

团 体 标 准

T/CPPIA XXXX-202X

聚酯增强复合顶管

Polyester reinforced composite jacking pipe

(征求意见稿)

(完成日期: 2021 年 11 月 19 日)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国塑料加工工业协会 发布

前 言

本标准按 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》给出的规则起草。

本标准参考了台湾标准 CNS 14814 《聚酯树脂混凝土管（推进施工法用）》及国家标准 GB/T 21492-2019 《玻璃纤维增强塑料顶管》中的技术要求。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发行机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国塑协团标委塑料管道制品分技术委员会提出。

本标准由中国塑料加工工业协会归口。

本标准起草单位：福建纳川管材科技股份有限公司、上海耀华玻璃钢有限公司、福建纳川管业科技有限责任公司、福建纳川水务有限公司。

本标准主要起草人：陈建福、魏作友、林华涛、纪美玲、陈云龙、管淑云。

本标准为首次发布。

聚酯增强复合顶管

1 范围

本标准规定了聚酯增强复合顶管的材料、产品结构及分类、要求、试验方法、检验规则和标志、运输、贮存。

本标准适用于公称内径为300 mm—1200 mm, 地下顶进施工法用聚酯增强复合顶管(别称: 树脂混凝土顶管, 以下简称PRCP)。

本标准适用于顶进施工法用地下雨污水排放、农田灌溉、通讯电缆用套管等管道工程, 也可用于压力不高于0.2MPa低压输水管用PRCP。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1448 纤维增强塑料压缩性能试验方法

GB/T 2035 塑料术语及其定义

GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境 (idt ISO 291: 1997)

GB/T 3854 增强塑料巴柯尔硬度试验方法

GB/T 8237 纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂

GB/T 8806 塑料管道系统塑料部件尺寸的测定

GB/T 13657 双酚-A型环氧树脂

GB/T 18173.3-2014 高分子防水材料 第3部分: 遇水膨胀橡胶

GB/T 18369 玻璃纤维无捻粗纱

GB/T 19472.2-2017 埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第2部分 聚乙烯缠绕结构壁管材

GB/T 21492 玻璃纤维增强塑料顶管

GB/T 21873 橡胶密封件 给、排水及污水管道用接口密封圈 材料规范

3 术语、定义、符号及缩略语

GB/T 21492、GB/T 19278 界定的以及下列术语和定义适应于本文件。

3.1 公称尺寸 nominal dimension

DN/ID

与内径相关的公称尺寸，单位为毫米（mm）。

3.2 外压破坏强度 external pressure strength

使聚酯增强复合顶管产生破坏或管壁裂缝过大不能继续增加荷载时的环向强度，单位为kN/m。

3.3 聚酯增强复合顶管 polyester reinforced composite jacking pipe

PRCP

以环氧树脂、不饱和聚酯树脂为基体材料，以石英砂、花岗岩或其他天然坚硬碎石及碳酸钙等无机非金属颗粒材料等作为填料，（如需要）内壁衬以玻璃纤维为增强层，采用立式振动浇注工艺，经加工制成的复合管材。

3.4 符号

DN/ID 以内径表示的公称尺寸

D 内径

D_c 插口密封圈平槽外径

D_{c1} 标准型插口密封圈平槽外径

D_{c2} 加厚型插口密封圈平槽外径

t 管材壁厚

t_1 标准型壁厚

t_2 加厚型壁厚

t_c 套筒壁厚

$t_{c, \min}$ 套筒最小壁厚

L 管材长度

L_1 插口密封圈平槽长度

L_2 套筒固定段前端长度

L_3	套筒固定段密封圈凹槽宽度
L_c	套筒宽度
d	外直径端面垂直度
d_2	管壁端面垂直度
t_g	所测管壁端面位置的管壁厚度
P	外压破坏强度
P_{min}	最小外压破坏强度

