

燃气输配工程 施工技术

戴 路 编著

中国建筑工业出版社

燃气输配工程施工技术

戴 路 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

燃气输配工程施工技术/戴路编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

ISBN 7-112-08750-3

I. 燃... II. 戴... III. 煤气输配-工程施工
IV. TU996.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 089394 号

本书是一部内容比较系统完整的燃气工程施工的工具书。本书简明而全面地介绍燃气输配工程施工的理论和方法; 施工技术要点和特点; 国内外先进的施工技术和施工管理模式; 常用标准和验收规范; 以及交工记录等资料。作者学识渊博, 实践知识丰富。本书具有系统性、完整性、时效性和实用性的特点。除可作为燃气输配工程施工人员的必备工具书外, 也可作为培训教育的参考书。

* * *

责任编辑: 吴文侯
责任设计: 赵明霞
责任校对: 张树梅 王金珠

燃气输配工程施工技术

戴路 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28¼ 字数: 688 千字

2006 年 9 月第一版 2006 年 9 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 53.00 元

ISBN 7-112-08750-3

(15414)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

燃气输配工程是城市的基础设施工程，它与供水、供电、公共交通行业一样是城市公用事业的重要组成部分，是改善人民居住环境，提高生活质量，合理利用和节约能源的重要举措，也是评价一个城市改革开放速度、建设标准高低、现代化文明建设的一项重要内容。

随着改革开放的不断深入和人民生活水平的日益提高，我国城市燃气事业有了突飞猛进地发展。燃气输配工程施工已经成为工程量大、竞争激烈、施工质量要求高、专业技术复杂的生产技术活动。面对这样一个充满生机、激烈竞争的建设市场，众多建筑安装企业正寻求走出过去只搞单一的建筑安装生产经营的路子，以适应市场经济发展的需要。为此，广大安装施工企业和工程技术人员迫切需要一部内容比较系统完整的燃气工程施工的工具书。《燃气输配工程施工技术》一书旨在使大家减少一些查阅资料、繁琐计算的时间，以便提高工作效率。

本书介绍了燃气输配工程施工的理论和方法、施工技术要求和特点；国内外先进的施工技术和施工管理模式。并且收录了具有代表性的燃气输配工程施工实例；常用标准和验收规范；以及交工记录等资料。因此，它具有系统性、完整性、时效性和实用性的特点。希望本书能成为燃气输配工程施工人员的工具书和培训教育的参考书，更希望本书能在促进燃气事业的发展、规范燃气输配工程施工、提高施工队伍素质等方面起到积极的作用。

本书在撰写过程中得到江孝祺教授、杨卫教授的热情指导和帮助，谨此致以诚挚的谢意！

限于编者的水平，难免有错误、不妥之处，恳请读者和同行们不吝指正，以便及时改进和完善。

编者

目 录

第一章 土方工程	1
第一节 土的工程分类及现场鉴别方法.....	1
第二节 土的工程性质.....	4
第三节 沟槽的选择和规定.....	6
第四节 土方工程量计算.....	8
第五节 沟槽开挖	11
第六节 支撑工程	16
第七节 基坑沟槽排水	20
第八节 土石方爆破施工	23
第九节 回填与路面恢复	30
第十节 土石方工程验收	33
第二章 燃气基础工程施工	35
第一节 概述	35
第二节 混凝土和钢筋混凝土工程	36
第三节 基础的浇筑	53
第四节 基础工程验收	56
第三章 常用材料	58
第一节 钢材	58
第二节 管材	65
第三节 常用管道配件	73
第四节 法兰与紧固件材料	77
第五节 防腐材料	80
第六节 焊接材料	93
第七节 材料的检验与存放	96
第四章 管道附属设备	102
第一节 阀门.....	102
第二节 调压器.....	115
第三节 燃气表.....	120
第四节 凝水缸.....	123
第五节 补偿器.....	124
第五章 管道设备焊接工程	127
第一节 概述.....	127
第二节 钢质燃气管道焊接.....	140

