

住房和城乡建设部备案号:J14579-2019

DB64

宁夏回族自治区地方标准

DB64/T 1588—2019

预制钢筋混凝土加筋塑膜 电缆管道应用技术规程

2019-02-25发布

2019-05-12实施

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅 发布
宁夏回族自治区市场监督管理厅

宁夏回族自治区

住房和城乡建设厅文件

宁建(科)发〔2019〕2号

关于批准发布《海绵城市建设工程 技术规程》等2项地方标准的通知

各市、县(区)住房和城乡建设局,宁东管委会规划建设土地局,海兴开发区规划国土建设局,各有关单位:

根据《2016年度工程建设地方标准制修订项目计划的通知》(宁建(科)发(2016)10号)、《2017年度工程建设地方标准制修订项目计划的通知》(宁建(科)发(2017)10号)要求,自治区工程建设标准管理中心组织宁夏首创海绵城市建设发展有限公司编制的《海绵城市建设工程技术规程》和自治区工程建设标准管理中心指导宁夏三林管业有限公司、宁夏大林科技有限公司编制的《预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道应用技术规程》,经我厅会同自治区市场监督管

理厅组织专家审查通过，批准为宁夏回族自治区地方标准。标准编号为《海绵城市建设工程技术规程》（DB64/T 1587-2019）、《预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道应用技术规程》（DB64 /T 1588-2019）。

以上2项标准自2019年5月12日起实施，请各单位认真遵照执行，执行过程中若发现问题，请及时反馈宁夏工程建设标准管理中心。

自治区住房和城乡建设厅

2019年2月25日

目 录

前言	1
1 总则	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 符号	5
5 管道	5
5.1 组成	5
5.2 分类	6
5.3 标记	9
5.4 结构材料	9
5.5 防水构造及材料	9
6 检验	14
6.1 检验设备	14
6.2 外观质量	14
6.3 尺寸偏差	14
6.4 防水性能	14
6.5 抗渗性能	15
6.6 外压荷载	15
6.7 型式检验	15
6.8 出厂检验	15
6.9 包装、标志、运输、贮存和质量证明书	18
7 设计	19
7.1 总体设计	19
7.2 结构设计	20

7.3	附属设施	26
8	施工	30
8.1	施工准备	30
8.2	施工工艺	31
9	验收	39
9.1	沟槽开挖	39
9.2	管道基础	40
9.3	管道接口连接	41
9.4	管道铺设	41
9.5	沟槽回填	42
附录A	(规范性附录) 试验方法	45
附录B	(规范性附录) 电缆管道型式	51
附录C	(规范性附录) 车辆荷载计算	56

前 言

本规程的编写格式符合GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求。

本规程由宁夏回族自治区住房和城乡建设厅提出并归口。

本规程的主编单位：宁夏三林管业有限公司、宁夏大林科技有限公司。

本规程的参编单位：宁夏路达施工图审查咨询有限公司、银川宁大城市规划设计研究院（有限公司）。

本规程主要起草人：王志昂、王大林、谢翌鹤、郝艳英、王荣、张振兴、王陈列、何小平、孙丽铭、李昊、安少荣。

预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道 应用技术规程

1 总则

1.1 为了适应电力、通信电缆线路建设发展和电缆管道应用需要，使电缆管道满足工程建设产品标准化、安全适用、经济合理、技术先进、环境保护、绿色节能的要求，制定本规程。

1.2 本规程适用于新建、改建及扩建的 220KV 及以下电力电缆和通信线缆的电缆管道工程。

1.3 本规程适用于浅埋敷设的预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道，电缆管道最大跨径不宜大于 2.5m；地下最大埋深不宜大于 5m。

1.4 预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道的产品标准化以及电缆管道的设计、施工、验收除应满足本规程外，尚应符合国家现行有关规范、标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的引用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所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（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50014 室外排水设计规范

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50108 地下工程防水技术规范

GB 50153 工程结构可靠性设计统一标准

- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50208 地下防水工程质量验收规范
GB 50217 电力工程电缆设计规范
GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50289 城市工程管线综合规范
GB 50293 城市电力规划规范
GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范
GB 50373 通信管道及通道工程设计规范
GB 50613 城市配电网规划设计规范
GB 50838 城市综合管廊工程技术规范
GB 51286 城市道路工程技术规范
GB/T 11836 混凝土和钢筋混凝土排水管
GB/T 1408.1 绝缘材料电气强度实验方法 第一部分：工频下实验
GB/T 16752 混凝土和钢筋混凝土排水管试验方法
GB/T 23457 预铺/湿铺防水卷材
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
GB/T 50853 城市通信工程规划规范
CJ/T 120 给水涂塑复合钢管
DL/T 5221 城市电力电缆线路设计技术规定
DL/T 5484 电力电缆隧道设计规程
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
CBMF 18 预制混凝土箱涵工艺技术规程
国家电网公司配电网工程典型设计10kV电缆分册（2016年版）
国家电网公司输变电工程通用设计电缆线路分册（2017年版）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道

工厂标准化产品，由加筋塑膜及钢筋混凝土组成。在工厂内采用加筋塑膜及钢筋混凝土分管节浇筑成型，现场采用拼装工艺施工成为整体，具有防水性能的用以敷设和更换电力或通信电缆设施的地下管道。

3.2

裂缝荷载

钢筋混凝土电缆管道采用三点法试验时，管壁裂缝宽度达到0.2mm时的荷载值。

3.3

破坏荷载

钢筋混凝土电缆管道采用三点法试验时，管壁裂缝过大或破坏而不能再继续增加荷载时的荷载值。

3.4

柔性接口

能承受一定量的轴向线变位和相位角变位的管道接口，如用橡胶圈等材料或用螺杆连接的管道接口。

3.5

密封试验

对已敷设好的管道用液体或气体检查管道渗漏情况的试验。

3.6

电缆支架

电缆敷设就位后，用于支持和固定电缆的装置的统称，包括普通支架和桥架。

3.7

通信线路

指覆盖城市及郊区范围可提供宽带综合业务、支持多种通信协议的通信网络，包括固定电话、移动电话、数据等公共网络和交通监控、信息化、党政军等通信专网。

3.8

标记

标记是按照GB/T 1.1-2009规范性技术要素中第6.3.5条规定编写。它是为符合规定要求的产品建立一个标记编码体系。标记包含产品编号、代号、分类、规格（断面长宽尺寸）、顺序等要素。

4 符号

P_{cr} —— 裂缝荷载

P_u —— 破坏荷载

U_m —— 工频耐压

U_k —— 冲击电压

q —— 渗水量

F —— 达到裂缝荷载时的荷载值

L —— 管道实际受压长度

P —— 试验荷载值

5 管道

5.1 组成

工厂标准化产品，由加筋塑膜及钢筋混凝土组成。在工厂内采

用加筋塑膜及钢筋混凝土分管节浇筑成型，现场采用拼装工艺施工成为整体，具有防水性能的用以敷设和更换电力或通信电缆设施的地下管道。

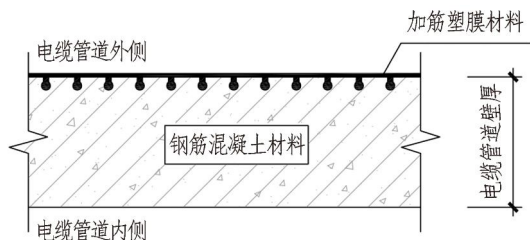


图1 管道组成

5.2 分类

按照管道截面型式电缆管道分为方型管道、矩型管道、圆型管道三种。

5.2.1 方型管道

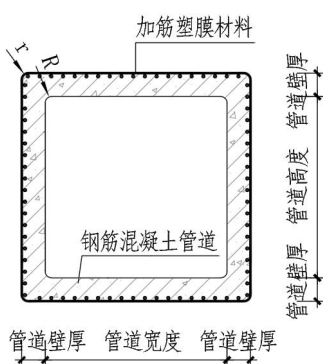


图2 方型电缆管道剖面

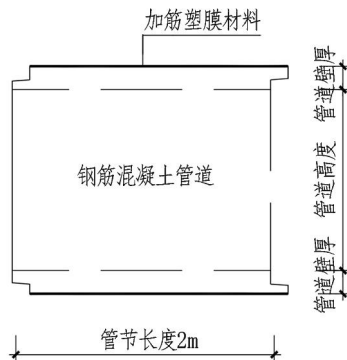


图3 方型电缆管道立面图

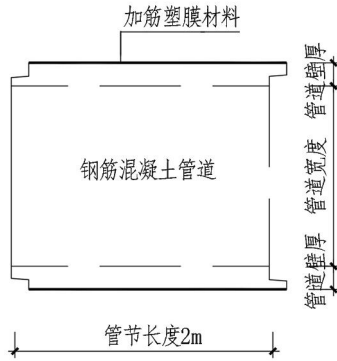


图4 方型电缆管道平面图

5.2.2 矩型管道

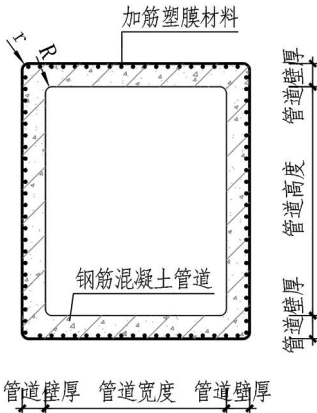


图5 矩型电缆管道剖面

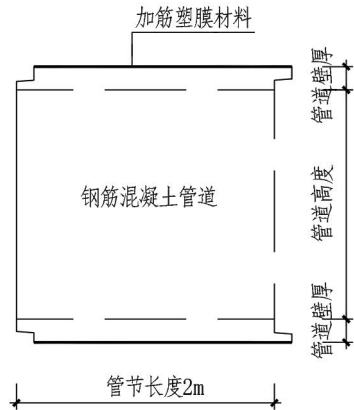


图6 矩型电缆管道立面图

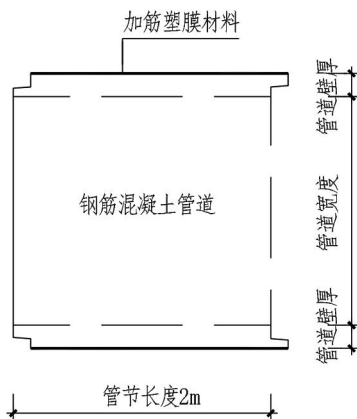


图7 矩型电缆管道平面图

5.2.3 圆型管道

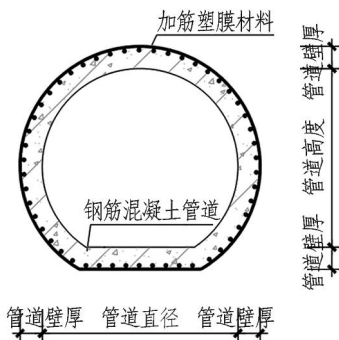


图8 圆型电缆管道剖面

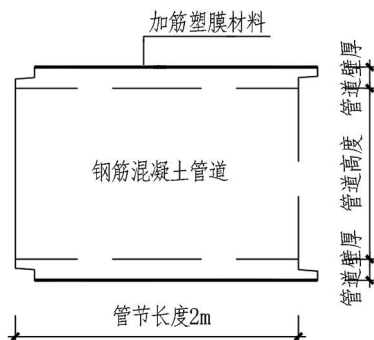


图9 圆型电缆管道立面图

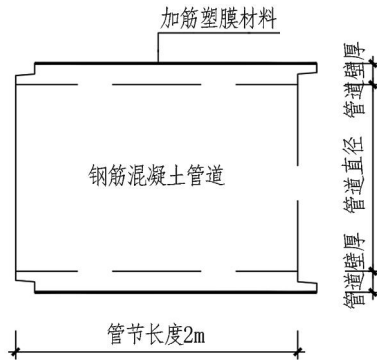
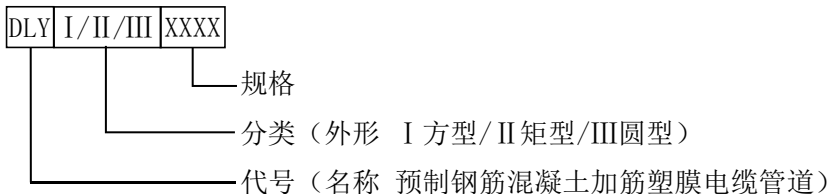


