

DB65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB 65/T 4010—2017

道路钢波纹管（板）桥涵施工技术规范

Construction Technical Specification of Steel Bellows and Plate for Road
Bridges and Culverts

2017-06-11 发布

2017-07-11 实施

新疆维吾尔自治区质量技术监督局

发布

目 次

前言	II
1 范围 A.....	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	3
5 施工技术要求	3
6 现场施工监测	8
7 质量检验	10
附录 A（规范性附录） 条文说明	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由新疆交通建设集团股份有限公司提出。

本标准由新疆维吾尔自治区交通厅归口。

本标准主要起草单位：新疆交通建设集团股份有限公司、新疆交通厅质监局、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、新疆标准化研究院、乌鲁木齐交建通途新材料科技有限公司、新疆交通规划勘察设计研究院、新疆交建科学技术院有限公司。

本标准主要起草人：余红印、赵尔胜、梁养辉、雷国斌、胡小明、刘文韬、宋学艺、胡滨、黄勇、马莲霞、贾华宽、李统中、杨新龙、马建生、苏杜彪、杨秋菊、徐岩、田波、孙建民。

道路钢波纹管（板）桥涵施工技术规范

1 范围

本标准规定了道路钢波纹管（板）桥涵施工的术语和定义、一般规定、施工技术要求、现场施工监测和质量检验要求。

本标准适用于新疆地区道路工程中的钢波纹管（板）桥涵。新疆地区铁路、市政、水利、建筑等行业的排水或其他结构物采用钢波纹管（板）结构时可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1839	钢产品镀锌层质量试验方法
GB/T 5210	色漆和清漆 拉开法附着力试验
GB/T 13452.2	色漆和清漆 漆膜厚度的测定
GB/T 13912	金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法
JT/T 791	公路涵洞通道用波纹钢管(板)
JTG F10	公路路基施工技术规范
JTG/T F50	公路桥涵施工技术规范
TB 10212	铁路钢桥制造规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

