

# 独柱墩桥梁抗倾覆分析及加固设计方案研究

曹宇鹏 梁思成

江西省交通投资集团有限责任公司吉安东管理中心 江西吉安 343000

**【摘要】**独柱墩桥梁施工技术因施工工艺简单,外形美观、造价低而被广泛应用公路工程。特别是在高速公路立交桥匝道中,为防止桥梁倾覆垮塌事故的发生,对独柱墩抗倾覆加固方案进行了总结,最后结合G72泉南高速K518+924沿凤机砖厂分离立交桥和莆炎高速K599+600佩紫岭分离立交桥,分别采用墩柱增设钢盖筒、钢盖梁方案和扩大基础、增设墩柱的方案,加固后抗倾覆性验算达到设计要求,为采用墩柱增设钢盖筒、钢盖梁方案和扩大基础、增设墩柱的方案加固独柱墩进行抗倾覆加固的应用提供参考。

**【关键词】**独柱墩桥梁;钢盖梁;抗倾覆性

## 1 前言

从江苏无锡312国道上海方向锡港路上跨桥路段出现桥面垮塌到湖北鄂州沪渝高速沪渝向花湖互通D匝道桥梁发生侧翻事故,独柱桥墩桥梁的安全运营越来越受从业者的关注。近年来,由于车流量的日渐增加,以及超载和重型车辆也日益增加,造成了独柱桥墩桥梁在桥梁运营中出现梁体扭转及变形现象、支座受力不均以及支座存在脱空等情况,严重危及独柱墩桥梁安全,甚至发生桥梁倾覆等安全事故,造成较大生命财产损失。对此,进行独柱墩桥梁加固的研究也迫在眉睫。

## 2 加固方案

### 2.1 增加钢盖梁

采用桥梁墩柱增加钢盖梁进行加固,在原有桥梁盖梁下方增加一个钢盖梁,并在钢盖梁上方新增两个可在正常行车条件下不参与受力的支座。当超重导致桥面一侧发生偏载时,新增的支座与原有支座组成共同受力体,防止横向侧翻,增强桥梁的抗倾覆能力,提升桥梁的安全运营系数。

### 2.2 增加钢盖筒和钢盖梁

采用桥梁墩柱增加钢盖筒和钢盖梁进行加固,新增的钢套筒为了使其与桥墩共同受力,则需要钻孔植锚杆。新钢盖梁上方新增两个可在正常行车条件下不参与受力的支座。当超重导致桥面一侧发生偏载时,新增的支座与原有支座组成共同受力体,防止横向侧翻,增强桥梁的抗倾覆能力,提升桥梁的安全运营系数。

### 2.3 扩大基础和墩柱

桥梁墩柱基础采用扩大基础,再两侧分别增设两个墩柱进行加固。由于原墩柱采用扩大基础,并且结合桥梁地质情况。新钢盖梁上方新增两个可在正常行车条件下不参与受力的支座。当超重导致桥面一侧发生偏载时,新增的支座与原有支座组成共同受力体,防止横向侧翻,增强桥梁

的抗倾覆能力,提升桥梁的安全运营系数。

施工过程需注意:

地质情况参考原竣工图资料,施工现场需复核地基承载力,地基承载力应大于规范要求,如果地基承载力小于规范要求,需对地基采取加固处理;

原则上对原有墩柱扩大基础基底不进行扰动,新设扩大基础需比原有扩大基础基底标高高出20cm,施工过程中需对原扩大基础进行变位监控,不得破坏原扩大基础的稳定性;

由于跨线桥与主线存在斜交,需对墩柱位置进行复测,新增的墩柱与与设计线路斜交,斜交角度详见图纸。

## 3 加固提升设计原则

按照“一桥一分析”的方法进行加固方案选择,对加固方案综合分析主要从以下几个方面考虑:从适用性、经济性、可靠性、景观性选择合适的加固方案。

### 3.1 适用性原则

(1)加固的方案要适用施工现场建设条件的要求,交通运输,安全施工、施工难度等方面。一般情况下加固方案的实施难度从容易到困难排序为:增加钢盖梁、增加钢盖筒和钢盖梁、扩大基础和墩柱。

(2)要充分调查施工现场的情况及每个加固方案的适用性。如:采用增加钢盖梁方案,适用在拉杆力小于50吨左右时。采用增加钢盖筒和钢盖梁方案,适用在桥梁墩柱压弯强度满足设计要求时;扩大基础和墩柱适用性比较广泛,桥梁的桥墩位于江河中和位于上跨主线桥马路中时,施工现场实施比较困难。

