

团 体 标 准

T/CCTAS 211—2025

城市轨道交通 U 形梁预制悬拼施工 技术规程

Technical specification for construction of prefabricated suspension splicing of
U-shaped girders for urban railway transportation

(此版本未经出版审核，仅供参考，以最终出版发布为准)

2025-04-24 发布

2025-05-01 实施

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	1
5 施工准备	1
5.1 预制梁场	2
5.2 U形梁预制模板设计	2
5.3 材料及设备	2
6 U形梁预制施工	3
6.1 一般规定	3
6.2 模板施工	3
6.3 钢筋施工	4
6.4 预埋件施工	5
6.5 混凝土施工	5
6.6 U形梁预制线形控制	6
7 U形梁存储与运输	7
7.1 一般规定	7
7.2 存储	8
7.3 运输	8
8 悬臂拼装	8
8.1 一般规定	8
8.2 节段梁拼装施工	9
8.3 合龙段施工	10
8.4 U形梁拼装线形控制	10
9 质量检验	11
9.1 U形梁预制节段检验	11
9.2 U形梁悬臂拼装检验	11
附 录 A （资料性） U形梁节段预制三维液压模板体系体系	13
附 录 B （资料性） U形节段梁模板及支架安装质量验收记录表	14
附 录 C （资料性） U形节段梁预制外观尺寸质量验收记录表	15
附 录 D （资料性） U形梁悬臂拼装质量验收记录表	16
参考文献	17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中建三局基础设施建设投资有限公司、河南工业大学、中国铁路设计集团有限公司、西南交通大学、武汉理工大学。

本文件主要起草人：朱海军、刘开扬、茹启江、叶亦盛、陈琳、赵胜阳、任博、李金洲、袁剑阁、张拓、张胜旺、雷小雨、梁辉、于志东、范丙宇、张文萃、李世光、王淑敏、张素杰、张方、朱晓伟、黄宁、张迅、胡志坚。

城市轨道交通 U 形梁预制悬拼施工技术规范

1 范围

本文件规定了城市轨道交通 U 形梁预制悬拼施工技术的基本规定、施工准备、U 形梁预制施工、U 形梁存储与运输、悬臂拼装、质量检验等要求。

本文件适用于城市轨道交通工程 U 形梁预制悬拼施工和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50278-2010 起重设备安装工程施工及验收规范

GB 50666-2011 混凝土结构工程施工规范

GB/T 14370-2015 预应力筋用锚具、夹具和连接器

CJJ/T 111-2023 节段预制混凝土桥梁技术标准

CJJ/T 293-2019 城市轨道交通预应力混凝土节段预制桥梁技术标准

JTG/T 3650-2020 公路桥涵施工技术规范

TB/T 3192-2008 铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件

3 术语和定义

CJJ/T 293-2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

U 形梁 U-shaped girders

横截面为 U 形的下承式开口薄壁结构梁。

3.2

起始节段 starting segment

首个预制与拼装的节段梁。

4 基本规定

4.1 U 形梁预制悬拼施工应包括 U 形梁施工准备、U 形梁预制、U 形梁存储与运输、U 形梁拼装。

4.2 U 形梁预应力施工应符合 JTG/T 3650-2020 的规定。

4.3 U 形梁的拼装应符合 CJJ/T 293-2019 7.5 的规定。

5 施工准备

5.1 预制梁场

5.1.1 生产区应根据施工工艺划分功能区域，设置钢筋加工车间、钢筋骨架绑扎区、U形梁预制生产区、U形梁养护区、构件堆放及运输道路等。

5.1.2 应根据预制构件生产量、吊装和运输等条件，进行预制构件厂（场）规划和布置专项设计。

5.1.3 预制构件厂（场）布置应符合下列要求：

a) 场地地基承载能力应满足各功能区的使用要求；

b) 钢筋加工车间应根据工程实际情况进行专项规划和设计，将钢筋划分为原材料堆放区、半成品加工区、半成品堆放区、钢筋骨架制作区；

c) 钢筋半成品应采用货架式管理，分类堆放、标识；

d) 预制构件应按吊装及安装次序进行堆放，并预留一定的吊运通道。

5.1.4 预制构件厂（场）轨道应符合下列要求：

a) 构件预制台座及轨道、存放台座应进行专项设计，不均匀沉降控制在 2mm 以内；

b) 轨道安装应符合 GB 50278 的相关设计规定；

c) 轨道复测时同一支腿下两根轨道的轨距允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ ，相对偏差不应大于 $\pm 1\text{mm}$ ；

d) 提梁机的轨道跨距大于 10m 时，轨道中心线允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

5.2 U形梁预制模板设计

5.2.1 U形节段梁预制应采用钢制模板，若采用短线法预制时，其模板宜安装三维数字定位液压系统。

5.2.2 U形节段梁模板应包含：固定端模、底模及底模小车系统、侧模系统、内模系统、活动端模及匹配节段和操作平台六部分，详见附录 A。

5.2.3 底模应设置为可调整标高，以适应 U形梁竖曲线的变化。

5.2.4 内模系统应包含顶板底模、腹板内侧模及角模，内模设计成小块的组合模板，组合模板分为标准块和异型块，根据各节段预制需要进行组合，各模板之间采用螺栓连接，由可调撑杆支撑。

