

湖北蒲圻2×300MW电厂锅炉汽包吊装施工

秦立方 韦振良 陆绍辉 杨轲

(柳州欧维姆机械股份有限公司 545005)

摘要: 湖北蒲圻电厂2×300MW机组, 汽包外形直径 $\phi 2.033\text{m}$, 长 22.500m , 重 167t , 提升过程中汽包需倾斜 32° 以上, 方可顺利通过各层横梁。本文通过分析吊装过程中汽包的受力状态, 论述了液压提升技术在汽包倾斜吊装中的可行性, 对汽包吊装具有普遍意义。

关键词: 汽包 倾斜 液压提升

1. 前言

湖北蒲圻电厂为2×300MW机组, 由华润集团投资。1#锅炉汽包外形尺寸为 $\phi 2.033 \times 22.500\text{m}$, 壁厚 145mm , 重 167t (包括内部装置约 13吨 的重量), 加上汽包吊杆、吊具及钢索自重, 总起吊重量为 190t 。由于汽包的总长大于锅炉②~④轴间净距 19.700m , 且锅炉架采用螺栓联接, 传递弯矩的能力小, 横联梁过多的缓装, 可能会导致整个锅炉钢架失稳, 所以需将汽包倾斜 32° 以上进行吊装, 方可顺利通过各层横梁。

2. 汽包倾斜吊装的受力分析

所谓倾斜吊装, 是指汽包在竖直面内倾斜, 与水平面呈一夹角 α , 汽包的水平投影长度 L_x 小于锅炉轴间净距, 并与锅炉钢架保持一定的净空, 保持汽包的倾斜状态同步提升, 最后在炉顶调平就位。但汽包在倾斜状态下提升, 其重心会向高端偏移, 并且重心的偏移量 U 随汽包提升高度的改变而变化。理论分析提升过程中提升力、钢索夹角及重心平移量随汽包倾角、提升高度的变化, 对实际施工具有重要的指导作用。

液压提升设备进行汽包的吊装时, 将提升过程假设为一个静力平衡的过程。图1为汽包受力分析的力学模型。湖北蒲圻电厂2×300MW机组的汽包吊装时没能利用汽包上原有的吊耳, 而是使用 $\Phi 39\text{mm}$ 的钢丝绳捆绑吊装, 故以汽包的下缘为受力点。

L : 汽包的总长

S : 提升千斤顶中心至锅炉中心的距离

H_b : 汽包低端吊点与炉顶吊点中心的距离

H_a : 汽包高端吊点与炉顶吊点中心的距离

h : 高低端吊点的高差

R : 汽包外圆半径

U : 汽包重心水平位移

S_a : 炉左上下吊点的偏移距离

S_b : 炉右上下吊点的偏移距离

α : 汽包倾斜角度 G : 汽包重量

β_a : 炉左钢索偏斜角度 β_b : 炉右钢索偏斜角度

T_a : 炉左提升力

T_{ax} : T_a 的水平分力 T_{ay} : T_a 的竖直分力

T_b : 炉右提升力

T_{bx} : T_b 的水平分力 T_{by} : T_b 的竖直分力

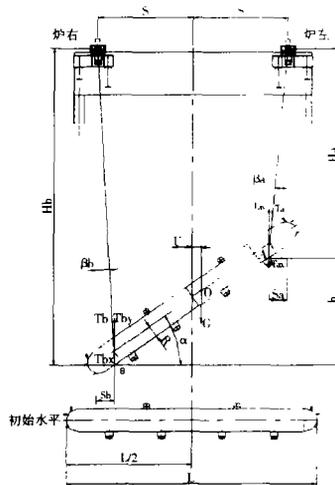


图1 提升过程的受力分析

$$T_{ax} - T_{bx} = 0 \quad (1)$$

$$T_{ay} + T_{by} - G = 0 \quad (2)$$

$$T_{by} \cdot 2S \cdot \cos \alpha - T_{bx} \cdot h - G \cdot (S \cdot \cos \alpha + R \cdot \sin \alpha) = 0 \quad (3)$$

$$T_{ay} \cdot 2S \cdot \cos \alpha - T_{ax} \cdot h - G \cdot (S \cdot \cos \alpha - R \cdot \sin \alpha) = 0 \quad (4)$$

$$2S = 2S \cdot \cos \alpha + S_a + S_b \quad (5)$$

$$H_b = H_a + h \quad (6)$$

$$U = S_b + S \cdot \cos \alpha - S - R \cdot \sin \alpha \quad (7)$$

(1) (2) (3) (4) (5) (6) 式中:

$$T_{ay} = T_a \cdot \cos \beta_a \quad T_{ax} = T_a \cdot \sin \beta_a$$

$$T_{by} = T_b \cdot \cos \beta_b \quad T_{bx} = T_b \cdot \sin \beta_b$$

$$S_a = H_a \cdot \operatorname{tg} \beta_a \quad S_b = H_b \cdot \operatorname{tg} \beta_b \quad h = 2S \cdot \sin \alpha$$

