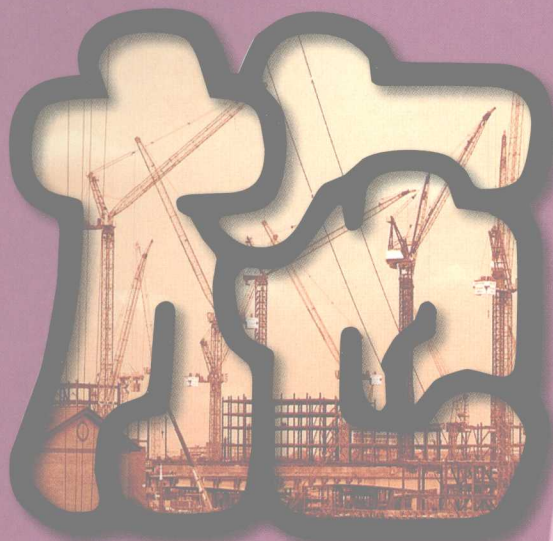


建筑安装工程施工细节详解系列

郭杏林 主编

预应力 工程



细节详解



建筑安装工程施工细节详解系列

预应力工程施工细节详解

郭杏林 主编

图例(91)目解详在书图

3008.7

(图例详在书图)

ISBN 978-7-111-24292-7

1. 预应力工程
2. 预应力工程
3. 预应力工程

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第101209号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑: 李 颖 封面设计: 李 颖

北京蓝桥印刷有限公司印刷

2008年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm 1/32 印张: 2.56 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-24292-7

定价: 28.00元

凡购本书, 即赠书券一张, 可与本书发行部联系

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码100037)

电话: (010) 88379639 88379641 88379643

电邮: (010) 88379639 88379641 88379643

机械工业出版社

本书内容主要包括材料, 施工设备, 施工计算, 常用预应力混凝土构件, 施工操作技术, 工程质量控制。其主要内容都以细节中的要点详细阐述, 方便读者抓住主要问题, 及时查阅和学习。

本书可供预应力工程施工技术人员、现场管理人员、相关专业大中专院校的师生学习参考。

主编 林杏海

图书在版编目(CIP)数据

预应力工程施工细节详解/郭杏林主编. —北京: 机械工业出版社, 2008.7

(建筑安装工程施工细节详解系列)

ISBN 978-7-111-24595-7

I. 预… II. 郭… III. 预应力结构—工程施工—施工技术
IV. TU378

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 101509 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 范秋涛 版式设计: 霍永明 责任校对: 王 欣

封面设计: 姚 毅 责任印制: 李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12.25 印张 · 296 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-24595-7

定价: 29.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)68327259

封面无防伪标均为盗版

《预应力工程施工细节详解》

编写人员

主 编 郭杏林

副主编 蔡贤辉 白雅君

参 编 (按姓氏笔画排序)

牛 飞	王 聪	孙元贵	孙 国
孙 维	孙 喆	曲延安	任明法
许士斌	许 宁	陈金涛	陈洪刚
谷文来	周翼勋	官兆昆	郭洪亮
胡 风	倪长也	索 强	徐旭伟
崔立坤			

前 言

《预应力度工程施工技术问答》

员 人 吕 康

“九层之台，起于垒土”、“千里之堤，毁于蚁穴”，所以说，成也细节，败也细节，细节的不等式意味着 100% 的成功是由多个 1% 的成功累积而成，而 1% 的错误也将会导致 100% 的失败。许多事情的失败，往往是由于在细节上没有尽力而造成的，我们一定要注重细节，把小事做细，从而使工作走上成功之路。

在我国的基本建设工程中，建筑工程施工是一项复杂的系统工程，施工的质量决定着我们的“九层之台”能否立起，施工人员起着非常重要的作用。随着我国建设事业的发展，建筑业的发展十分迅速，施工技术不断进步，一些新技术、新材料、新工艺不断涌现。如能在建筑工程施工中做到技术先进、经济合理、确保质量地快速施工，将对我国的现代化建设事业具有重要的意义。目前预应力混凝土已成为国内外土建工程最主要的一种结构材料，而且预应力技术已扩大应用到型钢、砖、石、木等各种结构材料，并用以处理结构设计、施工中、用常规技术难以解决的各种疑难问题。为适应我国现代化建设事业发展的需要，满足建筑工程施工现场人员的急需，迎接新的挑战，我们根据国家最新颁布实施的预应力工程各相关设计规范、施工质量验收规范、规程及行业标准，并结合有关方面的著述，编写了这本《预应力工程施工细节详解》。

