

青海省工程建设地方标准

DB

DB63/T 1845—2020

青海省波纹钢综合管廊施工技术规范

2020-10-28 发布

2021-02-01 实施

青海省住房和城乡建设厅
青海省市场监督管理局

发布

青海省工程建设地方标准

青海省波纹钢综合管廊

施工技术规范

DB63/T 1845 – 2020

主编单位：正平路桥建设股份有限公司

青海路拓工程设施制造集团有限公司

青海省建筑建材科学研究院有限责任公司

批准部门：青海省住房和城乡建设厅

青海省市场监督管理局

实施日期：2021年2月1日

青海省地方标准公告

2020年第10号

(总第407号)

关于批准发布《青海省城市生活垃圾分类标准》等七项青海省工程建设地方标准的公告

青海省住房和城乡建设厅、青海省市场监督管理局批准《青海省城市生活垃圾分类标准》、《青海省农牧民住房抗震技术规程》、《青海省湿陷性黄土地区透水铺装施工技术规程》、《青海省湿陷性黄土地区排水构筑物施工技术规程》、《青海省波纹钢综合管廊设计规范》、《青海省波纹钢综合管廊施工技术规程》、《青海省波纹钢综合管廊施工质量验收规范》七项青海省工程建设地方标准，现予以公布。

附件：批准发布青海省工程建设地方标准目录

青海省住房和城乡建设厅

青海省市场监督管理局

2020年10月28日

附件

批准发布青海省工程建设地方标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准号	实施日期	归口部门
1	DB63/T 1840-2020	青海省城市生活垃圾分类标准	无	2021年 2月1日	省住房城乡 建设厅
2	DB63/T 1841-2020	青海省农牧民住房抗震技术规程	无		
3	DB63/T 1842-2020	青海省湿陷性黄土地区透水铺装施工技术规程	无		
4	DB63/T 1843-2020	青海省湿陷性黄土地区排水构筑物施工技术规程	无		
5	DB63/T 1844-2020	青海省波纹钢综合管廊设计规范	无		
6	DB63/T 1845-2020	青海省波纹钢综合管廊施工技术规范	无		
7	DB63/T 1846-2020	青海省波纹钢综合管廊施工质量验收规范	无		

前 言

根据青海省质量技术监督局《关于印发青海省 2018 年地方标准制修订项目计划的通知》（青质监标函 [2018] 64 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考国内有关标准和国外先进技术，结合有关技术研发成果，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规范。

本规范主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 地基与基础工程；5 波纹钢安装工程；6 防腐（防水）工程；7 防火分区及耐火层工程；8 结构性回填；9 附属工程及管线工程施工。

本规范由青海省住房和城乡建设厅归口管理，由正平路桥建设股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至正平路桥建设股份有限公司《青海省波纹钢综合管廊施工技术规范》编制管理组（地址：青海省西宁市城西区五四西路 67 号；邮编编码：810000，联系电话：0971-8563815）。

主 编 单 位：正平路桥建设股份有限公司

青海路拓工程设施制造集团有限公司

青海省建筑建材科学研究院有限责任公司

参 编 单 位：海东正平管廊设施制造有限公司

青海正通土木工程试验检测有限公司

海东城市开发建设投资有限公司

主要起草人：李元庆 邱 忠 马清祥 韩 馨 董金梅

李万琴 李 慧 韩丽娟 蒋国琰 许 宁
星文太 彭有宏 刘成奎 郑太勇 宋方华
王 珑 贺 昌 徐晓玲 安生霞 谈耀荣
保长林 王占林 王焯赫 马玉宁
主要审查人：杜照国 王亚峰 马传杰 王海文 刘连新
李 海 惠 波 潘洪涛 常建青

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	5
4 地基与基础工程	8
4.1 一般规定	8
4.2 基坑(槽)施工	8
4.3 地基与基础施工	10
4.4 质量检查验收	13
5 波纹钢安装工程	15
5.1 一般规定	15
5.2 材料(产品)及构配件	15
5.3 波纹钢安装施工	23
5.4 质量检查验收	31
6 防腐(防水)工程	33
6.1 一般规定	33
6.2 材料(产品)	33
6.3 波纹钢防腐(防水)施工	34
6.4 质量检查验收	36
7 防火分区及耐火层工程	37
7.1 一般规定	37
7.2 材料(产品)	37
7.3 砌体及耐火涂层施工	38
7.4 质量检查验收	40

8 结构性回填	41
8.1 一般规定	41
8.2 材 料	41
8.3 回填施工	42
8.4 质量检查验收	44
9 附属工程及管线工程	46
9.1 附属工程	46
9.2 管线工程	49
9.3 质量检查验收	50
本规范用词说明	51
引用标准名录	52
附：条文说明	55

1 总 则

- 1.0.1 为适应波纹钢综合管廊工程施工需要和统一规定施工技术标准，做到技术先进、工艺科学、保证质量、安全施工、保护环境、节约资源、经济合理，特制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于青海省新建、改（扩）建干线和支线的波纹钢综合管廊工程施工。
- 1.0.3 本规范为波纹钢综合管廊工程施工的基本要求，当设计文件对施工有专门规定或要求时，尚应按设计文件执行。
- 1.0.4 波纹钢综合管廊工程施工除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定和现行地方标准《青海省绿色建筑评价标准》DB63/T 1110 及《青海省绿色建筑施工质量验收规范》DB63/T 1769 的有关规定。

