

道路施工技术

宣国良 李晋三 编
韩以谦 主审



人民交通出版社

747

C141.5-6
X 85-

道路施工技术

Daolu Shigong Jishu

宣国良

编

李晋三

韩以谦

主审



A0930450

人民交通出版社

内 容 提 要

本书从施工准备工作、路基、路面基层、沥青路面和水泥混凝土路面等方面,阐述了道路施工的材料、工序、技术要求和质量要求。本书适用于路桥专业的专科教学,也可供城市道路专业的师生和现场施工技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路施工技术 /宣国良,李晋三编. —北京:人民交通出版社, 1999. 10

ISBN 7-114-03457-1

I. 道… II. ①宣… ②李… III. 道路工程—工程施工
IV. U415

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 31746 号

道路施工技术

宣国良 李晋三 编

韩以谦 主审

责任印制: 张 凯 版式设计: 周 园 责任校对: 尹 静

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 10.625 字数: 279 千

1999 年 9 月 第 1 版

2000 年 7 月 第 1 版 第 2 次印刷

印数: 1601—3600 册 定价: 25.00 元

ISBN 7-114-03457-1

U · 02479

前 言

所谓施工,就是按照设计图纸的要求建筑各种构造物的过程。《道路施工技术》讲述的是道路的路基、路面基层和路面面层的施工工艺、原材料质量、施工方法、质量要求与现场质量控制,是路桥专业的一门专业技术课。这对于培养施工现场的技术人员和技术管理人员为目标的专科教育,具有重要的意义,是不可缺少的。

工程施工涉及的知识面很广,它涉及到设计、工程测量、建筑材料、土力学、地基基础、工程机械、运筹学等知识。这些知识相互渗透在各个施工环节中,需要施工技术人员去灵活应用。

施工技术是工程实践技术,要学好施工技术,就必须理论联系实践。随着我国公路建设日新月异的发展,新材料、新工艺不断地在工程建设中得到应用,还需要我们在实践中不断学习,掌握和应用新的施工技术。

本教材共分五章。第一章、第二章、第三章和第四章由宣国良编写,第五章由李晋三编写。全书由宣国良任主编,东南大学韩以谦教授主审。

由于我们编写时间仓促,书中出现错误在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

编 者

1999年2月

第一章 施工准备工作

道路工程的施工过程,可分为准备、施工、竣工验收三个阶段。其中施工准备工作是工程顺利实施的基础和保证。因此,施工准备工作的好坏,直接影响到工程的进度、质量和承包商的经济效益,必须认真对待。

施工准备工作的内容主要有:熟悉设计文件、编制施工组织设计、施工现场准备等。

一、熟悉设计文件

设计文件是组织工程施工的主要依据。熟悉、审核施工图纸是领会设计意图,明确工程内容,分析工程特点的重要环节,一般应注意如下几个方面:

1. 核对设计计算的假定和采用的处理方法是否符合实际情况,施工是否有足够的稳定性,对保证安全施工有无影响。
2. 核对设计是否符合施工条件,如需采用特殊施工方法和特定技术措施时,技术上和设备条件上有无困难。
3. 结合生产工艺和使用上的特点核对有哪些技术要求,施工能否满足设计规定的质量标准。
4. 核对有无特殊的材料要求,这些材料的品种、规格、数量能否解决。
5. 核对图纸说明有无矛盾,规定是否明确,是否齐全。
6. 核对图纸主要尺寸、位置、标高有无错误。
7. 核对土建与设备安装有无矛盾,施工时如何交叉衔接。
8. 通过熟悉图纸明确场外制备工程项目。
9. 通过熟悉图纸确定与施工有关的准备工作项目。

在有关施工人员熟悉图纸,充分准备的基础上,由建设单位负责人召集设计、施工、监理、科研人员参加图纸会审会议。设计人员向承包商作图纸交底,讲清设计意图和对施工的主要要求。施工人员应对图纸和有关问题提出质询。最终由设计单位吸收图纸会审中提出的合理化建议,按程序进行变更设计或作补充设计。

