

压力容器制造工艺译文集

(冷作部分)

1.3

科学技术文献出版社重庆分社

压力容器制造工艺译文集
(冷作部分)

东 武 广	方 汉 州	锅 锅 重	炉 炉 机	厂 厂 厂	编 辑
中国科学技术情报研究所重庆分所					
科学技术文献出版社重庆分社					出 版
(重庆市市中区胜利路91号)					
新华书店重庆发行所					发 行
重 庆 印 制 一 厂					印 刷

开本 787×1092毫米1/16 印张 5 字数 14 万

1975年3月第1版

1975年12月第3次印刷

印 数: 4600

统一书号: 15176·117

定价: 0.55元

T908.1

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

学习外国的东西，是为了研究和发展中国的东西。

要采用先进技术，必须发挥我国人民的聪明才智，大搞科学实验。外国一切好的经验，好的技术，都要吸收过来，为我所用。学习外国必须同独创精神相结合。采用新技术必须同群众性的技术革新和技术革命运动相结合。必须实行科学研究、教育同生产相结合。

前 言

根据全国化工与炼油机械行业技术情报网 1975 年工作计划及中西南地区情报网的工作安排,由东方锅炉厂负责,武汉锅炉厂、广州重机厂和中国科学技术情报研究所重庆分所参加,组织翻译和编辑这期译文集,参加翻译的网员还有成都工学院、上海化工学院四川分院、广西大学和四川化工第一设计院。对参加翻译工作的有关人员,在此一并表示感谢。

本期收集了近几年来国外期刊上发表的有关压力容器制造工艺发展概况文章共 35 篇,内容包括划线、气割下料、封头成型、卷板、弯管、翻边、管板加工和筒体制造等,可供从事压力容器制造专业的广大工人、技术人员和大专院校师生参考。由于水平所限,错误之处,在所难免,敬希读者指正。

编 者

1975. 11.

目 录

划 线

1. 应用激光的塔器新划线法..... (1)
2. 复合钢圆筒节的成型..... (4)
3. 制造筒节时直径容许误差的精度标准和计算标准..... (6)

气 割 下 料

4. 精密火焰切割..... (9)
5. 现场制作用的机械切削..... (11)
6. 钢板气割质量的提高..... (12)
7. 在圆柱形壳体上气割的割孔装置..... (14)
8. 气割轧制钢板的机械生产线..... (16)

封 头 成 型

9. 多层封头的旋转滚压制造..... (18)
10. 压制不锈钢封头时产生裂纹的原因分析..... (21)
11. 冷压碳钢和不锈钢椭圆封头时各种因素对压边力的影响... (23)
12. 厚壁封头减薄最小的压制法..... (29)

卷 板

13. 在卷板机上弯卷和校正时钢板最大厚度的确定..... (31)
14. 厚板的卷制和筒节的热校正..... (35)
15. 世界最大的卷板机..... (39)
16. 大型立式卷板机..... (41)

弯 管

- 17. 用偏心芯棒弯管..... (42)
- 18. 小半径冷弯管法..... (45)
- 19. 薄壁管的弯曲..... (47)
- 20. 用充液器绕制螺旋形蛇管的试验..... (50)

翻 边

- 21. 弯边减薄的试验研究..... (52)
- 22. 人孔和接管与设备壳体的连接..... (55)
- 23. 容器封头上开孔翻边的装备..... (56)

管 板 加 工

- 24. 换热器管板孔的加工机..... (59)
- 25. 厚管板孔的加工..... (62)

筒 体 制 造

- 27. 容器和设备制造中装备和焊接的机械化装置..... (63)
- 28. 圆筒和封头的自动焊接装置..... (68)
- 29. 在校正过程中检查筒节横截面尺寸的光电系统..... (70)
- 30. 制造容器筒节的机械化生产线..... (72)
- 31. 轨道焊头, “变位器”简化管板容器的制造..... (73)

综 合 类

- 32. 石油化工机械制造的先进工艺..... (75)
- 33. 液体贮罐环缝自动打磨机..... (77)
- 34. 多孔金属板的制造..... (79)
- 35. 大型压力容器和贮槽的现场焊接和安装..... (81)

应用激光的塔器新划线法

石油炼制厂和化工厂对于塔器的塔板水平度的公差值,提出了严格的要求。有关塔器的塔板水平度的总偏差,是由制造工艺和安装误差组成的。装配塔器时产生的工艺误差,主要是由于在确定和校正塔板在塔体内的位置时,和塔器在现场安装到工作位置时,未曾有单一的、恒定的基准。

如果塔器卧式装配,则塔板位置的精度取决于划线的精度。

莫斯科化工机械学院和全苏化工石油设备设计工艺科学研究院研制了提高划线精度和生产率的方法,以及基准体系。

所提出的基准体系,是基于采用单一的、恒定的基准点,从而得以完全排除塔体制造误差(端面的不垂直度,轴线的不直度及其它)对塔板位置精确度的影响。在设备端面距基准点一定距离处,安装了标牌,再依据标牌安装激光。激光光束用作划出塔板平面的工艺测量基准。

