

DB

甘肃省地方标准

DB62/T 3270 - 2024

备案号: J17554 - 2024

基坑工程可回收锚杆(索)技术标准

Technical standard for removable anchorsof
foundation pit engineering

2024 - 03 - 29 发布

2024 - 07 - 15 实施

甘肃省住房和城乡建设厅
甘肃省市场监督管理局

联合发布

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局

公告

甘建公告〔2024〕120号

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局 关于发布《模板支撑结构安全监测技术标准》等 6项甘肃省地方标准的公告

经甘肃省住房和城乡建设厅、甘肃省市场监督管理局共同组织专家审查,现批准发布《模板支撑结构安全监测技术标准》《农业畜牧场所电气设计标准》《人民防空工程平战功能转换技术标准》《成品住宅全装修技术标准》《基坑工程可回收锚杆(索)技术标准》《生态型尾矿库修建技术标准》等6项标准(见附件)为甘肃省地方标准。

附件:甘肃省地方标准发布信息

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局

2024年3月29日

附件

甘肃省地方标准发布信息

序号	标准编号	标准名称	主编单位	实施日期
1	DB62/T 3266-2024	模板支撑结构 安全监测技术 标准	甘肃第三建设集团有 限公司	2024 -07 -15
2	DB62/T 3267-2024	农业畜牧场所 电气设计标准	中国市政工程西北设 计研究院有限公司	2024 -07 -15
3	DB62/T 3268-2024	人民防空工程 平战功能转换 技术标准	甘肃省国防动员办公 室、甘肃土木工程科 学研究院有限公司、 兰州有色冶金设计研 究院有限公司	2024 -07 -15
4	DB62/T 3269-2024	成品住宅全装 修技术标准	甘肃省长城建设集团 有限责任公司、甘肃 天地装饰工程有限公司	2024 -07 -15
5	DB62/T 3270-2024	基坑工程可回 收锚杆（索） 技术标准	兰州理工大学、甘肃 第六建设集团股份有 限公司	2024 -07 -15
6	DB62/T 3271-2024	生态型尾矿库 修建技术标准	兰州有色冶金设计研 究院有限公司、甘肃 省尾矿处置行业技术 中心	2024 -07 -15

前 言

根据甘肃省住房和城乡建设厅《关于下达〈2021 年甘肃省工程建设标准及标准设计编制项目计划〉(第二批)的通知》(甘建标〔2021〕343 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国家标准和行业规范,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共分 9 章和 4 个附录,主要技术内容包括:总则、术语和符号、基本规定、构造、设计、施工、回收、试验、质量检验与验收等。

本标准由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理,由兰州理工大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送兰州理工大学《基坑工程可回收锚杆(索)技术标准》编制组(地址:甘肃省兰州市七里河区兰工坪路 287 号,邮编:730050)。

主 编 单 位:兰州理工大学

甘肃第六建设集团股份有限公司

参 编 单 位:甘肃中建市政勘察设计院有限公司

中国建筑第八工程局有限公司

中建西南勘察设计院有限公司

甘肃安航建筑工程检测有限公司

甘肃建筑职业技术学院

甘肃省城乡规划设计研究院有限公司

甘肃土木工程科学研究院有限公司
甘肃建投地基基础工程有限责任公司
兰州有色冶金设计研究院有限公司
重庆大学
青海大学

主要起草人: 叶帅华 陶 晖 梁守严 栾 蔚 杨国江
龙 照 杜晓英 杨 冬 黄 瑞 樊云龙
崔新壮 张吾渝 段 操 张建华 王旭东
吴 健 戴 宏 曹程明 朱志男 蔡明喜
赵 杰 王 磊 陈志学 郭志元 杨 东
王 礼 黄 瑞 袁 博 时轶磊 王志泉
郭文礼 李京榜 房光文 叶炜钠 张小宁
薛 涛 黄安平 张 俊 吴映坤 黄义冠
主要审查人: 滕文川 马安刚 张森安 周 岩 杜 翔
高玉广 王大军

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	6
4	构造	8
4.1	可回收锚杆构造	8
4.2	可回收锚索构造	12
5	设计	15
5.1	一般规定	15
5.2	构造设计	16
5.3	承载力计算	18
6	施工	22
6.1	一般规定	22
6.2	杆体制作及安放	23
6.3	锚杆(索)成孔与注浆	24
6.4	张拉及锁定	28
7	回收	31
7.1	一般规定	31
7.2	筋体回收	31
7.3	回收失败的补救处理	33
7.4	杆体再利用与锚孔处理	34
8	试验	35

8.1	一般规定	35
8.2	试验装置和操作要求	35
8.3	基本试验	36
8.4	验收试验	38
8.5	回收试验	40
9	质量检验与验收	43
9.1	一般规定	43
9.2	质量检验	43
9.3	验收	45
附录 A	可回收锚杆(索)特性及适用条件	47
附录 B	锚固体与岩土体间极限黏结强度及岩土体极限端 阻强度标准值	48
附录 C	锚杆(索)施工记录表	50
附录 D	锚杆(索)回收记录表	52
	本标准用词说明	53
	引用标准目录	54
	附:条文说明	55

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	4
3	Basic Requirements	6
4	Structure	8
4.1	Structure of Removable Anchor Bolt	8
4.2	Structure of Removable Anchor Cable	12
5	Design	15
5.1	General Requirements	15
5.2	Tectonic Design	16
5.3	Calculation of Bearing Capacity	18
6	Construction	22
6.1	General Requirements	22
6.2	Tendon Making and Placing	23
6.3	Drilling and Grouting	24
6.4	Tension and Locking	28
7	Recovery	31
7.1	General Requirements	31
7.2	Recovery	31
7.3	Remediation of Recovery Failures	33
7.4	Rod Reuse and Anchor Hole Treatment	34
8	Test	35

8.1	General Requirements	35
8.2	Test Device and Operation Requirements	35
8.3	Basic Test	36
8.4	Acceptance Test	38
8.5	Recovery Test	40
9	Quality Inspection and Acceptance	43
9.1	General Requirements	43
9.2	Quality Inspection	43
9.3	Acceptance	45
Appendix A	Characteristics and Application of Different Types of Removable Anchor	47
Appendix B	Standard Values of Ultimate Bond Strength Between Anchor and Soil and Ultimate End Resistance Strength of Soil	48
Appendix C	Record Form of Anchor Construction	50
Appendix D	Record Form of Anchor Recovery	52
	Explanation of Wording in This Code	53
	List of Quoted Standards	54
	Addition Explanation of Provisions	55

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家的技术经济政策,做到安全适用、保护环境、节约资源、经济合理和技术先进,结合甘肃省实际情况,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于甘肃省建筑与市政工程中建筑基坑工程中可回收锚杆(索)的设计、施工、回收、质量检验与验收。

1.0.3 可回收锚杆(索)应综合考虑工程和水文地质条件、周边环境条件、地下结构对基坑的要求和使用期限、回收要求和条件等因素,并结合地区经验,因地制宜、合理选型、优化设计、精心施工、严格监控。

1.0.4 可回收锚杆(索)的设计、施工、回收、质量检验与验收除应符合本标准的规定外,尚应符合国家和甘肃省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 可回收锚杆(索) removable anchor

锚杆(索)使用功能完成后,通过预设锚杆(索)上的特定装置进行解锁,拆卸且回收其筋体的锚杆(索)。

2.1.2 压力型锚杆(索) pressured anchor

将张拉力直接传递到锚杆(索)锚固段末端,且锚固段注浆体处于受压状态的锚杆(索)。

2.1.3 压力分散型锚杆(索) pressure-dispersive anchor

在同一锚孔内,由两个或两个以上独立的压力型单元锚杆(索)组成的组合锚固体。

2.1.4 等直径锚杆(索) equal-diameter anchor

锚固段全长直径相同的锚杆(索)。

2.1.5 扩体锚杆(索) expanded-diameter anchor

通过在锚孔底部采用机械、高压喷射扩孔并由水泥浆体或水泥土体填充、或囊袋注浆对岩土体挤压后形成大直径锚固体的锚杆(索)。

2.1.6 高压喷射注浆锚杆(索) under-reamed anchor by jet grouting

采用高压流体在锚孔长度范围内按设计长度对土体进行喷射切割扩孔并灌注水泥浆,形成直径较大的圆柱状注浆体的锚杆(索),或简称高压旋喷锚杆(索)。

2.1.7 筋体自由段 free tendon length

位于锚头与承压件之间、与周边注浆体不粘结的锚筋部分。

2.1.8 承压件 compression element

位于压力型锚杆的杆体底端,将筋体所受拉力转换为作用在锚固体上压力的部件,主要有承压板、承载体及解锁锚具等形式。

2.1.9 解锁锚具 deblocking device

位于可回收锚杆(索)杆体底端、可使锚筋与锚固体、承载体脱离的部件。解锁锚具与锚筋解除物理力学关联的行为,简称解锁。

2.1.10 机械锁型可回收锚杆(索) end-locked type removable anchor

锚杆(索)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(索)。

2.1.11 熔解型可回收锚杆(索) hot-melt removable anchor

锚杆(索)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(索)。

2.1.12 锚筋回转型可回收锚杆(索) U-type removable anchor

锚杆(索)使用功能完成后,采用筋体自回转方式实现筋体拆除与回收的锚杆(索)。

2.1.13 成孔注浆法 drilling and grouting method

采用钻机先成孔、后放置杆体、最后灌注水泥浆或水泥砂浆的锚杆施工工艺。

2.1.14 旋喷植入法 jet grouting method

采用高压流体喷射切割地层注浆并将杆体植入注浆体的施工工艺,根据杆体插入与注浆体形成的工序又分为旋喷同步植入法和旋喷后植法。

2.1.15 旋喷后注浆法 jet grouting with post grouting method

采用高压流体喷射切割地层成孔注浆并将杆体植入,然后再通过特定构造或装置进行后注浆补强的锚杆(索)施工工艺。

2.1.16 解锁锚具效率系数 anchorage efficiency factor of de-blocking device

锚筋与解锁锚具组装件静载试验时的实际拉断力与锚筋的理论拉断力之比值。

2.1.17 锚杆(索)可回收期限 removable term of anchor

可回收锚杆(索)自施工至可有效完成回收工作的最大时间跨度。

2.1.18 回收试验 recovery test

在工程锚杆(索)正式施工前进行的现场锚杆(索)解锁回收可靠性试验。

2.2 符 号

2.2.1 抗力和材料性能参数

E_s ——筋体弹性模量；

f_{ck} ——锚固体(边长为 70.7mm 的立方体)28d 抗压强度标准值；

f_{ptk} ——筋体极限抗拉强度设计值；

f_{py} ——筋体抗拉强度设计值；

q_p ——扩体锚固段土体极限端阻标准值；

q_{sk} ——锚固体与岩土体的极限粘结强度标准值；

q_{ak} ——扩体锚固段与岩土体的极限黏结强度标准值；

R_k ——锚杆(索)极限抗拔承载力标准值。

2.2.2 作用与作用效应

N ——锚杆(索)轴向拉力设计值；

N_k ——锚杆(索)轴向拉力标准值。

2.2.3 几何参数

A_{ln} ——锚固体受压净面积；

A_s' ——工作筋体的有效截面积；

D ——扩体锚杆(索)扩体锚固段直径;

d ——等直径锚杆(索)锚固段直径或扩体锚杆(索)原孔锚固段直径;

L_a ——锚固段长度;

L_{ak} ——扩体锚固段长度;

L_{as} ——原孔锚固段长度;

L_f ——锚杆(索)自由段长度;

L_{tf} ——筋体自由段长度。

2.2.4 计算系数及其他

K_t ——锚杆(索)抗拔安全系数;

k_R ——锚杆(索)轴向抗拉刚度系数;

n ——单元锚杆(索)数量;

α_p ——扩体段锚固体前端阻力发挥系数;

β ——单元锚杆(索)极限抗拔承载力折减系数;

γ_f ——作用基本组合的综合分项系数;

γ_0 ——基坑支护结构重要性系数;

ξ ——筋体强度折减系数;

η ——锚固体局部抗压强度综合系数。

3 基本规定

3.0.1 可回收锚杆(索)设计和施工前的主要工作应包括下列内容:

1 收集勘察资料中与锚杆(索)设计相关的工程地质和水文地质资料,以及岩土体的物理力学参数;

2 查明场地周边既有建筑物及基础、地下构筑物、地下管线、周边道路、临近河道等分布情况、使用状况和应用条件,明确可回收锚杆(索)针对基坑周边既有建筑物、地下构筑物地基基础形式与变形的避让和控制,以及地下管线、道路、邻近河道等影响与变化要求,提出可回收锚杆(索)其适宜性的要求;

3 查明锚杆(索)借用相邻场地的条件;

4 调查场地周边土地规划和使用功能;

5 调查锚固岩土层对施工方法的适用性,收集当地类似工程经验;

6 锚杆(索)穿越建设场地红地时,需记得红线外场地取得属地单位同意。

3.0.2 基坑工程采用可回收锚杆(索)时,其计算分析应符合下列规定:

1 基坑安全等级、支护结构重要性系数、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要求,应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定执行;

2 支护结构计算分析和稳定性验算应包括分层开挖、分层施工锚杆及施加预应力、分层换撑和逐层拆锚等全过程工况;

3 锚杆(索)锚固段不应设置在淤泥、泥炭土或未经处理的松散填土中。

3.0.3 可回收锚杆(索)应根据承载力要求、场地地质条件和周边环境条件,选择合适的锚杆类型、解锁装置、施工工艺和回收工艺。

3.0.4 可回收锚杆(索)施工前应进行基本试验和回收试验,高压喷射注浆锚杆(索)以及锚固段位于软弱土层时,尚应进行蠕变试验。

3.0.5 可回收锚杆(索)解锁装置进场前应提供筋体与解锁锚具组装件的锚固性能试验报告或现场试验,解锁装置锚固性能应满足设计文件的要求。施工前应对锚杆(索)主要材料进行质量检验,检验合格后方可使用。

3.0.6 锚杆(索)施工中应保护好解锁装置和筋体外隔离套管。在基坑土方开挖、支护及使用过程中,应保持锚杆(索)锚头和外露筋体完好。

3.0.7 基坑开挖、锚杆(索)施工和回收工况应与设计工况一致,应遵循分区分层开挖、施工锚杆(索)的原则,且应在锚杆(索)验收合格后方可开挖下一层土方;锚杆(索)回收应在换撑传力完成后进行。

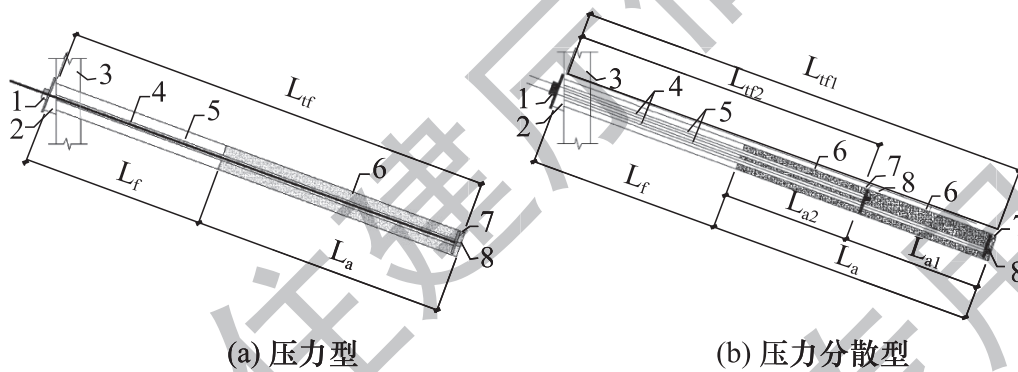
3.0.8 可回收锚杆(索)在施工及回收过程中应实施基坑工程监测,在使用过程中,应同时对锚杆(索)应力进行检测。基坑工程监测应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

3.0.9 为规范可回收锚杆(索)的施工,应对每根锚杆(索)施工和回收进行质量检验和验收,并应做好记录。

4 构造

4.1 可回收锚杆构造

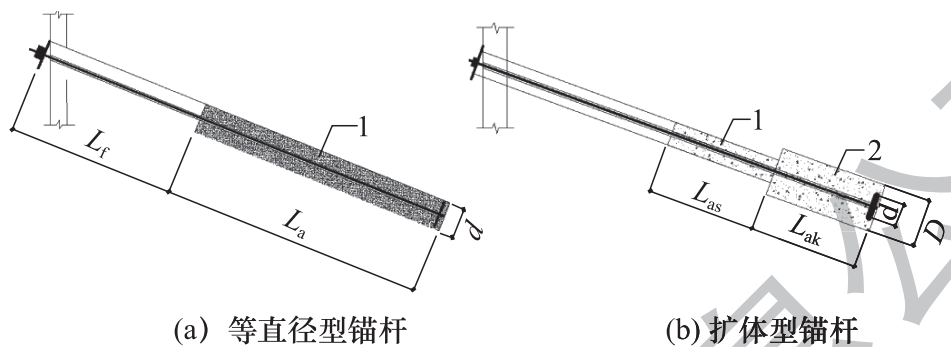
4.1.1 可回收锚杆宜采用压力型锚杆或压力分散型锚杆(图 4.1.1)。



1—锚头；2—台座；3—支护结构；4—筋体；5—套管；6—锚固体；
7—承压板；8—解锁锚具；
 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_{tf1} 、 L_{tf2} ——单元锚杆筋体自由段长度；
 L_{a1} 、 L_{a2} ——单元锚杆锚固段长度

