**高速公路改扩建工程波形梁护栏**

**立柱接桩及波形板翻新施工技术**

**黑龙江省北龙交通工程有限公司董事长 马长青**

**一、技术研发背景**

2009年，黑龙江省绥满公路大庆至齐齐哈尔段进行改扩建施工，由原来的一级改扩建成高速公路，路线全长101公路，路面标高平均提高15.5cm。当时，波形梁护栏设计改造施工方案为：立柱现场焊接加高、护栏板静电喷塑翻新。我单位（中标单位）就此方案向业主提出建议，焊接加高方案保证不了施工质量，并且安全性差，根本无法满足规范的相关要求；业主提出让我单位拿出施工方案。因此，我单位组织技术人员与齐齐哈尔北路达公司共同研制、开发接桩加高技术，经过多次试验，成功研制出接桩加高套管构件，经检测满足护栏立柱的各项指标，并将此项施工技术和方案汇报给业主；业主组织相关专家进行论证，并同意全线应用、推广。

随着我国高速公路建设市场蓬勃发展，新一轮的改、扩建及大修工程项目也悄然兴起。此项施工技术有找广阔的前景，在高速公路改、扩建项目上，尤其是高速公路大修项目上，由于大修后造成路面标高提升，致使原有护栏与路面的相对高度减小，给交通流造成较大安全隐患，无法保证车辆的通行安全和交通安全设施技术规范标准要求。针对以往的施工方案，一是拆除旧护栏重新设置施工，二是现场焊接立柱加高利用。存在造价高、资源浪费、安全可靠性差等严重问题，尤其是第二种方案，各项指标满足不了规范要求。我们提出的 “高速公路改扩建项目波形梁护栏立柱接桩加高、及波形板翻新施工技术”，即降低了工程造价、又利用了原有护栏节能环保，同时各项指标满足规范要求，线性美观、安全可靠、并大大缩短施工工期。

此项技术成功应用在黑龙江省绥满高速大庆至齐齐哈尔段改扩建工程项目上，绥满高速哈尔滨至牡丹江段大修工程项目上及河北省京哈高速京秦改造工程项目，护栏改造试验段工程上，所有项目通过了检测、验收。并经“国家交通安全设施质量监督检验中心”和“北京深华达交通工程检测有限公司”的检测和试验，接桩加高立柱的力学性能及加高护栏的安全性能，达到同类型护栏指标要求。

2012年，我们将护栏接桩加高施工技术、和旧波形梁护栏纳米喷塑施工方法申报部级工法，分别刊登在《公路工程工法汇编》2012期和2013期中。同年将接桩套管、和接桩加高施工方法申报国家专利，2013年6月，“钢护栏施工接桩构件”被国家知识产权局授予实用新型专利。2015年6月，“高速公路改扩建及大修工程护栏接桩施工方法及接桩构件”被国家知识产权局授予发明专利。

**二、施工技术特点**

（一）充分利用原有护栏设施材料，原有护栏立柱接桩加高利用、波形板翻新利用，节约了因旧护栏设施拆除、运输及仓储而发生的费用，特别是节约重新布设护栏而发生的重大投资。

（二）利用套管构件接管技术，使立柱整体高度增加，提高立柱高度，既保证了立柱埋置深度要求，又增加了护栏的整体稳定性和使用安全性。

（三）施工方法简单实用，易于操作，接桩套管构件统一批量生产，在通车的环境下施工即确保安全施工；又能缩短施工工期、减少封闭交通时间；同时确保施工质量，安全可靠。保证施工后的护栏立柱顺直、线性美观。

（四）护栏板翻新采用静电粉喷塑处理工艺，即确保防腐要求，又能保证护栏外观美观、颜色鲜艳，同时，满足规范标准要求。如若采用静电纳米喷塑处理工艺翻新护栏板，护栏板还具有自洁功能。在自然雨水的冲刷下，护栏板外观洁净、颜色亮丽。

