

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 802.7—2023

代替 DL/T 802.7—2010

电力电缆导管技术条件
第7部分：非开挖用塑料电缆导管

Technical requirements for power cable conduits

Part 7: plastic cable conduits of trenchless use

2023-05-26 发布

2023-11-26 实施

国家能源局 发布

目 次

前 言23

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 产品分类、标记和连接方式1

5 技术要求3

6 试验方法6

7 检验规则8

8 抽样8

9 判定规则9

10 标志、包装、贮存和出厂合格证9

附录 A（资料性）原材料技术要求10

附录 B（资料性）PVC 导管胶粘剂承插式连接尺寸要求12

附录 C（资料性）与环刚度等级相对应的荷载对照表13

附录 D（规范性）PVC 导管粘结强度拉伸试样制备方式14

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。

DL/T 802《电力电缆用导管技术条件》分为10个部分：

- 第1部分：总则
- 第2部分：玻璃纤维增强塑料电缆导管
- 第3部分：实壁类塑料电缆导管
- 第4部分：波纹类塑料电缆导管
- 第5部分：纤维水泥电缆导管
- 第6部分：承插式混凝土预制电缆导管
- 第7部分：非开挖用塑料电缆导管
- 第8部分：塑钢复合电缆导管
- 第10部分：涂塑钢质电缆导管

本文件为 DL/T 802 的第7部分。

本文件参考了 DL/T 5776—2018《水平定向钻敷设电力管线技术规定》；PPI MS-5-2008《实壁高密度聚乙烯(HDPE)导管型号规格、电力和通信导管和套管》中关于聚乙烯导管的部分要求；ASTM F 512-2017《埋地保护用电力及通信聚氯乙烯管材》中关于聚氯乙烯导管的部分要求，以及德国标准 DIN 16878-2011《埋地电缆管道用聚丙烯管材和管件、规格和技术交货条件》中关于聚丙烯导管的部分要求。

本文件是对 DL/T 802.7—2010《电力电缆用导管技术条件 第7部分：非开挖用改性聚丙烯塑料电缆导管》的修订，与 DL/T 802.7—2010 相比，除编辑性修改外，主要技术内容变化如下：

- 改变了对标准名称的描述（本部分封面）；
- 增加了“术语和定义”章节（本部分第3章）；
- 产品“分类”中增加了 PVC 和 HDPE 导管，并进行了结构细分，增加了结构示意图（本部分 4.1）；
- 完善了产品“标记”，增加了标记示例（本部分 4.2）；
- 增加了产品“连接方式”，并增加了连接示意图（本部分 4.3）；
- 将“导管的规格”作为技术要求中“尺寸”的形式给出（本部分 5.4）；
- 增加了产品规格，并完善了对产品尺寸的要求，由“公称内径允许偏差”改为“平均内径允许偏差”，并增加了“不圆度”的技术要求（本部分 5.4）；
- 增加了“静摩擦系数、纵向回缩率、和散热性”技术指标及相应的试验方法；删除了“弯曲强度”技术指标及相应的试验方法（本部分 5.5）；
- 删除了“技术要求”章节中“原材料”项目；
- 完善了“落锤冲击”的试验方法（本部分 6.10）；
- 修改了“检验规则”（本部分第7章）；
- 增加了资料性附录“原材料技术要求”（本部分“附录 A”）；
- 删除了资料性附录“氧化诱导期法评定聚丙烯管材的热氧稳定性”，增加了资料性附录“PVC 电缆导管胶粘剂承插式连接尺寸要求”（本部分“附录 B”）；
- 完善了资料性附录“与环刚度等级相对应的荷载对照表”（本部分“附录 C”）；

——增加了规范性附录“PVC 电缆导管粘结强度拉伸试样制备方式”（本部分“附录 D”）；
请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的编写和发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业电力电缆标准化技术委员会（DL/TC 19）归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、电力工业电气设备质量检验检测中心、杭州联通管业有限公司、公元股份有限公司、浙江华电器材检测研究院有限公司、山东省呈祥电工电气有限公司、深圳鑫宝通材料科技有限公司。

