T/CECS XXX—202X

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水管道碎（裂）管法修复工程技术规程

Technical Specification for pipe bursting repair engineering of urban drainage pipelines

（征求意见稿）

中国工程建设标准化协会标准

中国 XX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水管道碎（裂）管法修复工程技术规程

Technical Specification for pipe bursting repair engineering of urban drainage pipelines

T/CECS XXX-202X

主编单位：广 州 市 市 政 集 团 有 限 公 司

广 州 市 市 政 公 路 协 会

批准部门：中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会

施行日期：2 0 2 X 年 X X 月 X 日

中国工程建设标准化协会标准

中国 XX 出版社

202X 北 京

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2021〕11 号）的要求，规程编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 6 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语与符号、基本规定、设计、施工、功能性试验与工程验收等。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构专业委员会归口管理，由广州市市政集团有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：广州市越秀区环市东路 338 号，邮政编码：510060；电子邮箱：1271535624@qq.com），以供修订时参考。

主编单位：广州市市政集团有限公司

广州市市政公路协会

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

中国工程建设标准化协会标准

目　　次

1　总则 **7**

2　术语与符号 **8**

2.1　术语 8

2.2　符号 9

3　基本规定 **11**

4　设计 **13**

4.1　一般规定 13

4.2　管道结构设计 14

4.3　施工工艺设计 15

4.4　水力计算 24

5　施工 **26**

5.1　一般规定 26

5.2　施工准备 26

5.3　设备选型 28

5.4　气动碎裂管法 30

5.5　静拉碎裂管法 32

5.6　液压碎裂管法 34

5.7　短管置换法 34

5.8　质量检验 36

6　功能性试验与工程验收 **39**

6.1　一般规定 39

6.2　功能性试验 39

6.3　工程验收 40

附录 A　碎裂管法管道置换施工作业记录单 **42**

本规程用词说明 **47**

引用标准名录 **48**

条文说明 **49**

中国工程建设标准化协会标准

Contents

1 General provisions 7

2 Terms and symbols 8

2.1 Terms 8

2.2 Symbols 9

3 Basic requirements 11

4 Design 13

4.1 General requirements 13

4.2 Pipeline structure design 14

4.3 Construction technology design 15

4.4 Hydraulic calculation 24

5 Construction 26

5.1 General requirements 26

5.2 Preparation for construction 26

5.3 Equipment selection 28

5.4 Pneumatic pipe bursting method 30

5.5 Static pulling pipe bursting method 32

5.6 Hydraulic pipe bursting method 34

5.7 Short pipe bursting method 34

5.8 Quality inspection 36

6 Functional test and engineering acceptance 39

6.1 General requirements 39

6.2 Functional trials 39

6.3 Engineering acceptance 40

Appendix A Pipeline replacement construction record sheet of pipe bursting method 42

Explanation of wording in this standard 47

List of cited standards 48

中国工程建设标准化协会标准

Addition: Explanation of provisions..... 49

中国工程建设标准化协会标准

1 总则

1.0.1 为规范城镇排水管道碎裂管法修复工程技术，做到安全适用、技术先进、经济合理、保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇排水管道碎裂管法修复工程的设计、施工与验收。

1.0.3 碎裂管法可用于 DN100~DN1200 的塑料管、混凝土管、陶土管、钢管、球墨铸铁管等管道的修复，加劲管道应经过评估后采用碎裂管修复工艺。

1.0.4 城镇排水管道碎裂管法修复工程的设计、施工与验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

中国工程建设标准化协会标准

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 碎裂管法 pipe bursting method

采用碎裂管设备从内部破碎或割裂原有管道，将原有管道碎片挤入周围土体形成管孔，并同步置入新管道的方法。

2.1.2 气动碎裂管法 pneumatic pipe bursting method

利用气动锤的冲击力从旧管的内部将其破碎，并将破碎的管道碎片挤入到周围的土层中，同时将新管或套管从气动锤的后面置入，完成管道更换的方法。

2.1.3 静拉碎裂管法 static pulling pipe bursting method

在静拉力的作用下，利用切割刀具等装置破碎原有管道，并利用扩管头将管孔扩大，并同步置入新管道的方法。

2.1.4 液压碎裂管法 hydraulic pipe bursting method

利用液压碎管设备的扩张力将旧管破碎，并将破碎的管道碎片挤入到周围的土层中，利用作用于管道前端/后端的拉力/推力同步将新管置入，完成管道更换的方法。

2.1.5 短管置换法 short pipe bursting method

利用现有检查井空间，采用小型气动、静拉或液压碎裂设备将原有管道破碎，并同步将短管置入原有管位的方法。

2.1.6 脆性管道 brittle pipe

受到径向力作用时，具有低断裂伸长率特性的管道。主要包括石棉水泥管（ACP 管）、混凝土管（CP 管）、钢筋混凝土管（RCP 管）、聚合物混凝土管（PCP 管）、灰口铸铁管（CIP 管）、陶土管（VCP 管）等。

2.1.7 延性管道 ductile pipe

受到径向力作用时，具有较大断裂伸长率特性的管道。主要包括钢管、不锈钢管、球墨铸铁管、PE 实壁管、PE 波纹管、高密度聚乙烯管（HDPE 管）、聚丙烯管（PP 管）、玻璃钢管、玻璃钢夹砂管、聚氯乙烯管（PVC 管）、CIPP 管等。

中国工程建设标准化协会标准

2.2 符号

2.2.1 材料性能及承载力

f_n——管材的纵向抗压强度设计值；

R——管道结构的抗力强度设计值；

γ_{pr}——更换管道容重；

σ_{1e}——旧管材料强度；

σ_T——土层压力；

2.2.2 作用效应

F_f———爆管施工的摩擦力；

Fp———爆管所需总拉力；

F_{bp}——爆破力平行于管道方向的分力；

F_{scp}——土层压力平行于管道方向的分力；

[N]——管材允许顶力；

S——作用效应组合的设计值；

2.2.3 几何参数

A——水流有效断面面积；

A_0——管材环向最小截面面积；

D_0——更换管管道外径；

SDR——管道的标准尺寸比（D_0/t）；

t——更换管管道壁厚；

2.2.4 计算系数及其他

C_b——爆破力修正系数；

C_f——摩擦力修正系数；

C_{sc}——土层压力修正系数；

f_{bl}——经验破管长度因子；

f_{np}——管片破碎系数；

f_{scl}——土体压缩受限因子；

中国工程建设标准化协会标准

I——水力坡降；

n——粗糙系数；

Q——设计流量；

R——水力半径；

α_k——荷载不确定因子；

v——流速；

ϕ_p——拉力降低因子；

μ_{sp}——管土表面摩擦系数；

η——不同管材的折减系数；

γ_0——管道的重要性系数。

中国工程建设标准化协会标准

3 基本规定

3.0.1 碎裂管法修复工程宜按检测、评估、设计、施工、验收的步骤实施。

3.0.2 待修复管道的检测与评估应符合现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的规定。

3.0.3 工程所用主要原材料的性能应符合国家现行产品标准的相关规定，出厂合格证明、检验报告应齐全、准确。

3.0.4 凡涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的材料、产品，应按各专业工程施工规范、验收规范和设计文件的规定进行复验，并应经监理工程师检查认可。

3.0.5 工程实施前应查明原有管线的材质、性能与破坏情况、工程地质和水文地质条件，并应获得管道沿线 1.5m~2.5m 范围内的地下管线资料以及建筑物或构筑物的类型及状态。

3.0.6 利用碎裂管法修复的排水管道，其结构设计工作年限不得低于 50 年。

3.0.7 碎裂管法工艺的选择应考虑地质条件、地下水情况、管道扩容量、新管类型、旧管道状况、管道埋深和临近地下管线和建（构）筑物的分布情况等因素，根据对管道的破碎方式可采用气动碎裂管法、静拉碎裂管法和液压碎裂管法等。

3.0.8 在施工场地受限、无法实现工作坑开挖的区域可采用短管置换法。

3.0.9 碎裂管法施工前应对在役管道进行碎裂管施工安全性评估，施工不得影响周围管线与设施。施工前应对临近地下管线及地下设施采取专项保护措施。

3.0.10 施工单位应具备相应资质，施工人员应经培训；施工设备应满足施工要求。

3.0.11 施工前，应对新管材进行结构性能检验，且管材的抗拉压承载力应满足施工要求和本规程的相关规定。

3.0.12 修复工程施工应满足有限空间作业安全要求。

3.0.13 当管道内需采取临时排水措施时，应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定对原有管道进行封堵，并应符合下列规定：

1 当管堵采用充气管堵时，应随时检查管堵的气压，当管堵气压降低不满足施工要求时应补气；

2 当管堵上、下游有水压力差时，应对管堵进行支撑，管径大于 800mm 的管道，宜采用固定式封堵；

中国工程建设标准化协会标准

3 当管堵使用大于 2d 时，宜在上游增设固定式管堵；

4 临时排水设施的排水能力应满足修复工艺的施工和检测要求；

5 污水应合规处置，不得随意排入自然水体。

3.0.14 施工单位应遵守国家和地方政府有关环境保护的法律、法规，应控制施工现场的粉尘、废气、建筑垃圾、污水、光污染、噪声等对环境造成污染和危害。

中国工程建设标准化协会标准

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 碎裂管法修复工程设计应依据检测报告和评估结果进行。

4.1.2 碎裂管法修复工程设计应包括管道结构设计、施工工艺设计与水力计算等。

4.1.3 碎裂管法可实施等直径管道更换或增大直径管道更换。当管道周围为坚硬土质或砂卵砾石地质条件时，不宜进行扩径管道置换。

4.1.4 使用碎裂管法设计前应对原管道的结构状态、布设情况、支管连接和附属连接设施进行检测与评估。

4.1.5 根据碎裂管施工工艺特点、材质的力学性能原管道可按照表 4.1.5 分为脆性管道和延性管道。

表 4.1.5 原管道按照管材的力学性能分类

管 道 类 型	脆 性 管 道	延 性 管 道
石棉水泥管（ACP 管）	√	-
混凝土管（CP 管）	√	-
钢筋混凝土管（RCP 管）	√	-
聚合物混凝土管（PCP 管）	√	-
陶土管（VCP 管）	√	-
灰口铸铁管（CIP 管）	√	-
聚氯乙烯管（PVC 管）	-	√
玻璃钢管/玻璃钢夹砂管（FRP 管、GRP 管、RPMP 管）	-	√
钢管或不锈钢管	-	√
球墨铸铁管	-	√
高密度聚乙烯管（HDPE 管）	-	√
PE 实壁管	-	√
PE 波纹管	-	√
CIPP 管	-	√
聚丙烯管（PP 管）	-	√
钢带增强型 HDPE 管	-	√
预应力钢筒混凝土管（PCCP 管）	-	√

中国工程建设标准化协会标准

4.1.6 新管道结构设计应满足现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332的规定外，尚应计入管道在置换过程中承受最大牵拉力或顶推力作用。

4.2 管道结构设计

4.2.1 管道结构上的作用，按其性质可分为永久作用和可变作用两类：

1 永久作用应包括结构自重、土压力（竖向和侧向）、管道内的水容重、地基的不均匀沉降和管轴线偏差引起的纵向作用等。

2 可变作用应包括地面人群荷载、地面堆积荷载、地上车辆荷载、温度变化、压力管道内的静水压（运行工作压力或设计内水压力）、管道运行时可能出现的真空压力、地表水或地下水的作用、施工荷载（包括拉力、顶力）等。

4.2.2 管道结构设计时，对不同的作用应采用不同的代表值。

1 对永久作用，应采用标准值作为代表值；对可变作用，应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值。

2 可变作用组合值，应为可变作用标准值乘以作用组合系数；可变作用准永久值，应为可变作用标准值乘以作用的准永久值系数。

3 当管道结构承受两种或两种以上可变作用时，承载能力极限状态设计或正常使用极限状态按短期效应的标准组合设计，可变作用应采用标准值和组合值作为代表值。

4 正常使用极限状态考虑长期效应按准永久组合设计，可变作用应采用准永久值作为代表值。

4.2.3 管道结构的强度计算应采用下列极限状态计算表达式：

$$\gamma_0 S \leq R \qquad (4.2.3)$$

式中 γ_0——管道的重要性系数；

S——作用效应组合的设计值；

R——管道结构的抗力强度设计值。

表 4.2.3 管道的重要性系数 γ_0

安全等级 / 重要性系数	一级	二级
	破坏后果很严重	破坏后果严重

中国工程建设标准化协会标准

γ_0	1.1	1.0

4.2.4 管道结构上作用代表值、作用效应组合的设计值、永久作用与可变作用的分项系数应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的相关规定。

4.2.5 对各种材料和相应的成型工艺制作的圆管，其强度标准值应按国家现行的标准采用。

4.2.6 对埋设在地表水或地下水以下的管道，应根据设计条件计算管道结构的抗浮稳定。计算时各项作用均应取标准值，并应满足抗浮稳定性抗力系数不低于 1.10。

4.2.7 更换管道应结合施工工法进行施工阶段新管道的结构强度验算。

4.2.8 管道结构上覆土压力作用应按管道更换后土体的容重计算。

4.2.9 一次性更换管段的长度设计应考虑管材、管径、摩擦性能、周围土质和原管道特征等因素。

4.3 施工工艺设计

4.3.1 工作坑应满足碎裂管法施工空间和受力要求，工作坑的基坑支护应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

