

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2024

公路纤维增强复合材料波纹管涵技术规程

Technical specification for fiber reinforced composite corrugated
pipe culverts on highway

(征求意见稿)

本草案完成时间：2024年3月4日

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国交通运输协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 基本规定	2
5 材料	3
5.1 主体结构	3
5.2 连接件	3
5.3 密封垫	4
5.4 性能指标	4
6 设计	5
6.1 一般规定	5
6.2 地基与基础设计	5
6.3 洞身设计	5
6.4 回填设计	6
6.5 洞口设计	7
7 施工	7
7.1 一般规定	7
7.2 施工准备	7
7.3 地基与基础	7
7.4 拼装与固定	7
7.5 回填	8
7.6 洞口	8
8 质量控制	8
8.1 一般规定	8
8.2 进场材料检查	9
8.3 施工控制	9
8.4 变形检查	9
附录 A（资料性） 纤维增强复合材料波纹管连接	12
附录 B（资料性） 阻燃要求	11
附录 C（规范性） 设计流程图	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：内蒙古大学、内蒙古交通设计研究院有限责任公司、武汉理工大学、甘肃省交通规划勘察设计院股份有限公司、青海省交通规划设计院有限公司、宁夏公路勘察设计院有限责任公司、甘肃交设智远实业有限公司、内蒙古中交设计院有限公司、内蒙古交通集团蒙通养护有限责任公司、河北恒瑞复合材料有限公司、内蒙古九木建设工程有限公司、内蒙古新开元建设有限公司、山东坤宇交通科技有限公司、枣强福源玻璃钢有限公司、枣强润腾玻璃钢有限公司、枣强县友拓科技研发有限公司。

本文件主要起草人：李国栋、常建辉、张宝龙、高延奎、陈建中、武维宏、白龙、韩生虎、雒启君、侯永刚、段晓伟、车俊、温义全、刘龙生、郑晓东、张磊、贾舒阳、姜文杰、李志民、郝林、高瑞亭、郭丽芳、吕新刚、刘忠旭、霍凤叶、张建庭、罗庆君、邸鹏、乌兰托亚、蔚江江、付荣、刘向阳、付建刚、黄志明、高志岩、李春运。

公路纤维增强复合材料波纹管涵技术规程

1 范围

本文件规定了公路纤维增强复合材料波纹管涵的基本规定、材料、设计、施工、质量控制等。

本文件适用于公路无压力式、半压力式、全压力式或虹吸式纤维增强复合材料波纹管涵洞工程，市政工程、抢险保通工程可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈与技术条件
- GB/T 2408 塑料燃烧性能的测定水平法和垂直法
- GB/T 3857 玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法
- GB/T 5574 工业用橡胶板
- GB 8624-2012 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 8924 纤维增强塑料燃烧性能试验方法 氧指数法
- GB/T 16422.2 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
- GB/T 18369 玻璃纤维无捻粗纱
- GB/T 21238-2016 玻璃纤维增强塑料夹砂管
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG F9 公路工程施工安全技术规范
- JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范
- JTG/T 3365-02 公路涵洞设计规范
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- CECS 190:2005 给水排水工程埋地玻璃纤维增强塑料夹砂管管道结构设计规程
- T/CIA 001—2022 纤维增强塑料拼装式波纹管

3 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

纤维增强复合材料 fiber reinforced plastics

以玻璃纤维为增强体，以热固性树脂为基体的复合材料。

3.2

纤维增强复合材料波纹管板 fiber reinforced plastics corrugated plate

由纤维增强复合材料，采用模压成型工艺或真空导入工艺生产的弧形或平板式波纹管板。

3.3

纤维增强复合材料波纹管 fiber reinforced plastics corrugated pipe

纤维增强复合材料波纹板拼装而成的波纹管。

3.4

环刚度 ring stiffness

指单位长度的管环在外压作用下，在一定径向变形下所承受的荷载大小。它表征管环在外荷载下抵抗变形能力。按下式计算： $S=EI/D^3$ ，其中S为环刚度，通常以N/m²作单位；EI为沿管道轴向单位长度内管壁环向弯曲刚度；D为管道计算直径。

[来源：GB/T 21238-2016,定义3.2]

