

化工过程仿真培训



青岛科技大学化工学院

陶旭梅



青岛科技大学化工学院
College of Chemical Engineering of QUST

第九章 吸收系统



主要内容

1

吸收原理

2

工艺流程

3

开车过程

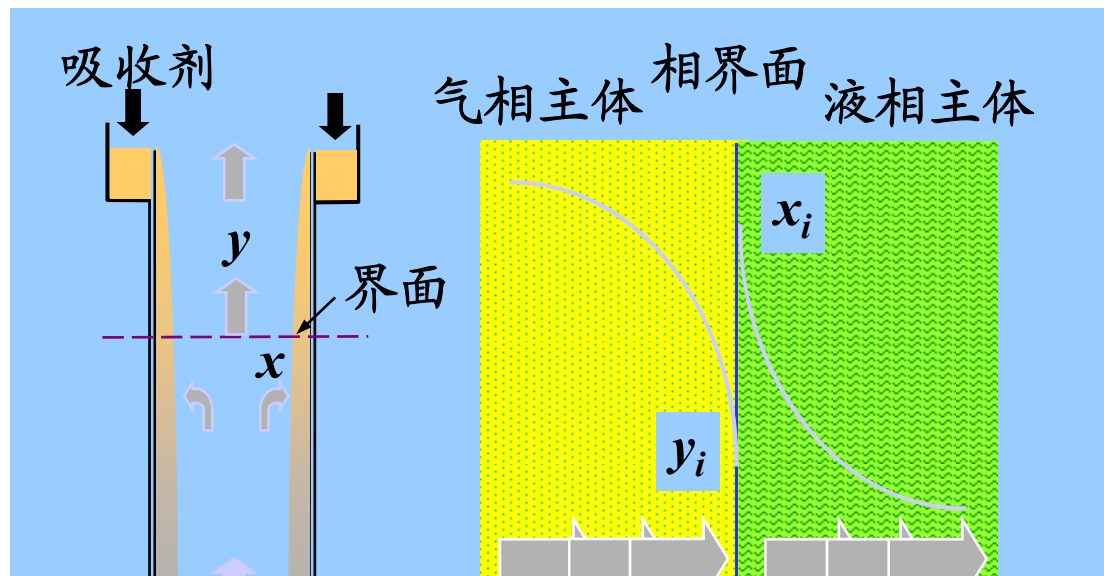


气体吸收的概念

用混合气体中各组分在液体中溶解度的差异而分离气体混合物的单元操作称为吸收。

吸收操作时某些易溶组分进入液相形成溶液，不溶或难溶组仍留在气相，从而实现混合气体的分离。

本吸收是混合气
某些组分在气
界面上溶解、
相和液相内由
差推动的传质



吸收过程及常用术语

吸收质或溶质：混合气体中的可溶成分，以A表示。

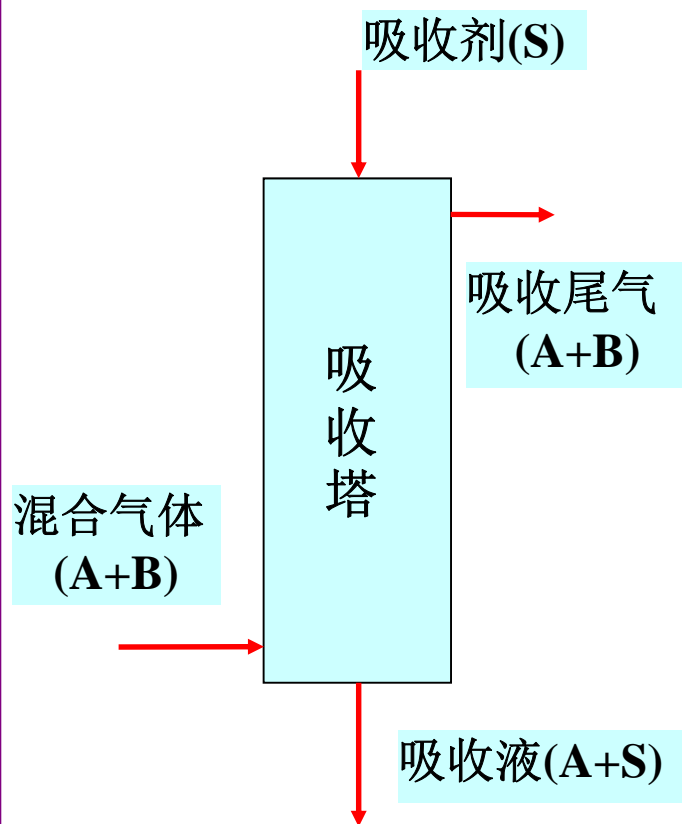
惰性气体或载体：不溶或难溶组分以B表示。

吸收剂或溶剂：吸收操作中所用的剂，以S表示。

吸收液或溶液：吸收操作后得到的液，主要成分为溶剂S和溶质A。

吸收尾气：吸收后排出的气体，主要为惰性气体B和少量的溶质A。

吸收过程在**吸收塔**中进行，逆流操作吸收塔示意图如右所示



吸收的目的及作用

、**制取产品** 用吸收剂吸收气体中某些组分而获得产品。如浓硫酸吸收 SO_3 制浓硫酸，水吸收甲醛制福尔马林液，用水吸收氯化氢制盐酸等。

、**分离混合气体** 吸收剂选择性地吸收气体中某些组分以达到分离目的。例如石油馏分裂解生产出来的乙烯、丙烯，还与氢、甲烷等混在一起，可用分子量较大的液态烃把乙烯、丙烯吸收，使与甲烷、氢分离开来。

、**气体净化** 一类是原料气的净化，即除去混合气体中的杂质，如合成氨原料气脱 H_2S 、脱 CO_2 等；另一类是尾气处理和废气净化以保护环境，如燃煤锅炉烟气，冶炼废气等脱除

