

技工学校交流讲义

鍋炉安裝工艺学

上册

北京电力工人技术学校編

学校内部使用



中国工业出版社

本書是電力技工學校鍋爐安裝專業所用教材，共分上、下兩冊。

在上冊中對鍋爐安裝中的鉗工工作、起重工作和焊接工作作了概括論述，對脹管、彎管的方法作了較詳細地介紹。

本書由北京電力工人技術學校柯一福，廣西水電廳電力技工學校吳明德，陝西省電業局技工學校一分校秦義編寫和修訂，並經北京電管局基建公司楊繼武審查。

鍋爐安裝工藝學

上 冊

北京電力工人技術學校編

水利電力部辦公廳圖書編輯部編輯（北京阜外月壇南裏路）

中國工業出版社出版（北京修綽部路丙10號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第110號）

北京市印刷一廠印刷

新華書店北京發行所發行，各地新華書店經售

開本 787×1092 1/32 • 印張 6 1/16 • 插頁 1 • 字數 143,000

1961年12月北京第一版 • 1961年12月

印數 0001—3,270 • 定價（7—2）

統一書號：K15165 • 260（水）

目 录

概論	1
第一章 起重工作	6
第一节 索具	6
第二节 起重机构	20
第三节 支持結構	32
第四节 鍋爐安裝的大型起重机械	42
第五节 起重及运搬工作	50
第二章 鍋爐鉗工应用知識	67
第一节 測量工具及使用	67
第二节 設備矯正	75
第三节 可拆卸的連接	78
第四节 烏金軸瓦重新浇鑄与刮削	80
第五节 閥門研磨与裝配	87
第六节 滚动軸承的裝拆方法	93
第七节 靠背輪的联結	95
第八节 迴轉体找平衡	105
第三章 弯管工作	116
第一节 弯管的概念及弯管方法	116
第二节 弯管的基本知識	117
第三节 弯管設備	128
第四节 弯管前的充砂工作	134
第五节 管子的加热工作	144
第六节 管子的冷弯工作	149
第七节 管子的加热平弯工作	151
第四章 鍋爐安裝中的脹管工作	162
第一节 脹管的概念	162
第二节 扩脹理論基础	163
第三节 脹管工具	168
第四节 脹管施工方法及技术要求	174
第五章 鍋爐安裝中的焊前准备及焊口質量檢查	184
第一节 焊接的意义及在鍋爐安裝中的作用	184
第二节 焊接的准备工作	185
第三节 焊件的質量檢查	195
主要参考書	204

概 論

一、鍋爐安裝的概念

由于鍋爐設備的制造工作不可能在制造厂內装配成完善的整体，因此制造厂只能以零件、元件、組件的形式发送出廠，运到裝置場所后，再进行装配安裝而完成設備整体，使之投入运行工作。从制造观点来看，机械設備由零件变为整体叫做装配，而将整体装置于生产系統（設備系統）則叫做安裝。因此鍋爐安裝实质上是鍋爐設備的装配与裝置工作的总称。

由制造厂送来的鍋爐設備具有各样的零件，即以散件的形式运到現場，例如，ТП-230 型鍋爐有 25,000 个零件，其中只有汽鼓和空气預热器是半完成体的形式，它們占整个鍋爐重量的 25%，而其余的 75% 都是各种管子、联箱、蛇形管、金属結構的零件等等。而且这些零件常常不是由一个制造厂制造的，这样安裝工地就要进行很多的补充制造的工作，以把零件修整到能互相配合和装配成大的組件，再将組件装配成整体，从而保證安裝設備的完整性。

要将繁多的零件安裝成鍋爐整体，而且確保設備在高溫条件工作时，能經受得住溫度和压力的考驗，保證安全經濟的运行，因此这对于安裝工作是一个艰巨而复杂的任务。安裝中的准确性是达到設備結構的完滿性、嚴密性和保證安裝順利进行的基础，严格的按照技术要求进行安裝，保證設備变形小、应力小、鋼号对、內表淨才能保證設備在运行中的安全性和經濟性。

