

讲师简介

肖智广

工程师



洛阳恒诺锚固技术有限公司技术总监

12年自钻式中空锚固系统的设计、研发经验，专注自钻式中空锚杆支护、加固相关的科研、设计、施工工作

先后前往欧美地区7个国家参访学习国际岩土锚固新技术、新装备、新工艺

参加美国TEI Rock Drill' s Hollow Bar School(自钻式锚杆培训学校)并获毕业证书

发表学术论文7篇、专利20余项、主持科技局项目10余项、主编企业标准6部、参编行业标准《CECS22岩土锚杆技术规程》、团体标准等4部



自钻式锚杆在岩土工程易塌孔地层中的应用

汇报人：肖智广

单 位：洛阳恒诺锚固技术有限公司辽宁办事处

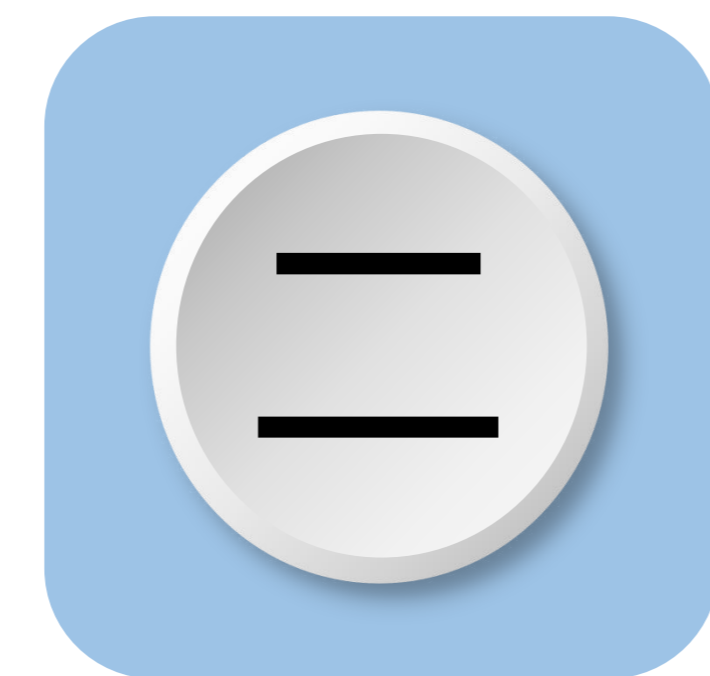
2025 年 04 月



目录



一 公司介绍



二 自钻式锚杆产品系统



三 施工装备及工艺



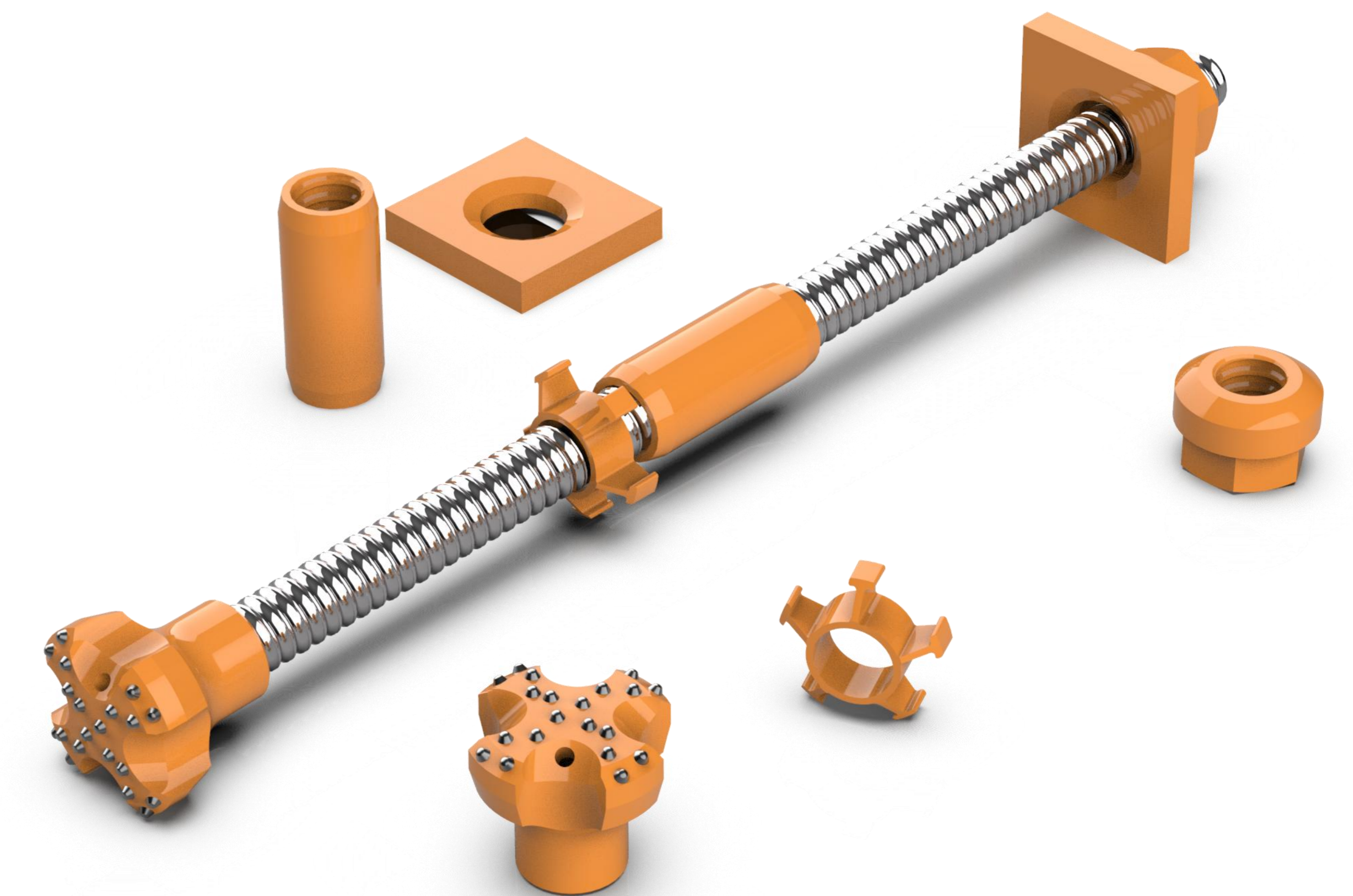
四 应用范围、锚固效果



五 应用案例



六 应用场景



洛阳恒诺锚固技术有限公司是一家持续聚焦岩土锚固领域的高新技术企业，致力于为客户提供系统解决方案。

经过20年的行业积淀，恒诺产品及方案服务6大洲70多个国家，深得客户青睐。

Luoyang Hengnuo Anchor Technology Co., Ltd. is a high-tech enterprise that continues to focus on geotechnical anchoring engineering. It is committed to providing customers with system solutions.

After 20 years of industry accumulation, Hengnuo products and solutions have served more than 50 countries on 6 continents, and are deeply favored by customers.



公司愿景Corporation Vision

成为全球岩土锚固领域领先的生产力提供者

Become a leading productivity provider in geotechnical anchoring.



公司使命Corporation Mission

持续为全球岩土锚固工程提供有竞争力的解决方案，让工程建设更加安全、高效

Keep providing competitive solutions to global geotechnical anchoring projects, making projects safer and more efficient.



公司价值观Core Values

结果导向、客户价值、专注专业、敢于担当

Result-orientation, Customer value, Focus and professional, Courage to bear

资质荣誉/Honor



高新技术企业
National High-tech
Enterprise



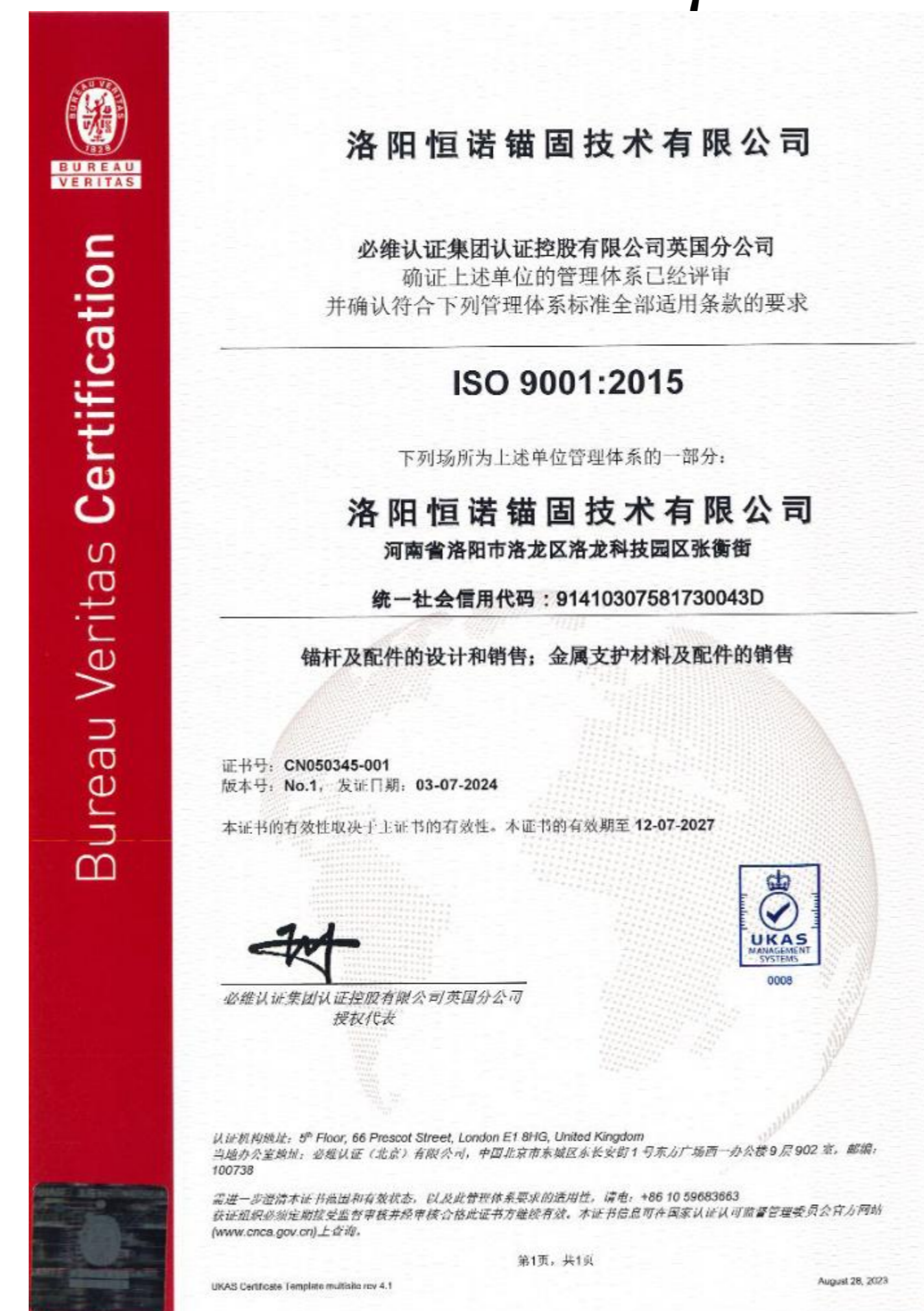
洛阳市“小巨人”培育企业
Luoyang "Little Giant"
Cultivate Enterprise



洛阳市自钻式锚杆工程技术研究中心
Luoyang Engineering
Technology Research Center for
Self-Drilling Anchor Rods



矿用安全标志证书
Safety Certification of
Approval for Mining
Products



ISO 9001证书
ISO 9001 Certificate



CE证书
CE Certificate

公司配备30余人的技术团队，均为本科及以上学历。公司注重研发能力的提升，目前已获取专利106项，发表论文11篇，参编行业标准一项，内部企业标准20多项，标准在行业内具有领先水平。

Hengnuo is equipped with a technical team of more than 30 people, all with a bachelor's degree or above.

The company pays attention to the improvement of R&D capabilities. Until now, it has obtained 106 patents, published 11 papers, participated in compiling an industry standard, and more than 20 corporate standards. The standards are at the leading level in the industry.





作为一家自钻式锚杆系统方案提供商，依靠优质的产品、专业的技术和完善的服务，恒诺产品和方案服务美国、加拿大、德国、瑞典、巴西、智利等70多个国家，在行业内赢得良好口碑。

As a self-drilling anchor system solution provider, relying on high-quality products, professional technology and perfect services, Hengnuo products and solutions have served more than 50 countries including the United States, Canada, Germany, Sweden, Brazil, and Chile. Hengnuo have won a good reputation in the industry.

辽宁办事处/Honor



根据公司的战略发展规划，为积极响应市场变化，深化内贸区域市场布局，进一步拓展业务版图，经公司研究决定，在辽宁省大连市成立辽宁办事处，辽宁办事处的成立，是公司发展历程中的重要一步，这一重要举措，标志着公司发展迈入了新的阶段，预示着我司在辽宁地区的竞争力将显著提升。

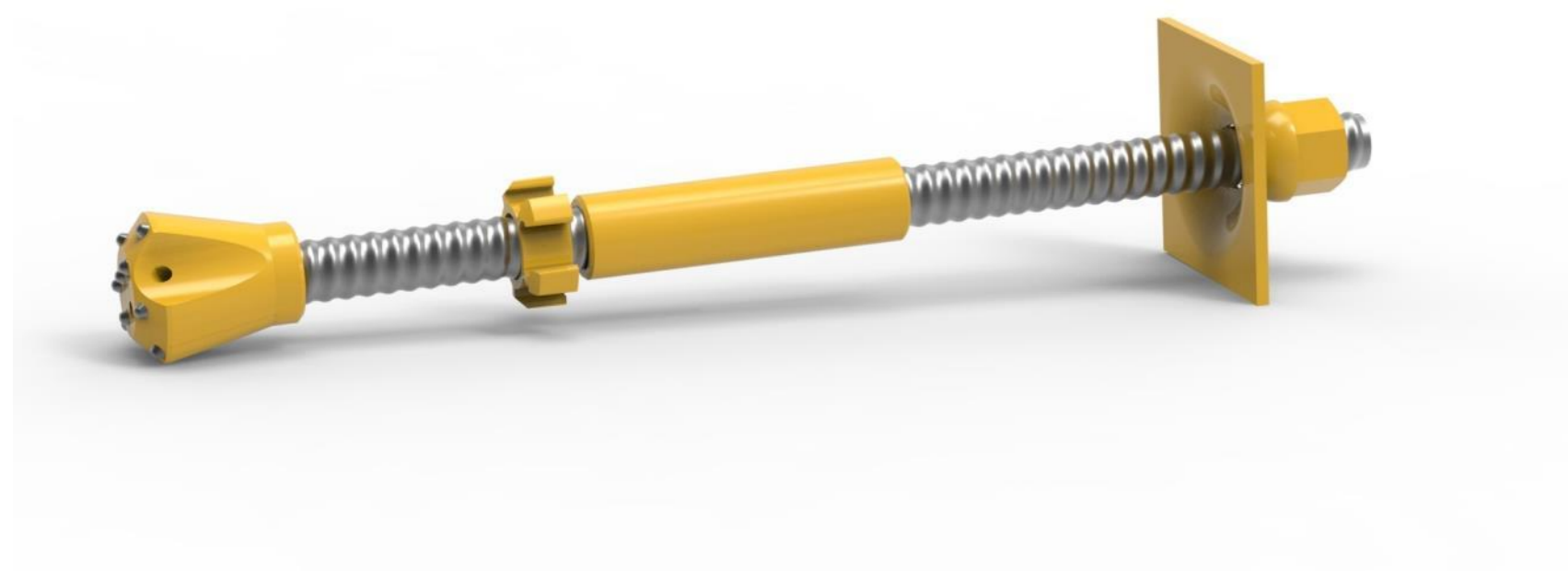
According to the company's strategic development plan, to actively respond to market changes, deepen the domestic trade regional market layout, and further expand the business territory, the company has decided after research to establish a Liaoning Office in Dalian City, Liaoning Province. The establishment of the Liaoning Office is an important step in the company's development process. This significant measure marks that the company's development has entered a new stage, indicating that our company's competitiveness in the Liaoning region will be significantly enhanced.





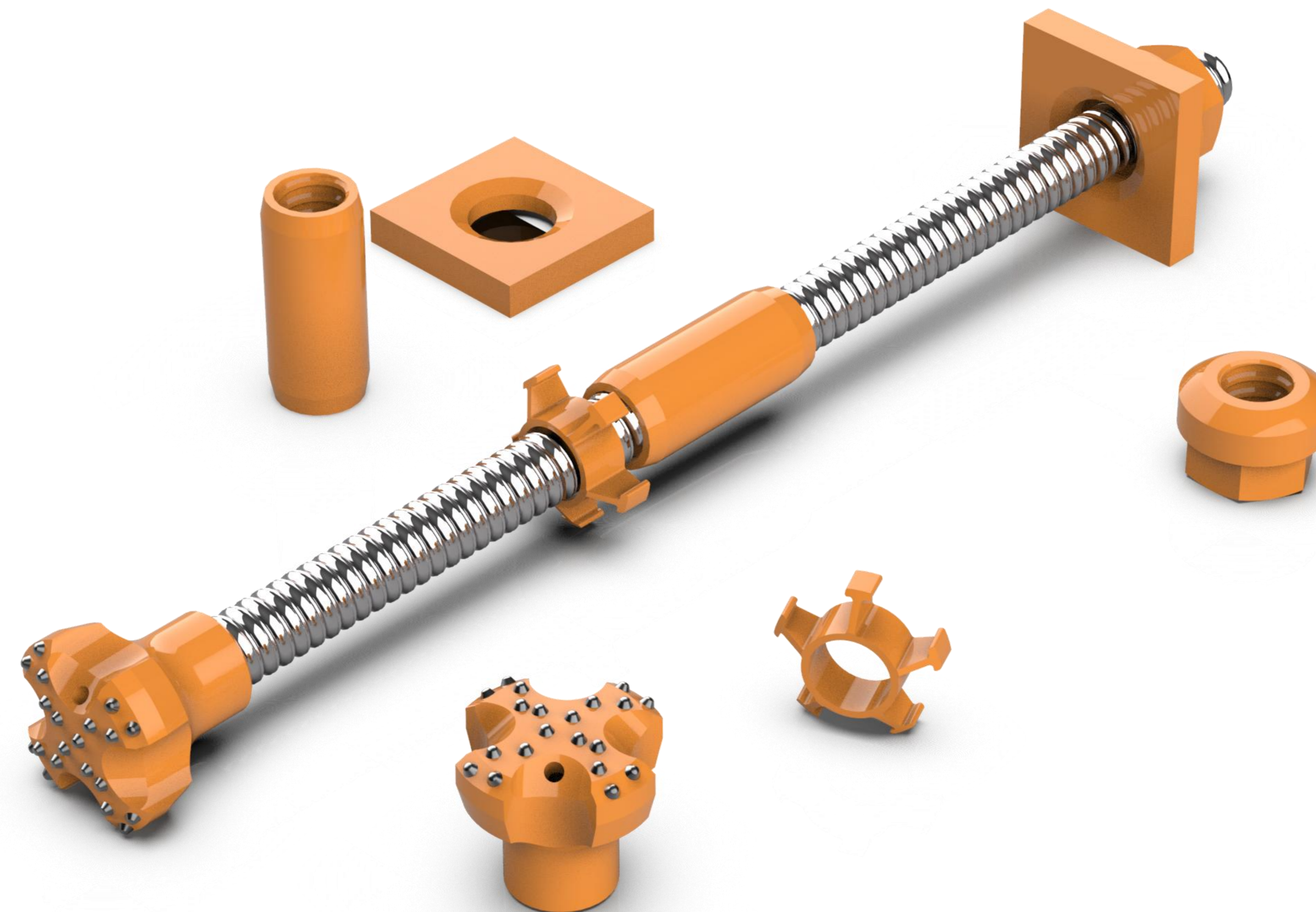
Part **1**

产品系统



■ 定义:

自钻式中空锚固系统由中空锚杆体、锚具（螺母、垫板）、连接套、居中器、钻头等组成。





■ 产品系统特点

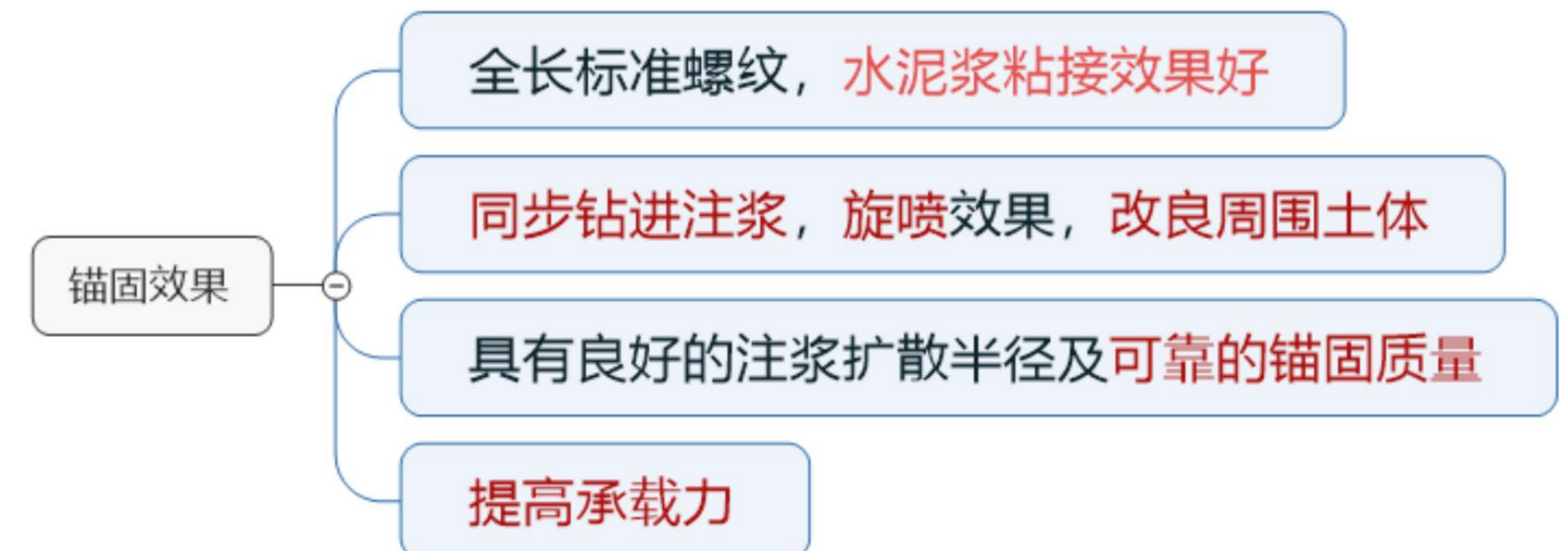
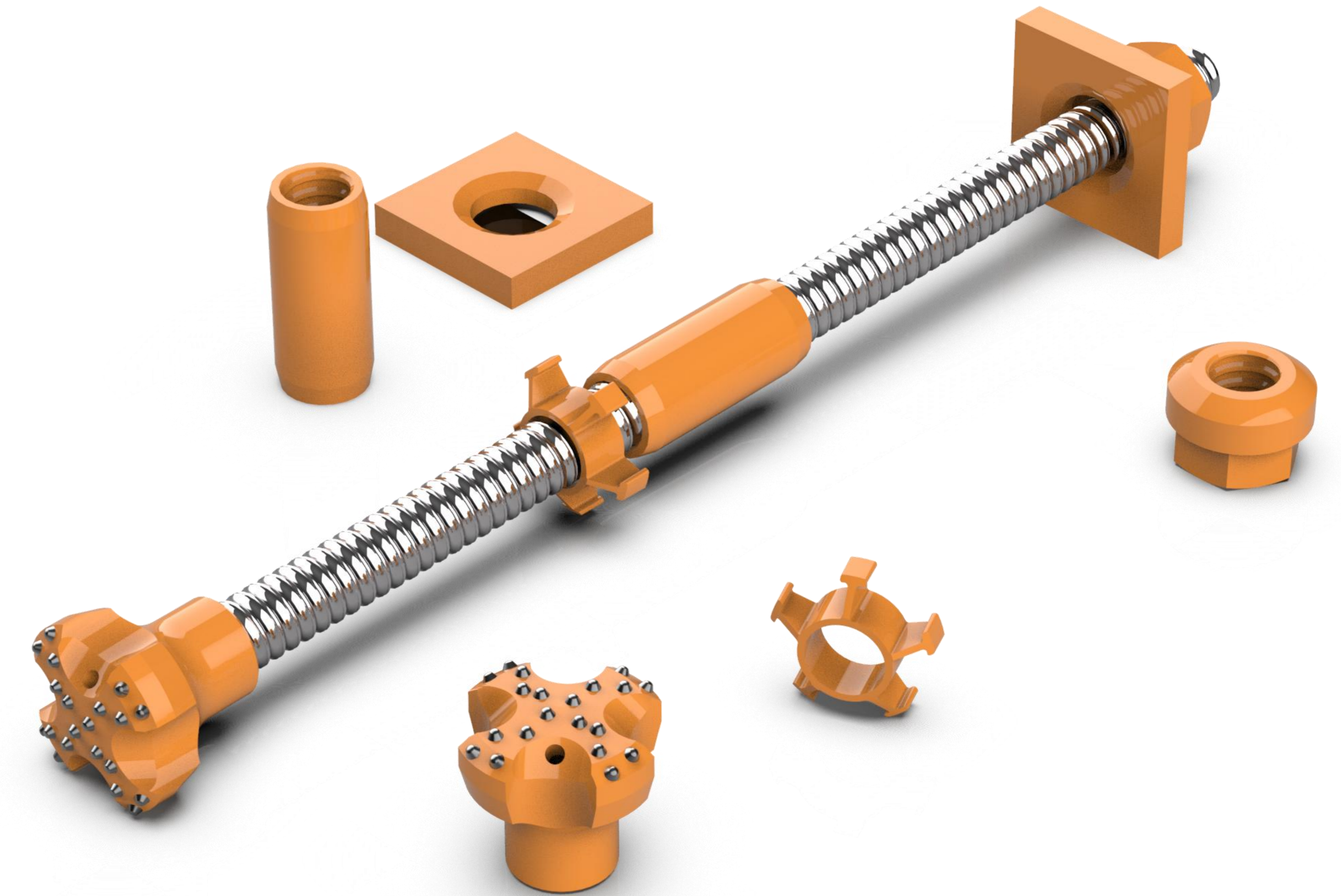
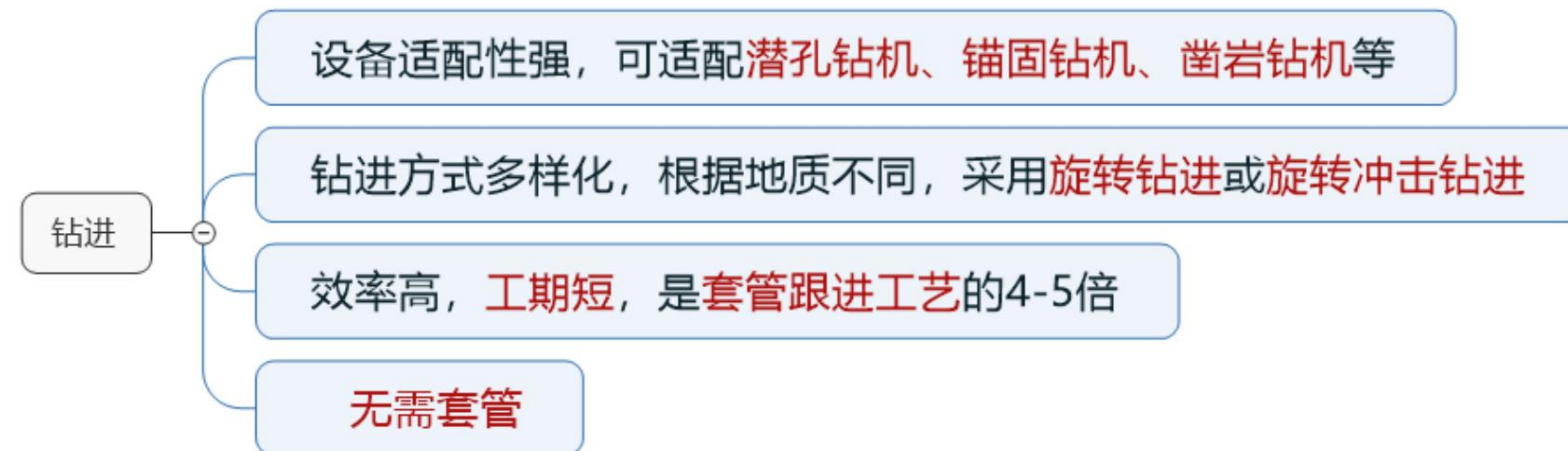
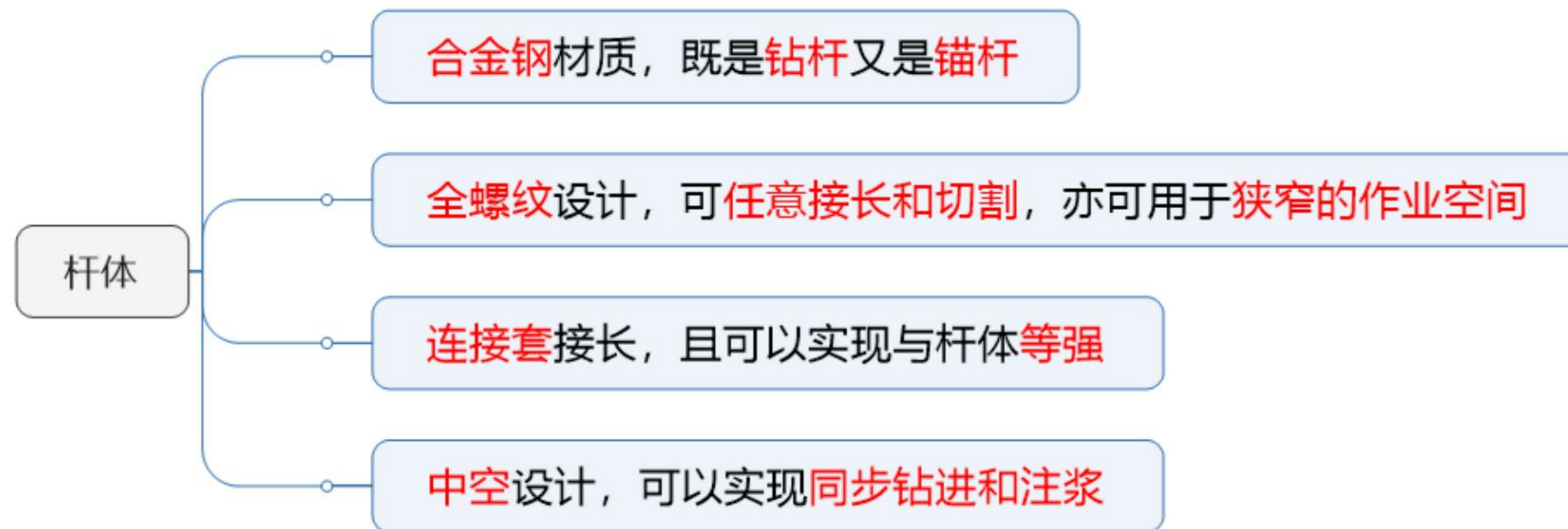
自钻式中空锚固系统是一种集**钻进、注浆、锚固等功能为一体**的一种新型锚固方法。