5.2.5 模板结构设计应能够适应梁体纵向滑移要求，并能够抵御梁体纵向滑移产生的反力作用。

5.3 材料及设备

5.3.1 钢筋工程应符合设计对强屈比、伸长率等要求。

5.3.2 钢筋应按设计技术指标和型号进行采购，并按有关质量检验标准进行检验。

5.3.3 灌浆套筒进厂安装前应对产品质量证明文件、灌浆套筒外观质量、尺寸和附属配件等进行检查，并应符合 JTG/T 3650-2020 4.3.4 的规定。

5.3.4 混凝土性能应符合 GB 50666-2011 的规定，还应符合设计对弹性模量、收缩、徐变等方面的具体要求。

5.3.5 锚具、夹具和连接器应按设计指标和型号进行采购，并应至少抽取 2%，且不少于 5 件做锚具硬度、静载锚固性能试验，且锚具、夹具和连接器的基本性能应符合 GB/T 14370-2015 的规定。

5.3.6 预应力钢束应分类、编号，妥善保管，不应使用锈蚀影响工程质量的钢束。

5.3.7 钢筋加工宜采用智能数控设备。

5.3.8 门式起重机宜采用定型的产品，起重量 300kN 及以上的起重设备安装工程应编制专项安装方案并经专家论证通过后方可实施。

5.3.9 门式起重机应安装监测系统，对设备运行状况及轨道沉降实时监测。

5.3.10 构件的吊具、吊点、吊架等辅助生产工具应进行专项设计，并进行定期检查和维修。

6 U形梁预制施工

6.1 一般规定

6.1.1 模板数量根据 U 形梁预制工程量、预制场地情况和工期安排确定。

6.1.2 起始节段预制时，两端均需固定端模和移动端模，其他节段的端模为固定端模和匹配节段的端面。

6.1.3 其他节段预制采用连续浇筑法，即一端采用固定端模，另一端采用相邻匹配节段的端面进行浇筑。

6.1.4 U 形节段梁预制流程如图 1 所示。

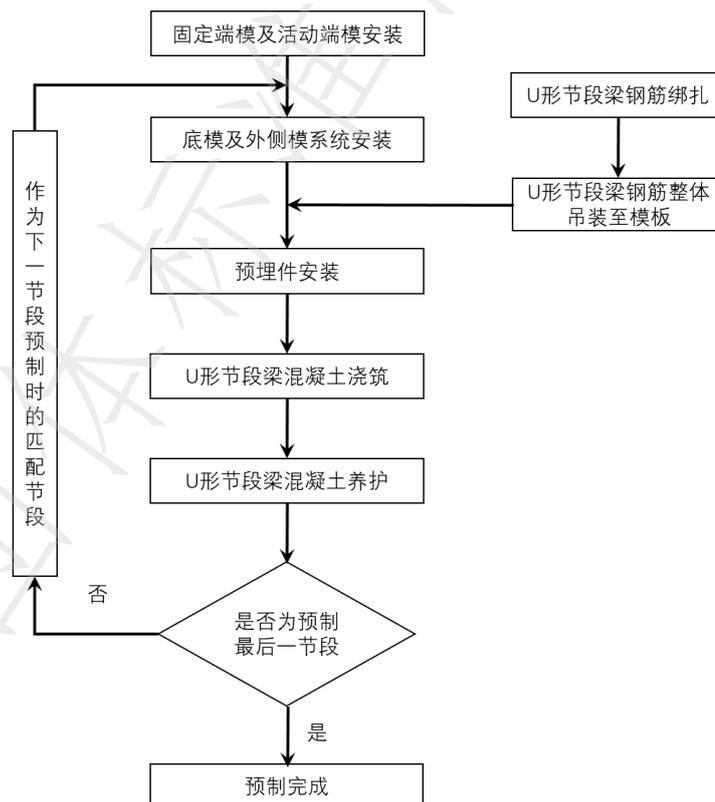


图 1 U 形节段梁预制施工流程图

6.2 模板施工

6.2.1 安装固定端模应符合以下要求：

- a) 端模模面与待浇梁段中轴线垂直，且在竖向保持垂直；
- b) 端模上翼缘要进行标高检测，并确保其水平度；
- c) 在固定端模上顶面及内腔的下底面各设一个轴线控制点，测量时，两个控制点应与两测量塔之间的测量基线重合；

d) 测量上、下两个中线控制点至测量基点的水平距离，并调整使其距离相等，确保竖向中轴线垂直；

e) 测量对称设置在固定端模翼缘板两侧的标高兼平面位置控制点至测量基点的距离并调整使其相等，确保固定端模与待浇梁段中轴线成90°；

f) 测量对称设置在固定端模翼缘板两侧至少各1个标高兼平面位置控制点的相对标高，控制固定端模顶面水平度。

6.2.2 侧模安装应符合以下要求：

- a) 侧模就位后通过精轧螺纹钢筋与预制台座板可靠连接；
- b) 侧模与底圆弧段与直线段相接处的加工精度一定要确保，以保证该处过渡平顺，接缝严密；
- c) 侧模与固定端模及匹配梁间的拼缝要严密，与匹配梁接缝间应设置止浆装置。

