

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为使在钢结构工程中，高强度螺栓连接的设计、施工做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，制定本规程。

第 1.0.2 条 本规程适用于工业与民用建筑钢结构工程中高强度螺栓连接的设计、施工与验收。

第 1.0.3 条 高强度螺栓连接的设计、施工及验收，除按本规程的规定执行外，尚应符合《钢结构设计规范》(GBJ17)、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GBJ18)及《钢结构工程施工及验收规范》(GBJ205)的有关规定。

设计在特殊环境（如高温或腐蚀作用）中应用的高强度螺栓连接时，尚应符合现行有关专门标准的要求。

第 1.0.4 条 本规程采用的高强度螺栓连接副，应分别符合《钢结构用大六角头螺栓》(GB1228)、《钢结构用高强度大六角螺母型式与尺寸》(GB1229)、《钢结构用高强度垫圈型式与尺寸》(GB1230)、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》(GB1231)或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副形式尺寸》(GB3632)和《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副技术条件》(GB3633)的规定。

第 1.0.5 条 在设计图、施工图中均应注明所用高强度螺栓连接副的性能等级、规格、连接型式、预拉力、摩擦面抗滑移系数以及连接后的防锈要求。当设计中选用两种或两种以上直径的高强度螺栓时，还应注明所选定的需进行抗滑移系数检验的螺栓直径。

第 1.0.6 条 在高强度螺栓施拧、构件摩擦面处理及安装过程中，应遵守国家劳动保护和安全技术等有关规定。

第二章 连接设计

第一节 一般规定

第 2.1.1 条 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数的设计表达式进行计算。高强度螺栓连接应按其不同类型分别考虑下列极限状态：

一、摩擦型连接 在荷载设计值下，连接件之间产生相对滑移，作为其承载能力极限状态；

二、承压型连接 在荷载设计值下，螺栓或连接件达到最大承载能力，作为其承载能力极限状态；在荷载标准值下，连接件间产生相对滑移，作为其正常使用极限状态。

第 2.1.2 条 高强度螺栓连接宜按构件的内力设计值进行设计。必要时（如需与构件等强度连接），也可按构件的承载力设计值进行设计。

第 2.1.3 条 高强度螺栓承压型连接不得用于下列各种构件连接中：

直接承受动力荷载的构件连接；

承受反复荷载作用的构件连接；

冷弯薄壁型钢构件连接。

第 2.1.4 条 对壁厚小于 4mm 的冷弯薄壁型钢，其连接摩擦面处理宜只采用清除油垢或钢丝刷清除浮锈的方法。

第 2.1.5 条 在同一设计项目中，所选用的高强度螺栓直径，不宜多于两种；用于冷弯薄壁型钢连接的高强度螺栓直径，不宜大于 16mm。

第 2.1.6 条 高强度螺栓连接的环境温度高于 150℃ 时，应采取隔热的措施予以防护。摩擦型连接的环境温度为 100～

150℃时，其设计承载力应降低 10%。

第二节 摩擦型连接的计算

第 2.2.1 条 抗剪连接（承受垂直于螺栓杆轴方向内力的连接）中，一个高强度螺栓的受剪承载力设计值 N_v^b 应按下式计算：

$$N_v^b = k \cdot n_f \cdot \mu \cdot P \quad (2.2.1)$$

式中 k ——系数，对普通钢结构构件 $k=0.9$ ，对冷弯薄壁型钢构件 $k=0.8$ ；

n_f ——传力摩擦面数；

μ ——摩擦面的抗滑移系数，按表 2.2.1-1 采用；

P ——高强度螺栓的预拉力按表 2.2.1-2 采用。

N_v^b 值亦可由表 2.2.3 查得。

摩擦面抗滑移系数 μ 值

表 2.2.1-1

连接处构件摩擦面的处理方法		构件的钢号		
		3 号钢	16Mn 钢或 16Mnq 钢	15MnV 钢或 15MnVq 钢
普通 钢结 构	喷砂（丸）	0.45	0.55	0.55
	喷砂（丸）后涂无机富锌漆	0.35	0.40	0.40
	喷砂（丸）后生赤锈	0.45	0.55	0.55
	钢丝刷清除浮锈或未经处理的干净轧制表面	0.30	0.35	0.35
冷弯 薄壁 型钢 结构	喷砂、	0.4	0.45	—
	热轧钢材轧制表面清除浮锈	0.3	0.35	—
	冷轧钢材轧制表面清除浮锈	0.25	—	—
	镀锌表面	0.17	—	—

注：当连接构件采用不同钢号时， μ 值应按相应的较低值取用。

每个高强度螺栓的预拉力 $P(\text{kN})$

表 2.2.1-2

螺栓性能 等 级	螺栓公称直径 (mm)						
	12	16	20	22	24	27	30
8.8S	45	70	110	135	155	205	250
10.9S	55	100	155	190	225	290	355

第 2.2.2 条 螺栓杆轴方向受拉的连接中, 一个高强度螺栓的受拉承载力设计值 N_t^b 应按下式计算:

$$N_t^b = 0.8 \cdot P \quad (2.2.2)$$

第 2.2.3 条 摩擦型连接同时承受剪切和螺栓杆轴方向的外拉力时, 一个高强度螺栓的受剪承载力设计值应按下式计算:

$$N_v^b = k \cdot n_f \cdot \mu \cdot (P - 1.25 N_t) \quad (2.2.3)$$

式中 N_t ——每个高强度螺栓在其杆轴方向的外拉力, 其值不得大于 $0.8P$ 。

无外拉力时, 连接普通钢结构构件的每个高强度螺栓, 在一个摩擦面上的受剪承载力设计值可由表 2.2.3 中查得。

第 2.2.4 条 在轴向受力构件采用高强度螺栓摩擦型连接处, 构件强度 σ 应按下式计算:

$$\sigma = \frac{N'}{A_n} \leq f \quad (2.2.4-1)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq f \quad (2.2.4-2)$$

式中 N ——轴向拉力或轴心压力;

N' ——折算轴力, 对普通钢结构构件为:

$$(1 - 0.5 \frac{n_1}{n}) N;$$

对冷弯薄壁型钢结构构件为: $(1 - 0.4 \frac{n_1}{n}) N;$

A_n ——构件净截面面积;

A ——构件毛截面面积;

n_1 ——所计算截面（连接最外列螺栓处）上高强度螺栓数；

n ——在节点或拼接处，构件一端连接的高强度螺栓数；

f ——构件钢材抗拉或抗压强度设计值。

摩擦型连接中每个高强度螺栓
一个摩擦面上的受剪承载力（kN）

表 2.2.3

序号	螺栓的性能等级	螺栓公称直径 (mm)	预拉力 P (kN)	摩擦面抗滑移系数 μ				
				0.25	0.35	0.40	0.45	0.55
1	8.8S	M12	45	10.12	14.17	16.20	18.22	22.27
2		M16	70	15.75	22.05	25.20	28.35	39.65
3		M20	110	24.75	34.65	39.60	44.55	54.45
4		M22	135	30.37	42.52	48.60	54.67	66.82
5		M24	155	34.87	48.82	55.80	62.77	76.72
6		M27	205	46.12	64.57	73.80	88.02	101.47
7		M30	250	56.25	78.75	90.00	101.25	123.75
8	10.9S	M12	55	12.37	17.32	19.80	22.27	27.22
9		M16	100	22.50	31.50	36.00	40.50	49.50
10		M20	155	34.87	48.82	55.80	62.77	76.72
11		M22	190	42.75	59.85	68.40	76.95	94.05
12		M24	225	50.62	70.87	81.00	91.12	111.37
13		M27	290	65.25	91.35	104.40	117.45	143.55
14		M30	355	79.87	111.82	127.80	143.77	175.72

