

团 体 标 准

T/JSCTS ×××—××××

钢桁梁拖拉法施工技术规范

Technical Code for Construction of Steel Truss Girder by Towing Method

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

江苏省综合交通运输学会 发布

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 支墩 2

6 钢桁梁及导梁 3

7 滑移系统 4

8 拖拉 6

9 落梁 7

10 施工监控 8

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。

本文件由江苏镇江路桥工程有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：江苏镇江路桥工程有限公司、江苏省交通工程建设局、江苏华宁工程咨询有限公司、中铁宝桥（扬州）有限公司、华设设计集团股份有限公司、中路交科检测技术有限公司、江苏钢梁建设工程有限公司。

本文件主要起草人：严承俊、杜海云、郭赵元、庄云、丰荣良、陈军、杨斌、周跃明、褚少华、李晨阳、张瑞坤、张辉、杨亮、夏慧、谢亚宁、邹韵、林峰、邵慧君、吕家伟、孙建文、秦建明、鲁飞、朱敏、殷凯、姜边、杨祥兵、马开亭、季鹏程、张家磊、何进、谭文杰、王浩、黄佳钰、周金吉、戴静、曹玉林。

钢桁梁拖拉法施工技术规程

1 范围

本文件给出了公路钢桁梁采用多点液压同步拖拉法施工基本规定、支墩、钢桁梁及导梁、滑移系统、拖拉、落梁以及施工监控等要求。

本文件适用于公路钢桁梁桥梁安装。

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。

GB50017 钢结构设计标准

JTG D64 公路钢结构桥梁设计规范

JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范

JTG/T 3651 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

JTG/T 3650-01 公路桥梁施工监控技术规程

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

JTG/T 3651—2022界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滑靴 Sliding shoes

支撑钢桁梁并能实现导向移动的特定装置。

3.2

滑道梁 Beam sliding track

用于支撑滑靴在其上方滑移的构件。

3.3

锚点 Anchor

焊接在钢桁梁上，并与牵引绳连接的特定装置。

3.4

反力座 Reaction platform

用于提供作用反力的特定装置。

4 基本规定

- 4.1 施工前应开展专项风险评估，制定应急预案。施工过程中应定期对作业活动、设备、人员、环境、设施和材料进行安全危险源辨识，采取安全风险防控措施，保证施工安全。
- 4.2 施工前应根据桥位环境条件、桥梁结构及构件特点，编制专项施工方案并报批。当专项施工方案在实施过程中需要修改或完善时，应重新进行论证和审批。
- 4.3 施工人员应进行实名制登记。施工前应组织现场技术人员、施工人员认真学习设计图及工程相关的规范、规程、标准，开展安全交底和班前安全教育。特殊工种操作人员应持证上岗。
- 4.4 施工过程中使用的特种设备，应经所属地区市场监督管理局检验合格并报备后方可使用。用于测量、试验和检测的仪器设备，其数量、规格和性能均应满足安装施工的要求，并应在检定周期内使用。
- 4.5 对重要、复杂的施工工艺，宜通过仿真或模拟试验验证其可靠性和安全性，必要时应进行现场工艺试验。
- 4.6 应建立完善的质量检验制度。应使用经检定合格的计量器具，且应按有关规定进行操作。各工序应按技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查，并形成记录；工序间应进行交接检验，未经检验或检验不合格的不得进行下道工序。
- 4.7 应全过程建立施工监控体系。
- 4.8 应符合现行 GB50017、JTG 3363、JTG D64、JTG/T 3650、JTG F90、JTG/T 3561、JTG/T 3650-01 和 JTG F80/1 等相关规定。

5 支墩

- 5.1 钢桁梁拖拉施工用支墩应进行专项设计，并由具有相关资质的第三方进行验算。
- 5.2 应根据拖拉施工的承载力计算确定支墩数量和位置。支墩应满足梁体纵横向移动和高程调整的要求。
- 5.3 支墩使用的型钢、钢管等原材料应在使用前验收合格。连接焊缝应满足 II 级焊缝要求。
- 5.4 应对支墩钢管立柱、分配梁、连接系的强度、刚度和稳定性进行验算。
- 5.5 钢管立柱采用陆上扩大基础时，应对地基承载力和扩大基础抗弯承载力、抗冲切承载力、局部抗压承载力等进行验算。
- 5.6 水中钢管桩基础沉桩施工前，应进行工艺试桩，确定沉桩的施工工艺、技术参数并检验桩的承载力。后续钢管桩施工以桩底高程控制为主，以最终贯入度(mm/min)作为校核。
- 5.7 钢管桩施工完成后，应挑选最不利位置进行钢管桩承载力试验，检测钢管桩单桩承载力是否满足设计要求。
- 5.8 跨路或跨航道布设支墩时，应设置安全警示标志和防撞设施。在河道中设置的涉水支墩应考虑防洪、防冲刷的要求。
- 5.9 施工过程中应监测支墩变形及地基沉降等情况，超过允许值时应暂停施工，查明原因并采取措

