ICS 93.080.20
CCS P 66

DB 14

山 西 省 地 方 标 准

DB 14/T 3151—2024

公路钢波纹管涵洞施工技术规程

2024－10－08 发布　　2025－01－08 实施

山西省市场监督管理局　　发 布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 一般要求 2
5 施工准备 3
6 运输与储存 3
7 施工技术 4
8 检验与验收 9

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。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西路桥建设集团有限公司、山西离隰高速公路有限公司、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、西安中交土木科技有限公司。

本文件主要起草人：解卫江、梁全虎、李卫红、钟明、胡滨、麻泉、高山、郭向兵、李赞勇、李海潮、滕文刚、罗学睿、苏彦豪、刘健斌、王燕、潘小虎、杨振东、王付、李光瑞、郑峰。

公路钢波纹管涵洞施工技术规程

1 范围

本文件规定了公路钢波纹管涵洞的一般要求、施工准备、运输与储存、施工技术和检验与验收。

本文件适用于各等级公路钢波纹管涵洞施工，铁路、市政、水利、管网等工程可参照使用。

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 470 锌锭

GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈技术条件

GB/T 3632 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副

GB/T 19250 聚氨酯防水涂料

GB/T 26510 防水用塑性体改性沥青

GB/T 27806 环氧沥青防腐涂料

GB/T 34567 冷弯波纹钢管

GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范

JT/T 791 公路涵洞通道用波纹钢管（板）

JT/T 1266 桥梁钢结构冷喷锌防腐技术条件

JTG/T 3365 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

JTG B40 公路环境保护设计规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准第一册土建工程

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

YB/T 4761 连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路钢波纹管涵洞

用螺旋钢波纹管、环形钢波纹管或波纹钢板件拼装而成，周边用结构性回填材料回填压实，以保证充分发挥土—钢波纹管相互作用共同承担荷载的构造物。

3.2

螺旋钢波纹管

钢板或钢带经加工制成螺旋形的波纹管。

3.3

波纹钢板件

钢板经环向加工制成的具有一定曲面的波纹板件。

3.4

波纹板件长度

曲面波纹板件的弧长。

3.5

波纹板件宽度

曲面波纹板件的投影宽度。

3.6

波峰

以公路钢波纹管涵洞顶部为基准，凸起向上部分为波峰。

3.7

波谷

以公路钢波纹管涵洞顶部为基准，凹下部分为波谷。

3.8

波距

钢波纹管相邻两个波峰之间的距离。

3.9

波高

钢波纹管波峰与波谷之间的垂直高度。

3.10

壁厚

钢波纹管的厚度（不含防腐层）。

3.11

覆盖土层

从公路钢波纹管涵洞结构顶点（波峰）到路面结构层底面之间的回填材料。

3.12

最小覆土厚度

能够保证公路钢波纹管涵洞稳定性和发挥土—钢波纹管相互作用的覆盖土层厚度的最小值。

4 一般要求

4.1 波纹钢板件所用钢材应根据其受力状态、连接方法和所处环境条件合理选择。钢板的性能、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的有关规定。

4.2 高强度螺栓、螺母、垫圈的技术条件应符合 GB/T 1231 和 GB/T 3632 的有关规定。

4.3 环形钢波纹管、波纹钢板件及连接件应采用热浸镀锌防腐或预镀锌铝镁防腐，热浸镀锌所用的锌应符合 GB/T 470 规定的 1 号或 0 号锌，预镀锌铝镁应符合 YB/T 4761 规定。现场局部修补可采用冷喷锌防腐，冷喷锌材料应符合 JT/T 1266 的有关规定。

4.4 在热浸镀锌防腐基础上可采用涂装或喷涂沥青等非金属覆盖层增强耐久防腐性能，并应符合下列规定：

a) 采用聚氨酯防腐时，其质量与技术指标、基本性能应符合 GB/T 19250 的有关规定。

b) 采用沥青涂层防腐时，宜根据要求采用环氧沥青或改性沥青，其性能、质量与技术指标应分别符合 GB/T 27806 和 GB/T 26510 的有关规定。

4.5 按要求收集进场材料检验样品，材料主要参数波高、波距和板厚应符合 GB/T 34567 和 JT/T 791 的有关规定。

4.6 根据公路钢波纹管涵洞材料清单核对进场的钢波纹管（板）、连接件、密封等材料数量，查验产品出厂合格证及材料的质量说明书。

4.7 对进场的钢波纹管（板）、连接件、密封等材料进行质量检验，合格后方可准许拼装。

4.8 起重吊装机械进场需要检验合格证，证件有效期不大于 5 年。

4.9 公路钢波纹管涵洞施工安全应符合 JTG F90 的有关规定，施工质量应符合现行 GB 50205 和 JTG F80/1 的有关规定。

4.10 公路钢波纹管涵洞施工现场气温宜为 5℃~38℃，在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下，禁止拼装施工。