全苏化工石油设备设计工艺科学研究院和石油机械制造厂以及其他机械厂一起研制使用了对板式塔壳体的光学划线装置(图1)。

安置于滚轮支架14上的塔器壳体6的两

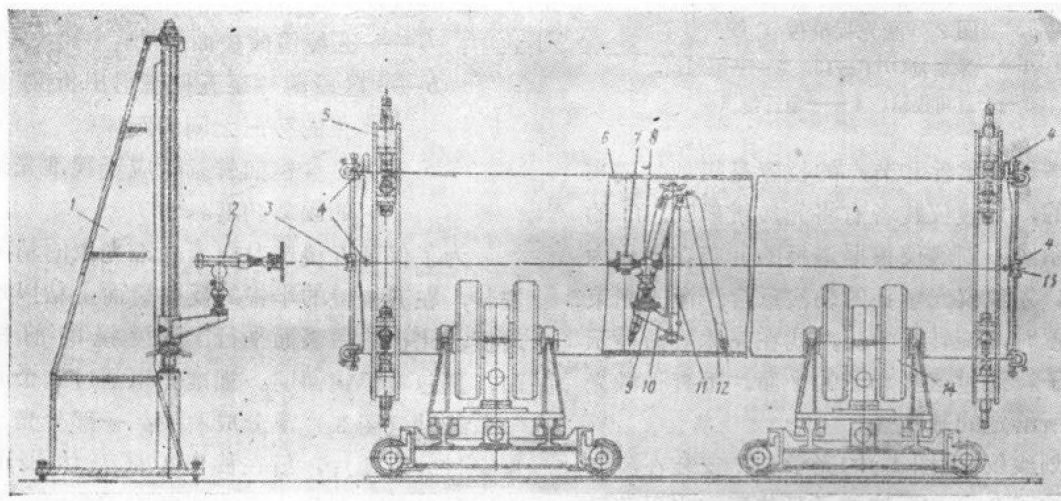


图1 用于板式塔壳体光学法划线的装置

端,用工艺环5来量尺寸。在壳体端部离基准点4等距离处用弦杆和夹子安装了前标牌3和后标牌13,这基准点将来在安装场所作为塔器的检验基准。安装在特制支柱1上的激光视准仪2的位置,可调整到使其所发出的光束通过前标牌和后标牌的中心,因之,

视准光束的位置可用作划线的基准。

激光视准仪(图2)的主要部件是氦—氖光量子发射管OKΓ—13,它在持续状态下工作的波长为0.6328微米,功率约为0.7~1.0兆瓦。在发射管出口处的光线散度约为10'。为了减小光线散射角度和增大光束

直径, 采用了望远镜 ($\times 60$) 作为准直仪。激光随着准直仪安装在经纬仪的柱上。

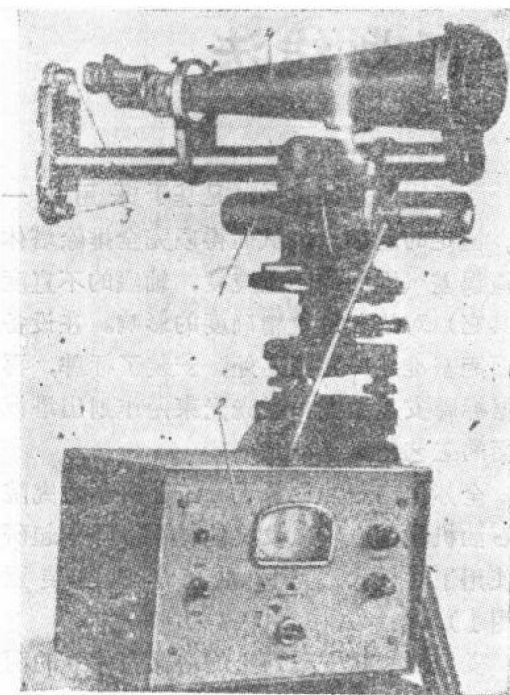


图2 激光视准仪

- 1——发射管OKГ-13, 2——电源箱,
3——直角棱镜, 4——望远镜。

塔板支承件和节点的位置是用划线仪来划线的, 划线仪装备有将光线折射 90° 角的光学系统。划线仪根据塔板的间距在壳体内移动。划线仪光学头的轴线重合于激光光束的位置时, 旋转光学头, 就在壳体表面显示出点子。通过这些点子的平面, 垂直于激光光束所给定的基准线。

划线仪(见图1)的光学头7安装在经纬仪的柱子8上, 而这柱子又装配在水平移动机构的可动工作台9上。水平移动的机构固定在支架10上, 此架借助于刚性联接在划线仪三脚架12上的螺旋11, 可在垂直方向移动。

从以上分析中指出: 采用这种划线法时, 总误差的主要组成是划线仪光学系统装置对应于激光(视准)光束的误差。不管塔体直径多大, 要保证划线所需的精度, 因光

学划线仪装置对应于视准光束所引起的划线误差值, 不应超过0.4毫米。

划线仪光学系统的主要零件是五棱镜, 它具有使视准光束精确地折射 90° 角的特性。如果使五棱镜的回转轴与视准光束呈某个角度, 或使它在横向位置上移动, 则在转动五棱镜时, 被折射 90° 角后的光束位置, 也将随着改变。

由于采用了从激光视准仪中发出的直径为28~32毫米的扩大的平行光束和特殊的刚性联接在五棱镜上的区段薄片, 并且五棱镜利用了光的线射现象, 从而可在壳体内表面获得清晰可见的线条或点子。从而完全消除了由于五棱镜回转轴在横向移动所引起的划线误差, 因此, 五棱镜回转轴线对应于视准光束的偏差所引起的划线误差值, 得以明显地减小。

