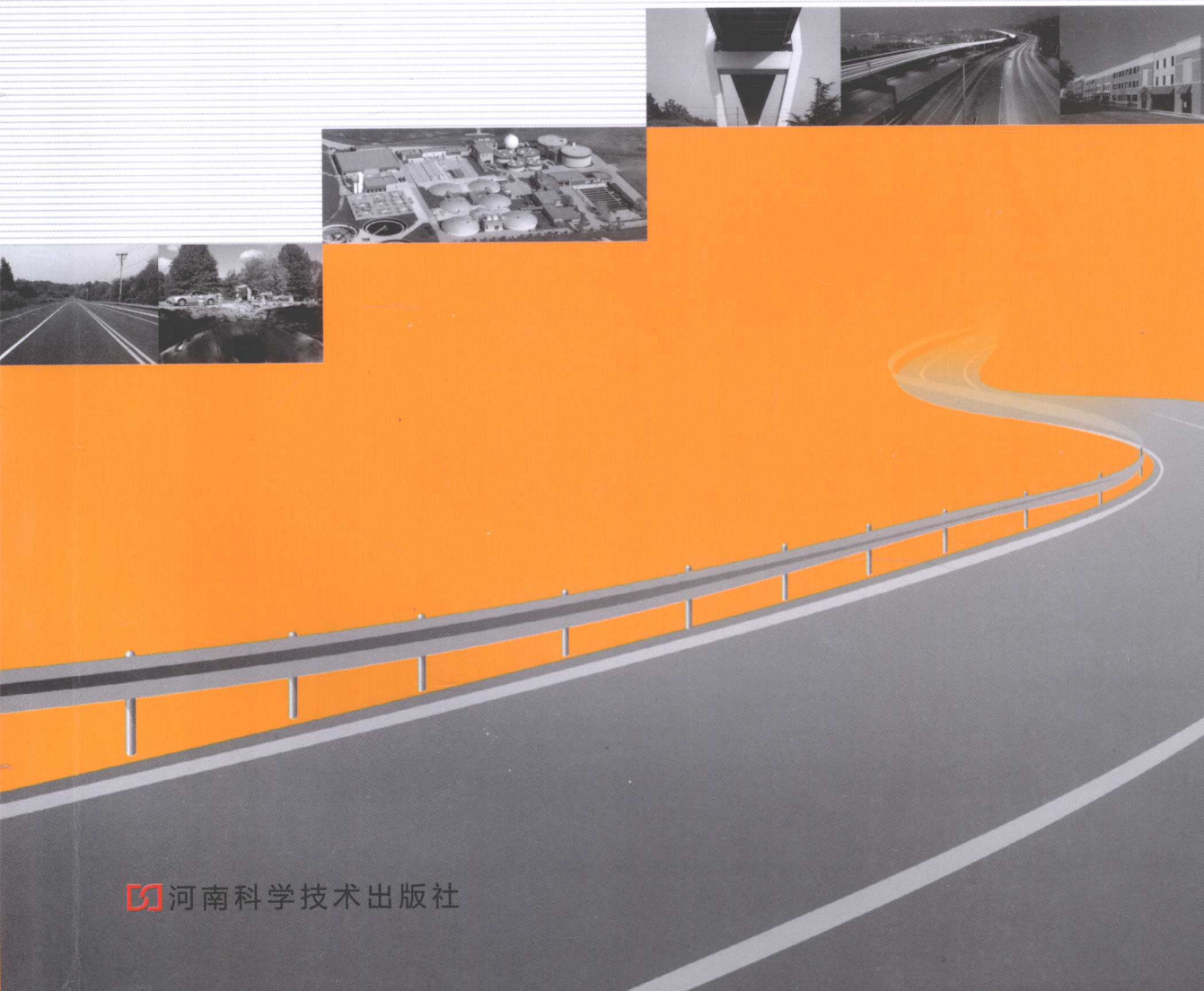


市政工程工程量清单计价应用手册系列

道路工程 工程量清单计价应用手册

(对应GB 50500—2008)

◎郭芳芳 主编



 河南科学技术出版社

市政工程工程量清单计价应用手册系列

道路工程工程量清单计价应用手册

(对应 GB 50500—2008)

郭芳芳 主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是市政工程工程量清单计价应用手册系列之一。

本书对住房和城乡建设部新颁布的《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)附录 D 市政工程工程量清单项目及计算规则中的 D.2 道路工程的内容进行了解释。道路工程内容包括:路基处理、道路基层、道路面层、人行道及其他、交通管理设施等。

本书内容通俗易懂、针对性强,是从事市政工程造价员的实用性参考书。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程工程量清单计价应用手册(对应 GB 50500—2008)/郭芳芳
主编. —郑州:河南科学技术出版社,2010.8
(市政工程工程量清单计价应用手册系列)
ISBN 978-7-5349-4445-1

