

2023 一级造价工程师《建设工程技术与计量（土建）》知识点精讲

【知识点】桥梁上部结构（必会）

1. 桥面构造

(1) 桥面铺装及排水、防水系统

1) 桥面铺装（行车道铺装/桥面保护层）

<p>水泥混凝土或沥青混凝土铺装</p>	<p>①装配式钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥通常采用水泥混凝土或沥青混凝土铺装；其厚度为 60~80mm，强度不低于行车道板混凝土的强度等级。 ②桥上的沥青混凝土铺装可以做成单层式的（50~80mm）或双层式的（底层 40~50mm，面层 30~40mm）。</p>
<p>防水混凝土铺装</p>	<p>①在需要防水的桥梁上，当不设防水层时，可在桥面板上以厚 80~100mm 且带有横坡的防水混凝土作铺装层，其强度不低于行车道板混凝土强度等级，其上一般可不另设面层而直接承受车轮荷载。 ②为了延长桥面铺装层的使用年限，宜在上面铺筑厚 20mm 的沥青表面作磨耗层。为使铺装层具有足够的强度和良好的整体性（也能起到联系各主梁共同受力的作用），一般宜在混凝土中铺设直径为 4~6mm 的钢筋网。【2007】</p>

【例题·单选】桥面采用防水混凝土铺装的（ ）。【2020】

- A. 要另设面层承受车轮荷载
- B. 可不另设面层而直接承受车轮荷载
- C. 不宜在混凝土中铺设钢筋网
- D. 不宜在其上面铺筑沥青表面磨耗层

【答案】B

【解析】在需要防水的桥梁上，当不设防水层时，可在桥面板上以厚 80~100mm 且带有横坡的防水混凝土作铺装层，其强度不低于行车道板混凝土强度等级，其上一般可不另设面层而直接承受车轮荷载。但为了延长桥面铺装层的使用年限，宜在上面铺筑厚 20mm 的沥青表面作磨耗层。为使铺装层具有足够的强度和良好的整体性（也能起到联系各主梁共同受力的作用），一般宜在混凝土中铺设直径为 4~6mm 的钢筋网。

2) 桥面纵横坡

<p>纵坡</p>	<p>桥上纵坡机动车道不宜大于 4.0%，非机动车道不宜大于 2.5%；桥头引道机动车道纵坡不宜大于 5.0%。高架桥桥面应设不小于 0.3%的纵坡。 【记忆】5引4机非2.5（我引进的司机不是二百五）</p>
<p>横坡</p>	<p>桥面的横坡，一般采用 1.5%~3.0%。横坡做法如下： ①通常是在桥面板顶面铺设混凝土三角垫层。 ②将横坡直接设在墩台顶部做成倾斜的桥面板。 ③在比较宽的桥梁中，用三角垫层设置横坡将使混凝土用量与恒载重量增加过多，可直接将行车道板做成双向倾斜的横坡。但这样会使主梁的构造和施工稍趋复杂。【2009】</p>

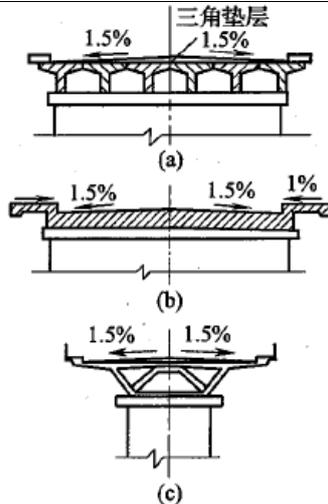


图 2.2.7 桥面板顶面垫层构成



【例题·单选】桥面横坡一般采用（ ）。【2013】

- A. 0.3%~0.5%
- B. 0.5%~1.0%
- C. 1.5%~3%
- D. 3%~4%

【答案】C

【解析】桥面的横坡，一般采用 1.5%~3%。

3) 桥面排水和防水设施

①桥面排水

a. 排水管道直径不宜小于 150mm。

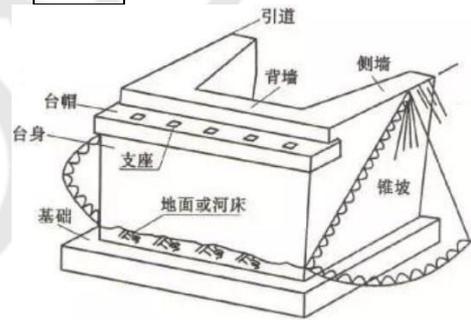
纵坡 $< 1\%$	设置排水管的截面积不宜小于 $100\text{mm}^2/\text{m}^2$
纵坡 $> 2\%$	设置排水管的截面积不宜小于 $60\text{mm}^2/\text{m}^2$
中桥、小桥且纵坡 $\geq 3\%$	可不设排水口，但应在桥头引道两侧设置雨水口

