

Peihe Yu Suhunlian Caozuo Jishu

高职高专项目导向课程教材

配合与塑混炼 操作技术



翁国文 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

配合与塑混炼操作技术

翁国文 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是高分子材料应用技术专业(高职高专)的一门专业实训教材,内容包括:橡胶制品胶料配方基础、原材料加工与称量、塑炼与混炼操作、质量检验与分析。本教材内容系统完整,概念清楚,理论联系实际,内容简明,插图与文字相结合,以利于初学者使用。

本书适用于橡胶制品加工与检测方向和高分子材料加工及应用方向的教学及相关专业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

配合与塑混炼操作技术/翁国文主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2008.8

ISBN 978-7-81107-966-1

I. 配… II. 翁… III. ①橡胶—塑炼—高等学校:技术学校—教材②橡胶—混炼—高等学校:技术学校—教材
IV. TQ330.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 055661 号

书 名 配合与塑混炼操作技术

主 编 翁国文

责任编辑 刘红岗

责任校对 张海平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 6.75 字数 160 千字

版次印次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价 11.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

《配合与塑混炼操作技术》课程是高分子材料应用技术专业(橡胶制品加工与检测方向和高分子材料加工及应用方向)的一个专业技术模块化环节;是培养学生具备从事本专业的综合职业能力和素质的必要环节;更是培养学生掌握高分子材料加工技术与构建高级技术应用型人才应具备的知识结构、素质结构与能力结构的必修课;同时,也是帮助学生树立正确的工程技术观点,培养学生高分子材料基本实践技能的重要环节。

《配合与塑混炼操作技术》的任务是使学生获得高分子材料配方、基本配合、塑炼、混炼基础知识和基本操作技能,受到用工程技术观点观察问题、分析问题和解决问题的训练,树立创新意识、安全生产意识、质量意识和环境保护意识,并了解先进的科学技术在高分子材料生产中的应用,为学生学习后续课程和提高综合职业技能奠定坚实的基础。

本课程的教学目标是使学生熟练掌握高分子材料与其基本配合、通用加工工艺的基本知识与塑混炼技能,形成用工程观点观察问题、分析问题、处理问题的能力,树立良好的职业意识和职业道德观念,为继续学习其他专业知识和提高职业能力打下基础。

本教材的编写以完成制备某一具体实用的橡胶制品胶料(收集或给定配方)为主线,通过子项目完成:① 认识配方;② 原材料加工与称量;③ 塑炼;④ 混炼;⑤ 质量检验与分析。在每个单元中以分任务为驱动,并配以一定的案例分析来提高教学效果。课程项目:分组完成某实用配方的配合、塑炼、混炼、质量检查并进行评训。教学安排:全班分为几组,每组1个配方(每组2~4人,设组长1人),按下列程序进行:收集、查阅资料→制定计划并小组讨论→课堂发言讨论→修订计划(方案)→实施计划。在完成每一分项的同时安排学生进行相应基本技能的实训。

本书的编写安排为:第一章由聂恒凯老师编写,第二章由徐云慧老师编写,第三章由翁国文老师编写,第四章由张馨老师编写,第五章由侯亚合老师编写,全书由翁国文老师统稿,朱信明教授主审。

由于编者水平有限,书中尚有许多不足之处,请批评指正。

编 者
2007.8

目 录

序	1
第一章 配方基础	3
第一节 配方知识	3
一、配方概念	3
二、配方的种类	3
第二节 配方的换算与成本核算	7
一、配方的表示形式	7
二、配方的有关计算	9
第二章 配合操作	22
第一节 原材料加工与操作	23
一、生胶加工	23
二、配合剂加工	27
第二节 称量操作	28
第三章 塑炼操作	34
第一节 塑炼基础	34
一、塑性测定	34
二、塑炼原理	37
第二节 塑炼工艺	40
一、开炼机塑炼	41
二、密炼机塑炼	45
三、螺杆机塑炼	50
四、塑炼的后加工工序	51
五、常见橡胶的塑炼特性	51
实训：塑炼操作实训	55
一、开炼机塑炼操作	55
二、割胶操作	58
三、三角包操作	60
第四章 混炼操作	62
第一节 混炼基础知识	62
一、混炼的基本概念	62
二、混炼胶的结构	62
三、分散程度对胶料性能的影响	63
四、混炼过程	64

