

中国交通运输协会团体标准

《固化剂混合料设计与施工技术指南》

编制说明

北京国道通公路设计研究院股份有限公司

2020 年 11 月

目录

1 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 起草单位.....	1
1.3 协作单位.....	3
1.4 主要起草人.....	7
2 制定标准的必要性和意义.....	9
3 主要工作过程.....	11
3.1 主要工作过程.....	11
3.2 调研内容.....	15
4 制定标准的原则和依据，与现行法律法规、标准的关系.....	16
5 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述.....	17
6 重大意见分歧的处理依据和结果.....	18
7 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况.....	19
8 作为推荐性标准建议及其理由.....	19
9 贯彻标准的措施建议.....	20
10 其他应说明的事项.....	20

1 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人

1.1 任务来源

随着固化剂混合料应用技术的广泛应用，在实际应用中，受限于不同厂家生产的固化剂产品种类和使用要求的不同，往往存在没有成熟和规范的设计施工流程和检验依据，依赖于生产厂家的技术指导等不足。因此，制定固化剂混合料应用技术指南是非常必要的。

1.2 起草单位

(1) 北京国道通公路设计研究院股份有限公司

北京国道通公路设计研究院股份有限公司（原北京市公路局公路设计研究院）成立于1975年，2001年转企改制成为集体所有制（股份合作）企业，2011年由集体所有制整体改制为股份有限公司（非上市、国有控股）。初始注册资本800万元，经过十六年的发展，注册资本增加到12800万元。是一家集规划、咨询、勘察、设计、科研、监理、项目管理及招投标代理于一体的具有六个行业、十三个专业甲、乙级资质的综合性设计企业。现有员工252人，教授级高工21人、高级职称93人、中级职称74人、各类注册师82人。设计院自成立至今，完成不同等级的公路、城市道路勘察设计3000多公里，大中桥梁1000多座，隧道40多座。近年来完成了北京市五环路、六环路、首都机场北线高速公路、京平高速公路、京包高速公路、京承高速公路、京石二通道等多条高速公路以及莲花池西路、阜石路、马家堡东路等多条城市快速路的设计工作。完成科研项目50多项，获国家专利13项。获交通部、建设部、北京市优秀勘察、设计、咨询、科研成果奖119项，其中勘察设计奖68项：国家金银奖2项，詹天佑土木工程大奖1项、一等奖10项，二等奖20项，三等奖30项。

在科技创新方面，2008年我院结合企业创新能力建设，在公路建设与养护领域成立了创新工作室，专注于公路养护设计技术与新型道路材料研究，与同济大学、北京建筑大学、北京市政路桥建材集团等单位开展产学研合作。近年来，我院作为国内交通设计行业中最早进行交通方向BIM技术研究的机构之一，成立了BIM技术研究中心，依托国道通强大的专业技术实力以及在业内深厚的积累，得到各方面的大力支持。

(2) 北京中德建基路桥工程技术有限公司

北京中德建基路桥工程技术有限公司是一家致力于筑路新材料及相关设备的研发、生产、销售以及相关产品技术服务、技术咨询、科技成果转化的高科技企业，长期坚持走科技兴企之路，狠抓自主创新能力建设，始终把科研开发与技术进步工作放在首要位置。公司围绕着公路建设及公路预防性养护，针对沥青混凝土路面、水泥混凝土路面、复合固化土路面基层等建立了专业的施工咨询队伍，为客户组建了整套的施工解决方案，承担了用有限的资金多修路、修好路的工作重任，为建立资源节约型、环境友好型的绿色交通树立了目标。公司近年来承接了上百项工程，市场覆盖全国20余个省份地区，拥有丰富的路面养护工程经验。

北京中德建基路桥工程技术有限公司以“攻关一批行业前沿课题，突破一批具有国际领先的行业技术，转化一批具有市场竞争力的科技成果，制定一批引领产业的行业标准”为目标，助力打造筑路材料与技术的核心竞争力，助推全国道路现代化建设和创新驱动发展战略实施。公司为行业标准《土壤固化剂应用技术标准》参编单位、内蒙古、甘肃等多个固化土技术地方标准主编单位，中国交通运输协会交通工程设施分会副会长单位、交通产业创新转化联席会副主席单位，环保型高强固化土材料等相关产品取得2017年度中国路桥隧建设新技术新产品“创新产品奖”、中国交通运输协会科学技术奖“三等奖”、2019年工程建设科学技术进步奖“二等奖”，已申报并在实质审查阶段的发明专利5项，实用新型专利1项。公司还保持与国内外的行业学术交流和人才培养，并聘请国内外专家为企业顾问等方式，多角度为公司研发提供支持和保障。未来，公司将加速集聚优质创新资源，努力建设集科学研究、技术研发、成果转化、企业孵化、人才培养为一体的科技创新高地，促进企业、高校、研机构在产业链、创新链等战略层面的深度融合，建成世界知名、全国领先的筑路材料新型科研机构。