6.2.3 模板安装的允许偏差应符合表1的规定，每个测点测三次，取平均值。

表1 模板安装允许偏差和检验方法

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查方法
1	固定端模	高程偏差	±2
2		平面轴线偏差	±2
3	底膜	高程偏差	±3
4	侧、底模板全长	±10	尺量检查各不少于3处
5	匹配节段	高程偏差	±2
6		平面轴线偏差	±2
7	表面平整度	2	用2m靠尺或楔形塞尺
8	模板接缝宽度	1.5	拉线和尺量
9	模板预留预应力孔道偏离设计位置	3	尺量检查

6.2.4 固定端模上剪力键宜采用螺栓固定，便于调整位置和拆卸。

6.3 钢筋施工

6.3.1 钢筋加工弯制前应调直，并符合下列规定：

- a) 钢筋表面的油渍、漆污、水泥浆和用锤敲击能剥落的浮皮、铁锈等均应清理干净；
- b) 钢筋应平直，无折曲；
- c) 加工后的钢筋表面不应有削弱钢筋截面的伤痕；
- d) 钢筋的弯制、末端的弯钩应符合设计要求。

6.3.2 钢筋加工的允许偏差应符合表2的规定，每个测点测三次，取平均值。

表2 钢筋加工允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)		检查方法
		L≤5000	L>5000	
1	受力钢筋顺长度方向的全长	±10	±20	检验数量：抽查10%，且各不少于3件； 检验方法：尺量，检查施工记录。
2	弯起钢筋的弯起位置	±20		
3	箍筋内径尺寸	±3		
4	底板钢筋绑扎尺寸偏差	±10		
5	腹板钢筋绑扎尺寸偏差	±10		
6	定位网片尺寸误差	±2		
7	定位网片不在同一平面误差	≤8		

6.3.3 受力钢筋接头应符合 JTG/T 3650-2020 4.3.4 的规定，以机械连接为主，且接头布置应符合设计要求。

6.3.4 不同钢厂生产的不同批号、不同外形的钢筋相互之间或与预埋件（钢板、型钢、预留钢筋）焊接时，应预先进行焊接试验，经检验合格后，方可正式施焊。

6.3.5 钢筋骨架宜先在专用胎架上制作，制作完成后采用专用吊具整体安装。钢筋骨架应有足够的刚度，必要时可补入辅助钢筋或在钢筋的某些交叉点处焊牢，但不应在主筋上引弧。

6.3.6 应在钢筋与模板之间放置垫块，垫块高度应符合设计保护层要求，垫块的强度及耐久性不应低于梁体混凝土的设计强度和耐久性。垫块应以梅花形分散布置，不低于 4 个/m²，不应贯穿保护层。

6.3.7 钢筋骨架在运输、安装和浇筑混凝土过程中不应有变形、开焊或松脱现象，并应符合下列规定：

a) 钢筋的交叉点应采用铁丝绑扎牢固；除设计有特殊规定外，箍筋应与主筋垂直布置，末端钢筋应向梁内侧弯曲；

b) 结构或构件拐角处的钢筋交叉点应全部绑扎；中间平直部分的交叉点可交错绑扎，但绑扎的交叉点应占全部交叉点的50%以上；绑扎钢筋的铁丝丝头不应进入混凝土保护层内；

c) 根据安装需要可配以必要的架立钢筋。

6.4 预埋件施工

6.4.1 预埋件施工符合下列要求：

a) 在钢筋绑扎过程中，应根据设计要求确定预埋件位置；

b) 波纹管的连接应采用大一级直径的同类管道，其长度宜为被连接管道内直径的5~7倍，并在连接处用密封胶带封口；

c) 锚具、锚垫板经准入并检测合格后方可使用，锚下加强筋与锚下螺旋筋应按设计要求布设，螺旋筋与锚垫板要配套。锚垫板安装时，垫板与管道应准确对中、衔接平顺。

6.4.2 U形梁预制施工时应注意预埋件的埋设，预埋件应符合设计要求，定位准确后再进行后续施工，施工过程中发生偏位应随时监督调整。

6.4.3 所有预留孔（含设备专业安装完成后不利用的孔洞）包括吊装孔，宜采用高一标号的微膨胀混凝土进行封堵。

6.4.4 预应力施工的允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 预埋件施工允许偏差和检验方法

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法	
1	预埋件	预埋钢板	位置	10	钢尺、水平仪测量
			平面高差	5	
	螺栓、锚筋等	位置	10	钢尺、水平仪测量	
		外漏尺寸	+10 0		
2	吊孔	位置	5	钢尺测量，	
3	波纹管	竖向偏差	跨中 4m 范围内	≤4mm	钢尺测量，每根波纹管间隔 2m 为一个检查点
			其余部位	≤6mm	
		横向偏差	≤5mm		

