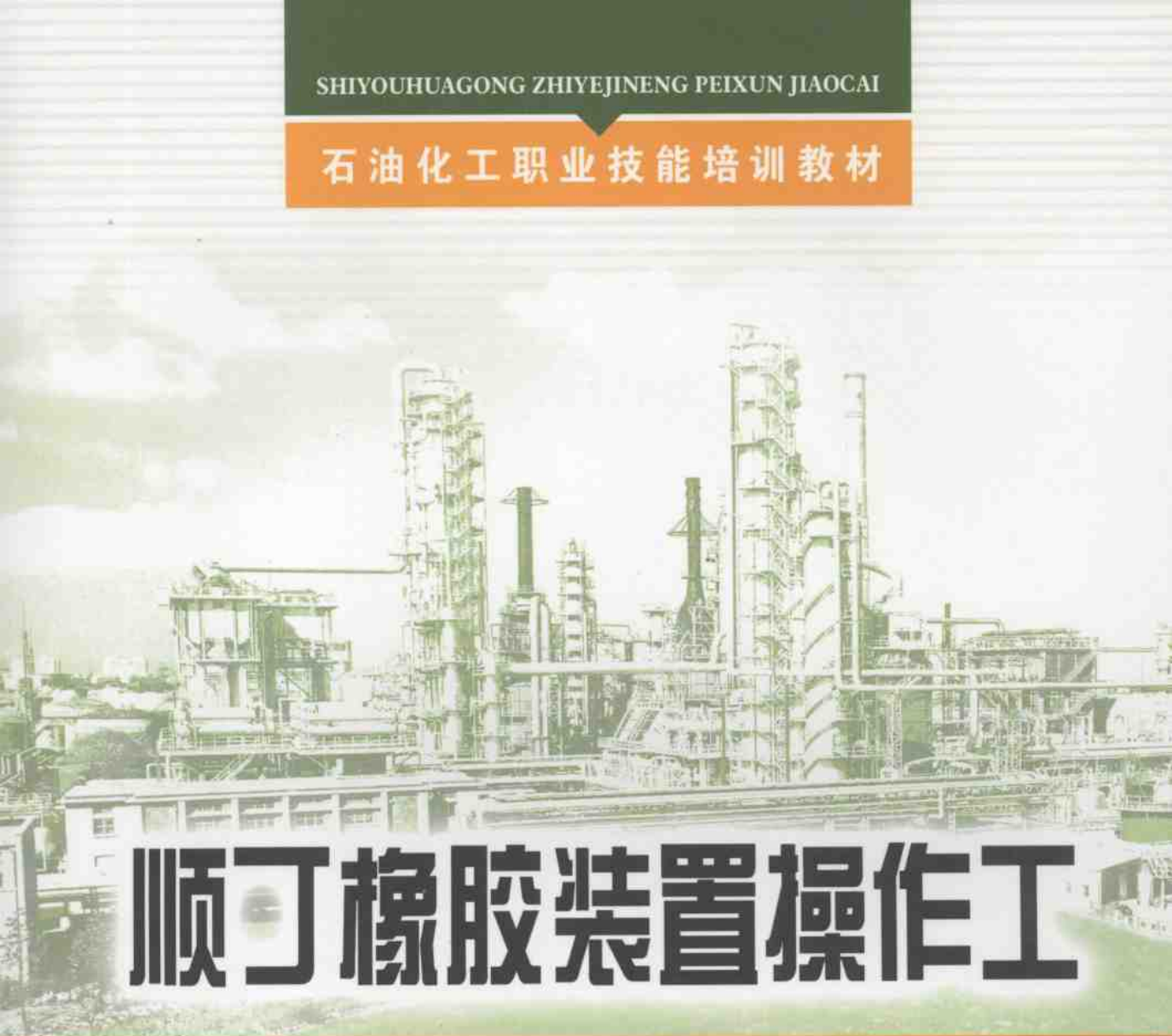


SHIYOUHUAGONG ZHIYEJINENG PEIXUN JIAOCAI

石油化工职业技能培训教材



顺丁橡胶装置操作工

中国石油化工集团公司人事部 编
中国石油天然气集团公司人事服务中心

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油化工职业技能培训教材

顺丁橡胶装置操作工

中国石油化工集团公司人事部 编
中国石油天然气集团公司人事服务中心

中国石化出版社

内 容 提 要

《顺丁橡胶装置操作工》为《石油化工职业技能培训教材》系列之一,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》中,对该工种初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别的专业理论知识和操作技能的要求。主要内容包括:橡胶和顺丁橡胶基础知识、顺丁橡胶生产工艺流程和技术特点、设备使用和维护、装置开车准备和停车处理、聚合单元操作、后处理单元操作、回收单元操作、事故判断与处理、安全环保与节能。

