

《GN500 不锈钢波形梁护栏技术规程》

团体标准编制说明

标准编制组

二〇二四年五月

目 录

一、工作概况	1
二、主要技术内容	5
三、编制原则	5
四、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果 .	6
五、采用国际标准的程度及水平的简要说明	9
六、重大分歧意见的处理经过和依据	9
七、其他应予以说明的事项	9

一、工作概况

1、任务来源

改革开放以来，我国公路建设和运输事业发展迅速，特别是上世纪90年代以来，我国高速公路得到了飞速发展。“十三五”时期，我国公路交通保持了较为平稳的发展态势，发展水平跃上新的大台阶，全国公路总里程接近520万公里，高速公路通车里程达到16.1万公里。“十四五”时期，对公路交通发展提出了新的更高要求，继续发挥公路交通先行引领和基础保障作用，更加注重安全保障和绿色发展，进一步推动公路交通高质量发展。同时我国生态文明建设进入以降碳为重点战略方向全面绿色转型，实现生态质量改善由量到质变的关键时期。

公路基础设施建设和养护对材料、能源消耗投入量大，是公路交通运输行业绿色低碳转型的重要领域。《交通强国建设纲要》要求强化节能减排和污染防治，公路护栏作为公路安全防护设施的代表，是公路基础设施的重要组成部分。公路护栏按照《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81）设计，该规范强调以主动引导为主，被动防护为辅，尽量少设置护栏的使用，在满足安全和使用功能的条件下，应积极推广使用可靠的新技术、新材料、新工艺、新产品。我国公路上使用最为广泛的是波形梁钢护栏，标准规范推荐的波形梁护栏以Q235钢材作为主要受力构件。

随着新设计规范的实施，护栏防护等级相比以往设置有了较大程度的提高，结合新建改扩建工程、养护大修工程、精细化提升行动、生命安全防护工程以及相关专项行动需求，我国每年因设置波形梁护栏消耗的钢材保守估计超过300万吨，约占我国粗钢产量的3%。根据国家公路网规划，预估在未来的道路建设与运营路段维护中，我国Q235钢护栏产品的消耗量将呈逐年上升趋势，我国钢铁行业吨钢二氧化碳排放量约为1.7~1.8t，公路护栏造成的碳排放量并不能忽略，需要从节约能源或降低能源消耗、减少碳排放等方面进行绿色化提升。

国内外多家单位已陆续开展高强钢护栏的研发，采用力学性能更优的低合金高强度钢全部或部分代替Q235普通碳素结构钢，在同等防护等级的条件下，可降低钢材的使用量，降低碳的排放量及炼钢中标准煤的使用量，同时降低材料运输成本和运输车辆尾气的排放量。由于Q235钢和低合金高强度钢均不具备自防腐能力，均需二次防腐处理。

我国公路波形梁护栏钢材二次防腐处理方式上除极少部分地区使用热浸镀铝、

直接喷涂或浸塑外，其他绝大部分地区均使用热浸镀锌或热浸镀锌+有机涂层（喷塑或浸塑）的金属防腐处理方式。热浸镀锌工艺具有以下两个特点：一是热浸镀锌操作温度高，会降低部分护栏构件的机械强度；二是工作环境差，污染严重。护栏构件热浸镀锌过程是在高温下进行，溶剂烘干和待镀工件浸锌入池时会析出强烈刺激性的氯化氢气体；锌池长时间处于高温下，锌池表面产生锌蒸气，整个工作环境的气氛恶劣。目前虽然对热浸镀锌生产有一定的环保要求但部分私营企业仍采用燃煤的反射加热炉进行热浸镀锌生产，向大气中排放大量含有SO₂、CO₂、CO和粉尘的烟雾，造成严重的大气污染，其热浸镀锌前的前处理工艺也势必产生大量弱腐蚀性污水带来严重的环境污染。近几年而能够达到排放及污水处理要求的热浸镀锌企业较少，随之带来的问题是热浸镀锌价格年年攀升，镀锌企业待处理产品积压排队的现象严重，同时也给公路交通安全设施施工和交通组织带来较大压力。

此外，波形梁护栏采用的Q235牌号钢材屈服强度在235MPa以上，抗拉强度在370MPa以上，断后伸长率在26%以上。已研发的高强钢护栏采用低合金钢强度钢的屈服强度能达到600MPa以上，抗拉强度达到700MPa以上，但其断后延伸率通常降低到20%以内。也就是说，普通低碳钢和低合金高强度钢随着强度的增加存在变脆的趋势。对于成本与JTG/T D81-2017细则推荐同级别的波形梁钢护栏相当的高强钢护栏，由于其材料韧性相对较差，防护等级较低的护栏结构在较高防护等级条件碰撞下，可能发生脆断，存在插入车体的可能。虽然采用高强钢通过厚度减薄的手段来代替Q235钢可降低护栏的重量和材料成本，但其以牺牲护栏的安全裕度来实现的。因此，有必要探寻一种具有自防腐能力的高强高韧材料用于公路护栏的设计，以解决护栏因二次防腐造成的污染问题，并协调护栏轻质与高效的矛盾。