6.5 混凝土施工

6.5.1 预制节段时，接缝间涂满隔离剂，脱模剂宜选用优质液压油，并视其粘度及气温条件掺入适

量的柴油。

6.5.2 混凝土浇筑前应检查保护层垫块的位置、数量和紧固程度。绑扎垫块和钢筋的铁丝头不应伸入保护层内。

6.5.3 U形梁预制布料先从两侧腹板对称进行，将底板尚有空隙的部分补齐并及时抹平，最后浇筑顶板混凝土，应符合下列要求：

- a) U形梁底板浇筑时采取中央往两侧浇筑；
- b) 腹板浇筑时可适当降低混凝土坍落度，但应保证设计要求的混凝土坍落度，以防止混凝土向底板上翻；
- c) 在混凝土浇筑过程中，严格控制下料速度，防止混凝土对预留预埋管件造成过大的冲击。

6.5.4 混凝土应分层对称灌注，每层层厚不大于30cm，并应及时进行振捣，振捣时严格按“快插慢拔”的技术要领操作，并注意观察混凝土表面气泡排出情况，掌握好振捣时间，确保混凝土密实。

6.5.5 振捣人员应预先熟悉波纹管 and 钢筋骨架的情况，选择合适振捣器，振捣棒不应触碰波纹管。

6.5.6 混凝土振捣应采用插入式振捣器振捣密实，并加强模板附近混凝土振捣，侧模、底模位置宜采用附着式振捣器，以保证出模梁段表面光滑平整。

6.5.7 若箱梁采用斜腹板，腹板底部应安装附着式振动器辅助振捣。

6.5.8 对于有底板锚固块的梁段，需特别注意底板锚固块内混凝土的振捣，确保该位置混凝土密实。

6.5.9 在混凝土浇筑过程中，控制下料速度，防止混凝土对预留预埋管件造成过大的冲击。

6.5.10 混凝土浇筑到设计标高后及时进行收浆抹面。初凝前进行二次收浆并做压光处理。

6.5.11 混凝土浇筑完毕，应及时养护，避免水分的蒸发。混凝土养护最低期限应符合 GB 50666-2011 8.5.2 的规定。

6.5.12 U形节段梁养护宜采用多点变频喷雾养护的方式，养护时应进行多点测温和测湿，将采集数据实时传输至变频雾化养护系统，通过该系统控制喷雾量，以实现U形节段梁不规则梁段形状的自动化养护目标。

6.5.13 模板的拆除应符合 JTG/T 3650-2020 的规定。

6.5.14 多点变频喷雾养护应合理布置喷雾点位，使喷雾分布均匀，不应直接喷射在混凝土表面。喷雾空间应完全密闭，且应在混凝土浇筑完成后立刻安装。

6.5.15 混凝土试块应与U形节段梁进行同条件养护，应将试块进行覆盖，避免水分蒸发。

6.5.16 混凝土拆模时，芯部混凝土与表层混凝土之间的温差、表层混凝土与环境之间的温差均不应大于15℃。

6.6 U形梁预制线形控制

6.6.1 节段预制场地内应建立导线控制网和水准控制网，设置主测量塔、标靶和固定水准点。测量控制点应远离热源和振动源，并配备备用的测量控制点。

6.6.2 短线法U形节段梁预制时，应在每个U形节段梁边腹板和中腹板的顶面两端布设6个测量点，根据精密测量得到测量点的坐标进行三维线形控制，测点布置具体如图2所示。其中，可通过边腹板顶面BL1、FL1、BL2、FL2、BR1、FR1、BR2、FR2共8个测点确定U形节段梁预制高程，中腹板BH1、FH1、BH2、FH2共4个测点确定U形节段梁预制轴线线形。

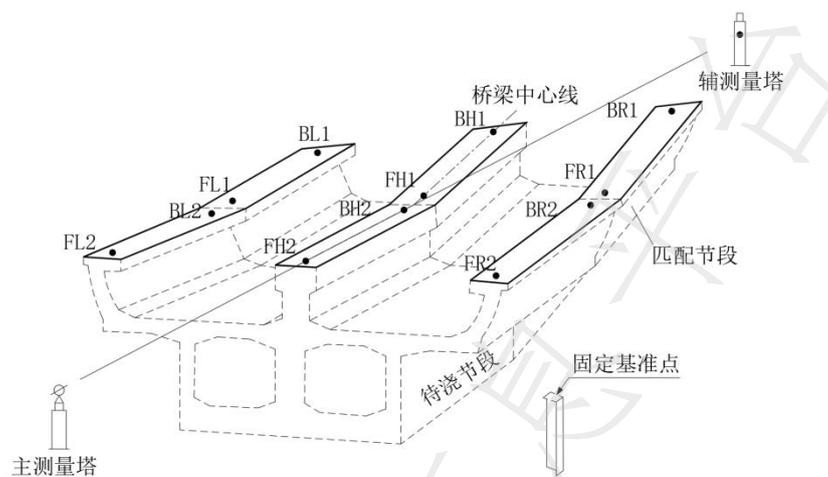


图2 测量控制点布置示意图

6.6.3 U形梁预制线形控制系统主要由3部分组成，具体如下：

- 由永久性的精密测量仪器和后视镜标组成的中线控制系统控制桥梁的水平曲度；
- 由观测台座组成的具有一定稳定程度的高程控制系统控制桥梁的垂直曲度；
- 由水平和高程基准点、测量台座及制梁台座上的观测点构成的监测网。

