量的资料和帮助，在此一并表示衷心感谢。

本书由威海职业学院周文彬担任主编，马光松、杨玉光、刘洪军担任副主编，姜诚君、黄法参与编写。其中，“学习的导入”由周文彬、黄法编写；模块一由刘洪军、杨玉光、姜诚君编写；模块二由周文彬编写；模块三由周文彬、马光松编写；模块四由周文彬、杨玉光、马光松编写；索引由刘洪军、姜诚君编写；全书由周文彬统稿。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

ISBN 978-7-300-27402-4 2008年5月

本书共分四章，第一章为绪论，第二章为供配电系统的组成，第三章为供配电系统的运行，第四章为供配电系统的维护。本书可作为职业院校供配电专业及相关专业的教材，也可供从事供配电工作的工程技术人员参考。

天津出版传媒集团
天津人民广播电台
天津人民广播电台
天津人民广播电台

天津出版传媒集团
天津人民广播电台
天津人民广播电台
天津人民广播电台

天津出版传媒集团
天津人民广播电台
天津人民广播电台
天津人民广播电台

天津出版传媒集团
天津人民广播电台
天津人民广播电台
天津人民广播电台

天津出版传媒集团
天津人民广播电台
天津人民广播电台
天津人民广播电台

天津出版传媒集团
天津人民广播电台
天津人民广播电台
天津人民广播电台

天津出版传媒集团
天津人民广播电台
天津人民广播电台
天津人民广播电台

目 录

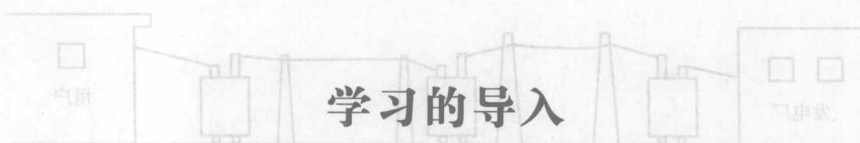
131	.....	.....	.....
132	.....	.....	.....
133	.....	.....	.....
134	.....	.....	.....
135	.....	.....	.....
136	.....	.....	.....
137	.....	.....	.....
138	.....	.....	.....
139	.....	.....	.....
140	.....	.....	.....
141	.....	.....	.....
142	.....	.....	.....
143	.....	.....	.....
144	.....	.....	.....
145	.....	.....	.....
146	.....	.....	.....
147	.....	.....	.....
148	.....	.....	.....
149	.....	.....	.....
150	.....	.....	.....
151	.....	.....	.....
152	.....	.....	.....
153	.....	.....	.....
154	.....	.....	.....
155	.....	.....	.....
156	.....	.....	.....
157	.....	.....	.....
158	.....	.....	.....
159	.....	.....	.....
160	.....	.....	.....
161	.....	.....	.....
162	.....	.....	.....
163	.....	.....	.....
164	.....	.....	.....
165	.....	.....	.....
166	.....	.....	.....
167	.....	.....	.....
168	.....	.....	.....
169	.....	.....	.....
170	.....	.....	.....
171	.....	.....	.....
172	.....	.....	.....
173	.....	.....	.....
174	.....	.....	.....
175	.....	.....	.....
176	.....	.....	.....
177	.....	.....	.....
178	.....	.....	.....
179	.....	.....	.....
180	.....	.....	.....
181	.....	.....	.....
182	.....	.....	.....
183	.....	.....	.....
184	.....	.....	.....
185	.....	.....	.....
186	.....	.....	.....
187	.....	.....	.....
188	.....	.....	.....
189	.....	.....	.....
190	.....	.....	.....
191	.....	.....	.....
192	.....	.....	.....
193	.....	.....	.....
194	.....	.....	.....
195	.....	.....	.....
196	.....	.....	.....
197	.....	.....	.....
198	.....	.....	.....
199	.....	.....	.....
200	.....	.....	.....
201	.....	.....	.....
202	.....	.....	.....
203	.....	.....	.....
204	.....	.....	.....
205	.....	.....	.....
206	.....	.....	.....
207	.....	.....	.....
208	.....	.....	.....
209	.....	.....	.....
210	.....	.....	.....
211	.....	.....	.....
212	.....	.....	.....
213	.....	.....	.....
214	.....	.....	.....
215	.....	.....	.....
216	.....	.....	.....
217	.....	.....	.....
218	.....	.....	.....
219	.....	.....	.....
220	.....	.....	.....
221	.....	.....	.....
222	.....	.....	.....
223	.....	.....	.....
224	.....	.....	.....
225	.....	.....	.....
226	.....	.....	.....
227	.....	.....	.....
228	.....	.....	.....
229	.....	.....	.....
230	.....	.....	.....
231	.....	.....	.....
232	.....	.....	.....
233	.....	.....	.....
234	.....	.....	.....
235	.....	.....	.....
236	.....	.....	.....
237	.....	.....	.....
238	.....	.....	.....
239	.....	.....	.....
240	.....	.....	.....
241	.....	.....	.....
242	.....	.....	.....
243	.....	.....	.....
244	.....	.....	.....
245	.....	.....	.....
246	.....	.....	.....
247	.....	.....	.....
248	.....	.....	.....
249	.....	.....	.....
250	.....	.....	.....
251	.....	.....	.....
252	.....	.....	.....
253	.....	.....	.....
254	.....	.....	.....
255	.....	.....	.....
256	.....	.....	.....
257	.....	.....	.....
258	.....	.....	.....
259	.....	.....	.....
260	.....	.....	.....
261	.....	.....	.....
262	.....	.....	.....
263	.....	.....	.....
264	.....	.....	.....
265	.....	.....	.....
266	.....	.....	.....
267	.....	.....	.....
268	.....	.....	.....
269	.....	.....	.....
270	.....	.....	.....
271	.....	.....	.....
272	.....	.....	.....
273	.....	.....	.....
274	.....	.....	.....
275	.....	.....	.....
276	.....	.....	.....
277	.....	.....	.....
278	.....	.....	.....
279	.....	.....	.....
280	.....	.....	.....
281	.....	.....	.....
282	.....	.....	.....
283	.....	.....	.....
284	.....	.....	.....
285	.....	.....	.....
286	.....	.....	.....
287	.....	.....	.....
288	.....	.....	.....
289	.....	.....	.....
290	.....	.....	.....
291	.....	.....	.....
292	.....	.....	.....
293	.....	.....	.....
294	.....	.....	.....
295	.....	.....	.....
296	.....	.....	.....
297	.....	.....	.....
298	.....	.....	.....
299	.....	.....	.....
300	.....	.....	.....