第三节 球形燃气储罐焊接	149
第四节 圆筒形钢制贮罐焊接	154
第五节 湿式气柜焊接施工	159
第六节 焊缝质量检验	161
第六章 室外燃气管道及设备安装	171
第一节 概述	171
第二节 燃气管道入沟	172
第三节 管件制作	175
第四节 室外燃气管道的安装	184
第五节 管道支吊架安装	203
第六节 燃气管道附件与设备安装	208
第七节 室外燃气管道吹扫与置换	213
第八节 室外燃气管道试验与验收	215
第九节 燃气管道运行后带气接线(管)	220
第十节 燃气管道穿(跨)越工程施工	226
第七章 室内燃气管道及设备安装	234
第一节 概述	234
第二节 室内燃气管道安装	236
第三节 室内燃气设备安装	250
第四节 公共建筑燃气炉灶的安装	257
第五节 室内燃气工程检查与验收	259
第六节 燃气管道高空作业	261
第八章 金属防腐与热绝缘工程施工	264
第一节 防腐前钢材表面处理	264
第二节 钢材涂装施工	269
第三节 埋地管道防腐绝缘层施工	271
第四节 牺牲阳极保护	284
第五节 燃气管道热绝缘层的施工	291
第六节 防腐及绝缘工程验收	297
第九章 燃气储存设备安装	298
第一节 螺旋升降气柜施工安装	298
第二节 球形罐施工安装	310
第三节 圆筒形储气罐的安装	322
第十章 燃气压送设备安装	326
第一节 概述	326
第二节 燃气压缩机安装	331
第三节 燃气气泵安装	343
第四节 调压设备安装	346
第十一章 燃气场站工程施工	353

第一节	概述	353
第二节	场站设备工艺流程	359
第三节	场站设备与安装	365
第四节	场站工程验收	375
第十二章	燃气施工企业管理	377
第一节	施工管理	377
第二节	计划管理	385
第三节	技术管理	388
第四节	质量管理	392
第五节	施工进度控制	397
第十三章	燃气工程监理	405
第一节	概述	405
第二节	燃气工程施工质量控制	407
第三节	燃气工程项目投资控制	419
第四节	燃气工程施工进度控制	426
第五节	燃气工程施工合同管理	426
附录一	燃气工程施工涉及的表项（参考使用）	431
附录二	燃气工程常用单位换算	443

第一章 土方工程

第一节 土的工程分类及现场鉴别方法

一、土的工程分类

工程上通常把地壳表层所有的松散堆积物称之为土。

(一) 按工程预算定额分

土的种类繁多，燃气工程中作为构筑物地基和管道沟槽的土和岩，在工程预算定额中的分类，见表 1-1-1。

土 的 工 程 分 类

表 1-1-1

土的分类	土的级别	土 的 名 称	坚实系数 f	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	I	砂土；粉质砂土；冲积沙土层； 种植土；泥炭（淤泥）	0.5~0.6	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	II	粉质黏土；湿润的黄土；夹有碎石 的砂、种植土、填筑土及粉质砂 土	0.6~0.8	用锹、锄头挖掘少许用 镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实黏土；粉土；粗砾 石；干黄土及含碎石卵石的黄土、 粉质黏土；压实的填筑土	0.8~1.0	主要用镐，少许用锹、 锄头挖掘部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	重黏土及含碎石、卵石的黏土； 粗卵石；密实的黄土；天然级配砂 石；软泥灰岩及蛋白石	1.0~1.5	整个用镐、撬棍然后用 锹挖掘，部分用楔子及大 锤
五类土 (软石)	V	硬石炭纪黏土；中等密实的页岩、 泥灰岩；白垩土；胶结不紧的砾岩； 软的石灰岩	1.5~4.0	用镐或撬棍、大锤挖掘， 部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VI	泥岩；砂岩；砾岩；坚实的页岩、 泥灰岩；密实的石灰岩；风化花岗 岩、片麻岩	4.0~10	用爆破方法开挖部分用 风镐
七类土 (坚石)	VII	大理岩；辉绿岩；玢岩；粗、中 粒花岗岩；坚实的白云岩、砂岩、 砾岩、片麻岩、石灰岩；风化痕迹 的安山岩、玄武岩	10~18	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	VIII	安山岩；玄武岩；花岗片麻岩坚 实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、 辉长岩、辉绿岩、玢岩	18~25 以上	用爆破方法开挖