波距 wave pitch

相邻两个波峰之间的距离。

3.2

波高 wave depth

波峰与波谷之间的垂直高度。

3.3

壁厚 plate thickness

波纹管的壁厚或波纹板件的板厚。

3.4

螺旋钢波纹圆管 helical corrugated steel pipe

钢板或钢带经加工制成螺旋形的波纹圆管。

3.5

钢波纹板 corrugated steel plate

采用热轧钢板为板材，按照规定的尺寸，经过波形轧制及冷弯加工而制成的一种波形板状材料。钢板经环向加工制成具有一定曲面的波纹板件。

3.6

波纹板件长度 length of corrugated steel plate section

曲面波纹板件的弧长。

3.7

波纹板件宽度 width of corrugated steel plate section

曲面波纹板件的投影宽度。

3.8

波峰、波谷曲率半径 fillet radius

波峰、波谷处内圆半径。

3.9

道路钢波纹管(板)桥涵 steel bellows and plate for road bridges and culverts

用螺旋钢波纹管(板)连接形成桥涵之后，周边用结构性回填材料回填压实，以保证充分发挥管土相互作用共同承担荷载的结构物。

3.10

填土厚度 the cover thickness

从结构拱顶波纹剖面中性轴到路面之间的竖向距离。

3.11

最小填土厚度 minimum depth of cover

为保证结构安全所需要的拱顶最小覆盖厚度，指从拱顶（波峰）到路面结构层底面之间竖向距离的最小值。参见图1。

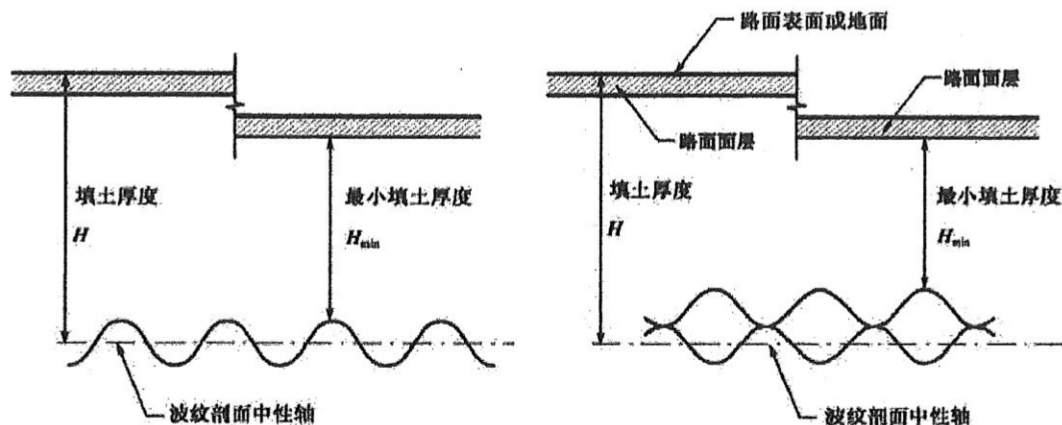


图1 填土厚度与最小填土厚度示意图

4 一般规定

- 4.1 道路钢波纹管（板）桥涵测量放样时，应注意核对桥涵纵横轴线的地形剖面图是否与设计图相符，应注意桥涵长度、高程的正确性。
- 4.2 填土应从桥涵两侧不小于 2 倍孔径（跨径）的范围内，依照设计要求的压实度，水平分层、对称地填筑、压（夯）实，填筑的具体方法应符合 JTG F10 的规定。
- 4.3 桥涵进出水口的沟床应整理顺直，与上下游导流排水系统（天沟、侧沟、排水沟、取土坑等）的连接应圆顺、稳固，保证流水顺畅。有冲刷的桥涵进出口应根据需要设置相应的防冲刷构筑物，同时洞口应按地形条件作必要的处理，防止洞口受冲刷，影响其泄水能力。

5 施工技术要求

5.1 施工工艺流程

应符合图2的要求。

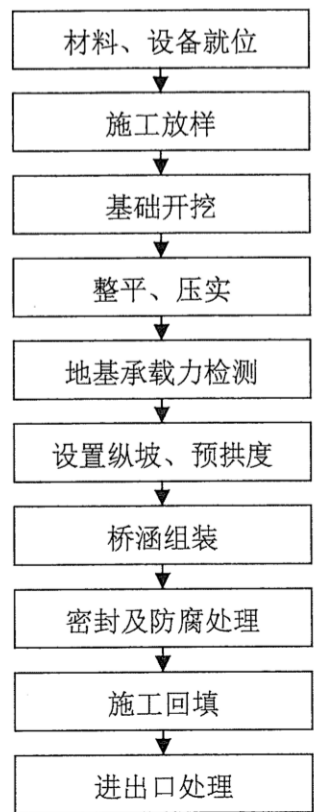


图2 施工工艺流程

5.2 施工准备

5.2.1 应对桥涵的长度、孔径、矢高、拱脚预埋件及标高进行准确测量、放样。位于斜交、曲线段或陡坡上的桥涵，应考虑交角、加宽、超高和纵坡对桥涵具体位置和尺寸的影响。

5.2.2 设置纵坡时，当坡度大于 5% 时，应采取必要的防滑移措施。

5.2.3 设置预拱度时，路基变形稳定后桥涵中心的高程应低于进水口的高程。

5.3 钢波纹管（板）结构组装

5.3.1 螺旋钢波纹管组装

应符合以下方面的要求：

- a) 螺旋钢波纹管每节的长度应根据设计要求，并结合吊装、运输、安装条件确定；
- b) 螺旋钢波纹管在运输装卸过程中，应避免碰撞，防止管口变形破坏或碰伤镀锌防腐层。管件装卸应采用吊具进行，一般将两根软体吊带放置在管体长度的 1/4 和 3/4 处，平衡吊运；
- c) 螺旋钢波纹管采用工厂咬口方式连接时，咬口应确保管体强度和防渗，螺旋钢波纹管咬口方式如图 3 所示，咬口间最小间距和相应的最少螺旋波纹数量应符合表 1 的规定；
- d) 螺旋钢波纹管采用平行式、螺旋式管箍连接时，其管箍形式和宽度应符合表 1 的规定，管箍钢板厚度不应小于螺旋钢波纹管钢板厚度。

