



岩土工程化学原位加固丛书.2

原位化学灌浆加固材料

邓敬森 等 编著

DENGJINGSEN DENG BIANZHU

YANTU GONGCHENG HUAXUE

YUANWEI JIAGU CONGSHU.2

YUANWEI HUAXUEGUANJIANG

JIAGU CAILIAO



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系“岩土工程化学原位加固丛书”之一，主要介绍了原位化学灌浆加固材料的理念、分类及发展，并对改性无机灌浆材料、改性有机灌浆材料、无机类和无机—有机复合灌浆材料、绿色原位化学灌浆材料作了分述，重点给出了现代公路桥梁隧道工程原位加固材料以及现代水工程混凝土裂缝原位化学灌浆修补加固材料、文物及其他工程原位化学灌浆修复材料的特性。

本书可供土木工程、岩土工程的地面与地下交通公路、地铁、水工程、矿山、能源与军工部门从事结构、地质与时效三大缺陷补强加固材料的开发、应用方面的科技人员借鉴，也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目（C I P）数据

原位化学灌浆加固材料 / 邓敬森等编著. — 北京：
中国水利水电出版社，2010.9
（岩土工程化学原位加固丛书；2）
ISBN 978-7-5084-7946-0

I. ①原… II. ①邓… III. ①岩土工程—原位—化学
灌浆—灌浆加固—材料 IV. ①TU472.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第188984号

书 名	岩土工程化学原位加固丛书·2 原位化学灌浆加固材料
作 者	邓敬森 等 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	140mm×203mm 32开本 9.625印张·259千字
版 次	2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	31.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

自 1991 年由著名化学家、中国科学院院士卢嘉锡首先提出岩土工程化学概念到 2001 年《岩土工程化学》专著出版, 10 年时间初步奠定了岩土工程化学的学科基础。

作为岩土工程化学所依托的主要技术——化学灌浆, 在岩土工程界扮演着重要角色。随着“绿色化学”与“绿色化灌”的实施与普及, “原位处理”及其“原位化学灌浆加固”在建设和谐社会中所起的作用已逐渐凸显。

10 多年来, 本人不遗余力地在各种会议上宣传岩土工程化学、介绍原位处理的经验与体会, 但终因势单力薄, 收效甚微。有鉴于此, 于是决定与陈雪云、熊厚金和陈彦生共同编著“岩土工程化学原位加固丛书”, 结合笔者多年来在以交通公路为主的各类岩土工程化学实践经验, 凝聚出“化灌快乐力”感悟原位处理的精华以饕读者。

本丛书一套四册即《原位化学灌浆加固概论》、《原位化学灌浆加固材料》、《原位化学灌浆加固技术》和《原位化学灌浆加固典型案例》。

《原位化学灌浆加固材料》系丛书之一。全书共 8 章, 第 1 章简述了原位化学灌浆加固材料的理念、分类及其发展历史; 第 2 章介绍了改性无机灌浆材料; 第 3 章简介了改性有机灌浆材料; 第 4 章叙述了无机类和无机—有机复合灌浆材料; 第 5 章凸显了绿色原位化学灌浆加固材料; 第 6 章重点介绍了现代公路桥梁隧道工程原位加固材料; 第 7 章侧重叙述了现代水工程混凝土裂缝原位化学灌浆修补加固材料; 第 8 章扼要地介绍了文物工

程、煤矿、地下工程等其他原位化学灌浆加固材料。书前面给出了上述各材料相关的术语，书末尾附录中介绍了与加固材料有关的灌浆设备和仪器。

中国工程院院士王思敬为本书作序；长江科学院教授级高级工程师蒋硕忠审阅了书稿；在编著过程中，还曾得到广东灌浆岛路桥新技术发展有限公司和桂林科达化学灌浆有限责任公司高鸿儒、黄基传、钟荣国、谷茂、谢志方和熊学刚等同仁的帮助，在此一并表示深切感谢！