(二) 按其堆积条件分

1. 残积土

残积土是指地表岩石经强烈的物理、化学及生物的风化作用，并经成土作用残留在原地而组成的土。

2. 沉积土

沉积土是指地表岩石的风化产物，并经风、水、冰或重力等因素搬运，在特定环境下沉积而成的土。

3. 人工填土

人工填土是指人工填筑的土。

二、现场鉴别方法

土的现场鉴别方法见表 1-1-2 ~ 表 1-1-6。

碎石土、砂土现场鉴别方法

表 1-1-2

类别	土的名称	观察颗粒粗细	干燥时的状态及强度	湿润时用手拍击状态	粘着程度
碎石土	卵(碎)石	一半以上的颗粒超过 20mm	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
	圆(角)砾	一半以上的颗粒超过 2mm (小高粱粒大小)	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
砂土	砾砂	约有 1/4 以上的颗粒超过 2mm (小高粱粒大小)	颗粒安全分散	表面无变化	无粘着感觉
	粗砂	约有一半以上的颗粒超过 0.5mm (细小米粒大小)	颗粒完全分散，但有个别胶结一起	表面无变化	无粘着感觉
	中砂	约有一半以上的颗粒超过 0.5mm (白菜籽粒大小)	颗粒基本分散，局部胶结但一碰即散	表面偶有水印	无粘着感觉
	细砂	大部分颗粒与粗豆米粉 (>0.1mm) 近似	颗粒大部分分散，少量胶结，部分稍加碰撞即散	表面有水印 (翻浆)	偶有轻微粘着感觉
	粉砂	大部分颗粒与小米粉近似	颗粒少部分分散，大部分胶结，稍加压力可分散	表面有显著翻浆现象	有轻微粘着感觉

注：在观察颗粒粗细进行分类时，应将鉴别的土样从表中颗粒最粗类别逐级查对，当首先符合某一类土的条件时，即按该类土定名。

碎石土密实度现场鉴别方法

表 1-1-3

密实度	骨架颗粒含量和排列	开挖情况	钻探情况
密实	骨架颗粒含量大于总重的70%，呈交错排列，连续接触	锹镐挖掘困难，用撬棍方能松动；井壁一般较稳定	钻进较困难，冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动不剧烈；孔壁较稳定
中密	骨架颗粒含量等于总重的60%~70%，呈交错排列，大部分连续接触	锹镐可挖掘，井壁有掉块，从井壁取出大颗粒处能保持凹面形状	钻进较困难；冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动不剧烈；孔壁有坍塌
稍密	骨架颗粒含量小于总重的60%，排列混乱，大部分不接触	锹可以挖掘；井壁易坍塌，从井壁取出大颗粒后，砂性土立即塌落	钻进较容易；冲击钻探时，钻杆稍有跳动；孔壁易坍塌

黏性土的现场鉴别方法

表 1-1-4

土的名称	湿润时用刀切	用手捻摸时的感觉	粘着程度	湿土搓条情况
黏土	切面非常光滑规则，刀刃有黏滞阻力	湿土用手捻有滑腻感觉，当水分较大时极为粘手，感觉不到有颗粒存在	湿土极易粘着物体，干燥后不易剥去，用水反复洗才能去掉	能搓成小于0.5mm土条（长度不短于手撑），手持一端不致断裂
粉质黏土	稍有光滑面，切面规则	仔细捻摸感到有少量细颗粒，稍有滑腻感和黏滞感	能粘着物体，干燥后较易剥掉	能搓成0.5~2mm土条
粉土	无光滑面，切面比较粗糙	感觉有细颗粒存在或粗糙，有轻微黏滞感或无黏滞感	一般不粘着物体，干燥后一碰即掉	能搓成2~3mm的土条，土条很短

新近沉积黏性土的现场鉴别方法

表 1-1-5

沉积环境	颜色	结构性	含有物
河漫滩和山前洪、冲积扇（锥）的表层；古河道；已堵塞的湖、塘、沟、谷；河道泛滥区	颜色较深而暗，呈褐、暗黄或灰色，含有机质较多时带灰黑色	结构性差，用手扰动原状土时极易变软，塑性较低的土还有振动析水现象	在完整的剖面中无原生的粒状结核体，但可能含有圆形的钙质结构体（如姜结石）或贝壳等，在城镇附近可能含有少量碎砖、陶片或朽木等人类活动的遗物

人工填土、淤泥、黄土、泥炭的现场鉴别方法

表 1-1-6

土的名称	观察颜色	夹杂物质	形状（构造）	浸入水中的现象	湿土搓条情况
人工填土	无固定颜色	砖瓦碎块、垃圾、炉灰等	夹杂物显露于外，构造无规律	大部分变为稀软淤泥，其余部分为碎瓦、炉渣在水中单独出现	一般能搓成3mm土条但易断，遇有杂质甚多时即不能搓条