4.11 公路钢波纹管涵洞施工过程应实施文明施工，拼装完成后应及时清理各种施工垃圾，做到工完场清，并应符合 JTG B40 的有关规定。

5 施工准备

5.1 钢波纹管构件出厂前应进行必要的预拼装。

5.2 公路钢波纹管涵洞安装前应根据涵洞位置进场道路条件选择合适的运输车辆，尽量避免二次倒运，必要时对进场道路进行修整。

5.3 应预先规划钢波纹管（板）在场内的存放位置，以安装机械方便吊装为宜。

5.4 施工单位应组织技术人员熟悉公路钢波纹管涵洞图纸并开展安全、技术交底工作。

5.5 公路钢波纹管涵洞安装前应进行地基报检，地基满足设计图纸要求方可开始钢波纹管涵安装工序。

5.6 按照设计图纸对管涵基础和中心线位置处的高程、涵长及跨径进行放样核查，确认无误后方可进行钢波纹管(板)安装。

6 运输与储存

6.1 材料运输

6.1.1 钢波纹管（板）在装卸时应采取保护措施，避免管节或板件变形、镀层损坏，如吊具采用吊带，管节或板件堆放时设置方木垫块等。

6.1.2 钢波纹管(板)及其连接件在运输过程中损坏、变形过大的应进行更换，对于局部损伤的板片现场宜及时进行校正及表面防腐处理。

6.2 材料储存

6.2.1 板片叠放时，底部采用方木支垫，方木高出地面不小于 15㎝，并应按同规格、同曲度进行叠放，且叠放高度不宜超过 10 片。

