



高等学校教材

铁路货运技术

北方交通大学 吴育俭 郭维鸿 刘东岭 主编



中国铁道出版社

U294
013

高等学校教材

铁路货运技术

北方交通大学 吴育俭 郭维鸿 刘东岭 主编
沈庆衍 主审

中国铁道出版社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书为铁道部面向 21 世纪课程系列教材之一,全书分阔大货物运输、易腐货物运输和危险货物运输三篇,主要讲述了超限货物运输、阔大货物装载、加固及方案设计,易腐货物生化原理、制冷原理及设备、冷藏运输工具、铁路加冰所及易腐货物运输组织,铁路危险货物分类及各类货物的特性、危险货物运输包装、技术设备及安全管理、放射性物品运输等问题。

本书可作为交通运输专业教材,也可作为铁路及交通部门干部、管理人员技术培训及自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路货运技术/吴育俭,郭维鸿,刘东岭主编. —北京:中国铁道出版社,2000.11

ISBN 7-113-03983-9

I. 铁… II. ①吴… ②郭… ③刘… III. 铁路运输: 货物运输 IV. U294

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 58381 号

书 名:铁路货运技术

作 者:吴育俭 郭维鸿 刘东岭

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑:金锋

封面设计:陈东山

印 刷:北京市兴顺印刷厂

开 本:787×960 1/16 印张:18 字数:360 千

版 本:2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

书 号:ISBN 7-113-03983-9/U·1092

定 价:25.50 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

《铁路货运技术》主要包括铁路阔大货物运输、易腐货物运输和危险货物运输三个组成部分。由于该类货物性质特殊,安全质量要求较高,需要特殊的运输条件,故也称为按特殊条件办理的货物运输。在铁路货物运输中,它是一个理论性和技术性较强,与铁路运输生产实践紧密结合,涉及知识面较广并且有一定特色的铁路货运组织学科的重要分支。

从事该运输领域工作的人员应了解特殊条件货物的基本性质,明确按特殊条件办理的货物安全运输的重要性,增强铁路货运安全意识,掌握制定运输条件的基本原理与计算方法,初步具备该类货物运输方案的设计能力及案例分析能力。

基于上述思路与初衷,我们编写了本书。在本书编写过程中,除了阐明基本原理外,还特别注意吸收了近年来该学科领域国内外的科研成果以及铁路运输生产实践中的成功经验,希望本书既具有一定的理论水平,又与铁路运输实际相结合,以期对特殊条件货物运输理论建设及实际运作有所裨益。

参加本书编写的人员:郭维鸿,李笑红(第一篇第一章);郭维鸿,韩梅(第一篇第二、四章);郭维鸿,黄艳春(第一篇第三章);刘东岭(第二篇);罗善美(第三篇第一章);吴育俭(第三篇第二、三章);韩开春(第三篇第四章)。

全书总体结构、篇章内容由吴育俭统合、审定,沈庆衍任主审。

由于编者水平和时间有限,书中难免出现缺点和错误,恳请广大读者给予批评、指正。

编 者

2000年5月

目 录

第一篇 铁路阔大货物运输

第一章 超限货物运输	1
第一节 铁路限界	1
第二节 超限货物超限等级的确定	10
第三节 超限货物运输组织	22
复习思考题	29
第二章 铁路阔大货物装载	30
第一节 阔大货物装载的基本技术条件	30
第二节 避免集重装载的技术条件	37
第三节 超长货物装载的技术条件	48
复习思考题	53
第三章 铁路货物加固	54
第一节 运输过程中作用于货物上的力	54
第二节 需要加固装置承受的力	61
第三节 主要加固方法及其加固强度	64
复习思考题	76
第四章 装载加固方案设计	77
复习思考题	95

第二篇 铁路易腐货物运输

第一章 易腐货物的生化原理	96
第一节 易腐食品的化学成分及变质的生化分析	96
第二节 易腐货物的冷藏	98
第三节 易腐货物的速冻及解冻	99
第四节 食品的玻璃化贮存	100
第五节 易腐货物贮运的 T. T. T 理论	100
复习思考题	103
第二章 制冷原理及设备	104
第一节 冰盐制冷的原理	104

