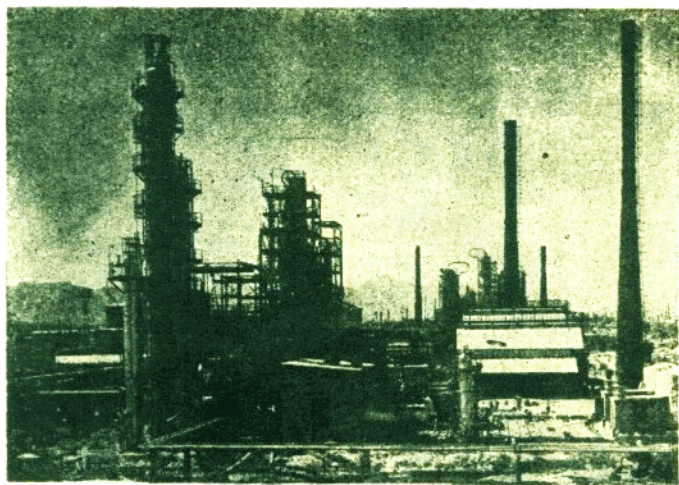


蘭州煉油厂基本建設經驗第一輯

弯头和有縫鋼管的制造

蘭州煉油厂筹建处編



石油工业出版社

內 容 提 要

蘭州煉油厂是我國規模最大的，現代化的煉油厂。在基本建設過程中由于材料的缺乏遇到了不少的困難，但是在全厂职工的努力下，終于克服了這些困難。這本書介紹該厂在施工中自己想辦法來製造各種管子彎頭及有縫鋼管的經驗。全書共三篇，第一篇介紹有縫鋼管的製造方法，第二篇介紹無縫鋼管的製造方法，第三篇介紹有縫鋼管的製造方法。該厂由于解決了這些問題，不但縮短了施工期，為國家節約了大量的外匯。而且為我國煉油厂製造彎頭和鋼管創立了先例。這些製造方法除可供各單位參考外，蘭州煉油厂职工同志的鑽研精神也是很值得我們學習的。

統一書號：15037·659

蘭州煉油厂基本建設經驗第一輯

彎頭和有縫鋼管的製造

蘭州煉油厂籌建處編

石油工業出版社出版（地址：北京中環路石油工業部內）

北京市書刊出版業營業登記證出字第083號

石油工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張1 $\frac{1}{2}$ * 26千字 * 印1—3,000冊

1958年12月北京第1版第1次印刷

定價(10) 0.18元

兰州炼油厂第一期工程在两年半施工期間內，由于党的正确领导，苏联专家的热情帮助和全体职工的辛勤劳动，在施工方法上取得了許多可貴的經驗和教訓。

將这些施工經驗整理出来，对于我厂在今后扩建工程施工中进一步加快速度，提高質量，降低成本和做其他兄弟单位建厂中参考，都有一定价值。因此我們組織了参加建厂施工的有关同志，初步地整理出一部分材料为第一集。按文章性質分成三册出版，作为向我厂开工生产的献礼。

由于准备工作不夠，原始資料不完整，加以同志們目前忙于进行試車准备开工，难于抽出更多的時間执笔整理。因此这一材料的内容，在深度和广度方面，都还有不能滿足讀者要求的地方。我們恳切地希望讀者們提出宝贵的批評和意見。

蘭州炼油厂

前 言

在炼油厂的管綫安装过程中，需要数以万計的管件（弯头、大小头、封头及三通等）来連接，以輸送石油产品、蒸汽及热水等。安装一公里管綫平均需要二百个左右各种規格的急弯弯头，建筑一个100万吨/年炼油厂就需要10万个以上的庞大数字的弯头。我厂管路上的弯头和“Π”形补偿器，在設計上使用的是曲率半径为 $R=1D, 1.5D, 2D$ 的弯头。由于国内只能以小規模手工式的生产有縫弯头，国外的供应一时又难以解决，国内安装工程上一般都是以放大曲率半径煨短管或采用蝦米腰来代替。但这种方法無論从快速施工方面或从設計上節約材料方面看，都是不夠合理的，同时，質量上也还存在問題。因此寻求最經濟的、大量生产的、工厂化制造各种規格管件的方法就成为我厂开工后一个急需解决的問題。經過二年来的研究和試驗，我們已經基本上解决了有关大小头、封头、有縫弯头和无縫弯头制造上的一些問題，即：

