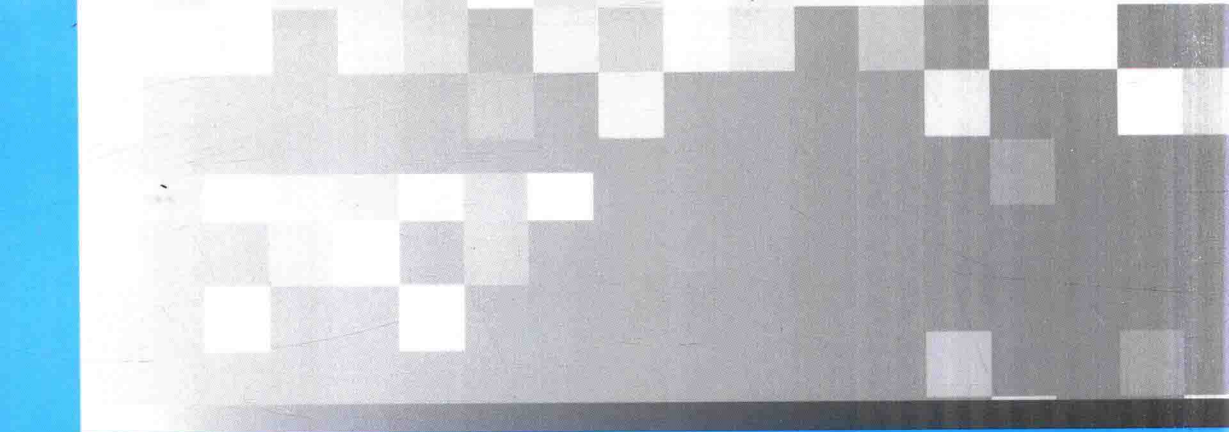




土地工程原理

韩霁昌 编著



科学出版社

土地工程原理

韩霁昌 编著

科学出版社

内 容 简 介

土地工程是增加土地资源、解决人地矛盾的有效措施。土地工程原理是在已有的学科理论和原理的基础之上,通过在实践中不断凝练和验证,逐步形成土地工程特有的基础理论。本书分为土地工程原理概述、土壤发生过程、土力学、土工结构承载力、水力学、孔隙介质水运动原理、胶体与界面化学、遥感与测控、自然资源平衡和生态系统与环境承载力等部分。全书理论涉及理学、工学、农学、社会学和经济学等多个学科体系中的原理。

本书可供土地资源管理、土地整治、地球科学、资源环境保护、水土保持等相关专业和部门的理论和管理工作者参考使用,也可供高等院校土地工程及相关专业的教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

土地工程原理/韩霁昌编著. —北京:科学出版社, 2017.3

ISBN 978-7-03-050137-0

I. ①土… II. ①韩… III. ①土地利用 IV. ①F301.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 238455 号

责任编辑:李 萍 杨 丹/责任校对:郭瑞芝

责任印制:张 倩/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年3月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2017年3月第一次印刷 印张:25

字数:504 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

随着中国经济的发展以及工业化、城市化进程的加快，建设用地不断扩大，优质耕地逐年减少，而宜耕后备资源的开发又受到数量少、质量差、开垦难度大和保护生态环境等诸多因素的限制，潜力十分有限。土地的污染和环境的恶化，不断威胁着人类的居住安全和粮食安全。

要实现中国政府提出的“耕地总量动态平衡”和“城乡一体化和生态文明”的目标，解决当前土地利用中突出的问题，必须转变土地利用方式，走集约化利用、内涵挖潜和土地生态建设的新路。在中国社会经济发展过程中，建设与生态的矛盾、人与地的矛盾始终摆在我们面前。处理不好这些矛盾，必将导致耕地总量的动态失衡、生态恶化、城居环境恶化、经济建设受制，甚至会产生影响社会稳定的严重问题。科学有效地处理这些矛盾和准确落实土地政策都需要土地工程相关理论、原理和方法作为支撑。

