

铁路轨道基本知识

(修订版)

童大坝 毛经权 编

中 国 铁 道 出 版 社

1993年·北京

(京) 新登字063号

铁路轨道基本知识

(修订版)

童大坝 毛经权 编

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

北京市燕山联营印刷厂印

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 7 字数: 155千

1977年5月 第1版

1981年11月 第2版

1996年3月 第6次印刷

印数: 45001—46500

ISBN 7-113-01184-5/TU·257 定价: 6.00元

目 录

第一章 总 述.....	1
§ 1—1 机车车辆简介.....	1
一、机车车辆类型.....	1
二、机车车辆走行部分.....	3
三、列车在轨道上运行的特点.....	5
§ 1—2 轨道平顺标准.....	6
一、轨距.....	6
二、水平、三角坑.....	7
三、高低.....	8
四、方向.....	10
五、轨底坡.....	11
§ 1—3 轨道组成部分.....	12
一、钢轨.....	12
二、轨枕.....	16
三、联结零件.....	26
四、道床和路基.....	31
五、防爬设备.....	34
§ 1—4 轨道与运量、轴重和行车速度的关系.....	38
一、运量.....	38
二、轴重.....	41
三、速度.....	42
第二章 钢轨接头.....	45
§ 2—1 钢轨接头的构造.....	45
§ 2—2 钢轨接头是线路的薄弱环节.....	

§ 2—3	接头病害的产生和发展	48
§ 2—4	接头病害的防治	52
一、	接头的养护维修	52
二、	接头病害的整治	57
§ 2—5	轨缝及其调整	59
第三章	曲 线	69
§ 3—1	外轨超高及轨距加宽的设置和递减	69
一、	外轨超高的设置	69
二、	轨距加宽的设置	71
三、	超高及加宽的顺坡和递减	74
§ 3—2	曲线上的限界、线间距及其它	76
一、	限界	76
二、	线间距	81
三、	材料及机具堆放限界	83
§ 3—3	曲线缩短轨的计算及配置	84
一、	曲线内股钢轨总缩短量的计算	84
二、	曲线内股轨线缩短轨的配置	88
三、	曲线上成段换轨时空、搭头的计算	91
§ 3—4	曲线方向整正	94
一、	概 述	94
二、	曲线整正原理	97
三、	计划正矢的确定	103
四、	拨量的计算, 调整计划正矢法	111
五、	拨量的计算, 调整差累计法	115
六、	拨量的计算, 调整拨量法	118
七、	各种计算方法的评价	121
八、	拨道	122
第四章	道 岔	125

§ 4—1 道岔的构造	125
一、概 述	125
二、转辙器	129
三、辙叉及护轨	132
四、连接部分	137
五、岔枕	138
§ 4—2 道岔各部分尺寸	139
一、基本要求	139
二、转辙器尺寸的确定	141
三、辙叉及护轨尺寸的确定	142
§ 4—3 导曲线支距计算	146
§ 4—4 道岔各部分的轨距	150
§ 4—5 道岔曲股基本轨的弯折	152
§ 4—6 道岔附带曲线的整正	156
一、长弦矢距法	159
二、直股支距法	161
§ 4—7 道岔轨道电路简介	163
§ 4—8 道岔的铺设养护	165
一、道岔的铺设	165
二、道岔的更换	168
三、道岔的养护	170
第三章 无缝线路	174
§ 5—1 基本原理	174
一、温度力	175
二、中间轨温、铺轨轨温和锁定轨温	177
三、阻力	178
四、温度力与阻力的平衡	181
五、固定区与伸缩区	181

六、轨温反复变化的温度力图	184
§ 5—2 缓冲区的设置与轨缝计算	187
一、缓冲区的设置	187
二、预留轨缝计算	188
三、算例	193
§ 5—3 强度与稳定性	195
§ 5—4 应力放散与调整	197
一、应力放散的应用	197
二、应力放散前的准备	199
三、应力放散的实施	203
§ 5—5 养护维修与故障处理	206
一、无缝线路的养护维修特点	206
二、断轨的处理	210
三、胀轨跑道的处理	212

