

A photograph of an offshore oil platform at sea, with a yellow sky and purple-tinted water. The platform is a complex structure with multiple levels, cranes, and a tall derrick. It is supported by a large steel jacket.

周新刚 吕应刚 李毅 何玉仓 著

海上电力孤岛 组网工程技术

清华大学出版社

周新刚 吕应刚 李毅 何玉仓 著

海上电力孤岛 组网工程技术

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书在总结近年来海上平台电力组网工程实践的基础上,着眼于工程实际问题,从海上油田群电力组网的网络结构、接地方式、继电保护和稳定性分析等方面进行研究,阐述了在海洋工程电力组网设计中各技术环节的解决方案。通过对本书的阅读,读者可以基本掌握海上电力组网的思路及需要解决的各项技术环节,从而对以后的工作起到指导、提示和咨询等作用。

本书可作为海洋工程电气设计人员的专业技术用书,也可供相关的运行操作人员、海上调度人员等参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

海上电力孤岛组网工程技术/周新刚等著. --北京:清华大学出版社,2013

ISBN 978-7-302-31621-3

I. ①海… II. ①周… III. ①电网—电气设备—组装 IV. ①TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第031287号

责任编辑:张占奎 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.25 插 页:1 字 数:371千字

版 次:2013年8月第1版

印 次:2013年8月第1次印刷

印 数:1~1000

定 价:58.00元

产品编号:045750-01

前言

近年来,随着我国对油气资源需求的不断增加,海上油气田生产规模不断扩大,电力负荷也不断增加。以往由单一有电站平台或浮式储油轮,通过海底电缆为其他生产平台供电的电力孤岛供电模式,已经不能满足新的油气田开发形势的要求和日益增长的生产需要,于是将多个海上电力孤岛连接成为一个由多电源组成的、且系统装机容量相对较大的海上孤岛电网联网供电模式便应运而生。

这种供电模式不但能够充分利用各电站平台的电源装机容量,减少备用发电机数量,同时在大电网供电的前提下,能提高各平台的供电可靠性及稳定性,大大减少了本平台因电源检修或事故退出运行而产生的供电问题,并且能够有效节省油气田开发、生产运营成本,为后续油气田的滚动开发和持续开发提供了有力的电力保障和规划基础。

本书结合中国海上油气田电力系统特点和发展方向,依据海洋石油电力系统工程设计经验、实际运行与使用经验,在海上油气田联片开发和滚动开发的背景下,归纳总结了适合海上平台电力系统组网的工作思路和工作方法,有助于从业人员提高对海上平台电力孤岛组网的认知程度和工作水平。

本书覆盖了现有中国海域内海上各油气田群有可能出现的电力系统组网方案,对电力组网所需要的各项相关技术进行了深入分析,可以对未来海上电力组网工程提供技术支持,并对未来海上油田群电网智能化升级、节能减排工作的实施起到指导作用。

本书共 12 章,内容涉及电力组网规划设计、电力负荷及电力电量平衡、供电方案的设计和选型、高中压电网中性点接地方式分析、短路电流计算分析、继电保护配置与整定计算、无功补偿分析研究、潮流计算分析、电力组网系统稳定性分析、系统内部过电压分析、系统可靠性分析和海上电网智能化等。各章主题如下:(1)电力组网规划设计一章论述了电力组网的必要性,并介绍了目前油田群现状;(2)电力负荷及电力电量平衡一章介绍了海上平台电力负荷分类以及负荷统计方法,并根据负荷进行电力电量平衡计算,求得满足负荷需求的装机容量;(3)供电方案的设计和选型一章介绍了电力组网方案比较以及网络电压的选择;(4)高中压电网中性点接地方式分析一章从降低单相接地弧光过电压和减小单相接地故障电流角度出发,推荐了海上平台电力组网系统适用的接地方式;(5)短路电流计算分析一章介绍了传统的标么值法计算短路电流,从标么值定义到序网分析,概念明确、结构清晰,计算出的短路电流较为接近实际值,并采用电力仿真软件计算短路电流,对

