

简明结构吊装手册

余厚极 编

中国建筑工业出版社

简明结构吊装手册

余厚极 编

中国建筑工业出版社

目 录

第一章 工具、索具.....1

第一节 工具及附件1

一、卡环.....1

二、管式柱子校正器.....3

三、铁扁担.....3

四、其它吊装用附件工具.....4

第二节 索具10

一、棕绳10

二、钢丝绳10

第三节 简易起重工具22

一、千斤顶22

二、卷扬机23

三、葫芦23

四、滑车及滑车组25

第二章 结构吊装的准备工作34

第一节 施工组织设计编制的主要内容.....34

一、工程概况34

二、吊装方案35

三、技术措施39

四、施工进度计划39

五、机械、材料、工具表、工程量表41

六、质量、安全要求41

第二节 构件平面布置.....42

一、钢筋混凝土柱平面布置形式42

二、钢筋混凝土屋架预制阶段平面布置44

三、吊车梁平面布置44

四、屋盖系统构件吊装阶段平面布置45

第三节 现场准备工作48

一、路线48

二、现场环境48

三、水、电源50

四、安全准备50

五、构件的准备工作50

六、其它准备工作50

第四节 构件运输、拼装、堆放51

一、构件运输51

二、构件拼装52

三、构件堆放	54
第三章 构件吊装工艺	55
第一节 柱子吊装	55
一、柱子的绑点位置	55
二、柱子的吊升	57
三、柱子的就位	57
四、柱子的临时固定	58
五、柱子的校正	58
六、柱子的永久固定	60
第二节 吊车梁吊装	60
一、吊车梁的绑扎、吊升、就位	60
二、吊车梁的校正与固定	60
三、重型吊车梁吊装	62
第三节 屋架吊装工艺	62
一、屋架的绑扎点	62
二、屋架的吊升、就位、临时固定	62
第四节 天窗架等构件及不规则构件吊装	64
一、天窗架吊装	64
二、屋面板吊装	65
三、天沟板吊装	65
四、不规则构件吊装	65
第五节 屋盖吊装	66
第四章 大跨度屋盖结构吊装	67
第一节 门式刚架吊装	67
一、门式刚架类型	67
二、门式刚架绑扎点的选定	67
三、门式刚架的临时固定与校正	68
四、门式刚架的永久固定	68
第二节 网架结构吊装	69
一、网架特征	69
二、网架的拼装工艺流程及拼装方向	70
三、网架吊装方法	70
四、网架安装注意事项	73
第三节 大跨度平面桁架屋盖吊装	74
一、钢带提升法	74
二、大跨度屋盖结构顶升法	75
三、钢带提升和顶升法注意事项	75
第五章 火力发电厂结构吊装	78
第一节 火力发电厂主要结构形式	78
一、煤库主要结构形式	78
二、输煤廊结构形式	78
三、主厂房结构形式	78
第二节 火力发电厂结构吊装	80
一、煤库吊装	80
二、输煤廊吊装	80

