

公路非对称斜拉桥设计与施工技术 规范 编制说明

标准起草组

二〇二三年十一月

目 录

一. 工作简况	1
1 任务来源	1
2 制定标准的必要性和意义	1
二. 制定标准的原则和依据, 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	6
1 编写原则	6
2 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	6
三. 主要条款的说明, 主要技术指标、参数的论述	6
1 主要内容	6
2 主要内容的解释和说明	8
四. 重大分歧意见的处理经过和依据	10
五. 采用国际标准和国外先进标准的情况, 与国际、国内同类标准水平的对比情况	10
六. 国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议	10
七. 贯彻标准的要求和措施建议	10
八. 废止现行有关标准的建议	10
九. 其他应予说明的事项	11

一. 工作简况

1 任务来源

近年来，我国斜拉桥建造技术迅速发展，相继建设了一大批跨越大江大河甚至跨越海湾的具有世界先进水平和影响力的大跨度、型式各异的斜拉桥，积累了大量设计、施工与工程管理经验。基于我国不同行业及部门各自特点，已颁布了公路斜拉桥设计规范等相关国家标准和行业标准。在当前所使用的桥梁设计与施工标准体系当中，虽然可以对常规斜拉桥设计需求形成满足，然而存在很多复杂的斜拉桥结构体系以及技术方面的难点问题，导致现行的标准无法完全涵盖。

为适应公路非对称斜拉桥建设技术的发展，规范其设计与施工标准化，使其符合国家的技术经济政策，做到技术先进、安全可靠、适用耐久、经济合理、可持续发展、保护环境的要求，制定本规范具有非常重要的意义。

本标准由中国交通运输协会牵头组织编制，中铁二十局集团有限公司作为主要起草单位，邀请西南交通大学、中铁二院工程集团有限责任公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司等单位参与编制工作，计划完成时间为 2024 年 2 月。

本标准负责起草单位：中铁二十局集团有限公司

本标准参加起草单位：西南交通大学、中铁二院工程集团有限责任公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

本标准主要起草人：

2 制定标准的必要性和意义

斜拉桥是由塔、梁、拉索三种基本构件组成的缆索承重体系。它是以加劲梁受压密索或受弯稀索为主，桥塔受压为主及斜索受拉的桥梁。斜拉桥常见的布置形式包括：独塔单跨式、独塔双跨式、双塔三跨式和多塔多跨式。通常可以根据斜拉桥立面布置形式将斜拉桥分为对称布置的斜拉桥和非对称布置的斜拉桥。非对称斜拉桥可分为索塔非对称布置斜拉桥（如：高低双塔斜拉桥、斜单塔斜拉桥）

和拉索非对称布置斜拉桥（如：斜双塔斜拉桥、独塔非对称斜拉桥）。

斜拉桥的边中跨比通常需要结合主梁结构受力、通航要求、地质条件等进行综合确定，在国内外已建成的斜拉桥中，结构完全对称的斜拉桥所占比例相对较小。非对称斜拉桥广泛应用于单塔斜拉桥，一般情况下斜拉桥混合梁大多使用非对称斜拉桥。大跨侧一般采用较轻的钢箱梁或钢混组合梁，小跨侧多采用混凝土梁，可以起到压重的作用，增加主跨跨度。非对称斜拉桥由于左右侧索角不同，索力不对称，主跨侧索角较小，副跨和边跨索力较大。非对称斜拉桥主跨活载大于副跨和边跨活载。因此，不对称斜拉桥的主塔在成桥状态下一般向副跨一侧倾斜，当斜拉桥承受汽车活荷载时，主塔则是垂直的，而对称的斜拉桥要求主塔在恒载的作用下保持自然垂直。不对称布置时端部锚索可设置在主梁支点处，小跨侧设置压重使得与主跨平衡。端锚索的存在会使非对称斜拉桥的主跨径有更长的无索区。斜拉桥不对称布置，在很大程度上可以节约材料，降低成本，由于在经济性和美学方面可能要比普通斜拉桥有更好的效果，因此非对称斜拉桥被广泛使用。

对称布置的斜拉桥是主塔两侧恒载相等，拉索对称布置，设计及施工过程中索力调节简单，塔梁线形容易控制，施工相对方便。当斜拉桥非对称特征不显著时，斜拉桥索塔两侧主梁的变形和受力规律无显著差异。对于立面存在显著非对称特征的非对称斜拉桥，外荷载作用下索塔两侧主梁的变形和受力规律存在显著差异。桥梁建设中存在成桥阶段及施工阶段边中跨竖向荷载不平衡问题、水平推力不平衡问题、纵桥向位移及约束内力问题等，桥梁上部结构复杂、工艺技术难度较大，应对其合理的结构体系及其力学性能进行深入研究。

