

发电机定子双车抬吊扁担梁负荷分配及强度计算的应用

畅文喜

(山西兴能发电有限责任公司 山西太原 030206)

摘要:火力发电厂中,发电机是三大主机设备之一,也是汽机房内单体起重量最大的设备,如何能安全、经济、快捷的将发电机定子吊装就位,使用扁担梁进行吊装是一种较好的安装方法,依据吊装机械的工况,对扁担梁进行正确合理的负荷分配和强度校核,在保证安全的前提下,从经济方面进行分析,设计制作出可多次重复使用的扁担梁,从而满足多个重型号设备安装的需要。

关键词:发电机定子 安装 扁担梁 应用

中图分类号:TK-9

文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2013)01(a)-0023-02

发电机定子是火力发电厂汽机房内单体起重量最大的设备之一。由于各个火电厂厂房、行车的结构和额定起重量的不同,以及布置方式的不同,定子的吊装方法也很多,具体用什么方法,是在保证吊装装置必须满足安全强度要求的前提下,从经济分析的角度认真分析确定。

1 情况简介

在火电厂中,发电机定子的重量一般都超过汽机房行车的额定起重量,因而发电机定子的安装从设计、安装等,都是需要特别重视的问题,定子的吊装同样涉及汽机房平台、梁的强度要求,定子的吊装通常在机房安装完成之后,因此用专用的吊装梁是一种经济可行的方法。下面用武乡电厂定子的吊装为例,来说明定子的扁担梁吊装方案。

武乡电厂发电机为哈尔滨电机厂制造的QFSN-600-2YHG型汽轮发电机。发电机静子重量310T,外形尺寸 $\phi 4000 \times 10350$ mm,布置在汽机房13.65 m平台,距其中心线2530 mm处,设计有可拆卸吊攀。根据现有机械,拟采用CKE4000C履带吊卸车,将静子从运输铁路吊运至主厂房扩建端。用7250履带吊和CKE4000C履带吊双车抬吊,将静子起升至扩建端外的临时支撑平台上,再用液压推力千斤顶将定子平移至基座位置。最后,用行车和230T门型吊车双车抬吊,将临时装置拆除,使定子就位。

2 梁负荷分配计算

吊装梁采用制作的箱型梁,外形尺寸见图,长7500 mm,定子前吊点距梁前端500 mm,两吊点间距5060 mm,400T履带吊(230T门型吊车)吊点距定子前吊点1008 mm,7250履带吊(汽机房行车)吊点距定子后吊点1440 mm。以 G_1 为支点,可得:

$$F_2 \times 6500 + F_1 \times 1008 = G_3 \times 3250 + G_2 \times 5060 \quad G_{\text{梁}} = 10T$$

$$G_1 = 155T \quad G_2 = 155T$$

$$\text{可知 } F_1 = 230T \quad F_2 = 90T$$

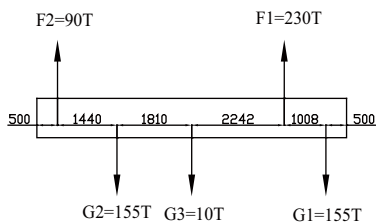


图1 梁负荷分配图

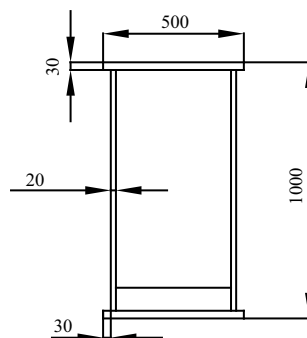


图2 梁形截面图

3 梁强度计算

3.1 计算说明

计算中涉及到的尺寸数据和位置如图2; h :表示梁整体高度1000 mm; h_0 :表示腹板高度940 mm; b :表示两腹板间净距离450 mm; b_1 :表示翼缘宽度550 mm; b_2 :表示翼缘外边伸出腹板长度30 mm; δ :表示腹板厚度20 mm; t_1 :表示上翼缘厚度30 mm; t_2 :表示下翼缘厚度30 mm; l :表示梁计算长度7500 mm; a 表示梁内部横向加劲板间距500 mm;

