

钻孔法计算土石方比例

余 翔, 李正才

(中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 土石方比例对于山地厂、站的场地平整具有重要的指导意义, 但工程设计中尚无统一的计算方法, 也常常容易被忽视, 根据近年来山地建厂的工程实践总结了一种土石方比例的计算方法——钻孔法, 对于从理论上计算挖方土石比例具有较强的指导性。

关键词: 场地平整; 土石方比例; 钻孔; 软件开发

文章编号: 1006-5539(2010)06-0071-05

文献标识码: B

0 前言

对于厂、站的场地平整工程而言, 有两项重要的技术经济指标: 土石方数量和土石方比例。两项技术经济指标对于控制场地平整的工程造价至关重要且缺一不可, 只有当我们掌握了相对准确的土石方数量和切合实际的土石方比例, 才能更为有效地控制工程投资, 也让工程决算有了参考依据。在目前的国内场地土方量计算领域内, 已有一些较为成熟的理论计算方法, 比如: 横断面近似算法、方格网算法、方格网整体算法、局部分块算法等。其中, 方格网算法和横断面近似算法在工程实践中运用较为普遍。而对于挖方土石方比例的计算却一直没有公认的理论计算方法。

分析国内石油天然气行业厂、站工程的场地平整特点, 西北、华北等平原地区的厂、站在场地平整时场地基本以填方为主或挖方时均以土方为主, 土方工程的单方造价较为容易控制, 土石方比例对工程造价的影响较小。而对于像西南、华南等山地丘陵地区的厂、站工程, 场地平整时大规模的填方、挖方有时是难以避免的, 对于不同的场地, 挖方中土方和石方所占的比例是不尽相同的, 对同一场地内的不同地段, 挖方中的石方由于风化程度和岩性的不同也会造成施工方案的不同和造价的差异。查阅现行的《重庆市建筑工程计价定额》挖方中石方的造

价最高可达到土方的 8 倍, 石方中砂岩的造价又可达到泥岩的 3 倍。由此可见, 山地建厂中计算土石方比例对于控制土石方工程的造价和组织施工方案具有重大的意义。

鉴于土石方比例对山地建厂的重要影响, 中国石油工程设计有限公司西南分公司建筑结构室在工程实践中也总结了一套土石方比例的计算方法——钻孔法。在近年来的多处山地工程中进行了运用, 经实践证明, 钻孔法是行之有效的计算土石方比例的理论方法, 对于指导施工和编制工程预算都起到了良好的效果。

1 土石方比例计算

1.1 计算公式

根据计算理论, 归纳如下计算公式, 计算模型见图 1。

当设计高程未在本土层时, 如 $k \dots k_n$ 层: $K_n = k_n / (H_m - h_m) \times 100\%$

当设计高程刚好在本土层时, 如 k_{n+1} 层: $K_{n+1} = H_m - h_m - \sum k_n / (H_m - h_m) \times 100\%$

$K_1 \dots K_{n+1}$ —— 各土层所占比例;

$k_1 \dots k_{n+1}$ —— 各土层厚度;

$H_1 \dots H_m$ —— 各钻孔的原始地面高程;

$h_1 \dots h_m$ —— 各钻孔的设计地面高程。

收稿日期: 2009-12-03

基金项目: 中国石油天然气集团公司重点资助项目“涩宁兰输气管道复线工程”(S2008-13)

作者简介: 余 翔 (1981-), 男, 四川乐山人, 工程师, 学士, 毕业于西安建筑科技大学总图设计与运输工程专业, 主要从事石油天然气地面工程的总图设计工作。

