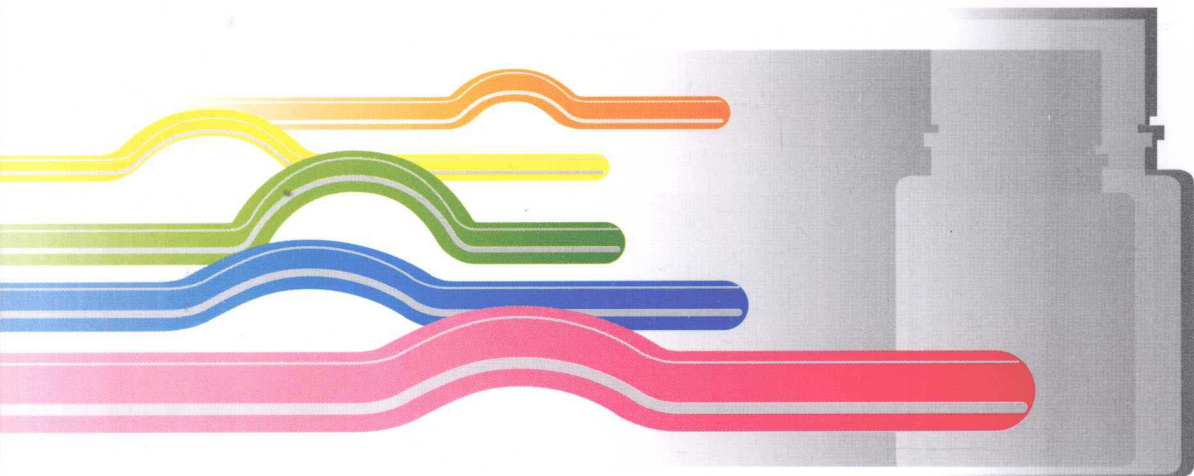


塑料制品成型丛书



# 塑料薄膜挤出成型

周殿明 编著

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



本书介绍了聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等多种塑料的挤出吹塑成型、挤出牵引成型、挤出流延成型、挤出拉伸成型等生产工艺,并结合塑料薄膜的生产实例,用通俗易懂的语言介绍了塑料薄膜挤出成型用材料的选择及其牌号,原料投产前的准备及其组合配方,设备的选择、使用与维护,以及生产工艺及其操作要点等内容。

本书可供塑料制品企业的技术员、操作工和设备管理维修人员学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

塑料薄膜挤出成型/周殿明编著. —北京:机械工业出版社,2012. 1

(塑料制品成型丛书)

ISBN 978 - 7 - 111 - 37227 - 1

I. ①塑… II. ①周… III. ①塑料薄膜 - 挤出成型

IV. ① TQ320. 66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 012015 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 孔 劲 责任编辑: 王治东

版式设计: 霍永明 责任校对: 程俊巧

封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2012 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm 16.75 印张·333 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 37227 - 1

定价: 39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

塑料薄膜在塑料制品产品中是产量最大、应用范围最广的品种之一。《塑料薄膜挤出成型》一书中，收集整理聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等多种塑料的挤出吹塑成型、挤出牵引成型、挤出流延成型、挤出拉伸成型等生产工艺，并结合塑料薄膜的生产实例，用通俗易懂的语言、较准确的工艺数据，介绍了塑料薄膜挤出成型用原料的选择、材料牌号、原料投产前的准备、原料组合配方、设备的选择、使用与维护、生产工艺、产品质量及生产工艺操作要点等。

本书内容详尽，材料品种牌号全，模具结构类型多，薄膜挤出生产工艺实例多，工艺参数和工艺实例多来源于生产车间，操作指导内容符合生产实际，数据较准确，有很高的实用价值。本书可供塑料制品企业的技术员、操作工和设备管理维修人员学习参考。