本规范注重落实新发展理念和交通强国建设纲要，对标桥梁工程先进水平，充分吸纳国内外非对称斜拉桥设计和施工中的先进研究成果和实际工程经验，充分考虑当前的设计、施工与控制的技术水平及未来的发展趋势，针对立面存在显著非对称特征的非对称斜拉桥应用中的共性问题，总结建设经验，阐释关键技术和关键工艺，推广新技术应用与管理方法，具有较强的现实指导作用。

随着斜拉桥分析理论及计算方法的不断成熟与发展，斜拉桥的结构体系也越来越丰富与完善。为了因地制宜，便于施工，不对称斜拉桥的修建也越来越多。不对称斜拉桥广泛应用于独塔斜拉桥，其桥跨呈不对称形态设计，并且其两侧的

斜拉索也呈不对称布置，需要综合考虑其结构力学特性、经济性和地质情况以及通航要求。

斜拉桥的边中跨径比对结构整体刚度的分布具有重要影响。国内外已建成的斜拉桥统计结果表明：独塔斜拉桥边中跨比范围从 0.3 到 1.0 不等，而双塔斜拉桥的边中跨比在 0.3 至 0.8 之间。现行《公路斜拉桥设计规范》中斜拉桥总体布置原则规定“独塔斜拉桥的边中跨比宜为 0.5~1.0，双塔斜拉桥的边中跨比宜为 0.3~0.5”。边中跨比过小时可能会导致边跨支座出现负反力；边中跨比过大时则使边跨受力显著加大，边跨斜拉索较长、刚度较小，边跨对桥塔的锚固作用减小，从而中跨刚度相应减小、受力劣化。不同体系斜拉桥成桥状态及施工阶段的边中跨不平衡水平推力的平衡机理有所不同，其中自锚体系的不平衡水平推力主要由桥塔承担，而有地锚的体系则主要由地锚承担，桥塔承担部分较小。

国内外针对非对称斜拉桥的设计理论及方法已开展了不少研究，包括体系、参数、特征构件、概念设计、经济性以及结构优化等，但国内外均没有针对非对称特征非常显著的斜拉桥（如：独塔斜拉桥边中跨比小于 0.5，双塔斜拉桥边中跨比小于 0.3）颁布设计与施工标准。

2020 年 4 月交通运输部发布《公路斜拉桥设计规范》（JTG/T 3365-01-2020），作为公路工程行业推荐性标准，自 2020 年 8 月 1 日起施行。该规范的适用范围及涵盖的结构体系、形式、构造是在充分吸收国内外工程实践和先进研究成果的基础上，综合考虑了各方面的技术成熟性，普遍适用于目前常规斜拉桥的设计。该规范结合已建斜拉桥的实际应用情况，总结得出普适性的总体布置及基本参数选用原则，提出的参数范围适用于一般情况。对于特殊条件下的斜拉桥，需要根据具体环境条件情况，通过合理的结构布置适当调整。2020 年 12 月国家铁路局发布《铁路斜拉桥设计规范》（TB 10095-2020），较系统总结了近年来我国铁路斜拉桥建设运营实践经验，全面吸纳车桥耦合分析、轨道形位控制、抗震抗风设计和新材料应用等科技创新成果，规范和统一了铁路斜拉桥关键技术参数和主要设计原则。

公路非对称斜拉桥结构总体力学行为及局部构造特征具有特殊性，其设计与施工方法不完全同于常规的斜拉桥。总结国内外非对称斜拉桥设计和施工中的先进成果与经验，结合国家、行业、协会、地方等标准分类制定特点，针对公路非

对称斜拉桥建设，研究制定相应规范，具有创新性、新颖性及实用性。

桥梁结构设计与施工标准包含国家标准、行业标准等。《公路非对称斜拉桥设计与施工规范》包括：公路非对称斜拉桥的常用材料、作用、总体设计、构造设计、施工技术及施工监控，与《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-01-2015）《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64-2015）《公路斜拉桥设计规范》（JTG/T 3365-01-2020）《公路钢混组合桥梁设计与施工规范》（JTG/T D64-01-2015）《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）《城市桥梁工程施工与质量验收规范》（CJJ2-2008）等，共同形成了公路和市政工程斜拉桥设计与施工标准体系。

