



T/CECS G XXXX: 2022

中国工程建设协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞技术规程

Technical specification for highway (anticorrosion and abrasion resistant)

threaded steel pipe culvert

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设协会标准

公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞技术规程

Technical specification for highway (anticorrosion and abrasion resistant) threaded steel pipe culvert

T/CECS G: XXXX—2022

主编单位：东南大学

南京联众工程技术有限工程

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2022 年 xx 月 xx 日

前 言

根据中国工程建设标准化协会下达的《关于印发〈2021 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（中建标公路[2021]209 号），为加快发展、推广公路（防腐耐磨）螺旋钢管涵洞的应用，确保环保节能、安全可靠、工厂化生产、快速施工，指导和规范公路（防腐耐磨）螺旋钢管涵洞结构设计、制造、施工以及质量验收，特制定本规程。

在本规程编制过程中，编制组经过广泛调查和深入研究，认真总结了国内传统螺旋钢管、混凝土圆管涵洞、小口径盖板涵和小口径箱涵的应用实践经验。开展了相关的研究及验证。

本规程共分 8 章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 材料；4 水文、水力计算；5 结构设计；6 构造要求；7 施工；8 质量控制。

本规程涉及的专利信息披露见下表：

序号	专利申请号/专利号	专利名称	专利权人/ 专利申请人	申请日/ 优先权日
1	ZL202111384964.7	一种小口径钢制波纹管涵洞的回填结构及施工方法	战福军	2021/10/22
2	ZL202122864300.2	一种小口径钢制波纹管涵洞的回填结构	战福军	2021/10/22
3	ZL202111362458.8	一种螺旋钢管及其制备方法	战福军	2021/10/21
4	ZL202122817285.6	一种螺旋钢管	战福军	2021/10/21
5	ZL202122493132.0	一种螺旋钢管的玻璃钢式连接结构	战福军	2021/10/15

涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本规程主编单位及专利权人（南京联众工程技术有限公司）协商处理。该专利持有人的声明已在本规程的发布机构备案。专利持有人的信息如下：专利持有人姓名：战福军，地址：江苏省南京市溧水开发区柘宁东路 331 号。除上述专利外，本规程的某些内容仍可能直接或间接涉及其他专利，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（CECS）公路分会归口管理，由东南大学和南京联众工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中，如有意见和建议，请将意见或相关资料寄送至东南大学（地址：南京市江宁区东南大学路 2 号 邮码：211102），以供今后修订时参考。

主编单位：东南大学

南京联众信息技术有限公司

参编单位：长安大学

中交公路规划设计院有限公司

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

中交一公局集团有限公司

中国科学院海洋研究所

山东省交通规划设计院集团有限公司

华设设计集团股份有限公司

苏交科集团股份有限公司

中交综合规划设计院有限公司

中国公路工程咨询集团有限公司

四川交投设计咨询研究院有限公司

广西交通设计集团有限公司

湖南省交通规划勘察设计院有限公司

主 编：童立元 战福军

主要参编人员：刘松玉 顾安全 周兴顺 孙海军 魏乐永 侯保荣 王 静 李 军

彭 涛 方 萍 刘兆光 巴特尔 贺耀北 徐连云 盛富强 李 维

熊劲松 王东阳

主 审：任红伟

参与审查人员：

目次

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	材料.....	4
3.1	主体材料	4
3.2	附属材料	4
4	水文、水力计算.....	6
5	结构设计.....	7
5.1	一般规定	7
5.2	结构形式	7
5.3	内力计算	9
5.4	预变形设计	9
6	防腐耐磨设计.....	12
6.1	一般要求	12
6.3	密封	14
6.4	防护	14
6.5	洞口	15
7	施工.....	16
7.1	一般规定	16
7.2	基坑基础工程	17
7.3	结构安装工程	16
7.4	填筑工程	18
8	质量控制.....	20
8.1	一般规定	20
8.2	生产制作	20
8.3	基坑工程	21
8.4	安装工程	21

8.5 填筑工程	23
附录 A 常用波形钢板的截面特性	24
本规程用词说明.....	26
引用标准名录.....	28

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为规范公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞设计、施工及质量控制，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改扩建的公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞工程以及市政管道、城市地下综合管廊工程。

1.0.3 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞设计与施工应遵循安全耐久、经济适用、技术先进、节能环保、便于施工的原则。

1.0.4 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞设计与施工应贯彻国家有关技术政策，积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备。

1.0.5 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞设计、施工和质量控制，除应符合本规程外，尚应符合有关法律、法规及国家和行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞 highway (corrosion-resistant and wear-resistant) threaded steel pipe

热浸镀锌钢带先轧制波纹，再螺旋状卷圆咬口连接而制成的普通的螺纹钢管，并在卷制过程中和卷制完成后，对所有部位再进行热熔热固性粉末涂层处理的钢管，用于公路的排水涵洞。

2.1.2 静电喷涂热熔热固性粉末涂层 hot-melt thermosetting powder coating by electrostatic spraying

先将金属结构工件表面处理达到一定的粗糙度和锚纹深度，再将工件加热到180℃以上，静电喷涂热固性粉末，使粉末在高温下熔融结合并凝固后附着在金属表面，防止金属锈蚀的涂层。

2.1.3 原螺纹凝裹式玻璃钢接头 bonded frp joint with original thread

将两节螺纹钢管拼接，使螺纹线在接缝处恢复一致并连续，通过间断焊接或连续焊接牢固，再在管内外两侧，通过手糊或设备喷涂制作玻璃钢涂层，凝固后，形成内外包裹拼接玻璃钢接缝，并与原螺纹钢管的螺纹形状一致。

2.1.4 咬合口 occll suture

钢带成型为钢管时，钢带的相邻边缘折转扣合，并彼此压紧的接口。

2.1.5 装配式波纹钢板洞口 fabricated corrugated steel opening

由波纹钢板在工厂预制加工，现场拼装成型的洞口。

2.1.6 流态填筑料 fluid filling material

由各类基料、固化剂、适量的水以及必要的掺合料拌和而成，具有一定的流动性，浇筑施工凝固后能达到一定强度的工程填筑材料。

2.1.7 流态自密实水泥固化土 fluid self-compacting cement-stabilized soil

由水泥、土、水及其他添加剂混合而成，初始状态为流态的拌合物，通过自流、泵送进行浇筑，具有一定强度的整体性块体。

2.1.8 预变形量 pre-deformation

用来补偿管涵截面形态在施工及运营期间产生的变形，预留的反向校正量。

2.1.9 硅烷陶化前处理 silane pretreatment

涂装前的表面处理，可以代替磷化液，用以增强涂装的结合力和耐腐蚀性能。

2.1.10 玻璃钢层 glass fiber reinforced plastic layer

以合成树脂为胶粘剂、固化剂和粉末等配成胶料，以玻璃纤维或其制成品作增强材料，经过一定的成型工艺制成的复合层。

2.2 符号

2.2.1 几何参数

d ——波形钢板件的波高；

D_0 ——基坑底直径（m）；

H_0 ——基坑深度（m）；

HY_1 ——竖向单侧预变形量（mm）；

HY_2 ——横向单侧预变形量（mm）；

p ——波形钢板件的波距；

r ——波形钢板件波谷内侧半径；

t ——波形钢板件的壁厚；

3 材料

3.1 主体材料

3.1.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞的材料应采用连续热镀锌钢带，其性能、尺寸、外形、重量及允许偏差应符合现行《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518的有关规定。

