

ICS 75 - 010

P 71

备案号: 27430—2010



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 0033—2009

代替 SYJ 33—1988

油气田变配电设计规范

Code for design of oil - gas field electrical
power substation and distribution

2009—12—01 发布

2010—05—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 电力负荷分级和供电要求 1

3.1 负荷分级 1

3.2 供电要求 5

4 负荷计算 6

5 供配电系统 7

5.1 一般规定 7

5.2 电压、电压偏差和谐波抑制 7

5.3 系统结线 8

5.4 无功功率补偿 8

5.5 低压配电系统 8

6 变配电所 8

6.1 一般规定 8

6.2 变电所所址选择 8

6.3 变压器选择 9

6.4 系统接线 9

6.5 电气设备选择..... 10

6.6 所用电源和操作电源..... 10

6.7 变配电装置..... 10

6.8 综合自动化..... 11

7 节能..... 11

附录 A（资料性附录） 条文说明 12

参考文献 15

前 言

本标准代替 SYJ 33—1988 《油田和原油长输管道变配电设计规定》。

在本标准编制过程中，编制组广泛收集资料，认真分析研究，总结了多年来油气田变配电设计经验，贯彻节约能源、保护环境、节约用地的政策，注重推动技术进步和提高投资效益，多次征求各有关部门、单位及专家的意见而最后修改定稿的。

本标准与 SYJ 33—1988 相比主要变化如下：

- 增加了气田和滩海陆采油、气田变配电设计内容。
- 增加了节能相关内容。
- 对油、气田电力负荷分级、无功功率补偿、电力负荷计算、变配电所综合自动化、变压器选择等进行了修订，赋予了新的内容。
- 鉴于原油和天然气长输管道已有 GB 50253 《输油管道工程设计规范》和 GB 50251 《输气管道工程设计规范》，上述标准对输油和输气管道工程的变配电已有详细条文规定；因此，本标准不再包括该部分内容。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由石油工程建设专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司规划总院、中国石油工程设计有限公司西南分公司、大庆油田工程有限公司、中油辽河工程有限公司。

本标准主要起草人：王玉生、何丽梅、罗秀清、王林、任文涛、王国丽、刘飞军、周宇、关越、王同强、王河、严明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- SYJ 33—1988。

油气田变配电设计规范

1 范围

1.1 本标准适用于油气田（包括陆上及滩海陆采油气田）110kV 及以下电压等级的变配电工程设计，不适用于电力线路、输油管道和输气管道工程的变配电设计。

1.2 油气田的变配电设计，除执行本标准外，尚应符合现行国家标准和规范的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 3485 评价企业合理用电技术导则

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 16434 高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50034 建筑照明设计标准

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50055 通用用电设备配电设计规范

GB 50060 3—110kV 高压配电装置设计规范

GB 50183 石油天然气工程设计防火规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

GB 50227 并联电容器装置设计规范

GB 50260 电力设施抗震设计规范

SY/T 4089 滩海石油工程电气技术规范

SY/T 6331 气田地面工程设计节能技术规范

SY/T 6420 油田地面工程设计节能技术规范

3 电力负荷分级和供电要求

3.1 负荷分级

3.1.1 原则：油气田各类站场的电力负荷等级，应根据 GB 50052 的有关规定，结合工程的生产特点及中断供电所造成的损失和影响程度划分。

3.1.2 在一、二、三级负荷中，对供电连续性要求严格的用电负荷如机组控制系统、应急润滑油系统以及各站场的自控、通信用电按照不间断重要负荷考虑。

3.1.3 油田油气集输各类站场的电力负荷等级划分如下：

- a) 处理能力大于或等于 30×10^4 t/年的油气集中处理站、矿场油库（管输）、轻烃储库等用电负荷为一级。

- b) 处理能力小于 30×10^4 t/年的油气集中处理站、矿场油库（铁路外运）、原油稳定站、接转站、放水站、注水站、污水处理站、配制站、原油脱水站、增压集气站、注气站、注汽站、机械采油井排、滩海陆采油田井口槽电潜泵等用电负荷为二级。
- c) 自喷油井、边远、零散的机械采油井、注入站、配水间、配汽间、分井计量站等为三级负荷。
- 3.1.4 油田油气集输各类站场内用电设备负荷分级应符合表 1 的规定。

表 1 油田油气集输各类站场内主要工艺用电设备负荷等级

站场（或装置）名称	用电设备名称	负荷级别	备 注
原油稳定装置	原油稳定泵、轻油泵、压缩机、空压机、仪表控制电源	一级	
	进料泵、污油泵、污水泵、塔底泵、空冷器	二级	
轻油接转	空压机	一级	
	轻油外输泵、加药泵	二级	
轻烃储库	轻烃泵、天然气压缩机、空压机、消防泵	一级	
	乙二醇水溶液循环泵	三级	
原油接转站	输油泵、掺水泵、热洗泵	二级	
	加药泵、增压泵	三级	
增压集气站、注气站	天然气压缩机、空冷器、空压机	二级	
脱水转油站	输油泵、脱水泵、掺水泵、污油泵、空压机、脱水器、加药泵	二级	
凝析油轻油	输送泵、空冷器、回流泵、事故油泵及厂房应急照明	一级	
	外输泵、倒罐泵、电伴热	二级	
供水系统	加压泵、水源井、真空泵、水净化装置、水泵、加药泵、搅拌机	二级	
注水站	注水泵、润滑油泵、冷却水泵、电动阀	二级	对于边远地区 0.4kV 柱塞式电机的注水站内设备都按三级负荷考虑
聚合物配制站	外输泵、供水泵、分散装置、搅拌器	二级	
	排污泵	三级	
聚合物注入站	注入泵	三级	
注汽站	柱塞泵、供油泵（引风机、鼓风机）	二级	移动式注汽站为三级负荷
污水处理站	污油泵、污水泵、加药泵、搅拌机、电动阀	三级	
污水回灌站	回灌泵	二级	
污水提升站	污水提升泵	三级	
工业锅炉房	上水泵、鼓风机、引风机、盐泵、燃料油泵、火嘴	二级	
注：对于油田油气处理能力小于 30×10^4 t/年的二级电力负荷站场，表中一级负荷用电设备降为二级负荷。			

