



中华人民共和国国家标准

GB/T 15558.2—2023

代替 GB/T 15558.1—2015

燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第2部分:管材

Buried polyethylene(PE) piping systems for the
supply of gaseous fuels—Part 2: Pipes

[ISO 4437-2:2014, Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels—
Polyethylene(PE)—Part 2: Pipes, MOD]

2023-11-27 发布

2024-06-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义、符号和缩略语 2

4 材料 2

5 产品分类 3

6 要求 3

7 试验方法 9

8 检验规则..... 11

9 标志..... 13

10 包装、运输及贮存..... 14

附录 A（资料性） 本文件与 ISO 4437-2:2014 结构编号对照一览表 15

附录 B（资料性） 本文件与 ISO 4437-2:2014 技术差异及其原因 17

附录 C（规范性） 包覆管 20

附录 D（规范性） 管材非首选标准尺寸比及对应公称壁厚 22

附录 E（资料性） 混配料及其制品与非混配料及其制品的部分性能差异研究 23

附录 F（规范性） 压缩复原试验方法 27

参考文献 29

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 15558《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统》的第 2 部分。GB/T 15558 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：管材；
- 第 3 部分：管件；
- 第 4 部分：阀门；
- 第 5 部分：系统适用性。

本文件代替 GB/T 15558.1—2015《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第 1 部分：管材》，与 GB/T 15558.1—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了公称外径范围(见第 1 章,GB/T 15558.1—2015 的第 1 章)；
- b) 更改了术语和定义(见第 3 章,GB/T 15558.1—2015 的第 3 章)；
- c) 删除了材料的颜色、分级和命名、设计、性能、熔接兼容性以及混配料的改变等内容(见 GB/T 15558.1—2015 的第 4 章)；
- d) 增加了 PE 100-RC 材料及管材的相关要求(见第 4 章、第 6 章)；
- e) 更改了聚乙烯回用料/回收料和标识色条料要求(见 4.3、4.4,GB/T 15558.1—2015 的 4.1、4.8)；
- f) 增加了单层实壁管材、包覆管的一般要求(见 6.1)；
- g) 增加了长度不应有负偏差的要求(见 6.3.1.3)；
- h) 增加了 d_n 710 和 d_n 800 规格及对应的平均外径、不圆度和公称壁厚(见 6.3.2、6.3.3)；
- i) 更改了平均外径的要求(见 6.3.2.1,GB/T 15558.1—2015 的 5.2.2)；
- j) 删除了 d_n 32, SDR 17 对应的壁厚(见 GB/T 15558.1—2015 的 5.2.3.1)；
- k) 更改了静液压强度(20 ℃, 100 h)试验参数(见 6.4,GB/T 15558.1—2015 的 5.3)；
- l) 增加了应变硬化试验(SHT)、PE 100-RC 管材的耐慢速裂纹增长(锥体试验)要求及相应的试验方法(见 6.4、第 7 章)；
- m) 增加了灰分、炭黑含量、炭黑分散/颜料分散、微量金属元素含量要求及相应的试验方法(见 6.5、第 7 章)；
- n) 更改了氧化诱导时间试验参数(见 6.5,GB/T 15558.1—2015 的 5.4)；
- o) 更改了系统适用性要求(见 6.6,GB/T 15558.1—2015 的 5.5)；
- p) 删除了材料的试验方法(见 GB/T 15558.1—2015 的 6.1)；
- q) 更改了熔体质量流动速率(MFR)变化率的试验方法(见 7.11,GB/T 15558.1—2015 的 6.1.3)；
- r) 删除了系统适用性试验方法(见 GB/T 15558.1—2015 的 6.3)；
- s) 更改了试验方法的相关要求(见第 7 章)；
- t) 增加了第 4 尺寸组(见 8.2.2)；
- u) 增加了定型检验、型式检验项目(见 8.3 和 8.6.2)；
- v) 增加了控制点检验要求(见 8.5)；
- w) 更改了检验频次要求(见 8.6.4,GB/T 15558.1—2015 的 7.6.2)；

- x) 删除了回用料标识(见 GB/T 15558.1—2015 的 8.4);
- y) 更改了包覆管可剥离层材料、尺寸、性能等要求(见附录 C, GB/T 15558.1—2015 的附录 E);
- z) 增加了规范性附录“管材非首选标准尺寸比及对应公称壁厚”(见附录 D)。

本文件修改采用 ISO 4437-2:2014《燃气用塑料管道系统 聚乙烯(PE) 第2部分:管材》。

本文件与 ISO 4437-2:2014 相比,在结构上有较多调整。两个文件之间的结构编号变化对照一览表见附录 A。

本文件与 ISO 4437-2:2014 相比,存在较多技术差异,在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示,这些技术差异及其原因一览表见附录 B。

本文件做了下列编辑性改动:

- 为与现有标准协调,将标准名称改为《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第2部分:管材》;
- 为便于标准的理解与使用,删除了不符合我国国情的注,更改或增加了部分注;
- 增加了附录 E“混配料及其制品与非混配料及其制品的部分性能差异研究”;
- 删除了 ISO 4431-2:2014 的附录 A“多层共挤管材”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国塑料制品标准化技术委员会(SAC/TC 48)归口。

本文件起草单位:亚大塑料制品有限公司、住房和城乡建设部科技与产业化发展中心、广东联塑科技实业有限公司、公元股份有限公司、山东胜邦塑胶有限公司、沧州明珠塑料股份有限公司、北京市燃气集团有限责任公司、福建亚通新材料科技股份有限公司、香港中华煤气有限公司、淄博洁林塑料制管有限公司、北京工商大学、深圳市燃气集团股份有限公司、郑州华润燃气股份有限公司、中燃燃气实业(深圳)有限公司。

本文件主要起草人:李瑜、高立新、何健文、李统一、黄剑、景发岐、池永生、白丽萍、谢建玲、陈晓梅、项爱民、尤英俊、贾峰晓、于腾、王志伟。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- 1995 年首次发布为 GB/T 15558.1—1995,2003 年第一次修订,2015 年第二次修订;
- 本次为第三次修订,标准编号调整为 GB/T 15558.2—2023。

引 言

GB/T 15558《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统》旨在规范燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统的材料、管材、管件、阀门以及系统适用性要求。在本次制修订过程中,GB/T 15558.1—2023 和 GB/T 15558.5—2023 为首次制定,GB/T 15558.2—2023、GB/T 15558.3—2023 及 GB/T 15558.4—2023 分别代替了 GB/T 15558.1—2015、GB/T 15558.2—2005 及 GB/T 15558.3—2008。

GB/T 15558《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统》结合我国聚乙烯管道产品生产应用实际起草,包括总则、管材、管件、阀门和系统适用性五个部分。

- 第1部分:总则。目的在于确立适用于燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统的术语、定义、符号和缩略语、材料、试验方法和检验报告要求。
- 第2部分:管材。目的在于确立适用于燃气用埋地聚乙烯(PE)管材的术语、定义、符号和缩略语、材料、产品分类、要求、试验方法、检验规则、标志和包装、运输及贮存。
- 第3部分:管件。目的在于确立适用于燃气用埋地聚乙烯(PE)管件的术语、定义、符号和缩略语、材料、产品分类、要求、试验方法、检验规则、标志、技术文件和包装、运输及贮存。
- 第4部分:阀门。目的在于确立适用于燃气用埋地聚乙烯(PE)阀门的术语、定义、符号和缩略语、材料、产品分类、要求、试验方法、检验规则、标志、技术文件和包装、运输及贮存。
- 第5部分:系统适用性。目的在于确立适用于燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统的系统适用性的术语、定义、要求、试验方法和检验规则。

燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统

第2部分:管材

1 范围

本文件规定了燃气用埋地聚乙烯(PE)管材(以下简称“管材”)的材料、产品分类、规格尺寸及偏差和物理力学性能、检验规则、标志和包装、运输及贮存要求,描述了相应的试验方法。

