

· 285676



高等学校教科書

# 铁道线路构造及业务

上册

(线路上部建筑)

铁道部教材編輯組选編



人民铁道出版社

高等學校教科書

# 鐵道綫路构造及业务

上册

(綫路上部建築)

鐵道部教材編輯組选編

人民鐵道出版社

一九六一年·北京

本書系鐵道部教材編輯組選編，推薦為高等院校教科書，適用於鐵道建築專業，並可供鐵路工程和工務工作人員參考之用。

本書講述鐵路軌道的構造、養護和修理，包括軌路上部建築、路基和軌路業務三部分，分上、中、下三冊出版。

上冊講述軌道的構造和設計、軌路上部建築和軌路联接交叉的構造和計算，以及軌路強度和無縫軌路的計算。

中冊講述鐵路路基斷面構造、路基設備的設計和計算方法，並對複雜情況下的路基設計和路基變形的防治，作了較詳細的介紹。

下冊講述軌路經常維修和修理工作的組織、養路機械以及軌路上部建築部件的修理，並對軌路防洪及工務企業的計劃和財務工作作了簡要的介紹。

主編單位：同濟大學

本冊(上冊)主編人：馬地泰

編寫人：馬地泰、竈大垣、毛經權、洪建華

高等學校教科書

鐵道軌路構造及業務

上 冊

(軌路上部建築)

鐵道部教材編輯組選編

人 民 鐵 道 出 版 社 出 版

(北京市觀音寺 17 號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 010 號

新華書店科技發行所發行

各地新華書店經售

北京市印刷一厂印

書號 1784 斤本 787 × 1092 表 印張 20 全插頁 2 字數 591 千

1961 年 7 月第 1 版

1961 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印數 0,001—2,080 冊 定價 (10) 2.80 元

## 目 录

緒論 .....	1
<b>第一章 軌道的構造和設計</b>	
<b>第一节 引言 .....</b>	<b>4</b>
§ 1-1 铁路轨道所应满足的一般要求 .....	4
§ 1-2 机车車輛的走行部分 .....	4
<b>第二节 直綫上的軌道 .....</b>	<b>6</b>
§ 1-3 軌距 .....	6
§ 1-4 鋼軌的水平位置 .....	7
§ 1-5 鋼軌的軌底坡 .....	7
<b>第三节 曲綫上的軌道 .....</b>	<b>10</b>
§ 1-6 曲綫上軌道構造的特点 .....	10
§ 1-7 機車車輛通过曲綫的内接 .....	11
§ 1-8 輪緣与鋼軌的接触点 .....	12
§ 1-9 曲綫軌道的必要軌距 .....	15
§ 1-10 矢距 $E$ 的計算 .....	16
§ 1-11 無緣輪寬度的檢算 .....	22
§ 1-12 機車導輪能否进入曲綫的檢算 .....	23
§ 1-13 鋼軌的彈性擠开 .....	25
§ 1-14 曲綫上的标准軌距 .....	27
§ 1-15 护軌 .....	32
<b>第四节 外軌超高度 .....</b>	<b>35</b>
§ 1-16 外軌超高度的目的 .....	35
§ 1-17 外軌超高度的計算 .....	35
§ 1-18 車輛在曲綫上的稳定条件 .....	38
§ 1-19 外軌超高度的实施 .....	42
<b>第五节 緩和曲綫 .....</b>	<b>43</b>
§ 1-20 緩和曲綫的目的 .....	43
§ 1-21 緩和曲綫应有的性質 .....	43
§ 1-22 緩和曲綫的方程式 .....	45
§ 1-23 常用的緩和曲綫 .....	48
§ 1-24 緩和曲綫長度 .....	50
§ 1-25 緩和曲綫的設置 .....	52
§ 1-26 連接兩圓弧的緩和曲綫 .....	58
§ 1-27 复曲綫中緩和曲綫的設置 .....	59
<b>第六节 縮短軌 .....</b>	<b>60</b>
§ 1-28 使用縮短軌的目的 .....	60
§ 1-29 縮短軌的需用數量及鋪設次序 .....	61
<b>第七节 双綫綫路上的曲綫設置 .....</b>	<b>63</b>
§ 1-30 双綫綫路上的曲綫設置 .....	63
<b>第二章 綫路上部建筑</b>	
§ 2-1 概述 .....	66
<b>第一节 鋼軌 .....</b>	<b>67</b>

§ 2-2 鋼軌的功用	67
§ 2-3 鋼軌的断面	67
§ 2-4 鋼軌的接縫及長度	74
§ 2-5 鋼軌的材質	76
§ 2-6 鋼軌的制造及驗收	78
§ 2-7 鋼軌的傷損	79
§ 2-8 鋼軌的磨耗	81
§ 2-9 鋼軌的使用壽命	84
§ 2-10 延長鋼軌使用壽命的措施	87
§ 2-11 鋼軌合理重量的選擇	89
<b>第二節 軌枕</b>	<b>94</b>
§ 2-12 軌枕的功用及種類	94
§ 2-13 木枕	94
§ 2-14 木枕佈置	95
§ 2-15 木枕的磨朽	96
§ 2-16 木枕的機械磨損及裂縫	99
§ 2-17 木枕的使用壽命	101
§ 2-18 膠合木枕	102
§ 2-19 鋼筋混凝土軌枕	103
§ 2-20 鋼筋混凝土軌枕的長度、断面及形狀	107
§ 2-21 新型鋼軌基礎	103
<b>第三節 鋼軌連結零件</b>	<b>110</b>
§ 2-22 鋼軌連結	110
§ 2-23 鋼軌的中間取結	110
§ 2-24 剛性扣件及彈性扣件	112
§ 2-25 墊板	116
§ 2-26 鋼軌與鋼筋混凝土軌枕扣緊的特點	117
§ 2-27 彈性墊層	120
§ 2-28 鋼軌接头	121
§ 2-29 魚尾板、螺絲及彈簧墊圈	122
§ 2-30 轉動接头	127
<b>第四節 道砟</b>	<b>129</b>
§ 2-31 道砟的功用	129
§ 2-32 道砟的材料	129
§ 2-33 碎石道砟	129
§ 2-34 卵石道砟	130
§ 2-35 熔爐矿渣道砟	131
§ 2-36 沙子道砟	131
§ 2-37 道床中壓力的傳佈	132
§ 2-38 道床断面	135
§ 2-39 道砟的清篩或更換期限	137
§ 2-40 延長道砟使用期限的措施	139
<b>第五節 防爬及曲綫加強設備</b>	<b>140</b>
§ 2-41 鋼軌爬行	140
§ 2-42 防爬器	141
§ 2-43 曲綫加強	143
<b>第六節 桥上綫路及道口</b>	<b>145</b>
§ 2-44 桥上綫路	145
§ 2-45 桥上綫路的鋼軌接头	146
§ 2-46 桥上綫路的防爬	147
§ 2-47 橋枕	147