3.1.2 钢带的力学性能及镀锌量，应符合应符合现行《冷弯波纹钢管》GB/T 34567和《排水用波纹钢管》CJ/T 431的有关规定。

3.1.3 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞波距、波高、内弧半径及壁厚范围等波纹参数，应符合图3.1.3和表3.1.3的规定。

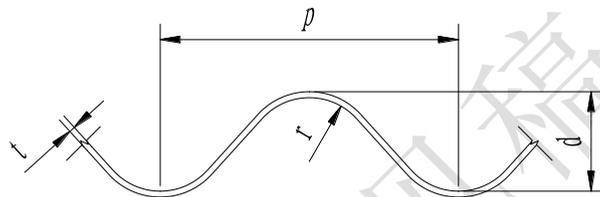


图3.1.3 波纹断面示意图

表3.1.3 螺纹钢管的波纹断面参数 (mm)

波纹代号	波距(p)	波高(d)	壁厚(t)	转角半径(r)	适用管径或跨度
C	75	25	1.6~3.0	14.3	750~2000
L	125	36	2.0~3.0	30	1500~3500

注：壁厚以表面附着防腐材料前的厚度为基准，壁厚设计应考虑力学特征及防腐要求

3.2 附属材料

3.2.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞附属材料包含焊接材料、玻璃钢接头、热固性粉末、装配式波纹钢板洞口及流态自密实水泥固化土。

3.2.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞接头焊接用焊条的选用应符合现行《金属材料熔焊质量要求 第1部分：质量要求相应等级的选择准则》GB/T 12467.1的有关规定，其焊接质量应符合现行《钢结构焊接规范》GB 50661的有关规定。

3.2.3 热固性粉末分为环氧粉末及聚酯粉末两种，环氧粉末的性能要求应符合现行《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》GB/T 18593中第6.2.5条的有关规定，聚酯粉末的性

能要求应符合现行《公路用防腐蚀粉末涂料及涂层 第4部分:热固性聚酯粉末涂料及涂层》JT/T 600.4中第3.1节的有关规定。

3.2.4 玻璃纤维布应采用S玻璃纤维或E玻璃纤维编织而成,S玻璃纤维的要求及质量应符合现行《高强玻璃纤维纱规范》GJB 83A的有关规定,E玻璃纤维的要求及质量应符合现行《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369的有关规定,其力学性能应符合现行《结构加固修复用玻璃纤维布》JG/T 284的有关规定。

3.2.5 玻璃钢树脂宜使用邻苯型通用不饱和聚酯树脂,其要求及质量应符合现行《不饱和聚酯树脂试验方法》GB/T 7193的有关规定。

3.2.7 装配式波纹钢板洞口用波形钢板的波距、波高、内弧半径及壁厚范围等,应符合现行《冷弯波纹钢管》GB/T 34567的有关规定。

3.2.8 公路(防腐耐磨)螺旋钢管涵洞与反开挖法形成的基坑之间的空隙,应采用流态自密实水泥固化土填筑,其性能要求应符合现行《预拌流态固化土填筑工程技术标准》T/BGEA 001的有关规定。

征求意见

4 水文、水力计算

4.1.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞水文、水力计算应符合《公路涵洞设计规范》JTG/T 3365-02和《公路涵洞设计细则》JTG / T D65-04的相关规定。

4.1.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞涵洞内壁粗糙系数 n_b 宜根据试验资料综合分析确定。当无试验资料时，粗糙系数 n_b ，可按表 4.1.2 选取。

表4.1.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞内壁粗糙系数 n_b

波纹参数	管径或跨度 (m)							
	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	3.5
75mm×25mm	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026	—	—	—
125mm×36mm	—	—	0.026	0.027	0.028	0.029	0.030	0.032

4.1.3 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞适用于不超过 5m/s 的涵洞。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞设计应采用极限状态设计方法，采用含分项系数的设计表达式进行设计，且应对结构进行承载能力验算。

5.1.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞应按承载能力极限状态进行作用效应组合，取最不利效应组合进行设计。

5.1.3 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞设计采用的作用分为永久作用和可变作用等，其结构重要性系数、永久作用分项系数以及可变作用车辆荷载的分项系数等参数应符合现行《公路桥涵设计通用规范》JTG D60的有关规定。

5.1.4 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞强度计算、施工刚度验算应符合现行《埋地排水用螺纹钢管管道工程技术规程》T/CECS 491的有关规定，其最大覆土厚度，可参照附录C选取。

5.2 结构形式

5.2.1 圆形横断面的单孔公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞涵洞，如图 5.2.1 所示，其管径及波形参数可按表 5.2.1 确定。

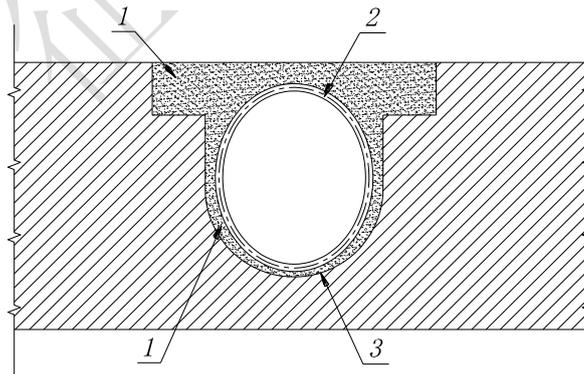


图 5.2.1 圆形横断面螺纹钢管涵洞示意图

1—流态固化自密实混凝土；2—防腐耐磨螺纹钢管涵洞；3—反开挖基坑坑底

表5.2.1 圆形横断面的螺纹钢管管径及波形参数表

管径或 跨度 (m)	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	3.5

波纹参数 (mm×mm)	75×25	75×25	75×25 125×36	75×25 125×36	75×25 125×36	125×36	125×36	125×36
过水面积 (m ²)	0.785	1.227	1.767	2.405	3.142	4.909	7.069	9.621

