

# 中华人民共和国行业标准

P. SH/T 3003-2000

---

## 石油化工合理利用能源 设计导则

**Design guideline for effectively utilizing energy  
sources in petrochemical industry**

2000-10-26 发布

2001-03-01 实施

---

国家石油和化学工业局 发布

中华人民共和国行业标准

# 石油化工合理利用能源 设计导则

Design guideline for effectively utilizing energy  
sources in petrochemical industry

SH/T 3003-2000

主编单位：中国石化集团兰州设计院  
主编部门：中国石油化工集团公司  
批准部门：国家石油和化学工业局

## 国家石油和化学工业局文件

国石化政发(2000)391号

关于批准《石油化工厂区绿化设计规范》  
等 27 项石油化工行业标准的通知

中国石油化工集团公司:

你公司报批的《石油化工厂区绿化设计规范》等 27 项石油化工行业标准草案,业经我局批准,现予发布。标准名称、编号为:

## 强制性标准:

| 序号 | 标准编号         | 标 准 名 称                              |
|----|--------------|--------------------------------------|
| 1. | SH 3008-2000 | 石油化工厂区绿化设计规范 (代替 SHJ8-89)            |
| 2. | SH 3011-2000 | 石油化工工艺装置设备布置设计通则 (代替 SHJ11-89)       |
| 3. | SH 3012-2000 | 石油化工管道布置设计通则 (代替 SHJ12-89)           |
| 4. | SH 3038-2000 | 石油化工企业生产装置电力设计技术规范 (代替 SHJ38-91)     |
| 5. | SH 3504-2000 | 催化裂化装置反应再生系统设备施工及验收规范 (代替 SHJ504-86) |
| 6. | SH 3506-2000 | 管式炉安装工程施工及验收规范 (代替 SHJ506-87)        |
| 7. | SH 3510-2000 | 石油化工设备混凝土基础工程施工及验收规范 (代替 SHJ510-88)  |

## 推荐性标准:

| 序号  | 标准编号           | 标 准 名 称                                |
|-----|----------------|----------------------------------------|
| 8.  | SH/T 3002-2000 | 石油库节能设计导则 (代替 SHJ2-87)                 |
| 9.  | SH/T 3003-2000 | 石油化工合理利用能源设计导则 (代替 SHJ3-88)            |
| 10. | SH/T 3013-2000 | 石油化工厂区竖向布置设计规范 (代替 SHJ13-89)           |
| 11. | SH/T 3101-2000 | 炼油厂流程图图例 (代替 SYJ1002-81)               |
| 12. | SH/T 3102-2000 | 石油化工采暖通风与空气调节设计图例 (代替 SYJ1005-81)      |
| 13. | SH/T 3104-2000 | 石油化工仪表安装设计规范 (代替 SYJ1010-82)           |
| 14. | SH/T 3105-2000 | 炼油厂自动化仪表管线平面布置图图例及文字代号 (代替 SYJ1012-82) |
| 15. | SH/T 3107-2000 | 石油化工液体物料铁路装卸车设施设计规范 (代替 SYJ1020-82)    |
| 16. | SH/T 3108-2000 | 炼油厂全厂性工艺及热力管道设计规范 (代替 SYJ1024-83)      |
| 17. | SH/T 3112-2000 | 石油化工管式炉炉管胀接工程技术条件 (代替 SHJ1039-84)      |
| 18. | SH/T 3113-2000 | 石油化工管式炉燃烧器工程技术条件 (代替 SHJ1040-84)       |
| 19. | SH/T 3114-2000 | 石油化工管式炉耐热铸铁件工程技术条件 (代替 SHJ1043-84)     |
| 20. | SH/T 3115-2000 | 石油化工管式炉轻质浇注料衬里工程技术条件 (代替 SHJ1045-84)   |
| 21. | SH/T 3116-2000 | 炼油厂用电负荷计算方法 (代替 SHJ1067-85)            |
| 22. | SH/T 3117-2000 | 炼油厂设计热力工质消耗计算方法 (代替 SHJ1069-85)        |
| 23. | SH/T 3118-2000 | 石油化工蒸汽喷射式抽空器设计规范 (代替 SHJ1073-86)       |

- 24. SH/T 3119-2000 石油化工钢制套管换热器设计规范（代替 SHJ1074-86）
  - 25. SH/T 3120-2000 石油化工喷射式混合器设计规范（代替 SHJ1075-86）
  - 26. SH/T 3121-2000 炼油装置工艺设计技术规定（代替 SHJ1076-86）
  - 27. SH/T 3122-2000 炼油装置工艺管线流程设计技术规定（代替 SHJ1077-86）
- 以上标准自 2001 年 3 月 1 日起实施，被代替的标准同时废止。

国家石油和化学工业局  
二〇〇〇年十月二十六日

## 前 言

本导则是根据中国石化[2000]建标字 090 号文的通知,由我院对原《石油化工厂合理利用能源设计导则》SHJ3-88 进行修订而成。

本导则共分 10 章。这次修订的主要内容有:

- 1 增加了“术语”和“储运”二章,调整了章节顺序;
- 2 增加了条文说明;
- 3 修改了机泵效率、工业炉空气过剩系数和热效率、热力系统汽水损失量、循环水污垢热阻等数据;
- 4 增加了通过系统集成优化、计算机控制和先进控制节能的规定;
- 5 增加了装置之间、过程之间能量相互利用的规定;
- 6 增加了低温热利用和利用新技术、新设备节约能量的规定;
- 7 增加了关于污水处理和废水回用的规定;
- 8 根据供电技术的发展和有关标准改写了第 10 章“供电”部分,对照明节能从光源、灯具、照明设计等几个方面做了规定。

在修订过程中,针对原导则中存在的问题,进行了广泛的调查研究,总结了近几年来石油化工业合理利用能源的实践经验,并征求了有关设计、施工、生产等方面的意见,对其中的主要问题进行了多次讨论,最后经审查定稿。