§ 2-48 护軌.....	148
§ 2-49 新型桥面及整体桥面.....	150
§ 2-50 道口.....	151

## 第二章 线路联接和交叉

§ 3-1 线路联接和交叉的类型.....	154
<b>第一节 道岔的構造</b> .....	155
§ 3-2 道岔的类型.....	155
§ 3-3 普通道岔的構造.....	157
§ 3-4 轉轍器.....	161
§ 3-5 轍叉及护軌.....	163
§ 3-6 道岔曲綫.....	170
§ 3-7 岔枕.....	170
<b>第二节 單式普通道岔</b> .....	170
§ 3-8 直綫尖軌轉轍器的計算.....	170
§ 3-9 曲綫尖軌轉轍器(相剗式)的計算.....	173
§ 3-10 轍叉的計算.....	174
§ 3-11 普通道岔几何尺寸的計算.....	179
§ 3-12 道岔中的軌距.....	182
§ 3-13 道岔曲綫的座标.....	185
§ 3-14 道岔中鋼軌的長度.....	187
§ 3-15 道岔木枕的配臍.....	188
§ 3-16 道岔布置圖.....	189
<b>第三节 通过道岔的行车速度</b> .....	189
§ 3-17 通过道岔直綫的行车速度.....	189
§ 3-18 通过道岔側綫的行车速度.....	191
§ 3-19 高速运行的道岔.....	193
<b>第四节 道岔小型技术改造</b> .....	196
§ 3-20 轉轍器的小型技术改造.....	196
§ 3-21 轍叉的小型技术改造.....	196
§ 3-22 道岔長度的調整.....	197
<b>第五节 單式特种道岔</b> .....	198
§ 3-23 單式对称道岔.....	198
§ 3-24 單式異側不对称道岔.....	202
§ 3-25 單式同側不对称道岔.....	203
<b>第六节 曲綫地段上的單式道岔</b> .....	205
§ 3-26 鋪設在曲綫取直部分上的道岔.....	205
§ 3-27 鋪設在曲綫切綫上的道岔.....	209
§ 3-28 鋪設在曲綫上的曲綫道岔.....	211
§ 3-29 自由綫主綫引至平行側綫的道岔.....	214
<b>第七节 复式道岔</b> .....	216
§ 3-30 复式对称道岔.....	216
§ 3-31 复式異側不对称道岔.....	217
§ 3-32 复式同側道岔.....	219
<b>第八节 交叉和交分道岔</b> .....	222
§ 3-33 直角交叉.....	222
§ 3-34 菱形交叉.....	223
§ 3-35 交分道岔.....	226
§ 3-36 套式綫.....	229
<b>第九节 渡綫</b> .....	230
§ 3-37 兩平行直綫間的正常渡綫.....	230

§ 3-38 两平行直綫間的縮短渡綫.....	231
§ 3-39 两平行直綫間的正常交叉渡綫.....	232
§ 3-40 两平行直綫間的縮短交叉渡綫.....	233
§ 3-41 两不平行直綫間的渡綫.....	234
§ 3-42 两同心曲綫間的渡綫.....	235
<b>第十节 梯綫</b> .....	236
§ 3-43 梯綫的类型.....	236
§ 3-44 直綫式尽端梯綫.....	236
§ 3-45 混合式尽端梯綫.....	238
§ 3-46 折綫式尽端梯綫.....	240
§ 3-47 中間梯綫.....	245
<b>第十一节 轉向綫</b> .....	246
§ 3-48 迴轉綫.....	246
§ 3-49 三角綫.....	248
§ 3-50 轉盤綫.....	251

### 第四章 綫路强度計算

§ 4-1 概述.....	255
<b>第一节 綫路强度的静力計算</b> .....	256
§ 4-2 綫路强度計算中的几个主要系数.....	256
§ 4-3 綫路强度的静力計算.....	259
§ 4-4 鋼軌应力計算.....	262
§ 4-5 鋼軌联结零件应力計算.....	264
§ 4-6 軌枕应力計算.....	266
§ 4-7 道床及路基頂面应力計算.....	272
<b>第二节 綫路强度的动力計算</b> .....	276
§ 4-8 动力計算原理.....	276
§ 4-9 实用綫路强度計算法.....	278
§ 4-10 概率論在綫路强度計算中的应用.....	282
§ 4-11 車輪豎直动压力各部分最大值、平均值及均方差的計算.....	287
§ 4-12 車輪豎直动压力各部分的組合.....	295
§ 4-13 綫路各部分的应力計算.....	298
<b>第三节 綫路强度的实际測定</b> .....	298
§ 4-14 綫路彈性特征的測定.....	299
§ 4-15 鋼軌应力的測定.....	301
§ 4-16 鋼軌位移的測定.....	302
§ 4-17 軌枕反力及道床应力的測定.....	303