限于水平和认识的局限性，书中难免有失误和欠妥之处，敬请读者不吝斧正。

邓敬森

2010年7月于广东阳江

术 语 表

1. **材料科学** (Material science): 指研究材料的内部结构、化学成分、性能与外界环境因素诸如载荷、温度、介质、电磁场等的相互关系以及材料的应用的学科。

2. **材料工程** (Material engineering): 指研究材料的制备、加工和处理诸如热处理、化学热处理和机械处理对材料组织结构、性能的作用的一门学科。

通过材料的制备、加工和处理等工序,能够控制材料的原子排列和显微组织,在某种程度上控制了材料的性能。

材料工程与材料科学密切相关,在改进传统工程材料和研制新材料中起着重要作用。

3. **材料力学性能** (Machine behavior of material): 又称材料机械性能。指材料在各种不同工作情况诸如载荷、速度、温度下,从开始受力(静力或动力)至破坏的全过程中所呈现的力学特性,包括弹性模型、比例极限、弹性极限、泊松比、屈服点、强度极限、延伸率、断面收缩率、硬度、冲击韧性、持久极限和蠕变等。

4. **有机物** (Organic compound): 有机化合物的简称。指含碳化合物(一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐、金属碳化物、氰化物除外)或碳化合物及其衍生物的总称。

和无机物相比,有机物的数目多达几百万种,一般具有较大的挥发性、较低的熔点和沸点,溶于有机溶剂,能燃烧、反应缓慢等特性。按结构划分,有机物分为开链化合物、碳环化合物和杂环化合物之类。

5. **无机物** (Inorganic compound): 无机化合物的简称。指碳元素以外各元素的单质和化合物诸如水、食盐、石灰、硫酸等。一些含碳化合物诸如一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐、氰化物、硫氰化物、金属碳化物及光气等也包括在内。

以往合成的无机物侧重于酸、碱、盐三类;现在其他类型的无机物涵盖了金属间化合物、非金属(H、B、C、N、P、S、Se)与金属元素生成的各种二元化合物、混合氧化物、非整比化合物、无机聚合物以及各种类型的络合物等。

6. 无机高分子化合物 (Inorganic macromolecular compound): 指高分子化合物的化学组成之主链和侧基均无碳原子的这类化合物。

7. 有机高分子化合物 (Organic macromolecular compound): 指由千百个原子彼此共价键结合形成相对分子质量特别大、具有重复结构单元的有机化合物。

8. 水泥 (Cement): 指粉状矿物质胶凝材料的一种。与水拌和后能在空气或水中逐渐硬化。分为硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、超早强水泥、膨胀水泥等。

9. 水玻璃 (Water glass): 又叫“泡化碱”。主要成分为硅酸钠。一般由石英砂与碳酸钠经高温熔融后和水蒸煮而成。可作粘合剂及防腐、防火材料,或用以调制耐酸砂浆和耐酸混凝土等。

10. 砂 (Sand): 指粒径为 0.0625~2mm 的矿物和岩石的碎粒。

11. 砂浆 (Mortar): 又叫“灰浆”。指由水泥、石灰或石膏等胶凝材料和砂或炉渣等细骨料加水拌和的混合物。

12. 混凝土 (Concrete): 通常指水泥混凝土。由水泥、砂、石子和水按一定比例拌和后硬化而成的一种建筑材料。

13. 速凝剂 (Acceleator): 指水泥混凝土的可溶性外加剂。水泥混凝土混合料中掺入少量速凝剂后,几分钟即可凝结、硬化,喷射时可达减少溅落,增加喷射厚度,提早发挥结构承载力的作用。

常用的速凝剂主要是芒硝、氯化钙、木质素磺酸盐类、多元醇等。

14. 缓凝剂 (Retarder): 指能延缓水泥水化作用而推迟初凝时间,并且对其后期强度增长没有影响的一种外加剂。

15. 加气剂 (Air-entraining agent, 简称 AEA): 指一种疏水性的表面活性化学剂、并能在混凝土拌和物里形成互不连通的微小气泡,可提高混凝土的和易性和耐久性的外加剂。

