

ICS 号  
中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

T/CHTS XXXXX-XXXX

## 公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆技术指南

Technical guide for Underreamed anchor of variable diameter steel cage  
on highway slope

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

团体标准

公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆技术指南

Technical guide for Underreamed anchor of variable diameter steel cage  
on highway slope

T/CHTS XXXXX- XX XX

T/CHTSXXXXX-20XX

主编单位：吉林省交通科学研究所

发布单位：中国公路学会

实施日期：××××年××月××日

×××××××(出版单位)

# 中国公路学会关于发布《公路边坡变直径钢筋笼 扩大头锚杆技术指南》的公告

×××× (文号)

现发布中国公路学会标准《公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆技术指南》(T/CHTS ×××××—×××××)，自××××年××月××日起实施。

《公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆技术指南》(T/CHTS ×××××—×××××)的版权和解释权归中国公路学会所有，并委托主编单位吉林省交通科学研究所负责日常解释和管理工作。

中国公路学会

××××年××月××日

# 前 言

本规程在总结前期公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆的试验及研究成果基础上，通过大量的实体工程应用，借鉴国内外的相关规范，本着“安全耐久、技术先进、经济合理”的理念，制定本规程。

本规程按照《中国公路学会标准编写规则》（T/CHTS 10001）编写，共分为7章，主要内容包括：公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆的原材料技术要求、公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆的设计、施工、质量检验和验收。

本指南的某些内容可能涉及专利，本指南的发布机构不承担识别专利的责任。

本规程由吉林省交通科学研究所提出，受中国公路学会委托，由吉林省交通科学研究所负责具体解释工作。本规程实施过程中，请将发现的问题和意见、建议反馈至吉林省交通科学研究所（地址：吉林省长春市进化街908号；联系方式：0431-86026017；电子邮箱：lijianhangketizu@163.com），供修订时参考。

**主编单位：**吉林省交通科学研究所

**参编单位：**江苏景源万河环境科技有限公司、东南大学、河海大学、中国电子工程设计院有限公司四川分院、江苏省建筑设计研究院地下空间院、中铁建苏州设计研究院有限公司、中交第一公路勘察设计研究院、中铁六院合肥建筑市政设计院、中国建筑设计咨询有限公司、柳州市城市投资建设发展有限公司、江苏交水建智能装备研究院有限公司、浙江省水文地质工程地质大队、吉林路望交通技术咨询有限公司、湖南省交通规划勘察设计院有限公司、上海市市政工程设计研究总院（集团）有限公司、中交二航局第四工程有限公司、中交第三公路工程局有限公司、中国路桥工程有限责任公司

**主要起草人：**李舰航、王林、戴国亮、郭庆、黄挺、杨斌、刘扬、王军、刘松梅、吴燕、韩合军、陶刚、王卫国、何文龙、胡泓一、祁润田、罗熹、赵仲新、沈晓武、盖福鑫、曹红、龙海滨、武志兵、王通、李连友、杨波

**主要审查人：**

# 目 次

1 总 则 .....	1
2 术语和符号 .....	2
3. 勘察 .....	2
4 材料 .....	2
3.1 一般规定 .....	2
3.2 锚具材料 .....	2
3.3 杆体材料 .....	2
3.4 变径笼骨架材料 .....	3
3.5 防腐材料 .....	3
3.6 注浆体 .....	3
3.7 其他材料 .....	4
5 设计 .....	5
4.1 一般规定 .....	5
4.2 构造 .....	5
4.3 结构设计 .....	6
4.4 防腐 .....	9
6. 试验 .....	11
6.1 一般规定 .....	11
6.2 基本试验 .....	11
6.3 蠕变试验 .....	12
7 施工 .....	14
5.1 一般规定 .....	14

5.2 杆体制作 .....	14
5.3 钻孔 .....	15
5.4 扩孔 .....	15
5.5 锚杆装配与安放 .....	16
5.6 注浆 .....	16
5.7 张拉和锁定 .....	17
8 检测 .....	19
8.1 一般规定 .....	19
8.2 验收试验 .....	19
9 质量检验及验收 .....	<b>错误！未定义书签。</b>
7.1 一般规定 .....	20
7.2 工程质量检验 .....	20
7.3 工程验收 .....	21
7.4 不合格锚杆处理 .....	21
附录 A 锚杆杆体材料力学性能 .....	22
附录 B 变径笼扩体锚杆结构组成 .....	23
用词说明 .....	24

# 公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆技术指南

## 1 总 则

**1.0.1** 为规范公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆的设计、施工，做到技术先进、安全适用、经济合理和确保质量，制定本技术标准。

**1.0.2** 本技术标准适用于岩土工程锚杆（索）的设计、施工与检验。

**1.0.3** 公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆的设计与施工，应综合考虑场地周边环境、工程水文地质条件、建筑物结构性质与类型等因素，有效地利用锚杆（索）的力学性能。

**1.0.4** 公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆的设计、施工与检验，除应符合本技术标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 变径笼 Variable diameter Cage

变径笼直径可变，由竖筋、箍筋、动力弹簧等零部件构成，箍筋应为连续不间断的螺旋箍筋。变径笼应具有约束和释放机制，置入锚孔前，变径笼呈约束状态，置入后变径笼通过释放机制呈扩张状态。

