



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

# 建筑起重机械安全管理的对策措施 及安全检查的方式方法

徐艳华

山东省建筑科学研究院  
山东省建筑工程质量监督检验测试中心



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



山东省建筑科学研究院  
山东省建筑工程质量监督检验测试中心

徐艳华

山东省济南市无影山路29号

建筑施工起重机械及其配套件的检测

施工升降机防坠安全器的定期检测

附着升降式脚手架工程检测

高处作业吊篮备案及工程检测



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



## 授课提纲

- 0 前言
- 1 全国事故情况统计
- 2 2016年几起事故案例分析
- 3 安全管理措施
- 4 安装检验常见问题分析





## 0.前言

- 起重机械（塔机、施工升降机）属于特种设备
- 特种设备是指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场（厂）内专用机动车辆，以及法律、行政法规规定适用本法的其他特种设备。-----《特种设备安全法》





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

# 0. 前言

## 特种设备目录（2014年版）

起重机械是指用于垂直升降或者垂直升降并水平移动的机电设备，其范围规定为额定起重量大于或者等于0.5t的升降机；额定起重量大于或者等于3t（或额度起重力矩大于或者等于40t·m塔式起重机，或生产率大于或者等于300t/h的装卸桥），且提升高度大于或者等于2m的起重机；层数大于或者等于2层的机械式停车设备。



## 特种设备目录（2014年版）

代码	种类	类别	品种
4300		塔式起重机	
4310			普通塔式起重机
4320			电站塔式起重机
4400		流动式起重机	
4410			轮胎起重机
4420			履带起重机
4440			集装箱正面吊运起重机
4450			铁路起重机
4800		升降机	
4860			施工升降机
4870			简易升降机



## 0. 前言

随着建筑业的快速发展，塔式起重机、施工升降机等建筑起重机械被广泛使用，特别是在一些高、大型建设工程建筑起重机械发挥着决定性的作用。然而，近年来由于起重机械事故频发，对整个建筑业的发展造成很大负面影响。建筑起重机械安全使用与管理任重而道远。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



## 塔机现行标准

- **GB5144-2006 塔式起重机安全规程**
- **GB/T5031-2008 塔式起重机**
- **GB/T13752-1992 塔式起重机设计规范**
- **JGJ196-2010 建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程**
- **JGJ/T187-2009 塔式起重机混凝土基础工程技术规程**
- **JGJ/T197 混凝土预制拼装塔机基础技术规程**
- **JGJ/T189-2009 《建筑起重机械安全评估技术规程》**
- **DBJ14-064-2010 《建筑施工现场塔式起重机安全性能评估技术规程》**
- **DBJ/T14-098-2013建筑施工现场塔机安装质量检验技术规程**





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

# 1.事故情况统计

近几年全国房屋建筑和市政基础设施工程建筑起重机械事故统计

根据住房和城乡建设部生产安全事故情况通报统计，2011年--2015年全国共发生房屋市政工程生产安全事故2540起、死亡3208人。与建筑施工机械相关的事故共发生了681起，死亡823人，分别占事故总数的**26.8%**和**25.7%**，占比超过了**四分之一**，所占比例很高。



# 1.事故情况统计

2011-2015年建筑施工机械相关事故情况

事故划分	数量	占比%
塔式起重机	392	57.6
施工升降机	114	16.7
物料提升机（井字架与龙门架）	92	13.5
其他机械及机具伤害	72	10.6
吊篮、流动式起重机	11	1.6



# 1. 事故情况统计

2011-2015年与建筑起重机械相关的较大及以上事故情况

年度	较大及以上生产安全事故			较大及以上生产安全事故死亡人数		
	数量	与起重机械相关数量	占比%	数量	与起重机械相关数量	占比%
2011	25	11	44.0	110	40	36.4
2012	29	10	34.5	121	46	38.0
2013	26	9	34.6	108	35	32.4
2014	29	13	44.8	105	39	37.1
2015	22	5	22.7	85	18	21.2
合计	131	48	36.6	529	178	33.6



# 1.事故情况统计

2016年前三季度全国共发生房屋市政工程生产安全较大及以上事故21起、死亡76人。与建筑起重机械相关的事故8起，死亡30人，平均每起伤亡**3.8人**，仅三个季度就已经远远超过2015年的事故数量和死亡人数。这些事故分别占较大及以上事故总数的**38.1%**和**39.5%**，占比也均超过前五年平均占比。





## 2. 我省几起事故情况分析

### 2.1 “5.20”塔机安装过程倾覆坠落事故

2016年5月20日，济南市历城区某施工现场，发生塔式起重机倾覆坠落事故。

该塔机是一台新塔机，生产单位是中联重科股份有限公司。2016年5月20日早晨7点左右，安装人员开始进行塔机安装作业。吊装完成后，汽车吊离开现场。在安装起升绳、准备顶升的过程中，发生事故，致2人死亡、2人受伤。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



## 2. 我省几起事故情况分析

现场情况：现场存留塔身和套架，塔机上部结构与塔身、套架脱离，塔机上部结构坠落于塔身的东南角。

照片1



## 2. 我省几起事故情况分析

塔身南侧两主肢与下转台连接的螺栓和连接套均有损坏，南侧套架上部与下转台两连接耳板均有结构破坏。塔身、套架北侧连接部位未见损坏痕迹。地面的4支螺栓也未见损坏痕迹。由此推断，事故发生前塔身、套架与塔机下转台北侧无有效连接，南侧有连接。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 2. 我省几起事故情况分析



照片4





## 2. 我省几起事故情况分析

事故发生过程：事故塔机已完成主要部件的吊装，汽车吊离开施工现场；此时在平衡重的作用下，塔机上部存在较大的不平衡力矩。当上部不平衡力矩使塔身顶部北侧的连接受压，此时无螺栓连接尚不会造成事故；随着塔机转动，向北的倾覆力矩逐渐减小，当平衡臂转过东西向时，便会产生向南的不平衡力矩，塔身顶部北侧与下转台的连接处由受压逐渐变成受拉，导致南侧连接及构件断裂，塔机上部绕塔身顶部南侧螺栓翻转倾覆。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH





## 2. 我省几起事故情况分析

事故直接原因：塔机塔身、套架与下转台北侧未进行连接。

由于安装人员的疏忽，塔机塔身、套架与下转台北侧未进行连接，在随后的安装过程中，塔机回转、上部不平衡力矩发生变化，塔机塔身北侧受拉无连接而导致南侧结构损坏、塔机上部坠落。