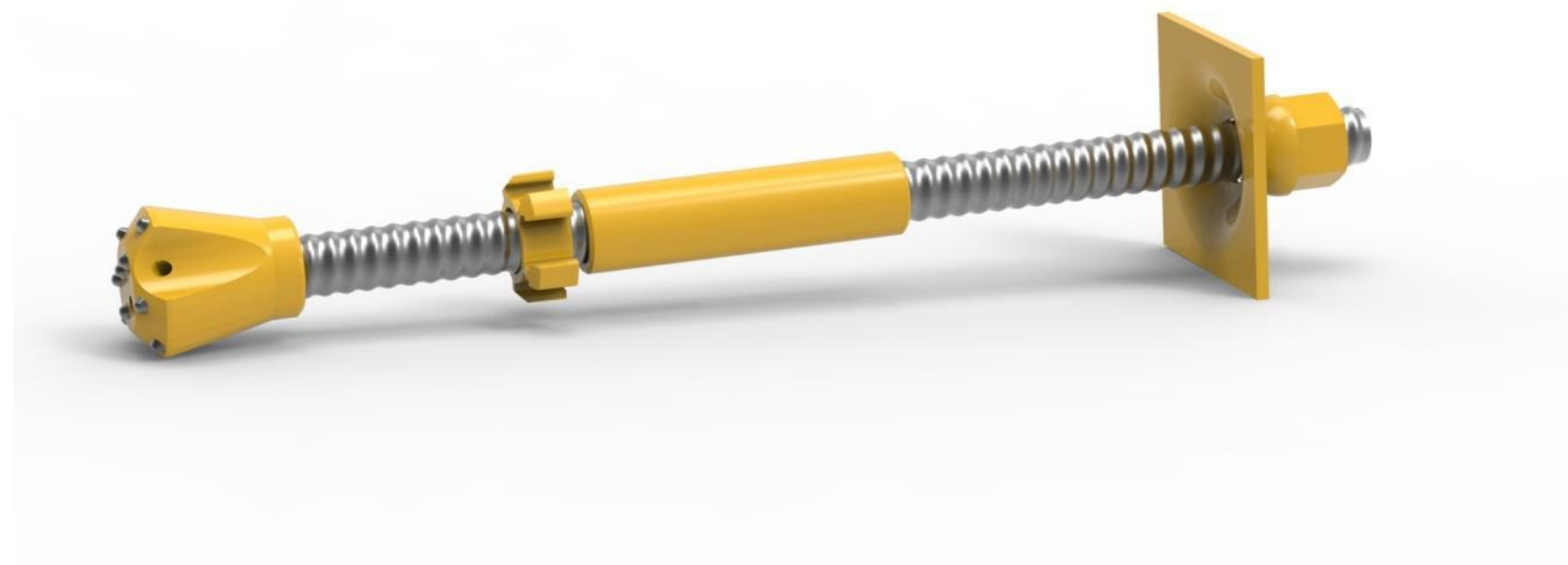
可解决**松散、易塌孔地层**（**土夹石、杂填土、圆砾、鹅卵石等**）中钻进和锚固问题，实现**无需套管**情况下快速钻进与注浆。

与传统的钻进、锚固系统相比，它的**核心优势**是受地层影响小、**施工效率极高**，可降低综合成本；具有**改良周围土体**效果，可提高**锚固体承载力**。



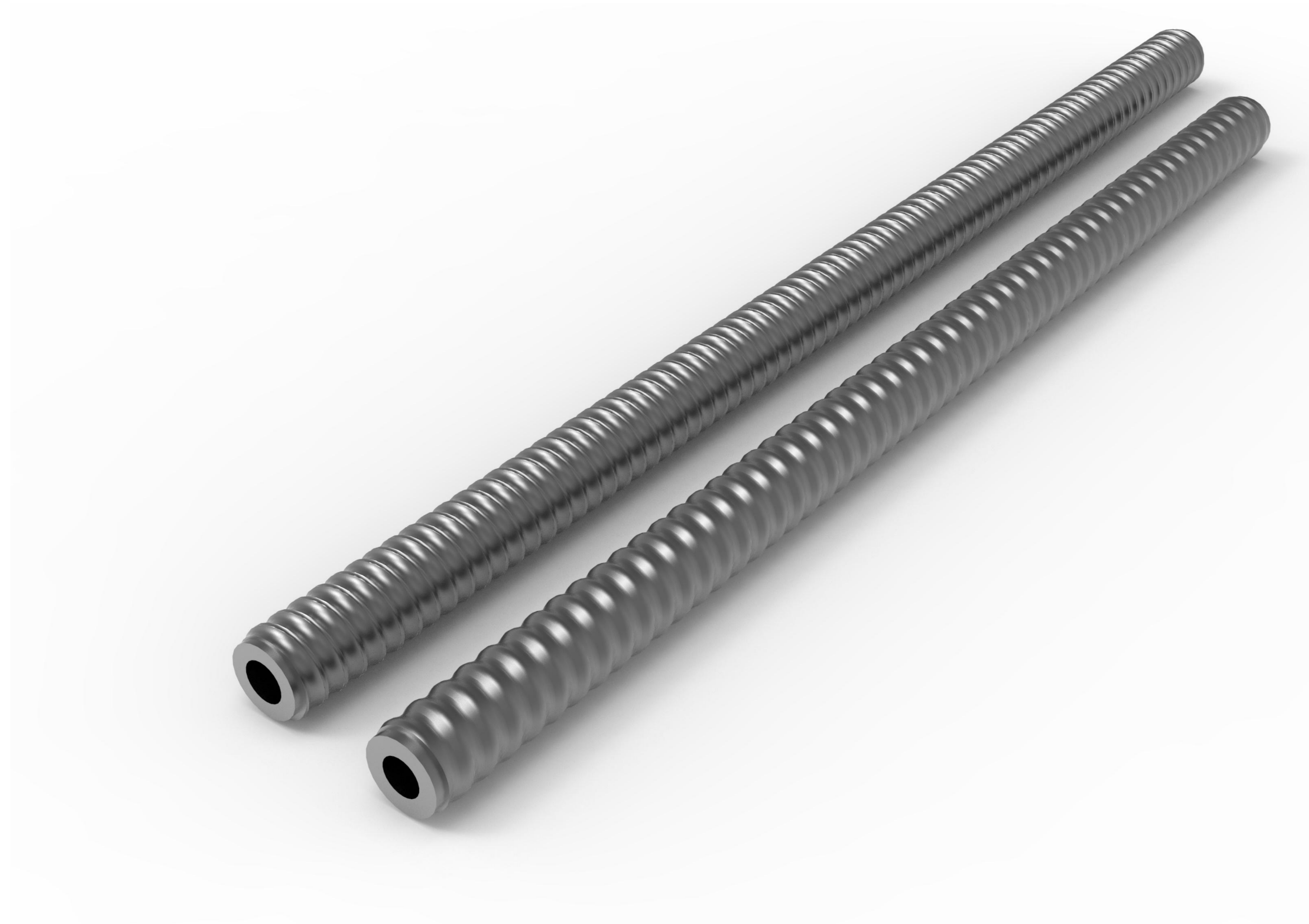
■ 产品系统优势





■ 产品介绍—中空锚杆体

- 带有连续外螺纹且中部空心的杆状钢制构件



规格型号:

R25、R32、R38、R51

T30、T40、T52、T73、T76、T103、T111、T130、

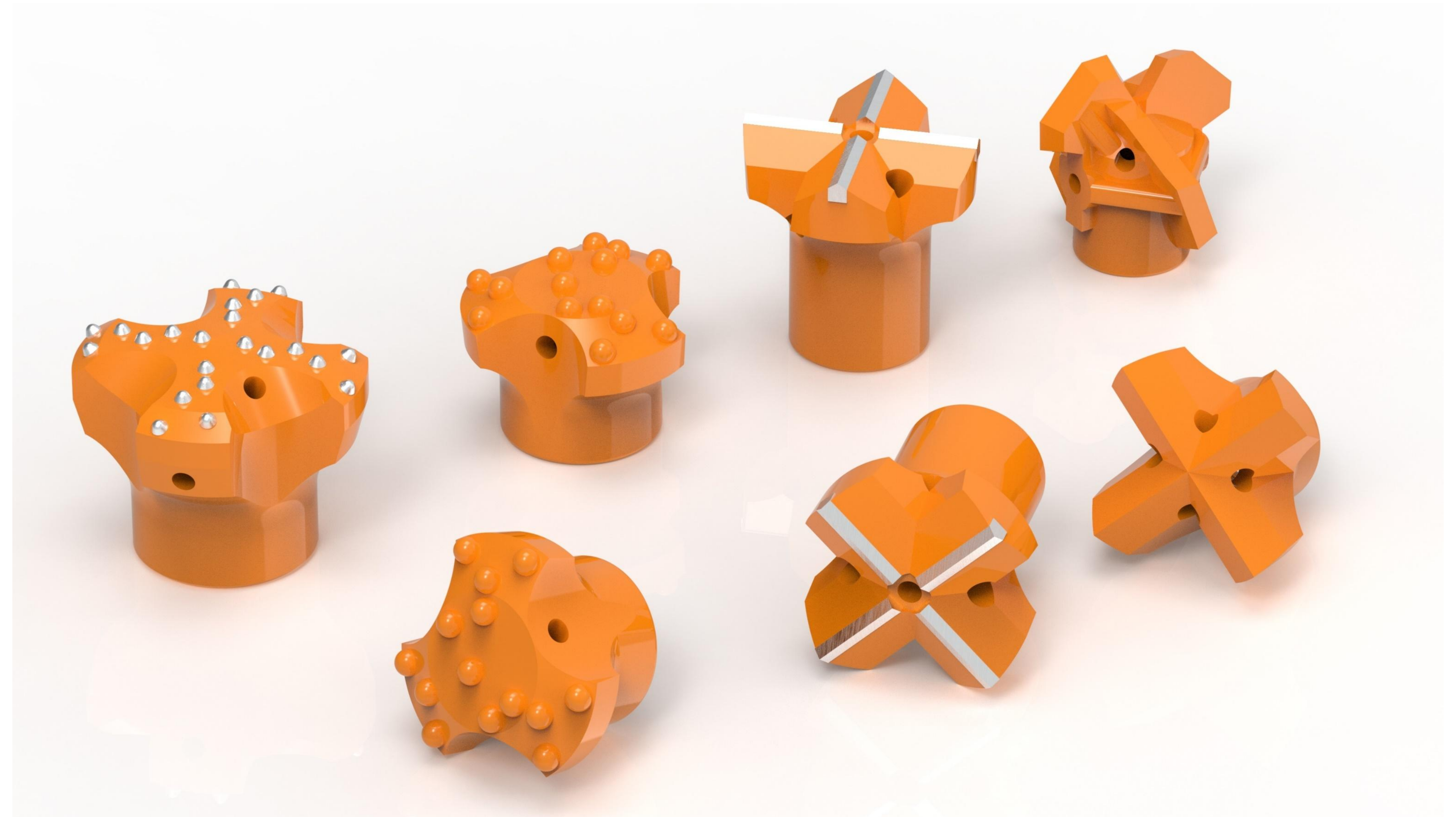
T150、T200

杆体的**极限拉拔力可达200kN~14000kN**



■ 产品介绍—钻头

用在中空锚杆体**端部**
具有**钻进**岩土层功能的部件
可广泛**适用**不同地层





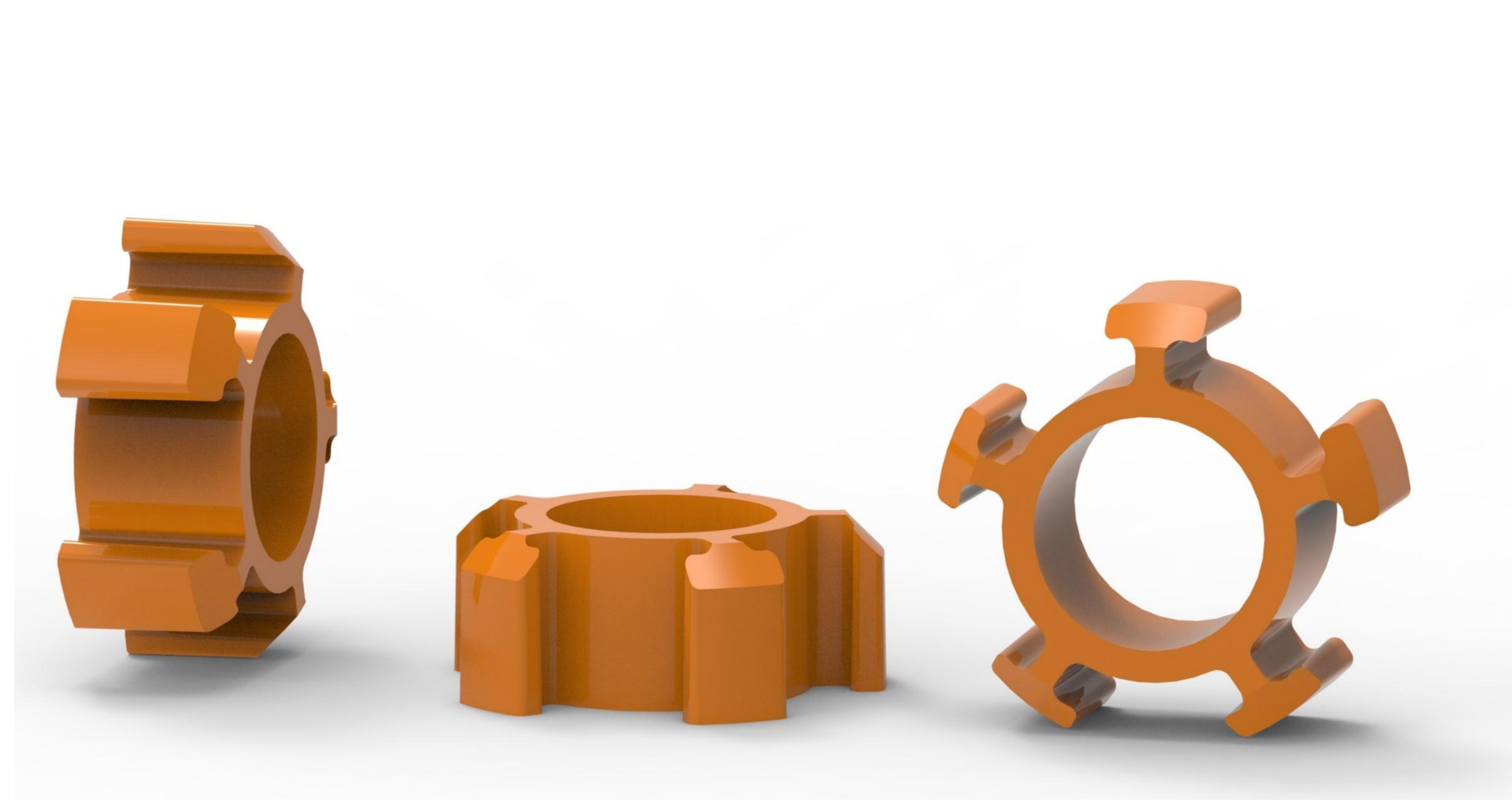
■ 产品介绍—连接套

用于**连接**中空锚杆体
钢制**套筒**、带有**内螺纹**
可实现**与杆体等强**



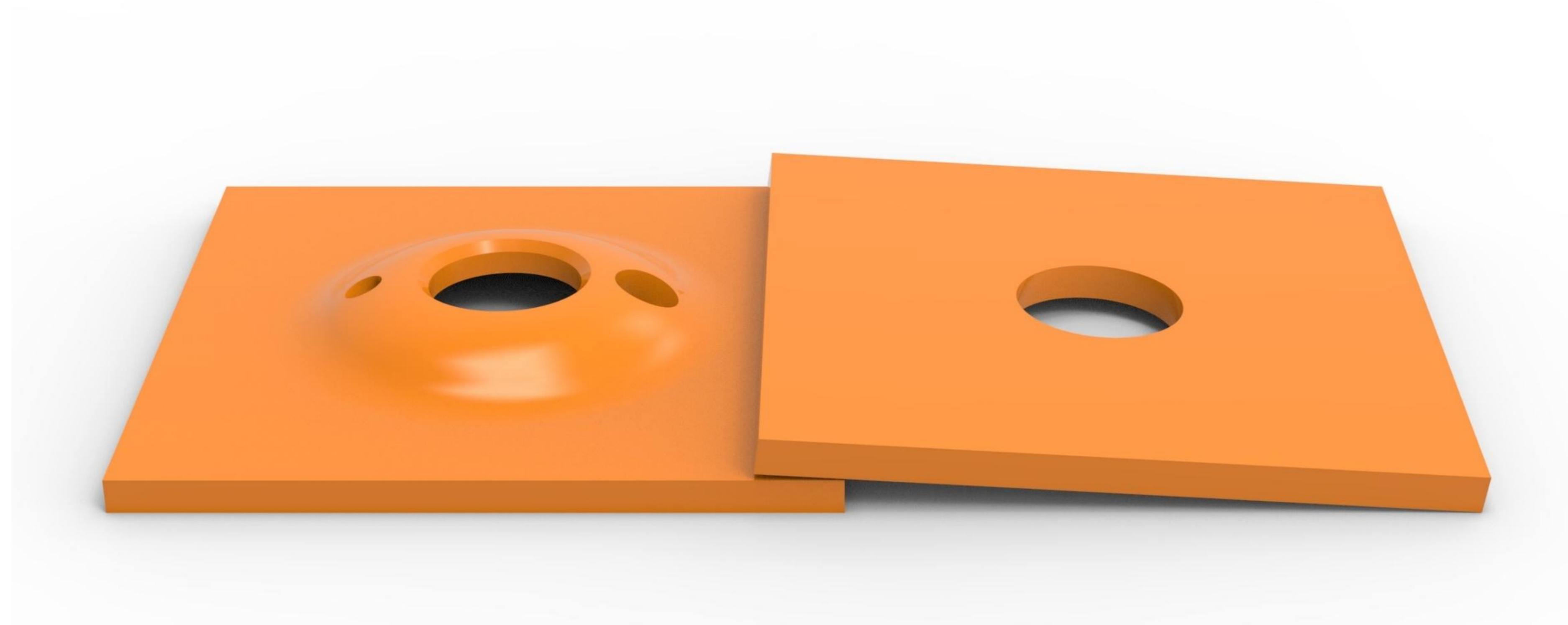
■ 产品介绍—居中器

确保中空锚杆体位于**钻孔中间**
尽可能确保**杆体周围**的**浆体厚度均匀**



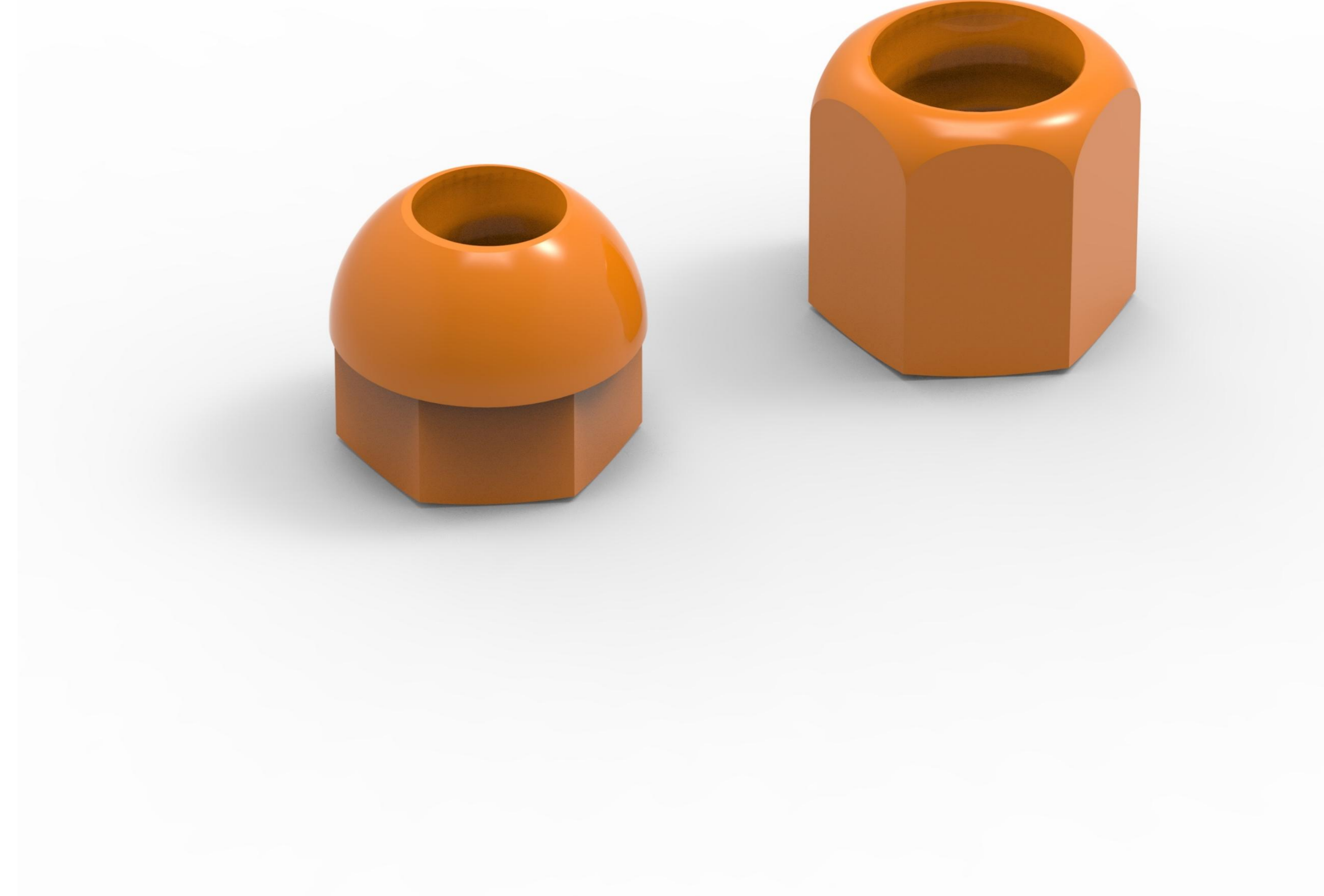
■ 产品介绍—垫板

带有**内孔**的钢制**板**状构件
用于**锚固力**的**传递**



■ 产品介绍—螺母

将杆体的**锚固力**传递给**垫板**
将垫板**锁紧**
带**内螺纹**的钢制构件
具有**角度适配功能**

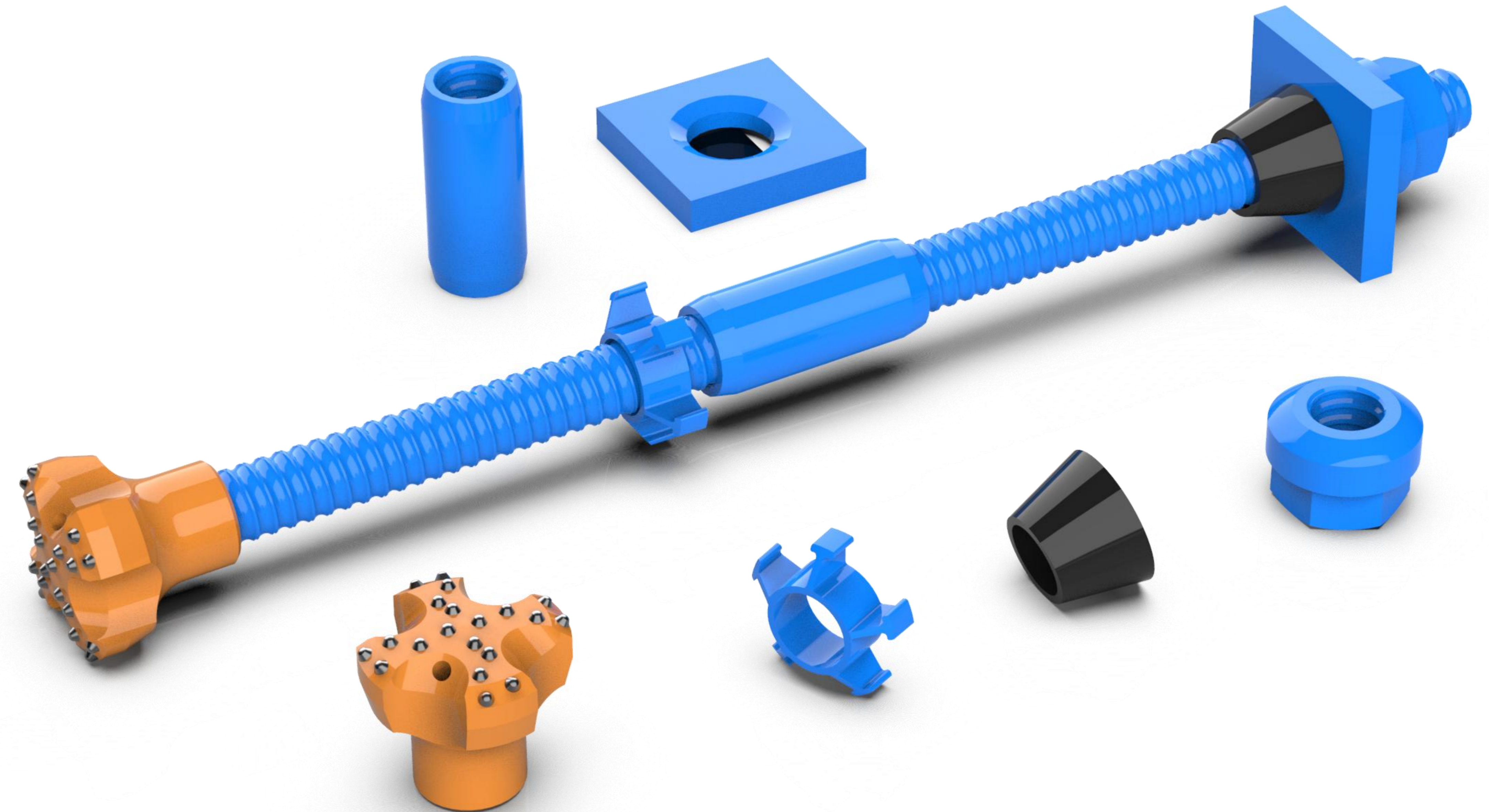


■ 产品介绍—防腐

镀锌锚杆



双重防腐锚杆



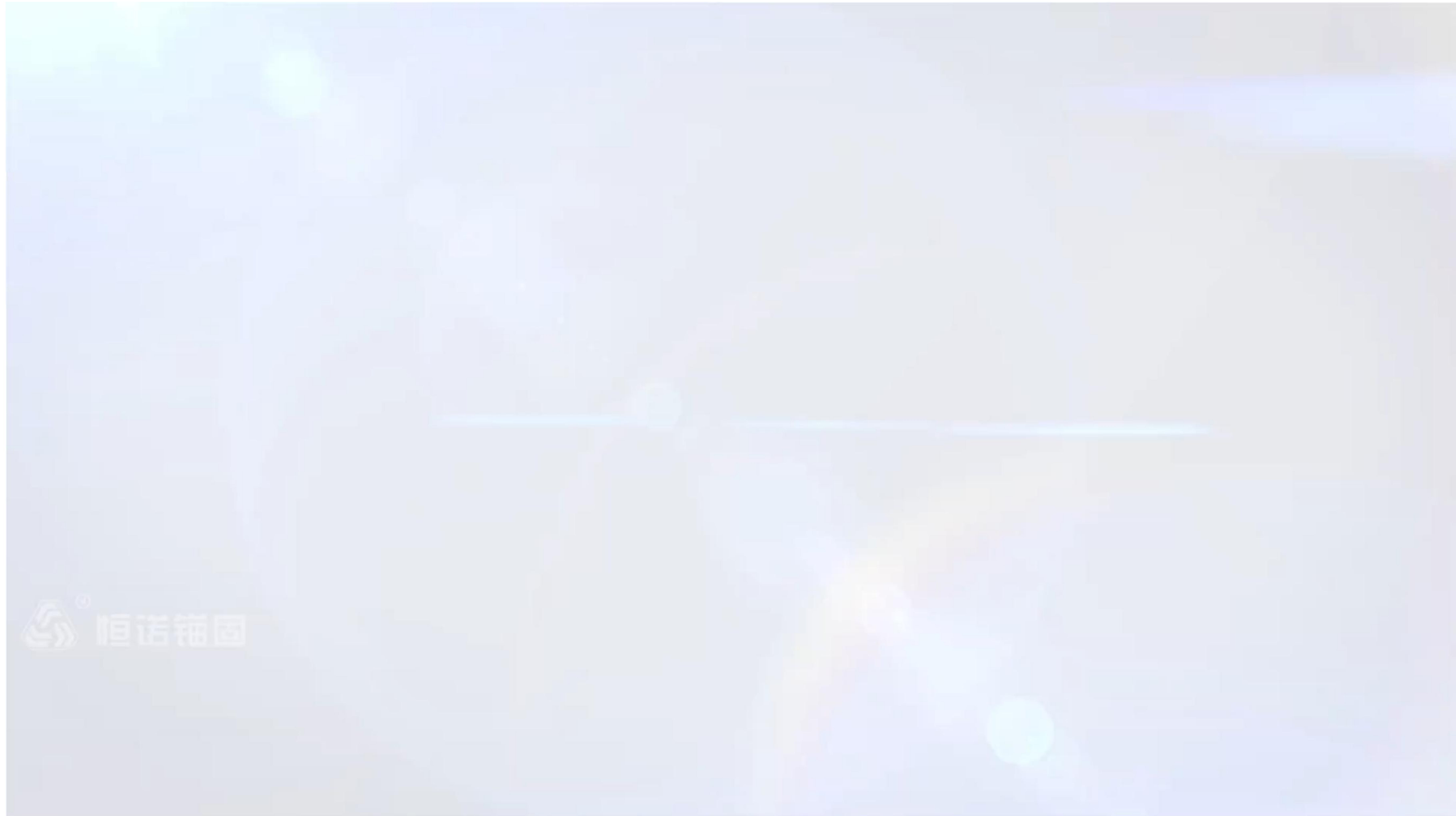


Part **2**

自钻式锚杆施工设备及工艺



■ 施工工艺





■ 钻进设备

①对于工程规模较小，可选用气腿凿岩机



③对于部分工程如边坡、地基与基础，可以采用履带式冲击钻机进行施工



②对于工程规模较大的如隧道及地下工程，可选用凿岩台车或锚杆台车



④对于部分工程如边坡、地基与基础，也可将凿岩机安装在挖掘机机臂上进行施工





Part **3**

应用范围、结构、锚固效果

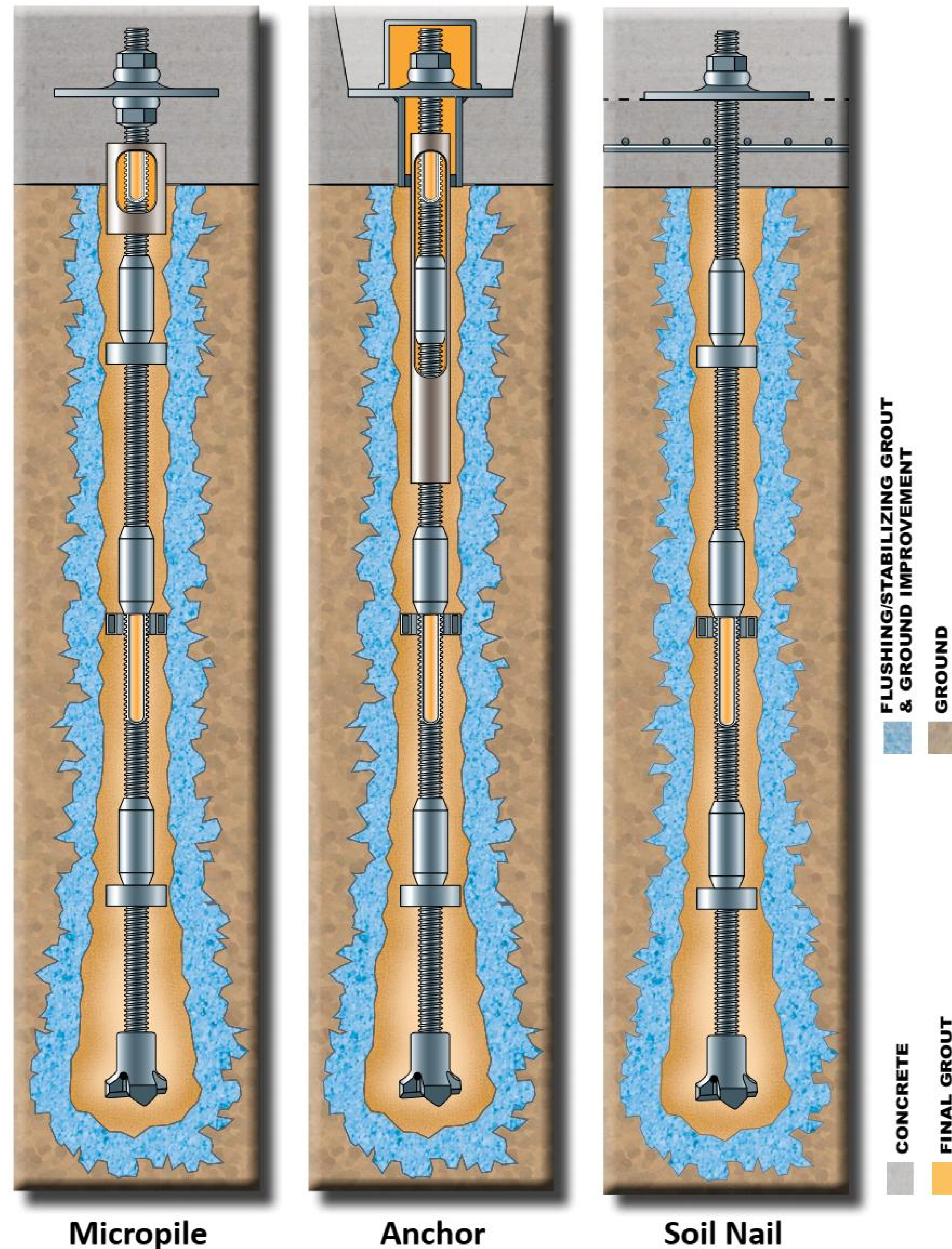


应用范围

起初，杆体的直径很小，范围是25mm—51mm，因此应用范围有限。

随着中空锚固系统的发展，杆体直径不断加大（25mm~200mm），钻孔直径不断加大（40mm-400mm），应用范围扩大到一系列应用，包括**土钉**(soil nails)、**锚杆**(anchors)、**微型桩**(抗拉、抗压)(micropiles)、**超前小导管** (spiles)、**超前管棚**(forepoling)等。

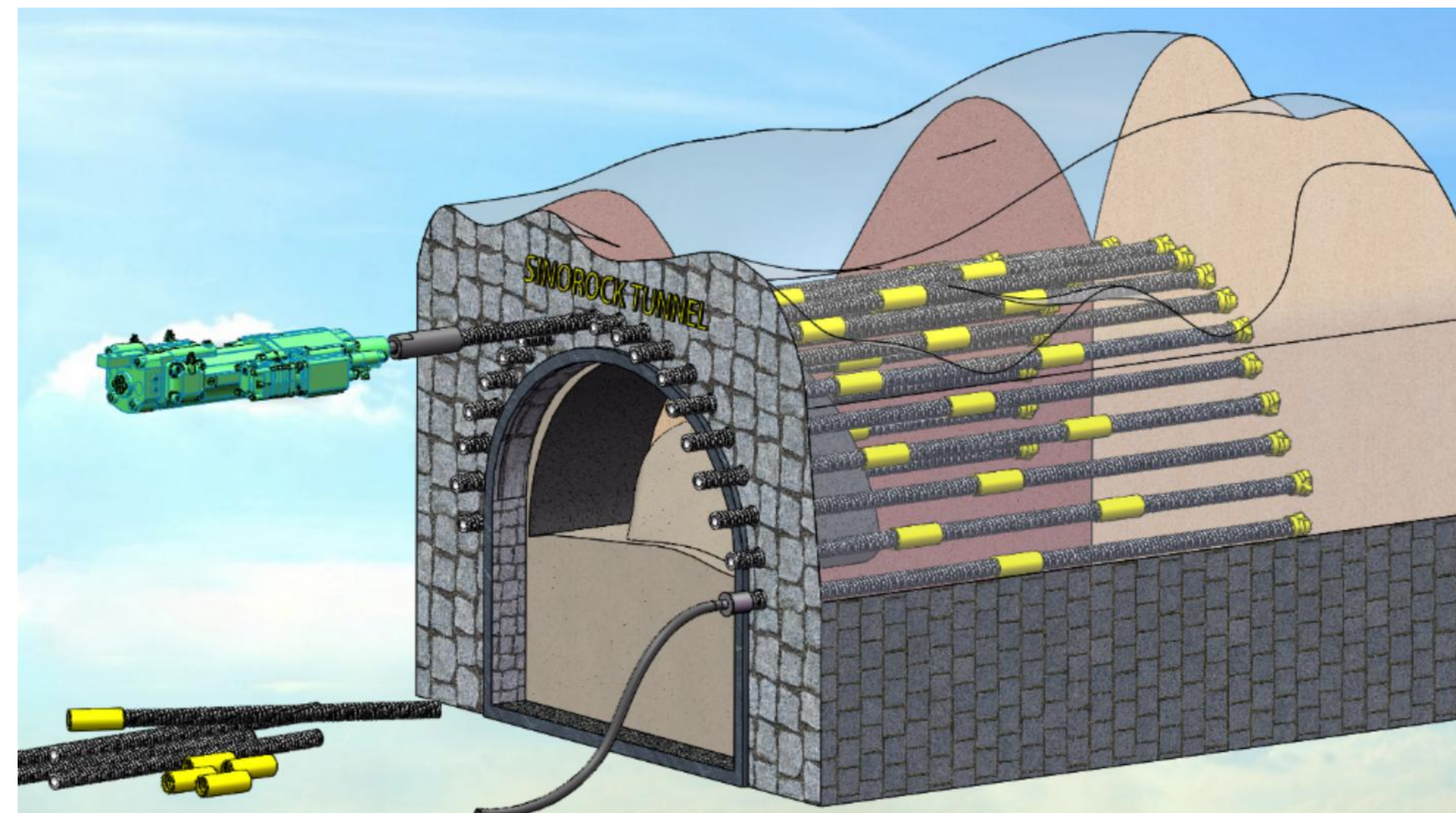
需要强调的是，自钻式中空锚固系统的适用性会随着地质条件、载荷要求、成本和耐用性的不同而改变。