5.2.2 箱型横断面的单孔公路（防腐耐磨）螺纹钢涵洞，如图 5.2.2 所示，其尺寸参数可按附录 B 选取。

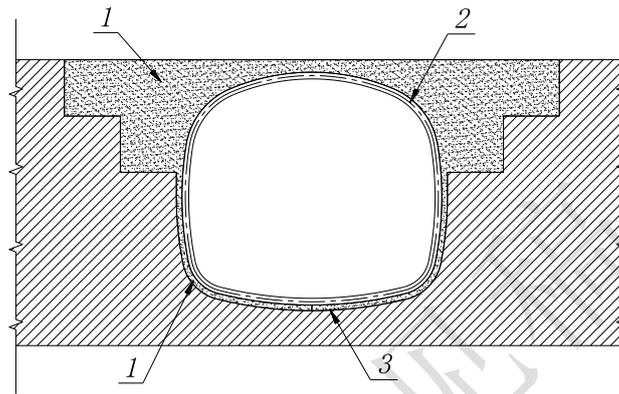


图 5.2.2 箱型横断面螺纹钢涵洞示意图

1—流态固化自密实混凝土；2—防腐耐磨螺纹钢涵洞；3—反开挖基坑坑底

5.2.3 多孔结构的公路（防腐耐磨）螺纹钢涵洞，横断面由多个单孔沿水平方向并排设置而成，如图 5.2.3-1 和 5.2.3-2 所示。

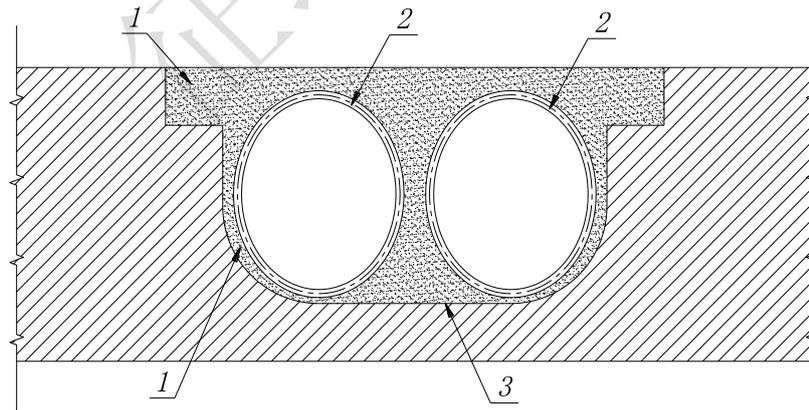


图 5.2.3-1 多孔圆形横断面螺纹钢涵洞示意图

1—流态固化自密实混凝土；2—防腐耐磨螺纹钢涵洞；3—反开挖基坑坑底

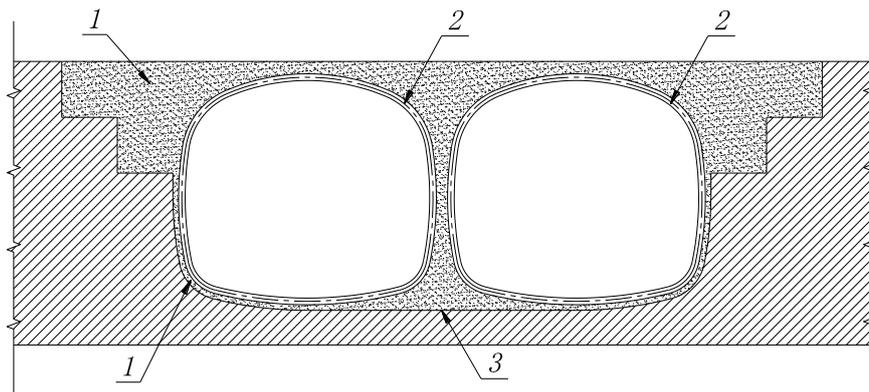


图 5.2.3-2 多孔箱型横断面螺纹钢管涵洞示意图

1—流态固化自密实混凝土；2—防腐耐磨螺纹钢管涵洞；3—反开挖基坑坑底

5.3 内力计算

5.3.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞环截面强度计算应采用下列极限状态表达式

$$\gamma_0 \sigma \leq f \quad (5.3.1)$$

式中： γ_0 ——涵洞重要性系数，采用 1.0；

σ ——螺纹钢管管壁环截面的最大压应力设计值（MPa）；

f ——钢带的抗压强度代表值（MPa），按表 5.3.1 所列公式计算。

表 5.3.1 钢带的抗压强度代表值 f （MPa）

$f_{cr, k} < f_y$	$f = f_{cr, k} / \gamma_R$
$f_{cr, k} \geq f_y$	$f = f_y / \gamma_R$

注： $f_{cr, k}$ ——螺纹钢管管壁环截面临界压应力标准值（MPa）；

γ_R ——钢带的抗力分项系数，可取 1.087；

f_y ——钢带的最低屈服点强度标准值（MPa）。

5.3.2 螺纹钢管管壁环截面临界压应力标准值 $f_{cr, k}$ ，可按表 5.3.2 所列公式计算。

表 5.3.2 螺纹钢管管壁环截面临界压应力标准值 $f_{cr, k}$ （MPa）

$D/r \leq \sqrt{24E/f_y}/k$	$f_{cr, k} = f_y - f_y^2 \cdot k^2 \cdot D^2 / (48E \cdot r^2)$
-----------------------------	---

$D/r > \sqrt{24E/f_y}/k$	$f_{cr, k} = 12E \cdot r^2 / (k^2 \cdot D^2)$
--------------------------	---

其中： $r = \sqrt{I/A}$ (5.3.2)

式中： D ——螺纹钢管的计算直径或跨度；

r ——管壁的回转半径（mm）；

E ——钢带的弹性模量（MPa）；

I ——螺纹钢管单位长度的管壁截面惯性矩（mm⁴/mm）；

A ——螺纹钢管单位长度的管壁截面面积（mm²/mm）；

k ——管侧土的刚度系数，可取 0.22；

5.3.3 螺纹钢管最大环截面压应力设计值可按表下式计算：

$$\sigma = 0.724(\gamma_G q_{sv, k} + \gamma_Q q_{ik}) D / 1000 A \quad (5.3.3)$$