b. 沥青混凝土铺装层在桥跨伸缩缝上坡侧现浇带与沥青混凝土相接处应设置渗水管。高架桥桥面应设置横坡及不小于 0.3% 的纵坡；当纵断面为凹形竖曲线时，宜在凹形竖曲线最低点及其前后 3~5m 处分别设置排水口。

②防水层

a. 桥面防水层设置在桥面铺装层下面，将透过铺装层渗下来的雨水汇集到排水设施（泄水管）排出。

b. 圬工桥台台身背墙、拱桥拱圈顶面及侧墙背面应设置防水层。



【例题·单选】沥青混凝土铺装层在桥跨伸缩缝上坡侧现浇带与沥青混凝土相接处应设置（ ）。

【2017】

- A. 渗水管
- B. 排水管
- C. 导流管
- D. 雨水管

【答案】A

【解析】沥青混凝土铺装层在桥跨伸缩缝上坡侧现浇带与沥青混凝土相接处应设置渗水管。

(2) 伸缩缝

通常在两梁端之间、梁端与桥台之间或桥梁的铰接位置上设置伸缩缝。

1) 伸缩缝的构造要求

- ①在平行、垂直于桥梁轴线的两个方向，均能自由伸缩。
- ②在设置伸缩缝处，栏杆与桥面铺装都要断开。

2) 伸缩缝的类型

类型	适用性
镀锌薄钢板伸缩缝	中小跨径的装配式简支梁桥上，当梁的变形量在 20~40mm 以内时常选用。
钢伸缩缝	①宜在斜桥上使用。只有在温差较大的地区或跨径较大的桥梁上才采用。 ②当跨径很大时，一方面要加厚钢板，另一方面需要采用更完善的梳形钢板伸缩缝。
橡胶伸缩缝	在变形量较大的大跨度桥上，可以采用橡胶和钢板组合的伸缩缝。



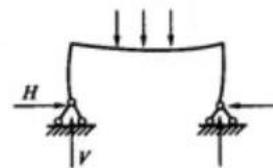
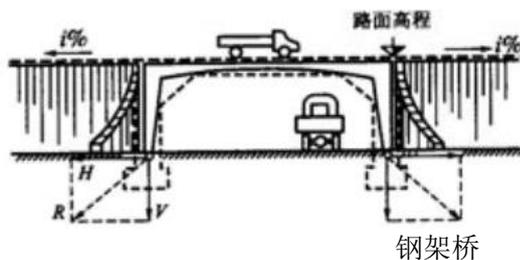
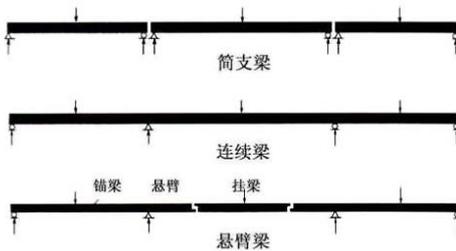
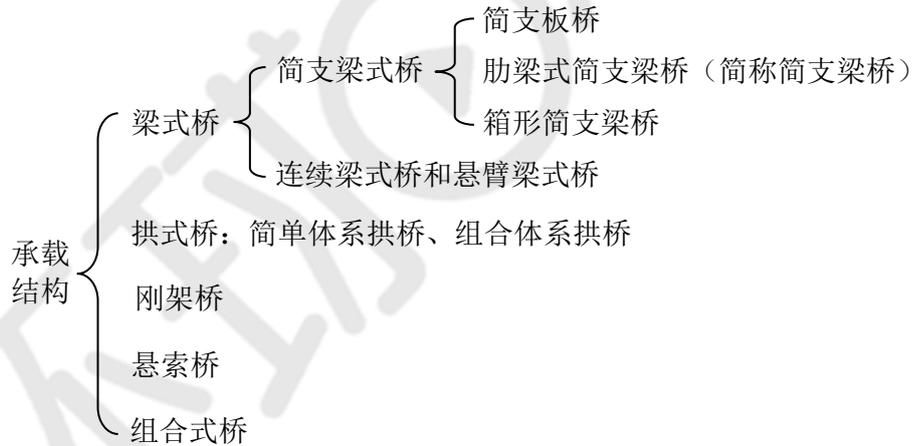


