石 油 工 业

石 油 开 采

【石油】见第一卷中的“石油”。

【顿钻钻井】又称冲击钻法。用钢丝绳把顿钻钻头送到井底，钻进时上提钢丝绳使钻头离开井底，然后放开，让钻头自由下落冲击井底，将井底岩石击碎。将岩屑打捞干净后下入套管，再下钻头钻进，这样循环往复直到把井打好。顿钻钻速慢，效率低，不能适应井深日益增加和复杂地层的钻探要求，逐渐被旋转钻代替。但它有设备简单，成本低，不污染油层等优点，可用于一些浅的低压油、气井。英国科学家李约瑟，在其所著的《中国科学技术史》一书中写道：“今天勘探油田时所用这种钻井或凿洞的技术，肯定是中国人发明的。”并说这种技术大约在 12 世纪以前传到西方各国。

【旋转钻井】利用钻头旋转时产生的切削或研磨作用破碎岩石，是当前通用的钻井方法。用足够的压力把钻头压在井底岩石上，使钻头牙齿吃入岩石中，用钻杆带动钻头旋转破碎井底岩石，岩屑

随循环泥浆返至地面。加在钻头上的压力叫钻压，它是靠联接钻杆和钻头的钻柱重量产生的。旋转的动力如由地面上的转盘产生，则称之为转盘钻。使用转盘钻时，井有多深，钻柱就有多长。几十吨的钻柱在井里旋转不仅消耗很大的动力，还会引起钻柱的损坏，造成严重事故。把动力移至井底的要求使涡轮钻、螺杆钻和电动钻应运而生。前两者靠高压泥浆驱动，后一种用电驱动。这些井下动力钻的特点是钻进时钻柱不转动，磨损小，使用寿命长，特别适于打定向井。旋转钻井比顿钻钻速快，并能处理井塌、井喷等复杂情况。

【定向钻井】沿着预先设计的斜度和方向钻达目的层位的钻井方法。普通钻井系指钻直井，在遇到高山、森林、沼泽、城镇等地面限制时，或在地下地质条件要求时，或在处理井喷、失火等钻井事故时，往往需要打定向井。钻定向井须使井身连续地形成一定斜度。80 年代后使用井下动力钻具加弯接头组成的造斜钻具来实现。用各种测斜仪来监测斜度和方位。如在一个位置和限定的井场上向不同方位钻数口至数十口定向井，分别达到不同的目的层位，则称为丛式钻井，它占地少，投资少，便于管理。随定向钻井技术的发展，建井周期和总成本已接近钻直井水平。

【固井】在钻出的井眼内下入套管柱，在套管柱和井壁之间部分或全部注上水泥浆，进行封固，是建井过程中的重要环节。下入井内的钢质套管会受到各种载荷的作用，需要有足够的强度，固井用的水泥多为硅酸盐类，能够较快凝固，有较高的早期强度，还能耐地下水的腐蚀等。固井的目标是封隔疏松的易塌、易漏地层；封隔油、气、水层，防止互相窜漏，形成油气通道；安装井口，控

制油气流，以利钻进和生产。固井质量的好坏不仅影响到该井能否继续钻进，而且会影响到开采期间能否顺利进行油、气生产。固井消耗大量的钢管、水泥等材料，费用较高，约占全井成本的10—25%。

【完井】油井完成主要包括钻开生产层，确定井底完成方法，安装井底、井口装置和试油等，是钻井工程的最后环节。可根据生产层的地质特点选择合理有效的完井方法。钻穿油层，将套管下至油层底部固井。然后用射孔器射穿套管和水泥环，并射入生产层一定深度，油气经射孔流入井内，称为射孔完井法，是目前采用最多的方法。钻穿油层，套管下到生产层顶部进行固井，生产层段裸露，油气直接和井底相通，称为裸眼完井法。把油层套管下至生产层顶部进行固井，然后钻开生产层，下入带孔眼的衬管，油气经孔眼流入井内，称为衬管完井法。此法与裸眼完井法均具有油气流入井内阻力小的特点，前者还有防砂作用。如在衬管和井壁之间充填一定尺寸和数量的砾石，称为砾石充填完井法，有防砂和保护生产层的作用。

