

采用穿芯钢棒施工桥梁系梁、盖梁的施工工法

杜恩华

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]穿芯钢棒施工桥梁系梁、盖梁的方法是近年来出现的一种新的工艺方法,主要施工工艺是在在桥梁下部墩柱施工中,根据系梁、盖梁的高程,及支撑工字钢的高度、钢棒标高以及底模的厚度,反推算出中孔洞预留位置,并采用记号笔在墩柱上作出明显标记;在部分桥梁施工中,由于部分墩柱高度较高,常规满堂架搭设难以实现,因此从经济和施工快捷、安全、质量的角度出发,采用预留穿芯棒并搭设工字钢作为整个盖梁模板支撑体系的基础更为适用;其设计理念崇尚支撑体系受力简单、安全可靠、应用广泛,通过公司的重视及项目施工管理人员的不断实践总结,编制成施工工法。

[关键词]穿芯钢棒施工;桥梁;系梁;盖梁;施工

DOI: 10.33142/ec.v5i8.6541

中图分类号: U44

文献标识码: A

Construction Method of Tie Beam and Bent Cap of Bridge with Steel Bar through Core

DU Enhua

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: The construction method of bridge tie beam and bent cap with core steel bar is a new process method in recent years. The main construction process is to reverse calculate the reserved position of middle hole according to the elevation of tie beam and bent cap, the height of supporting I-beam, the elevation of steel bar and the thickness of bottom formwork during the construction of pier column at the lower part of the bridge, and use marking pen to make obvious marks on the pier column; In the construction of some bridges, due to the high height of some pier columns, it is difficult to realize the conventional full span erection. Therefore, from the perspective of economy, fast construction, safety and quality, it is more suitable to use the reserved core rod and erect the I-steel as the foundation of the whole bent cap formwork support system; Its design concept advocates that the support system is simple, safe, reliable and widely used. Through the attention of the company and the continuous practice and summary of the project construction management personnel, the construction method is compiled.

Keywords: construction of through core steel bar; bridges; tie beam; bent cap; construction

1 工艺特点

(1) 整个模板支撑体系简单、明确、安全、可靠。采用穿芯棒+工字钢工艺,大大降低了传统满堂架工法模板下沉位移的风险,提高了施工质量。

(2) 为保证安全可靠及缩短工期,穿芯钢棒施工工艺支撑体系多采用现场拼装或整体吊装的方法,该工艺模板支撑体系是整个过程中最为关键的工序。

(3) 为保证施工质量及施工安全,钢棒采用强度高的实芯钢棒。

(4) 施工工艺简单,便于操作,不需要专业培训、需安全技术交底。

2 适用范围

本工艺适用于桥梁系梁、盖梁现浇钢筋混凝土结构工程。

3 工艺原理

穿芯钢棒施工桥梁系梁、盖梁是通过钢棒穿过墩柱实体就位,盖梁纵向采用两条 I56 工字钢梁,工字钢梁采用对拉杆对拉固定。钢棒与梁支座采用槽钢将钢棒卡住后放置千斤顶或落模砂箱就位,梁底和支座顶部采用限位装置防止支座滑出。支撑体系是整个过程中最为关键的工序,需要

受力验算且报相关单位人员审批。需要在现场采用预压荷载方法检验受力设计的安全性,保证安全可靠及缩短工期。

4 施工工艺流程及操作流程

4.1 施工工艺流程

施工工艺流程顺序:施工前准备→进行标高测量→穿芯棒支架体系的安装→模板底模安装→钢筋制安→侧边模安装→混凝土浇筑→混凝土养护→模板支架拆除→检查验收。

4.2 施工要点

4.2.1 盖梁混凝土工程核心技术

本工法主要是采用 100mm 的实芯钢棒穿过墩柱预留孔洞,墩柱预留空洞位置要定位准确,穿芯钢棒穿入预留孔后,两端外露长度要求必须一致。施工完成后,在穿芯钢棒上方放置一根 [14 槽钢,同时在 [14 槽钢与钢棒接触处切割槽口,将钢棒卡住,以防止 [14 槽钢左右滑动,保证受力稳定;同时采用对拉螺杆连接槽钢,使其固定牢固。

