



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

发电机定子吊装方案分析与对策

山东鲁能发展集团有限公司沾化发电厂（256800） 何国亮

山东电力建设第二工程公司（250100） 罗坤鸿 周哲

[摘要] 着重探讨发电机定子吊装的几个关键环节、实例与应用

[关键词] 吊装 方案 效果

1 前言

沾化发电厂2×165MW热电联产工程发电机定子由济南发电设备厂制造。定子净重为148.2t，外型尺寸为（长×宽×高）7160×3600×3760mm，轴向两吊攀之间的间距为3426mm。定子吊装就位的纵向方向与主厂房A列垂直，吊装中心线距A列柱中心线的距离为10280mm。

由于设计单位在设计阶段对发电机定子吊装认识不足，在设备选型、汽机房框架结构设计中考虑到了行车、发电机定子重量，但对吊装机具仅考虑了2t附加重量，吊装重量只允许150t，实际附加重量为16.3t，也就是说，进行发电机定子吊装时应该满足164.3t的起重要求。另外，由于吊装重量增加，引起行车行走机构动力不足，无法满足行车行走要求。

如何解决行车起吊能力不足问题，设计单位对汽机房框架结构复核后，建议对行车梁进行加固，每根梁底部加两个支撑，采用φ219厚壁无缝钢管，穿过9m、4.5m平台，支撑在0m临时基础支墩上。但是，这个方案施工时间长，投资的，浪费人力物力。笔者提出一种简单可行的吊装方案。

2 总体方案的确定

我们结合实际情况，建设方召集设计单位、监理单位、施工单位、设备厂家首先根据汽机房框架结构配筋设计进行验算，安全系数略低。由于吊装时间为五月份，不必考虑雪荷载和地震荷载，因此设计荷载的安全系数仍满足吊装要求，但设计院提出吊装过程中行车在行车梁任一点的停留时间不得超过半小时。针对上述主要矛盾点，并吸取同类机组经验，确定总体吊装方案：

- （1）发电机定子由运输车辆直接运进主厂房内的指定位置。
- （2）然后由固定在80t行车上的2套50t定滑轮、10t卷扬机组成起升系统，与80t行车主钩进行抬吊。
- （3）由3t卷扬机与原有的行车行走牵引机构，共同牵引行车机构行走。

上述步骤协调完成定子的卸车和吊装就位工作。

3 吊装准备工作

（1）根据设计院图纸设计和80t行车说明书，准确确定80t行车上的50t定滑轮悬挂梁、小跑车和10t卷扬机的位置，并作好平面图。

（2）将小跑车小钩部分拆除，以降低附加荷载，并严格按吊装平面示意图尺寸将其固定好。

（3）80t行车检查验收，试吊达到正常使用条件。检查3t、10t卷扬机、50t滑轮的安全技术状况，达到正常使用条件。

（4）制作50t定滑轮悬挂梁和10t卷扬机底座，安装完毕。悬挂梁两侧分别加焊三角支撑与行车主梁相连，并按要求挂好50t定滑轮。10t卷扬机按要求布置，并与行车主梁焊接牢固。

（5）钢丝绳按要求正确穿绕，固定牢靠。

（6）汽轮发电机就位基础，定子就位的纵向中心线标记好。

(7) 定子的就位基础验收完毕，达到吊装定子的要求，且不得有影响定子吊装就位的障碍物（如安全栏杆临时拆除等）。

4 定子吊装

(1) 定子运输车辆直接由A列柱进料口倒进汽机房内，使定子横向中心线与定子就位时的横向中心线基本重合（误差应 $\leq 20\text{mm}$ ）。

(2) 停车后，4.3 将 $\Phi 48 \times 16\text{mm}$ 的钢丝绳挂好，4.4 做好试吊与起吊准备4.5。

(3) 起吊前进行试吊工作：将定子吊起离开拖车上平面约 100mm ，停留 10min ，全面检查 80t 行车主钩卷扬机、 10t 卷扬机、 50t 滑轮组、钢丝绳、行车梁、悬挂梁、支承梁等部件是否有异常，2台卷扬机制动器工作是否正常。由建筑专业人员使用水平仪测量试吊前后行车主梁的挠度值（要求下挠度值小于行车跨度的 $L/700$ ，即下挠度值不得大于 45mm ），测量A、B列柱的垂直度和行车道轨的下陷度，作好测量记录。在一切正常之后，进行起升、下降两次制动试验，要求制动器动作平稳、可靠。在落实卷扬机、行车、A、B列柱及轨道等各系统正常之后，由起吊总指挥发出起吊命令，方可进行正式起吊。