本文件与 GB/T 15558 的其他部分一起,适用于工作温度在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,最大工作压力(MOP)不大于 1.0 MPa 的燃气用埋地聚乙烯管道系统。

本文件适用于 PE 100 级和 PE 80 级混配料制造的公称外径为 $16\text{ mm}\sim 800\text{ mm}$ 的燃气用埋地聚乙烯管材。

注1:在输送人工煤气和液化石油气时,需考虑燃气中存在的其他组分(如芳香烃、冷凝液)在一定浓度下对管材性能的不利影响。

注2:管道系统的最大工作压力与工作温度和材料耐快速裂纹扩展(RCP)临界压力有关,见 GB/T 15558.1—2023 附录 C。参考工作温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

注3:聚乙烯管材的 MOP 基于设计应力 σ_D 确定,并考虑 RCP 性能的影响;MOP 取决于材料类型的最小要求强度 MRS、标准尺寸比 SDR 和总体使用(设计)系数($C\geq 2$)等。

注4:相关方有责任根据特定应用需求,结合相关法规、标准或规范要求,恰当选用 GB/T 15558(所有部分)规定的产品。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度(邵氏硬度)(GB/T 2411—2008,ISO 868:2003,IDT)

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(GB/T 2828.1—2012,ISO 2859-1:1999,IDT)

GB/T 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(GB/T 2918—2018,ISO 291:2008,MOD)

GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率(MFR)和熔体体积流动速率(MVR)的测定 第1部分:标准方法(GB/T 3682.1—2018,ISO 1133-1:2011,MOD)

GB/T 4217 流体输送用热塑性塑料管材 公称外径和公称压力(GB/T 4217—2008,ISO 161-1:1996,IDT)

GB/T 6111 流体输送用热塑性塑料管道系统 耐内压性能的测定(GB/T 6111—2018,ISO 1167-1:2006、ISO 1167-2:2006、ISO 1167-3:2007、ISO 1167-4:2007,NEQ)

GB/T 6671 热塑性塑料管材 纵向回缩率的测定(GB/T 6671—2001,eqv ISO 2505:1994)

GB/T 8804.3 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第3部分:聚烯烃管材(GB/T 8804.3—2003,ISO 6259-3:1997,IDT)

GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定(GB/T 8806—2008,ISO 3126:2005,IDT)

GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定(GB/T 9341—2008,ISO 178:2001,IDT)

GB/T 15558.2—2023

GB/T 9345.1 塑料 灰分的测定 第1部分:通用方法(GB/T 9345.1—2008,ISO 3451-1:1997,IDT)

GB/T 10798 热塑性塑料管材通用壁厚表(GB/T 10798—2001,ISO 4065:1996,IDT)

GB/T 13021 聚烯烃管材和管件 炭黑含量的测定 煅烧和热解法(GB/T 13021—2023,ISO 6964:2019,IDT)

GB/T 15558.1—2023 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第1部分:总则(ISO 4437-1:2014,MOD)

GB/T 15558.3—2023 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第3部分:管件(ISO 4437-3:2014,MOD)

GB/T 15558.4—2023 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第4部分:阀门(ISO 4437-4:2022,MOD)

GB/T 15558.5—2023 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第5部分:系统适用性(ISO 4437-5:2014,MOD)

GB/T 18251 聚烯烃管材、管件和混配料中颜料或炭黑分散度的测定(GB/T 18251—2019,ISO 18553:2002,MOD)

GB/T 18476 流体输送用聚烯烃管材 耐裂纹扩展的测定 慢速裂纹增长的试验方法(切口试验)(GB/T 18476—2019,ISO 13479:2009,MOD)

GB/T 19278 热塑性塑料管材、管件与阀门通用术语及其定义

GB/T 19279 聚乙烯管材 耐慢速裂纹增长 锥体试验方法(GB/T 19279—2003,ISO 13480:1997,IDT)

GB/T 19280 流体输送用热塑性塑料管材 耐快速裂纹扩展(RCP)的测定 小尺寸稳态试验(S4试验)(GB/T 19280—2003,ISO 13477:1997,IDT)

GB/T 19466.6 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第6部分:氧化诱导时间(等温 OIT)和氧化诱导温度(动态 OIT)的测定(GB/T 19466.6—2009,ISO 11357-6:2008,MOD)

GB/T 39994 聚烯烃管道中六种金属元素(铁、钙、镁、锌、钛、铜)的测定

GB/T 40919 管道系统用聚乙烯材料 与慢速裂纹增长相关的应变硬化模量的测定(GB/T 40919—2021,ISO 18488:2015,IDT)

ISO 13478 流体输送用热塑性塑料管材 耐快速裂纹扩展(RCP) 全尺寸试验(FST)[Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids—Determination of resistance to rapid crack propagation (RCP)—Full-scale test(FST)]

3 术语、定义、符号和缩略语

GB/T 15558.1—2023、GB/T 19278 界定的术语、定义、符号和缩略语适用于本文件。

4 材料

4.1 聚乙烯混配料

生产管材应使用 PE 100 级或 PE 80 级聚乙烯混配料,聚乙烯混配料应符合 GB/T 15558.1—2023 要求。

4.2 聚乙烯混配料分级和命名

PE 100、PE 100-RC 和 PE 80 混配料分级和命名应符合 GB/T 15558.1—2023 要求。

4.3 标识色条料

用于制造管材标识色条的材料应为均色粒料,其基础树脂应与生产管材的聚乙烯混配料基础树脂相同,或具有相同的 MRS 等级。

标识色条料应符合 GB/T 15558.1—2023 中氧化诱导时间、耐候性和熔接兼容性要求。

4.4 回用料/回收料

单层实壁管材不应使用回用料、回收料。

5 产品分类

按管材类型分为:

- 单层实壁管材;
- 包覆管。

注: 包覆管为在单层实壁管材(主体管材)外壁包覆可剥离热塑性防护层的管材。

6 要求

6.1 一般要求

6.1.1 单层实壁管材应符合本章要求。

6.1.2 包覆管除符合本章要求外,还应符合附录 C 要求。

6.2 外观和颜色

6.2.1 外观

管材内外表面应清洁、平滑,不应有气泡、明显的划伤、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷。管材两端应切割平整,并与管材轴线垂直。

6.2.2 颜色

管材的颜色应为黑色(PE 100、PE 100-RC 和 PE 80)、橙色(PE 100 和 PE 100-RC)或黄色(PE 80)。PE 100 和 PE 100-RC 黑色管材上应共挤出至少 3 条橙色条;PE 80 黑色管材上应共挤出至少 3 条黄色条。色条应沿管材圆周方向均匀分布。

6.3 规格尺寸

6.3.1 长度

6.3.1.1 直管长度一般为 6 m、9 m、12 m,也可由供需双方商定。

6.3.1.2 盘管长度由供需双方商定。盘卷内径应不小于 $18d_n$ 。

6.3.1.3 长度不应有负偏差。

注: 测量环境温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。盘卷生产、贮存、运输期间,采取措施避免管材发生局部变形,例如:屈曲或褶皱。

6.3.2 平均外径、不圆度

6.3.2.1 平均外径

距管材端口 $1.5d_n$ 或 300 mm(取两者之中较小者)处及之外的管材平均外径 d_m 应符合表 1 要求。

距管材端口 $0.1d_n$ 处的平均外径应不小于距管材端口 $1.5d_n$ 或 300 mm(取两者之中较小者)处平均外径测量值的 98.5 %。

6.3.2.2 不圆度

管材的不圆度应符合表 1 要求。

表 1 平均外径和不圆度

单位为毫米

公称外径 d_n	平均外径 d_{em}		直管的不圆度 ^a
	$\geq$	$\leq$	
16	16.0	16.3	1.2
20	20.0	20.3	1.2
25	25.0	25.3	1.2
32	32.0	32.3	1.3
40	40.0	40.4	1.4
50	50.0	50.4	1.4
63	63.0	63.4	1.5
75	75.0	75.5	1.6
90	90.0	90.6	1.8
110	110.0	110.7	2.2
125	125.0	125.8	2.5
140	140.0	140.9	2.8
160	160.0	161.0	3.2
180	180.0	181.1	3.6
200	200.0	201.2	4.0
225	225.0	226.4	4.5
250	250.0	251.5	5.0
280	280.0	281.7	9.8
315	315.0	316.9	11.1
355	355.0	357.2	12.5
400	400.0	402.4	14.0
450	450.0	452.7	15.6
500	500.0	503.0	17.5
560	560.0	563.4	19.6
630	630.0	633.8	22.1
710	710.0	716.4	24.9
800	800.0	807.2	28.0
注 1：对于盘管，不圆度的最大值由供需双方商定。			
注 2：对于 $d_n \geq 315$ mm 的管材，注意不圆度对于熔接连接的影响。			
^a 应在生产地点测量不圆度。			

