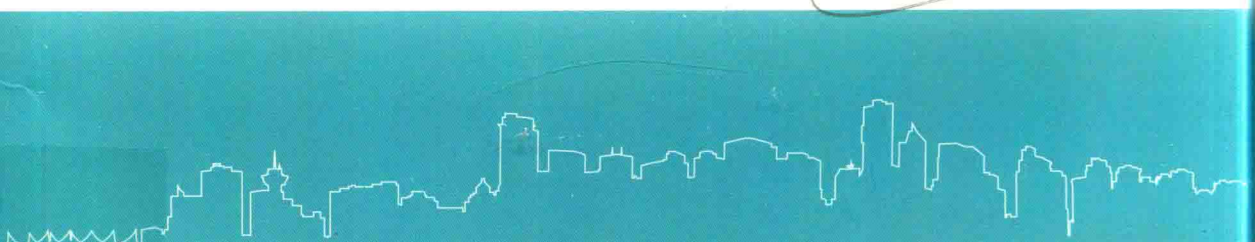


复合地基 理论及工程应用

第三版

龚晓南 编著



COMPOSITE FOUNDATION THEORY

AND

ENGINEERING APPLICATION

中国建筑工业出版社

复合地基理论及工程应用

第三版

龚晓南 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

复合地基理论及工程应用/龚晓南编著. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 7
ISBN 978-7-112-22239-1

I. ①复… II. ①龚… III. ①人工地基 IV. ①TU472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 105597 号

《复合地基理论及工程应用》(第三版)在第二版(2007)的基础上,结合复合地基技术国家工程建设标准《复合地基技术规范》GB/T 50783—2012,比较全面、系统介绍复合地基理论及工程应用的最新发展,全书共 20 章:绪论,土和复合土的基本性状,复合地基的分类、形成条件及选用原则,复合地基荷载传递机理和位移场特点,基础刚度对复合地基性状的影响,复合地基在基础工程中的地位,散体材料桩复合地基承载力,黏结材料桩复合地基承载力,长短桩复合地基承载力,水平向增强体复合地基承载力,桩网复合地基承载力,复合地基稳定分析,复合地基沉降计算,复合地基固结分析,垫层对复合地基性状的影响,复合地基和上部结构共同作用分析,复合地基优化设计和按沉降控制设计,复合地基动力分析与抗震设计,复合地基工程应用及实例,复合地基发展展望。前 18 章介绍复合地基技术的基本理论,第 19 章介绍各类复合地基工程实例,供应用时参考,最后一章介绍复合地基发展展望。

本书可供土木工程专业勘察、设计、施工及管理人员在学习、应用复合地基理论和技术时参考使用,也可作为土木工程相关专业师生的参考用书。

* * *

责任编辑:赵梦梅 李笑然 杨 允
责任校对:党 蕾

复合地基理论及工程应用

第三版

龚晓南 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本:787×960 毫米 1/16 印张:28½ 字数:559 千字

2018 年 10 月第三版 2018 年 10 月第五次印刷

定价:68.00 元

ISBN 978-7-112-22239-1

(32107)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

(第三版)

20 世纪 60 年代国外将采用碎石桩加固后的地基称为复合地基。改革开放以后,我国引进和发展了多种地基处理新技术,同时也引进了复合地基技术概念。复合地基技术在我国发展很快,除碎石桩复合地基外,先后发展了各类水泥土桩复合地基、灰土桩复合地基、各类混凝土桩复合地基、各种型式的长—短桩复合地基以及各种型式的组合桩复合地基。复合地基理论在我国得到了很大发展,复合地基技术在我国工程建设中得到愈来愈多的应用,复合地基技术在我国已形成较完整的技术应用体系。

