

342929

刘语冰 编

日本高速铁路轨道概况



人民铁道出版社

55

日本高速铁路轨道概况

刘 语 冰 编

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 7 9 年 · 北 京

内 容 简 介

本书介绍日本高速铁路轨道结构、轨道设备、轨道测试以及在轨道方面采用的新技术等。

本书可供铁路线路科研、技术人员以及大专院校专业师生研究参考。

日本高速铁路轨道概况

刘 语 冰 编

人民铁道出版社出版

责任编辑 于 宗 远

封面设计 赵 敬 宇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092^{1/4} 印张：12.25 字数：135 千

1979年4月第1版 1979年4月第1次印刷

印数：0001—10,000册

统一书号：15043·6163 定价：1.30 元

前 言

近十年来，铁路技术有较大的发展，其特点是：以提高行车速度为中心，改革牵引动力，提高牵引吨数，实现行车指挥自动化，增加列车密度。目前，在提高行车速度方面，日本、西德铁路的最高速度达200公里/小时，苏、美、英、法等国铁路的最高速度达160公里/小时，其中以日本铁路高速行车的营业里程为最长。

由于列车速度的大幅度提高，对轨道的坚固性和稳定性也就提出了更高的要求。

本书是作者1976年随中国铁路标准计量考察组赴日进行技术考察期间，就所见和收集的有关日本高速铁路轨道资料整理编写的。内容主要介绍日本高速铁路轨道结构、轨道设备，以及轨道的实际测试结果等。

日本高速铁路轨道的特点是：轨道设备采用重型钢轨，全线铺设有伸缩器的焊接长钢轨，混凝土轨枕有碴轨道，混凝土轨枕板无碴轨道（板式轨道），双弹性可调扣件，可动心轨辙叉道岔，正弦型缓和曲线，从而使轨道成为轻维修和少维修的结构。

日本高速铁路在轨道方面采用的新技术有：钢轨全长淬火，钢轨轨端倒棱和夹板螺栓孔倒棱，长钢轨的焊接，夹板的热处理，钢轨粘接绝缘接头，异形钢轨，混凝土轨枕板中使用减水剂，混凝土轨枕板下的水泥沥青垫层，特种断面尖轨跟端摸压，尖轨全长淬火，高锰钢辙叉的机加工、表面喷丸硬化处理和填粘补强筋等等。

应该指出，日本的高速铁路虽采用了不少先进技术，但仍然存在难以克服的技术问题，诸如震动、噪音、列车通过长隧道时引起旅客耳鼓等，还有待于今后解决。

限于编者的技术业务水平，书中介绍的情况和材料一定会有不够全面、不够准确、甚至错误的地方，请读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
第二章 轨道结构	4
第一节 有碴轨道结构	4
第二节 板式轨道结构	7
第三节 桥上轨道结构	9
第四节 隧道轨道结构	12
第五节 小半径曲线和低速区间的轨道结构	14
第三章 钢轨	15
第一节 钢轨的型式尺寸	15
第二节 钢轨的钢种	20
第三节 钢轨的技术要求	21
第四节 钢轨的试验和检验	23
第五节 钢轨的调质	26
第四章 钢轨的配件	31
第一节 夹板	31
第二节 夹板螺栓、螺母及弹簧垫圈	34
第三节 异型钢轨	36
第四节 粘接绝缘钢轨	38
第五章 轨枕	40
第一节 轨枕的使用范围	40
第二节 木枕	41
第三节 先张法预应力钢丝混凝土轨枕	42
第四节 后张法预应力钢筋混凝土轨枕	49
第五节 普通钢筋混凝土轨枕	60
第六节 混凝土轨枕板	63
第六章 扣件	76
第一节 钢轨接头木枕扣件	76
第二节 无碴无枕混凝土梁上短木枕扣件	78
第三节 钢桥上木枕扣件	79
第四节 预应力混凝土轨枕扣件	86
第五节 普通钢筋混凝土轨枕扣件	99
第六节 混凝土轨枕板扣件	100
第七章 长钢轨	109
第一节 长钢轨的计算	109
第二节 长钢轨的焊接	113