## 2. 我省几起事故情况分析

### 2.2 “5.21”塔机基础地脚螺栓脱扣倾覆倒塌事故

2016年5月21日，山东省威海市临港区金开利大厦工程施工现场，发生塔机安装过程倾覆事故。

该工程计划安装2台塔机，塔机基础已打好约三年（烂尾工程），另一台塔机前期已安装完成。

2016年5月21日，开始事故塔机的安装。汽车吊吊装完塔身、套架、塔顶等垂直部件后，开始吊装平衡臂，然后在平衡臂上吊装了2块平衡重；此时，塔机整机从基础地脚螺栓处脱开、整机倾覆倒塌，事故造成3名施工人员死亡。





## 2. 我省几起事故情况分析

根据使用说明书，该塔机基础地脚螺栓为M39特制螺栓（具体材质及热处理技术要求未明确给出），而从事故现场留存的螺母包装盒上的标志看，是购买的M42的螺母。根据相关标准，M39（粗牙螺纹）螺纹螺距为4.0mm，而M42螺纹螺距为4.5mm。



## 2. 我省几起事故情况分析

从事故现场取样进行地脚螺栓螺母的尺寸及组合承载力检测，从螺纹直径和螺距检测结果判定，该事故塔机地脚螺栓、螺母分别为M39和M42，规格不匹配；组合承载力检测结果，最大保证载荷一组为128.9 KN、另一组仅为83.9 KN；检测破坏型式均为螺纹脱扣，与事故现场情况一致。根据相关标准，即使是4.8级的普通螺纹，其保证载荷也可以达到303KN。



## 2. 我省几起事故情况分析

事故直接原因：安装人员未掌握塔机说明书要求的地脚螺栓规格，错误地使用了M42的螺母与M39的螺栓配套；在紧固螺母的过程中，由于M39的螺栓与M42的螺母螺距相差0.5mm，进而导致了螺纹受损（相当于套丝），但此时在紧固过程中，由于螺距不同，紧固力矩仍然很大，安装人员仍未发现使用的螺母与地脚螺栓不匹配。在平衡臂上吊装了**2块**平衡重后，由于不平衡力矩加大，地脚螺栓脱扣，造成塔机倾覆倒塌。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 关于螺栓的使用

- 高强度摩擦型螺栓副的重复使用应符合JG/T 5057.40的规定。

### A7 关于重复使用

高强度螺栓、螺母，使用后拆卸下再次使用，一般不得超过二次。且拆下的螺栓、螺母必须无任何损伤、变形、滑牙、缺牙、锈蚀、螺纹粗糙度变化较大等现象。否则应禁止再用于受力结构的连接。

- 除非制造商使用说明书中另有规定，回转支承用螺栓只要一拆卸即应更换，并按制造商使用说明书中的要求紧固。





## 2. 我省几起事故情况分析

### 2.3 “7.15” 施工升降机安装过程倾覆坠落事故

2016年7月15日，龙口市东海园区某施工工地，发生施工升降机倾覆坠落事故。

事故升降机上部倾覆坠落，西侧吊笼连同上部导轨架（含11个标准节），从19层楼高度倾翻坠落至地面，造成8人死亡。



## 2. 我省几起事故情况分析

现场情况：升降机西侧吊笼及与之相连的第18层楼以上的导轨架（从地面下数第35~45节共11节标准节）坠落至地面，吊笼及第35节和第36节标准节损坏严重；

坠落分离面在下数第34节和第35节连接处，第34节仍保留在导轨架上，连接部位撕裂。



## 2. 我省几起事故情况分析

事故升降机共计安装45个导轨架标准节，共计搭设附着架6道。第6道附着架以上导轨架悬臂端为9.5节标准节，超出了安装使用说明书规定的最大悬臂高度。

经勘查，第34节、35节标准节仅对角两个连接位置产生明显破坏，另外两对角连接处无任何破坏情况，可据此推断事故工况下此连接面仅对角两支螺栓起连接作用，另外两支螺栓连接已失效。通过勘查坠落至地面的导轨架标准节连接情况，发现相邻标准节仅在对角位置安装了2支螺栓，另外两个连接孔未安装连接螺栓。



## 2. 我省几起事故情况分析

事故直接原因：导轨架标准节安装过程中，连接螺栓数量不够、且螺栓紧固质量不合格。导轨架第35节和第36节标准节连接面由于东侧仅有的1支连接**螺栓脱落**而产生分离趋势，当西侧吊笼上行至第19层楼时，吊笼自重及人员对导轨架中心产生的不平衡力矩完全作用在第6道附墙架上，在超出正常的载荷作用下，附墙架断裂；第36节以上的导轨架及吊笼产生向西的倾覆，不平衡弯矩大大增加，导致第35节标准节失稳变形，第34节和第35节对角连接螺栓处框架撕裂、第34节和第35节标准节分离，吊笼及上部导轨架倾覆坠落。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 2. 我省几起事故情况分析

### 2.4 “8.30”塔机顶升加节倾覆坠落事故

2016年8月30日16时30分左右，临沂市沂水县某工程现场发生一起建筑塔机顶升加节倾覆坠落事故，塔机套架及以上部件倾覆坠落，造成3人死亡。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



## 2. 我省几起事故情况分析

现场情况：塔机顶部3节标准节产生了向西侧的严重失稳变形、东西方向截面尺寸大幅缩小；塔机套架西侧开口位置以下一根主肢发生大于90度的屈曲变形、另一根断裂，套架东侧下部主肢也同时产生了失稳变形；套架滚轮支架断裂、滚轮脱落。



