塔机..

摘要：随着国内城市化进度的加快，塔机在工地上的使用也越来越多，从单台塔机到多台塔机协同作业，由于事故引起的人员伤亡和经济损失日益增多。加快工作效率的同时，又对安全和社会的稳定提出了新的挑战。本文对比国内外的塔机技术，简叙塔机保护技术的关键技术和实现方法。

关键字：塔机 保护软件

1、课题的背景及意义。

塔机全称塔式起重机，是现代建筑施工的的重要设备。塔机有着工作效率高、工作覆盖面积广的特点，加上塔机自增高的特性，安装拆卸也较简单。所以除了小型工程会使用到相关的工程车，大工地都会采用多台大型起重机并发施工。在多台塔机同时在场的情况下，如果没有安全可靠的检测控制系统作为保障，很容易发生塔机碰撞的事故。塔机一旦发生了事故，就会造成重大的影响和对社会的巨大损失。

据搜狐统计，2016年在国内建筑业发生的事故就有42起，伤亡人数达到了423人，建筑业的事故占了总事故的13.46%，伤亡人数占了总伤亡人数的23.13%。在建筑行业的安全至关重要。对于这些事故的调查，基本以坍塌和坠落为主，脚手架的坍塌、墙面的坍塌、高空坠落等。

塔机的事故主要可以分为以下几种：整体倾翻、升顶事故、脱臂或折臂事故和吊钩或重物脱落事故等[1]。除了塔机本身的质量原因，因为在塔机设计之初，设计上的缺陷或者材料的问题，都会引发接下来的一系列事故了。塔机自身有着出故障的概率，那么塔机自身的安全保护装置也十分的重要。

在这个原因之外，还和操作者的使用有关，多数塔机的碰撞事故都是由于操作人员的误操作造成的。但这确是不可避免的，在重复高强度的作业时，总会有失误的时候。加之如今的塔机作业环境十分复杂，特别是在城市里，周围都是建筑物、街道、公路，甚至还有许多来往的人群，同一个作业空间内又布置者多台塔机。因此，作为保护措施的保护软件就十分重要了。

2.国内外塔机对比

国内的工业起步是比较晚的了。早在20世纪90年代，美国、俄罗斯、乌克兰等国已普遍开始应用塔机防碰撞系统[2]。国际知名塔式起重机的主要制造商有德国的Liebher Group、美国的Manitowoc-Potain、德国的WOLFFKRAM AG、美国的Terex Corporaton、马来西亚的Favalle Favco Group、西班牙的Linden Comansa等几十家的制造商，都是经过了市场残酷的淘汰而生存下来的精英企业。这些厂家基本代表了塔机的最高技术。他们大都数都研制了自己产品的配套安全监控装置，他们的产品基本反映了国外安全监控装置的发展历程、现状和趋势。很早开始，他们就对这方面非常的重视了。

我国最早在1994年发布的标准GB/T 5031-199《塔式起重机性能试验》中规定了塔式起重机技术性能和技术要求的试验规范和程序。我国也在1999年发布了GB/T9462-1999 《塔式起重机技术条件》，等国家标准规定了对塔机的安全保护装置的要求和性能。现行标准为的为GB/T 5031-2008 《塔式起重机》。我国对于安全的保护起步较晚，但也十分重视。

近年来起重机的技术在不断发展，起重机智能化成为了一种新的趋势。通过采用工业网络的技术，对起重机的电控系统进行信息采集，从而能实时全面的监控起重机的工作状态。随之利用远程服务以及远程监控，能进行快速服务响应，协助操作人员进行故障排除。同时国外的起重机在精确定位方面有了很大的提升，在数据更为准确的前提上，加之更为先进的控制算法，包括现代控制、非线性控制、模糊控制、滑模变结构控制等控制方式构成，在防撞控制方面取得了不俗的成果。

也就是说，国外的塔机监控系统参数比较全面，数字化和智能化程度都很高。

我国以中联重科的建筑起重机为例,也有平头塔式起重机、锤头塔式起重机、动臂塔式起重机。以其TC6010-6锤头塔机为例，电器控制系统采用PLC控制，采用专业电器厂引进国外先进技术生产的电器元件。虽然在性能参数及技术指标达到了国际的先进水平，但是在安全监控方面的系统，厂商并没有配备。厂商只配备了基础的行程限位器和载荷限制器[3]，确保了塔机本身的工作安全。

最新的2017年全球塔式起重机制造商十强中，有三家来自我国，分别为中联重科(第三)、徐工集团(第七)、永茂控股(第八)。可以看出，即使是在制造商排名如此靠前的中联重科，在安全监控方面，依然有做的不完美的地方。

3. 本课题的主要技术关键点的比较分析和实现方法

最简易实现的方式应该就是计算非工作区使得塔机不发生安全事故。但是这样做的缺点就是不稳定以及存在工作的死角，对塔机的布置也有了更高的要求[4]。在现代这种落后的方式已经明显不适用了。