光学划线仪装置对应于视准光束所引起的划线误差值, 可按下列式确定之:

$$\Delta y = (B + 2b) \sin \alpha, \quad (1)$$

式中: B ——五棱镜前棱面尺寸;

b ——区段薄片至五棱镜射出折射光束的棱面之间的距离;

α ——五棱镜回转轴对应于视准光束的倾斜角度。

为了保证五棱镜对应于视准光束的精确安装, 在五棱镜的半银的反射棱面上粘以玻璃楔, 此楔的后表面平行于五棱镜的前棱面, 且包覆了镜面层。视准光束通过这个光学系统时(图3), 分成两股: 一部分光通量穿过区段薄片, 射在被划线的壳体表面上; 另一部分则到达了玻璃楔的后棱面, 然后从它的镜面反射, 返回到安装在激光视准仪的接受屏上。反射光束和视准光束一起, 都达到了五棱镜前棱面对视准光束轴线的垂直度。

这样, 式(1)可写成以下形式:

$$\Delta y = \frac{(B + 2b)l}{2L},$$

式中: L ——划线仪光学系统至激光视准

仪接受屏间的距离;

l ——反射光束对视准光束在接受屏处的偏差值。

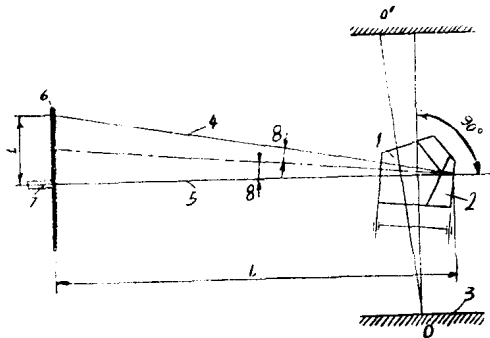


图3 光学系统装置关于视准光束的简图
1——五棱镜; 2——玻璃板; 3——塔器壳体; 4——反射光束; 5——视准光束; 6——接受屏; 7——激光视准仪。

由此可知: 光学系统对视准光束所引起的划线误差值, 与塔体直径无关, 这对于组装大尺寸塔器的划线工作, 具有重要意义。当采用了光学系统时, 考虑到随着划线仪至激光视准仪之间距离的增加, 反射光束对视准光束之间的许可偏差范围显著增加, 因之, 划线仪对应于视准光束的安装过程简化了(图4)。

为了证实计算数据, 对直径为3800毫米的塔体, 在垂直投影面上测量了对应于水平环形线的偏差; 这个由上述光学法划出的水平环形线, 塔板的支承元件是依据它安装

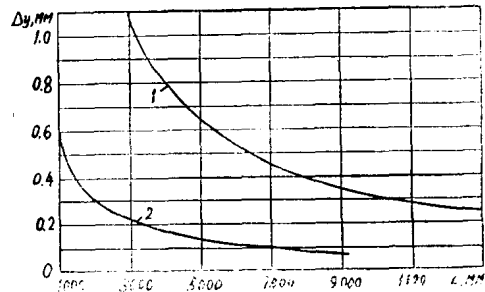


图4 光学划线仪装置至激光视准仪之间的距离 l 和反射光束对视准光束在接受屏处的偏差值 l 对划线误差 Δy 的关系
($B=45$ 毫米, $b=10$ 毫米)

曲线1: $l=100$ 毫米; 曲线2: $l=20$ 毫米。

的。测量是用115—1型液体静力水平仪(当水管水平安放时的测量精度为0.01毫米)。

测量结果指出: 所划的线对水平面的偏差不超过1毫米, 而采用了光学划线后所安装的塔板支承件的偏差, 未超过部标准OCT26—291—71《钢制焊接容器和设备, 技术要求》中所规定的公差范围。

当采用光学法划线时, 塔设备的制造质量提高了, 且划线工作量为减少50—60%。

参考文献从略

广西大学化机组译自《Хим.

И нефт. машиностроение»,

1974, №9, 21—23。

(上接5页)

360公斤/毫米²。

将得到的这些数值代入公式(2):

$$Y_{II} = \frac{28(H+h) - 42h + 180 \frac{h^2}{R_{H.C}}}{56 + 360 \frac{h}{R_{H.C}}} \quad (3)$$

毫米。

公式(3)中的 $R_{H.C}$ 可用 R_{BH} 代, 误差不会很大。

筒节的展开长度用下式决定:

$$L = \pi(D_{BH} + 2Y_H)。$$

在生产中应用的经验根据公式(3)校核得到了肯定的结果。为方便起见, 数值 Y_H 已列于表中。现在这张表正在鲁柴耶夫斯基化工机械制造厂制造筒节时采用。

所叙述的方法可以决定由任何金属制造的复合板的中性层位置。参考文献从略

严惠浩 译自《Химическое и нефтяное машиностроение》1971, №1, 33—34。

复合钢圆筒节的成型

复合钢筒节的制造特点取决于基层金属和复层金属的不同的机械性能，在复合钢板进行压力加工时，这会影响工件的成型过程。

在卷板机上制造筒节时中性层会发生偏移。如果不考虑偏移，并且根据原来的中性层决定板料的展开长度，则筒节尺寸会超过MH72—62机器制造标准所允许的范围。

本文引用了鲁柴耶夫斯基化工机械制造厂在卷制复合钢板时决定中性层位置的方法。用这种方法决定筒节展开长度时有足够的精度。

分析了以相对半径 $r = \frac{R_{BH}}{H} = 8 \sim 190$

(式中 R_{BH} 为筒节内半径) 卷制复合钢板的成型过程。在壁厚 $H = 8 \sim 24$ 毫米时，最常用的筒节内径为 $D_{BH} = 400 \sim 3000$ 毫米。

