

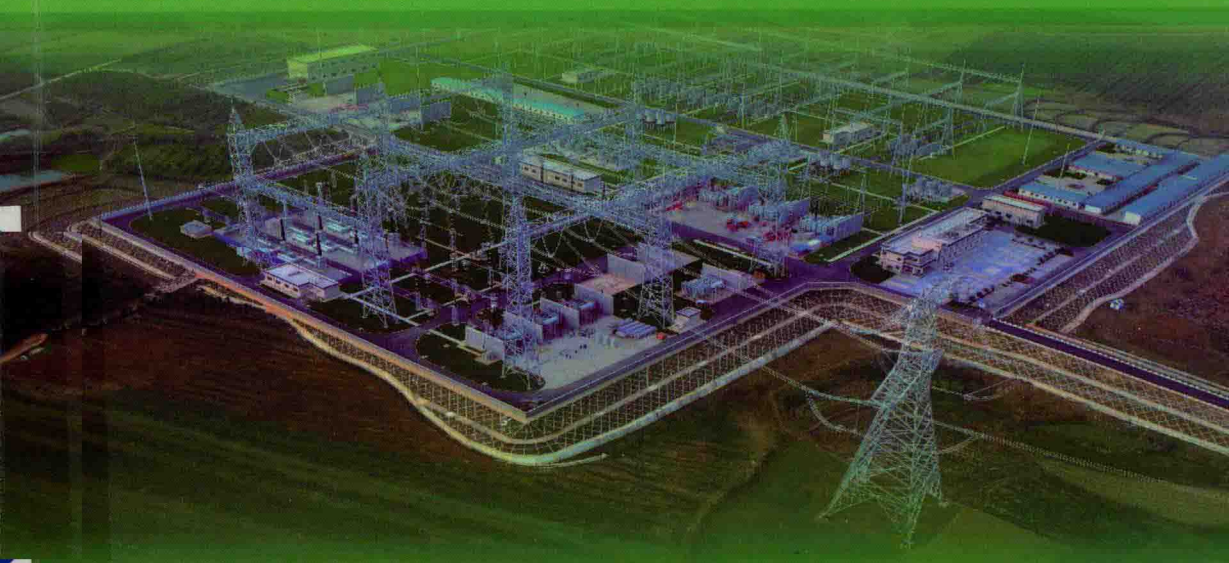


中国石油天然气集团公司统编培训教材

工程建设业务分册

油气田地面工程电气设计

《油气田地面工程电气设计》编委会 编



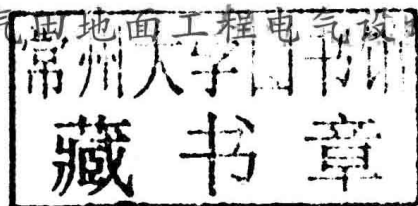
石油工业出版社

中国石油天然气集团公司统编培训教材

工程建设业务分册

油气田地面工程 电气设计

《油气田地面工程电气设计》编委会 编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书从油气田地面工程电气设计的基础知识入手,系统介绍了油气田地面工程电气系统发电、变电、供配电及输电等环节各个常用关键设计流程和技术细节,以实际应用为主线,力求具有实用性、知识性。

本书主要作为初步涉足油气田地面工程电气项目的设计人员学习和培训使用,也可作为长期从事油气田工程的电气设计工程师设计参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

油气田地面工程电气设计/《油气田地面工程电气设计》编委会编.
北京:石油工业出版社,2016.2

(中国石油天然气集团公司统编培训教材)

ISBN 978-7-5183-0841-5

I. 油…

II. 油…

III. 油气田-地面工程-电气系统-系统设计-技术培训-教材

IV. TE43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 195297 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com

编辑部:(010)64523580 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 2 月第 1 版 2017 年 1 月第 2 次印刷

710 毫米×1000 毫米 开本:1/16 印张:25.5

字数:445 千字

定价:90.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编 审 委 员 会

主任委员：刘志华

副主任委员：张卫国 金 华

委 员：刘 晖 胡永庆 翁兴波 王 跃
马晓峰 闫宝东 杨大新 吴苏江
赵金法 方朝亮 古学进 刘东徐
张书文 雷 平 郑新权 邢颖春
张 宏 侯创业 李国顺 杨时榜
张永泽 张 镇

