

备案号: J 17395 - 2024

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ33/T 1310 - 2024

可回收预应力锚杆应用技术规范

Technical specification for application of
removable prestressed anchors

2024 - 01 - 02 发布

2024 - 05 - 01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

浙江省住房和城乡建设厅

公告

2024 年 第 1 号

省建设厅关于发布浙江省工程建设标准 《可回收预应力锚杆应用技术规程》的公告

现批准《可回收预应力锚杆应用技术规程》为浙江省工程建设标准，编号为 DBJ33/T 1310 - 2024，自 2024 年 5 月 1 日起施行。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江大学建筑工程学院负责具体技术内容的解释，并在浙江省住房和城乡建设厅网站公开。

浙江省住房和城乡建设厅

2024 年 1 月 2 日

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈2019年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准制修订计划〉的通知》（浙建设函〔2020〕3号）的要求，规程编制组结合浙江省实际情况，通过广泛调查研究，总结实践经验，在参考有关国家标准，吸收国内外先进经验，以及广泛征求意见的基础上，制定了本技术规程。

本规程共分为8章和3个附录，主要内容包括：总则，术语和符号，基本规定，类型与构造，设计，施工，试验，质量检验与验收。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，由浙江大学建筑工程学院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送浙江大学建筑工程学院（浙江省杭州市余杭塘路866号，邮编310058，邮箱 yujianlin72@126.com），以供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主 编 单 位：浙江大学建筑工程学院

浙江省建筑设计研究院

浙江工业大学土木工程学院

参 编 单 位：浙江大学建筑设计研究院有限公司

浙江华展工程研究设计院有限公司

杭州市勘测设计研究院有限公司

温州设计集团有限公司

温州市勘察测绘研究院

浙江久豪建设科技有限公司

浙江天和建筑设计有限公司
浙江恒辉勘测设计有限公司
浙江大地勘测设计有限公司
中建一局集团建设发展有限公司
浙江省建工集团有限责任公司
杭州坤博岩土工程科技有限公司
浙江国泰建设集团有限公司
浙江南联土木工程科技有限公司
杭州南联地基基础工程有限公司
浙江鸿晨建设有限公司
浙江浙峰岩土工程有限公司
浙江中桥预应力设备有限公司
浙江立信建设集团有限公司
浙江湖州市建工集团有限公司

主要起草人： 龚晓南 袁 静 俞建霖 王 哲 朱建才
吴才德 华锦耀 陆振华 何彦承 王乔坎
龚迪快 岑仰润 徐 斌 罗桂红 李根华
严 平 刘卫未 胡 强 俞红波 徐志明
余忠祥 詹晓波 龚新晖 楼小平 黄建飞
钟 宁 许四法 马少俊 何天承 茅建坤
周奇辉 周建明 李坚卿 霍炳旭 饶勤波
刘祥武 黄伟广 余文杰 童 磊 姚宏波
林王剑 叶争鸣 李易豪 何玉珍
主要审查人： 汪明元 赵竹占 郭 丽 李宏伟 姜天鹤
王建民 焦 挺

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	7
4	类型与构造	9
4.1	一般规定	9
4.2	分类与选型	9
4.3	构造	10
5	设 计	17
5.1	一般规定	17
5.2	布置	18
5.3	承载力计算	19
6	施 工	24
6.1	一般规定	24
6.2	杆体制作	25
6.3	成孔	26
6.4	杆体安放	27
6.5	注浆	28
6.6	张拉及锁定	29
6.7	回收	30
7	试 验	33
7.1	一般规定	33
7.2	试验装置和操作要求	33

7.3	基本试验	34
7.4	蠕变试验	36
7.5	验收试验	37
7.6	回收试验	39
8	质量检验与验收	40
8.1	一般规定	40
8.2	质量检验	40
8.3	验收	43
附录 A	可回收锚杆的钢绞线筋体材料性能	44
附录 B	锚杆的粘结强度及端阻强度标准值	46
附录 C	锚杆施工记录表	48
	本规程用词说明	51
	引用标准名录	52
附：	条文说明	53

浙江省建设厅公告
浏览专用

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	4
3	Basic requirement	7
4	Type and structure	9
4.1	General requirements	9
4.2	Classification and selection	9
4.3	Structure	10
5	Design	17
5.1	General requirements	17
5.2	Layout	18
5.3	Calculation of bearing capacity	19
6	Construction	24
6.1	General requirements	24
6.2	Tendon making	25
6.3	Drilling	26
6.4	Tendon placing	27
6.5	Grouting	28
6.6	Tensioning and locking	29
6.7	Removing	30
7	Test	33
7.1	General requirements	33
7.2	Test device and operation requirements	33

7.3	Basic test	34
7.4	Creep test	36
7.5	Acceptance test	37
7.6	Recovery test	39
8	Quality inspection and acceptance	40
8.1	General requirements	40
8.2	Quality testing	40
8.3	Acceptance	43
Appendix A	Material performance of anchor steel strand	44
Appendix B	Standard values of bond strength and end resistance strength of anchor	46
Appendix C	Anchor construction form	48
	Explanation of wording in this specification	51
	List of quoted standards	52
	Addition; Explanation of provisions	53

1 总 则

1.0.1 为规范可回收预应力锚杆在基坑工程中的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、节约资源和保护环境，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于浙江省基坑工程中可回收预应力锚杆的设计、施工、试验、质量检验与验收。

1.0.3 可回收锚杆的应用，应综合考虑工程地质和水文地质条件、周边环境保护要求、基坑开挖深度和形状尺寸、锚杆使用期限和施工条件等因素，并结合地区经验，精心设计和施工、严格检测和监控。

1.0.4 可回收预应力锚杆的应用除应符合本规程的要求外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预应力锚杆 prestressed anchor

一端与外部承载构件连接，另一端锚固在稳定岩土体内，将拉力传递至岩土体中的一种受拉构件。

2.1.2 可回收预应力锚杆 removable prestressed anchor

由锚头锚具、筋体及承载体维持预拉力，经解锁锚具实现筋体回收功能的预应力锚杆，简称可回收锚杆。

2.1.3 锚头锚具 head anchorage

安装于筋体头部，保持筋体预应力并将其传递到围护结构压顶梁或围檩上的锚具。

2.1.4 锚杆杆体 anchor tendon

由筋体、筋体保护套管以及承载体等组装而成的杆状构件，简称杆体。

2.1.5 承载体 bearing body

位于杆体末端，将筋体所受拉力转换为作用在锚固体上压力的部件，包括承载件、解锁锚具及其外围保护罩。

2.1.6 解锁锚具 removable tendon anchorage

位于承载体内与筋体连接，在回收工况通过解锁行为和筋体脱离的部件。

2.1.7 锚固体 grouting body

位于杆体与周围岩土体之间的注浆体。

2.1.8 锚杆自由段 free segment

从锚头锁定点至锚杆锚固段最近端的未被锚固体包裹的锚杆

区段。

2.1.9 锚杆锚固段 fixed segment

通过注浆体实现杆体与岩土体之间力的传递，由锚固体、承载体组成的锚杆区段。

2.1.10 压力型锚杆 compression anchor

将筋体承担的拉力经由承载体传递至锚固体，且锚固体处于压剪状态的锚杆。

2.1.11 单元锚杆 unit anchor

由单个杆体组成的锚杆。

2.1.12 拉压复合型锚杆 tension-compression composite anchor

在杆体尾部设置和承载体不连接，但与承载体及其前端筋体有一定搭接长度的玻璃纤维筋或玄武岩纤维筋，承载体及其前端筋体范围的锚固体处于压剪状态，玻璃纤维筋或玄武岩纤维筋尾部筋体范围的锚固体处于拉剪状态的锚杆。

2.1.13 等直径锚杆 equal-diameter anchor

锚固段全长直径相同，且与自由段锚孔直径一致的可回收锚杆。

2.1.14 扩体型锚杆 underreamed anchor

杆体末端扩孔形成的大直径锚固段和等直径的普通锚固段、自由段组合而成的可回收锚杆。

2.1.15 机械锁型可回收锚杆 mechanical end-locked removable anchor

锚杆使用功能完成后，采用机械方式进行解锁，实现筋体拆除与回收的锚杆。

2.1.16 热熔型可回收锚杆 hot-melt removable anchor

锚杆使用功能完成后，采用通电热熔方式解锁，实现筋体拆除与回收的锚杆。

2.1.17 解锁锚具极限承载力 ultimate tensile capacity of removable tendon anchorage

在拉力作用下可回收锚杆筋体与解锁锚具的组装件可承受的最大荷载值。

2.1.18 钻孔注浆法 drilling and grouting method

钻机成孔后，在锚孔内放置杆体并注浆的锚杆施工工艺，可采用一次注浆和二次注浆工艺。

2.1.19 旋喷注浆法 jet grouting method

采用高压旋喷喷射流切割地层、注浆，并将杆体植入的锚杆施工工艺，可采用一次注浆和后注浆工艺。

2.1.20 囊袋锚杆 grouting bag anchor

锚固体内设置包裹杆体的囊袋，并在囊袋内注浆的锚杆。

2.1.21 免张拉拆卸锚头锚具 non-tension anchorage

由构件组装而成，在锚杆受力工况下不通过千斤顶张拉即可完成拆卸的锚头锚具。

2.1.22 基本试验 basic test

工程锚杆正式施工前，为确定锚杆设计参数和施工工艺，在现场进行的锚杆抗拔承载力试验，可分为极限抗拔承载力试验和验证性抗拔承载力试验。

2.1.23 蠕变试验 creep test

在恒定荷载作用下锚杆位移随时间变化的试验。

2.1.24 回收试验 anchor removing test

检验可回收锚杆筋体回收效果的现场试验。

2.1.25 验收试验 acceptance test

工程应用时为检验工程锚杆质量和性能，达到验收目的而进行的张拉试验。

2.1.26 锚杆可回收期限 removable term of anchor

可回收锚杆从开始施工至筋体回收完成的时间。

2.2 符 号

2.2.1 抗力和材料性能参数

E_s ——锚杆筋材弹性模量；
 f_c ——相应养护龄期下锚固体轴心抗压强度设计值；
 f_{py} ——钢绞线抗拉强度设计值；
 q_p ——扩体锚固段前端土体极限端阻标准值；
 q_{sk} ——锚固体与岩土层的极限粘结强度标准值；
 R_k ——锚杆极限抗拔承载力标准值。

