

氯化聚乙烯的 性能与应用

金标义 谭镜华 吴泽锋 虢湘别 编著

LVHUAJUYIXI DE
XINGNENG YU YINGYONG



化学工业出版社

氯化聚乙烯的 性能与应用

金标义 谭镜华 吴泽锋 魏湘判 编著



化学工业出版社

本书在介绍氯化聚乙烯的分类、命名规则、性能的基础上,对其在电线电缆、胶管上的应用,热塑性塑料,改性氯化聚乙烯,磁性材料的应用等进行了详细论述,主要涉及原料和助剂的选择、加工工艺、改性技术、配方等。

本书可供从事氯化聚乙烯生产和应用的技术人员参考,也可作为相关行业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

氯化聚乙烯的性能与应用/金标义等编著. —北京:化学工业出版社, 2014.9

ISBN 978-7-122-21358-7

I. ①氯… II. ①金… III. ①氯化聚乙烯 IV. ①TQ325.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第161200号

责任编辑:赵卫娟
责任校对:宋 夏

装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张7¼ 字数103千字 2014年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00元
京化广临字2014—27号

版权所有 违者必究

前言

Foreword

我国工业化生产和应用氯化聚乙烯始于 20 世纪 90 年代初,年产量从 6000t 起步。良好的性价比使其在我国得到了迅猛的发展,并广泛应用于电线电缆、聚氯乙烯型材、软硬管道、塑料改性等众多行业。截至 2013 年,我国氯化聚乙烯的产能超过 70 万吨/年,实际产量也超过 40 万吨/年。从生产规模与应用技术上看,已跃居全球前列。

但是,氯化聚乙烯作为一种新型的弹性体材料,对许多技术人员来说还比较陌生,市面上也很难找到一本比较全面而系统地介绍其性能和应用的书籍作为参考。为此,本书作者总结了我国二十多年来在多个行业的应用经验,以理论与实践相结合的方式,作了深入浅出的介绍,其中的许多内容是作者多年来精心研究成果的首次发表,可供有关技术人员学习参考。

本书第 1 章~第 3 章、第 5 章由教授级高级工程师金标义编写;第 4 章由高级工程师谭镜华编写;第 6 章由高级工程师吴泽锋编写;第 7 章由高级工程师虢湘别编写。

本书由国家电线电缆质量监督检验中心和杭州科利化工股份有限公司联合编写。感谢国家电线电缆质量监督检验中心主任吴长顺和杭州科利化工股份有限公司总经理孙锦伟的大力支持。

编者

2014 年 7 月

第 1 章 氯化聚乙烯的分类和命名规则 / 001

1.1 分类	003
1.1.1 热固性橡胶	003
1.1.2 热塑性塑料	004
1.1.3 改性氯化聚乙烯	004
1.2 命名规则、标准和技术指标	005
1.2.1 化工行业标准	005
1.2.2 科利公司橡胶型氯化聚乙烯标准	006
1.2.3 科利公司热塑型氯化聚乙烯牌号与性能	006
1.2.4 科利公司塑改型氯化聚乙烯牌号与性能	008

第 2 章 氯化聚乙烯的性能 / 009

2.1 形态、色泽和可染性	011
2.2 力学性能	011
2.3 介电性能	011
2.4 耐热性能	012
2.5 耐臭氧和耐候性能	012
2.6 阻燃性能	012
2.7 耐油和耐化学试剂性能	013

2.8	耐低温性能	013
2.9	填充性能	014
2.10	贮存稳定性能	014
2.11	可交联性能	015
2.12	与其它高分子材料的相容性	015
2.13	工艺性能	015
2.14	与其它通用橡胶的性能比较	016
2.15	与其它通用软塑料的性能比较	016