（3）浙江交工宏途交通建设有限公司

浙江交工宏途交通建设有限公司是浙江交工集团股份有限公司下属国有全资子公司，公司拥有公路工程施工总承包一级，路基、路面、桥梁、隧道工程专业承包一级，土石方工程专业承包二级，港口与航道工程施工总承包二级、市政公用工程施工总承包三级等多项专业资质；现注册资本金50100万元人民币，拥有各类工程施工机械设备900余台(套)，资产总额21亿元，年施工能力50亿元以上；主营境内(外)道路、桥梁、隧道等交通工程施工和技术服务，泡沫混凝土、建筑材料推广销售，水利、工业与民用建设，工程机械维修、租赁，交通领域投

资等。

1.3 协作单位

（1）甘肃省陇南公路局

陇南公路局，成立于1962年（前身系武都地区公路总段、陇南公路总段、陇南公路管理局），2019年1月正式更名为陇南公路局，为正县级建制的事业单位，隶属于甘肃省交通运输厅。

承担着陇南境内20条1751.855公里国省干线公路和3条高速公路383.724公里的养护管理任务，其中：国道5条，分别是G212、G247、G316、G345、G567线，共计927.792公里；省道8条，分别是S205、S206、S208、S209、S222、S332、S328、S219线，共计333.386公里；3条高速公路分别是G75兰海高速武罐段132.4公里、G7011十天高速公路164公里和G8513平绵高速成武段89.932公里。管养桥梁1236座/253882m，隧道188座/239088m。

先后荣获“全国文明单位”、“舟曲抗洪抢险交通保障先进单位”、“5.12抗震救灾先进党组织”、“全省干线公路养护管理工作先进单位”、“全省行业文明建设先进单位”、“全省交通运输行业安全生产先进单位”、“全省公路系统新闻宣传先进单位”、“省级文明单位标兵”、“抗震救灾基层先进工会”、“陇南市创先争优活动优秀基层党组织”等荣誉称号。创建“市级文明单位”11个、“县级文明单位”10个，省交通运输厅“文明单位”2个，省公路局“行业文明单位”（集体）37个、“一星级文明单位”（集体）14个、“二星级文明单位”（集体）7个、“三星级文明单位”（集体）1个、省级“青年文明号”2个，市级“青年文明号”22个。

（2）浙江交工集团股份有限公司

浙江交工集团股份有限公司，成立于1953年，2017年完成重组上市（股票代码：002061），是浙江省唯一一家具有国家公路工程施工总承包特级资质及公路行业设计甲级资质的专业公路施工企业，是浙江省内规模最大、实力最强的交通工程施工国有企业。主要经营：道路、桥梁、隧道、港口、航道、船闸、机场、市政、铁路、城市轨道及地下管廊等交通工程施工、设计、技术服务。

近年来，集团业务蓬勃发展，总资产超200亿元人民币，年施工能力超300亿元人民币。“十三五”期间，集团将紧抓发展机遇，全力打造“公路、铁路、地下工程、海外”四个交工，力争“十四五”末实现“双千亿”目标。

（3）北京市政路桥管理养护集团有限公司

北京市政路桥管理养护集团有限公司隶属于北京市政路桥股份有限公司。由北京市市政工程管理处和北京路桥瑞通养护中心按照市国资委“资产重组、业务整合、体制改革”的要求，合并组建的大型国有独资养护企业。

养护集团总注册资本金14.9亿元，总资产112.3亿元。在职员工4244人，其中各类专业技术人员3395人，中高级职称1033人，建造师635人，专业技术人员占员工总数的79.9%。各类进口和国产大型机械设备2700余台套，其中“千吨级驮运架一体机”为国内首创。公路数字化管理系统、北京市多维路网管理与服务平台，处于国内同行业领先水平。养护集团承担着北京市公路6660公里、桥梁通道、隧道泵站2271座和城区2883万平米道路、936座桥梁通道的养护任务。业务涵盖养护及工程建设、公路绿化、交通工程、道路桥梁检测、市政公路工程设计等工作。承担全市防汛、道路应急抢险、公用设施突发事件应急处置、郊区公路铲冰除雪等任务。具有市政公用工程、园林绿化工程、公路工程施工总承包一级资质，公路路基工程、公路路面工程专业承包一级资质，桥梁工程、机场场道工程专业承包二级资质，对外贸易及承包工程资格，是首都市政、公路养护行业的骨干力量。

近几年来，养护集团完成了“鑫实”、“鑫旺”、“鑫畅”公司重组及吸收合并市政处的一系列内部改革，所属瑞通养护中心已通过高新企业认证，进一步完善了企业架构，夯实了创新基础。

（4）浙江交工金筑交通建设有限公司

浙江交工金筑交通建设有限公司是浙江交工集团股份有限公司下属国有全资子公司，具有公路工程施工总承包一级，路基、路面施工专业承包一级，桥梁工程专业承包二级资质，港口与航道工程施工总承包二级资质。注册资本金5.01亿元，年施工产值超50亿元人民币。

公司现有管理人员720余人，专业技术人员中具有高级职称90人，中级职称131人，初级职称244余人。一级注册建造师60人，并有注册造价工程师、注册安全工程师等20人。有各种先进的施工机械设备及试验检测仪器约600余(台套)。