(3) 人行道、栏杆、灯柱

人行道	宽度可选用 0.75m、1m, 大于 1m 时按 <u>0.5m</u> 倍数递增。人行道一般高出行车道 <u>0.25~0.35m</u> 。
安全带	不设人行道的桥上, 两边应设宽度 <u>不小于 0.25m</u> , 高为 <u>0.25~0.35m</u> 的护轮安全带。
栏杆 灯柱	①栏杆的高度一般为 <u>0.8~1.2m</u> , 标准设计为 <u>1.0m</u> ; 栏杆间距一般为 <u>1.6~2.7m</u> , 标准设计为 <u>2.5m</u> 。【2012 桥梁上栏杆间距通常为 ()。】 ②照明用灯一般高出车道 <u>5m</u> 左右。



2. 承载结构





【例题·多选】桥梁按承重结构划分有（ ）。【2016】

- A. 格构式
- B. 梁式桥
- C. 拱式桥
- D. 刚架桥
- E. 悬索桥

【答案】BCDE

【解析】桥梁的承重结构包括：梁式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥、组合式桥。

(1) 梁式桥（支座**仅产生垂直反力**）

1) 简支梁式桥（静定结构、各跨独立受力）

①简支板桥：主要用于**小跨度**桥梁。

- a. 跨径在**4~8m**时，采用钢筋混凝土**实心**板桥。
- b. 跨径在**6~13m**时，采用钢筋混凝土**空心**倾斜**预制**板桥。
- c. 跨径在**8~16m**时，采用**预应力**混凝土**空心预制**板桥。

【例题·单选】当桥梁跨径在8~16m时，简支板桥一般采用（ ）。【2011】

- A. 钢筋混凝土实心板桥
- B. 钢筋混凝土空心倾斜预制板桥
- C. 预应力混凝土空心预制板桥
- D. 预应力混凝土实心预制板桥

【答案】C

【解析】跨径在4~8m时，采用钢筋混凝土实心板桥；跨径在6~13m时，采用钢筋混凝土空心倾斜预制板桥；跨径在8~16m时，采用预应力混凝土空心预制板桥。

②肋梁式简支梁桥（简支梁桥）：主要用于**中等跨度**的桥梁。

- a. 跨径在**8~12m**时，采用**钢筋**混凝土简支梁桥。
- b. 跨径在**20~50m**时，多采用**预应力**混凝土简支梁桥。
- c. 在我国使用最多的简支梁桥的横截面形式是由多片**T形梁**组成的横截面。



