

钢梁临时支墩设计

胡连超 钱宇航 舒鹏飞

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450000

摘要:本研究针对温州国家自主创新示范区瓯海片区基础配套工程一期第一标段项目的城市高架桥施工技术进行深入探讨。工程位于温瑞大道南,北起新象街,南至环山路南侧段,地面道路已通车。地质情况属滨海积地貌类型,面临的主要施工难点是如何提高支架体系稳定性。本文详细介绍了工程的设计方案、施工技术、风险控制以及施工过程中的挑战和解决方案,为类似城市高架桥施工提供了宝贵的参考。
关键词: 钢梁; 临时; 支墩设计

1 工程概况

案例工程为温州国家自主创新示范区瓯海片区基础配套工程一期第一标段项目,位于温瑞大道南,北起新象街(顺接一期工程),南至环山路南侧段,为城市高架桥,地面道路已通车。

该处地质情况属滨海积地貌类型。根据背景工程设计图纸显示,沿线场地地貌属海积平原,人工填土及深厚层软土为本工程的主要特殊岩土,而如何提高支架体系稳定性是本工程面临的施工难点。

2 少支架体系设计

2.1 少支架设计总说明

本工程共包含钢结构约 10000 吨,共 11 联钢混组合梁,1 跨 105m

钢桁梁;由于现场用地条件限制,需要采用少支架体系,为提高施工安全性,减少场地使用,项目设计一种便携式可拆卸分段格构柱,用以缩减少支架组装场地面积,同时提高临时支墩可靠性。

2.2 钢梁少支架体系设计

2.2.1 格构柱标准节设计

本项目少支架采用钢管少支架,其为多个格构柱标准节组成,其中格构柱材质为 Q235B,采用 $\phi 426 \times 8 \text{mm}$ 标准钢管和 $630 \times 8 \text{mm}$ 钢管立柱,单节段标准节高度设计为 1m、2m、4m、6m 段,格构柱以 2m 标准节段为例,其结构如下图所示:

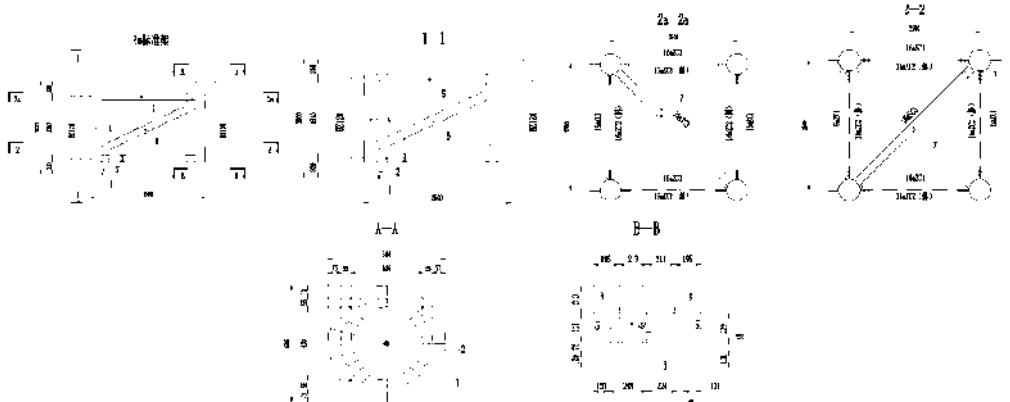


图 1.1.1-1 2m 标准架结构尺寸图(单位: mm)

格构柱标准节段接长采用 M20 × 85 螺栓连接,其圆管材料为 $\Phi 426 \times 8$,连接支撑材料为 I16a,每个支撑与钢管均采用 M20 × 55 螺栓连接。螺栓应保证施拧完成后,螺栓外露丝扣不少于 2~3 扣,并作业期间需对螺栓情况进行定期检查、紧固,确保螺栓不松动。

2.2.2 场地地基处理设计

1、一般地段路基处理

当现有路面为混凝土或沥青路面时,直接在原路面上布置临时支墩。当现有路面为非混凝土或沥青路面时,检测地基承载力、变形及路面以下管道布置,若地基承载力 $\geq 160 \text{KPa}$,则可直接浇筑混凝土基础,在混凝土基础上布置临时支墩;若路面地基承载力 $< 160 \text{KPa}$,应将路面夯实、碾平至承载力达到 160KPa ,然后浇筑混凝土扩大基础,在混凝土基础上布置临时支墩;

现场桩基、承台施工造成部分路面破坏,软基路面支架基础采取换填 20cm 碎石,浇筑 30cm 混凝土;

