

大吨位过街廊桥节段预制吊装施工工法

1 前言

随着社会经济与科技技术的迅猛发展，在许多的现代交通桥梁建设中钢箱梁结构桥梁越来越受到人们的青睐，因此钢箱梁结构开始普遍被推广运用。但在实际中，大吨位钢箱梁的吊装施工是一项繁重而困难的过程，针对此情况，本工程采用了节段预制吊装施工工艺，提高了施工质量、降低了施工难度、加快了施工进度、降低了施工费用，产生了很好的经济和社会效益。



2 工法特点

2.0.1 根据现场情况，在满足设计要求的前提下，且满足梁段的运输要求，对梁段进行合理划分，降低了吊装的难度，加快了施工进度。

2.0.2 根据划分各梁段重量，结合拟搭设的合拢口支架位置，在能确保机械合理进出及吊转的前提下，对梁段进行合理的吊装排序，有利于节段的焊接施工，极大地保证了吊装过程中的安全。

3 适用范围

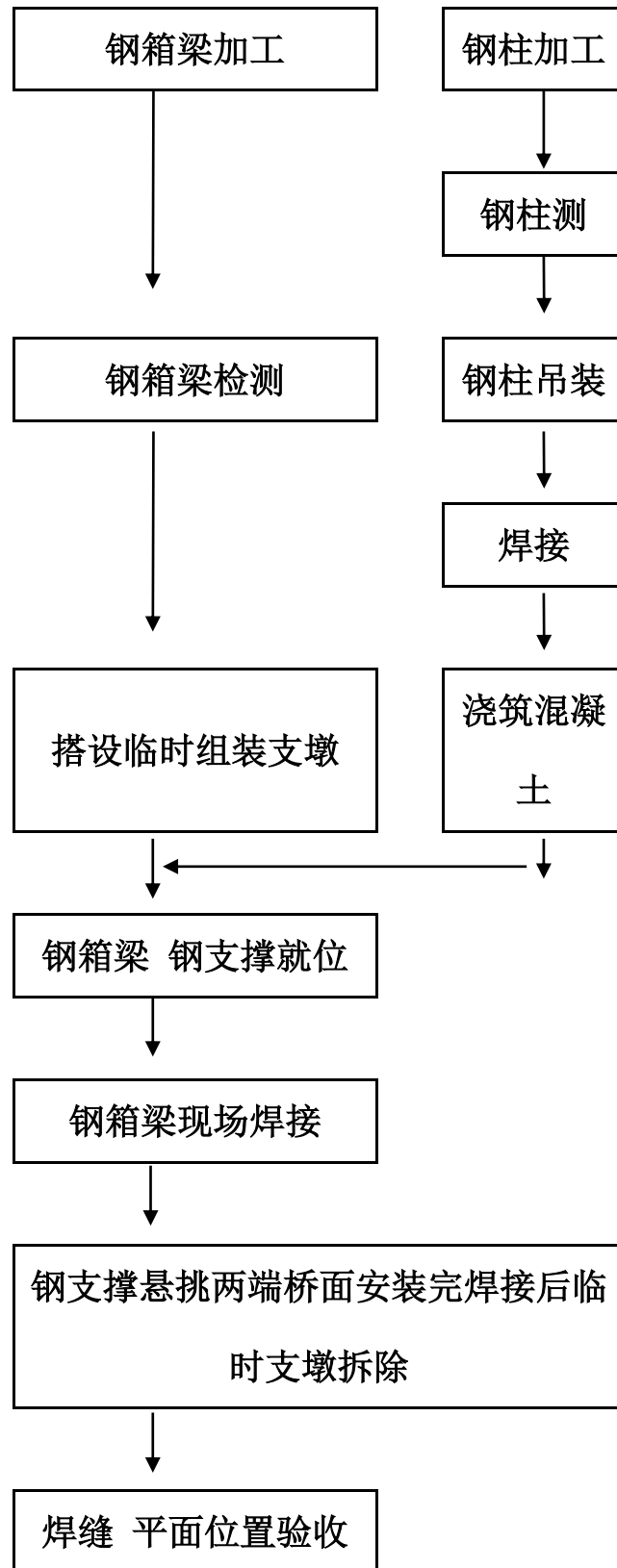
本工法适用于大吨位钢箱梁节段预制吊装施工，在交通复杂、场地受限地区尤为适用。

4 工艺原理

将钢箱梁合理地节段，支设临时支架，进行大吨位钢箱梁的吊装施工。

