

铁路上跨青银高速公路（40+64+40）m连续梁施工专项方案研究

钱建坤

浩吉铁路股份有限公司 北京 100010

摘要：以铁路上跨青银高速公路为例，介绍该桥在89#~92#墩处以一联（40+64+40）m预应力混凝土连续梁上跨青银高速施工方法和施工工艺，据此开展现场施工保证（40+64+40）m预应力混凝土连续梁跨越青银高速施工安全和施工质量。

关键词：预应力混凝土连续；上跨青银高速；安全；质量

1 概述

随着我国铁路建设的不断推进，铁路桥梁的施工在工程建设领域占据了重要位置。为了保证铁路桥梁的质量和施工效率，采用先进的施工技术。铁路桥梁连续梁挂篮施工技术是一种非常有效可靠的施工技术，在铁路桥梁建设中得到了广泛应用。铁路跨青银高速公路大桥在89#~92#墩处以一联（40+64+40）m预应力混凝土连续梁跨越青银高速，其中90#、91#墩位于青银高速两侧，

在施工承台时采用钢板桩或工字钢进行防护。

2 工程概况

铁路跨青银高速特大桥位于榆林市市靖边县境内，同该桥在89#~92#墩处以一联（40+64+40）m预应力混凝土连续梁跨越青银高速，连续梁全长145.6m。89#、92#墩为连续梁边墩，90#、91#墩为主跨墩，其中90#、91#墩位于青银高速两侧，桥梁平面位于直线上，纵断面位于-10‰的纵坡上。

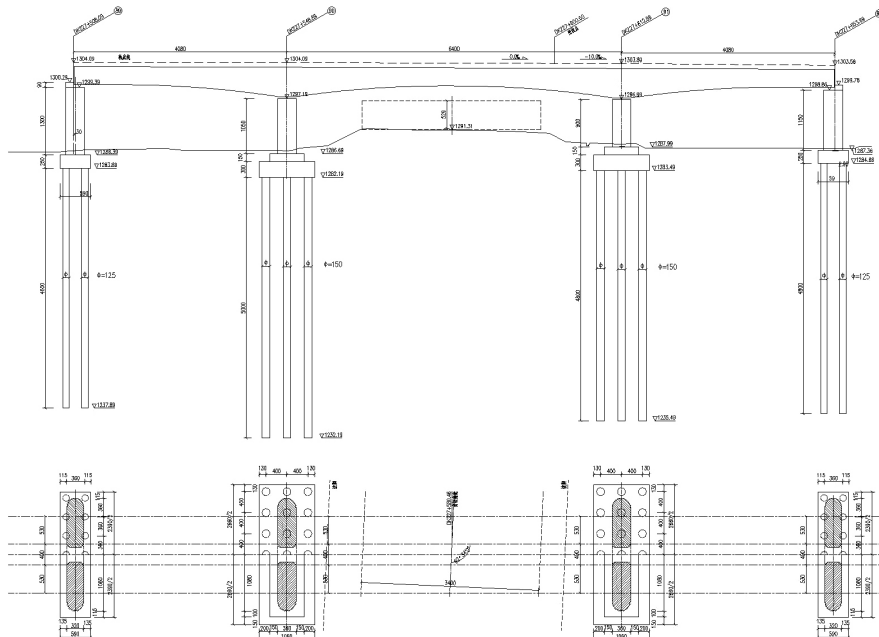


图1 上跨青银高速（40+64+40）m连续梁立面图

3 设计标准

铁路设计行车速度120km/h，双线，线间距4.0m。线路采用有砟轨道，轨底至梁顶高度：0.70m。桥址区环境

土判定铁路混凝土结构具氯盐侵蚀性，环境作用等级为L1。设计年限：100年。

4 工程重难点分析及对策

（1）跨高速公路施工的安全隐患拟建桥梁的下部结构位于青银高速的路基边坡上，采用悬灌连续梁施工，

作者简介：钱建坤，工程师，主要从事浩吉铁路施工、安全管理工作。

挂篮走行是安全监控的重点,悬灌连续梁节段施工过程中,须做好临边防护,基坑开挖要防止发生坍塌事故。跨高速公路施工,需切实与高速公路管理单位及时联系,制定有效的安全防护措施及预案,并与有关部门协商办理相关手续。编制专项营业线施工方案,并评审后实施。