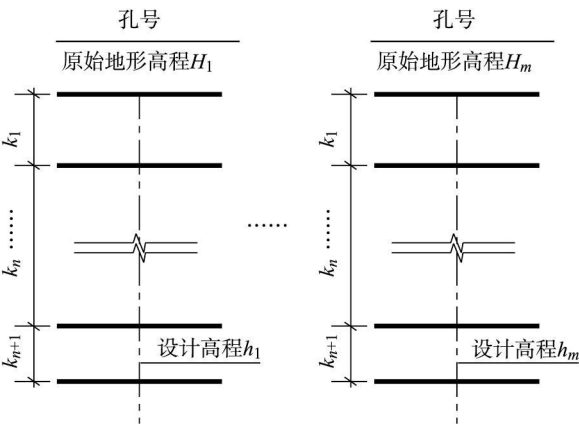


图 1 计算模型

1.2 举例应用

以某工程中的一中间压气站为例。首先在一块选定的场地内进行站场的总平面布置,根据总平面布置情况合理确定场地平土边界,如图 2

其次,根据工程的特点考虑,确定站场的场地平整标高。确定场地平整标高一般考虑以下因素^[1~4]:保证站区不受洪水淹没,且使站区雨水能迅速排除;满足站内外运输的要求;场地平土标高应高于地下水位;尽量减少土石方工程量和基础工程量,并使填、挖方接近平衡,宜使设计地面与自然地形尽量接近;满足建筑物室内外高差的要求;考虑基槽余土和土壤松散系数对场地标高的影响等;确定了合