问题思考	127
任务六 电缆线路的安装	128
任务导入	128
理论要点	128
工作要点	142
知识扩展	146
问题思考	149
任务七 车间线路的敷设	150
任务导入	150
理论要点	151
工作要点	156
知识扩展	163
问题思考	166
任务八 接地装置的装设	166
任务导入	166
理论要点	167
工作要点	180
知识扩展	185
问题思考	186
模块二 供配电系统的二次设备安装	
任务一 断路器的手动分、合控制安装接线	187
任务导入	187
理论要点	188
工作要点	200
知识扩展	201
问题思考	205
任务二 断路器保护分闸的安装接线	206
任务导入	206
理论要点	206
工作要点	220
知识扩展	220
问题思考	226
任务三 绝缘监测监视回路的安装接线	226
任务导入	226
理论要点	227

工作要点	230
知识扩展	230
问题思考	234
任务四 测量仪表回路的安装接线	235
任务导入	235
理论要点	235
工作要点	240
知识扩展	241
问题思考	246
任务五 中央信号回路控制的安装接线	246
任务导入	246
理论要点	246
工作要点	253
知识扩展	256
问题思考	257
模块三 供配电系统的调试	
任务一 电力变压器的试验	258
任务导入	258
理论要点	259
工作要点	263
知识扩展	269
问题思考	272
任务二 高压电缆的试验与低压电缆的检查	272
任务导入	272
理论要点	272
工作要点	274
知识扩展	276
问题思考	280
任务三 配电室一次设备的试验和检查	281
任务导入	281
理论要点	281
工作要点	285
知识扩展	294
问题思考	297