吸收操作必须解决的问题

用吸收操作来进行气体混合物的分离，必须解决下述三方面的问题：

1) 选择合适的溶剂

溶剂应满足选择性好、蒸气压低、化学稳定性好、易于再生等特点。

2) 提供传质设备以实现气液两相的接触，使溶质从气相转移至液相

3) 溶剂的再生

吸收剂的选择

溶解度：对溶质有较大的溶解度。

溶解度 \uparrow ，溶剂用量 \downarrow ，溶剂再生费用 \downarrow ；

溶解度 \uparrow ，对一定的液气比，吸收推动力 \uparrow ，吸收传质速率 \uparrow ，完成一定的传质任务所需设备尺寸 \downarrow ；

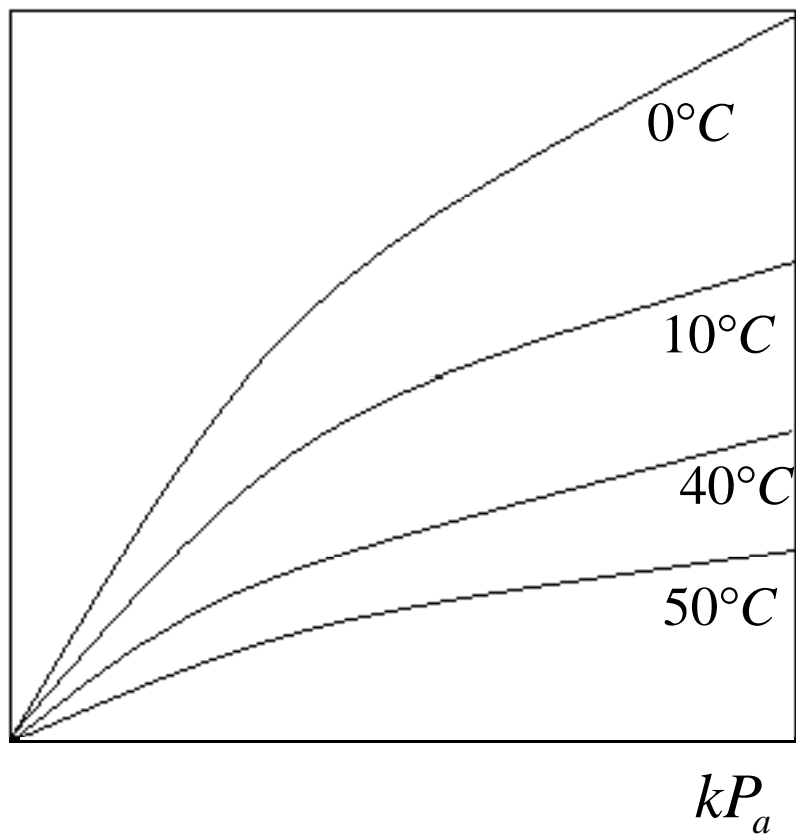
选择性：良好的选择性，即对待吸收组分的溶解度大，其余组分溶解度小；

挥发度：稳定不易挥发，以减少溶剂损失；

黏度：黏度低，有利于气液接触与分散，提高吸收速率；

其他：无毒、腐蚀性小、不易燃、价廉等。

溶解度曲线



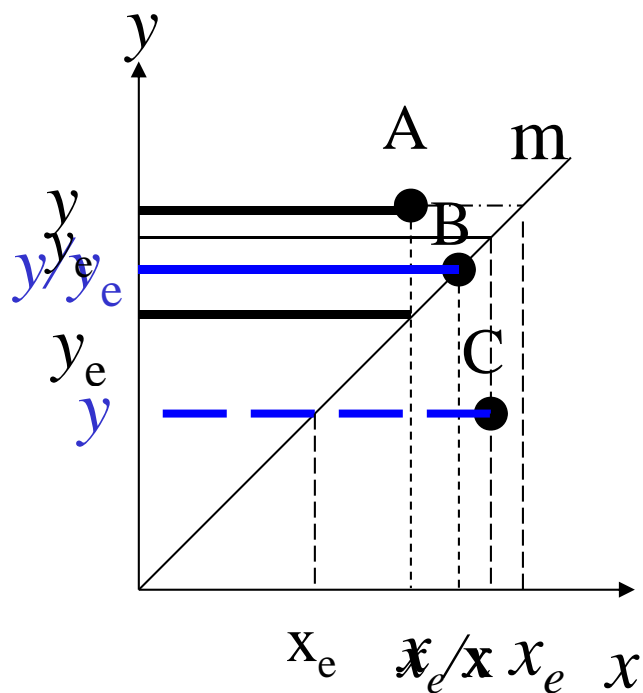
加压和降温对吸收有利

升温 and 减压对解吸有利

氨在水中的溶解度

相平衡关系在吸收过程中的应用

1. 判断过程进行的方向



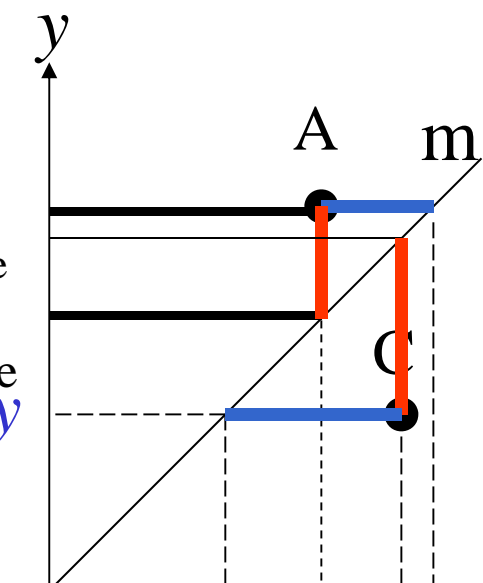
【结论】

组成点在平衡线上方，为吸收过程

组成点在平衡线上，为平衡过程

2. 确定传质的推动力

当传质进行时，其速率与传质的推动力大小有关，传质过程是否容易进行取决于实际组成偏离平衡组成的程度，因而推动力可用一相的实际组成与其对应的平衡组成之差来表示。



【说明】

实际组成偏离平衡组成的程度愈大，过程的推动力愈大，其传质速率愈大，吸收/解吸过程愈容易进行。

3.指明传质过程进行的极限

