

海南公路工程

HAINAN HIGHWAY ENGINEERING



11月5至9日“2002年全国桥梁学术”会议在海南召开，会后全体专家代表乘海汽快车对全省桥梁进行技术考察。

2002/2 (总第8期)

海南省公路学会主编

中国 · 海口

目次

考察报告

海南交通业赴南非培训考察报告	蔡诗铭(1)
----------------------	--------

测设

水准网平差程序	周仁明(6)
扶壁式挡土墙的设计及力学分析	邢乐武(11)
海榆中线大本~三亚段二级路改造设计	陈传健(15)
浅谈高等级公路线形的设计	周仁明(18)
单悬臂标志立柱的受力分析	邢乐武(23)

道路

浅谈沥青路面裂纹的防治	伍湘旻(27)
海南东线高速公路陵水至田独段左右幅拼接技术	李元刚(29)
浅谈软土地基特征及处理方法	李健(36)
沥青混凝土路面宽幅摊铺离析探讨	黄泽强(40)
浅谈滑模摊铺机在陵保公路上的应用	陈立(43)
浅析路基工程施工质量控制	潘慧平(47)
浅谈级配碎石底基层施工的质量控制	林伟(50)
简述碗扣脚手架在现浇连续箱梁施工中的应用	黄庆聪(53)
浅谈塑料排水板加固软基路堤的施工控制	李凌云(56)
浅析高速公路沥青路面施工平整度影响因素	王鸿儒(61)
水泥混凝土路面开裂原因分析及防治	李俊(65)
水泥稳定碎石基层施工中的质量控制	邓东升(68)
浅谈水泥混凝土路面胀缝质量控制与断板的成因	陈岁(72)
浅析机械摊铺沥青混凝土路面平整度的影响因素	李俊(76)
浅析公路工程土路基压实	王王伟(79)
改性沥青在海南东线高速公路(左幅)扩建工程中的应用	邓东升(83)

公路工程路基压实的探讨	李 健(86)
水泥稳定级配碎石基层和级配碎石底基层质量检测	潘慧平(89)
浅谈水泥稳定碎石基层施工中的质量控制	王世伟(92)
浅谈公路路基施工准备工作	陈兴新(96)
浅谈沥青路面质量的主要因素及施工控制	伍湘旻(100)
浅议公路桥头跳车的原因及防治措施	文一平(104)
八所出口路水泥稳定碎石基层施工的质量控制	杨剑雄(107)
浅谈填方路基工程施工监理应注意的几个问题	冯嘉江(110)

桥梁

浅谈宁远河大桥钻孔灌注桩施工	罗德峰(113)
钻孔灌注桩施工	陈 立(116)
桥梁改性沥青伸缩缝及其应用浅谈	韩晓静(121)
声波透射技术在桥梁灌注桩检测中的应用	李凌云(127)
浅谈钻孔灌注桩施工	陈汉波(134)
泵送混凝土的施工	冯嘉江(138)
浅谈预应力空心板梁后张法的施工	符启航(144)
大边河中桥预应力 T 型组合梁的张拉质量控制	罗德峰(147)
钻孔灌注桩的施工	陈兴新(150)
浅谈朝烈大桥桩基础施工质量控制	吉海彪(155)
琼州大桥预应力 T 梁施工方法简介	黄庆聪(159)
混凝土构件表面缺陷的预防处理	吉海彪(163)
浅谈预应力钢绞线张拉技术的若干问题	蔡 净(166)
琼州大桥抗渗混凝土质量控制	陈显彪(169)
琼州大桥 T 型梁预制施工质量控制	杨剑雄(173)
浅谈预应力梁的后张法施工	文一平(176)
浅谈钻孔灌注桩的施工	符启航(180)
浅谈后张法预应力空心板梁的生产技术要求	陈汉波(183)

筑机

日工 NAP-BD-2000 型沥青混合料搅拌设备后期保修之我见	谭宏伟(188)
--	----------

浅谈汽车发动机敲缸 谭宏伟(191)

浅谈涡轮增压器的正确使用 梁培卫(194)

浅析液压挖掘机柱塞泵的故障分析及排除方法 梁培卫(196)

养护

浅谈乡村公路养护压实 李钊铭(200)

芒草在江边至广坝公路边坡防护中的应用 文德锦(203)