6.6.4 对新浇筑的节段梁测量控制工序应按照调整匹配梁的位置、侧模合模后的测量检查、混凝土灌注前的测量检查、埋设测量钉、混凝土初凝数据采集、运行数据处理、调整新浇节段梁的匹配位置的顺序进行。

6.6.5 U形梁节段预制的测量和控制应符合下列规定：

- 混凝土浇筑前应对模板的空间位置、模内尺寸进行复核验收；
- 预制前，应确定各拼装节段的理论预抛高；
- 若采用短线法施工时，应根据理论计算值和已浇筑完节段的实测成果修正后续节段的空间姿态与尺寸；
- 应做好对测量控制预埋件的防护。

6.6.6 匹配节段定位步骤如下：

- 测量人员根据待浇节段测量的六点坐标数据、匹配面与固定端模的位置距离和U形梁线形，计算出匹配节段的六点坐标数据；
- 现场施工技术人员根据计算得出的匹配节段六点坐标数据，对匹配梁段实行初步定位；
- 测量人员观测匹配梁段，指挥人员操作底模台车上的油压千斤顶进行纵、横向及水平标高精确定位；
- 定位后旋下底模上的四个螺旋撑脚，并使其受力，卸落底模台车千斤顶，完成受力支点的转换；
- 复测匹配梁段控制点坐标，并输入数据至监控程序，精度达到要求并通过误差校核则合拢侧模，如达不到要求，则顶升千斤顶重新定位，直至达到要求。

7 U形梁存储与运输

7.1 一般规定

7.1.1 U形梁的存储不应重叠存放。

7.1.2 存储和运输时，应保证节段梁同一梁端的两个支点高程差值不大于2mm。

7.1.3 U形节段梁在存储与运输过程中的起吊应派专人进行指挥，且U形节段梁不应长时间吊于空中停留。

7.2 存储

7.2.1 预制节段的存梁期应在1个月以上至3个月以下。

7.2.2 存储台座应坚固稳定，并应附设必要的排水设施，保证梁在存放期间不受损坏。

7.2.3 预制节段在梁场内运输、存梁及出场装运时的梁端容许悬出长度应符合设计要求。

7.2.4 节段在预制场地内存放应符合下列规定：

- a) 存放场地应平整、排水畅通，地基应符合承载力和稳定性的要求；
- b) 存梁台座应与存放节段的底表面吻合，且存梁台座与节段底表面间应设缓冲层；
- c) 应在节段的内表面设置有效的编号和浇筑日期标识。

7.3 运输

7.3.1 U形梁预制节段运输应编制专项运输方案。

7.3.2 节段梁在预制梁场内运输、起落梁和出场装运均采用联动液压装置或三点平面支撑方式。

7.3.3 节段梁运输时，不应在梁上堆放各种重物，且混凝土强度应达到设计要求或不低于40Mpa。

7.3.4 运输节段时，应根据节段重量和尺寸选择满足道路运输条件的运输设备。

7.3.5 运输节段的车辆应安装警示灯，并应悬挂警示标志。

7.3.6 运输工具的载货平台上应设置节段的临时支点，节段应安放平稳。载货平台上应采取限制节段纵横向移动的措施。横向限位装置宜设置在U形梁的边腹板外侧。

7.3.7 节段梁在公路运输前，应提前规划运输路线，运输道路必须平整坚实，经常维修，并有足够的路面宽度和转弯半径。

7.3.8 节段梁公路运输工程中应根据实际情况控制行车速度，转道路口注意道路上的来往车辆，道路拐弯必须降低车速，严禁突然加速或紧急刹车的情况出现。

7.3.9 根据吊装顺序，先吊先运，保证配套供应。

7.3.10 节段梁进场应按架梁计划进行堆放，以免二次倒运。

7.3.11 对于超限预制节段梁的运输可采取下列补救措施：

a) 应重新评估运输路线，了解路面、路宽、沿途各转弯半径、桥梁限宽、跨越交通道的电气线路高度等信息，选择最佳运输路线；

b) 可考虑使用专门的超限运输车辆，并对车辆进行改造以增加支撑宽度；

c) 在运输过程中，应采取加固措施，例如使用适宜的钢丝绳加固预制梁，并在钢丝绳与梁体接触部位采用角钢垫或橡胶衬垫保护，防止吊装过程损坏梁体；

d) 对于超高、超宽、形状特殊的大型预制构件的运输和存放，应制定专门的质量安全保证措施和详细的应急预案；

e) 编写超限预制节段梁专项运输方案，以保证运输过程中的安全。

7.3.12 U形节段梁运输时应保护剪力键，并确保梁体运输及安装时的稳定性。

8 悬臂拼装

8.1 一般规定

- 8.1.1 U形节段梁安装采用悬臂拼装施工，应根据设计分段长度、梁段重量、外形尺寸、断面形状及各种施工荷载编制专项悬臂拼装方案。
- 8.1.2 施工前悬拼吊机设备应进行荷载试验。
- 8.1.3 节段的提升应缓慢、匀速。
- 8.1.4 节段和提升附属装置的总重量应在起重设备的安全范围内。
- 8.1.5 节段悬吊体系及装置的安全系数不应小于 2.0。
- 8.1.6 悬挂状态下的节段之间应采取防止碰撞的保护措施。
- 8.1.7 悬拼吊机移位前要检查后锚精轧螺纹钢锚固位置以及后锚点外露丝杆长度是否大于 3 丝。
- 8.1.8 悬拼吊机天车系统中精轧螺纹钢两端应使用双螺母紧固，螺纹钢露出螺母长度不少于 40mm。
- 8.1.9 节段梁起吊需要旋转时，整个旋转过程应缓慢、平稳；旋转后及时安装旋转吊钩组上的防转螺栓，防止提梁过程中节段梁自由旋转。
- 8.1.10 U形梁悬臂拼装流程主要包含悬拼吊机拼装、1#U形节段梁湿接拼装、其他 U形节段梁胶接拼装、边跨直线段施工、边跨合龙施工、中跨合龙施工。