两种方法计算结果进行比较；(6)继电保护配置设计与整定计算一章介绍了保护配置原则以及保护整定计算方法，例如，发电机差动保护考虑保护死区最小，分析距离保护特性，保护配置按照任一元件和线路都要装设针对各种故障的主保护和后备保护的原则，且整定计算过程规范化，保证计算结果准确无误；(7)无功补偿分析研究一章分析了海上平台电力组网后系统母线电压水平以及补偿措施，确定系统最佳补偿位置和补偿容量，仿真计算空载长线末端电压升高情况并提出改善方法；(8)电力组网潮流计算分析一章采用牛顿-拉夫逊法计算海上平台系统潮流分布，通过调整发电机出力或者调整变压器分接头位置来达到潮流的最优分布，并总结了潮流计算中主要的调压措施；(9)电力组网稳定性分析一章介绍了静态稳定判断原则以及暂态稳定功率特性曲线和最长故障切除时间，从理论角度分析元件数学模型，并设置海上电力系统有可能发生的故障类型，仿真系统在受到干扰后的稳定情况；(10)系统内部过电压分析一章介绍了工频过电压、谐振过电压和操作过电压的危害以及产生机理，并提出对其限制措施；(11)系统可靠性分析一章从可靠性的概念出发，并分别从元件可靠性、系统可靠性、配电系统可靠性三个方面提出了可靠性评估指标，最后通过算例来说明可靠性评估方法；(12)海上电网智能化一章从当前智能电网概念出发，结合海上电网特点和实际情况，分析了海上电网的智能化需求和实施条件，从而提出海上电网智能化实施原则，为后续电网智能化的实施提出前瞻性意见。

本书在编写过程中尽量做到技术理论与工程实际经验相结合，并与海上平台现行的规程、规定和指南相一致，力求实现以下目标：

(1) 既有理论基础，又有经验总结，更具备实用性，为决策者、工程设计人员和现场操作人员提供切实的指导。

(2) 规范和界定出海上电网实施的边界条件和限制因素。例如，本书适用于海上平台电压等级为 35kV 及以下的系统。

(3) 对于不同的海上电网工作人员起到的作用虽然不同，但殊途同归，本书可提升从业人员对海上电网的认知度并加深印象。

(4) 严格遵守现行法律、法规和政策，充分吸收陆地电网设计与运行经验，同时兼顾海上电网的特殊性，尽量利用实际经验，做到既有针对性，又不违反原则。

本书由中海油能源发展油建研发中心吕应刚、周新刚、王雅乾负责撰写第 2、3、5、6、7、8、9、10 章，中海石油(中国)有限公司天津分公司李毅负责撰写第 1、12 章，中海油(中国)有限公司天津分公司何玉仓负责撰写第 4、11 章；特聘专家苏继峰、张映斌、王瑞敏、刘萍、杨慧林、负飞然、何玉成、张凤山、况昕为本书提出了宝贵意见。北京新亚盛创电气技术有限公司和深圳市海亿达能源科技股份有限公司为本书提供了大量分析计算工作。在此，对上述人员和单位表示特别鸣谢。

编者

2013 年 5 月

目 录

第 1 章 电力组网规划设计	1
1.1 电力组网规划设计的任务和内容	1
1.1.1 电力组网规划设计的任务	1
1.1.2 电力组网规划设计的内容	1
1.2 电力组网规划设计调查研究	2
1.2.1 油田群现状调研	2
1.2.2 孤岛组网的必要性	24
第 2 章 电力负荷及电力电量平衡	26
2.1 电力负荷的分类	26
2.2 电力负荷的计算	26
2.2.1 电力负荷计算方法	26
2.2.2 电力负荷的运行工况	27
2.3 电力电量平衡	27
2.3.1 电力电量平衡的概念	27
2.3.2 系统备用容量	27
2.3.3 电力电量平衡计算	28
2.4 电力负荷计算书的编制	28
2.4.1 电力负荷计算书的编制目的	28
2.4.2 电力负荷的计算方法	29
2.4.3 用电设备分类	29
2.4.4 用电设备运行的工况	30
2.4.5 专业术语的基本定义	30
2.4.6 电力负荷计算书的编制方法和步骤	37
第 3 章 供电方案的设计和主要设备选型	47
3.1 电源选择	47
3.1.1 确定设计年度系统需要的新增装机容量	47
3.1.2 拟出电源方案	48
3.1.3 发电机组电压等级确定	48
3.1.4 发电机容量和台数的确定	48