【测井（石油）】完整连续地取得地下井层和流体的各种物理和地质数据的过程。利用电、磁、声、热、核等物理原理制造的各种测井仪器，由测井电缆下入井内，地面的电测仪沿井筒连续记录随深度变化的各种参数，由表示这类参数的曲线来识别地下岩层及油井的技术状况。钻井阶段，测井所获信息可指导定向钻井，提高钻井效率和质量；固井阶段，可检查固井质量；完井阶段，可划分油、气、水层；生产阶段，可了解井口流体流量，井下温度和压力等。

【采油】把油、气从油井底部举升到井口的整个过程。油气的上升若依靠地层的能量自喷，称为自喷采油法，它具有设备简单、采油成本低等优点。油井不能自喷，或虽能自喷但产量过低时，必须借助机械能量进行采油，称为人工举升采油法。其中使用抽油泵，把石油抽送到地面的方法称为泵抽采油法；将天然气从套管环隙或油管中注入井内，从而将油流导出井口的方法称为气举采油法。为保证采油顺利进行，需要经常对油层采取一些措施，以维护油层长久疏通，行之有效的增产措施有：利用液体传导的压力，将致密的油气层压开，形成多种裂缝，减少油层中油流阻力的水力压裂；利用各种酸液腐蚀油层的岩石，提高油渗透率的酸处理；能排除油井经常出现的结蜡、出水、出砂等故障的各种修井措施。

【油气集输】将油田各油井生产的原油和天然气进行收集处理，并送至集输油气站的过程。为满足油气贮存和外输的需要，一般包括以下环节：气、液混合物要进行分离；当油井产物不能靠自身压力继续输送时，需接转增压；要脱除原油中的游离水和乳化水，达到外输原油含水量不大于 0.5%的标准；要脱除原油中溶解的甲烷、乙烷、丙烷等烃类气体组分，降低原油在贮运过程中的蒸发损失；天然气中的 H_2S、CO_2 等酸性气体组分需用化学吸收和物理吸收等方法基本去除。

【石油储量】分为地质储量和可采储量。前者指存在于油气藏中的原始油气量；后者指在当前技术和经济条件下可以开采出来的油气量。一个油气藏中可采储量与地质储量的比值称为采收率。在

初探、详探和开发的不同阶段，对油气田的勘探和认识程度不同，所计算出的储量也不同。中国将储量分为预测、控制和探明三级。预测储量是在钻预探井并获得工业油气流或油气显示后估算出的储量，可作为编制预探方案和部署评价性钻探方案的依据；控制储量是经过地震详查，并经几口探井钻探获得工业油气流，初步了解油气层的岩性、物性、流体性质和压力后计算出的储量，可作为编制中长期勘探开发规划的依据。探明储量是继发现井之后，经过评价钻探阶段而计算出的可靠工业储量，是油气田开发建设投资的依据。计算油气储量的方法很多，大体分为静态法和动态法两类。中国常用的容积法属前一类，物质平衡法和压力降落法属后一类。

【近海钻井】在临近海岸的海域进行钻井。80 年代后已有 100 多个国家从事海上油、气勘探，每年近海钻井 2000 口以上。目前的技术设备已能在水深 2000 米处钻井。钻井装置已从单一的浅水座底式平台发展到自升式平台、钻井驳船、钻井浮船、半潜式平台、带驳船的自升式平台以及用于北极地区的钻井装置等七类。中国从 1958 年开始在南海钻井以来，已先后发现了渤海、黄海、东海、台湾浅滩、珠江口、莺歌海和北部湾等 7 个含油、气盆地。据认为中国近海的石油资源约与世界上最大的石油输出国沙特阿拉伯的石油储量相当。

【自升式钻井平台】一种活动式海上钻井装置。由平台、桩腿和升降机构组成，平台能沿桩腿升降，故称自升式。平台甲板上安装钻机、其他机械设备和生活设施。平台桩腿下部结构视海底承载能力的不同分沉垫和插入式两种。桩腿周围装升降系统，主要有

需要全本请访问 www.ertongbook.com

液压或电动齿轮齿条式。工作时桩腿下放并插入海底，平台升到海面以上不受波浪影响的安全工作高度。完井后，平台降到海面，拔出桩腿并全部提起，整个平台浮于海面，由拖船拖到新的井位。主要优点是：漂浮时像驳船可移性好；工作时像固定平台，稳定性好。如果水太深，则会因桩腿太长带来许多问题。