求取用 S 、 G 、 R 、 α 、 H_a 、 H_b 对未知量 T_a 、

T_b 、 β_a 、 β_b 及 U 的表达式, 其中 S 、 G 、 R 在吊装过程中为常量, α 、 H_a 、 H_b 为提升过程中易于测取的已知变量。联解上述方程得:

$$T_a = \frac{G(S+R \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{2S \cdot (\cos \beta_a - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \beta_a)} \quad (8)$$

$$T_b = \frac{G(S+R \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{2S \cdot (\cos \beta_b - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \beta_b)} \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \beta_a = \frac{2S(1 - \cos \alpha) - H_b \operatorname{tg} \beta_b}{H_a} \quad (10)$$

$$T_{ay} \cdot (S \cdot \cos \alpha + R \cdot \sin \alpha) - T_{ax} \cdot (S \cdot \sin \alpha - R \cdot \cos \alpha) - T_{by} \cdot (S \cdot \cos \alpha - R \cdot \sin \alpha) - T_{bx} \cdot (S \cdot \sin \alpha + R \cdot \cos \alpha) = 0 \quad (11)$$

将 (1) (2) (10) 式代入 (11), 令:

$$a = 2 \cdot S \cdot H_b$$

$$b = (H_a + H_b) \cdot S - [4 \cdot S \cdot (1 - \cos \alpha) + H_a - H_b] \cdot S \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$c = -2S \cdot (S - R \cdot \operatorname{tg} \alpha) \cdot (1 - \cos \alpha)$$

整理得式 (12):

$$a \cdot \operatorname{tg} \beta_b^2 + b \cdot \operatorname{tg} \beta_b + c = 0 \quad (12)$$

$$\operatorname{tg} \beta_b = \frac{-b \pm (b^2 + 4 \cdot a \cdot c)^{0.5}}{2 \cdot a} \quad (13)$$

$$U = H_b \cdot \operatorname{tg} \beta_b - S(1 - \cos \alpha) - R \cdot \sin \alpha \quad (14)$$

锅炉②~④轴间净距为19.700m, 汽包总长22.500m, 且保持两端各400mm的净空, 则汽包的初步倾斜角 $\alpha = 32^\circ$ 。通过对1#锅炉汽包吊装

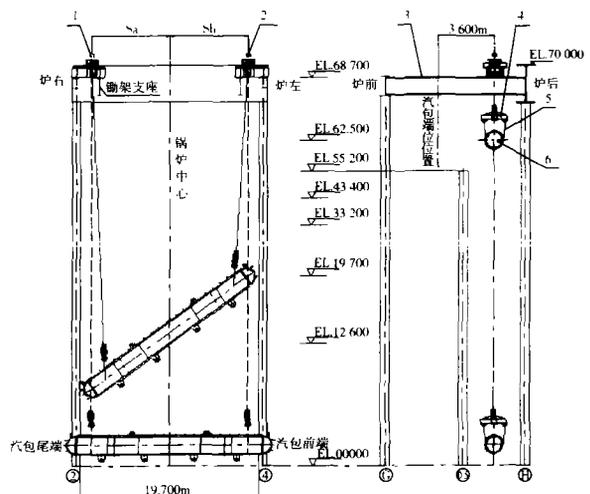
过程中所需越过的横联梁处 β_b 、 β_a 、 U 、 T_a 、 T_b 的计算, 可以发现:

2.1 β_a 、 β_b 、 U 随提升高度的增加而加大, 且提升相同的高度, 汽包的倾角增大, U 值增大。1#锅炉汽包的吊装中, 由于实际倾角接近 40° , 汽包在43.400m的位置即与横联梁相干涉。

2.2 汽包倾角一定, 在汽包的提升全过程中提升力在不断变化, 提升越高, 提升力越大。

3. 汽包倾斜吊装方案

蒲圻电厂2X300MW机组, 1#锅炉汽包的吊装采用钢索式液压提升设备进行, 包括: 2台LSD2000C-300液压千斤顶(每台顶的额定提升力2000kN)、1台LSDB液压泵站、1台LSDK-6控制台及相关附件。鉴于汽包在炉顶就位位置的下方有钢架, 总体上采取先提升后滑移的施工方案。即将起吊位置向炉后偏移3.600m, 当汽包提升至就位标高附近时再向炉前滑移到就位位置。为了减小向炉前滑移的摩擦力, 在作为滑道的钢梁上铺垫了1.2mm厚的不锈钢板, 在汽包吊架的底梁上布置了8块聚四氟乙烯板。选用4台5吨链条葫芦作为水平牵引动力, 液压提升千斤顶及汽包随吊架一同作水平滑移。



