

PVC-O输水管道技术交流

——绿色科技让生命流动

河北建投宝塑管业有限公司

目录

一、PVC-O管简介

二、PVC-O给水管道国家标准介绍

三、PVC-O灌区团体标准介绍

四、PVC-O灌溉管设计时注意事项

五、PVC-O给水管道经济和性能优势

六、应用工程案例

一、PVC-O管简介

太极蓝管是什么

- PVC-O双向拉伸管材，是利用宝塑管业自主发明、具有国际先进水平生产装备，通过特殊的取向加工工艺，从轴向和径向双向拉伸，使管材中的高分子链规整排列，形成网状结构，从而获得高强度、高韧性、高抗冲、抗疲劳的一种环保节能、性价比好的新型管材，被誉为塑料管道行业的一次革命。
- 太极蓝管主要应用于城乡给水、长距离输水、压力排水、农田灌溉领域，因其质量轻、韧性好，尤其适用于施工机械难于进入的输水工程。

宝塑

太极蓝管

taijiblue

C原子的不同排列成就了石墨和金刚石的不同特性



棉纤维的不同排列成就了棉纱和布料更高强度。



PVC-O管液压爆破实验后，微观出现分层结构



管材种类	PE100	PVC-U	PVC-M	PVC-O		
MRS/MPa	10	25	25	40	45	50
C	1.25	2.0	1.6	1.6	1.6	1.6
σ_s /MPa	8	12.5	16	25	28	32

性能特征-高韧性

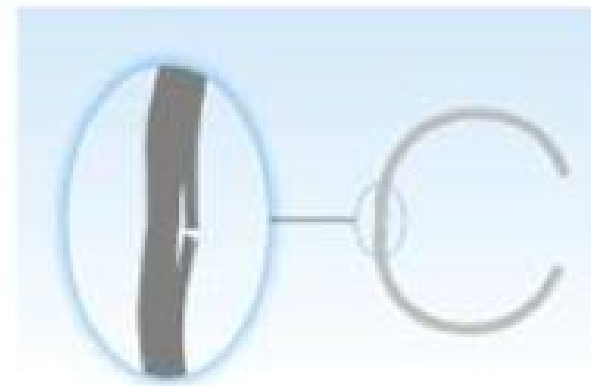
公称 外径 d_n	PVC-O pipe			PVC-U pipe		
	落锤质量(kg)	冲击高度(m)	冲能(Nm)	落锤质量(kg)	冲击高度(m)	冲能(Nm)
110	6.3	2	126	1.6	2.0	32
125	6.3	2	126	2.5	2.0	50
140	8	2	160	3.2	1.8	57.6
160	8	2	160	3.2	2.0	64
180	10	2	200	4.0	1.8	72
200	10	2	200	4.0	2.0	80
≥ 225	12.5	2	250	5.0	1.8	90