3.1.5 矿场油库主要用电设备负荷分级应符合表 2 的规定。

表 2 油库主要用电设备负荷等级

站场名称	用电设备名称	负荷级别	备 注
矿场油库（管输）	仪表电源	一级	
	输油泵、电动阀、污油泵、污水泵	二级	管道首站的输油泵为一级
矿场油库（铁路外运）	仪表电源	一级	
	装车泵、电动阀、污油泵、污水泵	二级	

3.1.6 气田油气集输的电力负荷等级划分如下：

- a) 处理能力大于或等于 $400 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的天然气净化厂、增压站，用电负荷为一级；专为重要用户提供原料气或燃料气的净化厂，不论处理能力大小，其负荷等级应与该用户一致。
- b) 处理能力小于 $400 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的天然气净化厂的用电负荷为二级；增压站设计能力大于或等于 $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时，压缩机的原动机为电动机，或当原动机采用燃气发动机，机组的润滑和冷却设备及仪表用电由外电源供电时，用电负荷为二级。
- c) 专为净化厂供气的集气总站或增压站，及其自动控制中心、通信中心、消防站，其用电负荷等级应与净化厂电力负荷等级一致。
- d) 井丛、成排气井、供水站及集气站，用电负荷为二级。
- e) 处理天然气凝液的单井站设计能力大于或等于 $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时，用电负荷为二级；其余单井站用电负荷为三级，站内的自控、通信用电按照不间断重要负荷考虑。

3.1.7 气田油气集输内用电设备负荷分级应符合表 3 的规定。

表 3 气田油气集输各类站场内主要工艺用电设备负荷等级

装置名称	用电设备名称	负 荷 级 别		备 注
		$400 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 及以上	$400 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 以下	
脱水 脱硫 脱烃	贫胺液泵、贫胺液升压泵、富胺液泵、回硫泵、空冷器风机	一级	二级	
	胺液液下泵、阻泡剂泵、贫液冷却器风机、酸气冷凝冷却器风机、潜水泵、电伴热	二级	二级	
硫磺回收及成型	主风机及辅助油泵	一级	二级	
	液硫泵、液磺储池泵、硫磺成型机、通风机、皮带输送机、包装机	二级	三级	
注醇	贫液泵、回流泵、液下泵、贫液注入泵	一级	二级	
	电伴热	二级	二级	
轻烃回收	回流泵、空冷器、液化气输送泵、润滑油泵、丙烷制冷压缩机及辅助用电	一级	二级	
	蒸发冷凝器风机、电伴热	二级	二级	

表 3（续）

装置名称	用电设备名称	负 荷 级 别		备 注
		400×10 ⁴ m ³ /d 及以上	400×10 ⁴ m ³ /d 以下	
尾气处理	直接水冷却塔循环泵、溶液泵、再生塔回流泵、鼓风机	一级	二级	非自启动
	溶液配制泵及电伴热	二级	三级	
液化石油气	输送泵、事故泵、循环泵贫胺液增压泵、催化剂注入系统	一级	二级	
	酸水回流泵、碱液补充泵、液下泵、空冷器、冷却水泵、装车泵	二级	三级	
增压系统	润滑油泵、冷却风扇、正压通风、应急润滑油、紧急截断阀、机组控制设备	一级	二级	
	压缩机主电机及加热器、润滑油加热器、启动辅助电机、燃料气加热器及工艺后空冷器	二级	三级	
循环水	循环水泵	一级	二级	
	过滤器、冷却塔、加药装置、热水提升泵及电伴热	二级	二级	
喷淋系统	夏季喷淋泵	二级	三级	
消防站	消防水泵、消防喷淋泵、泡沫消防泵、稳压给水泵及紫外线净水仪	一级	一级	
供风系统	仪表风、正压通风	一级	二级	
	空气压缩机、空气净化装置、制氮压缩机及压缩机辅助系统	二级	三级	
供热系统	引风机、鼓风机、给水泵、调风门电动执行机构及燃烧机	一级	二级	
	生水泵、软水泵、凝结水泵	二级	二级	
	循环水泵、疏水泵、除盐水泵、除氧水泵、除盐装置、补水泵、热油循环泵、热油炉燃烧器、注/泄油泵及燃料气系统	二级	三级	
供水系统	转输泵、加压泵、污水泵、供水设备及水处理器	二级	二级	
	深井泵及电伴热	二级	三级	
污水处理	提升泵、转输泵、加药装置、过滤器及污水泵、鼓风机	二级	二级	
火炬及放空	凝液回收泵	一级	二级	
	电点火及电伴热	二级	三级	