【半潜式钻井平台】一种活动式海上钻井装置。上部为工作甲板，下部为两个下船体，用大直径垂直浮筒连接。其特点是可用三种状态适用不同情况：拖航时，呈漂浮状态，减小航行阻力；钻井时，呈半潜状态，约有 20—30 米潜在水下，加大了平台的稳定性；浅海钻井时，呈座底状态，相当于一座沉浮式平台。用浮体中压载水量，调节工作状态，采用动力定位技术，定位精度可达 1—2% 水深的半径范围内，工作水深可达 1200 米以上。半潜式与自升式钻井平台相比，优点是工作水深大，移动灵活；缺点是投资大，维持费用高，要有一套复杂的水下器具，有效使用率低于自升式。

【钻井船】又称船式平台。一种活动式海上钻井装置。钻井时，既不像沉浮式平台“座底”，又不像自升式平台“生根”，总是漂浮在水面上作业，适应深水，稳定性差。为提高稳定性，改“舷外钻井”为“浮心钻井”，即在船体的中央钻井。目前大多采用动力定位系统，它主要由声纳发生器、接收器、电脑及纵、横向推进器组成。其成本较高，但成本与水深的关系不大，而抛锚定位的成本却随水深增加而增加，当水深超过 300 米后，动力定位显得更便宜。目前采用动力定位的钻井船可在水深 3000—6000 米的海域钻井，在风力为八级和流速为二节的情况下，仍能保持稳定的船位。

【固定平台】固定在海上有钻井、采油、储油、输油等功能的长久性结构物，是海上油田生产的独立单元。有两种类型：钢质桩基式和混凝土重力式。前者用打桩固定导管架，在导管架顶部安装平台和其他设备；后者靠钢筋混凝土结构的自重固定在海底，上部为甲板和其他设备。钢平台在结构上合理，对水深的适应性强，但用钢量太大。20 米水深的一座平台要耗用钢材千吨以上，随水深的增加钢材用量迅速上升，且海水对钢材腐蚀大。混凝土重力式平台，在防止海水腐蚀、节省钢材等方面有很大的优越性。目前已在水深 312 米处建成了总高达 368 米的世界上最大钢质固定平台。

原油及制品的运输加工

【人造石油】油页岩和煤等固体燃料加工制成的类似天然石油的产品。主要成分为各种烃类，并含有氧、氮、硫等有机化合物。制备方法有油页岩和煤的低温干馏，还有煤的液化。人造原油的性质与天然原油相近，故其进一步加工利用也与天然原油相似。由于天然原油的大量开采，价格低廉，所以人造石油工业仅在南非、中国、爱沙尼亚、俄罗斯等地较为发达。

【页岩油】油页岩经低温干馏得到的褐色粘稠状液体，是一种重要的人造石油。油页岩又称油母页岩，是一种含可燃性有机质的粘

土岩或泥灰岩，色淡褐到暗褐，能按层分裂成薄片。页岩油的生产可分为油页岩的处理、油页岩的干馏和油气冷凝回收三部分。页岩油经进一步加工，可制得多种轻质油品，是目前人造石油制取液体燃料的方法中成本最低的一种，页岩油的生产几经波折，至今仅中国、爱沙尼亚、俄罗斯仍拥有页岩油工业。中国的抚顺、茂名是页岩油的产地，年产 300 万吨左右。

【油罐】存储原油及其产品的容器，是石油运输、加工和产品销售过程中最重要的构筑物。单座油罐容量一般为 5000—20000m^3。按构成材料分为金属油罐和非金属油罐。金属油罐一般为钢质，按其形状分为立式圆柱形、卧式圆柱形和特殊形（如球形、水滴形等）三种：立式圆柱罐储存数量较大的原油、轻质油和润滑油；卧式罐储存小量油品；高压卧式罐和球形罐储存液化石油气。金属油罐按其罐顶的结构又可分为拱顶罐和浮顶罐。浮顶罐具有一种飘浮在油层之上，随油位在罐壁内升降的顶，可有效地降低因蒸发而造成的严重损耗。非金属罐按其建筑材料主要有砖砌油罐和钢筋混凝土油罐。一般用来储存原油和重油。按油罐的位置可分为地上罐、地下罐和半地下罐。为减少热损失，油罐外壁设有保温包覆层；易凝油罐中设加热器，以保持罐内温度；罐顶装有泡沫发生器和防火器等消防设施及呼吸阀、避雷针等安全设施。