第三节	长钢轨的稳定性和安全性	115
第四节	钢轨伸缩器	118
第八章	线路的曲线	124
第一节	曲线超高	124
第二节	曲线轨距加宽	127
第三节	曲线的允许速度	129
第四节	缓和曲线	130
第五节	竖曲线	137
第六节	曲线的重叠条件	138
第九章	道岔	141
第一节	道岔的概况	141
第二节	道岔的主要尺寸	143
第三节	特种断面尖轨转辙器	150
第四节	特种断面尖轨的调质和跟端模压	155
第五节	高锰钢整铸辙叉	157
第六节	可动心轨高锰钢辙叉	163
第七节	单渡线和交叉渡线	170
第八节	道岔的技术要求	172
第十章	高速铁路的试验和测试	175
第一节	试验和测试的概况	175
第二节	高速运行的行驶限制	176
第三节	高速实际运行试验	178
第四节	踏面擦伤的车轮对轨道的影响	181
第五节	钢轨断裂的安全性试验	185
第六节	蛇行运动试验	189

第一章 概 述

日本目前运营的高速铁路有东海道和山阳两条新干线。东海道新干线由东京至新大阪，全线营业里程515.4公里，设计行车速度为200公里/小时；山阳新干线由大阪至博多，全线营业里程562.3公里，设计行车速度为250公里/小时。

东海道和山阳这两条高速铁路的线路标准是根据日本国铁1964年公布的《东海道新干线铁道构造规则》和1974年公布的《新干线线路基本构造基准规程》修建的，现将这两条新干线的曲线半径，限制坡度，竖曲线，路基宽度，线间距离，轨距、水平、不平顺及其允差，缓和曲线和轨道结构介绍如下：

1. 曲线半径

线路的曲线包括：区间正线，道岔导曲线，道岔后附带曲线和站内曲线，兹按线路设计速度区分，分别列于表 1—1 中。

曲 线 半 径

表 1—1

项 目		东海道新干线 $V = 200$ 公里/小时	山阳新干线 $V = 250$ 公里/小时	注	
区 间 正 线	最小半径	2500米	4000米		
	最大半径	—	8000米	因地形限制，还可加大	
	需减速区段的最小半径	400米	400米	因地形限制，列车规定减速的区段	
道岔导曲线和道岔后附带曲线	站 线	正常情况	500米以上	1000米以上	
		特殊困难	—	500米以上	
	列车返回线	正常情况	200米以上	500米以上	
		特殊困难	—	200米以上	
站 内	站 线	1000米以上	1000米以上		
	列 车 返 回 线	500米以上	500米以上		

注：表中有横线者为无规定。

2. 限制坡度

线路的限制坡度包括：区间正线，列车返回线和列车解体的停留线，兹按线路的设计速度区分，分别表示如表 1—2。

限 制 坡 度

表 1—2

项 目		东 海 道 新 干 线 $V = 200$ 公里/小时	山 阳 新 干 线 $V = 250$ 公里/小时
区 间 正 线	正常情况	15%以下	12%以下
	特殊情况	20%以下 (指坡道延长2.5公里)	15%以下 (指坡道长10公里范围的平均坡道)
列车返回线		同区间正线，但在250米范围内允许在30%以下	
列车解体的停留线		3% 以 下	3% 以 下

3. 竖曲线

线路的竖曲线包括：区间正线和列车速度限制在110公里/小时以下的线路，兹按线路的设计速度区分，分别表示如表1—3。

竖 曲 线 半 径

表 1—3

项 目	东 海 道 新 干 线 $V = 200$ 公里/小时	山 阳 新 干 线 $V = 250$ 公里/小时
区间正线	10000米	15000米
列车速度限制在110公里/小时以下的线路	5000米	5000米

4. 路基宽度

线路的路基包括：直线路基，曲线路基和高路堤路基，兹按线路设计速度区分，分别表示如表1—4。

路 基 宽 度

表 1—4

项 目		东 海 道 新 干 线 $V = 200$ 公里/小时	山 阳 新 干 线 $V = 250$ 公里/小时
直线路基	由线路中心至 一侧宽度	铺设轨枕时	3.00米
		铺设轨枕板时	—
	由线路中心至 另一侧宽度	铺设轨枕时	3.50米
		铺设轨枕板时	—
曲线路基	超高在50毫米以下时，路基外侧加宽量		150毫米
	超高在50毫米至100毫米以内时，路基外侧加宽量		300毫米
	超高在100毫米至150毫米以内时，路基外侧加宽量		500毫米
	超高在150毫米以上时，路基外侧加宽量		700毫米
高路堤路基	路堤高度在7米以下时，路基两侧加宽量		210毫米 200毫米
	路堤高度在10米至13米时，路基两侧加宽量		400毫米
	路堤高度在13米以上时，路基两侧加宽量		600毫米

5. 线间距离

线路的线间距离在东海道新干线上区间规定为4.2米，在山阳新干线上区间规定为4.3米，列车速度限制在110公里/小时以下的区段，可减至4.2米。在车站内线间距离规定为4.6米，如为条件所限，站内正线的线间距离可减至4.3米，其他线路为4.2米。