3.1.5	发电机的电压和无功功率的调整	49
3.2	电力系统电压等级的选择	50
3.3	供电网络方案	52
3.3.1	常规海上平台供电网络	52
3.3.2	电力组网后供电网络	53
3.3.3	电网联络线设计	53
3.3.4	同期点设置	57
3.3.5	组网方案检验	58
第4章	高中压电网中性点接地方式分析	59
4.1	中性点接地方式划分	59
4.2	中性点不同接地方式分析	60
4.3	中性点不接地系统设计	62
4.3.1	中性点不接地系统接线方式	62
4.3.2	中性点不接地系统单相接地分析	63
4.3.3	中性点不接地系统单相接地工频过电压分析	65
4.3.4	中性点对地电容及接地电阻过电压分析	65
4.3.5	中性点不接地系统间歇电弧接地过电压分析	66
4.3.6	空载长线电容效应引起的工频电压分析	67
4.4	中性点经电阻接地系统设计	67
4.4.1	单相接地各相电压的变化	68
4.4.2	过电压倍数与阻尼率 I_R/I_C 的关系	69
4.4.3	高电阻接地方式分析	70
4.4.4	中电阻接地方式分析	70
4.5	中性点经消弧线圈接地系统设计	70
4.5.1	单相接地电容电流补偿	71
4.5.2	失谐度、阻尼率与中性点偏移电压分析	71
4.5.3	故障相电压恢复的初速度分析	72
4.5.4	谐振接地方式中性点过电压分析	75
4.5.5	消弧线圈容量的确定	78
4.5.6	失谐度的设定和阻尼率的确定	79
4.6	中性点接地方式总结	80
第5章	短路电流计算分析	82
5.1	短路电流计算的目的和步骤	82
5.1.1	短路电流计算的目的	82
5.1.2	短路电流计算的步骤	82
5.1.3	短路电流计算依据的标准	82

5.2	系统阻抗图的编制	83
5.2.1	标么值的关系	83
5.2.2	线路及元件阻抗标么值	83
5.2.3	电力系统序网的建立	84
5.2.4	短路电流需要计算的数据	85
5.3	短路电流的计算	86
5.3.1	远端短路的三相短路电流值	86
5.3.2	近端短路的三相短路电流值	87
5.3.3	短路全电流峰值 I_{PM} (冲击电流)	87
5.4	不对称短路电流计算	87
5.4.1	单相接地短路电流计算	88
5.4.2	两相短路电流计算	89
5.4.3	两相接地短路电流计算	90
5.5	EDSA 软件计算短路电流方法	91
第6章	继电保护配置设计与整定计算	92
6.1	继电保护概述	92
6.1.1	电力系统继电保护的原理	92
6.1.2	电力系统继电保护的配置原则	92
6.2	电网相间短路的电流保护	92
6.2.1	瞬时电流速断保护(电流Ⅰ段)	92
6.2.2	限时电流速断保护(电流Ⅱ段)	93
6.2.3	过电流保护(电流Ⅲ段)	94
6.2.4	低电压闭锁过电流保护	94
6.2.5	负序过电流保护	95
6.3	中性点经大电流接地的电网接地故障的零序电流保护	95
6.3.1	零序电流Ⅰ段	95
6.3.2	零序电流Ⅱ段	96
6.3.3	零序电流Ⅲ段(零序过电流保护)	96
6.4	小电流接地系统的单相接地保护	97
6.4.1	小电流接地系统的接线方式	97
6.4.2	单相接地的电容电流	98
6.4.3	非有效接地系统单相接地绝缘监视	98
6.5	电网的阻抗保护	98
6.5.1	距离保护的基本概念	98
6.5.2	阻抗继电器动作特性分析	99
6.5.3	阻抗继电器的接线方式	101
6.5.4	电力系统振荡对距离保护的影响及振荡闭锁回路	101
6.5.5	分支电流的影响	103

