



Fuzhou University -
College of Civil Engineering

第二章 桥面系与支座

§ 2 . 1 桥面布置与构造

§ 2 . 2 桥梁附属设施与构造

§ 2 . 3 桥面板的设计与计算

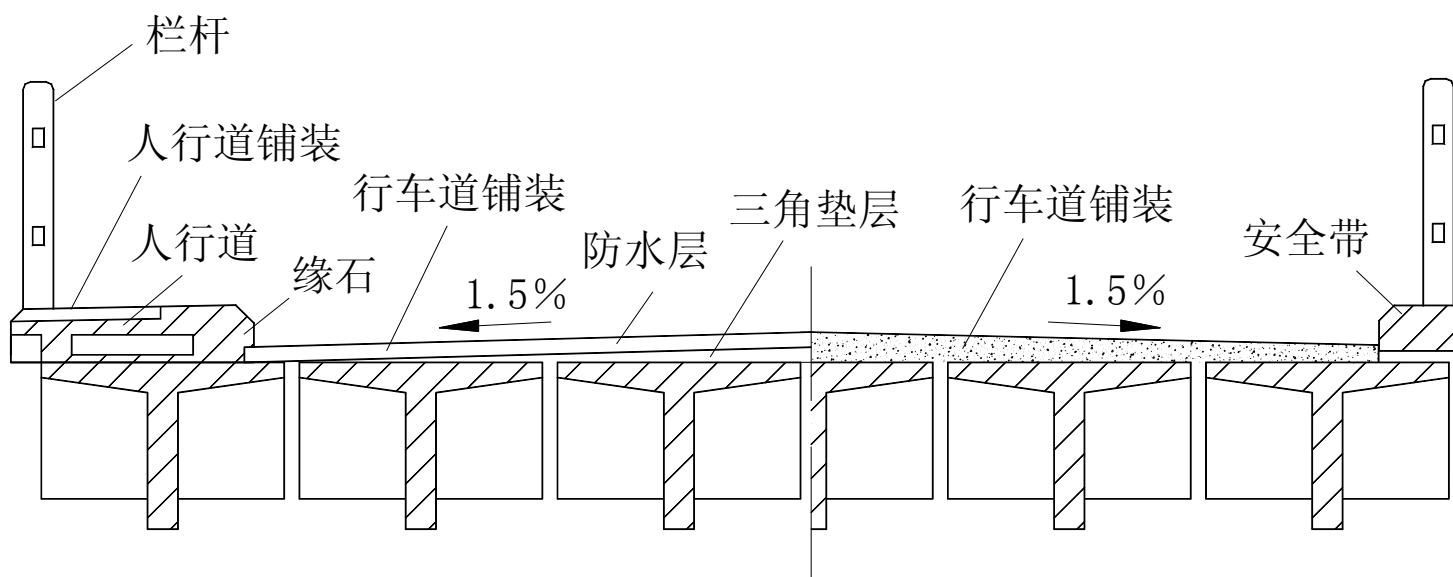
§ 2 . 3 桥梁支座



2.1 桥面布置与构造

2.1.1 桥面组成

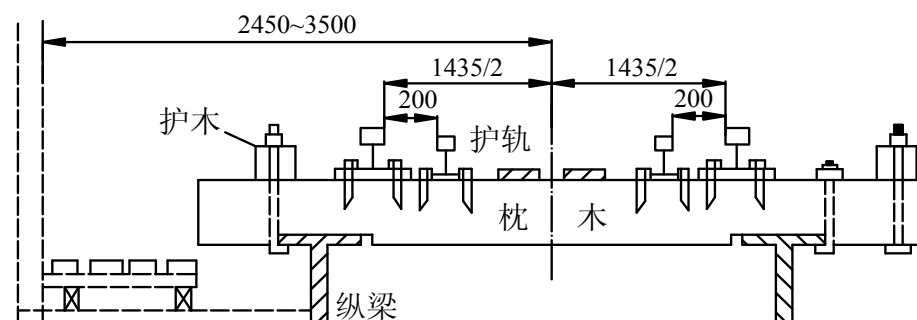
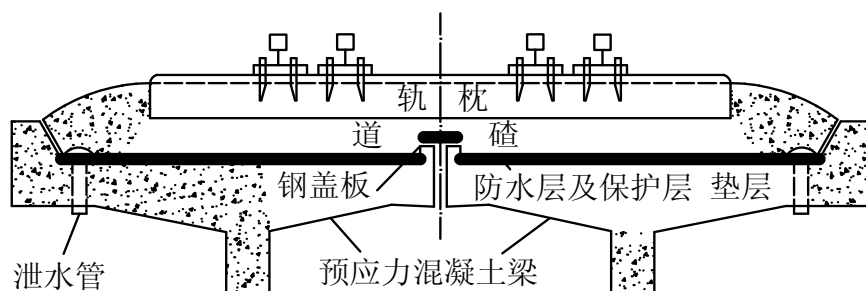
- 公路桥面构造包括行车道铺装、排水防水系统、人行道（或安全带）、缘石、栏杆、护栏、照明灯具和伸缩缝等。



公路桥面一般构造



- 铁路桥面构造通常包括钢轨、轨枕、道碴、挡碴墙、泄水管、人行道、栏杆和钢轨伸缩调节器等



铁路桥面一般构造



- 桥面构造直接与车辆、行人接触，对桥梁的主要结构既能传力又能起保护作用
- 其构造合理性、施工质量和养护质量，直接影响到桥梁的使用功能。
- 桥面的布置应在桥梁的总体设计中考虑，根据道路的等级、桥梁的宽度、行车要求等条件确定。



2.1.2 桥面铺装

- 保护属于主梁整体部分的行车道板不受车辆轮胎的直接磨损，防止主梁遭受雨水的侵蚀，并对车辆轮重的集中荷载起一定的分布作用
- 桥面铺装的结构型式宜与所在位置的道路路面相协调。桥面铺装应有完善的防水、排水系统。
- 主要类型有水泥混凝土和沥青混凝土等。
- 高速公路和一级公路上特大桥、大桥的桥面铺装宜采用沥青混凝土桥面铺装。



桥梁上部结构应设置防水层，其形式和方法应根据当地的气候条件、雨量情况和桥梁具体结构形式等确定。

圬工桥台背面及拱桥拱圈与填料间应设置防水层，并设盲沟排水。

普通水泥砼铺装 表面粗糙，耐磨好，不小于**80mm**，强度不小于**C40**，应设置钢筋网，直径不小于**8mm**，间距不大于**100mm**。

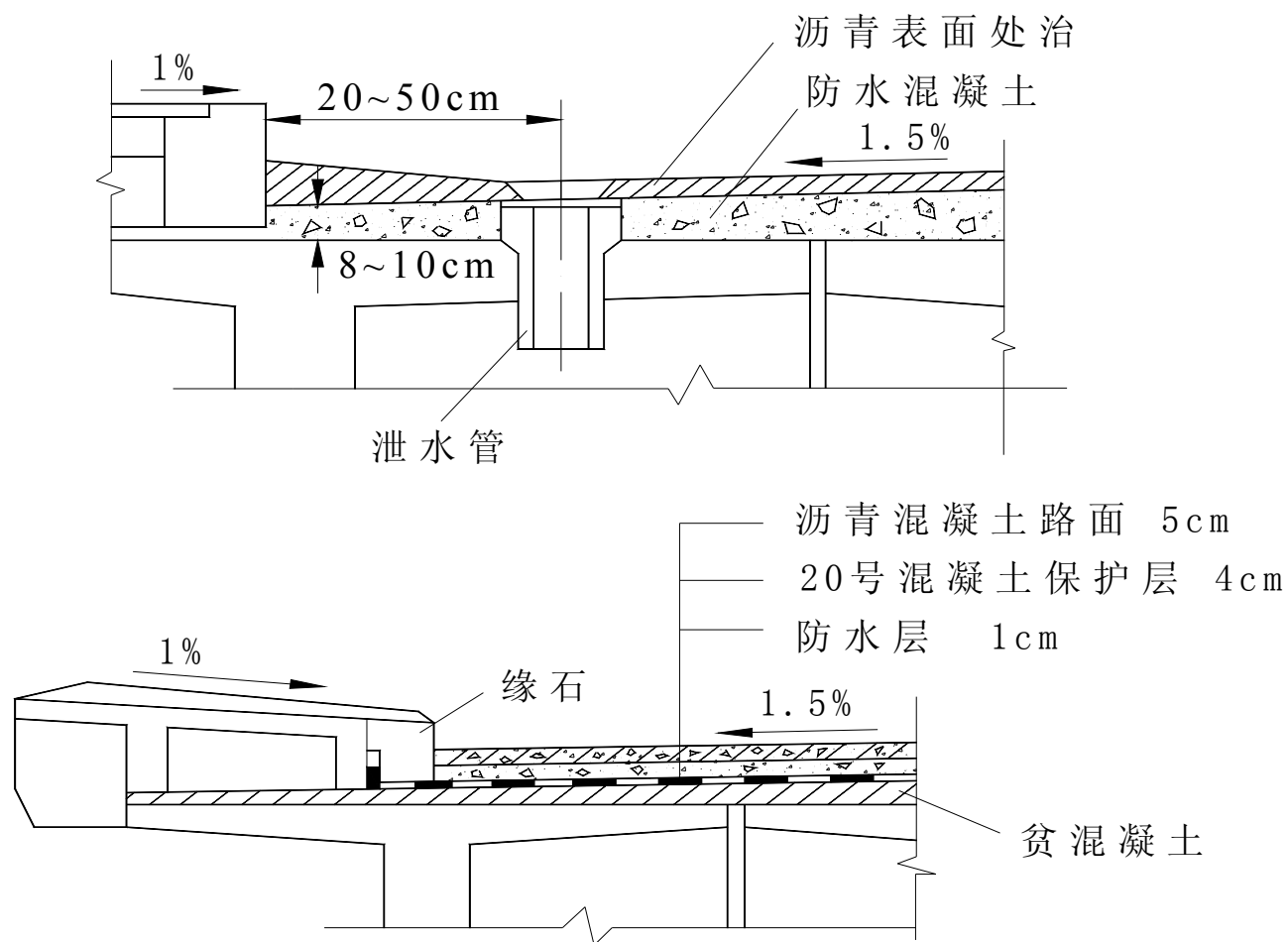
沥青砼铺装 较轻，养护方便，通车快，高速公路、一级公路厚度不小于**70mm**，其它不小于**50mm**。



- ✓ 防水砼铺装
 - 非冰冻地区需防水时用，厚**8~10cm**，
 - 上面可铺**2cm**沥青磨耗层
- ✓ 具有贴式防水层的铺装
 - 防水程度高，桥面板位于受拉区时
 - “三油二毡”厚**1~2cm**
 - 砼保护层厚**4cm**



桥面铺装构造





2.1.3 桥面排水系统

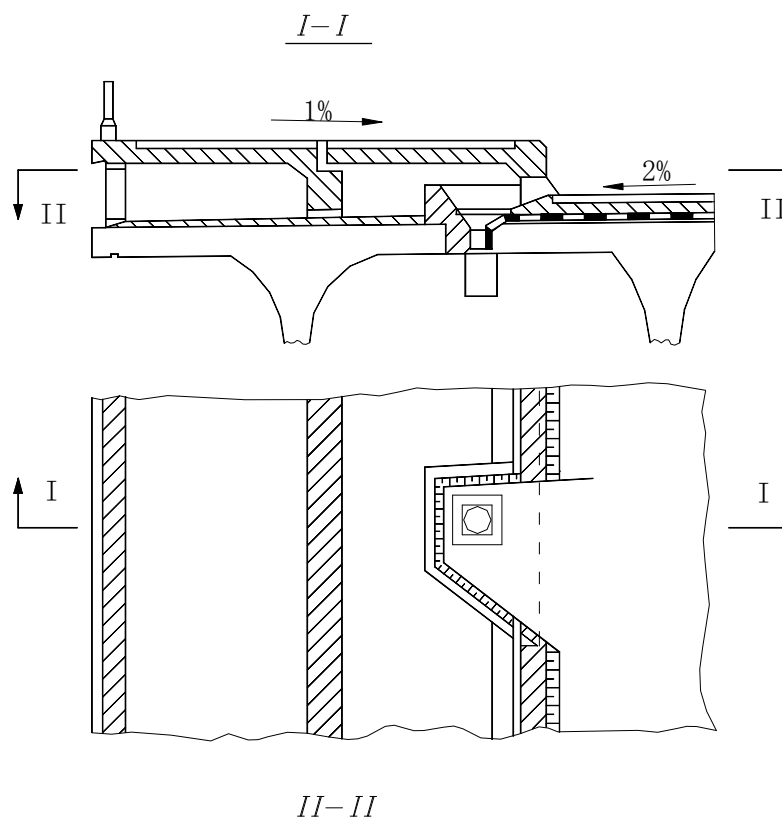
- 桥面纵坡**>2%**，桥长**<50m**，不设泄水孔
- 桥面纵坡**>2%**，桥长 **$\geq 50m$** ，设一个泄水管
- 桥面纵坡**<2%**，每隔**6~8m**设一个泄水管
- 泄水管：要求过水面积不小于 **$2\sim 3\text{cm}^2/\text{m}^2$** ，左右对称或交错排列，距缘石**20~50cm**，可在人行道下设置



- 泄水管的型式
 - ✓ 金属泄水管：具有贴式防水层铺装，内径**10~15cm**，管下端伸出行车道板底面**15~20cm**以上
 - ✓ 钢筋砼泄水管：不设防水层，采用防水砼铺装
 - ✓ 横向排水孔道：小跨径桥，预留横向孔
 - ✓ 封闭式排水系统：跨线桥、城市桥梁：设置完整的落水管道

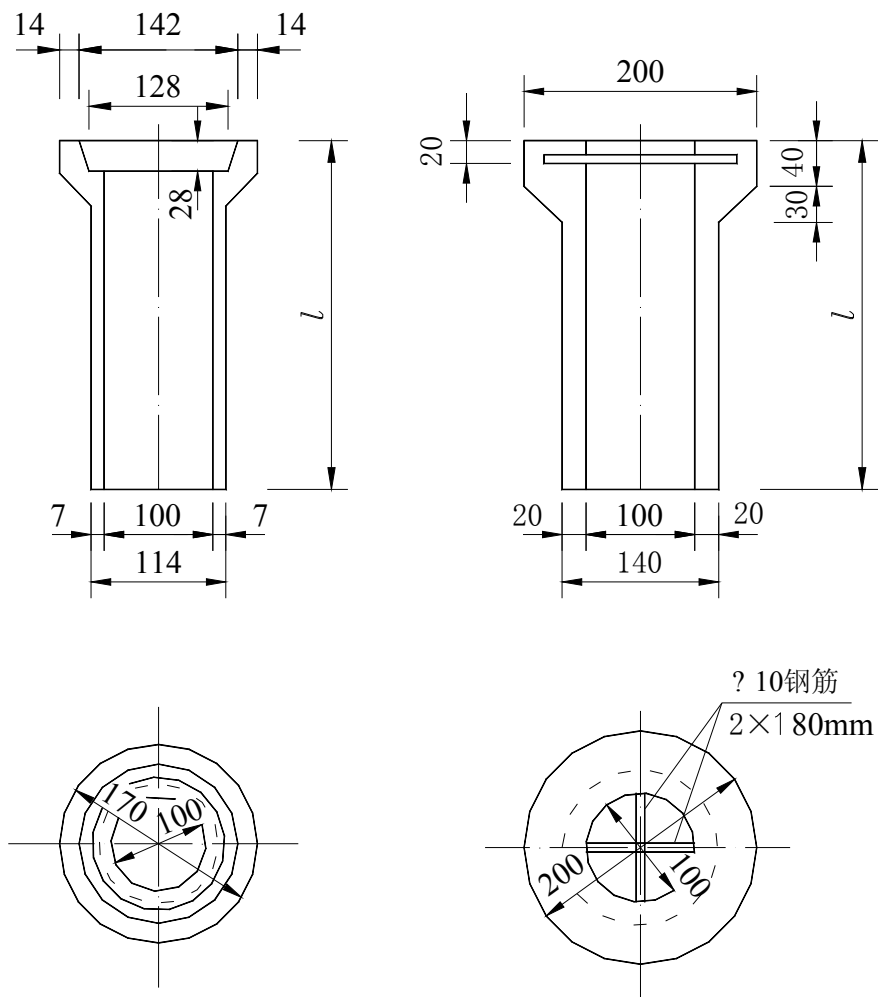


桥面泄水管布置





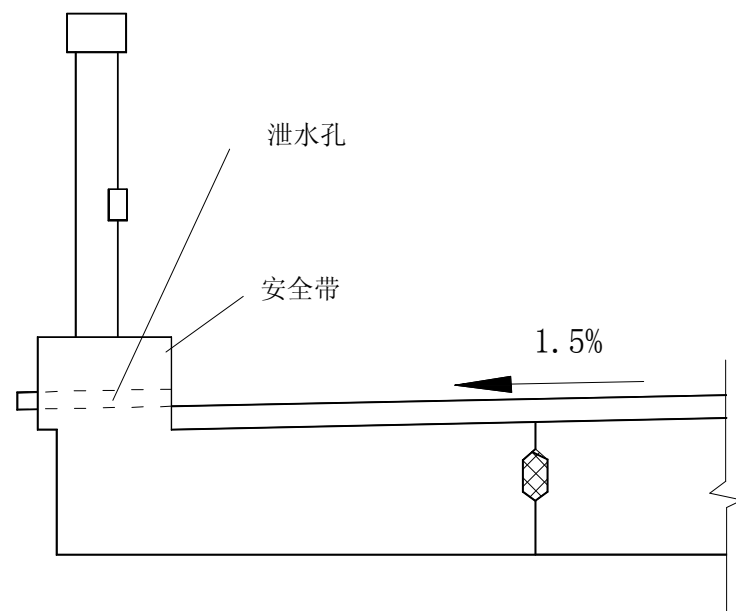
■ 金属与钢筋混凝土泄水管





Fuzhou University -
College of Civil Engineering

横向泄水管道





2.1.4 桥面伸缩缝

- 伸缩缝的作用
 - ✓ 保证桥跨结构在气温变化、活载作用、砼收缩徐变等影响下按净力图式自由变形
 - ✓ 使车辆平顺通过，防止雨水、垃圾泥土等阻塞
 - ✓ 减小车辆通过的噪音



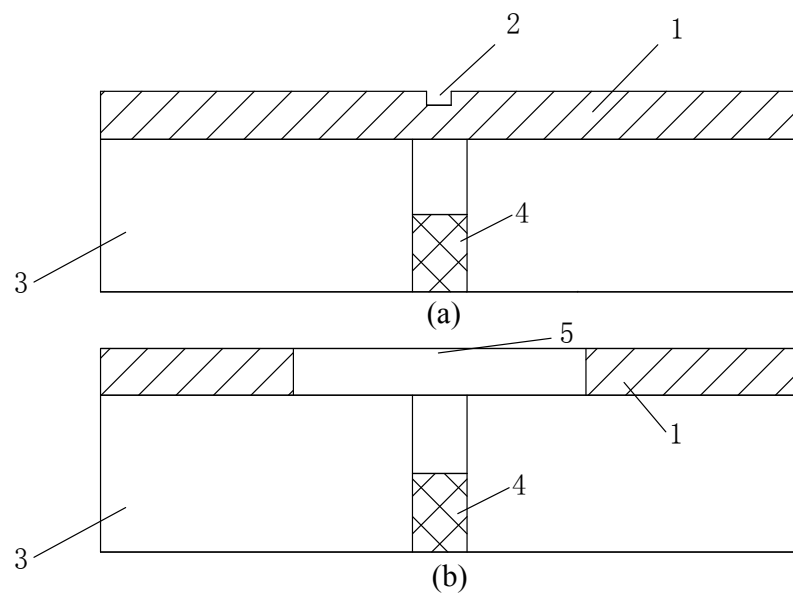
Fuzhou University -
College of Civil Engineering

按主要材料来分

- 填充式伸缩缝
- 钢板伸缩缝
- 橡胶伸缩缝
- 组合伸缩缝



暗缝式伸缩缝

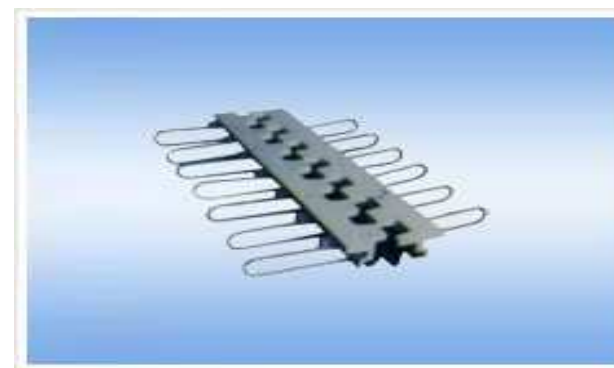
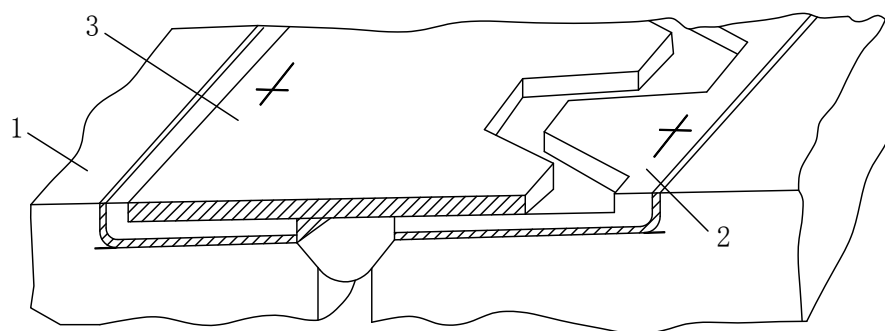