本导则在实施过程中,如发现需修改补充之处,请将意见和有关资料提供给我院,以便今后修订时参考。

我院的地址是:兰州市西固区福利西路 1 号

邮编:730060

本导则的主编单位是:中国石化集团兰州设计院

主要起草人:肖珍平 高立斌 陈增柱 江华东 赵 云 史惠楠 杜是路

## 目 次

|                 |    |
|-----------------|----|
| 1 总则 .....      | 1  |
| 2 术语 .....      | 2  |
| 3 一般规定 .....    | 3  |
| 4 工厂设计 .....    | 5  |
| 5 生产装置 .....    | 6  |
| 6 工业炉 .....     | 7  |
| 7 储运 .....      | 9  |
| 8 供热 .....      | 10 |
| 9 给水排水 .....    | 11 |
| 10 供电 .....     | 12 |
| 10.1 供电系统 ..... | 12 |
| 10.2 照明 .....   | 12 |
| 用词说明 .....      | 14 |
| 附 条文说明 .....    | 15 |

## 1 总 则

- 1.0.1 为保证在石油化工设计中贯彻《中华人民共和国节约能源法》，特制定本导则。
- 1.0.2 本导则适用于石油化工新建、扩建和改建工程的设计。
- 1.0.3 在技术经济合理的前提下，石油化工设计应采用节能的先进工艺和设备，以降低能耗、提高效益。
- 1.0.4 执行本导则时，尚应符合现行有关强制性标准规范的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 能源 Energy sources

能源指产生各种能量的物质，或从这些物质中经过加工制造出的具有能量的物质。

### 2.0.2 节能 Energy conservation

节能是指加强用能管理，采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可以承受的措施，减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费，更加有效、合理地利用能源。

### 2.0.3 先进控制 Advanced process control (APC)

先进控制是指在动态环境中，基于模型、借助计算机的充分计算能力，为工厂获得最大利润而实施的运行和技术控制策略。

### 2.0.4 热泵精馏 Heat pump distillation

热泵精馏就是把塔顶蒸汽加压升温，使其返回用作本身的再沸热源，回收其冷凝潜热。

### 2.0.5 浓缩倍数 Cycle of concentration

循环冷却水的含盐浓度与补充水的含盐浓度之比值，

### 2.0.6 污垢热阻 Fouling resistance

表示换热设备传热面上因沉积物而导致传热效率下降程度的数值，单位为  $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ 。

### 3 一般规定

3.0.1 石油化工设计的前期工作、基础设计(初步设计)和详细设计(施工图设计)的各个环节,均应重视合理利用能源和节约能量。在可行性研究和基础设计(初步设计)文件中,必须有合理利用能源的专门篇(章)论述。

3.0.2 在自动控制方案设计中,除满足一般生产要求外,还应根据节能的要求,合理配置各种监控、调节、检测及计量等仪表装置及控制系统。有条件、且效益明显时,宜考虑配置先进控制系统。

3.0.3 在输送能源的下列处所应设置检测计量仪表:

- 1 进出工厂处;
- 2 进出各个生产装置处;
- 3 进出生产和消耗能源的主要设备处。

3.0.4 根据能量平衡计算的需要,设置必要的仪表测试接口。

3.0.5 应选用高效节能的机、泵。严禁选用国家已公布属于淘汰的机、泵产品。在正常负荷下,机、泵运行工况应处于性能曲线的高效区,并应采取合理的调节方式予以保证。

3.0.6 驱动机应与机、泵的负荷相匹配。电动机所需功率的安全系数应按表 3.0.6 选取。若选用汽轮机作原动机时,汽轮机应满足泵在额定工况下所需的功率,并留有 10%的安全余量。

表 3.0.6 电动机所需功率的安全系数

| 名 称   | 轴功率(kW)   | 安全系数      |
|-------|-----------|-----------|
| 一般离心泵 | $\geq 75$ | 1.10      |
| 一般离心泵 | 21~74     | 1.15      |
| 一般离心泵 | 3~20      | 1.25~1.30 |
| 一般离心泵 | $< 3$     | 1.50      |
| 开式漩涡泵 |           | 1.60~2.50 |
| 闭式漩涡泵 |           | 2.20~3.30 |
| 容积式泵  |           | 1.10~1.25 |

3.0.7 在考虑工艺流程和设备布置方案时,应合理利用物料的压力能或位能输送物料。

3.0.8 应合理选择各种管道的管径。石油化工企业工艺装置内管道的管径应根据《石油化工企业工艺装置管径选择导则》SH3035-1991 确定,炼油装置和储运系统管道的管径应根据《炼油厂全厂性工艺及热力管道设计规范》SH/T3108-2000 确定。

3.0.9 在满足生产及安装要求的前提下,应选用管道阻力小的阀门、管件等。

3.0.10 应选用结构先进、质量可靠的蒸汽疏水阀。

3.0.11 应重视各种设备、管道及其附件的保温、保冷工程设计,合理确定保温、保冷材料的结构和经济厚度。

- 3.0.12 应合理进行管道的伴热设计。伴热介质应考虑就近利用回收的蒸汽凝结水、热水及有余热的物料，尽量节省蒸汽。在满足工艺需要和经济合理的前提下，可考虑采用电伴热。
- 3.0.13 水、电、气、蒸汽等公用工程设施应尽可能根据联合装置的布置和要求统一设置。

## 4 工厂设计

4.0.1 确定新建石油化工厂产品方案时,除应考虑市场需求和发展趋势外,还应慎重考虑与能耗直接相关的装置或单系列设备的生产能力,使其达到经济规模。

4.0.2 需要分期建设的石油化工厂,应做好总体规划,协调好分期建设的产品方案、物料平衡和能量平衡,实现综合利用,避免发生中间产品或最终产品的放空或焚烧。

4.0.3 工厂设计的工艺路线和技术方案选择,应符合下列要求:

1 工艺路线的选择应进行技术经济和能耗比较;

2 工厂最终产品和中间产品应以用户对产品质量的要求为前提,根据不同用途慎重确定不同的质量指标;

