

附录 B

(资料性附录)

典型石油化工装置的设计能耗值

装置的设计能耗值计算基准采用 GB/T 50441。有特别准入值要求的装置能耗值可根据需要按相应的标准计算。典型石油化工装置的设计能耗值见表 B。

表 B 典型石油化工装置的设计能耗值

装置名称	装置类型	设计能耗值 (标准油) kg/t	计算基准	备注
蒸馏装置	燃料型常减压蒸馏	9.2	原料	常规原油(350℃拔出率 35%~45%，500℃拔出率 65%~70%)、含电脱盐、不含轻烃回收
	润滑油型常减压蒸馏	9.7	原料	
	常压蒸馏	8.2	原料	
催化裂化	催化裂化 FCC (不含 LTAG)	45	新鲜原料	带烟机，不含烟气净化，富气压缩机采用背压式透平驱动
	催化裂化 FCC (含 LTAG)	47	新鲜原料	带烟机，不含烟气净化，富气压缩机采用背压式透平驱动
	深度催化裂化 DCC	88 ^a	新鲜原料	带烟机，不含烟气净化，富气压缩机采用背压式透平驱动
	催化热裂解 CPP	230	原料	带烟机，不含烟气净化，含气体分离，富气压缩机采用背压式透平驱动
催化重整	连续重整(含预处理和重整部分，流程到脱戊烷塔，戊烷和液化气分离在装置内)	90	重整反应进料	循环氢压缩机和增压机均按采用 3.5MPa 蒸汽凝汽透平驱动计算
	半再生(含预处理和重整部分，流程到脱戊烷塔，戊烷和液化气分离在装置内)	85	重整反应进料	循环氢压缩机和增压机采用电机驱动
芳烃抽提 (含芳烃分离)	单苯抽提	50	抽提原料	不含脱 C6 塔，采用抽提蒸馏技术，原料中芳烃的质量含量为 30%~40%
	苯-甲苯抽提	60	抽提原料	不含重整油塔
	三苯抽提	80	抽提原料	不含脱重组分塔
对二甲苯 PX	芳烃抽提	40	原料	不含苯-甲苯分馏部分
	歧化	40	歧化反应进料	含苯-甲苯分馏部分
	吸附、异构化及二甲苯分馏	240	产品	异构化采用乙苯转化型技术
		210	产品	异构化采用脱乙基型技术
制氢	水蒸汽转化工艺	1100 ^b	氢气	加工能耗，原料消耗不计入能耗
		3750	氢气	综合能耗，原料消耗计入能耗
渣油加氢处理	固定床法	15~17	原料	—
蜡油加氢裂化	—	25~35	原料	一次通过流程

表 B 典型石油化工装置的设计能耗值（续）

装置名称	装置类型	设计能耗值 (标准油) kg/t	计算基准	备注
柴油加氢精制	滴流床法	8~10	原料	—
延迟焦化	不含吸收稳定	23.4	原料	基于循环比 0.05, 富气压缩机采用背压式透平驱动
	含吸收稳定	28.9	原料	基于循环比 0.05, 富气压缩机采用背压式透平驱动
溶剂脱沥青	生产润滑油	26~36	原料	与轻油收率和产品性质相关
	生产裂解料	24~26	原料	与轻油收率相关, 充分外供低温热
硫酸烷基化	流出物制冷	105	产品	不含废酸再生部分
气体分馏	常规三塔流程	39	原料	全部由低温热源供热
		50	原料	高丙烯含量原料, 低温热量不足
甲基叔丁基醚 MTBE (炼油型)	混相床+催化蒸馏+脱硫	70~75	产品	原料中异丁烯质量含量 12%~20%, 能耗值与异丁烯含量相关
	外循环+催化蒸馏+脱硫	75~80	产品	原料中异丁烯质量含量 20%~27%, 能耗值与异丁烯含量相关
甲基叔丁基醚 MTBE (化工型)	外循环+催化蒸馏	50~56	产品	原料中异丁烯质量含量 35%~48%, 能耗值与异丁烯含量相关
硫磺回收	克劳斯+加氢还原吸收工艺	约 50	产品	行业平均运行值
糠醛精制	轻油型	28.7	原料	—
	重油型	33.4	原料	—
溶剂脱蜡/脱油	轻油型	55	原料	—
	重油型	64	原料	—
	脱蜡、脱油联合型	90	原料	—
甲醇制烯烃 MTO	(含烯烃分离)	340	烯烃	带烟机
乙烯	液体裂解	550	产品	以石脑油为原料
	气体裂解	350	产品	—
聚乙烯 PE	气相法	115	产品	—
	淤浆环管法	125	产品	—
	淤浆釜式法	155	产品	—
环氧乙烷/乙二醇 (EO/EG)	乙烯法	230	产品	按产品当量环氧乙烷 (EOE) 计
乙二醇 (EG)	合成气法	732~784	产品	按乙二醇合格产品实物量计