6. 线路的轨距、水平和不平顺及其允差。

日本国铁1964年公布的《轨道构造基准规程》和《轨道整备基准规程》所规定的高速铁路的线路轨距、水平和不平顺及其允差，如表1—5。

7. 缓和曲线

高速铁路线路的缓和曲线，按规定可选用三次抛物线和正弦曲线两种线形，其长度应按表1—6所列三种不同条件选用。

8. 轨道结构

线路轨距、水平和不平顺及其允差

表 1—5

项 目	线 路 种 类	列车速度160	列车速度160	站线和列车返	侧 线
		公里/小时及	公里/小时以		
		以上的正线	下的正线		
轨距 (毫米)		+ 6 - 4	+ 6 - 4	+ 6 - 4	+ 6 - 4
水平 (毫米)		5	6	7	9
沿线路方向轨顶不平顺 (毫米/10米)		7	8	9	10
沿线路方向钢轨侧面不平顺 (毫米/10米)		4	5	6	7
递减率 (毫米/2.5米)		5	6	7	8

缓和曲线长度

表 1—6

缓 和 曲 线 长 度 (米)	线 路 种 类	最高列车速度 在160公里/小 时以上的正线	最高列车速度在160公里/小时 以下的正线		列车返回线及侧线	
			正弦曲线	三次抛物线	正弦曲线	三次抛物线
L_1		$1.0C$	$0.8C$	$0.5C$	$0.63C$	$0.4C$
L_2		$0.0097C$ ($0.0062C$)	$0.0062CV$	$0.0062CV$	$0.0062CV$	$0.0062CV$
L_3		$0.0117C_dV$ ($0.0075C_dV$)	$0.0075C_dV$	$0.0075C_dV$	$0.0075C_dV$	$0.0075C_dV$

表中, C —实际超高值 (毫米), C_d —超高不足值 (毫米), V —列车最高速度 (公里/小时)。
注: 表中括号内所示为东海道新干线采用的计算式。

高速铁路的轨道结构, 根据《东海道新干线铁道构造规则》和《新干线线路基本构造基准规程》的规定, 分别表示如表 1—7。

轨 道 结 构

表 1—7

项 目	东海道新干线 $V = 200$ 公里/小时			山阳新干线 $V = 250$ 公里/小时		
	正线	站内到发线	侧线	正线	站内到发线	侧线
钢轨重量 (公斤/米)	50	50	40	60	50	40
最短的钢轨长度 (米)	20	10	10	20	10	10
道床厚度 (毫米)	土路基	300毫米以上				
	隧道路基	250毫米以上				
	有碴的桥	200毫米以上				
	侧线	200毫米以上 (养路基地线150毫米)				
混凝土轨枕 铺设根数 (按25 米计)	正线	43根				
	70~110公里/小时区间	43根				
	70公里/小时以下区间	42根				
	站内到发线	40根				
铺设轨枕板的扣件间距	—			625毫米		
扣 件	除特殊情况外, 用双层弹性扣件					
道 岔	转辙器	特种断面钢轨制尖轨转辙器				
	辙叉	高锰钢可动心轨辙叉				

第二章 轨道结构

最初，在修建规定设计速度为200公里/小时的东海道新干线高速铁路时，采用有道碴轨道结构占全线线路延长的90%左右，其余线路为钢梁上铺设木枕和无道碴无轨枕混凝土梁。以后在修建规定设计速度为250公里/小时的山阳新干线高速铁路时，其东段（新大阪—冈山间）仍大量采用有道碴的轨道。嗣因考虑人工费用的不断增涨，为减少线路养护作业，在修建西段（冈山—博多间）时大量铺设了混凝土轨枕板，使之成为“板式”轨道，在山阳新干线线路延长的797.3公里中，铺设轨枕板的线路为544.9公里，占全线线路延长的68%。

高速铁路的正线全部铺设长钢轨。东海道新干线上铺设的是由定尺25米的50 T型（每米钢轨重53.3公斤）钢轨焊接的长钢轨，山阳新干线上铺设的是由定尺25米和50米的60公斤钢轨（每米钢轨重60.8公斤）焊接的长钢轨。60公斤钢轨是修建山阳新干线采用的新产品，较50 T钢轨有较多的优点，目前东海道新干线线路上的50 T钢轨通过运量在5亿吨以上，从1973年开始正在逐步地改铺为定尺50米的60公斤钢轨焊接长钢轨，拟1981年前全部更换完毕。焊接长钢轨的接头全部采用伸缩式。高速铁路正线曲线半径小于1000米的限速区间和车站的到发线，均铺设定尺25米的50 T型钢轨，钢轨用夹板和夹板螺栓连接。除上述以外的其它线路均铺设每米40公斤的钢轨。