(2)梁体采用挂篮悬臂浇筑,混凝土体积大,钢筋纵横交错,浇筑时振捣难度大。施工时,采用多点布料,模板开孔振捣,钢筋施工实行全程旁站,建立各级技术人员岗位责任制,做到分工明确,责任到人,严格遵守施工程序,坚决执行施工规范,编制重点施工工序标准化作业卡,要求作业人员人手一份,随时学习,做到人人掌握,实现全员控制质量。

(3)连续梁施工线性控制难度大。引进技术力量强的监测单位同步施工控制。对结构进行全施工过程模拟计算,计算采用Midas/Civil程序进行,根据计算结果对桥梁结构在施工过程中的应力按规范要求验算,并与设计单位核对计算结果。并在施工过程中按照规范要求对主梁变形监测、主梁轴线偏位测量与墩顶沉降和水平位移的测量。

(4)高空作业安全风险。高空作业的安全帽、安全带、安全网、临边防护、作业平台、支架搭设质量等要严格落到实处。

5 施工工艺技术

(1)总体施工工艺。总体施工工艺主要有:桩基施工、承台施工、墩身施工、铺梁底模测量支架预压验收、绑扎0#块底腹板钢筋、浇筑0#块砼、0#块张拉压降、浇筑1#块砼、1#块张拉压浆、挂篮悬臂浇筑2~7#块、中跨合龙段(8#块)施工、挂篮悬臂浇筑边跨8#块、边跨合龙段施工。

(2)桩基施工工艺。①防护桩施工。由于施工承台时需要开挖青银高速路基路基坡脚,为防止路基塌方,根据承台的开挖深度和距离高速公路路基边坡的距离,90#墩采用IV型拉森钢板桩(长度12米,深入承台底6m,共计72根);91#墩沿高速公路线路方向插打I 20a工字钢(长度6米,深入承台底2m,间距0.4m,共计72根),工字钢之间采用竹胶板封堵,顶部采用工字钢加固,后部采用钢丝绳牵引加固,采用编织袋装土进行护坡。②钻孔桩。拟采用旋挖钻机钻孔。钻孔前,先埋置导向护筒,根据现场地质情况采用干法施工或湿法施工。护筒采用6mm厚的钢板卷制,长度 $\geq 4\text{m}$,其直径根据钻机类型不同比桩径大20~40cm。钻机钻孔时尽量安排两相邻桩跳开施工,确实无法错开时,则要等到相邻钻孔桩混凝土强度达到2.5MPa以上后方可施钻,避免扰动相邻已施

工完毕的桩基。钢筋笼根据桩长整节或分节(分节长度9m或12m)加工制作。下钢筋笼前检查钢筋笼垂直度,确保上、下节钢筋笼对接时中心线保持一致。灌注桩基混凝土的导管采用丝扣式导管。导管下放的深度控制在导管底部距孔底25~40cm为宜。