在完成多项研究项目和工程实践的基础上,笔者在 1992 年出版的第一部复合地基专著《复合地基》中,首次提出了复合地基定义和复合地基理论框架,总结、介绍了复合地基基础理论和复合地基承载力和沉降计算的思路和方法。《复合地基》的出版有力地引领和促进了复合地基理论和技术普及和发展。2002 年和 2007 年分别出版《复合地基理论及工程应用》(第一、二版),总结了十余年来复合地基理论和实践的发展,进一步完善了复合地基理论体系,进一步促进了复合地基理论研究和工程应用。2012 年复合地基技术国家工程建设标准《复合地基技术规范》GB/T 50783—2012 发布实施。为了总结最新研究成果,满足工程建设的需要,决定出版《复合地基理论及工程应用》(第三版)。

第三版全书共 20 章:绪论,土和复合土的基本性状,复合地基的分类、形成条件及选用原则,复合地基荷载传递机理和位移场特点,基础刚度对复合地基性状的影响,复合地基在基础工程中的地位,散体材料桩复合地基承载力,黏结材料桩复合地基承载力,长短桩复合地基承载力,水平向增强体复合地基承载力,桩网复合地基承载力,复合地基稳定分析,复合地基沉降计算,复合地基固结分析,垫层对复合地基性状的影响,复合地基和上部结构共同作用分析,复合地基优化设计和按沉降控制设计,复合地基动力分析与抗震设计,复合地基工程应用及实例,复合地基发展展望。前 18 章介绍复合地基技术的基本理论,第 19 章介绍各类复合地基工程实例,供应用时参考,最后一章介绍复合地基发展展望。

作者感谢学术界和工程界前辈和同仁的鼓励和帮助。书中引用了许多科研、高校、工程单位及研究生的研究成果和工程实例。在第三版的成书过程中李瑛博士、张雪婵博士、张杰博士、严佳佳博士、周佳锦博士、田效军博士、陶燕丽博

士、孙中菊硕士、傅了一、朱成伟、刘峰博士研究生等帮助校稿、制图。清华大学宋二祥教授、湖南大学陈昌富教授和中国矿业大学卢萌盟教授等帮助审阅部分章节。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

浙江大学教授 龚晓南

2018.2.1

前 言

(第二版, 2007)

采用复合地基能够较好的发挥地基土体和增强体的承载潜能, 具有较好的经济效益和社会效益, 复合地基技术在我国工程建设中得到愈来愈多的应用。为了适应建筑工程、交通工程、市政工程和水利工程等土木工程建设需要, 多种复合地基新技术得到发展。笔者在 1992 年出版的第一部复合地基专著《复合地基》中, 首次提出复合地基理论体系, 总结、介绍了复合地基基础理论。《复合地基》的出版有力地促进了复合地基理论的普及和发展, 促进了复合地基技术的工程应用。2002 年出版《复合地基理论及工程应用》, 总结了十余年复合地基理论和实践的发展, 进一步完善了复合地基理论体系。《复合地基理论及工程应用》的出版对复合地基理论研究和工程应用的进一步起了很好的促进作用。近五年多来, 复合地基理论研究和工程应用发展很快, 为了总结最新研究成果, 满足工程建设的需要, 决定出版《复合地基理论及工程应用》(第二版)。

第二版全书共 21 章: 绪论, 土和复合土的基本性状, 复合地基荷载传递机理和位移场特点, 复合地基的形成条件, 复合地基在基础工程中的地位, 复合地基常用型式及选用原则, 桩体复合地基承载力, 水平向增强体复合地基承载力, 复合地基沉降计算, 基础刚度对复合地基性状的影响, 垫层对复合地基性状的影响, 复合地基振动反应与地震响应, 复合地基和上部结构共同作用分析, 复合地基优化设计和按沉降控制设计, 复合地基工程应用及实例, 复合地基发展展望。前 14 章介绍复合地基技术的基本理论, 第 15 章介绍各类复合地基工程实例, 供应用时参考, 最后一章介绍复合地基发展展望。

作者感谢学术界和工程界前辈和同仁的鼓励和帮助。书中引用了许多科研、高校、工程单位及研究生的研究成果和工程实例。在第二版的成书过程中博士研究生王志达和郭彪等帮助校稿、制图。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限, 书中难免有错误和不当之处, 敬请读者批评指正。

前 言

(第一版, 2002)