第二节 压缩式制冷机的工作原理	107
第三节 制冷剂 and 载冷剂	109
第四节 制冷机的主要部件	115
第五节 制冷机的热工计算	123
第六节 制冷机的制冷循环	129
第七节 制冷机的选择计算	135
复习思考题	142
第三章 冷藏运输工具	143
第一节 冷藏车的特点和基本性能	143
第二节 加冰冷藏车	144
第三节 机械冷藏车	146
第四节 冷板冷藏车	152
第五节 冷藏集装箱	153
第六节 冷藏车的热计算	156
复习思考题	160
第四章 铁路加冰所	161
第一节 加冰所的分类及任务	161
第二节 加冰所的设备	162
第三节 冷藏车的加冰加盐及通风	165
复习思考题	167
第五章 易腐货物运输组织	168
第一节 易腐货物运输的基本要求	168
第二节 易腐货物的承运	170
第三节 易腐货物的装车	171
第四节 易腐货物的到达作业	172
复习思考题	174

第三篇 铁路危险货物运输

第一章 危险货物分类及各类货物的特性	175
第一节 爆炸品	177
第二节 压缩气体与液化气体	180
第三节 易燃液体	182
第四节 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品	185
第五节 氧化剂与有机过氧化物	187
第六节 毒害品和感染性物品	189

第七节 放射性物品	190
第八节 腐蚀品	190
第九节 杂类	191
复习思考题	191
第二章 危险货物运输包装	192
第一节 危险货物运输包装的基本要求	192
第二节 危险货物运输包装标记和标志	197
第三节 危险货物运输包装性能试验	203
第四节 危险货物运输包装安全分析	210
复习思考题	221
第三章 危险货物运输技术设备及安全管理	222
第一节 危险货物运输技术设备	222
第二节 危险货物办理站货场设备的配置	234
第三节 危险货物运输组织	248
第四节 危险货物运输过程中安全保障对策	257
复习思考题	263
第四章 放射性物品运输	264
第一节 放射性物品特性及运输包装	264
第二节 放射性物品运输条件	268
第三节 运输放射性物品的安全监测	269
第四节 放射性物品运输安全防护	271
复习思考题	276
参考文献	277

第一篇 铁路阔大货物运输

第一章 超限货物运输

第一节 铁路限界

为了保证行车安全,接近铁路线路的各种建筑物和设备,必须与铁路线路保持一定的距离,同时对在线路上运行的机车车辆的横向尺寸也须有一定的限制。所以铁路规定了各种专门的限界,如机车车辆限界、基本建筑限界、隧道建筑限界、桥梁建筑限界等。其中最基本的是机车车辆限界和基本建筑限界两类。

一、机车车辆限界

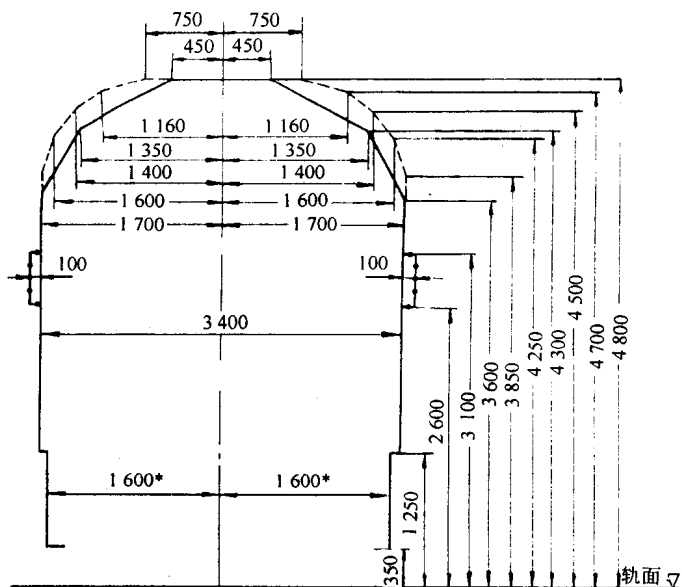
机车车辆限界是一个与平直线路中心线垂直,在线路中心线所在垂直平面两侧尺寸对称的横断面极限轮廓。当机车车辆(无论是具有最大公差的新车或具有最大公差和磨损限度的旧车)停留在水平直线上,其纵中心线和线路中心线处于同一垂直平面上时,机车(除电力机车的受电弓外)、车辆的任何部分均不得超出该极限轮廓。