3 采用对环境友好的清洁生产工艺,以减少“三废”排放量。在满足环保排放达标要求的前提下,应采用低能耗的“三废”处理工艺。

4.0.4 在全厂总流程设计中,应尽量搞好原料的优化和综合利用。副产物应充分回收用于生产石油化工产品或作燃料,尽可能减少排放。

4.0.5 在进行工厂总平面布置时,应进行多方案比选。在符合有关规范的要求下,生产装置宜采用联合布置。

4.0.6 在工厂总图运输设计中,应根据当地条件和物料情况选定能耗低的运输方式。厂内的铁路、道路和厂门等的设置,应兼顾货物运输,使其运输功耗尽可能小。

4.0.7 在工厂总体规划和分期建设中,应注意从全局出发搞好地区性协作。应合理确定每期建设的水、电、气、蒸汽来源、参数及本厂的自建规模。

4.0.8 工厂燃料系统设计应对工厂副产可燃物料通过平衡充分利用,合理确定工厂燃料管网系统。

4.0.9 工厂生产过程中产生的反应热及其它余热,应根据其能量品位用于物料加热或产生相应参数的蒸汽。对于低品位热能宜统筹考虑,建立全厂低品位热能的利用系统。

4.0.10 根据工艺生产的要求以及全厂热力、动力平衡的合理性,对大功率的机泵宜选用汽轮机驱动。汽轮机型式的选择,应根据全厂蒸汽平衡确定,尽量多选背压式汽轮机,并适当设置抽汽凝汽式或纯凝汽式汽轮机,以适应负荷变化的调节。

4.0.11 在进行供水系统的划分和水平衡设计时,应力求做到重复利用、循环使用、一水多用。

4.0.12 原材料、中间产品和产品的储运系统设计,应在设备能力和结构、储存温度、操作方式等方面综合考虑并合理安排,以求得较佳的节能效果。

4.0.13 工厂的集中采暖系统,宜采用热水作热媒。

## 5 生产装置

- 5.0.1 生产装置内各设备的生产能力和操作制度(年操作时数、间断或连续操作方式等)应相适应。
- 5.0.2 生产装置的设计应做好装置物料和能量平衡,合理地按品位高低分级利用各种能量。
- 5.0.3 生产装置的设备布置设计,应有利于热能和位能的充分利用。
- 5.0.4 应选择合理的工艺操作条件(温度、压力、物料配比、浓度等),并对减压过程释放的能量合理利用。
- 5.0.5 反应单元操作的设计应符合下列要求:
  - 1 选择高效催化剂,合理确定反应配方,采用先进的反应器;
  - 2 充分利用反应热加热工艺物料、副产蒸汽或预热锅炉给水等;
  - 3 合理选择反应器的供热方式和介质;
  - 4 反应过程宜采用计算机控制;
  - 5 技术可行时,应将反应和其它过程(也包括其它反应过程)组合起来。
- 5.0.6 分馏、吸收、萃取等单元操作的设计应符合下列要求:
  - 1 确定方案时,应进行能耗比较,合理确定分离顺序、操作条件、产品收率和质量;
  - 2 应积极采用新型、高效塔盘和填料;
  - 3 塔系统宜采用热进料、中间再沸器、中间冷凝器等措施;
  - 4 采用最佳回流比;
  - 5 合理选择吸收剂、萃取剂,并确定适宜的溶剂比;
  - 6 对于沸点相近的物系分离如无合适的低品位热能可用时,宜采用热泵精馏。
- 5.0.7 传热单元操作的设计应符合下列要求:
  - 1 换热系统的设计应采用先进技术和软件进行优化集成;
  - 2 合理确定传热介质的流速,特别是控制传热一侧的流速,合理选择热端和冷端的温差;
  - 3 传热系统中的冷却和加热介质,应按能量品位合理选用;
  - 4 传热面积不宜有过大的预留系数;
  - 5 宜采用新型、高效的换热设备;
  - 6 采用先进的换热器防垢技术和清洗技术。
- 5.0.8 生产装置应考虑全过程的系统节能(含排放尾气能量的综合利用)。
- 5.0.9 生产装置(单元)之间应尽可能考虑热联合。
- 5.0.10 大型压缩机的驱动机选型,应结合厂区的汽源和电源等条件统筹考虑。

## 6 工 业 炉

6.0.1 确定工业炉燃料时,应在满足工业炉要求的前提下,根据炉型特点尽量采用从工艺装置回收的可作为燃料的油和气。

6.0.2 在经济合理与技术可行的前提下,工业炉的烟气余热应充分利用,尽可能地降低排烟温度。

6.0.3 工业炉燃烧器的类型,应根据炉型、燃料种类和燃烧方式选择,宜选用新型节能燃烧器。

6.0.4 在设计过剩空气系数下,燃烧器的最大放热量不应低于表 6.0.4 的规定:

表 6.0.4 燃烧器的最大放热量

| 燃烧器数量 | 最大放热量与正常放热量之比(%) |
|-------|------------------|
| ≤3    | 150              |
| 4~5   | 125              |
| 6~7   | 120              |
| ≥8    | 115              |

最大燃烧能力和最小燃烧能力的调节比,对液体燃料为≥3:1;对气体燃料为≥5:1。

6.0.5 燃烧器的空气过剩系数应按表 6.0.5 选用。

表 6.0.5 空气过剩系数

| 燃 烧 器 类 型   | 空气过剩系数   |
|-------------|----------|
| 自然给风的油燃烧器   | 不大于 1.25 |
| 自然给风的气体燃烧器  | 不大于 1.20 |
| 自然给风的引射式燃烧器 | 不大于 1.10 |
| 强制给风的油燃烧器   | 不大于 1.20 |
| 强制给风的气体燃烧器  | 不大于 1.15 |

6.0.6 工业炉砌体外部均应安装表面钢板。在保证安全操作的前提下,应严格控制炉体上各种门、孔的数量,减少漏风并保护炉墙。

6.0.7 炉墙结构材料和厚度应经济合理。在环境温度为 25℃和无风的条件下,工业炉本体和空气预热系统的外表面的设计温度不得大于 80℃。无余热回收系统的工业炉散热损失应控制在 2%以下,有余热回收系统时散热损失应控制在 3%以下。

注:①《化学工业炉结构设计规定》HG20541—92 规定:炉体外表面的设计温度应不大于 100℃,以 60~80℃为宜;

②《评价企业合理用热技术导则》GB/T3486—93 规定:在环境温度为 20℃时,工业炉炉内温度若大于 900℃,炉体外表面(侧墙)最高温度不得大于 80℃;

