

塔机吊装新型激光定位装置的研发

技术中心 QC 小组

一、工程简介：

谭里家园二期项目位于潍坊市高新技术开发区北宫东街与惠贤路交叉口东南角，项目由 6 栋多层住宅楼、5 栋高层住宅楼、1 栋沿街商业楼和地下车库组成，总建筑面积 15 万平方米。

项目于 2018 年 7 月 1 日开工，计划于 2019 年 8 月 31 日竣工，工期紧张，为保证按期完工，按照施工计划安排，夜间施工情形较多。主体阶段施工现场物料水平和垂直运输主要依靠塔式起重机，现场共安装各型塔机 10 台，现场编制有群塔作业方案，但塔机交叉作业现象普遍，尤其是夜间施工时，塔机信号指挥和塔机司机操作难度大。



图 1 谭里家园二期项目鸟瞰图

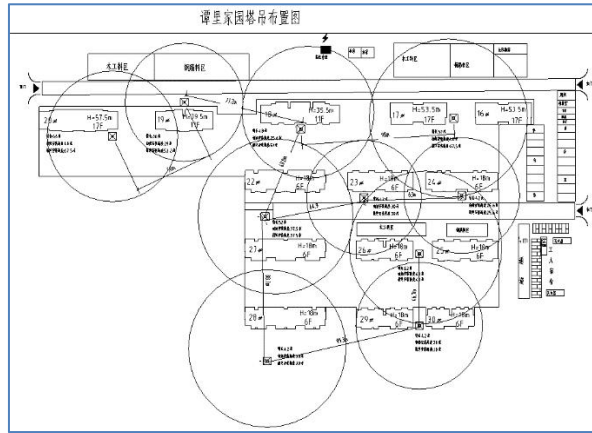


图 2 现场塔机安装情况

二、小组简介：

(一) 小组简介表

表 1 小组简介表

| QC 小组活动概况 | | | | | | |
|----------------|-----------------|----|--------|---------------------------------|------|-------|
| 小组名称 | 技术中心 QC 小组 | | 小组成立时间 | 2015 年 8 月 1 日 | | |
| 小组注册号 | SDDYQCZ-06-2018 | | 小组注册时间 | 2018 年 8 月 1 日 | | |
| 课题名称 | 塔机吊装新型激光定位装置的研发 | | 小组人数 | 10 | | |
| 课题类型 | 创新型 | | 课题注册时间 | 2018 年 8 月 3 日 | | |
| 课题注册号 | SDDYQCC-09-2018 | | 活动时间 | 2018 年 8 月 8 日-2018 年 12 月 30 日 | | |
| 出勤频率 | 平均 1 次/周 | | 出勤率 | 100% | | |
| QC 活动小组成员及组内分工 | | | | | | |
| 序号 | 姓名 | 年龄 | 学历 | 职称 | 组内职务 | 组内分工 |
| 1. | 张涛 | 33 | 本科 | 工程师 | 组长 | 组织/发布 |
| 2. | 李剑锋 | 33 | 本科 | 工程师 | 副组长 | 技术方案 |
| 3. | 宋元超 | 26 | 本科 | 助理工程师 | 组员 | 质量/发布 |
| 4. | 韩宝龙 | 29 | 专科 | 助理工程师 | 组员 | 程序把关 |

| | | | | | | |
|-----|-----|----|----|-------|----|------|
| 5. | 马彦臣 | 45 | 专科 | 工程师 | 组员 | 安全检查 |
| 6. | 刘光强 | 31 | 专科 | 工程师 | 组员 | 材料准备 |
| 7. | 李爱惠 | 39 | 专科 | 助理工程师 | 组员 | 成本控制 |
| 8. | 于建飞 | 28 | 专科 | 助理工程师 | 组员 | 制作加工 |
| 9. | 闫金锋 | 33 | 专科 | 技术员 | 组员 | 信号工 |
| 10. | 李中一 | 22 | 专科 | 技术员 | 组员 | 塔机司机 |

近二年小组活动获奖情况

2017/2018 年度潍坊市建筑业群众性全面质量管理活动优秀 QC 成果
 2017/2018 年度山东省建筑业优秀 QC 小组成果
 2017 年度全国工程建设质量管理小组活动优秀成果
 2019 年度山东省建筑业 QC 小组成果竞赛一等奖



制表人：韩宝龙

制表时间：2018 年 8 月 8 日

(二) 小组活动进度计划实施对照

表 2 小组活动进度计划、实施对照表

| 项目 | 日期 | 2018 年 8 月 8 日-2018 年 12 月 30 日 | | | | |
|--------------|----|---------------------------------|-----|------|----------------|------|
| | | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| 选择课题 | | ——> | | | | |
| 设定目标及目标可行性分析 | | ——> | | | | |
| 提出方案并确定最佳方案 | | | ——> | | | |
| 制定对策 | | | | ——> | | |
| 对策实施 | | | | | ——> | |
| 效果检查 | | | | | | ——> |
| 标准化 | | | | | | ——> |
| 总结和下一步打算 | | | | | | ——> |
| 备注 | | 计划线 ——> | | | 实施线 - - - - -> | |

制表人：韩宝龙

制表时间：2018年12月30日

三、选择课题：

1、工程现状

在塔机夜间施工时，虽然在塔机上安装了高亮度LED夜间照明灯具，但由于塔机安装高度较高、臂长较长，且受场地内其他光源交叉干扰，塔机司机与信号工的配合仍然十分困难，给夜间塔机安全吊装使用带来很大困扰。

施工的困难和隐患就是管理创新的源动力。项目QC小组成员决定对该情况进行调查研究，改善塔机夜间使用状况。小组成员以改善夜间的塔机使用状况为主题，以塔机夜间施工照明、定位为关键点，开展现场调查和网络查新。（见表5），发现了两种可供参考的思路：激光测距+网络摄像头+终端显示方案（图3）和变幅小车搭载激光发射器方案（图4）。

