

杨海滨 徐 铭 曹 华 编著

钻井绳索与井场吊运安全操作



TE923
Y1

使用不当造成的事故占钻井事故的30%~55%

玩熟了，当钻工就合格了一半

全书110多幅图讲解安全操作

石油工业出版社
Petroleum Industry Press

钻井绳索与井场吊运 安全操作

杨海滨 徐铭 曹华 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了钻井常用绳索及吊装作业的基本知识。内容包括：白棕绳和钢丝绳的基础知识及常用方法，井队常用吊装机具，以及搬运与吊装作业的基础知识与注意事项。

本书可供相关专业的管理人员、现场作业人员学习参考，也可作为有关专业的学员培训用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

钻井绳索与井场吊运安全操作/杨海滨等编著.

北京：石油工业出版社，2004.2

ISBN 7-5021-4573-7

I. 钻…

II. 杨…

III. ①油气钻井—绳索

②油气钻井—吊装—安全操作规程

IV. TE 923

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 007389 号

出版发行：石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号楼 100011)

网 址：www.petropub.com.cn

总 机：(010) 64262233 发行部：(010) 64210392

经 销：全国新华书店

印 刷：石油工业出版社印刷厂印刷

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 开本：1/32 印张：3.75

字数：105 千字 印数：1—2500 册

定价：16.00 元

(如出现印装质量问题，我社发行部负责调换)

版权所有，翻印必究

前 言

记得刚到井队的时候，一位老师傅对编者说“你把绳子玩熟了，当钻工就合格了一半”。几年的井队生活，编者对这句话有了更深刻的理解。井队的大部分工作都离不开绳索，离不开搬运和吊装工作。多少年来，我们井队一直沿用一些习惯的方法，使用各种绳索进行钻井和吊装作业，其中有合理的成分，也有不少不恰当的做法。现在仍然有一些钻井作业人员缺乏这方面的常识，如何在钻井作业中合理地使用绳索，科学地进行搬运和吊装，对他们来说，是十分重要的事情。在有的井队，甚至很难找到一根符合标准要求的吊索。一些不规范的做法成了习惯，形成不安全的隐患。

钻井绳索及吊装作业与井队的安全密切相关。据对德国和法国陆上钻井 5091 起作业事故的调查分析，由于绳索使用不当造成的事故竟占总数的 30%~55%！可见，正确掌握绳索的使用方法和吊装作业的基本知识，对一个钻井作业者是多么的重要。

本书是一本专门为石油钻井现场作业人员编写的技术操作书籍。我们根据国内外钻井作业绳索及吊装的一些通用标准，结合我国石油钻井作业的具体特点与成熟经验，介绍了钻井常用绳索及吊装作业的基本知识。全书分为四章，前两章介绍白棕绳和钢丝绳的基础知识及常用方法；后两章介绍井队常用吊装机具、搬运与吊装作业的基础知识与注意事项。

在编写过程中，我们查阅了不少资料，并在国内 5 个油田进行了调研；我们征询了许多同志的意见，不少井队的师傅提供了热情的帮助，对此，我们深表谢意，希望我们的工作不辜负他们的关心与支持，对钻井安全和规范化作业起到有益的

作用。

在编写过程中，我们力求做到“小而精”。这个目标是否达到，还有待各位读者检验。

编 者

二〇〇三年十二月

目 录

第一章 白棕绳	(1)
第一节 白棕绳的种类和强度	(1)
第二节 白棕绳的编接和常用绳结	(6)
第三节 猫头绳与旋绳	(14)
第二章 钢丝绳	(17)
第一节 钢丝绳的构造分类与强度计算	(17)
第二节 钢丝绳的使用与维护	(31)
第三节 钢丝绳的检查及报废标准	(36)
第四节 钻井钢丝绳	(41)
第五节 井场常用钢丝绳	(56)
第六节 绳卡与螺旋拉紧器	(61)
第七节 钢丝绳的插接	(69)
第三章 井场常用起重机具	(79)
第一节 卸扣	(79)
第二节 吊钩	(81)
第三节 滑车	(83)
第四节 葫芦	(88)
第五节 千斤顶	(98)
第四章 井场搬运与起重吊装	(101)
第一节 工具设备的选择	(101)
第二节 物件的捆绑	(103)
第三节 人工搬抬物件	(105)
第四节 起重和吊装	(108)
参考文献	(113)