施消除异常。

5.10 支墩钢管桩质量检验要求见表 1。

表 1 支墩钢管桩制作与施工质量检验标准

序号	检查项目			规定值及允许偏差值
1	管桩位置偏差	扩大基础		≤10mm
2		桩基础		<300mm
3	倾斜度			<1%
4	管端平整度			≤2mm
5	管端平面倾斜			<1%
6	焊缝			无损检测 II 级
7	管径	≤700mm	相邻管节 管径	≤2mm
8		>700mm		≤3mm
9	相邻管节		竖向焊缝间距	>1/8 周长
10	板厚	≤10mm	相邻管节对口的板边高差	<1mm
11		10-20mm		<2mm
12		>20mm		<1/10 板厚，且 不>3mm

6 钢桁梁及导梁

- 6.1 施工单位应对施工阶段各工况下钢桁梁杆件的强度、刚度和稳定性进行计算，不满足要求时，杆件应进行加固。
- 6.2 钢桁梁应按照设计或施工监控的要求设置预拱度，预拱度宜取钢桁梁恒载加上 0.5 倍活载进行计算所得的挠度值。
- 6.3 导梁宜采用变截面钢桁梁，导梁的长度宜为拖拉跨径的 0.6~0.8 倍，刚度宜为主梁的 1/9~1/15，导梁前端的最大挠度，即导梁前端即将上墩时的挠度，应不大于设计规定（最大悬臂长度/300）。
- 6.4 导梁应由具有资质的专业生产厂制作加工，并应在厂内完成预拼。导梁节间的拼装应平整，导梁材质应与主桁材质相当。
- 6.5 导梁自身结构焊缝无损检测应满足II级焊缝要求。
- 6.6 导梁杆件采用栓接的，应采用高强螺栓。
- 6.7 导梁与钢桁梁梁体连接处的刚度应协调，其连接焊缝应满足I级焊缝要求。
- 6.8 导梁安装应遵循自下而上逐层同步对称安装作业，先主弦后平联逐节安装顺序。
- 6.9 导梁安装质量检验标准见表 2。

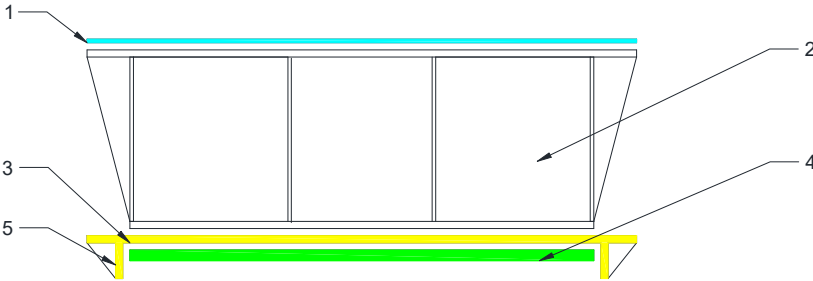
表 2 导梁安装质量检验标准

序号	检查项目	规定值及允许偏差值
----	------	-----------

1	长度	$\pm 5\text{mm}$
2	宽度	$\pm 3\text{mm}$
3	高度	$\pm 2\text{mm}$
4	焊缝	无损检测 II 级
5	高强螺栓扭矩	$\pm 10\%$
6	中线偏位	$\leq 5\text{mm}$
7	纵、横向底面高程	$\pm 5\text{mm}$