第一章 总 述

§ 1—1 机车车辆简介

列车在轨道上日夜运行完成运输任务的过程，也是轨道和机车车辆相互作用的过程。轨道要满足列车安全、平稳运行的要求，它的构造、尺寸必须与机车车辆相配合，相适应。因此，对于工务职工来说，为了做好线路的维修养护工作，必须对机车车辆，特别是其走行部分的构造，有一定的了解。

一、机车车辆类型

目前，我国铁路上采用的机车，除蒸汽机车外，正日益广泛地采用内燃机车和电力机车。内燃机车燃料、水消耗量少，附属设备投资少，运转时间短；电力机车牵引能力大，沿线不需上煤加水。近几年来，我国已试制成功东风₄型3600马力交直流电传动内燃机车，东方红₄型4500马力液力传动内燃机车，北京型2700马力液力传动内燃机车及东方红₃型2700马力液力传动内燃机车和韶山₁型、韶山₂型电力机车等。

机车的类型还可以其车轴的数量和排列形式表示，称为轴列式。蒸汽机车通常以三个数字分别表示机车导轮、动轮和从轮的对数。例如，1—5—1表示一对导轮、五对动轮和一对从轮的蒸汽机车。内燃机车和电力机车的轴列式，用前后二台转向架上，由牵引电动机驱动的动轮对数表示。例如3₀—3₀（或C₀—C₀）表示内燃机车或电力机车前后二台

转向架上，各有三对（C表示3）由牵引电动机驱动动的动轮。角注0表示有牵引电动机驱动动的动轮轴。

机车从其本身构造来说能够达到的最高运行速度，称为机车的构造速度。

车辆是铁路上运载客货的工具。根据使用目的，车辆分为客车、货车两大类，又可按轴数分为二轴、四轴、六轴及多轴车。根据车辆载重量的不同，货车又可分为30吨、50吨、60吨、90吨车等。目前铁路上使用的货车主要是钢骨或全钢制成的棚车、敞车、平车及罐车，其载重量以50吨及60吨的占大多数。为了降低自重系数，使在同样的牵引重量下缩短列车长度，今后将以制造载重量60吨以上的车辆为发展方向。

车辆由车体、转向架、车钩及缓冲装置、制动装置等四

主型机车车辆构造性能

表 1 — 1

机车车辆类型	轴列式	构造速度 公里/小时	平均轴重 (吨)	车轮直径 (厘米)	固定轴距 (厘米)
一、蒸汽机车					
前进(QJ)	1—5—1	80	(动轮)20.1	(动轮)150	640
FD	1—5—1	85	(动轮)21.60	(动轮)150	650
解放(JF)	1—4—1	85	(动轮)19.98	(动轮)137	442
人民(RM)	2—3—1	110	(动轮)21.04	(动轮)175	366
二、内燃机车					
东风 ₃	3 ₀ —3 ₀	100	21	105	420
东风 ₄	3 ₀ —3 ₀	100—120	23	105	360
三、电力机车					
韶山 ₁	3 ₀ —3 ₀	95	23	125	460
韶山 ₂	3 ₀ —3 ₀	100	23	125	467
四、车辆					
新转-8(货车)		120	21	84	175
‘客车)		120	15.4	91.5	240

部分组成。转向架是车辆的走行部分,我国铁路上当前最大量采用的二轴转向架,货车为“新转-8”型,客车为“202”型,构造速度均为120公里/小时。

目前我国铁路采用的主型机车车辆的构造性能如表 1—1 所示。

二、机车车辆走行部分

1. 轮对

轮对是由两个车轮和一根车轴组成的。车轮通过轮毂以强大的压力装紧在车轴上,因此两轮只能同时一起转动。两轮的轮背内侧距离(图 1—1)为1353毫米,容许公差不得超过 ± 3 毫米。

