

ICS 93.060

CCS P 66

DB 14

山 西 省 地 方 标 准

DB 14/T 3507—2025

公路桥梁墩身纠偏技术规程

2025 - 07 - 10 发布

2025 - 10 - 10 实施

山西省市场监督管理局 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 工作流程与要求	2
6 检测评估	2
7 纠偏设计	3
8 纠偏施工	6
9 监测	7
10 工程验收	8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会(SXS/TC37)归口。

本文件起草单位：山西省交通科技研发有限公司、山西交通科学研究院集团有限公司、山西交科公路勘察设计院有限公司、山西省交通新技术发展有限公司。

本文件主要起草人：毛敏、刘志华、赵文溥、宋敏、申雁鹏、苏贵君、吴佳佳、王彬、王晋璧、肖明琦、臧博、汪贤安、李青、刘建勋、王琪。

公路桥梁墩身纠偏技术规程

1 范围

本文件规定了公路桥梁墩身纠偏技术规程的基本规定,以及工作流程与要求、检测评估、纠偏设计、纠偏施工、监测与工程验收等要求。

本文件适用于公路桥梁墩身倾斜的纠偏工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
GB/T 51256 桥梁顶升移位改造技术规范
JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG/T J21 公路桥梁承载能力检测评定规程
JTG/T J22 公路桥梁加固设计规范
JTG/T J23 公路桥梁加固施工技术规范
DB14/T 2398 公路桥墩动测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

桥墩纠偏

将倾斜桥墩恢复至正常使用状态,使其满足安全性及使用功能要求的措施。

3.2

顶推纠偏法

对倾斜桥墩施加顶推力,使桥墩恢复到正常使用状态的方法。

3.3

牵引回拉纠偏法

对倾斜桥墩施加牵引拉力,使桥墩恢复到正常使用状态的方法。

3.4

卸载纠偏法

对偏压荷载卸载,使桥墩恢复到正常使用状态的方法。

3.5

堆载反压纠偏法

在墩身倾斜侧堆载反压，使桥墩恢复到正常使用状态的方法。

3.6

复位速率

纠偏过程中，桥墩固定观测点沿回倾方向单位时间的水平位移量。

4 基本规定

4.1 纠偏技术应遵循安全、可控、协调和环保的原则。

4.2 桥墩墩身倾斜超过 JTG F80/1 规定的允许值，且影响正常使用或安全时应进行纠偏。

4.3 桥墩纠偏可采用顶推纠偏法、牵引回拉纠偏法、卸载纠偏法和堆载反压纠偏法等，应综合考虑上部结构、桥墩形式、倾斜原因、纠偏工艺、纠偏成本、施工周期和交通组织等因素进行多方案比选，确定合理的纠偏处治方案。

4.4 宜依据施工监测反馈信息动态调整纠偏参数。

4.5 纠偏监测除满足本文件外，尚应符合国家、行业相关规定。

5 工作流程与要求

5.1 桥墩纠偏工作应按收集基础资料、检测评估、纠偏设计、纠偏施工、施工监测、工程验收的流程进行。

5.2 收集基础资料阶段宜将桥梁设计施工图、施工技术文件、竣工验收文件、历次检测评估报告、加固维修记录、桥位水文地质资料、历年自然灾害记录等资料收集完整。

5.3 检测评估应明确检测内容、方法、范围，查明桥墩倾斜原因，确定损伤程度和影响范围，为纠偏方案制定提供依据。检测评估包括现场检测和损伤评估，其工作深度应满足纠偏设计、施工等相关工作要求。

5.4 纠偏设计宜综合考虑倾斜原因、实施风险、施工条件、交通运营影响、施工周期和费用等因素，经比选确定纠偏方案。

5.5 纠偏施工应依据纠偏设计、工程环境、工程目标等因素，合理选择施工工艺、机械设备，编制施工组织设计。

5.6 施工监测应与纠偏施工同步开展，监测结果应及时反馈指导施工。

5.7 工程验收应满足设计要求及 JTG F80/1 等相关规范要求。

6 检测评估

6.1 现场检测

6.1.1 应依据原桥设计相关资料，现场复核桥位周边地貌、桥位地质、地表变动、墩周人工填土、基础冲刷深度等，开展倾斜桥墩所在联和相邻联调查，进行桥梁变位测量、桥墩材质状况检测和桥墩损伤检测等工作。

