



国家级职业教育规划教材

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

全国高等职业院校化工类专业教材

化工生产技术

(任务驱动型)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

崔世玉 主编



HUAGONG
SHENGCHAN
JISHU

 中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育规划教材

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

全国高等职业院校化工类专业教材

化工生产技术

崔世玉 主编



NLIC2970862671

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

化工生产技术/崔世玉主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2012

全国高等职业院校化工类专业教材

ISBN 978-7-5167-0025-9

I. ①化… II. ①崔… III. ①化工生产-生产技术-高等职业教育-教材 IV. ①TQ06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 286554 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京京华虎彩印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 357 千字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

定价: 28.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010-80497374

前 言

随着我国化学工业的迅速发展，化工企业对从业人员的知识结构和技能水平提出了更高的要求。为了更好地满足企业的用人需要，促进高等职业技术学院化工类专业教学工作的开展，加快高技能人才培养，我们组织有关院校的骨干教师和行业、企业专家，对专业培养目标、课程设置、教学模式进行了深入研究，开发了全国高等职业技术学院化工类专业教材。

本次开发的教材包括《基础化学》《化工安全与环保》《化工电气与仪表》《化工识图与 CAD》《化工分析》《化工生产仿真实训》《化工单元操作》《化工生产技术》《化学分析》《仪器分析》《工业分析》《化验室组织与管理》《精细化工概论》，以及《基础化学习题册》和《化工识图与 CAD 习题册》。

本次教材开发工作的重点有以下几个方面：

第一，坚持高技能人才培养方向，突出教材的职业特色。以职业能力为本位，从职业（岗位）分析入手，根据高等职业技术学院化工类专业毕业生所从事职业的实际需要，科学确定学生应具备的知识和能力结构，避免专业知识过深、过难，同时进一步加强实践性教学，提高教材的实用性。

第二，体现化工行业发展趋势，突出教材的先进性。根据化工行业的发展现状，尽可能多地在教材中体现本行业的新知识、新技术、新工艺和新设备，并严格执行国家有关技术标准，使教材具有鲜明的时代特征。

第三，创新编写模式，突出教材的直观性。按照学生的认知规律，合理安排教材内容，并尽量采用以图代文的编写形式，注重利用图表、实物照片辅助讲解知识点和技能点，激发学生的学习兴趣。为了配合学校的教学改革，部分教材采用了任务驱动的编写思路。

本套教材可供全国高等职业技术学院化工类专业（应用化工技术专业、化工工艺专业、工业分析与检验专业、精细化学品生产技术专业等）选用，也可作为职业培训教材。本套教材的编写工作得到了山东、四川、河南、广西等省、自治区人力资源和社会保障厅及有关院校的大力支持，在此，我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2012 年 11 月

简 介

本教材按照项目化教学、任务驱动和基于工作过程的思路组织编写，创设具体的工作情境，选择具有典型性、代表性、可操作性的工作任务，分析完成任务需要运用的工作方法和所需掌握的知识，突出完成任务的过程、步骤和工作技能，重点讲述化工生产过程所需要的化工生产技术。

本教材共分为五个模块，包括化工装置开车前准备、化工装置原始开车、化工装置正常生产工况维持、化工装置停车和典型化工装置运行与开、停车。

本教材为高等职业技术学院化工类专业教材，也可作为成人教育教材和职业培训教材。

本教材由崔世玉主编，王玉玖、穆远庆、杨发财、朱景洋、孙欣欣参加编写，刘振河审稿。

目 录

绪论	(1)
模块一 化工装置开车前准备	(8)
任务 1 总体试车方案网络图识读	(8)
任务 2 动设备单体试车	(14)
任务 3 系统吹扫和清洗	(19)
任务 4 设备和管道酸洗与钝化	(26)
任务 5 系统水压试验和气密性试验	(32)
任务 6 装置联动试车	(35)
模块二 化工装置原始开车	(40)
任务 1 系统干燥操作	(40)
任务 2 烘炉操作	(44)
任务 3 催化剂升温 and 还原操作	(51)
任务 4 公用工程启动	(58)
任务 5 投料试生产	(74)
模块三 化工装置正常生产工况维持	(83)
任务 1 生产过程影响因素分析与工艺条件选择	(83)
任务 2 化工生产工艺条件控制与调节	(102)
任务 3 生产过程常用指标与经济评价	(115)
模块四 化工装置停车	(126)
任务 1 装置停车方案执行	(126)
任务 2 常见反应器停车及催化剂的钝化	(138)
模块五 典型化工装置运行与开、停车	(141)
任务 1 离子膜烧碱装置运行与开、停车	(141)
任务 2 甲醇装置运行与开、停车	(169)
任务 3 尿素装置运行与开、停车	(185)
任务 4 常减压炼油装置运行与开、停车	(211)

绪 论

一、“化工生产技术”的含义

化学工业又称为化学加工工业，主要是指采用化学方法将原料加工成有价值的产品的工业，即通过一系列物理、化学分离和化学反应，包括催化、电化和生化反应过程，改变物料的形态、微观结构和化学组成，以得到制成品。