今天对土木工程师, 复合地基已不是陌生的词汇, 但是对什么是复合地基, 无论是学术界, 还是工程界至今尚无比较统一的认识。复合地基是一个新概念, 正在不断发展之中。随着地基处理技术的不断发展和复合地基技术在土木工程建设中应用的推广, 各种各样型式的复合地基在工程建设中得到应用, 取得了良好的经济效益和社会效益。

1992 年笔者在《复合地基》一书前言中谈到复合地基理论的发展远远落后于复合地基工程实践, 十年过去了, 这一状况至今尚未得到改变。不仅仅是理论研究进展不快, 而且更为主要的是工程实践发展更快。理论研究进展没有工程实践发展快是造成这一状况的根本原因。目前我国复合地基 (composite foundation)、浅基础 (shallow foundation) 和桩基础 (pile foundation) 已成为常用的三种基础形式。复合地基在建筑工程、市政工程、道路工程, 以及堤坝工程中得到广泛应用。近十几年来, 笔者一直在学习、探讨、总结、宣传复合地基理论和实践的进步, 促进复合地基技术的推广应用和应用技术水平的提高。本书较全面的总结了笔者在复合地基理论和实践方面的研究成果和心得体会。对笔者在《复合地基》中形成的复合地基理论框架作了补充和完善, 较全面地介绍了复合地基技术的新发展和工程应用, 对发展中存在的问题也作了论述。笔者认为复合地基的概念随着其实践的发展有一个发展过程。对复合地基概念的认识存在狭义和广义之分。广义复合地基概念侧重在荷载传递机理上来揭示复合地基本质。凡是在荷载作用下, 地基中的增强体 (桩体) 和基体 (桩间土) 共同直接承担荷载则可归属于复合地基范畴。复合地基是指天然地基在地基处理过程中部分土体得到增强, 或被置换, 或在天然地基中设置加筋材料, 加固区是由基体 (天然地基土体) 和增强体两部分组成的人工地基。复合地基能较好的发挥桩和桩间土的承载潜力, 因此具有较好的经济效益和社会效益。本书是从广义复合地基概念出发讨论和分析有关问题的。

全书共十章: 绪论, 土和复合土的基本性状, 桩体复合地基承载力, 水平向增强体复合地基承载力, 复合地基沉降计算, 复合地基优化设计和按沉降控制设计, 基础刚度对复合地基性状影响, 复合地基在地基基础工程中的地位和评价, 复合地基振动反应和地震响应, 复合地基工程应用及实例。前九章介绍复合地基技术的基本理论, 最后一章介绍各类复合地基工程实例, 供应用时参考。

作者感谢国家自然科学基金会和浙江省自然科学基金会对复合地基理论研究的资助，感谢曾国熙教授和浙江大学岩土工程研究所同事们的鼓励和帮助。书中引用了许多科研、高校、工程单位及研究生的研究成果和工程实例。在成书过程中杨晓军博士，黄明聪博士，曾开华博士，博士研究生褚航，葛忻声等帮助校稿、制图。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 发展概况和广义复合地基概念的形成	1
1.2 复合地基定义	3
1.3 复合地基中增强体和土体的效用	5
1.4 复合地基的破坏模式	6
1.5 复合地基置换率、荷载分担比和复合模量的概念	7
第 2 章 土和复合土的基本性状	10
2.1 概述	10
2.2 土的基本性状	11
2.2.1 土的分类	11
2.2.2 土的应力应变试验与试验曲线	12
2.2.3 土的变形特性	16
2.2.4 土的强度特性	18
2.3 水泥土及其复合土的基本性状	25
2.3.1 水泥土的形成方法及硬化机理	25
2.3.2 水泥土的物理力学性质	26
2.3.3 水泥土-土复合体的强度特性	34
2.3.4 水泥土-土复合体的压缩特性	35
2.3.5 循环荷载作用下水泥土-土复合体性状	39
2.4 灰土基本性状	40
2.4.1 灰土的分类	40
2.4.2 生石灰成分、水化反应及其特性	40
2.4.3 粉煤灰的成分及性质	43
2.4.4 灰土形成方法和加固机理	44
2.4.5 灰土的工程特性	45
2.5 土工合成材料复合土体性状	47
2.5.1 土工合成材料简介	47
2.5.2 土工合成材料的效用	49
2.5.3 加筋土强度特性	50

