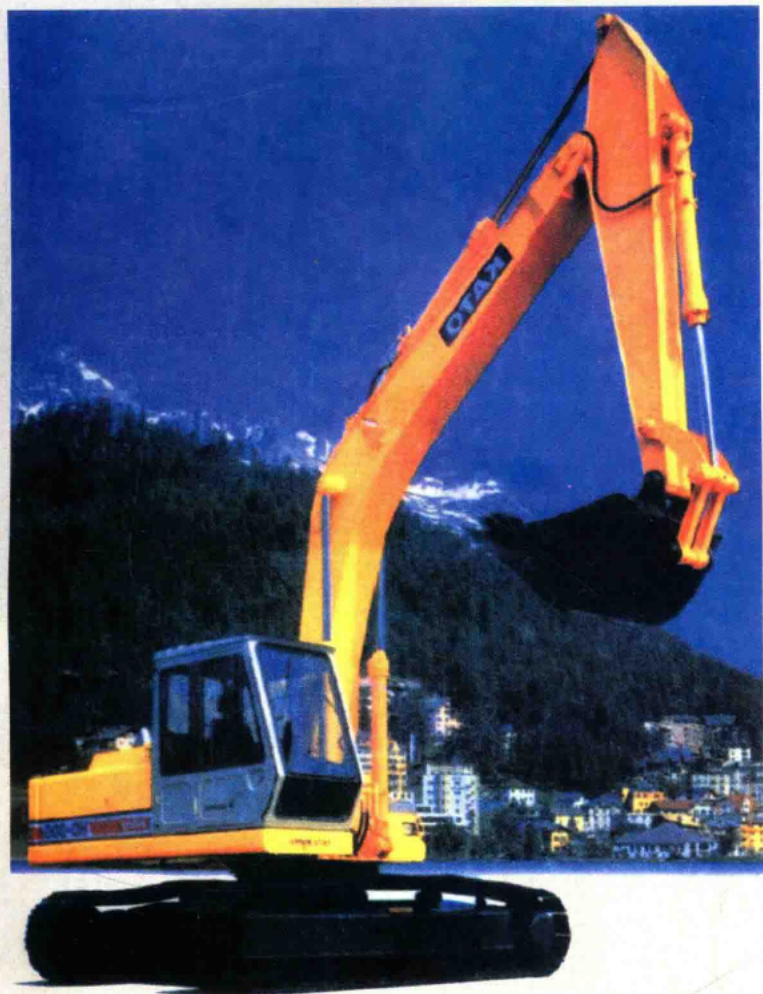


Automobil

高等级公路与机械化施工

胡 胜 主编
莫桂来 主审



广东交通职业技术学院

Machine

广东交通职业技术学院高职试用教材

高等级公路与机械化施工

主编 胡 胜

主审 莫桂来

前 言

本书是根据广东交通职业技术学院制定的三年制高职交通机电专业教学计划，按照机电系编写的《高等级公路与机械化施工》教学大纲的要求、教材建设规划编写而成，主要供本院高职交通机电专业教学用，中专同专业教学也可参考使用，并可供从事公路工程机械行业的技术人员参阅。

本书共分四大部分内容：路基工程、路面工程、桥梁工程的机械化施工，机械化施工组织设计。本书编写含有一定的理论知识，注重介绍施工运用的方法和技能。全书由广东交通职业技术学院胡胜老师编写，由筑波路桥公司路面维修公司的莫桂来主审，并对书稿进行了修改，在此表示谢意。

由于编者的水平有限，书中难免有错漏，希望读者给予批评指正。

编者

2001年5月于广州

内 容 提 要

本书主要包括：高级公路的基本构造、路基的机械化施工、沥青路面的机械化施工、水泥混凝土路面的机械化施工、桥梁的机械化施工以及机械化施工组织设计等。

本书为广东交通职业技术学院交通机电专业高职试用教材，也可作为中等专业学校教学以及技术工人培训和从事公路工程机械施工人员查阅参考用书。

目 录

第一篇 路基工程

第一章	总论	1
第一节	路基土的分类	1
第二节	路基的基本结构	4
第三节	有关附属设施	10
第四节	施工前的准备	12
第二章	土质路基机械化施工	20
第一节	土质路基填挖基本方案	20
第二节	土质路基的机械化施工	25
第三节	路基土的压实	44
第四节	石质路基施工	50
第五节	路基施工机械的选型与机群的配套	55