第二节 混炼工艺	65
一、开炼机混炼	66
二、密炼机混炼	70
三、连续混炼	75
四、胶料混炼后的补充加工	75
实训:混炼操作实训	76
一、开炼机翻炼方法的基本操作	77
二、密炼机混炼操作	79
第五章 胶料质量检验与分析	83
第一节 质量检验	83
一、硬度测定	83
二、密度的测定	84
三、可塑度测定	86
四、门尼黏度测定	89
五、橡胶硫化仪试验	91
第二节 质量问题分析	94
一、混炼胶的主要质量问题及其原因	94
二、不合格混炼胶的处理方法	99
参考文献	101

序

一、项目设置

分组完成下列实用配方的确定与计算、配合、塑炼、混炼、质量检查及分析。

二、内容

1. 配方的确定与计算；
2. 配合；
3. 胶料塑炼；
4. 混炼；
5. 胶料质量检查。

三、安排(以每班 30 人左右为例)

全班分为 8 组, 每组 1 个配方(每组 4 人, 设组长 1 人), 主要设备为 XK—250、XK—360。

四、配方举例(见表-1)

表 1 配方实例

材料名称	配方名称 斜胶胎面胶配方(一) /质量份	斜胶胎面胶配方(二) /质量份	子午线轮胎胎面胶配方 /质量份	轮胎胎侧胶配方 /质量份
天然橡胶	100	50	100	50
丁苯橡胶 1500		10		
顺丁橡胶		40		50
氧化锌	5	4	5	4
硬脂酸	4	3	4	3
防老剂 4010NA	1		1	0.7
防老剂 A		0.5	1	0.5
防老剂 BLE	1.5		1	1.3
防老剂 RD		1.5		
防老剂 4010		0.7		
石蜡	1.2	1	1.2	1
中超耐磨炉黑	40	55	45	
高耐磨炉黑				55
槽黑	7			
古马隆树脂				3
锭子油				5

续表-1

配方名称 材料名称	斜胶胎胎面胶配方(一) /质量份	斜胶胎胎面胶配方(二) /质量份	子午线轮胎胎面胶配方 /质量份	轮胎胎侧胶配方 /质量份
松焦油	4.5		4.5	
操作油		5		
促进剂 NOBS	0.3		0.45	0.7
促进剂 CZ		0.8		
促进剂 DZ	0.3			
硫黄	2.5	1.5	1.5	1.2
硫化剂 DTDM			0.5	
防焦剂 CTP			0.2	
合计	167.3	173	165.35	175.4
配方名称 材料名称	输送带覆盖胶配方 /质量份	胶鞋大底(一次硫化) 配方/质量份	胶管外层胶配方 /质量份	胶管内层胶配方 /质量份
天然橡胶	100	20	60	20
丁苯橡胶 1500		80	40	80
再生胶			60	135
氧化锌	5	5	5	4
硬脂酸	2.5	2.5	2	2.5
防老剂 A				1
防老剂 D	2	0.5	2	1
石蜡	1.5		2	1
高耐磨炉黑	40			30
通用炉黑			50	
半补强炉黑	20	70.1		25
陶土			40	30
轻质碳酸钙	12		40	54
松焦油			5	6
机油		14		
沥青				5
古马隆树脂	14	24	5	
促进剂 M	0.6	1.73		
促进剂 DM	0.7			1.3
促进剂 D		1.17		
促进剂 CZ		1		1.2
促进剂 NOBS			0.5	
硫黄	2.5	2	0.5	3
合计	200.8	222	312	400