4.3.2 采用短管置换法施工前，应在检查井内设置可靠的承力靠背墙，靠背墙宜采用厚壁弧形钢板制成，并保持与检查井内壁弧度相一致。当靠背墙无法满足承载力要求时，应考虑设置独立承压或与检查井联合承压式的承力墙，宜采用井底打桩、井底浇筑或对井壁加固等方式。

4.3.3 碎裂管法施工应结合原管道材质选用不同的施工工艺，并应符合表 4.3.3 的规定。

4.3.3 不同管材对应的碎裂管工艺选择

类型	旧管道	气动碎裂管法	静拉碎裂管法	液压碎裂管法
脆性管道	混凝土管（CP 管）	√	√	√
	钢筋混凝土管（RCP 管）	√	√	√
	聚合物混凝土管（PCP 管）	√	√	√
	石棉水泥管（ACP 管）	√	√	√
	陶土管（VCP 管）	√	√	√
	灰口铸铁管（CIP 管）	√	√	√
延性管道	聚氯乙烯管（PVC 管）	√	√	×

中国工程建设标准化协会标准

	钢管或不锈钢管	√	√	×
	球墨铸铁管	√	√	×
	PE 实壁管	√	√	×
	PE 波纹管	×	√*	×
	高密度聚乙烯管（HDPE 管）	√	√	√
	玻璃钢管/玻璃钢夹砂管	√	√	√
	CIPP 管	√	√	×
	聚丙烯管（PP 管）	√	√	×
	预应力钢筒混凝土管（PCCP 管）	×	×	×
	钢带增强型 HDPE 管	×	×	×

注：①表中“√*”为有条件制约因素，部分可行。当采用静拉碎裂管实施 PE 波纹管更换时，受限于地质条件，当管道周围为流砂或者淤泥时，不宜采用此工艺；

②上述表格中“√”表示适用、“×”表示不适用；

③对于某些管道，如预应力钢筒混凝土管（PCCP）、钢带增强型 HDPE 管、阀门、不锈钢压箍、修复镶条、点状修补位置等管道一般不宜采用碎裂管施工工艺。

4.3.4 碎裂管法施工设备宜综合原管道管径、土质特点、管段长度及周边环境等因素的影响选择，并宜符合表 4.3.4-1 至 4.3.4-3 的规定，土质分类应符合表 4.3.4-4 的规定。

表 4.3.4-1 气动碎裂管法设备参数推荐值

气动锤外径尺寸(mm)	管径范围			一次长度		土质	
	适用管径（内径)范围（mm）	同径置换	扩径置换	同径置换（m)	扩径置换(m)	同径置换	扩径置换
180	200～300	√	√	＜90	＜60	一类、二类、三类、四类	一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；
270	300～400	√	√	＜120	＜90		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；
350	400～700	√	√	＜150	＜120		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；

中国工程建设标准化协会标准

450	700～900	√	√	＜130	＜100		一类、二类可扩径 1 个名义尺寸级差；三、四类土不可扩径置换
600	900～1200	√	√	＜120	＜90		不可扩径置换

注：1　采用二个名义尺寸极差扩径时，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

2　当施工土质为三类土时，扩径施工，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

3　当施工土质为四类土时，不宜进行扩径施工；同径施工，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

4　表中名义尺寸级差为 100mm；

5　表中“√”代表适用，“×”代表不适用；

表 4.3.4-2　静拉法碎裂管法设备参数推荐值

设备回拖拉力（kN）	管径范围			一次长度		土质特征适应性	
	适用管径（内径）范围（mm）	同径置换	扩径置换	同径（m)	扩径(m)	同径置换	扩径置换
200	50～200	√	√	＜30	＜25	一类、二类、三类、四类	一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；扩径后管径尺寸≥200
400	200～300	√	√	＜60	＜45		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；扩径后管径尺寸≥350
800	300～500	√	√	＜90	＜60		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；扩径后管径尺寸≥600
1250	500～700	√	√	＜120	＜90		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；扩径后管径尺寸≥700
2500	700～800	√	√	＜150	＜120		不可扩径置换

注：1　采用二个名义尺寸极差扩径时，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

2　当施工土质为三类土时，扩径施工，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

3　当施工土质为四类土时，不宜进行扩径施工；同径施工，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

4　表中名义尺寸级差为 100mm；

5　表中“√”代表适用，“×”代表不适用。

4.3.4-3　液压法碎裂管法设备参数推荐值

扩张力（kN)	顶推力（kN）	管径范围			一次长度		土质特征适应性	
		适用管径（内径）范围（mm）	同径置换	扩径置换	同径（m）	扩径(m)	同径置换	扩径置换

中国工程建设标准化协会标准

200	200	300	√	√	＜30	＜25	一类、二类、三类、四类	一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；
300	400	400	√	√	＜60	＜45		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；
350	800	500	√	×	＜90	＜60		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；
400	1250	600	√	×	＜120	＜90		一类、二类可扩径 2 个名义尺寸级差；三类土可扩径 1 个名义尺寸级差；

注：1　采用二个名义尺寸极差扩径时，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

2　当施工土质为三类土时，扩径施工，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

3　当施工土质为四类土时，不宜进行扩径施工；同径施工，需要进行现场试验段，确定一次施工长度；

4　表中名义尺寸级差为 100mm；

5　表中“√”代表适用，“×”代表不适用。

表 4.3.4-4　土质分类标准

土的分类	土的级别	土的名称	坚实系数	密度(kg/m^3)	开挖方法及工具
一类（松软土）	Ⅰ	砂土、粉土、冲积砂土层；疏松的种植土、淤泥（泥炭）	0.5~0.6	600~1500	用锹、锄头挖掘，少许用脚蹬
二类（普通土）	Ⅱ	粉质粘土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；粉质混卵（碎）石；种植土、填土	0.6~0.8	1100~1600	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松
三类（坚土）	Ⅲ	软及中等密实粘土；重粉质粘土、砾石土；干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质粘土，压实的填土	0.8~1.0	1750~1900	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
四类(砂砾坚土)	Ⅳ	坚硬密实的粘性土或黄土；含碎石、卵石的中等密实粘性土或黄土；粗卵石；天然级配砾石；软泥灰岩	1.0~1.5	1900	整个先用镐、撬棍，后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类（软石）	Ⅴ~Ⅵ	硬质粘土；中密的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩；软石灰岩及贝壳石灰岩	1.5~4.0	1100~2700	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法

燃协会标准

注：五类土以上，均为岩石类，在本标准中无法实施。

4.3.5 当施工场地受限，采用短管置换方式进行碎裂管施工时，碎裂管设备参数宜参照表4.3.5选用。

表 4.3.5 短管置换法设备参数推荐值

设备回拖力（kN）	管径范围			一次长度		土质特征适应性	
	适用管径（内径）范围（mm）	同径置换	扩径置换	同径（m）	扩径(m)	同径置换	扩径置换
400	100～200	√	√	＜30	＜30	一类、二类、三类、四类	一类、二类可扩径2个名义尺寸级差；三类土可扩径1个名义尺寸级差；
600	200～300	√	√	＜40	＜40		一类、二类可扩径2个名义尺寸级差；三类土可扩径1个名义尺寸级差；
800	300～400	√	√	＜40	＜40		一类、二类可扩径1个名义尺寸级差；
1000	400～500	√	×	＜40	＜40		不可扩径置换
1500	500～600	√	×	＜40	＜40		不可扩径置换

注：1 表中名义尺寸级差为100mm；

2 表中“√”代表适用，“×”代表不适用。

4.3.6 更新管道扩径的可行性与土质条件、管径、增加容积大小和爆管长度等多种因素有关。扩径难度宜按表4.3.6进行分类。

4.3.6 扩径三级难度分类

分类	土质条件	旧管道直径	新管道扩径	爆管长度
A	一二类土	100mm~300mm	2个名义尺寸级差扩径	小于100m
B	三类土	100mm~300mm	1个名义尺寸级差扩径	100~130m
	一二类土	400mm~600mm	2个名义尺寸级差扩径	
C	三类土	400mm~600mm	1个名义尺寸级差扩径	大于130m
	一二类土	700mm~900mm	1个名义尺寸级差扩径	

注：①A级容易，B级较难，C级最难；四类土以上条件可实现同径置换，无法实现扩径置换。

②名义尺寸级差为100mm。

4.3.7 碎裂管法置换的新管管材可选择塑料管、金属管、混凝土管等，工艺适用范围可参照表4.3.7执行。

表 4.3.7 碎裂管法置换工艺适用范围

管材类型	新管道材质	连接方式	置入方式	气动碎裂管法	静拉碎裂管法	液压碎裂管法

中国工程建设标准化协会标准

塑料管	HDPE 长管	热熔	牵拉	√	√	√
	HDPE 短管	承插/热熔	顶推	×	√	√
	PVC 短管	承插	顶推	×	√	√
金属管	钢管长管	焊接	牵拉	√	√	√
	钢管短管	承插	顶推	×	√	√
	球磨铸铁管	承插锁紧	牵拉	×	√	√
混凝土管	素混凝土管	承插	顶推	×	√	√
	钢筋混凝土管	承插	顶推	×	√	√
	聚合物混凝土管	承插	顶推	×	√	√

4.3.8 管道更新用塑料管应满足下列要求：

1 塑料管主要包括高密度聚乙烯管（HDPE 管）和聚氯乙烯管（PVC 管）；

2 铺设管道期间，拉力不应超过新管道的允许拉力；

3 HDPE 管可使用多种碎裂管工艺，包括气动碎裂管法、静拉碎裂管法、液压碎裂管法等；

4 塑料管连接方式包括橡胶垫圈的承插式接头、带有约束键的卡扣栓式连接、熔接接头、整体约束承插垫圈接头，当采用约束形和熔接式 PVC 接头时，应评估管道所受的拉力和弯曲荷载；

5 在管道被拖入孔内之前，应检查聚氯乙烯管（PVC 管）的每个接头和管道有无刮痕、刻槽或缺损。

4.3.9 管道更换用金属管应符合下列规定：

1 金属管包含铸铁管和钢管；

2 球墨铸铁管直径宜为 100mm~1600mm，可应用于重力流管道系统和压力流管道系统；

3 采用球墨铸铁管更换时，应对原管道周边地层进行评估；

4 应根据管径和不同的管道系统选用合适的管道接头型式；

5 应调查场地环境、土层以及腐蚀控制措施的实际防护作用；

6 钢管应做好内外部防腐蚀和防划伤措施；

7 管道更换时应采取防止管道外壁划伤措施。

中国工程建设标准化协会标准

4.3.10 当管道更换用混凝土管应满足下列要求：

1 混凝土管分为素混凝土管、钢筋混凝土管和聚合物混凝土管；

2 混凝土管直径应为 300mm~600mm，长度宜为 1m~2m；

3 混凝土管的在接头处应设计缓冲垫，在顶推力传递中，通过缓冲垫将顶推力均匀分布在接头断面上。

4.3.11 当管道更新选用 PVC 短管时，短管宜采用注塑工艺的厚壁管。

4.3.12 碎裂管法设计应考虑下列要素：

1 管道运行的设计流量、压力和温度；

2 流量变化情况（低谷/高峰、开始/结束、季节性变化）；

3 施工需要材料的选择（内外腐蚀保护、磨损参数、设计和允许拉力、管道受力参数等）；

4 其他重要的设计参数，如始发坑和接收坑的位置、布局、大小和最大爆管长度，主要与管材、设备以及场地条件有关。

4.3.13 静拉碎裂管法拉力计算应按下列公式计算：

$$\phi_{\mathrm{p}}\mathrm{F_p}=\alpha_k\left(C_f F_f+C_b F_{bp}+C_{sc}F_{scp}\right) \tag{4.3.13-1}$$

$$\mathrm{F_f}=\mu_{\mathrm{sp}}\cos\left[\arctan\left(\frac{D_{pf}-D_{Ps}}{L_p}\right)\right]\times\left[\sigma_{\mathrm{T}}\frac{\pi\, d_{or}L_p}{1000}+\frac{\pi\left(d_{or}^2-d_{ir}^2\right)}{4\times1000^2}L_p\gamma_{\mathrm{pr}}\right] \tag{4.3.13-2}$$

$$\mathrm{F_{bp}}=\frac{\tan\left(\theta_{\mathrm{n}}/2\right)\sigma_{1e}f_{np}f_{bl}t_{pe}^2}{1000} \tag{4.3.13-3}$$

$$\mathrm{F_{scp}}=\mathrm{f}_{scl}\tan\frac{\theta_{\mathrm{n}}}{2}\times\cos\left(\arctan\frac{D_{pf}-D_{Ps}}{L_p}\right)\times\sigma_{\mathrm{r}}\left\{\pi\left(d_{or}+2L_{os}\right)\left[f_{bl}t_{pe}+\frac{\frac{d_{or}}{2}+L_{os}-\frac{d_{oe}}{2}}{\tan\frac{\theta_{\mathrm{n}}}{2}}\right]/1000^2\right\} \tag{4.3.13-4}$$

