

*Handbook for Civil Engineers in China*

中国

孙更生 朱照宏 孙 钧  
杨祖东 江欢成 杨文渊 等编著



# 土木工程师

手册 中册

上海科学技术出版社

# 中国土木工程师手册

(中 册)

Handbook for Civil Engineers in China

(Volume Two)

孙更生 朱照宏 孙 钧 等编著  
杨祖东 江欢成 杨文渊

上海科学技术出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

中国土木工程师手册. 中册 / 孙更生等编著. —上海:  
上海科学技术出版社, 2001. 11

ISBN 7 - 5323 - 5845 - 3

I. 中... II. 孙... III. 土木工程—技术手册

IV. TU - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 082662 号

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所经销

2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 92 插页 4 字数 2177 千

印数 1—3 000 定价: 160.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,

请向本社出版科联系调换

# 目 录

## (中 册)

第 九 篇	房屋结构 .....	9.1 ~ 9.216
第 十 篇	特种工程结构 .....	10.1 ~ 10.145
第十一篇	土力学与基础工程 .....	11.1 ~ 11.334
第十二篇	隧道与地下工程 .....	12.1 ~ 12.214
第十三篇	道路工程 .....	13.1 ~ 13.208
第十四篇	交通工程 .....	14.1 ~ 14.152
第十五篇	机场工程 .....	15.1 ~ 15.89
第十六篇	铁道工程 .....	16.1 ~ 16.104

# Contents

## (Volume Two)

<b>Section 9</b>	Building Structure .....	9.1 ~ 9.216
<b>Section 10</b>	Special Structure .....	10.1 ~ 10.145
<b>Section 11</b>	Soil Mechanics and Foundation Engineering .....	11.1 ~ 11.334
<b>Section 12</b>	Tunnel and Underground Engineering .....	12.1 ~ 12.214
<b>Section 13</b>	Highway Engineering .....	13.1 ~ 13.208
<b>Section 14</b>	Traffic Engineering .....	14.1 ~ 14.152
<b>Section 15</b>	Airport Engineering .....	15.1 ~ 15.89
<b>Section 16</b>	Railway Engineering .....	16.1 ~ 16.104

## 第十六篇 铁 道 工 程

- 巫锡畴 原上海铁道大学(现同济大学)教授,原上海土木工程学会理事
- 童大垵 原上海铁道大学(现同济大学)教授,上海铁道学会顾问
- 孙 琦 原上海铁道大学(现同济大学)教授
- 郭达飞 原上海铁道大学(现同济大学)教授
- 冯洁明 原上海铁道大学(现同济大学)讲师



# 目 录

<b>第一章 铁路选线设计</b> .....	16.5
第一节 铁道种类和等级 .....	16.5
第二节 机车车辆和客货运列车编组 .....	16.6
第三节 线路平面和纵断面与行车阻力 .....	16.11
第四节 新建铁路选线设计 .....	16.22
第五节 既有线改建设计 .....	16.27
第六节 铁路限界 .....	16.30
<b>第二章 轨道</b> .....	16.31
第一节 轨道结构和标准 .....	16.31
第二节 道岔 .....	16.49
第三节 轨道加强设备 .....	16.54
第四节 无缝线路 .....	16.55
<b>第三章 路基</b> .....	16.62
第一节 路基标准设计 .....	16.62
第二节 路基个别设计 .....	16.68
<b>第四章 车站</b> .....	16.71
第一节 车站类型和图式 .....	16.71
第二节 车站线路的有关规定和站坪设计 .....	16.84
第三节 驼峰编组场 .....	16.97
参考文献 .....	16.104





# 第一章 铁路选线设计

## 第一节 铁道种类和等级

### 一、铁道种类

以铁道运输性能区分,铁道有以下几种,见表 16-1-1。

表 16-1-1 铁道种类(按技术性能分)