6.3.3 壁厚及偏差

6.3.3.1 公称壁厚

管材的标准尺寸比 SDR 11 和 SDR 17 为首选系列,管材的公称壁厚 e_n 应符合表 2 要求。

或根据 GB/T 10798 和 GB/T 4217 推算出其他标准尺寸比 SDR 对应的公称壁厚。管材非首选标准尺寸比及对应的公称壁厚 e_n 应符合附录 D 要求。

表 2 公称壁厚

单位为毫米

公称外径 d_n	公称壁厚 e_n	
	SDR 11	SDR 17
16	3.0	—
20	3.0	—
25	3.0	—
32	3.0	—
40	3.7	3.0
50	4.6	3.0
63	5.8	3.8
75	6.8	4.5
90	8.2	5.4
110	10.0	6.6
125	11.4	7.4
140	12.7	8.3
160	14.6	9.5
180	16.4	10.7
200	18.2	11.9
225	20.5	13.4
250	22.7	14.8
280	25.4	16.6
315	28.6	18.7
355	32.2	21.1
400	36.4	23.7
450	40.9	26.7
500	45.5	29.7
560	50.9	33.2
630	57.3	37.4
710	64.5	42.1
800	72.6	47.4

6.3.3.2 任一点壁厚

管材的任一点壁厚应符合表 3 要求。

表 3 任一点壁厚

单位为毫米

公称壁厚 e_n		允许偏差 t_y^a	公称壁厚 e_n		允许偏差 t_y^a
$>$	$\leq$		$>$	$\leq$	
2.0	3.0	0.4	38.0	39.0	4.0
3.0	4.0	0.5	39.0	40.0	4.1
4.0	5.0	0.6	40.0	41.0	4.2
5.0	6.0	0.7	41.0	42.0	4.3
6.0	7.0	0.8	42.0	43.0	4.4
7.0	8.0	0.9	43.0	44.0	4.5
8.0	9.0	1.0	44.0	45.0	4.6
9.0	10.0	1.1	45.0	46.0	4.7
10.0	11.0	1.2	46.0	47.0	4.8
11.0	12.0	1.3	47.0	48.0	4.9
12.0	13.0	1.4	48.0	49.0	5.0
13.0	14.0	1.5	49.0	50.0	5.1
14.0	15.0	1.6	50.0	51.0	5.2
15.0	16.0	1.7	51.0	52.0	5.3
16.0	17.0	1.8	52.0	53.0	5.4
17.0	18.0	1.9	53.0	54.0	5.5
18.0	19.0	2.0	54.0	55.0	5.6
19.0	20.0	2.1	55.0	56.0	5.7
20.0	21.0	2.2	56.0	57.0	5.8
21.0	22.0	2.3	57.0	58.0	5.9
22.0	23.0	2.4	58.0	59.0	6.0
23.0	24.0	2.5	59.0	60.0	6.1
24.0	25.0	2.6	60.0	61.0	6.2
25.0	26.0	2.7	61.0	62.0	6.3
26.0	27.0	2.8	62.0	63.0	6.4
27.0	28.0	2.9	63.0	64.0	6.5
28.0	29.0	3.0	64.0	65.0	6.6
29.0	30.0	3.1	65.0	66.0	6.7
30.0	31.0	3.2	66.0	67.0	6.8
31.0	32.0	3.3	67.0	68.0	6.9
32.0	33.0	3.4	68.0	69.0	7.0
33.0	34.0	3.5	69.0	70.0	7.1
34.0	35.0	3.6	70.0	71.0	7.2
35.0	36.0	3.7	71.0	72.0	7.3
36.0	37.0	3.8	72.0	73.0	7.4
37.0	38.0	3.9	—	—	—
^a 任一点壁厚允许变化范围,可用公称壁厚和允许偏差表示为 $e_n^{+t_y}_0$ mm。					

6.4 力学性能

管材的力学性能应符合表 4 要求。

表 4 管材的力学性能

序号	项目	要求	试验参数		试验方法
1	静液压强度 (20 ℃,100 h)	无破坏,无渗漏	试验温度 试验时间 环应力: PE 80 PE 100 和 PE 100-RC	20 ℃ ≥100 h 10.0 MPa 12.0 MPa	7.4
2	静液压强度 (80 ℃,165 h)	无破坏,无渗漏 ^a	试验温度 试验时间 环应力: PE 80 PE 100 和 PE 100-RC	80 ℃ ≥165 h 4.5 MPa 5.4 MPa	7.4
3	静液压强度 (80 ℃,1 000 h)	无破坏,无渗漏	试验温度 试验时间 环应力: PE 80 PE 100 和 PE 100-RC	80 ℃ ≥1 000 h 4.0 MPa 5.0 MPa	7.4
4	断裂伸长率 ($e_n \leq 5$ mm)	$\geq 350\%^{b,c}$	试样类型 试验速度	类型 2 100 mm/min	7.5
	断裂伸长率 ($5\text{ mm} < e_n \leq 12\text{ mm}$)	$\geq 350\%^{b,c}$	试样类型 试验速度	类型 1 ^d 50 mm/min	
	断裂伸长率($e_n > 12\text{ mm}$)	$\geq 350\%^{b,c}$	试样类型 试验速度	类型 1 ^d 25 mm/min	
			或		
			试样类型 试验速度	类型 3 ^d 10 mm/min	
5	耐慢速裂纹增长(锥体试验) ($e_n \leq 5\text{ mm}$)	$< 10(\text{mm}/24\text{ h})$	试验温度	80 ℃	7.6
6	耐慢速裂纹增长(切口试验) ^e ($e_n > 5\text{ mm}$)	无破坏,无渗漏	试验温度 内部试验压力: PE 80, SDR 11 PE 100 或 PE 100-RC, SDR 11 试验时间 试验类型	80 ℃ 0.80 MPa 0.92 MPa ≥500 h 水-水	7.6
7	耐快速裂纹扩展 ^f	$p_{c,sl} \geq MOP/2.4 - 0.072\text{ MPa}$	试验温度	0 ℃	7.7

表 4 管材的力学性能（续）

序号	项目	要求	试验参数		试验方法
8	压缩复原	无破坏,无渗漏	—	—	7.8
9	纵向回缩率 ($e_n \leq 16$ mm)	$\leq 3.0\%$	试验温度 试样长度	110 ℃ 200 mm	7.9
PE 100-RC 管材附加性能要求					
10	应变硬化试验(SHT)	$\langle G_P \rangle \geq 50.0$ MPa	试验温度 试样厚度	80 ℃ 0.3 mm	7.10
11	耐慢速裂纹增长(锥体试验) ($e_n \leq 5$ mm)	<1 (mm/24 h)	试验温度	80 ℃	7.6
^a 若出现脆性破坏,均视为不合格;若在 165 h 前发生韧性破坏,则按表 5 依次选择较低的环应力重新试验。如仍不通过视为不合格。 ^b 若破坏发生在标距外部,在测试值达到要求情况下认为试验通过。 ^c 当测试值达到表 4 要求值时即可停止试验,无须试验至试样破坏。 ^d 如果可行,公称壁厚不大于 25 mm 的管材也可采用类型 2 试样,类型 2 试样采用机械加工或者裁切成型。如有争议,以类型 1 试样的试验结果作为最终判定依据。 ^e 对于其他 SDR 系列对应的试验压力值,见 GB/T 18476。 ^f 仅在管材制造商生产的管材壁厚大于混配料制造商提供合格证明的 RCP 试验中所用的管材壁厚时,才进行 RCP 试验。在 0 ℃ 以下应用时,要求在该应用环境温度(≤ 0 ℃)下进行 RCP 试验,以确定在该温度下的临界压力。					