表3 网络查新情况表

| 查新项目 | 塔机夜间施工照明、定位 | 查新人 | 韩宝龙、贾文山 |
|---|---|--|-----------|
| 查新方法 | 网络查新 | 查新时间 | 2018年8月9日 |
| 查新目的：项目鉴定 | | | |
| 一、查新范围： 国家科技成果网、国家科技图书文献中心、中国知网、维普资讯、百度搜索 | | | |
| 二、查新点与查新要求： 1. 塔机夜间施工可视化装置； 2. 塔机吊钩位置定位装置； | | | |
| 三、查新结论： 1. 国家科技图书文献中心、国家科技成果网、中国知网、维普资讯未查到相关文献； 2. 百度搜索里找到两种相关方法，激光测距+网络摄像头+终端显示方案和和变幅小车载激光发射器方案。 | | | |
| 序号 | 检索网站 | 检索结果 | 是否相关 |
| 1 |  |  | 否 |
| 2 |  |  | 否 |
| 3 |  |  | 否 |

| | | | |
|---|---|--|---------|
| 4 |  |  | 否 |
| 5 |  |  | 搜索到两种思路 |

制表人：李剑锋

制表时间：2018年8月9日

我们对这两种方法的优缺点进行了分析，具体见表4。

表4 现有防护方法优缺点比较分析表

| 项目 | 优点 | 缺点 |
|-------------------|--|--|
| 激光测距+无线摄像头+终端显示方案 | 塔司可直观观察吊钩状态和垂直位置 | 系统复杂，部件多，施工现场复杂作业条件下故障率高，无线传输，一次安装成本和维护成本较高，每台综合成本1100元；摄像头随吊钩摆动和旋转，造成塔司观看画面时出现眩晕不适感，仅可短时间使用；夜间施工时，受照度影响，可视效果不佳。 |
| 变幅小车搭载激光发射器方案 | 构造较为简单，夜间施工时塔司可直接确定变幅小车和吊钩的最终落点平面位置，成本低至每台330元 | 在变幅小车上安装和拆卸都属于高空作业，危险性较大；夜间施工时，塔司仍然无法准确判断吊钩竖向位置，小车上的激光发射器距离吊物过远，且受钢丝绳摆动和塔机前臂振幅影响激光点位与吊装中的实际吊钩和吊物的位置偏差较大 |

制表人：于建飞

制表时间：2018年8月9日

鉴于激光测距+无线摄像头+终端显示方案维护复杂、使用体验不佳、夜间施工效果有限且成本过高，小组成员决定对变幅小车搭载激光发射器的方案进行研究，此方案总体成本较低，构造也不复杂，适合项目部室外环境下频繁使用和夜间施工。小组成员对公司内正在采用此种方案的塔机进行了使用情况调查，共调查3台塔机，在昼间夜间分别进行了一次安装拆卸和四个角度三种幅度共36个点位下的吊装检查，主要对安装拆卸难易度、激光点位准确度、吊钩高度判断准确度等情况进行检查检查结果如下。

表5 变幅小车搭载激光发射器方案使用情况检查表

| 序号 | 项目 | 检查依据 | 检查结果 |
|----|-----------|--------------------|--|
| 1 | 安装拆卸危险性 | 对照《企业风险管控清单》 | 高空作业和高空坠物二级风险 |
| 3 | 激光点位准确度 | 吊装实测（吊物或吊钩高度3米内数据） | 静止状态：30-50cm（受小车上的安装位置影响） 运动状态：0-1.8m（受塔机安装高度和振幅影响） |
| 4 | 吊钩高度判断准确度 | 吊装观察 | 夜间吊装过程中吊钩高度和水平位置判断仍然受周围照度影响，激光线无法提供帮助 |

制表人：李剑锋

制表时间：2018年8月9日

可见，此种方案安装拆卸过程需要高空作业，危险性很大，且小车上的激光发射器发射的激光点只能指示吊物最终的落地位置，吊装过程中无法给塔司指示吊钩和吊物位置 and 高度，但利用激光发射器确定平面位置点的思路值得借鉴。

综上所述，现有方法不能很好的满足工程需要，QC小组决定针对此情况研发一款新型激光定位装置，于是确定本次QC活动的课题为：塔机吊装新型激光定位装置的研发。

四、设定目标及目标可行性分析

(一) 目标和目标值

小组成员召开目标讨论会，从安全、成本、功能性等角度出发，一致认为作为一款新型塔机吊装激光定位装置，需要达到以下目标。

表 6 目标、目标值及检查方法确定表

| 序号 | 目标 | 目标值 | 检查方法 |
|----|-----------|---|------|
| 1 | 平面定位精度偏差小 | 静止和运动吊装工况下均 $<1\text{m}$ （吊物或吊钩 3 米内数据） | 吊装实测 |

制表人：闫金锋

制表时间：2018 年 8 月 20 日

(二) 目标可行性分析

1 激光点位置偏差 $<1\text{m}$ 的目标实现可行性：既有方法激光点与吊钩、吊物落地位置偏差大，主要是由于激光点位于高处的变幅小车上，而吊钩吊物又受塔机运动、摆动、振幅、惯性影响，导致激光点指示位置与吊钩吊物位置差距大、变化大。QC 小组只要从这几方面影响因素入手，解决塔机运动影响，就能实现减小激光点指示位置偏差的目标。