图 4.1.1 压力(分散)型锚杆原理示意图

4.1.2 可回收锚杆可采用等直径锚杆或扩体锚杆(图 4.1.2)。等直径锚杆施工可采用成孔注浆工艺、高压喷射注浆工艺、自钻螺丝钉工艺,扩体锚杆扩孔施工可采用机械扩体工艺、高压喷射扩体工艺、囊袋注浆扩体工艺等多种组合工艺。锚固体材料可采用水泥浆、水泥土。



1—原孔锚固段;2—扩体锚固段; d —原孔锚固段直径; 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} —原孔锚固段长度; L_{ak} —扩体锚固段长度

图 4.1.2 可回收锚杆构造示意图

4.1.3 可回收锚杆解锁装置可采用机械锁型、熔解型或锚筋回转型,应符合《可回收锚杆应用技术规程》T/CECS 999 中的有关规定。

4.1.4 机械锁型解锁装置可分为辅索拉拔解锁型、顶进解锁型、旋转解锁型、顶进旋转解锁型或其他机械锁型,并应符合下列规定:

- 1 筋体与解锁锚具应采用机械方式连接,筋体可通过拉拔辅索、顶进、旋转等单一或复合行为与解锁锚具分离;
- 2 解锁装置的保护罩应具有足够的强度和刚度,确保顶进过程中可保护解锁装置;
- 3 解锁锚具和承压板应匹配且可靠连接;
- 4 解锁装置应确保密封性,且应不受顶进过程及注浆的影响。

4.1.5 可回收锚杆选型应根据岩土层性状、锚杆抗拔承载力、锚杆的设计计算长度、筋体回收条件、锚杆可回收期限等综合确定,可按本标准附录 A 执行,并应符合下列规定:

- 1 锚杆承载力高时,宜采用压力分散型锚杆或扩体锚杆;

2 锚固段位于软弱土层时,宜采用高压喷射注浆锚固体,并宜选择压力分散型、囊袋注浆或后注浆工艺;

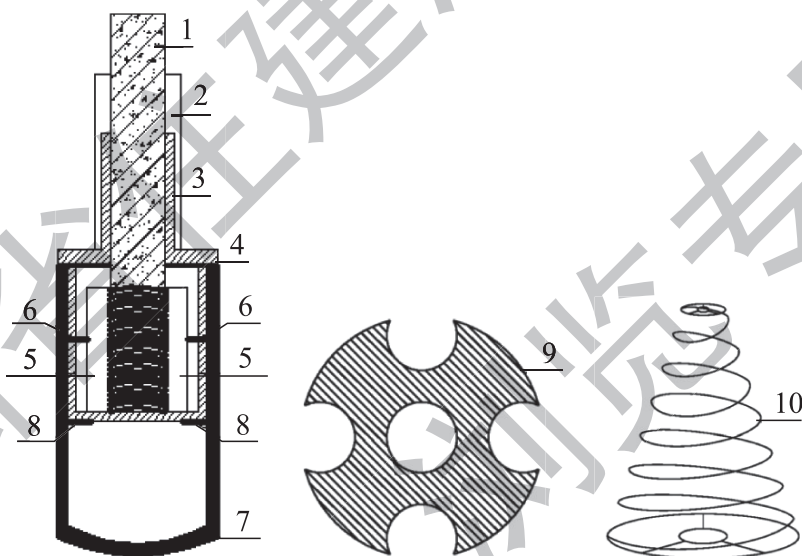
3 解锁装置宜和施工工艺相配套,在使用阶段应具有足够的锚固力,在回收阶段应方便解锁回收。

4.1.6 可回收钢筋锚杆构造示意图(图 4.1.6),同时应符合下列要求:

1 承载体表面和脱离仓内壁之间通过密封胶无缝固定连接,且脱离仓的截面形状为圆环形,材质为金属材质,也可为复合材料或者木质材料或者陶瓷材料;

2 锥形螺旋箍筋套在塑料套管上,并固定在承压板上;

3 钢筋端部设有外螺纹,且哈弗套筒内设有与钢筋端部外螺纹适配的内螺纹。



1—钢筋;2—塑料套管;3—塑料套管连接套;4—承载体;5—哈弗套筒
6—定位销;7—脱离仓;8—防脱铁片;9—承压板;10—锥形螺旋箍筋

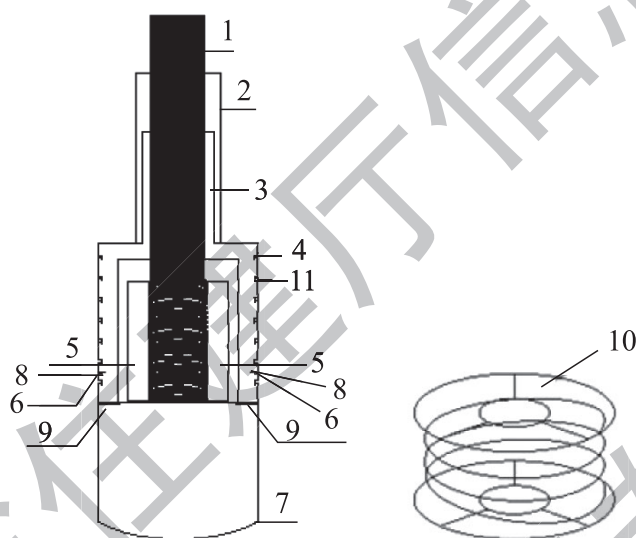
图 4.1.6 可回收钢筋锚杆构造示意图

4.1.7 手动式可回收钢筋锚杆构造示意图(图 4.1.7),同时应符合下列要求:

1 钢筋为带肋钢筋,直径为 18mm ~ 36mm;锚固力加强螺旋筋为带肋钢筋,直径为 5mm ~ 6mm;

2 塑料套管为 PVC 管或波纹管,塑料套管连接套与承载体是一个整体,哈弗套筒整体为圆筒形且带螺纹,哈弗套筒与钢筋咬合连接,钢筋咬合的位置有与哈弗套筒螺纹对应的螺纹;

3 密封圈位于承载体上,材质为橡胶圈,脱离仓的截面形状为圆环形。



1—钢筋;2—塑料套管;3—塑料套管连接套;4—承载体;5—哈弗套筒;
6—密封圈;7—脱离仓;8—定位螺母;9—防脱铁片;
10—锚固力加强螺旋筋;11—握裹力加强槽

图 4.1.7 手动式可回收钢筋锚杆构造示意图

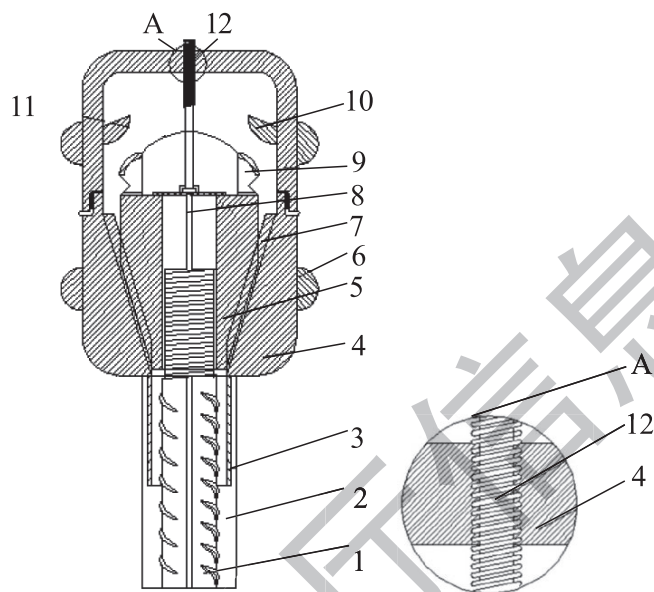
4.1.8 手动机械式可回收锚杆构造示意图(图 4.1.8),同时应符合下列要求:

1 钢筋杆体为带肋钢筋,适用直径 22mm - 35mm,且钢筋杆体的外部宽度小于塑料套管的内部宽度;

2 握裹力加强筋采用直径 5mm 光圆钢筋,且握裹力加强筋之间关于承载体的竖直中心线对称分布;

3 锁具纵向定位器材质为铝,且锁具纵向定位器贯穿于承载

体的上方边缘。



1—钢筋杆体;2—塑料套管;3—塑料套管接口;4—承载体;
5—圆锥形锁具;6—握裹力加强筋;7—锁具环向定位器;8—橡胶密封圈;
9—锁具脱离卡套;10—锁具脱离锁;11—弹簧片;12—锁具纵向定位器

图 4.1.8 手动机械式可回收锚杆构造示意图

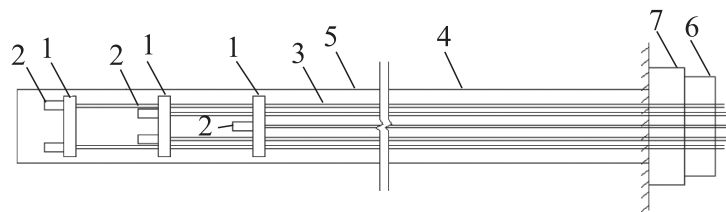
4.2 可回收锚索构造

4.2.1 可回收锚索根据其受力方式可分为,拉力型和压力型。压力型可回收锚索宜采用压力分散型锚索和挤压锚式可回收预应力锚索。

4.2.2 压力分散型锚索构造示意图(图 4.2.2),同时应符合下列要求:

1 由锚头、无黏结预应力钢绞线、承载体和锚固段注浆体四部分组成;

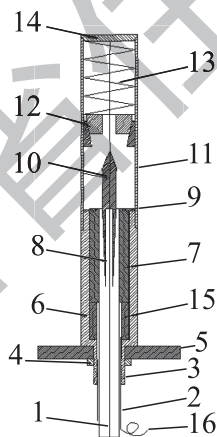
2 当锚索受拉时,锚索的拉力通过无黏结预应力钢绞线传至不同位置的承载体上,每个承载体上钢绞线承受锚索拉力的 $1/n$ (n 为锚索承载体个数)。



1—承压板;2—P 型锚;3—无黏结钢绞线;4—砂浆体;5—锚索孔;6—外锚具;7—锚墩

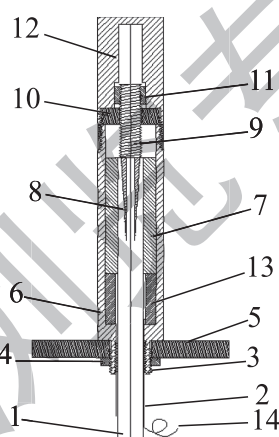
图 4.2.2 压力分散型锚索构造示意图

4.2.3 挤压锚式可回收锚索构造示意图(图 4.2.3(a))和(图 4.2.3(b)),两种挤压锚式可回收预应力锚索不同在于其构造不同。图 4.2.3(a)中锥套(10)的后半部分是中空的,目的是套住钢绞线(1)末端中间的钢丝;前半部分是实心的、带有尖锥,能够使其顺利通过脱锥夹(12),且使脱锥夹(12)夹住锥套(10)。图 4.2.3(b)中丝锥套(9)的材质为高强丝杆,其外径为 8mm ~ 12mm,内径为 5.3mm ~ 5.4mm,内孔深为 4cm ~ 6cm,长度为 8cm ~ 12cm,角度为 2 度 ~ 3 度,洛氏硬度为 38HRC ~ 50HRC,丝锥套中空部分的薄壁用激光切割成均匀 3 瓣,每瓣底部中间开收缩孔。同时应符合下列要求:



(a) 第一代挤压锚式可回收锚索

1—钢绞线;2—塑料管;3—塑料管接口;
4—圆螺母;5—承载板;6—下保护套;
7—挤压锚;8—挤压丝套;9—纵向限位器;
10—锥套;11—上保护套;12—脱锥夹;
13—弹簧;14—封盖;15—测力环;
16—测力环数据线



(b) 第二代挤压锚式可回收锚索

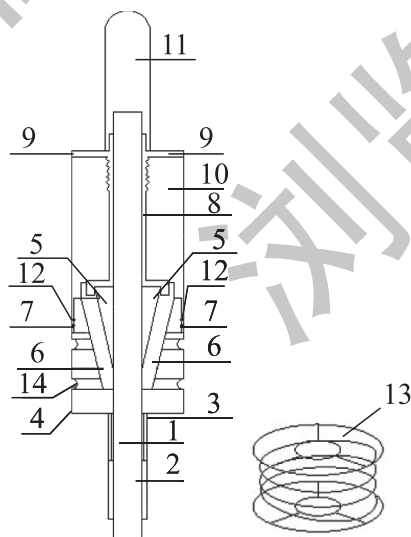
1—钢绞线;2—塑料管;3—塑料管接口;
4—圆螺母;5—承载板;6—下保护套;
7—挤压锚;8—挤压丝套;9—丝锥套;
10—限位器;11—六角螺母;
12—上保护套;13—测力环;
14—测力环数据线

图 4.2.3 挤压锚式可回收锚索构造示意图

- 1 锥套套在钢绞线末端的中间钢丝上,挤压丝套可采用高强材质的弹簧丝,锥套带角度;
- 2 钢绞线的表面须经过防腐处理;
- 3 保护套是螺纹咬合连接,且塑料管和塑料管接口是螺纹咬合连接,整个装置须喷涂防锈漆;
- 4 该构造内部安装锚索的测力环。

4.2.4 可回收锚索也可采用手动式可回收锚索,手动式可回收锚索构造示意图(图 4.2.4),同时应符合下列要求:

- 1 钢绞线直径为 15.2mm 或 17.8mm,所述锚固力加强螺旋筋为带肋钢筋,直径为 5mm ~ 6mm;
- 2 塑料套管为 PVC 管或波纹管,密封圈为橡胶圈;
- 3 哈弗锁套由两半带螺纹的锥形体组成,哈弗锁套与钢绞线咬合连接;
- 4 哈弗定位器为两半锥形体,其锥度大于哈弗锁套的锥度,不带螺纹;
- 5 脱离仓的截面形状为圆环,与承压体通过密封圈连接。



- 1—钢绞线;2—塑料套管;3—塑料套管连接套;4—承载体;5—哈弗锁套;6—哈弗定位器;
7—密封圈;8—解锁螺栓;9—解锁螺母;10—脱离仓;11—解锁机构缓冲仓;
12—定位螺母;13—锚固力加强螺旋筋;14—握裹力加强槽

图 4.2.4 手动式可回收锚索构造示意图

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 可回收锚杆(索)设计应包括下列内容:

- 1 基坑支护结构的安全等级、基坑支护设计使用年限、锚杆(索)可回收期限;
- 2 锚杆(索)类型、材料要求;
- 3 锚杆(索)布置、锚杆(索)尺寸、单元锚杆(索)数量和长度、锚杆(索)抗拔承载力、张拉及锁定值、构造等;
- 4 解锁锚具极限抗拉承载力和解锁锚具抗拆力的要求,以及回收性能等要求;
- 5 施工开挖工况、回收条件和换撑要求;
- 6 锚杆(索)施工工艺、回收工艺及残留物等要求;
- 7 锚杆(索)试验、监测、回收、检测、质量验收等要求。

5.1.2 锚杆(索)极限抗拔承载力确定应符合下列规定:

- 1 安全等级为一级的基坑工程,采用新的锚具、筋体、解锁装置和施工工艺的基坑工程,首次应用于某类地层时或锚杆(索)承载力超出当地经验的基坑工程,应通过锚杆(索)极限抗拔承载力试验确定;
- 2 安全等级为二级、三级的基坑工程且有当地经验的,可按本标准第 5.3 节估算锚杆(索)极限抗拔承载力标准值,并应通过抗拔承载力验证性试验验证;
- 3 高压喷射注浆锚杆(索)或锚固段位于软土地层时,尚应结合蠕变试验结果确定承载力。

5.1.3 锚杆(索)轴向抗拉刚度系数宜根据锚杆(索)基本试验确定,当无试验资料时,锚杆(索)轴向抗拉刚度系数可按式(5.1.3)估算:

$$k_R = \sum_{i=1}^n \frac{E_s A'_{s,i}}{L_{tf,i}} \quad (5.1.3)$$

式中: k_R ——锚杆(索)轴向抗拉刚度系数(MN/m);

$A'_{s,i}$ ——各单元锚杆(索)工作筋体的有效截面积(m^2);

E_s ——筋体弹性模量(MPa);

$L_{tf,i}$ ——各单元锚杆(索)筋体自由段长度(m);

n ——单元锚杆(索)数量。

5.1.4 锚杆(索)初始预加力值宜为锚杆(索)轴向拉力标准值的0.8倍~1.0倍。

5.1.5 可回收锚杆(索)回收前的换撑应符合下列规定:

- 1 应遵循先换撑、后回收的原则,从下到上逐层换撑及拆锚;
- 2 支护结构和地下结构之间的换撑措施应具有足够的传力强度及刚度,并应满足外墙施工及拆锚的要求;
- 3 地下结构施工后浇带、坡道或局部开口区域、错层较大等结构不连续位置应设置传力构件;
- 4 应利用地下结构设置换撑措施,实现支护结构内力有序的调整、转移和再分配后,方可回收相应区域的锚杆(索)。

