

32 m箱梁模型拼装质量控制技术



曹 土

(中交第三航务工程局有限公司 宁波分公司, 浙江 宁波 315200)

摘要: 32 m箱梁模型是分段拼装而成的整体刚性模板, 全套模型由底模、侧模、端模、内模四部分组成, 其拼装成形后的质量对箱梁的外形外观质量是否达标起到关键性的作用。对32 m箱梁模型拼装过程中存在的质量问题进行分析调查, 找出影响模型拼装质量的关键性因素, 并制定相应的控制方法, 以提高模型的拼装质量。

关键词: 箱梁; 模型; 拼装; 质量; 控制技术

中图分类号: U 445.47⁺1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)03-0188-05

Quality control technology for assembling of 32 m box girder

CAO Tu

(CCCC Third Harbor Engineering Co., Ltd., Ningbo Branch, Ningbo 315200, China)

Abstract: The 32m box girder model is an integrated rigid template assembled with segments, and the full set of model is composed of four parts including the bottom molds, side molds, end molds and the internal mold. The assembling quality is crucial to the appearance quality of the assembled model. This paper analyzes the quality problems during assembling of the 32 m box girder model and finds out the key factors affecting the assembling quality, and gives corresponding control methods, so as to improve the assembling quality of the model.

Key words: box girder; model; assembly; quality; control technology

1 箱梁模型

1.1 模型用途和技术参数

32 m箱梁模型顾名思义是用于制作32 m预应力混凝土简支箱梁的模型。它是根据通桥(2008)2322A-II图设计制作, 分段拼装而成的整体刚性模板。全套模型由底模、侧模、端模、内模4部分组成。为方便运输和调整预拱, 底模由11分段拼装而成, 两端分段长3.1 m, 中间9分段每段长3 m; 侧模采用固定外包端形式, 侧模由4分段组成, 两端分段长8.6 m, 中间2分段长8 m; 端模与梁端截面相同, 由底、侧、上端模3部分组成; 内模为整体液压收缩脱模方式, 由模板主梁、支撑千斤顶、托架、液压控制系统等组成, 内模也是

有7个分段拼装组成, 其中2个1.8 m长的端节段、2个3.0 m长的变截段、2个7.8 m长的中节段和1个8.0 m长的中节段。模型各部分的技术参数见表1。

表1 32 m箱梁模型各部分的技术参数

模型组成部分	外形尺寸/(m×m×m)	面板材料	分段	质量/t
底模	33.2×5.0×0.172	δ12钢板	11	32.5
侧模	33.2×15.16×4.3	δ10钢板	4×2	50×2
端模	13.4×0.55×3.05	δ12钢板	4×2	4.9×2
内模	34×5.77×2.47	δ8钢板	7	79.08

1.2 模型结构

32 m箱梁钢模型的设计和制造需要保证模型有足够的强度、刚度及稳定性, 确保梁体各部位尺寸正确、预埋件位置准确。模板设计和制造时全长考虑反拱及预留压缩量。

收稿日期: 2013-06-26

作者简介: 曹土(1981—), 男, 工程师, 主要从事港口与航道工程的施工建设。

1) 外侧模: 外侧模采用大刚度模板与台座配套设计, 采用整体固定式模板。在工厂分节加工侧模板, 在现场用螺栓连接组装后焊接成整体。侧模与底模采用“一配一”方式, 每套侧模负责一个台座箱梁生产, 通过铰接方式与固定支点基座连接(图1)。