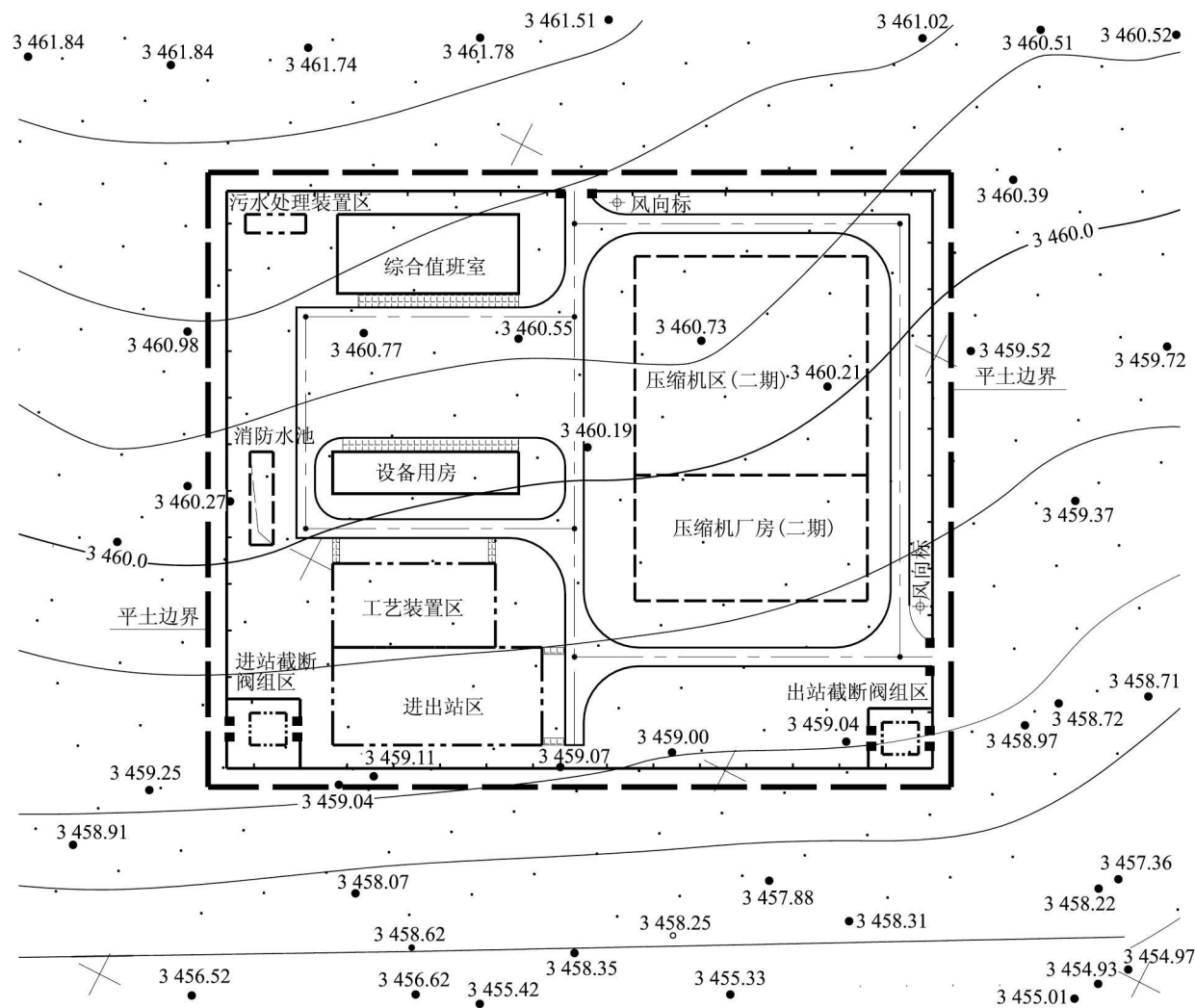


图 2 平土边界的确定

理设计标高和设计坡度后,即可进行场地土方量计算并勾绘出填挖零线,如图 3。

中对应挖方区域的地质钻孔点位置和孔号,如图 3 中的孔-1、孔-2、孔-3、孔-4、孔-5、孔-6。找出各孔位对应的设计地坪标高和各孔的勘察柱状

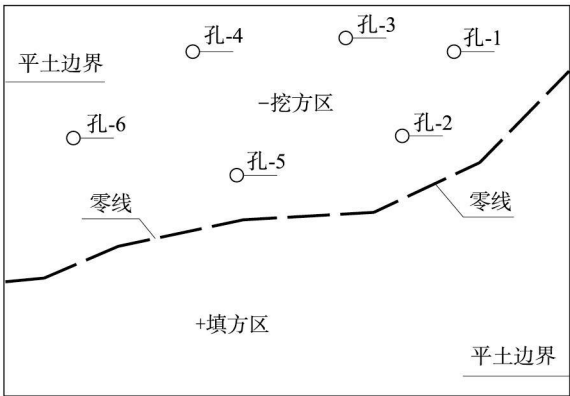


图 3 挖方钻孔点的确定

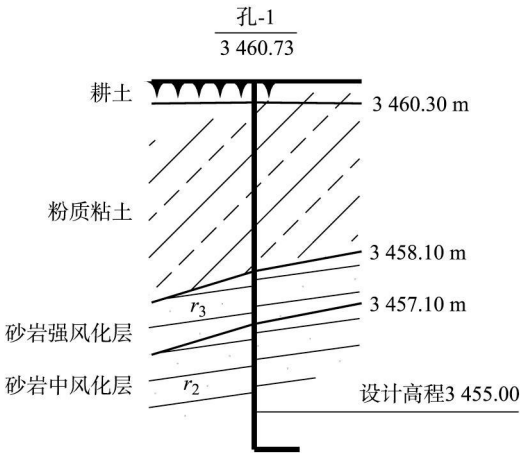


图 4 钻孔柱状图

成果,以孔—1为例,先取得孔—1对应的勘察钻孔柱状图,再根据场地土方计算成果找出孔—1处对应的设计高程3 455.00 m如图 4

根据图 4统计出需要的挖方高度中各土层、岩层的挖方厚度,如表 1。同理,统计出孔—2~孔—6的挖方土层厚度信息,将各挖方区钻孔点的土层、岩层累计厚度除以总挖方厚度即得出场地内挖方区

域的土石比例,汇总后如表 2。通过计算可得出结论:场地挖方量中土层所占比例为 $(1.96+9.5)/36.03\times 100\%=31.81\%$,强风化砂岩层所占比例为 $7.1/36.03\times 100\%=19.71\%$,中风化砂岩层所占比例为 $17.47/36.03\times 100\%=48.48\%$ 。