《油气田地面工程电气设计》

编 委 会

主 任：白玉光

副主任：杨庆前 李崇杰 杨时榜

成 员：陈 广 辛荣国 于国锋 孙 申

陈中民 赵彦龙 徐 鹰 刘春贵

朱广杰 李松柏 孟 博 李明华

刘晓明 周 平 陶 涛 魏斯钊

《油气田地面工程电气设计》

编 审 人 员

主 编：马 坤

副 主 编：孙为森

编写人员：王运涛 刘志伟 李 莎 刘朝霞

苟晓琼 王雨薇 郭永强 黄京俊

孟 琰 张 龙 赖 欣 张德涛

郑 刚 王树昆 韩少君 冯 涛

李 纯 孟晓龙 梅业伟 郭慧杰

审定人员：刘中民 齐建华 刘世禄 王元春

刘玉梅 庄贵涛 罗秀清 王 波

彭怀忠 黄燕飞 蔡 峰

序



企业发展靠人才,人才发展靠培训。当前,集团公司正处在加快转变增长方式,调整产业结构,全面建设综合性国际能源公司的关键时期。做好“发展”、“转变”、“和谐”三件大事,更深更广参与全球竞争,实现全面协调可持续,特别是海外油气作业产量“半壁江山”的目标,人才是根本。培训工作作为影响集团公司人才发展水平和实力的重要因素,肩负着艰巨而繁重的战略任务和历史使命,面临着前所未有的发展机遇。健全和完善员工培训教材体系,是加强培训基础建设,推进培训战略性和国际化转型升级的重要举措,是提升公司人力资源开发整体能力的一项重要基础工作。

集团公司始终高度重视培训教材开发等人力资源开发基础建设工作,明确提出要“由专家制定大纲、按大纲选编教材、按教材开展培训”的目标和要求。2009年以来,由人事部牵头,各部门和专业分公司参与,在分析优化公司现有部分专业培训教材、职业资格培训教材和培训课件的基础上,经反复研究论证,形成了比较系统、科学的教材编审目录、方案和编写计划,全面启动了《中国石油天然气集团公司统编培训教材》(以下简称“统编培训教材”)的开发和编审工作。“统编培训教材”以国内外知名专家学者、集团公司两级专家、现场管理技术骨干等力量为主体,充分发挥地区公司、研究院所、培训机构的作用,瞄准世界前沿及集团公司技术发展的最新进展,突出现场应用和实际操作,精心组织编写,由集团公司“统编培训教材”编审委员会审定,集团公司统一出版和发行。

根据集团公司员工队伍专业构成及业务布局,“统编培训教材”按“综合管理类、专业技术类、操作技能类、国际业务类”四类组织编写。综合管理类侧重中高级综合管理岗位员工的培训,具有石油石化管理特色的教材,以自编方式为主,行业适用或社会通用教材,可从社会选购,作为指定培训教材;专业技术类侧重中高级专业技术岗位员工的培训,是教材编审的主体,按照《专业培训教材开发目录及编审规划》逐套编审,循序渐进,计划编审300余

门;操作技能类以国家制定的操作工种技能鉴定培训教材为基础,侧重主体专业(主要工种)骨干岗位的培训;国际业务类侧重海外项目中外员工的培训。

“统编培训教材”具有以下特点:

一是前瞻性。教材充分吸收各业务领域当前及今后一个时期世界前沿理论、先进技术和领先标准,以及集团公司技术发展的最新进展,并将其转化为对员工培训知识和技能的要求,具有较强的前瞻性。

二是系统性。教材由“统编培训教材”编审委员会统一编制开发规划,统一确定专业目录,统一组织编写与审定,避免内容交叉重叠,具有较强的系统性、规范性和科学性。

三是实用性。教材内容侧重现场应用和实际操作,既有应用理论,又有实际案例和操作规程要求,具有较高的实用价值。

四是权威性。由集团公司总部组织各个领域的技术和管理权威,集中编写教材,体现了教材的权威性。

五是专业性。不仅教材的组织按照业务领域,根据专业目录进行开发,且教材的内容更加注重专业特色,强调各业务领域自身发展的特色技术、特色经验和做法,也是对公司各业务领域知识和经验的一次集中梳理,符合知识管理的要求和方向。