该书前瞻性地提出“土地工程”学科概念，指出土地工程的核心是土体有机重构，利用物理、化学、生物及生态学等多元理论和技术对土体进行重构，最终达到承载生命体所需的基础条件。该书重点介绍土地工程的基本原理和基本方法，主要包括土地工程原理概论、土壤发生过程、土力学、土工结构承载力、水力学、孔隙介质水运动原理、胶体与界面化学、遥感与测控、自然资源平衡和生态系统与环境承载力等内容。由于土地工程学科的综合性和交叉性，原理内容涉及面也非常广泛，该书在结合成熟原理的基础上，对一些新的原理和方法进行了探索，总结出土地工程存在的基本规律，为土地工程研究提供全面、系统的基础理论，同时，也为土体有机重构提供了翔实、清晰的理论依据。

《土地工程原理》具有开创性、系统性、引导性三个特点：开创性弥补了土地工程原理的空白；系统性体现了土地工程中各原理的相互关联；引导性突出了对土地工程发展方向的指引。该书作为土地工程学科的先锋教材，在完善土地科学、资源科学的研究、国土规划与国土整治等方面都能发挥积极、有效的作用，同时对我国土地工程学科的发展，创新土地管理、评价制度，起到良好的推动作用。希望该书能够在建设中国特色土地工程这一领域作为引玉之砖，带动更多的

科研人士和相关从业人员深入到土地工程的理论探究和实践中，建设土地工程学科，完善土地工程规范，提高土地工程从业人员的水准。

最后，我衷心祝贺该书的出版。

， 中国工程院院士



2016年11月

前言

近年来，随着经济建设和耕地保护之间矛盾的日益突出，中国开始高度重视耕地保护工作，中国政府多次提出“严防死守 18 亿亩耕地保护红线、确保实有耕地面积基本稳定、实行耕地数量和质量保护并重”。2014 年，国土资源部下发了《关于强化管控落实最严格耕地保护制度的通知》（国土资发〔2014〕18 号）。2015 年，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平也作出了重要指示：“要实行最严格的耕地保护制度，依法依规做好耕地占补平衡，规范有序推进农村土地流转，像保护大熊猫一样保护耕地。”2016 年，中国政府印发《土壤污染防治行动计划》，将改善土壤环境质量作为核心，促进土地资源的永续利用。

目前，在土地整治工程、建设用地一级开发等方面，国家每年资金投入规模在 4000 亿元以上。为了保障这些资金投资能够用到实处，从根本上解决土地问题，仅依靠对土地资源的管理、调控和权属调整等传统措施是远远不够的，更需要科技的力量。有鉴于此，我们提出了“土地工程”这一学科概念，希望可以运用科技手段来解决土地问题。

土地工程是运用工程手段解决土地问题，把未利用土地变为可利用土地或把已利用土地进行高效利用，能动协调人地关系和谐发展的过程。土地工程能够合理分配土地资源和组织土地利用，从宏观到微观，从全局到局部，保持较为合理的土地利用结构，以获得最大的功能效益。由此可见，土地工程是一门全面的，系统的，从理论到实践的，从机理到应用的，包含了理论性、应用性和管理性等多方面的学科。“土地工程”这一概念和学科的提出引起了国内外的热议，地学、农学、管理等多领域的专家、学者从矛盾到认同，从认可到支持，目前已经达成共识，认为只有一个应用性的学科体系才能从根本上解决中国目前面临的土地问题。现在已有不少科研院所开设了土地工程方向课程，有些院所正在积极争取申请建立土地工程学科，旨在培养各层次专业人才，为国家和社会输送高质量的土地工程专业人才。