化学工程是研究化工生产中共性规律的一门工程技术学科，它的一个重要任务就是研究有关工程因素对过程和装置的效应，特别是放大中的效应。

化工生产技术是指将原料物质主要经过化学反应转变为产品的方法和过程，包括实现这种转变的全部化学的和物理的措施。

化工生产技术的主要任务就是广泛而综合应用物理、化学、物理化学、化学工程、化工设备等学科的理论 and 知识以及技术经济方面的有关原则，按照国家的方针政策，选定具体化工生产过程应采用的原料路线、技术方案、工艺条件、设备选型等生产过程的必要环节，确定其最佳的经济技术指标，评价过程的经济效益和社会效益。

化工生产技术以过程为研究目的，是将化学工程学的先进技术运用到具体生产过程中，以化工产品为目标的过程技术。随着科学技术与国民经济的发展，化工生产技术的范围也在不断扩大，如生产过程中的过程控制与优化技术、环境与安全控制技术及节能减排技术等，只要涉及化工生产的，都可以列入化工生产技术的范畴，例如，化工生产自动化技术、化工生产环境治理技术、化工生产安全技术、化工生产管理技术等。通常所说的化工生产技术主要指依据化学反应原理和规律实现化工产品生产的工业技术。

二、化学工业的分类

化学工业既是原材料工业，又是加工工业，不仅包括生产资料的生产，还包括生活资料的生产，是一个多行业、多品种的产业。化学工业常见的有以下几种分类方法。

按化学特性分类，可分为无机化工、有机化工、高分子材料化工、精细化工等；按原料来源分类，可分为煤化工、石油化工、盐化工、天然气化工、矿产化工、海洋化工、农林化工等；按产品的用途分类，可分为日用化工、农用化工、食品化工、药物化工、国防化工、环境化工、能源化工、信息化工、材料化工、皮革化工、冶金化工、硅酸盐化工等；按产品行业和工业规模，依据我国统计的方法分类，可分为合成氨及肥料工业、硫酸工业、制碱工业、无机物工业、精细化工、橡胶加工业、化学矿冶炼工业、化工机械加工业等。

三、化学工业的行业特征

化学工业的行业范围很广，归纳它们的大体特征是：

1. 品种多，发展和更新速度快

化工产品产值的发展速度历来快于整个工业的发展速度，而且化工生产技术的进步快，产品更新快，几乎日新月异，新产品、新工艺层出不穷。

2. 原料、生产方法和产品的多样性及复杂性

在化学工业中，从原料、生产方法到产品，都具有复杂性和多样性的特点。

3. 设备特殊, 投资大、更新快

化学工业是个装置工业, 设备分为通用设备和专用设备以及标准设备和非标准设备。由于化工产品多达数千万个品种, 生产工艺流程不尽相同, 往往专用设备多于通用设备, 非标准设备多于标准设备, 因此, 在建厂投资时, 设备投资大, 而且设备使用寿命短, 更新快。

4. 知识技术密集, 投资和资金密集

产品的更新, 技术的进步, 需要先进的测试仪表和高科技含量的技术, 许多开发技术具有知识产权, 而研究开发的经费投资较高, 往往一个开发研究要投入较多的技术人员协作攻关, 经过数年才能突破。当市场上有某种化工产品时, 就同时必须研究第二代更新换代产品和第三代技术储备, 才能应对不断更新的市场需要。

5. 能量消耗密集和物质消耗密集

化工生产尤其是基本原料化工的生产, 消耗较多的自然界原料或经过初加工的原料, 许多化工产品消耗较多的能量, 因此, 研究节能、降耗是创造更大效益的重要环节。

6. 要求环境保护和防治, 要求自动控制条件比较严格

化工生产中往往存在着有毒、有害和易燃易爆、腐蚀或有令人不愉快的气味或各种刺激性的原材料、辅助材料、产品、副产品和中间体等。要求连续化生产不排放或少排放有害环境的物质。在治理环境处理“三废”时, 化工生产又可以获得变废为宝的副产物, 充分利用资源。所以化工企业是环境保护和治理的重点企业。

四、化工生产过程组成

化工产品种类繁多, 性质各异。不同的化学产品, 其生产过程不尽相同; 同一产品, 原料路线和加工方法不同, 其生产过程也不尽相同。但是, 化工生产过程一般都包括原料的净化和预处理、化学反应过程、产品的分离与提纯、“三废”处理及综合利用等。

1. 生产原料的准备 (原料工序)

该工序包括反应所需的各种原、辅料的储存、净化、干燥、加压和配制等操作。

2. 反应过程 (反应工序)

该工序以化学反应为主, 同时还包括反应条件的准备, 如原料的混合、预热、气化, 产物的冷凝或冷却以及输送等操作。

3. 产品的分离与提纯 (分离工序)