本文件起草人：彭超、陈毅明、黄剑、阎孟昆、李先众、畅爱文、樊友兵、赵旭阳、黄启亮。

本文件在执行过程中的意见和建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

本文件及其所代替标准的历次版本发布情况为：

——DL/T 802.7—2010。

电力电缆导管技术条件

第 7 部分：非开挖用塑料电缆导管

1 范围

本文件规定了非开挖用塑料电缆导管（以下简称为“导管”）的产品分类、标记和连接方式、技术要求、试验方法、检验规则、抽样、判定规则、标志、包装、贮存和出厂合格证。

本文件适用于聚氯乙烯（PVC）、高密度聚乙烯（HDPE）及改性聚丙烯（MPP）三种类型的非开挖施工用电缆导管。

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 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 2829 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)
- GB/T 19278—2018 热塑性塑料管材、管件及阀门 通用术语及其定义
- DL/T 802.1—2023 电力电缆用导管技术条件 第 1 部分：总则

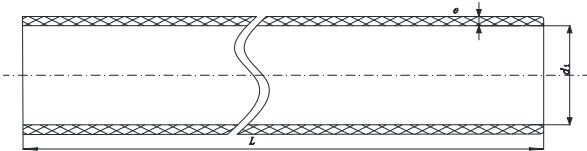
3 术语和定义

DL/T 802.1—2023 及 GB/T 19278—2018 界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类、标记和连接方式

4.1 分类

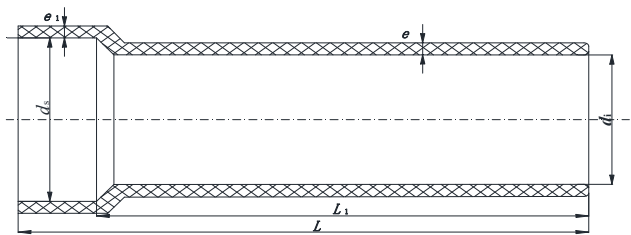
- 4.1.1 导管根据材质不同分为 PVC、HDPE 和 MPP 三种。
- 4.1.2 每种材质的导管根据公称内径和公称壁厚分为三种环刚度等级。
- 4.1.3 导管根据连接方式不同分为焊接对接和胶粘剂承插式连接。焊接对接适用于直管结构导管，示意图见图 1；胶粘剂承插式连接适用于带承口结构导管，示意图见图 2。



说明：

- d_i ——导管内径；
- e ——导管壁厚；
- L ——导管长度。

图 1 直管结构导管



说明：

d_i ——导管内径；

d_s ——承口内径；

e ——导管壁厚；

e_1 ——承口壁厚；

L ——导管长度；

L_1 ——有效长度。

图2 带承口结构导管

4.2 标记

导管标记按 DL/T 802.1 的标记要求，具体示例如下：

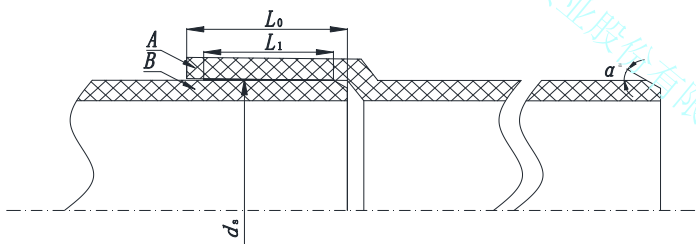
示例 1：DF 150 × 8 × 6 000 SN 30 PVC DL/T 802.7 :表示公称内径为 150 mm、公称壁厚为 8 mm、公称长度为 6 000mm、环刚度等级为 SN 30 的非开挖用聚氯乙烯实壁导管。

示例 2：DF 150 × 10 × 9 000 SN 18 HDPE DL/T 802.7 :表示公称内径为 150 mm、公称壁厚为 10mm、公称长度为 9 000mm、环刚度等级为 SN 18 的非开挖用高密度聚乙烯实壁导管。

示例 3：DF 150 × 12 × 9 000 SN 32 MPP DL/T 802.7 :表示公称内径为 150 mm、公称壁厚为 12mm、公称长度为 9 000mm、环刚度等级为 SN 32 的非开挖用改性聚丙烯实壁导管。

4.3 连接方式

4.3.1 PVC 电缆导管采用胶粘剂承插式连接，在供需双方协商一致的情况下，也可采用其他连接方式。胶粘剂承插式连接其最小承口长度（ $L_{0,min}$ ）和最小粘结宽度（ $L_{1,min}$ ）可参考附录 B 的要求，连接示意图见图 3。