6.2.2 波纹钢管（板）如未及时安装，为防止雨水侵蚀，堆叠管（板）片宜采用防雨布进行遮盖。

7 施工技术

7.1 施工工艺流程图见图1。

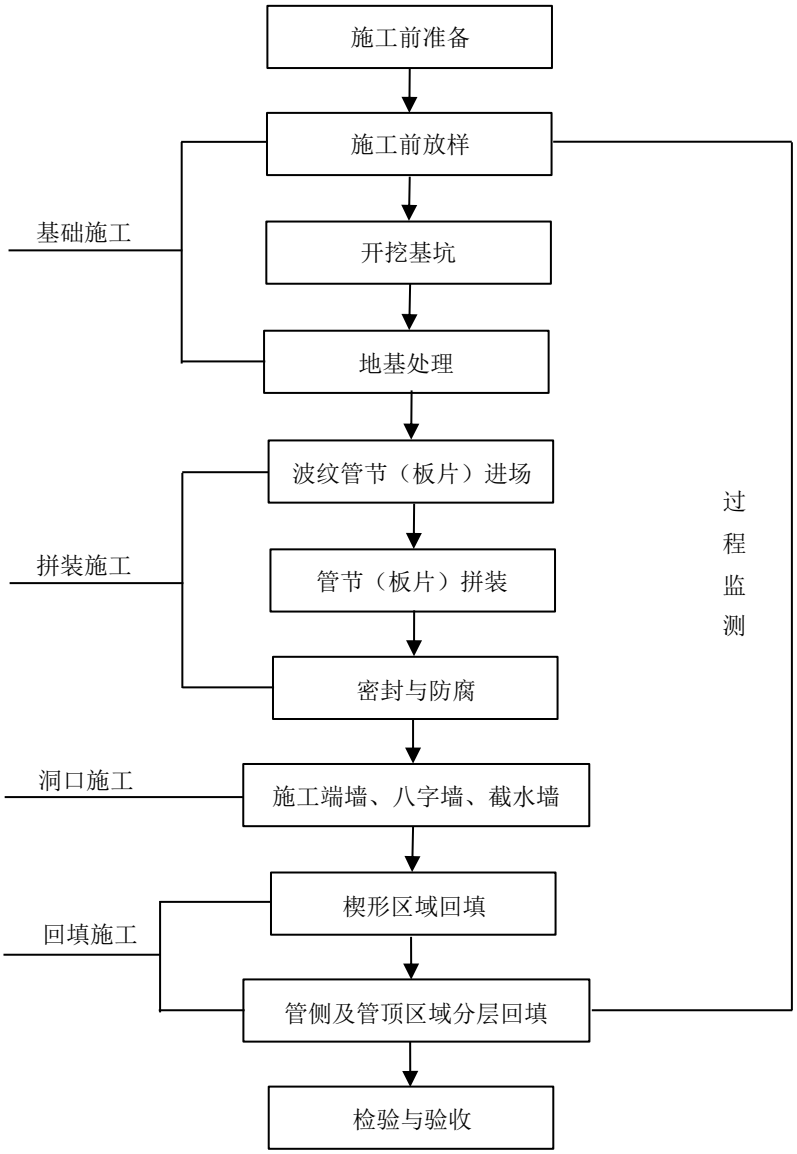


图1 施工工艺流程

7.2 基础施工

7.2.1 基坑开挖时开挖宽度要符合 JTG/T 3365 涵洞构造要求，确保钢波纹管涵组装及管周回填碾压空间需求。

7.2.2 基坑开挖时应避免超挖，宜在挖至基底前预留一定厚度，再由人工开挖至设计高程;如超挖，则应将松动部分清除，并应对基底进行处理。

7.2.3 地基处理应符合 JTG/T 3610 的有关规定，根据不同地质情况分别处理，并满足设计要求。

7.2.4　地基压实施工应符合 JTG/T 3610 和 JTG/T 3650 的规定，压实度不小于 95 %。

7.2.5　地基施工时应设置预拱度，其大小应根据地基可能产生的下沉量、涵底纵坡和填土高度等因素综合确定，但管涵中心的高程应不高于进水口的高程。

7.2.6　钢波纹管涵涵底填筑垫层，垫层材料宜采用天然砂砾或级配砂砾，分层压实。

7.3　拼装施工

7.3.1　拼装流程图见图 2。

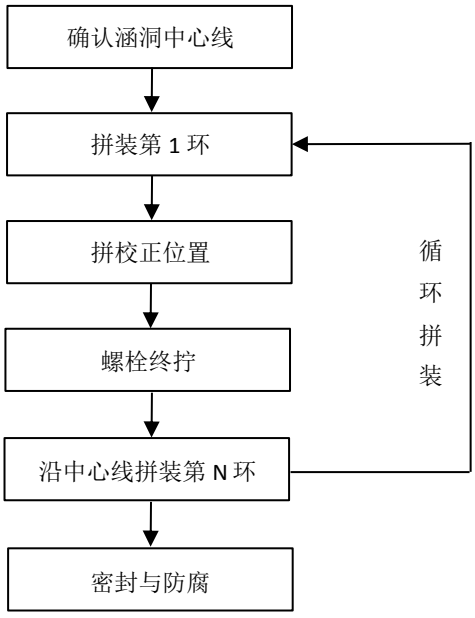
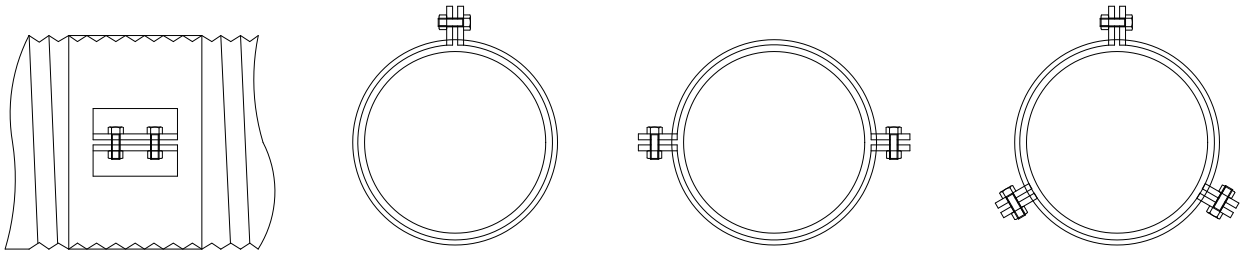