本书是顺丁橡胶装置操作人员进行职业技能培训的必备教材,也是专业技术人员必备的参考书。

顺丁橡胶装置操作工

图书在版编目(CIP)数据

顺丁橡胶装置操作工/中国石油化工集团公司人事部,
中国石油天然气集团公司人事服务中心编。

—北京:中国石化出版社,2007

石油化工职业技能培训教材

ISBN 978-7-80229-445-5

I. 顺… II. ①中…②中… III. 顺丁橡胶-化工设备-
操作-技术培训-教材 IV. TQ333.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155023 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

787×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 336 千字

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

定价:32.00 元

前言

为了进一步加强石油化工行业技能人才队伍建设,满足职业技能培训和鉴定的需要,中国石油化工集团公司人事部、中国石油天然气集团公司人事服务中心联合组织编写了《石油化工职业技能培训教材》。本套教材的编写依照劳动和社会保障部制定的石油化工生产人员《国家职业标准》及中国石油化工集团公司人事部编制的《石油化工职业技能培训考核大纲》,坚持以职业活动为导向,以职业技能为核心,以“实用、管用、够用”为编写原则,结合石油化工行业生产实际,以适应技术进步、技术创新、新工艺、新设备、新材料、新方法等要求,突出实用性、先进性、通用性,力求为石油化工行业生产人员职业技能培训提供一套高质量的教材。

根据国家职业分类和石油化工行业各工种的特点,本套教材采用共性知识集中编写,各工种特有知识单独分册编写的模式。全套教材共分为三个层次,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》各职业(工种)对初级、中级、高级、技师和高级技师各级别的要求。

第一层次《石油化工通用知识》为石油化工行业通用基础知识,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》对各职业(工种)共性知识的要求。主要内容包括:职业道德,相关法律法规知识,安全生产与环境保护,生产管理,质量管理,生产记录、公文和技术文件,制图与识图,计算机基础,职业培训与职业技能鉴定等方面的基本知识。

第二层次为专业基础知识,分为《炼油基础知识》和《化工化纤基础知识》两册。其中《炼油基础知识》涵盖燃料油生产工、润滑油(脂)生产工等职业(工种)的专业基础及相关知识,《化工化纤基础知识》涵盖脂肪烃生产工、烃类衍生物生产工等职业(工种)的专业基础及相关知识。

第三层次为各工种专业理论知识和操作技能,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》对各工种操作技能和相关知识的要求,包括工艺原理、工艺操作、设备使用与维护、事故判断与处理等内容。

《顺丁橡胶装置操作工》为第三层次教材,在编写时采用传统教材模式,不

分级别,从初级工到高级技师所需的理论和操作内容都汇编于本书内,阅读和培训时可按《国家职业标准》选择所需内容。主要内容包括橡胶和顺丁橡胶基础知识、顺丁橡胶生产工艺流程和技术特点、设备使用和维护、装置开车准备和停车处理、聚合单元操作、凝聚及后处理单元操作、回收单元操作、事故判断与处理、安全环保与节能。在编写顺序上遵循先基础理论知识后技能操作的编写特点,把设备使用(维护)知识和工艺操作知识分开编写,使技能操作人员通过从理论到技能的学习,能够把所学知识应用到实际操作中。

《顺丁橡胶装置操作工》培训教材由燕山石化负责组织编写,主编于进军(燕山石化),参加编写的人员有李庆萍(燕山石化)、修志强(燕山石化)、严翰章(齐鲁石化)、王道立(锦州石化)。本教材已经中国石油化工集团公司人事部、中国石油天然气集团公司人事服务中心组织的职业技能培训教材审定委员会审定通过,主审黎宗坚;参加审定的人员有刘定伦、熊国辉、高爱民、许铭华、谷翠珍、张松有、张铭鑫、任翠霞,在审定工作中得到了齐鲁石化的大力支持,在此表示感谢;中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合,在此一并表示感谢。

由于石油化工职业技能培训教材涵盖的职业(工种)较多,同工种不同企业的生产装置之间也存在着差别,编写难度较大,加之编写时间紧迫,不足之处在所难免,敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

目 录

第1章 基础知识

1.1 概述	(1)
1.1.1 橡胶的发展概况	(1)
1.1.2 橡胶的分类	(2)
1.1.3 合成橡胶	(3)
1.2 顺丁橡胶	(11)
1.2.1 顺丁橡胶的分类	(13)
1.2.2 顺丁橡胶的性能利用途	(14)
1.2.3 顺丁橡胶发展趋势	(15)
1.3 镍系顺丁橡胶生产原理	(17)
1.3.1 聚合单元	(17)
1.3.2 回收单元	(22)
1.3.3 凝聚及后处理单元	(22)
1.3.4 老化与防护	(23)

第2章 工艺流程及技术特点

2.1 装置工艺流程	(27)
2.1.1 工艺流程及说明	(27)
2.1.2 重要工艺控制指标	(29)
2.2 原料和产品	(30)
2.2.1 原料	(30)
2.2.2 产品	(36)
2.3 控制系统和分析	(37)
2.3.1 控制系统	(37)
2.3.2 简单控制回路的功能	(39)
2.3.3 顺丁橡胶生产过程主要分析项目	(42)
2.4 国内顺丁橡胶装置技术特点	(43)