顺序	铁道种类	技术性能要求	适用范围
1	高速铁路	采用可高速运行的机车、车辆,编组成列车,并改善线路条件和列车运行管理,以提高列车运行速度。行车速度一般应达 200km/h 以上	修建于有大量客流往返的各大城市之间
2	重载铁路	采用大轴重车辆或编组超长列车,以确保有大宗货流地区间的货物运输。铁道线路应按以上要求设计	修建于有大宗货物和有稳定流向的集散地之间
3	普通铁路	普通铁路是客货运输两用铁路。因此技术标准应按客货运要求统一考虑,通常均按运量大小,分成若干等级,以便于实施	当各地区间有较大的客货运量时,常以铁路加以联结。普通铁路常修建于各个客货运量集结点之间,以满足客货运需要
4	工业企业铁路	在工业企业内部或对外有较大运量时、特别是有超重货物运输时,常采用铁路作运输工具。由工业企业自行管理的铁路技术标准和修筑要求可由工业企业按各自的规定执行。和铁路路网连接的工业企业铁路并由铁路统管时,应按连接铁路的技术标准修筑	在货运量大的工业企业内修筑,并常和铁路网连接
5	临时铁路	是大型工程建设中为输送物资而临时修建的铁路,其修建标准应按使用期与运输量,以及运输的特种需要来确定	仅用于大型工程建设中

以铁道线路的轨距区分,可分为 3 种,见表 16-1-2。

表 16-1-2 铁道种类(按轨距分)

顺序	铁道种类	轨距	附注
1	标准轨距铁路	1435mm	在我国,路网铁路均采用标准轨距,窄轨铁路和宽轨铁路仅在个别地区和工业企业中使用
2	窄轨铁路	有 610mm,762mm,900mm,914mm,950mm,1000mm,1067mm 等几种	
3	宽轨铁路	有 1500mm,1524mm,1600mm 和 1676mm 等几种	

## 二、铁道等级

标准轨距铁道等级划分见表 16-1-3。

表 16-1-3 标准轨距铁道等级

顺序	铁道等级	运营十年后重车方向年运量	在路网中地位
1	I 级	$Q \geq 20\text{Mt}$	起骨干作用
2	II 级	$Q < 20\text{Mt}$	起骨干作用
		$Q \geq 10\text{Mt}$	起联络或辅助作用
3	III 级	$Q < 10\text{Mt}$	为某一地区性铁路

注：重车方向年运量是指货运的重车方向和该方向的客货综合运量，其中货运按年运量计，客运按每对旅客列车折算年货运量 1.0Mt 计。

工业企业铁道等级按表 16-1-4 确定。

表 16-1-4 工业企业铁道等级

顺序	铁道等级	重车方向年货运量
1	I 级	$Q \geq 4\text{Mt}$
2	II 级	$1.5\text{Mt} \leq Q < 4\text{Mt}$
3	III 级	$Q < 1.5\text{Mt}$

在工业企业铁道不能以年货运量核定等级时，可依据实际需要，在设计任务书中加以确定，或者作方案比较后经批准确定。

## 第二节 机车车辆和客货运列车编组

### 一、机车和车辆

#### (一) 机车

我国各种牵引种类各型机车的主要技术参数及轮周牵引力与速度关系见表 16-1-5~16-1-8。

#### 1. 电力机车

电力机车的轮周牵引力因机车运行速度变化而随之变化，见表 16-1-6。

表 16-1-5 电力机车主要技术参数

技术项目	机 型	韶山 1	韶山 4	6Y <sub>2</sub>	6G <sub>T</sub>	6G <sub>L</sub>
		计算(粘着)质量 P (t)	138	184	138	138
计算速度 V <sub>j</sub> (km/h)	粘着制	41.2	—	47	51	69.5
	小时制	42	—	46	52	68.0
	持续制	43	51.9	—	—	—

(续表)

