

铁路轨道基本知识

（第三版）

童大坝 主编

中国铁道出版社

1997年·北京

原先的工程制单位。两者之间的根本区别在于：一是把物体的质量作为基本单位，符号为千克(kg)或吨(t)。二是把作用于物体上的力改为导出单位，符号为牛(N)或千牛(kN)。牛的定义是使1 kg质量的物体获得 1 m/s^2 加速度所需的力。因为作用于物体上的重力加速度约为 9.8 m/s^2 ，所以工程制单位中的1 kg重力等于法定计量单位中的9.8 N，或者近似地等于10 N，余类推。三是把作用于物体表面单位面积上的压强，用符号为帕(Pa)或兆帕(MPa)表示。帕的定义是每 1 m^2 物体表面上作用1 N力时所产生的压强，即 N/m^2 。常用兆帕(MPa)作为压强的计量单位。1 MPa 等于 10^6 N/m^2 ，或者 0.1 kN/cm^2 ，相当于工程制单位中的 10 kg/cm^2 。其他基本单位，如表示长度的米(m)、千米(km)、厘米(cm)、毫米(mm)，表示时间的秒(s)、分(min)、小时(h)，以及其他导出单位，如表示面积的平方米(m^2)、平方厘米(cm^2)，表示体积的立方米(m^3)，表示速度的米/秒(m/s)、千米/小时(km/h)，表示加速度的米/秒²(m/s^2)等，两种单位制均相同。

以上的简单介绍，希望能有助于读者们对本书的进一步了解。

现在经过几个月的艰苦努力，《铁路轨道基本知识》(第三版)已经全部定稿，即将以新的面貌再度与广大读者见面。但是由于受编者的水平及其他条件的限制，难免仍有不少谬误以及编写不当和挂一漏万之处，希望读者们本着以往对本书的厚爱，不吝指出，以便再版时一一予以改正。是为序。

童大坝

1996年5月

(京)新登字 063 号

图书在版编目(CIP)数据

铁路轨道基本知识/童大坝主编. —3 版. —北京: 中国铁道出版社, 1996

ISBN 7-113-02444-0

I. 铁… II. 童… III. 轨道(铁路)—基本知识 IV. U213
.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 16506 号

铁路轨道基本知识

童大坝 主编

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑 傅希刚 封面设计 宋长青

各地新华书店经售

北京顺义燕华印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 7.375 字数: 160 千

1977 年 5 月 第 1 版 1981 年 11 月 第 2 版

1997 年 1 月 第 3 版 第 7 次印刷

印数: 46501—51500 册

ISBN 7-113-02444-0/TU·515 定价: 11.50 元

第三版序

本书原系我们为原南昌铁路局上饶工务讲习班编写的教材。编写这份教材的目是通过现场讲学,在较短的时间内,切实有效地提高工务技术人员的业务水平。当时主要讲授钢轨接头、曲线及道岔等长期困扰养路员工的三大课题,取得了预期的效果。1977年5月,在原教材的基础上,增加了机车车辆与轨道相互作用及无缝线路两部分内容,由上海铁道学院童大坝教授会同毛经权教授将它改编成《铁路轨道基本知识》,由人民铁道出版社正式出版发行。1981年11月,对部分内容进行修改增订后,再版发行。

本书问世以来,由于内容理论结合实际,讲解深入浅出,文字通俗易懂,并具有较强的知识性、科学性和可操作性,因而深受现场工作人员的欢迎,迄今发行量累计已超过四万六千册。对此,谨代表原作者向广大读者致以衷心的感谢。

但是随着时间的推移,以及科学技术的进步,本书有些内容已经略感陈旧,需要吐故纳新;有些内容显得失之欠缺,需要充实提高,方能适应时代的要求。为此,经中国铁道出版社建议,并征得本书原作者同意,决定另编《铁路轨道基本知识》的新版本,由上海铁道大学童大坝教授主编,谭复兴、戴月辉两位副教授协助并参加部分章节的编写工作,同时要求新版本必须保持原书的编写风格,并在知识性、科学性及可操作性等方面更上一层楼。

本书新版的又一个重大改动是采用法定计量单位,取代

目 录

第一章 总 论.....	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.....	4
§ 1—2 轨道几何形位.....	6
一、轨 距.....	7
二、水 平.....	9
三、高 低	10
四、方 向	11
五、轨 底 坡	12
§ 1—3 限界、线间距及其他.....	13
一、限 界	13
二、线 间 距	16
三、材料及机具堆放限界	16
§ 1—4 轨道组成部分	17
一、钢 轨	18
二、轨 枕	23
三、联接零件	33
四、道 床	39
五、防爬设备	43
§ 1—5 轨道与速度、轴重及运量的关系.....	46
一、行车速度	47