二、施工组织设计

应根据核实的工程量、工地条件、工期要求及本单位的施工设备情况,制定实施性施工组织设计(它包括选择施工方案、确定施工方法、布置施工场地、编制施工进度计划、拟定关键工程的技术措施等),报监理工程师审批。同时,根据施工组织设计的要求,组织施工队伍,合理部署施工力量,做好后勤物资供应工作。

三、施工现场的准备工作

路基施工前,现场的准备工作有:恢复中线和复查水准点,划定路界,清理场地,路基放样,修建临时设施等。

1. 恢复路线

从路线勘察到工程施工,一般要经过一年左右的时间。在这段时间内原钉的桩志可能有部分丢失,有的可能发生了移动。因此,监理工程师向承包商交桩后,承包商必须按设计图表对路线进行复测,把决定路线位置的各测点加以恢复。其内容有:导线、中线的复测和固定,水准点的复测和增设,横断面的检查与补测。

1) 导线、中线复测和固定

导线复测就是把控制路线中线的各导线点在地面上重新钉出。导线复测应采用红外线测距仪或其它满足测量精度的仪器,其测量精度应满足设计要求。复测导线时,必须和相邻施工段的导线闭合。对有碍施工的导线点,在施工前应设护桩加以固定。

中线复测就是把标定路线平面位置的各点在地面上重新钉出,有时还要在平曲线上以及地形有突变或土石方成分有变化等处增钉加桩,并复核路线的长度。如发现丈量错误或需要局部改

线,均应作断链处理,相应调整纵坡,设置断链桩,注明前后里程关系及长(或短)链距离。对高等级公路,应采用坐标法恢复主要控制桩。复测中常会发现有些桩丢失了,要及时补上。当交点桩丢失时,可由前、后的直圆点和圆直点定出切线并延长切线,交出丢失的交点桩,并钉护桩固定。转点桩丢失时,可用正倒镜延长直线,重新补设。曲线特征点桩丢失时,可对曲线重新测设补桩。对路线的主要控制点,如交点、转点、曲线的起讫点,以及起控制作用的百米桩和加桩,应视当地的地形条件和地物情况,采用有效的方法加以固定。通常在所需固定的桩点附近设置保护桩(图 1-1)。

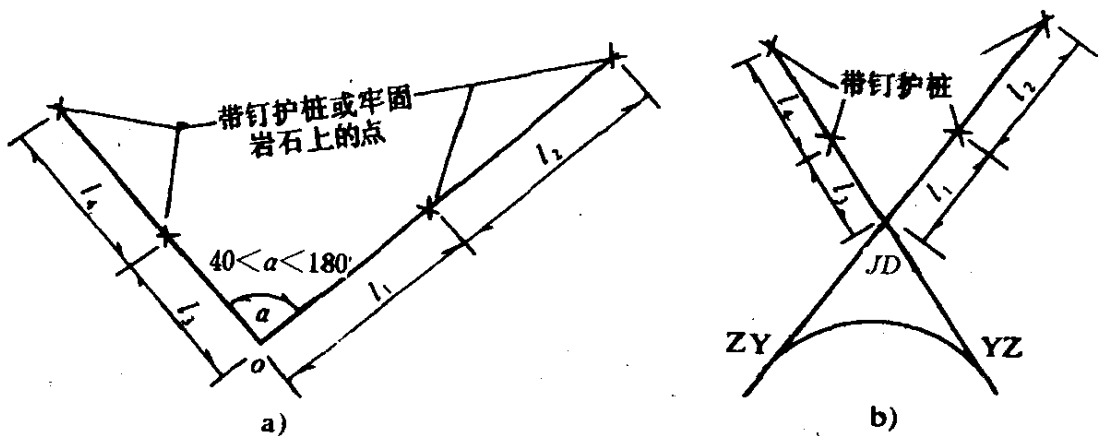


图 1-1 护桩方法

a) 交点法(图中 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 可不受限制,一般不宜小于 10m,角 α 以大于 40° 为宜, o 点为需固定之桩); b) 延长切线法 (l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 不一定等长,但其长度以 15 ~ 20m 为宜)