5 工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程



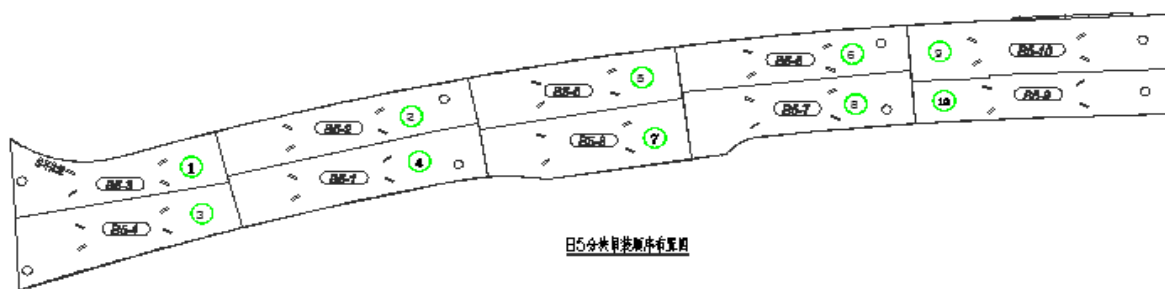
5.2 操作要点

5.2.1 钢箱梁合理节段

主梁 B5 分段钢箱梁，总重约 284t，共分为 10 个小梁段，根据划分各梁段重量，结合拟搭设的合拢口支架位置，在能确保机械合理进出及吊转的前提下，对梁段进行吊装排序。

B5 分段钢箱梁梁段划分表

分段	宽度 (m)	高度 (m)	长度 (m)	重量 (t)
B5-1	3.8	1.05	14.742	30
B5-2	3.2	1.05	15.069	28.4
B5-3	3.7	1.05	13.08	28.8
B5-4	3.3	1.05	14.36	38.6
B5-5	3.7	1.05	15.5	24.2
B5-6	3.3	1.05	13.3	28.4
B5-7	4.79	1.05	13.1	27.8
B5-8	4.33	1.05	15.2	25.3
B5-9	3.99	1.05	16.91	21.9
B5-10	3	1.05	16.91	29.8