第3章 设备的使用与维护

3.1 机泵	(45)
3.1.1 离心泵	(45)
3.1.2 计量泵	(46)
3.1.3 齿轮泵	(48)

3.1.4	螺杆泵	(48)
3.1.5	真空泵	(49)
3.1.6	磁力泵	(50)
3.1.7	屏蔽泵	(51)
3.2	换热设备	(52)
3.2.1	固定管板式换热器	(52)
3.2.2	浮头式换热器	(52)
3.2.3	U形管式换热器	(53)
3.2.4	空冷器	(53)
3.2.5	换热器主要故障的原因分析	(53)
3.2.6	换热器的使用与维护	(54)
3.3	塔	(55)
3.3.1	塔设备简介	(55)
3.3.2	浮阀塔	(55)
3.3.3	筛板塔	(56)
3.4	容器	(56)
3.4.1	压力容器	(56)
3.4.2	常压容器	(57)
3.5	釜	(59)
3.5.1	反应器的类型及应具备的条件	(59)
3.5.2	聚合反应釜	(59)
3.5.3	胶液凝聚釜	(62)
3.5.4	配制釜	(63)
3.6	后处理专用设备	(63)
3.6.1	脱水挤压机	(63)
3.6.2	膨胀干燥机	(65)
3.6.3	干燥箱	(67)
3.6.4	输送机	(68)
3.6.5	振动筛	(69)
3.6.6	自动电子秤	(70)
3.6.7	垂直提升机	(70)
3.6.8	压块机	(71)
3.6.9	自动重量复检秤	(72)
3.6.10	金属检测器	(73)
3.6.11	热合薄膜包装机	(74)
3.7	顺丁橡胶生产主要设备一览表	(75)
3.7.1	聚合单元	(75)
3.7.2	回收单元	(76)
3.7.3	后处理单元	(78)

第4章 装置开车准备和停车处理

4.1 新装置第一次开工	(80)
4.1.1 人员准备和对内外联系	(80)
4.1.2 设备检查与试运	(80)
4.1.3 装置吹扫	(81)
4.1.4 装置的试压、试漏	(82)
4.1.5 水运	(82)
4.1.6 氮气置换	(82)
4.1.7 公用工程投用操作	(83)
4.1.8 装置的联动油运	(84)
4.1.9 投料试车	(84)
4.2 装置检修后开工操作	(85)
4.2.1 装置检修后的验收工作	(85)
4.2.2 开车前的准备	(86)
4.3 装置正常开工操作	(87)
4.4 装置正常停车处理	(87)
4.4.1 停车检修处理应达到的标准	(88)
4.4.2 正常停车准备工作	(88)
4.4.3 聚合单元停工后的处理	(88)
4.4.4 凝聚及后处理单元停工后的处理	(89)
4.4.5 回收单元停工后处理	(90)
4.5 停工后常规检修工作	(90)
4.5.1 盲板抽加	(90)
4.5.2 设备蒸煮、置换	(91)
4.5.3 丁二烯储罐及堵塞自聚物的清理	(91)
4.5.4 装置停工检修安全规定	(91)
4.6 装置紧急停车	(92)
4.6.1 聚合单元的紧急停车	(92)
4.6.2 回收单元的紧急停车	(92)
4.6.3 凝聚及后处理单元的紧急停车	(93)

第5章 聚合单元操作

5.1 开车操作	(94)
5.1.1 催化剂的收料和配制	(94)
5.1.2 抗氧剂的配制	(96)
5.1.3 聚合反应系统的开车	(96)
5.2 正常操作	(98)
5.2.1 配制计量工序正常操作	(98)
5.2.2 聚合工序正常操作	(100)

5.2.3 工艺优化	(109)
5.2.4 异常现象及处理	(114)
5.3 停车操作	(116)
5.3.1 配制计量工序停车	(116)
5.3.2 聚合生产线停车	(116)
5.3.3 异常现象及处理	(117)

第6章 凝聚及后处理单元操作

6.1 开车操作	(118)
6.1.1 胶罐工序的开车	(118)
6.1.2 凝聚工序的开车	(121)
6.1.3 干燥单元的开车	(127)
6.1.4 压块包装工序的开车	(128)
6.2 正常操作	(130)
6.2.1 工艺操作	(130)
6.2.2 改变生产流程的操作	(137)
6.2.3 后处理单元主要控制回路	(138)
6.3 停车操作	(140)
6.3.1 胶罐工序的停车	(140)
6.3.2 凝聚工序的停车	(141)
6.3.3 干燥工序的停车	(142)
6.3.4 压块包装工序的停车	(142)
6.4 异常现象及处理	(142)
6.4.1 胶罐工序异常现象及处理	(143)
6.4.2 凝聚工序异常现象及处理	(143)
6.4.3 干燥单元异常现象及处理	(144)
6.4.4 压块包装单元异常现象及处理	(146)