第一章 配方基础

子项目一：确定实用胶料的配方及相关计算。

内容：

1. 选择、确定产品种类及对应胶料种类；
2. 明确胶料的性能要求；
3. 收集、查阅胶料配方并说明；
4. 按对应设备进行配方计算。

第一节 配方知识

案例分析(01)(认识配方)

内容：说明总任务中或收集的实用配方中的各组分的作用、归属种类、单位、生胶总用量。

安排：每班分若干组，每组轮流选择主发言人，提出观点共同讨论，其他人提出补充意见。最后老师点评总结。

一、配方概念

橡胶配方反映胶料中各种材料(橡胶和配合剂)的种类、规格、配比(用量)的方子(方案、表)。随着科学技术的不断发展,对于橡胶制品的性能要求也不断提高,目前的橡胶配方中除了已有的硫化体系,补强、填充体系,防护体系以及软化增塑体系外,为了赋予胶料特殊的性能,还经常使用一些特殊用途的助剂,例如防焦剂、塑解剂、分散剂、增容剂、硬化剂、增黏剂、防黏剂、润滑剂、脱模剂、消泡剂、增量剂、抗静电剂、阻燃剂、芳香剂、除臭剂、改性剂、均化剂、发泡剂、发泡助剂、着色剂等,因此配方设计现已发展到如下组分:① 主体材料(天然橡胶、合成橡胶、橡胶与树脂共混物等);② 硫化体系;③ 补强、填充体系;④ 防护体系;⑤ 加工工艺、操作体系;⑥ 特殊性能体系。此外,有时为了便于配方的管理和使用,可注明配方胶料名称、配方胶料用途、配方胶料代号、配方胶料性能参数、配方胶料主要工艺方法和工艺条件等。配方的核心是配方中的材料种类、材料规格和材料配比。

配方设计就是根据产品的性能要求和工艺条件,通过试验、优化、鉴定,合理地选用原材料,确定各种原材料的用量配比关系的过程。

二、配方的种类

橡胶配方按用途可分为基础配方、性能配方和实用配方三种。

1. 基础配方

基础配方又称为标准配方,一般以生胶和配合剂的鉴定为目的。当某种橡胶和配合剂面世时,以此检验其基本的加工性能和物理性能。其设计的原则是采用传统的配合量,以便对比;配方应尽可能简化,重现性较好。基础配方仅包括最基本的组分,由这些基本的组分

组成的胶料,既可反映出胶料的基本工艺性能,又可反映硫化胶的基本物理性能。可以说,这些基本组分是缺一不可的。在基础配方的基础上,再逐步完善、优化,以获得具有某些特性要求的性能配方。不同部门的基础配方往往不同,但同一胶种的基础配方基本上大同小异。

天然橡胶(NR)、异戊橡胶(IR)和氯丁橡胶(CR)可用不加补强剂的纯胶配合,而一般合成橡胶的纯胶配合,因其物理机械性能太差而无实用性,所以要添加补强剂。目前较有代表性的基础配方实例是以 ASTM(美国材料试验协会)作为标准提出的各类橡胶的基础配方,表-1 列出了几种常用橡胶的基础配方。硅橡胶配方一般应包括补强剂(白炭黑)、结构控制剂。硫化剂的用量可根据填料用量的多少而变化。硫化剂多用易分散的浓度为 50% 的膏状物。

在设计基础配方时,ASTM 规定的标准配方和合成橡胶厂提出的基础配方是很有参考价值的。基础配方最好是根据本单位的具体情况进行拟定,以本单位积累的经验数据为基础。还应该注意分析同类产品和类似产品现行生产中所用配方的优缺点,同时也要考虑到新产品生产过程中和配方改进过程中新技术的应用。

2. 性能配方

又称技术配方。指为达到某种性能要求而设计的配方,其目的是为了满足不同产品的性能要求和工艺要求,提高某种特性。性能配方应在基础配方的基础上全面考虑各种性能的搭配,以满足制品使用条件的要求为准。通常研制产品时所采用的试验配方就是性能配方,是配方设计者用得最多的一种配方。