本书内容主要包括材料，施工设备，施工计算，常用预应力混凝土构件，施工操作技术，工程质量控制。其主要内容都以细节中的要点详细阐述，表现形式新颖，易于理解，便于执行，方便读者抓住主要问题，及时查阅和学习。本书内容丰富、通俗易懂、操作性、实用性强、简明实用，可供预应力工程施工技术人员、现场管理人员、相关专业大中专院校的师生学习参考。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀书籍、专著和有关文献资料，并得到了有关领导和专家的帮助，在此一并致谢。由于作者的学识和经验所限，书中难免存在疏漏或未尽之处，敬请有关专家和读者予以批评指正。

编 者

目 录

前言

1	材料	1
1.1	细节：预应力筋有关特性	1
1.2	细节：预应力混凝土用钢丝	2
1.3	细节：预应力混凝土用钢丝的检验	4
1.4	细节：预应力混凝土用钢绞线	5
1.5	细节：预应力混凝土用钢绞线的检验	7
1.6	细节：中强度预应力钢丝	7
1.7	细节：中强度预应力钢丝的检验	8
1.8	细节：冷轧带肋钢筋	9
1.9	细节：冷轧带肋钢筋的检验	10
1.10	细节：预应力混凝土用钢棒	11
1.11	细节：预应力混凝土用钢棒的检验	14
1.12	细节：冷拉钢筋	15
1.13	细节：冷拉钢筋的检验	16
1.14	细节：冷拔钢丝	16
1.15	细节：无粘结预应力钢绞线	16
1.16	细节：无粘结预应力钢绞线的检验	17
1.17	细节：普通钢筋	19
1.18	细节：预应力钢材进场检查验收程序	20
1.19	细节：预应力钢材的保管存放	20
1.20	细节：预应力筋锚固体系性能要求	20
1.21	细节：锚固单元受力分析	22
1.22	细节：扁型夹片锚固体系	22
1.23	细节：单孔夹片锚固体系	23
1.24	细节：多孔夹片锚固体系	25
1.25	细节：固定端锚固体系	28
1.26	细节：镦头锚固体系	30
1.27	细节：精轧螺纹钢锚固体系	33
1.28	细节：冷轧螺纹锚固体系	35
1.29	细节：钢绞线连接器	36
1.30	细节：环锚	37

VI 预应力工程施工细节详解

细节: 单根钢丝夹具	38
细节: 钢质锥形锚具	40
细节: 钢绞线压接锚具	41
细节: 钢绞线拉索锚具	41
细节: 钢棒拉杆锚具	42
细节: 冷铸镦头锚具	42
2 施工设备	44
细节: 钢筋切断设备	44
细节: 粗钢筋对焊、镦粗设备	45
细节: 钢筋冷拉设备	46
细节: 机械式张拉设备	47
细节: 孔道灌浆设备	49
细节: 钢丝液压镦头器	51
细节: 钢丝压折器	52
细节: 挤压机	53
细节: 台座	54
细节: 液压千斤顶	60
细节: 电动液压泵	69
3 施工计算	72
细节: 预应力损失	72
细节: 孔道摩擦损失	72
细节: 锚固损失	74
细节: 弹性压缩损失	76
细节: 预应力筋应力松弛损失	77
细节: 混凝土收缩徐变损失	77
细节: 张拉力计算	78
细节: 张拉值计算	78
细节: 张拉伸长值计算	79
细节: 预应力钢丝束下料长度计算	80
细节: 预应力钢绞线束下料长度计算	81
细节: 冷拉Ⅱ、Ⅲ级钢筋下料长度计算	81
4 常用预应力混凝土构件	84
细节: 预应力混凝土屋架	84
细节: 预应力混凝土托架	88
细节: 预应力混凝土吊车梁	90
细节: 预应力混凝土薄板	92

细节: 预应力混凝土 T 形板	95
细节: 预应力混凝土屋面板	97
细节: 预应力混凝土空心板	99
5 施工操作技术	105
细节: 热轧钢筋的制备	105
细节: 钢绞线束的制备	110
细节: 预应力钢丝束的制备	110
细节: 无粘结预应力束的制备	111
细节: 先张法预应力张拉	112
细节: 后张有粘结预应力工艺	114
细节: 后张无粘结预应力工艺	122
细节: 有粘结预应力混凝土框架梁	126
细节: 整体预应力装配式板柱结构	132
细节: 有粘结预应力混凝土平板	138
细节: 预应力薄板叠合楼板	140
细节: 无粘结预应力混凝土平板	142
细节: 无粘结预应力混凝土井字梁板	148
细节: 无粘结预应力混凝土密肋楼盖	150
细节: 现浇预应力混凝土结构施工	152
细节: 钢结构预应力施工	165
6 工程质量控制	168
细节: 预应力工程质量验收一般要求	168
细节: 原材料质量验收	169
细节: 制作与安装质量验收	170
细节: 张拉和放张质量验收	173
细节: 灌浆及封锚质量验收	174
细节: 成品保护	176
细节: 质量记录内容与要求	176
细节: 质量通病及防治措施	179
参考文献	185