（5）越秀（中国）交通基建投资有限公司

越秀交通基建有限公司于1997年在香港联交所上市，是恒生综合中小型股指数的成份股，为首支于香港上市的国内基建股，主要投资和经营管理收费高速公路

路和桥梁，高速公路权益里程约358公里。

越秀交通投资及经营的收费公路及桥梁项目合共12个：位于广东省内的广州市北二环高速公路、广州市西二环高速公路、广州市北环高速公路、广东虎门大桥、汕头海湾大桥和清连高速公路；还包括位于广西壮族自治区的苍郁高速公路、天津市津保高速公路、湖北省汉孝高速公路和随岳南高速公路、湖南省长株高速公路、河南省尉许高速公路。展望未来，越秀交通基建将继续通过优质项目收购，快速提升资产规模和资产质量，积极向其他交通基建和交通服务业领域延伸，努力成为经营卓越、服务优质、国内领先的交通基础设施投资运营公司。

（6）北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司

北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司，于2000年04月06日在北京市工商行政管理局注册成立，主要经营燃气、热力技术开发、技术转让、技术咨询、技术服务；批发燃气设备用具、燃气专用设备和施工材料。

公司在项目建设管理中，应对面临的燃气管线明开占掘公路修复工程，工作站的地基处理工程等实际需求，为合理控制投资建设和保证工程质量，在工程中研究和应用了固化地基技术。

（7）湖南省交通科学研究院有限公司

湖南省交通科学研究院有限公司（以下简称“湘交科”），坐落于长沙市芙蓉中路三段472号。始建于1949年，现隶属于湖南省国资委旗下湖南省交通水利建设集团有限公司，是一家以交通科研及信息技术、交通产品研发与推广、公路市政勘察设计、工程监理、交通建设检验检测、公路机电与交安施工、智慧交通建设、交通生态环保、路面养护技术研究、安全评价咨询等为一体的综合性交通科研单位，系湖南省高新技术企业。

湘交科建有交通运输部交通运输安全应急信息保障技术及设备行业研发中心、湖南省科学技术厅授牌的交通建设工程湖南省重点实验室、湖南省唯一省级交通环境保护监测中心、博士后科研工作站，是湖南省财政重点支持的湖南省交通建设公共技术服务平台，是公路养护技术国家工程实验室成员单位。主办了《公路工程》（中文核心期刊）和《湖南交通科技》（省级期刊）两本科技期刊。

湘交科拥有公路行业（公路、特大桥梁）专业甲级、工程勘察专业类（岩土工程、工程测量）甲级、工程勘察专业类（岩土工程、工程测量）甲级、公路工程监理甲级、公路工程综合检测甲级、公路交通工程（公路安全设施、公路机电

工程)专业承包壹级等30余项各类资质。截止2019年9月,在职员工700余人,其中研究生及以上学历人员170人,高级及以上职称人员210人,各类资质注册执业人员443人。享受国务院政府特殊津贴专家6人,湖南省优秀专家1人。

(8) 河南万里交通科技集团股份有限公司

河南万里交通科技集团股份有限公司创立于 2003 年,前身为河南万里路桥集团股份有限公司,专注于高速公路、国省干线、市政道路低碳建设与养护新技术研发及产业化,提供系列交通建设养护新装备、新材料、新技术、新工艺产品与技术服务。

万里交科坚持产业创新驱动企业发展,获批组建了公路建设与养护技术材料及装备交通运输行业研发中心、院士工作站、博士后科研工作站、建研建材德通高性能混凝土研究院、河南省道路养护工程技术研究中心、河南省振动搅拌工程技术研究中心、河南省改性沥青工程技术研究中心、河南省清洁装备工程技术研究中心等多个科研平台,与中国工程院、中国科学院合肥物质科学研究所、交通部公路科学研究院、长安大学、清华大学、湖南大学、同济大学、东南大学、哈尔滨工业大学、中国地质大学、长沙理工大学、重庆交通大学等高校和行业科研院所建立了紧密的战略合作关系,承担了大量国家和省级科技攻关项目,拥有核心成果专利 300 多件。通过整合集团内部和行业伙伴、知名院校、科研院所等外部资源,万里交科建立了公路建设养护行业新技术成果转化与新产品孵化的创新平台,以产学研合作推动行业技术进步。

万里交科业务覆盖全国,振动搅拌工程耐久性提升系列技术、非开挖快速加固成套技术、路面预防性养护及快速修补成套技术、高品质桥面(伸缩缝)建设与养护成套技术、路面清洁及除冰雪系列装备、高速公路与城市道路护栏清洗系列装备、SP 沥青路面压花彩绘成套技术、超高性能混凝土及制品成套技术等系列产品和技术居国内国际领先地位。

(9) 湖南省辰波建设有限公司

湖南省辰波建设有限公司(简称“辰波建设”),成立于 2006 年,前身为湖南辰波交通工程有限公司,注册资金 1.11 亿元。

公司具有公路交通工程公路安全设施专业承包壹级、城市及道路照明工程专业承包壹级、建筑装修装饰工程专业承包壹级、电子与智能化工程专业承包壹级、清洁清洗行业国家壹级、安全技术防范行业壹级资质;具有公路路基工程专业承包