2、软基地段路基处理

针对地基为软基路面,采取下部换填垫层法和抛石挤淤法进行地基处理。

当地基软弱土层较浅,采用下部换填垫层法处理,级配砂石垫层的主要设计参数:换填垫层厚度为 1.0m,采用透水性好的级配砂石(最大粒径 $\geq 10 \text{cm}$),其填筑标准为密实 ($N_{63.5} > 20$),干密度为;采用小型压实机械如蛙式打夯机压实,分层厚度 $\geq 30 \text{cm}$ 。

施工开挖基坑深度为 1.3m,基坑宽度根据胎架形式确定。级配砂石的密实系数 $\lambda_c \geq 0.94$,填筑标准以 $N_{63.5} > 20$ 或为设计控制指标;

2.2.3 少支架扩大基础设计

少支架体系基础为整体式扩大基础,基础尺寸为 $3.7 \times 3.7 \text{m}$,基础采用 C30 混凝土浇筑,基础混凝土硬化厚度为 0.5 米。硬化处理时

保证硬化边缘距支架立杆中心距离不小于 1 米,混凝土硬化厚度为 0.4 米。

临时支墩与基础连接:临时支墩 $\phi 426 \times 8$ 立柱管底部采用规格均为 $650 \text{mm} \times 650 \text{mm} \times 12 \text{mm}$ 钢板,与混凝土基础采用 M20 × 180 膨胀螺栓固定。

2.3 少支架体系监控量测方案

(1) 测点布置

沉降观测点均布置在钢管立柱上,每个临时支架完成后均在钢管上焊接 L 型 $\Phi 20$ 钢筋做为沉降及位移观测点。L 型 $\Phi 20$ 钢筋顶部打磨平整,四周打磨光滑并用电钻打一深度 5mm 的圆孔,电钻钻头采用 3mm 钻头。

(2) 监测记录

1) 监测应采用水准仪,水准仪应按现行行业标准《水准仪检定规程》(JJG425) 规定进行检定。

预压监测宜采用三等水准测量要求作业。

2) 沉降监测记录与计算应符合下列规定:

- a) 钢梁吊装之前,应监测并记录各监测点初始标高;
- b) 全部钢梁吊装完毕后,应监测并记录各监测点标高;
- c) 每间隔, 3h 应监测一次,并应记录各监测点标高、计算沉降量;

表 1.1.1-2 支架检测预警参数数值表

序号	项目名称	竖向沉降观测		水平沉降观测		备注
		预警值	允许值	预警值	允许值	
1	临时支架	3mm	5mm	3mm	5mm	

测量累计下降量超过允许值时上报监理、业主,通过分析、总结查明原因、进行加固处理后方可恢复施工。

3) 必要时以专家会议的形式对支架的安全性进行评估,以保证

施工安全。

2.4 应用阶段注意事项

1、该少支架体系所用材料应符合本篇文章设计要求，同时各个格构柱间、格构柱与扩大基础间，应建立有效联系确保整个结构稳固可靠。

2、支架的施工应符合相关的建筑规范和标准，包括安装过程中的质量控制和安全要求。确保支架的安装过程安全可靠，并且不会对周围环境造成不必要的影响。

3、在支架设计完成后，应进行必要的检验和验收工作，确保支架符合设计要求和规范，并能够承受实际使用条件下的荷载。

3 少支架结构验算

3.1 荷载取值

依据本项目钢梁设计概况，梁段划分时 60m 钢混组合梁为最重节段，属于最不利工况，验算时以该工况情况下的荷载情况进行取值。

3.1.1 支架自重标准值 G_{1k}

支架自重标准值 G_{1k} ，在 Midas 模型中自动计算。

3.1.2 钢箱梁荷载 G_{2k}

分段划分及支架布置情况，可以确定 60m 跨最重吊装分段重量为 51.6t，按此受力对支架进行验算，每个梁段按四个支点进行计算单个支点承载力。

3.1.3 施工荷载 Q_{1k}

根据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008) 第 4 章的规定，施工人员及设备荷载标准值，均布活荷载可取 2.5kN/m^2 ，则 $Q_{1k} = 10 \times 2.5 = 25\text{kN/m}$ 。

3.1.4 风荷载 W

风荷载：按照《全国基本风压分布图》规定取值，温州地区基本风压值为 0.45kN/m^2 ，风载体形系数取 1.3，风压高度变化系数取 1.56，地形、地理条件系数取 1.3。