表 3（续）

装置名称	用电设备名称	负 荷 级 别		备 注
		400×10 ⁴ m ³ /d 及以上	400×10 ⁴ m ³ /d 以下	
应急照明	控制室、重要的装置操作区、变电所、消防泵房及疏散照明等	不间断重要 负荷	不间断重要 负荷	
控制中心	控制机柜、通信设备、RTU、ESD 电动 阀、火灾报警及机房照明	不间断重要 负荷	不间断重要 负荷	
	值班照明及采暖通风	一级	二级	
通风	变电所、发电房、爆炸危险环境的建筑、 污水处理装置	二级	三级	
深冷装置	压缩机、空压机、轻油泵、仪表控制电源	一级	一级	
	外输泵、膨胀机、污油泵及污水泵	二级	二级	
浅冷装置	天然气压缩机及氨压缩机	一级	一级	
	氨水泵及轻油泵	二级	二级	

3.1.8 消防负荷的等级划分，执行 GB 50183 的有关规定。

3.2 供电要求

3.2.1 一级负荷站、场供电要求：

- a) 一级负荷站、场应采用双电源供电，有条件时，两个电源应引自不同的变电所或发电厂；无条件时，可由当地公共电网同一变电站不同母线段分别引出两个回路供电，但作为上级电源的变电站应具备至少两个电源线和至少两台主变压器、分列运行。
- b) 由于路径受限且满足一路电源检修、另一路电源正常运行时，铁塔或钢管塔可同杆架设（重冰区除外）。
对于一级负荷中特别重要的负荷，除由两个电源供电外，应设应急电源，并严禁将其他负荷接入应急供电系统。
- c) 在一个电源发生故障时，另一个电源应满足生产装置（或单元）一、二级负荷的用电；当工程分期建设时，变配电系统的预留容量应与整个工程相适应。
- d) 根据供电的需要，变、配电所可设置备用电源自动投入装置。

3.2.2 二级负荷站、场供电要求：

- a) 二级负荷站、场宜采用双回路供电。当采用两回线路供电确有困难，在工艺上设有停电安全措施或有备用电源时，可由一回专用架空线路或专用电缆供电。
- b) 二级负荷站、场内的变、配电所在技术经济上合理时，也可采用自动投入装置。
- c) 成排机械采油井、采气井井排干线，宜采用双回路或环形单变压器供电。

3.2.3 三级负荷站、场供电要求：采用单回路供电。

3.2.4 对于以工业汽轮机、柴油机或燃气轮机拖动为主要动力的站场，其辅助设施可由外部电源供电。无电区宜采用可靠的燃气或柴油发电机供电。

3.2.5 当油气田所在地区外部系统电网不能满足供电要求时，应设置自备电源。

3.2.6 应急电源系统：

- a) 油气田的应急电源应对各重要用电负荷仔细核算容量后，选择发电机、不间断电源、EPS 电源或者蓄电池的形式。

- b) 气田处理厂内的重要负荷宜设专用的应急母线段；应急电源宜选用柴油发电机。
- c) 滩海陆采油气田应在人工端岛上设置应急电源。

4 负荷计算

- 4.1 站、场内生产装置、机泵等用电设备，应采用轴功率法计算。
- 4.2 机械采油、辅助设施等单元的用电设备，宜按需要系数法计算。
- 4.3 装置（或单元）的计算负荷，应按式（1）～式（3）计算：

$$P_u = K_1 \cdot \sum P_{ua} + P_{ui} \dots\dots\dots (1)$$
$$Q_u = P_u \cdot \operatorname{tg}\phi \quad \text{或} \quad Q_u = \sum Q_d \dots\dots\dots (2)$$
$$S_u = \sqrt{P_u^2 + Q_u^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P_u ——装置（或单元）计算负荷的有功功率，单位为千瓦（kW）；

Q_u ——装置（或单元）计算负荷的无功功率，单位为千乏（kvar）；

Q_d ——装置（或单元）单台设备计算无功功率，单位为千乏（kvar）；

S_u ——装置（或单元）计算视在功率，单位为千伏安（kV·A）；

$\sum P_{ua}$ ——装置（或单元）内正常运行的全部机泵的轴功率之和，不包括备用机泵、电动阀、检修动力箱等装置内正常不用电的设备，单位为千瓦（kW）；

K_1 ——综合系数，可取 0.8～1；

P_{ui} ——装置（或单元）照明计算有功功率（当照明三相不平衡时，按最大一相功率值的三倍计算），单位为千瓦（kW）；

$\operatorname{tg}\phi$ ——可采用装置（或单元）划分的加权平均功率因数角的正切值，也可按逐台电机计算取值。

当装置（或单元）内有部分设备是配套设备，难以确定轴功率时，连续运转的电机的计算负荷一般可按铭牌额定容量的 90% 计算。

- 4.4 由变、配电所直馈的电动机计算负荷，采用轴功率法计算，应按式（4）计算：

$$P_s = K_2 \cdot \sum P_{ua} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

P_s ——由变、配电所直馈的全部电动机最大计算负荷有功功率，单位为千瓦（kW）；

P_{ua} ——由变、配电所直馈的单台运转机泵轴功率（不包括备用机泵），单位为千瓦（kW）；

K_2 ——综合系数，可取 0.95～1。

无功功率、视在功率的计算，参照式（2）和式（3）。

- 4.5 采用需要系数法计算抽油机、辅助设施等单元用电负荷，需要系数见表 4。

表 4 抽油机、辅助设施等单元或设备需要系数

序号	单元或设备名称	需要系数 K_c	$\cos\phi$	$\operatorname{tg}\phi$
1	辅助设施	0.5	0.6	1.33
2	7.5kW～75kW 抽油机（补偿后）	0.2～0.35	0.9	0.48