式中：

F_p———碎裂管所需总拉力（kN）；

F_f———碎裂管施工的摩擦力（kN）；

F_{bp}——碎裂力平行于管道方向的分力（kN）；

中国工程建设标准化协会标准

F_{scp}——土层压力平行于管道方向的分力（kN）；

ϕ_p——拉力降低因子，宜取 0.9；

α_k——荷载不确定因子，宜取 1.1；

C_f、C_b、C_{sc}——分别为摩擦力，爆破力和土层压力修正系数；

μ_{sp}——管道外壁与土的摩擦系数，可参照表 4.3.12；

σ_T———土层压力（kPa）；

γ_{pr}——新管道容重（kN/m^3）；

σ_{1e}——原管道材料强度（kPa）；

f_{np}——管片破碎系数；

f_{bl}——经验破管长度因子；

f_{scl}——土体压缩受限因子。

其他参数见图 4.3.13。

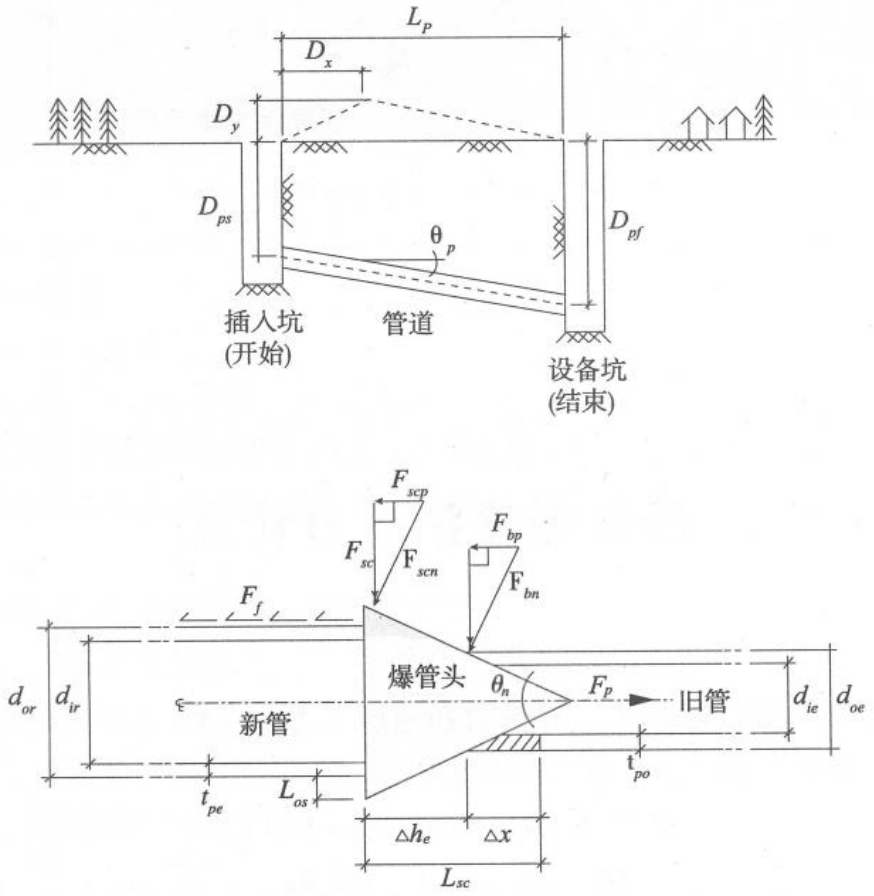

图 4.3.13　爆管路径和受力分析图

表 4.3.13　管道外壁与土的摩擦系数

岩土类别		管道类别		
		混凝土管	玻璃纤维增强塑料夹砂管	球墨铸铁管、钢管
黏性土	可塑	0.30～0.35	0.30～0.35	0.25～0.35
	硬塑	0.35～0.45	0.35～0.40	0.30～0.40
	坚硬	0.45～0.55	0.40～0.55	0.40～0.50
粉土		0.30～0.45	0.30～0.40	0.30～0.40
中砂、粗砂、砾砂		0.45～0.55	0.45～0.55	0.45～0.50
碎石土		0.45～0.60	0.45～0.55	0.45～0.55
极软岩、软岩、较软岩		0.50～0.65	0.50～0.65	0.50～0.60
表面粗糙的坚硬岩、较硬岩		0.70～0.80	0.65～0.75	0.60～0.75

4.3.14　当管道更新采用顶推方式施工时，管节允许顶力应按下式计算：

$$[N]=1000\eta f_n A_0 \qquad (4.3.14)$$

式中：$[N]$——管材允许顶力（kN）；

f_n——管材的纵向抗压强度设计值（MPa）；

A_0——管材环向最小截面面积（m^2）；

η——不同管材的折减系数，按表 4.3.14 确定。

表 4.3.14　不同管材的折减系数 η

管材类型	玻璃纤维增强塑料管	混凝土管	球墨铸铁管或钢管	HDPE 管
折减系数	0.4	0.6	0.5	0.3

4.3.15　当管道更新采用牵拉方式施工时，管节允许拉力应按下式计算。

$$[F]=\sigma\times\frac{\pi\left(D_1^2-D^2\right)}{4N} \qquad (4.3.15)$$

式中：$[F]$——管材允许拉力（kN）；

σ——管材的屈服强度（kPa）；

D_1——管道外径（mm）；

中国工程建设标准化协会标准

D ——管道内径（mm）；

N ——安全系数，取 2.0。

4.4 水力计算

4.4.1 排水管道的流量应按下式计算：

$$Q = Av \tag{4.4.1}$$

式中：Q ——设计流量（m^3/s）；

A ——水流有效断面面积（m^2）；

v ——流速（m/s）。

4.4.2 恒定流条件下排水管道的流速应按下式计算：

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \tag{4.4.2}$$

式中：v ——流速（m/s）；

R ——水力半径（m）；

I ——水力坡降；

n——粗糙系数，可按照表 4.4.2 的规定取值。

表 4.4.2 新管道粗糙系数

管材类型	粗糙系数 n	管材类型	粗糙系数 n
混凝土管	0.013~0.014	钢管	0.012
球墨铸铁管	0.011~0.012	PVC 管、HDPE 管	0.009~0.010

4.4.3 排水管道的最大设计流速宜符合下列规定：

1 金属管道宜为 10.0 m/s；

2 非金属管道宜为 5.0 m/s，经试验验证可适当提高。

4.4.4 修复后管道的过流能力与修复前管道的过流能力的比值应按下式计算：

$$B = \frac{n_e}{n_l} \times \left(\frac{D_1}{D_E} \right)^{\frac{8}{3}} \times 100\% \tag{4.4.4}$$

式中：B ——管道修复前后过流能力比；

中国工程建设标准化协会标准

n_e——原有管道的粗糙系数；

D_1——内衬管管道内径（m）；

n_l——内衬管的粗糙系数；

D_E——原有管道内径（m）。

中国工程建设标准化协会标准

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 施工单位在开工前应编制专项施工方案。

5.1.2 施工前应对施工区域内地下设施及原管道周围的工程地质条件、水文地质条件、埋深及周边环境等进行调查，并按设计文件编制专项施工方案。

5.1.3 施工所需的设备、机具、常用物资等宜采取集成整体箱式货车管理。

5.1.4 施工场地布置与围蔽应满足施工作业、交通疏导和安全防护等要求，并应符合下列规定：

1 工作坑及围蔽宜避开交通道路口、人行通道及地下设施较为复杂的区域；

2 现场围蔽可采用高度不低于 1.8m 的专用金属定型材料围挡，围挡应连续设置，设置固定出入口。围挡外侧应悬挂醒目的安全标志、反光标记、夜间爆闪灯、警示灯等；

3 当在道路上进行围蔽时，应按照交通管理部门的要求，设置交通导行、安全警示、应急防撞设施等；

4 围蔽区域应满足工作坑安全距离、作业设备布置、吊装、管材存放与连接、导流设施布放、施工通道等要求；

5 工作基坑外沿与围蔽的最小安全距离不应小于 1.5m，作业设备及车辆与围蔽的最小安全距离不应小于 0.5m。

5.1.5 当采用扩径置换扩径难度达到 B 级以上（不包含 B 级）时，宜先实施试验段，验证施工方案的可靠性，并根据试验段的成果参数对后期实施的方案做调整。

5.1.6 碎裂管法施工过程中宜在爆管头后安装压力监测装置。

5.1.7 在碎管工具到达出管工作坑之前，施工不宜终止。

5.1.8 管道置换施工应按本规程附录 A 记录。

5.2 施工准备

5.2.1 施工前应对待置换管道的信息进行验证，并应符合下列规定：

1 利用 CCTV 或 QV 对管道内状况进行检测；

中国工程建设标准化协会标准

2　测量管段与管段之间的夹角与管道高程落差；

3　通过查阅设计及运营资料和相关单位交底，详尽调查施工场地内地下基础设施分布和具体参数；

4　观察并详细记录施工区域及周围交通、道口及地表设施分布等信息。

5.2.2　施工前应对待置换管道进行详尽调查，并绘制详细的管道信息图，具体包括下列工作内容：

1　对管道检查井从上游向下游进行调查并确定编号；

2　现场测量管道埋深、管径、管段长度、材质、检查井尺寸、管道流量及变化规律等；

3　调查分支管道接入情况以及分布走向，观察流量及变化规律；

4　调查原管道周围的土质特征及地下水分布情况。

5.2.3　施工前应根据管道调查信息合理调整施工方案，明确施工段划分，工作坑位置及支护方式，施工计划，交通疏导、施工现场占道及围蔽、封堵导流、降排水等措施。

5.2.4　在实施碎裂管法管道置换时，应对原管道及检查井进行疏通和预处理，并应符合下列规定：

1　管道清疏后应进行 CCTV 或 QV 检测，不应存在超过原管径 10%以上的污泥、污物，障碍物的粒径不宜超过 3cm；管道内应有牵引拉杆或钢丝绳穿过的通道；检查井底的污泥厚度不应超过 5cm；

2　管道及检查井清淤宜采用高压射水清洗，检查井井壁、爬梯等应无污物，清洗产生的污水或污物应从检查井排出，污物应按照现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 的有关规定处理；

3　当原管道内有钢套环、局部树脂修复环或锚杆/锚索等障碍物时，应采用专用工具或局部开挖进行清除。

5.2.5　施工前应对置换段管道及分支管线采用临时封堵导流措施，封堵导流措施应符合现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 的相关规定。

5.2.6　工作坑的规格尺寸应满足碎裂管机施工操作的要求。工作坑的开槽宜采用人工开挖；当采用机械开挖时，应先人工开挖，再机械开挖，且机械开挖的深度不得超过探坑的深度，并应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定。

5.2.7　应按照设计要求对更新管段中间的检查井与管道连接处的结构进行破除，破除后洞

口尺寸不应小于扩管头最大外沿尺寸的 1.1 倍。

5.3 设备选型

5.3.1 碎裂管施工设备的选型应依据置换管径、置换长度及土质特征等综合考虑，并应符合本规程第 4.3 节的相关规定。

5.3.2 管道更新应根据不同的管材类型选用不同的施工设备及部件，并应符合下列规定：

1 当待更新管道为脆性管道时，宜采用三角形压裂刀，在破碎头圆周方向按照 120°均匀分布（图 5.3.2-1）；

2 当待更新管道为塑料材质延性管道时，宜采用片式切刀，在破碎头圆周方向按照 180°对称布置，切刀刀片最大外沿尺寸应大于原管道外径 1.15 倍（图 5.3.2-2）。

3 当待更新管道为金属材质延性管道时，宜采用组合式圆盘滚刀组对管道进行线性破裂，最大滚刀外沿尺寸应大于原管道外径 1.2 倍（图 5.3.2-3）；

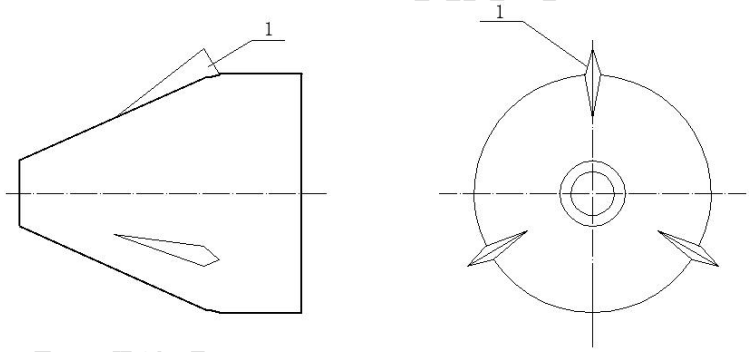

图 5.3.2-1 用于脆性管道的压裂刀

1-破碎刀具

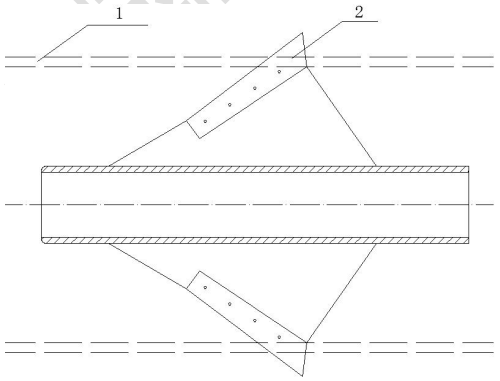

图 5.3.2-2 用于塑料延性管道的割裂刀

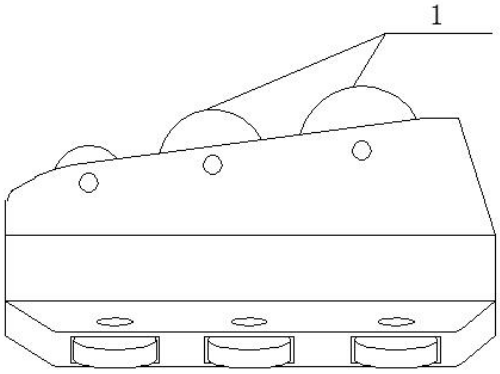

图 5.3.2-3 用于金属延性管道的割裂刀

1-原管道；2-可更换式割裂刀片　　1-滚刀盘

5.3.3　气动锤及空气压缩机的型号、参数可按表 5.3.3 选择。

表 5.3.3　气动锤与空压机型号选择

气动锤型号	180 型	270 型	350 型	450 型	600 型
适用管径	DN200～DN300	DN300～DN400	DN400～DN700	DN700～DN900	DN900～DN1200
空压机排量（m^3/min）	11	16	21	30	50