假定，板材受到力矩 M 的纯弯曲 (图 1)，且处于线塑性应力状态。在卷制时考虑了标准的切向应力，因为径向应力主要是对弯板的破坏有影响。此外还假定，横向纤维未被弯曲，而在变形的中性层中各点的周围发生了扭转；变形的中性层是同切向应力的中性层一致的；板不减薄。

拉伸和压缩切向应力在横截面上的分布会影响中性层的位置。每一层中产生的切向应力取决于金属的机械性能及相对于中性层的位置。

用 BM_{CT} 、 3_{CH} 和 $X18H10T$ 钢制成了复合板。这二种金属的机械性能的区别可从真实应力图 (图 2) 中看到。

由静力学条件得到：

$$\int_{F_p} \sigma dF - \int_{F_{c\kappa}} \sigma dF = 0,$$

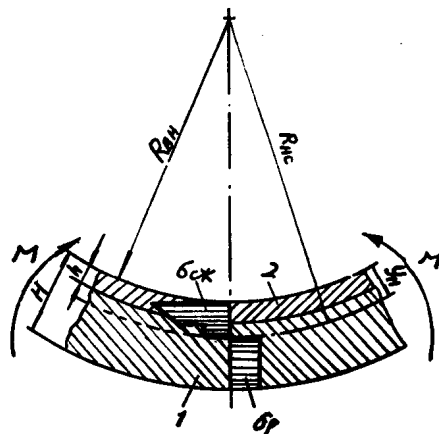


图 1 复合板卷制示意图和横截面上的应力图

1——主层金属 2——复层金属

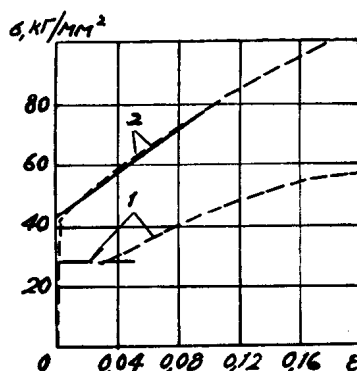


图 2 真实应力 σ 与筒节的相对变形 ε 的关系

1—— BM_{CT} 3.. 钢； 2—— $X18H10T$ 钢；
---- 真实图； —— 近似图。

式中， F_p 、 $F_{c\kappa}$ ——相应受到拉伸和压缩的横截面的部分面积。

把中性层的坐标作为起点，则公式写为：

$$\int_0^{H-Y_H} \sigma_b b dy = \int_0^{Y_H} \sigma_{cк} b dy, \quad (1)$$

式中, Y ——板 材厚度方向上的动点座标;
 Y_H ——由中性层到内半 径 $R_{H.c}$ 之间的
 距离;
 b ——板 材宽度。

将关系式 $\sigma=f(\epsilon)$ 代入方程 (1), 这时
 用 $\epsilon=\frac{Y}{R_{H.c}}$ 表示相对变形, 式中的 $R_{H.c}$
 为决定 Y_H 的中性层半径。

各种金属的关系式 $\sigma=f(\epsilon)$ 可用取决于
 最大相对变形的真实应力图的近似折线来决定。

根据用基层金属和包复金属制成的试样的
 试验, 绘制了真实应力图(图 2)。不考虑
 拉伸及压缩的弹性区便得到近似值, 因为拉
 伸及压缩的弹性区位于基层内, 并且在基层
 中产生的应力是相互抵销的。根据相对变形
 把得到的图分成几部分, 在给定的情况 $0<\epsilon$
 <0.055 时, 相当于通常的相对半径。得到
 的结果为:

对于碳钢 $\sigma_1=\sigma_{T1}$,

式中 σ_{T1} ——在线性近似值时采用的条件屈
 服限

对于不锈钢 $\sigma_2=\sigma_{T2}+\Pi_2\frac{Y}{R_{H.c}}$,

式中 σ_{T2} ——条件屈服限;

Π_2 ——硬化系数, 等于 $t_g\alpha$;

$\alpha\alpha$ ——硬化近似线的斜角(图 2)。

将这些表达式代入方程 (1):

$$\int_0^{H-Y_H} \sigma_{T1} dy = \int_0^{Y_H-h} \sigma_{T1} dy + \int_0^{Y_H-h} \sigma_{T2} dy \Pi_2$$

$$\frac{Y}{R_{H.c}} dy,$$

式中 h ——包复金属的厚度。

介这个方程中相应的 Y_H :

$$\sigma_{T1}[Y]_0^{H-Y_H} = \sigma_{T1}[Y]_0^{Y_H-h}$$

$$+ \sigma_{T2}[Y]_0^{Y_H-h} + \Pi_2 \frac{1}{2R_{H.c}} [Y^2]_0^{Y_H-h};$$

$$2\sigma_{T1}Y_H + \Pi_2 \frac{h}{R_{H.c}} Y_H = \sigma_{T1}H + \sigma_{T1}h$$

$$- \sigma_{T2}h + \Pi_2 \frac{h^2}{2R_{H.c}};$$

$$Y_H = \frac{\sigma_{T1}(H+h) - \sigma_{T2}h + \Pi_2 \frac{h^2}{2R_{H.c}}}{2\sigma_{T1} + \Pi_2 \frac{h}{R_{H.c}}} \quad (2)$$

