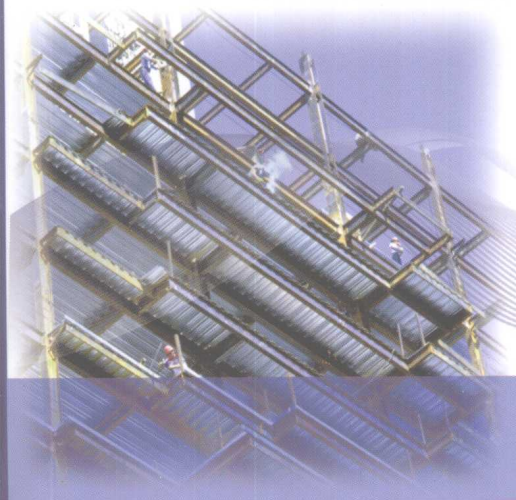


21世纪高等院校工程管理专业教材

土木工程建筑概论

Tumu Gongcheng Jianzhu Gailun

李岚 编著



953

FE 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press

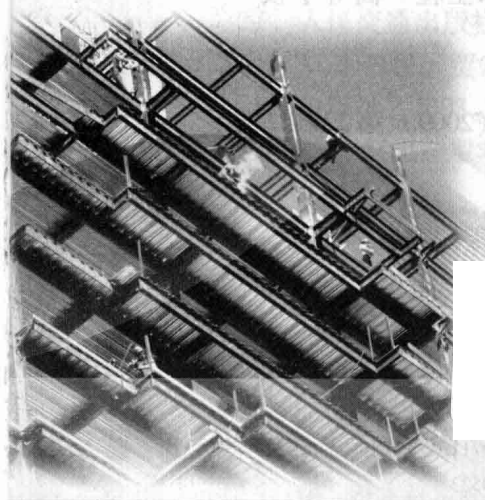
21世纪高等院校工程管理专业教材

（第1版）

土木工程建筑概论

Tumu Gongcheng Jianzhu Gailun

李岚 编著



东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press

大连

© 李岚 2010

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程建筑概论 / 李岚编著. — 大连 : 东北财经大学出版社, 2010. 3

(21 世纪高等院校工程管理专业教材)

ISBN 978 - 7 - 81122 - 861 - 8

I. 土… II. 李… III. 土木工程 - 高等学校 - 教材 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 229142 号

东北财经大学出版社出版

(大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025)

教学支持: (0411) 84710309

营 销 部: (0411) 84710711

总 编 室: (0411) 84710523

网 址: <http://www.dufep.cn>

读者信箱: dufep@dufe.edu.cn

大连美跃彩色印刷有限公司印刷

东北财经大学出版社发行

幅面尺寸: 148mm × 210mm

字数: 217 千字

印张: 7 3/8

2010 年 3 月第 1 版

2010 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 李 彬

责任校对: 尹秀英

封面设计: 张智波

版式设计: 钟福建

ISBN 978 - 7 - 81122 - 861 - 8

定价: 20.00 元

前言

什么是土木工程？在中国，国务院学位委员会的学科简介中有一个定义：土木工程是指建造各类工程设施的科学技术的总称。它既指工程建设的对象，即建在地上、地下、水中的各种工程设施，也指所应用的材料设备和所进行的勘测、设计、施工、保养和维修等技术。

土木工程的范围非常广泛，它包括各种房屋建筑工程、公路与城市道路工程、铁道工程、桥梁工程、隧道工程、给水排水工程、港口码头工程等。在国际上，运河、水库、大坝、水电站建筑和水渠等水利设施也包括在土木工程之中。因此可以说，国家经济建设和城市建设离不开土木工程，人民生活衣、食、住、行，更离不开土木工程。例如，“住”需要修建大量民用建筑，就直接与土木工程相关；“行”需要建造铁道、公路、机场和码头等交通土建工程；“食”需要打井取水、筑渠灌溉、修水库蓄水供城市用水，修建储粮仓库和粮食加工厂等；“衣”需纺纱织布、修建各种制衣工厂，也离不开土木工程。即便是航天事业，需要的火箭发射塔架和基地建设，也能使土木工程师发挥自身的才能。