4 基本规定

4.1.1 纤维增强复合材料波纹管的主体结构如图1所示。

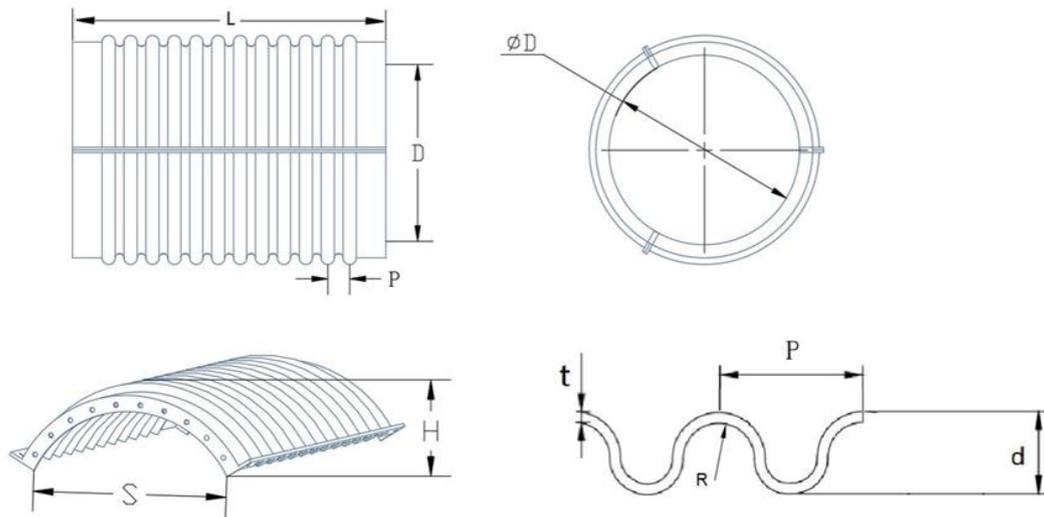


图1 纤维增强复合材料波纹管主体结构图

图中：L——单节长度；D——管的内径；p——波距；S——跨径；H——拱高或矢高；t——壁厚；R——内壁波峰、波谷半径；d——波高。

4.1.2 纤维增强复合材料波纹管的环刚度由波纹管的几何尺寸、材料性能决定，应根据实际埋设条件及变形要求等因素选择合适的环刚度等级，不同等级下的环刚度应符合表1的规定。

表1 纤维增强复合材料波纹管环刚度

刚度等级	SN7.5	SN10	SN15	SN20
环刚度 (N/m ²)	≥7500	≥10000	≥15000	≥20000

4.1.3 波纹管的波形尺寸应根据加工成型工艺、环刚度要求等进行分类，不同公称直径波纹管的内径、单节长度、圆周方向拼接数量、波高、波距、管壁最小壁厚等参数应符合表2的规定，波纹管的其他参数及相应选取方法还应符合T/CIA 001-2022的相关规定。

表2 不同直径纤维增强复合材料波纹管参数

内径 (m)	单节长度 (m)	圆周方向拼接数量 (片)	波高 (mm)	波距 (mm)	最小壁厚 (mm)				
					模压成型波纹管			真空导入波纹管	
					SN7.5	SN10	SN15	SN15	SN20
1	3.50	3	50	100	6	6	6	5	5

2	3.00	3	100	200	6	6	6	5	5
2	3.00	3	50	150	8	12	16	6	7
3	3.00	3	150	300	6	6	8	6	7
4	1.50	3	200	400	6	7	10	7	10
5	1.50	4	250	500	6	8	12	9	12
6	1.50	5	300	600	7	10	14	11	14
7	1.50	6	350	700	9	11	17	13	17
8	1.50	7	400	800	10	13	19	14	19
9	1.50	8	450	900	11	14	21	16	21
10	1.50	9	500	1000	12	16	24	18	24

4.1.4 公路纤维增强复合材料波纹管由波纹管、连接件和密封垫组成，波纹管的连接技术要求参见附录A。

4.1.5 各级公路中，纤维增强复合材料波纹管涵设计洪水频率、汽车荷载及安全等级应符合JTGB01的规定。

4.1.6 公路纤维增强复合材料波纹管涵除必须符合排水等功能要求外，还应与公路其它排水系统、水利规划及农田灌溉相配合。

4.1.7 公路纤维增强复合材料波纹管涵的孔径应根据应用需求、设计洪水流量、河沟断面形态、地质和进出口沟床加固形式等条件，经水力计算等方式确定。

4.1.8 公路纤维增强复合材料波纹管涵有过车、过人等需求的需要进行过车、过人通行设计。

4.1.9 对于改扩建工程施工，应在符合设计要求的前提下，根据实际情况适当调整施工措施。

4.1.10 公路纤维增强复合材料波纹管涵的板片或管节起吊宜用柔性绳索，若用铁链或钢索起吊，应在吊索与管道棱角处衬填橡胶或其他柔性物。应采用双点起吊，严禁单点起吊，轻起轻放，严禁抛掷。