从养护角度浅谈城乡土公路水毁的预防 柯承坚(206)

浅谈超龄沥青路面养护的几点体会 文德锦(209)

浅谈沥青路面养护中常见病害的成因及修补办法 陈 岁(213)

浅谈海榆西线东方段旧沥青表面处治路面的改善和提高 王鸿儒(218)

管理

配套 两性统一 张椿钦(221)

公路工程施工招标浅谈 韩晓静(222)

加强地方公路建设 促进经济发展 林 伟(225)

昌江县县乡公路现状及发展对策 柯承坚(229)

谈施工过程中承包商的合同管理 李元刚(232)

浅谈公路养护管理的有关问题 李钊铭(237)

交通工程

热熔型道路标线裂纹现象分析 黄泽强(240)

汽车运输

浅谈道路附着力与行车安全的关系 郑东成(245)

海南交通业赴南非培训考察报告

——海南交通业赴南非培训考察团

蔡诗铭

[海南省交通厅 海口市 邮编:570206]

南非是非洲经济最发达的国家,是世界五大矿产国、八大农业国、十大工业国和十大军用品出口国之一,拥有非洲最先进的交通、电力、通讯等工业基础设施。为学习、借鉴南非在公路交通方面的成功经验,加强我省与南非交通业的交流与合作,提高海南公路建设、养护和管理水平,应南非有关方面的邀请,由省组织部、交通厅、国际人才交流协会联合组织的培训考察团一行 18 人,于今年 7 月 4 日~15 日赴南非培训考察。考察团在南非著名高等学府比勒陀利亚大学,听取了由该校土木工程系主任、道路工程专家埃米尔·霍拉教授主讲的专业讲座,了解了南非的道路与交通运输状况及先进的公路科技;实地考察了南非国道及其收费站、超载检查站,省道和乡村道路,途经约翰内斯堡、比勒陀利亚、开普敦三大城市,并与南非同行专家及管理层进行了交流。较为圆满地完成了培训考察任务,达到了预期的目的。

1、南非的地形与气候特点

南非位于非洲大陆的最南端,西临大西洋,东临印度洋,国土面积 122 万平方公里。地形除东南沿海为平原外,其余大部分地区为高原,海拔 600~1600 米,但地表平坦,较为单一,间或突起一些山脊与孤立的小山丘,按我国对公路地形的分类,大多为平原微丘。

南非气候是从开普半岛的地中海式气候变化到夸祖鲁海岸的亚热带气候,东北内陆则是草原气候。少雨偏旱,年均降雨量仅 464 毫米,大大低于 857 毫米的世界年平均降雨量。而且降雨也很不平衡,全国约 21% 的地区降雨量不足 200 毫米;48% 的地区降雨量在 200~600 毫米之间;仅 31% 的地区降雨量超过 600 毫米,雨水较多的是开普半岛,年降雨量最高达到 1300 毫米。南非日照时间长,日照期从约翰内斯堡的 265 天过渡到德班的 197 天,大部分地区气候干燥。

南非的最高气温 40°C,最低气温 2°C,平均 20°C。

2、南非公路交通基本情况

南非公路网络十分发达,公路通车里程达 52.5 万公里,密度为 43 公里/每百平方公里(我国公路密度是 17.7/每百平方公里),其中国道 2 万公里,省道 34 万公里,乡镇道路 16.5 万公里。高速公路 7500 公里,综合指标位列世界第三,仅次于美国和德国。

2.1 机构设置及其职能

南非全国划分为 9 个省。交通行业管理机构设置为:南非国民交通管理局,即国家最高交通行政主管部门;省级国民交通管理局和地方政府(城市)交通管理局。其管理职能如下:

2.1.1 南非国民交通管理局负责国道主干线的规划和国道的管理,委托有实力的公司代理其所辖公路的规划、设计、建设和养护。

2.1.2 各省国民交通管理局负责辖区省道的规划、设计、建设和养护。

2.1.3 地方政府(城市)交通管理局负责该城市乡镇道路的管理以及规划、设计、建设和养护。

2.2 公路建设资金来源

公路建设资金来源主要靠国家税收。加油站每公升汽油销售价 4 兰特,其中含汽车燃油税高达 3 兰特,税率为 75%。南非是非洲大陆的经济大国,人均 GDP 已超过 4000 美元。虽然由于长期的种族隔离等历史原因,公共交通发展较为缓慢,但私家车非常普及。私家车是南非人主要的交通工具,人口只有 4100 万的南非仅私家小车就达 500 多万辆,这为公路建设资金提供了较为充足的税源。