我国标准轨距铁路机车车辆(上部)限界(GB 146.1—83)与通过设有车辆减速器的调车驼峰的机车车辆下部限界如图 1—1—1 及图 1—1—2 所示。

我国铁路实行统一的机车车辆限界,始见于 1950 年的《铁路技术管理规程》(简称《技规》),是沿用伪南满铁路的标准。其最大高度处距轨面 4 800mm,最大宽度在 1 250~3 600mm 高度范围内为 3 400mm,亦即图 1—1—1 中的基本轮廓。这个限界比原苏联限界(高 5 300mm,宽 3 600mm)小,但比英、德、法及其他欧洲国家限界(宽度均在 3 200mm 左右,高不超过 4 650mm)大,也比美国的机车车辆限界(宽 3 251mm,高 4 572mm)大。

1959 年将 1950 年《技规》中的机车车辆限界正式以国家标准(GB 146—59)颁发。因为其最大高度 4 800mm 处,宽度仅 900mm,电力机车受电弓在非工作位置时超出限界,所以规定新造的电力机车在高度为 4 800mm 处,半宽放宽到 750mm;又由于高 350~1 250mm 范围内宽度较窄,允许新造电力机车半宽达到 1 675mm。

1959 年颁发的机车车辆限界的主要缺点是:两肩过窄,使电力和内燃机车设计受到一定限制;客车、冷藏车等在布置行李架、上层铺位及储水箱等设备时感到空间狭窄,



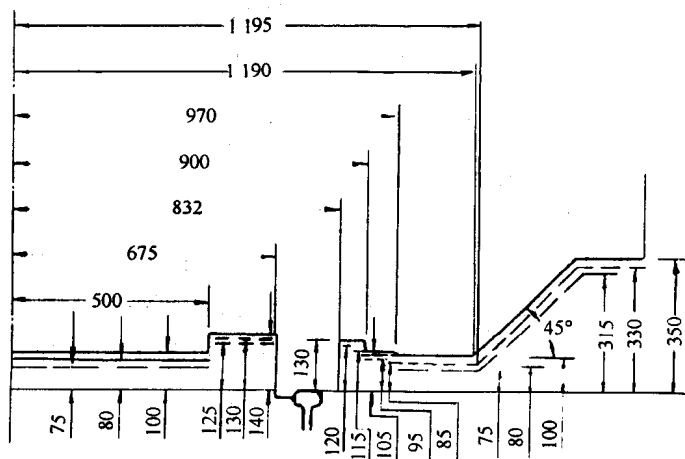
—— 机车车辆限界基本轮廓。

----- 电气化铁路干线上运用的电力机车。

——●—— 列车信号装置限界轮廓。

* 电力机车在距轨面高 350~1 250 范围内为 1 675mm。

图 1-1-1 机车车辆(上部)限界



—— 车体与弹簧有关部分。

----- 固定在转向架上与弹簧有关部分。

—— 与弹簧无关部分。

图 1-1-2 通过设有车辆减速器的调车驼峰的机车车辆下部限界

不便使用;限制了棚车两肩形状,降低了车厢空间利用效率;距轨面高 350~1 250mm 范围内宽度较小,限制了机车车辆的宽度,影响对建筑限界空间的利用效率。

到了 1983 年修订机车车辆限界标准时,本欲将两肩宽度加大到图 1-1-1 中的“——”所示位置,并将高 350~1 250mm 范围的半宽放宽到 1 675mm,但未获得通过。最后只放宽了电力机车的肩部和下部宽度,仍保留了机车车辆限界基本轮廓。致使 1959 年机车车辆限界的主要缺点在除电力机车之外的所有机车车辆上仍继续延续。

二、建筑限界

铁路建筑限界也是一个与平直线路中心线垂直,在线路中心线所在垂直平面两侧尺寸对称的横断面极限轮廓。这个轮廓是铁路线路周围的各种建筑物或设备接近线路的限制轮廓。除了机车车辆和与机车车辆有相互作用的设备(车辆减速器、路签授受器、接触电线及其他)外,其他任何建筑物或设备不得侵入其内。