第3章 电线电缆应用 / 019

3.1	配方体系	021
3.1.1	生胶的选择	021
3.1.2	硫化体系	023
3.1.3	增塑体系	036
3.1.4	稳定、润滑与防老体系	040
3.1.5	阻燃体系与耐油性	040
3.1.6	填料与增强体系	042
3.1.7	发泡体系	045
3.2	加工方式及挤出胶料的工艺性能评价	
	方法	045
3.2.1	混炼与过滤	045
3.2.2	成型与硫化	046
3.2.3	门尼黏度与烧焦性能测试	046
3.2.4	挤出胶料工艺性能评价方法	047
3.3	CM 各牌号硫化胶性能比较	048
3.4	应用举例	051

第4章 胶管应用 / 055

4.1	主要原材料	057
4.1.1	氯化聚乙烯橡胶 (CM)	057
4.1.2	硫化体系	058
4.1.3	补强填充剂	060
4.1.4	增塑剂	060
4.2	氯化聚乙烯橡胶的应用	061
4.2.1	高压钢丝编织液压软管外胶	061
4.2.2	低压动力转向软管	063
4.2.3	进气软管的应用	064
4.2.4	刹车胶管的内胶层和空调管的内胶层	066
4.3	生产工艺	066
4.3.1	混炼	066
4.3.2	滤胶	066
4.3.3	挤出	067
4.3.4	硫化工艺	067
4.4	氯化聚乙烯橡胶的缺点	067

第5章 热塑性塑料 / 069

5.1	树脂牌号与性能	073
5.2	增塑体系	075
5.3	稳定、润滑与防老体系	075
5.4	阻燃、填充、增强体系与耐油性	075
5.5	辐照交联的交联助剂和敏化剂	077
5.6	用途	078
5.7	应用举例	080

第6章 改性氯化聚乙烯 / 083

6.1	抗冲改性	085
-----	------------	-----

6.2	阻燃改性	100
6.2.1	CPE 阻燃机理	100
6.2.2	阻燃级 ABS 建议配方	101

第 7 章 磁性材料应用 / 103

7.1	磁粉	105
7.2	增塑剂	106
7.3	加工工艺	106
7.4	氯化聚乙烯选择与应用举例	106

附录 杭州科利化工股份有限公司产品介绍 / 109

参考文献 / 115

第 1 章

氯化聚乙烯的分类和命名规则

1. 1 分 类

氯化聚乙烯是由高密度聚乙烯与氯经取代反应而制得的高分子聚合物。从化学结构上看,可视为乙烯 ($\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$)、氯

乙烯 ($\begin{array}{c} \text{H} & \text{Cl} \\ | & | \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$)、1,2-二氯乙烯 ($\begin{array}{c} \text{Cl} & \text{Cl} \\ | & | \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$) 的三元共聚物。

高密度聚乙烯大分子侧链上的部分氢(H)原子被体积庞大、且又强极性的氯(Cl)原子取代后,结晶区(硬相)会明显缩小甚至消失、无定形区(软相)大大增加甚至最高可达到100%。所以,氯含量和结晶区的大小与分布是构成氯化聚乙烯弹性和柔软度的两个最重要参数。当氯含量低于20%,弹性消失,其性能与聚乙烯(氯含量为0)接近;当氯含量高于45%,由于极性增强,弹性也会消失,其性能接近于聚氯乙烯(氯含量为57%)。氯化聚乙烯被广泛用于各领域的最主要原因在于它是目前市场上性价比最佳的弹性高分子材料。用户只需适当地配合,就可利用现有的橡胶或塑料加工设备,做出符合需求的橡胶或塑料产品。

氯化聚乙烯按照用途可分为三大类。

1. 1. 1 热固性橡胶

氯化聚乙烯胶料的弹性和柔软性与氯含量密切相关,试验表明,氯含量35%~40%的氯化聚乙烯弹性最好。

残余结晶度(或者熔融热)是衡量氯化聚乙烯胶料弹性和柔软性的另一个指标。一般来说,残余结晶度越小,甚至为

零，有最好的弹性与柔软度。但是少量的结晶度也有助于胶料强度与表面硬度的提高，这对某些产品和某种制作工艺（如辐照交联）是必不可少、甚至是有益的。

分子量大小和分子量分布会对胶料的流动性产生重大影响，而胶料的流动性通常用“门尼黏度”来表征，分子量越高，分子量分布越窄，其流动性就越差，或者说它的门尼黏度值越高。