■

二、轴 重	48
三、运 量	50
第二章 钢轨接头及钢轨伤损	53
§ 2—1 钢轨接头的构造	53
§ 2—2 钢轨接头病害	57
一、钢轨接头是线路的薄弱环节	57
二、接头病害的产生和发展	58
三、接头的养护维修	62
四、接头病害的整治	67
§ 2—3 轨缝及其调整	68
一、轨 缝	68
二、轨缝调整计算	69
三、钢轨的串动	75
§ 2—4 钢轨伤损	76
一、钢轨磨耗	77
二、轨腰螺孔裂纹	79
三、轨头核伤	80
第三章 曲 线	81
§ 3—1 外轨超高、轨距加宽及缓和曲线	81
一、外轨超高	81
二、轨距加宽	84
三、缓和曲线	85
§ 3—2 建筑接近限界及线间距的加宽	87
一、建筑接近限界的加宽	87
二、线间距的加宽	89
§ 3—3 曲线缩短轨的计算及配置	91
一、曲线内股钢轨总缩短量的计算	91

二、曲线内股轨线缩短轨的配置	95
三、曲线上成段换轨时空、搭头的计算	97
§ 3—4 曲线方向整正	101
一、概 述	101
二、曲线整正原理	104
三、计算正矢的确定	110
四、拨量的计算(调整计划正矢法)	118
五、拨量的计算(调整差累计法)	122
六、拨量的计算(调整拨量法)	125
七、各种计算方法的评价	128
八、拨 道	129
第四章 道 岔	131
§ 4—1 道岔的构造	131
一、概 述	131
二、转 辙 器	135
三、辙叉及护轨	141
四、连接部分	146
五、岔 枕	148
§ 4—2 道岔各部分尺寸	149
一、基本要求	149
二、转辙器尺寸的确定	151
三、辙叉及护轨尺寸的确定	153
§ 4—3 导曲线支距计算	156
§ 4—4 道岔各部分的轨距	161
§ 4—5 道岔曲股基本轨的弯折	163
§ 4—6 道岔附带曲线的整正	167
一、长弦矢距法	169

二、直股支距法·····	171
§ 4—7 道岔轨道电路简介·····	173
§ 4—8 道岔的铺设养护·····	176
一、道岔的铺设·····	176
二、道岔的更换·····	178
三、道岔的养护·····	181
第五章 无缝线路·····	184
§ 5—1 基本原理·····	184
一、温度力·····	185
二、中间轨温、铺轨轨温和锁定轨温 ·····	187
三、阻力·····	188
四、温度力与阻力的平衡·····	190
五、固定区与伸缩区·····	193
六、轨温反复变化的温度力分布图·····	194
§ 5—2 缓冲区的设置与轨缝计算·····	198
一、缓冲区的设置·····	198
二、预留轨缝计算·····	199
三、算 例·····	204
§ 5—3 强度与稳定性·····	206
§ 5—4 应力放散与调整·····	208
一、应力放散的应用·····	208
二、应力放散前的准备·····	211
三、应力放散的实施·····	214
§ 5—5 养护维修与故障处理·····	217
一、无缝线路的养护维修特点·····	217
二、断轨的处理·····	221
三、胀轨跑道的处理·····	223

第一章 总 论

铁路是一所庞大的现代化运输企业。它以成千上万台机车,牵引着比它多出十几倍乃至几十倍的车辆组成的客货列车,昼夜奔驰在祖国辽阔的铁路网、线上,依靠先进的行车组织、通讯信号以及相应的站场和其他辅助设施,安全、快速、舒适、大运量和低运价地完成亿万人次客流和亿万 $t \cdot km$ 货流的运输任务,对促进国民经济的发展,起着先行官和大动脉的作用。

列车在线路上昼夜运行完成运输任务的过程,也就是机车车辆和轨道相互作用的过程。轨道是铁路线路的主要技术装备之一,是行车的基础。轨道要满足列车安全、平稳和不间断运行的要求,它的构造、尺寸和几何形位就必须和机车车辆相配合、相适应,并通过养护维修,使之经常处于良好状态。为了做好这项工作,对所有工务职工来说,有必要对机车车辆,特别是其走行部分的构造,有一定的了解。