【油罐车】载运石油及其液态产品的车辆。将钢质卧式圆柱形或椭圆柱形油罐安装在机动车辆上而得。车辆运输具有两大重要优点：基本投资可通过运输工具来控制；其次是使用这些工具具有很大的灵活性。按车辆的性质可分为铁路油罐车和公路油罐车。

【油轮】载运石油及其液态产品的船，用纵向和横向舱壁将船分隔成多个油舱，机舱设在船尾，以柴油机和蒸汽机为动力。由于使用较大的油轮可获得较低的单位运输成本，一般油轮长度超过300米，载油量超过25万吨，最大载油量已达50万吨左右。油轮均有严密的防火措施和可靠的消防设施，防止出现事故和石油对海洋的污染。大型油轮吃水深，对泊稳条件要求不高，装卸工艺简单，系泊设施逐渐向深水、风浪较大的外海发展，用栈桥联接油轮和陆地码头。目前，世界石油总产量的60％是经由海上运输的。

【石油管道】输运石油及其液态产品的管道系统。管道是一个密闭、固定和连续输送系统，具有能耗小、损耗小、对环境的污染小、安全可靠、便于实现自动化管理等优点，与其他输油方式比较，投资费用高，作业费用低，且一旦铺设完成，难以改变目的地，只宜用在长期需要并已形成发展规模的地方。一般为钢质螺旋式焊接管，管径最大可达1200毫米，外用沥青或塑料涂层防止腐蚀，并用牺牲阳极法防止电化学腐蚀。设置泵站提供传输动力，对高凝油品还需设加热站。整个管道系统可由电子计算机程序控制，用微波无线电通讯联络。石油管道按用途可分为原油管道和成品油管道；按位置可分为地面管道和地下管道、水下管道。陆地管道大多埋在地下1米处；水下管道在其外层要涂覆钢筋混凝土，安装费用高，维修困难，是发展近海石油所不可缺少的。

【原油评价】在实验室条件下对新开采的原油进行一系列的分析、试验，是石油炼制工业的基础研究工作之一。不同油田生产的原油，因组成不同性质也不同；同一油田采油层位不同原油性质也

可能出现差异。为使不同性质的原油得到合理利用，要采取不同的加工方法，炼制前必须对原油进行评价。常规的原油评价包括：原油性质分析、原油实沸点蒸馏、馏分油及渣油的性质分析。分析的主要内容有密度、粘度、凝点、蜡含量、硫含量、馏程，含盐量、水分、辛烷值、十六烷值、酸值等。更详细评价还包括馏分油及渣油的烃类组成，C_6 或 C_7 以前的单体烃组成，润滑油原料的评价等。炼油厂的要求不同，原油评价的内容及深度有所差别。依据原油性质可进行原油分类，其中以美国石油学会制定的 API 度作为指标，将原油分为九类最简便常用。按上法对中国原油进行分类时，补充了硫含量的说明，原油硫含量小于 0.5%（质量）称为低硫；等于或大于 0.5%称为含硫。中国原油的特点是含蜡多、凝点高、硫含量低。

【API 度】表示石油及其产品密度的一种量度，由美国石油学会（简称 API）所制定，其计算公式为：

$$\text{API度}\ (15.6℃)=\frac{141.5}{\text{相对密度}\ (15.6℃)}-131.5$$

其中相对密度指石油及其产品在 15.6℃时的密度与同温度下水密度的比值。API 度越大，相对密度越小。国际上把 API 度作为原油的计价标准之一，其数值越大价格越高。美国和中国等国家还以 API 度做为原油分类的基准。

【粘度（原油）】流体内部阻碍其相对流动的一种特性，是原油重要的性质指标，液态石油产品（润滑油、柴油、喷气燃料和重油）最主要的使用指标。粘度对润滑油的分类、质量鉴别和确定用途等有决定性的意义。内燃机用润滑油，若粘度过高，则低温冷启动困难，功率损失增加；若粘度过低，则运动部件得不到良