第二篇 路面工程

第三章	总论	64
第一节	路面的功能与对路面的要求	64
第二节	路面的结构及其层次划分	66
第三节	路面的分级与分类	68
第四章	沥青路面机械化施工	70
第一节	沥青加热基地	70
第二节	沥青表面处治	72
第三节	沥青贯入式路面	78
第四节	沥青混凝土路面	82
第五节	沥青混合料结构层的压实	86
第五章	水泥混凝土路面机械化施工	92
第一节	施工前的准备工作	92

第二节	施工操作程序和方法·····	93
第三节	轨道式摊铺机施工·····	100
第四节	滑模式摊铺机施工·····	108

第三篇 桥梁工程

第六章	桥梁工程机械化施工·····	112
第一节	公路桥梁及桥梁施工概述·····	112
第二节	桥梁下部结构机械化施工·····	113
第三节	桥梁上部结构机械化施工·····	128

第四篇 公路工程机械化施工组织设计

第七章	机械化施工组织设计·····	133
第一节	公路工程建设程序·····	133
第二节	分析公路设计文件·····	133
第三节	公路工程施工组织·····	135
第四节	确定工程量及工程进度·····	139
第五节	施工机械的选择·····	143
第六节	组织机械施工队·····	151

第一篇 路基工程

第一章 总 论

第一节 路基土的分类

一、土 的 分 类

长期以来我国对于路基用土，曾按土的颗粒组成和土的物理力学性质，划分为五组（除石质土而外）十二类，见表达式 1-1-1 和表达式 1-1-2。

砂土强度基本不随含水量的变化而异。粉质砂土强度接近于亚砂土，故将粉质砂土、粗亚砂土、细亚砂土合为一组，统称为砂性土。粉质亚砂土、粉土、粉质轻亚粘土、粉质重亚粘土，其性质相近，亦合为一组，统称为粉性土。；轻亚粘土、重亚粘土和轻粘土，合称粘性土。重粘土系指塑性指数大于 40 的粘土类，并考虑了粘土矿物的影响。这样，把砂土从砂性土分出，把最细的重粘土从粘土中分出，以资对照。

按粒度成分分类

表 1-1-1

土组	土名	颗 粒 组 成 (按 重 量 % 计)	
		砂粒 2~0.05mm	粘 粒 <0.002mm
砂土	砂土	80~100	0~3
砂性土	粉质砂土	50~80	0~3
	粗亚砂土	>50 粗砂多于细砂	3~10
	细亚砂土	>50 细砂多于粗砂	3~10
粉性土	粉质亚砂土	20~50	0~10
	粉土	<20	0~10
	粉质轻亚粘土	<45	10~20
	粉质重亚粘土	<40	20~30
粘性土	轻亚粘土	>45	10~20
	重亚粘土	>40	20~30
	轻粘土	<70	30~55
重粘土	重粘土	<45	>55

注:①表中各土组的颗粒组成均以小于 2mm 作为 100%

②定名是应根据粒径分组由大到小,以最先符合者定名。

按塑性指数分类

表 1-1-2

土类	塑性指数 I_p	液限 ω_L
砂土	<2	<10
粉质砂土、粉土、亚砂土、粉质亚砂土	>2	16~28
轻亚粘土、粉质轻亚粘土	>10	28~38
重亚粘土、粉质重亚粘土	>18	38~50
轻粘土	>26	50~70
重粘土	>40	>70

二、 土的工程性质

砂土无塑性，但透水性良好，毛细水上升高度很小，具有较大的摩擦系数。采用砂土修筑路基，强度高，水稳性好。但砂土粘结性小，易于松散，车辆通过时容易产生较深车辙。为克服此一缺点，可添入一些粘性大（如粘性土），以改善路基质量。

砂性土为修筑路基的良好材料。含一定数量的粗颗粒，使路基获得的足够的内磨擦力，又含一定数量的细颗粒，使之具有一定的粘聚力，不致过分松散。一般遇水干得快，不膨胀，干时有足够的粘结性，扬尘少。因此，雨天不泥泞，晴天不扬尘。其颗粒组成级配较好，因而用砂性土修筑路基，在行车作用下易被压实，并易构成平整坚实和表面。

粉性土为最差的筑路材料。因含有较多的粉土粒，干时虽稍具粘结性，但易被压碎、扬尘大、浸水时很快被湿透，易成流体状态（稀泥）。粉性土的毛细水上升高度大，在季节性冰冻地区更容易使路基产生水份累积，造成严重的冬时冻胀、春时翻浆，故又称为翻浆土。如遇粉性土，特别是在水文条件不良时，应采取一定措施，以改善其工程性质。