2.2.2 岩土体物理力学参数

γ ——岩土体的天然重度；
 c ——岩土体的粘聚力；
 φ ——岩土体的内摩擦角。

2.2.3 作用与作用效应

N_d ——锚杆轴向拉力设计值；
 N_k ——锚杆轴向拉力标准值。

2.2.4 几何参数

A'_s ——工作预应力筋的有效截面积；
 A_p ——锚杆承载件与锚固体的净接触面积 (m^2)；
 A_m ——锚固段横截面积 (m^2)；
 d ——等直径锚杆锚固段直径或扩体型锚杆非扩体锚固段直径；
 D ——扩体锚固段直径；
 L_f ——锚杆自由段长度；
 L_{tf} ——筋体自由段长度；
 L_a ——锚杆锚固段长度；
 L_{as} ——非扩体锚固段长度；
 L_{ak} ——扩体锚固段长度。

2.2.5 计算系数及其他

K_t ——锚杆抗拔安全系数；
 k_R ——锚杆轴向抗拉刚度系数；

γ_0 ——基坑支护结构重要性系数；

γ_F ——综合分项系数；

ψ ——锚固段长度对极限粘结强度的影响系数；

η ——锚固体局部抗压强度增大系数；

ξ ——筋体强度折减系数；

α_p ——扩体锚固段前端阻力发挥系数。

3 基本规定

3.0.1 可回收锚杆设计前，应调查场地工程地质和水文地质条件对施工方法的适应性以及当地类似经验，并应收集下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告；
- 2 工程用地红线图、地形图、建筑总平面图、主体工程地下结构施工图；
- 3 周边相关建（构）筑物、地下设施、道路、管线、河道等资料；
- 4 周边在建和待建项目的工程资料及施工计划。

3.0.2 可回收锚杆的选型和施工工艺应根据工程特点、周边环境条件、地质条件等因素综合确定。可回收锚杆的使用年限不宜超过两年，锚杆可回收期限应大于使用年限。

3.0.3 采用可回收锚杆的基坑支护结构，其内力、变形计算和稳定性验算应包括分层开挖、分层换撑与筋体回收等全过程施工工况。

3.0.4 可回收锚杆的承载体应具备出厂合格证书、筋体与解锁锚具组装件的锚固性能试验报告，试验报告应提供组装件的抗拉承载力。

3.0.5 可回收锚杆施工前应通过试验确定承载力，通过回收试验验证回收工艺；锚固段位于软土层时还应进行蠕变试验。锚杆施工完成后应进行验收试验。

3.0.6 基坑开挖过程中应根据设计工况，按照分层分段、先锚后挖的原则，及时施工锚杆，严禁超挖土方。锚杆验收合格并张拉锁定后方可开挖下一层土方。

3.0.7 可回收锚杆应按照先换撑、后回收的原则自下而上分层

进行筋体回收，回收工况应符合设计要求。

3.0.8 基坑施工过程中应对可回收锚杆的轴力等围护结构内力进行监测，对周边环境加强监控。

3.0.9 锚杆锚固段位于地下水位以下土层时，应采取措施，确保成孔和锚固体的完整性。锚杆全断面位于地下水位以下土层时，应采取可靠措施，防止孔口涌水，确保施工期间周边环境的安全。

4 类型与构造

4.1 一般规定

4.1.1 可回收锚杆可根据锚固体受力特征、解锁原理、成孔工艺及锚固体形状等进行分类。可回收锚杆设计时，应根据锚杆承载力选择适宜的锚杆类型，再根据工程特点选择适宜的解锁锚具和成孔工艺。

4.1.2 可回收锚杆应由锚头锚具与锚杆杆体组成，其中锚杆杆体由筋体、筋体保护套管以及承载体组成。锚杆各组成部件应有效连接，外围部件应封闭。

4.1.3 可回收锚杆应由锚头锚具、筋体及承载体维持预拉力，并由承载体将预拉力转换为压力传递至锚固体及周围岩土体。可回收锚杆通过解锁锚具实现筋体回收功能。

4.2 分类与选型

4.2.1 根据锚固体的受力特征，可回收锚杆分为压力型和拉压复合型锚杆。当锚杆的极限抗拔承载力要求较高时，宜采用压力分散型锚杆，承载体分散布置。当锚杆的锚固段设置在软弱土层时，宜采用拉压复合型锚杆。当基坑围护结构变形要求严格或锚杆杆体沿轴线定位要求高时，可采用拉压复合型锚杆。

4.2.2 根据解锁原理，可回收锚杆分为机械锁型和热熔型等锚杆。机械锁型锚杆又可分为辅索拉拔解锁型、顶进解锁型、旋转解锁型和顶进旋转解锁型等锚杆。可回收锚杆采用的解锁锚具类型应与现场回收施工条件相适配。

4.2.3 根据成孔工艺，可回收锚杆分为旋喷成孔和钻孔成孔锚

杆。当锚杆的锚固段位于硬塑、坚硬的粘性土或软岩时，宜采用钻孔成孔锚杆。

4.2.4 根据锚固体的形状，可回收锚杆分为等直径和扩体型锚杆。旋喷成孔锚杆的扩体段采用旋喷扩体工艺，钻孔成孔锚杆的扩体段可采用机械扩体工艺。当锚杆的锚固段位于砂土、粉土时，宜采用旋喷成孔的扩体型锚杆。

4.2.5 可回收锚杆的锚固段位于软弱土层时，可采用囊袋锚杆提高抗拔承载力。

4.3 构造

4.3.1 施工完成后的可回收锚杆包括锚固段和自由段（图 4.3.1），压力型锚杆末端承载体与锚固段端部的距离宜为 200mm ~ 500mm。

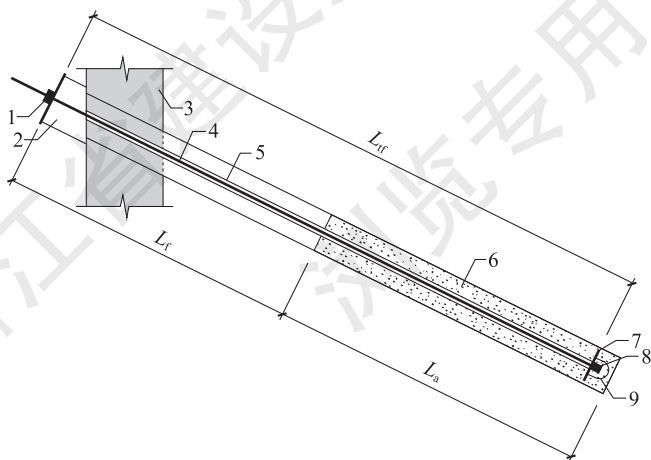


图 4.3.1 压力型锚杆构造

- 1—锚头锚具；2—台座、围檩或压顶梁；3—基坑围护桩（墙）；
4—筋体；5—筋体保护套管（未采用无粘结钢绞线）；6—锚固体；
7—承载件；8—解锁锚具；9—保护罩；
 L_f —锚杆自由段长度； L_a —锚杆锚固段长度； L_{fr} —筋体自由段长度

4.3.2 压力分散型锚杆（图 4.3.2）的承载体应位于锚杆不同位置，以分散锚固体压力。

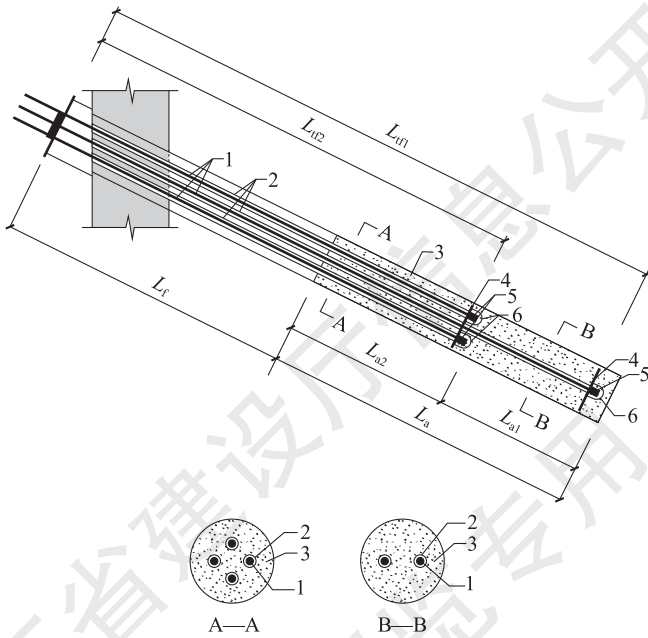


图 4.3.2 压力分散型锚杆构造

1—筋体；2—筋体保护套管（未采用无粘结钢绞线）；3—锚固体；
4—承载体；5—解锁锚具；6—保护罩； L_f —锚杆自由段长度； L_a —锚杆锚固段长度； L_{a1} 、 L_{a2} —单元锚杆锚固段长度； L_{f1} 、 L_{f2} —单元锚杆筋体自由段长度

4.3.3 拉压复合型锚杆（图 4.3.3）的尾部筋体应伸入承载体前端的锚固段内，并与承载体前端的钢绞线筋体搭接一定长度。尾部筋体应采用玻璃纤维筋或玄武岩纤维筋，并符合下列规定：