### 3.2 经济性原则

(1)从经济费用情况下分析,在一般情况下,加固方案的经济从低到高为:增加钢盖梁、增加钢盖筒和钢盖梁、扩大基础和墩柱。

(2)还需要考虑加固的方案施工维修的难易与后期桥

梁养护费用。

### 3.3 可靠性原则

(1) 影响桥梁可靠性主要受施工的材料的质量和施工工艺。加固方案中增加钢盖梁的材料的质量和施工工艺需求较高，对比其它加固方案其可靠性低。

(2) 加固方案后其结构的地基承载力也有差别。一般情况，扩大基础和墩柱的对地基承载力要求较高，但是扩大基础和墩柱能改善主梁的受力状况，从而延长桥梁使用寿命。

### 3.4 景观性原则

针对重点示范性路段，景观性要求相对较高，就要充分考虑景观性需求，就需要选择最为合适的方案

## 4 实例

### 4.1 G72泉南高速K518+924沿凤机砖厂分离立交桥

G72泉南高速K518+924沿凤机砖厂分离立交桥主梁采用跨径为 $(13+2\times 18+13)$ m等截面钢筋混凝土连续板梁。桥梁全长67m，桥宽8m：0.5m（防撞栏）+7.0m（行车道）+0.5m（防撞栏），桥梁的桥台采用双支座，其余桥墩为单支座。

沿凤机砖厂分离立交桥桥梁信息见表4.1：

#### 4.1.1 抗倾覆验算与安全评估

沿凤机砖厂分离立交桥抗倾覆稳定性能验算表明：沿凤机砖厂分离立交桥0#、4#桥台在作用基本组合下最小反力值为-246KN，存在负反力支座有脱空风险；在作用标准组合下最小抗倾覆稳定性系数为 $1.01 < 2.5$ ，不满足规范要求。

#### 4.1.2 加固提升设计方案

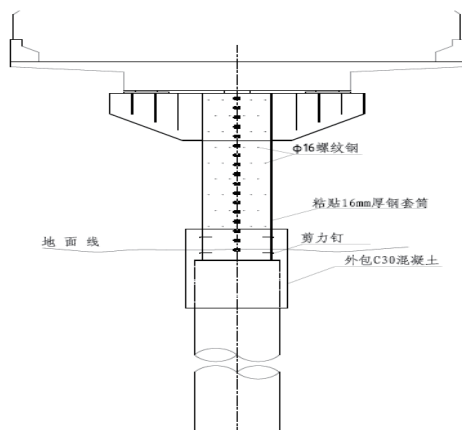


图4.1 盖梁+钢套筒构造图

沿凤机砖厂分离立交桥，桥宽8m，墩柱直径为1.2及1.4m。1#墩柱、3#墩柱采用钢盖梁+钢套筒方案进行加固，钢套筒厚度为16mm，新增加的钢套筒为了使其与桥墩共同受力，则需要钻孔植锚杆。新增设钢盖梁长度为4.5m，高度1.5m，宽度为1m；新钢盖梁上方新增两个可在正常行车条件下不参与受力的支座。当超重导致桥面一侧发生偏载时，新增的支座与原有支座组成共同受力体，防止横向侧翻，增强桥梁的抗倾覆能力，提升桥梁的安全运营系数。

盖梁+钢套筒构造图见图4.1，加钢盖梁+钢套筒现场照片见图4.2：

#### 4.1.3 加固方案分析验算

加固方案拟定为：对沿凤机砖厂分离立交桥的1#墩柱、3#墩柱采用钢盖梁、钢盖梁加固方案后，并且在1#、3#墩柱的梁底盖梁上沿桥横断面方向增加2个支座，1#、3#墩柱分别共设置3个支座，相邻两支座间距为1.6m，其中2#墩柱维持原来为单支座。

沿凤机砖厂分离立交桥加固后抗倾覆稳定性能验算可得：加固后沿凤机砖厂分离立交桥桥台及墩柱支座均未出现负反力，加固后加抗倾覆系数大于现行规定值，加固钢盖梁和钢盖梁方案是可行的。

### 4.2 G1517莆炎高速K599+600佩紫岭分离立交桥

G1517莆炎高速K599+600佩紫岭分离立交桥主梁采用跨径为 $(13+2\times 18+13)$ m钢筋混凝土连续箱梁。桥梁全长67.06m，桥宽12m：0.5m（防撞栏）+11.0m（行车道）+0.5m（防撞栏），桥梁的桥台采用双支座，其余桥墩为单支座。

佩紫岭分离立交桥桥梁信息见表4.4：



图4.2 加钢盖梁+钢套筒现场照片

表4.1 沿凤机砖厂分离立交桥桥梁信息表

| 桥梁名称      | 中心桩号     | 桥梁分类 | 桥梁全长(m) | 主桥上部构造结构类型 | 单孔最大跨径(m) | 跨径组合(孔×m)   | 桥梁全宽(m) | 支座类型                                  | 桥墩形式 | 跨越方式 |
|-----------|----------|------|---------|------------|-----------|-------------|---------|---------------------------------------|------|------|
| 沿凤机砖厂分离立交 | k518+924 | 中桥   | 67      | 砼连续板       | 18        | 13+18+18+13 | 8       | 0#、4#四氟板式支座，双支座；<br>1#、2#、3#盆式支座，单支座； | 柱墩式  | 支线上跨 |

