

职业技能鉴定
培 训 教 程

Suliao Jichugong
[Zhong/Gao ji]
Peixun Jiaocheng

刘西文 杨中文 / 编著

塑料挤出工
[中、高级]
培训教程

依照《塑料制品制作工职业技能等级鉴定标准》编写

- \\ 紧扣职业技能鉴定考核要求
- \\ 包含中、高级工考试题库及答案
- \\ 注重实际操作技能提升



印刷工业出版社

Suliao Jichugong
[Zhong/Gao ji]
Peixun Jiaocheng

塑料挤出工 [中、高级] 培训教程

刘西文 杨中文/编著



机械工业出版社

内容提要

本书分为两篇共六章：上篇从挤出成型常用原料、挤出成型理论基础、成型设备、挤出生产线的调试操作及常用挤出设备的维护与保养等方面介绍了挤出成型的基础知识；下篇分别讲述了管材、异型材、板材、薄膜、电线电缆包覆等典型产品的挤出成型。书后附塑料挤出工（中、高级）考核模拟试题及答案。全书内容与生产实践相结合，注重实用技能的培养。

本书根据《塑料制品制作工职业技能等级鉴定标准》草案的要求编写，可作为塑料制品挤出工技能等级鉴定的培训教程，也可作为塑料加工企业人员培训、同类高职高专院校相关专业的教学用书以及塑料挤出成型加工技术人员及设备维修技术人员的参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

塑料挤出工(中、高级) 培训教程/刘西文,杨中文编著. —北京:印刷工业出版社, 2012.12
ISBN 978-7-5142-0755-2

I. 塑… II. ①刘…②杨… III. 塑料—挤出工—培训教材 IV. TQ320.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第257825号

塑料挤出工(中、高级) 培训教程

编 著：刘西文 杨中文

责任编辑：张宇华

文字编辑：张 琪

责任校对：岳智勇

责任印制：张利君

责任设计：张 羽

出版发行：印刷工业出版社（北京市翠微路2号 邮编：100036）

网 址：www.keyin.cn www.pprint.cn

网 店：//pprint.taobao.com www.yinmart.cn

经 销：各地新华书店

印 刷：河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本：880mm×1230mm 1/32

字 数：237千字

印 张：8.25

印 数：1~2500

印 次：2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

定 价：29.00元

I S B N : 978-7-5142-0755-2

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话：010-88275602 直销电话：010-88275811

前言

塑料的挤出成型是塑料制品成型加工的重要方法之一，进入21世纪以来，我国挤出成型生产技术的发展十分迅速，对挤出成型生产技术及操作人员的需求越来越大，为了能使广大塑料挤出生产从业人员尽快掌握挤出制品生产基本知识和挤出生产线的操作技能，我们组编了《塑料挤出工（中、高级）培训教程》一书。

本书分为上、下两个篇章，上篇是挤出成型的基本理论知识，主要包括挤出成型常用的原材料、挤出成型的理论基础、挤出成型设备、挤出生产线的安装与调试、挤出生产的操作规程和安全生产操作条例、挤出生产线的基本操作及常用挤出生产设备的维护与保养。下篇是挤出操作基本技能，主要包括典型挤出产品（管材、异型材、板材、薄膜、电线电缆包覆等）的挤出成型。

本书是根据国家人力资源和社会保障部职业技能鉴定《塑料制品制作工职业技能等级鉴定标准》草案的要求编写，可作为塑料制品制作工技能等级鉴定的培训教程，书后附有中、高级挤出工等级理论考试的模拟试题，以帮助读者更好地掌握相应知识和适应技能等级考试。本书也可作为塑料加工企业人员培训和中职、技工学校塑料成型专业、同类高职高专及相关专业的教学用书，以及塑料挤出成型加工技术人员及设备维修技术人员的参考资料。

