

西安局集团有限公司铁路线路工岗位培  
训、技能等级认定一体化建设岗培课件

# 轨道结构

岗培教材编写组：吴瑞芳、马建东、  
马彦荣、薛浩、武建森

# 目 录

- 一、轨道几何形位
- 二、道床结构、轨道加强设备
- 三、轨缝调整
- 四、曲线基本要素及超高和轨距加宽计算
- 五、轨道联结零件性能

# 一、轨道几何形位

轨道几何形位，狭义上又称轨道几何尺寸。轨道几何形位指的是轨道各部分的几何形状、相对位置和基本尺寸。

## （一）轨距

轨距是钢轨头部踏面下16mm范围内两钢轨工作边之间的最小距离。

我国铁路线路直线地段的标准轨距为1435mm，曲线地段按不同半径给予加宽。

轨距的允许误差应符合《修规》（普速）规定。轨距变化应和缓、平顺。允许速度大于120km/h的线路，轨距变化率不得大于1‰；其他线路正线及到发线，轨距变化率不得大于2‰（不含规定的递减率）；其他站线，轨距变化率不得大于3‰（不含规定的递减率）。

## （二）水平、三角坑

水平是指同一横截面上左右钢轨顶面相对于水平面的高度差。

线路上实际存在两种形式的钢轨水平误差：一种是水平差，就是左右两股钢轨顶面位于同一水平线，两股钢轨的高差，一般在较长的距离内，钢轨顶面始终高于另一股；另一种是三角坑（也称轨道平面扭曲），是指在左右两轨顶面相对于轨道平面的扭曲，用相距一定基长水平代数差表示，即在一段不太长的距离内，钢轨顶面连续出现两个不同的水平差。静态检查时，三角坑检查基长为6.25m，但延长18m的距离内应无超过《普速铁路线路修理规则》规定的三角坑。

通常水平差即使超过允许误差标准，也只是引起车辆的摇晃和两股钢轨的不均匀受力及磨耗。但如果在18m的距离内有超过容许偏差的三角坑管理值（尽管水平都不超限），就有可能使车辆的四个车轮只有三个正常压紧钢轨，另一个悬空。如果此时再有一个巨大的横向力作用，悬空的车轮就有可能爬上钢轨顶面，造成脱轨事故。因此，线路上如发现超限三角坑，须及时消除。

为了使两股钢轨均匀承受荷载，保证车辆平稳运行，线路两股钢轨顶面，在直线地段应保持同一水平，在曲线地段按规定设置超高，水平、三角坑容许偏差应符合有关的规定。

# 一、轨道几何形位

## (三) 轨向

轨向是指钢轨内侧轨距点沿轨道延长方向的横向凹凸不平顺，即直线上轨道是否直顺，曲线上轨道是否圆顺。轨向不良通常是由于钢轨硬弯、扣件松动、缓和曲线顺坡不良等原因造成的。一般在直线上轨向用10m弦在轨头内侧顶面下16mm处量取最大矢度，在曲线上用10m或20m弦在轨头内侧顶面下16mm处量取正矢。

轨道的中心线位置，应与设计位置一致。直线不直，会产生列车摇晃摆动，影响轨道结构的横向稳定性，同时会加剧列车的蛇形运动。在曲线轨道上，轨向不平顺的影响比在直线轨道上更为严重。曲线轨道轮轨间的作用力较大，轨道结构的变形更快，反过来又会加剧轮轨横向力，使轨道结构进一步恶化。曲线半径越小，轨向不平顺的影响越严重。严重的轨向不平顺将引起很大的侧向力，可能使轨枕、扣件不良地段的钢轨倾翻或轨排横移，在无缝线路上，还会引起胀轨跑道，危及行车安全。相对于轨距来说，轨向往往是行车平稳的控制性因素。只要方向偏差保持在允许范围内，轨距变化对车辆的影响就不会很大（即处于从属地位）。所以，轨道方向对行车平稳有着特别重要的意义，其容许偏差应符合有关的规定。