③箱形简支梁桥

主要用于预应力混凝土梁桥。尤其适用于**桥面较宽**的预应力混凝土桥梁结构和**跨度较大**的斜交桥和弯桥。



【例题·单选】在设计桥面较宽的预应力混凝土梁桥和跨度较大的斜交桥和弯桥时，宜采用的桥梁结构为（ ）。【2022】

【2021 桥面较宽、跨度较大的预应力混凝土梁桥应优先选用的桥梁形式为（ ）。】

- A. 简支板桥
- B. 肋梁式简支梁桥
- C. 箱形简支梁桥
- D. 悬索桥

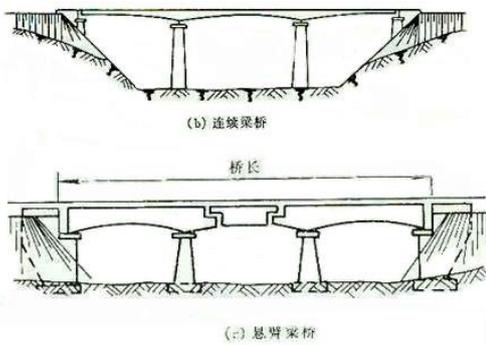
【答案】C

【解析】箱形简支梁桥主要用于预应力混凝土梁桥。尤其适用于桥面较宽的预应力混凝土桥梁结构和跨度较大的斜交桥和弯桥。

2) 连续梁式桥和悬臂梁式桥

连续梁桥	是 大跨度 桥梁广泛采用的结构体系之一，一般采用 预应力 混凝土结构。
悬臂梁桥	悬臂跨与挂孔跨 交替 布置，通常为 奇数跨 布置。

T形刚架桥是由桥跨梁体与桥墩（台）刚接形成的具有悬臂受力特点的无支座T形梁式桥结构。通常全桥由两个或多个T形刚架通过铰或挂梁相连所组成。



【例题·单选】悬臂梁桥的结构特点是（ ）。【2020】

- A. 悬臂跨与挂孔跨交替布置
- B. 通常为偶数跨布置
- C. 多跨在中间支座处连接
- D. 悬臂跨与挂孔跨分左右岸布置

【答案】A

【解析】悬臂梁式桥相当于简支梁桥的梁体越过其支点向一端或两端延长所形成的梁式桥结构。其结构特点是悬臂跨与挂孔跨交替布置，通常为奇数跨布置。

(2) 拱式桥

拱式桥的特点是其桥跨的承载结构**以拱圈或拱肋为主**。拱式桥在竖向荷载作用下，两拱脚处**不仅产生竖向反力**，还产生**水平反力**（推力）。因此，拱式桥对地基要求很高，适用于**地质和地基条件良好**的桥址。

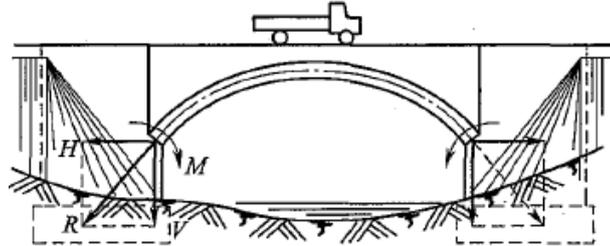


图 2.2.9 拱式桥示意图

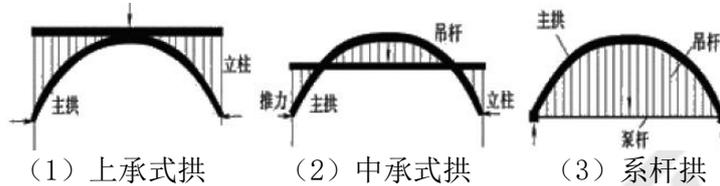
1) 简单体系拱桥

桥上的全部荷载由主拱单独承受，它们是桥跨结构的主要承重构件。拱的水平推力直接由墩台或基础承受。

2) 组合体系拱桥

根据构造方式及受力特点，组合体系拱桥可分为**桁架拱桥**、**刚架拱桥**、**桁式组合拱桥**和**拱式组合体系桥**四大类。





【例题·多选】桥梁中的组合体系拱，按构造方式和受力特点可以分为（ ）。【2010】

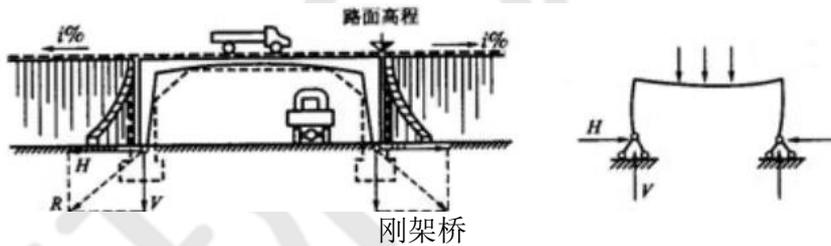
- A. 梁拱组合桥
- B. 桁架拱桥
- C. 刚架拱桥
- D. 桁式组合拱桥
- E. 拱式组合体系桥

