

超低碳不锈钢压力容器筒节制造技术

林陈彪

(三明职业技术学院 机械电子系, 三明 365000)

摘要: 三聚氰胺生产线中的超低碳不锈钢压力容器制造要求方面参考了国外同类产品的技术要求, 制作工艺复杂, 难度较大。筒节制作是不锈钢容器制造过程中主要技术之一, 双曲率筒节制作法和联合预弯筒节制作法解决了筒节制作过程所卷制的钢板存在直边段、筒节的棱角度超标、浪费材料等技术难题。

关键词: 不锈钢压力容器; 筒节制作法; 保证质量; 节约钢材

三明化工有限责任公司三聚氰胺生产线中的不锈钢容器设备用材多为超低碳不锈钢, 制造要求方面参考了国外同类产品的技术要求, 制作工艺复杂, 难度较大。三明化工有限责任公司机械厂(简称三化机械厂)承担了43台非标设备的制作, 其中一、二类压力容器18台, 另有6台常压容器, 其设计、制造、验收按《钢制压力容器》标准, 其余也均为钢制焊接常压容器。现将不锈钢容器制造过程中主要技术之一优化筒节制作方案介绍如下:

1 筒节常规制作方法及缺陷

筒节常规制作过程是按单个筒节领料划线、下料、边缘准备(坡口加工)、筒节成型加工。三化机械厂原有的3台不同规格的筒节成型加工设备均为三辊卷板机, 可冷卷厚度为30mm以下的钢板, 其辊筒按正三角形布置, 上辊筒可以升降, 下辊筒传递钢板运动, 卷板机由于受到辊筒对称分布的限制, 无法对钢板进行预弯, 使得所卷制的钢板两端总是有直边段存在, 造成筒节的棱角度超标, 见图1。

由于三化机械厂没有可预弯的三辊或四辊卷板机, 一般是在下料时沿周长方向多下200~300mm

左右的直边料, 卷制后将直边段割掉, 如此常规制作方法无疑造成材料上的浪费, 也给排板工艺上造成困难。鉴于容器所用的主材多为00Cr17Ni14Mo2或316L, 其材料时价高达2.5万元/吨以上, 如何合理用料, 改进筒节制作方法, 提高材料利用率, 降低制造成本, 是工艺工作的努力和攻关方向。