第7章 回收单元操作

7.1 开车操作	(148)
7.1.1 溶剂脱水塔系统的开车	(148)
7.1.2 丁二烯回收塔系统的开车	(148)
7.1.3 溶剂脱重塔系统的开车	(150)
7.1.4 尾气回收系统的投用	(150)
7.1.5 溶剂回收工艺特点	(150)
7.2 正常操作	(154)
7.2.1 主要工艺控制原理	(154)
7.2.2 溶剂回收塔工艺调节	(157)
7.2.3 回收单元主要控制回路	(159)

7.3 停车操作	(160)
7.3.1 回收单元的计划停车	(160)
7.3.2 回收单元的临时停车	(162)
7.3.3 回收单元的紧急停车	(162)
7.4 异常现象及处理	(162)

第8章 事故判断与处理

8.1 事故停车	(165)
8.1.1 停电事故	(165)
8.1.2 停蒸汽事故	(166)
8.1.3 停水事故	(168)
8.1.4 停仪表风事故	(169)
8.2 设备事故	(171)
8.2.1 离心泵轴封大量泄漏物料引起火灾	(171)
8.2.2 胶液泵超压造成法兰垫片破裂	(171)
8.2.3 换热器封头、阀门漏出物料发生着火	(171)
8.2.4 换热器列管漏物料	(172)
8.2.5 空冷器风机突然停运	(172)
8.2.6 物料储罐罐壁漏料	(172)
8.2.7 热电偶连接处漏料	(173)
8.2.8 机泵抱轴	(173)
8.2.9 搅拌器轴封大量泄漏	(173)
8.2.10 聚合单元催化剂窜料	(174)
8.2.11 液面计破裂	(174)
8.2.12 丁二烯管线法兰垫片破裂泄漏	(174)
8.2.13 溶剂油管线法兰垫片破裂泄漏	(174)
8.2.14 三异丁基铝法兰垫片破裂	(175)
8.2.15 三氟化硼乙醚络合物大量外泄	(175)
8.2.16 运转设备电机超温着火	(175)
8.2.17 阀门阀芯脱落	(176)
8.2.18 蒸汽管线水击管线或法兰垫片破裂	(176)
8.2.19 装置沟井爆炸	(176)
8.3 工艺操作事故	(177)
8.3.1 溶剂回收塔超压	(177)
8.3.2 溶剂回收塔温度异常	(177)
8.3.3 溶剂脱水塔回流罐排水不及时, 游离水带人溶剂脱水塔	(177)
8.3.4 溶剂回收塔回流液中断	(178)
8.3.5 溶剂脱水塔底水值不合格产品进入溶剂脱重塔	(178)
8.3.6 溶剂脱重塔顶不合格产品送入罐区	(178)
8.3.7 溶剂回收塔回流罐冒顶	(179)

8.3.8	计量泵操作不当造成超压	(179)
8.3.9	聚合反应超温	(179)
8.3.10	聚合釜超压	(180)
8.3.11	氮气管线内窜胶	(180)
8.3.12	胶液罐超压	(180)
8.3.13	凝聚釜超压	(180)
8.3.14	凝聚油水分层罐跑油	(181)
8.3.15	凝聚溶剂油储罐跑料	(181)
8.3.16	凝聚单元物料窜水	(182)
8.3.17	膨胀干燥机超温	(182)
8.3.18	膨胀干燥机超压	(182)
8.3.19	膨胀干燥箱着火	(182)
8.3.20	溶剂脱水塔进料带游离水	(183)
8.3.21	聚合工序丁二烯中断	(183)
8.3.22	聚合工序溶剂油中断	(183)
8.3.23	聚合原料带游离水	(184)
8.3.24	凝聚喷胶中断	(184)
8.3.25	膨胀干燥机胶料中断	(184)
8.4	事故案例	(185)

第9章 安全环保与节能

9.1	安全	(188)
9.1.1	主要原材料危害及预防	(188)
9.1.2	设备腐蚀与防护	(190)
9.1.3	用电安全	(192)
9.1.4	季节性安全生产	(194)
9.2	环保	(198)
9.2.1	废水	(198)
9.2.2	废气	(199)
9.2.3	废渣	(199)
9.2.4	噪声	(200)
9.3	节能新技术	(201)
9.3.1	热泵	(201)
9.3.2	变频技术	(202)
9.3.3	高效塔盘	(204)
9.3.4	节水	(205)
	参考文献	(207)

第1章 基础知识

1.1 概述

目前,合成橡胶有30余个品种,数千种牌号。新的合成橡胶产品具有的某些特殊性能,如阻尼性、耐热性、密封性、耐溶剂性、生理相容性、形状记忆性等,都是天然橡胶无法比拟的。其应用已拓展到交通运输、建筑、机电、日用品、电子信息、航空航天、医药卫生以及生物科学等领域。

1.1.1 橡胶的发展概况

考古发现人类在11世纪就开始使用橡胶。1493~1496年哥伦布第二次航行发现美洲新大陆时,同时也发现了天然橡胶,但是直到1839年固特异经长期的艰苦试验研究发明了硫化技术后,才使之有了使用价值。这项发明加上1862年双辊机的发明,奠定了橡胶加工业的基础。