4.2.2 测量放线

在盖梁施工前,使用全站仪对在墩柱中心进行放样便于底模的安装、水准仪测出墩顶的四角高程以便

于底模的标高控制。

4.2.3 穿芯钢棒及底模安装

(1) 在高墩柱墩身施工时，在距墩顶两侧两的位置用PVC管预留穿心棒的位置，盖梁施工时，吊车配合人工安装穿心棒，然后在穿芯棒上点焊上一块铁平板用来放置千斤顶，为了预防钢棒滚动，用钢管或者长钢筋把两侧的铁板连接成一个整体。采用56a工字钢作为承重横梁，并及时安装在千斤顶上，为防止工字钢侧向倾覆，两根工字钢之间用16mm对拉螺杆穿过工字钢腹板连接，工字钢上面满铺[16槽钢横梁作为分配梁，横梁间距30cm。

(2) 模板采用工厂预制的组合式钢模，使用前应进行调校并除锈，待穿心棒安装完毕后开始架设底模，用吊车把拼装好的底模安装就位，技术人员对盖梁底标高来控制底模标高，底模安装完成后及时固定。

(3) 整个模板支撑体系施工中应注意事项：

- ①钢棒安装时须两端对称安装，位置必须定位准确，钢棒两端伸出墩柱须不少于50cm。
- ②千斤顶必须采用机械式，严禁采用液压式，安装要平稳，脚部采用钢筋或者钢板焊接限位。
- ③为保证下方人员车辆安全，在模板支撑体系下方增设安全防护网，并在墩柱四周悬挂明显的警示标志。
- ④必须采用最大荷载不小于50T的机械式千斤顶，盖梁技钢棒示意图详见下图所示：

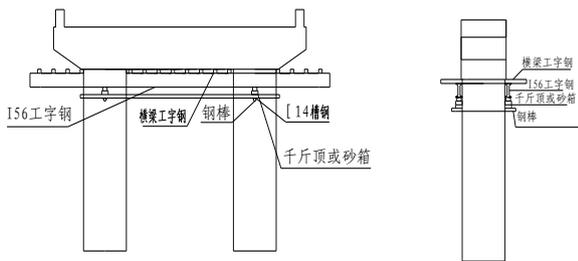


图1 盖梁钢棒施工示意图

4.2.4 钢筋绑扎安装

钢筋成品、半成品在施工现场加工，采用大型吊车拼装，钢筋主筋连接采用直螺纹机械连接，接头数量为同一断面钢筋总数的50%。上下接头断面错开1m。水平环向钢筋采用手工单面搭接焊，搭接长度为10d。钢筋接长时内、外层按同一方向同时进行。

下料要求：用砂轮切割机切割钢筋是保证钢筋头长度和直径的关键，切割面必须与钢筋轴线垂直，不得有马蹄形或翘曲，不得用切割机冲切，不得有空气切割。同时，当剥肋进给不能快速进行时，必须缓慢剥肋，以防止刀具塌陷或直径过大。剥肋时，绝对不能用力过大，以免撞到切削辊。钢筋连接：用扳手或管钳直螺纹连接套管与钢筋的一端就位，然后将钢筋的另一端与连接套管就位。钢筋直螺纹头的有效长度和中径与环规尺寸一致，有效长度中的齿数应满足要求，

齿形应满足要求，光头不得超过一个节圆周。

钢筋吊装至盖梁底模上时需交错放置混凝土垫块，以确保达到钢筋保护层的厚度。

钢筋安装完成后需满足以下偏差要求：

表1 钢筋位置允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	
受力钢筋 间距	两排以上排距	±5	
	同排	梁、板、拱肋	±10
		基础、锚碇、墩台、柱	±20
	灌注桩	±20	
箍筋、横向水平钢筋、螺旋筋间距		±10	
钢筋骨架尺寸	长	±10	
	宽、高或直径	±5	

4.2.5 混凝土浇筑

浇筑顺序从与墩柱联接部位开始向两端进行，浇筑时要连续，不得中断，浇筑方式采用水平分层方式，每层厚度不得超过30cm，振捣时要快插慢拔，振捣时，振捣棒需与模板保持一定的距离，距离5~10cm为宜；浇筑上层混凝土时，振捣棒需插入下层混凝土5~10cm。振捣时采用平行式或梅花式，振捣时间控制在25s~40s为宜，同时现场准备备用振动器，万一出现故障，可以迅速更换。当振捣时，混凝土出现不再下沉、表面开始泛浆的情况时，表示已振捣到位。盖梁混凝土浇筑过程中，必须安派专人对模板支撑体系进行全过程查看，若发现有下沉等情况发生，需及时采取相应的措施进行整改。

