

**JTJ**

中华人民共和国交通行业标准

**JTJ 015—91**

---

# 公路加筋土工程设计规范

Specifications for Design of Highway  
Reinforced Earth Engineering

**1991—08—12 发布**

**1992—02—01 实施**

---

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国交通行业标准

公路加筋土工程设计规范

Specifications for Design of Highway  
Reinforced Earth Engineering

JTJ 015—91

主编单位:山西省交通厅  
批准部门:中华人民共和国交通部  
施行日期:1992年2月1日

人民交通出版社

493623

中华人民共和国交通行业标准  
公路加筋土工程设计规范

JTJ 051—91

山西省交通厅 主编

责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:4.125 字数:102千

1991年9月 第1版

2001年4月 第1版 第4次印刷

印数:28501—32500册 定价:12.00元

统一书号:15114·0354

# 关于发布《公路加筋土工程 设计规范》的通知

(91)交工字557号

交通行业标准《公路加筋土工程设计规范》业经审查通过，现予批准发布。标准编号为 JTJ015—91，自 1992 年 2 月 1 日起施行。

该规范的解释工作由山西省交通厅负责，请各单位在执行过程中注意总结经验，将发现的问题和意见函告该厅，以便修订时参考。

中华人民共和国交通部

1991年 8 月12日

## 编制说明

本规范系根据交通部(88)交公路字 211 号文下达的任务进行编制的。山西省交通厅为主编单位,山西省交通规划勘察设计院、西安公路学院、四川省公路规划勘察设计院、交通部第一公路勘察设计院为参加单位,组成《公路加筋土工程设计规范》编制组。

在编制过程中,编制组开展了以规范内容为对象的专题研究,吸取了国内外有关科研和试验成果,总结了我国已建工程的经验,并广泛征求了全国有关单位和专家的意见,经反复讨论修改,最后会同有关部门共同审查定稿。

本规范分为 5 章共 80 条及 3 个附录。主要内容为:总则、荷载、材料与构件、构造设计、结构计算等。

加筋土是一门正在发展中的新技术,本规范在我国又属初次编写,请各单位在设计和施工的实践中,注意积累资料、总结经验,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄交山西省交通厅,以便今后修订时参考。

## 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 主要符号.....               | 1  |
| 第一章 总则.....             | 4  |
| 第二章 荷载.....             | 5  |
| 第一节 荷载类型与组合.....        | 5  |
| 第二节 永久荷载.....           | 6  |
| 第三节 可变荷载.....           | 8  |
| 第四节 地震力.....            | 10 |
| 第三章 材料与构件.....          | 11 |
| 第一节 材料容许应力.....         | 11 |
| 第二节 加筋体填料.....          | 12 |
| 第三节 筋带.....             | 13 |
| 第四节 面板.....             | 14 |
| 第四章 构造设计.....           | 18 |
| 第一节 一般规定.....           | 18 |
| 第二节 加筋土挡土墙.....         | 20 |
| 第三节 加筋土桥台.....          | 21 |
| 第五章 结构计算.....           | 23 |
| 第一节 一般规定.....           | 23 |
| 第二节 加筋土挡土墙.....         | 27 |
| 第三节 加筋土桥台.....          | 33 |
| 附录一 外部稳定性分析中的地震力计算..... | 39 |
| 附录二 填料电阻率测试方法.....      | 41 |
| 附录三 本规范用词说明.....        | 43 |
| 附加说明 .....              | 44 |