参加编写的人员还有张丽珍、周殿阁、李洪喜、季丽芳、张丽男、周恩会、张艳萍、王丽、康广乐、廖伟伟、王立岩、王相华、吴鹏均提供了资料。

由于书中内容涉及面较宽，编者水平及时间有限，本书可能存在一些不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>第1章 概述</b> .....       | 1  |
| 1.1 塑料薄膜的用途 .....         | 1  |
| 1.2 塑料薄膜成型材料 .....        | 2  |
| 1.3 塑料薄膜的品种分类 .....       | 2  |
| 1.4 塑料薄膜成型的方法 .....       | 2  |
| 1.4.1 挤出吹塑成型 .....        | 2  |
| 1.4.2 挤出流延成型 .....        | 4  |
| 1.4.3 挤出牵引成型 .....        | 5  |
| 1.4.4 挤出拉伸成型 .....        | 6  |
| <b>第2章 挤出机</b> .....      | 8  |
| 2.1 挤出机生产成型塑料制品的特点 .....  | 8  |
| 2.2 单螺杆挤出机 .....          | 8  |
| 2.2.1 挤出机型号 .....         | 19 |
| 2.2.2 基本参数 .....          | 19 |
| 2.2.3 单螺杆挤出机结构 .....      | 20 |
| 2.3 双螺杆挤出机 .....          | 34 |
| 2.3.1 双螺杆结构 .....         | 34 |
| 2.3.2 机筒结构 .....          | 35 |
| 2.3.3 双螺杆用轴承 .....        | 35 |
| 2.3.4 加料装置 .....          | 36 |
| 2.4 挤出机的使用与维护 .....       | 37 |
| 2.4.1 挤出机的选择 .....        | 37 |
| 2.4.2 塑料薄膜挤出成型生产操作 .....  | 39 |
| 2.4.3 挤出机生产操作要点 .....     | 42 |
| 2.4.4 挤出机工作故障处理 .....     | 42 |
| <b>第3章 成型模具</b> .....     | 47 |
| 3.1 挤出吹塑法成型薄膜用模具 .....    | 47 |
| 3.1.1 模具结构参数的确定 .....     | 53 |
| 3.1.2 吹塑法成型薄膜用模具应用例 ..... | 55 |
| 3.1.3 模具与制品质量 .....       | 67 |
| 3.2 挤出平膜法成型模具 .....       | 68 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 3.2.1 歧管型模具 .....              | 71         |
| 3.2.2 鱼尾型模具 .....              | 75         |
| 3.2.3 衣架型模具 .....              | 75         |
| 3.2.4 螺杆分配型模具 .....            | 77         |
| 3.2.5 模具对平膜、片(板)挤出成型质量影响 ..... | 77         |
| 3.3 模具故障分析与排除 .....            | 78         |
| <b>第4章 材料 .....</b>            | <b>81</b>  |
| 4.1 聚乙烯 .....                  | 81         |
| 4.1.1 低密度聚乙烯 .....             | 83         |
| 4.1.2 高密度聚乙烯 .....             | 83         |
| 4.1.3 线型低密度聚乙烯 .....           | 83         |
| 4.1.4 极低密度聚乙烯 .....            | 87         |
| 4.1.5 乙烯—醋酸乙烯共聚物 .....         | 90         |
| 4.1.6 聚乙烯薄膜挤出成型用辅料 .....       | 93         |
| 4.2 聚丙烯 .....                  | 93         |
| 4.3 聚氯乙烯 .....                 | 99         |
| 4.3.1 聚氯乙烯的分类 .....            | 99         |
| 4.3.2 聚氯乙烯的性能特征 .....          | 99         |
| 4.3.3 聚氯乙烯薄膜挤出成型用料 .....       | 103        |
| 4.4 聚苯乙烯 .....                 | 119        |
| 4.5 聚酰胺 .....                  | 122        |
| 4.6 聚对苯二甲酸乙二醇酯 .....           | 124        |
| 4.7 聚碳酸酯 .....                 | 126        |
| <b>第5章 原料的配混 .....</b>         | <b>128</b> |
| 5.1 原料准备 .....                 | 128        |
| 5.2 原料配混 .....                 | 130        |
| 5.3 原料配混设备 .....               | 130        |
| 5.4 配混料制粒 .....                | 134        |
| 5.4.1 挤出切粒机 .....              | 134        |
| 5.4.2 开炼机 .....                | 137        |
| 5.4.3 密炼机 .....                | 140        |
| 5.4.4 切粒机 .....                | 144        |
| 5.5 原料配混制粒的工艺要点 .....          | 145        |
| 5.6 配混制粒料的质量 .....             | 146        |
| 5.7 原料配混应用例 .....              | 146        |
| 5.8 母料配混 .....                 | 148        |
| <b>第6章 塑料薄膜挤出吹塑成型 .....</b>    | <b>152</b> |
| 6.1 薄膜挤出吹塑成型用辅助设备 .....        | 152        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 6.1.1 牵引装置 .....                | 152        |
| 6.1.2 冷却装置 .....                | 153        |
| 6.1.3 人字形导板 .....               | 154        |
| 6.1.4 卷取装置 .....                | 155        |
| 6.1.5 辅机的应用选择 .....             | 156        |
| 6.2 聚乙烯薄膜挤出吹塑成型 .....           | 164        |
| 6.2.1 低密度聚乙烯薄膜挤出吹塑成型 .....      | 165        |
| 6.2.2 高密度聚乙烯薄膜挤出吹塑成型 .....      | 184        |
| 6.2.3 线型低密度聚乙烯薄膜挤出吹塑成型 .....    | 188        |
| 6.2.4 聚乙烯共混料薄膜挤出吹塑成型 .....      | 191        |
| 6.2.5 聚乙烯复合薄膜挤出吹塑成型 .....       | 197        |
| 6.2.6 聚乙烯降解薄膜挤出吹塑成型 .....       | 207        |
| 6.3 聚丙烯薄膜挤出吹塑成型 .....           | 211        |
| 6.4 聚氯乙烯薄膜挤出吹塑成型 .....          | 215        |
| 6.5 其他塑料薄膜挤出吹塑成型 .....          | 225        |
| 6.5.1 乙烯—醋酸乙烯共聚物 (EVA) 薄膜 ..... | 225        |
| 6.5.2 聚酰胺 (尼龙) 薄膜 .....         | 226        |
| 6.6 常用塑料薄膜挤出吹塑成型工艺要点 .....      | 227        |
| 6.7 挤出吹塑成型薄膜质量分析 .....          | 229        |
| <b>第7章 塑料薄膜挤出流延成型 .....</b>     | <b>231</b> |
| 7.1 设备 .....                    | 231        |
| 7.2 原料选择 .....                  | 232        |
| 7.3 挤出流延法成型薄膜工艺 .....           | 233        |
| 7.4 挤出流延法成型薄膜应用例 .....          | 235        |
| <b>第8章 塑料薄膜挤出牵引与拉伸成型 .....</b>  | <b>240</b> |
| 8.1 塑料薄膜挤出牵引成型 .....            | 240        |
| 8.1.1 设备 .....                  | 240        |
| 8.1.2 聚丙烯膜片挤出牵引成型 .....         | 241        |
| 8.1.3 聚乙烯膜片挤出牵引成型 .....         | 242        |
| 8.2 塑料薄膜挤出单向拉伸成型 .....          | 242        |
| 8.2.1 高密度聚乙烯平膜挤出单向拉伸成型 .....    | 243        |
| 8.2.2 聚丙烯平膜挤出单向拉伸成型 .....       | 244        |
| 8.3 塑料薄膜挤出双向拉伸成型 .....          | 245        |
| 8.3.1 聚丙烯薄膜挤出双向拉伸成型 .....       | 245        |
| 8.3.2 聚苯乙烯薄膜(片)挤出拉伸成型 .....     | 254        |
| 8.3.3 聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜挤出拉伸成型 .....  | 257        |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>260</b> |

# 第 1 章 概 述

塑料薄膜是指以高分子合成材料为主要原料，与其他辅助材料按一定比例均匀混合后，在塑料成型机械设备上成型为有一定厚度（厚度为 0.01 ~ 0.25mm）、宽度和无限长度的，表面平整、光滑而柔软的塑料制品。

## 1.1 塑料薄膜的用途

塑料薄膜的应用到处可见：农业生产中用来作地膜、大棚膜和各种农产品的包装；工业生产中用来作各种工业制品（机械零件、仪器仪表、家用电器等）的包装，人们日常生活中服装和食品的包装及防雨用具、玩具和装饰品等，各种材料表面（木材、钢材、纸等）用复合薄膜及具有特殊功能用途的透气薄膜、水溶薄膜、绝缘薄膜、压电薄膜和防辐射薄膜等，用途非常广泛。塑料薄膜在国民经济发展和人们日常生活中占有重要地位。常用塑料薄膜性能见表 1-1。

