

两器封头拆装及吊装技术

杨宏波，王 磊

（陕西化建工程有限责任公司，陕西 杨凌 712100）

摘 要：某炼油厂装置大检修 200 万吨/年重油催化裂化装置反应沉降器和第一、第二再生器使用 1250T 履带吊进行顶封头拆装，较大程度减少了高空作业工作量，有效降低了高空作业及交叉作业的安全风险，节省了检修工期，缩短了停车时间，取得了较好的经济效益，为同类装置检修提供一定的参考和借鉴。

关键词：1250T 履带吊；两器检修；顶封头拆装技术

引言

某炼油厂装置中反应沉降器和第一、第二再生器大检修被列为该装置大检修的关键线路和工作核心，本文就该检修项目使用 1250T 履带吊进行反应器、再生器顶封头拆装技术进行论述。

本次检修工作工期紧、任务重、作业场地狭小、吊装高度高。为确保装置检修工作按期保质保量完成，对各专业施工班组的现场配合、交叉作业、作业面协调、检修要求及安全措施等方面深入分析研判，提前筹划检修各项工作并做好了充分的准备工作。由于工期紧迫，开车时间能否保证取决于两器检修作业时间，若按以往检修进场 600T 履带吊按部就班、常规方法施工作业，则履带吊需要多次站位、多次变化工况，费工费时，工期目标将难以实现。经过现场实地反复测量、论证，吊装场地和作业空间可以满足 1250T 履带吊站位和作业要求，且可以在一次站位、一次接杆、一个工况下完成所有吊装任务，同时可以避免吊机多次移位和二次变化臂杆工况，从而可大大压缩两器检修时间。

1 再生器、反应器顶封头拆装及吊耳设计

根据施工安排，检修单位首先需要将反应器、再生器封头与筒体气割分离，由 1250T 吊机起吊后下落并放置在地面规划位置，更换完旋风分离器以及完成内部检修工作任务后，再分别将两具封头吊装复位。对于反应器封头的拆装，由于本次检修时内旋风分离器不更换，为节省检修工期决定不拆除内旋风分离器，而是将其与封头整体拆除、回装，因此检修作业组另外考虑制作了专用支架。

表 1 两器吊装参数表

序号	名称	规格参数 (mm)	重量 (t)	顶标高 (m)	备注
1	再生器封头	Φ 11700	170t	64	
2	反应器封头	球形 Φ 7200	111t	80	

对于两器顶封头吊耳，依据 HG/T21574-2018《化工设备吊耳及工程技术要求》进行了选型。对于再生器封头吊耳选择 4 只 TPP 型顶板式吊耳，单个吊耳为 75T 级，吊耳中心圆直径为 5882mm，吊耳沿圆周方向均布。

对于反应器封头吊耳选择 4 只 TPP 型顶板式吊耳，单个吊耳为 75T 级，吊耳中心圆直径为 3600mm，吊耳分布在东西南北的正方向。

2. 吊装相关参数分析及核算

对于吊耳板采用 Q235 $\delta=60\text{mm}$ 的钢板；垫板采用 Q235 $\delta=60\text{mm}$ 的钢板；吊耳板与设备焊接处打双面 55° 坡口；角焊缝焊角高度为两焊件薄件厚度，且为全满焊工艺；焊接完毕后对所有焊缝进行 100% 着色检验；焊接工艺满足母材要求。

对吊耳板的校核：

吊耳板材质：Q235A；吊耳板许用拉应力 $[\sigma]=134.4\text{MPa}$ ；

吊耳板许用剪应力 $[\tau]=80.6\text{MPa}$ ；角焊缝系数 $\phi=0.7$ ；

综合影响系数 $K=1.65$ ； $L=380\text{mm}$ ， $S=60\text{mm}$ ， $R=180\text{mm}$ ， $D=120\text{mm}$ ；

四只吊耳承载 198t，故起吊重量 $FV=49.5\text{t}$ ；

横向载荷： $FH=FV \tan 11^\circ =49.5 \times 0.19=9.4\text{t}$ ；

吊索方向载荷： $FL=FV / \cos 11^\circ =49.5 \div 0.982=50.4\text{t}$ ；

径向弯矩： $M=FH \cdot L=9.4 \times 0.38=3.57\text{t} \cdot \text{m}$ ；

吊耳板在吊索方向最大拉应力： $\sigma_L=FL / (2R-D)S=50.4 \div [(2 \times 0.18-0.12) \times 0.06]$
 $=35\text{MPa} < [\sigma]=134.4\text{MPa}$ ，安全。

吊耳板吊索方向最大剪应力 $\tau_L=\sigma_L=35\text{MPa} < [\tau]=80.6\text{MPa}$ ，安全。

对吊耳板角焊缝校核：

角焊缝面积： $A=2(L \cdot \tan 11^\circ +R)S=2 \times (0.38 \times 0.19+0.18) \times 0.06=0.03\text{m}^2$ ；

角焊缝拉应力 $\sigma_a=FV / A=49.5 \div 0.03=16.5\text{MPa}$ ；

角焊缝剪应力 $\tau_a = FH/A = 9.4 \div 0.03 = 0.3 \text{MPa}$;

角焊缝弯曲应力 $\sigma_M = 6M/[2(L \tan 11^\circ + R)]2S = 6 \times 19.2/[2 \times (0.38 \times 0.19 + 0.18)]$
 $2 \times 0.06 = 75.5 \text{MPa}$;

组合应力 $\sigma_{ab} = [(\sigma_a + \sigma_M)^2 + 4\tau_a^2]^{0.5} = 92 \text{MPa} < [\sigma] = 134.4 \text{MPa}$, 故安全。

吊装场地地基承载力计算:

