

桥

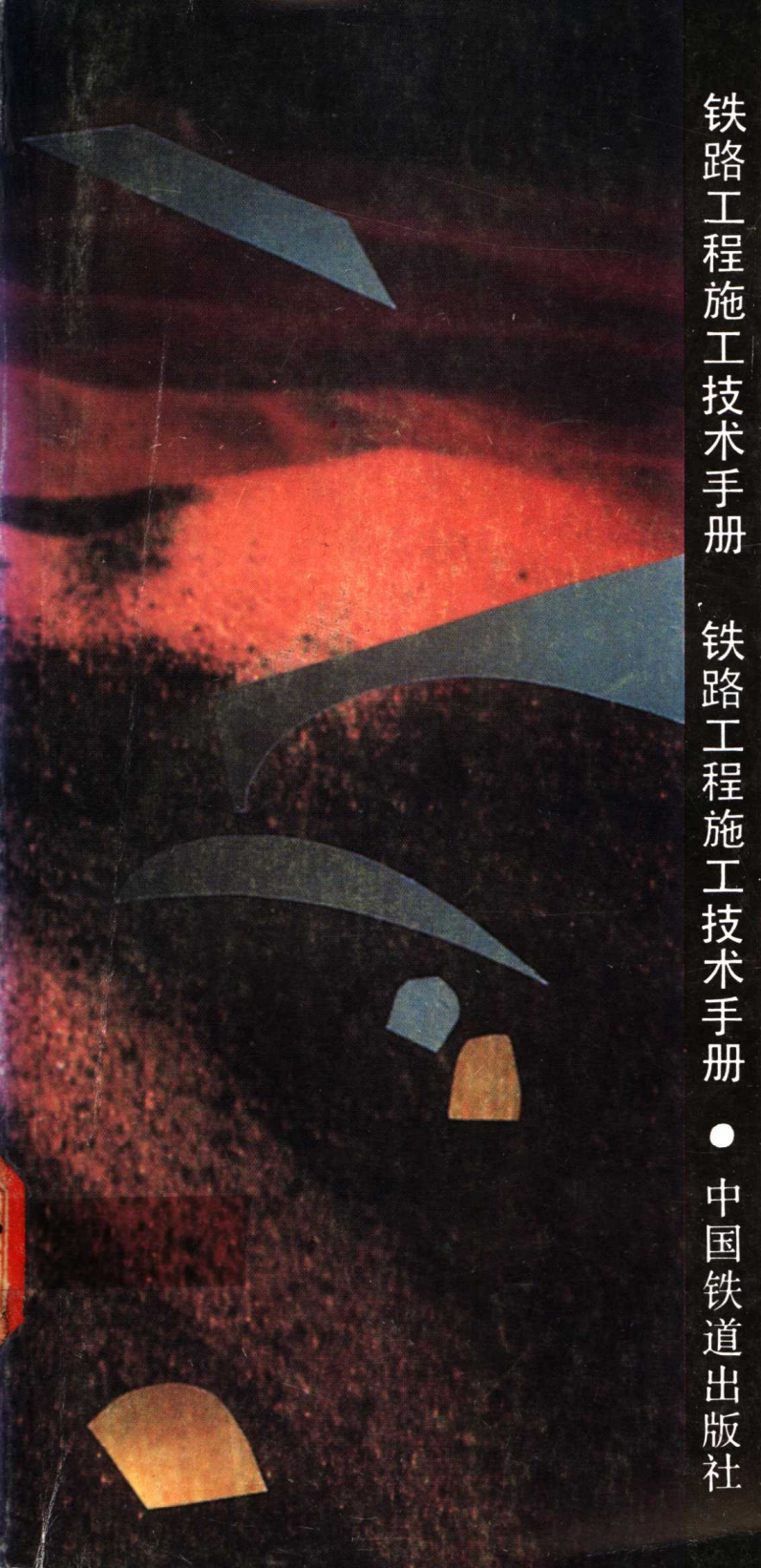
涵

中册

铁路工程施工技术手册

铁路工程施工技术手册

● 中国铁道出版社



铁路工程施工技术手册

桥 涵

中 册

铁道部第三工程局主编

中 国 铁 道 出 版 社

1994年·北京

(京)新登字063号

内 容 简 介

本手册分上、中、下三册出版。中册包括钢筋混凝土梁的制作、大跨度预应力混凝土桥施工、钢梁架设、桥涵顶进等共四章。内容主要介绍铁路桥涵工程的施工方法、经验、工艺要求及标准,并列入了部分专用机具的性能、规格及有关数据。