2. 其他有利条件：虽然既有定位装置的功能性有欠缺，但其的定位原理是可以借鉴的，小组成员只需要针对现场使用需要，丰富其功能性、克服其使用缺陷就可以实现目标，目标指向十分清晰。公司检测设备齐全、小组人员素质高，科技创新积极性高，近两年先后申报实用新型专利 3 项、省级工法 5 项，QC 成果 4 项

5. 不利条件：塔机属于特种设备，不能随意进行改造，研发定位装置不得影响其正常使用，且定位装置结构必须简单，运行必须可靠，适应各种工况和室外作业环境。

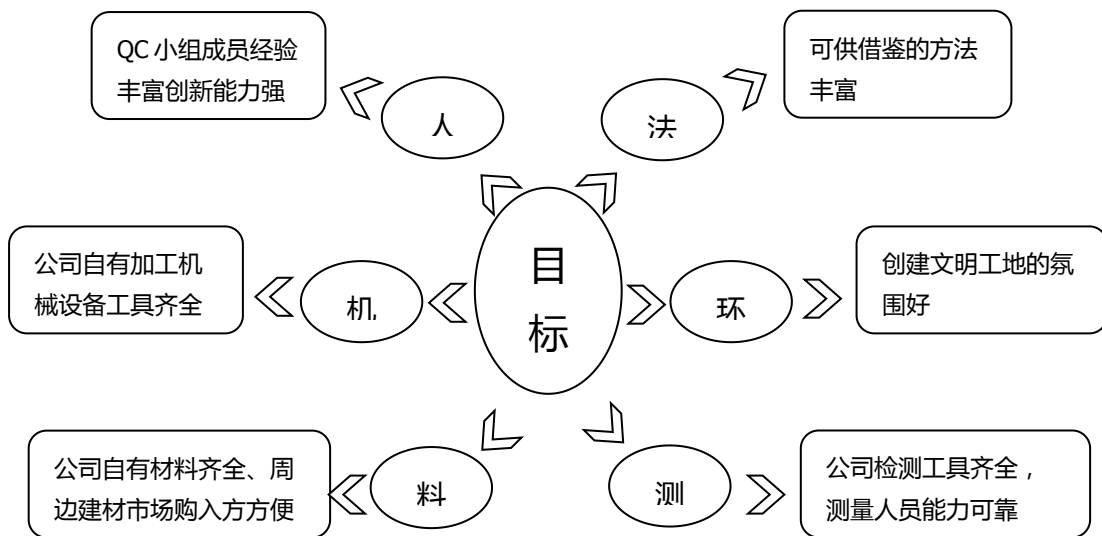


图 3 有利条件分析亲和图

制图人：马彦臣

制图时间：2018 年 8 月 20 日

综合上述各方面因素分析，课题目标实现所需的人、机、料、法、环、测各种有利条件均具备，只要我们按时组织 QC 活动，有效解决目前存在的问题，课题目标应该可以实现！

五、提出方案并确定最佳方案

(一) 提出方案

小组成员召开“诸葛亮”会，围绕已经确定的课题，运用“头脑风暴法”，集思广益，相互启发，对塔机激光定位装置进行讨论，提出各种研发思路，经过归纳，主要提出三种总体方案，如下表所示。

表7 总体方案比选表

| 序号 | 方案名称 | 原理 |
|----|-------------------|--|
| 1 | 激光测距仪+激光定位+终端显示方案 | 由吊钩上的激光测距仪将吊钩位置信息无线传输到，显示在塔司室的显示终端上，塔司根据提示进行操作 |
| 2 | 激光定位提示方案 | 由激光定位指示吊钩落点，利用激光定位自身激光光线长度变化提供吊钩位置提示 |
| 3 | 激光定位+随动照明方案 | 由激光定位指示吊钩落点，设置大功率随动照明提示吊钩实时位置 |

制表人：李剑锋

制表时间：2018年9月5日

(二) 方案比较与分析

为了选择最合适的方案，QC小组成员从安拆安全性、功能性、指示精度、成本四个方面进行了比较。

1) 比较表

表8 方案选择表

| 序号 | 名称 | 安拆安全性 | 功能性 | 指示精度 | 成本 | 综合评价 |
|----|-------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| 1. | 激光测距仪+激光定位+终端显示方案 | 吊钩上安装激光测距仪模块和激光定位装置，地面安拆安全方便 | 各种数据准确 | 可提供±0.002m数据 | 无线传输激光测距仪990元+激光器60元+终端显示器500元+线缆、零星部件、安装调试费=1900元 | 数据精确但成本太高 |
| 2. | 激光定位提示方案 | 吊钩安装激光定位装置，地面安拆安全方便 | 可提供地面点位指示，塔司根据激光线发射位置目测吊钩位置 | 考虑塔机吊钩运动惯性，高度3m内激光点偏差可以控制在<0.8m，塔司辨识激光发射点可识别吊钩高度 | 激光器60元+太阳能电源30元+蓄电池50元+零星部件60元=200元 | 定位精度符合目标要求，构造简单、制作方便，成本较低 |
| 3. | 激光定位+随动照明方案 | 吊钩安装激光定位装置，塔身上安装随动照明装置，高处作业安全性一般 | 可提供地面点位指示，塔司根据随动照明目测吊钩位置 | 考虑塔机吊钩运动惯性，高度3m内激光点偏差可以控制在<0.8m，塔司可通过投射照明识别吊钩位置 | 激光器60元+随动控制单元500元+投射灯100元+零星部件+安装调试费300=1200元 | 精度可以满足目标要求，随动装置安装需高处作业，且随动装置构造复杂，成本较高，射灯容易造成炫光 |