不锈钢便是一种无需二次防腐的钢材，其材料简单意义就是不容易生锈的钢铁，实际上一部分不锈钢，既有不锈性，又有耐酸性（耐蚀性），具有自防腐能力。这种不锈性和耐蚀性是相对的。试验表明，钢在大气、水等弱介质中和硝酸等氧化性介质中，其耐蚀性随钢中铬含量的增加而提高，当铬含量达到一定的百分比时，钢的耐蚀性发生突变，即从易生锈到不易生锈，从不耐蚀到耐腐蚀。在早几年我国热浸镀锌工艺价格较低的时期，不锈钢因价格方面原因与热浸镀锌没有较多的竞争优势，随着我国环保愿景要求和治理力度的逐年提高，热浸镀锌工艺已逐渐失去价格优势，不锈钢这种排放低污染小的工艺将具有更加广阔的应用市场。

GN500不锈钢作为近几年改良较为成功奥氏体不锈钢的代表，兼具高强高韧的

特性，且防腐能力优异。GN500不锈钢波形梁护栏已按照《公路护栏安全性能评价标准》（JTGB05-01）要求通过SB级（四级）实车足尺碰撞试验验证，取得了具有CMA资质和CNAS认可证书检测单位出具的检测报告，可在实际工程中进行推广应用。

GN500不锈钢波形梁护栏是使用一种全新材料研发的护栏产品，国内尚未规范标准与之完全对应。比如，《公路交通安全设施设计规范》（JTGD81）和《公路交通安全设施设计细则》（JTGT D81）对公路护栏的设置原则、防护等级选取、护栏形式选取等进行了规定，但未对采用新材料的护栏的细化设计做规定；《公路交通安全设施施工技术规范》（JTGT 3671-2021）和《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTGF80/1-2017）分别对护栏的施工和检验评定做了相关规定，但未对采用新材料的护栏进行更细致的规定。GN500不锈钢波形梁护栏与GB/T 31439.1和GB/T 31439.2规定的波形梁护栏在结构、材料、防腐处理方式等方面存在显著差异。因此，《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》制定非常必要。

总体而言，《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》是《公路护栏安全性能评价标准》（JTGB05-01）、《公路交通安全设施设计规范》（JTGD81）、《公路交通安全设施设计细则》（JTGT D81）和《公路交通安全设施施工技术规范》（JTGT 3671-2021）、《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTGF80/1-2017）的下位标准，是GB/T 31439.1和GB/T 31439.2的补充。《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》的实施，可为行业推广使用安全、可靠、绿色的不锈钢公路护栏提供技术支撑，为推动路域经济高质量发展，为促进交通运输绿色低碳转型，实现碳达峰、碳中和做出积极贡献。

2、协作单位及主要起草人

本标准于2024年由中国技术市场协会交通运输专业委员会提出并归口，由北京中交华安科技有限公司、冠众中企（上海）经济发展有限公司和重庆交通大学主编，并由福州大学、中交公路规划设计院有限公司、西南交通大学、北京捷路通科技开发有限公司、同济大学、广西北港新材料有限公司、中铁长江交通设计集团有限公司、黑龙江省交通规划设计研究院集团有限公司、安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司、贵州省交通规划勘察设计研究院有限公司、中交路桥建设有限公司、四川路桥建设集团股份有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、广西广路实业投资集团有限公司、广西路桥工程集团有限公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、天津城建设计院有限公司、中交第二航务工程局有限公司、

中交第二公路工程局集团有限公司、中国铁建大桥工程局集团有限公司、保利长大工程有限公司、山东高速路桥集团股份有限公司共同参与编制。主要起草人为张宏松、陈宜言、王仁贵、庄卫林、杨志刚、冯瑞胜、张宏超、王成虎、钟连德、申林林、段廷亮、潘料庭、吴清海、陈奉民、陈柯、吴志刚、杨健、卢冠楠、卢伟、尹东升、蒋赣猷、韩玉、王槐勇、廖玲、郑谧；并由刘家镇、王太、陈宗伟、周志伟、赵君黎、辛国树、蒋彬北、马保龙等权威专家进行了审查。

3、工作过程

2024年3月，由中国技术市场协会交通运输专业委员会提出，通过立项及大纲评审，启动了《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》团体标准的制定工作，成立了标准编制组，开始着手《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》标准的起草工作，预计于2024年5月完成征求意见稿，具体工作过程如下。

