

中国交通运输协会团体标准

装配式波纹钢结构技术规程

编制说明

东南大学

衡水奇佳工程材料有限公司

二〇二三年三月

目录

1、 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人.....	1
2、 制定标准的必要性和意义.....	2
3、 主要工作过程.....	4
4、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系.....	5
5、 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述.....	7
6、 重大意见分歧的处理依据和结果.....	8
7、 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外 同类标准水平的对比情况.....	8
8、 作为推荐性标准建议及其理由；	8
9、 贯彻标准的措施建议.....	9
10、 其他应说明的事项.....	9

中国交通运输协会团体标准编制说明的内容

1、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人

目前，在我国交通建设领域，道路桥涵隧道已成为主要构造物之一。根据相关统计，平原地区平均每公里约有 3 座桥涵，其中以钢筋混凝土结构为主，约占桥涵总数的 85%。由钢筋混凝土及圬工结构设计施工技术已基本完善，实际工程中多采用水泥混凝土桥涵，在实践中发现这种结构存在一些缺点，如施工周期长，使用寿命短，使用阶段开裂与基础沉降病害较多等，而且结构在施工过程对自然环境影响较大，钢筋混凝土及圬工结构存在的问题影响后期桥涵结构的安全和交通的正常运行，同时造成道路后期的维护成本的增加，造成不必要的资金浪费。

为解决传统桥涵构造物修建周期长、开裂病害等问题，设计人员往往采用新型结构，目前波纹钢结构替代传统混凝土圬工桥涵比较普遍。钢材具有抗拉、抗压、抗剪性能优越，延性较好，自重轻等优点，波纹钢板结构作为典型的薄壳柔性结构逐渐应用于道路桥涵建设中，尤其是装配式波纹钢结构在节约建筑材料、施工质量控制及提高施工效率等方面有着卓越的表现，其优势具体体现如下：

（1）节约建筑材料。在满足结构受力的前提下，可以减少材料的用量，同时由于结构自重的减轻，可以减少下部基础的工程量。

（2）利于质量控制。波纹钢结构模块本体及连接件在工厂完成生产，严格按照统一的质量管理体系来控制，装配式构件现场安装工艺成熟，可以显著地提高工程质量。

（3）施工效率高。模块化设计及预制装配，流水化作业程度高，可有效缩短工期、大大减少结构物施工的现场作业，对交通的影响也可降到最低。

（4）节能环保。结构模块本体及连接件均已在工厂内制作完成，减少对环境污染较大的混凝土等建筑材料的使用，降低了现场施工对环境的污染，同时降低施工噪音，减少现场物料堆放等。

近年来，我国越来越重视绿色经济和可持续发展，我国作为钢铁大国，钢材产量增长较大，在国家大力提倡低碳经济等重大政策下，势必要扩大钢结构在交通建设领域的应用，铝、钢等金属结构必将逐步取代污染较大的混凝土等圬工结构，装配式波纹钢结构在未来的道路工程建设中有着广阔的应用前景。

当前国内外装配式波纹钢结构应用于道路工程已有大量科研、应用成果，对模块本体和模块连接件的构造、受力性能、设计方法以及施工技术等方面形成了系列技术成果。对装配式波纹钢结构在道路工程中的应用进行凝练总结，形成其涵盖模块构件预制、模块组装、结构施工及质量控制等方面的技术规程，可以为道路工程结构物建设的现代化、绿色化升级转型提供技术支撑。

■**本标准任务来源：**2022 年 5 月 11 日，《中国交通运输协会关于 2022 年度第一批团体标准项目立项的公告》（中交协秘字〔2022〕25 号）依据《中国交通运输协会团体标准管理办法》相关规定，批准立项《装配式波纹钢结构应用技术规程》。本标准由中国交通运输协会牵头组织编制，东南大学和衡水奇佳工程材料有限公司作为主要起草单位，要求立项单位按照 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》《中国交通运输协会团体标准管理办法》《中国交通运输协会团体标准制修订管理导则》要求，做好标准制订工作，确保质量，增强标准规范性、适用性。

