



T/CECS G:D60-01—2020

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

# 公路无伸缩缝桥梁技术规程

Technical Specification for Highway Jointless Bridges

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

# 公路无伸缩缝桥梁技术规程

Technical Specification for Highway Jointless Bridges

T/CECS G:D60-01—2020

主编单位:福州大学

苏交科集团股份有限公司

批准部门:中国工程建设标准化协会

实施日期:2020年08月01日

人民交通出版社股份有限公司

北京

**标准类型：**中国工程建设标准化协会标准

**标准名称：**公路无伸缩缝桥梁技术规程

**标准编号：**T/CECS G:D60-01—2020

**主编单位：**福州大学

苏交科集团股份有限公司

**责任编辑：**李 沛

**责任校对：**孙国靖 龙 雪

**责任印制：**刘高彤

**出版发行：**人民交通出版社股份有限公司

**地 址：**(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

**网 址：**<http://www.ccpcl.com.cn>

**销售电话：**(010)59757973

**总 经 销：**人民交通出版社股份有限公司发行部

**印 刷：**北京鑫正大印刷有限公司

**开 本：**880×1230 1/16

**印 张：**2.75

**字 数：**56千

**版 次：**2020年8月 第1版

**印 次：**2020年8月 第1次印刷

**统一书号：**15114·3561

**定 价：**35.00元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

# 中国工程建设标准化协会

## 公 告

第 574 号

### 关于发布《公路无伸缩缝桥梁技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2017 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2017〕031 号)的要求,由福州大学、苏交科集团股份有限公司等单位编制的《公路无伸缩缝桥梁技术规程》,经本协会公路分会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS G:D60-01—2020,自 2020 年 8 月 1 日起施行。

二〇二〇年三月三十一日

## 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2017年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2017〕031号)的要求,由福州大学和苏交科集团股份有限公司作为主编单位,承担《公路无伸缩缝桥梁技术规程》(以下简称“本规程”)的制定工作。

本规程编制过程中,编写组调研了国内外无伸缩缝桥梁的设计、施工和养护情况,开展了温度、变形、引板受力等专题研究,总结了我国无伸缩缝桥梁的设计、施工和养护经验,并参考了国外技术标准、规范;同时,征求了行业内许多单位和学者的意见和建议。

本规程共6章,包括:1 总则、2 术语和符号、3 设计计算、4 结构与构造、5 施工与验收、6 养护。

本规程是为规范公路无伸缩缝桥梁的设计、施工与养护而编制的,适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件,使用本规程相关条文时,应对其适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理,由福州大学负责具体技术内容的解释,在执行过程中如有意见或建议,请函告本规程日常管理组,中国工程建设标准化协会公路分会(地址:北京市海淀区西土城路8号;邮编:100088;电话:010-62079839;传真:010-62079983;电子邮箱:shc@rioh.cn),或福州大学黄福云(地址:福建省福州市大学城新区学園路2号;邮编:350116;电话:13850136497;电子邮箱:huangfuyun@fzu.edu.cn),以便修订时参考。

**主 编 单 位:**福州大学  
苏交科集团股份有限公司

**参 编 单 位:**云南省交通规划设计研究院  
长安大学  
天津大学  
福建省漳州市公路局  
东北林业大学  
福建第一公路工程集团有限公司

**主 编:**陈宝春 李大鹏

**主要参编人员:**黄福云 王 进 刘永健 赵秋红 蔡文生 于天来  
赖有泉 贲庆国 薛俊青 黄育凡 Bruno Briseghella

苏家战 陈友杰 林上顺 杨 艳 徐 普 曹学勇  
许 震 罗小焯

主 审: 许宏元

参与审查人员: 庄一舟 彭大文 陈宜言 向中富 王立新 刘海青  
彭元诚 陈开良 徐 明 罗 英 郑杰圣

## 目次

<b>1</b>	<b>总则</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>术语和符号</b>	<b>3</b>
2.1	术语	3
2.2	符号	6
<b>3</b>	<b>设计计算</b>	<b>7</b>
3.1	一般规定	7
3.2	作用	8
3.3	结构计算	11
3.4	结构验算	14
<b>4</b>	<b>结构与构造</b>	<b>16</b>
4.1	一般规定	16
4.2	桥台及其挡土结构	17
4.3	引板	24
4.4	台后路基路面结构	27
4.5	主梁与桥墩	28
<b>5</b>	<b>施工与验收</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>养护</b>	<b>34</b>
	本规程用词用语说明	35

# 1 总则

**1.0.1** 为规范公路无伸缩缝桥梁的设计、施工与养护,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于上部结构为钢筋混凝土梁、预应力混凝土梁、钢-混组合梁的无伸缩缝桥梁的设计、施工与养护。

## 条文说明

我国已建的无伸缩缝桥梁主要是钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥,钢-混组合梁也开始得到应用。虽然钢梁无伸缩缝桥梁在国外已有少量的应用,但在国内尚未应用,无应用经验可总结。因此,对本规程适用的无伸缩缝桥梁上部结构进行相应的限定。

**1.0.3** 本规程适用于桥面纵向坡度不大于5%,且满足下列条件的整体桥、半整体桥和延伸桥面板桥:

1 整体桥:桥梁跨径总长不大于120m的直桥、“以直代曲”的弯桥和斜交角不大于30°的斜桥。

2 半整体桥:桥梁跨径总长不大于150m的直桥、“以直代曲”的弯桥和斜交角不大于20°的斜桥。

3 延伸桥面板桥:桥梁全长不大于150m的直桥、“以直代曲”的弯桥和斜交角不大于30°的斜桥。

## 条文说明

无伸缩缝桥梁的关键是桥台处的无缝化。桥台处无缝化应用最广、技术也最成熟的无伸缩缝桥梁是整体桥、半整体桥和延伸桥面板桥。因此,本条规定规程适用的范围为这三种无伸缩缝桥梁。

纵坡太大会影响上部结构向两端温度变形的对称性,参照美国佛蒙特州(Vermont)无伸缩缝桥梁设计指南和马萨诸塞州(Massachusetts)的公路桥设计手册,对纵坡值进行了限定。

无伸缩缝桥梁随着桥长的增大,温度效应也随之增大。对于整体桥和半整体桥,主梁受到较大的约束,是温度变形及其附加内力计算的重点,因此桥长以跨径总长来表征,而没有采用全长,不包含引板的长度;对于延伸桥面板桥,主梁所受约束较小,和引板的纵桥向伸缩变形全部集中到引板末端,因此其桥长采用桥梁全长(包含了引板的长度)来

表征。

本条对桥长的规定,是指规程的适用范围,来源于我国已有的工程实践。如我国已建的整体桥,跨径总长最长的是 120m(2004 年建成的福建永春上坂大桥),该桥经过十余年的运营,技术状况良好,所以将整体桥的适用范围定在 120m 以内,半整体桥和延伸桥面板桥则扩大到 150m。但是,这样的规定并不意味着无伸缩缝桥梁不能超过这些长度。事实上,国外已有大量长度较长的无伸缩缝桥梁,有些甚至长达三四百米。目前我国无伸缩缝桥梁应用处于起步阶段,本规程规定的桥长范围,以谨慎、稳妥考虑为主,待将来积累一定的经验后再行修订。

我国幅员辽阔、各地气候环境相差较大,桥梁限定长度主要针对气温变化范围大的寒冷地区。对于气温变化范围小的地区,无伸缩缝桥梁的长度通过设计计算,可适当放长。

弯桥在温度变化作用下主梁沿轴线方向的变形,可部分转化为径向的变形,即拱效应 (Arch effect),这使其适用长度可大于直无伸缩缝桥梁的长度。但是,这对支座适应多向变形、桥墩承受多向弯矩的能力均提出了较高要求。美国 2004 年的调查结果表明,弯无伸缩缝桥梁仅在 4 个州允许使用,其中,3 个州允许用“以直(纵梁)代曲”的方法修建。所以,这里只规定适用于“以直代曲”的弯桥,其曲率半径较大,弯曲效应不明显。

斜桥中土压力是垂直作用在挡土结构上的,它使梁体产生向着锐角方向转动的趋势。土压力方向对桥台桩基础受力也有影响。对于整体桥,上部结构与桥台完全固结的,二者之间没有支座,土压力的作用方向对桥台桩基础的受力有影响,但固结后的桥台减小了梁体的转动,因此对上部结构的受力影响不是很大。对于延伸桥面板桥,主梁没有受到土压力的作用,影响也较小。对于半整体桥,因为上部结构与桥台之间没有固结,梁端承受土压力,使上部结构存在发生面内转动的可能,研究表明,斜交角超过  $20^\circ$  后,这种影响较大,易引起桥面端部的铺装层开裂。根据国内外的实践情况,斜半整体桥的斜交角限制在  $20^\circ$  内,而斜整体桥和斜延伸桥面板桥的斜交角限制在  $30^\circ$  内。

**1.0.4** 无伸缩缝桥梁的设计、施工与养护除应符合本规程的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 伸缩间隙 joint gap

为适应材料胀缩等变形而在桥梁上部结构中设置的间隙。

#### 2.1.2 伸缩缝 deck joint

具备桥面功能,使车辆平稳通过,且满足桥梁结构伸缩变形需要的装置。

#### 2.1.3 无伸缩缝桥梁 jointless bridge

上部结构(含引板)连续且无伸缩缝的桥梁。

#### 条文说明

“上部结构”包含支承于墩、台上的桥跨结构和支承于路基上的引板。

#### 2.1.4 无伸缩缝桥梁全长 total length of jointless bridge

上部连续结构(含引板)的长度。

#### 条文说明

按《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)第3.3.5条规定,一般桥梁的桥长为:有桥台桥梁为两岸桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离,无桥台的桥梁为桥面系长度。对于无伸缩缝桥梁,引板与上部结构连成一体,且其末端一般在侧墙或八字墙后端点外,故引板需计入桥长的计算范围。桥梁全长是上部结构温度变化计算时的结构长度。

#### 2.1.5 整体式桥台 integral abutment

与主梁连续的桥台。

#### 2.1.6 半整体式桥台 semi-integral abutment

桥台由两部分组成,上部分与主梁连续,上、下部分通过支承连接。

**2.1.7 延伸桥面板桥台 deck-extension abutment**

与主梁不连续,引板与主梁连续的桥台。

**2.1.8 整体桥 integral bridge**

采用整体式桥台的无伸缩缝桥梁。

**2.1.9 半整体桥 semi-integral bridge**

采用半整体式桥台的无伸缩缝桥梁。

**2.1.10 延伸桥面板桥 deck-extension bridge**

采用延伸桥面板桥台的无伸缩缝桥梁。

**2.1.11 结构连续无伸缩缝桥梁 structural continuous jointless bridge**

桥跨结构为连续结构的无伸缩缝桥梁,主要有连续刚构无伸缩缝桥梁、连续半刚构无伸缩缝桥梁和连续梁无伸缩缝桥梁。

**2.1.12 桥面连续无伸缩缝桥梁 deck-only continuous jointless bridge**

结构不连续,但桥面连续的无伸缩缝桥梁。

**2.1.13 温度计算长度 temperature calculation length**

受温度变化影响的梁体结构连续长度。

**2.1.14 半刚接 semi-rigid joint**

仅传递剪力、轴力,不传递或部分传递弯矩的连接。

**2.1.15 桥面连续板 link slab**

桥面连续桥两相邻跨之间的桥面板。

**2.1.16 端墙 end-wall**

整体式桥台或半整体式桥台中,在横桥向将各主梁连成整体的结构。

**条文说明**

对于整体式桥台或半整体式桥台,端墙是在横桥向将各主梁连成整体的结构。其中,在整体式桥台中,是桩帽以上的部分;在半整体桥中,是桥台的上部分。从上部结构的角度来看,也可称为端横隔板或端横梁。对于延伸桥面板桥台,一般称为背墙,见本规程第4.1.1条。

