

波纹钢在地下综合管廊工程中的试验应用

2017-07-28 蒲广宁 管廊联盟

波纹钢在地下综合管廊 工程中的试验应用

 正平路桥建设股份有限公司

蒲广宁 博士

2017.7 西宁市

 管廊联盟

目 录

- 一 波纹钢结构工程应用概况
- 二 波纹钢结构管廊的优势
- 三 项目先行先试
- 四 示范项目简介
- 五 示范项目实施方案
- 六 钢波纹管制造
- 七 波纹钢结构综合管廊施工
- 八 经济效益
- 九 发展前景



一 波纹钢结构工程应用概况

➤ 1. 国外应用概况

■ 钢波纹管板最早1784年诞生于英国，工程应用已有百余年历史。自十九世纪末起，美国、加拿大、英国、澳大利亚、日本等国家开始研究、开发和应用波纹钢管(板)结构的涵洞、通道及桥梁和综合管廊工程。韩国自1997年开始研究并应用钢制波纹管(板)工程应用。

➤ 2. 国内应用概况

■ 我国20世纪90年代末才逐步开始在公路钢波纹管(板)涵洞通道的研究、生产及工程应用。我国近20多年来在公路、铁路、机场、码头、桥涵改造加固、抢险、保通等工程设施建设中，对不利地质、水文、气候、环境等条件下，采用波纹钢管(板)建设的涵洞、通道、拱桥、波型钢腹板PC组合箱梁大跨径桥梁等遍布全国。波纹钢结构管廊建设方面自2015年开始已在辽宁沈阳、山东日照等城市采用小直径钢波纹管单一管线的管廊工程应用。



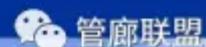
二 波纹钢结构管廊的优势

- 1. 具有良好的结构整体强度及稳定性高，荷载分布均匀、结构受力合理。强度高，抗压强度大，是水泥管的3倍、塑料管的10倍；在结构上具有横向补偿位移的特性；结构安全性能高，抗变形能力及抗震能力强。
- 2. 具有结构整体性强，对地基或基础设置要求较低，适应地基不均匀沉降能力强，特别适应软土、膨胀土、盐渍土、湿陷性黄土、冻土等不良地质，在5%的变形条件下，仍具有较高的耐压强度和环刚度。
- 3. 经特殊处理具有高抗蚀、高抗渗、抗冻变破坏能强、高耐久性(采用镀锌层 $\geq 600\text{g}/\text{m}^2$ 加5~10mm厚沥青及防水布防腐，使用年限可达100年以上)，达到水泥管使用寿命的2倍以上。
- 4. 大规模集约标准化生产不受环境影响，可根据工程需要灵活生产各种尺寸与形状的整节对拼、分片拼装的钢波纹管(板)，有利于质量稳定控制。
- 5. 不产生建设废弃物，不产生砂石材料开采破坏环境或环保恢复，有利于环保。可回收利用。



二 波纹钢结构管廊的优势

- 6. 运输存放、现场拼装施工方便快捷，重量轻，施工组装(安装)工艺简单。施工作业减少大量人工和机械设备。工厂制造运输、管沟开挖、地基处理、安装、回填等梯队工序同步流水一体化作业，施工效率高、速度快、工期短；一年四季皆可施工，比钢筋混凝土管廊的施工工期缩短约40%以上。
- 7. 结构形式多样化，结构形式多种多样，可制造弯头、三通、四通、交叉、竖井等；便于各种入廊管线的灵活分舱、敷设与增减和日常维护管理。
- 8. 工程建设造价低，工后运营、维修养护成本低；与钢筋混凝土管廊相比可降低综合造价20%左右(管径或跨径越大、工程综合造价越低)。
- 9. 采用钢制波纹管(板)的综合管廊，充分利用钢产能资源，从工程质量、结构安全、经久耐用、环境保护、施工周期、工程造价、工后管养等方面均具有其独特的优越性。



三 项目先行先试

- ▶ 青海省海东市政府、海东市城建局、海东城投公司积极响应党中央、国务院关于“创新发展”、深化改革措施，根据国务院办公厅《关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》（国办发〔2014〕27号）和《关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》（国办发〔2015〕61号）文件精神，以积极推进全国地下综合管廊试点城市为契机，开展大量调研、专家咨询、方案论证等工作。决定在海东市文教路开展建设周期相对较短、工程综合造价较低、节能环保、经久耐用、安全可靠、符合创新发展推广提高制造装配技术和制造装配率技术要求的波纹钢为主体结构的综合管廊先行先试的示范性工程。波纹钢结构综合管廊尚属于新材料、新工艺、新技术，因此组建了由海东城建局、海东城投公司、正平路桥建设股份有限公司、中国市政工程华北设计研究总院、中交第一公路勘察设计研究院波纹钢结构研究中心、华南理工大学等集科研院所、高等院校、建管、设计及施工为一体的波纹钢结构综合管廊专项科技项目技术研发机构，以示范工程为科技项目依托工程，开展相关技术研发工作，为海东市乃至青海省后期管廊建设创新发展及推广应用奠定基础。