第3章 复合地基的分类、形成条件及选用原则	59
3.1 概述	59
3.2 复合地基的分类	59
3.2.1 散体材料桩和黏结材料桩	59
3.2.2 柔性桩、刚性桩及组合桩	60
3.2.3 复合地基的分类	61
3.3 复合地基的本质与形成条件	62
3.3.1 浅基础、桩基础和复合地基	62
3.3.2 复合地基的本质	64
3.3.3 复合地基的形成条件	65
3.4 复合地基的常用形式及合理选用原则	66
3.4.1 复合地基的常用形式	66
3.4.2 复合地基的合理选用原则	69
第4章 复合地基荷载传递机理和位移场特点	71
4.1 概述	71
4.2 散体材料桩荷载传递机理	71
4.3 黏结材料桩荷载传递机理	72
4.4 复合地基荷载传递机理和位移场特点	77
第5章 基础刚度对复合地基性状的影响	81
5.1 概述	81
5.2 模型试验研究	81
5.2.1 试验概况	81
5.2.2 试验成果	83
5.3 复合地基性状数值分析	85
5.3.1 基础刚度的影响	85
5.3.2 桩土模量比的影响	88
5.3.3 置换率的影响	89
第6章 复合地基在基础工程中的地位	91
6.1 概述	91
6.2 复合地基与地基处理	91
6.3 复合地基与浅基础和桩基础	93
6.4 复合地基与双层地基	94
6.5 复合地基与复合桩基	97
第7章 散体材料桩复合地基承载力	101
7.1 概述	101