## (四) 高低

高低是指钢轨顶面沿延长方向的垂向凹凸不平顺。

轨道高低不平顺，主要是路基沉陷、捣固不良、扣件松动、枕木腐朽和钢轨磨耗等因素造成的。有些地段，表面上看轨面是平顺的，但实际上轨底与铁垫板或轨枕之间存在间隙（间隙超过2mm时称为吊板）或轨枕与道砟之间存在空隙（空隙超过2mm时称为空板或暗坑），当列车通过时，这些地段的轨道下沉较大，也会产生不平顺。

轨道高低不平顺，对列车行驶的危害很大。列车通过这些地方时，造成机车车辆上下颠簸，甚至有可能造成车轮悬浮脱轨，同时增大了列车对轨道的冲击力，可引起钢轨爬行，如高低进一步恶化，冲击力增加，使道床变形加速，从而又进一步扩大不平顺，使机车车辆对轨道的破坏力又进一步增大。所以，对轨道来说，这是一个恶性循环过程。因此，线路高低容许偏差应符合《普速铁路线路修理规则》的规定。

# 一、轨道几何形位

## (五) 轨底坡

车轮踏面设计成锥形，踏面上有两个坡度，经常与钢轨顶面接触的车辆踏面是1:20的圆锥面，1:10的坡度只在小半径曲线才与钢轨接触。所以在直线上，钢轨不应竖直铺设，而应在轨底设置一个坡度，人为地使得两股钢轨顶面向线路中心线倾斜。钢轨中心线与垂直线之间的倾斜度称为轨底坡。在木枕地段，轨底坡是通过楔形垫板设置的；在混凝土枕地段，轨枕槽事先已按轨底坡的规定做成斜面，不需另设楔形垫板。

在我国铁路线路上，直线一般采用1:40的轨底坡，曲线地段的轨底坡应根据需要调整。

轨底坡是否正确，可以从钢轨顶面上的光带位置判断。在直线地段，如果光带偏向内侧，说明轨底坡不足；如果光带偏向外侧，则说明轨底坡过大；如果光带居中，则说明轨底坡合适。

在线路养护维修时，可根据光带对轨底坡进行调整。

## 二、道床结构、轨道加强设备

### (一) 道床结构

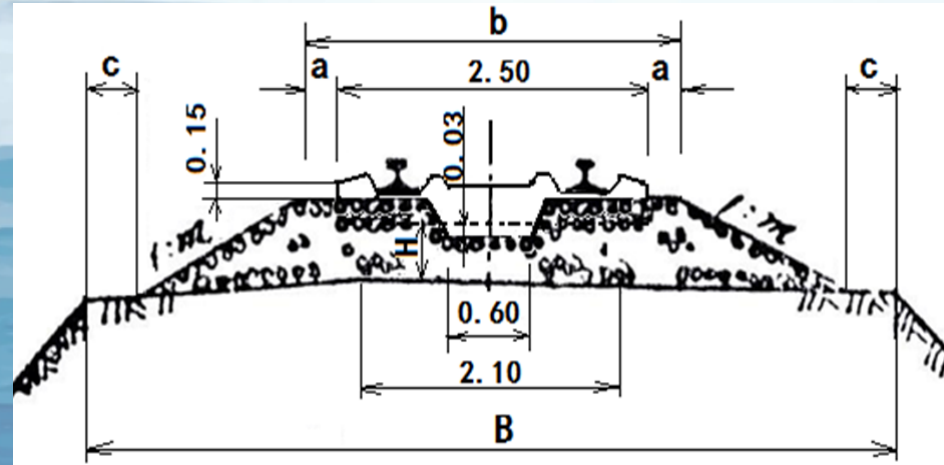
道床结构从总体上可分为两类：一类为传统的有砟道床；另一类为无砟道床。

道床是轨道的重要组成部分，它承受轨枕传来的压力，并把这个力均匀传布于较大的路基面上。道床具有一定弹性，可缓和列车对线路的冲击，并可减缓水平、方向的变化，以保持轨道的稳定性。清洁的道床可顺利排除线路上的雨水和地表水，以保持轨枕及路基面的干燥，防止路基松软、翻浆而引起轨道下沉；饱满密实的道床，可防止轨道横向移动和线路爬行。同时，有砟道床还是捣固整治水平的材料，也是拨正方向、阻止回弹的材料。