要使所安裝的设备迅速投入生产，这就必須設法縮短工期，全面高效地进行施工組織。

因此保證安裝设备的完整性、設備运行时安全性和經濟性，是鍋爐安裝的基本任务，而保證施工的优质高效，節約安全及工期的短縮是进行安裝工作的基本指标。

二、鍋爐的安裝过程及特点

鍋爐設備从零件，元件的組合装配一直到安裝成整体的过程，包括一系列的工作，准备，装配（組合），安裝，試驗等工作。

一般鍋爐设备的安裝程序大致如下：

1. 施工准备 进行施工前的一切組織，准备工作，如：对安裝場地進行平整、工作、生活場所等临时建筑物的設施与搭設；照明、水源、动力等的供应与敷設；施工机械的裝設与准备；设备的卸車及存放与施工組織及计划的編制和拟定等。在这里对施工的全面开展作好一切的准备和安排以保證施工順利高效地进行。

2. 设备的檢查驗收及校正 对鋼架、加热面、附属机械等设备的零件、元件和組件进行数量的清点及制造质量、尺寸、缺陷等的檢查、修理、校正。使各部件、元件在安裝組合前确保质量合格。

3. 设备的組合 分別將鋼架，加热面的零件、元件按照一定計劃与結構的，特点在施工现场的平面上組合装配成单元組合体，以便將零件散裝的形式改变成块片吊裝，以改善安裝条件及使施工全面的展开，組合工作的好坏是保證优质高效地进行安裝的关键。

4. 设备（組件）的起吊及安裝 將組合好的单元組合体，按照安裝順序逐件吊裝就位，經調整（找平、找正，找

标高)到正确位置而装配成一整体。这一工作首先是在鍋爐的基础上进行鋼架安装,然后再在鋼架上安装加热面影备,大汽包及附属管道等,安装完后进行基础二次灌浆,以最后稳固鍋爐鋼架。

5. 鍋爐水压試驗 鍋爐完装后,为了检查加热面管子的通暢性,首先用为管子直径75~85%的木球作通球試驗,然后将鍋爐上滿水并升压至1.25倍工作压力,检查加热面各部分是否能經受压力考驗而严密不漏。

6. 爐牆的砌筑与保温 水压試驗后将全部爐牆砌筑完毕,并将各管道及热露部分包复保温材料进行保温,爐牆砌完后开动鼓风机进行风压試驗以检查砌筑是否严密完善。

7. 启动准备及試运行 鍋爐設備中,各分部设备安装完毕应单独进行分部試运转,以检查其运转效果,而当鍋爐整体完装后則进行爐牆烘干,鍋爐的碱(酸)性煮爐冲洗,以除去爐內污垢,然后整套启动,点火升压,进行安全門校对,蒸汽严密性試驗,冲洗管道,最后經72小时試运行后正式投入生产。

从上述过程中,我們不难看出整个鍋爐安装工作一直反映出如下特点:

1. 大量的补充制造工作 在安装过程中对于設備检查中所发现的各种变形的校正,损伤缺陷的修理及配制品的制作和組合装配中的切割、打磨、括削、研磨等是完成鍋爐安装工作不可缺少的部分,对于这一項工作則专由鍋爐安装钳工担任,它进行的好坏直接影响着整个鍋爐的安装质量。

2. 頻繁的起重与大量的焊接工作 安装工作中各零件元件在組合中的搬运和安装中的起吊等是一个頻繁而艰巨的任务,对于这一繁重的任务我們特以各种起重机具来帮助,

在这工作中如何合理地运用起重工具及可靠地进行吊运工作，是起重中的基本問題，这一工作由專門的起重工种来掌握。鍋爐安裝中大量的連接工作是依靠焊接来进行的，如何保証連接的牢固性及接口的严密性是鍋爐焊工艰巨而繁重的任务。

3. 层层地检查及試驗工作 在安装过程中，从各个零件元件的仔細检查与安装中的返复校整到安装后的試驗检查一直貫穿着层层检查，步步可靠的原則，对于結構龐杂的鍋爐設備，只有这样才能保証安装进度与安装质量。在安装作业中，如何正确有效地运用检查試驗技术是鍋爐安裝鉗工一个十分重要的問題。