4 材料

4.1 树脂

4.1.1 结构层所采用的不饱和聚酯树脂应符合GB/T 8237中的要求，环氧树脂应符合GB/T 13657中的要求，其他树脂应符合相应的国家或行业标准的规定。

4.1.2 具有内衬层的顶管，内衬层树脂要求不应低于结构层用不饱和聚酯树脂的水平。

4.1.3 树脂的性能

树脂性能应符合表1的要求。

表1 结构层树脂的性能

项目	指标	测试方法
拉伸强度/MPa	≥60	GB/T 2567
拉伸弹性模量/GPa	≥3.0	
断裂伸长率/%	≥2.5	
弯曲强度/MPa	≥110	

4.2 颗粒材料

颗粒材料采用天然的或经加工处理的优质硅砂，其 SiO_2 含量应不小于95%，含水率应不大于0.2%，碳酸钙中的 $CaCO_3$ 质量含量应大于98%，含水率应不大于0.2%。

4.3 玻璃纤维增强材料

玻璃钢套筒及内衬层玻璃纤维应采用E玻璃纤维或ECR玻璃纤维及其制品制造PRCP, 玻璃纤维纱应符合GB/T 18369的规定。

4.4 弹性密封圈

三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或天然橡胶应符合GB/T 21873的要求, 遇水膨胀胶圈应符合GB/T 18173.3的要求。