2.3 公路科研与推广应用

南非对公路科学技术的研究应用非常重视,公路科研与大学的科研紧密结合。依托比勒陀利亚大学,用了近 50 年的时间进行了汽车对路面、公路与环境等各项连续试验研究和技术开发,包括动力加载试验、动力钻锥确定材料强度,重车模拟器实验(已实验了 25 年)、468 柔性、368 刚性路面试验(进行了 1140000 次各种轴载试验),运用这些加速公路测试技术,对公路运行效果进行预测,在一段相对较短的时间内预测出公路的运行性能。南非的公路检测技术广泛应用于公路建设、监理、监督和养护管理,居世界领先水平。比如 HVS(重交通工具模拟系统),一种加速检验公路和机场跑道等交通状况的活动检测车,能在公路上实地检测公路情况的移动实验工具,可以在 3~6 个月内检测出全南非使用 20 年公路的交通路况,找出引起公路损坏的内部原因,在一定情况下,也可判断引起损坏的环境因素。近年来其技术已被引进到美国、芬兰和瑞典。ART(加速公路检测器)是南非新开发的另一种

公路检测机械,其运行成本比 HVS 低,可以在短时间内对新设计、建造,甚至复原技术进行估测。这种仪器适宜放在低卡车上运输至较远的地方进行检测,还可用于检测在用道路的剩余使用年限,因此,也可以作为道路使用年限的检测工具。

南非公路沥青路面占 90%,水泥路面占 10%。沥青路面基本上采用多碎石配比以解决高温稳定性和满足承载的问题,其中人行道和乡镇道路采用薄层铺面,以节约投资。90%公路采用沥青路面基于以下原因:

第一,沥青路面不反光、柔性好、噪音小,满足了行车舒适的要求。

第二,充分利用南非的煤炭资源生产的煤炭沥青。

第三,降雨量不大,日照时间长,路面的水毁较小。

公路建设和养护管理中的高科技含量,确保了公路工程和养护的质量,使公路投资发挥了最大的效益。此次行车考察南非公路长达 1500 多公里,不论是高速公路、城市道路,还是农场、旅游公路,路面都非常平整、完好,行车非常顺畅舒适。

2.4 公路设计特点

南非公路在设计方面极具特色,选线顺其地形,设计因地制宜。采用美国规范标准,公路选线在符合设计规范的前提下,尽量迁就地形,顺其自然,不刻意求直求平,避免大填大挖,从而减少工程量,既有效降低了工程造价,又使公路与沿线的自然景观相互协调,保护了生态环境。高速公路上下线基本分离,即使上下线平行,分隔带也至少预留三个车道,为日后扩建拓宽创造了条件。高速公路分隔带一般不设防撞栏,边栏也只在少数高填方处设置,且防撞栏的立柱及有些标志牌的支柱是用杉木制作的。互通立交基本为简单的菱形。所有平交路口(包括非城市公路)都有红绿灯自动控制,交通管理秩序井然。南非大部分地区气候干燥少雨,因此公路边沟的设计也很有特点,高速公路只在路肩外侧用水泥砌制作且稍为向外倾斜,外侧设置约 50 厘米高的缘墙,形成公路纵向排水沟,设计既简单美观实用,又有利于行车安全。对水泥砌路,则采用了加长板块的办法,减少横向伸缩缝,增加行车的舒适性。

南非在公路设计中体现了符合经济状况与环境协调,方便拓宽和适合车型的务实的设计思想。这种设计特点,大大降低了工程造价,南非国道(4~8 车道)每公里造价约 500~1000 万兰特,省道(2~4 车道)每公里造价约 100~500 万兰特。(美元与兰特的汇率现为 1:9.5~10。)

2.5 旅游专用公路

南非是全球最负盛名的旅游度假胜地之一,旅游资源极为丰富。当局为了开发旅游资源,沿着开普半岛海岸修筑了旅游专用公路,把迷人的两洋海岸风光与独特的自然生态巧妙地连接在一起,让游人一览无余,留下难忘的印象。开普顿到豪特湾旅游公路,是一条专供游人观看鲸鱼的公路,尽管每年鲸鱼聚集的时间不到2个月。旅游专用公路形成了南非公路交通的又一大特色。