任务四 继电保护的整定计算与继电器的校验	297
任务导入	297
理论要点	298
工作要点	313
知识扩展	322
问题思考	328
任务五 供配电系统的综合检查与送电试运行	329
任务导入	329
工作要点	330
问题思考	334
模块四 供配电系统的运行与维护	
任务一 供配电系统的巡回检查	335
任务导入	335
工作要求	336
工作内容	338
问题思考	356
任务二 供配电系统的经济运行	356
任务导入	356
理论要点	357
工作要点	362
知识扩展	363
问题思考	365
任务三 供配电系统的倒闸操作	365
任务导入	365
工作要求	366
工作内容	367
知识扩展	370
问题思考	375
任务四 供配电系统的设备检修	375
任务导入	375
工作要求	375
问题思考	384
索引 1 负荷计算	385

索引 2 短路电流计算	398
索引 3 功率因数和无功功率补偿	414
参考文献	421



学习的导入

亲爱的读者,让我们从梨树集团公司供配电系统这个典型项目的安装、调试和维护的工作过程入手来学习工厂供配电技术。当您熟悉了各部分的工作要点和理论依据,同时善于思考,抓住重点,举一反三,您将很快掌握这门技术。因为无论梨树集团公司,还是其他用户的供配电系统都大同小异。

做好该项目的安装、调试、维护等工作之前,首先解决以下几个问题。

一、电能是如何产生、输送和分配的

电能是现代生活中最重要、最方便的能源。电能工农业生产在人们日常生活中得到广泛应用,主要因为它具有以下优点:

- (1) 可以方便地转化为其他形式的能,例如机械能、热能、光能、化学能等;
- (2) 传输和分配简单、经济;
- (3) 可以精确控制、调节和测量。

电能是由发电厂生产的。为了充分利用动力资源,降低发电成本,发电厂多建在动力资源丰富而远离城市和电能用户的地方,因此需要输送电能。为了降低输电线路的电能损耗,提高传输效率,由发电厂发出的电能,经过升压变压器升压后,再经输电线路传输,这就是所谓的高压输电。电能经高压输电线路送到距用户较近的降压变电所,经降压后分配给用户。这样,就完成一个发电、变电、输电、配电和用电的全过程。连接发电厂和用户之间的环节称为电网。由发电厂的发电机、升压及降压变电站、电力线路、用电设备及保护与测控设备组成的整体叫作电力系统。电能从产生到服务用户的过程可用图 D.1 表示。电力系统中输送和分配电能的部分称为电力网,它包括升压变压器、降压变压器以及各种电压等级的输电线路。

从图 D.1 中可以看出,组成电力系统的生产、传输和分配电能的任何环节都不能出现问题;否则,用户将无法从电力网上获取电源,从而严重影响到人们的生活和现代化生产。

二、发电厂的组成类型与特点

不同类型的发电厂担负着把不同种类的一次能源转换成电能的任务。电力工业的生产能源种类很多,包括煤炭、石油、天然气、水力、核能、风力、潮汐、太阳能、地热等,其中以煤炭、水力和核能所占比例最大。以煤炭、石油、天然气等可燃物为原料的发电厂统称为火力发电厂,以水力为能源的称为水力发电厂,以核能为能源的称为核电厂。

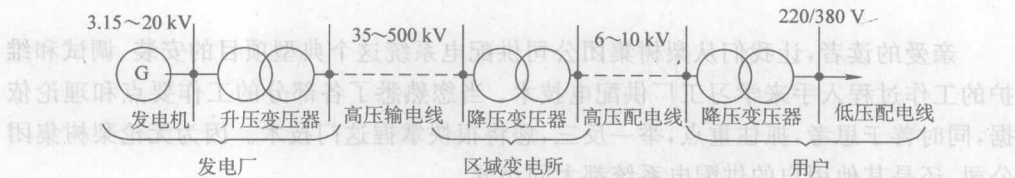


图 D.1 电力系统示意图

1. 火力发电厂

火力发电厂,简称火电站或火电厂,是指将煤、天然气、石油的化学能转换为电能的发电厂。我国火力发电厂以煤炭为主要燃料,随着西气东输,将逐步扩大天然气燃料的比例。

火力发电的原理可描述为燃料在锅炉中充分燃烧,将锅炉中的水转换为高温高压蒸汽,蒸汽推动汽轮机转动,从而带动发电机旋转发出电能。其能量转换过程是燃料的化学能→热能→机械能→电能。现代发电厂一般都考虑了“三废”(废水、废气、废渣)的综合利用,不仅发电,而且供热。这类兼供热能的火电厂称为热电厂或热电站。