三、主厂房吊装82

第六章 框架结构吊装86

第一节 高层钢结构吊装86

一、高层钢结构施工顺序86

二、高层钢结构垂直运输机械86

三、高层钢结构吊装工艺88

四、高层钢结构的测量91

五、高层钢结构的焊接工艺92

第二节 多层装配式框架结构吊装93

一、起重机械的选择94

二、起重机的布置94

三、框架结构吊装构件布置95

四、框架结构吊装方法95

第七章 钢筋混凝土升板法施工99

第一节 升板设备99

一、自行电动穿心式提升机99

二、自升提升机的原理99

三、提升机承受力计算100

第二节 升板施工工艺100

一、柱子预制、吊装100

二、地坪及楼板制作100

三、板的提升与固定101

四、升板工艺提升阶段柱子的稳定103

五、升板工艺的发展103

第八章 “土”法吊装104

第一节 “土”法吊装用地锚104

一、无护板加固地锚受力计算104

二、有护板加固地锚受力计算105

三、地锚强度计算105

四、地锚构造及容许拉力选用表107

五、活动地锚107

第二节 自行式起重机加辅助装置110

一、起重吊臂增加牵引绳110

二、两台起重机吊臂加设横梁的吊装方法111

三、起重吊臂加支柱吊装方法111

第三节 桥梁、渡槽“土”法吊装112

一、龙门架法113

二、便道横移法114

三、利用人字桅杆悬吊法114

四、双人字悬臂吊臂吊装渡槽114

第四节 其它“土”法吊装115

一、人字桅杆扳起铁塔115

二、人字桅杆抬吊洗涤塔116

三、桥式起重机吊装方法116

第九章 结构吊装中的一般计算119

第一节 起重机臂长选择	119
一、图解法	119
二、数解法	120
三、估算法求吊臂长度	121
第二节 构件吊点校核	122
一、钢筋混凝土柱的吊点验算	122
二、屋架翻身扶直时绑扎点强度校核	124
三、门式刚架吊点验算	130
第三节 起重机的稳定性验算	133
一、履带式起重机稳定性验算	133
二、轮式起重机动态稳定性验算	135
三、塔式起重机的稳定性验算	136
第四节 桅杆式起重机的计算	138
一、常用几种桅杆吊装时受力计算	138
二、格构式桅杆设计	144
第十章 结构吊装常用参考资料	155
第一节 起重机械	155
一、履带式起重机	155
二、轮胎式起重机	172
三、塔式起重机	178
四、汽车式起重机	184
第二节 运输车辆	210
一、牵引车头技术参数表	210
二、牵引平板技术参数表	211
三、构件运输车技术参数表	212
第三节 常用数据及其它	212
一、常用数据及常用公式	212
二、构件安装时的允许偏差和检验方法	243
三、起重吊装指挥信号	249

第一章 工具、索具

第一节 工具及附件

一、卡环

卡环又称卸甲，是吊索与构件联系用工具，图1-1及表 1-1 为卡环的国标（GB359-65)规格。

在施工现场对卡环的容许荷载估算，是采用卡环的横销直径换算的近似公式，见公

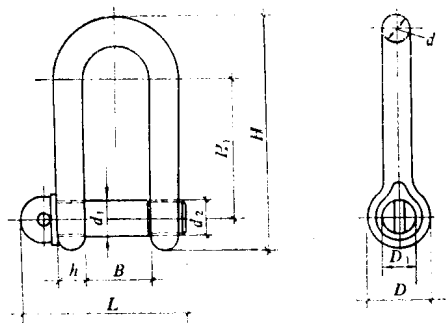


图 1-1 卡环尺寸示意图

卡环技术规格（GB559-65）表 1-1

型号 (GD)	使用负荷		D	H	H ₁	L	d	d ₁	d ₂	C	重量
	(N)	(kg)	(mm)								(kg)
0.2	2450	250	16	49	35	34	6	8.5	M8	1	0.04
0.4	3920	400	20	63	45	44	8	10.5	M10	1	0.09
0.6	5880	600	24	72	50	53	10	12.5	M12	1	0.16
0.9	8820	900	30	87	60	64	12	16.5	M16	1	0.30
1.2	12250	1250	35	102	70	73	14	18.5	M18	1	0.46
1.7	17150	1750	40	116	80	83	16	21	M20	1	0.69
2.1	20580	2100	45	132	90	98	20	25	M22	1.5	1
2.7	26950	2750	50	147	100	109	22	29	M27	1.5	1.54
3.5	34300	3500	60	164	110	122	24	33	M30	1.5	2.20
4.5	44100	4500	68	182	120	137	28	37	M39	1.5	3.21
6.0	58800	6000	75	200	135	158	32	41	M39	2.0	4.57
7.5	73500	7500	80	226	150	175	36	46	M42	2.0	6.20
9.5	93100	9500	90	255	170	193	40	51	M48	2.0	8.63
11.0	107800	11000	100	285	190	216	45	56	M52	2.5	12.03
14.0	137200	14000	110	318	215	236	48	59	M56	2.5	15.58
17.5	171500	17500	120	345	235	254	50	66	M64	2.5	19.35
21.0	205800	21000	130	375	250	288	60	71	M68	2.5	27.83

