

对桥式起重机升级改造的应用研究

周杰

(中核霞浦核电有限公司设备采购处 福建 宁德 355100)

摘要: 某核电厂汽轮机厂房现场, 为满足起吊载荷增加的需求, 通过对现有桥式起重机进行适应性改造, 以提升其起重能力, 满足现场实际吊装重量增加的需求, 并可作为有类似起重机增能需求的单位提供参考。

关键词: 桥式起重机; 起吊能力; 增能改造

0 引言

早期建设的很多核电厂或受制于当时技术水平限制或处于保守设计考虑等因素, 普遍存在机组容量富裕量较大, 热量消耗过高, 效率较低等情况。随着技术进步、运行经验提高和技术挖潜增效等方面考虑, 一些核电厂陆续就有了增容改造需求。

核电厂机组扩容一般采用的方式是: 优化汽轮机结构、增加通流面积, 或降低定子线圈电阻、提高发电机效率, 但无论采取什么样的改造措施, 都需要更换发电机。通常情况下, 用于替换的新发电机重量较之前设备的重量都会有较大的增加。那么, 用于安装新发电机的起重机的起吊能力也需要相应的增大。

本文以某核电厂发电机定子吊装重量增加的需求为研究对象, 通过对原汽轮机厂房桥式起重机进行适应性改造, 使之满足现场吊装新设备的需求。

1 工程概况

某核电厂常规岛汽轮机厂房原有两台 150/40t 起重机, 用于抬吊安装 276t 的发电机定子和其它附属设备, 以及后续机组检修的吊装工作。由于增容改造需要, 需更换新的发电机定子, 新定子重量为 343t, 已超过两台桥式起重机的额定起重量之和, 现有起重机将无法完成起吊重量增加后的发电机定子的吊装就位工作。

2 改造方案及应用情况

由于汽轮机厂房已建成, 且内部空间受限, 更换新的起重机难度较大; 对现有起重机进行技术改造, 提升其起重能力, 方法相对简单, 操作难度较小。

通常情况下, 起重重量较大的起重机的外形尺寸也比较大。起重机厂家出于对运输问题的考虑, 一般会将小车做成“一拖一”的结构, 即主/副双小车, 副小车连接到主小车上, 被主小车拖动运行。该核电厂汽轮机厂房的两台 150/40t 起

重机小车也是相同结构, 见图 1。

本着“节约成本、注重效益”的原则, 在原有起重机主体结构不变的情况下, 将原 150/40t 单钩工作模式改进成 150+40t 双钩联合作业模式, 提升单台起重机的最大起吊能力至 190t, 使两台起重机的最大联合起吊能力达到 380t。

2.1 改进方案

在吊装最重件发电机定子时, 将对起重机按以下步骤进行改造:

- (1) 将主、副小车解开。同时, 把副小车电缆从接线箱分离并更换成更长的电缆线;
- (2) 采用辅助连接装置重新将主副小车连接为一体(保持主小车拖动副小车运行模式不变), 使主副钩保持一定间距 L (抬吊梁的起吊点长度);
- (3) 增加抬吊梁和平衡梁;
- (4) 主副小车与抬吊梁连接并调平;
- (5) 增加四吊钩联动功能。

改造后的结构见图 2。

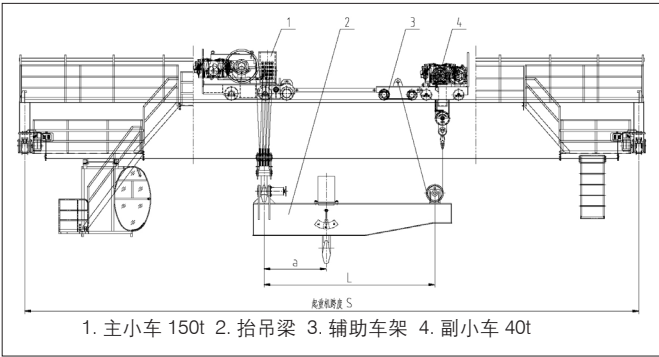


图 2 改进后起重机结构图

考虑到主副小车的起重量差异较大, 本方案采用在主副小车一侧的平衡梁上增加了一组定滑轮组, 使该侧的最大起吊能力翻倍为 80t, 留有足够的富裕量以防止吊装时偏载引起超载报警。

由于本方案中未对起重机的主梁结构进行加固, 因此主副钩抬吊 190t 时(本方案主钩起吊 120t, 副钩翻倍起吊 70t), 主梁产生的最大弯矩不应超过原小车起吊 150t 时在主梁跨中产生的弯矩。初定主小车吊钩偏离跨中(或偏离平

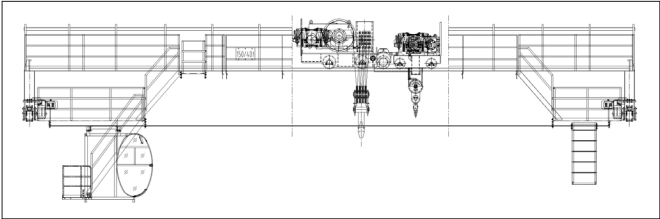


图 1 汽轮机厂房 150/40t 起重机

(下转第 13 页)