G1: 吊车自重 $G1 = 1600 \text{t}$; G2: 吊装设备最大重量 170t ;

A1: 单块路基箱承重面积 $= 3 \times 4 = 12 \text{m}^2$; A2: 路基箱承重面积;

n: 履带吊压路基箱数量 5 块; (注: 设备起吊过程中受吊车变幅和回转变化, 两侧路基板对地面的作用力或者路基板前后侧对地面的作用力是不均衡的, 往往吊物方向地面承载较大, 为保险起见按照单侧 5 块路基板测算)

P: 吊装时路基箱对地面的压强; K2: 地面承重偏载系数, 取 $K2 = 1.1$;

$A2 = n A1 = 5 \times 12 = 60 \text{m}^2$;

$P = K2 \times (G1 + G2) / A2 = 1.1 \times (1600 + 170) / 60 = 32.45 \text{t/m}^2$ 。

1250T 履带式起重机选择工况: 主臂接杆 126m , 超起桅杆 40.5m , 超起半径 15.5m , 超起配重 320t , 工作半径 36m , 额定起重量 $Q = 212 \text{t}$ 。

1250T 履带式起重机最大负载率 (吊装再生器封头) $= G \text{吊装载荷} / Q \text{额定起重量} = (\text{设备 } 170 \text{t} + \text{吊钩 } 16 + \text{索具吊耳等 } 12 \text{t}) / 212 \text{t} = 93.4\%$, 满足要求。

对主吊索具进行核算: 顶板式吊耳与吊钩通过 4 根 $\phi 65$ 钢丝绳联接, 钢丝绳总拉力 $F = 2816 \text{kN} \times \cos 11^\circ = 276 \text{t} > 170 \text{t}$, 经核算安全。

3. 吊车站位及场地处理

吊装现场位于二联合催化车间泵房与主装置之间的东西方向狭长检修通道上, 吊装区域为砼地面。由于吊机自重、吊装载荷以及吊臂高度均较大, 为确保吊装安全, 吊车进场之前, 业主委托具备资质的第三方对 1250T 履带吊吊装站位场地的地耐力进行了检测, 经检测单位对履带站车位置的地面承载能力进行实地检测, 确认地耐力符合吊装安全要求。

1250T 吊车按照下图位置站车:

现场按照上图图示阴影区域放线后, 两条履带区域共取以下 8 个试验点按照 32.5t/m^2 地耐力要求进行检测, 最终保证了场地坚实、稳固。

实际吊装时, 在原水泥场坪上覆盖了细碎石进行表面找平和防护处理, 同时铺设了专

用路基板。对于影响吊装作业的障碍物进行了拆除，拆除了吊车站位处的消防水炮，移除了消防井室井盖、并填充细沙加以防护。

4. 1250T 履带吊进场准备、设备吊装方法以及吊装过程

1250T 吊车的组装：首先按照要求进行吊装场地处理，然后在吊车主机组装处铺设路基板，铺设路基板之前在消防水管线位置铺设厚度 30mm 钢板进行防护。1250T 履带吊组车时按照方案位置组装，组装时主机上下体（上 105t+下 48t）以及两条履带（70t*2 条）采用单台 250T 履带吊站位在一侧吊装，对于超起臂杆和主臂部件利用单台 250T 履带吊在东北侧组装，吊车臂杆组装时杆头朝东，扳杆前，挂超起配重。

吊车组装顺序：路基板铺设——主机上下体组装、履带安装——超起桅杆组装——主臂（SSL/LSL 轻重混合 126m）组装——穿滑车——超起配重组装、挂设——系统测试、检查——扳杆、工况调试。

吊车组装完，调试合格之后，将 1250T 履带吊缓慢向北走车 1.6m 至吊装位置，再按照规划位置转运、装设超起配重装置，挂设索具，准备好吊装。

吊车完工拆车时需要向南侧走车至原组车位置，主机解体仍采用单台 250T 履带吊完成，工序与组车相反。

再生器封头拆除时，1250T 吊车位于基础北偏东规划位置站好车，臂杆朝西南，吊车中心与基础水平距离为 36m，吊车履带为南北方向，主吊索具为 $\Phi 65$ 钢丝绳 4 根，通过 4 个 75t 卡环与顶板式吊耳系挂，与设备系挂完检查好之后，准备起吊。检修安装作业组负责将封头割下，在完全割开之前，要将封头与钢丝绳连接好。封头完全割下后，1250T 吊机需要进行试吊，确定封头未与设备内件相连、实际起吊重量与预计重量相差很小的情况下，可以正式起吊。之后，吊车将封头吊起与再生器筒体最上端距离超过 0.5m，同时超越组焊平台时，吊机便可以逆时针回转，然后落钩将封头缓缓放置在地面。然后吊装作业组配合检修安装作业组逐件拆除旧旋风、更换新旋风分离器，待再生器内部检修作业任务全部完成后，1250T 履带吊将再生器封头吊起后就位回装、组焊。

5. 结语

大型炼油装置重油催化裂化反应沉降器和再生器的检修往往施工任务繁重，施工需要克服场地狭小、多工种多作业面相互深度交叉、作业空间受限等诸多困难，且检修工期非常紧张，因此，根据业主要求并结合施工单位的能力，在确认现场条件满足要求的前提下，可选择较大吨级的履带吊进场，以发挥履带吊吊装作业能力强、可带载行走等优势，

并且可以大大压缩检修工期。本文可为以后的类似检修工程施工提供吊装经验借鉴。

参考文献

- [1] HG/T20201-2017 化工工程建设起重规范[S].
- [2] SY/T6279-2016 大型设备吊装安全规程[S].
- [3] HG/T21574-2018 化工设备吊耳设计选用规范[S].