式 (1-1)。

$$[Q]=40d^2$$

(1-1)

式中 $[Q]$ ——容许荷载 (N)；
 d ——横销直径 (mm)。

半自动卡环用于吊装柱子时，为减少高空作业而使用的一种卡环，系各单位自制。受力可采用普通卡环容许荷载公式估算。图1-2为其构造示意图。

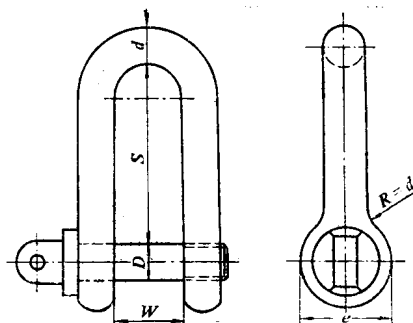
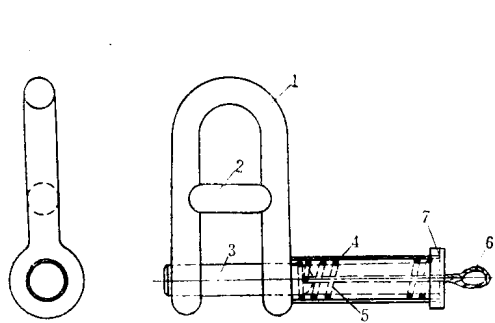


图 1-2 半自动卡环构造示意图

图 1-3 国际标准D形卡环尺寸符号示意

1—弯环；2—加劲横杆（根据卡环大小号，采取加与否）；3—横销；4—导向管；5—弹簧；6—拉绳；7—盖子

D 形 卡 环 内 部 尺 寸

表 1-2

起重能力 <i>CP</i>	试验负荷 <i>Fe</i>	开 口 宽 度 $W=14\sqrt{0.1Fe}$	内 部 高 度 $S=(2.2W)$
(t)	(kN)	(mm)	(mm)
1.0	20	20	44
1.25	25	22	49
1.6	32	25	55
2.0	40	28	62
2.5	50	31	69
3.2	64	35	78
4.0	80	40	87
5.0	100	44	97
6.3	126	50	109
8.0	160	56	123
10.0	200	63	138
12.5	250	70	154
16.0	320	79	174
20.0	400	89	195
25.0	500	99	218
32.0	640	112	247
40.0	800	125	275
50.0	1000	140	308
63.0	1260	157	346
80.0	1600	177	390

