

ICS 75 - 010

E 01

备案号: 24374—2008

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6373—2008

代替 SY/T 6373—1998

油气田电网经济运行规范

The economic operation specification of electrical power
network for oil and gas field

2008—06—16 发布

2008—12—01 实施

国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 变压器经济运行 1

5 无功补偿要求与方式 3

6 高压线路的经济运行 3

7 油气田电网运行控制 3

8 油气田电网线损率指标 3

附录 A（资料性附录） 油气田电网无功优化补偿方法 4

SY/T 6373—2008

前 言

本标准代替 SY/T 6373—1998 《油气田供配电系统经济运行规范》。

本标准与 SY/T 6373—1998 相比，主要变化如下：

- 标准名称改为《油气田电网经济运行规范》；
- 对 SY/T 6373—1998 中的第 1 章“范围”进行了调整；
- 将 SY/T 6373—1998 中的“引用标准”修改为“规范性引用文件”；
- 删除了 SY/T 6373—1998 中的“4.2 三绕组变压器经济运行方式的选择”，增加了“4.1 变压器经济运行基本要求”、“4.2.2 单台变压器经济运行区的确定方法”“4.2.3 机械采油系统配电变压器经济运行”、“4.2.4 变压器改造”等内容；
- SY/T 6373—1998 中的第 5 章“无功补偿”改为“无功补偿要求与方式”，对内容进行了删改和增补；
- 增加了第 6 章“高压线路的经济运行”；
- SY/T 6373—1998 中的第 6 章“供配电系统运行控制”改为本标准的第 7 章“油气田电网运行控制”，对内容进行了删改和增补；
- 增加了资料性附录“油气田电网无功优化补偿方法”（见附录 A）。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由石油工业节能节水专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：大庆石油学院、中国石油化工集团公司河南石油勘探局、中国石油天然气集团公司油田节能监测中心、大庆油田有限责任公司。

本标准主要起草人：高丙坤、于传聚、王秀芳、梁士军、闫石、毕洪波、孙彦玲。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- SY/T 6373—1998。

油气田电网经济运行规范

1 范围

本标准规定了油气田电网及变压器、线路、无功补偿、经济运行的计算方法和考核指标。

本标准适用于油气田 110kV、66kV、35kV 和 10kV、6kV 三级电压系统。包括以下内容：

- a) 35kV~110kV 主变压器。
- b) 35kV 直配变压器，10kV、6kV 配电变压器。
- c) 110kV、66kV、35kV、10kV、6kV 输配电线路。
- d) 35kV、10kV、6kV 电力电容器。

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 13462 工矿企业电力变压器经济运行导则
GB/T 16664 企业供配电系统节能监测方法
GB 20052 三相配电变压器能效限定值及节能评价
SY/T 5268 油气田电网线损率测试和计算方法
DL/T 985 配电变压器能效技术经济评价导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

油气田电网 electrical power network for oil and gas field

油气田电力系统中，联系地区电源、油气田自备电厂和用户的属于输送和分配电能的中间环节。它主要由联结成网的输电线路、变电所、配电所和配电线路组成。

3.2

油气田电网的经济运行 the economic operation of electrical power network for oil and gas field

在技术经济允许、保证安全生产的条件下，通过优选运行方式，合理调整负载，改善运行条件，使油气田电网在电能损耗低的状态下运行。

4 变压器经济运行

4.1 变压器经济运行基本要求

- a) 在安全、经济、合理的条件下，通过调整负载，提高负荷率，提高功率因数，使变压器在经济运行区的优选段内工作。
- b) 在多台变压器并列运行的变配电所，应按负载变化规律，选择最佳组合方式运行。
- c) 新上 35kV/10（6）kV 变压器，当一次电压偏差变化较大时，宜采用有载自动调压器。

SY/T 6373—2008

4.2 单台变压器经济运行

4.2.1 变压器综合功率经济负载系数

变压器综合功率经济负载系数 β_z 按式 (1) 计算:

$$\beta_z = \frac{S_{ec}}{S_N} = \sqrt{\frac{\Delta P_0 + K_q \cdot \Delta Q_0}{\Delta P_K + K_q \cdot \Delta Q_N}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

S_{ec} ——变压器的经济负载, 单位为千伏安 (kV·A);

S_N ——变压器的额定容量, 单位为千伏安 (kV·A);

ΔP_0 ——变压器的空载有功损耗, 单位为千瓦 (kW);

ΔP_K ——变压器的短路有功损耗, 单位为千瓦 (kW);

K_q ——无功经济当量, 单位为千瓦每千乏 (kW/kvar);

ΔQ_0 ——变压器的空载无功损耗, 单位为千乏 (kvar);

ΔQ_N ——变压器额定负载时的无功损耗增量, 单位为千乏 (kvar)。

4.2.2 单台变压器经济运行区的确定方法

a) 单台变压器经济运行区的上限为 1, 经济运行区的下限为 β_z^2 。

b) 单台变压器最佳经济运行区的上限为 0.75, 最佳经济运行区的下限为 $1.33\beta_z^2$ 。

4.2.3 机械采油系统配电变压器经济运行

机械采油系统配电变压器在保障安全运行的前提下, 应按 GB 20052 和 DL/T 985 选择高效节能型变压器。其经济运行方式应在测试的基础上结合变压器的技术参数确定, 测试应符合 SY/T 5268 的规定。

4.2.4 变压器改造

油气田电网中应改造的变压器, 在技术经济可行的条件下, 应按 GB/T 13462, DL/T 985 和本标准的规定, 采用调换、更新或改造变压器等办法, 使变压器经济运行。