铁路工程施工技术手册

桥 涵

(中册)

铁道部第三工程局主编

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 冯秉明 封面设计 王毓平

各地新华书店经售

北京顺义燕华印刷厂印

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 22.5 字数: 531 千

1992年8月第1版 1994年5月第2次印刷

印数: (平) 3,001—9,000册

ISBN7-113-01025-3/TU·225 定价: 17.10元

前 言

根据铁道部关于修订铁路施工技术手册的指示。本手册在1965年版本的基础上由铁道部第三工程局负责重编。在重编过程中，我局做了大量的调查研究工作，同时征询了路内、外有关单位的资料和新技术成果。在此基础上于1979年完成初稿。

初稿完成后分发铁路系统各工程局、铁路局、设计院、大专院校等单位广泛征求意见。并根据征求意见和新修订的TBJ2-85铁路桥涵设计规范、TBJ203-86铁路桥涵施工规范、TBJ210-86铁路混凝土及砌石工程施工规范和法定计量单位再次修改补充，于1989年完成第二稿。1989年12月由原基建总局技术处主持召开审稿会，对二稿的章节内容进行了调整和补充，并定稿。

本手册内容如有与铁道部现行的标准、规范不符之处，应以现行标准、规范为主。

本手册在编写过程中得到了路内外同行的大力支持和协助，在手册中引用了有关专家学者的一些文献资料，由于篇幅所限不一一列出，在此一并表示感谢。

由于水平有限，手册中缺点错误和疏漏之处在所难免，尚望广大读者予以批评指正。

中册按目录章节顺序排列的编写人名单如下：平复强、罗离、沈桂荣、吕安民、张继桓、杨永珍。

审定人：刘统畏、杜光明、冯秉明、李开基、平复强、杨永珍、朱喜顺、钱如豹、胡增荫、陆承中。

铁道部第三工程局

目 录

第八章 钢筋混凝土梁制作	1
第一节 钢筋	1
一、普通梁钢筋作业	1
二、预应力钢丝(筋)的制备和穿束工艺	3
三、对制梁混凝土的要求	13
四、泵送混凝土:选择混凝土的配合比	14
第二节 模板和成品检查标准	16
一、制梁台座	17
二、T型梁模型	21
三、箱型梁模型	28
四、模型检查	34
五、预应力梁外形检查标准	36
第三节 预应力张拉设备及工艺	40
一、锚具	40
二、千斤顶、拉伸机(预应力张拉千斤顶)	51
三、油泵	62
四、压力表	66
五、机具校验	66
六、预施应力前的准备(后张法)	71
七、单束预应力筋张拉一般工艺	74
八、预应力筋伸长值计算	81
九、滑移、断移的处理	84
十、后张法预应力梁管道成孔工艺	86
第四节 先张法预应力梁的制作	89
一、台座	89
二、预施应力系统	95
三、模型与钢筋制作要求	100

四、张拉程序与操作要求	101
第五节 后张法预应力梁制作	103
一、普通后张法预应力梁	103
二、无碴无枕桥面制作	106
三、横向分段串联梁的制作	109
四、孔道压浆和封端	120
第六节 桥面防水层制作	123
一、沥青浸制麻布防水层	123
二、再生胶油毡防水层	131
三、树脂焦油防水层	133
四、再生橡胶沥青聚乙烯薄膜防水层	134
第七节 预制梁架设	136
一、架梁方法概述	136
二、预制梁的验收装运和存放	138
三、架梁基本作业	145
四、铁路架桥机架梁	152
五、双导梁式架设机架梁	168
六、跨墩龙门架架梁及其他	172
七、板式橡胶支座	175
第九章 大跨度预应力混凝土桥施工	183
第一节 连续梁桥顶推法	183
一、概 述	183
二、梁段预制	184
三、导 梁	188
四、顶推设备	188
五、顶推施工	194
第二节 连续梁悬臂法施工	195
一、悬臂施工方法的特点	195
二、墩顶梁块的施工	196
三、挂篮构造	199
四、施工注意事项	212
五、悬臂拼装法施工特点	215
第三节 斜拉桥	219