(4) 定子正式起吊：开动 10t 卷扬机、 80t 行车主钩将定子下缘高度一次起升至高约 9.5m 时，停止起吊。

(5) 向固定端缓慢开动行车及 3t 卷扬机，在行车行走过程中要作好监护，当定子纵向轴线与定子就位中心线重合时，停止行车及 3t 卷扬机。

(6) 待定子完全静止后，开动 10t 卷扬机、 80t 行车主钩，徐徐落下定子。当定子下缘距就位位置为 150mm 时，吊装人员用倒链将定子稳住并且找正后就位。在此过程应注意下落定子时动作应尽可能的平稳，以免碰伤定子就位固定螺栓的螺纹。

(7) 定子就位后再次检查找正的尺寸无误后摘钩完成吊装就位。

(8) 将小跑车固定部分拆除，将 50t 定滑轮悬挂梁及 10t 卷扬机支撑及加固部分拆除，恢复行车至正常使用条件。

(9) 在起吊过程中，为使 80t 行车主钩和 10t 卷扬机受力平衡，应派专人协助起重指挥观测定子长度方向两端偏差不大于 300mm ，随时调整 80t 行车主钩和 10t 卷扬机的提升速度，保证定子基本水平的上升。

5 定子吊装的主要计算

5.1 主要参考数据

定子重量：	148.2 t
$\phi 48 \times 16\text{m}$ 钢丝绳扣重量：	0.155t/条
200 t钩钩重量：	3t
10t卷扬机重量（含 $\phi 28$ 绳550米）：	7t
50t滑轮组重量（两套）：	1.5t
小跑车重量：	16.118 t
悬挂梁重量：	3 t
10t卷扬机支承梁重量：	1.5t

5.2 $\phi 48$ 钢丝绳扣受力计算

根据 $\phi 48$ 钢丝绳质量证明书：单股 $\phi 48$ 钢丝绳的实测破断拉力总和为 1415 kN ，则最小破断拉力为： $1415 \div 9.8 \times 0.82 = 118.4\text{ (t)}$

用 $\phi 48 \times 16\text{m}$ 钢丝绳，8股起吊。钢丝绳水平夹角为 63.2° ，则每股钢丝绳受力为： $148.2/8/\sin 63.2^\circ = 20\text{ (t)}$
则：安全系数： $118.4/20 = 5.9 > 5$ 安全系数符合要求

5.3 轮压计算

发电机定子重量为148.2t，根据图纸设计，吊装时定子横向中心线距离轨道中心为9.705m。定子吊装示意图

见图1。

5.3.1 50t滑轮组中心距A列轨道中心为 $9.705 - 3.426 / 2 = 7.992$ (m)，此处重量合计为 $148.2 \div 2 + 0.155 + 3 + 1.5 + 3 = 81.755$ (t)

5.3.2 80t行车主钩中心距A列轨道中心为： $9.705 + 3.426 \div 2 = 11.418$ (m)，此处重量合计为： $148.2 \div 2 + 0.155 + 16.118 = 90.373$ (t)