性能特征-耐裂纹扩展性能

- 分层结构使材料对缺口不敏感，使PVC-O管材克服了PE管材慢速裂纹增长和快速裂纹扩展的缺陷。
- 管道运行更加安全。



PE 管材

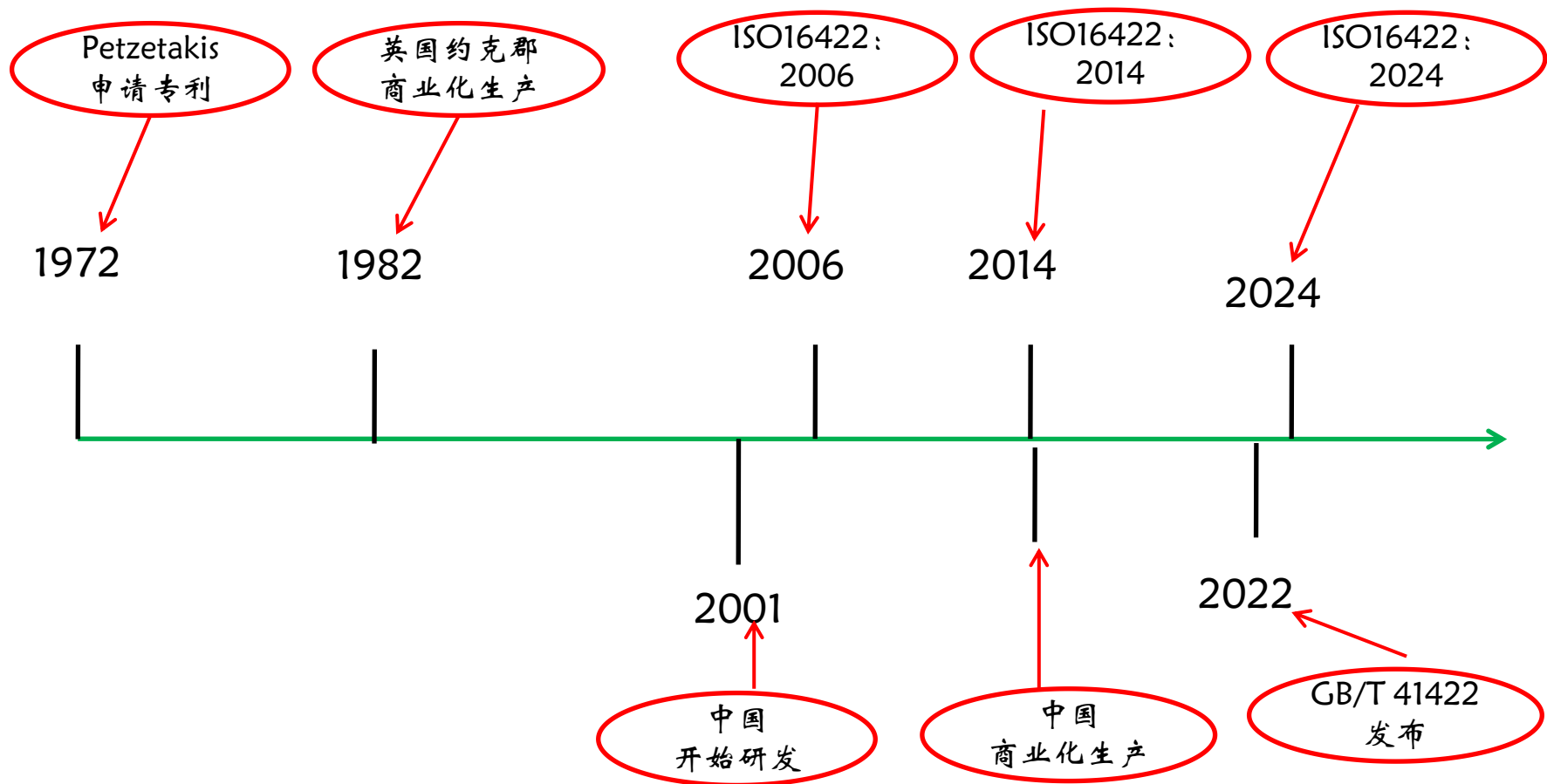


PVC-O 管材



宝塑管业TAI JI BLUE[®] PVC-O装备技术

国际市场PVC-O发展简史



- PVC - O 管材的生产工艺分为一步法和两步法。
- 一步法又称在线(in - line) 工艺，是在管材挤出生产线上，把已经挤出成型的 PVC - U 管材(胚管) 连续地通过径向的扩张和轴向的拉伸实现双轴取向，然后冷却定型成为 PVC - O 管材。
- 两步法又称离线(off - line) 工艺，其特点是将挤出胚管和双向拉伸取向分两步进行。双向拉伸取向是将挤出成型并已经冷却的 PVC - U 管材(胚管) 放在模具内，通过加热和加压膨胀到要求尺寸来实现的。

方法	生产工艺	生产效率	产出费用	管材壁厚	管材长度	耗能	取向效果	口径范围	压力等级
一步法	较复杂	较高	较低	精确控制	多种	较低	范围较小	小	窄
两步法	较简单	较低	较高	较难控制	单一	较高	范围较大	大	宽