式中： γ_G ——永久作用分项系数，按现行《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 取值；

γ_Q ——可变作用分项系数，按现行《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 取值；

$q_{sv, k}$ ——管顶单位面积上的竖向土压力标准值（kN/m²）；

q_{ik} ——可变作用传递到管顶单位面积上的竖向土压力标准值的较大值（kN/m）；

5.4 预变形设计

5.3.1 当填土厚度 > 6m 时，公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞应进行预变形设计，将圆形螺纹钢管竖向尺寸增加，横向尺寸减少，使得横截面变成竖向椭圆形，将箱型螺纹钢管的顶部拱高增加，侧板向内倾斜，如图 5.4.1 所示，其预变形量可参照表 5.4.1 选取。

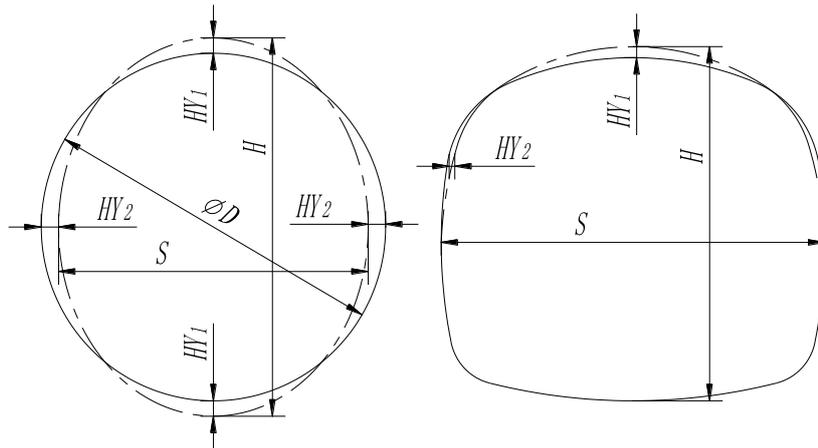


图 5.4.1 公路（防腐耐磨）波纹管涵洞预变形横断面示意图

图示： HY_1 ——竖向单侧预变形量（mm）；

HY_2 ——横向单侧预变形量（mm）。

表 5.4.1 公路（防腐耐磨）波纹管涵洞预变形量

管径或 跨度 D/S (m)	波纹参数 (mm×mm)	HY_1 (mm)			HY_2 (mm)		
		覆土厚度 (m)			覆土厚度 (m)		
		6~10	10~16	16~25	6~10	10~16	16~25
1.00	75×25	25	35	50	35	50	75
1.25		25	35	50	35	50	75
1.50		25	35	50	50	75	100
1.75	75×25 125×36	25	35	50	50	75	100
2.00		35	50	75	50	75	100
2.50		35	50	75	50	75	100
3.00		35	50	75	50	75	100
3.50		35	50	75	50	75	100

5.4.2 公路（防腐耐磨）波纹管涵洞预变形后，波纹管两端端口的外形尺寸、波纹形状、波纹位置及咬口位置应对称并保持一致。

6 防腐耐磨设计

6.1 一般要求

6.1.1 多孔公路（防腐耐磨）波纹管涵洞，各孔之间的净距离不应小于 400mm。

6.1.2 公路（防腐耐磨）波纹管涵洞结构的最小覆土厚度可按表 6.1.2 取值。

表 6.1.2 最小覆土厚度

管径或跨度 D/S (m)	波纹参数 (mm×mm)	最小覆土厚度 (m)	
		圆形	箱型
1.00	75×25	0.3	—
1.25		0.3	—
1.50		0.3	0.3
1.75	75×25 125×36	0.4	0.4
2.00		0.5	0.6
2.50		0.4	0.5
3.00		0.5	0.6
3.50		0.6	0.6

6.1.3 公路（防腐耐磨）波纹管涵洞结构的基坑，如图 6.1.3 所示，基坑尺寸参数可按表 6.1.3 取值。

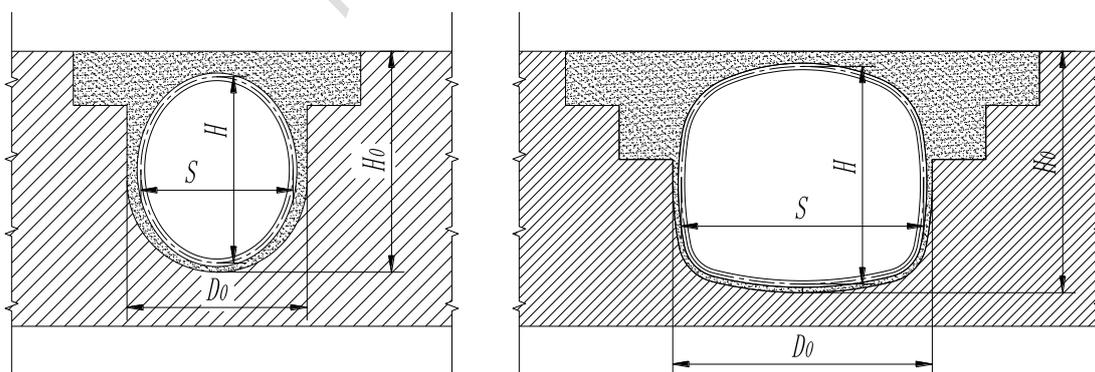


图 6.1.3 基坑横断面示意图

图示： D_0 ——基坑底直径 (m)；

H_0 ——基坑深度 (m)。

表 6.1.2 基坑尺寸参数

管径或跨度 D/S (m)	波纹参数 (mm×mm)	D_0 (m)	H_0 (m)
1.00	75×25	1.15	$D_V+0.25$
1.25		1.40	
1.50		1.65	
1.75	75×25	2.00	
2.00		2.25	
2.50		2.60	
3.00	125×36	3.10	
3.50		3.60	

6.2 连接

6.2.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞的连接接头应采用原螺纹凝裹式玻璃钢接头。在施工现场，将前后两节螺纹钢管的螺纹线在接缝处对齐对正，采用完全连续的焊接方式或分布均匀的分段焊接方式焊接连接。当采用分段焊接时，周向焊缝的总长度不应小于周向接缝总长度的 50%，每段焊缝的最小长度不应小于 100mm，未焊段长度不应大于 150mm。接头对接处现场制作玻璃钢接头，玻璃钢接头包裹内外接缝前后两个波距，如图 6.2.1 所示，使得接头成为三层紧密结合的螺纹结构。