本书由湖南科技职业学院刘西文担任主编，杨中文担任副主编，刘浩审稿，田志坚、李红、阳辉剑、彭雪辉同志参加编写工作。编写过程中得到了企业技术人员的大力支持与帮助，在此谨表示衷心的感谢！由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请同行专家及广大读者批评指正。

编者
2012.10

目 录

上篇 塑料挤出成型基础知识

第一章 挤出成型常用原材料..... 3

第一节 塑料的组成与基本特性 3

一、塑料的组成 3

二、聚合物的结构与特性 4

第二节 挤出成型常用树脂 6

一、聚乙烯 6

二、聚丙烯 13

三、聚氯乙烯 16

四、聚苯乙烯 22

五、ABS..... 25

六、聚甲基丙烯酸甲酯 27

七、聚碳酸酯 29

八、聚酰胺 31

九、聚对苯二甲酸乙二醇酯 34

思考与练习 35

第二章 挤出成型理论基础..... 36

第一节 挤出成型基本过程 36

一、挤出成型基本过程	36
二、挤出过程的主要控制因素	37
第二节 塑料在挤出成型中的变化	38
一、塑料随温度的状态变化及与成型的关系	38
二、挤出过程中塑料的结晶与取向	39
三、塑料的降解与交联	41
第三节 挤出过程中塑料熔体的流变性能	43
一、塑料熔体的流动特性	43
二、端末效应	44
三、鲨鱼皮症与熔体破碎	44
思考与练习	45

第三章 塑料挤出机.....46

第一节 挤出机的分类及型号表示	46
一、挤出机的分类	46
二、挤出机型号表示	48
第二节 普通单螺杆挤出机	49
一、普通单螺杆挤出机的基本结构	49
二、单螺杆挤出机的主要技术参数	50
三、单螺杆挤出机挤压系统主要部件	51
四、传动系统	62
五、加热冷却系统	64
六、加料系统	67
第三节 双螺杆挤出机	71
一、双螺杆挤出机的结构与类型	71
二、双螺杆挤出机的主要技术参数	75
三、双螺杆挤出机的工作原理及应用	76
四、双螺杆挤出机挤压系统的主要组成部件	79

五、加料计量装置及排气装置	81
六、加热冷却装置	82
七、安全保护装置	83
第四节 排气式挤出机	84
一、排气式挤出机的结构与类型	84
二、排气式挤出机的工作原理	85
三、排气式挤出机的排气形式	85
四、排气式挤出机的流量平衡与压力调节	87
五、主要技术参数	87
思考与练习	88

第四章 挤出机的调试与操作.....89

第一节 挤出生产线的安装	90
一、挤出生产线安装前的准备	90
二、设备开箱验收	90
三、挤出机的基础施工	91
四、设备的安装	91
五、设备的清洗、除锈和脱脂	92
第二节 挤出生产线的调试	93
一、调试前的准备	93
二、空车调试	93
三、空运转料筒加热升温调试	94
四、投料生产试车	95
五、停车	96
第三节 挤出机的生产操作	97
一、单螺杆挤出机操作规程	97
二、单螺杆挤出机操作注意事项	98
三、双螺杆挤出机操作规程	99

四、双螺杆挤出机操作注意事项	103
第四节 挤出生产线的操作	104
一、挤出管材生产基本操作	104
二、挤出板(片)生产基本操作	106
三、挤出吹塑薄膜生产基本操作	107
四、异型材生产基本操作	109
五、双壁波纹管生产基本操作	110
第五节 挤出机安全生产操作条例	110
一、挤出车间安全管理条例	110
二、挤出设备安全操作条例	112
三、用电安全操作条例	113
四、生产交接班规程	114

第五章 挤出设备的维护与保养..... 115

第一节 挤出机的维护与保养	115
一、挤出机日常维护与保养	116
二、挤出机每月(季)的维护与保养	116
三、挤出机每年的定期维护与保养	117
四、双螺杆挤出机螺杆的拆装与保养	117
第二节 挤出辅机的维护与保养	119
一、挤出成型模具的使用与维护	119
二、塑料挤出管材辅机的维护与保养	120
三、塑料薄膜吹塑辅机的维护与保养	121
四、塑料板材挤出辅机的维护与保养	121
第三节 挤出设备常见故障及解决方案	122
一、单螺杆挤出机的常见故障及解决方案	122
二、双螺杆挤出机的常见故障及解决方案	123
三、管材辅机的常见故障及解决方案	125

