

桥梁顶升移位改造技术规范

Technical code for bridge jacking-up and reposition

2017 – 07 – 31 发布

2018 – 04 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

桥梁顶升移位改造技术规范

Technical code for bridge jacking-up and reposition

GB/T 51256-2017

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 4 月 1 日

中国计划出版社

2017 北 京

中华人民共和国国家标准
桥梁顶升移位改造技术规范

GB/T 51256-2017



中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.125 印张 49 千字

2018 年 2 月第 1 版 2018 年 2 月第 1 次印刷



统一书号: 155182 · 0188

定价: 13.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1641 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《桥梁顶升移位改造技术规范》的公告

现批准《桥梁顶升移位改造技术规范》为国家标准，编号为 GB/T 51256—2017，自 2018 年 4 月 1 日起实施。

本规范在住房城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2017 年 7 月 31 日

前 言

根据住房城乡建设部《关于印发〈2011 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2011〕17 号)的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本规范。

本规范共分 7 章,主要技术内容包括:总则、术语和符号、基本规定、设计、施工、施工监控、质量检验等。

本规范由住房城乡建设部负责管理,由上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司(地址:上海市东方路 3447 号;邮政编码:200125)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司
同济大学

参 编 单 位:上海天演建筑物移位工程股份有限公司
中交第二公路勘察设计研究院有限公司
上海先为土木工程有限公司
中铁上海设计院集团有限公司
上海颍川加固工程技术有限公司
湖南大学
上海市建筑科学研究院
天津市市政工程设计研究院
交通运输部公路科学研究院
中交第三航务工程勘察设计院有限公司
长安大学

西南交通大学

浙江大学

株洲时代新材料科技股份有限公司

柳州欧维姆机械股份有限公司

上海耐斯特液压设备有限公司

成都市新筑路桥机械股份有限公司

宏润建设集团股份有限公司

上海安哲建筑科技有限公司

主要起草人:	周良	闫兴非	李方元	蓝戊己	彭元诚
	尹天军	盛淑敏	陈历耿	刘志文	年福龙
	谭长建	章柏林	李雪峰	桂长忍	李兴奎
	成兴峰	张歆瑜	贺栓海	赵人达	王国斌
	袁新华	李涵军	曹景	曹一山	赵阳
	吴培峰	朱玉	蒋岩峰	张涛	吴毅彬
	沈殷	赵荣欣	何波兴	谢正元	闫磊
	张凯龙	宋建永	汪劲丰	宋广林	黄思勇
	俞国际	向天宇	郑华奇	束学智	向星宇
	黄向平	李磊	高辉	康莉	
主要审查人:	黄兴安	秦大航	刘安双	韩振勇	韩大章
	安关峰	谢超	丁建平	向中富	金仁兴

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(5)
4	设 计	(6)
4.1	一般规定	(6)
4.2	顶升移位改造设计	(6)
4.3	设备配置	(10)
5	施 工	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	施工准备	(11)
5.3	顶升施工	(12)
5.4	移位施工	(14)
5.5	结构改造施工	(15)
5.6	施工设备与操作	(15)
6	施工监控	(17)
6.1	一般规定	(17)
6.2	监控内容与方式	(17)
6.3	监控成果	(19)
7	质量检验	(21)
	本规范用词说明	(24)
	引用标准名录	(25)
	附:条文说明	(27)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(5)
4	Design	(6)
4.1	General requirements	(6)
4.2	Design of jacking up and reposition	(6)
4.3	Configuration of equipment	(10)
5	Construction	(11)
5.1	General requirements	(11)
5.2	Preparation for construction	(11)
5.3	Jacking-up construction	(12)
5.4	Reposition construction	(14)
5.5	Structure modification construction	(15)
5.6	Equipment and operation	(15)
6	Construction monitoring and control	(17)
6.1	General requirements	(17)
6.2	Content and method	(17)
6.3	Results of monitoring	(19)
7	Quality inspection	(21)
	Explanation of wording in this code	(24)
	List of quoted standards	(25)
	Addition;Explanation of provisions	(27)

1 总 则

1.0.1 为使桥梁顶升移位改造工程的设计和施工符合安全适用、经济合理、质量可靠、技术先进、环境友好的要求,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于梁桥、刚架桥及无推力拱桥等外部静定桥梁的顶升移位改造工程的设计、施工、施工监控与质量检验。

1.0.3 桥梁顶升移位改造工程设计、施工、施工监控与质量检验,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 顶升 jacking-up

将桥梁从原位置升高或降低到新位置的工程,包括整体顶升、分段顶升、调坡顶升等。

2.1.2 移位 reposition

桥梁结构的水平移动,仅包括在墩柱位置不动的情况下上部结构的移动,包括变坡顶升时的纵向移位和梁体横向移位等。

2.1.3 改造 modification

由于顶升、移位施工的需要而对桥梁结构进行的改造。

2.1.4 顶升底盘结构体系 basement structure system for jack-up

顶升移位施工过程中,用于承受桥梁顶升荷载,并将该荷载传递到基础的结构体系。

2.1.5 顶升托盘结构体系 pallet structure system for jack-up

顶升移位施工过程中,用于托住上部被顶升结构并与其一同升高的结构体系。

2.1.6 顶升施力体系 force application system

桥梁顶升过程中,提供顶升动力设备的总称。

2.1.7 临时支撑体系 temporary support system

顶升移位施工过程中,用于联系顶升托盘结构体系(或桥跨上部结构)和顶升底盘结构体系的所有临时施工构件的总称。

2.1.8 限位结构体系 structure restriction system

限制桥梁在顶升移位施工过程中发生偏移的结构体系。

2.1.9 抱柱梁 steel girdling of column/pier

采用包围桥墩墩柱并与墩柱有效连接,将千斤顶的顶升力传递到上部或下部结构的梁式结构。

2.1.10 分配梁 supported beam for force distribution

为顶升托盘结构体系的一种,借助刚性梁体来分摊顶升支撑力,实现均匀布置顶升荷载或增加顶升受力范围。

2.1.11 钢抱箍 steel plate hoops

顶升移位施工过程中,为对墩柱施加一定环向预压力,沿原墩柱外壁布置的钢构件。

2.1.12 联系梁 connection beam

为避免失稳,在墩柱截断面的上方,沿桥梁纵横向设置连接各墩柱,并能承受一定弯矩、剪力及轴力的钢筋混凝土或钢结构连接构件。

2.1.13 接高垫板 backing plate for pier raise

桥梁顶升过程中具有垫块功能,并在顶升完成后作为桥墩结构一部分的垫板。

2.1.14 纵横向偏差 jack-up deviation in longitudinal and transverse direction

顶升移位施工过程中,桥梁纵横向轴线的实测值与设计值的偏差量。

2.2 符 号

- A ——新旧混凝土结合面的面积;
 A_{sv} ——结合面上同一水平截面植筋总截面面积;
 f_c ——混凝土抗压强度设计值;
 f_{sv} ——结合面配置的植筋抗拉强度设计值;
 G_k ——顶升时桥梁总荷载标准值;
 h_0 ——抱柱梁高度;
 k ——安全系数;
 n ——千斤顶数量;

- N ——单个千斤顶额定承载力；
- S_v ——植筋的竖向间距；
- V ——剪力荷载设计值；
- V_u ——新旧混凝土结合面抗剪承载力；
- γ ——体型系数。

3 基本规定

3.0.1 对既有桥梁进行顶升移位改造,应进行技术、经济可行性和论证。

3.0.2 桥梁顶升移位工程设计前,应进行现场调查、地基勘察,收集相关资料,对原结构进行检测、鉴定和抗震评估,鉴定和评估结论中应提出桥梁结构加固的建议。

3.0.3 对既有桥梁结构进行顶升移位设计时,其材料参数取值、作用及其组合,以及验算方法均可采用该桥原设计的相关规定,其中材料参数取值应根据材料劣化情况进行确定。

3.0.4 桥梁顶升移位改造过程中的临时结构、构件及临时措施,应按国家现行标准的有关规定进行设计。

3.0.5 对有船撞风险的桥梁或有车辆撞击风险的跨线桥,应按国家现行有关规定在施工期间采取防船撞或防车辆撞击的措施。

3.0.6 施工期间应控制原结构的沉降量和对原结构的损伤。

3.0.7 施工完成后的桥梁应满足原设计既有的各项指标,同时应满足国家现行标准的规定。

3.0.8 桥梁顶升移位宜采用整体同步控制系统实施顶升,特殊情况可采用千斤顶人工控制顶升。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 桥梁顶升移位设计应根据结构特点、工程条件、改造目的、技术要求及检测鉴定结论等,选择相应的技术方案。

4.1.2 桥梁顶升移位设计不宜改变结构原有受力体系,不宜损伤原桥受力结构;当需改变受力体系或对结构有所损伤时,应对相应结构或构件进行加固设计和验算。同时应对顶升移位过程中及完成后的整体结构及局部构件进行强度、刚度和稳定性验算,并应计入临时结构的影响。

4.1.3 顶升移位的结构验算应采用国家现行相关标准的各类作用值及相应组合值。顶升移位过程设计可不计入混凝土收缩和徐变,不计算地震作用,但在震区作业时,应采取防震应急措施。

4.1.4 对顶升移位前经技术状态鉴定或抗震验算不能满足设计要求的既有结构,应在顶升移位设计的同时进行抗震加固。

4.1.5 设计文件中应提供顶升、移位及改造过程中的控制及监控指标,并应提出施工技术要求和临时性安全措施。

4.2 顶升移位改造设计

4.2.1 顶升移位设计应包括桥梁基础、托盘结构体系、底盘结构体系、施力体系、临时支撑体系与限位体系等设计。

4.2.2 桥梁顶升移位的基础设计应符合下列规定:

1 当原有勘察资料中的地基承载力特征值、压缩模量等参数不充分时,宜通过补充勘察确定;当无法勘察时,可根据国家现行相关标准调整后取用;

2 承台和桩基的受力应根据不同的施工工况,分别进行结构

内力、应力与变形分析；宜对承台的抗裂性、承载力及桩基承载力进行复核；

3 当采用桩基作为支撑底盘结构系统的基础时，应根据顶升移位工程基底附加应力分布情况合理布置顶升桩位，并宜采用对称方式布置；

4 当利用已有基础作为顶升底盘结构时，可采用增大基础底面积、增加桩基或增设支撑梁等方法改造原有基础；

5 当采用增大基础顶升时，应按施工阶段受力设计，基底面积应根据地基强度验算确定；

6 当顶升需增加桩基时，应计入施工阶段受力设计，并应计入新旧桩基支撑条件、桩径与桩长差异等影响；

7 当增加桩基时，应计入新增桩类型、布置等对既有基础的影响；

8 当增设支撑梁方法扩大承台时，应对原承台进行复核。

4.2.3 桥梁顶升移位中的顶升底盘体系、顶升托盘体系设计应符合下列规定：

1 顶升底盘体系主要应包含承台、抱柱梁、牛腿、钢抱箍和盖梁等类型，复杂桥梁的顶升，可按不同底盘体系组合。底盘体系选型应符合下列规定：

1) 宜选择承台作为顶升底盘；

2) 对深埋式承台、深水承台或一柱一桩，宜采用抱柱梁作为顶升底盘；

3) 当顶升重量较小时，可选用钢牛腿作为顶升底盘；

4) 当顶升重量很小或提供辅助作用时，可选用钢抱箍作为顶升底盘；

5) 当顶升高度较小时，可采用盖梁作为顶升底盘。

2 顶升托盘结构体系主要应包含原有上部梁体结构、分配梁、盖梁或抱柱梁等类型，复杂桥梁的顶升，可按不同托盘体系组合，托盘结构的选型应与底盘体系的选型匹配。

3 设计底盘或托盘结构时,荷载及其组合应符合下列规定:

- 1)桥梁顶升过程中基本风压宜按 10 年一遇取值;
- 2)其他荷载应按本规范第 4.1.3 条或按实际荷载取值;
- 3)应根据上部结构顶升过程中水平和竖向荷载的分布和传递,和顶升时的最不利工况进行组合。

4 对传递竖向荷载的混凝土抱柱梁进行结构设计时,新旧混凝土结合面的抗剪承载力可按下式计算:

$$\gamma V \leq V_u = 0.2 f_c A + 0.85 f_{sv} \frac{A_{sv}}{S_v} h_0 \quad (4.2.3)$$

式中: γ ——体型系数,一般取 1.1~2.0;

V ——剪力荷载设计值(kN);

V_u ——新旧混凝土结合面抗剪承载力(kN);

f_c ——取抱柱梁、既有柱或墩的混凝土抗压强度设计值中的较低值(kPa);

A ——新旧混凝土结合面的面积(m²);

f_{sv} ——结合面配置的植筋抗拉强度设计值(kPa);不采用植筋工艺时,值为 0;

A_{sv} ——结合面上同一水平截面植筋总截面面积(m²);

S_v ——植筋的竖向间距(m);

h_0 ——抱柱梁高度(m),大于 0.5m。

5 应对抱柱梁进行抗弯、抗扭及抗冲切承载力验算。

6 对传递竖向荷载的钢筋混凝土抱柱梁,施工时应凿除被抱结构的保护层,在浇筑外包混凝土前应将凿除截面冲洗干净。新浇筑的混凝土应符合下列规定:

- 1)新浇筑的混凝土强度等级不应低于原墩柱混凝土的强度等级,且不应低于 C30;
- 2)新浇混凝土的最小宽度不宜小于 200mm。

7 在墩柱下部设置顶升托盘结构时,宜根据墩柱高度设置临时的联系梁。

4.2.4 顶升施力体系设计应符合下列规定：

- 1 宜采用整体同步顶升技术；
- 2 在顶升过程中，顶升施力系统应具备控制构件的运动姿态、应力分布的功能，满足结构构件在空中长时间滞留及微动调节的要求。

4.2.5 临时支撑体系的设计应符合下列规定：

- 1 临时支撑体系宜采用便于安装与拆除的支承构件；
- 2 工具垫块厚度应与千斤顶每次顶升设计行程相适应；
- 3 每节支撑构件之间应可靠连接；
- 4 对利用原桥墩、桥台作为临时支撑体系的基础，应对原桥墩、桥台的承载力及稳定性进行验算；
- 5 由接高垫板或由临时垫块形成的支撑构件，应计入多块叠加厚度误差对顶升施工的影响；
- 6 支撑体系的构件应对称布置。

4.2.6 限位结构体系的设计应符合下列规定：

- 1 强度、不同限位方向的结构刚度及稳定性应满足要求；
- 2 应计入横桥向荷载、船舶撞击荷载或车辆撞击荷载的作用；
- 3 荷载设计值可根据横桥向失稳破坏的临界值确定，应根据千斤顶的摩阻、最大转角、桥梁体重量及可能位置进行取值。当采用简化计算时，可按原桥上部结构倾斜角度 5° 的作用力进行设计和验算；

- 4 限位结构与桥梁结构的间距应根据施工过程中结构位置的变化进行确定。

4.2.7 墩柱高度调整设计应符合下列规定：

- 1 连接段混凝土强度等级应采用高于原墩柱混凝土等级，并宜采用便于灌注和成型的自密实微膨胀混凝土，切断钢筋的连接应满足 I 级接头的要求；
- 2 被切断的墩柱上端结构顶升就位后，连接段主筋直径与数

量不应少于原主筋,箍筋间距应按不大于 100mm 加密设置,连接段混凝土应一次浇筑;

3 一桩一柱式桥墩采用切断顶升施工工艺时,在桩柱连接后,可外包钢筋混凝土做加固处理。

4.3 设 备 配 置

4.3.1 顶升点的布置应根据桥梁结构、荷载分布进行,千斤顶宜以支座中心对称布置。

4.3.2 顶升施工宜采用大吨位双作用油缸,局部空间狭小部位可采用单作用薄型弹簧回缩油缸。

4.3.3 顶推移位施工宜采用大吨位双作用油缸,牵引移位施工可采用双作用空心油缸。

4.3.4 顶升油缸宜配有液控单向阀或平衡阀等防止顶升油缸失压的阀件。

4.3.5 千斤顶数量可按式估算:

$$n = k \frac{G_k}{N} \quad (4.3.5)$$

式中: n ——千斤顶数量;

G_k ——顶升时桥梁总荷载标准值(kN);

N ——单个千斤顶额定承载力(kN);

k ——安全系数,取值不小于 1.5,水平承载时不小于 1.25。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 桥梁顶升移位施工前,应进行施工现场调查,结合现场情况核对鉴定结果和设计图纸;应以现场情况和设计文件为依据,编制施工组织设计或专项施工方案;同时应编制桥上及桥下的交通组织方案。

5.1.2 顶升移位施工应协调、平稳,应有监测和控制措施,并应根据现场监测数据及时修正顶升移位参数。

5.1.3 当采用多行程顶升移位施工时,施工前应确定每个行程顶升量及平移时的位移量。

5.1.4 顶升移位施工同步设备与控制系统应满足顶升移位施工的安全及设计要求。

5.1.5 顶升设备使用前,应进行相应的标定。

5.1.6 顶升液压油缸及泵站等设备应有备用方案。

5.1.7 新老混凝土结合面应凿毛处理,露出新鲜混凝土面,凿毛深度不宜少于 6mm,清洗干净后,方可涂界面处理剂。

5.1.8 顶升移位施工工序可按照施工准备、称重、试顶升、顶升、结构改造和检查验收的顺序进行。

5.1.9 顶升移位施工中的各道工序,应按专项施工方案或施工组织设计进行控制。各道工序完成后应对隐蔽工程进行检查验收,满足相应要求后,方能进行下一道工序的施工。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 对桥梁的技术状况应进行复查,重点应复查跨径、中线、标高、坡度、主梁截面等主要参数,并应根据复查结果对施工方案作

相应的调整。

5.2.2 顶升设备应采用同源标准传感器进行自校准,并应出具自校准报告。

5.2.3 施工准备宜按试顶升前的所有施工技术措施进行,包括托盘结构体系施工、底盘结构体系施工、支撑体系施工、限位结构体系施工、顶升系统的安装及调试、墩柱截断施工等。

5.3 顶 升 施 工

5.3.1 托盘结构体系施工应符合下列规定:

1 当直接采用梁体结构作为托盘体系时,应满足千斤顶安装空间的要求;同时与千斤顶和临时支撑对应的梁体结构应形成水平支撑面;

2 当采用分配梁作为托盘体系时,钢分配梁应水平安装,钢分配梁与被顶升梁体之间应有可靠支垫;

3 当采用盖梁作为托盘体系时,应对破损、病害部位进行修补和加固处理,并将其底面找平;

4 当采用抱柱梁结构作为托盘体系时,应对结合面的原结构凿毛处理;当采用植筋连接时,应查明主筋位置,不得损伤主筋;

5 当对梁体实施变坡顶升时,应在托盘结构中安装调平对中装置,宜在伸缩缝处安装纵向限位装置。

5.3.2 底盘结构体系施工应符合下列规定:

1 当直接采用盖梁、墩柱、承台、桥台等作为底盘体系时,应使千斤顶及支撑底部处于水平,并对结构缺陷进行修补;当盖梁、墩柱、承台、桥台等承载力不足时,或面积不够时,应采用加固措施或扩大措施;

2 当采用牛腿结构作为底盘体系时,植筋工艺应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的规定;

3 当采用钢抱箍作为底盘体系时,应按 1.5 倍的安全系数进行钢抱箍承载力试验,试验通过后,方可进行顶升作业;

4 当采用抱住梁结构作为底盘体系时,宜设置于地面线以下。当设置在其他位置时,完成顶升后,抱住梁结构应当拆除。

5.3.3 支撑体系施工应符合下列规定:

- 1 支撑的中心线应准确定位;
- 2 当采用预埋螺栓连接时,预埋螺栓位置应准确;
- 3 当采用植入螺栓连接时,钻孔除位置应准确外,还应避让承台中的主筋;
- 4 螺栓安装数量应与法兰孔数相等;
- 5 不同直径的钢支撑连接时,应采用相应的转换接头。

5.3.4 限位结构体系的施工应符合下列规定:

- 1 限位结构与被限位结构的间隙应顺直,宽度应满足被限位结构的验收要求;
- 2 限位结构的安装和拆除不应产生影响原结构受力安全性的损伤,对因安装限位结构而在原桥结构上形成的孔洞应进行修补。

5.3.5 顶升系统的安装及调试应符合下列规定:

- 1 千斤顶、油管、位移传感器及各类阀件的安装应满足要求;
- 2 千斤顶安装应竖直,可采用正置或倒置两种方式;
- 3 油管连接时,油管接头、分配器应清洁;
- 4 油管应在无压情况下拆除,油管拆除后应将油管用堵头封住,油管内部的液压油不得外漏;
- 5 顶升系统位移传感器的准确度不应低于 0.2 级;
- 6 位移传感器安装位置处的位移,应与所对应的千斤顶合力作用点相一致;
- 7 系统在使用前,应进行不少于 1h 的保压试验。

5.3.6 墩柱截断施工应符合下列规定:

- 1 对顶升系统逐级加载,截断时加载应达到墩柱荷载设计值的 90%;
- 2 在整个截断过程中,系统应处于保压状态;
- 3 宜选用适宜型号的液压金刚石绳锯切割设备。

5.3.7 采用压力控制设备进行顶升作业时,在试顶升前应进行称重。

5.3.8 试顶升应符合下列规定:

1 试顶升前应解除全部顶升结构与其他结构的连接,结构顶升空间内不得有障碍物;

2 试顶升宜按开始分离、持续分离、确认分离,分阶段实施;

3 试顶升过程中油路应正确,传感器工作应正常,数据传输应稳定正确,系统工作应稳定;

4 试顶升高度不宜大于 10mm。

5.3.9 正式顶升应符合下列规定:

1 应根据试顶升的结果,确定开始正式顶升;

2 应及时用长支撑替换短支撑,并及时安装横向联系杆件;

3 顶升及顶降的速度不宜大于 3mm/min;

4 应随时观测系统压力的变化情况,同时随时对每个位移传感器的数据与监测方数据进行比对,发现异常宜立即停止顶升,消除隐患后方可继续作业;

5 变坡顶升时,千斤顶应在允许偏斜角度范围内工作;

6 顶升完成后,桥梁中线和高程应满足设计要求。

5.4 移位施工

5.4.1 移位施工的准备应包括托盘结构体系施工、底盘结构体系施工、限位结构体系施工、移位施力系统的安装调试等。

5.4.2 移位前应去除所有障碍物,且应将梁体顶升脱离支座。

5.4.3 千斤顶安装应水平顺直,与反力后背接触处应密贴。

5.4.4 移位作业时,应均匀、缓慢、同步。移位速度宜控制在 10mm/min,最大移位速度不宜大于 30mm/min,并应及时纠正产生的偏位。

5.4.5 移位过程中应随时监控位移及压力的变化,消除隐患后方可继续作业。

5.5 结构改造施工

5.5.1 结构改造施工宜按墩柱接高、桥台改造、承台扩大、垫石修复、梁体改造等工序实施。

5.5.2 墩柱接高可分为直接接高和断柱接高两种情况,均应符合下列规定:

- 1 应对连接面的混凝土进行凿毛处理;
- 2 墩柱主筋应采用机械连接方式;
- 3 混凝土等级宜高于原墩柱,并宜采用便于灌注和成型的自密实微膨胀混凝土;
- 4 断柱连接部位的混凝土浇筑应密实。

5.5.3 桥台改造可分为接高改造和台改墩两种情况,均应制定专项施工方案。

5.5.4 当采用承台扩大时,应将原混凝土表面凿毛且冲洗干净,灌注混凝土前,凿毛面应湿润清洁,新老钢筋应分层分区对应焊接。

5.5.5 当采用垫石修复时,应将原垫石表面凿毛且冲洗干净。当采用直接加高方式,宜选用无收缩自流平混凝土或灌浆料方式。

5.5.6 梁体改造可分为端部切割、局部加厚两种情况,应符合下列规定:

- 1 梁体端部切割时,严禁破坏既有预应力筋锚固装置;
- 2 局部加厚时,宜在满足设计要求基础上减轻加厚部分的重量。

5.6 施工设备与操作

5.6.1 千斤顶的使用应符合下列规定:

- 1 轴线应竖直,其偏差应小于 5° ;
- 2 顶部与顶升构件接触部位宜采取防滑措施;
- 3 严禁超载和超行程使用;
- 4 平移施工时,应有抗侧翻措施,滑移面间应有摩擦副材料。

5.6.2 顶升液压系统中应安装专用阀件,顶升和顶降过程中运行措施应平稳,并应采取在停电、油管断裂等意外情况出现时的施工安全措施。

5.6.3 控制系统应符合下列规定:

1 控制系统应能实现位移同步顶升控制功能,能精确控制顶升点同步升降并反映顶升力大小;同时应具有顶力显示、同步误差超限报警等提示功能;

2 控制系统应具有在顶升前消除千斤顶与梁体底部之间间隙的预顶升功能;

3 控制系统的位移显示及控制精度不应大于 2mm。

5.6.4 施工设备操作应符合下列规定:

1 施工前应对所有施工设备的操作人员进行技术交底和安全教育培训;

2 设备的操作应依据操作流程进行,各关键设备的工程相关参数表应明示;

3 在桥梁完全顶升脱离支座之前,不得进行顶推或牵引等移位工作;

4 使用千斤顶时,严禁工作人员位于千斤顶安全阀的前面,安全阀有损坏者不得使用。

6 施 工 监 控

6.1 一 般 规 定

6.1.1 施工前应制定监测与控制方案。

6.1.2 监控的内容应包括上部结构的监控、下部结构的监控、施工临时结构及设备的监控。

6.1.3 对存在病害的桥梁,在顶升移位过程中应加强对既有病害的监控。

6.1.4 应根据施工方案,对顶升过程中可能发生的状态变化确定必要的预警值和极限值。

6.1.5 顶升过程中每一行程完成后,应对临时支撑、液压千斤顶、管线、系统状态等进行详细检查,并应记录;当经检查各个环节状态完好时,方可实施下一个行程的施工。

6.1.6 当监测结果出现结构应力和变形、顶升设备油压等异常时,应暂停施工,待查明原因并及时处理后,方可继续施工。

6.1.7 桥梁顶升移位改造施工期间,应建立对桥梁主体结构及辅助设施的巡视检查制度。

6.2 监控内容与方式

6.2.1 对桥梁顶升移位改造施工的全过程应进行结构状态的监测与控制,包括确定初始状态参数、施工过程监控等。施工过程应包括桥梁的位移和裂缝监测,宜监测结构应力或应变、结构和环境温度等。监测项目及频率可按表 6.2.1 的规定执行。

表 6.2.1 桥梁顶升监测项目及频率

序号	监 测 项 目	监 测 频 率
1	上部结构标高	不少于 3 次
2	水平位移和竖向位移	实时监测
3	控制点三维坐标测量	不少于 3 次
4	裂缝监测	实时监测
5	应变监测	实时监测
5	温度监测	实时监测

6.2.2 桥梁位移监测应符合下列规定：

1 位移监测的内容宜包括桥梁结构的水平和竖向位移、扭转、裂缝、伸缩缝错动及开合、支撑构件的倾斜与变形等；

2 位移监测应按测点精度要求确定监测网等级，并根据桥梁规模、结构特征和场地条件等因素，确定位移监测控制网和监测方案；

3 位移监测点宜分为基准点、工作基点和监测点；

4 位移监测的测点布置、仪器安装应在顶升位移改造施工前完成，并获取初始数据；

5 位移测点布置应符合下列规定：

1) 位移监测断面宜与顶升或平移用液压千斤顶所在截面相一致，宜设置于桥梁支座所在截面；根据不同跨径桥梁，可在四分之一跨和跨中增设监测断面；

2) 对采用顶升法改造的桥梁，主梁水平位移和阶段竖向位移测点宜设置在桥面，沿桥面横向布置不应少于两条测线；主梁实时竖向位移监测位移传感器可布置于梁底顶升千斤顶附近；