注：空气压缩机应选用工作压力为 0.7MPa 的螺杆式空压机。

5.3.4　气动碎裂管割裂爆管头组合装置，依据不同管径可分为气动锤前置式（图 5.3.4-1）和气动锤后置式（图 5.3.4-2），割裂爆管头组合装置应在施工前制作，并应与工程相适应。

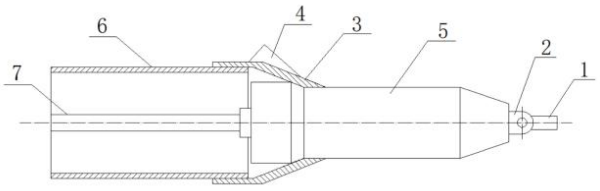

图 5.3.4-1　气动锤前置式

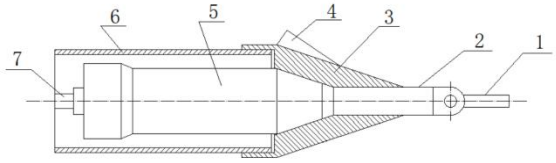

图 5.3.4-2　气动锤后置式

1—牵拉杆/索；2—牵拉连接装置；3—爆管头；4—割裂刀具；5—气动锤；6—新管道；7—供气管

5.3.5　当采用短管置换法施工时，应依据管径、材质、长度、土质特征以及检查井空间尺寸等参数配套施工设备（图 5.3.5）。

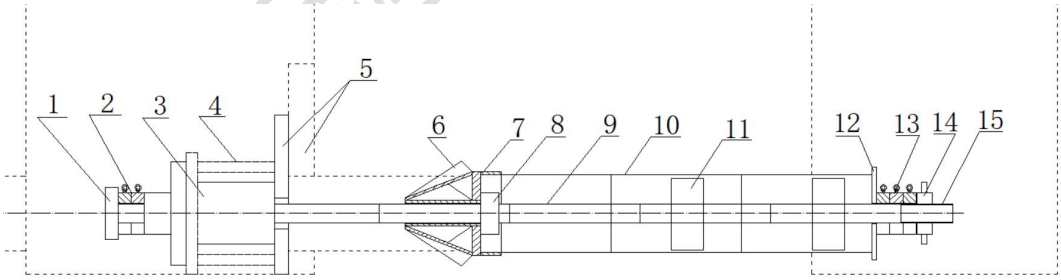

图 5.3.5　“零”开挖条件下的短管置换

1—端头承力盘；2—U 型顶铁；3—穿心千斤顶；4—顶力前支架；5—靠背墙；6—割裂刀具；7—扩管头；8—裂管头承力盘；9—传力短杆；10—新管道；11—扶正器；12—后端盖；13—U 型顶铁；14—紧固螺栓；15—紧固丝杠

5.4 气动碎裂管法

5.4.1 气动碎裂管法施工时，待更新管道与周围其他管道距离应符合下列规定：

1 不应小于 600mm；

2 实施扩径置换时，待更新管道与周围其他管道距离不应小于 900mm，并不应小于原管道直径的 1.5 倍；

3 与周围其他建筑设施的距离不应小于 2.5m，否则应采取保护措施。

5.4.2 气动碎管工具应与钢丝绳或拉杆连接，碎管过程中，应通过钢丝绳或拉杆对碎管头施加一个恒定的拉力。

5.4.3 新管道与气动锤、胀管头宜采用螺栓连接，并应在每个螺栓连接点处加缓冲套。胀管头内径应比新管道外径大 2mm-3mm，连接长度不应小于 300mm。固定连接螺栓应采用 4.8 级以上沉头螺栓、垫片组合，螺栓规格应不低于 M12，螺栓间距沿扩孔头周长不应小于 250mm，并应按照梅花状布设。

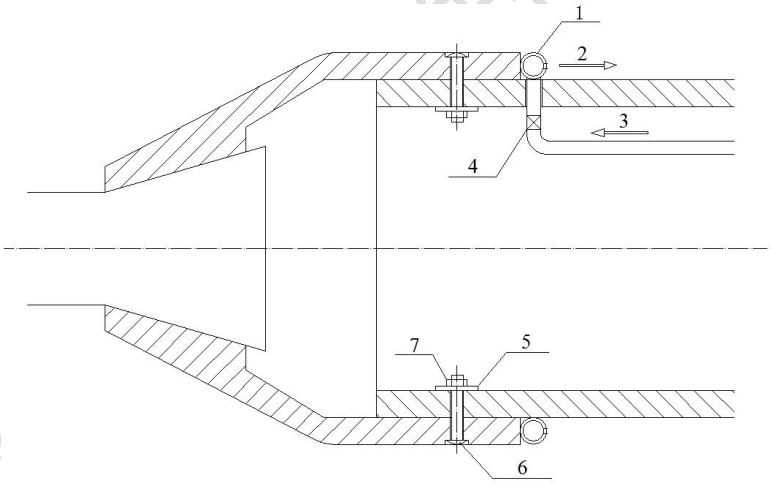

图 5.4.3 胀管头与新管连接及注浆管设置示意图

1-环形注浆管；2-注浆口及注浆方向；3-注浆管；4-单向阀；5-压紧厚壁垫片；6-沉头螺栓；7-紧固螺母

5.4.4 新管道连接前应进行外观检查，管道外表面划痕深度不应大于壁厚的 5%，HDPE 系列管道不应有过度弯曲导致的屈曲，管道内表面不应有任何磨损和切削。

5.4.5 新管道的连接应依据现场状况选择在碎裂管实施前一次性全段焊接或碎裂管实施过程中分段即时焊接；当对压力排水管道置换时应提前一次性完成焊接，并对新管道打压后再实施置换。

5.4.6 当采用连续 HDPE 管置换时，应采用热熔焊接，焊接质量应符合国家现行标准《塑

料管材和管件聚乙烯（PE）管材/管件热熔对接组件的制备操作规范》GB 19809 与《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143 的相关规定，热熔时应对焊口外卷边进行剔除；

5.4.7 当采用连续钢管置换时，管道和焊口应采取防腐措施，管道焊接应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 相关规定。

5.4.8 管道拉入过程中宜采用注浆润滑措施，注浆管宜按图 5.4.3 布置。

5.4.9 注浆材料应符合下列规定：

1 应根据地层条件和原有管道周围的环境确定润滑泥浆的混合成分、掺加比例以及混合步骤；

2 当地层为砂层或砾石层等粗粒土层时，宜使用膨润土润滑剂；当地层为细粒土层和黏土层时，宜使用膨润土和聚合物的混合润滑剂。

3 短距离的管道置换可选择在新管外壁涂抹润滑剂或加热后的石蜡等。

5.4.10 在气动碎裂新管置入过程中，应密切观察新管置入速度的变化情况，当速度突然陡降时，应立即停止施工，查明原因或排除障碍后方可继续施工。

5.4.11 在新管道置入就位后，新管道与检查井之间的环状间隙应采用具有微膨胀的高强度灌浆料进行注浆填充，并应对内表面做防水处理。恢复原检查井流槽及井内附属设施应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 规定。

5.4.12 管段碎裂施工完成后，相邻施工段之间的合拢对接应符合下列规定：

1 当 HDPE 管道采用热熔套连接时，应符合现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143 的相关规定；

2 当 HDPE 管道采用不锈钢卡箍连接时，不锈钢卡箍内衬应为橡胶防水套。不锈钢卡箍安装完成后，应在接头处绑扎钢筋格栅并制作混凝土包封加固，混凝土包封外沿尺寸均应大于不锈钢卡箍最大尺寸 20cm 以上。

3 当采用钢管置换时，应采用短管对接，管道防腐和焊接应符合本规程第 5.4.7 的规定；

4 管道合拢对接完成后应对管道高程进行复核，并应对管道底部和两侧进行可靠固定，并按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定回填。

5.5 静拉碎裂管法

5.5.1 在静拉碎裂管机前端应提前制作或使用可靠的靠背墙，靠背墙与拉杆应处于 90°垂直，偏差不应大于 2°，靠背墙的结构及尺寸应根据管道置换中最大的回拖力设计，确保施工时不发生位移或破损。

5.5.2 施工时，待更新管道与周围其它管道和设施的安全距离不应小于 300mm，当实施扩径置换时，安全距离不应小于 600mm，并不应小于 2 倍原管道直径。当安全距离不足时应局部开挖释放土层应力，并应对周边管道和设施采取保护加固措施。

5.5.3 碎裂管机安装时，拉杆与原管道轴线位置误差应小于±2cm，且拉杆与原管道轴线夹角不应大于 2°。

5.5.4 管道拉入过程中可采用注浆润滑措施，注浆材料应符合本规程第 5.4.8 的规定。

5.5.5 胀管头与新管道之间应建立可靠连接，宜采用螺栓连接或专用接口，并应符合本规程 5.4.3 的规定。

5.5.6 当采用 HDPE 或钢管长管置换时，管道连接与合拢应符合本规程第 5.4 节的相关规定。

5.5.7 当新管材为球磨铸铁管时，其连接应符合下列规定：

1 球墨铸铁管的接口型式分为柔性接口、自锚接口和法兰接口，破裂管施工时，宜采用内自锚接口，或宜符合现行团体标准《给水排水工程微型顶管技术规程》T/CECS 1113 规定的微型顶管产品。内自锚接口的示意图见 5.5.7；

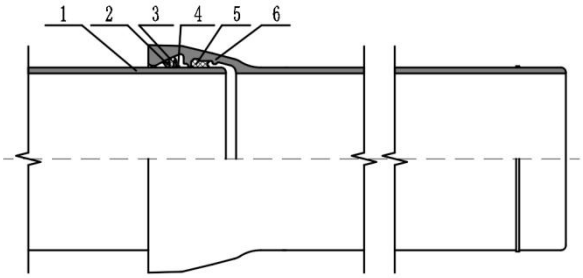

图 5.5.7 内自锚接口

1—插口；2—挡环；3—支撑体；4—焊环；5—密封胶圈；6—承口

2 自锚接口性能应符合现行国家标准《球墨铸铁管线用自锚接口系统 设计规定和型式试验》GB/T 36173 的相关规定，自锚接口的最大允许拉力值应不低于表 5.5.7-2 的相关规定；

中国工程建设标准化协会标准

表 5.5.7　碎裂管法用自锚接口最大允许拉力值

规格	允许拉力/kN
100	43
150	90
200	120
250	180
300	250
350	330
400	400
450	480
500	640
600	820
700	960
800	1180
900	1400
1000	1650
1200	2000

注：1　采用较大拉力时，向球墨铸铁管制造商咨询，球墨铸钦管制造商可提供最大允许拉力推荐值；

2　增加管子壁厚是提高允许拉力的一种方法。如采用该方法，宜注意承口的力学适应性。

3　自锚接口管道与普通接口球墨铸铁管道连接时，可对自锚管道承插口进行转换或者切除后再利用承套管件进行对接；

4　自锚管道与其他管材连接宜采用法兰盘管件进行对接；

5　原管道检查井位置需要连接支管时，应根据支管大小布置三通管件进行连接，三通管件接口形式应根据待连接管道材质选用承插接口或法兰盘接口；

6　球墨铸铁管宜采用承套等连接件进行合拢；

7　球墨铸铁管的回填应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定。

5.5.8　在新管置入过程中，应密切观察新管拉入过程中拉力的变化情况，当出现拉力突然陡增或陡降时，应立即停止施工，查明原因或排除障碍后方可继续施工。

中国工程建设标准化协会标准

5.5.9 当置换更新 HDPE 双壁波纹排水管发生原管道堆积无法继续牵拉时，应局部开挖清除堆积物后方可继续牵拉。

5.6 液压碎裂管法

5.6.1 液压碎裂管法置换可适用于管径不大于 DN600 的管道置换。

5.6.2 液压碎裂管法置换施工前应对管道外部进行详细勘察。

5.6.3 施工时，待更新管道与周围其它管道和设施的安全距离不应小于 300mm，当实施扩径置换时，安全距离不应小于 600mm，并不应小于 2 倍原管道直径。当安全距离不足时应局部开挖释放土层应力，并应对周边管道和设施采取保护加固措施。

5.6.4 施工前应紧固导向轮支架，支架背面应紧贴检查井内壁，必要时应加强井壁强度，确保支架有足够的承载力。

5.6.5 液压碎裂管法置换管道宜使用无缝环链作为牵引连接。当牵引液压缸压力表出现陡升时，应立即停止牵引，待驱动液压胀管器膨胀一个循环后方可继续牵引。

5.6.6 油缸顶入速度与碎裂胀管器牵引速度应保持基本一致。

5.6.7 当更新管道采用 HDPE 长管或钢管置换时，新管道的连接特点应符合本规程第 5.4 节的相关规定；当更新管道采用球墨铸铁管置换时，管道连接与合拢应符合本规程第 5.5.7 节的相关规定。