### 第五章 無縫綫路的計算

§ 5-1 概述.....	305
§ 5-2 溫度力及溫度应力.....	306
§ 5-3 鋼軌的縱向位移及其計算.....	308
§ 5-4 無縫綫路的强度計算.....	313
§ 5-5 無縫綫路穩定性的精確計算.....	313
§ 5-6 無縫綫路穩定性的近似計算.....	320
§ 5-7 長鋼軌折断后的軌縫計算.....	323
§ 5-8 無縫綫路的構造、鋪設及养护.....	324

## 緒 論

铁路运输是一个独立的物质生产部门，对于国民经济，具有重大意义。

铁路运输和河运、海运、空运、汽车运输以及管道运输一同构成一个国家的运输系统。不过，铁路运输佔最主要的地位；因为铁路运输兼有运输量大、运输费低、迅速、安全和舒适等优点。全国总运输量的80%以上由铁路运输完成。

铁路对国家具有发展经济、巩固国防、促进物资交流、改善人民生活的重大作用。我国幅员广大，人口众多，经济中心遍于全国，更需要设备完善的铁路运输把各省和自治区联成统一的整体，把各工业基地、工业中心和供给原料、粮食的各农业地区联成一个经济整体。

铁路线路为铁路运输的重要技术设备之一，由路基、桥隧建筑物及线路上部建筑所组成。

线路上部建筑是由道床、轨枕、钢轨以及联结零件（包括防爬设备）组成的，道岔亦属于线路上部建筑。

钢轨承担并引导机车车辆的轮轴，直接承受轮轴的压力，传之于轨枕。此外，轨枕还为轨道电路传导电流。

联结零件把钢轨彼此联结，并把钢轨与轨枕联结。

防爬设备是为了防止钢轨受到列车运行影响而沿着线路的移动（爬行）。

轨枕是钢轨的支垫，保证两股轨枕的相互位置保持不变，承受钢轨压力，传之于道床。

道床是上部建筑的垫层，承受轨枕的压力，把它传布于路基面上，从而减少压力的不均匀性以及单位面积上的压力强度；道床还具有缓和轮轴对于钢轨的冲击和排水的作用。

路基支承线路上部建筑，承受从道床传来的压力，保证整个线路坚固和稳定。

桥隧建筑物包括桥梁、涵洞、明渠、隧道以及为使路基稳固而设的护土墙。

铁路线路虽由不同材料的各部分所组成，但是一个整体的工程结构。铁路线路的所有组成部分共同一致地工作，任何一个组成部分的结构和强度的改变，会引起其他组成部分和整个线路的工作的改变，会引起机车车辆与线路相互作用的改变，也会引起机车车辆和线路的维修和修理费用的改变。

列车以高速在线路上通过，机车车辆的轮轴作用于钢轨上的力，除了重力以外，还有由于弹簧结构的振动、由于线路上或轮轴上存在着不平顺以及由于蒸汽机车蒸汽压力的作用、往复运动零件的未被平衡的惯性力和过量不平衡的离心力等原因而产生的附加垂直力；还有由于制动和其他因素所产生的纵向水平力以及由于机车车辆的摇摆和在曲线中的转动而产生的横向水平力，在无缝线路路上，还有由于温度变化而产生的温度力。这些力，并不是固定不变的，而是随时在变动的。

铁路线路还受气象、气候因素的作用，受地质和水文地质条件的影响。我国铁路，很多位置在气候情况或地质条件很复杂的地区中。

所以，铁路线路是工作于极复杂的条件下的工程结构。

铁路线路应当保证列车以机车规定的最大速度、安全、平稳和不间断地运行。铁路线路，不论就其整个来说，或者就其各个组成部分来说，都应当具有一定的坚固性和稳定性。

为了保证列车运行的安全、正点和平稳，必须对线路经常进行养护维修和定期进行各种修理。线路养护维修和修理的工作量首先决定于运输量、行车速度和机车车辆轴重等条件。线路结构的强弱对它也有很大影响。因此，在一定的线路结构条件下，为了适应日益繁重的运输任务，必须加强线路的养护维修和修理，使它经常保持良好状态；这是养路人员的首要任务。

铁路线路的构造与机车车辆的构造有着密切的关系。对于线路的工作，机车车辆的轴



式、軸重、軸距、車輪直徑、重心高度、彈簧裝置以及行駛速度等等均有影響。對於綫路結構的選擇，首先應當考慮到運輸強度。而綫路的建築、修理和維修的工作組織方式以及現有的養路作業的機械化程度，在很大程度上，也影響綫路結構的選擇。

隨着運輸強度的不斷增長和行車速度的不斷提高，鐵路綫路的結構需要不斷改進和加強。目前，世界各國的鐵路，鋼軌重量最高已達 77 公斤/米，道岔號碼最大已達 33 號以上，廣泛採用鋼筋混凝土軌枕、分開式鋼軌中間聯結、彈性聯結零件以及無縫綫路，並對鋼筋混凝土縱向軌枕、板狀軌枕以及整體道床進行了廣泛的試驗。為了使綫路更適合於高速重載列車的運行，正在對高速行車條件下機車車輛與綫路的相互作用問題，進行研究。

綫路上部建築各組成部分，在機車車輛的動力作用和自然侵蝕的影響下，不可避免地會發生磨耗或損壞。如何延長它們的使用壽命和節省鋼、木材料，是需要研究的另一問題。除了改進鋼軌和聯結零件的製造工藝以及木枕的防腐措施、改善綫路結構、加強綫路維修以外，還須尋求其他可以製造綫路上部建築組成部分的代用材料。對此，各國鐵路也在研究和試驗。