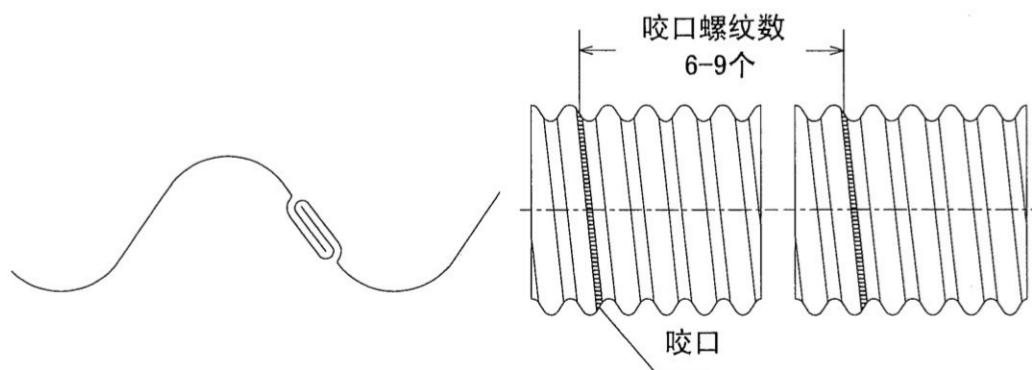


图3 螺旋钢波纹管咬口方式

表1 螺旋钢波纹管咬口及管箍链接要求

波距×波高 (mm)	咬口间最小 间距 (mm)	咬口间螺旋波纹最少 数量 (个)	管箍形式	管箍最小 宽度 (mm)
68×13	610	6	1~2片箍	410
125×25	750	6	2~3片箍	410

- e) 螺旋钢波纹管采用卡箍连接时,安装之前应按确定涵洞轴线和上下游边线,开始排放第一节管,管端与边线平齐,将卡箍内垫密封板,卡箍二分之一长度与第一节管端头底部重叠。吊装第二节管放到卡箍上,使两管节口对齐,镶好密封板,盖上卡箍连接件,对准波峰波谷,穿好螺栓,紧固密封。其他管节依次连接而成。两管节端部接缝处要求平整,接缝宽度不大于30mm。

5.3.2 环形钢波纹管的组装

应符合以下方面的要求:

- 环形钢波纹管每节的长度由吊装、运输、安装条件确定;
- 环形钢波纹管 (孔径不大于 200cm) 整体采用轴向法兰盘连接时,法兰盘和管节焊接及焊接质量应符合 TB 10212 的要求。法兰盘圆周边均匀布设单排螺栓孔,孔位、孔距应符合设计要求。互相拼接的两个法兰盘的连接孔应对应,如图 4 所示;
- 环形钢波纹管 (孔径 75 cm~150 cm) 轴向采用左右 (或上下) 半圆管节翻边连接时,螺栓孔应对应,纵向采用单排均匀布置;
- 环形钢波纹管 (孔径 75 cm~150 cm) 采用外套与管体相同波形的管箍进行轴向拼接时,管箍沿管轴向的长度不应小于 5 个波距,管箍孔径为环形钢波纹圆管管节的外径。