制表人：李剑锋

制表时间：2018年9月5日

通过比较，QC小组确定最佳方案二：激光定位提示方案。

(三) 方案分解

小组成员对方案二的组成工艺进行了归纳，并用方案系统图方式表示如下。

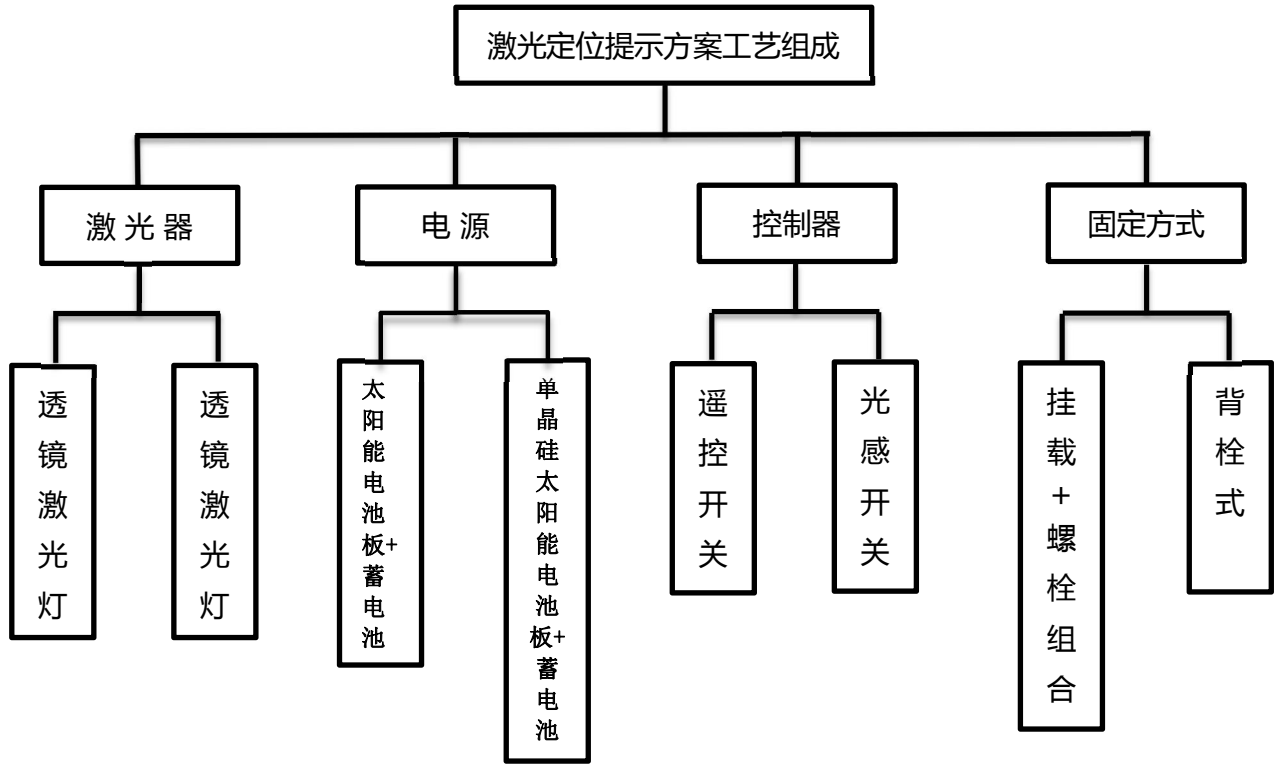


图 4 防护组成方案系统图

制图人：李剑锋



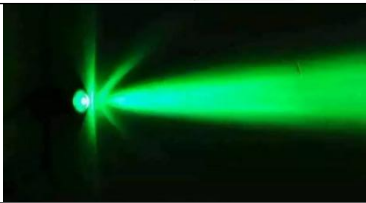

制图时间：2018年9月10日

1. 方案的比选和确定

1) 激光器的选择

小组成员结合洞口的位置和钢筋混凝土构件的实际情况，提出如下两种方案。

表 9 激光器选择表

| 可选方案 | 方案一：透镜激光灯  | 方案二：激光线灯  |
|------|--|--|
| 光线特性 |  |  |
| 电源要求 | 220V10W | 3V3W |
| 照射距离 | 100m | 1000m |
| 适用性 | 170mm×170mm×90mm 体积较大，在吊钩上安装不便；光束较分散，直径约 100mm，容易造 | 60mm×80mm×30mm 体积小，便于安装固定，光束集中，直径约 10mm 射程远不发散，指示精确 |

| | | |
|------|----------------|---------------|
| | 成工人炫目，不安全 | |
| 综合评价 | 光束分散体积大不适合吊钩安装 | 光束集中体积小适合吊钩安装 |
| 结论 | 不选用 | 选用 |

制表人：马彦臣


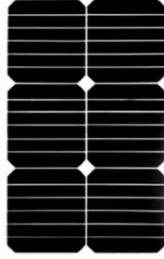
制表时间：2018年9月11日

小组成员根据上述分析，决定选择激光线灯的方案。

2) 电源确定

由于激光线灯安装在吊钩座上，无法外接电源，为了方便向激光线灯供电，同时减少充电和更换电池操作，尽量自动化使用，小组成员选择太阳能电池板和蓄电池作为供电组件，激光线灯为3V3W，按照夜间使用10h计算。

表9 激光器选择表

| 可选方案 | 方案二：单晶硅太阳能电池板 5W5V1A+3.7V 蓄电池 11200mAh  | 方案三：薄膜太阳能电池板 10W6V1.98A+3.7V 蓄电池 11200mAh  |
|--------|--|--|
| 尺寸 | 110*110mm | 350*230mm |
| 充电时间 | 约4h | 约6h |
| 满电续航时间 | 约16h | 约15h |
| 经济性 | 30元 | 55元 |
| 综合评价 | 体积小，适用于吊钩座安装，光电转换效率高，价格较低 | 体积大，不适用于吊钩座安装，光电转换效率低，价格高 |
| 结论 | 选用 | 不选用 |