表 5 静液压强度(80 ℃)试验—环应力/破坏时间关系

材料等级	环应力 MPa	破坏时间 h	材料等级	环应力 MPa	破坏时间 h
PE 80 级	4.5	≥ 165	PE 100 级	5.4	≥ 165
	4.4	≥ 233		5.3	≥ 256
	4.3	≥ 331		5.2	≥ 399
	4.2	≥ 474		5.1	≥ 629
	4.1	≥ 685		5.0	$\geq 1\ 000$
	4.0	$\geq 1\ 000$		—	—

6.5 物理性能

管材的物理性能应符合表 6 要求。

注：混配料及其制品与非混配料及其制品的部分性能差异研究见附录 E。

表 6 物理性能

序号	项目	要求		试验参数		试验方法
1	熔体质量流动速率(MFR)变化率	≤20%		试验温度 负荷质量	190 ℃ 5 kg	7.11
2	氧化诱导时间	≥20 min		试验温度	210 ℃	7.12
3	灰分	黑色管材	≤0.10%(质量分数)	试验温度	850 ℃	7.13
		橙色、黄色管材	≤0.60%(质量分数)			
4	炭黑含量 ^a	2.0%~2.5%(质量分数)		—	—	7.14
5	炭黑分散/颜料分散 ^b	尺寸等级:≤3 级		—	—	7.15
		表观等级: A1、A2、A3 或 B				
6	微量金属元素含量	铁含量≤10 mg/kg 钙含量≤250 mg/kg		—	—	7.16
^a 仅适用于黑色管材。						
^b 炭黑分散仅适用于黑色管材,颜料分散仅适用于橙色、黄色管材。						

6.6 系统适用性

符合本文件的管材之间相互连接或与符合 GB/T 15558.3—2023、GB/T 15558.4—2023 的管件、阀门连接时, 制造商应按 GB/T 15558.5—2023 提供系统适用性证明文件。

7 试验方法

7.1 试样的状态调节和试验的标准环境

应在管材生产至少 24 h 后取样。

除非另有规定, 试样应按 GB/T 2918 规定, 在温度为 (23 ± 2) ℃ 条件下状态调节, 调节时间不少于 24 h, 并在此温度下进行试验。

7.2 外观和颜色

目测。

7.3 尺寸测量

按 GB/T 8806 的规定测量。盘管长度测量米标间的距离。

7.4 静液压强度

按 GB/T 6111 试验。试样的内外介质均为水(水-水类型), 采用 A 型接头。

7.5 断裂伸长率

按 GB/T 8804.3 试验。

7.6 耐慢速裂纹增长

耐慢速裂纹增长(锥体试验)按 GB/T 19279 试验。

耐慢速裂纹增长(切口试验)按 GB/T 18476 试验。

7.7 耐快速裂纹扩展

按 GB/T 19280 试验。若试验结果不能达到表 4 要求,应按全尺寸试验重新进行试验,以全尺寸试验的结果作为最终判定依据。在此情况下, $p_{C,FS} \geq 1.5 \times MOP$ 。采用全尺寸试验时,按 ISO 13478 试验。

7.8 压缩复原

按附录 F 试验。

7.9 纵向回缩率

按 GB/T 6671,采用烘箱法试验。

7.10 应变硬化试验(SHT)

按 GB/T 40919 试验。样品应包含整个管材壁厚。当用于 $d_n \leq 63$ mm 时,样品宜包含管材整个圆周部分。样品应表面刮削后粉碎,粉碎料中不应存在其他异物,然后按 GB/T 40919 规定压塑制备试样。试验数量为 5 个。

7.11 熔体质量流动速率(MFR)变化率

按 GB/T 3682.1 试验。

熔体质量流动速率(MFR)变化率按公式(1)计算:

$$\delta_2 = \left| \frac{MFR_2 - MFR_1}{MFR_1} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

δ_2 ——熔体质量流动速率变化率;

MFR_2 ——产品熔体质量流动速率测试值,单位为克每十分(g/10 min);

MFR_1 ——混配料熔体质量流动速率测试值,单位为克每十分(g/10 min)。

7.12 氧化诱导时间

按 GB/T 19466.6 试验。制样时,应分别从管材内、外表面切取试样,然后将原始表面朝上进行试验。试样数量为 3 个(其中内表面 1 个,外表面 1 个,第 3 个试样任意选取),试验结果取最小值。

7.13 灰分

按 GB/T 9345.1,采用直接煅烧法试验。

7.14 炭黑含量

按 GB/T 13021 试验。仲裁时采用管式电炉法。

7.15 炭黑分散/颜料分散

按 GB/T 18251,采用切片法试验。

7.16 微量金属元素含量

按 GB/T 39994 试验。仲裁时,按干灰化法制样,采用电感耦合等离子体光谱仪(ICP-OES 法)试验。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为定型检验、出厂检验、控制点检验和型式检验。

8.2 组批和分组

8.2.1 组批

同一混配料、同一设备和工艺连续生产的同一规格管材作为一批,每批数量不超过 200 t。生产期 10 d 尚不足 200 t 时,则以 10 d 产量为一批。

产品以批为单位进行检验和验收。

8.2.2 分组

按表 7 对管材尺寸进行分组。

表 7 尺寸分组

单位为毫米

组别	1	2	3	4
公称外径 d_n	$d_n < 75$	$75 \leq d_n < 250$	$250 \leq d_n < 710$	$d_n \geq 710$

8.3 定型检验

同一设备制造商的同类型设备首次投产或原材料发生变动时,按表 7 规定选取每一尺寸组中任一规格的管材进行定型检验。对于耐快速裂纹扩展,宜选取制造商的最大壁厚的最大公称外径管材进行试验,检验项目应符合表 8 规定。

8.4 出厂检验

8.4.1 出厂检验项目应符合表 8 规定。

表 8 检验项目

检验项目	定型检验	出厂检验	控制点检验	型式检验	要求	试验方法
外观	√	√	○	√	6.2.1	7.2
颜色	√	√	○	√	6.2.2	7.2
尺寸 ^a	√	√	○	√	6.3	7.3
静液压强度(20℃,100 h)	√	○	○	√	6.4	7.4
静液压强度(80℃,165 h)	√	√	○	○	6.4	7.4

表 8 检验项目 (续)

检验项目	定型检验	出厂检验	控制点检验	型式检验	要求	试验方法
静液压强度(80℃,1 000 h)	√	○	√	√	6.4	7.4
断裂伸长率	√	√	○	√	6.4	7.5
耐慢速裂纹增长(锥体试验) ^b	√	○	○	√	6.4	7.6
耐慢速裂纹增长(切口试验)	√	○	○	√	6.4	7.6
耐快速裂纹扩展 ^c	√	○	○	○	6.4	7.7
压缩复原 ^d	√	○	○	√	6.4	7.8
纵向回缩率	√	○	○	√	6.4	7.9
应变硬化试验(SHT) ^e	√	○	○	√	6.4	7.10
熔体质量流动速率(MFR)变化率	√	√	○	√	6.5	7.11
氧化诱导时间	√	√	○	√	6.5	7.12
灰分	√	○	√	√	6.5	7.13
炭黑含量	√	○	√	√	6.5	7.14
炭黑分散/颜料分散	√	○	√	√	6.5	7.15
微量金属元素含量	√	○	○	○	6.5	7.16
“○”为非检验项目,“√”为检验项目。						
^a 除长度以外的尺寸;对包覆管试验时,除符合 6.3 外,还应符合 C.3.2 的规定。 ^b 对于 PE 80 或 PE 100 管材,按表 4 序号 5 和 7.6 试验;对于 PE 100-RC 管材,按表 4 序号 11 和 7.6 试验。 ^c 管材制造商生产的管材大于混配料制造商提供合格验证 RCP 试验中所用的管材壁厚时,才进行 RCP 试验。 ^d 同一试样可先压缩复原试验再进行静液压强度(20℃,100 h)和静液压强度(80℃,1 000 h)试验。 ^e 仅适用于 PE 100-RC 管材试验。						