铁路建筑限界的制定,应该考虑机车车辆限界的尺寸和机车车辆安全运行的要求,同时还应考虑国家大型设备(超限货物)运输的需要;而且也要为机车动力的发展和长大货车的大型化留有发展余地。建筑限界过大,必然造成巨大浪费,过小则会阻碍大型设备的运输。

我国标准轨距铁路建筑限界也是 1959 年作为国家标准正式颁发的(当时称为建筑接近限界)。1983 年改称标准轨距铁路建筑限界,重新以 GB 146.2-83 公布。分为基本建筑限界、隧道建筑限界、桥梁建筑限界等,都是按水平直线线路制定的。

(一)标准轨距铁路建筑限界(GB 146.2-83)的尺寸

1. 基本建筑限界

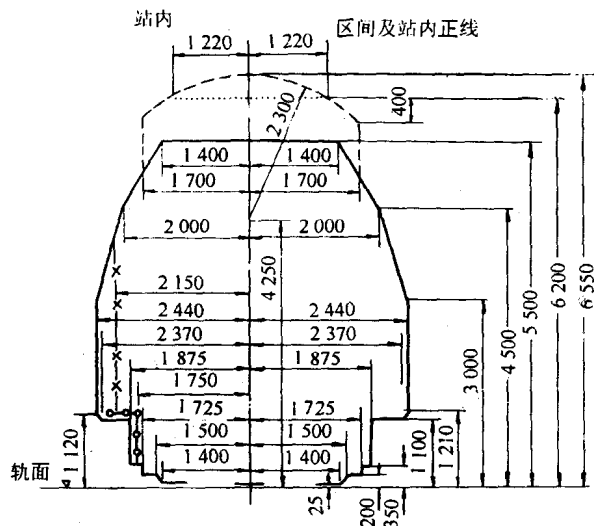
基本建筑限界如图 1-1-3 所示。适用于 1959 年以后的新建铁路以及原有线路的技术改造。

基本建筑限界系沿用建国前伪交通部的钢梁及隧道建筑限界中的基本建筑限界。最大高度从钢轨面算起为 5 500mm,最大半宽从线路中心线所在垂直平面算起为 2 440mm。从世界范围看,这个限界是比较大的,比欧洲国家的限界大,与原苏联(高 5 550mm,半宽 2 450mm)和美国(高 6 700mm,半宽 2 438mm)的限界相近。这对我国铁路超限货物运输和重工业及化工、电力工业的发展具有重要意义。

2. 隧道、桥梁建筑限界

适用于蒸汽及内燃牵引的单线及复线铁路的隧道和桥梁建筑限界如图 1-1-4 及图 1-1-5 所示。适用于电力牵引的单线及复线铁路的隧道和桥梁建筑限界如图 1-1-6 及图 1-1-7 所示。

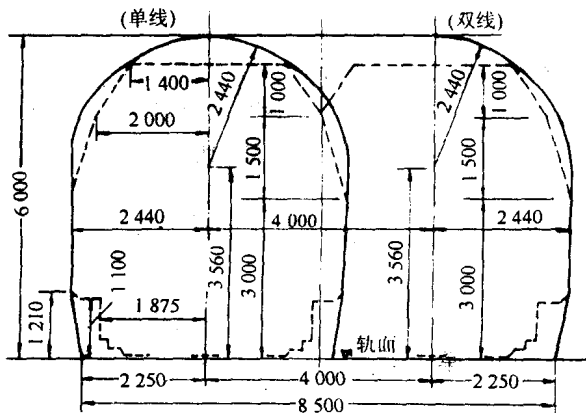
由图 1-1-4~图 1-1-7 中可见:隧道、桥梁建筑限界均比基本建筑限界大。这是由于隧道及桥梁的结构、施工特点以及线路的维修、养护、巡查等要求决定的。也就是说,隧道、桥梁建筑限界不应该小于基本建筑限界。在基本建筑限界与隧道、桥梁建筑限



- x-x- 信号机、水鹤的建筑限界（正线不适用）。
- 站台建筑限界（正线不适用）。
- 各种建筑物的基本限界。
- 适用于电力机车牵引的线路的跨线桥、天桥及雨棚等建筑物。
- 电力机车牵引的线路的跨线桥在困难条件下的最小高度。