图 10 圆型电缆管道平面图

5.3 标记

产品按规程编号、代号、分类、规格（断面长宽尺寸）、顺序标记。

示例：DB/T 64—2018—DLY— I / II / III—XXXX



示例：DLY I - 2020表示预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道—方型，管道宽度、高度2000mm；管道长度2000mm；混凝土外壁厚200mm；塑膜壁厚1.2~3mm；内孔倒角半径250mm；外孔倒角半径100mm。

5.4 结构材料

管道结构材料采用自防水混凝土，材料要求应满足本规程第6.2.2条规定。

5.5 防水构造及材料

5.5.1 管道及接口应满足以下规定：

- a) 电缆管道按照不低于三级防水等级设防。管道接口加强防水措施，管道接口密封试验符合 GB50108-2008 中第 3.2.1 条规定的二级防水等级要求；
- b) 电缆管道接口分为无螺栓连接、有螺栓连接两种。详见示意图 11、图 12。

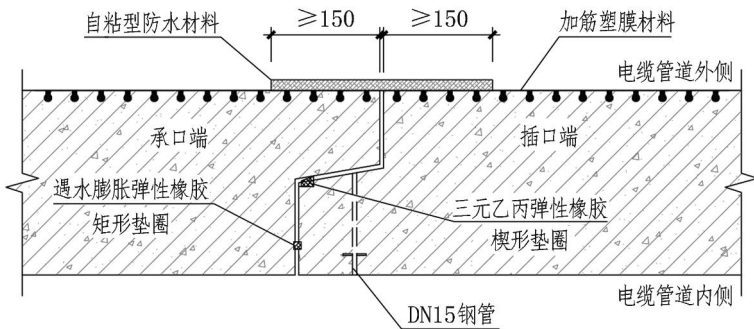


图 11 电缆管道接口防水构造（无螺栓连接）

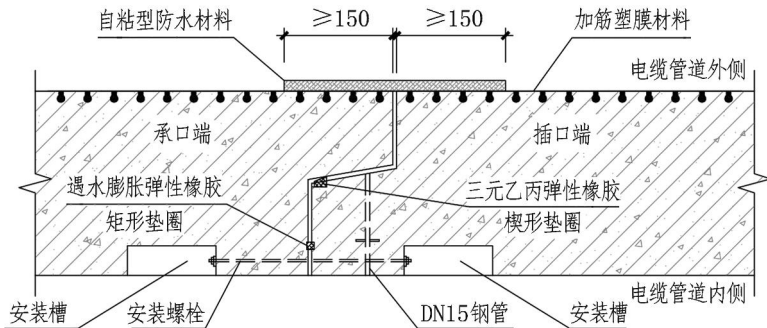


图 12 电缆管道接口防水构造（有螺栓连接）

5.5.2 加筋塑膜材料应满足以下规定：

- a) 加筋塑膜材料具有不透水性 (0.3MPa, 120min 不透水), 符合 GB/T 23457 的规定;
- b) 加筋塑膜材料具有绝缘性能 (标称电压 $U_s=35KV$), 符合 GB/T 1408.1 的规定;
- c) 加筋塑膜材料厚度为 1.2~3.0mm, 宽度为 2000mm, 总长度为管道外部周长加 100mm;
- d) 加筋塑膜材料性能见表 1。

表 1 加筋塑膜材料性能表

项目	性能项目		性能指标	依据标准
1	拉力, N/50mm		≥ 600	GB/T 23457
2	拉伸强度, MPa		≥ 16	GB/T 23457
3	膜断裂伸长率, %		≥ 400	GB/T 23457
4	钉杆撕裂强度, N		≥ 400	GB/T 23457
5	抗穿刺强度, N		≥ 350	GB/T 23457
6	抗冲击性能, (0.5kg·m)		无渗漏	GB/T 23457
7	抗静态荷载 (20kg)		无渗漏	GB/T 23457
8	耐热性 (80°C, 2h)		无滑移、流淌、滴落	GB/T 23457
9	低温弯折性主体材料(-35°C)		无裂纹	GB/T 23457
10	低温柔性胶层(-25°C)		无裂纹	GB/T 23457
11	渗油性(张数)		≤ 1	GB/T 23457
12	抗窜水性(水力梯度), 0.8MPa/35mm, 4h)		不窜水	GB/T 23457
13	与混凝土剥离强度, N/mm	无处理	≥ 1.5	GB/T 23457
		浸水处理	≥ 1.0	GB/T 23457
		泥沙污染表面	≥ 1.0	GB/T 23457
		紫外线处理	≥ 1.0	GB/T 23457
		热处理	≥ 1.0	GB/T 23457
14	与混凝土浸水后剥离强度, N/mm		≥ 1.0	GB/T 23457

表 1 (续)

项目	性能项目	性能指标	依据标准
15	卷材与卷材剥离强度(搭接边)无处理, N/mm	≥ 0.8	GB/T 23457
16	卷材与卷材剥离强度(搭接边)浸水处理, N/mm	≥ 0.8	GB/T 23457
17	标称电压, kV	35	GB/T 1408.1
18	短时工频耐受电压, (Kv 1min)	80	GB/T 1408.1
19	雷电冲击耐受电压, kV	185	GB/T 1408.1
20	击穿场强, kV/mm	40~50	GB/T 1408.1

5.5.3 EVA 自粘型防水材料应满足以下规定:

- a) EVA 自粘型防水材料厚度不小于 2.5mm, 宽度不小于 300mm, 总长度为管道外部周长至少加 100mm, 符合 JC/T 863 的规定;
- b) EVA 自粘型防水材料性能见表 2。

表 2 EVA 自粘型防水材料性能表

序号	性能项目	性能指标	依据标准
1	拉伸强度, MPa	≥ 16	JC/T 863-2011
2	断裂延伸率, %	≥ 350	JC/T 863-2011
3	低温弯折性, °C	-35, 无裂纹	JC/T 863-2011
4	热处理尺寸变化率, %	≤ 2.0	JC/T 863-2011
5	不透水性, (MPa120min)	≥ 0.3	JC/T 863-2011
6	剪切状态下, N/mm 粘合性标准试验条件	≥ 3.0 或卷材破坏	JC/T 863-2011
7	剪切状态下, (%), 168h) 80°C 粘合性热处理后保持率	≥ 70	GB/T 3512
8	剪切状态下, (%), 168h) 10%Ca(OH) ₂ 粘合性碱处理后保持率	≥ 70	GB/T 1690

表 2 (续)

序号	性能项目	性能指标	依据标准
9	剥离强度标准试验条件, N/mm	≥ 1.5	GB/T 2791
10	剥离强度浸水后保持率, (% , 168h)	≥ 70	GB/T 1690
11	搭接宽度, mm	≥ 100	JC/T 863-2011

5.5.4 JL1-EPDM 三元乙丙橡胶密封垫圈应满足以下规定:

- a) 密封垫圈为楔形和方形两种截面形状的环形密封垫, 用于管道承插口处。
- b) 密封垫圈性能见表 3。

表 3 JL1-EPDM 三元乙丙橡胶楔形密封垫圈性能表

序号	性能项目	性能指标	依据标准
1	硬度(邵尔 A, 度)	$55 \pm 5 \sim 70 \pm 5$	GB50208-2011
2	拉伸强度 (23℃), MPa	≥ 9.5	GB50208-2011
3	伸长率 (23℃), %	≥ 450	GB50208-2011
4	低温弯折性, °C	-40, 无裂纹	GB 18173-2012
5	撕裂强度, kN/m	≥ 25	GB 18173-2012
6	不透水性 (30min), MPa	0.3 无渗漏	GB 18173-2012
7	加热延伸/收缩量, mm	$\leq 2.0 / \leq 4.0$	GB 18173-2012
8	热空气老化拉伸强度保持率, (% 80°C, 168h)	≥ 80	GB 18173-2012
9	热空气老化拉伸断伸长率, (% 80°C, 168h)	≥ 70	GB 18173-2012
10	臭氧老化伸长率 40% 500×10^{-2} (40°C, 168h)	无破坏	GB 18173-2012
11	耐碱性拉伸强度保持率 (23°C, 168h)	≥ 80	GB 18173-2012
12	剪切状态下拉伸断伸长率 (23°C, 168h) 饱和 Ca(OH) ₂	≥ 80	GB 18173-2012

6 检验

6.1 检验设备

检验用主要仪器设备和量具应符合 GB/T 16752 的规定。

6.2 外观质量

6.2.1 混凝土外观质量应满足以下规定：

- a) 混凝土的外观质量要求应符合 GB/T 11836 的规定；
- b) 包括露筋、裂缝、合缝漏浆、粘皮、麻面、蜂窝、空鼓、端部碰伤、外表面凹坑等，应按 GB/T 16752 的规定进行检验。

6.2.2 加筋塑膜外观质量应满足以下规定：

- a) 成型完好、饱满，概括分明，表面平整。不允许有变形、隔筋、翘曲；
- b) 无非设计需求的泡点及凹点，四边厚薄均匀，无目视可见的变形及成型不良等表象；
- c) 外形切口完好，基本无缺口、无毛刺等表象；
- d) 应按 CJ/T 120 中规定进行检验。

6.3 尺寸偏差

6.3.1 电缆管道混凝土部分应满足以下规定：

- a) 尺寸偏差参照 GB/T 11836 规定；
- b) 包括内宽、内高、有效长度、壁厚、弯曲度，参照 GB/T 16752 的规定进行检验。

6.3.2 电缆管道加筋塑膜部分尺寸偏差参照 CJ/T 120 规定进行检验。

6.4 防水性能

6.4.1 加筋塑膜应达到不透水性（压力 0.3MP，保持时间 120min，试验合格）。应符合 GB/T 23457 规定。

6.4.2 电缆管道接口密封性能应符合附录 A.2 密封试验规定。

6.4.3 电缆管道渗水性能应符合附录 A.3 渗水试验规定。

6.5 抗渗性能

混凝土抗渗性能参照 GB/T 50082 规定。

6.6 外压荷载

6.6.1 外压检验荷载限值根据结构设计时整根电缆管道的极限状态给出，外压荷载试验不得低于设计规定的荷载。

6.6.2 荷载检验方法及技术指标见附录 A.1 试验方法中管道外压荷载试验。

6.7 型式检验

6.7.1 检验项目包括：混凝土抗压强度、混凝土抗渗性能、加筋塑膜、外观质量、尺寸偏差、防水性能、外压荷载等。

6.7.2 当有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制鉴定；
- b) 正式生产后如产品结构、原材料、生产工艺和管理有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时；
- e) 国家或地方质量监督检验机构提出进行型式检验的要求时。