**2.1.17 包布隔离法** rug-wrapping isolation method

在桩的顶部一定深度范围内用布包裹,使其与桩周土隔离的方法。

**2.1.18 预钻孔填充桩** pile predrilled and filled with soft material

在桩顶部一定深度范围内扩孔钻,成桩后回填松散材料的桩。

**2.1.19 引板** approach slab

与主梁连续的桥头搭板。

## 条文说明

“引板”是指与主梁相接的桥头搭板,参与主梁的纵桥向伸缩变形和受力,并将部分伸缩变形从主梁“引”到搭板与道路接线路面相接处。采用“引板”一词是为了将其与传统有缝桥的“搭板”相区别,也与英语的 approach slab 原意相一致。

**2.1.20 面板式引板** grade flat approach slab

与桥面板高程一致,并作为路面结构的引板。

**2.1.21 平埋式引板** buried flat approach slab

埋在低于桥面和路面高程一定深度处的引板。

**2.1.22 斜埋式引板** buried inclined approach slab

从与主梁相接端向接线端向下斜向放置的引板。

**2.1.23 Z式引板** Z-shaped approach slab

由面板、斜板和底板组成的Z形引板。

**2.1.24 过渡板** transition slab

连接引板和接线道路的板。

**2.1.25 枕梁** sleeper beam

用于支承引板、过渡板或路面的梁体。

**2.1.26 微型桩** micro-pile

支承枕梁或引板的小直径桩。

**2.1.27 无黏结层** non-adhesive layer

采用无黏结材料,用于隔离同一结构不同构件的隔离层。

## 2.2 符号

- $b_1$ ——桩的计算宽度；  
 $c_i$ ——第  $i$  层土的黏聚力；  
 $D$ ——桩径或受力方向桩宽；  
 $d$ ——钢筋直径；  
 $EI$ ——桩的抗弯刚度；  
 $h$ ——等代桩长；  
 $l_t$ ——结构连续长度；  
 $K_{ai}$ ——第  $i$  层土的主动土压力系数；  
 $k_f$ ——桩形状系数；  
 $K_{pi}$ ——第  $i$  层土的被动土压力系数；  
 $m$ ——非岩石地基土水平向抗力系数的比例系数；  
 $P_{aki}$ ——桥台外侧,第  $i$  层土中计算点的主动土压力强度标准值；  
 $P_{pki}$ ——桥台外侧,第  $i$  层土中计算点的被动土压力强度标准值；  
 $T$ ——结构有效温度；  
 $T_{max}$ ——当地的历史最高气温；  
 $T_{min}$ ——当地的历史最低气温；  
 $t_0$ ——结构基准温度；  
 $Z$ ——桩基的入土深度；  
 $\alpha$ ——材料线膨胀系数；  
 $\alpha_0$ ——桩的变形系数；  
 $\sigma_k$ ——桥台外侧计算点的土中竖向应力标准值；  
 $\varphi_i$ ——第  $i$  层土的内摩擦角；  
 $\Delta l_t$ ——结构(因温度变化引起的)胀缩变形量；  
 $\Delta t$ ——结构有效均匀温差。

## 3 设计计算

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 无伸缩缝桥梁应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,按分项系数的设计表达式进行设计。

**3.1.2** 无伸缩缝桥梁应考虑持久状况、短暂状况、偶然状况和地震状况,进行下列两类极限状态设计:

1 承载能力极限状态:对应于无伸缩缝桥梁及其构件达到最大承载能力或出现不适于继续承载的变形或变位的状态。

2 正常使用极限状态:对应于无伸缩缝桥梁及其构件达到正常使用的某项规定限值的状态。

**3.1.3** 无伸缩缝桥梁抗震设计应符合现行《公路工程抗震规范》(JTG B02)和《公路桥梁抗震设计规范》(JTG/T 2231-01)的规定。

#### 条文说明

研究表明,一般情况下,无伸缩缝桥梁的抗震性能不低于相应的有伸缩缝桥梁,在抗震设计方面,它与一般桥梁结构相同。在抗震计算时,可以根据实际情况,考虑桥台填料与桥台、桩侧土与桩之间的相互作用。

**3.1.4** 无伸缩缝桥梁结构的承载力、变形和稳定性能,应符合国家现行有关标准的规定。

**3.1.5** 无伸缩缝桥梁设计所涉及的岩土分类、工程特性指标和地基承载力可按现行《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363)的规定采用。

**3.1.6** 无伸缩缝桥梁应计入主梁纵桥向受约束产生的附加内力。

**3.1.7** 多跨整体桥的桥台桩基受抗拔荷载作用时,宜考虑桩基负摩擦力的影响。

## 条文说明

对于多跨连续梁或连续刚构整体桥,当边跨较小或在特定荷载作用下时,桥台桩基可能会受到向上的作用力,因此,需考虑桩基的负摩擦力作用。

## 3.2 作用

**3.2.1** 无伸缩缝桥梁的作用分类与效应组合,除应符合本规程的规定外,尚应符合现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)的规定。地震作用计算应按现行《公路工程抗震规范》(JTG B02)和《公路桥梁抗震设计规范》(JTG/T 2231-01)执行。

**3.2.2** 无伸缩缝桥梁的上部结构、下部结构与基础设计,均应根据当地气象条件和桥梁结构的材料、形状、尺寸和约束条件等因素,计算由温度作用引起的结构响应,并符合下列规定:

- 1 各种结构的材料线膨胀系数应符合表 3.2.2-1 的规定。

表 3.2.2-1 材料线膨胀系数

结构种类	线膨胀系数(以摄氏度计)
钢结构	0.000 012
混凝土、钢筋混凝土及预应力混凝土结构	0.000 010
混凝土预制块砌体	0.000 009
石砌体	0.000 008

- 2 计算上部结构因均匀温度作用引起的变形或约束变形时,应从结构受到约束时的温度(基准温度)开始,考虑最高和最低有效温度的作用效应,按式(3.2.2-1)计算。

$$\Delta l_t = \alpha \cdot l_t \cdot \Delta t \quad (3.2.2-1)$$

式中: $\Delta l_t$ ——结构(因温度变化引起的)胀缩变形量(m);

$\alpha$ ——材料线膨胀系数,按表 3.2.2-1 采用;

$l_t$ ——结构连续长度(m);

$\Delta t$ ——结构有效均匀温差( $^{\circ}\text{C}$ ),按式(3.2.2-2)计算;

$$\Delta t = T - t_0 \quad (3.2.2-2)$$

$T$ ——结构有效温度( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_0$ ——结构基准温度( $^{\circ}\text{C}$ )。

- 3 结构基准温度  $t_0$  宜取形成无伸缩缝桥梁结构时的大气温度;结构有效温度  $T$  包括最高和最低有效温度,可根据实测资料确定,并分别按式(3.2.2-3)和式(3.2.2-4)计算。

最高有效温度:

$$T = T_{\max} \quad (3.2.2-3)$$

最低有效温度:

$$T = T_{\min} \quad (3.2.2-4)$$

式中： $T_{\max}$ ——当地的历史最高气温(°C)；

$T_{\min}$ ——当地的历史最低气温(°C)；

$T_{\max}$ 与 $T_{\min}$ 若无实测资料时,可按表3.2.2-2取用。

表 3.2.2-2 公路桥梁结构的有效温度标准值(°C)

气温分区	混凝土桥面板钢桥		混凝土、石桥	
	最高	最低	最高	最低
严寒地区	39	-32	34	-23
寒冷地区		-15		-10
温热地区		-6(-1)		-3(0)

注:表中“( )”内的数值适用于广州、南宁、昆明和福州地区。

#### 条文说明

无伸缩缝桥梁由于取消了伸缩缝,温度变化引起的上部结构变形及变形受约束所产生的附加内力,是其与有伸缩缝桥梁受力最大的不同。温度作用是无伸缩缝桥梁设计计算的特点与要点,本规程将其单独给出。本条第1、2款给出了计算的一般性规定,第3款给出了具体规定。

基准温度,是指施工中形成无伸缩缝桥梁结构时的结构温度。如整体桥、半整体桥中主梁与端墙固结形成整体时,延伸桥面板桥主梁与引板连成一体时。

对于有效温度,《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)将我国划分为严寒地区、寒冷地区、温热地区3个气候区,给出推荐值。在上述每个区域中选取3座城市,福州大学分别对空心板和小箱梁混凝土桥的截面平均温度进行了实测与计算。结果表明,采用《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)表4.3.12-2推荐值计算的结果比实测值偏大,采用当地大气温度(历史最高、最低气温)计算结果吻合度有所提高,但仍偏大。考虑到上述研究的代表性和广泛性仍存在较大的不足,故提出本条第3款偏保守的规定。

**3.2.3** 无伸缩缝桥梁受力分析时宜将引板作为桥梁结构的组成部分,并应考虑引板对结构变形的约束作用。引板板底摩阻系数宜按实测取值;无实测值时,若对结构的承载能力不利,可取0.7,作用分项系数取1.4;若对结构的承载能力有利,可取0.4,作用分项系数取1.0。

#### 条文说明

无伸缩缝桥梁的引板与主梁连成整体,且其板底摩阻力会阻碍纵桥向位移,进而对主梁形成约束。引板板底摩阻系数无实测值时,根据福州大学的试验研究结果,给出了偏保守的取值。

**3.2.4** 计算主梁纵桥向变形及其引起的附加内力时,除温度变形外,还应考虑预应力、

混凝土收缩、徐变引起的变形以及车辆制动力引起的变位。变形或变位可按现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)的规定计算。

**3.2.5** 延伸桥面板桥的台后土压力、整体桥和半整体桥不考虑梁体温度变化伸缩作用时的台后土压力为永久作用,应按现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)规定的主动土压力计算方法计算,并进行作用效应组合验算。对结构的承载能力不利时,取作用分项系数 1.4;对结构的承载能力有利时,取作用分项系数 1.0。

