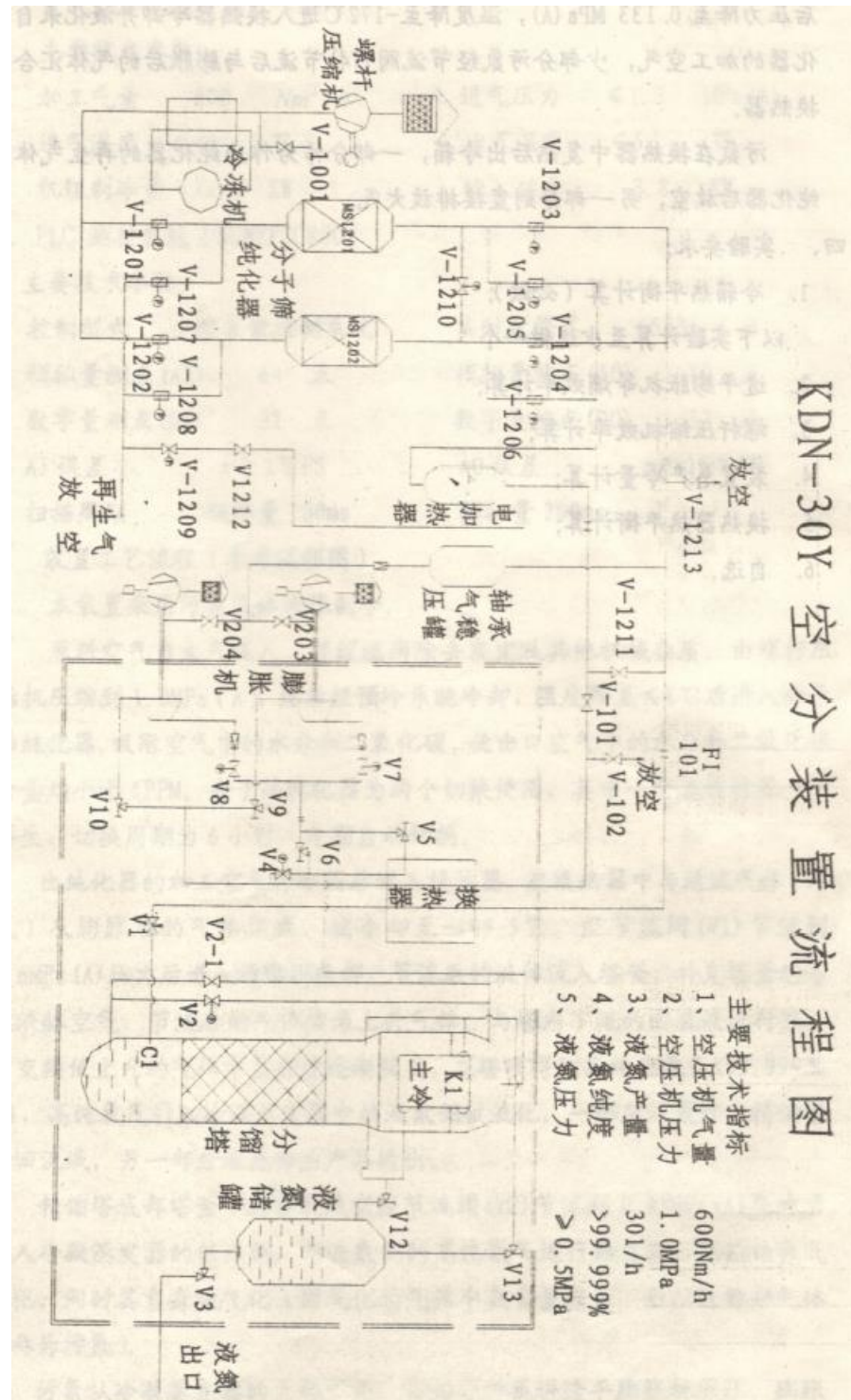


实 验 报 告

实验名称	气体液化、精馏分离过程教学实验		
实验性质	制冷与低温装置课程教学实验		
实验时间	2018.12		
实验地点	制冷与低温实验室		
姓名		学号	
班级			
实验目的	1、 了解空气分离原理及液化、精馏分离工作过程； 2、 了解空压机、透平膨胀机及纯化器的工作过程； 3、 了解 PLC 控制的概念及空气分离装置自动控制的实现。		
实验设备组成及技术指标	<p>实验设备为一套 KDN-30Y 型空气分离装置，是由五个主要设备及一套 PLC 测控系统组成的成套设备，它们是：</p> <p>1、螺杆压缩机（GA-75W-13）</p> <p>主要技术参数：加工气量 600Nm/h；排气压力 1.3Mpa(A);电机转速 2965r/min</p> <p>2、透平膨胀机组（PLPK-8×2/3.1-0.33）</p> <p>主要技术参数：加工气量 480 Nm/h； 进口压力 0.41 Mpa(A)；进口温度 121K； 出口压力 0.133 Mpa(A)； 转速 56300 r/min；绝热效率：77%；轴承型式：气体轴承</p> <p>3、纯化器组（HXK-600/13）</p> <p>主要技术参数：加工气量 480 Nm/h； 工作压力 0.41 MPa(A)；进气温度 8-10 °C；再生温度 250-300 °C；吸附时间 12h；吸附剂：13X 球型分子筛。</p> <p>4、冷箱（精馏塔、冷凝蒸发器（主冷）、换热器）</p> <p>主要技术参数：加工气量 500 Nm³/h；液氮产量 30L/h；液氮纯度<100ppm O₂； 精馏塔型式 单塔；塔板型式：填料；塔工作压力<0.6 MPa(A)</p> <p>5、空气预冷机组（SAYL-600/13）</p>		