6.8 出厂检验

6.8.1 检验项目包括：外观质量、尺寸偏差、防水性能、外压荷载、抗渗性能。检验项目分为 A 类和 B 类指标，见表 4。

表 4 检验项目分为 A 类和 B 类指标

序号	质量指标	检验项目	类别
1	外观质量	粘皮	B
2		麻面	B

表 4 (续)

序号	质量指标	检验项目	类别
3	外观质量	局部凹坑	B
4		蜂窝	A
5		塌落	A
6		露筋	A
7	外观质量	空鼓	A
8		裂缝	A
9		合缝漏浆	A
10		端面碰伤	A
11	尺寸偏差	承口直径	A
12		插口直径	A
13		承口长度	B
14	尺寸偏差	插口长度	B
15		管道公称内径	B
16		管壁厚度	B
17		管道有效长度	B
18		弯曲度	B
19		端面斜率	B
20		保护层厚度	A
21	物理力学性能	内水压力	A
22		裂缝荷载	A
23		破坏荷载	A
24		抗渗性能	A

6.8.2 组批规则：由相同原材料、相同生产工艺生产的同一种规格、同一种接头型式、同一种外压荷载级别的管道组成一个

受检批。不同管径批量数见表 5；在 3 个月内生产总数不足表 5 的规定时，也应作为一个检验批。

表 5 型式检验批量

产 品	公称内径(mm)	批量(根)
预制钢筋混凝土加筋塑膜 电缆管道	800~1200	≤2000
	1400~2500	≤1500

6.8.3 抽样应符合以下规定：

- a) 外观质量：从受检批中采用随机抽样的方法抽取 10 根管道，逐根进行混凝土及加筋塑膜外观质量检查；
- b) 尺寸偏差：从混凝土、加筋塑膜外观质量合格产品中，逐根进行尺寸偏差检查；
- c) 防水性能：外观质量、尺寸偏差检验合格的管道中抽取 1 根管道检验防水性能；
- d) 外压荷载：外观质量、尺寸偏差检验合格的管道中抽取 1 根管道检验外压荷载；
- e) 抗渗性能：外观质量、尺寸偏差检验合格的管道中抽取 1 根管道检验抗渗性能。

6.8.4 判定规则应符合以下规定：

- a) 外观质量、尺寸偏差：10 根受检管道中，A 类项目必须全部合格；每项 B 类项目的超差不超过 2 根，B 类项目的超差不超过 2 项，则判定该批产品的外观质量和尺寸偏差合格。
- b) 防水性能、外压荷载和抗渗性能：防水性能、外压荷载和抗渗性能分别符合本规程规定时，则判该批产品防水性能、外压荷载和抗渗性能合格。如防水性能、外压荷载和抗渗性能检验不符合本规程规定时，允许从同批产品中抽取 2 根管道进行复检。复检如果全部符合本规程规定时，则剔除原不合格的 1 根，判该批产品防水性能、外压荷载

和抗渗性能合格。复检结果如仍有 1 根管道不符合本规程规定时，则判该批产品防水性能、外压荷载和抗渗性能不合格。

- c) 总判定：外观质量、尺寸偏差、防水性能、外压荷载、抗渗性能均符合规程要求时，则判定该产品为合格。
- d) 使用单位对产品质量有怀疑时，有权按照本规程提出的防水性能、外压荷载和抗渗性能检验要求，对将交付使用的管道与生产方配合进行复检。产品质量不合格时，试验发生的费用由生产方承担；产品质量合格时，试验发生的费用由使用方承担。

6.9 包装、标志、运输、贮存和质量证明书

6.9.1 包装应符合以下规定：

- a) 包装应能防止运输过程中受到机械损伤，并应根据运输方式及部件规格、形状，选用适当的包装方式。包装箱应便于吊装搬运。也可采取分类或工程区（段）的部件包装；
- b) 包装箱内应随带装箱清单、产品合格证书、产品材质合格证书和产品检验报告。

6.9.2 标志应符合以下规定：

- a) 产品出厂时应具有产品质量合格证书，内容包括厂名、厂址、生产日期、产品执行标准号等；
- b) 标志应清晰且不易损坏。

6.9.3 吊装应符合以下规定：

产品吊装时，应采用专用吊装架吊装，不应直接在产品上设置吊钩吊装。

6.9.4 运输应符合以下规定：

- a) 产品在运输及装卸过程中，严禁碰撞，损伤，不得倾斜；
- b) 产品在运输车辆上应使用专用固定支架固定，且固定支架不应超过两层。

6.9.5 贮存应符合以下规定：

- a) 贮存场所宜干燥，有遮盖，应避免受到含有酸、盐、碱等腐蚀性物质的侵蚀，距热源不小于 1m；
- b) 产品应分批分类堆放，摆放整齐，层间应有适当软垫物隔开，避免重压。

6.9.6 质量证明书应符合以下规定：

- a) 每批交付产品应附有证明该产品符合标准要求和订货合同的质量证明书；
- b) 质量证明书应由供方质量监督部门盖章；
- c) 质量证明书应包括以下内容：
 - 1) 供方名称或商标；
 - 2) 质量证明书签发日期或发货日期；
 - 3) 产品标准号；
 - 4) 牌号；
 - 5) 批号、交货状态、重量、件数；
 - 6) 品种名称、尺寸（型号或规格）和级别；
 - 7) 产品标准和合同中所规定的各项检验结果；
 - 8) 混凝土强度和抗渗性能检验报告结果；
 - 9) 供方质量监督部门印记。

7 设计

7.1 总体设计

7.1.1 电缆线路路径应与城市总体规划相结合，应与各种管线和其他市政设施统一安排，且应征得城市规划部门同意。

7.1.2 电缆线路路径应综合路径长度、施工、运行和维护方便等因素，统筹兼顾，安全适用、经济合理、技术先进、环境保护、绿色节能。

7.1.3 供敷设电缆用的电缆管道宜按配电网远景规划及施工图设计要求一次建成。

7.1.4 电缆管线最小覆土深度、工程管线之间及其与建（构）筑物之间的最小水平净距、最小交叉净距应符合 GB 50217 相关规定。

7.2 结构设计

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 电缆管道土建工程设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，应以可靠指标度量结构构件的可靠度。

7.2.1.2 电缆管道结构设计应对承载能力极限状态和正常使用极限状态进行计算。

7.2.1.3 电缆管道工程的主体结构设计使用年限应为 50 年。

7.2.1.4 电缆管道结构应根据设计使用年限和环境类别进行耐久性设计，并应符合 GB/T 50476 的有关规定。

7.2.1.5 电缆管道结构可不进行地震作用计算，按丙类钢筋混凝土地下结构确定抗震等级，节点应满足本规程 7.2.5.4 条规定。

7.2.1.6 电缆管道的结构安全等级应为二级，结构中各类构件的安全等级宜与整个结构的安全等级相同。

7.2.1.7 电缆管道结构构件的裂缝控制等级应为三级，结构构件的最大裂缝宽度限值应小于等于 0.2mm，且不得贯通。

7.2.1.8 当电缆管道结构承受两种或两种以上可变作用时，在承载力极限状态设计或正常使用极限状态按短期效应标准值设计时，对可变作用应取标准值和组合值作为代表值。

7.2.1.9 电缆管道应根据气候条件、水文地质状况、结构特点、施工方法和使用条件等因素进行防水设计，防水等级标准应不低于三级，并应满足结构的安全、耐久性和使用要求。电缆管道的变形缝、施工缝和预制构件接缝等部位应加强防水。

7.2.1.10 对埋设在历史最高水位以下的电缆管道，应根据设计条件计算结构的抗浮稳定。计算时不应计入电缆管道内管线和设备的自重，其他各项作用应取标准值，并应满足抗浮稳定性抗力系数不低于 1.05。

7.2.1.11 电缆管道应根据场地地质情况按 GB 50007 进行设计，对软弱地基和特殊岩土地基应依据 JGJ 79、GB 50025 等规范规程进行设计。

7.2.1.12 电缆管道纵向节段的长度应根据节段吊装、运输等施工过程的限制条件综合确定。

7.2.2 材料

7.2.2.1 电缆管道工程中所使用的材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境等选用，并应考虑耐久性、可靠性和经济性。

7.2.2.2 电缆管道的混凝土强度等级不应低于 C30。

7.2.2.3 电缆管道应采用自防水混凝土，设计抗渗等级应符合表 6 的规定。

表 6 防水混凝土设计抗渗等级

电缆管道埋深 H	设计抗渗等级
$H \leq 5\text{m}$	P6

7.2.2.4 用于防水混凝土的水泥应符合下列规定：

- a) 水泥品种宜选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；
- b) 在受侵蚀性介质作用下，应按侵蚀性介质的性质选用相应的水泥品种。

7.2.2.5 用于防水混凝土的砂、石应符合 JGJ 52 的有关规定。

7.2.2.6 防水混凝土中各类材料的氯离子含量和含碱量（ Na_2O 当量）应符合下列规定：

- a) 氯离子含量不应超过凝胶材料总量的 0.1%；
- b) 采用无活性骨料时，含碱量不应超过 3 kg/m^3 ；采用有活性骨料时，应严格控制混凝土含碱量并掺加矿物掺合料。

7.2.2.7 混凝土可根据工程需要掺入减水剂、膨胀剂、防水剂、密实剂、引气剂、复合型外加剂及水泥基渗透结晶型材料等，其品

种和用量应经试验确定，所用外加剂的技术性能应符合国家现行标准的有关质量要求。

7.2.2.8 用于拌制混凝土的水，应符合 JGJ 63 的有关规定。

7.2.2.9 混凝土可根据工程抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维，纤维的品种及掺量应符合国家现行标准的有关规定，无相关规定时应通过试验确定。

7.2.2.10 钢筋应符合 GB 1499.1、GB 1499.2 和 GB 13014 的有关规定。

7.2.2.11 用于连接预制节段的螺栓应符合 GB 50017 的有关规定。

7.2.2.12 预埋钢板宜采用 Q235 钢、Q345 钢，其质量应符合 GB/T 700 的有关规定。

7.2.3 结构上的作用

7.2.3.1 电缆管道结构上的作用，按性质可分为永久作用和可变作用。作用效应组合及作用效应分项系数采用 JTG D60 的规范。

7.2.3.2 电缆管道结构上的永久作用包括竖向土压力、侧向土压力及电缆管道自重，可变作用包括地面车辆荷载传递到电缆管道顶部的竖向压力及地面堆积荷载。

7.2.3.3 作用在电缆管道顶部的竖向土压力标准值可按下式计算：

$$Q_{SV,k} = Y_S(H_S - H_W) + (Y' + Y_W)H_W \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Q_{SV,k}$ —— 单位面积上电缆管道顶竖向土压力标准值 (kN/m²)；

Y_S —— 回填土的重力密度，可取 18kN/m³；

Y' —— 地下水范围内的覆土重力密度，可取 10kN/m³；

Y_W —— 地下水的重力密度，可取 10kN/m³；

H_S —— 管顶覆土深度 (m)；

H_W —— 电缆管道顶以上地下水的深度 (m)。

7.2.3.4 电缆管道上的可变作用荷载应包括作用在管道上的地面车辆荷载和堆积荷载。车辆荷载与堆积荷载不应同时考虑，应选用荷载效应较大者。车辆荷载等级应按城市道路等级确定，车辆荷载取值按照 GB 51286 规定取用。