为了更好地对土地进行利用和保护，我们需要对土地工程的内在机理进行研究和总结，回答土地利用和保护中的深层次问题，例如，如何能够更加合理地规划一宗地，在资源承载力允许的前提下进行设计；沙地治理运用何种方法既能因地制宜、保护生态环境，又能降低工程成本；如何治理原油污染土地，提高土地生产力等。由于土地工程学科的综合性和交叉性，原理内容涉及面也非常广泛；因此本书内容既涉及一些成熟的理论，也包含了一些研发中的和探索性的理论和

方法。我们试图将这些土地工程中存在的普遍意义的基本规律总结出来,为解决土地工程中的具体问题和科技创新提供支撑依据,让广大读者更深入、更全面地理解土地工程的内容和实质,为今后土地工程的应用和科学研究打下良好的基础。

“土地工程原理”是土地工程的基础,我们通过借鉴总结国内外相关理论和实践,编写了本书。本书从土地中最基础的两个要素——土和水出发,从微观到宏观,从力学、结构、平衡、系统等方面对土地工程涉及的原理进行了逐一介绍。全书共十章,第一章为土地工程原理概述,第二章为土壤发生过程,第三章为土力学,第四章为土工结构承载力,第五章为水力学,第六章为孔隙介质水运动原理,第七章为胶体与界面化学,第八章为遥感与测控,第九章为自然资源平衡,第十章为生态系统与环境承载力。本书可作为土地相关专业科技、工程一线工作者的参考书,也可作为高等院校相关专业教学的重要参考书。

本书由国土资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室主任、陕西省土地整治工程技术研究中心主任韩霁昌研究员编写。在本书的编写过程中吸收和借鉴了前人大量的既有成果,所引用资料已注明来源出处,如有疏漏,请各位先学海涵和谅解。编写过程中得到了西安理工大学解建仓教授、中国科学院地理科学与资源研究所刘彦随研究员、陕西师范大学任志远教授、西北农林科技大学王益权教授、国土资源部科技与国际合作司单卫东研究员、国土资源部土地整理中心副主任郎文聚研究员的指导和建议。特别感谢傅伯杰院士、孙九林院士与唐华俊院士的支持和鼓励,国土资源部科技与国际合作司司长姜建军研究员、副司长高平研究员的亲切指导。成生权、王曙光、孙剑虹、李瑞、罗林涛等多位高工丰富的工程实践经验为本书的编写提供了很大的支持和帮助。在本书成稿期间,张扬、王欢元、程杰、童伟、雷光宇、胡雅、魏雨露、张海欧、李劲彬、卢楠、高红贝、魏彬萌、张卫华、朱代文、张露、关红飞、蔡苗、李刚、李娟、魏静、陈超、曹婷婷、闫庆、张明瑞、雷娜、董起广、马增辉、刘效栋、孙婴婴、赵宣、陈科皓、魏样等在搜集素材、编辑版式、文稿校对等方面做了大量工作。科学出版社在本书出版中也给予了大力支持,在此一并表示感谢。

由于水平有限,对于一些问题的认识还有片面性,且有些理论、方法尚处于发展过程之中,书中难免存在疏漏和不当之处,恳请同行专家和广大读者批评指正。

编者

2016年7月

目 录

序	
前言	
第一章 土地工程原理概述	1
第一节 土地工程原理基础	1
一、土地工程的含义	1
二、土地工程的需求	4
三、土地工程的学科基础	5
第二节 量与量纲	7
一、量的量纲	7
二、单位	8
三、常用物理量的表示方法	13
第二章 土壤发生过程	18
第一节 土壤物理过程	18
一、土壤颗粒与质地	18
二、土壤结构	24
三、土壤孔性	28
第二节 土壤化学过程	31
一、土壤酸碱过程	31
二、土壤氧化还原过程	35
三、土壤缓冲性	38
第三节 土壤生物过程与养分循环	41
一、土壤中的生物过程	41
二、土壤中主要营养元素的转化过程	45
三、重构土体土质成分调节设计	56
第三章 土力学	58
第一节 土的物理状态及工程分类	58
一、土的三相组成	58
二、重构土体的颗粒需求	61
三、土的物理状态指标	62
第二节 土的强度特性	64