2) 内模系统: 内模系统由走行机构、液压系统、内模板3部分组成。内模采用液压自动缩放内模, 整体抽拔式方案(图2)。

3) 端模: 端模为整体模板, 面板为钢板, 用螺栓与外侧模联接, 与侧模、内模间的间隙用橡胶条填充(图3)。

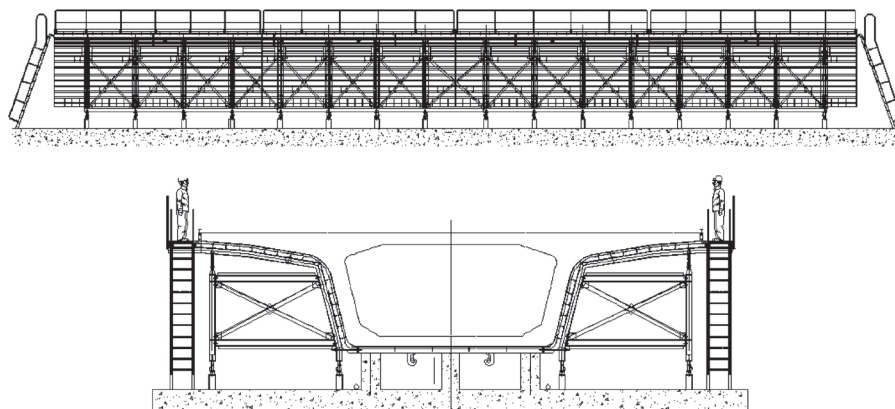


图1 32 m箱梁侧模

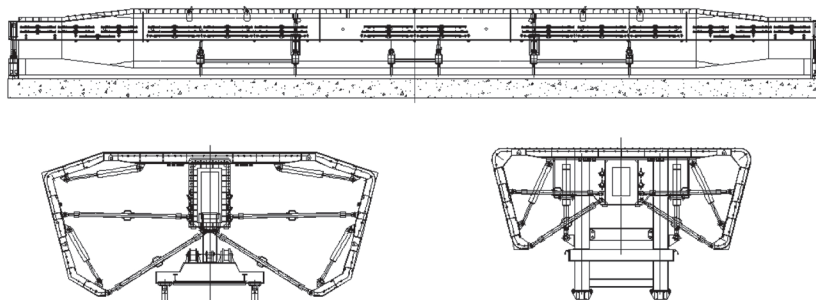


图2 32 m箱梁内模

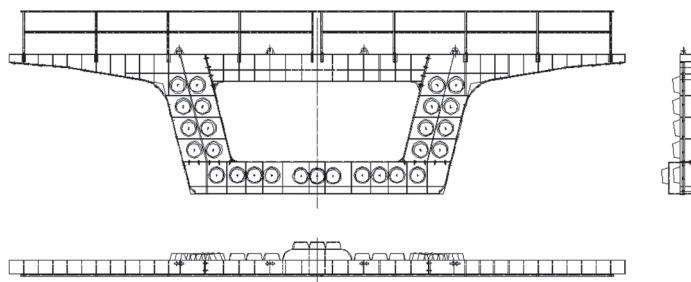


图3 32 m箱梁端模

2 模型拼装质量问题调查分析

根据铁科技[2004]120号文《350 km/h客运专线预应力混凝土预制梁暂行技术条件》中的要求^[1], 在箱梁制作过程中, 尺寸控制精度很高, 如箱梁长度允许误差为±20 mm, 宽度允许误差为±5 mm, 高度允许误差为+10 mm和-5 mm, 四点支座高差要求小于2 mm, 等等, 而对箱梁模型拼

装尺寸的控制是箱梁整体尺寸控制的第一步, 也是最关键的一步。

2.1 现状调查

本文对已初步拼装完成的32 m箱梁模型进行质量检查, 发现主要存在7个方面的尺寸误差超标^[2], 并对抽查的200个缺陷点进行统计分析, 统计结果见表2。

表2 32m箱梁模型拼装存在缺陷

缺陷名称	频数/个	累计频率/%
底模中心线与设计位置偏差>2mm	49	24.5
侧模板倾斜度偏差>3%	71	60.0
腹板厚度偏差>+10mm或<0mm	52	86.0
模型长度偏差>+10mm	2	87.0
底模反拱偏差>1mm	9	91.5
模型平整度偏差>2mm	12	97.5
预留孔中心位置偏差>5mm	5	100.0
合计	200	

通过图4的32 m箱梁模型拼装质量缺陷频率图，可以更加直观地了解目前32 m箱梁模型存在的主要质量缺陷。

通过调查分析可见，底模中心线与设计位置偏差、侧模板倾斜度偏差、腹板厚度偏差三者误差超标占到缺陷总数的86%，可以确定为模板拼装过程中需要特别关注的项目，也是本文模型拼装质量控制的重点项目。