7.2.3.5 城-A 级车辆荷载传递到电缆管道顶部的竖向压力标准值可按下表选用，超出列表范围的车辆荷载及城-B 级车辆荷载可按附录 E 方法计算确定，车辆荷载准永久值系数可取 $\phi_q=0.5$ 。

表 7 城-A 级车辆荷载选用表

覆土厚度 (m)	车辆荷载标准值 Q_{vk} (kN/m ²)	
	单车道	多车道
0.7	67.15	69.82
0.8	55.96	60.38
1.0	40.61	46.64
1.2	32.32	39.46
1.4	26.70	34.58
1.6	22.47	30.77
1.8	19.20	27.72
2.0	16.61	25.22

注：本表按城-A级车辆荷载车轴号4的轮重计算所得等效荷载。

7.2.3.6 地面堆积荷载标准值 $q_{v,k}$ 可按 10kN/m^2 计算；其准永久值系数可取 $\phi_q=0.5$ 。

7.2.3.7 结构设计时，对不同的作用应采用不同的代表值。永久作用应采用标准值作为代表值；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。作用的标准值应为设计采用的基本代表值。

7.2.3.8 当正常使用极限状态按长期效应准永久组合设计时，对可变作用应采用准永久值作为代表值。

7.2.3.9 结构主体及收容电缆自重可按结构构件及管线设计尺寸

计算确定。常用材料及其制作件的自重可按 GB 50009 的规定采用。

7.2.3.10 建设场地地基土有显著变化段的电缆管道结构，宜考虑地基不均匀沉降的影响，其标准值应按 GB 50007 的有关规定计算确定。

7.2.3.11 制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算，应符合 GB 50666 的有关规定。

7.2.4 电缆管道结构

7.2.4.1 电缆管道结构横向连接接头宜采用承插式接头或承插式螺栓连接接头。当有可靠依据时，也可采用其他能够保证结构安全性、适用性和耐久性的接头构造。

7.2.4.2 电缆管道结构的截面内力计算模型宜采用闭合框架模型。作用于结构底板的基底反力分布应根据地基条件确定，并应符合下列规定：

- a) 地层较为坚硬或经加固处理的地基，基底反力可视为直线分布；
- b) 未经处理的软弱地基，基底反力应按弹性地基上的平面变形截条计算确定。

7.2.4.3 电缆管道结构中，现浇混凝土截面的受弯承载力、受剪承载力和最大裂缝宽度应符合 GB 50010 的有关规定。

7.2.4.4 拼缝弹性密封垫应沿环面兜绕成框型。沟槽形式、截面尺寸应与弹性密封垫的形式和尺寸相匹配。

7.2.4.5 拼缝处应至少设置一道密封垫沟槽，密封垫及沟槽的截面尺寸应符合下式要求：

$$A = 1.0A_0 \sim 1.5A_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

A —— 密封垫沟槽截面积；

A_0 —— 密封垫截面积。

7.2.4.6 拼缝处应选用弹性橡胶与遇水膨胀橡胶制成的复合密封垫，弹性橡胶密封垫宜采用三元乙丙 (EPDM) 橡胶。

7.2.4.7 复合密封垫宜采用中间开孔、下部开槽等特殊截面的构造形式，并应制成闭合框型。

7.2.5 构造要求

7.2.5.1 电缆管道结构主要承重侧壁的厚度不宜小于 150mm。

7.2.5.2 电缆管道结构中钢筋的混凝土保护层厚度，结构迎水面不应小于 30mm，结构其他部位应根据环境条件和耐久性要求并按 GB 50010 的有关规定确定。

7.2.5.3 电缆管道各部位金属预埋件的锚筋面积和构造要求应按 GB 50010 的有关规定确定。预埋件的外露部分，应采取防腐保护措施。

7.2.5.4 电缆管道角部节点钢筋构造。

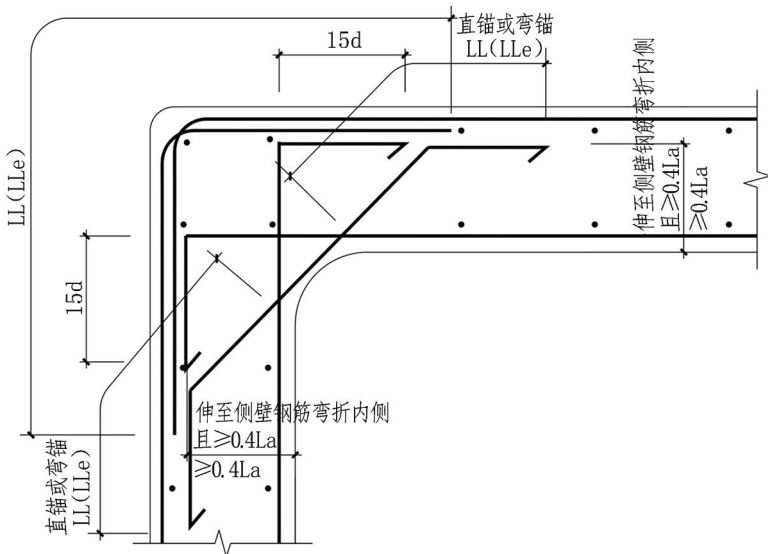


图 13 管道角部节点钢筋构造

7.3 附属设施

7.3.1 通风

7.3.1.1 电缆管道内的温度应满足设备正常运行要求，宜采取自然通风。当有较多电缆导体工作温度持续达到 70℃ 以上，或其它影响环境温度显著升高时，可装设机械通风，但机械通风装置应在一旦出现火灾时，能可靠地自动关闭。

7.3.1.2 长距离的电缆通道宜适当分区段实行相互独立的通风。

7.3.1.3 电缆管道通风设计应符合 DL/T 5484 相关规定。

7.3.2 消防

7.3.2.1 电缆管道消防设计应采取“预防为主、防消结合”的原则。

7.3.2.2 当采用阻燃电缆时，电缆管道的火灾危险性类别为戊类，最低耐火等级为二级；当采用一般电缆时，电缆管道的火灾危险性类别为丙类，最低耐火等级为二级。

7.3.2.3 电缆管道宜设置火灾自动报警系统，并应符合 GB50116。

7.3.2.4 在电缆管道的进出口处、接头区和每个防火分区内，均宜设置灭火器、黄砂箱等消防器材。

7.3.2.5 管道内应有完善的防鼠、蛇窜入的设施，防止小动物破坏电缆绝缘引发事故。

7.3.2.6 电缆管道内电缆的阻燃防护和防止延燃措施应同时满足 GB50217 的相关规定要求。

7.3.2.7 电力电缆线路的防火设计除应符合相关设计规程、规范外，还应符合全国性和地方性的消防法规。

7.3.3 排水

7.3.3.1 电缆管道的排水应满足各项排水的要求，排放应符合国家或当地现行有关排放标准。

7.3.3.2 电缆管道内应采取有组织的排水，管道内纵向排水坡度不宜小于 5%，并坡向集水井。

7.3.2.3 电缆管道应结合管道工作井、通风口、出入口、管道纵坡最低处等设置集水井及泄水系统，必要时应实施机械排水。

7.3.2.4 采用潜水排水泵提升至就近市政排水系统，排水泵出水管路上应设置止回阀，以防止雨水倒灌。如有条件应直接排入市政排水系统，且确保市政雨、废水不能倒灌至管道。

7.3.4 照明

7.3.4.1 进入管道应设置正常照明和应急照明。应急照明主要是疏散照明。

7.3.4.2 电缆通道内检修道上的一般照明的平均照度不应小于 15lx，最低照度不应小于 5lx。

7.3.4.3 电缆通道内疏散应急照明照度不应低于 5lx；应急电源持续供电时间不应小于 30min。

7.3.4.4 灯具应采取防水防潮措施，防护等级不宜低于 IP54，并应具有防外力冲撞的防护措施。

7.3.4.5 安装高度低于 2.2 米的照明灯具应采用 24V 及以下安全电压供电。当采用 220V 电压供电时，应采取防止触电的安全措施，并应敷设灯具外壳专用接地线。

7.3.4.6 照明系统中每一单相回路不宜超过 16A，单独回路的灯具数量不宜超过 25 个。

7.3.4.7 照明配电干线和分支线，应采用阻燃铜芯绝缘电线或电缆，分支线截面不应小于 2.5mm^2 。

7.3.5 监控

7.3.5.1 进入电缆通道内宜配置环境监控系统，采用在线实时监控模式，对电缆通道集中监控。应具有以下功能：

- a) 实时监测通道环境温度，进线火情、火灾监控和报警；
- b) 可燃气体浓度、氧气浓度、有害气体浓度监测；
- c) 实时监控电缆通道内积水水位；
- d) 电缆井盖状态监测和远程开启。

7.3.5.2 进入的电缆通道内应设置通信系统，通信系统应为固定式通信系统，固定式通信应与通信网络连通。通道人员进出口或每一防火分区内应设置一个通信点。

7.3.6 电缆支架

7.3.6.1 管道内电缆支架宜根据“同一电压等级的电缆通用同一尺寸的支架”的原则进行设计。

7.3.6.2 电缆管道的尺寸应按满足全部容纳电缆的允许最小弯曲半径、施工作业与维护空间要求确定，电缆的配置应无碍安全运行，电缆通道的净尺寸不宜小于表8的规定。

表8 电缆管道内通道的净宽度尺寸

电缆支架配置方式	具有下列深度的电缆通道		
	800~1000	1200	>1200
两侧	500	700	800
单侧	450	600	800

7.3.6.3 电缆支架的层间垂直距离，应满足敷设电缆及其固定、安置接头的要求，同时应考虑电缆纵向蛇形敷设幅宽及温度升高所产生的变形量。电缆支架间的最小净距不宜小于表9的规定。

表9 电缆支架的层间最小净距

电缆类型及敷设特征		支架层间最小净距
控制电缆		120
电力电缆	电力电缆每层多于一根	2d+50
	电力电缆每层一根	d+50
	电力电缆三根品字型布置	2d+50
	电缆敷设于槽盒内	h+80

注：h表示槽盒外壳高度，d表示电缆最大外径。

7.3.6.4 电缆支架离顶板或梁底的最小净距，当最上层支架放置电缆时，不宜小于表 6.2.6.2 所得值再加 150mm 的和值；当最上层支架放置其他管线时，不宜小于 300mm。

7.3.6.5 电缆支架离底板、地坪面的最小净距，不宜小于 100mm。

7.3.6.6 管道内需布置电缆接头时，电缆支架层间布置应考虑电缆接头的放置位置，一般以能方便的安装电缆接头为宜。

7.3.6.7 电缆支架的长度，除应满足敷设电缆及其固定装置的要求外，宜在考虑电缆弯曲、水平蛇形和温度升高所产生的变形量的基础上，增加 50~100mm。

7.3.6.8 电缆支架的材料选型应符合下列规定：

- a) 机械强度应能满足电缆及其附件荷重、施工作业时附加荷重、运行中的动荷载的要求，并留有足够的裕度；
- b) 金属制的电缆支架应采取防腐措施；
- c) 表面光滑，无尖角和毛刺；
- d) 禁止采用易燃材料制作。