5.6.8 与液压胀管器连接的高压油管每段长度应控制在 10m-15m，并用液压专用高压快速接头连接，可根据修复管道长度自由增减。

5.6.9 根据待更新管道检查井尺寸大小，可选择不同长度的顶推油缸，建议使用插入式钢制管帽顶住新建管道末端，以免损坏管道接口。

5.6.10 当采用液压碎裂管法变径修复时，变径不宜超过原管径 200mm。

5.7 短管置换法

5.7.1 短管置换施工安装钢制靠背墙时应保证与管道轴线垂直，误差不超过±2°，并应采用高强度水泥砂浆将钢制靠背与检查井之间的间隙填充密实。

5.7.2 安装顶力前支架和穿心千斤顶时，传力短杆中心与原管道轴线应一致，偏差不应超

中国工程建设标准化协会标准

过管径的±2.5%，固定安全可靠。

5.7.3 裂管头承力盘与扩管头之间应设置定位卡槽或定位销，在回拉扩管过程中扩管头不得随意转动。

5.7.4 扩管头与第一节短管管道的连接应采用承插连接，扩管头内径应比短管外径大2mm~3mm，承插口接合长度应大于置换管段长度的 0.5%；在置换施工时，管道应压紧连接，并应通过紧固丝杆、紧固螺栓、“U”型顶铁和后端盖保持短管之间稳固连接。

5.7.5 新管道连接应符合下列规定：

1 当采用 HDPE 或 PVC 短管置换时，应采用承插式过盈配合倒楔设计（图 5.7.5），插口外径边界尺寸应大于承口内径外边界尺寸，安装时应在承插口处涂刷防水结构胶；

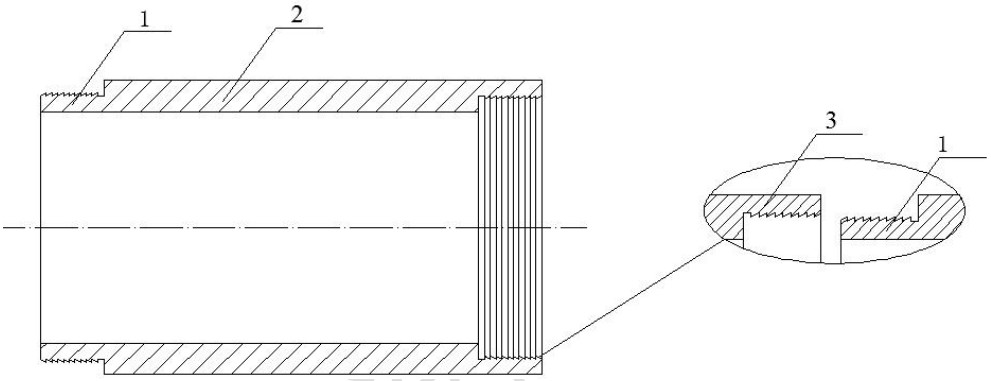

图 5.7.5 承插口过应配合倒楔连接

1-承口倒楔连接；2-新管道；3-插口倒楔连接

2 当采用钢短管承插连接时，宜作为管道预修复措施，短管置换完成后，应对管内壁作整体内衬修复或涂层防腐；

3 当采用钢短管焊接连接时，焊口应做防腐处理，焊接应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 相关规定；

4 当采用顶推式球墨铸铁管或高强度混凝土短管时，应在承插口处安装防水密封胶圈，在接口端面处安装传力缓冲垫。

5.7.6 HDPE 短管置换施工时，宜考虑在短管内设置扶正器，扶正器应与回拉短杆同轴组合安装。扶正器外圆尺寸不应大于短管内径的 96%，扶正器宜 2m-3m 米安装一个，并应设置于接口处。

5.7.7 当碎裂管施工前端拉力较大时，可采用拉顶结合工法，在短管后端安装液压千斤顶

实施顶力辅助。千斤顶应通过定制的顶铁将顶力施加在后端盖与短管结合面处。

5.7.8 施工时宜采取减阻措施，短距离的置换宜在短管外部涂抹润滑剂。在对较大管径或较长距离管段实施置换时应采用注浆措施，注浆应符合本规程 5.4.8 条的规定。

5.7.9 短管置入后，管道与检查井周围间隙的注浆填充应符合本规程 5.4.11 的规定。

5.8 质量检验

Ⅰ 主控项目

5.8.1 管材、附件、原材料的规格、尺寸应符合设计文件和相关产品现行国家标准的规定，质量保证资料应齐全。

检验方法：检查质量保证资料、出厂检验报告。

检查数量：全数检查。

5.8.2 管材、附件、主要材料的主要技术指标经进场复检应符合设计文件的规定。

检验方法：检查取样检测记录、进场复检报告。

检查数量：同一生产厂家、同一批次产品现场取样不少于 1 组；在施工现场管材、型材、主要材料有再形变过程或需分段连接的，同一生产厂家、同一批次产品、每一个加工批次均应按设计要求进行性能复测。

5.8.3 工作坑的施工质量验收应按国家现行标准《钢围堰工程技术标准》GB/T 51295 与《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定执行。

5.8.4 HDPE 管道连接接头应按现行国家标准《给水用聚乙烯（PE）管道系统　第 5 部分：系统适用性》GB/T 13663.5 的规定做外观检测。

5.8.5 球墨铸铁管接口性能应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件及附件》GB/T 13295 和《球墨铸铁管线用自锚接口系统设计规定与型式试验》GB/T 36173 的相关规定。

检验方法：检查工程试验检测报告。

检查数量：全数检查。

5.8.6 钢管管道连接接头焊缝检测应合格，并应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 相关规定。

中国工程建设标准化协会标准

检验方法：检查检测报告。

检查数量：全数检查。

5.8.7 碎裂管法施工前后，应检测管节及接口有无划痕、刻槽、破损等，管道壁厚损失不得大于 5%，接口不得破裂。

检验方法：施工前观察管节及接口。

检查数量：全数检查。

5.8.8 应对修复工艺特殊需要的施工过程中的检查验收资料进行核实，并应满足设计和施工工艺的要求，记录应齐全。

检验方法：检查施工记录。

检查数量：全数检查。

Ⅱ 一般项目

5.8.9 管道内衬管内壁表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、变形、错台等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷。

检验方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 检测记录等。

检查数量：全数检查。

5.8.10 新管道端口不得存在渗漏、土体松散现象。

检验方法：检查注浆记录及 CCTV 检测。

检查数量：全数检查。

5.8.11 钢管防腐层及焊缝处的外防腐层质量验收合格；

检查方法：观察；

检查数量：全数检查。

5.8.12 管道内应清洁，无杂物、油污；

检查方法：观察。

5.8.13 置入的新管，不得出现脱节、渗漏现象，错口量不超过壁厚的 10%，长管置换对接口采用热熔套或不锈钢卡箍连接时，接口内间隙不应大于 2cm，不得出现漏水，外部填充物或混凝土内溢等现象。

5.8.14 排水管道碎裂管法施工完成后，新管道底部高程与原管道底部高程偏差不应超过 1

中国工程建设标准化协会标准

倍的新管道壁厚加±1cm。

5.8.15 检查井不得出现因施工导致的破裂、损坏、沉降、移位等缺陷，内部溜槽、附件应恢复完备。

检验方法：观察；检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

5.8.16 新管道与检查井连接处向外延伸 100cm 内管底不得存在空洞或不密实现象；新管道外壁与检查井连接处的施工面应密实，不得存在空洞，渗漏现象。

检验方法：观察；检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

中国工程建设标准化协会标准

6　功能性试验与工程验收

6.1　一般规定

6.1.1　采用碎裂管法修复管道后，应进行功能性试验与工程验收。

6.1.2　管道功能性试验除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

6.1.3　各施工工序应按施工技术标准进行质量控制，每道施工工序完成后，应经验收合格后，才能进行下道工序施工。各专业工种之间的相关工序应进行交接检验，并应记录。

6.2　功能性试验

6.2.1　管道功能性试验应满足设计要求，并应符合下列规定：

1　压力管道应进行水压试验，试验合格的判定依据分为允许压力降值和允许渗水量值；设计无要求时，应根据实际情况选用其中一项值或同时采用两项值作为试验合格的判定依据；

2　无压管道应进行严密性试验，分为闭水试验和闭气试验两种；设计无要求时，应根据实际情况选择闭水试验或闭气试验。

6.2.2　试验用水宜使用市政供水或河水，并应做好试验用水的引接、排放方案。

6.2.3　管道功能性试验的试验压力、试验程序和试验合格判定标准应符合国家现行标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》GJJ/210 和《排水球墨铸铁管道工程技术规程》T/CECS 823 的相关规定。

6.2.4　无压管道闭气试验应采取下列安全措施：

1　应按安全操作规程安装、约束和固定所有橡胶充气堵头；充气加压前，应检查所有堵头的固定情况；

2　堵头加压过程中，禁止任何人进入检查井内或堵头突然弹出的可能范围内；

3　闭气试验完成后，打开放气阀并排出所有空气；在管道内气压未降至大气压之前，不得取下堵头。

中国工程建设标准化协会标准

6.3 工程验收

6.3.1 施工前，施工单位应会同建设单位、质监单位、监理单位确认构成建设项目的单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批，作为施工质量检验、验收的基础。

6.3.2 检验批的质量验收宜由施工项目专业质量检查员填写，建设（监理）专业工程师组织施工单位项目专业质量检查员进行验收。

6.3.3 分项工程质量应由建设（监理）专业工程师组织施工单位项目技术负责人等进行验收。

6.3.4 分部工程应由建设（监理）单位项目负责人组织施工单位项目负责人和项目技术负责人等进行验收。

6.3.5 施工单位对单位工程质量自验合格后，建设（监理）单位项目负责人应依据有关法律、法规、工程建设强制性标准、设计文件及施工合同，对施工单位报送的验收资料进行审查后，组织单位工程预验。单位工程各相关参建单位应参加预验，预验程序可参照单位工程验收程序。存在施工质量问题时，应由施工单位整改。整改完毕后，由施工单位向建设单位提交工程竣工报告，申请工程竣工验收。验收报告应经该工程建设（监理）单位项目负责人签署意见。

6.3.6 建设单位收到工程竣工报告后，应由建设单位项目负责人组织监理、施工、设计、勘察等单位项目负责人进行单位工程验收，并应符合下列规定：

1 建设单位应对验收小组主要成员资格进行核查；

2 建设单位应制定验收方案，验收方案的内容应包括验收小组人员组成、验收方法等；

3 建设单位应当在单位工程验收 7 个工作日前，将验收的时间、地点及验收方案书面报送工程质量监督机构。

6.3.7 工程竣工验收的内容应包括下列内容：

1 岩土工程勘查报告；

2 管道检测与评估资料

3 碎裂管设计施工图及专项施工方案；

4 施工用材料的质量合格证、检验报告等质量保证资料；

中国工程建设标准化协会标准

5　碎裂管施工过程的施工记录及施工检验记录；

6　质量检测试验报告；

7　施工后检测和评定报告及电视检测（CCTV)记录；

8　相关会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；

9　质量事故、生产安全事故处理资料；

10　工程竣工图和竣工验收报告等。

6.3.8　单位工程质量验收合格后，建设单位应按规定将竣工验收报告和有关文件，报工程所在地建设行政主管部门备案。

6.3.9　工程竣工验收后，建设单位应将有关文件和技术资料归档。

6.3.10　工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

中国工程建设标准化协会标准

附录A　碎裂管法管道置换施工作业记录单

A.0.1　气动碎裂管法置换施工作业应按表 A.0.1 进行记录。

表 A.0.1　气动碎裂管法置换施工记录单

<table>
<tr><td colspan="2">工程名称</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">施工地点及部位</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">施工工艺</td><td colspan="6"></td><td colspan="2">施工时间：</td></tr>
<tr><td colspan="2">土质特征</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">施工长度</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">作业温度：</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">旧管道状态</td><td colspan="8">雨水□　　污水□　　合流□　　其他_____</td></tr>
<tr><td>管道材质</td><td colspan="3"></td><td>管道直径</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">新管道状态</td><td>管道材质</td><td colspan="3"></td><td>管道直径</td><td colspan="3">__</td></tr>
<tr><td colspan="8">等径置换　□　　扩径置换：一个名义尺寸级差 □ 二个名义尺寸级差 □</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">预处理状况</td><td>检查井</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>管道内</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">设备</td><td colspan="3">气动锤</td><td colspan="3">爆管头装置</td><td colspan="2">空压机</td></tr>
<tr><td>型号</td><td>外径尺寸</td><td colspan="2">最大锤击力（kN）</td><td colspan="3">气动锤后置式 □</td><td colspan="2">排量 m³/min</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3">气动锤前置式 □</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="12">置入施工</td><td rowspan="3">工作 1</td><td colspan="3">开始时间：</td><td colspan="4">结束时间：</td><td colspan="2">置入长度 m：</td></tr>
<tr><td colspan="3">最大力 kN：</td><td colspan="4">最小力 kN：</td><td colspan="2">速度 m/min：</td></tr>
<tr><td colspan="3">停顿时间 h：</td><td colspan="6">处理事项：</td></tr>
<tr><td rowspan="3">工作 2</td><td colspan="3">开始时间：</td><td colspan="4">结束时间：</td><td colspan="2">置入长度 m：</td></tr>
<tr><td colspan="3">最大力 kN：</td><td colspan="4">最小力 kN：</td><td colspan="2">速度 m/min：</td></tr>
<tr><td colspan="3">停顿时间 h：</td><td colspan="6">处理事项：</td></tr>
<tr><td rowspan="3">工作 3</td><td colspan="3">开始时间：</td><td colspan="4">结束时间：</td><td colspan="2">置入长度 m：</td></tr>
<tr><td colspan="3">最大力 kN：</td><td colspan="4">最小力 kN：</td><td colspan="2">速度 m/min：</td></tr>
<tr><td colspan="3">停顿时间 h：</td><td colspan="6">处理事项：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">工作 4</td><td colspan="3">开始时间：</td><td colspan="4">结束时间：</td><td colspan="2">置入长度 m：</td></tr>
<tr><td colspan="3">最大力 kN：</td><td colspan="4">最小力 kN：</td><td colspan="2">速度 m/min：</td></tr>
</table>

