

# PVC及其型材的研究与应用

田海明

安徽万朗磁塑股份有限公司 安徽省合肥市 230601

**摘要:** 作为世界重要的通用塑料之一,目前聚氯乙烯(PVC)材料已经广泛用于防水卷材、门窗型材、市政建筑给排水管道、建筑板材、电缆通讯等多个领域,是建材市场的重要成员之一。由于其所具备的特殊功能性,有着广泛的应用价值及发展空间。本文对PVC材料的结构特征、物理及力学性能进行了相应的阐述分析,总结了PVC材料体系加工性能。

**关键词:** PVC; 型材; 结构

## 引言:

聚氯乙烯(PVC)是一种重要的合成树脂,其阻燃性好,耐化学腐蚀,绝缘性好且易成型,被广泛应用于建筑、电器、玩具、包装材料、医药等领域。PVC在作为材料使用时,由于阳光中的紫外线以及空气中水和氧的存在,导致其会发生不同程度的降解,具体表现为表面颜色易发生变化以及其力学性能的下降。为改善这一现状,在PVC塑料的实际应用中,需要加入一些助剂,以提高其光稳定性和热稳定性,增加PVC塑料的应用领域,延长其使用寿命。与常用的聚烯烃塑料制品相比,PVC制品的材料体系组成复杂,对制品的成型和性能有重要影响,作为一种高分子材料,可适应强腐蚀、大气污染、海水、盐雾、酸雨等恶劣环境,特别适用于盐雾重、湿度高的南方沿海地区,也适用于有腐蚀性介质的工业建筑。随着国民经济的发展,塑料制品的种类不断增加,PVC的应用领域不断拓宽,人均塑料消费量也在不断增加。PVC行业产能增加后,面对激烈的市场竞争,PVC产品的内在质量成为企业的生命线。

## 1 PVC型材简介

PVC型材也可称为聚氯乙烯型材。是一种以聚氯乙烯树脂填料为原料生产的实用型材。原料混合、加热成型后,即可生产出稳定的聚氯乙烯型材。聚氯乙烯生产型材的PVC复合物应以PVC树脂为主,并加入符合本部分要求的型材生产所必需的助剂<sup>[1]</sup>。PVC树脂应符合

**通讯作者简介:** 田海明,出生年月:1987年7月,民族:回,性别:男,籍贯:宁夏吴忠,单位:安徽万朗磁塑股份有限公司,职位:材料工程师,职称:中级,学历:硕士研究生(在读研究生须注明博士研究生或硕士研究生),邮编:230601,邮箱:haiming@higasket.com,研究方向:热塑性弹性体及磁性高分子材料。

GB/T 5761-1993的要求。

PVC型材的结构相对多样化,应用范围也多样化。具有耐腐蚀性强、流体阻力小、重量轻、价格低、卫生无毒、使用方便等优点。适用于建筑给排水、排污管道等,其使用范围更为广泛。在我国,随着给排水管网建设改造数量的增加,塑料管材的应用发展迅速,年均增长10.43%。

## 2 PVC分子结构特点及理化性能

PVC是聚氯乙烯塑料的英文缩写。它是由氯乙烯单体(VCM)制成的高分子化合物。PVC树脂为白色粉末,呈淡黄色,产品的各种性能需要通过添加添加剂来调节,如作为填充剂的轻钙,用于增白和吸收紫外线的TiO<sub>2</sub>,以及CPE是一种很好的改性增韧剂等。在聚合物主链中,带负电性氯原子作为侧取代基的存在会影响聚合物的性能。表1给出了其他添加剂相同时硬质聚氯乙烯和软质聚氯乙烯的实测性能参数。

表1 硬质聚氯乙烯和软质聚氯乙烯性质比较

性能	硬质聚氯乙烯	软质聚氯乙烯
密度/g·cm <sup>-3</sup>	140	1.42
硬度	D75-85	A50-95
成型收缩率/%	0.3	1.0-1.5
拉伸屈服强度/MPa	65	-
拉伸屈服伸长率/%	2	-
拉伸断裂强度/Mpa	45	23
拉伸断裂伸长率/%	150	360
拉伸弹性模量/Mpa	3000	30
弯曲强度/Mpa	110	-
热变形强度(1.82MPa)/°C	70	-22
体积电阻率/Ω·cm	>016	1013
介电常数(10 <sup>6</sup> Hz)	3.02	约4
吸水率/%	0.1	0.4
氧指数	47	26.5

