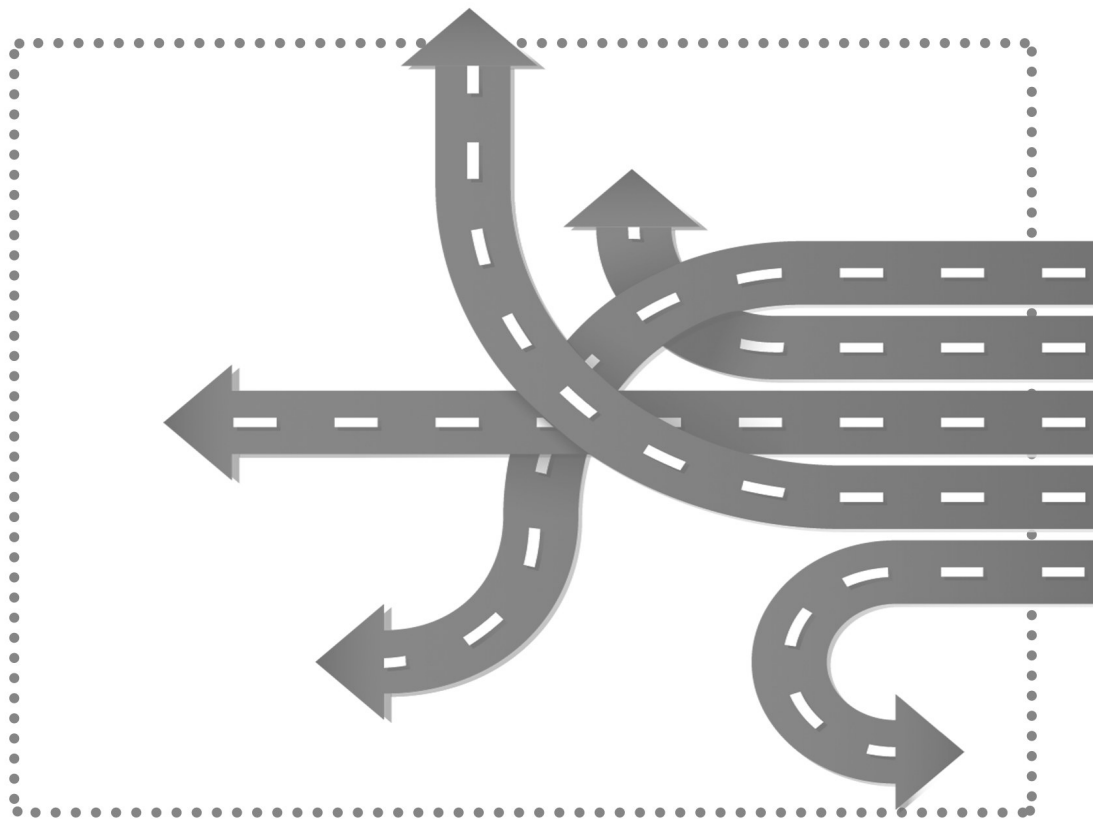


公路工程 GONGLU GONGCHENG SHIGONG JISHU 施工技术

王小靖◎著

 中国原子能出版社
China Atomic Energy Press



公路工程

GONGLU GONGCHENG SHIGONG JISHU

施工技术

王小靖◎著

 中国原子能出版社
China Atomic Energy Press

图书在版编目(C I P)数据

公路工程施工技术 / 王小靖著. — 北京: 中国原子能出版社, 2017.9
ISBN 978-7-5022-8510-4

I. ①公… II. ①王… III. ①道路施工 IV.
①U415

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第237813号

公路工程施工技术

出 版 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路43号 100048)
责任编辑 蒋焱兰
特约编辑 李 洁 孙凤春
印 刷 武汉市盛宏源印务有限公司
经 销 全国新华书店
开 本 880mm×1230mm 1/32
印 张 10.5
字 数 200千字
版 次 2017年9月第1版 2017年9月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5022-8510-4
定 价 55.00元

出版社网址: <http://www.aep.com.cn> E-mail: atomep123@126.com

版权所有 侵权必究

编委会成员

主 编

王小靖(山西省阳泉市道路管理处)

副主编

李维杰(义县公路管理段)