因为平衡是过程进行的极限，所以当两相进行接触，达到平衡时过程也就终止，即：

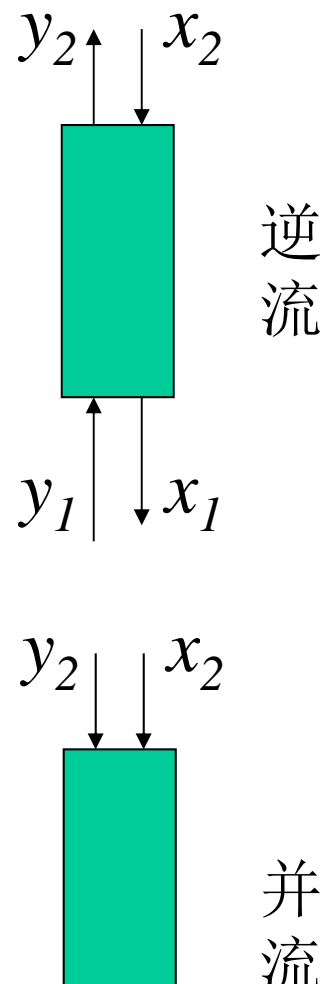
$y=y_e$ 或者 $x=x_e$ 时，吸收或者解吸过程将停止

不会无限进行下去。若要使过程进行，必须改变条件，使原来的平衡打破，在新的条件下重新建立平衡。

对吸收而言，无论气液相流量、塔高、塔径如何，出塔尾气的组成不会低于与该位置液相组成相平衡的气相组成。如逆流：

$y_2 \geq y_{e2} = mx_2$ ；并流： $y_1 \geq y_{e1} = mx_1$ ；

对吸收而言，无论气液相流量、塔高、塔径如何，吸收液的组成不会高于与该位置气相组成相平衡的液相组成。如逆流 & 并流



吸收设备

工业吸收设备有什么要求？

可能提供气、液两相有足够大的接触面积；

可能使气、液两相接触充分；

可能使气、液两相的传质推动力大（逆流）。

目前工业上常用的吸收设备是塔设备

填料塔、板式塔

吸收设备

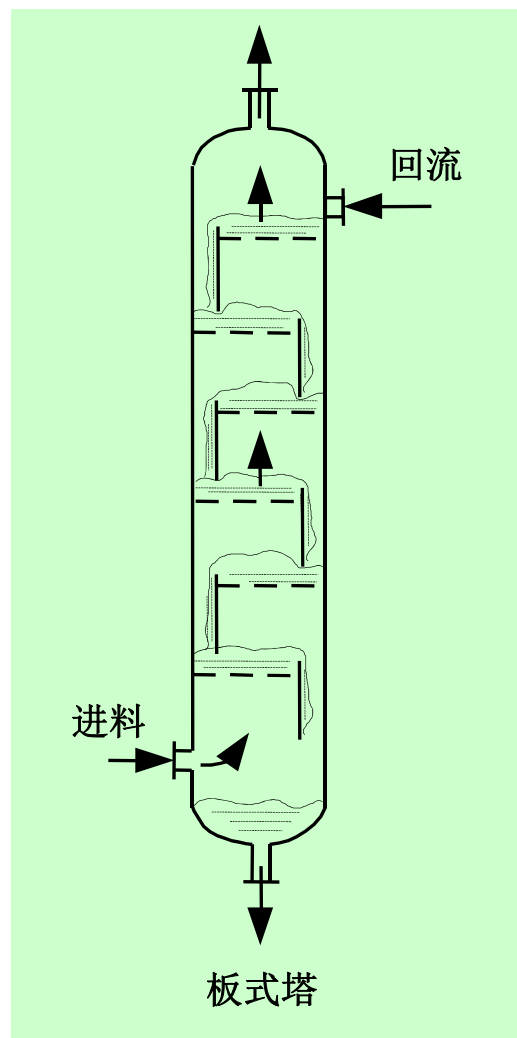
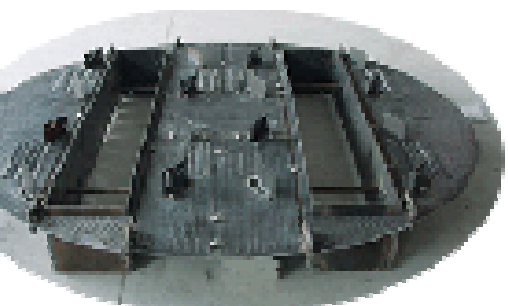
液传质设备的基本功能：形成液两相充分接触的相界面，使、热的传递快速有效地进行，触混合与传质后的气、液两相及时分开，互不夹带等。



液传质设备的分类：气液传质设备的种类很多，按接触方式可分为连续（微分）接触式（填料塔）和逐级接触式（板

板式塔

在圆柱形壳体内按一定间距水平设置若干层塔板，液体靠重力作用自上而下流经各层板后从塔底排出，各层塔板上保持有一定厚度的流动液层；气体则在压差差的推动下，自塔底向上依次穿过各层板上的液层上升至塔顶排出。气、液在塔内逐板接触进行质、热交换，故两相的组成沿塔高呈阶跃式变化。