#### 条文说明

我国现行公路桥梁设计规范中,台后土压力采用主动土压力进行计算。

延伸桥面板桥的桥台构造和受力机理与有缝桥相似,其台后土压力为永久作用,按现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)规定的主动土压力计算。整体桥和半整体桥的桥台构造与受力机理与有缝桥桥台不同,然而,当不考虑梁体温度变化伸缩变形时,其台后土压力为永久作用,仍按现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)规定的主动土压力计算。

土压力作用的分项系数参照《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)表 4.1.5-2 取用。

**3.2.6** 梁体伸缩引起桥台位移所产生的台后土压力,在考虑温度作用效应等组合中,应按可变作用进行计算,并满足下列要求:

1 梁体收缩时,台后土压力应按式(3.2.6-1)和式(3.2.6-2)进行主动土压力计算。对结构的承载能力不利时,取作用分项系数 1.4;对结构的承载能力有利时,取作用分项系数 1.0。

$$P_{aki} = \sigma_k K_{ai} - 2c_i \sqrt{K_{ai}} \quad (3.2.6-1)$$

$$K_{ai} = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_i}{2} \right) \quad (3.2.6-2)$$

式中: $P_{aki}$ ——桥台外侧,第  $i$  层土中计算点的主动土压力强度标准值(kPa);

$\sigma_k$ ——桥台外侧计算点的土中竖向应力标准值(kPa),即由土的自重产生的竖向总应力;

$c_i$ ——第  $i$  层土的黏聚力(kPa);

$\varphi_i$ ——第  $i$  层土的内摩擦角( $^\circ$ );

$K_{ai}$ ——第  $i$  层土的主动土压力系数。

2 温度上升梁体伸长时,可按式(3.2.6-3)和式(3.2.6-4)计算被动土压力。对结构的承载能力不利时,取作用分项系数 1.0;对结构的承载能力有利时,取作用分项系数 0.5。

$$P_{pki} = \sigma_k K_{pi} + 2c_i \sqrt{K_{pi}} \quad (3.2.6-3)$$

$$K_{pi} = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi_i}{2}\right) \quad (3.2.6-4)$$

式中： $P_{pki}$ ——桥台外侧，第  $i$  层土中计算点的被动土压力强度标准值(kPa)；

$\sigma_k$ ——桥台外侧计算点的土中竖向应力标准值(kPa)；

$K_{pi}$ ——第  $i$  层土的被动土压力系数。

### 条文说明

整体桥和半整体桥主梁的端墙为桥台的一部分，温度变化等引起的伸缩变形所产生的土压力，不是永久作用，而是可变作用。当梁体收缩时，台后土往主梁方向移动，按主动土压力计算，与国内现行规范相一致，也与国外多数的指南或规范的规定相一致。作用分项系数参照《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)表 4.1.5-2 取用。

温度上升梁体伸长时，台后土向路堤方向产生移动或转动，国外的指南或实际计算中，多采用被动土压力计算。然而被动土压力较主动土压力要大许多，如当内摩擦角为  $30^\circ$  时，被动土压力约为主动土压力的 9 倍。而实际上，只有土体向台后产生很大的水平位移时，才能使台后土的棱体出现滑动面达到被动土压力计算值。在无伸缩缝桥梁桥长不大于 150m 时，较难出现这样的情况。然而，研究表明，在反复变形作用下，台后土压力峰值将随循环次数持续增加，产生土压力累积效应，能使其接近被动土压力值。综合考虑，温度上升梁体伸长时，台后土压力采用被动土压力计算，但对作用分项系数进行折减，折减值参考了英国整体桥规范(BA 42/96 Amendment No. 1, DMRB1.3.12)的规定。

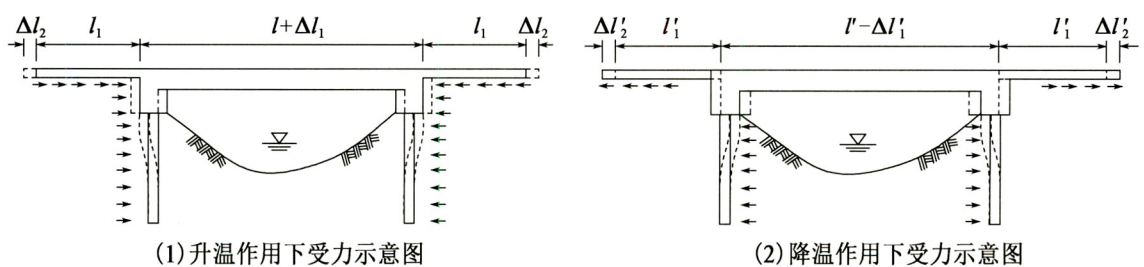
## 3.3 结构计算

**3.3.1** 无伸缩缝桥梁的结构计算图式、几何特性、边界条件等应反映实际结构状况和受力特征，并应符合下列规定：

1 单跨整体桥宜将上部结构、桥台及基础、台后填料、引板等作为整体计算[图 3.3.1a)，包括升温作用下和降温作用下]。

2 单跨半整体桥宜将上部结构、桥台上部分(端墙)及台后填料、引板等作为整体计算，桥台下部分及基础可单独计算[图 3.3.1b)，包括升温作用下和降温作用下]。

3 单跨延伸桥面板桥宜将上部结构与引板作为整体计算，桥台及基础可单独计算[图 3.3.1c)，包括升温作用下和降温作用下]。



a) 单跨整体桥

图 3.3.1

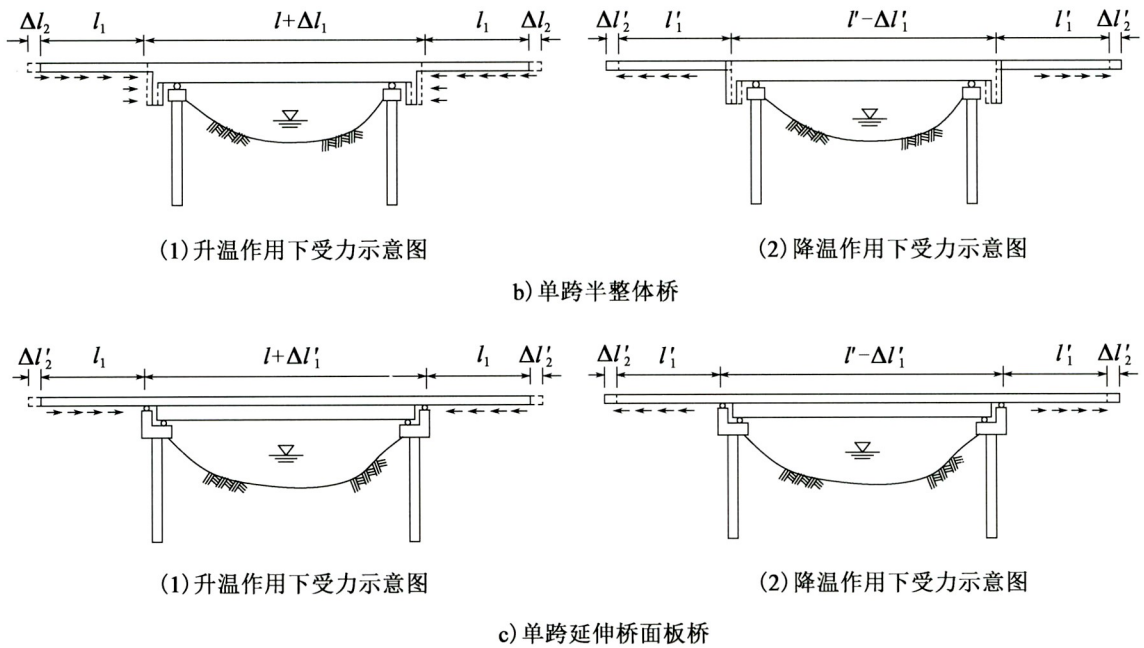


图 3.3.1 结构纵桥向受力示意图

4 对于多跨桥梁,其桥台、引板的计算图式可与单跨桥相同;桥墩、基础与主梁的计算,应根据上、下部结构的实际连接情况考虑。对于连续梁,上部结构与桥墩及基础可分开计算;对于连续刚构,上、下部结构应一起计算。

**条文说明**

无伸缩缝桥梁结构计算时要特别注意纵桥向变形的约束条件。根据三种整体桥、半整体桥和延伸桥面板桥的结构与约束条件,提出有限元计算的模式。其中,整体桥主梁结构受引板(底部摩擦力和端部阻力)、桥台和台后土、桩基及其桩周土的共同约束;半整体桥主梁结构受引板、端墙台后土的约束;延伸桥面板桥仅受引板的约束。整体桥和半整体桥在降温作用下主梁收缩变形时,桥台或端墙要承受向桥跨方向作用的主动土压力[图 3.3.1a)(2)和图 3.3.1b)(2)中未示]。

**3.3.2** 主梁与桥台的连接节点应进行负弯矩验算,其余控制截面的弯矩、剪力和支座反力等可按有伸缩缝桥梁结构进行计算。

**3.3.3** 端墙和引板的设计计算除应计入主梁纵桥向约束产生的附加内力外,尚应计入竖向荷载作用和水平荷载作用。

**3.3.4** 整体式桥台桩基础内力与变形计算,考虑桩土相互作用时,可采用现行《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363)规定的“m 法”计算土抗力。

### 条文说明

整体桥在温度作用下梁体的伸缩变形引起桩土相互作用的计算,也是无伸缩缝桥梁研究的热点和难点。现有的计算方法大体可分为三类:

- (1) 极限地基反力法(适用于刚性桩,不太适用于整体桥的柔性桩);
- (2) 弹性地基反力法(温克尔地基梁法,如我国的“m法”、地基反力系数法);
- (3) 非线性地基反力法(也称 $p-y$ 曲线法)。

本规程编写组分别采用上述几种方法计算了侧向土弹簧刚度,对一座整体桥的受力进行了分析。结果表明,当桩顶总变形量较大时, $p-y$ 曲线法计算结果较好;在本规程规定的桥长范围内,桩顶总变形量不大,“m法”仍有一定的适用性。在没有更深入的研究和更明确的结论之前,考虑到我国工程师对“m法”较为熟悉,本规程仍推荐“m法”。

**3.3.5** 整体桥设计中应确定结构基准温度,并按给定的温度范围进行受力与变形验算。施工过程中需进行结构体系转换的无伸缩缝桥梁,应进行施工各阶段结构体系的受力计算。

### 条文说明

整体桥施工常需进行结构体系转换,分析时一般要考虑两个阶段:

阶段一(简支梁桥阶段):主梁简支于桥台之上,桥台单独受力,如图3-1所示。

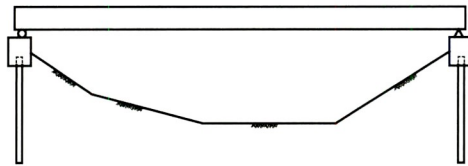


图 3-1 施工阶段简支结构

阶段二(形成整体桥结构阶段):结构体系转换之后,主梁与桥台联结在一起,主梁、桥台、基础、台后土和桩侧土形成整体结构,共同受力,如图3-2所示。

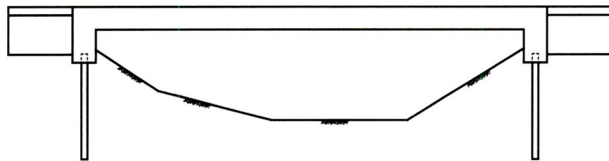


图 3-2 成桥结构

**3.3.6** 整体式桥台的桩基础应进行施工阶段水平荷载作用下的承载力验算。

### 条文说明

整体式桥台桩基础抗弯刚度与抗弯承载力较小,施工时,上部结构未对其形成水平向约束时为悬臂桩,水平荷载作用下的弯矩较大,因此需进行相应的验算。

**3.3.7** 引板计算宜考虑纵桥向变形受约束而产生的内力与应力。

**3.3.8** 当斜桥的斜交角度不大于 $20^\circ$ 或弯桥的圆心角不大于 $5^\circ$ 或桥梁纵桥向坡度不大于5%时,可不考虑斜交角、圆心角和坡度的影响。

条文说明

参照美国佛蒙特州整体桥设计指南的规定制定。

**3.3.9** 无伸缩缝桥梁设计时应提出相应的施工方案、主要施工步骤和技术要求,明确结构体系转换的顺序及需采取的措施,并应对主要施工阶段进行计算。

### 3.4 结构验算

**3.4.1** 无伸缩缝桥梁应进行持久状况承载能力极限状态计算,并应满足现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)、《公路钢混组合桥梁设计与施工规范》(JTG/T D64-01)等的要求。

**3.4.2** 半整体式桥台和延伸桥面板桥台应进行抗倾覆和抗滑移验算。

条文说明

半整体式桥台的下部分和延伸桥面板桥台,与一般有伸缩缝桥台一样,没有受到上部结构的纵桥向约束,所以需进行抗倾覆和抗滑移验算。

**3.4.3** 采用包布隔离或扩孔填充等刚度弱化措施的整体式桥台混凝土桩,在桩基承载力计算时,弱化段长度不应计入桩基的入土深度。

**3.4.4** 持久状况承载能力极限状态计算时,无伸缩缝桥梁的安全等级应符合现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)的规定。

**3.4.5** 无伸缩缝桥梁应进行持久状况正常使用极限状态计算,并应满足现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)等的要求。

**3.4.6** 引板设有枕梁时,引板末端伸缩位移量不宜超过2.5cm,不设枕梁时,不宜超过1.2cm。

### 条文说明

无伸缩缝桥梁主梁的伸缩量有相当一部分由梁体末端引伸到引板的末端。引板的末端伸缩量如果太大,易产生病害,所以加以限制。美国加利福尼亚州规定整体桥的引板末端位移,有枕梁时不超过2.54cm,无枕梁时不超过1.27cm;连接处位移的计算包括温度、混凝土收缩徐变、预应力以及车辆制动力等的作用。本条参照该规定制定。

**3.4.7** 枕梁下的地基应力应不大于150kPa。车辆荷载作用下,枕梁最大竖向变形引起的接线路面与引板之间的竖向高差不应超过1.5cm。

## 4 结构与构造

### 4.1 一般规定

4.1.1 无伸缩缝桥梁的桥台分为整体式桥台、半整体式桥台和延伸桥面板桥台。整体式桥台分为刚接式[图 4.1.1a)]和半刚接式[图 4.1.1b)];半整体式桥台分为悬挂式[图 4.1.1c)]和支承式[图 4.1.1d)];延伸桥面板桥台分外伸式[图 4.1.1e)]和外包式[图 4.1.1f)]。

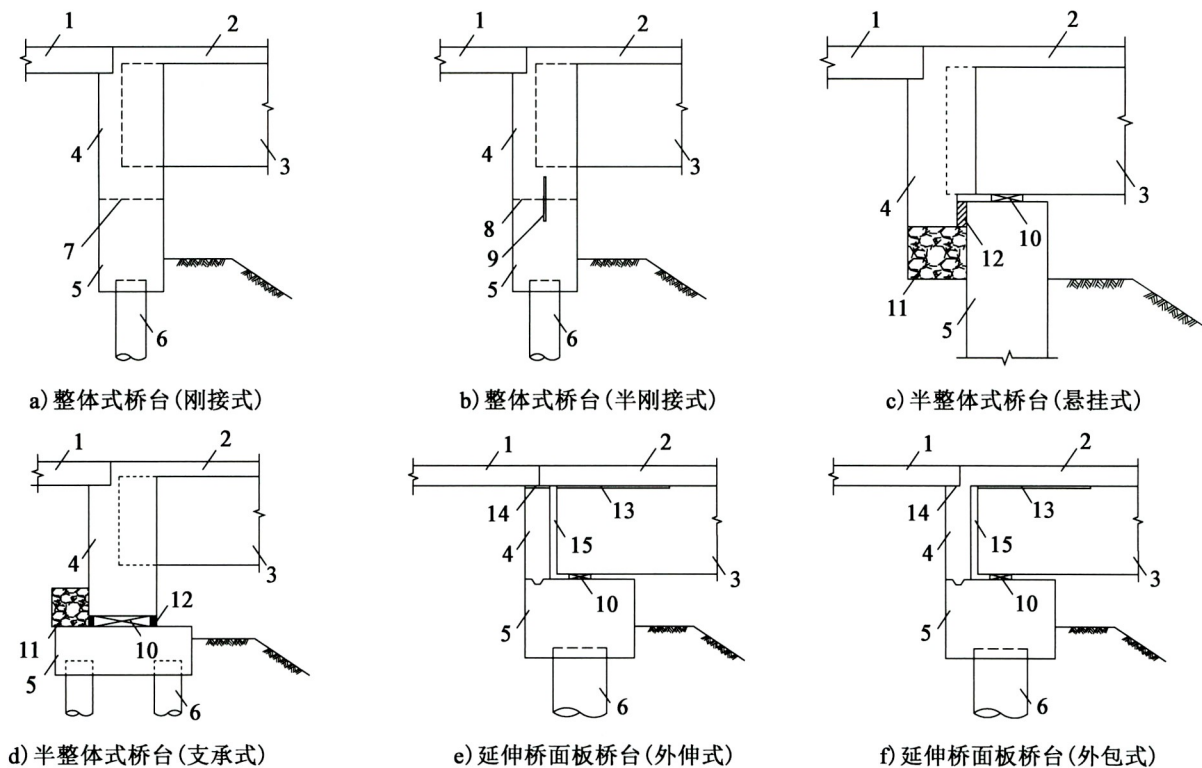


图 4.1.1 常见的无伸缩缝桥梁结构体系

1-引板;2-桥面板;3-主梁;4-桥台上半部分(端墙或背墙);5-桥台下半部分(桩帽);6-桥台基础;7-施工缝;8-变形缝;9-钢棒;10-支座;11-盲沟;12-密封防水材料;13-无黏结层(油毛毡等);14-滑移层;15-伸缩间隙

#### 条文说明

图中桥台的基础均为桩基础,实际工程中半整体式桥台和延伸桥面板桥台的基础也可以采用浅基础。

**4.1.2** 无伸缩缝桥梁的类型选择,应根据桥位处的气候、地形地貌、地质条件、桥梁结构类型、地基与基础、道路接线、施工条件等合理选择。选择的优先顺序为整体桥、半整体桥和延伸桥面板桥。

#### 条文说明

根据无伸缩缝桥梁的特点,对结构选型提出要求。从桥梁整体性、使用性能、维修工作量等方面考虑,整体桥优于半整体桥,半整体桥优于延伸桥面板桥,所以提出选择的优先次序。

**4.1.3** 根据相邻跨上部结构的连接方式,多跨无伸缩缝桥梁的上部结构可分为结构连续和桥面板连续。多跨桥面板连续无伸缩缝桥梁宜采用延伸桥面板桥台,不宜采用半整体式桥台,不应采用整体式桥台。

#### 条文说明

大量工程实践表明,主梁简支、桥面连续的结构,易发生桥面连续板病害。无伸缩缝桥梁在纵桥向变形受到约束后,可能加剧桥面连续板病害的发生。在三种无伸缩缝桥台中,延伸桥面板桥台对主梁纵桥向的变形约束最小,所以,宜用于多跨桥面板连续无伸缩缝桥梁;半整体式桥台约束次之,不宜采用;而整体式桥台约束最强,所以不应采用。

**4.1.4** 弯桥的桥台宜与桥梁中心线正交。

**4.1.5** 无伸缩缝桥梁应进行防水、排水设计,其他要求应符合国家现行有关标准的规定。

## 4.2 桥台及其挡土结构

**4.2.1** 整体式桥台宜为轻型桥台,桥台基础宜采用单排桩基础,桥台两端的水平抗推刚度之差不宜大于20%。当基础为刚性基础时,宜采用柔性台身。

#### 条文说明

整体式桥台对主梁的纵桥向变形具有约束作用,因此桥台及其基础必须具有较强的变形能力,以免结构因纵桥向变形受到太强的约束而产生太大的附加内力。

**4.2.2** 整体式桥台混凝土桩基可在桩顶段不小于2.0m深度范围内采用包布隔离或扩孔填充等刚度弱化措施。扩孔应采用易变形的柔性材料填充,其纵桥向单侧填充材料的厚度应不小于主梁的自由伸缩变形值,如图4.2.2所示。

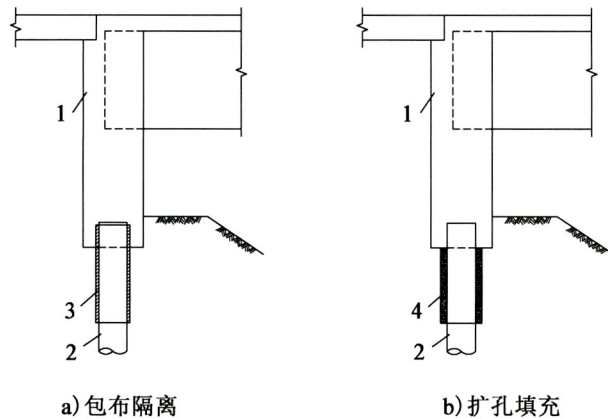


图 4.2.2 整体式桥台桩顶刚度弱化构造  
1-桥台;2-桩基;3-数层厚布;4-柔性材料

#### 条文说明

混凝土桩(含钢筋混凝土桩和预应力混凝土桩)的刚度一般较大,在桩顶段的桩周包布或填充易变形的柔性材料,可以弱化桩土综合刚度。包布隔离法在桩顶一定范围内用双层厚布等包裹,主要用于打入桩;扩孔填充法则在桩顶一定范围内制成直径大于桩径的孔,在桩周填以松散颗粒、橡胶或泡沫等柔性材料,主要用于钻孔桩或挖孔桩。