3) 对采用平移法改造的桥梁，主梁阶段水平位移和竖向位移测点应设置在桥面，沿桥面横向布置不应少于两条测线；主梁实时水平位移监测位移传感器可布置于梁侧顶

推千斤顶附近；

- 4) 顶升支撑构件的倾斜测点位置可根据构件的长度确定，可将测点布置在构件顶部，也可在构件四分点和中点增设测点。

6.2.3 裂缝监测内容宜包括裂缝位置、长度和宽度变化，宜采用具有实时监测功能的裂缝监测仪、裂缝测宽仪测量。

6.2.4 应力或应变监测应符合下列规定：

1 应力或应变监测应与变形监测相结合，不同监测项目间数据应能相互验证；

2 应力或应变测点布置应根据结构在施工全过程中的受力特点选择关键或敏感部位设置，具体位置可通过建立桥梁结构模型对施工过程进行模拟分析确定。

6.2.5 当支撑体系作用于桥梁下部结构时，应根据分析结果确定下部结构监测内容和位置。

6.2.6 设备监测应符合下列规定：

1 设备监测内容宜包括液压系统压力与千斤顶行程；

2 施工方设备运行数据应与监测结果进行校核；若出现异常情况，应暂停施工并及时处理；

3 控制系统应能实现全自动同步位移，设备监测应具有故障报警功能。

6.3 监 控 成 果

6.3.1 应依据工程施工进度，及时对监测数据进行整理，对桥梁结构的状态作出评定，并提交施工阶段监控报告，施工全部结束后，应提交监控总结报告。

6.3.2 监测数据整理应项目齐全，数据可靠，规格统一，说明、图表完整。

6.3.3 位移和裂缝监测结果应包括下列内容：

1 各施工阶段各测点实时位移、裂缝宽度与时间关系图；

- 2 各测点阶段位移累计值与设计限值的比较；
- 3 实测裂缝宽度与监控限值的比较。
- 6.3.4 应力、应变监测结果应包括下列内容：
 - 1 各施工阶段各测点实时应力与时间关系图；
 - 2 各测点阶段应力累计值与设计限值的比较。
- 6.3.5 温度监测结果应包括下列内容：
 - 1 环境温度实测值与时间关系；
 - 2 桥梁主体结构的日照温差梯度；
 - 3 宜包括温度变化对桥梁结构实测位移、应力的影响。

7 质量检验

7.0.1 桥梁顶升移位改造工程的检验应符合本规范的要求,同时应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1 相关规定。

7.0.2 顶升工程的分项、分部、单位工程的划分应符合下列原则:

1 桥梁顶升过程质量验收的划分、组合和程序应执行现行的相关工程质量检验评定标准;

2 按顶升施工的主要工序(工种)划分分项工程;

3 按顶升的主要部位划分分部工程;

4 按工程的结构形式、使用功能、施工和交(竣)工验收的独立性划分单位工程;

5 顶升工程的分项、分部、单位工程的划分宜符合表 7.0.2 的规定。

表 7.0.2 顶升工程的分项、分部、单位工程的划分

单 位 工 程	分 部 工 程	分 项 工 程
	顶升工程 (每联为一单元)	基坑开挖,钢筋加工及安装,钢筋的机械连接,混凝土构件,液压整体同步顶升控制
	混凝土接墩(柱)	墩柱断开与连接,钢筋挤压套筒机械连接,模板,连接墩(柱)混凝土浇筑(按每墩台)
	桥面和附属工程	桥面铺装,栏杆、灯柱、人行道板、支座和伸缩缝
	桥梁接长	按照现行的相关工程质量检验评定标准的单元划分

7.0.3 顶升工程验收应按分项、分部验收及竣工验收两个阶段进行。其中分项、分部验收应按国家现行相关标准提交相关资料；竣工验收除应提交分项、分部验收的文件外，尚应提交下列文件：

- 1 工程竣工图纸、会审记录和设计变更文件；
- 2 工程施工组织设计或专项施工方案；
- 3 竣工验收报告；
- 4 工程监测报告；
- 5 工程实施过程中执行国家现行有关标准的情况报告。

7.0.4 桥梁各检验批、分项和分部检测的主控项目的质量检测基本要求应包括：

1 对于实施顶升移位改造的主梁、墩柱及盖梁等混凝土结构，应检测其裂缝宽度是否超过设计允许值；

2 在顶升移位改造过程中，变形及应力监控结果应满足设计要求；

3 除顶升更换支座工程外，宜开展相应的荷载试验。试验孔跨的选取应符合相关规定外，还应选择可能在顶升移位过程中造成意外损伤的孔跨及断面。

7.0.5 桥梁各检验批、分项和分部检测的主控项目的质量检测项目与新设计值偏差应符合表 7.0.5-1 的规定，断柱后浇段检测项目与新设计值偏差应符合表 7.0.5-2 的规定。

表 7.0.5-1 桥梁总体检测项目

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桥面中心偏位(mm)	±20	全站仪或经纬仪；每 10m 检查 1 处
2	桥面横坡(%)	±0.15	水准仪；每跨检查 5 处~7 处
3	桥头高程衔接(mm)	±5	水准仪；在桥头搭板范围内顺延桥面纵坡，每米 1 点测量标高
4	墩柱垂直度或斜度(mm)	0.3%H，且不大于 20	吊垂线或经纬仪；测量 2 点
5	墩柱或盖梁顶面高程(mm)	±10	水准仪；测量 3 处

表 7.0.5-2 墩柱检测项目

项次	检 测 项 目	规定值或 允许偏差	检查方法和频率
1	断面尺寸(mm)	± 10	尺量:检查 3 个断面
2	节段间错台(mm)	± 5	尺量:每节检查 4 处
3	大面积平整度(mm)	± 5	2m 直尺:检查竖直、水平两个方向,每 20m ² 测 1 处
4	混凝土强度(MPa)	满足设计要求	按回弹法检查
5	混凝土保护层和 钢筋间距(mm)	满足设计要求	

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《混凝土结构加固设计规范》GB 50367

《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1

中华人民共和国国家标准

桥梁顶升移位改造技术规范

GB/T 51256-2017

条 文 说 明

编制说明

《桥梁顶升移位改造技术规范》GB/T 51256—2017,经住房和城乡建设部2017年7月31日以第1641号公告批准发布。

本规范制订过程中,编制组深入调查研究,总结了我国桥梁顶升移位工程的实践经验和科研成果,同时参考了国外先进标准,通过抱柱梁节点承载力试验、顶升板梁时铰缝的差异性等多项试验,取得了包括抱柱梁受力特点、顶升误差控制等重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《桥梁顶升移位改造技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(33)
2	术语和符号	(34)
2.1	术语	(34)
2.2	符号	(34)
3	基本规定	(35)
4	设 计	(36)
4.1	一般规定	(36)
4.2	顶升移位改造设计	(37)
4.3	设备配置	(46)
5	施 工	(47)
5.1	一般规定	(47)
5.2	施工准备	(47)
5.3	顶升施工	(48)
5.4	移位施工	(50)
5.5	结构改造施工	(50)
5.6	施工设备与操作	(50)
6	施工监控	(52)
6.1	一般规定	(52)
6.2	监测内容与方式	(53)
6.3	监控成果	(55)
7	质量检验	(57)

1 总 则

1.0.1 桥梁顶升移位改造工程的设计和施工,不仅要适应水陆交通发展的需要,同时需要符合安全、经济、节能、环保、施工方便的原则,起到促进顶升移位改造技术水平的提高,保证工程质量和安全的作用。

1.0.2 本条明确了本规范适用的桥梁结构类型和不同行业桥梁的顶升移位改造工程,内容包括设计、施工、质量检测与验收等。针对不同行业的桥梁工程有不同的设计、施工与验收规范或标准,本规范仅对桥梁顶升移位与改造提出相关规定。

根据目前桥梁顶升移位技术水平以及施工可行性,本规范的适用范围主要包括梁桥、刚架桥和拱桥。其他桥型在满足结构和施工安全的前提下,可参照执行。

梁桥包括简支梁、悬臂梁、连续梁等。当顶升支点与原支座位置距离较小时,结构受力状态通常变化不大,采用同步顶升方法,就能保证桥梁整体、均匀、缓慢地升高。对于刚架桥,如连续刚构,由于墩梁固结,其顶升施工存在一定难度,需要通过精确计算分析,掌握结构实际受力状态,采取合理的施工方案和技术措施,才能保证顺利完成体系转换和桥梁升高。

拱桥可分为有推力拱桥和无推力拱桥。有推力拱桥,因存在水平推力,在实践中往往无法采用临时措施消除,因此,桥梁顶升难以实施;但不排除借助临时系杆等措施在克服水平推力的前提下进行顶升。对于无推力拱桥,由于加劲梁(系杆)承担了水平力,其外部为静定结构,桥墩不承受水平力,相对而言,可实施性较强。

对于常见的桥梁结构,只要支撑约束处无较大的水平力,且解除约束后桥梁结构受力状态变化不大时,可考虑采用顶升移位技术实施桥梁改造。

2 术语和符号

2.1 术 语

本章仅将本规范出现的、相对于桥梁顶升相关的术语列出。有关桥梁专业性的术语,技术人员较为熟悉,或根据本规范参照其他规范时可查。术语的定义只是概括性涵义,如抱柱梁等,是结合桥梁顶升施工和便于理解角度来定义的。英文术语仅供引用参考。

2.2 符 号

有关符号是本规范中少有的几个公式中采用的代表符号。为便于规范使用,直接列出。

3 基本规定

3.0.2 进行顶升移位改造的桥梁,检测鉴定前需先收集桥梁原始勘测报告、设计图、竣工图、养护维修情况以及已有检测报告等相关资料,并现场调查使用情况与环境条件等。原桥的竣工图等资料不全时,需对原桥的结构布置、构件尺寸等进行测量,并形成工程现状图。