注：S值是以W精确值得出，而不是按表中圆整数算出。

国际标准D形卡环（卸扣）：图1-3及表1-2、1-3 为国际标准（ISO2731-73),所规范的D形卡环的主要尺寸数据。

卡环本体、横销和销孔直径 表 1-3

起重能力 CP	卡环本体材料 (d最小)			横销直径 (D)			销孔外径 (e) 最小		
	$13\sqrt{CP}$ $12\sqrt{CP}$ $10.2\sqrt{CP}$			$1.15d$			$2D$ 最小		
	L级	M级	S级	L级	M级	S级	L级	M级	S级
(t)	(mm)			(mm)			(mm)		
1.0	13	12	11	15	14	12	30	28	24
1.25	15	14	12	17	15	13	34	30	26
1.6	17	16	13	19	18	15	38	36	30
2.0	19	17	15	21	20	17	42	40	34
2.5	21	19	17	24	22	19	48	44	38
3.2	24	22	19	27	25	21	54	50	42
4.0	26	24	21	30	28	23	60	56	46
5.0	29	27	23	33	31	26	66	62	52
6.3	33	31	26	37	35	29	74	70	58
8.0	37	34	29	42	39	33	84	78	66
10.0	41	38	33	47	44	37	94	88	74
12.5	46	43	36	53	49	42	106	98	84
16.0	52	48	41	60	55	47	120	110	94
20.0	59	54	46	67	62	52	134	124	104
25.0	65	60	51	75	69	59	150	138	118
32.0	71	68	58	84	78	66	168	156	132
40.0	83	76	65	94	87	74	188	174	148
50.0	92	85	72	106	98	83	212	196	166
63.0	104	96	81	119	110	93	238	220	186
80.0	117	106	91	134	124	105	268	248	210

注：1. 实际使用的横销和卸扣本体的直径可选择任何标准的棒材系列，必须注意制造方法，成品直径不应低于表列最小值。
2. 表列数值d是经圆整的，D是从d的精确值计算出并圆整的。
3. L级只供船用。

二、管式柱子校正器

图1-4为一种管式柱子校正器图，在校正柱子时要配合钢丝绳使用（见图3-10）。

三、铁扁担（有称横吊梁）

铁扁担型式有多种，建筑结构吊装用铁扁担常用钢板、型钢或型钢组合制成。

铁扁担主要用途：

吊装柱子时容易使柱子立直而便于安装、校正，吊屋架等构件时，可以降低起升高和减少对构件的水平压力。图1-5为一种钢板式铁扁担，构造简易，使用方便。表1-4为部分钢板式铁扁担规格选用表。

图1-6所示为钢管式铁扁担，图中不代括号尺寸指吊重200kN（约20t）用的铁扁担，有括号数值指150kN（约15t）用的铁扁担。

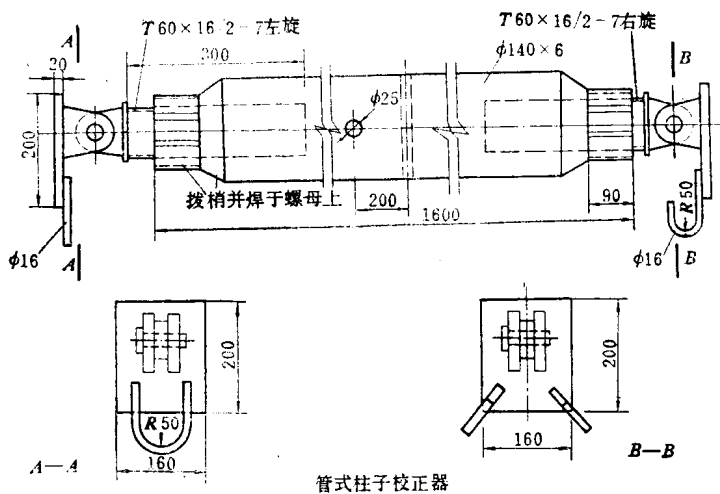


图 1-4 螺旋管式校正器

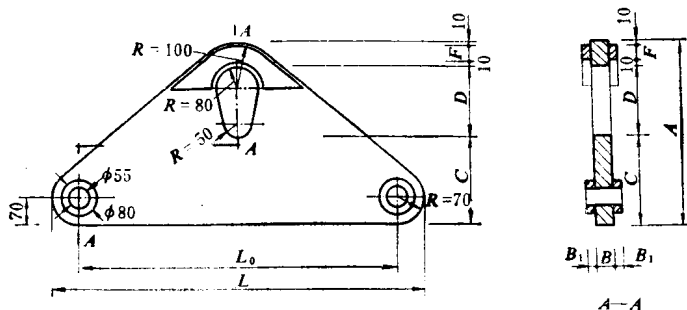


图 1-5 钢板式铁扁担图

钢板式铁扁担规格选用表

表 1-4

规格	起重量 (kN)	L ₀ (mm)	L (mm)	各部分尺寸 (mm)						材质	重量 (kg)
				A	B	B ₁	C	D	E		
板一号	100	700	840	400	30	15	190	160	30	A3F	42
板二号	200	1000	1140	450	50	15	210	180	40		110