表 B 典型石油化工装置的设计能耗值（续）

装置名称	装置类型	设计能耗值 (标准油)	计算基准	备注
------	------	----------------	------	----

		kg/t		
聚丙烯 PP	连续液相本体法	101	产品	行业平均运行值, 能耗与产品牌号有关
	连续气相法	93	产品	
环氧丙烷 (PO)	氯醇法	203	产品	—
	乙苯共氧化法	350	环氧丙烷+苯乙烯	—
	异丁烷共氧化法	273	环氧丙烷+MTBE	—
	过氧化氢法	385	产品	—
丁二烯	乙腈法	250~270	产品	能耗与原料中丁二烯含量有关
	DMF 法	260~280	产品	能耗与原料中丁二烯含量有关
	NMP 法	190~220	产品	能耗与原料中丁二烯含量有关
橡胶	顺丁橡胶 (BR)	400~600	产品	充油与非充油变化较大
	丁基橡胶 (IIR)	1200~1600	产品	—
	溶聚丁苯橡胶 (SSBR)	400~500	产品	充油与非充油变化较大
	热塑性弹性体 (SBS)	400~500	产品	充油与非充油变化较大
裂解汽油加氢	全馏分加氢	46~60	原料	—
	中心馏分加氢	43~50	原料	—
苯乙烯	乙烯法	235	产品	—
	干气法	385	产品	—
	乙苯共氧化法	350	环氧丙烷+苯乙烯	—
精对苯二甲酸	—	56	产品	
注: 装置的工艺技术选择、装置的产品用途、产品性质和产品收率的要求、公用工程条件、低温热资源条件、上/下游装置的热联合条件以及投资的经济合理性等因素, 均可能影响装置的能耗。需要根据装置的实际情况, 确定合理的装置设计能耗值。				
^a 数据来自 GB 30251—2013《炼油单位产品能源消耗限额》。				
^b 此值为干气和液化烃的质量收率低于 48% (含) 的能耗值, 干气和液化烃的质量收率在 48%~54% (含) 时, 能耗值 (标准油) 增加量按线性比例增加至 3.4 kg/t。				

本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工装置工艺设计规范

SH/T3121—20XX

条文说明

20XX年 北京

修订说明

《石油化工装置工艺设计规范》(SH/T 3121—20XX), 经工业和信息化部 20XX 年 XX 月 XX 日以前第 XXX 号公告批准发布。

本规范是在《炼油装置工艺设计规范》(SH/T 3121—2000) 的基础上修订而成, 上一版的主编单位是中国石化集团公司北京设计院, 主要起草人员是万元生、陈文造。

本规范修订过程中, 编制组进行了广泛的调查研究, 总结了石油化工装置工程建设及装置生产运行的实践经验, 并参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定, 《石油化工装置工艺设计规范》编制组按章、条顺序编制了本规范的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目次

1	范围	28
3	基本要求	28
4	年开工时数和设计负荷	28
6	能耗及节能措施	29
7	设备	29
7.1	一般规定	29
7.2	塔	29
7.3	热交换器	30
7.5	辅助容器	30
8	安全泄压与危险介质排放	30
8.2	危险介质排放	30
9	取样和分析	31
9.1	取样	31
10	环境保护、工艺安全和职业卫生	31
10.1	环境保护	31
10.2	工艺安全	31
10.3	职业卫生	31

石油化工装置工艺设计规范

1 范围

本规范中的石油化工装置，系指炼油装置和以石油或石油产品为原料的化工装置等生产装置。为生产装置提供动力的给水排水、供电、燃气、供汽、供风、通信、制冷等公用工程及辅助生产设施，如：循环水场、空分、热电、罐区及储运系统、火炬、污水处理场等，不在本规范范围内。

3 基本要求

3.1 装置的工艺设计包括工艺包设计及工程设计。

本条给出了装置工艺设计需要具备的条件。

a) 建设项目的程序论证及批准过程，包括：项目建设需要通过安全预评价、职业病危害预评价、节能评估，编制报告并获得批复。在基础设计阶段，编制环境保护专篇/章、安全设施设计专篇、消防设计专篇、职业病防护设施设计专篇、节能专篇、抗震设防专篇。

