

DOI: 10.7672/sgjs2026020032

全胶拼曲线连续梁长短线结合法预制节段技术*

高北¹,孙洪斌²,李俊³,段愉³,赵永超⁴,丛炳刚¹,王兆刚¹,陈钰¹,吴法尧¹

(1. 山东省路桥集团有限公司, 山东 济南 250014; 2. 山东铁路投资控股集团有限公司, 山东 济南 250102; 3. 西南交通大学, 四川 成都 610031; 4. 中国铁路济南局集团有限公司, 山东 济南 250010)

[摘要] 某高速铁路跨黄河大桥引桥为3×56m 预应力混凝土3跨曲线连续梁桥,为缩短工期,对21联3跨曲线连续梁采用节段预制全胶拼施工。每联3跨连续梁包括4个墩顶节段、每跨跨内的11个节段,共37个节段,引桥全部21联预制777个节段。为保证每联3跨曲线连续梁的节段预制精度,降低节段拼装难度,提高预制工效,4个墩顶节段采用4个独立的单节段台座预制,每跨跨内的11个非墩顶节段采用在长度170m的长线台座上进行“2+1”节段短线法匹配预制,即长短线结合法预制节段。4个墩顶节段预制完成后,吊运到长线台座,作为每跨内11个节段短线匹配预制的起始节段。从每跨端部向跨中方向预制,每跨共2个节段、3跨共6个节段同时匹配预制,形成6个工作面。在长线台座上,一直保留2个完成的节段作为新浇筑节段的匹配段,其余节段吊离长线台座。长线台座的墩顶节段位置空出后,进入下一联3跨连续梁的循环预制。每联3跨连续梁节段预制时,长线台座上均区分节段拼装架设的大、小里程方向,每个节段编号唯一。通过BIM模型对节段内普通钢筋、预应力管道、预埋件进行碰撞检查,提前解决了位置冲突问题。21联连续梁的节段预制和拼装架设表明,长短线结合法预制节段可实现曲线梁的高精度线形和高工效。

[关键词] 桥梁;曲线连续梁;节段预制;全胶拼;长短线结合法;建筑信息模型

[中图分类号] U445.4

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2026)02-0032-07

Segmental Precast Technology of Fully Glued Curved Continuous Girders Using Long-short Line Combination Method

GAO Bei¹, SUN Hongbin², LI Jun³, DUAN Yu³, ZHAO Yongchao⁴, CONG Binggang¹,
WANG Zhaogang¹, CHEN Yu¹, WU Fayao¹

(1. Shandong Luqiao Group Co., Ltd., Jinan, Shandong 250014, China;

2. Shandong Railway Investment Holding Group Co., Ltd., Jinan, Shandong 250102, China;

3. Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China; 4. China Railway Jinan Bureau Group Co., Ltd., Jinan, Shandong 250010, China)

Abstract: The approach bridge of a high-speed railway bridge across the Yellow River is a 3×56m prestressed concrete three-span curved continuous girder bridge. In order to shorten the construction period, the 21 three-span curved continuous girders are constructed by segmental prefabrication and fully glue splicing. Each three-span continuous girder consists of 4 pier top segments and 11 segments within each span, totalling 37 segments, and the approach bridge has 777 prefabricated segments for all 21 spans. In order to ensure the section prefabrication accuracy of each three-span continuous girder, reduce the difficulty of section assembly and improve the prefabrication efficiency, 4 pier top sections are prefabricated by 4 independent single-section pedestals, and 11 non-pier top sections within each span are prefabricated by “2+1” section short-line method matching prefabrication on the long-line pedestal

* 山东省交通运输厅科技计划:高速铁路千米长联矮塔斜拉桥施工全过程质量提升技术与装备研发及大规模节段全胶拼混凝土连续梁施工成套技术研究(2021B74);山东铁投集团科技计划:高速铁路无砟轨道超宽混凝土连续梁高性能建造技术研究(TTKJ2024-07)