8.2 节段梁拼装施工

- 8.2.1 墩顶起始节段浇筑应符合 GB 50666-2011 的规定。
- 8.2.2 吊机具有足够的刚度，并在使用前进行试压，测定挠度和强度满足使用要求。
- 8.2.3 上部结构采用悬拼吊机逐段施工，在拼装过程中，应遵循对称、均衡、同步的原则进行施工，先边跨合龙，再中跨合龙形成 U形连续梁结构。
- 8.2.4 节段的提升应缓慢匀速进行，提升速度宜控制在 2m/min 内，每次起吊梁段时，都应在吊起约 20cm 后暂停，检查吊点及悬拼吊机情况后方可继续。
- 8.2.5 在节段悬臂拼装施工过程中，如果出现六级风及以上时应立即停止施工，同时应采取措​​施确保吊机的牢固性。
- 8.2.6 体内预应力管道采用预埋波纹管成孔，在胶接时需妥善处理孔口，可黏结一块厚约 10mm 的经环氧树脂浸泡过的海绵垫圈或其他可靠措施。
- 8.2.7 胶结强度不低于梁体混凝土强度的相应指标，初步固化时间应大于 2 小时，并在 24 小时内完全固化达到胶结强度，确保涂胶、加压等工序在固化前完成，并应符合 CJJ/T 111-2023 6.3.4 的规定。
- 8.2.8 涂胶面应清理干净，清除表面浮浆，混凝土表面温度不宜低于 5℃，厚度控制在 2~3mm，接缝面涂胶时应自下而上，快速均匀进行，涂胶应采用双面施工，且不出现断胶现象。
- 8.2.9 拼装时应采取措施使相邻两节段正确对位，拼装前应进行试拼以调整施工误差。
- 8.2.10 节段拼装时的临时预应力施工应满足 CJJ/T 111-2023 10.3.4 的规定。
- 8.2.11 预应力施工张拉顺序为先腹板后底板、左右对称张拉。预应力筋张拉前应做若干管道的摩阻试验，并校核设计张拉值。
- 8.2.12 预应力张拉采用双控，以张拉力控制为主，钢束伸长值作校核。实际伸长量与理论伸长量相差值不应超过±6%。
- 8.2.13 预应力钢束张拉完毕，应及时真空压浆，压浆材料采用高性能无收缩防腐灌浆剂，其技术指标应符合 TB/T 3192-2008 的各项规定及设计要求。

8.3 合龙段施工

- 8.3.1 连续 U 形梁合龙应按设计要求施工，设计无要求时，一般采用先边跨后中跨的合龙顺序。
- 8.3.2 合龙段湿接缝段采用定位装置将两侧梁段连接，张拉临时预应力后进行混凝土浇筑。
- 8.3.3 合龙段混凝土宜采用高一标号的混凝土，混凝土初凝时间宜控制在 4~6 小时内，终凝时间宜控制在 10 小时以内。待强度达到设计强度后及时张拉预应力钢束。
- 8.3.4 在合龙段浇筑后张拉前应避免气温骤降的寒潮天气和大风季节。
- 8.3.5 选择合理的浇筑时间，宜在温度稳定时间段内浇筑，合龙温度应满足设计要求。加强混凝土的养护，保持连续 U 形梁混凝土的潮湿，适当降低合龙段以外 U 形连续梁顶面由于日照引起的温度差。

8.4 U 形梁拼装线形控制

8.4.1 预制节段拼装过程测量工作应符合下列规定

- a) 节段定位调整时，独立测量不应少于 2 次，在温度平稳时间段内测量，测量误差不应大于 1mm，应测量拼装节段和前一节段定位点高程和平面坐标；
- b) 临时束张拉完成后，应及时测量节段定位点高程和平面坐标；
- c) 体外束张拉前和张拉后，应测量所有节段定位点高程及平面坐标；
- d) U 形梁悬臂拼装测量应符合 JTG/T 3650-2020 17.5.8 的规定。

8.4.2 U 形梁悬臂拼装线形控制测点，布置在 U 形梁每个腹板顶面两端各布置一个测点，具体如图 3 所示，其中，边腹板测点 BL1、FL1、BL2、FL2、BR1、FR1、BR2、FR2 用于控制梁段的立面位置，中腹板测点 BH1、FH1、BH2、FH2 用于控制梁段的平面位置。

