



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

热力设备检修

RELI SHEBEI JIANXIU

主 编 崔元媛

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

014042579

TM621.4-43
12

普通高等教育“十二五”创新型规划教材

热力设备检修

主 编 崔元媛

副主编 刘敏丽 周茂林



TM621.4-43
12

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



北航

C1729053

内容提要

本书主要讲述火电厂热能动力设备检修的基础知识。主要内容包括设备的起重搬运技术、通用件装配工艺、管道检修、阀门检修、水泵风机的检修5个单元。本书在编写的过程中注意理论联系实际,始终以行动为导向,以工作任务为载体,将行业标准融入其中,结合校内实训条件,以打造现代化高素质实用技能型人才为目标。

本书可作为高等院校电厂热能动力装置、火电厂集控运行及检测、供热等专业的教材,也可作为火力发电厂热动专业检修人员的培训教材和自学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

热力设备检修/崔元媛主编. —北京:北京理工大学出版社, 2014. 4

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8918 - 4

I. ①热… II. ①崔… III. ①火电厂 - 热力系统 - 检修 - 高等学校 - 教材
IV. ①TM621. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 038314 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 10.75

字 数 / 182 千字

版 次 / 2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 36.00 元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

PREFACE

本书结合国家 100 所骨干院校建设项目的要求,按照《电厂热能动力装置专业建设方案》中对人才培养模式和课程体系改革的要求,以电厂中 300MW 和 600MW 机组检修规程作为依据组织编写。本书在编写过程中,根据电厂的检修过程,针对各电力类院校的实际设备,突出了应用性。本书内容以实际操作为主,注重理论与实践的结合,重点介绍了设备的起重搬运技术、通用件装配工艺、管道检修、阀门检修、水泵风机的检修。为了加强对 学生动手能力的培养,每单元后都有配套实训项目和综合练习题。

本书由崔元媛任主编,由刘敏丽、周茂林任副主编。其中第一、三单元由崔元媛编写;第二单元由崔元媛、周茂林编写;第四单元由崔元媛、董潇编写;第五单元由刘敏丽、甄发勇、张众编写。

本书在编写过程中得到了校内有关领导和企业专家、兼职教师的鼎力支持与热情帮助,吸取了他们许多宝贵的经验和 建议。一些操作任务内容的编写得到了生产专业技术人员的大力帮助,在此一并致以衷心的感谢。

在教材编写过程中,编者参考了电力行业的有关标准、规程及参考文献,恕不在此一一列出。

由于时间紧迫,水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

目 录

CONTENTS

第一单元	设备的起重搬运技术	1
任务 1	起吊用绳及系结方法	1
任务 2	钢丝绳的强度计算及直径选择	7
任务 3	设备起重	12
第二单元	通用件装配工艺	24
任务 1	轴上套装件的拆卸与装配	24
任务 2	螺栓连接与螺栓的拆装	33
任务 3	键、销的装配与取出	41
任务 4	三角皮带传动装置检修	44
任务 5	齿轮与蜗杆传动装置检修	50
任务 6	联轴器检修	56
第三单元	管道检修	60
任务 1	管道弯制	60
任务 2	管件的制作	81
任务 3	管道连接及水压试验	88

第四单元	阀门检修	96
任务 1	阀门的类型	96
任务 2	截止阀的拆装与研磨	99
任务 3	闸阀的检修与研磨	109
任务 4	调节阀的检修	114
第五单元	水泵风机的检修	119
任务 1	离心泵的拆卸与检查	119
任务 2	离心泵拆卸后的测量	129
任务 3	离心泵的装复	139
任务 4	风机的拆卸与检查	144
任务 5	风机的装复	148
任务 6	转子找静平衡、动平衡	149
任务 7	联轴器找中心	157
参考文献		165