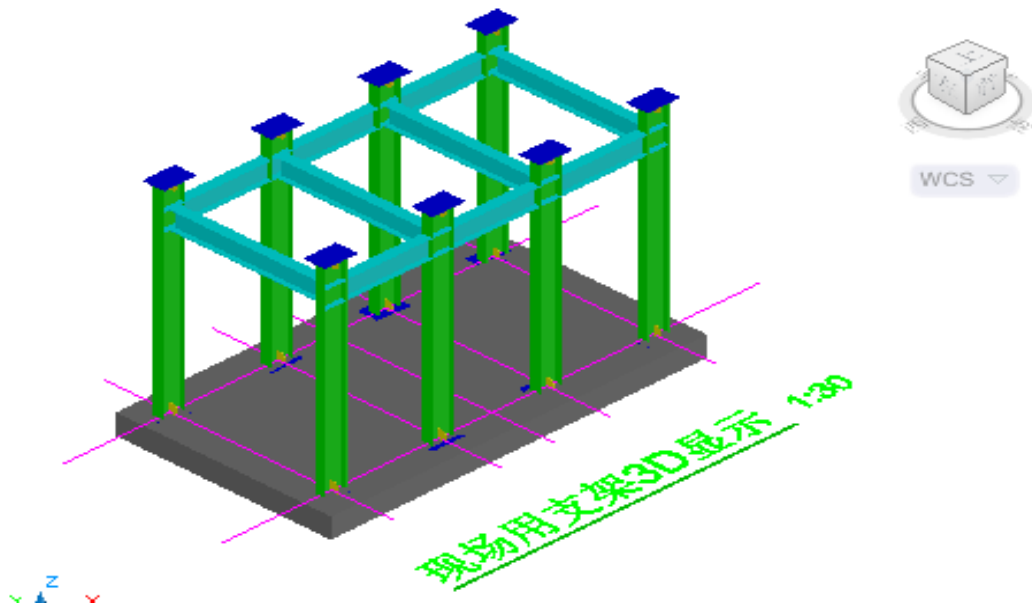


B5 分段吊装顺序图

5.2.2 搭设、拆除临时支架

(1) 根据现场场地情况，对临时钢支墩的地基进行整平夯实处理后，临时钢支墩搭设采用钢垫板+H400型钢的钢框架形式进行设置，首先在合拢口位置使用挖掘机

进行场地平整压实后浇筑 10cm 混凝土垫层，后做 600mm 厚双层双向钢筋混凝土支
座,在测量好的合拢口位置铺设钢垫板。在垫板上架设钢框架支架。



(2) 支架现场操作步骤：从柱 P1、P2 中向南测出 15202mm 落点，为支架中心点，然后向两侧过 1500mm，为支架两边拖梁的中心位置，按图设置支架。支架上平面与箱梁下地面预留 50mm 的距离，用垫板交错垫到箱梁底面高度(目的:2 块 20mm，一块 10mm 垫板，方便落架是撤掉垫板)。为防止箱梁变形，必须保证支架两边托梁的中心坐落在横隔板的位置上。同时，支架两侧外挑工作平台，方便工人立缝焊接施工。



(3) 撤架：首先在箱梁上桥面预留吊耳位置用钢丝绳及吊环固定好，用吊车慢慢起吊，直至钢丝绳绷紧受力辅助，然后用千斤顶在在纵横向隔板处确立支撑点，然后三台千斤顶同时匀速起顶，当到达一定间隙时，用倒链慢慢把上层垫板撤出来，慢慢收顶；同时用水准仪、水平尺测量校正水平、起拱、下挠、桥墩钢柱侧弯、地面基础下陷等情况，观察下挠幅度及焊缝质量，记录在案，并报设计院审核。第二、第三块垫板依次类推施工。撤除垫块完毕后，支架在一个工作日内无任何问题，然后整体撤掉支架。

5.2.3 钢箱梁吊装

(1) 用全站仪根据坐标在支架和箱梁垂直面地面上测出箱体中心线，按箱体宽度，以中心线向两侧均分，找出箱体边缘线，在边缘线位置每隔 1 米位置设置焊接定位板，定位焊板竖立面要和箱体两侧竖立箱面平行一致。并在需要拼接的箱体的纵、横上下钢板内侧每隔 20cm 设置定位板，定位板与箱体上下桥面钢板平行一致。并在每段箱梁上焊接 4 个 U 型吊装鼻。



(2) 在箱梁进入吊装时，应先试吊，设备离地 200mm 左右，停留十分钟，检查吊车的稳定性，制动器的可靠性，捆绑的牢固性，重物的平稳性等各方面安全正常后方可继续起升。

(3) 在箱梁到达安装位置后，按定位线位置方向缓慢下降至离箱体下表面高程位置约有 5cm 左右，然后用 30T 倒链和 50T 千斤顶轻微水平移动至定位板位置，同时在箱梁下桥面定出定位线位置，然后用吊坠下垂至地面定位线位置，并缓缓落实在桥墩钢柱支座及支架上，并用水准仪、水平尺测量校正水平、起拱、下挠、桥墩钢柱侧弯、地面基础下陷等情况，并记录、校准后，局部节点焊接固定箱梁，然后摘钩卸绳，撤掉吊车。