四、其它吊装用附件工具

1. 铁、木楔子

其规格选用表见表1-5。

2. 铁垫、撬杠

铁垫是支垫构件找正用，其规格见表1-6。

撬杠在起重吊装作业中，为常用简便工具。撬杠材料用六棱钢和圆钢（45号或20号钢）制成，其稍和弯折部分在锻好后，应进行淬火处理，要求硬度适中。其规格选用见表1-7。

3. 花篮螺栓

花篮螺栓又称松紧螺栓，主要是用它调节钢丝绳松紧程度。花篮螺栓的型号根据其两头结构划分。CC型、CO型多用于经常拆卸场合；OO型多用于不经常拆卸场合。其规格见表1-8~1-10。

花篮螺栓受力估算：

施工现场花篮螺栓容许荷载估算，利用螺栓直径计算。CC型CO型花篮螺栓容许荷载为：

容许荷载=25×直径（mm）×直径（mm）（N）

OO1、OO2型花篮螺容许荷载为：

容许荷载=30×直径（mm）×直径（mm）（N）

4. 绳卡

绳卡又称夹头或轧头，供固定钢丝绳夹接用。按结构型式分为马鞍式，抱合式，骑马式。表1-11为骑马式规格表。

绳卡数量计算：

（1）马鞍式、抱合时绳卡数量可按式（1-2）计算：

$$n = \frac{P}{2T(f_1 - f_2)} = 1.677 \times \frac{P}{2T} \tag{1-2}$$

式中 P ——钢丝绳上所受综合计算荷载（kN）；
 T ——栓紧绳卡螺帽时，螺栓所受的力（N），（根据螺栓直径，按表1-12求出）；
 f_1 ——钢丝绳与钢丝绳的摩擦系数， $f_1=0.4$ ；
 f_2 ——钢丝绳与绳卡夹箍的摩擦系数， $f_2=0.2$ 。

（2）对骑马式绳卡数量，可按式（1-3）计算，设钢丝绳与钢丝绳间的摩擦系数近似为零，则计算按式（1-3）进行。

$$n = \frac{P}{2Tf_2} = 2.5 \frac{P}{T} \tag{1-3}$$

式中符号同式（1-2）一样。

（3）按国家标准绳卡数量，见表1-13。

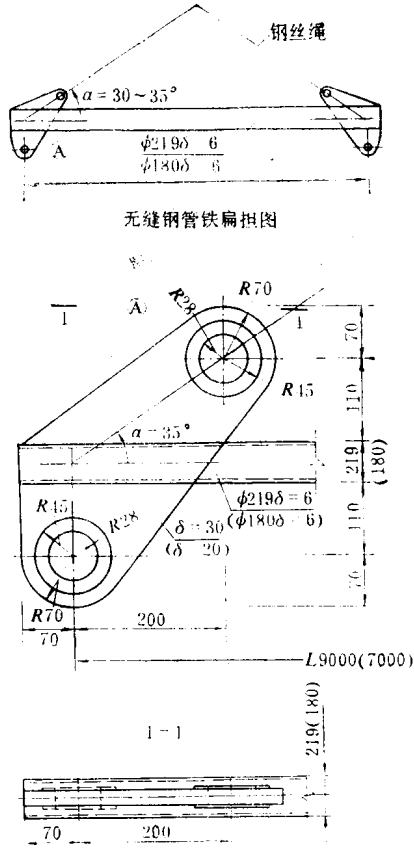


图 1-6 无缝钢管式铁扁担图

铁、木楔子规格选用表

表 1-5

名 称	简 图	尺寸 (mm)				用 途
		a	b	c	d	
1号木楔		350	100	40	100	主要用于吊装 柱子
2号木楔		350	100	25	80	
3号木楔		400	120	25	100	
4号木楔		400	120	25	80	
1号铁楔		300~ 350	90	20	120	
2号铁楔		300~ 400	90	40	150	