Micropile

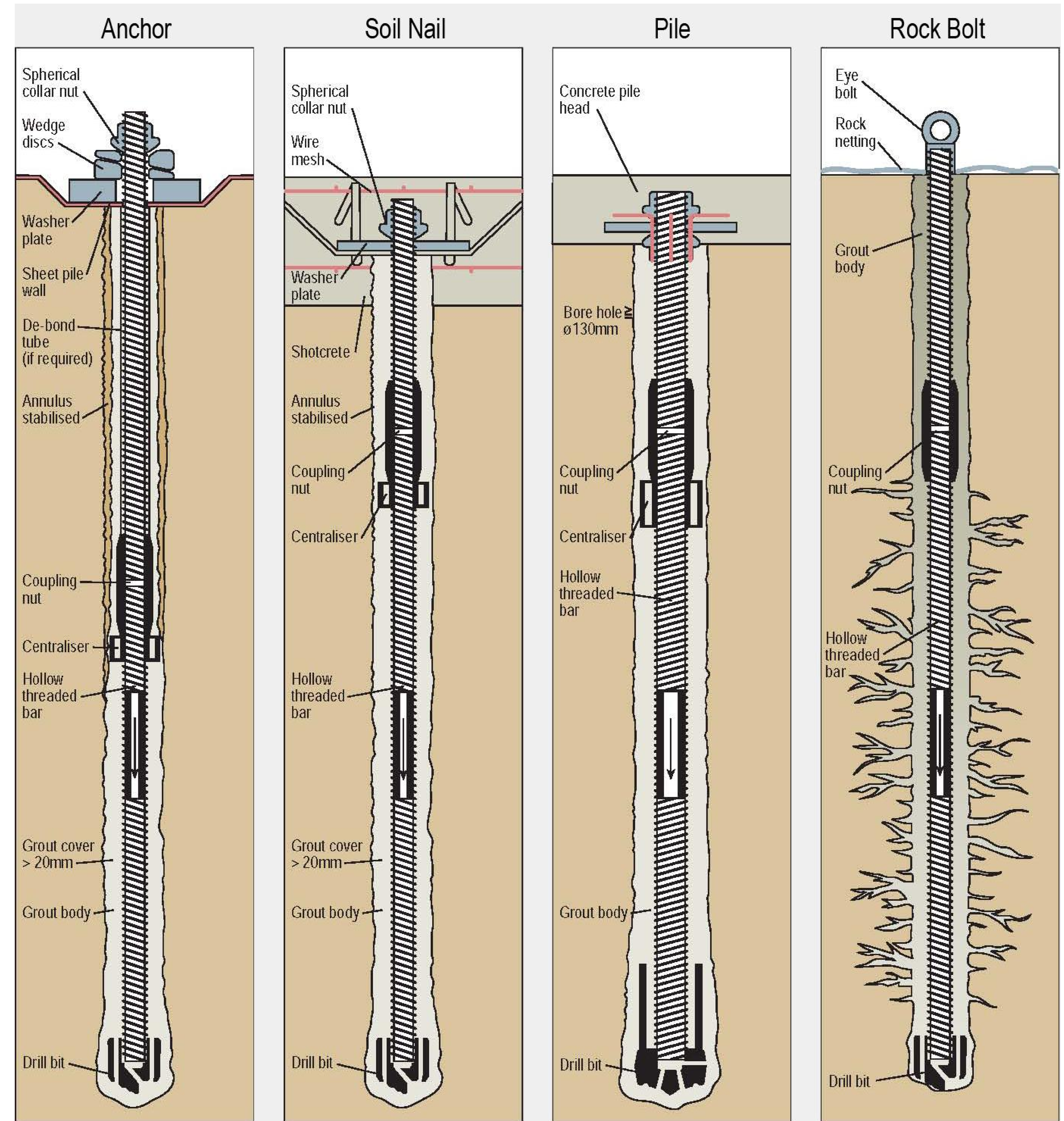
Anchor

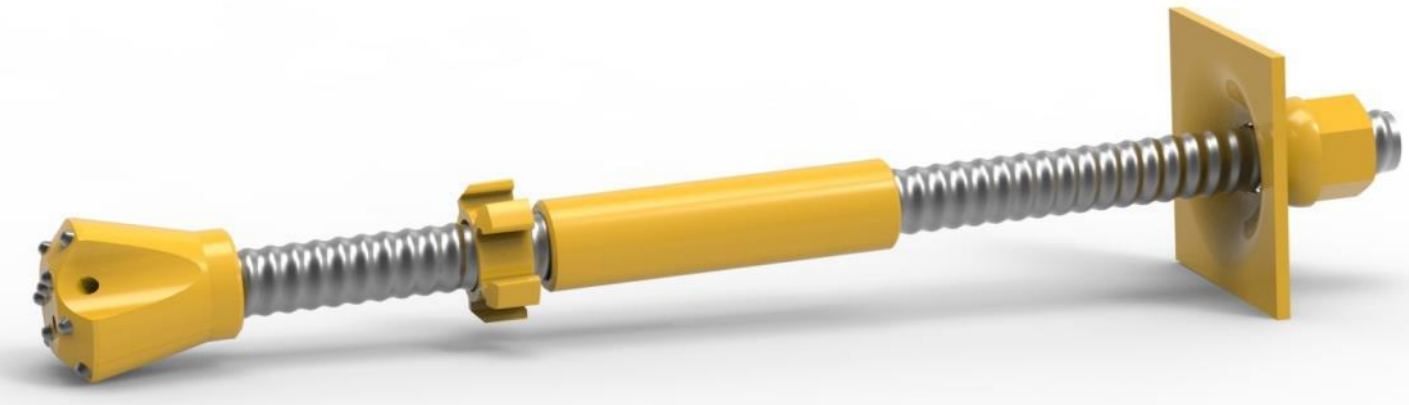
Soil Nail



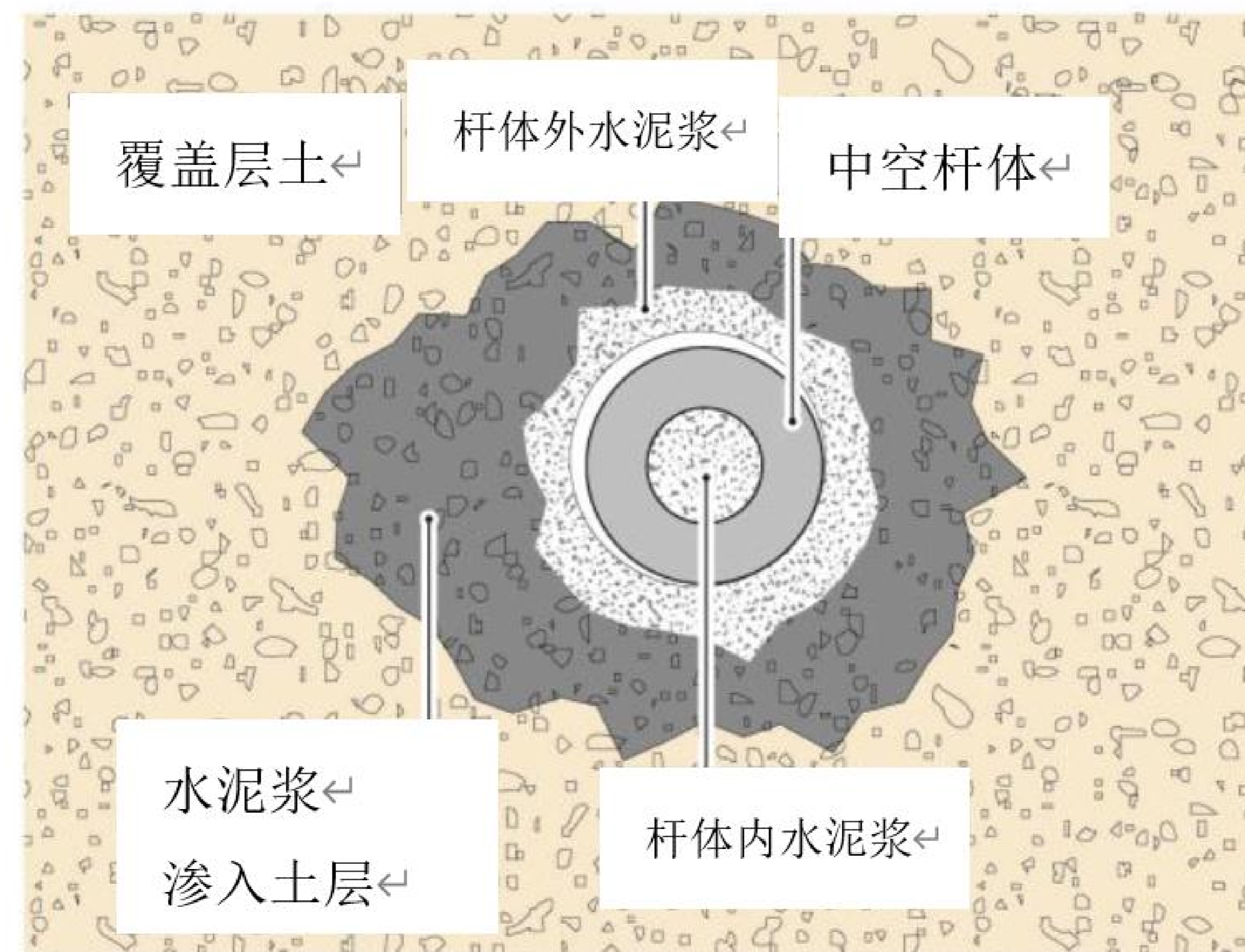
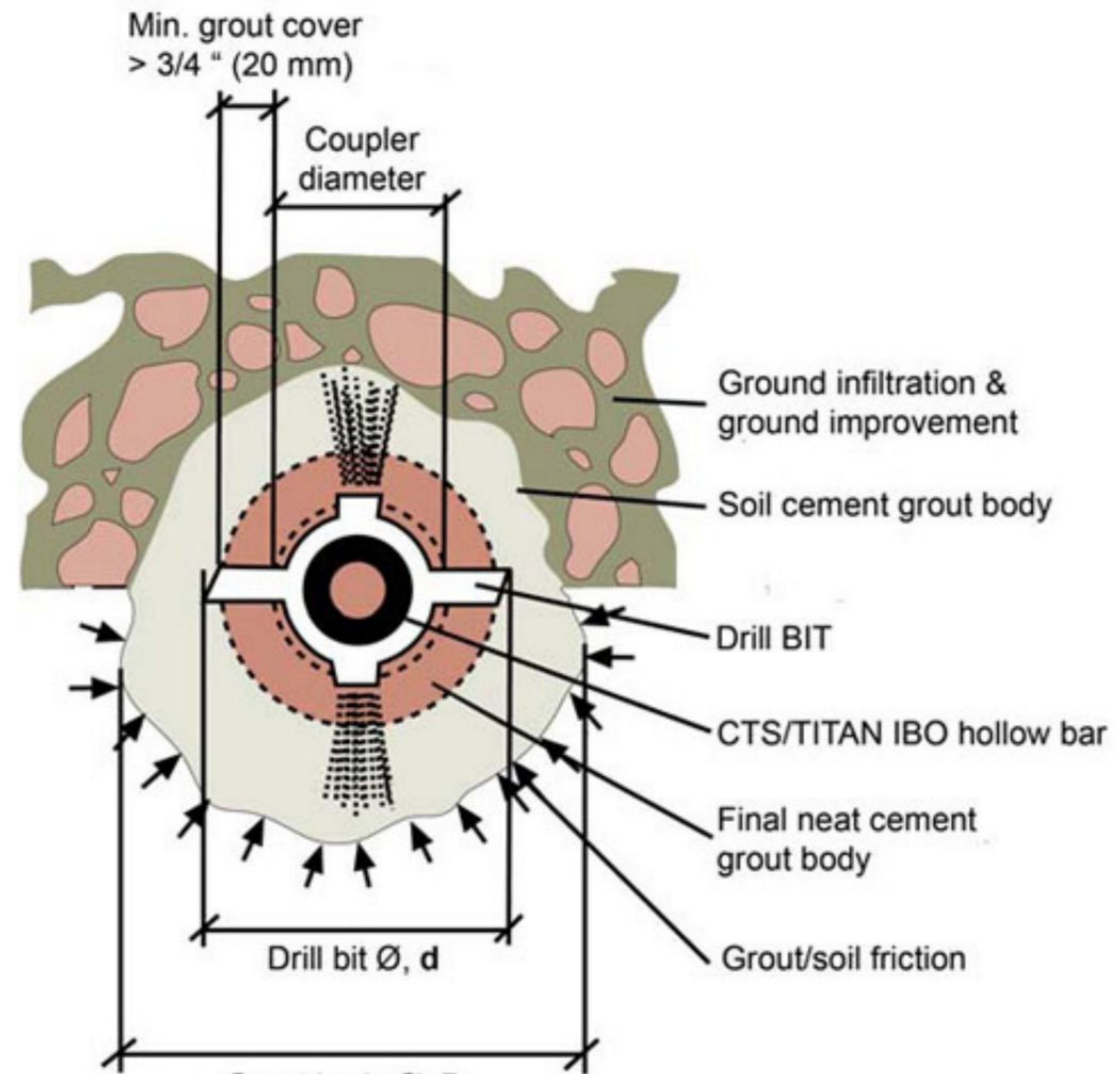
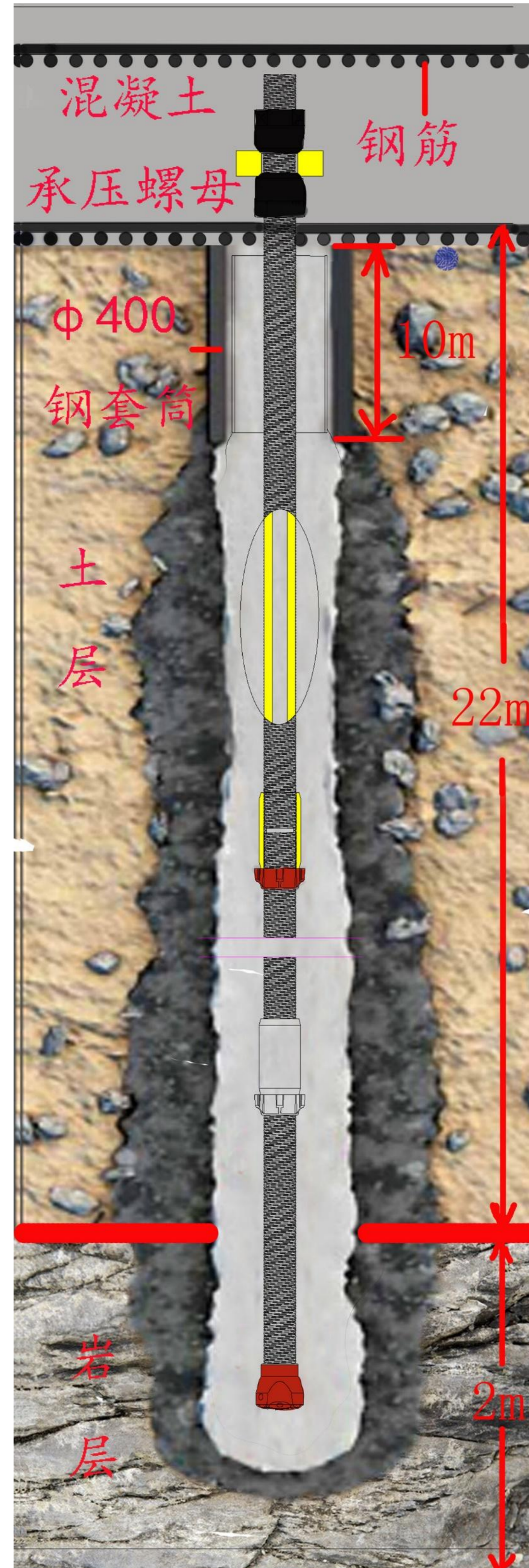


■ 应用结构





■ 锚固效果



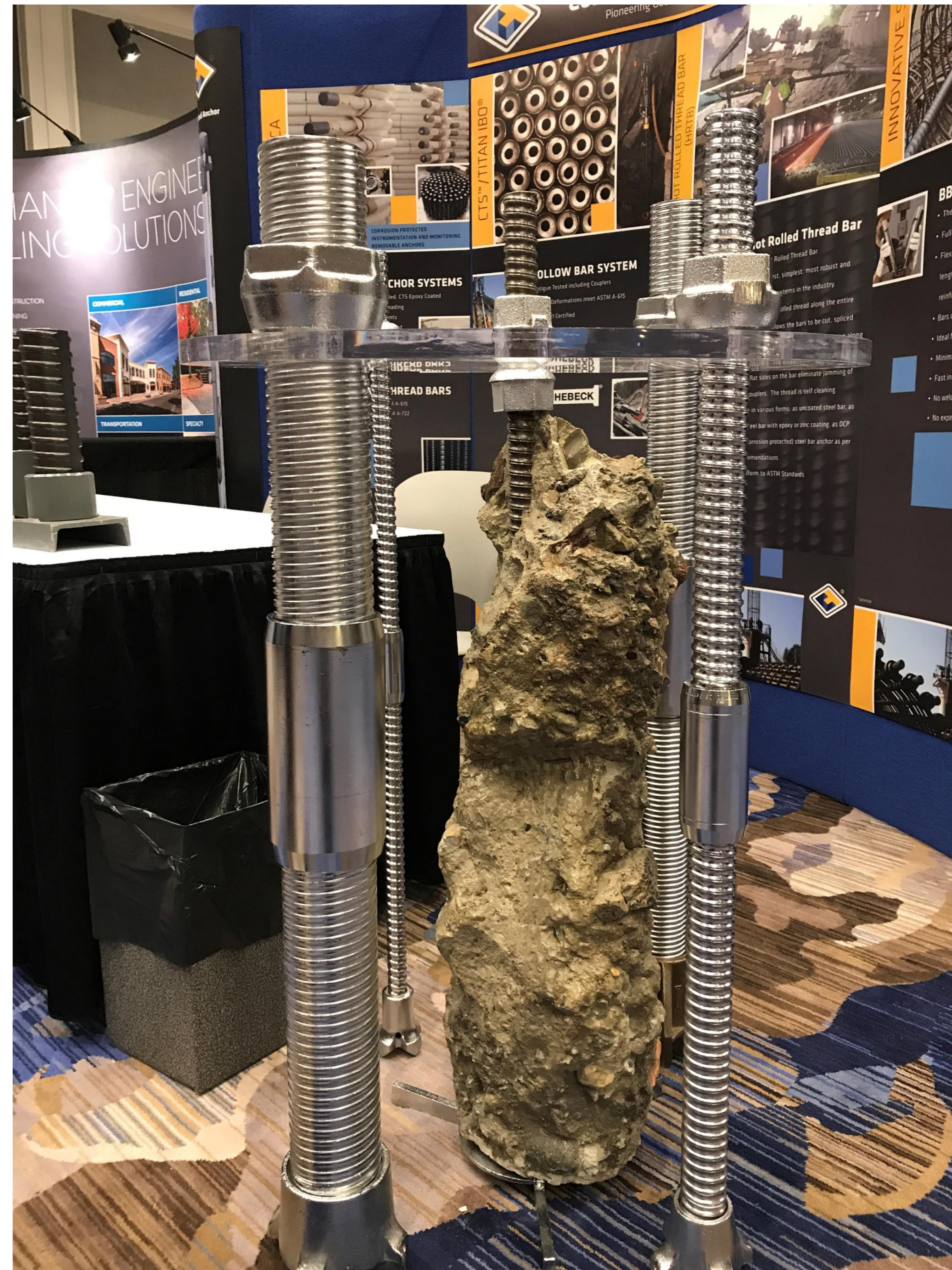


锚固体





锚固体





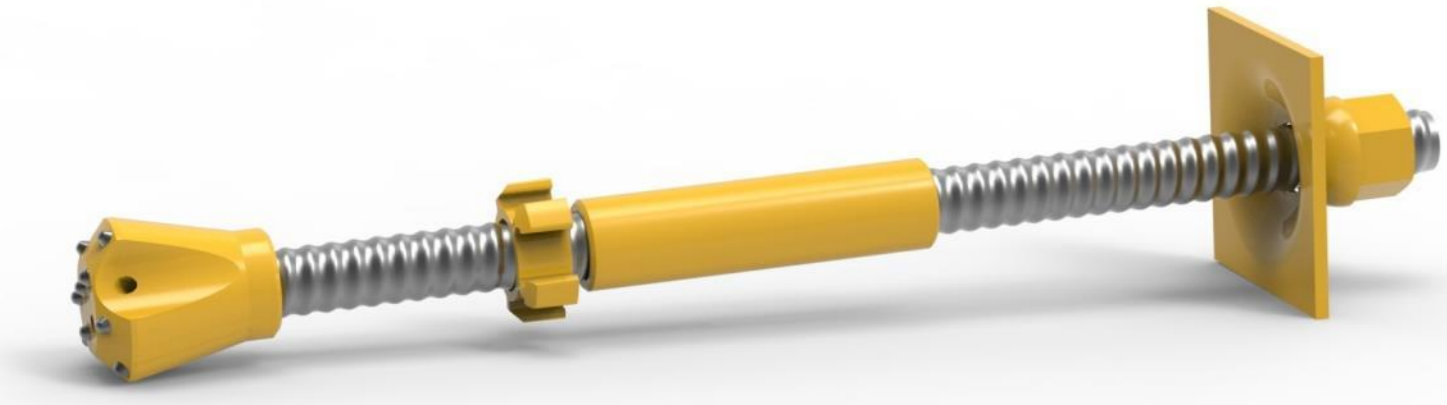
锚固体





Part **4**

应用案例



案例一 黑龙江伊春留置中心建设项目基坑支护



项目背景

工程位于黑龙江省伊春市发展路与信息大街合围区域，为伊春市留置中心建设项目，总用地面积34558.14平方米，拟建办案办公区、留置区及宿舍楼，地下为一层。拟建区域基坑采用桩锚支护，基坑已开挖，需赶在冬季停工前完成基坑支护相关施工，工期紧迫。需设置锚杆区域为砂卵石地层，原设计为钢筋锚杆，因塌孔施工难度很大，无法满足工期要求且施工成本巨大，经评估后改为HER32N自钻式锚杆，工程得以顺利完工。





案例一 黑龙江伊春留置中心建设项目基坑支护



地质条件

需支护区域位置表层为1-2m厚的杂填土和黏土，中间为3-5m厚的砂卵石层，最下层为微砂质泥岩，自钻式锚杆在砂卵石地层中施工。

问题与挑战

该土钉墙安设锚杆需在砂卵石地层中进行，且项目工期紧迫，常规先钻孔后插入钢筋的方法难以实施，采用套管工艺施工则成本巨大且严重影响工期。



地质条件示意图

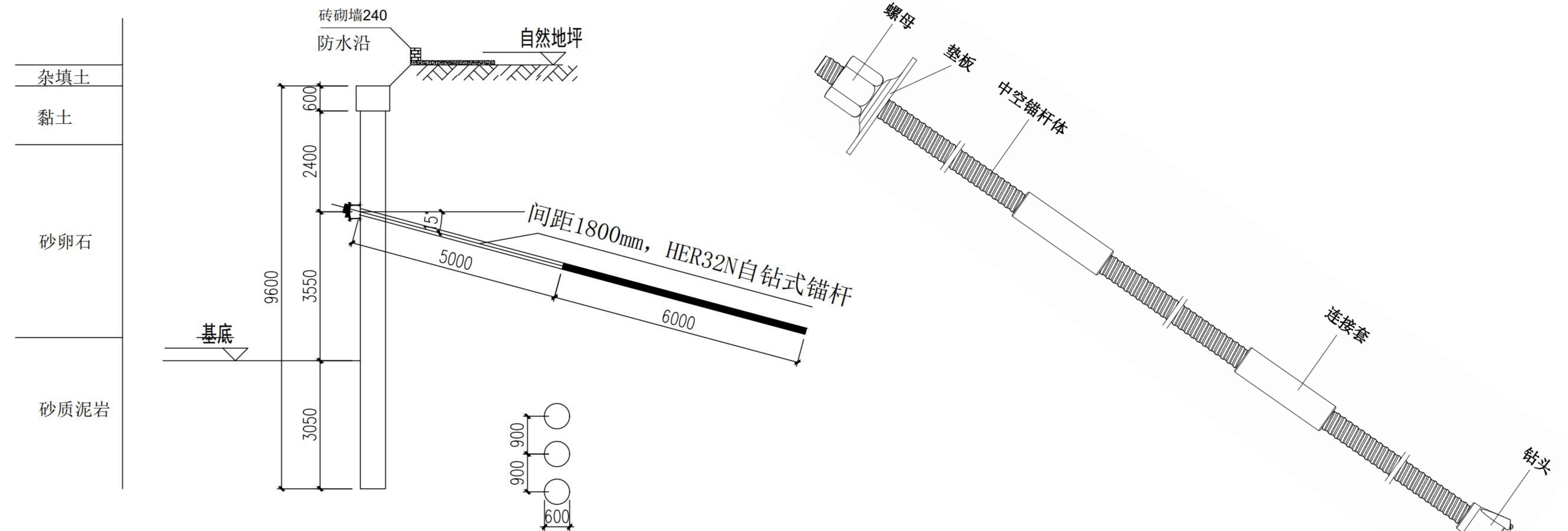


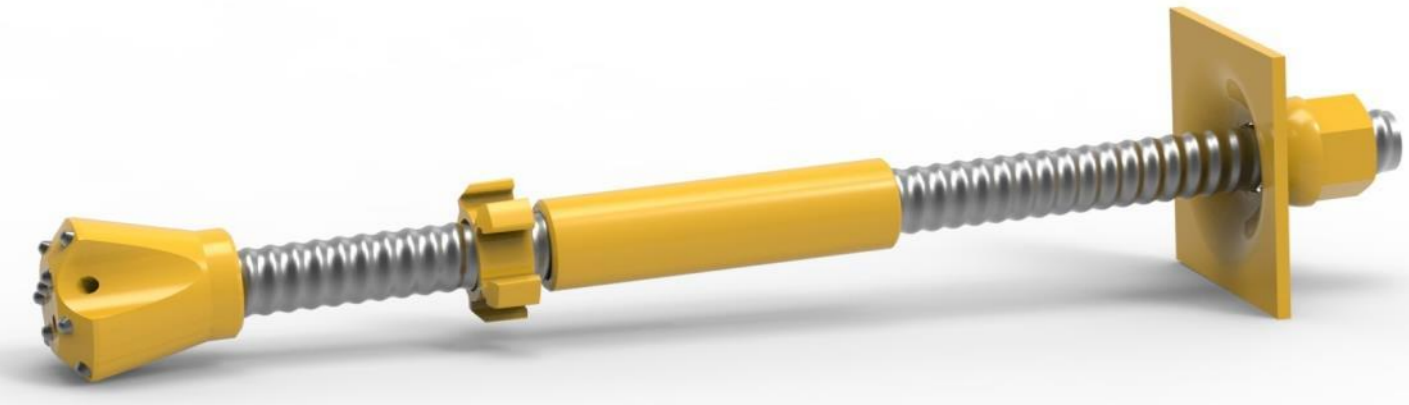
案例一 黑龙江伊春留置中心建设项目基坑支护



解决方案

采用自钻式锚杆替代钢筋锚杆进行施工，自钻式锚杆采用边钻进边注浆的一体化施工技术，将钻杆、注浆管和筋材的功能集于一体，钻进完成后直接留在孔中，形成稳固的锚固结构。这种工艺不仅有效克服了传统施工中因塌孔地层导致的成孔困难问题，还大幅提升了施工效率，缩短了工期。同时，自钻式锚杆的注浆过程与钻进同步进行，确保了浆液充分填充钻孔，显著增强了锚固效果和整体结构的稳定性，使其在复杂地质条件下表现出色，为工程安全性和耐久性提供了有力保障。





案例一 黑龙江伊春留置中心建设项目基坑支护



施工流程



施工效率

在本工程施工条件及地质条件下，R32自钻式锚杆钻进12m，每孔净钻进用时15min，每班8小时可进尺300m以上。

成本对比

在本工程施工条件下，R32自钻式锚杆在砂卵石地层中，和钢筋锚杆相比，综合成本降低50%以上。



案例二 黄山屯溪区步行街基坑支护项目



01 项目背景

根据《黄山屯溪老街历史文化街区保护规划》，屯溪老街整体改造提升项目在延续及继承老街历史文化街区的基础上，结合新的业态定位，善用滨江水资源，以籍此提升城市活力及向外展示城市文化的新风貌。

黄山市屯溪区滨江文化旅游街区开发建设项目规划总用地面积约36372m²，建筑高度13m，层数地下1层，地上2/3层用地性质为商业服务用地，建设工期2020年8月1日至2021年12月31日。

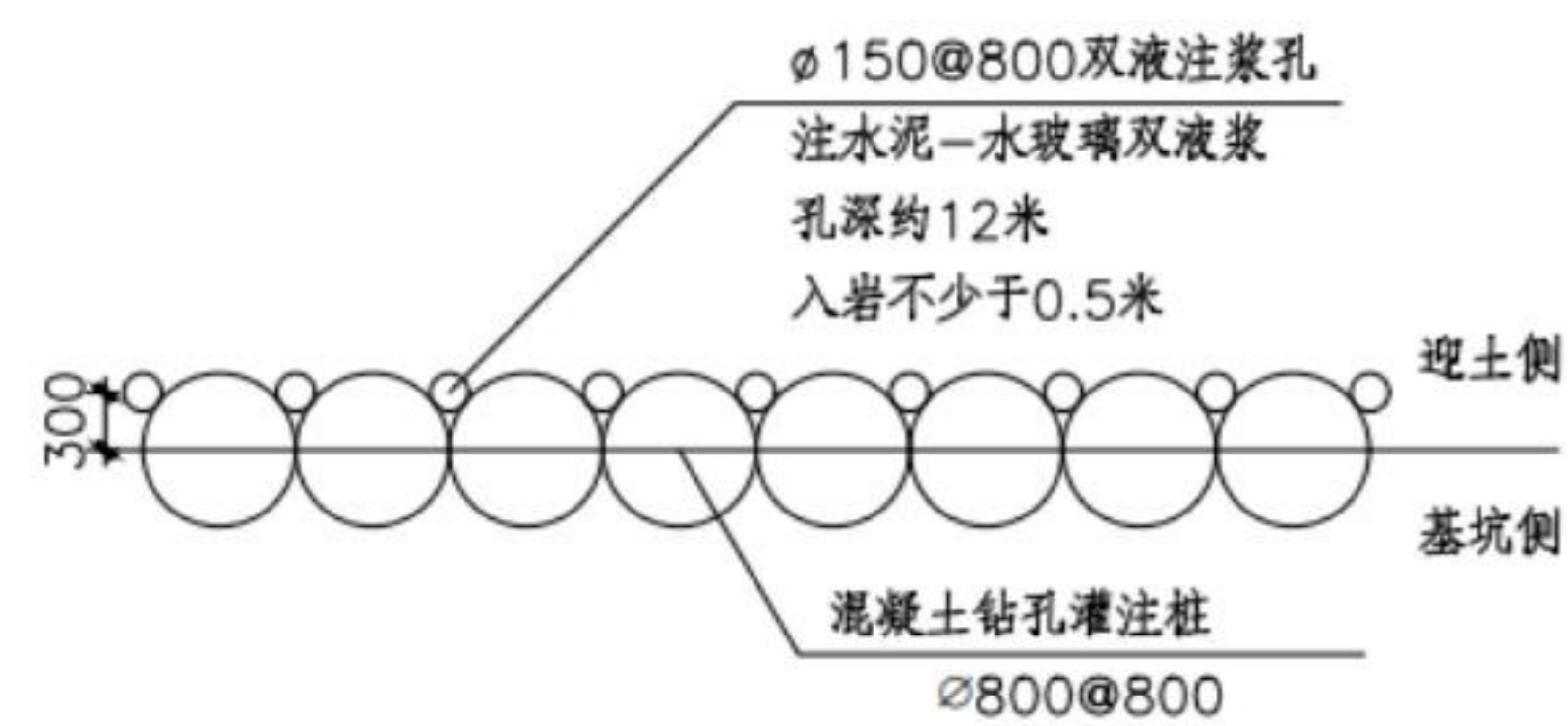




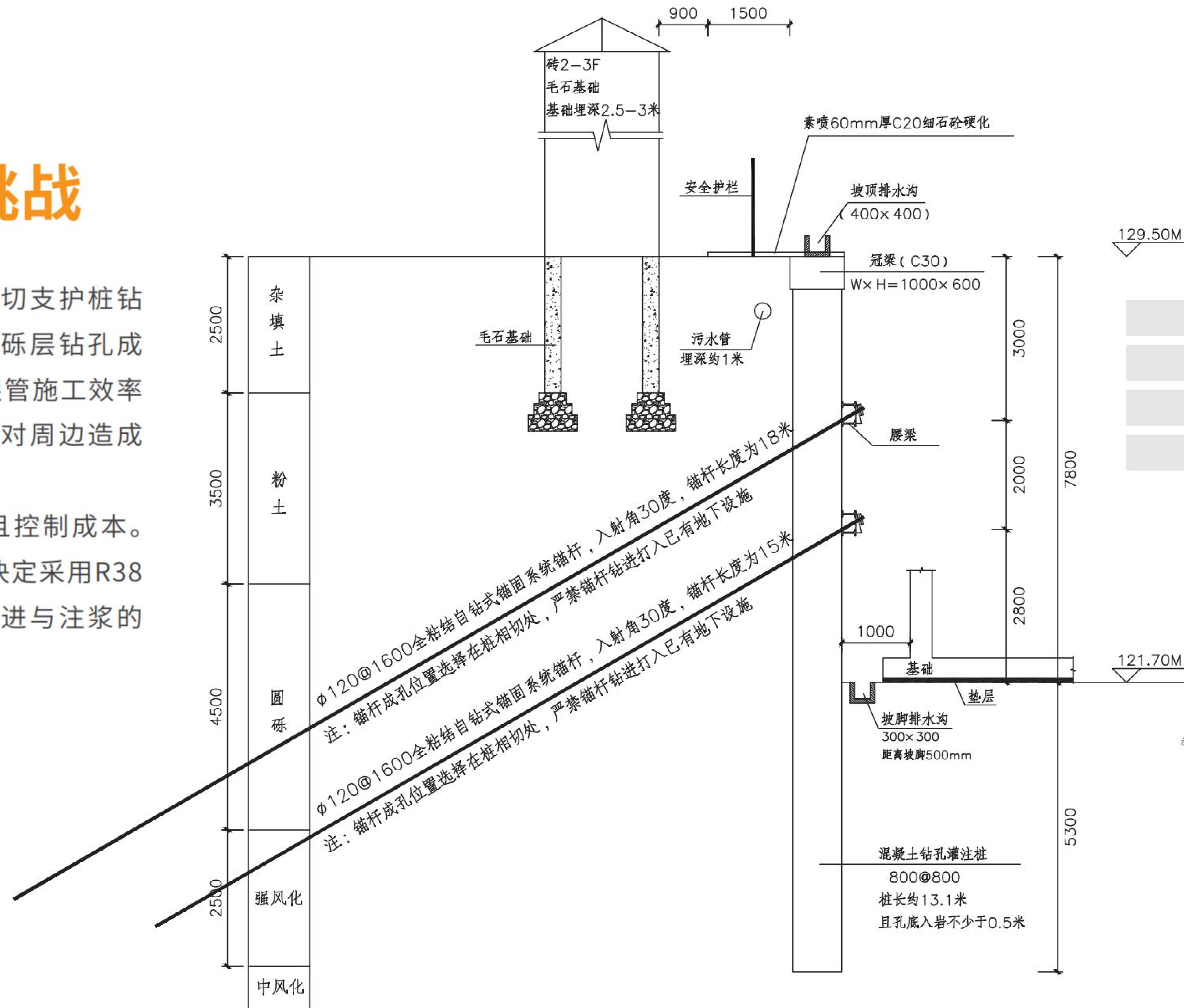
02 问题与挑战

根据设计方案，锚杆需穿过相切支护桩钻入到圆砾和强风化层。由于圆砾层钻孔成孔困难，需采用跟管钻进，但跟管施工效率低且成本很高，同时水循环会对周边造成次声破坏。

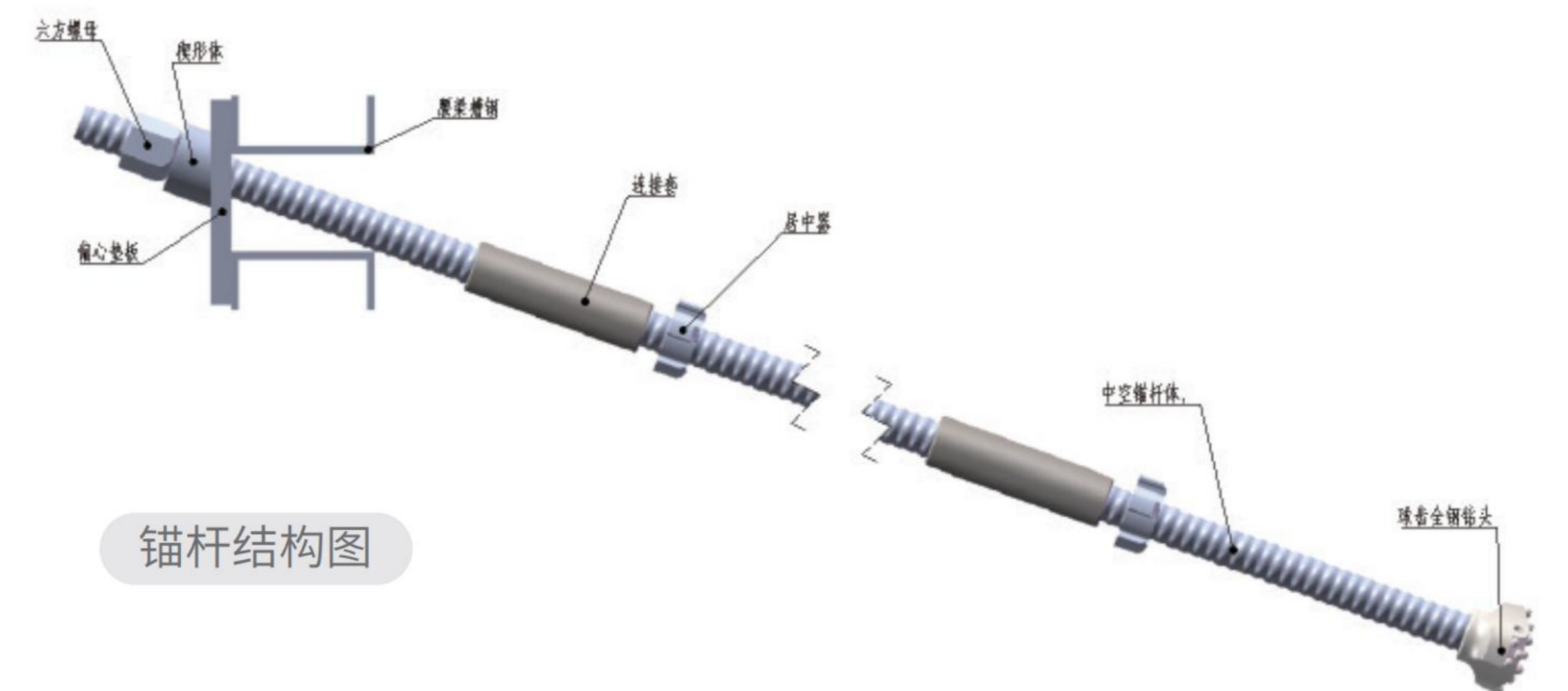
项目要求基坑支护施工期短且控制成本。经多轮方案评审，项目方最终决定采用R38自钻式中空锚固系统，同步钻进与注浆的工艺。