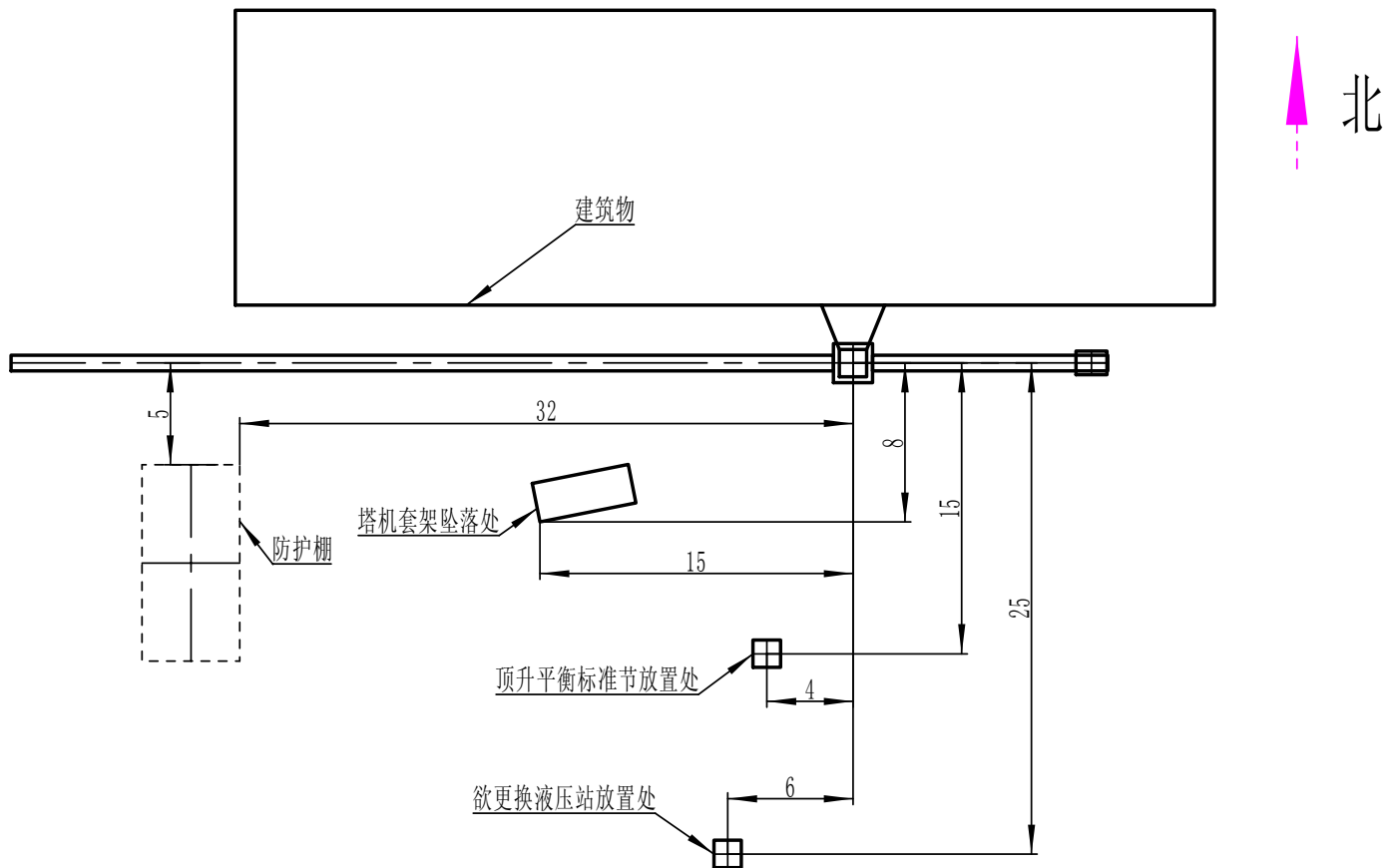
## 2. 我省几起事故情况分析

塔机套架及以上部件从失稳变形的塔身中脱出、坠落；在不平衡力矩的作用下，塔机上部部件向西倾翻、坠落（相当于360度后空翻的高台跳水）；坠落过程中，塔机起重臂首先碰到距离塔身西侧31米左右防护棚，随后继续向东侧滑动后折断；塔机上、下转台及套架最终坠落于塔身西侧偏南15.4米处。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