## 主要符号

- $A$ ——计算土体的横断面积( $\text{m}^2$ );
- $A_i$ ——第  $i$  单元筋带设计断面积( $\text{mm}^2$ );
- $a$ ——车轮或履带的着地长度( $\text{m}$ );
- $B$ ——计算等代均布土层厚度的荷载布置长度( $\text{m}$ );
- $B_1$ ——垫梁长度( $\text{m}$ );
- $b_a$ ——垫梁后缘至墙面板距离( $\text{m}$ );
- $b_b$ ——路堤式挡土墙填土坡脚至面板水平距离( $\text{m}$ );
- $b_d$ ——水平荷载分布宽度( $\text{m}$ );
- $b_{11}$ ——简化破裂面的垂直部分与墙面板背面距离( $\text{m}$ );
- $b_i$ ——第  $i$  单元筋带宽度总和( $\text{m}$ );
- $c$ ——加筋土桥台垫梁与面板间距离( $\text{m}$ );
- $C_i$ ——抗震验算重要性修正系数;
- $C_z$ ——抗震验算综合影响系数;
- $f'$ ——筋带与填料的似摩擦系数;
- $\Sigma G$ ——布置在  $B \times L_0$  面积内的车轮或履带荷载, 或整体式加筋土桥台支座承受的桥上轮载或履带荷载压力( $\text{kN}$ );
- $H$ ——加筋体高度( $\text{m}$ );
- $H_1$ ——简化破裂面上部高度( $\text{m}$ );
- $H_2$ ——简化破裂面下部高度( $\text{m}$ );
- $H'$ ——加筋体上路堤高度( $\text{m}$ );
- $H''$ ——垫梁后加筋体上填土高度( $\text{m}$ );
- $h$ ——车辆荷载换算的等代均布土层厚度( $\text{m}$ );
- $h_1$ ——加筋体上填土换算的等代均布土层厚度( $\text{m}$ );
- $h_2$ ——整体式桥台垫梁及桥梁上部构造重力换算的等代均布

- 土层厚度(m);
- $K$ ——材料容许应力提高系数;
- $k$ ——容许承载力提高系数;
- $K_0$ ——抗倾覆稳定系数;
- $K'_0$ ——静止土压力系数;
- $K_a$ ——主动土压力系数;
- $K_o$ ——基底抗滑稳定系数;
- $K_h$ ——水平地震系数;
- $K_1$ ——加筋体内深度 $z_1$ 处土压力系数;
- $K_s$ ——整体抗滑稳定系数;
- $[K_f]$ ——筋带要求抗拔安全系数;
- $L$ ——加筋体底面宽度(m);
- $L_0$ ——计算等代均布土层厚度采用的荷载布置宽度(m);
- $L_c$ ——结构计算采用的荷载布置宽度(m);
- $L_1$ ——筋带总长度(m);
- $L_{11}$ ——筋带锚固长度(m);
- $L_{21}$ ——活动区筋带长度(m);
- $L_{c1}$ ——深度 $z_1$ 处荷载分布宽度(m);
- $S_x$ ——筋带结点水平间距(m);
- $S_y$ ——筋带结点垂直间距(m);
- $T_i$ ——第 $i$ 单元筋带所受拉力(kN);
- $T'_i$ ——地震时第 $i$ 单元筋带所受拉力(kN);
- $z_0$ ——计算水位以上加筋体高度(m);
- $z_c$ ——水平荷载影响深度(m);
- $z_1$ ——第 $i$ 单元结点至加筋体顶面垂直距离(m);
- $z'_1$ ——计算水位以下的第 $i$ 单元结点与计算水位高差(m);
- $\varphi$ ——土或填料的内摩擦角( $^\circ$ );
- $\mu$ ——加筋体与地基的摩擦系数;
- $\theta_s$ ——地震角( $^\circ$ );
- $\gamma$ ——加筋体填料或土容重(kN/m<sup>3</sup>);

- $\gamma_0$ ——加筋体填料水下容重( $\text{kN/m}^3$ ),  
 $\gamma_1$ ——加筋体填料容重( $\text{kN/m}^3$ ),  
 $\gamma_2$ ——加筋体上填土容重( $\text{kN/m}^3$ )  
 $[\sigma]$ ——修正后的地基土容许承载力( $\text{kPa}$ ),  
 $[\sigma_a]$ ——容许压应力( $\text{MPa}$ ),  
 $[\sigma_L]$ ——容许拉应力( $\text{MPa}$ ),  
 $[\sigma_{wL}]$ ——容许弯拉应力( $\text{MPa}$ ),  
 $\sigma_{a1}$ ——车辆荷载作用下加筋体内深度 $z_i$ 处的垂直应力( $\text{kPa}$ ),  
 $\sigma_{b1}$ ——垫梁宽度内剩余荷载作用下深度 $z_i$ 处的垂直应力( $\text{kPa}$ ),  
 $\sigma_{c1}$ ——加筋体上填土及其上车辆荷载作用下,深度 $z_i$ 处的垂直应力( $\text{kPa}$ ),  
 $\sigma_{d1}$ ——水平荷载作用下深度 $z_i$ 处的侧向应力( $\text{kPa}$ ),  
 $\sigma_{H1}$ ——整体式桥台加筋体顶面水平荷载作用下,深度 $z_i$ 处的侧向应力( $\text{kPa}$ ),  
 $\sigma_{\max}$ ——基础底面地基最大压应力( $\text{kPa}$ ),  
 $\sigma_{\min}$ ——基础底面地基最小压应力( $\text{kPa}$ ),  
 $\Delta\sigma_{w1}$ ——抗震验算时加筋体深度 $z_i$ 处的土压应力增量( $\text{kPa}$ ),  
 $\beta$ ——简化破裂面的倾斜部分与水平面夹角( $^\circ$ ),