表 1 孔—1土层厚度统计表

孔号	耕土层厚度 /m	粉质粘土厚度 /m	强风化砂岩厚度 /m	中风化砂岩厚度 /m	原始地面高程 /m	设计地面标高 /m	总挖方厚度 /m
孔—1	0.43	2.20	1.00	2.10	3 460.73	3 455.00	5.73

表 2 挖方钻孔土层厚度统计表

孔号	耕土层厚度 /m	粉质粘土厚度 /m	强风化砂岩厚度 /m	中风化砂岩厚度 /m	原始地面高程 /m	设计地面标高 /m	总挖方厚度 /m
孔—1	0.43	2.20	1.00	2.10	3 460.73	3 455.00	5.73
孔—2	0.40	1.20	1.00	2.03	3 459.73	3 455.10	4.63
孔—3	0.30	1.50	1.20	4.63	3 462.73	3 455.10	7.63
孔—4	0.30	1.70	1.30	3.73	3 462.43	3 455.40	7.03
孔—5	0.30	1.70	1.30	3.38	3 461.68	3 455.00	6.68
孔—6	0.23	1.20	1.30	1.60	3 460.23	3 455.90	4.33
合计	1.96	9.5	7.1	17.47	—	—	36.03
比例/(%)		31.81	19.71	48.48	—	—	100

2 工程实例

2.1 天然气净化厂^[5]

四川某天然气净化厂工程地质勘察资料总钻孔数量为 88 个,探点 38 个,地质剖面 24 个。总计位于挖方区上的钻孔数量为 24 个。主要土质成分为粘土、泥岩、砂岩,位于挖方区上的各孔各土层厚

度见表 3。根据本工程地质勘察资料结合概算定额有关规定确定:表面土层及泥岩强风化层属普土 II;泥岩中等风化层和砂岩强风化层的无侧限抗压强度为 $Q_u=400\sim 700\text{ kPa}$,属松、次坚石 VI;砂岩中等风化层的无侧限抗压强度为 $Q_u=800\sim 1\,200\text{ kPa}$,属普坚石 IX。总计挖方土层厚度为 279.11 m,表面土层及泥岩强风化层总厚度为 77.91 m,普土 II 比例为 27.91%。泥岩中等风化层和砂岩强风化层总厚度为 153.73 m,松、次坚石 VI 石比例为 55.08%。砂

表 3 某天然气净化厂土层厚度统计表

孔号	普土Ⅱ厚度 /m	松、次坚石Ⅵ厚度 /m	普坚石Ⅸ厚度 /m	原始地面标高 /m	设计地面标高 /m	总挖土厚度 /m
13	4 6	—	—	578 52	573 92	4 6
14	6 43	—	—	580 58	574 15	6 43
15	2 20	18 40	—	595 05	574 45	20 6
20	1 37	—	—	575 17	573 80	1 37
21	5 60	5 10	—	584 80	574 10	10 70
27	4 83	25 77	—	603 30	572 70	30 60
28	3 10	23 40	—	599 45	572 95	26 50
31	4 49	9 83	—	588 12	573 80	14 32
34	3 60	8 04	—	584 39	572 75	11 64
37	4 00	6 64	—	584 14	573 50	10 64
38	4 01	—	—	577 76	573 75	4 01
39	3 10	14 07	—	589 52	572 35	17 17
43	3 11	—	—	576 56	573 45	3 11
45	4 50	14 29	—	590 79	572 00	18 79
49	3 40	2 48	—	579 08	573 20	5 88
52	3 67	13 64	—	589 01	571 70	17 31
56	4 00	0 14	—	577 24	572 80	4 44
62	4 61	—	—	576 01	571 40	4 61
68	3 40	5 11	—	581 56	573 05	8 51
78	0 30	1 70	0 65	575 65	573 00	2 65
83	1 15	1 20	3 41	577 61	571 85	5 76
84	1 44	1 52	12 25	587 37	572 15	15 22
85	0 60	1 20	17 35	591 60	572 45	19 15
86	0 40	0 20	13 81	588 16	572 75	15 41
合计	77 91	153 73	47 47	—	—	279 11
挖方比例/(%)	27 91	55 08	17 01	—	—	100