图2　钢波纹管涵洞拼装流程图

7.3.2　螺旋钢波纹管采用卡箍连接时，两个管节端口对齐，卡箍中心对中管端，卡箍内垫密封垫，螺栓锁紧压实密封垫，见图 3。



(a)平行式管箍　(b)1 片箍连接　(c) 2 片箍连接　(d) 3 片箍连接

图3　螺旋波纹钢圆管管节之间的连接示意图

7.3.3　环向钢波纹管采用整管法兰连接或半圆管节翻边连接时，确保法兰两端端面对合。连接孔严格对中，密封垫无错位，螺栓锁紧压实密封垫，见图 4 和图 5。

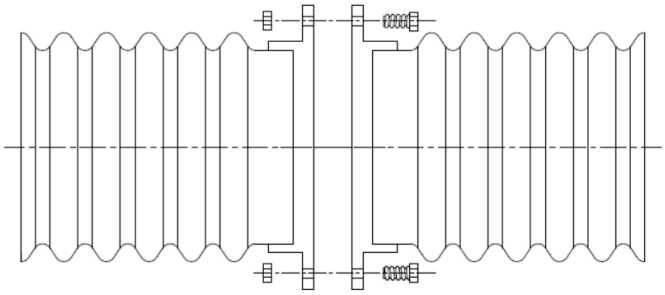
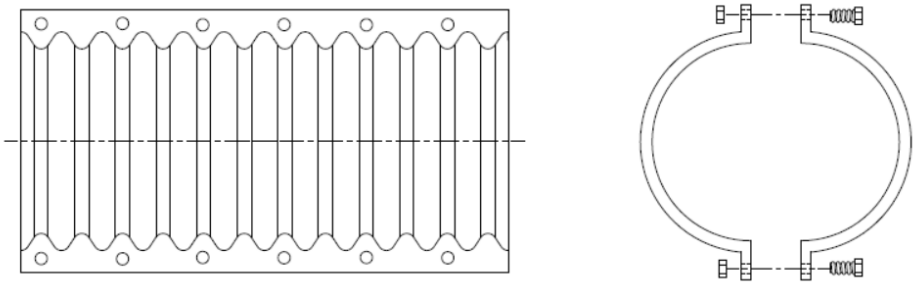