- 1 采用玻璃纤维筋时，应符合现行行业标准《土木工程用

玻璃纤维增强筋》JG/T 406 的相关规定；

2 采用玄武岩纤维复合筋时，应符合现行国家标准《土木工程结构用玄武岩纤维复合材料》GB/T 26745 的相关规定；

3 尾部筋体距离锚固段端部宜为 200mm ~ 300mm。

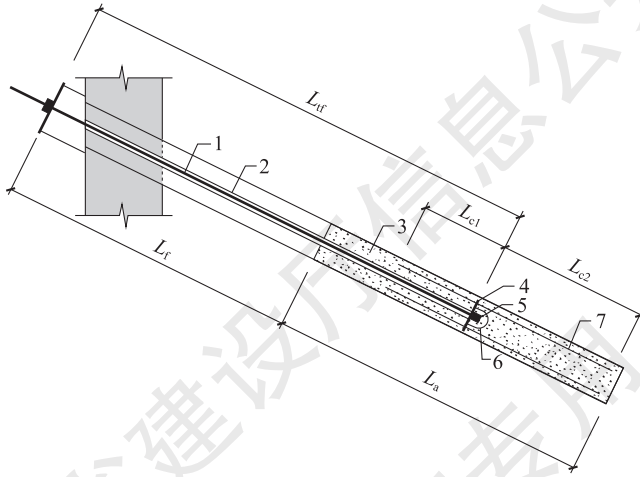
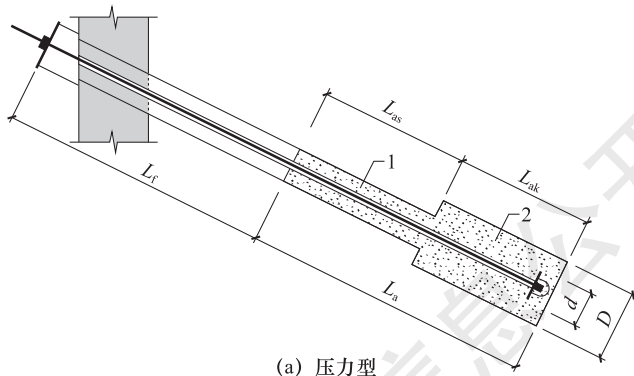


图 4.3.3 拉压复合型锚杆构造

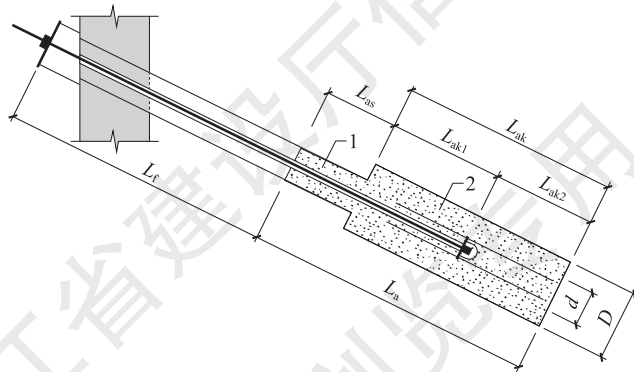
1—筋体；2—筋体保护套管（未采用无粘结钢绞线）；3—锚固体；
4—承载件；5—解锁锚具；6—保护罩；7—尾部筋体； L_r —锚杆自由段长度； L_a —锚杆锚固段长度； L_{r1} —筋体自由段长度； L_{c1} —尾部筋体搭接段长度； L_{c2} —尾部筋体受拉段长度

4.3.4 扩体型锚杆（图 4.3.4）的末端承载体应位于扩体段内部。采用拉压复合型扩体锚杆时，扩体段长度宜包裹尾部筋体全长。

4.3.5 囊袋锚杆应通过在锚固体内设置包裹承载体、筋体的囊袋（图 4.3.5），形成囊袋锚固体。采用拉压复合型锚杆时，囊袋宜包裹尾部筋体。



(a) 压力型



(b) 拉压复合型

图 4.3.4 扩体型锚杆构造

1—非扩体锚固段；2—扩体锚固段； d —非扩体锚固段直径； D —扩体锚固段直径； L_f —锚杆自由段长度； L_a —锚杆锚固段长度； L_{as} —非扩体锚固段长度； L_{ak} —扩体锚固段长度； L_{ak1} —扩体受压锚固段长度； L_{ak2} —扩体受拉锚固段长度

4.3.6 锚头锚具应满足下列要求：

- 1 锚头锚具的承载面应垂直于筋体轴线；
- 2 锚头锚具在使用阶段时应和筋体有效连接，回收阶段时应能释放筋体拉力；

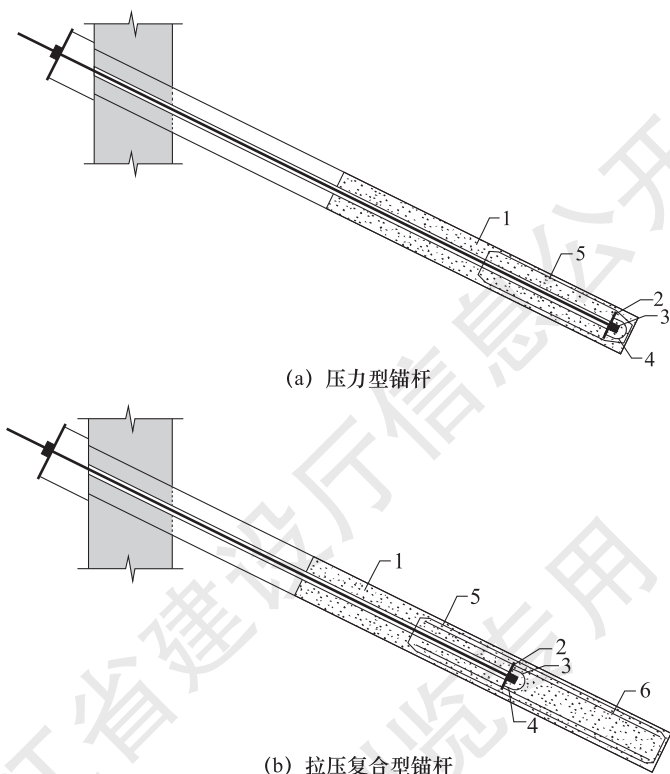


图 4.3.5 囊袋锚杆构造

1—锚固体；2—承载件；3—解锁锚具；4—保护罩；5—囊袋；6—尾部筋体

3 锚头锚具宜采用免张拉拆卸锚具，并应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的相关规定。

4.3.7 压力型锚杆的筋体为钢绞线，并应满足下列要求：

1 筋体性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的有关规定；

2 采用无粘结预应力钢绞线时，筋体性能应符合现行行业

标准《无粘结预应力钢绞线》JG/T 161 的有关规定；

3 未采用无粘结预应力钢绞线时，筋体外围应设置保护套管，保护套管应具有足够的强度、韧性及密封性。

4.3.8 承载体由承载件、解锁锚具以及外围保护罩组成，应符合下列要求：

1 承载件应具有足够的强度、抗变形能力，并与保护罩密封连接；

2 解锁锚具位于承载件与保护罩形成的密封空间内，应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的相关规定；

3 保护罩应具有密封性，其材料强度应满足锚杆施工、使用及回收阶段不破损的要求。

4.3.9 解锁锚具可采用机械锁型（图 4.3.9a、图 4.3.9b）和热熔型（图 4.3.9c），其与筋体组装件的承载力应满足设计要求，在使用阶段具有足够的抗拔承载力，在回收阶段方便解锁回收。

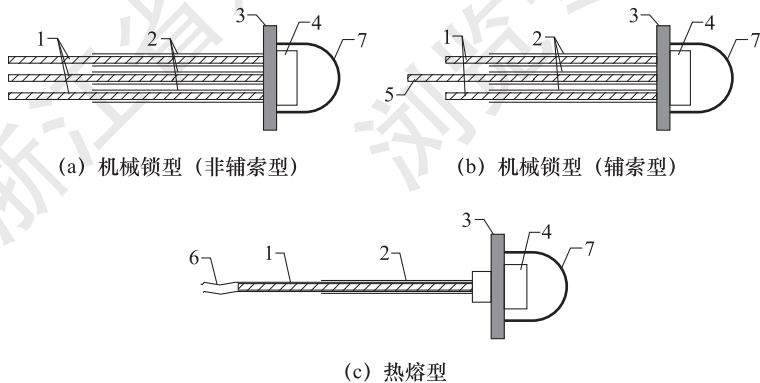


图 4.3.9 可回收锚杆承载体构造

1—筋体；2—筋体保护套管；3—承载件；4—解锁锚具；5—辅索；6—导线；7—保护罩

4.3.10 机械锁型解锁锚具与筋体采用机械方式连接，筋体可通过顶进、旋转、拉拔辅索等单一行为或复合行为与解锁锚具脱离，并应符合下列规定：

1 钢绞线的中丝在解锁锚具有断点时，钢绞线的有效截面积不应包含中丝；

2 用作辅索的钢绞线在锚杆使用期间不应作为工作预应力筋。

4.3.11 热熔型解锁锚具设有电加热环，电加热环与解锁导线连接。解锁导线、电加热环应符合下列要求：

1 电加热环应为热熔材料制成；

2 解锁导线应附着于热熔型可回收锚杆无粘结钢绞线外侧，具备足够的抗变形能力；

3 热熔型可回收锚杆的无粘结钢绞线使用阶段，解锁导线、电加热环等应具备化学稳定性和物理稳定性，以确保锚杆锚固性能。

4.3.12 锚杆杆体各组成部分的连接应满足下列要求：

1 筋体保护套管应与承载件密封连接；

2 解锁锚具和承载件应匹配且可靠连接；

3 使用阶段时筋体应与解锁锚具有效连接，防止解锁锚具解锁；

4 回收阶段时解锁锚具应能有效解锁，筋体与解锁锚具脱离并回收。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 可回收锚杆设计前应调查和勘察锚杆施工影响范围内的工程条件和周边环境，并应根据岩土工程勘察报告、周边环境、工程特点，评估基坑工程应用可回收锚杆的可行性、安全性及经济性。

5.1.2 可回收锚杆设计应包括下列内容：

- 1 锚杆类型、材料及构造；
- 2 锚杆孔径、长度、角度及布置；
- 3 单元锚杆数量、锚杆抗拔承载力、解锁锚具抗拉承载力；
- 4 锚杆施工及回收工艺要求；
- 5 锚杆初始预应力值及张拉值；
- 6 锚杆试验、质量检验、验收及监测要求；
- 7 回收工况和换撑要求；
- 8 解锁锚具回收性能指标。