好的润滑而产生磨损。不同使用目的均有一个适宜的粘度范围。中国用运动粘度表示油品的粘度，它表示液体在重力作用下流动时内部的阻力。

【凝点（石油制品）】石油及其产品在规定条件下，冷却到液体不移动时的最高温度。是评价油品低温性能的指标，决定贮运条件及低温使用性能。油品含蜡量越多，凝点越高。在寒冷地区使用的油品，其凝点应低于该地区所能达到的最低温度。如果以在规定条件下，被冷却的石油开始流动的最低温度来表示低温流动性，则此温度称为倾点。一般倾点要比凝点高 3—5℃。

【馏程（石油制品）】石油及其产品在一定温度范围内蒸馏出来的油品数量和温度的标示，是石油及其产品主要的理化指标之一。如中国规定 90 号车用汽油馏出量（体积%）为 10、50、90 和终馏点各点的最高温度为 70°、120°、190°、205℃。如 10%馏出温度过低，则易产生气阻；过高，则冷车不易启动。50%馏出温度低，则平均蒸发性好，发动机的加速性好。90%馏出温度和终馏点过高，则表示不易挥发的重质油组分多，汽油不能完全蒸发和燃烧，增加汽油消耗量，稀释润滑油，增加机件磨损。

【硫含量（石油制品）】石油及其产品中硫及其衍生物（硫化氢、二氧化硫、硫醇等）的含量。硫化物腐蚀设备，使催化剂中毒，降低汽油添加四乙基铅的有效性，缩短发动机的使用寿命，并污染环境，所以各国都严加限制硫含量，国际贸易中还以硫含量做为原油计价的指标。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

【酸值（石油制品）】用规定的方法中和 1 克原油及其产品所需氢氧化钾的毫克数，表示原油、润滑油和汽、柴油中所含有机酸的总量。酸值大的油品易腐蚀贮运容器和用油设备，且易变质。此项指标也有用酸度表示的，即在规定条件下，中和 100 毫升油品所需氢氧化钾的毫克数。同一油品的酸度比酸值大 70—100 倍。

【闪点】又称闪火点。在规定条件下，原油及其产品经加热逸出的蒸气和空气组成的混合物与火焰接触发生瞬间闪火时的最低温度。有两种测定法：测定轻质油品多用闭口杯法，测定重质油品多用开口杯法。一般按闪点将易燃液体分为四级：闪点＜28℃、28°—45℃、46°—120℃、＞120℃。一、二级称为易燃液体；三、四级称为可燃液体。按此标准，汽油为一级，煤油为二级，柴油为三级，润滑油为四级。在贮运和使用中，禁止将油品加热到其闪点，加热的最高温度一般应低于闪点 20—30℃

【辛烷值】表示汽油在发动机内不发生爆震燃烧能力的数字指标，其值高表示抗爆性好，是汽油最重要的性能指标之一。将抗爆性好的异辛烷的辛烷值定为 100，抗爆性差的正庚烷定为 0；将汽油试样与异辛烷和正庚烷配成的混合液在标准试验汽油机中进行比较，抗爆性与样品相等的混合液中所含异辛烷的体积百分数，即为样品的辛烷值。一定压缩比的汽油机必须燃用一定辛烷值的汽油，才能获得最大的发动机功率。依据测定条件不同，主要有以下两种辛烷值：马达法和研究法。车用汽油的牌号是按辛烷值大小区分的，例如 70 号汽油的辛烷值不低于 70（马达法）。中国的汽油牌号正由马达法向研究法过渡，两者可用下式换算：马达法辛烷值＝研究法辛烷值×0.8＋10。

【十六烷值】表示柴油在发动机中着火性能的数字指标，是柴油最主要的质量指标之一。将着火性能好的正十六烷的十六烷值定为100，着火性能差的α-甲基萘的十六烷值定为0，将两者配成混合液与柴油样品在标准试验柴油机中进行比较，着火性能与样品相等的混合液中所含正十六烷的体积百分数，即样品的十六烷值。十六烷值高，着火滞后时间短。柴油的十六烷值过低，则产生不正常燃烧，出现爆震降低发动机功率；过高，则不能完全燃烧，冒黑烟，耗油量增大。一般控制在40—60之间。

【针入度】又称锥入度。表示润滑脂和沥青硬稠度的重要使用指标。标准圆锥体在5秒种内沉入温度为25℃的润滑脂试样中的深度，以1/10毫米为单位表示，即为润滑脂的针入度。沥青针入度的测定，使用载重为100克的标准尖针，测定条件与润滑脂相同。针入度越小，表示润滑脂或沥青愈硬，稠度越大。中国按针入度划分润滑脂和沥青的牌号。