**4.2.3** 整体式桥台采用混凝土桩时,应满足弹性长桩的要求,桩基入土深度  $z$  不应小于等代桩长  $h$  或 20 倍桩径。等代桩长  $h$  按式(4.2.3-1)计算。

$$h = \frac{5.0}{\alpha_0} \quad (4.2.3-1)$$

式中: $\alpha_0$ ——桩的变形系数,可按式(4.2.3-2)计算。

$$\alpha_0 = \sqrt[5]{\frac{mb_1}{0.8EI}} \quad (4.2.3-2)$$

式中: $EI$ ——桩的抗弯刚度;

$m$ ——非岩石地基土水平向抗力系数的比例系数,可从《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363—2019)中查表得到;

$b_1$ ——桩的计算宽度,可按式(4.2.3-3)或式(4.2.3-4)计算。

当  $D \geq 1.0\text{m}$  时

$$b_1 = k_f(D + 1) \quad (4.2.3-3)$$

当  $D < 1.0\text{m}$  时

$$b_1 = k_f(1.5D + 0.5) \quad (4.2.3-4)$$

式中: $D$ ——桩径或受力方向桩宽(m);

$k_f$ ——桩形状系数,圆形为 0.9,矩形为 1.0。

条文说明

《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363—2019)根据桩的变形系数与等代桩长  $h$  的关系把桩基的类型划分为这几类:当  $h < 2.5/\alpha_0$  时,为刚性桩;当  $2.5/\alpha_0 < h < 4/\alpha_0$  时,为半刚性桩;当  $h \geq 4.0/\alpha_0$  时,为弹性桩;当  $h \geq 5.0/\alpha_0$  时,为弹性长桩。对于弹性桩或弹性长桩,可以采用“m法”计算桩基的水平位移及作用效应。考虑到整体桥桥台需具有较大的纵桥向变形能力,因此采用混凝土桩基时,推荐采用弹性长桩。

**4.2.4** 整体式桥台采用 H 型钢桩时,宜将钢桩弱轴垂直于纵桥向。从桩帽底算起,钢桩的埋置深度不宜小于 5.0m 或 17.5 倍短边的边长。桩埋入桩帽的深度不应小于 2 倍短边的边长。抗震设防烈度为 8 度及 8 度以上地区采用 H 型钢桩时,可将钢桩强轴垂直于纵桥向。

条文说明

美国的整体式桥台基础多采用 H 型钢桩,2004 年的调查显示,采用比例达到 70%。对于 H 型钢桩的朝向,33% 的州选择使桩绕强轴弯曲,46% 的州选择使桩绕弱轴弯曲,8% 的州则取决于工程师的判断,而 13% 的州没有提供信息或者认为不存在朝向问题。本条对 H 型钢桩的朝向、构造规定,参照美国多数州的做法和规定制定。

**4.2.5** 整体式桥台台前路堤边坡顶与桥梁底间的净空不宜小于 1.20m,路堤边坡坡率宜缓于 1:1.5;采用桩基础时桥台底部嵌入路堤不宜小于 0.54m;台背宜设置盲沟,还可在台背设置一层透水性衬背(图 4.2.5)。半刚接整体式桥台端墙与桩帽等接缝处应采用密封止水措施。

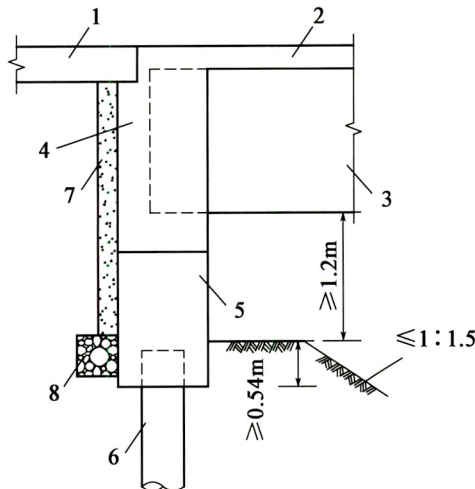


图 4.2.5 整体式桥台排水构造

1-引板;2-桥面板;3-主梁;4-端墙;5-桩帽;6-桩基;7-透水性衬背;8-盲沟

条文说明

本条参照美国加利福尼亚州交通部的相关规定制定。台前路堤边坡顶与桥梁底间的

净空要求是为了检修方便,边坡坡度的要求是为了边坡的稳定,桥台嵌入路堤的要求是为了保证台后填土的稳定。

**4.2.6** 整体式桥台的桥面板纵筋伸入桥台端墙的锚固长度应不小于  $35d$  ( $d$  为钢筋直径),钢筋的锚固构造应满足现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)的要求。主梁为 T 形截面或箱形截面时,伸入端墙的锚固钢筋宜布置在腹板处,不宜布置在翼缘板中。

#### 条文说明

整体桥桥台处的桥面板与端墙固结且要承受端部负弯矩,其钢筋伸入端墙要有一定的锚固长度,以保证二者形成整体结构。对于 T 梁或箱梁,锚固钢筋布置在腹板处而不是在翼缘板中,是为了减小此处连接刚度,减小梁顶的负弯矩。

**4.2.7** 整体式桥台的端墙应与主梁固接。端墙与桩帽之间可采用刚接或半刚接。刚接时,端墙与桩帽之间应按抗弯需要采用连续配筋[图 4.2.7a)]。半刚接时,端墙与桩帽之间应设置变形缝和水平变形限位构造,限位构造可采用钢棒销栓[图 4.2.7b)]。整体式桥台应进行施工时主梁临时支撑构造的设计。

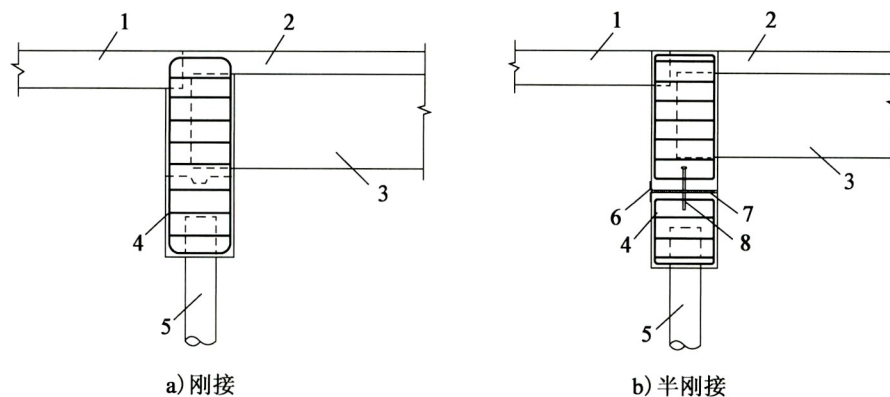


图 4.2.7 整体式桥台连接构造

1-引板;2-桥面板;3-主梁;4-桥台;5-桩基;6-密封防水条;7-变形缝;8-钢棒销栓

#### 条文说明

整体式桥台端墙(桥台上部分)与桩帽(桥台下部分)采用刚接时,因承受弯矩需要,二者之间需采用连续配筋。半刚接时,二者之间基本不传递弯矩,故不需要进行连续配筋,但也不需要像传统有缝桥一样设置支座,而是设置变形缝以适应转角变形需要,并通过设置限位构造措施,限制水平位移量,否则水平位移量太大,就不是整体式桥台,而是半整体式桥台了。水平限位构造可以采用钢棒销栓。

采用桩基础的整体桥,先施工桩帽,再安装主梁,最后通过现浇的端墙将桩帽与主梁联成整体。施工时,主梁需要临时支撑,此支撑将埋入端墙中。临时支撑需进行专门的设计。

**4.2.8** 半整体式桥台的支座应采用滑动支座,并满足桥梁纵桥向位移的需要。桥台构造应满足支座的检查、养护、更换要求,预留更换所需空间。台前路堤、端墙与主梁的联结构造应满足本规程第4.2.5条和第4.2.6条的要求。强地震区宜采用悬挂式。

#### 条文说明

半整体式桥台采用滑动式支座,是为了保证主梁在温度作用下产生的位移能通过引板向接线路面平顺传递。

半整体式桥台主要有悬挂式和支承式两种。一般来说,悬挂式适用于伸缩量较大、跨径总长较长的无伸缩缝桥梁。同时,由于其端墙跨越桥台下部结构,对防止落梁有利,故在强震区应用半整体桥时推荐采用。

**4.2.9** 悬挂式半整体式桥台的端墙底面应低于台顶,其高差应不小于30cm。端墙背面与支座的水平距离不宜大于1.5m。端墙与台身之间间隙应满足上部结构纵桥向伸缩位移的要求,同时应采用防水密封措施和盲沟排水措施。

#### 条文说明

悬挂式半整体式桥台的端墙底部低于台顶的要求,是为了防止台后的水和土等进入支座;端墙与支座的水平距离的规定,是为了防止端墙因边跨挠曲引起的向上位移过大。

端墙下悬部分与桥台之间的密封材料,既要满足主梁变形的需要,又要能防止水分与土壤进入支座,并在墙后背粘贴排水材料等。防水密封构造有L形、竖向和水平向三种,如图4-1所示。

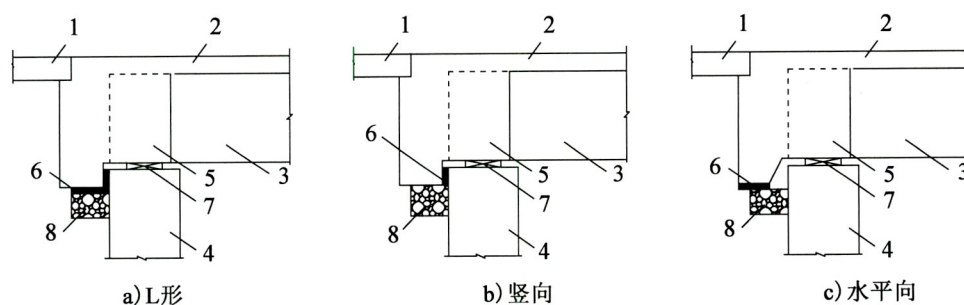


图4-1 悬挂式半整体式桥台防水密封构造

1-引板;2-桥面板;3-主梁;4-桥台;5-端墙;6-防水密封材料;7-支座;8-盲沟

**4.2.10** 支承式半整体式桥台可分为支座支承式[图4.2.10a)]和滑移层支承式[图4.2.10b)],端墙高度应不小于主梁梁高30cm,端墙与台身之间应采用密封防水措施,且应设置盲沟排水。盲沟应设置于缝隙的下方,并从两侧引出桥台,排入路堤边沟中。