**三、技术工艺原理**

（一）根据原公路护栏立柱管径尺寸，和需要提高的护栏高度，经过计算算出需要制作的套管构件尺寸，通过胎具机床和专用机械，将不低于原公路立柱强度的钢管通过液压形变，加工形成管径为变截面接桩构件，利用变截面钢管作为连接件，与原立柱螺栓孔用高强螺栓固定锁死，使原立柱与接桩部分成为整体，达到设计受力强度；接桩后用液压打桩机，根据设计施工尺寸进行压力沉桩，通过水准仪和竖直度测试仪在沉桩过程中控制好高程和竖直度，直到满足设计要求。

（二）拆除下来的护栏板、防阻块、螺栓、柱帽运回厂区，首先进行分拣，将未损坏、可修复、不能修复的分三类存放。可利用的、可修复的材料进行整修、修复。修复完成后进行静电纳米喷塑处理，然后运回现场进行安装。

**四、施工工艺流程及操作要点**

（一）选定喷塑厂址，根据施工现场情况进行详细调查，选定一个具有能存放一定数量材料，又有厂房施工地点进行护栏翻新处理厂临建。建设工期计划40天完成。

（二）厂址选定后就可进行护栏拆除，拆除下来的护栏板、防阻块、柱帽、螺栓等材料返厂分类存放、保管，同时对材料进行修复、整形。

（三）护栏板翻新处理工艺主要有，首先对修复后的护栏板进行除尘，然后依次进行打磨、抛丸、酸洗、磷化、烘干、静电纳米喷塑、固化、检查、分类存放、合格出厂。

（四）拆除就护栏的同时进行套管构件设计，根据加高尺寸和立柱规格，制作套管胎具，然后进行套管构件冲压加工，加工好的套管构件进行热浸镀锌防腐处理，然后运至施工现场安装。

（五）护栏安装首先将套管构件安装到原立柱上，然后用螺栓将构件原立柱固定锁死，使原立柱与接桩部分成为整体，达到设计受力强度；接桩后用液压打桩机，根据设计施工尺寸进行压力沉桩，通过水准仪和竖直度测试仪在沉桩过程中控制好高程和竖直度，直到满足设计要求，然后安装防阻块或托架等连接件，通过高强螺栓安装护栏板即完成护栏施工。

（六）套管构件尺寸根据现场加高尺寸计算，规格要满足规范要求，防腐处理要符合规范规定。

（七）护栏板现场施工时要严格按操作规程施工，摆放好各类交通安全标志、标识，杜绝事故发生。

**工艺流程图**

护栏板拆除

原有护栏调查

材料分类存放

接桩套管尺寸计算

未损坏材料

损坏材料修复整形

不合格

试验、演算

护栏板

合格

防阻块、柱帽

螺栓

除尘

护栏板打磨

运输施工现场、安装

热浸镀锌

构件加工

合格套管

不合格套管

合格品打包

不合格材料

烘干、纳米静电喷涂

酸洗、磷化

护栏板抛丸

**五、节约资源、节能环保**

护栏立柱接桩及护栏板翻新施工技术的实施与运用，既能降低工程造价，又能实现节约资源、旧材料利用、节能环保。首先是原有立柱直接利用，增加的每根套管长度数量有限，相对增设新立柱来说节约材料费80%（旧立柱如拆除，无法使用，只能作为废旧钢材材料）从间接角度看，同一根桩立柱，拔桩费用比打桩费用还多，按费用相等计算，相当于打桩两次。接桩施工费将节约80﹪以上。

护栏板采取翻新处理工艺，其翻新处理成本为新护栏单价的30%-50%。但翻新处理后的效果与新护栏板基本一致，可大大降低的材料成本。

从总社会效益上讲，因缩短工期，道路施工封闭时间短、可以说降低了施工中发生事故的概率，也提高了道路通行运营能力，缩短了社会车辆的运输时间，同时，由于大量旧材料的利用，可以减少由于炼钢、加工、镀锌等造成的资源浪费及污染排放，因此，此项技术应用所带来的社会效益不可估量。