17世纪中叶,工业上遥遥领先的英国已建立了相当规模的橡胶工业。橡胶进入市场,野生橡胶供不应求。1876年英国从巴西偷运了70000颗种子回国,有2000枚播种在英国皇家植物园。之后将树苗移植到当时英属的锡兰(现斯里兰卡)。从此英国便在东南亚殖民地国家开始了橡胶的种植。曾经有人将种植橡胶称为第二代橡胶。

我国从1904年开始在雷州半岛等地种植天然橡胶,并于20世纪50年代初将橡胶树北移试种取得成功,在北纬 18° ~ 24° 的广西、云南等地大面积种植了橡胶树。现在我国天然橡胶产量占世界产量第四位。

硫化及双辊机的发明为橡胶工业奠定了基础,橡胶工业的真正起飞则是由于汽车工业的快速发展。1888年发明了充气轮胎,这种轮胎代替了金属或实心的轮胎,于是约80%的橡胶用于轮胎生产。

第一次世界大战爆发后,德国由于被切断了天然橡胶的来源,1917年以2,3-二甲基-1,3-丁二烯为单体热聚合生产了甲基橡胶。1932年,前苏联工业生产丁钠橡胶之后相继生产的合成胶有氯丁、丁苯及丁腈橡胶。

20世纪50年代,齐格勒和纳塔(Ziegler-Natta)发现了定向聚合,促成了合成橡胶工业的新飞跃,出现了顺丁、乙丙、异戊橡胶等新胶种。1965~1973年间出现了热塑性弹性体,这是第三代橡胶。

进入20世纪70年代后,由于合成橡胶的需要量接近饱和,人们把精力集中到对现代胶种的改性、完善工艺方法以及研制高效催化剂方面。此外,随着宇航事业、火箭、导弹、电子工业等高科技的发展,对弹性体也提出了更高的要求。例如航天飞机、火箭要求在高温甚至在火焰中保持弹性的橡胶,某些领域则要求既能耐高温又能耐低温的橡胶等,因此对特种橡胶的研究十分活跃。橡胶品种推陈出新、不断改进,在各种特殊领域中发挥着重要作用。

中国合成橡胶生产技术的开发研究始于20世纪60年代。经过30多年的努力,在Ni-BR、稀土钹系聚丁二烯橡胶(Nd-BR)以及烷基锂为引发剂的低顺式聚丁二烯橡胶

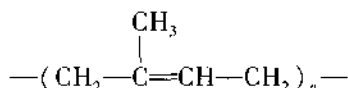
(LCBR)、溶聚丁苯橡胶(SSBR)和苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)弹性体等品种上都形成了具有中国特色的成套工业生产技术,其中Ni-BR、SSBR和SBS弹性体生产技术均处于世界先进水平。

目前,国外合成橡胶生产能力为1197.8万吨/年,国内合成橡胶生产能力为110万吨/年。在合成橡胶消费量中,顺丁橡胶(BR)和丁苯橡胶(SBR)占合成橡胶消费总量的60%以上。据国际合成橡胶生产商协会(IISRP)预测,到2020年,世界天然橡胶消费量将达到1000万吨左右,合成橡胶消费量达到1600万吨左右。其中,中国天然橡胶消费在250万吨以上,合成橡胶消费500万吨以上。

1.1.2 橡胶的分类

橡胶是一种具有弹性和多种特性的有机高分子材料。按照分类方法的不同,可以形成不同的橡胶类别。目前橡胶主要按来源及用途加以分类,见图1-1。

天然橡胶(简称NR)来源于橡胶树。胶乳经过收集和凝聚脱水等加工后,便可制得具有弹性的固状橡胶。天然橡胶是异戊二烯的聚合物,其结构式如下:



它几乎都是由顺式-1,4结构组成,因此其分子结构的规整性高,有结晶性,加之,因其超高相对分子质量成分多,故拉伸强度、耐磨耗性、撕裂强度等机械强度和低生热性优异。另一方面,天然橡胶的主链中有双键,所以其耐热性较差,老化后软化。此外,天然橡胶中存在着超高分子量成分,所以加工时需要塑炼。

天然橡胶具有优良的物理机械性能、弹性和加工性能,因此被广泛应用,主要用作轮胎、机械制品、胶黏剂、胶鞋、胶乳制品等。

天然橡胶因其机械强度和动态特性等性能比较优异,所以即使在合成橡胶发达的今天仍然是必不可少的橡胶原材料。

天然橡胶的生产受自然条件影响很大,成长周期长,年产胶量增长速度受到极大限制。据资料记载,从培植橡胶幼树到开始割胶,需要7~9年时间,且生命周期仅30年左右。每年要割3000株橡胶树,才能收集到1吨干橡胶。若年产1千吨天然橡胶,就要栽种300万株橡胶树,需占地3万亩,几千个农业劳动力。全球生产天然橡胶的国家主要集中在马来西亚、泰国、印度尼西亚、印度和菲律宾等东南亚国家,产量累计占世界总产量的90%左右。