5.2 构造设计

5.2.1 可回收锚杆选型应根据岩土层地质、锚杆抗拔承载力、锚杆的设计长度、锚筋回收条件、基坑工程设计使用年限等综合确定,并应符合下列要求:

- 1 承载力高的锚杆宜采用压力分散型锚杆或扩体型锚杆;
- 2 锚固段位于软弱土层时,宜采用高压旋喷锚杆,并选择压力分散型、囊袋型或后注浆加强的工艺;
- 3 解锁装置宜和施工工艺配套,在使用阶段应具有足够的锚

固力,在回收阶段应方便解锁回收。

5.2.2 可回收锚杆(索)布置应符合下列规定:

1 锚杆(索)布置的竖向间距应根据地下结构层数和层高、锚杆(索)类型及回收等因素综合确定,竖向排距不宜小于 2.5m,锚杆(索)水平间距不宜小于 1.5m 或锚杆(索)直径的 3.0 倍;扩体锚杆(索)水平间距和竖向间距应适当加大。当锚杆(索)间距小于 1.5m 时,应错开相邻锚杆(索)的倾角或错开相邻锚杆(索)的锚固段位置;

2 锚头竖向避让换撑结构位置不宜小于 0.5m;

3 锚杆(索)锚固段的覆土层厚度不宜小于 4.5m,采用扩体锚杆(索)时,覆土层厚度不宜小于 6.0m;

4 锚杆(索)倾角宜为 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$;

5 锚杆(索)锚固段与相邻基础或地下管线、设施之间的净距离应大于 3m;

6 扩体锚杆(索)的原孔段长度与扩体段直径之比不应小于 11。

5.2.3 锚杆(索)自由段长度不宜小于 6m,且超过潜在滑裂面的长度不应小于 2m,位于软土层或扩体锚杆时,自由段长度应适当加长;扩体锚杆(索)扩体锚固段前端至软弱土层的距离不宜小于 4m。潜在滑裂面位置应根据支护结构整体稳定性验算或岩土层结构面确定,初步设计时,可按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定计算确定。

5.2.4 锚固段长度在岩石中宜为 3m ~ 8m,在土层中宜为 6m ~ 16m;压力分散型单元锚杆(索)锚固段长度在岩石中宜为 2m ~ 4m,在土层中宜为 3m ~ 8m;扩体锚固段长度宜为 1.5m ~ 5.0m。

5.2.5 基坑侧壁与地下结构外墙之间预留净空间应满足锚杆(索)拆除所需的作业空间:基坑深度不超过 12m 时,预留净空间不宜小于 1.2m;基坑深度超过 12m 时,预留净空间不宜小于

1.4m。采用免千斤顶拆筋工艺时可适当减少。

5.2.6 冠梁和腰梁应符合下列规定：

1 冠梁和腰梁宜采用混凝土梁，腰梁采用型钢组合梁时，腰梁与支护桩间孔隙应采用细石混凝土填实；

2 混凝土梁的正截面、斜截面承载力，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；截面宜采用斜面与锚杆(索)轴线垂直的梯形，混凝土强度等级不应低于 C25，截面的上边水平尺寸不宜小于 250mm；

3 型钢组合梁的抗弯、抗剪、局部抗压承载力和刚度应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；可采用双槽钢或双工字钢，槽钢之间或工字钢之间应采用缀板焊接为整体构件，焊缝连接应采用贴角焊，双槽钢或双工字钢之间的净间距应满足锚杆杆体平直穿过的要求；型钢组合梁应采用楔形钢垫块将型钢组合梁支设成斜面或在锚头局部焊接斜台座保证锚杆轴线和受压面垂直，且锚下位置应设置加劲板。

5.2.7 锚杆(索)筋体外露腰梁、冠梁的长度应能满足台座尺寸及张拉、锁定、回收的要求，并应完整保留和保护。

5.3 承载力计算

5.3.1 可回收锚杆(索)按承载能力极限状态设计时，锚杆(索)轴向拉力设计值应按下列公式计算：

$$N = \gamma_0 \gamma_f N_k \quad (5.3.1)$$

式中： N ——锚杆(索)轴向拉力设计值(kN)；

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

γ_f ——作用基本组合的综合分项系数，不应小于 1.25；

N_k ——锚杆(索)轴向拉力标准值(kN)，按本标准第 5.3.2 条确定。

5.3.2 锚杆(索)轴向拉力标准值计算时应计入锚杆(索)刚度、预应力施加值,并应模拟分层开挖、分层换撑、回收等全过程工况。锚杆(索)的轴向拉力标准值应按式(5.3.2)计算:

$$N_k = \frac{F_h s}{b_a \cos \alpha} \quad (5.3.2)$$

式中: N_k ——锚杆(索)轴向拉力标准值(kN);

F_h ——挡土构件计算宽度内的弹性支点水平反力(kN);

s ——锚杆(索)水平间距(m);

b_a ——挡土结构计算宽度(m);

α ——锚杆(索)倾角($^{\circ}$)。

5.3.3 可回收锚杆(索)的极限抗拔承载力应满足下式规定:

$$R_k \geq K_t N_k \quad (5.3.3)$$

式中: R_k ——锚杆(索)极限抗拔承载力标准值(kN),可按本标准第5.3.4条~第5.3.8条估算;

K_t ——锚杆(索)抗拔安全系数,不应小于本标准表5.3.3的规定;

N_k ——锚杆(索)轴向拉力标准值(kN),按本标准第5.3.2条确定。

表 5.3.3 锚杆(索)抗拔安全系数

基坑安全等级	锚杆(索)抗拔安全系数 K_t
一级	1.8
二级	1.6
三级	1.5

5.3.4 可回收锚杆(索)极限抗拔承载力标准值估算值应取下列计算值的较小值:

- 1 锚固体与岩土层间极限抗拔承载力;
- 2 筋体极限抗拉承载力;

3 锚固体局部受压极限承载力。

5.3.5 锚固体与岩土层间极限抗拔承载力估算可按下列规定执行：

1 等直径锚杆(索)极限抗拔承载力标准值可按下式估算：

$$R_k = \pi d \sum q_{sk,i} L_{a,i} \quad (5.3.5-1)$$

式中： d ——等直径锚杆(索)锚固段直径(m)；

$q_{sk,i}$ ——锚固体与第 i 土层极限黏结强度标准值(kPa)，初步估算时可按本标准附录 B 选用；

$L_{a,i}$ ——锚固段在第 i 土层中长度(m)。

2 扩体锚杆(索)极限抗拔承载力标准值可按下式估算：

$$R_k = \pi d \sum L_{as,i} q_{ak,i} + \pi D \sum L_{ak,i} q_{sk,i} + \frac{\pi(D^2 - d^2)a_p q_p}{4} \quad (5.3.5-2)$$

式中： d ——扩体锚杆(索)原孔锚固段直径(m)；

$L_{as,i}$ ——原孔锚固段在第 i 土层中的长度(m)；

D ——扩体锚杆(索)扩体锚固段直径(m)；

$L_{ak,i}$ ——扩体锚固段在第 i 土层中的长度(m)；

$q_{ak,i}$ ——扩体锚固段与第 i 土层极限黏结强度标准值(kPa)，初步估算时可按本标准附录 B 选用；

$q_{sk,i}$ ——锚固体与第 i 土层极限黏结强度标准值(kPa)，初步估算时可按本标准附录 B 选用；

a_p ——扩体段锚固体前端阻力发挥系数，宜取 0.7 ~ 1.0；

q_p ——扩体段锚固体前端土体极限端阻标准值(kPa)，初步估算时可按本标准附录 B 的规定选用。

5.3.6 筋体极限抗拉承载力可按下式计算确定：

$$R_k = \zeta A_s' f_{ptk} \quad (5.3.6)$$

式中： ζ ——筋体强度折减系数，采用机械锁型锚杆(索)时，取值为解锁锚具锚固效率系数，应根据试验确定；采用锚筋回转型锚杆(索)时， ζ 宜取 0.80；

A'_s ——工作筋体的有效截面积(m^2)；

f_{ptk} ——筋体极限抗拉强度标准值(kPa)。

5.3.7 锚固体局部受压极限承载力可按下式计算确定：

$$R_k = \eta f_{\text{ck}} A_{\text{ln}} \quad (5.3.7)$$

式中： η ——锚固体局部受压强度综合系数，宜通过试验确定，可取 1.0 ~ 4.0；

f_{ck} ——锚固体(边长为 70.7mm 的立方体)28d 抗压强度标准值(kPa)；

A_{ln} ——锚固体受压净面积(m^2)，为承压板与锚固体的接触面积扣除筋体孔洞横截面积之后的面积。

5.3.8 压力分散型锚杆(索)各单元宜按等承载力进行设计，抗拔承载力可取各单元锚杆抗拔力之和，宜对各锚杆(索)单元之间的应力叠加效应进行折减，折减系数宜按下列取用：

$$R_k = \beta \sum_{i=1}^n R_{k,i} \quad (5.3.8)$$

式中： β ——单元锚杆(索)极限抗拔承载力折减系数(一般一个单元锚杆(索)时折减系数通常取 1.0，两个单元锚杆(索)时折减系数通常取 0.95，三个单元锚杆(索)时折减系数通常取 0.90)；

$R_{k,i}$ ——单元锚杆(索)极限抗拔承载力标准值(kN)。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 锚杆(索)施工前应根据设计要求、地质条件、施工场地及周边环境条件等因素编制专项施工方案。超一定规模的危险性较大基坑工程中的可回收锚杆(索)专项方案应经专家验证通过后实施。

6.1.2 锚杆(索)施工工艺应根据地质条件及设计要求合理确定,并应满足施工安全及周边环境保护要求。

6.1.3 锚杆(索)正式施工前应进行现场工艺试验,验证锚杆(索)选型的合理性、锚杆(索)施工的可行性和可靠性以及确定施工工艺参数。

6.1.4 锚杆(索)位于破碎的岩层、岩溶地层、承压含水层或动水环境时,应对锚杆(索)的施工可行性进行专项研究,并宜采取防止浆液流失的技术措施。

6.1.5 当锚杆(索)穿越的地层附近存在地下管线、地下构筑物、相邻基础等障碍物时,应在探明障碍物的位置、类型和使用状况后方可进行锚杆(索)施工。

6.1.6 应对锚杆杆体制作、成锚施工、张拉锁定等施工全过程进行质量控制、检查和记录。锚杆(索)施工记录应按本标准附录 C 的规定执行。

6.1.7 锚杆(索)使用期间应对锚杆(索)及解锁装置采取可靠的保护措施,并应满足设计使用工况要求。

6.1.8 可回收锚杆(索)应进行锚杆(索)自由段杆体拉力监测。

可回收锚杆(索)的监测数量不应少于锚杆(索)总数的3%,且不应少于5根。

6.1.9 可回收锚杆(索)的制作、安装、回收,应符合产品使用说明书。

6.2 杆体制作及安放

6.2.1 锚杆杆体的制作应符合下列规定:

1 锚杆杆体及主要构件宜在工厂完成制作,在现场组装时应符合可回收性能的相关要求;

2 应确保筋体与锚固体有效隔离,筋体与解锁锚具连接应牢固可靠,且不得对隔离套管造成损伤;

3 锚杆杆体应按设计文件规定的规格、尺寸和构造要求进行组装,筋体应平行顺直,不得相互交叉、扭曲,应通过定位架及束线环等配件组装为整体,定位架及对中架的外径宜小于孔径4mm~6mm,并沿锚杆轴线方向设置,间隔距离不宜大于2m;

4 钢绞线下料时应采用切割机,不得采用电弧或乙炔焰切割;

5 压力分散型锚杆(索)应确保各单元锚杆(索)解锁装置位置和间距满足设计要求,各单元锚杆(索)对应筋体应设明显标记予以区分;

6 二次高压注浆管、可重复分段注浆管、囊袋及注浆管宜与杆体组装成整体后出厂;

7 机械锁型可回收锚杆(索)应对解锁装置予以约束。

6.2.2 锚杆杆体的安放应符合下列规定:

1 在杆体的组装、存放、搬运过程中,应防止隔离套管损伤、附着泥土或油渍等不洁物质及筋体锈蚀;

2 杆体安放前应进行质量检验,隔离套管不应松动,解锁装置应灵敏有效,验收合格后方可使用;

3 初次注浆管宜随杆体一同安装至钻孔内,采用套管护壁工艺成孔时应在拔出套管前将杆体插入孔内并完成初次注浆;

4 高压喷射注浆锚杆杆体应采取对中措施;

5 杆体安放就位至注浆浆体终凝前不应受到扰动,并应对锚杆(索)外露筋体采取保护措施。

6.2.3 机械锁型可回收锚杆杆体安放除应符合本标准第 6.2.2 条外,尚应符合下列规定:

1 各单元锚杆(索)筋体外露端应设置明显标识以区分各单元锚杆;

2 对辅索拉拔解锁型锚杆(索)中用于解锁的钢绞线,应设置一定的解锁拉力限值,并应做好标记;

3 在锚杆(索)筋体回收前,不得拉拽。

6.3 锚杆(索)成孔与注浆

6.3.1 锚杆(索)成孔施工应符合下列规定:

1 应根据土层及地下水性状选择成孔或钻进工艺;

2 易塌孔、缩孔地层,地下水有承压性或流动性的地层,应采用套管护壁成孔工艺;

3 在砂土及其他松散含水土层成孔时,开孔标高不宜低于潜水水位或承压水水头标高;当开孔标高低于潜水水位或承压水水头标高时,可在成孔前采取避免对成孔和注浆质量、周边环境造成不利影响的地下水控制及其他技术措施;

4 锚杆(索)施工过程中遇到障碍物时,应查明障碍物性质并做出相应处理,否则不得钻进;

5 锚杆(索)钻孔长度应超过设计长度,且不应小于 500mm;

6 成孔后安放锚杆杆体前应进行清孔。

6.3.2 注浆浆液的制备应符合下列规定:

1 注浆设备应结合浆液种类、注浆工艺、输送距离、设计注浆

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;

2 施工前应进行浆液配比试验,浆体流动性应满足设计和施工工艺要求;

3 注浆浆液可根据设计及施工工艺要求加入一定的外加剂或外掺料;

4 浆液应搅拌均匀、随搅随用,并应在初凝前使用完。

6.3.3 锚杆(索)开孔位于地下水位以下时,注浆完成后应立即对穿越截水帷幕的锚孔采取封堵措施。

6.3.4 锚杆(索)注浆工艺选择应根据锚杆(索)设计承载力及锚固地层条件确定,可采用一次注浆工艺或在初次注浆后采用二次注浆或二次高压注浆或多次分段注浆工艺。

6.3.5 锚杆(索)锚固段一次注浆和二次注浆施工应符合下列规定:

1 注浆浆液宜采用水灰比为 0.45 ~0.55 的纯水泥浆;

2 注浆管应插至距孔底不大于 200mm 处,浆液自下而上连续注入,且应确保泥浆、水及气体从孔内顺利排出,当孔口溢出浆液与注入浆液颜色和浓度一致时,方可停止注浆;

3 压力分散型锚杆(索)应在孔口溢出浆液后从内向外缓慢提拔注浆管,并在各解锁装置承压板作用面处停留进行重复注浆;

4 孔底注浆完成后,当孔口浆体液面下沉时应立即补浆;

5 二次注浆可在初次浆体初凝后、终凝前进行,开环压力不宜低于 1.0MPa。

6.3.6 锚杆(索)锚固段二次高压注浆和分段重复注浆施工应符合下列规定:

1 注浆材料宜采用水灰比 0.50 ~0.55 的纯水泥浆;

2 二次高压注浆应采用高压注浆管,注浆管应固定在锚杆杆体上,管端应置于靠近解锁装置承压板作用面的锚固段中,并应设

置逆止阀；

3 分段重复注浆宜采用袖阀管,应从袖阀管底端依次由内向外分段注浆；

4 二次高压注浆和分段重复注浆应在初次注浆浆体的水泥结石体强度达到 5.0MPa 后进行,开环压力不应小于 2.5MPa,终止注浆压力不宜小于 2.0MPa。

6.3.7 锚杆(索)采用自钻螺丝钉,锚固体同步植入成孔施工时,应符合下列规定：

1 位于地下水位以上粉质黏土地层时可采用自钻式挤土成孔工艺,地下水位以下粉质黏土或砂层时可采用带浆护壁成孔工艺；

2 成孔深度达到设计位置时,动力头应与钻杆分离,杆体应通过钻杆中心孔植入锚固体中并应与锚固体有效连接；

3 钻杆与动力头重新连接时,应退出钻杆使之与锚固体分离,并将锚固体植入孔底；

4 钻杆退出的同时应向孔内注入水泥浆至孔口溢浆。

6.3.8 锚杆(索)锚固段采用高压喷射注浆施工时,应符合下列规定：

1 应在设计锚固段位置,按设计文件规定的工艺参数进行施工,旋喷管应均匀旋转、匀速提升或沉放,从外向内或由内而外进行高压喷射施工；

2 施工参数应根据地层条件和设计文件规定的锚固段直径通过试验或依据工程经验确定,并在施工中严格控制；

3 采用单管旋喷法施工工艺时,原孔锚固段喷射压力宜大于 20MPa,扩体锚固段喷射压力宜大于 25MPa,旋喷管进尺速度宜为 15cm/min ~ 25cm/min,旋喷管转速宜为 15r/min ~ 20r/min,喷浆量宜为 75L/min ~ 110L/min；