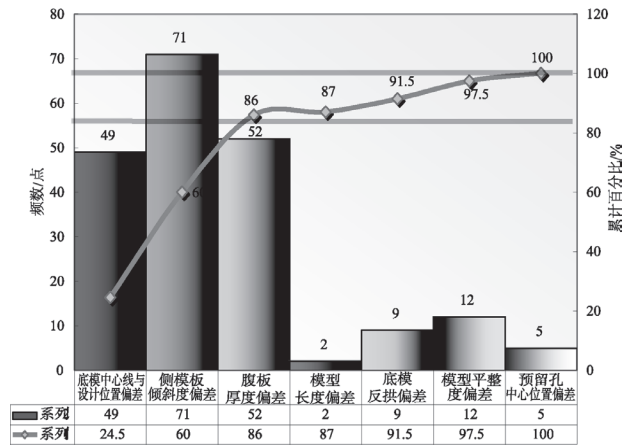


图4 32 m箱梁模型拼装质量缺陷频率

2.2 原因分析

根据模型拼装过程中实际存在的问题，针对造成底模中心线与设计位置偏差、侧模板倾斜度偏差、腹板厚度偏差过大的原因，采用关联图法进行原因分析（图5）。

根据关联图法进行原因分析，找出11个影响

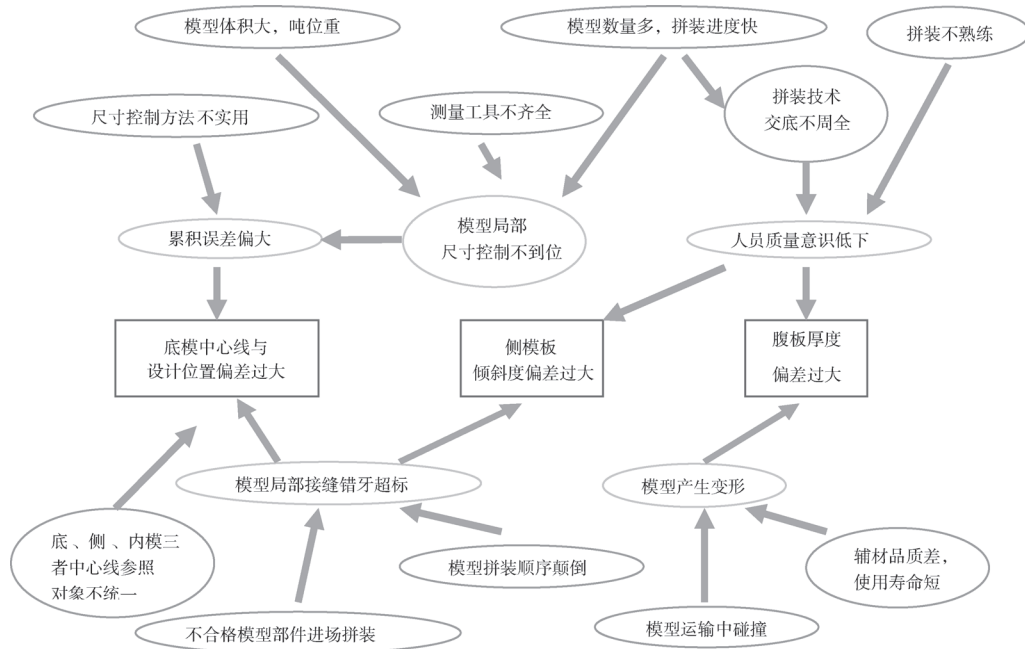


图5 原因分析关联图

模型拼装质量的末端因素，并逐个对11个末端因素进行分析和确认，找出造成底模中心线与设计位置偏差、侧模板倾斜度偏差、腹板厚度偏差过大的主要原因，见表3。

经过逐个对末端因素的分析，可以确定影响模型拼装质量的3个主要原因为：

1) 模型拼装测量工具不齐全；

- 2) 底模、侧模、内模三者中心线参照对象不统一；
- 3) 尺寸控制、检测方法不实用。

3 模型拼装质量控制方法

本文根据模型拼装质量中存在的3个主要末端因素，制定相应的控制技术，分别进行实施，并

表3 要因分析确认

末端因素	确认方法	标准	要因否
模型拼装人员经验不足，拼装不熟练	现场操作	培训后考核合格	否
模板拼装技术交底不周全	现场抽查	技术交底率100%	否
模型拼装测量工具不齐全	现场检查	模型拼装测量工具配备齐全	是
不合格模型部件进场拼装	现场检查	不合格模型部件不能进场	否
辅助材料品质差，使用寿命短	现场检查	按标准采购辅助材料	否
模型在运输过程中发生碰撞	现场检查	运输过程中避免碰撞	否
模型拼装顺序颠倒	现场检查	按模板出厂编号进行有序拼装	否
底模、侧模、内模三者中心线参照对象不统一	现场检查	底模、侧模、内模三者中心线参照对象统一	是
尺寸控制、检测方法不实用	现场检查	制定实用的尺寸控制方法	是
模型体积大，吨位重，难调整	现场检查	龙门吊配合作业	否
模型数量多，拼装进度快	现场检查	拼装进度以保证模型质量为前提	否