[作者简介] 高北,高级工程师,E-mail:329063070@qq.com

[通信作者] 李俊,副教授,博士,E-mail:tumulijun@163.com

[收稿日期] 2025-02-16

with a length of 170m. That is to say, long line method and short line method are combined to prefabricate the sections. After the prefabrication of 4 pier-top segments is completed, they are transported to the long-line pedestal as the starting segments for the short-line matching prefabrication of 11 segments in each span. From the end of each span to the middle of the span direction prefabrication, a total of 2 sections for each span, a total of 6 sections for three spans at the same time match prefabrication, forming six work surfaces. On the long-line pedestal, 2 completed segments are always kept as matching segments for the newly cast segments, and the remaining segments are lifted off the long-line pedestal. After the pier top section position of the long-line pedestal is vacated, the next three-span continuous girder cycle of prefabrication is entered. During the prefabrication of each three-span continuous girder section, the long-line pedestal distinguishes between the large and small mileage directions of section assembly and erection, and each section is uniquely numbered. The collision check of ordinary steel bars, prestressing pipelines and embedded parts in the section through BIM model solves the position conflict problem in advance. The section prefabrication and assembly and erection of 21 continuous girders show that the prefabrication of the sections by long-short line combination method can achieve the high-precision line shape of curved girders and high efficiency.

Keywords: bridges; curved continuous girders; segment prefabrication; full glue spelling; long-short line combination method; building information modeling (BIM)

0 引言

节段预制胶拼施工是将预应力混凝土主梁划分成若干个小节段进行匹配预制,养护存放一定时间后,利用机械将其运输吊装至桥位现场进行胶拼。与传统的现浇混凝土梁施工相比,节段预制胶拼梁具有施工工期短、环境污染小等优点。节段预制胶拼梁近年来在高速铁路混凝土桥中逐渐开始使用,从简支梁起步,拓展到连续梁等桥型,跨度不断增大。高速铁路无砟轨道对成桥线形要求极高,节段预制全胶拼梁的预制线形控制了成桥线形,节段的高质量预制将为后续顺利拼装架设提供有力保障。

节段预制施工技术在国内外取得了丰富的研究成果。王殿伟^[1]以郑州桃花峪黄河大桥北引桥为例,介绍了PC箱梁短线法节段预制施工技术。耿树成^[2]针对34m和38m简支混凝土箱梁,采用短线法预制、曲梁曲做工艺,介绍了预制梁场布置和节段架设方法。王英^[3]以厦门快速公交系统(BRT)工程为依托,阐述了长短线法混合预制技术。张启才等^[4]针对郑万高速铁路汉江大桥48m简支箱梁,通过长短线匹配预制法解决了施工场地受限和胶接接头匹配的问题。其他一些研究成果也主要为节段预制方法、梁场布置和线形控制等^[5-16],本文结合某高速铁路节段预制全胶拼曲线连续梁工程,阐述长短线结合节段预制法、全液压自动收放钢模板工艺、工业化生产技术、预制和存梁台座设计、混凝土智能养护系统和BIM在节段预

制阶段的应用,为类似工程提供参考借鉴。

1 工程概况

某高速铁路跨黄河大桥为减少对黄河流域生态环境的污染,引桥采用21联 $3\times 56\text{m}$ 节段预制拼装的3跨预应力混凝土连续梁桥,总长达3 528m,线路平面均在半径为5 500m的圆曲线上,线路纵坡0.2%。节段梁间的接缝全部用环氧树脂胶结,无现浇混凝土湿接头,节段端面密布剪力键,上行式架桥机逐跨拼装。该桥是国内首次大规模建设的全胶拼连续梁桥,也是世界上350km/h高速铁路中规模最大、工艺最新的等跨节段拼装连续梁桥。

$3\times 56\text{m}$ 预应力混凝土3跨连续梁全长167.85m,采用单箱单室等高度箱梁,截面中心梁高4.215m,桥面宽12.6m,箱梁只在墩顶设置横隔板。为控制节段吊运质量在200t以内,将1联 $3\times 56\text{m}$ 预应力混凝土连续梁各孔跨内的梁段均划分为11个节段,4个墩顶中心附近各划分1个节段,3跨连续梁共 $37(3\times 11+4)$ 个节段。21联连续梁共预制777(21×37)个节段。标准预制节段长度为4.5m或4.8m;墩顶有横隔板,为减小节段自重,墩顶节段长度为3.5m或3.775m,节段最重197.82t。选择在第13联连续梁附近布置节段预制梁场。