5.1.3 基坑安全等级、重要性系数、设计使用年限、支护结构设计计算、稳定性验算、地下水控制及周边环境控制等应符合现行浙江省标准《建筑基坑工程技术规程》DB33/T 1096 的相关规定。

5.1.4 当可回收锚杆出现下列状态之一时，应判断锚杆达到了承载能力极限状态：

- 1 筋体应力超过材料强度而产生破坏；
- 2 锚杆锚固段周边地层剪应力达到其抗剪强度而产生破坏；
- 3 锚固体局部抗压强度不足而产生破坏；

4 解锁锚具与筋体脱离、连接界面破坏或解锁锚具变形过大导致解锁失效；

5 锚杆产生过大变形且不适于锚固结构体系继续承载。

5.1.5 锚杆极限承载力确定应符合下列要求：

1 安全等级为一级或无当地经验的基坑工程，应通过锚杆基本试验确定；

2 有工程经验的、安全等级为二级和三级的基坑工程，可按本规程第 5.3.3 条确定锚杆极限承载力标准值，并通过抗拔承载力试验进行验证。

5.1.6 锚杆初始预应力值宜为锚杆轴向拉力标准值的 0.7 倍 ~ 1.0 倍，对地层及支护结构位移控制要求高时宜取高值。

5.1.7 传递锚杆拉力的围檩、压顶梁、台座等传力结构应具有足够的强度和刚度，混凝土传力结构的强度等级不应低于 C25。

5.2 布 置

5.2.1 可回收锚杆选型应综合考虑锚固地层性质、周边环境 and 施工工艺等因素。锚固体长度超过 12m 仍无法满足抗拔承载力要求时，宜采用压力分散型或扩体型锚杆。

5.2.2 可回收锚杆的布置应符合下列规定：

1 锚杆的水平间距宜大于 1.5m 和 3 倍锚固体直径，竖向间距宜大于 2.5m 且应考虑换撑及回收要求；不满足时宜将锚固段错开布置，或者相邻锚杆的倾角差值大于 3° ；

2 等直径锚杆锚固段的上覆土层厚度不宜小于 4.5m，扩体型锚杆时不宜小于 7m；

3 锚杆的倾角宜为 $15^\circ \sim 30^\circ$ ，扩体型锚杆的倾角不宜小于 10° 且不宜大于 45° ；

4 锚杆与相邻基础或地下设施间的距离应大于 3.0m，锚杆锚头锚具与换撑结构的竖向距离不宜小于 0.5m。

5.2.3 可回收锚杆的锚固段不宜设置在软土及松散填土等软弱

土层中。锚杆锚固段长度宜符合下列要求：

1 等直径锚杆锚固段长度在岩层中宜为 3m ~ 8m，在土层中宜为 6m ~ 12m；扩体型锚杆的扩体段长度宜为 2m ~ 6m，锚固段总长度宜为 6m ~ 10m；

2 压力分散型锚杆单元锚固段长度在岩层中宜为 2m ~ 3m，在土层中宜为 3m ~ 6m；

3 拉压复合型锚杆锚固体内尾部筋体搭接段长度不宜小于 2m，受拉段筋体长度宜与搭接段相近。

5.2.4 可回收锚杆锚固体可分为水泥浆体和水泥土体，并应符合下列要求：

1 水泥宜采用普通硅酸盐水泥，强度等级不应低于 P. O 42.5，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定；

2 水泥浆体、水泥土体宜适当添加外加剂。外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，且不应影响锚固体与岩土体的粘结强度，不得降低筋体及保护套管、承载体及保护套的耐久性；

3 拌合水水质应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的相关规定；

4 水泥浆体和水泥土体的现场试验抗压强度标准值分别不宜小于 30MPa 和 0.8MPa。

5.2.5 基坑工程的围檩或压顶梁与地下室外墙之间净距应满足锚杆回收所需的作业空间要求，且不宜小于 1.0m。

5.2.6 锚杆筋体外露围檩或压顶梁的尺寸应能满足张拉锁定和回收的要求，基坑工程施工全过程中应保护外露筋体，使其完整保留。

5.3 承载力计算

5.3.1 锚杆轴向抗拉刚度系数宜根据锚杆基本试验确定；当无试验资料时，单元锚杆轴向抗拉刚度系数可按下式计算：

$$k_R = \frac{E_s A'_s}{L_{lf}} \quad (5.3.1)$$

式中： k_R ——锚杆轴向抗拉刚度系数（MN/m）；

E_s ——锚杆筋材弹性模量（MN/m²）；

A'_s ——锚杆工作预应力筋的有效截面积（m²）；

L_{lf} ——锚杆筋体自由段长度（m）。

5.3.2 可回收锚杆轴向拉力设计值应按式计算：

$$N_d = \gamma_0 \gamma_F N_k \quad (5.3.2)$$

式中： N_d ——锚杆轴向拉力设计值（kN）；

N_k ——锚杆轴向拉力标准值（kN）；

γ_0 ——基坑支护结构重要性系数，支护结构安全等级为一级、二级、三级时重要性系数分别不小于 1.1、1.0、1.0；

γ_F ——综合分项系数，不应小于 1.25。

5.3.3 可回收锚杆极限抗拔承载力估算应包括下列内容：

- 1 锚固体与岩土层间极限抗拔承载力估算；
- 2 筋体抗拉承载力验算；
- 3 锚固体端部局部受压极限承载力估算。

可回收锚杆极限抗拔承载力估算值应取上述估算值、验算值以及解锁锚具极限承载力的小值。

5.3.4 可回收锚杆的极限抗拔承载力应符合下式的要求：

$$R_k \geq K_1 N_k \quad (5.3.4)$$

式中： R_k ——锚杆极限抗拔承载力标准值（kN），按本规程第 5.3.5 条及第 5.3.6 条的规定计算并结合基本试验确定；

K_1 ——锚杆抗拔安全系数，支护结构安全等级为一级、二级、三级时其值分别取 1.8、1.6、1.5。

5.3.5 等直径锚杆的极限抗拔承载力标准值可按式估算：

$$R_k = \psi \pi d \sum q_{sk,i} L_{ai} \quad (5.3.5)$$

式中： d ——锚固段直径（m）；

L_{ai} ——锚固段在第 i 层岩土层中的长度（m）；

$q_{sk,i}$ ——锚固体与第 i 层岩土层极限粘接强度标准值（kPa），应通过试验确定，当无试验资料时可按本规程附录 B 取值；

ψ ——锚固段长度对极限粘结强度的影响系数，应由试验确定。无试验资料时，可按表 5.3.5 取值。

表 5.3.5 极限粘结强度的影响系数

锚固地层	土层					岩层				
	锚固段长度（m）	18~14	14~10	10	10~6	6~4	12~9	9~6	6	6~3
ψ 值	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0	1.0~1.3	1.3~1.6	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0	1.0~1.3	1.3~1.6

5.3.6 扩体型锚杆的极限抗拔承载力标准值可按下式估算：

$$R_k = \pi d \sum L_{as,i} q_{sk,i} + \pi D \sum L_{ak,i} q_{sk,i} + \frac{\pi (D^2 - d^2) \alpha_p q_p}{4} \quad (5.3.6)$$

式中： d ——非扩体锚固段直径（m）；

D ——扩体锚固段直径（m）；

$L_{as,i}$ ——非扩体锚固段在第 i 层岩土层中的长度（m）；

$L_{ak,i}$ ——扩体锚固段在第 i 层岩土层中的长度（m）；

α_p ——扩体锚固段前端阻力发挥系数，一般取 0.7~1.0；

q_p ——扩体锚固段前端土体极限端阻标准值（kPa），应通过试验确定，当无试验资料时可按本规程附录 B 取值。

5.3.7 旋喷成孔锚杆扩体锚固段直径应根据土质和施工工艺参

数通过现场试验确定；无资料时，可按表 5.3.7 取值。

表 5.3.7 旋喷成孔锚杆扩体锚固段直径

土 质		扩体锚固段直径 (m)		
		水泥浆扩孔	水和水泥浆扩孔	水和水泥浆复喷扩孔
黏性土	$0.50 \leq I_L < 0.75$	0.4 ~ 0.7	0.6 ~ 0.9	0.7 ~ 1.1
	$0.25 \leq I_L < 0.50$	—	0.5 ~ 0.8	0.6 ~ 1.0
	$0 < I_L < 0.25$	—	0.4 ~ 0.7	0.45 ~ 0.9
砂土	$0 < N < 10$	0.6 ~ 1.0	1.0 ~ 1.4	1.1 ~ 1.6
	$11 < N < 20$	0.5 ~ 0.9	0.9 ~ 1.3	1.0 ~ 1.5
	$21 < N < 30$	0.4 ~ 0.8	0.8 ~ 1.2	0.9 ~ 1.4
砾砂	$N < 30$	0.4 ~ 0.9	0.6 ~ 1.0	0.7 ~ 1.2

注：表中 I_L 为黏性土的液性指数， N 为标准贯入锤击数。

5.3.8 可回收锚杆的工作预应力筋有效截面积应符合下式要求：

$$A'_s = \frac{N_d}{\xi f_{py}} \quad (5.3.8)$$

式中： N_d ——锚杆轴向拉力设计值 (kN)；

f_{py} ——钢绞线抗拉强度设计值 (kPa)；

ξ ——筋体强度折减系数，可取 0.80 ~ 0.95；

A'_s ——工作预应力筋的有效截面积 (m^2)。

5.3.9 可回收锚杆锚固段注浆体端部承载力应符合下式要求：

$$N \leq 1.35 A_p \left(\frac{A_m}{A_p} \right)^{0.5} \eta f_c \quad (5.3.9)$$

式中： η ——有侧限锚固体抗压强度增大系数，由试验确定；

f_c ——相应养护龄期下锚固体轴心抗压强度设计值 (kPa)；

A_p ——锚杆承载件与锚固体的净接触面积 (m^2)；

A_m ——锚固段横截面积 (m^2)。

5.3.10 压力分散型锚杆的单元锚杆宜按等承载力进行设计，单元锚杆数量不宜超过3个。压力分散型锚杆抗拔承载力在考虑各单元锚杆锚固体应力叠加效应后的基础上，可取各单元锚杆抗拔力之和。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 可回收锚杆施工应包括杆体制作、成孔、杆体安放、注浆、张拉及锁定、回收等。锚杆正式施工前宜进行现场试验，验证施工工艺的合理性。其施工准备应符合下列规定：

