

14 植筋技术

14.1 一般规定

14.1.1 本章的植筋技术适用于钢筋混凝土结构。对素混凝土结构和最小配筋百分率不符合构造要求的钢筋混凝土结构,其植筋应按锚栓计算方法进行设计(见本规范第15章)。

14.1.2 采用植筋技术对混凝土结构进行加固改造时,原构件的混凝土强度等级应按现场检测结果确定。

当采用HRB335级钢筋种植时,原构件混凝土强度等级不得低于C15;当采用HRB400级钢筋种植时,原构件混凝土强度等级不得低于C20。

注:若需采用HPB235级钢筋种植时,其钢筋直径不得大于12mm;原构件混凝土强度等级不得低于C20。

14.1.3 混凝土结构加固改造工程中,植筋使用的粘结剂分为两类:

- 1 以水泥为主成份,与微膨胀剂等组成的普通粘结剂;
- 2 以聚氨酯甲基丙烯酸酯,或乙烯基酯甲基丙烯酸酯,或改性环氧树脂等为主成份,与水泥、石英砂等组成的高性能粘结剂。

14.1.4 当被植筋的混凝土结构可提供足够的锚固长度,且仅受静力作用时,上述两类粘结剂均可使用;若被植筋的混凝土结构受有动荷载作用,或其构造上难以增大锚固长度而又要求所植钢筋不致发生脆性粘结破坏时,应选用高性能粘结剂。

14.1.5 承重结构植筋使用的粘结剂,除应按本规范第2章的规定检验其安全性能外,尚应具有耐久性及冻融循环试验验证合格的证书。

14.1.6 当采用高性能粘结剂植筋时,其植筋构造及锚固长度应按本规范的规定进行设计计算;若采用普通粘结剂植筋,其基本锚固长度,应按现行《混凝土结构设计规范》GB 50010“钢筋的锚固”一节确定。

14.1.7 当采用符合本规范规定的植筋进行混凝土结构加固改造时,被植筋的钢筋混凝土结构构件的强度、刚度、抗裂度和稳定性的验算可按整体构件进行。

14.2 计算方法

14.2.1 当采用高性能粘结剂进行植筋时,其受拉承载力应按下列公式验算:

$$N \leq f_y A_s \tag{14.2.1}$$

式中： N —轴向拉力设计值；

f_y —钢筋的抗拉强度设计值；

A_s —钢筋的截面面积。

此时，钢筋的设计锚固长度应大于基本锚固长度。

14.2.2 基本锚固长度 l_b 应按下列公式确定：

$$l_b = \alpha f_y \tag{14.2.2}$$

式中，系数 α 按表 14.2.2 确定。

表 14.2.2 系数 α (mm^3/N)

混凝土强度 钢筋直径(mm)	混凝土强度			
	C15	C20	C25	$\geq \text{C30}$
8	0.44	0.38	0.34	0.33
10	0.64	0.55	0.49	0.46
12	0.86	0.74	0.66	0.61
14	1.10	0.95	0.85	0.77
16	1.30	1.12	1.01	0.93
18	1.57	1.36	1.22	1.11
20	1.80	1.56	1.39	1.30
22	2.10	1.82	1.63	1.50
25	2.63	2.28	2.04	1.84
32	3.85	3.34	2.98	2.70

注：1 当混凝土强度等级不低于 C40 时，对抗剪强度（钢—钢）最小值不低于 $21\text{N}/\text{mm}^2$ 的粘结剂，其植筋的系数 α 值允许乘以 0.9。

2 植筋钻孔直径 D 按本规范表 14.4.1 取用。当钻孔直径 D 略大于本规范表 14.4.1 时， α 值仍按本表取用；当钻孔直径小于表 14.4.1 时，应将本表所列的 α 值乘以 1.05 的系数。

