

移动模架 设计、施工与养护技术指南

黄成造 项贻强 张少锦 主编



人民交通出版社
China Communications Press

移动模架设计、施工与养护

技 术 指 南

黄成造 项贻强 张少锦 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本指南在调查了国内外移动模架的发展现状与珠江黄埔大桥多台移动模架设计、制造和养护经验总结的基础上,制定了移动模架设计、制造、施工和养护的一般规定和要求,并对其使用过程中的检查、监测、维护评定等方面作出了较系统的规定。本指南附件提供了珠江黄埔大桥采用的部分移动模架施工图解,对公路及城市预应力混凝土连续梁桥采用移动模架施工具有一定的借鉴作用。

本书可供从事桥梁设计、施工和养护等桥梁建设的技术人员参考使用,也可供从事移动模架设计、制造的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

移动模架设计、施工与养护技术指南/黄成造等主编.
北京:人民交通出版社,2009.7
ISBN 978-7-114-07820-0

I.移… II.黄… III.桥梁架设-指南 IV.U445.463-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第104982号

书 名:移动模架设计、施工与养护技术指南

著 作 者:黄成造 项贻强 张少锦

责任编辑:沈鸿雁 王文华

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757969, 59757973

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:15

字 数:323千

版 次:2009年7月 第1版

印 次:2009年7月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07820-0

定 价:43.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《移动模架设计、施工与养护技术指南》

编审人员及单位

主 编:黄成造 项贻强 张少锦

编写人员:黄成造 项贻强 张少锦 汪劲丰 陈 红 王小山

张乐亲 尹本文 李德钦 谢 军 赵 阳 招国忠

审 核:陈开利 林亚超

主编单位:广州珠江黄埔大桥建设有限公司

浙江大学

参编单位:北戴河通联路桥机械有限公司

山东博瑞路桥技术有限公司

中铁大桥局股份有限公司

路桥华南工程有限公司

前 言

为了适应公路桥梁建设的发展,满足我国桥梁建设、设计和管理养护单位工作的需要,推广新技术,确保采用移动模架施工的公路及城市预应力混凝土连续梁桥建设经济合理、施工安全,广州珠江黄埔大桥建设有限公司与浙江大学,在广州珠江黄埔大桥建设有限公司实施的移动模架施工预应力混凝土连续梁桥的经验基础上,联合有关移动模架的设计、制造和桥梁施工单位,牵头编制了《移动模架设计、施工与养护技术指南》。

本指南包括移动模架的设计、制造、施工和养护的一般规定和要求,并对其使用过程中的检查、监测、维护评定等方面作出了具体的规定。

鉴于各地制造、使用移动模架施工桥梁的经验和所属系统的不同,应在遵守各系统有关规范规程及养护管理制度的基础上,参照使用本指南,并提出宝贵意见,以便不断完善。

本书编写过程中得到了中交公路规划设计院有限公司、中交第一公路规划勘察设计研究院有限公司、武汉理工大学等参建单位的大力支持,在此笔者谨向他们致以诚挚的感谢。由于移动模架施工被广泛应用,各地的技术、经验层出不穷,同时限于编者水平,本书可能存在一定的缺点、谬误和遗漏,恳请读者指正。

编 者

2009年6月

目 录

1	总则	1
2	术语	3
3	总体设计	13
3.1	一般规定	13
3.2	结构形式	14
3.3	材料	24
3.4	移动模架主梁的安全系数	29
3.5	容许变形	29
4	作用	31
4.1	一般规定	31
4.2	各类作用	32
4.3	作用效应组合	34
5	设计计算	37
5.1	一般规定	37
5.2	静力计算	40
5.3	结构计算	41
5.4	抗倾覆稳定计算	50
5.5	抗风稳定计算	52
5.6	疲劳计算	52
5.7	焊缝及连接的计算	56
5.8	移动模架施工梁桥的受力计算	64
6	构造	66
6.1	一般规定	66
6.2	主梁子系统	66
6.3	模板子系统	74