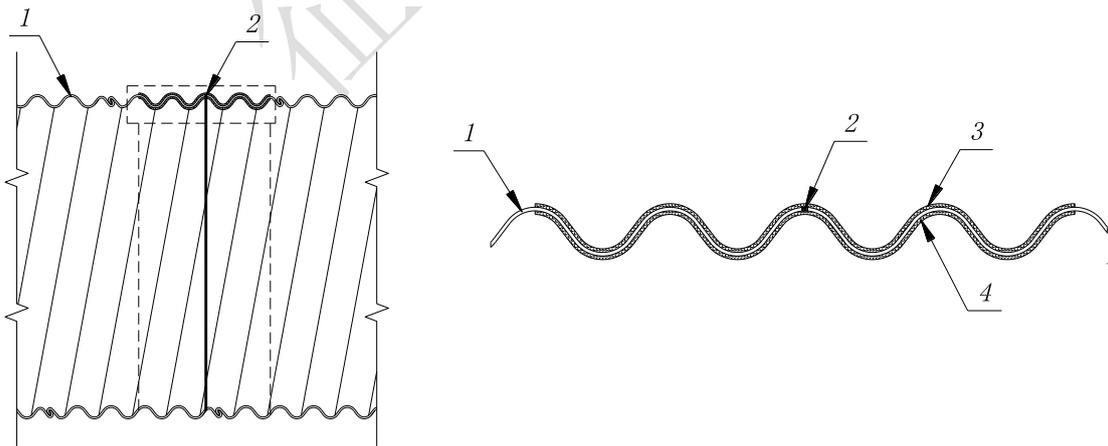


图 5.5.1 玻璃钢熔接式接头

1—螺纹钢管节段；2—对接焊缝；3—外玻璃钢接头；4—内玻璃钢接头

6.2.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞接缝内壁及外壁的玻璃钢接头，最低应采用二层玻璃纤维结合三层玻璃钢树脂的结构，内壁接头的厚度不小于 2mm，外壁接头的厚度不小

于 1.5mm。

6.2.3 原螺纹凝裹式玻璃钢接头中应混合长度为 3~6mm 的短切丝，其质量比例不宜少于 3%。

6.3 密封

6.3.1 原螺纹凝裹式玻璃钢接头的密封性能，应不小于 10m 高水柱。

6.3.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞咬合口内部应充满环氧类液态可凝填料，该填料凝固后应与螺纹钢管内外表面的热熔热固性粉末涂层相融合，如图 6.3.2 所示，咬口的密封性能应不小于 10m 高水柱。

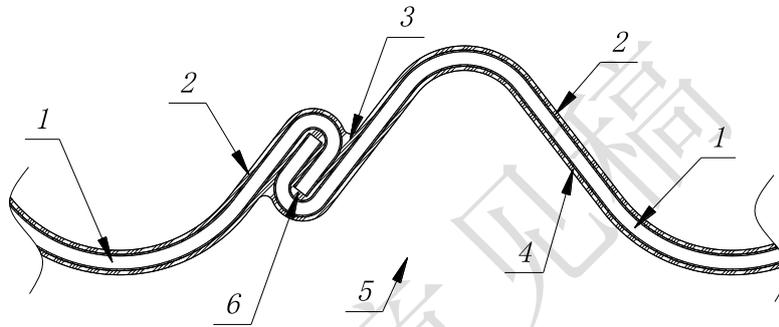


图 6.3.2 咬合口示意图

1—镀锌钢管；2—管体表面热固性粉末涂层；3—咬合口内部与管体表面涂层熔结处；
4—管体内壁环氧粉末涂层；5—管体内部；6—咬合口内部环氧类液态可凝填料

6.4 防护

6.4.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞应采用热浸镀锌结合热熔粉末涂层的防护方式，具体防护方式可参照表 6.4.1 选取。

表 6.4.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞防护方式

防护位置	防护方式及要求
管体内壁	热浸镀锌（42 μm）+ 热熔环氧粉末涂层（300 μm）
管体外壁	热浸镀锌（42 μm）+ 热熔热固性聚酯粉末涂层（150 μm）
咬合口内部	环氧类液态可凝填料
阳光直射端管体内壁 距洞口 3 米范围	热浸镀锌（42 μm）+ 热熔环氧粉末涂层（300 μm）+ 热熔热固性聚酯粉末涂层（50 μm）

装配式波纹钢板洞口	热浸镀锌 (84 μm) + 热熔热固性聚酯粉末涂层 (150 μm)
-----------	-------------------------------------

【条文说明】管体内部设置环氧粉末涂层 (300 μm) 目的是同时增加管体内部的防腐蚀及耐水流和泥沙冲刷的能力, 但是环氧粉末涂层耐紫外线能力弱, 所以在阳光可直射的区域再设置耐阳光直射的热固性聚酯粉末涂层, 增加防护寿命。

6.4.2 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞热浸镀锌防护层的性能要求应符合现行《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及实验方法》GB/T 13912的有关规定。

6.4.3 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞热熔环氧粉末涂层的性能要求应符合现行《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》GB/T 18593中第9.2.1条的有关规定。

6.4.4 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞采用热熔热固性聚酯粉末涂层防护时, 涂层性能要求应符合现行《公路用防腐蚀粉末涂料及涂层 第4部分:热固性聚酯粉末涂料及涂层》JT/T 600.4中第3.2节的有关规定。

6.4.5 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞拼接处, 应将端口5mm宽范围内的防护层打磨干净后, 再焊接, 并打磨清除焊渣, 然后采用玻璃钢内外熔结方式做接头防腐处理。

6.4.6 咬合口内部应注满与环氧粉末涂层成份相同或相近的液态或膏状环氧类填料, 填料应溢出咬合口, 溢出后宽度不宜小于 2mm。

6.4.7 装配式波纹钢板洞口的防护宜采用双层结构, 即热浸镀锌和热熔热固性聚酯粉末涂层。

6.4.8 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞在运输及施工中出现的破损修复, 应符合以下规定:

- 1 对破损处及周边 20mm 范围清理干净并用砂纸打磨, 清理等级应达到 St2 级及以上;
- 2 涂刷液态速凝无溶剂环氧涂层, 涂层厚度不应小于 300 μm。

6.5 洞口

6.5.1 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞洞口应优先采用削竹式结构, 削竹式洞口端部应设置环形钢法兰式加强环。

6.5.2 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞洞口可采用波形钢装配式结构。

6.5.3 公路 (防腐耐磨) 螺旋钢管涵洞洞口应设置高度不小于 200mm 的防泥沙磨蚀台阶。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞工程施工前，施工单位应编制施工组织设计。

7.1.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞施工用的建筑材料、构件、配件、设备及器具均应按检验批进行进场验收。

7.1.3 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞运输时，不可以拖拽，不应受到划伤、抛摔、剧烈的撞击。车、船底部与管材接触处应尽量平坦，并应有防止滚动和互相碰撞的措施，不应接触尖锐锋利物体，以免划伤管材。