1—桥面铺装层； 2—锯缝； 3—梁体； 4—海棉体； 5—改性沥青



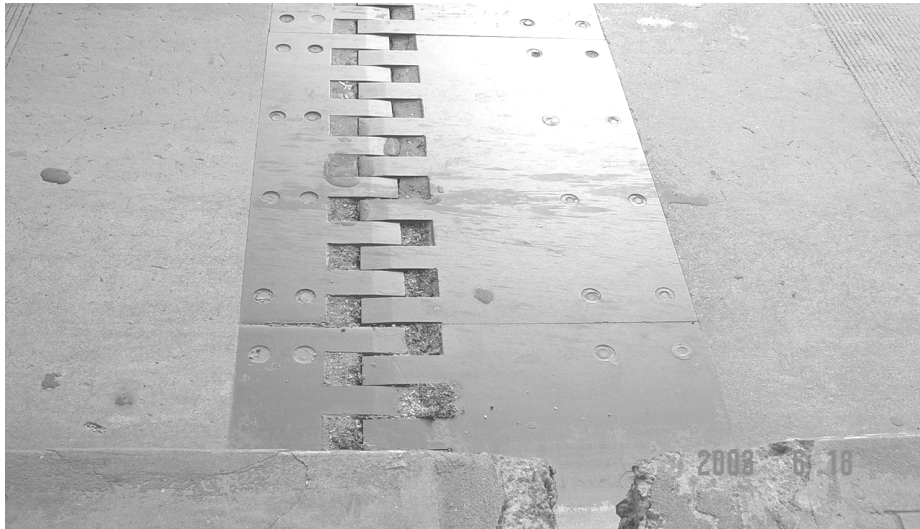
Fuzhou University -
College of Civil Engineering

钢板伸缩缝



1—混凝土桥面板； 2—固定齿板； 3—活动齿板

梳形钢板伸缩装置



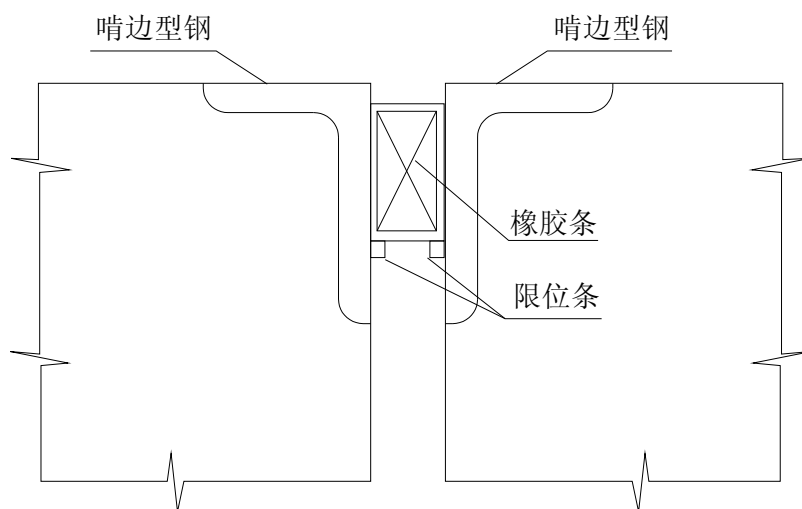
乌龙江大桥钢板伸缩装置

晋江大桥钢板伸缩装置



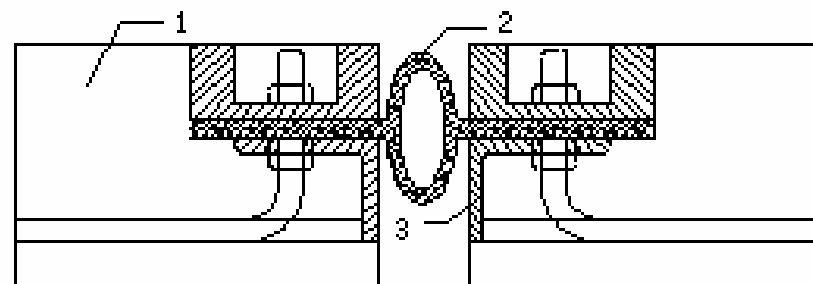


橡胶伸缩缝



塞入式橡胶伸缩缝

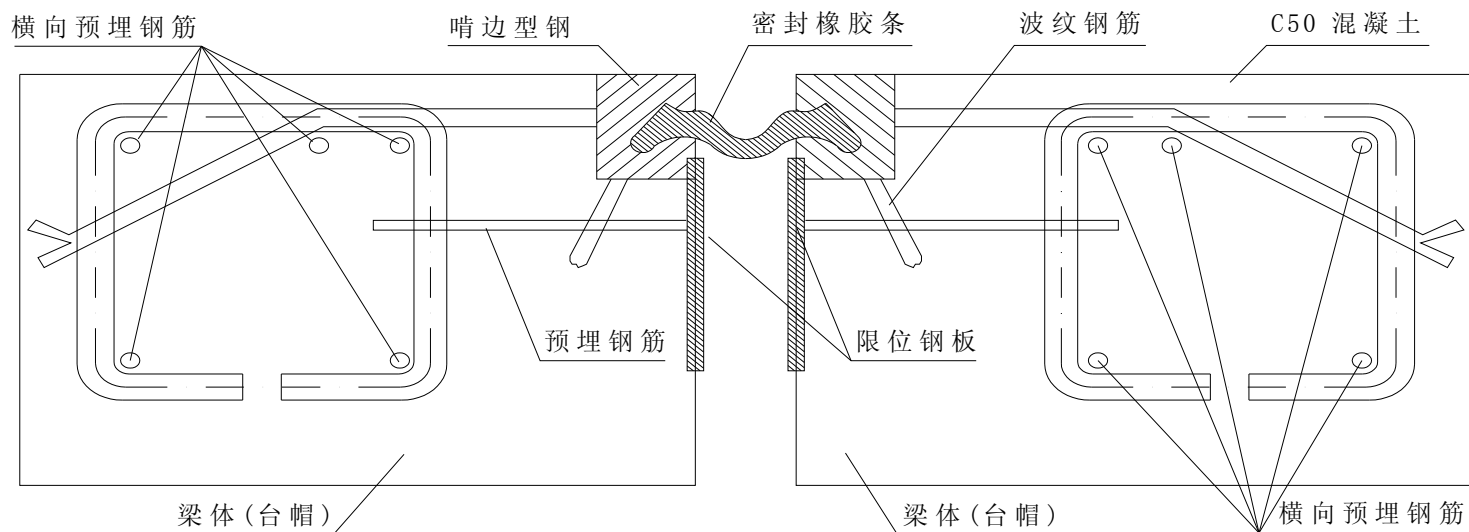
简单锚固条形橡胶伸缩缝



1—橡胶；2—角钢；3—混凝土

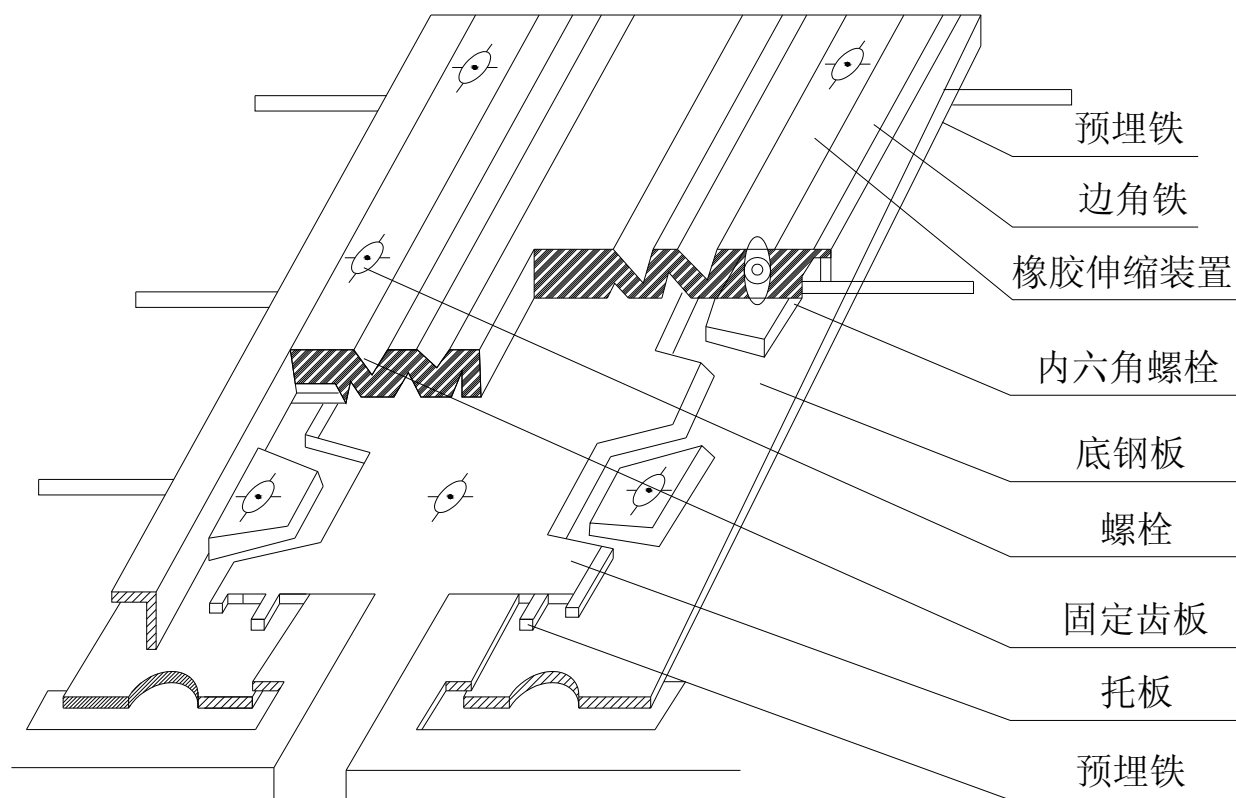


异形钢条形橡胶伸缩缝





板式橡胶伸缩装置



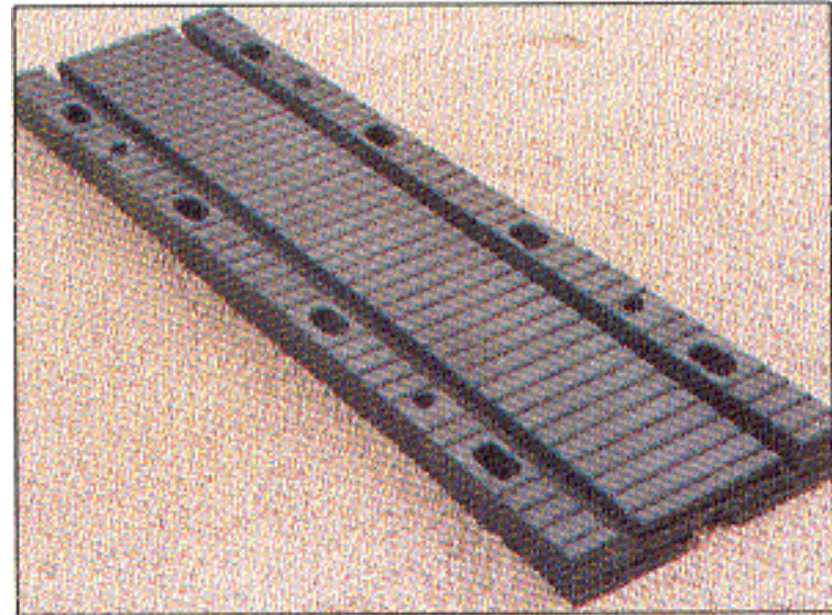
板式橡胶伸缩缝

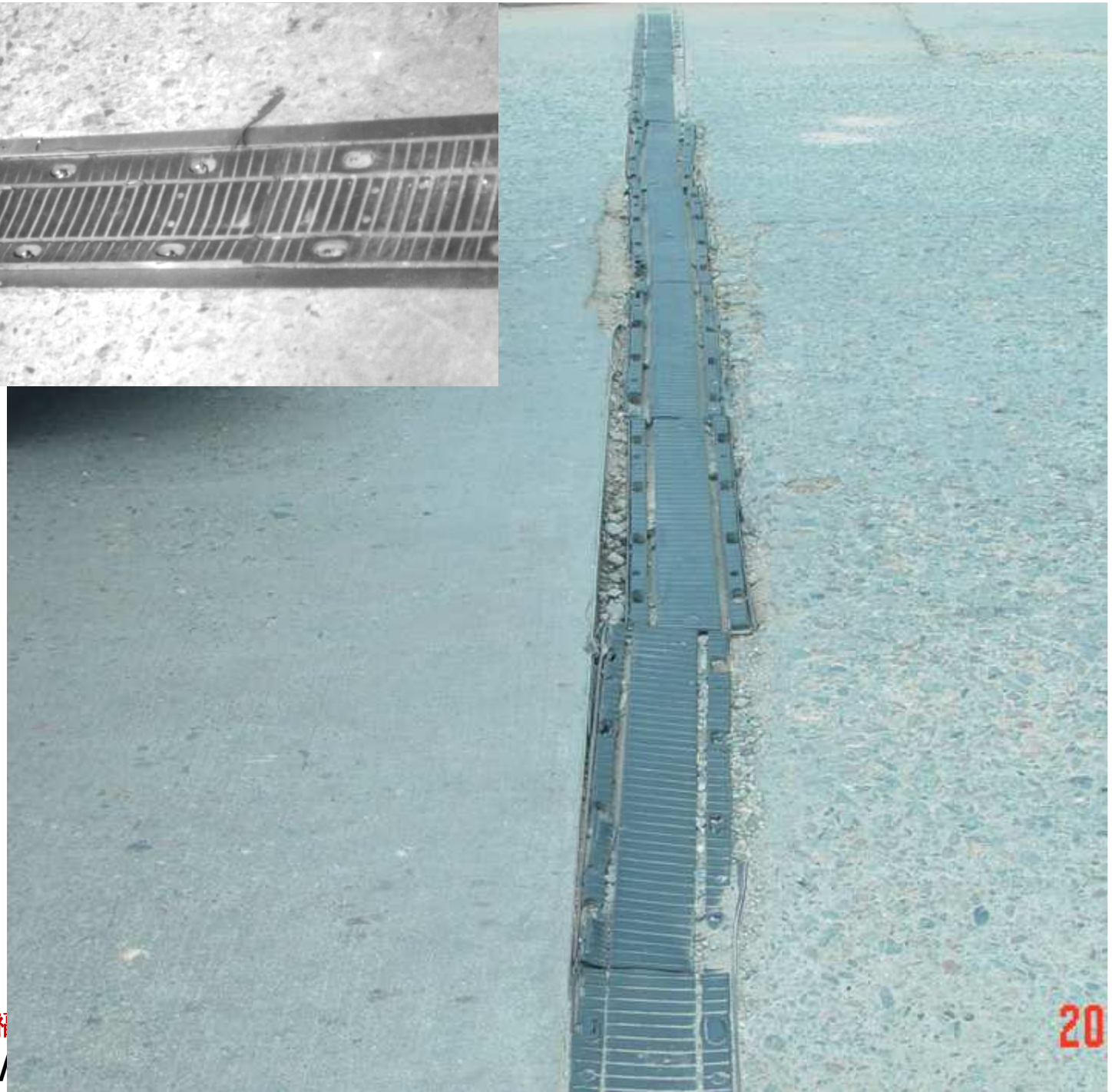
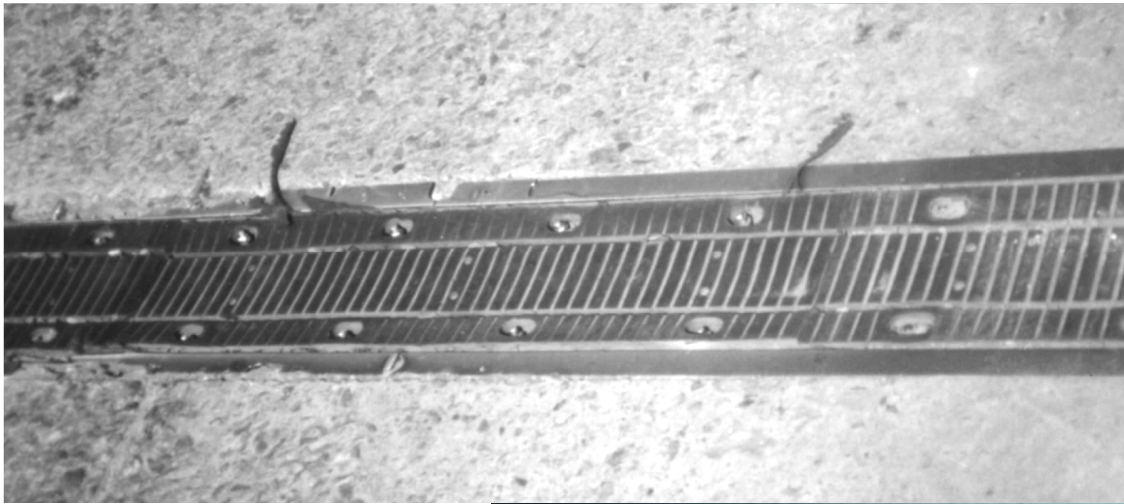


Fuzhou University -
College of Civil Engineering



■ 安装效果



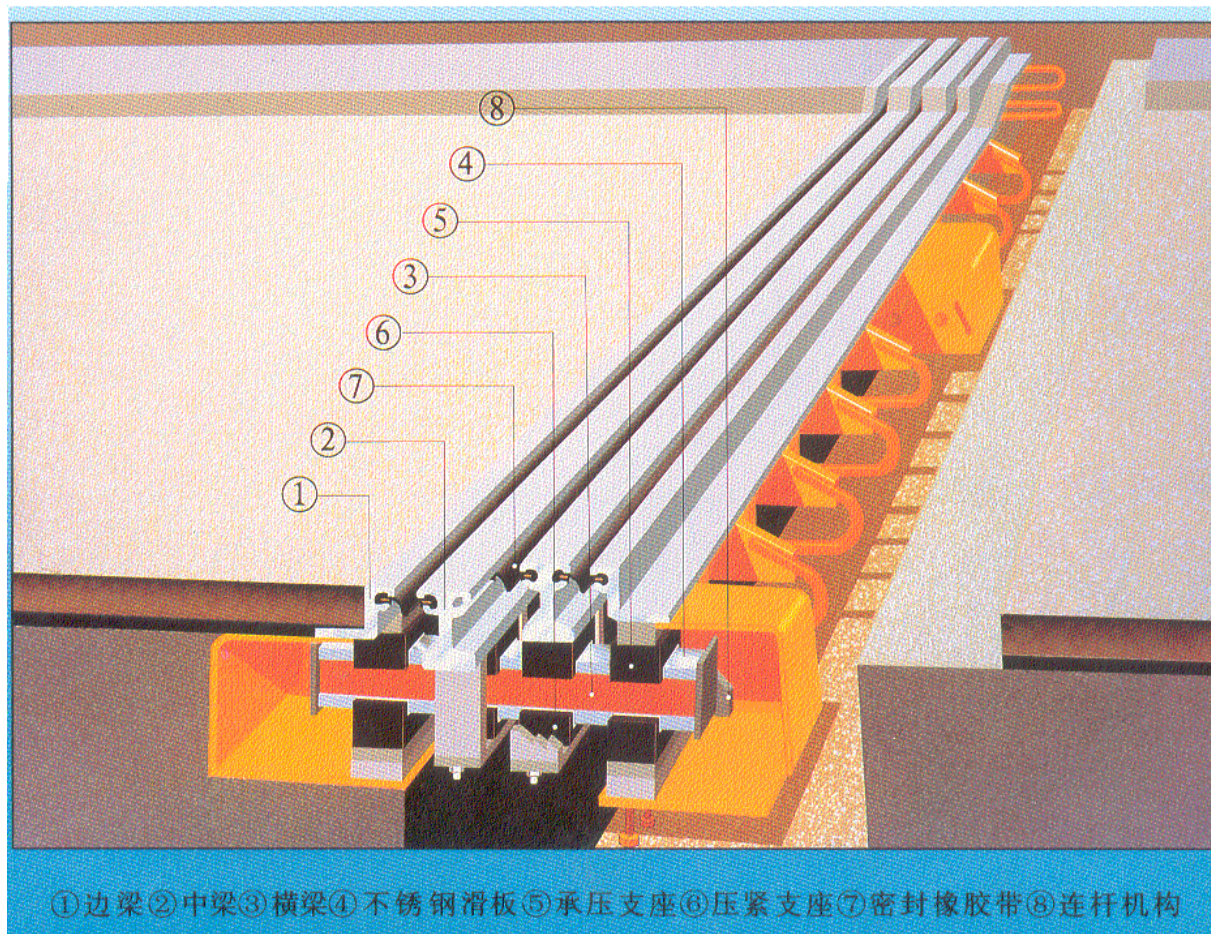


板式橡胶伸缩
缝破损



组合伸缩缝

钢与橡胶组合的模数式伸缩缝





伸缩缝的设计与施工要求

- ✓ 适应桥梁温度变化引起的伸缩
- ✓ 桥面平坦，行驶良好
- ✓ 施工安装方便，与桥梁结构连成整体
- ✓ 安全排水、防水
- ✓ 承担车辆荷载
- ✓ 养护、修理、更换方便
- ✓ 经济价廉



伸缩量 的计算:

- (1) 由温度变化引起的伸缩量
- (2) 由混凝土收缩引起的梁体缩短量
- (3) 由混凝土徐变引起的梁体缩短量
- (4) 由制动力引起的板式橡胶支座剪切变形而导致的伸缩缝开口量或闭口量
- (5) 按照梁体的伸缩量选用伸缩装置的型号

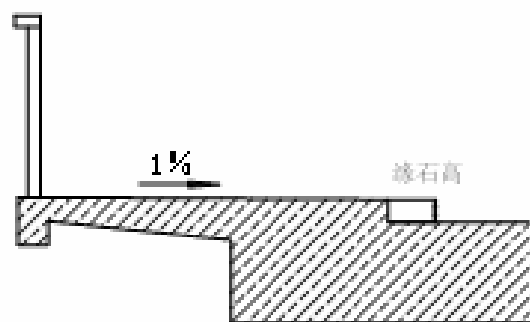


2.2 桥梁附属设施与构造

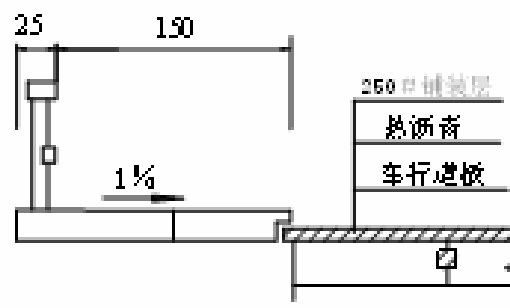
2.2.1 人行道

一、人行道与安全带

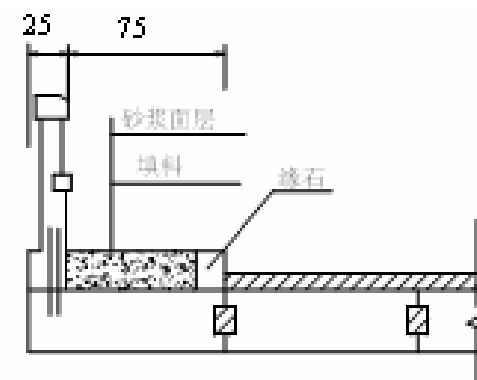
- 人多——人行道**0.75米+0.5米**的倍数
- 人少——安全带，**0.25~0.35米**
- 高度——**0.25~0.35米**
- 做法：现浇——与桥面连成整体
预制——做成配件，现场组合安装



(a)

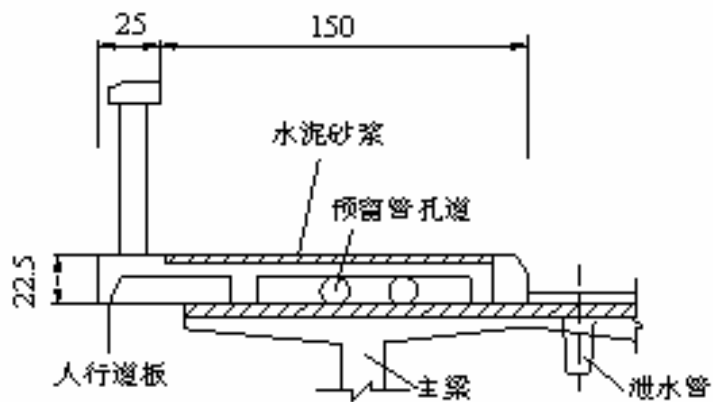


(b)

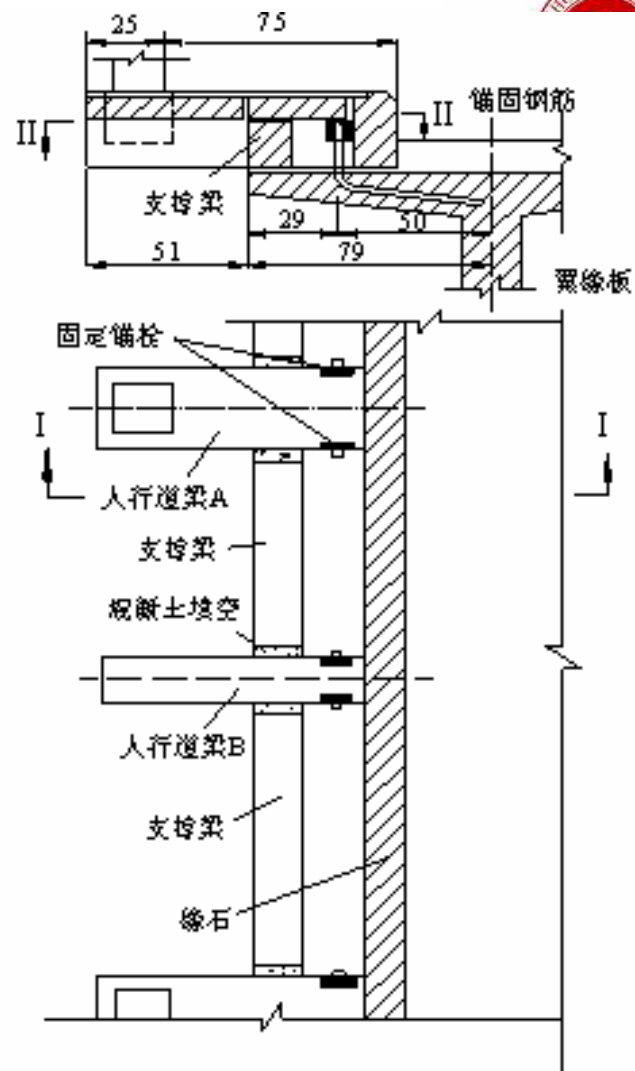


(c)

人行道的布置方式



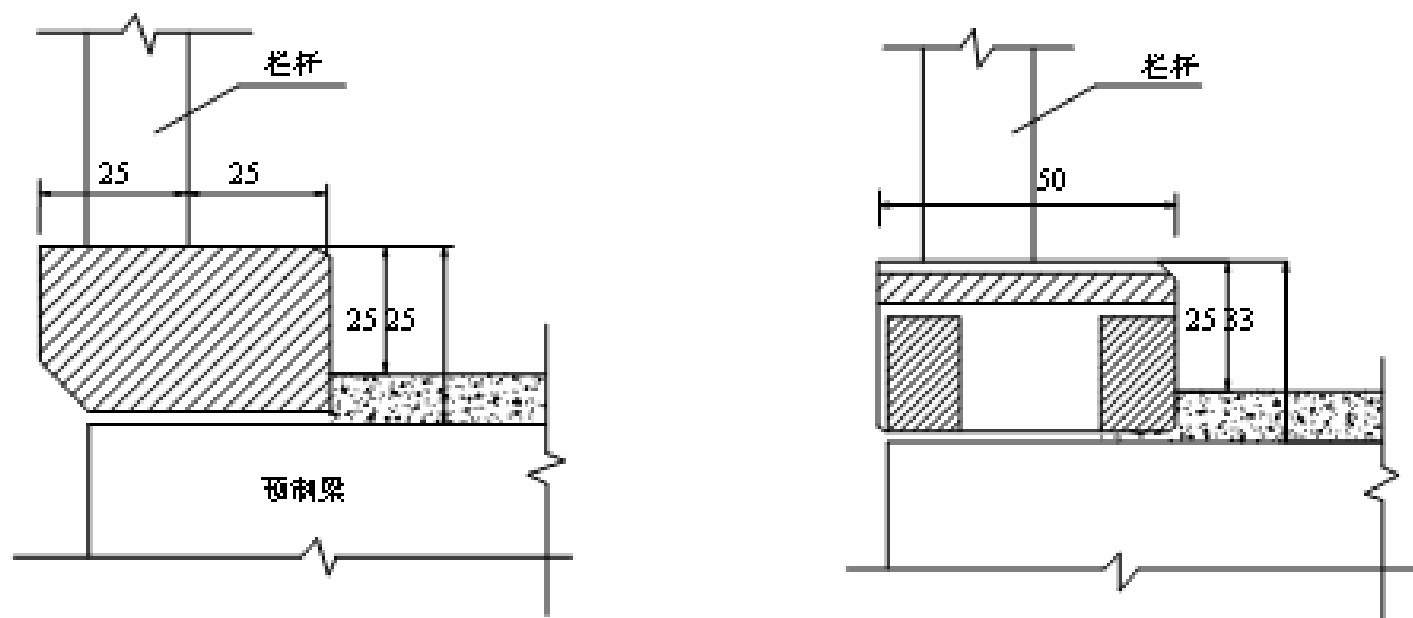
搁置式人行道构造（单位：**cm**）



预制装臂式人行道构造（单位：**cm**）



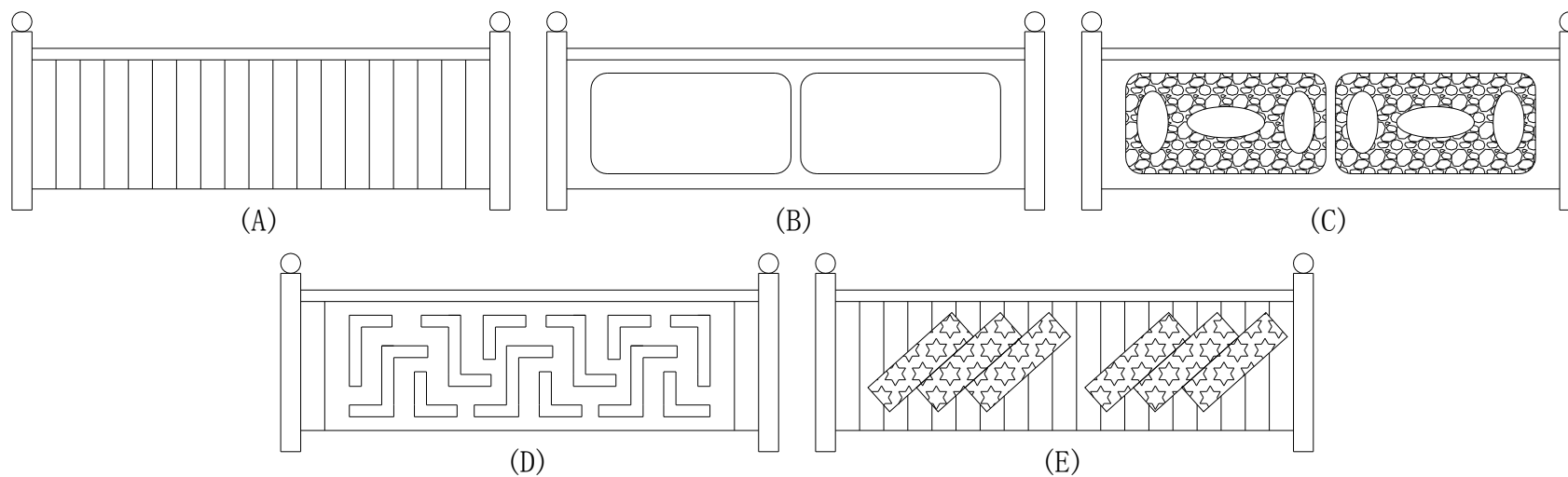
不设人行道的桥上的护轮安全带



矩形和肋板式安全带（单位：cm）



2.2.2 栏杆与护栏



(a) 栅栏式 (b) 栏板式 (c) 棧格式1 (d) 棧格式2
(e) 混合式栏杆示意图



Fuzhou University -
College of Civil Engineering

■ 钢筋混凝土栏杆



钢栏杆



钢—混凝土组合栏杆

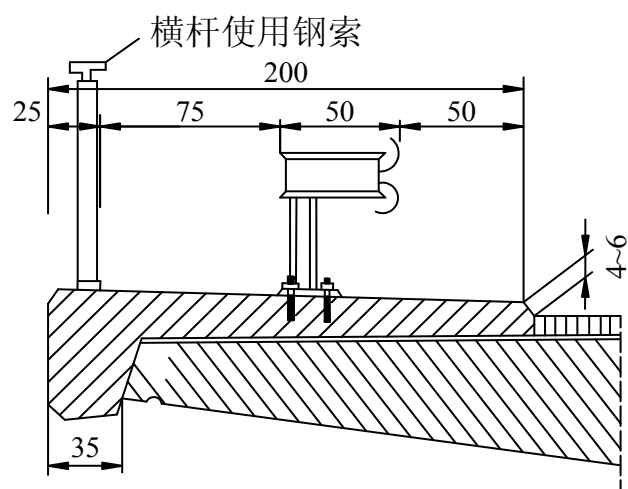


大理石栏杆

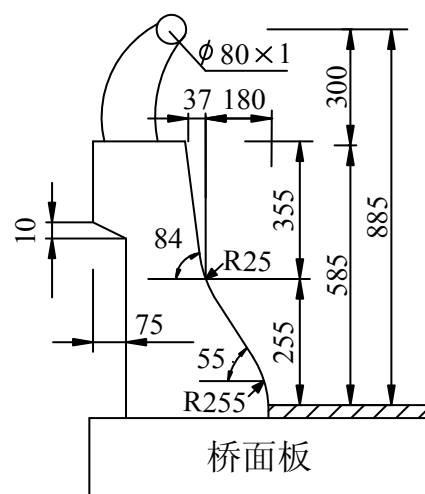




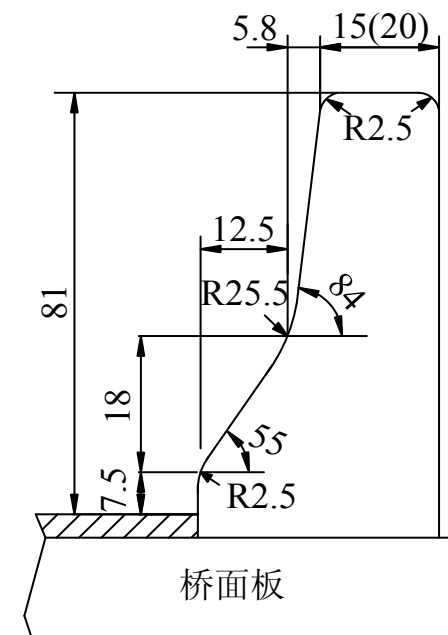
护栏 (railing)



钢制桥梁护



栏图组合式桥梁护栏



钢筋混凝土墙式桥梁护栏



Fuzhou University -
College of Civil Engineering

2.2.3 照明与标示



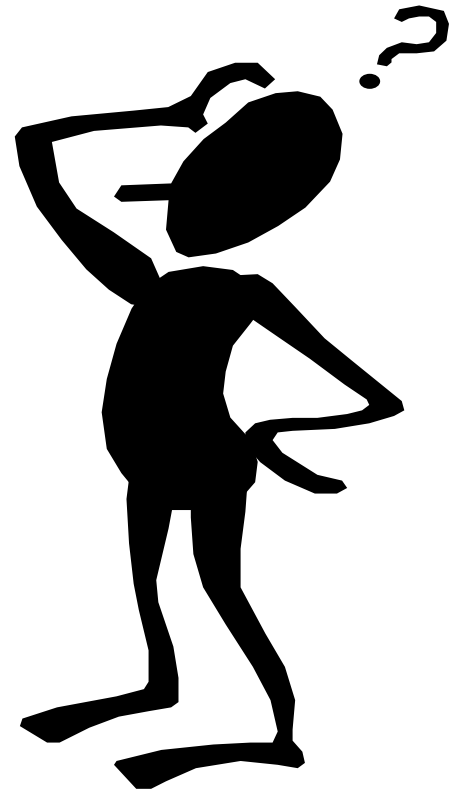
常用照明设备

福州大学《桥梁工程》—福建省精品课程
<http://civil.fzu.edu.cn/BridgeCourse/>



标示包括交通标志和交通标线。

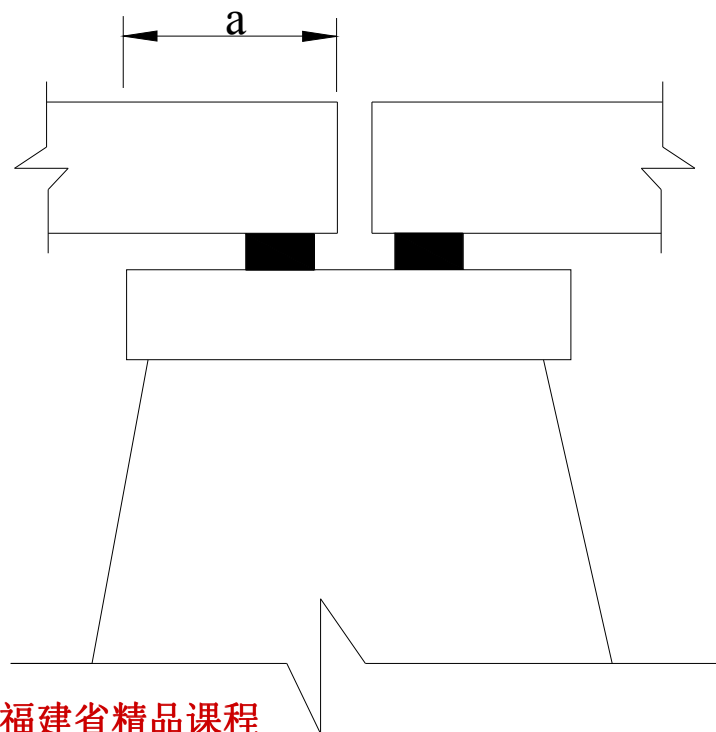
- **(1)** 警告标志：警告车辆、行人注意危险地点的标志。
- **(2)** 禁令标志：禁止或限制车辆、行人交通行为的标志。
- **(3)** 指示标志：指示车辆、行人行进的标志。
- **(4)** 指路标志：传递道路方向、地点、距离信息的标志。另外，还有一种辅助性的标志，其作用是表示时间、车辆种类、区域或距离、警告、禁令理由及组合辅助标志等。
- **(5)** 辅助标志的种类和使用方法有：表示时间、表示车辆种类、表示区域或距离、表示警告、禁令理由及组合辅助标志等。
- 交通标线是管制和引导交通的安全措施。



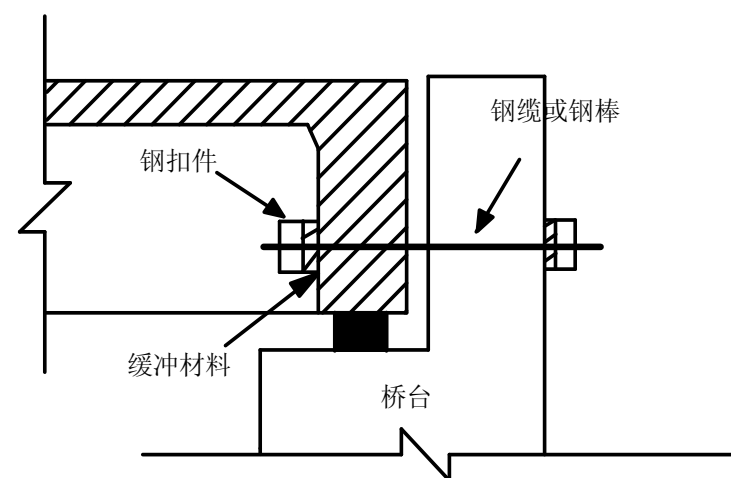
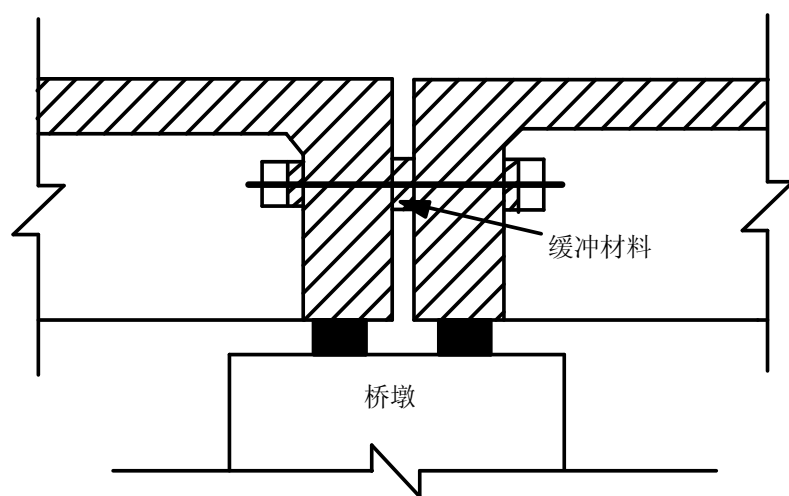


2.2.4 防落梁装置

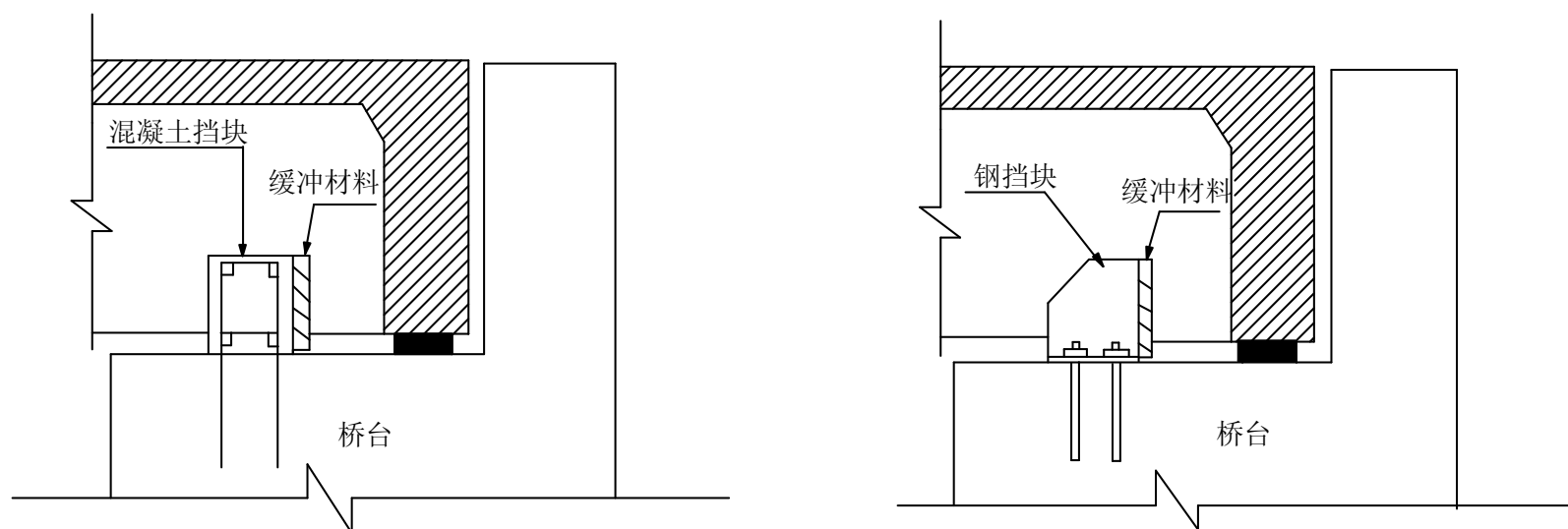
- 防落措施
- 一：限制支承连接部位的支承面最小宽度；
- 二：相邻梁之间、梁与墩台之间的刚体位移约束。