下篇 塑料挤出工（中、高级）操作技能

第六章 典型产品的挤出成型	129
第一节 管材挤出成型	129
一、普通管材挤出工艺流程	130
二、挤管机头	130
三、管材定径与冷却	133
四、冷却水槽	135
五、管材牵引装置	136
六、切割装置	137
七、扩口装置	138
八、挤出管材的工艺控制	138
九、管材常见质量问题分析及解决措施	144
第二节 波纹管的挤出成型	145
一、单壁波纹管的挤出	146
二、双壁波纹管的挤出	148
三、波纹管的质量控制	151
第三节 挤出吹塑薄膜	154
一、吹塑薄膜工艺流程	154
二、生产设备	156
三、挤出吹塑薄膜的工艺控制	161
四、几种薄膜的成型	162
五、吹塑薄膜质量问题分析及解决措施	165
第四节 塑料板（片）材的挤出成型	167
一、挤出板（片）材的工艺流程	167
二、挤出板（片）材的主要设备	167

三、挤出板(片)材的工艺控制	172
四、几种板(片)材的挤出成型	174
五、挤出板(片)材质量控制	178
第五节 挤出流延薄膜和双向拉伸薄膜	179
一、挤出流延薄膜的成型	179
二、双向拉伸薄膜的成型	193
第六节 塑料异型材的挤出成型	200
一、挤出异型材的工艺流程	202
二、挤出异型材的主要设备	202
三、异型材挤出工艺的控制	206
四、硬质聚氯乙烯门窗异型材的成型	207
五、PVC/PMMA复合异型材的共挤出	210
六、异型材的质量控制	211
第七节 塑料线缆挤出包覆成型	214
一、电缆料的制备	215
二、电线电缆的包覆成型	218
三、电线电缆质量控制	221
思考与练习	222

附录..... 224

塑料挤出中级工理论知识考核模拟试卷一	224
塑料挤出中级工理论知识考核模拟试卷二	230
塑料挤出高级工理论知识考核模拟试卷一	237
塑料挤出高级工理论知识考核模拟试卷二	243

参考答案..... 249

参考文献..... 253

上篇

塑料挤出成型基础知识

第一章

挤出成型常用原材料

应·会·要·求

中级工

1. 掌握塑料基本组成及特性；
2. 掌握聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、ABS、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲醛、聚对苯二甲酸乙二醇酯等常见塑料的性能及型号的选用方法，知道其挤出成型加工性能；
3. 能合理选用常见塑料品种的干燥方法及干燥操作。

高级工

1. 在掌握中级工要求的基础上，知道聚四氟乙烯、聚砜、聚苯醚等特种工程塑料的性能及成型加工性能；
2. 能识别各种常见塑料品种。

第一节 塑料的组成与基本特性

一、塑料的组成

塑料是以树脂为主要成分，含有各种助剂，在成型加工过程中能流动成型的材料。塑料的组成主要包括树脂和助剂两大部分，其中树脂为塑料的基质材料，树脂的性能决定了塑料的基本

性能。助剂又称添加剂，是塑料的辅助材料，其作用主要是改善树脂的成型加工性能和制品的使用性能，延长制品的使用寿命和降低成本。

塑料用树脂是一种高分子聚合物，又称聚合物，其品种有很多，不同品种的聚合物其分子的组成结构不同，性能也不同。因此，在成型加工和应用方面也存在较大的差异。通常塑料可根据其树脂的受热性质分为热塑性和热固性塑料，所谓热塑性塑料，是指在特定的温度范围内反复加热软化、冷却固化，在软化、熔融状态下可成型加工为各种形状，并在一定温度下能保持这种形状的塑料。热固性塑料是在一定的温度范围内加热可发生交联、固化，固化后受热不能再软化、熔融，强热只能使其分解的塑料。