我國自從開始建築鐵路以來，已有八十多年的歷史。但在解放以前，我國鐵路操縱在帝國主義者和官僚資本主義者的手裡。他們建築鐵路的目的，是為了進行侵略和掠奪，而不是為了發展國民經濟；所以不但沒有整個鐵路網的建設計劃，而且綫路的質量很差，設備很落后，標準也不統一，綫路長期失修。鋼軌，按其長度，有二十多種；按其重量和斷面型式，有一百三十多種。道岔的類型繁多，尺寸混亂。木枕大都未經防腐。絕大部分的綫路，沒有墊板 and 防爬設備。路基病害很普遍。在養路工作中，無完整的計劃和制度，並且一直沿用着笨重、簡單的手工工具，效率低，勞動强度高。因此，綫路的質量很差。在有些綫路上，不能行駛重型機車，行車速度也受到很大的限制。至於鐵道科學技術的研究，更是談不到。

解放後，鐵路綫路的面貌，得到了徹底的改變。在很多綫路上鋪設了新的 43 公斤/米及 50 公斤/米的鋼軌，添配了墊板和防爬器，木枕都經防腐處理，道床也普遍加厚，並對舊有道岔進行小型技術改造；使綫路質量有了很大的提高。現在重型機車已可在全國綫路上以高速行駛；一般干綫的容許速度為 80~90 公里/小時，重要干綫的容許速度達 120 公里/小時。

在養路工作中，學習蘇聯經驗，貫徹了以預防病害為基本的原則，最大限度地延長了綫路設備各部分的使用壽命，並結合我國具體情況，制定了一套完整的組織制度 and 技術標準，建立了大修、中修、起道修和經常維修的養路工作分類。1953 年，提出以標準綫路作為養路工作全面性的綜合指標，要求消滅各種綫路病害，使綫路達到安全、高速、平穩、無病、無災的要求，保證了迅速增長的鐵路運輸任務的完成。

解放後，在對鐵路綫路進行改善和加強工作的同時，還在鐵道科學技術方面，展開了廣泛的研究。已經研究成功和製造鋪設試驗的有：低合金鋼軌、鋼筋混凝土軌枕、高錳鋼鑄造叉心組合轍叉、分開式鋼軌中間聯結零件、彈性聯結零件、特種斷面可彎軌、高錳鋼整鑄轍叉、彈簧鋼防爬器、膠合木枕及新型鋼筋混凝土軌枕，其中，鋼筋混凝土軌枕已大量使用。此外，無縫綫路已於 1957 年開始在我国的許多鐵路綫上廣泛鋪設，鋼筋混凝土縱向軌枕和板狀軌枕以及整體道床也已在各處試鋪。綫路與機車車輛相互作用的研究，已經開始。這些新材料、新結構 and 新技術的出現 and 推廣，將會使我國鐵路的綫路質量進一步提高。

解放後新建的許多鐵路，穿過地形地質十分複雜的地區，設計、施工及養護遇到許多困難。但在黨的正確領導下，各部門結合生產，進行了系統的研究工作，取得了很大成就。對於黃土地區、軟土地區、沙漠地區、鹽漬土地地區、喀斯特地區以及多年凍土地區的路基，都有相當有價值的試驗、觀測 and 研究成果。另外，通過寶成、寶天及其他山區鐵路崩崖塌方的整治 and 處理，也積累了很多經驗。隨着今後鐵路的繼續修築，必將有更多的成果來豐富這方面的科學技術。

1958 年鐵路運輸事業的大躍進，要求養路工作進一步提高勞動生產率，提高綫路質量；

同时也要求迅速摆脱繁重的体力劳动。这就促进了养路机械化、半机械化的迅速发展。到1959年，全国已有75%左右的工队和工区实现机械化和半机械化。

养路机械化、半机械化的迅速发展，是贯彻执行党的建设社会主义总路线，“两条腿走路”的方针，以及开展群众性的技术革新和技术革命运动的结果。

中华人民共和国成立以来，我国的铁路建设和铁道科学研究的成就是巨大的。但这仅仅是开端，在党的英明领导下，在建设社会主义总路线的光辉照耀下，铁路运输事业，和其他事业一样，将持续前进。现在，一个全国范围的铁道科学研究网已经形成，各铁路局、设计院、铁道学院以及专业研究机构都开展了大规模的研究工作，着重解决国内所需要迫切解决的问题，不断解决这些问题，必将进一步促使铁路运输事业的跃进和铁路线路方面科学技术的跃进。

# 第一章 軌道的構造和設計

## 第一節 引 言

### § 1-1 鐵路軌道所應滿足的一般要求

鐵路軌道直接支持機車車輛的車輪，引導機車車輛前進。為了確保列車運行的安全，軌道的兩股鋼軌之間，應保持一定的軌距；兩股鋼軌的頂面，應位於同一水平。

但在線路曲線部分，為了使機車車輛能順利通過，有時（在半徑較小的曲線上），應將軌距略予加寬；為了抵消離心力，應使外軌頂面略高於內軌頂面。

軌道上的鋼軌，應向內傾斜鋪設，使有適當的軌底坡。

為了使機車車輛平穩地由直線進入圓曲線並自圓曲線轉入直線，在直線與圓曲線之間，應有特殊的緩和曲線；使外軌得以逐漸提高，軌距得以逐漸加寬。

### § 1-2 機車車輛的走行部分

為了能正確了解鐵路軌道的構造和設計，必須對於機車車輛的走行部分作簡單的說明。因為軌道的構造和尺寸，與機車車輛走行部分的構造和尺寸有密切的關係。

機車車輛走行部分的基本部件為輪對。輪對由一根車軸和兩個車輪組成；車輪用輪轂以強大的壓力死裝在車軸上，只能隨車軸一起轉動。

車輪由輪心及輪箍組成。輪心有三種形式：幅條式、箱式及殼式，而以箱式輪心最為常用。車輛的車輪，除由輪心及輪箍組成的以外，還有一種整體無輪箍車輪。整體車輪依其構造材料，可分為鋼輪及鑄鐵輪兩種。