8.4.2 外观、颜色和尺寸检验按 GB/T 2828.1 规定采用正常检验一次抽样方案,取一般检验水平 I,接收质量限 AQL 2.5。抽样方案见表 9。

表 9 抽样方案

单位为根

批量 N	样本量 n	接收数 A_c	拒收数 R_e
≤ 15	2	0	1
16~25	3	0	1
26~90	5	0	1
91~150	8	0	1
151~280	13	1	2
281~500	20	1	2
501~1 200	32	2	3
1 201~3 200	50	3	4
3 201~10 000	80	5	6
10 001~35 000	125	7	8

8.4.3 在外观、颜色和尺寸检验合格的产品中抽取试样,进行静液压强度(80℃,165 h)、断裂伸长率、氧化诱导时间和熔体质量流动速率(MFR)变化率检验。其中静液压强度(80℃,165 h)的试样数量为1个;氧化诱导时间的试样从内表面取样,试样数量为1个。

8.5 控制点检验

8.5.1 在出厂检验合格的产品中按表7规定的每个尺寸组选取任一规格进行控制点检验,两次控制点检验间隔应不超过3个月。

8.5.2 控制点检验项目应符合表8规定。

8.6 型式检验

8.6.1 按表7尺寸分组,在每个尺寸组选取任一规格进行试验,每次型式检验的规格在每个尺寸组内轮换。

8.6.2 型式检验项目应符合表8规定。

8.6.3 按8.4.2规定对外观、颜色和尺寸进行检验。在检验合格的样品中抽取试样,进行表8中规定的其他型式检验项目试验。

8.6.4 一般情况下,两次型式检验间隔应不超过3年。若有以下情况之一,应进行型式检验:

- a) 结构、材料、工艺有较大变动可能影响产品性能时;
- b) 产品停产1年以上恢复生产时;
- c) 出厂检验结果与上次型式试验检验结果有较大差异时。

8.7 判定规则

外观、颜色和尺寸按表9判定。其他要求有一项或多项不合格时,随机抽取两组样品进行不合格项的复验,如仍有不合格项,则判定为不合格批。

9 标志

9.1 一般要求

9.1.1 标志内容应打印或直接成型在管材上,标志不应诱发管材裂纹或其他形式的破坏;并且在正常的贮存、气候老化、加工及允许的安装使用后,在管材的整个寿命周期内,标志内容在目视情况下清晰可辨。

注:除按制造商规定或由其认可之外,在安装和使用过程中对管材进行涂刷、刮擦、覆盖或使用清洁剂等造成的标志不清晰,制造商不承担相关责任。

9.1.2 若采用打印标志,颜色应区别于管材的颜色。

9.1.3 标志间隔不超过1 m。

9.1.4 盘管的长度可在盘卷上标识。

9.1.5 包覆管的可剥离层标志上应包含该类管材的特殊说明,特殊说明应符合C.3.6要求。

9.2 管材的标志内容

标志应至少包括表10所列内容。

表 10 标志内容

项目	标志
制造商和商标	名称和符号
内部流体	“燃气”或“GAS”
公称外径×公称壁厚	$d_n \times e_n$
标准尺寸比	SDR
材料的分级和命名	PE 100、PE 100-RC 或 PE 80
混配料牌号	
生产批号	
生产日期(日期、代码) ^a	例如:用数字或代码表示的年月日
本文件号	GB/T 15558.2
^a 以明确的数字或代码表示,提供生产日期(年、月和日)追溯性;如果制造商在不同地点生产,还需标明生产地点。	

示例:

制造商	用途	$d_n \times e_n$	SDR	分级和命名	混配料牌号	生产批号	生产日期	地点	本文件号
AA	GAS	110×10.0	SDR 11	PE 80	BB	CC	DDDD-EE-FF	GG	GB/T 15558.2

10 包装、运输及贮存

10.1 包装

按供需双方商定要求进行,在外包装、标签或标志上应写明厂名、厂址。

10.2 运输

管材运输时,应水平放置在带挡板的平底车上或平坦的船舱内,堆放处不应有损伤管材的尖凸物,应采用非金属绳(带)捆扎、固定,不应受到划伤、抛摔、剧烈的撞击、暴晒及油污和化学品污染。

10.3 贮存

管材应贮存在远离热源及化学品污染的库房内,库房应地面平整、通风良好;如室外堆放应有遮盖物。

管材应水平整齐堆放在平整的支撑物或地面上,管口应采取封堵等保护措施。当直管采用梯形堆放或两侧加支撑保护的矩形堆放时,堆放高度不宜超过 1.5 m;当直管采用分层货架存放时,每层货架高度不宜超过 1 m。

附 录 A
(资料性)

本文件与 ISO 4437-2:2014 结构编号对照一览表

表 A.1 给出了本文件与 ISO 4437-2:2014 结构编号对照一览表。

表 A.1 本文件与 ISO 4437-2:2014 结构编号对照情况

本文件结构编号	ISO 4437-2:2014 结构编号
1	1
2	2
3	3
4	—
4.1	4.1
4.2	—
4.3	4.2
4.4	4.3
5	1
6	—
6.1	—
6.2	5
6.3	—
6.3.1	6.5~6.6
6.3.2	6.2
6.3.3	6.3
6.4	7.2~7.3
6.5	8.2
6.6	9
7	—
7.1	—
7.2	—
7.3	6.1
7.4~7.7	表 4
7.8	—
7.9	表 6
7.10	—
7.11~7.12	表 6
7.13~7.16	—

表 A.1 本文件与 ISO 4437-2:2014 结构编号对照情况 (续)

本文件结构编号	ISO 4437-2:2014 结构编号
8	—
9	10
10	—
附录 A	—
附录 B	
附录 C	附录 B
附录 D	—
附录 E	—
附录 F	附录 C
参考文献	参考文献
—	6.4、附录 A

附录 B

(资料性)

本文件与 ISO 4437-2:2014 技术差异及其原因

表 B.1 给出了本文件与 ISO 4437-2:2014 技术差异及其原因的一览表。

表 B.1 本文件与 ISO 4437-2:2014 技术差异及其原因

本文件 结构编号	技术差异	原因
1	增加了工作温度在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,最大工作压力(MOP)不大于 1.0 MPa	明确产品温度、压力范围,以适应我国国情
	增加了材料为 PE 100 级和 PE 80 级及管材公称外径的规定	考虑到我国产品标准的编排要求,使应用范围说明更加明确
	删除了“多层共挤管”,将产品分类调整至本文件第 5 章	无明确性能要求,现无此类产品,以适用于我国国情
3	更改了规范性引用文件,用 GB/T 15558.1—2023、GB/T 19278 替换了 ISO 4437-1:2014	以符合我国国情
4	更改了聚乙烯混配料的规范性引用文件,用 GB/T 15558.1—2023 替换了 ISO 4437-1:2014	以符合我国国情
4.1	更改了聚乙烯混配料要求	以符合实际情况及我国国情
4.2	增加了分级和命名	明确要求,以适应我国国情
4.3	更改了标识色条料要求	以符合我国国情
4.4	更改了回用料/回收料要求	要求更为严格,表述更为具体明确;以适应我国国情
6	增加了 PE 100-RC 管材相关要求	以符合我国国情
6.1	增加了一般要求	根据产品分类,分别表述,表达更明确
6.2.2	删除了多层管材颜色要求	以适应我国国情
6.3	删除了尺寸和公差的规范性引用文件 ISO 11922-1:1997	以符合我国国情
	增加了 d_n 710 mm 和 d_n 800 mm 规格及相关尺寸要求	明确要求,以适应我国国情
6.3.1	增加了管材长度相关要求	明确管材长度要求,以适应我国国情
6.3.2	更改了管材平均外径的规定要求	明确要求,以适应我国国情
6.3.3	将 SDR 9、SDR 17.6、SDR 21、SDR 26 调整至附录 D 表述。删除了 SDR 13.6,同时增加了可根据 GB/T 10798 和 GB/T 4217 推算出其他标准尺寸比	以适应我国国情
	增加了小口径管材的公称壁厚不应小于 3 mm	保证系统连接可靠性及安全性,以符合我国国情
	更改了推算其他标称尺寸比对应的公差壁厚的规范性引用文件,用 GB/T 10798 替换了 ISO 4065,同时增加了公称外径和公称压力的规范性引用文件 GB/T 4217	以符合我国国情