6.4	液压子系统	80
6.5	移位子系统	84
6.6	电气子系统	86
6.7	其他附属物	87
7	制造、安装及施工流程	89
7.1	移动模架的加工制造	89
7.2	移动模架焊接工艺	92
7.3	移动模架构件的拼装	98
7.4	移动模架的预压	103
7.5	移动模架整体提升	105
7.6	移动模架的转幅横移	113
7.7	移动模架的拆除	119
7.8	移动模架的验收标准	121
7.9	质量和安全保证措施	131
7.10	模架法施工的桥梁施工流程	132
8	正常使用及监控	149
8.1	一般规定	149
8.2	基本原则与要求	149
8.3	移动模架的正常使用监控	150
8.4	混凝土主梁的施工监控	151
8.5	施工过程控制精度	154
8.6	施工监控的运行	154
9	安全操作规程及养护与维修	155
9.1	一般规定	155
9.2	安全操作规程	155
9.3	移动模架的日常养护与维修	165
9.4	移动模架的安全保证措施	170
9.5	移动模架使用过程中的检查	179
	本指南用词用语说明	184
	附表 部分现有移动模架参数统计表	185
	附图 施工图解	186
	参考文献	187
	致谢	197
	附件	199

1 总则

1.0.1 为了使公路和城市高架桥梁的预应力混凝土连续梁桥的设计、施工符合技术先进、安全可靠、适用耐久、经济合理的要求,特制订本指南。

1.0.2 本指南适用于采用移动模架施工的公路预应力混凝土连续梁桥,城市高架梁桥也可参照本指南。

1.0.3 本指南以《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)为主要依据。

1.0.4 除本指南明确规定外,公路预应力混凝土连续梁桥的设计和施工应遵照执行现行有关公路桥涵设计和施工养护规范。

(1)桥梁的作用应符合《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)的要求;

(2)混凝土构件计算应符合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)的要求;

(3)钢构件的设计应符合国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)和《公路桥涵钢结构及木结构设计规范》(JTJ 025—86)的要求;

(4)基础的设计应符合《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63—2007)的要求;

(5)抗风稳定计算应符合《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T D60-01—2004)和《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)的要求;

(6)有关抗震的计算应符合《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89)的要求;

(7)施工质量应符合现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)和《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2004)的要求。

如果上述规范、标准尚不能满足设计要求时,可参照其他行业的设计规范。

1.0.5 在采用移动模架施工的公路预应力混凝土连续梁桥设计、施工中,对移动模架和其他可更换构件,必须在确保安全运营的前提下,充分考虑其更换的可行性与方便性,并确保焊缝的质量。

1.0.6 设计移动模架时,应从工程实际情况出发,合理选用材料、结构方案和构造措施,满足

结构构件在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求,并符合防火、防腐蚀要求。宜优先采用通用的和标准化的结构和构件,减少制作、安装工作量。

1.0.7 在移动模架结构设计文件中,应注明建筑结构的设计使用年限、钢材牌号、连接材料的型号(或钢号)和对钢材所要求的力学性能、化学成分及其他的附加保证项目。此外,还应注明所要求的焊缝形式、焊缝质量等级、端面刨平顶紧部位及对施工的要求。

1.0.8 对有特殊设计要求和在特殊情况下的移动模架结构设计,也应符合现行有关国家标准的要求。

2 术语

2.0.1 预应力混凝土连续梁桥 (prestressed concrete continuous bridge)

采用高强度等级混凝土浇筑,并对其用高强钢材施加预应力,以受弯为主的连续梁桥。

2.0.2 移动模架 (movable scaffolding system/MSS)

采用可在桥墩上纵向移动的支架及模板,在其上逐跨拼装水泥混凝土梁体预制件或现浇梁体水泥混凝土,并逐跨施加预应力的施工方法。

2.0.3 主梁子系统 (beam or girder-subsystem)

由主框架总成、横梁、导梁、墩旁托架、龙门吊走行轨道、步行板及栏杆等部分组成,是移动模架主要的受力构件和组成部分。

2.0.4 模板子系统 (scaffold-subsystem)