粘性土透水性很差，粘聚力大，因而干时坚硬，不易挖掘。它具有较大的可塑性、粘结性和膨胀性，毛细管现象也很显著，用来筑路比粉性土为好，但不如砂性土。浸水后，粘性土能较长时间保持水分，因而承载力很小。对于粘性土如在适当含水量时加以充分压实和有良好的排水设施，筑成的路基也能获得稳定。

重粘土的塑性指数与液限都委高。其工程性质与粘土相似，但受粘土矿物成分影响较大（前已述及，含高岭土为最好，伊里土次之，蒙脱土最差）。重粘土不透水，粘聚力特强，干时很坚硬，很难挖掘，膨胀性和塑性都很大。

除前述土类外，还有一些具有特殊性质和含有害物质的土类，如具有特殊结构和土（大孔土或黄土），含有机质的土（泥炭、硅藻土等），以及含易溶盐的土（盐渍土、石膏土等），均应在设计与施工上采取适当措施。

三、 路基土和工程分级

在施要中，路基土石按其开挖难易程度，又分为六级，详见表 1-1-3

土、石工程分级

表 1-1-3

土、石等级	土、石分类	土、石名称	钻 1m 所需时间			爆破 1m ² 所需炮眼长度 (m)		开挖方法	
			湿式凿岩一字合金钻头净钻时间 (min)	湿式凿岩普通钻头净钻时间 (min)	岩火个间 (人工)	路堑	隧道导坑		
I	松土	砂类土、腐殖土、种植土、中密的粘性土及砂性土、松散的水分不大的粘土, 含有 30mm 以上的树根或灌木根的泥炭土、碎石类土 (不包括块石土及漂石土)							用铁锹挖, 脚蹬一下到底的松散土层
土、石等级	土、石类别	土、石名称	钻 1m 所需时间			爆破 1m ³ 所需炮眼长度 (m)		开挖方法	
			湿式凿岩一字合金钻头净钻时间 (MIN)	湿式凿岩普通钻头净钻时间 (MIN)	岩火个间 (人工)	路堑	隧道导坑		
II	普通土	水分较大的粘土、密实的粘性土及砂性土、半干硬状态的黄土、含有 30mm 以上的树根或灌木根的泥炭土、碎石类土 (不包括块石土; 各种风化成土块的岩石)							部分用镇刨松再用锹挖, 以脚蹬锹需连蹬数次才能挖动
III	硬土	硬粘土、密实的硬黄土, 含有较多的块石土及漂石土; 各种风化成土块							必须用镐先整个刨过才可用

		的岩石						
IV	软石	各种松软岩石、盐岩、胶结不紧的砾岩、泥质页岩、砂岩、煤、较坚实的泥灰岩、块石土及漂石土、软的节理多的石灰岩		7 以内	0.2 以内	0.2 以内	2.0 以内	部分用撬棍或十字镐及大锤开挖，部分用爆破法开挖
V	次坚石	硅质页岩、砂岩、白云岩、石灰岩、坚实的泥灰岩、软玄武岩、片麻岩、正长岩、花岗岩	15 以内	7~20	0.2~1.0	0.2~0.4	2.0~3.5	用爆破法开挖
VI	坚石	硬玄武岩、坚实的石灰岩、白云岩、大理岩、石英岩、闪长岩、粗粒花岗岩	15 以上	20 以上	1.0 以上	0.4 以上	3.5 以上	用爆破法开挖

第二节 路基的基本结构

路基由宽度、高度和边坡坡度三者所构成。路基宽度取决于公路技术等级，路基高度（包括路中心线的挖填深度，路基两侧的边坡高度）取决于纵坡设计及地形；路基边坡坡度取决于地质、水文条件，并由边坡稳定性和横断面经济性等因素比较选定。就路基稳定性和横断面经济性的要求而论，路基的边坡坡度及相应的措施，是路基设计的基本内容。