制表人：马彦臣

制表时间：2018年9月11日

虽然薄膜太阳能电池板在弱光条件下效果优于单晶硅太阳能电池片，但考虑本装置主要在室外阳光下充电供白天和夜晚使用，加之单晶硅太阳能电池板价格优势非常明显，光电转换效率高，充电快，因此，电源组合方案选用5W5V1A尺寸为110*110mm单晶硅太阳能电池板+11200mAh蓄电池组。

3) 控制器方案选择

表10 控制方式选择表

| 方案需求 | 自动控制，减少人工操作，节能 | |
|------|----------------|---------------------|
| 可选方案 | 方案一：遥控开关 | 方案二：光感开关（太阳能电路控制单元） |
| 适用性 | 根据需要遥控开闭 | 根据光线变化自动开闭 |
| 节能效果 | 操作人员若不按时开关则不节能 | 按需自动开启，节能效果好 |
| 经济性 | 30元 | 9元 |
| 综合评价 | 需人为操作，塔司工作量增加 | 根据光线变化自动启闭，符合需要 |

| | | |
|----|-----|----|
| 结论 | 不选用 | 选用 |
|----|-----|----|

制表人：于建飞

制表时间：2018年9月11日

为方便使用，小组选用成本低效果好自动化程度高的光感开关（太阳能电路控制器）。

4) 固定方式选择

整个系统包含激光线灯、太阳能电池板、蓄电池、光感控制单元，各自独立固定显然占用空间多且不美观，QC小组决定将整个系统集成固定，安全牢固的固定在吊钩座上。

表 11 连接件材料选择表

| 方案需求 | 将各个单元模块集成，且安全牢固的固定在吊钩座上，并应考虑检修、停用拆卸需要。 | |
|------|--|--|
| 方案名称 | 方案一：挂载+螺栓组合式 | 方案二：背栓式 |
| 示意图 | | |
| 安全性 | 由挂载结构和紧固螺栓组成，双重结构保险 | 由两套紧固螺栓固定 |
| 加工难度 | 简单 | 简单 |
| 经济性 | 采用薄钢板下脚料打孔、焊接等 | 采用薄钢板下脚料打孔、焊接等 |
| 适用性 | 不破坏吊钩底座，拆装方便 | 需要在吊钩底座上钻孔，下部螺栓拆卸不便 |
| 综合评价 | 采用挂载和紧固螺栓两种不同形式共同固定，安全可靠且拆卸方便 | 只采用紧固螺栓加固，初期固定牢固，但使用一段时间后螺栓有松脱隐患，且在吊钩底座上钻孔，破坏了塔机配件 |
| 结论 | 选用 | 不选用 |

制表人：李中一

制表时间：2018年9月11日

所以 QC 小组成员一致认为挂载+螺栓组合式固定装置安全性更高，安拆更方便，因此确定最佳方案为方案一挂载+螺栓组合式。

（四）通过上述方案选择，最终确定了塔机吊装新型激光定位装置的最终方案，如下图所示。

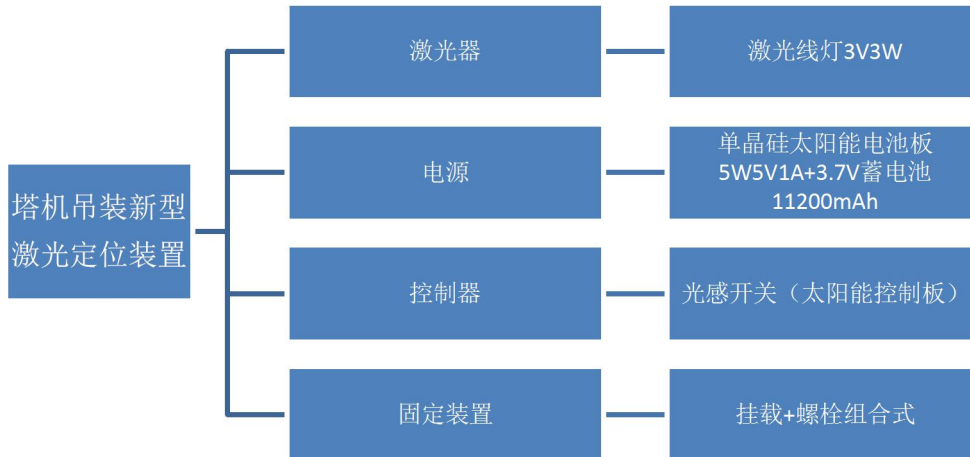


图5 塔机吊装新型激光定位装置方案系统图

制图人：刘光强

制图时间：2018年9月18日

六、制定对策

表12 对策表

| 序号 | 对策 | 目标 | 措施 | 地点 | 完成时间 | 责任人 |
|----|-----------------|---|---|----------|-------------|------------|
| 1. | 准备 3V3W 的激光线灯 | 1、尺寸不大于 80mm*40mm*40mm 2、照射距离大于 150m | 1. 绘制电路图 2. 购置 3V3W 的激光线灯和开关等电气配件，并检查激光线灯是否符合尺寸要求和照射距离要求 | 办公室、施工现场 | 2018年10月20日 | 张涛 刘光强 |
| 2. | 准备单晶硅太阳能电池板和蓄电池 | 1、太阳能电池板给蓄电池充电 8 小时即可无光连续工作大于 14 小时 | 1、购置太阳能电池板和蓄电池； 2、测试 8 小时充电后的无光连续工作时长 | 办公室、施工现场 | 2018年10月20日 | 马彦臣 韩宝龙 |
| 3. | 准备光感开关 | 1、动作率 100% | 1、测试光感开关动作率 | 办公室 | 2018年10月20日 | 于建飞 李爱惠 |
| 4. | 制作挂载装置 | 1. 螺栓拧紧力矩不小于 36N·M | 1. 绘制挂载装置设计图，确定尺寸 2. 按照设计尺寸加工材料、开孔 3. 专业焊工焊接成型 4. 涂刷底漆、防锈漆和面漆 5. 测试螺栓拧紧力矩 | 办公室、施工现场 | 2018年10月24日 | 李剑锋 宋元超 |
| 5. | 组装并调试 | 1. 装置正常运行率 100% | 1. 专业电工组装 2. 激光定位系统与挂载装置合体 3. 安装和试运行 | 办公室、施工现场 | 2018年10月25日 | 闫金锋 李中一 |