PVC-O管材简介-国际标准

- ISO 16422-1:2024 Pipes and joints made of oriented unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-O) for the conveyance of water under pressure Part 1: General
- ISO 16422-2:2024 Pipes and joints made of oriented unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-O) for the conveyance of water under pressure Part 2: Pipes
- ISO/TS 16422-3:2023 Pipes and joints made of oriented unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-O) for the conveyance of water under pressure Part 3: Fittings

PVC-O管材简介-国际标准

- ISO 16422-5:2024 Pipes and joints made of oriented unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-O) for the conveyance of water under pressure Part 5: Fitness for purpose of the system
- EN 17176 consists of the following parts, under the general title *Plastics piping systems for water supply and for buried and above ground drainage, sewerage and irrigation under pressure — Oriented unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-O)*:
 - Part 1: General;
 - Part 2: Pipes (this document);
 - Part 3: Fittings (Technical Specification);
 - Part 5: Fitness for purpose of the system;
 - Part 7: Guidance for assessment of conformity (in preparation).

PVC-O管材简介-国际标准

- 美国标准：ASTM1483-2023/AWWA C909-2022；
- 加拿大标准：CSA B137.3.1:20；
- 巴西标准：ABNT NBR 15750:2020；
- 西班牙标准：AENOR UNE ISO 16422；
- 英国标准：BS-ISO16422；
- 法国标准：AFNOR T 54-948:2010；
- 南非标准：SANS 16422:2016；
- 澳大利亚标准：AS/NZS4441:2017；
- 印度标准：IS 16647:2017 (2022) .

各国生产使用情况 (1)



加拿大IPEX公司
美国Westlake公司



美

各国生产使用情况



哥伦比亚GEFOR公司
Molecor公司



西班牙

各国生产使用情况



法国DYKA公司
度Ori-Plast公司

<http://www.baosupipe.com.cn>

印

用心做管 诚实做人

20

BAOSU
宝塑管业

各国生产使用情况



ORIENTED PVC PIPE (PVC-O)



clover



澳大利亚Clover公司

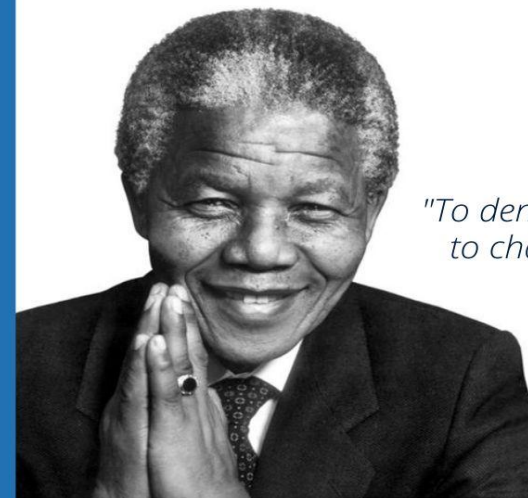
SIZABANTU公司

<http://www.baosupipe.com.cn>



PROUDLY CELEBRATING
HUMAN RIGHTS DAY

21 MARCH 2022



*"To deny people their human rights is
to challenge their very humanity."*
Nelson Mandela

南非

用心做管 诚实做人

21



二、PVC-O给水管道国家标准介绍

ICS 83.140.30
CCS G 33



中华人民共和国国家标准

GB/T 41422—2022

压力输水用取向硬聚氯乙烯(PVC-O) 管材和连接件

Oriented unplasticized poly(vinyl chloride)(PVC-O) pipes and joints for
the conveyance of water under pressure

[ISO 16422:2014, Pipes and joints made of oriented unplasticized poly
(vinyl chloride)(PVC-O) for the conveyance of water under pressure—
Specifications, NEQ]

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施



国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

GB/T 41422—2022

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。

本文件参考 ISO 16422:2014《压力输水用取向硬聚氯乙烯(PVC-O)管材和连接件 规范》编制，与 ISO 16422:2014 的一致性程度为非等效。