4.1.11 公路纤维增强复合材料波纹管涵的板片或管节运输时应固定牢靠，宜采用钢制托架，并且卧式堆放，在运输和装卸过程中应不受到损坏。

5 材料

5.1 主体结构

主体结构所采用的纤维增强复合材料应符合T/CIA 001—2022的相关规定。

5.2 连接件

拼接螺栓及平垫圈应采用304不锈钢材质，且性能指标应符合GB/T 1231的相关要求。垫圈结构示意图2，螺杆、垫圈的具体尺寸应符合表3的规定。

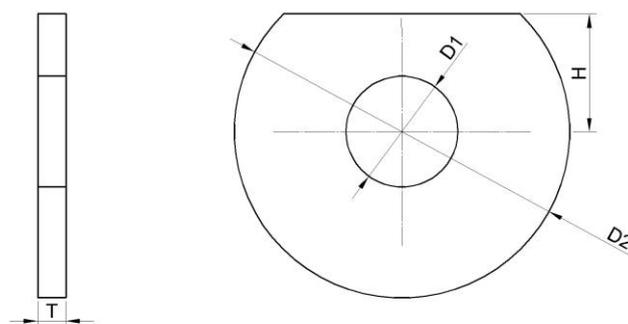


图2 垫圈示意图

表3 连接件尺寸

螺杆直径 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	T (mm)	H (mm)
16	17	50	3	19.5
18	19	56	4	19.5
20	21	60	4	19.5
22	23	66	5	19.5

5.3 密封垫

密封垫用橡胶片制成，为防止流体泄漏而设置在两个静密封面之间，其材料性能应符合GB/T 5574的相关要求，拉伸强度 $\geq 7\text{MPa}$ ，拉断伸长率 $\geq 300\%$ ，硬度为60，热空气老化性能为A2级别。

5.4 性能指标

5.4.1 公路纤维增强复合材料波纹板的技术性能指标及试验方法应符合T/CIA 001-2022的规定，同时应符合表4和表5的规定。

表4 模压成型复合材料波纹板技术性能指标

序号	项目	技术性能指标
1	环向拉伸强度 (MPa)	≥ 150
2	环向弯曲强度 (MPa)	≥ 260
3	轴向弯曲强度 (MPa)	≥ 140
4	冲击韧性 kJ/m ²	≥ 180
5	巴柯尔硬度	≥ 45
6	纤维质量含量 (%)	≥ 38
7	吸水率 (%)	≤ 0.5

表5 真空导入成型复合材料波纹板技术性能指标

序号	项目	技术性能指标
1	环向拉伸强度 (MPa)	≥ 450
2	环向弯曲强度 (MPa)	≥ 500
3	轴向弯曲强度 (MPa)	≥ 250
4	冲击韧性 kJ/m ²	≥ 300
5	巴柯尔硬度	≥ 45
6	纤维质量含量 (%)	≥ 65
7	吸水率 (%)	≤ 0.5

5.4.2 拼装后的公路纤维增强复合材料波纹管还应符合表6的规定。

表6 纤维增强复合材料波纹管性能

序号	项目	技术性能指标
1	外观	拼装后的波纹管连接处的波纹板、橡胶条对接平整，对接封中的胶条应能完全覆盖，不得留有缝隙
2	防水密封性	无压管 装满水后管身及连接不渗漏
		压力管 施加1.5倍压力等级的内水压力保压2.0min，管身及连接不渗漏
3	阻燃	参见附录B

4	耐老化	有耐老化要求的复合材料波纹管，按GB/T 16422.2规定、辐射光源过滤方式采用方法A，经总辐照能量不小于 $7.0 \times 10^3 \text{MJ/m}^2$ 光老化试验后，目测试样外观无龟裂、粉化等明显老化现象，测试其弯曲强度应不小于表4、表5的80%。
5	耐酸	按GB/T 3857规定，试验介质为5%的盐酸溶液，试验温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，浸泡168h后，试样表面不应出现皱纹、起泡、开裂、被溶解等现象，其弯曲强度应不小于表4、表5的80%。
6	耐碱	按GB/T 3857规定，试验介质为10%的氢氧化钠溶液，试验温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，浸泡168h后，试样表面不应出现皱纹、起泡、开裂、被溶解等现象，其弯曲强度应不小于表4、表5的80%。
7	耐高低温	复合材料波纹管产品在低温下的力学强度比在常温下明显提高，在高温不超过 50°C 的温度范围内，无需验证耐高温性能。

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 公路纤维增强复合材料波纹管涵的设计应考虑永久作用、可变作用和地震作用。永久作用主要为覆土产生的作用，以及其他可视为永久作用的荷载。可变作用主要为汽车荷载、施工阶段的临时荷载等作用。

6.1.2 公路纤维增强复合材料波纹管涵的设计应符合构造和工艺方面的要求。

6.1.3 公路纤维增强复合材料波纹管涵位置应符合沿线线形布设要求。出入口处宜设端墙或翼墙，其型式和尺寸应使桥梁涵洞具有相应的过水能力和保证桥梁涵洞处路堤的稳定。端墙或翼墙与洞身应设缝隔开，缝内填以不透水材料。

6.2 地基与基础设计

6.2.1 地基设计应分析管底部及起拱线两侧结构性回填范围、地基土体的均匀连续力学特性、承载力和沉降性能。

6.2.2 应根据波纹管自重、土拱效应和柔性结构等特性，依据JTG 3363的规定对地基及基础、地基承载力、沉降和稳定性等进行验算。

6.2.3 公路纤维增强复合材料波纹管涵的地基处理应参照JTG 3363和JTG/T 3365-02中对波纹管涵的相关规定。基底回填应采用换填砂砾垫层分层压实，换填砂砾厚度应按照公路等级、地质条件、管顶填土高度综合确定。