3.0.3 按本规范进行设计时,考虑桥梁顶升前后使用性质一般不会发生改变,顶升前一般都根据使用性质采用相关行业的设计标准进行设计,为了保证桥梁结构设计的一致性,对于顶升前后的永久结构,材料参数取值、作用(或荷载)及其组合需符合原桥设计时所采用的行业标准。对于顶升移位改造过程中的临时结构、临时受力构件或采用的支架、支撑、限位装置等构件进行验算时,为保证安全、便于操作,建议统一采用现行行业标准《公路桥梁设计通用规范》JTG D60 中的规定,规范中的部分公式统一采用现行行业标准《公路桥梁设计通用规范》JTG D60 中的规定。

3.0.7 近年来我国规范或标准陆续作了修订,其中部分内容有较大变化或提升,因此,若仍参照原有规范对既有桥梁进行顶升移位改造,可能无法达到现行标准的规定,降低了改造后的使用性能。在保证结构安全、耐久和适用的前提下,桥梁顶升移位改造设计要采用现行规范。对提升技术标准难度较大的,仍执行原设计规范时需作技术论证。

3.0.8 对结构简单,安全风险较小的简支梁桥等静定结构,可采用人工控制顶升施工。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 本条对进行顶升移位设计考虑的因素作了明确规定,桥梁顶升移位前需根据竣工图及现场检测鉴定结果,按照原来的荷载等级对桥梁承载力进行验算,验算时需考虑材料劣化、荷载变化等影响并对其进行折减;顶升移位除了根据所确定的荷载力及稳定性进行计算外,还需验算顶升移位施工过程中桥梁的强度、刚度和稳定性,保证顶升过程安全。对缺失设计及竣工资料的桥梁或技术性复杂的桥梁,需采用实桥荷载试验确定其实际承载力,作为顶升移位设计的依据。

4.1.2 桥梁顶升移位设计除了对顶升移位前后桥梁的承载力及稳定性进行验算外,还需验算施工过程中桥梁的强度、刚度及稳定性,保证桥梁在施工和运营过程中的安全。对缺失设计及竣工资料的大桥或技术复杂的桥梁,要考虑采用实桥荷载试验确定其实际承载力,作为顶升移位设计的依据。

桥梁顶升移位技术设计是一项专项设计,其设计需考虑梁体、基础和地基三方面在顶升过程中和移位后的使用要求,新旧构件的变形要协调一致,除需符合混凝土工程、桥梁工程等相应现行国家标准规范要求外,还应满足相应行业特殊规定。

顶升移位设计需要对全桥进行整体及特殊构件的强度和稳定性验算,使地基承载力和地基变形满足桥梁顶升移位后整体结构的使用要求。计入桥墩新增的附加变形后,所有沉降超过原桥墩的最终沉降量并需满足现行行业标准,如现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22、《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1等的要求。

4.1.3 本条进一步明确作用及作用组合情况的取值,顶升移位前的结构验算要考虑实际需要和桥梁实际情况确定设计原则,确定采用原桥修建时所采用的行业设计标准,或是顶升设计时最新版本的该行业设计标准;顶升移位过程中因为顶升时间较短,交通封闭等原因,一般不需要考虑如汽车荷载、温度变化、混凝土收缩及徐变等可变作用;而顶升移位后的结构作为永久结构,需考虑包括温度变化、混凝土收缩和徐变、预应力、墩台位移、安装应力等在内的各种作用。

不考虑地震的原因是因为顶升施工通常工期较短,尤其是断柱后施工的时间较短。但对于结构因短解除原有约束状态后,需要长期停工的,对降低了原有结构的抗震设计的状态,需要考虑地震力作用。

4.1.4 桥梁结构具有结构重量大、分布不均、体积大及有效面积大等特点,顶升点能否合理布置是结构能否安全、稳定顶升的关键。在实际工程中,结构物必然会发生变形或移位。在顶升过程中,平面会产生变形,这时多点共同决定一个变形的平面,且顶升面有多个稳定位置。顶升点越多,顶升面的刚度越好,变形越小,稳定性也越好。与此同时,在多点顶升时,刚性面不可避免地会出现“虚腿”现象,即一个或几个顶升点的结构不能完全出力,而其余顶升点的结构要承受比预期大的力,甚至超过构件的承受能力,这在工程中不允许出现。

4.1.5 监控标准分为警戒值和控制值两类。警戒值是指允许达到,但达到后需采取相应措施进行控制和调整,避免参数进一步增大;控制值是指不允许出现的极限值。

4.2 顶升移位改造设计

4.2.1 本规范的顶升移位施工仅局限于顶升施工过程中在原有墩柱位置不变情况下的位置调整,其难度小于建筑物的整体平移施工,其相应的受力体系均可借助顶升施力体系来实现。托盘结

构体系设计和底盘结构体系设计要结合顶升施工中的相关设计,目的是避免相互影响,并考虑施工空间。

4.2.2 第1款,顶升移位设计中地基承载力特征值需考虑使用年限的影响,通常地基承载力提高值的经验值可参考本条规定的规范确定,在条件允许的情况下,需通过现场试验确定。

第2款、第3款,当采用桩基作为支撑底盘结构系统的基础时,一般考虑有新做承台梁或利用原有承台作为上部承载力转换部位。其顶升桩位采用对称布置,一是考虑结构本身平衡,二是考虑外加施力点的位置与平衡。若不能对称布置,则要考虑局部加强以满足上部传力要求。

第4款涉及利用既有基础实现顶升的方法,可参考现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的规定。

第5款、第6款,增大基础顶升的两阶段设计方法是采用桥梁增大截面法,主要考虑两个阶段进行计算。

增大基础顶升的作用(或荷载)效应,按下列两个阶段进行计算:

第一阶段:新浇混凝土在尚未达到强度标准值时,构件按原构件截面计算,荷载需包括原构件的恒载、现浇混凝土层的恒载及施工荷载。

第二阶段:新浇混凝土强度达到标准值后,构件按加固后的整体截面计算,作用(或荷载)需包括加固后构件自重在内的恒载、二期恒载及使用阶段的可变作用,效应分项系数按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 取用。

混凝土桥梁结构的恒载较大,采用增大截面加固法时不可能卸除全部恒载作用。但在某些特殊情况下,例如同时进行桥面铺装更换、拱上填料更换等,可以在加固前卸除部分恒载进行施工,待加固成桥后,再开放交通。因此在基础顶升前卸除原桥的部分恒载以及因封锁交通可不考虑车辆活载时,对加固效果是有利的。但就加固构件而言,结构实际上是分阶段受力,加固计算要符合构

件加固前与加固后不同阶段的受力。

根据基础顶升的分析及施工情况,本规范将桥梁结构带载加固的增大截面法二次受力计算分成受力的两阶段计算:第一阶段是以原构件截面受力的结构计算;第二阶段是以加固后构件截面受力的结构计算。

第7款,增补桩基时可参照原设计方案。当原有桩基稳定后,新旧桩的间距可适当减少。其中要考虑新桩的沉降量及应力变化不增加原有桩基的沉降量,其设计要符合相关桩基设计规范。

4.2.3 第1款,顶升底盘主体承载结构是根据现有不同行业的设置方式分类的,按承台、抱柱梁、钢牛腿、盖梁四种类型灵活设置。辅助结构中要求设置纵横向联系梁的要求是为了增加结构顶升的稳定性提出的;钢抱箍是为了克服原有局部受力改变导致的受力不均提出的。具体根据顶升桥梁的体量和规模来决定。

第2款,桥梁顶升常用的托盘结构有盖梁、抱柱梁、钢牛腿、分配梁等(图1)。此类结构在工程中应用较广,可根据实际条件设置,其结构设计需满足不同行业标准。

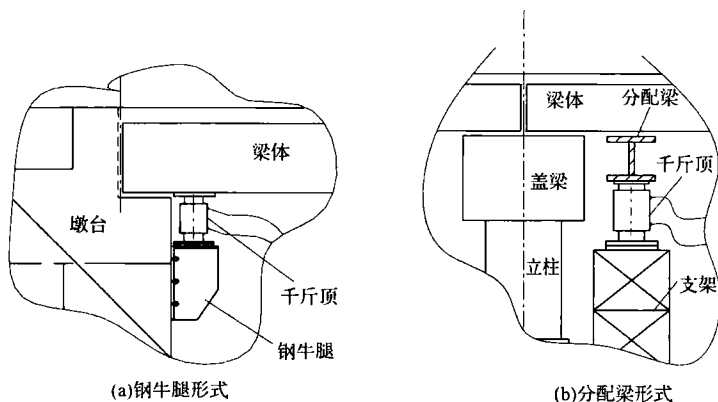


图1 部分托盘结构

第4款,相关公式的引用考虑了下列情况:

1. 针对顶升底盘或托盘的受力特点,采用植筋对极限承载力作用效果明显;但对于采用植筋效果不明显,或因植筋易造成原结构的破坏,或结构开裂导致千斤顶受力不均匀和不利于控制结构变形的,则不能采用植筋。

2. 公式中的系数 0.2 来源于全国各地的桥梁顶升移位研究成果,并结合施工单位多年的经验取值,综合推荐采用系数 0.16~0.24 之间,平均 0.2。永久结构取下限,临时结构取上限,并考虑柱的大小、几何形状、混凝土强度、工艺条件等因素作适当调整。如圆柱截面取大值,矩形截面取小值。

3. 体型系数是基于试验和实际应用经验两者结合而对承载力进行折减。

针对不同桥梁墩柱,受承受荷载大小不同,截面尺寸不同,相应的抱柱受力不同。在设计抱柱截面尺寸时,对直径或边长大于 2m 的墩柱,采用较大的重要性系数 2.0,一般墩柱采用 1.1~1.6;圆柱截面取大值,矩形截面取小值。