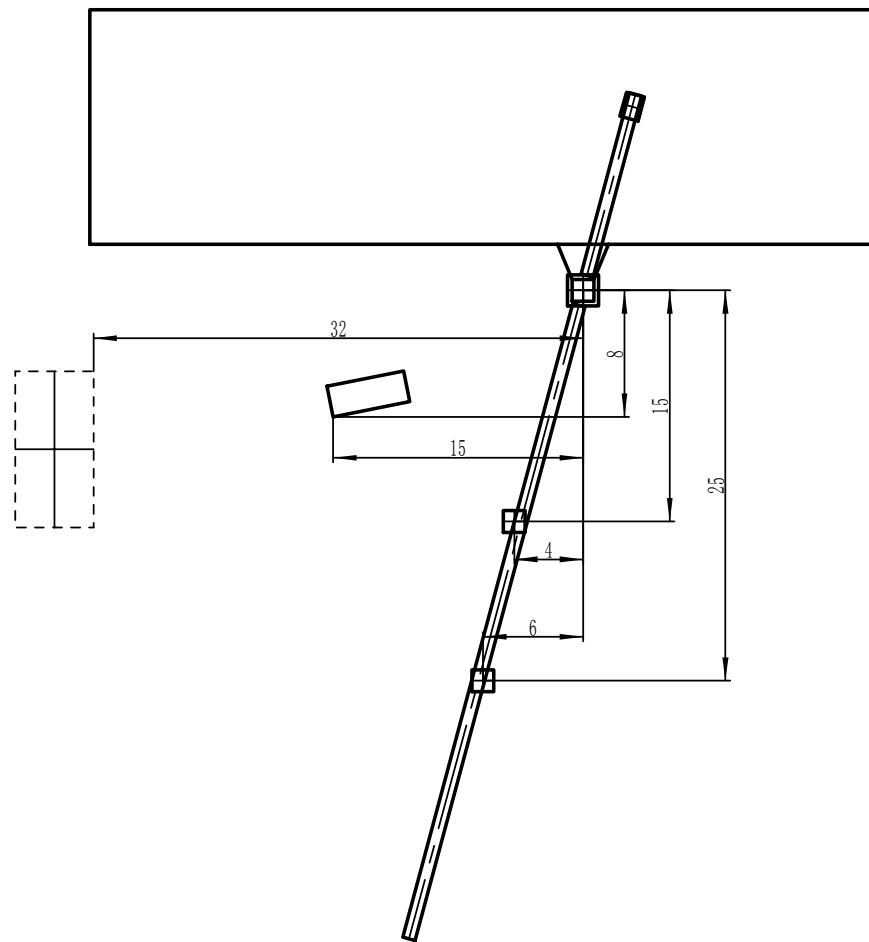






山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

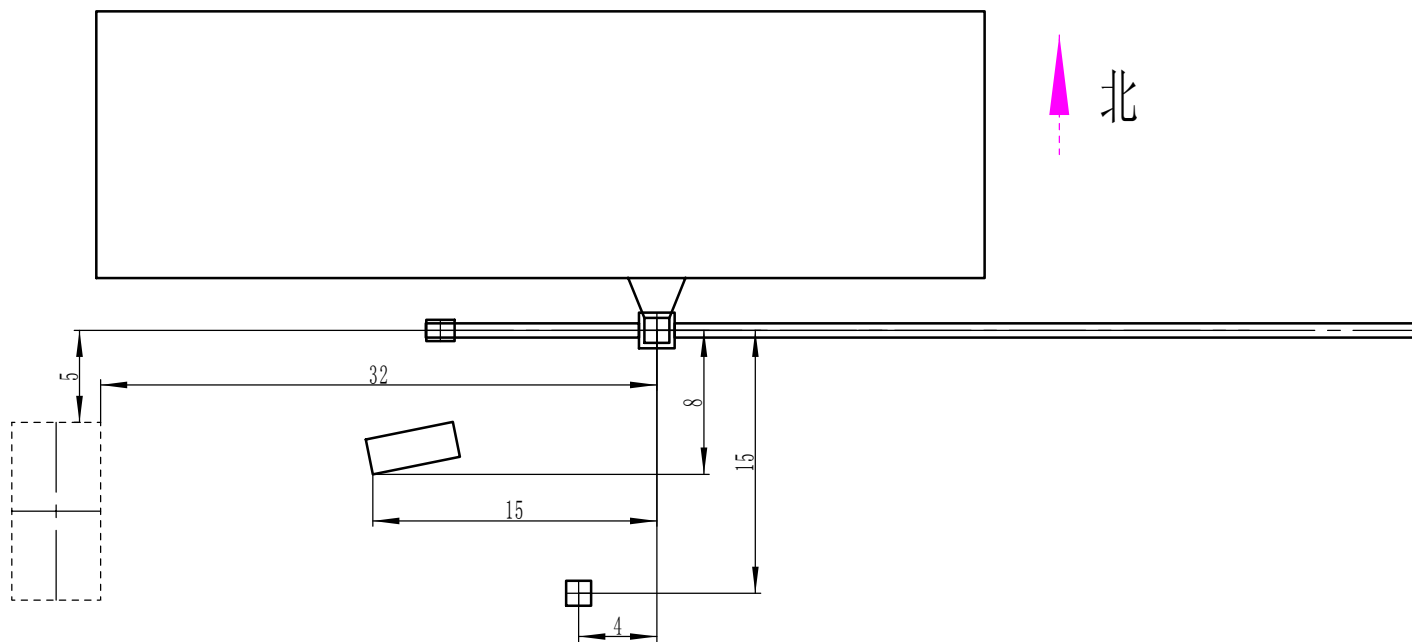
求是 创新 奉献 文明





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明





## 2. 我省几起事故情况分析

事故直接原因：在顶升加节过程中，违反规定进行回转操作。顶升加节过程中，顶升机构的液压站发生故障不能顶升，塔机上部部件仅靠套架支承在塔身顶升爬爪上，塔身在套架内悬空半个标准节；在此安装状态下，塔机相关标准和产品说明书均**严禁塔机回转**，而安装人员和塔机司机违章指挥违规操作塔机回转，现场顶升平衡用标准节已放置在地面（塔机臂架违规旋转 $75^{\circ}$ ），导致塔机上部部件对套架支承点的力矩发生了严重失衡，造成塔机上部部件倾覆坠落。



## 2. 我省几起事故情况分析

### 2.5 起重机械事故间接原因分析

1. 特种作业人员综合素质低，技术水平和安全意识有待提高

分析以上四起事故发生的原因，现场特种作业人员安全意识淡薄、专业知识欠缺，“违章指挥、违规操作”是造成事故发生的主要原因。





## 2. 我省几起事故情况分析

### a. 特种作业人员安全意识培训不到位

起重机械的安装拆卸具有风险高、专业性强的特殊性，每一个安拆环节都有很多涉及到安全的技术要求。

目前起重机械的安装拆卸特种作业人员安全意识淡薄，这与当前起重机械安拆人员速成式的培训模式有一定的关系。特种作业人员普遍存有侥幸心理，认为轻微的违规操作不会发生大的问题，以至于胆子越来越大、把规章制度当儿戏，进而导致事故的发生。

例如，在“8.30”塔机顶升加节倾覆坠落事故中，塔机违规旋转 $45^{\circ}$ 时，未发生倾覆事故（但此时塔机套架结构肯定已经有损伤），进而违规旋转至 $75^{\circ}$ 、甚至达到 $180^{\circ}$ ，最终导致倒塔事故的发生。



## 2. 我省几起事故情况分析

### b. 缺少稳定的起重机械安拆队伍，持证上岗存在漏洞

起重机械安拆队伍目前存在临时搭伙的现象。由于起重机械产权单位、使用单位和安装单位的分离，目前缺少相对稳定的起重机械安拆队伍；甚至是起重机械安装告知里面列出的特种作业人员，并不是真正到现场安拆的人员。建筑行业资格证书挂靠是大家都心知肚明的秘密。



## 2. 我省几起事故情况分析

### c. 起重机械安拆负责人不明确

目前特种作业人员培训及颁发的证书中，均未明确起重机械安拆负责人。

在国家标准和我省编制的地方标准中，对此均有明确的要求。在GB/T 5031-2008《塔式起重机》第10.1.3条，规定了塔机安装人员的职责和基本要求；在第10.1.4条，规定了塔机安装主管的职责和基本要求。



## 2. 我省几起事故情况分析

GB/T 5031-2008 《塔式起重机》关于塔机安装主管的职责

- 塔机安装主管在塔机的整个安装/拆卸、爬升过程中不应离开现场。塔机安装主管除具有塔机安装员的职责外还具有以下职责：
  - 管理所有安装人员和在安装/拆卸过程中可能用到的相关辅助起重设备的操作人员；
  - 提供保证按塔机安装工作计划运行的技术措施；
  - 查证所有安装人员都配备有必要的工具和个人安全保护设备。





## 2. 我省几起事故情况分析

### 关于塔机安装主管的基本要求

- 塔机安装主管除满足塔机安装员的要求外还应满足以下条件：
- 有5年以上塔机或类似设备的安装与拆卸工作经验并接受过安装主管方面的培训；
- 熟悉并拥有该塔机的用户手册；
- 接受过对塔机安装拆卸人员进行管理的培训；
- 能证实安装过程中使用设备的适用性。