表 1-1 常用塑料薄膜性能

| 薄膜种类   | 阻隔性 |    |    | 耐低温    | 耐高温    | 透明性 | 力学性能 | 热变形 | 热封性 | 印刷性 |
|--------|-----|----|----|--------|--------|-----|------|-----|-----|-----|
|        | 阻湿  | 阻气 | 耐油 |        |        |     |      |     |     |     |
| LDPE   | ○   | ×  | ×  | ○(-50) | ×(80)  | ○   | ×    | ◎   | ◎   | ○   |
| MDPE   | ○   | ×  | ○  | ○      | ○      | ○   | ×    | ◎   | ◎   | ○   |
| HDPE   | ○   | ×  | ○  | ○(-50) | ◎(120) | ○   | ×    | ◎   | ◎   | ○   |
| CPP    | ○   | ×  | ○  | ×      | ◎(120) | ◎   | ×    | ◎   | ◎   | ○   |
| OPP    | ○   | ×  | ○  | ○      | ○      | ◎   | ○    | ×   | ×   | ○   |
| 乙丙共聚物  | ○   | ×  | ○  | ○      | ○      | ◎   | ×    | ○   | ○   | ○   |
| EVA    | ○   | ×  | ○  | ◎      | ×      | ○   | ×    | ◎   | ○   | ○   |
| 硬质 PVC | ○   | ○  | ○  | ×      | ○      | ◎   | ○    | ○   | ○   | ◎   |
| 软质 PVC | ×   | ×  | ○  | ○      | ×      | ◎   | ×    | ○   | ○   | ◎   |
| 拉伸 PS  | ×   | ×  | ○  | ○(-50) | ○(80)  | ◎   | ○    | ○   | ×   | ○   |
| 氯化 PVC | ◎   | ◎  | ◎  | ○      | ◎      | ○   | ×    | ○   | ○   | ○   |
| PET    | ○   | ○  | ◎  | ◎(-62) | ◎(200) | ◎   | ○    | ○   | ×   | ◎   |
| 尼龙 6   | ×   | ○  | ◎  | ○(-60) | ◎(180) | ○   | ○    | ◎   | ○   | ◎   |
| 玻璃纸    | ◎   | ◎  | ◎  | ×      | ○      | ◎   | ◎    | ×   | ○   | ○   |
| 定向尼龙 6 | ×   | ○  | ◎  | ◎      | ◎      | ◎   | ○    | ○   | ×   | ◎   |

注：1. ◎为最好，○为好，×为不好。

2. 括号内的数值为薄膜的最低或最高使用温度值（°C）。

## 1.2 塑料薄膜成型材料

可用来成型塑料薄膜的高分子材料有：聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯、聚苯乙烯、聚偏氯乙烯、聚酰胺、聚偏氟乙烯、聚碳酸酯和聚氨酯等树脂。其中，以聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯树脂的应用量最大，这三种原料生产的塑料薄膜制品占塑料薄膜总产量的4/5以上。

## 1.3 塑料薄膜的品种分类

塑料薄膜的品种分类没有统一的规定。通常，人们习惯的分类方式有以下三种。

(1) 按塑料薄膜成型用原料分类 有聚乙烯薄膜、聚丙烯薄膜、聚氯乙烯薄膜和聚酯薄膜等。

(2) 按塑料薄膜用途分类 有农用薄膜（这里根据农用薄膜的具体用途，又可分为地膜和大棚膜）、包装薄膜（包装薄膜按其具体用途，又可分为食品包装膜和各种工业制品用包装膜等）、用于特殊环境且具有特殊用途的透气薄膜、水溶薄膜及具有压电性能的薄膜等。

(3) 按塑料薄膜的成型方法分类 经挤出塑化，然后吹塑成型的薄膜，称为吹塑薄膜；经挤出塑化，然后熔料从模具口流延成型的薄膜，称为流延薄膜；在压延机上由几根辊筒碾压塑化原料制成的薄膜，称为压延薄膜；把厚片拉伸成型的薄膜，称为拉伸薄膜。

另外，还有一种分类方法是按薄膜的层次结构分类，可分为单层薄膜和多层复合薄膜等。

## 1.4 塑料薄膜成型的方法

塑料薄膜成型加工方法有：用挤出机挤出成型薄膜、用压延机压延成型薄膜或把上述两种成型薄膜制品再经拉伸成型薄膜。挤出成型薄膜生产方式中，又分为挤出吹塑成型薄膜、挤出流延成型薄膜和挤出牵引成型薄膜三种生产成型方法。目前，以挤出吹塑成型薄膜生产方式应用最多、产量最高。

### 1.4.1 挤出吹塑成型

塑料薄膜挤出吹塑成型是把成型塑料薄膜用的原料按配方要求的比例分别计量，然后掺混在一起，搅拌混合均匀后，投入到挤出机内；原料在挤出机的机筒



内，在螺杆旋转的挤压、搅拌和机筒外部供热等多种条件作用下，塑化呈熔融态，被螺杆推入模具内；从成型模具内挤出成型筒状膜坯，然后再向筒状膜坯内吹入有一定压力的空气，把膜坯吹胀，达到工艺要求的筒状膜直径和厚度，经冷却定型后收卷，即是挤出吹塑薄膜制品。这种挤出吹塑成型薄膜一般多用聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯树脂为主要原料成型。