2.6 超限运输管理

据南非交通及公共工程部1985年~2000年对路况的调查统计,其路况越来越差,除了一般的沥青老化、路基变形和水损害外,最主要的原因是重型超载车行驶造成的。就南非7500公里高速公路的情况看,沥青砼路面设计使用年限20~30年,实际使用年限只有10~20年,甚至有的建成两年后就要局部维修。对此,南非当局投入巨资,在全南非干线公路设立了220个检测站,利用较为先进的超限测试仪器,对重型车辆的实载情况进行检测,根据检测结果作出是否放行或处罚,有效地控制了超限重型车辆对公路的损坏。如约翰内斯堡~德班600多公里高速公路就设置了4个检测站,每个检测站投入约500万兰特。同时制定相应的政策法规,为行政处罚提供法律依据。据介绍,对超限重型车辆的处罚,轻者罚款240兰特,重者罚款可高达2.4万兰特。

3、借鉴与建议

3.1 我省迄今还没有设立交通科研机构,体制上的缺位在一定程度上制约了公路交通的科技进步。公路是服务于经济和社会的基础设施,对海南的社会经济发展举足轻重,应该有一个机构来从事公路交通方面的科研活动,不论这个机构是事业编制,还是企业性质。南非公路科研与大学科研相结合,把大学的科研成果直接应用于公路的建设与养护管理的模式可供借鉴。海南大学也有土木工程专业,可以借助其科研与人才资源,以此为基础,联合成立公路科研所。当然,还必须引进公路专业科研人才。另外,根据我省交通体制的实际情况,建议成立公路专家委员会,对大中型公路建设项目和重大的技术方案进行技术论证,为决策和设计提供科学依据。

针对海南公路现状目前急需研究的课题如:

- 3.1.1 解决高速公路沥青路面高温稳定性与防水的问题;
- 3.1.2 旧桥(主要是空心板)承载力鉴定与加固;
- 3.1.3 乡村道路路面标准结构;

3.1.4 建立海南公路桥梁与公路路面管理系统。

3.2 把旅游专用公路的开发建设纳入海南的路网规划。我省有着丰富的旅游资源,海岸线长达 1500 多公里,不少海岸带极具旅游观赏价值。新开发的旅游公路要充分考虑如何把旅游景点、旅游度假开发区与沿线的自然景观和谐地融汇在一起,精心打造旅游通道,构建海岸旅游公路,使游人一路赏心悦目,饱览海南的热带风光,而不是仅仅满足于通车的功能。

3.3 海南要建设生态省,必须制定公路设计环境保护的强制性标准,使公路与环境相互协调,设计标准不搞“一刀切”,因地制宜,因形选线,尽量减少大填大挖,保护自然环境,建设具有海南特色的生态公路。我省中线公路改建的设计理念正是遵循了这样的原则,不但大大减少了工程量,降低了造价,有利于路基的稳定,而且保护了沿线的自然环境,为今后我省公路建设提供了很好的经验。

3.4 海南同样存在着超限运输的问题。超限运输是指在公路上行驶的车辆,车货的长、宽、高、总重以及轴载质量超过限制规定值。随着社会经济的发展,公路运输的大型化和集装箱化以及运输经济效益的驱动,超限运输车辆损害公路的现象越来越严重。检测表明,一辆后轴轴载为 15 吨的黄河汽车在公路上行驶 1 次,后轴对路面的作用就相当于标准轴载 10 吨的汽车行驶 5.06 次;大力牌 SH3603 自卸车在公路上行驶 1 次,其后轴对路面的作用相当于标准轴载 29.5 次作用的效果,这无疑会使公路寿命大大缩短,严重者造成桥断涵塌路毁。如果不对超限运输加以限制,长此以往,公路必然会陷入边修边坏、屡修屡坏的怪圈,从而造成大量公路建养资金的损失。1999 年 10 月 31 日颁布的《中华人民共和国公路法》和 2000 年 2 月 13 日交通部发布的《超限运输车辆行驶公路管理规定》(交通部令 2000 年第 2 号),为公路路政管理部门行使管理超限车辆职责提供了法律依据,但在我省却有法难依,有令难行,缺乏有效的管理手段。建议在环岛高速公路设立超限运输检测站,并采取相应的处罚措施。海南高速公路配套较差,要有计划地配备一些先进的检测设备,如超限检测仪、路面状况检测车、交通量自动观测仪等,逐步提高养护的机械化程度及管养的科技水平。