- 1 掌握施工区域的工程地质和水文地质资料；
- 2 查明施工区域的地下管线、地下建（构）筑物的位置、类型和使用状况；
- 3 查明地下障碍物、废弃建（构）筑物的分布、形状等。

6.1.2 可回收锚杆施工应进行全过程质量控制、检查和记录，施工记录可按本规程附录 C 执行。

6.1.3 锚杆孔口位于地下水位以下时，应采取下列措施：

- 1 开孔时应防止地下水在孔口处喷涌；
- 2 施工完毕后，孔口应有效封堵。

6.1.4 型钢围檩、钢台座等固定锚头锚具的围护结构构件，其施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。钢筋混凝土围檩的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

6.1.5 可回收锚杆的施工、使用过程应保护解锁锚具，防止其失效；使用期间应对外露筋体采取保护措施，防止弯曲、断折，影响筋体回收。

6.1.6 围护结构定位应确保锚头处具有足够的筋体回收操作空间。

6.2 杆体制作

6.2.1 可回收锚杆杆体的筋体与解锁锚具、筋体保护套管与承载体的连接应牢固可靠。

6.2.2 筋体制作应符合下列规定：

1 钢绞线筋体应除锈、除油污、不得破损，并应平行顺直，不得相互交叉、扭曲，玻璃纤维筋或玄武岩纤维筋筋体不得弯折；

2 筋体下料时应采用切割机，不得采用电弧或乙炔焰切割，并应精确控制筋体长度，其误差不应大于 50mm；

3 玻璃纤维筋或玄武岩纤维筋表面不应有突出的纤维毛刺，纤维和树脂之间的界面不应破坏；

4 钢绞线筋体外露长度应满足围檩台座尺寸及张拉锁定、回收等要求。

6.2.3 杆体组装应符合下列规定：

1 杆体宜工厂制作，并组装成整体；现场组装时应符合可回收性能的相关要求；

2 组装时可通过对中隔离支架定位筋体和筋体保护套管，定位装置应沿锚杆轴线方向设置，间隔距离不宜大于 2m，并且孔径不宜大于 4mm~6mm；

3 筋体与解锁锚具、筋体保护套管与承载体组装时，不得对筋体保护套管及承载体保护罩造成损伤，筋体保护套管宜伸出围檩一定长度；

4 压力分散型锚杆应明显标记单元锚杆，各单元锚杆对应的承载体位置、间距应满足设计要求；

5 注浆管应与杆体组装成整体，与杆体端头的距离不宜大于 200mm；

6 采用囊袋时，囊袋应包裹杆体、注浆管并集束形成一体，囊袋两端应封闭。

6.2.4 杆体组装、存放、搬运过程中应注意保护各组成部件，并应符合下列规定：

1 防止筋体保护套管或无粘结钢绞线护套损伤，避免附着泥土、油渍等物质以及筋体锈蚀；

2 机械锁型可回收锚杆应对解锁锚具予以约束，防止解锁锚具失效；

3 热熔型可回收锚杆应避免损伤通电导线。

6.3 成 孔

6.3.1 可回收锚杆成孔施工应根据土层和地下水性状、锚杆设计参数等选择合适的施工工艺，并应符合下列规定：

1 成孔孔位的允许偏差为 100mm，倾角的允许偏差为 3° ，孔径的允许偏差为 10mm；

2 砂土等含水层中成孔时，孔口标高不宜低于地下水位标高；

3 遇障碍物时，应提前查明其特性，采取规避或清障措施，严禁盲目钻进。

6.3.2 旋喷成孔时应间隔跳开施工，减少成孔过程对周边环境的扰动影响。

6.3.3 钻孔成孔时，应满足孔壁稳定性要求，并应符合下列规定：

1 地下水位以下成孔时，不宜采用干成孔工艺；

2 淤泥质粉质黏土等软土层中成孔时，宜采用泥浆护壁成孔工艺并慢速钻进；

3 易塌孔、缩孔地层或处于动水环境中成孔时，应采用套管护壁成孔工艺；

4 在风化岩层、卵石层、碎石层、深厚回填土地层等松散地层中成孔，钻进困难且孔壁稳定性差时，可采用套管跟进且潜孔冲击锤辅助钻孔的方式。

6.3.4 钻孔成孔后应清孔，去除孔底沉渣，及时插入杆体并注浆。风化岩层中套管成孔时，可采用压缩空气清除孔中残渣。

6.3.5 扩体型锚杆扩孔应符合下列规定：

1 采用机械扩孔工艺时，宜采用套管护壁成孔；扩孔段应采用扩孔钻头进行扩体施工；扩孔过程中应采取泥浆护壁等措施，扩孔完成后须清孔；

2 采用旋喷扩孔工艺时，可根据土层性质和设备性能采用水泥浆液扩孔或清水扩孔工艺，扩体段提升时宜慢速复喷。

6.4 杆体安放

6.4.1 杆体安放前应检查各组件的组装质量，合格后方可安放。

6.4.2 钻孔成孔后，杆体应匀速推送至孔内安放；采用套管护壁工艺成孔时，杆体应在套管拔出前插入孔内。

6.4.3 旋喷成孔时，成孔设备端部应设有导向装置或孔底采取措施使杆体对中。杆体可随成孔施工同步植入，也可注浆完成后通过钻杆植入。

6.4.4 杆体安放过程中出现保护套管、承载体保护罩发生破损、松动时，应立即更换。

6.4.5 扩体型锚杆杆体安放时应采用扩体对中支架等，确保扩体段杆体居中。

6.4.6 杆体安放就位至注浆浆体终凝前，杆体不应受到扰动。

6.4.7 压力分散型锚杆的筋体外露端，应设置明显标识以区分各单元锚杆。

6.4.8 辅索拉拔解锁型锚杆应标记辅索，并设置辅索解锁拉力限值。回收筋体前，严禁拉拽辅索。

6.4.9 热熔型可回收锚杆安放应符合下列要求：

1 杆体安放前应进行通电检测，合格后方可使用；

2 对中隔离支架与无粘结钢绞线护套的接触位置采取措施保护解锁导线；

3 安放过程应避免摩擦锚孔孔壁，防止解锁导线断裂或其护套损坏；

4 安放后应再次通电检测，不合格锚杆应及时更换。

6.4.10 机械锁型可回收锚杆杆体安放过程中应对解锁锚具予以约束，防止解锁装置失效。

6.5 注 浆

6.5.1 注浆浆液的制备应符合下列规定：

1 注浆浆液配比应通过试验确定，注浆浆液可掺加早强剂或微膨胀剂等外加剂；浆液水灰比，钻孔成孔时宜为 0.45 ~ 0.55，旋喷成孔时宜为 1.0 ~ 1.5；

2 浆液的流动性应满足施工工艺要求。

6.5.2 注浆浆液应搅拌均匀，随搅随用，且不得在初凝后使用。冬期施工时，应对注浆浆液采取保温措施，浆液温度应大于 5℃。

6.5.3 注浆设备应综合考虑浆液种类、输送距离、注浆压力、连续注浆量等因素选用，并应具有 1h 内完成单根锚杆连续注浆的能力。

6.5.4 注浆前应再次检查锚杆各组成部件、注浆管等的质量，确保施工机具部署到位。

6.5.5 根据地质条件和锚杆成孔方式、设计承载力确定锚杆注浆工艺。

6.5.6 钻孔注浆法可采用一次注浆和二次注浆工艺，并应符合下列规定：

1 注浆应自下而上连续进行，注浆管口应始终埋入注浆液面内，并确保孔内泥浆、水及气体顺利排出；

2 注浆管可随浆液灌注匀速或分段拔出，当孔口溢出浆液与注入浆液颜色、浓度一致，且注浆压力基本稳定时，方可停止注浆；

3 注浆后，当浆液液面下降时，应进行孔口补浆；

4 二次注浆可在一次注浆浆体初凝后、终凝前进行，注浆压力不宜低于 1.0MPa。

6.5.7 旋喷注浆法可采用一次注浆和后注浆工艺，并应符合下列规定：

1 旋喷管应均匀旋转、匀速钻进或提升，并同步注浆；

2 浆液喷射压力不宜小于 20MPa，扩体段浆液喷射压力不宜小于 25MPa。喷射注浆压力骤然下降或上升时，应查明原因并及时采取处置措施；

3 钻杆接长后应复喷并搭接注浆，注浆长度不小于 500mm；

4 杆体植入后需复喷时，应对杆体采取可靠的防护措施；

5 旋喷注浆完成且杆体植入后，可采用后注浆工艺对锚固段再次注浆；后注浆需在一次注浆完成后，浆体初凝前进行。

6.5.8 压力分散型锚杆宜采用分段注浆工艺。

6.5.9 旋喷成孔和钻孔成孔的囊袋内注浆浆液应采用水泥浆，注浆压力宜为 0.3MPa ~ 0.6MPa，注浆量应大于囊袋体积。旋喷成孔时，囊袋锚杆宜结合旋喷后注浆工艺施工。

6.6 张拉及锁定

6.6.1 锚杆锚固体强度达到 80% 设计强度后方可进行张拉。锚杆张拉应符合下列规定：

1 锚杆张拉前应对张拉设备进行标定；宜优先选用带反锁装置的双缸型千斤顶，千斤顶行程应满足张拉要求；

2 围檩承压面应平整，并与锚杆轴向方向垂直；

3 锚杆正式张拉前，宜取 0.1 倍 ~ 0.2 倍轴向拉力标准值对锚杆预张拉 1 次 ~ 2 次，使杆体平直且各部件接触紧密；

4 锚杆张拉应有序进行。相邻锚杆应间隔、跳开张拉，防止邻近锚杆的相互影响；

5 锚杆张拉时应在锚头锚具外放置限位板，同步记录杆体

变形量；

6 每级张拉值下的锚杆位移和压力表压力应保持稳定。

6.6.2 安全等级为一级、二级、三级的基坑工程，锚杆分别张拉至轴向拉力标准值的 1.40 倍、1.30 倍、1.20 倍后，测读锚头位移值，当锚头位移达到相对稳定标准，并通过可回收锚杆验收试验后，卸荷至设计要求的初始预应力值进行锁定。