注: $l_2 > l_1 > 15\text{m}$; $l_4 > l_3 > 15\text{m}$, α 最好在 90° 左右

位于路基范围内的桩因施工无法保留时,应另用桩志移钉于路基范围之外。当地形许可时,移钉各点的方向,直线上为垂直于中线,曲线上为垂直于该点的切线方向。当地形条件受限制时,也可用其他方法将主要控制点移钉于路基范围以外。但在移钉的桩上和记录簿中,均应注明桩号及移钉距离。

加钉护桩的方法,一般是以所需要固定的控制点桩为中心,沿两条大致互相垂直的方向,将桩点移到路基施工范围以外,在每条方向线上,在相距一定距离处,钉上两个带钉木桩,桩上标出相应

的桩号和量出的距离,同时绘草图,并记入记录簿内,以备查用。

恢复中线时应注意与结构物中心、相邻施工段的中线闭合,发现问题应及时查明原因,并报监理工程师。

2)水准点的复测与加设

中线恢复后,对沿线的水准点作复核性水准测量,以复核水准点一览表中各点的水准基点高程和中桩的地面高程。当相邻水准点相距太远,为便于施工期间引用,可加设一些临时水准点。在较大的构造物,如桥涵、挡土墙、集中土石方地段附近,及高路堤、深路堑附近应加设水准点。临时水准点的标高必须符合精度要求。

3)横断面的检查与补测

线路横断面应详细检查与核对,发现错误或有怀疑时,必须进行复测。在恢复线路时新设的桩点,应进行横断面的补测。横断面的方向,在直线段为与路中线垂直的方向,曲线段为垂直于所测点的切线方向。

应当注意,凡是在恢复路线时发现原设计中的一切不正确之处,都应在图纸上明确地记录下来,并与复测的结果一起呈报给监理工程师复核或审批。

2. 划定路界

此项工作一般由建设单位(业主)完成。个别地段尚未划定的,应马上报告监理工程师,并会同业主尽快解决。

3. 路基放样

路基施工前,应根据中线桩和设计图表在实地定出路基的几何轮廓形状,作为施工的依据。其主要内容有如下几个方面。

横断面放样,首先用十字架确定横断面的方向,然后确定填方断面的坡脚点,挖方断面的坡顶点,半挖半填断面的坡脚点和坡顶点,放置边桩,画出作业界限(如图 1-2)。有了边桩后,还要按设计的边坡坡度、高度确定边坡位置。具体做法如下:

1)放置路基边桩

a. 利用横断面图放边桩 利用供施工用的路基横断面确定中桩与边桩的实际水平距离,沿横断面方向测量定点并打桩。

b. 根据路基中心填挖高度放边桩 当只知道现场的填挖高度,而缺乏横断面图时,在平地上放边桩,可先求出中桩至边桩的距离:

路堤:
$$l = \frac{B}{2} + mH$$

路堑:
$$l = \frac{B_1}{2} + mH$$

式中: B ——路基设计宽度, m ;

B_1 ——路基与两侧边沟宽度之和, m ;

m ——边坡的设计坡度;