5.2.4 钢箱梁焊接

在固定好 4 块主梁后，搭建悬挑下通长安全施工通道，做好安全保护后，逐一焊接，焊接顺序：先焊箱梁底板，再焊接立板横隔板，再焊接箱梁顶板。并用探伤仪、水平仪、水平尺随时自检焊缝质量、焊接变形情况，并做好记录，随时修正焊接工艺，保证焊缝 100% 熔透，同时做好应力消除工作，防止焊接桥面变形。

6 材料与设备

6.1 材料

本工法主要所用的材料如下：

钢箱梁、钢丝绳、润滑油等。

6.2 施工设备、机具

表 6.2 施工设备机具列表

序号	设备名称	单位	数量	用途	
吊装	1	100T 吊机	台	2	钢梁安装
	2	50T 吊机	台	1	输送设备工具 安装支撑
	3	钢丝绳	根	若干	结构吊装、安全绳
	4	卡环	个	10	结构吊装
	5	大绳	个	4	结构吊装
	6	对讲机	个	5	指挥用
	7	吊栏 安全网	个	5	安装用
	8	安全带	个	10	吊装用
	9	爬梯		若干	吊装用
	10	30 大型平板车		2	运输构件
拼焊	11	50 吨倒链	台	8	吊装支撑 安装支撑
	12	角向磨光机	台	2	焊缝打磨
	13	氧气、丙烷	套	8	切割用
	14	逆变直流焊机	台	2	钢柱与钢支撑 主梁与主梁 定位焊接
	15	二保气体焊机	台	8	钢柱与钢支撑 主梁与主梁 焊接
	16	碳弧气刨机	台	1	备返工用
	17	螺旋千斤顶	台	4	主梁对接接口方向调整
	18	空气压缩机	台	1	气刨供气
	19	液压千斤顶	个	2	主梁对接高度调整

	20	配电柜	个	1	电缆传递供配电
	21	配电箱	个	若干	施工用电三级保护
	22	电缆线	米	若干	供电
测量	23	经纬仪	台	1	测量
	24	水平仪	台	1	测量
	25	超声波探伤仪	台	1	焊缝探伤
	26	全站仪	台	1	测量

7 质量控制

7.1 质量标准

7.1.1 《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（建质[2018]31号）；

7.1.2 《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205）

7.1.3 《钢结构焊接规范》（GB50661-2011）

7.1.4 《起重设备安装工程施工及验收规范》（GB50278-2010）

7.2 质量控制措施

7.2.1 设备、材料的质量控制

进入现场的材料，均应进行必要的检验和试验。并核对这些设备、材料的合格证，材质证明书。产品技术文件等随行资料，以证实这些材料是完好的，是满足工程需要的。

对业主提供的设备、材料也应按要求进行验收。如发现缺件、不适用；损坏等情况应及时报告业主代表。

7.2.2 施工工艺的控制

本工程各专业施工工艺的制定应根据施工图纸、规范、标准及监理工程师的要求进行，制定的工艺应能满足施工质量的要求，又与企业的施工能力一致。重要的施工工艺应经过有关部门的批准及监理工程师的认可。施工工艺确定之后，各有关人员应严格执行，对施工方法、操作技术，工艺参数等工艺要求均应进行有效控制，以确保工艺质量。

7.2.3 产品实现过程的控制

本工程的整个施工中，应对产品的实现过程进行控制。通过产品实现的策划确定

产品实现所需的过程和产品有关的要求。对物质的采购、生产和服务提供等过程进行有效控制，以确保产品的实现符合业主和规定的要求。

7.2.4 具体措施

(1) 认真贯彻执行公司 ISO9001 质量管理体系，强化质量意识，确保质量目标的实现：

(2) 进行严格的施工图审核，使可能出现的问题或更改超前解决或纠正；

(3) 施工前编制详细、科学的组织设计及施工方案，并经公司技术领导审核批准后方可实施。对大件的运输、吊装编制详细的作业文件。施工前进行施工人员技术交底；

(4) 施工过程中严格按照国家有关规范、质量检验评定标准、施工图纸、设备技术文件的要求进行施工，引进设备按外商提供标准执行。引进技术国内制造的设备按制造厂提供的技术要求，其余部分可参照国内相关的规范标准：国内制造的设备执行国内的规范与标准（包括国家的、行业的、企业的）。如果图纸、说明书中的技术要求与规范、标准互有矛盾之处，以最高标准执行。