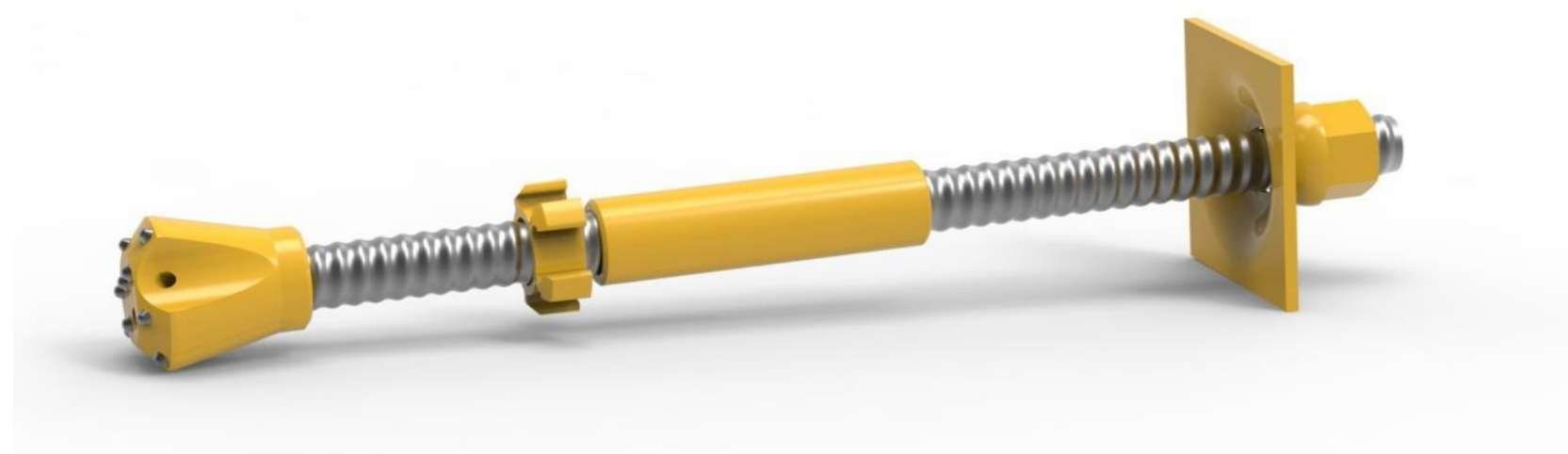
支护平面示意图



• 应用场景	商业服务建筑基坑支护
• 应用结构	桩锚支护、自钻式中空锚杆用作土钉、部分预应力
• 项目用量	近20000m
• 地质条件	项目位于黄山市屯溪区，紧邻滨江西路和老街步行街，拟建场地土层自上而下为杂填土、粉土、细砂、圆砾、强风化粉砂岩、强风化千枚岩、中风化粉砂岩、中风化千枚岩，含大量建筑垃圾。



锚杆结构图

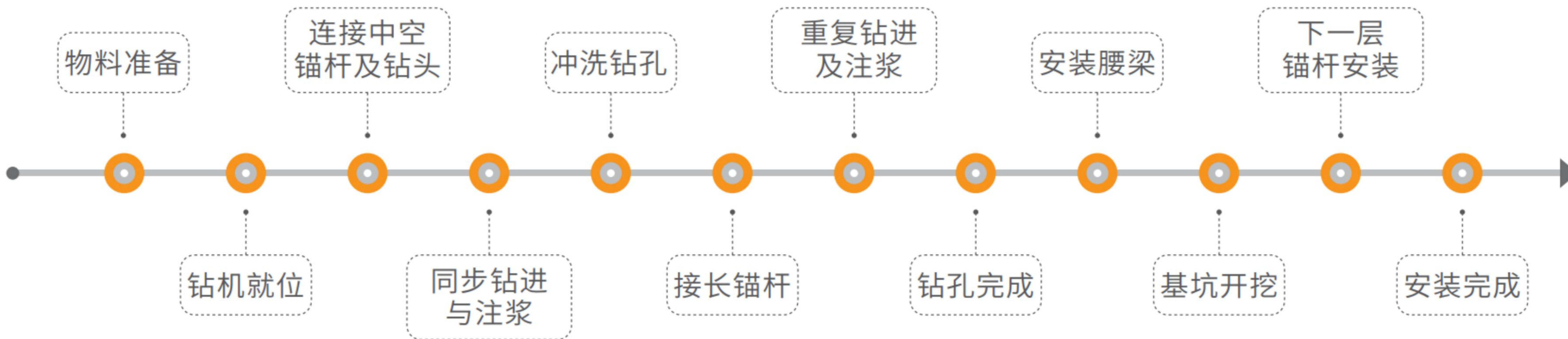




地质情况图



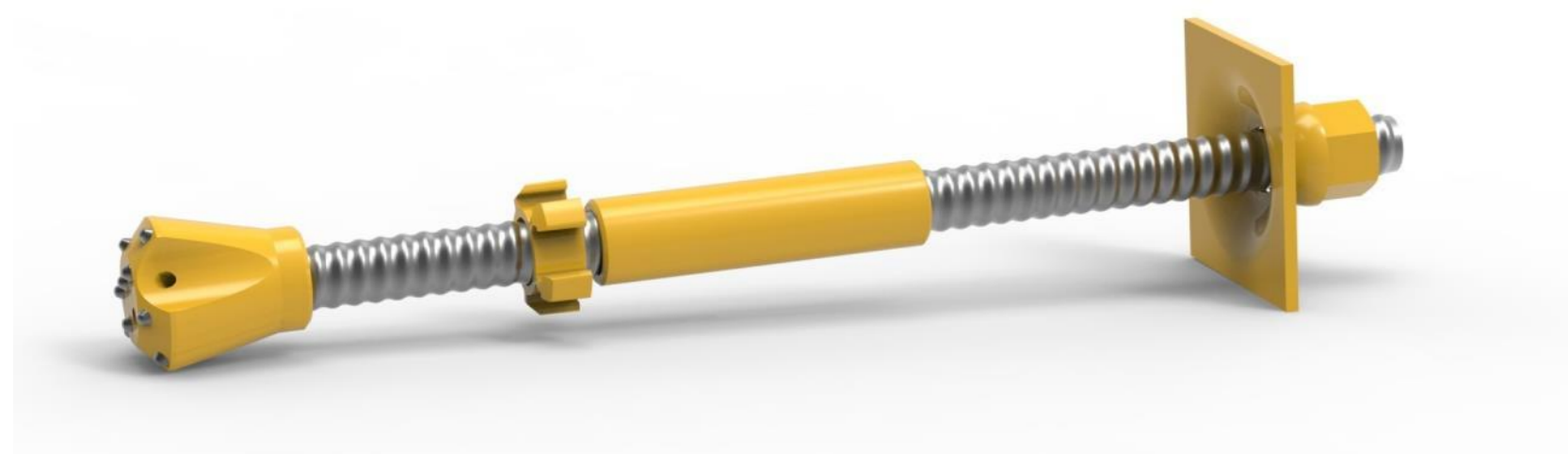
施工工艺

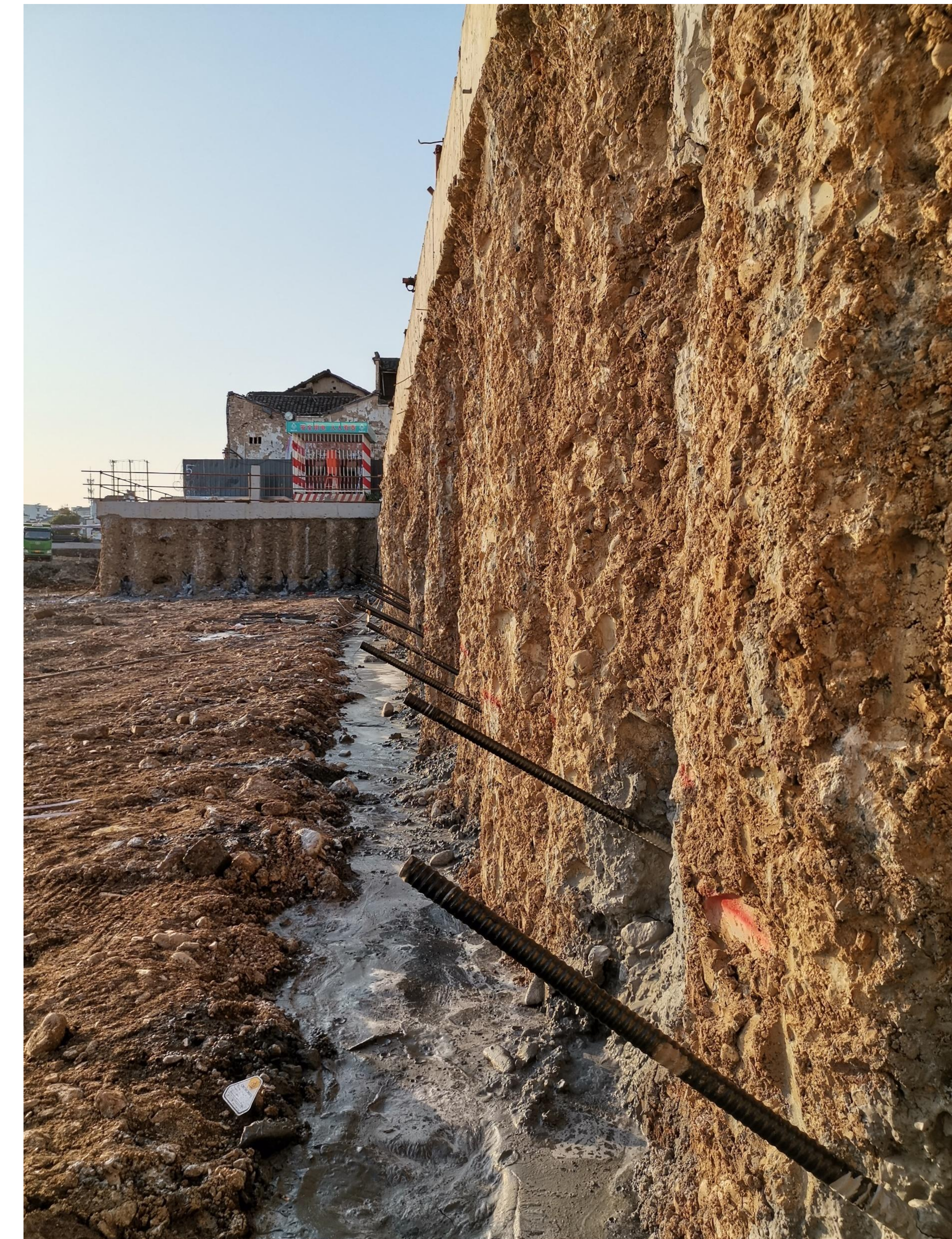
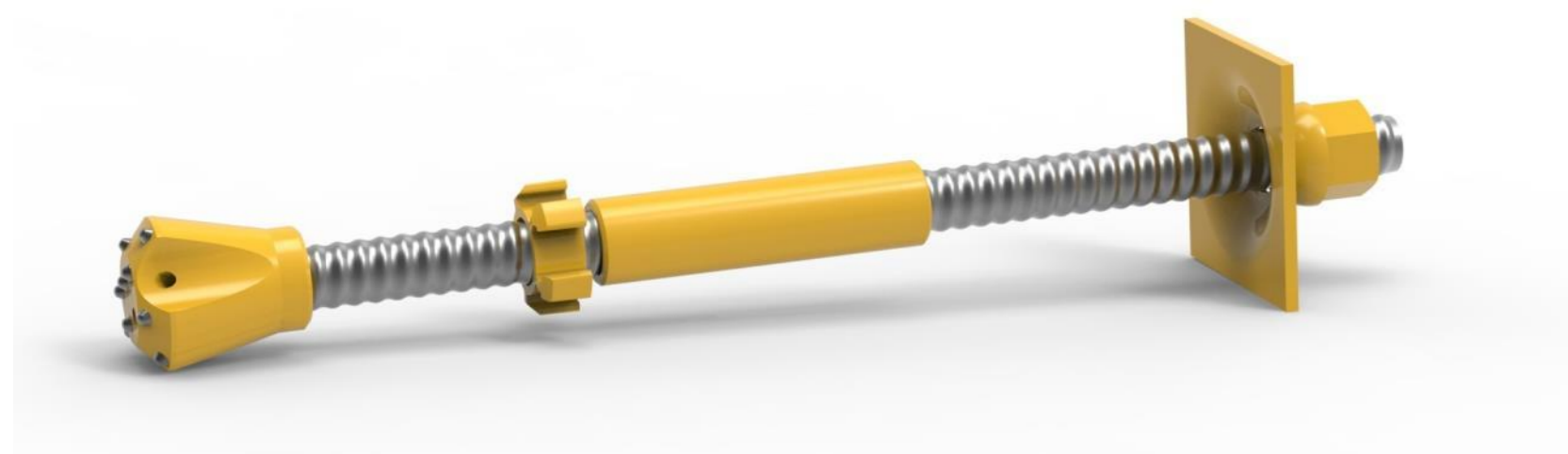


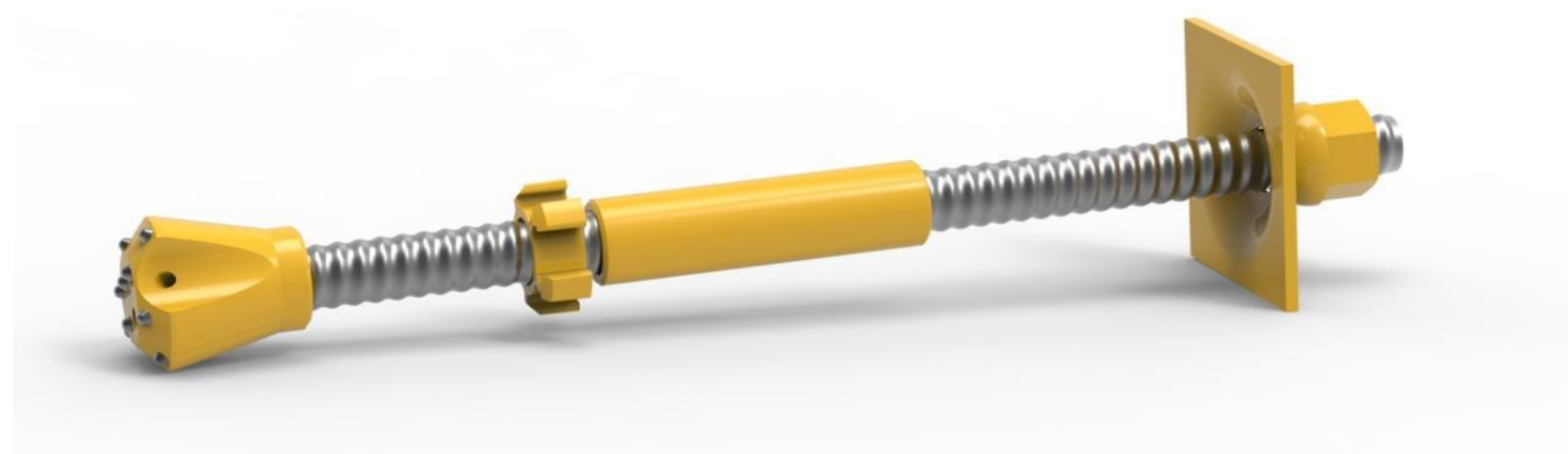


施工视频

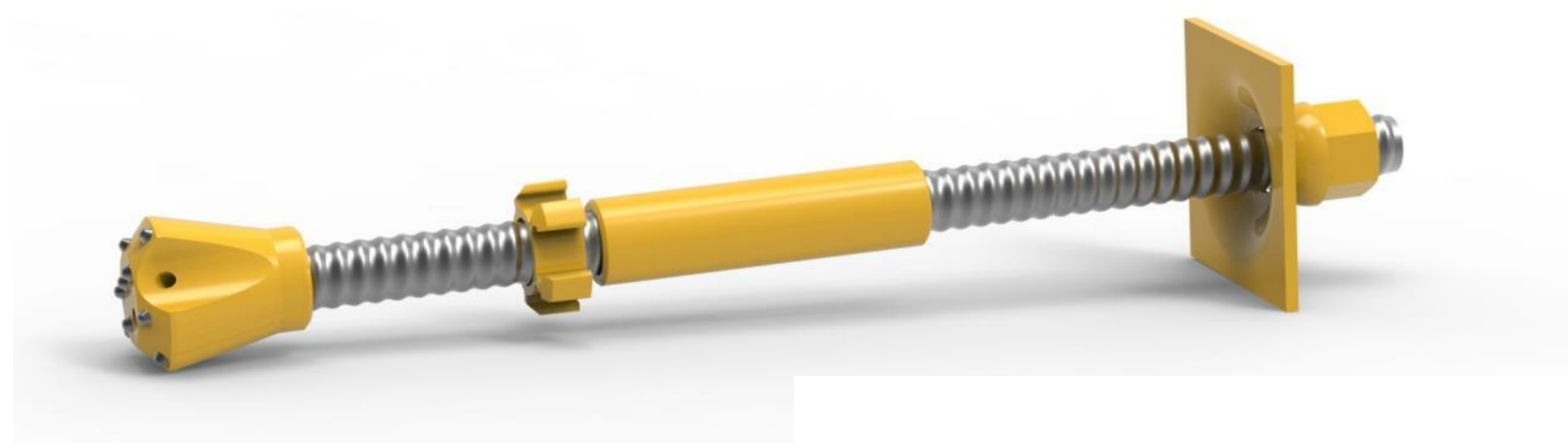












钻机

自钻式锚杆专用钻机HYZ133-100A



施工效率

单孔(18m孔深)纯钻进平均用时14min, 台班(8h)钻进300m以上。其中,天气较好、场地较好、工作面方便时,有班组(12h)钻进达500m。



注浆效果



锚杆拉拔试验

施工现场通过锚固力拉拔试验，确定实际锚固力大小，验证设计参数。本工程锚杆设计拉拔试验检测值为15kN/m，试验数量不少于总数的3%，且不少于5根，设计拉拔力为270kN。经试验，锚杆的锚固力满足设计要求。

基坑支护项目经过2个月的施工顺利完成，同步钻进与注浆工艺和钢筋锚杆施工相比，省去了注浆工序，施工效率提高5倍以上。我司提供的高质量自钻式中空锚固系统的产品和高效的施工工艺得到施工方的高度认可。





案例三 大理鹤庆县光伏项目边坡支护

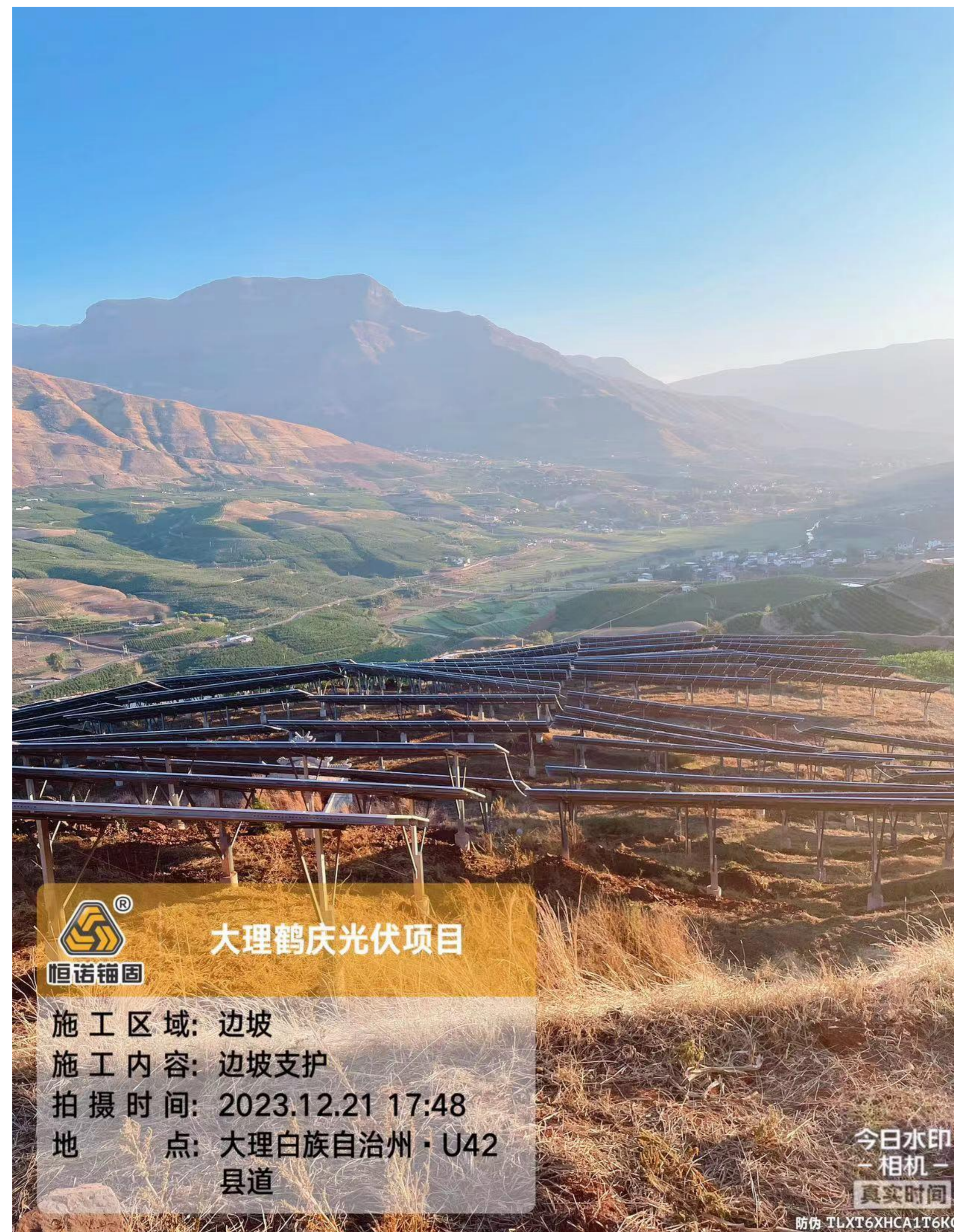


项目背景： 此项目为光伏项目边坡加固，边坡下部为光伏面板，若不加固后期山石滚落可能影响光伏面板安全，原设计为直径32钢筋锚杆12米，先钻孔-放置钢筋锚杆-注浆，由于不成孔影响施工，因此考虑采用套管施工，套管施工成本较高遂考虑自钻式锚杆施工。





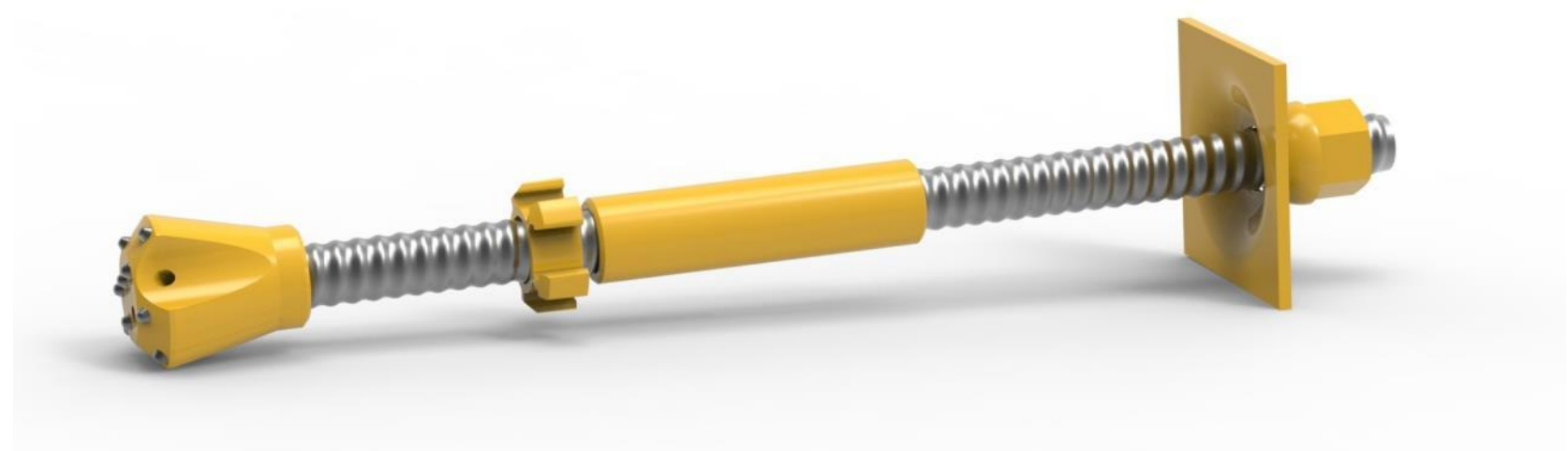
问题与挑战： 项目地层为强风化玄武岩—中风化玄武岩且较破碎，存在坚硬孤石，钻进过程中不成孔，且钻进过程中钻杆遇到孤石发生偏移，易卡钻，难排渣。