续表

土的名称	观察颜色	夹杂物质	形状 (构造)	浸入水中的现象	湿土搓条情况
淤泥	灰黑色 有臭味	池沼中半腐朽的细小的动植物遗体, 如草根、小螺壳等	夹杂物轻, 仔细观察可以发觉构造常呈层状, 但有时不明显	外观无显著变化, 在水面出现气泡	一般淤泥质土接近粉土, 能搓成 3mm 土条 (长至少 3cm), 容易断裂
黄土	黄褐二色的混合色	有白色粉末出现在纹理之中	夹杂物质常清晰显见, 构造上有垂直大孔 (肉眼可见)	即行崩散而分成的颗粒集团, 在水面上出现很多白色液体	搓条情况与正常的粉质黏土相似
泥炭	深灰或黑色	有半腐朽的动植物遗体, 其含量超过 60%	夹杂物有时可见, 构造无规律	极易崩碎, 变为稀软淤泥, 其余部分为植物根动物残体渣滓悬浮于水中	一般能搓成 1~3mm 土条, 但残渣甚多时, 仅能搓成 3mm 以上的土条

第二节 土的工程性质

一、土的天然密度

天然密度是指土体在天然状态下单位体积的质量。

$$\rho = Q/V \quad (1-2-1)$$

式中 ρ ——天然密度 (kg/m^3);

Q ——质量 (kg);

V ——单位体积 (m^3)。

不同土体的天然密度各不相同, 与密实程度和含水量有关。一般土体的天然密度在 $1600 \sim 2200 \text{kg}/\text{m}^3$ 之间。

天然密度可用体积为 V 的环刀切土一块称得质量为 Q 直接测出。

二、天然含水量

天然含水量是天然状态下土中水的质量与土颗粒质量的比值, 以百分数表示。

$$W = Q_1/Q_0 \times 100\% \quad (1-2-2)$$

$$Q_0 = g_0 V_0 \rho_1$$

式中 W ——天然含水量 (kg);

Q_1 ——天然状态下土中水的质量 (kg);

Q_0 ——颗粒质量 (kg);

g_0 ——颗粒相对密度, 一般土体为 $2.65 \sim 2.80$;

V_0 ——单位体积 (m^3);

ρ_1 ——同体积水的密度 (kg/m^3)。

三、孔隙比

孔隙比是指土中孔隙体积与土颗粒体积的比值。孔隙比越大, 土越松散; 孔隙比越

小，土越密实。

$$e = V_2/V_0 \tag{1-2-3}$$

式中 e ——土的孔隙比；
 V_2 ——土中孔隙体积 (m³)；
 V_0 ——土颗粒体积 (m³)。

单位结构砂土的孔隙比约为 0.4~0.8。

四、土的可松性

土的可松性为土经挖掘以后，组织破坏，体积增加，其可松性系数见表 1-2-1。

各种土的可松性参考数值 表 1-2-1

土 的 类 别	体积增加百分比		可松性系数	
	最 初	最 终	K_p	K'_p
一、(种植土除外)	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
一、(植物性土、泥炭)	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
二、	14~28	1.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
三、	24~30	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
四、(泥灰岩、蛋白石除外)	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
四、(泥灰岩、蛋白石)	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
五~七、	30~45	10~10	1.30~1.45	1.10~1.20
八、	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

注：1. 最初体积增加百分比 = $\frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\%$ ；

最终体积增加百分比 = $\frac{V_3 - V_1}{V_1} \times 100\%$ ；

K_p ——为最初松散系数， $K_p = V_2/V_1$ ；

K'_p ——为最终松散系数， $K'_p = V_3/V_1$ ；

V_1 ——开挖前土自然状态的体积；

V_2 ——挖掘时的最初松散体积；

V_3 ——填方的最终松散体积。

2. 在土方工程中， K_p 是计算装运车辆及挖土机械的重要参数； K'_p 是计算填方所需挖土工程的重要参数。

五、土的压缩性

移挖作填或借土回填，一般的土经挖运、填压以后，都有压缩，在核实土方量时，一般可按填方断面增加 10%~20% 的方数考虑，一般土的压缩率见表 1-2-2。

土的压缩系数 K 的参考值 表 1-2-2

土 的 类 别		土的压缩率 (%)	每 m ³ 松散土压实后的体积 (m ³)
一~二类土	种植土	20	0.80
	一般土	10	0.90
	砂 土	5	0.95