考虑到3跨曲线连续梁节段短线法预制线形控制难度太大,现场具备长线法预制场地条件,工期相对紧张,决定采用长短线结合法进行节段预制,每联桥为1个大循环。

2 长短线结合法预制节段施工工艺设计

2.1 预制工艺总体设计

2.1.1 长短线结合法预制节段施工总体设计

为减小节段梁预制场地、增加作业面、提高预制速度,多采用短线法。但对于曲线梁桥,预制线形可能包含平曲线和竖曲线的空间线形。短线法预制节段要形成要求的空间线形,空间坐标转换关系计算复杂,预制场内的节段匹配空间定位困难,预制线形误差可能较大,节段拼装成桥后的线形误差可能不满足高速铁路无砟轨道桥梁要求。长线法台座的底模平曲线和竖曲线一次性全部形成,预制场主要控制梁面竖向线形和侧模平曲线形,预制难度大大降低。高速铁路曲线梁桥有条件时采用长线法预制节段对线形控制更有利,不涉及复杂的坐标转换。

相比于孔跨内的标准节段,3跨连续梁2个边墩、2个中墩顶上的节段由于带有运营期间过人洞的横隔板,顶板、底板、腹板均变厚,构造较特殊,绑扎钢筋更费时,不易流水化作业,适合采用独立台座单独预制。

为保证节段预制线形,增加同时预制的节段数量,采用长线法和短线法混合预制梁段。首先设计制作1个长线台座、4个独立台座。长线台座按实桥线形设计,半径5500m,弧长170m,容纳1联3×56m连续梁的全部37个节段,长线台座长度比3跨连续梁长度167.85m稍长,目的是方便施工人员在梁端作业。4个独立台座分别用于1联连续梁4个墩的墩顶节段制作。

长线台座上的起始节段要首批预制,选定4个墩顶节段为长线台座上的起始节段。将2个中墩顶节段和2个边墩顶节段分别在独立台座上预制完成后,吊运至长线台座上设计位置的三维调整小车处,精确调整就位,作为长线台座上的起始节段,开始匹配浇筑相邻节段。为保证节段匹配拼装和预制线形精度,长线台座上的后续每个节段的一侧端模均利用相邻已成型的节段端面作为端模匹配浇筑成型。节段预制流程如图1所示。

在长线台座上,采用“2+1”节段短线法匹配预制,一直只保留2个已预制完成的节段留在长线台座上,顺序匹配预制下一个节段,之前预制的节段吊离长线台座。沿长线台座连续匹配预制,不断吊离预制完成的节段。当长线台座上每跨只剩下1个跨内节段尚未预制时,吊装下一联连续梁的4个墩顶节段到长线台座,进入下一联预制循环工序。长线台座上一直至少有6个待浇节段在匹配预制,以

加快工期。

可看出,该桥连续梁预制无须1联3跨连续梁37个节段全部预制完成才开始下一联,也未将37个节段同时摆放在长线台座上,加快了台座节段预制周转速度。上一联与下一联连续梁的节段预制时间有重合,并在同一个长线台座上制造。

在长线台座上进行短线法通长匹配预制,底模一次性调好后保持不变,缩短了底模调整时间和线形监测调控时间,顺序匹配预制下一节段,只需调整一个方向的端模,圆弧形侧模调整工作量也较小。每联的各跨跨中节段预制时,两侧端模都利用已预制完成节段的端面,跨中节段顺桥向的2个侧面都匹配预制,节段预制线形具有连续性和闭合性。

惯用的短线预制采用“1+1”节段匹配预制,即只在短线台座上保留1个完成的预制节段,匹配预制下一个节段,预制完成1个便吊离1个。本工程在长线台座上进行“2+1”节段短线法匹配预制,一直全部测量监控长线台座所有匹配节段、待浇节段线形,留出2个已预制的节段作为匹配段,待浇节段的匹配端面更稳定,受新节段混凝土浇筑影响更小,位移更小,线形控制也更严格可靠,避免了单节段匹配端面歪斜偏差带来的累积偏差。本文称该方法为长短线结合法。

为适应2台架桥机节段架设进度和相反的架设方向,采用2个方向循环预制,往大里程方向预制1联后,再往小里程方向预制1联。

2.1.2 模板系统总体设计

节段预制箱梁模板采用全液压钢模板,内、外模板均为全自动液压收放。外模根据不同的节段块长度设计为整块式。外模的拼装、拆除及行走定位均采用全自动液压台车形式。内模采用钢结构导梁,将模板铰接在小车上,形成内模台车。顶板支承采用台车本体,两侧模采用全自动液压进行调节。底模采用固定式混凝土台座,台座顶面使用加劲钢模板。端模采用定型钢板加工,可实现精确孔位预留。