6.1.2 倾斜桥墩所在联及相邻联调查内容应包括主梁、伸缩装置、支座及桥面系构件病害。

6.1.3 桥墩材质状况检测内容包括材料强度、钢筋锈蚀和碳化状况等。

6.1.4 桥墩损伤检测应符合 JTG/T J21 和 DB14/T 2398 的要求。

6.2 损伤评估

6.2.1 数值分析法评估

6.2.1.1 应综合施工偏差、基础约束、主梁移位和桥墩周边环境等因素，建立倾斜桥墩数值模型；建模时的材料参数宜取实测值。

6.2.1.2 建立原桥桥墩数值模型，对原桥桥墩与倾斜桥墩的内力、动力特性、整体稳定性及材料最大应力进行对比分析，综合评估桥墩受损状态及承载力。

6.2.2 振动分析法评估

根据倾斜桥墩实测自振频率与理论计算频率比值，按表1的规定确定自振频率评定标度，自振频率评价价值按公式（1）计算：

表 1 桥墩自振频率标定标准

评价标度	1	2	3	4	5
评价价值 K_{fi}	≥ 1.20	[1.00, 1.20)	[0.95, 1.00)	[0.80, 0.95)	< 0.80
损伤评价	完好	轻微损伤	明显损伤	较大损伤	严重损伤

$$K_{fi} = \frac{f_{mi}}{f_{di}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

K_{fi} ——桥墩各阶自振频率的评价价值；

f_{mi} ——偏位桥墩各阶自振频率实际测试结果的平均值，单位为赫兹（Hz）；

f_{di} ——桥墩各阶自振频率的理论计算值，单位为赫兹（Hz）。

7 纠偏设计

7.1 基本要求

7.1.1 综合桥位周边地形、地质条件、施工风险程度、实施难易程度等因素进行设计。

7.1.2 设计内容应包括桥梁基本概况、工程地质与水文地质条件、检测与损伤评估结果、纠偏方案比选、纠偏目标控制值、复位速率、结构加固设计（如必要）、施工技术要求、工程验收要求等。

7.1.3 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引发结构损伤时，应对相应结构或构件进行加固设计和验算。

7.1.4 应防止结构次生损伤、过量附加倾斜和整体失稳。

7.1.5 应考虑纠偏对邻近墩台及上部结构的影响。

7.2 顶推纠偏法

7.2.1 适用范围

适用于施工现场便于安装顶升和顶推装置的倾斜桥墩。

7.2.2 设计内容

7.2.2.1 宜按梁体顶升→桥墩水平顶推→梁体落位的顺序设计。

7.2.2.2 梁体顶升宜根据主梁结构荷载和单个千斤顶额定承载力确定顶升千斤顶的数量，按照 GB/T 51256，按公式（2）计算：

$$n_q = k_q \frac{G_k}{N_q} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- n_q ——千斤顶数量；
- k_q ——安全系数，取值不小于1.5，水平承载时不小于1.25；
- G_k ——上部结构总荷载标准值，单位为千牛（kN）；
- N_q ——单个千斤顶额定承载力，单位为千牛（kN）。

7.2.2.3 梁体顶升临时支撑体系的设计应符合 GB/T 51256 的要求。

7.2.2.4 梁体顶升千斤顶作用力大小和位置应满足墩身接触面局部承压强度要求，局部承压验算与墩顶抗劈裂验算应符合 JTG 3362 的要求。

7.2.2.5 顶推纠偏受力示意图1，水平顶推力按公式（3）、公式（4）和公式（5）计算：

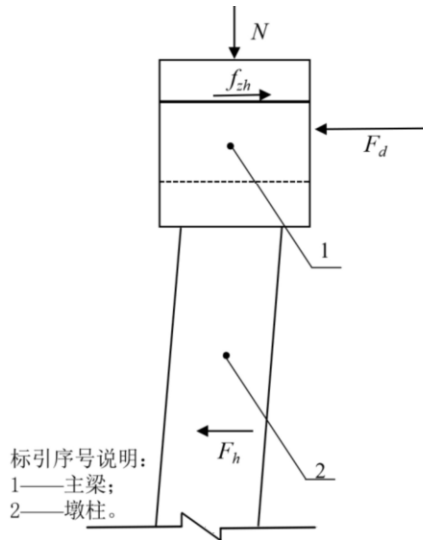


图 1 桥墩顶推受力示意

$$F_d + F_h = f_{zh} \dots\dots\dots (2)$$

$$F_d > f_{zh} \dots\dots\dots (3)$$

$$f_{zh} = \mu N \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- F_d ——水平顶推力，单位为千牛（kN）；
- f_{zh} ——主梁与滑道之间的摩擦力，单位为千牛（kN）；
- F_h ——墩柱自身恢复力，单位为千牛（kN）；
- μ ——主梁与滑道之间的摩擦系数，无试验数据时，可取0.1~0.15；
- N ——上部结构总荷载，单位为千牛（kN）。