反应后的物料是由主、副产物和未反应的原料形成的混合物, 该工序是将未反应的原料、溶剂以及主、副产物分离, 对目的产物进行提纯精制。

4. 综合利用 (回收工序)

该工序包括对反应生成的副产物、未反应的原料、溶剂、催化剂等进行分离提纯、精制处理, 以利于回收使用。

5. “三废”处理 (辅助工序)

该工序包括化工生产过程中产生的废气、废水和废渣的处理以及废热的回收利用等, 化工生产过程的组成如图 1 所示。

为保证化工生产的正常运行, 还需要动力供给、机械维修、仪器仪表、分析检验、安全和环境保护、管理等保障和辅助系统。

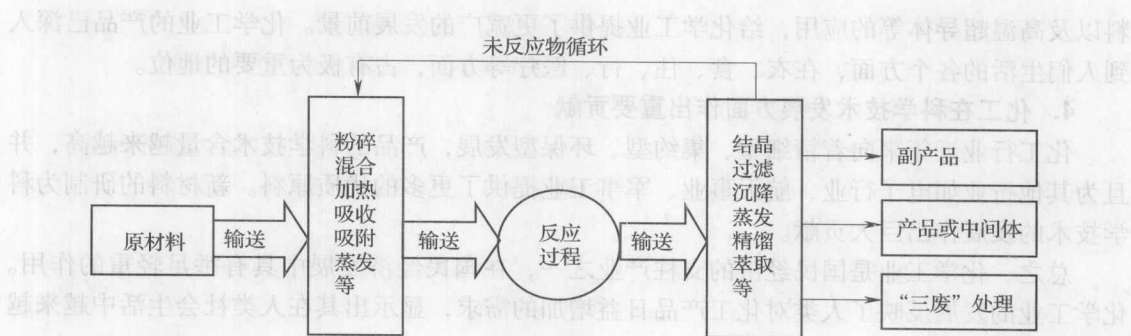


图1 化工生产过程的组成

五、化学工业在国民经济中的主要作用

化学工业是国民经济的一个重要工业部门，它与国民经济各部门和人民生活各方面都有着不可分割的联系。进入21世纪以来，化工产业保持快速增长，产业规模不断扩大，综合实力逐步提高。工业增加值年均增长20%左右，拉动国民经济增长约1个百分点。化肥、农药、成品油、乙烯、合成树脂等产品产量位居世界前列，化学工业在国民经济中的主要作用如下。

1. 化学工业促进了农业的发展

化学工业提供了大量的化肥、农药、塑料薄膜、排灌胶管和植物生长刺激素等产品，在农业增产中发挥了重要作用。最近20年，我国农业增产有40%是依靠化肥的作用。另外，2009—2011年，石化产业保持平稳较快增长。2009年实现平稳运行，经过三年调整和振兴，到2011年，产业结构趋于合理，发展方式明显转变，综合实力显著提高，农资保障能力逐步增强。到2011年，化肥年产量达到6250万吨（折纯），钾肥年产量达到400万吨（折纯），高浓度化肥比例提高到80%；在原料产地生产的化肥比例提高到60%，生产成本大幅下降；化肥储备基本满足市场调控需要。高效低毒低残留农药比例显著提高，农用柴油供应网络不断完善。

2. 化学工业为其他工业提供了大量的原材料

各种各样的化工厂为农业、纺织工业、石油工业、汽车工业、电子信息工业提供了各种各样的化工产品，例如，涂料、油漆、金属加工助剂、香料、香精、合成材料助剂、食品添加剂、无机颜料、填料、合成胶黏剂、吸附剂、电子工业用助剂、石油蜡、表面活性剂、化学试剂、农药原药、染料、涂料助剂、工业用清洗剂、纺织染整助剂、选矿药剂及冶炼助剂、建筑用精细化学品、天然胶黏剂、饲料添加剂、植物生长调节剂、石油产品添加剂、皮革化学品、造纸助剂、有机颜料、涂料乳液及成膜物质、磁性材料、不锈钢材、有色金属合金、非金属矿产、建筑钢材、金属丝、绳、金属粉末、有色金属矿产、黑色金属矿产、涂镀产品等，给其他工业节约了成本，增加了整个行业的产出。

3. 化学工业为人类提供了生活用品

化学加工在形成工业前的历史，可以从18世纪中叶追溯到远古时期，从那时起人类就能运用化学加工方法制作一些生活必需品，如制陶、酿造等。从那时起化工就肩负起为人类提供大量生活用品的重任。在这一阶段，无机化工已粗具规模，有机化工正在形成，高分子化工处于萌芽时期。近年来，高新技术和新材料发展迅速，如复合材料、信息材料、纳米材

料以及高温超导体等的应用,给化学工业提供了更宽广的发展前景。化学工业的产品已深入到人们生活的各个方面,在衣、食、住、行、医疗等方面,占有极为重要的地位。

4. 化工在科学技术发展方面作出重要贡献

化工行业近年来向着精细型、集约型、环保型发展,产品的科学技术含量越来越高,并且为其他行业如电子行业、航天事业、军事工业提供了更多的优质原料。新材料的研制为科学技术的发展作出巨大贡献。