四 示范项目简介

- ▶ 1. 波纹钢结构综合管廊示范工程项目位于海东市乐都区文教路(原109国道)北侧绿化带内，距人行道外侧边缘8.0m(管廊中心距)沿路侧纵向布置。总长度1100m，采用环形波纹钢管，管内径4.0m。容纳DN700 输水管、DN300供水管、110KV和10KV电力管线、通讯管线、照明及通风线路、消防设施、排水设施等(由于管沟开挖工作面受限，钢波纹管直径偏小，因此，污水管线、雨水管线、中压燃气管线、高压燃气管线、路灯照明管线均为管廊外设)。
- 2. 以不超过400m设置集容纳管线出入口、投料、通风、集水坑、防火分区于一体的防水混凝土工作井1处，内径1.0m钢波纹管逃生口兼检修口1处，内径0.8m钢波纹管自然通风口1处。
- 3. 波纹钢综合管廊内排水系统为收集式集中排放方式。管廊内设置排水沟，将管廊内的水集中汇至工作井内集水坑，坑内设潜水泵，将水排至沟外相应雨水井内。



五 示范项目实施方案

- ▶ 项目实施模式：由海东城建局组织、海东城投公司为建设管理部门，由正平路桥建设股份有限公司按照EPC(设计、制造、施工)模式实施。
- ▶ 经组织落实勘察、设计，进行结构稳定性、支架强度及稳定性校核验算等，制定了《青海省海东市综合管廊钢制波纹管(板)应用技术实施方案》。
- ▶ 由海东城建局会同青海省建设厅科技处，于2016年1月29日在海东会议中心组织召开钢波纹管综合管廊技术方案论证。聘请了6位省内外资深专家、市城投公司、市科技局、海东消防支队、中国市政工程华北设计研究总院、正平路桥建设股份有限公司等单位领导及技术人员参加论证会。



管廊联盟

六 钢波纹管制造

- 1. 波纹钢管及管廊内支架等由正平路桥建设股份有限公司下属子公司青海路拓工程设施制造公司负责制造。
- 2. 截面形式采用闭合截面、环状圆形波纹钢管，管内径为4.0m，管壁厚为5.5mm；波纹钢结构主要材料采用Q235 低碳钢、防腐为主的连续热镀锌钢带。管体的波距采用200mm，波高采用55mm，波峰、波谷半径采用55mm。
- 3. 波纹钢管成型采用有利于质量稳定的液压工艺成型分节整装管，管节连接采用气体保护焊接，焊接采用超声检测并满足B级要求，防腐采用热镀锌处理。
- 4. 对于钢波纹管通风口及逃生口与钢波纹管廊连接，采用“三通式”在制造过程中连为总成。
- 5. 管内支架、辅助架采用方钢，在制造过程中按设计图纸布置，现场回填后与波纹钢管连接为一体。



管廊联盟

七 波纹钢结构综合管廊施工

- **1、总体施工方案：**钢波纹管工厂制造、镀锌，汽车运输；现场测量放样，管沟开挖，地基处理，钢波纹管现场二次防腐处理；测量放线、钢筋混凝土工作井施工、吊装安装、分层对称回填、管线支架安装、管内纵向排水沟施工，管内壁耐火涂层喷涂，管内排水沟及通道地面施工；通风、照明、消防、监控设施安装等梯队工序同步一体化流水作业。
- **2、管沟开挖：**开挖前对地面、地下进行排查处理。根据管直径与工作面、开挖深度、地质情况的边坡坡率采用二级边坡，确定管沟开挖宽度。开挖前做渗井排水处理，并在开挖过程中采用明排水，始终保持地下水位低于作业面50cm以下。



管廊联盟

七 波纹钢结构综合管廊施工

- **3、管沟边坡防护：**对地下水位高、边坡易滑塌部位，采用喷锚防护或钢板桩支护处理。



- **4、基底处理：**地基承载力、压实度按设计要求控制。当地基承载力不满足设计要求时，作换填处理并达到设计要求。



管廊联盟

七 波纹钢结构综合管廊施工

- 5、工作井施工：采用C35防水抗渗混凝土，在其底部做防水抗渗、防腐层，钢筋及支架等预埋件加工安装、大块定型钢模板安装、混凝土拌合运输及浇筑、养生，在混凝土外侧做防水、防腐层处理。工作井施工时，将与混凝土衔接段的波纹钢管设置于工作井两端。