#### 2.1.2 变径笼扩体锚杆 Underreamed anchor of variable diameter Cage

含有变径笼的扩体锚杆。

#### 2.1.3 锚头 anchor head

锚杆杆体出露在锚孔孔口以外连接外部承载构件的外端头及其连接件。

#### 2.1.4 锚杆杆体 anchor tendon

连接外部承载构件和注浆体并传递拉力的杆件。

#### 2.1.5 自由段 free anchor length

杆体不与注浆体和地层粘结，能自由变形的部分。

#### 2.1.6 锚固段 fixed anchor length

杆体锚固于注浆体实现力传递的部分。

#### 2.1.7 注浆体 grouting body

由灌注于锚孔内的水泥浆、水泥砂浆、混凝土或树脂系混凝土等凝结而成的固结体。

#### 2.1.8 锚固体 anchorage body

锚固段注浆体与嵌固注浆体的岩土体所组成的受力共同体。

#### 2.1.9 永久性锚杆 permanent anchor

设计使用期超过 2 年的锚杆。

#### 2.1.10 临时性锚杆 temporary anchor

设计使用期不超过 2 年的锚杆。

### 2.1.11 预应力锚杆 prestressed anchor

将张拉力传递到稳定的或适宜的岩土体中的一种受拉杆件（体系）。

### 2.1.12 锚杆倾角 angle of anchor

锚杆轴线与水平面之间的夹角。

### 2.1.13 张拉锁定值 lock-off load

锚杆杆体张拉后锁定完成时的拉力值。

### 2.1.14 锚杆抗拔力极限值 ultimate bearing capacity

锚杆在轴向拉力作用下达到破坏状态前或出现不适于继续受力的变形时所对应的最大拉力值

### 2.1.15 锚杆基本试验 basic test

为确认锚杆设计参数和施工工艺，在工程锚杆正式施工前进行的现场锚杆极限抗拔力试验。

### 2.1.16 锚杆验收试验 acceptance test

为确认工程锚杆是否符合设计要求，在工程锚杆施工后进行的锚杆抗拔力试验。

### 2.1.17 锚杆蠕变试验 creep test

确定锚杆在不同加荷等级的恒定荷载作用下位移随时间变化规律的试验。

### 2.1.18 锚杆位移 anchor displacement

锚杆试验时锚头处测得的沿锚杆轴线方向的位移。

### 2.1.19 锚固体整体稳定性 overall stability of anchorage body

全部或任一局部区域内所有锚杆同时受力达到抗拔力特征值时，锚固体整体保持稳定的能力。

## 2.2 符号

$A_s$ ——锚杆杆体的截面面积；

$c$ ——土体的黏聚力；

$d$ ——钢筋直径；

$D_1$ ——锚杆钻孔直径；

$D_2$ ——锚杆扩大头直径；

$e$ ——土体孔隙比；

$E_s$ ——锚杆杆体弹性模量；

$f_{ptk}$ 、 $f_{py}$ ——热处理钢筋的抗拉强度标准值、设计值；

$f_{yk}$ 、 $f_y$ ——预应力混凝土用螺纹钢和普通热轧钢筋的抗拉强度标准值、设计值；

$f_{mg}$ ——锚固段注浆体与地层的摩阻强度标准值；

$f_{ms}$ ——锚固段注浆体与锚杆杆体的粘结强度标准值；  
 $f_{rk}$ ——岩石饱和单轴抗压强度标准值；  
 $h_b$ ——持力层的深度；  
 $I_L$ ——黏性土的液性指数；  
 $K_a$ 、 $K_p$ 、 $K_0$ ——土体的主动土压力系数、被动土压力系数、静止土压力系数；  
 $K_s$ ——锚杆杆体与注浆体的粘结安全系数；  
 $K_t$ ——锚杆杆体的抗拉断综合安全系数；  
 $k_T$ ——锚杆杆体的轴向刚度系数；  
 $L_c$ ——锚杆杆体的变形计算长度；  
 $L_D$ 、 $L_d$ 、 $L_f$ ——锚杆的扩大头长度、非扩大头锚固段长度、自由段长度；  
 $N$ ——标准贯入击数；  
 $N_{63.5}$ ——重型圆锥动力触探击数；  
 $N_k$ ——锚杆拉力标准值；  
 $P$ ——锚杆试验时对锚杆施加的荷载值；  
 $p_D$ ——扩大头前端土体对扩大头的抗力强度值；  
 $S$ 、 $S_e$ 、 $S_p$ ——锚杆的总位移、弹性位移、塑性位移；  
 $\alpha$ ——锚杆倾角；  
 $\xi$ ——锚杆在拉力作用下扩大头向前位移时反映土的挤密效应的侧压力系数；  
 $\psi$ ——扩大头长度对钢筋与扩大头注浆体粘结强度的影响系数；  
 $\varphi$ 、 $\varphi'$ ——土体的内摩擦角、有效内摩擦角。  
 $n$ ——变径笼竖筋数量；  
 $d_v$ ——变径笼竖筋直径；  
 $\zeta$ ——采用 2 根以上钢筋时，粘结强度降低系数；  
 $\sigma_{ck}$ ——荷载效应标准组合下正截面法向应力；  
 $\sigma_{pc}$ ——扣除全部应力损失后，锚固浆体有效预压应力；  
 $f_{tk}$ ——混凝土、砂浆体轴心抗拉强度标准值；  
 $w_{max}$ ——最大裂缝宽度；  
 $w_{lim}$ ——最大裂缝宽度限值；

### 3.勘察

3.0.1 公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆工程设计与施工前应进行工程勘察，当拟建部位详细勘察资料不能满足要求，应进行专项岩土勘察。

3.0.2 公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆勘察内容应包括调查、工程地质与水文地质勘察等，勘察内容应符合《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB 50086）的要求。

3.0.3 对于红黏土、膨胀土等特殊部位的公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆勘察内容除应符合《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB 50086）的要求外，尚应符合现行《公路路基设计规范》（JTG D30）的有关规定。

## 4 材料

### 4.1 一般规定

4.1.1 锚杆采用的材料和部件应满足锚杆的设计要求和稳定性，相互之间不得产生不良影响。

4.1.2 锚杆材料和部件的质量标准及验收标准，除本规程提出的专门要求外，均应符合国家现行标准的有关规定。

### 4.2 锚具材料

4.2.1 锚具应符合下列规定：

1 预应力筋用锚具、夹具和连接器的性能，均应符合《预应力筋用锚具、夹具和连接器》（GB/T 14370）的规定；

2 预应力锚具的锚固力不应小于预应力杆体极限抗拉力的 95%，且实测达到极限抗拉力时的杆体总应变值不应小于 2%；

3 根据锚杆的使用目的不同，应采用可调节拉力的锚头；

4 锚具罩宜采用钢材、塑料或混凝土预制构件。锚具罩应完全罩住锚杆头和预应力筋的尾端，与支承面的接缝应采用水密性接缝。

4.2.2 承压板和承载构件的强度和构造必须满足锚杆极限抗拔力要求，以及锚具和结构物的连接构造要求。

### 4.3 杆体材料

4.3.1 锚杆杆体材料应符合下列规定：

1 锚杆抗拔力较大时，宜采用预应力混凝土用螺纹钢筋、热处理钢筋或钢绞线，预应力混凝土用螺纹钢筋和热处理钢筋的力学性能指标应按本规程附录 A 表 A.0.1 和表 A.0.2 的规定取值，钢绞线力学性能指标应按《高压喷射扩大头锚杆技术规程》（JGJ/T 282-2012）；

2 锚杆抗拔力较小时，杆体钢筋可采用 HRB400 级或 HRB335 级钢筋，钢筋抗拉强度标准值  $f_{yk}$  和设计值  $f_y$  应按本规程附录 A 表 A.0.3 的规定取值。