制表人：宋元超

制表时间：2018年10月10日

七、对策实施

根据对策，QC 小组成员及时进行讨论研究，通过认真分析进行分步实施。

(一) 实施一：准备 3V3W 的激光线灯

1. 购置激光线灯和电气配件

表 13 材料准备清单

| 序号 | 名称 | 规格 | 数量 | 要求 | 责任人 | 完成时间 |
|----|------|----------|-----|-----------|-----|------------------|
| 1. | 激光线灯 | 3V3W | 1 支 | 投射距离>150m | 刘光强 | 2018 年 10 月 13 日 |
| 2. | 船式开关 | 2A | 1 个 | 一开一合 | 刘光强 | 2018 年 10 月 13 日 |
| 3. | 焊丝 | 1mm*100g | 2 卷 | 光滑无氧化 | 刘光强 | 2018 年 10 月 13 日 |
| 4. | 焊枪 | 220V40W | 1 把 | 升温迅速、安全可靠 | 刘光强 | 2018 年 10 月 13 日 |

制表人：刘光强

制表时间：2018 年 10 月 11 日

2. 材料检查。

检查激光线灯、船式开关、焊枪、焊丝的合格证。

检查激光线灯尺寸是否符合要求，投射是否正常，距离是否满足要求。



图 6 激光线灯



图 7 焊锡

3. 效果验证，所有材料质量证明资料齐全，规格、数量等符合要求，激光线灯照射距离大于 150m，材料合格率 100%，措施有效。

(二) 实施二：准备单晶硅太阳能电池板和蓄电池

1. 购置单晶硅太阳能电池板和蓄电池

表 14 材料准备清单

| 序号 | 名称 | 规格 | 数量 | 要求 | 责任人 | 完成时间 |
|----|-------|---------------------|-----|-----------------|-----|------------------|
| 1. | 蓄电池 | 18650 锂电 | 2 节 | 3.7V5600mAh | 刘光强 | 2018 年 10 月 15 日 |
| 2. | 太阳能电池 | 5W5V1A 275*170mm | 1 块 | 工作温度-20~ 50℃ | 刘光强 | 2018 年 10 月 15 日 |

制表人：刘光强

制表时间：2018 年 10 月 13 日

检查蓄电池、太阳能电池的合格证。

检查蓄电池容量、电压是否符合要求，有无鼓包、漏液。

检查太阳能电池是否有破损。

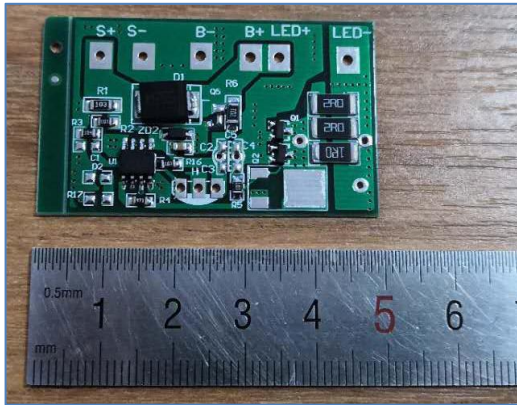


图 8 观感开关（太阳能控制单元）

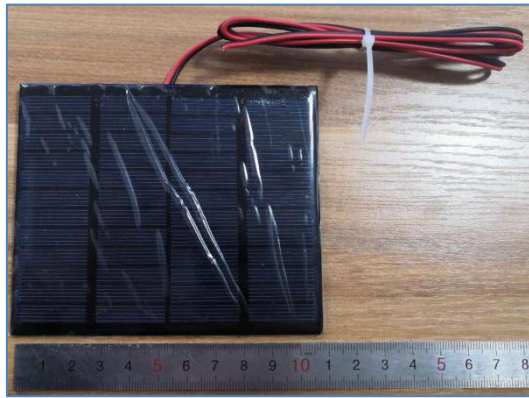


图 9 太阳能电池板

2. 测试该组合 8 小时充电后的无光连续工作时长

表 15 工作时长测试

| 序号 | 测试开始时间 | 测试结束时间 | 充电时长 | 无光工作时长 | 测试人 |
|----|-----------------------|-----------------------|------|--------|-----|
| 1. | 2018 年 10 月 16 日 8:00 | 2018 年 10 月 17 日 6:00 | 8h | >14h | 刘光强 |
| 2. | 2018 年 10 月 17 日 8:00 | 2018 年 10 月 18 日 6:00 | 8h | >14h | 刘光强 |
| 3. | 2018 年 10 月 18 日 8:00 | 2018 年 10 月 19 日 6:00 | 8h | >14h | 刘光强 |

制表人：刘光强

制表时间：2018 年 10 月 19 日

3. 效果验证：所有材料质量证明资料齐全，规格、数量等符合要求，测试 8 小时充电后的无光连续工作时长合格率 100%，措施有效。

（三）准备光感开关

1. 购置光感开关

表 16 材料准备清单

| 序号 | 名称 | 规格 | 数量 | 要求 | 责任人 | 完成时间 |
|----|------|----|-----|-----------|-----|------------------|
| 1 | 光感开关 | 3V | 1 张 | 有光断开，无光闭合 | 刘光强 | 2018 年 10 月 22 日 |