岩中等风化层总厚度为 47.47 m，普坚石Ⅸ比例为 17.01%。

2.2 集气站^[9]

重庆开县某集气站于 2009 年 6 月完成工程初

步勘察，钻探孔 24 个，其中 8 个探孔位于挖方区上。各挖方探孔的孔号、自然标高、设计标高、施工厚度、耕植土、粉质粘土、强风化砂岩、中风化砂岩等各土(石)层厚度等详细信息见表 4。

表 4 某集气站土层厚度统计表

孔号	地面标高 /m	设计标高 /m	施工厚度 /m	耕植土 /m	粉质粘土 /m	砂岩强风化层 /m	砂岩中风化层 /m
11	543 6	537 47	6 13	0 4	1 20	0 8	3 73
16	539 6	537 79	1 81	—	1 7	0 11	
17	547 70	537 80	9 9	0 4	3 2	1 0	5 3
18	550 50	537 80	12 7	0 4	0 7	0 7	10 9
20	550 20	538 15	12 05	—	—	0 9	11 15
21	549 20	538 18	11 02	0 4	1 4	0 9	8 32
22	556 60	538 16	18 44	0 4	2 4	0 9	14 74
23	556 60	538 16	18 44	0 4	2 2	0 8	15 04
合计(挖方)			90 49	2 4	12 8	6 11	69 18
比例(挖方)/(%)			100	2 65	14 15	6 75	76 45

3 软件开发

当工程的占地面积较大，地质钻孔数量较多时，

采用人工计算的方法费时费力，为了提高计算效率，作者也尝试采用计算机软件编程的手段来简化繁琐的计算过程。作者采用 Java 语言编制了一个土石方比例计算软件，该软件可以直接在 Windows XP 版

本下运行, 有友好的人机交流界面, 使用起来较为简便, 编程计算流程见图 5 有兴趣的读者可以试用, 也可以尝试开发更高级别的软件。

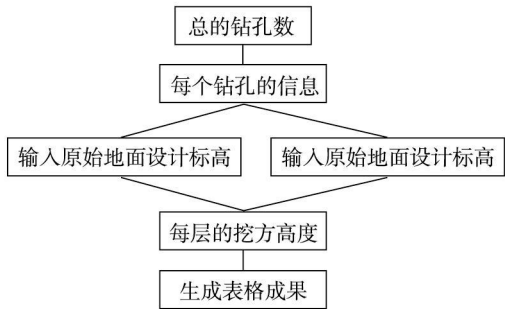


图 5 编程计算流程图

4 结束语

在平原地区的厂、站设计中, 土石方比例无需计算也比较明确。而在山地工程的设计中, 只有提供了准确的土石方比例, 才能让概预算编制人员做出切合实际的判断, 才能够为施工准备提供强有力的

参考信息。因此, 在工程设计中, 计算出准确的土石方比例能够起到控制工程投资、节省建设工期的作用。而钻孔法计算土石方比例是目前我们认为较为准确的理论计算方法, 对山地土方工程能够起到较好的指导作用。

参考文献:

[1] 雷 明. 工业企业总平面设计[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1998 67-71.

[2] 张 炯, 余 翔, 田 静. 工程缺陷在总图设计中的分析和预防[J]. 天然气与石油, 2008 26(1): 57-60

[3] 余 翔. 浅谈石河天然气净化厂之绿化设计[J]. 天然气与石油, 2008 26(6): 59-62

[4] 杨成贵, 郑潇潇, 王涛. 不同地形条件下的建厂对策[J]. 天然气与石油, 2008 26(3): 63-67.

[5] 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司. 铁山坡天然气净化厂工程初步设计[J]. 成都: 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 2006

[6] 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司. 川东北高含硫气田宣汉 /开县区块气田工程施工图设计[J]. 成都: 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 2009