2 术 语

2.0.1 波纹钢综合管廊

在工厂内制造成型波纹钢管（板），采用连接或拼装工艺组成的能容纳各类工程管线的地下舱室构筑物。

2.0.2 波纹钢板

采用符合规定要求厚度和性能的热轧钢板为板材，按照规定的尺寸和波形参数轧制及冷弯成型、增加其结构刚度的一种波纹板状材料。

2.0.3 波纹钢板件

波纹钢板经环向加工制成的具有一定曲面的波纹板件。

2.0.4 波纹钢板件长度

曲面波纹钢板件的弧长。

2.0.5 波纹钢板件宽度

曲面波纹钢板件的投影宽度。

2.0.6 螺旋波纹钢管

钢板或钢带经加工制成的螺旋形波纹圆形管。

2.0.7 环形波纹钢管

钢板或钢带经加工制成的环形波纹圆形管。

2.0.8 整装波纹钢管

将螺旋形或环状形的波纹钢管，按照一定长度分成节段，现场连接而成整体的波纹钢管。

2.0.9 拼装波纹钢管（拱）

由曲面波纹钢板通过高强度螺栓连接拼装而成的不同截面的波纹钢管或拱。

2.0.10 壁厚

波纹钢管（板）的厚度（不含镀锌层等防腐层）。

2.0.11 波距

波纹钢管（板）的相邻两个波峰（或波谷）之间的距离。

2.0.12 波高或波深

波纹钢管（板）的波峰与波谷之间的垂直距离。

2.0.13 管箍或法兰

用于波纹钢管接头连接的部件。

2.0.14 闭口结构

为横截面封闭的结构物，一般为圆形、管拱形（马蹄形）等波纹钢周向闭合结构。

2.0.15 开口结构

为横截面不封闭的结构物，一般为波纹钢拱式结构，拱脚与基础或下部（拱座）相连接，如圆弧拱结构等。

2.0.16 起拱线

波纹钢管（拱）横断面上水平方向最外侧点的连线。

2.0.17 管（拱）顶

闭口结构和开口结构横断面上部最高点或附近等一段区域。

2.0.18 直径或跨径

波纹钢管（拱）的水平方向对称轴位于波峰上的最大距离。

2.0.19 结构性回填

对发挥土体—波纹钢相互作用的回填区域进行的土体回填。

2.0.20 压实填料

满足级配和压实度要求的结构性回填材料。

2.0.21 可流动填料

采用级配砂石材料、粉煤灰、水泥和水拌和的、具有与结构性回填材料相同压实强度，采取与混凝土类似的方法浇筑并机械振捣压实的受控低强度（不大于 5 MPa）材料。

2.0.22 优质土

性能相当于或优于结构性回填材料天然地基土。

2.0.23 软弱地基

天然地基土的性能低于结构性回填材料，应进行换填处理。

2.0.24 地基处理

为提高地基强度或承载力，改善其变形性质或渗透性质而采取的工程措施。

2.0.25 最小填土厚度或范围

确保波纹钢管（拱）的稳定性和发挥土—钢相互作用所需的管（拱）顶最小填土厚度或范围。

2.0.26 工作井

波纹钢结构综合管廊体以不大于 400 m 间距，集人员进出口（逃生口）、吊装口（投料口）、防火分区、机械排风系统、集水井和自动排水系统、管线进出等功能于一体的构造。

3 基本规定

3.0.1 波纹钢综合管廊工程施工前应根据进行下列调查：

1 现场地形、地貌、地下构筑物、地下管线（网）、架空线路、其他设施和障碍物情况；

2 工程用地、临时用地、交通运输、交叉路口、施工便道、弃渣土场、临建辅助设施及其他环境条件；

3 施工供水、排水（雨水、污水、地下水）、动力、供电、通信及其他施工条件；

4 工程材料及构件、施工机械、主要设备和特种物资情况。

5 工程地质和水文地质资料，地表水水文资料，在寒冷地区施工时尚应掌握地表水的冻结资料和土层冰冻资料；

6 与施工有关的其他情况和资料。

3.0.2 波纹钢综合管廊工程施工应科学组织、合理划分施工段，宜采用先进设备和工艺进行测量和监测。

3.0.3 开工前，施工单位应按照现行国家标准《市政工程施工组织设计规范》GB/T 50903 的规定编制实施性施工组织设计文件。危险性较大的分部、分项工程应分别编制专项施工方案。施工组织设计和专项施工方案应按规定程序批准后执行。施工方案有重大变更时应重新审批。

3.0.4 采用新技术、新工艺、新材料等，应经专家评审通过。

3.0.5 施工前应根据管廊工程测量精度要求等，制定施工测量方案，确定控制测量等级和测量方法。建立现场平面和高程测量控制网，对测量控制点做好保护及定期监测工作。

3.0.6 施工放样测量需设置临时控制点时，其精度应符合相应等

的精度要求，并应与相邻控制点闭合。

3.0.7 根据波纹钢综合管廊工程的规模和施工过程中有关试验检测项目等，建立常规试验项目的现场试验室。试验检测人员和试验检测仪器应满足施工需求，试验检测仪器应通过国家法定计量检定机构的检定合格后使用。非常规试验项目或需外委的试验，应委托有相关资质的单位进行外委试验。

3.0.8 对进入施工现场的材料（产品）、构配件、混凝土及其原材料、结构性回填土料等，应在使用前按照设计文件和相关质量验收标准进行检验，未经检验或检验不合格的不得使用。

3.0.9 材料（产品）、构配件等应根据不同品种、不同规格、不同用途，分别分类标识并妥善安全存放。对需防水防潮、防污染的材料、构件等，应有其相应的保护措施。

3.0.10 应加强施工过程质量控制。各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，应按施工工序、质量检验批及分项工程完成后分别进行验收；所有隐蔽工程应在隐蔽前进行验收；未经验收或验收不合格不得进行下道工序施工。

3.0.11 与波纹钢结构衔接的有关防水钢筋混凝土工程（工作井、接头舱和开口结构基础、拱座、底板等）施工与防水施工、质量检查验收，应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838、《地下工程防水技术规范》GB 50108 和《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定。

3.0.12 附属工程和管线工程施工及质量检查验收，按现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的相关规定执行。

3.0.13 综合管廊工程施工过程中，检验批、分项工程、分部工程、子分部工程、单位工程的质量验收程序和组织，按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定执行。

3.0.14 根据施工需要，配备符合施工要求的工作性能、安全性和数量等机械设备和生产工（器）具，并在施工前对施工机械设备

进行安装调试及验收合格后方可使用。

3.0.15 施工机械的使用应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的有关规定。

3.0.16 施工临时用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

3.0.17 焊、割作业点，氧气瓶、乙炔瓶、易燃易爆物品的距离应符合其相应的操作规定和防火要求。

3.0.18 对工程施工影响范围内的既有设施、地下管线及建（构）筑物应进行监测，必要时应采取保护措施。

3.0.19 根据安全施工作业要求，应在施工前配备足够数量并符合相关要求的安全帽、安全带、安全绳、安全网、安全防护栏、其他临时安全防护设施、安全标识标牌等和其他安全防护用品。

3.0.20 高寒、高海拔地区施工，应最大限度地不扰动冻土，对冻土和生态植被进行保护，并采取有效的防冻胀的技术措施。

3.0.21 冬期施工、雨期施工、安全施工和环境保护，应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和现行行业标准《建筑工程冬季施工规程》JGJ 104 的有关规定。

3.0.22 综合管廊工程施工应节约用地、降低能耗、减少污染，控制水土流失，保护生态环境。施工结束后，应及时对各种临建辅助设施、临时用地、临时便道、弃土等进行处理和恢复、工完场清。

4 地基与基础工程

4.1 一般规定

- 4.1.1 基坑(槽)开挖范围内各种管线应经产权单位同意后方可确定拆迁、改移等措施。
- 4.1.2 基坑(槽)施工前应测量和复核地基的平面位置与标高。
- 4.1.3 基坑(槽)开挖过程中发现地质情况与勘察报告不相符,应及时向设计单位和建设单位申报进行补勘。
- 4.1.4 基坑(槽)开挖施工中,发现文物、古迹、不明物应立即停止施工,保护好现场,通知建设单位及有关管理部门处理。
- 4.1.5 土石方需采用爆破开挖时,爆破作业必须按照国家有关部门规定,由专业作业单位进行施工。

4.2 基坑(槽)施工

- 4.2.1 基坑(槽)开挖前,应根据环境保护要求、安全开挖要求、现场施工条件、开挖范围、工程地质及水文条件、工期计划、资源配置、后续工序衔接等因素确定开挖施工方案。
- 4.2.2 基坑(槽)开挖宜采用明挖法,分段、分层、分台阶(级)、开挖,先行止排水、边开挖边跟进边坡支护,随挖随运的同步流水化作业方法。

1 有地下水的基坑(槽)开挖,排水与降水应符合现行行业标准《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311的有关规定。应根据地质、水文、气象、施工工期时间和现场环境,采取安全有效的止排水措施,排放水应进行处理并满足排放要求后方可排放。开挖前应将地下水控制在基底 50 cm 以下,在基坑(槽)回填完成前