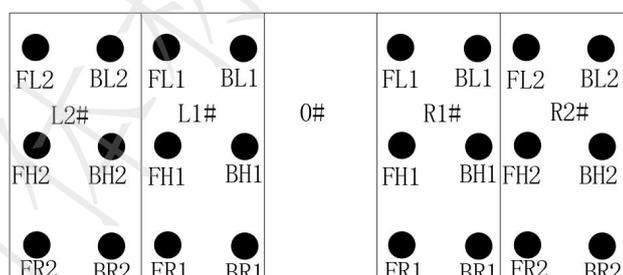


图3 U形梁悬臂拼装线形控制点示意图

8.4.3 节段梁拼装时轴线和高程控制应符合下列规定：

- a) 拼装节段高程和轴线偏差应控制在 10mm 以内。将上一节段梁的高程及轴线偏位与设计值进行核验，对比限差标准，判断是否需要在本节段梁进行线形的控制调整。采用的限差标准为控制标准的 1/2，均为 5mm。若本节段符合限差标准，采用常规线形控制标准，正常进行后续节段梁的拼装施工；若本节段不符合限差标准，需进行误差分配调整分析，再根据分配结果进行线形调整；
- b) 对于首节段线形控制，应提高标准，轴线允许误差为同向 1mm 以内，高程允许误差为同向 2mm 以内。按照先左右高程复核调整，再中心轴线复核调整的顺序反复进行，确保首节段梁的高程及轴线偏位在标准范围内。

8.4.4 节段梁拼装时，若梁段的误差超过本规范第 8.4.3 条中规定的允许偏差时，宜采用在已拼装梁段端部的不同位置加垫环氧树脂垫片进行调整，并符合下列要求：

- a) 安装时高程控制点误差超出允许范围，则采取在梁端上缘或下缘垫环氧垫片的方法进行调整；
- b) 安装时平面控制点误差超出允许范围，则采取在梁段左侧或右侧垫环氧垫片的方法进行调整。

9 质量检验

9.1 U形梁预制节段检验

9.1.1 U形梁每个预制构件经验收合格后方可出厂。预制构件应符合表4的规定。

表4 混凝土外观质量标准

序号	检验项目		允许偏差 (mm)	检验频率		
				范围	点数	
1	混凝土抗压强度		在合格标准内	每个节段	-	
2	顶部表面平整度		5		4	
3	长度		±5		3	
4	断面尺寸	宽度	+5 0		2	
		高度	±5		2	
		壁厚	+5 0		8	
5	剪力键	位置	2		每个剪力键	1
		平面高差	2	1		
6	预埋件	预埋钢板	位置	10	每个预埋件	1
			平面高差	±5		1
		螺栓及其他预埋件	位置	10		1
			外露尺寸	±10		1
7	预留孔	预应力管道	位置	节段端部 10	每个预留孔	1
		吊孔	位置	5		1

9.2 U形梁悬臂拼装检验

9.2.1 对于首节段线形控制允许偏差应符合表5的规定。

表5 起始节段梁拼装验收标准

项目	允许偏差 (mm)		检查方法
	控制标准	验收标准	
立面标高	±2	±3	检验数量：全部检查； 检验方法：全站仪、水准仪测量。
中心线偏位	±1	±5	
横向坡度	±0.001 (Radians)	±0.001 (Radians)	
纵向坡度	±0.003 (Radians)	±0.003 (Radians)	

9.2.2 其余节段线形控制允许偏差应符合表6的规定。

表6 其余节段梁拼装验收标准

项目	允许偏差 (mm)		检查方法
	控制标准	验收标准	
立面标高	±5	±10	检验数量：全部检查； 检验方法：全站仪、水准仪测量。
中心线偏位	±5	±10	
纵向长度	±5	±10	
横向坡度	±0.001 (Radians)	±0.001 (Radians)	
纵向坡度	±0.003 (Radians)	±0.003 (Radians)	

9.2.3 合龙段验收，应对中跨以及边跨合龙接缝两侧各两节段进行验收复测，高程以及轴线偏差在 $\pm 10\text{mm}$ 以内。检验方法为利用全站仪、水准仪对全部节段进行测量。