H ——路基中心设计填挖高度, m 。

根据计算结果测量定点并放边桩(图 1-3)。

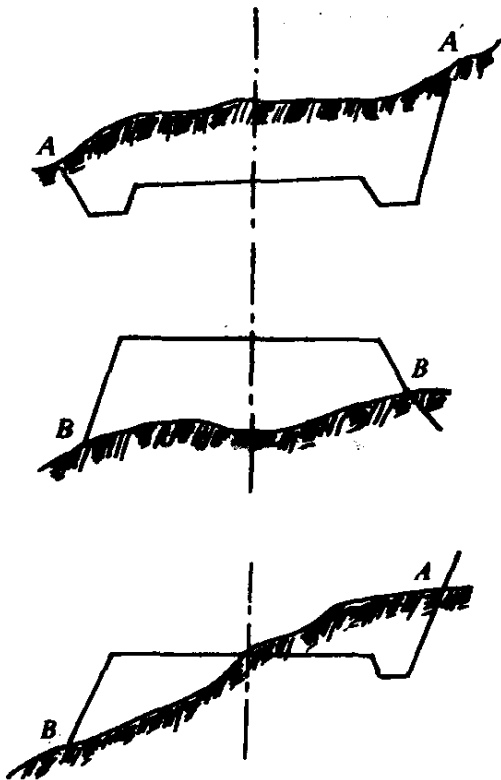


图 1-2 路基横断面边桩

A- 坡顶桩; B- 坡脚桩

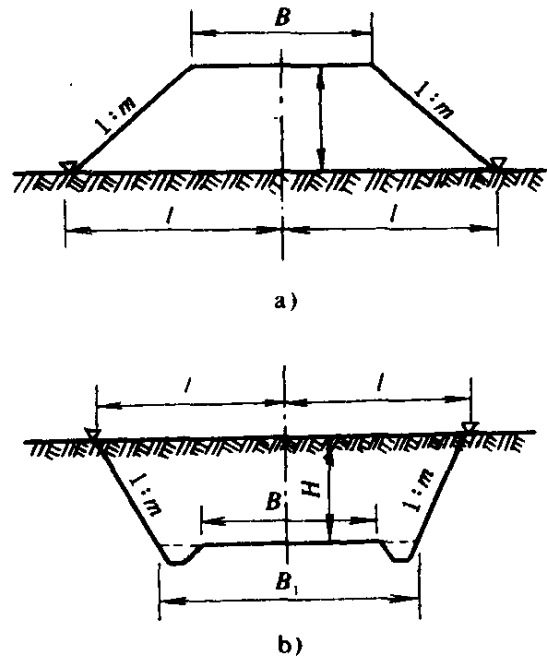


图 1-3 平地上放边桩

a) 路堤; b) 路堑

对于坡地,简单的方法就是利用坡度板放边桩。

边桩放好后,用拉绳、画灰线或挖槽痕等方法,将各横断面上

相应的边桩连起来,即得填方或挖方的边线(坡脚线)。

2)边坡放样

a. 路堤的边坡放样 采用分层填土,逐层挂线的方法进行边坡放样,如图 1-4 所示。事实上,路堤填筑中,由于压路机碾压时,其碾压轮不可能碾压至边坡边缘处,为保证路堤边坡能碾压密实,目前工程上常在施工放样时两侧各加宽 30 ~ 50cm,待填到路槽床顶底面时,再按边坡坡度用平地机整坡,得到要求的边坡。