包贰级、环保工程专业承包贰级、公路工程施工总承包贰级、建筑工程施工总承包贰级、消防设施工程专业承包贰级、钢结构工程专业承包贰级、公路机电工程分项专业承包贰级资质；具有市政公用工程施工总承包叁级、水利水电工程施工总承包叁级资质；具有公路养护壹类甲级、贰类甲级、交安甲级、机电甲级资质，具有交通工程专业设计乙级、照明亮化设计乙级、装饰装修设计乙级资质。

公司所承建的所有建设施工项目，在各级、各项评价主体考核评比中，均处于项目全线的前列，得到了各级建设主管部门的高度赞誉；工程项目竣工交验合格率、安全生产达标率、业主满意率均为 100%。

公司自成立以来，不断加强新产品研发力度，推进企业技术创新，提高企业自主创新能力和核心竞争力。公司已获得国家发明专利 5 项，实用新型专利 17 项，软件著作权 15 项。2017 年被授予“国家高新技术企业”、“湖南省软件企业”、“长沙市企业技术中心”；公司在行业内率先通过了“ISO9000、ISO14000、OHSAS18000”体系，并于 2016 年通过了湖南省建筑施工企业安全标准化认证和交通运输部交通运输企业安全标准化一级企业认证。

公司连续 7 年蝉联湖南省交通运输厅公路施工信用 AA 级企业荣誉称号（行业最高信用等级），连续 3 年荣获交通运输部公路施工信用 AA 级企业（行业最高信用等级），连续 4 年荣获长沙市建筑施工信用 AAA 级企业（行业最高信用等级），2018 年被评为湖南省照明行业诚信企业、优秀施工企业、优秀合作单位企业，长沙市建筑业专业承包先进企业、长沙市建筑业施工安全经营、安全生产管理先进企业等荣誉称号；公司是长沙市交警支队连续 10 年的优秀定点服务单位，系中国安防百强工程（集成）商、湖南省交通职业技术学院等科研院所产学研用合作单位及科技成果转化合作的高新技术企业。

上述主编单位包括固化剂生产研发企业、工程建设投资公司、工程设计研究院、建造总承包单位、企业科技研发中心工程等，均为在实际业务中对地基处理有需求，有相关工程经验的企业，通过企业联合申报研发和形成统一标准，将为行业发展和规范化施工提供助力和保障。

1.4 主要起草人

主要参编人员名单如下：

《固化剂处理地基技术指南》编写组人员

姓名	单 位	职称	专业	专长
于海臣	北京国道通公路设计研究院股份有限公司	高工	道路	道路材料

姓名	单 位	职称	专业	专长
王漾	北京国道通公路设计研究院股份有限公司	工程师	岩土	地基处理
李鹏飞	北京国道通公路设计研究院股份有限公司	工程师	道路	道路材料
朱美蓝	北京国道通公路设计研究院股份有限公司	工程师	道路	道路结构
姚敬宇	北京国道通公路设计研究院股份有限公司	工程师	岩土	设计施工技术
文飞燕	北京国道通公路设计研究院股份有限公司	工程师	道路	造价分析
桑安宁	甘肃省陇南公路局	高工	交通土建工程	公路施工与管理
张伟	甘肃省陇南公路局	高工	土木工程	公路施工与管理
王海燕	甘肃省陇南公路局	高工	土木工程	公路施工与管理
白震	北京中德建基路桥工程技术有限公司	总经理	公路工程	公路建设与养护
于宸	北京中德建基路桥工程技术有限公司		公路工程	公路建设与养护
李 刚	越秀（中国）交通基建投资有限公司	工程部副总经理	公路工程	公路建设
王炬炜	北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司	高级工程师	燃气	燃气工程
张诚	北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司	高级工程师	燃气	燃气工程
张晨	北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司	工程师	燃气	燃气工程
黄文尧	北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司	工程师	燃气	燃气工程
许建兴	浙江交工宏途交通建设有限公司	高级工程师	公路工程施工技术	路基、桥梁、隧道施工技术及管理
蒋华龙	浙江交工宏途交通建设有限公司	高级工程师	公路工程施工技术	路基、桥梁、隧道施工技术及管理
郑竞友	浙江交工集团股份有限公司	教高	公路与城市道路	路基路面
赵云强	浙江交工集团股份有限公司	高工	道路与桥梁	桥梁
王正军	浙江交工集团股份有限公司	主任	公路工程	工程管理
王建勋	浙江交工金筑交通建设有限公司	高级工程师	工业工程	机料、材料
刘国超	浙江交工金筑交通建设有限公司	高级工程师	交通土建	工程管理