4. 綜合工种交叉作业 鍋爐的安装是由鍋爐安裝鉗工、焊工、起重工、爐瓦工等的协同劳动来完成的，各工种的技术衔接和施工組織是安装工艺中的重要問題，尤其在有限的場地或安装空間內要进行各工种的联合作业，这就使施工組織及計劃显得十分的必要和艰巨，如何采取妥善的程序进行安装，如何組織各工种的协同劳动，如何組織安装机具的使用等，是保証优质高效地完成安装工作的关键。

鍋爐安装工艺就是根据鍋爐安装的过程及特点并結合各有关工种的操作技术而产生的专业技术。

三、鍋爐安裝工艺学的内容

鍋爐安装工艺学，是一門以研究鍋爐安裝鉗工技术为主的专业技术課程，为使与其他相邻工种的协同配合，本課內还列入了起重，焊接砖工等的基本知識，現將本課內容介紹如下：

1. 起重作业 介紹起重索具，各种起重机械的型式，结构分析及起重运搬方法与簡易計算。

2 鍋爐安装应用鉗工 概述鍋爐安装中使用的量具，

安裝中的平正度調整法，零件部件的校正及烏金瓦重鑄，刮削、研磨加工與迴轉體找平衡等等，普遍而重要的操作技術與基本分析。

3. 彎管工作 分析彎管的基本原理與介紹彎管設備和各種彎管方法。

4. 脹管工作 分析脹管原理，介紹脹管設備和脹管方法。

5. 焊接工作 講述焊接前的準備工作及焊口質量檢查。

6. 附屬機械安裝 以磨煤機、風機為主分析附屬機械的工藝特點，介紹安裝工藝過程。

7. 鍋爐本體安裝 以煤粉爐和鍊條爐的典型工藝過程為主，介紹鍋爐由零件的檢查，驗收校正一直到整體完裝過程中的操作技術，質量要求和工作程序等。

8. 輔助設備及鍋爐附件安裝 介紹粗細粉分离器、除塵器、輸煤機、煙風煤管道、本體管道及鍋爐附件等的安裝方法。

9. 筑爐及保溫工作 介紹保溫材料，耐火材料性能，輕重型爐牆結構及砌築，現代爐牆的耐火塑料及耐火混凝土施工方法，熱力管道的保溫等。

10. 啟動準備及試運行 介紹烘爐、煮爐、蒸汽試驗及72小時試運行的方法和進行。

第一章 起重工作

安裝工作中的大部分內容是移動和起吊設備構件，也就是起重工作。起重工作在鍋爐安裝中是一個非常繁重的勞動，它佔整個安裝工作量 50%~70%，由此看來起重工作是鍋爐安裝中的一個很重要的工作，所以我們在研究鍋爐安裝的時候，有必要首先對起重工作進行研究。

由於安裝技術的進步，起重設備和起重工具也跟着複雜起來，現在安裝工地廣泛應用各種型式的起重機械，所以在研究起重工作時我們又得首先研究各種起重用的專門工具和起重設備。起重設備由下面三部分組成：索具、起重機構及支持結構。

第一节 索 具

索具包括麻繩、鋼絲繩及鏈條，此外起吊或移動大小物件時必不可少的滑輪，滑輪組及吊鉤也屬於索具的範疇。

一、麻繩 麻繩在安裝工地應用極廣，由於麻繩輕便和柔軟，在綁扎物件時能很快的打結，所以常常採用作起吊重量不大的物件和作為起吊較輕物件的曳引繩^①。

但麻繩易於磨損，其強度因而損失很大，所以麻繩通常用於手動機械，所起吊物件應不重於 200 公斤。

麻繩分為油麻繩和麻繩兩種，都由植物纖維（大麻）撚成，前者浸油而後者未浸油。油麻繩的耐濕性好，但較重

① 曳引繩用來拉住物件，使起吊時不致和他物相碰。

(約較麻繩重20%)，强度也較弱，价格較貴，通常在安裝時采用麻繩(未浸油的麻繩)。麻繩尺寸可用直徑或橫截面的圓周長來表示，單位為毫米。

根据繩子所承受拉力的大小選用繩子時，其直徑可以下式求得：

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi B}} \quad (1-1)$$

其中 S ——繩子的拉力，公斤；

B ——額定容許应力，公斤/毫米²。

麻繩的最高容許应力見表 1-1。

表 1-1 額定容許应力 (公斤/毫米²)