中国工程建设标准化协会标准

		停顿时间 h：	处理事项：

记录人：

A.0.2 静拉碎裂管法置换施工作业应按表 A.0.2 进行记录。

表 A.0.2 静拉碎裂管法置换施工记录单

工程名称			施工地点及部位		
施工工艺					施工时间：
土质特征			施工长度		作业温度：
旧管道状态		雨水□ 污水□ 合流□ 其他_____			
		管道材质		管道直径	
新管道状态		管道材质		管道直径	__
		等径置换 □	扩径置换：一个名义尺寸级差 □ 二个名义尺寸级差 □		
预处理状况		检查井			
		管道内			
设备		静拉碎裂管机			
		最大回拖拉力（kN）			
置入施工	工作 1	开始时间：	结束时间：		置入长度 m：
		最大力 kN：	最小力 kN：		速度 m/min：
		停顿时间 h：	处理事项：		
	工作 2	开始时间：	结束时间：		置入长度 m：
		最大力 kN：	最小力 kN：		速度 m/min：
		停顿时间 h：	处理事项：		
	工作 3	开始时间：	结束时间：		置入长度 m：
		最大力 kN：	最小力 kN：		速度 m/min：
		停顿时间 h：	处理事项：		
	工作 4	开始时间：	结束时间：		置入长度 m：

中国工程建设标准化协会标准

		最大力 kN：	最小力 kN：	速度 m/min：
		停顿时间 h：	处理事项：	

记录人：

A.0.3 液压碎裂管法置换施工作业应按表 A.0.3 进行记录。

表 A.0.3 液压碎裂管法置换施工记录单

工程名称			施工地点及部位		
施工工艺		□			施工时间：
土质特征			施工长度		作业温度：
旧管道状态		雨水□ 污水□ 合流□ 其他_____			
		管道材质		管道直径	
新管道状态		管道材质		管道直径	__
		等径置换 □	扩径置换：一个名义尺寸级差 □ 二个名义尺寸级差 □		
预处理状况		检查井			
		管道内			
设备		牵引液压机		液压胀管器	
		最大牵引回拖拉力（kN）		最大扩张力（kN）	
置入施工	工作 1	开始时间：	结束时间：		置入长度 m：
		最大回拖拉力 kN：	最小回拖拉力 kN：		回拖速度 m/min：
		最大扩张力 kN：	最小扩张力 kN：		最大扩张高度：
		停顿时间 h：	处理事项：		
	工作 2	开始时间：	结束时间：		置入长度 m：
		最大回拖拉力 kN：	最小回拖拉力 kN：		回拖速度 m/min：
		最大扩张力 kN：	最小扩张力 kN：		最大扩张高度：
		停顿时间 h：	处理事项：		

中国工程建设标准化协会标准

	工作 3	开始时间：	结束时间：	置入长度 m：
		最大回拖拉力 kN：	最小回拖拉力 kN：	回拖速度 m/min：
		最大扩张力 kN：	最小扩张力 kN：	最大扩张高度：
		停顿时间 h：	处理事项：	
	工作 4	开始时间：	结束时间：	置入长度 m：
		最大回拖拉力 kN：	最小回拖拉力 kN：	回拖速度 m/min：
		最大扩张力 kN：	最小扩张力 kN：	最大扩张高度：
		停顿时间 h：	处理事项：	

记录人：

A.0.4 短管碎裂管法置换施工作业应按表 A.0.4 进行记录。

表 A.0.4 短管碎裂管法置换施工记录单

工程名称			施工地点及部位		
施工工艺					施工时间：
土质特征			施工长度		作业温度：
旧管道状态	雨水□ 污水□ 合流□ 其他_____				
	管道材质			管道直径	
新管道状态	管道材质			管道直径	__
	等径置换 □	扩径置换：一个名义尺寸级差□ 二个名义尺寸级差□			
预处理状况	检查井				
	管道内				
设备	牵拉穿心千金顶			助力顶推液压千金顶	
	最大回拖拉力（kN）			最大顶推力（kN）	
置入施 工作 1	开始时间：		结束时间：		置入长度 m：
	最大回拖拉力 kN：		最小回拖拉力 kN：		置入速度 m/min：

中国工程建设标准化协会标准

工		最大顶推力 kN：	最小顶推力 kN：	
		停顿时间 h：	处理事项：	
	工作 2	开始时间：	结束时间：	置入长度 m：
		最大回拖拉力 kN：	最小回拖拉力 kN：	置入速度 m/min：
		最大顶推力 kN：	最小顶推力 kN：	
		停顿时间 h：	处理事项：	
	工作 3	开始时间：	结束时间：	置入长度 m：
		最大回拖拉力 kN：	最小回拖拉力 kN：	置入速度 m/min：
		最大顶推力 kN：	最小顶推力 kN：	
		停顿时间 h：	处理事项：	
	工作 4	开始时间：	结束时间：	置入长度 m：
		最大回拖拉力 kN：	最小回拖拉力 kN：	置入速度 m/min：
		最大顶推力 kN：	最小顶推力 kN：	
		停顿时间 h：	处理事项：	

记录人：

中国工程建设标准化协会标准

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中国工程建设标准化协会标准

引用标准名录

1 《塑料管材和管件聚乙烯（PE）管材/管件热熔对接组件的制备操作规范》GB 19809

2 《球墨铸铁管线用自锚接口系统设计规定与型式试验》GB/T 36173

3 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

4 《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332

5 《钢围堰工程技术标准》GB/T 51295

6 《水及燃气用球墨铸铁管、管件及附件》GB/T 13295

7 《给水用聚乙烯（PE）管道系统　第 5 部分：系统适用性》GB/T 13663.5

8 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

9 《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68

10 《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143

11 《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181

12 《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》GJJ/210

13 《排水球墨铸铁管道工程技术规程》T/CECS 823

14 《给水排水工程微型顶管技术规程》T/CECS 1113

中国工程建设标准化协会标准

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水管道碎（裂）管法修复工程技术规程

T/CECS XXX-202X

条文说明

中国工程建设标准化协会标准

目　　次

1　总则 51

2　术语与符号 52

2.1　术语 52

3　基本规定 55

4　设计 56

4.1　一般规定 56

4.2　管道结构设计 56

4.3　施工工艺设计 57

5　施工 61

5.1　一般规定 61

5.2　施工准备 61

5.3　设备选型 62

5.4　气动碎裂管法 62

5.5　静拉碎裂管法 63

5.6　液压碎裂管法 65

5.7　短管置换法 65

5.8　质量检验 66

中国工程建设标准化协会标准

1 总则

1.0.1 按照现行国家标准《非开挖修复用塑料管道 总则》GB/T 37862 的有关规定，修复是指恢复或升级原有管道系统性能的更新、维修和更换的技术和方法，碎裂管法属于非开挖更换技术的一种，是指应用机械力将原有管道从内部纵向割裂或脆性破碎，并将管道碎片挤入周围土体，同步拉入等径或更大直径新管道的原位更换工法。目前，随着我国国民经济的快速发展，城市发展中越来越多问题凸现。工业及居民生活用水量和污水排放量迅速增加；作为基础设施工程的排水管网建设规模越来越大。且排水管网的投资高，占排水工程总投资的 50-70％。现如今，50%左右的排水管道都处于老化、破损情况，由于渗漏、淤积、管径缩小（多次修复导致）等，大大限制了管网的排水能力，寻求和发展等直径或扩直径尺寸来达到非开挖修复的目的，碎裂管法无疑是一种最好的选择，且碎裂管施工设备近几年来发展迅速，较多新型的改进设备得到广泛应用，但并未推广，制定碎裂管法系统的技术标准对于该工艺配套设备的推广有积极作用，碎裂管施工技术性较强，设备顶拉力又受到管道埋深、管道材质、更新管道尺寸以及设备参数等因素的影响，为指导碎裂管修复工程实践，保证工程质量，促进非开挖工程技术在管道建设中的推广应用，保障既有道路和管线的安全、健康运行，编制组经广泛调研，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，研究制定了该规程。

1.0.2 当前，常用的裂管系统主要可以分为三大类：（1）气动碎裂管法；（2）静拉碎裂管法；（3）液压碎裂管法，它们的不同之处在于所使用的破裂头不同。气动碎裂管法是以气动头使用脉动的空气压力来推动破裂头前进，并且将旧管道加以破碎。静拉碎裂管法的静力头内部没有运动部件，它完全是通过一个重型拖拉设备，经由一个分段钻杆装置或者重型锚链，将破裂头拖过管道。液压碎裂管法是采用小型的拖拉装置以恒定拉力的绞车，引导破裂头前进，液压头则在通过管道的时候，依次进行膨胀和关闭，一边前进一边将管道破碎。对于裂管法而言，施工过程中通常遇到的不利的情况有：膨胀土壤，引起土壤移位；沿着现有管道上存在因为完全垮塌的管道而形成的阻塞而使得管道无法继续顶进；以及在所更换的管道旁边，有靠得太近的管道和设施而限制了裂管法的应用等。鉴于上述工程特点，本标准的编制旨在为该工艺的设计、施工及验收提供指导性条款。

中国工程建设标准化协会标准

2　术语与符号

2.1　术语

2.1.2　气动碎裂管法是靠气动冲击锤产生的冲击力作用破碎原有管道，并同时置入新管道的方法。气动碎裂管法中，碎管工具由锥形胀管头和气动锤组合，气动锤由压缩空气驱动在 180~580 次/min 的频率下工作产生向前的冲击力，图 1 为气动碎裂管法示意图。气动锤对锥形胀管头的每一次冲击都将对管道产生一些小的破碎，因此持续的冲击将破碎整个原有管道。气动碎裂管法一般适用于脆性管道，如混凝土管道、铸铁管道和陶土管道等。

气动碎裂管法施工过程中由于受到气动锤的敲击，对周围地面造成震动，为了防止对周围管道或建（构）筑物造成影响，按照 TTC 制定的《Guidelines for Pipe Bursting》中的规定对碎裂管设备与周围管道和设施的安全距离做了规定，超过该距离应采取相应的措施，如开挖待修复管道与原有管道之间的土层，卸除对周围管道的应力。

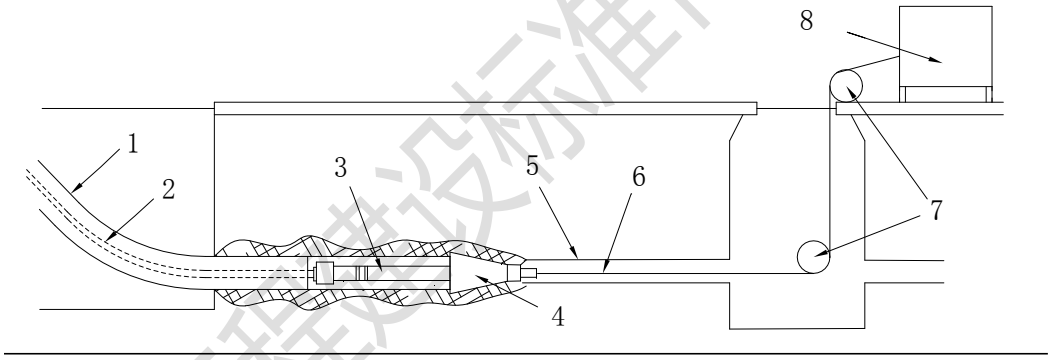

图 1　气动碎裂管示意图

1—内衬管；2—供气管；3—气动锤；4—膨胀头；5—原有管道；6—钢丝绳；7—滑轮；8—液压牵引设备

气动锤和膨胀头的连接一般有两种：内置式和外置式，如图 2、图 3 所示。

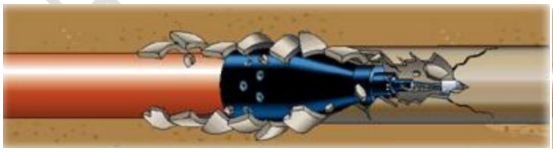

图 2　内置式气动锤

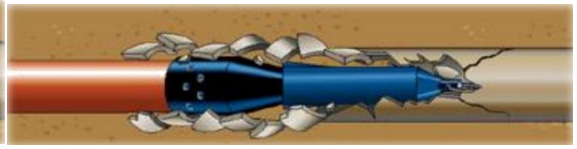

图 3 外置式气动锤

中国工程建设标准化协会标准

图 4 外置型气动锤在实际施工中的应用

气动碎裂管法的工艺流程如下：

施工准备→管道污水封堵导流→管道疏通清淤、清洗→CCTV 内窥检查→操作坑及回拖坑开挖制作→新管道焊接及试压→安装牵拉设备及穿引牵拉绳→安装气动碎裂管装置并连接新管道→气动碎裂管置换施工→拆除施工设备→管头及支线处理→CCTV 内窥检测→检查井修补→管道密闭性试验→清理验收。