## 2. 我省几起事故情况分析

### 2. 行业模式发生变化，安装过程缺少有效的监督

相对于传统的“大建筑”时代（建筑公司即是使用单位，同时还是产权单位和安装单位），当前起重机械产权单位、使用单位和安装单位分离的情况十分常见。这种情况容易导致起重机械责任主体意识模糊、淡薄。另外，由于起重机械的专业特殊性，总包单位、监理单位因专业能力的局限对起重机械的监督检查并不能完全胜任。

总包单位、租赁单位、安装单位以及施工分包单位之间关于起重机械安拆工作交底管理不细致，导致分包单位对现场真实情况掌握甚少。例如，在“7.15”施工升降机安装过程倾覆坠落事故中，安装过程未结束，就进行使用而导致事故发生。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 2. 我省几起事故情况分析

以上是对16年我省建筑工地4起起重机械事故的发生情况及原因分析的介绍。

还有一些其他的原因会导致事故发生，如产品质量缺陷、超载工作、安全装置缺失以及起重设备与障碍物距离过近等等。



## 3.起重机械安全管理措施

### 3.1起重机械安装单位安全管理措施

#### 1. 起重机械专项施工方案的编制

依据《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（住房和城乡建设部建质[2009]87号）的规定，起重机械设备自身的安装、拆卸以及采用起重机械进行安装的工程均属于危险性较大的分部分项工程范围。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



序号	分部分项工程	危险部位及内容
1	土石方开挖工程	开挖深度 <b>3m</b> 及以上的基坑（沟、槽）的土方开挖工程 地质条件和周围环境复杂的基坑（沟、槽）的土方开挖工程
2	基坑支护工程	开挖深度 <b>3m</b> 及以上的基坑（沟、槽）的土方开挖工程 地质条件和周边环境复杂的基坑（沟、槽）支护工程
3	基坑降水工程	需要采取人工降低水位，且开挖深度 <b>3m</b> 及以上的基坑工程 需要采取人工降低水位，且地质条件和周边环境复杂的基坑工程
4	模板工程及支撑体系	工具式模板工程，包括滑模、爬模、飞模、大模板等 搭设高度 <b>5m</b> 及以上的；搭设跨度 <b>10m</b> 及以上的；施工总荷载 <b>10kN/m<sup>2</sup></b> 及以上的；集中线荷载 <b>15kN/m</b> 及以上的；高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无结构可连接的 用于钢结构安装等满堂承重支撑系统工程
5	脚手架工程	高度 <b>24米</b> 以上的落地式钢管脚手架；附着升降脚手架；悬挑式脚手架；高处作业吊篮；自制卸料平台、移动操作平台； 新型及异型脚手架



危险部位及内容

序号	分部分项工程	危险部位及内容
6	起重吊装工程	采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在10kN及以上的起重吊装工程 采用起重机械设备进行安装的工程
7	起重机械设备拆安装工程	塔式起重机、施工升降机、物料提升机的安装、拆卸、顶升
8	拆除工程	建筑物、构筑物拆除工程；采用爆破拆除的工程
9	其他危险性较大的工程	挡土墙工程 地下暗挖、隧道、顶管施工及水下作业工程 人工挖扩孔桩工程 水上桩基工程 建筑幕墙安装工程 预应力结构张拉工程 钢结构及网架工程 索膜结构安装工程 外墙保温工程（消防安全） 临时房屋安装工程 采用新技术、新工艺、新材料，新设备可能影响工程质量和施工安全，尚无技术标准的分部分项工程，以及其他需要编制专项方案的工程



### 3.起重机械安全管理措施

塔机安装/拆卸前应编制专项施工方案，并应包括下列内容：

- ①工程概况；
- ②安装位置平面和立面图；
- ③所选用塔机型号及性能技术参数；
- ④基础和附着装置的设置；
- ⑤爬升概况及附着节点详图；
- ⑥安装/拆卸顺序和安全质量要求；
- ⑦主要安装部件的重量和吊点位置；



## 塔机安装拆卸专项施工方案的编制（续）

- ⑧ 安装/拆卸辅助设备的型号、性能及布置位置；
- ⑨ 电源的设置；
- ⑩ 施工人员配备；
- 11 吊索具和专用工具的配备；
- 12 安装/拆卸工艺流程；
- 13 安全装置的调试；
- 14 重大危险源和安全技术参数；
- 15 应急预案等。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 2. 安装人员的配备

### 指派人员

要求进行吊装作业的组织或个人应指派一个全权代表（以下简称指派人员）全面管理塔机的安装、拆卸、爬升工作。指派人员不应是塔机司机。

### 塔机安装主管

在安装过程中应指定一人作为“安装主管”全过程监管安装工作。

### 塔机安装人员

塔机安装人员负责根据制造商使用说明书安装塔机。



### 3.塔机安拆作业须知

- ① 应有起重机械的安装维护和使用说明书；
- ② 安装人员未完全理解说明书及有关的操作规程之前，不能进行安装作业；
- ③ 整个安装和拆卸作业应按照说明书进行，并且由安装主管人员负责；
- ④ 参与工作的所有人员都具有扎实的操作知识；更换的部件和构件应为合格品；
- ⑤ 起重机械的状态应符合制造商所规定的各种限制。改变任何预定程序或技术参数应经起重机械设计者或工程师的同意。



- 对预制拼装式基础，应进行预制块拼装连接强度、基础连接变形对塔机底架的影响等内容的计算并经塔机生产制造单位认可。（[JGJ/T187-2009](#)中没有涉及）
- JGJ/T197-2010 《混凝土预制拼装塔机基础技术规范》中限制在起重力矩400KN.m以下的塔机使用，也未涉及对预制块拼装连接强度、基础连接变形对塔机底架的影响等内容的计算。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明







#### 4.2.3 预制塔机基础的地基稳定性计算应符合下列规定：

1 当预制塔机基础底面标高接近土坡底或基坑底（图 4.2.3），当  $h'$  不大于 1.0m、 $a'$  不小于 2.0m、 $f_{ak}$  不小于  $130\text{kN/m}^2$  且地基持力层无软弱下卧层时，可不作地基稳定性验算。