第一章 白 棕 绳

第一节 白棕绳的种类和强度

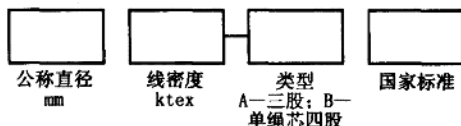
白棕绳是麻绳中的一种，以剑麻（龙舌兰麻）为原料捻成，钻井现场常称之为“棕绳”。剑麻产于热带，以菲律宾生产出口较多，所以又叫做“马尼拉绳”（Manila Rope）。

白棕绳的抗拉力和抗扭力较普通麻绳强，而低于钢丝绳，一般棕绳的抗拉强度仅为同直径钢丝绳的 10% 左右。白棕绳比较耐腐蚀和耐摩擦，并且弹性好，即使突然受到冲击载荷也不易断裂；另外，它柔软轻便，易于绑扎。由于这些优点，白棕绳在钻井作业中广泛应用。然而，白棕绳寿命比钢丝绳短，受到腐蚀和摩擦后强度降低，遭到锐利的器具摩擦后容易断开。

在制造过程中，要求白棕绳必须用新原料制成，绳索与绳股应当没有捻接，保持连续不断，并且绳索的含油率不超过 15%。

符合 GB/T 15029—94 的白棕绳，每捆都附有标签，注明品名、商标、公称直径、等级、长度、捆总量、执行标准编号、生产厂名、生产厂家地址、生产日期和产品合格标志。在绳股中，还插入一条红色的绳纱或扁纱作为标记。对于公称直径大于 12mm 的白棕绳，在绳股中放入了宽 3mm 以上的红色扁丝，上面印有执行标准编号和生产厂家标识。

按照国家标准，白棕绳采用如下的方式进行标识：



例如，公称直径 10mm 的三股白棕绳标记为：白棕绳 A10-68 GB/T 15029—94。

一、白棕绳的种类

白棕绳一般分为三股、四股和九股 3 种，在钻井井场常用三股和四股白棕绳（图 1-1）。每股还有许多麻丝捻成的小股，白棕绳的绳纱和绳索一般采用 Z 捻向，绳股采取 S 捻向。其捻距——每股绳旋一周产生的间距，三股绳为绳径的 3.5 倍，四股绳为绳径的 4.5 倍。



三股白棕绳

四股白棕绳

图 1-1 井场常用白棕绳

白棕绳有涂油和不涂油之分，前者略显黄色，后者则呈白色。涂油后的白棕绳防潮抗腐能力增强，但强度下降 10%~20%；在干燥状态下，不涂油的白棕绳强度和弹性较好，但受潮后强度下降一半。白棕绳的吸水性强，所以涂油能使白棕绳的强度加大。

二、白棕绳的使用拉力

1. 白棕绳的安全系数

在制造过程中，搓捻的不均匀、麻纤维的长短不一等因素，使得白棕绳存在一定的缺陷；在使用过程中，棕绳的磨损、冲击载荷的作用等，都会影响它的安全使用。

为保证使用的安全性，白棕绳在实际使用中所承受的拉力应小于试验的破断拉力，以保持一定的能力储备。白棕绳的破断拉力与允许承受的最大拉力的比值，就叫做安全系数。这个数值通常为 3~10。

选择安全系数，要结合具体使用情况——比较危险和重要的工作，应当选择较高的安全系数；反之，则可以低一些。在钻井现场一般根据表 1-1 确定白棕绳的安全系数。

表 1-1 钻井现场白棕绳使用安全系数参考值

使 用 项 目	安全系数
地面水平搬运设备、捆绑运输	3
二层台钻具捆绑绳	3~5
高空系挂、井场小件物品（小于 500kg 的钻头、接头等）吊运	5~6
穿倒大绳用引绳	6~8
二层台钻具拉绳	8~10
钻台大门坡道口挡绳	8
载人用绳及安全带尾绳	10
猫头绳、高悬猫头绳、大门绷绳	10
旋绳	10

2. 白棕绳的强度计算

使用白棕绳之前，须进行强度计算，以确定其安全性。计算公式如下：

$$P = \frac{S_b}{9.81K} \times 1000 \quad (1.1)$$

式中 P ——允许起吊总量，kg；

S_b ——最小破断拉力（查表 1-2），kN；

K ——安全系数，据表 1-1 或实际工作情况确定。

表 1-2 常用白棕绳使用拉力数值

直径 mm	质量 kg / 100m	最小破断拉力，kN			起重量（许用），kg					
					$K=3$			$K=5$		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
6	3	3.97	2.63	1.73	135	89	59	81	54	35
8	6	6.47	4.32	2.84	222	147	97	133	88	58
10	8	9.02	5.98	3.92	307	203	133	184	122	80
12	11	11.38	7.41	4.99	388	252	170	233	151	102
14	14	15.99	10.69	7.08	543	363	241	326	218	144
16	18	19.23	13.15	8.55	653	447	290	392	268	174