1 材料

细节：预应力筋有关特性

1. 应力-应变曲线

高强预应力筋如钢丝、钢绞线等都属于硬钢性质，只有精轧螺纹钢属软钢性质。下面重点介绍钢丝和钢绞线的应力-应变特性。

钢丝或钢绞线的应力-应变曲线，见图 1-1。当钢丝拉伸到超过比例极限 σ_p 后， $\sigma - \varepsilon$ 关系呈非线性变化。由于预应力钢丝或钢绞线没有明显的屈服点，一般以残余应变为 0.2% 时的强度定为屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 。当钢丝拉伸超过 $\sigma_{0.2}$ 后，应变 ε 增加较快，当钢丝拉伸至最大应力 σ_b 时，应变 ε 继续发展，在 $\sigma - \varepsilon$ 曲线上呈现为一水平段，然后断裂。

比例极限 σ_p ，习惯上采用残余应变为 0.01% 时的应力。

屈服强度，国际上还没有一个统一标准。例如，国际预应力协会取残余应力为 0.1% 时的应力作为屈服强度 $\sigma_{0.1}$ ，我国和日本取残余应力为 0.2% 时的应力作为屈服强度 $\sigma_{0.2}$ ，美国取加载后 1% 伸长时的应力作为屈服强度 $\sigma_{0.1}$ 或 $\sigma_{1\%}$ 。所以，当遇到这一术语时应注意其确切的定义。

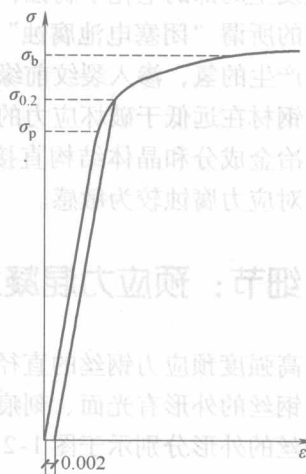


图 1-1 预应力钢丝的应力-应变曲线

2. 应力松弛

预应力筋的应力松弛是指钢材受到一定的张拉力之后，在长度保持不变的条件下，钢材的应力随时间的增长而降低的现象。此降低值称为应力松弛损失。产生应力松弛的原因主要是由于金属内部位错运动使一部分弹性变形转化为塑性变形引起的。

预应力筋的松弛试验，应按国际预应力混凝土协会（FIP）等单位编制的《预应力钢材等温松弛试验实施规程》进行。试件的初应力取 $0.6\sigma_b$ 、 $0.7\sigma_b$ 和 $0.8\sigma_b$ ，环境温度为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，在松弛试验机上分别读出不同时间的松弛损失率，试验应持续 1000h 或持续一个较短的期间推算至 1000h 的松弛率。

松弛率与时间的关系	应力松弛初期发展较快，第一小时相当于 1000h 的 15% ~ 35%，以后逐渐减慢。对试验数据进行回归分析得出：钢丝应力松弛损失率 $R_t = A \lg t + B$ 与时间 t 有较好的对数线性关系。一年松弛损失率相当于 1000h 的 1.25 倍，50 年松弛损失率为 1000h 的 1.725 倍
松弛率与钢种的关系	钢丝和钢绞线的应力松弛率比热处理钢筋和精轧螺纹钢大
松弛率与初应力的关系	初应力大，松弛损失也大。当 $\sigma_i > 0.7\sigma_b$ 时，松弛损失率明显增大，呈非线性变化。当 $\sigma_i \leq 0.5\sigma_b$ 时，松弛损失率可忽略不计

(续)