#### 1. 有砟道床

##### (1) 道床的基本概念

道床横断面包括道床厚度、顶面宽度及道床边坡坡度，如图2-1-1所示。



a-道床肩宽 b-道床顶面宽度 c-路肩宽度 B-路基宽度 H-道床厚度

(2.50为轨枕长度, 2.10为路拱宽度, 1:m为道床边坡坡度)

图2-1-1 直线地段道床横断面

## 二、道床结构、轨道加强设备

### (1) 道床的基本概念

#### ①道床厚度

道床厚度是指直线地段钢轨中心处轨枕底面至路基面之间的高度或曲线地段内轨中心处轨枕底面至路基面之间的高度。

为使由钢轨、轨枕传来的荷载通过道床均匀地传布在路基面上，防止路基面产生不均匀的残余变形，道床应有足够的厚度。

#### ②道床顶面宽度

道床顶面宽度决定于线路种类。不同种类的线路，其道床顶面宽度也不同。道床在轨枕两端的伸出部分称为道床肩宽，道床顶面宽度是指轨枕长度加上两侧道床肩宽的总和。为了保证道床有足够的横向阻力和防止道砟从轨枕端部下面被挤出，我国铁路规定普通线路道床肩宽为20~30cm，在曲线上，还应在曲线外侧适当加宽道床。无缝线路地段道床肩宽一般宜为400~450mm。

#### ③道床边坡坡度

道床边坡坡度是指道床两侧坡面与路基面之间形成的坡度。道床边坡坡度与行车速度有关。边坡太陡了，在列车动力作用下，道砟普遍坍落，引起方向和水平发生变化。因此道床边坡坡度应按规定设置，以保持道床的稳定状态。

## 二、道床结构、轨道加强设备

### (2) 道床标准及修理要求

①道床大修，枕下道床厚度应符合下表的规定。

道床厚度标准(mm)

五年内年计划通过总质量(Mt)		$W_{年} \geq 50$	$50 > W_{年} \geq 25$	$25 > W_{年} \geq 15$	$W_{年} < 15$
无垫层的碎石道床	一般路基	450	450	400	350
	不易风化的岩石、碎石路基	350	350	300	300
有垫层的碎石道床(碎石/垫层)		300/200	300/200	250/200	250/200
有砟桥面上的碎石道床	$v_{max} \leq 120\text{km/h}$	250			
	$v_{max} > 120\text{km/h}$	300			

注：允许速度大于120km/h线路，无垫层时碎石道床厚度不得小于450mm；有垫层时碎石道床厚度不得小于300mm，垫层厚度不得小于200mm。

道床大修后，无垫层的碎石道床，枕下清砟厚度不得小于300mm；特殊困难条件下道床厚度不足300mm时，应清筛至路基面，并做好排水坡。

运量小、允许速度低线路或在隧道内、桥梁上和车站受建筑物限制时，可酌情降低道床厚度。但正线木枕地段碎石道床厚度不得小于200mm，混凝土枕地段不得小于250mm，站线不得小于200mm。



## 二、道床结构、轨道加强设备

### (2) 道床标准及修理要求

②道床顶面宽度及边坡坡度坡率应符合下表的规定。

道床顶面宽度及边坡坡度坡率

线路类别			顶面宽度(m)	曲线外侧加宽(m)		砟肩堆高(m)	边坡坡度
				半径	加宽		
正线	无缝线路	$v_{max} > 160\text{km/h}$	3.5	—	—	0.15	1:1.75
		$v_{max} \leq 160\text{km/h}$	3.4	$\leq 800$	0.10	0.15	1:1.75
	普通线路	$100 < v_{max} \leq 120\text{km/h}$	3.1	$\leq 600$	0.10	—	1:1.75
		$v_{max} \leq 100\text{km/h}$	3.0	$\leq 600$	0.10	—	1:1.75
站线	无缝线路	III型混凝土枕	3.4	$\leq 600$	0.10	0.15	1:1.75
		其他轨枕	3.3				
	普通线路	III型混凝土枕	3.0	—	—	—	1:1.5
		其他轨枕	2.9				

轨底处道床顶面应低于轨枕顶面20~30mm。I型混凝土枕中部道床应掏空，其顶面低于枕底不得小于20mm，长度应为200~400mm；II型和III型混凝土枕中部道床应填平，并不高于轨枕顶面。