I. ①道… II. ①郭… III. ①道路工程-工程造价-中国-手册
IV. ①TU415.13-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 226954 号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路 66 号 邮编:450002

电话:(0371)65737028 65788613

网址:www.hnstp.cn

责任编辑:高 莉

责任校对:柯 姣

封面设计:张 伟

版式设计:栾亚平

责任印制:朱 飞

印 刷:郑州文华印务有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:16.5 字数:396千字

版 次:2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价:41.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

本书编委会

主编 郭芳芳

副主编 朱先杰

参编	张国栋	张书玲	陈书森	陈亚男
	陶小芳	李爱琴	张文甫	张国林
	王巧英	付慧艳	张建国	高巧风
	王 伟	王 妮	张国安	李小金
	张学年	张玉花	张清森	张志慧
	文辉武	张业翠	孙兰英	高松海

前 言

为了帮助市政工程造价工作者对住房和城乡建设部新颁布的《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)的理解和应用,我们组织编写了此书。

本书严格按照《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)中“附录 D 市政工程工程量清单项目及计算规则”部分的顺序编写。对工程量清单中的项目名称、项目特征、工程量计算规则、工程内容均作了全方位解释,其中附有图、表和实例,便于读者理解、掌握及应用。

本书具有以下三大特点:

(1)新,即一切以《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)为准则,掌握最新信息和动向,对清单中出现的新情况、新问题进行分析,开拓实践工作者的思路,使他们能及时了解实际操作过程中清单的最新发展情况。

(2)全,即将市政工程预决算领域涉及的知识系统地组织起来,为定额的编制、清单的编制说明、工程量计算规则的释义服务,其篇幅紧凑、层次清、条目细,使预决算更具合理性。

(3)实用,即一切从造价工作者的实际需要出发。在编写过程中,我们一直设身处地地把自己看成实际操作者,实际操作者需要什么我们就编写什么。

本书采用编码释义的形式编写,与《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)相对应。考虑到读者查找方便,目录编排力求详尽,是造价工作者理想的参考书。

本书在编写过程中得到了许多同行的支持与帮助,在此表示感谢。由于编者水平有限和时间的限制,书中难免有错误和不妥之处,望广大读者批评指正。如有疑问,请登录 www.gclqd.com(工程量清单计价网)或 www.jbjsys.com(基本建设预算网)或 www.jbjszj.com(基本建设造价网)或 www.gczjy.com(工程造价员考试培训网),或发邮件至 zz66219@163.com 或 dl-whgs@tom.com 与编者联系。

编 者

目 录

第一章 路基处理	(1)
第一节 强夯土方	(5)
第二节 掺石灰	(11)
第三节 掺干土	(13)
第四节 掺石	(19)
第五节 抛石挤淤	(20)
第六节 袋装砂井	(21)
第七节 塑料排水板	(25)
第八节 石灰砂桩	(27)
第九节 碎石桩	(29)
第十节 喷粉桩	(31)
第十一节 深层搅拌桩	(33)
第十二节 土工布	(34)
第十三节 排水沟、截水沟	(36)
第十四节 盲沟	(45)
第二章 道路基层	(47)
第一节 垫层	(47)
第二节 石灰稳定土	(51)
第三节 水泥稳定土	(57)
第四节 石灰、粉煤灰、土	(59)
第五节 石灰、碎石、土	(67)
第六节 石灰、粉煤灰、碎(砾)石	(68)
第七节 粉煤灰	(73)
第八节 砂砾石	(74)
第九节 卵石	(75)
第十节 碎石	(77)
第十一节 块石	(78)
第十二节 炉渣	(78)
第十三节 粉煤灰三渣	(80)
第十四节 水泥稳定碎(砾)石	(81)
第十五节 沥青稳定碎石	(82)

第三章	道路面层	(86)
第一节	沥青表面处治	(86)
第二节	沥青贯入式	(90)
第三节	黑色碎石	(93)
第四节	沥青混凝土	(95)
第五节	水泥混凝土	(100)
第六节	块料面层	(117)
第七节	橡胶、塑料弹性面层	(123)
第四章	人行道及其他	(125)
第一节	人行道块料铺设	(126)
第二节	现浇混凝土人行道及进口坡	(131)
第三节	安砌侧(平、缘)石	(132)
第四节	现浇侧(平、缘)石	(135)
第五节	检查井升降	(136)
第六节	树池砌筑	(137)
第五章	交通管理设施	(140)
第一节	接线工作井	(140)
第二节	电缆保护管铺设	(141)
第三节	标杆	(145)
第四节	标志板	(146)
第五节	视线诱导器	(146)
第六节	标线	(147)
第七节	标记	(148)
第八节	横道线	(151)
第九节	清除标线	(152)
第十节	交通信号灯安装	(152)
第十一节	环形检测线安装	(155)
第十二节	隔离护栏安装	(156)
第十三节	立电杆	(158)
第十四节	信号灯架空走线	(161)
第十五节	信号机箱	(162)
第十六节	信号灯架	(163)
第十七节	管内穿线	(164)
第六章	道路工程厚度	(166)
第七章	工程量清单计价实例	(168)