1. A号液压提升顶
2. B号液压提升顶
3. 锅炉钢架梁
4. 下扁担梁吊具
5. $\phi 39$ 捆绑钢丝绳
6. 汽包

图2 液压提升设备布置示意图

4. 汽包倾斜吊装施工

4.1 汽包由平板车运至炉膛底部,卸车后将汽包按就位时方位找正后用 $\phi 39\text{mm}$ 、长60m的钢丝绳将汽包捆绑好。通过下扁担梁、吊架、构件夹持器及钢绞线与炉顶的液压提升千斤顶联接成一个起重系。将2根U形吊杆在安装位置处用钢丝绳、链条葫芦临时固定好。

4.2 使用专用的预紧器在炉顶对每一根钢绞线进行预紧,初步保证每根钢绞线受力均匀。

4.3 经检查合格后进行试吊,同时启动2台LSD2000C液压提升千斤顶将汽包同步吊离炉膛底部的支承,静止10分钟。

4.4 调整。首先将汽包的前端提高,并在汽包的尾端用1台5吨的卷扬机施加一水平牵引力,强制汽包向炉右偏移,使汽包的前端越过标高EL12.600m层的联接横梁,使汽包的水平投影落在②~④轴间。

4.5 正式起吊。调整完毕,同时启动2台LSD2000C液压提升千斤顶将汽包同步。当汽包尾端下缘越过炉左43.400m标高后,单独启动炉右的液压提升顶将汽包调整水平,期间需要倒链及炉右的另一台液压提升千斤顶的短暂配合。汽包调整水平后,2台液压提升千斤顶再同步将汽包提升至标高EL62.500m的附近。

4.6 水平滑移。当汽包初步提升到位后,在每个吊装框架梁上各用2个5吨链条葫芦水平牵引汽包辅助吊装框架向炉前滑移3.600m,至汽包就位位置。

4.7 安装吊杆。手动操作液压提升设备,辅以倒链葫芦对孔穿销。松钩,将汽包的负重转移到锅炉。拆除有关吊具。

5. 结束语

蒲圻电厂2X300MW机组1#锅炉汽包吊装,由于方案周密,准备工作充分,使吊装工作得以安全、顺利的完成,特别是液压系统运行的平稳性,使得吊杆的安装异常顺利。但吊装过程中也发现了不足之处:

(1)、提升速度偏慢。为保证提升精度从起吊至汽包就位耗时2天,而传统的卷扬机则可在一个工作日内完成此项吊装工作。

(2)、吊点位置不当,致使汽包的 actual 倾斜角度大于理论选定的 35° ,目测观察接近 40° 。导致汽包前端与钢架联接横梁的净空偏小,而尾端净空较大。

随着火力发电机组容量的提高,锅炉汽包的重量也越来越大,精确掌握汽包倾斜起吊过程各种参数的变化,保证汽包吊装的安全是工程技术人员需要考虑的课题。钢索式液压提升设备安装灵活、安全可靠的特点,是火力发电机组安装施工中值得推广施工技术。

参考文献

[1]汽包吊装方案.湖北电建一公司蒲圻电厂项目部编

(上接第20页)

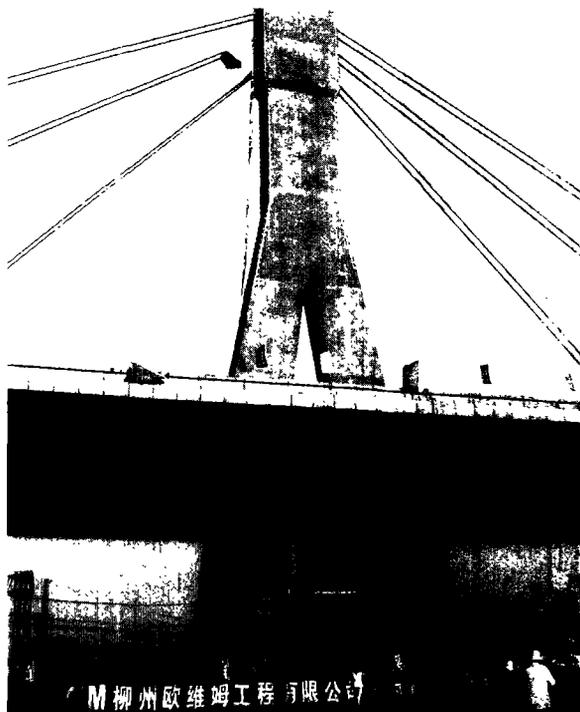


图5 转体现场

参考文献

- 徐升桥,陈国立等.北京市五环路曲线斜拉桥转体施工设计.铁道标准设计,2003(10)
- 肖仁富,龙跃等.液压提升技术的研究开发与应用. OVM通讯,2002(6)