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：河北建投宝塑管业有限公司、保定市力达塑业有限公司、宜宾天亿新材料科技有限公司、山东宏塑管业股份有限公司、北京建筑材料检验研究院有限公司、新疆天业(集团)有限公司、国家化学建筑材料测试中心(材料测试部)、北京市建筑设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：高长全、李艳英、欧阳司晨、程奉尧、王迎博、李延军、宋晓玲、华晖、阎博宣。

4 材料

4.1 坯管材料

钙锌、有机锡



生产坯管的材料应为硬聚氯乙烯(PVC-U)混配料。混配料应以 PVC 树脂为主,加入必要的助剂,助剂应分散均匀。不应使用含铅助剂。

PVC 树脂的应符合 GB/T 5761 的规定,且 K 值不应小于 64。管材涉及饮用水应用时,PVC 树脂的氯乙烯单体(VCM)含量应小于 1 mg/kg。

4.3 PVC-O 管材材料

4.3.1 MRS 值

PVC-O 管材应使用符合本文件要求的坯管生产,并且在环向和轴向达到预期取向水平后,制造商按附录 C 规定的步骤对其进行长期静液压强度预测,按 GB/T 18252 确定预测静液压强度的置信下限 σ_{LPL} ,根据置信下限按 GB/T 18475 确定材料的 MRS 值。MRS 值按表 1 进行分类。

表 1 PVC-O 管材材料等级

PVC-O 管材材料等级	315	355	400	450	500
MRS/MPa	31.5	35.5	40	45	50

引言：PVC-O 管材材料等级取决于所用坯管材料的混配料/配方和拉伸比，材料定级后，坯管材料的混配料/配方和拉伸比要求保持稳定，以使产品取向因子的允许变化值不超过 PVC-O 管材材料定级时测定值的-5 % ~ +10 %，测试方法见附录 A。

C.2.3 坯管材料未定级

如果坯管材料没有按 GB/T 18252 进行长期静液压强度预测，则 PVC-O 管材材料的长期静液压强度预测按 GB/T 18252 的步骤进行，试验温度应为 20 ℃ 和 60 ℃。

- 由于PVC-O管材的取向成型温度在材料的玻璃化转变温度之上完成，成品在这一温度（或更高）下会发生解取向，管材尺寸恢复到坯管大小。
- 所以，PVC-O管材的贮存温度不得过高，输送介质温度不得超过45℃。

9.3 贮存

存放场地应平整。管材应合理堆放，远离热源。承口部位应交错放置，避免挤压变形。当露天存放时，应对管材进行遮盖并保持通风良好，防止管材曝晒。

国家标准介绍-GB/T 41422-2022

4.4 连接件材料

4.4.1 PVC-M 连接件

PVC-M 连接件的材料应符合 GB/T 32018.2 的规定。

4.4.2 球墨铸铁连接件

球墨铸铁连接件的材料应符合 GB/T 13295 的规定。

国家标准介绍-GB/T 41422-2022

管材等级	PN/MPa										
	0.8	—	1.0	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5
PVC-O 315	0.8	—	1.0	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5
PVC-O 355	—	1.0	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—
PVC-O 400	1.0	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—	—
PVC-O 450	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—	—	—
PVC-O 500	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—	—	—	—
管系列 S 及标准尺寸比 SDR											
S	25	22.4	20	18	16	14	12.5	11.2	10	9	8
SDR	51	45.8	41	37	33	29	26	23.4	21	19	17

尺寸控制:

- 1.特殊的生产工艺导致壁厚离散度大，生产过程中应注意。
- 2.管材长度大于6m时，承口最小配合深度需计算校核，见国标附录D。

国家标准介绍-GB/T 41422-2022

注：不是满足表6的要求就是合格的产品，必要的前提是进行材料强度的分级。

6.5.1 管材按附录 C 进行长期静液压强度预测。

6.5.2 管材材料等级确定后进行静液压强度试验，试验应符合表 6 的规定。

表 6 静液压强度

序号	试验温度 ℃	试验时间 h	环向应力 MPa					要求	试验方法
			PVC-O 315	PVC-O 355	PVC-O 400	PVC-O 450	PVC-O 500		
1	20	10	41	46	52	60	65	无破裂， 无渗漏	见 7.5
2	20	1 000	36	42	46	53	58		
3	60	1 000	20	22	25	28	31		