#### 条文说明

支承式半整体式桥台对端墙深度的要求,是从形成端墙的构造需要出发的。端墙高

于主梁,能通过一定的转动来减小主梁伸缩变形时的端墙滑动量。

这种桥台台后土和水到支座的路径,较之悬挂式更短、更直接,因此对其防土、防水的要求更高,故进行了相应的规定。

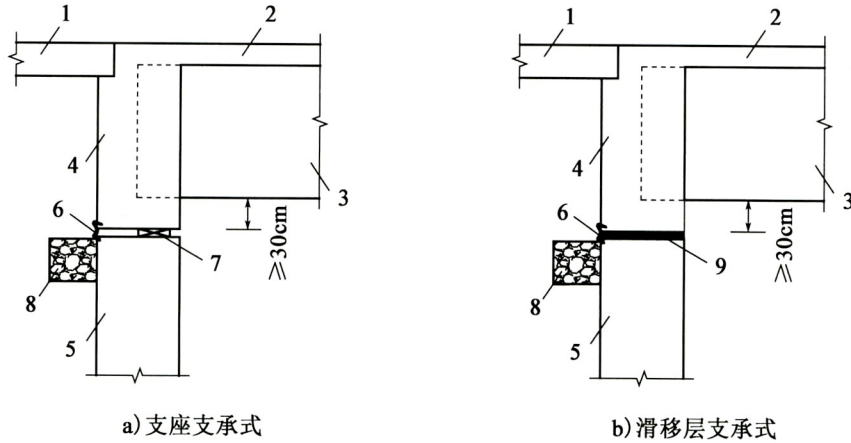


图 4.2.10 支承式半整体式桥台构造

1-引板;2-桥面板;3-主梁;4-桥台上半部(端墙);5-桥台下半部;6-密封防水条;7-支座;8-盲沟;9-滑移层

**4.2.11** 采用延伸桥面板桥台时,在主梁端部与桥面板间应设置无黏结层,且宜在背墙与桥台台身之间设施工缝。外伸式[图 4.1.1e)]还应在背墙与引板之间设置滑移层。

#### 条文说明

延伸桥面板桥台有伸缩间隙存在,它通过延伸主梁上的桥面板盖住伸缩间隙,从而取消伸缩缝,与桥墩处采用的主梁简支、桥面连续的方法类似。在梁顶设置一定长度的无黏结层,能允许主梁进行一定的转动,减小桥面板的弯矩。在端墙与桥台之间设施工缝,是为了避免不规则开裂。外伸式在端墙与引板之间设置滑移层,有利于减小引板伸缩变形所受到的阻力。

**4.2.12** 延伸桥面板桥台背墙与主梁之间应设置伸缩间隙;间隙大小应满足主梁纵桥向伸缩变形和台后土压力变形的需要。台上支座宜采用滑动支座;支座滑动量应满足桥梁纵桥向伸缩变形需要。

#### 条文说明

延伸桥面板桥台与有缝桥桥台相似,需设置能满足温度变化、混凝土收缩等变形要求的伸缩间隙,且由于端墙刚度较小,伸缩间隙大小还需要考虑台背土压力产生的变形。

**4.2.13** 整体式、半整体式桥台的侧向挡土结构可采用 U 形耳墙[图 4.2.13a)],也可采用八字形或一字形翼墙[图 4.2.13b)、图 4.2.13c)]。延伸桥面板桥台的侧向挡土结

构可根据桥台类型采用与有缝桥桥台相似的挡土结构。

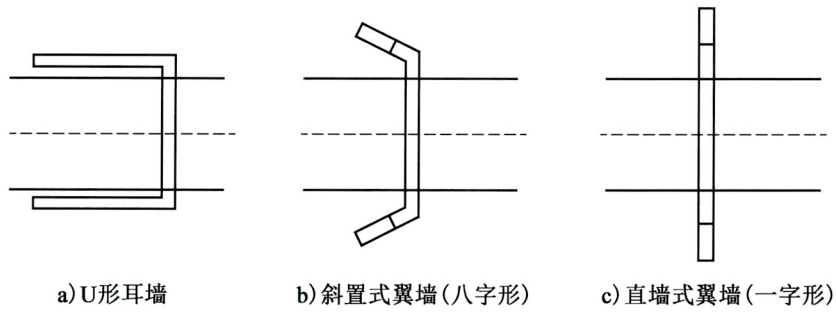


图 4.2.13 桥台挡土结构

**4.2.14** 翼墙为悬臂结构时,不应设置基础。翼墙与端墙交接处应设置水平钢筋以抵抗土侧压力产生的悬臂弯矩。翼墙伸入路堤应不小于 0.75m,一侧悬臂翼墙长度不宜大于 3m(从台背算起)。超出 3m 还需要侧向挡土结构时,应设计独立的挡墙,且与翼墙之间应设置能满足桥梁纵桥向位移需要的伸缩间隙(图 4.2.14)。

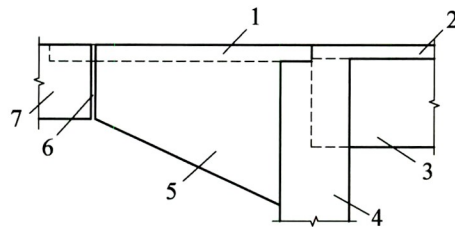


图 4.2.14 桥台 U 形翼墙挡土结构

1-引板;2-桥面板;3-主梁;4-桥台;5-耳墙;6-伸缩间隙;7-独立挡墙

#### 条文说明

耳墙承受侧向土压力的计算图式为悬臂板,所以需要在耳墙和桥台交接处设置水平钢筋。为减小耳墙所承受的悬臂板弯矩,对其长度进行了限制。超过限制时,可以设独立的侧向挡墙结构。此时,在温度变化等作用下,由于整体式与半整体式桥台的耳墙将与上部结构一起发生纵向变形,耳墙与独立挡墙之间需设置伸缩间隙,以适应这种纵桥向的变形。

**4.2.15** 一字形或八字形翼墙应独立设置,翼墙与桥台结构之间应设置不约束上部结构纵桥向位移的变形缝。

#### 条文说明

一字形或八字形翼墙是独立设置的挡土结构,与桥台之间需设置变形缝,以免影响主梁与桥台的纵桥向运动,如图 4-2 所示。

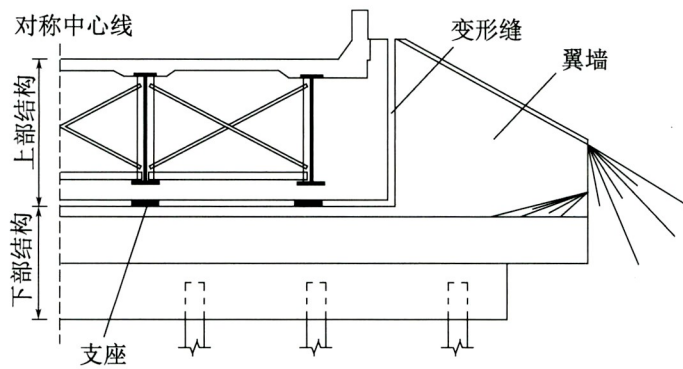


图 4-2 半整体桥翼墙与桥台之间变形缝示意图

### 4.3 引板

4.3.1 引板可分为面板式[图 4.3.1a)]、平埋式[图 4.3.1b)]、斜埋式[图 4.3.1c)]和 Z 式[图 4.3.1d)]。接线道路为水泥混凝土路面时,宜采用面板式或 Z 式;接线道路为沥青混凝土路面时,宜采用平埋式、斜埋式或 Z 式。

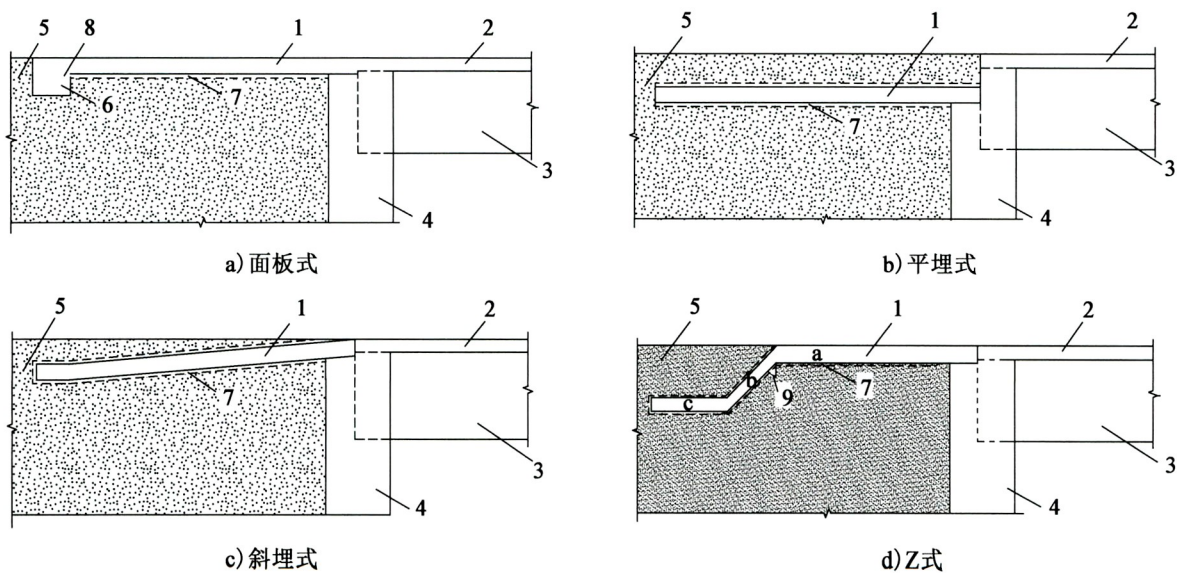


图 4.3.1 引板类型

1-引板(a:上板,b:斜板,c:下板);2-桥面板;3-主梁;4-桥台;5-接线路面;6-枕梁;7-砂垫层;8-滑移层;9-斜板倾角

#### 条文说明

引板一般为钢筋混凝土实心板,当接线道路为水泥混凝土路面时,采用面板式引板,可兼作路面,经济合理。当接线道路为沥青混凝土路面时,一般采用平埋式或斜埋式引板。这样,沥青混凝土路面可以直接铺到桥头,以减少车辆荷载对引板的冲击作用,从而减少引板的破损和沉降,进而取消引板与路面之间的接缝。Z 式引板是上述三种引板的综合,适用于两种接线路面。

**4.3.2** 引板板厚不应小于 25cm;长度大于 6m 的引板,板厚不宜小于 30cm。

#### 条文说明

引板是一种特殊的桥头搭板,实际工程中,桥头搭板的板厚一般为 25~35cm。参照现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)的规定,对引板的厚度进行规定。