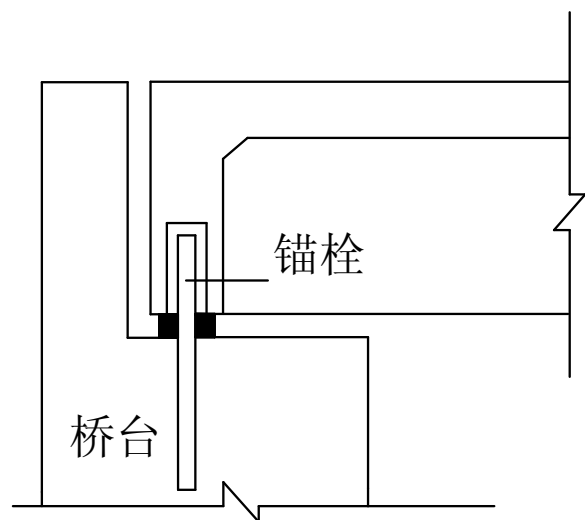
梁端最小边缘距离



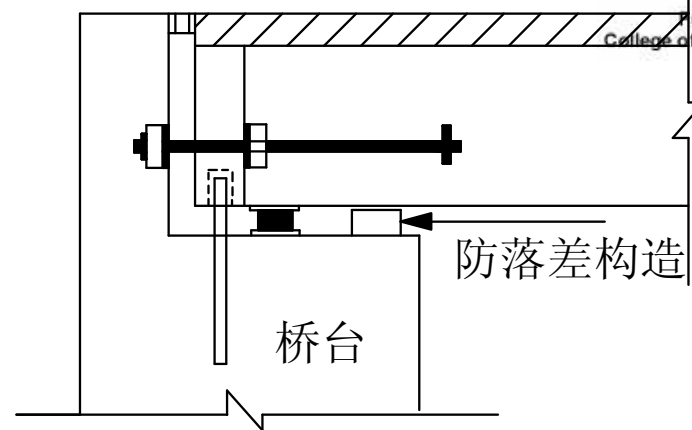
拉杆式约束装置



挡块式约束装置



锚栓约束装置



防落差装置

横向防落差装置





§ 2. 3 桥面板的设计与计算

- 2. 3. 1 桥面板的分类
- 2. 3. 2 车辆在板上的分布
- 2. 3. 3 桥面板的有效工作宽度
- 2. 3. 4 桥面板的内力计算

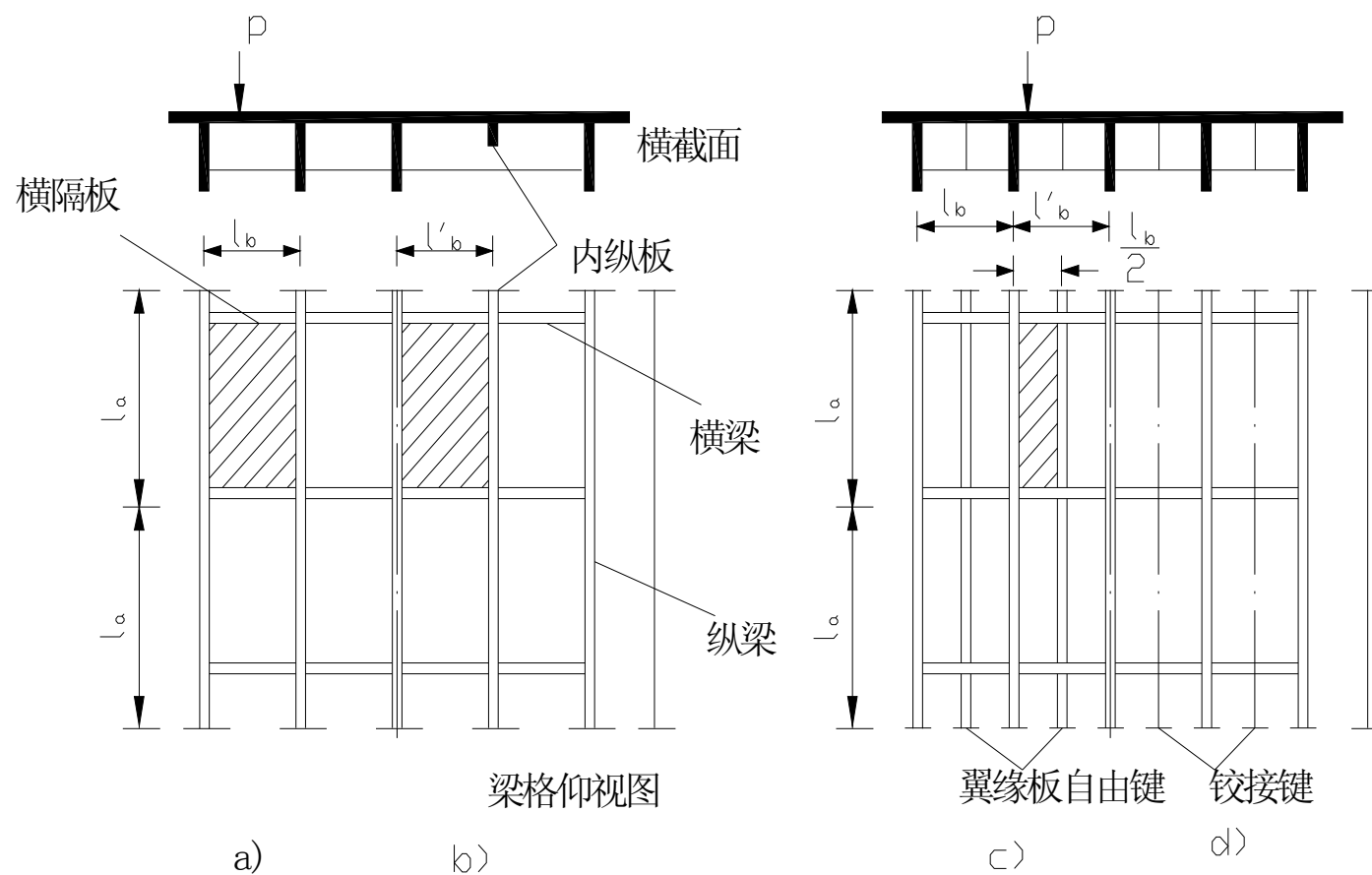


2.3.1 桥面板的分类

- **桥面板**：直接承受车辆轮压，与主梁梁肋和横隔梁联结，保证梁的整体作用并将活载传给主梁。
- **桥面板**从结构形式上看都是周边支承的板。

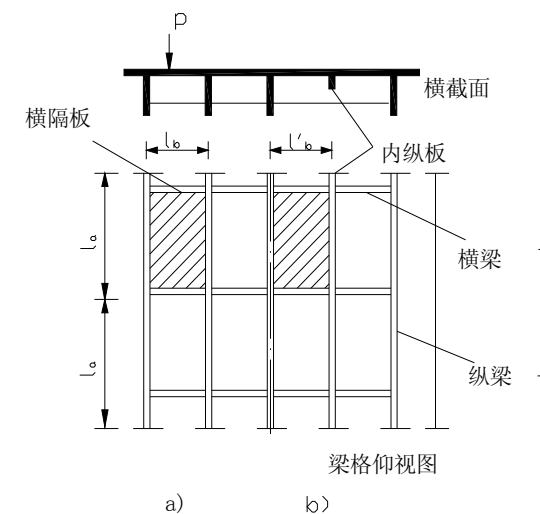


梁格系构造和桥面板的支承形式



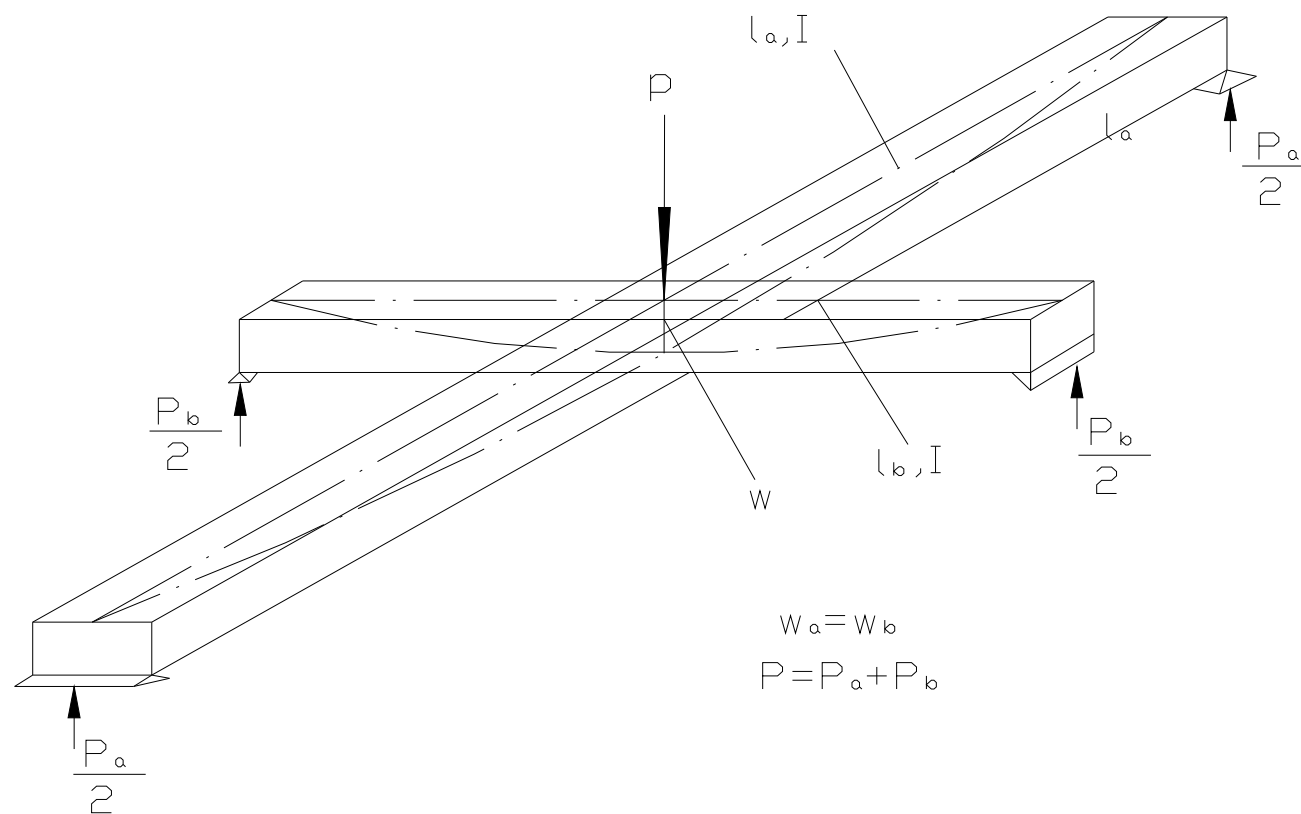


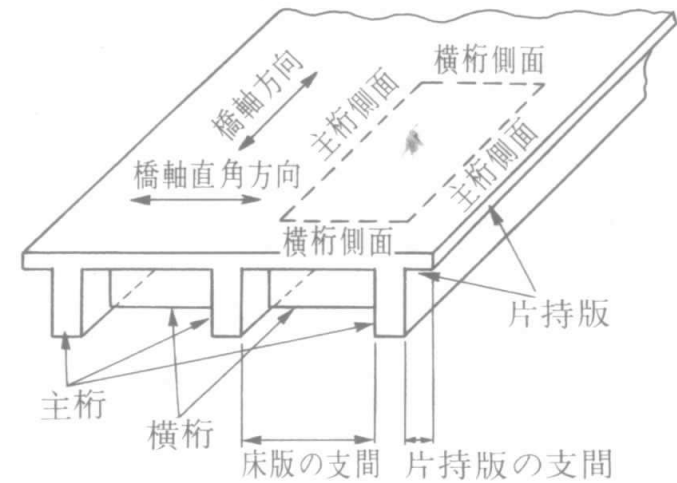
- 结构形式：具有主梁和横隔梁的简单梁格系(图a)，具有主梁、横梁和内纵梁的复杂梁格系(图b)，其桥面板实际上都是周边支承的板。
- 荷载的双向传递：周边支承的板，若长边/短边大于2，荷载即往短边传递。





荷载的双向传递



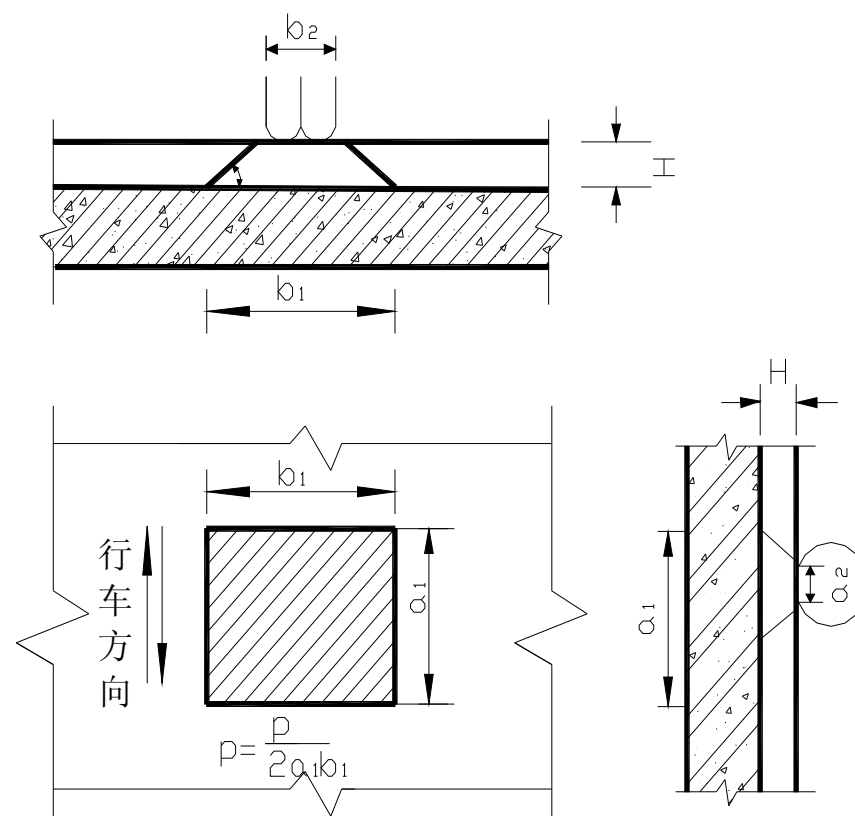


- **单向板**：把边长或长宽比大于等于**2**的周边支承板看作单由短跨承受荷载的单向受力板来设计，在长跨方向仅布置分布钢筋。
- **双向板**：边长或长宽比小于**2**的周边支承板，需按两个方向的内力分别配置受力钢筋。
- 工程实践中最常见的**桥面板**受力图式：**单向板**，**悬臂板**，**铰接悬臂板**



2.3.2 车辆在板上的分布

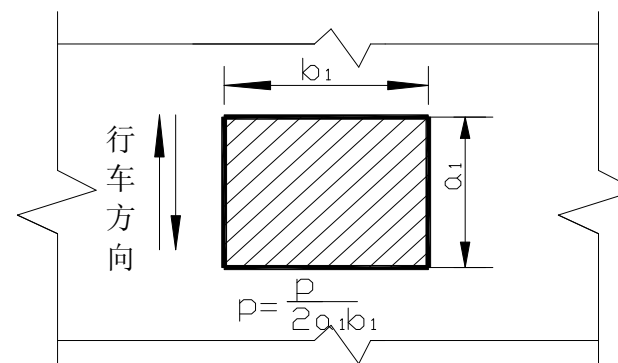
- 作用在桥面上的车轮压力，通过桥面铺装层扩散分布在钢筋混凝土板上，计算时应较精确地将轮压作为分布荷载来处理，既避免了较大的计算误差，又能节约桥面板的材料用量。





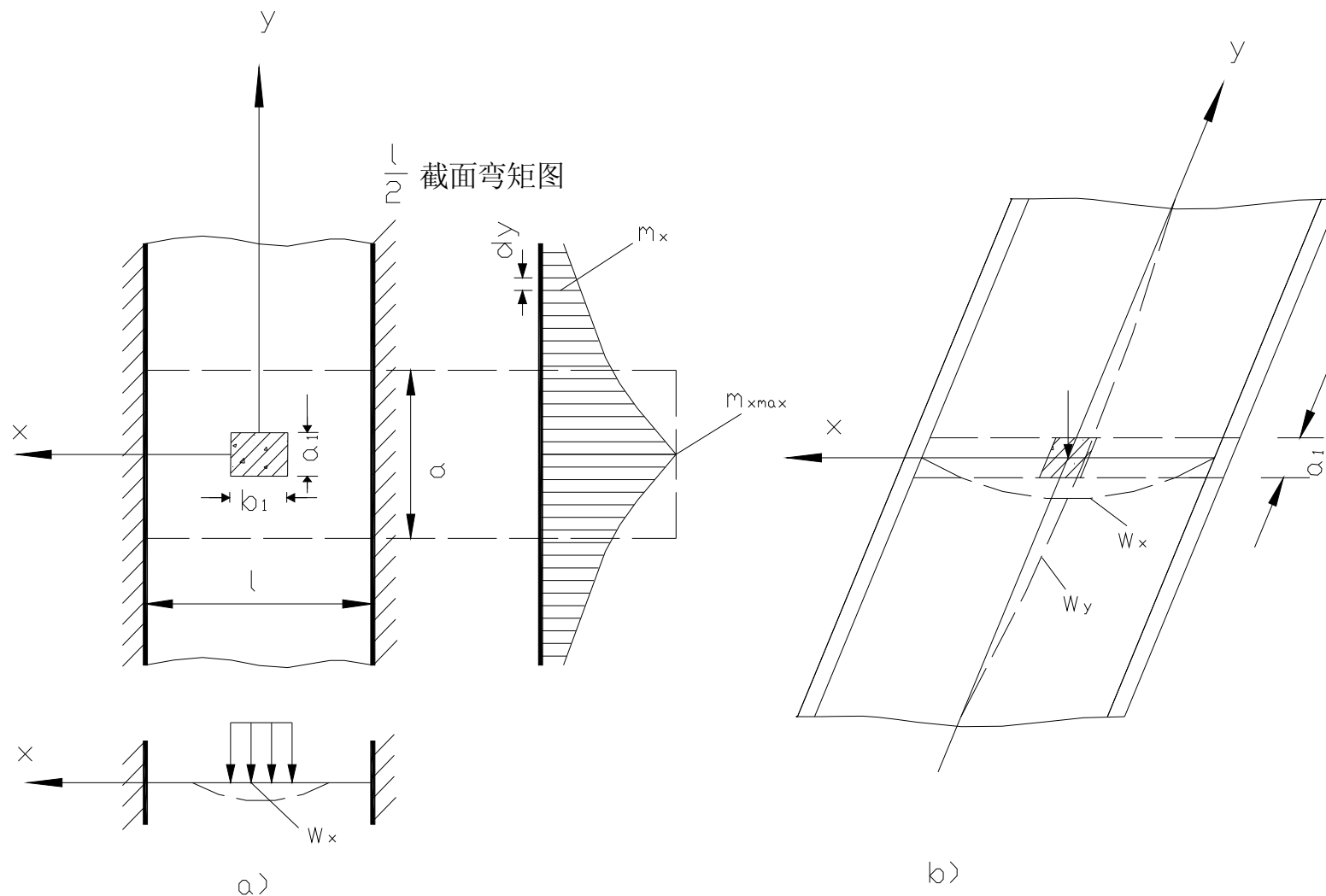
- 将轮压作为均布荷载
- a_2 ——车轮沿行车方向的着地长度
- b_2 ——车轮的宽度
- 矩形荷载压力面的边长
- 沿纵向 $a_1 = a_2 + 2H$ 沿横向 $b_1 = b_2 + 2H$
- 一个加重车后轮（轴重为 P ）作用于桥面板上的局部分布荷载为

$$p = \frac{P}{2 a_1 b_1}$$





2.3.3 桥面板的有效工作宽度





■ 单向板

- 跨中弯矩 m_x 呈曲线,
- 车轮荷载产生的跨中总弯矩为:

$$M = \int m_x dy = a \times m_{x \max}$$

- a 为板的有效工作宽度

$$a = \frac{M}{m_{x \max}}$$



根据最大弯矩按矩形换算的有效工作宽度

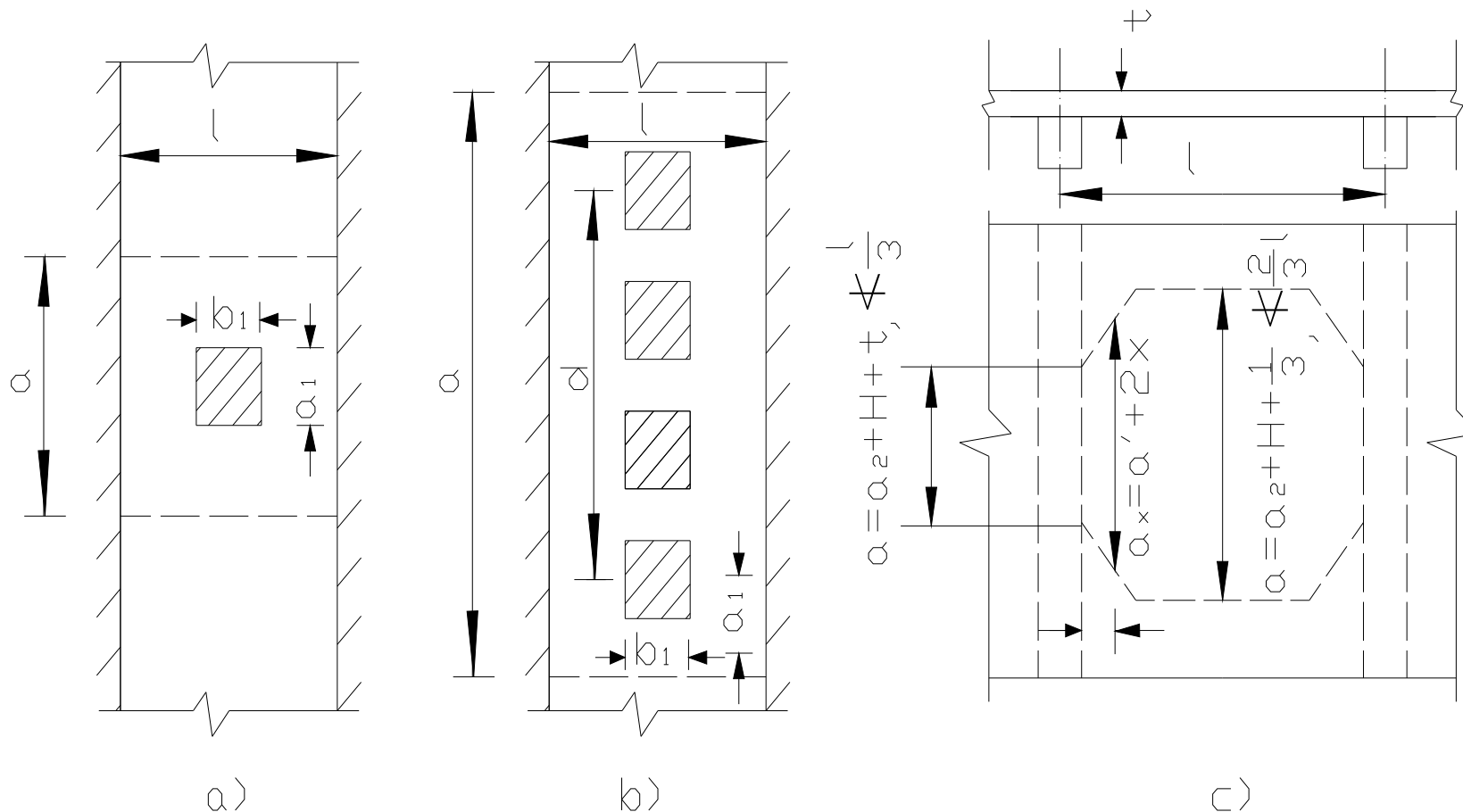
- **a)**简支板，跨中单个荷载
- **b)**固结板，跨中单个荷载
- **c)**简支板，全跨窄条荷载
- **d)**简支板，**1 / 4**跨径处单个荷载



- 有效工作宽度与支承条件、荷载性质及位置的关系
 - ✓ 两边固结的板的有效宽度比简支的小，
 - ✓ 满布条形荷载比局部分布荷载的小，
 - ✓ 荷载越接近支承边时越小。



荷载有效分布宽度





《桥规》对单向板荷载有效工作宽度的规定

(a) 荷载在跨径中间

- 单独一个荷载

$$a = a_1 + \frac{l}{3} = a_2 + 2H + \frac{l}{3} \geq \frac{2}{3}l$$

- 几个相邻荷载

$$a = a_1 + d + \frac{l}{3} = a_2 + 2H + d + \frac{l}{3}$$



(b) 荷载在板的支承处

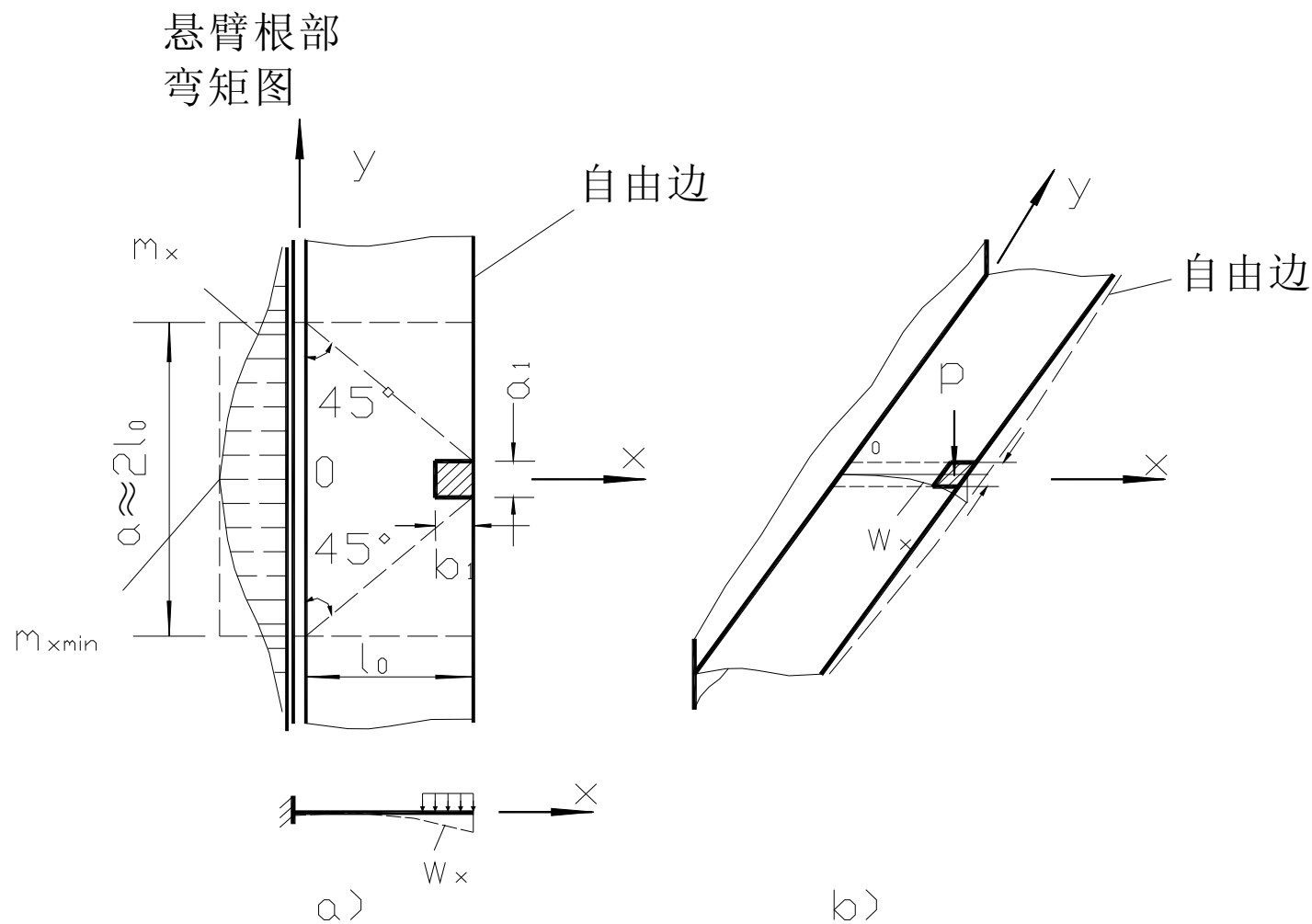
$$a' = a_1 + t = a_2 + 2H + t \geq \frac{l}{3}$$

(c) 荷载靠近板的支承处

$$a_x = a' + 2x$$



■悬臂板受力状态





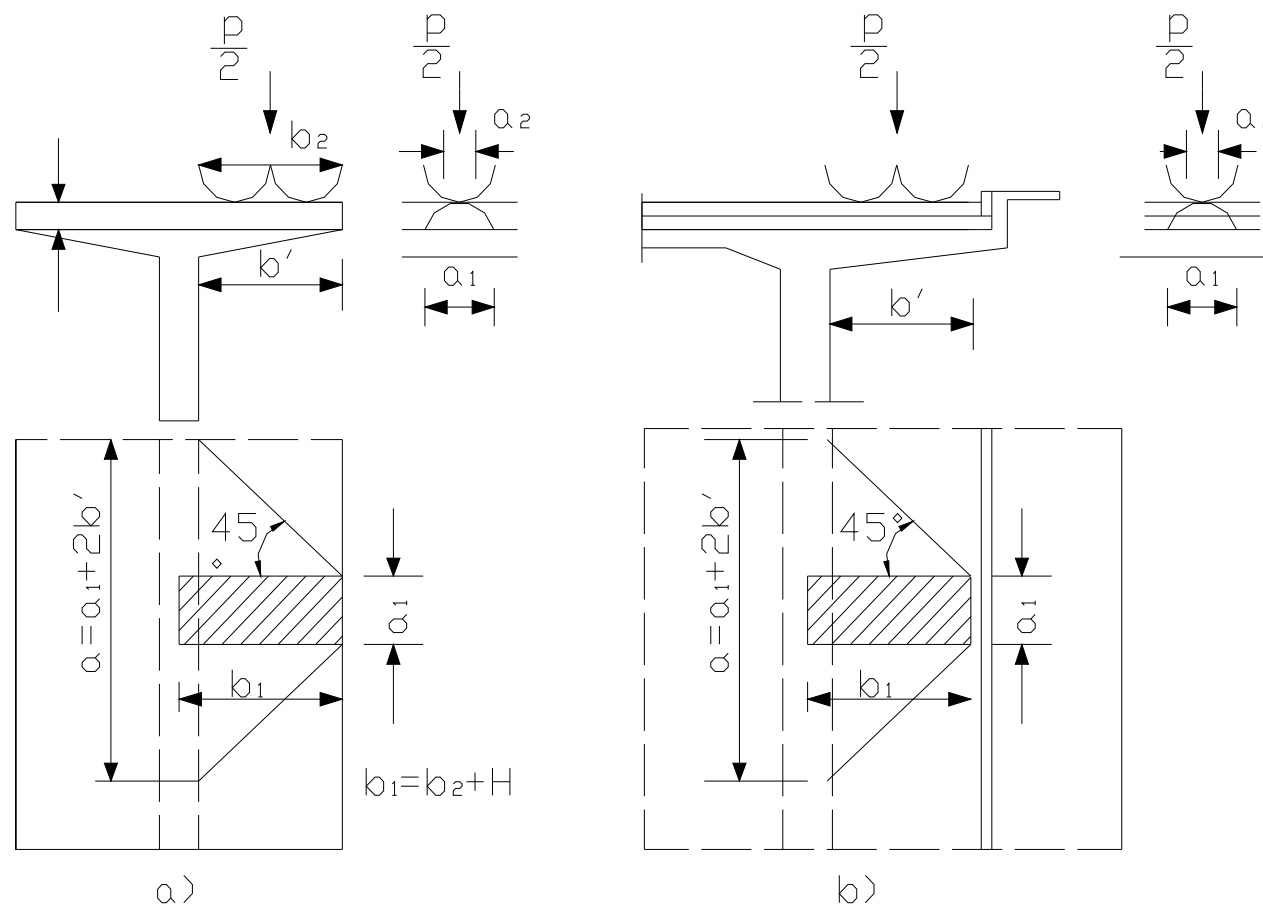
- 悬臂板有效工作宽度

$$a = \frac{M_0}{m_{x \max}} = \frac{-Pl_0}{-0.465P} = 2.15l_0$$

- 可见，悬臂板的有效工作宽度接近于二倍悬臂长度，荷载可近似按**45°**角向悬臂板支承处分布。



悬臂板的有效工作宽度





- 《桥规》对悬臂板的活载有效工作宽度的规定：

$$a = a_2 + 2H + 2b' = a_1 + 2b'$$

- 分布荷载靠近板边为最不利，故

$$a = a_1 + 2l_0$$



2.3.4 桥面板的内力计算

- **实体矩形截面桥面板**：由弯矩控制设计，设计时以每米宽的板条进行计算。
- **梁式单向板或悬臂板**：由板的有效工作宽度得到作用在每米宽板条上的荷载和其引起的弯矩。
- **双向板**：按弹性理论进行分析。在工程实践中常用简化的计算方法或现成的图表来计算。



1) 多跨连续单向板的内力

- 桥面板和主梁梁肋的支承条件，不是固端也不是铰支而是弹性固结。板的受力如多跨连续梁。
- 用简支梁的跨中弯矩加以修正：
 - $t/h < 1/4$ 时， $M_{中} = + 0.5 M_0$
 $M_{支} = - 0.7 M_0$
 - $t/h \geq 1/4$ 时， $M_{中} = + 0.7 M_0$
 $M_{支} = - 0.7 M_0$
- $M_0 = M_{0p} + M_{0g}$

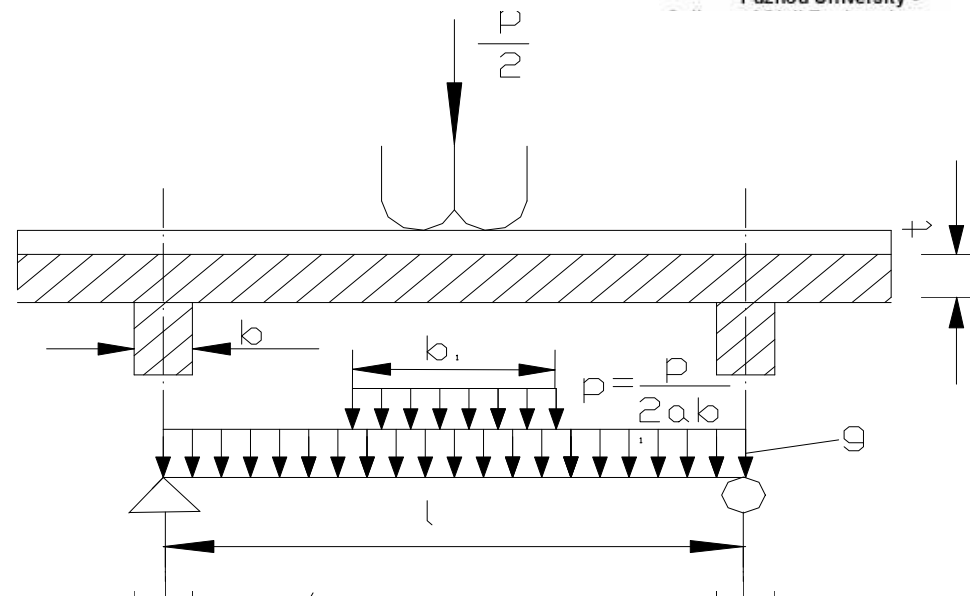


Fuzhou University

■ a) 求跨中弯矩

$$M_{0P} = (1 + \mu) \cdot \frac{P}{8a} \left(l - \frac{b_1}{2} \right)$$

$$M_{0g} = \frac{1}{8} gl^2$$



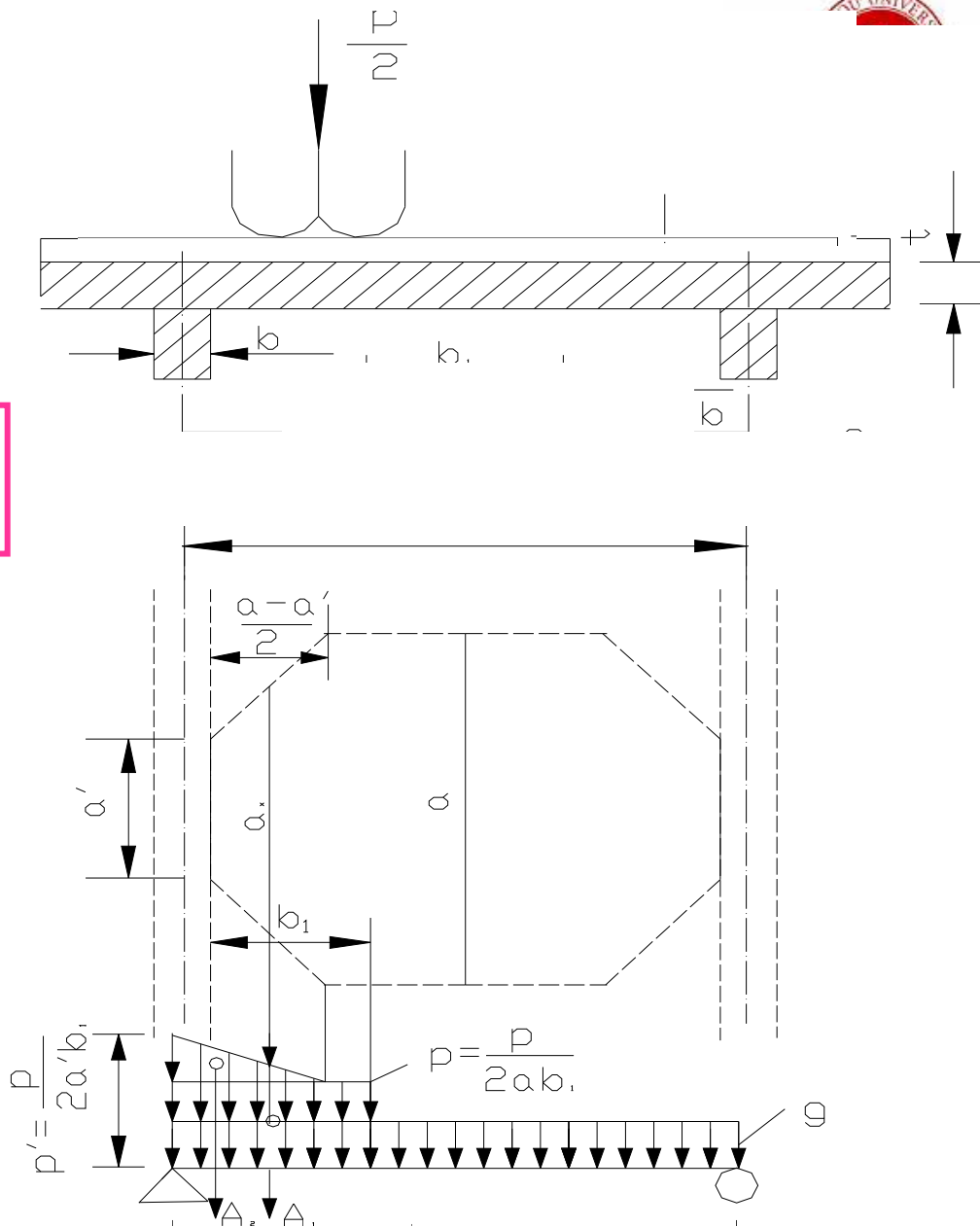
单向板的内力计算图式

■ b) 求剪力

$$Q_{支} = \frac{gl_0}{2} + (1 + \mu)(A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2)$$

$$A_1 = \frac{P}{2a}$$

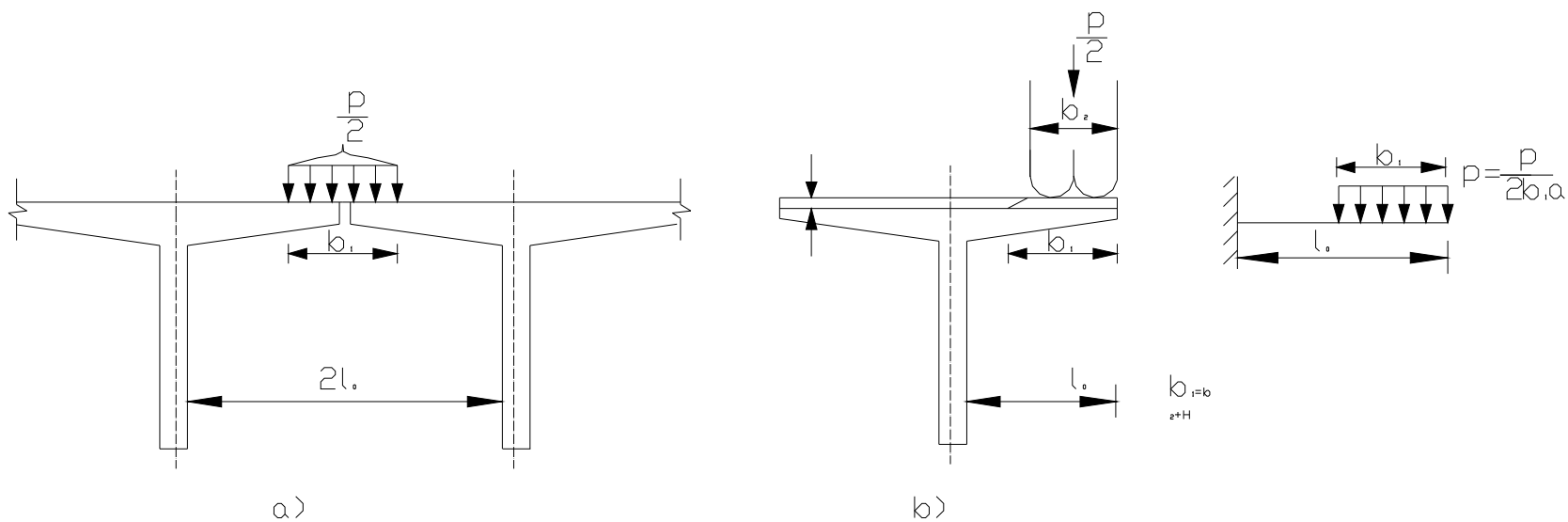
$$A_2 = \frac{P}{8aa'b_1} (a - a')^2$$





2) 悬臂板的内力计算

计算图式 **a)** 铰接悬臂板 **b)** 悬臂板





铰接悬臂板的内力

T形梁翼缘板常用铰接方式连接

$$M_{sp} = -(1 + \mu) \frac{P}{4a} \left(l_0 - \frac{b_1}{4} \right)$$

$$M_{sg} = -\frac{1}{2} g l_0^2$$

$$M_s = M_{sp} + M_{sg}$$



悬臂板的内力

$$M_{sp} = -(1 + \mu) \cdot \frac{1}{2} pl_0^2 = -(1 + \mu) \frac{P}{4ab_1} \cdot l_0^2 (b_1 \geq l_0 \text{时})$$