7.2 散体材料桩承载力计算模式 102

7.3 Brauns (1978) 散体材料桩承载力计算式 103

7.4 圆筒形孔扩张理论散体材料桩承载力计算式 104

7.5 Wong H. Y. (1975) 散体材料桩承载力计算式 108

7.6 Hughes 和 Withers (1974) 散体材料桩承载力计算式 108

7.7 被动土压力散体材料桩承载力计算式 108

7.8 桩间土地基承载力 109

7.9 散体材料桩复合地基承载力 110

7.9.1 桩体复合地基承载力计算模式 110

7.9.2 散体材料桩复合地基承载力影响因素分析 111

第 8 章 黏结材料桩复合地基承载力 113

8.1 概述 113

8.2 柔性桩承载力 113

8.3 刚性桩承载力 114

8.4 组合桩承载力 115

8.5 桩间土地基承载力 117

8.6 黏结材料桩复合地基承载力 118

第 9 章 长短桩复合地基承载力 120

9.1 概述 120

9.2 长短桩复合地基承载力计算 120

9.3 长短桩复合地基的布置形式和受力性状 122

第 10 章 水平向增强体复合地基承载力 123

10.1 概述 123

10.2 加筋机理分析 124

10.3 加筋垫层路堤的破坏形式 128

10.4 几个承载力计算公式 130

第 11 章 桩网复合地基承载力 140

11.1 概述 140

11.2 桩网复合地基和桩承堤 140

11.3 桩承堤的计算 142

11.3.1 概述 142

11.3.2 实用的土拱计算方法 142

11.3.3 加筋垫层的加筋体拉力的计算方法 143

11.3.4 桩的承载力计算 145

11.3.5 桩帽的计算 146

11.4 桩网复合地基承载力	147
11.4.1 概述	147
11.4.2 桩体复合地基承载能力	147
11.4.3 加筋垫层的承载能力计算	149
11.4.4 桩帽计算	150
第 12 章 复合地基稳定分析	151
12.1 概述	151
12.2 稳定分析四匹配原则	151
12.3 散体材料桩复合地基稳定分析	152
12.4 柔性桩复合地基稳定分析	154
12.5 刚性桩复合地基稳定分析	154
12.6 加筋堤圆弧滑动稳定性分析	155
12.6.1 计算模型	155
12.6.2 地基附加应力计算	156
12.6.3 稳定分析计算步骤	158
第 13 章 复合地基沉降计算	160
13.1 概述	160
13.2 复合地基沉降计算模式	160
13.3 复合地基沉降计算有限单元法	166
13.4 散体材料桩复合地基沉降计算	169
13.5 柔性桩复合地基沉降计算	172
13.6 刚性桩复合地基沉降计算	172
13.7 长-短桩复合地基沉降计算	172
13.8 水平向增强体复合地基沉降计算	173
13.9 桩网复合地基沉降计算	175
第 14 章 复合地基固结分析	177
14.1 概述	177
14.2 复合地基固结有限元分析	177
14.3 散体材料桩复合地基固结分析	178
14.3.1 概述	178
14.3.2 基本假定与控制方程	179
14.3.3 方程解答及固结度计算公式	182
14.3.4 解答的讨论及验证	183
14.3.5 实用设计计算方法	184
14.3.6 在中、高置换率挤密砂桩复合地基中的应用	186

14.4	黏结材料桩复合地基固结度计算方法	188
14.4.1	概述	188
14.4.2	控制方程及解答	189
14.4.3	固结度及解的讨论	190
14.5	土工合成材料加筋路堤软基的性状分析	191
14.5.1	有限元计算模型	191
14.5.2	计算结果分析	192
14.5.3	软土层厚度及加筋刚度对加筋效果的影响	201
第 15 章	垫层对复合地基性状的影响	203
15.1	概述	203
15.2	刚性基础下设置垫层对复合地基性状的影响	203
15.3	柔性基础下设置垫层对复合地基性状的影响	205
15.4	复合地基设置垫层的设计原则	206
第 16 章	复合地基和上部结构共同作用分析	208
16.1	引言	208
16.2	考虑复合地基和上部结构共同作用的有限元分析基本方程及 解题步骤	208
16.2.1	考虑复合地基和上部结构共同作用的有限元分析基本方程	208
16.2.2	有限元分析的解题过程	214
16.3	复合地基和上部结构相互作用的性状分析	215
16.3.1	基本假定和计算简图	215
16.3.2	上部结构刚度的变化对复合地基性状的影响	217
16.3.3	桩土模量比的变化对复合地基性状的影响	219
16.3.4	垫层的变化对复合地基性状的影响	222
16.3.5	置换率的变化对复合地基性状的影响	226
16.3.6	复合地基和上部结构共同作用主要性状	229
第 17 章	复合地基优化设计和按沉降控制设计	231
17.1	引言	231
17.2	最优设计理论	232
17.3	复合地基优化设计思路	234
17.4	按沉降控制的设计思路	236
17.5	按沉降控制复合地基优化设计	237
第 18 章	复合地基动力分析与抗震设计	242
18.1	引言	242
18.2	动荷载的类型与动力问题的种类	242

18.3	理论基础和方法	243
18.3.1	复合地基动力学问题及其特点	243
18.3.2	基本方程与求解方法	244
18.3.3	材料的动力特性	244
18.3.4	地基的动力反应分析方法	245
18.3.5	振动弱化与地震永久变形	246
18.4	周期荷载作用下的振动反应分析	246
18.4.1	动荷载形式及其在地基中引起的主要问题	246
18.4.2	竖向周期荷载作用下复合地基的振动反应分析	246
18.4.3	水平周期荷载作用下复合地基的振动反应分析	249
18.5	复合地基的地震响应分析	250
18.5.1	复合地基在地震作用下的线性黏弹性分析	250
18.5.2	复合地基在地震作用下的非线性分析	253
18.5.3	复合地基在地震作用下的有效应力分析	255
18.6	刚性桩复合地基动力特性的试验研究	262
18.6.1	试验模型及试验过程	263
18.6.2	试验结果与分析	265
18.7	复合地基动力特性的简化计算分析方法	269
第19章	复合地基工程应用及实例	271
19.1	概述	271
19.2	挤密砂石桩复合地基	274
	【工程实例1】烟台工贸大厦振冲碎石桩复合地基	275
	【工程实例2】茂名一大型油罐挤密砂石桩复合地基	279
19.3	强夯块石墩复合地基	286
	【工程实例3】强夯块石墩复合地基在停机坪地基加固中应用	286
	【工程实例4】强夯块石墩复合地基在市政道路工程中的应用	292
19.4	灰土挤密桩复合地基	298
	【工程实例5】灰土挤密桩复合地基在建筑物地基加固中应用	299
	【工程实例6】灰土挤密桩复合地基在高层住宅地基加固中的应用	301
19.5	石灰桩复合地基	304
	【工程实例7】石灰桩复合地基在建筑物地基加固中应用	306
19.6	水泥搅拌桩复合地基	308
	【工程实例8】浙江善高化学有限公司搅拌桩复合地基	309
	【工程实例9】南京南湖地区水泥搅拌桩复合地基	317
19.7	低强度桩复合地基	321