6.2.4 公路纤维增强复合材料波纹管涵底部宜设置预留拱度，其大小根据地基土可能出现的下沉量，涵底的纵坡和填土高度等因素综合考虑，通常可为管长的 $0.3\% \sim 1\%$ ，最大不宜大于 2% ，管涵中心的高程应不高于进水口的高程。

6.3 洞身设计

6.3.1 设计时应先根据孔径等设计要求，确定公路纤维增强复合材料波纹管涵的结构尺寸、涵顶覆土厚度、土的重度、环刚度等级等相关参数。其中，最小环刚度等级与涵顶覆土厚度相关，在保证结构性回填范围符合要求的同时，最小环刚度等级还应符合表7的规定。

表7 涵顶覆土厚度与最小环刚度的关系

涵顶覆土厚度 H (m)	最小环刚度等级
$0.6 < H \leq 4$	SN7.5
$4 < H \leq 6$	SN10
$6 < H \leq 10$	SN15
$H > 10$	SN20

6.3.2 公路纤维增强复合材料波纹管涵的结构设计，参照CECS 190:2005的管道结构设计规定，对管涵结构进行强度验算和变形验算，一般设计验算流程见附录C。

6.3.3 公路纤维增强复合材料波纹管涵的结构设计应考虑两种极限状态：承载能力极限状态和正常使用极限状态。当管涵承受两种以上可变作用，按承载能力极限状态基本组合设计时，可变作用应采用标准值、组合值作为代表值，对地震设计状况应采用作用的地震组合；正常使用极限状态考虑长期效应按准永久组合设计时，可变作用应采用准永久值作为代表值。作用的组合方法应参照JTG D60的规定确定。

6.3.4 公路纤维增强复合材料波纹管涵设计可不考虑涵身自重产生的等效荷载的作用效应，对跨径较大和填土高度较大的管涵，应进行施工阶段强度验算。

6.3.5 多孔公路纤维增强复合材料波纹管涵，相邻两管间应有足够的填土宽度，使管间的填土易于压实（夯）实。直径2m至10m时纤维增强复合材料波纹管涵的净间距一般为1m。

6.3.6 公路纤维增强复合材料波纹管涵与路线正交时，进出口端管节外端面应与涵轴线垂直且平整，当斜交角度小于或等于 20° 时，可将端管节的外端面切割成与路线平行的斜面，切割坡度不宜超过2:1，并将端管节外固定于端墙或路堤斜坡上；当斜交角度大于 20° 时，应作专门设计。