不得停止排水。

2 无地下水的基坑（槽）开挖，在开挖过程中应加强地下水监测，并防止地表水、雨（雪）水及其他外来水源侵入基坑（槽）。

3 地质不良、易滑塌的边坡或开挖深度大于 3 m 的基坑（槽）及边坡施工，应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 和现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120、《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311 的有关规定；

4 基坑（槽）开挖较浅、地质稳定不易滑塌等无边坡支护的开挖，开挖边坡坡度应满足地质情况和设计要求，并防止地表水、雨（雪）水及其他外来水源冲刷破坏边坡。开挖过程中应加强观察，当边坡疑有滑塌等不稳定迹象时，应及时采取支护措施。

4.2.3 应采取防止雨水等地表积水和排水浸泡及冲刷边坡、流浸基坑（槽）的措施，确保施工范围内不积水、排水畅通。

4.2.4 基坑（槽）上方开挖线周边不得随意乱堆土石方，对符合本规范第 8.2 条规定的回填材料要求可利用回填的土石方，需堆置于基坑（槽）上方两侧时，必须根据堆载量验算边坡稳定性，并采取安全保护措施和满足本规范第 4.2.6 条有关安全控制范围的规定。

4.2.5 基坑（槽）开挖弃土、利用的暂存土均不得妨碍各类地下管线等构筑物的正常使用与维护，且避开建筑物、围墙、架空线、道路等。并严禁占压、损坏、掩埋各种检查井、消防栓等设施。

4.2.6 基坑（槽）安全开挖应符合下列规定：

1 基坑（槽）开挖前，应在基坑（槽）开挖线以外安全距离牢固设置临边防护；

2 基坑（槽）土石方开挖分台阶（级）的分层段长度宜控制在 20 m~25 m，人工开挖分层厚（深度）宜为 1.0 m~1.5 m，机械开挖分层厚（分层深度）不得大于 2.0 m；有分部支护结构时，应在其承载力满足设计要求进行下一层土石方开挖；

3 严禁掏洞开挖，分层开挖深度视地址情况不得超过安全高度。作业中断或作业后，开挖面横断面应做成稳定边坡；

4 基坑（槽）边坡坡度应符合设计规定，如地质与原设计不符或地层中夹有易塌方土壤时，应及时申报设计变更后再施工；

5 机械开挖作业时，必须避开地埋建（构）筑物、管线。在距管道边 1.0 m 范围内、直埋缆线 2.0 m 范围内应采用人工开挖，且宜在其地理管线的权属单位监护下进行；

6 严禁开挖机械在电力架空线路下作业。需在其一侧作业时，垂直及水平安全距离应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 施工机械与电力架空线路的最小距离

架空线路电压（kV）		<1	1~15	20~40	60~110	220
最小距离 （m）	垂直方向	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0
	水平方向	1.0	1.5	2.0	4.0	6.0

7 基坑（槽）两侧顶面（地面）的安全控制范围，应为基坑（槽）总深度的 1/2 宽度范围内，在此安全控制范围内严禁堆载、搭设临建（临时）设施、重载车辆通行等；

8 基坑（槽）开挖与监测，应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

4.2.7 基坑（槽）的基底严禁超挖。开挖后应对基底、底宽、高程、坡度、边坡支护、轴线控制点等进行测量检查。

4.2.8 夜间施工时，应有足够的照明设施；在危险地段应设置明显标志，并要合理安排开挖顺序，防止错挖或超挖。

4.2.9 基坑（槽）开挖后不得长期暴露、扰动和浸泡，应做好止排水、保护，并尽快对基坑（槽）开挖分段检查合格后进行地基与基础的分段跟进施工。

4.3 地基与基础施工

4.3.1 基坑（槽）开挖至设计标高和底宽后，采用人工清槽。应对基底中线、标高、宽度、压实系数、地基承载力特征值（设计值）等指标进行检测。地基承载力特征值根据现场原位测试（静载荷试验、动力触探、静力触探等）采用适宜的检测方法。

4.3.2 地基处理应符合下列规定：

1 除湿陷性黄土、盐渍土、软土等不良地质地基外，原（天然）地基承载力、沉降符合设计施工图要求时，其压实度经压实达到设计施工图要求，可不经其他地基处理；

2 地基需换填处理时，换填材料应符合设计施工图要求；换填材料中不应含有淤泥、腐殖土、有机物及杂物；

3 地基换填宽度应包括波纹钢管廊结构和结构性回填范围、换填厚度和压实度应符合设计施工图要求。

4 软土地基应清除承载能力差或承载能力不均匀的材料，并换填合适的夯实填料，夯实填料的压实系数应不小于 0.95，确保地基可连续、均匀地支承结构上作用的压力；

5 当波纹钢管的管基从替换夯实填料的岩石地基过渡到可压缩土壤地基段时，与岩石地基衔接的可压缩土壤地基的长度应不小于波纹钢管直径的 4 倍、宽度不小于基坑槽底宽、压实系数应不小于 0.97，其余可压缩土壤地基的压实系数应不小于 0.95，以确保岩石地基过渡段波纹钢管的管基均匀的支撑和最小的沉降；

6 对波纹钢管的管基大块岩石或岩架清除，并替换为合适的夯实填料（级配砂砾混合料、细颗粒级配碎石料等）。替换的夯实填料厚度不得低于 300 mm；换填宽度不小于波纹钢管直径。换填夯实填料的压实系数应不小于 0.95；

7 对于波纹钢板拱开口结构的岩石地基满足承载力要求时，可将岩石地基作为拱座基础的支撑；

8 波纹钢管闭口结构地基设计宽度应包括管外径、管侧起拱线处与基坑（槽）壁之间的结构性回填宽度的地基，并列双管或多

管时还应包括管与管之间的结构性回填宽度的地基；

9 波纹钢开口结构的地基设计宽度应包括拱脚基础地基、拱脚基础之间的底板地基、拱侧起拱线处与基坑（槽）壁之间的结构性回填宽度的地基；

10 湿陷性黄土地基处理，应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 的有关规定；

11 盐渍土地基处理，应符合现行国家标准《盐渍地区建筑技术规范》GB 50942 的有关规定；

12 其他地基与基础工程施工，应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 和现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。

4.3.3 波纹钢管（闭口）结构的管基垫层应符合下列规定：

1 不得在天然地基上（包括岩石地基上）和经处理的地基上直接安装波纹钢管（闭口）结构，应安装在合格地基上的级配砂砾垫层上，也不宜安装在混凝土等（刚性）基础上；

2 垫层材料宜采用级配良好的砂砾石混合料、砂质土、碎石土等，不得含有尖锐颗粒，最大粒径不大于 50 mm、0.074 mm 以下粉黏粒含量不应大于 5 %；

3 管基砂砾垫层厚度应能充分填充波谷的波深且不得小于波深或过大的厚度，75 mm×25 mm 或 76.2 mm×25.4 mm 波形的波纹钢管基砂砾垫层垫层厚度宜为 60 mm~90 mm、200 mm×55 mm 波形波纹钢管基砂砾垫层垫层厚度宜为 100 mm~130 mm、400 mm×150 mm 波形的波纹钢管基砂砾垫层厚度宜为 240 mm~270 mm；