4.3.2 锚杆杆体的连接器应能承受杆体的极限抗拉力。

#### 4.4 变径笼骨架材料

4.4.1 锚杆的变径笼主要由钢筋笼宜由竖筋、箍筋、动力弹簧、承压板等零部件构成。

4.4.2 变径笼竖筋宜使用热轧光圆钢筋或热轧带肋钢筋，其力学性能应符合《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》（GB/T 1499.1）与《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》（GB/T 1499.2）的要求。

4.4.3 变径笼箍筋宜为连续不间断的钢丝绳、螺旋钢筋或纤维，且箍筋必须连续闭合，抗拉强度不应低于 1960 MPa；

4.4.4 变径笼的动力弹簧应符合《冷卷圆柱螺旋弹簧技术条件 第2部分：压缩弹簧》（GB/T 1239.2）的要求。

4.4.5 变径笼应具有约束和释放机制，置入锚孔前，变径笼呈约束状态，置入后变径笼通过释放机制呈扩张状态。

4.4.6 变径笼的承压板应能承受其主锚筋的极限抗拉力，且强度不低于 235MPa。

#### 4.5 防腐材料

4.5.1 用于锚杆杆体的防腐材料宜采用专用防腐油脂，并满足《无粘结预应力筋用防腐润滑脂》（JG/T 430）的技术要求。

4.5.2 防腐材料在锚杆杆体的设计使用期限内，应符合下列性能要求：

- 1 保持防腐性能和物理稳定性；
- 2 具有防水性和化学稳定性，不得与锚杆材料产生不良反应；
- 3 不得对锚杆自由段的变形产生限制和不良影响；
- 4 在规定的工作温度内和张拉过程中，不得开裂、变脆或成为流体。

#### 4.6 注浆体

4.6.1 注浆体可选用水泥基或树脂系浆液，应符合《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB 50086）的要求，

4.6.2 注浆体所采用的水应符合下列规定：

- 1 拌合用水宜采用饮用水；当采用其他水源时，应经过试验确认对水泥浆体和杆体材料无害；

2 拌合用水的水质应符合《混凝土用水标准》（JGJ 63）的要求。

#### 4.7 其他材料

4.7.1 锚杆自由段宜设置杆体隔离套管，套管内应充填防腐润滑油脂。套管材料应符合下列规定：

- 1 应具有足够的强度和柔韧性，在加工和安装的过程中不易损坏；
- 2 应具有防水性和化学稳定性，对杆体材料无不良影响；
- 3 应具有防腐蚀性，与水泥浆和防腐润滑油脂接触无不良反应；
- 4 不影响杆体的弹性变形。

4.7.2 锚杆锚固段和自由段设置的杆体定位器应采用钢、塑料或其他对杆体无害的材料制成，不得采用木质材料。定位器的形状和大小不得影响注浆浆液的自由流动。

4.7.3 注浆管应具有足够的内径和耐压能力，能保证浆液压至钻孔的底部，并满足施工工艺参数的要求。

## 5 设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 在锚杆设计前应依据调查和勘察的结果对采用锚杆的安全性、经济性进行评估，对施工可行性做出判断。

5.1.2 采用锚杆的类型应根据工程要求、锚固地层性质、锚杆承载力、锚杆长度、现场条件、施工方法等因素综合确定。

5.1.3 锚杆设计时，应确保锚杆和被锚固结构在承受施工荷载和使用荷载作用时安全系数符合本规程第5.2节的规定，且不应产生影响结构正常使用的变形。

5.1.4 永久性锚杆的锚固段不应设在有机质土、液限  $w_L > 50\%$  的土与相对密实度  $D_r < 0.3$  的土层中。

5.1.5 对特殊条件下为专门目的而采用的锚杆，必须在充分调查研究和必需的试验基础上进行设计。

5.1.6 锚杆的抗拔力极限值应根据现场基本试验确定。在锚杆承受反复荷载时，反复荷载的变化幅度不应大于锚杆拉力极限值的 20%。

5.1.7 锚杆的间距和长度，应根据锚杆所锚固构筑物及其周边地层整体稳定性确定。当所采用的间距更小时，应将锚固段错开布置，或改变相邻锚杆的倾角。

5.1.8 设计文件应规定扩大头的设计长度、直径和施工工艺参数，应规定锚杆抗拔力特征值和张拉锁定值，并应规定锚杆的防腐等级。

5.1.9 锚杆锚头与外部承载构件的梁、板、台座的连接以及相关结构的尺寸和配筋应符合《公路路基设计规范》（JTG D30）的规定。

### 5.2 构造

5.2.1 锚杆扩大头应设置于具有一定埋深的稍密或稍密以上的碎石土、砂土、粉土以及可塑或可塑状态以上的黏性土中。

5.2.2 临时性锚杆应采用预应力锚杆；永久性锚杆根据使用要求和地质条件，可选用非预应力锚杆或预应力锚杆。

5.2.3 锚杆的倾角不宜小于  $20^\circ$ ，且不应大于  $45^\circ$ 。

5.2.4 扩大头长度宜为  $2\text{m}\sim 6\text{m}$ ，或可按计算确定；锚固段总长度（含扩大头长度）宜为  $6\text{m}\sim 10\text{m}$ ，普通

锚固段长度宜为 1m~4m。扩大头最小埋深应根据工程试锚确定。

5.2.5 锚杆间距应符合下列规定：

1 水平间距宜不小于 1.8m，竖向间距宜不小于 3m；

2 扩大头的水平净距不宜小于扩大头直径的 1 倍，且不宜小于 1.0m，竖向净距不应小于扩大头直径的 2 倍；

3 当间距较小时，应加大锚杆长度、加大扩大头埋深，并将扩大头合理错开布置。

5.2.6 锚杆的长度、埋深和间距应满足锚固体整体稳定性要求。

5.2.7 位移控制锚杆应按《高压喷射扩大头锚杆技术规程》（JGJ/T 282-2012）设计，且在计算土压力时应根据控制位移的要求和土层力学条件，按位移与土压力的对应关系选取土压力值，必要时可取静止土压力值

5.2.8 张拉锁定时，位移控制锚杆最大张拉荷载应为抗拔力特征值的 1.2 倍。

5.2.9 锚杆除抗拔力应满足支护体系结构计算的要求外，锚杆锚固体尚应满足整体稳定性要求。

### 5.3 结构设计

5.3.1 扩大头直径应根据土质和施工工艺参数通过现场试验确定。

5.3.2 锚杆的抗拔力极限值与土质、扩大头埋深、扩大头尺寸和施工工艺有关，应通过现场试验确定；无试验资料时，可按式（5.3.2）估算，但实际施工时必须经过现场基本试验验证确定。

$$T_{uk} = \pi [D_1 L_d f_{mg1} + D_2 L_D f_{mg2} + \frac{(D_2^2 - D_1^2) p_D}{4}] \quad (5.3.2)$$