国家标准介绍-GB/T 41422-2022

表 7 物理力学性能

序号	项目	要求	试验方法
1	密度/(kg/m ³)	1 350~1 480	见 7.6
2	维卡软化温度*/℃	≥80	见 7.7
3	落锤冲击,TIR/%	≤10	见 7.8
4	环刚度/(kN/m ²)	不低于附录 E 中表 E.1 中的理论最小环刚度值	见 7.9
5	二氯甲烷浸渍*	表面变化不劣于 4 N	见 7.10
6	拉伸屈服应力/MPa	≥48	见 7.11
* 适用于坯管或取向管材加热(150 ℃,240 min)后的管材。			

国家标准介绍-GB/T 41422-2022

表 9 系统适用性试验

序号	项目	要求	试验方法
1	偏角密封试验	无破裂,无渗漏	见 7.12.1
2	负压密封试验	无破裂,无渗漏	见 7.12.2
3	系统静液压试验	无破裂,无渗漏	见 7.12.3
4	弯曲条件下的内压试验	无破裂,无渗漏	见 7.12.4

三、PVC-O灌区团体标准介绍

灌区协会PVC-O团体标准T/CIDA0022-2023

中国灌区协会团体标准发布公告

2023 年第 03 号（总第 13 号）

根据《中国灌区协会团体标准管理办法》规定，经中国灌区协会第六届常务理事会第十次会议表决通过，现发布以下标准：

序号	标 准 名 称	标准编号	发布日期	实施日期
1	灌溉用双轴取向硬聚氯乙烯（PVC-O） 管材	T/CIDA 0022—2023	2023.12.8	2024.3.8
2	灌溉用双轴取向硬聚氯乙烯（PVC-O） 管道工程设计与施工规程	T/CIDA 0023—2023	2023.12.8	2024.3.8

现予公告。

中国灌区协会

2023 年 12 月 08 日

为什么有了国家标准，还制订团体标准、地方标准或行业标准？

国家标准，是面对全领域、全场景条件设置的最低标准。在不同的应用领域或地区，地址条件、环境、输送介质、应用场景等差别很大，制订相应的团体标准、地方标准或行业标准，可以有效的克服或规避相关不利因素，保障设计、施工和运行的安全及稳定。团体标准、地方标准和行业标准的技术要求须高于国家标准。

比如PVC-O灌区协会团体标准（T/CIDA0022-2023），是针对灌区引水输水的季节性特点，考虑到间断性输水、空置、融冻等运行场景，而制订的应用领域标准。该标准对灌区PVC-O管道设计、施工、运行具有很强的指导作用和意义。

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

出发点：管材环刚度与强度并重

- PVC-O管材与传统的PVC-U、PVC-M、PE等管材不同，由于材料的高强度，使得同等压力等级的管材PVC-O较其他材质的管材壁厚更薄，因此相应的环刚度更低。
- 灌溉管与其他供水管应用条件不同，灌溉管为间歇性供水，管网长期为无压状态，对管材承受外压的要求更高。
- PVC-O灌区协会团体标准（T/CIDA0022-2023），是针对灌区引水输水的季节性特点，考虑到间断性输水、空置、融冻等运行场景，而制订的应用领域标准。该标准对灌区PVC-O管道设计、施工、运行具有很强的指导作用和意义。

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

出发点：管材环刚度与强度并重

T/JSGS XXXX—2023

表4 管材公称外径和公称壁厚

管材等级	总体使用（设计）系数 C=1.6 的 PN/MPa										
PVC-OH 400	0.8		1.0		1.25		1.6		2.0	2.5	
PVC-OH 450		1.0		1.25		1.6		2.0		2.5	
PVC-OH 500	1.0		1.25		1.6		2.0		2.5		
总体使用（设计）系数 C=1.4 的 PN/MPa											
PVC-OH 450	1.0		1.25		1.6		2.0		2.5		
PVC-OH 500		1.25		1.6		2.0		2.5			
管系列 S 及标准尺寸比 SDR											
S	32.0	28.0	25.0	22.4	20.0	18.0	16.0	14.0	12.5	11.2	10.0
SDR	65.0	57.0	51.0	45.8	41.0	37.0	33.0	29.0	26.0	23.4	21.0
d _e /mm	e _s /mm										
63	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0
75	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6
90	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3
110	2.0	2.0	2.2	2.4	2.7	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	5.3