3.2 梁强度校核

强度计算包括:抗弯强度、抗剪强度、刚度、梁折算应力、腹板局部挤压强度、腹板折算应力和翼缘板折算应力。

3.2.1 抗弯强度校核

最大弯矩计算:

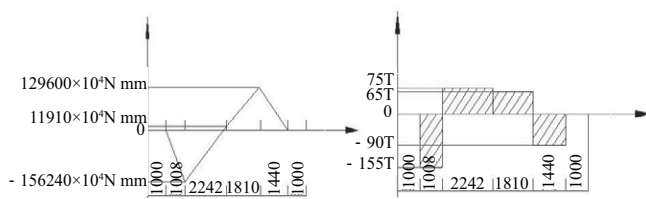


图3 梁的弯矩和剪力图

对梁上各受力点进行弯矩合成得出各受力点弯矩如下。

$$M_{G1} = 0, M_{F1} = 155 \times 10^4 \times 1008 = 156240 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{G3} = 230 \times 10^4 \times 2242 - 155 \times 10^4 \times 3250 = 11910 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{G2} = 90 \times 10^4 \times 1440 = 129600 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{F2} = 0, M_{\text{max}} = M_{F1} = 156240 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

作者简介:畅文喜(1974—),男,山西太谷人,1996年毕业于华北工学院,工程师,现从事锅炉检修工作。

$M_{\max}$ 为最大弯矩； W 为净面积抵抗矩；
梁惯性矩 $I_x = 2 \times 20 \times 940^3 / 12 + 550 \times 30 \times 485^2 \times 2 = 10.531 \times 10^9 \text{ mm}^4$

则 $W = 2I_x / h = 2.1 \times 10^7 \text{ mm}^3$

$\sigma = M_{\max} / W = 156240 \times 10^4 / 2.1 \times 10^7 = 74.4 \text{ MPa} \leq 140 \text{ MPa}$ ，满足要求。

3.2.2 抗剪强度校核

$\tau = Q_{\max} \cdot S / I \cdot \delta \leq [\tau]$

$Q_{\max}$ ：最大剪力； S ：验算处半面积矩（即中和轴以上毛截面对中和轴的面积矩）； I ：验算处的截面惯性矩（因本梁仅承受垂直剪力， $I = I_x$ ）；

$S = 30 \times 550 \times 485 + 2 \times 20 \times 470 \times 235 = 12.42 \times 10^6$

$\tau = Q_{\max} \cdot S / I \cdot \delta = 155 \times 10^4 \times 12.42 \times 10^6 / (10.531 \times 10^9 \times 40) = 45.7 \text{ MPa} < 80 \text{ MPa}$

满足要求

3.2.3 梁折算应力校核

$\sigma_{zs} = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2} \leq 1.1f = (74.4^2 + 3 \times 45.7^2)^{1/2} = 108.63 \text{ MPa} \leq 1.1f = 258 \text{ MPa}$

σ_{zs} 为折算应力； σ 为截面弯曲应力； τ 为截面剪切应力；

3.3 梁整体稳定性验算

计算长度 $L = 5500$ ；翼缘宽度 $b_1 = 550 \text{ mm}$ 则 $L / b_1 = 5500 / 550 = 10 < 13$

整体稳定性满足要求。

3.4 梁局部稳定性验算

$b / t = 275 / 30 = 9.2 < 15$ ； $h_0 / \delta = 940 / 20 = 47 < 80$ 局部稳定性满足要求

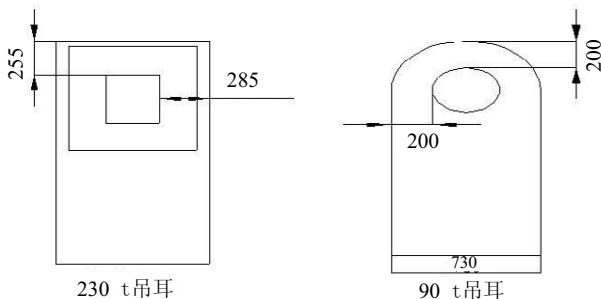


图4 吊耳设计图

3.5 梁吊耳计算

3.5.1 90 t吊耳计算

90吨吊耳采用30 mm钢板制作，具体尺寸见上图，2只吊耳各承受45 t剪力。

剪力 $\tau = N / A = 45 \times 10^4 / (200 \times 30) = 75 \text{ MPa} < 80 \text{ MPa}$ ，满足要求