注 1. 当用于冷弯薄壁型钢结构连接时，表中值应乘以 0.89 予以降低；

2. 当高强度螺栓连接同时承受剪切和螺栓杆轴方向的外拉力时，其抗剪承载力设计值应按表中数值乘以 $(\frac{P - 1.25N_t}{P})$ 予以降低。

第 2.2.5 条 抗剪摩擦型连接在动力荷载重复作用下，可不进行疲劳计算；但其连接处的主体金属，应按《钢结构设计规范》（GBJ17）中有关规定进行疲劳计算。

第三节 承压型连接的计算

第 2.3.1 条 高强度螺栓的承压型连接, 应按表 2.2.1-2 中数值施加预拉力设计值 P , 其连接处摩擦面的处理方法与摩擦型连接要求相同。

第 2.3.2 条 在受剪承压型连接中, 每个高强度螺栓的承载力, 应取受剪和承压承载力设计值的较小者; 同时尚应按第 2.3.5 条控制受剪承载力的取值:

受剪承载力设计值

$$N_v^b = n_v \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot f_v^b \quad (2.3.2-1)$$

承压承载力设计值

$$N_c^b = d \cdot \sum t \cdot f_c^b \quad (2.3.2-2)$$

式中 n_v ——受剪面数;

d ——螺栓公称直径; 在式 (2.3.2-1) 中, 当剪切面在螺纹处时, 应用螺纹有效直径 d_e 代替 d , 但应尽量避免螺纹深入到剪切面;

$\sum t$ ——在同一受力方向的承压构件的较小总厚度;

f_v^b, f_c^b ——螺栓的抗剪和母材承压强度设计值, 应按表 2.3.2 中采用。

承压型连接的强度设计值(kN/cm²)

表 2.3.2

名称	螺栓性能等级		构件钢材						
	8.8S	10.9S	3号钢	16Mn 钢或 16Mnq 钢 钢材厚度(mm)			15MnV 钢或 15MnVq 钢 钢材厚度(mm)		
				<16	17~25	26~36	<16	17~25	26~36
抗剪 f_v^b	25.0	31.0	/	/	/	/	/	/	/
承压 f_c^b	/	/	46.5	64.0	61.5	59.0	66.5	64.0	61.5

第 2.3.3 条 承压型连接承受螺栓杆轴方向的外拉力时, 每个高强度螺栓的受拉承载力设计值 N_t^b 应按式 (2.2.2) 计算。

第 2.3.4 条 承压型连接同时承受剪切和螺栓杆轴方向的外拉力时, 每个高强度螺栓所承受的外力应满足式 (2.3.4-1) 和 (2.3.4-2) 的要求。

$$\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2 \leq 1 \quad (2.3.4-1)$$

$$N_v \leq \frac{N_c^b}{1.2} \quad (2.3.4-2)$$

式中 N_v 、 N_t ——每个高强度螺栓所承受的剪力和拉力;

N_v^b 、 N_t^b 、 N_c^b ——每个高强度螺栓的受剪、受拉和承压承载力设计值。

第 2.3.5 条 在承受剪切或同时承受剪切和螺栓杆轴方向拉力的承压型连接中, 高强度螺栓的受剪承载力设计值不得大于按摩擦型连接计算的 1.3 倍。

第 2.3.6 条 轴心受力构件采用高强度螺栓承压型连接处, 构件强度 σ 应按下式计算:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \quad (2.3.6)$$

第四节 接头设计

第 2.4.1 条 在同一接头同一受力部位上, 不得采用高强度螺栓摩擦型连接与承压型连接混用的连接, 亦不得采用高强度螺栓与普通螺栓混用的连接。在改建、扩建或加固工程中以静载为主的结构, 其同一接头同一受力部位上, 允许采用高强度螺栓摩擦型连接与侧角焊缝或铆钉的混用连接。并考虑其共同工作。

在同一接头中, 允许按不同受力部位分别采用不同性质连接

所组成的并用连接（如梁柱刚节点中，梁翼缘与柱焊接，梁腹板与柱高强螺栓连接）并考虑其共同工作。

第 2.4.2 条 在不同板厚的连接处，应设置垫板，垫板两面均应作与母材相同的表面处理。当板厚差小于或等于 3mm 时，可参照表 3.4.3 所列方法处理。

第 2.4.3 条 在下列情况的连接中，高强度螺栓的数目应予以增加：

一、一个构件借助垫板或其他中间板件与另一构件连接的承压高强度螺栓数，应按计算增加 10%；

二、搭接或用拼接板的单面连接的承压高强度螺栓数，应按计算增加 10%；

三、在构件的端部连接中，当利用短角钢连接型钢（角钢或槽钢）的外伸肢以缩短连接长度时，在短角钢两肢中的一肢上，所用的高强度螺栓数，应按计算增加 50%。

第 2.4.4 条 组合 I 字梁翼缘采用高强度螺栓连接时（图 2.4.4），宜采用高强度螺栓摩擦型连接，并按下列公式计算：

一、翼缘板与翼缘角钢连接的高强度螺栓：

$$\frac{a}{n} \left(\frac{V \cdot S_1}{I} \right) \leq N^b \quad (2.4.4-1)$$

式中 S_1 ——翼缘板毛截面对梁中和轴的面积矩；

a ——翼缘上高强度螺栓间距；

n ——在间距 a 范围内的高强度螺栓数；

V ——梁计算截面上的剪力；

I ——梁的毛截面惯性矩。

二、翼缘与腹板连接的高强度螺栓：

$$\frac{a}{n} \sqrt{\left(\frac{V \cdot S_2}{I} \right)^2 + \left(\frac{\alpha_1 \cdot \psi \cdot F}{I_x} \right)^2} \leq N^b \quad (2.4.4-2)$$

式中 F ——集中荷载值（对动力荷载应考虑动力系数）；

ψ ——系数，对重级工作制吊车梁 $\psi = 1.35$ ，其它梁

$\psi = 1.0$;