且将制定的新控制技术和原先的控制方法进行比较，不断改进模型尺寸控制方法，形成一套完整成熟有效的控制技术。

3.1 自行设计和加工模型检测工具

32 m简支箱梁的设计图中两侧腹墙的倾斜度统一是1:4，市场上没有这种大型的专业测量倾角

的角度尺^[4]，模型拼装班组最终考虑自制一把腹墙角度尺。通过采纳各方面意见，角度尺的设计图基本如图6所示。

腹墙角度尺在使用中还得到了不断改进，角度尺的使用方法也通过不断推敲，最终确定如下：

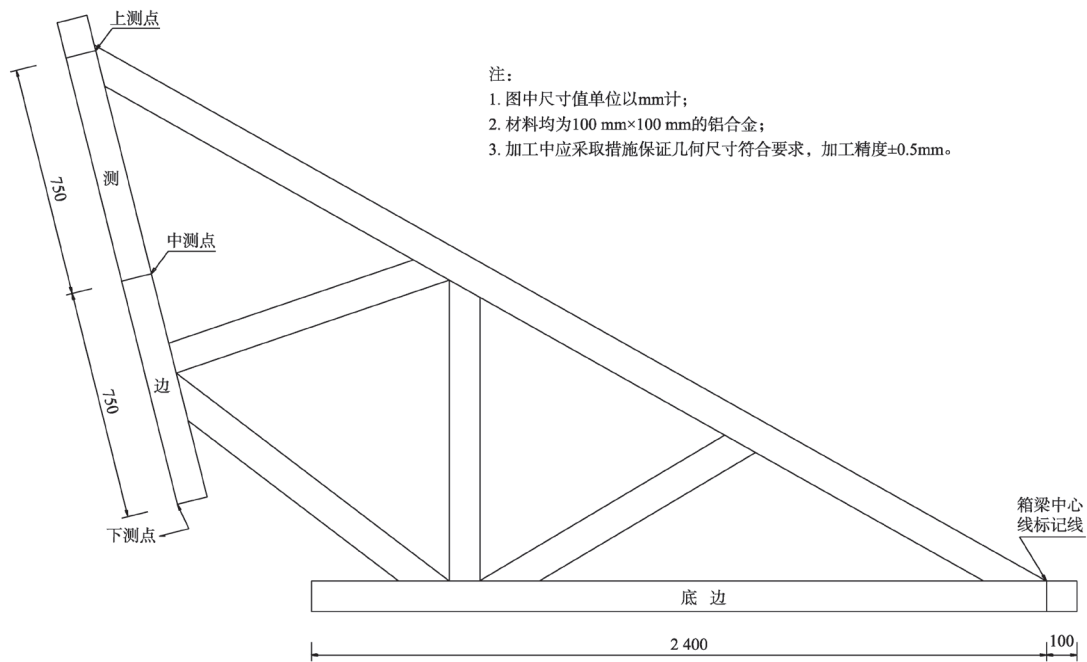


图6 32 m箱梁腹墙倾角自制角度尺设计

- 1) 将腹墙角度尺的底边紧贴于底模，并将底边端部的箱梁中心标志线与底模的中心线重合；
- 2) 观察腹墙角度尺侧边的上、中、下测点是否紧贴测模板，紧贴就说明侧模倾角完全符合要求；
- 3) 侧边未能紧贴侧模，采用塞尺测量缝隙

间距，根据侧模倾斜度允许偏差3%的要求，计算上、中、下测点允许存在的缝隙间距分别为上测点6 mm，中测点3 mm，下测点1 mm。测量结果与此比对，如果超出范围，就需要对侧模进行倾斜度调整^[3]。