6.3.7 当公路纤维增强复合材料波纹管涵涵底纵坡大于5%，必要时可增加防滑移措施。

6.4 回填设计

6.4.1 结构性回填范围按图3所示采用。

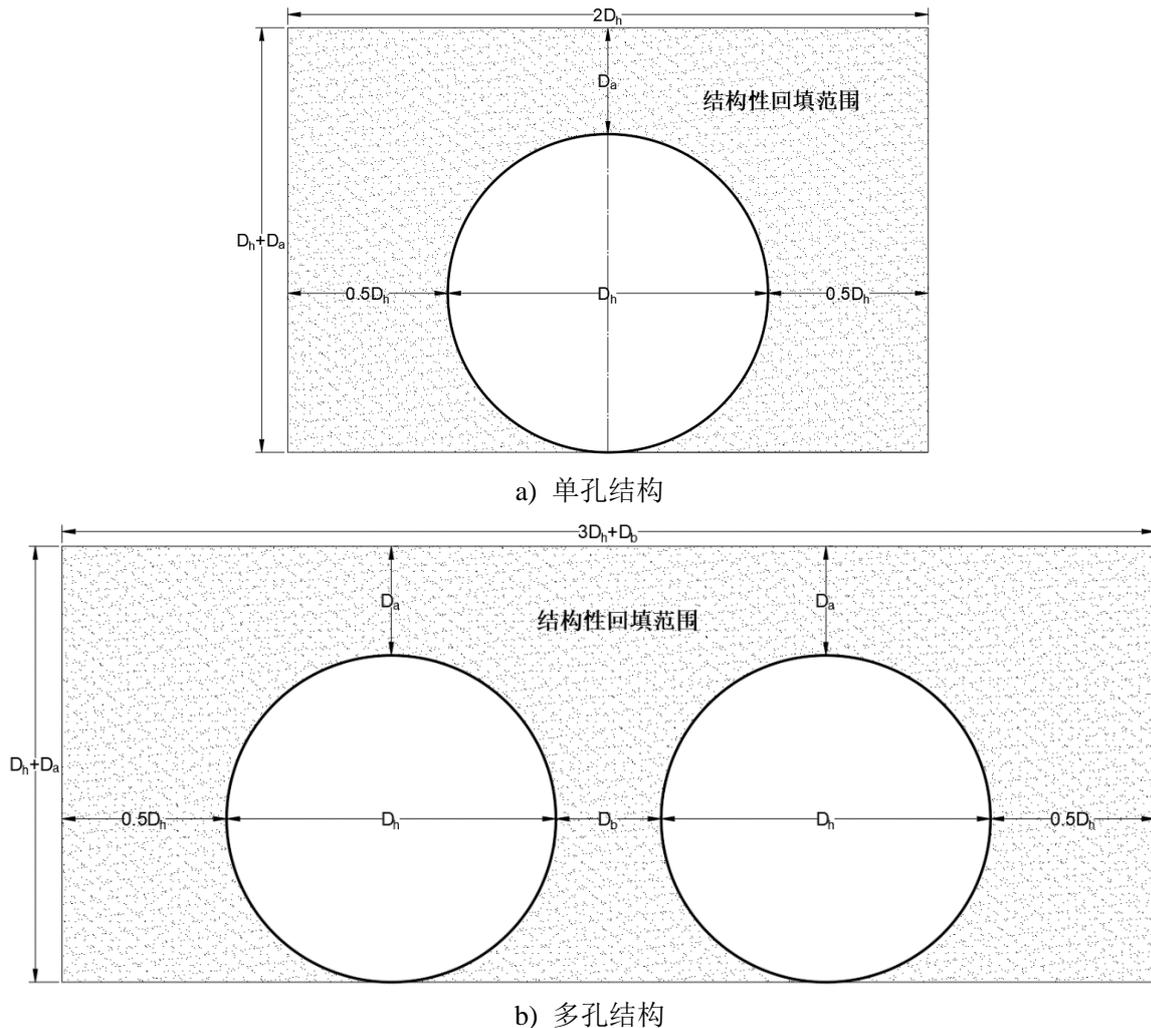


图3 结构性回填范围示意

D_h 为公路纤维增强复合材料波纹管涵的有效跨度（按波纹板轴线计算）， D_a 为公路纤维增强复合材料波纹管涵的最小覆土厚度， D_a 应不小于 $1/6D_h$ ，且不小于0.6m， D_b 为公路纤维增强复合材料波纹管涵结构的最小间距，当 $D_h \leq 1\text{m}$ 时， D_b 为0.5m；当 $1\text{m} < D_h \leq 2\text{m}$ 时， D_b 为 $0.5D_h$ ；当 $2\text{m} < D_h \leq 10\text{m}$ 时， D_b 为1m。

6.4.2 回填材料应符合JTG/T 3365-02中对波纹管涵的相关规定，宜采用天然级配砂砾或水稳性好的材料，如砾类土、砂类土，或砾、卵石与细粒土的混合料。

6.4.3 回填时纤维增强复合材料波纹管四周紧贴波纹管壁20cm范围内应使用细沙回填，严禁有直径大于10mm的尖锐石子。冻土地区的回填材料中小于0.075 mm的颗粒含量应不大于15%，填料最大粒径应小于50 mm。

6.5 洞口设计

6.5.1 洞口可采用八字墙、一字墙、端墙、翼墙等，洞口的构造应符合JTG/T 3365-02的相关规定。

6.5.2 洞口周围的路基边坡挡墙参照JTGD30设计成钢筋混凝土挡墙、有面板（预制块砌体）加筋土挡墙、浆砌预制块或片（块）石挡墙等，也可设计成波纹钢板挡墙。

6.5.3 洞口应与洞身、路基顺接平顺，并起到调节水流和形成良好流线的作用，同时使洞身、洞口(包括基础)、两侧路基以及上下游附近河床免受冲刷。

6.5.4 进水口和出水洞口的沟床加固及防护措施都应符合JTG/T 3365-02的相关规定。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 一般施工步骤

施工前准备→拼装放样→设置围堰→排水清淤→平整场地→基础分层回填→检测压实度、含水量等→水准测量→平整场地→施工放样→拼装管节（板片）→检测密水情况及管底纵坡→现场检测→波纹管就位及固定→两侧分层回填→检测压实度、含水量等→管顶分层回填→进出口处理。

7.1.2 施工全过程应符合JTGF9的规定。

7.2 施工准备

7.2.1 组织检查公路纤维增强复合材料波纹管涵的产品及备品，检查各板片或管节的长度、直径是否与该处管道相符合。备齐安装工具及配件：手动扳手、电动扳手、螺丝紧固件等，摆放合理，方便安装。

7.2.2 施工前进行技术交底、安全文明施工技术培训。应在技术人员指导下，按图纸要求有序拼装纤维增强复合材料波纹管涵的波纹板片或管节。

7.2.3 施工前应对压路机、起吊机等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行检查、标定。配置能源介质（电源、水源等），备齐相应工装，做好人员调度及分工协作安排。