3.2 荷载组合

计算承载力

$$1.3 \times (G_{1k} + G_{2k}) + 1.5 \times Q_{1k} + 1.2 \times W$$

验算挠度

$$1.0 \times (G_{1k} + G_{2k}) + 1.0 \times Q_{1k} + 1.0 \times W$$

3.3 有限元模型建立

3.3.1 模型建立

按照实际施工布置情况，以同比例创建支架和横梁模型，取单排支架采用 Midas Civil 对结构进行空间仿真分析。

3.3.2 模型加载

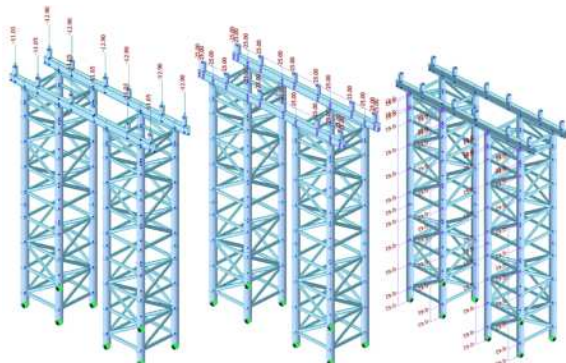


图 1.1.1-2 钢箱梁荷载 G_{2k} (t)、施工荷载 Q_{1k} (kN/m)、风荷载 W (kN/m)

3.4 输出计算结果

3.4.1 支架立柱验算

1、支架立柱位移

根据 Midas Civil 建模仿真计算结果，支架竖向最大变形量为 $= 2.1\text{mm} \leq [f] = \frac{L}{400} = \frac{13000}{400} = 32.5\text{mm}$ ，满足规范要求。

根据 Midas Civil 建模仿真计算结果，支架横向最大变形量为

$$= 0.5\text{mm} \leq [f] = \frac{L}{400} = \frac{2500}{400} = 6.25\text{mm}$$
，满足规范要求。

2、支架组合应力图

根据 Midas Civil 建模仿真计算结果，支架立柱最大组合应力为

$$\sigma = 67.6\text{Mpa} \leq [\sigma] = 165\text{Mpa}$$
，满足规范要求。

3.4.2 临时支架屈曲分析

把作用在支架上的荷载作为屈曲分析的基本荷载，取四个模态进行分析。将钢箱梁荷载作为变量，将自重作为常量，计算结果如下图所示。

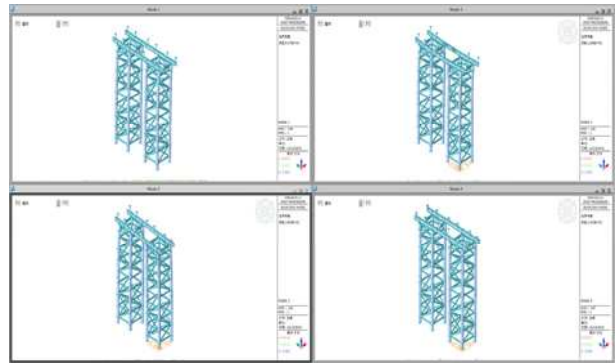


图 1.1.1-3 临时支架临界荷载计算结果 (系数 91.7)

从屈曲分析可知，模态 1、模态 2、模态 3 和模态 4 的屈曲临界荷载系数分别为 91.7、106、120、132，系数均大于 4，本临时支架稳定性满足要求。

3.5 地基验算

3.5.1 混凝土强度验算

钢管最大支反力为 $F_z = 36.6 \times 10 = 366\text{kN}$ ，按照单根钢管最大承载力 366kN 进行计算，钢管下垫钢板尺寸为 $12\text{mm} \times 650\text{mm} \times 650\text{mm}$ 。

对砼基础强度验算：

$$f = \frac{F_z}{A} = \frac{366 \times 10^3}{650 \times 650} = 0.866\text{MPa} < f_c = 14.3\text{MPa}$$

C30 混凝土轴心抗压强度设计值 $f_c = 14.3\text{MPa}$ ，满足要求。

3.5.2 基底承载能力验算

支架反力：

$$P_{反} = (36.1 + 36.6 + 36.6 + 35.9) \times 10 = 1452\text{kN}$$

基础自重：

$$P_{自} = 3.7 \times 3.7 \times 0.5 \times 25 = 171.13\text{kN}$$

按 45° 将应力扩散至基础底，则

$$A = (0.65 + 0.5 \times 2) \times (0.65 + 0.5 \times 2) \times 4 = 10.89\text{m}^2$$

基础底应力：

$$f = \frac{P_{反} + 1.2 \times P_{自}}{A} = \frac{1452 + 1.2 \times 171.13}{10.89} = 152.2\text{kPa}$$

基底地基承载能力不得小于 160kPa ，满足要求。

结语

本案例工程的成功实施，展现了在城市基础设施建设中，面对复杂地质条件和施工难点时，通过科学的设计方案、精细的施工管理和有效的风险控制，能够确保工程顺利进行。本项目的施工经验为类似城市高架桥建设提供了重要的技术支持和参考，对于推动城市基础设施的发展具有重要意义。

参考文献：

- [1]山区特大跨径钢桁梁斜拉桥主梁施工架设技术[J].吴建民.工程建设与设计, 2022 (14)
- [2]大跨度简支钢桁梁双悬臂架设稳定性控制技术[J].项梁;罗英.施工技术(中英文), 2022 (12)