我国天然橡胶最多年产量也只能在70万~80万吨之间,满足不了我国橡胶制品生产的需求,缺口量除进口国外天然橡胶外,主要由合成橡胶的增长来弥补。天然橡胶性能单一,其应用性能虽可与合成橡胶优势互补和匹配使用,但在某种特定需求的应用领域里,其性能远不如合成橡胶。为此世界上工业发达国家,都在积极发展合成橡胶的生产。

合成橡胶(简称SR)是人们采用化学方法人工合成的一种性能类似或超过天然橡胶的新型有机高分子弹性体。它是以石油、天然气、煤炭或农副产品为初始原料,通过多种化学方法先制取合成橡胶的基本原料(也叫单体),再经过聚合或缩合反应以及凝聚、洗涤、脱水、干燥、成型等工序,制得具有弹性的高分子均聚物或共聚物。

合成橡胶与天然橡胶虽来源不同,但性能、用途类似,各具优势,都是国民经济发展、科学技术进步和人民日常生活中不可缺少的重要物资。

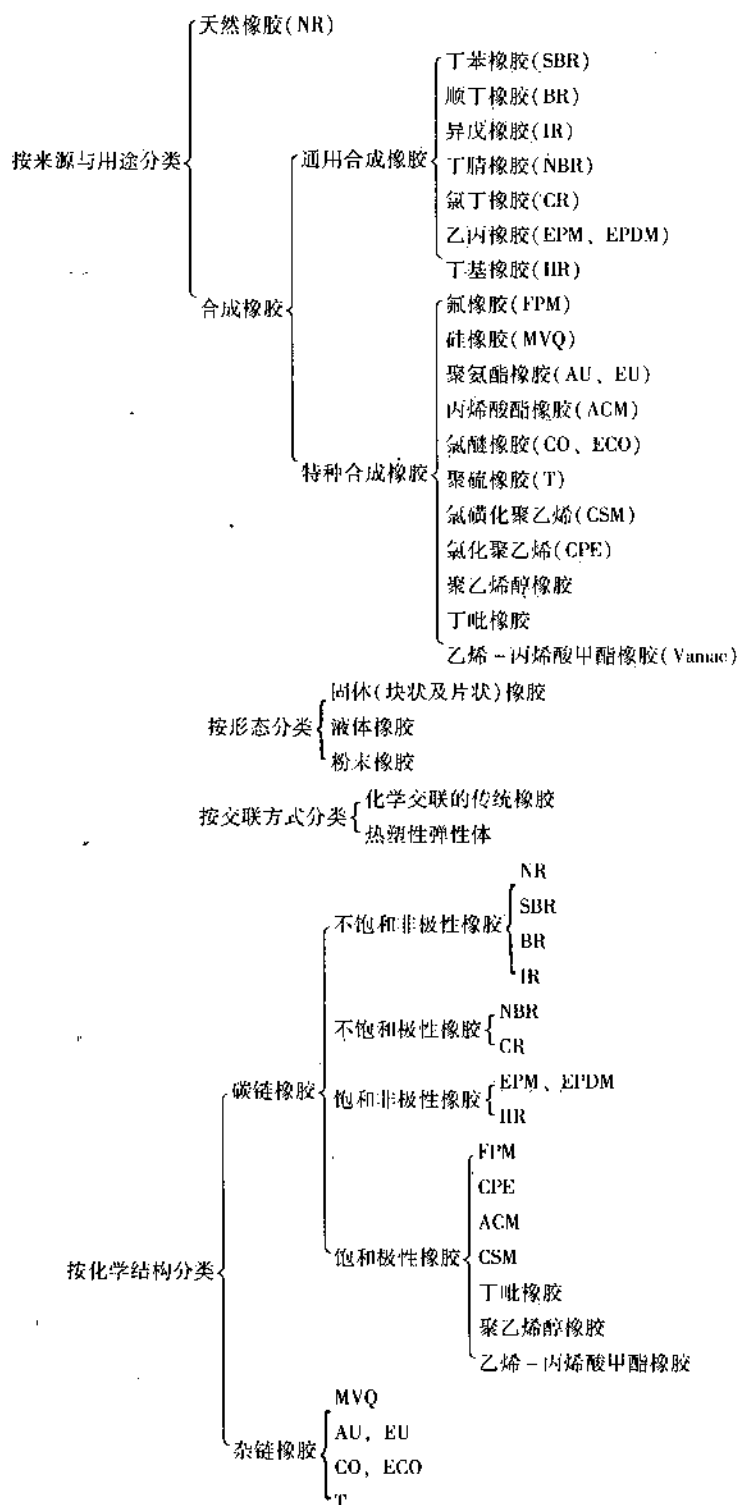


图 1-1 橡胶的分类

1.1.3 合成橡胶

各合成橡胶分子链结构单元的化学组成和结构各不相同, 决定了各合成橡胶具有不同的

性能，随着性能差异而其用途也各不相同。

1.1.3.1 合成橡胶的化学组成及特性

合成橡胶是高分子聚合物，它的结构特征是相对分子质量很大，且呈多分散性。其柔顺性好，玻璃化温度低，在室温和未拉伸状态下呈无定形态。为防止橡胶分子在应力作用下相互滑移，可在橡胶分子间进行适度的化学交联和物理交联，以改善其性能。见表 1-1。