4.5 套筒材料

可采用玻璃钢或不锈钢材质。

5 产品结构及分类

5.1 产品分类

- 1) PRCP按管厚区分为标准型及加厚型两种。
- 2) PRCP按照结构区分为无内衬管和有内衬管两种。

5.2 产品结构

典型的管材无内衬结构如图1所示, 有内衬结构如图2所示。

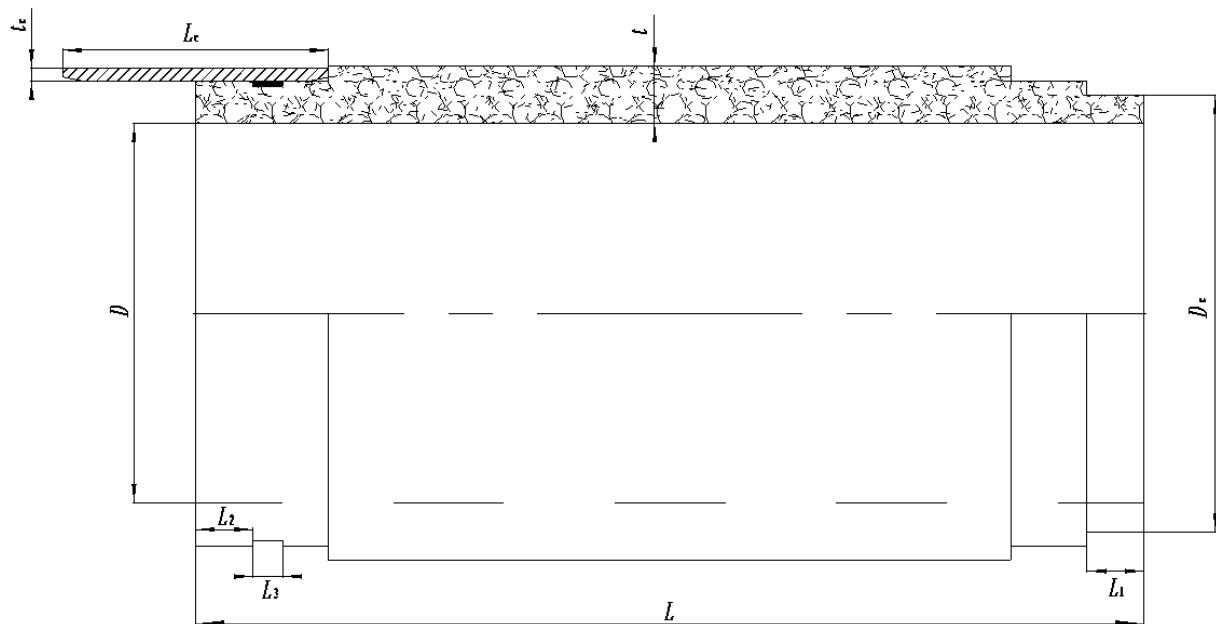


图1 管材无内衬结构示意图

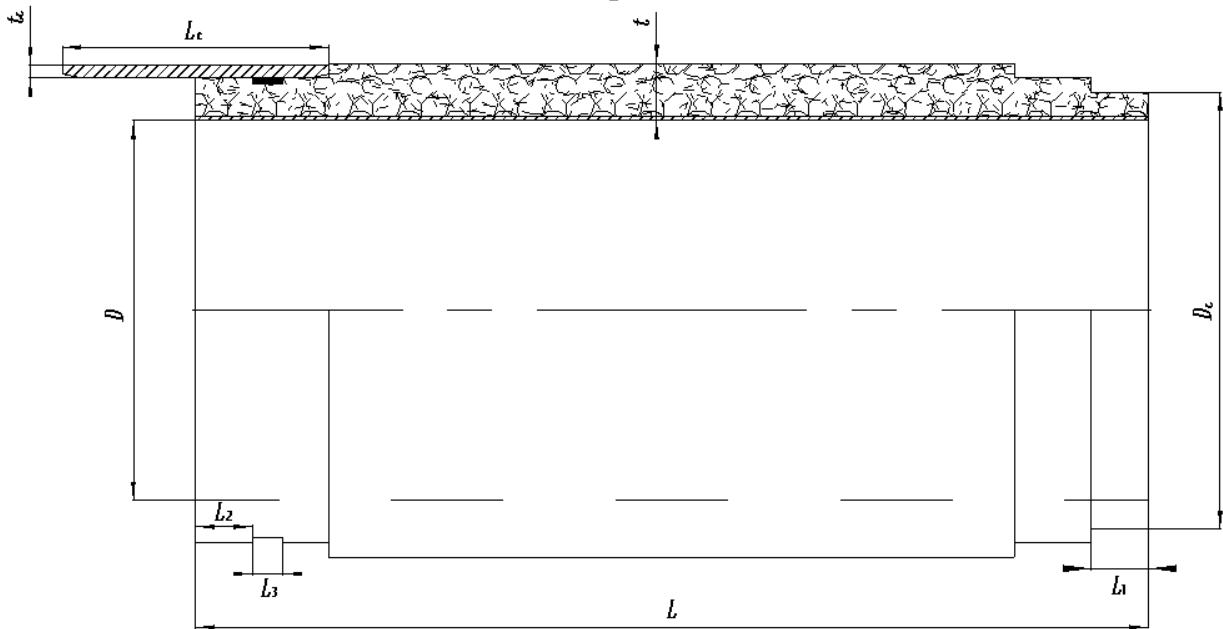


图2 管材有内衬结构示意图

6 要求

6.1 颜色

PRCP颜色一般为材料本色，其他颜色由供需双方协商确定。

6.2 外观

PRCP内表面应光滑平整，且管体色泽均匀，内外壁表面应无明显可见气孔和裂痕。切割后的断面应平整，无毛刺。

6.3 尺寸

6.3.1 长度

PRCP有效长度 L 一般为1m，允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，其他长度由供需双方协商确定。