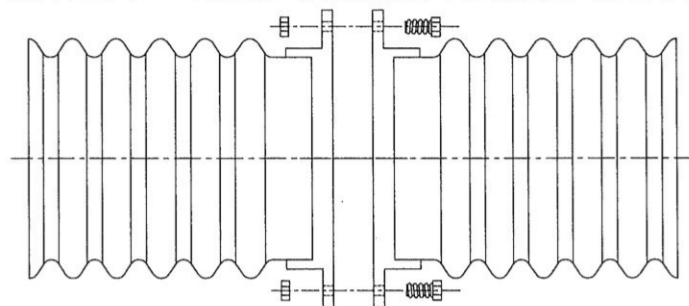


图4 环形钢波纹管法兰盘的连接

5.3.3 钢波纹板件的组装

5.3.3.1 组装工艺

应符合图5的要求。

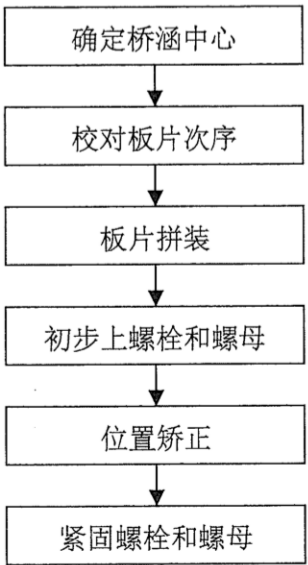


图5 钢波纹板片组装工艺流程图

5.3.3.2 组装要点

应符合下列要求：

- a) 安装前应核查钢波纹板的规格、长度以及外观质量，桥涵底部基础平整度、密实度、标高、纵坡、预留拱度的设置，确定桥涵位置中心线；
- b) 管节排放从一侧起逐节排放，以中心轴线中点为基准，由下向上顺次组装，对正连接孔，螺栓由内向外插入孔位，外侧应套上垫圈旋上螺母，用套筒扳手预紧螺母，连接时端部需对齐；
- c) 顶部板片合拢时，应测定截面尺寸，必要时调整预紧螺栓，确保截面尺寸符合设计要求，相邻节段的环向搭接缝错位布置；
- d) 钢波纹管（板）桥涵组装全部完成后，应先检查钢波纹管（板）桥涵的线形，再用定扭气动扳手按预定扭矩紧固所有螺栓，保证波纹的重叠部分紧密嵌套在一起。定扭气动扳手的控制扭矩应符合表 2 的规定。

表2 定扭气动扳手的控制扭矩

螺栓型号	控制扭矩, N·m
M12	77.6
M14	124
M16	194
M18	266
M20	376

- e) 钢波纹板件组装搭接时，在结构顶部，上部板件应在下部板件外侧。钢波纹板螺栓孔示意图和板件搭接示意图见图 6。

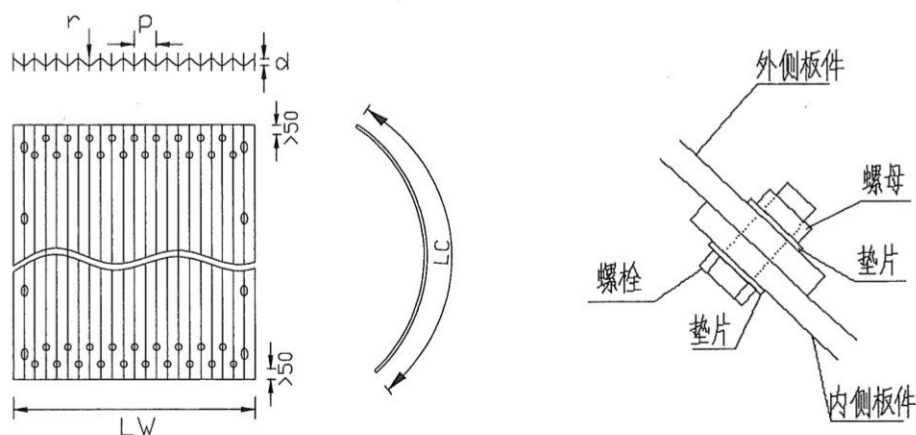


图6 钢波纹板螺栓孔示意图(单位为 mm) (左) 和 板件搭接示意图(右)

- f) 板件组装搭接螺栓应在结构之内, 螺母应在结构之外。
g) 拱形钢波纹板桥梁拼接时拱脚应采用槽钢进行固定, 其中螺栓头位于槽钢内侧, 螺母位于槽钢外侧。拱脚固定断面示意图和平面示意图参见图 7。

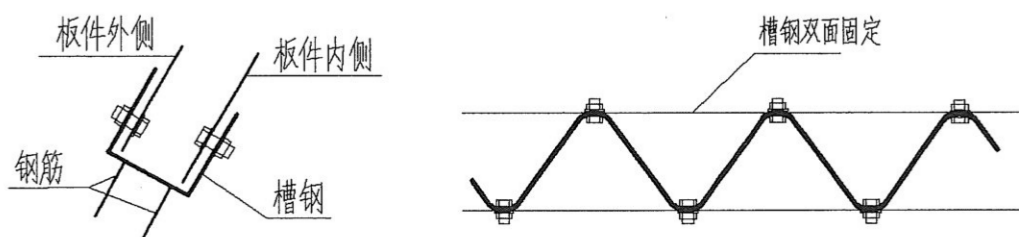


图7 拱脚固定断面示意图(左)和平面示意图(右)

5.4 密封及防腐处理

- 5.4.1 钢波纹管(板)构件出厂前应按照 JT/T 791 进行防腐处理。
5.4.2 钢波纹管(板)在运输装卸过程中, 应采取防碰撞措施, 避免管或板损坏或碰伤防腐层, 装卸应采用吊具进行, 不可采用滚板或斜板卸管。
5.4.3 钢波纹管(板)运输至现场发现局部碰伤防腐层, 应采取有效的补救措施。
5.4.4 钢波纹管(板)桥涵组装完成后、二次防腐处理前应进行密封作业。
5.4.5 钢波纹管(板)桥涵回填施工前, 应根据使用环境对结构内、外壁按照设计进行二次防腐。
5.4.6 钢波纹管(板)桥涵冲刷严重时, 应按设计要求做水泥砂浆保护层。