总之,化学工业是国民经济的支柱产业之一,在国民经济发展中具有举足轻重的作用。化学工业的发展反映了人类对化工产品日益增加的需求,显示出其在人类社会生活中越来越重要的作用。

六、化工生产技术课程的性质及要求

本课程是高职高专及技工院校化工生产技术类专业的一门核心专业课程,也是其他相近专业的一门必修课,是在学生具备了基础化学、化工制图、化工单元操作、化学反应设备等基本知识、基本技能和基本能力后的一门专业课,也是化工生产技术类专业后续专业课的先行课。本教材以全新的视角,综合分析了当今化工装置及其设备生产操作所具有的共同属性,系统介绍了一个化工厂从原始开车到转入正常生产、正常工况维持及停车操作等所需要的各种化工生产工艺技术知识。通过各项操作技能训练,使学生达到化工总控工高级技工职业技能水平。

本课程的主要任务是培养学生系统掌握化工生产工艺技术知识,掌握从事化工装置原始开车、正常生产、正常工况维持及停车操作等所必备的生产操作技能。

本课程的要求是:以化工装置为载体,以开车、正常操作、停车为脉络,以工艺操作为驱动,在教师的指导下,充分发挥学生学习和演练的主体作用,重点培养学生各项操作技能,同时使学生学会化工装置生产的组织与管理,使之成为既懂操作技术、又懂管理的化工高技能人才。

思考练习题

1. 化学工业在国民经济中的地位如何?
2. 举例说明化学工业的产品及应用。
3. 按生产原料及产品划分,化学工业分为哪些行业?
4. 现代化学工业有何特点?
5. 什么是化工生产技术?
6. 试以原料的变迁和技术的发展说明化学工业的发展过程。
7. 现代化工生产技术有何特点?试举例说明。
8. 本课程学习的主要内容有哪些?它与学生所学专业的主要专业基础课和后续专业课有何区别和联系?

【知识链接】

化学工业发展简史

化学加工在形成工业之前的历史,可以从18世纪中叶追溯到远古时期,从那时起人类

就能运用化学加工方法制作一些生活必需品,生产均为作坊式手工工艺,如制陶、酿造、染色、冶炼、制漆、造纸以及制造医药、火药和肥皂等。

在18世纪初叶,第一个典型的化工厂建成,以含硫矿石和硝石为原料的铅室法生产硫酸。到20世纪初,以酸、碱为基础的无机化工粗具规模。同期,德国首创了肥料工业和煤化学工业,人类进入了化学合成的时代。

20世纪初,化学家F.哈伯发明了合成氨技术,于1913年在化学工程师C.博施的协助下建成世界上第一个合成氨工厂,使氮肥工业得到迅速发展。合成氨工艺是工业化实现高压催化反应的第一个里程碑,有力地促进了无机化工和有机化工的发展。

从20世纪初至第二次世界大战后的60—70年代,是化学工业真正变为大规模生产的主要阶段,石油化工、高分子材料、精细化工得到蓬勃发展。

1920年,美国开始大规模发展石油化工。1939年美国标准油公司开发了加氢催化重整过程。1941年,美国建成第一套以炼厂气为原料制乙烯的装置。在第二次世界大战以后,由于化工产品市场不断扩大,石油可提供大量廉价有机化工原料,同时,由于化工生产技术的发展,逐步形成石油化工。由于基本有机原料及高分子材料单体都以石油化工为原料,所以人们以乙烯的产量作为衡量有机化工的标志,20世纪80年代,90%以上的有机化工产品来自石油化工。

高分子材料在战时用于军事,战后转为民用,获得了极大的发展,成为新的材料工业。作为战略物资的天然橡胶产于热带,因产地、运输的限制,许多国家进行化学法合成橡胶研究。1937年德国法本公司开发合成橡胶获得成功,以后各国又陆续开发了顺丁、丁基、氯丁、丁腈、异戊、乙丙等多种合成橡胶。1937年,美国成功地合成尼龙66,以后涤纶、维尼纶、腈纶等陆续投产,也因为有石油化工为其提供原料保证,逐渐占有天然纤维和人造纤维大部分市场。在塑料方面,继酚醛树脂后,又生产了醇酸树脂等热固性树脂。1939年,高、低压聚乙烯、聚丙烯的开发成功,为民用塑料开辟了广泛的用途,这一时期还出现了耐高温、抗腐蚀的材料。第二次世界大战后,一些塑料也陆续用于汽车工业、建筑材料、包装材料等。在氯丁橡胶实现工业化和尼龙66合成以后,高分子化工蓬勃发展,塑料、合成橡胶和合成纤维的大规模工业生产,使人类进入了合成材料的时代。