注：抽油机计算负荷用于连片的井排线路或计算总负荷。

- 4.5.1 用电设备功率的确定方法：

- a) 连续工作制电动机的设备功率按铭牌额定功率。
- b) 卤钨灯的功率为灯泡额定功率，气体放电灯的功率为灯泡额定功率加镇流器的功率损耗。
- c) 短时或周期工作制电动机的设备功率统一归算到负载持续率为 25% 的有功功率。

d) 电焊机及电焊装置的变压器设备功率统一归算到负载持续率为 100% 时的有功功率。

4.5.2 用需要系数法计算抽油机、辅助设施等单元用电负荷, 应按式 (5) 计算:

$$P_c = K_c \cdot \sum P_r + P_m \quad \text{或} \quad P_c = \sum K_c' \cdot P_r + P_m \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

P_c ——单元中计算负荷有功功率之和, 单位为千瓦 (kW);

$\sum P_r$ ——单元中用电设备容量之和, 单位为千瓦 (kW);

P_m ——办公楼、生活公寓等辅助设施单元计算负荷有功功率之和, 单位为千瓦 (kW);

K_c ——按单元划分的需要系数;

P_r ——单台用电有功功率, 单位为千瓦 (kW);

K_c' ——单台用电设备需要系数。

无功功率、视在功率的计算, 参照式 (2) 和式 (3)。

4.6 变、配电所的计算负荷, 应按式 (6) 计算:

$$P_t = K_s (\sum P_u + P_s + P_c) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

P_t ——变、配电所计算负荷的有功功率, 单位为千瓦 (kW);

K_s ——同时系数, 包括线路损耗和变压器损耗, 一般取 0.9~0.95。

其余符号同前。

4.7 具有消防泵用电负荷的 10 (6) kV 变电所计算负荷 (P_t), 按下述方法分别计算, 取其大值。

a) 除消防泵外的最大计算负荷与最大一台消防泵的计算负荷之和。

b) 消防设施的计算负荷与该变电所供电的一级负荷之和。

上述变压器在消防灭火时, 其负荷率可达 100%。

4.8 年电能消耗量应按式 (7) 计算:

$$W_y = \alpha_{av} \cdot P_c \cdot T_n \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

α_{av} ——年平均有功负荷系数, 一般取为 0.7~0.75;

P_c ——计算有功功率, 单位为千瓦 (kW);

T_n ——年实际工作小时数系数。

5 供配电系统

5.1 一般规定

5.1.1 供配电系统应结合油气田总体开发方案确定, 电源宜从系统电源取得。

5.1.2 供配电系统设计, 应简化接线, 同一电压供电系统的配电级数不宜多于两级。

5.1.3 除一级负荷中特别重要负荷外, 不应考虑一个电源系统检修或故障的同时, 另一电源又发生故障。

5.1.4 油气田和滩海陆采油田电气设备抗震设计应执行 GB 50260 的有关规定。

5.2 电压、电压偏差和谐波抑制

5.2.1 供电电压宜采用 35kV 及以上电压等级。

5.2.2 油气田供电电压应根据电源条件、用电负荷分布情况、输电线路长度等因素综合比较确定。当油气田内部采用集中供电或分片集中供电时, 宜以负荷相对集中的站场为中心设置总变配电所, 以 35kV、10kV 电压等级供电。新开发油气田配电电压应采用 10kV 电压等级。

5.2.3 用电设备的端电压, 按其额定电压不宜超过下列偏差允许值。

a) 电动机: 正常情况下为 $\pm 5\%$, 特殊情况下为 $+5\% \sim -10\%$ 。

b) 照明: 一般工作场所为 $\pm 5\%$; 控制中心等对视觉要求的场所为 $+5\% \sim -2.5\%$; 远离变电

所的一般工作场所照明、应急照明、道路照明和事故照明为 $+5\%\sim-10\%$ 。

c) 其他用电设备，当无特殊规定时为 $\pm 5\%$ 。

5.2.4 配电母线上的电压波动：电动机频繁启动时配电电压不宜低于额定电压的 90% ；不频繁启动时不宜低于额定电压的 85% 。当配电母线上未接其他用电设备时，可按照保证电动机启动转矩的条件确定。

5.2.5 为减小电压偏差，供配电系统的设计应采取下列措施：

- a) 正确选择变压器的变压比和电压分接头。
- b) 降低系统阻抗。
- c) 采取补偿无功功率措施。
- d) 宜使三相负荷平衡。

5.2.6 对于可能产生谐波的变流设备应采取抑制谐波的措施，以满足 GB/T 14549 的规定。

5.3 系统结线

5.3.1 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}$ 油田内供电系统，宜采用环形供电。在油田开发初期，也可采用双回路供电，并考虑油田单耗不断增加和开采面积逐渐扩大的特点，设计上考虑发展成环形供电的条件。

5.3.2 $10(6)\text{kV}$ 配电线路接线规定如下：

- a) 成排机械采油井排、采气井排，根据井口布局供电干线宜采用双回路或环形供电。
- b) 滩海陆采油田电潜泵宜采用放射式接线。

5.3.3 在 $380/220$ 中性点直接接地网络中，单相 220V 负荷应尽可能均匀地分配在三相上。

5.3.4 各生产装置（或单元）中一、二级负荷的同名用电设备，应由不同的母线或线路供电。

5.4 无功功率补偿

5.4.1 $10(6)\text{kV}\sim 110\text{kV}$ 变电所功率因数应达到 0.9 以上，由系统电网供电的变电所根据当地供电部门要求确定。