【工程实例 10】安徽铜陵金隆铜业有限公司精矿库二灰混凝土桩复合地基	321
【工程实例 11】杭宁高速公路一通道低强度混凝土桩复合地基	328
【工程实例 12】低强度桩复合地基加固高等级公路桥头段软基	340
【工程实例 13】浙江台州洪里陈大桥桥头段低强度混凝土桩复合地基	348
19.8 刚性桩复合地基	352
【工程实例 14】刚性桩复合地基在浙医大一门诊综合楼基础工程中应用	353
【工程实例 15】宁波建龙钢铁有限公司轧钢车间刚性桩复合地基	362
【工程实例 16】杭州市丰潭路素混凝土桩复合地基	371
19.9 长短桩复合地基	378
【工程实例 17】兰盾大厦长短桩复合地基	379
【工程实例 18】太原某高层商住楼长短桩复合地基	383
【工程实例 19】长短桩复合地基在高层建筑液化土层中的应用	389
【工程实例 20】台州市椒江区景元花园长短桩复合地基	395
19.10 桩网复合地基	399
【工程实例 21】某发电厂柔性荷载下刚柔长短组合桩桩网复合地基	399
【工程实例 22】广州北-乐高速公路试验段桩网复合地基	404
【工程实例 23】德国柏林某铁路桩网复合地基	419
第 20 章 复合地基发展展望	429
参考文献	433

第 1 章 绪 论

1.1 发展概况和广义复合地基概念的形成

复合地基这词源自国外,形成复合地基理论和工程应用体系则在中国。20 世纪 60 年代国外将采用碎石桩加固的地基称为复合地基。改革开放以后我国引进碎石桩等多种地基处理新技术,同时也引进了复合地基概念。采用复合地基可以较好发挥增强体和天然地基土体的承载潜能,具有较好的经济性和适用性。我国地域辽阔,工程地质复杂,工程建设规模大。我国是发展中国家,建设资金短缺,这给复合地基技术的应用和发展提供了良好的机遇。随着地基处理技术的不断发展和复合地基技术在土木工程建设中应用的推广,具有不同特色的多种型式的复合地基技术在工程建设中得到应用。

复合地基的含义随着其在工程建设中推广应用的发展过程有一个发展演变过程。在初期,复合地基主要是指在天然地基中设置碎石桩而形成的碎石桩复合地基。那时人们的注意力主要集中在碎石桩复合地基的应用和研究上。国内外学者发表了许多关于碎石桩复合地基承载力和沉降计算的研究成果。随着深层搅拌法和高压喷射注浆法在地基处理中的推广应用,人们开始重视水泥土桩复合地基的研究。碎石桩和水泥土桩两者的主要差别为:前者桩体材料碎石属散体材料,后者桩体材料水泥土为黏结体材料。因此,碎石桩是一种散体材料桩,而水泥土桩是一种黏结材料桩。研究表明:在荷载作用下,散体材料桩与黏结材料桩两者的荷载传递机理有较大的差别。散体材料桩的承载力主要取决于桩侧土的侧限力,而黏结材料桩的承载力主要取决于桩侧土的摩阻力和桩端端阻力。随着水泥土桩复合地基的推广应用,复合地基的概念发生了变化,由单纯为碎石桩复合地基这种散体材料桩复合地基概念逐步扩展到也包括粘结材料桩复合地基在内的复合地基概念。继水泥土桩复合地基以后,混凝土桩复合地基在工程中得到应用。随着混凝土桩复合地基在工程中应用的发展,人们注意到复合地基中桩体的刚度大小对桩的荷载传递性状有较大影响。于是又将黏结材料桩按刚度大小分为柔性桩和刚性桩两大类,提出了柔性桩复合地基和刚性桩复合地基的概念。这样复合地基概念得到进一步拓宽。为了提高桩体的受力性能,又发展了多种型式的组合桩技术。随着加筋土地基在工程建设中的广泛应用,又出现了水平向增强体复合地基