松弛率与温度的关系	随着温度的升高, 松弛损失率会急剧增加。根据国外试验资料, 40℃时 1000h 松弛损失率约为 20℃时的 1.5 倍
减少松弛损失的措施	1) 采取超张拉程序, $0 \rightarrow 1.05\sigma_i \xrightarrow{\text{持续 2min}} \sigma_i$, 比一次张拉程序 $0 \rightarrow \sigma_i$, 可减少松弛损失 10%; 也可采用 $0 \rightarrow 1.03\sigma_i$ 超张拉程序, 松弛损失率虽然增大了, 但剩余预应力仍比 $0 \rightarrow \sigma_i$ 程序大 2) 采用低松弛钢绞线或钢丝, 其松弛损失可减少 70% ~ 80%

3. 应力腐蚀

预应力筋的应力腐蚀是指钢材在拉应力与腐蚀介质同时作用下发生的腐蚀现象。应力腐蚀破裂的发生过程, 可分为两个阶段。第一阶段由于钢材表面的损伤、麻坑及环境中存在活性离子, 如 Cl^- , 在拉应力作用下引起钢材表面的钝化膜局部破裂, 使新鲜表面与腐蚀介质接触发生局部的电化学腐蚀, 形成蚀孔出现应力集中, 产生微裂纹。第二阶段在裂纹内形成独特的所谓“闭塞电池腐蚀”, 拉应力阻止了裂纹尖端生成保护膜或使膜不断破裂, 电化学反应产生的氢, 渗入裂纹前缘使材质脆化, 加速裂纹沿晶界向纵深发展。应力腐蚀破裂的特征是钢材在远低于破坏应力的情况下发生断裂, 事先无预兆而突发性, 断口与拉力垂直。钢材的冶金成分和晶体结构直接影响抗腐蚀性能。高强预应力钢材的强度高、变形低、直径小, 对应力腐蚀较为敏感。

细节：预应力混凝土用钢丝

高强度预应力钢丝的直径为 4 ~ 9mm, 强度等级有 1570MPa、1670MPa、1770MPa 3 个级别。钢丝的外形有光面、刻痕及螺旋肋 3 种, 其交货状态为消除应力钢丝。刻痕钢丝、螺旋肋钢丝的外形分别示于图 1-2、图 1-3。

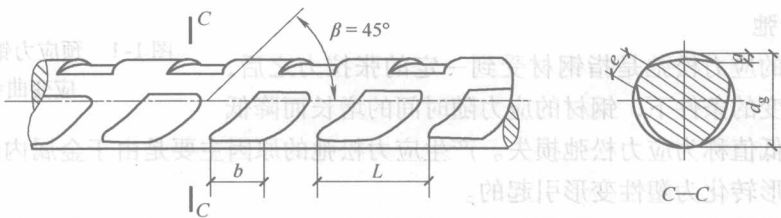


图 1-2 预应力刻痕钢丝外形图

d_g —公称直径 b —刻痕宽度 a —刻痕深度 L —节距 e —肋宽

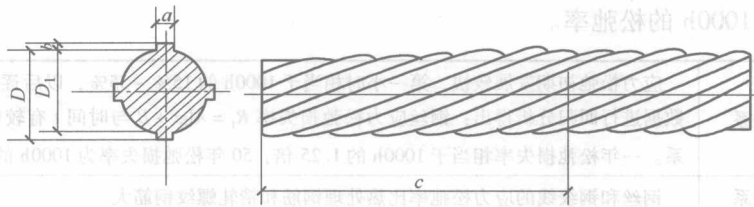


图 1-3 螺旋肋钢丝外形图

D_1 —基圆直径 D —外轮廓直径 a —单肋宽度 b —肋高 c —螺旋肋导程

光面钢丝的尺寸及允许偏差见表 1-1。

表 1-1 光面钢丝尺寸及允许偏差

公称直径/mm	直径允许偏差/mm	横截面积/mm ²	理论重量/(kg/m)
4.00	±0.04	12.57	0.099
5.00	±0.05	19.63	0.154
6.00		28.27	0.222
7.00	±0.05	38.48	0.302
8.00		50.26	0.394
9.00		63.62	0.499

刻痕钢丝、螺旋肋钢丝的尺寸及允许偏差分别列于表 1-2、表 1-3。

表 1-2 刻痕钢丝尺寸及允许偏差

(单位: mm)

公称直径 d_g	公称刻痕尺寸		
	深度 a	长度 $b \geq$	节距 $L \geq$
≤ 5.00	0.12 ± 0.05	3.5	5.5
> 5.00	0.15 ± 0.05	5.0	8.0