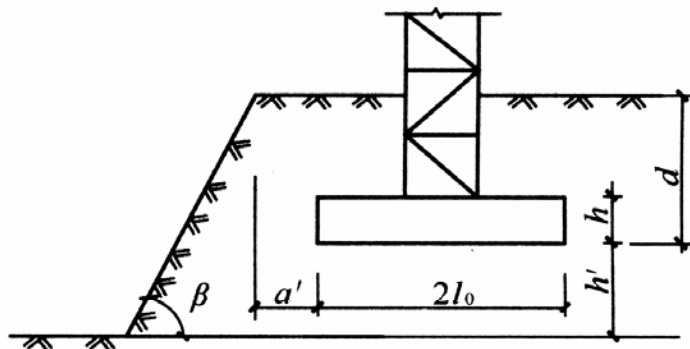


图 4.2.3 基础底面外边缘至坡顶的水平距离示意

$a'$ —基础底面外边缘至坡顶的水平距离； $2l_0$ —垂直于坡顶边缘线的基础底面边长；

$h'$ —基础底面至坡（坑）底的竖向距离； $d$ —基础的埋置深度； $\beta$ —边坡坡角



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

### 3.起重机械安全管理措施

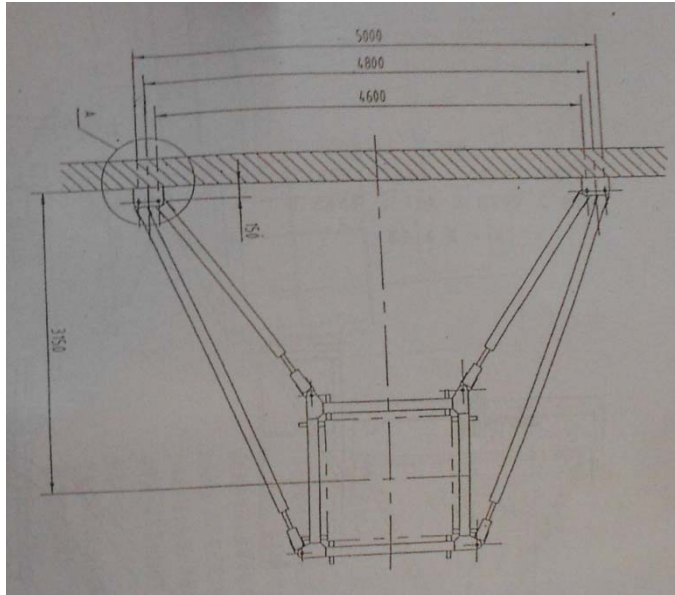
在使用过程中已发现长期使用预制拼装基础的塔机，在底架附近标准节腹杆产生疲劳裂纹，降低了塔机的使用寿命和可靠度。

对于附着距离超过使用说明书安装要求的超长附着方案，施工前需要塔机生产厂家进行方案确认。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明







## 3.起重机械安全管理措施

### 4. 安全技术交底

安装作业，应根据专项施工方案要求实施。安装作业人员应分工明确、职责清楚。安装前应对安装作业人员进行安全技术交底。

- 所有部件在安装前均应进行检查以证实处于良好状态
- 顶升前，塔式起重机下支座与顶升套架应可靠连接；
- 顶升前，应确保顶升横梁搁置正确；
- 顶升前，应将塔式起重机配平；顶升过程中，应确保塔式起重机的平衡；
- 顶升加节的顺序，应符合安装使用说明书的规定；
- 顶升过程中，不应进行起升、回转、变幅等操作；
- 顶升结束后，应将标准节与回转下支座可靠连接；
- 塔式起重机在安装、拆卸作业过程中，绝对不允许只安装或保留一个臂就中断作业。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



## 3.起重机械安全管理措施

### 3.1起重机械安装单位安全管理措施

#### 5.安全防护装置

在安装和拆卸的过程中，有时需断开或短接起重力矩限制器、起重量限制器或运行限位器等安全防护装置的开关，使安全防护装置丧失功能，在起重机被交付使用之前，起重机施工的指派人员应保证所有安全防护装置功能正常。



## 3.起重机械安全管理措施

### 3.2 起重机械使用单位管理措施

1. 使用单位应当建立健全并严格执行以下起重机械规章制度：
  - (1) 安全技术操作规程；
  - (2) 设备管理制度；
  - (3) 日常检查管理制度；
  - (4) 维护保养管理制度；



### 3.起重机械安全管理措施

1. 使用单位应当建立健全并严格执行以下起重机械规章制度（续）：

- (5) 定期报检管理制度；
- (6) 人员培训管理制度；
- (7) 交接班管理制度；
- (8) 事故报告和应急救援管理制度；
- (9) 技术档案管理制度。



## 2. 安全管理机构、安全管理人员

使用单位应当根据情况，设置负责起重机械安全管理的机构或者配备专职、兼职的安全管理人员。

## 3. 使用登记

在起重机械投入使用前或者投入使用后30日内，使用单位应当赴所在地的建筑施工安全管理部门办理使用登记。





#### 4. 班前检查

起重机械每班使用前，使用单位应当对制动器、吊钩、钢丝绳、滑轮、安全保护装置和电气系统等进行检查。发现异常情况，应当在使用前排除，并且做好相应记录。

#### 5. 常规检查和全面检查

使用单位应当对在用起重机械进行定期的自行检查和日常维护保养。至少每月进行一次常规检查，每年进行一次全面检查，必要时进行试验验证，并且做好记录。发现异常情况，应当及时进行处理。



### 3.起重机械安全管理措施

#### 常规检查和全面检查

常规检查至少包括以下内容：

- (1) 起重机械工作性能；
- (2) 安全保护、防护装置有效性；
- (3) 电气线路、液压或者气动的有关部件的泄漏情况及其工作性能；
- (4) 吊钩及其闭锁装置、吊钩螺母及其防松装置；
- (5) 制动器性能及其零件的磨损情况；
- (6) 联轴器运行情况；
- (7) 钢丝绳磨损和绳端的固定情况；
- (8) 链条的磨损、变形、伸长情况。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



### 3.起重机械安全管理措施

全面检查至少包括以下内容：

- (1) 常规检查的内容；
- (2) 金属结构的变形、裂纹、腐蚀及其焊缝、铆钉、螺栓等连接情况；
- (3) 主要零部件的变形、裂纹、磨损等情况；
- (4) 指示装置的可靠性和精度；
- (5) 电气和控制系统的可靠性等。



### 3.起重机械安全管理措施

#### 6. 安全技术档案

使用单位应当建立起重机械安全技术档案。安全技术档案至少包括以下内容：

- (1) 产品出厂文件；
- (2) 施工资料；
- (3) 使用登记证明；
- (4) 日常使用状况记录；
- (5) 日常维护保养和定期自行检查的记录；
- (6) 运行故障和事故记录；
- (7) 历次检验报告。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

### 3.起重机械安全管理措施

#### 7. 事故处理

如果发生起重机械事故，事故发生单位应当立即启动事故应急预案，组织抢救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失，并及时向事故发生地有关部门报告。