技术项目	机型	韶山 1	韶山 4	6Y <sub>2</sub>	6G <sub>T</sub>	6G <sub>L</sub>
	计算牵引力 $F_j$ (N)	粘着制	370 000	—	340 000	360 000
小时制		350 000	—	360 000	363 000	285 000
持续制		307 000	440 000	—	—	—
起动牵引力 $F_q$ (N)		497 000	640 000	497 000	497 000	400 000
起动阻力 $W'_q$ (N/t)		50	50	50	50	50
动轮直径 $D_j$ (mm)		1 250	1 250	1 250	1 195	1 210
构造速度 $V_q$ (km/h)		95	120	100	112	120
机车全长 $L_j$ (m)		20.4	2 × 16.4	23.0	23.0	20.6
受电弓处网压 $U_w$ (V)		25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
牵引电动机额定电压 $U_d$ (V)		1 500	1 010	750	770	770
传动比		4.63		4.44	3.94	3.65
供电电流制		单相交流, 50Hz				

表 16-1-6 电力机车轮周牵引力与速度关系

速度 $V$ (km/h)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
轮周牵引力 (N)	粘着牵引力	423 000	395 000	380 000	370 000								
	韶山 33m					176 000	102 000	69 000	48 000	32 000	$v = 95$ 25 000		
	33-I					239 500	141 000	95 000	67 000	48 000	$v = 95$ 40 000		
	33-II					$v = 50.2$ 300 000	178 000	127 000	96 000	73 000	$v = 95$ 65 000		
	33-III						208 000	152 000	118 000	89 000	$v = 95$ 78 000		
6Y <sub>2</sub>		423 000	395 000	380 000	370 500	366 000	342 000	234 000	175 000	137 500	109 000		
6G <sub>T</sub>		423 000	395 000	380 000	370 500	364 500	327 000	272 000	201 000	150 000	112 000	$v = 112$ 8 100	
6G <sub>L</sub>		387 000	360 500	346 500	339 000	332 500	329 000	$v = 72$ 271 500	$v = 87$ 223 500	208 500	164 000	131 500	104 500

注: 33m, 33-I, 33-II 和 33-III 分别表示机车操纵手柄位于机车运行级分 33 位的各自相应的位置上。

## 2. 内燃机车

内燃机主要技术参数见表 16-1-7。

表 16-1-7 内燃机车主要技术参数

技术项目 \ 机型	东风	东风 4(货)	东风 4(客)	北京	ND5
计算(粘着)质量 $P(t)$	124	135	135	90	150
计算速度 $V_j(\text{km/h})$	18	20	24	24.3	22.2
计算牵引力 $F_j(\text{N})$	194 000	308 000	256 000	169 000	345 000
起动牵引力 $F_q(\text{N})$	307 000	409 000	353 000	238 000	459 000
起动阻力 $W_q(\text{N/t})$	50	50	50	50	
计算动轮直径 $D_j(\text{mm})$	1 013	1 013	1 013	1 013	1 050
构造速度 $V_g(\text{km/h})$	100	100	120	120	
机车全长 $L_j(\text{m})$	17.0	21.1	21.1	16.1	19.91
齿轮传动比 $\mu_c$	4.41	4.5	3.75		
传动方式	电力(直-直)	电力(交-直)	电力(交-直)	液力	电力
燃料油储量(t)	5.4	9 000(L)	9 000(L)		9 455(L)

各内燃机车的轮周牵引力与行车速度的关系见表 16-1-8。

表 16-1-8 内燃机车轮周牵引力与速度关系

速度 $v(\text{km/h})$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
轮周牵引力(N)	东风	307 000	172 000	121 000	91 500	73 000	59 000	48 000	38 000	29 500	21 000	—	—
	东风 4(货)	373 500	308 000	221 000	168 000	134 000	111 000	94 000	80 000	66 500	54 000	—	—
	东风 4(客)	353 000	292 000	215 000	167 000	134 500	111 500	95 000	83 000	72 500	63 000	53 000	45 000
	北京	215 500	183 500	151 500	126 000	103 500	84 000	69 500	64 000	58 000	52 000	47 000	43 000
	ND5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## 3. 蒸汽机车