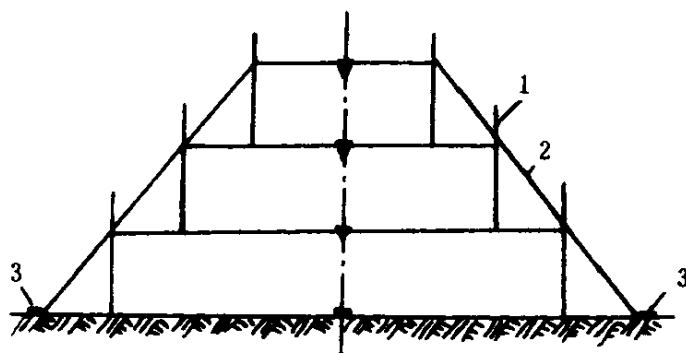


图 1-4 分层挂线法边坡放样

1-竹杆;2-麻绳;3-边桩

b. 路堑边坡放样 在坡顶点外侧钉上固定的坡度样板,如图 1-5 所示。

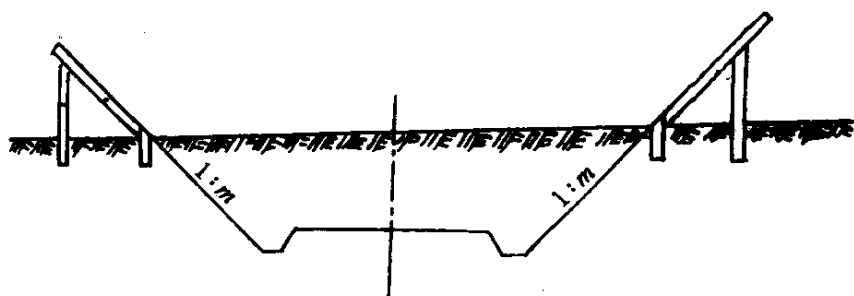


图 1-5 路堑固定边坡样板放样

横断面放样的距离,视地形复杂程度和机械施工方法而定,一般为 20 ~ 30m 作一次断面放样,在平坦地区,放样间距可适当放宽。

曲线现场放样,根据弯道曲线数学解析方法,计算曲线上各点平面坐标值,然后在现场测量放样确定。

线路转角顶点,必须设置保护桩加以固定,一般可在切线延长

线上路基施工范围以外,用加钉护桩固定,如图 1-1b)所示。

4. 清理场地

施工前,应清除施工现场内所有阻碍施工的障碍物。其工作内容如下:

1)房屋及其它构造物的拆除

此项工作一般由业主在承包商进驻工地前完成。

2)清除树木和灌木丛

公路工程占地范围内的树木、灌木丛,孤石等必须清除或移植。高等级公路和路基填高小于 1m 的其它公路,应将路基范围内的树根全部挖除,并将坑穴填平夯实;填土高度大于 1m 时,允许保留树根。采用机械化施工的路堑及取土坑,均应将树根全部挖除。

在填方和借方地段的原地面应进行表面清理,清理深度应根据种植土厚度决定,清出的种植土应集中堆放。填方地段在清理完地表面后,应整平压实到规定要求,方可进行填方作业。

3)施工场地排水

当路基作业面有积水时,必须排除积水。通常采用小型排水系统如排水沟或抽水机强制排水,为机械施工创造良好的作业条件。

5. 临时工程

临时工程包括“三通一平”,临时通信线路,施工用房等。临时工程的建设对于保证施工的正常进行及确保施工安全,是很必要的。临时工程的施工要与正式工程一样进行周密的考虑。但由于它只要求在施工期内达到预期的目的就行了,因此在确保安全、满足使用要求的前提下,应尽可能简化。

临时工程的建筑施工,应依照施工组织设计所确定的总体布置和施工方案进行。其主要内容如下:

1)工地临时供电

保证施工用电和生活用电。生活用电主要是照明用电。施工用电包括施工设施用电、主体工程施工用电及其它临时设施用电。

工地临时供电设施的主要任务是确定用电量及其分布,选择电源,设计供电系统。用电量分动力用电量和照明用电量。并考虑施工中用电高峰所需的最高数量。电源应尽量使用外供电,没有或不能使用外供电时,才考虑自发电。

2)工地临时供水

保证施工用水、生活用水及消防用水。水源选择可分江水、湖水、水库蓄水等地面水;泉水、井水等地下水及现有供水管道。选择时应考虑以下因素:

- a. 水量充足,可靠;
- b. 取水、输水等设施安全经济;
- c. 施工与运输管理及维护方便;
- d. 施工用水与生活饮用水应符合水质标准。

3)临时交通道路与通信设施

路基工程大部分处在野外,交通不便。因此为保证施工期间工地与外界的正常交通,让施工机具、材料、人员和给养能顺利运送,在正式施工前,必须修筑临时交通道路(便道或便桥)。临时交通道路工程通常不包含在工程标书内。工地布设临时交通网,可遵循下列原则:

- a. 以承包商的工程项目经理部为中心,道路应以最短路径通往主体工程施工场所,并联结主干道路,使内外交通畅行。
- b. 充分利用原有道路,对不满足使用要求的原有道路,应尽量在原有基础上改建,使路基宽度不小于 4.5m,平曲线最小半径不小于 15m,纵坡不大于 10%,以节约投资和施工准备时间。
- c. 尽量避开洼塘水地和河流,不建或少建临时桥梁。
- d. 因地制宜,充分利用现场地形、地物,就地取材,节约投资。