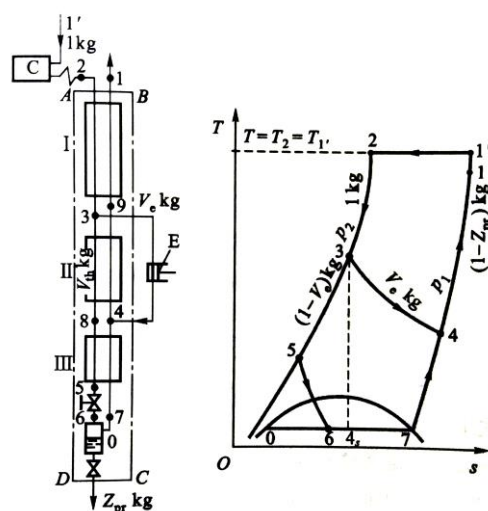
主要技术参数：加工气量 500 Nm/h；进气压力<1.3 MPa(A);进气温度<40 °C；出气温度 <5 °C；机组制冷量 12.1kW；输入功率 3.8 kW



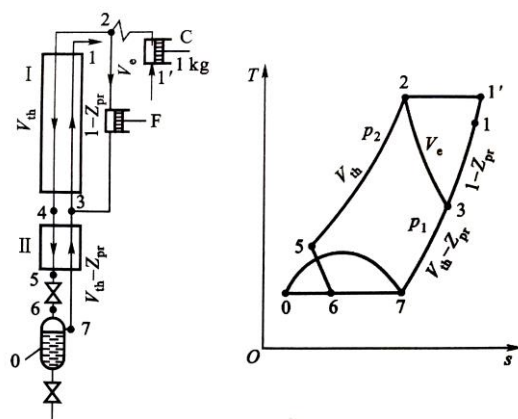
实验原理图

<p>实验总结</p>	<p>思考题</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、简述气体液化的基本原理； 2、列举展示可用于气体液化的低温制冷理论循环示意图； 3、详细描述本实验台空气液化和精馏分离的全部流程。
	<ol style="list-style-type: none"> 1、气体液化基本原理，想要使气体液化，就要降温加压。加压主要是通过压缩机。对于空气液化，降温主要是通过膨胀机，使气体做近似等熵膨胀，在等熵膨胀的过程中，从 $T-s$ 图中可以看出，等熵膨胀，对外做功，焓减少，温度降低。 2、一次节流液化循环（简单林德循环） <div data-bbox="662 772 1204 1086" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">图 8-6 一次节流液化循环流程图及 $T-s$ 图</p> <p>有预冷的一次节流液化循环</p> <div data-bbox="646 1265 1212 1870" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">图 8-11 有预冷的一次节流液化循环流程图与 $T-s$ 图</p> <p style="text-align: center;">C—压缩机；I—预换热器；II—主换热器；III—制冷设备的蒸发器； IV—节流阀；V—气液分离器</p>