管廊联盟

七 波纹钢结构综合管廊施工

- 6、现场二次防腐处理：在安装前，现场对钢波纹管外壁镀锌层表面处理干净后喷涂2层5~10mm厚SBS改性沥青做二次防腐处理，再在沥青层表面采用无纺布严密裹敷，以防在回填过程中对沥青防腐层造成破坏，同时起到防腐作用。



管廊联盟

七 波纹钢结构综合管廊施工

- 7、**波纹钢管安装**：安装前在混凝土垫层上测量放样，钢波纹管检测，吊车吊装钢波纹管就位，对分节整装钢波纹管采用搭接长度 $\geq 25\text{mm}$ 焊接连接，焊缝采用渗透检测并满足 II 级标准要求。变形缝采用长形活动螺孔的法兰盘加石棉盘根密封对接连接。在变形缝处外侧，采用聚氨酯、改性沥青及裹敷无纺布，在变形缝内侧采用密封胶防渗处理。通风口及逃生口，采用“三通式”总成整体安装。



七 波纹钢结构综合管廊施工

- 8、**回填**：管沟结构性回填前，对管廊外部全面进行检测合格，回填采用压缩系数较小的材料(如级配砂砾)，最大粒径不大于30mm。管廊两侧对称按每20cm压实层分层压实回填，压实度按 $\geq 95\%$ 控制。



七 波纹钢结构综合管廊施工

- 9、波纹钢结构管廊内支架安装：电力、电信管线支架间距0.8m；给水管、输水管支架间距3.6m；顶部辅助架间距1.8m；底部通道支架间距3.6m。



管廊联盟

七 波纹钢结构综合管廊施工

- 10、工作井内防火墙：工作井内设强度等级为MU15的不燃型蒸压加气砼砌块、砌块砂浆标号采用M10，防火墙防火安全门采用BFM1甲9021、宽900×高2100、A3.00甲级防火门安装。
- 11、管廊内排水：管廊内纵向排水采用C20混凝土纵向排水沟，引入工作井中集水坑，设置排水泵排入附近下水井。
- 12、管廊内其他设施：支架、通道地面施工，管内通风、照明、消防、监控设施安装，均按设计图纸进行施工。
- 13、钢波纹管内耐火处理：采用无机纤维耐火涂层对管内壁、支架等进行喷涂，其喷涂的厚度根据极限耐火时间不小于3h、耐火涂层性能及不同厚度的极限耐火时间等标准试验确定，采用专用喷涂机多层喷涂工艺涂装。

管廊联盟

八 经济效益

■ 经济效益分析

■ 一、以下项目未纳入经济效益对比：

1、由于地下综合管廊的沟槽开挖地质、地下水、降排水和边坡支（防）护、地基处理、开挖土石方利用率、弃土石运输距离、弃土场环保水保处理等区别较大。

2、不含防水钢筋混凝土工作井、设计费、监测试验费、技术研发费。

■ 二、经济效益：

主体结构	截面尺寸 (m)	截面面积 (m ²)	每延米造价 (万元)	截面每平方米 造价(万元)	造价降低 (%)
波纹钢管廊	内径4.0	12.566	1.6072	0.1279	18.00
现浇防水混凝土管廊	3.8×3.4	12.92	2.0155	0.1560	

注：含直接费和间接费。不含有效施工进度缩短40%以上时间带来的经济效益和砂石材料开采需环保恢复等带来的经济效益。

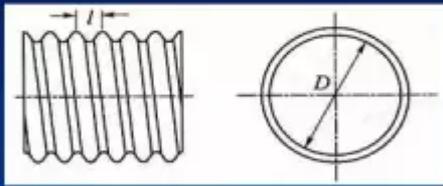


九 发展前景

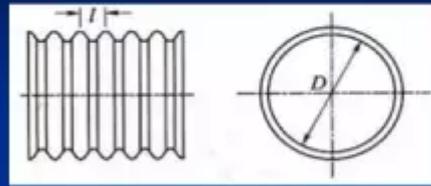
- 我国在“十三五”期间，各行各业都将迎来重大变革，根据国家加深推进改革的相关措施，建筑工程的生产方式必将向构件部品生产工厂化、传统的工程结构创新、转型升级发展，以改善工程建设效率低、能耗大、协调多、征地开采多、环境破坏及污染多、环保恢复多、资源浪费多、现场制作环节多、施工作业人员多、施工手工操作多、质量安全事故多等不利益科学发展的的问题。
- 我国是钢铁产量大国，多年来一直高居世界榜首，钢铁产能严重过剩其产量的增长和科学技术水平的不断提高，为我国发展建筑钢结构建设事业、节约资源、加强资源综合利用需迫切解决的问题，创造了有利条件。
- 综合管廊主要结构采用波纹钢管(板)，作为一种典型的空问结构具有钢结构良好的工作特性，是弥补目前普遍使用混凝土结构缺陷的替代或升级产品。
- 波纹钢结构综合管廊结构形式可根据结构类型、入廊管线种类、受力条件、使用要求、所处环境、波纹钢构造参数等灵活选用，以下不同的典型断面形式可满足不同技术需求的管廊，具有广泛的适用性。随着技术研发的加快推进及成果的推广应用，将带来巨大的经济效益和社会效益，有着广泛的应用发展前景。