表 B.1 本文件与 ISO 4437-2:2014 技术差异及其原因 (续)

本文件 结构编号	技术差异	原因
—	删除了 $d_n \geq 250$ mm 管材的径向回缩要求	工艺过程控制要求, 6.3.2 中已增加平均外径要求, 增加可操作性, 以符合我国国情
6.4	更改了静液压(20 ℃, 100 h)试验参数	要求更为严格, 承压 PE 管道要求保持一致
	增加了断裂伸长率仲裁方法	以适应我国国情
	增加了“压缩复原”性能, 增加了 PE 100-RC 的“应变硬化(SHT)”“耐慢速裂纹增长(锥体试验)”性能	明确 PE 100-RC 管材要求
	更改了耐慢速裂纹增长(切口试验)的规范性引用文件, 用 GB/T 18476 替换了 ISO 13479:2009	以适应我国国情
6.5	增加了“灰分”“炭黑含量”“炭黑分数/颜料分数”及“微量金属元素含量”性能	以适应我国国情
	更改了氧化诱导时间参数	以适应我国国情
6.6	增加了与管件、阀门的系统适用性要求; 更改了系统适用性的规范性引用文件, 用 GB/T 15558.5—2023 替换了 ISO 4437-5:2014; 增加了聚乙烯管件、阀门的规范性引用文件 GB/T 15558.3—2023、GB/T 15558.4—2023	以适应我国国情
7.1	增加了试样状态调节和试验的标准环境的规范性引用文件 GB/T 2918	以适应我国国情
7.3	更改了尺寸测量的规范性引用文件, 用 GB/T 8806 替换了 ISO 3126	以适应我国国情
7.4	更改了静液压强度的规范性引用文件, 用 GB/T 6111 替换了 ISO 1167-1:2006、ISO 1167-2	以适应我国国情
7.5	更改了断裂伸长率的规范性引用文件, 用 GB/T 8804.3 替换了 ISO 6259-1 和 ISO 6259-3	以适应我国国情
7.6	更改了耐慢速裂纹增长的规范性引用文件, 用 GB/T 19279 替换了 ISO 13480; 用 GB/T 18476 替换了 ISO 13479:2009	以适应我国国情
7.7	更改了耐快速裂纹扩展的规范性引用文件, 用 GB/T 19280 替换了 ISO 13477	以适应我国国情
7.8	将 ISO 4437-2:2014 中附录 C 和 EN 12106 中压缩复原的具体试验方法的标准内容调整至附录 F, 并更改了试验步骤的技术要求	以适应我国国情
7.9	更改了纵向回缩率的规范性引用文件, 用 GB/T 6671 替换了 ISO 2505	以适应我国国情
7.10	增加了应变硬化试验(SHT)的规范性引用文件 GB/T 40919	以适应我国国情
7.11	更改了熔体质量流动速率(MFR)变化率测量的规范性引用文件, 用 GB/T 3682.1 替换了 ISO 1133-1	以适应我国国情

表 B.1 本文件与 ISO 4437-2:2014 技术差异及其原因 (续)

本文件 结构编号	技术差异	原因
7.12	更改了氧化诱导时间测量的规范性引用文件,用 GB/T 19466.6 替换了 ISO 11357-6	以适应我国国情
7.13	增加了灰分的规范性引用文件 GB/T 9345.1	以适应我国国情
7.14	增加了炭黑含量的规范性引用文件 GB/T 13021	以适应我国国情
7.15	增加了炭黑分散/颜料分散的规范性引用文件 GB/T 18251	以适应我国国情
7.16	增加了微量金属元素含量的规范性引用文件 GB/T 39994	以适应我国国情
8	增加了“检验规则”一章	以符合我国产品标准的编写规定
8.4.2	增加了计数抽样检验程序的规范性引用文件 GB/T 2828.1	以适合我国国情
9	删除了回用料标识,更改了管材公称外径、壁厚及 SDR 表示方法,增加了标志内容:“混配料牌号”“生产批号”,增加了标识示例	以适合我国国情
10	增加了“包装、运输、贮存”一章	以符合我国产品标准的编写规则
—	删除了规范性附录“多层共挤管材”	以适应我国国情
附录 C	增加了可剥离层的材料及规格要求;更改了聚乙烯材料的规范性引用文件,用 GB/T 15558.1—2023 替换了 ISO 4437-1,同时增加了硬度(邵氏硬度)、弯曲模量的规范性引用文件 GB/T 2411、GB/T 9341	以适应我国国情
附录 D	增加了管材非首选标准尺寸比及对应公称壁厚	以适应我国国情
附录 F	更改了压缩复原试验方法	以适应我国国情
—	删除了 ISO 4437-2 附录 A 中环刚度规范性引用文件 ISO 9969、环柔性规范性引用文件 ISO 13968	本文件不涉及

附 录 C
(规范性)
包覆管

C.1 一般要求

本附录规定了包覆管的几何尺寸、物理力学性能以及标志要求。

用于制造单层实壁管材的聚乙烯混配料应符合 GB/T 15558.1—2023 要求。去除可剥离层的单层实壁管材除外观、颜色和标志外,其他性能应符合本文件要求。

包覆管的可剥离层应采用热塑性材料制造,可剥离层不应影响主体管材符合本文件要求。

C.2 可剥离层材料

C.2.1 可剥离层如选用聚丙烯 PP 材料,材料性能应符合表 C.1 要求。

表 C.1 可剥离层聚丙烯 PP 材料的性能

序号	项目	要求	试验参数		试验方法
1	熔体质量流动速率(MFR)	$\leq 1.5\text{ g/10 min}$	负荷质量 试验温度	2.16 kg 230 ℃	GB/T 3682.1
2	氧化诱导时间	$\geq 20\text{ min}$	试验温度	200 ℃	GB/T 19466.6
3	弯曲模量	$\geq 1\,300\text{ MPa}$	—	—	GB/T 9341
4	硬度(邵氏硬度) ^a	≥ 63	—	—	GB/T 2411
^a 采用压片法试验。					

C.2.2 可剥离层可少量使用来自本厂的同种清洁回用料。

C.3 包覆管性能要求

C.3.1 外观和颜色

可剥离层的外观和颜色应符合 6.2.1 和 6.2.2 要求。

C.3.2 规格尺寸

当包覆管的可剥离层为聚丙烯 PP 时,可剥离层厚度应符合表 C.2 要求。去除可剥离层后主体管材的几何尺寸应符合 6.3 要求。

表 C.2 聚丙烯 PP 可剥离层厚度

单位为毫米

公称外径 d_n	PP 防护层厚度 e^a $\leq$	可剥离层壁厚正偏差
$16 \leq d_n \leq 75$	$e_n \times 10\%$ 且最小 0.5 mm	0.3
$90 \leq d_n \leq 225$	$e_n \times 10\%$ 且最小 1.0 mm	0.5