续表

土 的 类 别		土的压缩率 (%)	每 m ³ 松散土压实后的体积 (m ³)
三 类 土	天然湿度黄土	12~17	0.85
	一 般 土	5	0.95
	干燥坚实黄土	5~7	0.94

注：1. 深层埋藏的潮湿的胶土，开挖暴露后水分散失，碎裂成 2~5cm 的小块，不易压碎，填筑压实后有 5% 的胀余。

2. 胶结密实砂砾土及含有石量接近 30% 的坚实粉质黏土或粉质砂土有 3%~5% 的胀余。

用原状土和压实后的土的干密度计算压缩率为：

$$\text{压缩率} = \frac{\rho - \rho_d}{\rho_d} \times 100\% \quad (1-2-4)$$

式中 ρ ——压实后的土干密度 (g/cm³)；

ρ_d ——原状土的干密度 (g/cm³)。

也可用最大密实度时的干密度 $\rho_{\max}$ (g/cm³) 与压实系数 K 值计算压缩率：

$$\text{压缩率} = \frac{K(\rho_{\max} - \rho_d)}{\rho_d} \times 100\% \quad (1-2-5)$$

六、原地面经机械压实后的沉降量

原地面经机械往返运行，或采用其他压实措施，其沉降量 (n) 通常在 3~30cm 之间，视不同土质而变化，一般可用下列经验公式计算沉降量：

$$n = \frac{P}{C} (\text{cm}) \quad (1-2-6)$$

式中 P ——有效作用力：铲运机容量 (6~8m³) 施工按 6kg/cm³ 计算；推土机 (100 马力) 施工按 4kg/cm³ 计算；

C ——土的抗陷系数 (kg/cm³)，见表 1-2-3。

各种不同土原状 C 值参考表

表 1-2-3

原 状 土 质	抗陷系数 C	原 状 土 质	抗陷系数 C
沼泽土	0.10~0.15	大块胶结的砂、潮湿黏土	0.35~0.60
黏滞土、细黏砂	0.18~0.25	坚实的黏土	1.00~1.25
大松砂、松湿黏土、耕土	0.25~0.35	泥灰石	1.30~1.80

第三节 沟槽的选择和规定

一、沟槽的断面形式

常用沟槽断面有直槽、梯形槽、混合槽和联合槽四种形式，见图 1-3-1。

选择沟槽断面的形式，通常要考虑管沟深度和土壤的性质、地下水状况、施工作业面宽窄、施工方法、管道材料类别和直径的大小。

梯形沟槽是沟槽断面的基本形式，其他断面形式均由梯形槽演变而成。

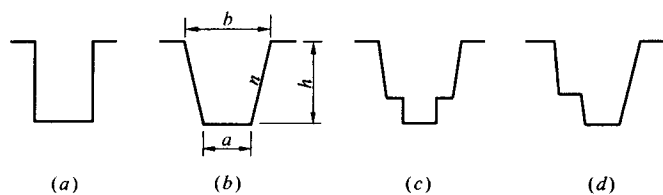


图 1-3-1 沟槽断面形式
(a) 直槽; (b) 梯形槽; (c) 混合槽; (d) 联合槽

二、沟槽断面尺寸的确定

沟槽断面尺寸与沟槽断面形式有关。沟槽断面尺寸主要指沟深 h ，沟底宽 a ，沟槽上口宽度 b 和沟槽边坡率 n ，见图 1-3-1 (b)。

(一) 单管沟槽

燃气管道单管沟槽开挖时，沟底宽度应符合表 1-3-1 规定。

沟槽底宽尺寸									表 1-3-1
管道公称直径 (mm)	50 ~ 80	100 ~ 200	250 ~ 350	400 ~ 450	500 ~ 600	700 ~ 800	900 ~ 1000	1100 ~ 1200	1300 ~ 1400
沟底宽度 (m)	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2

- 注：1. 当沟槽深度接近 2m 及接近 3m 有支撑时，沟底宽度应分别增加 0.1m 及 0.2m；深度超过 3m 的沟槽，每加深 1m，沟底宽度应增加 0.2m；当沟槽为板桩支撑时，沟深接近 2m 及 3m 时，其沟底宽度应分别增加 0.4m 及 0.6m。
2. 需挖排水沟者，底宽应增加 0.3m。
3. 用机械开挖沟槽时，其宽度应根据挖土机械的切削尺寸而定，但一般不小于上表的数值。