包括非标准模板、标准模板、模板支撑、底模桁架及外模系统和内模系统等,是移动模架的主要组成部分之一。

2.0.5 移位子系统 (moving-subsystem)

包括支承台车、传动链条、外模架液压系统(横移油缸、纵移油缸、顶升油缸)、电气系统等,是为移动模架使其纵移和横移的设备系统。

2.0.6 内模子系统 (IMC-subsystem)

包括内模标准段、内模小车、内模车轨道等,起支承混凝土主梁顶板的作用,是移动模架的主要组成部分之一。

2.0.7 造桥机 (bridge-building machine)

一种用来建造大型桥梁的施工机械。

2.0.8 主梁 (girder in MSS)

移动模架主梁是移动模架的主要承重结构,由并列的两组纵梁组成。

2.0.9 导梁(guiding beam)

又叫鼻梁,其为桁架结构,位于主梁的前后两端,分前导梁和后导梁。

2.0.10 横梁(transversal beam)

设置在两根主梁之间,起连接两根主梁的作用,使移动模架成为一个平衡稳定的系统。

2.0.11 支撑系统(supporting-system)

是为移动模架提供支承和传力的系统。

2.0.12 墩旁托架(pier by-bracket)

由两个牛腿组成并锚固在桥墩上部的构件。

2.0.13 龙门吊(crane)

龙门吊由龙门架、走行轨道、电动葫芦、动力系统和电气液压系统组成,在已浇筑的桥面上的走行轨道上运行,主要是用于牛腿的拆除和吊装。

2.0.14 底模桁架(bottom-scaffold truss)

支承底模并传递底模上的作用至吊杆或主梁的构件。

2.0.15 底模(bottom-scaffold)

底模板直接铺设于两相邻横梁间与横梁相对应,用来定型混凝土箱梁底板。

2.0.16 腹模(abdominal-scaffold)

用来定型混凝土箱梁腹板的模板。

2.0.17 翼模(wing-scaffold)

用来定型混凝土箱梁翼缘板的模板。

2.0.18 可调支撑系(adjustable supporting system)

可用液压装置调整模板的支撑系统。

2.0.19 液压系统(hydraulic system)

用液压装置来完成移动模架的顶升、横移和纵移。通常由顶升系统、横移系统和纵移系统这3个子系统组成。

2.0.20 横移油缸(traversing-moving tank)

移动模架横移所用的油缸,用于调节主梁的横向位置。

2.0.21 纵移油缸(longitudinal-moving tank)

用于顶推移动模架主梁纵移和自行倒运的油缸。

2.0.22 顶升油缸(lifting fuel tank)

移动模架顶升所用的油缸。

2.0.23 电气系统(electrical system)

为移动模架正常运作所配套提供的电力设备系统。

2.0.24 推进小车(advancing trolley)

安装在支撑托架上,由钢结构平车和三向液压系统(竖向顶升液压油缸、横向顶推液压油缸、纵向顶推液压油缸、牛腿竖向提升调节液压油缸)组成。

2.0.25 上承式移动模架(overhead MSS)

PC 梁位于支架主梁之下的移动模架。

2.0.26 中承式移动模架(mid-supported MSS)

PC 梁位于支架梁的腹内的移动模架。

2.0.27 下承式移动模架(under-supported MSS)

PC 梁位于支架主梁之上的移动模架。

2.0.28 上行式移动模架(up-moving MSS)

模架主梁在 PC 梁之上纵移的移动模架。

2.0.29 下行式移动模架(low-moving MSS)

模架主梁在 PC 梁之下纵移的移动模架。

2.0.30 轨道走行式移动模架(track-running MSS)

采用万能杆件等常规材料拼装的,能利用既有道路进行高架桥现浇箱梁施工的移动模架。

2.0.31 支腿系统(outrigger system)

为移动模架纵移和传力所设置的支撑系统。

2.0.32 前辅助支腿(pre-supporting outrigger)