一、土的抗剪强度理论	64
二、土的破坏准则及强度参数	65
三、土的应力-应变特性	67
第三节 土的动力性质	69
一、动荷载类型	69
二、土在动荷载作用下的力学特性	70
三、土的压实及振动液化计算	71
第四节 地基的应力和变形	72
一、地基应力分析	72
二、地基变形分析	78
三、地基极限承载力分析	81
第五节 挡土墙土压力计算	83
一、静止土压力计算	84
二、朗肯土压力计算	85
三、库伦土压力计算	88
第四章 土工结构承载力	93
第一节 土工结构基本力学原理	93
一、拉压分析	93
二、弯曲分析	99
三、扭转分析	103
四、组合受力分析	107
第二节 土工结构承载力	107
一、钢筋混凝土结构承载力分析	108
二、砌体结构的承载力计算	121
三、钢结构的承载力计算	127
第五章 水力学	136
第一节 水静力学	136
一、静水压强及其特征	136
二、液体平衡微分方程	137
三、重力作用下静水压强的分布规律	141
四、作用于平面上的静水总压力	142
五、作用于曲面上的静水总压力	146
第二节 水动力学基本原理	148
一、描述液体运动的两种方法	148
二、恒定流连续性方程	153

三、恒定总流能量方程	154
四、恒定总流动量方程	158
第三节 明渠恒定均匀流与非均匀流	162
一、明渠均匀流与非均匀流的特征	163
二、水力最佳断面及允许流速	165
三、明渠均匀流的水力计算	167
四、导流明渠在工程中的应用	170
第四节 堰流	170
一、堰流基本公式	170
二、堰流的计算	172
第六章 孔隙介质水运动原理	180
第一节 土壤水运动	180
一、土壤水的形态和能态	180
二、土壤水分运动基本原理	185
三、土壤水分入渗	189
四、蒸发条件下的土壤水分运动	192
五、壤中流与土壤水分利用	198
第二节 地下水运动	198
一、地下水系统	198
二、地下水流运动	201
三、地下水化学过程	209
四、水质对土体的影响	216
第七章 胶体与界面化学	217
第一节 胶体分散体系的动力性质	217
一、布朗运动	217
二、胶粒的扩散	218
三、沉降	221
四、沉降与扩散间的平衡	225
五、渗透压	229
第二节 界面吸附	234
一、液-气与液-液界面吸附	234
二、气-固界面吸附	237
三、固-液界面	242
第三节 胶体稳定性	246
一、动电现象	246

二、带电离子间的相互排斥和吸引作用	247
三、胶体对离子的吸附与交换	249
四、分散体系稳定性的 DLVO 理论	250
五、絮凝过程动力学	252
六、胶体与污染物运移	255
第八章 遥感与测控	256
第一节 遥感技术	256
一、遥感的物理基础	256
二、遥感信息	259
三、遥感系统的构成	263
四、遥感数据的获取	264
五、遥感数据的预处理	267
六、遥感数据的判读	271
第二节 测量技术	272
一、测量技术基础	273
二、测量原理及方法	285
第九章 自然资源平衡	293
第一节 自然资源分类及平衡原理	293
一、自然资源平衡概述	293
二、自然资源平衡原理	294
第二节 自然资源平衡法则	299
一、平衡层次	299
二、平衡法则	299
三、平衡方法	300
第三节 自然资源平衡分析	302
一、水资源平衡分析	302
二、土资源平衡分析	316
三、气候资源平衡分析	324
四、生物资源平衡分析	327
五、矿产资源平衡分析	329
六、其他自然资源平衡分析	331
第十章 生态系统与环境承载力	332
第一节 生态系统物质循环与能量流动	332
一、生态系统组成	332
二、生态系统的性质	333