6.3.2 尺寸及偏差

PRCP尺寸及偏差应符合表2中的规定。

表2 PRCP 尺寸及偏差

单位为毫米

公称尺寸 DN/ID	平均内径 <i>D</i>	标准型 <i>t₁</i>	加厚型 <i>t₂</i>	标准型 <i>Dc₁</i>	加厚型 <i>Dc₂</i>	<i>L₁</i>	<i>L₂</i>	<i>L₃</i>
300	300 ⁺³ ₋₃	37 ⁺³ ₋₂	57 ⁺³ ₋₂	356 ⁺² ₋₂	396 ⁺² ₋₂	30 ⁺¹ ₋₁	30 ⁺¹ ₋₁	22 ⁺¹ ₋₁
400	400 ⁺³ ₋₃	43 ⁺³ ₋₂	63 ⁺³ ₋₂	467 ⁺² ₋₂	507 ⁺² ₋₂	30 ⁺¹ ₋₁	30 ⁺¹ ₋₁	22 ⁺¹ ₋₁
500	500 ⁺³ ₋₃	50 ⁺³ ₋₂	70 ⁺³ ₋₂	581 ⁺² ₋₂	621 ⁺² ₋₂	30 ⁺¹ ₋₁	30 ⁺¹ ₋₁	22 ⁺¹ ₋₁
600	600 ⁺⁴ ₋₄	55 ⁺⁴ ₋₂	80 ⁺⁴ ₋₂	690 ⁺³ ₋₃	736 ⁺³ ₋₃	40 ⁺¹ ₋₁	40 ⁺¹ ₋₁	22 ⁺¹ ₋₁
700	700 ⁺⁴ ₋₄	60 ⁺⁴ ₋₂	90 ⁺⁴ ₋₂	796 ⁺³ ₋₃	856 ⁺³ ₋₃	40 ⁺¹ ₋₁	40 ⁺¹ ₋₁	22 ⁺¹ ₋₁
800	800 ⁺⁴ ₋₄	70 ⁺⁴ ₋₂	100 ⁺⁴ ₋₂	913 ⁺³ ₋₃	973 ⁺³ ₋₃	60 ⁺² ₋₂	60 ⁺² ₋₂	32 ⁺¹ ₋₁
900	900 ⁺⁴ ₋₄	75 ⁺⁴ ₋₂	105 ⁺⁴ ₋₂	1023 ⁺³ ₋₃	1083 ⁺³ ₋₃	60 ⁺² ₋₂	60 ⁺² ₋₂	32 ⁺¹ ₋₁
1000	1000 ⁺⁶ ₋₆	82 ⁺⁶ ₋₃	110 ⁺⁶ ₋₃	1137 ⁺³ ₋₃	1193 ⁺³ ₋₃	60 ⁺² ₋₂	60 ⁺² ₋₂	32 ⁺¹ ₋₁
1100	1100 ⁺⁶ ₋₆	88 ⁺⁶ ₋₃	116 ⁺⁶ ₋₃	1249 ⁺³ ₋₃	1305 ⁺³ ₋₃	60 ⁺² ₋₂	60 ⁺² ₋₂	32 ⁺¹ ₋₁
1200	1200 ⁺⁶ ₋₆	95 ⁺⁶ ₋₃	125 ⁺⁶ ₋₃	1363 ⁺³ ₋₃	1423 ⁺³ ₋₃	60 ⁺² ₋₂	60 ⁺² ₋₂	32 ⁺¹ ₋₁

6.3.3 管端面垂直度

6.3.3.1 PRCP顶管的外直径端面垂直度如图3所示, 垂直度 d_1 应不大于表3的规定值。

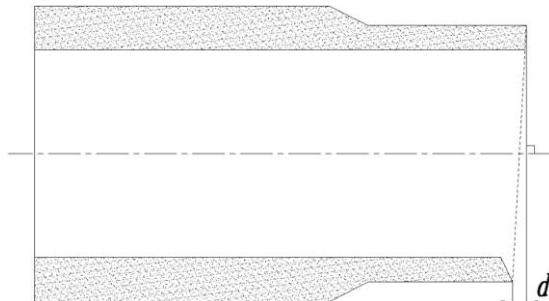


图3 管端面垂直度

表3 最大允许外直径端面垂直度

单位为毫米

公称内径 DN/ID	外直径端面垂直度 <i>d₁</i>
DN≤300	≤0.5
DN>300	≤1.0

6.3.3.2 PRCP顶管的管壁端面垂直度如图4所示, 管壁端面垂直度 d_2 应不大于 $0.0175 t_g$ 。

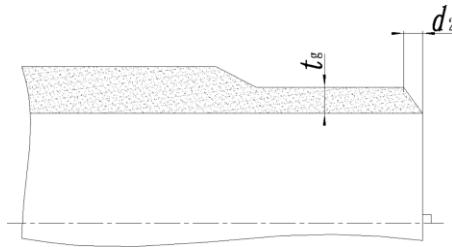


图4 管壁端面垂直度

6.4 连接方式

采用套筒连接。

套筒最小厚度及宽度应满足表4的要求。

表4 套筒最小壁厚及宽度

单位为毫米

公称内径 DN/ID	玻璃钢套筒最小壁厚 $t_c, \text{ min}$	不锈钢套筒最小壁厚 $t_c, \text{ min}$	套筒宽度 L_c
300	4	2.5	140^{+0}_{-3}
400	4	2.5	140^{+0}_{-3}
500	4	3	170^{+0}_{-3}
600	4	3	180^{+0}_{-4}
700	4	3	180^{+0}_{-4}
800	6	3	300^{+0}_{-6}
900	6	3	300^{+0}_{-6}
1000	6	3	300^{+0}_{-6}
1100	8	3	300^{+0}_{-6}
1200	8	3	300^{+0}_{-6}