l_z ——集中荷载在腹板计算高度边缘上的假定分布长度，
可按下式计算 $l_z = a_1 + 2h_y$

a_1 ——集中荷载沿梁跨度方向的支承长度，对吊车梁可取
为 50mm；

h_y ——自吊车梁轨顶或其它梁顶面至腹板与翼缘连接栓孔
中心的距离（当双排孔时为下孔）；

α_1 ——系数，当荷载作用于上翼缘且梁的腹板刨平顶紧上
翼缘时， $\alpha_1 = 0.4$ ；其它情况 $\alpha_1 = 1.0$

S_2 ——翼缘毛截面（包括翼缘板、翼缘角钢和腋板）对梁
中和轴的面积矩。

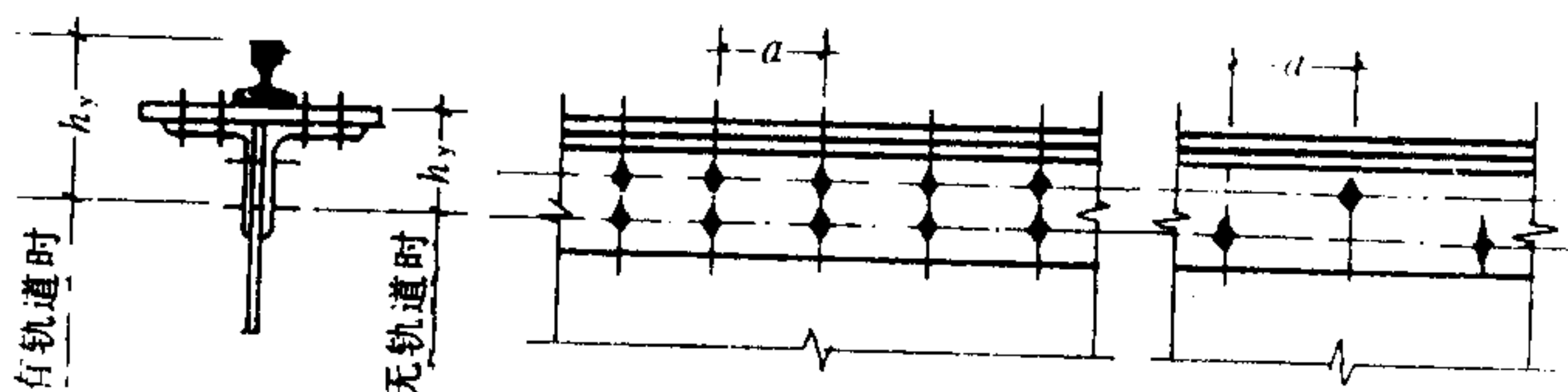


图 2.4.4 组合 I 字梁翼缘连接示意图

第 2.4.5 条 T 型受拉连接接头（图 2.4.5），应采用刚性较大的端板，如加厚端板或设置加劲板。

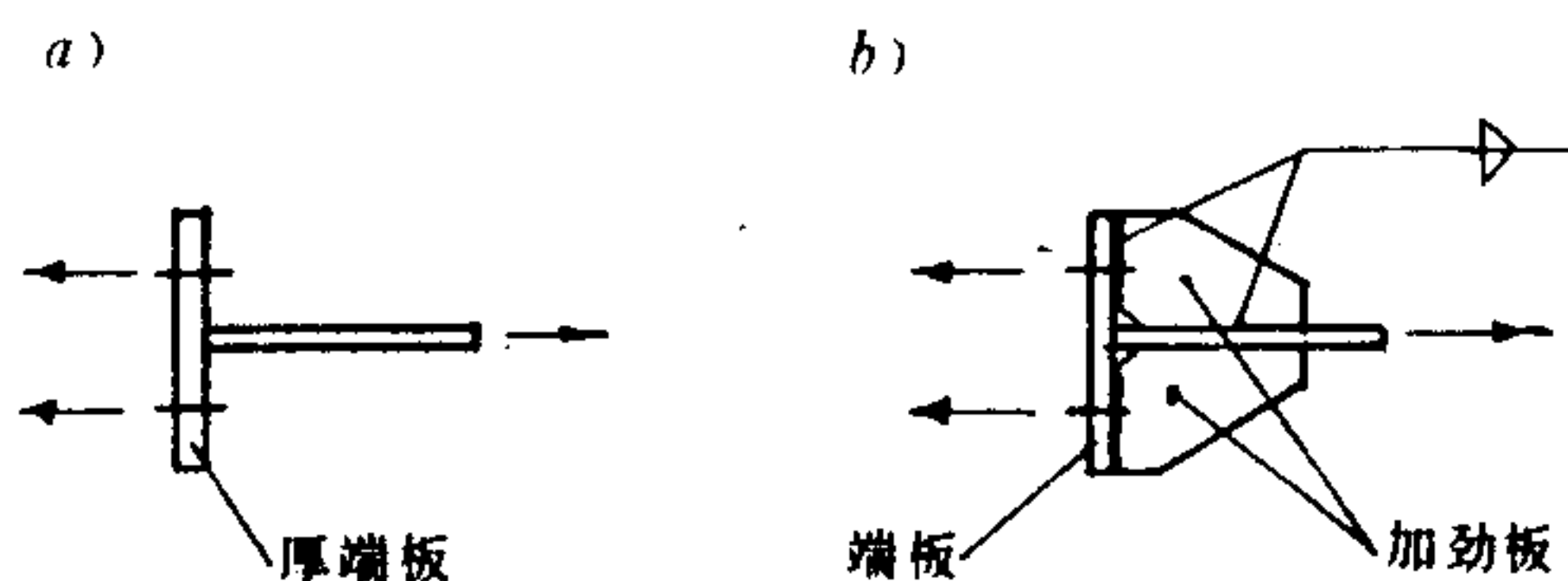


图 2.4.5 T 形受拉连接接头

第 2.4.6 条 同时承受弯矩和剪力的端板连接接头 (图 2.4.6), 其摩擦型连接的高强度螺栓按下列方法计算:

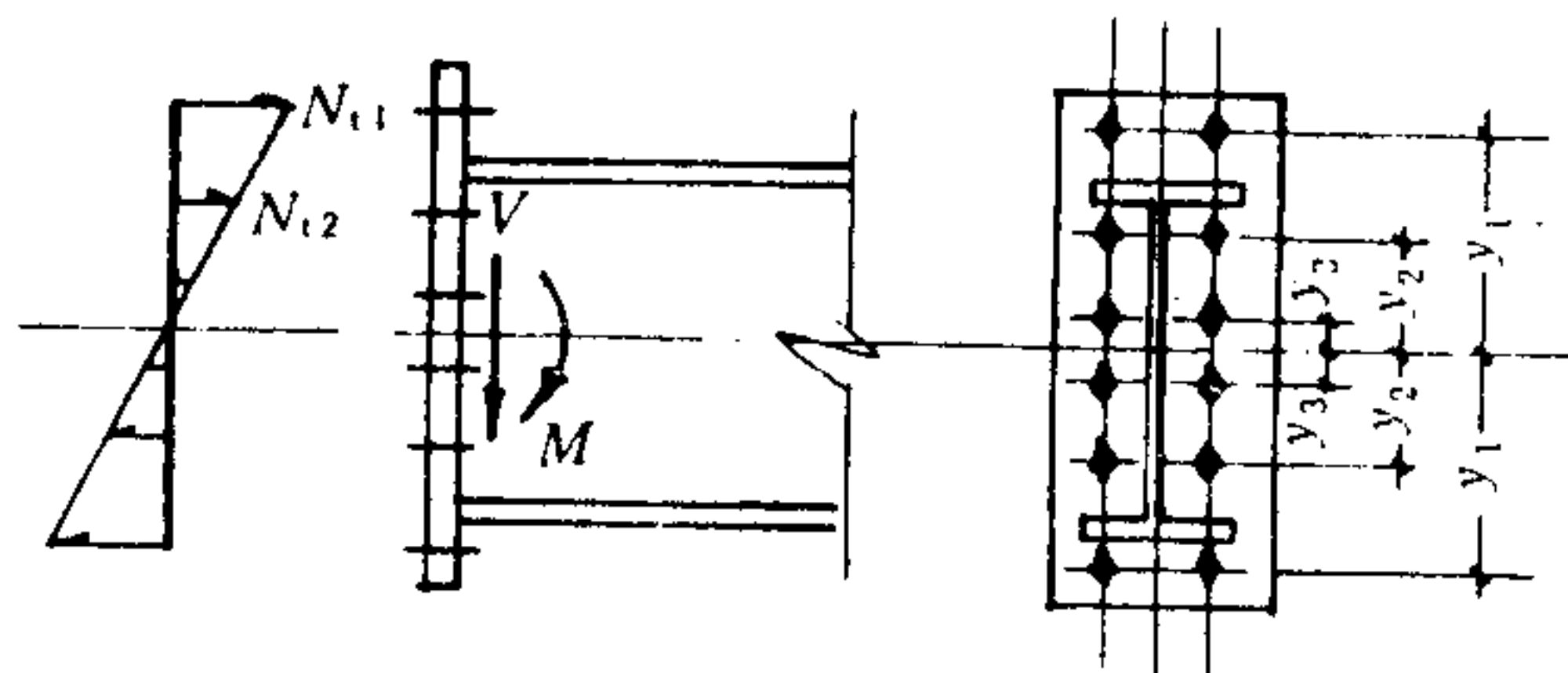


图 2.4.6 端板连接接头

一、弯矩作用下, 受拉边端高强度螺栓承受杆轴方向的最大拉力按下式计算:

$$N_{t1} = \frac{M \cdot y_1}{m \sum y_i^2} \quad (2.4.6-1)$$

式中 y_1 ——螺栓群中和轴至最大拉力螺栓的距离;
 y_i ——每列第 i 个螺栓至螺栓群中和轴的距离;
 m ——螺栓列数。

由公式 (2.4.6-1) 算得的螺栓最大拉力不得超过 $0.8P$ 。

二、普通钢结构构件端板接头的受剪承载力 $[N_v^b]$ 应按下式计算:

$$[N_v^b] = 0.9\mu(nP - 1.25\sum N_{ti}) \quad (2.4.6-2)$$

式中 n ——接头螺栓总数;
 $\sum N_{ti}$ ——受拉区各螺栓所承受拉力之和, 即
 $\sum N_{ti} = N_{t1} + N_{t2} + N_{t3} + \dots$

第 2.4.7 条 承受轴向力、弯矩、剪力共同作用的拼接接头 (图 2.4.7) 中, 高强度螺栓承受的剪力可按下列方法计算:

$$N_1 = \sqrt{\left[\frac{N}{n} + \frac{(M + V \cdot e)y_1}{\sum(x_i^2 + y_i^2)} \right]^2 + \left[\frac{V}{n} + \frac{(M + V \cdot e)x'_1}{\sum(x_i^2 + y_i^2)} \right]^2} \leq N^b \quad (2.4.7-1)$$

式中 N_1 ——受力最大处（对角）的一个高强度螺栓承受的剪力；

M 、 N 、 V ——拼接接头处所承受的弯矩、轴向力和剪力；

n ——拼接接头一侧高强度螺栓数；

x_i 、 y_i ——拼接接头一侧螺栓群中心至第 i 个螺栓的水平
和垂直距离；

x_1 、 y_1 ——螺栓群中心至最远端一排螺栓的水平
和垂直距离；

e ——螺栓群中心至拼接中心的水平距离；

当 $y_1/x_1 > 3$ 时，公式 (2.4.7-1) 可简化为下式：

$$N_1 = \sqrt{\left(\frac{N}{n} + \frac{My_1}{\sum y_i^2} \right)^2 + \left(\frac{V}{n} \right)^2} \leq N^b \quad (2.4.7-2)$$

公式 (2.4.7-1)、(2.4.7-2) 中 N^b 为一个高强度螺栓的设计承载力。对摩擦型连接，该值按公式 (2.2.1) 计算；对承压型连接则按公式 (2.3.2-1)、(2.3.2-2) 二者计算所得承载力设计值中的较小值。

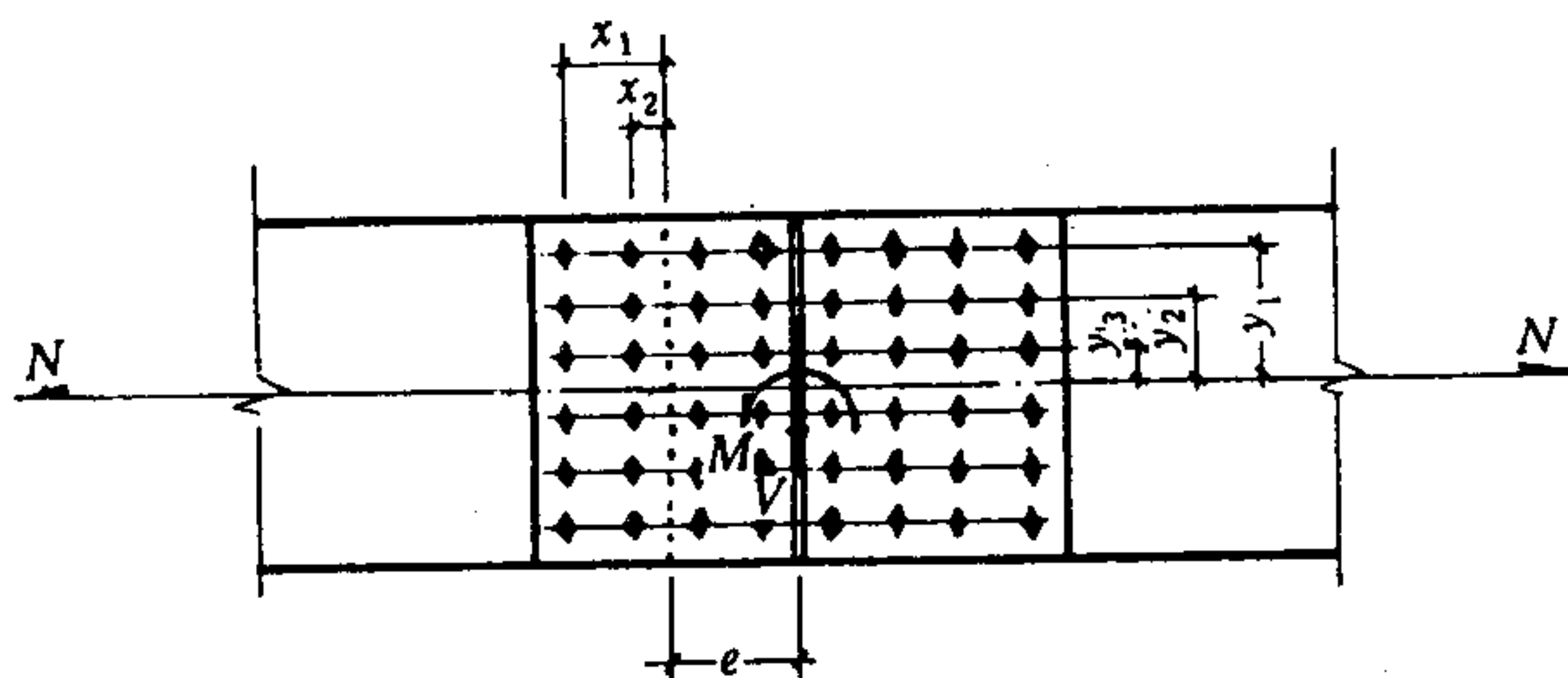


图 2.4.7 板的拼接接头

第 2.4.8 条 I 字形截面梁的全截面拼接接头 (图 2.4.8), 可按弯矩由翼缘和腹板共同承担的方法计算, 也可按弯矩由翼缘承担, 剪力由腹板承担的简化方法计算。