现场施工设备：履带式长臂高举升钻机、水泥注浆机





解决方案:

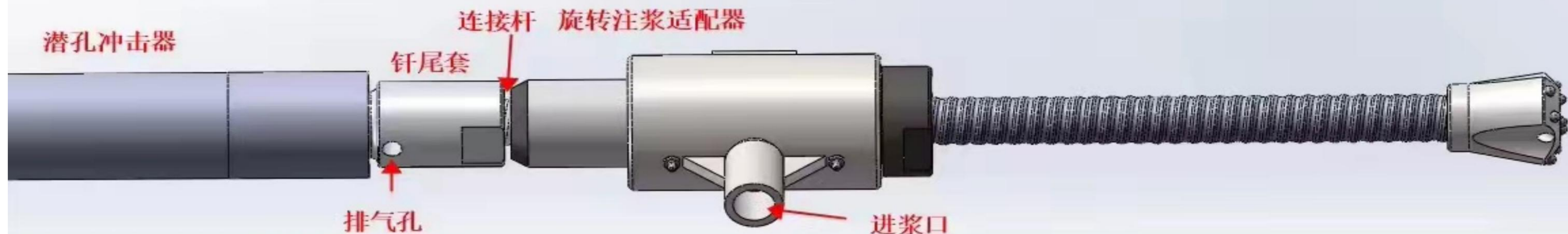
设计方案: 根据抗拉拔试验结果优化原钢筋锚杆长度

产品方案: R38自钻式中空锚杆、64球齿合金钻头

设备方案: 原钻机动力头+潜孔冲击器+钎尾套+接杆+旋转注浆适配器

工艺: 实现边打边注浆 (有利于提升钻进效率、利于排渣)

- 1、钎尾套后面接一个旋转注浆适配器，在钻进的同时使浆液进入中空锚杆体，并从钻头处排出，可将钻屑冲出。
- 2、在钎尾套上开一个排气孔，用于钻进是潜孔冲击器的排气，避免无法有效排气降低潜孔冲击器的钻进能力。





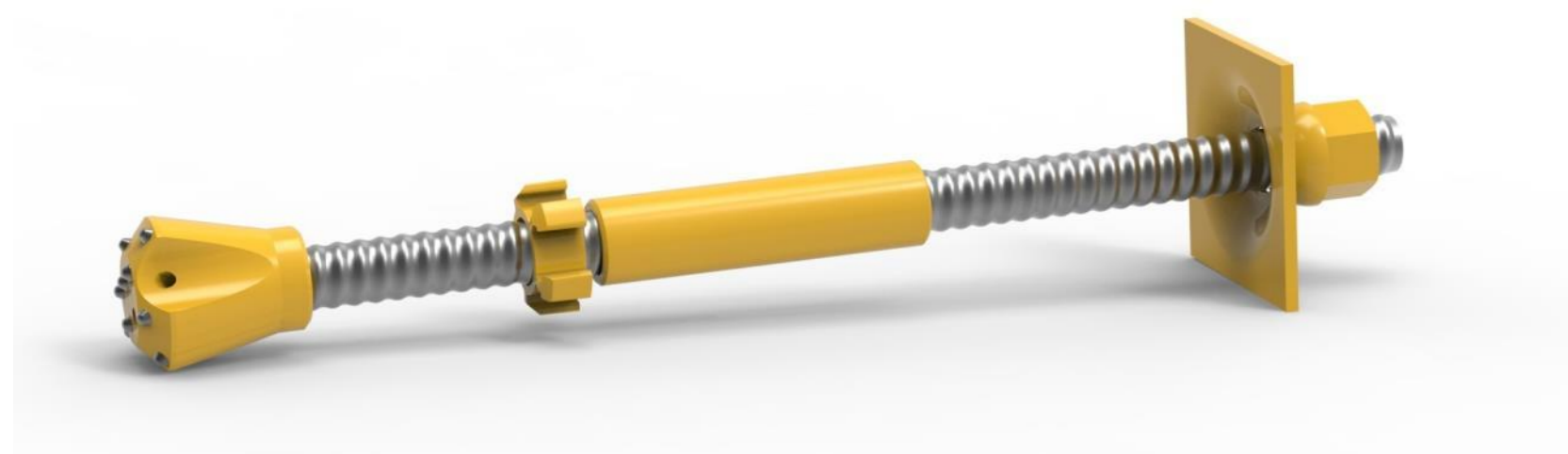
现场试验一：





现场试验二：





试验效果:

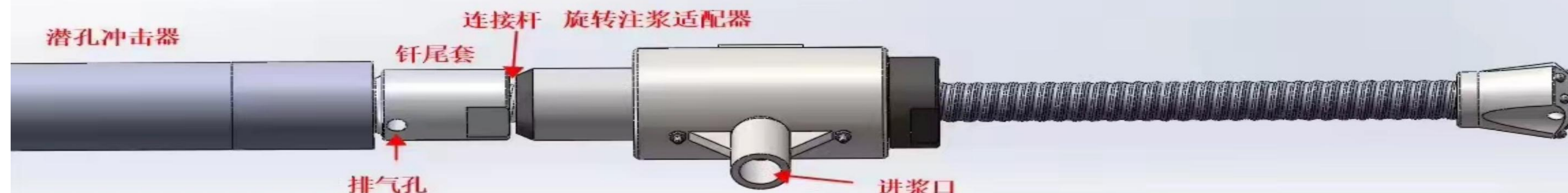
优势: 解决了不成孔; 难钻进、易卡钻问题;

实现边打边注浆, 钻进效率1-2分钟/米;

劣势: 目前市面上钻机型号较多, 施工需要采购、租赁新设备或进行设备改造。

解决方案: 钻机设备或专用冲击器可由我公司提供, 或我公司派技术团队现场技术指导改进钻机实现边打边注浆, 避免采购了自钻式锚杆而无法施工情况。

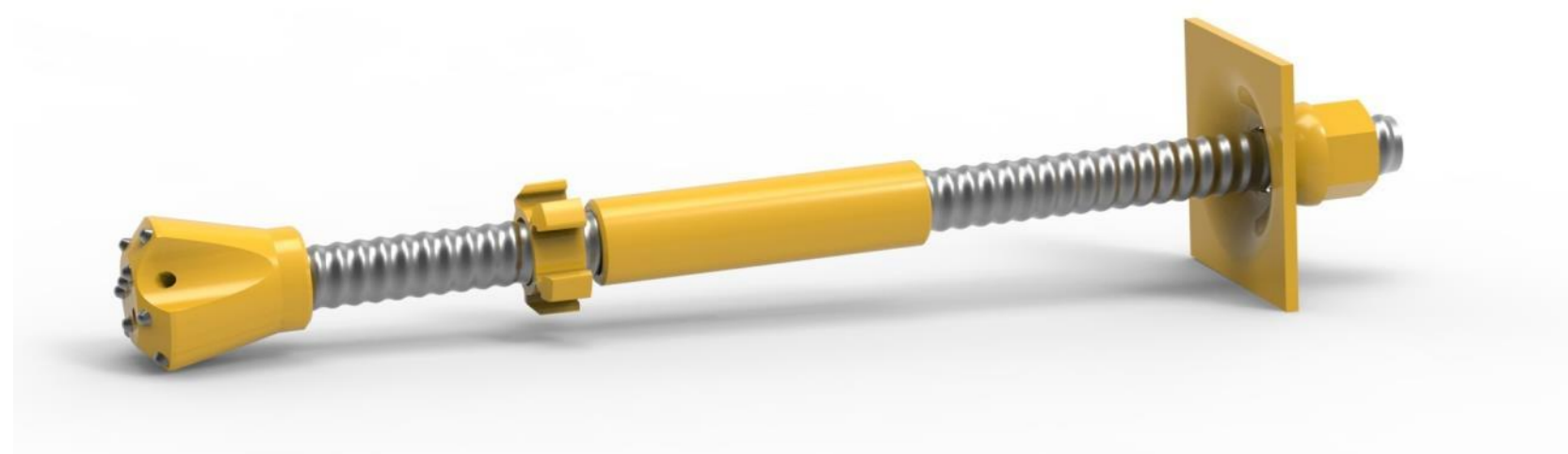
- 1、钎尾套后面接一个旋转注浆适配器, 在钻进的同时使浆液进入中空锚杆体, 并从钻头处排出, 可将钻屑冲出。
- 2、在钎尾套上开一个排气孔, 用于钻进是潜孔冲击器的排气, 避免无法有效排气降低潜孔冲击器的钻进能力。





大理鹤庆光伏项目边坡支护经济性对比

项目	套管施工（材质R780）		自钻式锚杆替代单价（产品R38）	
工程量	4200m		4200m	
地质情况	强风化岩-中风化岩，不成孔，难钻进		强风化岩-中风化岩，不成孔，难钻进	
坡度	坡度30° ~90°		坡度30° ~90°	
孔径	130mm		70mm	
孔深	12m		12m	
材料费	套管	150	锚杆	60
	水泥浆	10	水泥浆	20
施工费	施工费	160	施工费	60
综合单价	小计	320	小计	140
成本分析	自钻式对比钻孔灌注桩，材料节省成本90元/米，合计节省37.8万；综合成本节省180元/米，合计节省75.6万。			

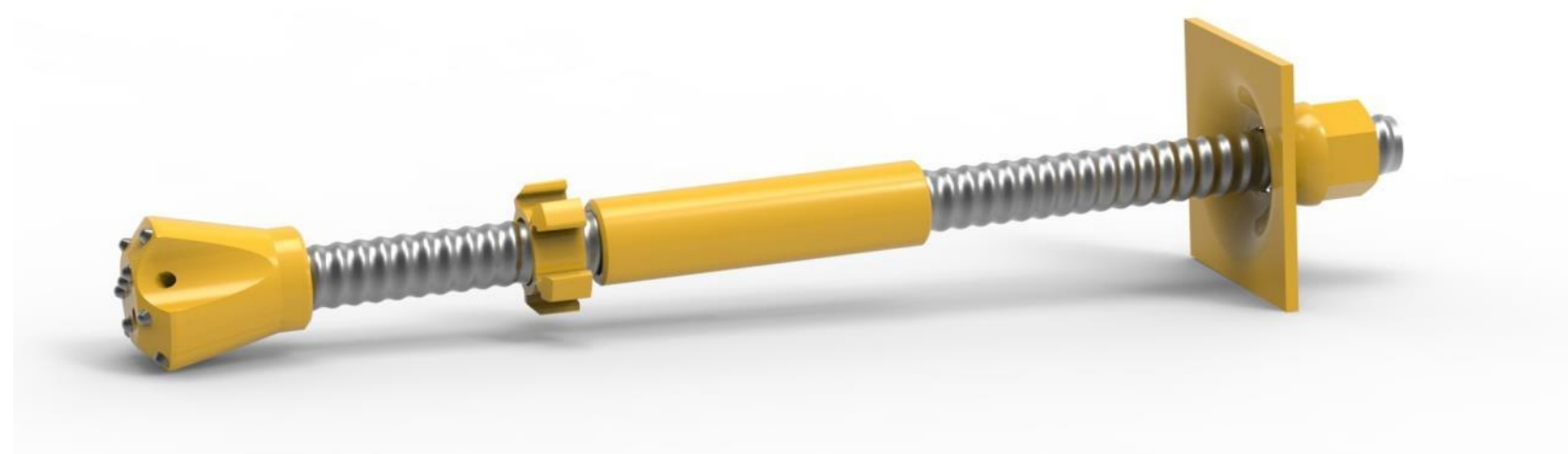


案例四 昆明市东川区光伏桩项目

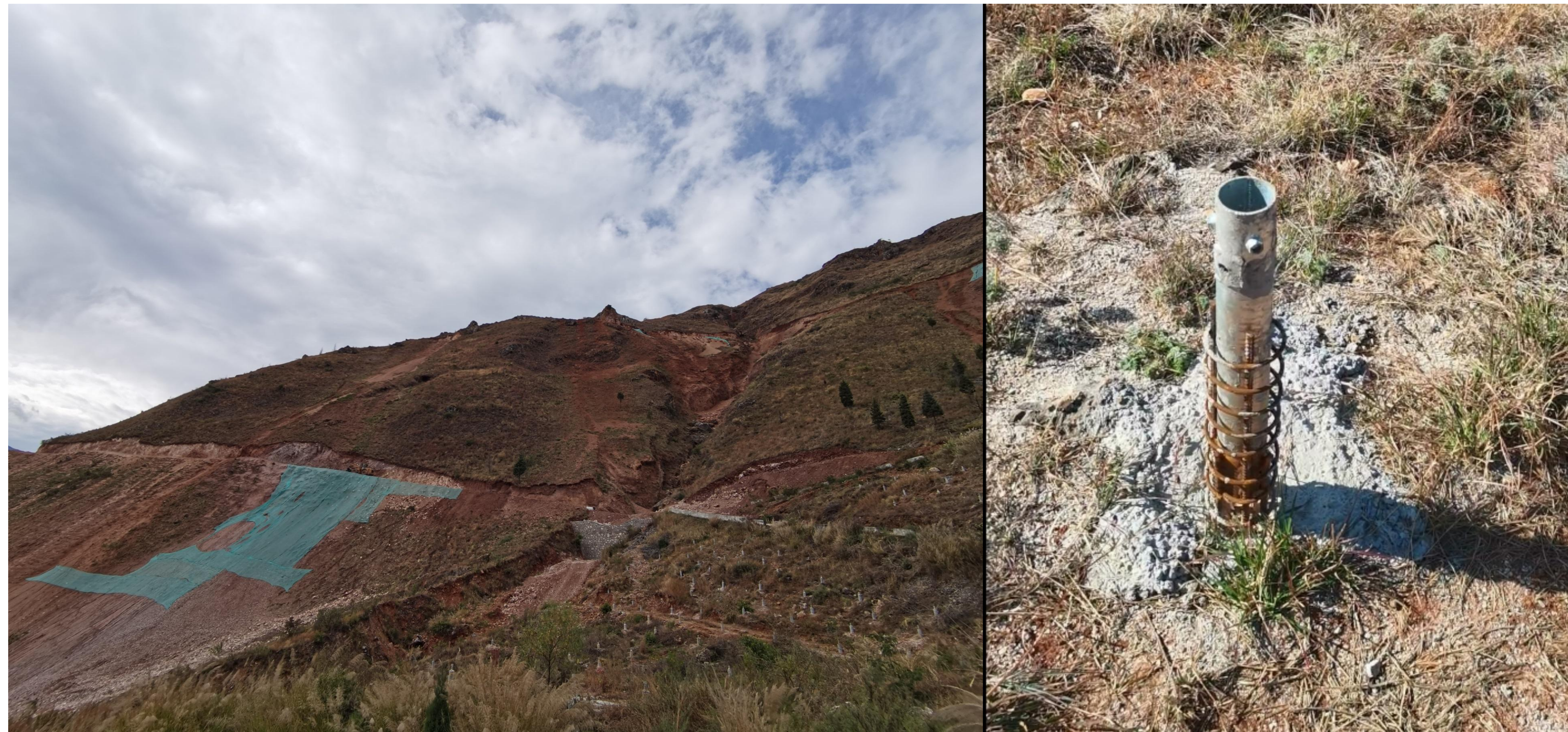


项目背景： 此项目为广东火电云南省昆明市东川区角家村 180MW农牧光互补光伏电站EPC总承包工程，项目地层为强风化岩，原设计为钻孔灌注桩，钻孔-放钢筋笼-浇筑混凝土，由于成本较高，加之边坡坡度较大，大型机械施工不便，考虑自钻式锚杆替代作光伏桩使用。





问题与挑战： 项目现场环境边坡坡度较大，同时要考虑生态破坏程度，大型钻机施工不便，水电不通，无成熟施工机械及相关技术参数。





现场施工设备：柴油发电机、气腿凿岩机、空气压缩机、水泥注浆泵、工程塑料水桶等





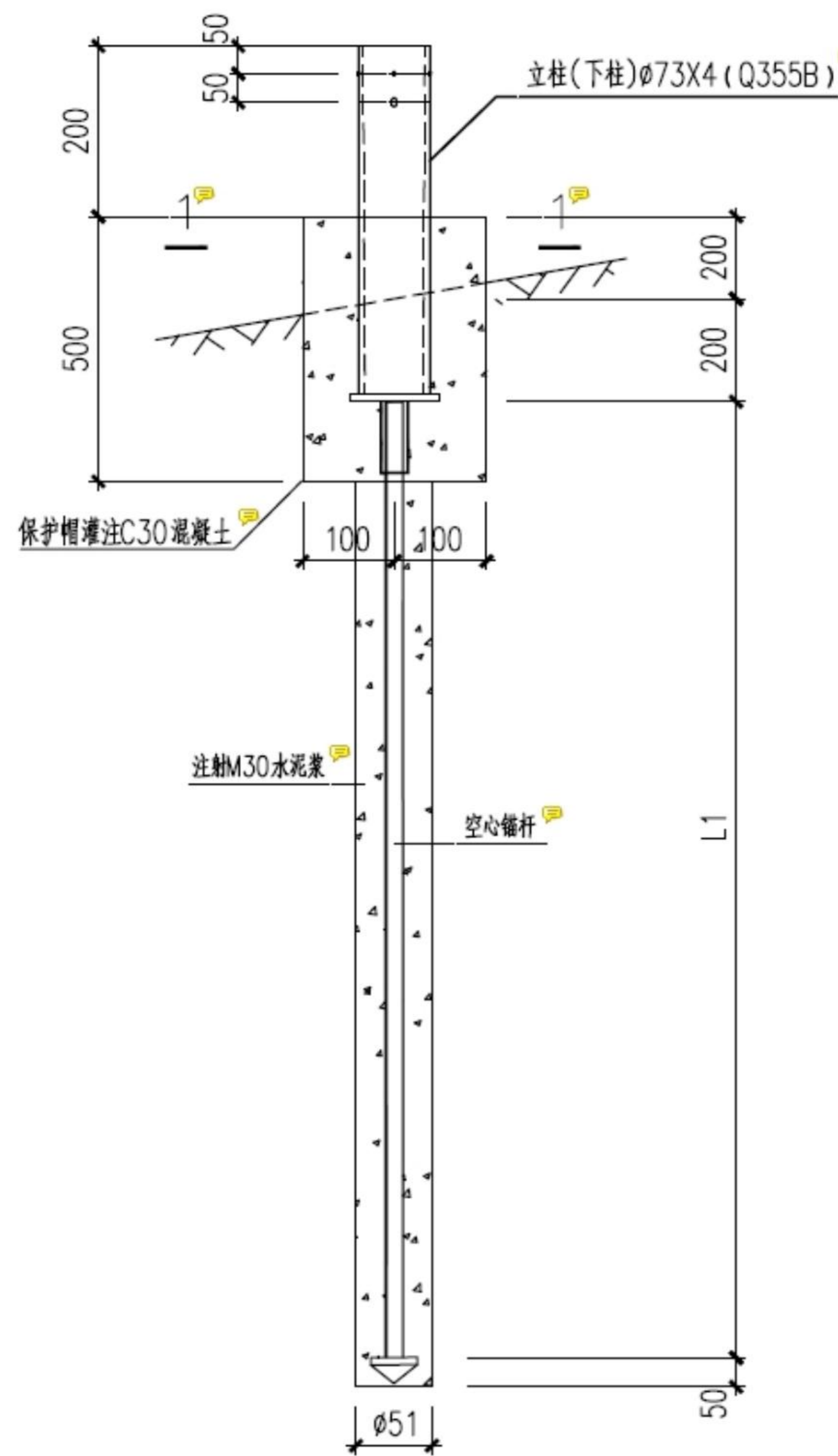
解决方案:

设计方案: 初步设计锚杆锚固长度3米, 露出地面长度0.2米, 根据抗拉拔试验结果优化锚杆长度。

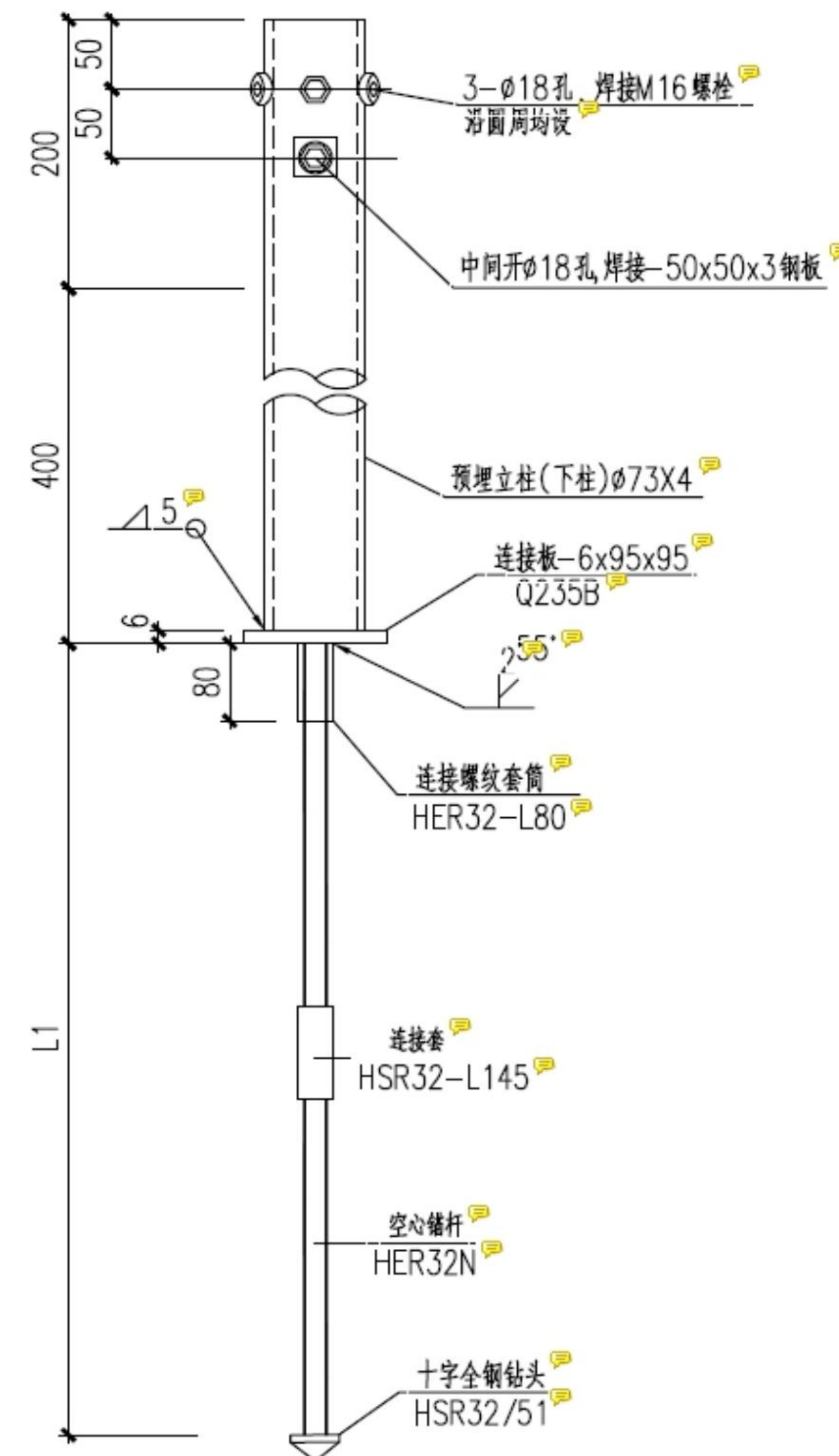
产品方案: R32自钻式中空锚杆、51十字全钢钻头

设备方案: 采用手持式气腿凿岩机施工

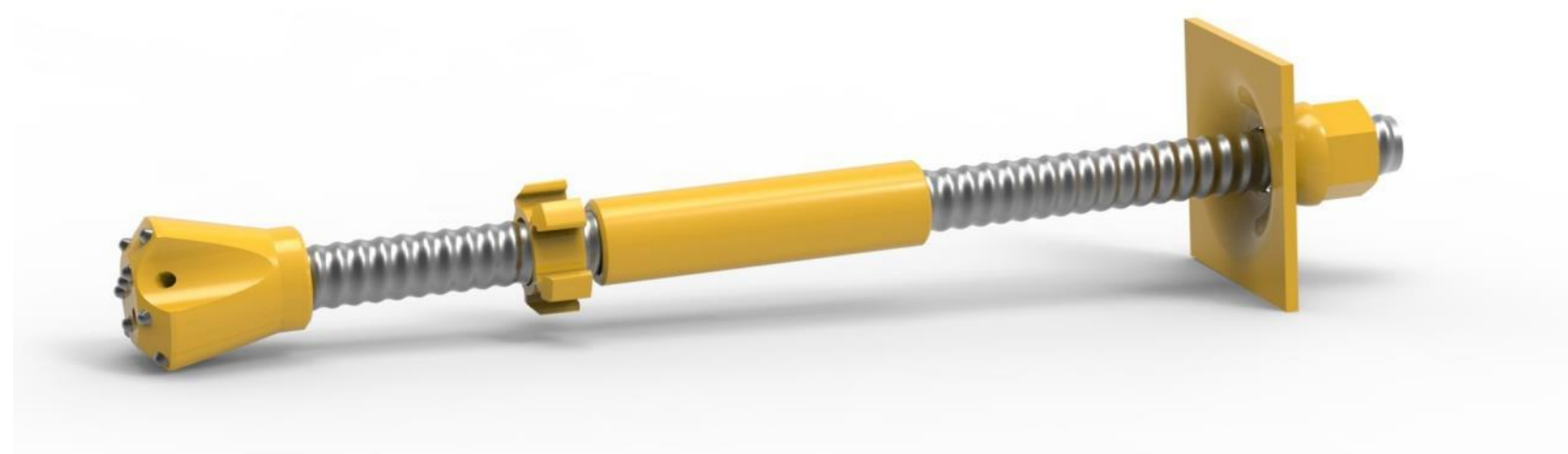
工艺: 先钻进-自钻式中空锚杆体作为注浆管注浆 (山上无水节省水泥浆液, 改进后可实现边打边注浆)



中空锚杆桩详图 1:20



中空锚杆与下立柱连接大样 1:5



现场图片:





现场试验:





试验效果：

优势：核心在于解决了无法成孔的问题，大幅降低工程造价，施工速度快。

极大的节省成本，可根据钻孔灌注桩施工成本对比自钻式锚杆施工成本，根据每米单价测算工程造价。

劣势：目前气腿凿岩机人工操作效率有限，自钻式锚杆施工孔径较小。

解决方案：

- (1) 通过拉拔试验检验锚杆拉拔力是否符合设计要求
- (2) 边坡稍缓区域可采用小型钻机施工，气腿凿岩机可改进实现边打边注浆
- (3) 公司技术团队可赴施工项目现场技术指导或者提供整套施工装备