高速铁路正线的有碴轨道均铺设预应力钢筋混凝土轨枕，在东海道新干线和山阳新干线东段铺设的是3 T和4 T型预应力钢筋混凝土轨枕，在山阳新干线西段为适应行车速度250公里/小时的需要，新设计出3 H型预应力钢筋混凝土轨枕。在东海道新干线和山阳新干线东段，长钢轨的伸缩接头和道岔均铺设在木枕上，在山阳新干线西段，除道岔仍铺设在木枕上外，长钢轨的伸缩接头均铺设在专用的轨枕板上，道岔上铺设轨枕板，仅在新仓敷车站作过试铺，试铺测定后即拆除。此外，在高速铁路正线曲线半径小于1000米的限速区间、车站到发线和其它线路上，均铺设普通钢筋混凝土轨枕，但钢轨接头都铺设木枕。

下面分别介绍高速铁路的正线有碴轨道、正线板式轨道、桥上轨道、隧道轨道、小半径曲线和低速区间轨道的结构。

第一节 有碴轨道结构

有碴轨道具有工程费用低，施工铺设速度快和易于维修轨道变形等优点，所以在高速铁路上也大量采用，其结构如图2—1所示。图2—1为在碎石道床上铺设预应力钢筋混凝土轨枕、弹性扣件和长钢轨的有碴轨道结构。

高速铁路有碴轨道的碎石道碴的颗粒成分采用日本窄轨铁路的碎石道碴颗粒成分。这是因为修建东海道新干线所用碎石道碴与全国铁路所用碎石道碴相比，所占比例很小，如另外提出碎石道碴的颗粒成分等技术要求，势必增加采石、加工费用，而改变碎石道碴的颗粒成分等技术要求，反映在道床上的效果并不明显，所以没有对高速铁路上使用的道碴提出新的要求。

根据轨道强度理论算出区间正线钢轨下部最经济的道床最小厚度为300毫米。

性常数 D_1 ，轨枕间隔 a ，道床单位长度的下沉系数 D/a ($D/a = D_1 D_2 / (D_1 + D_2) \times \frac{1}{a}$)，以及钢轨的纵向刚度 EI_x 的关系是：

$$S \propto \frac{1}{\sqrt{EI_x D/a}}$$

整理上面三个公式，得出轨道的结构系数 M 为：

$$M \propto P_b \ddot{y} S = \frac{P}{B} \cdot \sqrt{D_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{m}} \cdot \frac{1}{\sqrt{EI_x \cdot \frac{D_1 D_2}{D_1 + D_2} \cdot \frac{1}{a}}}$$

上面的荷载系数和结构系数的乘积，即 $L \times M$ ，可表示为轨道破坏程度。如将钢轨断面，轨枕，扣件和道床设计成若干不同的组合，那么就可以根据上列轨道强度计算理论公式，推算出不同轨道破坏程度。

轨道破坏程度计算确定以后，还要结合国内既有线路养护的实际情况进行类比（由于国外线路的养护情况与日本线路的养护情况不同，所以不能类比），根据各该线路的养护条件，作出养护费用的估算。

荷载系数和结构系数

表 2—1

计 算 项 目				东海道新干线	东海道本线
荷载系数 L	车辆特性			0.77	1
	通过吨数比			1	1
	速度比			2	1
	荷载系数 L 的比			1.54	1
结 构 系 数	轨道结构	钢 轨	公斤/米	53.3	50.4
		轨枕类型	—	$2T_a$	2
		轨枕间隔 (a)	厘米	58	58
		轨枕一侧的支承面积 (B)	厘米 ²	2,300	2,240
		垫板的弹性常数 (D_1)	吨/厘米	90	100
		道床厚度 (d)	厘米	30	25
		道床系数 (c)	厘米 ³	20	16.7
道 床 系 数	道床压力 (轮重 1 吨)	道床下沉系数 $D_2 = BC$	吨/厘米	46	37.3
		钢轨支承物的下沉系数 $D = \frac{D_1 D_2}{D_1 + D_2}$	吨/厘米	30.4	27
		钢轨压力 P	吨	0.369	0.372
		道床压力 $P_b = \frac{P}{B}$	公斤/厘米 ²	0.161	0.167
道 床 加 速 度	支承质量 (m)	公斤	607	404	
	道床加速度 $\ddot{y} \propto \sqrt{D_1} \frac{1}{\sqrt{m}}$		39×10^{-2}	50×10^{-2}	
M	冲击系数	单位长度上钢轨支承体下沉系数 D/a	公斤/厘米 ²	525	466
		钢轨纵向刚度 (EI_x)	公斤/厘米 ²	479×10^7	366×10^7
		冲击系数 $S \propto \frac{1}{\sqrt{EI_x D/a}}$		632×10^{-9}	767×10^{-9}
结构系数	$M = P_b \cdot \ddot{y} \cdot S$ $= P_b \cdot \sqrt{D_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{m}} \cdot \frac{1}{\sqrt{EI_x D/a}}$			396×10^{-10}	641×10^{-10}
M 的比				0.62	1
轨道的破坏程度 $L \times M$ 的比				0.95	1