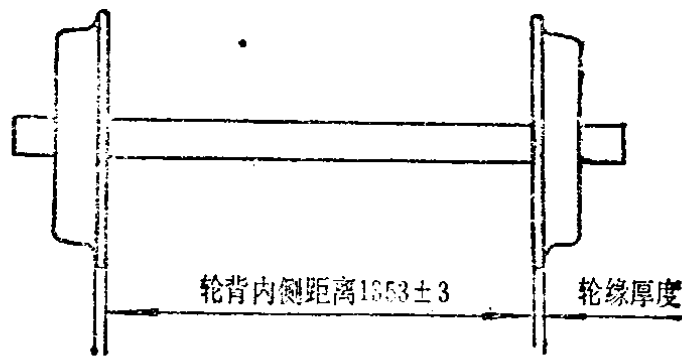


图 1—1

2. 轮缘和踏面

车轮和钢轨接触的面,称为踏面。踏面的外形为圆锥形(图 1—2)。图中表示机车和车辆车轮的踏面外形和尺寸。踏面的斜度分为 1:20 和 1:10 两段。1:20 的一段是经常和钢轨顶面接触的部分,1:10 的一段只在小半径曲线上才与钢轨顶面接触。车轮踏面的主要部分作成 1:20 的圆锥面,可以增加车辆行驶的平稳性。

为防止车轮脱轨,在踏面内侧制成凸缘,称为轮缘。根

据《铁路技术管理规程》（简称《技规》）规定，轮缘厚度为距其顶点18毫米（机车车轮）或15毫米（车辆车轮）处量得的厚度。轮背内侧距离加轮缘厚度的两倍为轮对宽度。

内燃机车和电力机车动轮的踏面外形和尺寸，与车辆相同。

轮对的主要尺寸见表1—2。

3. 固定轴距

机车的轮对都安设在车架上，并在转动时始终保持互相平行。较长的车辆为了便于通过曲线，车轴不固定在车架上，而固定在转向架上，转向架用中心销同车架相连，各自回转。固定在同一车架或转向架上始终保持平行的两个最外车轴间的距离称为固定轴距，它是确定机车能通过的最小曲线半径和曲线轨距加宽的主要依据。主型机车车辆的固定轴距均见表1—1。

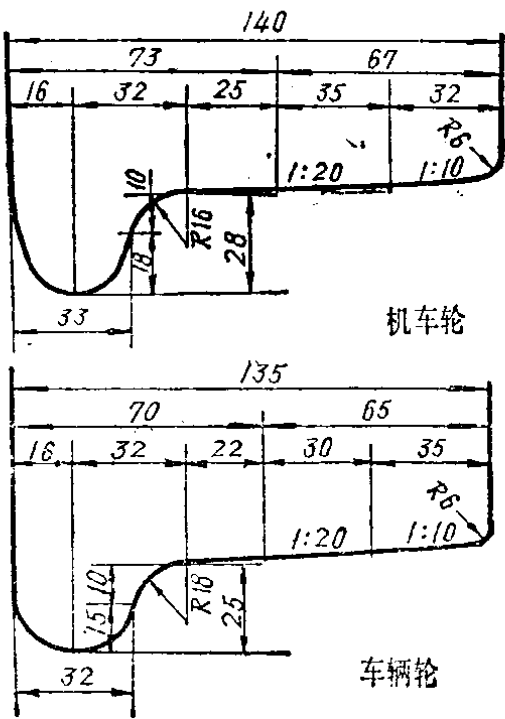


图 1—2

表 1—2

车 轮 名 称	轮 缘 高 度	轮 缘 厚 度		轮 背 内 侧 距 离		
		最 大 (正 常)	最 小	最 大	正 常	最 小
机 车 轮	28	33	23	1356	1353	1350
车 辆 轮	25	32	22	1356	1353	1350