在精细化工方面,人类发明了活性染料,使染料与纤维以化学键相结合,使合成纤维及其混纺织物在新型染料推动下交互发展。此外,还有用于激光、液晶、显微技术等特殊染料。20世纪40年代,瑞士P.H.米勒发明第一个有机氯农药之后,又开发了一系列有机氯、有机磷等具有胃杀、触杀、内吸等特殊作用的高效农药。20世纪60年代后,高效低毒或无残毒的农药发展极快。此外,还有抗生素农药,如我国1976年研制成功的井冈霉素,用于抗水稻纹枯病;在医药方面,1910年法国制成606砷制剂(根治梅毒的特效药)后。1928年,英国开辟了抗生素药物的新领域,之后还成功研制治疗生理方面疾病的药物,如治疗心血管疾病、精神疾病等的药物以及避孕药。此外,还有一些专用诊断药物问世。在涂料行业,也摆脱了天然油漆的传统束缚,改用如醇酸树脂、丙烯酸树脂等合成油漆,以适应汽车工业等高级涂饰的需要。第二次世界大战后,丁苯胶乳制成水性涂料,成为建筑涂料的主要品种,采用高压无空气喷涂、静电喷涂、电泳涂装、阴极电沉积涂装、光固化等新技术,可节省劳动力和材料,并发展了相应的涂料品种。

20 世纪 60—70 年代以来, 化学工业各企业间竞争激烈, 由于对反应过程的深入了解, 可以使一些传统的基本化工产品的生产装置日趋大型化, 以降低成本。与此同时, 由于新技术革命的兴起, 对化学工业提出了新的要求, 推动了化学工业的技术进步, 发展了精细化工、超纯物质、新型结构材料和功能材料。

1963 年, 美国凯洛格公司设计建设第一套日产 540 t 合成氨单系列装置, 这是化工生产装置开始大型化的标志。从 20 世纪 70 年代起, 合成氨单系列生产能力已发展到日产 900 ~ 1 350 t, 20 世纪 80 年代出现了日产 1 800 ~ 2 700 t 合成氨的装置, 其吨氨总能量消耗大幅度下降。乙烯单系列生产规模从 20 世纪 50 年代年产 5 万吨发展到 20 世纪 70 年代年产 10 万 ~ 30 万吨, 20 世纪 80 年代初新建的乙烯装置最大生产能力达年产 68 万 t。其他化工生产装置如硫酸、烧碱、基本有机原料、合成材料等均向大型化发展, 规模大型化减少了对环境的污染, 提高了长期运行的可靠性, 促进了安全、环保防护技术的迅速发展。

自 20 世纪 60 年代以来, 信息技术用化学品得到了较快发展, 大规模集成电路和电子工业迅速发展, 所需电子计算机的器件材料和信息记录材料也得到迅速发展。20 世纪 60 年代以后, 多晶硅和单晶硅的产量以每年 20% 的速度增长。随着半导体器件的发展, 气态源如磷化氢 (PH_3) 等日趋重要, 它不仅用于音频记录、视频记录等, 更重要的是用于计算器作为外存储器及内存储器, 有磁带、磁盘、磁鼓、磁泡、磁卡等多种类型, 不仅用于光纤通信, 而且在工业上、医疗上作为内窥镜材料。

20 世纪 60 年代已开始用尼龙、聚缩醛类以及丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物等为结构材料, 它们具有高强度、耐冲击、耐磨、抗化学腐蚀、耐热性好、电性能优良等特点, 并且自重轻, 易成形, 广泛用于汽车、电器、建筑材料、包装等方面。20 世纪 60 年代以后, 又出现了耐热性高、密度小、比强度高、韧性好的复合材料, 特别适于作为航天、航空及其他交通运输工具的结构件, 以代替金属, 节省能量。氟材料也发展迅速, 由于它们具有突出的耐高低温性能、优良电性能、耐老化、耐辐射, 广泛用于电子与电器工业、核工业和航天工业, 又由于它们具有生理相容性, 也可作为人造器官和生物医疗器材。

20 世纪 50 年代原子能工业开始蓬勃发展, 要求化工企业生产重水、吸收中子材料和传热材料以满足航天事业的需要。固体推进剂由胶黏剂、增塑剂、氧化剂和添加剂所组成。液体高能燃料有液氢、煤油、偏二甲肼、无水肼等, 氧化剂有液氧、发烟硝酸、四氧化二氮等。这些产品都有严格的性能要求, 已形成一个专门的生产行业。为了满足节能和环保的要求, 1960 年美国试制成可以用于生产的膜, 以淡化、处理工业污水, 以后又扩展用于医药、食品工业, 但这种膜易于生物降解, 也易水解, 使用寿命短。1970 年又开发了芳香族聚酰胺反渗透膜, 它能够抗生物降解, 但不能抗游离氯。1977 年, 改进后的复合膜用于海水淡化, 每立方米淡水仅耗电 23.7 ~ 28.4 MJ。聚砜中空纤维气体分离膜用于合成氨尾气的氢氮分离及其他多种气体分离, 这种技术比其他工业分离方法节能更多。1971 年, 美国福特汽车公司及西屋电气公司以 β -氯化硅 (β -SiN) 为燃气透平的结构材料, 运行温度曾高达 1 370℃, 以提高功效, 节省燃料, 减少污染, 为良好的节能材料, 但经 10 年试验, 仍存在不少问题, 尚须进一步改进, 现主要用做陶瓷发动机、透平叶片、导电陶瓷、人造骨等。陶瓷的主要物系有氧化物系和非氧化物系, 如氧化铝、氧化锆等氧化物系, 如碳化硅、氮化硼等非氧化物系。20 世纪 80 年代, 为改进陶瓷的脆性, 又开发了硅碳纤维增