土木工程内容如此广泛、作用如此重要，因此，对国民经济来说，它们大部分属于基本建设；对城市来说，它们很多属于基础设施建设。随着科学技术的发展，上述土木工程已进一步专业化，根据它们建筑、结构的设计、施工和创新研究的特点，最常见的有道路工程、桥梁工程、工业与民用建筑、水利工程建筑、电力工程建筑和港口工程建筑六个专业。

本书以精练的文字、严谨的定义，对上述六个专业主要建筑结构的作用、类型和它们的适用条件以及结构设计、施工的特点，进行了重点介绍。它对工程管理专业学生，扩大了解学习土木工程其他各专业内容大有益处，并且对毕业后拓宽择业面也是有利的。

本书适用于高等院校投资与工程管理专业本科生，亦可供高等工科院校土木、水利、道路、桥梁、工民建和港工等工程系各有关专业学习和参考。

由于编著者水平和时间有限，不足之处恳请读者批评指正。

编著者

2010年1月

目 录

第一章 道路工程	1
学习目标.....	1
第一节 公路的组成及等级划分.....	1
第二节 公路的路线设计.....	6
第三节 路基	13
第四节 路面	26
第五节 高速公路	40
第六节 公路沿线设施与管理	44
第七节 城市道路网的组成简介	46
第八节 小结	46
关键概念	46
复习思考题	47
第二章 桥梁工程	48
学习目标	48
第一节 桥梁工程概述	48
第二节 梁式桥	53
第三节 拱式桥	65
第四节 悬索桥	73
第五节 斜拉桥	83
第六节 小结	96
关键概念	96
复习思考题	96
第三章 工业与民用建筑	97
学习目标	97

第一节 工业建筑的分类与构造特点	97
第二节 单层厂房外墙构造	101
第三节 工业厂房屋顶类型	107
第四节 工业厂房天窗构造	114
第五节 民用建筑物类别简介	125
第六节 小结	127
关键概念	128
复习思考题	128
第四章 水利工程建筑物	129
学习目标	129
第一节 水利工程概述	129
第二节 挡水建筑物	134
第三节 泄水建筑物	153
第四节 取水和输水建筑物	161
第五节 小结	166
关键概念	166
复习思考题	167
第五章 电力工程建筑物	168
学习目标	168
第一节 水电站的类型及建筑物的组成	168
第二节 水电站取水建筑物	175
第三节 水电站引水建筑物	177
第四节 水电站厂房建筑物	186
第五节 热电站的类型及建筑物的组成	190
第六节 热电站厂房布置及相关建筑物	194
第七节 小结	198
关键概念	198
复习思考题	198
第六章 港口工程建筑物	199
学习目标	199
第一节 港口及港口分类	199

第二节	码头及码头分类·····	200
第三节	重力式码头·····	203
第四节	板桩码头·····	208
第五节	高桩码头·····	209
第六节	开敞式码头·····	213
第七节	防波堤·····	216
第八节	护岸·····	222
第九节	小结·····	226
	关键概念·····	226
	复习思考题·····	226
	主要参考文献·····	227