水准网平差程序

周 仁 明

[海南省公路勘察设计院 海口市 邮编:570102]

摘 要:依据水准网相关平差原理,采用 BASIC 语言,编制出适于路线水准测量常用的计算程序,说明了程序功能、数字模型、水准点和水准路线的编号、输入数据、输出成果和操作步骤与示例,供同行在工作中参考。

关键词:水准网 相关平差 计算机程序

1、概述

各条水准路线交会于一点,称为单结点水准网,交会于多个点,称为多交点水准网。结点水准网的计算原理同结点导线网相同。对于单结点水准网,是取各条水准路线推算结点高程的加权平均值作为结点高程的最或是值,对于多结点水准网,是采取等权替代法将其代为单结点水准网,最后将各条水准路线作为附和水准路线进行计算。

2、程序功能

本程序适用于二、三、四等水准网的平差计算,平差的水准网即可以是独立网,也可以是附和网。其主要功能是完成水准网的平差计算和精度评定计算。

平差计算采用间接平差逐渐趋近解法,以归算后的观测高差为平差元素。精度评定计算包括单位权(1公里)中误差和每个待定点的高程中误差。

3、数据模型

按间接平差逐渐趋近解法,必须先求出各结点的高程近似值:

$$H(K) = H(E) \pm L(I)$$

其中, $H(K)$ 为所求结点近似高程, $H(E)$ 为已知点的高程或已经算出的结点的近似高程, $L(I)$ 为观测高差。观测高差的权为 $P(I) = 1/S(I)$ 。由此计算各个结点(K)的权之和:

$$P(K) = \sum_k P$$

$\sum_k P$ 为与 K 点相连的线路的权之和。

计算各观测高差的误差方程的常数项(J 至 K 点):

$$H(K) - H(J) - L(I)$$

仍然存在 $L(I)$ 中。求各个结点的法方程常数项：

$$W = \sum_k L(I)/S(I)$$

则结点 K 的近似高程的改正数为：

$$DH(K) = -W/P(K)$$

高程的逐次迭代值为：

$$H(K) + DH(K)$$

以 $DH(K)$ 修正误差方程常数项 $L(I)$ ，记下该次迭代中最大的 $DH(K)$ 与迭代限值比较。进入下一次迭代，当迭代结束时， $L(I)$ 中保留是观测高差的改正数。

计算机读取各个水准路线的起讫点点号后，程序自行形成与各个结点相连的水准路线号 (N 数组，见印出结果) 以及各个待定结点上的水准路线条数的累计数 (M 数组，见印出结果)。

计算结点高程平差值的权倒数时，仍使用上述迭代解法。如欲求结点 K 的高程权倒数可使其相应的法方程常数项为 -1 ，其余的常数项为零。

4、水准点和水准路线的编号

已知水准点的编号为 $0 \sim A-1$ (A 为已知水准点的个数)，待定水准点的编号 $A \sim B-1$ (B 为全网水准点的总个数)。为了节省机时，在编制待定点编号时要顾及推算高程的顺序。例如图 1 中的 $A=4, B=7$ 。已知点号编 $0 \sim 3$ ，待定点号编为 $4 \sim 6$ ，5 号点作为结点可以评定其点位精度。待定点编号时，应使小的点号与已知高程相邻，以便逐个推算待定的近似高程。