表 1-1 合成橡胶的化学组成及特性

名 称	分子链结构组成	化 学 特 性
不饱和 碳链 橡胶	天然橡胶 异戊橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_x$	双键处易发生反应，如氧化、硫化等
	顺丁橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_x$	双键处易发生反应，如氧化、硫化等
	丁苯橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_x \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_y$	比天然橡胶对氧稍稳定，耐磨
	丁腈橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_x \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_y$	比天然橡胶对氧稍稳定，且耐烃类油
	氯丁橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \underset{\text{Cl}}{\text{C}} - \text{CH}_2 \right]_x$	比天然橡胶对氧稳定、耐臭氧、难燃，可用金属氧化物交联
	丁基橡胶 $\left[\underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_2 \right]_x \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_y$	比天然橡胶对氧稳定性好，气密性好，耐热老化
饱和碳 链橡胶	二元乙丙橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_x \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_y$	相对密度小，耐臭氧
	三元乙丙橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_x \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_y \left[\text{烯烃} \right]_z$	相对密度小，耐臭氧 但可用硫磺硫化
	氯化聚乙烯 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_x \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_y \left[\underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_z$	耐臭氧、耐油、耐热、难燃
	氯磺化聚乙烯 $\left[(\text{CH}_2)_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - (\text{CH}_2)_3 - \underset{\text{SO}_2}{\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}} \right]_x$	对氧稳定，可用金属氧化物交联
	丙烯酸酯橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{O}=\text{COR}}{\text{CH}} \right]_x \text{ 或 } \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{O}=\text{COR}}{\text{CH}} \right]_x \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_y$	对氧稳定，耐油，用胺交联
	氟橡胶 $\left[\text{CF}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CF}_3}{\text{CF}} - \text{CF}_2 \right]_x$	耐热、耐氧、耐油、耐燃、耐腐蚀
	六氟丙烯与偏氟乙烯共聚物 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{C}_3\text{F}_7}{\text{CH}} \right]_x$	
	丙烯酸二氢全氟烷酯 三氟氯乙烯与偏氟乙烯共聚物 $\left[\text{CF} - \underset{\text{Cl}}{\text{CF}_2} \right]_x \left[\text{CH}_2 - \text{CF}_2 \right]_y$	

续表

名 称	分子链结构组成	化 学 特 性
聚硫橡胶	$[-R-S-]_x$ (R 为 1,2-亚乙基或其衍生物)	耐油、耐烃类溶剂, 可利用末端进行反应, 黏接性好
聚酯橡胶	$[-O-R-O-C(=O)-R'-C(=O)-O-R''-O-]_x$	对水反应活泼, 耐氧化
杂链橡胶	聚氨酯橡胶 聚酯型 $[-R-COOR'-O-CO-NH-R''-NHCOO-]_x$ 聚醚型 $[-ROR'-OROCO-NH-R''-NHCOO-]_x$	对氧稳定
氯醚橡胶		
均聚物	$[-CH_2-\underset{\text{CH}_2\text{Cl}}{\text{CH}}-O-]_x$	对氧稳定, 用过氧化物交联
共聚物	$[-CH_2-\underset{\text{CHCl}}{\text{CH}}-O-]_x [-CH_2-CH_2-O-]_y$	
元素高分子橡胶	硅橡胶(MQ)(包括甲基、苯基、乙烯基硅橡胶, 睛硅橡胶, 氟硅橡胶) $\begin{array}{c} R \\ \\ -[Si-O]_x \\ \\ R \end{array}$ (R 为 $-CH_3$, $-CH_2-CH_3$, $-CH=CH_2$, $-C_6H_5$ 或 $-CH_2CH_2CF_3$)	对氧稳定, 用过氧化物交联, 电性能优异, 耐热性好

任何一种合成橡胶都是由分子链长度不同的高分子聚合物混合组成, 也就是由一个或二个以上的化学组成相同而聚合度不等的同系混合物组成, 所以通常橡胶分子的大小及其分散度是采用平均相对分子质量($\bar{M}$)和相对分子质量分布($\bar{M}_w/\bar{M}_n$)(即重均相对分子质量/数均相对分子质量)来表征。

合成橡胶具有一般烯烃类的化学反应性能, 如卤化、环化、环氧化、异构化等, 可借此对橡胶进行化学改性, 还有氧化、臭氧化等老化反应, 以及使橡胶分子链形成网络结构的交联反应。

合成橡胶的物理性能主要有电学性质(如介电常数、体积电阻、介电损耗、击穿电压); 光学性质(如折光率); 热学性质(如体积膨胀系数、导热系数)以及气体透过性和声学性质等。