塑料薄膜挤出吹塑成型生产分上吹法、下吹法和平吹法三种方式。塑料薄膜挤出吹塑成型设备布置示意图见图 1-1。

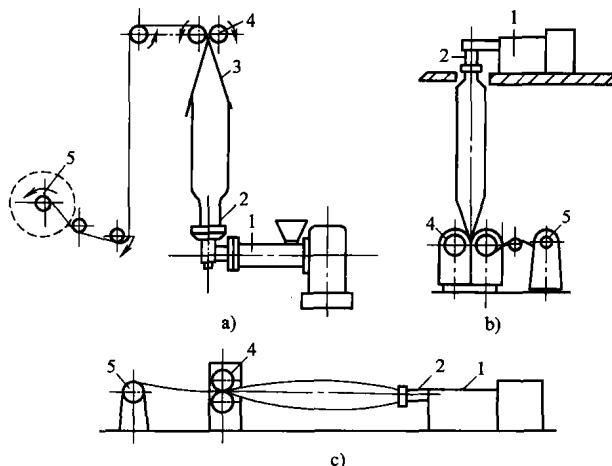


图 1-1 塑料薄膜挤出吹塑成型设备布置示意图

a) 上吹法 b) 下吹法 c) 平吹法

1—挤出机 2—成型模具 3—人字形导板 4—牵引装置 5—卷取装置

### 1. 上吹法挤出吹塑成型薄膜

采用上吹法挤出吹塑成型薄膜时，膜坯的泡管是从成型模具的上方挤出，然后被牵引装置引向与挤出机螺杆工作方向垂直，在成型模具的上方被压缩空气吹胀成型薄膜需要的尺寸，经冷却定型后卷取，完成塑料薄膜的挤出吹塑成型生产。这种生产方式成型的塑料薄膜，多采用聚乙烯树脂和聚氯乙烯树脂生产较大规格的塑料薄膜。目前，国内已经能生产折径为 12m 以上的农用聚乙烯大棚膜。

上吹法挤出吹塑成型薄膜工艺的特点如下：

1) 生产时，泡管的运动速度可以随时调整，泡管形状比较稳定，薄膜成型厚度偏差比较小。

2) 采用上吹法可以生产较大宽度的薄膜，产量较高。

3) 上吹法所用设备占地面积小，但要求厂房有一定的高度。

4) 上吹法生产的挤出吹塑薄膜，要求用熔融料粘度较高的树脂。

5) 上吹法挤出吹塑膜管的冷却定型效果略差些，对于要求透明度高的薄膜生

产有些不利。

## 2. 下吹法挤出吹塑成型薄膜

下吹法挤出吹塑成型薄膜时的膜管运行方向与上吹法的正好相反。

这种膜管从成型模具下方挤出吹塑成型薄膜，比较适合塑化熔融料粘度小、制品要求透明度较高的树脂。下吹法多采用聚丙烯、聚酰胺和聚偏二氯乙烯树脂为原料。

下吹法挤出吹塑成型薄膜工艺的特点如下：

1) 下吹法挤出吹塑的泡管冷却效果较好，吹胀的膜管也可直接用水冷却，这样成型的薄膜透明度好，能够有较高的生产效率。

2) 引膜操作较方便，可采用较高的挤出成型薄膜速度。

3) 下吹法成型薄膜可采用熔融料粘度较小的树脂，但不适合生产较薄的塑料薄膜。

4) 由于挤出机工作位置较高，生产时上料和操作不太方便。

## 3. 平吹法挤出吹塑成型薄膜

平吹法挤出吹塑成型薄膜中，膜坯泡管是从成型模具的水平方向挤出，膜坯泡管中心与挤出机的螺杆中心在同一条水平中心线上。这种水平挤出吹塑薄膜的生产方式只适合于生产成型膜坯泡管直径小于 500mm 的薄膜。平吹法多采用聚乙烯和聚氯乙烯树脂为原料。

平吹法挤出吹塑成型薄膜的工艺特点如下：

1) 平吹法挤出吹塑成型薄膜用设备布置较低，挤出机的生产操作比较方便。

2) 平吹法挤出吹塑成型薄膜生产线设备占地面积较大，但厂房高度没有特殊要求。

3) 平吹法应采用熔融料粘度较高的树脂作原料，成型薄膜的壁厚偏差较大，产品质量较难控制。

挤出吹塑成型薄膜生产的工艺顺序：按成型薄膜用料配方要求，将各种原料分别计量→掺混在一起搅拌均匀（必要时，有的混合料需预塑混炼造粒）→挤出机把混合料塑化熔融→成型模具挤出吹塑薄膜用管状膜坯→管状膜坯被牵引，同时被吹胀至工艺要求直径的膜泡（运行过程中被冷风降温定型）→牵引→收卷。

塑料薄膜成型采用挤出吹塑生成方式的设备有：原料的配混或造粒用设备、单螺杆挤出机、成型膜坯用模具、冷却风环、人字形导板、牵引装置和成型膜卷取装置等。

### 1.4.2 挤出流延成型

塑料薄膜采用挤出流延法生产成型，主要用聚丙烯和聚乙烯、聚酰胺和聚酯等树脂。树脂挤出流延成型薄膜生产时，原料进入挤出机的机筒后，在转动螺杆的搅

拌、挤压和机筒加热温度等多种条件的作用下，被塑化熔融；然后被螺杆推入成型模具，则熔融料在模具内逐渐被分流，经缓冲槽均匀地从模具口挤出，成型薄片状熔融料流延至平稳转动的辊筒上，刀形气嘴口把压缩空气吹向膜面，使膜紧贴在辊筒上，被冷却辊筒降温定型；剥离辊面的薄膜经测厚、电晕处理和消除静电后，即收卷，完成薄膜的挤出流延生产成型。