式中： $T_{uk}$ 为锚杆抗拔力极限值（kN）； $D_1$ 为锚杆钻孔直径（m）； $D_2$ 为扩大头直径（m）； $L_d$ 为锚杆普通锚固段的计算长度（m）。对非预应力锚杆，取实际长度减去两倍扩大头直径；对预应力锚杆取 $L_d=0$ ； $L_D$ 为扩大头长度（m）； $f_{mg1}$ 为锚杆普通锚固段注浆体与岩土层间的摩阻强度标准值（kPa），通过试验确定；无试验资料时，可按表 5.3.2 取值； $f_{mg2}$ 为扩大头注浆体与岩土层间的摩阻强度标准值（kPa），通过试验确定；无试验资料时，可按表 5.3.2 取值； $p_D$ 为扩大头前端面土体对扩大头的抗力强度值（kPa）。

表 5.3.2 注浆体与土层间的极限摩阻强度标准值

土质	土的状态	水泥浆/砂浆注浆体摩阻强度标准值 (kPa)
淤泥质土	—	16~20
黏性土	$I_L > 1$	16~20
	$0.75 < I_L \leq 1$	30~40
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	40~53
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	53~65
	$0 < I_L \leq 0.25$	65~73
	$I_L < 0$	73~90
粉土	$e > 0.90$	22~44
	$0.75 < I_L \leq 0.90$	44~64
	$I_L < 0.75$	64~100
粉细砂	稍密	22~42
	中密	42~63
	密实	63~85
中砂	稍密	54~74
	中密	74~90
	密实	90~120
粗砂	稍密	80~120
	中密	100~130
	密实	120~150
砾砂	中密、密实	140~180
全风化软质岩	$30 < N \leq 50$	80~100
全风化硬质岩	$30 < N \leq 50$	120~140
强风化软质岩	$N_{63.5} > 10$	140~200
强风化硬质岩	$N_{63.5} > 10$	160~240

注： $I_L$  为黏性土的液性指数； $e$  为粉土的孔隙比； $N$  为标准贯入击数； $N_{63.5}$  为重型圆锥动力触探击数；全风化、强风化软质岩和全风化、强风化硬质岩系指其母岩分别为  $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ 、 $f_{rk} > 30\text{MPa}$  的岩石。

5.3.3 扩大头前端面土体对扩大头的抗力强度值，对水平或倾斜向锚杆应按式（5.3.3）计算：

$$p_D = \frac{(1-\xi) K_0 K_p \gamma h + 2c\sqrt{K_p}}{1-\xi K_p} \quad (5.3.3)$$

式中： $\gamma$  为扩大头上覆土体的重度 ( $\text{kN/m}^3$ )； $h$  为扩大头上覆土体的厚度 (m)； $K_0$  为扩大头端前土体的静止土压力系数，可由试验确定；无试验资料时，可按有关地区经验取值，或取  $K_0 = 1 - \sin\varphi'$  ( $\varphi'$  为土体的有效内摩擦角)； $K_p$ ——扩大头端前土体的被动土压力系数； $c$ ——扩大头端前土体的黏聚力 (kPa)； $\xi$ ——扩大头向前位移时反映土的挤密效应的侧压力系数，对非预应力锚杆可取  $\xi = (0.85 \sim 0.90) K_a$ ，对预

应力锚杆可取 $\zeta=(0.93\sim 0.95)K_a$ ， $K_a$ 为主动土压力系数。 $\zeta$ 与扩大头端前土体的强度有关，对强度较好的黏性土和较密实的砂性土可取上限值，对强度较低的土应取下限值。

5.3.4 锚杆抗拔力特征值应按下列式确定：

$$T_{ak} = \frac{T_{uk}}{K} > N_k \quad (5.3.4)$$

式中： $T_{ak}$ 为锚杆抗拔力特征值（kN）； $T_{uk}$ 为锚杆抗拔力极限值（kN）； $K$ 为锚杆抗拔安全系数，按本规程表 5.3.4 取值； $N_k$ 为荷载效应标准组合计算的锚杆拉力标准值（kN）。

表 5.3.4 锚杆抗拔安全系数

安全系数	公路等级	安全系数	
		锚杆服务年限 $\leq 2$ 年	锚杆服务年限 $\geq 2$ 年
K	高速公路、一级公路	1.8	2.0
	二级及二级以下公路	1.6	1.8

5.3.5 扩大头长度尚应符合注浆体与杆体间的粘结强度安全要求，应按下列式计算：

$$L_D \geq \frac{K_s T_{ak}}{(\pi d + n\pi d_v) \zeta f_{ms} \psi} \quad (5.3.5)$$

式中： $K_s$ 为杆体与注浆体的粘结安全系数，按本规程表 4.3.5 取值； $T_{ak}$ 为锚杆抗拔力特征值（kN）； $L_D$ 为锚杆扩大头的长度（m），当杆体自由段护套管或防腐涂层进入到扩大头内时，应取实际扩大头长度减去搭接长度； $d$ 为杆体直径（mm）； $f_{ms}$ 为杆体与扩大头注浆体的极限粘结强度标准值（MPa），通过试验确定；当无试验资料时，可按本规程表 5.3.5 取值； $n$ 为变直径钢筋笼竖筋数量； $d_v$ 为变直径钢筋笼竖筋直径（mm）； $\zeta$ 为采用 2 根以上钢筋时，粘结强度降低系数，取 0.6~0.85，竖向锚杆取小值，水平或者倾斜锚杆取大值。 $\psi$ 为扩大头长度对粘结强度的影响系数，按第 5.3.6 条取值；

表 5.3.5 杆体与注浆体的极限粘结强度标准值  $f_{ms}$ （MPa）

粘结材料	水泥浆或水泥砂浆强度等级	
	M30	M35
水泥浆或水泥砂浆注浆体与螺纹钢筋	2.40	2.70

注：水泥强度不低于 42.5MPa，水灰比 0.4~0.6。

5.3.6 扩大头长度对粘结强度的影响系数 $\psi$ ，应由试验确定；无试验资料时，可按表 5.3.6 取值。

表 5.3.6 扩大头长度对粘结强度的影响系数 $\psi$ 建议值

锚固地层	土 层			
	2~3	3~4	4~5	5~6
扩大头长度 (m)	2~3	3~4	4~5	5~6
粘结强度影响系数 $\psi$	1.6	1.5	1.4	1.3