合成橡胶的机械性能是表征橡胶受力作用与形变关系的力学性能, 主要有应力-应变性能、黏弹性能、强伸性能以及耐磨损耗性能等。

合成橡胶的加工工艺性能主要是指橡胶在加工过程中的橡胶流变性能和流变行为, 它对橡胶的合成、加工工艺条件和橡胶机械的设计均有重要的指导意义。

合成橡胶的品种多、门类全、用途广, 主要体现于它经过加工处理后, 制成多种橡胶制品的使用价值和经济效果上。传统的用途是制造各种轮胎(包括汽车、飞机、摩托车胎等),

它所需用的橡胶量大,在我国已占橡胶总消费量的一半多。其他用途是制作胶带、胶管、胶鞋、电线电缆、密封制品、织物涂层、防水建材、医用橡胶制品、胶黏剂、乳胶制品(手套、汽球、防水衣等)以及儿童玩具、日用杂品和多种机械仪器零部件用的配套制品。

1.1.3.2 通用合成橡胶

通用合成橡胶一般指广泛应用于国民经济生活中的胶种。其中顺丁橡胶是本书的重点内容,在下一节作详细介绍,以下介绍几种常见的通用橡胶。

1. 丁苯橡胶(SBR)

丁苯橡胶是以苯乙烯和丁二烯两种单体经过共聚合反应而生成的弹性体共聚物,可以用乳聚法和溶聚法制造。

丁苯橡胶的弹性、强度特性、耐磨耗性诸性能之间的平衡性优良,加工性能好,而且价格低廉,因此主要被用于制造汽车轮胎,其次用于制造减震橡胶、胶管、输送带、胶鞋等。因此,它是当今生产量和消费量最大的一种通用合成橡胶。

2. 异戊二烯橡胶(IR)

异戊二烯橡胶的结构式与天然橡胶相同。异戊二烯橡胶的制法是,先将精制、脱水的异戊二烯溶于有机溶剂,再用烷基铝-四氯化钛组成的齐格勒系或锂系催化剂进行加成聚合,而后添加阻聚剂和抗氧剂终止聚合反应,回收未反应的单体和溶剂,最后进行干燥制得。

用齐格勒系催化剂聚合可制得顺式-1,4结构含量约98%的异戊二烯橡胶,用锂系催化剂聚合可制得顺式-1,4结构含量约93%的异戊二烯橡胶。

与天然橡胶相比,异戊橡胶硫化胶的拉伸强度、定伸应力和撕裂强度稍低,回弹性和生热性较优异。异戊二烯橡胶的最大特征是凝胶含量和灰尘等杂质较少,质量均匀。异戊二烯橡胶和天然橡胶一样,可广泛用于制造轮胎、胶鞋、胶带、胶丝、胶黏剂和医疗卫生用品。

3. 乙丙橡胶(EPM、EPDM)

乙烯和丙烯的共聚物,即乙丙橡胶(以下称EPM)于1955年由意大利的Natta等人首先合成。而后,将其与非共轭二烯第三单体共聚,引入不饱和键,开发了可用硫磺硫化的乙烯-丙烯-二烯三元共聚物,即三元乙丙橡胶(以下称EPDM),而被广泛用于工业生产。EPDM因其主链上不含双键,具有耐热性和耐候性良好、密度小、可填充多量补强剂等特征。

EPM和EPDM是用由 VOCl_3 、 VCl_4 等钒(V)化合物和 AlEt_2Cl 、 $\text{Al}_2\text{Et}_3\text{Cl}_3$ 等有机铝化合物组成的齐格勒-纳塔催化剂合成的。少量EPM是用钛(Ti)化合物催化合成的。乙丙橡胶生产工艺主要采用以己烷等脂肪烃为溶剂的溶液聚合法,但也采用以部分单体为主溶剂的乳液聚合法。

丙烯含量对乙丙橡胶性能的影响很大。商品化乙丙橡胶的丙烯含量在15%~50%(摩尔)范围以内,丙烯含量超过20%时乙烯的结晶化被强烈阻碍,丙烯含量超过30%时结晶程度几乎可以忽略不计。即,因丙烯含量减少,就会产生结晶化,所以乙丙橡胶生胶和未硫化胶的强度、包辊性和挤出加工性一般得到提高,但压缩永久变形性能和低温性能下降。另外,橡胶间的凝聚由于结晶成分的增加而难以产生,可以片状、粒状形式生产和供料。

EPDM的耐候性、耐热性要比丁基橡胶稍优,而且机械特性和弹性与丁基橡胶相比,更接近于一般橡胶,耐电晕和耐漏电痕迹的电性能优于丁基橡胶。另外,EPDM的密度在市场上出售的橡胶中最小,而且还可以添加多量填充剂。EPDM的缺点是其为非极性橡胶而不耐油,与其他材料的黏合性差,硫化速度比其他二烯类橡胶的慢。EPDM的用途广泛,主要用于制造汽车用水管、风管、密封条等橡胶配件,其次,可用于制造屋面卷材等建筑用橡胶制