### 3 PVC型材的优点

#### 3.1 防腐性能强

PVC型材具有很强的防腐性能、良好的机械性能和耐腐蚀性能。与金属型材相比,以往使用时间长的金属型材内壁会被腐蚀,产生水垢和大量微生物和金属成分,影响人们的正常生活。同时,金属管在建筑中的使用时间通常为20年,而PVC管的使用时间可达50年。PVC型材耐酸、耐碱、耐腐蚀,能有效防止型材被腐蚀,增加型材的使用寿命,节省维护成本。与其他塑料型材相比,PVC型材在同等条件下的诱导应力和长期静水强度远高于PE等材料,具有更强的适用性和安全性<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 低成本

PVC型材的原料聚乙烯树脂在通用树脂的生产中成本最低。1吨PVC平均消耗0.53吨乙烯,而1吨聚乙烯平均消耗1.04吨乙烯。同时,PVC型材可以回收再利用。因此,无论是经济生产还是资源环保,PVC型材都是可选的好产品,也符合国家经济结构转型升级的要求。

### 4 PVC型材物理力学性能测试

#### 4.1 外观尺寸

型材外壁应光滑,无气泡、裂纹、明显划痕、凹陷、颜色不均、可见杂质。判断轮廓外观的最简单方法是目视检查和手触摸。劣质型材通常内混料较多,内外壁色差明显。PVC型材的主要外加剂是CaCO<sub>3</sub>,密度比PVC高,所以用手拿的时候会比较重,受外力很容易折断。PVC型材公称外径从20~1000mm有多种规格型号,公称壁厚不小于2.0mm。

#### 4.2 密度

测定方法比较简单,通常使用新鲜的蒸馏水作为浸渍液,既方便又经济。密度是判断型材主要材料是否按比例分布,外加剂过多或过少的重要指标。标准要求为1350~1550kg/m<sup>3</sup>。

#### 4.3 维卡软化温度

维卡软化点的检测是判断型材在加热过程中的局部抗压能力。按GB/T 8802-2001测定,在恒温升温条件下,标准压头在50N力的作用下压入型材试样1mm时的外部温度为型材的维卡软化点。维卡软化点 $\geq$ 维卡软化点,型材合格。

#### 4.4 纵向回缩率

纵向收缩率是PVC型材在不同温度和湿度下的稳定性变化,可以反映不同材料型材在不同条件下的承载能力。纵向收缩率按GB/T 6671-2001测定。将型材样品放入烘箱中,加热至150℃保温30分钟,取出冷却至20℃,观察测量,样品前后100mm标线之间的百分比变化小于

或等于等于5%为合格。

#### 4.5 二氯甲烷浸渍试验

二氯甲烷是PVC的溶剂之一,其溶解塑化不良颗粒的能力明显高于塑化良好的塑料<sup>[3]</sup>。正因如此,PVC型材的塑化程度、均匀性和耐腐蚀性能通过GB/T 13526—2007二氯甲烷浸渍试验方法检测和评定。

#### 4.6 落锤冲击试验

型材的抗冲击性是产品力学性能的重要指标之一。GB/T 14152-2001采用真实冲击率法,要求至少50次冲击一次不得损坏,即TIR值 $\leq$ 5%,可以判断PVC型材符合质量要求。

### 5 PVC材料系统加工性能

#### 5.1 塑化性能

PVC树脂的加工过程即为其塑化过程,在高温及强剪切力的双重作用下所表现出的加工状态(如物料状态、成型物均一性、加工电流等)即为其塑化性能。主要适用于高透明、超薄及其他特殊产品要求的市场行业检测。对于PVC材料体系而言,塑化性能(塑化速度)是一个非常重要的指标。如果太快,则会导致材料的凝胶化度不足,影响制品性能;如果太慢,则会影响生产效率,同时长时间加热也可能导致材料发生降解,不利于制品成型。