5.5 地基处理

- 5.5.1 钢波纹圆管涵应采用柔性基础, 地基承载力应满足设计要求。拱式结构的基础应为钢筋混凝土基础。
5.5.2 基础施工应符合 JTG F10 和 JTG/T F50 的规定。

5.6 两侧回填

5.6.1 钢波纹管（板）周围的回填料应为砂土、砾石、小粒径碎石，管壁 30cm 内不得有粒径大于 3cm 的大石块、尖锐硬物。

5.6.2 回填时应从结构两侧分层对称施工，每层填料压实后厚度应不大于 15cm，两侧回填压实后的水平高差应小于 30cm。回填施工应符合 JTG F10 的规定。

5.6.3 钢波纹管涵洞的楔形部位应采用粗沙水密法或人工结合小型机具振捣密实。

5.7 顶部回填

5.7.1 钢波纹管（板）桥涵顶部填土高度不足 0.5m 时，应禁止重型车辆通行。

5.7.2 顶部的回填施工应按照跨径和填土高度的不同采用不同的压实方案。

5.7.3 钢波纹管（板）桥涵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。

5.7.4 钢波纹管（板）桥涵顶部及其周围 20m 范围内的回填施工应禁止采用重型机械压实。

5.7.5 回填施工中其它要求应符合 JTG F10 和 JTG/T F50 的规定。

6 现场施工监测

6.1 施工中应根据需要监测关键部位的应力和变形。

6.2 采用螺旋钢波纹管、环形钢波纹管管节时，应具有足够的刚度。管节的刚度用柔度系数 FF 表示，可由公式(1)计算确定。管节柔度系数 FF 不宜大于表 3 中的参考值。

$$FF = \frac{S^2}{EI} \quad (1)$$

式中：

FF—柔度系数；

S—孔径；

E—弹性模量，应根据现场实测取值，无实测数据时可取 $2.0 \times 10^5 \text{MPa}$ 。

I—管壁波纹惯性矩，可参照表4取值，单位 mm^4/mm 。

表3 不同波形的柔度系数 FF 参考值

断面 形状	孔径 cm	波形 代号	波距 mm	波高 mm	柔度系数 (FF) mm/N	
					开槽后回填 法	路堤直接 填筑法
圆管	D<100	A	68	13	0.245	0.245
圆管	100≤D≤150	A	68	13	0.342	0.245
圆管	各种孔径	B	75	25	0.342	0.188
圆管	各种孔径	C	125	25	0.342	0.188
圆管	各种孔径	D	150	50	0.114	0.114
拱形	各种孔径	D	150	50	—	0.171

表4 钢波纹管惯性矩参考值

分类	波 距 (mm)	波 高 (mm)	壁厚 (mm)	波纹惯性矩 I (mm ⁴ /mm)
螺旋 钢波 纹管	68	13	1.6	33.12
			2.7	48.44
			3.2	59.54
	125	25	2	134.16
			2.7	195.62
			3.2	239.86
			4.2	329.19
环形 钢波 纹管	125	25	2	134.16
			3	222.13
			4	311.22
			5	401.50
	150	50	3	924.09
			4	1298.92
			5	1681.41
			6	2052.56
			6.5	2250.99
	200	55	3	1152.59
			4	1613.80
			5	2080.43
			6	2528.99
			6.5	2767.13
钢波纹 板件	68	13	2	33.12
			3	55.09
			4	77.55
	150	50	3	924.09
			4	1298.92
			5	1681.41
			6	2052.56
	200	55	3	1152.59
			4	1613.80
			5	2090.43
			6	2528.99
			6.5	2767.13
	400	150	3	8940.52
			4	12496.41
			5	16081.04
			6	19513.47
			7	23157.90