第一单元

设备的起重搬运技术

任务 1 起吊用绳及系结方法

【知识目标】

掌握起吊前绳子的直径计算方法。

【能力目标】

- (1) 能在起吊过程中正确选择起吊用绳的直径；
- (2) 学会正确使用起吊绳；
- (3) 学会常用绳结的打法。

【任务分析】

麻绳、锦纶绳在起重工作中主要用于捆绑重物或物品的人工搬抬，该任务主要介绍麻绳、锦纶绳的绳结的打法。

【工作过程】

1. 对麻绳、锦纶绳的初步认识

麻绳、锦纶绳在起重工作中主要用于捆绑重物或物品的人工搬抬，一般不作为起重机械的牵引索具。

麻绳是用大麻纤维拧成的，分浸油和不浸油（白麻绳）两种。浸油麻绳的防腐性能好，多用于潮湿场所。白麻绳主要用于捆绑和搬抬。

麻绳的强度可用拉伸强度公式进行计算。但由于新旧麻绳的极限强度值相差很大，同时，在使用过程中麻绳受到拉伸、弯曲、挤压和扭转的作用，故其值很难精确计算。在现场作业中可根据表 1-1 中的公式进行估算。

表 1-1 新麻绳的允许受力

用途	允许受力 F/N	举例
一般起吊	$7d^2$	若 d 为 20mm, 用于一般起吊, 则允许受力 $F = 7 \times 20^2 = 2800$ (N)
捆绑	$4.5 d^2$	
吊人	$3 d^2$	

注: d 为新麻绳的直径, 单位为 mm

锦纶绳是化纤制品, 其强度高于麻绳, 并具有抗油、吸水少、耐腐蚀及弹性好的优点。在起重作业中它将逐渐替代麻绳。

锦纶绳除被制成普通绳状外, 还常被制成一种定长带扣的锦纶带或被制成环形不带扣, 作为重物的起吊工具, 可减少打绳结的麻烦。

锦纶绳分为浸胶和不浸胶两种, 前者的强度高于后者。锦纶绳的允许受力可采用式 (1-1) 估算, 即

$$F = 25d^2 \quad (1-1)$$

式中, F ——允许受力, N;

d ——锦纶绳的直径, mm。

锦纶绳的强度大约是新麻绳的 3.5 倍。

2. 麻绳、锦纶绳的使用与保养

以麻绳为例。麻绳的使用和保养方法正确与否对麻绳的使用寿命与安全操作有很大的影响。

1) 麻绳的正确使用方法

(1) 麻绳的开卷。麻绳在出厂时一般都盘成卷, 使用时按需要的长度从绳卷上截取。麻绳在开卷使用时应按正确的方法操作。如果开卷方法不正确, 则将麻绳从绳卷上抽出时会使麻绳起扭, 影响开卷的正常进行。麻绳开卷的正确操作方法如下: 将绳卷竖放在地面上, 有绳头的一端 (卷外的绳头) 放在下面, 将卷内的绳头抽出。这样, 开卷时绳不会起扭打结, 如图 1-1 (a) 所示, 切不可从卷外把绳头拉出, 这样在拉出的过程中麻绳会起扭打结, 如图 1-1 (b) 所示。

(2) 麻绳的切断。当将麻绳放到需要的长度时, 应将绳切断。切断前, 切断处的两侧用细麻绳或小铁丝扎紧, 以免绳股松散, 如图 1-1 (c) 所示。用细麻绳扎紧时, 需紧绕 3~4 圈, 而后打结。当用细铁丝时, 绕两圈用钢丝钳将铁丝拉紧后拧紧, 如图 1-1 (d) 所示。