■**本标准主要起草单位：**东南大学、衡水奇佳工程材料有限公司

■**本标准协作起草单位：**中交瑞通路桥养护科技有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、山东省交通规划设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、同济大学、陕西中晟科创建设工程有限公司、云南省昆明市交通运输局、西安中交土木科技有限公司、四川省交通运输厅交通勘察设计研究院、中煤西安设计工程有限责任公司、河南省交通规划设计研究院股份有限公司、福州大学、湖南省交通规划勘察设计院有限公司、山西省交通规划勘察设计院有限公司、福建省交通规划设计院有限公司、国家工程橡胶产品质量检验检测中心、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、南平武沙高速公路有限责任公司。

■**本标准主要起草人：**曹海波、陈磊磊、曹宁宁、胡靖、张景利、孙海波、梁养辉、郭伦波、张清照、袁大伟、吴永芳、高山、宋松科、杨进平、段李莉、阙云、傅立新、罗强、滕文刚、屈腾、林光忠、王河山、王新、牟宏霖、李雅梅、王铁映、肖建辉、罗伯婵、高晓佳、张程等。

标准编制计划完成时间为 2023 年 10 月。

2、制定标准的必要性和意义

目前，波纹钢结构在国内外已广泛应用，但总体而言，国内波纹钢结构的应

用起步晚,协会颁布了波纹钢桥梁和涵洞相关的设计施工技术规程及标准图集等团体标准,有些地方颁布了地方标准,但还没有针对装配式波纹钢结构应用进行系统的规定。《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015)中仅对管涵布置、孔径等要求做出一般设计规定,并未阐述钢结构管涵的设计规定;《公路涵洞设计规范》(JTG/T 3365-02—2020)中对涵洞选型、材料选择做出规定,但并未针对波纹钢桥涵结构进行系统性的设计及施工说明;《冷弯波纹钢管》(GB/T 34567-2017)中对波纹钢结构的材料性质做了详细规定,但是缺乏以工程为背景的设计施工方法;《公路工程钢波纹管涵设计与施工技术规程》(DB34/T 2747-2016)、《公路波纹钢涵洞技术规程》(T/CECS G: D66-01-2019)对波纹钢涵洞结构物设计要求、材料选型、基础设计、施工及质量评定进行了规定,但对于波纹钢结构的类型、模块构件技术要求、拼接密封处理以及结构后评估等方面规定待于进一步完善规定。

调研发现,装配式波纹钢结构早期承载力低、结构变形、腐蚀、漏水等问题均有出现,而且目前我国道路工程中装配式波纹钢结构发展迅速,逐渐向大跨径,高填方方向发展,在此背景下,为响应国家绿色经济和可持续发展相关政策,并结合现有波纹钢结构在道路工程领域的应用现状,亟需制定道路工程装配式波纹钢结构技术规程,对装配式波纹钢结构主体模块和连接件设计、装配施工及质量控制等问题进行综合的,系统性的规定,指导道路工程装配式波纹钢结构设计及施工工作,促进装配式波纹钢结构的推广应用,支撑道路工程结构物建设的现代化、绿色化升级转型。

结合国内外研究资料,与传统的钢筋混凝土结构相比,波纹钢结构有如下优点:钢材抗拉、抗压、抗剪强度高,受力性能优越,重量较轻,便于安装和运输;采用工厂批量化生产,无需大规模机械施工,因此生产成本降低,质量得到保证,综合造价较低。与同等规模混凝土涵洞相比,材料费用减小 10%~30%,后期维修加固费用大幅降低;工厂化生产,现场拼装,受环境影响因素少,施工周期短;变形适应性强:对基础要求低,能有效减少施工开挖工作量,能够较好解决不良地区地基不均匀沉降导致的结构开裂破坏问题,变形适应能力强;绿色低碳环保,减少了水泥、砂石、木料等常规材料的用量,能够合理利用弃土,对环境破坏小,有益于保护环境;耐久性能好,表面采用镀锌处理的波纹钢板使用寿命能够达到 50~100 年,而且目前仍有超过 100 年仍在使用的钢波纹管涵;避免错台跳车,