第一章 路基处理

D.2.1 路基处理。工程量清单项目设置及工程量计算规则,应按表 D.2.1 的规定执行。

1. 路基:道路路面下的基础建筑称为路基。当自然地面低于路基设计标高,需进行土方填筑,此时的路基称为路堤(图 1-1a);当自然地面高于路基设计标高时,则需开挖成路基,此时的路基称为路堑(图 1-1b)。路基必须具有足够的强度和稳定性,即在其本身的静力作用下,地基不发生过大沉陷;在车辆动力作用下,不应发生过大的弹性或塑性变形;路基边坡应能长期稳定而不坍滑。近代交通运输所要求的行车速度和载运量日益提高,从而对路基的质量标准提出更严格的要求。此外,在沿海和内地山区还会遇有大量不良工程地质现象,如地基沉陷、土坡坍滑、岩石边坡崩塌、泥石流及洪水、风沙等灾害,为保证路基质量,防止灾害,必须在路基设计、施工及养护中,采取特有的技术措施和工艺要求,例如修建路基挡土结构来防止路基滑坍等。

路床:将路基顶面,按路面铺筑所要求的标高(道路中线高程和路面横断高程)、平整度、宽度、压实度整修好的铺筑表面称为路床。

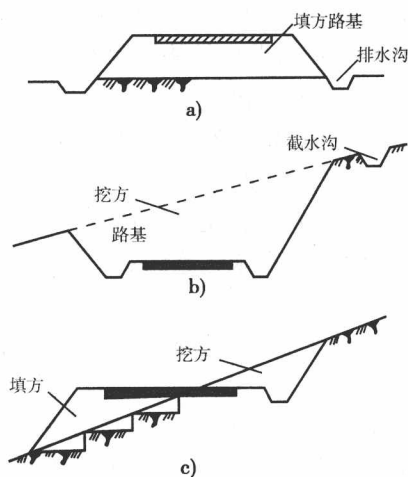


图 1-1 三种路基形式

a) 路堤 b) 路堑 c) 半填半挖路基

路床的作用是为路面结构层提供坚实、平整、符合设计要求的铺装面。所谓坚实,是指其在水温作用下,不发生强度和状态的改变,即具有足够的强度和稳定性;所谓平整,是指要确保路面结构各层厚度的均匀性和路面行驶表面的舒适平顺;所谓符合设计要求,是指符合路床的纵向中线标高、横坡度和宽度。

道路与结构物之间,挖方与填方路基之间,以及半填半挖路基,由于新旧路基土层的承载力不等,软硬程度不一,极易在连接部分产生路基承载力的不连续,甚至不稳定,从而发生路基整体性的破坏。因此,该连接部分路基必须进行特殊处理。特殊处理的原则是:

(1)填、挖方连接处、半填半挖及陡坡填土处,对路基横断方向坡度陡于1:4的,要将原地面或旧路边坡挖成有一定尺寸的台阶状,然后分层填筑压实,要求台阶高不大于0.5m,台阶宽不小于1~3m;对于路堤与路堑在纵断方向的连接,应设纵坡不大于4%的渐变区段,区段长不小于25m。

(2)填方与结构物连接部分,填方很难充分压实。且由于路堤填土与结构物间沉降量有较大差值,易形成台阶造成行驶车辆跳车。为避免此问题,可采用设置钢筋混凝土桥头搭板;或在连接处换填沉降量少的材料;或者采用先填方,待沉降后,再挖除修建结构物的逆作法。

路面:用坚实、耐磨的筑路材料铺筑在路床上,供车辆直接在其表面行驶的一层或多层的道路结构层称为路面。

(1)路面的作用

1)扩散车辆对路基的垂直荷载,保护路基在各种行车作用和自然因素影响下,维持足够强度和稳定性。路间各结构层的强度一般应自上而下逐渐减小。

2)加固道路的表面,抵抗车辆对道路的冲击力、水平力、吸附力和磨耗的破坏。

3)为各种车辆提供坚实、平整、具有一定防滑性、抗磨耗性的道路行驶表面,形成舒适的行车环境。

(2)路面结构的组成

根据设计要求和就地取材的原则,路面结构按路面等级的高低不同,分几层铺筑。低中级路面结构层次有面层、基层、垫层。高级路面结构层次有面层、联结层、基层、底基层、垫层等。