6.5.6	距离保护的整定计算	104
6.6	变压器保护	106
6.6.1	变压器的故障、不正常运行及应加装的保护	106
6.6.2	变压器电流速断保护	107
6.6.3	变压器纵联差动保护	107
6.6.4	变压器相间短路的后备保护	111
6.6.5	过负荷保护	112
6.6.6	变压器接地故障的后备保护	112
6.7	发电机保护	114
6.7.1	发电机故障类型、不正常运行状态及应加装的保护	114
6.7.2	发电机纵联差动保护	116
6.7.3	复合电压闭锁过电流保护	119
6.7.4	定子绕组过负荷保护	120
6.7.5	过电压保护	120
6.7.6	低电压保护	121
6.7.7	低频保护	121
6.7.8	过频保护	121
6.7.9	失磁保护	121
6.7.10	转子表层过负荷保护	124
6.7.11	逆功率保护	124
* 6.7.12	发电机定子单相接地保护	125
* 6.7.13	发电机励磁回路接地保护	126
6.8	高压电动机保护	126
6.8.1	电动机故障及异常运行状态	126
6.8.2	电动机应加装的保护	127
6.8.3	电动机纵差动保护	127
6.8.4	电动机电流速断保护	128
6.8.5	过负荷保护整定计算	129
6.8.6	负序过电流保护整定计算	129
6.8.7	单相接地保护整定计算	130
6.8.8	低电压保护整定计算	130
6.9	高压电抗器保护	131
6.9.1	限时电流速断保护	131
6.9.2	过电流保护	131
6.9.3	低电压保护	131
6.10	高压电容器组保护	132
6.10.1	高压电容器组保护配置	132
6.10.2	限时电流速断保护	132
6.10.3	过电流保护	132

6.10.4	低电压保护	133
6.10.5	过电压保护	133
6.10.6	中性线不平衡电流保护(46)	134
6.10.7	单相接地故障保护(51SG)	134
* 6.11	母线保护	134
6.11.1	母线加装专门保护的原则	134
6.11.2	母线差动保护整定	134
第 7 章	无功补偿分析研究	136
7.1	研究背景	136
7.2	无功补偿的概念和意义	137
7.2.1	无功补偿概念	137
7.2.2	无功补偿的原理	137
7.2.3	无功补偿的意义	138
7.2.4	影响功率因数的因素	139
7.2.5	无功电源不足对系统的影响	139
7.3	无功电源的种类	140
7.3.1	无功电源类型	140
7.3.2	无功补偿设备的选择	141
7.3.3	无功补偿装置发展趋势	142
7.4	无功补偿配置的基本原则	142
7.4.1	无功补偿的原则	142
7.4.2	电网电压标准规定	143
7.5	空载长线的电容效应	143
7.5.1	长距离输电线的模型	144
7.5.2	空载长线路的沿线电压分布	144
7.5.3	线路末端并联有电抗器的线路电压分析	145
7.5.4	电抗器补偿总容量	146
7.5.5	并联电抗器的作用	146
7.5.6	限制工频过电压的主要措施	146
7.6	无功补偿容量的计算	146
7.6.1	按提高功率因数计算补偿容量	147
7.6.2	从提高运行电压需要确定补偿容量	147
7.6.3	按系统无功缺额计算补偿容量	148
7.6.4	电容器额定容量修正	149
7.6.5	防止电压过高和抑制投入涌流	149
7.7	分组容量的选择	149
7.7.1	确定分组容量的原则	150
7.7.2	分组容量的选择	150

7.7.3 无功电源的调节	151
7.8 无功补偿安装位置选择及补偿方式	151
7.8.1 配电室集中补偿	152
7.8.2 线路分散补偿	152
7.8.3 低压就地补偿	152
7.9 无功补偿系统仿真分析	154
7.9.1 系统 EDSA 模型图	154
7.9.2 系统参数	154
7.9.3 潮流计算分析	157
7.9.4 空载线路电容效应仿真计算	157
7.9.5 总结	161
第 8 章 电力组网潮流计算分析	162
8.1 潮流计算的目的、内容、基本要求和分析要点	162
8.1.1 目的和内容	162
8.1.2 基本要求和分析要点	162
8.2 潮流计算的基本公式	163
8.2.1 潮流计算的基本公式的主要内容	163
8.2.2 计算机进行潮流计算的基本方法	163
8.2.3 潮流计算的数学模型	163
8.3 电网的功率损耗和电能损耗	164
8.3.1 功率损耗计算	164
8.3.2 电能损耗计算	165
8.4 电力系统电压调整	166
8.4.1 电力系统电压调整的必要性	166
8.4.2 电压质量及允许偏差值	167
8.4.3 电力系统中枢点电压控制	167
8.5 电力系统的主要调压措施	167
8.5.1 电力系统的主要调压措施	167
8.5.2 电力系统调压的一般原则	171
第 9 章 电力组网稳定性分析	173
9.1 稳定计算的目的和内容	173
9.1.1 系统静态稳定计算	173
9.1.2 系统暂态稳定和动态稳定的计算	176
9.2 稳定计算参数的准备及系统各元件的模拟	179
9.2.1 发电机模型及参数	180
9.2.2 励磁系统	190
9.2.3 电力系统稳定器(PSS)的数学模型	200