5.4.2 设计中应正确选用供配电设备和用电设备容量，提高自然功率因数。

5.4.3 无功补偿装置宜就地平衡补偿。

5.4.4 并联电容器补偿方式和安装地点：

- a) 容量为 7.5kW 及以上抽油机电动机，宜采用就地安装低压电容器，进行分散无功功率补偿。电容器宜安装在抽油机的配电控制箱内，且和抽油机共用一组控制保护设备，补偿容量以空载时功率因数等于 1 为宜。
- b) $35\text{kV}\sim 110\text{kV}$ 变电所，应在 $10(6)\text{kV}$ 侧装设电容器集中补偿，低压负荷比较集中且离装设无功补偿的变、配电所又比较远的装置（或单元），应在其配电室内设置电容器集中补偿（如转油站、油库、水源泵房等）。可采用低压电容器柜与配电柜并列安装。
- c) 并联电容器的设计应符合 GB 50227 和 GB 50052 的规定。

5.5 低压配电系统

低压配电系统设计应执行 GB 50054, GB 50055, GB 50217 和 GB 50034 的规定，其中滩海陆采油田照明设计参照 SY/T 4089 的要求执行。

6 变配电所

6.1 一般规定

6.1.1 新建 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}$ 变电所的规模宜按照 5 年 ~ 10 年的负荷预测确定，做到远、近期结合，以近期为主，适当考虑扩建的可能。

6.1.2 新建 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}$ 变电所宜采用综合自动化系统。

6.2 变电所所址选择

6.2.1 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}$ 变电所的所址应在油气田总体开发规划中统一考虑，宜与站、场联合建站。变

电所的所址、布置应符合下列要求：

- a) 在符合防火、防爆安全距离的情况下，应靠近负荷中心。
- b) 按统一规划走廊带进出线，各级电压进出线方便，便于架空和电缆线路的引入和引出。
- c) 宜位于散发可燃性气体装置或单元的全年最小风频风向的下风侧。
- d) 便于设备运输。
- e) 变电所宜留有扩建余地。
- f) 变电所内的建、构筑物布置应紧凑合理，节约占地。
- g) 所址标高宜在 50 年一遇高水位之上。

6.2.2 10 (6) kV 变、配电所一般设置在负荷较大的装置或单元以及负荷较集中的地点，并应符合下列要求：

- a) 在符合防火、防爆安全要求的情况下，宜接近负荷中心。
- b) 宜避开剧烈震动和低洼场所，对于有人值班的变、配电所，宜避开噪声较高的场所。
- c) 进出线方便，设备搬运方便。
- d) 考虑扩建的可能。
- e) 满足用电设备对供电质量的要求。

6.3 变压器选择

6.3.1 变压器的台数和容量应根据电源情况，站、场负荷性质及分类，用电容量的大小、运行方式、年运行费和基本电费收取方式等因素综合确定。

6.3.2 应选用低损耗、低噪声的节能变压器。

6.3.3 10 (6) kV 变电所中宜采用 D, yn11 结线组别变压器，变压器宜采用油浸式变压器；如工程确实需要采用干式变压器时，必须满足散热通风和过电压的条件允许。

6.3.4 在滩海陆采油气田和有腐蚀性气体或多尘等环境中，宜选用油浸式全密封型变压器。

6.3.5 有一、二级负荷的变电所中宜装设两台主变压器，当技术经济比较合理时，可装设两台以上主变压器。如变电所可由中、低压侧电力网取得足够容量的备用电源时，可装设一台主变压器。

6.3.6 装有两台及以上主变压器的变电所，当断开一台时，其余主变压器的容量不应小于 60% 的全部负荷，并应保证用户的一、二级负荷。

6.3.7 具有三种电压的变电所，如通过主变压器各侧线圈的功率均达到该变压器容量的 15% 以上，主变压器宜采用三线圈变压器。

6.3.8 设有一台主变压器的 35kV~110kV 变电所，其主变压器容量宜按全部计算负荷的 120% 选择。

6.3.9 电力潮流变化大和电压偏移大的变电所，如经计算普通变压器不能满足电力系统和用户对电压质量的要求时，应采用有载调压变压器。

6.3.10 配电变压器容量选择：

- a) 单台变压器的负荷率一般为 60%~85%，抽油机井变压器平均负荷率不低于 30%。
- b) 两台变压器的负荷率一般为 55%~70%，对于一、二级负荷比例较大的变压器可为 50%。
- c) 确定抽油机井变压器的配置方案时，应根据井距及抽油机电机容量，经技术经济比较，选择变压器。

6.4 系统接线

6.4.1 变电所的主接线应根据其负荷水平、负荷性质、出线回路、设备特点等条件确定，并应满足运行可靠、简单灵活、操作方便和节约投资等要求。

6.4.2 单电源进线和单台变压器的变电所，宜采用线路—变压器组的单元接线。

6.4.3 35kV~110kV 终端变电所当有两回电源进线和两台主变压器时，变电所一次侧宜采用桥形接线。

6.4.4 具有两回电源进线和两台主变压器的 35kV~110kV 变电所二次侧，宜采用单母线分段接线。

6.4.5 油气田变电所双回路电源进线与两台主变压器宜分列运行。

6.5 电气设备选择

6.5.1 6kV~110kV 电气设备选择的一般原则：

- a) 应满足正常运行、检修、短路和过电压情况下的要求，并按工艺要求考虑扩建的条件。
- b) 应考虑环境条件；力求技术先进、成熟可靠、经济合理。
- c) 应与整个站、场工程建设标准协调一致。
- d) 同类设备应尽量减少品种。
- e) 选用新产品应有可靠的试验数据，具有正式鉴定的合格证。