昆明东川项目光伏桩经济性对比

项目	钻孔灌注桩单价/米		昆明东川灌注桩单价/米		自钻式锚杆替代单价/R32	
地质情况	强风化岩平坦地面		强风化岩坡度 $\leq 30^\circ$		强风化岩坡度 $\leq 30^\circ$	
孔径	200mm		200mm		60mm	
孔深	3m		3m		3m	
材料费	钢筋	40	钢筋	40	锚杆	45
	水泥浆	10	水泥浆	10	水泥浆	10
施工费	施工费	70	施工费	80	施工费	40
综合单价	小计	120	小计	130	小计	95
成本分析	自钻式对比钻孔灌注桩施工节省成本35元/米					



Part **5**

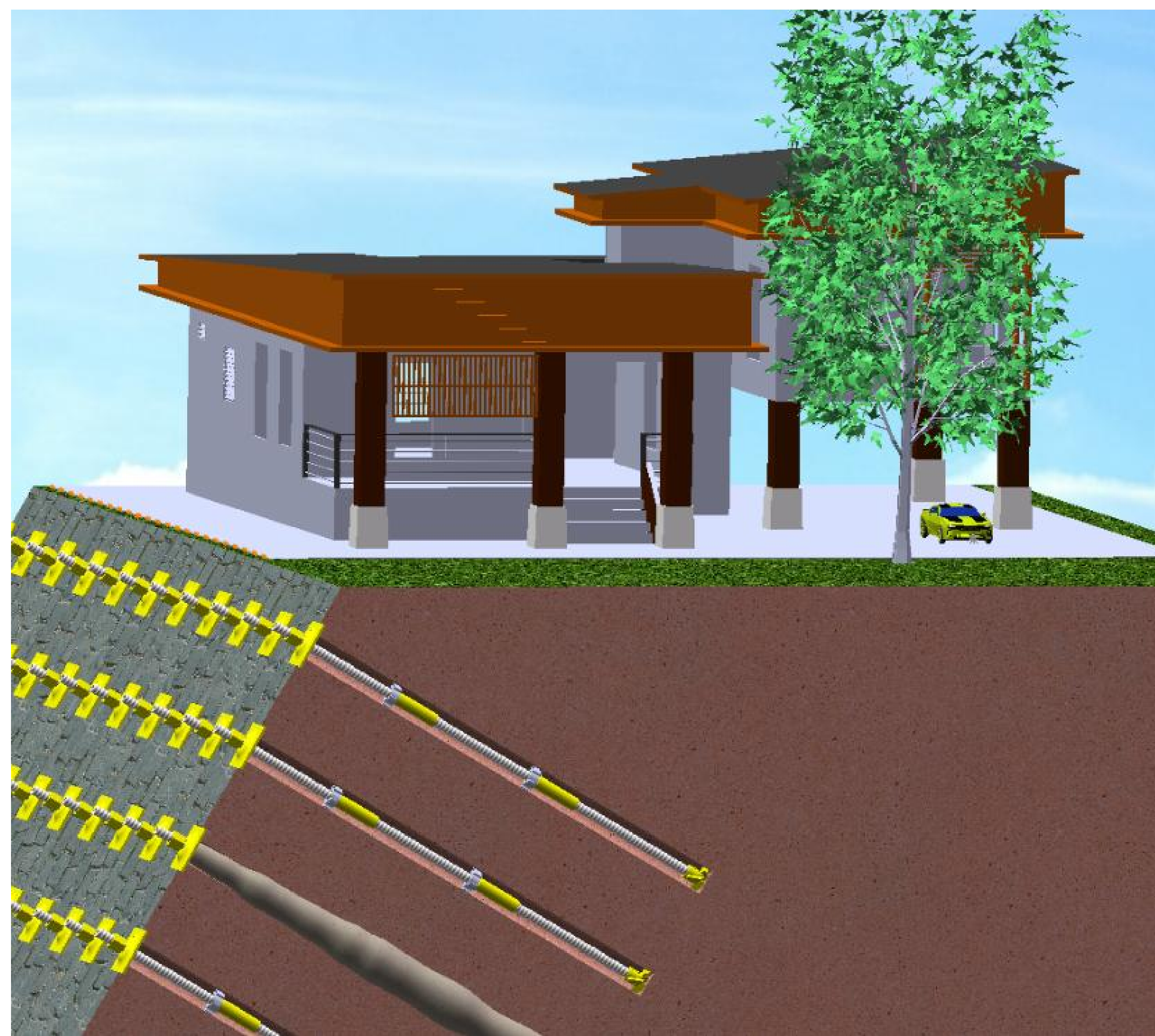
应用场景



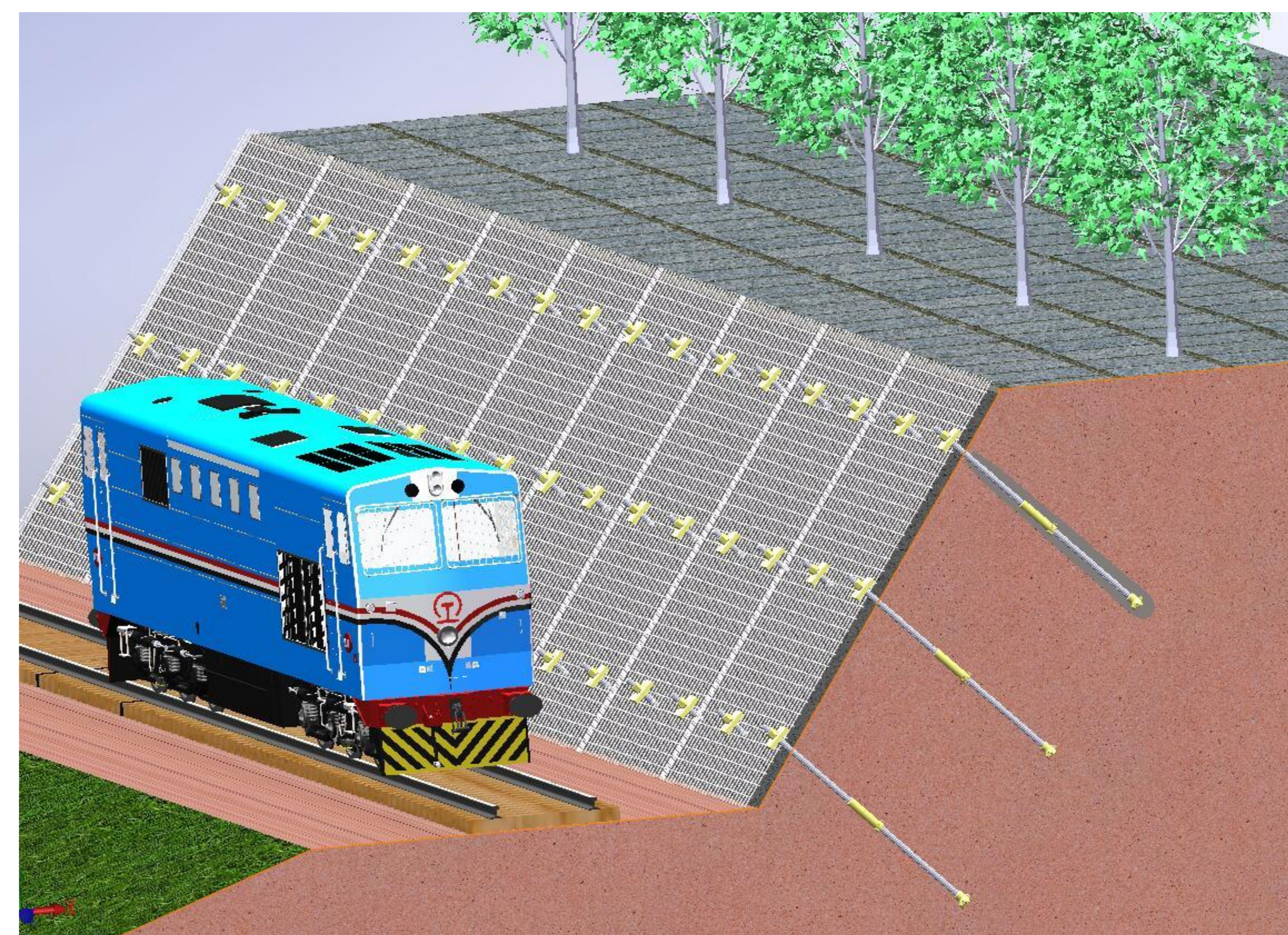
白钻式产品应用——边坡工程

为满足工程需要而对自然边坡和人工边坡进行改造，称为边坡工程。

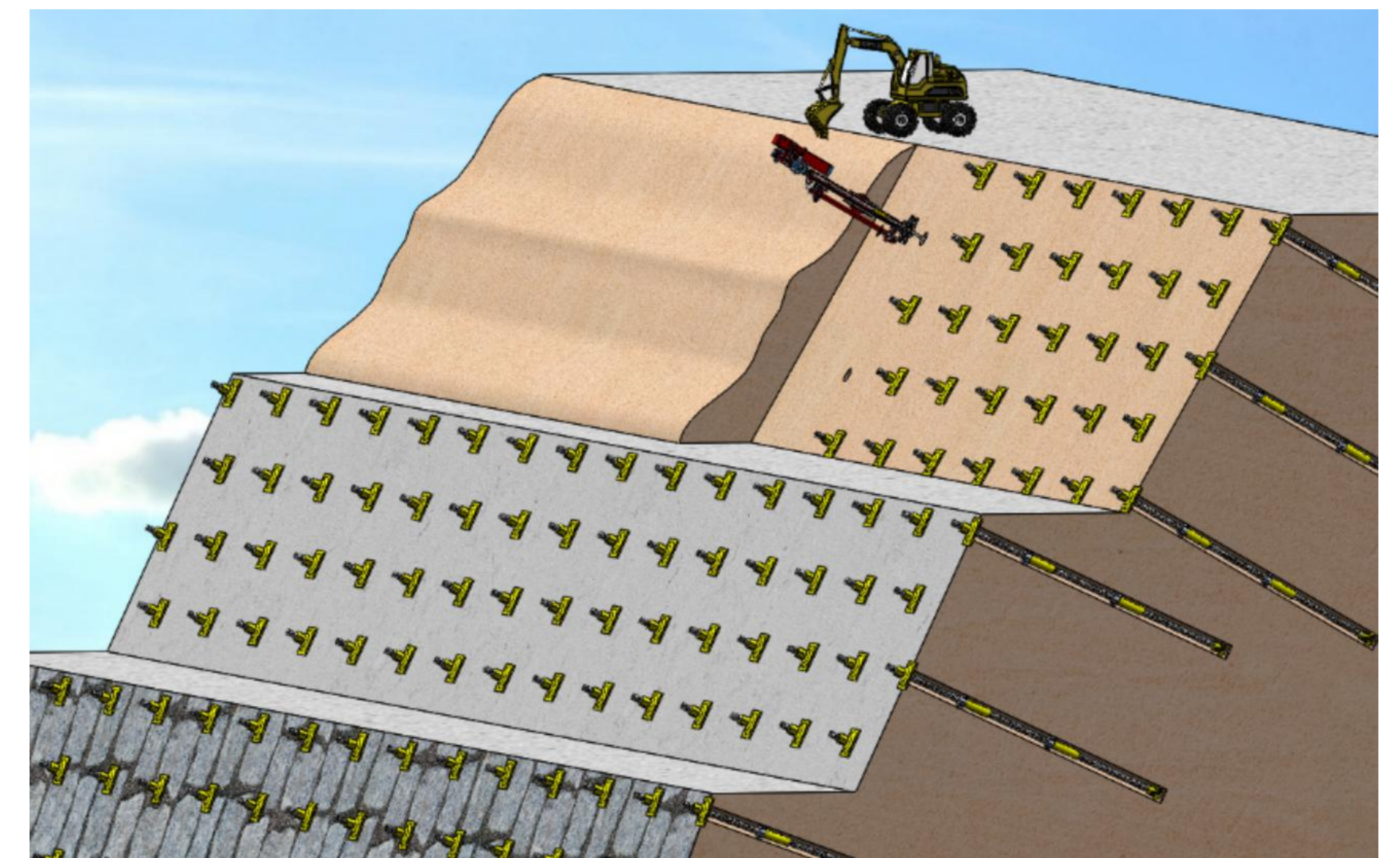
应用场景：建筑边坡、挡土墙加固、路堤路堑加固、雪崩或落石防护网基础锚固等



建筑物临近边坡土钉支护



铁路路堑边坡防护



三级边坡土钉支护



美国波克诺赛道边坡支护



河南洛阳万安山疗养医院边坡支护



贵州兴义民族师范学院挡土墙加固



智利圣地亚哥高速公路边坡支护



美国夏威夷高速公路边坡支护



甘肃兰州高速公路边坡支护

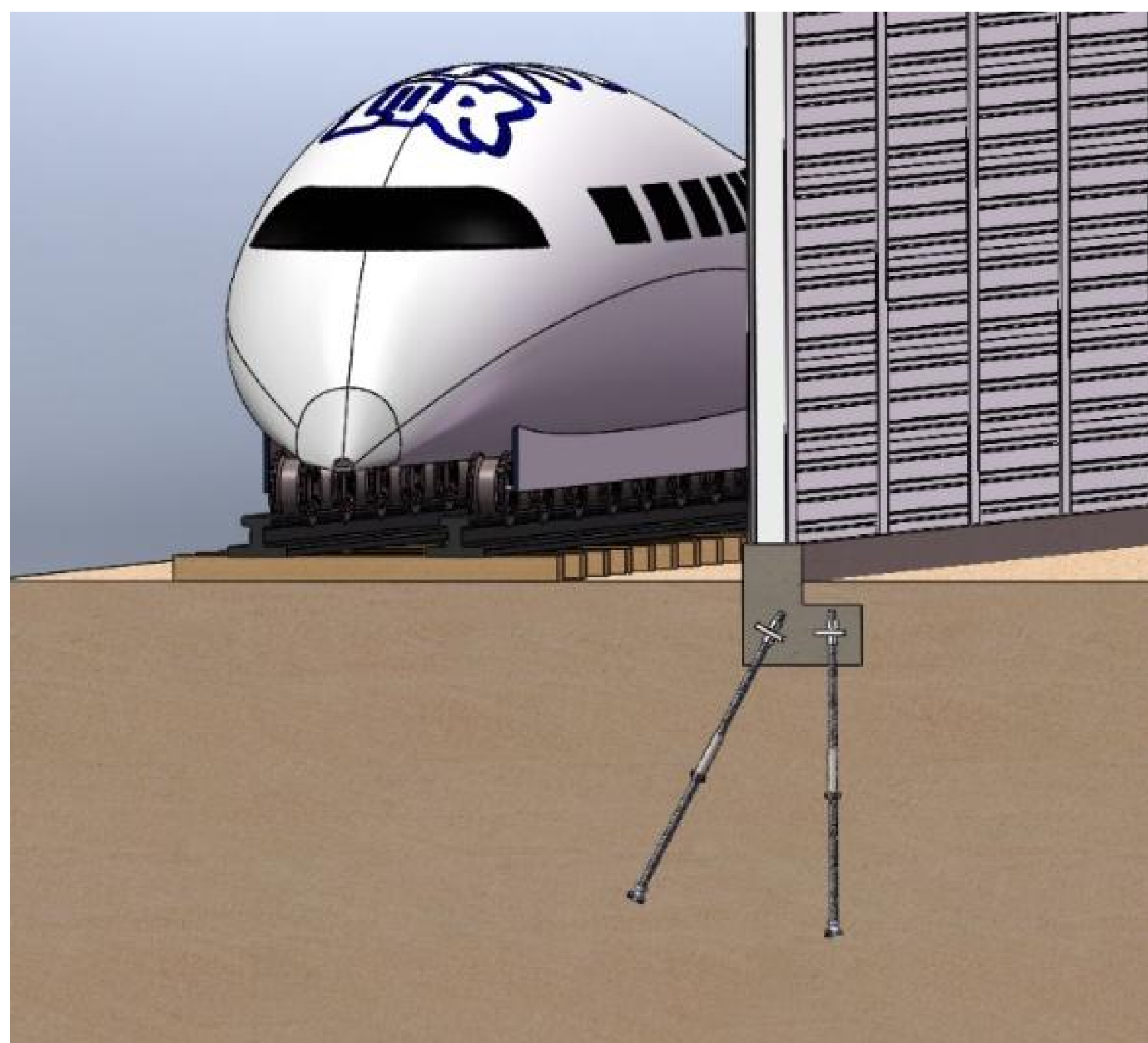


自钻式产品应用——地基与基础工程

地基是指建筑物下面支承基础的土体或岩体。

基础指建筑底部与地基接触的承重构件，它的作用泛指把建筑上部的荷载传给地基。

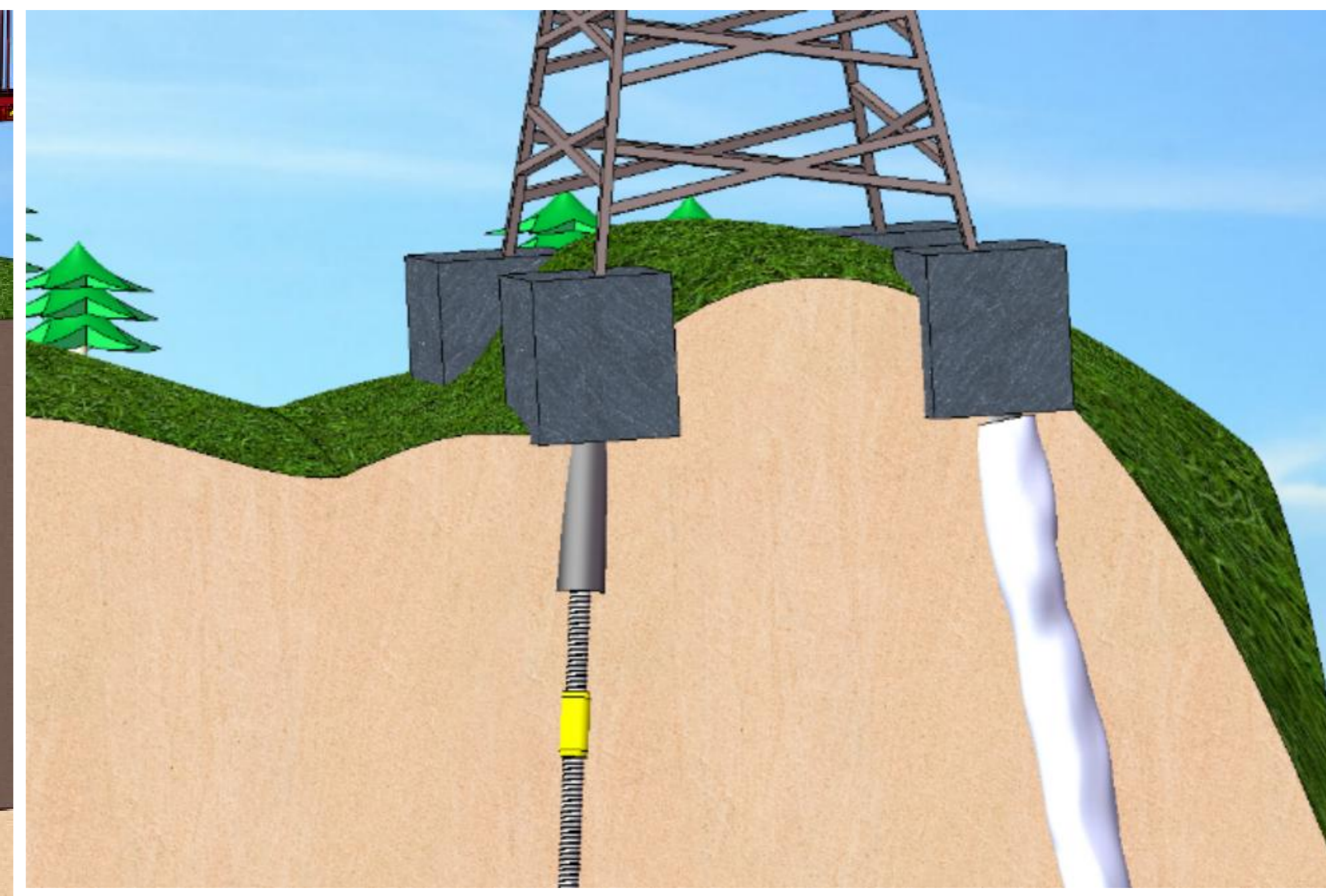
应用场景：地基加固、旧建筑物加固、风电塔基桩基、输电塔基桩基、海岸防护、建筑物基础托换、抗浮、抗隆起桩基、桥台加固、挡梁锚固、挡土墙基础、隔音墙基础、道路拓宽、横向系杆等