说明：

A——承口端；

B——插口端；

d_s ——承口内径；

L_0 ——承口长度；

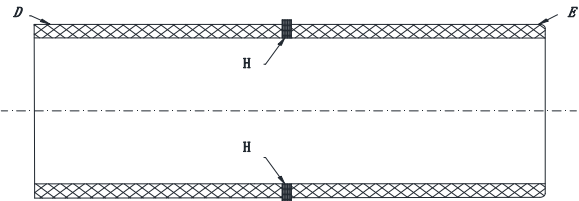
L_1 ——粘结宽度；

α ——倒角。

^a 当导管需要倒角时，倒角 α 宜在 15°~45°之间。倒角后管端保留的壁厚应不小于公称壁厚 e_n 的 1/3。

图3 导管承插式连接示意图

4.3.2 HDPE 和 MPP 电缆导管连接方式采用焊接对接连接，连接示意图见图 4。在供需双方协商一致的情况下，也可采用其他连接方式。



说明：
D——焊接管；
E——被焊接管；
H——焊接点。

图 4 典型的焊接连接示意图

5 技术要求

5.1 原材料

生产导管的材料应加入必要的添加剂，并分散均匀。

注：原材料性能参见附录 A。

5.2 颜色

导管颜色应均匀一致，颜色由供需双方协商确定。

5.3 外观

导管内外壁不应有气泡、裂口和明显的痕纹、凹陷、杂质、分解变色线及色泽不均等缺陷；导管内壁应光滑、平整；导管端面应切割平整并与轴线垂直。

5.4 尺寸

5.4.1 长度

导管长度 L 一般为 6 m 或 9 m，其他长度由供需双方协商确定。导管长度 L 、有效长度 L_1 见图 1 和图 2。导管长度不应有负偏差。

5.4.2 规格尺寸

PVC 电缆导管规格尺寸应符合表 1 的要求；HDPE 电缆导管规格尺寸应符合表 2 的要求；MPP 电缆导管规格尺寸应符合表 3 的要求。

表 1 PVC 电缆导管的规格尺寸

单位 mm

公称内径 ^a DN/ID	公称壁厚 e_n			不圆度
	环刚度等级 ^b			
	SN 20	SN 30	SN 40	
70	3.5	4.0	4.5	≤ 1.6
90	4.0	4.5	5.0	≤ 1.8
100	4.0	5.0	6.0	≤ 2.0
125	5.0	6.5	8.0	≤ 2.3
150	6.5	8.0	9.5	≤ 2.5
175	8.0	9.5	11.0	≤ 2.8
200	9.0	11.0	13.0	≤3.2

225	10.0	12.0	14.0	≤ 3.8
250	11.0	13.0	15.0	≤ 4.2
^a 特殊情况下，经供需双方商定可以生产其他规格的导管，但其环刚度等级不得低于表中与其最接近的一档的环刚度等级。 ^b SN 20、SN 30、SN 40 分别为环刚度等级，根据用户需要也可以采用更高的环刚度等级。				

表2 HDPE 电缆导管的规格尺寸

单位为 mm

公称内径 ^a DN/ID	公称壁厚 e_n			不圆度
	环刚度等级 ^b			
	SN 12	SN 18	SN 24	
70	3.0	3.8	4.5	≤ 1.6
90	4.0	5.0	6.0	≤ 1.8
100	5.0	6.5	8.0	≤ 2.0
125	6.0	8.0	10.0	≤ 2.3
150	8.0	10.0	12.5	≤ 2.5
175	10.0	12.5	15.0	≤ 2.8
200	12.5	15.0	17.5	≤ 3.2
225	15.0	17.5	20.0	≤ 3.8
250	17.5	20.0	22.5	≤ 4.2
^a 特殊情况下，经供需双方商定可以生产其他规格的导管，但其环刚度等级不得低于表中与其最接近的一档的环刚度等级。				
^b SN 12、SN 18、SN 24 分别为环刚度等级，根据用户需要也可以采用更高的环刚度等级。				
注：公称内径 DN/ID ≤ 150 时，导管可采用盘管形式，其中不圆度不作要求，也可由供需双方确定。				

表3 MPP 电缆导管的规格型号

单位为 mm

公称内径 ^a DN/ID	公称壁厚 e_n			不圆度
	环刚度等级 ^b			
	SN 24	SN 32	SN 40	
100	6	8	10	≤ 2.0
125	8	10	12	≤ 2.3
150	10	12	14	≤ 2.5
175	12	14	16	≤ 2.8
200	14	16	18	≤ 3.2
225	16	18	20	≤ 3.8
250	18	20	22	≤ 4.2
280	20	22	24	≤ 4.5
315	22	24	26	≤ 4.8
355	24	26	28	≤ 5.2
^a 特殊情况下，经供需双方商定可以生产其他规格的导管，但其环刚度等级不得低于表中与其最接近的一档的环刚度等级。				