6.5.2 导体和电器选择的一般条件：

- a) 电器的允许最高工作电压不应低于所连接回路的最高运行电压。
- b) 电器的长期允许电流不应小于所连接回路在各种可能连接方式下的持续工作电流。
- c) 电器的允许工作频率应与所连接回路的电源频率相一致。
- d) 所选电器端子的允许荷载，应大于电器引线在正常运行和短路时的最大作用力。
- e) 校验电器动、热稳定和开断电流所用的短路电流，应按电力系统设计规划容量计算，并考虑其 5 年~10 年的远景发展。
- f) 用高压限流熔断器保护的导体和电器，可根据限流熔断器的特性校验其动稳定和热稳定。用熔断器保护的电压互感器回路，可不验算动、热稳定。
- g) 投切 10 (6) kV 并联补偿电容器组的断路器，应采取相应的限制过电压的措施，其额定电流不应小于电容器组额定电流的 1.3 倍。
- h) 污秽分级执行 GB/T 16434。
- i) 海拔高度超过 1000m 的地区，配电装置应尽量选择适用该海拔高度的电器和电瓷产品，其外部绝缘的冲击和工频试验电压应符合要求。

6.5.3 10 (6) kV~110kV 配电装置应采用无油断路器。

6.5.4 滩海陆采油气田电气设备应适应潮湿空气、霉菌、盐雾等恶劣环境条件。

6.6 所用电源和操作电源

6.6.1 除 0.4kV 配电装置外，变、配电所一般采用直流装置作为操作电源，包括配电装置智能通信单元电源。蓄电池宜采用性能可靠、维护量少的蓄电池。

6.6.2 直流装置一般按 $n+1$ 方式设置高频开关电源装置，重要变电所可冗余设置直流电源。

6.6.3 35kV~110kV 变电所有两台及以上的主变压器时，装设两台容量可以互为备用的所用变压器，每台变压器的容量按照全所计算负荷选择。两台所用变压器可分别接自主变压器最低电压侧的不同母线段；如有可靠的 6kV~35kV 电源联络线，也可一台接于电源联络线断路器外侧；若采用直流控制电源时，可在主变压器最低电压侧引接一台所用变压器。

6.6.4 35kV~110kV 变电所设有 0.4kV 配电变压器时，宜设置一台所用变压器；所用变压器宜设置在 10 (6) kV 侧。

6.6.5 单电源的 35kV 变电所，设一台所用变压器。若采用所用电源作为交流控制电源时，宜接在 35kV 电源进线断路器之前。

6.6.6 所用电低压配电系统：

- a) 采用动力和照明共用的系统接线。
- b) 低压侧单母线分段接线，每台所用变压器各接一段母线。
- c) 重要用电负荷采用双回路供电时，应分别接于不同母线段。

6.7 变配电装置

6.7.1 变、配电所的布置应满足正常运行、检修和工作的要求，设备检修或搬运时，不应影响其他

设备及人身安全，在保证安全可靠的前提下，尽量降低造价，同时考虑留有扩建的条件。

6.7.2 变配电装置的耐火等级以及变配电所与建筑物、堆场、储罐的防火净距应符合 GB 50016 的要求，且不宜与爆炸危险场所毗邻。

6.7.3 户内外高低压配电装置的安全距离应符合 GB 50060 的有关规定。

6.7.4 装有 SF₆ 设备的配电室应装设强力通风装置，风口应设置在室内低部，排风口不应朝向行人，排风机电源开关应设置在门外。

6.7.5 10 (6) kV 配电装置的布置，每段母线宜预留 1 个~2 个备用柜及备用出线间隔。

6.8 综合自动化

6.8.1 系统应具有开放性和可扩充性，抗干扰性强。

6.8.2 系统设有良好的人机界面，应实现就地和遥控的转换。

6.8.3 变、配电所综合自动化系统应采用分层分布式结构，户内布置的配电装置和户内安装的 GIS 宜采用分散布置方式，其他单元的保护、测量、监控宜在控制室集中组屏。

6.8.4 保护配置应符合 GB/T 14285 的有关规定。

6.8.5 0.4kV 配电装置的电力管理信息应合理简化，宜包括以下内容：

- a) 重要配电回路的三相电流、电压和有功功率。
- b) 重要电动机回路的运行状态、保护故障状态、单相电流、远控起停信号。
- c) 有 DCS 通信要求时，重要电动机回路的智能保护装置应与 DCS 系统直接通信。

7 节能

7.1 油气田供配电系统节能应满足 SY/T 6420 和 SY/T 6331 的规定。

7.2 生产装置中选用的电动机应使之工作在额定工况状态下，对负荷变化大的机泵宜采用节能调速装置。

7.3 油气田供配电系统总线损率和无功功率补偿应符合 GB/T 3485 的规定。

7.4 自然功率因数不能满足要求时，应设置并联电容器进行补偿。

7.5 电动机应选用高效节能电动机，200kW 及以上容量的电动机宜采用高压电动机。

7.6 照明设计应满足 GB 50034 的规定，在满足照明质量的前提下，应选择高光效光源及开启式直接照明灯具。室内的灯具效率不宜低于 70%，灯具反射罩具有较高的反射比。