《公路非对称斜拉桥设计与施工技术规范》以规范和指导公路非对称斜拉桥设计与施工为目标，旨在体现全寿命周期设计理念与思想，并通过规范施工实现。本规范充分考虑了与其他标准的比较、协调及衔接，以国内外工程实践和先进研究成果为依托，根据我国公路和市政工程非对称斜拉桥建设的现状以及实际特点，以内容全面、分类指导、重点突出、简单适用为基本原则，广泛征求意见，具有清晰明确的定位，对进一步提升公路和市政工程非对称钢混组合梁斜拉桥设计与施工工作，具有较强的指导作用。

3 主要工作过程

起草工作阶段：

根据要求，中国交通运输协会于 2021 年 10 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，中铁二十局集团有限公司在 2021 年下半年一直积极收集有关本标准的各类资料，与西南交通大学紧密联系协同工作，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、计划大纲编写，明确任务分工及各阶段进度时间。同时，标准起草工作组成员认真学习了 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》，结合标准制定工作程序的各个环节，进行了探讨和研究。

标准起草工作组经过技术调研、咨询，收集、消化有关资料，并结合非对称斜拉桥结构特点、施工方法和应用技术发展趋势，以公路非对称斜拉桥设计及施工技术为主要参考依据，于 2021 年 11 月底编写完成了团体标准《非对称钢混组合梁斜拉桥建设技术规范》的立项申请材料。12 月 13 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，并提出对标准名称进行合理的修改，确定本标准的编制名称为《公路非对称斜拉桥设计与施工规范》，使本标准主题更加突出。

立项申请获批后，起草小组加快标准编制工作节奏，着手编制标准工作大纲和编制意见草稿的相关工作。编制工作大纲草案稿通过微信、邮件等方式提交给参编单位和协会专家分别审核，综合了多方意见，确定了标准起草编制的总体计划内容，形成了正式的标准工作大纲文件。

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，于 2022 年 4 月底编写完成了团体标准《公路非对称斜拉桥设计与施工规范》的工作大纲征求意见初稿。2022 年 5 月，交通运输协会在北京组织了团体标准编制工作大纲及标准意见草稿审查会议，与会专家通过会审肯定了标准编制工作大纲的内容，并对标准意见草稿的内容条款及技术规范进行了逐条研讨，对标准制定中遇到的相关问题进行了辅导，明确了标准征求意见稿的主要内容。

会后标准起草工作组按照意见草稿审查会议内容，对草稿提出的意见、建议进行了认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求意见稿的编制以及试验项目的完善工作，于 2023 年 8 月初完成了标准《公路非对称斜拉桥设计与施工规范》的编制工作说明。

征求意见阶段：

标准起草工作组 2023 年 9 月初前完成《公路非对称斜拉桥设计与施工技术规范》团体标准编制意见征求稿，9-11 月份，通过以下方式进行广泛征求意见：

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

到 2023 年 12 月，将各意见汇总修改后形成完整的标准编制说明和征求意见稿，根据流程 12 月下旬再组织专家集中审核。

审查阶段：

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，形成标准送审稿初稿，将 2023 年 12 月召开送审稿会审会议，对送审稿初稿进行研讨，会后根据会议研讨意见对标准进行完善，于 2024 年 1 月形成送审稿，报标准主管单位审查。

二．制定标准的原则和依据，与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

1 编写原则

编写规则：规范编写工作流程、程序，严格按照《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》执行。规范编写的原则、结构和体例符合国家标准 GB/T 1.1-2020《标准化导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求。

标准内容：就公路非对称斜拉桥设计与施工技术进行规定。

2 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准与相关法律、法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

三．主要条款的说明，主要技术指标、参数的论述

1 主要内容

本规范根据公路非对称斜拉桥结构及受力特点，从材料、局部构造、组成构件、结构体系 4 个层次对该类桥梁的设计、施工 2 个方面分别制定相关技术规范；标准的制定具有科学合理、实用性（可操作性）强、针对性强的特点；规范的技术内容不与现行桥梁设计及施工规范（标准）存在冲突。