**4.3.3** U 形桥台采用平埋式引板、斜埋式引板或 Z 式引板时,引板的宽度应小于桥台翼墙两内侧面的间距。

**4.3.4** 面板式引板或 Z 式引板的面板部分,应在板底和两侧设置滑移层,两侧滑移层应采取防水密封措施(图 4.3.4)。

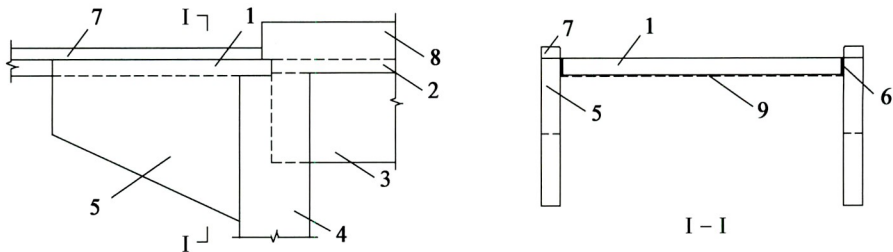


图 4.3.4 引板横桥向布置

1-引板;2-桥面板;3-主梁;4-桥台;5-翼墙;6-滑移层;7-路缘石;8-护栏;9-砂垫层

#### 条文说明

面板式或 Z 式引板的面板部分在板底和两侧与路缘石或桥台翼墙之间设置滑移层,是为了避免引板纵桥向位移受到约束而引起开裂破坏。两侧滑移层采取防水封闭措施,是为了避免雨水从隔离构造处进入引板下的路基。隔离缝宽度一般取 3~6cm,斜桥与弯桥一般取大值。

**4.3.5** 引板末端宜位于桥台土体位移影响区之外。面板式引板长度不宜小于 5m;桥台高度大于 5m 时,引板与过渡板总长不宜小于 8m。引板长度大于 8m 或引板末端位移超过本规程第 3.4.6 条规定时,宜在引板与路面之间设置过渡板(图 4.3.5)。

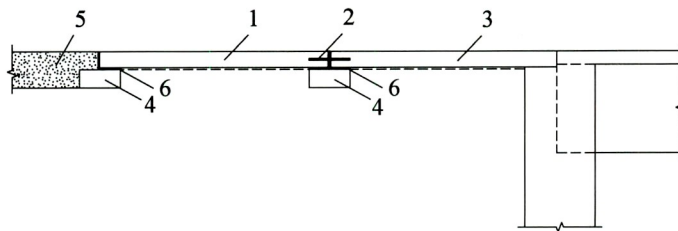


图 4.3.5 过渡板

1-过渡板;2-传力杆;3-引板;4-枕梁;5-接线路面;6-滑移层

## 条文说明

引板末端在桥台土体位移影响区之外,可以减小其末端下沉变形。当台高较小时,引板可以跨过填土区。对于面板式引板长度,参照现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)对桥头搭板的规定而制定。

**4.3.6** 引板与桥梁结构之间应设置水平拉结筋[图 4.3.6a)]或斜向拉结筋[图 4.3.6b)]。引板与桥面板之间应设置变形缝。采用沥青铺装层时,铺装层底面、变形缝处应设置阻裂隔离层,且应在铺装层相应位置设置锯缝。

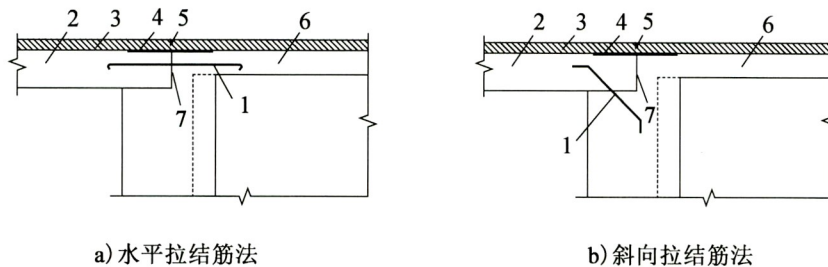


图 4.3.6 引板与桥梁结构的连接方法

1-拉结筋;2-引板;3-桥面铺装层;4-阻裂隔离层;5-锯缝;6-桥面板;7-变形缝

## 条文说明

引板与桥梁结构之间设置连接筋是为了防止引板在反复变形过程中与桥梁结构脱离,形成病害。常用的连接筋有水平拉结筋和斜向拉结筋两种,前者与桥面板连接,后者与端墙联结。当路面发生沉降时,水平拉结筋可以使引板以悬臂板的形式工作,并允许在变形缝的顶部出现裂缝。斜向拉结筋法允许发生不可避免的转动,在引板与桥面连接处形成柔性连接。目前采用斜向拉结筋法的较多,它使桥面和引板的连接刚度降低,减少了弯矩,降低了出现裂缝的可能性。

引板与桥面板之间可通过填塞软木条或锯缝形成变形缝,以避免负弯矩引起的不规则开裂。采用沥青铺装层时,铺装层底面、变形缝处设置阻裂隔离层,以防止裂缝反射到铺装层中,设锯缝也是为了防止出现不规则裂缝。

**4.3.7** 除 Z 式引板外,无伸缩缝桥引板可按搭板的构造设计与计算。采用 Z 式引板时宜特殊设计计算。

**4.3.8** 抗震设防烈度为 8 度及 8 度以上地区延伸桥面板桥的引板,可设置微型桩基础。

## 条文说明

微型桩一般指桩径在 300mm 以下、长细比大于 30 的小直径桩。强震区无伸缩缝桥面板式引板中设置抗水平变形能力好的微型桩基础,有助于提高抗震性能。此外,微型桩也能减小引板下沉,有利于解决台后跳车问题。

## 4.4 台后路基路面结构

### 4.4.1 台后路面铺装材料宜与桥面和接线路面铺装材料相协调。

#### 条文说明

为行车平顺,便于施工和养护,提出本条规定。

**4.4.2** 面板式引板与过渡板之间、引板或过渡板与水泥混凝土路面之间,宜设置胀缝,其下可设置枕梁(图 4.4.2)。胀缝应填充抗渗材料。引板与枕梁之间宜设置两层聚乙烯或纤维布等滑移层。

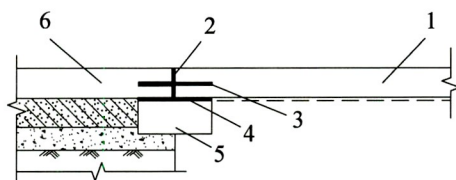


图 4.4.2 过渡板(或引板)与水泥混凝土路面连接方法  
1-过渡板(或引板);2-胀缝;3-传力杆;4-滑移层;5-枕梁;6-接线路面

#### 条文说明

面板式引板与过渡板之间、引板或过渡板与水泥混凝土路面之间设置胀缝,是为了适应引板的伸缩变形需要,同时还起释放水泥混凝土路面热胀压应力的作用。胀缝填充抗渗材料,是为了防止雨水浸湿路基。

**4.4.3** 引板或过渡板与沥青混凝土路面相接处,其下可不设枕梁(图 4.4.3),但应设置变形构造,其上与铺装层之间应设置阻裂隔离层,铺装层相应位置处可设置锯缝。

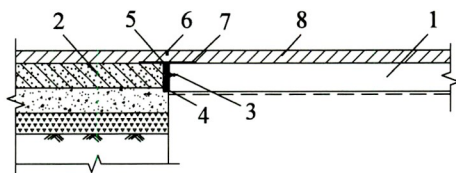


图 4.4.3 过渡板(或引板)与沥青混凝土路面连接方法  
1-过渡板(或引板);2-接线路面;3-止水带;4-砂浆;5-沥青麻丝;6-锯缝;7-阻裂隔离层;8-铺装层

#### 条文说明

引板或过渡板与沥青混凝土路面相接处不设枕梁,使刚度过渡更平顺。

**4.4.4** 面板式引板、Z 式引板面板部分的板底与路基之间应设置砂层等滑移层。埋式

引板、Z式引板埋入台后土中的部分,宜在板的四周与端部设置砂层等滑移层。滑移层可采用细砂、沥青混凝土或沥青砂等,厚度不宜小于20mm。

#### 条文说明

本条规定了隔离层的最小厚度,但隔离层一般也不能过厚,否则会影响引板的受力和变形。关于具体厚度限定值的研究还不多,在无更深入的研究前,可以考虑不超过50mm。

**4.4.5** 面板式引板、Z式引板面板部分的板底滑移层下的路基,宜设置底基层和基层。底基层可采用水泥稳定碎石或级配碎石,厚度宜为150~250mm;基层可采用素混凝土,厚度宜为150~300mm。素混凝土基层纵、横向缩缝的设计应按现行《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40)的有关规定执行。

**4.4.6** 枕梁长度宜比引板宽度长60cm及60cm以上;枕梁宽度宜为被支承结构(如引板、过渡板、刚性路面)厚度的1~2倍,并应满足支承构造要求;枕梁厚度不宜小于引板的厚度。

#### 条文说明

枕梁有矩形梁和倒T梁两种。设置枕梁可以为胀缝设置提供空间,还可以支承引板,减小引板末端下沉。引板与枕梁之间设置滑移层,可以减小引板位移的阻力,滑移层可以采用油毛毡等材料。规定枕梁梁长比引板宽度略长,是为了避免应力集中。

**4.4.7** 台背填料宜采用透水性强的砂性土、砂砾、碎(砾)石等颗粒状、级配合理的材料,严禁采用淤泥土、腐殖土、膨胀土或冻块土。多孔跨径总长超过40m的整体桥台背颗粒状填料的峰值内摩擦角不宜超过45°。

**4.4.8** 台后路基使用阶梯式泡沫混凝土时,台背应设置弹性变形材料。

#### 条文说明

泡沫混凝土变形能力差,在台背设置弹性变形材料,是为了满足无伸缩缝桥梁纵桥向变形的需要。

## 4.5 主梁与桥墩

**4.5.1** 多跨整体桥应采用结构连续且主梁与桥墩之间刚接[图4.5.1a]或半刚接[图4.5.1b]的构造;多跨半整体桥、多跨延伸桥面板桥宜采用连续结构,主梁与桥墩之间可采用刚接、半刚接或支座式[图4.5.1c];多跨延伸桥面板桥可采用桥面连续支座式[图4.5.1d]。

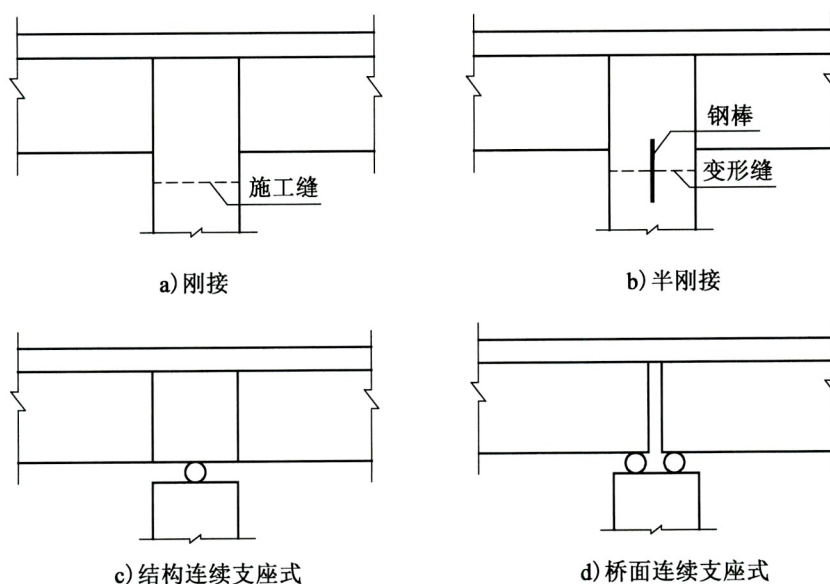


图 4.5.1 主梁与桥墩连接方式

#### 条文说明

对于多跨无伸缩缝桥梁,从桥梁整体性、使用功能、减少支座及耐久性来说,选择的优先顺序依次为:连续刚构、连续半刚构、连续梁(以上三种为结构连续)、桥面连续结构。

整体式桥台的上、下部结构连成整体,多跨整体桥若主梁为连续梁,将来支座更换较为困难,所以规定其上、下部结构之间“宜采用刚接和半刚接”,而不推荐采用支座式连续梁结构。