一、简介	219
二、索塔施工	219
三、梁体施工	222
四、缆索制作与安装	226
五、其他	239
第四节 斜腿刚构桥	243
一、概述	243
二、钢拱架拼装	243
三、箱梁钢筋混凝土施工	253
第十章 钢梁架设	257
第一节 施工准备	258
一、架梁施工场地	258
二、杆件运输	260
三、杆件的存放、检查和矫形	261
四、施工机具	267
五、大型临时辅助设施	268
第二节 架梁基本作业	269
一、杆件的预拼和搬运	269
二、杆件拼装	275
三、铆合	285
四、栓合	291
五、工地焊接	315
六、顶落梁	320
七、墩面移梁及临时支座	326
八、钢梁定位及支座安装	339
九、工地涂装	345
十、明桥面	360
第三节 膺架架梁	369
一、膺架类型	369
二、膺架结构	372
三、膺架的设计检算	380
四、膺架架梁施工	383
第四节 浮运架梁	386

一、浮运架梁的方法	386
二、浮运架梁施工设计	388
三、浮运施工	412
第五节 拖拉架梁	418
一、拖拉架梁方法	418
二、拖拉架梁施工设计	418
三、拖拉架梁施工	443
第六节 悬臂拼装	468
一、悬臂拼装的几种方法	469
二、整体稳定和平衡梁组拼	472
三、安装应力计算和杆件加固	478
四、悬臂拼装的挠度与振动	482
五、临时支墩	488
六、拼梁吊机	492
七、墩上塔架	496
八、悬臂拼装工艺	501
九、中间合拢	507
第七节 其他架梁方法	526
一、缆索拼装	526
二、转体架梁	542
三、顶推滑移架梁	554
四、整孔吊架	559
五、薄壁箱梁大节段架设及滑移拖拉架设	562
第十一章 桥涵顶进	567
第一节 顶进前的工作	569
一、工作坑	569
二、箱身预制	574
三、防坍挡墙、间隔缝	582
四、箱身防水层	584
五、减小顶进阻力的方法	584
六、后背	591
七、线路加固	612
八、挖土平台	620

第二节 机具设备及安装	620
一、液压系统	620
二、传力设备	634
三、设备安装、调试和试顶	635
第三节 顶进组织及工艺	639
一、顶 进	639
二、挖土及出土	641
三、安放顶铁（或顶柱）	644
四、接长车道	645
五、测量工作	646
六、顶进方向和高程的调整	647
七、劳动组织	649
八、安全事项	649
第四节 各种顶进法	651
一、一次顶入法	651
二、对顶法	652
三、中继间法	653
四、对拉法	660
五、解体顶进法	662
六、开槽顶入法	664
七、斜交桥涵顶进	669
八、多箱分次顶进	670
九、在厚覆土内顶进	672
十、顶拉法	673
十一、牵引法	687
十二、顶拉法顶进无筋涵洞	688
十三、钢筋混凝土圆管顶入法	692

第八章 钢筋混凝土梁制作

第一节 钢 筋

一、普通梁钢筋作业

钢筋作业应符合《铁路桥涵施工规范》(TBJ203-86)有关规定摘要如下:

(一) 接头

1. 一般钢筋接头宜用电焊焊接,并以闪光接触对焊为主。T20MnSi主筋接头,必须采用闪光接触对焊;
2. 在同一片梁内,梁体主筋必须采用同种钢号钢筋;
3. 钢筋接头应避免设置在钢筋承受应力最大之处,并应分散部署。配置在“同一截面”内的受力钢筋,其接头的截面面积占受力钢筋总截面面积的百分率应符合下列规定:

(1) 闪光接触对焊的接头,在受拉区不得超过50%;在受压区不受限制;

(2) 电弧焊接的接头应错开,钢筋接头应避开钢筋弯曲处,距弯曲点不应小于直径的10倍,也不宜位于最大弯矩处;

两钢筋接头相距在30倍直径以内及两焊接接头相距在50cm以内,或两绑扎接头的中距在绑扎长度以内,均视为处于同一截面,并不得小于50cm;