支撑在前墩柱上,用于过孔时承载前导梁和安装前支腿荷载的支腿。

2.0.33 中辅助支腿(mid-supporting outrigger)

中辅助支腿是承重主梁前端伸出的牛腿,合拢状态,在牛腿和墩顶之间设置油缸,可以将主框架临时支撑,作为主支腿吊挂过孔时的临时支撑。

2.0.34 后辅助支腿(post-supporting outrigger)

后辅助支腿由 L 形腿、滑动横梁、横移油缸和支腿等部分组成。

2.0.35 墩顶支撑(supports on the top of pier)

设置在墩顶的支撑,用于传递模架主梁上的力和模架纵移的构件。

2.0.36 纵移小车(longitudinal transferring car)

安装在支撑托架或墩顶支承上的小车,推进移动模架的纵移。

2.0.37 模板(template)

模板由底模、侧模、内模及端模组成。

2.0.38 内模板(inner-template)

内模板采用分段式结构,长度 6 ~ 8m,用带有液压油缸的可调螺杆支撑。

2.0.39 外模板(outer-template)

由底模、腹板模、肋板和翼板模四大部分拼装组成且均由工字钢、角钢、钢板和型钢焊接成型。

2.0.40 模板系统(template system)

模板系统主要由内模系统和外模系统两部分组成。

2.0.41 内模系统(inner-template system)

内模系统包括内模板、内模车、内模梁及道轨。

2.0.42 外模系统(outer-template system)

外模系统由底板、腹板、肋板及翼缘板组成。

2.0.43 内模小车(inner-template car)

内模小车为框架结构,由型钢组焊而成。小车上设液压工作站和操作台,负责内模板上及内模台车上的所有液压缸供油和操作控制,以及内模的安装、拆除。

2.0.44 液压油缸(cylinder)

指液压系统上所用的油缸。

2.0.45 工作(浇筑)状态(working state)

指在移动模架上混凝土浇筑时的状态。

2.0.46 行走状态(移位状态)(moving state/translocation state)

移动模架纵移过孔时的状态。

2.0.47 脱模状态(demoulding state)

混凝土主梁预应力张拉后,移动模架开模的状态。

2.0.48 特殊工作状态(special working conditions)

指移动模架在台风、地震等强外力作用下的状态。

2.0.49 容许应力法(allow stress method)

容许应力法以使用经验为基础,保证零件或构件抗屈服、抗疲劳、抗弹性失稳的能力有一定的裕度。

2.0.50 极限状态法(limited state method)

极限状态设计方法又分为两类:承载力极限状态法和正常使用极限状态法。

2.0.51 承载能力极限状态(carrying load capacity ultimate state)

指结构或构件达到最大承载力或出现不适于继续承载的变形或变位的状态,它是结构安全性功能的极限状态。

2.0.52 正常使用极限状态(normal service ultimate state)

指对应于结构或构件达到正常使用或耐久性的某项限值的状态,它是结构的适用性和耐久性功能的极限状态。

2.0.53 空间计算模式(spatial analysis model)

建立空间结构来计算的模式。

2.0.54 平面计算模式(plane analysis model)

它是根据结构的传力途径,抓住主要的受力特征,忽略次要的受力特征,在结构的平面内建立模型,最终利用结构力学平面分析方法,计算每个构件的内力。

2.0.55 力矩法(moment method)

作用于结构上包括自重在内的各项荷载对危险倾覆边的力矩代数和必须大于等于零,即 $\sum M \geq 0$ (稳定作用为正,倾覆作用为负)。

2.0.56 稳定系数法(stability coefficient method)

稳定系数定义为起重机所受的各种外力对倾覆边产生的稳定力矩与倾覆力矩的比值。稳定系数作为结构抗倾覆能力的依据,不能小于规定值。

2.0.57 按临界倾覆载荷标定额定起重量(calibration weight by critical overturning load)