6.6.3 压力分散型锚杆的张拉、锁定应符合下列规定：

1 各单元锚杆宜采用并联千斤顶组同步进行张拉并锁定；

2 并联千斤顶组的各千斤顶应接入同一套液压系统，在张拉过程中应保持同步协调受力，直至所有单元锚杆所受荷载之和满足张拉荷载要求；

3 不能同步时，应按筋体长度，遵循先短后长的顺序张拉单元锚杆。

6.6.4 锚杆预应力控制需符合设计要求，并应符合下列规定：

1 锁定荷载应考虑预应力筋体变形、预应力筋体与保护套管的摩擦以及相邻锚杆张拉锁定作业引起的预应力损失量；

2 预应力损失量宜通过测试锁定前、后的锚杆拉力确定；

3 当锚杆的预应力损失超过设计允许值时，应进行补张拉并锁定；

4 当缺少测试数据时，锁定时的锚杆拉力可取锁定值的 1.10 倍 ~ 1.15 倍。

6.6.5 锚杆出现锚头锚具松弛、脱落等情况时，应及时修复并重新张拉锁定。

6.7 回 收

6.7.1 锚杆钢绞线筋体回收应根据解锁锚具的类型，选择合适的回收工艺和回收设备。

6.7.2 钢绞线筋体回收前，锚杆须完成其使用功能。基坑工程围护结构应具备下列条件：

1 地下室外墙和围护桩之间的肥槽应回填或设置换撑板（梁）等措施，回填高度或换撑板（梁）的刚度、强度、稳定性应满足设计要求；

2 施工作业面应满足施工人员、机具设备的操作距离和安全要求；

3 主体地下结构可采取适当的保护措施。

6.7.3 钢绞线筋体回收顺序应符合下列规定：

1 筋体回收应从下至上逐层进行；

2 压力分散型锚杆应按先短后长的顺序回收筋体。

6.7.4 钢绞线筋体回收时应卸压并拆除锚头锚具。当采用免张拉拆卸锚头锚具时，其卸压拆除操作应符合产品说明书的要求。

6.7.5 机械锁型可回收锚杆回收钢绞线筋体时应符合下列规定：

1 采用辅索拉拔解锁方式时，首先应采用千斤顶拉拔辅索，拔出100mm~200mm后将辅索抽出，再采用千斤顶逐一作用于主索，待主索拉拔脱离后人工拔出；

2 采用抽中丝式顶进解锁方式时，首先应采用冲击锤将筋体冲击推进一定距离，再采用千斤顶拉拔筋体使中丝分离，然后人工拔出筋体；

3 采用顶进旋转解锁方式时，应先顶进旋转钢绞线，使之与夹紧机构分离后再拔出筋体；

4 采用旋转解锁方式时，宜采用扭力扳手或专用卡口钳转动解锁后拔出筋体。

6.7.6 热熔型可回收锚杆回收钢绞线筋体时应符合下列规定：

1 热熔解锁装置的通电电压不应高于36V，热熔时间不宜少于45min；

2 热熔解锁后，宜采用专用设备整体回收筋体。

6.7.7 筋体回收作业时应采取安全防护措施，并应符合下列规定：

1 回收前应检查专用设备的稳压性能，油泵运行过程中操

作人员严禁离开作业区；

2 筋体卸载及锚具工作夹片拆除过程中，操作人员应在锚头侧方位施工；

3 回收过程应实时监测支护结构变形和地表沉降，加强现场巡视；发生异常响声或发现断丝、锚楔滑移和碎裂时，应停止回收操作，查明原因并采取处理措施后方可恢复作业；

4 回收作业停止前应先停止油泵运行，再切断油路和电源。

6.7.8 筋体回收过程应予以记录，并符合下列规定：

1 按本规程附录 C 的格式记录回收作业过程和筋体锚杆拆除信息，并与锚杆施工记录对比分析；

2 无法回收或筋体拔断时，应复核锚杆施工记录，记录该筋体的位置、埋深和长度等。

7 试 验

7.1 一般规定

7.1.1 锚杆施工前需采用试验锚杆进行试验，为确定锚杆的设计参数、施工工艺等提供依据。试验包括基本试验、蠕变试验、回收试验等。锚杆施工完成后应对工程锚杆进行验收试验，检验工程锚杆施工质量。

7.1.2 试验锚杆应处于独立受力状态，其所处地层应具有代表性，设计参数和施工工艺应与工程锚杆相同。

7.1.3 基本试验、蠕变试验和回收试验时锚固体强度不应低于设计强度，验收试验时锚固体强度不应低于设计强度的80%。

7.1.4 锚杆试验符合设计要求且回收试验的锚杆回收率满足100%要求后，可回收锚杆的产品、施工工艺、回收工艺方可应用于具体工程。

7.1.5 本章未予以规定的试验要求，应符合现行行业标准《锚杆检测与监测技术规程》JGJ/T 401的规定。

7.2 试验装置和操作要求

7.2.1 可回收锚杆试验宜采用液压千斤顶加卸载。加卸载装置的额定负荷能力应大于1.5倍最大试验荷载，且在设定的加卸载时间内稳定持荷。

7.2.2 千斤顶加卸载作用力方向应与锚杆轴线重合。压力分散型锚杆宜采用并联千斤顶组同步张拉，张拉时其单元锚杆作用力方向应与单元锚杆的轴线重合，且每组单元锚杆应安装位移测量仪表。

7.2.3 试验加卸载装置在最大试验荷载下应具有足够的强度和刚度，并不应在试验过程中发生破坏。

7.2.4 位移测量仪表的精度、量程应与试验锚杆的变形范围相适应，测量值宜为量程的 25% ~ 80%；位移测量仪表的测量误差不应大于 0.1% FS，分度值应优于 0.01mm。

7.2.5 可回收锚杆应在试验前对钢绞线进行预紧，并应符合下列规定：

1 单束（单组）钢绞线的预紧荷载宜为 $(0.1 \sim 0.2) N_k/n$ ，当连续两遍预紧伸长增量不大于 3mm 时，可终止预紧；

2 整束或各组钢绞线宜共同预紧，预紧荷载宜为最大试验荷载的 15%；荷载施加完成后，持荷 5min；卸荷并退出全部工具锚夹片。

7.3 基本试验

7.3.1 可回收锚杆的基本试验应符合下列规定：

- 1 试验锚杆不得选用工程锚杆；
- 2 试验锚杆数量不应少于 3 根；
- 3 试验应采用多循环加卸载法。

7.3.2 基本试验的锚杆在荷载作用下筋体应力不应超过其极限抗拉强度标准值的 80%，必要时可加大筋体的截面面积。基本试验的最大试验荷载预估值应符合下列规定：

- 1 应取 1.0 倍 ~ 1.5 倍的锚固体与岩土体之间破坏荷载预估值，且不宜超过锚固体端部承载力的 90%；
- 2 不应大于筋体与解锁锚具组装件抗拉承载力标准值的 80%。

7.3.3 试验中可回收锚杆锚头位移基准值及锚头位移相对稳定标准的确定应符合下列规定：

1 初始荷载作用下，每间隔 5min 测读一次锚头位移，当相邻两次锚头位移增量小于 0.1mm 时，取最后一次读数数值为锚头位移基准值；

2 每级循环非最大荷载作用下，每间隔 5min 测读一次锚头位移；

3 每级循环最大荷载作用下，每间隔 5min 测读一次锚头位移，0~30min 观测时间内相邻两次位移读数增量小于 0.1mm，或 1h 观测时间内锚头位移增量小于 1mm，可判定分级加载锚头位移相对稳定标准。

7.3.4 多循环加卸载法的荷载分级与锚头位移观测时间应按表 7.3.4 确定。

表 7.3.4 基本试验的多循环加卸载法荷载分级与锚头位移观测时间

循环次数	分级荷载与最大试验荷载预估值的比例 (%)							
	初始荷载	加载过程				卸载过程		
第一循环	30	50	—	—	60	—	50	30
第二循环	30	50	—	60	70	—	50	30
第三循环	30	50	—	70	80	—	50	30
第四循环	30	50	70	80	90	70	50	30
第五循环	30	50	70	90	100	70	50	30
观测时间 (min)		5	5	5	≥10	5	5	5

注：1 第五循环前加荷速率宜为 100kN/min，第五循环的加荷速率宜为 50kN/min；卸荷速率宜为 100kN/min；

2 每一循环最大荷载作用下测读锚头位移不应少于 3 次，时间间隔为 5min；其他每级加载，可在观测时间内的始末测读锚头位移。

7.3.5 基本试验出现下列情况之一时，可判定锚杆破坏，应终止加载：

1 锚杆杆体破坏；

2 本次循环加载产生的单位荷载下的锚头位移增量，达到或超过前一循环荷载产生的单位荷载下的锚杆位移增量的 5 倍；

3 锚头位移不满足本规程第 7.3.3 条相对稳定标准要求。

7.3.6 当加载至最大试验荷载预估值，仍满足本规程 7.3.3 条

规定时，宜按最大试验荷载预估值 10% 的荷载增量继续进行加载试验，直至加载至最大试验荷载预估值的 1.5 倍或锚头位移满足本规程第 7.3.5 条相对破坏标准要求时终止加载。

7.3.7 锚杆极限抗拔承载力取破坏荷载的前一级荷载。

7.3.8 当每组锚杆试验值的极差不超过算术平均值的 30% 时，可取其算术平均值为锚杆极限承载力标准值；当极差超过平均值的 30% 时，应分析原因，结合锚杆类型、施工工艺、土层条件等工程具体情况综合确定极限承载力；不能明确极差过大的原因时，宜增加试验锚杆数量。