（1）飯料加热后冲压制封头；（2）飯料加热衡压成型后焊接的有縫弯头；（3）管段加热后冲压制成大小头；（4）管段加热后冲压制成无縫急弯弯头。这就基本上滿足了我厂一期工程的需要。这里把我厂有关弯头和有縫鋼管的应用和制造的簡單总结发表出来供大家參考。

目 录

前 言

一、焊接弯头的制造.....	1
二、无缝弯头的制造.....	14
三、大口径有缝钢管的制造.....	23
四、大型管钱施工.....	32

一、焊接弯头的制造

(一) 急弯弯头的试制

在急弯弯头试制前曾有人主张修改苏联设计：采用煨弯和蝦米腰代替急弯弯头。这个办法，由于煨弯曲率半径加大 ($R=4D, 5D$) 会引起对管沟，管架的尺寸都要修改，因而要浪费材料和人力，用蝦米腰则焊口多，不能保证质量，局部阻力损失大，消耗动力多，因此这个办法是消极的，所以此建议未被采纳。当时还有一些人也是大多数人认为国外既不能供应就自己动手制造。因为这个建议是积极的，因而得到了党委及行政上的大力支持。

经过我们研究以后共提出了三个试制方案：

1. 做一个符合弯头曲率半径的胎心，把烧红的管子套在胎心上，用水压机顶出来。

2. 把打砂后的管子烧红放在两个有符合曲率的轮盘之间煨出。

3. 是将钢板烧红后放在上、下胎具之间，加压成半圆弧形的弯头胚，然后对焊而成。

经比较结果：第1种方法可以得到优良的无缝弯头但胎具和动力一时无法解决。第2种方法对小口径管可能有效，对大口径管煨成急弯外皮会减薄很厉害。第3种方案制成的弯头在纵向有两道焊口，且靠外壁的一道焊口受流体冲刷厉害，又由于焊缝金属和基本金属化学成份不完全相同，可能在介质中发生电化腐蚀。但是用第3种方案制造弯头所用的