③美国石油协会标准《炼油厂常用火焰加热炉》API 560 规定:辐射和对流段外壁表面的设计温度,在无风条件下,环境温度为 27℃时,不得超过 82℃。当采用预热空气系统时,热烟气和热空气管道的设计条件应和上述相同。

6.0.8 按长年连续运转设计的管式炉，当燃料中的含硫量等于或小于 0.1%（重量）时，管式炉的热效率值不应低于表 6.0.8 所列的指标。

表 6.0.8 燃料基本不含硫的管式炉热效率指标

| 炉 别    | 一般管式炉设计热负荷 (MW) |     |      |      |       |        |     | 转化炉<br>或裂解炉 |
|--------|-----------------|-----|------|------|-------|--------|-----|-------------|
|        | <1              | 1~2 | >2~3 | >3~6 | >6~12 | >12~24 | >24 |             |
| 热效率(%) | 55              | 65  | 75   | 80   | 84    | 88     | 90  | ≥91         |

注：①管式炉的保证热效率一般可比设计热效率低 1%~2%；

②如要求热效率指标大于表 6.0.8 的规定时，对增加设施的费用应进行经济评价，增加投资的回收年限一般不应超过三年。

## 7 储 运

7.0.1 储运系统油品损耗量较大。为降低损耗，可采用如下措施：

1 闪点小于 28℃ 的油品储罐应选用浮顶罐或内浮顶罐，闪点大于或等于 28℃ 至小于 45℃ 的油品储罐宜选用浮顶罐或内浮顶罐；

2 当选用固定顶罐时，应设置呼吸阀及呼吸阀挡板，必要时可设置氮封系统或油气回收装置；

3 在一个油罐区内，应把同一种油品的固定顶油罐的气相空间用管线连通在一起；

4 罐内油品脱水，应采用技术成熟、安全可靠的脱水技术；

5 因气温较高或地区气压较低，致使轻油罐车上部卸油有困难时，宜采用新型高效节能泵代替真空辅助系统。

7.0.2 应根据油品的性质和工艺要求合理确定泵的类型。在选用泵的型号时，应使泵的运行经常处于高效区范围内。

7.0.3 电动离心泵应采取低能耗的调节方式调节流量。在具备条件时，应采用电动机调速代替阀门控制。

7.0.4 油品不应在罐内加热至较高温度后储存。需要升温输送的油品，输送时可采用罐内局部加热或管道加热。油品的加热应根据工艺操作要求，充分利用低品位的蒸汽和热水。

7.0.5 应合理选择油品的储存温度。油品的最低储存温度应比凝固点高 3~15℃，原油的储存温度不得高于初馏点。

## 8 供 热

8.0.1 新建工厂应充分利用工艺装置余热产生的蒸汽来满足工厂的供热需要。不足部分应考虑由区域热电站供应。当区域热电站无法满足时，可在厂内新建热源。

8.0.2 工厂内需新建独立的热源时，应将节能作为选择方案的重要因素，并根据多方案的技术经济比较，确定最佳的供热方案。

8.0.3 蒸汽系统的设计容量应根据全厂蒸汽平衡计算确定，并符合下列原则：

- 1 对所有热用户(包括动力用户)的用汽量、用汽参数、用汽性质应认真核实，并进行负荷分析；
- 2 工艺生产、采暖通风及生活用汽按最大负荷计算时应计入同时使用系数；
- 3 对工艺生产中的间断用汽应根据具体情况分别确定，不应简单叠加；
- 4 对于全厂生活用汽应进行控制；
- 5 蒸汽管网的热损失不应超过总热负荷的 5%；
- 6 生产装置的副产蒸汽应按正常产汽量计入。

8.0.4 应根据工厂的动力和热力负荷的要求，结合生产装置余热品位，选择合理的蒸汽参数。

8.0.5 确定蒸汽系统参数等级时，应对用户要求的各种参数适当归并，尽量减少系统压力等级，对大型系统不宜超过四级。

8.0.6 做好热功联产。工厂正常生产所需的中、低压蒸汽，应尽量由汽轮机的抽、排汽提供，不宜采用减温减压方式供汽。

8.0.7 燃煤锅炉燃烧设备类型的选择必须适合所定煤种及满足环境保护等的具体要求，并应优先选用新型的高效节煤锅炉。

8.0.8 工厂内蒸汽锅炉用软化水或脱盐水装置的设计，应结合工艺生产的用水要求以及蒸汽凝结水回收情况，做好全厂软化水及脱盐水的平衡，统一确定生产规模及供水方案。

8.0.9 全厂的蒸汽凝结水应充分回收。对利用蒸汽间接加热的生产设备，凝结水回收率应达 80%以上。对于可能被污染的凝结水，有回收价值的应设置水质检测及净化装置予以回收，确实不能回收的也应设法利用余热。

8.0.10 软化水和脱盐水的质量应符合有关标准的要求。

锅炉给水采用软水或脱盐水时，锅炉正常排污率不应大于下列指标：

- 1 以化学软水为补给水的供热式发电锅炉和中压工业锅炉为 5%；
- 2 以化学软水为补给水的凝汽式发电锅炉为 2%；
- 3 以化学软水为补给水的低压工业锅炉为 10%；
- 4 以化学脱盐水为补给水的供热式发电锅炉和高压工业锅炉为 2%；
- 5 以化学脱盐水为补给水的凝汽式发电锅炉为 1%。

8.0.11 水处理系统的设计，在满足用户对水质要求的前提下，应选用再生剂耗量低、节能效果好的工艺方案。

## 9 给水排水

9.0.1 工厂给水水源的设计,应最大限度地减少取水、净化与输水的能耗。

9.0.2 给水处理的设计应符合下列要求:

- 1 当水源含泥砂量较大时,净水构筑物宜靠近取水泵站;
- 2 应选用效率高、能耗低的净化工艺和设施;
- 3 尽量降低沉淀池和澄清池排泥水的含水率,必要时回收滤池冲洗用水,减少自用水量。

9.0.3 工厂供水系统的划分与水平衡设计,应按下列要求做到一水多用,提高重复利用率。

- 1 不应采用直流冷却水系统(使用海水除外),当必须采用时,应回收利用;
- 2 易挥发液体的储罐需要夏季喷淋冷却时,冷却水应回收利用;
- 3 制备软化水或除盐水所需要的原水,可采用未受污染的间接冷却新鲜水;
- 4 水力输送灰渣用水和对水质无严格要求的生产用水,宜利用经过处理的工业废水,或在本系统内循环使用。