流延薄膜挤出机生产线设备组成见图 1-2。生产线上的主要设备有挤出机、成型模具、过滤装置、冷却定型辊筒、测厚装置、电晕处理装置和收卷装置等。

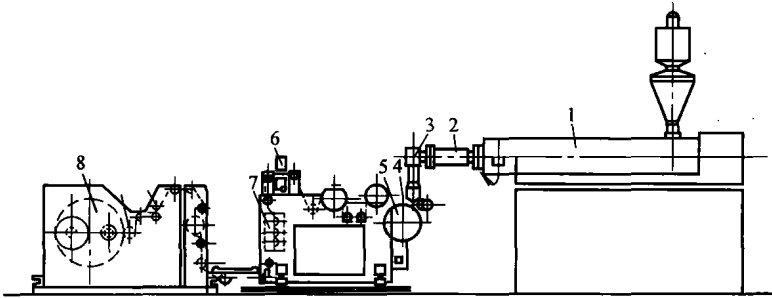


图 1-2 流延薄膜挤出机生产线设备组成

1—挤出机 2—过滤装置 3—成型模具 4—气嘴  
5—冷却定型辊筒 6—测厚装置 7—电晕处理装置 8—收卷装置

生产工艺顺序：原料配辊→挤出机把原料塑化熔融→成型模具挤出膜片→冷却定型辊筒为膜降温定型→电晕处理→牵引→消除静电→收卷。

流延法薄膜与吹塑法薄膜比较，膜的厚度均匀性好、透明度高，膜的热封性比吹膜好，制袋性差，设备费用较高。

### 1.4.3 挤出牵引成型

塑料薄膜挤出牵引成型的生产方法与塑料薄膜挤出流延成型相似。塑料薄膜挤出牵引成型也是采用衣架成型模具，但挤出模具口的片形熔融料不是流延至冷却辊筒上，而是由冷却定型辊筒把片形熔融料从模具口牵引出。这种辊筒工作时，既能牵引从模具口挤出的膜片平稳运行，又能使膜片在辊筒上冷却定型。挤出牵引成型薄膜或片的生产设备见图 1-3。组成挤出牵引薄膜生产线设备有：单螺杆挤出机、成型模具、三辊压光机牵引、冷却辊组、切边装置、牵引装置、切断装置和收卷装置等。这种生产方法可用聚氯乙烯和聚偏氟乙烯树脂成型薄膜或片材。用于生产薄膜时，图 1-3 中的三辊压光机可用两辊组成，切边装置后可直接对薄膜进行收卷。

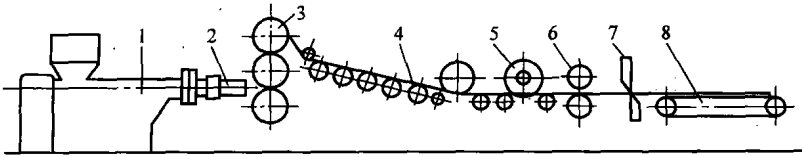


图 1-3 挤出牵引成型薄膜或片的生产设备

- 1—单螺杆挤出机 2—成型模具 3—三辊压光机 4—冷却辊组  
5—切边装置 6—牵引装置 7—切断装置 8—收卷装置

挤出牵引法成型薄膜的生产工艺顺序：原料配混→挤出机塑化原料呈熔融态→成型模具挤出膜片→牵引、冷却定型和压光膜片→切边→冷却→收卷。

### 1.4.4 挤出拉伸成型

塑料薄膜的拉伸成型用膜坯可用挤出机挤出成型的膜片，也可用压延机压延成型的膜片，然后用专用拉伸机把膜片拉伸成薄膜成品。对膜坯的拉伸方式有单向拉伸（即纵向拉伸或横向拉伸）和双向拉伸（即纵向、横向都进行拉伸）。

#### 1. 膜片单向拉伸

膜片的单向拉伸是指将塑料膜片在受热后粘弹状态下向一个方向拉伸，使其在这个拉伸方向上伸长、变薄，让高分子链或部分高分子链按拉伸方向平行排列。单向拉伸后薄膜中分子的较理想取向示意图见图 1-4。挤出平膜单向拉伸成型薄膜生产线设备布置示意图见图 1-5。单向拉伸薄膜可用聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯树脂。应用较多的还是高密度聚乙烯，用以挤出膜片后进行单向拉伸。

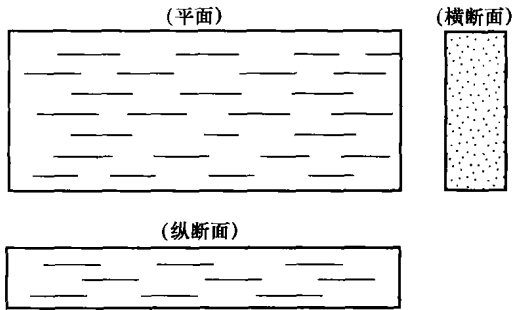


图 1-4 单向拉伸后薄膜中分子的较理想取向示意图

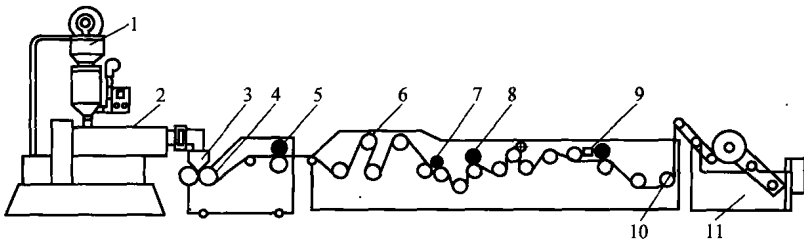


图 1-5 挤出平膜单向拉伸成型薄膜生产线设备布置示意图

- 1—上料装置 2—单螺杆挤出机 3—成型模具 4—冷却定型辊 5、7—牵引辊  
6—冷却降温辊组 8—拉伸辊 9—静电处理装置 10—切边装置 11—收卷装置

## 2. 膜片双向拉伸

膜片的双向拉伸是指将塑料膜片在受热后粘弹状态下，对其既进行纵向拉伸又进行横向拉伸，使塑料膜片向互相垂直的两个方向伸长，结果使膜片的面积扩大，厚度变薄，拉伸后的分子链与膜片面平行，而面内的分子链仍呈无规则状态。图 1-6 所示为双向拉伸后薄膜中分子的理想取向示意图。挤出平膜双向拉伸成型薄膜生产线设备示意图见图 1-7。双向拉伸薄膜可用聚丙烯、聚酯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚乙烯、聚氯乙烯和丙烯酸类等树脂。另外，有些工程塑料和特种工程塑料也可进行双向拉伸。用于双向拉伸薄膜较多的材料是聚丙烯、聚酯、聚苯乙烯和聚酰胺等。

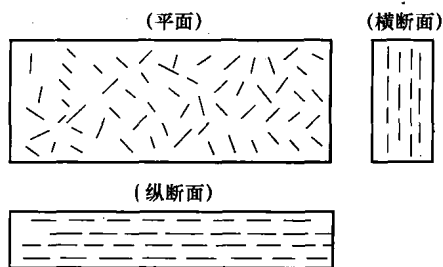


图 1-6 双向拉伸后薄膜中分子的理想取向示意图

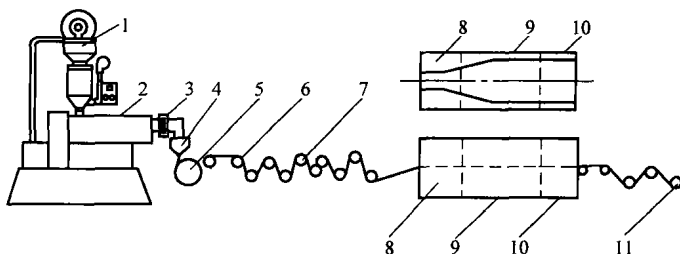


图 1-7 挤出平膜双向拉伸成型薄膜生产线设备示意图

- 1—加料斗 2—挤出机 3—快速换网装置 4—成型模具  
5—冷却定型辊筒 6—预热辊 7—纵向拉伸辊 8—预热段  
9—横向拉伸段 10—热定型段 11—卷取装置