(3)承台施工工艺。本连续梁主墩承台厚度4.5m,基坑开挖深度5.0m,土层开挖采用挖掘机开挖,人工修整,为防止钢筋受损及桩基受扰动,桩头附近由人工开挖,承台基坑开挖尺寸比设计尺寸各边加大1m。施工中严格控制基坑开挖深度和平面尺寸,严禁超挖。为防止雨水浸泡基坑,在基坑周围距坑边1m处设拦水埂,基坑内积水汇至集水坑后用水泵排除坑外,不得直接向农田,必须沉淀后排放。砼灌注结束并经养护达到设计强度后,采用空压机配合人工凿除桩头混凝土,确保凿至新鲜、密实混凝土面且达到桩顶设计标高,凿除过程中注意声测管保护,在监理工程师在场的情况下逐桩进行桩基无损检测,桩基经检测合格后才能进行下道工序施工。基坑开挖完成后,按设计要求浇筑垫层混凝土。侧模板采用定制钢模,模板净空尺寸符合设计尺寸。钢筋在厂内加工制作,现场绑扎。绑扎过程中按设计图纸位置安装墩身预埋钢筋。砼采用罐车运输到位,流槽入模。施工时分层浇筑,每层厚度不超过30cm。采用 $\phi 50$ 插入式振捣器振捣,振动棒移动间距不超过40cm,振捣时遵循快插慢拔的原则进行。浇注时对称进行,使模板均匀受力,同时设专人检查模板,保证模板不变形。

(4)墩身施工工艺。本连续梁主墩为门式墩,墩身高度9.0m和10.5m,混凝土一次性浇筑完成,模板采用整体钢模。边墩高度13.0m及11.5m,墩帽为高低帽形式,采用整体钢模先浇筑混凝土至低墩帽高度,待连续梁施工完毕后再将简支梁侧的高墩帽浇筑至设计高度。

6 预应力混凝土连续梁施工工艺

(1)施工工艺简介。(40+64+40)m预应力混凝土连续梁施工共分8个悬浇节段,节段长3.5~4.0m,最大块重149.9t。主墩施工完后,搭设支架,预压并施工0#块,张拉并压浆完成;由于0#块长度为9.0m,不能满足挂篮拼装条件,故1#也采用支架施工完成后,在0#~1#块上拼装挂篮,对称悬臂浇筑2#~7#标准节块,保证主“T”构两端同步施工,再完成中跨合龙段(8#)施工,后利用挂篮完成边跨8#段施工;在悬浇段完成前,浇筑完成边跨现浇段(10#),通过挂篮,完成合龙段(9#)施工。拟投入自重约48t的三角挂篮4套,同时施工。

(2)支座安装。安装支座应注意将支座的相对滑动面和其他部分用丙酮或酒精擦洗干净,安装支座标高应

符合设计要求，其四角高差不得大于1mm，支座安装严格按图施工，按梁体各部位张拉纵桥向压缩值考虑预偏值，除固定支座和横向支座不设置预偏量外，其余均应设置预偏量。

(3) 荷载计算。第7节段混凝土施工时，取第7节段混凝土重量 $P_1 = 105t$ ，施工荷载 $P_2 = 10t$ ，挂篮重 $P_3 = 48t$ ，施工边跨合拢段时产生的荷载 $P = \text{合拢段重} + \text{施工荷载} + \text{挂篮重}$ 即、 $P = 105 + 10 + 48 = 163t$ 。

(4) 施工准备。支架搭设前，对进场的操作人员进行培训，并对施工现场所有管理及操作人员进行专业技术交底；对桥跨、中线、标高进行复核，对有偏差的垫石及螺栓孔进行处理，所有材料应经检验合格后方可投入使用；混凝土配合比经报批合格后方可投入使用。提前做好张拉设备配套送检标定，原材料（砂、石、水泥、钢材等）的检验。

(5) 支架设计。0#块支架基础主要是利用压路机对承台分层回填压实，经检测地基承载力达到150kpa后，浇筑混凝土基础，混凝土基础厚度20cm。该支架结构为满堂碗扣式脚手架支撑体系，整段立杆布置间距腹板位置为30cm×60cm，翼板和底板采用60cm×60cm，横杆步距腹板处60cm，其余120cm。支架纵、横、水平向每5跨设置剪刀撑，剪刀撑与立杆夹角为45°~60°。