当有不同的临时交通网方案可供选择时,应作技术经济指标的综合分析比较,确定实施方案。

承包商工程指挥部与监理工程师相距较远时,应架设电话等通讯设施,以便及时联系工作。特别是施工出现特殊情况时,减少

由于交通或通信不便给工程施工带来的损失和贻误。

4) 施工设施用房

施工设施用房包括行政办公用房、宿舍、文化福利用房、仓库、修理加工车间等,一般可参考表 1-1。

施工设施用房的一般要求:布置紧凑,便于管理,充分利用非耕地,尽量利用施工现场或附近已有的建筑物。必须修建的临时房屋,应以经济、实用为原则。

5) 试验准备工作

工地试验室建立后,应马上开展试验工作,如:原材料的质量检验,混凝土配合比试验,不同路段的土性试验:塑限,塑性指数,液限,土壤颗粒分析,密度和相对密度试验,击实试验,土的强度试验(CBR 值),高等级公路应做有机质含量及易溶盐含量试验等,以及承包路段内地下水位的测定工作,并将试验结果报监理工程师审批后待用。

临时设施用房参考表

表 1-1

用 途	房屋类别	需要面积(m^2)	房间(m)	备 注
1. 居住房屋	临时或永久性	按人数定		每人 2.5 ~ 3.5 m^2
2. 办公室	临时或永久性			每人 5 m^2
3. 伙房	临时或永久性		5 × 8	
4. 食堂	临时或永久性	60 ~ 100	6 × 14	兼作会议室
5. 修理车间	临时或永久性	80 ~ 250	4.5 × 5 或 5 × 6	按机械数量定
6. 加工配件间	临时或永久性	60 ~ 200	4.5 × 5	
7. 材料仓库	临时或永久性	60 ~ 80	4 × 5	
8. 炸药仓库	砖木结构	按药量定		必须防火
9. 雷管仓库	砖木结构	14 ~ 16	4 × 4	必须防火
10. 药包加工房	砖木结构	16 ~ 32	4 × 4	必须防火
11. 油料库房	砖木结构	60	5 × 12	必须防火
12. 工地试验室	砖木结构	32	4 × 4	

6) 预制场地的准备

做好台座、锚夹具、钢筋加工、木工加工等的准备工作。锚夹具和钢筋(丝),均需抽样检验合格。

6. 试验路段

高等级公路以及在特殊地区或采用新技术、新工艺、新材料进行路基施工时,应采用不同的施工方案做试验路段,从中选出路基施工的最佳方案指导全线施工。

试验路段的位置应选在地质条件、断面形式均具有代表性的地段,长度不小于 100m。通过试验要确定:不同机具压实不同填料的最佳含水量、适宜的松铺厚度(高等级公路定为 30cm)和相应的碾压遍数、最佳的机械配套和施工组织。

在整个试验段施工时,应加强对有关指标的检测,完工后及时写出试验报告,上报监理工程师审批。

7. 自检质量保证体系

为了保证公路工程的施工质量,承包商必须有高度的质量意识,使所建工程经得起监理的抽检和政府质监部门的检查,为此,必须建立自检质量保证体系。它主要由承包商的主要负责人,有关的技术质量检查人员,施工设备及检测仪器等组成。

8. 开工报告

以上各项工作准备就绪后,就可向监理工程师提出工程的开工报告。开工报告的内容有下列几项:

- 1)施工组织设计(监理审批);
- 2)施工放样合格(监理审批);
- 3)材料报验合格(监理审批);
- 4)机械设备报验合格;
- 5)必需的流动资金已落实;
- 6)自检质量保证体系已建立。

一旦监理工程师同意,签发开工令,承包商即可正式开工。

第二章 路基工程的施工

第一节 概 述

路基是公路的重要组成部分,是路面的基础,所以路基的强度和稳定性是非常重要的。有些新建公路投入运行不久,路面就发生破坏或下陷,其主要原因之一是路基的施工质量问题。因此,必须确保路基工程的施工质量。

一、路基工程的特点

公路路基是由土石方修筑而成的一种巨型的线性构造物,它具有以下特点:结构形式简单,工程量大;受地形、地质、水分、气象等因素的影响极大;施工范围广,作业内容多,技术复杂,质量要求高;投资大,工期长。