(二) 双管沟槽

若双管同沟铺设时，沟底宽度按下式确定：

$$a = D_{w_1} + D_{w_2} + L + C \tag{1-3-1}$$

- 式中 a ——沟底宽度 (m)；
 D_{w_1} 、 D_{w_2} ——管道外径 (m)；
 L ——两管之间的设计净距 (m)；
 C ——工作宽度，当在沟底组装时 $C = 0.6m$ ；当在沟边组装时 $C = 0.3m$ 。

(三) 梯形槽 [见图 1-3-1 (b)] 上口宽度可按下式计算

$$b = a + 2nh \tag{1-3-2}$$

- 式中 b ——沟槽上口宽度 (m)；
 a ——沟槽底宽度 (m)；
 n ——沟槽边坡率；
 h ——沟槽深度 (m)。

(四) 沟槽边坡

为保持沟边土壁稳定，必须要有一定的边坡坡度，边坡率 n 为边坡水平投影 a' 和挖

深 h 的比值, 即 $n = a'/h$ 。

1. 在无地下水的天然湿度的土中开挖沟槽时, 如果深度不超过下列规定, 沟壁可不设边坡。

- 填实的砂土和砾石土 1.0m;
- 粉质砂土和粉质黏土 1.25m;
- 黏土 1.5m;
- 特别密实的坚土 2.0m。

施工过程中, 应经常检查沟壁土的情况, 如发现变形时, 应改挖带边坡的沟槽或加支撑。

2. 当土具有天然湿度、构造均匀、无地下水、水文地质条件良好, 且挖深在 5m 以内, 不加支撑时, 其沟壁最大允许坡度应符合表 1-3-2 规定。

深度在 5m 以内的沟槽最大允许边坡坡度 表 1-3-2

土的名称	边 坡 坡 度		
	人工挖土 (将土抛于沟边上)	机械挖土 (在沟底挖土)	机械挖土 (在沟上挖土)
粉细砂土	1:1 ~ 1:1.5		
中粗砂	1:1	1:0.75	1:1
粉质砂土	1:0.67	1:0.5	1:0.75
粉质黏土	1:0.5	1:0.33	1:0.75
黏 土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
含砾石、卵石土	1:0.67	1:0.5	1:0.75
泥炭岩、白垩土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
次生黄土	1:0.5		
干黄土	1:0.25	1:0.10	1:0.33
未风化岩	1:0		

- 注: 1. 如是人工挖土抛于沟槽上即时运走, 可采用机械在沟底挖土的坡度值。
2. 临时堆土高度不宜超过 1.5m, 靠墙堆土时, 其高度不得超过墙高的 1/3。
3. 在无法达到表中要求时, 应采用支撑加固沟壁。对不坚实的土应及时做连续支撑, 支撑应有足够的强度。

第四节 土方工程量计算

由于自然地面起伏变化, 要精确地计算往往比较困难, 为了使计算的工程量和实际接近, 一般需根据地貌的变化, 将要计算范围内的土石方划分为若干段和若干个小方格区,

用几何公式求出各段或各小方格区的土石方体积, 然后求其总和。分段越多或方格区边长愈短, 则计算精度愈高, 但计算工作量增大。常用方法有截面法和方格网法。

一、截面法

截面法适用于沟槽土石方工程量的计算。此法是用若干垂直于管沟截面的轴线将其分为若干段, 见图 1-4-1, 每段距离

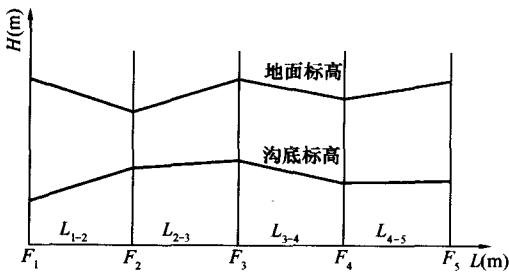


图 1-4-1 截面法计算示意图

20~50m, 平坦地段还可大些, 但最长不宜超过 100m, 但在沟槽变化处, 地面起伏突变处、转弯处, 纵坡起始点处应增设断面。

(一) 每段土方计算公式

$$V_i = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} L_{i-(i+1)} \quad (1-4-1)$$

$$F_i = h_i(a_i + n_i h_i) \quad (1-4-2)$$

式中 V_i —— i 段的挖方量 (m^3);