16. 减水剂 (Water-reducing agent): 指一种阴离子的表面活性剂、加入混凝土拌和物中能对水泥颗粒起扩散作用达到充分水化,用以减少混凝土的含水量的外加剂。

17. 早强剂 (Early strength agent): 指一种加快混凝土拌和物的硬化过程的外加剂。

18. 增塑剂 (Plastifier): 又叫“塑化剂”。指一种亲水性的表面活性剂、可以减少混凝土拌和物的用水量、提高和易性和降低泌水性、延长凝结时间、降低硬化初期发热量的外加剂。

19. 超塑剂 (Superplastifier): 指一种低分子量的聚合物。超塑剂是新一代的减水剂。

20. 混凝土骨料 (Concrete aggregate): 指混凝土中起骨架及填充作用的砂石等粒状材料。

21. 粗骨料 (Coarse aggregate): 指粒径大于 5mm 的混凝土骨料。

22. 细骨料 (Fine aggregate): 指粒径小于 5mm 的混凝土骨料。

23. 碱活性骨料 (Alkali-reactive aggregate): 指容易和水泥里的碱离子化合, 吸水后体积膨胀, 导致混凝土开裂破坏的一种含活性二氧化硅的混凝土骨料。

24. 人工骨料 (Artificial aggregate): 又叫“碎石骨料”。指将开采的石料经过破碎、筛分而制成的混凝土骨料。

25. 人工砂 (Artificial sand): 指粒径小于 5mm 的人工骨料。

26. 天然骨料 (Natural aggregate): 指将天然砂石料筛分、冲洗而制成的混凝土骨料。

27. 硅酸盐水泥 (Portland cement): 国际惯称“波特兰水泥”。指以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料加入适量的石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。

28. 普通硅酸盐水泥 (Ordinary portland cement): 俗称“普通水泥”或简称“普硅”。指以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料掺少量混合材料与适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。

29. 火山灰质硅酸盐水泥 (Portland-Pozzolana cement): 简称“火山灰水泥”。指由硅酸盐水泥熟料、火山灰质混合材料加适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。

30. 矿渣硅酸盐水泥 (Portland-Slag cement): 简称“矿渣水泥”。指由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣材料, 加适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。

31. 膨胀水泥 (Expansive cement): 指由硅酸盐水泥熟料与膨胀剂和石膏按一定比例磨细制成的在水化过程中体积略有增大的水硬性胶凝材料。

32. 大坝水泥 (Dam cement): 指由特定矿物组成的熟料, 加入适量石膏磨细制成的具有中等或低水化热适用于大体积水工混凝土的水泥。

33. 潜在水凝材料 (Latent hydraulic materials): 指本身具有较小的甚至不具有水凝能力, 但若为细粉状时则在常温、有水的条件下就能与氢氧化钙起化学反应成为具有粘结力的一种材料。

34. 掺合料 (Admixture): 指为改善混凝土性能、减少水泥用量及降低水化热而掺入混凝土中的活性或惰性材料。

35. 外加剂 (Additive): 指为改善混凝土的性能在拌制混凝土时掺进的化学制剂及工业副产品等少量物质。

36. 粉煤灰 (Fly ash): 指可用作掺合料、从火电厂粉煤炉中排出的粉灰。

37. 早强混凝土 (High-early strength concrete): 指能在早期取得比常规混凝土较高强度的混凝土。

38. 高强度混凝土 (High strength concrete): 指 28d 龄期, 其抗压强度达 50MPa 以上的混凝土。

39. 高性能混凝土 (High performance concrete): 指符合特殊性能组合和匀质性要求的混凝土。目前公认的观点与要求是: 首先, 它具有优良的工作性能诸如合适的流动性、可泵性, 保证混凝土的密实性、均匀性; 其次, 在获得高强度的同时, 很少增加水泥用量, 使得在相同使用条件下, 混凝土构件尺寸尽量小; 三是高耐久性、在长期荷载 (静、动) 及腐蚀条件下能达到较长的预期寿命。