三、列车在轨道上运行的特点

不论是机车，还是车辆，都设有减震的弹簧装置，通过它分成簧上部分和簧下部分。簧下部分包括轮对和部分弹簧。

当列车在轨道上运行时，这两部分的相互位置在各个方向都会产生复杂的移动。换句话说，列车的这两部分相对轨道而言，或它们相互之间，都产生复杂的振动。

通常，列车在轨道上行驶时产生的振动是多种形式的，有：上下跳动，点头振动，摇晃以及蛇行运动，等等。所谓蛇行运动，是整个机车车辆（或其个别轮对）沿轨道前进时作周期性的横向运动，如图 1—3 所示。这些振动都会带来不良的后果，它对轨道起破坏作用，影响列车的平稳运行，在各种不利条件凑合在一起时，甚至可以造成脱轨事故。



图 1—3

引起机车车辆振动的原因是多方面的。车轮不圆顺、蒸汽机车上各种构件的往复运动，都能引起振动。但是，产生振动的主要原因是各种形式的轨道不平顺，例如方向不良，存在坑洼、空吊板等。此外，列车通过钢轨接头和道岔时也会产生振动。

轨道愈是平顺，车辆振动就愈小、行车愈平稳，而作用于轨道上的破坏力也就愈小。反之，轨道愈是不平顺，车辆振动就愈大，行车愈不平稳，作用于轨道上的破坏力也就愈大。所以，在养路工作中，保持轨道平顺是最为重要的。轨道检查车定期检查线路，就是用各种指标来检查轨道的平顺

情况。

§ 1—2 轨道平顺标准

一、轨 距

轨距为两钢轨头部内侧间与轨道中线相垂直的距离。
《技规》第36条规定：线路直线地段的轨距（在钢轨头部内侧顶面下16毫米处测量）规定为1435毫米。轨距用道尺（也叫轨距尺）进行测量。轨距如有误差，宽不得超过6毫米，窄不得超过2毫米。所以在线路直线部分，轨距不应大于1441毫米，不应小于1433毫米。另外，轨距的变更，必须和缓平顺，每一米距离中，一般不可有2毫米以上的差异，因在短距离内如有显著的轨距变化，即使不超过允许误差，也会使机车车辆发生剧烈的摇摆。因此，限制轨距变化率，对于保证行车平稳，保持轨道方向来说，是非常重要的，特别是在高速行车地段。

因为轨道的轨距大于轮对宽度，钢轨与轮缘之间，就有间隙（也叫游间）。图 1—4 中，当轮对的一个车轮轮缘与钢轨贴紧时，另一个车轮轮缘与钢轨之间的间隙为轨距与轮对宽度之差，即