【答案】BCDE

【解析】根据构造方式及受力特点，组合体系拱桥可分为桁架拱桥、刚架拱桥、桁式组合拱桥和拱式组合体系桥四大类。

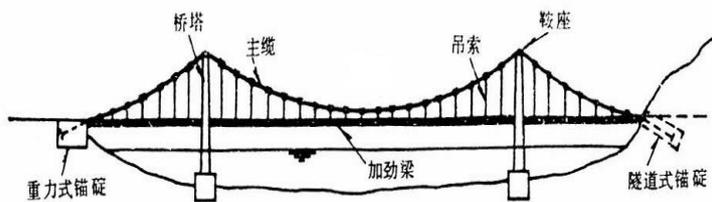
(3) 刚架桥

由梁式桥跨结构与墩台（支柱、板墙）整体相连而形成的结构体系，其梁柱结点为**刚结**。



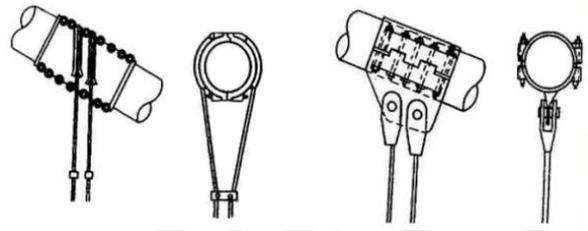
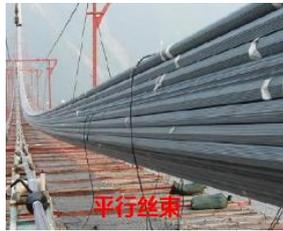
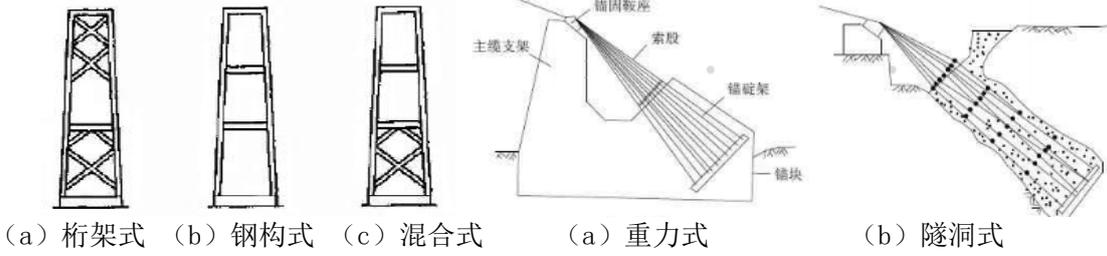
(4) 悬索桥（吊桥）

现代悬索桥一般由**桥塔**、**锚碇**、**主缆索**、**吊索**、**加劲梁**及**索鞍**等主要部分组成。



桥塔	①桥塔的高度主要由 桥面标高 和主缆索的 垂跨比 f/L 确定，通常垂跨比 f/L 为 $1/9 \sim 1/12$ 。 ②大跨度悬索桥的桥塔主要采用 钢结构 和 钢筋混凝土 结构。其结构形式可分为 桁架式 、 刚架式 和 混合式 三种。刚架式桥塔通常采用 箱形截面 。
锚碇	是主缆索的锚固构造。通常采用的锚碇有两种形式： 重力式 和 隧洞式 。
主缆索	悬索桥的 主要承重构件 ，可采用 钢丝绳钢缆 或 平行钢丝束钢缆 ， 大跨度 吊桥的主缆索多采用 后者 。
吊索	①吊索可布置成垂直形式的 直吊索 或倾斜形式的 斜吊索 。 ② 吊索与主缆索 连接有两种方式： 鞍挂式 和 销接式 。 吊索 与 加劲梁 连接也有两种方式： 锚固式 和 销接固定式 。
加劲梁	加劲梁是承受 风载 和其他 横向水平力 的主要构件。 大跨度 悬索桥的加劲梁均为 钢结构 ，通常采用 桁架梁 和 箱形梁 。预应力混凝土加劲梁仅适用于 跨径 500m 以下 的悬索桥，大多采用 箱形梁 。
索鞍	支撑主缆的重要构件。