注：钢筋混凝土楔子，可参照木楔子尺寸制作，混凝土强度应高于柱子混凝土强度等级，

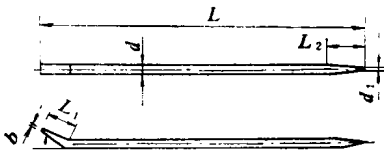
常用铁垫规格参考表

表 1-6

名 称	简 图	尺寸 (mm)				用 途
		a	b	c	d	
1 号斜铁垫		40	30	2	6	
2 号斜铁垫		60	35	2	8	
3 号斜铁垫		80	40	2	6	
4 号斜铁垫		100	45	2	8	
5 号斜铁垫		120	50	2	6	
6 号斜铁垫		150	60	2	8	

常用撬杠规格表

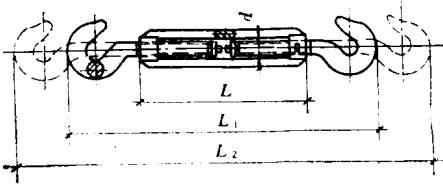
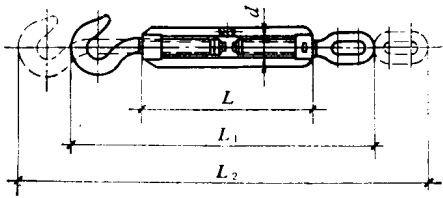
表 1-7



编 号	角度	各部尺寸 (mm)					
	α	L	L ₁	L ₂	d	d ₁	b
1	45°	1300	65	170	30	8	2.0
2	45°	1200	60	150	25	6	2.0
3	45°	1000	50	150	22	6	2.0
4	40°	800	45	100	20	4	1.5
5	35°	600	40	100	16	4	1.5

CC型、C0型花篮螺栓规格表

表 1-8

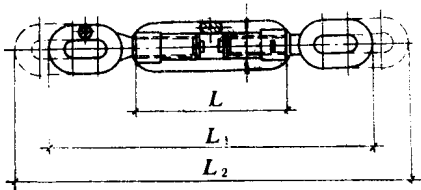


续表

号码	允许荷载 (kg/N)	适用钢丝绳 直径 (mm)	螺纹直径 d (mm)	本体长度 L (mm)	最小全长 L_1 (mm)		最大全长 L_2 (mm)	
					CC型	CO型	CC型	CO型
0.07	70/686	2.2	6	100	180	175	258	250
0.1	100/981	3.3	8	125	225	210	317	304
0.2	250/2451	4.5	10	150	270	260	380	370
0.3	320/3138	5.5	12	200	334	320	480	468
0.4	440/4315	6.5	14	200	334	330	490	498
0.6	630/6178	8.5	16	250	446	420	638	610
0.7	770/7551	9.0	18	300	520	500	748	720
0.9	980/9611	9.5	20	300	520	500	740	720