7.1.4 采用机械装卸螺纹钢管时，应采用柔性的吊带或绳（尼龙绳等），螺纹钢管上两吊点应在距离两端约 1/4 管长处。

7.1.5 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞各管节在加工出厂前应做好对接标记。在现场对接前，应对变形的管节进行整形，合格后方可现场进行熔结处理。

7.2 结构安装工程

7.2.1 将螺纹钢管的对接端口打磨，清除不小于 5mm 的焊接端口的防腐层，在基坑外对接安装螺纹钢管，并满足涵洞总长要求，前后两节螺纹钢管的螺纹线在接缝处对齐对正并拼焊，焊缝要求应符合本规程第 3.2.2 条的有关规定。

7.2.2 施工原螺纹凝裹式玻璃钢接头，接头宽度为节间对焊处前后各 2 个波距。

7.2.3 当涵洞总长小于 50 米时，将整条涵洞的螺纹钢管安装对接完成后，一次性整条吊入基坑，通过调整垫块固定螺纹钢管位置，如图 7.2.3 所示，垫块材料及强度应与流态水泥固化土的材料及强度基本一致。

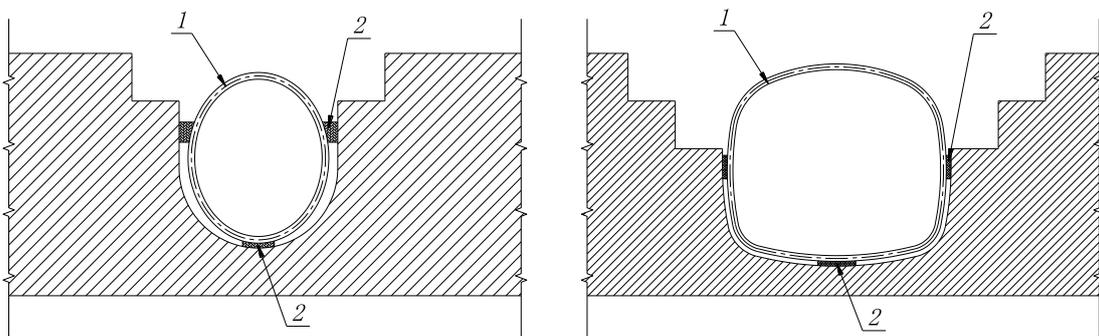


图 7.2.3 吊入基坑横断面示意图

1—螺纹钢管；2—调整垫块

7.2.4 当涵洞总长为 50~100 米时，可分两或三段拼装，分段吊入基坑，然后在基坑内完成各段的对接，对接点的基坑尺寸应加深加宽，满足对接施工要求，如图 7.3.4 所示。

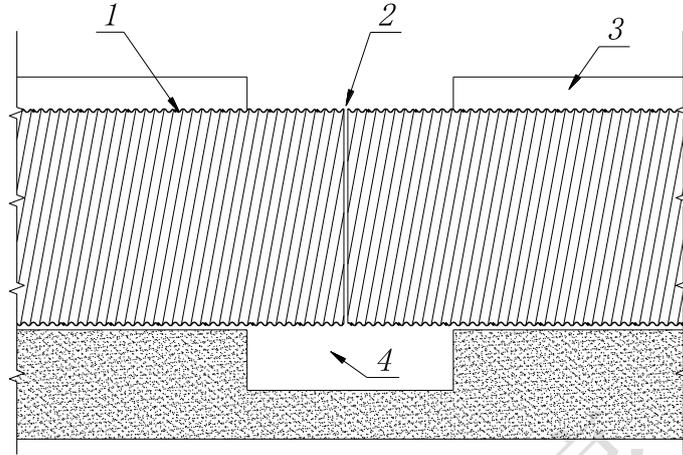


图 7.2.4 基坑内对接示意图

1—螺纹钢管；2—对接点；3—基坑；4—对接点基坑

7.3 基坑基础工程

7.3.1 根据公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞的特点，按正常要求处理涵底地基，承载力应达到设计要求。

7.3.2 路基高度施工至公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞设计位置顶部以上 20cm 处，采用反开挖法施工基坑，基坑应满足下列规定：

1 当整道公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞安装连接完成后，才可开挖基坑。

2 基坑反开挖深度不小于直径的 80%，基坑底形状为圆弧形，直径为 $D+0.05$ 米，成型后清理底部碎土。

3 当基坑深度不大于 2 米时，基坑壁应设置防滑坡台阶，台阶数量不宜少于一层，台阶高度及宽度不宜小于 500mm，如图 7.3.2-1 所示。

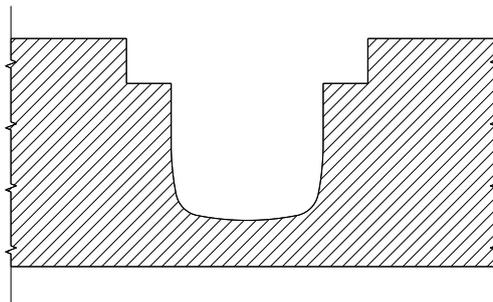


图 7.3.2-1 基坑横断面示意图（一）

4 当基坑深度 2 米时，基坑壁可设置防滑坡台阶或采用倒梯形基坑，防滑坡台阶数量不宜少于二层，倒梯形基坑壁角度宜小于 75° ，如图 7.3.2-2 和 7.3.2-3 所示。

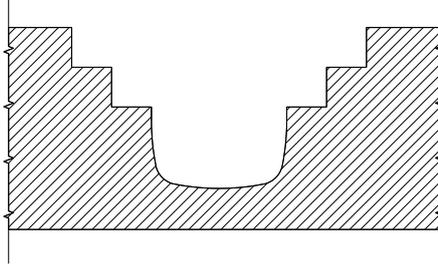


图 7.3.2-2 基坑横断面示意图（二）

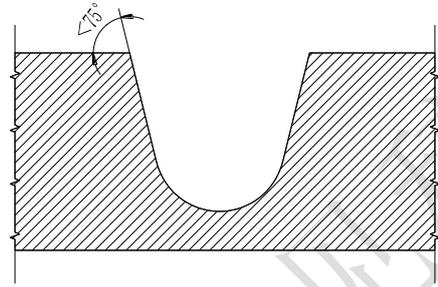


图 7.3.2-2 基坑横断面示意图（三）

5 基坑开挖完成后 4 小时内，整道公路（防腐耐磨）螺纹钢管应吊入基坑就位，并立即开始后续浇筑工程。

7.4 浇筑工程

7.4.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞基坑内的碎土及杂物应清理干净。

7.4.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞顶部以上 0.2m 范围内，采用流态自密实水泥固化土填筑，回填分两次进行，第一次填筑前，管顶用砂袋压重，防止管体上浮，从管体一侧缝隙浇筑混凝土，直至另一侧混凝土高度上升略超过管身三分之二后停止浇筑，待混凝土初凝后，移走配重砂袋，并二次浇筑水泥至管顶 20cm 高。