4. 焊接闪光接触对焊接头时,首先应按实际条件试焊合格后,方可成批焊接。并应对每个焊接接头进行外观检查,逐批取试件进行接头抗拉强度、冷弯试验。

(二) 钢筋的加工

1. 钢筋表面的油渍、漆污和用锤敲击时能剥落的浮皮,铁锈等应清除干净。

2. 加工后的钢筋，其表面伤痕不应使钢筋截面减少5%以上。

3. 冷拉调直钢筋，钢筋伸长率控制见表8—1。

钢筋冷拉伸长控制值

表8—1

品 种	直 径 (mm)	伸 长 率
螺纹钢	$\Phi 20$	$\leq 1\%$
	$\Phi 12$	$\leq 1\%$
	$\Phi 10$	$\leq 1.5\%$
圆钢筋	$\phi 8$	$\leq 8\%$
	$\phi 10$	$\leq 2\%$

钢筋拉伸调直后不得有死弯（发现死弯，应截去）如发现拉伸过程对焊接头有裂缝、拉断等，应加强检查焊接质量，如发现钢筋脆断、劈裂、拉不直等异常现象应及时对材质进行复查。

每根钢筋总的冷拉次数不得多于两次。

4. 钢筋裁切

(1) 弯制过程中发现钢材接头开裂、脆断、太硬、回弹等异常现象应及时找出原因适当处理。

(2) 钢筋弯制成型质量标准见表8—2。

(3) 其他工作。

甲，人行道预埋螺栓距端70mm处焊上6mm短筋，保持与螺栓垂直。

乙，在冬季施工中在联接角钢上焊接钢筋时，应在室内焊好，待其冷却后再运到室外。（室内温度不低于10℃）

(三) 钢筋绑扎

1. 钢筋绑扎应按设计要求并牢固控制钢筋位置，一般要求如下：

(1) 铎筋、桥面筋其两端交点均应绑扎。

(2) 钢筋弯折角与纵向分布筋交点绑扎。

钢筋弯制成型质量标准

表8—2

顺序	检查项目及方法	标准
1	钢筋标准弯钩外形与样板偏差	$\pm 0.5d$
2	钢筋标准弯钩端部顺直段长度	$\geq 8d$
3	箍筋、蹬筋中心距尺寸差及 $\cap$ 型筋钩顶距误差。	$\pm 3mm$
4	外形复杂的钢筋用样板抽查偏离大样尺寸差	$\pm 4mm$
5	成形后钢筋在、不在同一平面偏差（圆钢）	$\leq 8mm$
6	成形后钢筋在、不在同一平面偏差（螺纹钢）	$\leq 15mm$
7	蹬筋与趾不垂直度（趾顶偏离垂线）	$\leq 6mm$
8	同批钢、筋对接接头错开，应满足编组时50cm范围内接头不超出三分之一的要求	合格
9	成型后钢筋外观无锈坑或剥落之锈皮	良好

(3) 下缘大小箍筋接头交错绑扎。

(4) 其余各交叉点可采用梅花式跳绑。

主筋绑扎用18#铁线，如有扭断，开口、失去紧固的情况时还应补绑。

2. 钢筋骨架允许偏差见表8—3。

二、预应力钢丝（筋）的制备和穿束工艺

(一) $\phi 5$ 碳素钢丝束。钢丝技术要求见表8—4

1. 按钢丝试验单逐盘对号领料，现场存放时地面应加木垫厚20cm以上，临时露天存放应加覆盖。

2. 钢丝抽样检查：在每批中任选5~10%盘数，在盘两端50cm以后，各取试件一个。（每个长450mm）做以下试验。

(1) 1/3根数做抗拉强度及延伸率试验。

(2) 1/3根数做屈服强度（ $\sigma_{0.2}$ ，即条件流限）、及延伸率试验。

(3) 1/3根数做反复弯曲试验。

钢筋骨架允许偏差

表8—3

顺序	检查项目及方法	标准mm
1	主筋顺长度方向全长的净尺寸	±10
2	弯起钢筋位置	±20
3	主筋间距与设计位置的偏差	±7.5
4	桥面主筋间距与设计位置偏差	±15
5	复板钢筋间距误差	±15
6	复板钢筋不垂直度(上肢顶偏离垂线)	≤15
7	下缘箍筋间距误差	±15
8	箍筋内边距离尺寸差	±8
9	其他钢筋偏移	±10
10	钢筋保护层与设计尺寸偏差	±5
11	砂浆垫块散布间距	≤10m
12	钢筋搭接长度	符合设计
13	钢筋绑扎点松动%	≤10%
14	支座板位置 跨度 平整度	±2 2
15	预埋件位移 中心线 平面高差	10 5