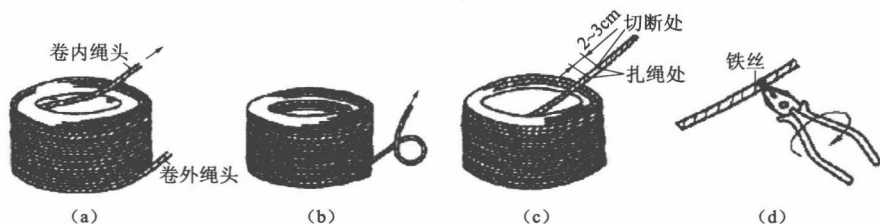


图 1-1 麻绳的开卷

(a) 正确的开卷方法；(b) 错误的开卷方法；(c) 麻绳切断时的捆扎；(d) 铁丝的扎紧

2) 麻绳的维护保养

正确使用和良好的维护保养，对麻绳的使用寿命有很大的影响。正确的使用和维护保养方法有以下几个方面：

(1) 麻绳一般用于重量较轻物件的捆绑、滑车作业及桅杆用绳索等。起重机械或受力较大的地方不得使用麻绳。

(2) 使用滑车组的麻绳，为了减少其所承受的附加弯力，滑轮直径应比麻绳直径大 10 倍以上。

(3) 使用中如果发现麻绳有连续向一个方向扭转的情况，应将其抖直，有绳结的麻绳不得穿过滑车或狭小的地方。

(4) 在绑扎各类物件时，应避免麻绳直接和物件的尖锐边缘接触，接触时应加垫麻袋、帆布或薄铁皮、木片等衬物。

(5) 在使用中，麻绳不得在尖锐、粗糙的物件上或地上拖拉。

(6) 麻绳穿过滑车时，不应脱离轮槽。

(7) 使用中的麻绳应尽量避免雨淋或受潮，不允许将麻绳和有腐蚀作用的化学物品（如酸、碱等）接触，应将其放在干燥的木板上或通风好的地方储存保管，避免其受潮或被高温烘烤。

(8) 麻绳容易局部损伤或磨损，也易受潮或被化学侵蚀。为保证起重作业安全，避免隐患，使用前必须仔细检查，发现问题应及时处理。

(9) 严禁超负荷使用麻绳。

3. 麻绳、锦纶绳系结的操作方法

麻绳常用的几种系结操作方法如下所述：

(1) 直结（见表 1-2）。直结又称平结、接绳扣、交叉结、果子扣。它适用于麻绳两端的连接。直结连接牢固，中间放一短木棒则易解绳扣。



表 1-2 直结的操作方法

操作步骤	图示	操作说明
1		将两根麻绳的绳头互相交叉在一起, ①绳头放在②绳头的下面, 也可以互相对调位置
2		将①绳头在②绳上绕 1 圈
3		将①、②两根绳头互相折拢并交叉, ①绳头仍在②绳头的下面
4		注意: 在进行步骤 3 时, ①、②两个绳头不能交叉错, 如果①绳头放在②绳头的上面 [见图 (3)], 则①绳头在②绳上绕过后, ①绳头就不会与①绳并在一起, 而系成的绳结见图 (4), 此绳结的牢固程度不如直结, 外形也不如直结美观

(2) 双套结。双套结又称锁圈结、双环扣、双环套、双绕索结。它适用于麻绳或钢丝绳绳头的固定、系结杆件或拖拉物件, 也可作吊索用。该绳结牢固可靠, 解开方便, 可用于钢丝绳中段系结。

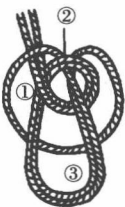
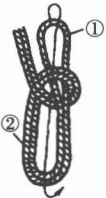
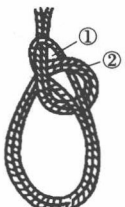
①第一种操作方法见表 1-3。

表 1-3 双套结的操作方法 (一)

操作步骤	图示	操作说明	操作步骤	图示	操作说明
1		把绳对折后将绳头压在绳环上, 形成如图所示的绳环①、②	2		将绳头从绳环①的上面绕到下面, 从绳环②中穿出后再穿入绳环①中, 即成为如图所示的双套结

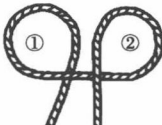
②第二种操作方法见表1-4。

表1-4 双套结的操作方法(二)

操作步骤	图示	操作说明	操作步骤	图示	操作说明
1		将绳①对折后圈成一个绳环②	2		将绳环①向前面翻过来,并套在绳环③的下面,即成为如图所示的形状
3		将绳环①从绳环②的上面穿入,即成为如图所示的形状	4		绳环①继续向上翻,直至靠在两根绳头上,然后将绳头拉紧,即成为如图所示的双套结