4 采用双管旋喷法或双重管旋喷法施工工艺时,扩体锚固段

浆液喷射压力应大于 25MPa,旋喷管进尺速度宜为 10cm/min ~ 20cm/min,旋喷管转速宜为 10r/min ~ 20r/min,喷浆量宜为 70L/min ~ 100L/min,压缩空气压力宜为 0.5MPa ~ 0.7MPa,风量宜为 1m³/min ~ 3m³/min;

5 当旋喷施工过程中出现压力骤然下降或上升时,应查明原因并及时采取处置措施;

6 旋喷浆液的水灰比可取 0.8 ~ 1.2,浆液制备应符合本标准第 6.3.2 条的规定。

6.3.9 高压喷射注浆扩体锚杆(索)采用旋喷同步植入法施工时应符合下列规定:

1 成孔深度达到设计锚固段位置时,应从外向内进行锚固段高压喷射注浆,高压喷射注浆施工应符合本标准第 6.3.8 条的规定,并应通过钻杆将锚杆杆体同步植入孔中;

2 杆体植入后,当需复喷时应对杆体隔离保护层采取防护措施,避免高压浆体对扩体段钢绞线隔离套管及解锁装置造成损坏。

6.3.10 高压喷射注浆扩体锚杆(索)采用旋喷后植入法施工时应符合下列规定:

1 锚杆(索)成孔宜采用套管成孔,施工应按本标准第 6.3.1 条执行;

2 在钻孔深度达到设计孔深后,应采用水泥浆对锚固段进行高压喷射注浆和复喷,高压喷射注浆施工应符合本标准第 6.3.8 条的规定;

3 复喷完成后,应立即拔出喷管,并将锚杆杆体安放至设计位置;采用套管护壁时,应在杆体安放完成后再将套管拔出。

6.3.11 高压喷射注浆锚杆(索)和高压喷射注浆扩体锚杆(索)施工完成并植入杆体后,宜通过与杆体一同下至孔内的注浆管对锚固段采用水泥进行二次加强注浆,直至孔口返出新鲜浆液。二次加强注浆浆液制备应符合本标准第 6.3.2 条的规定,注浆施工

应符合本标准第 6.3.6 条的规定。

6.3.12 机械扩体锚杆(索)施工应符合下列规定:

- 1 成孔工艺宜采用套管护壁,成孔施工应符合本标准第 6.3.1 条的规定;
- 2 成孔完成后,应采用扩孔钻头进行扩体施工;
- 3 扩孔过程中应采取泥浆护壁等确保孔壁稳定措施;
- 4 扩孔施工应控制扩孔速度,发现异常时应停止扩孔,查明原因后方可继续施工;
- 5 扩孔完成后应置换清渣,杆体安放后完成注浆;
- 6 杆体安放时应采用扩体对中支架等确保扩体段锚杆杆体居中的措施。

6.3.13 囊袋注浆扩体锚杆(索)施工应符合下列规定:

- 1 囊袋注浆扩体锚杆(索)宜结合高压喷射扩孔或机械扩孔工艺使用;
- 2 采用高压喷射工艺在锚固段底部先行扩孔与注浆,高压喷射注浆应按本标准第 6.3.8 条规定执行;
- 3 采用机械扩孔在锚固段底部先行扩孔与注浆,机械扩孔应按本标准第 6.3.12 条规定执行;
- 4 通过与杆体一同下至孔内的注浆管和囊袋进行水泥注浆,注浆浆液制备要求应符合本标准第 6.3.2 条的规定,注浆施工应符合本标准第 6.3.6 条的规定。

6.4 张拉及锁定

6.4.1 锚杆(索)的张拉及锁定应符合下列规定:

- 1 锚杆(索)张拉前应对张拉设备进行标定;
- 2 锚头承载构件的承压面应平整,并宜与锚杆(索)轴向方向垂直;
- 3 当锚杆(索)锚固体及承载构件的强度大于设计强度的

75%后,方可进行锚杆(索)的张拉锁定;

4 锚杆(索)张拉应有序进行,张拉顺序应防止邻近锚杆(索)的相互影响;

5 锚杆(索)张拉应在专业人员指导下进行,张拉区域应做好安全防护;

6 锚杆(索)张拉应在锚头外放置限位板,千斤顶宜选用带反锁装置的双缸型,同步记录杆体变形量;

7 锚杆(索)正式张拉前,宜取轴向拉力标准值 N_k 的 10% ~ 20% 对锚杆(索)预张拉 1 次或 2 次,同时杆体应完全平直,各部位接触应紧密;

8 锚杆(索)张拉应平缓加载,加荷速率每分钟不宜大于单元锚杆(索)极限抗拔承载力标准值的 0.1 倍;每级张拉值下的锚杆(索)位移和压力表压力应保持稳定。当锚杆(索)位移和压力表压力不稳定时,应判定此根锚杆(索)不合格。

6.4.2 锚杆(索)张拉至轴向拉力标准值的 1.20 倍时,对岩层、砂性土层应持荷 10min;对黏性土层应持荷 15min,然后卸荷至设计要求的张拉锁定值进行锁定。锚杆(索)张拉荷载分级和位移观测时间应符合本标准表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 锚杆(索)张拉荷载分级和位移观测时间

荷载分级	位移观测时间 (min)		加荷速率 (kN/min)
	岩层、砂性土层	黏性土层	
$0.10N_k \sim 0.20N_k$	2	2	≤ 100
$0.50N_k$	5	5	
$0.75N_k$	5	5	
$1.00N_k$	5	10	≤ 50
$1.10N_k \sim 1.20N_k$	10	15	

6.4.3 对于压力分散型锚杆(索),宜采用并联千斤顶组同步对

各单元锚杆(索)实施张拉并锁定。组成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(索)承受荷载之和满足设计张拉荷载要求。

6.4.4 锚杆(索)预应力控制应符合下列规定:

1 预应力控制应符合设计文件的规定,锁定时的锚杆(索)拉力应计入锁定过程以及相邻锚杆(索)张拉锁定引起的预应力损失量;

2 预应力损失量宜通过对锁定前后锚杆(索)拉力的测试进行确定;

3 当锚杆(索)预应力损失超过设计允许值时,应进行补张拉锁定。

6.4.5 锚杆(索)出现锚头松弛、脱落、锚具失效等情况时,应立即修复并重新张拉锁定。

7 回 收

7.1 一般规定

7.1.1 可回收锚杆(索)回收前应根据设计要求、地质条件、施工场地及周边环境等因素编制回收专项施工方案,回收方案应包括换撑方案和补救措施。

7.1.2 锚杆(索)筋体回收前应做以下准备:

1 锚杆(索)回收时,施工回填作业面应满足施工人员、机具设备的操作空间和安全要求;

2 每道锚杆(索)筋体回收前,换撑措施应保证足够的刚度和稳定性,换撑构件达到设计要求后方可进行锚索拆除;

3 锚杆(索)回收需估算筋体回收所需的回收拉力,并选取适宜的设备或机具;

4 换撑位置宜设置在基础底板处、地下室各层楼板处,需要在地下室外墙非楼板处换撑时,应根据实际受力情况验算地下室外墙的承载力和裂缝宽度。

7.2 筋体回收

7.2.1 锚杆(索)筋体回收前应将锚杆(索)工作夹片拆除卸压,并拆除锚头锚具。当采用免张拉拆卸锚具进行锚头拆除卸压时,应按产品使用说明书的要求进行操作。

7.2.2 锚杆(索)筋体回收顺序应符合下列规定:

1 锚杆(索)筋体回收应从下至上逐层进行;

2 压力分散型锚杆(索)回收时,筋体的回收顺序应先短后长。

7.2.3 锚杆(索)筋体回收应根据可回收锚杆(索)类型及解锁装置采取相应的回收工艺与回收设备,回收作业应按下列步骤进行:

1 采用辅索拉拔解锁型时,首先应采用千斤顶作用于辅索,拔出 100mm ~ 200mm 后抽出辅索,再采用千斤顶逐一作用于主索,使之脱离固定台座,然后可人工拔出主索;

2 采用顶进解锁型挤压套抽中丝式解锁方式时,首先应采用冲击锤将筋体冲击推进一定距离,使挤压套上芯棒与拆除机构啮合,再采用千斤顶拉动筋体使筋体与挤压套分离,然后可人工拔出筋体;

3 采用顶进解锁型直列无级调压式解锁方式时,首先应采用千斤顶冲击筋体将解锁装置内保险调压机打开,再采用千斤顶拉动筋体使其与夹紧机构分离,然后可人工锤击筋体,使其松动后拔出筋体;

4 采用旋转解锁方式时,首先应采用扭力扳手或专用卡口钳对筋体转动 2 圈 ~ 5 圈使筋体与夹紧机构分离,然后可人工拔出筋体。

7.2.4 锚杆(索)筋体回收安全防护工作应符合下列规定:

1 回收筋体时,应根据可回收锚杆(索)类型,对相邻主体地下结构采取相应的保护措施;

2 回收过程中应做好基坑坡顶的临边安全防护;

3 当采用自动回收设备进行回收时,应对自动回收设备稳压性进行检查,油泵运行过程中操作人员不得离开作业区,回收作业停止前应先停止油泵运行并切断油路和电源;

4 筋体卸载及锚具工作夹片拆除过程中,锚头前方不应站人,操作人员应在锚头侧方位施工,并应做好安全防护工作;

5 回收过程中应对支护结构变形和周边环境进行实时监测

与现场巡视,发现安全隐患应立即停止回收作业,分析原因并排除隐患后方可继续作业;

6 回收作业中发生异常响声或发现筋体断丝、锚楔碎裂时,应立即停止回收操作,查明原因,并采取处理措施后方可恢复回收工作。

7.2.5 筋体回收工作结束后,应根据锚杆(索)拆除的部位进行编号登记,保留记录,并应与锚杆(索)施工记录进行对比分析。

7.2.6 回收过程中出现筋体无法回收或拔断时,应复核施工记录情况并分析原因。对于确系无法回收导致筋体残留时应做好记录,记录内容应包括筋体定位、埋深、长度等信息。

7.2.7 筋体无法正常回收时,可根据周边环境、施工条件和锚杆(索)拆除要求综合分析后,采取整体拔除锚杆(索)的补救措施。整体拔除锚杆(索)处理时应加强地面变形监测,发现问题应立即调整施工方案。拔除留下的孔洞应做注浆填实处理。

7.3 回收失败的补救处理

7.3.1 回收失效的锚杆(索),以及不能自拆筋的常规锚杆(索),可采取以下办法可以从地层里强行拆除:

- 1 地面挖除法;
- 2 暗挖隧道法;
- 3 套打锚杆法;
- 4 水力解除法;
- 5 水力切割法。

7.3.2 通过锚杆(索)回收试验验证了锚杆(索)解锁机构的可行性,在注浆不密实的情况下仍能保证锚杆杆体回收,但密封工艺仍需改进,为保证回收效率,锚杆(索)外露端不宜过长以便于回收设备安装和防止被破坏。

7.4 杆体再利用与锚孔处理

7.4.1 回收后的杆体可加工成可接式钻杆进行再利用。

7.4.2 锚杆(索)再利用时,可按以下步骤进行:

1 使用加工后的锚杆(索)时,先插入与锚杆机连接的钻杆,另一端接上钻套并上好钻头即可使用;

2 打设深孔锚杆(索)眼时,待短钻杆打到后退出钻杆,卸下钻头,将另一根钻杆的一端上好钻套与原钻杆相连接,另一端再接上钻套并上好钻头可继续打钻;

3 在打锚索钻孔时,钻杆打到位后卸下钻杆并用钻套将钻杆间继续连接好后即可继续往前打钻。

7.4.3 可回收锚杆(索)回收后对孔洞应及时进行注浆回灌填实处理。

7.4.4 应按要求拔除一根注浆回灌一根,避免未及时注浆回灌造成水土流失和地面沉降。

7.4.5 可将水泥浆、流态固化土等材料灌入或压入锚孔中。

7.4.6 流态固化土搅拌时,应控制好材料配合比,对流态固化土流动度进行监控,材料用量应符合设计要求。

8 试 验

8.1 一般规定

8.1.1 可回收锚杆(索)试验应包括基本试验、蠕变试验、回收试验、持有荷载试验、验收试验等。

8.1.2 用于试验的可回收锚杆(索),其试验的地层条件应具有代表性,设计参数和施工工艺应与工程锚杆(索)相同;试验锚杆(索)应处于独立受力状态,不应受腰梁或混凝土面层的影响。

8.1.3 基本试验、蠕变试验、回收试验时,锚固段锚固体强度不应低于设计强度的 90%。验收试验时锚固段锚固体强度不应低于设计强度的 75%。

8.1.5 可回收锚杆(索)工程在施工前、施工过程中及施工完成后,应按照设计要求和质量合格条件进行质量检验与验收。检验与验收内容应包括锚杆杆体与部件检验、施工质量检验、锚杆(索)承载力检验和锚筋回收检验及工程验收。

8.2 试验装置和操作要求

8.2.1 锚杆(索)试验宜采用液压千斤顶加、卸载。加载装置的额定负荷能力不应小于最大试验荷载的 1.25 倍,且在设定的加载时间内需持荷稳定。

8.2.2 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(索)采用并联千斤顶同步张拉时,其单元锚杆(索)作用力方向应与单元锚杆(索)的轴线重合,且每组单元锚杆(索)应安装位移测量仪表。

8.2.3 试验的反力装置在最大试验荷载下应具有足够的强度和刚度,并应在试验过程中不发生破坏。

8.2.4 力与位移测量仪表的精度、量程应与测量范围相适应,测量值宜控制在全量程的 25% ~ 80%。位移测量仪表的分度值不应大于 0.1mm,用于蠕变试验时不应大于 0.01mm。

8.2.5 锚杆(索)应在试验前预紧钢绞线,预紧荷载宜为最大试验荷载预估值的 15%。基本试验时锚杆(索)的初始荷载宜取最大试验荷载预估值的 30%。

8.2.6 压力分散型锚杆(索)张拉方法应符合下列规定:

- 1 宜采用补偿荷载整体张拉方法;
- 2 采用单元锚杆(索)逐组张拉时,应从最短单元锚杆(索)至最长锚杆(索)的顺序对各组锚杆(索)进行逐组张拉;
- 3 采用并联千斤顶组同步张拉时,应按本标准第 8.2.2 条的规定等荷载加荷、持荷与卸荷。

8.3 基本试验

8.3.1 可回收锚杆(索)首次应用于某类地层时,应进行锚杆(索)基本试验。

8.3.2 基本试验的地层条件、锚杆杆体参数和施工工艺等应与工程锚杆(索)相同且不得选用工程锚杆(索),试验数量不少于 3 根。

8.3.3 基本试验应采用多循环加卸载法。

8.3.4 基本试验的最大试验荷载应取锚固体与岩土体之间破坏荷载预估值的 1.0 倍 ~ 1.5 倍,不宜超过锚固体局部抗压破坏荷载值的 0.9 倍,且不应超过筋体极限抗拉强度标准值的 0.8 倍。

8.3.5 试验锚杆(索)宜在锚固段安装传感器或采用自测力锚具,对杆体或锚固体的应力和变形进行测试。

8.3.6 试验中锚头位移基准值的确定以及锚头位移相对稳定标

准应符合下列规定：

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不大于 0.01mm 时,取最后一次读数值为锚头位移基准值；

2 分级加载的最大试验荷载作用下,0 ~ 30min 观测时间内,相邻两次锚头位移增量不大于 0.1mm 或者 1h 内锚头位移增量不大于 1mm。

8.3.7 多循环加卸载法的荷载分级与锚头位移观测时间,应根据初始荷载取值按表 8.3.7 的规定确定。

表 8.3.7 锚杆(索)基本试验荷载分级与锚头位移观测时间
(多循环加卸载法)

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		
第一次循环	30	—	—	—	—	—	50	—	—	30
第二次循环	30	50	—	—	—	—	60	—	—	30
第三次循环	30	50	—	—	—	60	70	—	50	30
第四次循环	30	50	—	—	60	70	80	—	50	30
第五次循环	30	50	—	60	70	80	90	70	50	30
第六次循环	30	50	60	70	80	90	100	70	50	30
观测时间(min)		5	5	5	5	5	≥10	5	5	5

注:1 每一循环最大荷载作用下测读位移不应少于 3 次;其他每级加载,可在观测时间内的始末端测读位移 2 次。

2 试验中加载速度宜为 0.05 ~ 0.10 N_k /min,卸载速度宜为加载速度的 2 倍。

8.3.8 锚杆(索)基本试验出现下列情况之一时,可判定可回收锚杆(索)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(索)位移增量的

5 倍；

3 锚头位移不满足本标准第 8.3.6 条相对稳定标准要求。

8.3.9 当加载至最大试验荷载,尚未出现本标准第 8.3.8 条中终止加载情况时,验证性锚杆(索)基本试验宜按最大试验荷载预估 10% 的荷载增量,继续进行 1 级~2 级加载试验。锚头位移满足第 8.3.6 条相对稳定标准要求时应终止加载。