1.1.2 热塑性塑料

氯化聚乙烯的性能介于聚乙烯与软聚氯乙烯之间，聚乙烯由于其结晶度高（55%~57%）而显得僵硬又无弹性；聚氯乙烯则因其氯含量高（57%）、极性大，也成为又硬又脆的刚性材料。氯化聚乙烯的氯含量在25%~42%之间，所以克服了以上两种聚合物的缺点，在常温下成为柔软而富有弹性、在高温下又有足够流动性和可塑性的软塑料。

作为塑料使用，都要求有良好的加工流动性。然而，氯化聚乙烯的流动性远不及聚乙烯和软聚氯乙烯。衡量塑性材料流动性的指标为“熔融指数”，熔融指数与作为原料的高密度聚乙烯的分子量及其分子量分布密切相关。与橡胶型氯化聚乙烯相比，塑料型氯化聚乙烯的分子量通常要小得多（仅为橡胶型的1/4~1/2），而其分子量分布也应宽一些。只有这样才能保证有足够满意的加工流动性。

作为塑料用的氯化聚乙烯都希望有一定比例的残余结晶度（即熔融热 >0 ），因为许多产品都对热压变形性有要求，而此性能与残余结晶度密切相关，残余结晶度越大，热压变形越小。所以，熔融热就成为用户非常看重的指标。

1.1.3 改性氯化聚乙烯

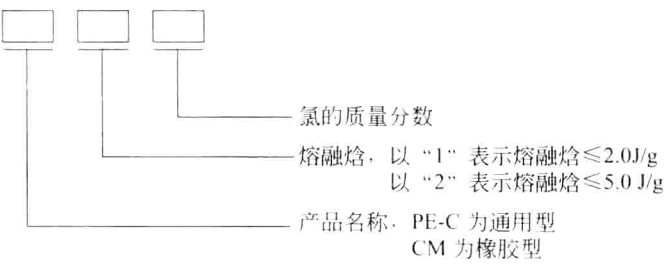
氯化聚乙烯的极性与其氯含量密切相关，氯含量越高，极

性越强，氯含量 25%~42% 的氯化聚乙烯，其极性处于中极性与强极性之间，因此使它可以与多种聚合物或矿物填料相容，成为一种“百搭型”的增容、增韧、抗冲改性剂而被广泛使用。

1. 2 命名规则、标准和技术指标

1. 2. 1 化工行业标准

HG/T 2704- 2010 规定如下：氯化聚乙烯产品由产品名称、熔融焓（即熔融热）、氯的质量分数等三项组成的符号组合进行分类。产品名称、熔融焓、氯的质量分数的符号组合称为型号。



氯化聚乙烯技术指标见表 1-1。

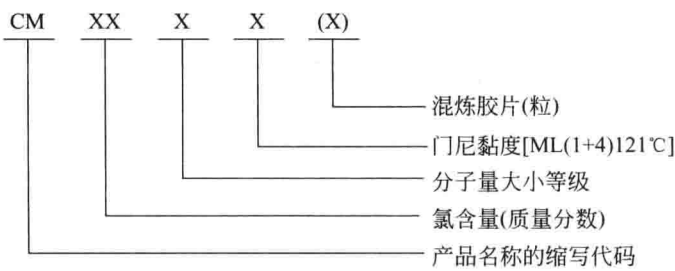
表 1-1 氯化聚乙烯技术指标

项 目	PE-C130	PE-C135	PE-C230	PE-C235	CM135	CM140
氯的质量分数/%	30±2	35±2	30±2	35±2	35±2	40±2
熔融焓/(J/g) ≤	2.0	2.0	5.0	5.0	2.0	2.0
挥发物的质量分数/% ≤	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50
筛余物(0.9mm 筛孔)/% ≤	2.0	2.0	2.0	2.0	—	—
杂质粒子数/(个/100g) ≤	50	50	50	50	—	—
灰分的质量分数/% ≤	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
门尼黏度[ML(1+4)125℃] ≤	—	—	—	—	100	120
拉伸强度/MPa ≥	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0
邵尔 A 硬度 ≤	65	65	70	70	60	65