§ 1—1 机车车辆简介

一、机车车辆类型

机车是列车的牵引动力。按原动力区分为蒸汽机车、内燃机车及电力机车。蒸汽机车热效率低,煤、水消耗量大,随着铁路牵引动力的现代化,已日益为内燃机车及电力机车所替代。我国目前已经停止蒸汽机车的生产,但仍保留现存的大部分

在次要线路上运行。内燃机车具有机动、灵活、投资少等特点，近年来在我国发展很快。电力机车虽然附属设备投资高，但功率较大，能提高线路的运输能力和牵引高速及重载列车。因此，大力发展电力牵引，合理发展内燃牵引，管好用好蒸汽机车，将是我国牵引动力改革的发展方向。机车又可按其用途分为客运机车、货运机车及调车机车。用汉字拼音字母表示各种机车类型，如 QJ(前进)表示前进型蒸汽机车，RM(人民)表示人民型蒸汽机车，DF(东风)表示国产电传动内燃机车，DFH(东方红)表示国产液力传动内燃机车，ND 表示进口电传动内燃机车，NY 表示进口液力传动内燃机车，SS(韶山)表示国产韶山型电力机车等等。

机车还可按其车架或转向架上的车轴数量和排列形式表示它的类型，称为轴列式。蒸汽机车通常用三个数字表示机车导轮、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 C_0-C_0 (或 3_0-3_0) 表示机车前后二台转向架上，各有三对 (字母 A, B, C, D 分别代表数字 1, 2, 3, 4) 由牵引电动机驱动的动轮。脚标 0 表示动轮为单独驱动，无脚标则表示动轮为成组驱动。

近年来，大连、戚墅堰、四方及二七等机车车辆厂先后进行了内燃机车新机型的设计与制造，开发了各种型号的东风型电传动及东方红型、北京型液力传动内燃机车，并从美国及罗马尼亚引进了一定数量的 ND 型电传动内燃机车，基本上满足了当前客、货运输的需要。株洲机车车辆工厂是设计制造电力机车的专业工厂，目前已开发生产的电力机车有 SS_1 ， SS_2 及 SS_3 等几种型号。

车辆是铁路上运载客货的工具。根据使用目的不同,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,其中以四轴车所占比重最大。根据车辆载重质量的不同,货车又可分为 30t,50t,60t,90t 车等。目前铁路使用的客车主要是车体为全金属焊接结构的软、硬座车,软、硬卧车,餐车,行李车和邮政车等。货车主要是钢骨或全钢制成的棚车、敞车、平车及罐车,其载重质量以 50t 及 60t 的占大多数。为了降低自重系数,使在同样的牵引质量下缩短列车长度,今后将以制造载重质量 60t 以上的货车为发展方向。

机车车辆从其本身构造强度条件来说所能达到的最高速度,称为机车车辆的构造速度。

机车由动力装置、传动装置、车体和车架、走行部辅助装置等五大部分组成。车辆由车体、走行部、车钩及缓冲装置、制动装置等四部分组成。转向架是机车车辆的走行部。我国铁路上当前最大量采用的机车转向架为一系悬挂的三轴普通转

主型机车车辆构造性能 表 1-1

机车车辆类型		轴列式	固定轴距 (cm)	平均轴重 (kN)	轮径 (cm)	构造速度 (km/h)
蒸汽 机车	QJ	1—5—1	640	200(动轮)	150(动轮)	80(货)
	RM	2—3—1	366	210(动轮)	175(动轮)	110(客)
内燃 机车	DF ₄	C ₀ —C ₀	360	230	105	120(客) 100(货)
	ND ₅	C ₀ —C ₀	435	230	105	118
	北京	B—B	235	230	105	120
电力 机车	SS ₁	C ₀ —C ₀	460	230	125	95
	SS ₃	C ₀ —C ₀	300	230	125	100
车辆	新转 8(货)		175	210	84	120
	202(客)		240	180	91.5	120
	209(客)		240	180	91.5	120

向架,构造速度为 100~200km/h,车辆转向架货车为“新转 8”型二轴转向架,客车为“202”型二轴转向架,构造速度均为 120km/h。目前我国铁路采用的主型机车车辆的构造性能见表 1—1 所示。

二、机车车辆走行部

现代机车车辆的走行部均采用转向架的方式。一般转向架由轮对与轴箱、弹簧装置、构架或侧架、基础制动装置及支承车体的装置等几部分组成。轮对是机车车辆走行部中最基本也是直接和钢轨接触的部件。轮对由一根车轴和二个车轮组成。轮轴用水压机的强大压力压入车轮轮心,并用轴键固定左右两轮的相互位置。轮心插入轮轴的部分称轮毂。这样,车轮被压装在轮轴上,只能随车轴一起转动,如图 1—1 所示。两轮的轮背内侧距离规定为 1353mm,容许公差不得超过 $\pm 2\text{mm}$ (厂、段修后为 $\pm 3\text{mm}$)。