【软化点】沥青受热从固态转变为粘滞性较低有一定流动能力时的温度，是沥青的主要质量指标之一。软化点高，则耐热性好。软化点主要与沥青中沥青质的含量有关。中国规定采用环球法测定软化点。

【台架试验】用固定在室内的实用或专门设计的发动机、机械等设备，在与实际相近（或稍苛刻）的条件下评定油品使用性能的方法。通常在满负荷和强化条件下运转，短期内取得结果。其试验结果与使用性能的对应关系较好。台架试验结果在一些石油产品

的评价中已作为反映石油产品使用性能的指标。台架试验有多种，如汽油抗爆性测定、工业液压油的抗磨性测定等。油品的更进一步试验是使用试验，指在实际机器设备上，按实际操作条件进行的实际运行试验。

【石油炼制】原油或人造石油加工为各种石油产品和化工原料的复杂综合过程。通常按其加工过程的性质分为四种类别：分离、转化、重排和精制。分离，将原油分成不同的部分以得到所需产品。原油可含高达4—5%的盐及数量不等的水，在石油炼制前需用电法或化学法对原油进行预处理，脱盐脱水。主要的分离过程包括将原油分离成粗汽油、粗煤油、粗柴油、重柴油、各种润滑油馏分、裂化原料油及渣油（又称残油）的蒸馏分离和将各种润滑油提纯所使用的溶剂分离。转化，或指大分子量的原油馏分变为低分子量馏分，即使分子中的碳原子数减少；或指改变分子中的碳氢比的加工过程。前者如热裂化、催化裂化、加氢裂化；后者如石油焦化。重排，系指改变分子结构，使其具有优良使用性能的加工过程，包括重整、异构化和烷基化。精制，即各种产品的纯化，除去有害杂质的过程。包括加氢精制、酸碱洗涤，白土精制等过程。石油炼制也可按加工次序分为一次加工、二次加工、三次加工三类过程。一次加工包括原油预处理和蒸馏；二次加工是对一次加工产物的再加工，如裂化、石油焦化、重整、精制；三次加工主要指对二次加工产生的各种气体进一步加工，如烷基化、烯烃叠合、异构化等。石油炼制的主要产品为汽油、煤油、柴油、燃料油、各种润滑油、润滑脂、蜡、沥青、石油焦等产品；同时还提供大量的化工原料，如石油气、苯类产品、正构烷烃等。

【蒸馏分离】用蒸馏的方法将原油分离成不同沸点范围油品（简称馏分）的过程，是最基本的石油炼制过程。原油蒸馏是利用原油中各组分沸点的差异而实现各馏分的分离的。原油基本上是复杂的烃类混合物，各种烃的沸点从低到高几乎是连续分布的。利用简单蒸馏方法不可能将原油分离成纯的化合物，只能根据产品要求将原油分离成为一些具有较窄沸点范围的混合物。原油经脱盐、脱水，并经加热炉加热至340°—380℃，在接近常压下进入蒸馏塔分离，得到汽油、煤油、柴油等直馏馏分，残油称为常压渣油（即重油），此过程称为常压蒸馏。原油中重馏分的沸点约370°—535℃，在常压下要蒸馏出这些馏分需加热到420℃以上，在此温度下，重馏分会发生一定程度的裂化，生成焦炭堵塞设备。利用压力降低，沸点也相应降低的原理，在2—8kp_a的绝对压力下，将常压渣油加热到390°—410℃，在不发生明显裂化的情况下蒸馏出重组分，可增加中间馏分油的产量及生产润滑油基础油和燃料油等产品，残油为减压渣油，此过程称为减压蒸馏。采取在塔顶打入较轻的馏分作为回流，使油的蒸汽中重的馏分将热传给回流液，而自身冷却变成液体，可使馏分的分割更清楚些；使用蒸汽进行汽提，可将较轻的馏分携带出来。如常压、减压蒸馏联用，称为常减压蒸馏。蒸馏的产率取决于原油的性质。中国大庆原油的汽油馏分（130℃前）产率约为4.2%，煤油馏分（130°—240℃）约为9.9%，轻柴油馏分（240°—350℃）约为14.5%，重质油馏分（350°—500℃）约为29.7%，其余为减压渣油，约41.7%。