40. 无砂混凝土 (No-fines concrete): 指具有良好的渗水性能不含细骨料的少级配混凝土。

41. 低流态混凝土 (Low-slump concrete): 指用水量较少, 坍落度为 1~3cm 的混凝土拌和物。

42. 预填骨料压浆混凝土 (Prepacked concrete): 指用压浆把水泥砂浆压进预先填好的粗骨料空隙里所形成的混凝土。

43. 钢纤维混凝土 (Steel fiber concrete): 指在水泥砂浆或小骨料混凝土拌和物中加进一定量且均匀分布的短钢纤维制成的混凝土。

44. 喷射混凝土 (Shotcrete): 指用混凝土喷射机等设备, 将一定配比的水、水泥、骨料和外加剂等组成的混合物, 直接喷向岩石或其他表面的混凝土施工产物。

45. 碾压混凝土 (Roller compacted concrete): 指将干硬性混凝土经过运输、薄层摊铺并用振动碾压实的混凝土施工产物。

46. 纤维增强混凝土 (Fiber Reinforced concrete): 指以水泥浆、水泥砂浆或混凝土为基材, 为增强材料均匀掺入各种非连续纤维而形成的水泥基复合物, 统称为“纤维混凝土”。

47. 活性粉混凝土 (Reactive Powder concrete—RPC): 指 1990 年由法国首次研发, 1994 年公布于世的一种高强混凝土。其基本配比 (重量比) 为:

$$\begin{aligned} & \text{水泥胶结料: 石英砂: 强塑剂: 钢纤维} \\ & = (1.0 \sim 1.5) : (0.8 \sim 1.0) : (0.01 \sim 0.03) : (0.1 \sim 0.2) \end{aligned}$$

水泥胶结料包括水泥及硅粉; 强塑剂以羧酸为主要成分; 钢纤维一般采用长径比约 65、直径小于 0.2mm、抗拉强度大于 2500MPa 的微钢纤。

48. 复合砂浆 (Composite mortar; Polymer mortar): 指掺有改性环氧乳液或其他改性共聚物乳液的高强度水泥砂浆, 也称为“聚合物砂浆”。

49. 聚合物水泥防水砂浆 (Polymer emulsion modified cementitious waterproofing mortar): 指掺入适量聚合物乳胶的防水水泥砂浆。

50. 聚合物水泥防水材料 (Polymer modified cementitious waterproofing materials): 指以聚合物乳胶和水泥为主要材料组成的防水材料。

51. 聚合物水泥防水涂料 (Polymer modified cementitious waterproofing coating): 指以聚合物乳胶和水泥为主要原料, 加入其他外加剂制成的双组分水性防水涂料。

52. 聚合物水泥防水胶粘材料 (Polymer cement waterproofing adhesive): 指以聚合物乳胶或聚合物再分散性粉末等聚合物材料及水泥为主要原料组成, 用以粘结聚乙烯丙纶卷材的一类防水功能的材料。

53. 渗透结晶型防水材料 (Penetrating and crystallizing waterproofing materials): 指以水为载体的活性化学物质向混凝土内部渗透, 在混凝土的毛细孔道和微小裂隙中形成不溶于水的结晶体, 从而使混凝土致密防水的材料。

54. 环氧树脂灌浆材料 (Epoxy grouting resin): 指以环氧树脂为主剂加入固化剂、稀释剂、增韧剂等组分所形成的 A、B 双组分商售灌浆材料。其中 A 组分为以环氧树脂为主的体系; B 组分为固化体系。

55. 聚氨酯灌浆材料 (Polyurethane grouting material): 指以多异氰酸酯与多羟基化合物制备的预聚体为主剂, 通过与水或固化剂反应形成不溶于水的、具有一定弹性或强度的固结体的一类化学灌浆材料。

56. 丙烯酸盐灌浆材料 (Acrylate grouting material): 指以丙烯酸盐为主剂加入少量交联剂、促进剂、引发剂及溶剂水组成的一类化学灌浆材料。