有砟桥上应设挡砟墙(块)，无缝线路地段应满足砟肩堆高的要求。

## 二、道床结构、轨道加强设备

### (2) 道床标准及修理要求

③混凝土宽枕线路的道床，由面砟带和底层组成，均应采用一级道砟。有垫层时道床厚度不得小于250mm，无垫层时不得小于350mm；在岩石、渗水土路基上，隧道内及有砟桥面上，不得小于200mm。面砟带道砟粒径级配见下表，厚度为50mm，每股轨下两侧宽度应各为450~500mm，底层为普通碎石道砟。道床顶面宽度不得小于2.9m，允许速度大于120km/h线路，道床顶面应与宽枕顶面平齐，其他线路枕端埋入道床深度不得小于80mm。

面砟粒径级配

方孔筛孔边长(mm)	10	16	20	25	30	35.5
过筛质量百分率(%)	0~5	5~15	25~40	55~75	95~100	100

垫砟起道用的道砟，采用火成岩材料，粒径为8~20mm。

④道砟必须有“碎石道砟产品合格证”，作为竣工验收和评定道床质量的依据。大修、维修补充的道砟应采用一级道砟，粒径级配见下表。

道砟粒径级配

方孔筛孔边长(mm)	25	35.5	45	56	63
过筛质量百分率(%)	0~5	25~40	55~75	92~97	97~100

⑤道床应保持饱满、均匀和整齐，并应根据道床不洁程度有计划地进行清筛，保持道床弹性和排水良好。

⑥道床应按规定保持密实，防止轨枕空吊、道床翻浆。

### 2. 无砟道床

无砟道床是以混凝土或沥青混合物等取代散粒道砟道床而组成的轨道结构型式，故又称为无砟轨道。它具有轨道稳定性高，刚度均匀性好，结构耐久性强和维修工作量显著减少等特点。

在普速铁路上，无砟道床有双块式、弹性支承块式和道岔区轨枕埋入式无砟道床等。

## 二、道床结构、轨道加强设备

### (二) 轨道加强设备

轨道加强设备是曲线加强设备和防爬设备的总称。曲线加强设备主要包括轨距杆和轨撑，防爬设备主要包括防爬器和防爬支撑。

#### 1. 曲线加强设备

列车通过曲线地段时，钢轨在列车荷载作用下，将承受较大列车横向力作用，特别是通过小半径曲线时，横向水平力更大，致使钢轨横移和向外倾斜，导致轨距扩大。为避免钢轨横移和倾斜，防止轨距扩大，保持曲线轨道的稳定性，应安装一定数量的轨距杆或轨撑。