2.1.3 节段预制工业化生产设计

多联连续梁的大规模节段预制应借鉴钢梁节段制造经验和方法,开展预制工艺设计,优化补充设计院提供的设计图纸,节段编号要有利于存储、吊运、架设,防止节段编号相同,进行工业化流水线生产设计。节段梁工艺设计应先行,不能仿照现浇梁的施工组织设计简单编制。

对于设计单位提供的设计图纸编号,由于设计图纸表达传统上的习惯,相同构造尺寸的节段编号

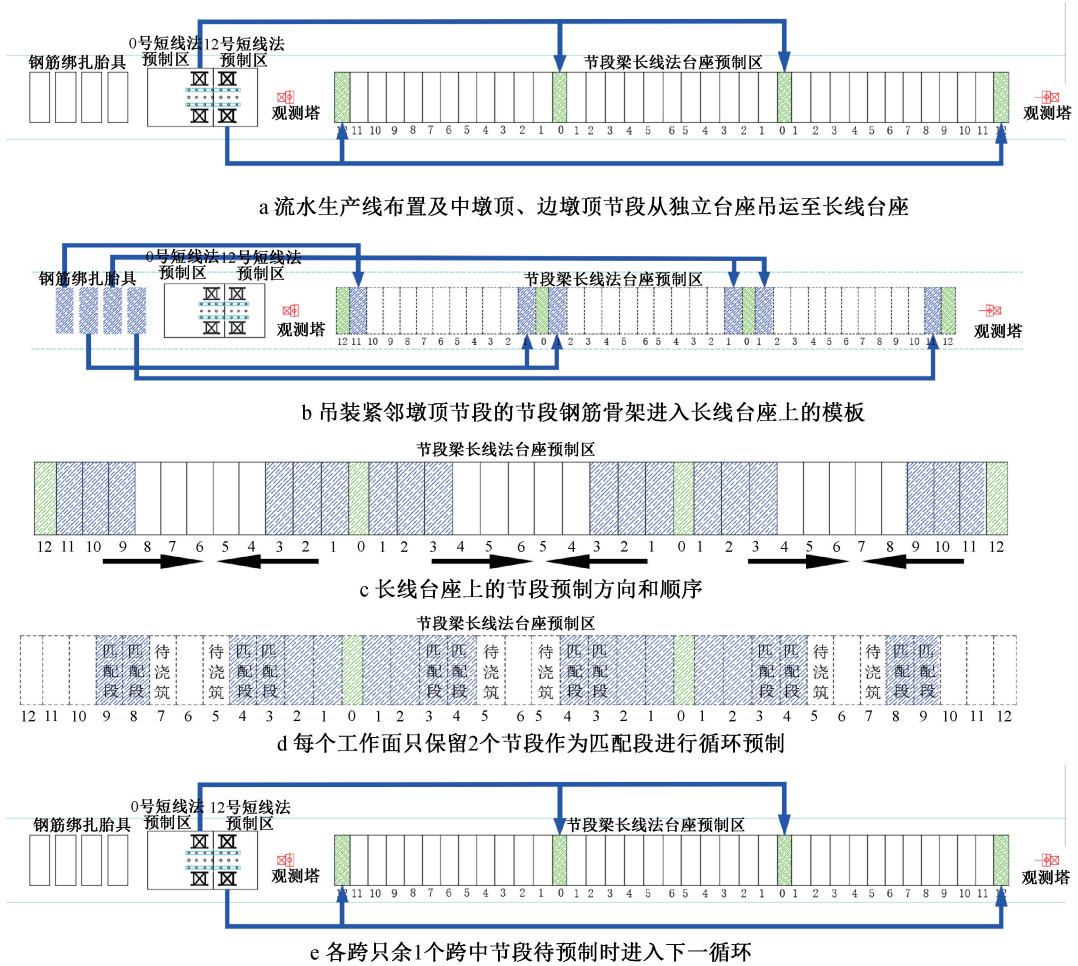


图 1 3 跨连续梁“2+1”节段长短线结合法预制流程

Fig. 1 Prefabrication process of “2 + 1” segment of three-span continuous girder by long-short line combination method

