

文章编号: 0451-0712(2003)12-0038-03

中图分类号: U445.469

文献标识码: B

# 多跨混凝土连续梁桥整体转动提升技术

姜福香<sup>1</sup>, 候瑞林<sup>2</sup>, 王玉田<sup>1</sup>, 岳渠德<sup>1</sup>

(1. 青岛建筑工程学院 青岛市 266033; 2. 青岛市政集团 青岛市 266000)

**摘 要:** 介绍了某多跨混凝土连续梁桥的整体转动提升技术和监控方法, 并结合实际效果, 对类似工程的施工和控制提出建议。

**关键词:** 连续梁桥; 整体提升; 施工; 监控

## 1 工程概况

某市郊公路立交桥采用多联预应力混凝土连续梁体系, 其中, 匝道桥的最后一联为  $4 \times 25$  m 空心板连续梁, 该联全长 100 m, 设计坡度为 6%, 且第一跨处在半径  $R=100$  m 的平曲线上。原立交桥头恰好有一城市次要道路与该匝道平交, 如图 1 所示。随着城市的快速发展, 原与匝道平交的次要道路即将被改建为主要城市道路, 这就要求对平交口进行改造。经充分考虑改建工程的经济和社会效益, 最终确定了将立交桥最后一联采用整体转动提升的改造方案。

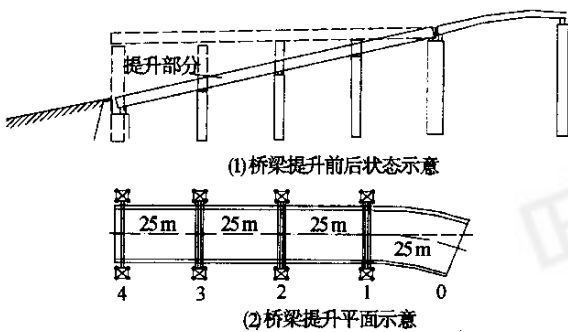


图 1 工程示意

## 2 施工方案

所谓整体转动提升, 即以 0 号支座为轴心 (0 号墩柱处不动), 通过提升而使整个梁体转动、抬高, 使提升后的桥面坡度变为 2% (相当于顺时针转动  $3^\circ 21' 33.9''$ ), 连续梁直接跨过平交口。根据工程特点, 施工方案采用分别在 1~4 号 4 个支座处设置吊点, 按照连续梁相对线形保持不变的原则, 将 4 个提升点按比例同步提升到设计高度, 最大提升高度为 6.031 m。为便于下部结构的施工, 再将连续梁整体平行提升 16 cm, 待下部墩台施工完毕 (4 号墩柱重新浇注, 1~3 号墩柱做接长处理), 安装好支座后再落下就位。

本工程是超长多跨连续梁桥, 作为超静定结构, 加之结构截面刚度较大, 各吊点很小的不平衡提升, 都会使梁体产生较大的附加内力, 给结构安全造成不利影响, 所以提升过程中必须严格考虑多点整体动作。另外, 整个结构物的重量达 2 000 t 之多 (理论最大吊点提升重量为 500 t), 如此大吨位的起吊工作, 必然对提升设备和承力结构提出相当高的要求, 因此, 必须充分分析结构的受力特性, 仔细设计承力

收稿日期: 2003-09-01

[2] 周新刚. 混凝土结构的耐久性与损伤防治[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 1999.

[3] 2002 年混凝土结构耐久性及耐久性设计会议文集[C]. 北京: 清华大学.

[4] 土建结构工程的安全性及耐久性[Z]. 北京: 清华大学, 2001.

[5] 江苏省长江公路大桥建设指挥部. 江阴长江公路大桥工程建设论文集[C]. 北京: 人民交通出版社.

[6] 王媛俐, 姚燕. 重点工程混凝土耐久性的研究与工程应用[M]. 北京: 中国建材出版社, 2001.

[7] 洪定海. 混凝土中钢筋的腐蚀与保护[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1998.

[8] F H Wittmann, P Schwesinger. 冯乃谦, 等译. 高性能混凝土: 材料特性与设计[M] = High Performance Concrete: Material Properties and Design. 北京: 中国铁道出版社, 1996.