**六、各项试验、检测数据**

2014年7月，我们应用此项施工技术在河北省京哈高速京秦段K41+904至K48+904护栏改造上做了7公里试验段，同年7月，我们对接桩加高立柱、及加高波形梁护栏聘请“国家交通安全实施质量监督检验中心”和“北京深华达交通工程检测有限公司”做了外形尺寸、力学性能、镀锌层厚度、立柱静力分析及安全性能防撞试验和检测。试验、检测结果均与原护栏数据基本一致，满足或超过规范标准要求。

（一）套管、原立柱检测

套管、原立柱检测表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **检测项目** | **技术要求** | **检测结果** |
| **检测值** | **单项结论** |
| 1、外观质量 | 见规范要求 | 立柱 | 符合要求 | 合格 |
| 套管 | 符合要求 | 合格 |
| 2材料力学性能 | 2.1抗拉强度MPa | 370-500 | 立柱 | 514 | 合格 |
| 套管 | 421 | 合格 |
| 2.2屈服强度MPa | ≥235 | 立柱 | 401 | 合格 |
| 套管 | 317 | 合格 |
| 2.1延伸率% | ≥26 | 立柱 | 28.5 | 合格 |
| 套管 | 34 | 合格 |
| 3、外形尺寸 | 见规范要求 | 立柱 | 符合要求 | 合格 |
| 套管 | 符合要求 | 合格 |
| 4、镀锌层厚度 | 见规范要求 | 立柱 | 符合要求 | 合格 |
| 套管 | 符合要求 | 合格 |

**（二）立柱的静力分析**

采用有限元分析方法和静力加载方法，对接桩加高立柱和原有立柱在受外力荷载下的变形情况进行分析和检测。通过检测结果分析静力试验结果与有限元仿真结果基本一致，采用套管接桩加高立柱与原立柱的力学性能基本相同，满足规范要求。

**（三）接桩加高波形梁护栏安全性能**

参照《公路护栏安全性能评价标准》JTG B05-1-2013,采用计算机仿真软件对加高波形梁护栏和原护栏规范中Gr-A-4E波形梁护栏进行仿真分析。仿真过程中采用的碰撞条件是中型客车，车载总质量10吨，碰撞速度40Km/h,碰撞角度20度，碰撞能量70KJ。通过仿真分析，加高后的波形浪护栏与原护栏规范中Gr-A-4E波形梁护栏结果基本一致。

**六、应用实例**

（一）黑龙江省绥满公路大庆至齐齐哈尔段改扩建工程项目，原路等级为一级公路扩建高速公路，扩建后路面加铺两层沥青砼，路面标高提高15.5cm，全线波形梁钢护栏改造工程采用此方案施工，全线里程101Km,其中护栏长度330 km。采取接桩技术进行施工，工期提前2个月。节约投资费用2700万元。各项检测指标均满足设计和规范要求，护栏外观线性顺直、美观，安全适用，至今无沉降或短桩现象。

（二）黑龙江省绥满高速牡丹江至哈尔滨段大修工程项目，全线301公里，由于路面大修（原路面未白色混凝土路面，大修后加铺两层沥青混凝土）致使路面标高提高11.5cm，护栏立柱加高接桩、护栏板翻新采用此项技术，即缩短了工期、大大降低了工程造价，又保证在不封闭交通情况下的施工安全、及施工质量。合理利用原护栏设施，不影响正常通车进行施工，提前工期2个月。施工质量通过了黑龙江省质量监督站的验收。

（三）海南省海口至文昌高速续建工程全长51.6Km，由于路基、路面加宽改造，对波形梁护栏也进行改造，中分带护栏方案为：护栏立柱不变，原柱利用、波形梁采用静电喷塑技术翻新， 路测拆除新建（路基加宽），采用此方案后大大节约了资源，原护栏板翻新利用率90%。翻新后外观效果与增设的波形梁护栏基本一致。大大降低了工程造价。

以上是黑龙江省北龙公司对波形梁护栏立柱接桩加高及波形板翻新施工技术实施情况和总结，若有不当之处，烦请各位专家、老师指导。

谢谢大家！