

# 给水用塑料管材质量分析及主要检测方法研究

魏 科

(陕西省产品质量监督检验研究院, 陕西 西安 710048)

**摘 要** 塑料管材因其具有优良的耐腐蚀性、柔韧性、抗冲击强度、耐低温性、较好的卫生性能及安装便捷等特点, 被广泛应用于城市管廊建设、市政供水、农村安全饮水、农业灌溉、房屋装修等民生领域。由于市场竞争及企业生产工艺等诸多因素影响, 造成给水用塑料管材产品质量良莠不齐, 产品在使用过程中发生管道渗漏甚至“爆管”等诸多安全质量问题屡见不鲜, 这不仅影响工程质量, 更阻碍了塑料管道行业的正常发展。本文对给水用塑料管材的质量问题及其产生的质量问题进行探讨。同时, 依据相应产品标准和方法标准, 结合实验室日常检验检测, 对该类产品在检测过程中的重要步骤及关键点进行分析研究, 旨在为检验检测机构及生产企业技术人员提供参考和借鉴。

**关键词** 塑料 给水管材 质量 检验检测

中图分类号: TU82

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)11-0058-03

## 1 给水用塑料管材产品质量状况

### 1.1 聚乙烯(PE)管材

国家原质检总局分别于2015年、2016年、2018年对给水用聚乙烯(PE)管材进行产品质量监督抽查。抽检合格率分别为: 97.1%、94.7%、89.9%。

国家市场监督管理总局于2019年及2021年对给水用聚乙烯(PE)管材产品进行质量监督抽查, 其中, 2019年该类样品抽检合格率为75.5%。2021年, 抽检合格率为76.1%。不合格项目主要涉及产品的规格尺寸(平均外径、壁厚公差)、氧化诱导时间、静液压强度及灰分项目。

### 1.2 冷热水用聚丙烯管材

国家市场监督管理总局于2018年和2021年对聚丙烯(PP-R)管材进行监督抽查, 其中抽检合格率分别为: 68.8%和77.0%。不合格项目主要涉及: 尺寸、简支梁冲击试验、静液压试验、灰分、熔融温度、氧化诱导时间。

## 2 给水用塑料管材常见质量问题及原因

### 2.1 管材规格尺寸

塑料管材规格尺寸项目包括管材平均外径和壁厚偏差。规格尺寸是塑料管材的基本物理性能之一, 是衡量生产企业生产工艺的重要指标之一。如果规格尺寸不合格, 施工时管材不能与管件很好地配合连接,

会降低连接处的液压强度, 使用一段时间后可能会导致管道渗漏或破裂。造成塑料管材外径不合格的原因主要是: 企业生产工艺出现问题。其中涉及生产工艺过程的因素有: 设备真空定径、挤出速度、牵引速度、冷却水箱长度及冷却水温度等。

造成塑料管材壁厚不合格的主要原因有两点: (1) 管材在生产过程中, 设备口模、芯模中心没有对正或设备机台电流波动, 造成出料时快时慢。(2) 与生产企业选择的原材料有关。对于大口径聚乙烯管材而言, 管材同一截面出现壁厚薄厚不均主要是在生产过程中出现了“熔垂”现象。不同牌号的原材料, 其熔体质量流动速率不同。对于大口径聚乙烯管材, 管材因自重原因, 容易发生“熔垂”现象, 导致管材薄厚不均。而对于小口径管材影响却不明显。

### 2.2 炭黑含量

对于塑料管材而言, 外界环境如: 降雨、阳光照射等因素会导致管材分子链断裂, 产生自由基加速材料降解老化。管材原料中一般会加入光稳定剂吸收屏蔽日光中的UV紫外线。而炭黑是聚乙烯树脂的最佳UV稳定剂之一, 加入适宜含量的炭黑, 可有效地防止材料在UV作用下的降解。炭黑含量过低, 不能达到抗老化的效果, 但含量过高, 会形成较多的应力集中点, 从而降低聚乙烯材料的力学性能。因此, 根据标准, 将炭黑含量控制在2.0%~2.5%可同时满足强度和耐候

性的要求。与此同时,炭黑在聚乙烯集体树脂中分散度的好坏也是影响产品质量的关键因素之一。造成炭黑含量不合格的主要原因是:首先,生产企业在生产加工过程中,炭黑含量添加的量过多或过少造成。其次,生产过程中搅拌不均匀,造成炭黑含量不合格。

### 2.3 熔融温度

熔融温度属于材料热分析的一种,热分析方法的核心就是研究材料在受热或冷却时产生的物理和化学的变迁速率和温度以及所涉及的能力和数量变化。合理正确使用热分析方法能快速高效分析混合物中组成成分的性质和含量。