经过多方共同努力,集团公司首批 39 门“统编培训教材”已按计划编审出版,与各企事业单位和广大员工见面了,将成为首批集团公司统一组织开发和编审的中高级管理、技术、技能骨干人员培训的基本教材。首批“统编培训教材”的出版发行,对于完善建立起与综合性国际能源公司形象和任务相适应的系列培训教材,推进集团公司培训的标准化、国际化建设,具有划时代意义。希望各企事业单位和广大石油员工用好、用活本套教材,为持续推进人才培训工程,激发员工创新活力和创造智慧,加快建设综合性国际能源公司发挥更大作用。

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编审委员会

2011 年 4 月 18 日

前言



油气田地面工程电气设计在油气田工程建设项目中处于举足轻重的地位。油气田地面工程电气设计的前期电力系统规划应与将来地面设施的布局相对应,同时应适应油气田滚动开发的种种变化。后期变电及供配电设计应为油气田的生产提供安全、可靠的电力供应。

油气田地面工程涉及面广泛,项目种类纷杂,通常包括地面生产设施工程、管道工程、储气库、石油库工程及部分配套民用生活设施工程等。油气田地面工程电气设计囊括了整个电力系统的发电、输电、变电及供配电部分。所谓麻雀虽小,五脏俱全,油气田地面工程电气设计是大型电力系统设计的缩影。

本书的编写宗旨和目的是尽量将电气设计规范、原则科普化,以便于简单明了地指导新踏入工作岗位的电气设计者工作。本书主要内容包括油气田电气设计的基本工作范围,对于油气田工程电气系统发电、变电、供配电至输电环节等各个常用关键设计流程和技术细节都作了较为详细的介绍,未涉及电气设计过程中具体的计算环节,例如短路电流计算、潮流分析及继电保护整定等。

本书某些内容直接引用国际电工委员会 IEC 标准及电气设计手册等的相关章节,在编写过程中收集了有关产品的技术标准,参照了相关的技术资料。若与新修订的标准和规范有关条款有不一致处,应以国家公布的现行规程和标准为准。

本书在编写过程中以应用为主线,力求具有实用性、知识性,使其既可作为工程设计人员设计用工具书,也可作为员工培训教材。

本书由中国石油集团工程设计有限责任公司北京分公司电气工程室编写。全书主编为马坤,副主编为孙为森,第一章由王运涛、刘志伟、李莎、刘朝霞编写,第二章由苟晓琼、王雨薇、郭永强编写,第三章由黄京俊、孟珑、张

龙、赖欣编写,第四章由张德涛、郑刚、王树昆编写,第五章由韩少君、冯涛、李纯编写,第六章由孟晓龙、梅业伟、郭慧杰编写。本书由刘中民、齐建华、刘世禄、王元春、刘玉梅、庄贵涛、罗秀清、王波、彭怀忠、黄燕飞、蔡峰负责相关章节的审核。

由于编者专业水平、掌握和理解标准规范的深度有限,在内容的取舍和编排上难免存在不足甚至不当,热诚希望读者批评指正并提出宝贵建议。

编者

2014 年 12 月

说明

本教材可作为中国石油天然气集团公司所属各建设、设计、采办、施工、监理、生产等相关单位电气工程培训的专用教材。本教材主要是针对从事电气工程建设及管理的初级技术人员和管理人员编写的,也适用于操作人员的基本理论培训。教材的内容来源于实际工程设计,专业性较强,涉及内容广。为便于正确使用本教材,在此对培训对象进行了划分,并规定了各类人员应该掌握或了解的主要内容。

培训对象主要划分为以下几类:

1. 生产管理人员,包括项目经理、施工员、预算员、生产单位管理人员等。

2. 专业技术人员,包括建设单位监督员、监理工程师、设计人员、施工单位技术及质量人员、检测技术人员等。

3. 现场作业人员,包括项目部工人、生产单位维修及操作工人等。

各类人员应该掌握或了解的主要内容:

1. 电气工程生产管理人员,要求掌握第三章、第四章、第五章、第六章的内容,要求了解第一章、第二章的内容。

2. 电气工程专业技术人员,要求掌握第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章的内容。

3. 电气工程现场作业人员,要求了解第三章、第四章、第五章、第六章的内容。

各单位在教学中要密切联系生产实际,在课堂教学为主的基础上,还应增加施工现场的实习、实践环节。建议根据教材内容,进一步收集和整理施工过程照片或视频,以进行辅助教学,从而提高教学效果。