除采用上述措施外，现场有时也采用地锚拉杆的方法来控制线路的横向位移，保持线路方向，防止胀轨跑道。

#### (1) 轨距杆

轨距杆由卡铁、拉杆、平垫、弹簧垫圈

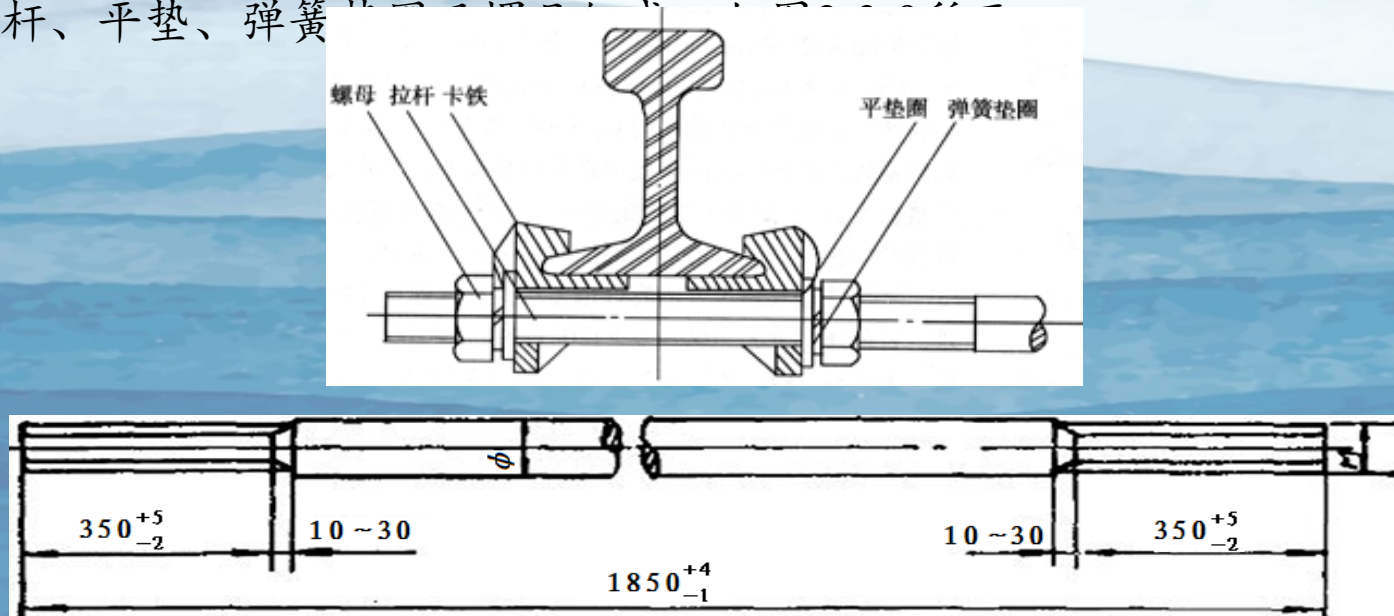


图2-3-9 轨距杆组成

## 二、道床结构、轨道加强设备

### 1. 曲线加强设备

#### (1) 轨距杆

按《普通轨距杆》(TB1780-86)的规定,43、50kg/m钢轨采用直径为30mm的轨距杆,60、75kg/m钢轨采用直径为36mm的轨距杆。

按使用要求,轨距杆分为普通轨距杆和绝缘轨距杆两种,如图2-3-10所示。

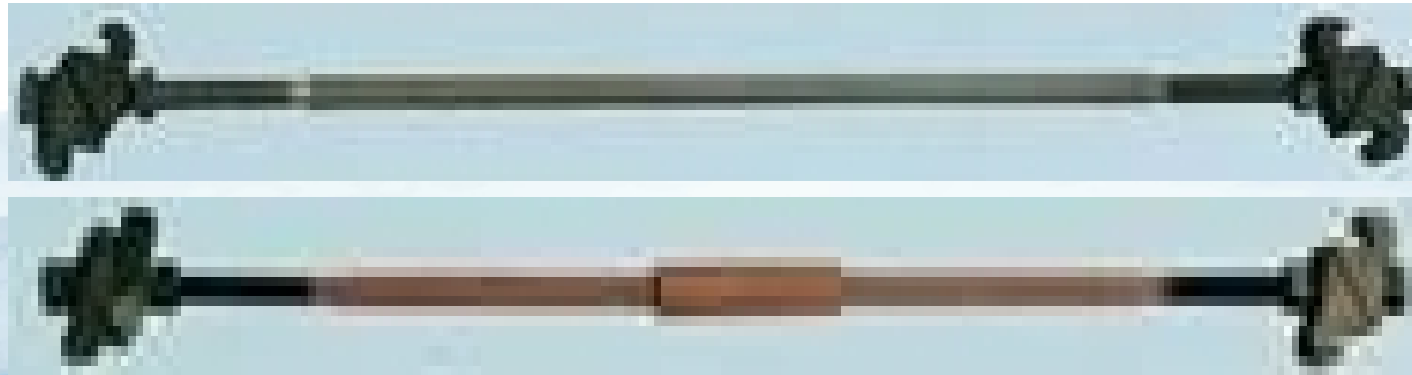


图2-3-10 普通轨距杆和绝缘轨距杆

#### (2) 轨撑 (图2-3-11)

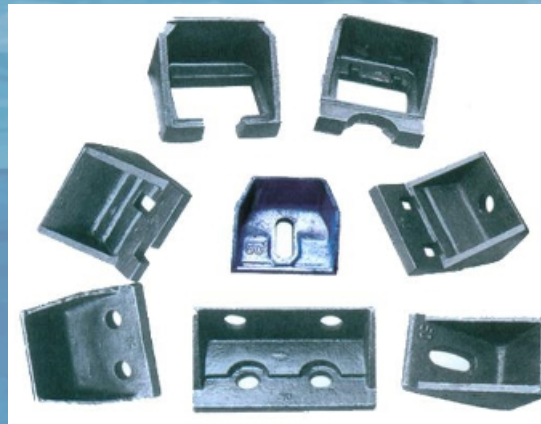


图2-3-11 轨撑

## 二、道床结构、轨道加强设备

### 1. 曲线加强设备

#### (2) 轨撑

轨撑是一种轨道部件中为了有效地抗轮轨横向力，在钢轨外侧安装的部件。轨撑一般安装在小半径曲线轨道外股钢轨的外侧，以防止列车通过曲线时，过大的横向力造成轨道横向位移过大，甚至造成钢轨的翻倒。一般轨撑用于木枕轨道较多。在大多数道岔尖轨部位，在基本轨外侧也安装轨撑，以提高钢轨的横向刚度。

轨撑种类有可调轨撑、弹性轨撑、防爬轨撑等。

可调轨撑：一种可调式轨撑由可调轨撑主体、可调轨撑齿条底座、轨撑垫圈和尼龙轨撑底座垫片组成，其特点在于：可调轨撑齿条底座的齿条斜度为 $12^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，其锯齿的齿距为 $10\sim 15\text{mm}$ 。