在确定高速铁路有碴轨道结构时，应选择多种轨道结构方案，并计算出各种方案的轨道破坏程度；同时计算出构成线路成本的各项费用总和，其中包括：既定养护条件下的养护费用，线路投资贷款的利息，线路投资偿还费等等，然后选取占用成本最少的方案作为确定有碴轨道结构的依据。

表 2—1 是高速铁路东海道新干线选定的有碴轨道结构和既有窄轨东海道本线的有碴轨道的轨道破坏程度的计算数据。从表中可见，高速铁路东海道新干线的荷载系数为窄轨东海道本线的1.54倍，其轨道结构较东海道本线增强 $1/0.62=1.61$ 倍，但两者的轨道破坏程度却是彼此近似的。

第二节 板式轨道结构

有碴轨道由于工程费用低，虽然维修作业量大，在人工费用较低的时期，从经济角度出发，可认为是一种良好的轨道结构。但是近几年日本的人工费用猛涨，加之高速铁路的客流增加，列车运行对数增加，有碴轨道的破坏速度显著加快，有碴轨道已与这些变化了的新情况不相适应。从1965年开始，日本国铁即着手研究板式轨道结构，在研究中提出的要求条件是板式轨道的建造费不应超过有碴轨道的一倍；板式轨道的弹性不应低于有碴轨道，同时还应有足够的强度；施工方法应力求简单，板式轨道下部结构物不致因地震或台风的影响受到破坏，当下部结构出现变形引起轨道产生较大偏移时，应有修复的可能性。为了满足这些要求，在板式轨道的设计施工中采取了以下措施：

1. 采用工厂预制的大块轨枕板，运至现场组装，以保证轨枕板尺寸的高精度，加快铺设板式轨道的施工速度；
2. 在轨枕板的下部，填充具有足够强度和适当柔性的水泥沥青砂浆层，以减轻噪音和振动；
3. 轨枕板下部结构物变形引起轨道产生较大的偏移时，可吊起轨枕板矫正位置，当轨枕板底面与原浇筑的水泥沥青面间出现空隙时，可浇注速凝水泥浆，修理简单；
4. 为保证施工安装的精度和减少运营过程中产生的微小轨道变形，固定钢轨的扣件应设计成有可以左、右、上、下调整的余量。

从1966年开始，日本国铁技术研究所对高速铁路轨道和窄轨铁路轨道上曾进行了两端支承的M型轨枕板；轨下条形支承的L型轨枕板和板下全部支承的A型轨枕板的反复试验，现将轨枕板的试铺和铺设情况，分别列于表 2—2 中。

轨枕板经过铺设对比试验，在山阳新干线西段冈山—博多间，确定选用有承轨槽的A型轨枕板（图2—2）和无承轨槽的A型轨枕板（图2—3）。这两种轨枕板仅限于高架桥及隧道内使用。对于土质路基使用的轨枕板，目前尚处于在各地试铺阶段。