4.2.6 养护及模板、支架拆除

混凝土浇筑完成后需及时养生，初凝后，用塑料薄膜或者黑心棉等覆盖，并及时洒水。盖梁混凝土强度达到设计强度80%及以上时，方可拆除底模，拆模时注意不要将成品混凝土边角破坏。

表2 墩台帽和盖梁的质量检验标准

项目	允许偏差(mm)	项目	允许偏差(mm)
混凝土强度 (MPa)	符合设计要求	断面尺寸	±20
竖直度或斜度	0.3%H且不大于20	顶面高程	±10
接缝错台	5	轴线偏位	10
预埋件位置	10	大面积平整度	5

表3 墩台帽和盖梁的质量检验标准

项目	允许偏差(mm)	项目	允许偏差(mm)
混凝土强度 (MPa)	符合设计要求	断面尺寸	±20
竖直度或斜度	0.3%H且不大于20	顶面高程	±10
接缝错台	5	轴线偏位	10
预埋件位置	10	大面积平整度	5

5 材料与设备

表4 材料与设备

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	技术状态	附注
1	汽车吊	QY25	台	2	良好	
2	发电机	250KW	台	2	良好	
3	电焊机	14KW、30KW	台	5	良好	
4	振捣棒	ZN-50	台	5	良好	
5	砼运输车	10m ³	台	4	良好	
6	钢筋切断机		台	3	良好	
7	风镐	G10J	台	5	良好	
8	装载机		台	2	良好	

6 质量保证措施

6.1 质量控制要点

(1) 混凝土拌和前,必须检查砂石的含水量,水泥、外加剂、砂石等原材料在使用前必须按规定取样检验。不合格材料不得使用,混凝土施工严格按比例进行,不得随意改变。

(2) 已初凝的混凝土不得使用,且严禁中途加水。

(3) 混凝土到现场后及时检测混凝土的塌落度和和易性,施工过程中应及时检查砼的和易性和坍落度,并及时留存试块,试块不少于两组,试块完成后,应安排专人对试块进行保管,并及时养护。

(4) 振动时间不宜过长,以防止隔离。直到混凝土停止下沉,没有明显的气泡,表面平整,呈现出一层薄薄的水泥浆直到。一般来说,每个振动点的振动时间是20-30秒。

(5) 插入式振捣时应避免碰撞钢筋、模板或预埋件,更不得放在钢筋上,特别是不得碰撞拉杆钢筋。

6.2 质量保证体系

(1) 加强教育,提高全体施工人员的素质意识。牢固树立“质量第一”的思想。加强职工技术培训和再教育,提高劳动者技术素质和施工技术水平,保证工程质量。

(2) 严格控制原材料质量,实行工程材料质量三级控制:一是选择合格的供应商,对其供应的材料进行检验或取得认证文件;二是在建筑材料到达工地后进行全面检验和试验,确保材料符合设计要求;

(3) 在建筑材料使用阶段,对可疑或有缺陷的材料进行复验或停止使用和清理。就每个子工程项目进行具体的工作内容、安全质量标准 and 施工技术要求。

(4) 施工前做好方案交底工作,严格按照审批后的方案施工,做好“三检制”,严控施工质量。

(5) 配齐测量与试验人员和设备,制定相应的工作计划和程序,建立完整的测试、检查、试验等记录,严格按照配合比进行施工,保证计量的准确性,确保工程实体质量。

(6) 施工中加强工程质量检查与检测。

(7) 坚持按照质量事故处理按照“三不放过”原则,即事故原因未查明不放过;责任划分不清,有关责任人未受到处理不放过;没有改进措施不放过,同时加强过程控制,严守质量关。

7 安全保证措施

施工准备阶段安全预防措施

(1) 建立严格的安全教育制度,坚持人员入场三级教育,做好安全技术交底工作,高空作业人员进行岗前培训,严格施工纪律,严格按照操作规程作业。(2) 项目经理、保安人员和其他施工管理人员持证上岗,野外作业人员通过安全培训教育和职前教育,建立了“三级教育证”。