第一章 道路工程

学习目标

本章主要是了解道路的组成、公路的路线设计；掌握路基与路面的结构形式和构造要求，对涵洞和高速公路的基本知识也要有一定的认识。

人类要生存就要衣、食、住、行，要行就要有道路。道路根据其交通性质、地区和使用特点，一般可分为公路、城市道路、厂矿道路、林区道路和乡村道路等。

第一节 公路的组成及等级划分

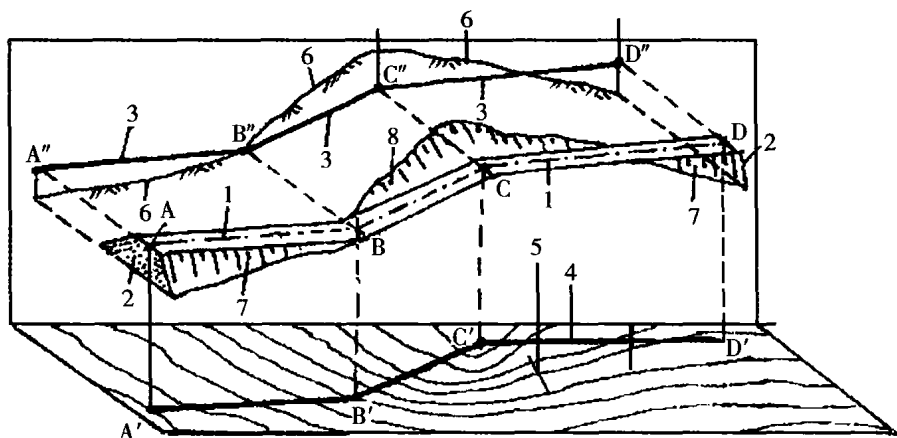
一、公路的组成

（一）公路线形组成

公路线形也就是公路的路线，是指公路中线的空间几何形状和尺寸。这一空间线形投影到平、纵、横三个方向而分别绘制成反映其形状、位置和尺寸的图形，即公路路线设计的平面图、纵断面图和横断面图，如图 1—1 所示。路线设计要根据公路的等级、任务和功能，对工程造价、自然环境、社会环境、占用土地等重大影响因素，设计人员要进行多方面技术经济论证，做到技术可行、经济合理、车辆行驶安全舒适和环境景观协调。

（二）公路的结构组成

公路的结构是承受车辆等荷载和自然因素影响的结构物，一般包括路基、路面、桥涵、隧道、排水系统、防护工程和交通服务设施等。



1——公路中线；2——横断面；3——纵断面；4——平面线形；
5——等高线坡；6——纵面地面线；7——路基填方；8——路基上岩石挖方

图 1—1 公路线路的平面、纵断面和横断面示意图

1. 路基

路基是路面和载重车辆的基础，是公路建设的主体。它主要是土石方工程。任何地形条件下路基都需要有排水工程，而在地形险峻的山区修建公路，防护工程如挡土墙和护坡等工程就显得非常重要。

2. 路面

路面是用各种筑路材料铺筑在公路路基上的供车辆行驶的构筑物。路面有各种类型。其质量与造价往往是关注的焦点。

3. 桥涵

桥涵一般是指桥梁与涵洞的统称。桥梁是为公路、城市道路等跨越河流、山谷等天然或人工障碍物而建造的建筑物，将在第二章中介绍。涵洞是为宣泄地面水流而设置的横穿路堤的小型排水构筑物。

4. 排水系统

排水系统是指为确保路基稳定，防止地面水冲刷路基或地下水侵蚀路基，所设置的排水构造物，如涵洞、截水沟、排水洞和急流槽、跌水、渡槽等。这些排水构造物组成综合排水系统。

5. 隧道

隧道是为道路从山体通过而修建的构筑物。公路隧道有利于缩短公路里程，也有利于国防工程或设施的隐蔽。

6. 防护工程

为防止道路两侧陡峻山坡滑坡而修建的挡土墙、护脚、护坡墙等构造物，以及在公路沿河一侧为保证路基稳定而修建的填石边坡、砌边坡等构造物。

7. 交通服务设施

交通服务设施包括照明设备、交通标志、护栏、加油站、停车场、食宿站和绿化、美化设施等。

二、公路的等级划分

根据适用交通量大小和功能，公路分为五个等级。

（一）高速公路

高速公路是专供汽车分向、分车道行驶，严格控制出入的多车道公路。它是等级最高的公路。高速公路四车道平均交通量折合成小客车的年平均日交通量为 2.5 万 ~ 5.5 万辆，六车道为 4.5 万 ~ 8.0 万辆，八车道为 6.0 万 ~ 10.0 万辆。

（二）一级公路

一级公路是供汽车分向、分车道行驶的公路。根据需要控制出入的多车道公路，如大城市的城乡结合部、开发区经济带的干线公路。一级公路四车道平均交通量折合成小客车的年平均日交通量为 1.5 万 ~ 3.0 万辆，六车道为 2.5 万 ~ 5.5 万辆。

（三）二级公路

二级公路是供汽车行使的双车道公路。它一般是中等以上城市的干线公路，或通行于工矿区、港口的公路。双车道二级公路应能适应平均交通量折合成小客车的年平均日交通量为 0.5 万 ~ 1.5 万辆。