7.3 地基与基础

7.3.1 基坑开挖宽度应以公路纤维增强复合材料波纹管涵的设计基础宽度为准。如因场地限制不得以时至少应确保跨径以外1.5m以上的作业空间。

7.3.2 地基承载力应符合设计要求，基础压实施工应符合JTG/T 3610和JTG/T 3650的相关规定。

7.3.3 地基要对整个公路纤维增强复合材料波纹管涵保持均匀的承载力。要避免软弱基和岩基交叉的地基，如果实在不可避免软弱地基要用优质砂石及砾石压实成形，岩石地基挖掘后用砂砾重新换填，达到设计要求，尽量减少整条管道的沉降量。

7.4 拼装与固定

7.4.1 安装前检查底部基础平整度、水平、标高；核对土建基准，确定管道位置、中心轴线、中点。

7.4.2 单节管的拼装：单片纤维增强复合材料波纹管，弧段朝下立在平整的地面上，在直段的法兰上安装胶条，胶条的长度比法兰的长度要长1mm~2mm，然后拼成一节圆管，对准螺栓孔，穿入螺栓，套上垫片，垫片的平段靠近波纹管的波纹旋上螺母，平衡的分三遍拧紧螺栓。

7.4.3 纤维增强复合材料波纹管节与节的连接：单节管拼装完成后，把拼装完成的竖直放着的圆管吊装水平放倒，在圆形法兰上粘上密封胶条，保证密封胶条对接良好，不得有缝隙，然后进行节与节的连接。对准螺栓孔，穿入螺栓，套上垫片，旋上螺母，平衡的分三遍拧紧螺栓。

7.4.4 公路纤维增强复合材料波纹管涵弧形法兰上的孔与孔可以任意对齐拼装，为保证拼装后管整体强度的均匀性，节与节连接时，相邻两节之间管直边的法兰不能在一条线上，需要错开角度。

7.4.5 根据管道实际情况，如果管道两侧进出水口是与路基同坡度的斜口形式，安装时先安装中间管节，在基础长度方向留出进出水口的位置。中间管节全部安装完毕，校正就位后再安装两侧进出水口。安装完第一根管节，使其管中心和基础纵向中心线平行，之后连接第二管节，所有法兰上的螺栓孔要全部对正，全部穿上螺栓，拧上螺母，带平扣即可，此后依次方式逐步连接。

7.4.6 公路纤维增强复合材料波纹管涵拼装全部完成，用定扭汽动扳手，按预紧力扭矩150N·m~180N·m紧固所有螺栓，依次序，不得遗漏，紧固后底螺栓用红漆标示。所有螺栓（包括纵向和环向接缝）应在回填之前拧紧。

7.4.7 公路纤维增强复合材料波纹管涵的楔形部，一般情况下，采用粗砂固定，其含水量比正常大3%左右，单孔及多孔的楔形部可采用截面15×15的木夯捣实，单次冲击力要达到9Kg；或可以用“粗砂”水密实法振捣密实，同时应采取必要措施防止其上浮和偏位。

7.5 回填

7.5.1 公路纤维增强复合材料波纹管涵填土之前，在波纹管涵的侧面每15cm高度作出填高标示，以便确定每层的压实厚度及高度。

7.5.2 结构性回填范围内，两侧填土压实可用12T~20T的压路机压实，靠近管体30cm范围采用小型夯实机械夯实，多孔间的两侧回填可采用小型夯实机械夯实，密实度不小于96%。靠近管体周围0.5m范围内，不允许有直径大于50mm的石块等硬物。压实后压实厚度每层应在15cm以下，压实要求要符合设计要求。与回填土相接触的堆土或挖土的斜坡面应处理成锯齿或阶梯状并压实，松软部分在填土前应处理。

7.5.3 公路纤维增强复合材料波纹管涵两侧回填应同时进行，压实落差应小于30cm，对于有端部挡墙的管道，从两端向结构的中心进行回填；对于没有端部挡墙的管道，从结构的中心向两端进行回填。如果因偏土压实造成纤维增强复合材料波纹管涵变形时，应修正截面形状后重新压实。

7.5.4 上部压实时，从顶部到最小填土高度范围内，应比照各规格公路纤维增强复合材料波纹管涵最小填土高度要求施工。波纹管涵填土厚度小于60cm时不允许压路机振压和车辆通行。当涵顶填土采用分层回填人工夯实的办法时，每层厚度15cm，压实度不小于96%。当填土厚度超过60cm后，可采用YZ20压路机振压，压实度不小于96%。

7.5.5 在回填夯实过程中，从管涵外边缘向外2.0m以内的范围内，应严格控制除夯实机械以外的重型机械的运行。夯实侧面时，夯实机械应与管涵长度方向平行行驶；夯实结构物上方回填土时，应垂直于管涵长度方向行驶。