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 油气田地面工程范围	(1)
第二节 专业职责及分工	(2)
第三节 设计阶段划分及编制内容	(5)
第四节 各阶段设计文件的校审细则	(15)
第二章 基础知识	(19)
第一节 油田负荷分级	(19)
第二节 负荷计算及电源选择	(26)
第三节 油气田电力系统方案设计	(31)
第三章 自备电站设计	(46)
第一节 综述	(46)
第二节 自备电站设计	(53)
第四章 变电设计	(81)
第一节 变电站站址选择	(81)
第二节 变电站主接线	(82)
第三节 主变压器选择	(89)
第四节 变电站平面布置	(91)
第五节 高压一次设备选择	(92)
第六节 变电站微机监控及二次保护	(128)
第七节 站用变及交直流系统	(151)
第八节 中性点接地方式	(152)

第五章 配电设计	(158)
第一节 10kV 及以下变电所	(158)
第二节 供配电系统	(165)
第三节 应急电源	(175)
第四节 电能质量	(187)
第五节 爆炸和火灾环境的电气设备选择	(208)
第六节 常用用电设备的配电	(214)
第七节 电线电缆	(222)
第八节 防雷和过电压保护	(237)
第九节 接地系统	(250)
第十节 节能技术	(262)
第六章 输电线路工程设计	(269)
第一节 架空输电线路基本结构	(270)
第二节 设计工序	(303)
第三节 线路力学计算	(321)
附录一 遵循的主要法规、标准、规范与技术规定	(361)
附录二 国外某油田供电系统实例分析	(367)
附录三 自备电站实例分析	(371)
参考文献	(393)

第一章 概述

油气田地面工程包括:油田地面工程、气田地面工程、油田内部管道工程、储气库和石油库工程等。

油气田地面工程的电气设计主要承担如下工作:

- (1)变电站(所)设计。
- (2)输电线路设计。
- (3)自备发电站设计。
- (4)高低压配电室设计。
- (5)生产设施动力及配电设计。
- (6)站场照明设计。
- (7)站场防雷接地、防静电设计。

第一节 油气田地面工程范围

油气田内将油、气井采出的原油和天然气进行汇集、处理、输送和储存的过程,称为油气集输。具有不同油气集输功能的设施所占用的场地统称为站场,站场的名称又根据其功能分为原油集中处理站、接转站、计量站、单井以及天然气处理厂、压气站、集气站、注气站、注水站等。各种油、气和水等物质的输送统称为管道工程。管道站场通常根据其位置称为外输首站、外输末站以及中间站和中间阀室。

一、原油集中处理站及天然气处理厂简介

集中处理站又称联合站,主要指油气田内部对原油、天然气、采出水进行集中处理的站场,是油气田地面工程的最主要站场。集中处理站主要装置包括油气分离装置、脱水装置、脱盐装置、稳定装置、存储装置、外输装置等。天然气处理厂主要由脱硫装置、脱水脱烃装置、天然气凝液回收装置、凝析油稳定装置、硫磺回收、尾气处理装置、硫磺成型装置等组成。



二、接转站及集气站简介

接转站是把数座计量站来油集中在一起,进行油气分离、油气计量、加热沉降和油气转输等作业的中型处理站,又称为集油站。有的接转站还包括原油脱水作业,这种站称为脱水接转站。

集气站指天然气经采气干管进入进站区混合,然后经分离器进行气液分离后,再进入橇装式压缩机组进行增压,增压后的天然气在外输区经计量后通过集气干线输往处理厂。

三、计量站及单井简介

计量站又分为分井计量站和交接计量站。分井计量站是指油气田内部,完成分井计量油、气、水各种产出物的站;对外销售原油、天然气与用户进行交接计量的站称为交接计量站,也称外输计量站。

单井分为采油井、采气井。采油井分两种类型:自喷井和机械采油井。

四、注水站简介

油田注水系统包括从注水站至注水井口的全部工作内容。注水站是注水系统的重要组成部分,实现注入水体的储存、计量、升压及分配的功能,站内一般设有储水罐、罐间阀室、注水泵房、高压阀组及配电值班室、化验室、维修间、库房等设施。

第二节 专业职责及分工

一、职责范围

(1) 承担油气田地面工程电气设计,包括自备发电站、变电站(所)、输电线路、高低压配电室、生产设施动力及配电、站场照明、站场防雷接地、防静电等设计。

(2)负责技术交底,处理施工中有关本专业的设计技术问题并参与试运工作。

(3)协助主办专业编写环保、安全、职业卫生、节能专篇。

二、与其他专业的设计分工

1. 与电力系统总体规划部门的分工

(1)变电所的位置、电源资料(包括系统最大、最小运行方式下的系统参数)及系统保护要求、用电负荷(近期、远期)、主接线(包括进出线、主变压器容量及绕组的额定电压、站用变压器引接法、系统要求外供线路的数量及要求、无功补偿的要求以及需要预留的内容和要求),原则上由总体规划部门负责提出。