001 型 花 篮 螺 规格 表

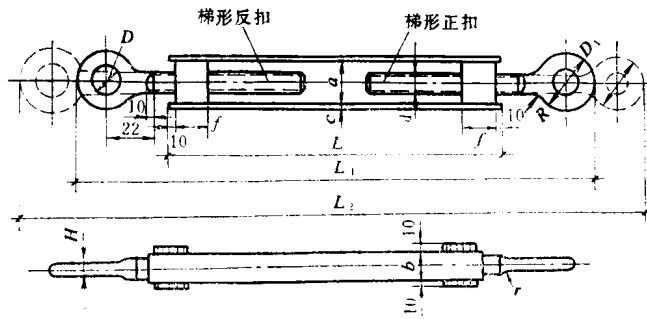
表 1-9



号 码	允许荷载 (kg/N)	适用钢丝绳径 (mm)	螺纹直径 d (mm)	本体长度 L (mm)	最小长度 L_1 (mm)	最大长度 L_2 (mm)
0.1	100/980	6.5	6	100	164	242
0.2	200/1961	8.0	8	125	199	291
0.3	300/2942	9.5	10	150	250	318
0.4	400/3922	11.5	12	200	310	416
0.6	600/5884	13.0	14	200	320	466
0.8	800/7845	15.0	16	250	390	582
1.0	1000/9806	17.0	18	300	460	688
1.3	1300/12748	19.0	20	300	470	690
1.7	1700/16671	21.5	22	350	540	806
1.9	1900/18632	22.5	24	400	610	922
2.4	2400/23536	28.0	27	450	680	1035
3.0	3000/29420	31.0	30	450	700	1055
3.8	3800/37265	34.0	33	500	770	1158
4.5	4500/44130	37.0	36	500	840	1270

002 型花籃螺栓規格表

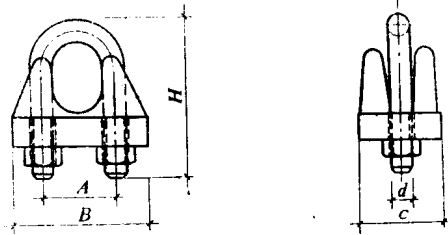
表 1-10



允许荷载 (t/kN)	各 部 分 尺 寸 (mm)													
	a	b	c	H	f	n	R	r	d	D	D ₁	L	I ₁	I ₂
3/29	60	40	10	20	50	70	30	15	23	40	86	620	840	1350
5/49	70	50	10	25	70	80	40	25	32	50	100	660	920	1440
10/98	110	90	12	41	90	100	50	40	50	60	130	940	1270	2050
15/147	130	110	14	46	100	110	60	55	55	70	140	1050	1410	2240
20/196	150	130	14	54	120	130	70	70	60	80	170	1320	1750	2650

骑马式绳卡规格表

表 1-11



型 号	适用最大绳径 (mm)	螺栓直径 (<i>d</i>) (mm)	螺栓中心距 (<i>A</i>) (mm)	螺栓全高 (<i>H</i>) (mm)
Y ₁ —6	6	6	14	35
Y ₂ —8	8	8	18	44
Y ₃ —10	10	10	22	55
Y ₄ —12	12	12	28	69
Y ₅ —15	15	14	33	83
Y ₆ —20	20	16	39	96
Y ₇ —22	22	18	44	108
Y ₈ —25	25	20	49	122
Y ₉ —28	28	22	55	137
Y ₁₀ —32	32	24	60	149
Y ₁₁ —40	40	24	67	164
Y ₁₂ —45	45	27	78	188
Y ₁₃ —50	50	30	88	210

栓紧绳卡螺帽时、螺栓受的力

表 1-12

螺栓直径 (mm)	螺纹外的断面计算 面积 (cm ²)	螺栓上所受力(T)		螺栓直径 (mm)	螺纹外的断面 计算面积 (cm ²)	螺栓上所受力(T)	
		(N)	(kg)			(N)	(kg)
9.5	0.44	3920	400	22.2	2.72	34300	3500
12.7	0.78	7350	750	25.4	3.57	45080	4600
15.8	1.31	15190	1550	28.4	4.49	56840	5800
19.0	1.96	24500	2500	31.8	5.77	73500	7500

绳卡数量表 (摘自GB6067—85)

表 1-13

钢丝绳直径 (mm)	7~18	19~27	28~37	38~45
绳卡数量 (个)	3	4	5	6

注：绳卡压头应在钢丝绳长头一边，绳卡间距不应小于钢丝绳直径的6倍。

第二节 索 具

一、棕绳（麻绳）

棕绳又叫麻绳、白棕绳，以剑麻为原料，其性较软，建筑工地应用广泛,多用于牵拉、捆绑，有时也用于吊装轻型构件绑扎绳。其容许拉力按经验公式进行。棕绳安全系数见表1-14。天津产棕绳规格见表1-15。