4 圆管形截面的管基砂砾垫层宽度，平面地基上安装时不应小于管径的0.4 倍、开槽法安装时应为槽的弧长；管拱形（马蹄形）截面的管基砂砾垫层宽度不应小于管底弧长的1.2 倍；

5 管基的级配砂砾垫层表面波高或波深厚度范围内不应压实，

以达到管底波纹的波峰能均匀地坐入级配砂砾垫层并紧密填满于波谷中。

4.3.4 开口结构波纹钢板拱的钢筋混凝土基础、拱座、底板等防水混凝土材料、钢筋、防水材料，应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的有关规定和设计文件要求。

4.3.5 开口结构波纹钢板拱的钢筋混凝土基础、拱座、底板的施工，应符合现行国家标准其他地基与基础工程施工，应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定。

4.4 质量检查验收

4.4.1 基坑（槽）开挖、边坡工程、地下水控制、土石方工程、地基工程、特殊土地基基础工程、基坑（槽）边坡支护等的施工质量及验收，应符合设计要求和现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025、《盐渍土地区建筑技术规范》GB 50942 和现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定和相关波纹钢综合管廊施工质量验收规范的有关规定。

4.4.2 混凝土基础、拱座、底板的施工质量检查，应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

4.4.3 混凝土基础、拱座、底板防水施工及质量检查，应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定。

4.4.4 量检查验收，应符合本章的相关规定和相关波纹钢管廊施工质量验收规范的有关规定，同步做好质量记录。地基换填处理质量应符合表 4.4.4-1 的规定，砂砾垫层应符合表 4.4.4-2 的规定。

表 4.4.4-1 地基换填处理质量

检查项目	规定值或允许偏差
地基承载力 (kPa)	不小于设计值
压实系数	≥ 0.95 (≥ 0.97)
纵断高程 (mm)	± 15
轴线偏位 (mm)	10
宽度 (mm)	0、+100

注：括号内数值为岩石地基过渡到可压缩土壤地基段的换填压实系数。

表 4.4.4-2 砂砾垫层检查项目及要

检查项目	规定值或允许偏差
宽度 (mm)	0、+50
厚度 (mm)	± 10
平整度 (mm)	10
纵断高程 (mm)	± 15
轴线偏位 (mm)	10
最大粒径 (mm)	≤ 50
粉黏粒含量 (%)	≤ 5

5 波纹钢安装工程

5.1 一般规定

5.1.1 波纹钢综合管廊结构安装施工前，应根据结构类型、特点和施工条件，结合防腐、防水（防渗）、防火、管线支架安装、波纹钢与混凝土衔接等，确定安装施工工艺，做好各项准备工作。

5.1.2 波纹钢结构安装施工前，应核对上道工序是否满足安装施工要求。应对基坑（槽）、地基、波纹钢管（闭口）结构的垫层和波纹钢板拱（开口）结构廊体的混凝土基础、拱座、底板等工程按隐蔽工程验收程序进行检查验收合格后方可进行下道工序施工，并作详细记录，同时留存图像资料。

5.1.3 对波纹钢管廊施工所需的工具、器具、辅助材料等，应匹配、数量应满足施工要求，且应满足安装技术条件要求。

5.1.4 除螺栓孔、逃生孔、通风孔等设计的孔（口）外，不得在波纹钢管（板）上任意开孔或扩孔。

5.1.5 不合格、变形、损坏的材料（产品）和构配件，严禁使用。

5.1.6 波纹钢管廊施工过程中，应对重要工序和关键部位加强质量检查，并作详细记录，同时留存图像资料。

5.2 材料(产品)及构配件

5.2.1 波纹钢管（板）、连接件（高强度螺栓连接副、法兰、管箍、槽钢等）、防渗密封等主要材料及构配件，应符合设计施工图的要求。当设计施工图对材料（产品）、构配件未作规定时，以本规范为准。

5.2.2 波纹钢管、波纹钢板件的几何尺寸应符合设计施工图的要

求，波形参数、螺栓孔、允许偏差，应符合下列规定：

1 波纹钢管、波纹钢板件的几何尺寸、波形参数及允许偏差应符合表 5.2.2-1 的规定；

2 波纹钢板件搭接连接的螺栓孔的孔径允许偏差应符合表 5.2.2-2 的规定，螺栓孔的孔距允许偏差应符合表 5.2.2-3 的规定。

表 5.2.2-1 波纹钢管（板）几何尺寸、波形参数及允许偏差

项目	波形参数 (mm)	单位	允许偏差
波 距	75×25 或 76.2×25.4、 200×55、400×150	mm	±3
波高或波深	75×25 或 76.2×25.4	mm	-1~+3
	200×55	mm	-2~+3
	400×150	mm	±3
波纹钢管直径	75×25 或 76.2×25.4、 200×55、400×150	mm	$D \leq 1\,000$, ±30
			$D > 1\,000$, ±20
波纹钢管管节长度	75×25 或 76.2×25.4、 200×55	%	±2
波纹钢板件长度	200×55	mm	±25
	400×150	mm	±30
波纹钢板件宽度	200×55	mm	±10
	400×150	mm	±15
波纹钢管（板）壁厚	75×25 或 76.2×25.4、 200×55、400×150	mm	不小于设计值
波纹钢管端头管箍间搭接长度	75×25	mm	≥ 225
	76.2×25.4	mm	≥ 228

注： D 为波纹钢管直径，以 mm 计。

表 5.2.2-2 波纹钢板件螺栓连接的标准孔型尺寸

螺栓公称直径	M12	M16	M20	M22	M24
标准圆孔直径 (mm)	13.5	17.5	22	24	26
孔径允许偏差 (mm)	+0.43	+0.43	+0.52	+0.52	+0.52

注：拼装波纹钢管（拱）采用承压型连接，螺栓孔径不应大于螺栓公称直径 2 mm。

表 5.2.2-3 波纹钢板件孔距允许偏差

波纹钢板件端头、板侧任意两孔 中心间距 (mm)	孔距范围 ≤ 500	± 1.0
	孔距范围 > 500	± 1.5
波纹钢板件边孔中心至板边缘距离 (mm)		± 1.5

5.2.3 波纹钢管的管箍连接、分节段波纹钢管法兰连接、波纹钢板件搭接连接用高强度螺栓、螺母、钢垫圈，应符合下列规定：

1 高强度螺栓、螺母、垫圈的质量及其性能，应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 和《冷弯波纹钢管》GB/T 34567 的有关规定；

2 高强度螺栓连接副组合，由一个螺栓、一个螺母和两个钢垫圈配套组成，连接副组合及扭矩系数应符合表 5.2.3-1 规定。

3 高强度螺栓用钢垫圈应符合下列规定：

- 1) 管箍连接、法兰连接的螺栓钢垫圈采用平面钢垫圈；
- 2) 波纹钢板件拼装管（拱）的板件搭接连接螺栓钢垫圈采用凸凹面（一面是平面、一面是凸面或凹面）钢垫圈，钢垫圈的凸凹面半径应与波纹钢板件的波纹半径一致；
- 3) 钢垫圈宜采用 35 HRC~45 HRC（洛氏硬度）性能等级，与高强度螺栓配套使用；
- 4) 钢垫圈的孔径应与高强度螺栓相匹配、并与被连接件孔径一致，厚度及最小尺寸应符合表 5.2.3-2 的规定。