强陶瓷。

专用化学品也得到进一步发展，它以很少的用量增进或赋予另一产品以特定功能，获得很高的实用价值。例如，食品和饲料添加剂，塑料和橡胶助剂，皮革、造纸、油田等专用化学品，以及胶黏剂、防氧化剂、表面活性剂、水处理剂、催化剂等。以催化剂而言，电子显微镜、电子能谱仪等现代化仪器的发展，有助于了解催化机理，因而制备成各种专用催化剂，也标志着催化剂的发展进入了一个新阶段。

附录 附录 A 附录 B 附录 C 附录 D 附录 E 附录 F 附录 G 附录 H 附录 I 附录 J 附录 K 附录 L 附录 M 附录 N 附录 O 附录 P 附录 Q 附录 R 附录 S 附录 T 附录 U 附录 V 附录 W 附录 X 附录 Y 附录 Z

附录 A 附录 B 附录 C 附录 D 附录 E 附录 F 附录 G 附录 H 附录 I 附录 J 附录 K 附录 L 附录 M 附录 N 附录 O 附录 P 附录 Q 附录 R 附录 S 附录 T 附录 U 附录 V 附录 W 附录 X 附录 Y 附录 Z

附录 A 附录 B 附录 C 附录 D 附录 E 附录 F 附录 G 附录 H 附录 I 附录 J 附录 K 附录 L 附录 M 附录 N 附录 O 附录 P 附录 Q 附录 R 附录 S 附录 T 附录 U 附录 V 附录 W 附录 X 附录 Y 附录 Z

附录 A 附录 B 附录 C 附录 D 附录 E 附录 F 附录 G 附录 H 附录 I 附录 J 附录 K 附录 L 附录 M 附录 N 附录 O 附录 P 附录 Q 附录 R 附录 S 附录 T 附录 U 附录 V 附录 W 附录 X 附录 Y 附录 Z

附录 A 附录 B 附录 C 附录 D 附录 E 附录 F 附录 G 附录 H 附录 I 附录 J 附录 K 附录 L 附录 M 附录 N 附录 O 附录 P 附录 Q 附录 R 附录 S 附录 T 附录 U 附录 V 附录 W 附录 X 附录 Y 附录 Z

模块一 化工装置开车前准备

新建或大修后的化工装置,从建设竣工到原始开车需要做大量的准备工作。本模块主要从总体试车方案网络图识读、动设备单体试车、系统吹扫和清洗、设备和管道酸洗与钝化、系统水压试验和气密性试验、装置联动试车这6个方面对化工装置开车前的准备进行全面学习与训练,以便学生能掌握化工装置开车前准备工作的理论知识和操作技能。

任务1 总体试车方案网络图识读

学习目标

了解总体试车方案的作用,掌握总体试车方案的内容。能够识读总体试车方案网络图,确定网络图关键线路。



任务引入

一个新建或者大修后的化工厂,从基本建设交工到转入投料试生产都要经过一个漫长的交替过程。由于各个单项工程不可能在一天之内完成,这就涉及各个单位的合理安排和衔接,因此,必须有一个统一的试车方案来约定各个方面的工作。总体试车方案成为顺利启动化工装置的关键因素。本任务要求识读总体试车方案网络图。



任务分析

总体试车方案与单个装置试车方案的主要区别在于“总体”二字,该方案的主要目的是组织、协调各装置之间包括上下游装置之间以及主装置和公用工程装置之间的相互配合关系,以期安全顺利而又最经济地启动一个工厂或大中型联合装置。正确识读总体试车方案的关键是将组成网络图的元素进行分解、分析。