另外塑料还可根据其使用性能和用途进行分类，可分为通用塑料、工程塑料和功能塑料，通用塑料通常是性能一般、产量大、价格低的塑料；工程塑料是指具有较高的力学性能，能经受较宽的温度变化范围和苛刻的环境条件，可用于工程中做力学构件的塑料；功能塑料是具有某种特种功能，如具有导电性、导磁性等，能满足于特殊性能要求的塑料品种。

塑料用助剂的类型有很多，常用的主要有：热稳定剂、光稳定剂、抗氧剂、填充剂、增塑剂及润滑剂等。不同类型的助剂在塑料中所起的作用不同，热稳定剂、光稳定剂和抗氧剂等稳定化助剂能提高塑料在加工及使用过程中受热、光、氧的稳定性能，因而可改善塑料的加工性能和制品的使用性能；填充剂可提高塑料的刚性、硬度等性能，还可降低成本；增塑剂可以改善塑料的力学性能和成型加工的流动性；润滑剂可以改善塑料成型加工的流动性和制品的脱模性等。

二、聚合物的结构与特性

1. 聚合物的结构

塑料用树脂是一种高分子聚合物。高分子聚合物是由许多相同的结构单元（链节）所组成的长链分子，相对分子质量高。聚合物

结构单元的不同组成使聚合物有许多不同的品种，如聚乙烯、聚氯乙烯等。

聚合物分子链的结构有直链、支链和交联（网状）结构三种，如图1-1所示。通常具有直链或支链分子结构的聚合物呈热塑性，而具有交联结构的聚合物则呈热固性。大分子链在自然状态下，不同结构的分子链有不同的稳定形态，常见的有伸直链、折叠链、无规线团和螺旋链四种，如图1-2所示。在热或外力等作用下，大分子链的形态可以发生改变（变形），当作用消除后，在一定条件下又可恢复到自然状态。如果分子链的形态得不到恢复，聚合物分子即会存在恢复自然状态的趋势，而形成恢复形变的作用力（即内应力）。

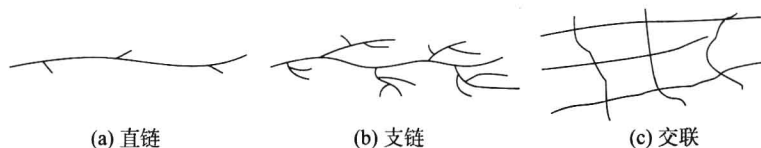


图1-1 聚合物分子链结构

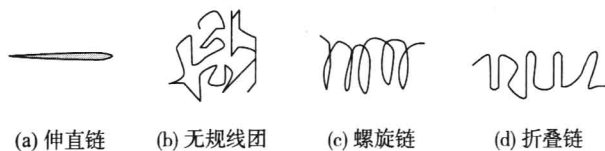


图1-2 聚合物分子链形态

2. 塑料的特性

聚合物分子的结构、组成不同，使得聚合物的品种繁多。不同品种的聚合物性能上相差较大，因此以聚合物为主要成分的塑料在性能上也有较大的差异。但尽管如此，与其他材料相比，塑料仍具有许多共同的特性，其特性主要有以下几方面：①聚合物通常是由不同相对分子质量大小的分子所组成的“混合物”，即具有相对分子质量的不均一性。一般在成型加工过程中，相对分

子质量分布越宽，聚合物熔体的黏度越低，流动性越好，但制品的力学性能会下降，反之亦然；②质量轻，塑料的密度一般在 $0.9\sim 2.3\text{g/cm}^3$ ；③隔热、绝缘性能好；④耐化学腐蚀性能优异；⑤力学性能范围宽，具有广泛的应用领域；⑥具有良好的成型加工性能。