板式塔（级式接触式）

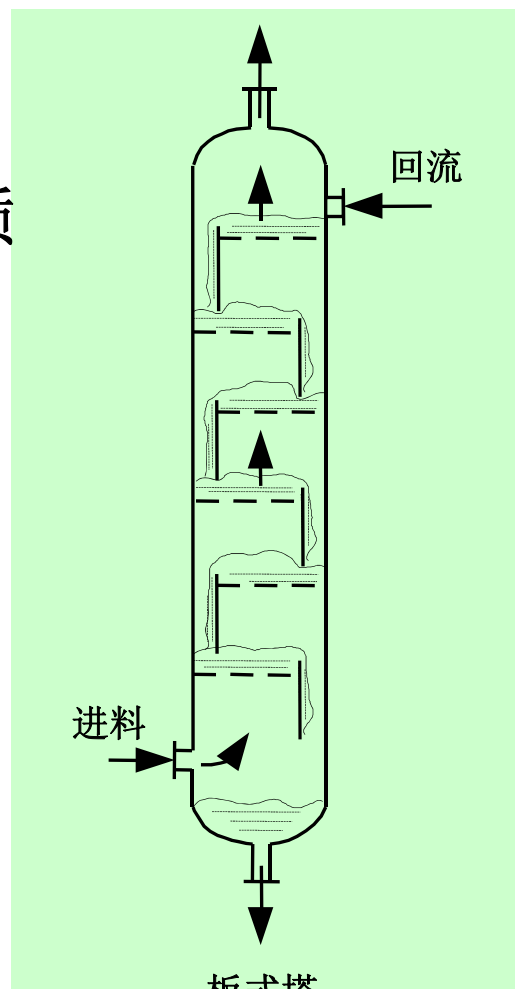
气体为分散相，液体为连续相；

气体鼓泡通过塔板上液层，气液接触传质

，接触界面为气泡表面；

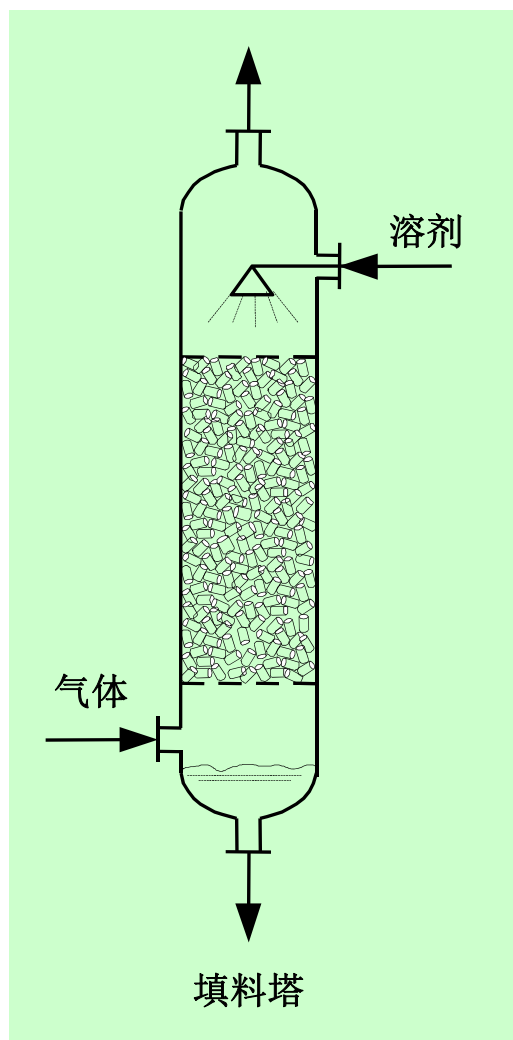
气液相组成沿塔高呈阶跃变化；

气液流向为逆流。



填料塔

在圆柱形壳体内装填一定高度的填料，液体经塔顶喷淋装置均匀分布于填料层顶部上，依靠重力作用沿填料表面自上而下流经填料层后自塔底排出；气体则在压强差推动下穿过填料层的空隙，由塔的一端流向另一端。气液在填料表面接触进行质、热交换，两相的组成沿塔高连续变化。