相同,但 3 跨曲线连续梁并不完全对称,不能相互替换,如完全按设计图纸编号,这给拼装架设带来困扰,在存梁场寻找待架设的梁段易出错。

另外,本工程 21 联 3 跨连续梁节段预制拼装,采用 2 台架桥机从第 13 联开始分别往大里程、小里程方向架设,由于在圆曲线上,大、小里程的联跨在长线台座上的预制方向相反。

因此,为解决节段编号唯一性问题,将节段预制编号调整为:按架设拼装顺序依次编号,从 1 号节段编号至 37 号节段。避免了编号重复问题。实际操作中,在长线台座 2 个侧面对应节段分别编号,一个侧面编号从小里程往大里程方向,另一个侧面编号从大里程往小里程方向,编号均为 1~37。

布置 1 个钢筋加工车间、4 个钢筋绑扎台座、4 个独立台座、2 个测量观测塔、1 个长线台座,按生产工序布置在一条轴线上,形成工业化流水线。

2.2 预制流程设计

2.2.1 墩顶节段预制流程设计

在长线台座与钢筋绑扎台座间单独布置台座

(见图 1a)。1 联 3 跨连续梁的边墩顶 0 号节段、中墩顶 12 号节段共 4 个节段在独立台座上预制。调整独立台座底模板到指定位置,直接在独立台座模板上绑扎钢筋,浇筑 0、12 号节段并养护。

2.2.2 跨内节段预制流程设计

每联 3 跨连续梁的跨内节段共 33 个,均在长线台座上以已预制完成的节段作为端模匹配预制。边墩顶、中墩顶节段为起始节段。

在长线台座附近的钢筋绑扎胎具上绑扎完成紧邻墩顶节段的 1、11 号节段钢筋骨架,吊入长线台座内模板,浇筑 1、11 号节段混凝土并养护。从每跨端部向跨中方向预制,形成 6 个工作面,每跨共 2 个节段、3 跨合计 6 个节段同时匹配预制。在长线台座上,保留 2 个节段作为新制节段的匹配段,即采用“2+1”节段匹配预制,边跨已预制节段及时吊运至存梁区。跨内预制流程如图 1 所示。

边、中跨各剩余 3 个节段未预制时,将下一联的 0、12 号节段吊装到长线台座上。边、中跨各剩余 1 个节段未预制时,空出的 3 套侧模系统分别返回到

2 个边跨的 11 号节段、中跨的 1 号节段,启动下一联预制。

3 节段梁长短线结合法预制的预制梁场

3.1 梁场设计参数

考虑施工工期和其他不确定性因素的影响,梁场每天的平均生产能力要求为 2 片/d,考虑天气因素等影响,则每联的生产周期暂定为 20d,冬期施工生产周期为 25d。而预制台座决定了节段梁的预制速度,且所有梁体均位于曲线上,设计要求曲梁曲做,对梁体的整体线形控制要求极为严格,因此考虑采用长短线匹配法的预制方案。计划配置 1 个长 170m 的长线法预制台座,同时在端部配置 0,12 号节段的短线法预制台座。

根据设计图纸及招标文件要求,节段梁预制完成后 1 个月方可拼装。同时,为避免后场预制和前场拼装的不匹配,耽误施工工期,根据相似工程的经验和考虑最不利因素,确保梁场存梁区有 122 根以上的存梁能力。

内、外钢模的配置根据模板设计方式及在台座上的占用时间等多方面因素考虑。长线法配置 6 套侧模,生产 1 榦节段箱梁,内模占用 48h,其使用时间与外模基本同步,但由于梁体内尺寸及齿块尺寸各有不同,故内模设置比外模多 2 套。

节段箱梁节段短,内支撑好设置,考虑进行钢筋整体绑扎,可减少成本投入、缩短模板占用时间。钢筋绑扎在固定的胎卡具上进行,整体绑扎完成后进行整体吊装。考虑钢筋绑扎时间和钢筋胎具占用时间,钢筋胎卡具数量确定为 4 个。

根据生产能力,整个生产线设置 2 台 25t 门式起重机,用于节段梁钢筋骨架提升及运输,并负责质量较小的机械材料运输;设置 1 台 300t 门式起重机,仅用于提升预制完成的节段梁。