双向拉伸薄膜一般都在专用拉伸机上进行。被拉伸的膜坯先引入多辊组成的纵向拉伸辊筒上，辊体内通蒸汽加热，膜被辊筒牵引向前运行。由于每根辊筒的速度是逐渐递增，则利用辊筒之间的速度差把膜坯纵向拉伸。膜通过纵向拉伸辊组后，进入横向拉伸烘箱，脱离纵向拉伸的膜两端被夹子夹紧，由夹子牵引向前运行。随着被拉伸膜两端夹紧夹子的运行轨道距离的逐渐扩大而把膜坯又横向拉伸，进入高温定型段，然后离开烘箱，在室温条件下运行一段距离被卷取。

## 第2章 挤出机

挤出机是塑料薄膜挤出成型生产线中的主要设备。挤出机的种类比较多，按螺杆在挤出机中的数量分，有单螺杆挤出机、双螺杆挤出机和多螺杆挤出机。单螺杆挤出机可分为排气型单螺杆挤出机和通用型单螺杆挤出机。双螺杆挤出机中有两螺杆同向旋转和异向旋转、平行双螺杆及锥形双螺杆几种类型。

塑料薄膜挤出成型主要是用通用型单螺杆挤出机。

### 2.1 挤出机生产成型塑料制品的特点

挤出机生产成型塑料制品的特点如下：

- 1) 挤出机设备结构比较简单，造价低，挤出机成型制品生产线投资比较少。
- 2) 挤出成型塑料制品可连续化生产，生产效率比较高。
- 3) 挤出成型的塑料制品长度可按需要无限延长。
- 4) 挤出成型生产操作比较简单，产品质量比较容易保证，制品生产成型制造费用较低。
- 5) 挤出机生产制品用生产线占地面积较小，生产环境比较整洁。
- 6) 挤出机成型塑料制品的应用范围大，能连续挤出成型各种不同断面几何形状的（需更换相应的成型模具）塑料制品，如薄膜、片、板、硬管、软管、波纹管、异型材、丝、包装带、电线包覆电缆、棒、网和复合膜等，还可周期性重复生产中空制品等各种热塑性塑料制品，也可用于混炼塑化原料挤出造粒。
- 7) 挤出机的操作、维护及维修也比较容易简单。

### 2.2 单螺杆挤出机

单螺杆挤出机是一种应用最多的通用型挤出机。它的特点是：挤出系统由一根螺杆和机筒配合组成，其结构见图 2-1。这种挤出机只要更换不同结构型式的螺杆，就可以完成各种热塑性塑料的挤出成型工作。

单螺杆挤出机的基本参数（JB/T 8061—2011）见表 2-1 ~ 表 2-5。表 2-1 所示为加工低密度聚乙烯



图 2-1 单螺杆挤出机的螺杆机筒组合图

1—机头模具 2—电加热器 3—螺杆 4—机筒

烯 (LDPE) 挤出机基本参数, 表 2-2 所示为加工线型低密度聚乙烯 (LLDPE) 挤出机基本参数, 表 2-3 所示为加工高密度聚乙烯 (HDPE) 挤出机基本参数, 表 2-4 所示为加工聚丙烯 (PP) 挤出机基本参数, 表 2-5 所示为加工聚氯乙烯 (HPVC、SPVC) 挤出机基本参数。表 2-6 ~ 表 2-9 列出国内部分挤出机生产厂单螺杆挤出机的基本参数, 可供应用时选择参考。