^b SN 24、SN 32、SN 40 分别为环刚度等级，根据用户需要也可以采用更高的环刚度等级。
注：与各环刚度等级相对应的载荷对照表参照附录 C。

5.4.3 尺寸偏差

导管尺寸偏差应符合 DL/T 802.1—2023 中 6.5 尺寸的要求。

5.5 技术性能

导管的技术性能应符合表 4 的规定。

表 4 导管的技术性能

项 目	要 求		
	PVC 电缆导管	HDPE 电缆导管	MPP 电缆导管
密度 / (g/cm ³)	1.35 ~ 1.46	0.94 ~ 0.98	0.89 ~ 0.93
环刚度 / (kN/m ²)	SN 20: ≥ 20	SN 12: ≥ 12	SN 24: ≥ 24
	SN 30: ≥ 30	SN 18: ≥ 18	SN 32: ≥ 32
	SN 40: ≥ 40	SN 24: ≥ 24	SN 40: ≥ 40
压扁试验	试样不应出现破裂		
拉伸强度 / MPa	≥ 40	≥ 22	≥ 25
焊接强度 ^a / MPa	≥ 30	≥ 22	≥ 22.5
断裂伸长率 / %	≥ 80	≥ 350	≥ 150
落锤冲击	10个试样中至少有9个不破裂		
静摩擦系数	≤0.35		
维卡软化温度 / °C	≥ 83	≥ 110	≥ 150
纵向回缩率 / %	≤ 5	≤ 3	≤ 3
散热性能 ^b	常温下放置规定的时间，导管内、外壁温度均 ≤ 30 °C。		
^a PVC 焊接（粘结）强度制样方法见附录 D。			
^b 在用户有要求时进行。			

6 试验方法

6.1 试样

应符合 DL/T 802.1—2023 中第 7 章对试样的要求。

6.2 外观

应符合 DL/T 802.1—2023 中 8.1 相关的要求。

6.3 尺寸

应符合 DL/T 802.1—2023 中 8.2 相关的要求。

6.4 密度

按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.1 进行试验。

6.5 环刚度

按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.2 进行试验。

6.6 压扁试验

按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.3 进行试验。需加载负荷至试样两内壁相碰，并记录试样变化情况。

6.7 拉伸强度

按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.4 进行试验。

6.8 焊接强度

PVC 电缆导管焊接强度按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.4 进行试验，制样方法见附录 D；HDPE 电缆导管和 MPP 电缆导管焊接强度按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.4 进行试验，熔接接头采用导管本体焊接后，待接头完全冷却到室温后再进行试验，其制样方式与本体拉伸强度试验一致。

6.9 断裂伸长率

按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.5 进行试验。

6.10 落锤冲击

按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.6 进行试验。PVC 电缆导管及 MPP 电缆导管置于温度 $(-5 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下预处理至少 2 h；HDPE 电缆导管置于温度 $(-15 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下预处理至少 2 h；取 10 个试样，每个试样冲击 1 次，试验应在试样从低温箱内取出后 30 s 内完成，目力观察冲击后的试样应无裂缝或破裂。冲锤质量和冲击高度见表 5。

表 5 落锤冲击试验

公称内径 DN/ID mm	冲锤质量 kg	冲击高度 m
70	4.0 ± 0.01	1.2 ± 0.01
90	5.0 ± 0.01	
100	6.3 ± 0.01	
125	8.0 ± 0.02	
150	10.0 ± 0.02	
175	10.0 ± 0.02	
200	12.5 ± 0.02	
225	12.5 ± 0.02	
250	15.0 ± 0.02	
280	15.0 ± 0.02	
315	20.0 ± 0.02	
355	20.0 ± 0.02	

6.11 静摩擦系数

按 DL/T 802.1—2023 中 8.3.7 进行试验。

6.12 维卡软化温度

按 DL/T 802.1—2023 中 8.4.1 进行试验。

6.13 纵向回缩率

按 DL/T 802.1—2023 中 8.4.3 进行试验，烘箱温度为 $(150 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，烘箱中放置时间为 (60 ± 1) min。