5.3.7 锚杆杆体的截面面积应符合下列公式规定：

$$A_s \geq \frac{K_t T_{ak}}{f_y} \quad (5.3.7-1)$$

$$A_s \geq \frac{K_t T_{ak}}{f_{py}} \quad (5.3.7-2)$$

式中： $K_t$ 为锚杆杆体的抗拉断综合安全系数，应根据锚杆的使用期限和防腐等级确定，临时性锚杆取 $K_t=1.1\sim 1.2$ ，永久性锚杆取 $K_t=1.5\sim 1.6$ （其中，一级防腐应取上限值，二级防腐应取中值，三级防腐和三级以下应取下限值）； $T_{ak}$ 为锚杆的抗拔力特征值（kN）； $f_y$ 、 $f_{py}$ 为预应力混凝土用螺纹钢筋和普通热轧钢筋的抗拉强度设计值、热处理钢筋的抗拉强度设计值（kPa）。5.3.8 锚杆的轴向刚度系数应由试验确定。当无试验资料时可按下式估算：

$$K_t = \frac{A_s E_s}{L_c} \quad (5.3.8)$$

式中： $K_t$ 为锚杆的轴向刚度系数（kN/m）； $A_s$ 为锚杆杆体的截面面积（ $m^2$ ）； $E_s$ 为锚杆杆体的弹性模量（ $kN/m^2$ ）； $L_c$ 为锚杆杆体的变形计算长度（m），可取 $L_c=L_f \sim L_f+L_d$ 。

**5.3.9** 锚杆用于边坡支护的预应力锚杆时，其初始预应力应根据地层条件和支护结构变形要求确定，宜取抗拔力特征值的60%~85%。（其中，一级防腐应取上限值，二级防腐应取中值，三级防腐和三级以下应取下限值）

## 5.4 防腐

5.4.1 锚杆的防腐保护等级和措施，应根据锚杆的设计使用年限和所处地层有无腐蚀性确定。

5.4.2 当对地层的检测和调查中发现下列一种或多种情况时，应判定该地层具有腐蚀性：

- 1 PH 值小于 4.5；
- 2 电阻率小于 2000  $\Omega \cdot cm$ ；
- 3 出现硫化物；

4 出现杂散电流，或出现对水泥浆体和混凝土的化学腐蚀。

5.4.3 在正常使用期间若锚杆防腐体系发生破坏或失效，应及时采取有效的修补措施。

5.4.4 地层介质对锚杆的腐蚀性评价，可根据环境类型、锚杆所处地层的渗透性、地下水位变化状态和地层介质中腐蚀成分的含量宜按照《岩土工程勘察规范》（GB 50021）进行。

5.4.5 公路边坡变直径钢筋笼扩大头锚杆防腐等级及构造应符合《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）的要求。

## 6. 试验

### 6.1 一般规定

6.1.1 锚杆的最大试验荷载不宜大于锚杆杆体极限承载力的 80%，最大试验荷载可取锚杆抗拔承载力特征值的 2 倍。

6.1.2 试验用计量仪表（压力表、测力计、位移计）应满足测试要求的精度和量程。

6.1.3 试验用加荷装置（千斤顶、油泵）的额定压力应满足最大试验荷载的要求。

6.1.4 锚杆抗拔试验应在注浆体满 28d 龄期或注浆体强度达到设计强度 80%后进行。

6.1.5 张拉时不得碰撞千斤顶，试验区域内应按相关规范要求设置安全警戒区域，避免在试验过程中对人和设备产生安全隐患。

6.1.6 锚杆抗拔试验的反力装置在最大荷载下应具有足够强度和刚度，并应在试验中不发生结构性破坏。

### 6.2 基本试验

6.2.1 变径笼扩体锚杆应进行现场基本试验以确定锚杆的抗拔力极限值。

6.2.2 锚杆基本试验采用的地层条件、杆体材料、锚杆参数和施工工艺应与工程锚杆相同，且试验数量不应少于 3 根。严禁在实际锚固工程部位进行锚杆基本试验。

6.2.3 为得出锚固体的抗拔力极限值，避免杆体先行断裂，可加大杆体的截面面积。

6.2.4 锚杆基本试验应采用分级循环加荷，加荷等级和位移观测时间应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 锚杆基本试验循环加荷等级和观测时间

预应力锚杆加荷量 $\frac{P}{A_s f_{ptk}}$ (%) 或 $\frac{P}{A_s f_{yk}}$ (%)	初始荷载	-	-	-	10	-	-	-
	第一循环	10	-	-	30	-	-	10
	第二循环	10	30	-	40	-	30	10
	第三循环	10	30	40	50	40	30	10
	第四循环	10	40	50	60	50	40	10
	第五循环	10	50	60	70	60	50	10
	第六循环	10	60	70	80	70	60	10
观测时间 (min)	5	5	5	10	5	5	5	

注：（1）第五循环前加荷速率为 100kN/min，第六循环的加荷速率为 50kN/min；（2）在每级加荷观测时间内，测读位移不应少于 3 次；（3）在每级加荷观测时间内，锚头位移增量小于 0.1mm 时，可施加下一级荷载，否则应延长观测时间，直至锚头位移增量在 2h 内小于 2.0mm 时，方可施加下一级荷载。

6.2.5 锚杆基本试验出现下列情况之一时，可判定锚杆破坏：（1）后一级荷载产生的锚头位移增量达到或超过前一级荷载产生的位移增量的 2 倍；（2）锚头位移持续增长；（3）锚杆杆体破坏。

6.2.6 锚杆基本试验结果宜按荷载与对应的锚头位移列表整理，并绘制锚杆荷载-位移（ $P-S$ ）曲线、锚杆荷载-弹性位移（ $P-S_e$ ）曲线和锚杆荷载-塑性位移（ $P-S_p$ ）曲线。

6.2.7 单根锚杆抗拔力极限值应取破坏荷载的前一级荷载。在最大试验荷载下未达到本规程第 6.2.4 条规定的破坏标准时，锚杆的抗拔力极限值应取最大试验荷载。

6.2.8 当每组试验锚杆抗拔力极限值的极差与平均值的比值不大于 0.3 时，应取平均值的 95%与最小值之间的较大者作为锚杆抗拔力极限值。当极差与平均值的比值大于 0.3 时，可增加试验锚杆数量，分析极差过大的原因，结合工程具体情况确定抗拔力极限值。