弹性轨撑：外观设计轨撑主要设置在道岔转辙器基本轨、导曲线钢轨及护轨等非工作边一侧、复式交分道岔双转辙器的基本轨也设置轨撑。道岔中设置轨撑主要是为防止钢轨倾覆和轨距扩张、保证钢轨的稳定性。

防爬轨撑：它包括基本轨、垫板、岔枕螺栓、岔枕，基本轨轨身顺长间隔开有孔，防爬轨撑通过螺栓、防松螺母连接到基本轨上，防爬轨撑的两侧卡爪卡在垫板的两侧，垫板通过岔枕螺栓与岔枕连接。优点：不仅能够有效地限制基本轨的纵向位置，防止基本轨、岔枕的相对位移，而且确保了转辙器结构的稳定和道岔的高平顺性。

轨撑的形状也较多，木枕线路主要有与铁垫板一体的轨撑垫板和轨撑与铁垫板分开的两种。混凝土枕线路有III型弹条扣压轨撑和II型弹条扣压轨撑两种，其中III型弹条扣压轨撑目前已淘汰。

## 二、道床结构、轨道加强设备

### 1. 曲线加强设备

#### (3) 配置标准及安装要求

曲线地段应按表2-18-1安装轨距杆或轨撑，道岔可根据需要安装轨距杆。

表2-3-16 轨距杆或轨撑安装数量

曲线半径(m)	轨距杆(根)		轨 撑(对)	
	25m钢轨	12.5m钢轨	25m钢轨	12.5m钢轨
$R \leq 350$	10	5	14	7
$350 < R \leq 450$	10	5	10	5
$450 < R \leq 600$	6~10	3~5	6~10	3~5
$600 < R \leq 800$	根据需要安装			

(1) 铺设木枕线路，正线半径800m及以下和站线半径450m及以下的曲线，按表2-18-1的规定安装轨距杆或轨撑。半径350m及以下的曲线和道岔导曲线，可根据需要同时安装轨距杆和轨撑。

(2) 铺设混凝土枕线路，采用弹条扣件时，不安装轨距杆或轨撑；采用其他扣件时，行驶电力机车区段半径600m及以下的曲线、其他区段半径350m及以下的曲线，可根据需要比照表2-18-1安装。