通过试验或计算,得出起重机在不同幅度下达到倾翻临界状态时(稳定力矩等于倾覆力矩)的起升载荷,称为“临界倾覆载荷”,将其打一折扣(乘以小于1的系数)后,作为额定起升载荷。折扣的大小代表起重机抗倾覆稳定性的安全裕度。

2.0.58 接触疲劳(contact fatigue)

由于移动模架上的滚动轮在主梁轨道上重复频繁的滚动,会使主梁的轨道表面产生接触应力进而产生接触疲劳。

2.0.59 有效弹性模量法(effective elastic modulus method)

根据线性徐变理论,在应力不变的条件下,即在计算时间历程($t - \tau$)内,结构内任意点上的应力为常值,从而计算徐变应变的计算方法。

2.0.60 上横梁(top-beams)

连接上行式移动模架两纵梁的横梁,通过上横梁将施工荷载传递到主梁。

2.0.61 模板横梁(template beams)

连接模板之间的横梁。

2.0.62 前支撑横梁(pre-supporting beams)

为钢箱梁或桁架结构,通过螺栓与鼻梁前端连接在一起,横梁中间为销连接。其主要作用为移动模架系统牛腿纵移时,通过千斤顶将鼻梁端顶起,起到支撑牛腿纵移的作用。

2.0.63 C形梁(C-beams)

C形梁为一根钢箱梁,为悬吊 MSS 移动模架系统。

2.0.64 移位台车(shifting car)

移位台车由托盘、纵移滑道及吊挂装置、支撑油缸、纵移油缸、横移油缸等部分组成。

2.0.65 液压行走子系统(hydraulic walking subsystem)

俗称推进台车,移动模架纵移的液压系统。

2.0.66 模板开合液压子系统(hydraulic opening-closing subsystem)

移动模架开模和合模时的液压系统,负责左右模板系统的开合和调整。

2.0.67 液压支撑子系统(hydraulic supporting subsystem)

移动模架支撑系统上的液压系统。

2.0.68 移动模架横移(MSS traversing)

移动模架的横向移动或移动模架的换幅移动。

2.0.69 移位横梁(translocation beams)

移位横梁是为实现造桥机纵向过孔而设置,同时也构成造桥机两主梁的尾部横向连接。

2.0.70 纵移机构(longitudinal transfer body)

移动模架的纵移机构包括主机纵移系统和支腿纵移系统,主要承担移动模架的过孔和就位。

2.0.71 横移机构(traversing body)

模架横移机构支撑调节器固定安装在主梁顶面,支撑调节器的辊轮分别钩挂及承托模架的下弦。

2.0.72 拼装 (assembling)

指移动模架整个系统的拼装,包括主梁拼装、横梁拼装、导梁拼装、牛腿或托架的拼装、模板拼装等。

2.0.73 预压 (surcharging or preloading)

移动模架在第一孔箱梁浇筑前,为确定移动模架的刚度、稳定性及挠度等各项技术性能,移动模架在拼装后应进行原位模拟加载预压试验。

2.0.74 立模高程 (supported-scaffold elevation)

移动模架行走到位后对模板和横梁调节到位的高程。

2.0.75 预拱度 (precamber)

为抵消移动模架主梁在荷载作用下产生的位移(挠度),而在施工或制造时所预留的与位移方向相反的校正量。

2.0.76 钢筋绑扎 (steel bar banding)

移动模架立模高程完成后在移动模架内进行钢筋的绑扎。

2.0.77 混凝土浇筑 (concrete pouring)

钢筋绑扎完毕后进行混凝土浇筑。

2.0.78 混凝土养护 (concrete maintenance)

混凝土主梁浇筑完毕后需要进行养护。

2.0.79 蒸汽养护 (vapor maintenance)

为加快制梁速度和缩短工期,混凝土浇筑完毕后可采用蒸汽养护。

2.0.80 自然养护 (nature maintenance)

在自然环境下混凝土主梁的养护。

2.0.81 预应力张拉 (prestressing force tension)

混凝土强度达到时进行预应力的张拉。

2.0.82 孔道灌浆 (duct mortar-filling)