有承轨槽和无承轨槽轨枕板相比较，有承轨槽的轨枕板，可利用承轨槽的边缘做为固定钢轨扣件的挡肩，

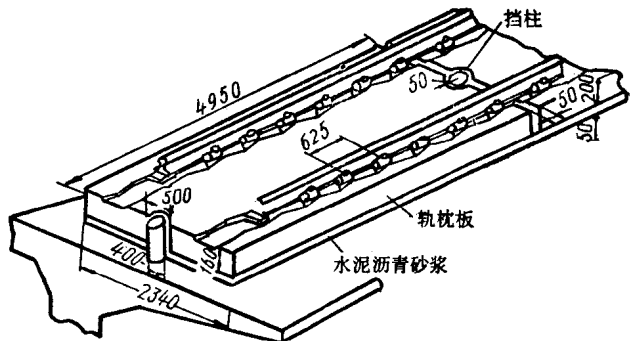


图 2—2 有承轨槽的A型轨枕板结构

轨枕板试铺和铺设情况

表 2—2

铺 设 地 点	铺 设 日 期	轨 枕 板 类 型	铺 设 长 度 (米)
津田沼土木实验所	1966.7	M型	15.0
	1966.11	A型	22.4
纪势线(窄轨)有田川桥	1967.6	M型	100.0
高速铁路名古屋站内(停车线)	1967.7	M型	24.0
		A型	25.0
高速铁路岐阜羽鸟站内(列车通过线)	1967.11	M型	24.0
		A型	25.2
津田沼土木实验所	1968.3	A型(水泥沥青垫层)	4.4
		M型(多支点注入型)	8.8
	1968.7	L型	4.4
	1968.3	M型(多支点压入型)	4.4
北陆线(窄轨)浦木隧道	1969.1	A型	195.0
		L型	195.0
总武线(窄轨)中川放水路桥	1969.12	A型	120.0
		L型	120.0
常盘线(窄轨)线濑高架桥	1970.7	A型	127.7
高速铁路帆坂隧道	1971.5	A型	16,000
武藏野线(窄轨)朝霞	1971.12	A型(无挡柱)	5,000
湖西线(窄轨)	1974.7	A型	46,280
高速铁路(冈山—博多)	1975.3	A型	544,900

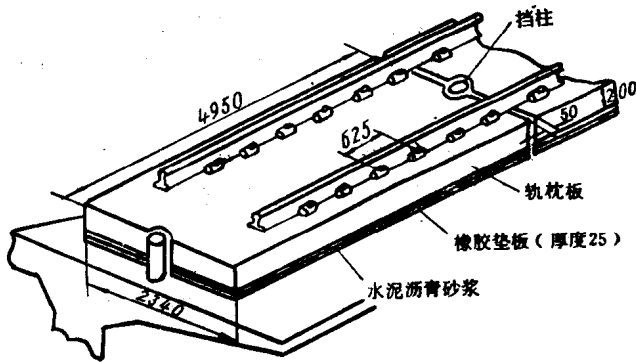


图 2—3 无承轨槽的A型轨枕板结构

承受由车轮传递的横向推力，其稳定性高，生产的成本比无承轨槽的轨枕板低（每块板约低2万2千日元——折合人民币146元），但扣件的调整量上下仅有10毫米，左右仅有±3毫米，比无承轨槽的轨枕板调整量小，特别是有承轨槽的轨枕板槽内积水，易造成线路轨道电路绝缘不良。因此，有承轨槽的轨枕板限于铺设在路基稳定，没有雨水和轨距调整量小的直线地段。

无承轨槽轨枕板的调整量大，左右方向为±10毫米，上下方向为10毫米，若考虑在钢轨下增减垫板，还可加大调整范围至30毫米。

由于轨道上承受列车的荷载，故要求轨道必须具有足够的支承强度和充分的弹性。在东海道新干线和山阳新干线东段上，高架桥有碴轨道的道床弹性为300~500吨/米；山阳新干线西段铺设板式轨道，以水泥沥青砂浆为填充材料，其弹性达900吨/米。因此，从防震、防噪音上考虑，就有进一步采取增加轨道弹性措施的必要，其方法是在轨枕板下面用粘合剂粘

上厚25毫米的合成橡胶板，其外形尺寸与轨枕板相同，当轨枕板下面敷设防振橡胶板时，由于轨道弹性增加，需要相应地增加轨枕板的钢筋量。

在山阳新干线西段上，第一次使用带有钢轨伸缩接头的轨枕板，由于这种钢轨伸缩接头的结构和受力条件复杂，所以需要特殊类型的扣件。

综上所述，现将正线板式轨道铺设轨枕板的条件，列举于表 2—3 中。

轨枕板使用条件

表 2—3

轨枕板种类	铺设地点	钢轨扣件
有承轨槽的轨枕板	隧道内直线部分（钢轨伸缩接头除外）	直-4型
无承轨槽的轨枕板	隧道内曲线部分 露天的区间直线部分 露天的区间曲线部分	直-5型
	钢轨伸缩接头部分	特殊型
橡胶防震板	在无承轨槽轨枕板铺设区间，在防震和防噪音的必要地点敷设	直-5型 (或直-7型)

轨枕板的长度越长，线路的稳定性越高。但是，轨枕板过长不仅生产困难，同时铺设也较困难，特别是在曲线地段，轨枕板过长，必须生产适应不同曲线半径的轨枕板，使轨枕板的类型繁杂化。为了简化和统一轨枕板的类型，因而采用轨枕板长度为 4.950 米（采用长度 5 米，考虑轨枕板间留 50 毫米的空隙，所以长度为 4.950 米）的标准。这样在半径很小的曲线地段上，也可以铺设直线地段使用的轨枕板，其办法是用轨枕板上的扣件调整钢轨位置，将线路铺设成规定的曲线。