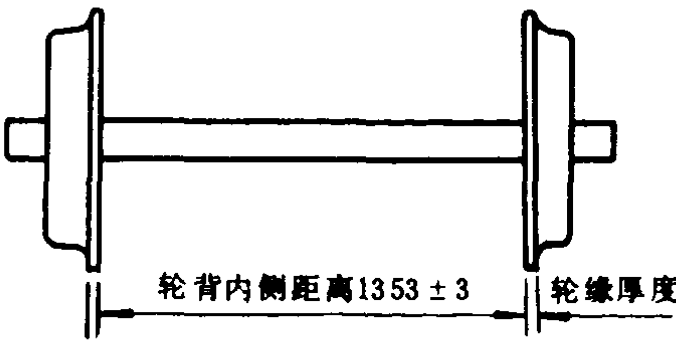


图 1—1

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 所示及表 1—2 所列为机车轮和车辆轮的踏面外形和尺寸。踏面斜度分为 1:20 和 1:10 两段,前者是经常和钢轨顶面接触的部分,后者只在小半径曲线上才能与钢轨顶面接

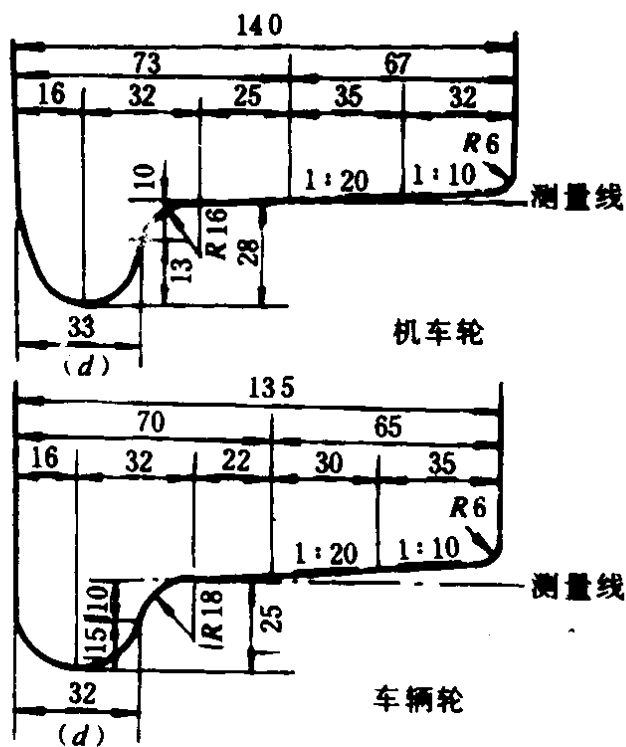


图 1-2

轮对主要尺寸(mm)

表 1-2

名 称	轮缘高度 h	轮缘厚度 d		轮背内侧距离 T			轮对宽度 q		
		正常	最小	最大	正常	最小	最大	正常	最小
机车轮	28	33	23	1356	1353	1350	1422	1419	1396
车辆轮	25	32	22	1356	1353	1350	1420	1417	1394

触。车轮踏面的主要部分做成 1 : 20 斜度, 可以调整内外车轮的滚动直径, 便于通过曲线, 也可以在直线上自动调中并使踏面磨耗比较均匀, 最外侧做成 $R=6\text{mm}$ 圆弧, 便于通过辙叉。为防止车轮脱轨, 在踏面内侧制成凸缘, 称为轮缘。内燃机车和电力机车动轮的踏面外形和尺寸与轮对主要尺寸与车辆相同。

机车车辆的轮对都固定在同一车架或转向架上, 并在

转动时始终保持相互平行的位置。同一车架或转向架上最外两个车轴间的中心距离称为固定轴距。它是确定机车车辆能通过的最小曲线半径和曲线轨距加宽的主要依据。我国主型机车车辆的固定轴距均见表 1—1。

近年来,国外有些国家为了改善转向架通过曲线的性能,已经试制成功了一种能通过转向架自身导向机构的作用,使轮对“自动”进入曲线的径向位置,称“径向转向架”。另外,有些国家为了降低轮轨磨耗,把轮踏面一开始就做成类似长期磨耗后的相对稳定形状,称“磨耗形踏面”。对此,我国目前正在进行研究,还没有普遍推广。