7 滑移系统

- 7.1 滑移系统包括滑道梁、滑靴、液压千斤顶及同步液压伺服控制系统、牵引绳、锚点、反力座等。
- 7.2 应选择同一型号的液压千斤顶及同步液压伺服控制系统。
- 7.3 锚点和反力座应进行专项设计，并对受力性能进行验算。锚点和反力座应对称布置于钢桁梁纵向轴线两侧。
- 7.4 钢绞线（牵引绳）的规格、数量应符合设计要求，索具的锚固装置牢固可靠，初始张拉应保证所有钢绞线均匀受力。
- 7.5 滑道梁一般采用多组 H 型钢焊接，尺寸应根据计算确定。滑道梁应焊接成整体，并与分配梁焊接。滑道梁顶面铺设不锈钢板，表面涂抹润滑剂，降低摩擦系数。
- 7.6 滑靴应布置于钢桁梁节点处，根据受力计算确定数量。滑靴采用倒 U 型结构，与不锈钢板间通过 MGE 板作为滑板，滑靴顶部设置刚性垫块支撑钢桁架。滑靴系统自上而下分别为：橡胶垫板、钢垫块（高度考虑预拱度确定，钢垫块高度=控制梁底标高-滑道梁顶标高）、钢板滑板、MGE 板。钢垫块通过固定在钢桁梁底板上的码板限位，钢垫块与钢板滑板采用间断焊接连接。MGE 板应满足抗压强度要求。宜在滑靴底部采用强制导向限位挡块对钢桁梁横向偏位进行约束。



标引号说明：

- 1——橡胶垫板；
- 2——钢垫块；
- 3——钢板滑板；
- 4——MGE 板；

5——导向限位挡块。

图 1 滑靴系统结构示意图

7.7 施工所需的拖拉牵引力 T 应根据设计钢桁梁、导梁以及螺栓等的重量 G 计算，见式（1）。MGE 板与不锈钢板间动摩擦力系数μ一般取 0.04~0.05，偏安全考虑可取 0.07；摩擦力不均匀系数ψ取 1.2；动荷载系数β取 1.05。选择千斤顶型号时，千斤顶拖拉力宜不小于计算拖拉力的 2 倍。

$$T=G\mu\psi\beta$$

(1)

式中：

T——拖拉牵引力；

G——钢桁梁、导梁以及螺栓等的重量；

μ——动摩擦力系数；

ψ——摩擦力不均匀系数；

β——动荷载系数。

7.8 滑移系统安装后及时检查滑道梁、液压泵源系统、同步控制系统、传感检测系统等工作状态。设备进场后应进行千斤顶主油缸的耐压和泄漏等相关的试验，必要时更换新的密封圈，进行液压锁的可靠性试验。

7.9 应在滑道梁支墩位置，布置纠偏反力座，安装千斤顶作为纠偏装置，千斤顶数量和型号应根据计算确定。

7.10 利用纠偏反力座进行钢桁梁的横移调整。钢桁梁拖拉出现微小偏移时，通过拖拉系统进行纠偏。如偏位较大，可采用焊接在滑道梁上的横向纠偏反力座进行纠偏。利用滑道梁端部设置的水平千斤顶横向作用于滑块，使滑块和钢桁梁共同横移，实现钢桁梁偏位的调整。

7.11 滑道梁制作及安装质量检验标准见表 3。

表 3 滑道梁制作与安装质量检验标准

序号	检查项目		规定值及允许偏差值
1	多点水平千斤顶方式 拖拉	滑道长度	不小于设计值
2		滑道宽度	±1mm
3		相邻墩滑道顶面高程	±2mm
4		同墩两滑道高程	±1mm
5		竖向顶升高度	≤10mm
6		竖向起顶反力值	≤计算反力的 1.1 倍
7	焊缝质量		无损检测 II 级
8	平整度 (mm)		≤3mm
9	板材厚度 (mm)		±1mm
10	轴线偏位 (mm)		≤5mm

7.12 滑靴制作与安装质量检验标准见表 4。

表 4 滑靴制作与安装质量检验标准

序号	检查项目	规定值及允许偏差值
1	长度	$\pm 10\text{mm}$
2	高度	$\pm 2\text{mm}$
3	宽度	$\pm 2\text{mm}$
4	钢板厚度	$\pm 1\text{mm}$
5	焊缝	无损检测 II 级
6	轴线偏位	$\pm 1\text{mm}$

8 拖拉

- 8.1 正式拖拉施工前，应进行试拖拉，检验牵引动力系统的性能，满足要求后方可按设定的拖拉力和行程进行拖拉作业。
- 8.2 多点拖拉时，应对千斤顶的同步性进行控制，并应对拖拉过程中的拖拉力或行程突变等情况进行监测、预控和调整。
- 8.3 拖拉过程中应采取措施保护钢桁梁的防腐涂层。