表 C.2 聚丙烯 PP 可剥离层厚度（续）

单位为毫米

公称外径 d_n	PP 防护层厚度 e^a ≤	可剥离层壁厚正偏差
250	1.3	0.9
280	1.3	0.9
315	1.5	0.9
355	1.5	1.0
400	1.7	1.0
450	2.0	1.0
500	2.0	1.0
560	2.2	1.0
630	2.5	1.0
710	2.5	1.0
800	2.5	1.0
^a 根据可剥离层的功能及 PE 管材耐慢速裂纹增长性能要求,最小厚度参照 $e_n \times 10\%$ 计算,同时还需考虑可剥离层的易剥离性,以便于焊接。		

C.3.3 静液压强度

去除可剥离层后管材的静液压强度应符合 6.4 要求。

C.3.4 物理力学性能

去除可剥离层后管材的物理力学性能应符合 6.4、6.5 要求。

C.3.5 可剥离层的可剥离性

可剥离层应在贮存和安装前不分开。在准备热熔对接或电熔连接前,可使用工具手动去除可剥离层。

C.3.6 标志

标志应位于可剥离层和单层实壁管材上并应符合第 9 章要求。

可剥离层应增加附加标志,标明“包覆管”。可剥离层应具有明显区别于单层实壁管(主体管材)的颜色或标志。

可剥离层上应带有警示标志,在电熔连接、热熔对接前应去除可剥离层。

附 录 D
(规范性)

管材非首选标准尺寸比及对应公称壁厚

管材非首选标准尺寸比(SDR 9、SDR 17.6、SDR 21、SDR 26)系列对应的公称壁厚 e_n 应符合表 D.1 要求。SDR 21 和 SDR 26 一般用于非开挖燃气管道修复。

表 D.1 公称壁厚

单位为毫米

公称外径 d_n	公称壁厚 e_n			
	SDR 9	SDR 17.6	SDR 21	SDR 26
16	3.0	—	—	—
20	3.0	—	—	—
25	3.0	—	—	—
32	3.6	—	—	—
40	4.5	—	—	—
50	5.6	—	—	—
63	7.1	3.6	3.0	—
75	8.4	4.3	3.6	—
90	10.1	5.2	4.3	3.5
110	12.3	6.3	5.3	4.2
125	14.0	7.1	6.0	4.8
140	15.7	8.0	6.7	5.4
160	17.9	9.1	7.7	6.2
180	20.1	10.3	8.6	6.9
200	22.4	11.4	9.6	7.7
225	25.2	12.8	10.8	8.6
250	27.9	14.2	11.9	9.6
280	31.3	15.9	13.4	10.7
315	35.2	17.9	15.0	12.1
355	39.7	20.2	16.9	13.6
400	44.7	22.8	19.1	15.3
450	50.3	25.6	21.5	17.2
500	55.8	28.4	23.9	19.1
560	62.5	31.9	26.7	21.4
630	70.3	35.8	30.0	24.1
710	79.3	—	33.9	27.2
800	89.3	—	38.1	30.6

附录 E

(资料性)

混配料及其制品与非混配料及其制品的部分性能差异研究

E.1 概述

本附录的混配料为符合 GB/T 15558.1—2023 中 3.1.2.1 定义的颗粒料,混配料至少需满足以下条件:基础聚合物聚乙烯(PE 树脂)中添加抗氧剂、颜料、抗紫外线(UV)稳定剂,挤出加工成颗粒料,通过定级,在挤出或注塑加工时,所使用的 PE 混配料为单一的颗粒料。

本附录的非混配料,是指不符合 GB/T 15558.1—2023 中 3.1.2.1 所定义的 PE 原料,包括但不限于“本色料+色母”(又称“白+X”)颗粒料和 GB/T 15558(所有部分)规定不使用的回收料、回用料等。“本色料+色母”颗粒料指 PE 80 级或 PE 100 级本色料与炭黑或色母料简单混合形成的混合料。

非混配料经单螺杆挤出或注塑制成的管道制品,由于在生产过程中存在混合不均匀及其他很多不确定因素,影响制品的整体性能和长期使用寿命。为保证管道制品的性能及长期使用寿命,GB/T 15558(所有部分)规定需采用符合本文件要求的 PE 混配料,其制品也需满足 GB/T 15558(所有部分)要求。研究表明,混配料与非混配料由于在来源、配混工艺、制品加工等环节存在差异,会造成一项或多项性能存在明显差异,这些性能差异是多维度的,组合验证有助于最大限度地对非混配料及其制品进行识别。

对采用非混配料(如“本色料+色母”、添加回用料、添加回收料等)生产的制品和采用混配料[符合 GB/T 15558(所有部分)要求]生产的制品,其成分和性能(如炭黑/颜料分散、炭黑含量、灰分、微量金属元素含量等)差异较为明显。本附录给出了混配料制品与非混配料制品部分性能差异研究及其检测方法,以供参考。

E.2 部分性能比较

E.2.1 炭黑含量和炭黑分散

炭黑不但是一种性价比非常高的黑色颜料,同时也是一种性价比非常高的抗紫外线(UV)稳定剂,能对聚乙烯树脂起到很好的抗老化保护作用。炭黑因其特殊的核芳烃结构(含有邻羟基芳酮结构),所以能吸收紫外线,并且对光和热有很好的稳定性,可大幅度提升塑料的抗老化能力。理论和实践证明,聚乙烯中的炭黑含量在 2.0%~2.5% 范围内,且具有良好的分散性才能提供最佳的抗紫外线性能,使 PE 管道在生命周期内保持良好的力学性能。

通过市场采购和制造商制造等方法,选定 300 余组非混配料制品(如:“本色料+黑色母”)和混配料制品进行了炭黑含量、炭黑或颜料的分散程度进行测定,性能要求见表 E.1。研究结果表明,混配料制品各项性能合格率均能达 100%;而非混配料制品炭黑含量合格率为 28%,炭黑分散尺寸合格率为 22%,外观等级合格率为 50%,其差异性非常明显。燃气用聚乙烯混配料要求所添加的炭黑/颜料等在基础树脂中充分分散,并达到颗粒细小、混合均匀,从而有效避免原材料及其制品中的应力集中点。炭黑分散/颜料分散按 GB/T 18251 进行试验,其中规定了压片法和切片法,ISO 国际标准化组织及行业验证数据表明,压片法在一定程度上可能会对制品造成再次流动,改变炭黑样品的分布状态,外观等级一定程度上会变好。切片法更能准确真实地反映产品中炭黑分散的状态(示意图见图 E.1 和图 E.2),性能要求见表 E.1。

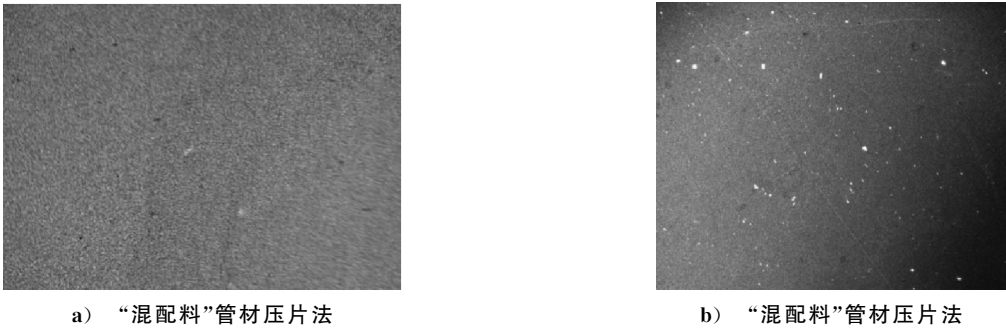


图 E.1 “混配料”管材炭黑分散示意图

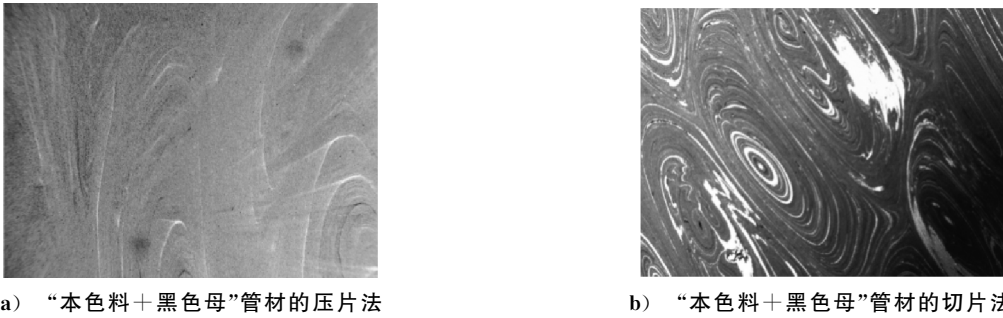


图 E.2 “本色料+黑色母”管材的炭黑分散示意图

E.2.2 灰分

对选定的 300 余组非混配料制品(如:“本色料+黑色母”)和混配料制品进行灰分测定,性能要求见表 E.1。研究表明,混配料制品灰分合格率为 100%,添加或过量添加回用料/外部回收料的制品灰分合格率为 35%,通过灰分测定,可较好地限制过量的填充物、无机填料等。