(3) “8”字形结。“8”字形结又称梯形结、猪蹄扣、环扣。在“人”字及三角桅杆上拴拖拉绳,其可在绳中段连接,也可抬吊重物。其绳圈易扩大和缩小,绳结牢靠又易解,见表1-5。

表1-5 “8”字形结的操作方法

操作步骤	图示	操作说明	操作步骤	图示	操作说明
1		紧挨第一个绳圈再绕成1个绳圈	2		将2个绳圈①、②互相重叠在一起,即成为如图所示的“8”字形结;将绳结套在物件上以后必须把绳结拉紧,重物才不致从绳结中脱落

(4) 倒背扣(见表1-6)。倒背扣又称叠结、垂直运扣。它适用于垂直方向捆绑起吊轻质细长杆件,如在高空绑脚手架子、吊木杆、在空中吊运管件等。

表 1-6 倒背扣的操作方法

操作步骤	图示	操作说明
1		在第一个圈的下部, 将绳头从木杆的前面绕到后面, 并继续绕到前面
2		把绳头按步骤 2 图上箭头所示的方向连续绕 2 圈, 把绳头压在绳圈内, 即成为图 (1) 所示的倒背结; 在垂直起吊前, 应把绳结拉紧, 使绳结与木杆间不留空隙, 这样起吊时, 木杆就不会从绳结中脱落下来 注意: 当木杆较短时, 也可以先打下面的结, 然后在绳上再打一个圈 [见图 (2)], 将圈从木杆的头部套入, 使用时同样应把绳结拉紧, 使绳结与木杆间不留空隙

(5) 抬缸结 (见表 1-7)。抬缸结适用于抬缸或吊运圆桶形物件。

表 1-7 抬缸结的操作方法

操作步骤	图示	操作说明	操作步骤	图示	操作说明
1		把绳头在缸的上部互相交叉绕一下, 将绳交叉的部分向缸的两侧分开, 并套在缸的中上部 [见图 (1)]	2		注意: 在将交叉部分分别向两侧分开套在缸上时, 一定要套在缸的中上部, 这样, 由于缸的重心在中部绳套的下面, 抬缸时缸就不会倾倒

【任务小结】

起重麻绳系结是起重作业中最基本的操作技能。操作时，根据不同的作业对象，麻绳（包括钢丝绳）可以被系成各种形式的绳结，但无论何种形式的绳结，其一般应满足如下要求：①使用安全可靠，绳索受力后不会松动走样，而且能自动勒紧；②打结简单、方便，解扣容易；③对绳索的损伤小，尤其是钢丝绳。

在系结和使用的过程中，应尽量减少对麻绳的损伤。操作时，应尽量避免系结，只在麻绳的连接、固定及在起重运输中捆绑重物等情况下才使用。系结时，力求绕的圈数少，弯转缓和。使用时，可在绳结中间插一根短木棒或在起吊重物的吊装孔中穿一根钢管，以减少对麻绳的损伤。

任务2 钢丝绳的强度计算及直径选择

【知识目标】

- (1) 掌握钢丝绳的分类；
- (2) 掌握钢丝绳的强度计算、直径的选择；
- (3) 了解钢丝绳的防腐及报废标准；
- (4) 熟知钢丝绳的使用注意事项；
- (5) 了解栓连工具的种类。

【能力目标】

- (1) 能在起吊前对钢丝绳合理选取，确保起吊安全；
- (2) 正确使用索卡、卸卡、吊钩。

【任务分析】

钢丝绳是用优质的高强度碳素钢丝制成的，抗拉强度高，耐磨损。它在起重作业中应用广泛，在物料搬运机械中，供提升、牵引、拉紧和承载之用，也是起重作业中最常用的绳索。其具有重量轻，挠性好，应用灵活；弹性大，韧性好，能承受冲击载荷；高速运行无噪声，破断前有断丝预兆等优点。