人行道:供行人步行和植树、立杆、埋管的用地及其铺装。人行道的结构和技术要求等同于支路。人行道一般用九格方砖铺砌,高出车行道15~25cm,人行道横坡采用直线型,向路缘石方向倾斜,步道表面应与路缘石和树池框顶面等高,衔接平顺。

路缘石(道牙、侧石):区分车行道、人行道、绿地、隔离带的分界线,作为车行道(路面)两侧的支撑,分隔行人和车辆交通的道路设施。路缘石(道牙)按使用的不同要求,可分为立道牙、平道牙、平石、转弯道牙等。

1)立道牙:安于路面两侧,区分人行道、快慢车道或绿化带的构筑物,一般高出路面15~20cm。

2)平道牙:安于路面边缘与路肩之间,与路面齐平,保护路面边缘。

3)平石:平石与立道牙组合成偏沟,衔接于路面与立道牙之间,解决路面边缘平整度、强度(路边缘不易压实)和较顺畅的纵坡排水。

4)转弯道牙:用于道路曲线弯道和道口八字处。

隔离带:为分隔机动车道的上、下行车道或分隔机动车和非机动车道而设置的绿地或安装交通工程设施和地下埋设公用管线的预留地。一般用道牙将车道路面隔开。从交通安全考虑,机动车道上下行车道路面间的隔离带,不允许种植高于0.6m的植物。

雨水口(收水井):

雨水口与埋于地下的雨水支管、干管、检查井一起构成排除路面径流水的排水系统。雨水口是道路范围降水汇集进入雨水管道的入水口,又是路面上的设施,因此要求与路面衔接平

顺,有一定的过水面积,并应有一定强度和刚度。按道路排水需要,雨水口平置时,要低于路边20~30mm,路面在纵向1.5m长的顺坡。

2. 路基土方工程

由于地形的不同,路基大体可分为三种形式,即填方路基(或称路堤)、挖方路基(或称路堑)、半填半挖路基(或称半路堤半路堑)。

路基土方工程施工不论采用人工方法或机械方法施工均包括翻松土壤、挖土、运土、卸土、整平、压实及修整等工序。施工时必须按路基设计的平面位置、标高及几何尺寸进行施工,同时为保证路基的强度和稳定性,在填筑路堤时,要处理好基底,选择良好的填料,保证必须的压实度及正确选择填筑方案;在开挖路堑时,要保证开挖过程中及竣工后能顺利排水,注意边坡的稳定,翻浆土层的处理,保证必须的压实度及正确选择开挖方案等。

(1)挖方路基:挖方深度超过1.5m时,应自上而下分层进行开挖,严禁掏窑、放崖造成塌方事故。不论是机械化施工还是人工施工,均应配合人工修整边坡,开挖时应用坡度尺掌握边坡。新挖出的路基以下70~100cm深处内,如发现有墓穴、水井或树根等,应彻底进行处理。若挖方路基位于含水较多易致翻浆的土层上(如粉性土),应换以透水性良好的土。

(2)填方路基:在填筑路基土方之前,应先清理垃圾、积水和有机物,并将原地面整平碾压。当地面横坡较大时,根据地面横坡的大小情况,采用将坡面挖成台阶或翻松原地面土壤后再进行填筑路基。

凡含有大量腐殖质的杂土和淤泥不能用来填方。填土的厚度应严格掌握,一般是20~30cm,并应做到及时碾压或夯实。

路床成活:路床(或称路槽)成活是路基工程中的一项重要内容,也是道路施工中的一道重要工序。当路基填挖高度较小、土方数量不大时,路基土方工程一般与修筑路床同时进行。

路床根据挖、填方的不同分为两大类:

(1)挖方路床:当路床设计标高低于原地面标高时,则为挖方路床。挖方路床成活应遵守下列操作规定:

- 1)挖方段必须根据测量中心线桩及两侧边桩开挖。一般每侧要比路面宽出30~50cm。
- 2)挖方段不得超挖。路床碾压前,应根据设计纵、横断面高程,按预留沉降量清理路床土方。
- 3)路床范围内规定高程以下60cm以内的树根等物必须刨除,进行换土或用石灰土分层夯实。
- 4)路床范围内的坟坑、水井等较大坑穴,必须清除干净,按规定回填密实。
- 5)快车道、慢车道和广场的路床成活,应用不小于12t级碾,人行道路床可使用轻型碾,但必须达到要求的密实度。