按弯矩由翼缘和腹板共同承担计算时, 翼缘上的高强度螺栓承受的剪力可按下式计算:

$$N_{\text{if}} = \frac{M_1}{n \cdot h} < N^b \quad (2.4.8-1)$$

式中 N_{if} ——翼缘拼接处每个高强度螺栓承受的剪力;

$$M_1 = \frac{M \cdot I_1}{I} \quad (2.4.8-2)$$

M ——拼接处的弯矩;

n ——翼缘拼接接头一侧的高强度螺栓数;

h ——梁高;

I_1 ——翼缘对梁中和轴的毛截面惯性矩;

I ——梁的毛截面惯性矩;

N^b ——按第 2.4.7 条规定采用。

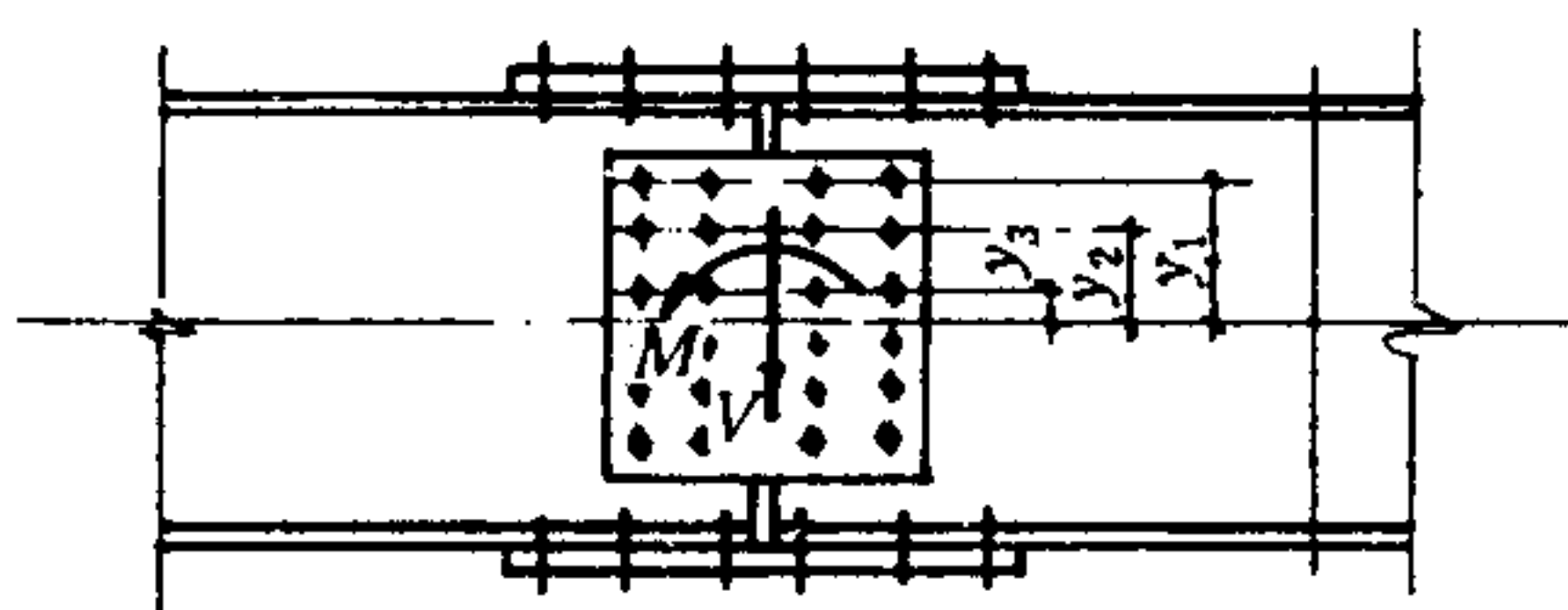


图 2.4.8 I 字形截面梁的拼接

腹板上的高强度螺栓按公式 (2.4.7-1) 或 (2.4.7-2) 计算, 但取 $N=0$, $M=M_2$;

M_2 为腹板分担的弯矩, 按下式计算:

$$M_2 = \frac{M \cdot I_2}{I} \quad (2.4.8-3)$$

式中 I_2 ——腹板对梁中和轴的毛截面惯性矩。

按弯矩由翼缘承担剪力由腹板承担的简化方法计算时, 翼缘上的高强度螺栓承受的剪力按下式计算:

$$N_{1f} = \frac{M}{n \cdot h} \leq N^b \quad (2.4.8-4)$$

此时, 腹板上的高强度螺栓承受的剪力则按下式计算:

$$N_{1w} = \frac{V}{n'} \leq N^b \quad (2.4.8-5)$$

式中 N_{1w} ——腹板拼接处每个高强度螺栓承受的剪力;

n' ——腹板拼接接头一侧的高强度螺栓数目。

第 2.4.9 条 当节点处构件一端或拼接接头一端沿受力方向的连接长度 l_1 大于 $15d_0$ 时, 应将高强度螺栓的承载力乘以折减系数 $(1.1 - \frac{l_1}{150d_0})$, 当 l_1 大于 $60d_0$ 时, 折减系数为 0.7, d_0 为孔径, l_1 为两端栓孔间距离。

第五节 连接构造要求

第 2.5.1 条 每一杆件接头的一端, 高强度螺栓数不宜少于 2 个。

第 2.5.2 条 高强度螺栓孔应采用钻孔, 孔径应按表 2.5.2 采用。

高强度螺栓孔径选配表

表 2.5.2

螺栓公称直径(mm)	12	16	20	22	24	27	30
螺栓孔直径(mm)	13.5	17.5	22	24	26	30	33

注: 承压型连接中高强度螺栓孔径可按表中值减小 0.5~1.0mm。

第 2.5.3 条 高强度螺栓的孔距和边距应按表 2.5.3 的规定采用。

高强度螺栓的孔距和边距值

表 2.5.3

名 称	位置 and 方向		最大值(取两 者的较小值)	最小值
中心间距	外 排		$8d_0$ 或 $12t$	$3d_0$
	中间排	构件受压力	$12d_0$ 或 $18t$	
		构件受拉力	$16d_0$ 或 $24t$	
中心至构件 边缘的距离	顺内力方向		$4d_0$ 或 $8t$	$2d_0$
	垂直内力方向	切割边		$1.5d_0$
		轧制边		$1.5d_0$

注：1) d_0 为高强度螺栓的孔径； t 为外层较薄板件的厚度；

2) 钢板边缘与刚性构件（如角钢、槽钢等）相连的高强度螺栓的最大间距，可按中间排数值采用。

第 2.5.4 条 用高强度螺栓连接的梁，其翼缘板不宜超过三层。翼缘角钢面积不宜少于整个翼缘面积的 30%。当所采用的大型角钢仍不能满足此要求时，可加腋板（图 2.5.4）。此时，角钢与腋板面积之和不应少于翼缘面积的 30%。