7 质量检验

7.1 一般规定

7.1.1 道路钢波纹管（板）桥涵开工前，应根据设计资料进行现场核对，并编制施工组织方案。

7.1.2 道路钢波纹管（板）桥涵施工方法可分为路堤法（直接填筑）和反开槽回填法。

7.2 质量控制

7.2.1 反开槽回填的宽度、路堤法的回填宽度及基础最小厚度要求见表 5。

表5 反开槽法、路堤法最小宽度及基础最小厚度

孔径S (cm)	反开槽法最小开槽宽度 (cm)	路堤法最小回填宽度 (cm)	最小基础厚度 (cm)	
			一般地基	软弱地基
≤ 150	S +200	S +300	≥ 60	≥ 80
$400 \geq S$ 或 $S > 150$	S +300	S +400	≥ 100	≥ 150
> 400	S +400	S +500	≥ 150	≥ 200

7.2.2 结构基础及桥涵回填压实度要求见表 6。

表6 基础及回填压实度要求

位置	压实度
基础	$> 95\%$
桥涵两侧	$> 96\%$
桥涵顶填土50cm以内	$> 96\%$

7.2.3 钢波纹管（板）桥涵的控制要求

7.2.3.1 组装波纹板桥涵在出厂前应进行必要的预组装。钢波纹管（板）运到工地后，应进行检查，变形板件，不允许使用。组装好后钢波纹管（板）桥涵管节成品允许偏差要求见表 7。

表7 钢波纹管（板）桥涵管节成品允许偏差要求

项目	允许偏差	备注
总长度	$\pm 1\%$	组装期间控制
孔径与矢高	$\pm 2\%$	
顺直度	$\leq 0.2\%$	

7.2.3.2 外观质量应符合表 8。

表8 钢波纹管（板）桥涵构件的外观质量

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
整体外观	表面平整光滑、无损伤、无破裂、无孔洞，波形无明显变形
锌层	表面平滑、均匀、无滴瘤、无剥落、无漏镀、无残留溶剂渣
涂塑层、沥青层	无破裂、无剥离、无孔洞
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规范要求

机械划痕	不明显
断面错位	≤5mm

7.2.3.3 钢波纹管（板）桥涵施工实测项目及允许偏差见表9。

表9 钢波纹管（板）桥涵施工实测项目

检测项目	规定值或允许偏差	备注
基础压实度	≥设计要求	每涵不少于3处
轴线偏位	±50 mm	经纬仪测量不少于3点
桥涵底流水面高程	±20 mm	水准仪测量不少于3点
桥涵长度	≤+100 mm, ≥-50 mm	—
回填压实度	≥设计要求	各层不少于3处
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。		

7.2.3.4 截面变形测量与控制

7.2.3.4.1 钢波纹管（板）桥涵在组装完毕之后、回填过程中、施工完毕后都要测量截面的形状。测量不同位置三处以上。

7.2.3.4.2 组装完毕后再开始回填前的截面尺寸偏差不超过设计值±1%，如超出，应重新校正组装。

7.2.3.4.3 回填开始至桥涵顶部填土结束钢波纹管（板）桥涵截面尺寸偏差 ΔS 可由公式(2)计算确定，且 $\Delta S < 0.01$ 。回填过程中应加强监测，如截面变形量超过变形范围时，应立即终止施工并组织查明原因，采取措施将变形量控制在该范围内。

$$\Delta S = \frac{|S_1 - S_2|}{S} \quad (2)$$

式中：

ΔS —回填过程桥涵截面尺寸偏差；

S —孔径，单位cm；

S_1 —回填至桥涵顶部截面尺寸，单位cm；

S_2 —回填开始时桥涵截面尺寸，单位cm。

7.2.3.5 防腐控制及处理

7.2.3.5.1 钢波纹管（板）桥涵采用的密封材料应具有弹性、不透水性，板件下密封材料应具有良好的抗冻性和较强的耐久性。

7.2.3.5.2 钢波纹板件及高强度螺栓、螺母，出厂前应进行热浸镀锌防腐处理，有效锌层厚度和质量应符合表10的要求。

表10 热浸镀锌质量要求

项目	要求
单面附着量	螺旋钢波纹管≥300 g/m ² ，钢波纹板件≥600 g/m ² ；螺栓、螺母≥350 g/m ² 。
镀锌层附着性	镀锌层应与金属结合牢固，经锤击实验不剥离，不凸起。
外观质量	锌层应均匀完整、颜色一致，无漏镀缺陷，表面光滑，不允许有流挂、滴瘤或结块。
锌层均匀性	锌层应均匀，无金属铜的红色沉积物。
锌层耐盐雾性	耐盐雾性试验后，基材不应出现腐蚀现象。