57. 水泥基灌浆材料 (Cementitious grouting material): 指由水泥、集料 (或不含集料)、外加剂及矿物掺合料等原材料经工厂化生产而成的具有合理级分的干混料、加水拌和均匀后具有可灌注的流动性、微膨胀、不离析、不泌水、有效承载面高的一类灌浆材料。

58. 智能型混凝土修补材料 (Intelligent Concrete Repair Material—ICRM): 指在混凝土结构受外力产生破坏时, 修补材料系统就能够自动识别、发现、并释放出有效的修补成分, 修复那些尚在萌芽状态的损伤, 增强混凝土体系的强度达到能够抵抗外力效果的一类新型材料。

59. 水下不分散混凝土 (Non-Dispersible underwater Concrete—NDC): 指在搅拌混凝土时加入高分子外加剂诸如 UWB—丙烯系絮凝剂, 使混凝土拌和物在水下修补或浇筑时不离析、水泥不流失、自流摊平或流

入缝隙并自密实的一种混凝土。又叫“水下浇筑混凝土”。它是一种不像普通水泥混凝土那样在水的作用下集料与水泥浆发生分离的混凝土。

60. 固化剂 (Solidify agent):指混入主剂中引起化学反应、并且可以调节及促进固化反应的物质。

61. 促进剂 (Accelerant):指能缩短凝胶时间的添加剂。又叫“促凝剂”。

62. 催化剂 (Catalyst; Catalytic agent):指本身不发生任何化学变化、仅能促使其他物质的反应速度加快的一类物质。

63. 分散体系 (Disperse system):指一种或几种物质分散到另一种物质中形成均匀的稳定体系。

64. 溶液 (Solution):指由两种或两种以上组分组成的均匀体系。它由溶质和溶剂组成。

65. 溶剂 (Solvent):指能溶解其他物质的物质。

66. 溶质 (Solute):指被溶解的物质。

67. 单体 (Monomer):指进行聚合反应的低分子化合物。

68. 高分子聚合物 (High polymer; Macromolecule):简称聚合物,或叫高分子化合物。指由一种或几种低分子化合物(称为单体)经聚合而成,其分子量 $\geq 10^4$ 的一类分子量很大的化合物。分子量很大但其化学组成一般比较简单,是由特定的结构单元多次重复组成。

69. 线型有机高分子化合物 (Type line organic macromolecular compound):简称线型高分子。指有机高分子化合物中的碳链的结合方式为线型的物质。

70. 环型有机高分子化合物 (Type ring organic macromolecular compound):简称环型高分子。指有机高分子化合物中的碳链的结合方式是首尾相连的环形的物质。

71. 体型有机高分子化合物 (Type of build or figure organic macromolecular compound):简称体型高分子。指有机高分子化合物中的碳链的结合方式是通过支链交联起来的体型物质。

72. 自由基 (Free radical):又称“游离基”。指任何含有不成对电子而能单独存在的物质。它在能量上不稳定、具有高反应性,是一种短命物质。

73. 离子化合物 (Ion macromolecular compound):指由阳离子和阴离子组成的化合物。

74. 官能团 (Functional group):指决定有机高分子化合物分子主要化学性质的基团。例如羟基(OH)、醛基(CHO)等。

75. 浆液 (Grouting liquor): 指灌浆材料的主剂与固化剂等液态混合物。

76. 有机硅酸钠浆液 (Organic grouting liquor of sodium silicate): 指由硅酸钠加有机物固化剂构成的浆液。

77. 无机硅酸钠浆液 (Inorganic grouting liquor of sodium silicate): 指由硅酸钠加无机物固化剂构成的硅酸钠浆液。

78. 凝胶 (Organolite): 又称“冻胶”。指溶液中的胶体粒子或高分子互相结合成为空间网状结构空隙中充满了作为分散介质的液体 (干凝胶中可以是气体), 称这样一种特殊的分散体系为凝胶。