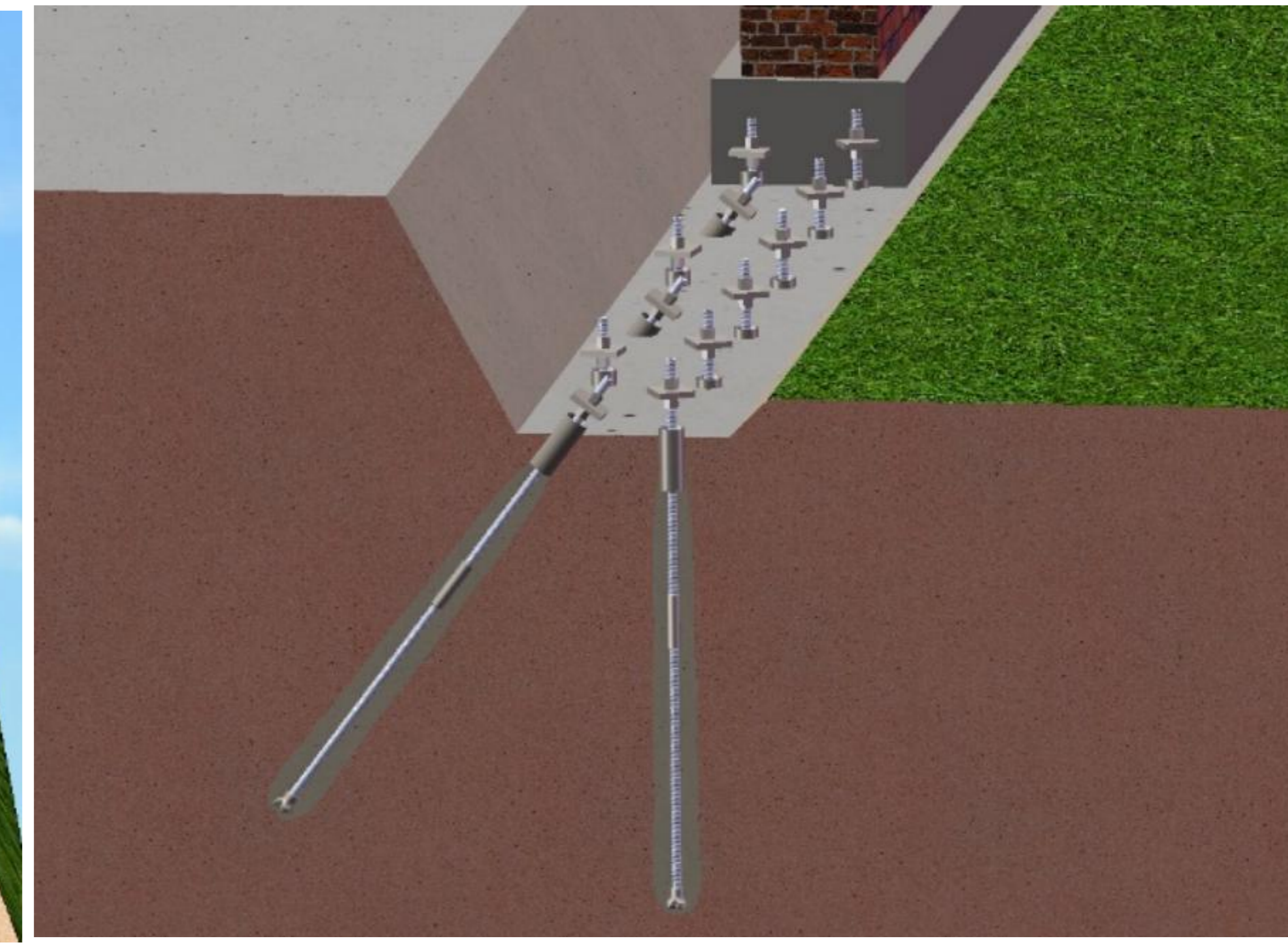
隔音墙基础微型桩加固



桥梁底部桥墩微型桩支护



塔机基础微型桩加固



挡土墙基础微型桩加固



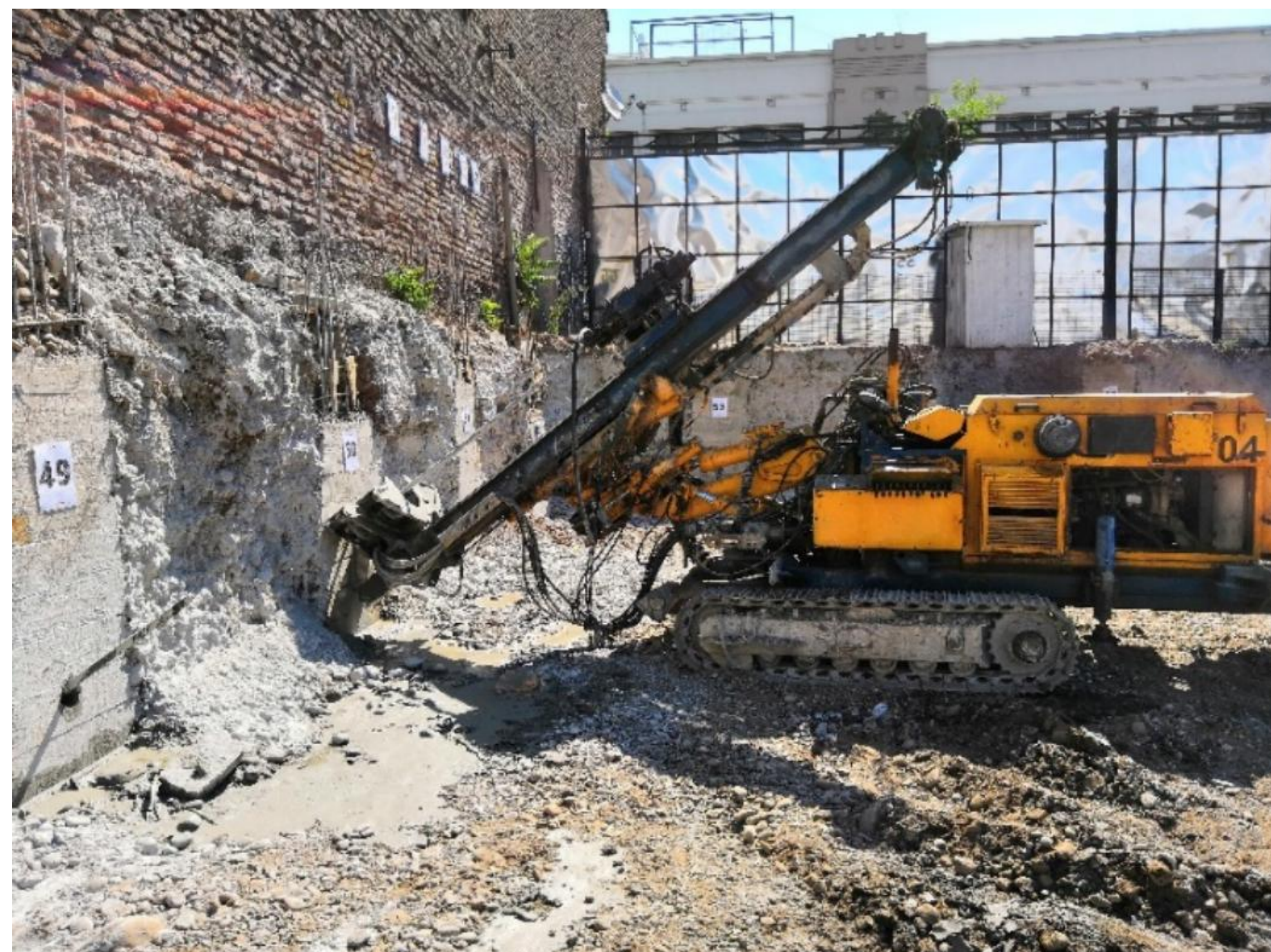
瑞典卡尔斯库加市高压输电塔桩基



美国哥伦比亚大学项目桩基



美国纽约布鲁克林造船厂观光塔项目桩基



智利圣地亚哥建筑基础加固



美国夏威夷别墅修复地基加固



河南三门峡液压坝基础固结灌浆



美国阿什维尔坝体桩基



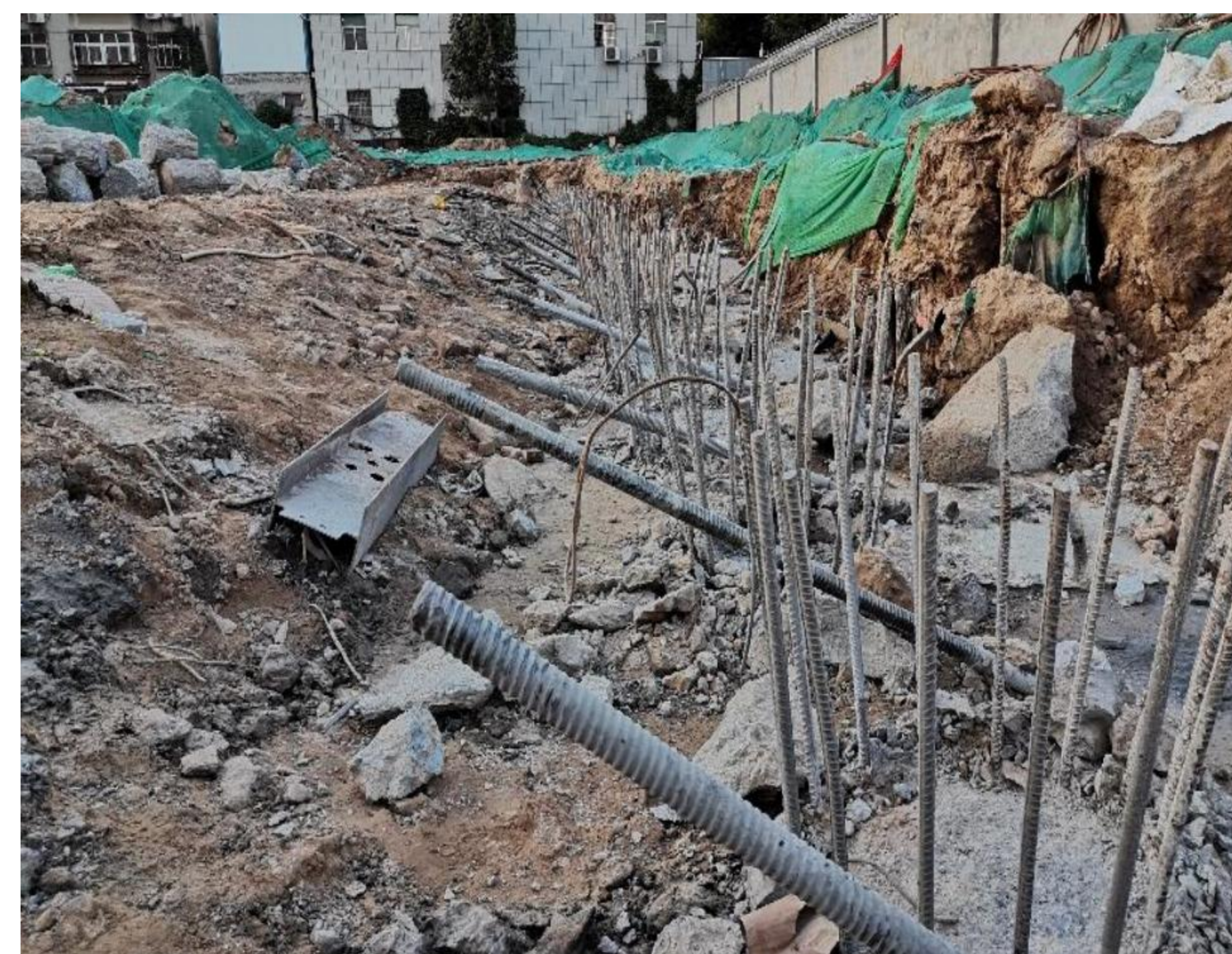
伊朗德黑兰基坑支护



瑞典医院项目基坑支护



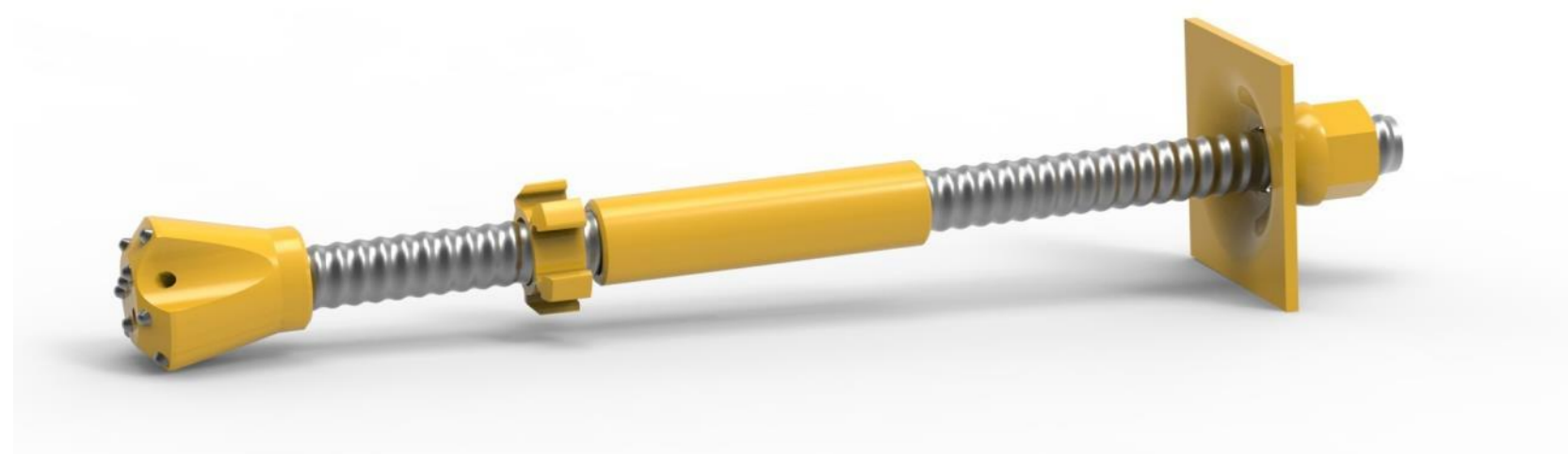
安徽黄山中合农产品市场综合楼基坑支护



山东聊城人民医院项目基坑支护



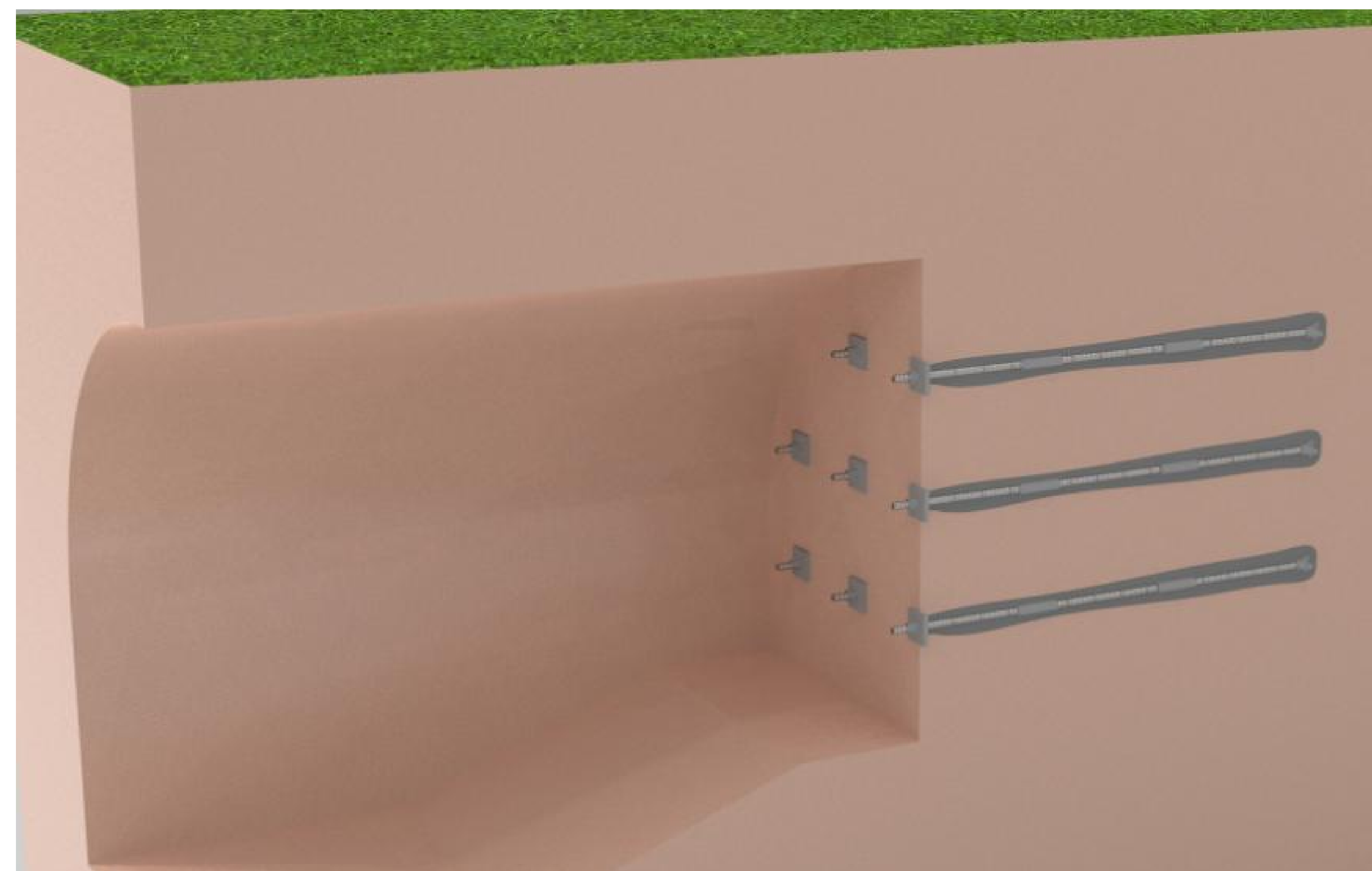
安徽黄山滨江西路步行街基坑支护



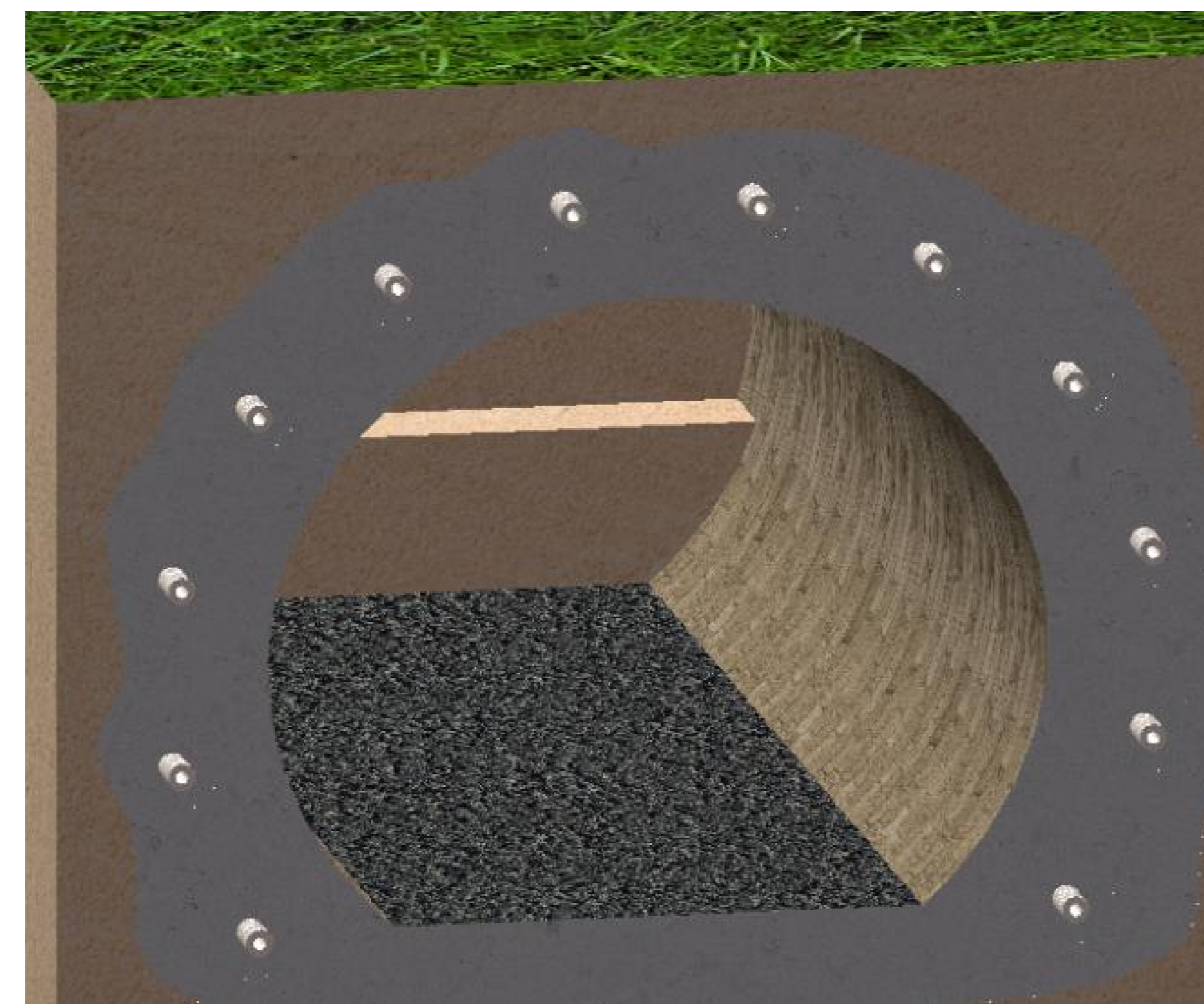
自钻式产品应用——隧道及地下工程

隧道及地下工程指在岩体或土层中修建的通道和各种类型的地下建筑物。

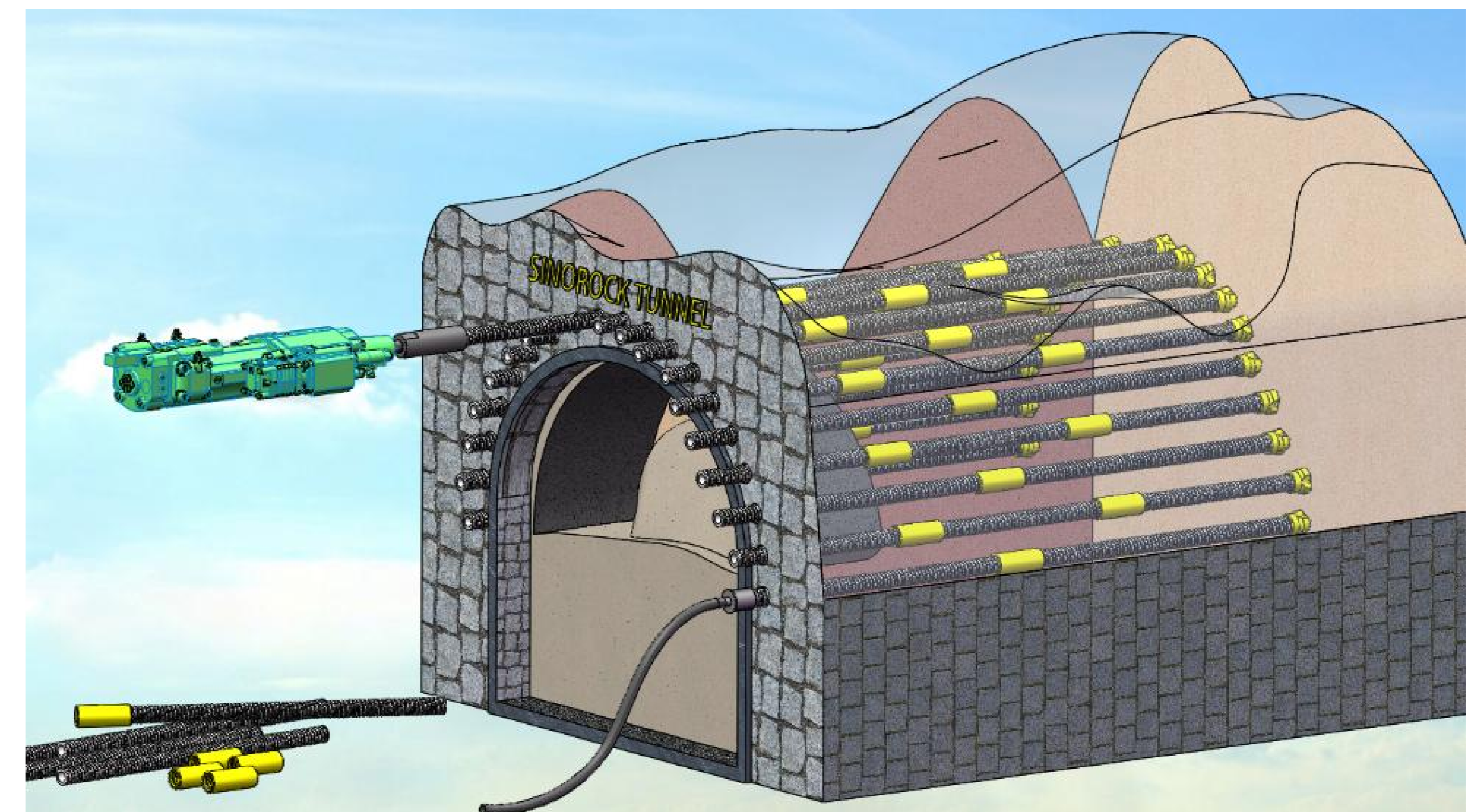
应用场景：隧道口断面支护、超前管棚、超前支护、锁脚支护、顶板支护、水平高压旋喷桩、掌子面加固、实用性吊架等



掌子面岩栓加固



水平高压旋喷桩加固支护



超前管棚支护



湖南怀化张吉怀铁路丁王隧道管棚支护



湖北宜昌郑万高铁高家坪隧道管棚支护



云南西双版纳玉墨铁路曼木树隧道管棚支护



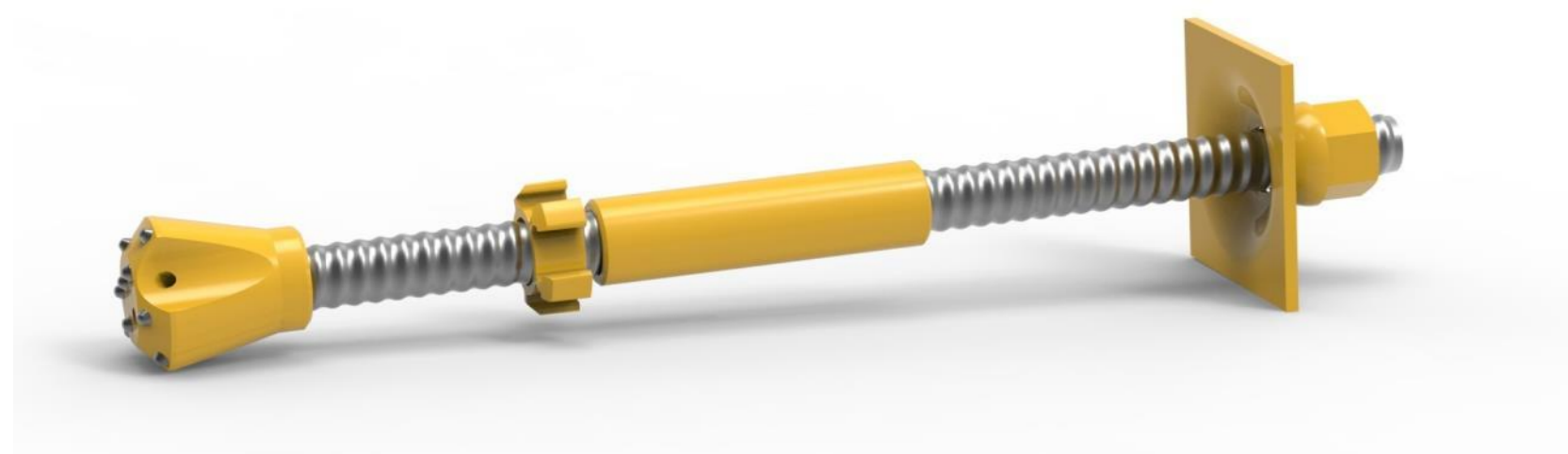
湖北恩施郑万高铁巴东隧道管棚支护



湖北宜昌郑万高铁向家湾隧道管棚支护

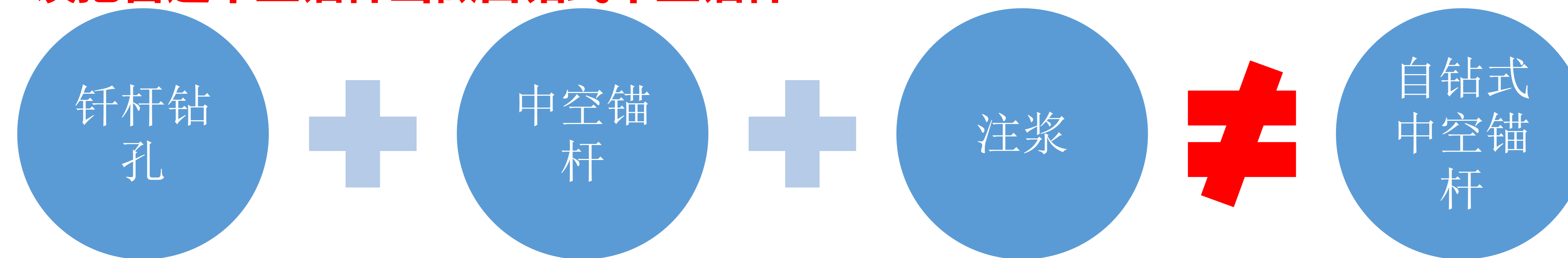


湖北襄阳郑万高铁杏桥坪隧道管棚支护



期待与展望——总结“不是所有中空锚杆都叫自钻式中空锚杆”

问题1：“误把普通中空锚杆当做自钻式中空锚杆”



问题2：“不是所有自钻式中空锚杆都可以自钻”

- 国内现状：杆体强度低、连接套和螺母等无法与杆体达到等强，甚至是无法正常旋合。
- 导致后果：自钻式中空锚杆钻进过程中，**杆体、连接套**断裂无法钻进，造成锚杆长度不足、锚固力不足等严重安全隐患。

初心：为岩土工程锚固提供一种有效、可靠的解决方案

目标：让岩土锚固更快、更省、更安全！

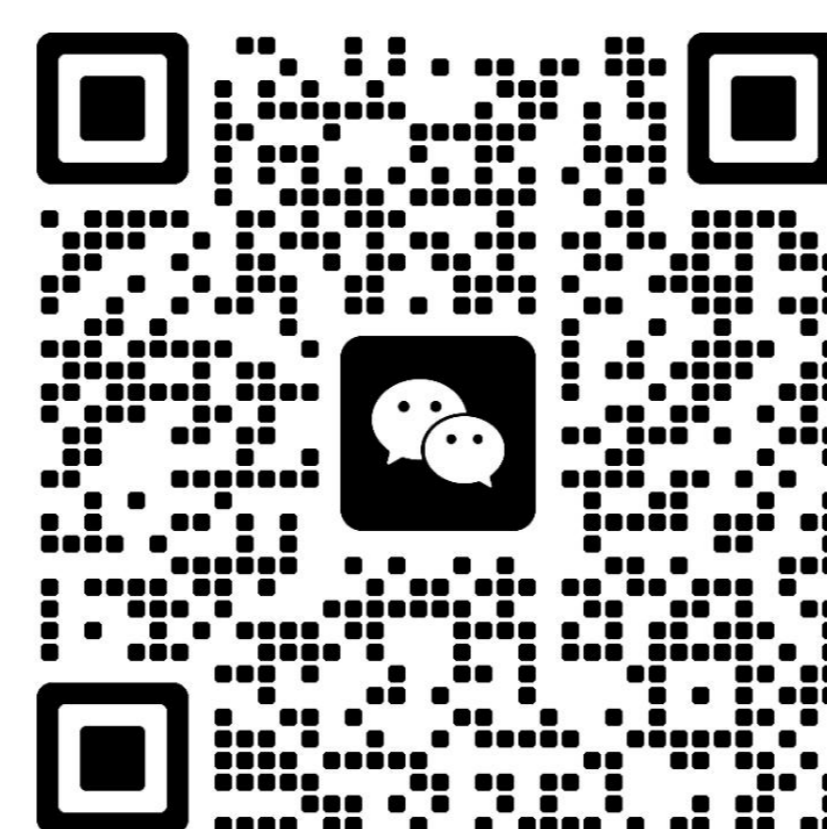


恒诺·让岩土锚固更快更省更安全
恒诺·让岩土锚固更快更省更安全



工程师微信

洛阳恒诺辽宁办事处
辽宁 大连



辽宁办事处微信



抖音