姓名	单 位	职称	专业	专长
宋德洲	浙江交工金筑交通建设有限公司	高级工程师	交通土建	工程管理
陈宇亮	湖南省交通科学研究院有限公司	高级工程师	养护与路面工程中心	养护与路面
聂志强	湖南省辰波建设有限公司	总经理	交通土建	工程管理
苏毅杰	北京市政路桥管理养护集团有限公司	高工	道路工程	施工技术
张强	北京市政路桥管理养护集团有限公司	无	土木工程	施工技术
张良奇	河南万里交通科技集团股份有限公司	教高	工程机械	设备研发、制造

2 制定标准的必要性和意义

党中央、国务院高度重视生态文明建设。习近平总书记多次强调，“绿水青山就是金山银山”，“要坚持节约资源和保护环境的基本国策”。根据我国“十三五”规划，国家突出强调要建设资源节约型、环境友好型社会，大力倡导发展绿色环保、再生能源、新材料、循环利用、垃圾处理等方面的新型产业。北京市“十三五”规划也强调生态文明建设与可持续发展。以高科技为支撑，发展低碳经济，已经成为我国社会经济发展的重要方向，也是工程建设行业的发展方向。在工程建设领域，低碳节能方面的标准和要求也在不断加强，节能环保新材料、新技术的应用也在不断加速。

目前工程建设领域软弱地基的常规处理方式需要消耗大量的石灰、水泥、碎石等砂石材料，如果全国每年减少 30%的碎石用量，将能够使 2000 公顷的植被得到保护；每减少 1 吨的石灰用量，将可减少 0.8 吨 CO₂ 气体的排放量；每减少 1 万吨水泥的用量，将减少 0.52 万吨 CO₂ 气体的排放量。过度的炸山取石和挖河采砂将严重破坏生态自然环境，影响经济社会的可持续发展。改善土壤物理力学性质以适应工程技术要求的土壤固化技术的发展一定程度上缓解了砂石料紧缺的情况，同时水泥、石灰等传统固化材料的不足之处逐渐显现出来，已无法满足工程建设的发展。

土壤固化技术指的是，通过能改善土壤工程性质的外加剂与无机结合料、土壤和水发生的一系列物理和（或）化学反应，形成稳定的混合料，来替代水泥、石灰粉煤灰、砂石料等传统的工程材料，应用于不良土质处理、路基加强、基层

铺筑、低等级道路面层、场站地面硬化、边坡防护、淤泥海岸回填等各种场景下。目前相关产品在国内外已有较多的应用项目，其优势主要体现在：1）路用性能好，满足道路路基基层等不同的性能需求；2）筑路成本低，相比传统基层材料可降低成本 15%-40%；3）节约资源，促进工程材料可持续发展；4）有利于生态保护。

目前，土壤固化技术在不良地质路基处理、沿海地基处理、道路基层铺筑等场景下的应用工程已经遍布我国各大地区，作为以材料发展解决工程问题的代表，土壤固化技术存在的主要问题体现在，一方面，理论研究和标准规范相对滞后，另一方面，作为新材料新工艺，应用工程多作为各地区的试验路进行设计施工，距离成为工程建设大量使用的成熟材料还有距离。

在标准规范的制定上，目前固化地基技术相关的规范主要包括：《土壤固化外加剂》（CJ/T 486）、《软土固化剂》（CJ/T 526）、《土壤固化剂应用技术标准》（CJJ/T 286）。其中《土壤固化外加剂》（CJ/T 486-2015）主要针对土壤固化剂产品的生产和检验，没有涉及相关工程应用标准和要求等内容；《软土固化剂》（CJ/T 526-2018）仅针对固化软土及其他细粒类土的无机类非水泥固化剂产品，同样以产品生产和检验为主，没有涉及工程应用；《土壤固化剂应用技术标准》（CJJ/T 286-2018）在产品要求的基础上，对固化土混合料的配合比设计、结构层设计、施工、质量验收等进行了相关规定，但是仅针对城市道路基层这一个应用场景。此外，以上三部规范均为住房和城乡建设部于近几年推出的，其应用场景涵盖不全，一些规定条文也相对概况，缺少针对性。

在实际应用中，受限于不同厂家生产的固化剂产品种类和使用要求的不同，往往存在没有成熟和规范的设计施工流程和检验依据，依赖于生产厂家的技术指导等不足。需要总结和形成成熟的设计、施工和验收标准，以更好地进行质量控制和投资控制。比如，以石灰为固化材料的固化土强度发展缓慢，往往影响施工进度，且当掺量超出一定范围后，强度会下降，因而无法用于固化土强度要求高的工程。以水泥为固化材料的固化土干缩和温缩较大，易开裂，引起无侧限抗压强度、抗渗、抗冻、抗冲刷能力下降。此外，水泥不适用于固化塑性指数较高的黏土、膨胀土、有机土和盐渍土。因此，亟待形成固化剂处理地基的系列技术指导文件，以从固化剂使用到设计施工整个过程中形成规范做法，明确固化土的力学性能、变形性能和耐久性能，确定设计施工质量控制措施和指标，支撑工程建