预应力钢丝技术要求表

表8—4

公称直径		截面积 mm ²	每m理论 重 kg/m	抗拉极限 极限应力 kgf/mm ² (MPa)	条件极限 kgf/mm ² (MPa)	伸 长 率 % ≤	1000h 应力松弛	
公称值 mm	允差						初始负荷 与极限负 荷之比%	松弛值
5	+0.08 -0.04	19.63	0.154	150 (1470) 160 (1570) 170 (1670)	128 (1255) 136 (1330) 144 (1410)	4	70	I 级8% II 级 2.5%

注：标准代号：GB5223—85。

以上试验如有一个不合格，则应在该批中重取二倍试件进行复查。如再有一个不合格，则认为该批钢丝不合格。应进行逐盘

检查。

3. 钢丝在使用前须进行整直，整直后钢丝的弯曲矢高应不大于弯曲弦长的千分之五，同时不得有死弯及其他刮伤等。对于出厂时就已满足此项要求的钢丝可不进行整直工作。

4. 钢丝下料和编束

(1) 锥销锚体系

钢丝下料长度与张拉工艺和使用的机具有关。原则上计入以下几项：

$$L = l + a + b + c$$

式中 l —— 构件孔道长度；

a —— 锚具及垫板厚度；

b —— 张拉机具占用长度；

c —— 预留量（钢丝露出夹盘外的长度）一般取20cm。

钢丝切断长度误差为 $\pm 20\text{mm}$ 。如果下料长度很长应考虑温度对下料长度的影响，最好同一时间下的料放在一起。

钢丝成束时应确保顺直，不扭转。钢束有实心束和空心束两种，一般认为空心束的灌浆效果要好一些，但绑扎较为费工、实心束由于外径比空心束小、穿孔方便，绑扎较为省工、省料。且在孔道摩阻力方面，据试验结果实心束要稍小一些。

钢丝束应每隔1m用18~22#铁丝密缠20mm固定之。

当两种或两种以上强度的钢丝用于同一束时，应按低强度等级使用，存放时涂漆标明。钢束应放在木垫上，且不能露天存放。不得已需要盘放时，盘径大于3m。搬运时支距不得大于3m，二端悬出长度不得大于1.5m。并保持顺直不得扭转。

(2) 墩头锚体系

墩头锚具要求对钢丝下料长度的计算力求精确、在不考虑引伸量的计算误差并使螺帽锚紧在锚杯高度的正中间的前提下（图8—1）。对不同使用条件下的钢丝下料长度按下列公式计算：