2.1.3 静拉碎裂管法是在静拉力的作用下利用膨胀头破碎原有管道，或通过切割刀具切开原有管道然后再利用膨胀头将其扩大，并同步拉入新管。静拉碎裂管施工示意图如图 5 所示，施工过程中应根据管材材质选择不同的碎裂管设备。图 6 为静拉碎裂管法常用的一种碎裂管工具，由一个裂管刀具和膨胀头组成，用裂管刀具沿轴向切开原有管道，然后用膨胀头撑开原有管道形成新管道进入的空间。

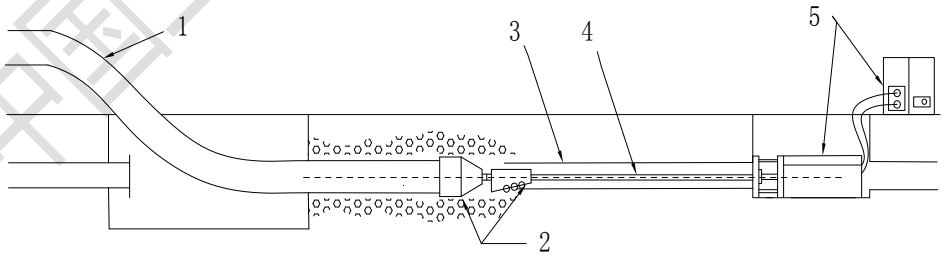

图 5 静拉碎裂管法示意图

1—内衬管；2—静压碎裂管工具；3—原有管道；4—拉杆；5—液压碎裂管设备

中国工程建设标准化协会

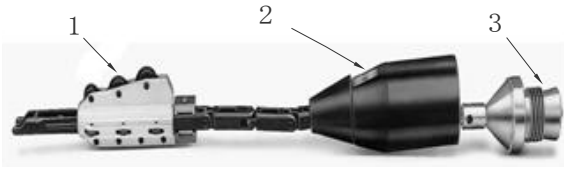

图 6　静拉碎裂管工具

1—裂管刀具；2—膨胀头；3—管道连接装置

静拉碎裂管法的工艺流程如下：

施工准备→管道污水封堵导流→管道疏通清淤、清洗→CCTV 内窥检查→操作坑及回拖坑开挖制作→新管道焊接及试压→碎裂管设备安装→穿送拉杆→连接碎裂管装置及新管道→碎裂管置换施工→拆除施工设备→管头及支线处理→CCTV 内窥检测→检查井修补→管道密闭性试验→清理验收。

2.1.5　“零”开挖条件下的短管置换法施工是静拉碎裂管法和液压碎裂管法工艺的补充，特别适合地下、地上设施密集无法实现工作坑开挖的区域，或是处于街头巷尾支线与主线管道交汇处的管段，该区域的管线往往走向复杂、夹角较大、管段不长，如果采用长管置换开挖比率过大，对交通出行和安全都构成较大威胁，失去了非开挖施工的意义。“零”开挖条件下的短管置换法施工完全无需开挖，利用原管道检查井内有限空间，利用小型液压装置牵拉或拉顶结合的手法将原管道破碎并置入短管。受小型液压装置的吨位、检查井井壁的承受能力以及检查井井筒尺寸等因素制约，该工法能较好的适合小管径短距离的置换。

中国工程建设标准化协会标准

3　基本规定

3.0.1　施工前应调查更新管道的材质、走向、埋深、管段长度、管径以及是否有管道基础或钢筋加固等信息。

3.0.8　短管置换法施工是静拉碎裂管法和液压碎裂管法工艺的补充，施工原理与静拉碎裂管法和液压碎裂管法一致，区别在于该工艺是利用小型液压装置牵拉或拉顶结合的手法将原管道破碎并置入短管，施工完全无需开挖，而是利用原管道检查井内有限空间，常称为“零”开挖条件下的短管置换法，该工法仅适合小管径短距离的置换。

中国工程建设标准化协会标准

4 设计

4.1 一般规定

4.1.3 旧管道状况评估宜从两大项进行：

1 旧管道系统的运行状态，主要考虑流量大小、是否需要扩大管径；

2 管径变化、管道夹角及附属连接设施都是碎裂管法施工段落“划分”的关键因素。

4.1.5 根据碎裂管法施工工艺特点，结合原管道管材的力学性能可分为脆性管道和延性管道，并具有下列特点：

1 脆性管道是指受到径向力作用时，具有低断裂伸长率特性的管道。主要包括石棉水泥管（ACP 管）、混凝土管（CP 管）、钢筋混凝土管（RCP 管）、聚合物混凝土管（PCP 管）、灰口铸铁管（CIP 管）、陶土管（VCP 管）、聚氯乙烯管（PVC 管）等。

2 延性管道是指受到径向力作用时，具有较大断裂伸长率特性的管道，或者抗拉强度较低但伸长率大，很难进行充分的破碎，得不到拖拉新管道所需要的空间。因此这类管道的更换工艺一般分为两个步骤：第一步，沿轴向劈裂管道，需要配备的劈裂工具可以沿切削头径向排列一系列硬质盘状切削刃具、液动切削刀片或硬质合金切削具。第二步，拖拉或顶推锥形膨胀头排挤管片进入到周围土层，得到拖拉新管的空间，膨胀头可与劈裂工具组合在一起，也可安装于劈裂工具之后。延性管道主要包括钢管、不锈钢管、球墨铸铁管、PE 实壁管、PE 波纹管、高密度聚乙烯管（HDPE 管）、聚丙烯管（PP 管）、玻璃钢管、玻璃钢夹砂管、聚氯乙烯管（PVC 管）、CIPP 管等。

3 对于预应力钢筒混凝土管（PCCP 管）、钢带增强型 HDPE 管等预应力加强型、钢带加强型管道很难采用碎裂管法进行更换作业。另外，对于脆性管道和延性管道在原始承载力比较高的情况下，碎裂管法的施工工艺可能也会受到限制。

4.2 管道结构设计

4.2.3 表 4.2.3 中的管道结构重要性系数γ0 是考虑结构破坏后果的严重性而引入的系数，本规范参考并依据《工程结构可靠性设计统一标准》（GB 50153-2008）根据管道破坏后的影响程度对于管道的安全等级分为为一级和二级，结构重要性系数分别取不小于 1.1 和 1.0。

4.2.5 对尚无制定国家标准和行业标准的新产品，则应由制造厂方提供，并应附有可靠的

技术鉴定证明。

4.2.7 碎裂管法施工中，作用在爆管头上的拉力会导致新建管道上产生一个轴向的轴力。新建管道须有足够的抗拉和抗压能力，才能保证管道在施工中不被破坏。

4.3 施工工艺设计

4.3.4 碎裂管法可用于较宽的管道直径范围和各种地层条件。气动碎裂管法是所有碎裂管法中使用最多的一种，广泛地应用于各种大型的碎裂管法施工项目中。目前，气动碎裂管法的适用范围为管径 50mm~1200mm，一次性更换管线长度最大可达 1400m。静拉碎裂管法施工设备的型号选择应满足设计最大阻力和设备的最大回拖力的要求，且设备最大回拖力应大于最大阻力的 20%以上：

4.3.6 碎裂管法、长度变大或直径增大都会增加碎（裂）管作业难度。

4.3.8 高密度聚乙烯管（HDPE 管）是最常见的能应用碎裂管管道更换工艺的管材。碎裂管法更换 HDPE 管可使用多种碎裂管工艺，包括气动碎裂管法、静拉碎裂管法、液压碎裂管法等，现有的设备能铺设的管道直径可达到 1400mm。

如果管道壁厚缺失 10%，就不能拖进孔内。一般地，管道制造商和供应商能提供有关拉力和弯曲力学性能方面的数据。特别地，安全拉力的测定要在熔接接头拉力试验结束后进行。

表 1 管道更换用 HDPE 管系列的优势和劣势

优　　势	劣　势
1.使用历史悠久； 2.热熔连接可形成无接头焊接管道； 3.能抵抗多种化学材料的腐蚀； 4.不会产生电化学腐蚀； 5.不易受到微生物腐蚀的侵害； 6.光滑的内表面增强了流动性能，不易产生污垢沉淀； 7.冻结水不会胀裂管道； 8.耐磨性好； 9.柔性好，弯曲半径小，不需大的作业坑； 10.低压力冲击和耐疲劳性能好。	1.最大作业温度为 60℃（140℉）； 2.比其他热塑性管材的水利设计基础低，高压力下需要很大的壁厚； 3.渗透碳氢化合物； 4.埋设后很难探测定位； 5.HDPE 管公称直径指的是外径，有效内径较小，造成了 HDPE 管的水头损失较大，其能耗也相对较高； 6.HDPE 管机械强度较低，遇到坚石，金属碰撞挤压，易引起凹坑，直至穿孔。HDPE 管因机械性能强度的问题，经常出现挖掘机误伤而被挖断的现象； 7.热熔接头的 HDPE 管在安装前，需要对接口进行打磨，安装时需要对接口进行加热和冷却，这些过程将会消耗大量时间。

非开挖工程建设标准化协会标准

表 2　管道更换用 PVC 管的优势和劣势

优　　势	劣　势
1.能应用壁厚较薄的管道，并能得到最大的过流面积； 2.能抵抗多种化学物质的侵蚀，包括高腐蚀性流体； 3.对接热熔接头能形成连续无垫圈的管道； 4.全约束形接头，无需止推装置； 5.耐磨损（内部的和外部的磨损）； 6.内表面低的流阻力增强过流性能； 7.低的膨胀率和收缩率； 8.接口连接容易； 9.直径较小管道的质量小；	1.比其他热塑性塑料柔软，弯曲半径较大； 2.对接熔接需要专门的设备和材料； 3.埋设后很难定位； 4.管道铺设后很难进行刮痕检查

4.3.9　铸铁管和钢管有接近的力学特性，如最小屈服强度达 289.58MPa（42000psi）。球墨铸铁管直径范围从 100mm 到 1600mm，可用于重力管道系统和压力管道系统。用于重力流管道系统的接头，包括舌片、凹槽和“O”型垫圈；用于压力流管道系统的接头，能承受 250psi 的压力，使用独立的内卡扣连接，采用一对“O”型垫圈进行密封。两种接头都是特殊的机制厚壁管，适用于 100mm~400mm 的管道直径范围。第三种形式采用便利的钟形连接，适用管道直径范围是 100mm~1600mm，可承受 350psi 的压力。第四种连接形式则是柔性连接，适用管道直径范围是 100mm~1300mm，使用约束隐藏式管片，可形成光滑的内表面。对于这种柔性约束接头，要使用定向栓将新管拖入孔内。四种连接方式的管道长度一般都为 6m。

金属管用于更换管道，应调查场地环境、土层以及腐蚀控制措施的实际防护作用，确定对管道有无磨损作用。磨损作用可能破坏管道的防腐涂层。

钢管最小直径为 100mm，易受到来自内部和外部腐蚀，但是有很多种防护措施，包括衬层和涂层技术，如水泥胶泥、油漆、聚乙烯、胶带、煤焦油漆和环氧树脂等。另外，阴极保护也可作为辅助防护措施。

表 3　管道更换用球墨铸铁管的优势和劣势

优　　势	缺　　陷
1.使用历史悠久； 2.得到许多公共设施和管道铺设承包商的认可； 3.能增强水力学性能，实际 ID 大于公称直径； 4.强度很好的材料，能承受高的操作荷载，包括内压力、外荷载、承压荷载、冲击荷载、弯曲	在高研磨性土层中，无防护管道会受到腐蚀作用，建议使用高耐磨性纤维水泥外涂层。

中国工程建设标准化协会标准

荷载； 5.能用于重力管道系统、压力管道系统、真空管道系统和受外压管道系统； 6.直径和压力等级范围广泛； 7.在污染土层中管道渗透性低，能使用抗渗橡胶垫圈； 8.管节式铺设方法不需要太大的施工区域； 9.球墨铸铁管的滑入式柔性接口，安装便捷，允许一定的角度偏转，可以允许曲线管线，并抵消一定的地势沉降带来的影响。	

表 4　管道更换用钢管的优势和劣势

优　　势	缺　　陷
1.使用历史悠久； 2.强度高，能承受高的操作荷载，接口方便，承受内压力大； 3.内表面光滑，水力条件好； 4.能用于重力管道系统、压力管道系统、真空管道系统和受外压管道系统； 5.直径和压力等级范围广泛； 6.重量轻、不渗透，气密性好； 8.管节式铺设方法不需要太大的施工区域。	1.在高研磨性土层中，无防护管道会受到腐蚀作用； 2.造价较高； 3.钢管安装需现场焊接，安装并不简易； 4.钢管的接口是非柔性接口，不能进行角度偏转，抵抗地壳运动和地势沉降能力弱。

4.3.10　管道更新用混凝土管的优势与劣势如下表所示：

表 5　管道更换用混凝土管的优势和劣势

优　　势	缺　　陷
1.使用历史悠久； 2.厚壁能承受较大顶推力； 3.管节式敷设方法不需要太大的施工区域。	1.对因不当的顶推作业产生的不均匀点荷载较敏感； 2.无衬里时抗硫化氢腐蚀能力较低； 3.源于管端的裂缝会进一步发展，甚至能破坏管道结构整体性；

表 6　管道更换用聚合物混凝土管的优势和劣势

优　　势	缺　　陷
1.能抵抗内外部腐蚀； 2.具有很好的抗磨损性能； 3.抗压强度高，能承受很大的压力（顶推力）； 4.管节式敷设方法不需要太大的施工区域； 5.比其他混凝土管具有更好的过流性能。	1.以往使用不多； 2.对因不当的顶推作业产生的不均匀点荷载较敏感；