8.3.10 锚杆(索)极限承载力取破坏荷载的前一级荷载。在最大试验荷载下未达到锚杆(索)破坏标准时,锚杆(索)极限承载力可取最大试验荷载。

8.3.11 当每组锚杆(索)试验值的极差不大于平均值的 30% 时,可回收锚杆(索)极限承载力可取试验的平均值;当极差大于 30% 时,应增加试验锚杆(索)数量,并分析极差过大原因,结合工程实际情况重新统计后确定锚杆(索)的极限承载力。

8.3.12 根据基本试验中每级荷载对应的锚头位移试验结果,绘制锚杆(索)的荷载-位移($N-d$)曲线、荷载-弹性位移($N-d_e$)曲线、荷载-塑性位移($N-d_p$)曲线。

8.3.13 有条件时锚杆(索)基本实验可在锚固段安装传感器,测试杆体或锚固体的应力和变形。

8.4 验收试验

8.4.1 施工完成后的锚杆(索)应进行验收试验。验收试验应符合下列规定:

1 占锚杆(索)总量 5% 的锚杆(索)应进行多循环张拉验收试验,且锚固体位于同一土层时的试验数量不应少于 5 根。占锚杆(索)总量 95% 的锚杆(索)应进行单循环张拉验收试验;

2 多循环张拉验收试验的锚杆(索),其锚固体在相同土层时的试验数量不应少于 3 根。

3 锚杆(索)验收试验的最大试验荷载应符合本标准

表 8.4.1。

表 8.4.1 锚杆(索)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

8.4.2 试验中锚头位移基准值的测读、加卸载速度应符合本标准第 8.3.5 条和第 8.3.6 条的规定。

8.4.3 多循环加卸载法和单循环加卸载法验收试验荷载分级与锚头位移观测时间,应分别按本标准表 8.4.3-1、表 8.4.3-2 确定。

表 8.4.3-1 验收试验荷载分级与锚头位移观测时间
(多循环加卸载法)

循环 次数	分级荷载与轴向拉力标准值 N_k 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	80	—	—	—	50	30
第三循环	30	50	—	—	60	80	100	—	—	80	50	30
第四循环	30	50	—	60	80	100	120	—	100	80	50	30
第五循环	30	50	60	80	100	120	140	120	100	80	50	30
观测时间(min)		1	1	1	1	1	≥10	1	1	1	1	1

- 注:1 每级循环的非最大荷载作用下,加卸荷的持续时间为 1min,测读 1 次锚头位移;
- 2 每一循环最大荷载作用下,按持荷 1min、3min、10min 测读锚杆(索)位移值;后 5min 的位移增量小于前 5min 位移增量时,可视为达到相对收敛标准,方可卸载;
- 3 根据最大试验荷载值与轴向拉力标准值的比例,按本表选择相应的循环次数,比值为 130% 时循环次数为 5。

表 8.4.3-2 锚杆(索)验收试验荷载分级与锚头位移观测时间
(单循环加卸载法)

最大试验荷载	分级荷载与轴向拉力标准值 N_k 的比例(%)										
	初始荷载	加载过程					卸载过程				
$1.4N_k$	30	60	80	100	120	140	120	100	80	60	30
$1.3N_k$	30	60	80	100	120	130	120	100	80	60	30
$1.2N_k$	30	60	80	100	—	120	—	100	80	60	30
观测时间(min)		≥ 10					5				

注:1 每级荷载作用下,应每隔 5min 测读 1 次锚头位移;

2 按持荷 1min、3min、5min、10min 测读锚杆(索)位移值;后 5min 的位移量小于前 5min 位移量时,可视为达到相对收敛标准,方可卸载。

8.4.4 锚杆(索)验收试验出现本标准第 8.3.8 条规定的情况之一,或已加载至最大试验荷载值且锚头位移达到相对收敛标准时,应终止加载。抗拔承载力检测值前者取前一循环最大荷载值,后者取最大试验荷载。

8.4.5 验收试验的结果应整理绘制可回收锚杆(索)的荷载-位移($N-d$)曲线,多循环张拉验收试验还需绘制荷载-弹性位移($N-d_e$)曲线和荷载-塑性位移($N-d_p$)曲线。

8.4.6 锚杆(索)验收试验符合下列规定时,可判定锚杆(索)合格:

1 最大试验荷载作用下锚杆(索)测得的弹性位移大于筋体理论弹性伸长量的 90%,且小于该值的 110%;

2 最大试验荷载作用下,规定的持荷时间内锚杆(索)位移增量小于 1.0mm;不能满足时,增加持荷时间至 60min 的锚杆(索)累计位移增量小于 2.0mm。

8.4.7 锚杆(索)验收试验完成后,应按设计要求进行锁定。

8.5 回收试验

8.5.1 为检验回收工艺的可靠性、提供工程锚杆(索)整体回收

的试验依据,应进行锚杆(索)回收试验。

8.5.2 回收工艺首次应用时,可回收锚杆(索)需在施工前进行回收试验。回收试验可结合基本试验,在基本试验完成后实施,也可单独实施。回收试验单独进行时,其锚固段注浆体强度不应低于设计强度。

8.5.3 施工前进行的锚杆(索)回收试验,其地层条件、锚杆杆体和参数、施工工艺应与工程锚杆(索)相同。

8.5.4 回收试验的锚杆(索)数量不少于3根。

8.5.5 可回收锚杆(索)施工前应进行回收试验,试验应符合下列规定:

- 1 试验锚杆(索)应单独施作,并应在基本试验完成后实施;
- 2 试验锚杆(索)的长度、承载力及锁定值应取所有工程锚杆(索)中的最大值;
- 3 试验锚杆(索)的地层条件、锚杆杆体和参数、施工工艺应与工程锚杆(索)相同;
- 4 试验数量不应少于3根。

8.5.6 回收试验程序及试验荷载应符合下列规定:

- 1 应按多循环加卸载法进行解锁锚具抗拆力现场检验,最大试验荷载应取锚杆(索)轴向拉力标准值的1.40倍;
- 2 持有荷载试验时,最大试验荷载应取锚杆(索)轴向拉力标准值的1.20倍,持荷试验时间宜为1d~3d;
- 3 试验完成后,应拆除锚具、解锁、回收筋体。

8.5.7 可回收锚杆(索)回收试验应同时符合下列规定,方可判定为合格:

- 1 解锁锚具抗拆力现场检验结果符合要求;
- 2 持有荷载试验结果符合要求;
- 3 回收率为100%。

8.5.8 用于实际工程的可回收锚杆(索)产品和施工工艺,回收

试验的回收率应达到 100%。

8.5.9 基本试验、蠕变试验、验收试验、持有荷载试验的试验装置要求、试验方法、数据分析和判定标准,应按现行行业标准《锚杆检测与监测技术规程》JGJ/T 401 的有关规定执行。

9 质量检验与验收

9.1 一般规定

9.1.1 可回收锚杆(索)工程在施工前、施工过程及施工完成后应按照设计要求和质量合格条件进行质量检验与验收。

9.1.2 检验与验收内容应包括锚杆杆件与部位检验、施工质量检验、锚杆(索)承载力检验和锚杆(索)回收检验。

9.2 质量检验

I 施工前检验

9.2.1 工程用原材料及配件产品在施工前检验应包括下列内容:

- 1 筋体、水泥、锚具、解锁装置等主材及部件产品的出厂合格证及出厂检验报告;
- 2 筋体、水泥、锚具、解锁装置等主材及部件产品的现场抽检试验报告。

9.2.2 解锁装置及辅助装置检查应符合下列规定:

- 1 应逐个检查解锁装置的完整性、解锁装置和筋体及外套连接情况,不得出现脱落或破损;
- 2 应逐根检查筋体套管密封性,不得出现破损或损伤;
- 3 应逐根检查各单元锚杆(索)解锁和拉拔标记。

II 施工中检验

9.2.3 锚杆(索)在施工过程中应对锚杆(索)位置、钻孔直径、长

度和角度、锚杆杆体长度进行检验。

9.2.4 采用成孔注浆施工时,除应符合本标准第 9.2.3 条规定外,尚应检验注浆配比、注浆压力及注浆量、进尺速度,并应观察孔口溢出浆液颜色和浓度与注入浆液的一致性。

9.2.5 采用高压喷射注浆施工时,除应符合本标准第 9.2.3 条、第 9.2.4 条规定外,尚应检验旋喷施工进尺速度及旋喷压力和旋喷管转速。

9.2.6 采用机械扩孔施工时,除应符合本标准第 9.2.3 条、第 9.2.4 条规定外,尚应检验扩体段长度及扩体段直径。

9.2.7 采用囊袋扩孔施工时,除应符合本标准第 9.2.3 条、第 9.2.4 条、第 9.2.5 条和第 9.2.6 条规定外,尚应检验囊袋水泥浆量。

9.2.8 锚杆(索)回收施工过程中应对支护结构及邻近工程、地面的监测和现场巡视结果进行分析检查。

III 施工后检验

9.2.9 锚杆(索)施工完成后的检验应包括下列内容:

- 1 锚固体强度检验;
- 2 验收试验。

9.2.10 可回收锚杆(索)工程的质量检验标准应符合表 9.2.10 的规定。

表 9.2.10 可回收锚杆(索)工程质量检验标准

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(索)长度(mm)	不小于设计值	用钢尺量
	2	抗拔承载力(kN)	不小于设计值	验收试验
	3	锚固体强度(MPa)	不小于设计值	试块试验
	4	解锁锚具锚固效率系数	不低于设计要求	组装件试验

续表 9.2.10

项目	序号	检查项目	允许值或允许偏差	检查方法
一般项目	1	锚杆(索)位置(mm)	± 100	用钢尺量
	2	钻孔直径(mm)	不小于设计值 ± 5 (设计直径 < 150)	用卡尺量
	3 *	旋喷压力(MPa)	$\pm 10\%$	钻机自动 检测记录或 现场监测
	4 *	旋喷钻进及提升 速度(cm/min)	$\pm 10\%$	
	5 *	旋喷管转速(r/min)	$\pm 10\%$	
	6 **	扩体段长度(mm)	$\pm 10\%$	
	7 **	扩体段直径(mm)	≥ 1.0 倍设计直径	
	8	钻孔倾斜度($^{\circ}$)	± 2	现场测量
	9	杆体插入钻孔长度(mm)	不小于设计值	用钢尺量
	10	注浆量(L)	不小于理论计算浆量	检查计量数据
	11	套管长度(mm)和密封性	± 50	现场测量 和检查
	12	解锁装置的密封性	不低于产品质量要求	

注：* 表示高压喷射注浆锚杆(索)特定施工参数；

** 表示扩体锚杆(索)特定参数。

9.2.11 锚杆(索)的回收应按本标准附录 D 进行全部记录。

9.3 验收

9.3.1 可回收锚杆(索)工程验收应包括施工验收和回收验收，并应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定执行。

9.3.2 施工验收应取得下列资料：

- 1 工程勘察及工程设计文件；
- 2 工程原材料、解锁装置、杆体与部件的出厂合格证、出厂检

验报告及现场抽检试验报告；

- 3 锚杆(索)施工记录文件；
 - 4 隐蔽工程检查验收记录文件；
 - 5 锚杆(索)基本试验、锚杆(索)回收试验、锚固段锚固体强度试验、锚杆(索)验收试验记录及相关报告；
 - 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。
- 9.3.3 回收验收应取得下列资料：
- 1 锚杆(索)回收施工记录表；
 - 2 锚杆(索)回收报告和回收竣工图；
 - 3 锚杆(索)回收过程的监测记录与监测结果报告。

附录 A 可回收锚杆(索)特性及适用条件

表 A 可回收锚杆(索)特性及适用条件

序号	解锁类型	工作机理	特性及适用条件
1	机械锁型	通过楔块、螺纹、插销等机械连接方式锁定,回收时筋体通过拉拔辅索、顶进、旋转等一种或多种行为与解锁锚具脱开	1. 宜使用普通钢绞线结合外套管; 2. 可应用于等直径锚杆(索)、扩体锚杆(索),可设计为压力型和压力分散型锚杆(索); 3. 可采用成孔注浆、旋喷植入法、机械扩体、高压旋喷扩体施工工艺; 4. 回收抽拔力小,钢绞线易回收;回收安全快速
2	熔解型	通过通电加热熔解解锁锚具内夹片,从而实现筋体与解锁锚具脱开	1. 宜使用带通电导线的无粘结钢绞线; 2. 可应用于等直径锚杆(索)、扩体锚杆(索),可设计为压力型和压力分散型锚杆(索); 3. 可采用成孔注浆、旋喷植入法、机械扩体、高压旋喷扩体施工工艺; 4. 回收抽拔力小,钢绞线易回收;通电熔解需要一定时间,回收安全; 5. 残留在岩土层中的金属件个体较小
3	锚筋回转型	筋体成对布置,通过对筋体一端施加拉力,将筋体从锚杆内回收	1. 应使用成对无粘结钢绞线; 2. 宜为扩体锚杆(索),可设计为压力型和压力分散型锚杆(索); 3. 可采用成孔注浆、机械扩体、高压旋喷扩体施工工艺; 4. 回收抽拔力大,回收时间相对较长;回收钢绞线有损伤,不得再次使用; 5. 残留在岩土层中的金属件个体较小

附录 B 锚固体与岩土体间极限黏结强度及 岩土体极限端阻强度标准值

表 B 锚固体与岩土体间极限粘结强度及岩土体
极限端阻强度标准值

岩土类别	岩土状态	指标参数	极限粘结强度标准值(kPa)	极限端阻强度标准值(kPa)
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

岩土类别	岩土状态	指标参数	极限粘结强度标准值(kPa)	极限端阻强度标准值(kPa)
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 为岩体未修正的标准贯入试验锤击数;
- 2 表中粘结强度适用于注浆锚固体, 对应钻孔注浆锚杆(索)成孔直径为 130mm ~ 200mm 和注浆为纯水泥浆; 采用二次注浆、二次高压注浆、分段重复注浆时可适当提高;
- 3 高压喷射注浆锚杆(索)直径为 400mm ~ 800mm 且锚固体为水泥石, 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, 或等待注浆时间较短、注浆压力大、浆体强度高、地下水不丰富等工况下粘结强度取较高值, 反之取较低值;
- 5 对于粉土层, 除了注 1 ~ 注 4 说明的因素外, 在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、结构面不发育等情况下粘结强度取高值, 反之取低值;
- 8 机械扩体、高压喷射注浆扩体工艺形成的扩体锚固段端阻强度宜取低值, 囊袋扩体可取高值。

附录 C 锚杆(索)施工记录表

C.0.1 锚杆(索)钻孔施工可按表 C.0.1 的格式记录。

表 C.0.1 锚杆(索)钻孔施工记录表

工程名称:

施工单位:

钻孔日期:

设计孔长:

设计孔径:

钻机型号:

锚杆 (索) 编号	地层 类别	钻孔 直径 (mm)	套管 外径 (mm)	钻孔 时间 (mm)	钻孔 长度 (m)	套管 长度 (m)	钻孔 倾角 (°)	备注

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塌孔、缩径、地下水等异常情况及其相应的处理方法;

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方法。

C.0.2 锚杆(索)注浆施工可按表 C.0.2 的格式记录。

表 C.0.2 锚杆(索)注浆施工记录表

工程名称:

施工单位:

注浆日期:

设计浆量:

注浆设备:

锚杆 (索) 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

施工负责人:

质检员:

记录员:

监理:

注:注浆材料及配合比包括外加剂的名称和掺量。

C. 0.3 高压喷射注浆锚杆(索)施工可按表 C. 0.3 的格式记录。

表 C. 0.3 高压喷射注浆锚杆(索)施工记录表

工程名称: 锚杆(索)编号: 日期:

时间	深度 (m)	钻进/提升 速度(cm/min)	转速 (r/min)	压力 (MPa)	流量 (L/min)
锚固段长度(m)		钻孔总深度(m)			
锚固段直径(m)		总灌浆量(L)			

施工负责人: 质检员: 记录员: 监理:

C. 0.4 锚杆(索)张拉与锁定可按表 C. 0.4 的格式记录。

表 C. 0.4 锚杆(索)张拉与锁定记录表

工程名称: 施工单位: 日期:
锚具型号: 设备:

锚杆 (索) 编号	张拉 荷载 (kN)	油压 表度数 (MPa)	测定 时间 (min)	位移 读数 (mm)	位移 增量 (mm)	锁定 荷载 (kN)	备注

施工负责人: 质检员: 记录员: 监理:

附录 D 锚杆(索)回收记录表

表 D 锚杆(索)回收记录表

工程名称:

日期:

锚杆 (索) 编号	锚杆 (索)长度 (m)	回收 类型	回收		拆除 股数	锚杆 (索)回收 率	备注
			开始时间	结束时间			

施工负责人:

质检员:

记录员:

监理:

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对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,在一定条件下可以应这样做的,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”。

引用标准目录

- 1 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 2 《钢结构设计标准》GB 50017
- 3 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 4 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 5 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 6 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 7 《高压喷射扩大头锚杆技术规程》JGJ/T 282
- 8 《锚杆检测与监测技术规程》JGJ/T 401
- 9 《可回收锚杆应用技术规程》T/CECS 999
- 10 《抗浮锚杆技术规程》YB/T 4659