表 5.2.3-1 高强度螺栓连接副组合及扭矩系数

组合	螺栓	螺母	钢垫圈	螺栓扭矩系数
1	8.8 S	8 H	35 HRC~45 HRC	0.110~0.150
2	10.9 S	10 H	35 HRC~45 HRC	

注：1. 组合1、组合2 各分别组合配套使用，不得混合配套使用。

2. 扭矩系数按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 第 B.0.4 条方法检查。

表 5.2.3-2 钢垫圈最小厚度及尺寸

连接形式	拼装管（拱）连接		管箍连接	法兰连接
	200mm×55mm 波形	400mm×150mm 波形		
凸面边最小厚度 (mm)	3.9	不小于波纹钢板件壁厚	—	—
凹面最小厚度 (mm)	4.5	不小于波纹钢板件壁厚	—	—
平面钢垫圈厚度 (mm)	—	—	≥8	≥8
钢垫圈尺寸 (mm)	不小于 40×40	不小于 48×55	不小于 螺帽	不小于 螺帽

5.2.4 分节整装环形波纹钢管连接法兰角钢的规格尺寸及允许偏差、配套螺栓规格，应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 法兰尺寸及螺栓孔允许偏差

波纹钢管 直径 (mm)	法兰尺寸或允许偏差 (mm)		高强度螺栓 规格	法兰螺栓 孔距 (mm)
	边宽度	边厚度		
< 1 000	±1.2	±0.6	M12	不大于157 (弧长)
≥ 1 000	±1.2	±0.6	M16	

注：1. 法兰螺栓孔的孔径应符合表 5.2.2-2 的规定。

2. 法兰高强度螺栓连接副应符合表 5.2.3-1 的规定。

5.2.5 螺旋波纹钢管连接的管箍波形应与被连接管体端头连接段的波形一致，管箍内径应与被连接的波纹钢管外径一致，管箍波纹参数（波距、波高或波深）应符合表 5.2.2-1 的规定，管箍尺寸、段式、螺栓连接及螺栓孔应符合下列规定：

1 管箍尺寸、管箍段式、配套螺栓规格及数量，应分别符合表 5.2.5-1 和表 5.2.5-2 的规定；

2 管箍上螺栓连接的焊接件螺栓孔数应为 3 个，螺栓孔的孔距应与管箍的波距一致、孔径应不大于螺栓公称直径 2 mm。

表 5.2.5-1 管箍尺寸

波形参数 (mm)	管箍宽度 (mm)	管箍壁厚 (mm)	螺栓连接 焊接件长度 (mm)	焊接件 边厚 (mm)
75×25	≥450 (≥6个波距)	不小于 管体壁厚	≥300 (≥4个波距)	±0.5
76.2×25.4	≥456 (≥6个波距)	不小于 管体壁厚	≥305 (≥4个波距)	±0.5

表 5.2.5-2 管箍螺栓连接参数

波形参数 (mm)	高强度螺栓规格		管箍连接形式	
	管直径(mm)	螺栓规格	管直径 (mm)	管箍段式螺栓数
75×25	≤1400	M12	800~1600	二段式、6个螺栓
	>1400	M16	1400~1600	二段式、6个螺栓
			>1600	三段式、9个螺栓
76.2×25.4	≤1400	M12	800~1600	二段式、6个螺栓
	>1400	M16	1400~1600	二段式、6个螺栓
			>1600	三段式、9个螺栓

5.2.6 开口结构波纹钢板拱的拱脚与拱座连接的不等边槽钢、锚筋(钢筋)，应符合下列规定：

1 波纹钢板拱的拱脚与拱座连接的槽钢宜采用不等边槽钢标准尺寸、连接高强度螺栓规格，应符合表 5.2.6 的规定，力学性能应符合现行国家标准《冷弯型钢通用技术要求》GB/T 6725 的有关规定；

2 不等边槽钢底部焊接连接预埋与钢筋混凝土拱座的锚筋(带肋钢筋)，其直径应不小于 20 mm、直线段(不包括弯头)长度不小于 250 mm。锚筋(钢筋)的力学性能《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的有关规定。

表 5.2.6 不等边槽钢尺寸及连接螺栓规格

波纹 钢板 波形 (mm)	尺寸 (mm)					槽钢长 边螺栓 孔距 (mm)	螺栓规格 及孔径 (mm)
	边厚 t	底宽 H	内净 宽 h	长边 高度 B	短边 高度 b		
200×55	6±1	90~ 124	80~ 110	≥166	≥40	200±3	M20+2.52
400×150	8±1	204~ 238	190~ 220	≥208	≥40	400±5	M22+2.52 M24+2.52

5.2.7 波纹钢管（板）和金属连接件等构件镀锌防腐，应符合表 5.2.7 的规定。

表 5.2.7 波纹钢及金属连接件等镀锌防腐厚度及质量

项 目	镀锌层厚度及质量要求
单面镀锌附着量	环形波纹钢管，波纹钢板件、法兰盘的镀锌层平均厚度 ≥84 μm，最小厚度 ≥62 μm
单面镀锌附着量	螺旋波纹钢管、管箍（焊接件）镀锌层平均厚度 ≥42 μm，最小厚度 ≥32 μm
	螺栓、螺母、钢垫圈、槽钢的镀锌层平均厚度 ≥50 μm，最小厚度 ≥36 μm
外观质量	镀锌层应均匀完整、颜色一致，无漏镀缺陷，表面平整光滑，无流挂、滴瘤或结块、损伤、裂纹、孔洞等现象

5.2.8 用于波纹钢管、槽钢及其他连接件等的焊接材料，应符合下列规定：

1 焊条、焊丝、焊剂等焊接材料与母材的匹配（适应）应符合设计要求和现行国家标准《钢结构焊接技术规范》GB 50661 的有关规定；

2 自动焊接或半自动焊接用的焊丝、焊剂的性能应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957 的规定；

3 二氧化碳气体保护焊接用的焊丝，应符合现行国家标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110 的规定；

4 手工焊接用的焊条，应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 或《热强钢焊条》GB/T 5118 的规定；

5 当 Q235 钢和 Q355 钢相焊接时，宜采用与 Q235 钢相适应的焊条或焊丝。

5.2.9 波纹钢管的管体及法兰焊接、波纹钢管通风口及逃生口焊接、管箍螺栓连接件焊接、波纹钢管（拱）壁连接支架（吊架）的螺栓连接件焊接等的焊缝工艺应符合行业现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。焊缝内部缺陷和外观质量按设计要求的一级、二级焊缝应符合下列规定：

1 波纹钢管体及法兰焊接、管箍焊接、波纹钢管（拱）壁连接支架（吊架）的螺栓连接件焊接等焊缝的内部缺陷检查应采用超声波探伤检测。采用超声波检测时，超声波检测设备、工艺要求及缺陷评定应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。当不能采用超声波探伤或对超声波检测结果有异议时，可采用射线检测验证，射线检测技术应符合现行国家标准《焊缝无损检测 射线检测 第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术》GB/T 3323.1 或《焊缝无损检测 射线检测 第 2 部分：使用数字化探测器的 X 和伽玛射线技术》GB/T 3323.2 的规定。一级、二级焊缝质量等级应符合表 5.2.9 的规定；