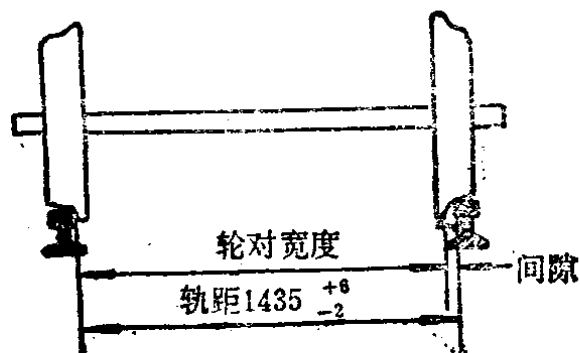


图 1—4

间的间隙为轨距与轮对宽度之差，即

$$\text{间隙} = \text{轨距} - \text{轮对宽度} \quad (1-1)$$

$$\text{正常间隙} = \text{标准轨距} - \text{正常轮对宽度}$$

最大及最小间隙分别为

$$\text{最大间隙} = \text{最大轨距} - \text{最小轮对宽度}$$

最小间隙 = 最小轨距 - 最大轮对宽度

根据表 1—2 资料，按照以上公式，可以算得直线地段轮轨间的间隙如表 1—3 所列。

表 1—3

车 轮 名 称	最 大 间 隙	正 常 间 隙	最 小 间 隙
机 车 轮	45	16	11
车 辆 轮	47	18	13

钢轨与轮缘之间存在间隙，可以防止车轮被轨道所楔住，减少行车阻力和钢轨及车轮的磨耗。但是，超过一定限度，就会产生相反的效果。因为间隙愈大，车辆行驶时蛇行运动的幅度愈大，作用于钢轨上的横向力也愈大。而且行车速度愈高，其影响愈严重。所以，为提高行车的平稳性和线路的稳固性，间隙应限制于一个最小的必要数值，特别是在高速铁路上。目前有些国家的铁路，已把原来的标准轨距缩小 2~6 毫米，以减小间隙，这是一个值得注意的趋向。

二、水平、三角坑

《技规》第37条规定：线路两股钢轨顶面，在直线地段，应保持同一水平。

水平也用道尺进行测量。

在直线上要求两股钢轨顶面位于同一水平，是为了使它们均匀承担负荷，并保证车辆平稳行驶。

也可以在直线部分的全长内，始终保持一股钢轨比另一股钢轨高出 4 毫米，这样，车轮轮缘将贴靠较低的一股钢轨，从而减少车辆蛇行运动的幅度，保证轨道状态良好使列车行驶更加平稳。不过，要求在全部直线长度内，两股钢轨的水平差始终保持不变，否则反而增加车辆摇晃，有害而无

益。

《技规》又规定：两股钢轨顶面水平较上列标准的允许差度，正线及到发线不得大于4毫米，其它线不得大于6毫米。

两股钢轨轨顶的水平误差，变化不可太急。在1米距离内，这个变化一般不可超过1毫米，否则即使两股钢轨的水平误差不超过允许范围，也将引起机车车辆的剧烈振动。

实践中有二种性质不同的钢轨水平误差，对行车的危害程度也不相同。第一种称为水平差，这就是在一段相当长的距离内，一股钢轨的轨顶水平，始终较另一股为高。另一种称为三角坑，这就是在一段不太长的距离内，先是左股钢轨较右股高，后是右股较左股高，而且两个最大水平误差点之间的距离，不足18米。

在一般情况下，超过允许标准的水平差，只是引起车辆摇晃和两股钢轨的不均匀受力及磨耗。但如果在延长不足18米的距离内出现水平差超过4毫米的三角坑，就会使车辆最前和最后的四个车轮中，只有三个正常压紧钢轨，另一个悬空。如果恰好在这个车轮上出现强大的横向力，就可能使浮起的车轮以它的轮缘贴紧钢轨，在最不利的情况下爬上钢轨，引起脱轨事故。因此必须立即消除。

三、高 低

轨道纵向的不平顺情况称为高低（或称前后高低）。新铺或经过大修后的线路，即使其轨面是平顺的，但是经过一段时间列车运行后，由于路基状态、捣固坚实程度、扣件松紧、枕木腐朽和钢轨磨耗的不同，就会产生不均匀下沉，造成轨面高低不平，即在有些地方（往往在钢轨接头附近）下沉较多，出现坑洼；有些地方，从表面上看，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2毫米时称为吊板），或轨枕底与道碴之间存在空隙（空隙超过2毫米时称为空板或暗坑），当列车通过时，这些地段的轨道下沉较大，也会产生不平顺。

轨道前后高低不平，即存在不平顺，危害甚大。列车通过这些处所时，冲击动力增加，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增大。所以，对轨道来说，这是一个恶性循环过程。

这种破坏作用，一般来说，同不平顺（坑洼）的长度成反比，就是说，长度愈短，破坏力愈大。而同它的深度则成正比。

通常线路上所称的高低，指的是伸展范围较长（几米至十几米）的坑洼。轨道上这种较长的不平顺，主要是路基沉陷、捣固不良和枕木腐朽的结果。当车轮经过这些处所时，动压力将增加，例如，根据试验，连续三个空吊板可以使钢轨内受到的力增加一倍以上。一般来说，长度在4米以下的_{不平顺}，都会使机车车辆对轨道产生较大的破坏力，从而加速道床变形。因此，养路工区决不能允许这种不平顺存在，一旦发现，应在紧急补修中加以消灭。