三、生态系统中的物质循环	333
四、生态系统中的能量流动	340
第二节 生态空间理论与景观稳定性	344
一、生态系统尺度与空间格局	345
二、异质性的产生机制和多样性指数	346
三、空间镶嵌与生态交错带	349
四、干扰与景观动态	351
第三节 环境承载力	354
一、水资源承载力	354
二、土地资源承载力	363
第四节 生态系统稳态与生态模型	369
一、生态系统稳态的维持	369
二、生态模型	372
三、生态文明是土地工程的终极目标	381
参考文献	382

第一章 土地工程原理概述

迄今为止的人类历史，都是脚踩在土地上写成的。土地是人类生存和发展的物质资源基础，是人类生产关系的核心。中国正处于经济发展的高潮时期，人地矛盾相当严重，既要实现耕地总量的动态平衡，又要满足经济建设的需要，还要实现城乡一体化和谐发展。只有正确、科学地开发、利用、改造和保护土地，使人与土地和谐结合，研究土地工程原理，开展土地工程实践，才能在利用土地、取得土地产品的过程中，实现土地资源的永续利用和人类自身的可持续发展。

本章主要介绍土地工程基础，包括土地工程的含义、土地工程的需求以及土地工程的学科基础，同时介绍土地工程原理所涉及的量与量纲，包括量的量纲、单位及常用物理量的表示方法。

第一节 土地工程原理基础

土地工程的发展至今仍不完善。目前，国内外对土地工程的探索多数集中在对土地整理的实践，包括进行有组织、有规划的归并地块、调整权属，改善农业生产条件，解决城市发展用地，为基础设施建设提供土地等。上述内容均未能将土地工程作为一门学科进行全面的、系统的，从理论到实践，从机理到应用的研究，导致在土地资源有限的情况下，难以进一步拓展土地利用空间，提高土地生产效率，抑制了社会经济的发展。这就要求必须建立土地工程这一学科。

一、土地工程的含义

(一)土地工程的定义

“土地工程”即在“土地”上进行“工程”，其具体定义首次出现在《土地工程概论》一书中。土地工程，即运用工程手段解决土地问题，把未利用土地变为可利用土地或把已利用土地进行高效利用，能动协调人地关系和谐发展的过程，其核心任务是增加土地利用范围，提高土地生产力(韩霁昌，2013)。土地工程是集土地资源的调查、评价、规划、开发、整治、利用、保护各项工程于一体的一门综合性学科，其中土地整治工程主要包括非农业用地转化为农业用地工程、建设用地整备工程、污损土地改良改造工程、低标准土地提升工程以及土地工程信息化等五个方面。

(二) 土地工程的内涵

土地工程包括土地资源与土地信息、土地整治工程和土地利用与保护,是运用科学的工程手段提高土地利用率,保障土地可持续发展的根本过程。

1. 土地工程的哲学内涵

从哲学角度来看,土地工程是解决土地供需矛盾的有效手段。

在马克思主义哲学中,矛盾是指事物内部或事物之间的对立和统一及其关系。在土地与工程建设中一直处于对立与统一的矛盾关系。土地工程的哲学内涵就是从发展的角度解决与缓和这一矛盾。

在土地资源刚性约束,供给相对不足以及转变经济增长方式的背景下,土地工程通过不断建设和重新配置土地的过程,在保障经济社会发展提供足够用地支持的同时,又要保证耕地 18 亿亩红线不被打破。通过工程措施提高有效土地面积,增大土地利用率,保障社会用地与粮食安全,有效解决了土地供需矛盾。

2. 土地工程的方向

从工程角度来看,土地工程主要有以下五大方向。

一是非农业用地转化为农业用地工程:通过土地工程措施,对低效利用、不合理利用、未利用以及生产建设活动和自然灾害损毁的土地进行整治,具有提高土地利用率和产出率的功能,有利于推进节约集约利用土地,促进土地资源的可持续利用。