全网的水准路线数为 C ，水准路线从 0 起编号直到 $C-1$ 。图 1 中的水准路线数 $C=6$ ，其编号为 $0 \sim 5$ 。

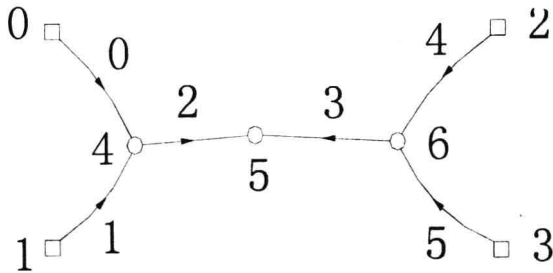


图1

5、主要标识符号及说明

5.1 简单变量

A—已知高程的水准点个数

B—水准网中水准点总数

C—观测的水准路线测段数

Z—先送求高程平差值的迭代精度限值(三、四等为 10^{-4} , 二等为 10^{-5})后送求高程权倒数的迭代精度限值(10^{-2})。

5.2 数组

L—观测高差数组, 共有 C 个分量。

S—水准路线长度数组, 共有 C 个分量。

J—水准路线起点点号数组, 共有 C 个分量。

K—水准路线讫点点号数组, 共有 C 个分量。

H—水准高程数组, 共有 B 个分量, 仅输入 A 个已知点高程。

NA\$—水准点点名数组, 共有 B 个分量。

6、输入数据

6.1 数据准备

为了便于输入, 建议根据图 1 编制表 1。

表 1

简单变量	编 号	L 数组	S 数组	J 数组	K 数组	H 数组
A=4 B=7 C=6 Z=1 E-4 Z=1 E-2	0	8.228	4	0	4	35.418
	1	2.060	4	4	1	45.712
	2	1.515	3	4	5	25.270
	3	7.477	3	6	5	24.678
	4	12.417	4	2	6	
	5	13.000	4	3	6	

6.2 数据输入

数据表编完后, 要仔细检查核对, 不能有任何错误后即可在计算机任意空行(不过此时要将程序 3802 行中的 RESTORE 语句恢复到此行去执行), 采用置数语句依次按列输入简单变量、L 数组、S 数组、J 数组、K 数组和 H 数组里的数据, 紧接着输入相应的水准点编号,

这里特别说明:输入简单变量列时,应把 $Z=1\text{ E}-2$ 放在水准点编号后输入,所有的数据间、数据与水准编号间都应用分隔符','隔开。

7、输出成果

在执行程序过程中,打印机输出下列结果:

7.1 简单变量 $A=$ $B=$ $C=$ $Z=$

7.2 打印出已知点高程。打印出的标题为:

I Hm

7.3 打印出各水准路线的高差、路线长、起点号、讫点号,打印出的标题为:

I Lm Skm J K

7.4 打印出各终结点上水准路线的累计条数。其标题为:

I M

7.5 打印出相应的水准路线的编号数组。其标题为:

I N

7.6 打印出单位权(1公里水准测量)中误差,其形式为:

$M=+/-$ m

7.7 打印出高程近似值、高程改正数、高程平差值。其标题为:

I HOm Vmm Hm

7.8 打印出高差改正数和高差平差值。其标题为:

I Vmm L(I)m

7.9 打印出计算高程权倒数迭代限值 $Z=$

7.10 打印出高程平差值和高程中误差。其标题为:

I H m Mmm

以上各项中 I 表示序号,mm 表示以毫米为单位,m 表示以米为单位,Km 表示以公里为单位。

8、操作步骤和示例

输入 RUN * SZWPC 按回车,打印机打印出表 1 数据。随后屏幕显示:

IS,NO-CONT?

这是等待你检查数据,若数据经检核无误,按回车键,机器即执行随后的语句。如果数据有误,按中断键(ON)中断程序的执行,然后用显示程序清单语句(LIST)显示到数据区上把错误的数据加以改正,重新启动计算机。

对于图 1 的水准网,输入表 1 的数据打印机打印出的全部结果如下:

$A=4\ B=7\ C=6\ Z=0.0001$

I	Hm
0	35.418
1	45.712
2	25.270
3	24.678

I	Lm	Skm	J	K
0	8.228	4.00	0	4
1	2.060	4.00	4	1
2	1.515	3.00	4	5
3	7.477	3.00	6	5
4	12.417	4.00	2	6
5	13.000	4.00	3	6

I	M
0	0
1	3
2	5
3	8

I	N
0	0
1	1
2	2
3	2
4	3
5	3
6	4
7	5

$$M = + / - 0.002m$$

I	HOm	Vmm	Hm
0	35.418	0	35.418
1	45.712	0	45.712
2	25.270	0	25.270
3	24.678	0	24.678
4	43.646	2	43.648
5	45.161	1	45.162
6	37.684	-1	37.683