(5) 严格按公司编纂的施工检测表进行各工序质控点检测及要求施工，加强原始资料的记录与管理，便于质量问题的追溯及解决；

(6) 施工前做好仪器仪表的检测校正、机具工具的维修保养工作，避免施工中发生意外；

(7) 严格控制进厂材料的质量，加强进厂材料的检验试验工作，不合格材料不准进入现场；

(8) 投入功率强大、性能优良的大型机具设备，尽量扩大机械化施工范围，提高机械化作业程度，尽量采用整体吊装，减少高空组对、焊接的工作量，以保证施工质量。

(9) 加强技术咨询，施工期间，定期主动邀请质监站等有关部门专家来工地指导、检查产品质量及咨询技术方案。

8 安全措施

8.0.1 加强安全自我保护意识教育，强化管理安全防护用品使用。

8.0.2 重点部位项目，严格执行安全管理专业人员旁站监督制度。

- 8.0.3 随施工进度，及时完善各项安全防护设施，各类孔洞安全门栏必须设制警示牌。
- 8.0.4 安全专业人员，加强安全防护设施巡查，发现隐患及时落实解决。
- 8.0.5 吊装前对机械设备、机具进行详细检查，起重机的安全装置必须要灵敏、可靠、齐全，确保吊装过程中无事故发生。
- 8.0.6 起吊前必须先试吊，作业中发现起重机倾斜、履带不稳定等异常现象时，应立即将重物下降落在安全的地方。起吊重物时，操作应平稳，避免迅速上升、下降、回转或停止，换向应在停稳后进行。
- 8.0.7 现场存放备用钢丝绳，钢丝绳使用前应检查确保无断丝情况。
- 8.0.8 发生吊耳崩断情况立即将停止吊装作业，将盾构部件放在安全地方。
- 8.0.9 发生倾覆及时组织现场抢险和人员抢救工作。
- 8.0.10 对于参加吊装的吊车司机、信号工，必须是参加过特种作业培训，并取得证书人员方可持证上岗。起重吊装人员，必须严格遵守《大型设备吊装工程工艺标准》SHT3515-2003 中的各项技术安全规定，遵守建设单位及公司的有关安全规定。

9 环保措施

- 9.1.1 对施工人员进行文明施工教育，遵守安全生产规定，做好宣传教育，加强职工的文明施工意识，使职工养成保护建筑物、爱护建筑物的美德，人人遵守施工秩序，维护社会美德。做好已安装好的构件的外观及形体保护，减少污染。
- 9.1.2 施工现场建筑垃圾、废料应清理到指定的地点堆放，指定专人处理并及时清运出场，施工现场做到道路通畅，场地平整、干净，各个作业现场务必整洁、干净，工完清场，临时设施搭设整齐，室外定期打扫。施工现场临时设施、材料的布置与堆放，实行区域管理，划分职责范围，工长、班组长分别是包干区域的负责人，项目按《文明施工中间检查记录》表自检评分，在每月的生产会上总结评比。
- 9.1.3 切实加强火源管理，现场禁止吸烟，电、气焊及焊接作业时应清理周围的易燃物，消防工具要齐全，动火区域都要安放灭火器，并定期检查，加强噪音管理，控制噪音污染。
- 9.1.4 加强施工现场的安全保卫工作，完善施工现场的出入管理制度，施工人员在施工现场佩戴附有相片、证明其身份的证卡，严禁非施工人员擅自进入施工现场。
- 9.1.5 材料、构件、机具堆放整齐，分类码放，安全装置灵敏可靠。