长度在100~300毫米范围内的不平顺，主要起因于钢轨波浪形磨耗，焊接接头低塌，或轨面擦伤等。车轮经过这些处所，会产生冲击。行车速度愈高，冲击愈大。例如，在沪宁线混凝土轨枕硬结道床地段曾做过一个试验，将钢轨人为地打磨成如图1—5所示的不平顺（模拟焊接接头打塌后的形状）。列车以每小时90公里的速度通过时，一个动轮产生的冲击力达到30吨左右，接近于静轮重的三倍。但是，对这种不平顺，往往容易忽视，轨道检查车也往往不能完全反映出来。

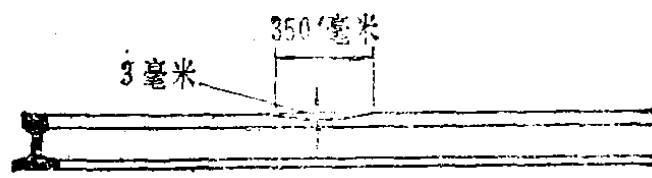


图 1—5

经过维修或大修的轨道，要求目视平顺，前后高低差用10米弦量不超过4毫米。线路计划维修验收标准中对此规定如下：

表 1—4

验收项目		正线及到发线	站线及专用线
高	低	前后高低误差不超过4毫米	前后高低误差不超过6毫米
捣	固	空吊板不超过8%	空吊板不超过12%

四、方 向

直线地段的轨道，实际上并非是理想的直线，而是由许多波浪形曲线组合而成。这种曲线的长度大约在10~20米左右，不过一般肉眼不易看出。

若直线不直，方向不良，则必然会引起列车摇晃振动。相对轨距来说，轨道方向往往是控制性的，只要方向偏差保持在允许范围以内，那末轨距变化对车辆振动的影响就不会很大。

在无缝线路地段，若轨道方向不良，则到了高温季节，在一定条件下，还会引起胀轨跑道，严重威胁行车安全。

《工务规则》规定，直线方向必须目视平顺，用10米弦量，误差不得超过4毫米；站线及专用线，不得超过6毫米。

五、轨 底 坡

因为车轮踏面的主要部分作成 1:20 的斜坡，所以在直线上，钢轨不应竖直铺设，而要适当地向内倾斜。钢轨的这种倾斜度叫做轨底坡。如果钢轨保持竖直，车轮的压力将离开钢轨的中线而偏向道心一侧，且略向外斜，其结果将使钢轨头部磨损不均，腰部弯曲，在轨头与轨腰连接处发生纵裂，甚至折损。

在我国铁路上，过去轨底坡规定为 1:20，但在机车车辆的动力作用下，实际的轨底坡与原设置的轨底坡有较大的出入。另外，车轮踏面经过一段时间的磨损后，原来 1:20 的部分也接近 1:40 的坡度。为此，从 1965 年起，把直线地段的轨底坡标准从 1:20 改为 1:40。

轨底坡是否正确，可从钢轨顶面上的光带位置判定。如果光带偏向内侧，说明轨底坡不足；如果偏向外侧，则说明轨底坡过大。

在木枕地段，轨底坡用带斜坡的铁垫板作成；在混凝土轨枕上，轨底坡一般直接做在承轨台上。在曲线地段，内股钢轨的轨底坡有时需要通过垫楔形木垫板或砍削枕木作适当的调整（表 1—5），以保证其不向轨道外方倾斜。当轨顶

表 1—5

外 轨 超 高 (毫米)	轨 枕 面 最大斜度	垫楔形垫板或枕木砍削的倾斜度		
		当铁垫板或承轨台倾斜度为		
		0	1/20	1/40
0~75	1:20	1:20	0	1:40
80~125	1:12	1:12	1:30	1:17