填料塔（微分接触式）

液体为分散相，气体为连续相；

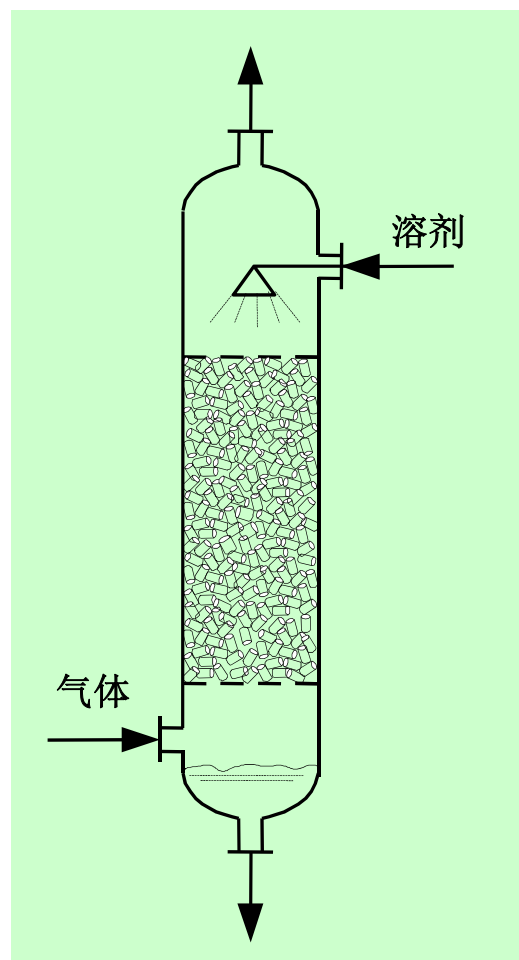
填料表面积即为气液接触传质面积；

气液相组成沿塔高呈连续变化；

气液流向可逆流或并流；

并流只有从上往下走，不可以从下往上，否则

体会充满容器！



解吸

吸收过程使混合气中的溶质溶解于吸收剂中而得到一种溶液，但就溶质的存在形态而言仍是一种混合物，并没有得到纯度较高的气体溶质。

工业生产中，除以制取溶液为目的的吸收以外，大都要进行解吸，以得到纯度较高的气体溶质或使吸收剂重复使用。

解吸（脱吸）是使溶质从吸收液中释放出的过程，一般在解吸塔中进行。

解吸

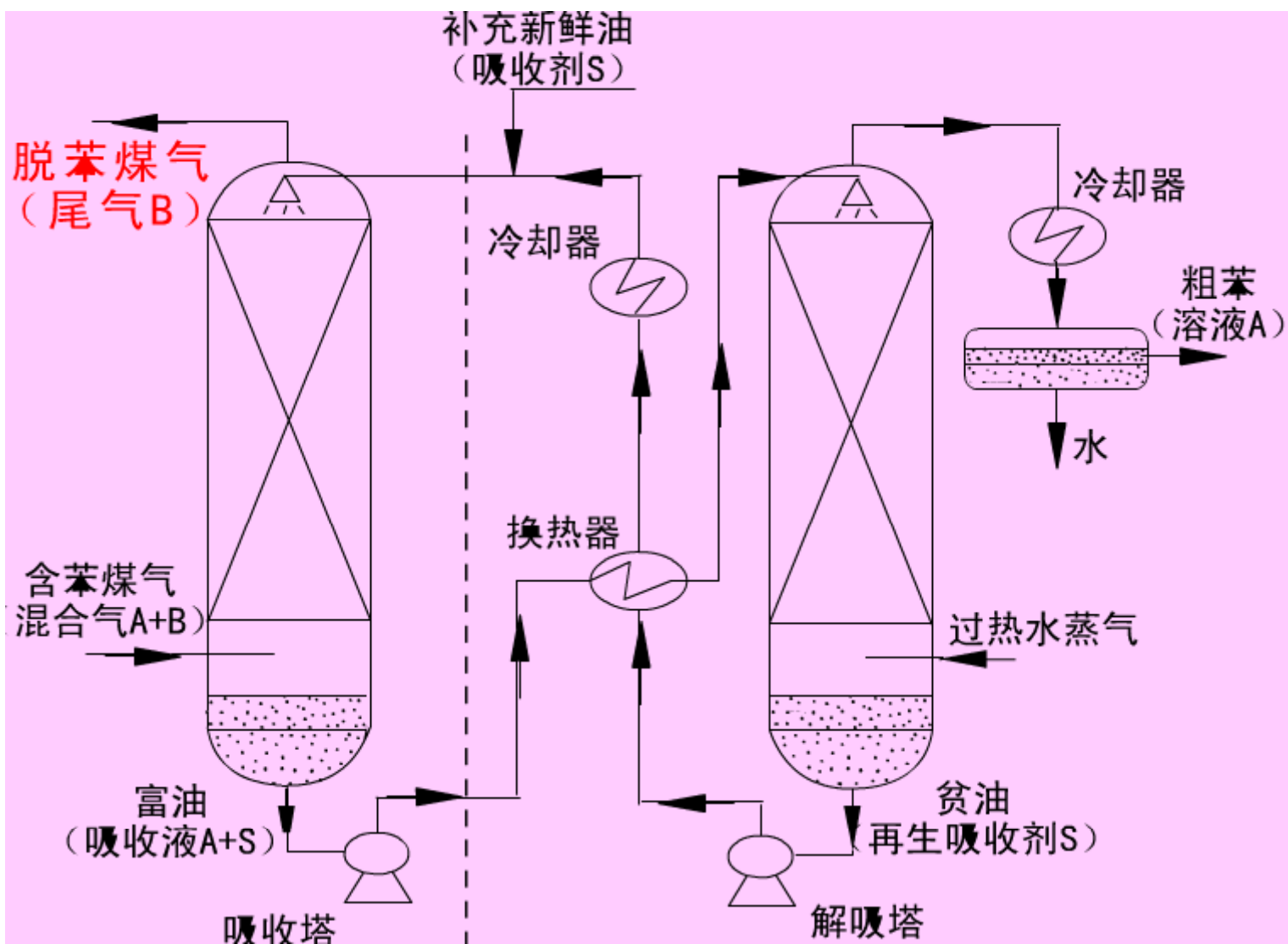
用得解吸方法有升温、吹气、减压，其中升温与吹气特别是升温与吹气同时使用最为常见。

减压有利解吸，加压有利吸收。

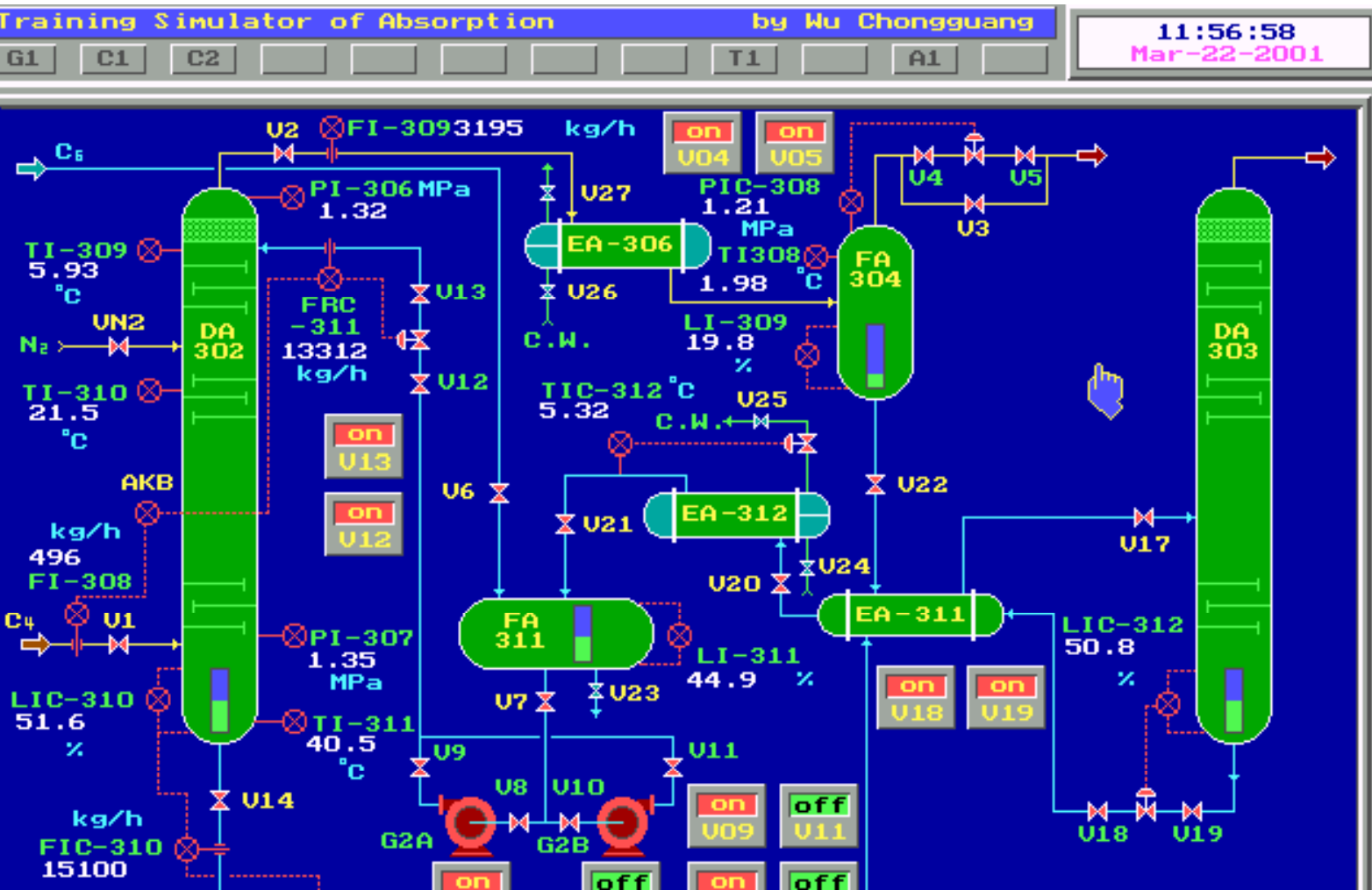
溶剂在吸收与解吸设备之间循环，加热和冷却、泄压与加压消耗较多的能量，故采用减压解吸不常见。