1.2.2 科利公司橡胶型氯化聚乙烯标准

Q/HKH01—2009 规定如下。

(1) 氯化聚乙烯橡胶产品的型号由以下五部分组成。



(2) 门尼黏度按表 1-2 分三级。

表 1-2 门尼黏度 [ML (1+4) 121℃] 分级表

分级标号	L(低)	H(高)	通用型
门尼黏度[ML(1+4)121℃]	40～60	85～95	60～80

(3) 分子量大小等级：“2”为中分子量级；“1”为高分子量级。

(4) 氯含量按表 1-3 分六级。

表 1-3 氯含量分级表

分级标号	25	28	30	35	40	42
氯含量/%	23～27	26～30	28～32	33～37	38～42	40～44

(5) 已批量生产的橡胶型氯化聚乙烯牌号与性能见表 1-4。

1.2.3 科利公司热塑型氯化聚乙烯牌号与性能

科利公司热塑型氯化聚乙烯牌号与性能见表 1-5。

表 1-4 科利公司橡胶型氯化聚乙烯牌号与性能

性能 \ 牌号	CM352L	CM352M	CM352	CM135B	CM352H	CM352J	CM252	CM282	CM301	CM302	CM402	CM422
氯含量/%	33~37	33~37	33~37	33~37	33~37	33~37	23~27	26~30	28~32	28~32	38~42	40~44
挥发物含量/%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
≤												
熔融热/(J/g)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
≤												
邵尔硬度	≤ 56	56	56	56	56	62	60	65	65	57	56	56
拉伸强度/MPa	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8	8	8.5	8	8	8
≥												
拉断伸长率/%	700	700	700	700	700	—	700	800	700	700	—	—
≥												
门尼黏度[ML (1+4)121℃]	40~60	55~65	60~80	70~80	80~90	64~80	50~60	55~65	80~90	55~65	67~77	75~85
灰分/%	≤ 4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
≤												
体积电阻率						1×10 ¹³						
/Ω·cm												

表 1-5 科利公司热塑型氯化聚乙烯牌号与性能

性能 \ 牌号	CPE2510	CPE2520	CPE3510	CPE3520	CPE4010	CPE4020	CPE4210
氯含量/%	23~27	23~27	33~37	33~37	38~42	38~42	40~44
熔融热/(J/g)	10	20	10	20	10	20	10
邵尔硬度	70	80	70	80	70	80	70
拉伸强度/MPa	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
拉断伸长率/%	400	400	400	400	400	400	400
熔融指数(MI)/(g/10min)	5.0	0.5	5	0.5	5.0	0.5	5.0
灰分/%	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
挥发物含量/%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
20℃ 体积电阻率	1×10 ¹³	1×10 ¹³	1×10 ¹³	1×10 ¹³	1×10 ¹³	1×10 ¹³	1×10 ¹³
/Ω·cm							
90℃ 热压变形/%	40	10	40	10	40	10	40

注：1. 产品可以是粉末状，也可以是粒状。

2. 熔融指数测试条件是 160℃，5kg。

1.2.4 科利公司塑改型氯化聚乙烯牌号与性能

科利公司塑改型氯化聚乙烯牌号与性能见表 1-6。

表 1-6 科利公司塑改型氯化聚乙烯牌号与性能

性能 \ 牌号	CPE3605	CPE3610	CPE135C	CPE132C	CPE235C
氯含量/%	35	35	35	32	35
熔融热/(J/g)	2	2	8	10	15
邵尔硬度	60	60	57	60	60
拉伸强度/MPa	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
熔融指数/(g/10min)	≤0.5	≤0.5	6~13	5~15	6~13

注：熔融指数测试条件是 180℃，10.0kg。

第 2 章

氯化聚乙烯的性能