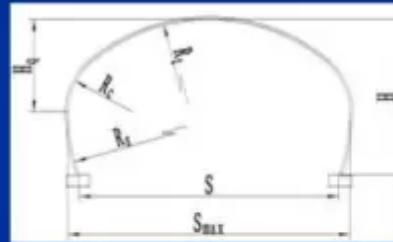
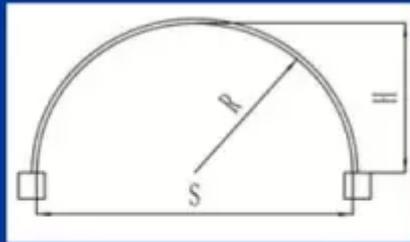
九. 发展前景



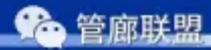
分节整装螺旋形波纹钢圆管
内径可达3.6m



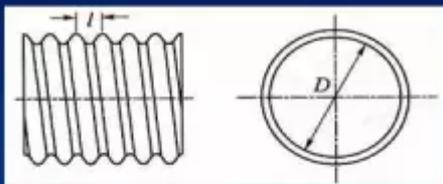
分节整装环形波纹钢圆管
内径可达4.0m



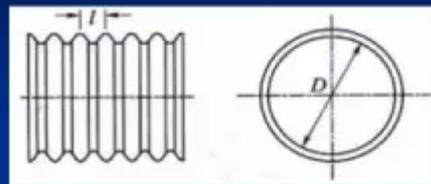
波纹钢板件拼装拱、变曲率弧形拱+下部
防水钢筋混凝土结构，最大跨径可达20.0m



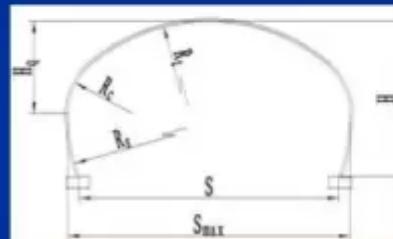
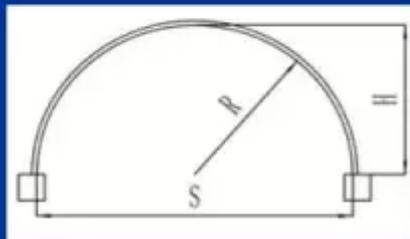
九. 发展前景



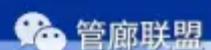
分节整装螺旋形波纹钢圆管
内径可达3.6m



分节整装环形波纹钢圆管
内径可达4.0m



波纹钢板件拼装拱、变曲率弧形拱+下部
防水钢筋混凝土结构，最大跨径可达20.0m

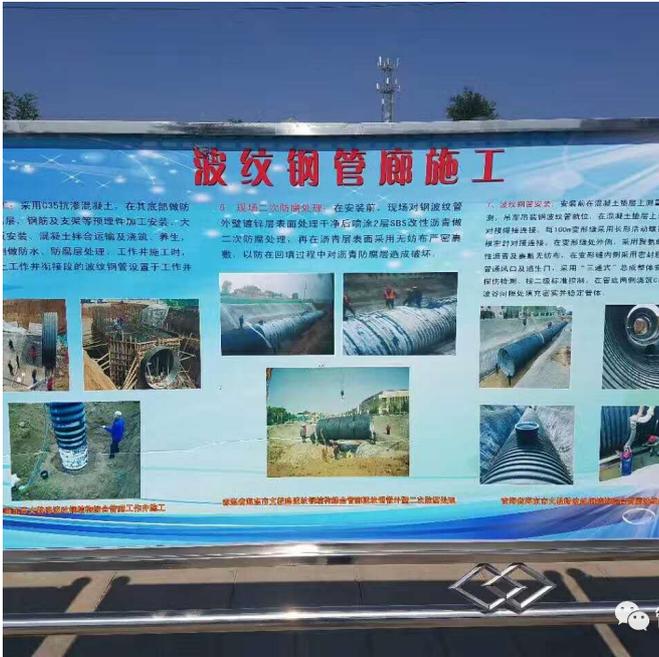


汇报完毕，谢谢大家！

 正平路桥建设股份有限公司

 管廊联盟





关注管廊联盟