(2)总体规划部门负责提出送电线路、配电线路的始端和终端、传送容量、导体截面,并和供配电专业一起确定线路路径或走向。

(3)电气专业将根据总体规划部门提出的资料,进行工程设计。

2. 与集输工艺、加工工艺、储运工艺、线路、机修、设备、加热炉、配管、水工艺、给排水、消防、热工、暖通、防腐专业的分工

(1)电气专业根据上述专业所提资料要求,对用电设备进行供配电设计。对生产过程中的用电设备,由用电设备所属专业负责选型及提出布置意见,并提出用电条件,应注明电压等级、轴功率或电动机功率、连续工作或间断工作、运行与备用台数等。对电动机的选型、防爆电动机的接线口选择,应征求电气专业的意见。有关调速、联锁、控制保护等的要求,应由相关专业提出,电气专业负责设计。对于用电设备所带的配电设备,相关专业应提供完整的配电设备资料,由电气专业进行配电设计,盘柜等需要单独安装的设备,由电气专业负责安装。

(2)电气专业负责爆炸危险区域划分。相关专业根据发生爆炸危险的可能性,提出爆炸危险物质的介质、压力、温度等条件。

(3)电气专业负责防雷保护设计。上述相关专业应向电气专业提供工艺和设备性质、介质、壁厚、有无呼吸阀及阻火器等,电气专业根据防雷保护的要求,向工艺和设备专业提出在工艺设备及管道上设置接地端子的位置与要求,工艺及设备专业负责配置,电气专业负责防雷设计。在容器上安装

避雷针,电气专业向设备专业提出安装位置及要求,设备专业负责设计。

(4)电气专业负责电伴热带的安装设计和材料统计。设备、管道需用电伴热时,相关专业提出技术参数要求给电气专业,电伴热带由电气专业负责供电设计和技术规格书、数据表的编制。

(5)对于由供货商自行设计的成橇设备,如原油电脱水/盐装置、加热炉等,相关专业应向电专业提供所需要的用电要求,电气专业负责供电到橇边界,并负责成橇设备的电气部分审核。

(6)电气专业负责设计的变(配)电所、发电站等设施的给水、排水及消防,由电气专业负责提出条件和要求,给水、排水及消防专业负责设计。

(7)电气专业负责设计的变(配)电所、发电站等设施的采暖通风,由电气专业提出条件和要求,采暖通风专业负责设计。热源供应由暖通专业向热工(工艺)专业提出条件和要求,热工专业负责设计。

(8)电气专业设计的变(配)电所、发电站的采暖热源,由暖通专业负责提供条件,如不采用电力,由热工专业负责设计。

(9)电气专业向工艺专业提出发电站的燃气、燃油及用水条件,由工艺专业负责设计。

3. 与仪表、通信专业的分工

(1)电气专业负责设计仪表、通信所需要的电源,由仪表、通信专业提条件。仪表、通信及其自动装置的内部接地装置由仪表专业负责设计,外部接地装置由电气专业统一设计。

(2)工艺参数或工艺控制,如需要仪表盘(箱)进行控制保护、联锁及信号报警,由仪表专业进行设计,其中与电气有关的仪表盘(箱)与电气控保盘(箱)之间的信号电缆由仪表专业负责设计,供电电缆由电气专业统一设计。

(3)工艺参数或工艺控制,如不通过仪表盘(箱)而直接引至电气控保盘(箱)的控制保护、联锁及信号报警由电气专业设计。

(4)仪表盘上需要装设电气专业的开关、按钮、信号灯等部件,这些部件又标示在电气图上,其选型由两个专业共同商定,安装设计由仪表专业负责,原理图和电缆连接由电气专业设计。反之,属于仪表的控制元件放置在电气控制屏、箱上,其选型由两个专业共同商定,安装设计由电气专业负责,原理图和电缆连接由仪表专业设计。

(5)电气仪表中间继电器盘应由仪表专业负责,电气专业配合。

(6)在保证仪表电缆不受强磁场干扰的条件下,为了经济合理,电气、仪