設備和操作方法都很簡單，压制后弯头壁厚不会減薄。考虑到当时施工条件决定采用第3方案。

(二) $\phi 100$ 公厘以下小口径有縫弯头的制造

試制时材料缺乏，一切都因陋就簡。胎具是用几块鋼板堆焊后上車床車成的(見图 1)。上下胎具之間的間隙等于弯

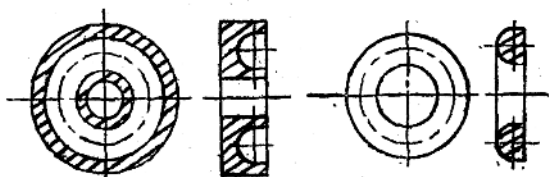


图 1

头鐵料的厚度，动力是用手动螺旋压力机。手动螺旋压力机的絲槓是三头絲槓，用 $\phi 76$ 的管子煨成一个直径約1200公厘的手輪，內灌雜鉛增加慣性力。

弯头鐵料(見图 2)在 1000°C 左右加热后，放在上、下胎具之間 加压，使变成 具有半圓 槽截面的 圓环胚料(見图

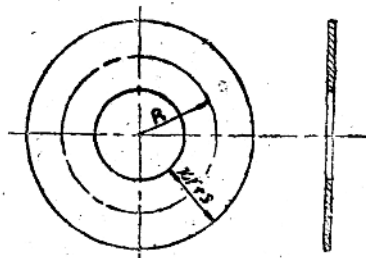


图 2

R -曲率半径； r -弯头半径； S -余量 5—10公厘。

3)。经过修整及坡口加工后，两个圆环胚料对焊起来，沿中心线方向切成四个90°的有缝弯头。

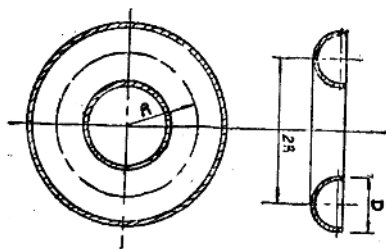


图3

R—曲率半径；D—弯头外径。

弯头钣料下料要注意加工余量S，要分布在圆环的内径和外径上。

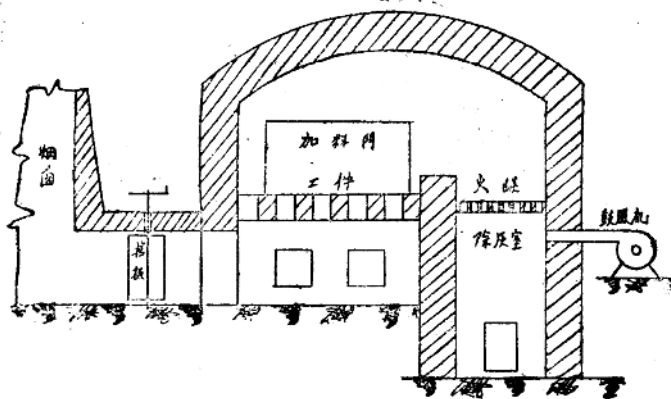


图4 钣料加热爐示意图

(三) 試制中的改进

1. 利用80吨摩擦压力机代替人工螺旋压力机，由原来的十几个工人操作減到只要三个人操作，节省了人力約4倍。

2. 改摩擦压力机脚閘为手閘，避免了冲头上下太急的缺点，操作也方便了。

3. 加热鋸料的炉子（图4）放料口用槓桿操縱，火焰和工件之間有挡火牆隔住，避免直接加热，有較大的炉膛可以一次加热几块鋸料。

(四) 6吋以上大口径有縫弯头的試制

6吋以上的弯头，最初也是用一个整圓胎具（图1），但所压出的胚料，內径扩大很多，使弯头內側壁厚減薄很厲害。所以大口径弯头下料成整圓制造是不合适的，故决定把6吋弯头的胎具做成 180° ，鋸料下料也成 180° 並加上10公厘左右加工余量。8吋和8吋以上的弯头胎具做成 90° ，鋸料下料也是 90° （图5）。

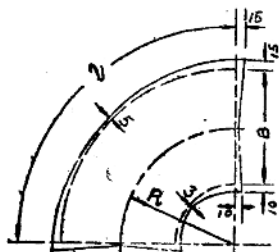


图5

大口径弯头鋸料下料图

$$B = \pi R = \pi \times \text{弯头半径}$$

$$R - \text{曲率半径 } R = D; 1.5D, 2D$$

大口径有縫弯头利用 90° 下料, 質量大有提高, 但由于冲压变形的关系, 按正規格尺寸下料所得的弯头毛胚, 在靠两条边綫的交角处尺寸縮小, 經常出現圓角, 而达不到要求。因此把飯料的尺寸在交角处稍有增加 (从图 5 的虛綫尺寸改为实綫尺寸)。由于考虑加工余量, 沿着实际尺寸的飯料周边, 尺寸都有增加。

按照(图 5)所下的飯料压出的弯头胚完全合乎質量要求。

由于摩擦压力机工作台寬度不够, 只能压 4 吋口径以下的弯头, 6 吋口径以上的仍要用人工螺旋压力压制, 劳动強度大, 生产率低。后經過研究, 把大口径弯头的飯料予先冷压出一个弧形, 然后加热再压制。这样可以使 12 吋以下的弯头都能利用摩擦压力机制造。

8 吋口径以上的有縫弯头胎具用鋼飯堆鐸不經濟, 改用鑄鉄胎具, 如果翻砂表面光滑可以不加工, 也可用軟軸砂輪加以修整。有个別地方尺寸不規矩 (尺寸小了) 可用加垫片的方法調整。