2. 水力发电厂

我国的水力资源极其丰富,一些水力资源亟待开发。水力发电厂是将水的位能转换成电能的发电厂。

水力发电的原理是水流驱动水轮机转动,带动发电机旋转发电。如图 D.2 所示,由拦河堤坝 4 将水位抬高,经压力水管 6 进入螺旋形蜗壳 14 推动水轮机转子 13 旋转,将水的位能转变成机械能;水轮机与发电机同轴连接,再带动发电机转子转动将机械能转变成电能;做完功的水排往大坝的下游。按提高水位的方法,水电厂有堤坝式水电厂、引水式水电厂和混合式水电厂三类。

3. 核电厂

核电厂是利用原子核的核能生产电能的发电厂,如我国的秦山、大亚湾核电站。核燃料在原子反应堆中裂变时释放核能,将水转换成高温高压的蒸汽,再由蒸汽推动汽轮机转动,从而带动发电机旋转发出电能。其生产过程与火电厂基本相同。由于核能是巨大的能源,而且核电站的建设具有重要的经济和科研价值,世界上很多国家都很重视核电建设。因此,核电在整个电力工业中的比重正逐年增长。

三、电力网在电力系统中起何作用

由不同电压等级的变电站及不同电压等级的电力线路连接成的起汇集、传送和

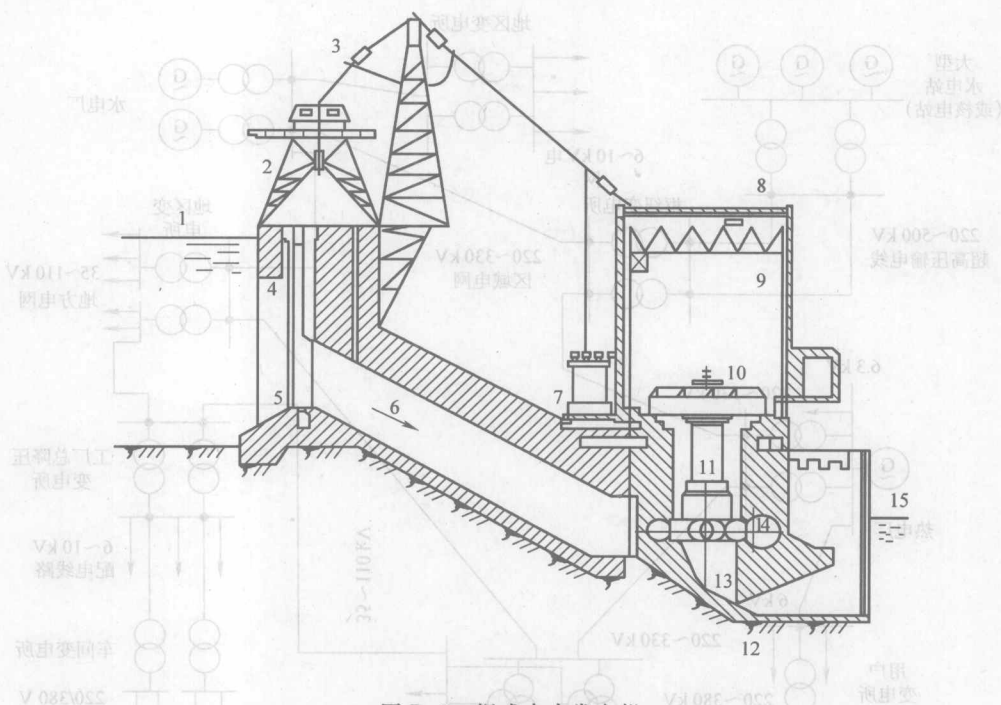


图 D.2 坝式水力发电机

1—高水位;2—闸门起重机;3—高压线路;4—堤坝;5—闸门;6—水管;7—升压变压器;8—发电机间;

9—行车;10—发电机;11—水轮机轴;12—水轮机泄水管;13—水轮机转子;14—螺旋形蜗壳;15—低水位

分配电能的网络称为电力网。如图 D.3 所示,它的任务是将发电厂生产的电能输送、变换和分配到电能用户。其中,电力线路是输送电能的通道,是电力系统中实施电能远距离传输的重要环节,是将发电厂、变电所和电力用户联系起来的纽带。