路基是岩石性质的结构物，通常路堤主要是选用土质，由人工填筑而成，路堑则在天然岩石层中开挖而成，为使路基具有足够的强度与稳定性，需要掌握和运用工程地质学、土力学的基本规律与方法。土质路基的强度、主要表现在抵抗剪切变形的能力上，而土的抗剪强度是来自土粒之间的粘聚力和摩擦力，并因土体的湿度和密实度及杂质含量等条件而变。设计与施工时，要求在选择填料、控制含水量、土层组合及人工压实等方面，力求合理，并符合有关规定。填石路基的强度通常较高，但抛石乱填，往往空隙较大，在外力作用下易局部沉陷，需较长时间才能稳定，对于急待修筑较高级路面的道路，使用极为不利。路堑开挖，其稳定性取决于原地层的地质、水文条件，比较难以控制，因而必须事先探明地下情况，根据具体条件与要求，合理确定开挖深度与边坡坡率，对路基顶面下一定深度的原地层应进行必要的处治，并相应设置排水、防护与加固等设施。路基构造方面的这些要求，是研究宽度、高度和边坡坡度的先决条件。

一、路基宽度

路基宽度为路面及其两侧路肩宽度之和。路面供机动车行驶，两侧路肩为保护路面稳定，并兼供错车、临时停车及行人和非机动车通行。技术等级高的公路，路基宽度范围内还需设置中央带（由中央分隔带加相临两侧路缘带所组成）。路面宽度根据设计通行能力及交通量大小而定，一般每个车道宽度为 3.50~3.75m。路肩宽度由公路等级和混合交通情况而定，最小每边为 0.5m，有条件是力争 1.0m，城镇近郊行人与非机动车比较集中，路肩宽度尽可能增大，一般取 1~3M，并以铺筑硬质面层，提高路肩利用率，保证路面行车不受干扰。各级公路路基宽度，根据 1981 年颁《公路工程技术标准》JTJ1-81（简称《标准》）规定，如图 1-1-1 及表 1-1-4 所示。

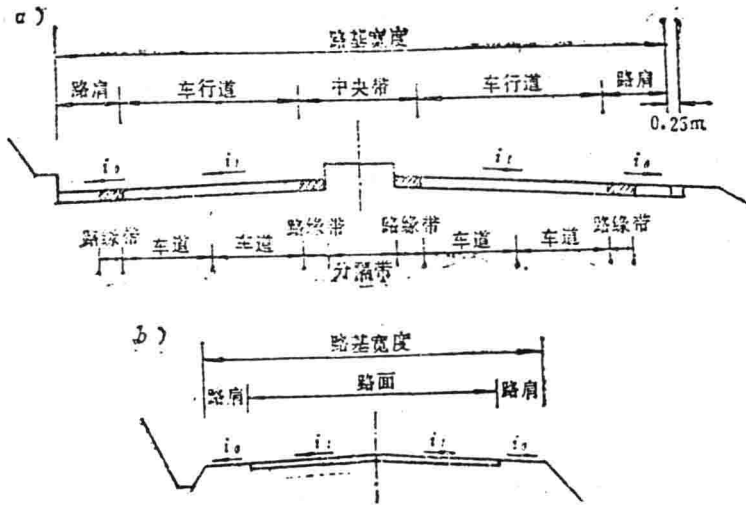


图 1-1-1 公路路基宽度图

a)高速公路和一级公路 b)二、三、四级公路

公路路基宽度

表 1-1-4

公路等级		高速公路		一		二		三		四	
地形		平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘
路基宽度(m)	一般值	26	23	23	19	12	8.5	8.5	7.5	6.5	6.5
	变化值	22.5	29	20	18	15	—	—	—	7.0	4.5

附注：本表摘自《公路工程技术标准》(JTJ 01-81) 第 4.0.3 条，有关说明略去

公路路宽度因技术等级具体要求的不同，除路面与路肩而外，必要时还应包括分隔带、路缘带、变速车道、停车带、慢行道或路是路用设施（如护栏、照明、绿化等）可能占用的宽度。

路堑位于弯道上，为保证行车所需要开挖视距台。高路堤因安全行车的需要，可适当放宽路肩和设置和设置护栏，并为使路面水不致冲刷边坡，在路基边缘可设置挡水堰。在

需要加宽路面的平曲线路段，路基可能同时加宽。城市近郊道路的混合交通最大，高峰小时的车流比较集中，路基设计应结合城市要求进行。某些特殊地质条件下，需要采用特殊横断面形式的路基，如软土地区路基设置反压护道；沙漠或雪害地区设流线形路基横断面；地形起伏或用地受限制地段采用单向分离式路基；滑坡地带或沿河路段，以及其他需要设置特殊排水和防护加固设施的路段，路基横断面应有所变化。此外，取土坑、弃土地堆、护坡道、碎落台等，也均应在决定路宽度时，加以考虑。