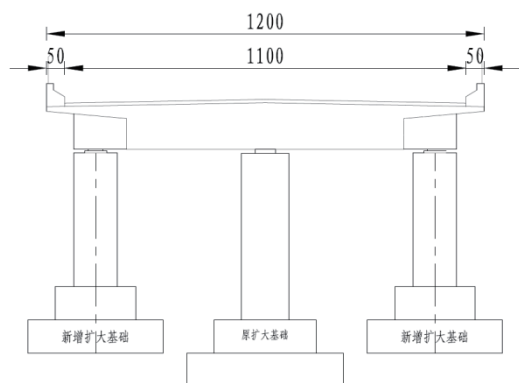


图4.3 扩大基础+增设墩柱构造图



图4.4 扩大基础+增设墩柱现场照片

表4.4 佩紫岭分离立交桥桥梁信息表

| 桥梁名称     | 中心桩号     | 桥梁分类 | 桥梁全长(m) | 主桥上部构造结构类型 | 单孔最大跨径(m) | 跨径组合(孔*m)   | 桥梁全宽(m) | 支座类型                              | 桥墩形式 | 跨越方式 |
|----------|----------|------|---------|------------|-----------|-------------|---------|-----------------------------------|------|------|
| 佩紫岭分离立交桥 | K599+600 | 中桥   | 67.06   | 连续箱梁       | 18        | 13+18+18+13 | 12      | 0#、4#四氟板式支座，双支座；1#、2#、3#盆式支座，单支座； | 柱墩式  | 支线上跨 |

#### 4.2.1 抗倾覆验算与安全评估

佩紫岭分离立交桥抗倾覆稳定性能验算表明：佩紫岭分离立交桥0#、4#台在作用基本组合下单向受压支座没有出现负反力，支座无脱空风险；在作用标准组合下最小抗倾覆稳定性系数为 $2.09 < 2.5$ ，不满足规范要求。

#### 4.2.2 加固提升设计方案

佩紫岭分离立交桥，桥宽12m，墩柱直径为1.3m。方案采用对3#墩柱两侧分别增设两个墩柱进行加固，由于原墩柱采用扩大基础，且综合桥梁地质情况，佩紫岭分离立交桥扩大基础持力层设于弱风化泥岩岩土层，改桥与主线斜交，两个墩柱的间距不小于4.65m。新钢盖梁上方新增两个可在正常行车条件下不参与受力的支座。当超重导致桥面一侧发生偏载时，新增的支座与原有支座组成共同受力体，防止横向侧翻，增强桥梁的抗倾覆能力，提升桥梁的安全运营系数。

扩大基础+增设墩柱构造图见图4.3，扩大基础+增设墩柱现场照片见图4.4：

#### 4.2.3 加固方案分析验算

加固方案拟定为：对佩紫岭分离立交桥3#墩柱两侧分别增设两个墩柱进行加固，3#墩柱的梁底盖梁上沿桥横断面方向增加2个支座，3#墩柱分别共设置3个支座，相邻两支座间距为4.5m，其中1#、2#墩柱维持原来为单支座。

佩紫岭分离立交桥加固后倾覆稳定性能验算可得：加固后佩紫岭分离立交桥桥台及墩柱支座均未出现负反力，加固后抗倾覆系数大于现行规定值，扩大基础和增设墩柱方案是可行的。

### 5 结论与建议

(1) 在独柱墩桥梁加固中，选择较合适的施工方案，应按照施工工序一步一步去实施，同时，施工时需要对各

个环节按施工技术要求进行质量管理，保证墩柱加固的各项施工工艺质量达标，最终桥梁整体质量达到设计要求。

(2) G72泉南高速K518+924沿风机砖厂分离立交桥和G1517莆炎高速K599+600佩紫岭分离立交桥，分别采用增加钢盖筒、钢盖梁的方案和扩大基础、增设墩柱的方案对桥墩进行加固，并且新的盖梁和新的墩柱上增加2个支座，抗倾覆性能得到了大大的提高，从而保障桥梁交通通行的安全性和延长桥梁的使用寿命。

(3) G72泉南高速K518+924沿风机砖厂分离立交桥和G1517莆炎高速K599+600佩紫岭分离立交桥采用增加钢盖筒、钢盖梁的方案和扩大基础、增设墩柱的方案加固方法后，在特征状态1和特征状态2下对桥墩的各个支座指标进行计算，并且各项数据都达到现行设计相关的规范的要求，证明加固方案是安全可靠的，实例的加固方案及验算过程也为日后加固方案的计算提供了可借鉴的参考依据。

#### 参考文献：

- [1] 黄金明. 独柱墩加固技术在珠海市前山立交桥中的应用[J]. 建筑技术开发, 2022(03): 136-140.
- [2] 刘骁. 独柱墩桥梁增设钢盖梁设计与验算分析[J]. 低温建筑技术, 2021, 43(11): 115-119.
- [3] 张伟. 独柱墩桥梁加固施工与技术[J]. 工程技术研究, 2021, 6(20): 245-246.
- [4] 郑晨晨. 增设钢管柱在独柱墩抗倾覆加固工程中的应用[J]. 交通世界, 2021(28): 117-118.
- [5] 王振航, 陈勇等. 独柱墩桥梁抗倾覆稳定性分析[J]. 城市道桥与防洪, 2021(07): 258-261.
- [6] 柴加兵. 独柱墩桥梁抗倾覆分析及加固设计研究[J]. 北方交通, 2021(06): 9-12.