## 4. 安装检验常见问题分析

### 4.1 塔机安装质量检验问题分类统计

2015年度，我中心受某大型央企建筑施工公司的委托，先后对公司下属的6个分公司及1个公司直属项目（济南高新万达广场）在用起重机械进行安全检查。

塔机安全检测各分公司出现问题频次分类统计如下。

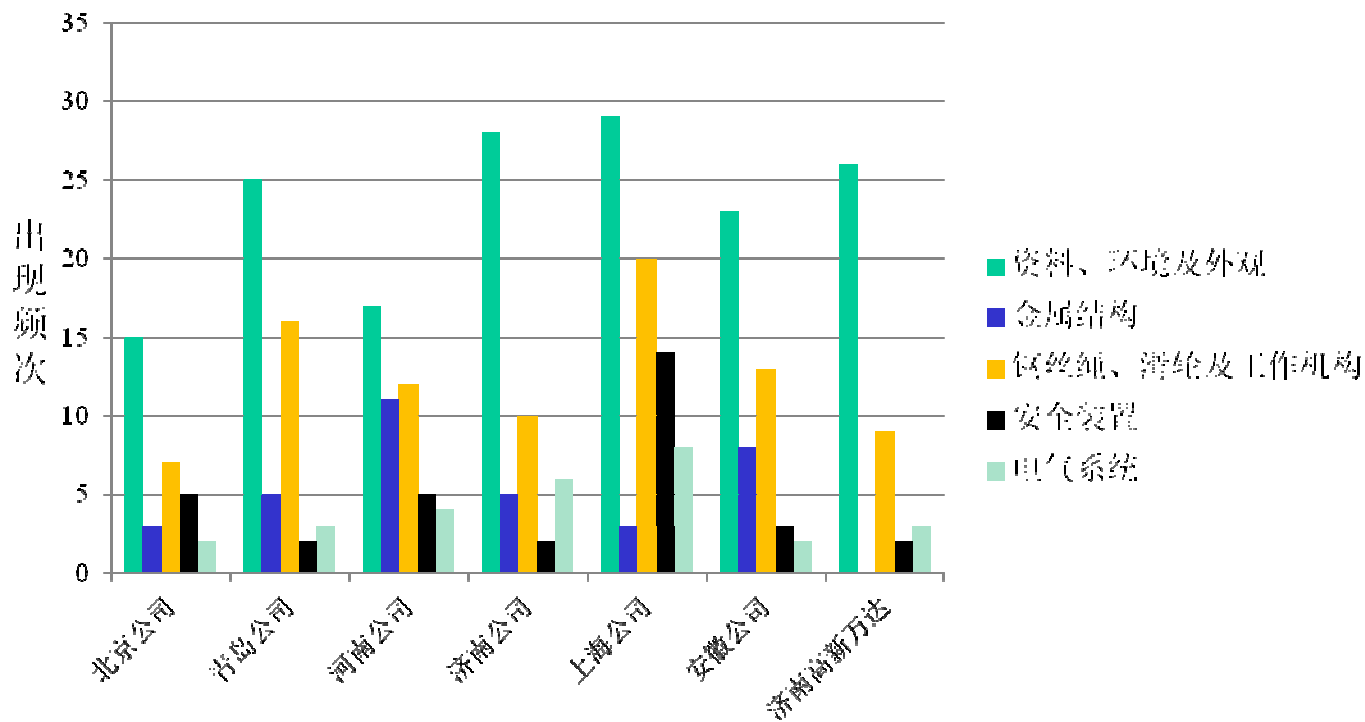


塔机检查问题频次分类统计-2015

	北京公司	青岛公司	河南公司	济南公司	上海公司	安徽公司	济南高新万达	
资料、环境及外观	15	25	17	28	29	23	26	163
金属结构	3	5	11	5	3	8	0	35
钢丝绳、滑轮及工作机构	7	16	12	10	20	13	9	87
安全装置	5	2	5	2	14	3	2	33
电气系统	2	3	4	6	8	2	3	28



塔机检查问题频次分类统计柱形图







## 4.2 塔机安装检验问题分析

### 1 资料、环境及外观

分析统计数据发现，在对施工现场塔机的技术资料、环境及外观的项目检查中最容易出现不合格项。现场技术资料检查内容包括受检塔机的出厂合格证，产权备案证书，产品使用说明书以及由生产厂家出具的相对使用说明书发生变化的安装方案变更资料等。检查中发现的问题包括：

- 出厂合格证、产权备案证书、产品说明书等技术资料不齐全，或者资料内容与受检塔机不一致。
- 塔机采用变臂长使用方案与说明书规定内容不符且未提供设计单位的变更资料。



## 4.2 塔机安装检验问题分析

环境及外观包括塔机基础的设置、塔身标准节安装垂直度、塔机工作半径内有无障碍物、塔身底部产品标牌、司机室操作数据标牌及灭火器、塔顶及臂端障碍灯，塔身直梯、护圈及休息平台设置情况等内容。检查中发现的问题包括：

- 塔机基础无排水设施，积水严重。
- 塔身标准节安装垂直度不满足标准要求。检查过程中有三个分公司出现个别塔机塔身标准节未附着状态下垂直度超过4‰的情况，最严重的一台垂直度超过8‰，存在重大安全隐患。



## 4.2 塔机安装检验问题分析

### 环境及外观检查存在问题（续）

- 塔身底部未见符合标准要求的产品标牌，司机室无常用操作数据标牌，无符合要求的灭火器。
- 塔机起升高度大于30m时，塔顶及臂架端部无障碍灯或者个别障碍灯缺失。
- 拼装式塔身的可拆卸直梯与塔身固定连接的长轴用螺纹钢代替，或者直接用铁丝捆扎连接。
- 塔身休息平台未按规定使用螺栓与塔身可靠连接，而是用铁丝捆扎；相邻塔身休息平台设置间距不满足标准要求。



## 2 金属结构

塔机金属结构检查主要涉及塔身、转台、塔顶及臂架等主要结构件的变形、磨损情况，结构件母材和焊缝有无裂纹，以及结构件使用螺栓、销轴等连接质量。金属结构检查时发现以下问题。

- 个别塔机塔身标准节不同批次混用，从表面新旧程度及个别位置构造情况可以确定标准节非同一批次产品。标准节的选用应保证与设计图样、材质相同，同属于原生产单位制造的产品，且在规定的有效使用年限内。
- 标准节及起重臂个别腹杆产生塑性变形。
- 起重臂水平腹杆端部与主肢连接焊缝开焊。