（四）三级公路

三级公路为双车道公路，一般为沟通县、城镇之间的集散公路。三级公路平均交通量折合成小客车的年平均日交通量为 0.2 万 ~ 0.6

万辆。

(五) 四级公路

四级公路一般为沟通乡、村等地方公路。平均交通量折合成小客车的年平均日交通量为：双车道 2 000 辆以下，单车道 400 辆以下。

三、公路等级与周边限界尺寸

(一) 公路典型横断面尺寸

不同公路等级要求不同的路基宽度，路基上的行车道宽、中间带宽和路肩宽也有不同尺寸。图 1—2 为公路典型断面组成图。表 1—1 为中国《公路路线设计规范》JTG D20—2006（以下简称《规范》）规定的各级公路的设计行车速度、车道数和路基宽度相应尺寸。

(二) 公路建筑限界

各级公路通行，周边有严格的建筑限界要求，在此空间范围内，不得有任何部件侵入。图 1—3 为中国《规范》规定的高速公路，一级公路（整体式）和二、三、四级公路建筑限界尺寸。

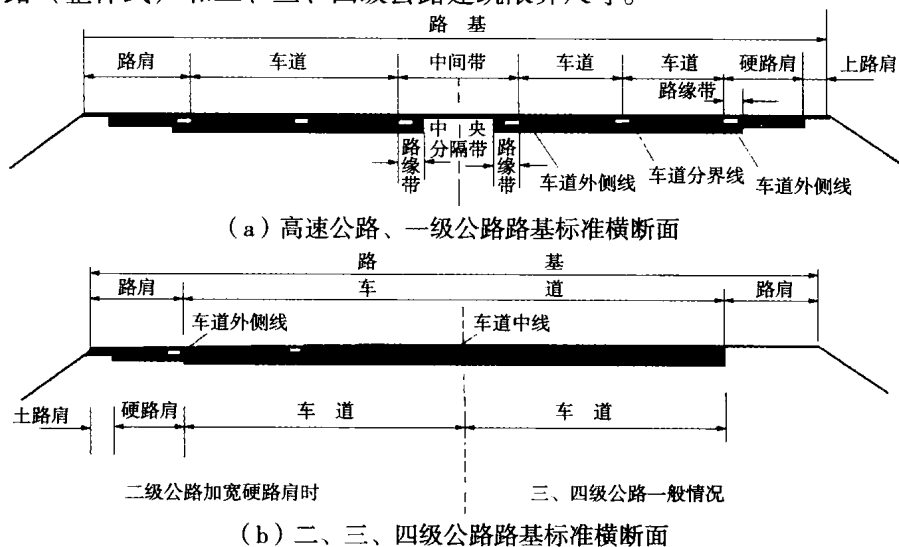
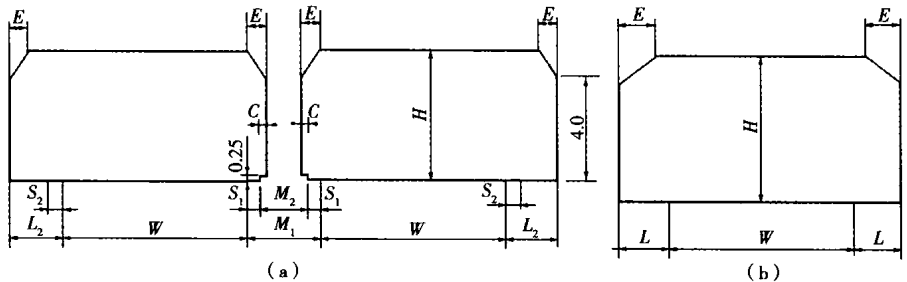


图 1—2 公路典型断面组成图

表 1—1 各级公路的设计行车速度、车道数和路基宽度相应尺寸

公路等级		高速公路							
设计速度（km/h）		120			100			80	
车道数		8	6	4	8	6	4	6	4
路基宽度（米）	一般值	42.00	34.50	28.00	41.00	33.50	26.00	32.00	24.50
	最小值	40.00	—	25.00	38.50	—	23.50	—	21.50
公路等级		一级公路							
设计速度（km/h）		100			80			60	
车道数		6	4		6	4		4	
路基宽度（米）	一般值	33.50	26.00		32.00	24.50		23.00	
	最小值	—	23.50		—	21.50		20.00	
公路等级		二级公路			三级公路		四级公路		
设计速度（km/h）		80	60		40	30	20		
车道数		2	2		2	2	2 或 1		
路基宽度（米）	一般值	12.00	10.00		8.50	7.50	6.50 (双车道)	4.50 (单车道)	
	最小值	10.00	8.50		—	—	—		