碾压时自路床两侧边缘依次向路中心进行。碾轮每次错轴不得小于20cm,碾压至表面无明显轮迹(<5mm)。

6)路床土壤干燥时,碾压前要酌量洒水,待水分渗透后,而又不粘碾轮的情况下进行碾压。

7)路床碾压过程中,对局部较湿现象应及时采取晾晒、换土、回填灰土等方法妥善处理。

8)雨水口支管应在路床碾压前施工,雨水口支管沟槽要用石灰土回填夯实。路基范围内的新建检查井四周也要用石灰土回填夯实。

9)路床碾压成活后,应检查宽度、纵、横断面高程、平整度,对不合格处一定要认真修整达到规定要求。

(2)填方路床:当路床设计标高高于原地面标高时,则为填方路床,填方路床成活应遵守下列操作规定:

- 1)填方路床必须根据测量中心线桩及测量的下坡脚桩分层填土碾压密实。
- 2)填方前应排除原基面积水,清除原基面树根、杂草、淤泥等。对原基面以下坟坑、水井等坑穴。应先予以分层填土夯实至原基面高。
- 3)填方段内地面应事先找平、当地面坡度陡于 1:5 时,应修成台阶形,每层台阶高 20 ~ 30cm 左右,宽度不小于 1m。
- 4)填土摊铺长度够一碾压段后(一般 50m 左右),检查摊铺宽度与厚度,合格后即可开始碾压。
- 5)碾压应用不小于 12t 级碾进行。方法及要求与挖方路床相同。
- 6)填方段内的雨水口支管,如在填方段原地面高程以下的应先期做完。如在填方高度内的可在填至管顶以上 20cm 后施工。其它要求与挖方路床相同。

【释义】 道路是一种供车辆行驶和行人步行的带状构筑物。道路根据它们不同的组成和功能特点,可分为公路和城市道路两种。位于城市郊区和城市以外的道路称为公路,位于城市范围以内的道路称为城市道路。

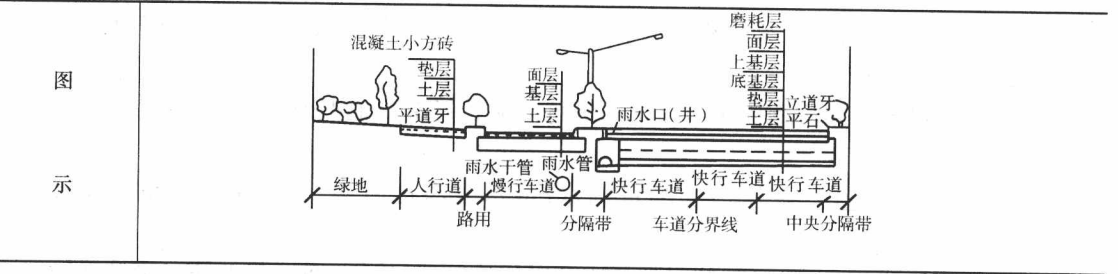
道路工程结构由路基、路床、路面及附属设施所组成。对于公路,附属设施是护坡、路肩、排水设施及挡墙;对于城市道路,附属设施有人行道、隔离带、路缘石、雨水口(吸水口)及挡墙。

公路是承受和满足汽车荷载重复作用和经受各种自然因素长期影响的一种线形工程构造物,公路在地形、地质和经济条件限制下,其中线在平面上发生弯曲,而在竖直方向上起伏。

路基是在地表按照道路线位置和一定技术要求开挖或堆填而成的岩土结构物。
路基除本体(基身)外,还应包括保证其正常工作所需的排水、防护与加固措施,以及路侧的取土坑和弃土堆等。
路基贯穿于公路全线与沿线的桥梁、涵洞和隧道等相连,是公路线形的主体。

公路线形有三个投影面:平面图、纵断面图和横断面图。在平面上投影称为公路平面图;平行公路中线立面和垂直公路中线立面的投影分别称为纵断面图与横断面图。公路路基的横断面图可以表明公路沿线各桩号的路基填挖情况及其几何形状。见表 1-1。

表 1-1 道路横断面各部名称



名称说明:
面层:磨耗层、上面层、下面层。
基层:上基(底)层、下基(底)层、底基层。
路基:土路基(土基、土路床)处理路基(灰土等)。

垫层:砂垫层、级配砂(砾)石等。

隔离带:分隔带、绿化带。

第一节 强夯土方

项目编码 040201001 P250

项目名称 强夯土方

项目特征 密实度

计量单位 m^2

工程量计算规则 按设计图示尺寸以面积计算

工程内容 土方强夯

【释义】

名词解释

(一)项目名称

强夯:又称动力固结,是以 8 ~ 12t (甚至 200t) 的重锤和 8 ~ 20m (最高达 40m) 的落距,对地面表层进行强力夯击,使土中出现冲击波和很大冲击应力,迫使土层空隙压缩,土体局部液化,在夯击点周围产生裂缝,形成良好的排水通道,空隙水和气体逸出,使土粒重新排列,经时效压密达到固结,从而提高地基承载力,降低其压缩性,是目前最为常用和最经济的深层地基处理方法之一。应在地基上先铺相当厚(有时达 2.5m)的砂砾垫层,然后间歇地夯打,以提高其效果,这种方法可使地基加固深度达 10 ~ 20m,甚至更深。