7.2.4 钢波纹管（板）质量要求

钢波纹管（板）出厂时，必须附有产品质量合格证书。出厂成品允许偏差见表11。

表11 螺旋钢波纹圆管、钢波纹板件的尺寸允许偏差

项 目	允许偏差
壁厚 (t)	≥设计要求
波距 (l)	±3 mm
波高 (d)	±3 mm
管节长度 (L _p)	±2%
直径或跨径 (S)	±2%
钢波纹板件长度 (L _c)	±1%
钢波纹板件宽度 (L _w)	±1%

附 录 A
(规范性附录)
条 文 说 明

A.1 范围

限定了本标准适用的钢波纹板桥涵结构形式以及不同等级、不同类型的道路。在钢波纹板桥涵运输、装卸、基坑开挖及桥涵组装时应注意安全。

A.2 一般规定

钢波纹板桥涵采用板片组装，应保证设计图和现场放样相符，尤其是对拱形结构，墩台基础与拱脚位置连接精确与否对桥梁合拢、顺直度有较大影响。

A.3 施工技术要求

A.3.1 施工准备

钢波纹板圆管涵在回填后会产生沉降，中部大于两端，故应根据地形及填土高度等因素设置预留拱度。

A.3.2 密封及防腐处理

钢波纹管（板）桥涵密封可保证其作为通道时的良好通过性，并可避免其内部流水对外部路基的冲刷。钢波纹板出厂前已经过热浸镀锌处理，组装完成后、回填施工前应进行二次防腐处理。

A.3.3 地基处理

当钢波纹管（板）涵洞结构为圆管时，其地基承载力要求远低于传统混凝土涵洞，刚性基础不利于结构协调变形；当钢波纹管（板）桥涵为拱形时，应采用刚性基础，且拱脚应与基础栓接。

A.3.4 两侧回填

A.3.4.1 回填时应控制管壁周围砂石料的粒径大小，以防结构防腐层的破坏。

A.3.4.2 钢波纹板桥涵结构两侧填土的压实质量对结构的整体受力性能起关键作用，应在回填过程中控制两侧填土高差，填土必须在管涵两侧对称同步进行，以控制管壁应力分布，避免形成过大的单向侧压力，防止管节滚动、变形或偏位。

A.3.5 顶部回填

钢波纹板桥涵顶部回填压实时，如无特别说明，则孔径（跨径） $<3\text{m}$ 时，应保证填土压实后的厚度不小于 30cm ，压实时应先采用 20t 压路机静压，3遍之后方可振压；孔径（跨径） $\geq 3\text{m}$ 时，应保证填土压实后的厚度不小于 40cm ，压实时先采用小型手扶振动压路机或小于 6t 的静碾压路机压实，3遍~5遍之后方可采用 12t 压路机压实，填土压实后厚度超过 80cm 时，可采用 20t 压路机振压。

A.4 质量检验

A.4.1 一般规定

钢波纹涵洞的施工方法可分为路堤法（直接填筑）和反开槽回填法，后者多在路基施工结束后（新建道路）和改建涵洞（养护工程），在填土不高、冲沟内无常流水或流量较小的路段上，可用反开槽回填法。两者都包含基础施工、组装、回填三个阶段。具体施工工艺参照相关规范或工法执行。

A.4.2 质量控制

A.4.2.1 钢波纹板桥涵的控制要求

A.4.2.1.1 钢波纹板件规格和尺寸的测试应使用经标定的精度符合偏差要求的计量器具进行。

A.4.2.1.2 强腐蚀性：指金属表面均匀腐蚀 $>0.5\text{mm}/\text{年}$ ；中等腐蚀：指金属表面均匀腐蚀 $(0.1\sim0.5)\text{mm}/\text{年}$ ；弱腐蚀性：指金属表面均匀腐蚀 $<0.1\text{mm}/\text{年}$ 。镀锌层外观、涂装外观及其他外观质量、均匀性试验方法按目测进行。涂装厚度的测试按GB/T 13452.2的规定进行，涂装漆膜附着力的检测方法按GB/T 5210的规定进行。镀锌层厚度及附着性、耐盐雾性等要求按GB/T 1839、GB/T 13912的规定进行测试。