### 6.3 蠕变试验

6.3.1 对用于塑性指数大于 17 的土层中的锚杆，应进行蠕变试验，进行蠕变试验的锚杆不得少于 3 根。

6.3.2 锚杆蠕变试验的加荷等级和观测时间应符合表 6.3.2 的规定，在观测时间内荷载应保持恒定。

表 6.3.2 锚杆蠕变试验的加荷等级和观测时间

加荷等级	观测时间（min）	
	锚杆服务年限 $\leq 2$ 年	锚杆服务年限 $\geq 2$ 年
$0.25T_{ak}$	-	10
$0.50T_{ak}$	10	30
$0.75T_{ak}$	30	60
$1.00T_{ak}$	60	120
$1.25T_{ak}$	90	240
$1.50T_{ak}$	120	360

6.3.3 在每级荷载下按时间 1、2、3、4、5、10、15、20、30、45、60、75、90、120、150、180、210、240、270、300、330、360min 记录蠕变量。

6.3.4 试验结果可按荷载—时间—蠕变量整理，并按本规程附录 E 绘制蠕变量—时间对数（ $S-lgt$ ）曲线。蠕变率可由下式计算：

$$K_e = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1} \quad (6.3.4)$$

式中： $S_1$  为  $t_1$  时所测得的蠕变量； $S_2$  为  $t_2$  时所测得的蠕变量。

6.3.5 锚杆在最后一级荷载作用下的蠕变率不应大于 2.0mm/对数周期。

## 7 施工

### 7.1 一般规定

7.1.1 锚杆施工设备的主要技术性能应符合《高压喷射扩大头锚杆技术规程》（JGJ/T 282-2012）及设计要求。

7.1.2 施工前应根据设计要求和地质条件进行现场工艺试验，调整和确定合适的工艺参数，检验扩体段直径和锚杆抗拔力。

7.1.3 扩体的位置和长度应根据满足设计要求。

7.1.4 扩体直径的检验可采用下列方法：

1 有条件时，可在相同地质单元或土层中进行扩孔试验，通过测孔设备进行实时量测和验孔量测；

2 在正式施工前，宜进行试验性施工，计量水泥浆灌浆量或细石混凝土的用量，通过灌浆量计算扩大头直径。

7.1.5 锚杆施工采用的钻机应具有自动监测记录钻头钻进和提升速度、钻头深度的功能，在施工过程中应对每一根锚杆全过程监测记录钻头深度、钻头钻进和提升速度。

7.1.6 施工前对段内地表水、地下水及施工用水水质进行取样复测。若地表水、地下水复测结果与设计不相符时，应及时进行复测，不得使用具有侵蚀性水作为施工用水。

### 7.2 杆体制作

7.2.1 锚杆杆体原材料的制作应符合下列规定：

1 杆体原材料上不应带有可能影响其与注浆体有效粘结或影响锚杆使用寿命的有害物质；受有害物质污染的杆体原材料不得使用；

2 锚杆杆体应采用切割机切断，不得采用电弧、火焰切割；

3 加工完成的杆体在储存、搬运、安放时，应避免机械损伤、介质侵蚀和污染。

7.2.2 锚杆杆体的制作应符合下列规定：

1 制作前钢筋应平直、除锈；

2 普通螺纹钢筋接长可采用焊接或机械连接；当采用双面焊接时，焊缝长度不应小于 5 倍钢筋直径；

预应力混凝土用螺纹钢筋接长应采用专用连接器；

3 沿杆体轴线方向每隔 1.0m~2.0m 应设置一个杆体定位器，注浆管应与杆体绑扎牢固，绑扎材料不宜采用镀锌材料；

4 当锚杆的杆体采用预应力混凝土用螺纹钢筋时，严禁在杆体上进行任何电焊操作。

5.2.3 锚杆杆体的储存应符合下列规定：

1 杆体制作完成后应尽早使用，不宜长期存放；

2 制作完成的杆体不得露天存放，宜存放在干燥清洁的场所；应避免机械损伤或油渍溅落在杆体上；

3 当存放环境相对湿度超过 85%时，杆体外露部分应进行防潮处理；

4 对存放时间较长的杆体，在使用前应进行严格检查。

## 7.3 钻孔

7.3.1 锚杆钻孔应符合下列规定：

1 钻孔前，应根据设计要求和地层条件，定出孔位，作出标记；

2 锚杆水平、垂直方向的孔距误差不应大于 100mm；钻头直径不应小于设计钻孔直径 3mm；

3 钻孔角度偏差不应大于 2°；

7.3.2 锚杆钻孔一般采用干钻，钻孔时应注意观察和记录锚孔（尤其是锚杆锚固段）岩性，若与设计图出入较大时，应及时通知相关单位进行处理。锚孔宜采用高压风吹净。

5.3.3：对于下列各种情形宜采用套管护壁钻孔：

1 存在不稳定地层；

2 存在受扰动易出现涌砂流土的粉土层；

3 存在易塌孔的砂砾层；

4 存在易缩颈的淤泥等软土地层。

## 7.4 扩孔

7.4.1 在使用干钻扩孔时，扩孔钻展开直径不应小于扩体段直径 3mm；收缩时直径不应大于非扩体段直径。

7.4.2 施工中应严格按照施工参数施工，应监测并记录各项参数。

7.4.3 锚杆扩孔完成后，将锚杆杆体放入锚孔到设计深度。采用套管护壁钻孔时，应在注浆完成后后将套管拔出。

## 7.5 锚杆装配与安放

7.5.1 锚杆与变直径钢筋笼装配应符合设计要求，保证锚杆骨架体系连接可靠。

7.5.2 锚杆杆体的安放应符合下列规定：

1 在杆体放入锚孔前，应检查杆体的长度和加工质量，确保满足设计要求；

2 安放杆体时，应设置护套、导向对中支架和导向帽，防止扭结和弯曲；注浆管宜随杆体一同放入锚孔，注浆管到孔底的距离不应大于 300mm；

3 安放杆体时，不得损坏防腐层，不得影响正常的注浆作业；杆体安放后，不得随意敲击，不得悬挂重物；

4 锚杆杆体插入孔内的深度不应小于设计长度；杆体角度偏差不应大于 2%。

7.5.3 当锚杆体系安放到位，拔除限位销，打开变径笼。

## 7.6 注浆

7.6.1 在裂隙发育以及富含地下水的岩层中进行锚杆施工时，应对钻孔周边孔壁进行渗水试验

7.6.2 锚杆注浆应符合下列规定：

1 向下倾斜或竖向的锚杆注浆，注浆管的出浆口至孔底的距离不应大于 300mm，浆液应自下而上连续灌注，且应确保从孔内顺利排水、排气；

2 注浆设备的浆液生产能力应能满足计划量的需要，额定压力应能满足注浆要求，采用的注浆管应在 1h 内完成单根锚杆的连续注浆；

3 注浆后不得随意敲击杆体，也不得在杆体上悬挂重物。

7.6.3 注浆材料应根据设计要求确定，材料性质不得对杆体产生不良影响，宜采用水灰比为 0.4~0.6 的纯水泥浆，水泥标号不得低于 P.O.42.5；采用水泥砂浆时，其强度等级不得低于 30MPa。。