# 第一章 总 则

**第1.0.1条** 本规范适用于公路加筋土挡土墙和公路梁(板)式加筋土桥台等构造物的设计。

**第1.0.2条** 加筋土工程应根据所在公路的使用任务、性质和发展的需要,按照安全、适用、经济、美观的原则进行设计。设计应符合因地制宜、合理取材、有利施工、方便养护的原则。必要时应进行方案比选。

**第1.0.3条** 加筋土工程设计应保证各部分具有足够的强度、耐久性和加筋体的整体稳定性。

**第1.0.4条** 加筋土工程的勘察资料,应能满足确定结构尺寸、筋带与填料类型、地基承载力和设计排水设施等要求。

## 第二章 荷 载

### 第一节 荷载类型与组合

#### 第2.1.1条 荷载类型

一、加筋土挡土墙设计的荷载类型应按表2.1.1采用。

荷 载 类 型 表

表2.1.1

| 荷载类型   | 编 号 | 荷 载 名 称    |
|--------|-----|------------|
| 永久荷载   | 1   | 加筋体重力      |
|        | 2   | 加筋体上填土重力   |
|        | 3   | 加筋体外土的侧压力  |
|        | 4   | 水的浮力       |
| 基本可变荷载 | 5   | 汽车         |
|        | 6   | 平板挂车或履带车   |
|        | 7   | 车辆荷载引起的侧压力 |
| 偶然荷载   | 8   | 地震力        |

二、加筋土桥台设计的荷载类型，应按现行的《公路桥涵设计通用规范》(JTJ021—89)规定采用。

第2.1.2条 结构计算时，应根据可能同时出现的作用荷载，选择荷载组合。加筋土挡土墙在下列 I、III、V、VI 中选择荷载组合，加筋土桥台在下列 I~VI 中选择荷载组合。

组合 I：基本可变荷载（平板挂车或履带车除外）的一种或几种与永久荷载的一种或几种相组合；

组合 II：基本可变荷载（平板挂车或履带车除外）的一种或几种与永久荷载的一种或几种与其他可变荷载的一种或几种相组合；

组合III: 平板挂车或履带车与结构重力、土的重力及土侧压力中的一种或几种相组合;

组合IV: 基本可变荷载(平板挂车或履带车除外)的一种或几种与永久荷载的一种或几种与偶然荷载中的船只和漂流物撞击力相组合;

组合V: 在进行施工阶段验算时, 根据可能出现的施工荷载(如结构重力、脚手架、材料机具、人群)进行组合;

构件吊装时, 构件重力应乘以动力系数1.2或0.85, 并可视构件具体情况作适当增减;

组合VI: 结构重力、土重及土侧压力中的一种或几种与地震力相组合。

## 第二节 永久荷载

第2.2.1条 加筋体重力应按填料容重计算。

整体式桥台垫梁重力与桥梁上部构造重力对支座的压力, 应按下式换算成等代均布土层厚度计算:

$$h_2 = \frac{W}{B_1 b \gamma_2} \quad (2.2.1)$$

式中  $h_2$ ——等代均布土层厚度(m);

$W$ ——垫梁重力与桥梁上部构造重力对支座的压力(kN);

$B_1$ ——垫梁长度(m);

$b$ ——垫梁宽度(m);