表 5.2.9 一级、二级焊缝质量等级

项 目	超声波探伤		射线探伤	
	一级	二级	一级	二级
焊缝质量等级	一级	二级	一级	二级
缺陷评定等级	II	III	II	III
检验等级	B级	B级	B级	B级

2 工厂制作焊缝长度小于等于 1000 mm 时，每条焊缝为 1 处进行探伤检测；长度大于 1000 mm 时，将其划分为每 300 mm 为 1 处进行探伤检测。现场安装焊缝每条焊缝为 1 处进行探伤检测。

抽样检查除设计指定焊缝外应采用随机取样方式取样；

3 设计要求的一级、二级焊缝外观质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定；

4 抽样检查的焊缝数如不合格率小于 2 %时，该批验收应定为合格；不合格率大于 5 %时，该批验收应定为不合格；不合格率为 2 %~5 %时，应加倍抽检，且必须在原不合格部位两侧的焊缝延长线各增加一处，如在所有抽检焊缝中不合格率不大于 3 %时，该批验收应定为合格，大于 3 %时，该批验收应定为不合格。当批量验收不合格时，应对该批余下焊缝的全数进行检查。当检查出一处裂纹缺陷时，应加倍抽查，如在加倍抽检焊缝中未检查出其它裂纹缺陷时，该批验收应定为合格，当检查出多处裂纹缺陷或加倍抽查又发现裂纹缺陷时，应对该批余下焊缝的全数进行检查。

5.2.10 波纹钢管端头法兰与法兰对接连接接缝、波纹钢板件搭连接接缝、管箍与波纹钢管之间接缝连接用防水、防渗密封材料应符合下列规定：

1 接缝防水密封材料应具有弹性、不透水性、耐腐蚀、耐高温、耐老化等性能。低温环境下应具有良好的抗冻性、耐寒性能；

2 接缝和螺栓防水密封材料，宜采用弹性橡胶密封垫、遇水膨胀橡胶密封垫等，其性能应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的有关规定；

3 高强度螺栓的螺帽防松动和防渗、法兰连接外圈凹缝处理，宜采用双组分聚硫密封胶，其性能应符合现行行业标准《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的有关规定；

4 采用其它防水密封材料时，其材料性能应符合相关现行国家标准或行业标准的有关规定，并应经专家论证通过后方可采用；

5 整装波纹钢管分节段的法兰连接防渗密封垫的宽度宜小于法兰宽度 3 mm~5 mm（外圈凹进、内圈与法兰齐平）、长度应为法兰弧段周长闭合、厚度宜为 3 mm~5 mm，密封垫的螺栓孔孔径宜小

于或等于螺栓直径 1 mm~2 mm。钢垫圈与法兰之间的防渗密封垫厚度不应小于 3 mm、尺寸应不小于钢垫圈尺寸；

6 整装波纹钢管分节段的管箍连接防渗密封垫宽度应不小于管箍宽度、长度应为管体外周长闭合、厚度宜为 3 mm~5 mm；

7 波纹钢板件拼装管（拱）搭接连接的防渗密封垫的宽度应不小于波纹钢板件搭接宽度、长度应不小于搭接缝长度、厚度应不小于 3 mm。高强度螺栓的钢垫圈与波纹钢板件之间防渗密封垫的厚度不应小于 3mm、尺寸应不小于钢垫圈尺寸、螺栓孔孔径宜小于或等于螺栓直径 1 mm~2 mm。

5.2.11 各种材料（产品）、构配件等，在运输、分类标识存放过程及使用过程中，应采取防水、防潮、防油污和防止碰撞、变形、破坏、划伤（痕）、腐蚀性化学物品侵蚀等保护措施。

5.3 波纹钢安装施工

5.3.1 波纹钢廊体结构的安装施工可采用汽车吊、龙门吊支架、倒链、电焊机等机械设备。机械设备应匹配、数量满足施工进度需求，机械设备的功率、技术性能应满足安装精度、最大荷载、作业条件和安全生产要求。机械设备使用前应全面检查符合要求条件后确认使用。

5.3.2 波纹钢廊体结构安装施工前，按本规范第 5.1.2 条的规定对地基、基础等检查验收合格，并应进行准确的测量放线，并应设置安装定位标志。

5.3.3 波纹钢管闭口结构安装施工应符合下列规定：

1 为使闭口结构（圆管形、管拱形）两侧底部楔形部位达到压实成型的目的，可根据施工条件或方便操作等因素，可在合格的地基上进行底部的结构性回填层上采用开槽法铺设砂砾垫层安装波纹钢管，见图 5.3.3（a）；也可直接在合格的平面地基上铺设砂

砾垫层安装波纹管，见图5.3.3（b），并符合以下要求：

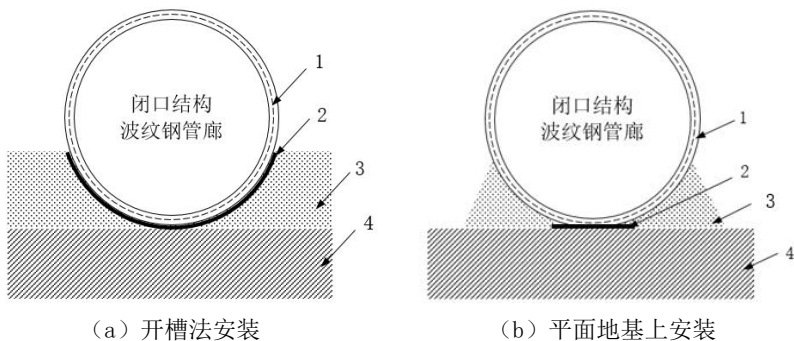


图 5.3.3 波纹管管廊体安装于地基上示意图

1—波纹管；2—砂砾垫层；3—管侧楔形部位结构性回填；4—地基

- 1) 波纹管（闭口）结构开槽法安装的底部结构性回填应符合本规范第8.3条的相关规定，结构性回填至波纹管直径的0.3~0.35倍高度（厚度）时，按波纹管直径确定开槽宽度，槽的最大深度（波纹管廊中轴线处）应至地基表面上，槽的弧形应与波纹管弧形一致。在弧形槽内按本规范第4.3.3条的相关规定铺设砂砾垫层，将波纹管安装于垫层上，并能使砂砾垫层料填充挤密于波纹管的波谷内；
 - 2) 平面地基上按本规范第4.3.3条的有关规定铺设砂砾垫层，将波纹管安装于垫层上，并能使砂砾垫层料填充挤密于波纹管的波谷内。波纹管两侧楔形部位的结构性回填应符合本规范第8.3条的相关规定；
 - 3) 波纹管（闭口）结构底部与砂砾垫层接触部位，应按本规范第6.3条的相关规定预先做好现场防腐层和隔离层后再安装。
- 2 波纹管现场焊接连接施工应符合下列要求：