14 吋和 16 吋的弯头飯料虽經過預先弯曲, 也難用摩擦压力机压制, 而人工螺旋压力机又力不能胜任, 于是我厂用了三个 15 吨的油压千斤頂, 並联起来, 放在胎具下面, 利用高压手油泵昇压(图 6)。但是油压千斤頂行程只有 180 公厘左右而上下胎具之間的距离 a , 必須超过弯

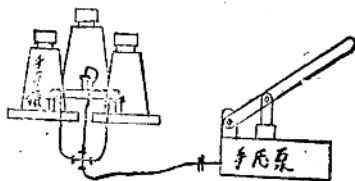


图 6

头的半径，以14吋弯头计，a的尺寸为188公厘，再加上钣料厚及操作余隙，要在200公厘以上。油压千斤顶的行程无法满足要求，后来决定把上胎也做成可以上、下活动的。上胎是用两根丝槓做成螺旋压力机形式，每根丝槓由一人操作（图7）。工作时先把下胎落到最低位置，同时把上胎的两根丝槓旋轉使上胎向上提昇。烧紅的钣料放在上、下胎具之間，先同时旋紧两根丝槓，使上胎向下压。由于这时温度尚高，两个人拧紧丝槓就能达到钣料的塑性变形，当丝槓快下降到

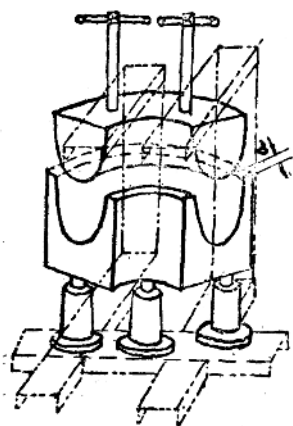


图7 利用千斤顶压弯头示意图

最低位置时，开动油压千斤顶，直到压出弯头胚料。

操作时应该注意两根丝槓下降速度应该一致，以使上胎保持水平地下降，否则就会把胚料的一端压的过薄，而另一端没有压着，而造成弧度不够或参差不齐。如果由于上胎下降稍有不平可以通过加垫片的方法解决。预先做一套厚度不同的带有圆弧的垫片，根据上胎倾斜程度的大小选几块垫在上胎与钣料之間，或下胎与钣料之間。

三个油压千斤顶共可承重45吨。但由于压制后期胚料冷了，力量显得不够，其特征是：沿千斤顶的柱塞和缸壁之間有噴油现象，且柱塞上昇不是平稳无声，而是有很大的“格登登”“格登登”的燥声。因此建议使用三个20吨的油压千斤顶代替15吨的。

(五) 有縫弯头的試驗

为了确保工程質量，达到安全生产，有必要确定有縫弯头在炼油厂的使用范围，因此在当时条件許可的情况下做了水压試驗和冷拉（压）試驗。

水 压 試 驗

1. 用 $2\frac{1}{2}$ 吋口径的有縫弯头水压試驗达 170 公斤/公分²，然后降到 15 公斤/公分² 普遍检查弯头尺寸及銲口，沒有变形及滲漏現象。

2. 用 6 吋口径的有縫弯头做水压試驗。弯头外径 157 公厘，壁厚 6.5 公厘，水压試驗达 250 公斤/公分² 普遍检查弯头尺寸及銲縫沒有变形及滲漏現象发生。水压繼續打到 290 公斤/公分² 时，弯头开始变形，外径增大 3 公厘，但銲口並沒有发现缺陷。

3. 用 8 吋口径的有縫弯头做水压試驗；弯头外径 221 公厘，厚度 7.5 公厘，水压試驗达 200 公斤/公分² 已有变形，但銲縫沒裂，水压达 210 公斤/公分² 时沿銲口裂开。