的概念。将竖向增强体与水平向增强体组合应用，可形成双向增强复合地基技术。随着复合地基技术的发展，复合地基概念也在不断发展中。

在复合地基发展过程中，对什么是复合地基，或者说哪些地基基础形式可以称为是复合地基，学术界和工程界是有不同意见的。一种意见认为各类砂石桩复合地基和各类水泥土桩复合地基属于复合地基，其他形式不能称为复合地基；另一种意见认为桩体与基础不连接是复合地基，相连接就不是复合地基，至于桩体是柔性桩、还是刚性桩并不重要；还有一种意见认为是否属于复合地基与桩体的刚度大小，与桩体与基础是否连接均无关系，而视其在工作状态下，能否保证桩和桩间土共同承担荷载。笔者认为对复合地基的概念认识上存在狭义和广义之分。上述第一种意见可认为是狭义的复合地基概念，最狭义的复合地基概念只认为砂石桩复合地基等散体材料桩复合地基属于复合地基，其他形式均不应称为复合地基，这是最初的复合地基概念；视其在工作状态下能否保证桩和桩间土共同承担荷载的第三种意见可认为广义的复合地基概念。从发展趋势看，复合地基的概念在不断的被拓广。广义复合地基概念侧重在荷载传递机理上来揭示复合地基的本质。笔者在国内外第一部复合地基著作《复合地基》（1992，浙江大学出版社）中提出了基于广义复合地基概念的复合地基定义和复合地基理论框架，经过多年的发展，已被学术界和工程界普遍接受。笔者的一系列复合地基领域的著作均是从广义复合地基概念出发讨论分析有关问题的。已发布实施的国家工程建设标准《复合地基技术规范》也是基于广义复合地基概念制定的。

我国软土地基类别多，分布广，自改革开放以来土木工程建设规模大，发展快。我国又是发展中国家，建设资金短缺。如何在保证工程质量前提下，节省工程投资显得十分重要。复合地基技术能够较好发挥增强体和天然地基两者共同承担建（构）筑物荷载的潜能，因此具有比较经济的特点。复合地基技术近年来在我国得到重视、发展是与我国工程建设对它的需求分不开的。近些年来我国不少专家学者从事复合地基理论和实践研究。1990年在河北承德，中国建筑学会地基基础专业委员会在黄熙龄主持下召开了我国第一次以复合地基为专题的学术讨论会。会上交流、总结了复合地基技术在我国的应用情况，有力地促进了复合地基技术在我国的发展。笔者在复合地基引言（地基处理，1991～1992）和《复合地基》（1992，浙江大学出版社）中较系统总结了国内外复合地基理论和实践方面的研究成果，提出了基于广义复合地基概念的复合地基定义和复合地基理论框架，总结了复合地基承载力和沉降计算的思路和方法。1996年中国土木工程学会土力学及基础工程学会地基处理学术委员会在浙江大学召开了复合地基理论和实践学术讨论会，总结成绩、交流经验，共同探讨发展中的问题，促进了复合地基处理理论和实践水平进一步提高。《复合地基理论与实践》（主编龚晓南，1996，浙江大学出版社）较全总结了复合地基理论与实践在我国的发展。2002