$\gamma_2$ ——加筋体上填土容重(kN/m<sup>3</sup>)。

第2.2.2条 加筋体与加筋体上填土的计算分界面, 为通过加筋体墙面顶部的水平面, 该面以上填土重力属加筋体上填土重力。

在内部稳定性分析时, 路堤式挡土墙加筋体上填土重力应按下式换算成等代均布土层厚度计算(图2.2.2)。

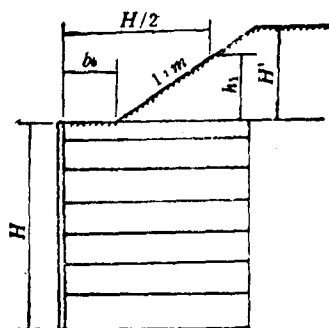


图2.2.2 路堤式挡土墙加筋体上填土等代土层厚度计算图

$$h_1 = \frac{1}{m} \left( \frac{H}{2} - b_0 \right) \quad (2.2.2)$$

式中  $h_1$ ——加筋体上填土换算成等代均布土层厚度(m)，当  $h_1 > H'$  时，取  $h_1 = H'$ ；

$m$ ——路堤边坡率；

$H$ ——加筋体高度(m)；

$b_0$ ——坡脚至面板水平距离(m)；

$H'$ ——加筋体上路堤高度(m)。

在外部稳定性验算时，加筋体上填土重力按填土几何尺寸计算。

**第2.2.3条** 加筋体背面承受的土压力、垫梁背墙承受的土压力、加筋体上填土的破裂面承受的土压力，均属加筋体外土的侧压力，可按库仑主动土压力计算。

**第2.2.4条** 浸水加筋土结构设计应按下列规定考虑水的浮力：

- 一、拉筋断面设计采用低水位浮力；
- 二、地基应力验算采用低水位浮力或不考虑浮力；加筋体的滑移、倾覆稳定验算采用设计水位浮力；
- 三、其它情况采用最不利水位浮力。

### 第三节 可 变 荷 载

第2.3.1条 车辆荷载标准,应按现行的《公路桥涵设计通用规范》(JTJ021—89)规定采用。

第2.3.2条 车辆荷载换算的等代均布土层厚度 $h$ 应按下式计算:

$$h = \frac{\Sigma G}{BL_0\gamma_1} \quad (2.3.2-1)$$

式中  $B$ ——荷载布置长度(m),见下述规定;

$L_0$ ——荷载布置宽度(m);见下述规定;

$\gamma_1$ ——加筋体填土容重( $\text{kN}/\text{m}^3$ );

$\Sigma G$ ——布置在 $B \times L_0$ 面积内的轮载或履带荷载,或整体式加筋土桥台支座承受的桥上轮载或履带荷载压力( $\text{kN}$ )。

有关规定如下:

一、挡土墙 $B$ 的取值

1.汽车—10级或汽车—15级作用时,取挡土墙分段长度,但不大于15m。

2.汽车—20级作用时,取重车的扩散长度(计算方法见后)。当挡土墙分段长度在10m及以下时,扩散长度不超过10m;挡土墙分段长度在10m以上时,扩散长度不超过15m。

3.汽车—超20级作用时,取重车的扩散长度,但不超过20m。

4.平板挂车或履带车作用时,取挡土墙分段长度和车辆扩散长度两者之较大值,但不超过15m。

车辆的扩散长度 $B$ 按下式计算:

$$B = L' + a + (2H' + H)\text{tg}30^\circ \quad (2.3.2-2)$$

式中  $L'$ ——汽车或平板挂车的前后轴距(履带车为零)

(m);

$a$ ——车轮或履带的着地长度(m)。

## 二、挡土墙 $L_0$ 的取值

1. 在内部稳定性分析中, 当活动区进入路基宽度时, 分别用路基宽度和活动区宽度, 由式(2.3.2-1)计算等代土层厚度  $h$ , 取  $h$  较大者所对应的  $L_0$ ; 当活动区未进入路基宽度时, 取路基宽度。