按供电范围的大小和电压等级的高、低电力网可分为地区电力网、区域电力网以及超高压输电网络等类型。地区电力网通常是指电压等级在 110 kV 及以下、输送距离在几十千米内的电力网,主要完成一般城市、工矿区、农村电力的分配。区域电力网则把范围较广地区的发电厂和负荷联系在一起,而且输电线路较长,用户类型也较多,其主要任务使较大容量的电力得以传输。

目前,我国区域电力网主要是 220 kV 电压等级的电力网。超高压输电网络主要由电压为 330 kV、550 kV 及以上电压等级的远距离输电线路组成,它们担负着将远距离大容量发电厂的电能送往负荷中心的任务,同时往往还联系几个区域电力网以形成跨省(区)的,甚至国与国之间的联合电力系统。

按功能,电力网又可分为输电线路网和配电线路网。输电线路网用于远距离输送较大的电力网,通常将 220 kV 及以上的电力线路称输电线路,110 kV 及以下的电力线路称为配电线路。配电线路又分为高压配电线路(110 kV)、中压配电线路(6~35 kV)和低压配电线路(380/220 V);前者一般作为城市配电网骨架和特大型企业供电线路,中者为城市主要配网和大中型企业供电线路,后者一般为城市和企业的低

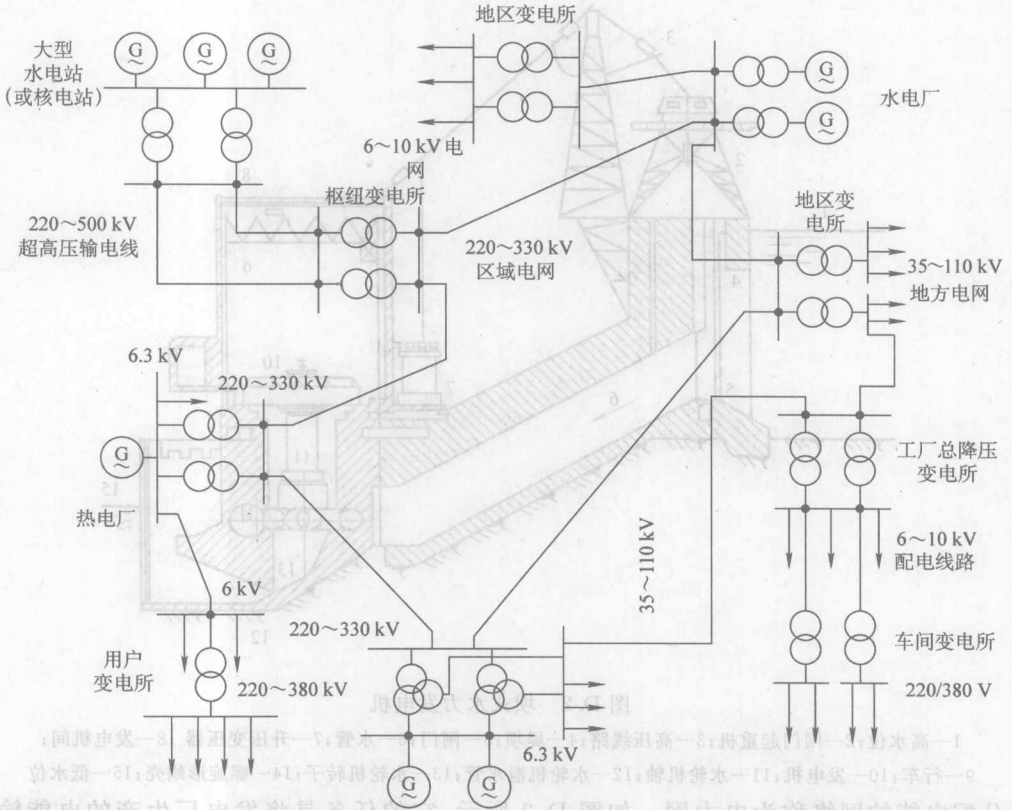


图 D.3 电力网示意图

上述介绍为交流输电线路,电力网也有直流输电线路形式。直流输电线路主要用于远距离输电,用于连接两个不同频率的电网和向大城市供电。它具有线路造价低、损耗小、调节控制迅速简便和稳定性高等优点,但换流站造价高。