車輪踏面的外形如圖 1-1。圖 1-1 中，*a* 為機車車輪的踏面；*b* 為煤水車車輪以及車輛鋼輪的踏面（亦用於調車機車的動輪及直徑小於 1000 毫米的輔助輪）；*c* 為車輛鑄鐵輪的踏面。

車輪踏面的斜度分 1:20 和 1:10 兩段，1:20 的一段是經常與鋼軌頂面接觸的部分，1:10 的一段只在小半徑的曲線上才與鋼軌頂面接觸。車輪踏面為什麼有斜度，將於 § 1-5 中說明之。

車輪上有輪緣，以保證車輪沿著鋼軌滾動時不致脫軌。但為改善機車通過曲線的条件，好些機車的主動輪的輪緣較薄，也有某些機車的主動輪沒有輪緣（如和平型和友好

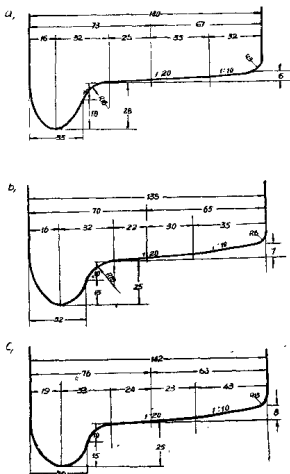


圖 1-1

型)。圖 1-1 中左邊突起部份即為輪緣。輪緣左邊豎直的一面稱為車輪內側面，因在運行時，它在鋼軌的內側；右邊踏面終端的豎直面稱為車輪外側面。車輪內側面與車輪外側面之間的距離稱為車輪寬度。通過路面上與車輪內側面相離一定距離（圖 1-1a 和 b 中，為 48 毫米，圖 1-1c 中為 52 毫米）的一點，劃一水平線，該線稱為測量綫。由測量綫至輪緣頂點的距離稱為輪緣高度。按照“鐵路技術管理規程”規定，輪緣厚度為在距輪緣頂點 18 毫米（機車車輪）或 15 毫米（車輛車輪）處量得的厚度，或即為在測量綫以下 10 毫米處量得的厚度。輪緣厚度，用鐵道部批准式樣的專用檢查器測量。這樣量得的輪緣厚度，與自車輪內側面量起的輪緣總厚度不同，在車輛冷鑄鐵輪中，相差 1~2 毫米。

輪對中兩車輪內側面之間的距離稱為輪對的輪箱（或輪轆）內側距離。輪箱（轆）內側距離加上輪緣總厚度兩倍稱為輪對寬度。

為了使所有鐵路車輛都能在軌道上安全行駛（這種軌道，在直線上有一定的寬度，在曲綫上也有近於一定的寬度），就必須使：1) 所有輪對具有相同的寬度，即固定在所有車軸上的兩個車輪之間的距離應當相同，只容許有很小的差異；2) 在機車車輛運行時，一部份車軸應彼此平行，其方向在直線上與鐵路綫路中綫垂直，在曲綫上則近於垂直。

設  $t$  = 輪對的輪箱（轆）內側距離， $h$  = 輪緣總厚度， $q$  = 輪對寬度（圖 1-2），則

$$q = t + 2h \quad (1-1)$$

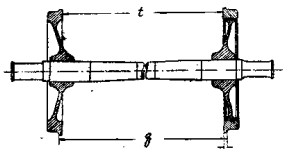


圖 1-2

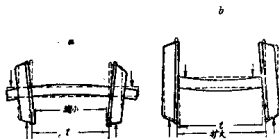


圖 1-3

根據“鐵路技術管理規程”規定，輪對的主要尺寸如下（表 1-1）：

表 1-1

車輪名稱	輪緣高度	輪緣總厚度 $h$		輪箱(轆)內側距離 $t$			輪對寬度 $q$		
		最大	最小	最大	正常	最小	最大	正常	最小
機車輪	28	33	23	1356	1353	1350	1422	1419	1396
煤水車輪	25	34	22	1356	1353	1350	1424	1421	1394
車輛鋼輪	25	34	22	1356	1353	1350	1424	1421	1394
車輛冷鑄鐵輪	25	38.5	23.5	1352	1351	1349	1429	1428	1396

1-3b)，輪對寬度因此略為加大。此項輪對寬度的變動，隨著輪對的尺寸和構造以及荷重的數值而不同，一般，對於車輛，約為 2~3 毫米，對於機車，約為 1 毫米。

輪對如固定在機車或車輛的車架上，則在轉動時，始終保持互極平行。為使機車車輛便於通過曲綫，可把部份車軸或全部車軸不固定在車架上，而固定在轉向架上。轉向架用中心銷與車架相連，能在平面上在一定範圍內作互不關聯的迴轉。固定在同一車架或轉向架上始終保持平行的兩極端車軸之間的距離，稱為固定軸距。同一機車或車輛的兩極端車軸之間的距離，稱為全軸距。全軸距與固定軸距的意義不同，其數值有時相同（圖 1-4a），有時不同（圖 1-4b）。

圖 1-5 示若干種機車和車輛的固定軸距和全軸距。

電力機車、內燃機車及車輛的軸箱，裝在兩車輪之外的軸頸上。經過軸箱傳到車軸上的荷重，使車軸向上撓曲（圖 1-3a），輪對寬度因此略為減小。蒸汽機車的軸箱，裝在兩車輪之間的车軸上，車軸受荷重向下撓曲（圖