注：“一般值”为正常情况下的采用值；“最小值”为条件受限制时可采用的值。



(a) 高速公路、一级公路（整体式）；(b) 二、三、四级公路

W ——行车道宽度； L ——侧向宽度；

C ——设计速度 $> 100\text{km/h}$ 时为 0.5 米， $\leq 100\text{km/h}$ 时为 0.25 米；

L_2 ——右侧硬路肩宽度； M_1 ——中间带宽度； S_1 ——左侧路缘带宽度；

H ——净空高度； M_2 ——中央分隔带宽度； S_2 ——右侧路缘带宽度；

E ——建筑界限顶角宽度（当 $L \leq 1$ 米时， $E = L$ ；当 $L > 1$ 米时， $E = 1$ 米）

图 1—3 公路建筑限界图示

第二节 公路的路线设计

公路的路线选择关系到运行安全、占地多少和工程造价，因此是非常重要的、关键的。

路线设计对公路的平面顺适、纵坡均衡、横断面合理要综合考虑：首先，路线应尽量避免穿过地质不良的地带；其次，干线公路应避免穿过城镇；最后，还要贯彻保护耕地、节约用地的原则，少拆房屋，方便群众，依法保护环境、保护古迹。

一、直线段公路

在不受地形、地物限制的平坦地区或山间开阔谷地，公路广泛地采用直线段。对大量驾驶员和乘客调查表明，直线段过长，沿途景色单调，使人情绪受到影响，故一般对直线的最大长度有所限制。如中国京津塘和济青高速公路的直线长都不超过 3 200 米；而沈大高速公路多处出现 5 000 ~ 8 000 米的长直线，最长的 13 000 米。大量经验表明：直线的最大长度，在城镇附近或其他景色有变化的地点，大于 $20V$ （ V 为车速，km/h）是可以接受的；在景色单调地点最好控制在 $20V$ 以内；特殊地理条件（有戈壁滩、大草原），应特殊处理，因这种地形，除了直线别无选择。

二、平曲线公路段

当两相邻不同方向的直线交汇时，交汇点处用曲线平顺地连接起来，以利于汽车安全正常地通过，这段曲线称平曲线。

（一）汽车在弯道上行驶的离心力

汽车在平曲线上行驶，作用在汽车上的离心力公式为：

$$C = \frac{G}{g} \frac{V^2}{R}$$

式中： V ——汽车的转弯速度，m/s； G ——汽车重量，N； R ——平曲线半径，m； g ——重力加速度，为 9.81 m/s^2 。

将 V 的单位换算成 km/h 后，得 $C = \frac{GV^2}{127R}$ ，单位为 N。

（二）汽车横向摩阻力

汽车在平曲线上行驶，路面与轮胎之间能够产生的横向摩阻力公式为：

$$F = Gf$$

式中： f ——横向摩阻系数，一般干燥路面约为 0.4 ~ 0.8；在潮湿的黑色路面上汽车高速行驶时，降低到 0.25 ~ 0.4；路面结冰和积雪时，降到 0.2 以下。

（三）最小平曲线半径

确定最小平曲线半径值要考虑以下两个主要因素：

（1）为确保汽车在平曲线上行驶安全，即确保汽车无侧向滑动和倾覆的危险，必须保证离心力 C 小于摩阻力 F 。这样，当汽车重量 G 、车速 V 及摩阻系数 f 为定值时，就要求平曲线半径 R 有一个最小值。

（2）从乘客的平稳舒适状态和驾驶员的合理视野（行车视距）方面考虑，也要求一定的最小半径。所谓行车视距是指为了行车安全，驾驶人员应能随时看到汽车前面相当远的一段路程，一旦发现路面上有障碍物或迎面来车，能及时采取措施，避免相撞所需的最短距离。在挖方路段弯道和内侧有障碍物的弯道上，检查视距是否满足要求，就显得特别重要。有关视距的要求在下面竖曲线中一起讲述。综合分析考虑各种因素后，《规范》给出的各级公路平（圆）曲线半径见表 1—2。应当指出，一般情况下应尽量采用大于或等于表 1—2 所列的一般最小半径，只有受地形条件限制才可采用极限最小半径。另外，平曲线半径也不宜过大，一般不超过 10 000 米。