制表人：刘光强

制表时间：2018 年 10 月 19 日

检查光感开关动作率。

2. 效果验证：经检查，光感开关在有光环境下断开电路，无光环境下闭合电路，动作率 100%，措施有效。

（四）、实施四：制作挂载装置

1. 准备螺栓和钢板。

表 17 材料准备清单

| 序号 | 名称 | 规格 | 数量 | 要求 | 责任人 | 完成时间 |
|----|------|---------------|-----|---------|-----|------------------|
| 1. | 普通螺栓 | 12*50mm | 2 套 | 丝扣完整无锈蚀 | 刘光强 | 2018 年 10 月 22 日 |
| 2. | 钢板 | 3*300mm*400mm | 1 块 | 无孔洞 | 刘光强 | 2018 年 10 月 22 日 |

制表人：刘光强

制表时间：2018 年 10 月 19 日

经检查螺栓和钢板质量符合要求。

2. 加工制作挂载装置



图 10 加工钢材



图 11 开孔



图 12 切割完成



图 13 焊接拼接完成

效果验证：螺栓松紧顺畅，经测试螺栓拧紧力矩符合要求。

(五)、实施五：组装并调试

1. 连接电子部件

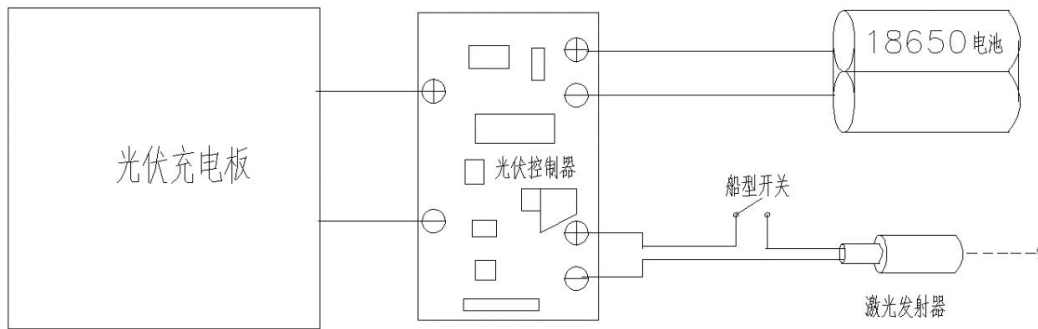


图 14 绘制电路图

制图人：马彦臣

制图时间：2018年10月22日



图 15 焊接电子插口图

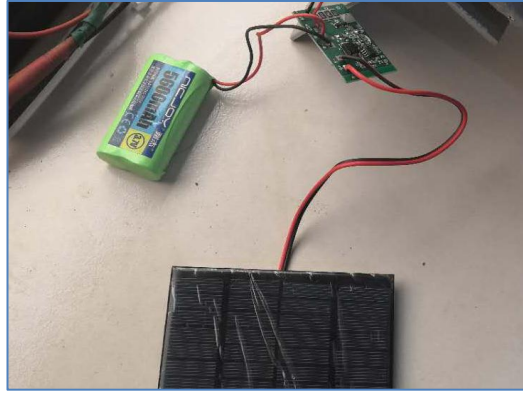


图 16 主要电子件连接完成

2. 激光发射系统和挂载装置组装

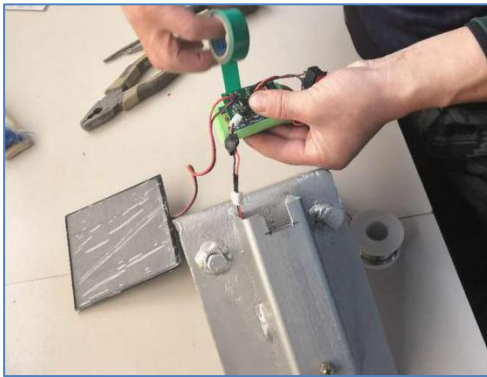


图 17 控制单元与电池组绑定

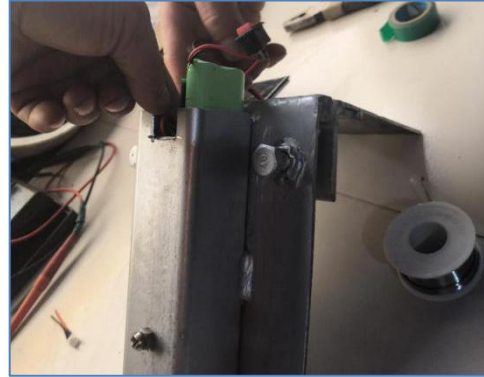


图 18 电子系统并入挂载装置



图 19 组装调试

3. 安装和试运行



图 20 在吊钩座上挂载装置



图 21 紧固螺栓



图 22 空载静止状态试运行

图 23 吊装状态试运行

实施验证：激光线灯工作正常，光感开关工作正常，安装牢固、可靠。质量、安全、管理、成本方面无负面影响，措施有效。

八、效果检查

(一) 目标检查

激光点位置偏差小的目标

我们对已安装新型定位装置的塔机进行了运转过程吊装试验统计，统计激光点位置数据，共 4 个方向 8 个点位分别进行静止和运动状态下的检查，统计结果如表：

表 18 安拆时间统计表

| | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 序号 | 静止状态 | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |
| 偏差 | | 0.15 | 0.19 | 0.16 | 0.14 | 0.13 | 0.16 | 0.18 | 0.15 |
| 序号 | 运动状态 | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. | 16. |
| 偏差 | | 0.46 | 0.44 | 0.58 | 0.59 | 0.45 | 0.56 | 0.51 | 0.55 |