施工机具、设备的选择:

(1)夯锤:用钢板作外壳,内部焊接钢筋骨架后浇筑 C30 混凝土(如图 1-2 所示)。

锤底形状有圆形和方形两种。圆形不易旋转,定位方便,稳定性和重合性好,消耗能量少,采用较广。锤底尺寸取决于表层土质,对于砂质土和碎石类土,锤底面积一般宜为 $3 \sim 4\text{m}^2$;对于黏性土或淤泥质土等软弱土,不宜小于 6m^2 。锤重一般为 8t、10t、12t、16t、25t。夯锤中宜设 1 ~ 4 个直径 250 ~ 300mm 上下贯通的排气孔,以利于空气排出和减小坑底的吸力。

(2)起重设备:可用 15t、20t、25t、30t、50t 带有离合摩擦器的履带式起重机。当起重能力不够时,亦可采取加钢辅助人字桅杆(如图 1-3 所示)或龙门架的办法。其起重能力:当直接用

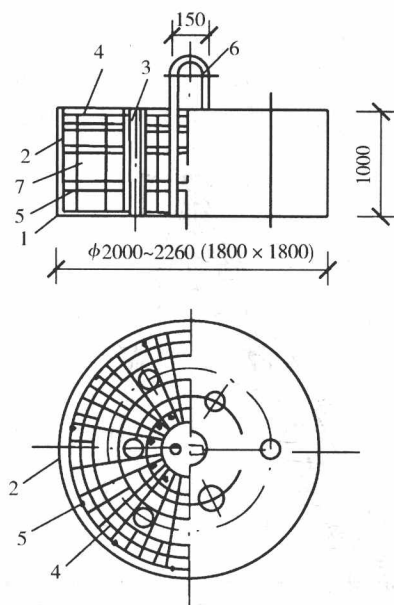


图 1-2 混凝土夯锤(圆柱形重 12t;方形重 8t)

1—30mm 厚钢板底板 2—18mm 厚钢板外壳

3—6 × $\phi 159$ 钢管 4—水平钢筋网片 $\phi 16@200\text{mm}$

5—钢筋骨架 $\phi 14@400$ 6— $\phi 50$ 吊环 7—C30 混凝土

夯击点布置对大面积地基,一般可采用梅花形或正方形网格排列对大面积地基进行夯击点布置(如图 1-5 所示);对条形基础夯点可成行布置,对独立柱基础,可按柱网设置单击点。

夯击点间距通常取夯锤直径的 3 倍,一般为 5~15m;一般第一遍夯点的间距宜大,以便夯击能向深部传递。

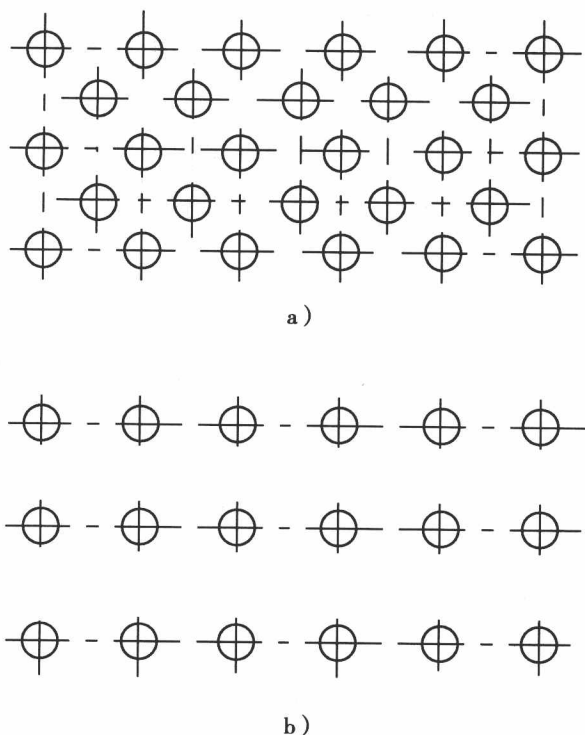


图 1-5 夯点布置

a) 梅花形布置 b) 方形布置

(3) 夯点遍数与击数

一般为 2~5 遍,前 2~3 遍为“间夯”,最后一遍以低能量(前几遍能量的 $1/4 \sim 1/5$)进行满夯(即锤印彼此搭接),以加固前几遍夯点之间的土层和被振动的表土层,每夯击点的夯击数,以使土体竖向压缩量最大而侧向移动最小或最后两击沉降量之差小于试夯确定的数值为准,一般软土控制瞬时沉降量为 5~8cm,废渣填石地基控制的最后两击下沉量之差为 2~4cm。每夯击点之夯击数一般为 3~10 击,开始两遍夯击数宜多些,随后各遍击数逐渐减小,最后一遍只夯 1~2 击。