3. 实用配方

又称生产配方。指为制造某一具体制品及满足具体生产工艺而设计的配方。

在实验室条件下研制的配方,其试验结果并不是最终的结果,往往在投入生产时会产生一些工艺上的困难,如焦烧时间短、压出性能不好、压延黏辊等,这就需要在不改变基本性能的前提下,进一步调整配方。在某些情况下不得不采取稍稍降低物理性能和使用性能的方法来调整工艺性能,也就是说在物理性能、使用性能和工艺性能之间进行折中。胶料的工艺性能,虽然是个重要的因素,但并不是绝对唯一的因素,往往由技术发展条件所决定。生产工艺和生产装备技术的不断完善,会扩大胶料的适应性,例如准确的温度控制以及自动化连续生产过程的建立,就使我们有可能对以前认为工艺性能不理想的胶料进行加工了。但是无论如何,在研究和应用某一配方时,必须要考虑到具体的生产条件和现行的工艺要求。换言之,配方设计者不仅要负责成品的质量,同时也要充分考虑到现有条件下配方在各个生产工序中的适用性。

实用配方指在前两种配方(基本配方、性能配方)试验的基础上,结合实际生产条件所作的实用投产配方。实用配方要全面考虑使用性能、工艺性能、体积成本、设备条件等因素,最后选出的实用配方应能够满足工业化生产条件,使产品的性能、成本、长期连续工业化生产工艺达到最佳的平衡。

案例分析(02)(分析配方)

内容:分析下列配方(表 1-1~表 1-8)存在哪些缺点,说明各体系的组成。

安排:列出几种实用配方案例,每组选择一个配方进行分析,各组轮流(所有案例进行总轮流)一人进行发言探讨,其他同学补充,教师最后总结[体系全面(特别是主体材料、硫化体

系等)、用量正常合理、配色正确]。

(1) 轿车子午线轮胎胎面胶(表 1-1)

表 1-1 轿车子午线轮胎胎面胶

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
天然橡胶	100	炭黑 N220	48
氧化锌	4	促进剂 MDB	1.5
硬脂酸	2	硫黄	1.5
防老剂 RD	1	均匀剂	3
防老剂 4010NA	1.5		
石蜡	2	合 计	164.5

(2) 子午线胎侧胶(表 1-2)

表 1-2 子午线胎侧胶

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
天然橡胶	100	环烷油	5
氧化锌	35	促进剂 CZ	0.4
硬脂酸	2	硫黄	3.5
混合蜡	5		
白炭黑	35	合 计	185.9

(3) 子午线轮胎带束层胶(表 1-3)

表 1-3 子午线轮胎带束层胶

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
天然橡胶	100	炭黑 N774	20
氧化锌	10	芳烃油/松焦油	5
硬脂酸	1.5	硫黄	2.6
防老剂 4020	1		
防老剂 RD	1		
炭黑 N660	20	合 计	161.1

(4) 油皮层胶配方(表 1-4)

表 1-4 油皮层胶配方

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
天然橡胶	100	松香	1
防老剂 A	1	促进剂 M	0.3
防老剂 D	1.5	促进剂 DM	0.4

续表 1-4

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
轻质碳酸钙	30	硫黄	2
陶土	35		
三线油	7	合 计	178.2

(5) 布胶鞋黑大底配方(表 1-5)

表 1-5 布胶鞋黑大底配方

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
天然橡胶	50	促进剂 DM	1.9
丁苯橡胶	15	促进剂 D	0.6
顺丁橡胶	35	硬脂酸	3
再生橡胶	40	高耐磨炭黑	70
硫黄	2	陶土	15
氧化锌	5	轻质碳酸钙	5
促进剂 M	1.2	合 计	243.7

(6) 草绿色围条配方(表 1-6)