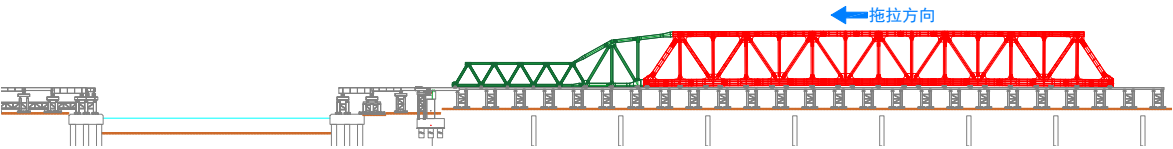


图 2 拖拉法施工示意

- 8.4 起步时采用推、拉结合方式，先逐步开启液压泵站，缓慢施加拉力至设计值 70%，再启动尾部顶推设备逐级增压直至钢桁梁滑动。
- 8.5 在拖拉启动过程中发现钢桁梁出现卡滞现象时，应立即下达停止拖拉指令，排查原因并采取解决措施。
- 8.6 钢桁梁各牵引点的位移同步宜控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内。
- 8.7 要定期检查系统的运行状态，包括传感器是否正常工作、数据传输是否稳定、控制器是否有报警信息等，若发现异常情况，应立即进行处理。
- 8.8 拖拉过程中应保证滑靴系统与滑道梁间接触紧密，不锈钢板如有损坏及时更换。润滑材料应涂抹均匀且性能符合要求，确保拖拉过程顺畅。
- 8.9 拖拉时应使梁体保持匀速前移，并应保证对称和各点同步。合理控制钢桁梁拖拉速度，避免钢桁梁长时间停留在滑移支墩上，引发支墩出现不均匀沉降。
- 8.10 当钢桁梁梁体即将就位时，千斤顶宜采取小行程点动，使梁体能精确就位。
- 8.11 拖拉施工中，当导梁到达对岸滑移支架上方时，应提前在支架前端布置顶升系统，用于托举导梁上墩。

8.12 纵向拖拉完成后，若钢桁梁需要横向平移，应进行纵横滑移体系转换。安装横向平移滑靴及滑道梁；安装平移支墩上的横向千斤顶及千斤顶后挡块。钢桁梁横向顶推平移应保持同步，直至横移至设计桥位正上方。

9 落梁

9.1 落梁使用的多台液压千斤顶应选用同一型号。应对千斤顶、油泵、压力表一并配套校正。

9.2 千斤顶中心轴应与支承结构中心线重合，应进行顶落高程、支点反力、支点位移、跨中挠度等观测和记录。

9.3 落梁时应设置保险支座。

9.4 在顶、落梁过程中，千斤顶应严格按设计规定安放在墩顶及梁底，不得随意更改安放位置。

9.5 使用多台千斤顶落梁时，应统一指挥，由专人负责。

9.6 拖拉到位后的梁体在落梁时，应根据钢梁的受力情况，对分批落梁的次数和顺序进行控制。每次落梁的高度不超过 10cm，必要时设置防倾覆措施。

9.7 落梁步骤：

- 在墩顶钢梁临时起顶处安装落梁千斤顶和钢垫块，使梁支承在支座处钢垫块上，然后拆除各墩顶连续千斤顶及滑块等拖拉设备。
- 千斤顶起顶使梁与支座处钢垫块脱空，将支座处钢垫块抽取一层后，用千斤顶将钢桁梁整体降落，使钢桁梁重新支承于钢垫块上。
- 千斤顶回缩，使千斤顶与梁底脱空，将千斤顶下方钢垫块抽取一层，千斤顶重新与梁底顶紧。
- 重复以上步骤，逐层抽取支座处与千斤顶下方的钢垫块，直至完全将钢桁梁下落到支座上。