图4　环形波纹钢管整圆管节的法兰盘连接



(a) 正视图　　(b) 正视图

图5　环形波纹钢管半圆管节的翻边连接

7.3.4　波纹钢板片拼装应满足以下要求：

a)　各管节轴向拼装时宜顺水流方向安装，垫稳坐实，环向拼装应以中心轴线中点为基准，由下向上顺次对称拼装。

b)　波纹钢板件轴向搭接时上游管节的端头应置于下游管节的内侧，环向搭接时，上部板件应在下部板件外侧，不得反置。

c)　波纹钢板件搭接拼装时，应错缝栓接，见图 6，沿轴向相邻板件错缝间距不小于 200 ㎜。

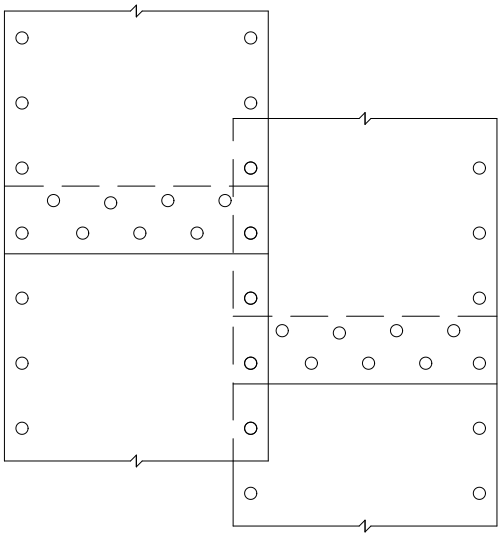


图6　错缝栓接拼装示意图

d) 螺栓连接时，应对正连接孔，螺栓由内向外插入孔位，用套筒扳手预紧螺母，预紧力符合 JTG/T 3365 要求。
e) 波纹钢板件拼装时，以 5 节为一组核查轴线偏位，如有偏位及时校正。
f) 拼装完成后，复测公路波纹钢涵洞孔径、位置和高程，符合要求时，终拧所有高强螺栓。
g) 螺栓终拧完成后，应在波纹钢板件拼接缝和螺栓孔位置采用专业密封胶进行密封。
h) 对直径 1.25m 及以上的波纹钢管节，宜在管内设置一排竖向临时支撑；对直径大于 2.0m 的波纹钢管节，宜在管内设置竖向和横向十字临时支撑，防止其在填土和压实施工过程中产生变形。管内的临时支撑间距 3m~5m，填土不再下沉后方可拆除。对于管涵环向设有加劲肋的管节，可不设临时支撑。

7.3.5 密封与防腐应满足以下要求：

a) 钢波纹管（板）应在工厂进行热浸镀锌防腐或预镀锌铝镁防腐，现场局部部位的修补应按相关规范进行。
b) 钢波纹管涵外表面二次防腐时，可采用聚氨酯涂料或环氧沥青涂料，宜采用专用设备喷涂，喷涂厚度应均匀、涂层表面应均匀光洁、连续、无漏喷，无肉眼可分辨的小孔、孔隙、裂缝、脱皮及其它缺陷。涂层晾干后方可进行回填施工。
c) 螺栓终拧完成后，应在管内/外波纹钢板件拼接缝和螺栓孔位置涂抹专业密封胶。
d) 钢波纹管涵顶部设置防渗水时，可于管顶 1 m 处布置防水土工布，布设两层，层间距 1 m。

7.4 洞口施工

洞口采用一字墙和八字墙等圬工结构应符合JTG/T 3650的相关规定。

7.5 回填施工

7.5.1 回填施工除应符合 JTG/T 3610 和 JTG/T 3650 规定外，尚应满足下列要求：

a) 结构性填筑范围应符合下列规定，见图 7：

1) 最小覆土厚度 D_a 按下式计算，且不得小于 0.6 m。

$$D_a = \max\left(\frac{D_h}{6}\left(\frac{D_h}{D_v}\right)^{1/2}, 0.4\left(\frac{D_h}{D_v}\right)^{2}\right) \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

D_a—最小覆土厚度（m），指提供公路波纹钢涵洞稳定性和发挥土—波纹钢相互作用的覆土厚度最小值；

D_h—公路波纹钢涵洞的有效孔径（m），按波纹板轴线计算；

D_v—公路波纹钢涵洞的有效矢高（m），按波纹板轴线计算。

2) 多孔波纹钢涵洞的最小间距：

$$D_b = \begin{cases} 0.5m, & D_h \le 1m \\ 0.5D_h, & 1m < D_h \le 2m \\ 1.0m, & 2m < D_h \le 5m \end{cases} \quad \cdots\cdots (2)$$