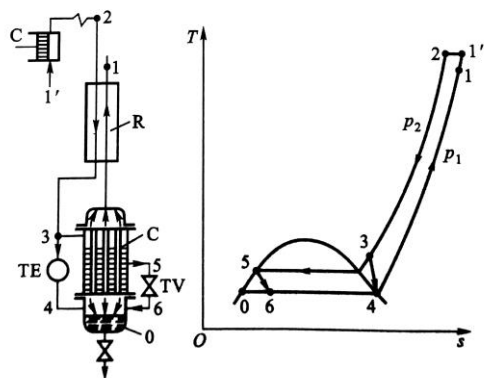
克劳德循环（带膨胀机的气体液化循环）

图 8-14 克劳特液化循环流程图及 $T-s$ 图

海兰德循环（带高压膨胀剂的气体液化循环）

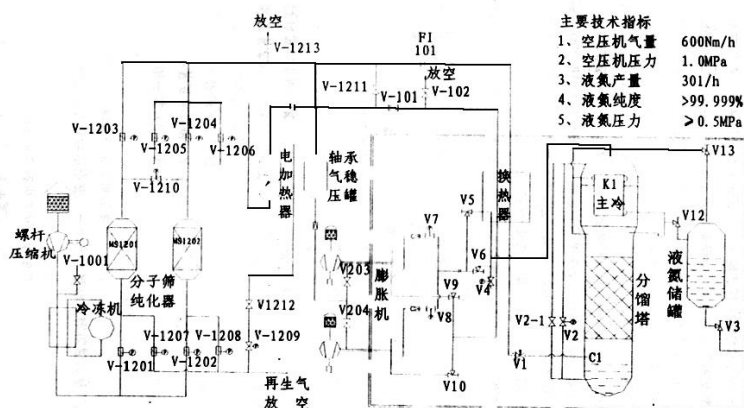
图 8-22 海兰德液化循环流程及 $T-s$ 图

卡皮查循环（带有高效率透平膨胀机的低压液化循环）

图 8-23 卡皮查液化循环流程与 $T-s$ 图

3、

KDN-30Y 空分装置流程图



空气通过螺杆压缩机吸入装置加压，得到高压空气。通过冷冻机降温，除去绝大部分水。两个分子筛一个吸附另一个脱附，除去杂质（CO₂、乙炔等），空气成分达标，这两个分子筛各两进两出，总共通过 8 个阀门来控制。气体分为两部分，一部分进入轴承气稳压罐，这是气浮轴承所需的压缩空气，另一部分为空气分离所需的原料。原料气路过换热器，进入下塔（本装置仅有下塔）。由于当前精馏塔内没有液体积累，气体直接通过节流阀进入冷凝蒸发器，但冷凝蒸发器中也没有任何积累，气体直接流出冷凝蒸发器。气体进入膨胀机膨胀，降压降温，然后这个气体进入换热器，逐步降低原料气的温度。这个排放的气体通过换热器复温，并通过电加热器加热到较高的温度，用高温气体再生分子筛。直到气体从下塔节流出现第一滴液体，流到上方的主冷器，然后落到填料上，填料中逐渐有液体积累，直到液面高度稳定，气体组分梯度建立完成，系统进入正常生产的阶段。下塔的富氧液空通过节流阀通过冷凝蒸发器将上塔顶部积累的氮气液化，最终生产产出液氮产品。

注：图片参考《制冷与低温技术原理》（吴业正等，北京：高等教育出版社）