注：旅客站台上的柱类建筑离站台边缘至少 1.5m，建筑物离站台边缘至少 2.0m。专为行驶旅客列车的线路上可建高 1100mm 的站台。

图 1-1-3 基本建筑限界



- 基本建筑限界。
- 隧道建筑限界。

图 1-1-4 隧道建筑限界（蒸汽及内燃牵引线路）

界之间,可以安装照明、通信、警告信号等设备,而这些设备不应侵入基本建筑限界之内。但是在1959年正式实施建筑限界的国家标准之后,新建或改建的线路甚至20世纪70年代以后新建线路的个别地段实际限界也有小于国家标准的,这种情况要求我们在确定超限车的运行条件时,一定要考虑具体限界尺寸。

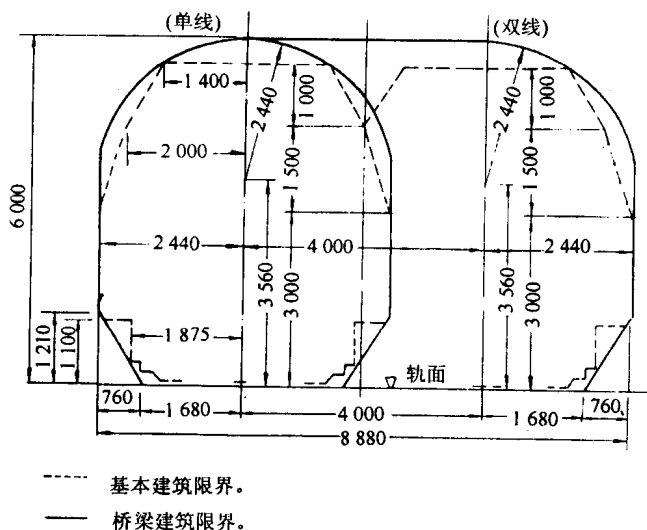


图 1-1-5 桥梁建筑限界(蒸汽及内燃牵引线路)

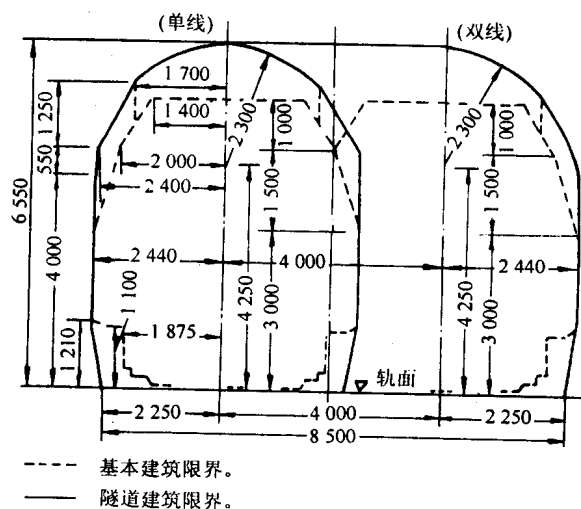


图 1-1-6 隧道建筑限界(电力牵引线路)

3. 建筑限界在曲线上的加宽

假设货车的横断面尺寸与机车车辆限界相同,停留在直线上,车辆纵中心线与线路中心线处于同一垂直平面时(以下简称理想状态),车辆与建筑限界的距离,恰好是机车

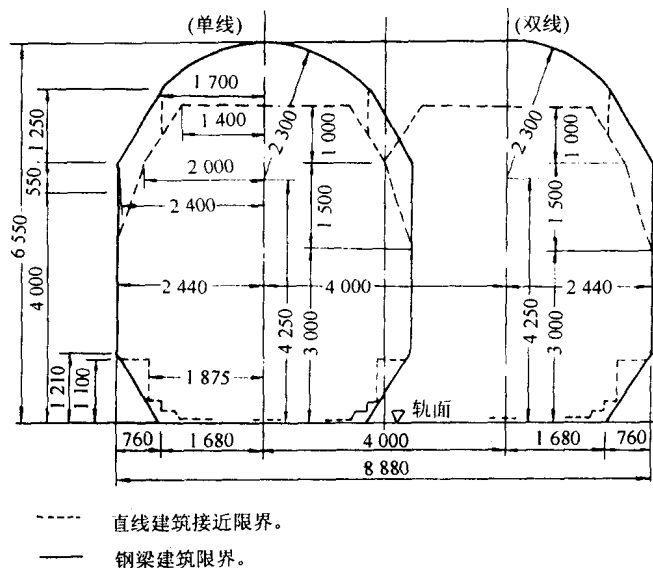


图 1-1-7 桥梁建筑限界(电力牵引线路)