4.3 两台变压器经济运行

4.3.1 两台双绕组变压器的经济临界负载

两台同参数、同容量变压器并列运行时, 其经济临界负载按式 (2) 计算:

$$S_{cr} = S_N \sqrt{2 \times \frac{\Delta P_0 + K_q \cdot \Delta Q_0}{\Delta P_K + K_q \cdot \Delta Q_N}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

S_{cr} ——变压器并列运行的临界负载, 单位为千伏安 (kV·A)。

两台不同容量变压器并列运行的经济临界负载 (下标 1, 2 分别表示容量较大和较小的两台变压器) 按式 (3) 计算:

$$S_{cr} = \sqrt{\frac{\Delta P_{02}}{\frac{\Delta P_{K1}(1-r_1^2)}{S_{N1}^2} - \frac{\Delta P_{K2}r_2^2}{S_{N2}^2}}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$r_1 = \frac{U_{S2} \cdot S_{N1}}{U_{S1} \cdot S_{N2} + U_{S2} \cdot S_{N1}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$r_2 = \frac{U_{S1} \cdot S_{N2}}{U_{S1} \cdot S_{N2} + U_{S2} \cdot S_{N1}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

r_1, r_2 ——负荷分配系数;

U_{S1}, U_{S2} ——变压器阻抗电压比, 以百分数表示 (%)。

4.3.2 两台双绕组变压器的经济运行

当变压器的负载 $S \leq S_{cr}$ 时, 应投运一台变压器; 当 $S > S_{cr}$ 时, 应投运两台变压器。

并列运行的变压器容量应尽可能相同或相近。并列运行变压器的最大容量与最小容量之比, 不应超过 3:1。

两台不同容量变压器分列运行时, 临界负荷电流按式 (6) 计算:

$$I_{cr} = \sqrt{I_{N1} I_{N2} \left(\frac{\Delta P_{02} - \Delta P_{01}}{\Delta P_{K1} I_{N2}^2 - \Delta P_{K2} I_{N1}^2} \right)} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

I_{N1} , I_{N2} ——两台不同容量变压器额定负载电流, 单位为安 (A)。

当负荷电流小于 I_{cr} 且小于 I_{N2} 时, 在满足负荷要求的前提下, 应运行较小容量的变压器; 反之, 应运行较大容量的变压器。

5 无功补偿要求与方式

5.1 油气田电网无功补偿应坚持固定补偿与自动补偿相结合, 以固定补偿为主; 分散补偿与集中补偿相结合, 宜以分散补偿为主。

5.2 变电所二次侧功率因数应大于 0.9。

5.3 油气田电网无功优化补偿方法参见附录 A。

6 高压线路的经济运行

6.1 高压线路导线截面宜按经济电流密度选择, 并以电压允许偏差值进行校验。

6.2 6kV 及以上交叉跨越、供电半径长、导线截面偏小的线路应进行改造。

7 油气田电网运行控制

7.1 应按 GB/T 16664 的规定控制油气田电网达到经济运行状态。

7.2 应根据无功功率就地平衡的原则控制多级电压无功功率的潮流分布, 降低功率损耗。

7.3 应进行油气田电网各种运行方式的潮流计算和线损率计算, 线损率应达到本标准第 8 章的指标。

8 油气田电网线损率指标

8.1 110kV, 66kV 系统, 包括 110kV, 66kV 输电线路及主变压器, 线损率不应大于 2%。

8.2 35kV 系统, 包括 35kV 输电线路及主变压器, 线损率不应大于 4%。

8.3 10kV, 6kV 系统, 包括 10kV, 6kV 配电线路及配电变压器, 线损率不应大于 6%。

SY/T 6373—2008

附录 A

(资料性附录)

油气田电网无功优化补偿方法

A.1 无功优化补偿的目标和约束

补偿目标按式 (A.1) 计算:

$$J_{SY} = \xi \cdot P_{JS} - (K_a + K_b)(M_a + \alpha \cdot M_b) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式 (A.2) 为应满足的约束条件:

$$U_{\min} \leq U_i \leq U_{\max} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

 J_{SY} ——净节约现值, 单位为元; ξ ——有功电价, 元/千瓦时 [元/(kW·h)]; P_{JS} ——由于增设补偿电容而减少的电能损耗, 单位为千瓦时 (kW·h); K_a ——补偿设备年折旧维修率, 以百分数表示 (%); K_b ——补偿设备年投资回收率, 以百分数表示 (%); M_a ——单台标准电容器的价格, 元; M_b ——补偿电容的固定投资, 元; α ——0 或 1, 0 表示重复补偿, 1 表示第一次补偿; U_i ——补偿点的电压, 单位为千伏 (kV)。

A.2 无功优化补偿步骤

- a) 从一条分支线路的最末一个节点开始, 当校验该点补偿一个最小标准容量电容器组时, 各负荷点电压超过上限值, 则转移到同一分支线路上往变电所方向的下一个邻近节点, 作相似计算。
- b) 如果节点 i 补偿第 j 组标准电容器时电压满足要求, 则计算其补偿后获得的净节约值; 如果净节约值为负, 则去掉该补偿点。
- c) 对下一个节点同样计算净节约值, 并与前一个节点的净节约值比较, 如果在该点补偿的净节约值低, 则前一个节点可作为初选的可能补偿点; 否则重复本步计算。
- d) 对全部节点重复上述步骤, 即可得到净节约值最大的点, 初步确定第 j 组电容器安装的地点。
- e) 根据现场实际情况, 校验第 j 组电容器的安装位置是否需要修正。
- f) 在已确定的电容器起作用的情况下, 重复上述步骤, 直到找不到任何补偿点为止, 寻优结束。