当翼缘板不需沿梁通长设置时，理论切断点处外伸长度内的螺栓数，应按与该板 $1/2$ 净截面面积等强的承载力进行计算。

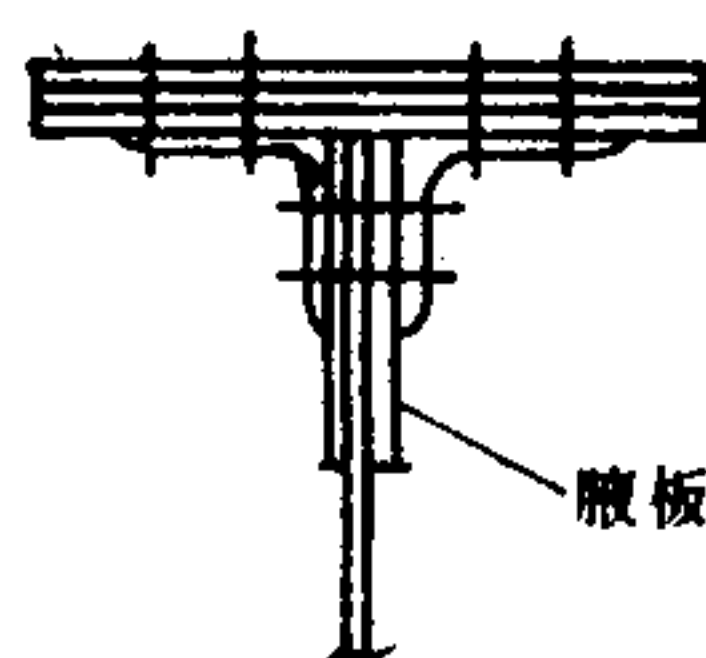


图 2.5.4 高强度螺栓连接梁的翼缘示意图

第 2.5.5 条 当型钢构件的拼接采用高强度螺栓时，其拼接件宜采用钢板，型钢斜面应加垫板。

第 2.5.6 条 高强度螺栓连接处摩擦面，当搁置时间较长

第三章 施工及验收

第一节 高强度螺栓连接副的储运和保管

第 3.1.1 条 大六角头高强度螺栓连接副由一个大六角头螺栓、一个螺母和两个垫圈组成，使用组合应按表 3.1.1 规定。扭剪型高强度连接副由一个螺栓、一个螺母和一个垫圈组成。高强度螺栓连接副应在同批内配套使用。

大六角头高强度螺栓连接副组合

表 3.1.1

螺 栓	螺 母	垫 圈
10.9S	10H	HRC35-45
8.8S	8H	HRC35-45

第 3.1.2 条 高强度螺栓连接副，应由制造厂按批配套供货，并必须有出厂质量证明书。

第 3.1.3 条 高强度螺栓连接副在运输、保管过程中，应轻装、轻卸，防止损伤螺纹。

第 3.1.4 条 高强度螺栓连接副应按包装箱上注明的批号、规格分类保管，室内存放，堆放不宜过高，防止生锈和沾染脏物。高强度螺栓连接副在安装使用前严禁任意开箱。

第 3.1.5 条 工地安装时，应按当天高强度螺栓连接副需要使用的数量领取。当天安装剩余的必须妥善保管，不得乱扔、乱放。在安装过程中，不得碰伤螺纹及沾染脏物，以防扭矩系数发生变化。

第二节 高强度螺栓连接构件的制作

第 3.2.1 条 高强度螺栓连接构件的栓孔孔径应符合设计要求，孔径允许偏差应符合表 3.2.1 的规定。

高强度螺栓连接构件制孔允许偏差 表 3.2.1

名 称		直径及允许偏差 (mm)						
螺 栓	直 径	12	16	20	22	24	27	30
	允许偏差	± 0.43		± 0.52			± 0.84	
螺栓孔	直 径	13.5	17.5	22	(24)	26	(30)	33
	允许偏差	+0.43		+0.52		+0.84		
		0		0		0		
圆度(最大和最小直径之差)		1.00		1.50				
中心线倾斜度		应不大于板厚的 3%，且单层板不得大于 2.0mm，多层板迭组合不得大于 3.0mm。						

第 3.2.2 条 高强度螺栓连接构件栓孔孔距的允许偏差应符合表 3.2.2 的规定。

高强度螺栓连接构件的孔距允许偏差 表 3.2.2

项次	项 目		螺 栓 孔 距 (mm)			
			< 500	500 ~ 1200	1200 ~ 3000	> 3000
1	同一组内任意两孔间	允许	± 1.0	± 1.2	—	—
2	相邻两组的端孔间	偏差	± 1.2	± 1.5	+2.0	± 3.0

注：孔的分组规定

(1) 在节点中连接板与一根杆件相连的所有连接孔划为一组。

(2) 接头处的孔：通用接头—半个拼接板上的孔为一组；阶梯接头—两接头之间的孔为一组。

(3) 在两相邻节点或接头间的连接孔为一组，但不包括 (1)、(2) 所指的孔。

(4) 受弯构件翼缘上，每 1m 长度内的孔为一组。

第 3.2.3 条 高强度螺栓的栓孔应采用钻孔成型，孔边应无飞边、毛刺。

第 3.2.4 条 高强度螺栓连接处板迭上所有螺栓孔，均应采用量规检查，其通过率为：

用比孔的公称直径小 1.0mm 的量规检查，每组至少应通过 85%；用比螺栓公称直径大 0.2~0.3mm 的量规检查，应全部通过。

第 3.2.5 条 按第 3.2.4 条检查时，凡量规不能通过的孔，必须经施工图编制单位同意后，方可扩钻或补焊后重新钻孔。扩钻后的孔径不得大于原设计孔径 2.0mm，补焊时，应用与母材力学性能相当的焊条补焊，严禁用钢块填塞。每组孔中经补焊重新钻孔的数量不得超过 20%。处理后的孔应作出记录。

第 3.2.6 条 加工后的构件，在高强度螺栓连接处的钢板表面应平整、无焊接飞溅、无毛刺、无油污。其表面处理方法应与设计图中所要求的一致。

第 3.2.7 条 经处理后的高强度螺栓连接处摩擦面，应采取保护措施，防止沾染脏物和油污。严禁在高强度螺栓连接处摩擦面上作任何标记。

第 3.2.8 条 经处理后高强度螺栓连接处摩擦面的抗滑移系数应符合设计要求。

第三节 高强度螺栓连接副和摩擦面的抗滑移系数检验

第 3.3.1 条 高强度螺栓连接副应进行以下检验：

一、运到工地的大六角头高强度螺栓连接副应及时检验其螺栓楔负载、螺母保证载荷、螺母及垫圈硬度、连接副的扭矩系数平均值和标准偏差。检验结果应符合《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》(GB1231) 规定，合格后方可使用。

二、运到工地的扭剪型高强度螺栓连接副应及时检验其螺栓楔负载、螺母保证载荷、螺母及垫圈硬度、连接副的紧固轴力平

均值和变异系数。检验结果应符合《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副技术条件》(GB3633)规定,合格后方准使用。

第 3.3.2 条 摩擦面的抗滑移系数应按以下规定进行检验:

一、抗滑移系数检验应以钢结构制造批为单位,由制造厂和安装单位分别进行,每批三组。以单项工程每 2000t 为一制造批,不足 2000t 者视作一批,单项工程的构件摩擦面选用两种及两种以上表面处理工艺时,则每种表面处理工艺均需检验。

二、抗滑移系数检验用的试件由制造厂加工,试件与所代表的构件应为同一材质、同一摩擦面处理工艺、同批制作、使用同一性能等级、同一直径的高强度螺栓连接副,并在相同条件下同时发运。

三、抗滑移系数试件宜采用图 3.3.2 所示型式,试件的连接计算应符合本规程第二章规定。

四、抗滑移系数在拉力试验机上进行并测出其滑动荷载。试验时,试件的轴线应与试验机夹具中心严格对中。

五、抗滑移系数 μ 按下式计算:

$$\mu = \frac{N}{n_f \cdot \sum P_i} \quad (3.3.2)$$

式中 N ——滑动荷载;

n_f ——传力摩擦面数, $n_f=2$;