车辆限界与建筑限界之间的距离。当车辆运行到曲线上时,车辆纵中心线在车辆转向架中心销(M、N)之间向线路中心线内侧偏移,在M、N外方向线路中心线外侧偏移,如图1-1-8所示。如果曲线建筑限界与直线建筑限界(如图中“——”所示)相同,则车辆在曲线上与建筑限界间的距离必然变小。为了使车辆在曲线上与建筑限界之间的距离与其在直线上时相等,曲线建筑限界应予加宽。即在直线建筑限界基础上,将曲线内侧建筑限界加大一个车辆中部的内偏差量,曲线外侧建筑限界加大一个车端的外偏差量。

曲线建筑限界的加宽值与车辆长度、销距大小、曲线半径相关。我国规定建筑限界在曲线上的加宽值按照车长为26m,销距为18m的车辆(称为计算车辆)和曲线的实际半径进行计算。同时要考虑由于曲线外轨超高引起的车辆倾斜量。

建筑限界在曲线上的加宽值,可按下式计算:

在曲线内侧的加宽值

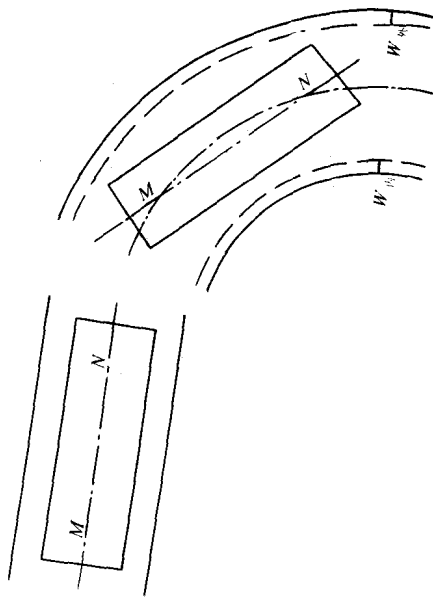


图 1-1-8 建筑限界在曲线上加宽示意图

$$W_{\text{内}} = \frac{40\,500}{R} + \frac{H}{1\,500}h \quad (\text{mm})$$

在曲线外侧的加宽值

$$W_{\text{外}} = \frac{44\,000}{R} \quad (\text{mm})$$

式中 R ——曲线半径,m;

H ——计算点自轨面起算的高度,mm;

h ——外轨超高,mm。

例如, $R=300\text{m}$ 、 $h=125\text{mm}$ 、 $H=3\,000\text{mm}$ 的曲线建筑限界内、外侧加宽值分别为:

$$W_{\text{内}} = \frac{40\,500}{R} + \frac{H}{1\,500}h = \frac{40\,500}{300} + \frac{3\,000}{1\,500} \times 125 = 135 + 250 = 385\text{mm}$$

$$W_{\text{外}} = \frac{44\,000}{R} = \frac{44\,000}{300} = 147\text{mm}$$

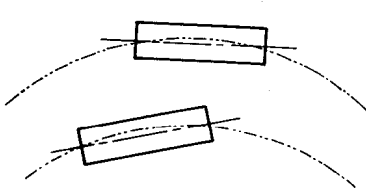
因而,在 $R=300\text{m}$ 的曲线上,距轨面 $3\,000\text{mm}$ 高度处,建筑限界内、外侧半宽应分别为:

$$\text{内侧} \quad 2\,440 + 385 = 2\,825\text{mm}$$

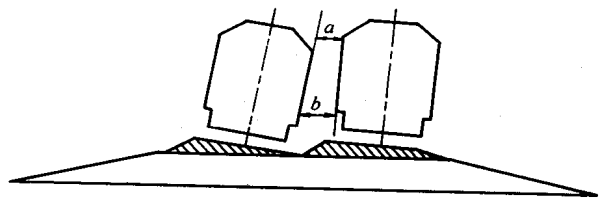
$$\text{外侧} \quad 2\,440 + 147 = 2\,587\text{mm}$$