二是建设用地上地整备工程:由政府或其授权委托企业,对一定范围内的现状土地(包括农用地、建设用地及未利用地)进行统一的征地、清表、整治、平整并进行适度市政配套设施建设,使之符合建设用地上地标准的过程。

三是污损土地修复工程:指根据“因地制宜”原则,采取不同的技术措施去除污染物、恢复损毁土地,并通过污损土地利用评价,使其达到农用地或建设用地的使用标准。

四是低标准土地提升工程:指通过科学合理开展土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道路工程、农田防护与生态环境保护工程,合理布置耕作田块,实现田间基础设施配套齐全,满足田间管理和农业机械化、规模化生产需要。

五是土地工程信息化:随着土地整治工程的深入发展,土地工程信息化成为全面提高国土资源整治、管理、保护和高效利用的有效途径和重要手段。土地工程信息化是一个涉及土地利用、农田水利工程、土壤、计算机科学和系统科学等交叉学科的前沿性研究。在重大土地工程建设仿真、质量实时在线监控、智能控制和土地工程信息服务综合集成平台建设等四个方面均是要解决的关键科学问题。

(三) 土地工程的核心

土地工程的研究对象是土地,其核心基础是土体有机重构,其研究范围主要界定于地表到第一层潜水层以上,纵向跨度从几厘米到数百米,根据目标值的不同,取其一定深度范围进行研究和改造重构,从而达到目标生命体所需承载的基础条件。土体有机重构作为土地工程研究的核心基础,是一个独立的、不在其他工程领域和系统出现的门类。土体有机重构的服务对象是有机生命体,通过对一定深度土体进行研究,以置换、复配和增减等技术手段,为承载生命体提供必要的条件。土体有机重构与其他构筑物的基础研究有着本质区别,它是具有一定的生命特征,并能维护生命体繁衍发育的过程。

(四) 土地工程的外延

1. 土地工程的政治外延

土地资源占有、利用、管理的能力决定一个国家的历史进程,这一切都是通过土地工程得以实现的。世界许多国家和地区,根据自身的情况和特点相继开展了土地工程活动,并把土地工程作为实现土地利用长远战略目标和促进土地合理利用、调整土地利用结构与土地关系的重要措施。例如,通过围海造田,增加土地面积;通过填海建岛增加领土面积。

2. 土地工程的社会外延

土地工程是增加土地资源,解决人地矛盾的一种有效措施。通过土地工程的实施,昔日荒废的土地一样可以变成良田沃土,这将极大地补充耕地资源,保障粮食安全和农民生产生活,促进区域健康、稳定的发展和社会的安定和谐。同时,土地工程也是中国实现农业现代化、加速城镇化进程,建设社会主义新农村的有效措施。农业离不开土地,高效农业园区建设和现代农业的发展,也需要科学合理的土地工程实施。

3. 土地工程的经济外延

土地工程是保障耕地占补平衡,促进社会经济发展的必然选择。随着中国经济建设的发展以及工业化、城市化进程加快,不可避免地继续要占用部分土地,而宜耕后备资源的开发又受到数量少、质量差、开垦难度大和生态环境约束等诸多因素的限制,潜力十分有限。因此,要实现中央提出的耕地总量动态平衡的目标,解决当前土地利用中的突出问题,必须转变土地利用方式,走集约利用、内涵挖潜的路子,才能持续有效的促进社会经济的发展。

4. 土地工程的环境外延

土地工程是改善生态环境,提高人民生活质量的必要手段。由于土地破坏引

发的环境问题严重,只有通过科学合理的土地工程,才能得以缓和、改善,甚至优于原先的自然状态。通过科学合理的土地工程实施,实现在增加土地面积、提高土地质量的同时,改善生态环境,进而提高人民的生活质量。

二、土地工程的需求

土地工程是人类在土地利用中不断建设土地和重新配置土地的过程,是影响国家发展和安全的基础性自然资源、战略性经济资源和公共性社会资源。土地工程对于增加土地面积,提高土地利用效率和产值,促进经济建设、社会稳定和生态和谐具有重要意义。