前言

工程建设产品复杂多样,施工中需要投入大量人力、财力、物力、机具等,同时,需要根据施工对象的特点和规模、地质水文气候条件、图纸、合同及机械材料供应情况等,充分做好施工准备、施工技术工艺、施工方法方案等,以确保技术经济效果,避免出现事故,这就对工程建设施工管理技术人员提出了较高的要求。公路工程施工员是完成公路工程施工任务的最基层的技术和组织管理人员,是施工现场生产一线的组织者和管理者,要指挥、协调施工现场基层技术人员、劳务人员,应对加强关键施工技术知识的培训。

推行公路工程监理制度是我国公路基本建设管理体制改革的一项重要内容,是提高投资效益和施工管理水平的有效措施。随着国家高速公路的迅速发展,对公路工程监理技术人员的需求不断增加,培养一定数量的合格的公路工程监理人员已迫在眉睫。工程施工阶段监理的主要任务是,监理工程师必须从组织、技术、合同和经济的角度抓好“五控、两管、一协调”工作,即质量控制、安全控制、环境保护控制、费用控制、进度控制、合同管理、信息管理和组织协调。

本书主要介绍了公路施工准备、路面施工技术、路基施工技术,注意结合我国公路工程建设的特点,着重阐述施工技术原理与方法。基于公路工程施工技术理论与实践并重的特

点,本书在撰写时遵循理论联系实际的原则,以交通部最新颁布的有关工程技术标准、规范为依据,在内容上紧密结合工程实践,反映现代施工技术水平。本书内容翔实,涉及面广,融知识性、实践性于一体。

本书主要由山西省阳泉市道路管理处王小靖执笔,其中第五章由义县公路管理段李维杰执笔,共计六万字。最后由王小靖统一定稿。

作者

2017年8月

目 录

第一章 公路建设的基本概述	001
第一节 公路建设的特点与项目划分	001
第二节 公路工程测量简述	007
第二章 施工技术的概述与施工准备	021
第一节 公路施工的组成与发展概况	021
第二节 公路施工的方法与程序	029
第三节 施工的技术准备与组织准备	034
第四节 物资准备与施工现场准备	047
第三章 路基工程施工技术	051
第一节 路基工程基本知识	051
第二节 一般路基施工	056
第三节 特殊路基施工	074
第四节 路基防护与支挡设施	105
第四章 路面工程施工技术	132
第一节 路面工程基本知识	132
第二节 路面基层施工技术	148
第三节 路面工程施工质量监督	165

第四节 路面工程质量通病及防治	171
第五章 桥梁、涵洞与隧道施工技术	180
第一节 桥梁、涵洞施工的技术标准	180
第二节 桥梁的上下施工结构	183
第三节 涵洞工程施工结构与计量	223
第四节 隧道施工技术指导与主体结构	232
第五节 隧道工程施工的计量规则	239
第六章 交通安全设施工程与计量	251
第一节 护栏结构类型及其施工	251
第二节 道路交通标志与标线	257
第三节 通信管道预埋与安全设施及预埋管线工程	268
第七章 公路工程施工监理	271
第一节 公路工程施工监理综述	271
第二节 公路工程施工进度监理	283
第三节 公路工程施工质量监理	304
第四节 公路工程施工安全监理	311
参考文献	327

第一章 公路建设的基本概述

公路是指连接城市、乡村、港口、厂矿和林区等的道路,它是主要供汽车行驶且具备一定技术条件的交通设施。公路工程属于一种人工构造物,需要通过设计和施工等环节,消耗大量的人工、材料和借助机械而完成的建筑产品。作为产品,施工质量是公路工程的生命,决定着公路的使用安全、使用品质和寿命。因此,对公路工程各组成部分的施工应给予足够的重视。

第一节 公路建设的特点与项目划分

一、公路建设的特点

公路工程是呈线形分布的一种人工构筑物,是通过勘测设计和施工,消耗大量人力、物力、财力、资源而完成的公路建设产品。与工业生产相同,公路建设同样是一系列的资源投入产出的过程,其施工(生产)的阶段性和连续性,施工(生产)组织的专门性和协作化也是公路施工和工业生产共同拥有的特征。但公路建设产品也有其不同于其他工业产品的特点,如整体庞大、不能移动、复杂多样等,这就导致了公路施工技术的特