四、变电所在电力系统中起何作用

在远距离输送电能和将电能分配到用户的过程中,需将发电机电压进行多次电压变换,变电所的建造实现了这个过程的需要。变电所一般可分为升压变电所和降压变电所两大类。按变电所的地位和作用不同,又分为枢纽变电所、地区变电所和用户变电所。在直流输电系统中涉及换流站,换流站是将交流电流转换为直流电流或反之的电流变换场所。

变配电所是变换电压、接受电能和分配电能的场所。除与发电机相连的变电所为升压变电所外,其余均为降压变电所。降压变电所将高电压变换为一个合理、规范的低电压,一般建在靠近负荷中心的地点。变电所由电力变压器、配电装置和二次装置等构成。

五、用电负荷分类原则及指导意义

所有的用电单位均称为电力用户。电力用户按行业可分为工业企业用户、农业用户、市政商业用户和居民用户等,其中我国工业企业用户用电占全年总发电量的60%以上,是最大的电力用户。

电力用户有各种用电设备,它们的工作特征和重要性各不相同,对供电的可靠性和供电的质量要求也不同。因此,应对用电设备或负荷分类,以满足负荷对供电可靠性的要求,保证供电质量,降低供电成本。

按对供电可靠性的要求及中断供电在政治上、经济上造成的损失或影响的程度我国将电力负荷划分为以下三级。

1. 一级负荷

一级负荷为中断供电将造成人身伤亡者或中断供电将在政治上、经济上造成重大损失者。如:国民经济中重点企业的连续性生产过程被打乱;中央政府机关不能正常办公;等等。

在一级负荷中,当中断供电时将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷,以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷,称为特别重要的负荷。

一级负荷应由两个独立电源供电。所谓独立电源,就是当一个电源发生故障时,另一个电源应不致同时受到损坏。一级负荷中特别重要的负荷,除上述两个独立电源外,还必须增设应急电源。为保证对特别重要负荷的供电,严禁将其他负荷接入应急供电系统。应急电源一般包括独立于正常电源的发电机组、干电池、蓄电池和供电网络中有效地独立于正常电源的专门馈电线路。

2. 二级负荷

二级负荷为中断供电将在政治上、经济上造成较大损失者,如停电造成主要设备损坏、大量产品报废、人员集中的重要公共场所秩序混乱等。

二级负荷应由双回线路供电,供电变压器亦应有两台(两台变压器不一定在同一变电所)。做到当电力变压器发生故障或电力线路发生常见故障时,不致中断或中断后能迅速恢复供电。

3. 三级负荷

对一些非连续性生产的中小型企业,停电仅影响产量或造成少量产品报废的用电负荷,以及一般民用建筑的用电负荷等均称为三级负荷。三级负荷对供电电源没有特殊要求,一般由单回电力线路供电。

六、如何评价电力系统的电能质量

电能作为一种商品,就有质量要求。电能质量有两个重要技术参数,即电压和频率。当电压和频率超出规定值时,就会产生电压偏差和频率偏移,从而影响设备的正常工作。

1. 电压偏差

电气设备在额定电压下运行时性能最好、效率最高,发生偏差时其性能和效率都会下降,有的还会减少使用寿命。电压偏差超过一定范围,设备就会由于过电压或过电流而损坏。电网电压过低或无功功率远距离流动,都会增大电网的线损(有功功率损耗),从而降低电网运行的经济性。

我国规定,供电电压与额定电压的允许偏差分为三种情况:35 kV 及以上的供电电压,正负偏差的绝对值之和小于 10% 的额定电压;10 kV 及以下的三相供电电压,允许偏差为额定电压的 $-7\% \sim 7\%$;220 V 单相供电电压,允许偏差为额定电压的 $\pm 10\% \sim 7\%$ 。