注: 刻痕钢丝的横截面积和理论重量均与光面钢丝相同。

表 1-3 螺旋肋钢丝尺寸及允许偏差

公称直径 /mm	螺旋肋 数量/条	螺旋肋公称尺寸				
		基圆直径 D_1 /mm	外轮廓直径 D /mm	单肋尺寸		螺旋肋导程 c /(mm/360°)
				宽度 a /mm	深度 b /mm	
4.00	3	3.85 ± 0.05	4.25 ± 0.05	1.00 ~ 1.50	0.20 ± 0.05	32.00 ~ 36.00
5.00	4	4.80 ± 0.05	5.40 ± 0.10	1.20 ~ 1.80	0.25 ± 0.05	34.00 ~ 40.00
6.00	4	5.80 ± 0.05	6.50 ± 0.10	1.30 ~ 2.00	0.35 ± 0.05	38.00 ~ 45.00
7.00	4	6.70 ± 0.05	7.50 ± 0.10	1.80 ~ 2.20	0.40 ± 0.05	45.00 ~ 56.00
8.00	4	7.70 ± 0.05	8.60 ± 0.10	1.80 ~ 2.40	0.45 ± 0.05	55.00 ~ 65.00

注: 螺旋肋钢丝的横截面积与单重和光面钢丝相同。

消除应力光面钢丝及消除应力螺旋肋钢丝的力学性能列于表 1-4。消除应力刻痕钢丝力学性能见表 1-5。

表 1-4 消除应力光面钢丝 (符号 ϕ^P) 及螺旋肋钢丝 (符号 ϕ^H) 力学性能

公称直径 /mm	抗拉强度 σ_b /MPa $\geq$	规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ /MPa $\geq$	伸长率 δ_{100} (%) $\geq$	反复弯曲		松 弛			
				次数 $\geq$	弯曲半径 /mm	初始应力相当 于抗拉强度 的百分率 (%)	1000h 应力损失 (%) $\leq$		
							I 级松弛	II 级松弛	
4.00	1570	1330	4	3	10	60	4.5	1.0	
5.00	1670	1410		4	15				
	1770	1500							

4 预应力工程施工细节详解

(续)

公称直径 /mm	抗拉强度 σ_b /MPa $\geq$	规定非比 例伸长应 力 $\sigma_{p0.2}$ / MPa $\geq$	伸长率 δ_{100} (%) $\geq$	反复弯曲		松 弛		
				次数 $\geq$	弯曲半径 /mm	初始应力相当 于抗拉强度 的百分率 (%)	1000h 应力损失 (%) $\leq$	
							I 级松弛	II 级松弛
6.00	1570	1330	4	4	15	70	8.0	2.5
	1670	1420						
7.00	1570	1330	4	4	20	80	12.0	4.5
8.00								
9.00								

注：1. I 级松弛即普通松弛，II 级松弛即低松弛。

2. 屈服强度 $\sigma_{p0.2}$ 值不小于公称抗拉强度的 85%。

表 1-5 刻痕钢丝力学性能

公称直径 /mm	抗拉强度 σ_b /MPa $\geq$	规定非比例 伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ / MPa $\geq$	伸长率 δ_{100} (%) $\geq$	反复弯曲		松 弛		
				次数 $\geq$	弯曲半径 /mm	初始应力相当 于抗拉强度 的百分率 (%)	1000h 应力损失 (%) $\leq$	
							I 级松弛	II 级松弛
5.00	1570	1340	4	3	15	70	8.0	2.5
7.00					20			

注：规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 不小于公称抗拉强度的 85%。

预应力混凝土用钢丝的应用具有以下特点：

- 1) 钢丝强度高。
- 2) 易于制备，便于运输。
- 3) 应用灵活，可以根据需要组成不同钢丝根数的预应力束。
- 4) 柔性好，便于成形或穿束，特别适用于曲线形预应力筋。
- 5) 可以用 7 根平行钢丝为一组制备成无粘束。

由于高强钢丝具有上述优点，因此得到了广泛的应用。主要用于：屋架、托架、吊车梁、屋面梁等后张预应力混凝土构件；框架梁、井式楼盖、平板等现浇预应力混凝土结构；环向、竖向预应力构件等。

细节：预应力混凝土用钢丝的检验

预应力混凝土用钢丝的检验见下表。

验收批	每一验收批由同一牌号、同一规格、同一生产工艺制造的钢丝组成，每一批重量不大于 60t
检验项目	包括表面质量与力学性能试验 1. 表面质量 1) 钢丝表面不得有裂纹、毛刺、机械损伤、氧化铁皮和油污。但钢丝表面产生回火颜色则属于正常

(续)