设的发展。

综上所述，相比于常规软弱地基处理和二灰砂石料等传统材料的大量应用，利用土壤固化技术对土体或基质材料进行固化，固化后地基的相对强度、水稳定性、高低温稳定性、耐久性等明显提高。且土壤固化剂的绿色环保性质将更有利于节约大量砂石材料，减少砂石材料开发及运输费用，降低工程造价，经济效益显著；而且炸山取石和挖河采砂的减少，将大大减少对自然环境的破坏，环境效益显著；此外，这更有助于减少传统材料开发、施工、运输过程中 CO₂ 等温室气体的排放量，进一步改善生态环境，有利于经济社会的良性循环和可持续发展。土壤固化剂的规范化应用将推动实现由依靠天然材料筑路向人工合成材料筑路的跨越，对生态文明建设和可持续发展起到重要支持作用。

本项目在总结工程实践的基础上，结合地基固化技术的特性和应用特点，提出适用于不同地区和土质的地基固化技术的相关材料、设备、设计、施工和质量检验标准等技术要求，可用于规范和指导地基固化技术在工程中的应用，对现行行业标准体系起到补充和完善作用。技术标准的形成和实施将促进地基固化技术的高质量发展和更高水平的推广应用，并进一步推进相关产业的联合和工程建管体系的健康有序发展。