动机械手运动精度的影响比较大,在设计时需要保证腰部轴承和传动装置都有较大的强度和刚度,以及精度。

3 气动机械手的伺服控制方法

伺服控制是气动机械手主要的控制方法,常用的伺服控制方法有两种,一种是 PID 控制,另一种是神经网络模型参数自适应控制。

3.1 PID 控制

PID 控制时起源气压通常为 0.5MPa,比例流量阀上的电压上限为 3.5V,临界电压则为 2.85V,通常位移控制量在 30cm 左右。气缸负载重量通常为 2kg。如果保证气动机械手伺服控制系统相关参数保持不变,则 PID 控制系统具有很好的动态特性。但在实际运行,PID 控制系统需要建立在非常精确的数学模型上,才能有效整定伺服控制器的运行参数。所以,这种控制系统对参数变化以及结构变化适应的能力比较弱,只能通过不变的统一模式,来对气动机械手运行过程进行控制,难以很好地解决气动机械手运行稳定性和精确性之间的关系。

3.2 神经网络模型参考自适应控制

神经网络模型参考自适应控制器由 NNC、NNM 和气动伺服系统共同组成,其中 NNC 应用了单神经网络,可通过计算机系统来控制气动机械手运行信号,而且网络权值也可以进行在线调整。而 NNM 则采用局部模型网络来预测整个系统的输出信号,并和气动机械手的实际传输信号进行相比,得到位置差,再按照位置差,实现在线更新单神经元的权值。由于系统存在饱和特性,在应用神经网络模型参考自适应控制器时,需要使用到开关控制器,通过协调机构、控制阀进行自动调整。若气动机械手在运行中,神经网络模型参考自

适应控制器输出的信号小于给定位置的 0.8,则开关控制器就会起作用,否则神经网络模型参考自适应控制器工作,实现对气动机械手的分段控制。

神经网络模型参考自适应控制器和 PID 控制器相比,具有三方面的优势,其一是能够实现在线调整,也就不需要提前知道气动机械手运行的其他信息;其二是采用了分段控制测量,能够将神经网络控制和开关控制相互结合,大大提升控制水平;其三采用神经网络模型参考自适应控制器能够大幅度提升具有强非线性和不确定性的气动伺服系统的动态性,而且单神经元在实时控制时,还具有良好的学习能力和自动调整能力,符合气动机械手自动化、智能化、智慧化发展的要求。

4 结语

综上所述,本文采用理论结合实践的方法,分析了气动机械手的结构设计及伺服控制,分析结果表明,加强对气动机械手手部结构、手臂结构、基座结构的设计,能够大大提升气动机械手运行质量。选择神经网络模型参考自适应控制器能够提升伺服控制效果,值得大范围推广应用。

参考文献:

- [1] 王二敏,马前帅.基于触摸屏的机械手虚拟设计[J].数字技术与应用,2019,37(001):156-157.
- [2] 高红英,林希,樊爱珍.基于多自由度气动机械手位置伺服系统稳定性控制研究[J].液压气动与密封,2020,259(01):49-53.
- [3] 李建校,尹飞超,贾旭,等.基于 PLC 的气动机械手控制系统设计[J].产业与科技论坛,2019,18(22):66-67.
- [4] 田小静.多自由度教学机械手电气控制系统的研究[J].液压气动与密封,2019,039(002):54-57.

(上接第 9 页)

衡梁吊钩) a 应满足下式:

$$a \geq \frac{S}{2} \left(1 - \frac{150 \times 1.2}{190 + 150 \times 0.2} \right) = 0.0715$$

在保持主副钩平衡的前提下,应尽量减少平衡梁的长度,主副钩间距 L (抬吊梁吊点距) 应满足下式:

$$L = \left(1 + \frac{120}{70} \right) a = 2.714a$$

由于仅在安装发电机定子时起吊 190t 一次,且为低速运行,工作级别低、工作时间短,因此大小车运行机构也满足要求。

发电机定子吊装完成后,应拆除主副小车间的辅助连接装置及抬吊平衡梁,并将起重机恢复成未改进前的状态。

2.2 应用情况

该方案在某核电厂汽轮机增容改造项目中进行了应用,起重机改造所产生的费用不到原设备采购价的 6%,却很好地解决了发电机定子重量增加后的吊装就位问题以及后续设备维修的需求,实现了有限改造,成本可控、设备增能的目的。

3 结语

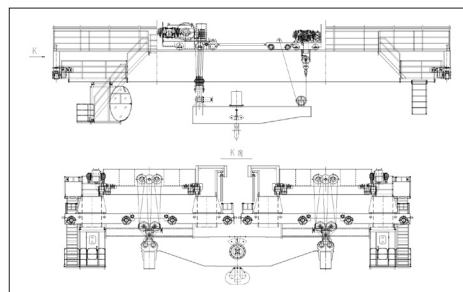


图 3 两台起重机联合抬吊图

本次增加桥式起重机起吊能力的改造方案,易于操作、工程量小、成本低,且得到现场工程验证,完全满足现场实际吊装需求。本方案既适用于现有核电厂汽轮机增容改造项目,也可为有类似需求的其它改造项目提供参考,在工程应用中具有很好的推广意义。

参考文献:

- [1] 丁鑫伟:MPI 网在桥式起重机并车抬吊中的应用[J].起重运输机械,2007,(04).
- [2] 王敏:桥式起重机走行制动器的改进[J].装备维修技术,2007,(04).