制表人：宋元超

制表时间：2018 年 11 月 30 日

经统计，静止状态最大偏差 0.19m 在 0.3~0.5 之间，运动状态最大偏差 0.59m，均小于 1m 的目标值，目标达成！

(二) 经济效益

该新型激光定位装置成本明细为：激光器 55 元+太阳能电源 35 元+蓄电池 50 元+光感模块 9 元+零星部件、材料 40 元=189 元，10 台塔机全部安装费用为 1800 元，较原有变幅小车安装激光定位装置的方案成本 3300 元减少成本 1500 元，经济效益较好，符合公司《创新工作管理制度》和《工程技术管理规定》中关于技术创新成本控制的相应要求。



图 24 经济效益证明

(三) 社会效益

该新型激光定位装置构造简单，易于安装拆卸维护，节能环保，显著提高了施工现场夜间施工时塔机吊装时的安全性，提高了人员安全创新意识，打造了现场的安全文明施工形象，得到了建设单位和监理单位的好评。

表 19 安拆安全性比较表

| 序号 | 项目 | 名称 | 危险状态 | 检查依据 | 检查结果 |
|----|--------|---------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 安装拆卸安全 | 原激光定位方案 | 需在变幅小车上进行高空作业拆装维护 | 对照《企业风险管控清单》 | 高空作业和高空坠物二级风险 |
| 2 | | 新型定位方案 | 将吊钩放下后在地面进行拆装维护 | 对照《企业风险管控清单》并进行风险评估 | 防止吊钩下落过程中物体打击，属四级风险 |

制表人：马彦臣

制表时间：2018年11月30日

由于激光发射灯位于吊钩上，夜间施工时激光线的始发点就是吊钩位置，激光线始端即为信号提示，经现场实际使用，吊钩位置十分易于观察！

九、标准化

（一）企业施工工法

最终，QC小组成员把这次活动得到的经验运用到实践中去，将塔机吊钩激光定位方法全套技术总结形成了《塔机吊钩激光定位装置施工工法》，并获得集团公司总工批准，编号为：SDDYGF-2018-07，在集团公司范围内推广和使用。

（二）成果固定

小组撰写了技术创新成果《塔机吊装新型激光定位装置》，成果获集团公司2018年度先进成果奖，极大鼓舞了企业员工尤其是项目部员工的创新热情。小组正在将成果积极申报国家实用新型发明专利。



图 25 企业级工法



图 26 企业级技术成果

十、总结和下一步打算

（一）活动的总结

1. 专业技术总结

通过本次活动，我们对原有塔机激光定位装置的安装位置和安装方法进行了改进研发，解决了原有装置在定位和使用性能上的缺陷，在策划、分析、实施过程中，能够以客观事实作为依据，科学分析，充分运用QC活动方法，合理使用统计方法和统计工具。

2. 管理技术总结

此次QC小组活动中，小组成员均学习使用了QC工具解决问题，严格按照QC活动程序分析问题、解决问题，合理分工，各负其责，发挥小组成员各自优势，群策群力，在团队管理和运作方面积累了成功经验。

3. 小组综合素质

通过开展QC小组活动，小组成员在团队意识、改进意识、质量意识、进取精神、工作热情等方面得到了显著提高，综合素质评价表如下。

表 20 小组成员综合素质评价表

| 项目 | 对比 | 自我评价分数 | |
|---------|----|--------|-----|
| | | 活动前 | 活动后 |
| 创新能力 | | 60 | 90 |
| QC知识 | | 66 | 89 |
| 团队精神 | | 66 | 83 |
| 质量意识 | | 79 | 84 |
| 个人能力 | | 80 | 89 |
| 解决问题的信心 | | 68 | 86 |

制表人：马彦臣

制表时间：2018年12月20日

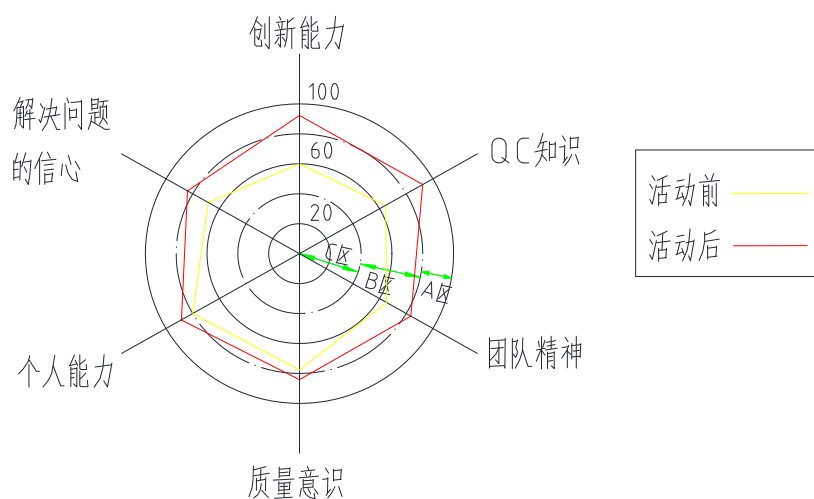


图 27 综合素质评价雷达图

制图人：马彦臣

制图时间：2018年12月20日

(二) 下一步打算

建筑业发展日新月异，除了放眼企业发展依赖的“四新”技术核心，做好日常施工管理工作也是重中之重，这就要求我们不断改进、完善、创新，发挥各个层次的优势，着眼“小、实、活、新”，点滴之处积累企业发展动力。我们QC小组通过分析比较“重要性、紧迫性、难度系数”，确定下一个活动课题为“FS外保温墙板锚栓固定新方法的研发”。