路基占用地，是公路通过农田或用地受限制地区时的突出部题。建路占地，势在必行，但在综合规划，统筹兼顾，讲究经济效益，农业与交通相互促进。就路基占用土而言，首先根据可行性研究，选择路基位置（公路走向）和必要的宽度，尽可能占用非农业地，少占优质良田，考虑工期拓宽，或采用单向分离式路基；有条件地方可用石砌陡削边坡；高速公路局部地段可选用架空路基；填方较大处纵坡设计应控制填方高度，以压缩用地宽度；山坡路基尽量挖填平衡，减少借方或弃方的附属用地；结合当地农田水利规划，尽力筑路造田，扩大与改善林业用一，保护林区牧地，防止水土流失，维护生态平衡；减少高填深挖，利用植物防护，绿化与美化路基；有条件地控制石方大爆破方法的采用，严防路基及附近段受损害。所有这此，在路基设计与施工的过程中，都应经综合考虑。

路基愈宽，对行车条件和公路造型愈有利，但工程数量和造型愈有利，但工程数量和造价也随时之提高。因而要讲究经济效益，使公路路投资能在规定的效益计算期内，由运输效率提高所获得的资金积累偿还。

大量数字统计分析表明，一般公路双车道范围内的路基宽度 B 与土方数 N ，大致关系如下：

对于平原、微丘陵地区

$$N=1.31B+3.90 \quad (1000\text{m}^3/\text{km}) \quad (1-1-1)$$

对于重丘陵、山岭地区

$$N=10^a=10^{(0.7313+0.0839B+0.2522)} \quad (1000\text{m}^3/\text{km}) \quad (1-1-2)$$

按上述经验化式估算的数字，土方与石方的比例，对于平原丘陵区约为 85:15，土方的变化幅度为 80~100%，石方为 20~0%；对于山岭区约为 52:48，土方变化为 70~30%，而石方为 30~70%。参照上述公式时，可根据具体地形与路基挖填高度等情况，结合当地实践经验，酌情调整。一般情况下，式 (1-1-1) 对起伏地形和挖填高度较大时，取正号，反之取负号；式 (1-1-2) 对山岭区用正号，丘陵区用负号。

二、路基高度

路基高度是指路堤的填筑厚度或路堑的开挖深度，是原地面标高与路基设计标高的相差数值。由于原地面常成横向倾斜，在路基的整个宽度范围内，相对高差有所不同，通常路基高度是指路中心线的相对高差而言，就路基的边坡高度来说，则指填方坡脚或挖方坡顶与路基边的相对高差，所以路基高度有中心高度（填高或挖深）与边坡高度（填方或挖主坡高）之分，原地面坦时，两者相同，山坡地面上，两者不同，而且路两侧的高坡也不相等。

路堤有高矮之分，路堑的深浅之别。通常可按《标准》，使用常规的边坡高度值，作

为划分高矮或深浅的依据。例如总高度为 18.0M 的填土路堤，或总高度为 20.0M 的填石路堤，规定的边坡坡度，上部为 1: 1.5，下部为 1: 1.75。因此，正常情况下可将土 20.0M 以上土质和风化岩石挖方，视为深路堑。

高路堤或深路堑的土石方数量大，占地宽，边坡稳定性差，对行车也不利，应尽量避免使用，必需使用时，也应呼示降低和缩短，并进行个别特殊设计，多种方案比较，权衡利弊，确保边坡稳定和横断面经济合理。

如前所述，从地面算起的路堤高度，如果低于按地下水位或地下水水位或地面积水水位算起的临界高度，该路可视为矮路堤。矮路堤通常处在行车荷载应力用的范围，而且会受到地面和地下水不利水温因素的作用，对路面的结构与使用品质影响极大。矮路堤通常是位于平原和高产农作物区，取土不易，提高路堤填筑高度往往导致占田较多和投资增加，尤其是路基较度的高等级公路，占地和投资的增加额更高，因此，合理确定路堤的填筑高度，应列为路基设计的重要研究课题之一。

路堤的最小填土高度，应根据临界高度，并结合沿线具体条件和排水及防护措施，按照公路技术等级有关规定，一般应保证路基处于干燥或中湿状态。

沿河受水浸淹的路基，其高度一般应根据《标准》所规定的设计洪水频率(表 1-1-5)，求得设计水位，再增加深 0.5m 的余裕。如果河道因设路堤的高度(即波浪侵袭高度)。所以沿河浸路堤的高度，应高出是述各值之和，以保证路基不致被淹没，并据此进行路基的防护与加固。