E.2.3 微量金属元素含量

对选定的 400 余组非混配料制品(如:“本色料+黑色母”)、混配料制品、添加或过量添加回用料/外部回收料的制品进行了微量金属元素含量测定,性能要求见表 E.1。研究表明,添加了回用料、外部回收料和再生料的制品和混配料制品在铁、钙等微量元素的含量上有比较明显的差异,合格混配料的铁元素含量一般不超过 10 mg/kg、钙元素含量一般不超过 250 mg/kg,因此,微量金属元素含量检测可较好区分添加了回用料、外部回收料和再生料的制品。

表 E.1 混配料及其制品的部分性能

序号	项目	要求		试验参数		试验方法
1	炭黑含量 ^a	2.0%~2.5%(质量分数)		—	—	GB/T 13021
2	炭黑分散/颜料分散 ^b	尺寸等级≤3 级 表观等级:A1,A2,A3 或 B		—	—	GB/T 18251
3	灰分	黑色混配料	≤0.08%(质量分数)	试验温度	850 ℃	GB/T 9345.1
		黑色制品	≤0.10%(质量分数)			
		橙/黄色混配料	≤0.50%(质量分数)			
		橙/黄色制品	≤0.60%(质量分数)			

表 E.1 混配料及其制品的部分性能（续）

序号	项目	要求	试验参数		试验方法
4	微量金属元素含量	铁含量 ≤ 10 mg/kg 钙含量 ≤ 250 mg/kg	—	—	GB/T 39994
^a 炭黑含量仅适用于黑色管材。 ^b 炭黑分散仅适用于黑色管材,颜料分散仅适用于橙色、黄色管材。					

E.3 试验方法

E.3.1 试样的状态调节和试验的标准环境

除另有规定外,试样按 GB/T 2918 规定,在温度为(23±2)℃条件下进行状态调节至少 24 h,并在此条件下进行试验。

E.3.2 试样试验样品取样

管材试样的取样示意图见图 E.3,管件/球阀试样在管件/球阀主体、不同厚度点、浇道处等不同位置取样,参照管材位置均匀取样。若需要进一步进行验证和检测,可考虑增加试样数量或增加不同部位取样。

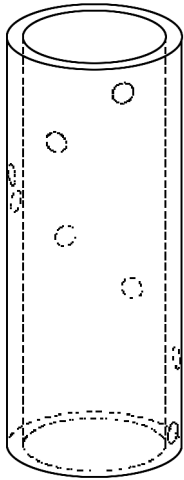


图 E.3 管材取样示意图

E.3.3 炭黑含量

按 GB/T 13021 试验。沿制品(如管材)的轴线在不同部位切取至少 3 个试样(取样位置见图 E.3)。试样的称量精度为 0.1 mg。取各试样试验结果的算术平均值,保留两位有效数字。

E.3.4 炭黑/颜料分散

按 GB/T 18251 试验。采用切片法,沿制品的轴线在不同部位切取 6 个试样(取样位置见图 E.3)。试样从管材环形截面上进行切取。在放大倍数至少 70×的显微镜的透射光下观测每个试样,记录所有试样外观等级。测定颜料分散时试样厚度为(60±20)μm,测定炭黑分散时试样厚度为(20±10)μm。

E.3.5 灰分

按 GB/T 9345.1,采用直接煅烧法进行试验。沿制品的轴线在不同部位至少切取 3 个试样(取样位置见图 E.3)。试样的称量精度为 0.1 mg。取各试样试验结果的算术平均值,保留两位有效数字。

E.3.6 微量金属元素含量

按 GB/T 39994 试验。仲裁时,按干灰化法制样,采用电感耦合等离子体光谱仪(ICP-OES 法)试验。

E.4 试验结果及基准值

相关性能的要求及对比试验在不断的研究开发中。考虑相关性能指标的基准值及测试结果累计分析,对测试结果的标准偏差及变异系数也在持续研究。

附录 F
(规范性)
压缩复原试验方法

F.1 一般要求

管材经压缩复原后应仍保证能满足静液压强度要求,从而保障管道系统投用后采用压缩复原技术进行维护和修复作业的可行性。

F.2 试验方法

F.2.1 试验原理

在 0℃条件下,通过两个平行的圆杆对试样进行压缩,压缩点到试样的两末端的距离相等,且两平行的杆与管材的轴线垂直。保持一定时间后立即释放,然后对管材进行静液压强度试验。

F.2.2 试验设备

F.2.2.1 压缩设备

包含一个固定杆和一个可移动杆的压力加载装置,采用框架设计,用于承受压缩操作产生的应力。
每根杆应为环形截面并具有足够的刚度以确保杆在压缩复原过程能水平分离,且具有相同直径并应不小于表 F.1 中给出的最小值。
移动杆可采用液压或机械操作方法进行加压,以达到表 F.1 规定的压缩水平 L_0 。

表 F.1 压缩水平

公称外径 d_n mm	杆的最小直径 mm	压缩水平 L_0^a %
$d_n < 75$	25,0	80
$75 \leq d_n \leq 250$	38,0	80
$250 < d_n \leq 800$	50,0	90
^a 压缩水平 (L_0),即两杆之间的距离与所压管材的 2 倍公称壁厚之间的百分比。		

F.2.2.2 温度调控设备

能达到并维持试样温度(压缩前)在 $(0 \pm 1.5)^\circ\text{C}$ 范围内。

F.2.3 试样

F.2.3.1 试样长度

试样自由长度应不小于管材公称外径的 6 倍,且不小于 250 mm。

F.2.3.2 试样数

试样数为 3 个。

F.2.4 试验步骤

F.2.4.1 计算保证压扁需要的间距

按公式(F.1)计算间距 l_q ：

$$l_q = 2L_0 \times e_n \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

- l_q ——压扁后的压杆间距,单位为毫米(mm)；
- L_0 ——表 F.1 给定的压缩水平；
- e_n ——管材的公称壁厚,单位为毫米(mm)。

F.2.4.2 状态调节

将试样放置在 0℃环境中,按 GB/T 6111 规定的不同壁厚对应的时间进行状态调节。

F.2.4.3 压扁试样

在表 F.2 规定的时间内将试样从 0℃环境中取出并安装在试验设备上。用压缩设备以 25 mm/min~50 mm/min 的速率将试样压至间距 l_q ,环境温度应在 0℃~25℃之间。

表 F.2 最大安装时间

公称外径 d_n mm	最大安装时间 s
$d_n \leq 110$	90
$110 < d_n \leq 250$	180
$d_n > 250$	300

F.2.4.4 保持时间

保持压扁状态(60±5)min 后,在 1 min 内完全释放管材。

F.2.4.5 试验

按表 4 给出的参数和试验方法进行静液压强度(20℃,100 h)试验和静液压强度(80℃,1 000 h)试验。

参 考 文 献

- [1] ISO 4437(all parts) Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels—Polyethylene (PE)
 - [2] ISO 12162 Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications—Classification, designation and design coefficient
-