棕 绳 安 全 系 数 K 值 表

表 1-14

用 途	作缆风绳	吊 索 绳	重 要 处	穿滑车组吊构件
K	6	≥6	10	5

棕绳容许拉力经验公式为：

容许拉力=直径（mm）×直径（mm）÷0.2（N）

二、钢丝绳

钢丝绳绳股是由0.3~3mm直径的高强钢丝绕成。钢丝越细绕成的钢丝绳也比较柔软，反之钢丝粗绕成的钢丝绳则较硬。

建筑工地用钢丝绳多为普通绳，主要规格是6×19、6×37、6×61。

1. 钢丝绳的分类

按钢丝绳结构型式分为普通式、复合式、闭合式；绳芯分：麻芯、棉芯、石棉芯、金属芯等。

普通式及复合式钢丝绳，按捻制方向分为：顺绕（又可分为同向左捻，同向右捻）、反绕（又称交互左捻、交互右捻）、混合绕，如图1-7。

2. 钢丝绳受力计算及其主要数据

钢丝绳破断拉力计算较为复杂，式（1-4）、（1-5）、（1-6）为三种计算方法。

规格			印尼棕绳		白棕绳		混合绳	
直径	延伸率	股组织	重量	破断力	重量	破断力	重量	破断力
(mm)	(%)	经数(系)	kg	N	kg	N	kg	N
10		3×3	15	4410	15	3038	16	3989
13		5×3	28	7203	28	4410	30	5782
16		8×3	42	10486	42	9800	47	10192
19	14	11×3	60	14896	50	13770	65	—
22	22	14×3	77	17542	72	14700	84	—
25	29	20×3	103	24500	100	21560	118	19992
28	38	26×3	135	38416	120	26460	145	—
32	25	32×3	165	43316	155	—	180	—
38	22	42×3	235	65856	212	—	239	—
42	18	49×3	265	66836	230	—	303	—
45	13	59×3	316	67620	—	—	380	—
50	13	70×3	383	73500	—	—	405	—
57	13	87×3	549	—	360	—	—	—

注：表列各种麻绳重量系每盘绳近似数。破断力栏的空格系数做抗拉试验。

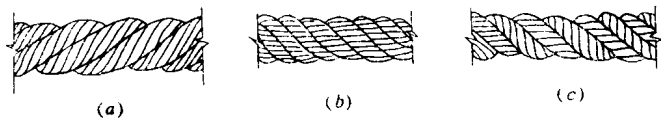


图 1-7 钢丝绳绕法示意图
(a) 顺绕; (b) 反绕; (c) 混合绕

(1) 钢丝绳破断拉力近似方法按式 (1-4) 进行。

$$P_{\text{破}} = P_c (\cos \alpha)^m \cdot (\cos \beta)^n \tag{1-4}$$

式中 $P_{\text{破}}$ ——钢丝绳破断拉力 (N) ;
 P_c ——钢丝绳总和计算破断拉力 $P_c = A \sigma_b$;
 A ——钢丝断面积总和 (mm²) ;
 σ_b ——钢丝公称抗拉强度极限 (MPa) ;
 α ——股中钢丝的捻角, 取 $\alpha = 13^{\circ} \sim 15^{\circ}$;
 β ——钢丝绳中股的捻角, 平均取 $\beta = 16^{\circ}$;
 m ——股中钢丝层数;
 n ——钢丝绳中股的层数。

(2) 施工现场钢丝绳破断拉力估算

按 (1-5) 式进行。

$$P_{\text{破}} = 500 d^2 \tag{1-5}$$

式中 $P_{\text{破}}$ ——破断拉力 (N) ;