相关知识

一、总体试车方案的作用

1. 大型化工装置在试车期间只有投入,没有产出。大型化工装置自开车之日起到通用折旧寿命期的一般盈亏情况曲线图如图1—1—1所示。

由图1—1—1可见,开工第一年是亏损最为严重的一年,而其亏损额往往要用3~5年才能填平,因此,通过总体试车方案的制定和实施,用最少的资金迅速顺利地启动化工装置

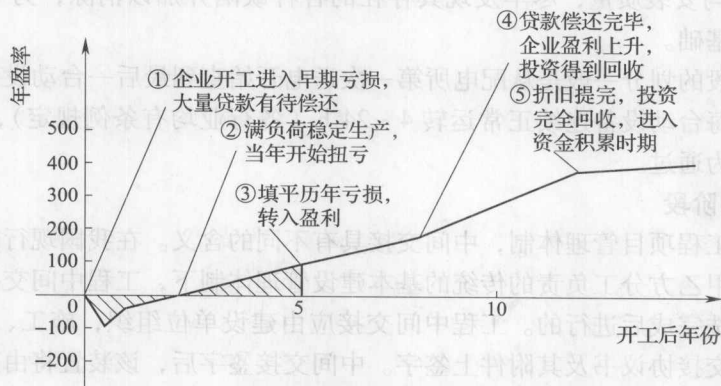


图 1-1-1 大型化工装置盈亏

并使之尽早步入盈利状态，是每个单位必须认真考虑的问题。

2. 现代化工装置大型化、超大型化的发展，既为企业带来了规模效益，同时也形成了规模消耗。一套大型乙烯装置，如果在开工阶段发生上下游装置不能紧密衔接的问题，其乙烯放空损失每天将在 200 万元以上。因此，开工组织者和所有开工人员要精心考虑和妥善安排每一个开工步骤摆放的顺序、占用的时间、前后的衔接以及发生意外情况时的应急措施等，尽可能地优化整个开工步骤，缩短开工周期，减少资金的投入，以期取得最佳的经济效果。

3. 由于大型化工装置开工过程的长周期和复杂性，要求必须有一个严密的总体试车方案。

(1) 从基本建设自身的规律来讲，涉及各个单项工程之间的合理安排和衔接，还涉及五大步骤之间甲方（工程发包方或建设单位）和乙方（工程承包方或施工单位）之间人员职责的转换和配合，因此，必须有一个统一的试车方案来约定各个方面的工作。

(2) 大型化工装置的原始启动程序十分复杂，周期很长。

(3) 其他方面，如财务工作需要安排流动资金的借贷计划，人事工作需要确定各种人员结束培训进入装置的时间，供销系统需要落实大宗物料和产品的运输准备等。

所有这些工作的协调，均需依靠总体试车方案的安排部署。实际上，总体试车方案就是在化工装置建设中后期围绕化工装置试车投产这一目标指挥各个方面协同作战的纲领性文件。

4. 总体试车方案最后一个重要作用就是研究和解决整个试车过程的重大关键问题。如水、电、汽等公用工程的供应，“三废”的排放及处理，原燃料质量的差异，下游生产装置的衔接等。

二、总体试车方案的内容

化工装置由基本建设（或重大技术改革，下同）施工收尾转入原始启动的程序和职责转换的标准程序划分为单机试车（含系统吹扫）、中间交接、联动试车、化工投料、装置（或系统）考核 5 个阶段，现将这 5 个阶段的主要特点简述如下：

1. 单机试车阶段

单机试车又叫单机试运，单机试运的目的是对运转机械输入动力（电力、蒸汽等）以使机械启动（由电动机至整个机组），在接近或达到额定转速的情况下初步检验该机械的制

造（包括设计）与安装质量，尽早发现其存在的各种缺陷并加以消除，为下一步联动试运和化工投料打好基础。

单机试车阶段的划分一般是从配电所第一次送电开始直到最后一台动设备试车完毕。一般情况下，要求每台动设备连续正常运转 4~24 h（各行业均有条例规定），经各方联合确认合格后即可视为通过。

2. 中间交接阶段

对于不同的工程项目管理体制，中间交接具有不同的含义。在我国现行的以建设单位和施工单位为甲乙双方分工负责的传统的建设管理体制下，工程中间交接是在单机试车和系统吹扫、清洗完成后进行的。工程中间交接应由建设单位组织，施工、设计单位参加，分别在工程中间交接协议书及其附件上签字。中间交接签字后，该装置将由建设单位接手管理和操作，联动试车正式开始，施工单位转入配合角色。

3. 联动试车阶段

联动试车的目的是检验装置的设备、管道、阀门、电气、仪表、计算机等的性能和质量是否符合设计与规范的要求。其试车工作一般包括：系统的气密、干燥、置换和“三剂”充填（化学药品、催化剂、干燥剂等）、耐火衬里烘烤、烘炉、惰性气体置换、仪表系统调试、以假物料（通常是空气和水、油等）进行单机或大型机组系统试运及系统水试运、油联运及实物或代用物料进行的“逆式开车”等。这也是化工装置原始启动过程中工艺程序复杂多变、甲乙双方职责和工作交叉最频繁的一个阶段。

4. 化工投料阶段

这是整个原始启动过程中最为关键的阶段。一旦进入化工投料阶段，物料在装置中将使所有设备经受真实负荷的考验，如果出现操作不当或外部条件失谐等情况，极可能发生各种事故。再从经济角度来看，化工原燃料一般要占产品成本的 60%~80%，投料之后，如不能尽快生产出合格产品，必将造成严重的经济损失。因此，在化工投料前，必须严格按照标准检查是否已确实具备了投料条件，并根据投料试车方案平稳有序地进行，保证化工投料一次成功。根据多年的经验，公认的准则是“单机试车要早，吹扫气密要严，联动试车要全，投料试车要稳，经济效益要好”。