重量偏差 (%) 150	2) 钢丝伸直性检查: 取弦长为 1m 的钢丝, 测量其弦与弧的最大自然矢高, 光面钢丝不大于 20mm, 刻痕钢丝不大于 30mm
检验项目	2. 钢丝力学性能试验 钢丝表面质量检查合格后, 从每批钢丝中随机选取总盘数的 10% (且不少于 6 盘), 从选取的各盘钢丝之两端各截取一个试件, 一个做拉伸试验, 一个做反复弯曲试验 钢丝拉伸试验测定钢丝抗拉强度和伸长率, 按照 GB/T 228—2002 《金属材料室温拉伸试验方法》的规定进行。钢丝弯曲试验按 GB/T 238—2002 《金属材料线材反复弯曲试验方法》的规定进行, 弯曲半径应符合表 1-4、表 1-5 的规定 试验结果如有一项不符合标准的规定, 则该盘钢丝为不合格品, 再从该批未经试验的钢丝盘中选取双倍数量的盘数取样进行复验, 复验结果如仍有一项指标不符合规定, 则该批钢丝为不合格品, 或对该检验批进行逐盘检验

细节: 预应力混凝土用钢绞线

预应力混凝土用钢绞线, 系采用 3 根或 7 根圆形钢丝左向捻制而成, 捻制后进行热处理以消除应力, 其结构分别为 1×3、1×7 两种型式。1×7 钢绞线是由 6 根外层钢丝围绕着 1 根中心钢丝 (其直径比外层钢丝加大 2.5%) 绞成, 称为标准型; 捻制后再经过模拔处理而成的钢绞线, 称为模拔型。模拔型钢绞线在横拔时被压扁, 各根钢丝之间成为面接触, 使钢绞线的密度提高约 18%, 因此, 在与标准型具有相同截面时, 其外径较小, 相应地可减少孔道直径; 或者在同样的孔道内可布置较多的钢绞线。模拔型钢绞线与锚具的接触面较大, 易于锚固。

1×3、1×7 标准型钢绞线示于图 1-4, 1×7 模拔型钢绞线截面形状示于图 1-5。

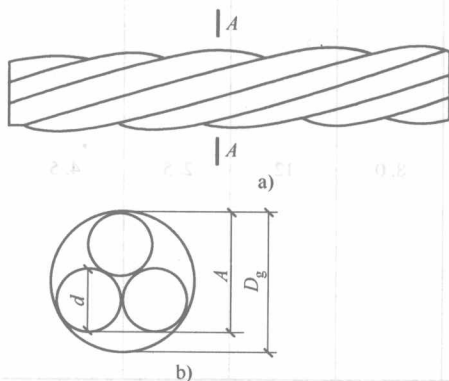


图 1-4 预应力钢丝线

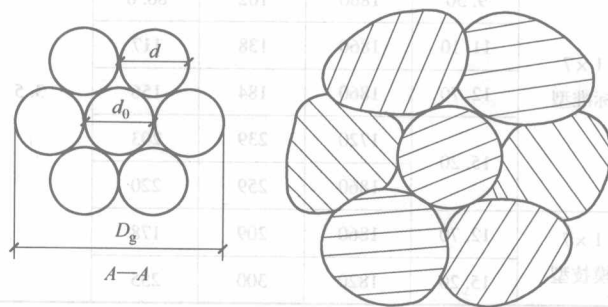


图 1-5 模拔型钢绞线截面形状

a) 1×7 结构钢绞线 b) 1×3 结构钢绞线

D_g —钢绞线公称直径 d_0 —中心钢丝直径

d —外层钢丝直径 A —1×3 结构钢绞线测量尺寸

1×3 结构钢绞线、1×7 结构钢绞线的尺寸及允许偏差分别见表 1-6、表 1-7。

6 预应力工程施工细节详解

表 1-6 1×3 结构钢绞线尺寸及允许偏差

公称直径/mm		钢绞线测量 尺寸/mm	测量尺寸允许 偏差/mm	公称截面积/mm ²	理论重量/ (kg/1000m)
绞线	钢丝				
10.8	5.00	9.33	+0.30	59.3	465
12.9	6.00	11.20	-0.15	85.4	671

表 1-7 1×7 结构钢绞线尺寸及允许偏差

钢绞线结构	公称直径 /mm	允许偏差 /mm	公称截面积 /mm ²	理论重量 /(kg/1000m)	中心钢丝直径 加大范围 (%) ≥
1×7 标准型	9.50	+0.30	54.8	432	2.0
	11.10	-0.15	74.2	580	
	12.70	0.40	98.7	774	
	15.20		139	1101	
1×7 模拔型	12.70	-0.20	112	890	
	15.20		165	1295	