3.2 预制和存梁台座

长线法制梁台座长 170m、厚 0.5m、宽 4.85m,混凝土强度等级为 C30,钢筋为上、下 2 层 HRB400 $\phi 16@200\text{mm}$ 钢筋网片,保护层厚度为 35mm。制梁台座选用 $\phi 500$ 预应力管桩进行加固处理,管桩纵向间距为 2m,横向间距为 1.625m,桩长为 9m。

存梁台座的单个存梁筏板尺寸为 $6.72\text{m} \times 11.1\text{m}$,厚 1m,场区共设有 29 个存梁台座,每个台座间隔 6.88m。筏板上设置垫石,垫石尺寸为 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.5\text{m}$,每个筏板设 8 个垫石。

4 节段梁长短线混合预制施工

4.1 模板制造、安装和拆除

节段预制箱梁模板采用全钢模板,内、外模均为全自动液压收放。外模根据 4 种不同的节段块件长度设计为整块式,各种尺寸模板加工 1 套。外模拼装、拆除及行走定位均采用全自动液压台车形式;内模采用钢结构导梁,将模板铰接在小车上,形成内模台车。顶板支撑采用台车本体,两侧模采用全自动液压支撑进行调节。内模采用整体式脱模;底模采用固定式混凝土台座,台座顶面采用加劲钢模板;端模采用定型钢板加工,精确孔位预留。

模板的安装顺序为:侧模安装→吊入钢筋骨架→内模安装→固定端模。由于固定端模的位置固定,每次模板安装时,测量校核其平面位置、水平度及垂直度即可。在整个模板安装过程中,固定端模的精度要求最高,安装固定端模时必须注意端模模面与待浇梁段中轴线垂直,且在竖向保持铅直。端模上翼缘要进行标高检测,确保其水平度。端模支撑必须牢固,模板自身具有足够的刚度。

模板拆除顺序按安装顺序反向进行。箱梁混凝土经养护达到其设计强度的 80%,温差 $\leq 15^\circ\text{C}$,先拆内模后拆外模。内模拆除是利用内模系统的液压设备收缩内模,用卷扬机牵引内模台车将内模系统移出;外模拆除通过松开侧模顶口及底口的对拉螺杆及侧模与预制台座间的精轧螺纹锚固钢筋,调节侧模桁架支撑上的螺旋调节装置使侧模同时产生水平和竖向位移,将侧模与混凝土分离。

4.2 钢筋施工

为了加快施工进度,避免钢筋绑扎时对已安装模板的污染,梁段钢筋采取模块式钢筋加工。即钢筋骨架绑扎、预应力管道与预埋件安装和定位均在钢筋绑扎胎具上整体制作完成,再采用门式起重机整体吊装入模。

4.3 预应力管道定位

预应力管道采用预埋塑料波纹管成孔,根据孔道位置在固定端模上开设螺栓孔,通过螺栓将锥形硬橡胶塞锚固在端模上。张拉端采用钢制锚盒,锚盒、锚垫板、端模三者连接方式为栓接,以保证锚垫板安装的精准定位。

4.4 长线台座上的节段匹配

节段梁预制场采用长短线耦合法组织梁块预制工作,其 0,12 号块在短线法预制完成后,将其吊装至长线台座三维调节小车上,通过控制系统微调定位车的横移油缸活塞,使梁底轴线与底模轴线重合(见图 2)。通过微调定位车的纵移油缸活塞使梁段端线与第 1 道胶接缝标识线重合。



图2 三维调整小车
Fig. 2 3D adjustment car



图4 燃气蒸汽发生器
Fig. 4 Gas steam generator

4.5 节段梁混凝土智能养护

混凝土浇筑完成初凝后应及时进行养护,养护方法要适应施工季节的变化。

一般情况下腹板及翼缘板采用自动喷淋养护,其余部位采用人工洒水养护,使混凝土表面的潮湿状态保持在14d以上。

混凝土浇筑完毕终凝后开始喷淋养护,在箱梁顶、底板覆盖土工布。安装可移动式自动喷头,在腹板上采用自动喷淋。并使土工布保持潮湿,模板拆除前向模板表面洒水降温。箱梁梁段吊入修整区后,如养护时间 $<14d$,则需对其继续洒水养护。自动喷淋养护系统如图3所示。