(3) 设有轨道电路线路，安装轨距杆时，应使用绝缘轨距杆。

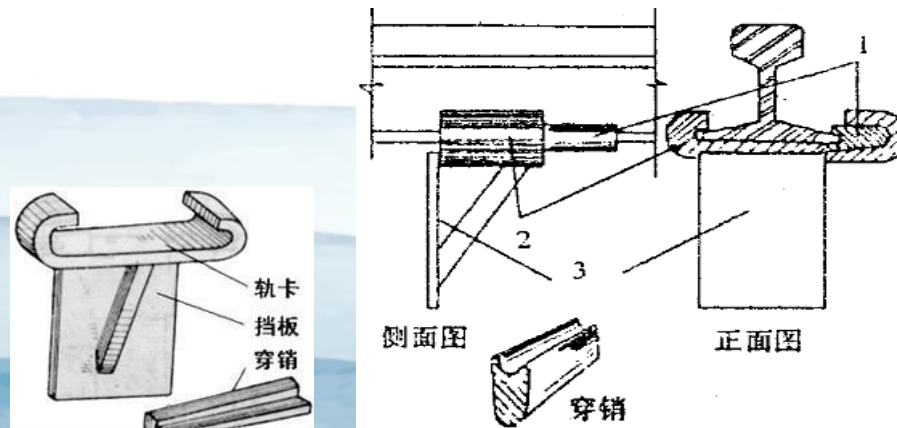
## 二、道床结构、轨道加强设备

### 2. 防爬设备

防止线路爬行的措施是加强轨道中间扣件的扣压力和接头夹板的夹紧力，同时采用以防爬器和防爬支撑组成的防爬设备来共同抵抗钢轨爬行，还可以安装轨距杆和轨撑。

#### (1) 防爬器

我国铁路目前广泛使用的是穿销式防爬器。这种防爬器每个可以承受30kN的爬行力。防爬器是由带挡板的轨卡和穿销组成，如下图2-17-1所示。



1-穿销；2-轨卡；3-挡板

图2-17-1 穿销式防爬器

## 二、道床结构、轨道加强设备

### 2. 防爬设备

#### (1) 防爬器

穿销式防爬器与轨枕之间设置木制承力板，如图2-17-2所示。

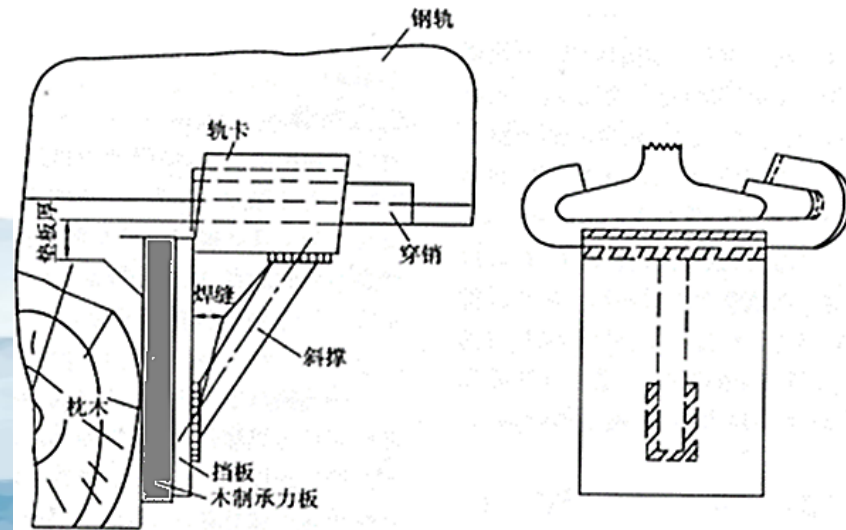


图2-17-2 木制承力板

承力板的面积应不小于防爬器挡板的面积，厚度为50mm，允许误差为 $\pm 10\text{mm}$ ；混凝土枕地段承力板呈楔形，窄面厚度为50mm，允许误差为 $\pm 10\text{mm}$ 。防爬器可以和防爬支撑同时使用。