1 在建设项目可行性论证阶段，编制环境影响报告书或环境影响报告表。在建设项目开工建设前将环境影响报告书或环境影响报告表报给环境保护行政主管部门。在建设项目的基础设计阶段，编制环境保护篇/章。

2 在建设项目可行性论证阶段，对危险化学品建设项目进行安全预评价，并编制安全预评价报告。报告获得批复后，建设项目的安全设施的设计与主体工程同时进行，并编制安全设施设计专篇。建设项目的消防设施的设计同时进行，编制消防设计文件。

3 在建设项目可行性论证阶段，进行职业病危害预评价，编制预评价报告。根据职业病危害程度，对职业病危害预评价报告进行相应评审，并形成评审意见。存在职业病危害的建设项目，在施工前由设计单位进行职业病防护设施设计。

b) 工程项目的性质指项目是新建、改建或扩建。

c) 装置设计需要的工艺基础数据，如试验数据、生产数据和经验数据等，以及研究单位提供的工艺数据包和专利商提供的专利商文件或工艺包等有效资料。

f) 装置在工厂总图中的具体位置，除相邻装置外，与相关的工艺装置的关系也可能影响装置的工艺设计。

3.2 在装置工艺设计中，根据工艺过程的特点，对工艺方案、环境保护方法及主要设备的选择在技术和经济方面的比较，可以通过工艺、技术、设备、催化剂、溶剂和化学药剂等的优选，从而减少工艺过程的用能及提高能量转换效率、提高装置本质安全性、减少“三废”排放、减轻环境污染和降低工程投资。

4 年开工时数和设计负荷

4.1 原第 3.0.1 条的修改：

将“除腐蚀、结焦严重及受催化剂寿命限制外，炼油装置每年正常开工时数不应低于 8400h（两年检修一次）”，修改为“除工艺限制条件外，炼油装置的设计年开工时数不宜低于 8400 小时，化工装置的设计年开工时数不宜低于 8000 小时。”化工装置大多能够四年检修一次，达到年开工时数 8400 小时，但极少数装置尚有难度，故正文中规定化工装置的设计年开工时数宜不低于 8000 小时。对全厂炼化一体化企业，可以做到以每年开工时数统一为 8400 小时作为计算基准。本条的工艺限制条件是指

腐蚀、磨蚀、结焦、聚合、结块和催化剂寿命等的限制，涉及装置如固定床渣油加氢、己二酸、己内酰胺、高压聚乙烯、丙烯酸、丙烯酸酯、合成橡胶、合成纤维等。

本条不适用于间歇不连续操作的装置。

4.2 “整体水力学弹性”是指整个装置能够运行的能力范围，但产品质量在上限不做保证。对于每个单体设备的水力学弹性需根据工艺分析单独确定。

对有特殊要求的装置，如对进料量和性质等变动可能性较大的酸性水汽提装置、气体脱硫和溶剂再生装置等环保型工艺装置，其整体的水力学弹性上限可适当提高，以更好地适应上游工艺装置的排出量或性质波动比较大的情况，而此时仍能保证装置处理效果。具有多条生产线的装置，其下限弹性要满足单条生产线正常操作，如聚碳酸酯装置，受产品牌号和下游挤出机生产能力限制，会有酯化反应单元一条生产线，聚合反应三条生产线，挤出机三条或者六条生产线的情况，装置整体下限弹性可以做到30%。多条生产线的装置的操作弹性按经济性和生产线的组合能力确定。

6 能耗及节能措施

6.4 产品出装置至罐区储罐时，其温度需要满足罐区的接收要求，一般需满足石油化工储运系统罐区设计规范 SH/T 3007 中罐区对可燃液体的储存温度要求。对单一用户，出装置的产品在装置内冷却至罐区储存要求的温度是合适的。对多装置、多产品的存储温度在采用循环水等公用工程进行冷却难以达到时，可以结合项目情况，使出装置产品不必分别在装置内采用冷媒继续冷却，而是在罐区统一设置制冷站，以节约能耗及投资。例如多装置的丁二烯、苯乙烯等易发生聚合的产品，其储罐的存储温度为10℃左右，可以根据项目情况，丁二烯出装置温度不大于45℃，苯乙烯出装置温度为40℃，而在罐区设置统一制冷站，满足丁二烯和苯乙烯的存储温度要求。