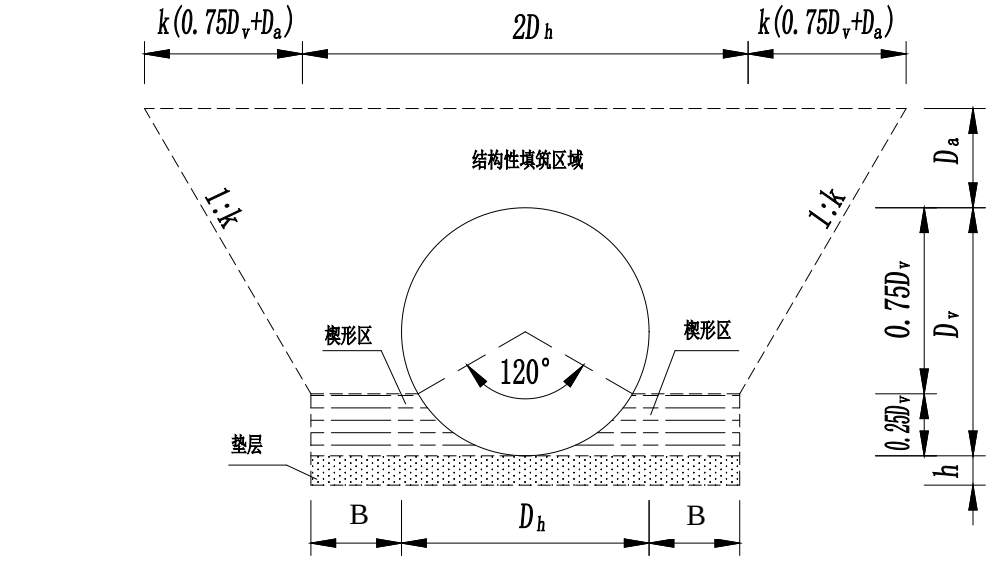
式中：

D_b —波纹钢涵洞的最小间距（m），按波纹板轴线计算；

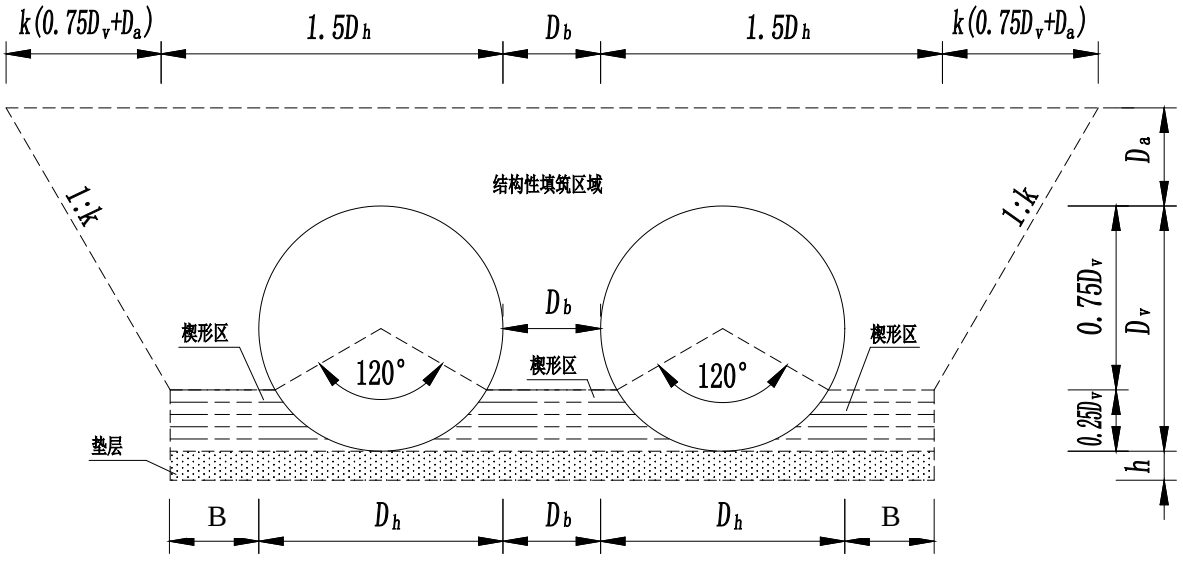
D_h —公路波纹钢涵洞的有效孔径（m），按波纹板轴线计算。

3) 坡度 1:k 应符合 JTG/T 3650 的有关规定。

4) 机械作业宽度 B（m）根据孔径计算取 $(0.5D_h,2)_{max}$ 的最大值。



(a) 单孔结构



(b) 双孔结构

图7 结构性填筑范围示意图

b) 钢波纹管涵顶部填土高度不足 0.6 m 时，应禁止一切重型车辆通行。

c) 结构性回填管周 0.6 m 范围内不允许有粒径超过 30 mm 的石块、混凝土块、冻土块、高塑性黏土块或其他有害磨蚀材料，其他结构性回填区域不得有粒径超过 80mm 的石块、混凝土块、冻土块、高塑性粘土块或其它有害腐蚀材料。

d) 管周 10 m 范围内回填施工应禁止采用强夯。

e) 压实机械应与钢波纹管涵轴向平行行驶，严禁垂直于洞身铲倒或倾倒。

7.5.2 楔形区回填应符合下列规定：

a) 宜采用砂砾或低强度等级的流态粉煤灰、流态水泥土等易密实的填料。

b) 楔形区密实稳定后，方可进行波纹管侧面回填。

7.5.3 两侧回填应符合下列规定：

a) 钢波纹管涵两侧回填时应分层对称施工，每层填料厚度应小于 20 cm，两侧回填压实后的水平高差应小于 30 cm，回填施工应符合 JTG/T 3610 的规定。