这是农水协会PVC-OH灌溉管团体标准，可以看到最薄的管材是400级0.8MPa，理论环刚度只有1.27，具有极大的失稳隐患。

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

出发点：管材环刚度与强度并重

西班牙MOLECOR公司的灌溉管尺寸

Product Range

Reference	Nominal Diameter (DN)	Outside Diameter (DE)	Inside Diameter (DI)	Average Thickness (e)	Nominal Pressure (PN)	Length (m)	Seal type
TR6090	90	90	85.2	2.4	6	6	Lip seal with blue PP+EPDM ring
TR6110	110	110	104.1	3.0	6	6	
TR6125	125	125	118.2	3.4	6	6	
TR6140	140	140	132.8	3.6	6	6	
TR6160	160	160	152.1	4.0	6	6	
TR6200	200	200	190.1	5.0	6	6	
TR6250	250	250	237.6	6.2	6	6	
TR6315	315	315	299.4	7.8	6	6	
TR6400	400	400	380.2	9.9	6	6	

TR6® PVC-O pipes are supplied in total lengths (including stop-marked length) of 6 meters.
Inside diameters may be subject to variation according to manufacturing tolerances.



Nominal Diameter (DN)	90	110	125	140	160	200	250	315	400
Average RCE (kN/m²)	7	7	6,5	6	5	5	5	5	5

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

1 范围

本标准规定了灌溉用双轴取向硬聚氯乙烯（PVC-O）管材的材料、要求、试验方法、检验规则、标志、运输和贮存。

本标准适用于所输送水温不超过 45℃，且公称压力不大于 2.0MPa 的灌溉用双轴取向硬聚氯乙烯管材（以下简称“管材”）。

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

4.3 PVC-O 管材材料

PVC-O 管材应使用符合 4.1 要求的坯管生产，并且在环向和轴向达到预期取向水平后，应按附录 A 规定的步骤对其进行长期静液压强度预测，按 GB/T 18252 确定预测静液压强度的置信下限 σ_{LPL} ，根据置信下限按 GB/T 18475 确定材料的 MRS 值。

管材按材料 MRS 值分为 PVC-O 400 和 PVC-O 450 两个等级。

与国标不同，没有315及355两个小级别；也没有更高的500级

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

5.1 管材按公称环刚度分为 SN 4、SN 6、SN 8、SN 12.5、SN 16。

管材在公称环刚度等级条件下按公称压力等级分为 PN 10、PN 12.5、PN 16、PN 20。工作温度在 0~45℃ 的压力折减系数应符合附录 B 的规定。

国标更突出了环刚度的级别，没有SN4以下的规格。

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

公称环刚度/(kN/m ²)	SN4	SN6	SN8	SN12.5	SN16
管材等级			公称压力 PN/MPa		
PVC-O 400	1.0	1.25	—	1.6	—
PVC-O 450	1.25	—	1.6	—	2.0
<i>d_s</i> /mm			<i>e_n</i> /mm		
110	2.4	2.7	3.1	3.4	3.8
125	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3
140	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8
160	3.5	4.0	4.4	4.9	5.5
180	4.0	4.4	5.0	5.5	6.2
200	4.4	4.9	5.5	6.2	6.9

考虑到灌溉应用的特殊条件灌区标准设定SN最小值为4.0kN/m²，而国家标准中400级1.0MPa管材SN不能达到该设定值，因此壁厚向上靠，采用了450级1.25MPa管材壁厚。