甘 肃 省 地 方 标 准

基坑工程可回收锚杆(索)技术标准

DB62/T 3270 – 2024

条 文 说 明

目 次

3	基本规定	59
4	构造	62
4.1	可回收锚杆构造	62
4.2	可回收锚索构造	63
5	设计	65
5.1	一般规定	65
5.2	构造设计	65
5.3	承载力计算	67
6	施工	72
6.1	一般规定	72
6.2	杆体制作及安放	72
6.3	锚杆(索)成孔与注浆	73
6.4	张拉及锁定	76
7	回收	78
7.1	一般规定	78
7.2	筋体回收	78
7.3	回收失败的补救处理	81
7.4	杆体再利用与锚孔处理	82
8	试验	83
8.1	一般规定	83
8.2	试验装置和操作要求	84
8.3	基本试验	85
8.4	验收试验	86

8.5 回收试验	87
9 质量检验与验收	88
9.2 质量检验	88
9.3 验收	88

3 基本规定

3.0.1 本条对可回收锚杆(索)设计和施工前的主要工作内容做出了规定。

1 场地工程地质和水文地质资料包括下列内容:

- 1) 对岩土体开挖及锚固效果有较大影响的土层特性和抗剪强度指标;
- 2) 对锚固工程有较大影响的水文地质条件,例如强透水层、溶洞等;
- 3) 与锚杆(索)设计相关的物理力学参数,包括锚固体与岩土体极限粘结强度标准值、岩土体极限端阻强度标准值等指标。

2 场地周边环境调查对于可回收锚杆(索)尤为重要。如果对周边环境资料缺乏准确的了解,容易导致工程事故。对周边既有建筑物、地下构筑物、地下管线、周边道路、邻近河道调查清楚才能确定其保护条件,同时在可回收锚杆(索)具体设计施工时才能避开。场地周边环境需要查明下列情况:

- 1) 查明周边既有建(构)筑物的结构类型和基础型式、埋深及其支护方案等;
- 2) 查明周边既有地下管线的类型、材质、位置、埋深、使用状况等;
- 3) 查明邻近河道河底埋深、河底土层情况、水位标高、水力联系,以及河道驳岸结构等。

4 收集场地周边土地规划和使用功能,包括轨道交通等地下基础设施的规划资料。

5 可回收锚杆(索)解锁装置有多种类型,且施工工艺也有多种,都有不同的适用范围。故应调查锚固岩土层对施工方法的适用性,收集当地类似工程经验。

3.0.2 可回收锚杆(索)应用于基坑工程中,只是承担拉力的锚固构件,其整体设计计算和稳定性验算、周边环境控制要求、地下水控制要求等均需要满足现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定。相比不回收的锚杆(索),可回收锚杆(索)增加换撑和拆锚工况,故基坑结构计算分析和稳定性验算应包括换撑和拆锚等各工况。可回收锚杆(索)的锚固段如果设置在淤泥、泥炭土或未经处理的松散填土中,其承载力低而且变异性大,可靠性较低。

3.0.4 基本试验、蠕变试验和回收试验要研究的内容包括:

- 1 锚杆承载性能:锚杆(索)极限抗拔承载力、蠕变性能、预应力损失等;
- 2 锚杆(索)施工可行性:地层的可钻性、可扩性及可注性,施工设备、施工工艺、施工参数的适用性;
- 3 锚杆(索)回收的可靠性:回收设备的适用性、解锁装置、回收工艺的可靠性;
- 4 锚固设计方案的合理性与经济性。

3.0.5 可回收锚杆(索)材料主要包括锚具、锚筋、注浆材料、解锁装置、隔离材料等。锚具、锚筋、注浆材料、隔离材料都有相应质量标准。其中解锁装置是最重要的部件,目前由各厂家生产提供,其不仅与材料有关,还与加工精度、组装技术有关,常常涉及专利技术,目前难以建立统一的产品标准,本标准对解锁装置要求采用解锁锚具和筋体组装部件进行锚固性能试验,检验其产品质量。

3.0.6 可回收锚杆(索)施工中需特别注意,若工艺选择不当、施工措施不合适,有可能在施工过程中对解锁装置或筋体外隔离套管造成损坏,造成解锁困难甚至无法回收。锚杆(索)外露段锚

头、锚筋如果损坏也常常会严重影响锚杆(索)回收。

3.0.7 设计时,提出可回收锚杆(索)与其他支护结构施工顺序与开挖深度,可明确可回收锚杆(索)受力极限状态及不同工况基坑稳定性。

4 构 造

4.1 可回收锚杆构造

4.1.2 根据锚固段锚固体形态可将锚杆分为等直径锚杆和扩体锚杆。

等直径锚杆可采用成孔注浆全孔等直径形式,也可采用高压喷射注浆工艺形成较长的等直径锚固段形式(大直径且比较长的锚固体近似等直径),等直径锚杆只考虑锚固体和岩土层间的黏结阻力,不考虑锚固体前端阻力。

扩体锚杆采用机械扩孔或高压喷射注浆扩孔,常因孔内泥浆、碎屑难以清洗干净而影响承载力,可采用二次注浆;也可采用后植入土工囊袋并注入水泥浆提高承载力。

4.1.4 机械锁型解锁装置构造的主要质量要点:解锁装置与解锁行为协调,确保施工时的质量稳定性;确保密封性,避免浆体进入解锁装置而失效;加强施工保护,确保解锁装置在施工及张拉受力情况下的夹持力;确保辅助措施的可靠性。

4.1.6 可回收钢筋锚杆回收方法:

1 方法 1:向着承载体的方向冲击钢筋,哈弗套筒随着钢筋的前进,防脱铁片被哈弗套筒破坏,哈弗套筒离开承载体,进入脱离仓;随着钢筋和哈弗套筒一起进入脱离仓,哈弗套筒完全离开承载体,由于没有支撑力,哈弗套筒从钢筋上脱落;钢筋抽离时,哈弗套筒将会留在脱离仓中。

2 方法 2:将钢筋从哈弗套筒中旋转出来即可。

4.1.7 手动式可回收钢筋锚杆回收方法:

向承载体的方向冲击钢筋；哈弗套筒随着钢筋的前进，离开承载体，利用钢筋尾部施加的推力使防脱铁片发生弹性变形，从而通过防脱铁片，进入脱离仓；随着钢筋和哈弗套筒一起进入脱离仓，哈弗套筒完全离开承载体，由于没有支撑力，哈弗套筒从钢筋上脱落；由于防脱铁片的宽度小于哈弗套筒的直径，若是钢筋与哈弗套筒在上一步骤中未自行分开，钢筋抽离时，哈弗套筒将会被防脱铁片卡住，留在脱离仓中。

4.1.8 手动机械式可回收锚杆回收方法：

锚头解锁方法 1：逆时针旋转钢筋杆体直至钢筋杆体从圆锥形锁具的内部脱离；

锚头解锁方法 2：沿钢筋的竖直中心线方向锤击钢筋杆体，带动圆锥形锁具移动，圆锥形锁具顶住锁具纵向定位器使其脆性断裂，圆锥形锁具继续向内移动直至锁具脱离卡套套住圆锥形锁具，圆锥形锁具锁住，稍微旋转钢筋杆体使其与圆锥形锁具完全脱离；

回收钢筋：手动抽出钢筋杆体，圆锥形锁具留在承载体内。

4.2 可回收锚索构造

4.2.3 挤压锚式可回收锚索在进行回收作业时，第一种回收方式是：先将锥套通过脱锥夹从钢绞线拔出，由于锥套的强度和硬度都很高，且锥套带角度，能承受很高的拉力，从而让锥套轻松的从钢绞线中拔出。再由于锥套的外径大于钢绞线中间钢丝的外径，使钢绞线周围的 6 根钢丝的间隙增大，所以当锥套从钢绞线中拔出后，在外部千斤顶拉力作用下，钢绞线末端周围的 6 根钢丝会收缩，从而让钢绞线在很小的拉力作用下从挤压锚中慢慢拔出，之后人工将钢绞线从塑料管中回收出来。

第二种回收方式是：利用千斤顶先将钢绞线中心的钢丝从挤压锚中拔出，之后将整根钢绞线从挤压锚中拔出，之后人工将钢绞线从是塑料管中回收出来。这两种回收方式均有效，极大的提高

了锚索的回收率,且回收过程安全、轻松。

4.2.4 手动式可回收锚索的安装方法和回收方法具体如下:

1 手动式可回收锚索的安装方法如下:

- 1) 安装钢绞线:将塑料套管套在塑料套管连接套上,然后将钢绞线穿过塑料套管放入承载体;
- 2) 安装哈弗定位器:将哈弗定位器依次放入承载体;
- 3) 安装哈弗锁套:将哈弗锁套依次放入钢绞线和哈弗定位器之间;
- 4) 安装解锁螺栓:将钢绞线套入解锁螺栓,再将解锁螺栓与哈弗锁套连接;
- 5) 安装脱离仓:在承载体对应的位置套上密封圈,然后套上脱离仓,通过定位螺母将脱离仓固定,密封圈阻止水和空气进入脱离仓内使其他部件氧化生锈;
- 6) 安装锚固力加强螺旋筋:将锚固力加强螺旋筋贴近承载体套在塑料套管连接套的外面。

2 手动式可回收锚索的回收方法如下:

- 1) 转动钢绞线:顺时针旋转钢绞线;
- 2) 解锁螺栓进入解锁机构缓冲仓:哈弗锁套随着钢绞线的旋转前进,离开承载体,随着钢绞线的转动,解锁螺栓通过解锁螺母进入解锁机构缓冲仓;
- 3) 哈弗锁套和哈弗定位器脱离:随着钢绞线和解锁螺栓一起进入解锁机构缓冲仓,向前冲击钢绞线,解锁机构缓冲仓可缓冲解锁螺栓的冲击力,哈弗锁套和哈弗定位器完全离开承载体,由于没有支撑力,哈弗锁套和哈弗定位器从钢绞线上脱落,哈弗锁套和哈弗定位器留在脱离仓中;
- 4) 抽离钢绞线:由于解锁螺母的存在,钢绞线抽离时,解锁螺栓将会被解锁螺母卡住,留在解锁机构缓冲仓中。

5 设 计

5.1 一般规定

5.1.1 可回收锚杆(索)和一般锚杆(索)相比,由于增加了换撑及回收环节,要求可回收锚杆(索)按照施工工况和回收工况中的最不利工况考虑。解锁装置是可回收锚杆(索)的关键部件,可回收锚杆(索)设计中应对解锁锚具的极限抗拉承载力和抗拆力提出明确的要求及回收性能要求。

5.1.3 准确的锚杆(索)轴向抗拉刚度系数应通过锚杆(索)基本试验确定,试验方法可按照现行行业标准《锚杆检测与监测技术规程》JGJ/T 401 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定执行;然而在锚杆(索)设计时往往事先很难获得试验资料,所以锚杆(索)轴向抗拉刚度系数可先按照式(5.1.3)进行估算。

5.2 构造设计

5.2.2 本条对可回收锚杆(索)布置做出了规定。

1 锚杆(索)的间距不宜过小,主要是为了减少群锚效应的不利影响,避免因锚杆(索)间距过小而引起锚杆(索)承载力的降低,国内外相关规范中均对锚杆(索)锚固体的最小间距加以限制。如需锚杆(索)间距更小时,可使用不同倾角或不同长度的锚杆(索),或根据群锚效应对锚杆(索)抗拔承载力进行折减。

3 锚杆(索)锚固段要有一定的覆土厚度以确保锚杆(索)锚固段与周围土体的接触应力与粘结强度,同时上覆土层过薄,也易因二次高压注浆时破坏上覆土层及地下管线。

5 锚杆(索)设置应充分考虑周边建(构)筑物基础、管线的形式、埋深、分布等情况,锚杆(索)的设置不得破坏已有基础、桩基或管线,并应减少锚杆(索)设置对基础、桩基或管线的影响。

6 大量试验研究与颗粒流、有限元分析成果表明,可以采用临界扩体锚杆(索)长径比为 $8 \sim 10$ 作为深埋与浅埋扩体锚杆(索)的分界判据。为了安全起见,本条规定本标准采取细孔段长度与扩体锚固段直径之比 11 为分界判据,当临界长径比不小于 11 时定义为深埋扩体锚杆(索),小于 11 时定义为浅埋扩体锚杆(索)。从工程角度来看,深埋扩体锚杆(索)临界长径比不小于 11 的判断较容易得到满足。

5.2.3 锚杆(索)自由段长度不建议过短并且要超过潜在滑裂面一定距离(见图1)。其目的主要是保证锚固段位于稳定土层中,可以提供有效的锚固力;对于扩体锚杆(索),其扩体前端锚固力的有效发挥需要和滑裂面及软弱土层保持一定距离。

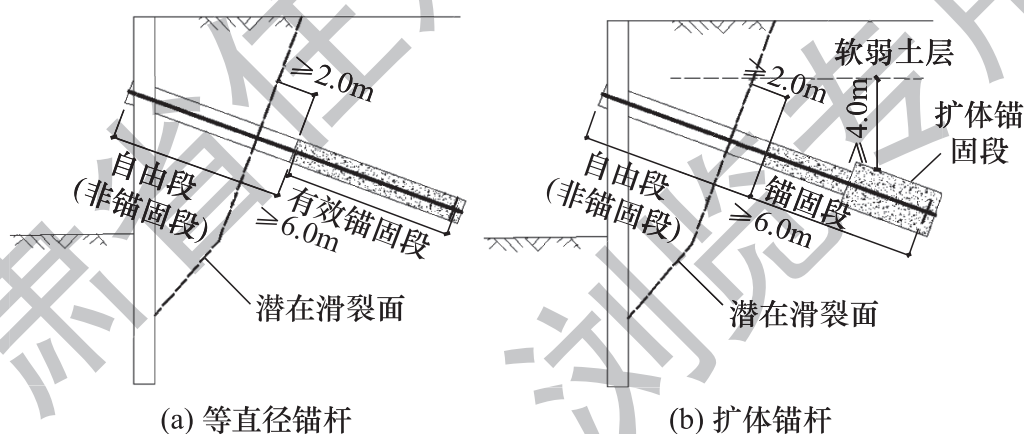


图1 可回收锚杆自由段、锚固段和滑裂面关系示意图

5.2.5 基坑侧壁与地下结构外墙之间预留净空间需要根据可回收锚杆(索)回收工艺来确定。

5.2.6 钢筋混凝土腰梁、型钢组合腰梁与锚杆(索)锚头的构造应具有承受锚杆(索)极限承载力的强度和刚度,锚垫板、锚头与锚具应与锚杆杆体保持垂直,参考做法见图2。冠梁通常采用钢

筋混凝土,腰梁可采用钢筋混凝土或者型钢组合结构。根据众多工程经验发现,型钢组合腰梁由于现场架设条件有限,受支护桩平整度不佳等影响,常常出现压屈及失稳现象;而钢筋混凝土腰梁在锚头局部承压,现场安全等方面更有保证。

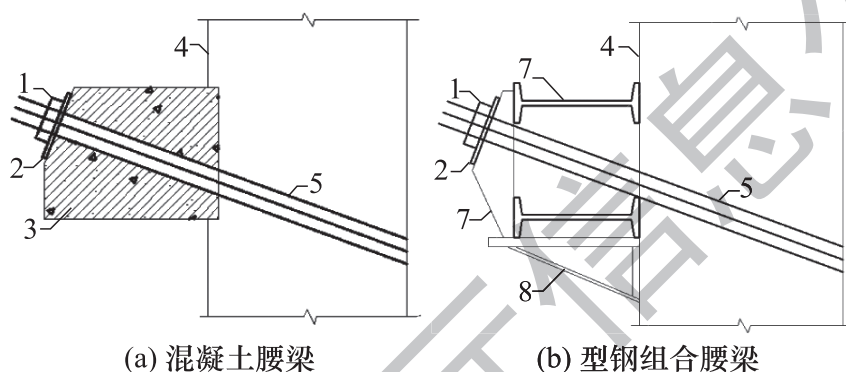


图2 腰梁与锚杆锚头构造示意图

1—锚头锚具;2—锚垫板;3—混凝土腰梁;4—支护桩;
5—杆体;6—型钢;7—台座;8—托架

5.2.7 由于回收的要求,筋体要求伸出锚头 0.5m ~ 1.0m。实际工程中,较多工程由于不注意对外露钢绞线的保护导致后续无法卸除夹片、锚具及回收筋体。为此,本条规定对外露的钢绞线应进行完整保留和保护,以利于后期回收。

5.3 承载力计算

5.3.1 现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定结构极限状态分为承载能力极限状态、正常使用极限状态及耐久性极限状态。本标准规定对于可回收锚杆(索)单顶采用承载能力极限状态设计,即达到了最大承载力、系统失效、破坏或者发生不适于继续承载的变形。基坑支护结构一般为临时性结构,在大量工程实践中,临时性基坑支护结构按承载能力极限状态计算的综合分项系数取 1.25 时,基坑工程的安全是有保障的。同时,行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 中其取值同

为 1.25。故本标准维持上述取值。

结合国家现行标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定,对基坑安全等级为一级、二级的支护结构,支护结构重要性系数取值仍为 1.1、1.0,但三级提高为 1.0。

5.3.4 一般压力型锚杆(索)的破坏模式主要有三种:锚固体与岩土体界面的粘结破坏或扩体段前端面岩土体的剪切破坏;筋体断裂破坏(或筋体与锚具连接失效);锚固段底端的锚固体局部受压破坏。因此,可回收锚杆(索)极限承载力计算及验算应涵盖这三部分内容。