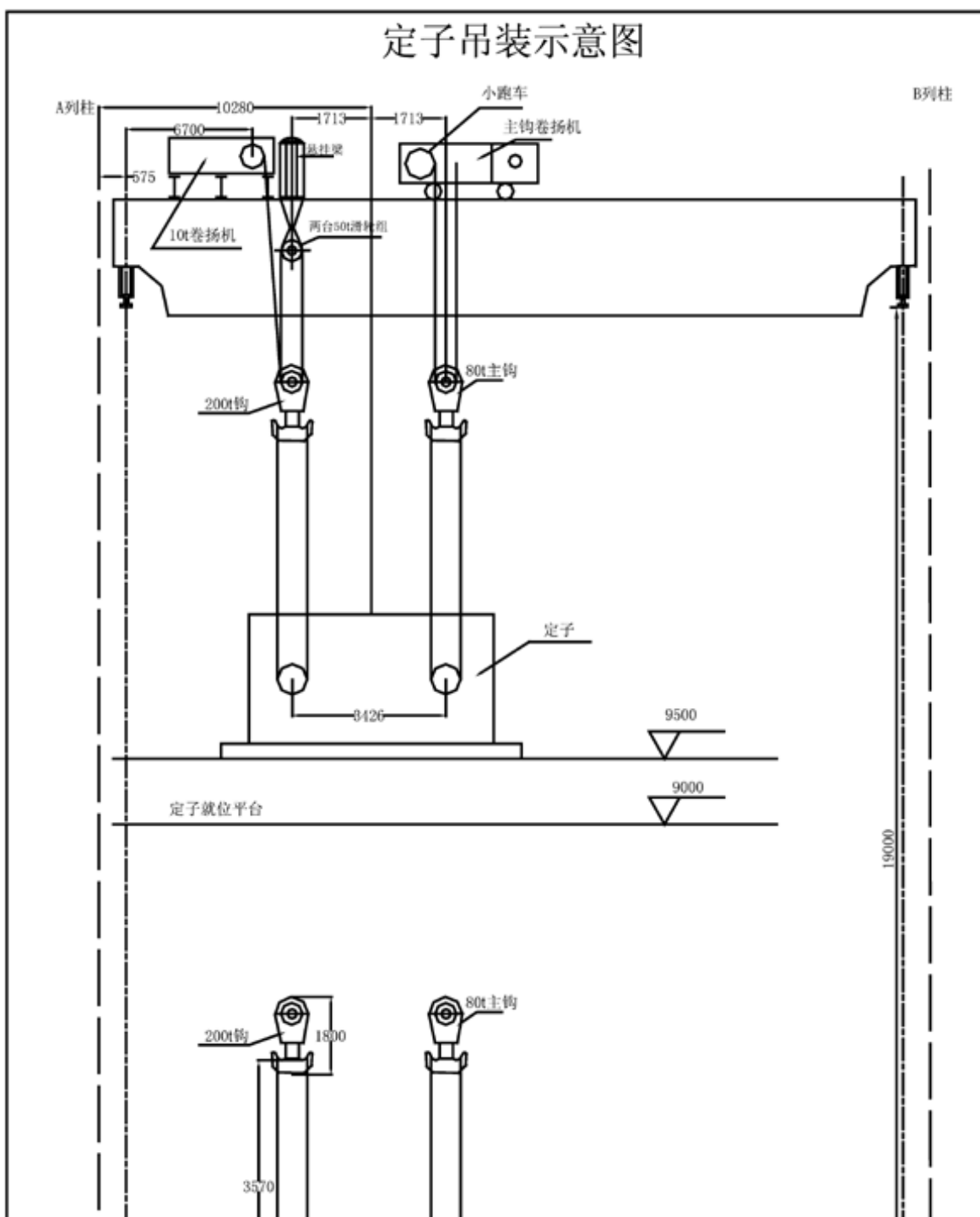
5.3.3 10t卷扬机紧靠50t滑轮组悬挂梁布置，中心距A列轨道中心为6.7m。10t卷扬机和支撑梁重量为： $7 + 1.5 = 8.5$ (t)

5.3.4 A侧轮压值计算

$$8.5 (31.5 - 6.7) + 81.755(31.5 - 7.992) + 90.373 \times (31.5 - 11.418)$$

$$+ 62.882 \times 15.75 = 31.5 \times 4 \times X$$

则 $X = 39.19t$



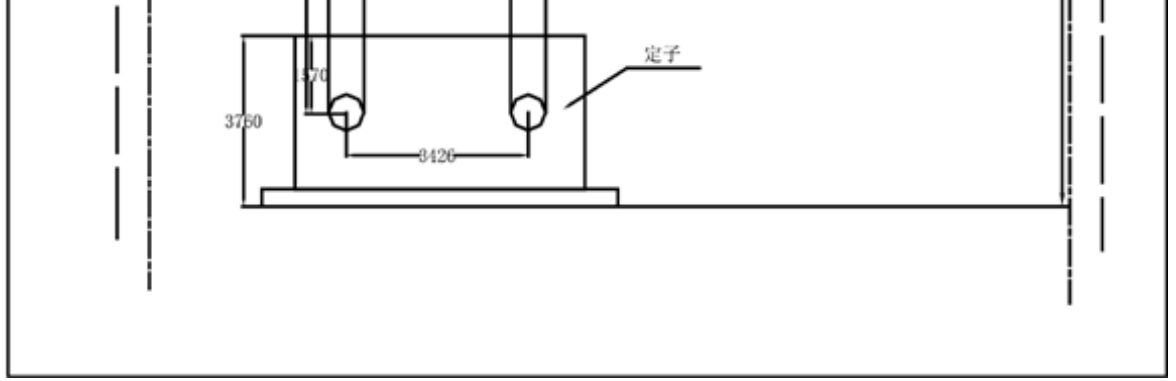


图1 定子吊装示意图

5.3.5 B侧轮压值计算

$$8.5 \times 6.7 + 81.755 \times 7.992 + 90.373 \times 11.418 + 62.882 \times 15.75 = 31.5 \times 4 \times X$$