由式 (2) 可见, 中性层的位置取决于
 金属的机械性能、弯曲半径、基层金属及包
 复金属的厚度。

类似的结论已在文献[1.3]中得到过。

按图 2 中的图线决定数值: $\sigma_{T1}=28$ 公
 斤/毫米², $\sigma_{T2}=42$ 公斤/毫米², $\Pi_2=\text{tg}\alpha=$
 (下转 3 页)

厚 度, 毫 米		筒节在各种内径时, 中性层至内弯曲半径的距离, 毫米																	
复合板	包 复 层	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
8	2—3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
10		4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
12		5.0	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
14		5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
16	2.5—3.5	6.7	6.8	6.9	6.9	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
18		7.6	7.7	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
20		8.3	8.5	8.6	8.6	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0
22	3—4	9.2	9.4	9.5	9.6	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	10.0
24		9.9	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8

制造筒节时直径容许误差的 精度标准和计算标准

设备设计要求的提高，制造筒节的劳动量的降低，生产批量的参加均取决于设备各部件制造精度的提高及在设备制造过程中贯彻互换性的原则。

尺寸的容许偏差，以及设备生产的工艺特点必须有不用毫米计量而用毫米的分数来计量的精度。为达到必要的零件制造精度(表1)必须规定精确的工序间的容许误差，而有时候还要采取专门的工艺措施，以保证这种精度。对于壁厚为60毫米或更厚的设备，筒节直径误差过大会使环缝产生很大的错边，筒节很难装配。这时就要在立式车床上加工筒节端部，于是大大提高了制造工作量。

表1. 浮头式热交换器筒节的标准尺寸

筒体内径 毫 米	内径公差 毫 米	隔板直径 毫 米	标准间隙 毫 米
500	+1.8	497	3
600	+1.8	597	3
800	+2.0	795	5
1000	+2.2	995	5
1200	+2.4	1195	5
1400	+2.6	1394	6

筒节直径精度取决于展开体的制造精度和一系列制造工序的精度。筒节展开体的制造精度取决于板材厚度，钢板校平机的校平程度，划线，板边的加工及测量误差。筒节直径精度取决于展开体的长度、焊接收缩量、筒节校正后的椭圆度、焊接间隙、径向错边和测量误差。

每一道工序和每一种因素都不同程度地影响着制造精度，要根据对筒节提出的要求不同程度地加以考虑。为达到高精度(表1)

应当考虑上述全部因素。

大量的观察和实验资料得到了在实现影响筒节制造精度的工序时尺寸误差的分布范围(图1)，并推荐了容许误差。

现在制造设备筒体采用的是列于ГОСТ 5681—57标准中的厚度有误差的板材。最常用的是宽度为2200毫米的板，其厚度误差在1~2.5毫米范围内，筒体内径约有70%是在公差范围内。

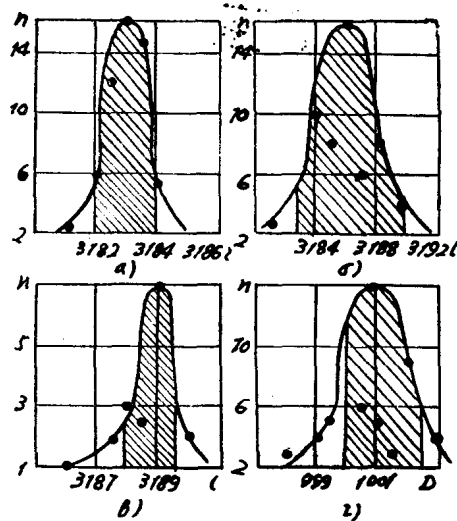


图1 采取各种工序时尺寸的分布曲线

a-划线; б-在龙门剪上剪切

в-刨边; г-制成的筒节

为了消除板材厚度误差对直径尺寸的影响，必须根据板材实测的平均厚度计算展开长度。板材厚度是用微量测厚计在距板边不小于50毫米的地方测量的。

冶金厂的钢板，虽经运输、堆积等，但不认为是弯曲的，而在长度上有波浪度。根据ГОСТ 5681—57 标准，优质厚钢板的容许波

浪度每1米为8毫米。在辊式卷板机上卷制有波浪度的钢板时会使展开长度每1米增加0.25毫米，即对于长5—8米的板，展开长度增加1~2毫米。加进钢板校正工序，可使波浪度校平到不大于2毫米/米的程度，卷板时实际上不会使板伸长。因此，板材的校平工序在设备筒体制造过程中是必不可少的（表2）。

表2. 板材校平后的容许挠度

钢 材	板 厚 毫 米	容许误差, 毫米, 不大于		
		每米挠度	板材总挠度	
			沿宽度	沿长度
碳素钢 合金钢	6—12	2.0	5	8
复合钢		1.5	3	6
碳素钢 合金钢	12—24	1.5	3	5
复合钢		1.0	3	5
碳素钢 合金钢	24—36	1.0	2	4
复合钢		1.0	2	4