结构,认真配置提升设备。

## 2.1 承力结构

在各吊点处设置门式塔架做承力结构,如图 2 所示,门柱由 4 根  $\phi 609 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$  钢管组成,其上搁置  $1\,200 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$  钢箱梁支承大横梁。大横梁采用  $1\,000 \text{ mm} \times 780 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$  钢箱梁。扁担梁为  $1\,200 \text{ mm} \times 680 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$  钢箱梁。1~3 号吊点处各配置 2 对大横梁和扁担梁,4 号吊点各配 1 对。

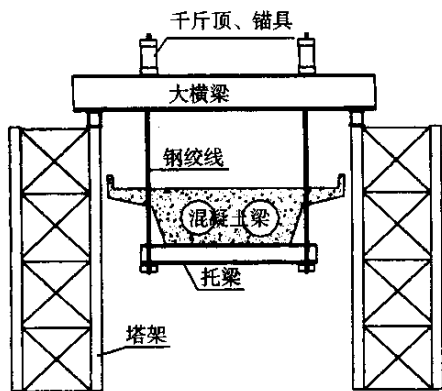


图 2 提升结构示意图

## 2.2 提升设备

提升采用液压千斤顶进行,1~3 号吊点分别布置 4 台 LSD2000 型液压千斤顶,4 号吊点布置 2 台,每台起重能力为 200 t,行程 300 mm,共同由 2 台油泵供油,通过分流阀供向各千斤顶,并通过反复调节阀门大小以使各吊点千斤顶提升速度保持为 4:3:2:1。

吊索采用  $\phi 15.24 \text{ mm}$ ,破断强度为 1 860 MPa 的钢绞线,每个千斤顶使用 18 根钢绞线组成束(左右捻向对半间隔排列),由锚具夹持锚于千斤顶上,钢绞线束向下穿过千斤顶、大横梁、混凝土板梁和扁担梁再用锚具锚定;为加强安全防护,在千斤顶下,大横梁上设有安全锚,以便千斤顶上锚具万一失效时,能够及时夹持住钢绞线,而不致使混凝土板梁下落。同时在千斤顶进油口处装有液压锁,以便油路意外断开时,能够及时锁住油口,使千斤顶保持原位,而不致使混凝土板梁下降。

混凝土梁提升到设计标高后,为便于下部结构施工,还需将梁整体平行抬高 16 cm,这时在 0 号支点处需使用扁式千斤顶,支承于墩顶和梁底间,达到抬高 0 号支点的目的。

## 2.3 控制系统

在整体提升过程中,为保证混凝土板梁和施工设备的绝对安全,采用了计算机控制系统。系统分 2 个方面进行控制。

### (1) 位移控制。

为了防止连续梁在提升过程中出现过大的相对变形,从而引起梁内应力过大而破坏,经过理论计算,需要将各吊点提升位移线形的相对高差保持在 10 mm 以内。为此在各吊点设置了激光测距仪,随时监测梁在各点的位移,并及时反馈到计算机。由计算机以 4 号点的位移为基准,计算出 1~3 号点的理论位移,并与实测位移进行比较,如果发现差值大于 10 mm,则立即自动停机进行调整。

### (2) 力的控制。

连续梁在提升过程中一旦发生不平衡的位移,必然会引起个别吊点负载过大,同一吊点处各千斤顶起吊不平衡也会引起负载集中,这种情况对提升设备和混凝土梁都是不利的,所以必须采取一定的措施加以控制。为此,在每个千斤顶上均装有精密油压表以测定油压。提升初期,先用位移控制使各吊点离开支座,记录此时各千斤顶的油压表读数,提升过程中即以此为基础,随时比较各点油压的变化,要求误差控制在 2 MPa 以内。

## 3 施工监测

多跨连续梁整体提升作为一项新颖的施工技术,国内还没有类似的工程经验可借鉴。连续梁是超静定结构,受力又比较复杂,尽管在拟定方案时进行了大量详尽而严密的计算,但实际情况会受诸多因素的影响,施工中会存在着与设计 and 计算不一致的可能性。为了充分保证工程的安全和质量,为此,成立了专门的施工监测小组,为施工控制提供可靠的保障。