则 $X = 21.69t$

即起吊定子时的最大轮压为39.19t，根据《电动双梁桥式起重机技术协议书》：道轨梁能承载的最大轮压为39.5t，行车轮额定载荷轮压值为33.5t。因此双梁式起重机桥架能满足吊装定子需要。

5.4 10吨卷扬机支撑梁受力校核

所选用的承重工字钢为32a型工字钢，悬挂梁许用弯曲应力为： $[\sigma] = 137.2 \text{ MPa}$ ，悬挂梁许用剪切应力为： $[\tau] = 100 \text{ MPa}$ 。在吊装过程中，c梁只起到一个支撑作用，故计算时按a、b两根梁受力，且最大弯矩在支撑梁中心处，见图2。

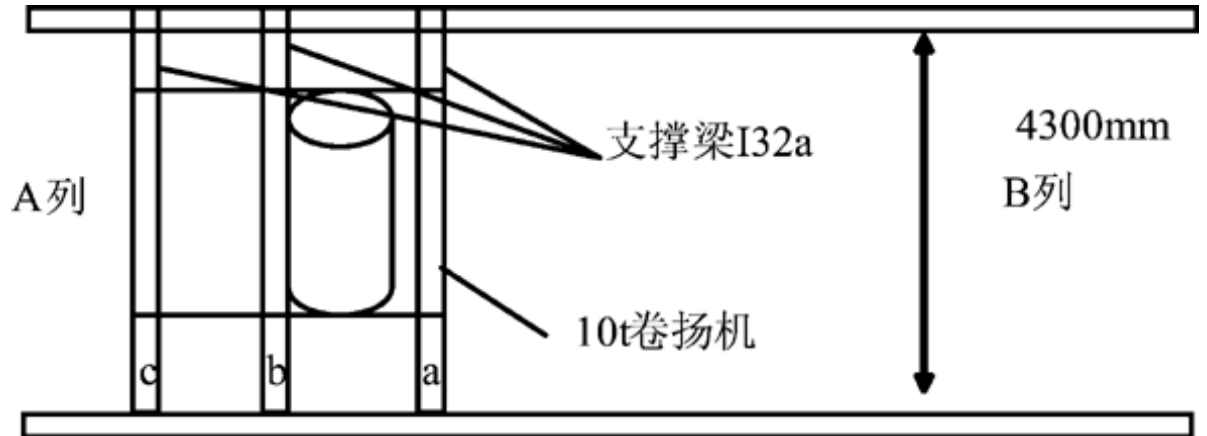


图2 10吨卷扬机支撑梁

梁的高度： $y = 0.32 \text{ m}$

梁长度： $l = 4.3 \text{ m}$

梁惯性矩： $I = 1.108 \times 10^{-4} \text{ m}^4$

单工字钢的抗弯截面模量为： $W = 692.2 \text{ cm}^3$

吊梁的截面积： $A = 6.705 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

吊梁受力： $P = (8.5t + 6.82t) / 2 = 14.32 / 2 = 7.16t$

$M_{\max} = 1/4 \times 7.16 \times 4.3 = 7.697 \text{ tm} = 7.543 \times 10^4 \text{ Nm}$

吊梁剪切应力： $\tau = P / 2A = 7.16 \times 9.8 \times 10^{-6} \times 10^3 / (2 \times 6.705 \times 10^{-3}) = 5.23 \text{ MPa} < [\tau]$

吊梁弯曲应力： $\sigma = M_{\max} / W = 7.543 \times 10^4 / (692.2 \times 10^{-6}) = 108.97 \text{ MPa} < [\sigma]$

故该梁的抗弯、抗剪均符合要求，汽机房A、B列行车基础强度能满足定子吊装要求。

6 结束语

通过精心组织、严格细致的检查及合理分工，发电机定子吊装工作十分顺利，自卸车开始至吊装就位仅用时39min，未出现任何安全质量问题，从进度上较设计院加固方案提前3周，从施工成本上节约近10万元，并避免了行车梁加固工作对汽机房建筑、安装工作的

影响，取得了良好的社会效益，也为类似工程积累可借鉴的方案。

建设工程项目的全寿命周期包括项目的决策阶段、实施阶段和使用阶段。通过对案例的研究，我们认为建筑结构的不足、设计的缺陷将导致其功能降低或存有隐患，甚至直接影响建筑工程的经济效益，项目投产后不能达到可研时的效果，因此设计单位应对项目工程高度重视，避免因一时疏忽影响整个工程的成败。

6 参考文献

- [1] 《火电施工质量检验及验评标准》(汽机篇2002版).
- [2] 《80/20t行车技术协议书》及其图纸. 杭州华新厂.

文章作者： 何国亮 罗坤鸿 周哲

发表时间： 2009-04-09 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)