7.3.9 基本试验完成后应整理试验数据，根据每级荷载对应的锚头位移，绘制荷载 - 位移曲线、荷载 - 弹性位移曲线，荷载 - 塑性位移曲线。

7.3.10 试验锚杆可在锚固段安装传感器，测试筋体或锚固体的应力和变形。

7.4 蠕变试验

7.4.1 蠕变试验用于检测锚杆的蠕变特性，为控制蠕变量和预应力损失提供设计参数，试验锚杆数量不应少于 3 根。

7.4.2 蠕变试验应符合下列规定：

1 加载分级和锚头位移观测时间应满足表 7.4.2 的要求，每级加载的观测时间内荷载应保持恒定；

表 7.4.2 蠕变试验加载分级与锚头位移观测时间

加荷等级	$0.50N_k$	$0.75N_k$	$1.00N_k$	$1.20N_k$	$1.50N_k$
观测时间 t_1 (min)	5	15	30	45	60
观测时间 t_2 (min)	10	30	60	90	120

注：1 t_1 为每级加载总观测时间的 50%， t_2 为每级加载总观测时间；

2 加荷速率宜为 50kN/min。

2 每级荷载持荷时间内，根据观测时间长短按 0min、

1min、2min、3min、4min、5min、10min、15min、20min、30min、45min、60min、75min、90min、120min 测读锚头位移；

3 每级荷载下观测时间达到表 7.4.2 的规定值时，可施加下一级荷载；

4 最大试验荷载作用下观测时间达到表 7.4.2 的规定值时，可卸载；卸载时每级荷载应持荷不少于 5min，并在 0min、5min 分别测读锚头位移。

7.4.3 可回收锚杆的蠕变量 ~ 时间对数 ($S - \lg t$) 曲线应根据每级荷载对应的蠕变量测读结果绘制，并按下式计算蠕变率：

$$K_c = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1} \quad (7.4.3)$$

式中： K_c ——蠕变率 (mm/对数周期)，最大试验荷载作用下蠕变率不应大于 2.0mm/对数周期；

S_1 —— t_1 时所测得的蠕变量 (mm)；

S_2 —— t_2 时所测得的蠕变量 (mm)。

7.5 验收试验

7.5.1 可回收锚杆应进行验收试验，验收试验可采用多循环加卸载法和单循环加卸载法，并应符合下列规定：

1 采用多循环加卸载法进行验收试验的锚杆数量，不应少于总量的 2%，且锚固体在相同土层中的试验锚杆数量不应少于 3 根；

2 其余锚杆应进行单循环加卸载法验收试验。

7.5.2 验收试验的最大试验荷载应符合表 7.5.2 的规定。

表 7.5.2 锚杆验收试验的最大试验荷载

基坑安全等级	最大试验荷载与轴向拉力标准值的比值
一级	1.4
二级	1.3
三级	1.2

7.5.3 验收试验中锚杆锚头位移基准值应按 7.3.3 条规定确定。

7.5.4 验收试验的加荷分级与位移观测时间，应分别对应多循环加卸载法、单循环加卸载法，按表 7.5.4-1、表 7.5.4-2 确定。

表 7.5.4-1 验收试验的多循环加卸载法荷载分级与锚头位移观测时间

循环次数	分级荷载值与最大试验荷载值的比例 (%)							
	初始荷载	加载过程				卸载过程		
第一循环	30	50	—	—	60	—	50	30
第二循环	30	50	—	60	70	—	50	30
第三循环	30	50	—	70	80	—	50	30
第四循环	30	50	70	80	90	70	50	30
第五循环	30	50	70	90	100	70	50	30
观测时间 (min)		5	5	5	≥10	5	5	5

注：1 加卸荷速率、持荷时间以及锚头位移测读次数、间隔时间均应按照基本试验确定。

2 锚头位移相对稳定标准的判定应符合本规程 7.3.3 的规定。

表 7.5.4-2 验收试验的单循环加卸载法荷载分级与锚头位移观测时间

初始荷载	分级荷载值与最大试验荷载值的比例 (%)								
	加载过程						卸载过程		
30	50	60	70	80	90	100	70	50	30
观测时间 (min)	2	2	2	3	3	≥6	1	1	1

注：1 试验中加荷速率宜为 50kN/min，卸荷速率宜为 100kN/min。

2 加载过程非最大荷载作用下，持荷时间为 2min ~ 3min，每级荷载持荷中期、末期分别测读 1 次锚头位移；卸载过程持荷时间为 1min，每级荷载持荷末期测读 1 次锚头位移。

3 最大荷载作用下，每间隔 3min 测读一次锚头位移，0 ~ 30min 观测时间内相邻两次位移读数增量小于 0.1mm，或 1h 观测时间内锚头位移增量小于 1mm，可判定锚头位移达到相对稳定标准。

7.5.5 验收试验完成后应整理试验数据，绘制荷载 - 位移曲线。

多循环加卸载法试验还需绘制荷载 - 弹性位移曲线, 荷载 - 塑性位移曲线。

7.5.6 锚杆验收试验符合下列规定时, 可判定锚杆合格:

- 1 最大试验荷载作用下锚杆测得的弹性位移大于筋体自由段理论弹性伸长量的 90% 且小于 110% ;
- 2 最大试验荷载作用下, 锚头位移达到相对稳定标准。

7.6 回收试验

7.6.1 可回收锚杆施工前应进行回收试验, 回收试验应符合下列规定:

- 1 回收试验应在基本试验完成后实施;
- 2 试验锚杆数量不应少于 3 根;
- 3 回收试验锚杆长度、承载力等设计参数, 应取工程锚杆的最大值;
- 4 最大试验荷载应取 $1.4N_k$, 锁定荷载为 $1.2N_k$ 。

7.6.2 回收试验应按下列步骤进行:

- 1 按验收试验的加卸载法进行加载和卸载;
- 2 按 50kN/min 速率再次加载至锁定荷载后锁定, 持荷时间不应少于 3d;
- 3 持荷完成后卸荷, 拆除锚头锚具;
- 4 按解锁锚具对应的工艺解锁后, 回收筋体。

7.6.3 判定锚杆回收可行时, 回收试验应同时符合下列规定:

- 1 试验锚杆加载至最大试验荷载后, 锚头位移满足相对稳定标准;
- 2 持荷期间荷载变化量不应超过最后一级分级荷载量的 10% ;
- 3 锚杆回收率达到 100% 。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 可回收锚杆工程在施工前、施工中及施工后均应按照设计要求和质量合格条件进行质量检验。

8.1.2 可回收锚杆工程在施工过程及竣工后应分步分项进行验收。

8.1.3 施工中经检验不合格的可回收锚杆，应根据实际情况予以增补、更换或修复。

8.2 质量检验

8.2.1 原材料及配件产品在施工前的检验应包括下列内容：

1 锚头锚具、杆体等部件产品以及水泥等主材的出厂合格证、出厂检验报告、产品质量保证书；

2 锚头锚具、杆体等部件产品以及水泥等主材的现场抽检试验报告。

8.2.2 锚头锚具进场后先进行外观检验，合格者方可进入后续检验。外观检验应符合下列规定：

1 每批次产品抽检数量不少于2%，且不应少于10套样品；

2 其外形尺寸应满足产品质量保证书要求；当有1个零件不符合时，另取双倍数量的零件重做检查，仍有1件不合格则应对该批次产品逐个检查；

3 表面不得有裂纹及锈蚀；当有1个零件表面有裂纹或夹片、锚孔锥面有锈蚀时，应对该批次产品逐个检查。

8.2.3 锚头锚具进场后，对有硬度要求的锚具零件应进行硬度检验，并应符合下列规定：

1 每批次产品抽取数量不少于3%且不应少于5套样品。多孔夹片式锚具的夹片，每套应抽取6片；

2 硬度值应满足产品质量保证书要求；当有1个零件不符合时，应另取双倍数量的零件重做检验；仍有1个零件不合格则应对该批产品逐个检验。

8.2.4 施工前杆体检验应满足下列规定：

1 逐个检查杆体的长度、单元锚杆的数量和位置；

2 逐个检查杆体的完整性，筋体与解锁锚具、筋体保护套管与承载件、承载件与承载体保护罩应连接牢固，不得脱落；

3 逐个检查杆体的密封性，筋体保护套管或者无粘结钢绞线护套、承载体保护罩不得破损；

4 应逐根检查各单元锚杆的解锁标记，分散型锚杆还应检查单元锚杆的拉拔标记。

8.2.5 锚杆施工过程中的检验应满足下列规定：

1 成孔施工时应检验锚孔位置、直径、长度和角度；

2 注浆前应检验浆液配比，注浆时检验注浆压力、进尺速度及注浆量，并观察孔口溢出的浆液颜色和浓度；注浆完成后，孔口溢出的浆液颜色和浓度应与注入浆液一致；旋喷注浆时尚应检验旋喷管转速；

3 扩孔施工时，应检验扩体段长度及扩体段直径；

4 囊袋锚杆应检验囊袋水泥浆量。

8.2.5 锚杆施工完成后的检验应包括锚固段注浆体强度检验和抗拔承载力验收试验，抗拔承载力验收试验应按本规程第7.5节的规定执行。

8.2.6 可回收锚杆工程的质量检验标准应符合表8.2.6的规定。

表 8.2.6 可回收预应力锚杆工程质量检验标准表

项目	序号	检查项目	允许值或允许偏差	检查方法
主控项目	1	锚杆长度 (mm)	+100/-30	用钢尺量
	2	锚杆极限抗拔承载力标准值 (kN)	不小于设计值	基本试验
	3	解锁锚具极限承载力 (kN)	不小于设计值	组装件试验
	4	锚固体强度	不小于设计值	试块强度
	5	筋体保护套管及其与承载件连接的密封性	密封	现场检查
	6	承载体保护罩及其与承载件连接的密封性	密封	现场检查
	7	锚头锚具静载锚固性能	满足《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 要求	静载锚固性能试验
一般项目	1	锚孔位置 (mm)	±100	用钢尺量
	2	锚孔直径 (mm)	15	用卡尺量
	3	锚孔倾斜度 (度)	±2°	现场测量
	4	旋喷压力 (MPa)	±10%	钻机自动检测记录或现场监测
	5	旋喷钻进及提升速率 (cm/min)	±10%	钻机自动检测记录或现场监测
	6	旋喷管转速 (r/min)	±10%	钻机自动检测记录或现场监测
	7	注浆量 (L)	不小于理论计算浆量	检查计量数据
	8	筋体套管长度 (mm)	±50	外观检查
	9	杆体插入钻孔长度 (mm)	不小于设计值	现场测量