7.5.6 公路纤维增强复合材料波纹管涵顶部及周围20m范围内不允许强夯。

7.5.7 涵顶填土的最小厚度应符合JTG/T F50的规定，并应进行结构物承载力验算，符合要求后，方可允许车辆通行。

7.6 洞口

7.6.1 洞口施工应符合设计要求，同时应符合JTG/T F50的规定。

7.6.2 根据现场实际可增设截（排）水沟、急流槽、导流坝等。

8 质量控制

8.1 一般规定

8.1.1 公路纤维增强复合材料波纹管涵施工应根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，保证各施工工序的质量。

8.1.2 所有质量检验和管理的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，应如实记录和保存，严禁编造、随意修改质量管理的原始记录和数据。

8.2 进场材料检查

8.2.1 使用前检查纤维增强复合材料波纹板的产品标志、包装、出厂证明书和技术文件。

8.2.2 对螺栓、螺母、平垫圈分别随意抽取5%，检查产品尺寸、型号等，均达到要求的，判检测合格，否则不合格。

8.2.3 公路纤维增强复合材料波纹管板的进场抽样检测项目包含几何尺寸、环向拉伸强度、环向弯曲强度、轴向弯曲强度、环刚度、冲击韧性、纤维质量含量、吸水率，要求几何尺寸允许偏差应符合表8的规定，要求环向拉伸强度、环向弯曲强度、轴向弯曲强度、环刚度、冲击韧性、纤维质量含量、吸水率应符合材料性能要求。同一项目、相同材料、相同工艺、相同规格的纤维增强复合材料波纹板使用量够500片时，采用两次抽样法，样本数均为2。第一次所抽检项目均达到要求的，判型式检验合格；2片均不符合要求的判型式检验不合格；如有1片不合格且不合格项不超过2项时，可对不合格项进行二次抽样检验，第二次抽样检验仍有不合格项，判不合格。

表8 几何尺寸允许偏差

几何尺寸	内径 (%)	单节长度 (%)	壁厚 (%)	波高 (mm)	波距 (mm)
允许偏差	±1.0	±0.5	±5	±3	

8.3 施工控制

8.3.1 拼装后的复合材料波纹管还需要检验拼装后的外观质量，采用两次抽样法，第一次所抽检的外观质量达到5.4要求的，判检验合格；2次均不符合要求的判检验不合格；如有1次不合格，可进行二次抽样检验，第二次抽样检验仍不合格，判检验不合格。

8.3.2 公路纤维增强复合材料波纹管涵的密封性检测在波纹管拼装完毕，回填前检测，如有条件应将波纹管的两端封堵，在波纹管内部加注水后，检查整体的密封性，指标符合5.4的要求，如工地条件无法达到上述测试要求的，应在拼装完毕后在拼接缝位置洒水，检查拼接缝处的密封性。

8.3.3 检查地基处理厚度、宽度、压实度和换填材料等，符合设计要求的同时，应符合JTG/T 3610和JTG/T 3650的相关规定。

8.3.4 为了保证达到螺栓扭矩的要求值，在回填之前随意抽取 2%的螺栓，用定扭扳手进行抽检试验。如果有任一试验值扭矩范围达不到7.4.6要求，则应抽检所有螺栓的 5%。如果上述试验 90%以上符合7.4.6要求，则认为安装是合格的。否则应重新复核设计，以确定得到的扭矩值是否符合要求。

8.4 变形检查

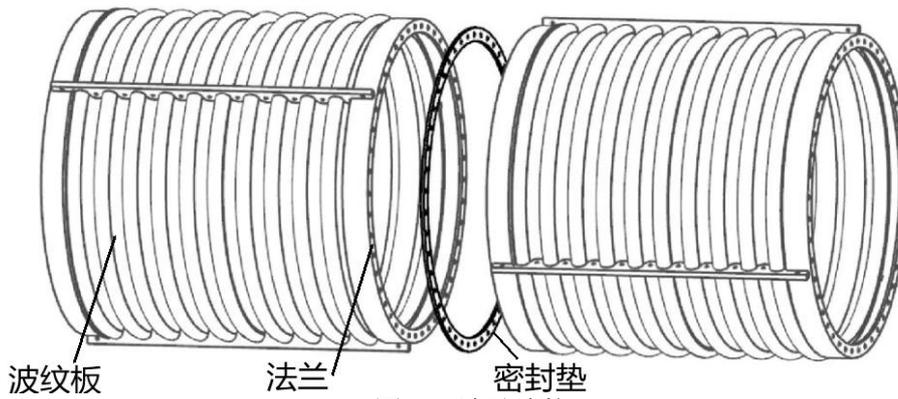
8.4.1 公路纤维增强复合材料波纹管涵在刚刚拼装完毕之后、回填过程中、刚刚施工完毕后都要测量截面的形状。拼装完毕后截面大小如超出设计值，应重新校正拼装；从回填开始到管顶填土结束，在各层的密实结束之后马上测量纤维增强复合材料波纹管涵截面大小（测量不同位置三处以上），填土完毕后构造物的最终变形应符合质量检验标准；如截面变形量超过变形范围时，应立即停止施工查明原因，采取措施将变形量控制在标准范围内。