麻 繩 類 別	吊 重 用 繩	系 重 用 繩
白 麻 繩	1.0	0.5
油 麻 繩	0.9	0.45

苏联对于麻繩的制造有一定的标准，其中列有選擇時所用的各种必需的数据，現取出片段作为例子見表 1-2。

表 1-2 按苏联国家标准 (ГОСТ 483-41) 吊重

用白麻繩的技术规范和容許載荷

繩內尺寸，毫米		股 數	每 100 米長 的 重量， 公斤	繩的拉斷力 公斤	容許載荷 公斤	滾筒或滑輪 滾輪的最小 直徑，毫米
直 徑	圓周長					
11.1	35	18	8.75	610	100	111
12.7	40	24	11.7	775	130	127
14.3	45	30	14.6	945	160	143
15.9	50	36	17.4	1120	200	159
19.1	60	51	24.8	1570	290	191

对于已经用过的繩子其容許載荷需根据磨損的程度比表中的数值减20~40%。此外吊重繩不能有接头。使用麻繩时兩端易于磨損，因此在切割繩子时，比所需长度放长5~10米作为安全量。当繩子环繞滑輪时發生弯曲，外圈的各股

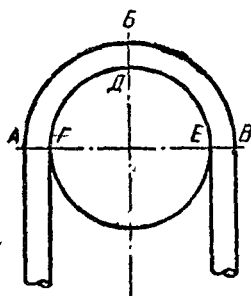


图 1-1 繩索在繞过滑輪时受到弯曲的情形

ABB 受到拉伸，里圈的各股ΓDE受到压缩（圖1-1）滑輪直徑愈小繩子受弯曲的作用愈厉害，各股受力的不均匀性也愈大，所以在鍋爐監察規程中規定：在起重机械中用麻繩的手动絞車滾筒及滑輪的滾輪直徑不得小于繩子直徑的10倍，至于滑輪組的滾輪直徑可以允許等于繩子直徑的7倍。

二、鋼絲繩 鋼絲繩在安裝工作方面得到广泛的采用，它是起重設備索具中主要部分之一，它可供作系索①、桅索②、曳索之用。

根据安裝条件的特点对繩索的主要要求是：需要最大的柔韌性以便能把要安裝的物件很容易綁扎；对于多次往復的弯曲具有最小的敏感性并在正常工作条件下有較高的抵抗动力載荷的性能。

鋼絲繩是由有光的或鍍鋅的細鋼絲組成。鍍鋅鋼絲抗銹較好。但鋼絲繩加潤滑油后已經不会生銹，而鋼絲繩的損坏主要是由于在各方面的多次曲折以及由于自然磨損的結果。因为鍍鋅鋼絲繩容許載荷較低而价格却很高，所以安裝工作用采用鍍鋅鋼絲做的鋼絲繩很少。

① 綁扎重物用。

② 桅杆拖拉繩。

用于安裝的鋼絲繩的
截面积是圓形的几股子繩
繞着棉麻繩蕊撚成。在制
造鋼絲繩時，先把鋼絲繞



图 1-2 鋼絲的繞法

1—反繞；2—順繞

成股，再把股繞成鋼絲繩。鋼絲繩有兩種繞法：（1）鋼絲繞成股與股繞成鋼絲繩的方向相反時稱反繞；（2）二者方向相同者則稱為順繞，如图 1-2 所示。反繞鋼絲繩在滑輪或滾筒上彎曲的敏感性雖然較大，但繩子自己松開的傾向較小，所以在安裝時反繞鋼絲繩比順繞應用得多。鋼絲繩通常由 6 個分布在麻繩四周的圓形鋼絲股組成，芯子的作用是使繩子具有柔性，彈性及抵抗動力載荷的能力，並且還可以吸收潤滑油以防鋼絲股生銹及減少在工作時的磨損。

鋼絲直徑對鋼絲繩柔性有很大的影響，鋼絲直徑愈小（即是每股中鋼絲數目愈多），繩索愈柔軟，但鋼絲直徑愈小，鋼絲愈易磨損，製造價格也愈高，因此要根據用途來加以考慮。一般採用下列標準。