4. 曲线线路间距加宽

为了保证复线或并行的单线相邻线路上运行的列车之间互不影响,线路间距应有一定要求。我国铁路要求线路间距在区间不应小于 $4\,000\text{mm}$ 。在相邻曲线上,外侧线路上的车辆中部向线路中心线内侧偏移,内侧线路上的车辆两端向线路中心线外侧偏移。当内、外侧线路上的车辆处于图 1-1-9(a)所示位置时,如果曲线线路间距与直线线路间距相同,则两车之间的净空比在直线上时小。当相邻曲线外轨超高不等时,车体倾斜度不同,若外侧线路外轨超高大于内侧线路外轨超高时,则两车之间净空比在直线上小,如图 1-1-9(b)所示。为了使相邻曲线上的车辆间能够保持与其在直线上相同的净空,曲线线路间距应予加宽。其加宽值也是按计算车辆进行计算的,计算公式为:



(a)加宽平面示意图



(b)加宽的横断面示意图

图 1-1-9 曲线间距加宽示意图

$$W = \frac{40\,500}{R} + \frac{44\,000}{R} + \frac{H}{1\,500}h_{\text{差}} = \frac{84\,500}{R} + \frac{H}{1\,500}h_{\text{差}}$$

式中 R ——曲线半径, m;

H ——计算点高度, 取 3 600mm;

$h_{\text{差}}$ ——外侧线路与内侧线路外轨超高差, mm。

内侧线路的外轨超高等于或大于外侧线路的外轨超高时, 最后一项不予计算。

区间曲线相邻线路中心线间距的加宽值见表 1-1-1。

表 1-1-1 区间曲线中心线间距离加宽表

曲线半径 (m)	外侧线路外轨超高大于 内侧线路外轨超高时 (mm)	在其他任 何情况下 (mm)	曲线半径 (m)	外侧线路外轨超高大于 内侧线路外轨超高时 (mm)	在其他任 何情况下 (mm)
4 000	55	20	700	300	120
3 000	70	30	600	320	140
2 500	85	35	550	335	155
2 000	110	40	500	350	170
1 800	120	50	450	370	190
1 500	145	55	400	390	210
1 200	180	70	350	420	240
1 000	215	85	300	460	280
800	270	105	250	520	340

注: 表中数值是按超高差为外轨最大超高的 1/2 计算的。外轨最大超高按 $h = 7.6 \frac{v_{\text{最高}}^2}{R}$ 计算 ($v_{\text{最高}}$ 为最高行车速度, 按 120km/h 计算), 当计算得到的外轨超高大于 150mm 时, 按 150mm 计算。

(二)《铁路超限货物运输规则》(简称《超规》)采用的建筑限界

《超规》采用的建筑限界也是 1950 年《技规》公布的建筑限界。同样是沿用伪南满铁路标准。这个限界与当时同时公布的机车车辆限界相适应。其最大高度为 5 150mm, 最大宽度为 4 200mm。显然这个标准比较小。1959 年在制定建筑限界的国家标准时, 废弃了这个标准。但是考虑到我国铁路旧线建筑限界标准不一, 而且较小, 在短时间内难以统一改造, 故在超限货物运输中, 仍本着从实际出发的原则, 继续沿用 1950 年《技规》中的建筑限界。

《超规》采用的建筑限界在曲线上的加宽值是按照车长为 13.22m, 销距为 9.35m 的计算车辆计算的。内、外侧加宽值分别为:

$$W_{\text{内}} = \frac{10\,928}{R} + \frac{H}{1\,500}h \quad (\text{mm})$$

$$W_{\text{外}} = \frac{10\,918}{R} \quad (\text{mm})$$

(三)特定区段装载限界

我国铁路的机车车辆限界既是机车车辆的制造限界,也是货物的装载限界。一般货物(非超限货物)在装车时,不应超出机车车辆限界。但是我国铁路个别地段建筑限界比《超规》采用的建筑限界还小,如果到达或通过这些地段的货物,按照机车车辆限界装载,则难以保证运行安全。因而根据这些地段的实际建筑限界条件,规定了特定区段装载限界(见表1-1-2)。