第二节 挤出成型常用树脂

挤出成型是在一定的温度下将物料熔融塑化，并在加压下通过一定形状的口模而成为截面具有与口模形状相同的连续体。目前用于挤出成型的塑料品种有很多，大部分的热塑性塑料都可用于挤出成型加工，其中较为常见的有聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、ABS、聚碳酸酯等。

一、聚乙烯

聚乙烯（PE）是树脂中分子结构最简单的一种。它原料来源丰富，价格低廉，具有优异的电绝缘性和化学稳定性，易于成型加工，并且品种较多，可满足不同性能的要求。因而它发展迅速，是目前产量最大的树脂品种，用途极为广泛。

1. 聚乙烯的类型

工业上合成的聚乙烯（PE）类型有很多，通常根据分子结构及相对分子质量大小的不同，可分为低密度聚乙烯（LDPE，高压法聚乙烯）、高密度聚乙烯（HDPE，低压法聚乙烯）、中密度聚乙烯（MDPE，中压法聚乙烯）、茂金属聚乙烯（mPE）、线型低密度聚乙烯（LLDPE）、高分子量高密度聚乙烯（HMWHDPE）、超高分子量聚乙烯（UHMWPE）、低分子量聚乙烯（LMWPE）等。

2. 聚乙烯的相对分子质量及表征

（1）相对分子质量。

PE的相对分子质量通常在1.5万~30万之间，LDPE一般不超过7万，HDPE一般不超过30万，而UHMWPE平均相对分子质量在100万

以上。随相对分子质量的提高,PE的力学性能、耐低温性能、耐环境应力开裂性能都有所提高,而结晶度会下降,熔体黏度增大,成型加工性能变差。因而,在成型加工中选用PE时既要考虑制品使用性能的要求,又要满足成型加工的顺利进行。

(2) 相对分子质量的表征。

在塑料工业中常采用熔体流动速率(MFR)作为平均相对分子质量的量度,即在一定温度和负荷下,熔体每10min通过标准口模的重量,MFR的单位为g/10min。一般使用熔体流动速率测定仪进行测定,如图1-3所示,测试的条件为:温度190℃,负荷2160g。

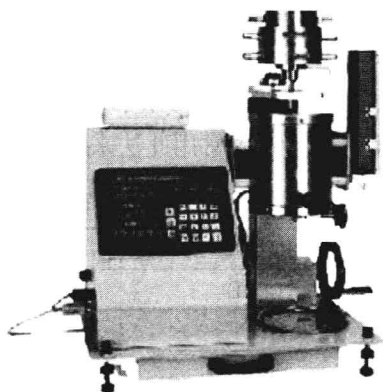


图1-3 熔体流动速率测定仪

从实际使用情况来看,LDPE的MFR一般在50g/10min以下,HDPE的MFR一般在15g/10min以下。在一定条件下,同一类型PE的MFR与其相对分子质量成反比,因而在生产中常把MFR值作为衡量PE相对分子质量大小的依据。但当PE分子结构(如支化程度等)不同,或测试条件不同时,不能以MFR值来比较不同类型PE的相对分子质量大小。

3. 聚乙烯的性能

(1) PE物理性能。

纯净的PE是乳白色蜡状物,无味、无臭、无毒。PE易燃,燃烧时有蜡味,并伴有熔融滴落现象。工业上生产的PE为了使用和贮存的方便,通常在聚合后加入了适量的抗氧化剂等助剂进行混合造粒,故PE通常为半透明的颗粒料,如图1-4所示。

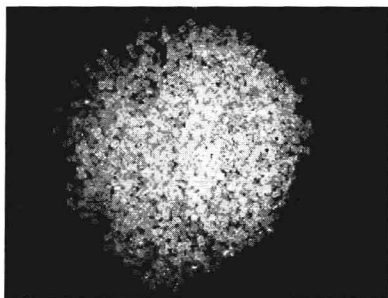


图1-4 PE粒料