冷 拉（压）試 驗

以 3 吋口径的 Π 形补偿器做試驗，弯头公称直径 $D_y = 80$ 公厘，厚度 5 公厘 Π 形补偿器如图 8。图 8 a) : $V = 1040$ 公厘； $h = 1600$ 公厘。 δ) 是补偿器拉伸試驗 $V_1 = 1160$ 公厘，伸长 120 公厘放松后仍回原来位置沒有变形。b) 是补偿器压缩試驗 $V_2 = 920$ 公厘，縮短 120 公厘放松仍回到原来尺寸沒有变形，但縮短为 140 公厘时已开始有变形发生。

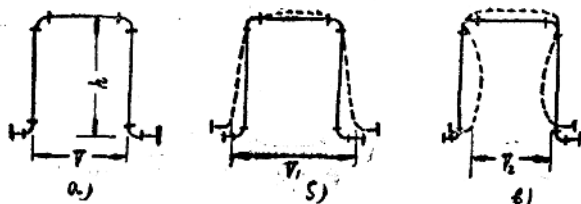


图 8

在冷拉（压）試驗同时，以 30 公斤/公分² 永做水压試驗，这是为了使补偿器受力情况更接近于生产时真实情况。在拉（压）之后鉚縫並沒发现裂縫、渗水等缺陷。

从水压試驗和冷拉（压）試驗中証明，这种有縫弯头能夠用在炼油厂的公称直径 $D_y = 50$ 公厘以上，温度 350°C 以下的大多数管子上。

（六）应用范围

为了保証工程质量我厂对不同材質的有縫弯头的使用范围作如下規定：

1. 普通鋼板做的有縫弯头（必須經過化驗証明其材質不低于 CT·3 号鋼）其限制最高使用温度为 350°C ；

2. 用在 $350^\circ\text{—}375^\circ\text{C}$ 温度 范围内的弯头必須使用：垂 4—55 标准的甲类 CT·3 号鋼，且其含硫、磷量不超过 0.05%，每批弯头在出厂前，要經過严密的檢驗（机械性能、外形尺寸、化学成分、鉚縫質量），合格者打上标记；

3. 装置内部下列管綫不得使用有縫弯头：

（1）炼油设备的紧急放空綫，和安全閥綫，在設備内部介質温度超过 300°C 者；

(2) 塔底出口至泵或冷却器进口的一段管綫, 和泵出口至塔进口管綫, 而温度超过 300°C 者;

(3) 泵的出口至加热炉及加热炉出口到塔进口管綫;

(4) 所有液化气体管綫;

(5) 塔側綫出口閥之前的第一个弯头。

有縫弯头的厚度規定如下表:

(七) 有縫弯头的經濟效果及在工程中所起的作用

有縫弯头的制造成功, 加速了我厂工程进度, 降低了建造成本, 如: 我厂图幅 9 制造12吋口径的门形补偿器11个, 每个补偿器用 4 个有縫弯头共44个。只用了10天的时间就預制好了, 折合成工日仅为: 管工30个, 焊工40个。如果不用有縫弯头而改为煨弯, 則每一个 90° 弯就需管工 14 个, 11 个补偿器的弯共需616个工, 两者比較提高工作效率达8.8倍。

在成本方面: 12吋口径的有縫弯头每个只 84.01 元, 而煨弯管子时, 人工費即达 42 元 (平均工資以 3 元/日計)。煨一个12吋管子的 90° 弯 以 $R=5D$ 計算, 需要管子2.5公尺用 $\phi 325 \times 10$ 的管子約合 250 元加上人工費共292元。所以用有縫弯头代替煨弯弯头可降低成本 3 倍多。

有縫弯头的制成解决了我厂管綫的安装問題, 避免了修改管沟, 管架的图紙, 因此避免了因修改設計不及时而造成的大規模停工。又因制造单位与用戶都由厂部統一领导, 做到了計划生产, 計划供应各种規格的弯头, 即滿足了施工需要, 又保証沒有浪費发生或某种規格的弯头供不应求現象。