9.0.4 循环冷却水系统的设计应符合下列要求:

1 冷却塔的设计应采用效率高、能耗低的结构、填料和风机。大、中型冷却塔的风机,有条件时可采用变频调速装置;

2 循环冷却水系统应设置水质处理与水质监控设施。循环水的浓缩倍数应符合表 9.0.4 的规定;

表 9.0.4 循环水浓缩倍数

| 装置类别      | 浓缩倍数       |
|-----------|------------|
| 大化肥装置     | $\geq 3.5$ |
| 化工、化纤类装置  | $\geq 3.0$ |
| 炼油、中型化肥装置 | $\geq 2.5$ |

3 敞开式循环冷却水系统的污垢热阻宜小于  $2.7 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ ;

4 循环冷却水系统的压力回水设计应考虑余压上塔,以降低能耗。

9.0.5 当工厂各生产装置要求供水压力差别较大时,应考虑采用不同压力的供水方案。当个别装置要求供水压力较高时,宜在装置内单独设加压机。

9.0.6 污水处理系统的设计应符合下列要求:

- 1 清污分离;
- 2 进行预处理,满足有关标准要求后进污水处理场;
- 3 严格控制进入污水处理场的污水量和水质;
- 4 污水处理应采用低能耗工艺。

9.0.7 加强废水回用,提高回用水比例。

## 10 供 电

### 10.1 供配电系统

10.1.1 供电电源和配电系统的设计应进行多方案比较,做到安全可靠、节约能源、技术先进、经济合理。

10.1.2 生产装置应经技术经济比较,选用较高的供电电压,减少变压层次和变电设备重复容量;对大容量用电设备,可采用供电电压直降配电。

10.1.3 生产装置变配电所的位置应尽量接近负荷中心,缩短供电距离,减少线路损耗。

10.1.4 变压器台数及容量的选择,除满足负荷性质、用电容量、运行方式及电动机自启动要求外,还应对其运行效率进行比较,使投运的变压器效率高,损耗小。

10.1.5 最大负荷利用小时数大于 5000 小时且长度超过 20 米或 35kV 及以上等级电力电缆的截面,应按经济电流密度选择或校验,以降低电缆运行电能损耗。

10.1.6 在生产装置中,宜采用热电联产和废气(热)发电技术。

10.1.7 应合理选用电动机,提高其负载率。对负载变化大的机泵宜采用变频调速装置。

10.1.8 变配电设备应选用效率高、能耗低、性能先进经国家认证的合格产品。

10.1.9 生产装置用电设备所产生的谐波引起电网电压正弦波畸变率,当超过《电能质量公用电网谐波》GB/T14549-93 规定值,应采取下述抑制高次谐波的措施:

1 对谐波电流影响较严重的三相四线供电回路,其中性线截面应按 200%相线截面选择;

2 用户与电网连接点的总电压正弦波畸变率超过规定的极限值的 75%,或用户向电网注入的谐波电流超过规定的允许值时,或作为用户的换流设备总容量规定值时,经由电力部门核算,应装设就地交流滤波装置。

10.1.10 生产装置的自然功率因数较低时,应设并联无功补偿装置使功率因数不低于 0.90。无功补偿设计应符合下列要求:

1 可调式无功补偿装置,应按无功功率最大需要设计。在负荷变动大的变电所,宜采用集中自动补偿控制装置进行无功补偿;

2 非可调式无功补偿装置,不宜大于网络的最小无功负荷;

3 对距供电点较远的大、中容量连续运行的电气负荷,宜采用就地无功补偿装置。

### 10.2 照 明

10.2.1 照明设计应在保证生产视觉要求、照明质量和满足照度标准的前提下,做到节约能源。

10.2.2 光源选择应符合下列规定:

1 高大厂房中宜采用高光效长寿命强气体放电的金属卤化物灯、高压钠灯;

2 一般场所优先选用高效节能荧光灯,在显色要求较高的场所宜采用三基色荧光灯、稀土节能荧光灯、小功率高显钠灯。

10.2.3 灯具选择应符合下列规定:

1 除有装饰需要外,应优先选用直射光通比例高、控光性能合理的高效灯具;

2 宜采用功率损耗低、性能稳定的灯具附件(如电子触发器)。

10.2.4 照明设计应符合下列规定:

1 对局部环境要求较高的场所,可采用分区或局部提高照度的照明方式;

- 2 大面积使用气体放电灯的场所宜装设补偿电容器，功率因数不应低于 0.85；
- 3 在条件允许时宜设专用照明变压器；
- 4 宜采用各种类型的节电开关，近窗灯具宜单设分回路和灯开关；
- 5 道路照明、户外装置照明，宜采用光电开关自动控制或集中管理控制。楼梯照明宜用节能声控开关控制。

## 用 词 说 明

对本导则条文中要求执行严格程度不同的用词，说明如下：

（一）表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

（二）表示严格，在正常情况下应这样做的用词

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

（三）表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做，采用“可”。

中华人民共和国行业标准

# 石油化工合理利用能源 设计 导 则

SH/T 3003-2000

条 文 说 明

2 0 0 0 北 京

目 次

1 总则 ..... 19

3 一般规定.....20

4 工厂设计.....21

5 生产装置.....23

6 工业炉.....25

7 储运 .....26

8 供热 .....27

9 给水排水.....28

10 供电 .....29

## 1 总 则

1.0.1 为了推进全社会节约能源,提高能源利用效率和经济效益,保护环境,保障国民经济和社会的持续发展,我国政府制定和颁布了《中华人民共和国节约能源法》。为了在石油化工业中贯彻落实《中华人民共和国节约能源法》,特制定本导则。

节能是一项长期的工作,其意义在于:

1 随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,对能源的需求越来越大,而容易被利用的能源资源有限,加上能源的开发需要大量的资金和较长的周期,因此,搞好节能工作,节约资源,是保持人类社会可持续发展的重要措施;