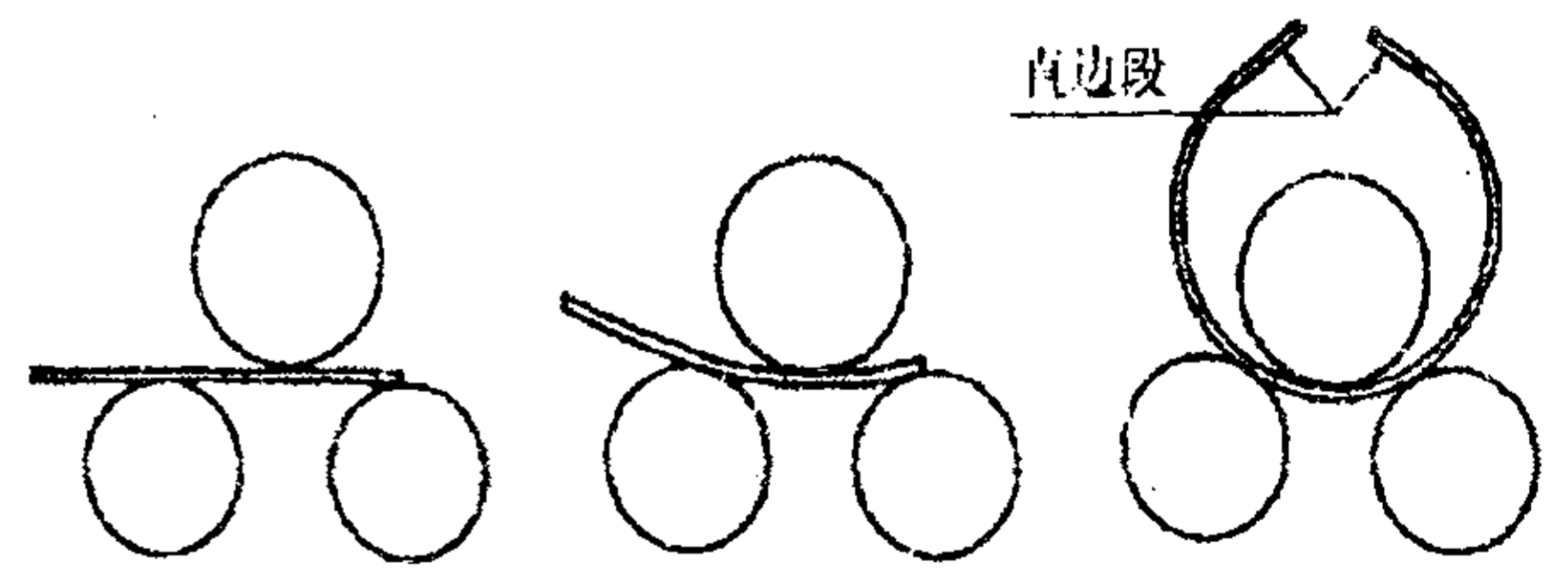


图1 三辊卷板机工作原理及棱角度产生过程

2 双曲率筒节制作法

对于板厚较薄(一般 $\delta \leq 18\text{mm}$)的筒节, 卷制过程推行双曲率筒节制作工艺, 即筒节截面上下按不同曲率卷制, 一次成形(见图2)后焊接纵缝, 然后进行二次成形即“找圆”。经过计算和探索, 双曲率法的经验公式总结为:

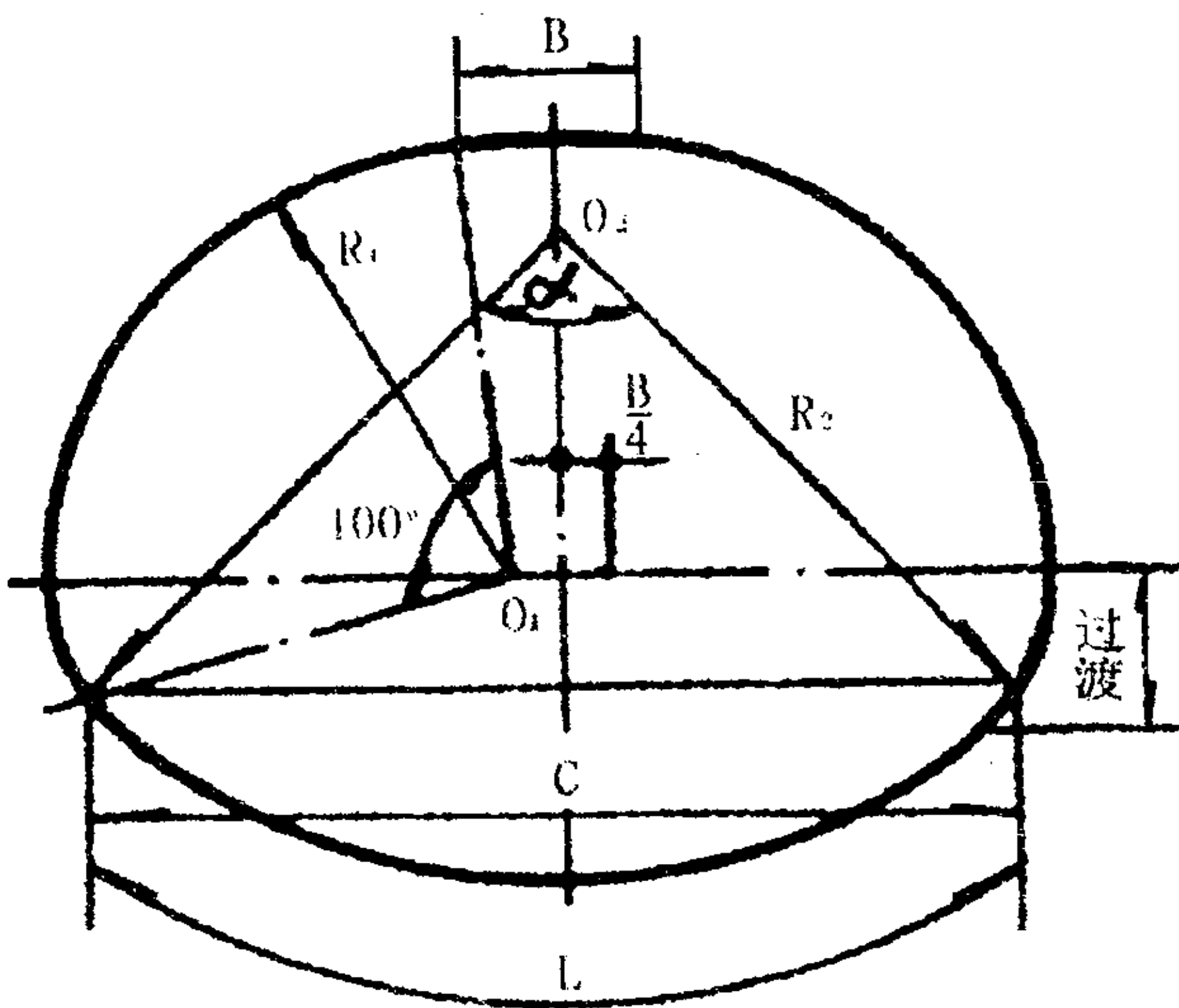


图2 筒节一次成形图

$$d_1 = 2R_1 = 57.3 \times L \div R_2 \quad ①$$

$$\sin \alpha / 2 = C / 2R_2 \quad ②$$

$$C = B/2 + 2R_1 \cos(10^\circ + \arcsin B/4R_1)$$

$$L = 2\pi R_1 - 2\pi R_1 \times 200^\circ / 360^\circ - B$$

式中 B 视筒节直径及卷板机规格, 一般 B = 400 ~ 600mm。

公式中 R₂ 的选择和控制较为关键, 选择不当, “找圆”过程将造成筒节椭圆, 若直径偏差过

大, 势必造成筒节与筒节或筒节与封头之间的强力组装。即使 R₂ 选择得当, “找圆”过程操作不当, 也将使得二次成形后筒节形状超差。

通过卷圆工艺的改进, 有效地消除了由直边部分造成的棱角度超差, 方便排板工艺, 节约了可观的原材料和切割用辅材费用, 有效地提高了生产效率。据统计, 在上述 43 台非标设备制造中共有 14 台 (D ≥ 3000, δ ≤ 6 大直径薄板容器不必采用) 不锈钢设备采用了双曲率法制作设备筒体。

3 联合预弯筒节制作法

对于板厚较厚 (一般 δ ≥ 30mm) 且筒节高度较高 (H ≥ 1500mm) 的不锈钢筒节, 较难采用双曲率法制作工艺, 这是因为筒节一次成形后其纵缝焊接的焊缝及热影响区硬度有所增加。焊接试板资料表明焊缝的强度值一般比厂家供货母材的强度值高 20% 左右, 造成 “找圆” 困难。如水解塔和甲铵溶液缓冲罐。

水解塔和甲铵溶液缓冲罐是三化机械厂承担的 43 台非标设备中的主要设备, 同属二类压力容器, 设备的技术参数及试验压力介绍如下:

水解塔

类别	工作压力	设计压力	工作温度	设计温度	介质	主材	焊缝系数	试验压力
二	2.5MPa	4.4MPa	175℃	200℃	三聚氰胺和氨的水溶液	316L	1	6.11MPa

甲铵溶液缓冲罐

类别	工作压力	设计压力	工作温度	设计温度	介质	主材	焊缝系数	试验压力
二	2.3MPa	3.0MPa	95℃	130℃	甲铵溶液	316L	1	3.90MPa

注: 设备加热管参数要求及设备结构简图略

水解塔设备重量为 9.86 吨, 甲铵溶液缓冲罐重量为 18.10 吨, 筒体厚度分别为 30mm 和 32mm, 如此厚度的超低碳不锈钢压力容器三明化机厂属首次制造。两台设备均要求晶间腐蚀倾向试验合格, 制造过程应防止铁素体污染, 制造完毕进行酸洗、钝化处理。

如何在现有条件下有效地解决厚板不锈钢容器

的筒体制作, 达到既能满足容器制造的质量要求, 又能节省原材料的目的, 在容器生产中具有重要意义。经过多次探讨、试制, 提出了联合预弯的筒节制作法, 即将排版图和下料联合预弯图统一考虑、设计, 制作筒节前按下料联合预弯图领料划线、下料及边缘准备, 以弯曲中心线为中心, 以筒体半径为卷制半径进行卷圆, 卷圆弧长超过 800 即可, 然