1) 标准调研、验证阶段（2024年1月~2024年2月）

2024年1月~2024年2月，明确工作后立即成立了编制组，邀请行业内优秀企业及相关的设计、使用单位参与，对GN500不锈钢波形梁护栏技术进行了充分研究，结合已有的研究基础和工程项目实施经验，对该技术提出了相应改进意见，并就该技术的国内外相关技术标准进行了充分的调研，在充分吸收现有GN500不锈钢波形梁护栏的基础上对该项技术进行了详细补充和完善。

2) 标准初稿起草阶段（2024年3月~2024年4月）

2024年3月，起草组完成标准初稿，经归口单位审阅，并与起草组进行了标准开题论证会，编制组开始分析整理试验数据，完成了桥梁固结扩盘桩相关技术、准备资料的收集整理，完成了《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》的编制大纲资料初稿，并召开立项评审会及标准编制大纲评审会。编制组根据专家意见，对标准工作组草案进行修订，进一步完善了该系列产品的应用技术。

3) 征求意见稿起草阶段（2024年5月~2024年6月）

2024年5月，在充分调研和分析总结的基础上，编制组在标准初稿的基础上确定标准的各项技术指标，经过讨论和改进，完成征求意见稿，并将于2024年5月进行公开征求社会意见。

4) 送审稿起草阶段（2024年7月~2024年11月）

计划于2024年7月~2024年11月，根据意见汇总和处理情况，重新对

《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》进行修订，完成标准送审稿，于2023年11月召开标准送审稿审查会。

5) 报批稿起草阶段（2024年12月）

计划于2023年12月，根据标准送审稿审查会各位专家意见，对《GN500不锈钢波形梁护栏技术规程》修订，完成标准报批稿，于2024年12月提交归口单位，进行报批。

二、主要技术内容

本标准旨在以国内外相关标准规范为基础，总结波形梁护栏的相关研究经验和成果，结合GN500不锈钢波形梁护栏的加工、设计、施工、验收特点，进行相关研究和探索，明确了相关技术要求和指标。

本标准主要参照JTG/T D81、JTG F80/1、JTG/T 3671等内容进行编制，主要对GN500不锈钢波形梁护栏的分类和组成、加工要求、设计要求、施工要求和验收要求进行了相关规定。明确了GN500不锈钢波形梁护栏的加工、设计、施工和验收的性能指标，为GN500不锈钢波形梁护栏实际应用提供了参考依据。包括以下章节内容：总则、规范性引用文件、术语和符号、组成和护栏设计代号、加工要求、设计要求、施工要求与验收要求、附录A（资料性附录）结构设计图。

三、编制原则

1、认真贯彻国家有关法律法规和方针政策。标准中的所有规定，均不得与现行法律和法规相违背。

2、充分考虑使用要求，并兼顾全社会的综合效益。满足使用要求是制定标准的重要目的，在考虑使用要求的同时，也应兼顾全社会的利益。

3、合理利用国家资源，推广先进技术成果，在符合使用要求的情况下，有利于标准对象的简化、择优、通用和互换，做到技术上先进、经济上合理。

4、相关标准要协调配套。制定标准要考虑有利于标准体系的建立和不断完善。这样才能保证生产的正常进行和标准的有效实施。

5、积极采用国际标准和国外先进标准，有利于促进对外经济技术合作和发展对外贸易，有利于我国标准化与国际接轨。

四、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果

1、主要实验（验证）的分析

根据现行《公路护栏安全性能评价标准》（JTG B05-01—2013）SB级（四级）的试验碰撞条件（如表1），对其进行了小型客车、中型客车和大型货车的实车足尺碰撞试验。

表1 SB级实车足尺碰撞标准试验条件

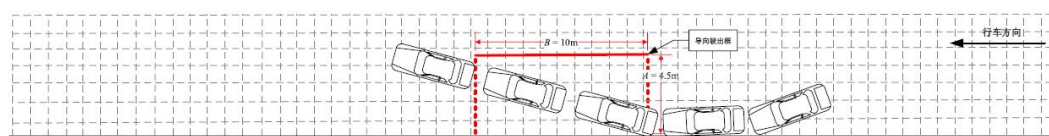
试验等级	试验条件及允许偏差				
	车辆类型	车辆重量 (t)	车辆速度 (km/h)	碰撞角度 (°)	碰撞能量 (kJ)
SB级（四级）	小型客车	1.5 (-0.075~0)	100 (0~+4)	20 (-1.0~+1.5)	—
	中型客车	10 (0~+0.3)	80 (0~+4)	20 (-1.0~+1.5)	≥280
	大型货车	18 (0~+0.5)	60 (0~+4)	20 (-1.0~+1.5)	≥280