I	Vmm	L(I)m
0	2	8.230
1	4	2.064
2	-1	1.514
3	1	7.478
4	-4	12.413
5	-5	13.005

$$Z = 0.01$$

I	Hm	Mmm
0=GPS1	35.418	+/-0
1=GPS2	45.712	+/-0
2=GPS3	25.270	+/-0
3=GPS4	24.678	+/-0
4=B.M.4	43.648	+/-3
5=B.M.5	45.162	+/-4
6=B.M.6	37.683	+/-3

扶壁式挡土墙的设计及力学分析

邢 乐 武

[海南省公路勘察设计院,海口市,570102]

摘 要:针对扶壁式挡土墙这一类型的具体特性,进行细致的力学分析,结合算例阐述其设计要点。

关键词:扶壁 连续梁 正负弯矩 超静定 土压力

1、概述

钢筋混凝土扶壁式挡土墙是挡土墙的一种特殊型式,是悬臂式挡土墙的发展。它主要由底板(包括趾板、踵板)、墙面板及肋(扶壁)四部分组成(见图1),由于它通过肋隔一定距离把底板和面板连接起来,因此它增加了挡土墙的整体刚度,更好地抵御土压力及活载对面板的倾覆及剪切破坏。加大了挡土墙的整体稳定性,因此它可在缺乏石料的地区作为路肩墙使用,以及在悬崖及高耸的公路边坡上来加固边坡。以期保持边坡的稳定。同时,它不是依靠自重来抵御土压力,所以它对地基承载力要求不是很高,并且它又比悬臂式挡土墙增加了扶壁,因此它可以减少面板下部因抗弯而所需的砼及钢筋用量,故在高墙时较之悬臂式挡土墙经济。其设计内容主要包括土压力计算、墙身尺寸计算、墙身稳定性及基底应力验算,以及墙身配筋和裂缝开展宽度计算四个部分。扶壁式挡土墙的一般计算方法概括如下:

- 1.1 取肋中至肋中或跨中至跨中为一个计算单元;
- 1.2 趾板和肋分别按矩形和变截面 T 形悬臂梁计算;
- 1.3 墙面板和踵板系三向固定板,属超静定结构,一般作简化近似计算;

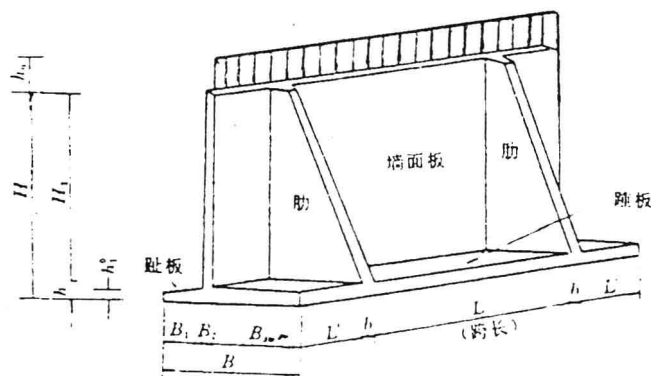


图 1: 扶壁式挡土墙构造

2、算例

本人曾在海榆中线 K199+175 处设计一扶壁式挡土墙方案(见图 2),该处为一挖方边坡,悬崖一侧边坡土体因水毁已塌落,长 30m,高 4m,为保持边坡的稳定,拟定一扶壁式挡土墙方案,墙高 4m。