防止列车运行时轨枕板可能产生前后左右的水平移动，虽然可以在轨枕板下设凹槽，利用填充的水泥沥青砂浆的阻力，达到防止轨枕板水平移动的目的，但考虑到简化轨枕板的生产工艺，在轨枕板下部不便设凹槽，而在轨枕板之间设圆形挡柱，通过现场浇注，使挡柱与轨枕板下部的混凝土基础（混凝土高架桥或混凝土支座）成为一整体。这样，不仅可以防止轨枕板的水平移动，而且可以利用挡柱做为铺设轨枕板的基准，所以，在山阳新干线西段上全部采用有圆形挡柱的轨枕板。

在混凝土轨枕板与混凝土基面，或混凝土轨枕板下橡胶垫板与混凝土基面之间，应在现场浇灌厚度 50 毫米的水泥沥青砂浆填充材料。这种填充材料是由韧性的水泥和柔性的沥青混合制成的合成材料，具有一定的弹性和强度。

由于水泥沥青砂浆需 7 天以上才能承受 6~10 公斤/厘米² 的荷载，所以这种合成材料不适用于线路维修。线路维修时，应使用速凝水泥浆浇灌，以保证运输不致间断。

第三节 桥上轨道结构

高速铁路采用的桥上轨道结构有：混凝土梁有碴轨道、混凝土梁无碴轨道、钢梁铺用木桥枕轨道和钢梁直接联结轨道四种，现分述于下。

一、混凝土梁有碴轨道结构

混凝土梁有碴轨道结构，如图 2—4 所示。梁上的轨道结构与区间线路轨道结构相同，

都铺设统一类型的钢轨和预应力钢筋混凝土轨枕。道床的表面形状与区间线路的道床表面形状相似，但道床的一侧有挡碴墙，另侧有为安装信号电缆并兼做挡碴的水泥管。

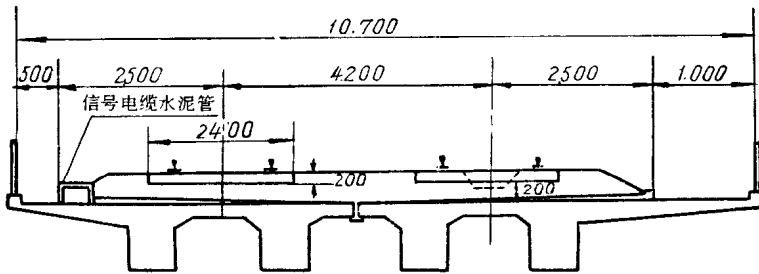


图 2—4 混凝土梁有碴轨道结构

在桥梁上，轨枕下部道碴的厚度越厚，对列车通过桥梁产生的振动吸收效果越大，但道碴厚度增厚，相应地会引起固定荷载的增加，从桥梁结构本身来看，轨枕下道碴厚度过厚是不必要的。因此，进行一般线路维修捣固作业时，采用最小的厚度，即 200 毫米。由于桥梁上轨枕下部道碴厚度较一般区间轨道为薄，道床下沉的振动加速度也相应地较一般路基上的轨道为大，但因桥梁基础较一般路基牢固，所以不会增大养护的工作量。

二、混凝土梁无碴轨道结构

在东海道新干线的东京、新大阪车站以及角田桥等高架线路上，采用图 2—5 所示的混凝土梁无碴轨道结构。在混凝土梁的顶部埋设经防腐处理的短木枕，短木枕在铺设使用过程中，如发生高低不平现象，可用枕木削平机削平短木枕的表面。在短木枕的上部安装铺设钢轨的扣件。为了减少列车通过桥梁时对混凝土梁的震动，除利用短木枕增加轨道弹性外，在短木枕上部和铁垫板下部要安放橡胶垫板。