熔融温度一般针对的是冷热水用聚丙烯管材。冷热水用聚丙烯(PPR)管材在冬天或温度较低情况下会表现出一定的低温脆性。因此,为避免冬季运输及满足产品在低温环境安装施工。生产企业会在生产过程中会调整工艺配方,用以改善产品的低温脆性。因此,管材配方比例不合适,容易造成熔融温度偏高。

### 2.4 灰分

直接煅烧法是测定灰分的常用方法,通常高温处理使塑料中的有机成分挥发,而无机成分(主要指无机盐、氧化物)残留下来,直到残余物至恒重,这些最终的产物为灰分。灰分测试可以初步对塑料制品的成分进行一些定性甚至是半定量的分析。造成灰分不合格的主要原因是:生产企业使用不合格的色母或者添加了过量的回用料造成。

### 2.5 静液压强度

静液压强度试验是考核给水用塑料管材物理力学性能最基本的项目,它直接影响管材的使用性能和寿命。管材静液压强度不合格造成管材在使用过程中容易出现渗漏现象,给日常生活带来了不便。同时,对于大口径管材,一般用于民生工程,如果管材静液压达不到要求,容易造成严重的工程质量事故。造成塑料管材静液压强度试验不合格的原因主要有两点:(1)生产企业在生产过程中的挤出工艺达不到要求。(2)生产企业在生产过程中添加过多的回用料。

### 2.6 断裂伸长率

断裂伸长率是评价给水用聚乙烯(PE)管材柔性的重要指标<sup>[1]</sup>。

影响给水用聚乙烯管材断裂伸长率的主要原因有以下三点:(1)原材料选择。生产给水用聚乙烯(PE)管材使用不同牌号的原料对其断裂伸长率影响很大。特别是口径较大的聚乙烯管材(如:dn630mm)。使用新疆独山子石化生产的牌号为4808的原材料与兰州石化生产的牌号为7100M的原材料生产的规格型号为

PE100 dn630×en70.3mm的管材,制备的类型3试样,其断裂伸长率结果数据相差巨大。(2)制样方式及刀具的影响。国标GB/T 8804.1-2003中规定拉伸试样可冲裁或机械加工。在对聚乙烯管材进行铣削前,应确保制样刀具光滑无缺口,并且需对刀具进行定期更换,防止因刀具磨损造成试样表面品质缺陷,造成应力集中现象。(3)严格按照要求对拉伸试样进行状态调节。塑料管材对温度敏感,特别是北方冬季,对于较厚的聚乙烯管材,如果不按照要求对聚乙烯管材进行预处理,管材会因为温度低,脆性增强,而韧性降低<sup>[2]</sup>。

### 2.7 氧化诱导时间

氧化诱导时间就是特定的温度下,当材料暴露在氧气或者空气中时,材料发生氧化所需要的时间。氧化诱导时间越长,塑料管材的耐老化性能越好。因此,热氧稳定性直接影响到聚乙烯给水管材的使用寿命。塑料管材氧化诱导时间不合格的主要原因是:生产企业使用的原材料不符合要求,不能达到标准使用要求。

## 3 主要检测方法要点分析

### 3.1 尺寸测量

管材外径和壁厚现行的测量方法标准为:GB/T 8806-2008。同时,部分产品标准中也规定在测量尺寸过程中的具体要求和注意事项。例如:给水用聚乙烯(PE)管材产品,该产品的执行标准为GB/T 13663-2018。其中标准中第6.3.2条规定:“管材端口处的平均外径可小于公称值,但不能小于管材末端1.5dn或300mm(取两者之中较小者)处测量值得98.5%”。因此,在测量该类管材平均外径时,建议检测人员在距离端口1.5dn或300mm处测量。有此规定,主要是因为热塑性塑料管道,特别是大口径管材,如管材外径为dn800的聚乙烯管材,其切口处容易产生“缩口”现象,导致管材端口处外径偏小,影响管材的热熔对接。

在测量管材产品壁厚时,GB/T 8806-2008中规定:“应在选择的测量截面距试样的边缘不小于25mm或按照制造商的规定”处测量。对于热塑性塑料管材,在测试管材壁厚时不能在截面端口处直接测量。同时,应使用管厚规等专业仪器设备进行壁厚测量。

### 3.2 炭黑含量

在高温氮气(N<sub>2</sub>)保护条件下,聚烯烃材料热解为烷烃、烯烃、炔烃等小分子可挥发物质,而炭黑未发生任何变化。冷却称重,在氧气(O<sub>2</sub>)存在的更高温度条件下继续煅烧,使炭黑生成二氧化碳(CO<sub>2</sub>)并挥发,冷却称重,计算两次试样质量差占试样原始质量的比例,即为炭黑含量。

现行的测定炭黑含量方法标准为GB/T 13021-1991。

依据方法标准对样品进行检测时应注意以下两个问题:

1. 无机填料的干扰。GB/T 13021-1991 方法标准不适用于添加无机填料(如碳酸钙、滑石粉等)的炭黑含量测定。方法标准中明确规定:“如果试验灰分含量大于试样质量的 1%, 则要报出灰分含量, 并注明测定的炭黑含量可能超过实际值”。因为碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )在高温煅烧中可分解为氧化钙和二氧化碳, 化学方程式如下:



因此, 建议如果需要测定含有无机填料样品的炭黑含量, 应对公式进行修正后估算。具体炭黑含量(%)计算公式如下:

$$c = \frac{m_2 - \left[ \frac{(m_3 - m_0) \times 100}{56} + m_0 \right]}{m_1 - m_0} \times 100\%$$

式中:

$c$ ——修正后的炭黑含量, %。

$m_0$ ——样品舟质量, g。

$m_1$ ——样品舟和热解前试样的质量和, g。

$m_2$ ——样品舟和热解后试样的质量和, g。

$m_3$ ——样品舟和煅烧后试样的质量和, g。

100——碳酸钙的分子量。

56——氧化钙的分子量。

2. 标准存在理论误差。因为聚烯烃材料的热裂解在没有定向催化剂的作用下会产生残余碳, 影响试验结果。

### 3.3 灰分

塑料管材产品灰分的来源主要是塑料添加无机物, 包括: 填料(如碳酸钙)、增强材料(如玻璃纤维、晶须)、催化剂残余、颜料等。无机物的存在可以起到稳定尺寸、增强、染色、催化聚合、降低成本等作用, 根据用途其含量各不相同。目前, 灰分检测的方法标准为 GB/T 9345.1-2008 中的方法 A。在试验过程中应注意以下两点: (1) 样品的取样量应满足能够产生 5mg~50mg 的灰分。对灰分很少的产品, 必须增大试样量。如果样品量多, 应分批次将样品加入坩埚中进行燃烧, 且每次放样量不能超过坩埚高度的一半。同时, 加热源温度不可过高, 防止剧烈燃烧, 造成灰分粒子损失; (2) 在燃烧和煅烧过程中, 盛放试样的坩埚应半盖盖子。一方面, 确保充分氧气( $\text{O}_2$ )与试样燃烧。另一方面, 防止样品飞溅, 造成试验结果误差。

### 3.4 静液压强度试验

静液压强度试验是给水用塑料管材的重要性能指标。现行的方法标准为 GB/T 6111-2018。在静液压试

验过程中, 应注意以下五点: (1) 在计算试验压力时, 应找到管材的最小壁厚  $e_{\min}$ 。管材壁厚是计算静液压强度试验压力的重要因素, 特别是口径较小的管材, 最小壁厚的波动, 对管材试验压力值影响较大; (2) 因为聚烯烃有结晶时间, 因此, 管材试验应在管材生产后 24 小时后再进行检测试验; (3) 静液压强度试验如果试样在距离端口 0.1dn 处破裂, 应重新进行试验。目的是防止因夹具缘故造成对管材液压试验的影响<sup>[3]</sup>; (4) 对于给水用钢丝网增强聚乙烯复合管材(执行标准: GB/T 32439-2015)或钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管材(执行标准 CJ/T 189-2007), 在进行液压试验(60℃, 165h)或(80℃, 165h)时, 应对管材试样两端进行塑封, 防止因液压周期较长, 导致试验压力和水从钢丝网层渗入, 造成管材破裂; (5) 定期计量静液压设备压力值, 并对水箱温度进行期间核查, 防止设备因控压不稳, 造成压力值升高, 管材破裂。同时, 塑料管材对温度较为敏感, 对水箱温度进行期间核查, 避免因水箱温度高于标准要求的试验温度, 导致管材破裂。

### 3.5 氧化诱导时间

现行的检测塑料管材氧化诱导时间的方法标准为: GB/T 19466.6-2009 和 GB/T 17391-1998。方法标准中明确规定了取样方法及取样大小。检验人员在取样时应严格按照标准要求制取试样, 并在制样过程中防止试样过热。同时, 取样时应尽量避开管材端口处。因为对于大口径管材, 在从一根 6m 的管段上截取试样送检前, 有可能因为裁样工具与管材摩擦生热, 已经造成管材端口处管材受热氧化。

## 4 结语

本文通过分析给水用塑料管材质量问题并对其出现的问题进行研究探讨, 旨在帮助企业提高产品质量。同时, 分析试验过程对检测结果的影响, 有利于检验检测机构不断提升检验检测水平, 确保检验检测结果的准确性, 为产品质量、工程质量提供有力、可靠的技术支持。

### 参考文献:

- [1] 张晓华. 塑料管材拉伸性能测定分析[J]. 标准实践, 2018(02):45-49.
- [2] 李楠, 李程, 常兵. 热塑性塑料管材拉伸性能测定影响因素分析[J]. 品牌与标准化, 2021(02):38.
- [3] 弋志云. 关于塑料管道静液压试验检测影响因素分析[J]. 电子测试, 2020(13):116-117.