施工监测的内容主要包括连续梁的线形和控制截面的应变。线形监测采用在各吊点截面两侧悬挂钢尺,通过地面设置的静止参照物读取混凝土梁的位移。控制截面的应力应变,选在 1~3 号支点截面翼缘的上、下表面粘贴混凝土应变计电测片,测量应变的变化。

首先通过理论计算得出允许的位移偏差和应变变化控制值,在提升梁的过程中,随时观测并与控制值比较,及时通报总指挥。

## 4 实施效果

准备工作完成后,进入准提升阶段,此时提升千斤顶尚未受力,各吊点实际受力分配尚不可知,故要

先关闭力控制,仅用位移控制,缓慢地将梁少量提起(分别为 4 cm、3 cm、2 cm、1 cm),观察各吊点力的分配情况,观察提升设备有无异常,并保持 24 h,使地基充分沉降后,严格进行一次线形调整后,再进入正式提升阶段。千斤顶每 40 min 进行一次提升循环,2 d 时间成功提升到位。整个过程中仅有 2 次位移超限,进行停机调整,此后,梁的变形和位移均保持在控制范围内。

但是,在施工中也出现了一些事前没有给予重视的问题。

(1)转点后移。提升过程中发现 1 号点曲线内侧偏低,且随着位置提高,内、外侧高差加大(最大达 20 mm),而两侧千斤顶承力基本相同。经分析,原因可能是 0 号支点在提升过程中相当于转动支座。而 0 号支点连线与 2~4 号点中心线并不垂直,所以造成随着梁的提升,0 号点承力调整,转点中心向后移动,在重力作用下产生内侧偏移。

(2)位移控制不合理。尽管本工程位移控制很成功,但实施中也发现,同样的位移误差,产生的应变却相差很大,其原因在于控制断面的内力缘自几个吊点位移动差的综合作用,且对不同的断面其影响也不一样,故而进行位移控制时,用各个吊点位移动差的组合控制才是合理的。

## 5 结语

本桥的施工实践表明,采用整体提升的方法改造旧桥,既可节约资金(与拆除重建相比可节约资金 1/3),又能加快进度,为今后类似的交通改造提供了一个范例。

总结本工程,有以下几点建议:

(1)转动提升时,必须注意转点的实际情况,并合理地采取措施,以保证支点的局部安全和防止出现类似本工程的支点移动,避免对工程造成隐患;

(2)在施工控制中,应充分分析结构的受力特点,确定明确的安全控制参数或可靠度;

(3)鉴于工程控制的不确定性,有可能在施工过程中出现预见不到的损伤,建议对成桥进行试验检测,以保证桥梁结构和行车安全。

## 参考文献:

- [1] 徐君兰. 大跨度桥梁施工控制[M]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [2] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] 钟启宾. 曲线上 2×100 m 钢筋混凝土箱拱扣索吊装施工方案设计的创新[J]. 铁道建筑技术,2002,(3).
- [4] 张航,李小谦. 钢管混凝土拱桥吊装过程线形监测方法[J]. 华东公路,2002,(2).

# Technology of Whole Turning and Raising to Some Concrete Continuous Beam Bridge with Multispan

JIANG Fu-xiang<sup>1</sup>, HOU Rui-lin<sup>2</sup>, WANG Yu-tian<sup>1</sup>

(1. Qingdao Institute of Architecture and Engineering, Qingdao, 266033, China;

2. Qingdao Municipal Engineering Group, Qingdao 266000, China)

**Abstract:** The technology of whole turning and raising and the method of monitoring and controlling to some concrete continuous beam bridge with multispan are introduced. According to the practical results, some advices are advanced to the construction and control of similar engineering.

**Key words:** continuous beam bridge; whole turning and raising; construction; monitoring and controlling

## 北京 2004 年投资 350 亿元改善交通

北京 2004 年将有 350 亿元资金投入 to 交通基础设施建设当中,其中中关村、回龙观、奥林匹克公园、北苑、望京、CBD 和亦庄等 7 个重点地区将加大交通设施建设,以解决当地交通矛盾。10 条贯通京城二、三、四、五环路的快速路将于 2004 年建成通车。这 10 条没有交通信号灯的快速路分别是京承快速联络线、东北城角联络线、农展南路、通惠河北路、蒲黄榆路、丰北路、莲花池东路西延、阜石路、西外大街西延和学院路,全部工程总长 38.6 km。