殊性,如周期长、流动性大等特点,从而给公路工程施工组织和施工管理带来很多不利影响。公路建设的特点包括两个方面:一是公路建筑产品的特点;二是公路工程施工的特点。^①

(一)公路建筑产品的主要特点

1. 产品固定。公路工程构造物一旦开工建设应保留在设计的地點,不能移动,只能够在建设的地方供长期使用。

2. 产品多样。由于公路的使用目的、交通组成、技术等级、技术标准、自然条件以及使用功能不同,从而使公路产品的组成、结构、等级各不相同,复杂多样。

3. 产品形体庞大。公路工程是带状结构物,其组成部分的形体庞大,需要占用大量的土地和空间,对环境、生态有一定的影响。

4. 产品部分结构易损。公路工程构筑物露天使用,受行车因素和雪雨、台风、水流、不良地质等各种自然因素共同影响,尤其在当前车辆超限、超载比较严重的情况下,极易出现局部的损坏。

(二)公路施工的特点

1. 造价高、投资大。公路工程建设项目投资一般是非常巨大的,其建设工程合同价基本上是几千万、上亿甚至几百亿,这是一般的建筑工程项目所不可比拟的。例如,重点工程项目——沈阳至北京的高速公路全长 658 km,总投资近 200 亿元人民币;而贯穿祖国南北的交通大动脉——京珠(北京—珠海)高速公路更是长达 2 400 km,整个工程总投资近千亿元。

2. 点多、线长、面广。公路工程建设规模一般都比较大,从

^①苏建林. 公路工程施工技术[M]. 北京:人民交通出版社,2002.

建设里程上来讲从几十千米到上百千米甚至几千千米的都有,涉及的施工区域可能不止一个省、市,尤其是国道干线的建设,一般都要跨越几个省市以上,施工范围是相当广的。因此,工程的建设是不可能只由一家施工企业单独来完成的,需要多家合作,分点、分段建设完成。

3. 质量要求高,形成时间长。每条公路都是特有的、唯一的,一经建成,在短时间内将不会进行重复性的投资建设;同时,建设一条公路将会耗费大量的人力、物力和财力等,因此,在公路工程的建设时期,就要对建设产品提出较高的质量要求,要求建设、设计、施工、监理等单位密切配合,材料、动力、运输等各部门通力协作以及地方各级政府部门和施工沿线各相关单位的大力支持,科学合理地利用资源,尽可能创造高质量的公路建筑产品。

4. 户外作业环境复杂、不可控因素多。公路工程自身的特点要求施工建设采用全野外的作业方式,加上施工的路线一般都较长,达到几千米甚至上百千米,所以无论是其面临的气候、地质水文条件,还是社会经济环境,乃至风土人情都将是不同的。其中的任何一项因素的变化都会影响公路工程建设的顺利进展。另外,对不同的施工项目,环境等影响因素又有所不同,不可控因素的增多也使得项目管理在施工中变得尤为重要。

(三)公路施工的经济技术特征

公路产品的上述特点,使其在施工生产过程中具有如下经济技术特征:

1. 施工流动性大。公路建设线长点多,工程数量分布不均匀,除部分预制件和需安装的设备外,构筑物在施工过程中和

建成后都无法移动,产品具有固定性和严格的施工(生产)顺序,因而应组织各类工作人员和多种机械,围绕这一固定产品,在同一地点的不同时间或同一时间的不同地点开展施工活动,这就需要科学地解决在空间布置和时间安排上的矛盾。某路段或某工程施工完成后,施工队伍向新的施工现场转移,公路施工的流动性给施工企业的生产管理和安全管理都带来一些困难,如施工基地的建立,施工组织形式、施工方案的选择,施工运输距离的经济合理性等。

2. 施工协作性高。公路工程类型多,施工环节多,工序复杂,每项工程又具有不同的功能和不同的施工条件,每条道路不仅需要单独设计,而且要单独组织施工,也需要建设单位、设计单位、施工单位、监理单位的配合,还需要材料供应、动力、运输、人员管理、设备管理等各环节的协作,因此在施工过程中,应综合平衡和调度各种资源,使人尽其力、物尽其用。