#### 5.2 热稳定性

由于PVC树脂是一种热敏性材料,如何选择热稳定助剂来保持材料体系的热稳定性,从而保证产品的稳定生产,是相关企业的一项非常重要的任务。目前,提高PVC热稳定性的方法主要有两种:①改进聚合工艺,减少合成过程中PVC结构的薄弱环节。但该方法不可控因素较多,技术局限性较大;②在PVC加工成型过程中,加入适量的热稳定剂。热稳定剂可通过置换不稳定的氯原子、中和生成的HCl、与不饱和部分反应等来抑制PVC的分解,不影响PVC的外观或性能。目前常用的PVC热稳定剂主要有铅盐类、有机锡类、有机铈类、稀土类、有机主辅类、金属皂类和水滑石类。铅盐热稳定剂价格低廉,具有优良的热稳定性和耐热性,是PVC制品使用最多的热稳定剂之一。但铅盐热稳定剂含有重金属,不符合目前环保热稳定剂的发展趋势。有机锡热稳定剂具有良好的热稳定性和耐候性,特别是在制备透明PVC方面具有不可替代的作用,但存在价格高、有毒、有异味等缺陷。有机铈热稳定剂性价比高,但耐光性、润滑性和透明性较差,不适用于需要长期使用或贮存的产品。稀土热稳定剂具有分散均匀、无毒环保、机械性能优良等特点,但初始着色差且价格昂贵。大多数有机

热稳定剂只能在金属离子的催化作用下提高PVC的热稳定性,一般用作辅助热稳定剂。金属皂热稳定剂的热稳定性较差,但润滑性和透明性较好,需与其他热稳定剂配合使用。其中Ca/Zn热稳定剂应用最为广泛,可有效抑制PVC的初期变色。但是,过量的锌容易“锌烧”。由于对工业产品中无毒或低毒原料和试剂的使用日益控制,开发环保实用的PVC热稳定剂成为研究热点<sup>[4]</sup>。

### 5.3 润滑性能

在加工过程中,PVC材料体系的熔体粘度高于聚乙烯、聚丙烯等材料,加工难度大。因此,配方中除了添加热稳定剂外,还需要添加润滑助剂。以保证产品的稳定成型。润滑助剂的作用是PVC材料体系的“润滑性能”。在实际工作中,研究人员都希望将PVC材料体系的润滑性能调整到尽可能接近“润滑平衡”的状态。所谓润滑平衡,是指在现有加工设备的前提下,通过润滑剂的适当组合和加工参数的相互调整,实现产能、能耗、产品外观和产品性能的相互调整。

### 5.4 凝胶度

在PVC材料体系的加工性能中,成型性能是重要的方面之一,它要求胶凝度达到一定的值,以保证制品的稳定成型和各种力学性能满足标准要求。因此,如何表征产品的凝胶化程度是一个非常重要的问题。目前主要有溶剂吸收法、毛细管流变仪法、差示扫描量热法(DSC)和扭矩流变仪法。

### 5.5 微观结构

主要对树脂颗粒形态、粒径分布及相对分子质量分布进行检测,树脂的微观结构对其加工性能、产品稳定性有直接影响,是检测树脂产品质量的重要手段。

## 6 结语

材料是人类生存和发展的物质基础,材料的发展是国家综合实力的体现和标志,也关系到国家安全、社会进步和国民经济的发展。近年来,高分子材料研发活动和产业化活跃,进展迅速,应用前景广阔。由于PVC型材具有显著优势和节能环保特性,其已成为一种具有较强市场竞争力和发展前途的建筑用材。PVC材料越来越广泛的应用是我国能源形势的客观要求,也是市场发展的必然趋势。消费者需要更加健康、绿色、价廉耐用的新型PVC型材,这也将是PVC行业未来发展的主要趋势。

### 参考文献:

- [1]常占华.优等品PVC树脂在加工过程中出现的问题[J].聚氯乙烯,2021,49(3):13-18.
- [2]刘东阳.PVC后加工出现的问题与生产过程的质量控制[J].消费导刊,2019(33):32.
- [3]王其峰.PVC-U管材生产工艺与质量提升探究[J].商品与质量,2019(27):262.
- [4]周明珠.含澜离聚体的合成、荧光性能及其在PVC热稳定剂中的应用[D].广东工业大学,2017.