7.2.2.6 水平顶推千斤顶作用力大小和位置应满足墩身接触面局部承压强度要求，局部承压验算应符合 JTG 3362 的要求。

7.3 牵引回拉纠偏法

7.3.1 适用范围

适用于施工现场便于安装锚固装置的倾斜桥墩。

7.3.2 设计内容

7.3.2.1 宜按梁体顶升→桥墩牵引回拉→梁体落位的顺序分阶段设计；牵引回拉过程中桥墩受力示意图 2。

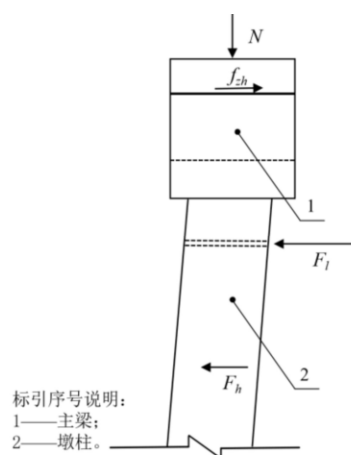


图 2 桥墩牵引回拉受力示意

7.3.2.2 梁体顶升设计按照 7.2 进行。

7.3.2.3 牵引回拉纠偏力按公式 (5)、公式 (6) 和公式 (7) 计算：

$$F_l + F_h = f_{zh} \dots\dots\dots (1)$$

$$F_l > f_{zh} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

F_l ——牵引回拉力，单位为千牛（kN）。

7.3.2.4 牵引回拉采用地锚装置时，锚固系统计算应符合 GB 50086 的要求。

7.3.2.5 倒链牵引回拉宜根据牵引回拉力设计值和倒链起重量范围选择倒链型号与数量。

7.4 卸载纠偏法

7.4.1 适用范围

适用于墩周堆载偏压导致墩身偏移。

7.4.2 设计内容

7.4.2.1 宜按墩周土体卸载→墩身复位→桩周土体加固（如必要）的顺序设计。

7.4.2.2 基于考虑上部结构约束和堆载土体作用的桥墩数值模型，确定开挖方量和开挖步骤；地基约束按土弹簧模拟。

7.4.2.3 若卸载后墩身无法复位至正常使用状态，需采用顶推、牵引回拉等方式综合纠偏，按照 7.2 和 7.3 进行。

7.5 堆载反压法

7.5.1 适用范围

适用于取土方便、作业场地开阔、偏移量较小的倾斜墩身。

7.5.2 设计内容

7.5.2.1 宜按堆载反压→墩身复位→桩周土体加固（如必要）的顺序设计。

7.5.2.2 基于考虑上部结构约束和堆载土体作用的桥墩数值模型，确定分级堆载的材料、范围、高度及堆载持荷时间等。

8 纠偏施工

8.1 施工准备

8.1.1 施工前应进行倾斜桥梁技术状况复查和施工场地查勘，与设计不符时应将结果通知有关单位。

8.1.2 施工前对可能产生影响的相邻桥墩、主梁结构等构件采取保护措施。

8.1.3 纠偏施工使用的主要材料，应具有国家相关管理部门认定的产品性能检测报告和产品合格证，其物理力学性能指标应满足设计要求。纠偏用材料的检验，应依据国家及行业现行有关标准执行。

8.1.4 纠偏设备应按要求校验，标定和校验应由经有关主管部门认定的计量机构进行。

8.2 施工工艺

8.2.1 顶推纠偏工艺应符合下列规定：

- a) 采用安装水平顶推装置→梁体预顶升→梁体正式顶升→安装临时支座（含滑动层）→梁体落位→墩身预顶推→墩身正式顶推→支座更换→落梁的顺序进行纠偏；
- b) 顶升千斤顶与主梁或其他顶升构件接触部位、水平顶推千斤顶与墩身之间布设防滑移装置；
- c) 根据顶升高度和顶升空间选择顶升设备，千斤顶额定顶升力不小于计算顶升力的 1.3 倍，千斤顶额定顶升位移量不小于计算顶升位移量的 1.6 倍；
- d) 顶升施工前统一调试千斤顶各子系统，确保千斤顶同步稳定工作；
- e) 梁体预顶升采用荷载控制，加载至顶升力理论计算值的 30%，持荷 5 min ~ 10 min；若无异常情况，则进入正式顶升阶段；
- f) 梁体正式顶升速度不大于 1mm/5min，采用分级、分次持续顶升上部结构至预定高程；顶升高度应以支座顶部脱离梁体底部且满足滑道布设所需的操作空间为限；对于板式橡胶支座，顶升高度宜控制在 5 mm 以内；对于盆式支座，顶升高度可根据顶升方案设计值确定；
- g) 梁体顶升后，在主梁与临时支座顶部之间安装滑动层，滑动系数小于等于 0.06；
- h) 水平预顶推采用荷载控制，加载至顶推力理论计算值的 30%，持荷 5 min ~ 10 min；若无异常情况，则进入正式顶推阶段；
- i) 水平正式顶推采用逐级缓慢同步顶推方式，每级顶推位移量不大于 10 mm，持荷 30 min，滑动装置及桥梁各构件无异常后继续下一级顶推；距离复位目标 20 mm 左右时顶推千斤顶由连续作业变更为点动操作，直至墩身复位至目标值；
- j) 墩身复位后立即进行检测并进行 24 h 监测，检验合格后拆除顶推装置；
- k) 墩身复位后对受损构件进行修复和更换，撤除临时支座和顶升装置。