为验证抱柱梁设计公式的合理性和安全性,编制组结合实际工程,设计并完成了四组不同抱柱梁的承载力性能试验。分别考虑了梁柱分批浇筑、柱体表面凿毛与不凿毛、圆柱与方柱、不同抱柱梁高等可能影响到抱柱受力性能的因素,如图 2 所示。抱柱梁的高度分别为 200mm、300mm、400mm 和 600mm 四种。

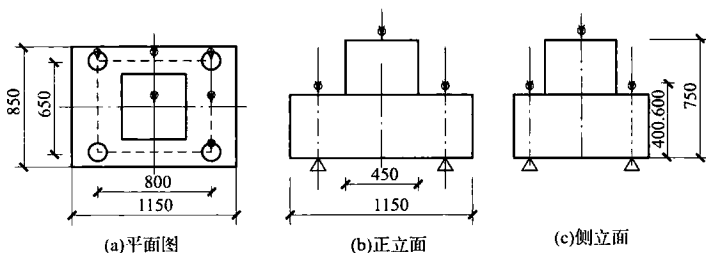


图 2 抱柱梁模型试验构造尺寸

试验模拟抱柱受四角四个千斤顶同步顶升,通过测试中央柱顶施加的荷载大小及柱与梁间变形差,确定柱与抱梁之间的结合面发生破坏所需荷载。同时,为了对比,还进行了包括梁柱混凝土一次浇注的构件试验,以得出整体一次浇注、光面粘结和凿毛粘结间的差异性。

试验结果表明,承载力随抱柱梁高基本呈线性增长,其下限值为方柱光面,上限值为圆柱凿毛。这一规律随梁高增长而更加明显;但对于两类截面的光面柱,其差异性不明显,因此可按下限取值估算新旧混凝土结合面的抗剪承载力。

第5款,抱柱梁结构在工程中强调一个“抱”字作用。实际上作为一种环梁结构,其抗剪力作用是一个复杂的受力体系,新旧结构的接触面不单纯是剪力的作用,由于新施工的抱柱梁收缩对原有混凝土结构产生较大的握裹力,将导致新旧结构之间承载力增加,其设计计算可在忽略墩柱自身抗弯和抗剪作用下,根据千斤顶布置方式,简化为两个方向的梁或深梁结构,进行相应的抗剪和抗弯设计,但其前提是不能出现冲切或粘结破坏。

当千斤顶作用于抱柱梁底部时,通常要在抱柱梁四角布置四个千斤顶,需要对墩柱四周的抱柱梁分析进行抗弯承载力验算,并作整体抗冲切承载力验算。

受施工空间或抱柱尺寸限制无法布置四个千斤顶时,可对称布置两个千斤顶,但需要计算抱柱梁负弯矩,并作验算。

第6款:

1. 根据工程经验,对新浇筑混凝土的强度级别、最小厚度提出要求,同时根据工程新材料应用研究成果,采用喷射高性能抗拉复合砂浆、微膨胀或自密实混凝土用在桥梁的某些部位或施工困难处可取得较好效果。

2. 加固设计时需要与原构件的表面处理提出要求。

第7款,联系梁作为增加施工期间结构稳定性的临时结构,建议采用可重复利用的组合钢结构形式,尤其是纵向联系梁,由于跨

度较大,需采用可重复利用结构,以避免造成浪费或采用临时混凝土结构带来的环境影响。

4.2.4 桥梁顶升施力系统主要包括:千斤顶系统、顶升限位系统和顶升临时支撑系统等。针对超静定结构的顶升施工,因存在改变结构受力体系,各支撑点的同步顶升是必需的。即使对于简支梁桥,因多根板梁或 T 梁采用多点支撑共同受力,在顶升时至少保证同一梁端部顶升能采用整体同步顶升。

4.2.5 支撑体系既是临时性支撑结构,又是施工过程中的重要反力提供平台,其结构安全性与顶升反力体系和液压系统的安全性共同决定整个顶升施工的安全。因此,其单个构件和整体结构均需满足各行业现行设计标准要求。

对于现行行业标准中有短期设计验算规定的,其支撑体系设计和验算可按短期设计或验算进行;对于没有短期设计或验算规定的,要按正常设计或验算标准执行。考虑到顶升施工时间短,临时支撑体系的设计和验算不需要考虑地震作用。

支撑体系通常采用标准的节段钢管形式,并在上下两端配置不同的专用垫块,节段间采用耳板借助螺栓连接固定。当支撑力较大时,可采用节段钢管混凝土形式。推荐使用的临时支撑如图 3 所示。

4.2.6 限位结构体系是对顶升过程中可能出现的结构非预期偏移进行限制,包括横桥向限位(图 4)与顺桥向限位(图 5)。顶升限位装置按其布置位置不同,可分为格构支架、斜撑支架、悬臂桁架、刚架及混凝土挡块等。鉴于桥梁结构的受力特点,以及顶升偏差可能引起的对限位的作用力,其作用更多表现是一种预警而非真正限位。因此,本规范对限位结构更多的只是建议性的规定,关键是对限位结构设计荷载取值作出规定,其他结构设计要求要满足各行业规范或标准。

第 1 款:

1. 绝大多数梁桥和桁架桥,可选用格构支架作为限位系统;

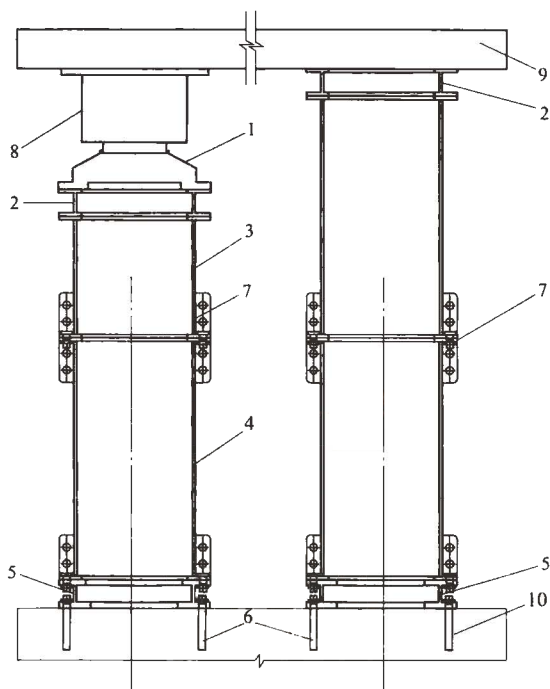
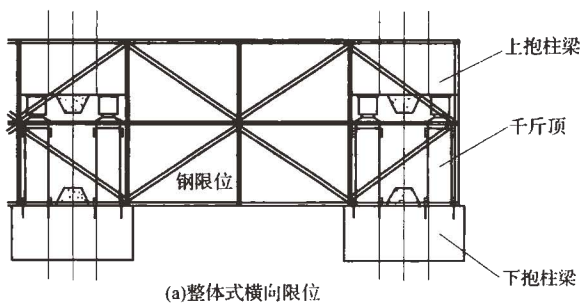
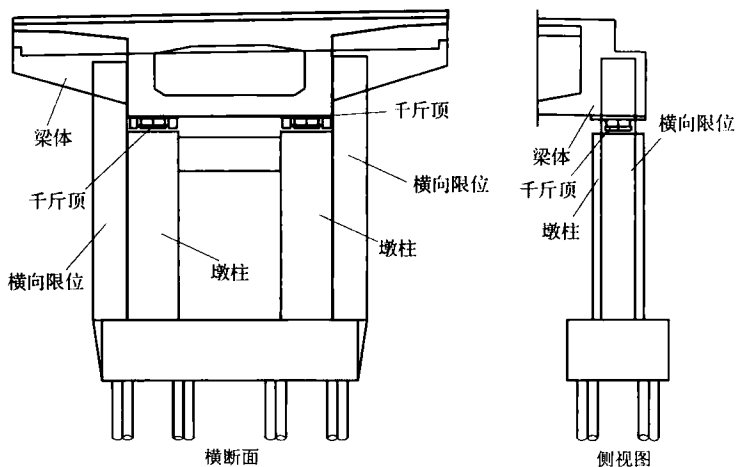


图 3 推荐的临时支撑示意图

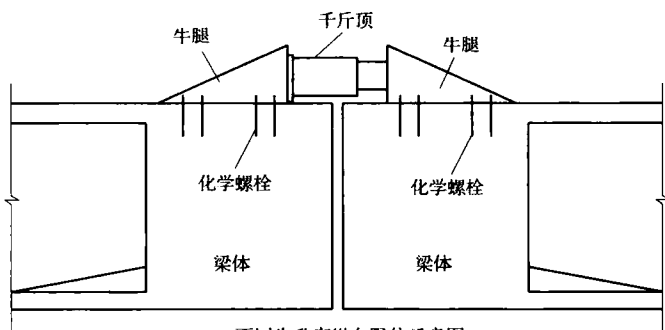
1—垫块 1; 2—垫块 2; 3—垫块 3; 4—垫块 4; 5—垫块 5; 6—锚固螺栓;
7—连接螺栓; 8—千斤顶; 9—上反力构件; 10—下反力构件