或

$$M_{sp} = -(1 + \mu) \cdot pb_1 \left(l_0 - \frac{b_1}{2} \right) = -(1 + \mu) \frac{P}{2a} \left(l_0 - \frac{b_1}{2} \right) (b_1 < l_0 \text{时})$$

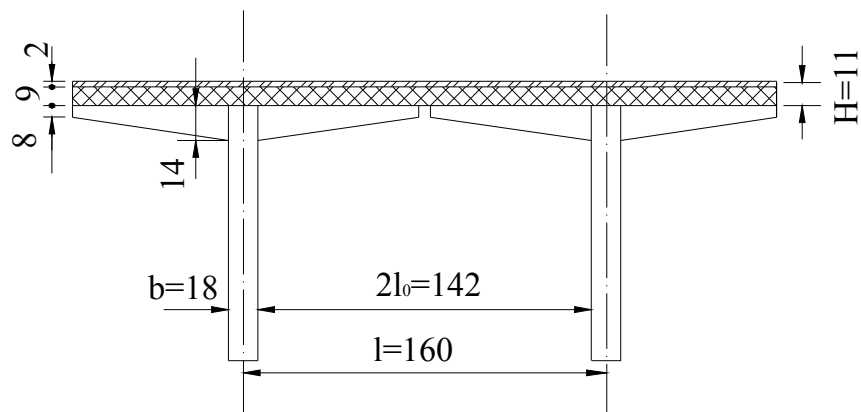
$$M_{sg} = -\frac{1}{2} gl_0^2$$

$$M_s = M_{sp} + M_{sg}$$

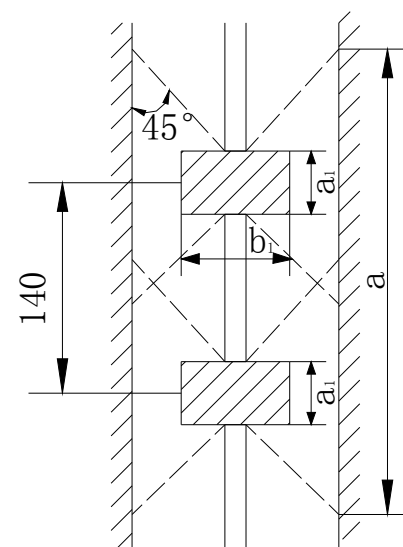
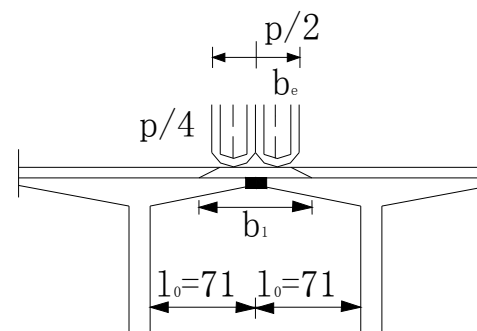


桥面板的计算示例

- 计算如图所示T梁翼板所构成铰接悬臂板的设计内力。
- 荷载：汽车—20级，挂车—100
- 桥面铺装为 2 cm厚的沥青混凝土面层（容重为 $23\text{KN}/\text{m}^3$ ）、平均厚9cm的C25混凝土面层（容重为 $24\text{ kN} / \text{m}^3$ ）
- T梁翼板钢筋混凝土的容重为 $25\text{ kN} / \text{m}^3$



铰接悬臂行车道板（单位：cm）



标准车辆荷载的计算图式
（尺寸：m）



§ 2. 4 桥梁支座

- 2. 4 . 1 支座的作用和要求
- 2. 4 . 2 支座的布置
- 2. 4 . 3 支座的类型与构造
- 2. 4 . 4 支座的设计与计算



2.4.1 支座的作用和要求

- **作用：**
 - ❖ 把上部结构的各种荷载传递到墩台上；
 - ❖ 适应活载、温度变化、混凝土收缩与徐变等因素所产生的变位（位移和转角）；
 - ❖ 使上、下部结构的实际受力情况符合设计的计算图式。

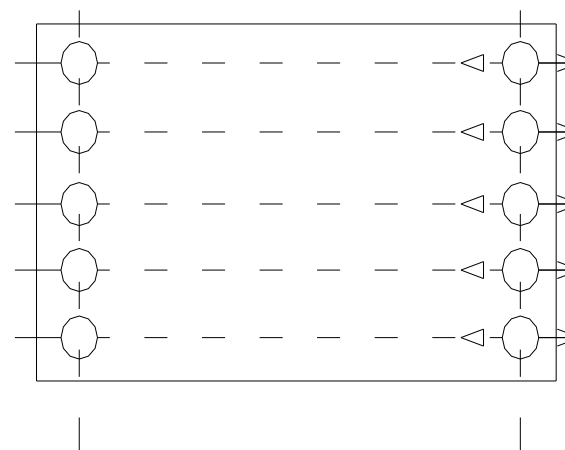
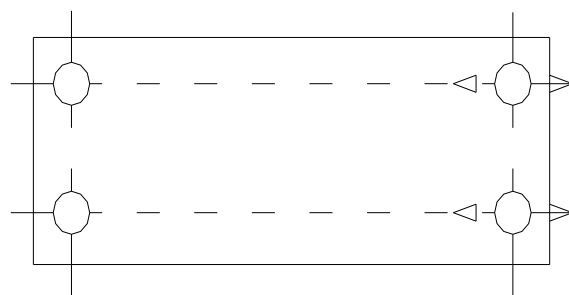
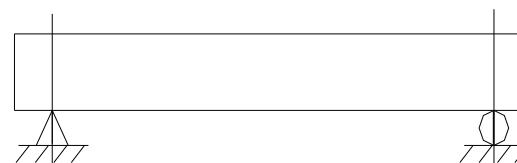
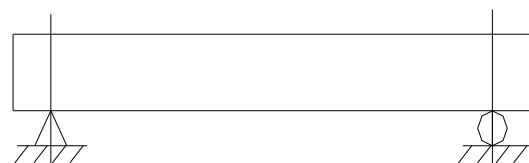


- 工厂定型产品：支座选型和必要的验算
- 分类
 - ❖ **固定支座**：传递竖向力，允许上部结构在支座处能自由转动但不能水平移动。
 - ❖ **活动支座**：
 - 多向活动支座（纵向、横向均可自由移动）
 - 单向活动支座（仅一个方向可自由移动）



2.4.2 支座的布置

■ 铁路、公路简支梁桥支座布置





1、简支梁桥：一端固定，另一端活动。

■ 固定支座的布置原则：

- ❖ **桥跨结构**：使梁的下缘在制动力的作用下受压，例如布置在行车方向的前方。
- ❖ **桥墩**：使制动力的方向指向**桥墩中心**，使墩顶圯工在制动力作用下受压而不受拉。
- ❖ **桥台**：使制动力的方向指向**堤岸**，使墩台顶部圯工受压，并能平衡一部分台后土压力。

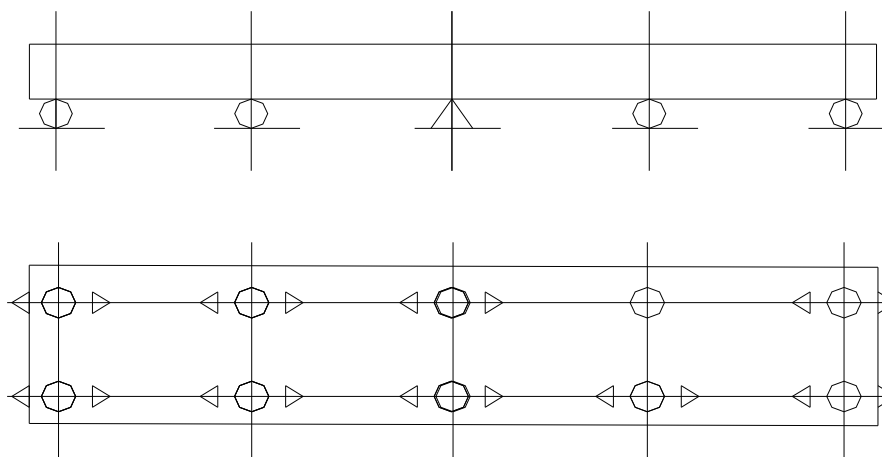


2、连续梁桥

每联只设一个固定支座。

为避免梁的活动端伸缩缝过大，固定支座宜置于每联的中间支点上。

若墩身较高，则应考虑避开，或采取特殊措施，以避免墩身承受水平力过大。



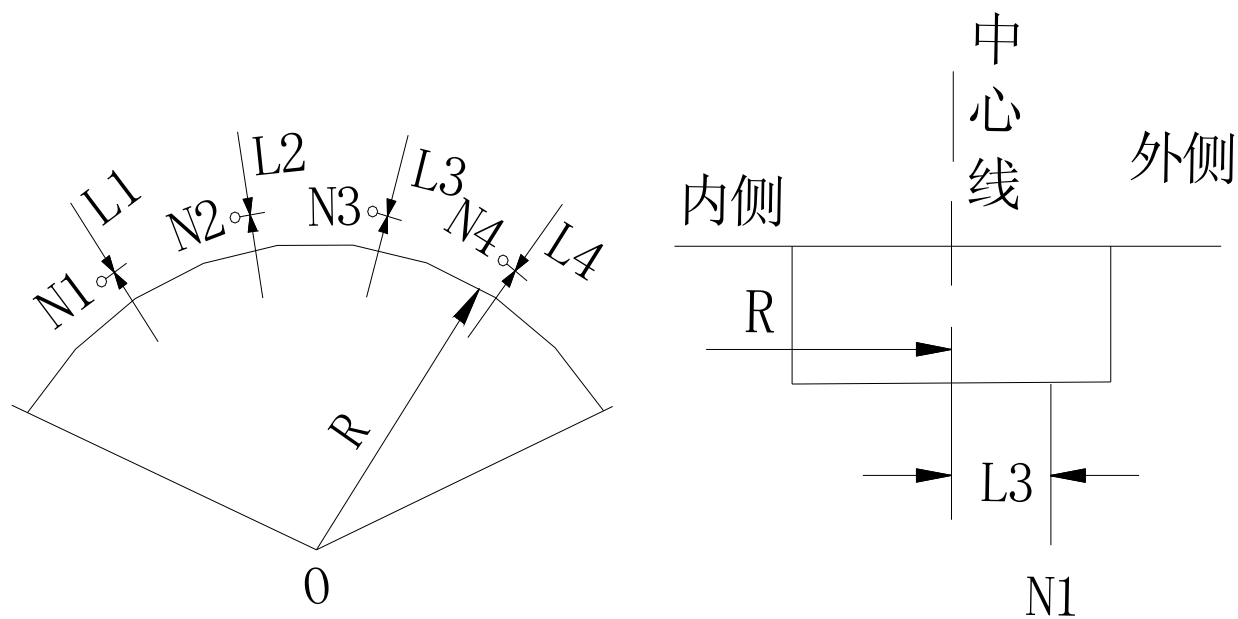


3、曲线连续桥

- ❖ 影响梁的内力分布，应能充分适应曲梁的纵、横向自由转动和移动。
- ❖ 采用球面支座，且为多向活动支座。
- ❖ 中间常设单支点支座，仅在一联梁的端部（或桥台上）设置双支座，以承受扭矩。
- ❖ 有意将曲梁支点向曲线外侧偏离，可调整曲梁的扭矩分布。



曲线连续桥支座布置





4、桥梁位于坡道上

- ❖ 固定支座设在较低一端，使梁体在竖向荷载沿坡道方向分力的作用下受压，抵消一部分竖向荷载产生的梁下缘拉力；
- ❖ 平坡时，固定支座宜设在主要行车方向的前端。



2.4.3 支座的类型与构造

- 按照变形方向可分为固定支座、单向活动支座和多向活动支座三种。
- 按照结构形式可分为弧形支座、摇轴支座、辊轴支座、板式橡胶支座、四氟板式橡胶支座、盆式橡胶支座和球形支座等。
- 按材料可分为钢支座、聚四氟乙烯支座（滑动支座）、橡胶支座、混凝土支座和铅支座等五种。



Fuzhou University -
College of Civil Engineering

- 简易支座
- 钢支座
- 钢筋混凝土支座
- 板式橡胶支座



(1) 简易支座

- 在梁底和墩台顶面之间设置垫层。
- 垫层：油毛毡、石棉板、铅板
- 跨度10m以下的公路桥，4m以下的铁路板桥。
- 在支座部位的梁端和墩台顶面布设钢筋网加强。

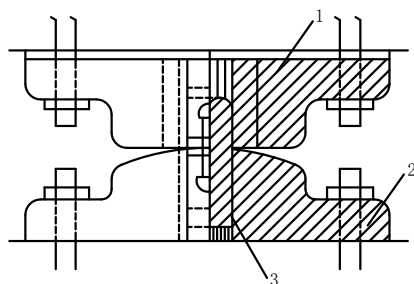


(2) 钢支座

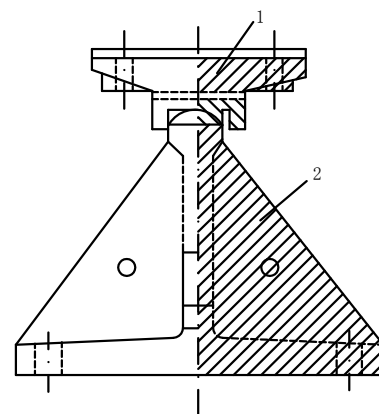
- 靠钢部件的滚动、摇动和滑动来完成支座的位移和转动的。
- 特点：承载能力强，能适应桥梁的位移和转动的需要，目前仍广泛应用于铁路桥梁。
- 常用：铸钢支座、特种钢支座。



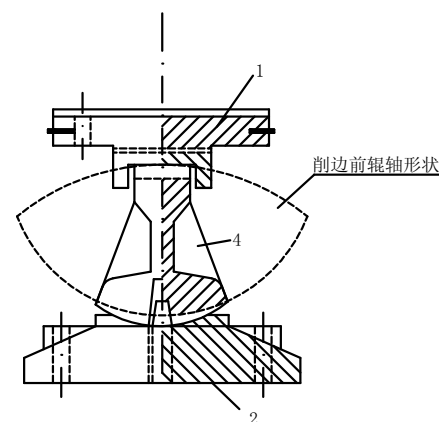
- 1) 铸钢支座
- 平板支座、弧形支座、摇轴支座、辊轴支座



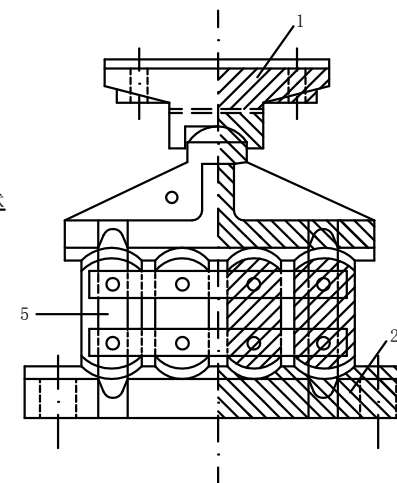
弧形支座



摇轴支座
固定支座



摇轴支座
活动支座



辊轴支座

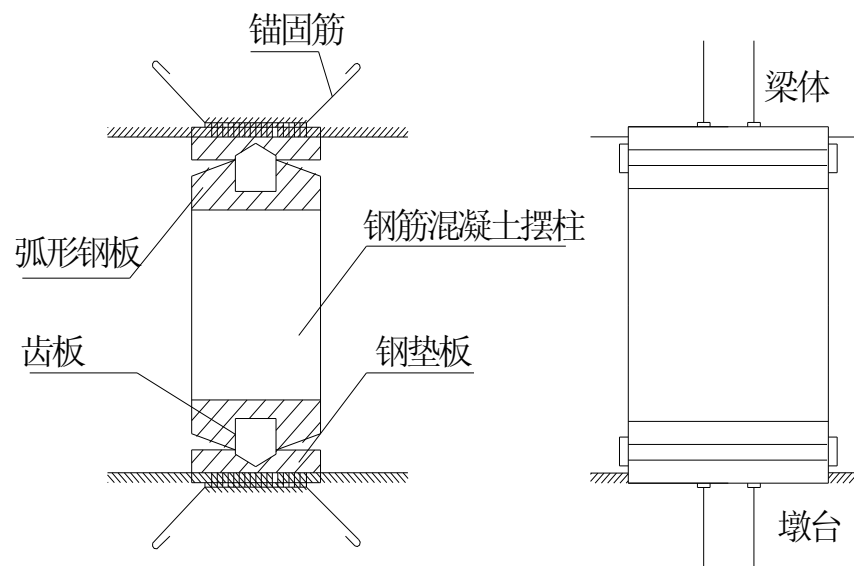


2) 特种钢支座

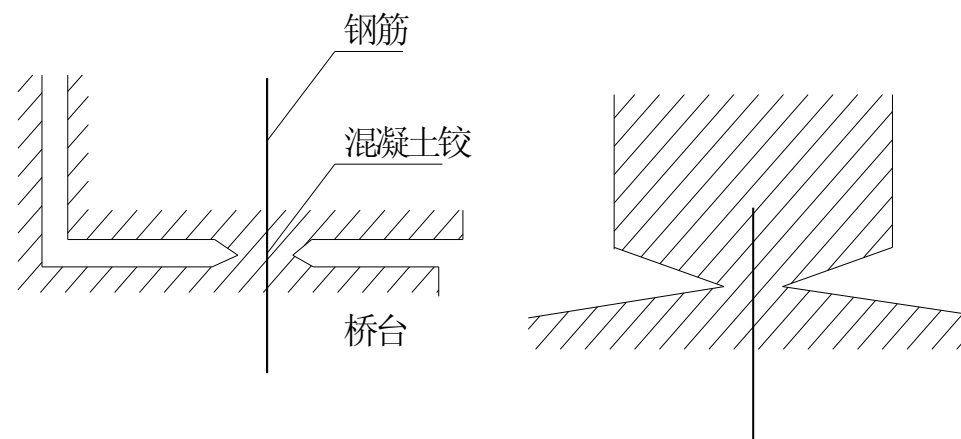
- ① 不锈钢或高级合金钢支座，封闭在油箱
- ② 接触应力的部分进行表面硬化处理
- ③ 转动部分用钢或黄铜成球冠形，在钢制球冠的上、下分别设置聚四氟乙烯板，构成球面（型）支座。



3) 钢筋混凝土支座



混凝土摆柱式支座



混凝土铰

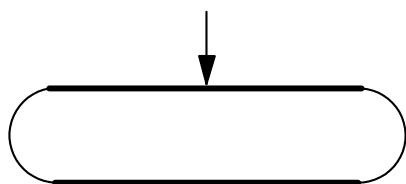


4) 板式橡胶支座

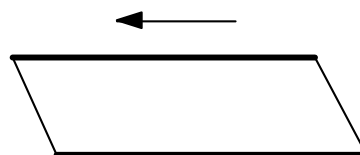
- 构造简单、加工方便、节省钢材、造价低、结构高度小、安装方便
- 适应任意方向的变形（宽桥、曲线桥和斜桥）
- 橡胶的弹性能消减上、下部结构所受的动力作用，对于抗震十分有利。



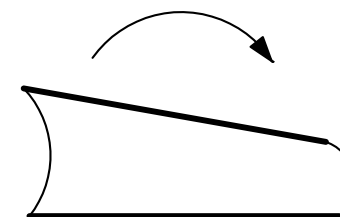
- 活动机理：利用橡胶的不均匀弹性压缩实现转角 θ ，利用其剪切变形实现水平位移 Δ 。
- 无固定支座与活动支座之分，所有纵向力和水平力由各个支座均匀分配。
- ✓ 有加劲层：支承反力可达**3000KN**，适于中等跨径桥梁
- ✓ 无加劲层：仅适于小跨径桥梁。