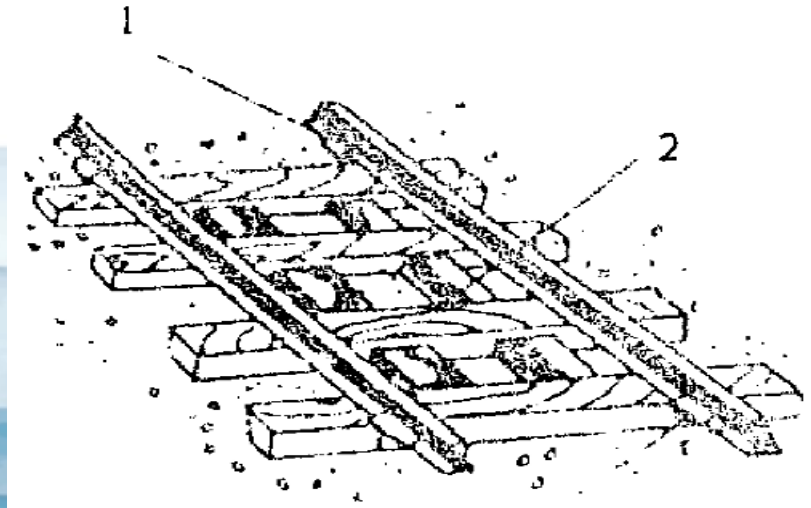


## 二、道床结构、轨道加强设备

### 2. 防爬设备

#### (2) 防爬支撑

为了充分发挥防爬器的作用，在线路上使用时，在3~5根轨枕之间安装防爬支撑，形成一个整体，组成一组防爬设备，共同抵抗线路爬行，如图所示，防爬支撑应与轨枕密贴。



1-防爬器；2-防爬支撑

图2-17-3 防爬设备安装图

防爬支撑可用木质、石料或钢筋混凝土等制造。防爬支撑应有足够的断面积，因为断面积过小不易保持稳定，不能充分发挥支撑作用。一般采用 $12\text{cm} \times 12\text{cm}$ ，较小者亦不应小于 $120 [\text{cm}]^2$ ，安装时防爬器与轨枕之间应设承力板。混凝土枕地段安装防爬支撑时，如用混凝土或石料支撑，应在两端加楔形垫木，垫木斜面与混凝土枕坡面一致；如用木料支撑，应按轨枕间距与其斜坡面锯制。

## 二、道床结构、轨道加强设备

### 2. 防爬设备

#### (3) 配置标准及安装要求

①铺设木枕的线路、道岔，采用分开式扣件时，如无爬行，可不安装防爬设备；采用道钉联结时，正线、到发线上的线路和道岔应安装防爬设备，防爬器安装数量和方式见表2-17-1和表2-17-2；正线、到发线上的道岔、绝缘接头、桥梁前后各75m地段及驼峰线路，应增加防爬设备数量；其他站线的线路、道岔，应根据爬行情况，适当安装防爬设备。

表2-3-17 正线线路防爬器安装数量和方式

线路及运营特征	安装方向	非制动地段(对)		制动地段(对)	
		25m钢轨	12.5m钢轨	25 钢轨	12.5m钢轨
复线单方向运行线路	顺向/逆向	6/2	3/1	8/2	4/1
单线两方向运量接近	顺向/逆向	4/4	2/2	6/4	3/2
单线两方向运量显著不同	运量大/运量小	6/2	3/1	8/2	4/1
	运量小/运量大	-	-	4/6	2/3

注：①表中分子表示制动方向安装对数，分母表示另一方向安装对数。

②到发线比照正线处理。

③非标准长度钢轨，可比照本表安装。

表2-3-18 正线道岔防爬器安装数量和方式

安装位置	安装方向	9号道岔(对)		12号道岔(对)		18号道岔(对)	
		单线	双线	单线	双线	单线	双线
尖轨跟后	正方向/反方向	4/4	4/4	6/6	8/4	6/6	6/6
中间部分	正方向/反方向	-	-	-	-	4/4	6/2
辙叉趾前	正方向/反方向	4/4	6/2	4/4	6/2	6/6	8/4

注：①到发线道岔比照正线道岔办理。

②其他型号道岔，可比照本表安装。

## 二、道床结构、轨道加强设备

### 2. 防爬设备

#### (3) 配置标准及安装要求

②铺设混凝土枕的线路、道岔，采用弹条扣件时，可不安装防爬设备；采用其他扣件时，对线路坡度大于6‰地段、制动地段、驼峰线路和正线及到发线上的道岔、绝缘接头、桥梁(明桥面)前后各75m地段，可按具体情况适当安装防爬设备。

③在碎石道床地段，每组防爬设备的组成：单方向锁定为1对防爬器和3对支撑；双方向锁定为2对防爬器和3对支撑。

防爬设备应安装在钢轨中部，接头附近2根轨枕不宜安装。防爬支撑宜安装在钢轨底下，也可安装在与轨底边净距不小于350mm的道心内。

防爬器与轨枕之间应设承力板，防爬支撑断面不应小于 $120\text{cm}^2$ ，防爬支撑应与轨枕密贴。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/297133065043010010>