预应力钢绞线的力学性能应符合表 1-8 的规定。

表 1-8 预应力钢绞线力学性能

钢绞线 结构	公称直径 /mm	强度级别 /MPa	整根钢绞 线的最大 负荷/kN ≥	屈服负荷 /kN ≥	伸长率 (%) ≥	1000h 松弛率 (%) ≤			
						Ⅰ级松弛		Ⅱ级松弛	
						初始负荷 公称最大负荷 (%)			
						70	80	70	80
1×3	10.80	1720	102	86.7	3.5	8.0	12	2.5	4.5
	12.90		147	125					
1×7 标准型	9.50	1860	102	86.6					
	11.10	1860	138	117					
	12.70	1860	184	156					
	15.20	1720	239	203					
		1860	259	220					
1×7 模拔型	12.70	1860	209	178					
	15.20	1820	300	255					

注：测定钢绞线伸长率时的标距：1×3 结构不小于 400mm，1×7 结构不小于 500mm。屈服负荷不小于整根钢绞线公称最大负荷的 85%。

预应力钢绞线强度高，整根破断力大，柔性好，施工方便，广泛应用于房屋建筑、特种结构、水工建筑、桥梁等有粘结及无粘结预应力构件，成为我国当前预应力混凝土结构的主力钢材。

细节：预应力混凝土用钢绞线的检验

预应力混凝土用钢绞线的检验见下表。

组批规则	预应力钢绞线应成批验收，每一检验批由同一牌号、同一规格、同一生产工艺制度的钢绞线组成，每批重量不大于 60t
检验数量	从每批钢绞线中任取 3 盘，进行表面质量、直径偏差、捻距的检查以及力学性能试验。如每批钢绞线少于 3 盘，则应逐盘进行上述检验。从每盘所选的钢绞线端部正常部位截取一个试件
检验项目	1. 钢绞线表面质量 钢绞线表面不得带有润滑剂、油渍等降低钢绞线与混凝土粘结力的物质，表面允许有轻微的浮锈，但不得有目视可见的锈蚀麻坑 2. 钢绞线的直径偏差与捻距 钢绞线公称直径的测量见图 1-4。1×7 结构钢绞线公称直径偏差应符合表 1-7 的规定，1×3 结构钢绞线的测量尺寸偏差应符合表 1-6 的规定。使用精度为 0.02mm 的卡尺测量钢绞线直径及捻距 钢绞线的捻距为钢绞线公称直径的 12~16 倍；模拔型钢绞线的捻距应为其公称直径的 14~18 倍 3. 力学性能试验 钢绞线力学性能试验，测定整根钢绞线的最大负荷及伸长率 测定钢绞线伸长率时的标距：1×3 结构钢绞线不小于 400mm，1×7 结构不小于 500mm。测定时，当达到总伸长为 1% 时的负荷后，卸下引伸计，量出此时上、下工作台之间的距离 L_1，然后继续加荷直到钢绞线的一根或几根钢丝破坏，此时量出上、下工作台的最最终距离 L_2。按下式计算钢绞线的伸长率 δ： $\delta = \frac{L_2 - L_1}{L_1} + \frac{1}{100} \quad (1-1)$

细节：中强度预应力钢丝

中强度预应力混凝土用钢丝，是强度级别为 800~1370MPa 的冷加工或冷加工后热处理钢丝。

中强度预应力钢丝按其表面形状分为光面钢丝和变形钢丝两类，变形钢丝有三面刻痕钢丝与螺旋肋钢丝。按照钢丝的规定非比例伸长应力与抗拉强度的对应值，中强度预应力钢丝分为 4 类，分别为：620/800、780/970、980/1270、1080/1370。

中强度预应力混凝土用钢丝的代号，光面钢丝为 PW，变形钢丝为 DW。中强度钢丝的力学性能应符合表 1-9 的规定。

表 1-9 中强度预应力钢丝力学性能

种 类	公称直径 /mm	规定非比例 伸长应力/MPa ≥	抗拉强度 /MPa ≥	伸长率 δ_{100} (%) ≥	反复弯曲		1000h 松弛率 (%) ≤
					次数 ≥	弯曲半径/mm	
620/800	4.0	620	800	4	4	10	8
	5.0					15	
	6.0					20	
	7.0					25	
	8.0					25	
	9.0						

8 预应力工程施工细节详解

(续)