(3) 特种行业的人员(起重工、电工、焊工等)必须经过培训,具备从事证件工作的资格,无证件或者证件期满的人员不得从事证件工作。(4) 规范特种作业人员管理;(5) 加强特种作业人员的安全教育和安全披露,采取可靠的安全保护措施。(6) 施工期间,应当通过经理部组织的定期检查、作业队的不定期检查和自检、安全人员的日常检查等方式进行安全检查。(7) 专职安全人员坚持日常安全检查制度,重点控制危险源,了解现场第一手安全信息,消除潜在事故,确保施工安全。(8) 脚手架、支座施工必须严格按照设计要求进行,并加装检验验收板。(9) 加强现场临时工作通道的养护,教育驾驶员遵守交通规则,文明驾驶,加强车辆养护。(10) 加强与气象部门的联系,留意天气预报,掌握气候变化的最新情况,并采取预防措施,避免恶劣天气造成人员伤亡和财产损失。(11) 在施工区域设置安全文明生产警示标志,做好安全防护设施的设置工作。(12) 建造工程所涉及的所有人员均须核发工作证明书。(13) 专职安全主任负责对建筑工地内外安全问题的检查和监督。(14) 电动开关板制成箱式,专人操作,电工持证上班。(15) 保证钢管支撑的稳定性:钢管底部支撑垫手板,支撑底部落在坚硬的基础上,支撑连接牢固,立杆、横杆、剪刀到位。(16) 制定安全操作规程和安全检查制度,时刻严格执行和检查,提供必要的安全防护设施。所有从事特种作业的人员,如电工、电焊工,必须接受特种作业安全培训,通过考试持证上岗作业,避免发生各种事故。

8 安全应急预案

8.1 本方案可能发生的不安全因素

高空坠落现象、触电现象、起重伤害现象和模板、支承体系塌落现象。

8.2 应急救援预案

项目部成立以项目经理为组长,总工程师、副经理为副组长,安全工程师、各部部长、各管段经理及专业工程师为组员的安全防范和应急救援指挥领导小组,并采取各种保证安全的措施,针对施工中可能发生的安全事故等储备一定数量的应急物资。为了应付突发事件又成立了三个应急小组:救援组、通讯组及疏散组。

项目工地建立安全值班制度,设值班电话并保证 24

小时轮流值班。当在作业场所发生事故时，救援组立即赶赴现场对伤员及事故场地进行抢救；通讯组在最短的时间内联系救护车将伤员送至离现场最近的医院，并向上级领导汇报情况；同时，疏散组应组织在场的工作人员撤离事故区。

管理人员组成，职责如下：

(1) 组长负责现场，应当迅速了解事故情况，作出指示决定，发出紧急命令，向上级有关部门报告事故。

(2) 副组长根据组长发布的应急指令，组织各专业应急小组开展应急工作，负责各专业应急小组的组织协调，配合事故报告和事故处理工作。

(3) 事故预防组应当根据领导的指导和决策，做出正确的决策，协调有关事项。组织安全技术人员了解各项技术参数，预测事故发展，负责事故应急预案，协助主管处理事故，实施事故应急预案。

(4) 应急联系电话

项目部安全人员具备急救知识和操作技能。在三锅镇范围，当地设有卫生院，满足基本医疗需求。工地现场距青川市区 34.3 公里，有国家二级乙等综合医院青川县人民医院，距广元市区 122.4 公里，有国家三级甲等综合医院广元市第一人民医院，医疗条件满足需要。

表 5 应急卫生院联系表

医院名称	医院地址	联系方式	备注
三锅镇卫生院	三锅镇东阳村	0839-7806120	基本医疗
青川县人民医院	青川县乔庄镇	0839-7202744	二级乙等综合医院
广元市第一人民医院	广元市东坝街道苴国路	0839-3300000	三级甲等综合医院

应急救援设备

表 6 应急救援设备表

序号	名称	单位	数量	备注
1	担架	台	4	医疗设备
2	现场护理人员	个	4	医疗护理
3	医用酒精	瓶	4	医疗设备
4	止血绷带	条	若干	医疗设备
5	应急药箱	个	4	医疗设备
6	药棉	盒	6	医疗设备
7	止痛剂	瓶	4	医疗使用
8	助呼吸器具	套	4	医疗使用
9	水桶	个	15	应急设备
10	灭火器	个	4	应急设备
11	汽车吊	辆	4	应急设备
12	装载机	辆	4	应急设备
13	发电机	台	4	应急设备