3. 施工周期长。公路工程包括路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、交通安全设施、防护工程、绿化工程等多项内容,产品形态庞大,产品固定又具有不可分割性,有严格的施工顺序,这使得公路工程施工周期长,在较长时期内占用较大的人力、物力和财力,直至施工周期结束,才能生产出产品。

4. 受外界影响、干扰比较大。公路工程施工基本上是露天作业,受外界自然条件和人为因素的干扰、影响比较大,如气温、晴雨、水文、地质、纵横向交通干扰等。由于公路部分结构的易损性,施工过程中也会造成部分结构的损坏,应不断及时维修和养护。

5. 建筑材料的复杂多样。公路工程材料尤其是路基、路面材料,用量十分庞大,多采取就地取材的方式,这就导致建筑材

料的不确定性和材质的复杂多样性,给施工质量控制带来一定的困难。公路工程建设的这些特点,决定了公路施工活动中的特有规律,研究和遵循这些规律,科学地组织安排公路工程施工,对提高工程建设质量和工程建设资金的经济效益具有重要意义。

(四)公路建设项目的组成

公路建设项目可划分为:基本建设项目、单项工程、单位工程、分部工程和分项工程五个等级。

(1)基本建设项目:一个建设项目就是一个有总体设计,经济上实行独立核算,管理上有独立组织形式的建设单元。如某一条高速公路、某区域内立项的路网改建项目等。

(2)单项工程:是建设项目的组成部分,一个建设项目可以包括多个单项工程,也可以是一个单项工程。所谓单项工程是指具有独立的设计文件,竣工后可以单独发挥生产能力、经济效益或社会效益的工程,如某条公路上独立设计的大中桥、隧道等。

(3)单位工程:是单项工程的组成部分,指不能独立发挥生产能力,但具有独立施工条件的工程,如路基工程、路面工程、桥梁工程等。

(4)分部工程:是单位工程的组成部分,一般按工程的各个部位划分。

(5)分项工程:是分部工程的组成部分,是按照工程的不同结构、不同材料和不同施工方法划分的。

工程项目分级的目的是为了为了更好地编制施工组织设计和概预算文件,更好地控制施工质量,更方便地评定工程质量。单位工程、分部工程和分项工程的划分应符合《公路工程质量

检验评定标准》之规定。

二、公路工程项目划分

(一)工程项目划分程序

工程项目的划分是在施工准备阶段,由施工单位结合工程特点对工程按单位、分部和分项工程逐级进行划分,经建设单位负责人和总监理工程师批准,报质量监督部门备案后执行。多个合同段、多个施工单位的工程建设项目,应由建设单位和工程监理单位统一组织、协调项目的划分工作。施工单位对项目划分的及时性、准确性及合理性负责,建设单位和工程监理单位负责审核和批准,质量监督部门进行监督。

(二)土建部分工程项目划分

按照《公路工程质量检验评定标准》的规定,在施工准备阶段应根据建设任务、施工管理和质量检验评定的需要,将建设项目划分为单位工程、分部工程和分项工程。施工单位、工程监理单位和建设单位应按相同的工程项目划分进行工程质量的监控和管理。

(1)单位工程:在建设项目中,根据签订的合同,具有独立施工条件的工程。

(2)分部工程:在单位工程中,应按结构部位、路段长度及施工特点或施工任务划分为若干个分部工程。

(3)分项工程:在分部工程中,应按不同的施工方法、材料、工序及路段长度等划分为若干个分项工程。同一个分项工程中,根据施工工艺、施工进度和完成情况,可以分几段或几个阶段进行检查验收,然后进行汇总。

(4)公路工程标段划分应合理:以适应施工单位组织施工

生产的需要。

(三)机电部分工程项目划分

机电工程是整个公路工程的一部分,但其技术要求、施工工艺、试验检评方法等与公路工程的土建部分有较大区别,故将其作为一个独立的专业单位工程设置。本着不同的专业应由不同的承包单位组织施工,以减少交叉、便于质量监控和管理的原则,划分了分部工程。