有效避免了桥头刚度差异引起的不均匀沉降问题，提高行车的安全性与舒适度；维修加固便捷，当桥涵达到使用寿命或需提高道路等级时，可在不需要中断交通的情况下采用内部套衬波纹钢结构的方式进行加固，且加固维修成本较低。

从材料与结构和功能的本质关系上分析，采用柔性、高强度的金属波纹钢结构，可以更大程度上分散荷载的应力集中，更好地发挥钢结构的优势，有效解决因地基与基础变形造成工程病害的问题。在多年冻土、软土、膨胀土、湿陷性黄土等不良工程岩土地区及深浅填土路段，利用波纹钢结构修筑道路工程结构物更具有优势。道路的寿命周期和服务水平的变化看，经过防腐处理后的波纹钢结构完全能够使用 100 年。相对于钢筋混凝土结构，钢波纹结构的应用可以大幅度缩短工期，充分体现了建设工期缩短即相对运营时间增加的经济效应，特别是在局部地区如寒冷地区一年中施工期仅 5-6 个月，这样应用钢波纹结构更具有明显的优势。在抢险、保通工程中应用钢波纹结构更能体现其明显的社会效应和经济效益。总之，波纹钢结构应用前景广阔。本标准编制将适用于各等级道路工程结构物及其加固工程中装配式波纹钢结构的应用，标准制订将发挥规范指引作用，为波纹钢结构的推广提供支撑，促进道路工程构造物建设技术的快速发展。

3、主要工作过程

■**立项申请阶段：**根据要求，东南大学与衡水奇佳工程材料有限公司于 2022 年 3 月开始着手成立标准编制工作起草小组，组织标准编制的相关工作。作为主要起草单位，东南大学与衡水奇佳工程材料有限公司在 2021 年下半年就一直积极收集有关本标准的各类信息，在交通运输协会的支持和领导下，最终确定了标准起草工作组的成员单位，成立了标准起草工作组。

随后，标准起草工作组开始了标准编制立项申请，明确任务分工及各阶段进度时间。同时，标准起草工作组认真学习了《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020），结合标准立项申请的要求进行了深入的探讨和研究。

标准起草工作组经过技术调研、咨询，收集、消化有关资料，并结合目前装配式波纹钢结构应用技术发展趋势，以装配式波纹钢结构应用技术相关研究成果及文献资料为主要参考依据，于 2022 年 4 月编写完成了团体标准《装配式波纹钢结构应用技术规程》的立项申请材料。4 月 21 日协会组织行业专家在北京召开

立项审查会议，对标准立项报告进行审核，通过了标准项目的编制申请。

■**工作大纲阶段：**立项申请获批后，起草小组着手编制标准工作大纲的相关工作，拟于 2022 年 6 月底完成工作大纲的编制，7 月 19 日通过工作大纲审查会的的审查，形成正式的标准工作大纲文件。

■**征求意见阶段：**标准起草工作组按照立项审查会议内容，结合编制工作大纲进行认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求意见稿的编制工作，拟于 2023 年 3 月上旬编写完成并提交团体标准《装配式波纹钢结构应用技术规程》的征求意见初稿，参加标准征求意见会议，汇总会议中提出的意见及建议认真分析、理解和总结，根据征求意见稿（草案）审查会议纪要（2023 第 23 期），标准名称调整为《装配式波纹钢结构技术规程》。于 2023 年 3 月底完成标准《装配式波纹钢结构技术规程》的编制工作说明。