表 1—2

圆曲线最小半径

设计速度 (km/h)		120	100	80	60	40	30	20
一般值 (米)		1 000	700	400	200	100	65	30
极限值 (米)		650	400	250	125	60	30	15
不设超高 最小半径(米)	路拱 ≤ 2.0%	5 500	4 000	2 500	1 500	600	350	150
	路拱 > 2.0%	7 500	5 250	3 350	1 900	800	450	200

注：一般值为正常情况下的采用值；极限值为条件受限制时可采用的值。

（四）平曲线超高

当地形或其他条件不好，平曲线半径达不到表 1—2 规定的不设超高的最小半径时，应在平曲线上路面外缘设置超高，使路面形成外缘超高的横向坡度。这样，汽车行驶时其自重将产生部分向心力，可以平衡部分离心力。高速公路、一级公路的超高横坡不应大于 10%，其他各级公路的超高横坡不应大于 8%，在积雪冰冻地区，不宜大于 6%。

三、纵坡与竖曲线

（一）纵坡

1. 纵坡设计

随着地形的变化，公路路线的纵坡必然有陡有缓。为保证车辆能以一定速度安全舒适地行驶，纵坡应具有一定的平顺性，起伏不宜过大和过于频繁。一般情况下纵坡设计应考虑填挖平衡，尽量使挖方等于就近路段填方，降低造价和节省用地。

2. 最大纵坡

最大纵坡是指在纵坡设计时各级公路允许采用的最大坡度值。它是道路纵断面设计的重要控制指标。在地形起伏较大地区，直接影响路线的长短、使用质量、运输成本和造价。

道路上行驶的车型较多，各种汽车的爬坡性能和车速不尽相同。小客车的爬坡性能和行驶速度受纵坡的影响较小，而载重汽车随纵坡的增大车速显著下降，这对正常行驶的车流会造成交通混乱，使快车受阻，直接影响道路的通行能力和行车安全。所以，确定最大纵坡时应考虑到国产典型载重汽车，在油门全开的情况下，持续以等速行驶时所能克服的坡度。因此，各级公路允许最大纵坡是根据汽车的动力特性、道路等级、自然条件、事故率以及工程、运营经济等因素，通过综合分析、全面考虑，合理确定的。表 1—3 为《规范》给出的各级公路最大纵坡及最小坡长值。表中最小坡长的限制主要是根据汽车行驶平顺性的要求而规定的。因为如果坡长过短，使变坡点增多，汽车行驶在连续起伏地段产生的增重与减重变化频繁，导致乘客感觉不舒服，车速越高越感觉明显。

表 1—3 公路最大纵坡和最小坡长

设计速度 (km/h)	120	100	80	60	40	30	20
最大纵坡 (%)	3	4	5	6	7	8	9
最小坡长 (米)	300	250	200	150	120	100	60

3. 纵坡的最大长度

汽车在较陡纵坡上行驶, 行驶距离要求不能太长。因有纵坡道路, 行车速度明显下降, 要长期换低挡克服坡度阻力, 易使水箱“开锅”, 甚至熄火; 下坡行驶则制动次数频繁, 易使制动器发热而失效, 甚至造成车祸, 因此要限制纵坡的最大长度。表 1—4 为《规范》规定的各级公路纵坡长度的限制。

表 1—4 不同纵坡最大坡长

设计速度 (km/h) 最大坡长(米) 纵坡坡度 (%)	120	100	80	60	40	30	20
3	900	1 000	1 100	1 200	—	—	—
4	700	800	900	1 000	1 100	1 100	1 200
5	—	600	700	800	900	900	1 000
6	—	—	500	600	700	700	800
7	—	—	—	—	500	500	600
8	—	—	—	—	300	300	400
9	—	—	—	—	—	200	300
10	—	—	—	—	—	—	200

4. 最小纵坡

公路挖方和低填方路段, 为保证排水需要有一定的纵坡, 《规范》规定应采用不小于 0.3% 的纵坡。

5. 平均纵坡

平均纵坡是指一定长度的路段纵向所克服的高差与路线长度之比,