管材等级	PN/MPa										
PVC-O 315	0.8	—	1.0	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5
PVC-O 355	—	1.0	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—
PVC-O 400	1.0	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—	—
PVC-O 450	—	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—	—	—
PVC-O 500	1.25	—	1.6	—	2.0	—	2.5	—	—	—	—
管系列 S 及标准尺寸比 SDR											
S	25	22.4	20	18	16	14	12.5	11.2	10	9	8
SDR	51	45.8	41	37	33	29	26	23.4	21	19	17
<i>d_s</i> /mm	<i>e_n</i> /mm										
63	—	—	2.0	2.0	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4	3.8
75	2.0	2.0	2.0	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5
90	2.0	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4
110	2.2	2.4	2.7	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	5.3	5.9	6.6
125	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4
140	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.5	8.3
160	3.2	3.5	4.0	4.4	4.9	5.5	6.2	6.9	7.7	8.5	9.5
180	3.6	4.0	4.4	5.0	5.5	6.2	6.9	7.7	8.6	9.6	10.7
200	3.9	4.4	4.9	5.5	6.2	6.9	7.7	8.6	9.6	10.7	11.9

为什么PVC-O团标400级1.0MPa管材与450级1.25MPa管材壁厚一致

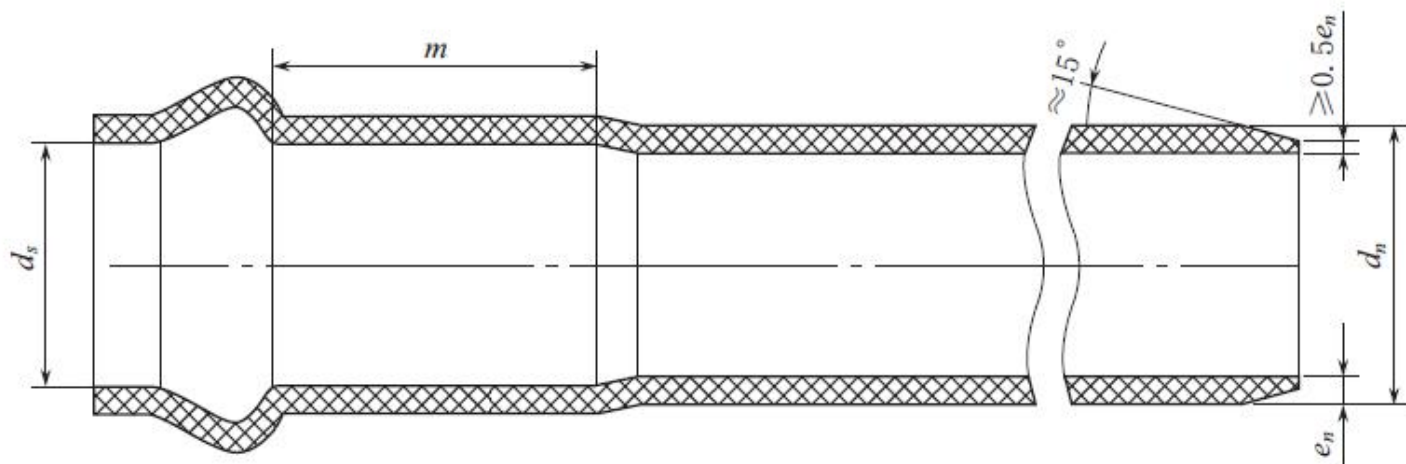
在PVC-O国家标准（GB/T41422-2022）中，450级1.25MPa管材都比同管径400级1.0MPa管材壁厚要大。而在PVC-O灌区协会团体标准（T/CIDA0022-2023）中，400级的1.0MPa管材壁厚与450级1.25MPa管材壁厚一致。