7.7 应选择电子镇流器或节能型电感镇流器，单灯功率因数不应低于 0.9。

7.8 道路照明、装置的户外照明、建筑物内的走道等宜采用光控、时控、人体感应等智能控制装置。

附 录 A
(资料性附录)
条文说明

1 范围

本标准适用于油气田（包括陆上及滩海陆采油气田）110kV 及以下电压等级变配电新建工程和已建工程的扩建、改建设计，对于已建工程，适用于扩建和改建部分的设计。

本标准不适用于电力线路工程的设计。另外，鉴于 GB 50253 和 GB 50251 已经对有关的变配电设计有详细条文规定，因此，对于输油和输气管道工程不再涉及该部分内容。

有关油气田变配电的条款，本标准中做了进行设计的基本规定，未涉及到的部分应符合现行的有关国家标准和规范的规定。

3 电力负荷分级和供电要求

3.1 负荷分级

3.1.2 本条对油气田（包括陆上及滩海陆采油气田）均适用。

3.1.2~3.1.7 关于油气田用电负荷等级划分是对 GB 50350 的细化和补充。各油气田对站场（或装置）名称不完全一致，负荷划分时可根据具体的设备名称进行。

3.1.8 石油天然气工程站场等级划分执行 GB 50183 的有关规定，GB 50183 中关于消防电源的规定为：石油天然气工程一、二、三级站场消防泵房用电设备的电源，宜满足 GB 50052 所规定的一级负荷供电要求。当只能采用二级负荷供电时，应设柴油机或其他内燃机直接驱动的备用消防泵，并应设蓄电池满足自控通讯要求。当条件受限制或技术、经济合理时，也可全部采用柴油机或其他内燃机直接驱动消防泵。

3.2 供电要求

3.2.1 本条中“由于路径受限且满足一路电源检修、另一路电源正常运行时，铁塔或钢管塔可同杆架设（重冰区除外）。”是考虑了某些油田的实际情况而规定的，其中关于重冰区的界定应执行前电力部的相关规定。

3.2.2 单变压器系指为单井或多井供电的变压器。

3.2.5 处理厂内的自备电源宜优先采用天然气发电，集输站场宜采用柴油发电。

3.2.6 应急电源系统：

- a) 本款主要对油气田内部有必要设置应急电源时，站场内配置应急电源的形式进行规定。
- b) 根据气田处理厂内的实际运行情况，重要的工艺设备及辅助用电系统如在电源突然中断的情况下仍然需要运行，便于生产恢复，故制定本款规定。应急电源不同于自备电源的配置，发电机的驱动形式主要是考虑到处理量超过 $400 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时消防设备的供电需求，参考石油库消防设备设 2 个动力源的要求而制定。
- c) 滩海陆采油气田人工端岛位于浅海内的人工岛屿，电源一般引自陆上供电系统，由于各种原因，供电系统电气故障是无法限制在某个特定范围内部的；为保证岛上的人员安全逃生，以及特殊天气条件下，端岛上的助航标志和信号系统等为海洋船舶提供指引信号。

4 负荷计算

4.5 目前，在机采系统中，螺杆泵和电潜泵逐步得以应用，由于上述两种泵相对数量较少，对其功率因数和需要系数也没有统计数据，因此，本标准对上述两种泵没有统一规定。

4.7 具有消防泵用电负荷的 10 (6) kV 变电所, 最大计算负荷按下述两种方法计算, 取其较大值。

- a) 工艺装置负荷占主要部分, 消防泵负荷仅占其中很少一部分时, 采用第一款的方法计算, 如油田油气集中处理站变电所的负荷计算。
- b) 当消防泵负荷占主要部分时, 可采用第二款的方法计算, 如油库内 10 (6) kV 变电所的负荷计算。

当采用 10 (6) kV 高压消防泵时, 因消防泵用电负荷通常只占 66 (35) kV 变电所用电负荷的很少一部分, 所以本款没有考虑。

4.8 目前在油气田工程各阶段 (可研、初设) 电气设计中, 年电能消耗量的计算比较混乱, 相关设计规范也没有统一规定, 为规范年电能消耗量的计算, 参照相关法规、规定和手册等, 在集输工程中年电能消耗量的计算可按式进行:

$$W_y = \alpha_{av} \cdot P_c \cdot T_n$$

式中:

α_{av} ——年平均有功负荷系数, 一般取为 0.7~0.75;

P_c ——计算有功功率, 单位为千瓦 (kW);

T_n ——年实际工作小时数。集输站场按年生产 330d, 一班制取 2640h, 二班制取 5280h, 三班制取 7920h。

另外, 上式中 P_c 是基于需要系数法得出的计算有功功率; 若用轴功率法, α_{av} 的值偏小。

5 供配电系统

5.2.1 供电电压应根据用电设备容量及设备特征、供电距离、回路数量、用电规划、经济合理等因素确定, 通常油气田的供电电源宜优先从地方电网取得。

5.2.3 用电设备的端电压, 按其额定电压不宜超过本条规定的允许值; 特殊情况下, 如抽油机电机、深井泵电机可为 +5%~ -10%。

6 变配电所

6.1.1 变电所负荷预测确定中的年限是指自工程预定投产之日算起的 5 年~10 年。

6.3.3 本标准推荐采用油浸式电力变压器, 主要是因为目前国内生产的节能型油浸式电力变压器损耗指标与干式电力变压器损耗指标接近, 甚至低于干式电力变压器损耗指标, 并且成本相对较低。