展开体的精度在很大程度上取决于划线的精度（表3）。划线采用的是用划针划出线随后打上洋冲眼的方法。在充分连续生产时可采用样板等办法划线。划出的二相对尺寸线的不平行度在坯料全长内不应大于1毫米。划线时应当考虑接下来加工板边的余量（表4）

表3. 划线的尺寸公差

坯 料 长 度 毫 米	对角线差 毫 米	每边公差 毫 米
到2000	1.5	±1.0
2000—4000	2.0	±2.0
4000—8000	3.0	±2.5
大于8000	3.5	±3.0

加工板边的工艺过程（气割、在剪床上

表4. 板材每边余量

板 厚 毫 米	每 边 余 量, 毫 米	
	在剪床上剪切	气 割
8—10	3	3
10—18	4	3
18—40	6	4

剪切、在刨床上刨边）的分析表明，对于展开尺寸达6000毫米的板，最后在刨床上刨边时公差为1~1.5毫米是完全可以的。展开体卷成筒节的这侧的长度误差（表5）比内径误差小 π 倍，为0.3~0.5毫米。

表5. 刨边后展开长度公差

展 开 长 度 毫 米	公 差, 毫 米
2400	+1.0
4200	+1.5

长方形坯料的对角线差不应大于3毫米。

板边加工的不平行度和不垂直度不应当超过这块板的尺寸公差范围；凹度在板边全长内不应当大于0.5毫米。

在辊式卷板机上卷板时，有可能发生在以后降低直径精度的缺陷，这是指筒节端部展开长度增加（摊边）、筒节内表面擦伤、筒节有内凹、端部和径向错边等。为避免这些缺陷，必须正确选用机器型号；检查机器的技术状况是否符合要求，用必要的工艺装备来保证这道工序。特别是为了消除摊边和内凹，必须在轧辊长度不大的机器上卷板，而在具有反压力机械的机器上，要正确选择必须的轧辊反向挠曲的挠度。

为消除端部错边（表6），机器应当装有专门的挡铁，以正确地使坯料在轧辊上定位，而不管侧辊上会不会刨出小槽来。

在筒节校正后，残余的椭圆度不应当超出筒体范围内的筒节直径尺寸。

表6. 端部错边的数值

与直径的相对壁厚 毫 米	端部错边, 按筒节 高度 计算, 毫米	
	到2200毫米	3000—6000 毫 米
到 0.02	3	不大于 2
0.02—0.013	4	
0.013—0.01	5	
0.01—0.006	6	
0.006—0.005	8	

椭圆度的容许误差按下式决定:

$$a = \Delta D - \frac{\Delta L}{\pi}$$

式中 ΔD —按图的椭圆度公差 (表7),
 ΔL —展开长度的容许误差 (见表1),

表7. 容许椭圆度的计算值

筒 节 直 径 毫 米	ΔD 毫 米	ΔL 毫 米	a 毫 米
800	2.0	1.5	1.5
1000	2.2	1.5	1.7
1200	2.4	1.5	1.9
1400	2.6	1.5	2.1

由图2可见, 决定展开长度或椭圆度容许改变的直径误差不超出公差范围。

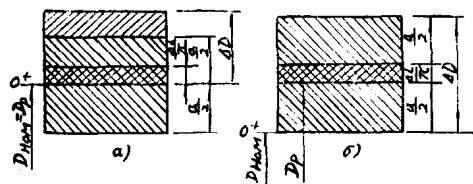


图2 在考虑(b)和不考虑(a)筒节椭圆度公差范围的分布图

$D_{ном}$ 、 D_p —相应为筒节直径的标准值和计算值

因此, 展开长度为:

$$L = \pi(D_{BH} + h\phi + \frac{a}{2})$$

式中 D_{BH} —筒节内径,

$h\phi$ —实际壁厚,

现在测量展开长度和筒节直径用的金属卷尺 (ГСОТ7502—69三类) 各级的误差为: 在1000毫米以内为 ± 0.4 毫米, 在2000毫米以内为 ± 0.8 毫米, 在5000毫米以内为 ± 2 毫米, 即直径在1000毫米或更大时, 测量误差比展开长度的公差大0.5~1.5倍。因此, 应当推荐用有毫米刻度级的P3—10 (ГСОТ7502—69一类) 金属卷尺测量直线尺寸, 其误差为0.1毫米。在充分批量生产或者对精度有特殊要求时可采用专用样板, 量规。

上列各种工序中的尺寸精度标准是在正常的生产条件下得到的平均数据, 即在必须的技术状况和设备的装备状况, 操作工人的熟练程度等均正常的情况下得到的。在采用专用的设备, 索具、工具时, 这些标准将更可靠。

根据上述对影响展开体尺寸和筒节直径的误差作的分析, 可得到下列计算展开长度的公式:

$$L = \pi(D_{BH} + h\phi + \frac{a}{2}) + b_1 - b_2 + 2C \quad (1)$$

$$\text{或 } L = \pi(D_H - h\phi + \frac{a}{2}) + b_1 - b_2 + 2C \quad (2)$$

式中 b_1 —焊接收缩量,

b_2 —焊接间隙,

C —板边加工余量,

D_H —筒节外径。

按公式(1)和(2)计算的展开长度已考虑了由各道工序产生的尺寸误差, 因此制出的筒节直径精度最高。

严惠浩 译自«Химическое и нефтяное машиностроение»,
1971, №9, 33—35。

气割下料

精密火焰切割

90C哈柯克坐标型切割机在操作时是由扫描所需轮廓的原尺寸图来完成,并可自动地从钢板上用火焰同时切割下多达六只坯件,所得到的坯件轮廓可以比手工操作机械所得到的更接近规定的极限尺寸。