图3 自动喷淋养护系统
Fig. 3 Automatic spraying maintenance system

本工程经历北方冬期施工,采取蒸汽养护,梁场内设置2台燃气蒸汽发生器(见图4)、4座全封闭移动式养护棚,同时满足4节梁段的养护需求。采用蒸汽管道连接养护棚和蒸汽发生器,蒸汽管道表面用岩棉+防水材料全封闭包裹,管道端部设置汽水分离器,间隔一定长度设置2个出气口。蒸汽管道在生产区均位于预制台座底部,可有效避免预制过程中的机械碰撞及踩踏。在节段梁内部布置混凝土温度传感器,监控梁体内外温差在 15°C 以内。

4.6 节段预制施工测量

节段预制场内设置4个控制点,建立控制网,其中2个控制点设置在观测塔上,作为固定测站使用。根据桥梁设计的几何尺寸将梁分解成单个梁段,计算梁段各控制点相关坐标 (x, y, z) ,并转换为场内相

对坐标。采用全站仪精确放样预制梁段的平面位置及高程。箱梁节段预制、拼装控制测点由刻有十字丝的圆钢或螺栓制作,梁段混凝土浇筑完成后但未初凝前埋设。

4.7 节段梁转运和存储

梁段转运起吊采用专用吊具,首节段及标准节段均有4个吊点,采用专用吊具及吊杆配合280t门式起重机起吊后进行梁段存放和转运。混凝土达到规定强度后进行梁端凿毛。

门式起重机采用竖向提升与纵向走行分离的工作方式移动预制梁段到指定存梁场。为了节约存放区的占地面积,预制梁段的存放采用双层叠置方式。考虑到箱梁断面尺寸较小,为避免在堆存过程中产生过大拉应力使节段梁损伤,支点采用橡胶支垫形式。

5 节段梁预制阶段 BIM 碰撞检查

节段梁预制节段可利用BIM软件进行各构件间的碰撞检查,及时发现不同构件的碰撞点或重叠构件。预制前,对预应力管道与剪力键、预应力管道与普通钢筋、普通钢筋间和预埋件与普通钢筋进行碰撞检查,可提前检查节段梁各构件的碰撞点,及时修改二维图纸,不延误施工进度。

目前,碰撞检查较成熟的软件为Navisworks, Navisworks可整合CAD或Revit文件,也可打开各种类型的文件,基本包含所有土木工程领域常用软件格式。Navisworks软件采用碰撞检查的流程也较简单,主要分5步,分别为整合BIM模型、导出NWC类型文件并导入Navisworks、碰撞检查设置、运行碰撞检查和分析碰撞检查结果,其中主要步骤为整合BIM模型和碰撞检查设置。整合BIM模型主要用于确认碰撞检查主体,碰撞检查设置主要考虑硬碰撞、硬碰撞(保守)、间隙和重复项4种碰撞类型及不同大小的碰撞公差。碰撞检查流程如图5所示。

本工程节段梁各构件碰撞检查后发现,预应力管道与剪力键、普通钢筋间和预埋件与普通钢筋间

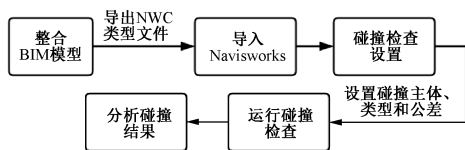


图 5 碰撞检查流程

Fig. 5 Collision check flow

无碰撞点,但预应力管道与普通钢筋存在碰撞点,及时移动或修改普通钢筋图纸后保障了节段梁预制施工进度。

6 结语

高速铁路 3 跨曲线连续梁预制节段自重大、线形要求高,采用长线、短线结合法进行节段预制。设计施工 1 个长 170m 长线台座及 4 个独立台座,一次性在 4 个独立台座上制造 4 个墩顶节段并吊运到长线台座。墩顶节段作为每跨内 11 个节段短线匹配预制的起步节段,从每跨端部向跨内方向预制,每跨共 2 个节段,3 跨共计 6 个节段同时匹配预制,布置了 6 个工作面。在长线台座上,保留 2 个节段作为新制节段的匹配段,即采用“2+1”节段匹配预制,预制完成的其余节段吊离长线台座,墩顶节段位置空出后进入下一联连续梁的循环预制。采用有利于存储、吊运、架设的节段唯一编号进行工业化流水线生产设计和预制梁场总体规划。节段预制梁场采用一条大的通长工业化流水生产线,混凝土采用智能养护系统,自动喷淋养护,冬期施工进行蒸汽养护。利用 BIM 技术对节段梁各构件进行碰撞检查,防止因图纸偏差延误工期。