路基设计洪水频率

表 1-1-5

公路等级	高速公路	一	二	三	四
洪水频率	1/100	1/100	1/50	1/25	视具体情况而定

四、路基边坡坡度

确定路基边坡坡度，是路基设计的基本任务。公路路基的边坡坡度，可用边坡高度 H 与边坡宽度 b 之比值表示，并取 H=1，如图 1-1-2 所示，H: b=1: 0.5(路堑边坡)或 1: 1.5(路堤边坡)，通常用 1: n 或 1: m 表示其可比率(称为边坡坡度)，即图中 n=0.5, m=1.5. 边坡坡度也可用边坡角 α 或 θ 表示，此时：

$$\alpha = \arctg 2.0 \frac{1}{n} = \arctg 2.0 = 63^{\circ} 26'$$

$$\theta = \arctg \frac{1}{m} = \arctg 0.6667 = 33^{\circ} 41'$$

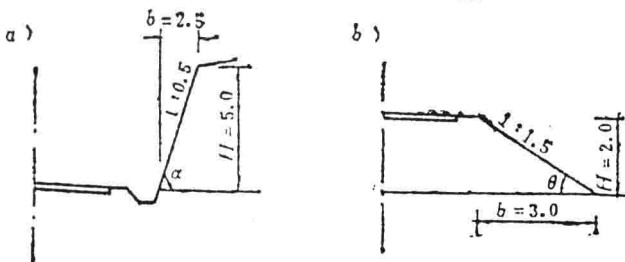


图 1-1-2 路基边坡坡度示意图 (单位: m)

a) 路堑; b) 路堤

路基的边坡, 尤其是陡坡地段的堤边坡及较深路堑的挖方边坡, 不仅工程数大, 施工难度高, 而且是路基稳定性的关键所在, 如果地质与水文条件较差, 以及防护与病害严重, 持续年限很长, 这类路基边坡因水致毁的现象屡不鲜。路基的排水, 以及防护与加固, 主要也是针对路基边坡稳定性而设, 所以确定路基边坡坡度, 对于路基稳定和横断面经济, 至为重要, 设计时必需周密慎重。

1、路堤边坡

根据长期工程实践, 一定高度范围以内的路堤边坡坡率 m , 如表达式 1-1-6 所示。总高度超过表列数值时, 应按高路堤另行设计。当采取其它措施, 如逐层加强压实、铺砌护坡、加强排水防冲刷设施等, 可根据具体情况确定边坡坡度。

土质路堤边坡坡度

表 1-1-6

路堤 填料	路堤边坡坡度				
	总高度 (m)	上部边坡		下部边坡	
		高度(m)	坡度(m)	高度(m)	坡度(m)
粘性土、 粉性土	18	6	1:1.5	12	1:1.75
砂性土	20	8	1:1.5	12	1:1.75
砾、碎石土	20	12	1:1.5	8	1:1.75

陡坡地面的路堤, 可分别采用石砌护肩、护坡、护墙或护脚, 并根据边高度、石料规格及操作方法, 分别打用不 1: 0.75 的外边坡。填石路堤边坡, 一般可取 1: 1 的坡度。

2、路堑边坡

土质路堑边坡, 如表达 1-1-7 所示, 根据边坡高度、土类及基密实程度, 其边坡坡率 n 大致为 0.5~0.75; 而稍密实细砂土, $n=0.5\sim0.75$; 而稍密实细砂土, 则 $n=1.25\sim1.5$; 又如 $h=6\sim12m$ 的粘性土, 其边坡坡度坡率 $n=1.25\sim1.5$ 。边坡高度超过 18~20M 的高路堤, 应通过特殊设计, 经稳定性验算来决定其边度。

土质路堑边坡坡度

表 1-1-7

土类			边坡高度(m)		
			<6	6~12	12~18
砂土	粗砂	密实	1:0.5~1:0.75	1:0.75~1:1.0	1:1.0~1:1.25
		中等密实	1:0.75~1:1.0	1:1.0~1:1.25	1:1.25~1:1.5
		稍密实	1:1.25~1:1.5	1:1.5	1:1.5~1:1.75
	砂亚砂土	密实	1:0.75~1:1.0	1:1.0~1:1.25	1:1.25~1:1.5
		中等密实	1:1.0~1:1.25	1:1.25~1:1.5	1:1.5
		稍密实	1:1.5	1:1.5	1:1.5