3.5.2 230 t吊耳计算

230 t吊耳采用30 mm钢板制作，两侧加20 mm厚加强圈，计算厚度70 mm，具体尺寸见上图，2只吊耳各承受115吨剪力。

剪力 $\tau = N / A = 115 \times 10^4 / (250 \times 70) = 66 \text{ MPa} < 80 \text{ MPa}$ ，满足要求

3.6 梁吊攀计算

见图5。

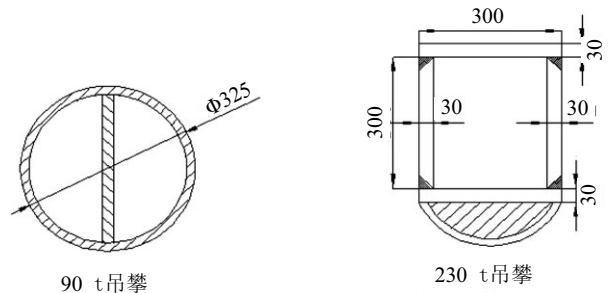


图5 吊攀图

3.6.1 90 t吊攀计算

90 t吊攀采用 $\phi 325 \times 16$ 钢管内加20 mm横向加固肋制成，两端各承受45 t拉力。

抗剪计算

$\tau = 2Q / \pi t D = 2 \times 45 \times 10^4 / (3.14 \times 16 \times 325) = 55 \text{ MPa} < 80 \text{ MPa}$

抗弯计算

$W = \pi (D^4 - d^4) / (32D) + 20 \times 290^3 / (12 \times 145) = 1.423 \times 10^6$

$M = FL = 45 \times 10^4 \times 300 = 13500 \times 10^4$

$\sigma = M / W = 13500 \times 10^4 / 1.423 \times 10^6 = 95 \text{ MPa} < 140 \text{ MPa}$

折算应力

$\sigma_{zs} = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2} \leq 1.1f = (95^2 + 3 \times 55^2)^{1/2} = 135 \text{ MPa} \leq 1.1f = 258 \text{ MPa}$ ，满足要求

3.6.2 230 t吊攀计算

230 t吊攀采用箱型梁形式，下部与钢丝绳接触点包 $\phi 325 \times 16$ 的管皮，两端各承受115 t拉力，箱型梁截面特性：

$I = 30 \times 300^3 \times 2 / 12 + 30 \times 300 \times 165^2 \times 2 = 6.25 \times 10^8$

$W = 6.25 \times 10^8 / 180 = 3.47 \times 10^6$

$S = 150 \times 30 \times 75 \times 2 + 30 \times 300 \times 165 = 2.16 \times 10^6$

抗剪强度

$\tau = QS / I \delta = 115 \times 10^4 \times 2.16 \times 10^6 / (6.25 \times 10^8 \times 60) = 67 \text{ MPa} < 80 \text{ MPa}$

抗弯强度

$M = FL = 115 \times 10^4 \times 300 = 34500 \times 10^4$

$\sigma = M / W = 34500 \times 10^4 / 3.47 \times 10^6 = 100 \text{ MPa} < 140 \text{ MPa}$

折算应力

$\sigma_{zs} = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2} \leq 1.1f = (100^2 + 3 \times 67^2)^{1/2} = 154 \text{ MPa} \leq 1.1f = 258 \text{ MPa}$ ，满足要求

4 结语

电厂定子吊装方案要周密合理，即要保证吊装安全，又要经济合理，通过技术经济分析，从诸多备选方案中确定一个优化方案，即使用吊装梁，通过力学分析，强度、刚度分析，保证安装的安全，实践证明，此方案安全、可靠、易行，可在其他类似单位进行参照使用。

参考文献

[1] 结构力学与钢结构[M].水利电力出版社.

中国核心期刊（遴选）数据库收录期刊 中国学术期刊（光盘版）收录期刊 万方数据数字化期刊群收录期刊

《科技创新导报》杂志欢迎投稿

电话：010-87382766 传真：010-67343626 E-mail: chinakjzxdb@163.com