7.6.4 注浆浆液应搅拌均匀，随拌随用，并应在初凝前用完。搅拌时，应采取防止石块、杂物混入浆液的措施。

7.6.5 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。

7.6.6 锚固段注浆体的抗压强度不应小于 20 MPa，浆体强度检验用的试块数量，若单日施工的锚杆数量不足 30 根，则每累计 30 根锚杆不应少于一组；若单日施工的锚杆数量超过 30 根，则每天不应少于一组。每组试块的数量不应少于 6 个。

7.6.7 当遇地层岩体较差（岩体节理、裂隙发育、破碎、构造破碎带）、软弱岩层或土层时，为提高地层锚固力，可进行二次高压劈裂注浆。

## 7.7 张拉和锁定

7.7.1 锚杆采用预应力锚杆时，其张拉和锁定应符合下列规定：

- 1 锚杆承载构件的承压面应平整，并与锚杆轴线方向垂直；
- 2 锚杆张拉前应对张拉设备进行标定；
- 3 锚杆张拉应在同批次锚杆验收试验合格后，且承载构件的混凝土抗压强度值不低于设计要求；
- 4 锚杆正式张拉前，使用张拉锚同时应取 10%~20%抗拔力特征值  $T_{ak}$  对锚杆预张拉 1~2 次，每次均应松开并重新安装夹片，使杆体完全平直，各部位接触紧密；
- 5 锚具应符合《预应力筋用锚具、夹具和连接器》（GB/T 14370-2015）的要求。

7.7.2 锚杆张拉至  $1.10T_{ak} \sim 1.20T_{ak}$  时，对砂性土层应持荷 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。锚杆张拉荷载的分级和位移观测时间应按表 7.7.2 的规定。

表 7.7.2 锚杆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、砂土层	黏性土层	
$0.10T_{ak} \sim 0.20T_{ak}$	2	2	不大于 100
$0.50T_{ak}$	5	5	
$0.75T_{ak}$	5	5	
$1.00T_{ak}$	5	10	不大于 50
$1.10T_{ak} \sim 1.20T_{ak}$	10	15	

注：  $T_{ak}$ ——锚杆抗拔力特征值。

7.7.3 锚杆锁定后通过预留注浆管和排气管对锚头和锚杆自由段间的空隙应进行补浆，注浆管应插到预留钢管底部，注浆应饱满。

7.7.4 锚杆施工完毕后，应对其张拉力和外观进行复查，复查合格后方可切割锚具外超长部分高强螺纹钢筋，锚头部分涂防腐剂后进行封锚。

## 8 检测

### 8.1 一般规定

8.1.1 对于工程锚杆，应针对不同岩土环境进行验收试验并出具检测报告，判定施工质量是否达到设计要求。

8.1.2 一般情况下，验收试验所需检测锚杆数量不得少于每种类型锚杆总数的 5%且不得少于 3 根；对于特殊地质环境或重要工程，检测单位应出具相应专项方案。

8.1.3 验收试验锚杆应随机抽样，对于建设、设计与监理单位提出的疑问锚杆，也应抽作验收锚杆。

### 8.2 验收试验

8.2.1 验收试验中，永久性的锚杆最大试验荷载不应小于锚杆抗拔力特征值的 1.5 倍。

8.2.2 验收试验应分级加荷，初始荷载宜取锚杆抗拔力特征值的 10%，分级加荷值宜取锚杆抗拔力特征值的 50%、75%、1.00 倍、1.20 倍、1.35 倍和 1.50 倍。

8.2.3 验收试验中，每级荷载的稳定时间均不应小于 5min，最后一级荷载的稳定时间应为 10min，并应记录每级荷载下的位移增量。如在上述稳定时间内锚头位移增量不超过 1.0mm，可认为锚头位移收敛稳定；否则该级荷载应再维持 50min，并在 20、30、40、50 和 60min 时记录锚杆位移增量。

8.2.4 验收试验中，加荷至最大试验荷载并观测 10min，待位移稳定后即卸荷，然后加荷至锁定荷载锁定。试验结果应按本规程附录 F 绘制荷载—位移（ $P-S$ ）曲线。

8.2.5 验收试验中，对预应力锚杆，当符合下列要求时，应判定验收合格：

1 在最大试验荷载下所测得的弹性位移量，应大于该荷载下杆体自由段长度理论弹性伸长值的 60%（非位移控制锚杆）或 80%（位移控制锚杆），且小于锚头到扩大头之间杆体长度的理论弹性伸长值；

2 在最后一级荷载作用下锚头位移应收敛稳定。

8.2.6 对非预应力锚杆，当符合下列要求时，应判定验收合格：

1 在抗拔力特征值荷载下所测得的位移量应小于锚杆工作位移允许值；

2 在最后一级荷载作用下锚头位移应收敛稳定。

## 9 质量检验及验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 试验锚杆达到 28d 龄期或浆体强度达到设计强度的 80%后，应进行基本试验以检验抗拔力。扩大头直径的检测方法与抗拔力检测结果应反馈给设计人，必要时调整有关设计参数。

9.1.2 工程锚杆达到 28d 龄期或浆体强度达到设计强度的 80%后，应进行抗拔力验收试验以检验锚杆施工质量。当扩大头直径和长度的检测结果与抗拔力验收试验的检测结果不符时，应以抗拔力验收试验的结论为判定标准。

### 9.2 工程质量检验

9.2.1 锚杆的质量检验应包括下列内容：

- 1 原材料出厂合格证；
- 2 变径笼合格证及质保单；
- 3 材料现场抽检试验报告；
- 4 锚杆浆体强度等级检验报告。

9.2.2 锚杆的抗拔力检验应按照本规程第 6.4 节验收试验的规定进行。抗拔力验收试验的数量不应小于工程锚杆总数的 5%且不少于 3 根。锚杆验收试验出现不合格锚杆时，应增加锚杆试验数量，增加的锚杆试验根数应为不合格锚杆的 3 倍。