哈柯克坐标型切割机的设计是很简单的(图1),系由能在二支承轨道上走动的刚性桁架所构成。一个轨道在桁架的中部,把桁架支承起,而另一个轨道则位于它的右端。该桁架是由电动机驱动,可沿着轨道移动。在桁架架身上,装有一个台架,它可以沿桁架作横向移动。在台架上可安装多达六只燃烧嘴,以便切割六只同样的零件。

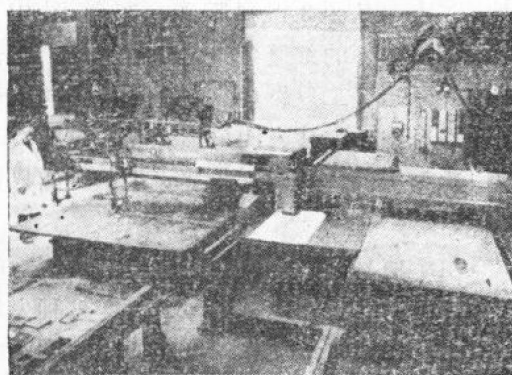


图1 新型90C哈柯克坐标型氧气切割机,第二台切割机的支承轨道位在前方。

90C型切割机能割钢板的最大宽度是2.28米,其长度仅受制于轨道长度,厚度可达254毫米,图2中示出了一些典型的重型钢坯件,从中可见,适当地调节燃烧嘴,可使火焰切割表面只需再作很少的机械加工。

用于扫描图纸的扫描台,安放在支承桁架的二根轨道之间。放置钢板的切割台则位

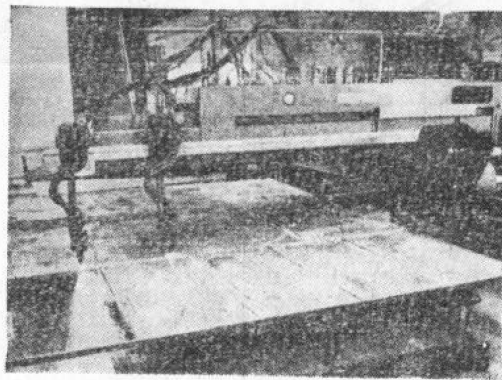


图2 从厚钢板上用火焰割下的典型坯件,表面好,使机加工量减到最低限度

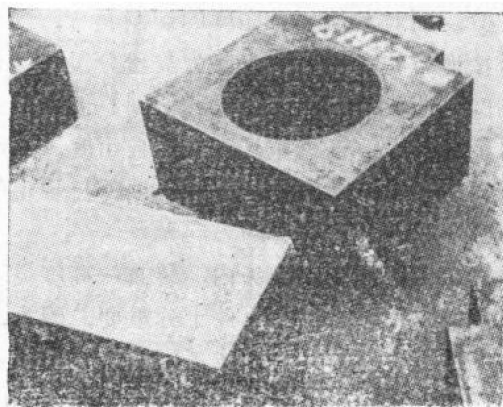


图3 使用二只燃烧嘴切割两坯件

于桁架无支承端的下面,以便于装卸。扫描头中装有光电管,它可以停住和扫描图纸上的零件轮廓线。扫描头安装在扫描台上方的台架上(图3),根据它所“看到”的东西发出讯号,以此驱动伺服电机,使桁架沿着它的轨道移动和使台架沿着桁架移动。这样,就使燃烧嘴作X-Y坐标运动,X轴是沿着桁架作左、右运动,Y轴是沿着轨道作前后运

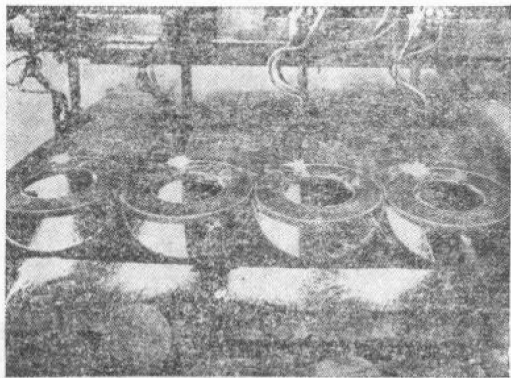


图4 使用四只燃烧嘴同时切割四只相同的圆坯件，坯件尺寸一致。

动。

从扫描头中发出的讯号，通过一个电控元件，根据所需的移动方面，被分为X和Y的分讯号。例如，对于直线纵向切割来说，其整个讯号都是通过Y轴电动机，同样，对直线横向切割，仅X轴电动机收到讯号；对45°切割，讯号被分解为二个相等的部分，而对其他任意角度的切割而言，则讯号按适当的比例，被分解为矢量分量。当切割圆或曲线时，X-Y的比例则是恒定地变化。换言之，该机械具有方向自由度，而燃烧嘴的移动，则由电子控制，以保持规定的切割速度，而与移动的方向无关。

在切割机的扫描头内，装有一高度灵敏的振动源元件，这一元件十分重要，因为，它可不因模糊的轮廓线或不因图纸装得拙劣而造成错误。它不会顺着偶然产生的偏差路线前进，因为扫描器会把机器停住，直至图纸的错误被改正之后为止。