(4) 两遍之间的间隔时间

通常待土层内超孔隙水压力大部分消散,地基稳定后再夯下一遍,一般时间间隔 1~4 周。对黏土或冲积土常为 3 周,若无地下水或地下水位在 5m 以下,含水量较少的碎石类填土或透水性强的砂性土,可采取间歇 1~2d 或采用连续夯击,而不需要间歇。

(5) 夯击加固范围

对于重要工程应比设计地基长(L)、宽(B)各大出一个加固深度(H),即 $(L+H)$ 、 $(B+H)$;对一般建筑物,在离地基轴线以外3m布置一圈夯击点即可。

不同填土或路基土的压实,必须取样进行土壤击实试验,以便获得该类土的最大干密度及相应的最佳含水量。按国家有关规定,击实试验有轻型和重型击实之分。道路一般采用重型击实,轻型击实仅允许用于低级路面及土基过湿或缺乏重型压实机具的情况。

1)轻、重击实试验方法的区别:轻、重击实试验的主要区别是锤重、落距和击实功,详见表1-2。轻、重型击实试验结果比较见表1-3。

2)巨粒土和粗粒土的最大干密度可按交通部《公路土工试验规程》(JTJ051—93)中的震动台法或表面震动仪法检测。

3)土路基的最低压实度建设部标准见表1-4。

表 1-2 轻、重击实试验方法区别表

试验方法	类别	锤底直径/ cm	锤质量/ kg	落高/ cm	试筒尺寸			层数	每层击数	击实功/ (kJ/m^3)	最大粒径/ mm
					内径/ cm	高/ cm	容积/ cm^3				
轻型 I 法	I.1	5	2.5	30	10	12.7	997	3	27	598.2	25
	I.2	5	2.5	30	15.2	12	2177	3	59	598.2	38
重型 II 法	II.1	5	4.5	45	10	12.7	997	5	27	2685.2	25
	II.2	5	4.5	45	15.2	12	2177	3	98	2677.2	38

注:引自《城市道路路基工程施工及验收规范》(CJJ44—91)。

表 1-3 轻、重型击实法试验结果比较表

土类	最大质量密度提高值/(%)	最佳含水量减小值/(%)
砂类土	5	1~3
黏质土	14	8~9
平均	5	5

表 1-4 土路基最低压实值表

填挖类型	深度范围/ cm	最低压实度/(%)		
		快速路及主干路	次干路	支路
填方	0~80	95/98	93/95	90/92
	80~150	93/95	90/92	87/90
	>150	87/90	87/90	87/90
挖方	0~30	93/95	93/95	90/92

注:1.表中数字,分子为重型击实标准的压实度,分母为轻型击实标准压实度。

2.表列深度均由路床顶算起。

3.本表摘自建设部标准《城市道路路基工程施工及验收规范》(CJJ44—91)。

达到压实标准的措施:

采用重型击实标准要达到密实度 95% 的措施。

- (1)使用 15t 或 15t 以上的三轮压路机或净重 12t 以上的振动压路机。
- (2)要严格控制压实含水量在最佳含水量的 ±2% 以内。
- (3)路基摊铺厚度与碾压遍数要符合表 1-5。

表 1-5 路基土分层摊铺厚度与碾压遍数参考表

压实机具		每层松铺厚度/ cm	有效碾压 (夯击)遍数		合理选用压实机具 的条件
			非塑性土	塑性土	
羊蹄路碾(6~8t)		20~30	4	8	碾压段长度不宜小于 100m,宜于压实塑性土; 钢质光轮压路机适用于 压实非塑性土
钢质光轮 压路机	轻型(6~8t)	15~20	4	8	
	中型(9~10t) (10~12t)	20~30	4	8	
	重型(12~15t)	25~35	4	8	
轮胎压路机	16t	30~35	4	8	

(二)项目特征

密实度:040201001 密实度

对于粗粒土中的砂土,由于其成分中缺乏黏土矿物,土粒间的连接是极其微弱的,不具有塑性,属于单粒结构。砂土土粒间排列的紧密程度对其工程性质影响极大,故密实度是砂土最重要的物理状态指标,它是确定砂土地基承载力的主要依据。判断砂土密实度的指标可有以下三种:即相对密度 D_r 、标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$ 和孔隙比 e 。