§ 1—2 轨道几何形位

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。

当车辆在轨道上运行时,这两部分的相互位置在各个方向都会产生复杂的移动。也就是说,车辆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

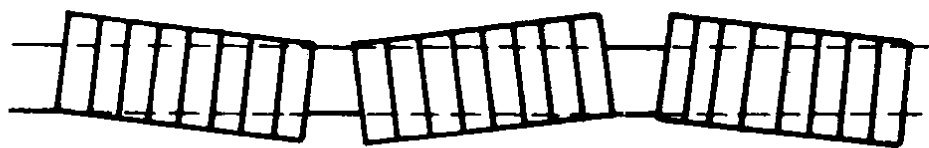


图 1—3

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。

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,都会引起振动。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,轨道愈不平顺,车辆振动就愈大,行车愈不平稳,而作用于轨道上的破坏力也就愈大。所以,在养路工作中,保持轨道几何形位的正确,达到线路平顺的目的是最为重要的。轨道检查车定期检查线路,就是用各种指标来检查线路达到平顺的情况。

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。轨道几何形位的正确与否,对机车车辆的安全运行,乘客的旅行舒适以及设备的使用寿命和养护费用起着决定性的作用。轨道几何形位的基本要素,在直线上,有轨距、水平、高低、方向及轨底坡等,在曲线上还有外轨超高、轨距加宽及缓和曲线等,均必须符合各自的规定要求。

一、轨 距

轨距 S 为两钢轨头部内侧间与轨道中线相垂直的距离。《技规》规定:线路直线地段的轨距(在钢轨头部内侧顶面下 16mm 处测量)规定为 1435mm。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 6mm,窄不得超过 2mm。所以在线路直线部分,轨距不应大于 1441mm,不应小于 1433mm。另外,轨距的变更,必须和缓平顺,在每 1m 距离中,

不可有 2mm 以上的差异,因在短距离内如有显著的轨距变化,即使不超过容许误差,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 δ (也称游间)。图 1-4 中,当轮对的一个车轮轮缘与钢轨

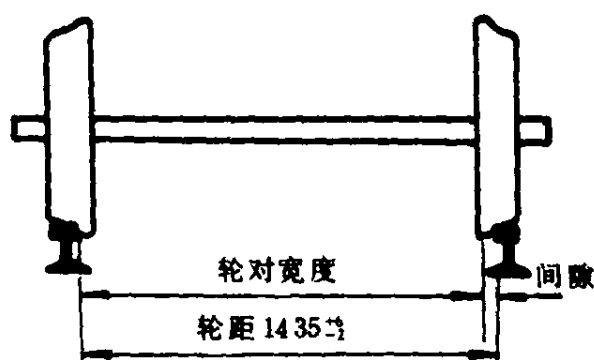


图 1-4

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

$$\delta = S - q \quad (1-1)$$

或

$$\delta_0 = S_0 - q_0$$

$$\delta_{\max} = S_{\max} - q_{\min}$$

$$\delta_{\min} = S_{\min} - q_{\max}$$

式中脚标 0, max 及 min 分别代表相应的正常值、最大值及最小值。

根据表 1-2 资料,按照以上公式,可以得出直线地段轮轨间的间隙如表 1-3 所列。

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,车轮行驶时蛇行运动的幅

表 1—3

车轮名称	最大间隙 $\delta_{\max}$ (mm)	正常间隙 δ_0 (mm)	最小间隙 $\delta_{\min}$ (mm)
机车轮	45	16	11
车辆轮	47	18	13

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,为提高行车速度的平稳性和线路的稳固性,间隙应限制于最小的必要数值,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 2~6mm,以减小间隙,这是一个值得注意的趋向。

二、水 平

水平指的是轨道上左右股钢轨的相对高低。在直线地段,钢轨顶面应保持同一水平,在曲线地段,应满足外轨均匀和平顺超高的要求。这是为了使两股钢轨负担均匀,并保证车辆平稳行驶。

水平也用道尺进行测量。

《技规》规定:两股钢轨顶面水平较上列标准的允许误差,正线及到发线不得大于 4mm,其他线不得大于 6mm。

两股钢轨轨顶的水平误差,变化不可太急。在 1m 距离内,这个变化不可超过 1mm,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。

实践中有两种性质不同的钢轨水平误差,对行车的危害程度也不同。第一种称为水平差,这就是在一段相对长的距离内,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