因热效率低,蒸汽机车已停止生产,但现有机车仍将使用直到报废。其主要技术参数见表 16-1-9。

表 16-1-9 蒸汽机车主要技术参数

技术项目 \ 机型	前进	FD	建设	解放	人民	胜利
计算质量 $P(t)$	200	230	170	160	165	160
粘着质量 $P_\mu(t)$	100.5	100.7	80	80	110	110
动轴轴重(t)	20.1	20.14	19.86	20.6	21.04	21.18
计算速度 $V_j(\text{km/h})$	20	20	20	15	28	26

(续表)

技术项目 \ 机型	前进	FD	建设	解放	人民	胜利
计算牵引力 $F_j(N)$	243 000	235 500	191 000	197 000	143 500	123 500
起动牵引力 $F_q(N)$	284 000	288 500	223 000	228 000	175 500	153 500
起动阻力 $W'_q(N/t)$	80	80	80	80	80	80
动轮直径 $D_j(mm)$	1 462	1 462	1 332	1 332	1 712	1 712
构造速度 $V_q(km/h)$	80	85	85	80	110	100
临界速度 $V_c(km/h)$	25	22	27	15	—	—
临界牵引力 $F_c(N)$	235 000	229 500	183 000	197 000	—	—
机车全长 $L_j(m)$	26.1	29.1	23.4	23.8	23.3	23.8
锅炉蒸发面积 $A_z(m^2)$	269	294.1	186.6	208	193.3	199.2
锅炉蒸汽压力 $P_A(N/cm^2)$	150	150	150	140	150	140
计算遮断比 $\epsilon_j$	0.60	0.60	0.55	0.70	0.60	0.60
计算供汽率 $Z_j[kg/(m^2 \cdot h)]$	70	65	75	55	65	55
水柜容量(t)	40	44	35	30	35	30
煤柜容量(t)	14.5	22	15	14	15	14

表 16-1-10 蒸汽机车轮周牵引力与速度关系

速度 $v(km/h)$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
轮周牵引力(N)	前进	257 000	243 000	213 000	174 000	146 000	125 000	107 500	93 500	—	—	—
	FD	264 500	235 500	187 500	150 500	124 000	105 500	91 000	80 500	—	—	—
	人民	159 500	151 000	139 500	116 000	98 500	85 500	74 000	64 000	55 500	48 500	42 500
	解放	210 000	167 500	129 000	101 500	83 000	69 000	59 000	50 000	—	—	—

## (二) 车辆

## 1. 客车

客车的种类和车种代码见表 16-1-11。

表 16-1-11 客车种类和代码

车种	代码	顺序	车种	代码	车种	代码	车种	代码
软座车	RZ	4	硬卧车	YW	餐车	CA	试验车	SY
硬座车	YZ	5	行李车	XL	公务车	GW	代用座车	ZP
软卧车	RW	6	邮政车	UZ	文教车	WJ	代用行李车	XP

客车的构造和性能要求因铁道种类不同而不同,不同生产型号的客车在车种代码后以数字码表示。

## 2. 货车

货车的种类和车种代码见表 16-1-12。

表 16-1-12 货车种类和代码

车种	代码	车种	代码	车种	代码	车种	代码
棚车	P	砂石车	A	保温车	B	罐车	G
敞车	C	煤车	M	守车	S	水泥车	U
平车	N	矿石车	K	家畜车	J	长大货物车	D

货车的构造和性能要求也因铁道种类不同而不同,并因货运的需要而有不同的车型,不同型号的货车在车种代码后加数字码表示。为了便于货运管理,在货车上的标记中应标明车辆的自重、容许载重、容积、车辆全长及换长(车辆全长为车辆前后车钩的钩舌内侧中点至中点的间距值,以车辆全长 11m 为标准长度,于是以 11m 除车辆全长的值称为换长)和允许或不允许作何种特殊用途等。