1) 同一束钢丝两端均用A型锚具（用于张拉端的锚具），作两端张拉时，钢丝的下料长度 l 为：

$$l = L + 2B + H_1 - H - \Delta L + 2\delta$$

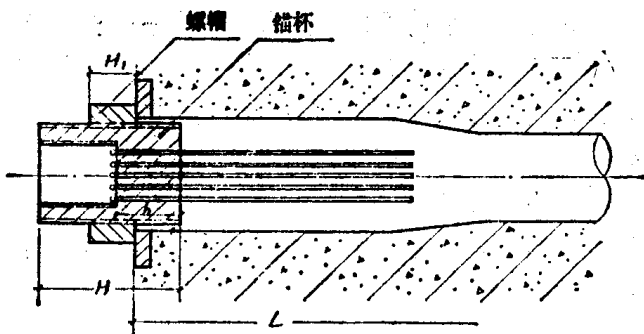


图 8—1 A₁ 锚具锚固示意

2) 同一束钢丝一端为A型锚具，另一端为B型锚具（用于固定端的锚具），仅在一端张拉时，钢丝的下料长度 l 为：

$$l = L + 2B + 0.5H_1 - 0.5H - \Delta L + 2\delta$$

式中 L —— 孔道长度；

B —— 锚板厚度；

H_1 —— 螺帽高度；

H —— 锚杯高度；

Δl —— 按孔道长度计算的钢丝引伸量；

δ —— 钢丝镦头的预留长度（等于头型高度 h 加镦头时钢丝的缩短量）约 9 mm。

3) 下料后的钢丝截面应力求与母材垂直，或使镦头时着力点对中，可允许过分倾斜，如图 8—2。

4) 同束各根钢丝的下料长度相对误差，应尽可能严格控制，对直束或一般曲率的钢丝束可按其长度不同，控制在 $1/3000 \sim 1/8000$ 之间。

5) 钢丝镦头：

注：(a) 式中未考虑弹性压缩，使用者认为需要时，可自行给出。

(b) 如果模板的实际长度误差超过规定允许值，式中 L 应按实量取。

(c) 如有反复张拉工序者，钢丝的下料长度还应减去钢丝放张回零时的残余变形量。

① 镦头设备：可采用LD10型钢丝镦头器。其额定油压为 400kg/cm^2 。镦头力9t，自重约10kg。并附有切筋器，切筋器自重约11kg。通常 $\phi 5$ 钢丝镦头液压控制在 $340\sim 360\text{kg/cm}^2$ 之间。

② 头型质量要求：

头型尺寸如图8—3所示：

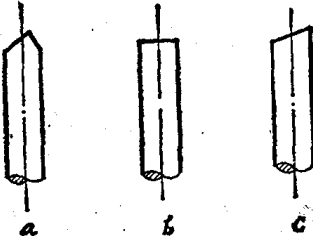


图8—2 下料切口断面

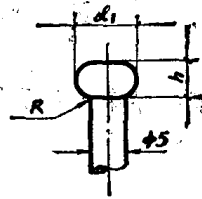


图8—3 冷镦头头形标准

$$d_1 = \phi 7.2 \sim \phi 7.5 \text{ mm}$$

$$h = 4.8 \sim 5.7 \text{ mm}$$

$$R = 0.75 \sim 1 \text{ mm}$$

头型要求圆整，肉眼不见偏歪；

头颈部母材断面不受削弱；

允许纵向微裂，不允许斜裂缝，若发现有大开口爆裂、内部暴露大量氧化皮、脱炭、折叠等先天严重缺陷的钢丝，不得使用，镦头后的钢丝应与原材具有同等抗拉强度。

5. 穿束，穿束前应清除管道内水分及杂物。为减少孔道张拉时的摩擦阻力，钢丝束上可涂抹润滑剂。对润滑剂的要求是：易溶于水，含碱量小，可腐蚀钢筋，易在常温下被水冲洗掉。可选用成品C₁皂或自己配制蓖麻皂。

蓖麻皂成份：

蓖麻油：椰子油：梓油：苛性钾 = 20%：60%：20%：17~18%

pH = 6 ~ 6.5。

合成脂肪酸润滑剂 (C_{18} 皂) 是石蜡副产品

成份: 含脂肪酸45%, 含游离碱0.5%以下。

pH 7 ~ 8。

使用方法: 将润滑剂适当加热并用水稀释。稀释的程度达到润滑剂能附在钢丝上呈一薄层即可。

通常钢丝在涂润滑剂后孔道摩擦力可以减少50%左右。

预应力钢丝束张拉完毕后可用高压水或蒸气冲去附在钢丝上的润滑剂, 当观察到冲出的水没有泡沫及水不混浊时即可停止冲洗。

穿束: 穿束方法见图 8—4, 将钢丝卡紧在锥销与小钢管之

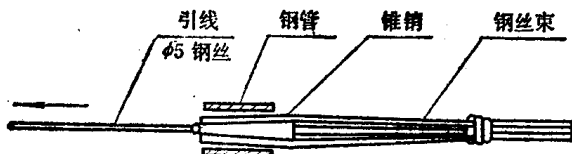


图 8—4 穿束牵引器

间, 钢管的外径应能保证顺利穿过预留孔道。先将引线 (单根钢丝) 穿入孔道, 在另一端拉出, 即完成穿孔工作。

(二) 钢绞线

目前国产、进口钢绞线都在使用。现将预应力钢绞线的规格和性能如表 8—5 所示。

钢绞线宜采用无齿锯切割。采用电弧熔割时, 应防止将钢绞线局部烧伤。切割后钢绞线端部应焊牢, 并用铁丝绑扎。

钢绞线常用人工逐根穿入, 或用穿束机逐根穿入。

(三) 钢 筋

用在桥梁上做预应力筋的粗钢筋其张拉端均采用螺帽锚固的方法。但是螺杆有各种不同类型, 分别叙述如下:

1. 各种类型预应力粗钢筋

(1) 螺丝端杆与预应力筋焊接的粗钢筋