(1)相对密度 D_r

相对密度 D_r 是在室内试验的条件下,用以下公式来确定的。其值等于砂土的最大孔隙比 e_{max} 与天然孔隙比 e 之差和最大孔隙比 e_{max} 与最小孔隙比 e_{min} 之差的比值,用符号 D_r 表示。

如图 1-6 所示可以直观地解释公式意义:它能定量地反映出,相对密度 D_r 愈大,砂土愈密实的规律。即以 $e_{max} - e_{min}$ 这个定值作分母, e_1 、 e_2 是两种砂土的天然孔隙比(即公式中的 e),再以差值 $e_{max} - e_1$ 或 $e_{max} - e_2$ 作分子。若 $e_1 < e_2$, 则有 $e_{max} - e_1 > e_{max} - e_2$ 。于是可计算出 $D_{r1} > D_{r2}$ 。这样就能定量地表示出: e_1 愈小, D_{r1} 就愈大,第 1 种砂土就愈密实。

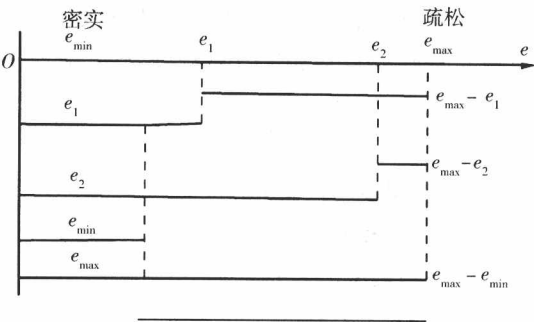


图 1-6 相对密度 D_r 公式内涵示意图

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

式中 $e_{\max}$ ——最大孔隙比;

$e_{\min}$ ——最小孔隙比;

e ——土的天然孔隙比。

砂土在最松散状态时的孔隙比,即是最大孔隙比 $e_{\max}$ 。其测定方法是:将疏松风干的(即 $\omega = 0$)土样,通过长颈漏斗轻轻地倒入容器,求其最小干密度 $\rho_{\min} = \frac{M_{\min}}{V}$ 。

砂土在最紧密状态时的孔隙比,即是最小孔隙比 $e_{\min}$,其测定方法是:将疏松风干的(即 $\omega = 0$)土样分几次装入金属容器,并加以振动和锤击,直到密度不变为止,求其最大干密度 $\rho_{\max} = \frac{M_{\max}}{V}$ 。

然后分别用公式 $e_{\max} = \frac{\rho_{\omega} d_s}{\rho_{\min}} - 1$ 和 $e_{\min} = \frac{\rho_{\omega} d_s}{\rho_{\max}} - 1$ 计算出最大孔隙比 $e_{\max}$ 和最小孔隙比 $e_{\min}$ 。

相对密实度 D_r 是砂土紧密程度的指标,其规律是:相对密实度 D_r 愈大,则说明砂土愈密实,反之亦然。交通部颁布的《公路桥涵地基与基础设计规范》规定判断砂土密实状态的界限指标是:

密实	$1 \geq D_r \geq 0.67$
中密	$0.67 > D_r \geq 0.33$
稍松	$0.33 > D_r \geq 0.20$
极松	$D_r < 0.20$

(2) 标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$

采用 D_r 作为砂土密实度指标,理论上是完善的,但由于测定 $e_{\max}$ 和 $e_{\min}$ 时,试验数值将因人而异,平行试验误差大;同时采取原状砂土测定天然孔隙比 e 也是难以实现的。所以,在地质钻探过程中列用标准贯入试验或静力触探试验等原位测试手段来评定砂土的密实度就得到了重视。

标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$ 是将 63.5kg 的穿心锤,升高 760mm 后,以自由下落的能量,将标准贯入器打入土中 300mm 所需的锤击数称为标准贯入试验锤击数用符号 $N_{63.5}$ 来表示。也可将下标 63.5 省略,用 N 表示。经验告诉我们,贯入同样深度所需的锤击数愈大,则说明土层愈密实。故《公路桥涵地基与基础设计规范》用实测锤击数 $N_{63.5}$ 平均值的大小来反映砂土的密实程度。

其界限指标是:

密实	$30 \leq N_{63.5} \leq 50$
中密	$10 \leq N_{63.5} \leq 29$
稍松	$5 \leq N_{63.5} \leq 9$
极松	$N_{63.5} < 5$

(3) 孔隙比 e

对于粗粒土中的碎石土,其密实程度应根据土的天然骨架、开挖、钻探等难易程度按表1-6