6.14 散热性能

按 DL/T 802.1—2023 中 8.4.5 进行试验。

7 检验规则

7.1 总则

应符合 DL/T 802.1—2023 中第 9 章节对检验规则的要求。

7.2 检验项目、检验类别和质量特性划分

检验项目按质量特性的重要程度分为 A 类、B 类，A 类表示重要质量特性，B 类表示一般质量特性。检验项目、检验类别和质量划分情况见表 6。

表6 检验项目、检验类别和质量特性划分

序号	检验项目	质量特性划分	出厂检验			型式检验			试验方法
			PVC	HDPE	MPP	PVC	HDPE	MPP	
1	外观	B	√	√	√	√	√	√	6.2
2	尺寸及偏差	B	√	√	√	√	√	√	6.2
3	密度	A	√	√	√	√	√	√	6.3
4	环刚度	A	√	√	√	√	√	√	6.4
5	压扁试验	A	√	√	√	√	√	√	6.5
6	拉伸强度	A	—	—	—	√	√	√	6.6
7	焊接强度	A	√	√	√	√	√	√	6.7
8	断裂伸长率	A	√	√	√	√	√	√	6.8
9	落锤冲击	A	—	—	—	√	√	√	6.9
10	静摩擦系数	A	—	—	—	√	√	√	6.10
11	维卡软化温度	A	√	√	√	√	√	√	6.11
12	纵向回缩率	A	√	√	√	√	√	√	6.12
13	散热性能	A	—	—	—	√	√	√	6.13
注：“√”表示型式检验或出厂检验所选择的相应项目，“—”表示不适用。									

8 抽样

应符合 DL/T 802.1—2023 中第 10 章对抽样的要求。

9 判定规则

应符合 DL/T 802.1—2023 中第 11 章对判定规则的要求。

10 标志、包装、贮存和出厂合格证

应符合 DL/T 802.1—2023 中第 12 章对标志、包装、贮存和出厂合格证的要求。

附 录 A
(资料性)
原材料技术要求

A.1 PVC 导管原材料要求

PVC 导管的原材料是由聚氯乙烯 (PVC) 树脂和必要的助剂组成的混配料。混配料的部分性能要求见表 A.1。

PVC 树脂应符合 GB/T 5761 的要求, 其 K 值应不小于 64。混配料中树脂的质量分数不宜低于 80%。

表 A.1 PVC 导管用混配料性能要求

序号	项目	要求	试验参数和试样类型	试验方法
1	密度 / (g/cm^3)	1.35 ~ 1.46	拉伸试验试样中间部分	GB/T 1033.1 中浸渍法
2	维卡软化温度 / $^{\circ}\text{C}$	≥ 83	50 $^{\circ}\text{C}$ / h, 负载 50 N 10 mm $\times$ 10 mm $\times$ 4 mm	GB/T 1633
3	拉伸强度 / MPa	≥ 40	50 mm / min 1A / 1B, $h = 4.0$ mm	GB/T 1040.2
4	断裂伸长率 / %	≥ 80	50 mm / min 1A / 1B, $h = 4.0$ mm	GB/T 1040.2
5	热阻系数 / ($\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}$)	≤ 2.5	试验平均温度 25 $^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	GB/T 10294

A.2 MPP 导管原材料要求

MPP 导管的原材料性能要求见表 A.2。

表 A.2 MPP 导管用原材料性能要求表

项目	要求	试验参数和试样类型	试验方法
密度 / (g/cm^3)	0.89 ~ 0.915	拉伸试验试样中间部分	GB/T 1033.1 中浸渍法
灰分含量 / %	≤ 1.0	试验温度为 850 $^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$	GB/T 9345.1
弹性模量 ^a / MPa	≥ 1200	试验温度为 23 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	GB/T 9341
拉伸强度 ^a / MPa	≥ 25	50 mm / min 1A / 1B, $h = 4.0$ mm	GB/T 1040.2
维卡软化温度 / $^{\circ}\text{C}$	≥ 150	试验温度为 23 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	GB/T 1633
热阻系数 / ($\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}$)	≤ 4.6	试验平均温度 25 $^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	GB/T 10294
^a 用于非开挖管材。			

A.3 HDPE 导管原材料要求

HDPE 导管的原材料性能要求见表 A.3。

表 A.3 HDPE 导管用原材料性能要求表

项目	要求	试验参数和试样类型	试验方法
密度 / (g/cm^3)	0.93 ~ 0.97	拉伸试验试样中间部分	GB/T 1033.1 中浸渍法
灰分含量 / %	≤ 1.0	试验温度为 850 $^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$	GB/T 9345.1