表 2-1 加工低密度聚乙烯 (LDPE) 挤出机基本参数

| 螺杆直径<br><i>D</i><br>/mm | 长径比<br><i>L/D</i> | 螺杆最高<br>转速<br><i>D<sub>max</sub></i><br>/(r/min) | 最高产量<br><i>Q<sub>max</sub></i><br>/(kg/h) | 电动机<br>功率<br><i>P</i><br>/kW | 名义比功率<br><i>P'</i><br>/[kW(kg/h)]<br>≤ | 比流量<br><i>q</i><br>/[ (kg/h)/<br>(r/min) ]<br>≥ | 机筒加<br>热段数<br>(推荐)<br>≥ | 机筒加<br>热功率<br>(推荐)<br>/kW | 中心高<br><i>H</i><br>/mm |     |      |
|-------------------------|-------------------|--|---|------------------------------|--|---|-------------------------|---------------------------|------------------------|-----|------|
|                         |                   |  | MI 2~7                                    |                              |  |   |                         | ≤                         |                        |     |      |
| 20                      | 20_25             | 160  | 4.4                                       | 1.5                          | 0.34                                   | 0.028   | 3                       | 3                         | 1000                   |     |      |
|                         | 28_30             | 210  | 6.5                                       | 2.2                          |  | 0.031   |                         | 4                         |                        |     |      |
| 25                      | 20_25             | 147  | 8.8                                       | 3                            |  | 0.060   |                         | 3                         |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 177  | 11.7                                      | 4                            |  | 0.066   |                         | 4                         |                        |     |      |
| 30                      | 20_25             | 160  | 16  | 5.5                          |  | 0.100   |                         | 5                         |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 200  | 22  | 7.5                          |  | 0.110   |                         | 6                         |                        |     |      |
| 35                      | 20_25             | 120  | 16.7                                      | 5.5                          |  | 0.139   |                         | 3                         |                        | 5.5 | 350  |
|                         | 28_30             | 134  | 22.7                                      | 7.5                          |  | 0.169   |                         |                           |                        | 6.5 |      |
| 40                      | 20_25             | 120  | 33  | 11                           |  | 0.189   |                         |                           |                        | 7.5 | 1000 |
|                         | 28_30             | 150  |   |                              |  | 0.220   |                         |                           |                        | 8   |      |
| 45                      | 20_25             | 130  | 45  | 15                           |  | 0.254   |                         |                           |                        | 9   |      |
|                         | 28_30             | 155  |   |                              |  | 0.290   |                         |                           |                        | 11  |      |
| 50                      | 20_25             | 132  | 56  | 18.5                         | 0.341                                  | 11  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 148  |   |                              | 0.378                                  | 10  |                         |                           |                        |     |      |
| 55                      | 20_25             | 127  | 66.7                                      | 22                           | 0.441                                  | 13  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 136  |   |                              | 0.490                                  | 12  |                         |                           |                        |     |      |
| 60                      | 20_25             | 116  | 90  | 30                           | 0.575                                  | 15  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 143  |   |                              | 0.629                                  | 14  |                         |                           |                        |     |      |
| 65                      | 20_25             | 120  | 140                                       | 45                           | 0.750                                  | 18  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 160  |   |                              | 0.828                                  | 17  |                         |                           |                        |     |      |
| 70                      | 20_25             | 120  | 112                                       | 37                           | 0.933                                  | 21  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 130  |   |                              | 1.046                                  | 19  |                         |                           |                        |     |      |
| 80                      | 20_25             | 115  | 140                                       | 50                           | 1.217                                  | 23  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 120  |   |                              | 1.300                                  | 25  |                         |                           |                        |     |      |
| 90                      | 20_25             | 100  | 190                                       | 60                           | 1.560                                  | 30  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 30                | 150  |   |                              | 1.60                                   | 30  |                         |                           |                        |     |      |
| 100                     | 20_25             | 86   | 172                                       | 55                           | 2.000                                  | 31  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28_30             | 106  |   |                              | 2.207                                  | 38  |                         |                           |                        |     |      |
| 120                     | 20_25             | 90   | 235                                       | 75                           | 2.610                                  | 40  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28                | 100  |   |                              | 3.150                                  | 50  |                         |                           |                        |     |      |
| 150                     | 30                | 135  | 450                                       | 132                          | 3.333                                  | 50  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 20_25             | 65   |   |                              | 6.300                                  | 65  |                         |                           |                        |     |      |
| 200                     | 28_30             | 75   | 500                                       | 160                          | 6.600                                  | 80  |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 20_25             | 50   |   |                              | 12.500                                 | 120   |                         |                           |                        |     |      |
| 220                     | 28_30             | 60   | 780                                       | 250                          | 13.000                                 | 140   |                         |                           |                        |     |      |
|                         | 28                | 80   |   |                              | 15.000                                 | 125   |                         |                           |                        |     |      |

注: 根据需要, 螺杆规格可适当增加优选系列: 75、110、170 等。其中, 名义比功率及比流量按表中数值进行插入法计算。

表 2-2 加工线型低密度聚乙烯 (LLDPE) 挤出机基本参数

| 螺杆直径<br>$D$<br>/mm | 长径比<br>$L/D$ | 螺杆最高<br>转速<br>$D_{\max}$<br>/(r/min) | 最高产量<br>$Q_{\max}$<br>/(kg/h) | 电动机<br>功率<br>$P$<br>/kW | 名义比功率<br>$P'$<br>/[kW(kg/h)] | 比流量<br>$q$<br>/[ (kg/h)/<br>(r/min) ] | 机筒加<br>热段数<br>(推荐)<br>$\geq$ | 机筒加<br>热功率<br>(推荐)<br>/kW | 中心高<br>$H$<br>/mm  |
|--------------------|--------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|
|                    |              |                                      | MI 2-7                        | $\leq$                  | $\geq$                       | $\leq$                                |                              |                           |                    |
| 20                 | 20,25        | 130                                  | 3.4                           | 1.5                     | 0.44                         | 0.026                                 | 3                            | 4                         | 1000<br>500<br>350 |
|                    | 28,30        | 175                                  | 5.0                           | 2.2                     |                              | 0.029                                 |                              | 5                         |                    |
| 25                 | 20,25        | 120                                  | 6.8                           | 3                       |                              | 0.057                                 |                              | 4                         |                    |
|                    | 28,30        | 140                                  | 9.1                           | 4                       |                              | 0.065                                 |                              | 5                         |                    |
| 30                 | 20,25        | 125                                  | 12.5                          | 5.5                     |                              | 0.100                                 |                              | 6                         |                    |
|                    | 28,30        | 160                                  | 17.0                          | 7.5                     |                              | 0.106                                 |                              | 6                         |                    |
| 35                 | 20,25        | 125                                  | 17.4                          | 11                      |                              | 0.139                                 |                              | 5.5                       |                    |
|                    | 28,30        | 160                                  | 25.6                          |                         |                              | 0.160                                 |                              | 7                         |                    |
| 40                 | 20,25        | 122                                  |                               | 35                      |                              | 15                                    |                              | 0.210                     |                    |
|                    | 28,30        | 137                                  | 15                            |                         |                              | 0.255                                 |                              | 8                         |                    |
| 45                 | 20,25        | 113                                  | 43                            | 18.5                    | 0.310                        | 10                                    |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 135                                  | 43                            | 18.5                    | 0.319                        | 10                                    |                              |                           |                    |
| 50                 | 20,25        | 103                                  | 35                            | 15                      | 0.340                        | 9                                     |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 113                                  | 43                            | 18.5                    | 0.381                        | 11                                    |                              |                           |                    |
| 55                 | 20,25        | 98                                   | 51                            | 22                      | 0.439                        | 10                                    |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 104                                  |                               |                         | 0.490                        | 13                                    |                              |                           |                    |
| 60                 | 20,25        | 90                                   | 70                            | 30                      | 0.567                        | 12                                    |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 110                                  |                               |                         | 0.636                        | 15                                    |                              |                           |                    |
| 65                 | 20,25        | 95                                   | 93                            | 40                      | 0.737                        | 14                                    |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 115                                  |                               |                         | 0.809                        | 18                                    |                              |                           |                    |
| 70                 | 20,25        | 95                                   | 86                            | 37                      | 0.905                        | 17                                    |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 105                                  | 105                           | 45                      | 1.000                        | 21                                    |                              |                           |                    |
| 80                 | 20,25        | 95                                   | 107                           | 50                      | 1.126                        | 20                                    |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 100                                  | 119                           |                         | 1.190                        | 25                                    |                              |                           |                    |
| 90                 | 20,25        | 85                                   | 143                           | 60                      | 1.400                        | 5                                     | 30                           | 1100<br>1000<br>600       |                    |
|                    | 30           | 105                                  |                               |                         | 220                          |                                       | 75                           |                           | 2.095              |
| 100                | 20,25        | 65                                   | 130                           | 55                      | 2.000                        | 31                                    |                              |                           |                    |
|                    | 28,30        | 80                                   | 178                           | 75                      | 2.225                        | 38                                    |                              |                           |                    |
| 120                | 20,25        | 65                                   |                               |                         | 238                          | 100                                   | 2.738                        | 40                        |                    |
|                    | 28           | 77                                   | 330                           | 132                     | 3.091                        | 6                                     | 50                           |                           |                    |
| 150                | 30           | 100                                  | 314                           | 132                     | 3.300                        |                                       | 65                           |                           |                    |
|                    | 20,25        | 50                                   | 380                           | 160                     | 6.280                        | 80                                    |                              |                           |                    |
| 28,30              | 56           |                                      |                               |                         | 6.786                        | 7                                     |                              |                           |                    |