拉緊繩、曳引繩、受彎曲較少，可由 6 股每股 19 根鋼絲組成。

吊重繩及滑輪組中的繩索，可由 6 股，每股 37 根鋼絲組成。系重繩，由 6 股，每股 61 根鋼絲組成。

繩子上所受應力和 d/D 有極大關係， d/D 就是繩子直徑與使用繩子彎曲的滑輪直徑之比。在表 1-3 中表示蘇聯所通用的 d/D 值和強度安全係數 K 的數值。

根據鋼絲材料的質量不同，計算時的強度極限可採用 130~200 公斤/毫米² 之間的數值，強度安全係數值都由鍋爐監察規程規定。除表 1-3 的數值外，尚須指出，對於綁扎繩所取值不得小於 10，對於拉緊繩不得小於 3.5。

表 1-3 d/D 及 K 的数值

机构的特性和工作情况		d/D	K
人工傳动的上升机构		$1/16$	4.5
机械傳动的 上升机构	輕 級	$1/16$	5.0
	中 級	$1/18$	5.5
	重 級	$1/20$	6.0

鋼絲繩的計算和選擇可按最大拉斷力的办法，其公式如下：

$$P = SK \quad (1-2)$$

式中 K ——强度安全系数（可根据表 1-3 所列数据）；

S ——作用在繩上的实际力量，公斤。

按照最大拉斷力 P 来查表，選擇最接近或較大直徑的鋼絲繩。

在安裝工作中，实际上往往不得不使用已用过并有磨損的鋼絲繩，这种鋼絲繩是否可以繼續使用，可以从其表面磨損及鋼絲折斷情况来判断。按照鍋爐監察規程規定，如果鋼

表 1-4 鋼絲繩报废标准

按鍋爐監察規程的 要求拉伸時所需的 強度安全系數	鋼 絲 繩 種 類					
	6×19=144根鋼 絲一根麻心		6×37=222根鋼 絲一根麻心		6×61=366根鋼 絲一根麻心	
	當鋼絲繩每一個絞絲跨距長度中鋼絲斷裂數目超過下 列數值時，應報廢					
	反 繞	順 繞	反 繞	順 繞	反 繞	順 繞
6 及以下	12	6	22	11	36	18
6 以上至 7	14	7	26	13	38	19
7 以上	16	8	30	15	40	20

絲繩的鋼絲斷裂數超過 1~4 根，這鋼絲繩就不許再行使用。

鋼絲繩的絞絲跨距可用下述方式確定，如圖 1-3 所示。

在任何一股繩的表面
上作一記號“a”，從記號
“a”起沿着鋼絲繩的縱軸



綫數出股子數目（例如，
在 6 股的鋼絲繩中，應數出 6 股），然後在數好的下一股
（在本例中應是第 7 股）子繩上做一個記號“b”，記號“a”及
“b”之間的距離即作為鋼絲繩的絞絲跨距。

圖 1-3 鋼絲繩絞絲的跨距

如果有整個一股鋼絲斷了，這鋼絲繩必須報廢。

如果鋼絲繩已有了表面磨損及生銹現象，那末表 1-4 中的數值應當再減小一些，也就是乘一個小於一的係數 Δ ，其數值見表 1-5。

修正後報廢根數可按照下列公式計算：

$$n' = n \cdot \Delta \quad (1-3)$$

n ——由表 1-4 查出的數值。

表 1-5 鋼絲繩有表面磨損及銹蝕時，鋼絲
容許斷裂減少係數

表面磨損占鋼絲直徑的百分比	Δ
10	0.85
15	0.75
20	0.70
25	0.60
30	0.50
40及以上	報廢

在進行各項安裝工作時，繩索仍是重要的起重索具之

一，它在非常繁重的条件下工作，因而它的使用期限比其他起重设备元件短得多，并且和正确与小心的维护有很大的关系。下面叙述几点对于钢丝绳的保养与使用的主要方法：

1. 在打开或卷起钢丝绳时，不许形成圈眼，当有圈眼形成时，应当立刻将绳弄直，否则经过一个时间后在形成圈眼的地方将形成粗松现象，在以后拉紧钢丝绳时，会使绳子或者个别钢丝突出来，然后使钢丝绳磨坏如图1-4。