(6) 钢筋加工及安装。钢筋在工地加工棚内集中制作，运至现场由25t吊车提升、现场绑扎成型。底板、腹板和顶板内有大量的预留波纹管，为防止波纹管损坏，焊接作业尽量在穿波纹管前完成。钢筋绑扎与模板安装之间先安装底板模板，先底板钢筋，后腹板钢筋，期间完成底板及腹板处波纹管孔道定位；安装内模及加固完成后，进行顶板钢筋绑扎；对梁体钢筋进行整体验收合格后，安装端模，绑扎预埋钢筋；钢筋、模板及预埋件等经检查合格后，浇注箱梁砼。

(7) 混凝土灌注施工。0#块一次浇筑完成，灌注时间不宜超过8h。砼浇筑时，由中间向墩顶两侧分层对称浇筑，先底板、再腹板，最后灌注顶板，水平分层、斜向分段。砼均采用汽车泵泵送入模分层浇筑；为防止振捣时撞击波纹管造成漏浆，浇筑前波纹管均插塑料衬管，砼一旦浇注完成，立刻将塑料衬管拔出。连续梁混凝土运输采用8m³混凝土运输车运送，汽车泵泵送浇注。泵送时，输送管路的起始水平段长度不应小于15m，除出口处采用软管外，输送管路其它部分不得采用软管或锥形管。砼在捣固平整后人工进行第一次抹面，混凝土初凝前，顶板砼进行二次收光，以防砼面因早期缺水引起表面开裂。砼

浇注完毕后，及时覆盖养生毯进行湿润养护。

(8) 管道压浆、端头封堵。张拉完成后，在48h内进行管道压浆。高效减水剂应符合相关规定，掺量由试验确定。预应力管道压浆应采用普通压浆工艺，同一管道压浆应连续进行，一次完成。管道出浆口应装有三通管，必需确认出浆浓度与进浆浓度一致时，方可封闭保压。压浆前管道清洗干净；浆体注满管道后，应在0.50~0.60MPa下持压2min；压浆最大压力不宜超过0.60MPa。水泥浆拌合机应能制备具有胶稠状水泥浆，水泥浆搅拌结束后应采用连续式压浆机尽快连续压注，搅拌至压入管道的时间间隔不应超过40min。水泥浆泵应能压浆完成的管道上保持压力，导管中无压力损失。同一管道压浆应连续进行，一次完成。冬期压浆时应采取保温措施，水泥浆应掺入防冻剂。浇筑梁体封端混凝土之前，应先将承压板表面的粘浆和锚环外面上部的灰浆铲除干净，对锚圈与锚垫板之间的交接缝应用聚氨酯防水涂料进行防水处理。浇筑封端混凝土时应做好封头上部的防水措施，封端混凝土养护结束后，应采用聚氨酯防水涂料对封端新老混凝土之间的交接缝进行防水处理。

(9) 支架、模板拆除。待混凝土强度大于100%设计强度并进行张拉后，拆除箱梁内模、侧模及支架卸落和拆除底模及翼缘模。支架拆除有上至下按顺序拆除，拆除底板时由两侧向中间拆除。

7 结束语

铁路连续梁施工技术在铁路工程施工中占据重要地位，与铁路其他桥梁建设施工相比较，连续梁施工难度更高，同时也具有桥梁结构安全性稳固性要求标准高、桥梁沉降及徐变上供控制要求严格等特点，故而利用悬臂浇筑施工技术开展铁路大跨度连续梁工程施工时，施工单位应严格遵循悬臂建筑施工技术流程进行规范性施工，并落实行之有效的技术优化措施，确保铁路桥梁施工质量和安全。

参考文献

- [1]刘亚昭.预应力混凝土连续梁悬臂浇筑施工技术在桥梁工程中的应用[J].绿色环保建材,2018(5)
- [2]郜启卫.铁路大跨度预应力混凝土连续梁桥施工技术[J].工程建设与设计,2022(02)
- [3]潘治彦.连续梁悬臂浇筑施工的关键技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2016(11)
- [4]《铁路混凝土工程施工技术指南》(铁建设〔2010〕241号)