設  $S_{\max}$  及  $S_{\min}$  各為最大及最小軌距， $q_{\max}$  及  $q_{\min}$  各為最大及最小輪對寬度，則最大空隙和最小空隙為

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

$\delta_0, \delta_{\max}$  及  $\delta_{\min}$  的數值如表 1-2:

表 1-2

車輪名稱	$\delta$ (毫米)		
	$\delta_{\max}$	$\delta_0$	$\delta_{\min}$
機車輪	45	16	11
煤水車輪	47	14	9
車輛調軌輪	47	14	9
車輛冷卻裝輪	45	7	4

以上計算空隙  $\delta$  的數值時，沒有把輪對寬度由於車輪撓曲而生的變動以及軌距在列車通過時所發生的彈性擴大考慮進去，也沒有考慮到輪緣厚度測定點和軌距測定點之間的差。

鋼軌與輪緣之間，應當有空隙，以免輪對楔住在軌道之間。但空隙大，車輛在直線上行駛時左右擺動的幅度也大。車輛擺動的幅度愈大，輪緣作用於鋼軌上的橫向壓力也愈大。當行車速度提高時，其影響更為嚴重。此外，空隙愈大，車輛自直線進入曲線時，由於輪緣撞擊鋼軌而耗失的動能量亦愈大。所以， $\delta$  應限制於最小的必要數值。美國有些鐵路，在行駛快速列車的線路的直線地段上，把軌距減小 3 毫米，以減小機車車輛的搖擺和鋼軌的磨耗。

#### § 1-4 鋼軌的水平位置

“鐵路技術管理規程”規定：“一條線路的兩股鋼軌軌頂，在直線部份應位於同一水平，或在線路直線部份全長內，容許保持一股鋼軌比另一股鋼軌高至 4 毫米”。

列車在軌道上行駛時，如果在長度不小於 500 米的線路直線部份，一股鋼軌比另一股鋼軌高出 4 毫米，則車輛的車輪輪緣將貼靠於較低的軌線，從而車輛的擺動幅度將減少，列車行駛較平穩；可以保證線路的較好狀態，減少改道和搬道的工作。鋼軌上的豎直荷重，由於一股鋼軌高出另一股鋼軌 4 毫米而發生的變更，是很微小的，不會引起鋼軌和輪緣的磨耗不均。

“鐵路技術管理規程”又規定，在線路直線部分和曲線部份，兩股鋼軌軌頂的水平，較規定標準的誤差，正線及到發線不得超過 4 毫米，其他線不得超過 6 毫米。但一股軌線對另一股軌線在水平上的坡度不應超過 1%。再兩股軌線的相互高低，如果彼此相距在 25 米以下，形成三角坑，則即使高低相差在容許數值之內，也應立即消除。因如左右兩股軌線，在短距離內，有不同方向的相互高低，則將加大車輪對鋼軌的沖擊作用，造成不良後果。

#### § 1-5 鋼軌的軌底坡

由於車輪踏面的主要部分為 1:20 的圓錐面，所以鋼軌在墊板上或軌枕上，不應當整直鋪設而應當向內傾斜鋪設，使有適當的軌底坡，使自車輪至鋼軌的傳力線，在鋼軌的中軌線上。

為什麼車輪踏面是圓錐面？

當一輪對經行曲線時，由於外軌曲線的半徑大於內軌曲線的半徑，沿外軌滾動的車輪所經的距離應當大於沿內軌滾動的車輪所經的距離。但因兩個車輪是死裝在車軸上的，必須完成相同次數的轉動。故如車輪踏面成圓柱形，則兩輪所經距離長短之差，要完全以兩輪的滑移取得平衡。如車輪踏面成圓錐形，則由於沿外軌滾動的車輪之輪緣貼靠於外軌，外輪的滾動半徑較內輪的滾動半徑略大，在相同的轉動數中，外輪比內輪所經的距離略長，可以減小些車輪的滑動。不過，這是就單一輪對的情況而言。雙輪車輛或雙軸轉向架經行曲線時，其後軸內輪之輪緣往往貼靠於內軌，則反將增加車輪的滑動

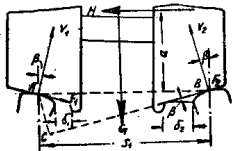


圖 1-8

距离。

車輪錐形路面的主要优点，可使車輪比較不容易被橫向水平力所推动，增加車輛行駛的穩定性；可使行駛于直綫地段上的車輛，在偏向軌道一邊時，仍能回返于軌道中綫的位置。此外，車輪的錐形踏面，在略被磨耗時，仍可使車輪不穩地通過道岔，不致發生劇烈震動。

圖 1-8 示車輛处于極限平衡狀態。根據力的平衡條件，得：

$$\Sigma X = H - V_1 \sin \beta + V_2 \sin \beta - F_1 \cos \beta - F_2 \cos \beta = 0, \quad (a)$$

$$\Sigma Y = G - V_1 \cos \beta - V_2 \cos \beta + F_1 \sin \beta - F_2 \sin \beta = 0, \quad (b)$$

$$\Sigma M_A = G \left( \frac{S_1 - \delta_1 - \delta_2}{2} + \delta_1 \right) - V_2 \cdot \overline{B'C} - F_2 \cdot \overline{A'C} - Ha = 0, \quad (c)$$