表 1-6 草绿色围条配方

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
天然橡胶	100	硬脂酸	1.5
硫黄	2.1	高耐磨炭黑	0.1
氧化锌	4	中铬黄	0.1
促进剂 M	0.65	柠檬黄	1.95
促进剂 DM	0.8	轻质碳酸钙	110.47
促进剂 D	0.55	合 计	222.22

(7) 耐油密封圈配方(表 1-7)

表 1-7 耐油密封圈配方

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
丁腈橡胶--26	100	机油	15
氧化锌	5	BPO	2
硬脂酸	1	促进剂 DM	1.25
防老剂 D	1	促进剂 D	0.25
喷雾炭黑	50	硫黄	2
轻质碳酸钙	60		
古马隆树脂	2	合 计	239.5

(8) 食品胶管内层胶(表 1-8)

表 1-8 食品胶管内层胶

原材料	基本配方/质量份	原材料	基本配方/质量份
天然橡胶	100	药用碳酸钙	73.3
氧化锌	10	白凡士林	5.5
硬脂酸	1.8	促进剂 DM	1.8
防老剂 264	1.5	硫黄	0.3
防老剂 MB	1		
微晶蜡	1.4	合 计	196.6

第二节 配方的换算与成本核算

子项目二:将收集并确定的配方中各种材料的用量转化下一步生产配合用量。

内容:

- 1. 设备生产容量确定或计算;
- 2. 配方转化;
- 3. 相关成本计算。

一、配方的表示形式

橡胶配方简单地说,就是一份表示生胶、聚合物和各种配合剂用量的配比表。但生产配方则包含更详细的内容,其中包括:胶料的名称及代号、胶料的用途、生胶及各种配合剂的用量、含胶率、相对密度、成本、胶料的工艺性能和硫化胶的物理性能等。

同一个橡胶配方,根据不同的需要、单位等可以用 4 种不同的形式来表示,即基本配方、质量分数(质量百分比)配方、体积分数(体积百分比)配方和生产配方(见表 1-9)。

表 1-9 橡胶配方的表示形式

原材料名称	基本配方/质量份	质量分数配方/%	体积分数配方/%	生产配方/kg
NR	100	62.11	76.70	50.0
硫黄	3	1.86	1.03	1.5
促进剂 M	1	0.62	0.50	0.5
氧化锌	5	3.11	0.63	2.5
硬脂酸	2	1.24	1.54	1.0
炭黑	50	31.06	19.60	25.0
合 计	161	100.00	100.00	80.50

(1) 基本配方

以质量份来表示的配方,其中规定生胶的总质量份为 100 份,其他配合剂用量都以相应

的质量份数表示,这种配方称为基本配方。这是最常见的一种配方形式,用于配方设计、配方研究和实验室等。

(2) 质量分数配方

以质量分数(质量百分比)来表示的配方,即以胶料总质量为 100%,生胶及各种配合剂都以质量分数(质量百分比)来表示。

这种配方可以直接从基本配方导出。

质量百分比配方是以基本配方的总质量为 100%,然后求出生胶及各种配合剂所占总质量的百分数。即:

$$\text{生胶和各种配合剂的质量百分数} = \frac{\text{生胶和各种配合剂的质量份数}}{\text{胶料总质量份数}} \times 100\%$$

(3) 体积分数配方

以体积分数(体积百分比)来表示的配方,即以胶料的总体积为 100%,生胶及各种配合剂都以体积分数(体积百分比)来表示。

这种配方也可从基本配方导出,其算法是将基本配方中生胶及各种配合剂的质量份数分别除以各自的密度,求出它们的体积份数,然后以胶料的总体积为 100%,分别求出它们的体积分数(体积百分比)。

$$\text{生胶和各种配合剂的体积份数} = \frac{\text{生胶和各种配合剂的质量份数}}{\text{生胶和各种配合剂的密度}}$$

$$\text{生胶和各种配合剂的体积百分比数} = \frac{\text{生胶和各种配合剂的体积份数}}{\text{胶料总体积份数}} \times 100\%$$