6.5 巴柯尔硬度

PRCP结构层的巴柯尔硬度应不小于40。

6.6 吸水性

质量变化率的绝对值应不大于0.3%。

6.7 耐酸碱性

质量变化率的绝对值应不大于0.1%。

6.8 初始轴向压缩强度

初始轴向压缩强度不小于60MPa。允许顶力计算方法见附录A。

6.9 外压破坏强度

PRCP按照第7.8中外压破坏强度试验后，其外压破坏强度P应符合表5中的规定。

表5 外压破坏强度

公称内径DN/ID mm	最小外压破坏强度 P_{min} kN/m		
	等级 I	等级 II	等级III
300	20	30	44
400	26	40	58
500	33	50	73
600	39	60	87
700	46	70	102
800	52	80	116
900	59	90	131
1000	65	100	145
1100	72	110	160
1200	78	120	174

6.10 连接密封性

按照7.9连接密封性试验后无泄漏现象。

7 试验方法

7.1 状态调节和试验环境

除另有规定外，试样应按GB/T 2918的规定，在 (23 ± 3) ℃环境中进行状态调节和试验，状态调节时间不应少于24h；当管材公称内径DN/IN>600的管材，状态调节时间应不少于48h。

7.2 颜色及外观

目测，内部可用光源照射观察。

7.3 尺寸测量

7.3.1 长度

按图1和图2所示位置, 长度应在装配套筒前测定, 量具的精度不低于1 mm。

7.3.2 平均内径

在管材的同一处横截面, 用精度不低于0.1 mm的量具测量管材的内径, 0° 至180° 范围, 每转动45° 测量一次, 测量4次并以其算术平均值为测量结果, 结果保留一位小数。

7.3.3 壁厚

在管材、套筒沿圆周进行四等份, 用精度不低于0.02 mm的量具测量壁厚, 读取最小值, 精确到0.1mm。

7.3.4 管端面垂直度

用T形尺和精度为0.02mm的游标卡尺测定外直径端面垂直度, 用直角尺和精度为0.02mm的游标卡尺测定管壁端面垂直度。

7.4 巴柯尔硬度

按GB/T 3854的规定进行测试。

7.5 吸水性

7.5.1 试样

在管体任意部位上截取1片100 mm×100 mm的试样, 其厚度为管材原始壁厚。

7.5.2 试验步骤

将试样置于烘箱中, 在80℃条件下干燥24h后, 放置在干燥器内冷却至室温, 并称重, 记为 W_1 , 精确至0.1g。将试样浸没在沸水中, 水面应高于试样25mm, 30min后取出。然后放置在室温条件下的水中冷却, 15min后取出。立即拭去试样表面吸附的水分, 并称重, 记为 W_2 , 精确到0.1g。

7.5.3 质量变化率计算

质量变化率按式(1)计算, 精确到0.01%。

$$\text{质量变化率} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

W_1 ——浸泡前干燥后试样的质量, 单位为克 (g);

W_2 ——浸泡后试样的质量, 单位为克 (g)。

7.6 耐酸碱性

7.6.1 试样

在管体任意部位上截取1片100mm×100mm的试样, 其厚度为管材原始壁厚。

7.6.2 试验液

试验液为浓度5%硫酸水溶液或浓度为10%氢氧化钠水溶液。

7.6.3 试验步骤

将试样置于烘箱中, 在80°C条件下干燥24h后, 放置在干燥器内冷却至室温。在室温下, 将试样浸入试验液中, 溶液应浸没试样且液面应高于试样25 mm, 24h后取出, 立即拭去试样表面吸附的液体, 并立即称重, 记为 W_2 , 精确到0.1g。将称量好的试样再次浸没在试验液中, 48h后取出, 立即拭去试样表面吸附的液体, 并立即称其重量, 记为 W_3 , 精确到0.1g。

7.6.4 质量变化率计算

质量变化率按式(2)计算, 精确到0.01%。

$$\text{质量变化率} = \frac{W_3 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (2)$$

W_2 ——试验浸泡24 h后试样的质量, 单位为克 (g);