8.2.2 牵引回拉纠偏工艺应符合下列规定：

- a) 按照安装锚固系统→梁体顶升→安装滑动装置→梁体落位→牵引回拉墩身的顺序进行；
- b) 锚固系统采用锚索方案时，施工方案符合 GB 50086 的要求；
- c) 梁体顶升和滑动装置安装施工同 8.2.1；

- d) 采用人工倒链逐级缓慢牵引回拉，每级复位量不大于 10 mm，持荷 30 min，滑动装置及桥梁各构件无异常后继续下一级加载；
- e) 桥墩复位后支座更换和落梁同 8.2.1。

8.2.3 卸载纠偏工艺应符合下列规定：

- a) 采用墩侧开挖→桥墩复位→桩周土体加固的顺序进行纠偏；
- b) 墩周荷载卸载可采用机械开挖方式；
- c) 墩侧开挖时自上而下分级进行；根据上一级卸载监测数据，调整下一级卸载的开挖位置、范围、深度；
- d) 桥墩复位且稳定后，必要时进行桩周土体加固。

8.2.4 堆载反压纠偏工艺应符合下列规定：

- a) 堆载前清除反压区表层软弱土、杂物，表层保持平整；
- b) 堆载材料采用土石方等，在倾斜侧均衡逐级堆载；
- c) 桥墩复位速率不大于 10 mm/d，根据桥墩复位情况及时调整堆载时间和堆载量；
- d) 桥墩复位后，对数值模拟存在开裂风险区域开展现场验证；按照 JTG/T J22 和 JTG/T J23 对损伤部位进行加固。

9 监测

9.1 施工监测

9.1.1 应根据损伤评估结果、纠偏方案、施工工艺和监测需求等确定监测内容、监测设备、测点布设和监测周期等。

9.1.2 监测内容见表 2，可根据特定需求选择监测内容。

表 2 监测内容

监测类别		监测内容	监测选项
环境	温度	桥址区环境温度	●
结构响应	位移	梁端纵向位移	○
		墩顶位移	●
		墩身八分点位移	○
	应变	墩身关键截面应变	●
		主梁关键截面应变	○
	作用力	顶推力	○
		牵引力	○
结构变化	裂缝	结构裂缝	●
注：●为应选监测项，○为可选监测项。			

9.1.3 监测设备应满足监测点位的监测需求，且应经鉴定合格或校准确认其精度符合监测要求。

9.1.4 施工监测周期自纠偏施工开始之日起，至交（竣）工验收止；

9.2 长期监测

9.2.1 监测内容包括全高竖直度和墩顶水平位移等。

9.2.2 监测设备宜采用全站仪、经纬仪、光学水准仪、电子水准仪等。

9.2.3 监测周期不少于 6 个月，可根据监测数据变化趋势适当延长监测周期。

10 工程验收

10.1 纠偏工程验收除满足 JTG F80/1 的要求外，应提交下列资料：

- a) 倾斜桥墩检测评估报告；
- b) 纠偏工程设计文件、图纸和评审记录；
- c) 纠偏施工组织设计和施工方案；
- d) 纠偏监测报告；
- e) 施工过程质量控制资料；
- f) 施工用材料的试验资料和产品合格证；
- g) 验收报告；
- h) 其他文件和记录。

10.2 桥墩验收项目按照表 3 进行。

表 3 验收项目

序号	检验项目		规定值或允许偏差	检验方法和频率
1	桥墩	全高竖直度或斜度（mm）	≤设计值	吊垂线或经纬仪，测量2点
2	支座	支座中心横桥向偏位(mm)	± 2	经纬仪、钢尺：每支座
3		支座顺桥向偏位(mm)	± 10	经纬仪或拉线检查：每支座
4		支座高程(mm)	符合设计规定；设计未规定时， ± 5	水准仪：每支座
5		支座四角高差(mm)	承压力≤500 kN： ± 1	水准仪：每支座
	承压力 > 500 kN： ± 2			