(b)分离式横向限位

图 4 横向限位示意图



(a)不同步升高纵向限位示意图

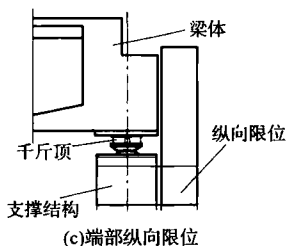
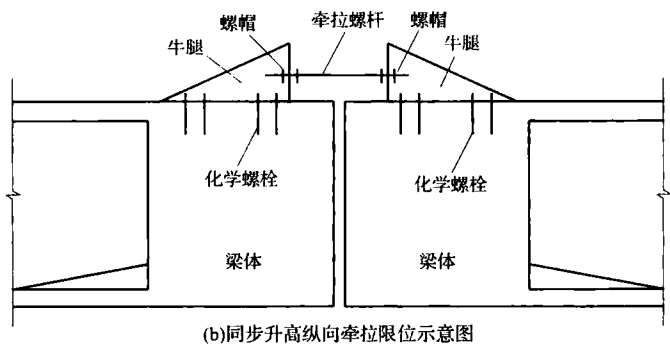


图 5 纵向限位示意图

2. 无水平推力的拱桥(包括桁架拱桥、系杆拱桥及梁拱组合桥梁),可采用悬臂桁架作为限位系统;
3. 多跨多幅梁式桥,可采用斜撑支架作为限位系统;
4. 混凝土挡块不得单独作为顶升限位装置,但可作为辅助限位装置。

第 2 款~第 4 款,由于桥梁顶升过程中尤其是需要调整桥面坡度的桥梁和曲线梁桥,结构平面位置将发生较大位移,相应对限位结构会产生作用力。因此,需要在限位结构设计时考虑这一位移变化,并充分考虑这一变化对施工过程中结构稳定性的影响。

4.2.7 桥梁顶升方式按不同的分类有多种形式,本规范主要将桥梁顶升分为两大类:柱墩切断式和非切断式。桥梁顶升的选择需

根据结构形式、传力体系、施工条件、施工能力(经验)等各种情况综合确定。

4.3 设备配置

4.3.5 千斤顶数量选择主要考虑顶升安全性所采用的安全系数不同。同时考虑到多台千斤顶共同作用时,其合力竖直偏差与相互间的受力差异性。目前,千斤顶同步控制效果较好,其间的差异性虽然能保证,但无法避免施工中因个别千斤顶或油管失效导致受力不均匀。基于多台千斤顶受力安全性和均匀性,安全系数在油缸垂直受力时取值不小于 1.5,水平受力时不小于 1.25。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 施工前需要通过技术交底,使参与施工的技术人员和工人熟悉了解所承担工程任务的特点、技术要求、施工工艺、工程难点、施工操作要点及工程质量标准。

5.1.3 顶升量系指单次顶升值和总顶升高度,移位量系指单次移位量和总移位距离。

5.1.7 对有表面混凝土缺陷的墩柱,为确保与设计的抱柱梁承载力计算相符,除满足规定的凿毛深度外,要将表面缺陷的混凝土层完全去除。

5.1.8 施工准备完成后,无论是否设置称重工序,按照常规顶升工序安排,一般需要按照正式顶升所准备采用的所有施工技术措施,对结构进行一次试顶升,以便对各个受力体系和顶升系统进行检查。试顶升的顶升高度不需太高,一般控制在1个~2个行程之内即可。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 技术状况包括既有桥梁的标高、外观尺寸、混凝土破损、结构局部破坏、裂缝、管线布设等。同时需对伸缩缝、混凝土挡块与梁体等结构缝间残留物进行清理,避免因顶升偏差导致梁体或挡块的破坏。

5.2.2 顶升设备的标定包括力值测量标定和位移测量的标定。此处顶升设备的自校准,专指力值测量标定。为了确保不同型号传感器的精度一致性,可采用来自同一标准源传递的标准传感器。测量仪器指位移测量传感器,因测量精度要求高,要按相关规定进

行标定,并要采用同源传递标准。

5.3 顶升施工

5.3.1 第1款,此种顶升方法是千斤顶直接放置在盖梁或者桥墩顶部直接顶升上部梁体结构。

第2款,分配梁一般为实腹式钢结构,其基本断面有双拼工字钢、H型钢等。

第4款,钢筋连接规范包括国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50、《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107等。

第5款,在桥梁变坡顶升时,桥梁纵坡产生变化,引起桥梁投影长度伸长或缩短,在顶升支点位置千斤顶上表面也会有旋转及水平位移,引起钢支撑的横向受力及偏心受压,要保持支撑及千斤顶的垂直受力及轴心受压而采取的措施即安装调平对位装置。桥梁纵坡产生变化,引起桥梁伸缩缝宽度的增加或减少,增加纵向调整装置以保证伸缩缝的设计宽度。

5.3.2 第1款,选择千斤顶的型号时,因千斤顶的放置空间有限,需要满足空间位置要求。

5.3.3 同步顶升技术是一项新颖的建筑施工安装技术。现阶段常用的新型液压同步顶升技术有大型构件液压同步提升技术、PLC控制液压整体同步顶升技术等。大型构件液压同步提升技术采用刚性立柱承重、提升器集群、计算机控制、液压同步提升新原理,结合现代化施工方法,可以将成千上万吨重的构件整体提升。PLC控制液压整体同步顶升技术,由液压系统油泵、油缸、检测传感器、计算机控制系统等几个部分组成。液压系统由计算机控制,可以全自动完成同步位移,实现力和位移的分别控制、操作闭锁、过程显示、故障报警等多种功能。

在桥梁顶升过程中,桥梁始终处于一种飘浮不定的状态,结构很脆弱,只要有一点闪失,整个上部结构可能瞬间坍塌。同时,在

实际施工中,由于液压缸安装的垂直误差及其他不利因素的存在,很难保证千斤顶的绝对竖直,这样必然在顶升过程中产生部分的水平分力,在顶升过程中通常对上部结构在纵横向采取限位装置与监控措施。

桥梁顶升过程中,在千斤顶周围布设临时钢支撑,钢支撑通常采用可以重复利用的钢管立柱,临时钢支撑的布设要与液压缸的布设相符。为满足液压缸分级置换及临时支撑措施要求,可专门设计各种垫块,以保证液压缸和临时支撑的连接可靠。支撑结构间要连接牢固保证支撑结构良好的整体性,防止顶升过程可能发生的滑移,避免支撑体系的失稳破坏。

当采用钢管作为支撑杆时,钢管上下两端为焊接法兰,法兰上预留螺栓孔,钢管侧面焊有肋板及连接用构件。

5.3.4 限位结构的安装定位时要严格按第4.2.6条中有关设计对限位装置与桥梁结构间隙实施的规定,避免限位结构承受不应有的侧向水平力。

5.3.5 第2款,正置方式要使用在顶升高度较小,或者施工空间狭小的部位;倒置方式要使用在顶升高度大,施工空间较大的部位,倒置时将千斤顶直接固定在托盘底部,在顶升过程中可不拆卸,方便施工。

5.3.6 低震动的静力切割机有利于减小对桥梁结构的影响。墩(柱)切割要采用水冷却,无粉尘噪声污染,切口平顺。

5.3.7 称重是为保证顶升过程的同步进行,在顶升前需测定每个顶升点处的实际荷载。从而避免因顶升点受力与原始结构荷载传递差异导致的结构损伤,甚至导致顶升失败。

称重时依据计算顶升荷载,采用逐级加载的方式进行,在一定的顶升高度内,不能大于10mm,通过反复调整各组的油压,可以设定一组顶升油压值,使每个顶点的顶升压力与其上部荷载基本平衡。

5.3.8 试顶升时,为观察顶升处是否分离,需要借助百分表测定其行程。

5.3.9 在变坡顶升过程中,因每个墩柱部位的钢支撑高度不同,顶升高度也不相同,每次顶升钢支撑的压缩量也不同,需特别注意观察。

5.4 移位施工

5.4.1 托盘结构体系施工、底盘结构体系施工、限位结构体系施工、牵拉系统的安装及调试等具体操作参照本规范第 5.3.1 条~第 5.3.4 条。

5.4.2 对于长距离移位施工,需在移位前先进行试验性移位,检验施力系统工作状态与可靠性,检验相关参数和移位可行性。

5.5 结构改造施工

5.5.2 对商品混凝土坍落度提出要求,若自制混凝土,坍落度不能小于 $18 \pm 2(\text{cm})$ 。

5.5.3 在变坡顶升过程中,桥台一般需要拆除,同时保留桩基础及承台基础,在原承台上施工新桥台。

5.5.4 本条主要考虑到在原承台下部开挖后,承台受河水冲刷影响或回填不完全密实紧固时,会对承台或承台顶升节点体系产生不利影响。

5.6 施工设备与操作

5.6.1 顶升油缸的规定是综合考虑施工的安全性和荷载分布特点制定的。由于桥梁顶升吨位较大,通常采用多台千斤顶同步顶升,千斤顶与受力点间很难保证完全重叠,为减少千斤顶间的受力不均匀性,要求有一定的球面转动。而针对承载油缸的安全系数,考虑到重心偏移等因素,通常顶升载荷重量不能大于顶升油缸承载能力的 $60\% \sim 70\%$ 。综合考虑垂直顶升和水平顶升的差异和安全等级,分别取不同的安全系数。为进一步提高安全性,顶升施工要采用大吨位双作用油缸,局部空间狭小部位可采用单作用薄

型弹簧回缩油缸。

5.6.2 顶升液压系统的规定是基于顶升或下降过程中的平稳性考虑的,虽然有升降阀保证,但对于多点串联顶升时油管破裂出现的安全问题不容忽视,这在实施施工过程中时有发生。

5.6.3 控制系统的规定也是基于安全角度考虑的,尤其是增加报警等防止误操作功能在目前控制系统中均能实现。结合国家规范对新技术应用的考虑,对控制系统提了较高的要求,避免不正规施工队伍的不规范操作。

5.6.4 本条条文说明如下:

(1)施工前需要对所有施工设备操作人员进行现场培训。根据施工方案配置油缸,连接油管及相关信号线、电缆线,测试油缸动作,信号接收是否正常。

(2)专项设备或专项工程,需要提前准备详细的操作流程,并对技术人员进行交底,尤其是对关键设备的技术参数要标注明显,并设置预警标识。

(3)顶升前在进行预顶升过程中,保证所有油缸柱塞伸出并与梁体底部紧密接触,对全套系统进行全面检索。

(4)因在桥梁顶升脱离之前,结构受力体系的转换没有完全到位,如果进行顶推或移位可能不仅仅是对结构有破坏,而且可能导致全桥的稳定性受到影响。

(5)从安全角度,为避免千斤顶出现不可预见的失效导致人员安全问题,需要在开始顶升前,在相关加载点周围布置防护网,避免工作人员靠近。

6 施 工 监 控

6.1 一 般 规 定

6.1.2 桥梁顶升施工监测要求保证桥梁结构的安全性,确保顶升结束后的桥梁线形和内力与设计相符。

6.1.3 需要顶升移位的桥梁一般属在役桥梁,结构已存在的损伤可能导致受力状态发生变化。因此,需加强施工过程中控制截面及损伤严重截面的监测与控制,保证施工过程的安全性。

6.1.4 计算临界值与控制指标方法:

(1)保证截面最大拉应力小于混凝土的抗拉强度;

(2)以混凝土允许应力为指标,确定相应的允许位移最小值,以此作为顶升过程中的顶升偏差的极限值;

(3)注意不同构件或部位有不同的允许顶升偏差。

有关监测项目与预警值设置见表1。

表1 桥梁顶升过程中预警值和极限值

序号	监测项目	预警值(力或位移)	极限值
1			
2			
3			

6.1.7 巡视检查要满足下列要求:

(1)桥梁顶升移位改造施工期间,需对桥梁主体结构及辅助设施进行巡视检查;检查频率:顶升平移施工期间每天不少于2次,其他时间每天1次;

(2)需根据被改造桥梁的结构特点及施工方法制定巡视检查程序;巡视检查以目测为主,并要配备如照相机、直尺、裂缝观测仪

等必要的检测设备；

(3)巡视检查中如果发现桥梁结构及辅助设施位移异常、原有病害加剧、新的病害出现等情况，需及时通知相关单位，分析原因并采取相应的处理措施。

巡视检查主要包括如下内容：

(1)桥梁主体结构。

- 1)相邻梁段之间、梁段与桥台之间的水平和竖向错动及开合；
- 2)原有裂缝长度和宽度是否增大，新裂缝是否出现；
- 3)梁体结构与支撑构件等辅助设施接触的部位是否有混凝土开裂、剥落等现象。

(2)辅助设施。

- 1)抱柱梁、圈梁等支撑结构是否有混凝土开裂、剥落等现象；
- 2)支撑立柱等结构是否倾斜、弯曲；
- 3)千斤顶、限位装置安装是否牢固；
- 4)千斤顶、油管是否漏油，油管敷设是否顺直，管材是否老化破损；
- 5)随动装置等安全设施是否运行正常。

每次巡视检查均需按规定的程序做好现场记录，检查结束后要及时向相关单位提交检查报告。

6.2 监测内容与方式

6.2.1 对桥梁顶升移位改造施工具体监测部分包括：桥面沉降、盖梁顶面沉降、盖梁水平位移、盖梁应变、支撑轴力、承台沉降，以及其他顶升改造部位。

6.2.2 第1款～第4款，阶段位移监测为根据桥梁顶升平移规模，将施工过程分成若干阶段，每一施工阶段完成时实施的累计位移监测；实时位移监测为在顶升平移施工过程中对桥梁结构位移实施的全过程跟踪监测。测点的布设位置与结构体系有密切关系。对于简支梁，应变测点要布设在跨中截面上下缘，以反映施工

过程中跨中截面拉、压应力的变化；挠度测点也布设在跨中截面。对于连续梁、连续刚构桥，应变测点需布设在边跨 0.4L 截面上下缘、支点截面上下缘、中跨跨中截面上下缘，以反映超静定结构在施工过程中的应力变化；挠度测点则布设在各跨跨中及边跨 0.4L 截面位置即可。施工过程中需对各测点加强监测，发现异常立即停工，查找原因，及时处理，解决后方可继续施工。

桥梁的纵、横坡在顶升移位过程中会产生一定的横向、纵向惯性下滑力，导致结构发生一定的变位。施工中要及时进行观测，掌握结构空间变位状况，并选取调整措施，保证结构定位的准确性。桥梁的三维坐标测点一般均布置在桥面，施工过程中采用全站仪进行观测，监测结果需及时反馈到控制指挥中心，以便下一工况调整千斤顶工作状态，保证桥梁设计平、纵线形定位的准确性。

第 5 款：

(1) 水平位移监测方法需作下列选择：

1) 采用顶升法改造的桥梁，主体结构水平位移需采用前方交会法、极坐标法、测小角法等方法监测；支撑结构倾斜需采用极坐标法、倾角传感器监测；

2) 采用平移法改造的桥梁，主体结构的实时水平位移需采用具有连续监测功能的位移传感器监测；主体结构的阶段水平位移，需采用前方交会法、极坐标法、测小角法等方法监测；

3) 水平位移测点需设在支点及桥面中线上。

(2) 竖向位移监测方法需作下列选择：

1) 竖向位移监测分桥面及桥下竖向位移监测；

2) 采用顶升法改造的桥梁，主体结构的实时竖向位移需采用能连续实时采集、显示和存储数据的位移监测系统；主体结构的阶段竖向位移，需采用精密水准法、精密三角高程法、静力水准法监测；

3) 采用平移法改造的桥梁，竖向位移需采用精密水准法、精密三角高程法、静力水准法监测；

4)桥下位移监测控制断面需设在墩(柱)或盖梁附近,边支点设1个断面,中支点设2个断面,每个断面测点不能少于2个。

第7款在顶升前,需进行病害调查,在顶升过程中需对已有裂缝进行观测,并观测有无新裂缝产生。重点监察部位包括:支撑点、板梁铰缝、连续梁受拉区。

裂缝监测要根据结构类型选择代表性裂缝进行监测;监测仪器跨缝布置,且主轴需与裂缝垂直。

6.2.4 桥梁主体结构应力、应变测点需布置在结构内力对位移反应敏感的部位,具体位置可通过建立桥梁结构模型对施工过程进行模拟分析确定;通常主梁应力控制断面设在支点、1/4跨、跨中、3/4跨,每个断面测点根据顶升方式可设置不同点。对断柱式顶升,不要少于3个;对梁体直接顶升则对每片梁均要监测。

监测数据要能反映结构由于施工导致的附加应力的分布、大小和方向。

对于施工在桥梁结构内产生的附加弯矩,测点要布置在弯曲应力最大的构件上、顶升改造时的结构下缘或平移改造时的结构两侧;对于附加剪力,测点需布置在构件的中性轴上;应变传感器的轴向需与结构附加应力的方向一致。

对于支撑构件,需在每个监测截面的周边布置不少于2个测点,应变传感器的轴向要与构件轴线平行。

6.2.6 桥梁顶升控制系统是施工的中枢环节,控制系统给各动力装置发出指令,调整各动力装置的工作状态,要保证全自动同步位移,并具有故障报警功能。系统采集千斤顶顶升力需与压力表读数相互校核,并与设计值作对比,控制顶升力。

6.3 监 控 成 果

6.3.1~6.3.5 实测数据的处理与预报,需根据桥梁顶升移位改造仿真分析结果对实际采集的数据进行统计和误差分析,通过实测的回归分析数据对结构计算参数进行识别和修正,并预报下一

阶段工作状态,以便及时进行调整,使桥梁顶升移位改造始终处于安全控制之中。

监控结果报告作为桥梁改造施工质量及验收提供依据,需要由监控人员签名并由监控单位盖章存档。

根据提交的监控报告,设计单位需根据原设计结构和分析结构与监控报告作出分析,并提交相应的差异性分析报告。差异性分析需要与不均匀位移有限元计算结果的控制条件相对比。

7 质量检验

7.0.2 针对顶升移位改造的技术特点,顶升工程完成后分部、分项的质量检测及验收,主要针对墩台、盖梁、支座、伸缩缝以及主梁等结构进行质量检测和验收工作。

桥梁顶升施工主要有直接顶升法和断柱顶升法。两种方法质量检测与验收的侧重点不一样。伴随桥梁顶升移位改造工程,经常会与桥梁支座和伸缩装置的更换相结合。

根据建设任务、施工管理和质量检验评定的需要,需按本规范将建设项目划分为单位工程、分部工程和分项工程。施工单位、工程监理单位和建设单位需按相同的工程项目划分进行工程质量的监控和管理。分部、分项和单位工程划分原则为:

(1)单位工程:在建设项目中根据签订的合同,具有独立施工条件的工程;

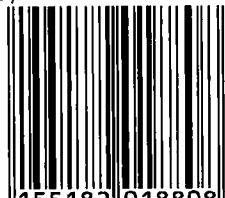
(2)分部工程:在单位工程中,需按结构部位、路段长度及施工特点或施工任务划分为若干个分部工程;

(3)分项工程:在分部工程中,需按不同的施工方法、材料、工序及路段长度等划分为若干个分项工程。

7.0.4 桥梁顶升移位改造工程的主控项目是指“桥梁主体”,即不是“附属工程”所对应的检测项目。

7.0.5 墩柱的实测项目主要是针对原桥断柱顶升的情况,为减少对结构构件的损坏,尽采用无损检测的方法测试材料强度。

S/N:155182·0188



统 一 书 号: 155182·0188

定 价: 13.00 元

9 155182 018808