9.2.4	调速系统	201
9.2.5	负荷模型	202
9.2.6	电力网络的简化	202
9.2.7	起始运行方式的选择	202
9.2.8	故障类型、故障点及切除故障时间的选择	203
9.3	稳定计算结果的分析	203
9.3.1	网络结构对系统稳定的影响	204
9.3.2	运行方式对系统稳定的影响	204
9.3.3	励磁系统对系统稳定的影响	204
9.3.4	安全自动装置对系统稳定的影响	204
9.4	发电机失磁对系统稳定的影响	204
9.5	电力系统的低频振荡	208
9.6	提高电力系统稳定的措施	208
9.6.1	提高静态稳定的措施	208
9.6.2	提高暂态稳定的措施	209
9.6.3	提高系统稳定性的措施	209
第 10 章	系统内部过电压分析	211
10.1	内部过电压概念	211
10.2	工频过电压	212
10.2.1	工频过电压的危害	212
10.2.2	工频过电压的估算方法	212
10.2.3	工频过电压的限制措施	214
10.3	谐振过电压	214
10.4	操作过电压	215
第 11 章	系统可靠性分析	217
11.1	电力系统可靠性的基本概念	217
11.2	元件可靠性分析	217
11.2.1	元件(设备)故障率 λ	217
11.2.2	元件(设备)可靠度 R	218
11.2.3	平均无故障工作时间 MTTF	218
11.2.4	元件的可修复率 μ	218
11.2.5	平均修复时间 MTTR	218
11.2.6	元件(设备)的可用度 A	218
11.3	系统可靠性分析	219
11.3.1	系统可靠性分析方法	219
11.3.2	电力系统可靠性评估	219

11.4	配电系统可靠性评估	220
11.4.1	负荷点可靠性指标	220
11.4.2	用户可靠性指标	221
11.5	ETAP 软件可靠性指标	222
11.6	算例	223
第 12 章	海上电网智能化	226
12.1	电网智能化需求分析	226
12.1.1	智能电网功能分析	226
12.1.2	当前存在的主要问题	227
12.1.3	海上电网智能化功能分析	228
12.2	电网智能化升级实现目标	229
12.2.1	建立配电网络智能化	230
12.2.2	电网故障诊断及预判系统的建立	230
12.2.3	电网谐波治理	230
12.3	适应性升级改造	231
参考文献		232

1.1 电力组网规划设计的任务和内容

1.1.1 电力组网规划设计的任务

电力组网规划设计工作分为电力组网规划和电力组网设计两个阶段,其任务是结合未来油田开发模式和海上油气田生产需要,调查与研究现有海上电力设备与设施的运行情况和水平;统筹考虑现行标准和规范,了解现有人员操作能力和水平;结合油气田开发规划,科学、严谨地论证实施海上电力组网在“发电—输电—变电—配电—用电”各个环节的技术可行性,找出制约工程实施的关键因素并提出解决方案;进行海上电力组网发展规模与电网结构的研究,合理设计电源和搭建电力网络,提出工程建设方案;统一并协调发电、输电及配电的辅助与配套设施与改造工程,确定并提出两个以上电力组网的可行性实施方案。

1.1.2 电力组网规划设计的内容

电力组网规划设计的主要业务范围包括以下几个方面:

(1) 根据陆地电网设计规范和业主设计任务书的要求,确定设计依据的规范和标准,确定设计深度和范围。

(2) 确定油气田开发时限、开发模式等重要基础数据,明确项目投产时间、工程设计节点等项目里程碑。

(3) 根据钻采、工艺、机械、安全、通信和仪表等专业提供的用电设备清单,统计所有电力负荷,并依据需用系数法确定不同生产情况用电设备的利用系数。

(4) 调查与研究现有主要电力设备(发电机、变压器等)当前运行情况与检修和大修计划,为电源科学、合理的分配创造条件。

(5) 调研现行适用操作运行规范,了解操作人员技术能力与水平,提出相应的电网管理与操作人员的能力要求和培养建议。

(6) 开展供电方案研究等电力一次设计工作,确定电压等级及中性点接地方式等关键技术参数。

(7) 根据短路电流计算结果进行继电保护配置设计,进行计算整定工作。

(8) 进行全电网潮流计算。

- (9) 在潮流计算基础上,进行系统无功补偿分析和研究,提出合理的无功补偿方案。
- (10) 进行电力系统稳定性分析。
- (11) 进行电力系统内部过电压分析。
- (12) 进行电力系统可靠性分析。
- (13) 根据计算文件,校核现有设施,初步确定改造策略和方案。

1.2 电力组网规划设计调查研究

1.2.1 油田群现状调研

目前,中海油下属中国海域内主要生产作业区域集中在渤海、东海和南海,根据地域划分不同,海上作业区域主要有渤西油气田群、渤南油气田群、渤中油气田群、锦州区油气田群、绥中油气田群和涠洲作业区等。

1. 渤西油气田群

渤西油气田群由 QK17-2 平台(包括 QK17-2E 即东高点平台)、QK17-3 平台、QK18-1 平台、QK18-2 平台、埕北 A 平台、埕北 B 平台组成。埕北 A 平台与埕北 B 平台之间的距离较近,不到 1km,埕北 A 平台与埕北 B 平台同其他四个平台的距离较远。各平台之间的电力连接除了 QK17-2 平台至东高点平台已有海底电缆连接外,其他平台都是由各自的主发电机来供电,相互之间没有海底电缆连接。埕北 A 和埕北 B 两平台与 QK17-2 平台、QK17-3 平台、QK18-1 平台、QK18-2 平台的距离相对较远,大概在 45km 以上。各平台相对位置如图 1-1 所示。

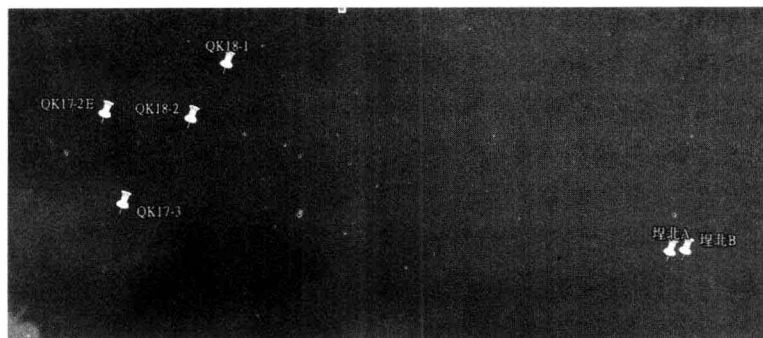


图 1-1 渤西油气田群位置示意图

埕北 A 平台和埕北 B 平台的结构与布局基本一致,两平台分别由自备双燃料发电机(天然气与柴油)提供(没有海底电缆连接)电力,每个平台有三台主发电机,其中埕北 A 平台的发电机运行方式为二备一用,埕北 B 平台的发电机运行方式为 A 机 : B 机 : C 机 = 6 : 4 : 4 的比例出力。额定电压 400V,额定功率 1050kW,目前双燃料发电机组运行已超过 10 万小时,在长时间运行中,发电机组性能存在自然衰减,发电能力也逐步下降,根据上一次大修后单台发电机组试验数据,最大负荷为:燃气 780kW(短时试验 800kW);燃油 800kW(短时试验 850kW)。远期,埕北 A 和 B 平台各自准备增加一台额定功率为 1050kW

的发电机组。

QK17-2 平台现有四台双燃料发电机组,运行方式为三用一备。每台发电机组的最大出力: $P_{\max}=1200\text{kW}$ 。QK17-3 平台现有两台双燃料发电机组,发电机组的运行方式为一用一备。单台发电机组的最大出力: $P_{\max}=1200\text{kW}$ 。QK18-1 平台现有三台发电机组,运行方式二用一备,单台发电机组的功率为 1500kW ,单台发电机组的最大出力: $P_{\max}=1200\text{kW}$ 。QK18-2 平台现有两台发电机,发电机目前的运行方式为一用一备,单台发电机的最大出力 $P_{\max}=1200\text{kW}$ 。