3 主要工作过程

3.1 主要工作过程

本项目研究和编写周期两年：2019 年 07 月至 2021 年 06 月。

已完成的工作如下：

2019 年 7 月～12 月，形成编制团标意向，拟定团标研究方向重点，编写申报书，参加立项申报会，编写大纲并完成大纲评审，报送主管部门备案。

2020 年 1 月～6 月，开展相关调研工作及必要的分析研究工作，编制并提交调研报告。

2020 年 7 月初，完成《规范》初稿。

2020 年 11 月发布征求意见稿，征求全国勘察设计单位、施工单位、建设主管部门、高等院校及科研单位意见；召开征求意见稿会议，征求专家意见。

计划后期工作如下：

2020 年 12 月～2021 年 1 月，根据专家意见，对《规范》征求意见稿进行修

改完善，形成《规范》送审稿。

2021 年 2 月，提交《规范》送审稿，报请主管部门审查，召开送审稿审查会议，征求专家意见。

2021 年 3 月，根据送审稿专家意见，修改完善《规范》送审稿，形成《规范》报批稿。根据协会对《规范》报批稿的意见，完善并提交修改后的报批稿。

本次规范制订工作流程如图：

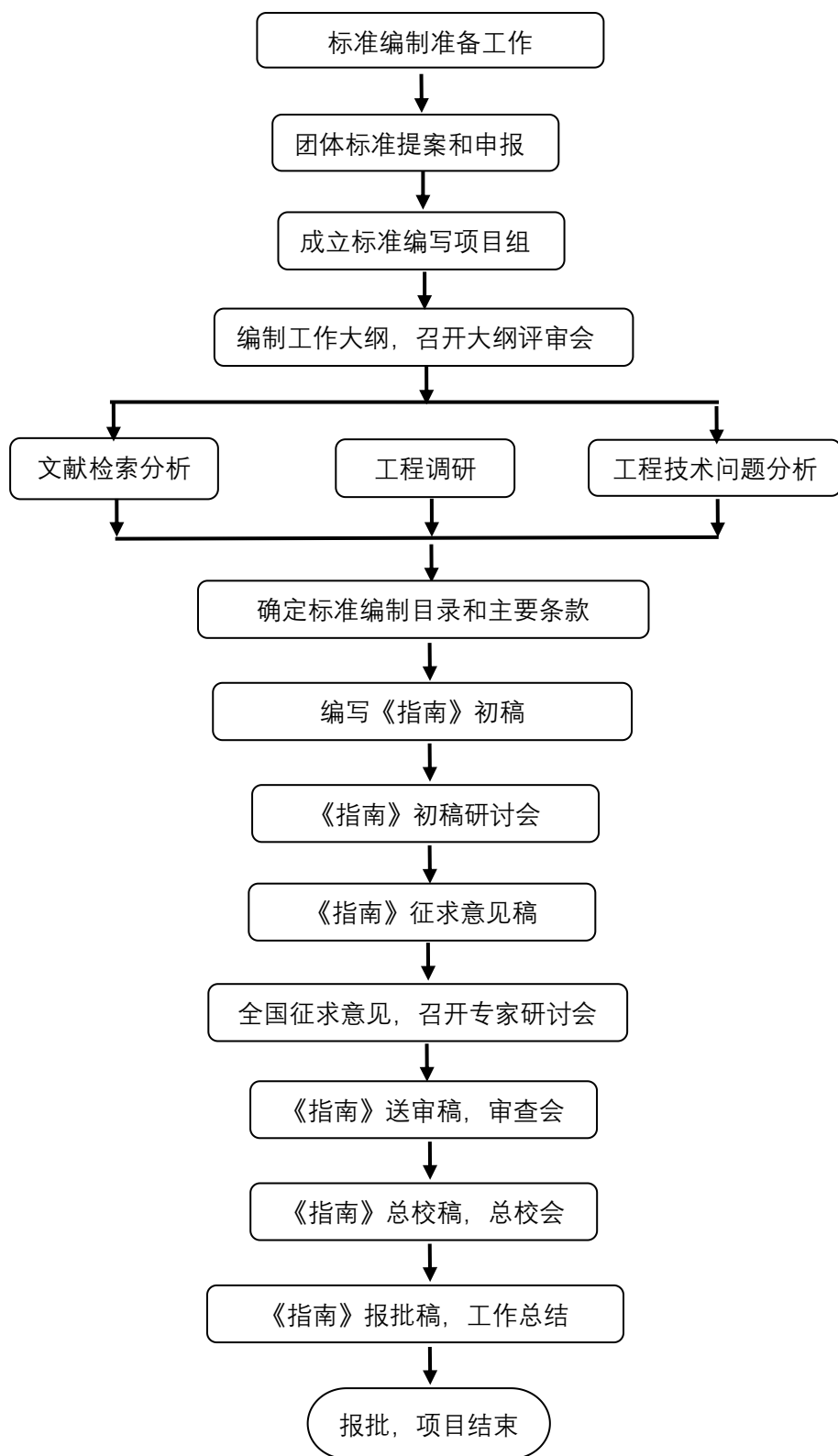


图 3-1 《指南》编制工作流程图



图 3-2 2019.10.18 项目启动会



图 3-3 2019 年 11 月 10 日 立项专家审查会



图 3-4 2019 年 12 月 14 日 大纲评审

3.2 调研内容

本项目调研按照重点和形式不同，分为文献调研、生产企业调研、应用工程调研、工程相关单位需求与问题调研四种，通过调研，达到掌握目前主流固化剂产品生产性能和基本要求，地基固化技术应用现状，现行相关规范和标准的适用情况，以及与常规地基处理措施的技术经济性能比较等。以明确工程需求和标准的缺失现状，针对性地展开相关研究，得到固化剂处理地基技术的性能指标和应用指导。

（1）固化剂研发现状调研

文献调研：固化剂的研究和发展现状、作用机理、性能特点、应用情况和最新研究成果等。

生产企业调研：主流固化剂产品和特点、产品试验指标和路用性能指标、经济性指标对比数据、应用工程及效果、施工操作及过程指导等。

（2）固化剂处理地基技术工程应用调研

应用工程调研：选取各地区固化地基技术应用效果好和差的项目若干，调研工程采用的固化剂产品、结合料、土质情况、配比设计、施工情况，过程和质量检测指标、使用效果，以及各材料、设计、施工单位遇到的相关问题和需求。

项目选取参照：①调研区域按照土质划分主要包括：华北、东南、东北、内蒙古、陕西、云南等地；②应用的功能：道路路基、厂房或建筑基础、道路基层、

低等级道路面层。

(3) 现行规范和标准

文献调研：现行规范清单、规范条文与工程实施的一致性和适用性、需求和不足。

(4) 常规地基和不良土质处理措施对比

文献调研：常规地基处理措施以及适用性对比

工程调研：不同地区的土质特性，适用的不良土质处理措施和应用效果对比，与固化剂处理地基的技术和经济性能对比。

调研区域负责单位划分：

华东区域：浙江交工宏途交通建设有限公司、浙江交工集团股份有限公司

华南区域：浙江交工金筑交通建设有限公司、越秀（中国）交通基建投资有限公司

华中区域：河南万里交通科技集团股份有限公司

华北区域：北京国道通公路设计研究院股份有限公司

东北区域：北京中德建基路桥工程技术有限公司

西北区域：甘肃省陇南公路局、北京市政路桥管理养护集团有限公司

场站应用工程：北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司

4 制定标准的原则和依据，与现行法律法规、标准的关系

本标准编制遵循以下原则：

①系统性、安全性、先进性原则。标准文件建立在先进的理论研究水平之上，在指标和要求上以满足工程应用的安全和质量为基础，标准提出适用于不同场景和土质地区的固化剂混合料应用技术，涵盖相关材料、设备、设计、施工和质量检验等技术要求，具有系统性、安全性和先进性等特点。

②针对性和可行性的原则。标准文件以指南的形式突出了对工程应用的实际指导意义，内容更加侧重技术的指导性和规范化，标准的实施将带动相关的工程技术人员明确要求，掌握技术要领和工程操作，促进相关产品在工程应用中实际发挥作用。

③与相关标准、规范相协调的原则。标准文件建立在已有规范的基础上,结合最新研究成果进行优化和提升,技术指标与相关的路基、路面规范、固化技术规范等保持协调。

本标准编制依据包括:标准 1.0.5 节所列现行标准规范、实际工程调研及技术研究现状调研成果总结等。

本标准与现行法律法规、标准相协调,在满足部分现行标准基础上,为保证工程应用的安全性和提高质量标准,部分条文进行了更细致的指导说明和更高的要求。

5 主要条款的说明,主要技术指标、参数、实验验证的论述

①4.2 固化剂的选择

固化剂产品的使用效果受不同地区、不同环境、不同土质的影响较大,为了更精准地对固化剂产品的选择提出要求和标准,在满足**3.2 土壤固化剂**一节中的相关要求外,本节内容在进行地区应用调研的基础上采用了现行中国工程建设标准化协会标准《道路复合稳定土应用技术指南》(T/CECS G: D31-01)的规定,采用塑性指数和 0.075mm 颗粒含量两个指标对土质进行区分。