W_3 ——试验浸泡48 h后试样的质量, 单位为克 (g)。

7.7 初始轴向压缩强度

在75°C烘箱中烘至4h后, 按照GB/T 1448纤维增强塑料压缩性能试验方法进行测试, 试样为直条状, 长度和宽度等于管壁厚度, 高度为2倍的管壁厚度, 高度方向为PRCP的轴向方向。试验时为消除截面平整误差, 即刚性压板与硬质样块出现点接触造成应力破坏而影响最终结果, 设备压板与样块之间应铺垫厚度不小于10 mm的木板。每组试样不少于5个, 加载方向沿高度方向, 取所有测试结果的算术平均值作为测试结果。压缩强度平均值应满足6.8要求。

7.8 外压破坏强度

试样从管材上切取，在离管端200 mm以内，前、后取宽（300±5）mm管段两个，以5 mm/min加载速度均匀加载至破坏，最小外压破坏强度应满足表5要求。

外压破坏强度计算公式：

$$P = \frac{F}{L} \times 1000 \quad (3)$$

P —— 外压破坏强度，单位为kN/m；

F —— 荷载，单位为kN；

L —— 试样长度，单位为mm。

7.9 连接密封性

按照GB/T 19472.2-2017中系统适用性要求，试验参数为条件C：角度偏转，要求为较高的内部静液压（15 min）0.05 MPa要求进行试验，试验结果无泄漏。

8 检验规则

8.1 组批

同一原料、配方和工艺情况下生产同一规格的管材为一批。每批数量不超过3000根。如生产14d仍不足3000根，则以14d产量为一批。

8.2 检验分类

检验分出厂检验和型式检验。

8.3 出厂检验

8.3.1 每一根管均应进行外观质量及尺寸检验。

8.3.2 出厂检验项目为6.1~6.3中规定的项目，6.8初始轴向压缩强度、6.9规定的外压破坏强度。

8.3.3 抽样方案

每批随机抽取3根进行检验。

8.3.4 判断规则

8.3.2中有一项不符合规定指标时，从8.3.1检验合格的样品中随机抽取双倍样品进行该项的复验，如仍不合格，则判该批次为不合格批。

8.4 型式检验

型式检验项目为第6章中规定的全部技术要求项目。

一般情况下每三年进行一次型式检验。若有以下情况之一，应进行型式检验。

- a) 新产品或老产品转厂生产的定型鉴定；
- b) 正式生产后，若结构、材料、工艺有较大变动可能影响产品性能时；
- c) 产品停产一年以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

9 标志、运输、贮存

9.1 标志

产品上至少应有下列规定的永久性标志；同时合格证中应包含以下信息：

- a) 生产厂名称（或商标）；
- b) 产品标记；
- c) 批号及产品编号；
- d) 生产日期。

9.2 运输

9.2.1 PRCP的起吊宜用柔性绳索，若用铁链或钢索起吊，必须在吊索与PRCP接触面位置垫上橡胶或其他柔性物。

9.2.2 PRCP起吊及装卸时，应轻起轻放，严禁抛掷。

9.2.3 PRCP运输时应固定牢靠，确保运输过程中应不受到剧烈的撞击。

9.3 贮存

产品应贮存在干燥、整洁的仓库内，严禁与腐蚀品、易燃品混合贮存。贮存时，应远离火源、热源，并防止阳光直接照射。不宜长期露天存放，叠放层数应满足表6的要求。

表6 最大堆放层数

公称尺寸 DN/ID mm	300	400	500	600	>600
最大层数	4	4	4	3	2

附录 A

(规范性附录)

允许顶力计算方法

A. 1 极限顶力按式 (A. 1) 进行计算:

$$F_b = \frac{\pi D t_{\min} \delta_{zb}}{1000} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

F_b —— 极限顶力, 单位为 kN;

D —— 公称直径, 单位为 mm;

t_{\min} —— 管材最小壁厚, 单位为 mm;

δ_{zb} —— 最小轴向压缩强度, 单位为 MPa。

对于管身和连接段最小轴向压缩强度不同的顶管, 应分别计算管身和连接段的极限顶力, 两者的小值为顶管的极限顶力。

A. 2 允许顶力按式 (A. 2) 进行计算:

$$F = \frac{F_b}{k_j} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中:

F —— 允许顶力, 单位 kN;

k_j —— 顶力安全系数, 由工程设计确定, 但应不小于 3.5。若无特殊说明, 取 $k_j=3.5$ 。