后以弯曲中心线为切割线切开，仔细清理割口。制作筒节时则以弯曲中心线两侧分别作为某节筒节的预弯段，按排版图进行各段筒节制作。以水解塔为

例，其简易排版图和下料联合预弯图见图 3 和图 4。

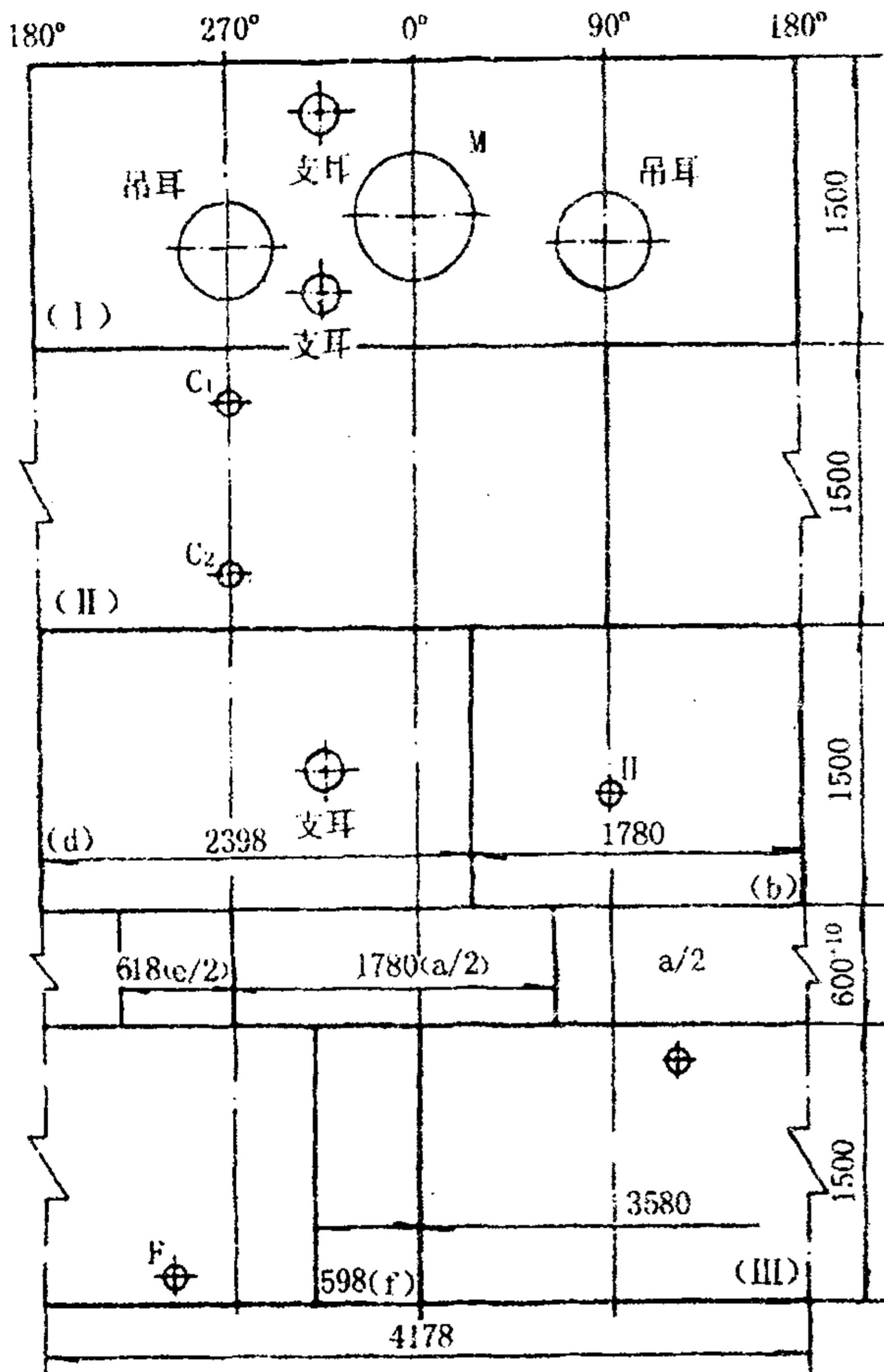


图 3 水解塔简易排版图

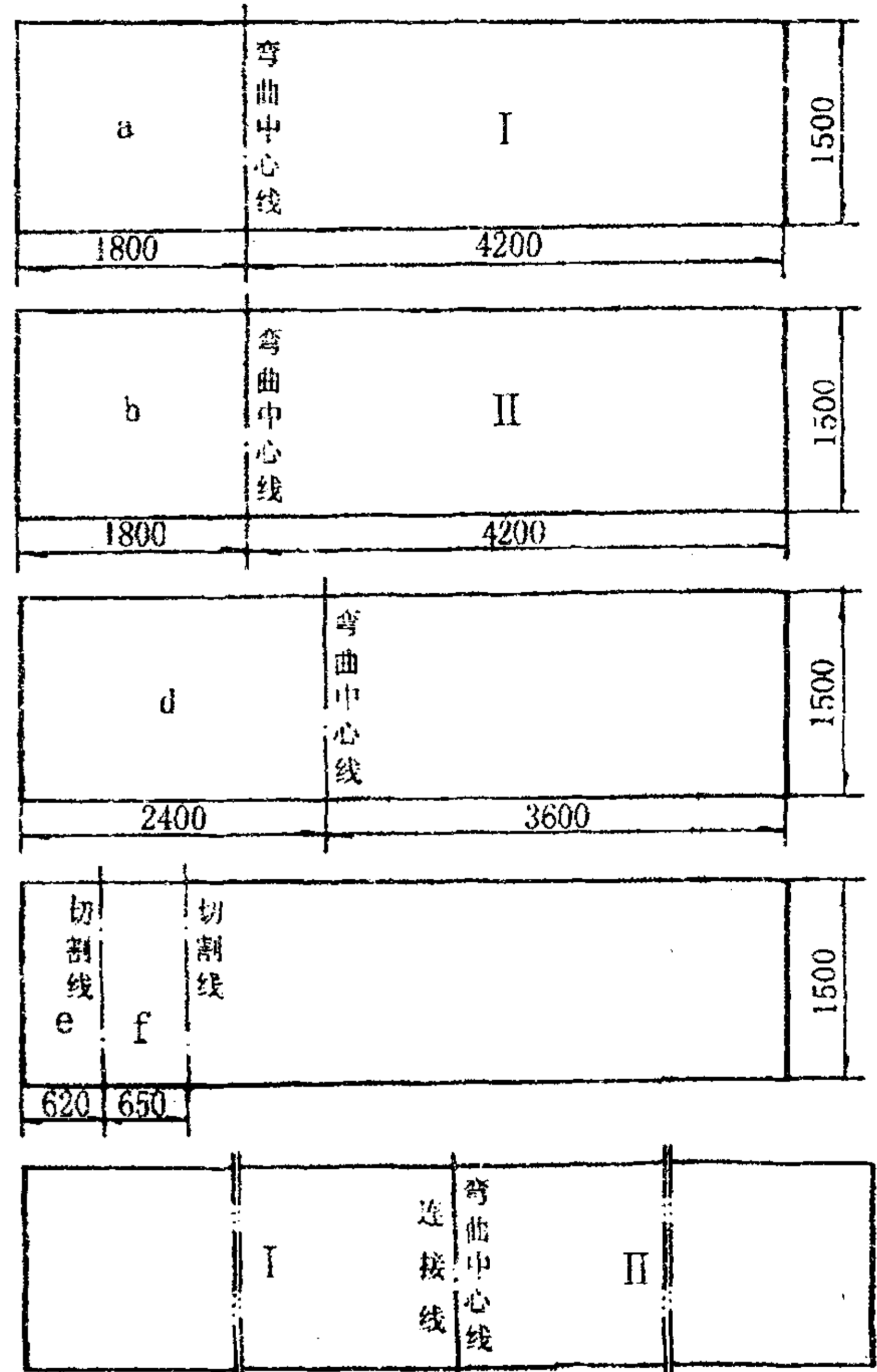


图 4 水解塔下料联合预弯图

通过联合预弯法制造工艺的实施，有效地解决了不锈钢厚板容器筒节制作的难题，既节约了可观的不锈钢材料，又方便了排板工艺，提高了工作效率。节约了可观的原料。据统计，有 3 台不锈钢厚板压力容器全部采用了联合预弯法这一制作方法。

4 结束语

筒节制作是不锈钢容器制造过程中主要技术之

一，双曲率筒节制作法和联合预弯筒节制作法解决了筒节制作过程所卷制的钢板存在直边段、筒节的棱角超标、浪费材料等技术难题。据统计，上述 43 台非标设备制造共节约不锈钢材料费用约 20 万元。双曲率筒节制作法和联合预弯筒节制作法亦适用于类似的容器或管道制造，经济效益显而易见。