(a) 压力作用下的变形



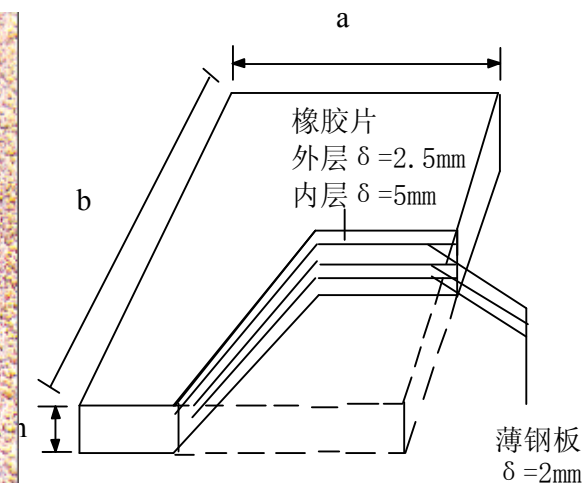
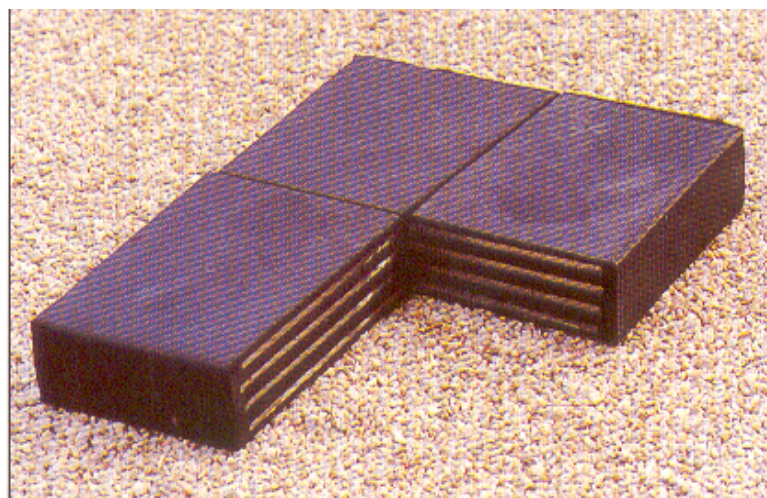
(b) 剪力作用下的变形
橡胶支座的变形



(c) 弯矩作用下的变形



1) 加劲板式橡胶支座

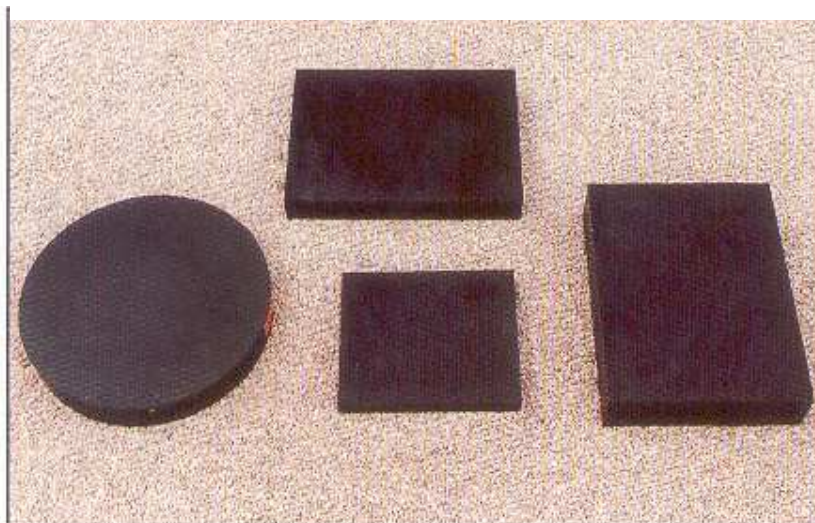


加劲板式橡胶支座

- 加劲层：薄钢板或钢丝网。提高橡胶片的抗压强度和支座的抗压刚度



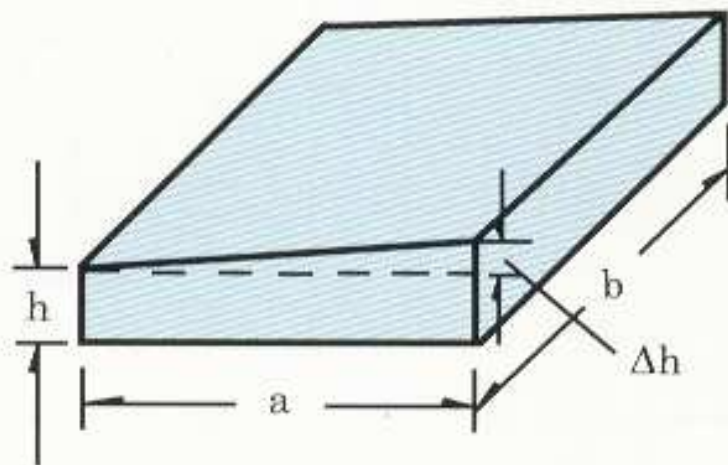
- 钢板夹层
- 承受荷载：**100~10000KN**
- 厚度：**28~51mm**



- 适宜中、小跨径桥梁。利用橡胶的剪切和压缩变形让梁体自由变形。
- 一般采用：氯丁橡胶，适用一般地区。天然橡胶，适宜寒冷地区



■ 2) 坡型板式橡胶支座



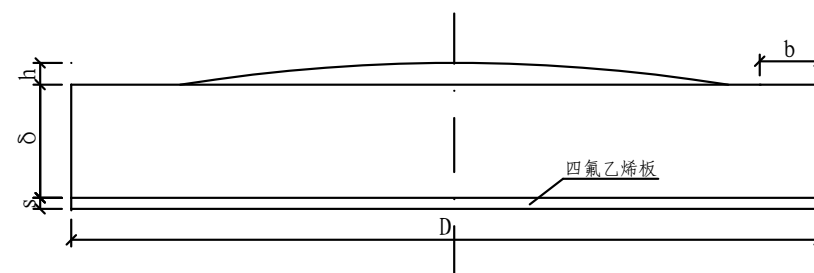
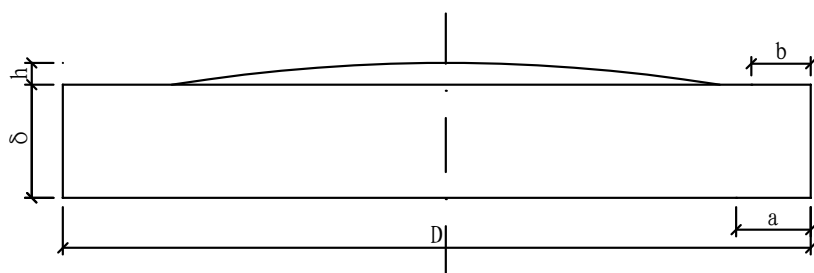
坡型板式橡胶支座示意图



- 适宜梁底有坡度的情形。坡度**1%~4%**



■ 3) 球冠圆板式橡胶支座



适用范围：一般桥梁；各种布置复杂、纵横较大的立交桥及高架桥，其坡度适用范围为**3 ~ 5%**，也可根据不同坡度需要调整球面半径。

球冠形板式橡胶支座

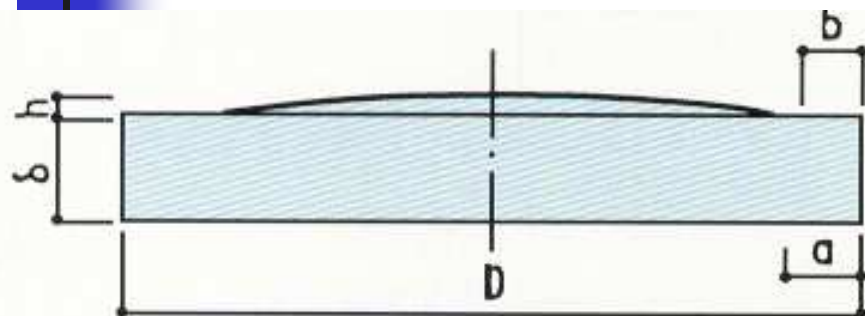


图1:TCYB球冠圆板式橡胶支座

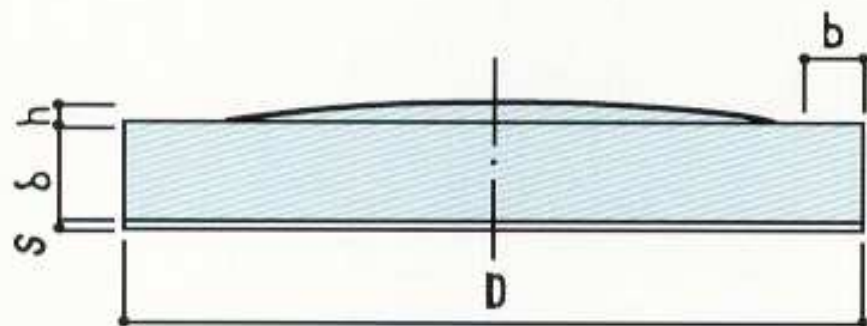


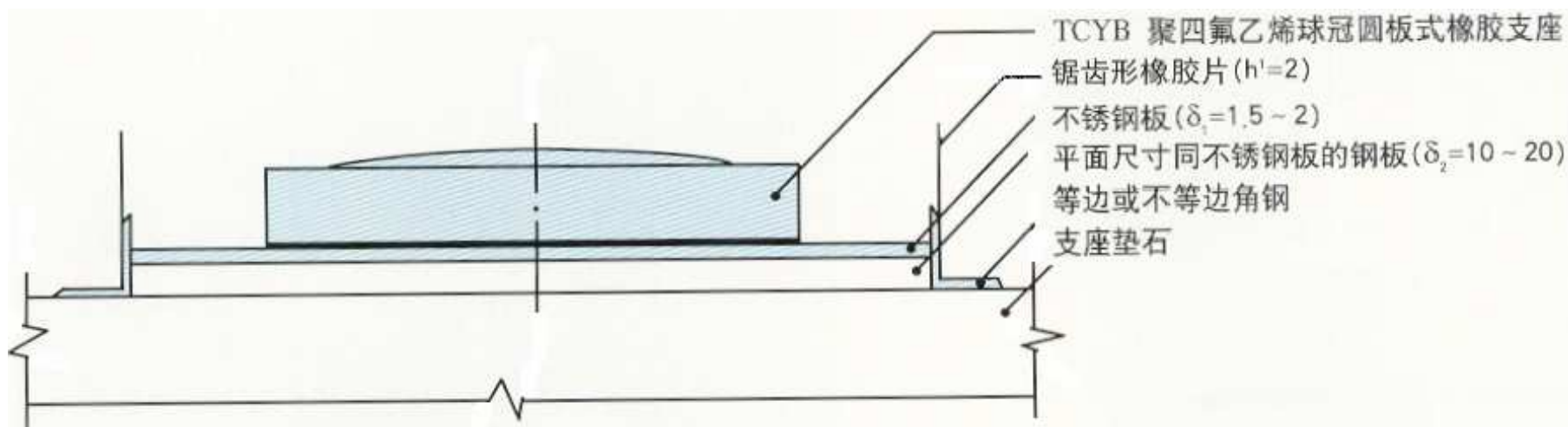
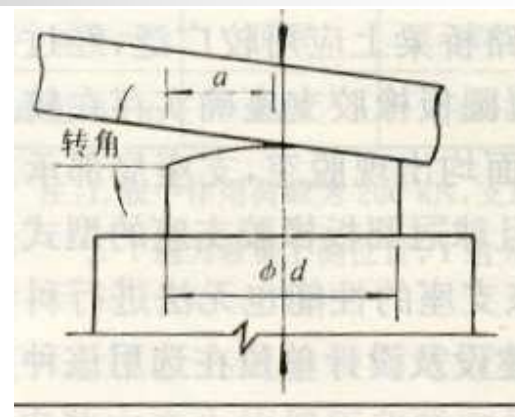
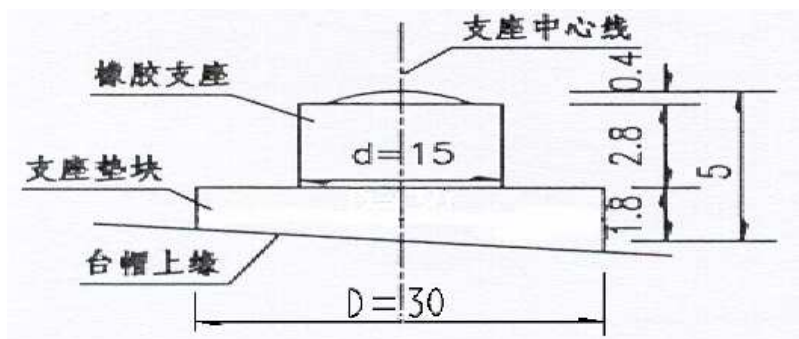
图2:TCYB聚四氟乙烯球冠圆板式橡胶支座



- 适宜梁底有坡度的情形
- 梁底无须楔形垫块
- 适宜坡度**3%~5%**



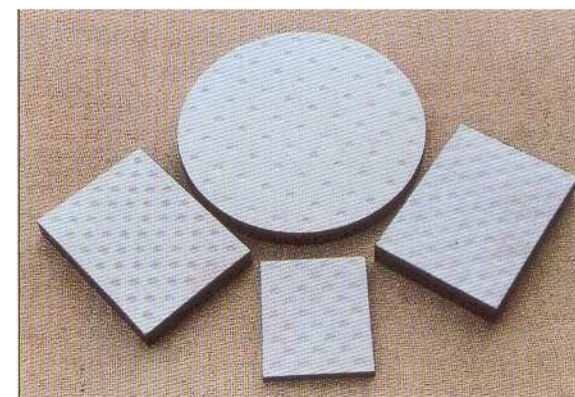
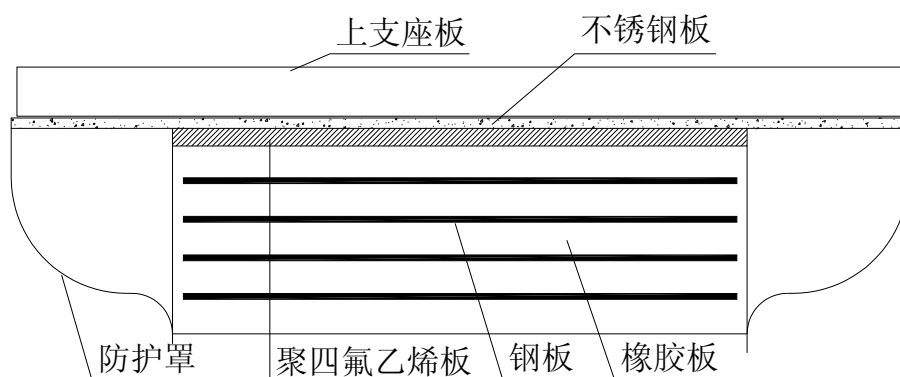
球冠形板式橡胶支座安装



TCYB 聚四氟乙烯球冠圆板式橡胶支座安装图



■ 4) 四氟板式橡胶支座



- 普通橡胶支座表面粘一层2~4mm厚的聚四氟乙烯板，四氟板和梁底不锈钢板之间的摩擦系数小于0.08。
- 模拟平面滑动支座。

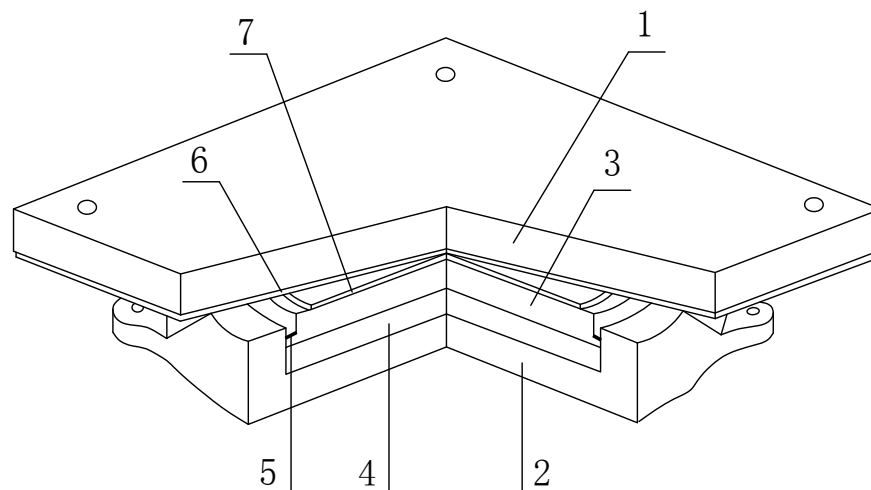


(5) 盆式橡胶支座与球面支座

- 氯丁橡胶块放置在钢制的凹形金属盆内，使橡胶处于有侧限受压状态，提高支座的承载能力。
- 梁的水平移动：利用填充聚四氟乙烯板与不锈钢板相对摩擦系数小的特点。
- 梁的转动：通过盆内橡胶块的不均匀压缩来实现。
- 优点： 结构紧凑、摩擦系数小、承载能力大、重量轻、结构高度小、转动滑动灵活、成本较低，适用于大、中型桥梁。