9.1.6 合理划施工场地，减少对道路的占用。

9.1.7 优化构件进场时间，构件尽量夜间运进施工场地，保证运输车辆不对周围城市干道造成影响。

9.1.8 场内运输道路，进行硬化处理，达不到硬化条件，安排专人定时洒水，避免烟尘污染环境。

9.1.9 加强场区管理规划和人文管理。采用 PDCA 循环管理法（计划、实施、检查、处理）和 5S 管理法（整理、整顿、清扫、清洁和素养）进行管理。

10 效益分析

但在实际中，大吨位钢箱梁的吊装施工是一项繁重而困难的过程，针对此情况，本工程采用了节段预制吊装施工工艺，提高了施工质量、降低了施工难度、加快了施工进度、降低了施工费用，产生了很好的经济和社会效益。

施工方法	施工工期	租赁费	机械费	人工费	合计
节段预制吊装	5 天	0.1 万	2 万	0.8 万	2.9 万
传统吊装方式	10 天	0.5 万	4 万	1.5 万	6 万

11 工程实例

11.1 胶州市南中轴廊桥工程澳门路段廊桥设计施工总承包

11.1.1 工程概况

胶州澳门路廊桥为一座由梯坡道、主桥以及平台组成的景观廊道，其中包括主桥两座，一座跨越澳门路，跨径布置为为 29.36m+28.50m+18.785m，桥梁标准宽度为 7.0m，桥梁两侧为与平台和建筑连接，局部加宽。另一座桥梁为连接平台与主桥之间的连接桥，桥梁跨径布置为 10.916m+10.905m，桥梁宽度为 5.654-11.599m；，主梁采用矩形钢管结构。B5、B6 分块中墩基础采用 1.4m 桩基，坡道布置单根直径 1.0m 桩基，其余桥梁、平台和梯道上均布置 1.2m 桩基。该区段 B5 分段主桥梁横跨澳门路，南侧与原有建筑物接壤,其它方位周边无建筑物，现场场地相对空旷，该区段为独立桥体，与相邻建筑不相连。



11.1.2 施工情况

根据本工程现场情况，本工程采用节段预制吊装工艺，严格按照施工方案中具体流程施工，达到质量、安全、环境的施工要求。施工未出现质量、安全事故，完工后建设单位、监理单位、设计单位依据验收标准对现场查验，一次性验收合格。

11.1.3 应用效果

采用本工法施工，顺利解决了地理位置受限制、吊装对周围影响较大、大吨位钢梁吊装难度大等问题，优质、安全、快速的完成了大吨位钢梁吊装的施工，达到了预期效果，加快了施工速度，降低了施工成本。钢箱梁吊装完成后经第三方检测单位检测以及监理验收，合格率 100%。

11.2 2014 年青岛世界园艺博览会科学园、绿业园、天水区建筑物及其配套工程—科学园景观桥项目

11.2.1 工程地点：青岛市李沧区

11.2.2 工程概况

由我公司承建的 2014 年青岛世界园艺博览会科学园、绿业园、天水区建筑物及其配套工程—科学园景观桥项目。桥梁由人行桥平台、人行梯道等组成。

11.2.3 施工情况

本工程施工地点位于世园会景区内，施工用地紧张，工期紧，任务重，具有较大的施工难度。在桥梁装饰安装工程施工过程中，我公司技术人员对新型玻璃夹具快速、精确安装椭圆形 LED 发光玻璃片施工过程进行分析和探讨，经反复论证及实践，最终

取得了圆满的结果，该施工工法特点及能保证玻璃片安装牢固、排列整齐，又能降低施工难度，加快施工进度，也能满足业主对工程的质量要求以及景观效果，未出现任何质量和安全问题，取得了良好的经济效益和社会效益。

11.2.4 结果评价

全部 LED 发光玻璃片安装完成后经第三方检测单位检测以及监理验收，合格率 100%。