避免了长途运输供应不及时的缺点, 減少了停工待料現象。

公称直径 Dy (公厘)	外径 (公厘)	壁厚 (公厘)	公称压力Py公斤/公分 ²	
			輕微腐蝕介質	中腐蝕介質
50	57	4	100	
		6	160	100
80	89	5	64	
		9	100	
		8	160	160
100	108	5	64	
		8	100	64
		13	160	100
150	159	7	64	
		9	100	64
		14	160	160
200	219	8	64	
		12	100	64
		18	160	160
250	273	10	64	
		13		64
		15	100	
300	325	10	40	
		12	64	40
350	377	10	40	40
350	377	13	64	64
400	426	11	40	40
		15	64	64

註：輕微腐蝕介質包括：井水、河水、碱液、溫度低於250℃的不含游离硫化氫及硫醇的含硫石油及其產品。

中腐蝕介質包括：未經穩定的直餾汽油、含硫醇的汽油，未經精制之液化氣體等。

重腐蝕介質：溫度高於250℃的高硫石油及其產品。

用价廉的鋼板代替价貴的管材（而其中大口径管尚需国外供应）节约了資金和外汇。

大規模的自制和使用有縫弯头为兄弟厂矿提供了一些經驗。

（八）尚存的缺点

1. 縱向有两道銲口受力情况不好，又易受介質冲刷，並会发生电化腐蝕；

2. 手工銲接易发生缺陷，应加以研究能利用半自动銲接或自动銲接。

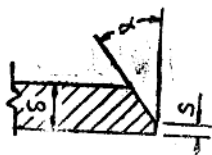
3. 12吋以上的弯头需要加热两次，設法改进操作，改进设备，做到一次加热。

（九）有縫弯头的質量标准

1. 弯头表面氧化皮不許过厚和呈現不均匀暴皮，不許有烈紋，綳褶，疤痕及超过允許厚度之刻痕；

2. 弯头之允許減薄量不超过設計壁厚的 $1/10$ ；

3. 有縫弯头壁厚超过 4 公厘者要鏟坡口，其尺寸如下：



当壁厚 ≤ 5 公厘时，鈍边 $S = 1 \pm 0.5$ 公厘；

当壁厚 > 5 公厘时，鈍边 $S = 2 \pm 0.5$ 公厘；

坡口角度 $\alpha = 30^\circ \pm 2.5^\circ$ ；

4. 有縫弯头的縱縫銲接，当直径 $\phi 150$ 公厘以上（包括 150 公厘口径者），要两面銲接；不允許有未銲透現象；当直径在 150 公厘以下时可以单面銲接，

未鐸透程度允許為壁厚的5%；

5. 弯头水平放置时，两端面的中心联綫也应是平行于水平面的。又两端面的中心偏差允許如下：



$\varnothing 2$ 到 4 吋口径允許 1 公厘；

$\varnothing 5$ 到 8 吋口径允許 2 公厘；

$\varnothing 10$ 吋以上口径允許 3 公厘；

6. 有縫弯头端面傾斜不大于 2 公厘；

7. 有縫弯头直径的允許誤差；

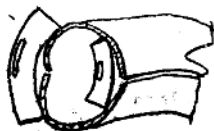
$\varnothing 400$ 口径允許 ± 4 公厘；

$\varnothing 350$ 至 250 口径允許為 ± 3.0 至 ± 2.5 公厘；

$\varnothing 200$ 至 125 口径允許為 ± 2 至 ± 1.5 公厘；

$\varnothing 100$ 至 50 口径允許為直径的 1%；

8. 橢圓度誤差不超过直径的允許誤差；



9. 有縫弯头的里凹外凸不超过直径的允許誤差，並应是一段长度不小于 100 公厘的平緩圓弧，用弧长不小于 $1/2$ 周长的样板檢驗；

10. 每批成品抽出 2% 做透視檢查，但不少于 5 个。如不合格，应再取 10% 做透視檢查；

11. 透視后鑑別出的缺陷长度在鐸縫全长的 30% 以內时，可用各別鐸去补鐸的办法加以修补；缺陷超过鐸縫全长的 30% 时，应切开全部重鐸。

(十) 結束語

有縫弯头的試制成功，是我厂全体职工在党政领导下和