溶剂的溶解能力差，离开吸收塔得吸收液中溶质浓度低，所需得溶剂循环量大，再生能耗也大。

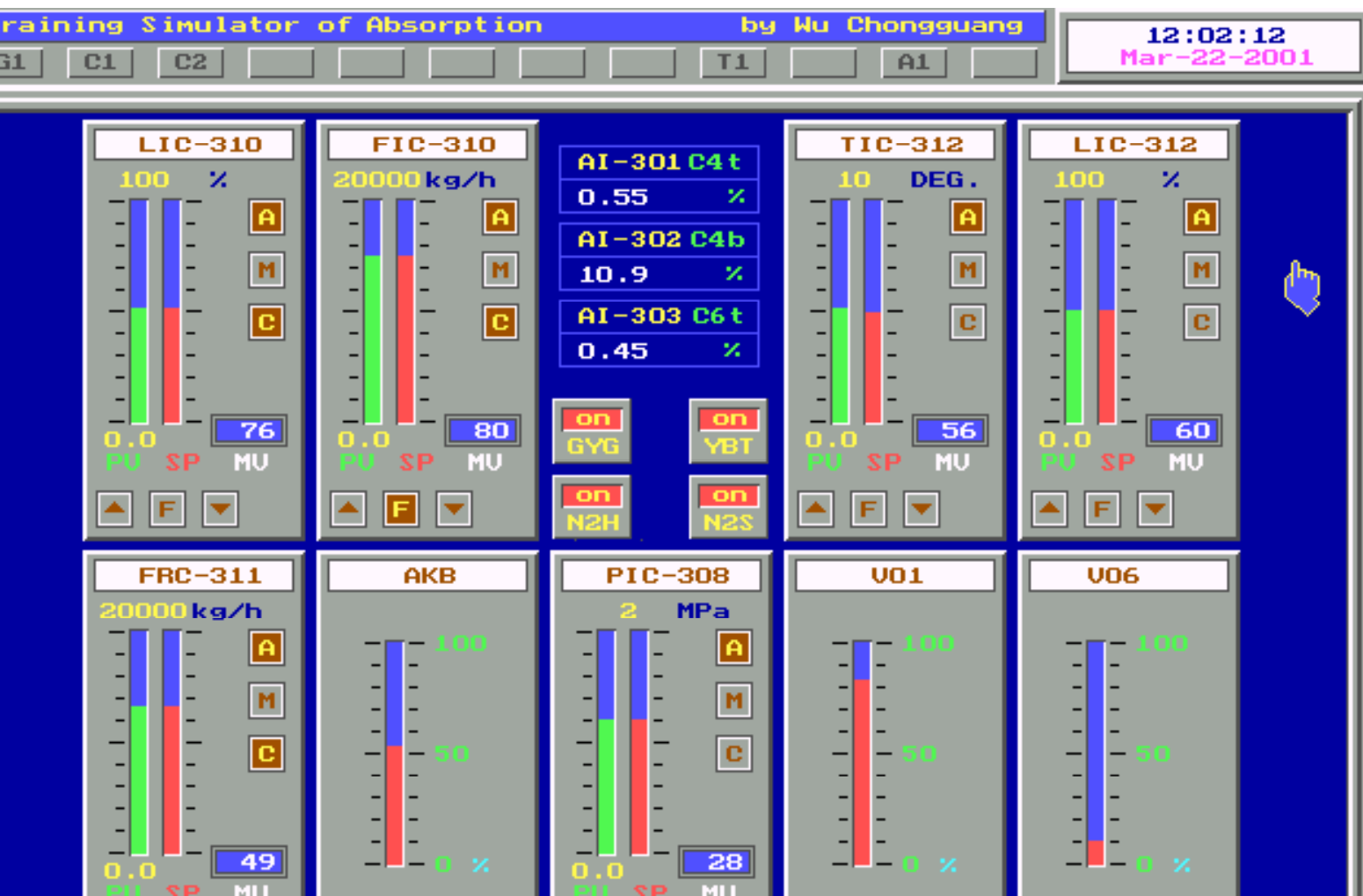
溶剂的溶解能力对温度变化不敏感，所需解吸温度较高，溶剂再生能耗也将增大。



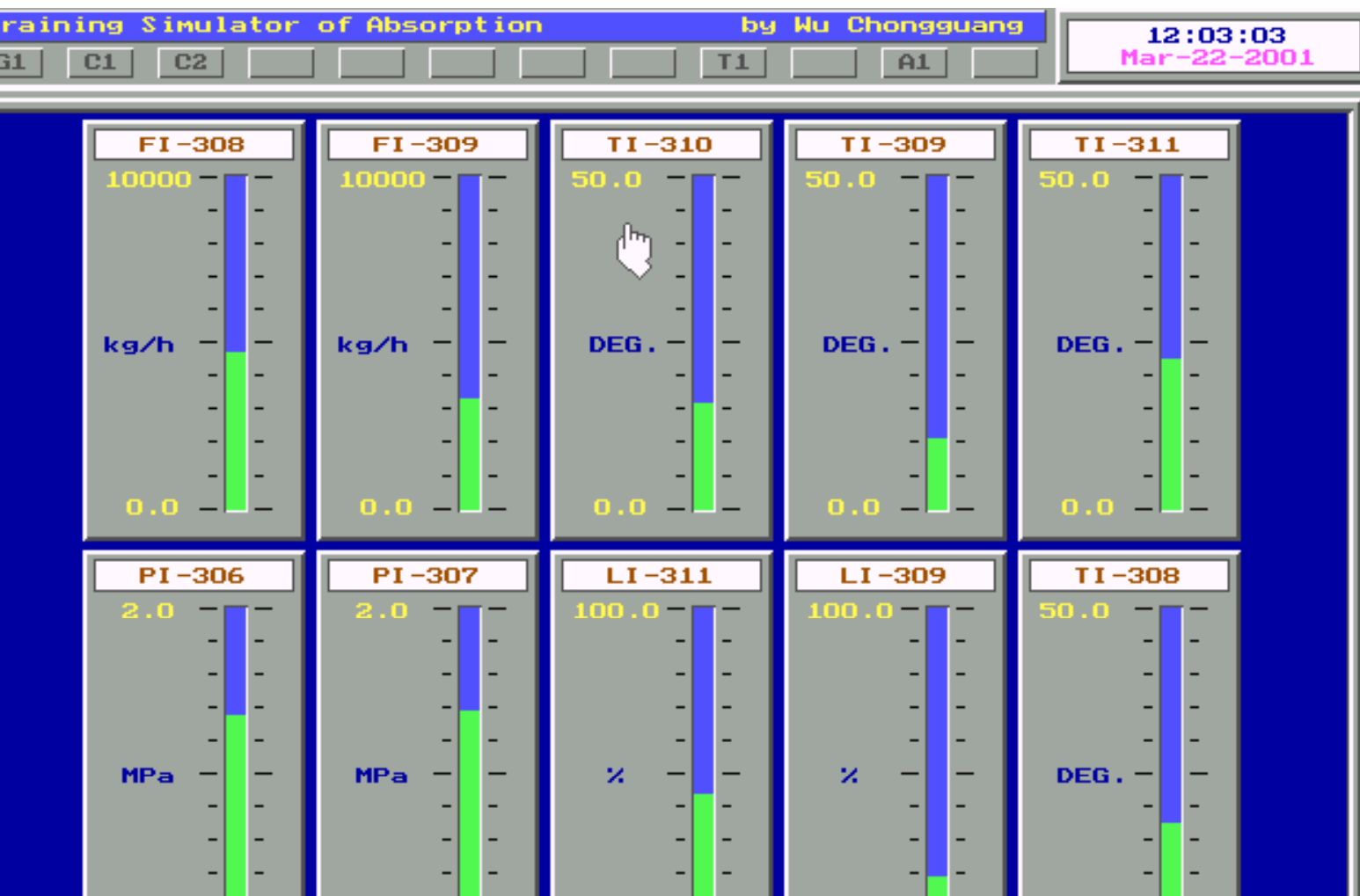
工艺流程



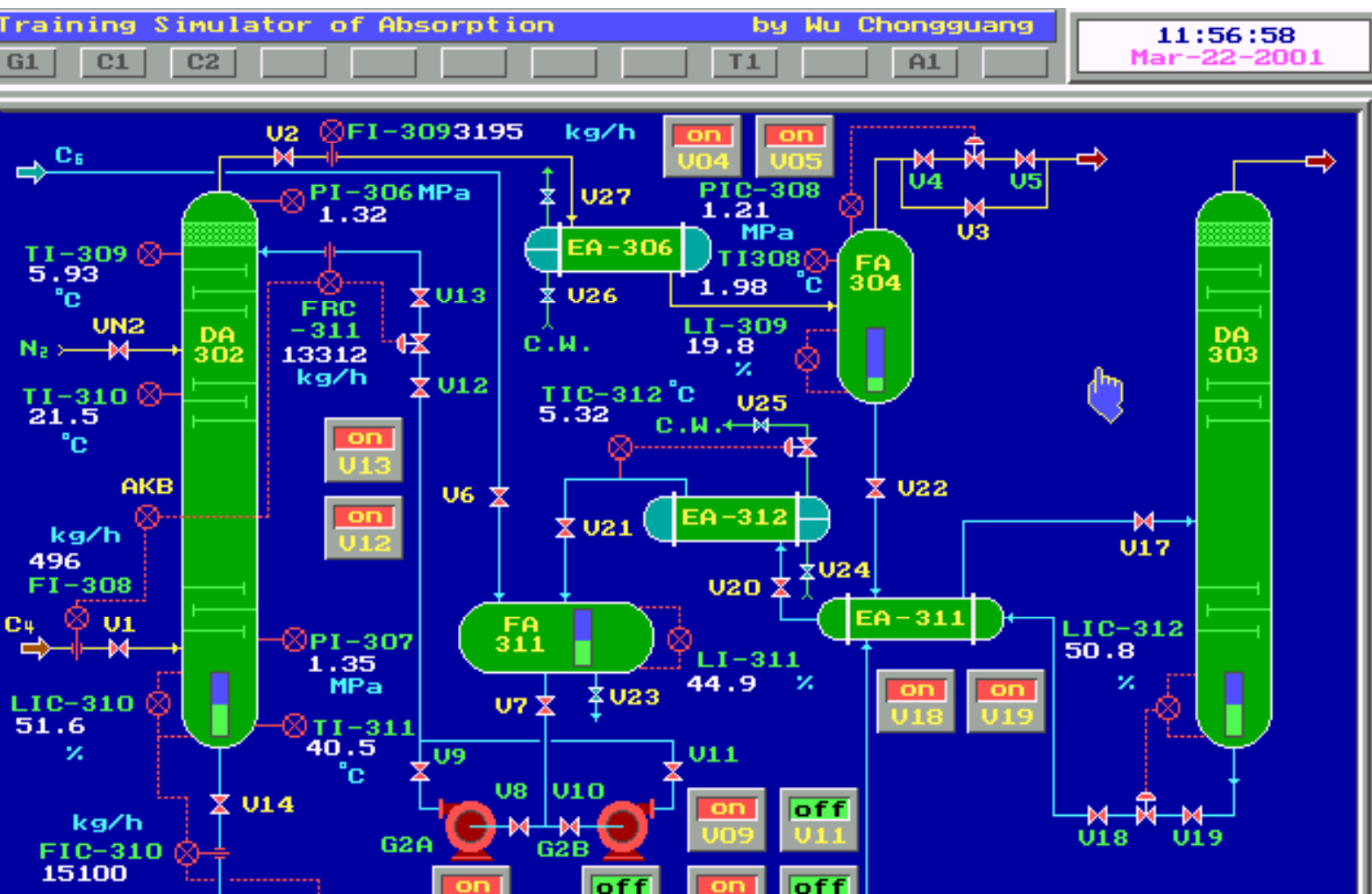
控制组画面



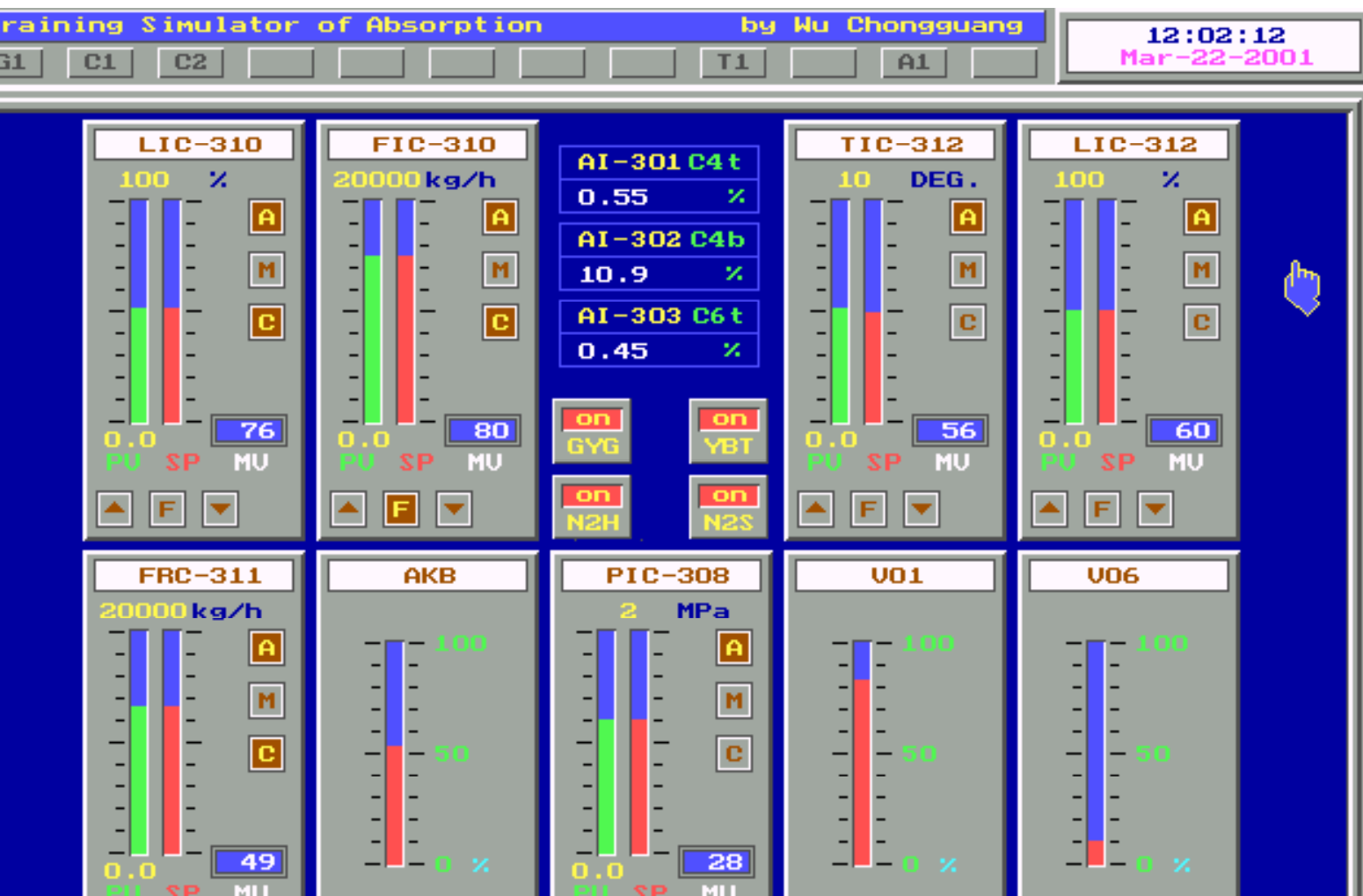
控制组画面



开车过程



控制组画面



评分记录