种 类	公称直径 /mm	规定非比例 伸长应力/MPa ≥	抗拉强度 /MPa ≥	伸长率 δ_{100} (%) ≥	反复弯曲		1000h 松弛率 (%) ≤
					次数 ≥	弯曲半径/mm	
780/970	4.0	780	970	4	4	10	8
	5.0					15	
	6.0					20	
	7.0					25	
	8.0					25	
980/1270	4.0	980	1270	4	4	10	8
	5.0					15	
	6.0					20	
	7.0					25	
	8.0					25	
1080/1370	4.0	1080	1370	4	4	10	8
	5.0					15	
	6.0					20	
	7.8					25	
	8.0					25	

注：伸长率 δ_{100} 的测量标距为 100mm。

细节：中强度预应力钢丝的检验

中强度预应力钢丝的检验见下表。

组批规则	每一检验批由同一牌号、同一规格、同一强度级别、同一生产工艺制度的钢丝组成，每批重量不大于 60t
检验规则	在每盘钢丝的两端取样进行抗拉强度、伸长率和反复弯曲试验，试验结果应符合表 1-9 的规定。供货方每个交货批至少提供一个规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 值
检验项目	- 表面质量 钢丝表面质量逐盘目视检查，表面不得有裂纹、折叠、结疤等影响使用的有害缺陷，表面不得附着油污，但允许表面有浮锈 - 钢丝尺寸 测量钢丝尺寸应采用有足够精度的量具，在任何部位同一截面两个相互垂直方向上测量钢丝直径 - 力学性能试验 拉伸试验中的钢丝横截面积按公称直径计算，规定非比例伸长应力测定 $\sigma_{p0.2}$ 值；钢丝反复弯曲试验的弯曲半径应符合表 1-9 的规定

细节：冷轧带肋钢筋

冷轧带肋钢筋（Cold rolled ribbed steel wires and bars）是热轧圆盘条经冷轧后，在其表面带有沿长度方向均匀分布的三面横肋或两面横肋的钢筋。冷轧带肋钢筋的表面及截面形状示于图 1-6 及图 1-7。

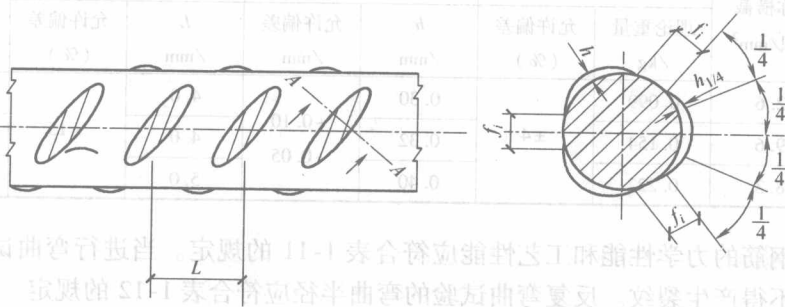


图 1-6 冷轧三面带肋钢筋表面及截面形状

α —横肋斜角 h —横肋中点高

L —横肋间距 b —横肋顶宽 f_i —横肋间隙

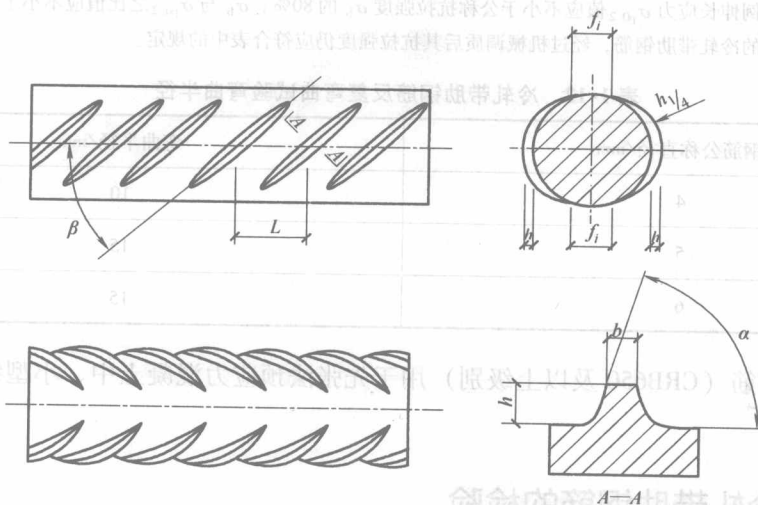


图 1-7 冷轧二面带肋钢筋表面及截面形状

α —横肋斜角 β —横肋与钢筋轴线夹角 h —横肋中点高度

L —横肋间距 b —横肋顶宽 f_i —横肋间隙