我们为什么这么做呢？主要是考虑了灌区特定场景下环刚度的要求。

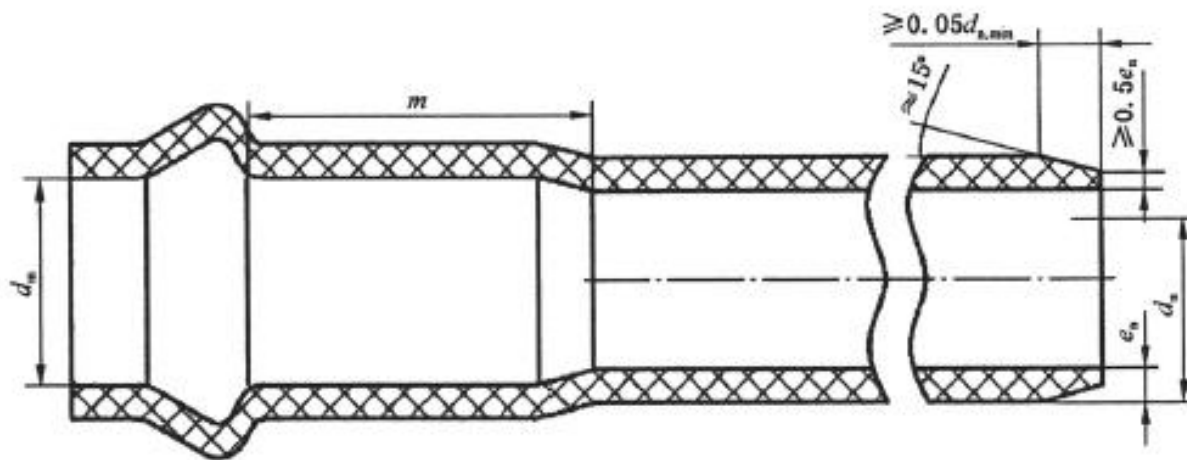
灌区团标所针对的是灌区引水输水领域，在这个领域中，有其特定的应用特点。一是季节性间断性输水，要考虑到空置外载荷场景；二是灌区管道很多设置在冻土层，要考虑到土壤融冻运行场景；三是灌区输水水泵启停、阀门关启频繁，水力冲击力大且频繁，须增加安全系数保障；四是灌区大型农业机械作业频繁，要考虑由此产生的动态载荷场景。因此在编制灌区团体标准的时候，不仅仅要考虑管材承受内压的能力，即PN，也要像排水管网设计那样考虑承受外压载荷的能力，即SN。基于以上原则，灌区标准设定SN最小值为4.0kN/m²，而国家标准中400级1.0MPa管材SN不能达到该设定值，因此壁厚向上靠，采用了450级1.25MPa管材壁厚。

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

团标



国标



灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

表5 静液压强度

序号	试验温度 /℃	试验时间 /h	环向应力/MPa		要求	试验方法
			PVC-O 400	PVC-O 450		
1	20	10	52	60	无破裂，无渗漏	见 7.4
2	20	1000	46	53		
3	60	1000	25	28		

前提是进行了材料分级，而不仅仅是满足上表的静液压测试要求。

灌区协会团体标准介绍T/CIDA0022-2023

表 6 物 理 力 学 性 能

序号	项 目		要 求	试验方法
1	密度 ^a /(kg/m ³)		≤1460	见 7.5
2	轴向拉伸屈服应力/MPa		≥48	见 7.6
3	爆破压力		≥3PN	见 7.7
4	落锤冲击，TIR/%		≤5	见 7.8
5	环刚度/（kN/m ² ）	SN 4	≥4.0	见 7.9
		SN 6	≥6.0	
		SN 8	≥8.0	
		SN 12.5	≥12.5	
		SN 16	≥16	
6	扁平试验		不破裂	见 7.10
a 适用于坏管或取向管材加热（150℃，240min）后的管材。				

6.6 耐融冻性

当管材敷设在冻土层时，应做此试验。

管材试样经 1 次的 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 和 $(-20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 耐融冻循环试验后，管材性能要求如下：

- a) 管材不应出现开裂、粉化现象；
- b) 管材平均外径的尺寸变化率 λ 不应超 5%；
- c) 管材物理力学性能应符合表 5 中静液压强度 $(20^{\circ}\text{C}, 10\text{h})$ 及表 6 中轴向拉伸屈服应力和扁平试验的规定。