- 1) 环形波纹钢管分节段现场对接焊接连接，最大连接长度应符合设计施工图的要求，且不应大于 100m。焊接工艺评定、焊接工艺、焊接质量控制、焊接补强与加固等，应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定，焊缝外观质量及内部缺陷应符合本规范第 5.2.9 条的规定；
 - 2) 表面气孔、夹渣、焊瘤等缺陷和焊接不合格的焊缝应返修，同一部位的焊缝返修次数不得超过 3 次。对焊接合格的部位应进行补喷防腐锌层处理，补喷锌层厚度不应小于本规范第 5.2.7 条的规定。
- 3 波纹钢管法兰连接施工应符合下列要求：
- 1) 环形波纹钢管法兰连接长度应符合设计施工图的要求，且不应大于 100 m；
 - 2) 法兰盘对合面之间和高强度螺栓钢垫圈与法兰盘之间，应按本规范第 5.3.6 条的规定衬垫防渗密封垫；
 - 3) 法兰盘对合安装高强度螺栓，按本规范第 5.3.5 条的规定安装及施拧高强度螺栓。
- 4 螺旋波纹钢管管箍连接应符合下列要求：
- 1) 管体端头连接段与管箍之间均应按本规范第 5.3.6 条的规定衬垫防渗密封垫；
 - 2) 管体端头紧密对合后，将防渗密封垫和管箍严密紧扣于管体端头对合处防渗密封垫上。管体端头的对合缝应位于管箍中间（管箍宽度的 1/2 处），使管体两个端头分别不少于 3 个波峰扣入管箍的波谷内；
 - 3) 管箍扣合严密后，对合焊接件上安装 3 个高强度螺栓，按本规范第 5.3.5 条的规定安装及施拧高强度螺栓。
- 5.3.4 波纹钢板件拼装圆管形、管拱形（马蹄形）闭口结构和波纹钢板件拼装拱形开口结构的安装施工应符合下列规定：

1 波纹钢管（拱）拼装安装时，应按照设计施工图和波纹钢板件生产厂家提供的板件编号标识图对应安装部位定位安装，确保波纹钢管（拱）半径和波纹钢板件的曲率（弧度）一致。

2 波纹钢管（拱）的拼装应遵循以下顺序要求：

- 1) 从管廊节点处（工作井）的的一端向另一端节点处（工作井）延伸拼装安装；
- 2) 波纹钢管闭口结构，先拼装管底波纹钢板件、再拼装管侧向管顶拼装连接，从管底到管顶呈台阶式拼装；
- 3) 波纹钢板拱开口结构，先将波纹钢板拱脚安装连接于不等边槽钢内、再拼装拱两侧向拱顶拼装连接，从拱脚到拱顶呈台阶式流水化拼装；
- 4) 波纹钢板件搭接的外侧端头不得迎渗水头安装。

3 波纹钢板件搭接安装应对环缝错缝连接，使环缝与纵缝呈“T”形缝，错缝搭接处不得重叠四层及以上的波纹钢板件；

4 波纹钢管（拱）拼装连接均应为高强度螺栓连接，不得采用焊接连接；

5 所有波纹钢板件连接搭接缝之间、螺栓钢垫圈与波纹钢板件之间，均匀按本规范第5.3.6条的规定衬垫防渗密封垫；

6 高强度螺栓安装及施拧应符合本规范第5.3.5条的规定；

7 波纹钢管（拱）安装过程中，通常以脚手架或临时支撑装置等方法来维持螺栓终拧前管（拱）的设计截面形状。每一环波纹钢板管（拱）安装完成后，应在分离脚手架或临时支撑条件下测定一次截面形状，达到设计截面形状再继续拼装下一环管（拱），否则应及时调整。每一环管（拱）的波纹钢板件拼装合拢时，测定截面形状采用定位拉杆固定，调整预紧螺栓，拼装顶部波纹钢板件；

8 拼装波纹钢管（拱）安装的每一环板件（以一件波纹钢板件宽连接成的每一环管拱）拼装螺栓初拧完成，应对每一环管（拱）进行安装质量检查，发现不合格时及时调整校正。螺栓终拧合格后，

再对每一环管（拱）重复检查，发现不符合规定要求时，应拧开螺栓校正截面形状后重新安装。拼装波纹钢管（拱）安装有脚手架或临时支撑时，在每一环管（拱）进行安装质量检查时，应使管（拱）与脚手架或临时支撑分离，不得带支撑检查。

5.3.5 高强度螺栓安装及施拧应符合下列规定：

1 高强度螺栓安装过程中，不得使用螺纹损失及沾染脏物的高强度螺栓连接副，不得利用高强度螺栓兼作临时固定螺栓。

2 所有高强度螺栓均应对每个螺栓安装2个钢垫圈，不得漏装。拼装波纹钢管（拱）连接的高强度螺栓钢垫圈凸面朝向波谷内的防渗密封垫上、钢垫圈的凹面朝向波峰上的防渗密封垫上、钢垫圈的平面与螺杆两端的螺帽和螺母接触套装与螺杆上。不得将钢垫圈的凸凹面错误安装；

3 拼装波纹钢管（拱）连接的高强度螺栓，均应从波纹钢管（拱）内侧向外侧穿入，螺母均应位于波纹钢管（拱）外侧；

4 安装高强度螺栓时，螺栓应能自由穿入波纹钢板件、法兰盘、管箍和防渗密封垫的螺栓孔，不得强行穿入螺栓。若螺栓不能自由穿入时，严禁强行将螺栓打入螺栓孔而损伤螺纹，不得在波纹钢板件、法兰盘、管箍的任何部位重新钻孔，不得采用气割扩孔，可采用铰刀修整螺栓孔或钢锉刀微扩孔，修（扩）孔数量不得超过改节点螺栓数的25%，修（扩）孔后的孔径不得超过螺栓公称直径的1.2倍，否则应更换螺栓孔符合要求的被连接件重新安装；

5 高强度螺栓施拧用的扭矩扳手在使用前应进行校正，其扭矩相对误差不得大于 $\pm 5\%$ ；检查校正用的扭矩扳手，其扭矩相对误差不得大于 $\pm 3\%$ ；

6 高强度螺栓施拧应采用合理的施拧顺序，螺栓每拧一遍时，边拧边对拧过的螺母涂画每拧一遍相同的颜色标记，以区分初拧和终拧。高强度螺栓连接副的初拧、终拧应在24 h内完成；

7 一道法兰、一个管箍、一环波纹钢管（拱）的高强度螺栓

的施拧应全数初拧（复拧）一遍后，对波纹管（拱）安装精度（截面形状）检测并调整，然后再全数进行终拧，不得漏拧、一次性拧紧和超拧扭矩值。波纹管法兰和管箍连接高强度螺栓施拧扭矩值应符合表5.3.5-1 的规定，拼装波纹管（拱）板件连接高强度螺栓施拧扭矩值应符合表5.3.5-2 的规定；

表 5.3.5-1 法兰连接和管箍连接高强度螺栓施拧扭矩值

法兰连接波纹管直径（mm）		<1 000		≥1 000	
管箍连接波纹管直径（mm）		≤ 1 400		>1 400	
高强度螺栓规格		M12		M16	
高强度螺栓性能等级		8.8 S	10.9 S	8.8 S	10.9 S
螺栓施拧 扭矩值（N•m）	初拧	40~60	50~80	110~ 150	135~ 180
	终拧	70~90	80~110	160~ 220	195~ 260

表 5.3.5-2 拼装波纹管（拱）连接高强度螺栓施拧扭矩值

高强度螺栓规格		M20		M22		M24	
高强度螺栓 性能等级		8.8 S	10.9 S	8.8 S	10.9 S	8.8 S	10.9 S
螺栓施拧 扭矩值 （N•m）	初拧	230~ 280	280~ 340	300~ 360	380~ 460	380~ 470	490~ 600
	终拧	330~ 400	390~ 490	420~ 520	540~ 660	550~ 670	700~ 860