采用长短线结合法预制节段梁,在长线台座上待浇节段与相邻完工节段匹配预制保证了整体曲线线形精度,再将已施工完成的节段及时转运,提高了施工效率。

参考文献:

- [1] 王殿伟. PC 箱梁短线法节段预制施工技术[J]. 世界桥梁, 2016,44(3):25-29.
WANG D W. Construction techniques for PC box girder prefabricated by short-line match casting method [J]. World bridges, 2016,44(3):25-29.
- [2] 耿树成. 铁路高架桥箱梁节段预制胶拼施工关键技术[J]. 施工技术(中英文), 2022,51(6):41-45.
GENG S C. Key construction technology of box girder segments pre-casting and splicing for railway viaducts [J]. Construction technology, 2022,51(6):41-45.
- [3] 王英. 城市桥梁预制箱梁节段拼装关键技术研究[D]. 成都:西南交通大学, 2011.
WANG Y. The key technology research of segmental precasted box girder assembly [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2011.

- [4] 张启才,唐剑,龚鹏鑫. 高铁胶接缝段箱梁长短线结合法匹配预制施工技术[J]. 公路交通技术, 2020,36(5):89-93,99.
ZHANG Q C, TANG J, GONG P X. Match prefabricating technology of long and short line combination method of high-speed rail glued segment box girder [J]. Technology of highway and transport, 2020,36(5):89-93,99.
- [5] 刘广伟. 节段梁预制施工技术[J]. 铁道建筑, 2017,57(5):37-40,70.
LIU G W. Prefabricated construction technology of segmental girders [J]. Railway engineering, 2017,57(5):37-40,70.
- [6] 解兵林,余晓琳,胡雨,等. 短线法节段梁预制拼装过程控制技术[J]. 铁道科学与工程学报, 2020,17(6):1453-1461.
XIE B L, YU X L, HU Y, et al. Research on control technology of precasting and assembling process of segment beam with short-line method [J]. Journal of railway science and engineering, 2020,17(6):1453-1461.
- [7] 翟振. (40+42.6×2)m 节段胶拼预应力混凝土连续梁施工控制技术研究与实践[D]. 石家庄:石家庄铁道大学, 2022.
ZHAI Z. Research and practice on construction control technology of (40+42.6×2)m segment prestressed concrete continuous beam [D]. Shijiazhuang: Shijiazhuang Tiedao University, 2022.
- [8] 方蕾. 短线预制悬臂拼装连续梁桥施工线形控制研究[D]. 成都:西南交通大学, 2008.
FANG L. Study on linear control of short-line prefabricated cantilever assembled continuous beam bridge construction [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2008.
- [9] 朱新安. 节段箱梁预制拼装连续梁体系关键技术研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2014.
ZHU X A. Research on key technology of segmental box girder prefabrication continuous beam system [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2014.
- [10] 林三国. 节段预制拼装箱梁施工技术[J]. 铁道建筑, 2014,54(12):21-24.
LIN S G. Construction technologies of box-girder using segmental precasting and assembling method [J]. Railway engineering, 2014,54(12):21-24.
- [11] 张雷,季伟强,苏伟,等. 高速铁路(40+56+40)m 预应力混凝土连续梁节段预制胶拼法建造技术研究[J]. 铁道标准设计, 2019,63(8):79-84.
ZHANG L, JI W Q, SU W, et al. Design and construction of (40+56+40)m railway prestressed concrete continuous segmental bridges for high-speed railway [J]. Railway standard design, 2019,63(8):79-84.
- [12] 朱海燕. 铁路大跨度连续梁预制胶拼施工线形控制技术[J]. 铁道建筑, 2021,61(5):31-34.
ZHU H Y. Control technology for prefabricated glue joint construction alignment of railway large-span continuous beam [J]. Railway engineering, 2021,61(5):31-34.
- [13] ZHANG H, WANG M, ZHANG Y T. Research on precast segment assembling bridge technology in short-line matching method [J]. Applied mechanics and materials, 2012, 256/257/258/259: 1652-1657.