续表

直径 mm	质量 kg / 100m	最小破断拉力, kN			起重量 (许用), kg					
					K = 3			K = 5		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
18	23	24.13	16.28	10.79	820	553	367	492	332	220
20	28	30.61	20.70	13.64	1040	703	463	624	422	278
22	34	36.89	24.03	16.48	1253	817	560	752	490	336
24	40	42.97	29.04	19.23	1460	987	653	876	592	392
26	48	46.99	33.16	21.88	1597	1127	743	958	676	446
28	55	56.02	38.16	25.11	1903	1297	853	1140	778	512
30	63	64.94	43.65	29.33	2207	1483	997	1324	890	598
32	72	72.99	49.15	33.06	2480	1670	1123	1488	1002	674
34	81	80.83	54.54	36.69	2747	1853	1247	1684	1112	748
36	91	88.29	59.74	40.22	3000	2030	1367	1800	1218	820
40	112	107.62	72.99	49.15	3657	2480	1670	2194	1488	1002
44	136	117.82	80.05	53.86	4003	2720	1830	2402	1630	1098
48	161	137.34	93.78	63.08	4667	3187	2143	2800	1912	1286
52	190	158.92	108.20	72.69	5400	3677	2470	3240	2206	1482
56	220	178.05	110.26	82.11	6050	3747	2790	3630	2247	1674
60	252	203.56	139.79	94.08	6917	4750	3197	4150	2850	1918

注: (1) 表中 I, II, III 为按麻纤维及加工质量划分的白棕绳等级, 规格不明时按 III 类考虑;

(2) K 为安全系数。

根据式 (1.1), 可以推导出按起吊物质量选择白棕绳的计算公式:

$$S_b = \frac{9.81KP}{1000} \quad (1.2)$$

由式 (1.2) 求出白棕绳的最小破断拉力 S_b , 再查表 1-2, 便可选择合适等级和绳径的白棕绳。

表 1-2 中所列起重总量 (许用) 是根据破断拉力和安全系数求得的。如果在使用中只知道白棕绳的直径, 而不了解破断拉力时, 可用下列公式估算白棕绳的最大许用拉力, 式中已经计入 5~6 倍的安全系数。

$$f = 4.9d^2 \quad (1.3)$$

式中 d ——白棕绳的直径, mm;

f ——最大许用拉力, N。

三、白棕绳的使用要点

(1) 白棕绳开卷使用时, 必须置放在干燥的地面上。打开时要注意绳头方向, 从卷内将绳头拉出, 而不是拉出卷外的绳头。在绳头切断处要用细麻绳扎好, 以防松散。

(2) 使用前应当进行强度校核。当用来捆绑和吊运井场较轻工具和设备, 以及用作猫头绳时, 也不能省略这个程序。在受力较大的地方, 一般不使用白棕绳。

(3) 用于穿挂滑车或滑车组的白棕绳, 与滑轮接触的一侧受压力作用, 另一侧受拉力作用, 白棕绳的抗拉能力将因此而降低。为了减轻这种影响, 滑轮的直径至少为 10 倍于白棕绳的直径。

(4) 使用过程中, 当发现白棕绳连续朝一个方向扭转时, 应设法将其抖直, 以免损伤白棕绳的内部纤维, 产生安全隐患。有绳结的白棕绳不得穿过滑轮、挡绳器等狭小的地方; 否则, 白棕绳会受到过大的扭—拉应力, 引起内部纤维断裂, 强度降低, 甚至断开。

(5) 切忌在尖锐或粗糙的物件上拖拉白棕绳, 以免磨断表面的麻纤维, 降低其强度和使用寿命。在接触处应当加设滚轮或导向滑轮。捆绑物件时, 应避免白棕绳与物件的尖锐边缘直接接触, 要垫上麻片或纸板等软质衬垫。

(6) 白棕绳不得露天堆放, 应保存在干燥的木板上, 并且通风良好。不要与易燃易爆物品、油漆和有腐蚀性的化学品(如酸、碱)等混放。长期不使用的, 还必须注意防蛀。