中国工程建设标准协会标准

4.3.13 静拉碎裂管法所受最大拉力是摩擦力、爆破力和地层压力的函数，基于现场具体参数，可采用上述简化模型来计算静拉爆管工程施工中的拉力。

中国工程建设标准化协会标准

5 施工

5.1 一般规定

5.1.2 碎裂管施工若与周围地下设施安全距离不足则容易造成原管道周围的设施损坏，地质特征和地下水分布情况关系到碎裂管施工能否成功和是否采用必要的降排水措施等。

5.1.5 当管道周围为坚硬土质或砂卵砾石地质条件时，一般情况下实施扩径置换存在失败的风险，但同径置换往往可以实施。能否实施成功与多种因素有关，如：管道周围土壤特征、密实度、含水率、原管道管径、新管道管径等。此外，利用静拉碎裂管法置换更新 HDPE 双壁波纹排水管，若原管道周围为淤泥、流砂等松软地质条件时，由于受管道周围土体附着力不足的因素影响，往往会出现原管道在裂管刀前端堆积无法割裂，从而造成裂管失败。因此，在正式施工之前应提前进行试验段施工，试验段的长度一般不超过 100m。

5.1.6 施工现场情况和爆管头施工长度可能会导致更换管道上产生的压力超过其允许压力，此时建议在更换管道上直接安装压力监测装置。压力监测装置的监测过程通过安装在爆管头后面的测压元件和应变仪来完成。拉力值的监测和测量也是相当重要的，不仅有助于保护孔壁、防止坍塌，而且便于采取措施减小管道和土层之间的摩擦阻力。

5.2 施工准备

5.2.3 施工段划分和工作坑的位置应考虑多种因素，但在设计阶段往往存在工况信息掌握不充分的情况，这样就需要在施工阶段依据现场工况进行方案修正或变更。影响施工段划分和工作坑位置的因素如下：

1 地质特征变化会带来管道受力较大的变化；

2 管段之间水平夹角超过 8°或存在超过管径 1/3 的跌水时应分段实施；

3 采用碎裂管置换时往往无法修复原管道存在的高程缺陷（如倒坡等）；

4 工作坑应避开地上、地下设施分布密集和交通通行密集的区域；

5 如有支管暗接，需要增加井室，进行分段施工；

6 碎裂管施工时，若主管道存在运行需要对主管级全部分支管线实施封堵并导流；

7 施工时应考虑对区域周围的交通出行和正常生产生活干扰降到最低；

8 当施工区域内存在高于工作坑底标高的地下水时，应提前考虑降排水措施。

中国工程建设标准化协会标准

5.2.4 第 1 款 理论上讲，管道原位置换可以不对管道进行预处理，但在实际操作中，如果管道内存在大量的淤泥，当碎裂管施工新管道拉入作业基坑时会有大量淤泥涌入作业基坑，存在巨大的安全风险，对在基坑内作业人员的人身安全构成威胁，同时也不符合环保和文明施工规范；碎裂管法施工时往往需要对置换段长中间的检查井进行与处理，如：扩大原管道与检查井接口尺寸，剔除溜槽等障碍，这些作业往往需要人员下井作业，检查井或管道淤堵会对在井下作业人员的人身安全构成威胁；此外，碎裂管施工若遇到既往管道局部修复环或其它特殊坚硬的障碍物等，也会存在导致事故或失败的风险，因此，在碎裂管实施前需要对原管道进行 CCTV 或 QV 检测。

5.2.4 第 2 款 依据《城镇排水管道检测与非开挖修复安全文明施工规范》CECSXXX-202X 中关于职业健康和文明施工之规定，人员下井作业前应对检查井进行清洗作业。（即将颁布）

5.2.5 在碎裂管施工整个过程，封堵导流可阶段性实施，根据清淤方式选择，视情况选择确定是否导水，工作基坑制作过程中只要不断管也无需导流，人员井下作业、清除管内障碍物或局部开挖时必须实施封堵导流，碎裂管实施开始直到管道接口处理完成须持续封堵导流作业。

5.2.7 从检查井内对原管道外围结构和溜槽进行破除，有可能会破坏原有检查井或造成管道局部高程起伏，要按照设计要求严格进行，且破除部位新置换的管道标高应满足设计要求。

5.3 设备选型

5.3.5 施工核心装置主要有：穿心千斤顶、小型液压泵站、胀裂管头组合、短接杆、扶正器以及配套的传力/承力连接组件等。

5.4 气动碎裂管法

5.4.1 由于碎裂管施工是将在役管道割裂或胀裂后向外扩张挤入周围的土壤，保证空间可以拉入一根同径或扩大管径的新管。在役管道被破坏并向外扩张时，周边土层的移动会影响临近其他管道，并可能引起地表隆起，如果相邻管线距离太小，会对其产生一定的不利影响。实际工程应用中，应根据物探报告，到现场与相关市政管线的维护人员逐一核对位置、埋深等情况，保证施工安全。根据现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程

中国工程建设标准化协会标准

技术规程》规定，碎裂管设备与周围其他管道距离不应小于 0.8m，与周围建筑设施的距离不应小于 2.5m，结合工程实践经验，结合设备改进发展等因素，取值与周围其他管道距离不应小于 600mm，实施扩径置换时，待更新管道与周围其他管道距离不应小于 900mm，并不应小于原管道直径的 1.5 倍。

5.4.3 增加缓冲套的目的是避免置换过程中因气动锤的冲击力造成管道头撕裂脱开。

5.4.8 采用注浆润滑措施的目的是为了降低新管道与土层之间的摩擦力。

5.5 静拉碎裂管法

5.5.3 拉杆与原管道轴线位置误差过大会导致新置入管道的高程发生较大改变，拉杆与原管道轴线夹角过大会导致快接杆受力不均，出现快接杆与设备之间相对位置偏差过大，造成快接杆牵拉困难，同时容易造成快接杆的损坏。

5.5.7 第 1 款 球墨铸铁管的接口型式分为柔性接口、自锚接口和法兰接口，具体见表 7。

表 7 球墨铸铁管的接口连接型式

接口类型		对应图号
柔性接口	滑入式柔性接口	图 1
	机械式柔性接口	图 2
自锚接口	外自锚接口	图 3
	内自锚接口	图 4
法兰接口		图 5

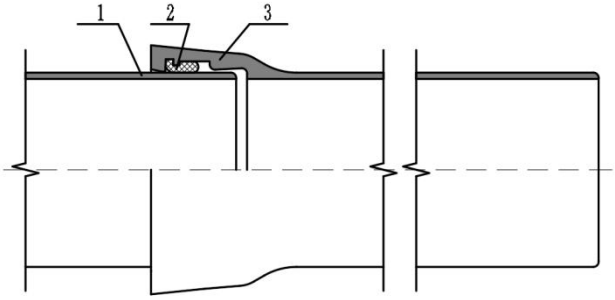

图 7 滑入式柔性接口

1—插口；2—胶圈；3—承口

中国工程建设标准化协会标准

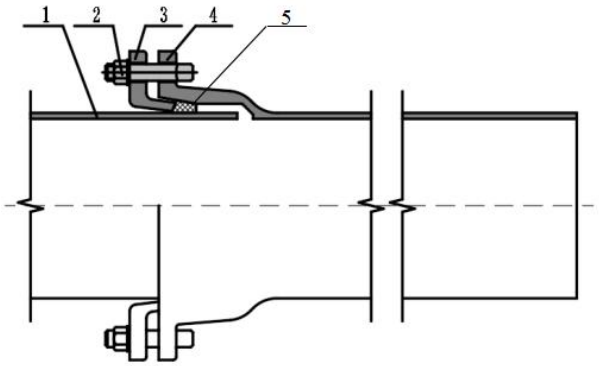

图 8　机械式柔性接口

1—插口；2—螺栓螺母；3—压兰；4—承口；5—胶圈

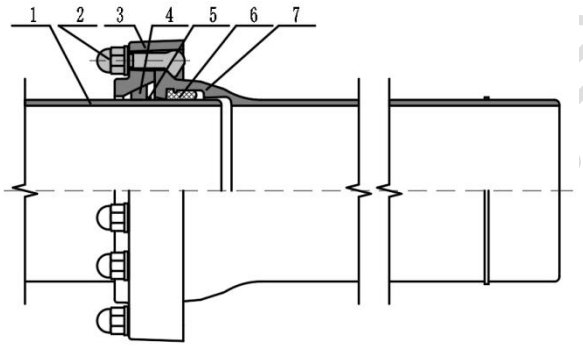

图 9　外自锚接口

1—插口；2—勾头螺栓螺母；3—压兰；4—挡环；5—焊环；6—胶圈；7—承口

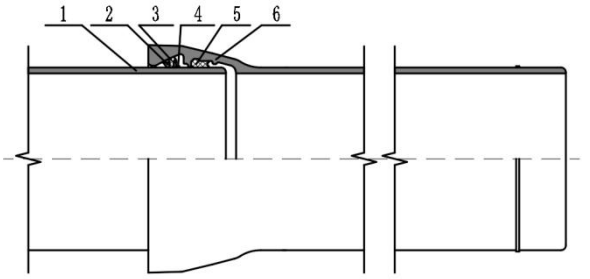

图 10　内自锚接口

1—插口；2—挡环；3—支撑体；4—焊环；5—密封胶圈；6—承口

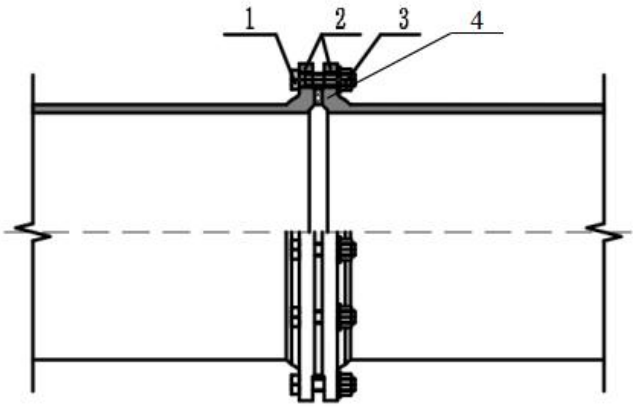

图 11　法兰接口
1—螺栓；2—法兰；3—螺母；4—密封圈

5.5.9　若原管道周围为淤泥、流砂等松软地质条件时，由于受管道周围土体附着力不足的因素影响，往往会出现原管道在裂管刀前端堆积无法割裂，从而造成裂管施工卡顿，需要局部开挖清除堆积物后继续牵拉。

5.6　液压碎裂管法

5.6.2　勘察的目的是避免在施工过程中会发生地面隆起，避免对周边地下管线和设施造成损坏。

5.6.6　如顶入速度过快易造成短管接口折裂，顶入过慢造成胀管器和短管之间距离太长，会使异物掉入胀管器和短管之间的空隙，从而使短管前推阻力过大。

5.6.10　变径修复受限于管道外部因素较多。

5.7　短管置换法

5.7.3　裂管头割裂刀的角度是依据施工具体工况而定的，施工中需要相对固定，考虑因素：原管道病害缺陷情况、周围管线分布情况、管道周围地质特点等。扩管头在裂管施工中受到多种因素制约，受力是不均匀的，往往会发生转动，如果不加以约束会导致施工质量偏差或安全事故的发生。

5.7.4　碎裂管法短管置换施工时，其实质是利用液压穿心千斤顶的顶力，通过传力短杆将顶力转换为拉力，一直传至位于最后端的紧固装置，紧固丝杆、紧固螺栓、“U”型顶铁和后端盖组合装置将拉力转化为顶力，将短管逐节顶入就位，施工时每一节短管受到外壁摩擦阻力后都会向后挤压后方的管道同时产生微量的变形或位移，最终都会累计叠加在最前

中国工程建设标准化协会标准

端，当累计位移尺寸大于承插自由长度时，就会脱开从而导致施工事故或失败。

5.7.5 第 2、3 款 由于钢管容易被腐蚀，管道内外壁在拖拉前应做防腐处理，外壁选用抗磨损性较高的防腐材料。管道防腐有很多种防护措施，包括衬层和涂层技术，如水泥胶泥、油漆、聚乙烯、胶带、煤焦油漆和环氧树脂等。另外，阴极保护也可作为辅助防护措施。钢管很少应用到碎裂管法管道更换工艺。

5.7.5 第 4 款 混凝土短管在制作时，会存在轴向尺寸误差，端面存在受力不均匀现象，当局部抗压强度达到混凝土极限强度时，混凝土会发生破碎。传力缓冲垫可将受力均匀分布在混凝土整个端面上。

5.7.6 为了保证碎裂管时短接杆拉力居中，同时保证短管在巨大拉力下接口处不会产生严重屈服变形，应在回拉短管内同步安装扶正器。

5.8 质量检验

5.8.14 在大多数情况下更换管道在管线和管道级别上都和原管道一致，然而更新管道的中心轨迹很少能与原来管线中心轨迹一致。因爆管头部要比更换管道的直径略大，也就是说爆管头挤压土层得到的孔比更换管道直径大，这就允许更换管道在成孔中处于不同位置，而这又决定于管道在纵向方向的弯曲程度以及局部的土层移动情况。如果土层的移动方向是朝正上方，那么新管道的中心轨迹会比原来管线高。如果土体在各个方向上的移动是均匀的，新管道的中心轨迹会和原来一致。如果土体在各个方向上的移动是朝正下方，那么新管道的顶部和旧管道一致，但是其中心位置要低，当土体的移动是不对称的，新管道也会向一侧偏移。

中国工程建设标准化协会标准