QK17-2、QK17-3、QK18-1、QK18-2 这 4 个平台开发时间相近,发电机均采用日本新泻铁公司产品。

为满足海上油气产量生产需要,渤西油田群进入了新一轮持续开发和滚动开发阶段,QK17-2 电站与 QK18-1 电站目前正处于调整开发阶段,综合考虑现有平台发电机情况和未来负荷增量,结合生产实际需要,在新的开发规划中,计划投资建设电站平台,增设两台燃气透平发电机组。新建电站平台具备与 QK17-2 平台和 QK18-1 平台组网的条件,实现渤西油田群的部分电力组网,在此称为渤西小组网方案,而对于渤西油气田群所有电站组网的方案,称为渤西大组网方案。下面将对两个组网方案加以说明。

1) 渤西小组网方案

QK17-2、QK18-1 小组网方案分为两种:

- (1) 分别在 QK17-2 与 QK18-1 平台上各建电站平台;
- (2) 在 QK18-1 平台上建动力平台。

第(1)种方案中,QK17-2 平台最大负荷约为 7500kW ,QK18-1 平台最大负荷约为 7800kW ,QK17-2 新动力平台增加两台额定功率 2600kW (最大出力 2000kW)燃气透平发电机组,QK18-1 新动力平台增加两台额定功率 3900kW (最大出力 3100kW)燃气透平发电机组。

方案(1)中各平台发电机组的规划如表 1-1 所示。

表 1-1 渤西小组网方案(1)中各平台发电机组的规划

单位: kW

平台	发电机组	发电机额定功率	发电机实际最大出力	远期增加
QK17-2	# 1	1500	1200	2000
	# 2	1500	1200	2000
	# 3	1500	1200	
	# 4	1500	1200	
QK18-1	# 1	1500	1200	3100
	# 2	1500	1200	3100
	# 3	1500	1200	
合计		10 500	8400	10 200

方案(1)中各平台预计负荷如表 1-2 所示。

表 1-2 渤西小组网方案(1)中各平台预计负荷统计

单位: kW

平台	负荷	远期增加	远期负荷
QK17-2	3900	3600	7500
QK18-1	3100	4700	7800
合计	7000	8300	15 300

从表 1-1 和表 1-2 可以看出, QK17-2 和 QK18-1 电站发电机组最大出力为 $8400\text{kW} + 10\,200\text{kW} = 18\,600\text{kW}$, 最大负荷为 $15\,300\text{kW}$, 所有发电机组全开时, 系统电力盈余 3300kW , 考虑备用一台最大机组时, 系统电力盈余为 200kW 。此方案电力平衡分析结果如表 1-3 所示。

表 1-3 渤西小组网方案(1)中电力平衡分析结果

单位: kW

类 别	近期	远期	类 别	近期	远期
一、最高负荷	7000	8300	三、电源利用容量	8400	10 200
QK17-2	3900	3600	QK17-2	4800	4000
QK18-1	3100	4700	QK18-1	3600	6200
二、电源装机容量	10 500	13 000	四、电力盈余	1400	1900
QK17-2	6000	5200	五、电力盈余(考虑备用)	200	200
QK18-1	4500	7800			

第(2)种方案中, 又分为两个情况:

① QK17-2 平台与 QK18-1 平台不经过东高点而直接组网

QK17-2 平台最大负荷约为 7500kW , QK18-1 平台最大负荷约为 7800kW , QK18-1 新动力平台增加两台额定功率 3900kW (最大出力 3100kW) 燃气透平发电机组和两台额定功率 2600kW (最大出力 2000kW) 燃气透平发电机组。

方案①中各平台发电机组的规划如表 1-4 所示。

表 1-4 渤西小组网方案①中各平台发电机组的规划

单位: kW

平台	发电机组	发电机额定功率	发电机实际最大出力	远期增加
QK17-2	# 1	1500	1200	
	# 2	1500	1200	
	# 3	1500	1200	
	# 4	1500	1200	
QK18-1	# 1	1500	1200	3100×2
	# 2	1500	1200	2000×2
	# 3	1500	1200	
合计		10 500	8400	10 200