(7) 白棕绳打结后, 强度会降低一半。所以, 应尽量采用编接法连接, 避免打结。

(8) 若白棕绳表面均匀磨损不超过直径的 30%, 局部触伤不超过截面直径的 10%, 可按直径降级使用。如果表面均匀磨

损超过直径的 30%，白棕绳则应当报废。降级使用的白棕绳，不能用于安全要求较高的工作场合。严禁使用有断股、表面严重拉毛和受到腐蚀的白棕绳。

第二节 白棕绳的编接和常用绳结

一、白棕绳的编接

使用白棕绳，如果长度不够需要接长，或者局部磨损严重需要断开重接以增加强度，或者把两端绳头结成吊套，或者把绳的头部及中间部位连接成绳套，等等。这些连接除打绳结外，还可用编接的方法。

编接是一种永久性的连接方法，它将白棕绳的连接处编接成一个整体，比绳结牢固美观、方便实用，但编接法比较复杂，其具体步骤如下。



绳头编结



绳套编结

图 1-2 白棕绳编接法示意图

将白棕绳绳头拧松破股，破开长度为绳径的 10 倍左右。破开的绳股用细麻绳扎牢绳头，如图 1-2 所示。

把两个绳头的绳股互相错开对接起来，并将各个绳股顺着棕绳扭向，按先后顺序插入棕绳的缝隙中，每次穿插后，都需要将绳股拉紧。每个绳股至少穿插 3 次，绳套编接则需穿插 5 次以上。一般的编接长度是绳径的 10 倍左右，绳套则为 15 倍左右。

达到编接的长度和穿插次数后，用手钳再次拉紧每个绳股，将多余的绳头切除，完成编接。

编接处的绳径将会变粗一倍左右，编结接头处的强度则略低于原棕绳。但如果编接得法，编接后的白棕绳强度会大于原强度。

二、常用绳结

使用白棕绳常常需要各式各样的绳结，如工具与设备的捆绑、绳与绳的连接、绳与桩体或钓钩的连接等。在钻井现场，要求钻井工人会打多种绳结。打绳结的主要原则有两条：自动勒紧和便于开结。绳结的形式有多种，钻井现场常用的绳结有如下 18 种。这些绳结同样适用于钢丝绳，但钢丝绳一般不得打结。

需要说明的是，白棕绳在打结之前必须考虑成结后的强度是否满足作业要求。

1. 平结

平结又称绳扣结，用于连接两根粗细相同的白棕绳（图 1-3）。平结成结迅速简便，使用安全牢靠，但不能迅速松开。平结在成结过程中，须注意每根绳子的走向。

2. 活结

活结打法基本与平结相同，所不同的是，它在成结过程中，有一个绳头绕回，以便开结（图 1-4）。活结与平结用途相同，其突出优点在于能够迅速解开。在使用活结时，需要把绳索拉紧，以保证与平结一样牢靠。



图 1-3 平结



图 1-4 活结

3. 单帆索结

单帆索结与平结打法略有不同，打结时将一端的两个绳头上下叉对绕过一根绳子的绳环，上面出来的绳头在从环内下面出来的绳头的下方绕过（图 1-5）。单帆索结也是一种接绳结，一般对两个相接的绳子的粗细无要求。它非常牢靠，特别适用于两端有拉力的场合。

4. 双帆索结

成结时，一根绳子在另一根绳子的环半段绕一圈，其余打法与单帆索结相同（图 1-6）。如果两根绳径大小不同，则绳径较小的绕圈而绳径较大的不动。双帆索结的功用、特点和用法与单帆索结相同，但是更为牢靠。



图 1-5 单帆索结



图 1-6 双帆索结

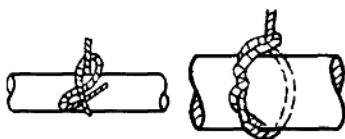


图 1-7 木工结

5. 木工结

木工结又称背扣（图 1-7），成结简单，开结迅速，愈拉愈紧，可靠性强。多用于捆绑和系吊较短的管件，也可用于临时拴桩。使用时要注意压住端头。

6. 叠结

叠结又称拔桩结。打成木工结后，将受拉力一端的绳子，在吊件上相隔一段距离绕一道，绳头从绕圈下部穿出即可形成叠结（图 1-8）。该结主要用于纵向系吊管件等。在钻台上，常用叠结系吊短钻具，对扣较为方便。

7. 死结

简单的穿绕便成死结（图 1-9）。死结在井场上用途广泛，常用来吊运钻具接头。钻井现场多用索套打死结（见第四章第二节）。使用死结时，捆绑需牢靠，绳扣应尽量分开，使被吊物件的重心位于两绳扣之间。