对于可回收锚杆(索),可能发生的筋体与解锁锚具锚固失效破坏形式,涉及解锁装置和锚杆(索)极限承载力匹配的问题,故在本标准第 5.3.2 条对解锁锚具极限承载力提出了要求,筋体和解锁锚具锚固的极限承载力不应小于锚杆(索)极限承载力。

5.3.5 等直径锚杆(索)指锚固段全长直径相同(或近似相同)的锚杆(索),一般为成孔注浆锚杆(索)以及高压旋喷大直径锚杆(索)。等直径锚杆(索)抗拔承载力一般只计算锚固体和岩土体的粘结强度,不计端阻力。扩体锚杆(索)锚固段包括原孔锚固段和扩体锚固段,抗拔承载力包括锚固体和岩土体的粘结强度,以及扩体段前端阻力。

等直径锚杆(索)计算方法比较成熟,式(5.3.5-1)采用现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 中锚杆(索)抗拔承载力计算公式。扩体锚杆(索)抗拔承载力估算方法较多,本标准采用较为简单的式(5.3.5-2)进行估算,该计算方法参考现行行业标准《高压喷射扩大头锚杆技术规程》JGJ/T 282 的有关规定。扩体锚杆(索)抗拔承载力与设计尺寸、岩土性质、使用材料、施工机具、施工工艺及施工参数等因素密切相关。通常,现场施工作业的扩体锚固段的空间形态与几何尺寸难以完全与设计要求相一致,

且扩体锚杆的各部分锚固力也不是同步发挥作用的,这些因素均会影响锚杆(索)承载力计算结果的准确性。如机械扩孔形成的扩体锚固段前端面与岩土体容易出现局部接触不良,端阻强度取值应进行折减,故式(5.3.5-2)中增加了前端阻力发挥系数。另外,在软土层中,可能发生扩体段前端面沿某个锥面的剪切破坏,此时原孔段的界面可能不发生破坏,故在软土地层中初步设计时,建议可不考虑原孔段与岩土层之间的粘结强度。

5.3.6 本条计算的筋体面积为有效截面积,对于不同的回收工艺需要加以区分对待。对于其他类型的可回收锚杆(索),应根据不同工艺区分对待,保证筋体有效截面积满足受力要求。

本条规定需要对可回收锚杆(索)筋体强度进行折减,主要是考虑解锁锚具与筋体间的锚固效率系数小于1.0,需要按照实际锚固效率系数进行折减;另外可回收锚杆(索)加工及回收工艺会对筋体产生一定损伤,对于锚筋回转类,根据工程经验建议折减系数取0.8。

5.3.7 压力型锚杆(索)主要破坏模式之一即为锚固体局部受压破坏,因此必须对各单元锚杆(索)锚固体局部受压极限承载力进行验算。目前各规范对于锚固体局部受压极限承载力的计算方法不甚统一,但均强调应通过试验验证。式(5.3.7)引入了锚固体局部受压强度综合系数 η , η 主要与锚固体强度、形态以及锚固体所受侧阻力大小有关。

可使用自测力锚具反算锚固体局部抗压破坏时的抗压强度。

扩体锚杆(索)工程实践及专项试验结果表明,在锚固段具有一定埋置深度时,标贯击数7击~8击以上的地层可以提供不小于1200kN的极限抗拔力,淤泥质土等软弱底层提供的承载力也不小于600kN,得出 η 在较好的地层中不小于4.0、在软弱地层中不小于2.0,且上限值业界尚不清楚。为了便于工程应用,本标准参考现行行业标准《抗浮锚杆技术规程》YB/T 4659 提供了

η 经验值(见表 1)。特别强调的是,按本表参数的验算结果需要通过现场试验最终验证确定,同时各地应积极通过工程经验的逐步积累,进一步修正参数,使锚杆极限抗拔承载力估算值更为贴近实际。

表 1 锚固体局部受压强度综合系数 η

岩土层种类	岩土的状态或密实度	增大系数
黏性土	可塑	1.0 ~ 1.6
	硬塑	1.6 ~ 2.4
	坚硬	2.4 ~ 2.9
粉土	稍密	1.0 ~ 1.4
	中密	1.4 ~ 2.1
	密实	2.1 ~ 3.2
粉砂、细砂	稍密	1.0 ~ 1.4
	中密	1.4 ~ 1.7
	密实	1.7 ~ 2.2
中砂	稍密	1.4 ~ 1.9
	中密	1.9 ~ 2.3
	密实	2.3 ~ 3.1
粗砂	稍密	2.0 ~ 3.1
	中密	3.1 ~ 3.6
	密实	3.6 ~ 4.7
砾砂	稍密	2.5 ~ 3.2
	中密	3.2 ~ 4.2
	密实	4.2 ~ 5.5
碎石土	稍密	3.1 ~ 3.4
	中密	3.4 ~ 4.7
	密实	4.7 ~ 6.4

5.3.8 压力分散型锚杆(索)的抗拔承载力可取各单元锚杆(索)抗拔力之和或者单元锚杆(索)抗拔力折减后之和。实际工作拉力通常小于承载力极限值,极限值更多的是体现一种安全储备,工程中可以接受折减计算带来的偏差。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1、6.1.2 施工方案应对可回收锚杆(索)的主要施工环节提出明确的技术和检验要求,包括施工方法、施工机械、锚杆(索)类型、质量保障措施、安全管理、进度计划、环境保护等。

6.1.3 锚杆(索)施工前需要根据场地条件、设计要求,选取锚杆(索)材料、部件及施工设备。通过工艺试验验证施工方法的可行性和施工参数的合理性。对可回收锚杆(索)还需特别注意,若工艺选择不当、施工措施不合适,有可能在施工过程中对解锁装置或筋体外隔离套管造成损坏,造成拆除困难甚至无法拆除。

6.1.4 高渗透性动水地层及大孔隙地层锚杆(索)成孔和注浆都容易出现浆液流失问题,可能造成塌孔及锚杆(索)锚固失效,并对周边环境造成严重影响。因此施工前应进行充分的技术论证,必要时进行钻孔压水试验确定地层透水性。为保证锚杆(索)成孔和注浆质量,可采取套管护壁成孔、加大浆液稳定性以及采用袋式注浆、多次补浆注浆工艺等技术措施。

6.1.6 锚杆(索)施工应进行全过程控制,不仅需要控制施工工艺参数,施工方还需要及时进行预验收试验,避免大面积施工后若承载力不满足设计要求,造成经济损失和工期的加剧。

6.2 杆体制作及安放

6.2.1 一般情况下,钢绞线下料长度 = 钻孔深度 + 冠梁(腰

梁)高度 + 锚垫板厚度 + 锚具高度 + 张拉千斤顶长度 + 外余量。其中,外余量通常不小于 100mm,对于监测位置还应增加轴力计高度。对于锚筋回转类锚杆(索),钢绞线的下料长度按前述计算值的 2 倍考虑。钢绞线采用切割机下料,切口要整齐、无散头现象。杆体制作时,钢绞线和各种套管应平顺平摊于工作台上,并对其进行编号或标记,以便后续各道工序的施工。制作好的杆体要求外表面光滑,各种管道通畅,管口做好临时封闭。杆体应存放在干燥、清洁的地方,不得露天存放,要避免机械损坏或污染物溅落在杆体上,对存放时间较长的杆体在使用前要进行严格检查。机械锁型可回收锚杆(索)应对解锁装置予以约束,防止锚杆杆体在制作、搬运、安装过程中解锁装置失效。

6.2.2 杆体安放的推送力要均匀,以免在安放时损坏解锁装置和防护层;安放中如出现隔离套管破损、松动等情况,应立即更换,否则会直接导致水泥浆流入管体,粘结钢绞线,影响回收;杆体因安放困难而抽出时,对抽出的杆体应仔细检查,并对解锁装置连接的有效性、防护层的损坏程度进行检查,发现问题时,应予以处理或更换。

6.2.3 辅索拉拔解锁型锚杆(索)中,若不对辅索做特别区分,在张拉锁定时,极易因拉拔失误,造成锚杆(索)失效。机械锁型锚杆(索)端部的解锁装置是锚杆(索)能否拆除回收的关键,施工过程中要对解锁装置做重点保护,如保护不当,会造成解锁装置失效,后期注浆浆液也可能渗入解锁装置,导致无法回收。

6.3 锚杆(索)成孔与注浆

6.3.1 锚杆(索)施工应根据地层情况、锚杆位置、孔径、长度和角度等选择对周边环境及地层扰动最小的成孔方式。套管护壁钻孔是指采用套管跟进护壁的钻孔方式。

6.3.2 水泥浆的配合比直接影响浆体的强度、密实性和注浆作业的顺利进行。施工前,有必要对水泥浆进行配比试验,使浆体的流动性能满足设计和施工工艺要求。

6.3.5 为保障注浆质量,一次注浆管可随浆液灌注而匀速或分段拔出,直至孔口溢出等浓度浆液后方可停止注浆,且注浆及拔管过程中注浆管口应始终埋入注浆液面内。采用套管护壁时,宜在套管内下锚注浆后再拔出套管。孔内有积水或采用泥浆护壁时,注入的浆液应将积水、泥浆全部排出,待溢出浆液的稠度与注入浆液的稠度一致后再抽出注浆管。压力分散型锚杆应在孔口溢出浆液后从内向外缓慢提拔注浆管,并在各解锁装置承压板作用面处停留进行重复注浆,确保解锁装置承压板作用面上的锚固体密实。

6.3.6 二次高压注浆可在一次注浆后水泥结石体强度达到 5.0MPa 左右进行,强度过高或过低都难以实现高压劈裂注浆。注浆后水泥结石体强度达到 5.0MPa 左右的时间一般与浆体设计强度、水泥特性、水灰比、浆液外加剂、温度等多种因素相关,应根据工艺试验确定。二次分段注浆宜采用带密封装置的袖阀管注浆设备,依次由孔底向孔口分段注浆,分段长度一般为 0.3m ~ 0.5m。袖阀管注浆设备主要由袖阀管、两端带止浆阀的注浆枪、密封环等组成,袖阀管大多采用 PVC 管,沿轴线方向每隔 0.3m ~ 0.5m 设置一对出浆孔、且袖阀管外侧套有起逆止作用的密封环。

6.3.7 自钻螺丝钉锚杆钻孔是指采用高强度螺旋形钢筋混凝土锚固体充当钻头,在黏性土成孔时自钻挤成孔、在位于地下水以下和砂层时带水泥浆自钻成孔。该钻孔方式可有效防止钻孔时出现塌孔现象,提高锚杆成孔质量。

6.3.8 高压喷射注浆的施工参数中注浆压力、进尺速度、旋喷管转速、喷浆量是最重要的工艺参数,通过试验或工程经验初步确定之后,应在施工中严格加以控制。喷射压力与旋喷体的直径有关,

对于变截面的扩体锚杆,不同的旋喷体直径对应压力不同。在旋喷扩孔过程中,出现压力骤然下降或上升均属于不正常情况,需要立即停止作业、查明原因、排除故障,直至压力正常后才能恢复扩孔作业。

6.3.9 高压喷射注浆扩体锚杆(索)旋喷同步植入法施工流程示意图见图3。

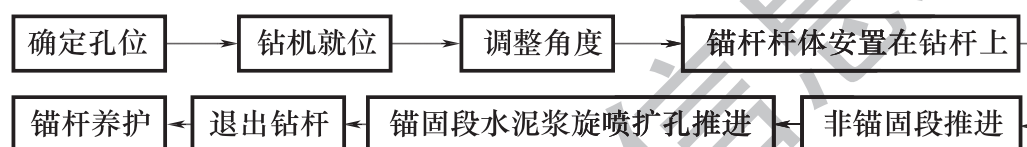


图3 高压喷射注浆扩体锚杆(索)旋喷同步植入法施工流程示意图

非锚固段推进可采用直接推进或者预成孔推进。采用直接推进方法时,锚杆(索)安置在钻杆上,采用清水引孔,水压控制在5MPa~15MPa,推进速度根据土层的硬度适时调整,使锚杆整体匀速前进,钻杆推进的同时将锚杆杆体带入。采用预成孔推进方法时,可先采用螺旋钻杆、三叶钻头等先行成孔,根据土性可掺入膨润土、水泥浆等。

非锚固段推进时从外向内推进钻杆并注浆,推进过程中需要保证解锁装置在喷嘴后面一定距离,避免高压喷射流损伤解锁装置及套管。

锚固段推进采用旋喷钻杆带锚杆杆体一并推进,钻进压力及钻进速度可根据设计要求及地层情况确定,到达设计深度后停止喷浆并退出钻杆,将杆体留在孔内。为了保证解锁装置位置锚固体的抗压特性,有时会在端部加强喷射注浆,此时端部一定距离的套管需要加强处理,避免端部加强注浆时破坏套管。

6.3.10 高压喷射注浆扩体锚杆(索)旋喷后植入法的常规施工流程见图4。

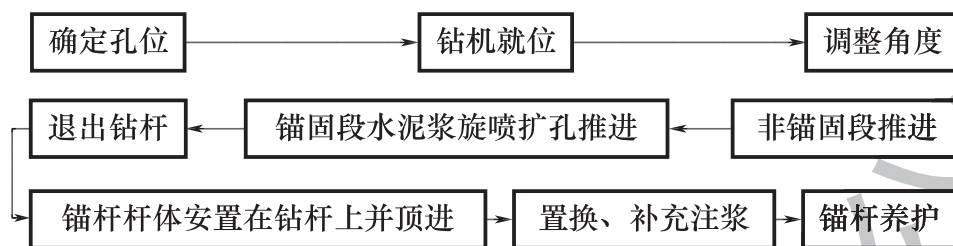


图4 高压喷射注浆扩体锚杆(索)旋喷后植入法施工流程图

6.3.11 高压喷射注浆锚杆(索)锚固体为水泥土,强度较低,可回收锚杆(索)一般为压力型锚杆(索),对端部锚固体承压性能要求较高。为了提高端部局部承压性能,高压喷射锚杆(索)可采用端部二次注浆的方式加强,一般可通过与杆体一同下至孔内的注浆管对承压板附近位置采用纯水泥浆进行二次加强注浆,直至孔口返出新鲜浆液。旋喷后植入法也可先进行高压喷射注浆施工再成孔下放杆体,最后注入纯水泥浆形成加强芯的方式进行加强。

6.3.13 囊袋注浆扩体锚杆(索)通常在高压旋喷或机械法形成的扩体段增设囊袋而形成。本标准所述的囊袋注浆扩体锚杆(索)是在扩体施工后,通过将囊袋安装到扩体位置并在囊袋内注浆形成的。

6.4 张拉及锁定

6.4.1 锚杆(索)张拉前,锚固体强度大于设计强度的75%。具体养护时间与地层条件有很强的相关性,根据经验,采用成孔注浆工艺施工的锚杆(索),岩层、碎石土及砂土地层中为5d~7d,软塑~流塑状淤泥质土中为15d~21d,其他地层中为10d~15d;采用高压喷射扩体工艺施工的锚杆(索),黏性土地层中为15d~21d,非黏性土地层中为10d~15d。

6.4.3 压力分散型锚杆(索)在一个钻孔中安装多个单元锚杆(索)时,每个单元锚杆(索)都有对应的筋体自由段。张拉时因筋体自由段长度不同,锚杆(索)张拉变形量也不同。压力分散型锚

杆(索)应对张拉工艺进行重点考虑,避免筋体最短的单元锚杆(索)因基坑变形最先破坏。

6.4.4、6.4.5 因土层的蠕变性,当锚杆(索)的使用周期较长时,一般会损失较多的预加力,需要对锚杆(索)进行补张拉,所以锚具外应留有满足张拉要求的筋体长度,并避免在土方开挖过程中对外露锚具及筋体的破坏。

7 回 收

7.1 一般规定

7.1.2 锚杆(索)筋体回收前应做好以下准备:

锚杆(索)回收施工需要提供相应的工作面,避免与主体结构施工有过多的交叉作业行为,确保回收施工的安全。

锚杆(索)回收的作业空间宽度一般只有 1.0m ~ 1.5m,高度按土方开挖、支护工艺的倒顺回填区锚杆(索)位置 50cm 左右,进行回收操作。常常需要搭设操作平台。操作平台应满足施工人员、机具设备的施工荷载要求。作业平台、脚手架,各节点的连接必须牢固、可靠,宽度应满足施工操作安全要求,作业平台临边必须设防护栏杆,上下作业平台应设置安全梯。由于基槽回填的土方质量一般不易保证,设计通常在基础底板、中楼板位置设置水平传力构件,替换锚索的传力结构构件达到换撑要求的承载力后方可进行锚索拆除。对于一层地下室,采用回填至锚索标高后进行拆锚,应对回填土的质量提出要求,如采取简单回填措施,缺乏足够刚度会发生后续支护体系变形。

7.2 筋体回收

7.2.2 锚杆(索)短筋体的拆除相比长筋体更简单容易。受锚杆(索)制作、孔内插入杆体的施工影响,筋体有时会在锚杆(索)体内扭成麻花,因此优先拆除短筋体有利于长筋体的拆除。