6.3.9 上述变压器负载率系指达到设计能力以后的负荷率。单台变压器的负载率需根据各油气田的计量采用基本电价或者电度电价的方式确定。

6.5.2 导体和电器选择的一般条件:

- f) 采用熔断器保护的电压互感器回路不需验算动、热稳定, 主要是考虑到回路额定电流很小, 熔丝截面小, 熔断时间极快, 且电压互感器绝缘结构比较可靠, 回路内的裸导体和电器发生相间短路的几率较低。
- g) 本款根据 GB 50227—2008 确定。电容器组容量偏差不超过 5%, 电容器长期过电压不超过额定电压的 1.1 倍, 在谐波和过电压的共同作用下, 电容器组的稳态过电流值按 1.3 倍电容器组额定电流考虑。如果并联电容器装置装设有串联电抗器, 正常工况下的回路工作电流将小于电容器组的额定电流计算值, 而且电容器厂从自身利益考虑, 电容器组的容量正偏差有逐渐缩小的趋势, 就是 5% 也很难达到, 所以, 在谐波和过电压的共同作用下, 回路电流一般不会超过 1.3 倍电容器组额定电流, 否则, 可设置过负荷保护动作跳闸。因此, 取 1.3 倍电容器组额定电流作为选择回路电气设备和导体的条件是安全的, 也是合理的。
- i) 当海拔超过 1000m 时, 选用的高原电器、电瓷产品的外部绝缘, 应符合 GB 311.1 的规定。安装在海拔高度超过 1000m, 但不超过 4000m 处的设备, 其外部绝缘的冲击和工频试验电压,

应按本标准的规定乘以海拔校正系数 K_a ，其计算公式如下：

$$K_a = \frac{1}{1.1 - H \times 10^{-4}}$$

式中：

H ——安装地点的海拔高度，单位为米（m）。

当海拔超过 1000m 时，导体温升每超过 100m 增加 0.4℃。同时，自海拔 1000m 开始随海拔高度的增加相应温度递减率为 0.5℃/100m。因此，可以认为由于气温降低值足以补偿导体因海拔增高、空气稀薄而造成温升的影响，故在高压电器使用于高海拔地区的技术要求中阐明，在实际使用中，其额定电流值可以保持不变。

6.5.4 滩海陆采油气田高压配电装置可采用手车式组合电器或气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）。滩海陆采油气田电气设备应用耐久、滞燃和耐潮的材料制造；所有金属部件应有良好的耐蚀性能和可靠的防护层。

6.6.1 油田变、配电所一般为重要变、配电所，根据 GB 50059 和 GB 50053，蓄电池组与硅整流装置组成的电源装置可满足要求。结合各油气田变电所的现行作法，除 0.4kV 配电装置外，新建变、配电所一般采用直流装置作为操作电源，蓄电池一般采用阀控式密封铅酸免维护电池。在选择蓄电池容量时，配电装置及电动机的除湿加热单元不宜由蓄电池提供电源。

6.6.2 传统的直流电源多数采用可控硅整流型。近几年来，许多直流电源厂家推出智能化的高频开关电源，这种电源系统具有许多优点：安全、可靠、自动化程度高、具有更小的体积和重量、综合效率高以及噪音低等，适应电网发展的需要，值得推广使用。

6.6.4 对于已设有配电变压器的变电所，一回所用电源可引自配电变压器低压侧。

6.8.1 微机综合自动化系统不同于常规保护，要求抗干扰性强（抗辐射电磁场干扰、抗高频电器干扰、抗冲击电压干扰）。

6.8.3 随着自动化和通信水平的提高，保护设备的数字化和可靠性得到进一步改善，国内外新建户内布置的工厂供配电装置综合自动化系统大多采用分层分布式结构，包括被测量控制设备、保护和监控系统、上位机（监控主机）、下位机（直接控制设备获取设备状况）、通讯信道和电调中心等。对于户外型式布置的配电装置，其保护、测量、监控建议在控制室集中组屏。

7 节能

7.3 GB/T 3485—1998 中 3.3 规定如下：企业根据受电端至用电设备的变压级数，其总线损率分别应不超过以下指标：

- a) 一级：3.5%。
- b) 二级：5.5%。
- c) 三级：7%。

7.5 本条根据 GB 12497—2006 的 7.3.3 编制，对于存在实际困难厂站，如自发电（0.4kV）；地处偏远，经过技术比较设置 10（6）kV 配电系统不合理时，可以适当选用大容量的低压电动机。

参 考 文 献

- [1] GB 311.1 高压输变电设备的绝缘配合
 - [2] GB/T 3485—1998 评价企业合理用电技术导则
 - [3] GB 12497—2006 三相异步电动机经济运行
 - [4] GB 50053 10kV 及以下变电所设计规范
 - [5] GB 50059 35 - 110kV 变电所设计规范
 - [6] GB 50227—2008 并联电容装置设计规范
 - [7] GB 50251 输气管道工程设计规范
 - [8] GB 50253 输油管道工程设计规范
 - [9] GB 50350 油气集输设计规范
 - [10] SY/T 5268 油田电力网网损率测试计算方法
-

中华人民共和国
石油天然气行业标准
油气田变配电设计规范
SY/T 0033—2009

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

880×1230 毫米 16 开本 1.25 印张 36 千字 印 1—2500
2010 年 3 月北京第 1 版 2010 年 3 月北京第 1 次印刷
书号: 155021·6336

版权专有 不得翻印