Training Simulator of Absorption by Wu Chongguang 12:46:01 Apr-23-2000

吸收系统开车评分记录

开车步骤评分

1 所有阀门开关全关	0.0
2 全开N2H、N2S、GYG和YBT	9.0
3 开阀V6进贫油	0.0
4 DA302塔顶进油开始油循环	0.0
5 LIC-310 > 45.0%	0.0
6 LIC-312 > 45.0%、N2 升压	0.0
7 冷却器EA306投用	0.0
8 冷却器EA312投用	0.0
9 开阀V1进富气	0.0
总计:	9.0 分

工况质量评分

1 4800 < FI-308 < 5200 kg/h	9.0
2 3000 < FI-309 < 3400 kg/h	6.0
3 1.19 < PIC-308 < 1.21 MPa	6.0

5 4.5 < TIC-312 < 5.5 °C	8.0
6 TI-308 < 5.5 °C	5.0
7 40 < LI-311 < 60%	6.0
8 40 < LI-309 < 60%	6.0
9 48 < LIC-301 < 56% 投自动且串级	6.0
10 48 < LIC-312 < 56% 投自动	5.0
11 FIC-310 投自动且串级	5.0
12 FRC-311 投自动且比值	5.0
13 TIC-312 投自动	5.0
14 AI-301 < 0.60%	10.0
15 AI-303 < 0.60%	10.0
总计:	98.0 分

报警次数: 0 次
报警扣分: 0.0 分

Thank You !