7.4.3 流态自密实水泥固化土主要材料宜采用开挖基坑的土方，并筛除土方中粒径大于 20mm 的块状物，再添加 7%~9% 重量的 42.5 或以上标号的水泥及其他添加剂，搅拌制成，塌落度范围为 80~150mm，搅拌至浇筑完成的时间不宜超过 3h，可以泵送或溜槽施工，凝固后强度不小于 0.8MPa。

征求意见稿

8 质量控制

8.1 一般规定

8.1.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞工程应按现行《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1 的规定进行分部、分项和检验批的划分和质量验收。

8.1.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞施工用的材料、构件、配件、设备及器具均应按检验批进行进场验收。

8.1.3 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞分部工程质量应符合下列规定：

- 1 各分项工程质量均应符合合格质量标准。
- 2 质量控制资料 and 文件应完整。
- 3 有关安全及功能的检验和见证检测结果应符合合格质量标准的要求。
- 4 有关感观质量应符合合格质量标准的要求。

8.1.4 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞工程应经过交工验收，合格后方可投入使用。

8.2 生产制作

8.2.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞采用的镀锌钢带应去除表面钝化层及氧化层。

8.2.2 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞采用的镀锌钢带应进行表面糙化处理，表面粗糙度宜为 $Rz15\sim 25\ \mu m$ 。

8.2.3 表面糙化后的镀锌钢带应进行除油处理，采用专用碱性清洗剂浸泡刷洗，再用淡水冲洗干净，使得镀锌钢带表面呈中性。

8.2.4 除油后的镀锌钢带表面应进行膜化前处理，可使用硅烷陶化剂或磷化剂进行前处理，优先推荐使用硅烷陶化剂处理，表面前处理应符合下列规定：

1 采用硅烷陶化剂处理，在镀锌钢带表面生成一层纳米级陶瓷膜，陶瓷膜厚度达到 $0.5\sim 1.0g/m^2$ 。

2 采用磷化剂对镀锌钢带表面进行处理时，应采用磷酸锌-锰-镍系磷化液，表面形成的磷化膜厚度宜为 $0.5\sim 1.0g/m^2$ ，处理完后应用淡水冲洗，除去表面残余杂质。

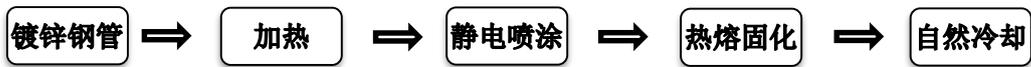
8.2.5 镀锌钢带进行辊压波纹、螺旋卷制及加工成型时，应符合下列规定：

1 对生产线上所有接触镀锌钢带的零部件，采用碱性清洗剂进行去油清洗，再用淡水湿布擦拭干净。

2 辊压波纹、螺旋卷制时，在咬口处咬入膏状或浆状环氧类防腐填料，擦除溢出咬口的多余填料。

8.2.6 螺纹钢加工成型后，经硅烷陶化处理的热镀锌钢管，应在 16 小时内进行粉末喷涂工序，经磷化处理的热镀锌钢管，应在 2 周内进行粉末喷涂工序，并应符合下列规定：

- 1 首先将加工成型后的螺纹钢加热到规定的温度；
- 2 再采用静电喷涂粉末；
- 3 粉末熔融固化后，自然冷却；
- 4 严禁采用先静电喷涂粉末，再加热螺纹钢的生产工序。



8.2.6 粉末喷涂流程图

8.3 基坑工程

8.3.1 公路（防腐耐磨）螺纹钢涵洞基坑采用反开挖法，在路基施工至螺纹钢顶部 20cm 左右后，再进行基坑反向开挖施工，基坑底部应密实、无积水。

8.3.2 基坑开挖尺寸根据螺纹钢直径确定，并满足设计要求；基坑的承载力、纵断高程、轴线偏位以及宽度的检查数量、检查方法以及允许偏差应满足表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 基坑检查项目及要

序号	检查项目	规定值 / 允许偏差	检查数量与检查方法
1	承载力 (kpa)	≥设计值	每 10m 检查 2 点，采用重型触探仪检测
2	纵断高程 (mm)	±15	每 5m 检测 1 个断面，每断面左中右 3 点，采用水准仪测量
3	轴线偏位 (mm)	±20	每 5m 测 1 处，采用全站仪或拉线用钢尺量，取最大值
4	宽度 (mm)	0~30	每 10m 抽检 1 个断面，采用仪器测量或钢尺量测

8.4 安装工程

8.4.1 现场管节之间对接焊接应满足《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》

GB50236 规定，并应符合下列规定：

- 1 对首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法或焊接工艺，施工单位必须在施焊前按设计要求和有关规定进行焊接试验，并根据试验结构编制焊接工艺指导书；
- 2 焊工必须持证上岗，并根据经过评定的焊接工艺指导进行施焊；
- 3 应采取有效技术措施保证管道底部的焊接质量。

8.4.2 玻璃钢熔结式接头防腐施工质量验收标准应符合下列要求：

- 1 涂底料前管节表面应清除油垢、灰渣，其质量标准应达 St3 级，涂底料时基面应干燥；
- 2 现场施工采用手糊法或专用设备喷涂法，宜用间断法，每次铺衬间断时应检查玻璃纤维布衬层的质量，合格后再涂刷下一层；
- 3 外防腐层的外观、厚度、粘结力应符合设计要求，设计无要求时应符合表 8.4.2 的规定。

表 8.4.2 外防腐层技术要求

材料种类	防腐等级	构造	厚度 (mm)	外观	粘结力
环氧树脂 玻璃钢	加强级	不少于二 层纤维布 及三层树 脂	≥ 1.5	外观平整光滑、 色泽均匀、无脱 层、起壳和固化 不完全等缺陷	以小刀割开一舌形切口， 用力撕开切口处的防腐 层，管道表面仍为漆皮所 覆盖，不得露出金属表面