6.6 间断操作或仅在开工阶段短期投用的加热炉的设计热效率可以按经济性原则确定，不受表6.6限制。

6.7 间断使用、蒸汽流量较小时可以通过减温减压设施作为调压措施。当公用工程系统的蒸汽管网压力等级与装置所需要的蒸汽压力等级不直接匹配时，通过经济性比较，确定是否将压力等级较高的蒸汽通过减温减压设施作为调压措施。

6.8 装置能量的回收措施有很多，工艺上可以采用的途径包括催化裂化装置的烟气能量回收系统、常减压装置的优化换热网络系统、气体分馏装置的热泵系统及高压加氢回收高压差能量的液力透平等。

6.9 设备和管线的绝热采用导热系数小的绝热材料可以降低能量损失。绝热材料的选择应根据占用空间、容重及价格进行经济性优化。对绝热效果会影响反应温度的部位，宜采用导热系数更小的绝热材料及增加绝热材料厚度以减少热量损失。

7 设备

设备中由于反应器类型多、复杂程度高、差异性大，其具体设计要求不在此规范内涉及，可以参考相关技术资料。

7.1 一般规定

7.1.1 短时间非工作工况，如设备的蒸汽吹扫或液化石油气储存设备非正常降压气化造成介质的温度突然降低等工况。

如果短时间非工作工况造成设备选材变化使得投资增加较多，可通过综合经济对比，采用适当的工艺措施或严格操作管理程序等手段，避免此种短时间非工作工况对设备材质的影响。

7.1.2 设计温度不能高于元件金属在工作状态中可能达到的最低温度。该工作状态可以是正常运行过程、物料存储过程或N₂充压过程等。

7.2 塔

7.2.12 随着体系起泡性的增加，液体在降液管内的最小停留时间需增加。对发泡程度低的，如低分子量烃类等，其最小停留时间不小于3s；对发泡程度高的，如矿物油吸收剂等，最小停留时间不小于5s；

对发泡程度很高的，如胺类和二元醇类等，最小停留时间不小于 7s。

7.2.14 对于一般的分馏塔，喷射液泛泛点率 $<80\% \sim 82\%$ ；对于负压操作的塔，喷射液泛泛点率 $<75\% \sim 77\%$ ；对于塔径小于 900mm 的塔，喷射液泛泛点率 $<65\% \sim 75\%$ 。降液管内清液层高度，对于易起泡物系，不大于板间距与堰高之和的 30%~40%；对于一般的物系，降液管内清液层高度不大于板间距与堰高之和的 50%；对于极不易起泡物系，降液管内清液层高度不大于板间距与堰高之和的 60%~70%。

7.3 热交换器

7.3.3 对于一次通过式重沸器，宽馏分介质一般质量汽化率不大于 25%；对于如 C5~C7 窄馏程范围的饱和烃类、窄馏程范围的有机物的水溶液（如乙醇的水溶液）等再沸器内介质质量汽化率不大于 35%。

7.3.6 特定的工艺工况如：循环水、有腐蚀性或有毒性或有沉淀物生成的液体、易结垢的流体、黏度较小的流体和高压流体等，通常布置在换热器管程。

7.3.7 根据 GB/T 151—2014 中表 E.1，管壳式换热器管内循环冷却水的流速在大于 1m/s 和小于或等于 1m/s 时的污垢热阻值都是 $17.6 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ，即在合适的流速范围内，流速对污垢热阻值影响很小。根据石油化工工程经验，若换热管金属壁温不超过 70℃时，管壳式换热器管内循环冷却水的流速可低至 0.8m/s，若换热管水侧金属壁温超过 70℃或水质较差时，需适当提高循环冷却水流速。若换热管水侧金属壁温较低且水质较好时可根据经验适当降低管内循环水流速。

7.5 辅助容器

7.5.4 不允许与空气接触的物料或溶剂，例如芳烃抽提装置的原料、产品、溶剂、加氢装置的进料等。随着环保要求的提高，更多的物料包括封油（蜡油/柴油），燃料油等也要求氮封。

8 安全泄压与危险介质排放

8.1 安全泄压

8.1.1 本条给出了安全泄压设施的设置所需遵循原则。

a) 系统可以是单台设备、管道、或几台设备由管道连接的连通体。

e) “足够措施”是指在图纸上对隔断阀标注铅封开（或锁开），在图纸的备注或说明中注明该阀在正常运行时不允许关闭，该隔断阀的结构需要保证当阀门出现故障时，不能影响阀门的流通能力。