式中， $F_1 = fV_1$ ， $F_2 = fV_2$ ；

$$\overline{B'C} = S_1 \cos \beta, \quad \overline{A'C} = S_1 \sin \beta,$$

從(a)及(b)兩式，解出  $V_2$ ，代入(c)式，可見在下列條件下，平衡會被破壞，

$$H > G \frac{2fS_1 \pm (\delta_2 - \delta_1)(f^2 + 1) \sin 2\beta}{2S_1(\cos^2 \beta - f^2 \sin^2 \beta) - 2a(f^2 + 1) \sin 2\beta}$$

式中， $S_1$  為兩鋼軌中綫間的距离； $f$  為車輪與鋼軌間的摩擦係數。其分子中的土號，當力  $H$  的方向與圖 1-8 所示者相同時，用 (+) 號，相反時用 (-) 號。

如果車輪踏面成柱形，即  $\beta = 0$ ，則在下列條件下，平衡即被破壞，

$$H > fG.$$

茲設  $\delta_1 = \delta_2$ ， $f = 0.20$ ， $S_1 = 1.5$  米， $a = 2$  米；則當

$$\beta = \arcsin \frac{1}{20} \text{ 時，}$$

$$H > 0.232G;$$

當  $\beta = 0$  時，

$$H > 0.200G.$$

可見突破平衡所需的橫向水平力，在錐形踏面時比在柱形踏面時約大 15%。這個差數，且隨着  $(\delta_2 - \delta_1)$  增大而增大，即隨着車輪的偏向一邊而增大。所以車輪錐形踏面可使車輪比較不容易被橫向水平力所推动，增大車輛行駛的穩定性。

當車輛在直綫地段上行駛時，如果偏向軌道的一邊(圖 1-9)，則由于車輪的錐形踏面，一邊車輪的滾動半徑將大于另一邊車輪的滾動半徑，前者將超前于后者，這就迫使輪對回返于軌道的中綫。

如果車輪的踏面成圓柱形，則即使不大的磨耗也就会在踏面上形成凹槽。當車輪通過道岔時，在  $a$   $b$  兩段上，將躍升高度  $h$  (圖 1-10)，會發生劇烈的震動和沖擊。錐形踏面的車輪便能平穩通過，不致發生劇烈震動。

以上說明車輪錐形踏面的优点。但是錐形踏面也有缺點。

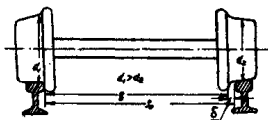


圖 1-9

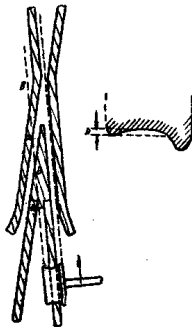


圖 1-10

如果有橫向力  $H$  作用于車輪上(圖 1-8)，在錐形踏面的情況下，反力  $V_1$  要比在柱形踏面情況下的大，反力  $V_2$  要比在柱形踏面情況下的小；因此，兩股鋼軌上的壓力之差，要比在柱形踏面情況下的大。

如果沒有橫向力  $H$  作用于車輪上(圖 1-11)，則  $\delta_1 = \delta_2$ ， $V_1 = V_2$ 。但木枕受荷重的作用，會發生彈性壓縮，因此使軌距增大(圖中用虛線表示)。則除了法向反力  $V_1$  和  $V_2$  之外，還產生切向反力  $F_1$  和  $F_2$  ( $F_1 = fV_1$ ，

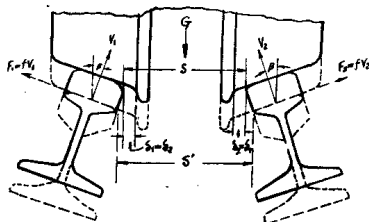


圖 1-11



圖 1-12

$F_2 = fV_2$ 。这时，

$$V_1 = V_2 = \frac{G}{2(\cos\beta + f\sin\beta)} = \frac{G}{2} \frac{\cos\varphi}{\cos(\varphi - \beta)}$$

式中， $\varphi$  为摩擦角，即  $\varphi = \arctg f$ 。 $V$  和  $F$  的合力  $R$  与  $V$  的方向之间，成角  $\varphi$  (圖 1-12)。 $R$  的数值为

$$R = V\sqrt{1+f^2} = \frac{V}{\cos\varphi} = \frac{G}{2\cos(\varphi - \beta)}$$

但如車輪踏面为圓柱形，鋼軌豎放無軌底坡，則兩鋼軌的反力各等于  $\frac{G}{2}$ ，其方向豎直，与鋼軌中軸綫相合；都不会因木枕的彈性壓縮而变动。

可見在錐形踏面情況下，鋼軌反力  $R$  比在柱形踏面情況下的大，且其方向与鋼軌中軸綫成角  $\varphi$ 。車輪与鋼軌間的摩擦力  $F_1$  和  $F_2$ ，又增加鋼軌和車輪的磨耗。

錐形踏面的車輪还比柱形踏面的車輪增加些行車阻力。

錐形踏面的斜度愈大，其不良影响亦愈大。斜度 1:20 的錐形踏面，优点大而缺点小，所以現在普遍采用的車輪踏面成 1:20 的錐形。

因为車輪踏面是一段圓錐面，而鋼軌頂面則是圓柱面，如果車輪踏面的斜度为 1:20，鋼軌頂面的半徑为 350 毫米，車輪在豎放無軌底坡的鋼軌上的压力，将作用于鋼軌軸綫之內約 19 毫米处，且略向外斜。因此，使軌頂的一側承受压力，产生扭轉鋼軌的力。但鋼軌被扣在軌枕上，于是容易使軌头与軌腰的连接部份發生縱裂，或使軌腰發生弯曲或甚至折損。为了避免上述缺点，应将鋼軌斜放，使有适当的軌底坡，使車輪正好在鋼軌頂面中央均匀滚动，車輪压力与鋼軌頂面垂直。这样，可以防止鋼軌的翻轉，亦可以减小鋼軌的磨耗和伤損。