这种切割机只需一个操作人员，操作人员可通过固定在桁架上的一个紧凑的控制箱来控制机器，其中一个操纵机构，是可使操作人员为了让扫描头位于图纸上方的最初位

置，而迅速地驱动的机械。这控制箱上装有标志明显的开关，它可用于燃烧嘴点火，以及自动控制预热火焰，燃料气和氧气的流量和切割速度，以适合于被切割钢板的厚度和要求。此外，还有一根操纵控制杆，它可使机器在规定速度下，作四个方向上的直线切割，而无需扫描轮廓图。由此，可随意生产各种正方形和矩形轮廓的钢坯件。

安装在桁架台架上的燃烧嘴，可用电动机调节其离钢板表面的高度，并由操作人员通过控制箱上的开关来控制其位置。每一个燃烧嘴都有它自己的通氧气的螺线管，和通过控制箱来控制的自控点火系统。这种燃烧嘴是哈柯克型最新的LB无回闪装置，具有精确调节器，可单独调整燃烧嘴以适合预热火焰的需要。供应燃料气和预热用氧气的主螺线管阀，也可用控制箱上的程序开关来开启，燃烧嘴可使用乙炔、丙烷、液化石油气和煤气。

只要正确地选定了钢板的材料和厚度，机器就能切割出平整的割缝，其热变形极小，这点可从图3得到证实，在这图中可见，即是割下的细缝条也是几乎直的。在该图中，只用了二只燃烧嘴，但图4中，就表示出在台架上安装有四只燃烧嘴，这样，只要一次扫描同样的图纸，就可生产出四只钢坯件。

由于使用这种机器就可省去制造样板的车间，机器、材料或时间，因为，这种火焰切割机，可直接按预先绘好的原尺寸图进行工作。其次，所加工的钢坯件轮廓，要比用手工加工的更能接近公差要求，故而，在很多情况下，就可省去最后的磨削加工。

上海化工学院四川分院化机专业委员会
节译自《Welding and metal fabrication》，1972，40，№5，163—165

现场制作用的机械切削

里基公司生产的现场制作用工具机易于搬动，可进行自动车端面，开同心槽，旋涡形加工，车削，镗孔，磨削和焊前加工，其加工精度与机械车间常用机床的加工精度一样。这种工具能大大缩短现场机加工的时间。

这种轻型工具机最初用于原子能发电站的建设中。其后，用在各种石油化工装置的建设中。其加工精度，据称车端面和开同心槽时能达到的平直度是0.001吋/呎直径；而切削的表面光洁度达到CLA63—125，当使用磨削装置时，光洁度可达CLA32。这些机器的设计使其能在水平位置、垂直位置和仰置位置上进行操作。它们能用管道和容器（例如压热釜、蒸馏塔、裂解炉、压力容器和换热器）上的专用径向螺钉、心轴或外部定位夹具来从内部将其固定。空气透平马达是这些机器的一个不可缺少的部件。

用来给管端铣出坡口的小型焊前加工工具机适用于管子内径为3/4吋到1 1/2吋的工件。它能铣出单面和双面坡口，也能铣出具有对称根面的单面和双面坡口，以及最大壁厚为0.375吋的J形坡口。其平均切削速度为65呎/分。

另一种工具机也是管端铣坡口用的，它具有相同的功能，但适用于直径从3 1/8吋到6吋的较大管子。外部定位的工具机能加工的最大壁厚为0.5吋，切割速度也是65呎/分，大型的工具机不仅能用于焊前加工，而且还能进行车端面和各种车削。它适用于管内定位，管径从3 1/8吋到7 1/2吋；Toys50型环形切削和焊前加工工具机的加工能力为30吋到50吋直径。R40型工具机装有精密磨削附件，利用内部夹紧的方法，在

快中子增殖反应堆壳体的顶部上给焊接法兰加工出镜面光洁度。

最近，里基公司在其15种专利的工具机的通用制造范围内又新生产出一种更小的精密样机R2型。它是用来在原子能、重油和化工装置中进行现场的、局部的焊前加工、车削和镗孔等操作的。这种新样机R2型适用于孔径从3/4吋到1 1/2吋的不锈钢管。它靠一个1/2吋的B.H.P空气透平马达带动，并用快动的、能自动对位的、并可更换和扩张的套爪固定在管口上。一个手动绞盘式的机械装置把材料送到焊前加工的刀具上，如果需要的话，可同时进行平底镗孔和外表面车削加工。这个紧凑的工具机重17磅，每根管端的焊前加工时间为30秒。

另一种通常用于现场加工的，特别适用于较大管径的管子和法兰的专用车削机。这种工具（见图）实际上由两部分组成：固定主轴(38)及夹具(O2)；辅助的轴向车削机，用联锁杆夹紧在主轴上。

这种旋转的刀架是用三相电机通过齿轮驱动的，而三级的机械径向进刀装置则靠控制凸轮来调节；当达到最终位置时，超载防护离合器(7/8)便可防止损坏这个进刀装置。当机器处在关闭的位置时，车刀可用手工来调节。进刀的方向靠改变驱动的转动方向来换向，轴向的进刀靠进刀轮(10)来调节。

驱动使用的是通风的封闭式三相鼠笼式电机；而电机则靠热断路器来防止超载。旋转的方向和速度是可以选择的。驱动靠操作开关来启动。全部电设备都是防尘、防喷溅

(下转15页)