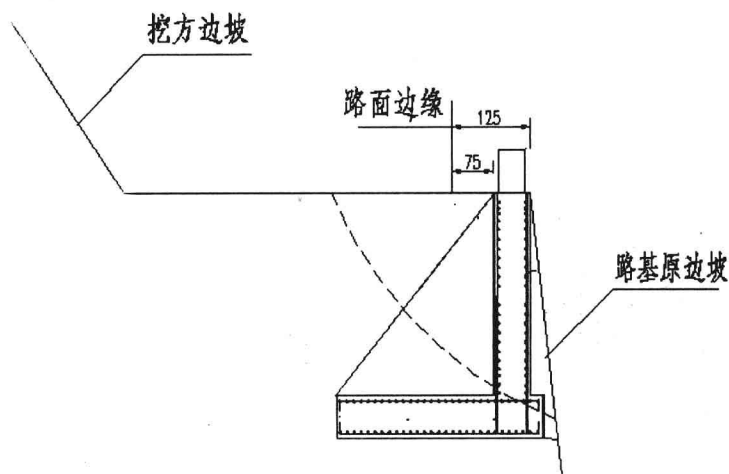


图2: 海榆中线k199+175边坡挡土墙方案1

基本资料:墙背填料 $\gamma = 18\text{KN/m}^3$, 内摩擦角 $\Phi = 35^\circ$, 地基容许承载力 $[\sigma] = 300\text{KPa}$, 内摩擦角 $\Phi_0 = 35^\circ$, 基底摩擦系数 $f = 0.4$, 砼标号 15#, 抗压设计强度 $R_a = 8.5\text{MPa}$, I 级钢抗拉设计强度 $R_g = 240\text{MPa}$;

活载:汽车—20 级,挂车—100;

抗滑、抗倾覆系数 $K_c \geq 1.3, K_0 \geq 1.5$;

先假设底板厚 0.5m,

则 $H_1 = H - h_3 = 4 - 0.5 = 3.5\text{m}$

肋净距,据经验,经济间距为 $L = (0.5 \sim 1)H_1 = 1.8 \sim 3.5\text{m}$,因墙不高,此处取大值

$L = 3.3\text{m}$

肋宽 $b = L/9 \sim L/6$ 取 $b = 0.4\text{m}$

2.1 土压力计算:

等代均布土层厚度 h_0 计算

$$h_0 = \frac{Q}{\gamma \times b_0 \times L}$$

根据《公路桥涵设计通用规范(JTJ 021-85)》,挂车—100: $h_0=0.8\text{m}$

由朗金土压力计算公式($\beta=0^\circ$)

$$K_a = \cos\beta \times \frac{\cos\beta - (\cos^2\beta - \cos^2\Phi)^{1/2}}{\cos\beta + (\cos^2\beta - \cos^2\Phi)^{1/2}} = 1 \times \frac{1 - (1 - \cos^2 35^\circ)^{1/2}}{1 + (1 - \cos^2 35^\circ)^{1/2}} = 0.271$$

可得活载引起的土压力:

$$\sigma_{h0} = \gamma h_0 k_a = 18 \times 0.8 \times 0.271 = 3.90 \text{ KPa}$$

底部土压力:

$$\sigma_H = \gamma(h_0 + H)K_a = 18 \times (0.8 + 4) \times 0.271 = 23.42 \text{ KPa}$$

全墙承受的土压力及其对基底的弯矩:

$$E_x = E \cos\beta = 1/2 \times H \times (\sigma_{h0} + \sigma_H) \times \cos\beta = 1/2 \times 4 \times (3.90 + 23.42) = 54.64 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2.2 墙面板厚度计算:

由于施工缝一般设在两肋之间中点处,且施工缝或伸缩缝跨及两道或多于二道肋,故踵板及面板的弯矩按连续梁计算。计算如图3

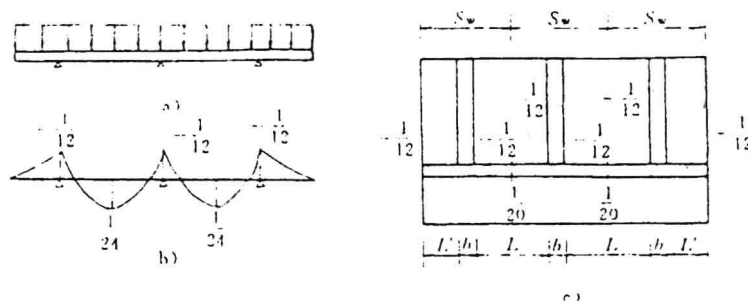


图3 墙面板的水平弯矩系数图

a)荷载作用图;b)实际弯矩图;c)设计用弯矩系数

墙面板厚度主要由其最大负弯矩控制,由结构力学简化分析,最大负弯矩为:

$$M = -\frac{1}{12} \times [\sigma_{h0} + 1/2 \times \sigma_H] \times L^2, L: \text{肋净距}$$

位置处于肋固着处高为 $H_{3/4}$ 处(本例 $H_{3/4} = 3\text{m}$)

$$\therefore M = -\frac{1}{12} (3.90 + \frac{1}{2} \times 18 \times 3.5 \times 0.271) L^2 = -11.29 \text{ kN}\cdot\text{m}$$