图 1-4 在圈眼处形成的粗松现象

打开钢丝绳卷的方法如图1-5及图1-6所示。

2. 钢丝绳应当保存



图 1-5 打开钢丝绳卷的方法

在干燥关闭的房間內，并在悬挂状态下或者放在木板上保存。

3. 为了防止鋼絲繩生銹需用不含水分的油膏或粘性的矿物油定期进行潤滑。在工作時間，每一个半月最少加油一次，在倉庫保存期間，每六个月最少加油一次，油的消耗量对直徑为 16~19 毫米的鋼絲繩，每百米需 3~4 公斤。

正确的塗油可以保护鋼絲繩不受腐蝕，促使鋼絲繩中鋼絲之間的摩擦减少，也可减少鋼絲繩表面与卷筒及滑輪之間的

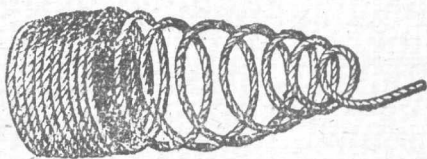


图 1-6 打开鋼絲繩卷不正确的方法

摩擦，从而可以使鋼絲繩的寿命增加 2~3 倍。塗油的方法如圖 1-7 所示。

塗油前先將油加热，使油再稀一点以增加它們的吸收能力。同时在塗^①油前要仔細的用鋼絲刷刷淨和用廢布擦淨。塗油要塗得多并且慢慢地进行，保証鋼絲繩的內層及繩芯完全浸透，因为表面塗油作用不大。塗油方法也可将繩索浸入油箱內浸煮。

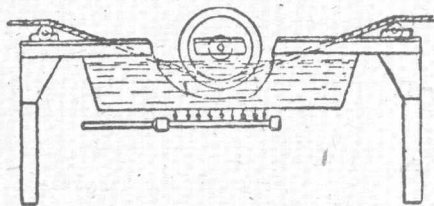


图 1-7 鋼絲繩塗油的方法

4. 不得使用边缘破碎的滑輪。

5. 不得使鋼絲繩和它物摩擦，特別是有銳角的金屬結構和建筑物。

6. 不得使鋼絲

① 配制油料成份为：煤焦油 68%，三号瀝青 10%，松香 10%，工业凡士林 7%，石蜡 2%。

繩和導電綫或電焊導綫相接觸。

7. 在切割鋼絲繩時，應預先在切割地點兩端用退過火的軟鋼絲紮住，以免鋼絲繩的端部鬆開。

8. 在可能範圍內減輕鋼絲繩的負擔，如：

(1) 正確選擇滑輪直徑及滑輪凹槽的尺寸；

(2) 避免穿過滑輪形成 8 字形及形成鋼絲繩各種彎曲的狀態；

(3) 要正確的將鋼絲繩纏繞在卷揚機卷筒上；

(4) 採用鷄心環以保護鋼絲繩端的繩卷不受摩擦及急烈彎曲（如圖 1-8）；

(5) 在繩圈接头及連接兩個鋼絲繩端時，先用鐵夾子代替編接和接头的方法，這樣可以使鋼絲繩的受損程度最小。建議採用如圖 1-9 所示的夾子，它可在現場用直徑為 13~20 毫米的元鐵做成。

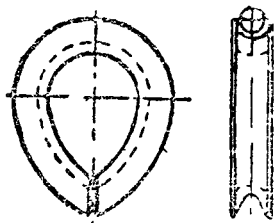


圖 1-8 鷄心環

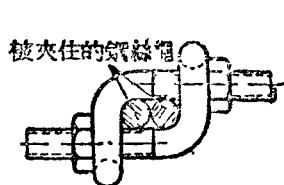


圖 1-9 鋼絲繩夾子

三、滑輪 滑輪和繩索一樣，它是起重設備中主要和常用的索具，使用滑輪的目的是為了減少移動物件所需要的力量以及可以改變吊重或拖拉力的方向。滑輪按起重量及滾輪數目來表明它的技術規範。安裝時應用起重量從 0.5 噸到 25 噸以上的滑輪。滑輪的數目可從一個到四個，起重量大時滾