79. 纯浆液凝胶 (Pure organolite of grouting liquor): 指由浆体本身凝胶化的硬化物

80. 凝胶时间 (gel time): 指水溶性聚氨酯灌浆材料与一定比例的水混合后, 在规定温度下, 由液态变为凝胶体的时间。

81. 凝固时间 (solidification time): 指油溶性聚氨酯灌浆材料与一定比例的催化剂、水混合后, 在规定温度下, 由液态变为固体的时间。

82. 遇水膨胀率 (water swelling ratio): 指用水溶性聚氨酯灌浆材料制成的固体浸泡于水后, 在规定时间内其体积增长的倍数, 用百分比表示。

83. 包水性 (water absorption capability): 指水溶性聚氨酯灌浆材料与固定倍数水混合后, 与水反应完全形成固体所需的时间, 是表征水溶性聚氨酯灌浆材料堵水能力的一个指标。

84. 发泡率 (foaming capacity): 聚氨酯灌浆材料与水反应后, 形成的泡沫状固体相对于原浆液的体积增长率, 用百分比表示。

85. 功能高分子 (Functional polymers): 指某些特定功能的高分子材料。包括化学功能: 离子交换、催化、光聚合、光子解等; 物理功能: 导电、热电、压电、超导、磁化、光弹性等; 介于化学与物理之间的功能: 吸附、膜分离、高吸水、表面活性等; 生理功能: 生理组织适应性、血液适应性等。

86. 土建功能高分子材料 (Functional polymers of civil engineering): 指适用于土木工程中的具有建筑用途、改善施工条件与人居环境, 且有优异技术经济效果的高分子化学材料, 包括高分子土工合成材料、原位化学灌浆材料、特种结构工程材料、防腐蚀、防水材料、碳纤维 (素) 材料等。

87. 环境友好材料 (Neighbor material for environment): 简称“环境材料”。指某些在制造、使用、服务、废弃的整个生命周期中与生态环境相适应、无害且令人感到舒适的工程材料。

88. 绿色化学灌浆材料 (Green material for chemical grouting): 简称

“绿色化灌材料”。指在使用化学灌浆技术时，从原材料的制备、到施工直至工程运营期，整个化灌工程的安定性、耐久性，以致废弃物的再生、循环利用全过程中，它们对生态环境无毒、无害、无废物排放和无污染的化灌浆材。



序

在岩土工程中，原位处理及其原位化学灌浆加固，既保证了工程建筑物的安全与健康，又促进了岩土工程化学的创立与发展。

实践表明，原位化学灌浆加固具有如下三大特点。

一、隐蔽性

利用化学灌浆进行地基处理、桩基加固、公路路面板底及隧道衬砌背后脱空充填、地下连续墙构筑、锚杆（索）灌浆补强都是在岩土中隐蔽施工，工程竣工后的运行也是在隐蔽条件下进行的，从而决定了该技术的创新不易和神秘莫测。

二、区域性

利用化学灌浆原位加固的岩土地质体，因其构造成因及组分不同，带来了各个构造体系和地理区域的差别：坚硬、高地应力场岩体的岩爆、饼化；松散、多孔隙的软弱土壤的泥化、渗漏；赤道附近的高温，高纬度地域的严寒，这些都给该技术的广泛应用不可复制和异彩纷呈。

三、不确定性

由岩土工程地质勘察报告所述的场地数据，很难概括化学灌浆原位加固的岩土全部性能；某些岩土的结构及性能参数又容易随环境条件而改变，而施工时又或多或少地扰动岩土结构；改变了的岩土结构及性能反过来对施工过程又施加一定的影响，不可能在事先把这一切了解得十分清楚，所以化学灌浆施工是在对岩土性质及其变化不是全部了解清楚的情况下进行的，这种种不确定性就凸显了该技术的高深久远和“阿化”魅力。