根据完成的《装配式波纹钢结构技术规程》团体标准编制意见征求稿，拟于 2023 年 4 月通过以下方式进行广泛征求意见：

- （1）将标准征求意见稿通过行业协会组织专家征求意见。
- （2）将标准征求意见稿向各起草单位发出征求意见。

拟于 2023 年 5 月，将各意见汇总修改后形成完整的征求意见稿并组织专家集中审核。

■**送审稿阶段：**起草工作组对会议收集到的意见进行认真分析和处理，对征求意见稿进行最后修改形成送审稿，拟于 2023 年 6 月底召开送审稿会审会议，对送审稿初稿进行研讨。

■**总校稿阶段：**拟于 2023 年 9 月底结合送审稿审查意见对送审稿进行修改，形成总校稿，报标准主管单位审查。

■**报批稿阶段：**拟于 2023 年 10 月前结合总校稿审查意见对总校稿进行修改、统稿，形成报批稿，提交标准主管单位审查，待审批。

4、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准为中国交通运输协会团体标准，属自愿性标准。

本标准编制遵循“突出重点、有的放矢、科学合理、具备可操作性、与相关规范协调一致后”的原则，在标准编制中严格执行《标准化工作导则 第 1 部分：

标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020），严格控制标准编制质量，并根据立项阶段、工作大纲阶段、征求意见阶段、送审稿阶段、总校稿阶段、报批稿阶段等节点时间控制本标准编制工作进度，确保按期保质完成标准编制工作。

本标准在编制过程中将参照我国已颁布波纹钢结构的相关规范，消化吸收相关条文规定，对模块装配式波纹钢结构的应用进行研讨，对适用性、结构技术要求及安装工艺等进行规定。

相关标准主要有：《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）、《公路圬工桥涵设计规范》（JTG D61-2005）、《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG D63-2007）、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）、《公路涵洞通道用波纹钢管（板）》（JT/T791-2010）、《冷弯波纹钢管》（GB/T 34567-2017）、《公路涵洞设计规范》（JTG/T 3365-02—2020）、《公路波纹钢涵洞技术规程》（T/CECS G: D66-01-2019）、《公路工程钢波纹管涵设计与施工技术规程》（DB34/T 2747-2016）等。

《公路桥涵设计通用规范》对管涵布置、孔径等要求做出一般设计规定，并未阐述钢结构管涵的设计规定；《公路涵洞设计规范》中对涵洞选型、材料选择做出规定，但并未针对波纹钢桥涵结构进行系统性的设计及施工说明；《冷弯波纹钢管》中对波纹钢结构材料性质做了详细规定，但是缺乏以工程为背景的设计施工方法；《公路波纹钢涵洞技术规程》、《公路工程钢波纹管涵设计与施工技术规程》对波纹钢涵洞结构物设计要求、材料选型、基础设计、施工及质量评定进行了规定，但对于波纹钢结构的类型、模块构件技术要求以及拼接密封处理等方面规定待于进一步完善规定。

本标准将针对公路工程结构物及加固工程中装配式波纹钢结构的应用，对装配式波纹钢结构分类、适用条件、结构设计、材料设计、施工、质量检测控制以及后评估等内容进行规定，规范模块装配式波纹钢结构在公路工程中的应用。本标准规定的相关内容与前述相关标准的内容并不重复，将是对现行波纹钢结构设计、施工等相关的法律法规、国家强制性标准、国家推荐性标准、行业标准的一种补充。

5、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

■标准名称：标准名称为“装配式波纹钢结构技术规程”。

■范围：本规程适用于各等级道路工程涵洞、桥梁、隧道内衬及洞口防滑石结构工程及道路结构物加固工程中装配式波纹钢结构的应用，铁路、城市市政综合管沟、引水工程、防风通道等工程可参照执行。。

■规范性引用文件：本标准中引用和参考最新版的国内外先进标准和行业规范，以充分保证本标准条款的可依性和可行性。

■术语和符号：本标准突出装配式波纹钢结构应用过程中涉及的专业术语进行进行定义和解释。

■基本规定：规定装配式波纹钢结构应用的基本原则、应用装配式波纹钢结构的建设信息收集、适用性分析、结构设计、安装施工、质量控制及后评价的工作流程。

■装配式波纹钢结构分类及适用条件：规定装配式波纹钢结构分类，对不同类型装配式波纹钢结构的适用性进行规定，结合交通、荷载、环境以及施工便利性等因素推荐装配式波纹钢结构的适用条件。