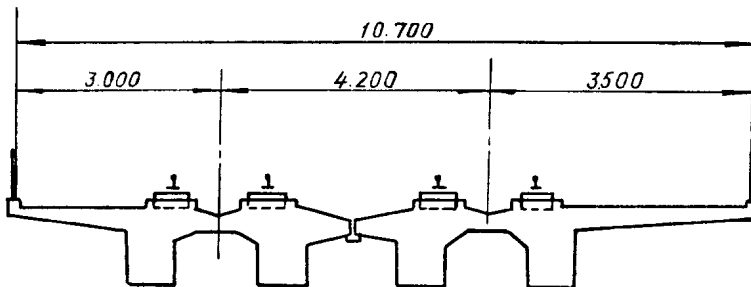


图 2—5 混凝土梁无碴轨道结构

短木枕的尺寸为宽 240 毫米，厚 150 毫米，长 600 毫米。为便于短木枕的更换，短木枕不灌注在混凝土梁内，而埋设在短木枕槽以内，用 T 形头螺栓把短木枕固定在短木枕槽内，参看图 2—6。T 形头螺栓放在混凝土梁预埋的螺栓的孔内，将螺栓顺时针方向旋转 90°，T 形头便卡在金属的卡板内，使螺栓固定，然后安上并拧紧螺母，则短木枕即牢固地固定在短木枕槽内。为了防止 T 形头螺栓锈蚀，一般应对 T 形头螺栓进行防腐处理，并在螺母槽的暴露部分填满浸有防腐油的纱布。短木枕上铺设的 50 T 钢轨应采用 304 型扣件。

混凝土梁无碴轨道采用短木枕，不仅可以减少梁的固定荷载，减轻梁的自重，同时由于

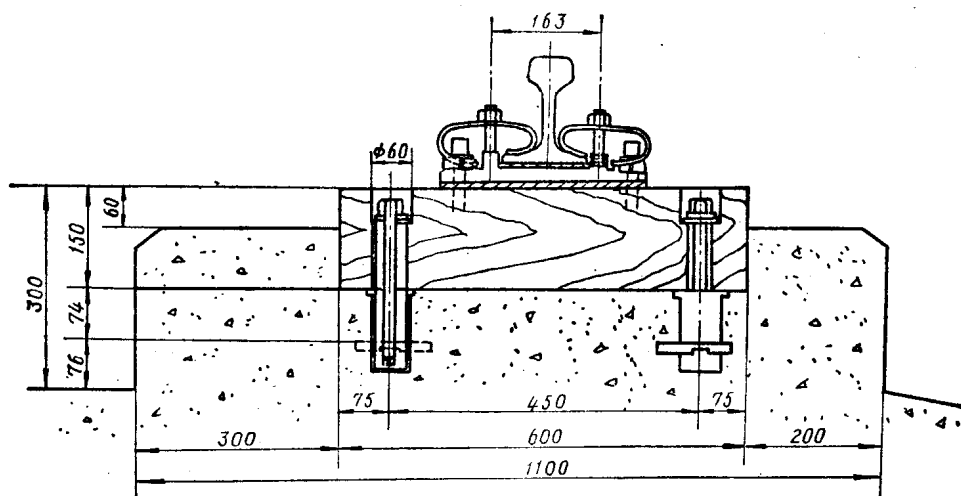


图 2—6 梁上短木枕联结结构

短木枕能够承受列车运行时产生的横向压力，所以在初期建造的高速铁路的一部分高架桥上加以采用。

三、钢梁木枕轨道结构

钢梁木枕的轨道结构，如图 2—7 所示。在钢梁的木枕上除铺设钢轨外，还铺设护轨。在钢梁的木枕上固定 50 T 钢轨的扣件有二种，一种为 404₁ 型弹片扣件，另一种为 404₂ 型扣铁扣件。

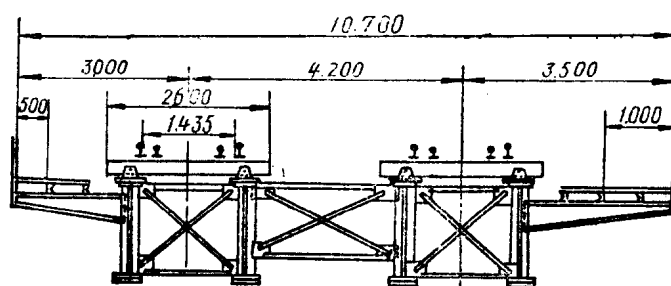


图 2—7 钢梁木枕轨道结构

为了加强线路的稳定性，在钢梁上铺设长钢轨时，要求钢梁上的木枕能与钢梁翼板牢固地联结起来，以防止木枕与钢梁有前后和左右的移动。

四、钢梁直接联结轨道

钢梁上铺设木枕的轨道结构是长期来沿用的形式，由于木枕与钢梁的联结比较复杂，需要经常进行大量的维修养护作业，在修建山阳新干线时，为了尽可能地减少养护工作，采用图 2—8 所示的钢梁直接联结轨道结构。

为了保证钢梁上轨道的平整，钢轨的安装应能适应上下和左右的调整。钢梁调整结构如图 2—9 所示，调整方法是：

1. 钢梁上钢轨有局部上下左右的不平顺，可在扣件上进行小量的（几毫米）调整。