粉性土 粘土 粘性土	粉土、亚粘土、粘土	1:1.0~1:1.25	1:1.25~1:1.5	1:1.5
------------------	-----------	--------------	--------------	-------

注：1.砂土及砂性土按密实程度选用边坡坡度。密实：孔隙比 $e < 0.55$ ；中等密实 $0.55 \leq e \leq 0.70$ ；稍密实 $e > 0.70$ 。

2.粉性土、粘性土按其所表现的稳定性与地下水的关系，选用边坡坡度。稳定性好的用低限，差的用高限。

3.必要是进行防护与加固。

石质土（指粒径大于 2.0mm 的颗粒含量超过或略小于 50%者），由于成因不同，颗粒组成、胶结情况和密实程度差异较大，作为路堑边坡的稳定性变化幅度也很大。密实程度较差的石质土路堑边坡，浸水或受雨水冲刷时，稳定性急剧降低，设计时应注意排水设施和防护与加固措施。一般情况下，可参照表 1-1-8 选用边坡坡度，例如边坡高度 $h < 10\text{m}$ 的胶结类路堑边坡率 $n=0.3$ ，而 $h=20\sim 30\text{m}$ 的稍密实类路堑边坡， n 放缓至 1.5~1.75。

石质土路堑边坡坡度

表 1-1-8

土体结合密 实程度	边坡高度(m)		
	<10	10~20	20~30
胶结	1:0.3	1:0.3~1:0.5	1:0.5
密实	1:0.5	1:0.5~1:0.75	1:0.75~1:1.0
中等密实	1:0.75~1:1.0	1:1.0	1:1.25~1:1.5
稍密实	1:1.0~1:1.5	1:1.5	1:1.5~1:1.75

注：1.含土量多时，可按土质路堑边坡进行设计。

2.含石量多且松散是，可筑成折线形成台阶边坡。

3.大块石中含较多粘土是，边坡一般可用 1:1~1:1.5。

石质土的密实程度，除参照表面化 2-4 注中所列的孔隙比 e 值判别而外，野外鉴别可坑试和目测。其标准是：胶结类—土石粘结牢固，接近软石状，铁镐与撬棍难挖；密实类—架颗粒超过总重的 70%成交错排列，连续接触，锹与镐挖掘困难，需用撬棍松动；中等密实—架颗粒交错排列，部分连续接触，锹与镐可以挖掘，坑壁有掉真现象；稍密实—锹可挖掘，坑壁易塌。

岩石路堑边坡，一般可以运用工程地质法（比拟法）选定其边坡坡度。长期工程实践表明，岩石路堑边坡坡度大小，主要同岩石的种类及其构造、风化破碎程度和边坡高度密切关系。如表 1-1-9 所列，将各类岩石分为三类，而岩石的风化破碎程度分为四等，并将路堑边坡高度以 20M 为界区分为两组，分别列出相应的边坡坡度，结合当地条件参照选用。

岩石风化破碎程度的主要标志：轻度—颜色较新鲜，矿物成分无变化，裂缝不多，基本上上整体，裂缝未张开；中等—造岩石矿物失去光泽，颜色变暗，矿物成分基本未变，裂缝成 20~50M 的大块状，多数裂隙张开较小；严重—颜色显著改变，有次生矿物，有矿物，开裂成直径 5~20CM 的碎石块，有时裂隙张大；极重——颜色变化极大，大部分矿物成分改变，裂缝极多，爆破后较多成碎石土状，有时细粒部分已略具塑性。

由于地表岩石层和自然条件,以及路基构造要示与变化极大,岩石路堑边坡值难以定型,表列边坡坡度系一般条件下的经验数值,运用时应结全地质的水文条件,参考各地现有自然稳定山坡和人工成型稳定山坡和人工成型稳定边坡,加以对比选用。必要时应进行个别设计和稳定性验算,还必需采用排水和防护加固的技术措施。在地区地震的岩石路堑边坡坡度,还要参考《公路工程抗震规范》规定,抗震设计规范规定在岩体非严重松散地段的不具有倾向路基的构造软弱面的地段开挖路基时,高度超过去时 10M 的岩石挖方边坡,可按表 1-1-10 采用。在岩体严重松散地段和具有倾向路基的构造软弱面和地段开挖路基时,应根据具体情况顺构造软弱面开挖或采取支挡、锚固桩等措施。