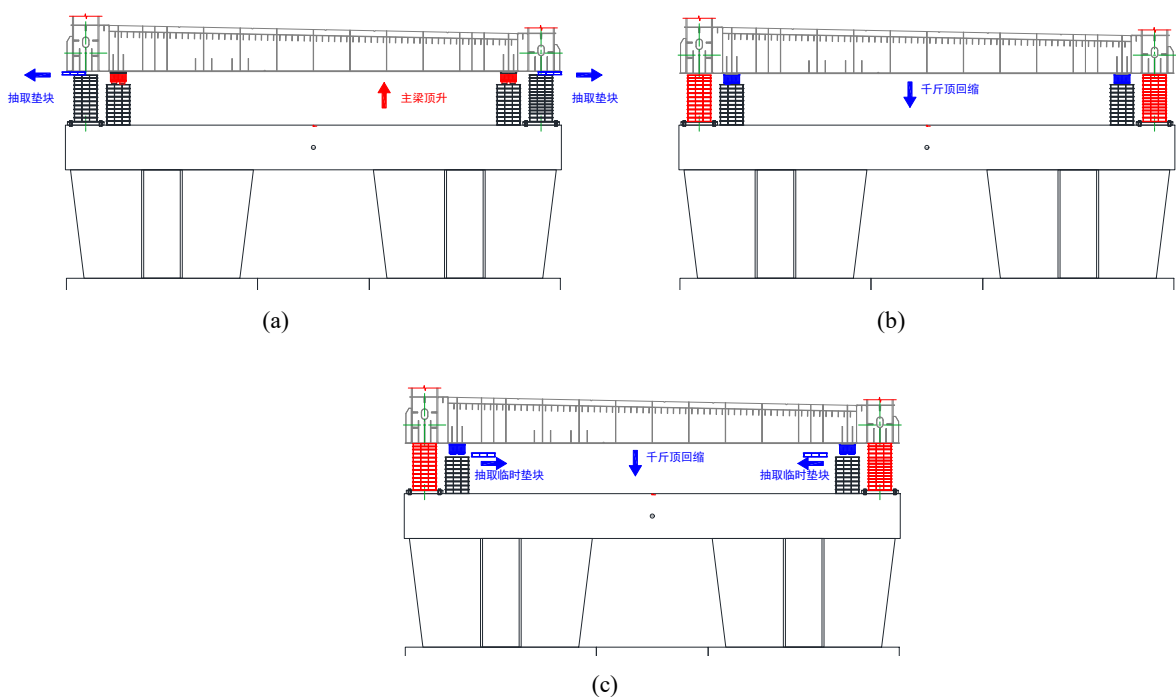


图 3 落梁步骤

表 5 落梁施工允许偏差表

项目	允许误差
落梁反力	$\pm 10\%$ 设计反力
相邻墩各顶点高差	$\pm 10\text{mm}$
同墩两侧梁底顶起高差	$\leq 5\text{mm}$
墩台处梁底标高	$\pm 10\text{mm}$

9.8 钢桁梁落梁施工完成后，应进行验收并提供钢结构工程施工质量资料。

10 施工监控

10.1 钢桁梁施工监控实施前，应根据批准的设计文件和专项施工方案等，编制监控方案并报批。施工监控实施过程中应积极推广使用可靠的新技术、新设备等信息化监控方法。

10.2 钢桁梁杆件加工制造前，监控单位应根据设计文件及规范要求，结合施工方案，计算出制造预拱度。钢结构制造单位应按照此制造预拱度实施生产。

10.3 施工监控方案主要内容宜包括设计图纸和施工方案等资料收集、设计符合性计算、施工阶段各主要工况的几何状态和应力状态模拟计算、现场施工监测、施工过程的数据分析、反馈控制及提交监控成果等。

10.4 施工监控单位计算内容主要包括以下内容。

a) 钢桁梁结构计算，考虑施工过程，进行主体结构强度、刚度和稳定性计算。计算结果应与设计值进行比对，确认计算模型及参数的正确性

b) 施工各阶段钢桁梁线形计算。

c) 施工各阶段钢桁梁应力计算。

d) 对特殊工况，如施工最大悬臂工况，应进行静、动力分析，主要包括稳定性计算、抗风和风效应计算、温度场效应及偶然荷载作用工况计算等。

e) 对重要临时结构的计算复核，如临时墩反力的计算、施工过程临时支墩水平和竖向作用力等计算分析。

f) 现场根据实测数据计算分析等。

10.5 钢桁梁现场施工监测内容包括桥梁结构的内力状态和几何状态。结构监测应采取内力状态和几何状态双控的控制方法，宜以几何状态控制为主、内力状态控制为辅。

10.6 几何状态监测主要包括拼装线形，成桥线形，拖拉过程中钢桁梁及导梁的横向偏位及挠度，拖拉过程中拖拉平台和临时支墩的水平及竖向位移。

10.7 应全过程监控拖拉过程中杆件的应力和变形，尤其是悬臂时各杆件受力状况。

10.8 内力状态监测应包括且不限于主梁、导梁控制截面的应力等。

10.9 进入停工期时，应对主梁各监测指标进行全面量测，停工期间加强巡查。复工前应联合施工单位、监理单位对各监测指标进行复测，对数据进行分析对比，评估停工对桥梁几何状态和内力状态的影响程度，必要时重新进行桥梁结构的计算分析。

10.10 钢桁梁施工监控应满足《公路桥梁施工监控技术规程（JTG/T 3650-01-2022）》等相关要求。