【工作过程】

1. 现场常用经验公式计算
允许拉力 $[F]$ ：

$$[F] = \frac{520d^2}{K} \tag{1-2}$$

此经验公式仅适用于钢丝抗拉强度为 1700MPa 的钢丝绳。

式中， d ——钢丝绳直径，mm。

K ——安全系数（查表 1-8）。

钢丝绳的安全系数 K 与载荷性质、牵引方式和挠曲大小有关，具体的值可根据条件查表 1-8。表中的机械传动轻、中、重级是以起吊速度的快慢来划分的（表 1-9）。

表 1-8 钢丝绳的安全系数 K

用途与性质			滑轮（滚筒） 最小允许直径/mm	安全系数
缆风绳和拖拉绳			$\geq 12d$	3.5
驱动方式	人力		$\geq 16d$	4.5
	机械	轻级	$\geq 16d$	5
		中级	$\geq 18d$	5.5
		重级	$\geq 20d$	6
千斤绳		有挠曲	$\geq 20d$	6~8
		无挠曲	—	5~7
捆绑绳		—	10	
载人升降机		$\geq 40d$	14	

注：① d ——钢丝绳直径，mm；

②无挠曲指两绕套与卸扣连接，中间无弯曲；

③拖拉绳指拖拉滑轮组串绕的钢丝绳与千斤绳。

表 1-9 钢丝绳起吊速度

工作 性质	吨位/t							
	< 10	< 30	< 50	< 75	< 100	< 125	< 200	< 250
轻级 /(m/min ⁻¹)	< 8.4	< 6.3	< 5.5	< 4.2	< 3.5	< 2.2	< 1.5	< 0.8
中级 /(m/min ⁻¹)	10~12	7.0~10	6.25~6.8	5.1~6.2	4.5~5	2.8~3.5	2.2	1.9
重级 /(m/min ⁻¹)	15~19	130~15	7.5~9	5.2~7	5.5~6	4~4.3	3~3.3	2~2.3

2. 有夹角吊装千斤绳的计算

如图 1-2 所示, 计算用作千斤绳的钢丝绳的拉力 $[F]$ 时, 要根据绳索与垂直方向的夹角 α , 按式 (1-3) 计算:

$$[F] = \frac{1}{\cos\alpha} \times \frac{mg}{n} \quad (1-3)$$

式中, α ——绳索与垂直方向的夹角;

n ——绳数;

m ——重物的质量。

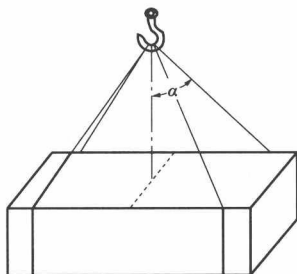


图 1-2 千斤绳受力

3. 直径选择计算

由式 (1-2) 计算出钢丝绳直径为

$$d = \sqrt{\frac{K [F]}{520}} \quad (\text{mm}) \quad (1-4)$$

查表 1-10 可以得出钢丝绳直径系列所对应的钢丝绳直径。

【实例】

如图 1-3 所示, 两台起重机联合起吊重量 $G = 8000\text{kg}$ 的加热器, 若选用抗拉强度 $\sigma_b = 1700\text{MPa}$ 的钢丝绳作捆绑绳, 问钢丝绳的直径应选多少毫米才合适?

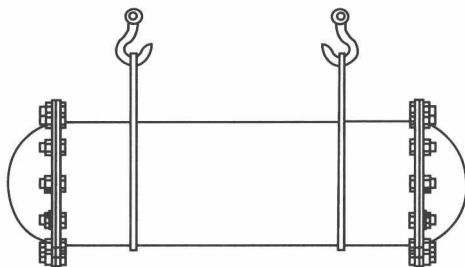


图 1-3 起吊加热器

解: 每条钢丝绳受的拉力



$$[F] = \frac{1}{\cos \alpha} \times \frac{mg}{n} = \frac{1}{\cos 0^\circ} \times \frac{8000 \times 9.8}{2} = 39200 \text{ (N)}$$