2 在石油化学工业中,石油、天然气和煤,既是能源,又是宝贵的原料。原料费用约占生产成本的40%~60%,能源费用约占生产成本的20%。节约能源,降低石油、天然气和煤等的消耗,可明显降低生产成本,增加利润,提高企业的竞争力;

3 节能能促进管理的改善和技术的进步。节能的过程就是一个生产现代化的过程,对管理和工艺技术都提出了更高的要求,因此,通过节能,有利于改变企业的落后面貌;

4 节能有利于环境保护。节能意味着减少了能源的开采与消耗,从而减少了烟、尘、灰、硫以及其它污染物的排放。

1.0.3 节能就是应用技术上可行、经济上合理、环境和社会可以接受的方法来有效地利用能源。节能并不简单地意味着少用能源,其实质是充分有效地发挥能源的作用,使同样数量的能源,可以提供更多的有效能,从而生产出更多、更好的产品,创造出更多产值和利润。

### 3 一般规定

3.0.2 为了搞好生产运行中的节能, 必须加强操作控制。例如产品纯度准确控制不够是引起过程能量损失的一个主要原因。若产品不合格将蒙受很大的损失, 但产品纯度过高, 将大大增加能耗。

在生产过程中, 各种参数的波动是不可避免的, 如原料的成分、气温、产量、蒸汽需求量等等, 若生产条件能随着这些条件的变化而相应变化, 将取得很大的节能效果。

3.0.3 节能降耗首先应从管理上加强, 没有健全的能量计量体系, 难于对能源的消费进行准确的统计, 难于进行能量平衡和定额管理。经济核算、计划管理就无法实施。

3.0.5 石油化工装置中所用的泵类设备型式繁多, 大小不一。不同流量、不同扬程、不同类型的泵效率不同。设计人员应根据具体情况, 尽可能地选用高效节能型机、泵, 并使其在正常负荷下处于性能曲线的高效区。

3.0.13 “气”是指仪表空气、工艺空气、氮气。

## 4 工厂设计

4.0.2 原条文要求尽量避免发生中间产品或最终产品的暂时放空或焚烧,实际执行中有一定困难,从工艺安全性角度考虑不可能做到。如丙烯腈装置中焚烧炉的设置就考虑了暂时(装置事故或下游氰化钠装置检修或事故状态)焚烧氢氰酸的可能,其它生产易燃、有毒介质的装置从工艺安全性设计上都考虑了物料的暂时放空或焚烧。因此,条文修改后,强调应尽量避免发生中间产品或最终产品长时间的放空或焚烧,对分期建设的石油化工厂来讲,应做好中间产品或产品的“食物链”,做到供需平衡、协调发展,也满足了工艺安全性方面的设计要求。

4.0.5 石油化工厂总平面布置须满足《石油化工企业设计防火规范》GB50160-92(99 修订)、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058-92 等规范要求,合理布置或采用联合布置可以更好地实现本规范第 4.0.8 条和 4.0.9 条的要求。随着装置规模的大型化,节能指标的先进性成为考核衡量工厂或联合装置的重要要求,因此本条条文强调应进行多方案比选,合理布置或采用联合布置。

4.0.9 生产过程中产生的反应热或其它余热回收利用是必要的。如何合理、充分地利用生产过程产生的热能,是近年来国际上节能领域研究的热点。合理用能,按质用能,尽量减少有效能的损失,提高能量转换过程中的有效能效率。

生产过程中使用的能量除一小部分转入到产品之中外,绝大部分高品位能量变成低品位能量,并以各种形式排放到环境而损失掉。除散热一项可以通过改善保温使其减小外,其它都有回收利用的可能性。如可采取以下措施:

### 1 原级利用

原级利用是指按温位及热量进行匹配(无需使能量升级)而直接回收利用的技术。有多种利用方式:

- a 预热原料,减少加热炉热负荷,降低燃料消耗。特别是常减压蒸馏装置的原料温度低,是一个十分有利的热井。在保证经济的传热温差下用于回收塔顶、顶循环和侧线油品的低温部分热量。
- b 预热工业用水,节约蒸汽。软化水、锅炉和蒸汽发生器给水以及催化剂制造装置用的洗涤水等,这些工业用水要求预热的温度不高(40~80℃),用热量大,系统简单,可以长期运行,在技术上和工程上都比较成熟,已被广泛采用。
- c 用于采暖和生活供热,节约蒸汽。虽然利用的热量多,但受季节限制,夏季要安排其它利用措施。
- d 用于轻烃装置做重沸器热源。
- e 用于工艺及仪表管线伴热。
- f 原油罐及其它重油罐的保温、加热。
- g 预热加热炉用空气。为了提高预热温度,有时还要利用一部分中温位热量。
- h 发生低压蒸汽。

### 2 升级利用

- a 热泵。通过热力循环实现热能从低温物体转移到高温物体的装置即是热泵。为实现这种能量转换,外界必须对体系给予能量补偿,根据补偿方式的不同可以分压缩式热泵(开路或闭路)和吸收式热泵两类。
- b 吸收制冷。用低温热做热源的吸收制冷代替压缩制冷和蒸汽喷射制冷是炼油厂充分利用低温热,减少蒸汽和电力消耗的节能措施之一。

- c 发电。我国已经进行了采用水或低沸点有机物作工质的兰金循环低温热发电技术的开发和应用工作，其中以水为工质的“发电-供热”机组从 1983 年在炼油厂投产以来，一直正常运行并收到了很大的节能效果。

## 5 生产装置

5.0.1 随着设计、加工和管理水平的提高,生产装置内设备的连续运行时间也在提高,很多过去一年检修一次的装置现在可以实现两年检修一次,甚至三年检修一次。因此,应根据装置的类型合理确定年操作时数,一般不宜低于 8000 小时;装置内各主要设备的上限负荷应相一致,宜不高于设计负荷的 110%。

5.0.4 如用膨胀机代替节流阀,利用工艺气体或液体的压力降做功或制冷,可回收工艺气体的压力能。例如,在年产 30 万吨大型乙烯装置脱甲烷塔塔顶,将富甲烷尾气节流阀改为膨胀机,可节能约 530kW,占制冷总能耗的 3%~4%,同时回收 280kW 的压缩功率。合成氨装置的布朗冷箱、热钾碱法脱碳和空分装置中都有采用膨胀机回收压力能的实例。