全国团体标准信息平台

附录 A
(资料性)
U 形梁节段预制三维液压模板体系

U 形梁节段预制三维液压模板体系包含：固定端模、底模及底模小车系统、侧模系统、内模系统、活动端模及匹配节段和操作平台六部分。具体构造如下图所示：

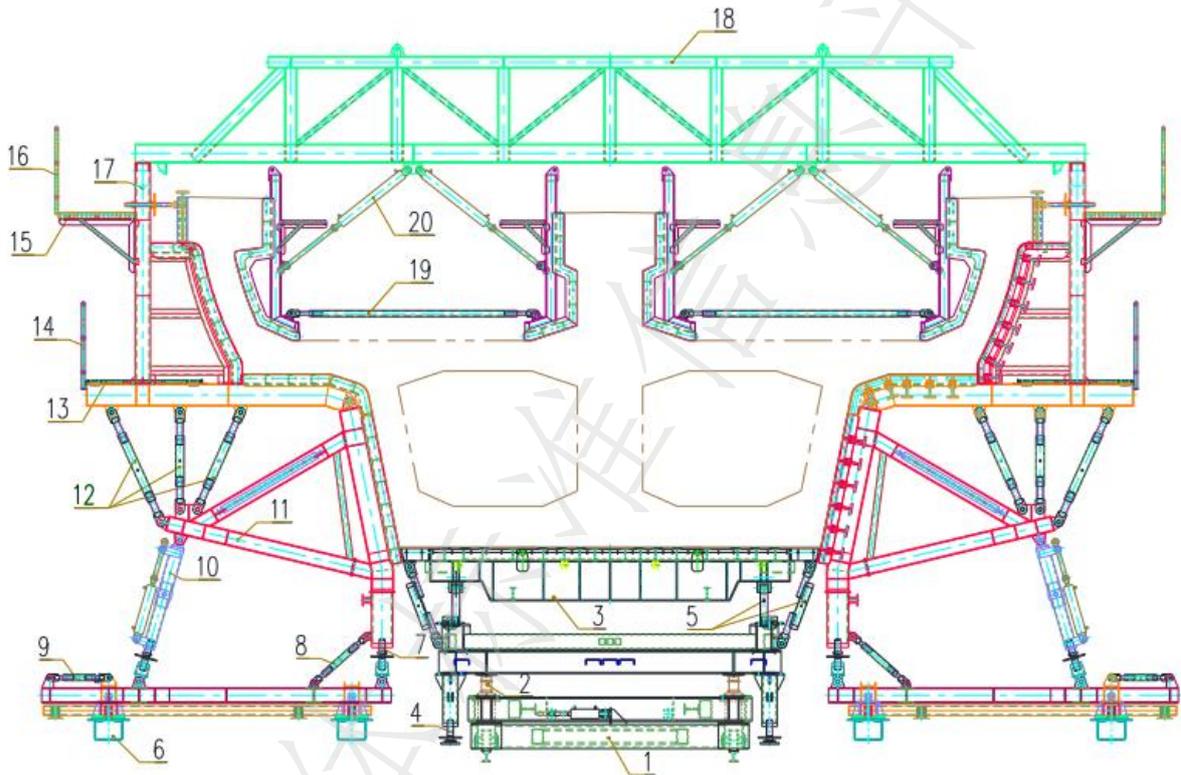


图 A.1 预制 U 形梁三维液压模板体系

表 A.1 部件名称

标号	部件	标号	部件
1	底模小车系统	11	侧模三脚架
2	液压顶升油缸	12	侧模位置调节丝杆
3	底模系统	13	下平台
4	调高丝杆	14	下护栏
5	底模标高调整系统	15	上平台
6	侧模生根系统	16	上护栏
7	竖向可调丝杆	17	内模支撑柱
8	斜向调节丝杆	18	内模桁架
9	横向调节丝杆	19	内模底撑杆
10	支撑滑杆	20	内模油缸

附 录 B
(资料性)

U形节段梁模板及支架安装质量验收记录表

表B.1 U形梁节段预制模板安装验收表

单位(子单位)工程名称								
分部(子分部)工程名称		验收部位						
质量验收标准的规定				检查评定记录				
一般 项 目	固定端模	项目	允许偏差 (mm)					
		高程偏差	±2					
		平面轴线偏差	±2					
	底膜	高程偏差	±3					
		侧、底模板全长	±10					
	匹配节段	高程偏差	±2					
		平面轴线偏差	±2					
		表面平整度	2					
		模板接缝宽度	1.5					
		模板预留预应力孔道偏离设计位置	3					
	2	预留孔洞	中心位置	10				
			尺寸	+10, 0				
	3	预埋件	中心位置	3				
外露长度			+10, 0					
检查评定结果								
专业质量检查员:		年 月 日						

附 录 C
(资料性)
U形节段梁预制外观尺寸质量验收记录表

表C.1 U形梁节段预制外观尺寸质量验收表

单位(子单位)工程名称									
分部(子分部)工程名称				验收部位					
质量验收标准的规定				检查评定记录					
一 般 项 目	1	预制 U形 梁段 允许 偏差 (mm)	梁段长	±5					
			梁高	+5, 0					
			桥面宽	+5, 0					
			底板宽	+10, 0					
			顶板厚	+10, 0					
			腹板厚	+10, 0					
			底板厚	+10, 0					
			腹板间距	±10					
			管道位置	10					
			梁段纵向中线相对旁弯最大偏 离值	5					
			表面平整度	3					
检查评定结果									
专业质量检查员:				年	月	日			

附 录 D
(资料性)
U形梁悬臂拼装质量验收记录表

表D.1 U形梁悬臂拼装质量验收表

单位(子单位)工程名称									
分部(子分部)工程名称						验收部位			
质量验收标准的规定				检查评定记录					
一 般 项 目	1	预制 U 形 梁 段 允 许 偏 差(mm)	高程	10					
			轴线	10					
			相邻两墩悬臂端相对高差	20					
			拼接处相邻梁段高差	3					
			相邻梁段中线偏差	3					
检查评定结果									
专业质量检查员:				年 月 日					

参考文献

- [1] GB/T 5224-2023 预应力混凝土用钢绞线[S].
 - [2] GB 50490-2009 城市轨道交通技术规范[S].
 - [3] GB/T 51234-2017 城市轨道交通桥梁设计规范[S].
 - [4] JGJ 33-2012 建筑机械使用安全技术规程[S].
-