7.3.6.9 直接支持电缆的普通支架（臂式支架）、吊架的允许跨距宜负荷表 10 的规定。

表 10 普通支架（臂式支架）、吊架的允许跨距

电缆特征	支架层间最小净距	
	水平	垂直
未含金属套、铠装的全塑小截面电缆	400*	1000
除上述情况外的中、低压电缆	800	1500
35kv 及以上高压电缆	1500	3000
注：能维持电缆较平时时，该值可增加 1 倍。		

7.3.7 接地

7.3.7.1 电缆管道内的接地系统采用 TN-S 系统，综合接地系统应形成环形接地网，接地电阻不应大于 4Ω。

7.3.7.2 电缆管道内的接地网宜采用热镀锌扁钢，且截面面积不应小于 40mm×5mm。接地网应采用焊接、搭接，不得采用螺栓搭接。

7.3.7.3 配电系统中设置防雷电感应过电压的保护装置，并应在电缆管道内设置等电位联结系统。

7.3.7.4 电缆管道内的金属构件、电缆金属套、金属管道以及电气设备外壳均应与接地网可靠连通。

8 施工

8.1 施工准备

8.1.1 技术准备

8.1.1.1 施工前做好施工图纸的会审，编制施工组织设计及做好技术交底工作。

8.1.1.2 施工前对现况管线构筑物的平面位置和高程与施工管线的关系，经核实后，做好复核记录。

8.1.1.3 完成施工交接桩、复测工作，并进行护桩及加密桩点布置。

8.1.1.4 管道及附件进场检验合格，证明材料齐全。

8.1.2 机具设备

8.1.2.1 设备：根据埋设管线直径大小，选择适宜的汽车吊、挖掘机、自卸载重汽车、机动翻斗车、运输车辆、推土机、压路机、振动夯、蛙式打夯机、切管机、发电机、倒链、手拉葫芦、千斤顶、钢筋弯曲机、钢筋切断机、卷扬机、吊具、管堵、空气压缩机等。

8.1.2.2 工具：浆筒、刷子、铁抹子、弧形抹子、盒尺、角尺、水平尺、线坠、铅笔、扳手、钳子、螺丝刀、鍘子、手锤、打气筒、普通压力表、秒表等。

8.1.2.3 其他必要的设备及工具。

8.1.2.4 进场机械设备、工具应检验合格，证件齐全，特种作业人员应持证上岗。

8.1.3 作业条件

8.1.3.1 地下管线和其他设施经物探和坑探调查清楚。地上、地下管线设施拆迁或加固措施已完成，施工期交通疏导方案、施工便桥经有关主管部门批准。

8.1.3.2 现场“三通一平”已完成，地下水位较高影响沟槽开挖的工程，地下水位降至槽底 0.5m 以下，满足施工条件。

8.1.3.3 施工技术方案已办理审批手续。

8.1.3.4 现场条件应符合国家、行业及地方的现行法规和相关标准的规定。

8.2 施工工艺

8.2.1 一般规定

8.2.1.1 建设单位应向施工单位提供施工影响范围内地下管线(构筑物)及其他公共设施资料，施工单位应采取措施加以保护。

8.2.1.2 施工顺序应安全节能高效，宜按如下顺序组织施工：管线定位——管线勘测——沟槽开挖——沟槽内垫层处理——成品管道下沟——管道固定、封口——管道井浇(砌)筑——管道沟槽回填——路面标识

8.2.1.3 电缆管道工程的土方施工，除应符合本章规定外，涉及围堰、深基(槽)坑开挖与围护、地基处理等工程，还应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141 及国家相关标准的规定。

8.2.1.4 沟槽的开挖、支护方式应根据工程地质条件、施工方法、周围环境等要求进行技术经济比较，确保施工安全和环境保护要求。

8.2.1.5 对有地下水影响的土方施工，应根据工程规模、工程地质、水文地质、周围环境等要求，制定施工降排水方案，并按排水方案施工。施工降排水还应符合 GB 50268 相关规定。

8.2.1.6 沟槽断面的选择与确定应符合下列规定：

- a) 槽底宽、槽深、分层开挖高度、各层边坡及层间留台宽度等，应方便管道结构施工，确保施工质量和安全，并尽可能减少挖方和占地；
- b) 做好土(石)方平衡调配，尽可能避免重复挖运；大断面深沟槽开挖时，应编制专项施工方案；
- c) 沟槽外侧应设置截水沟及排水沟，防止雨水浸泡沟槽。

8.2.1.7 沟槽开挖至设计高程后应由建设单位会同设计、勘察、施工、监理单位共同验槽；发现岩、土质与勘察报告不符或有其他异常情况时，由建设单位会同上述单位研究处理措施。

8.2.1.8 沟槽支护应根据沟槽的土质、地下水位、沟槽断面、荷载条件等因素进行设计；施工单位应按设计要求进行支护。

8.2.1.9 土石方爆破施工必须按国家有关部门的规定，由有相应资质的单位进行施工。管道交叉处理应符合下列规定：

- a) 应满足电缆管道与其它管道间最小净距的要求，且按有压管道避让无压管道、支管道避让干线管道、小口径管道避让大口径管道的原则处理；
- b) 新建电缆管道与其他管道交叉时，应按设计要求处理；施工过程中对既有管道进行临时保护时，所采取的措施应征求有关单位意见；
- c) 新建电缆管道与既有管道交叉部位的回填压实度应符合设计要求，并使回填材料与被支承管道贴紧密实。

8.2.1.10 电缆管道铺设完毕并经检验合格后，应及时回填沟槽。回填前，应符合下列规定：

- a) 电缆管道的现浇基础的混凝土强度不应小于设计强度；
- b) 检查井及其他附属构筑物的现浇混凝土强度或砌体水泥砂浆强度应达到设计要求；回填时采取防止管道发生位移或损伤的措施；
- c) 雨期应采取措施防止管道漂浮。

8.2.2 沟槽开挖与地基处理

8.2.2.1 电缆管道沟槽开挖前，应对设置的临时水准点、管道轴线控制桩、高程桩进行复核。施工测量的允许偏差应符合 GB 50268 的规定。

8.2.2.2 电缆管道沟槽底部的开挖宽度应符合设计要求，当设计无要求时，可按下式计算：

$$B = D_1 + 2(b_1 + b_2) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

B ——管道沟槽底部的开挖宽度（mm）；

D_1 ——管道外径或宽度（mm）；

b_1 ——管道一侧的工作面宽度（mm），可按表 11 选取。当沟槽底需设排水沟时， b_1 应按排水沟要求相应增加；

b_2 ——管道一侧的支撑厚度，可取 150mm--200mm。

表 11 管道一侧的工作面宽度

管道沟槽底部的开挖宽度 D_1	管道一侧的工作面宽度 b_1
≤ 1000	400
$1000 < D_1 \leq 1500$	500
$1500 < D_1 \leq 2500$	700

8.2.2.3 电缆管道沟槽形式应根据施工现场环境、槽深、地下水位、土质情况、施工设备及季节影响等因素确定。

8.2.2.4 电缆管道沟槽侧向的堆土位置距沟槽上口边缘不宜小于 1.0m，且堆土高度不宜超过 1.5m。

8.2.2.5 电缆管道沟槽的开挖应严格控制基底高程，不得扰动基底原状土层。基底设计标高以上 0.2m~0.3m 的原状土，应在铺管前用人工清理至设计标高。当遇超挖或基底发生扰动时，应换填天然级配砂石料或最大粒径小于 40mm 的碎石，并应整平夯实，其压实度应达到基础层压实度要求，不得用杂土回填。当槽底遇有尖硬物体时，必须清除，并用砂石回填处理。

8.2.2.6 电缆管道地基基础应符合设计要求，当管道天然地基的强度不能满足设计要求时，应按设计要求加固。

8.2.2.7 电缆管道承插式接口的基础凹槽，应在管道混凝土基础浇筑时预留(图 14)。凹槽的长度、宽度和深度可按管道接头尺寸确定且不小于图示。在管道连接完成后，应立即采用聚氨酯发泡材料填充密实。聚氨酯发泡材料不得对管道加筋塑膜及接口自粘防水卷材有溶解腐蚀影响。

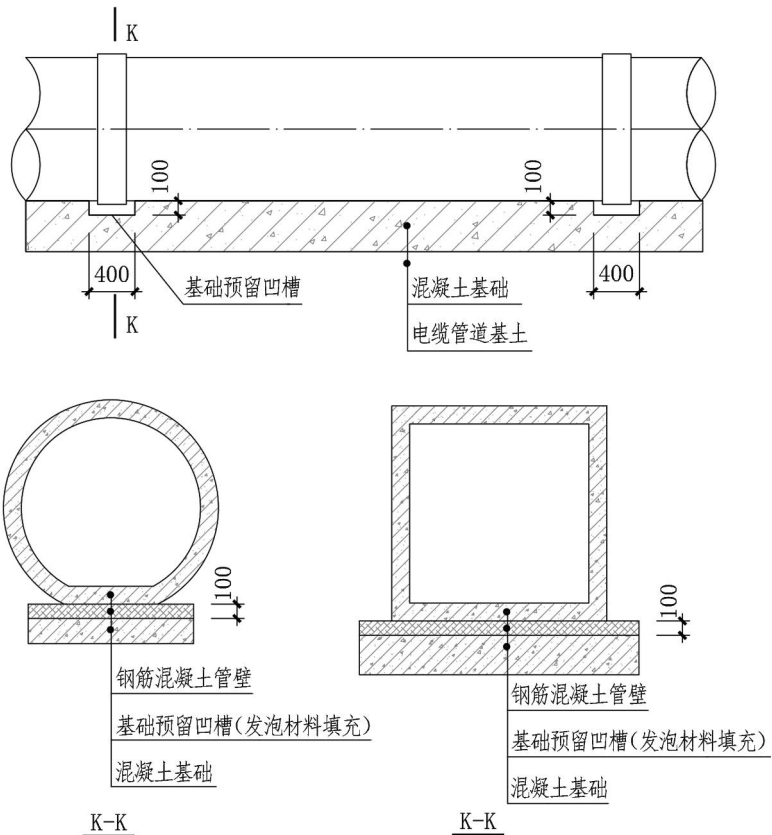


图 14 电缆管道承插式接口的基础凹槽示意图

8.2.2.8 电缆管道地基处理应符合下列规定：

- a) 设计要求换填时，应按要求清槽，并经检查合格；回填材料应符合设计要求或有关规定；
- b) 灰土地基、砂石地基和粉煤灰地基施工前必须按规范规定验槽并处理；
- c) 采用其他方法进行管道地基处理时，应满足国家有关规范规定和设计要求。

8.2.3 电缆管道安装

8.2.3.1 电缆管道基础按设计要求施工，且基础混凝土厚度不得小于 300mm，混凝土基础施工应符合下列规定：

- a) 电缆管道基础的模板，可一次支设，支设高度不低于混凝土的浇筑高度；
- b) 电缆管道基础的混凝土设计无要求时，宜采用强度等级不低于 C20 的混凝土。
 - 1) 管道基础应按设计要求留变形缝，变形缝的位置应与柔性接口相一致；
 - 2) 管道基础与井室基础宜同时浇筑；
 - 3) 混凝土浇筑中应防止离析；浇筑后应进行养护，强度低于 1.2MPa 时不得承受荷载。