7.2.3 不同的解锁装置对应不同的原理,应采用不同的解锁回收工艺和合适的回收设备。

锚杆(索)设计抗拔力不同,设计要求的预加力也不同,在锚杆(索)回收锚具解除时的张拉荷载不同,需要的千斤顶规格也不同。机械锁型锚杆(索)通常采用千斤顶,配合冲击锤或扭力扳手等,故应综合考虑锚具解除及回收工艺,合理选取可以适应实际工程应用的回收设备或机具。

机械锁型可回收锚杆(索)解锁装置可细分为辅索拉拔解锁型、顶进解锁型、旋转解锁型、顶进旋转解锁型或其他机械锁型,筋体可通过拉拔辅索、顶进、旋转等单一行为或复合行为与解锁装置分离。

7.2.4 本条对锚筋体回收过程中的安全防护工作做出了规定:

1 锚杆(索)筋体回收时存在与相邻建(构)筑物的施工相互交叉影响,部分回收工艺筋体解除预应力时会有一定的弹出,对相邻建(构)筑物的成品(包括预留墙体钢筋、混凝墙体外墙防水等)应采取相应的保护措施。

4 筋体卸载、锚杆工作夹片拆除卸压是一种预应力释放过程,其间筋体会出现回缩。在千斤顶油缸收回拆除时,有些筋体回缩不均匀,会出现突发预应力释放,造成锚具夹片弹出;部分采用辅索拉拔解锁型可回收锚杆(索)在解除辅索时,也会因锁紧装置突然解除而出现钢绞线弹出的现象。因此施工人员应侧方位施工,并做好安全防护工作。

7.2.6 锚杆(索)筋体的回收是否成功,受锚杆(索)产品性能、加工制造、成孔工艺、注浆工艺、地质条件、回收期限、锚头保护及回收施工空间等诸多因素的影响,可能存在部分锚杆(索)筋体无法正常回收的情况。比如可回收锚杆(索)由于钢绞线外有特制 PE 套管包围,在注浆和张拉时若施工措施不当,存在浆液进入套管风险,这种情况下筋体后期将难以正常回收。

7.2.7 筋体无法正常回收时,可根据周边环境、施工条件和锚杆(索)拆除要求综合分析,进一步找到解决问题的办法,可采用或

综合采用以下补救方法：

1 直接拔除筋体：若仅有少量筋体无法回收，可用千斤顶对单根钢绞线强行顶拔，直至抽出筋体；

2 套管跟进拔除锚杆（索）：对单根筋体强行顶拔仍无法回收的锚杆（索），用锚杆钻机全套管钻进后，再拔除锚杆（索）；

3 降低锚固段粘结阻力后直接拔除锚杆（索）：按一定的次序在锚杆（索）周边进行钻孔，或采用单管旋喷工艺对锚固段周围土体进行软化处理，降低锚杆锚固力后，再拔除锚杆（索）。

拆除锚杆（索）最直接的方法是将锚杆（索）整体拆除，即在锚杆（索）作用失去意义时将锚杆（索）整体拔出。采用直接拔除法的最大拔除荷载不应超过筋体材料极限抗拉强度标准值的0.8倍。

采用套管跟进拔除锚杆（索），钻进角度尽量与原锚杆（索）一致，使拟拔锚杆（索）位于套管的中央，当钻至锚杆（索）的尾部时，再拔除锚杆（索）。由于锚杆（索）施工时，可能出现钻孔角度偏差、钻孔线形呈蛇形的情况，钻机钻进时就可能碰到钢绞线并将其切断，形成残留钢绞线而无法拔除；或者在原锚杆（索）施工钻孔过程中出现塌孔，造成注浆孔变大，形成鼓包等情况，再加上锚杆（索）注浆浆液本身具备很大的摩擦力和握裹力，也会给拔除锚杆（索）带来一定的难度。一般来说，采用套管跟进拔除锚杆（索）法拔除钢绞线效果比较明显，但套管钻机安装必须牢固可靠，钻进时每钻进一节，测一次角度，以保证方向准确；套管跟进拔除锚杆（索）时可以根据锚杆（索）的长度及锚固段的土层情况，灵活确定套管钻进的深度，之后采用直接拔除法配合拔除。套管跟进拔除锚杆（索）施工也受到施工作业面的影响。

锚杆（索）周边打应力释放孔或采用旋喷工艺对周边土体进行软化处理后再直接拔除的方法是针对直接拉拔法及套管跟进拔除锚杆（索）无法完成回收锚杆（索）的处理方法。在拉拔之前，按

一定的次序在拟拔锚杆(索)周边布置2个~4个应力解除孔,钻孔直径110mm~120mm,钻孔的深度根据锚杆(索)的剩余抗拔力进行调整,最深钻至拟拔锚杆(索)锚固端的尾部。成孔的角度应尽量与拟拔锚杆(索)一致,或者采用旋喷工艺对锚固段周围土体进行软化,可以降低锚杆(索)的抗拔力,防止筋体被拉断。应力释放孔对非正常回收锚的处理措施也会受到施工作业面空间的限制。

正常回收失败的锚杆(索)进行补救回收处理时应加强地面变形监测,发现问题及时调整施工方案,避免周边道路、管线受影响。

正常回收失败的锚杆(索)处理一般是对注浆锚固体整体拔除,拔除后容易造成地下孔洞而使周边地面沉降,影响周边环境安全。因此对筋体无法正常回收的锚杆(索),当采用套管跟进拔除或应力释放孔拔除时,对孔洞应及时进行注浆回灌填实处理;同时应要求拔除一根注浆同灌一根,避免未及时注浆回灌造成水土流失和地面沉降。

7.3 回收失败的补救处理

7.3.1 可回收锚杆(索)回收时,部分主筋回收失败后补救措施如下:

1 地面挖除法。大多采用旋挖机,在地面上找到锚杆(索)对应位置,钻进,遇到锚杆(索)后旋转,将钢绞线缠绕在钻头上,提升,钢绞线在钻头扭剪切拉的复合作用下比较容易被拉断。

2 暗挖隧道法。先挖竖井,再采用矿山法开挖一条隧道,将隧道内锚杆(索)切除。

3 套打锚杆法。分为套打固结体法及套打锚筋法两种,即用钻机环套着固结体或锚筋重新钻孔,解除固结体与地层的粘结或锚筋与固结体的物理关联,之后将锚杆(索)或锚筋拔出。较坚硬

地层、钻孔较直且截面形状较规则时适用于套打固结体法,钻孔较直且锚筋不因锈蚀等原因强度受损时适用于套打锚筋法。

4 水力解除法。沿锚杆(索)周边钻2个~3个孔,采用高压水解除固结体与地层的粘结,之后拔出锚杆(索)。

5 水力破碎法。沿锚杆一侧钻孔,放入高压水枪,用大于固结体强度小于钢绞线强度的高压水破碎固结体,水压不小于30MPa,之后拔出锚筋。

6 水力切割法。第3种~第5种方法往往需要处理锚杆全长,但有时只需拔出部分锚杆(索)即可,此时可采用水力切割这种辅助方法,即将高压水刀放至钻孔内指定位置,喷射带有磨料的高压水,水压不小于45MPa,可将钢绞线切断。

7.3.2 注浆工艺是否规范和预应力张拉工艺对锚杆(索)承载力和锚杆(索)的回收效率影响较大,锚杆(索)应严格按照操作流程进行安装和回收,错误施工容易导致锚杆(索)提前解锁、失效甚至无法回收。

7.4 杆体再利用与锚孔处理

7.4.1 加工废旧钻杆时,根据现场所使用的锚杆(索)长度而定,使加工后的组合钻杆总长度与锚杆(索)注入长度相吻合。加工废旧钻杆前必须先根据废旧钻杆的损坏情况将废旧钻杆截成所需要的长度,然后根据钻杆使用位置的不同加工为两种钻杆、与锚杆机相连接的钻杆,其原与锚杆机连接的一端保持原形状不变,另一端截断后加工成长的外螺纹、与钻头或钻杆间连接的钻杆,将原废旧钻杆截至合适的长度后,两端分别加工成长的外螺纹。

7.4.6 水的用量对流态固化土的固化率影响非常大,用水量增加1%,固化土密度降低约0.8%,固化率降低0.3%。

8 试 验

8.1 一般规定

8.1.1 锚杆(索)试验包括在施工前为设计提供依据的试验,有基本试验、蠕变试验、回收试验等。施工过程中为质量控制提供依据的测试,包括锁定力测试、持有荷载试验、锚杆(索)拉力监测;施工后为验收和安全运营提供依据的试验,包括验收试验、持有荷载试验、锚杆(索)拉力监测等。工程需要时,施工过程中应进行锁定力测试、施工后进行持有荷载试验。

本标准参考国内外的相关标准,对应可回收锚杆(索)的工作过程,除了常规预应力进行的基本实验、蠕变试验、验收试验外,增加了回收试验,试验方法及目的见本标准表 2。

表 2 试验方法及目的

试验方法		试验主要目的
基本实验	极限抗拔承载力试验	确定可回收锚杆(索)极限抗拔承载力及常规工作性能,为设计提供依据
	验证性抗拔承载力试验	验证可回收锚杆(索)的极限抗拔承载力和工作性能,为设计、施工及验收提供依据
蠕变试验		确定可回收锚杆(索)在一定等级荷载作用下,位移随时间的变化规律,为设计、施工及验收提供依据
验收试验		验证工程锚杆(索)的抗拔承载力是否符合设计要求,为工程验收提供依据

续表 2

试验方法	试验主要目的
持有荷载试验	验证工程锚杆(索)的持有荷载是否符合设计要求,为工程验收提供依据
回收试验	验证可回收锚杆(索)的抗拆力、验证可回收锚杆(索)回收的工作性能

根据锚杆(索)抗拔承载力试验是否将锚杆(索)拉至破坏状态,可将基本试验分为极限抗拔承载力试验和验证性抗拔承载力试验两种:

1 极限抗拔承载力试验:相当于欧盟标准的探究性试验,可获得锚杆(索)的极限抗拔承载力以及与之对应的锚杆(索)变形。即当锚杆(索)加载至增加了1级~2级最大试验荷载预估值后,锚头位移仍相对稳定时而继续加载的基本试验,可视为加大了最大试验荷载的基本试验。

2 验证性抗拔承载力试验:为证实具体工程的锚杆(索)在特定地质条件下,其抗拔承载力性能是否满足设计要求的基本试验。即当锚杆(索)加载至增加了1级~2级最大试验荷载预估值后,锚头位移相对稳定而终止继续加载的基本试验。

8.1.3 锚杆(索)锚固体强度等物理力学性能与时间有关,并随时间的增加而增长。通常最初几天强度会快速增加,随后逐渐变缓。实际锚杆(索)工程受施工工期影响,施工期间的验收试验等往往不可能待全部工程锚杆(索)施工完成并达到28d龄期强度后再进行。为做到信息化施工,尽早发现锚杆(索)质量问题并及时处理,同时考虑到验收试验最大试验荷载约为设计极限抗拔承载力的75%,故对锚固体强度的要求适当放宽。

8.2 试验装置和操作要求

8.2.1 加载装置应根据最大试验荷载选择量程适当的测量设

备,为防止测量设备量程过大,出现“大称称轻物”的现象,以及防止量程过小,测量设备过载,要求其量程不应小于最大加载量的1.25倍,不应大于最大加载量的4倍。

8.2.2 为防止偏心受力,千斤顶的作用力方向应与反力装置的重心、锚杆(索)轴线重合。压力分散型锚杆(索)采用并联千斤顶同步张拉时,为确保可测量每组单元锚杆(索)的轴向位移,需安装至少一个位移测量仪表。

8.2.3 锚杆(索)加载的反力装置分为支座横梁反力装置、支撑凳式反力装置和承压板式反力装置。基坑支护工程中,宜选用支撑凳式反力装置,可采用承压板式反力装置。

8.2.5 锚杆(索)正式张拉前,取0.1倍~0.2倍最大试验荷载值预紧钢绞线,有利于减缓张拉过程中各钢绞线的受力不均匀性,减小锚杆(索)的预应力损失。同时考虑到钢绞线在解除预应力后可能存在扭曲变形,需要更大荷载作用下才可能基本消除钢绞线存在的扭曲变形,将基本试验的初始荷载增加至最大试验荷载预估值的30%。

8.3 基本试验

8.3.1 根据试验终止时锚头位移是否相对稳定,可将基本试验分为两种:极限抗拔承载力试验和验证性抗拔承载力试验。前者获得该种锚杆(索)在特定地层条件下的最大承载力,后者仅是验证该种锚杆(索)在特定地层条件下能否达到设计预估的抗拔承载力。两类试验终止加载的标准不同。

本条要求采用可回收锚杆(索)首次应用于某类地层时,应进行以获得极限抗拔承载力为目标的极限抗拔承载力试验;此时,基本试验的锚杆(索)不得选用工程锚杆(索)。为获得锚固体的极限抗拔承载力,避免试验期间杆体强度不满足最大试验荷载要求而先行破坏,无法获得锚固体的极限抗拔承载力,试验前可适当加大杆体

的截面面积或增加锚杆(索)数量,确保杆体不先于锚固体破坏。

一般工程项目应进行验证性抗拔承载力基本试验。

8.3.2 当工程的地层条件基本相同或相似的情况下,可只做不少于3根的一组基本试验。若地层形态相差较大,存在较多的起伏或尖灭,则应根据地层实际情况,增加基本试验组数。

8.3.9 验证性锚杆(索)基本试验仅验证锚杆(索)是否达到设计规定的抗拔承载力要求,因此,虽然在大于10%~20%最大试验荷载作用下,锚头位移仍然稳定,未达到本标准第7.3.6条锚杆破坏标准,仍需终止加载。若继续需要获得极限抗拔承载力时,应按基本试验分级要求继续加载,直至锚杆(索)破坏。

8.3.13 可回收锚杆(索)的长度,锚固段承载体和杆体的应力可能存在差异。有条件时,可在锚固段安装测试传感器,获得锚固段部位杆体、承载体等的资料。

8.4 验收试验

8.4.3 考虑到验收试验主要用于工程锚杆(索)的验收,其施工前已有基本试验的数据资料,为提高试验效率,初始荷载可取30%的锚杆(索)轴向拉力标准值。不同安全等级的支护锚杆(索)多循环加卸载法中,可对应最大试验荷载值与轴向拉力标准值的比例,按本标准表7.3.5-1选择相应的循环次数。当最大试验荷载的比值为130%时,第六循环次的最大试验荷载比例取130%。

8.4.6 可回收锚杆(索)为压力型锚杆(索),若测得弹性位移小于相应荷载下钢绞线理论弹性伸长量的90%或钢筋锚杆(索)的80%,表明锚杆杆体的注浆隔离效果差,注浆体可能部分侵入杆体的防护套管,杆体承受一定的摩擦力;若测得的弹性位移大于钢绞线理论弹性伸长量的110%,表明锚杆(索)存在质量问题,可能锚杆(索)注浆体已破坏,锚杆(索)的承载力已削弱,严重时甚至危及工程安全。

8.5 回收试验

8.5.1 锚杆(索)能否回收,是确定可回收锚杆(索)工程应用可行性的关键因素。根据可回收锚杆(索)回收工艺的不同,有需要拉拔辅索破坏锁定机构、顶进破坏挤压套的握裹力、克服回转锚筋摩擦力等类型。

8.5.2 可回收锚杆(索)采用新型回收工艺时,应事先结合具体实际工程,在工程施工前进行锚杆(索)回收试验,检验锚杆(索)的可回收性,作为是否选择其用于工程的依据。为真实反映可回收性能,施工前进行的回收试验,锚固段注浆体强度不应低于设计强度。

8.5.5 锚杆(索)能否回收,是确定可回收锚杆(索)工程应用可行性的关键因素。为保证可回收锚杆(索)的回收性能,确保锚杆(索)在其工作结束后可以回收,有必要施工前进行锚杆(索)回收试验,评判锚杆(索)回收的难易以及改进锚杆(索)施工工艺。

8.5.6 筋体实际持有荷载大于设计时轴向拉力标准值的情况时有发生,可回收锚杆(索)在这种情况下应能保持可回收能力,故本条规定 1.40 倍轴向拉力标准值作为锚杆(索)抗拆力的检验。试验锚杆(索)持有拉力随时间增加而减少,为了能够在较高应力水平体现锚杆(索)回收能力,需要一定的持载时间,但也不宜大于 3d。

9 质量检验与验收

9.2 质量检验

I 施工前检验

9.2.1 本条给出了可回收锚杆(索)原材料及部件质量检验的基本内容。筋体、水泥、锚具应提供出厂合格证,并随机抽检。解锁锚具应提供锚固效率系数试验报告。

9.2.2 解锁装置及辅助装置是决定锚杆(索)能否回收的关键构件,所以现场除了对出厂试验报告进行检查外,还应进行现场表观检查主要包括解锁装置、外套管完整性及是否破损。另外,由于回收的需要,不同类型可回收锚杆(索)需要对筋体进行标记,也需要重点关注。熔解型可回收锚杆(索)的熔断装置是关键构件,需要逐个检验是否有损坏,电路是否连通。

9.3 验收

9.3.3 可回收锚杆(索)特别增加了回收验收环节,受锚杆(索)产品性能、加工制造、成孔工艺、注浆工艺、地质条件、回收期限、锚头保护及回收施工空间等诸多因素的影响,可能存在部分锚杆(索)筋体无法正常回收的情况。对于因特殊原因无法回收或者非正常回收的情况应做备注说明,以作为后续施工避让或清障的资料依据。