作捆绑绳用 6 股 37 丝钢丝绳，安全系数按表 1-8 取 $K=10$ ，则

$$d = \sqrt{\frac{K[F]}{520}} = \sqrt{\frac{10 \times 39200}{520}} = 27.5 \text{ (mm)}$$

查表 1-10 可得钢丝绳的直径为 28mm。

表 1-10 钢丝绳直径系列（节选）

mm

6 × 19 + 1		6 × 37 + 1		6 × 61 + 1	
钢丝绳 d	钢丝 d	钢丝绳 d	钢丝 d	钢丝绳 d	钢丝 d
24.5	1.6	34.5	1.6	44.0	1.6
26.0	1.7	36.5	1.7	47.0	1.7
28.0	1.8	39.0	1.8	50.0	1.8
31.0	2.0	43.0	2.0	55.5	2.0
34.0	2.2	47.5	2.2	61.0	2.2

【任务小结】

1. 钢丝绳的维护及使用的注意事项

- (1) 使用时不能使钢丝绳折曲及因夹、压、砸而发生扁平松股现象。
- (2) 在使用钢丝绳时，至少每隔一个半月要涂油一次，若长期保存需每半年涂油一次。
- (3) 钢丝绳穿绕滑轮使用时，滑轮边缘应无破裂，滑轮绳槽的宽度应大于钢丝绳直径 1~3mm。
- (4) 要避免钢丝绳与钢铁构件及建筑物的棱角发生摩擦。
- (5) 钢丝绳不得与带电体和导线接触。
- (6) 保存钢丝绳时，应将其放置在干燥通风的库房内，并在存放前涂好油卷在木架上。
- (7) 钢丝绳使用一定时间后，应检查是否存在断丝、腐蚀、磨损和弯曲变形等缺陷，为了确保起吊工作的安全，当钢丝绳达到报废标准时，应报废换新或截除。

2. 钢丝绳的报废标准

钢丝绳在使用过程中的受力情况比较复杂，除受拉力外，还受到挤压、

弯曲、摩擦和扭转等力的作用。在正常情况下,钢丝绳反复弯曲和挤压所造成的金属疲劳是钢丝绳被破坏的主要原因。钢丝绳破坏时,外层钢丝首先开始断裂,随着断丝的增多,破坏速度加快,直到完全断裂。钢丝绳和其他工具一样,使用一定时间后,就要降低负荷使用或完全报废。

钢丝绳的报废标准由下列项目判断:

(1) 钢丝绳一个节距内断丝的数量(见图1-4)。



图1-4 六股钢丝绳一个节距的示意

钢丝绳在一节距内可见断丝总数超过表1-11所规定的数值时,应报废。

当运输或吊装赤热金属、酸液、易燃易爆等危险物品时,钢丝绳的断丝数达表1-11中所列数字的1/2时就应报废。

表1-11 钢丝绳断丝报废标准

钢丝绳的最初 安全系数	6×19+1		6×37+1		6×61+1	
	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻
6 以下	12	6	22	11	36	18
6~7	14	7	26	13	38	19
7 以上	16	8	30	15	40	20

(2) 钢丝绳绳股断裂。

当出现整根绳股破断时,应立即报废。

(3) 钢丝绳绳芯损坏。

当钢丝绳的绳芯损坏或断裂而使钢丝绳的直径明显减小时,钢丝绳应报废。

(4) 钢丝绳的弹性减小。

钢丝绳的弹性减小时,在动载荷的作用下会突然断裂,当发现钢丝绳的弹性减小时,应立即报废。钢丝绳的弹性减小时,一般伴有绳股间隙变小、捻距变长、钢丝绳的挠性降低、直径明显减小等现象。

(5) 钢丝绳磨损。

当钢丝绳磨损达其直径的40%以上时,应立即报废。如在一个节距内既有断丝,钢丝绳表面又有磨损或锈蚀时,报废标准还要降低,降低的百分比率,按表1-11断丝报废标准中的断丝根数再乘以表1-12中所列的百分率予以折减。