5.0.5 采用新型催化剂或将反应与其它过程(也包括其它反应过程)组合起来,可望改变反应进行的条件,提高反应转化率,达到节能的目的。

现有的化学工艺约有 80%是采用催化剂的,因此催化剂是化学工艺中的关键物质。一种新的催化剂研究开发成功,往往引起一场工艺改革。新型催化剂,或者可以缓和反应条件,使反应在较低的温度和压力下进行,就可以节省把反应物加热和加压所需要的能量;或者选择性提高,使副产物减少、生成物浓度提高,使后续精制过程的能耗减少;或者活性提高,降低了反应过程的推动力,减少了反应能耗。

5.0.6 操作条件、产品收率和质量对单元操作的能耗有很大影响,如分馏塔操作压力决定了塔顶冷凝器的冷却介质和塔釜再沸器加热介质的温度;操作压力对石油裂解气深冷分离过程中组分的相对挥发度、塔造价和操作费用等都有影响。产品收率、质量的确定相当复杂,它随产品售价、设备和公用工程价格等等因素而变,需要优化计算才能确定。

实践证明,新型、高效塔盘和填料这些硬件的发展极大地促进了石油化学工业的发展,在节能降耗方面取得不胜枚举的成功实例。精馏塔馏出液、塔釜液或侧线馏分在送往下道工序使用时一般需要冷却,利用其预热塔进料是最简单的节能方法。我们知道即使热负荷(塔顶冷凝器或塔底再沸器)在数量上没有变化,因为温度分布的变化也可能减少不可逆损失,采用中间再沸器或中间冷凝器可以把热负荷分配到塔底和塔中间或塔顶和塔中间,从而节省了能源。采用中间再沸器或中间冷凝器是有条件的,要有不同温度的热源,中间回收的热量要有适当的用户。当从局部考虑问题时做不到合理配置优化用能的目的,如果从过程系统考虑,考虑装置之间的热联合时能发挥最大的节能效益。

热泵系统运用于沸点相近的物系分离是合适的,此时塔顶塔釜温差并不大,也可运用于某些大温差(塔顶塔底)精馏中回流比大、温差小的部位。

物料的混合容易,而分离则必须外加能量才能进行,多股进料等于是进塔前已把原料分成几股组成不同的原料,已有一定程度的分离。从热力学的基本概念知道,要提高精馏过程的热力学效率,必须减少各平衡级传质和传热的推动力,当进料由单股改为多股时操作线与平衡线的距离缩短,有效能的损失减少了。多股进料一般运用于多组分宽沸点混合物的精馏。

采用两个相邻的常规塔分离组分时,当其中某个组分的含量很少或组分之间切割要求不严格时应研究能否采用侧线复杂塔代替两个常规塔,以节省设备投资和操作费用。侧线塔在炼油装置中运用较多,化工装置中也有运用。

5.0.7 本条第一款为新增内容。近年来过程集成方法成为节能降耗的最有用手段,其中夹点技术目前最为实用,它是从整个换热系统考虑,取得广泛的节能效果和经济效益为目的。只考虑局部的节能方

案达不到最好的节能效果，如从全局考虑甚至会出现不仅不节能反而耗能的情况。

换热过程有效能的损失主要有温差引起的有效能损失和流动阻力引起的有效能损失。减小传热温差可以通过强化传热提高传热系数或增大传热面积来实现，但增加流速又使动力消耗所需的运行费用增加，增加传热面积使投资费用增加。因此，在确定传热介质的流速和传热温差时要兼顾传热和流动损失，兼顾节能和投资，不同温位的传热应采取不同的传热温差，高温换热时温差可以大一些以减小换热面积，低温换热时应采用较小的传热温差。

5.0.8 全过程的系统节能是国际上 90 年代发展起来的。它不是指单股物流的余热回收利用和单个设备、单个单元操作过程的节能，而是指为实现能耗最小、费用最低、环境污染最小的目的，将所有过程作为一个有机的整体来考虑，采用先进的集成技术(如夹点技术)实现的整体优化和节能。

有资料介绍国外大公司采用夹点技术实施新工厂设计和老厂改造能分别取得节能 30%~50%和 20%~35%的目的，正因为如此显著的节能和降低成本的效果，此项技术越来越多地受到各国的重视，目前国际上一些大公司在投标时，拥有过程集成技术已成为必要条件。

5.0.9 这里重点强调节能应从全局考虑，不仅仅是装置或单元内部几股热流的回收利用问题，当从全局考虑时可以更好地实现 4.0.2 条的要求，实现原来不可能实现的节能效果和经济效益。随着生产装置的日趋大型化、联合化，节能、低耗是装置的重要经济指标，因此考虑装置间热联合是非常必要的。

## 6 工 业 炉

6.0.1~6.0.3 依据《石油化工厂合理利用能源导则》SHJ3-88 做了适当的用词修改编写的。

6.0.4~6.0.5 依据《石油化工管式炉设计规范》SH3036-1991 的有关条文编写的。

6.0.7 参照《化学工业炉结构设计规范》HG20541-92、《评价企业合理用热技术导则》GB / T3486-93、美国石油学会标准《炼油厂常用火焰加热炉》API560 的有关规定，结合我国各企业加热炉的设计和使用情况编写的。

6.0.8 依据《石油化工管式炉设计规范》SH3036-1991 的有关条文编写的。

## 7 储 运

本章是依据《石油库节能设计导则》SH / T3002-2000 编写的。

## 8 供 热

8.0.3 供热区域内有许多热用户，一个企业也有许多车间工段，它们的最大热负荷(指生产工艺热负荷)往往不是同时出现，在计算供热区域的最大热负荷时，必须考虑各用户的同时使用系数，即同时率 $K_t$ 。

$K_t$ =区域(企业)最大热负荷 / 各用户(各车间)的最大热负荷之和。

对有稳定生产热负荷的主要热用户，要求收集到不同季节的典型日的日负荷曲线，它完全反映了热用户在每一小时内的用热实际情况。在进行热负荷叠加时，是将各用户在同一时间的负荷进行叠加，没有最大热负荷同时率的问题。