断裂伸长率 / %	≥ 350	50 mm / min 1A / 1B, $h = 4.0\text{ mm}$	GB/T 1040.2
氧化诱导时间 / min	≥ 20	试验温度为 200 °C	GB/T 19466.6
拉伸强度 ^a / MPa	≥ 20	50 mm / min 1A / 1B, $h = 4.0\text{ mm}$	GB/T 1040.2
导热系数 / (W / (m.K))	≤ 4.0	试验平均温度 25 °C $\pm$ 1 °C	GB/T 10294
^a 用于非开挖管材。			

附 录 B
(资料性)

PVC 导管胶粘剂承插式连接尺寸要求

PVC 导管胶粘剂承插式连接的尺寸要求见表 B.1。

表 B.1 PVC 导管溶剂粘接承插式连接尺寸要求

公称内径 DN/ID mm	最小承口长度 ($L_{1.min}$) mm	最小粘结宽度 ($L_{2.min}$) ^a mm
70	80	72
90	90	81
100	100	90
125	110	99
150	120	108
175	130	117
200	140	126
225	140	126
250	140	126
^a 最小粘结宽度需达到焊接强度的要求。		

附录 C

(资料性)

与环刚度等级相对应的荷载对照表

根据 GB/T 9647 的环刚度公式，计算出与各环刚度等级相对应的荷载，见表 C.1。

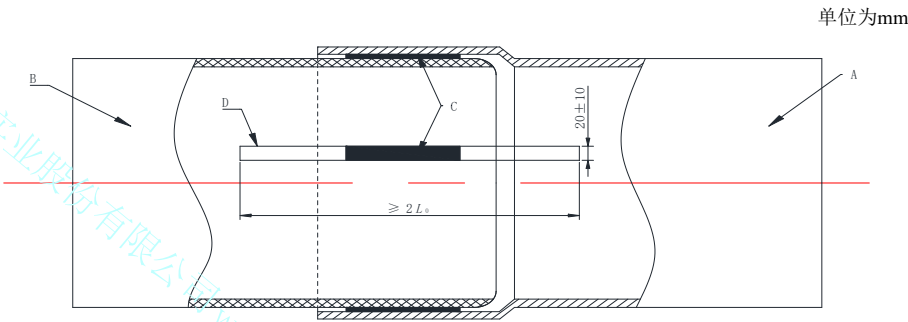
表 C.1 与各环刚度等级相对应的荷载对照表

公称内径 DN/ID mm	SN 24		SN 32		SN 40	
	环刚度 kN/m ²	荷载 kN	环刚度 kN/m ²	荷载 kN	环刚度 kN/m ²	荷载 kN
100	24	1.12	32	1.49	40	1.86
125	24	1.40	32	1.86	40	2.33
150	24	1.67	32	2.23	40	2.79
175	24	1.95	32	2.60	40	3.26
200	24	2.23	32	2.98	40	3.72
225	24	2.51	32	3.35	40	4.19
250	24	2.79	32	3.72	40	4.65
280	24	3.13	32	4.17	40	5.21
315	24	3.52	32	4.69	40	5.86
355	24	3.96	32	5.25	40	6.60

附 录 D
(规范性)
PVC 导管粘结强度拉伸试样制备方式

D.1 承插口粘结形状

承插口粘结处的拉伸强度试样的位置和尺寸见图 D.1 所示。



说明:

- A——承口端;
- B——插口端;
- C——承插口粘结处;
- D——取样样条;
- L_0 ——承口长度。

图 D.1 粘结强度拉伸试样制备的位置和尺寸

D.2 试样制备

D.2.1 取样

承口和插口通过粘结剂对接 30 min 之后,按图 D.1 中“D”取样试验,并将承插口圆周三等分进行取样,垂直于导管承插口结合处方向切下一个长方形样条,从每一个圆周等分中制取一个试样,试样宽度为 (20 ± 10) mm,共取样三个。

D.2.2 试样尺寸的修整

如果切割下的试样的尺寸与图 D.1 中“D”不符,试样的尺寸可以被修整至要求的尺寸,修整中应注意:

- a) 修整中避免试样发热;
- b) 试样粘结处不应损伤或其它使粘结品质降低的缺陷。

注:任何偏差都会影响拉伸结果。