8.4.2 公路纤维增强复合材料波纹管涵拼装完毕后在开始回填前的截面大小不超过设计的±1%，填土完毕后构造物的最终允许变形范围： $-1\%D < D < 5\%D$ （D为管涵内径），一般最终的结构形状与拼装时的截面大小对比不超过±2%。

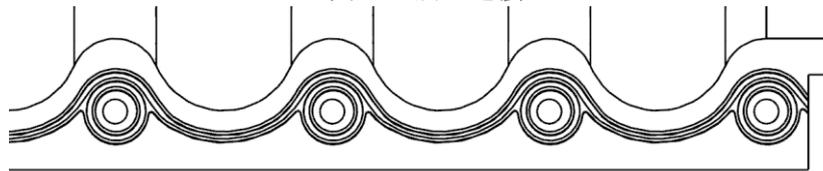
附录 A
(资料性)
纤维增强复合材料波纹管连接

A.1 连接

波纹板片与片之间采用、波纹管节与节之间采用法兰连接,连接时两端端面的法兰对合(如图A.1),两节波纹管的直边法兰错开一定角度,法兰间加一层橡胶密封垫,依靠螺栓的锁紧力来压紧密封垫实现密封要求,橡胶垫或与其紧贴的法兰边上需设有至少两道水线(如图A.2),以防止渗漏。



图A.1 法兰连接



图A.2 法兰密封水线

附 录 B
(资料性)
阻燃要求

B.1 有阻燃要求时, 应满足表B.1

表 B.1 阻燃要求

序号	项目	技术性能指标
1	燃烧性能	符合 GB 8624-2012 规定的 B1 级
2	氧指数(%)	≥ 32
3	垂直燃烧	V-0

B.2 燃烧性能

燃烧性能按 GB 8624-2012 规定的 B1 级。

B.3 氧指数

氧指数按 GB/T 8924 进行测定。

B.4 垂直燃烧性能

垂直燃烧按 GB/T 2408 进行测定。

B.5 氧指数、垂直燃烧性能的检测方案及判定规则

要求阻燃性能时测燃烧性能、氧指数和垂直燃烧性能, 对以相同材料、相同工艺、相同规格的 500 片波纹板为一个批 (不足 500 片的也作一个批), 采用两次抽样法, 样本数均为 2, 2 件均不符合要求判型式检验不合格; 如有 1 根时, 可对不合格项进行二次抽样检验, 第二次抽样检验仍有不合格项, 判定检验不合格。

附录 C
(规范性)
设计流程图

C.1 管涵设计验算流程图见图C.1

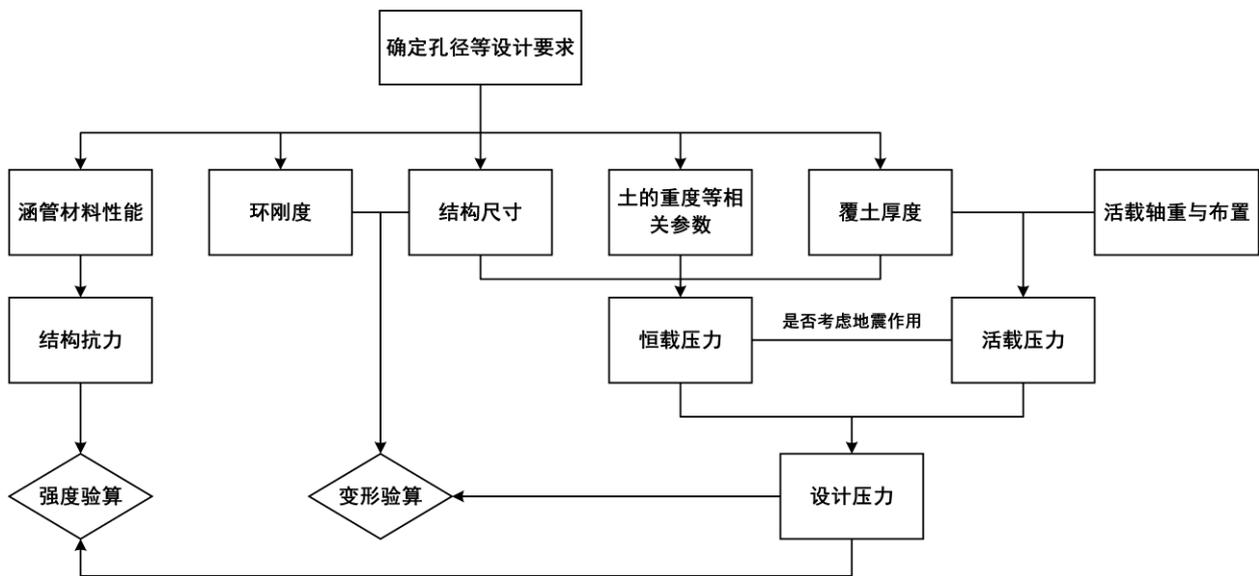


图 C.1 管涵设计验算流程图