8.2.3.2 电缆管道安装应符合下列规定：

- a) 电缆管道铺设前，对应进行管道变形检测的断面，应首先量出该管道断面的实际直径尺寸，并做好标记；
- b) 承插式密封圈连接所用的密封件、紧固件等配件，以及胶粘剂连接所用的胶粘剂，应由管材供应商配套供应；承插式电熔连接、电热熔带连接、挤出焊接连接应采用专用工具进行施工；
- c) 电缆管道安装时应对连接部位、密封件等进行清洁处理；
- d) 应根据电缆管道截面尺寸大小、沟槽和施工机具情况，确

定下管方式。采用机械方式下管，使用专用吊具，吊装时不应少于两个吊点，不得串心吊装，下沟应平稳，不得与沟壁、槽底撞击，不得损坏外壁加筋塑膜；

- e) 弹性密封橡胶圈连接操作应符合下列规定：
- 1) 连接前，应先检查橡胶圈是否配套完好，确认橡胶圈安放位置及插口应插入承口的深度，插口端面与承口底部间应留出伸缩间隙，设计无明确要求的宜为10mm。确认插入深度后应在插口外壁做出插入深度标记；
 - 2) 连接时，应先将承口内壁清理干净，并在承口内壁及插口橡胶圈上涂覆润滑剂，然后将承插口端面的中心轴线对正；
 - 3) 电缆管道应采用机械安装，采用专用工具将管材拉动就位，接口合拢时，管材两侧的专用工具应同步拉动。安装时，应使橡胶密封圈正确就位，不得扭曲和脱落；
 - 4) 接口合拢后，应对接口进行检测，应确保插入端与承口圆周间隙均匀，连接的管道轴线保持平直。
- f) 接口自粘防水胶带粘接操作应符合下列规定：
- 1) 应检查管材质量，并应将插口和承口外侧表面擦拭干净，不得有油污、尘土和水迹；
 - 2) 粘接前应对承口与插口松紧配合情况进行检验，并应在插口端及承口端表面划出黏贴的标线；
 - 3) 采用专用工具将自粘防水胶带绕管道一周，检查胶带长度尺寸及粘贴位置，并撕掉胶面保护膜粘贴平整牢固。

8.2.4 沟槽回填

8.2.4.1 电缆管道安装完成，接头水密性试验合格后应及时回填。

8.2.4.2 管道沟槽回填应符合下列规定：

- a) 沟槽内砖、石、木块等杂物清除干净；

- b) 沟槽内不得有积水；
- c) 保持降排水系统正常运行，不得带水回填。
- 8.2.4.3 井室及其他附属构筑物周围回填应符合下列规定：**
- a) 井室周围的回填，应与管道沟槽回填同时进行；不便同时进行时，应留台阶形接茬；
- b) 井室周围回填压实时应沿井室中心对称进行，且不得漏夯；
- c) 回填材料压实后应与井壁紧贴；
- d) 路面范围内的井室周围，应采用石灰土、砂、砂砾等材料回填，其回填宽度不宜小于 400mm；
- e) 严禁在槽壁取土回填。
- 8.2.4.4 除设计有要求外，回填材料应符合下列规定：**
- a) 槽底至管顶以上 500mm 范围内，土中不得含有有机物、冻土以及大于 50mm 的砖、石等硬块；在抹带接口处、防腐绝缘层或电缆周围，应采用细粒土回填；
- b) 冬期回填时管顶以上 500mm 范围以外可均匀掺入冻土，其数量不得超过填土总体积的 15%，且冻块尺寸不得超过 100mm；
- c) 回填土的含水量，宜按土类和采用的压实工具控制在最佳含水率土 2% 范围内；
- d) 采用石灰土、砂、砂砾等材料回填时，其质量应符合设计要求或有关标准规定。
- 8.2.4.5 每层回填土的虚铺厚度、应根据所采用的压实机具按表 12 的规定选取。**

表 12 每层回填土的虚铺厚度

压实机具	虚铺厚度 mm
轻型压实设备	200~250
压路机	200~300

8.2.4.6 回填土或其他回填材料运入槽内时不得损伤管道及其接口，并应符合下列规定：

- a) 根据每层虚铺厚度的用量将回填材料运至槽内，且不得在影响压实的范围内堆料；
- b) 管道两侧和管顶以上 500mm 范围内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内，不得直接回填在管道上；回填其他部位时，应均匀运入槽内，不得集中推入；
- c) 需要拌合的回填材料，应在运入槽内前拌合均匀，不得在槽内拌合。

8.2.4.7 回填作业每层土的压实遍数，按压实度要求、压实工具、虚铺厚度和含水量，应经现场试验确定。

8.2.4.8 采用重型压实机械压实或较重车辆在回填土上行驶时，管道顶部以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应按压实机械的规格和管道的设计承载力，通过计算确定。

8.2.4.9 软土、湿陷性黄土、膨胀土、冻土等地区的沟槽回填，应符合设计要求和当地工程标准规定。

8.2.4.10 管道沟槽回填的压实作业应符合下列规定：

- a) 回填压实应逐层进行，且不得损伤管道及加筋防水膜；
- b) 管道两侧和管顶以上 500mm 范围内胸腔夯实，应采用轻型压实机具，管道两侧压实面的高差不应超过 300mm；
- c) 管道基础为土弧基础时，应填实管道支撑角范围内腋角部位；压实时，管道两侧应对称进行，且不得使管道位移或损伤；
- d) 分段回填压实时，相邻段的接茬应呈台阶形，且不得漏夯；
- e) 采用轻型压实设备时，应夯夯相连；采用压路机时，碾压的重叠宽度不得小于 200mm；
- f) 采用压路机、振动压路机等压实机械压实时，其行驶速度不得超过 2km/h；
- g) 接口工作坑回填时底部凹坑应先回填压实至管底，然后与沟槽同步回填。

8.2.4.11 管道埋设的管顶覆土最小厚度应符合设计要求，且满足当地冻土层厚度要求；管顶覆土回填压实度达不到设计要求时应与设计协商进行处理。

9 验收

9.1 沟槽开挖

9.1.1 主控项目

9.1.1.1 原状地基土不得扰动、受水浸泡或受冻。

检查方法：观察，检查施工记录。

9.1.1.2 地基承载力应满足设计要求。

检查方法：观察，检查地基承载力试验报告。

9.1.1.3 进行地基处理时，压实度、厚度满足设计要求。

检查方法：按设计或规定要求进行检查，检查检测记录、试验报告。

9.1.2 一般项目

9.1.2.1 沟槽开挖的允许偏差应符合表 13 的规定。

表 13 沟槽开挖的允许偏差

序号	检查项目	允许偏差 mm		检查数量 (点数)		检查方法
		土方	±20	两井之间	3	
1	槽底高程	石方	+20、-200			
2	槽底中线 每侧宽度	不小于规定		两井之间	6	挂中线用钢尺每侧计 3 点
3	沟槽边坡	不陡于规定		两井之间	6	用坡度尺量测每侧计 3 点

9.2 管道基础

9.2.1 主控项目

9.2.1.1 原状地基的承载力符合设计要求。

检查方法：观察，检查地基处理强度或承载力检验报告、复合地基承载力检验报告。

9.2.1.2 混凝土基础的强度符合设计要求。

检验数量：混凝土验收批与试块留置按照GB 50141—2008第6.2.8条第2款执行。

检查方法：混凝土基础的混凝土强度验收应符合GBJ 107的有关规定。

9.2.1.3 砂石基础的压实度符合设计要求或本规范的规定。

检查方法：检查砂石材料的质量保证资料、压实度试验报告。

9.2.2 一般项目

9.2.2.1 混凝土基础外光内实，无严重缺陷；混凝土基础的钢筋数量、位置正确。

检查方法：观察，检查钢筋质量保证资料，检查施工记录。

9.2.2.2 管道基础的允许偏差应符合表 14 的规定。

表 14 管道基础的允许偏差

项次	检查项目		规定值或 允许偏差 mm	检验频率		检查方法
				范围	点数	
1	垫层	中线每侧宽度	不小于设计规定	10m	2	挂中心线用尺量， 每侧计 1 点
		高程	0， -15	10m	1	用水准仪测量
2	平基	中心线每侧高度	不小于设计规定	10m	2	挂中心线用尺量， 每侧 1 点
		高程	0， -10	10m	1	用水准仪测量
		厚度	±10	10m	1	用尺量

9.3 管道接口连接

9.3.1 主控项目

9.3.1.1 电缆管道管件、橡胶圈的产品质量应符合本规程的规定。

检查方法：检查产品质量保证资料；检查成品管进场验收记录。

9.3.1.2 橡胶圈位置正确，无扭曲、外露现象；承口、插口无破损、开裂；双道橡胶圈的水压试验合格。

检查方法：观察，用探尺检查；检查单口水压试验记录。

9.3.2 一般项目

9.3.2.1 接口的安装位置正确，其纵向间隙应满足设计要求，设计无要求时应在 5.0~2.0mm 之间。

检查方法：逐个检查，用钢尺量测；检查施工记录。

9.3.2.2 管道接口的填缝应符合设计要求，密实、光洁、平整。

检查方法：观察，检查填缝材料质量保证资料、配合比记录。

9.4 管道铺设

9.4.1 主控项目

9.4.1.1 管道埋设深度、轴线位置应符合设计要求。

检查方法：检查施工记录、测量记录。

9.4.1.2 管道无结构贯通裂缝和明显缺损情况。

检查方法：观察，检查技术资料。

9.4.1.3 管道铺设安装必须稳固，管道安装后应线形平直。

检查方法：观察，检查测量记录。

9.4.2 一般项目

9.4.2.1 管道内应光洁平整，无杂物、油污；管道无明显渗水和水珠现象。

检查方法：观察，渗漏水程度检查按本规程规定执行。

9.4.2.2 管道与检查井洞口之间无渗漏水。

检查方法：逐井观察，检查施工记录。

9.4.2.3 管道铺设的允许偏差应符合表 15 的规定。

表 15 管道铺设的允许偏差

项次	检查项目	规定值或允许偏差 mm		检验频率		检验方法
		刚性接口	柔性接口	范围	点数	
1	中心位移	≤10	≤10	两井之间	2	挂中心线用尺量
2	管内底高程	±10	D≤1000±10 D>1000±15	两井之间	2	用水准仪测量

9.5 沟槽回填

9.5.1 主控项目

9.5.1.1 回填材料符合设计要求。

检查方法：观察；按国家有关规范的规定和设计要求进行检查，检查检测报告。

检查数量：条件相同的回填材料，每铺筑1000m²，应取样一次，每次取样至少应做两组测试；回填材料条件变化或来源变化时，应分别取样检测。

9.5.1.2 沟槽不得带水回填，回填应密实。

检查方法：观察，检查施工记录。

9.5.1.3 回填土压实度应符合设计要求，设计无要求时，应符合表 16 的规定。

表 16 电缆管道沟槽回填土压实度

序号	项目		最低压实度 %		检查数量		检查方法		
			重型击实标准	轻型击实标准	范围	点数			
1	石灰土类垫层		93	95	100m				
2	沟槽在道路范围外	胸腔部分	管侧	87	90	两井之间或1000m ²	每层每侧一组(每组3点)	用环刀法检查或采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123中其他方法	
			管顶以上 500mm	-	87±2				
		其余部分		-	≥90				
		农田或绿地范围表层 500mm 范围内		不宜压实, 预留沉降量, 表面整平。					
3	沟槽在路范围内	胸腔部分	管侧	96	96	两井之间或1000m ²	每层每侧一组(每组3点)	用环刀法检查或采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123中其他方法	
			管顶以上 250mm	-	87±2				
		由路槽底算起的深度范围, mm	≤800	快速路及主干路	95				98
				次干道	93				95
				支路	90				93
		800~1500	快速路及主干路	93	95				
			次干道	90	92				
			支路	87	90				
		≥1500	快速路及主干路	90	93				
			次干道	90	93				
支路	87		90						
注: 表中重型击实标准的压实度和轻型击实标准的压实度, 分别以相应的标准击实试验法求得的最大干密度为100%。									