(一) 国家战略需求

据不完全统计,在“十五”“十一五”这十年间,中国共投资1万多亿元用于土地整治工程,共整治农业耕地约800万公顷,新增耕地约270万公顷;在建设用地一级开发市场,每年的新增建设用地约61万公顷(2011年国土资源公报)。以上两项合计,土地工程的平均投入规模每年在4000亿元以上。国家对于土地工程的投资不断增加,除资金的支持以外,土地工程还需从发展土地工程战略入手,从宏观层面对土地工程进行调控,加强土地工程法制建设,拉动土地工程社会认可度,推动土地工程全面开展的战略方针政策的实施。

(二) 基础理论需求

土地工程是一门复杂的学科体系,土地工程基础理论涉及经济学、社会学、公共管理学、理学、工学、农学等多个学科体系,需要在这多个学科中不断查找、总结、精炼适用于土地工程的原理理论,用原来存在的、最基础的理论形成土地工程中各环节的理论基础,支撑土地工程学科体系的发展。

(三) 技术方法需求

随着中国经济建设的发展以及工业化、城市化进程步伐的加快,建设用地不断扩大,优质耕地逐年减少,而宜耕后备资源的开发又受到数量少、质量差、开垦难度大和生态环境等诸多因素的限制,土地工程需要在工程实践中不断总结,提炼先进技术方法,开发先进的技术方法配套设施。

(四) 人才队伍需求

目前,土地工程学科建设已经得到学术界专家的关注,但要真正培养专业的人才队伍,还需要在各大高校开展土地工程教育,开设土地工程专业学科,从概念上、理论上了解土地工程、认识土地工程,再加上工程实践,让理论与实践充

分结合,建设高精专的人才队伍,服务土地建设,推动土地工程发展。

三、土地工程的学科基础

由于土地具有资源属性、资产属性、生态属性、工程属性、社会属性等多方面属性,因此现实社会中存在的众多土地问题,涉及自然科学、技术科学、社会科学等众多学科领域,这些现实应用的需求基础决定了土地工程具有广泛的学科理论支撑体系。

(一)土壤发生学

土壤发生过程是研究土壤形成因素-土壤发生过程-土壤类型及其性质三者之间的关系。了解土壤发生过程为土地工程在合理利用土壤资源、消除土壤低产因素、防止土壤退化和提高土壤肥力水平等方面提供理论依据和科学方法。其原理主要包括土壤物理过程、土壤化学过程、土壤生物过程与养分循环。

(二)土力学

土力学是应用工程力学方法来研究土的力学性质的一门学科。在土地工程中,如涉及的道路工程、边坡工程、基坑工程等一系列与土相关的工程,在设计和施工的过程中,都需要应用到土的力学基本理论,包括土的物理状态及工程分类、土的强度特性、土的动力性质、地基分析、挡土墙压力计算及土坡稳定分析。

(三)土工结构承载力

在土地工程项目实施中,道路工程路基、路肩、路沟和边坡的建设及水利配套设施的建设中都需要利用土工结构承载力的相关理论知识进行工程设计。土工结构承载力原理主要涉及土工结构基本力学理论及计算,力学理论包括拉压分析、弯曲分析、扭转分析和组合受力分析等;计算部分主要包括钢筋混凝土结构承载力分析、砌体结构的承载力计算、钢结构的承载力计算等。

(四)水力学

水力学是以水为研究对象,从一般的力学原理出发建立基本方程,并结合实验手段,力求解决工程中各类有关问题。而土地整治工程中的灌溉、河道整治、输水管、涵洞、河渠及水工建筑物的设计、施工、运行管理等都必须以水力计算作依据。

(五)孔隙介质水运动

孔隙介质是指由固体颗粒组成的骨架和由骨架分隔成大量密集成群的微小空