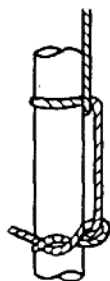


图 1-8 叠结

8. 水手结

水手结又称滑子扣，适用于拖拉设备和穿挂滑车等。井场常用水手结来完成吊钳与猫头绳的固定、大门绷绳中白棕绳与钢丝绳的连接等。现场穿大绳时，常用拖拉机拉白棕绳，而拖拉机的挂钩用水手结最为方便可靠。打此结时，先绕一绳圈，绳头绕过绳圈和长绳，再返穿过绳圈，拉紧绳头即可（图 1-10）。为方便开结，最后穿入绳圈的绳头可用双绳。水手结成结迅速，易于解开，拉紧后不出死扣，且绳结牢靠。

9. 鲁班结

该结打法简单（图 1-11），主要用于拔桩、扎桅杆等。它成结、开结迅速简单，不易松动。

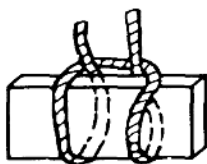


图 1-9 死结

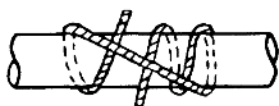


图 1-11 鲁班结



a



b



c

图 1-10 水手结
成结过程

10. 瓶口结

打瓶口结时，先将绳的一头绕捆绑物一圈，另一绳头成一绳环（图 1-12a）；另一绳头绕捆绑物半圈，在捆绑物侧面插入绳环，并在形成的绳环上绕一道（图 1-12b）；另一绳头再绕捆绑物半圈，并从最先缠绕捆绑物绳圈的下方穿入该绳圈，抽出

绳头即完成打结(图1-12b)。

瓶口结有越拉越紧的特点,它主要用于圆柱形物件的捆绑和吊运,并且这种物件上方最好有台肩或倒锥体。

11. 杠棒结

杠棒结又称招扣,成结简单(图1-13),适用于抬运或吊运物件。在井场,袋装钻井液材料或水泥尤其适合采用杠棒结。在抬运时,为确保安全,通常需抓住杠棒结的两个绳头。

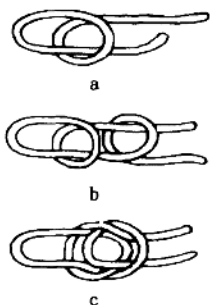


图1-12 瓶口结



图1-13 杠棒结

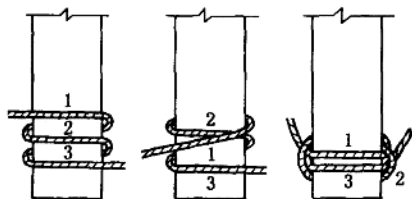


图1-14 跳板结

12. 跳板结

跳板结成结过程见图1-14,该结主要用于捆绑跳板,也可以用于其他搬抬物件的捆绑。用该结捆绑跳板不容易翻转。

13. 蝴蝶结

蝴蝶结因形似蝴蝶而得名,成结过程见图1-15。该结主要用于吊人升空作业。使用时将两腿分别插入绳环,如同坐板凳,所以又称板凳结。作业时,作业人员的安全带尾绳要系在受拉绳上。用蝴蝶结进行升空作业,人员容易疲劳,作业也不太方便,所以只在临时紧急情况下使用。



图 1-15 蝴蝶结

14. 抬缸结

抬缸结打法简单（图 1-16）。成结后，短绳应与受拉的长绳固定。抬缸结多用于缆风绳的固定、绳索的溜放等。其上端两绳头可以形成杠棒结，这两种绳结的组合，在抬运较重的物件时非常有用。

15. “8”字结

“8”字结又称梯形扣、猪蹄扣等（图 1-17a），主要用于捆绑物件或绑扎桅杆。由“8”字结可源生出双“8”字结（图 1-17b），它比“8”字结在桩上多绕一道绳子，因而强度更大，它特别适合用来绑扎桅杆。

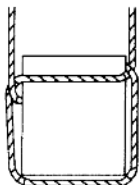


图 1-16 抬缸结

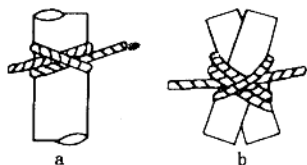


图 1-17 “8”字结

16. 扭结

扭结打法与叠结的上部相同（图 1-18）。主要用于捆绑成卷的钢丝绳、胶管等物件。二层台钻具的捆绑多用此结，捆绑时，一般要在每个立柱上绕一个“十”字。