b) 钢波纹管涵外边缘向外 0.6 m 以内范围，应严格控制除夯实机械以外的重型机械通行。

7.5.4 顶部回填应符合下列规定：

a) 钢波纹管涵顶部填筑高度小于 0.6m 时，应采用轻型压实设备，且不得振动压实。当涵洞顶部填筑高度超过最小覆土层厚度后，先采用轻型压路机静压，后采用重型压路机振压。

b) 钢波纹管涵洞顶部与路面结构层间土层厚度小于 30cm 时，填料应采用水泥稳定砂砾或水泥稳定土，使用小型夯实机械夯实。

7.6 施工监测

7.6.1 钢波纹管涵在拼装施工、洞口施工和回填施工过程中应监测钢波纹管截面形状，不符合要求时，应立即终止施工并组织查明原因，并采取措施进行校正。

7.6.2 施工中应根据需要监测跨中及行车道位置处钢波纹管波峰和波谷的应力和变形。

8 检验与验收

8.1 基础施工检验要求见表 1。

表1 基础施工检验要求

类别	规定值	备注
基底压实度	≥95 %	按照JTG F80/1:每压实层测2处
承载力	满足设计要求	室内试验：不少于3处
纵坡	满足设计要求	水准仪:测洞口、中点、其他四分点附近
基坑深度	满足设计要求	尺量：测量不少于3处
基坑宽度	满足设计要求	尺量：测量不少于3处
基底高程	满足设计要求	水准仪:测洞口、中点、其他四分点

8.2 钢波纹管涵构件尺寸要求见表 2。

表2　钢波纹管涵构件尺寸允许偏差

检查项目		规定值或允许偏差	备注
壁厚(mm)		≥设计值	游标卡尺:同一长度、宽度(径向)方向不少于3处
波距(mm)		±3	尺量:抽取的每节或每片不少于3 个波段
波高(mm)		±3	尺量:抽取的每节或每片不少于3 个波段
波纹钢板件	长度（%）	±1	尺量:抽取的每节或每片
	宽度（%）	±1	尺量:抽取的每节或每片
镀锌层或涂层厚度（μm）		≥设计值	测厚仪:抽取的每节或每片不少于3处
螺栓直径(mm)		符合设计值	游标卡尺:不少于8个

8.3　拼装施工检验见表 3。

表3　钢波纹管涵拼装施工允许偏差

项目	规定值或允许偏差	备注
轴线偏位	±50 mm	经纬仪：测量不少于3点
螺栓扭矩	±10 N•m	扭力扳手：抽验不小于2 %
内径截面尺寸偏差	+2 %，-1 %	尺量：测量不少于3处
涵洞总长度	±100 mm	尺量：测量不少于3处
跨径	±5‰	尺量：测量不少于3处
矢高	±2 %	尺量：测量不少于3处
最大挠度	≤跨径的1/50	水准仪：测量不少于3处

8.4　洞口施工检验应符合 JTG/T 3650 和 JTG F80/1 的有关规定。

8.5　回填施工检验要求见表 4。

表4　钢波纹管涵回填施工质量控制

项目		规定值	备注
楔状部位压实		满足设计要求	按施工要求检查
两侧分层填筑高差		≤300 mm	经纬仪：每层每侧不少于3处
分层压实厚度		≤200 mm	尺量：每层每侧不少于测3处
压实度	涵洞两侧及顶部0.6 m	≥96 %	按照JTG F80/1:每压实层测2处
	涵洞顶部0.6 m以外	同路基	

8.6　外观质量要求见表 5。

表5　钢波纹管涵外观检验

项目	要求
切口	平直，无明显锯齿状
颜色	表面色泽均匀、无明显缺损

项目	要求
镀层	表面平滑、均匀、无滴瘤、无剥落、无漏镀、无残留的溶剂渣
防腐层	无破裂、无剥离、无孔洞、无漏涂、无气泡
焊缝表面	无气孔、裂纹、夹渣及飞溅物等缺陷，焊缝处镀锌层符合本标准要求
端面错位	≤5 mm
总体要求	管身顺直，进出水口平整，无阻水现象；帽石及一字墙或八字墙等平直，无翘曲现象。