注：根据需要，螺杆规格可适当增加优选系列：75、110、170等。其中名义比功率及比流量按表中数值进行插入法计算。



表 2-3 加工高密度聚乙烯 (HDPE) 挤出机基本参数

| 螺杆直径<br>$D$<br>/mm | 长径比<br>$L/D$ | 螺杆最高<br>转速<br>$D_{max}$<br>/(r/min) | 最高产量<br>$Q_{max}$<br>/(kg/h) |            | 电动机<br>功率<br>$P$<br>/kW | 名义比功率<br>$P'$<br>/[kW(kg/h)]<br>$\leq$ | 比流量<br>$q$<br>/[ (kg/h) /<br>(r/min) ] |        | 机筒加<br>热段数<br>(推荐)<br>$\geq$ | 机筒加<br>热功率<br>(推荐)<br>/kW $\leq$ | 中心高<br>$H$<br>/mm |
|--------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------------|------------|-------------------------|--|--|--------|------------------------------|----------------------------------|-------------------|
|                    |              |                                     | MI                           | 0.04 ~ 1.2 |                         |  | $\geq$                                 | $\geq$ |                              |                                  |                   |
| 20                 | 28,25        | 115                                 | 3.0                          | 1.5        | 0.49                    | 0.027                                  | 4                                      | 3      | 1000                         | 500                              |                   |
|                    | 28,30        | 155                                 | 4.5                          | 2.2        |                         | 0.029                                  | 5                                      |        |                              |                                  |                   |
| 25                 | 20,25        | 105                                 | 6.1                          | 3          |                         | 0.058                                  | 4                                      |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 125                                 | 8.2                          | 4          |                         | 0.065                                  | 5                                      |        |                              |                                  |                   |
| 30                 | 20,25        | 115                                 | 11.2                         | 5.5        |                         | 0.98                                   | 6                                      |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 140                                 | 15.3                         | 7.5        |                         | 0.109                                  | 6                                      |        |                              |                                  |                   |
| 35                 | 20,25        | 110                                 | 15.6                         | 11         |                         | 0.142                                  | 5.5                                    |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 145                                 | 23.0                         |            |                         | 0.159                                  | 7                                      |        |                              |                                  |                   |
| 40                 | 20,25        | 110                                 | 31.3                         | 15         |                         | 0.209                                  | 6.5                                    |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 122                                 |                              |            |                         | 0.256                                  | 8                                      |        |                              |                                  |                   |
| 45                 | 20,25        | 100                                 | 38.5                         | 18.5       | 0.313                   | 10                                     |  |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 120                                 |                              |            | 0.321                   | 10                                     |  |        |                              |                                  |                   |
| 50                 | 20,25        | 90                                  | 31.3                         | 15         | 0.348                   | 9                                      |  |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 100                                 | 38.5                         | 18.5       | 0.385                   | 11                                     |  |        |                              |                                  |                   |
| 55                 | 20,25        | 88                                  |                              |            | 46                      | 22                                     | 0.438                                  | 10     |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 94                                  | 0.489                        | 13         |                         |  |  |        |                              |                                  |                   |
| 60                 | 20,25        | 80                                  | 62                           | 30         | 0.575                   | 12                                     |  |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 97                                  |                              |            | 0.639                   | 15                                     |  |        |                              |                                  |                   |
| 65                 | 20,25        | 85                                  | 84                           | 40         | 0.729                   | 14                                     |  |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30,33     | 105                                 |                              |            | 0.800                   | 18                                     |  |        |                              |                                  |                   |
| 70                 | 20,25        | 85                                  | 77                           | 37         | 0.906                   | 17                                     |  |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 94                                  | 94                           | 45         | 1.000                   | 21                                     |  |        |                              |                                  |                   |
| 80                 | 20,25        | 87                                  | 96                           |            | 50                      | 1.103                                  | 20                                     |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 90                                  | 106                          | 1.178      |                         | 25                                     |  |        |                              |                                  |                   |
| 90                 | 20,25        | 80                                  | 128                          | 60         | 1.325                   | 5                                      | 30                                     |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 90                                  |                              |            | 1.422                   |  | 31                                     |        |                              |                                  |                   |
| 100                | 20,25        | 60                                  | 117                          | 55         | 1.950                   | 6                                      | 38                                     |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 75                                  | 160                          | 75         | 2.133                   |  | 40                                     |        |                              |                                  |                   |
| 120                | 20,25        | 64                                  |                              |            | 215                     | 100                                    | 2.500                                  | 6      | 50                           |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 72                                  | 280                          | 132        | 2.986                   | 65                                     |  |        |                              |                                  |                   |
| 150                | 20,25        | 45                                  | 340                          | 160        | 6.222                   | 7                                      | 80                                     |        |                              |                                  |                   |
|                    | 28,30        | 50                                  |                              |            | 6.800                   |  |  |        |                              |                                  |                   |

注：根据需要，螺杆规格可适当增加优选系列：75、110、170等。其中名义比功率及比流量按表中数值进行插入法计算。