第二节 公路工程测量简述

我国的公路工程建设一般经过勘测设计、施工和运营管理几个阶段。工程测量是公路工程建设中的一项基础工作,在公路工程建设的不同阶段起着重要的作用。为选取一条最经济、最合理的路线,首先要进行路线勘测,绘制带状地形图,进行纸上定线和路线设计,并将设计好的路线平面位置、纵坡及路基边坡在地面上标定出来,以指导施工。当路线通过桥梁跨越河流时,应首先测定桥轴线的长度、桥位处的河床断面以及河流比降,测绘河流两岸地形图,为桥梁方案选择及结构设计提供必要的依据。当路线采用隧道穿越山岭时,应测定隧道进出口大比例尺地形图,为隧道洞口布置提供必要的依据。

公路工程施工阶段的测量工作主要包括:控制点的复测与加密,施工放样等。

一、控制点的复测与加密

平面控制点是公路施工过程中控制公路线形平面位置的

重要依据,高程控制点是施工过程中控制公路路线高低的主要依据。平面控制点的任务是按设计图上的“公路线形”放样到实地,高程控制点的任务是按设计图上“公路路线的高程”^①放样到实地。

公路工程施工过程中,控制点对与构造物定位精度至关重要,应妥善保护。施工单位进驻工地后,采用的平面控制点、高程控制点是设计单位在勘测阶段布设的,施工单位首先应对这些点位认真勘察核实。一般来说,从路线勘察设计到路基正式开工,间隔时间都比较长,这期间在路线勘察设计阶段布设的导线点、交点、转点、水准点都难免损坏丢失。为了保证公路路线符合设计文件的要求,防止构造物偏位过大,施工单位在施工前必须对设计单位提交的全部控制桩点进行复测。

施工复测的主要目的是检验原有控制桩点的准确性,而不是重新测设。所以,经过复测,凡是与原来的成果或点位的差异在允许的范围以内时,一律以原有的成果为准,不作改动。对经过多次复测,证明原有成果有误或点位有较大变动时,应报有关单位,经审批后才能改动。

(一)平面控制测量

平面控制测量常用的方法有全站仪导线测量和GPS测量等。

1. 全站仪导线测量。导线是由若干条直线连成的折线,每条直线称导线边,相邻两直线之间的水平角称作转折角。测定了转折角和导线边长之后,即可根据已知坐标方位角和已知坐标算出各导线点的坐标。按照测区的条件和需要,导线可以布置成下列几种形式:

^①陈睿. 公路工程施工测量[M]. 北京:国防工业出版社,2014.

(1) 附和导线: 导线起始于一个已知控制点, 终止于另一个已知控制点。控制点上可以有一条边或几条边是已知坐标方位角的边, 也可以没有已知坐标方位角的边。

(2) 闭合导线: 由一个已知控制点出发, 然后回到这一点, 形成一个闭合多边形。在闭合导线的已知控制点上必须有一条边的坐标方位角是已知的。

(3) 支导线: 从一个已知控制点出发, 既不附和到另一个控制点, 也不回到原来的始点。由于支导线没有检核条件, 故一般只用于地形测量的图根导线测量。导线测量工作分为外业和内业。

导线测量的外业工作: 导线测量的外业工作主要包括: 踏勘选点及建立标志、测边、测角等。布设导线时, 应依据《公路勘测规范》(以下简称《规范》) 要求, 确定导线等级, 并按照相应技术要求展开工作。选点时应注意以下几点: ①相邻导线点间要通视。②导线点应选在土质坚硬、稳定的地方, 便于保存点的标志和安置仪器。③导线点应选在地势较高, 视野开阔的地方, 便于进行碎部测量或加密以及施工放样。④导线各边的长度, 应按《规范》的规定尽量接近于平均边长, 且不同导线边长度不能相差过大。导线点的数量要足够, 以便控制整个测区。⑤路线平面控制点的位置应沿路线布设, 距路中心的位置宜大于 50 m 且小于 300 m, 同时应便于测角、测距及地形测量和定线放样。⑥在桥梁和隧道处, 应考虑桥隧布设控制网的要求, 在大型构造物的两侧应分别布设一对以上平面控制点。

选好点后应直接在地上打入木桩。桩顶钉一小铁钉或画“+”作为点的标志。必要时在木桩周围灌注混凝土。如导线点需要长期保存, 则应埋设混凝土柱或标石。埋桩后应统一进行