F_i, F_{i+1} —— i 计算段两端横截面积 (m^2);

$L_{i-(i+1)}$ —— i 计算段的沟槽长度 (m);

h_i —— i 横断面的槽底深度 (m);

a_i —— i 横断面的槽底宽度 (m);

n_i —— i 横断面的边坡率。

(二) 沟槽总土方量计算

$$V = 1/2 \Sigma (F_i + F_{i+1}) L_{i-(i+1)} \quad (1-4-3)$$

二、方格网法

方格网法适用于构筑物平基土石方工程量的计算。具体计算步骤为:

在地图上作出边长 10m 或 20m 的方格网, 在各方格网的角点上标出该角点的施工高度 h_I

$$h_I = h_0 - h_{\text{设}} \quad (1-4-4)$$

式中 h_I ——施工高度 (m);

h_0 ——该角点的自然地面标高 (m);

$h_{\text{设}}$ ——该角点的设计标高 (m)。

若为正值, 注明“+”号, 表示该角点为挖方; 若为负值, 注明“-”号, 表示填方; 若为 0, 表示不填不挖。

(一) 计算法确定 0 点位置

相邻两角点施工高度若符号不同, 则表示两点连线上有一个不挖不填的 0 点, 该点位置计算见图 1-4-2 和下式:

$$x_1 = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad (1-4-5)$$

式中 a ——方格边长 (m);

x_1 ——零点所划分的边长数值 (m);

h_1, h_2 ——该方格边线两角点的施工高度 (用绝对值代入) (m)。

(二) 图解法确定 0 点位置

0 点位置也可用图解法确定, 用一直尺在角上标出相应比例, 用尺相接, 与方格相交处即为 0 点, 见图 1-4-3。

用直线将各 0 点依次连接起来, 即为挖方区和填方区的分界线。

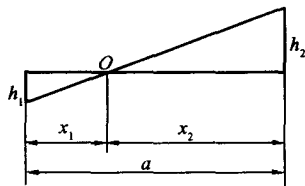


图 1-4-2 零点位置
计算示意图

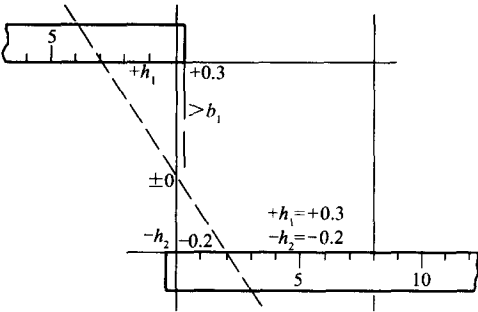


图 1-4-3 零点位置图解法

(三) 土方量的确定

土方体积也可用公式来计算，不同底面积的计算公式如表 1-4-1。

土方量还可以用查表法来计算。

三、土方的平衡调配

城市燃气土方工程施工时，一般不允许沟旁堆存土。因此，暂存土的运输和存放成为影响工期和施工成本的重要因素，必须对各项工程的施工情况进行综合考虑，即对各项工程的开挖和回填进行土方的平衡与调配，

使土方运输量和运输成本达到最低的程度，因此对土石方进行平衡和调配时应掌握以下原则：

- (1) 总运输量最小；
- (2) 好土用在回填质量要求高的地区；
- (3) 便利机械施工；
- (4) 土方运输无对流和乱流现象；
- (5) 挖方与填方基本平衡。

常用方格网点计算公式 表 1-4-1

项 目	图 式	计 算 公 式
零点线计算		$b_1 = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad (A1)$ $c_1 = \frac{ah_2}{h_2 + h_4} \quad (A2)$ $b_2 = \frac{ah_4}{h_4 + h_2} = a - c_1 \quad (A3)$ $c_2 = \frac{ah_3}{h_3 + h_1} = a - b_1 \quad (A4)$
一点填方或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bc \sum h}{6} \quad (B1)$ $\text{当 } b = c = a \text{ 时 } V = \frac{a^2 \sum h}{6} \quad (B2)$
二点填方或挖方 (梯 形)		$V = \frac{b + c}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{(b + c)}{8} a \sum h \quad (C)$