岩石路堑边坡坡度

表 1-1-9

岩石种类	风化破碎程度	边坡高度 (m)	
		<20	20~30
1、 各种岩浆岩	轻度	1:0.1~1:0.2	1:0.1~1:0.2
2、 厚层灰岩、硅钙质砂砾岩	中等	1:0.1~1:0.3	1:0.2~1:0.4
	严重	1:0.2~1:0.4	1:0.3~1:0.5
3、 片麻、石英、千枚岩	极重	1:0.3~1:0.75	1:0.5~1:1.0
1、 层砂砾岩	轻度	1:0.1~1:0.3	1:0.2~1:0.4
2、 中薄层灰岩	中等	1:0.2~1:0.4	1:0.3~1:0.5
3、 较硬的板岩层	严重	1:0.3~1:0.5	1:0.5~0.75
	极重	1:0.5~1:1.0	1:0.75~1:1.25
1、 薄层砂页岩互层	轻度	1:0.2~1:0.4	1:0.3~1:0.5
2、 千枚岩、云母、绿泥石片岩	中等	1:0.3~1:0.5	1:0.5~0.75
	严重	1:0.5~1:1.0	1:0.75~1:1.25
	极重	1:0.75~1:1.25	1:1.0~1:1.5

高度超过 10m 的岩石挖方边坡坡度

表 1-1-10

岩石种类	设计烈度	
	8	9
风化岩石	1:0.6~1:1.5	1: 0.75~
一般岩石	1:0.1~1:0.5	1:0.2~1:0.6
坚石	1:0.1~直立	1:0.1~直立

第三节 有关附属设施

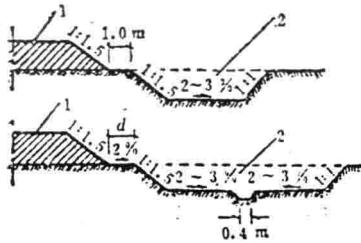
同路基工程有关的附属设施,除排水及防护与加固外,还有取土坑、弃土堆、护坡道、辟落台、堆料坪及错车道等。特殊地区的路基工程,相应还有一些特定的附属设施,例如:

多年冻土地区的保温护道和护脚，沙漠地区的阻沙障和聚风板，雪害地区的防雪林和防雪棚，泥石流路段的拦渣坝和停淤场，以及翻浆地区或盐渍土地段等地的保温防水隔离层。所有这些，均为确保强度与稳定性有效措施，属于路基工程附属设施。其中一般路基的常用设施为以下几种：

一、取土坑与弃土堆

路基土石方数量的挖填平衡，是公路路线设计的基本原则之一，但往往难以做到绝对平衡，土石方数量经过合理调配，不可避免地在全线路基中均有借方或弃方（又称废方），路基土石方的借或弃，首先要合理选择地点，即确定取土坑或弃土堆的位置，选点时要兼顾土质、数量、用地及运输条件等因素，还必须结合沿线区域规划，因地制宜，综合考虑，维护自然平衡，防止水土流失，做到借之有利，弃而无害。借弃所形成的坑或堆，要求尽量结合当地地形，力争得以充分利用，并注意外形规整，弃堆稳固。公路等级愈高或位于城郊附近的干线，尤应注意。

平坦地区，如果用土量较少，可以沿路两侧设置取土坑，并结合路基排水和农田排灌。路旁取土坑，大致如图 1-1-3 所示，其深度约 1.0m 或稍大一些，宽度依用土数量 and 用地允许而定。为防坑内积水危害路基，路基坡脚与坑之间，当堤顶与坑底高差不足 2.0m，需设宽度 < 1.0m 的护坡平台，坑底设纵横排水坡及相应设施。



1-1-3 路旁取土坑示意图

1-路堤 2-取土坑

河流淹没地段的桥头引道近旁，一般不设取土坑。河滩上的取土坑，要距河流中水位边界或构造物的稳定。

路基开挖的废方，首先考虑充分利用，如用以加宽路基或加固路堤，填补坑洞或路旁洼地，亦可兼顾农田水利或基建等所需，做到变废为宝，弃而不乱。

废方一般选择路旁低洼荒地，就近弃堆。原地面倾斜坦于 1:5 时，路旁两侧均可设弃土堆，地面较陡时，宜设在路基下方。沿河路基爆破后废石方，往往难以远运，条件许可时可以部分占用河道，但要注意河道压缩后，不致壅水危及上游路基及附近农田等。

图 1-1-4 所示为路旁弃土堆一例，要求堆弃整平，顶面具有适当横坡，并设平台、三角土积砂或积雪地段的弃土堆，宜有利于防砂防雪，可设在迎风一侧，并具有足够的间距。