■装配式波纹钢结构设计：对不同类型装配式波纹钢结构的模块主体结构设计方法、计算指标以及技术要求进行规定；对不同类型装配式波纹钢结构的连接件设计方法以及技术要求进行规定，重点规定连接与节点处的密封设计相关要求；对不同类型装配式波纹钢结构的基础设计及要求进行规定。

■装配式波纹钢材材料：规定不同类型装配式波纹钢结构所采用的材料类型及不同材料的适用条件；规定不同类型装配式波纹钢结构对钢材、防腐蚀材料、密封材料以及辅助材料的技术要求。

■装配式波纹钢结构施工：规定不同类型装配式波纹钢结构的安装及施工工艺；规定不同类型装配式波纹钢结构的施工准备以及基础施工；规定不同类型装配式波纹钢结构的主体安装施工相关技术要求。

■装配式波纹钢结构质量控制：规定不同类型装配式波纹钢结构质量控制要求；规定不同类型装配式波纹钢结构质量检测相关技术指标、检测方法及要求。

■装配式波纹钢结构应用后评价：规定装配式波纹钢结构服役性能的跟踪及

后评估工作，进行技术及经济性分析。

具体标准条文内容可见《装配式波纹钢结构技术规程（征求意见稿）》。

以上技术内容中的重难点问题有：

（1）装配式钢波纹结构模块连接件密封技术成果，需结合装配式波纹钢结构的不同有针对性提出连接处密封效果评价指标及标准；

（2）结合目前国内外常用的波纹钢结构防腐措施种类及实施效果，提出防腐效果评价指标及标准，推荐适宜的波纹钢防腐处治措施。

6、重大意见分歧的处理依据和结果

无

7、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

未涉及相关国际标准。

制定过程中未查到同类国际标准。

主要参考现有国家、行业、地方、团体标准或技术指南，如《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）、《公路圬工桥涵设计规范》（JTG D61-2005）、《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG D63-2007）、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）、《公路涵洞通道用波纹钢管（板）》（JT/T791-2010）、《冷弯波纹钢管》（GB/T 34567-2017）、《公路涵洞设计规范》（JTG/T 3365-02—2020）、《公路波纹钢涵洞技术规程》（T/CECS G: D66-01-2019）、《公路工程钢波纹管涵设计与施工技术规程》（DB34/T 2747-2016）等。

本标准的总体技术水平属于国内领先水平。

8、作为推荐性标准建议及其理由；

建议团体标准《装配式波纹钢结构技术规程》作为推荐性标准颁布实施。

推荐理由：

装配式波纹钢结构早期承载力低、结构变形、腐蚀、漏水等问题均有出现，而且目前我国交通基础设施建设中装配式波纹钢结构发展迅速，逐渐向大跨径，

高填方方向发展，在此背景下，为响应国家绿色经济和可持续发展相关政策，并结合现有波纹钢结构在交通基础设施工程领域的应用现状，亟需制定装配式波纹钢结构技术规程。本标准将对装配式波纹钢结构主体模块和连接件设计、装配施工及质量控制等问题进行综合的，系统性的规定，指导装配式波纹钢结构设计及施工工作，促进装配式波纹钢结构的推广应用，支撑交通基础设施结构物建设的现代化、绿色化升级转型。因此，建议团体标准《装配式波纹钢结构技术规程》作为推荐性标准颁布实施。

9、贯彻标准的措施建议

建议本标准在批准发布 3 个月后实施。

本标准发布后，应向交通基础设施管理、设计、施工等单位进行宣传、贯彻，向所有从事交通基础设施设计、管理工作的相关单位和个人推荐执行本标准。

10、其他应说明的事项

无