2000年，当我们创办《岩土工程界》学术期刊时，就有灌浆技术的考量，当时主要是水工程大坝坝基与坝体固结灌浆和帷幕灌浆的论述和推广。现在，“岩土工程化学原位加固丛书”较全面地概述了交通公路、铁道桥隧、矿山尾矿库坝以及水工程诸领域的化学灌浆原位加固技术，并在“化灌快乐力”理念上有所创新，这是当下“以人为本”、“科学发展观”在岩土工程界的贯彻和实际体现。其中，《原位化学灌浆加固概论》彰显了《岩土工程化学》在交通公路领域的应用发展；《原位化学灌浆加固材料》综述了当前化灌浆材的特性；《原位化学灌浆加固技术》突出了加固机理；《原位化学灌浆加固典型案例》介绍了化学灌浆在岩土工程中应用的经典。一套四册的“岩土工程化学原位加固丛书”出版，有助于“化灌人”开启由“敬畏化学灌浆”向“化学灌浆快乐”迈进的心路历程。

应“岩土工程化学原位加固丛书”的作者所约，书写上述这些话，是为序。

中国工程院院士 **王思敬**

2009年9月于北京清华园

【 目 录 】

序

前言

术语表

1 绪论	1
1.1 原位化学灌浆加固材料的理念	1
1.2 原位化学灌浆加固材料的分类	6
1.3 现代工程原位化学灌浆加固材料的发展	15
2 改性无机灌浆材料	20
2.1 导言	20
2.2 改性粘土灌浆材料	21
2.3 改性水泥灌浆材料	33
2.4 改性水玻璃灌浆材料	41
3 改性有机灌浆材料	55
3.1 导言	55
3.2 改性环氧树脂灌浆材料	58
3.3 改性丙烯酸盐灌浆材料	74
3.4 改性聚氨酯灌浆材料	80
3.5 改性木质素灌浆材料	117
4 无机类和无机—有机复合灌浆材料	125
4.1 导言	125
4.2 无机基体复合灌浆材料	126
4.3 无机—有机基体复合灌浆材料	132
5 绿色原位化学灌浆加固材料	143
5.1 导言	143
5.2 水性高含量环氧树脂浆材	144
5.3 GZW 高性能绿色灌浆材料	148

5.4	MFC—GM 次纳米级超细水泥基灌浆材料	153
5.5	绿色建筑砂浆	159
6	现代公路桥梁隧道工程原位加固材料	164
6.1	导言	164
6.2	路基基础加固材料	169
6.3	水泥混凝土路面修补材料	172
6.4	水泥混凝土裂缝加固材料	178
7	现代水工程混凝土裂缝原位化学灌浆修补加固材料	192
7.1	导言	192
7.2	混凝土裂缝原位修补充填密封材料	195
7.3	混凝土裂缝原位修补加固注入材料	213
7.4	混凝土裂缝原位修补补强覆盖材料	229
8	其他原位化学灌浆加固材料	236
8.1	导言	236
8.2	文物原位化学灌浆加固的 PS—F 浆材	238
8.3	煤矿原位化学灌浆加固材料	242
8.4	地下工程盾构施工化学灌浆加固材料	245
8.5	纳米氟改性防腐涂料	249
附录 1	原位处理化学灌浆法施工项目基本设备配备与 要求	253
附录 2	灌浆泵的应用及其选型	255
附录 3	华式灌浆泵技术参数及其用途	258
附录 4	SNS 系列高压灌浆泵	260
附录 5	ZBQ—5/12 型注浆泵	261
附录 6	PBQ—10/0.3 型气动喷涂泵	263
附录 7	美国 U—395 型智能高压灌浆机	264
附录 8	DM—812/DM—512/S—512 系列微型高压 电动灌浆机	266
附录 9	MG—100 型手动灌浆泵	268
附录 10	BL—512 型高压灌注堵漏机	270

附录 11	F512 型高压灌注机	273
附录 12	GJY—4 型灌浆自动记录仪	275
附录 13	GJY—6 型双路三参数灌浆自动记录仪	278
附录 14	GJY--7 型四参数无线网络灌浆自动记录仪	281
参考文献		284