对于桥面连续结构与无伸缩缝桥台类型的匹配性,见本规程第 4.1.3 条及其条文说明。

#### 4.5.2 多跨无伸缩缝直桥和斜桥的桥墩宜与桥台平行设置。

#### 条文说明

多跨无伸缩缝直桥与斜桥,若桥墩与桥台非平行设置,将使一跨内横桥向各主梁与桥面板的长度不同,温度变形和所受的约束也不同,容易导致主梁、桥墩、桥台等结构的受力不合理,故一般平行设置。

**4.5.3** 多跨结构连续无伸缩缝桥梁的温度变形零点宜设在桥梁中部。多跨连续梁无伸缩缝桥梁,靠近温度变形零点的桥墩墩顶宜采用固定支座,其他墩顶可采用滑动支座。

#### 条文说明

多跨结构连续无伸缩缝桥梁桥跨结构的温度变形零点设在桥梁中点,是为了使主梁在两桥台处和引板末端的纵桥向变形量相近,使构造简单。对多跨连续刚构或连续半刚

构,当墩、台桩基础长度不同而导致其水平刚度不同时,可以通过对短桩上部扩孔等方式适当调整,也可以通过采用具有不同刚度的Z式引板来调整。

**4.5.4** 多跨整体桥和半整体桥的主、边跨跨径的比例设计,可考虑边跨端部承受负弯矩的影响。

#### 条文说明

对一般的连续梁桥来说,合理的边跨与中跨跨径之比为0.55~0.90。当边跨比较小时,边跨支座会存在拉力,而拉力支座构造复杂,价格昂贵,维护困难。但对整体桥和半整体桥,可以通过发挥边跨端部承受负弯矩和桥台重量、桩基负摩擦力的锚固作用,在需要时采用较小的边、主跨比例。

**4.5.5** 无伸缩缝桥梁的桥墩构造、支座布置等应满足现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)和《公路圬工桥涵设计规范》(JTG D61)的要求。斜、弯半整体桥和延伸桥面板桥应在桥台上设置主梁横向限位装置;当上部结构为多跨连续梁时,尚应在桥墩上设置横向限位装置。

#### 条文说明

斜、弯半整体桥和延伸桥面板桥在主梁侧边设置导向支座,是为了引导主梁纵桥向的变形沿纵桥向运动,避免斜桥在台后土压力作用下发生较大的转动位移和弯桥在径向的运动。导向支座可以利用防落梁挡块进行设置。

## 5 施工与验收

**5.0.1** 整体式桥台柔性打入桩施工宜在填土后进行。若台后有软基,宜在台后软基处理后进行。桩位处先填土部分高程不宜超过桩顶高程。H型钢桩施工时的自由长度不宜大于6.0m或20倍短边的边长。

### 条文说明

柔性打入桩抗弯能力较弱,如果先施工桩后填土,则填土时的侧压力可能导致桩承受过大的水平力而破坏。桩位处先填土部分高程不超过桩顶高程,是为了不影响后续桩帽等的施工。

**5.0.2** 台后路基填料应分层铺筑、均匀压实,压实度应满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30)的要求。

### 条文说明

要求台后路基填料分层铺筑、均匀压实,是为了减小台后土体沉降。当台后土全部填筑完并预压后,反开槽施工端墙。

**5.0.3** 整体桥和半整体桥端墙的施工,宜在主梁混凝土收缩完成75%后进行,且宜在主梁纵、横向接缝和桥面板施工完成后进行。施工宜选择温度较低、温差较小的时段进行。

### 条文说明

整体桥和半整体桥的端墙施工,需减小混凝土收缩带来的不利影响。端墙将主梁,甚至上、下部连成整体,一般在主梁纵、横向接缝施工完成后进行,否则若接缝出现错位,将难以调整,强行连接将产生较大的应力。规定端墙在主梁桥面板施工完成后进行,是为了减小桥面板端墙的负弯矩。

**5.0.4** 半整体式桥台端墙现浇混凝土底模应在台后填土前拆除。

### 条文说明

半整体式桥台端墙现浇混凝土底模,在台后填土后不易拆除。若不拆除,因其刚度大

于(橡胶)支座,端墙可能受到支撑,而真正的支座无法发挥作用,使结构受力将不同于计算图式。这样,端墙与主梁结合处可能因承受较大的剪力而开裂,主梁伸缩阻力也增大,端墙底部也可能出现水平剪裂缝,所以规定予以拆除。

**5.0.5** 整体桥和半整体桥两端桥台台后填土应同步进行,且同步相对高差不宜超过50cm。

#### 条文说明

本条规定是为了避免填土过程中因桥梁两端的桥台台后不均衡土压力,使主梁产生刚体位移。这里的同步相对高差是指扣除了纵坡等影响的桥梁两端桥台的填土高度差。

**5.0.6** 预应力混凝土整体桥的预应力张拉,应在主梁与桥台形成整体之前进行,体系约束形成时的温度应满足设计要求。多跨连续梁采用先简支后连续方法施工时,结构体系转换应在桥面板施工前进行。

#### 条文说明

预应力混凝土整体桥主梁的受力仍以连续梁或连续刚构为主,如果在主梁与桥台连成整体之后进行预应力张拉,则因形成刚架结构而无法使预应力达到设计计算的效果。

**5.0.7** 引板与枕梁可采用现浇或预制方式施工,其地基沉降控制应满足现行《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》(JTG/T D31-02)的要求。

#### 条文说明

《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50—2011)第21.8.3条规定“钢筋混凝土搭板及枕梁宜采用就地浇筑的方式施工”。然而,从国外实践来看,引板与枕梁也常用预制方式施工。考虑到预制化、工厂化是桥梁施工的发展趋势,故在规范中加入预制方式。

**5.0.8** 现浇钢筋混凝土引板施工,宜选择温度较低、温差较小的时段进行。引板混凝土的浇筑顺序宜由近台端向远台端浇筑。

#### 条文说明

无伸缩缝桥梁引板参与主梁纵桥向的伸缩变形与受力,对混凝土浇筑时的温度和施工程序等做出规定,是为了减小施工时和使用时引板的应力。

**5.0.9** 引板底部采用砂层作为滑移层时,应保证砂层的厚度与均匀性。现浇引板混凝土时,应设置厚塑料布或油毛毡等作为隔离层。

## 条文说明

无伸缩缝桥梁引板与有缝桥搭板的区别在于,无伸缩缝桥梁引板要随着主梁的伸缩而运动,所以在引板与路基之间设置滑移层显得尤为重要。现浇引板混凝土时设置隔离层,是为了防止砂层被混合到混凝土中,从而减小砂层厚度,削弱滑动作用。

**5.0.10** Z式引板的斜板和下板宜在台后回填到上板底面并经压实后,再反开槽施工(图5.0.10)。

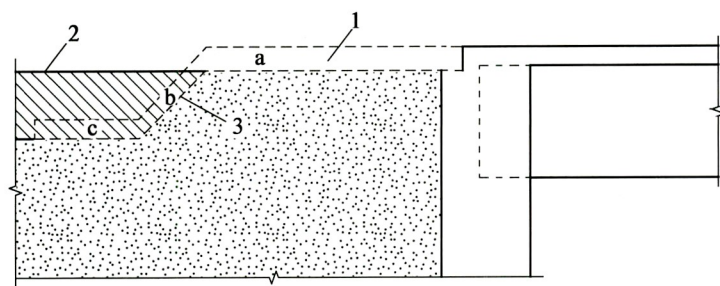


图5.0.10 Z式引板施工

1-引板(a:上板,b:斜板 c:下板);2-第一次填筑线;3-开挖线

## 条文说明

本条规定是为了便于Z式引板的施工。先回填到上板底面是因为全断面施工易于压实。

**5.0.11** 无伸缩缝桥梁引板与主梁相接处的锯缝、面板式引板或过渡板与沥青混凝土路面相接处的胀缝,应采用弹性材料填充。

**5.0.12** 无伸缩缝桥梁的施工除应符合本规程的规定外,尚应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的相关规定。

**5.0.13** 无伸缩缝桥梁的质量检查与验收除应满足现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)的要求外,主梁梁端至引板末端之间的桥面铺装层不应出现反射裂纹。

## 6 养护

### 6.0.1 无伸缩缝桥梁的养护应符合下列规定:

- 1 应定期进行结构纵桥向变位情况检查。发现结构变位受到非设计的约束时,应及时解除约束。
- 2 应定期进行引板与主桥接缝处、多跨桥相邻跨相接处的桥面铺装开裂检查。发现开裂时,应分析原因,必要时,请专业机构制定修复方案,并及时进行处理。
- 3 应定期进行缩缝、胀缝和变形缝的检查。对缝内杂物应及时清除,对缝内已失效的填充料应及时更换。
- 4 应定期进行引板路面排水、桥台排水系统、桥台结构接缝处密封效果的检查与养护。
- 5 应定期进行支座的检查与养护。

#### 条文说明

无伸缩缝桥梁在使用过程中要保证具有设计的纵桥向变形能力。某整体桥在使用过程中,因一侧修建交叉道路而阻碍了该侧桥台的变形能力,导致其开裂。因此,发现非设计的约束时,需及时解除。

无伸缩缝桥梁的病害主要包括:引板与过渡板、引板与接线道路之间的胀缝失效、铺装层开裂,引板与主桥接缝处开裂,引板路面排水、桥台排水系统的失效,台后渗水引起填土承载力下降和沉降量过大等,故要加强对这些部位的检查与养护。

半整体桥和延伸桥面板桥的桥台处、多跨连续梁无伸缩缝桥梁的桥墩处均有支座,与常规有缝桥一样,均要进行定期检查与养护。

**6.0.2** 无伸缩缝桥梁的养护除应符合本规程的规定外,尚应符合现行《公路桥涵养护规范》(JTG H11)的相关规定。

## 本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词,采用下列写法:

1)表示很严格,非这样做不可的用词,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用词,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用词,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用词,采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法:

1)在标准总则中表述与相关标准的关系时,采用“除应符合本规程的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2)在标准条文及其他规定中,当引用的标准为国家标准和行业标准时,表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。

3)当引用本标准中的其他规定时,表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。

统一书号：15114·3561

网上购书/[www.jtbook.com.cn](http://www.jtbook.com.cn)

定价：35.00元