2. 外部稳定性验算取路基宽度。

## 三、挡土墙车辆荷载布置

1. 汽车荷载纵向布置: 当  $B$  值取挡土墙分段长度时; 为分段长度内可能布置的车轮; 当取重车的扩散长度时, 为一辆重车。

2. 汽车荷载横向布置:  $L_0$  范围内可能布置的车轮。车轮中线距路面(硬路肩)或安全带边缘的距离为 0.5m。

3. 平板挂车或履带车荷载在纵向只布置一辆。横向为  $L_0$  范围内可能布置的车轮或履带, 车轮中线距路面(硬路肩)或安全带边缘的距离为 1.0m。

## 四、桥台 $B$ 值取桥台横向全宽。

## 五、桥台 $L_0$ 的取值

1. 在内部稳定性分析中, 整体式桥台取垫梁宽度; 内置组合式桥台取盖梁后加筋体宽度; 外置组合式桥台分别用活动区宽度和前墙宽度计算等代土层厚度  $h$ , 取  $h$  较大者所对应的  $L_0$ 。

2. 外部稳定性验算取加筋体宽度与加筋体后破裂楔体宽度之和。

六、桥台上车辆荷载的纵向排列和横向布置均按现行的《公路桥涵设计通用规范》(JTJ021—89)确定。

## 第2.3.3条 车辆等代均布土层荷载布置范围

一、内部稳定性分析时, 路堤式挡土墙为路基宽度, 内置组合式桥台为盖梁后加筋体宽度, 其余为加筋体全宽。

二、外部稳定性分析时, 路堤式挡土墙为路基宽度。路肩式挡土墙与桥台, 当计算地基应力时, 为加筋体顶部与其后破裂楔体顶部的宽度之和; 当验算滑移和倾覆稳定时, 为加筋体后破裂楔体顶部的宽度; 当验算整体滑动稳定时, 为加筋体后至圆弧滑

裂面之间的土体顶部宽度。

注：荷载布置范围不含路基宽度以外部分。

#### 第四节 地震力

**第2.4.1条** 基本烈度为7、8、9度地区的加筋土工程应进行抗震设计。

**第2.4.2条** 加筋土工程抗震设计只考虑水平地震力。基本烈度为7、8、9度地区的地震力按照第五章有关公式及附录一计算；大于9度地区的地震力计算应进行专门研究；小于6度地区除国家特有规定者外，不计算地震力；做过地震小区划地区的地震力计算，可经主管部门审批后进行。

**第2.4.3条** 抗震措施应按现行《公路工程抗震设计规范》(JTJ004—89)的有关规定执行。6度地区可采取构造措施简易设防。

**第2.4.4条** 地震力计算应符合下列规定：

一、用于内部稳定性分析的地震力应考虑

1. 加筋体及加筋体上填土土压力的地震增量；
2. 整体式桥台垫梁及其上永久荷载的地震力。

二、用于外部稳定性分析的地震力应考虑

1. 加筋体自身地震力；
2. 加筋体上填土地震力；
3. 加筋体后和加筋体上填土后部土压力的地震增量；
4. 整体式桥台垫梁及其上永久荷载的地震力。

## 第三章 材料与构件

### 第一节 材料容许应力

第3.1.1条 扁钢、钢筋及混凝土容许应力分别按表3.1.1-1和3.1.1-2采用。

扁钢、钢筋容许应力(MPa)

表3.1.1-1

| 材 料 名 称 | 容许应力 $[\sigma_t]$ |
|---------|-------------------|
| 扁钢(3号钢) | 135               |
| 1级钢筋    | 135               |

混凝土容许应力(MPa)

表3.1.1-2

| 混凝土强度等级                | C13  | C18  | C23  | C28   |
|------------------------|------|------|------|-------|
| 轴心受压应力 $[\sigma_c]$    | 5.50 | 7.00 | 9.00 | 10.50 |
| 拉应力(主拉应力) $[\sigma_L]$ | 0.35 | 0.45 | 0.55 | 0.60  |
| 弯曲拉应力 $[\sigma_{wL}]$  | 0.55 | 0.70 | 0.30 | 0.90  |

注：矩形截面构件弯曲拉应力可提高15%。

材料容许应力提高系数

表3.1.3

| 材 料 类 别 |             | 钢带、钢筋、混凝土 | 聚丙烯土工带 |
|---------|-------------|-----------|--------|
| 荷载组合    | 组合I         | 1.00      | 1.00   |
|         | 组合II、III、IV | 1.25      | 1.30   |
|         | 组合V         | 1.30      | 1.30   |
|         | 组合VI        | 1.50      | 2.00   |

第3.1.2条 聚丙烯土工带在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温下放置4h,