体积分数配方计算示例见表 1-10。

表 1-10

配方计算示例

原材料名称	基本配方/质量份	相对密度	体积份	体积分数/%
NR	100	0.92	108.70	76.70
硫黄	3	2.05	1.46	1.03
促进剂 M	1	1.42	0.70	0.50
氧化锌	5	5.57	0.90	0.63
硬脂酸	2	0.92	2.18	1.54
炭黑	50	1.80	27.78	19.60
合计	161	—	141.72	100.00

注:体积分数配方常用于按体积计算成本。

(4) 生产配方

符合生产使用要求的质量配方,称为生产配方。生产配方的总质量常等于炼胶机的装胶容量,各种炼胶机的容量可依据有关公式进行计算或按实际情况进行统计。

例如使用开炼机混炼时,炼胶机的装胶量 Q ,用下列经验公式计算:

$$Q = D \cdot L \cdot \gamma \cdot k \quad (1-1)$$

式中 Q ——炼胶机装胶量,kg;

D ——辊筒直径,cm;

L ——辊筒长度, cm;

γ ——胶料相对密度;

k ——系数(0.006 5~0.008 5)。

常用开炼机规格型号如表 1-11 所列。

表 1-11 常用开炼机的基本参数

型号 Type	XK—250	XK—300	XK—360	X(S)K—400A	X(S)K—450A	X(S)K—560
辊筒工作直径/mm	250	300	360	400	450	560
辊筒工作长度/mm	620	750	900	1 000	1 200	1 530
前辊筒线速度/ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	14.4	15.1	16.25	18.65	24.5	29.09
前后辊筒速比	1 : 1.17	1 : 1.27	1 : 1.25	1 : 1.27	1 : 1.27	1 : 1.2
最大辊距/mm	8	8	10	10	15	20
一次加料量/kg	10~15	15~20	20~25	18~35	25~50	50~65
驱动电机功率/kW	18.5	22	30	37	55	75

练习

某实训中心现有开炼机分别为 XK—160(6 寸)、XK—250(10 寸)、XK—360(14 寸)、XK—400(16 寸),其炼胶容量各有多少? 分组分别计算。

密炼机装胶容量 Q , 可用下列经验公式计算。

$$Q = k \cdot \gamma \cdot V \quad (1-2)$$

式中 γ ——胶料相对密度;

k ——系数(0.65~0.85);

V ——密炼机容积。

从基本配方转换成生产配方可用下列公式计算:

$$\text{生产配方} = \text{基本配方} \times \text{换算系数}(\alpha)$$

用换算系数 α 乘以基本配方中各组分的质量份, 即可得到生产配方中各组分的实际用量。

Q 除以基本配方总质量即得换算系数 α :

$$\alpha = \frac{Q}{\text{基本配方总质量}}$$

例如表 1-9 中生产配方的总质量(即装胶量 Q)为 80.5 kg, 基本配方总质量为 161 g, 则

$$\text{换算系数 } \alpha = \frac{80.5 \times 1\,000}{161} = 500$$

天然橡胶的实际用量 = $0.1 \times 500 = 50(\text{kg})$, 其他组分的实际用量也依此类推。

二、配方的有关计算

1. 母胶形式的配方换算

生产中有些配合剂为了便于称量、加入、减少损耗、减少飞扬、配方保密等原因而常以母胶形式存在; 因而, 配方计算存在相应转换。其相应转换方式有两种。

方法 1: 将基本配方转化成母胶形式的基本配方再转化为生产配方。注意: 在转化为母胶基本配方时要扣除母胶中其余配合剂的用量, 不能重复计算。

方法 2:将基本配方转化生产配方(暂不考虑母胶),再转化母胶的生产配方。同样注意扣除母胶配方中各组分的质量。

在实际生产中,有些配合剂往往以母炼胶或膏剂的形式进行混炼,因此,使用母炼胶或膏剂的配方应进行换算。例如现有如表 1-12 所列的基本配方。

表 1-12 基本配方

原材料名称	基本配方/质量份	原材料名称	基本配方/质量份
NR	100.00	硬脂酸	3.00
硫黄	2.75	防老剂 A	1.00
促进剂 M	0.75	HAF	45.00
氧化锌	5.00	合计	157.50