8.2.7 锚杆回收按本规程附录 C 记录作业过程，并应编制锚杆回收报告。

8.2.8 锚杆回收过程中应同步对支护结构、周边环境进行监测和现场巡视。

8.3 验 收

8.3.1 可回收预应力锚杆工程验收应执行现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 及《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 的有关规定。

8.3.2 可回收锚杆施工验收应取得下列资料：

- 1 工程勘察及工程设计文件；
- 2 周边地下管线及地下障碍物等资料；
- 3 工程原材料、锚头锚具、杆体部件等的出厂合格证、出厂检验报告及现场抽检报告；
- 4 锚杆工程施工记录文件；
- 5 锚杆基本试验、验收试验、锚固段注浆体强度检验及相关报告；
- 6 设计变更报告；
- 7 工程重大问题处理文件；
- 8 监测方案、监测记录与监测结果报告；
- 9 施工竣工图。

8.3.3 可回收锚杆回收验收应取得以下资料：

- 1 锚杆回收试验及相关报告；
- 2 锚杆回收施工记录表；
- 3 锚杆回收报告和回收竣工图；
- 4 锚杆回收过程的监测记录与监测结果报告。

附录 A 可回收锚杆的钢绞线筋体材料性能

A.0.1 常用钢绞线的几何参数与力学性能应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 常用钢绞线的几何参数与力学性能

种类	公称直径 (mm)	公称横截面积 (mm ²)	极限抗拉强度 标准值 f_{ptk} (MPa)	抗拉强度 设计值 f_{py} (MPa)	整根钢绞线 最大力 (kN)	0.2% 屈服力 (kN)
1×7 (7股)	9.50	54.8	1720	1220	94	83
	12.70	98.7			170	150
	15.20	140.0			241	212
	17.80	191.0			327	288
	9.50	54.8	1860	1320	102	90
	12.70	98.7			184	162
	15.20	140.0			260	229
	17.80	191.0			355	311
	21.60	285.0			530	466
	9.50	54.8	1960	1390	107	94
	12.70	98.7			193	170
	15.20	140.0			274	241

A.0.2 无粘结钢绞线的主要技术参数应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 无粘结钢绞线主要技术参数

钢绞线			防腐润滑脂的含量 g/m	护套厚度 mm	k	μ
公称直径 mm	公称横截面积 mm ²	公称抗拉强度 MPa				
9.50	54.80	1720	≥32	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1860				
		1960				
12.70	98.70	1720	≥43	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1860				
		1960				
15.20	140.00	1720	≥50	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1860				
		1960				
15.70	150.00	1720	≥53	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1860				
		1960				

注：表中 k 为考虑无粘结预应力钢绞线护套壁（每米）局部偏差对摩擦的影响系数， μ 为无粘结预应力钢绞线中钢绞线与护套壁之间的摩擦系数。

附录 B 锚杆的粘结强度及端阻强度标准值

B.0.1 锚杆极限粘结强度和端阻强度标准值可按表 B.0.1 选用。

表 B.0.1 锚杆的粘结强度及端阻强度标准值 (kPa)

岩土类别	岩土状态/指标参数		粘结强度标准值	端阻强度标准值
淤泥质土	—		10 ~ 20	100 ~ 200
黏性土	流塑	$I_L > 1$	15 ~ 30	100 ~ 300
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	20 ~ 45	200 ~ 400
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	35 ~ 60	300 ~ 700
		$0.25 < I_L \leq 0.50$	40 ~ 80	650 ~ 1200
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	45 ~ 100	900 ~ 1300
	坚硬	$I_L \leq 0$	70 ~ 140	1100 ~ 1400
粉土	稍密	$e > 0.90$	20 ~ 55	200 ~ 600
	中密	$0.75 \leq e \leq 0.90$	30 ~ 80	500 ~ 700
	密实	$e < 0.75$	50 ~ 100	600 ~ 1000
粉细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	20 ~ 55	400 ~ 700
	中密	$15 < N \leq 30$	40 ~ 80	600 ~ 900
	密实	$N > 30$	70 ~ 100	900 ~ 1200
中砂	稍密	$10 < N \leq 15$	40 ~ 65	800 ~ 1000
	中密	$15 < N \leq 30$	60 ~ 90	900 ~ 1200
	密实	$N > 30$	80 ~ 130	1000 ~ 1800

续表 B.0.1

岩土类别	岩土状态/指标参数		粘结强度标准值	端阻强度标准值
粗砂	稍密	$10 < N \leq 15$	80 ~ 120	1000 ~ 1500
	中密	$15 < N \leq 30$	100 ~ 140	1400 ~ 1900
	密实	$N > 30$	120 ~ 160	1800 ~ 2200
砾砂	中密、 密实	$15 < N \leq 45$	120 ~ 180	1600 ~ 2600
全风化岩	—	$30 \leq N \leq 50$	140 ~ 200	1000 ~ 1800
强风化岩	—	$30 \leq N \leq 60$	160 ~ 280	1100 ~ 2400

注：1 表中 I_L 为黏性土的液性指数， e 为粉土的孔隙比， N 为岩土体的未修正的标准贯入试验锤击数；

2 表中粘结强度值适用于注浆锚固体，对应钻孔注浆锚杆成孔直径为 130mm ~ 200mm 和注浆为纯水泥浆的情况；采用二次分段注浆时可适当提高；

3 当锚杆直径为 400mm ~ 800mm 且锚固体为水泥土时，表中粘结强度值应根据工艺适当折减；

4 对于黏性土层，干钻成孔、套管护壁、洗孔干净、等待注浆时间较短、注浆压力大、浆体强度高以及地下水不丰富等情况下粘结强度取较高值，反之取较低值；

5 对于粉土层，除第 1 ~ 4 条说明的因素外，密实度相同情况下含水量越大，粘结强度取值越低；

6 对于有机质含量为 5% ~ 10% 的有机质土，粘结强度取较低值；

7 对于岩体，孔壁粗糙、洗孔干净、地下水不丰富以及结构面不发育等情况下粘结强度取高值，反之取较低值；

8 扩体锚固段端阻强度宜取低值，囊袋扩体时可取高值。

附录 C 锚杆施工记录表

C.0.1 采用钻孔注浆法时，锚杆钻孔施工过程可按表 C.0.1 的格式记录。

表 C.0.1 锚杆钻孔成孔记录表

工程名称		施工单位				日期		
设计孔长		设计孔径				钻机型号		
锚杆 编号	地层 类别	钻孔 时间 (min)	钻孔 直径 (mm)	套管 外径 (mm)	钻孔 长度 (m)	套管 长度 (m)	钻孔 倾角 (°)	备注
技术负责人：		施工负责人：		质检员：		记录员：		监理：

注：1 备注栏记录钻孔过程中的异常情况，如塌孔、缩径、地下水突漏及相应的处理措施；

2 进行压水试验的钻孔应记录压水试验结果和相应的处理措施。

C.0.2 采用钻孔注浆法时，锚杆注浆施工过程可按表 C.0.2 的格式记录。

表 C.0.2 锚杆注浆施工记录表

工程名称		施工单位				日期		
设计浆量		注浆设备						
锚杆 编号	地层 类别	注浆 部位	注浆材料 及配合比	注浆 开始 时间	注浆 终止 时间	注浆压力 (MPa)	注浆量 (L)	备注
技术负责人：		施工负责人：		质检员：		记录员：		监理：

注：注浆材料及配合比一列中需记录包括外加剂的名称和掺量。

C.0.3 采用旋喷注浆法时，锚杆施工过程可按表 C.0.3 的格式记录。

表 C.0.3 锚杆旋喷注浆施工记录表

工程名称		施工单位			日期	
锚杆编号		钻孔倾角 (°)			成孔直径 (m)	
时间	地层类别	深度 (m)	钻进/提升速度 (cm/min)	转速 (r/min)	压力 (MPa)	流量 (L/min)
成孔长度 (m)					总灌浆量 (L)	
技术负责人:		施工负责人:		质检员:	记录员:	监理:

C.0.4 锚杆张拉与锁定可按表 C.0.4 的格式记录。

表 C.0.4 锚杆张拉与锁定记录表

工程名称		施工单位			日期			
锚具型号		张拉设备						
锚杆 编号	张拉 荷载 (kN)	油压表 读数 (MPa)	测定 时间 (min)	位移读数 (mm)		位移 增量 (mm)	锁定 荷载 (kN)	备注
技术负责人:		施工负责人:		质检员:	记录员:	监理:		

注：备注栏可记录位移读书的间隔时间等。

C.0.5 锚杆回收可按表 C.0.5 的格式记录。

表 C.0.5 锚杆筋体回收记录表

工程名称				施工单位		日期	
解锁锚具型号					张拉设备		筋体根数
锚杆 编号	锚杆长度	筋体长度	回收		筋体回收 根数	备注	
			开始时间	结束时间			
技术负责人：		施工负责人：		质检员：	记录员：	监理：	

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《土木工程用玻璃纤维增强筋》 JG/T 406
《结构加固修复用玄武岩纤维复合材料》 GB/T 26745
《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 GB/T 14370
《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ 85
《预应力混凝土用钢绞线》 GB/T 5224
《无粘结预应力钢绞线》 JG/T 161
《建筑基坑支护技术规程》 DB33/T 1096
《通用硅酸盐水泥》 GB 175
《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
《混凝土用水标准》 JGJ 63
《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
《锚杆检测与监测技术规程》 JGJ/T 401
《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》 GB 50086