8.1.3 本条是对 GB/T 150.1—2011 中 B.5.3 的补充。GB/T 150.1—2011 中 B.5.3 规定“爆破片安全装置不能单独用于排放介质毒性程度为极度、高度危害或易爆及液化石油气等场合，在这些场合可以和安全阀组合使用”，考虑的是爆破片是非重闭式的，一旦破裂，将会有大量的介质泄放，所以要求爆破片和安全阀组合使用。但本规范 8.1.2 所规定的场所，并不适合串联安全阀。比如系统压力快速增长，如果串联设置安全阀，会产生安全问题；再比如系统的压力很高或很低，安全阀难以制造等，所以本规范做了补充规定。

8.1.4 本条给出了组合设置安全阀和爆破片的情况。

f) 对于既有如火灾工况可以采用安全阀保护的泄压工况，也有像反应飞温这样需要采用爆破片保护的泄压工况，可以同时并联设置安全阀和爆破片以保护系统安全。

8.2 危险介质排放

危险介质（包括危险性气体和危险性液体）为按照《危险化学品安全管理条例》第三条所称危险化学品及其气态或液态形式。

8.2.1 本条给出了危险介质的排放所需遵循原则。

f) 混合后达到急性毒性类别 1 或类别 2 的介质和具有腐蚀性的介质，需要提出排放介质的组成，由接收系统判断可否排入全厂排放系统。

9 取样和分析

9.1 取样

9.1.1 本条对密闭/敞开放样系统的选用做出了规定。

- d) 对含有氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、二甲二硫、二硫化碳和苯乙烯等恶臭物质的物料，采用密闭取样系统可以避免取样时刺激嗅觉引起不愉快。恶臭污染物可以根据相关标准判定。

10 环境保护、工艺安全和职业卫生

10.1 环境保护

10.1.5 合理设置排水系统，对循环水回水、含油污水、含盐污水和工艺污水等按不同的系统分开处理。排水系统的设置做到清污分流、雨污分流、污污分流，分类收集、监控和处理。

优化用水流程，例如：蜡油加氢裂化装置分馏塔顶低含 H_2S 浓度的冷凝水用作反应系统的注水，可以减少软化水用水量（从而可以减少新鲜水的耗用量），并减少排至酸性水汽提装置的污水外排量。含硫污水经酸性水汽提装置处理后的净化水可以返回用于系统的注水等，使生产用水重复利用、循环使用，减少废水的排放量。

10.1.6 对石油化工装置产生的废液和废固等固体废物设置合理可行的预处理、临时储存及妥善的最终处理处置措施，避免污染转移和二次污染。

按照“减量化、资源化、无害化”的原则对石油化工装置产生的各类固体废物进行控制，通过采取必要的预处理措施，如：对乙烯装置碱洗水洗塔排出的废碱液可采取湿式氧化、高效生物处理等方法进行预处理，甲醇制烯烃、环氧丙烷联产苯乙烯等装置碱洗塔排出的废碱液可焚烧处理等，减少装置产生的固体废物数量及其危害性。

对不需要在装置内进行预处理的固体废物，可以在装置外集中储存，按规范要求设置临时存储库。临时储存固体废物的最终去向，优先考虑回收或综合利用，不能回收利用的热值较高的固体废物进行焚烧处理，不能回收利用的热值较低的固体废物进行填埋处置。

10.2 工艺安全

10.2.2 工艺过程中的危险化学品其判定参考《危险化学品目录（2015版）》（国家安全生产监督管理总局等10部门公告〔2015〕第5号），未列入目录的物质依据《危险化学品安全管理条例》判定是否为危险化学品。

10.2.3 石油化工装置辨识的危险和有害因素包括化学性、物理性、生物性和作业环境等危险和有害因素。

本条给出了工艺过程的操作条件和作业环境中存在的危险和有害因素的辨识及分析的工况。

- b) 特殊作业，包括但不限于：催化剂装填、切换泵/过滤器清洗等。

10.2.8 运行中可能产生静电的设备和管道需要采取消除静电积聚的措施，如静电接地、限制流速等。

10.3 职业卫生

10.3.4 放射性料位计的存储要专库专存且满足相关标准要求。放射性料位计的安装要由有资质的人员进行操作，其使用的场所周边要有警示标示，周边辐射满足相关标准要求。