8 高强度螺栓连接副终拧完成1 h后、24 h内应进行终拧扭矩检查。扭矩检查时，先在螺杆端面和螺母上画一直线，然后将螺母拧松约60°；再用检查用的扭矩扳手重新拧紧，使螺杆端面和螺母上的两线重合，测得此时的扭矩在规定值范围内为合格；若发现有不合规定或终拧后的扭矩不合格时，应再扩大1 倍的检查数量；若仍有不合格者，则整个连接节点的螺栓应重新施拧。超过扭矩要求的螺栓必须更换，不得重复使用。

5.3.6 波纹钢管法兰连接、管箍连接、波纹钢板件搭接连接，其连接缝和螺栓均必须严密安装防渗密封垫、密封胶等进行防渗处理，并应符合下列规定：

1 防渗密封垫厚度应能有效填满连接缝之间所有的空隙，密封垫长度应与缝长一致、宽度应符合规定要求；

2 防渗密封衬垫的螺栓孔应与被连接件的螺栓孔一致，密封垫的螺栓孔准确对应于被连接件的螺栓孔，严禁在密封垫上开挖多余螺栓孔或扩大螺栓孔；

3 防渗密封衬垫材料安装时应平整顺直，不得扭曲、变形、缺边或损坏；

4 防渗密封垫安装前，均应对波纹钢管接头连接面（法兰连接的法兰盘对合面、管箍连接的管体端头连接段外侧面和管箍内侧面）和波纹钢板拱搭接连接面（波纹钢板件端头和侧边螺栓连接带）清理干净，不得有灰尘或尘土、油污、水和其他附着物等污染物。

5 法兰连接防渗密封应符合下列要求：

- 1) 法兰连接时，可采用液体胶将密封垫严密、平整、牢固粘贴于一个法兰盘的接缝对合环面上，密封垫接头采用液体胶连接。密封垫外圈应凹进法兰盘外圈5 mm～10 mm、密封垫内圈应与法兰盘内圈齐平；
- 2) 密封垫粘贴安装合格后，两个法兰盘对合、螺栓孔对齐。法兰盘对合时不得使粘贴的密封垫受损或破坏。法兰盘对合完成随即安装并拧紧高强度螺栓；
- 3) 两个法兰连接缝之间密封垫外圈凹缝，清理干净后进行二次密封防渗处理。采用双组分聚硫密封胶满缝严密填塞于凹缝与法兰盘外圈齐平；
- 4) 法兰连接螺栓安装时，将每个螺栓的两个密封垫分别安装于两个钢垫片与法兰盘之间，检查终拧合格后的外露螺栓、螺帽、钢垫圈、防渗垫及周围缝隙，采用

双组分聚硫密封胶进行二次密封防渗处理。

6 管箍连接防渗密封应符合下列要求：

- 1) 将防渗密封垫采用液体胶严密粘贴于管箍内侧，或在管体端头对合后将防渗密封垫严密粘贴于管体端头连接段外侧。防渗密封垫端头应搭接连接，搭接长度不应小于50 mm。管体端头的对合缝应位于防渗密封垫中间（密封垫宽度的1/2 处）；
- 2) 管箍安装过程中，必须严格防止密封垫皱折、破损等；
- 3) 管箍螺栓经检查终拧合格后，应对螺栓、螺帽、钢垫圈及周围缝隙，采用双组分聚硫密封胶进行二次密封防锈蚀处理。

7 波纹钢板件拼装拱搭接连接防渗密封应符合下列要求：

- 1) 可用液体胶将密封垫严密、平整、牢固粘贴于波纹钢板件四周边缘清理干净的对合面处，波峰与波谷对合之间缝隙较大时，可根据实际缝隙加贴不同厚度密封垫。密封垫接头采用液体胶连接。位于拱内侧密封垫应与波纹钢板件边缘齐平；
- 2) 密封垫粘贴安装合格后，波纹钢板件边缘搭接与密封垫上对合螺栓孔，波纹钢板件搭接对合时不得使粘贴的密封垫受损或破坏。波纹钢板件边缘搭接对合完成随即安装高强度螺栓。安装高强度螺栓同时，应在凸面钢垫圈与波纹钢板件（波谷上）之间和凹面钢垫圈与波纹钢板件（波峰上）之间安装螺栓防渗密封垫（密封垫螺栓孔套装于螺杆上），随即按初拧和终拧顺序拧紧螺栓；
- 3) 波纹钢管（拱）搭接连接的高强度螺栓终拧合格后，对拱外侧外露螺栓、螺帽、钢垫圈、防渗垫及周围缝隙，采用双组分聚硫密封胶进行二次密封防渗处理；

- 4) 波纹钢管廊内壁及法兰、波纹钢板拱螺栓连接缝和管箍连接缝处,波纹钢管廊内非结露时的防渗漏标准为呈现明显色泽变化的潮湿斑,在通风条件下潮湿斑可消失,即蒸发量大于渗入量的状态。潮湿斑处用手触摸湿斑,无水分浸润感觉;用吸墨纸或报纸贴附,纸不变颜色。

5.3.7 波纹钢管(拱)安装质量应符合设计施工图的规定值,其允许偏差应符合表 5.3.7 的规定。

表 5.3.7 波纹钢管(拱)安装质量

项目		规定值或允许偏差
焊接连接、焊缝(级)		符合设计规定
补喷锌厚度(μm)		平均厚度 ≥ 84 最小厚度 ≥ 62
管(拱)轴线偏位(mm)	曲线段 ≤ 20 、直线段 ≤ 30	
管廊内底、拱顶面高程(mm)	曲线段 ± 10 、直线段 ± 20	
法兰、板拱、管箍螺栓连接扭矩值($\text{N}\cdot\text{m}$)	设计或计算值的 $\pm 10\%$	
波纹钢管(拱)端头预埋混凝土中长度(mm)	\geq 设计值	
管廊内径、跨径与矢高(%)	± 1	
连接相邻管(板)错台(mm)	≤ 5 (扣除壁厚)	
管(拱)圆度(%)	垂直向 $-1\sim 2$,水平向 $-2\sim 1$	
管(拱)扭转、扭转角($^\circ$)	± 1	
通风口、 逃生口	坐标位置(mm)	≤ 50
	尺寸或内径(%)	± 3

注:管(拱)圆度偏差值为设计值(直径或半径)与测量值的差值除以设计值。

5.4 质量检查验收

5.4.1 材料（产品）、构配件进场质量检查验收和施工过程中质量检查验收，应符合本章的相关规定和相关波纹钢综合管廊施工质量验收规范的有关规定，同步做好质量记录。

5.4.2 波纹钢结构安装施工的各种材料（产品）、构配件进场后、使用或安装施工前，均应进行质量检查验收。未按规定进行质量检查验收或不合格的，严禁使用。

5.4.3 波纹钢结构安装施工前，应对地基处理、砂砾垫层等隐蔽工程进行检查验收合格。未经质量检查验收或不合格的，不得进行波纹钢结构安装施工。

5.4.4 波纹钢结构安装施工过程中，应对上道工序质量检查验收，合格后方可进行下道工序安装施工。未经质量检查验收合格的工序质量，严禁进行下道工序安装施工。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/178140135102007005>