9 环境保护措施

9.1 水土及生态环境的保护措施

在施工期间始终保持工地排水系统良好，临时排水系统

与永久排水设施相连接，不得淤积和冲刷。施工便道、施工场地在工程施工完毕后，及时按设计要求修整、复耕、恢复植被。各种临时设施要选址合理，以少占或不占耕地为原则。

9.2 施工中环保及粉尘的防治

(1) 现场施工文明管理，施工垃圾在运输过程中必须进行遮盖围挡，严禁暴露在外。(2) 项目部需配备专用洒水车辆，及时对施工便道洒水降尘，减少污染。(3) 砼、稳定土拌和站应有防尘措施。操作人员要配备必要的劳防防护用品。(4) 生产、生活垃圾的管理。(5) 弃土不得随意堆放，须运至指定弃土场。

10 效益分析

10.1 安全效益

穿芯钢棒施工系梁、盖梁比抱箍法避免人为的操作摩擦力不足导致的安全事故，对提高施工的安全性有着重要意义。

10.2 经济效益

(1) 降低施工成本、节约施工工期。(2) 经现场实际测算。施工一个系梁或盖梁可节约费用 2800 元。

11 工程应用实例

四川广元至平武高速公路项目 1-14 标段全长 91 公里，投资 131.38 亿元，是新疆北新路桥和当地政府投资的 PPP 模式的高速公路。盖梁混凝土的施工质量获得了业主、总包、设计、监理的一致好评。

附：盖梁穿芯棒法受力分析计算书
盖梁穿芯棒法受力分析计算书

11.1 设计荷载

(1) 钢筋砼自重

以 40mT 梁盖梁来计算受力，盖梁设计砼方量 $V=46.8\text{m}^3$ ，钢筋砼每方按 25KN/m^3 《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012

砼自重 $G=46.8 \times 25=1170\text{KN}$ ，

盖梁长 11.8m，均布每延米荷载为 $q_1=1170/11.8=99.16\text{KN/m}$

(2) 盖梁组合钢模板及连接件重量为 8 吨。

组合钢模板自重 $G=8000 \times 9.8/1000=78.4\text{KN}$

均布每延米荷载 $q_2=78.4/11.8=6.65\text{KN/m}$

(3) [12 槽钢

按照 30cm 间距布置，需要 40 根槽钢，每根长 2.2m。

[16 槽钢自重 $G=40 \times 2.2 \times 17.24 \times 9.8/1000=14.86\text{KN}$

均布每延米荷载 $q_3=14.86/11.8=1.25\text{KN/m}$

(4) I56a 工字钢

每个盖梁设置 2 根，单根长 12.8m。

工字钢自重 $G=2 \times 12.8 \times 106.316 \times 9.8/1000=26.68\text{KN}$

均布每延米荷载 $q_4=26.68/11.8=2.26\text{KN/m}$

(5) 施工荷载

①小型机具、施工人员、邻边防护按 1500kg 计算,
 $G=1500 \times 9.8/1000=14.7\text{KN}$ 。

均布每延米荷载 $q_5=14.7/11.8=1.25\text{KN/m}$

②振捣混凝土产生的荷载: $q_6=4 \times 1=4\text{KN/m}$ (按最大垂直模计算)

③倾倒入混凝土时产生的荷载 $q_7=8 \times 1=8\text{KN/m}$ (8 为容量为 $1\text{m}^3 \sim 3\text{m}^3$ 的运输器具)

(5) 荷载分项系数

表 7 荷载分项系数

序号	荷载类别	荷载分项系数
1	模板、钢筋、混凝土自重	1.2
2	施工人员及施工设备荷载 振捣混凝土时产生的荷载 倾倒入混凝土时产生的荷载	1.4

11.2 受力模型

(1) [16 槽钢

[16 槽钢作为分配梁, 分布在主横梁上, 为直接承重部位。

(2) I56a 工字钢

工字钢主梁实际受力方式如下图:

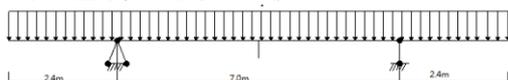
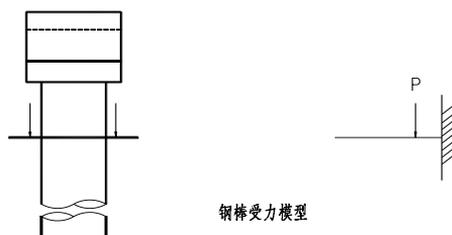


图 2 工字钢主梁实际受力方式

(3) 钢棒计算模型

钢棒为主承受点, 承受上面传来的重力



钢棒受力模型

图 3 钢棒受力模型

11.3 计算结果

(1) [16 槽钢

荷载 $q=1.2 \times (q_1+q_2) + 1.4 \times (q_5+q_6+q_7)$
 $=145.522\text{KN/m}$

[16 槽钢分布梁布设间距 0.3m, 单根承受 $0.33 \times 145.522=48.02\text{KN}$

单根均布荷载 $q=48.02/2.2=21.83\text{KN/m}$

计算跨径取 2m

跨中弯矩: 跨中弯矩: $M=1/8q l^2=0.125 \times 21.83 \times 2^2$
 $=10.91\text{KN/m}$

$\sigma=M/W=10.91 \times 103/62.1 \times 10^{-6}=175.68\text{MPa} \leq [\sigma]$
 $=215\text{Mpa}$ 。

钢材采用 Q235 钢, 抗拉、抗压、抗弯强度设计值 $[\sigma]$
 $=215\text{Mpa}$ 。

挠度: $f=5q l^4/384EI=5 \times 21.83 \times 1.84/(384 \times 2.06 \times 391)=0.0037\text{m} \leq [f]=10/400=1.8/400=0.0045\text{m}$ (满足要求)

(2) I56a 工字钢

荷载 $q=1.2 \times (q_1+q_2+q_3) + 1.4 \times (q_5+q_6+q_7)$
 $=146.602\text{KN/m}$

I56a 工字钢设两根, 单根承受 $q=0.5 \times 146.602=73.301\text{m}$

I 钢材采用 Q345 钢, 抗拉、抗压、抗弯强度设计值 $[\sigma]$
 $=308\text{Mpa}$ 。

计算跨径 7m,

跨中弯矩:

$M=q l^2/8=73.301 \times 7^2/8=448.97\text{KN/m}$

$\sigma=M/W=448.97/2340 \times 103\text{mm}^3=191.51\text{Mpa} < [\sigma]$
 $=308\text{Mpa}$ 。

跨中挠度 $f=q l^4(5-24a^2/12)/384EI$

$=73.301 \times 7^4 \times (5-24 \times 2.4^2/72) / (384 \times 2.06 \times 65600)$

$=4.69\text{mm} < [f]=1/400=7/400=17.5\text{mm}$

悬臂端点挠度: $f=q a l^3(6a^2/12+3a^3/13-1)/24EI$

$=73.301 \times 2.4 \times 7^3 \times (6 \times 2.4^2/72+3 \times 2.4^3/13-1) / (24 \times 2.06 \times 65600)=-3.2\text{mm}$

满足要求

(3) 钢棒计算

钢棒采用 $\Phi 100\text{mm}$ 高强钢棒

荷载 $q=1.2 \times (q_1+q_2+q_3+q_4) + 1.4 \times (q_5+q_6+q_7)=149.314\text{KN/m}$

$Q=149.314 \times 11.18/4=417.33\text{KN}$

$\tau=Q/A=417.33 \times 103/7850=53.17\text{MPa} < [\tau]=125\text{Mpa}$
满足要求。

[参考文献]

[1]徐超, 齐颖. 大悬臂预应力混凝土盖梁的设计与计算[J]. 科学技术创新, 2022 (13): 145-148.

[2]项伟, 谢子洋. 大悬臂预应力盖梁上跨盾构隧道的设计与应用[J]. 安徽建筑, 2022, 29(4): 146-147.

作者简介: 杜恩华 (1984.12-) 男, 毕业院校: 长沙理工大学, 所学专业: 交通运输工程领域, 当前工作单位: 新疆北新路桥集团股份有限公司, 职务: 总经济师, 职称级别: 高级工程师。