对此本文提出了一种较为全面的解决方案，在现场提供防撞控制的同时，通过远程后台监控，使得现场的状况能够快速反映到现场值班负责人手上，并提出响应的解决方案。通过更为全面的监控，值班人员更能发现其中的风险，并做出相应的预警，辅助现场塔机的智能防撞算法，达到更为安全的解决方案。

要完成安全保护一系列的系统，主要有那么几点。数据的采集、数据的分析、和数据的实时分析监控。

关于数据的采集，比较传统的方式是使用超声波或者红外定位距离。这里为了更为精准的定位，继而加入GPRS来定位塔机的绝对位置。塔机的自身数据可以抽象为，臂长、塔高、吊起的高度以及臂旋转角[5]。如果能精确定位到塔机，建筑物的情况下，这样的数据已经能够做出这样的系统了。但是现场的情况有着传感器的测量误差，风速，GPRS的信号强弱，来往的工人等因素造成的影响，若要为一个安全可用的系统，是不够的。

现场需要测量的数据有塔机的机械信号，回转、变幅、高度传感器的信号，重物的质量、风速、温度等数据。从这些传感器输出的电信号经过滤波后，在通过AD转换转化为数字信号，提供给现场的测量终端的处理器，做下一步的处理。

关于数据的分析，涉及到塔机群之间的碰撞和塔机于建筑物之间的碰撞。

塔机与建筑物之间的碰撞，由于建筑物在一定程度上是绝对静止的，只要保证塔机的转动的过程中不进入建筑物的碰撞范围即可[6]。所以需要处理相应超声波测距传感器的测量值，同时根据事先得到的现场建筑数据，也可以进行一些预估的操作。

再来就是塔机与塔机之间的碰撞。首先由于塔机是人操作的，人的操作是无法预估的，如果当两方同时需要经过一个有干涉的区域时，可以有以下几种解决的方案。

首先就是通过管理解决的方案。建立统一协调机制，即在现场布置一些管理人员；合理的进行施工组织，即尽可能少的进行同步作业；加强联络，通讯管理，加强指挥管理[7]。这也是现在比较常用的主流的方式。

而后可以采用较为智能的”锁”机制。即将通过一个干涉区时，低优先级的塔机会无法进入干涉区，直到高优先级的塔机离开干涉区位置，随后才可通过。但是这样对效率的影响也是重大的[8]。经过在工地的观察，工地的塔机很少进行大幅度的转向操作，这样的机制可以作为预防。根本的效率还是通过指挥的合理分配来实现的。如果说智能的话，下一步应该也是通过计算机代替手动指挥吧。

同时数据的分析通过现场的测量终端应付紧急的情况。同时将数据通过移动/电信网络传到远程服务器进行分析，并定时存入数据库。数据的实时监控就将数据库中的最新数据读取，并通过一定的拟合算法来展现。

数据的重现主要是给现场指挥人员和远程监控人员看的。上一步中，远程的主机会将实时的数据写入到数据库里面。这个系统的后台就通过读取数据库，以HTTP协议的REST的数据接口的形式提供给前端展示。

总结：

针对建筑工地的塔机的安全保护，本文提出了上述的安全保护系统。在使得现场的指挥人员发挥最大作用的同时，也能通过实时的数据检测，智能防止、解决一些塔机容易发生的事故和故障。进一步的将通过更智能的数据分析算法，使得塔机的安全保护能够更加智能。

参考文献：

[1] 倪佩韦,王胜春, 张烨,田艳,于艳杰.塔式起重机动态特性方法研究进展.山东建筑大学学报.2014,12:29,6

[2] Mohamed Al-Hussein，Muhammad Athar Niaz，Yu Haitao． Integrating 3D visualization and simulation for tower crane operations on construction sites[J].Automation in Construction,2006,15: 554 -562

[3] 王小鹏,夏正月. 一种限制塔机工作区域的防碰撞装置.建筑成金.2014年第10期

[4] 万宏权,蔡亮,马荣章,罗文龙,向丽丽.塔机监控系统的工作区域限制逻辑算法. 国家“十一五”科技项目。2009.11.005

[5] 陈科,张建庭,郑红梅,王有杰. 塔机信号采集与存储系统的设计与实现.合肥工业大学.电子测量与仪器学报.2014.8,第28卷第8期

[6] 张东,李彦明,刘成良,胡鸿彬. 基于 ZigBee 的塔式起重机防碰撞系统研究.上海交通大学机械与动力工程学院

[7] 雍尚华.多台塔式起重机同区域作业安全技术措施. 重庆巨能建设（集团）有限公司.工程技术.2013.11.081

[8] 张友同.工程塔机防碰撞技术之浅析. 莱芜市机关事业管理局. 山东广播电视大学学报.2012年第二期