包括以下章节内容：

- 范围
- 术语
- 材料
 - 混凝土
 - 钢材
 - 斜拉索
 - 防护材料
- 作用
 - 一般规定
 - 荷载作用
 - 荷载组合
- 总体设计
 - 一般规定
 - 基本结构体系
 - 景观设计
- 构造设计
 - 一般规定
 - 主梁构造
 - 索塔构造
 - 斜拉索构造
 - 斜拉索锚固系统构造
 - 地锚结构构造
 - 附属工程构造
- 结构分析计算
 - 一般规定
 - 成桥状态静力计算
 - 施工阶段分析
 - 结构稳定分析
 - 动力分析

■ 施工技术

一般规定

主梁施工技术

索塔施工技术

斜拉索安装技术

锚固结构施工技术

临时设施施工技术

■ 施工监控

一般规定

监控内容

2 主要内容的解释和说明

标准名称：标准名称为“公路非对称斜拉桥设计与施工技术规范”。

应用范围：

本文件适用于新建和改建各等级公路跨径在 300m 以下的,边主跨比小于 0.6 的独塔非对称斜拉桥, 以及边中跨比小于 0.4 的双塔非对称斜拉桥设计与施工, 市政工程参照执行。

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：对公路非对称斜拉桥通用及专用术语进行定义和解释

■ 材料：包括混凝土、钢材、斜拉索材料及防护材料

规定了公路非对称斜拉桥主梁及索塔结构对混凝土材料要求

规定了公路非对称斜拉桥主梁及索塔结构对钢材要求

规定了公路非对称斜拉桥斜拉索材料要求

规定了公路非对称斜拉桥防护材料要求

■ 作用

一般规定：对公路非对称斜拉桥设计中采用的结构重要性系数、荷载作用分类及其组合等进行规定。

荷载作用：规定公路非对称斜拉桥设计中主要荷载作用。

荷载组合：规定公路非对称斜拉桥设计中主要荷载组合。

■ 总体设计

一般规定：规定公路非对称斜拉桥总体设计原则。

基本结构体系：规定公路非对称斜拉桥基本结构体系。

景观设计：对公路非对称斜拉桥景观设计提出要求。

■ 构造设计

一般规定：规定公路非对称斜拉桥构造设计原则。

主梁构造：规定主梁构造设计原则和要求。

索塔构造：规定索塔构造设计原则和要求。

斜拉索构造：规定斜拉索构造设计原则和要求。

斜拉索锚固系统构造：规定斜拉索锚固系统构造设计原则和要求。

地锚结构构造：规定地锚结构构造设计原则和要求。

附属工程构造：规定附属工程构造设计原则和要求。

■ 结构分析计算

一般规定：规定公路非对称斜拉桥结构分析计算原则和方法。

成桥状态静力计算：规定公路非对称斜拉桥成桥状态静力计算内容及方法。

施工阶段分析：规定公路非对称斜拉桥施工阶段分析内容及方法。

结构稳定分析：规定公路非对称斜拉桥稳定分析内容及方法。

动力分析：规定公路非对称斜拉桥动力分析内容及方法。

■ 施工技术

一般规定：规定公路非对称斜拉桥施工方法及要求。

主梁施工技术：规定公路非对称斜拉桥主梁施工方法及措施。

索塔施工技术：规定公路非对称斜拉桥索塔施工方法及措施。

斜拉索安装技术：规定公路非对称斜拉桥斜拉索施工方法及措施。

锚固结构施工技术：规定公路非对称斜拉桥锚固结构施工方法及措施。

临时设施施工技术：规定公路非对称斜拉桥临时设施施工方法及措施。

■ 施工监控

一般规定：规定公路非对称斜拉桥施工监控基本原则及要求。

监控内容：规定公路非对称斜拉桥施工监控内容及方法。

四. 重大分歧意见的处理经过和依据

无

五. 采用国际标准和国外先进标准的情况，与国际、国内同类标准水平的对比情况

没有涉及到相关国际标准。

在制定过程中未查到同类国际标准。

主要参考 JTG/T3365、JTG D64、JTG / T D64 及 JTG/T 3651。

本标准的总体技术水平属于国内领先水平。

六. 国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

建议团体标准《公路非对称斜拉桥设计与施工技术规范》作为推荐性标准颁布实施。

七. 贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布 3 个月后实施。

本标准发布后，应向公路非对称斜拉桥设计、施工等相关单位进行宣传、贯彻，向相关单位和个人推荐执行本标准。

八. 废止现行有关标准的建议

无

九．其他应予说明的事项

无

标准起草工作组

2023 年 11 月 1 日