9.2.3 锚杆的质量检验应符合表 9.2.3 的规定。

表 7.2.3 锚杆工程质量检验标准

项目	序号	检查项目	单位	允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	锚杆杆体插入长度	mm	+100/-30	用钢尺量
	2	锚杆拉力特征值	kN	设计要求	现场抗拔试验
	3	扩体长度	mm	±100	钻机自动监测记录或现场监测
	4	扩体直径	mm	≥1.0 倍设计直径	测孔设备
一般项目	1	锚杆位置	mm	100	用钢尺量
	2	钻孔倾斜度	°	±2	测斜仪等
	3	浆体强度	MPa	设计要求	试样送检
	4	注浆量	L	大于理论计算浆量	检查计量数据
	5	杆体总长度	m	不小于设计长度	用钢尺量

### 9.3 工程验收

9.3.1 锚杆工程验收应提交下列资料：

- 1 材料出厂合格证、变径笼合格证及质保单；
- 2 现场抽检报告、水泥浆或水泥砂浆试块抗压强度等级试验报告；
- 3 工程验收时，应检查钻机自动监测记录和锚杆工程施工记录；
- 4 锚杆验收试验报告；
- 5 隐蔽工程检查验收记录；
- 6 设计变更报告；
- 7 工程重大问题处理文件；
- 8 竣工图。

### 9.4 不合格锚杆处理

9.4.1 对抗拔力不合格的锚杆，应废弃或降低标准使用。

9.4.2 锚杆抗拔力验收试验出现不合格锚杆时，在不影响结构整体受力的条件下，可分区按力学效用相同的不合格锚杆占总量的比率推算锚杆实际总抗拔力与设计总抗拔力的差值，按不小于差值的原则增补锚杆。

**附录 A**  
**锚杆杆体材料力学性能**  
**(资料性附录)**

A.0.1 预应力混凝土用螺纹钢筋的力学特性应符合表 A.0.1 的规定。

A.0.1 预应力混凝土用螺纹钢筋力学特性

级别	屈服强度 $f_y$ (MPa)	抗拉强度 标准值 $f_y$ (MPa)	断后伸长率 $A$ (%)	最大力下总 伸长率 $A_{gt}$ (%)	应力松弛性能		
					初始应力	1000h 后应力 松弛率 (%)	
不小于					3.5	$0.8f_y$	$\leq 3$
PSB785	785	980	7				
PSB830	830	1030	6				
PSB930	930	1080	6				
PSB1080	1080	1230	6				
PSB1200	1200	1330	6				

注：预应力混凝土用螺纹钢筋抗拉强度设计值采用表中屈服强度除以 1.2。

A.0.2 预应力混凝土用螺纹钢筋的力学特性应符合表 A.0.2 的规定。

A.0.2 热处理钢筋力学特性

钢筋种类	钢筋直径 $d$ (mm)	抗拉强度标准值 $f_{py}$ (MPa)	抗拉强度标准值 $f_{py}$ (MPa)
40Si2Mn	6	1470	1040
48Si2Mn	8.2		
45Si2Cr	10		

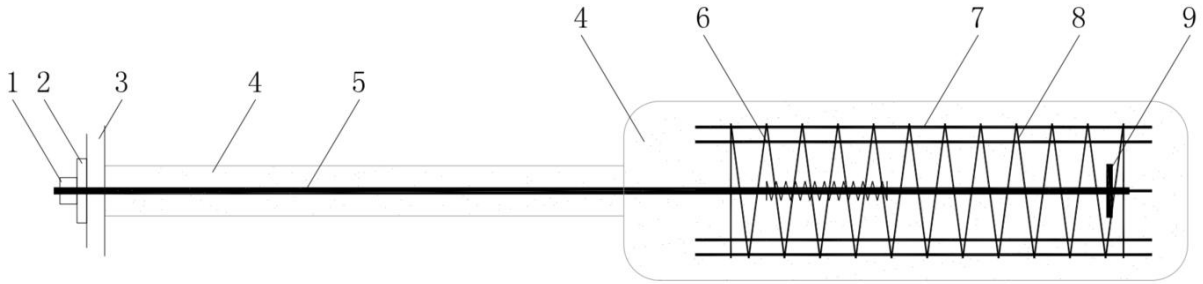
A.0.3 普通螺纹钢筋的力学特性应符合表 A.0.3 的规定。

A.0.3 热处理钢筋力学特性

钢筋种类		钢筋直径 $d$ (mm)	抗拉强度标准值 $f_{py}$ (MPa)	抗拉强度标准值 $f_{py}$ (MPa)
热轧 钢筋	HRB335 (20MnSi)	6~50	335	300
	HRB400 (20MnSiV、 20MnSiNb、20MnTi)	6~50	400	360
	RRB400 (K20MnSi)	8~40	400	360

**附录 B**  
**变径笼扩体锚杆结构组成**  
**(资料性附录)**

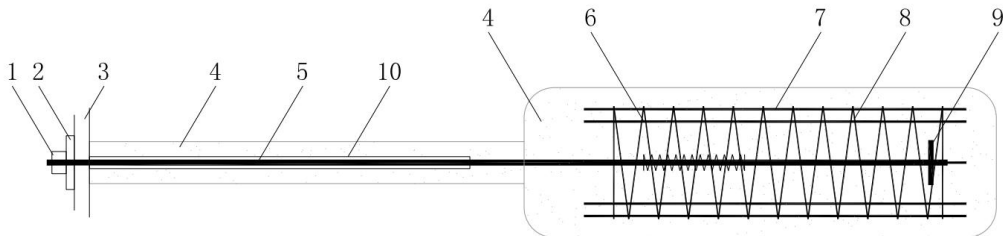
B 0.1 全长锚固类变径笼扩体锚杆（索）结构组成，见附图 B.0.1 所示。



1-锚具；2-锚垫板；3-锚座；4-注浆体；5-锚杆（索）杆体（可为1根或多根高强螺纹钢筋、普通钢筋、钢绞线、其他纤维材质等）；6-变径笼；7-竖筋；8-箍筋（应为整根连续不间断的钢丝绳或其他纤维材质等）；9-承压板

附图 B.0.1 全长锚固类变径笼扩体锚杆（索）结构

B 0.2 集中锚固类变径笼扩体锚杆（索）结构组成，见附图 B.0.2 所示。



1-锚具；2-锚垫板；3-锚座；4-注浆体；5-锚杆（索）杆体（可为1根或多根高强螺纹钢筋、普通钢筋、钢绞线、其他纤维材质等）；6-变径笼；7-竖筋；8-箍筋（应为整根连续不间断的钢丝绳或其他纤维材质等）；9-承压板；10-套管

附图 B.0.2 集中锚固类变径笼扩体锚杆（索）结构

## 用词说明

1 本指南执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合《××××××》（×××）的有关规定”。

2) 当引用标准中的其他规定时，应表述为“应符合本指南第×章的有关规定”、“应符合本指南第×.×节的有关规定”、“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行。”