### 二、列车种类和编组

#### (一) 旅客列车种类和编组原则

旅客运输常按客流情况编组开行,见表 16-1-13 所列。

表 16-1-13 旅客列车种类

列车名称	车次编号	附注
特别旅客快车	T1 ~ T998	左列数字是包括全国铁路网的,其中各铁路局再分段划分,例如上海铁路局的特别旅客快车为:T701 ~ 800,余类推
快速旅客列车	K1 ~ K998	
普通旅客快车	1001 ~ 5998	
普通旅客慢车	6001 ~ 8998	
临时旅客列车	L1 ~ L998	
临时旅游列车	Y1 ~ Y998	

#### (二) 货物列车种类和编组原则

货物列车依据货运要求有以下几种,见表 16-1-14。

表 16-1-14 货物列车种类

列车名称	列车编组条件和功用
始发直达货物列车	有大宗货物作整车装运去同一目的地,当车辆数可以编组成一个列车时,应编组成始发直达列车,以免去中途改编的作业,提高车辆周转使用效率
技术直达货物列车	当直达列车系由中转车辆及本站始发车车辆编组而成时称为技术直达列车,其功用与始发直达列车相同
直通货物列车	将需跨区段远运的同一方向的车辆编组在一起,送往该方向的编组站解体改编成直达列车(或沿零列车),可免去中途的改编作业

(续表)

列车名称	列车编组条件和功用
区段货物列车	将运往下一区段的车辆集中编组成区段货物列车,由下一区段站机车牵引按沿零摘挂货物列车发送,可减少下一区段站的解体改编作业量
沿零摘挂货物列车	将本区段内各站的货车编组在一起,在沿线停靠进行零担或整车货运
小运转货物列车	将散在各个货场的货车,用机车牵引集中到编组场编组成各种发往外地的货物列车,或者将编组场解体后需要分送到各个货场,以便于客户的运货工作

货物列车质量标准由式(16-1-1)得出:

$$Q = \frac{F_j - p(w_0' + 10i_x)}{w_0'' + 10i_x} \quad (t) \quad (16-1-1)$$

式中  $F_j$ ——区段内货运机车的计算牵引力(N);

$p$ ——货运机车的计算质量(t);

$w_0'$ 和  $w_0''$ ——在列车按计算速度  $v_j$  运行时的机车和车辆的单位基本阻力;

$i_x$ ——区段线路限制坡度(‰)。

式中  $F_j$ 、 $v_j$  和  $p$  可查表 16-1-5, 表 16-1-7 和表 16-1-9。

货物列车均挂有守车,供货物列车管理人员公务用。因此,货物列车车辆数  $n$  可由下式得出:

$$n = \frac{Q - q_s}{q_p} + 1 \quad (16-1-2)$$

式中  $q_s$ ——守车质量(t),常用值为 16t;

$q_p$ ——每辆货车的平均质量(t),见表 16-1-15。

于是,货物列车长度  $L_L$  可由下式求得:

$$L_L = l_j + (n - 1)l_p + l_s$$

式中  $l_j$ ——机车长度(m),见表 16-1-5 ~ 16-1-9;

$l_s$ ——守车长度(m),常用值为 8.8m;

$l_p$ ——货车平均长度(m)。标准轨距铁路货车计算时用表 16-1-15 值。

表 16-1-15 线路设计中货车的计算数据

项 目 年 度	车型百分比(%)					每辆货车平均指标							净载 系数
	棚车	敞车	平车	罐车	保温车	标记载重量(t)	装载利用率(%)	净载量(t)	货车质量(t)	长度(m)	总质量(t)	每延米质量(t/m)	
2000年	22.8	64.5	4.8	4.5	3.4	59.858	95	56.865	22.133	13.914	78.998	5.677	0.720

注:表中数据为普通铁路线路设计而提出,如实际工程中车辆比数不同,可另行计算。

### 第三节 线路平面和纵断面与行车阻力

#### 一、线路平面组成

##### (一) 圆曲线



### 1. 圆曲线半径宜用值

为了便于测设和养护,新建铁路的圆曲线段宜采用以下曲线半径:

10 000m, 8 000m, 6 000m, 5 000m, 4 000m, 3 000m, 2 500m, 2 000m, 1 800m, 1 600m, 1 400m, 1 200m, 1 000m, 800m, 700m, 600m, 550m, 500m, 450m, 400m, 350m。

在特殊困难的情况下,可以采用以上数值间为 10m 整倍数的曲线半径。在设置平行曲线时,或既有线改建按以上要求设置有困难时例外。

### 2. 圆曲线外轨超高

在圆曲线段,列车运行产生的水平方向离心加速度可以用外轨超高产生的向心加速度加以平衡。已知圆曲线半径  $R$  和通过该曲线段的列车运行速度为  $V$  时,离心加速度与向心加速度平衡时的外轨超高  $h$  可由下式得出:

$$h = \frac{GV^2}{127.14R} \quad (\text{mm}) \quad (16-1-3)$$

式中  $G$ ——曲线内外轨头中到中的距离,对于标准轨距线路,一般取 1 500mm 计算,其他轨距线路计算类同;

127.14——为将速度  $V(\text{km/h})$  改为  $V(\text{m/s})$  并和重力加速度  $g$  相乘得出,即  $3.6^2 \times 9.81 = 127.14(\text{m/s}^2)$ 。

在通过曲线段的列车速度有很大差异时,常以均方根速度  $V_{jF}$  来计算超高,均方根速度由下式求取:

$$V_{jF} = \sqrt{\frac{N_1 Q_1 V_1 + N_2 Q_2 V_2 + \cdots + N_n Q_n V_n}{N_1 Q_1 + N_2 Q_2 + \cdots + N_n Q_n}} \quad (\text{km/h}) \quad (16-1-4)$$

式中  $N_1, N_2, \cdots, N_n$ ——一天内  $Q$  和  $V$  相同的列车数;

$Q_1, Q_2, \cdots, Q_n$ ——各种列车的质量;

$V_1, V_2, \cdots, V_n$ ——各种列车的速度。

为了使高速运行的旅客列车中的旅客不因未被平衡的加速度而感到不适,应控制未被平衡的离心加速度值  $\alpha_L$ ,一般取  $\alpha_L < 0.2 \sim 0.65\text{m/s}^2$ 。未被平衡的离心加速度允许值  $\alpha_{L(Y)}$  确定后,可按式换算成允许欠超高  $h_{Q(Y)}$ 。

$$h_{Q(Y)} = \alpha_{L(Y)} \cdot \frac{G}{9.81} \quad (\text{mm}) \quad (16-1-5)$$

因此,各曲线的实设超高  $h_s$  应大于  $h_{\max} - h_{Q(Y)}$ 。 $h_{\max}$  由式(16-1-3)取  $V = V_{\max}$  得出。我国普通铁路  $\alpha_{L(Y)}$  一般取  $0.46\text{m/s}^2$ ,特别困难情况下取  $0.6\text{m/s}^2$ ,相应的  $h_{Q(Y)}$  一般为 70mm,特别困难时为 90mm。高速铁路应减小至  $\alpha_{L(Y)} < 0.2 \sim 0.4\text{m/s}^2$ ,相应的  $h_{Q(Y)}$  为小于 30~60mm。由于列车运行中有时因特殊原因常可在曲线段缓行或停车,所以,实设超高不宜过大,常用值为  $\left(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{10}\right) G$ 。为了满足高速运行的要求,可以加大曲线的半径  $R$ 。

在曲线段内列车低速运行通过时,实设超高  $h_s$  可大于低速列车所需的平衡超高,因而出现过超高  $h_c$  和未被平衡的向心加速度  $\alpha_X$ ,其允许值一般可取  $\alpha_{X(Y)} < 0.4 \sim 1.0\text{m/s}^2$ ,相应的  $h_{C(Y)}$  为 60~150mm。

在车站地区的曲线线路不宜设置超高,所以应限制列车进入站内曲线段的运行速度,使