供电电压超出允许偏差的原因很多,如电线截面与负荷要求不匹配、配电网无功消耗大等。

为保持电压稳定,在主干网和二级输电网电压合格、配网结构合理的前提下,还需要辅以调节配电变压器的抽头和投、切无功补偿电容器等来调节供电电压使其在允许范围内波动。

2. 频率偏移

电力系统的频率偏移是电能质量的又一项指标。因为电力系统内的各种电力设备和用电设备都是按照系统的额定频率来设计的,如果电网频率过高或过低,则动力设备的转速将随频率的高低而改变,从而影响对速度敏感的工业产品的质量和设备本身的安全,同时系统内一些与频率有关的损耗也将升高,所以系统频率偏移将影响设备运行的经济性和安全性。我国规定频率允许偏差为 $-0.2 \sim 0.2$ Hz;系统容量较小时,允许偏差可以放宽到 $-0.5 \sim 0.5$ Hz。

电力系统频率变化的主要原因是由于系统中有功功率不平衡。正常运行时,系统负荷所吸收的有功功率应与系统的总出力相一致,从而达到有功功率的平衡,这时系统在额定频率下运行。当由于某种原因,例如负荷的变动等,这个平衡便不能维持,系统频率便会变动。由于系统的负荷调节效应,使功率重新达到平衡,系统将在偏离额定频率的情况稳定运行。要使频率恢复到额定值就必须调节原动机的出力。

通过以上叙述,我们可以看出梨树集团公司在电力系统中就是用户部分;该公司配电所的主要任务就是接受电力网上的电能,通过电压变换将电能分配给各个车间和其他生活场所(如食堂、办公楼等)。于是,读者会存在有关该配电所的一系列疑问,诸如配电所都有哪些设备、为什么用到这些设备、设备如何安装、起何作用、又是如何工作等等。我们从梨树集团公司的供配电系统的安装、调试、运行、维护的工作过程导入供配电技术的学习内容。

系由... 模块一 供配电系统的一次设备安装

模块一 供配电系统的一次设备安装

模块内容简介

本模块依据梨树集团公司供配电系统的主接线图和供配电设备装置平面布置图,阐述电力变压器的安装、高低压开关柜的制作与安装、母线的安装、供电线路敷设及电缆头制作等工作过程,并指出工作中易存在的问题和解决对策。从工作中导出变压器、断路器、隔离刀闸、避雷器、电流互感器、电压互感器等一次设备的工作原理和相关知识。

重点内容

模块学习目标

尊敬的读者,当您学完本模块后,应达成以下学习目标:

- ☑ 掌握工厂供配电系统一次设备的构成和作用;
- ☑ 掌握一次设备的文字符号和图形符号;
- ☑ 掌握供配电系统的主接线图和供配电设备装置平面布置图的读图方法和技巧;
- ☑ 熟悉工厂供配电系统一次设备的安装工作过程,注意工作过程中易存在的问题;
- ☑ 掌握断路器与隔离开关的区别;
- ☑ 掌握电压互感器和电流互感器的作用和工作原理;
- ☑ 掌握高压电缆头的制作工艺;
- ☑ 掌握一次设备选型的相关理论和计算知识;
- ☑ 熟悉主接线和供配电平面布置图设计的理论依据;
- ☑ 了解一次设备发展的新技术、新产品和新动态。

任务一 变压器的安装

任务导入

2006年的一天,某学院电气自动化专业的同学们穿着工作服、戴着安全帽,兴高

采烈地来到梨树集团公司配电所的工地。他们将在这里进行为期 50 天的供配电系统工程的安装。当面对眼前配电所的建筑、庞然大物的变压器和各种包装的成套配电装置、堆放的各种型号电缆时,同学们刚开始很茫然,不知工作从哪里展开。于是,指导教师问同学们这个工厂的电能从哪里来,同学们异口同声地回答:“从电网上经变压器得来的。”老师笑了笑,接着说:“那好,我们第一阶段就完成变压器的安装任务。”同时,老师要求大家在完成变压器安装就位的工作中,掌握以下重要知识:

☑ 变压器的文字符号和图形符号;

☑ 变压器的安装过程;

☑ 变压器室布置图的设计依据和原则;