表1-1-2 特定区段装载限制

顺 号	线 名	区 段	限 制 事 项		附 记
			装 载 限 界	车体自重加 实际载重最 大吨数(t)	
1	沈丹线	本溪湖— 本溪	装载货物中心高由钢轨面起不得超过 4 650mm, 4 750mm 处的全宽不得超过 1 080mm,由车辆纵中心线起每侧不得超过 540mm,其以下高度和宽度按机车车辆限界 的标准装载		中心高处之 宽及其以下高 处之间应装成 斜坡形
2	京包线	南口— 西拨子间	装载货物高度和宽度按表①规定		
3		运往朝鲜 的货物	按机车车辆限界装载,但最高不得超过 4 750mm		
4	广九线	经深圳北 运往九龙 的货物	装载货物中心高度由钢轨面起 360~ 3 600mm处左右宽度不得超过 1 550mm,其 他部位按机车车辆限界		
5	京广线	南岭支线		90	坪石站出岔
6	南浔线	南昆线— 九江间		87	
7	丰沙线	沙城—三 家店间上 行线	装载货物中心高度由钢轨面起不得超过 4 600mm		

表①

由钢轨面起算的高度(mm)	由车辆纵中心线起算每侧的宽度(mm)	全部宽度(mm)
4 300	1 050	2 100
4 200	1 150	2 300
4 100	1 250	2 500
4 000	1 350	2 700
3 900	1 450	2 900
1 250 以上至 3 600	1 600	3 200

第二节 超限货物超限等级的确定

一、超限货物的定义、种类与等级

(一) 超限货物的定义

货物装车后,车辆停留在水平直线上,车辆纵中心线与线路中心线处于同一垂直平面上(简称处于理想状态)时,货物的任何部位超出机车车辆限界或特定区段装载限界(如果货物是到达或通过特定区段)时(以下简称超限),称为超限货物。

货物装车后,车辆行经半径为 300m 的曲线时,货物任何部位的计算宽度超限时,亦为超限货物。

超限货物最突出的特点是长大、笨重。例如长度五六十米的化工设备,直径 4m 以上的圆柱形货物以及重量达三四百吨的大型机械等。它们大多为发电设备、石油冶炼设备、化工机械、冶金机械、桥梁构件、大型车辆以及航天设备等。可见超限货物运输对国民经济与国防现代化建设都具有重要意义。

(二) 超限货物的种类和等级

1. 根据货物的结构,其左右是否对称,可以分为一侧超限和两侧超限。

由车辆纵中心线所在垂直平面起算,货物仅在一侧超限时,称为一侧超限,面对挂运超限车的列车前进方向,一侧超限可以分为左侧超限和右侧超限。

由车辆纵中心线所在垂直平面起算,货物左右两侧均超限时,称为两侧超限。如果货物两侧对称,称为两侧对称超限,否则为非对称超限。

2. 根据货物超限部位从钢轨面起算的高度,又可分为上部超限、中部超限和下部超限。

上部超限:由轨面起,超限部位在 3 600mm 以上者。

中部超限:由轨面起,超限部位在 1 250~3 600mm 范围内者。

下部超限:由轨面起,超限部位 150~1 250mm 之间者。

3. 根据超限部位超出机车车辆限界的程度可将中部和上部超限划为一级、二级和超级三个等级;但下部超限只划分为二级和超级两个等级。

我国超限货物等级的划分是以《超规》采用的建筑限界为依据的。即将《超规》采用的建筑限界和机车车辆限界基本轮廓之间的间隙在距轨面高 1 250mm 以上,以一级和二级超限限界轮廓线分隔为三个部分,在高 150~1 250mm 之间以二级超限限界轮廓线分隔为两个部分。各级超限限界如图 1-1-10、图 1-1-11 所示。

超限货物的超限等级表明了超限货物超出机车车辆限界的程度。因此,应按超限等级确定运行条件。同时货物的超限等级也是发站核收超限货物运输费用的主要依据。