实际试验碰撞条件如下表所示。

表2 实际试验碰撞条件

试验等级	试验条件				
	车辆类型	车辆重量 (t)	车辆速度 (km/h)	碰撞角度 (°)	碰撞能量 (kJ)
SB级 (四级)	小型客车	1.43	101.20	20.8	—
	中型客车	10.07	81.25	20.7	312.6
	大型货车	18.11	60.82	20.1	305.2

车辆碰撞护栏的允许轨迹如图1~图3所示。

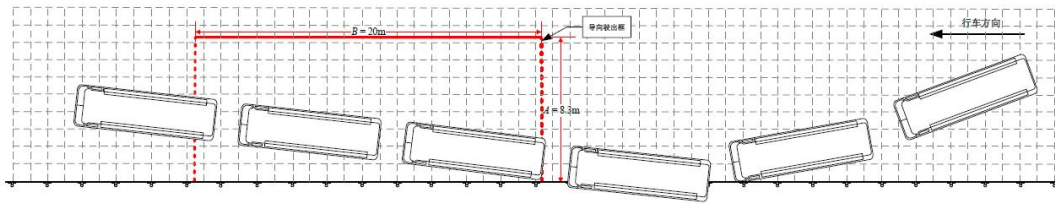


小型客车运行轨迹示意图（由右至左）



小型客车运行轨迹照片（由右至左）

图1 小型客车运行轨迹

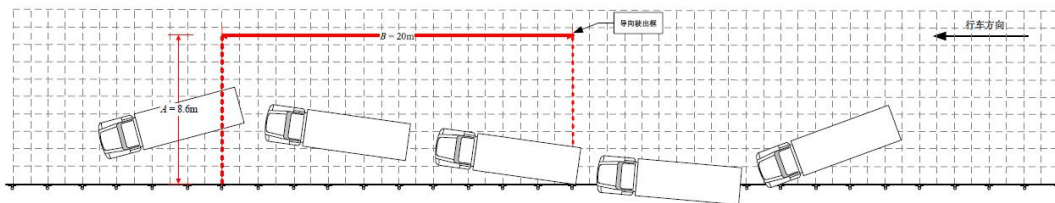


中型客车运行轨迹示意图（由右至左）



中型客车运行轨迹照片（由右至左）

图2 中型客车运行轨迹



大型货车运行轨迹示意图（由右至左）



大型货车运行轨迹照片（由右至左）

图3 大型货车运行轨迹

经实车足尺碰撞试验检测，GN500不锈钢波形梁护栏标准段的小型客车、中型客车和大型货车安全性能满足SB级（四级）防护等级要求，并取得了国家交通安全设施质量检验检测中心出具的检测报告。根据现行《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81—2017）的规定，GN500不锈钢波形梁护栏能在实际道路中进行应用。



图4 GN500不锈钢波形梁护栏SB级实车足尺碰撞试验检测报告

2、技术经济论证

GN500不锈钢材料具有抗拉强度高（ ≥ 800 MPa）、屈服强度高（ ≥ 400 MPa）、伸长率高（ $\geq 50\%$ ）的三大优势，兼具高强高韧的特性。GN500不锈钢的铬含量18%左右，防腐能力接近304不锈钢，价格却比304不锈钢低三分之一，具有较高的性价比，运用到护栏后，不仅直接省去了护栏的防腐工序，达到缩短生产周期、提高生产效率、降低生产成本、低碳环保的目的。GN500不锈钢SB级波形梁护栏整体强度和韧性强，有效提升了护栏的安全防护性能。此外，在公路护栏服役期结束后，可全部回收再利用，具有很强的保值性，具有较好的经济效益、社会效益和环境效益。

3、预期的经济效果

与《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81）中提供的SB级波形梁护栏相比较，GN500不锈钢SB级波形梁护栏用钢量节省45%上，全寿命周期成本降低15%以上，降低碳排放50%左右。与常规SB级波形梁护栏比较，该无需二次防腐处理，污染物排放少，对于提升公路护栏的安全防护能力和绿色化水平具有重要意义。

五、采用国际标准的程度及水平的简要说明

标准在编写过程中查阅了国内外相关的技术标准，经过分析论证GN500不锈钢波形梁护栏的性能指标，高于同领域的其他标准的技术要求，具有国内领先水平。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编写过程中无重大意见分歧。

七、其他应予以说明的事项

虽然在标准的起草过程中，标准编制工作小组人员进行了大量调研工作，尽可能使标准制订地科学合理，但是由于认知的局限性，难免有疏忽之处。为了标准的进一步完善，请各单位在执行本标准的过程中，注意积累资料，总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料及时反馈给我们，以供修订时参考。