【例题·单选】大跨度悬索桥的刚架式桥塔通常采用（ ）。【2014】

- A. T形截面
- B. 箱形截面
- C. I形截面
- D. II形截面

【答案】B

【解析】大跨度悬索桥的桥塔主要采用钢结构和钢筋混凝土结构。其结构形式可分为桁架式、刚架式和混合式三种。刚架式桥塔通常采用箱形截面。

【例题·单选】大跨度悬索桥的加劲梁主要用于承受（ ）。【2017】

- A. 桥面荷载
- B. 横向水平力
- C. 纵向水平力
- D. 主缆索荷载

【答案】B

【解析】加劲梁是承受风载和其他横向水平力的主要构件。大跨度悬索桥的加劲梁均为钢结构，通常采用桁架梁和箱形梁。

【例题·单选】大跨径悬索桥一般优先考虑采用（ ）。【2016】

- A. 平行钢丝束钢缆索和预应力混凝土加劲梁
- B. 平行钢丝束钢缆主缆索和钢结构加劲梁
- C. 钢丝绳钢缆主缆索和预应力混凝土加劲梁
- D. 钢丝绳钢缆索和钢结构加劲梁

【答案】B

【解析】主缆索是悬索桥的主要承重构件，可采用钢丝绳钢缆或平行钢丝束钢缆，大跨度吊桥的主缆索多采用后者。大跨度悬索桥的加劲梁均为钢结构，通常采用桁架梁和箱形梁。预应力混凝土加劲梁仅适用于跨径 500m 以下的悬索桥，大多采用箱形梁。

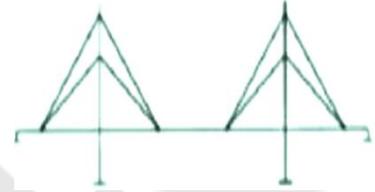
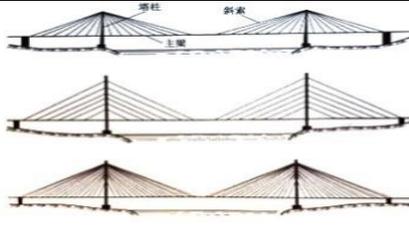
(5) 组合式桥

常见的这类桥型有梁与拱组合式桥，如系杆拱、桁架拱及多跨拱梁结构等；悬索结构与梁式结构的组合式桥，如斜拉桥等。

斜拉桥是典型的由**悬索结构**和**梁式结构**组合而成的，由**主梁**、**拉索**及**索塔**组成的组合结构体系。



拉索	①拉索是斜拉桥的 主要承重构件 ，一般拉索的造价占全桥的 25%~30% 。 ②目前采用较多的有 平行钢丝束 ， 钢绞线束 和 封闭式钢索 ，在某些桥上还有采用高强钢筋和型钢。 ③平行钢丝束目前使用的拉索在桥 纵向 的布置有许多方式，一般有如下几种： 辐射式、竖琴式、扇式、星式 。拉索在桥 横向 布置通常有两种基本形式，即 双面索 和 单面索 。
主梁	混凝土斜拉桥常用的主梁结构形式有连续梁、悬臂梁、悬臂和连续刚构等。
索塔	索塔横截面可采用 实心截面 ，当截面尺寸较大时采用工形或箱形截面，对于大跨度斜拉桥采用 箱形截面 更为合理。



斜拉桥的索型

(a) 辐射式 (b) 竖琴式 (c) 扇式

星式



单面锁

竖直双面锁

倾斜双面锁

【例题·单选】混凝土斜拉桥属于典型的（ ）。【2019】

- A. 梁式桥
- B. 悬索桥
- C. 刚架桥
- D. 组合式桥

【答案】D

【解析】组合式桥是由几个不同的基本类型结构所组成的桥。常见的这类桥型有梁与拱组合式桥，如系杆拱、桁架拱及多跨拱梁结构等；悬索结构与梁式结构的组合式桥，如斜拉桥等。斜拉桥是典型的由悬索结构和梁式结构组合而成的，由主梁、拉索及索塔组成的组合结构体系。

【例题·多选】关于斜拉桥的说法，正确的有（ ）。【2018】

- A. 是典型的悬索结构
- B. 是典型的梁式结构
- C. 是悬索结构和梁式结构的组合
- D. 由主梁、拉索和索塔组成的组合结构体系
- E. 由主梁和索塔受力，拉索起装饰作用

【答案】CD

【解析】斜拉桥是典型的由悬索结构和梁式结构组合而成的，由主梁、拉索及索塔组成的组合结构体系。故 CD 正确。

3. 桥梁支座

①保证桥跨结构在荷载作用下满足**变形**要求。

②支座按其允许变形的可能性分为**固定支座**、**单向活动支座**。按其材料分为钢支座、聚四氟乙烯支座、橡胶支座、铅支座等。