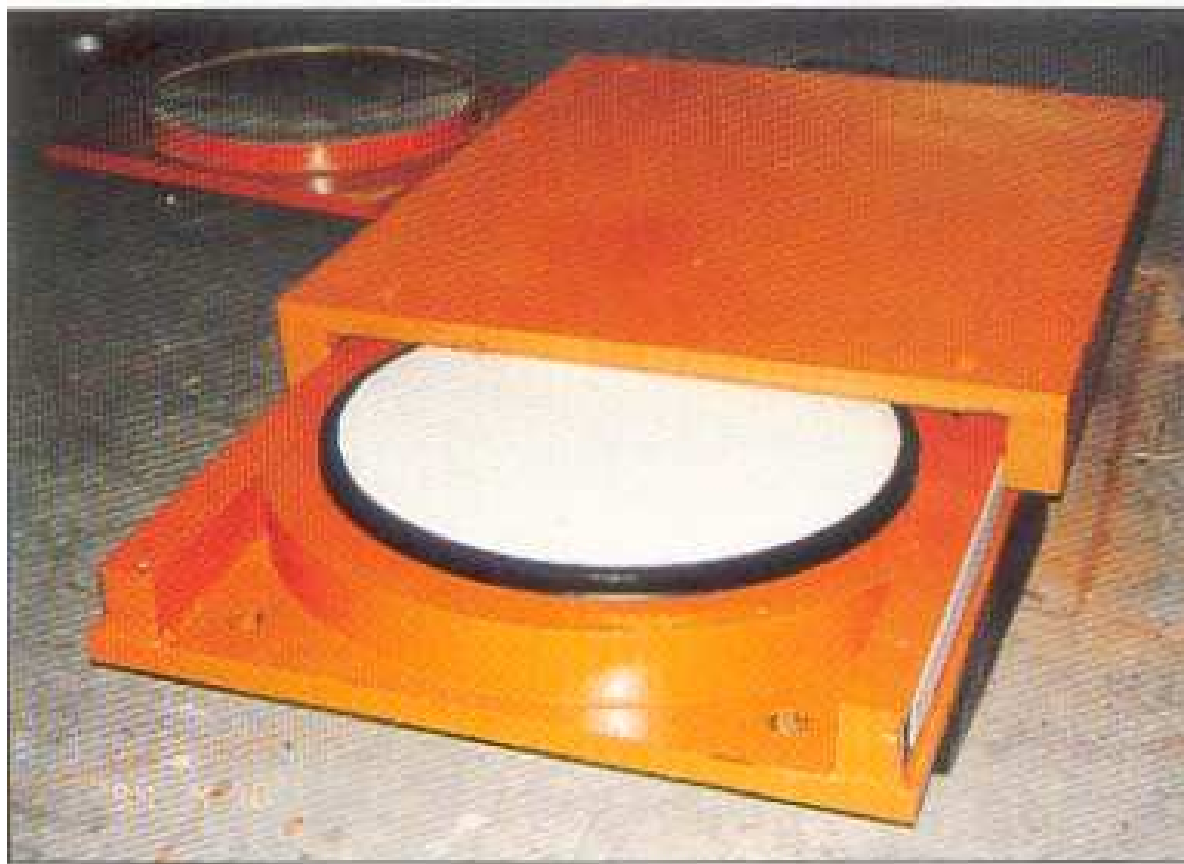


盆式橡胶支座的一般构造



- 1 — 上支座板； 2 — 下支座板； 3 — 钢衬板； 4 — 承压橡胶板；
5 — 紧箍圈； 6 — 不锈钢板； 7 — 聚四氟乙烯板

盆式橡胶支座构造

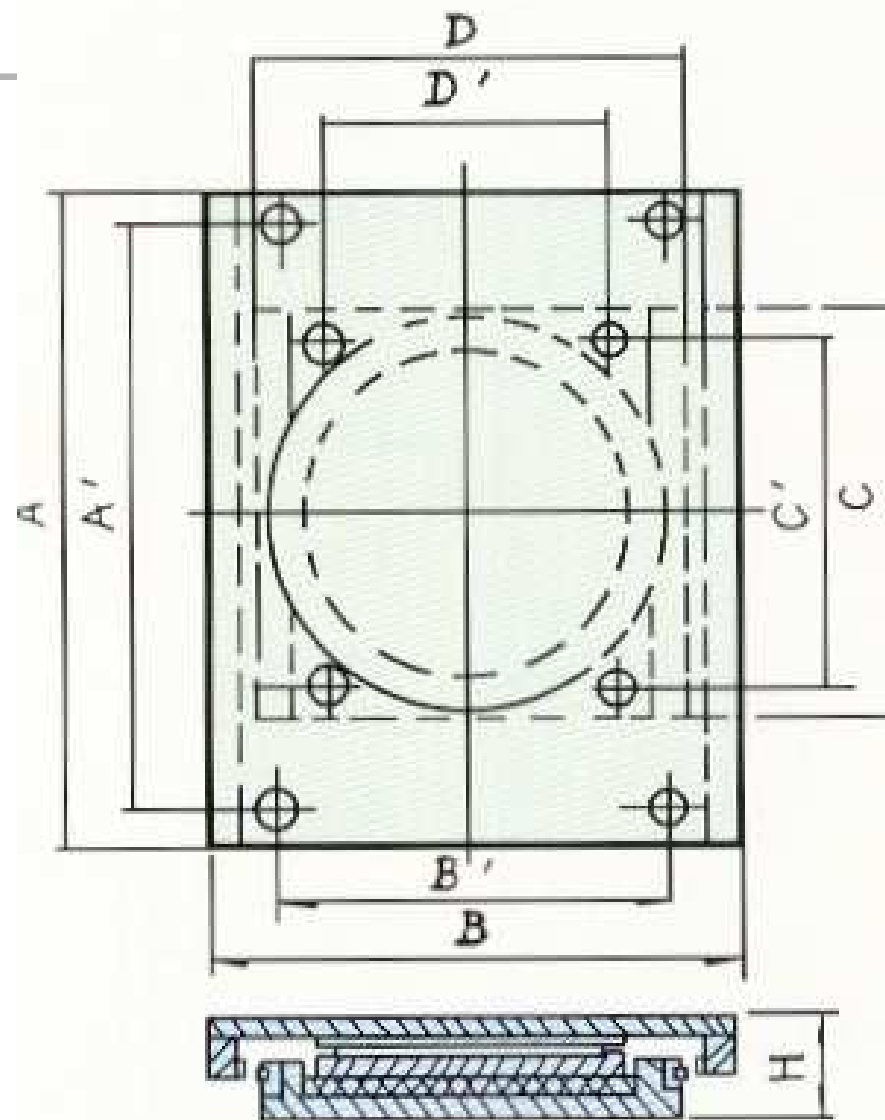


- 适用于大跨径桥梁 承载力范围：
1000~50000KN
厚度：
60~340mm 活动
位移：
5~250mm



盆式橡胶支座构造

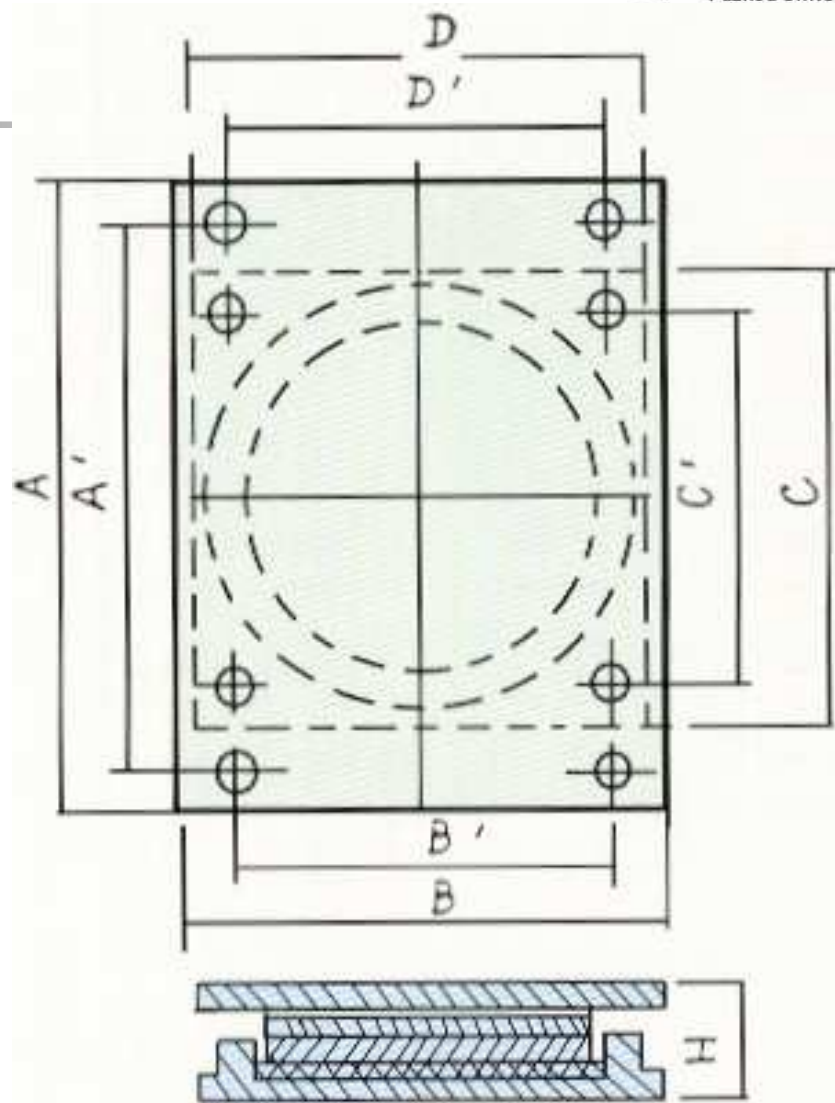
- 单向活动支座
(DX) 顺桥向
变形: $\pm 50 \sim \pm 200\text{mm}$





盆式橡胶支座构造

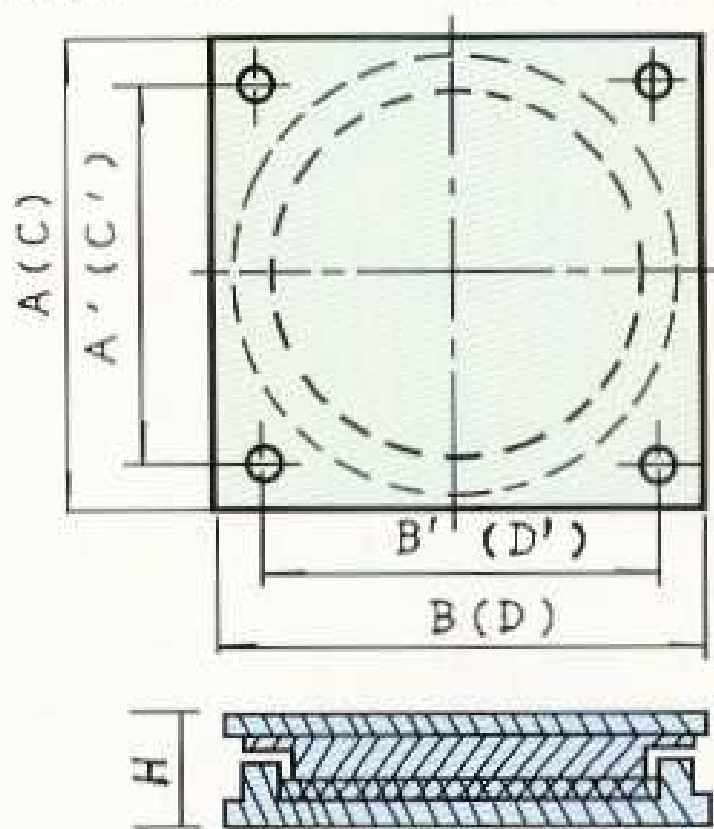
- 双向活动支座
(SX) 顺桥向变形: $\pm 50 \sim \pm 200\text{mm}$
横桥向变形: $\pm 5 \sim \pm 20\text{mm}$





盆式橡胶支座构造

固定支座(GD型) Fixed bearing (GD type)

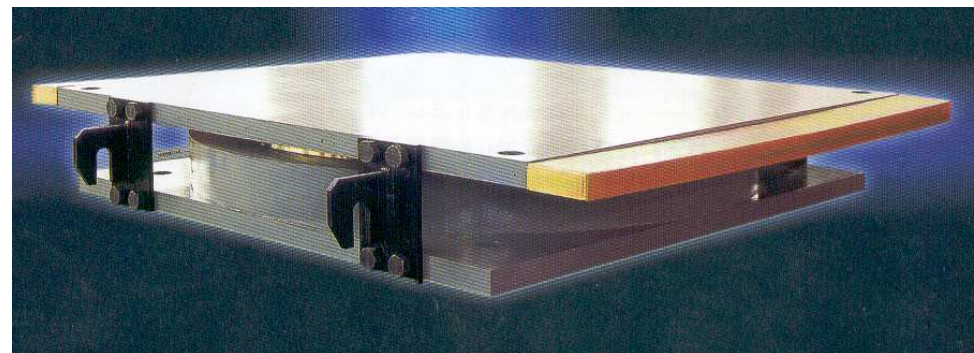
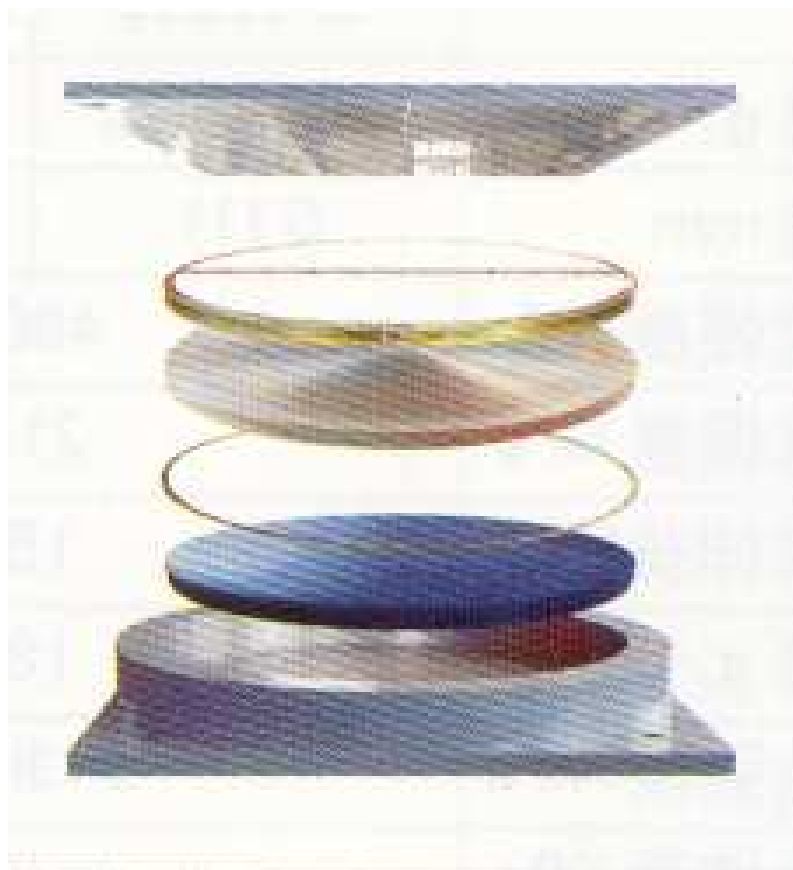


- 固定支座 (GD)



Fuzhou University -
College of Civil Engineering

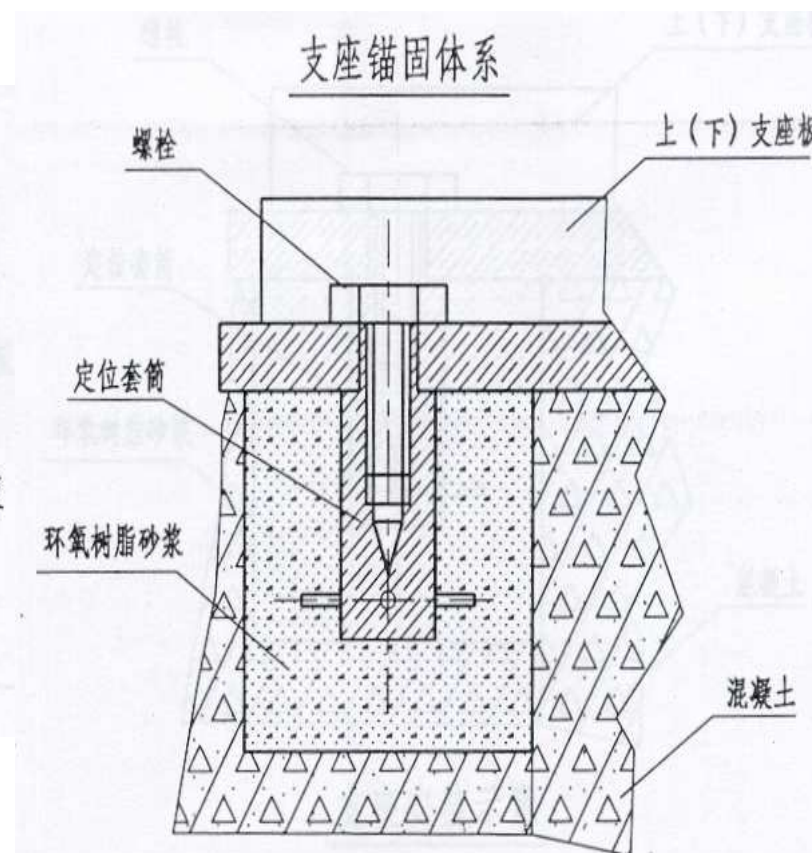
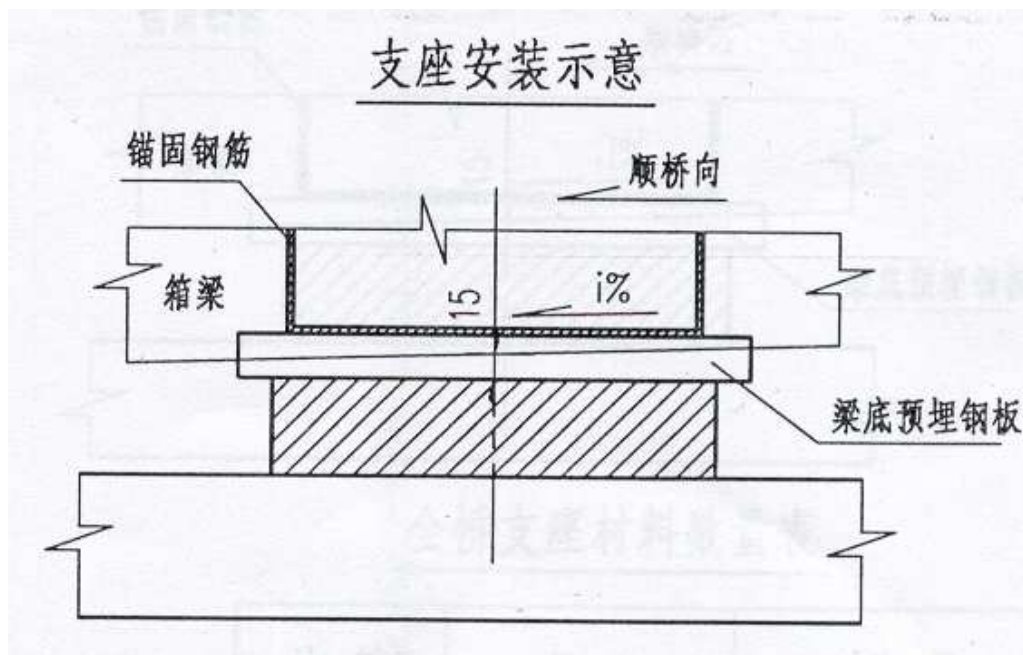
盆式橡胶支座构造（活动支座）



- 上支座板、聚四氟乙烯板、钢衬板、密封环、橡胶块、下支座板（盆）
- 适用转角变形 $0.01 \sim 0.02 \text{rad}$
- 适用顺桥向变形 $50 \sim 300 \text{mm}$ ，横桥向 $40 \sim 50 \text{mm}$

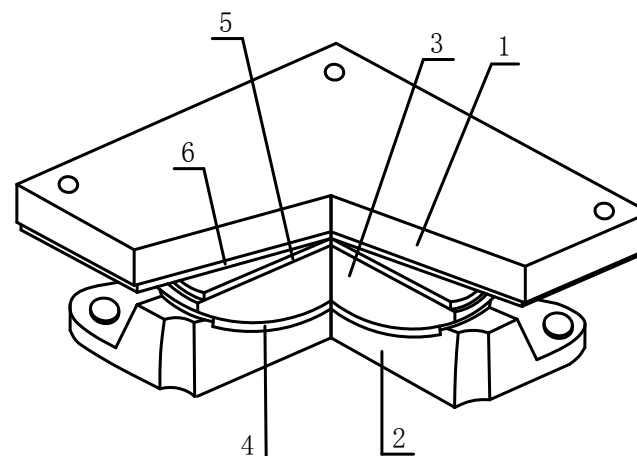
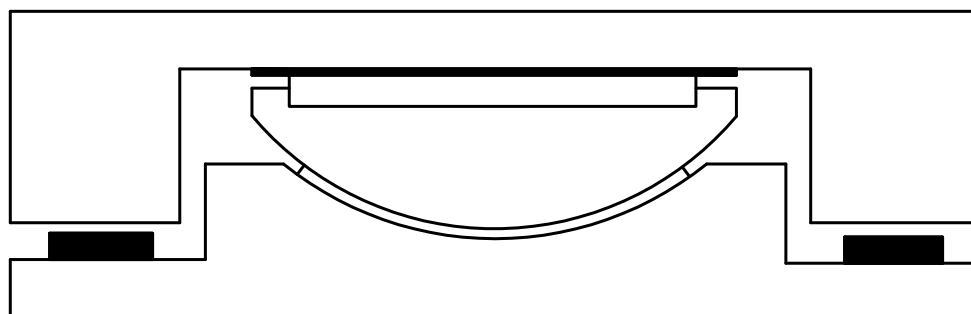


盆式橡胶支座安装





球面支座



- 1 — 上支座板； 2 — 下支座板； 3 — 球冠钢衬板；
4 — 球面聚四氟乙烯板；
5 — 平面聚四氟乙烯板； 6 — 不锈钢板



2.4.4 支座的设计与计算

1、支座受力与变位分析

- 求得支座上所承受的竖向力和水平力、位移和转角。
- 选定支座的各部尺寸并进行强度、稳定等各项验算。



(1)、受力分析

- 竖向力：结构自重的反力、活载的支点反力及其影响力。
- 活载的支点反力：最不利位置加载，并计入冲击效应。
- 上拔力（负反力）：计算支座的最大竖向力和最大上拔力。例如：当连续梁边跨较小而中跨较大时，或桥跨结构承受较大的横向风力时，支座锚栓会受到负反力作用。



- **水平力**：制动力（牵引力）、风力、支座摩阻力或温度变化、支座变形所引起的水平力和其它原因（桥梁纵坡）产生的水平力。
- **抗震设计**：应根据设计的地震烈度，按铁路或公路抗震设计规范的规定进行。



(2)、位移分析

1) 水平位移

- ❖ 纵向位移：温度伸缩位移、混凝土收缩徐变变位、活载作用下梁体下翼缘伸长、下部结构的位移等。
- ❖ 横向位移：温度、混凝土收缩徐变变位、下部结构横向位移、斜桥和弯桥荷载引起的横向变位等。



2) 梁端转角

- 结构自重和活载产生的梁端转角、混凝土收缩徐变产生的梁端转角、因下部结构变位产生的梁端转角等。
- 把以上各项支座反力和变位的计算结果按桥规规定组合，可为支座的设计提供计算数据。



2、板式橡胶支座的设计与计算

一、确定支座的平面尺寸

板式橡胶支座有效承压面积应满足以下条件：

$$A_e = \frac{R_{ck}}{\sigma_c}$$



二、确定支座橡胶层总厚度

- 从满足剪切变形考虑，板式橡胶支座橡胶层总厚度应符合下列条件：

- 不计制动力时：

$$t_e \geq 2\Delta_l$$

- 计入制动力时：

$$t_e \geq 1.43\Delta_l$$

当板式橡胶支座在横桥向平行于墩台帽横坡或盖梁横坡设置时，支座橡胶层总厚度应符合下列条件：

- 不计制动力时：

$$t_e \geq 2\sqrt{\Delta_l^2 + \Delta_t^2}$$

- 计入制动力时：

$$t_e \geq 1.43\sqrt{\Delta_l^2 + \Delta_t^2}$$



三、验算支座的受压稳定性

- 为了保证板式橡胶支座受压稳定性，应符合以下条件：

- 矩形支座
$$\frac{l_a}{10} \leq t_e \leq \frac{l_a}{5}$$

圆形支座
$$\frac{d}{10} \leq t_e \leq \frac{d}{5}$$



四、验算竖向平均压缩变形

- 板式橡胶支座竖向平均压缩变形应符合下列规定：

$$\delta_{e,m} = \frac{R_{ck} t_c}{A_e E_e} + \frac{R_{ck} t_e}{A_e E_b}$$

$$\theta \frac{l_a}{2} \leq \delta_{c,m} \leq 0.07 l_e$$



五、验算加劲钢板厚度

- 板式橡胶支座加劲钢板应符合下列规定，且其最小厚度不应小于2 mm。

$$t_s = \frac{K_p R_{ck} (t_{es,u} + t_{es,l})}{A_e \sigma_s}$$



六、验算支座的抗滑稳定性

- 板式橡胶支座抗滑稳定应符合下列规定：
- 不计汽车制动力时

$$\mu R_{Gk} \geq 1.4G_e A_g \frac{\Delta_l}{t_e}$$

- 计汽车制动力时

$$\mu R_{ck} \geq 1.4G_e A_g \frac{\Delta_l}{t_e} + F_{bk}$$



七、验算支座的抗滑稳定性

- 聚四氟乙烯滑板式橡胶支座的摩擦力应符合下列规定：

- 不计汽车制动力时

$$\mu_f R_{Gk} \leq G_e A_g \tan \alpha$$

- 计入汽车制动力时

$$\mu_f R_{ck} \leq G_e A_g \tan \alpha$$