8.4.3 公路（防腐耐磨）螺纹钢管涵洞尺寸及其允许偏差，应符合表 8.4.3 的规定。

表 8.4.3 螺纹钢管尺寸及允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查频率和方法
1	轴线偏位 (mm)	± 20	每 5m 测 1 处，采用仪器或拉线用钢尺量， 取最大值
2	结构底高程 (mm)	± 15	仪器测量检查，每 20m 检测一次，每次最少 3 点
3	结构水平向 (%)	± 1.5	尺量检查，每 20m 检测一次，量测值与设计值差 值除设计值为偏差，最少不得少于 10 组。
4	结构纵向总长度 (mm)	-50~+150	尺量检查或仪器测定，每道管涵必检

5	结构铅垂向 (%)	±1.5	丈量检查，每 20m 检测一次，量测值与设计值差值除设计值为偏差，最少不得少于 10 组。
---	-----------	------	---

8.5 填筑工程

8.5.1 基坑内砖、石、木头等杂物清除干净，并夯实散土。

8.5.2 基坑内不得有积水，不得带水进行填筑施工。

8.5.3 公路（防腐耐磨）螺旋钢管涵洞顶部以上 0.2m 范围内的填筑，应采用流态自密实水泥固化土，流态自密实水泥固化土凝固后强度不小于 0.8MPa，灌注后的高度高于或与已施工路基高度齐平，灌注时应对管体采取防上浮措施，需分次灌注。

8.5.5 公路（防腐耐磨）螺旋钢管涵洞填筑工程检查项目及允许偏差应符合表 8.5.6 的规定。

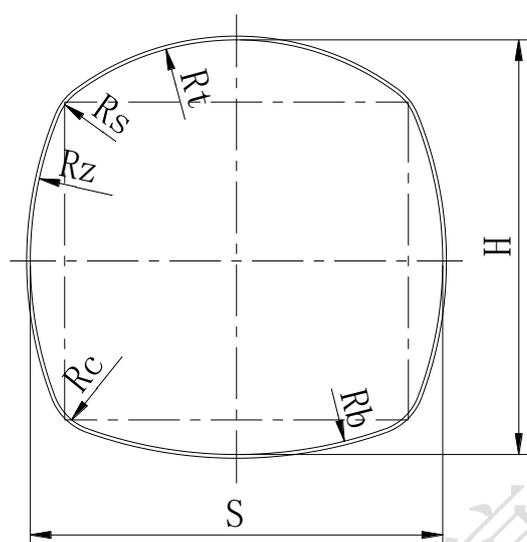
表 8.5.5 填筑工程检查项目及允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法与频次
1	水泥固化土强度	≥0.8Mpa	每 10m 测一处
2	最小覆土厚度	≥设计值	每 10m 测一处，采用钢尺或皮尺量测

附录 A 常用波形钢板的截面特性

波形代号	波距 (mm)	波高 (mm)	内弧半径 (mm)	壁厚 (mm)	截面面积 (mm ² /mm)	惯性矩 (mm ⁴ /mm)	回转半径 (mm)
C	75	25	14.3	1.6	1.99	145.88	8.56
				2.0	2.48	183.60	8.60
				2.5	3.11	231.62	8.63
				3.0	3.73	280.70	8.67
L	125	36	30	2.0	2.38	380.95	12.65
				2.5	2.98	478.46	12.67
				3.0	3.58	577.08	12.70

附录 B 箱型横断面螺纹钢管涵洞尺寸参数表



规格: $S \times H$ (mm × mm)	过水面积 (m^2)	R_t (mm)	R_b (mm)	R_z (mm)	R_s (mm)	R_c (mm)
2000 × 1500	2.54	1332	2275	1300	250	250
2000 × 2000	3.43	1207	2483	1950	250	250
2000 × 2500	4.28	1089	2208	2600	350	350
2500 × 2000	4.25	1713	3125	1708	350	350
2500 × 2500	5.35	1578	2856	2356	350	350
3000 × 2000	5.05	2250	3770	1483	350	350
3000 × 2500	6.39	2103	3505	2125	350	350
3000 × 3000	7.7	1961	3250	2770	400	400

附录 C 螺旋钢管涵洞最大覆土厚度表

75mmx25mm (波形)

管径或 跨度 D/S (m)	最大覆土厚度 (m)			
	壁厚 (mm)			
	1.6	2.0	2.5	3.0
1.00	26	32	42	50
1.25	21	25	32	40
1.50	17	19	27	33
1.75	—	18	23	28
2.00	—	16	20	25
2.50	—	—	16	20
3.00	—	—	13	16
3.50	—	—	—	13

125mmx36mm (波形)

管径或 跨度 D/S (m)	最大覆土厚度 (m)		
	壁厚 (mm)		
	2.0	2.5	3.0
1.75	18	23	27
2.00	16	20	24
2.50	—	16	19
3.00	—	13	16
3.50	—	—	13

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标准执行的写法为:“应符合……的有关规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《钢结构设计标准》GB 50017
- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 《公路工程技术标准》JTG B01
- 《公路桥涵设计通用规范》JTG D60
- 《锌锭》GB/T 470
- 《碳素结构钢》GB/T 700
- 《热轧钢管和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709
- 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢管、钢带》GB/T 912
- 《钢产品镀锌层质量试验方法》GB/T 1839
- 《连续热镀锌钢管及钢带》GB/T 2518
- 《碳素结构钢和低合金结构热轧厚钢管和钢带》GB/T 3274
- 《色漆和清漆拉开法附着力试验》GB/T 5210
- 《不饱和聚酯树脂试验方法》GB/T 7193
- 《热轧等边角钢尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 9787
- 《金属材料熔焊质量要求 第1部分：质量要求相应等级的选择准则》GB/T 12467.1
- 《色漆和清漆膜厚度的测定》GB/T 13452.2
- 《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌技术要求及试验方法》GB/T 13912
- 《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369
- 《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》GB/T 18593
- 《聚酯粉末涂料用固化剂》GB/T 27807
- 《冷弯波纹钢管》GB/T 34567
- 《高强玻璃纤维纱规范》GJB 83A
- 《公路用防腐蚀粉末涂料及涂层 第1部分：通则》JT/T 600.1
- 《公路用防腐蚀粉末涂料及涂层 第4部分：热固性聚酯粉末涂料及涂层》JT/T 600.4
- 《水泥石配合比设计规程》JGJ/T 233
- 《结构加固修复用玻璃纤维布》JG/T 284
- 《公路涵洞设计规范》JTG/T 3365-02

《公路涵洞设计细则》 JTG / T D65-04

《排水用螺纹钢管》 CJ/T 431

《预拌流态固化土填筑工程技术标准》 T/BGEA 001

《埋地排水用螺纹钢管管道工程技术规程》 T/CECS 491

《公路波纹钢涵洞技术规程》 T / CECS G: D66-01

征求意见稿