軌底坡一般与車輪踏面的斜度相同，即 1:20。軌底坡是否正确，可沿着鋼軌頂面察知；倘軌頂的内半面被磨得發亮，即軌底坡不足；倘軌頂的外半面被磨得發亮，即軌底坡太大。軌底坡按下列情况时，应进行修理：

- 1) 与标准相差达 1/60 及其以上时；
- 2) 在 6 米鋼軌(半节鋼軌)內，軌底坡的变化达 1/60 及其以上时。

軌底坡用專門的規尺检查。不过应当注意，鋼軌受列車車輪荷重时的軌底坡，与未受荷重时的軌底坡，并不相同。軌枕的挠曲和壓縮、垫板未与軌枕完全貼紧、道釘未將鋼軌完全扣紧以及鋼軌的水平彈性挤开等等，均使鋼軌之受荷重时的軌底坡与未受荷重时的軌底坡不同。鋼軌受荷重时的实际軌底坡，很难确知，所以軌底坡的数值究以若干为适宜，还是一个有待研究的問題。美国 A. R. E. A 建議的軌底坡为 1/40。苏联 1956 年 6 月批准的铁路綫路經常維修規則規定鋼軌的軌底坡可为 1/20，也可为 1/40。

鋼軌頂面，由于磨耗不均，已形成橫向坡度时，軌底坡应按磨耗軌頂的坡度予以适当調整。这点很重要。因为軌底坡的目的，是为使軌頂面与輪踏面相适应，軌頂面既經磨耗，軌底坡便应調整，使軌頂橫坡符合于車輪踏面坡度。

修理軌底坡时，軌距亦随同变化，故应同时改正軌距。



軌底坡可用楔形墊板或將軌底下的軌枕面削成適當坡度而達到之。

在曲線上，因有外軌超高，軌枕面與水平面成傾斜角。這時，鋼軌的軌底坡是對傾斜的軌枕面而言。外股鋼軌應具有正常的軌底坡，里股鋼軌的軌底坡須根據外軌超高而規定。外軌超高達到 75 毫米時，里股鋼軌（軌底坡 1:20）將成為豎直。外軌超高超過 75 毫米時，里股鋼軌將向外傾斜。這樣，在列車停車或慢行時，里股鋼軌承受很大壓力，會被擠壓而向外翻倒。為此，應將里股鋼軌的軌底坡適當加大，以防止向外翻倒。“軌底坡養護標準”（鐵路經常維修規則附件第二號）規定曲線上里股鋼軌的軌底坡與軌枕面傾斜的坡度如下：

外軌超高	軌底坡
0~75 毫米	1:20
80~125 毫米	1:12

在里股鋼軌的軌底下，按照表 1-3，將木枕面削去一部份。

道岔上一般不做軌底坡。道岔前後鋼軌的軌底坡，應由基本軌前端及轍叉尾端的兩接頭向外順坡。順坡長度應不小於 18 米，將順坡地段的軌枕面適當砍削，或用其他辦法，使軌底坡從 0 改變至 1:20。

表 1-3

外軌超高 (毫米)		軌枕向 的最大 傾斜度	里股鋼軌底下軌枕面對軌枕 表面的傾斜度		里股鋼軌 軌底對軌 枕面所成 的傾斜度
直	平		用平面墊板及 不用墊板時	用 1:20 楔形 墊板時	
0	75	1:20	1:20	0	1:20
80	125	1:12	1:12	1:30	1:12

### 第三節 曲線上的軌距

#### § 1-6 曲線上軌道構造的特點

綫路曲綫部分的軌道，有下列幾點特點：

- 1) 在半徑較小的情況，加寬軌距，必要時鋪設護軌或裝設其他設備；
- 2) 設置外軌超高；
- 3) 用緩和和曲綫連接直綫與圓曲綫或連接半徑不同的兩圓曲綫；
- 4) 在曲綫的里股軌線上鋪用縮短軌；
- 5) 在雙綫綫路或多綫綫路上，加寬綫路中間的距離。

綫路曲綫部份的軌距，如果曲綫半徑較小，須略予加寬，使機車車輛能順利通過曲綫（圖 1-13）。加寬軌距，系將曲綫內軌向曲綫中心方向移動，曲綫外軌的位置，則保持不變。

鋪在曲綫內側的護軌是為了承受向外方向的橫向水平力（與綫路中綫方向相垂直或近於垂直的水平力），以防止外軌的側面磨耗以及外軌的被擠出。如果曲綫上的軌距加寬較大，為了避免車輛輪着於軌道內，在曲綫兩側，均鋪護軌（如果軌距加寬很大，曲綫兩側均鋪護軌，亦不生效，則須裝置特殊設備，以防車輛陷入於軌道內）。

外軌超高的目的，在於借重力的水平分力以抵消離心力，使曲綫兩側鋼軌所受的垂直壓力相等，並使旅客不致感覺不適。

緩和和曲綫的目的，在於使列車在曲綫上運行時所持有的力，在直綫轉入圓曲綫時或自一個圓曲綫轉入另一半徑不同的圓曲綫時，不致發生突然變動，而是逐漸變動，且其變動率不超過一定的容許值。

因為曲綫的內側長度短於其外側長度，為使里股鋼軌接頭與外股鋼軌接頭錯開不大，應在曲綫的里股軌線上鋪用縮短軌。

在雙綫或多綫綫路上，兩列車在相鄰兩綫上通過時，其中間必須有一定的淨空。行駛於曲綫上的車輛，其兩端突出於曲綫外側，而中部偏入於曲綫內側；因此相鄰兩綫上的車輛之

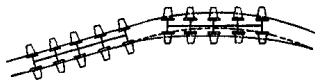


圖 1-13