☑ 变压器的种类、结构、原理以及容量确定的计算方法。

理论要点

一、变压器室布置图的设计依据

在日常生活中,我们发现有的变压器安装在室内,有的露天安装。该公司的变压器就是安装在室内,这个建筑场所被称为变压器室。

(一)变压器室的建筑结构设计原则

(1)总体上依据变压器的容量、形式、放置方式、接线方案、进出线的方式和方向等因素进行设计,并考虑了运行、维护的安全以及防火、通风、防小动物等问题;同时,还考虑到满足供配电系统的增容需要,变压器室宜有更换大一一级容量的可能性。

(2)变压器是带电设备,安全距离显得尤为重要。为保证变压器安全运行,应安排工作人员巡检以防止变压器失火时故障蔓延。可燃油油浸式变压器外廓与变压器室墙壁、门的最小净距应符合表 1.1.1 的要求。

表 1.1.1 可燃油油浸式变压器外廓与变压器室墙壁、门的最小净距(mm)

序号	项目	变压器容量/kVA	
		100~1 000	1 250 及以上
1	可燃油油浸式变压器外廓与后壁、侧壁净距	600	800
2	可燃油油浸式变压器外廓与门的净距	800	1 000
3	干式变压器带有 IP2X 及以上防护等级的金属外廓与后壁、侧壁净距	600	800
4	干式变压器有金属网状遮栏与后壁、侧壁净距	600	800
5	干式变压器带有 IP2X 的金属外壳与门的净距	800	1 000
6	干式变压器有金属网状遮栏与门的净距	800	1 000

(3)变压器室要有耐火等级要求,根据具体变压器设备型号而定。可燃油油浸式

变压器室的耐火等级应为一级,非燃或难燃介质的电力变压器室的耐火等级不应低于二级。可燃油浸式变压器室外应有防火砂箱,并配有干式灭火器。

(4)变压器室的结构要求如下。

①考虑与带电体的安全距离和工作的方便性,变压器室的门要向外开。

②室内只设通风窗,不设采光窗;变压器室一般采用自然通风,夏季的排风温度不宜高于 45°C ,进风和排风的温差不宜大于 15°C ;通风窗的面积,应根据变压器的容量、进风温度及变压器中心标高至出风窗中心标高的距离等因素确定;通风窗应采用非燃烧材料;进风窗设在变压器室前门的下方,出风窗设在变压器室的上方,并应有防止雨、雪和蛇、鼠类小动物从门、窗及电缆沟等进入室内的设施。

(5)按变压器推进方式,变压器室的布置方式分为宽面推进式和窄面推进式两种。

(6)按通风要求,变压器室的地坪分为地坪抬高和不抬高两种形式。变压器室的地坪抬高时,通风散热更好,但建筑费用较高。变压器容量在 630 kVA 及以下的变压器室地坪一般不抬高。

(二)变压器室的结构布置设计标准

变压器室的结构布置设计应参照国家的相应标准进行。主要参考的标准有 GB 50053—1994《 10 kV 及以下变电所设计规范》、GB 50059—1992《 $35\sim 110\text{ kV}$ 变电所设计规范》、88D26《电力变压器室布置》和 97D267《附设式电力变压器室布置》。对于非油浸式电力变压器室的结构布置,可参考 99D28《干式变压器安装》标准图集。现举两例加以说明。

【例 1.1.1】 图 1.1.1 为 88D268 图集中一个油浸式电力变压器室的结构布置图。

说明:该变压器室为窄面推进式,室内地坪不抬高;高压侧采用 $6\sim 10\text{ kV}$ 负荷开关-熔断器或隔离开关-熔断器;高压电缆由左侧下方进入,低压母线由右侧上方出线。

【例 1.1.2】 图 1.1.2 为 99D28 图集中的一个干式变压器室的结构布置图。

说明:该变压器室也为窄面推进式;高压侧采用 $6\sim 10\text{ kV}$ 负荷开关或隔离开关;高压电缆由左侧下方进入,低压母线由右侧上方出线。

二、三相油浸式电力变压器的结构

变压器种类很多,诸如电力变压器、控制变压器、测量变压器等。我们把用于公用电网和工业电网中,将某一给定电压值的电能转变为所要求的另一电压值的电能,以利于电能的合理输送、分配和使用的变压器称为电力变压器。其额定容量一般指三相变压器在 5 kVA 及以上,单相的在 1 kVA 及以上。电力变压器(文字符号为 T 或 TM)是供配电系统中最关键的一次设备。有关电力变压器的知识介绍如下。