14.2.3 若所植钢筋的直径及配筋面积系按原有钢筋的实测结果配置，且原有钢筋的实际配筋面积大于设计计算值时，其植筋的基本锚固长度可根据配筋裕量进行修正，但修正时应满足下列关系式的要求：

$$l_{b,d} = \alpha_{b,d} l_b \leq l_{b,min} \tag{14.2.3-1}$$

· 2 ·

$$\alpha_{b,d} = A_{s,d} / A_{s,p} \quad (14.2.3-2)$$

式中： $l_{b,d}$ —修正的基本锚固深度；

$\alpha_{b,d}$ —配筋裕量修正系数；

$A_{s,d}$ —设计计算要求的配筋面积；

$A_{s,p}$ —实际的配筋面积；

$l_{b,min}$ —构造要求的最小锚固长度(见第 14.2.4 条)

注：本条规定的修正值不适用于承受动荷载或进行抗震设计的构件。

14.3 构造要求

14.3.1 为使所植钢筋能正常传力,其最小锚固长度应符合下列构造要求：

1 受拉区锚固： $l_{b,min} = \max \{0.6l_b; 10d; 150mm\}$ ；

2 受压区锚固： $l_{b,min} = \max \{0.3l_b; 7d; 100mm\}$ 。

14.3.2 当构件的一个截面中有 30% 以上的受拉钢筋需与所植的钢筋塔接时,其植筋的基本锚固长度 l_b (或 $l_{b,d}$) 应乘以表 14.3.2 的放大系数 η 予以加长(图 14.3.2)。

图 14.3.2 钢筋搭接示意图

表 14.3.2 钢筋受拉搭接时的放大系数 η 值

钢筋搭接率	<30%	$\geq 30\%$		
钢筋净间距 s_1	$\geq 10d$	$\geq 10d$	$< 10d$	$< 10d$
边距 c	$\geq 5d$	$< 5d$	$\geq 5d$	$< 5d$
η 值	1.0	1.4		2.0

注: d 为所植钢筋直径。

14.3.3 新植钢筋与原有钢筋在搭接部位的净间距 s_1 及 s_2 , 应符合下列构造要求(图 14.3.2):

$$1 \quad s_1 \geq \max \{2d; 20\text{mm}\};$$

$$2 \quad s_2 \leq 4d。$$

若净间距 $4d < S_2 \leq 6d$, 则新植钢筋的基本锚固长度应增加 $2d$ 。 S_2 不允许大于 $6d$ 。

14.3.4 用于植筋的钢筋混凝土构件, 其最小厚度 h_{\min} 应符合下列规定:

$$h_{\min} \geq l_b + 2D$$

14.4 施工要求

14.4.1 植筋前的钻孔, 应使用专门的电钻和钻头。钻头直径的允许公差应符合表 14.4.1 的规定。钻孔直径 D 应与植筋直径 d 匹配, 最佳的匹配值如表 14.4.2 所示。

表 14.4.1 硬质合金钻头切削直径允许公差

公称直径(mm)	允许公差(mm)
8~10	+0.05~+0.45
12~18	+0.1~+0.5
20~30	+0.1~0.55
32~35	+0.15~+0.7
40	+0.15~+0.8

表 14.4.2 植筋直径与对应的最佳钻孔直径

钢筋的直径 d (mm)	最佳钻孔直径 D (mm)
8	12
10	14
12	16
14	18
16	22
18	24
20	28
22	30
25	32
28	35
32	40

14.4.2 植筋的孔洞应清理干净;孔内应干燥、无积水。

14.4.3 植筋用粘结剂,应使用专门的灌注器或注射器进行灌注,并应符合下列要求:

- 1 灌注的方式应不妨碍孔洞中的空气排出;
- 2 灌注的剂量应以植入钢筋后有少许粘结剂溢出为宜。

14.4.4 粘结剂完全固化前,不得触动所植钢筋。

粘结剂固化时间与环境温度的关系应按产品说明书确定。

术语和符号

1 术语

基本锚固长度— 在轴向拉力作用下,使被植钢筋达到屈服强度的最小埋深。

最小锚固长度— 构造上要求的植筋最小埋深。当计算所需埋深小于构造最小埋深要求时,取构造最小埋深作为锚固长度。

固化时间— 一定温度下,植筋胶与固化剂充分反应,使所植钢筋可以完全承受设计荷载作需最小时间。

2 符号

N — 轴向拉力设计值(N)

d — 钢筋直径(mm)