通过对本控制方法的实施，模型拼装人员采用上述铝合金角度尺进行侧模腹墙角度的控制，既方便又直观。不仅大大提高了工作效率，还能保证模型角度偏差不超标，达到测量的精度要求。

3.2 建立统一的中心线参照对象

在前期的模型拼装过程中，底模拼装时放样底模中心线，侧模拼装时放样侧模中心线，内模拼装时放样内模中心线，虽同样放样于台座上，但每次放样总存在着一定的偏差。为解决这种可以避免的偏差，模型拼装班组决定将中线统一放样于底模中心，具体实施如下：

- 1) 拼装底模前，先放样台座中心线，保证底模中心线基本与台座中心线重合；
- 2) 固定底模后放样底模中心线，并在底模上打入永久性标志点，作为底模的中心线标志；
- 3) 安装侧模和内模时，都以底模上固定的中心线作为设计的中心线进行复核，保证底模、侧模、内模三者中心线完全重合一致。

通过对本控制方法的实施，底模、侧模、内模三者中心线统一为底模中心线后，不仅减少了放样侧模、内模中心线的工作量，而且在模型实用过程中，方便查找中心线产生偏差的原因，需要纠正时，同样有了固定和可靠的依据。

3.3 制定方便实用的尺寸控制方法和工具

箱梁的腹板厚度分为中截面、变截面、端截面，下面以中截面进行分析讨论。箱梁腹板中截面的厚度为450 mm，要对此进行测量，就是测量侧模的内侧面和内模的外侧面之间的距离，即测量2个平面之间的距离，再加上箱梁的腹板是倾斜的，即2个平面是倾斜的，测量上则更加有难度，常规的直角尺很难保证与腹墙倾斜面垂直^[3]。模型拼装班组决定采取自制测量工具的方法进行解决。

测量2个倾斜面的垂直距离，根据几何原理，自制图7的垂直距离三角尺， $\triangle OAB$ 组成一个三角平面，而 OC 边是垂直 $\triangle OAB$ 平面的，且控制 OC 边的长度固定为430 mm。

腹板垂直距离三角尺的使用方法如下：

- 1) 将拼装完的测模、内模中心线重合，并固定其相对位置；

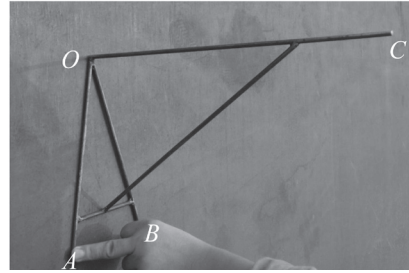


图7 用于测量32 m箱梁腹板厚度的自制垂直距离三角尺

- 2) 将垂直距离三角尺的 $\triangle OAB$ 平面紧贴侧模板上， OC 边指向内模；

- 3) 用钢板尺测量 C 点与内模间的距离。如果测量值是20 mm，说明腹板厚度符合要求，这样就将2个倾斜面之间的垂直长距离误差转化为短距离误差，大大提高了测量精度。

通过对本控制方法的实施，采用此种自行设计和加工制作的垂直距离三角尺的方法测量腹板的厚度，不仅测量精度大大提高，而且使用过程方便快捷，具有相当大的实用性。

4 结论

- 1) 通过对模型拼装过程中存在的问题进行分析，制定确实有效的控制方法，既加快了箱梁模型的拼装速度，提高模型的拼装质量，又为箱梁制作过程节省了混凝土方量，取得相当可观的经济效益。列举其中一项就可见一斑，如箱梁的腹板厚度允许偏差为+10 mm，经计算单这一项偏差控制可为单跨箱梁节省混凝土约1.42 m³。

- 2) 在模型拼装施工技术研究中将模型拼装过程中实际得到的各类原始数据资料详细整理，采用数理统计的方法加以归类、保存；将创新的测量小工具制作方法和使用方法编入《32 m箱梁模型拼装施工方案》，为类似的模型拼装积累了施工经验。

参考文献：

- [1] 铁科技(2004)120号 350 km/h客运专线预应力混凝土预制梁暂行技术条件[S].
- [2] TB 10203—2002 铁路桥涵施工规范[S].
- [3] 张玉. 几何量公差与测量技术[M]. 3版. 沈阳: 东北大学出版社, 2006.
- [4] JB/T 8372—2010 几何量测量仪器 型号编制方法[S].

(本文编辑 郭雪珍)