$\sum P_i$ ——与试件滑动荷载一侧对应的高强度螺栓预拉力(或紧固轴力)之和。 P_i 取值规定如下:

大六角头高强度螺栓: P_i 为实测值,此值应准确控制在 $0.95P \sim 1.05P$ 范围之内;

扭剪型高强度螺栓:先抽验 5 套(与试件组装螺栓同批),当 5 套螺栓的紧固轴力平均值和变异系数均符合表 3.4.14 规定时,即以该平均值做为 P_i 。

六、抗滑移系数检验的最小值必须等于或大于设计规定值。当不符合上述规定时，构件摩擦面应重新处理。处理后的构件摩擦面应按本节规定重新检验。

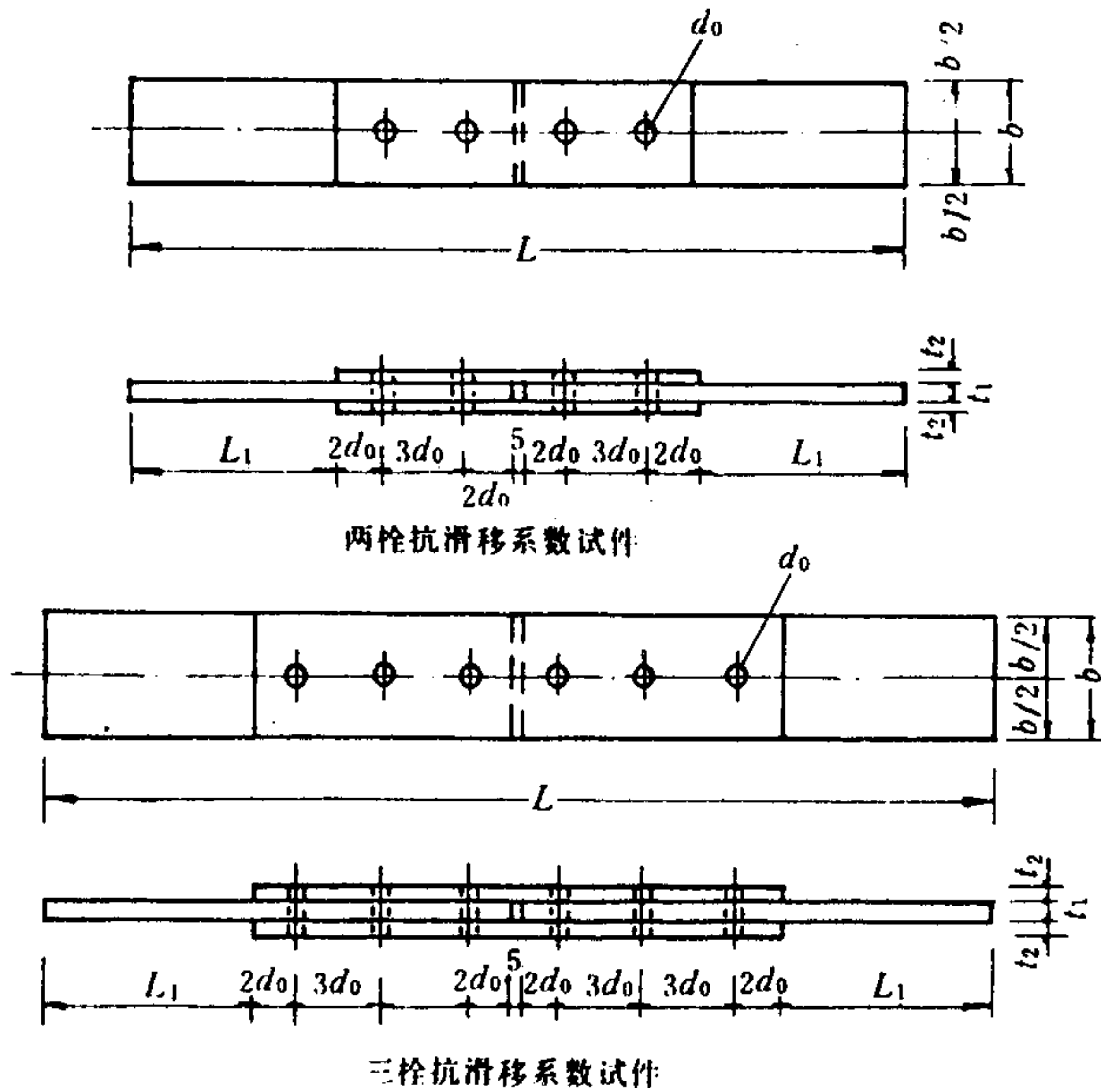


图 3.3.2 抗滑移系数试件

第四节 高强度螺栓连接副的安装

第 3.4.1 条 高强度螺栓长度应按下列式计算：

$$l = l' + \Delta l \tag{3.4.1-1}$$

式中 l' ——连接板层总厚度；

Δl ——附加长度

$$\Delta l = m + ns + 3p \tag{3.4.1-2}$$

m ——高强度螺母公称厚度；

n ——垫圈个数。扭剪型高强度螺栓为 1；大六角头高强度螺栓为 2；

s ——高强度垫圈公称厚度；

p ——螺纹的螺距。

当高强度螺栓公称直径确定之后， Δl 也可由表 3.4.1 查得。

高强度螺栓附加长度表

表 3.4.1

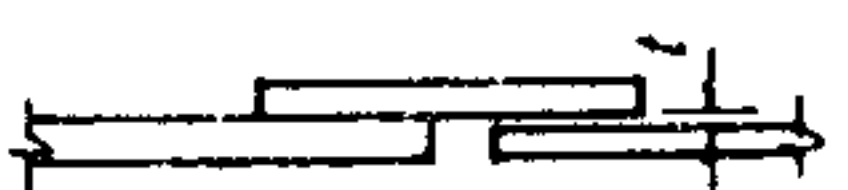
螺栓直径 (mm)	12	16	20	22	24	27	30
大六角高强度螺栓(mm)	25	30	35	40	45	50	55
扭剪型高强度螺栓(mm)		25	30	35	40		

第 3.4.2 条 高强度螺栓连接处摩擦面如采用生锈处理方法时，安装前应以细钢丝刷除去摩擦面上的浮锈。

第 3.4.3 条 对因板厚公差、制造偏差或安装偏差等产生的接触面间隙，应按表 3.4.3 规定进行处理。

接触面间隙处理

表 3.4.3

项目	示意图	处 理 方 法
1		$t < 1.0\text{mm}$ 时不予处理
2		$t = 1.0 \sim 3.0\text{mm}$ 时将厚板一侧磨成 1:10 的缓坡，使间隙小于 1.0mm
3		$t > 3.0\text{mm}$ 时加垫板，垫板厚度不小于 3mm，最多不超过三层，垫板材质和摩擦面处理方法应与构件相同

第 3.4.4 条 高强度螺栓连接安装时，在每个节点上应穿入的临时螺栓和冲钉数量，由安装时可能承担的荷载计算确定，并应符合下列规定：

- 一、不得少于安装总数的 1 / 3;
- 二、不得少于两个临时螺栓;
- 三、冲钉穿入数量不宜多于临时螺栓的 30%。

第 3.4.5 条 不得用高强度螺栓兼做临时螺栓, 以防损伤螺纹引起扭矩系数的变化。

第 3.4.6 条 高强度螺栓的安装应在结构构件中心位置调整后, 其穿入方向应以施工方便为准, 并力求一致。高强度螺栓连接副组装时, 螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧。对于大六角头高强度螺栓连接副组装时, 螺栓头下垫圈有倒角的一侧应朝向螺栓头。