【溶剂分离】根据溶剂对杂质、非理想组分和产品溶解能力不同，而将其分离开来的过程。在组分沸点相差不多或沸点相当高等不能或不宜采用蒸馏分离时，大多采用此法。此类过程可分为三大

类：溶剂精制，溶剂脱蜡和溶剂脱沥青。溶剂精制用于润滑油馏分的精制。各种来源的润滑油馏分通常含有多环芳烃、硫、氮、氧化合物以及胶质、沥青质等杂质和非理想组分，这些物质的存在会影响润滑油的性能。在润滑油的精制过程中所选用的溶剂对润滑油中的杂质和非理想组分的溶解度很大，而对润滑油中的理想组分的溶解度则很小，通过液相萃取将非理想组分分离、除去。在溶剂萃取法开发之前，仅有几种原油是好的润滑油原料，使用此法后，几乎所有原油均可生产出好的润滑油。溶剂萃取分离现已被广泛应用于汽油、煤油、柴油等的精制。如裂化柴油中的重芳烃组分，也可用溶剂萃取出来，以改善柴油质量，同时获得芳烃组分的化工原料。溶剂脱蜡所萃取分离的是润滑油料，萃余的是蜡。溶剂脱沥青所萃取的是润滑油料，而萃余的是沥青。可采用的溶剂种类很多，需根据溶剂本身的性质，萃取操作对象，以及溶剂是否容易得到，价格是否经济等因素进行选择。用于润滑油精制的溶剂有糠醛、苯酚等，生产流程一般是在萃取塔由塔顶部和底部分别进入溶剂和原料油，在塔中充分接触进行萃取，由塔顶出萃余液，塔底出萃取液。萃余液进入汽提塔回收溶剂后得到萃余油；萃取液进塔回收溶剂后得到萃取油，回收溶剂循环使用。大都采用转盘式萃取塔以提高萃取效率。

【热裂化】单纯靠热的作用，使常压重油、减压馏分油、焦化馏出油等重质油发生裂化反应，转变为裂化气、汽油、柴油和燃料油等的过程。工业装置有双炉热裂化和减粘热裂化两种类型。前者简而易行，轻质油收率高（＞45％），目的为制取汽油、柴油，但汽油辛烷值不高，安定性不好，不利贮存和使用，已不再发展；后者是将渣油加热到一定温度的轻度裂化，目的是降低减压渣油的

粘度和凝固点，以提高燃料油质量。

【催化裂化】在热(450°—500℃)和催化剂的共同作用下，重质油转变为裂化气、汽油、柴油等的过程。是重油轻质化最重要的加工过程。反应温度和压力均比热裂化低，重油组分转化为轻油组分的收率更高，产品质量更好，所得裂化气含丙烯、丁烯、异构烃多，更宜用作化工原料，比热裂化具有更高的经济价值。催化裂化使用固定床、移动床和流化床反应器，目前主要采用流化床。所用催化剂的主要成份为硅酸铝，现主要使用含稀土元素的 X 型分子筛微球催化剂和超隐 Y 型分子筛微球催化剂。随催化剂活性的提高，裂化反应改在管式反应器中进行，称为提升管催化裂化，它具有处理能力大，产品分布得到改善，操作弹性好，生产灵活性大等特点。

【加氢裂化】在热（370°—440℃）、高氢压（9.8—10MPa）和催化剂存在的条件下，重质油和渣油发生裂化和加氢反应，转化为气体、汽油、喷气燃料、柴油等的过程。实质上是催化裂化和加氢两种反应的综合。所用催化剂具有双功能性，载体无定性硅酸铝，分子筛等具有裂化和异构化作用；金属组分如钨、镍等具有加氢作用。产品有液化气、高辛烷值汽油、低凝点喷气燃料、低凝点柴油等，油品收率高，质量好。用不同原料，采用不同催化剂和操作方案，可以有选择地生产各种优质油品，生产灵活性大，但设备费用和加工费用高。

【加氢精制】催化剂存在下向油品中加入氢，以改善油品性质的方法，是石油产品最重要的精制方法之一。它能有效地减少原料油中的硫、氮、氧等的含量，使烯烃、芳烃选择加氢饱和，并能脱

需要全本请访问 www.ertongbook.com