其中促进剂 M 以母炼胶的形式加入。M 母炼胶的质量分数配方为:

NR 90.00
 促进剂 M 10.00
 合计 100.00

上述 M 母炼胶配方中 M 的含量为母炼胶总量的 1/10,而原基本配方中 M 用量为 0.75 质量份,所需 M 母炼胶为:

$$\frac{0.75}{x} = \frac{1}{10}$$

$x=7.5$,即 7.5 质量份母炼胶中含有促进剂 M 0.75 质量份,其余 6.75 质量份为天然胶,因此,原基本配方应作修改,计算后配方如表 1-13 所列。

表 1-13 计算后配方

原材料名称	基本配方/质量份	原材料名称	基本配方/质量份
NR	93.25	硬脂酸	3.00
硫黄	2.75	防老剂 A	1.00
促 M 母胶	7.5	HAF	45.00
氧化锌	5.00	合计	157.50

2. 含胶率的计算

含胶率是指生胶所含质量的百分率。含胶率的计算可采用下式:

$$\text{含胶率} = \frac{100(\text{生胶质量份数})}{\text{胶料总质量份数}} \times 100\%$$

3. 胶料密度的计算

胶料密度指单位体积的胶料质量。在由基本配方换算成体积百分比配方的过程中,可以求得胶料的总体积份数。以胶料基本配方中的总质量份数除以胶料的总体积份数,其结果即为该配方的理论密度,计算举例如表 1-14 所示。

表 1-14 密度计算举例

原材料名称	基本配方/质量份	密度/kg·cm ⁻³	体积/质量份	理论密度/kg·m ⁻³
天然橡胶	100.00	920	0.108 70	$\frac{161}{0.141\ 72}=1\ 136$
硫黄	3.00	2 050	0.001 46	
促进剂 M	1.00	1 420	0.000 70	
氧化锌	5.00	5 570	0.000 90	
硬脂酸	2.00	920	0.002 18	
炭黑	50.00	1 800	0.027 78	
合计	161		0.141 72	

理论密度也称为计算密度,实际上为未硫化胶的密度。一般,硫化胶的密度比理论密度要稍大些。因为硫化后硫黄的体积大约能缩小到原来的 1/4(橡胶体积不变)。而且随着硫黄用量增大,交联密度增大,硫化胶的密度也随之增加。

4. 胶料的成本计算

单位质量胶料成本可按下面公式计算:

$$P_m = \frac{\sum(m_i \times p_i)}{\sum m_i} \tag{1-3}$$

式中 P_m ——单位质量胶料成本,元/kg;

p_i ——原材料单价,元/kg;

单位体积胶料成本可按下面公式计算:

$$P_v = \frac{\sum(m_i \times p_i)}{\sum \frac{m_i}{\rho}} = \frac{\sum(m_i \times p_i)}{\sum \left(\frac{m_i}{\rho_i}\right)} \tag{1-4}$$

式中 P_v ——单位体积胶料成本,元/kg。

单位体积成本与单位质量成本的关系如下:

$$P_v = P_m \times \rho \tag{1-5}$$

或者

$$P_m = \frac{P_v}{\rho}$$

举例说明如下(见表 1-15)。

表 1-15 胶料成本计算表

原材料名称	基本配方/质量份	体积份	单价/(元/kg)	金额/元	理论密度/kg·m ⁻³
天然橡胶	100	0.108 7	25	2.5	$\frac{161}{0.141\ 72}=1\ 136$
硫黄	3	0.001 46	4.8	0.014 4	
促进剂 M	1	0.000 7	36	0.036	
氧化锌	5	0.000 9	12	0.06	
硬脂酸	2	0.002 18	7.8	0.015 6	
炭黑	50	0.027 78	7.5	0.375	
合计	161	0.141 72		3.001	