对一些生产热负荷量较小或无稳定生产热负荷的次要热用户，由于受到测量仪表记录和管理水平的限制，不一定能收集到较为齐全的典型日负荷纪录，只能按耗煤量、产品单耗及用热时间等计算最大热负荷，在进行叠加时，应考虑同时率。同时率数值为 0.7~0.9，对热负荷较平稳的区域取大值，反之取小值。

采暖和生活制冷的热负荷，各用户都会同时随气温的变化而变化，不存在同时率。

生产热负荷大多同时随早、晚作息的变化而变化，也可不考虑同时率。

8.0.9 本条文采用国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049-94 的规定，“蒸汽热力网的用户端，当采用间接加热时，其凝结水回收率应达到 80% 以上”。

据调查，已投运的热电厂蒸汽热力网的凝结水回收率普遍较低，有的热用户凝结水水质污染严重；有的热用户加热设备或凝结水管道锈蚀严重，凝结水含铁量太大。此外，凝结水回收还存在管理不善的问题。

凝结水回收率低是供热系统热能和水资源利用率低的表现。对间接加热的用户规定较高的回收率，符合国家的能源政策和水资源政策，并可促进设计工作和生产管理的技术进步。例如采用性能优越的疏水器，加强设备技术改造，采用先进技术等，使我国热力网的节能技术和管理水平有较大的提高。

在凝结水回收的管理上，山西某热电厂做得较好，用户处间接加热的回水率实际达到 60%，对不回水的热用户则加收水费及水处理费。在凝结水回收中，若因某一用户生产设备泄漏，水质不合格而污染了整根凝结水管道，需要逐户检查测试才能找出污染源，从而切除污染源。对被污染的回水，若进行水处理经济上不合算时，就放掉。因此需要热用户端定时对凝结水回水水质进行监测。热电厂端根据水质情况分别予以处理：不需处理的就直接进入热力系统；有处理价值的经处理后再进入热力系统；无法处理或处理费用太大不合算的，则排入下水道。

有些热用户因生产工艺过程的特殊性，有时很难保证凝结水的回收质量和数量；有时凝结水数量不多，输送距离很远，建设凝结水管道投资较大；有时凝结水质较差，凝结水处理费用较高。在这些情况下，坚持凝结水回收是不经济的，没有实际意义。但为了节约能源和水资源，应在用户处对凝结水及其热量加以充分利用。

8.0.10 本条文规定是依据《化工企业化学水处理设计计算规定》HG / T 20552-94 编写的。

## 9 给水排水

9.0.2 高浊度水输送中,在泥沙特性一定的条件下,泥沙浓度大小是影响输水能耗的主要因素之一。对黄河高浊度水输送的大量试验和实践证明,在一般的设计流速范围内,当高浊度水流变特性受粘性制约时,泥沙浓度的增高使泥、水输送的能耗也相应增加。净水构筑物靠近取水泵站,可减少高浊度水输送距离,有利于节能。

9.0.3 关于工厂供水系统的划分与水平衡设计的一般规定。

工厂用水大部分是物料和设备的冷却用水。其中石油工业的冷却用水占工业用水的 90.1%,化工占 90.5%,冶金占 87.1%。如果将所有冷却水都采用循环水,不仅可以节省水资源,且有利于环境保护。经过水质处理过的循环水对设备腐蚀、结垢速度都比新鲜水小,从而可以降低设备的维修费用,提高换热效率,降低成本。目前,国内石油化工企业中有相当一部分冷却水还未做到全部循环使用,有的工厂完全可以用循环水的仍然使用新鲜水,用过也不加以回收利用。因此,规定工厂设计中凡能采用循环水的应采用循环水,不用新鲜水,如果某些单元必须使用新鲜水,应在设计中把用过的新鲜水再供其它用水设备使用,或经回收处理后使用。如锅炉用水可先经冷却器或冷凝器使用,这样既可节约新鲜水的用量,又可以回收一些热能。

9.0.4 循环冷却水系统节能应做好以下几点:

1 大、中型冷却塔风机能耗占冷却水系统能耗比重较大。采用变频调速装置,使风机风量与循环水量、水温及气候的季节性变化相匹配,有利于节能。在技术、经济比较可行的情况下,可采用变频调速装置;

2 提高浓缩倍数可减少循环冷却水系统的补充水量,起到节水、节能的作用。与国外相比,我国石化企业循环水浓缩倍数普遍偏低。国外炼油企业浓缩倍数一般在 3.0 以上,化工企业一般在 4.0~5.0;石化总公司炼油系统只有 2.5,化工系统平均只有 3.0 左右。可见石化企业提高循环水浓缩倍数尚有余地。

本条数据根据石化集团公司生产部对循环水浓缩倍数的要求制定;

3 循环水系统中由水质形成冷却设备的污垢是最常见的一种危害。垢层降低设备的换热效率,影响产品的产量和质量,造成能源浪费。1mm 的垢厚大约相当于 8% 的能源损失,垢层越厚,换热效率越低,能源消耗越大。同时,也使循环水系统的阻力增大,直接造成动能浪费。

近年来,随着循环冷却水处理技术不断进步,新的、高效的阻垢防腐药剂不断出现,并被广泛地应用于石化企业,已取得成熟的经验。

条文中的污垢热阻值根据《石油化工给排水水质标准》SH3099-2000 制定。

9.0.6 对废水进行清污分离,并在此基础上将生产污水进一步按质分类,可减少污水处理量,并有利于对各种污水进行针对性处理。例如:将分馏塔顶油水分离器排放的含硫污水单独进行脱硫处理;将丙烯腈装置或炭黑回收装置的含腈(氰)污水单独进行除腈(氰)处理,都能大大减轻污水处理场各处理构筑物的处理负荷,提高污水处理效果,减少投资,降低能耗。

9.0.7 关于废水回用的原则规定。

废水回用应在技术可靠、经济合理的前提下采用。废水经处理后可用于工业循环冷却水、冲洗用水、居住小区中水道和人工景观用水等。

## 10 供 电

10.1 依据《石油化工企业生产装置电力设计技术规范》SH3038-2000 的有关条文编写的。

10.2 原导则中关于照明节能仅列了一条，过于简化，不便于执行。本次修订依据《化工企业照明设计技术规定》HG / T20586-96、《民用建筑电气设计规范》JGJ / T16-92 两种规范的有关条文编写的。