因此,路基工程必须采取合理的施工方法,选择合适的填筑材料,采用先进的施工技术和机械设备,周密的施工组织和科学的管理,来有效地保证路基工程的高质量标准和要求。

二、路基施工的基本方法

路基土石方的施工作业主要包括开挖、运输、铺填、压实和修整等工作。有时为了提高挖土的效率,还要先松土。路基施工的基本方法可分为以下几种:

1. 人工和半机械化施工。主要依靠人力,使用手工工具和简易机械设备。适用于缺乏筑路机械的工地和工程量小而分散的零星工程点以及某些辅助性工作。

2. 水力机械化施工。运用水泵、水枪等水力机械,喷射强力水流,把土冲散并泵送到指定地点沉积。这种方法可用来挖掘比较松散的土层和填筑路堤(高等级公路不宜用),或者进行软土地基加固的钻孔等工作。施工现场需有充足的水源和动力。

3. 爆破施工。这是开挖岩石路堑的基本方法,也可以用来松动冻土(硬土),排除淤泥,开采石料。定向爆破可将路基挖方直接移作填方,挤压和扩孔爆破可用来处理软土地基。

4. 机械化施工。这是采用推土机、铲运机、平地机、挖掘机、压路机及松土机等机械,经过选配,共同协调地进行施工的方法。它可以极大地提高劳动生产率,显著地加快施工进度,并确保工程质量。

三、路基土方作业的基本类型

路基土方作业可分为以下几种基本的工作类型:

1. 挖取边沟和路侧土坑(单侧或双侧)的土填筑路堤;
2. 挖取上侧半路堑的土填下侧半路堤(半填半挖路基);
3. 挖取集中取土坑或路堑的土运到填土处填筑路堤;
4. 挖取路堑的土运至弃土地点,或者把台口式路堑的土弃至路堑下侧。

各种工作类型由于填挖要求、地形和运距不同,所用的施工方法和施工组织也就完全不同。在施工时,可根据各自的特点,对填挖工作沿路基宽度和高度(或深度)的推进顺序,采用不同的施工方案。在选择施工方案时,应考虑当地的自然条件,具体的填挖情况,采用的施工机械和工期等因素,使方案尽可能达到下列要求:

1. 创造良好的施工条件,使工人和机具的生产效率得以充分发挥。
2. 有足够的工作面,便于布置为如期完工所需要的全部工人和机具,并使施工队伍和施工机械能正常工作。
3. 有利于提高工程质量,保证安全施工,各个施工阶段都有排水出口。

四、公路工程机械化施工的意义

公路工程机械化施工,是指通过合理的选用施工机械,科学地组织施工以完成工程作业的全过程。公路工程机械化的度量用机械化程度表示。

$$\text{机械化程度} = \frac{\text{利用机械完成的实物工程量}}{\text{全部工程量}} \times 100\%$$

但机械化程度还远未能表示机械化施工的意义,它有着更广泛的涵义,即不仅体现于机械化程度,而且更侧重于机械的管理水平上,应当理解为涉及施工机械,施工技术,施工组织及施工管理等多学科的现代施工技术。它包含以下三方面的意义:

第一,在公路工程的机械化施工中,提高机械化装备水准,对可采用机械作业的,应尽可能地采用机械来代替,减轻人的繁重的体力劳动,节省人工,改善劳动条件。并且更要注意根据不同的施工对象和要求,选择最适宜的机械,进行各种不同机械的合理组合,充分发挥机械的效能,加快施工进度,降低消耗和施工成本,保证工程质量,最终取得明显的经济效益。

第二,要有科学的施工组织设计指导工程施工。公路工程不仅受各种自然因素的影响很大,而且战线长,工程量大,运用机械数量多、种类繁多。所以应运用先进的管理科学技术,对施工组织计划进行优化,以最佳方案组织施工,才能更好地发挥机械化施工的作用,体现优越性。

第三,不断采用先进的机械设备,取代使用中的中、低效,高能耗的落后机械,加强使用维修和科学管理,是提高机械化施工水平的重要内容(或途径)。

五、公路工程机械化施工的特点和要求

公路工程的机械化施工是减轻劳动强度、提高工效、加快建设速度、保证工程质量、节约资金和降低成本的重要手段,与人力施