9.5.2 一般项目

9.5.2.1 回填应达到设计高程，表面应平整。

检查方法：观察，有疑问处用水准仪测量。

9.5.2.2 回填时管道及附属构筑物无损伤、沉降、位移。

检查方法：观察，有疑问处用水准仪测量。

附 录 A
(规范性附录)
试验方法

A.1 管道外压荷载试验

A.1.1 试件

- a) 按本规程规定设计、生产的预制钢筋混凝土加筋塑膜电缆管道。
- b) 蒸汽养护的管道龄期不宜少于14d, 自然养护的管道龄期不宜少于28d。

A.1.2 试验装置

- a) 采用三点试验法, 通过机械压力的传递, 试验管道的裂缝荷载和破坏荷载;
- b) 试验用仪器、装置及技术要求见图A.1电缆管道外荷载试验图示。

A.1.3 试验步骤

- a) 检查设备状况, 设备无故障时方可使用;
- b) 将管体放在外压试验装置的两个平行的下支承梁上, 然后将上支承梁放在管体上, 使管体与上、下支承梁的轴线相互平行, 并确保上支承梁能在通过上、下支承梁中心线的垂直平面内自由移动。上、下支承梁应覆盖管体的有效长度, 加荷点在管子全长的中点, 见图A.1;
- c) 通过上支承梁加载, 可以在上支承梁上集中一点加荷, 或者是采用两点或多点同步加荷;
- d) 开动油泵, 使加压板与上支承梁接触, 施加荷载于上支承梁。对电缆管道加荷速度为 $30.0 \text{ kN}/(\text{m}\cdot\text{min})$;

- e) 连续匀速加荷至标准规定的裂缝荷载的80%，保持加荷荷载1min，观察有无裂缝，用读数显微镜或裂缝测宽仪测量其宽度；若没有裂缝或裂缝较小，继续按裂缝荷载的10%加荷，保持加荷荷载1 min，加荷至裂缝荷载，保持加荷荷载3min。若裂缝宽度仍小于0.20mm，需测定裂缝荷载时，继续按裂缝荷载的5%分级加荷，每级保持加荷荷载3min直到裂缝宽度达到或超过0.20mm；
- f) 裂缝宽度达到0.20mm时的荷载值即为该管体的裂缝荷载。加压结束时裂缝宽度达到0.20mm，裂缝荷载为该级荷载值；加压结束时裂缝宽度超过0.20mm，裂缝荷载为前一级的荷载值；
- g) 按4规定的加荷速度继续加荷至破坏荷载的80%，保持加荷荷载1min，观察有无破坏；若未破坏，按破坏荷载的10%继续分级加荷，保持加荷荷载1min，加荷至破坏荷载时，保持加荷荷载3min，检查破坏情况，如未破坏，继续按破坏荷载的5%分级加荷，每级保持加荷荷载3min，直到破坏；
- h) 管道失去承载能力时的荷载值即为该电缆管道的破坏荷载。在加荷过程中电缆管道出现破坏状态时，破坏荷载为前一级荷载，在规定的荷载持续时间内出现破坏状态时，破坏荷载为该级荷载与前一级荷载的平均值；当在规定的荷载持续时间结束后出现破坏状态时，破坏荷载为该级荷载值。

A. 1.4 结果计算

外压试验荷载值按式（4）计算。

$$P=F/L \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- F* —— 达到裂缝荷载时的荷载值，kN
- L* —— 管道实际受压长度，m
- P* —— 试验荷载值，kN/m

A. 1.5 电缆管道外荷载试验图示

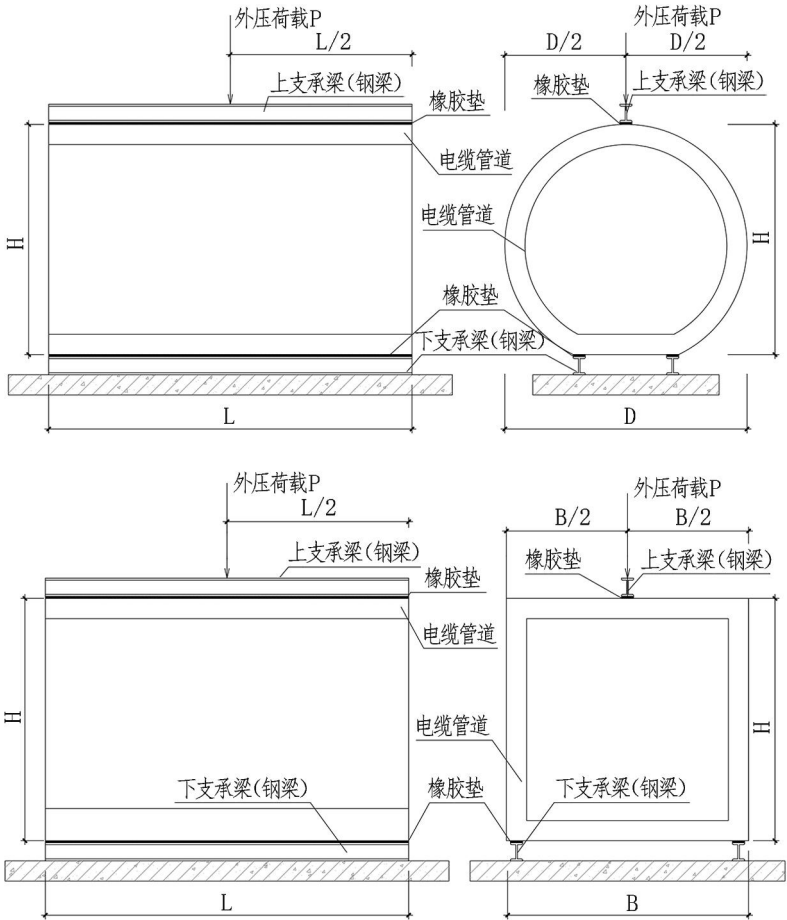


图 A.1 管道外荷载试验图示

A. 2 接口密封试验

A. 2.1 适用于电缆管道在回填土前进行的电缆管道接口处密封试验,每个管道连接接口处均应做密封试验,可逐个试验或同时试验。

- A. 2. 2 接口密封试验前，应做好水源引接、排水的疏导方案。
- A. 2. 3 冬季进行密封试验时，应采取防冻措施。
- A. 2. 4 接头内密封圈管道就位（或用连杆将管道拉近到位）。
- A. 2. 5 管道接口处自粘性胶带粘接牢固，电缆管道对接安装完成。
- A. 2. 6 试验时，向管道接口处注水应从下部水管缓慢注入，直至下部水管内水溢出，封闭上部水管口。接口处外加水压至0.1MP。
- A. 2. 7 压力升值试验压力开始计时，每当压力下降，应及时向接口空隙内补水，但最大压降不得大于0.03MP，恒压120min。
- A. 2. 8 如管道接口外壁不透水，管道接口内壁无漏水、开裂现象和水斑，如无则合格。如不合格，应重新进行接口处连接，直至试验合格。
- A. 2. 9 管道接口密封试验遵照GB 50268-2008附录C注水法试验执行。
- A. 2. 10 管道接口处可允许有少量湿渍，总湿渍面积不应大于总防水面积的2/1000；任意100m²防水面积上的湿渍不超过3处，单个湿渍的最大面积不大于0.2m²。
- A. 2. 11 管道接口处平均渗水量 $q \leq 0.05L / (m^3 \cdot d)$ ；任意100m²防水面积上的渗水量 $q \leq 0.15L / (m^3 \cdot d)$ 。
- A. 2. 12 管道接口密封试验见下图。

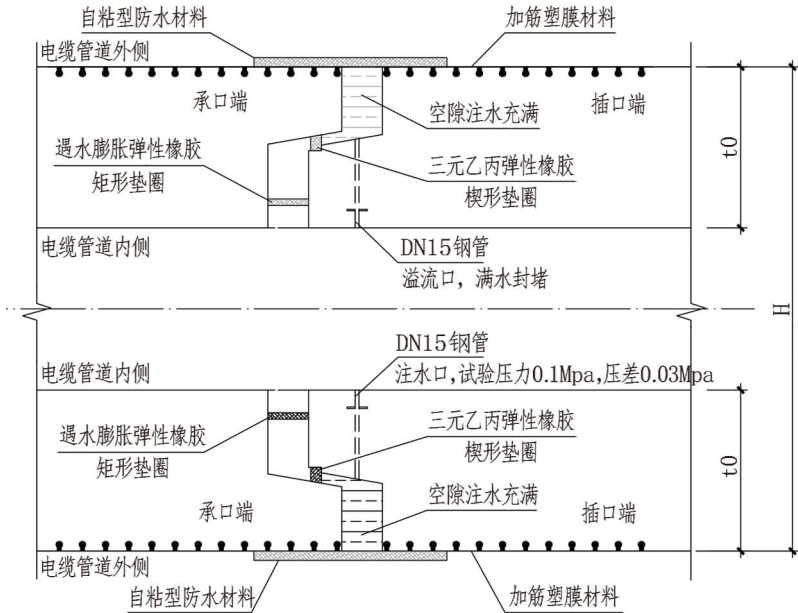


图 A.2 管道接口密封试验

A.3 渗水试验

A.3.1 管道渗水试验，其外观质量验收合格。

A.3.2 试验管道两端的管堵应封堵严密、牢固，管道端头设置橡胶密封垫，管堵设置放水管和截门，管堵经核算可以承受压力封堵后，放置于水池内。

A.3.3 试验水面应高出管道顶部10cm，浸泡时间不应小于24h；

A.3.4 当试验水面达规定水面开始计时，观测管道的渗水量，直至观测结束时，应不断地向试验管段内补水，保持试验水面恒定，渗水量的观测时间不得小于120min；

A.3.5 如管道内部不渗水，则为合格产品；如有渗水则不合格产品；

A.3.6 渗水试验见下图。

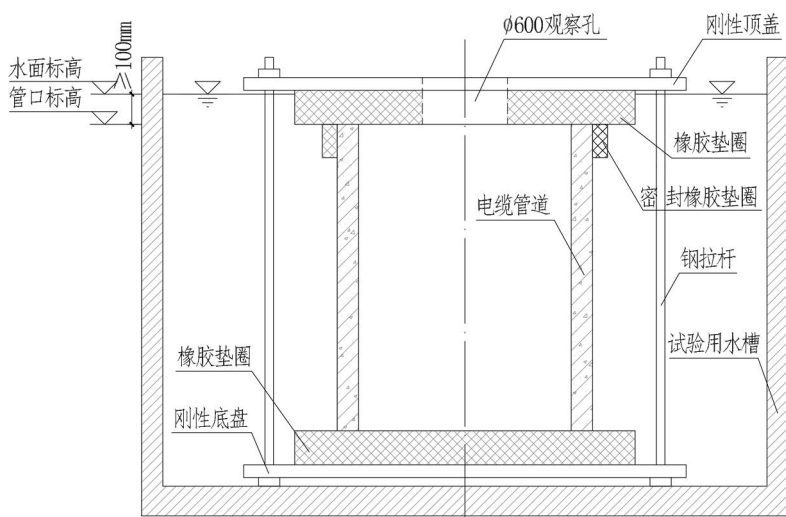


图 A.3 渗水试验图示

附录 B

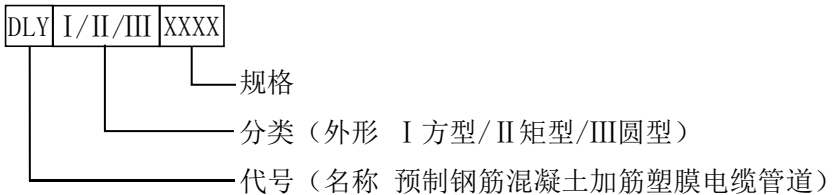
(规范性附录)