5. 装置考核阶段

这是新建化工装置原始启动的最后一个阶段，其目的是在设计规定条件下，全面检验整个化工装置的工程质量和工艺、设备的特性，确定该装置各项指标是否能够达到设计规定值或合同保证值，为最后的工程竣工验收提供依据。一般情况，考核时间为 72 h。

三、总体试车方案网络图的组成

一般情况下，网络图是由节点（node）和箭杆（arc 或称边）两个元素组成的。这两个元素的组合反映出一项计划的 3 个重要内容，分别是工序、事项、线路。

1. 工序

工序泛指一项需要消耗人力、物力或时间的具体活动过程，在网络图中用箭线表示，并在箭线上部注明工序名称，在箭线下部注明该项工序的持续时间。一项工序所包括的内容，可以根据该网络图所要反映的总体范围来设定，如在图 1—1—2 中，初步设计是作为一个工序出现的，但如果网络图所要反映的是设计工作总体计划，则该工序还可详细分解为确认设计条件、各专业设计、图样审核、出图装订等工序。

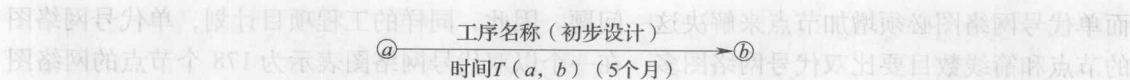


图 1—1—2 工序的表示法

在一般情况下的网络图均不带时间坐标，这时箭线的长短可以随意绘制。在有的情况下，要求网络图带有时间坐标，这时箭线的长短应按工序所需时间的比例绘制，如果必须画斜向箭线，则用箭线的水平投影来代表工序的时间。此外，在网络图中，还有一种虚工序，在两个节点之间以虚箭线表示。这种工序不占用人力、物力和时间，是一种只反映两个工序之间前后联系关系的一种虚拟工序。

在网络图中各个工序之间的关系，用紧前工序、紧后工序、平行工序、交叉工序等专用名称代表，如图 1—1—3 所示。

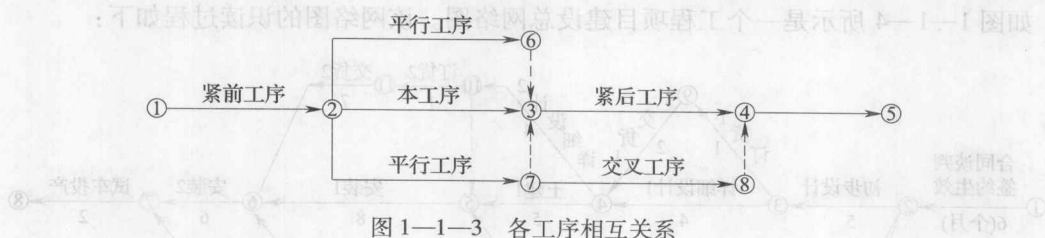


图 1—1—3 各工序相互关系

2. 事项

事项指一个工序开始或结束的瞬时阶段点。在网络图中，一般用圆圈和其中的符号（数字或字母）来表示。除去起点和终点事项外，每个圆圈都连接两条或两条以上的箭线，所以这些圆圈称为节点（或结点），每个节点都含有双重意义，既代表上一个工序的结束，又代表下一个工序的开始。节点的编号可以是连续的，也可以是不连续的。不连续编号可以在中间空出一定的备用号，以便进行局部修改。节点号码的顺序要与箭线方向相配合，箭尾的号码要小于箭头的号码，同一号码不能重复使用。两个相同号码之间只能连接一条箭线，也就是只能表示一个工序，平行的工序应另设节点表示，如需要表示逻辑关系，可在箭尾节点上以虚线相连接来表示。

3. 线路

线路是指由箭线（工序）和节点（事项）组成的整体。在一个网络图完成之后，从总起点（或称总开工事项）开始到达项目终点（或称总完工事项），顺着节点和箭线的方向前进，一般至少有多条以上的多条线路。

4. 单代号网络图

按照上述规定绘制出来的网络图称为双代号网络图。随着网络技术的推广和演变，又产生了一种单代号网络图。在单代号网络图中，将双代号中以箭线表示的工序和以节点表示的事项结合起来，统一由节点表示，箭线的作用仅限于表示各工序之间的前后逻辑关系。

单代号网络图的优点是图面比较清楚，上下工序之间的关系比较明了，修改比较方便，在许多新型网络计划技术中应用较多。但与双代号网络图相比，如果工序的名称不是直接标注在节点内，要直接理解代码的含义需要对业务很熟悉，而如果通过附表查阅对照则又十分烦琐，综合起来看并不如双代号网络图直观；而且双代号网络图中可以用虚线表示虚工序，