第 3.4.7 条 安装高强度螺栓时, 严禁强行穿入螺栓 (如用锤敲打)。如不能自由穿入时, 该孔应用铰刀进行修整, 修整后孔的最大直径应小于 1.2 倍螺栓直径。修孔时, 为了防止铁屑落入板缝中, 铰孔前应将四周螺栓全部拧紧, 使板缝密贴后再进行。严禁气割扩孔。

第 3.4.8 条 安装高强度螺栓时, 构件的摩擦面应保持干燥, 不得在雨中作业。

第 3.4.9 条 大六角头高强度螺栓施工前, 应按出厂批复验高强度螺栓连接副的扭矩系数, 每批复验 5 套。5 套扭矩系数的平均值应在 0.110~0.150 范围之内, 其标准偏差应小于或等于 0.010。

第 3.4.10 条 大六角头高强度螺栓的施工扭矩可由下式计算确定:

$$T_c = k \cdot P_c \cdot d \quad (3.4.10)$$

式中 T_c ——施工扭矩; (N·m);

k ——高强度螺栓连接副的扭矩系数平均值, 该值由第 3.4.9 条测得;

P_c ——高强度螺栓施工预拉力 (kN), 见表 3.4.10;

d ——高强度螺栓螺杆直径 (mm)。

大六角头高强度螺栓施工预拉力(kN)

表 3.4.10

螺栓性能等级	螺栓公称直径 (mm)						
	M12	M16	M20	(M22)	M24	(M27)	M30
8.8S	45	75	120	150	170	225	275
10.9S	60	110	170	210	250	320	390

第 3.4.11 条 大六角头高强度螺栓施工所用的扭矩扳手，班前必须校正，其扭矩误差不得大于 $\pm 5\%$ ，合格后方准使用。校正用的扭矩扳手，其扭矩误差不得大于 $\pm 3\%$ 。

第 3.4.12 条 大六角头高强度螺栓的拧紧应分为初拧、终拧。对于大型节点应分为初拧、复拧、终拧。初拧扭矩为施工扭矩的 50%左右，复拧扭矩等于初拧扭矩。初拧或复拧后的高强度螺栓应用颜色在螺母上涂上标记，然后按第 3.4.10 条规定的施工扭矩值进行终拧。终拧后的高强度螺栓应用另一种颜色在螺母上涂上标记。

第 3.4.13 条 大六角头高强度螺栓拧紧时，只准在螺母上施加扭矩。

第 3.4.14 条 扭剪型高强度螺栓施工前，应按出厂批复验高强度螺栓连接副的紧固轴力，每批复验 5 套。5 套紧固轴力的平均值和变异系数应符合表 3.4.14 的规定。

$$\text{变异系数} = \frac{\text{标准偏差}}{\text{紧固轴力的平均值}} \times 100\%$$

扭剪型高强度螺栓紧固轴力(kN)

表 3.4.14

螺栓直径 d (mm)		16	20	(22)	24
每批紧固轴力的平均值	公称	109	170	211	245
	最大	120	186	231	270
	最小	99	154	191	222
紧固轴力变异系数		<10%			

第 3.4.15 条 扭剪型高强度螺栓的拧紧应分为初拧、终拧。对于大型节点应分为初拧、复拧、终拧。初拧扭矩值为 $0.13 \times P_c \times d$ 的 50% 左右, 可参照表 3.4.15 选用。复拧扭矩等于初拧扭矩值。初拧或复拧后的高强度螺栓应用颜色在螺母上涂上标记, 然后用专用扳手进行终拧, 直至拧掉螺栓尾部梅花头。对于个别不能用专用扳手进行终拧的扭剪型高强度螺栓, 可按本节第 3.4.12 条规定的方法进行终拧 (扭矩系数取 0.13)。

初拧扭矩值

表 3.4.15

螺栓直径 d (mm)	16	20	(22)	24
初拧扭矩 (N·m)	115	220	300	390

第 3.4.16 条 高强度螺栓在初拧、复拧和终拧时, 连接处的螺栓应按一定顺序施拧, 一般应由螺栓群中央顺序向外拧紧。

第 3.4.17 条 高强度螺栓的初拧、复拧、终拧应在同一天完成。

第五节 高强度螺栓连接副的施工质量检查和验收

第 3.5.1 条 大六角头高强度螺栓检查

一、用小锤 (0.3kg) 敲击法对高强度螺栓进行普查, 以防漏拧。

二、对每个节点螺栓数的 10%, 但不少于一个进行扭矩检查。检查时先在螺杆端面 and 螺母上画一直线, 然后将螺母拧松约 60° , 再用扭矩扳手重新拧紧, 使两线重合, 测得此时的扭矩应在 $0.9T_{ch} \sim 1.1T_{ch}$ 范围内。 T_{ch} 按下式计算:

$$T_{ch} = k \times P \times d \quad (3.5.1)$$

式中 T_{ch} ——检查扭矩 (N·m);

P ——高强度螺栓预拉力设计值 (kN)。

如发现有不符合规定的, 应再扩大检查 10%, 如仍有不合

格者，则整个节点的高强度螺栓应重新拧紧。

扭矩检查应在螺栓终拧 1h 以后、24h 之前完成。

第 3.5.2 条 大六角头高强度螺栓施工质量应有下列原始检查验收记录：高强度螺栓连接副复验数据、抗滑移系数试验数据、初拧扭矩、终拧扭矩、扭矩扳手检查数据和施工质量检查验收记录等。

第 3.5.3 条 扭剪型高强度螺栓终拧检查，以目测尾部梅花头拧断为合格。对于不能用专用扳手拧紧的扭剪型高强度螺栓，应按大六角头高强度螺栓检查方法办理。

第 3.5.4 条 扭剪型高强度螺栓施工质量应有下列原始检查验收记录：高强度螺栓连接副复验数据、抗滑移系数试验数据、初拧扭矩、扭矩扳手检查数据和施工质量检查验收记录等。

第六节 油 漆

第 3.6.1 条 对于露天使用或接触腐蚀性气体的钢结构，在高强度螺栓拧紧检查验收合格后，连接处板缝应及时用腻子封闭。

第 3.6.2 条 经检查合格后的高强度螺栓连接处，应按设计要求涂漆防锈。

附录一 非法定计量单位与法定 计量单位换算关系

非法定计量单位与法定计量单位换算表

附表 1.1

量的名称	非法定计量单位	法定计量单位
力	0.101972kgf	1N
	1kgf	9.80665N
力矩	0.101972kgf·m	1N·m
	1kgf·m	9.80665N·m
强度、应力	10.1972kgf/cm ²	1N/mm ²
	1kgf/cm ²	0.0980665N/mm ²

注: 1N/mm² = 1MPa。

附录二 本规程用词说明

一、为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样作不可的用词；

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作的用词：

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，首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中指明必须按其他有关标准执行的写法为，“应按…执行”或“应符合……的要求（或规定）”。非必须按所指定的标准执行的写法为，“可参照……的要求（或规定）”。

附加说明

本规程主编单位、参加单位和
主要起草人名单

主 编 单 位	湖北省建筑工程总公司
参 加 单 位	包头钢铁设计研究院
	铁道部科学院
	冶金部建筑研究总院
	北京钢铁设计研究总院
主要起草人	柴 昶 吴有常 沈家骅
	程季青 李国兴 肖建华
	贺贤娟 李 云 罗经亩