电缆管道型式

B.1 管道型式

B.1.1 产品标记：产品按本规程编号、代号、分类、规格（断面长宽尺寸）、顺序标记。

示例：DB/T64—2018—DLY—I / II / III—XXXX



示例：DLY I - 2020表示预制钢筋混凝土塑膜加筋电缆管道—I型，管道宽度、高度2000mm；管道长度2000mm；混凝土外壁厚200mm；塑料壁厚1.2~3mm；内孔倒角半径250mm；外孔倒角半径100mm。

B.1.2 管道型式（按截面不同）

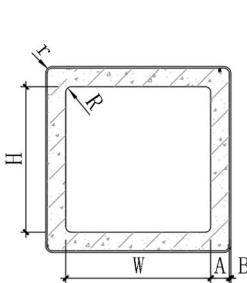


图 B.1 I 型管道

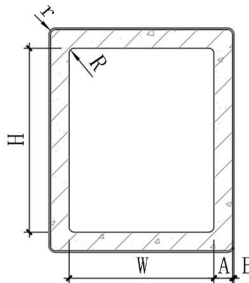


图 B.2 II 型管道

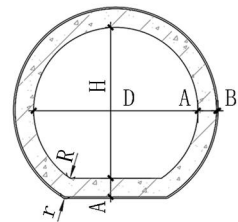


图 B.3 III 型管道

B.1.3 方型(I)管道型号规格

表 B.1 方型(I)管道型号规格

单位为mm

规格型号	宽度 w	高度 H	长度 L	混凝土 壁厚 A	塑料 壁厚 B	内孔倒角 半径 R	外孔倒角 半径 r	管道 重量 kN
DLY I -0808	800	800	2000	150	1.2~3	50	100	26.00
DLY I -1010	1000	1000	2000	150	1.2~3	50	100	31.50
DLY I -1212	1200	1200	2000	150	1.2~3	50	100	37.00
DLY I -1414	1400	1400	2000	180	1.2~3	250	100	54.75
DLY I -1616	1600	1600	2000	180	1.2~3	250	100	61.50
DLY I -1818	1800	1800	2000	180	1.2~3	250	100	68.00
DLY I -2020	2000	2000	2000	200	1.2~3	250	100	83.50
DLY I -2525	2500	2500	2000	250	1.2~3	250	100	129.50

B.1.4 矩型(II)管道型号规格

表 B.2 矩型(II)管道型号规格

单位为mm

规格型号	宽度 w	高度 H	长度 L	混凝土 壁厚 A	塑料 壁厚 B	内孔倒角 半径 R	外孔倒角 半径 r	管道 重量 kN
DLY II -1216	1200	1600	2000	160	1.2~3	250	100	54.75
DLY II -1418	1400	1800	2000	180	1.2~3	250	100	61.50
DLY II -1420	1400	2000	2000	200	1.2~3	250	100	72.50
DLY II -1620	1600	2000	2000	200	1.2~3	250	100	76.25
DLY II -1622	1600	2200	2000	220	1.2~3	250	100	79.75
DLY II -1820	1800	2000	2000	220	1.2~3	250	100	106.50
DLY II -1825	1800	2500	2000	250	1.2~3	250	100	113.25
DLY II -2025	2000	2500	2000	250	1.2~3	250	100	118.00

B.1.5 圆型(III)管道型号规格

表 B.3 圆型(III)管道型号规格

单位为mm

规格型号	直径 D	内高 H	长度 L	混凝土 壁厚 A	塑料 壁厚 B	内孔倒 角半径 R	外孔倒 角半径 r	管道 重量 kN
DLYIII-0080	800	700	2000	150	1.2~3	50	50	22.13
DLYIII-0010	1000	900	2000	150	1.2~3	50	50	26.86
DLYIII-0012	1200	1100	2000	150	1.2~3	50	50	31.59
DLYIII-0014	1400	1300	2000	180	1.2~3	50	50	44.43
DLYIII-0016	1600	1400	2000	180	1.2~3	50	50	49.71
DLYIII-0018	1800	1600	2000	180	1.2~3	50	50	55.39
DLYIII-0020	2000	1800	2000	200	1.2~3	50	50	68.49
DLYIII-0025	2500	2300	2000	250	1.2~3	50	50	107.27

B.2 支架型式

B.2.1 电缆支架示意图

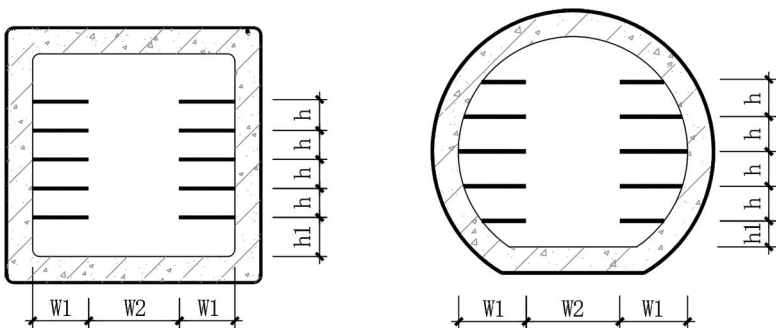


图 B.4 电缆支架示意图

B.2.2 方型电缆支架规格表

表 B.4 方型电缆支架规格表

单位为 mm

规格型号	最下层距 管道底面 h1	支架层 间距 h	支架层数 X	支架长度 W1	检修通道 宽度 W2
DLY I -0808	100	200	3	350	450
DLY I -1010	100	200	4	550	450
DLY I -1212	100	200	5	750	600
DLY I -1414	100	200	6	300	800
DLY I -1616	100	200	7	400	800
DLY I -1818	100	200	8	500	800
DLY I -2020	100	300	5	600	800
DLY I -2525	100	300	7	800	900

注：支架规格仅为参考，可根据工程实际制作支架，需满足GB 50217规定。

B.2.3 矩型电缆支架规格表

表 B.5 矩型电缆支架规格表

单位为mm

规格型号	最下层距 管道底面 h1	支架层 间距 h	支架层数 X	支架长度 W1	检修通道 宽度 W2
DLY II -1216-b	100	200	7	400	800
DLY II -1418-b	100	200	8	600	800
DLY II -1420-b	100	300	5	600	800
DLY II -1620-b	100	300	5	800	800
DLY II -1620	100	300	5	400	800
DLY II -1622-b	100	300	6	800	800
DLY II -1622	100	300	6	400	800
DLY II -1820	100	300	5	500	800

注1：-b型为单侧电缆支架。
注2：支架规格仅为参考，可根据工程实际制作支架，需满足GB 50217规定。

B. 2. 4 圆型电缆支架规格表

表 B. 6 圆型电缆支架规格表

单位为mm

规格型号	最下层距 管道底面 h1	支架层 间距 h	支架层数 X	支架长度 W1	检修通道 宽度 W2
DLYIII-0080	100	200	3	350	450
DLYIII-0010	100	200	4	550	450
DLYIII-0012	100	200	5	600	600
DLYIII-0014	100	200	6	300	800
DLYIII-0016	100	200	7	400	800
DLYIII-0018	100	200	8	500	800
DLYIII-0020	100	300	5	600	800
DLYIII-0025	100	300	7	800	900

注：支架规格仅为参考，可根据工程实际制作支架，需满足GB 50217规定。

附录 C
(规范性附录)
车辆荷载计算

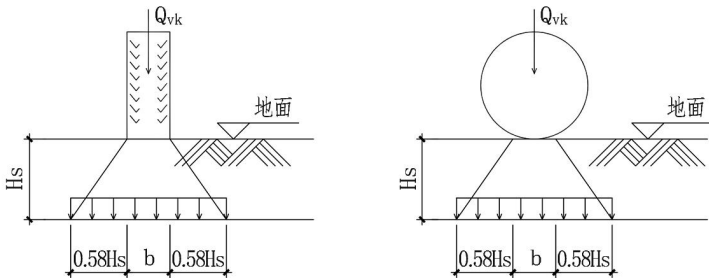
C.1 车辆荷载计算

C.1.1 车辆荷载传递到电缆管道顶部的竖向压力标准值计算应考虑单个轮压及多排轮压多车轴传递到电缆管道顶部的竖向压力标准值，以最不利效应作为竖向压力标准值。

C.1.2 城-A级车辆荷载、城-B级车辆荷载立面、平面布置及标准值应按照GB 51286规定取用。

C.1.3 单个轮压传递到电缆管道顶部的竖向压力标准值，可按下式计算：

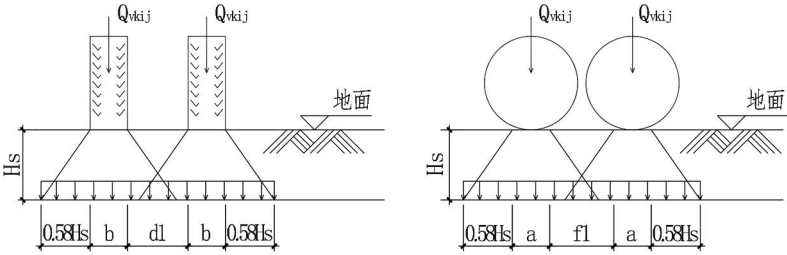
$$q_{vk} = \frac{\mu_d Q_{vk}}{(a + 1.16H_s)(b + 1.16H_s)} \dots\dots\dots (5)$$



(a)沿轮胎着地宽度方向的压力分布 (b)沿轮胎着地长度方向的压力分布

C.1.4 多排轮压多车轴综合影响传递到电缆管道顶部的竖向压力标准值，可按下列式计算：

$$q_{vk} = \frac{\mu_d \sum Q_{vkij}}{(ma + \sum_i^{m-1} f_i + 1.4H_s)(nb + \sum_j^{n-1} d_j + 1.4H_s)} \dots\dots\dots (6)$$



(a)沿轮胎着地宽度方向的压力分布 (b)沿轮胎着地长度方向的压力分布

式中：

$q_{v,k}$ —— 地面车辆荷载传至电缆管顶单位面积上的竖向压力标准值 (kN/m^2)；

μ_d —— 车辆荷载的动力系数，可按表 C.1 的规定取值；

$Q_{v,k}$ —— 车辆的单个轮压标准值 (kN) ；

a —— 单个车轮着地长度 (m)；

b —— 单个车轮着地宽度 (m)；

n —— 轮压数量；

m —— 车轴数量；

d_j —— 相邻两个轮压间的净距 (m)；

f_i —— 相邻两个车轴轮压间的净距 (m)。

C.2 动力系数

表 C.2 动力系数 μ_d

覆土厚度 (m)	≤ 0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	≥ 0.70
动力系数 μ_d	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00