②4.3 配合比设计

固化剂混合料的配合比设计,在参考其他工程材料配合比设计的基础上,结合实际工程成熟经验,采用以目标配合比和生产配合比两阶段作为设计阶段,并以三个配合比作为最低基准进行试配,直到满足工程设计要求为止。本节对配合比设计的要求、步骤、参数指标和实践经验等进行了规定和介绍,易于工程采用。

③4.4 性能要求

本节对固化剂混合料应达到的工程性质和力学性能进行了规定。根据目前市场上固化剂混合料能达到的强度范围及工程应用的强度

要求对固化剂混合料进行了等级划分（表 4.4-1），以此为基础进行不同应用场景下的结构设计。应用场景细分为：公路结构层（结构层主要指基层、底基层）、城市道路结构层、公路路基、城市道路路基、场站地基等场景。其中，公路与城市道路结构层参照相应的公路和城市道路规范以 7d 龄期无侧限抗压强度作为强度指标；公路与城市道路路基则以最小承载比作为强度指标；应用于场站时，应根据场站用途和荷载要求参考结构层和路基标准进行计算，强度应满足设计要求。

④施工章节

路拌法施工速度快，避免材料的二次运输，成本低，适用于大规模城镇道路建设和旧有道路改造，但混合料均匀性较不足，容易在拌合层底部产生素土夹层，影响施工质量。厂拌法施工安排相对灵活，施工作业面占用小，混合料较均匀，施工质量较好，但施工速度慢，有二次运输成本。因此，二级以上公路、城市快速路和主干路的固化剂混合料采用厂拌法施工，三、四级公路、城市次干路、支路和场站的固化剂混合料结构层采用路拌法施工。

6 重大意见分歧的处理依据和结果

①关于本标准适用范围的确定

固化剂混合料的实际应用范围已经涉及到了道路、场站、淤泥处理、边坡防护、海岸回填、生态固化等多个方面，本标准仅针对应用需求最多的道路、场站两大场景。在适用范围确定问题上，依据立项及大纲评审会专家意见，并结合协会团体标准的定位和工程应用成果调研情况，确定道路及场站为本标准的适用范围，并细分为结构层和路基等不同区域。

②关于结构设计中固化剂混合料强度等级推荐的确定

对于不同场景下固化剂混合料强度的要求，应建立在满足公路、城市道路、场站等现有规范的基础上，本标准采用了区分荷载等级及道路等级的规定（表 4.5-1），而其中针对高速公路、一级公路、城市快速路、主干路，在重、极重、特重交通等级下是否能使用固化土作为道路结构层上编写组产生了分歧。在扩大相关工程调研范围的基础上，认为虽然高等级固化土的强度指标可以达到道路结构层强度要求，但目前相关工程经验较少，考虑到高等级道路的功能定位和降低使用风险，最后达成一致，不推荐在高速公路、一级公路、城市快速路、主干路为重及以上荷载等级的情况下采用固化土作为基层。

7 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

无

8 作为推荐性标准建议及其理由

土壤固化剂处理土体或基质材料时，固化剂用量少，工程造价低，易于运输，施工便捷，适用性广。目前，有关土壤固化技术的研究主要集中在研发不同种类的固化剂及相应的作用机理，对土体环境复杂，影响因素多的实际工程，缺乏系统性施工应用研究，导致固化剂处理地基技术上，有关固化技术的相关标准、规范、规程和指导性文件较少。且现有固化剂的相关标准《土壤固化外加剂》（CJ/T 486）和《软土固化剂》（CJ/T 526）主要强调材料研究，设计、施工和质量管理等部分不完善；《土壤固化剂应用技术标准》（CJJ/T 286）和《城镇道路土壤固化剂稳定混合料基层技术规范》（DB 42/T 1014-2014），主要针对城市道路，对应用范围更大的公路应用研究和规定缺失等；同时缺乏针对不同应用场景的专用拌和施工设备的研究应用。标准化和专用拌和施工设备等的缺失，影响生产-设计-施工

产业化链条，影响固化剂地基处理技术推广应用。

因此，为了扩大固化剂混合料在道路结构和地基处理等工程中的应用，促进技术的标准化、规范化和精细化，提高固化剂处理地基工程的质量，保障其规模化应用及推广，在广泛调研、征求意见、认真总结室内外试验和以往固化剂混合料应用技术的设计、施工、质量检验等实践经验基础上，参考有关国内外先进标准，制定本指南，从固化剂使用到设计施工整个过程中形成规范做法，明确固化土的力学性能、变形性能和耐久性能，确定设计施工质量控制措施和指标，支撑工程建设的发展。

9 贯彻标准的措施建议

建议固化剂生产厂家、全国勘察设计单位、施工单位、建设主管部门等贯彻执行本标准，用于指导固化剂混合料技术的应用。

10 其他应说明的事项

无