## 4.2 塔机安装检验问题分析

### 金属结构检查存在问题（续）

- 塔身高强螺栓防松措施不可靠，销轴连接时水平销轴与连接立销配合不当，水平销轴发生回退。
- 用于销轴轴端止退的开口销使用不规范，单边开口或锈蚀损坏。



图 4.1-1



## 4.2 塔机安装检验问题分析

### 3 钢丝绳、滑轮及工作机构

塔机钢丝绳、滑轮及工作机构的安全检查时发现的问题频次占据了统计数据的第二位。钢丝绳、滑轮应工作良好，钢丝绳绳端固定应牢固可靠。

检查时发现的问题如下。

- 起升钢丝绳断丝严重、个别断股，已达到报废标准仍在使用的。个别塔机起升钢丝绳发现断丝，尚未达到报废标准，需密切监控使用。



## 4.2 塔机安装检验问题分析

### 3 钢丝绳、滑轮及工作机构（续）

- 起重臂端部起升绳绳端使用楔块固定时绕绳方法错误。国家标准GB/T5973《钢丝绳用楔形接头》规定楔块固定时钢丝绳受力端应与楔块的受力方向保持一致，如图4.1-2所示。
- 钢丝绳绳端使用绳夹固定，绳夹数量少于标准要求，个别绳夹安装方向错误。钢丝绳绳径不大于18mm时，使用绳夹数量应不少于3个，绳夹间距等于6~7倍绳径。绳夹夹座应扣在钢丝绳的工作段，U型螺栓扣在钢丝绳尾端，不得正反交错布置。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

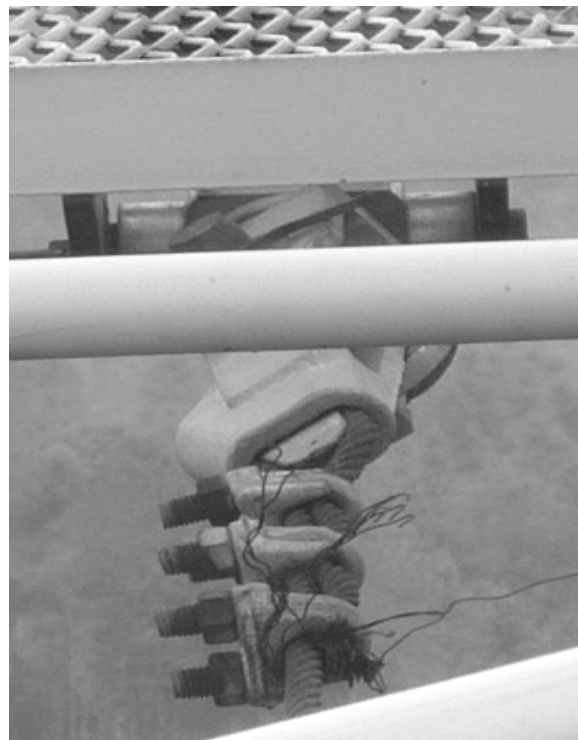


图4.1-3 楔块固定穿绳方法错误



图4.1-2楔块固定穿绳方法正确





### 3 钢丝绳、滑轮及工作机构（续）

- 滑轮无防脱绳装置，或者防脱绳装置设置与滑轮轮缘间隙过大，防脱功能不可靠，如图4.1-4所示。
- 个别滑轮轴承磨损严重，转动不可靠。
- 起升卷筒无防脱绳装置，或者防脱绳装置与卷筒轮缘间隙过大，不起作用。如图4.1-5所示。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



图4.1-4 起升滑轮组无防脱装置

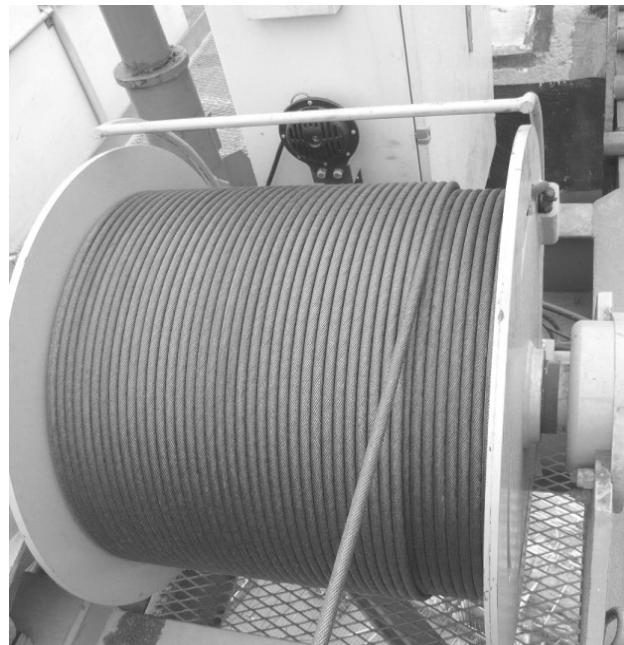


图4.1-5 卷筒防脱装置间隙过大



## 4 安全装置

安全装置的设置对塔机正常安全运行提供了强有力的保障，对塔机安全装置的检查尤为重要。

### 1) 力矩限制器

力矩限制器是保证塔机安全运行最有效的安全装置。检查时发现存在以下问题。

- 力矩限制器行程开关与触发元件之间间隙过大，起重力矩超过110%额定力矩时，行程开关无法切断吊钩起升和小车增幅方向的电源。
- 如图4.1-6所示，弓板式力矩限制器变形严重，导致行程开关无法与触发元件匹配，塔机超载后无法自动制停危险方向的动作。





- 拉杆-拉环式力矩限制器拉杆端部固定不牢固，如图4.1-7所示，塔帽主弦杆受载产生的变形不能正确传递给设置了行程开关的拉环，导致限制器无法控制塔机受载力矩的大小。
- 力矩限制器设置行程开关数量不满足标准要求。力矩限制器应分别设置行程开关采取定幅变码及定码变幅对起重力矩进行调整，以保证力矩限制器在各个起重幅度内动作精确可靠。此外，还需分别设置行程开关实现起重力矩达到90%额定力矩时发出预警信号以及当起重力矩达到80%额定力矩时将小车变幅速度转换为低速挡前行。实际检测发现，部分力矩限制仅设置了2个行程开关，显然无法实现上述功能。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



图4.1-6 弓板式力矩限制器  
变形严重

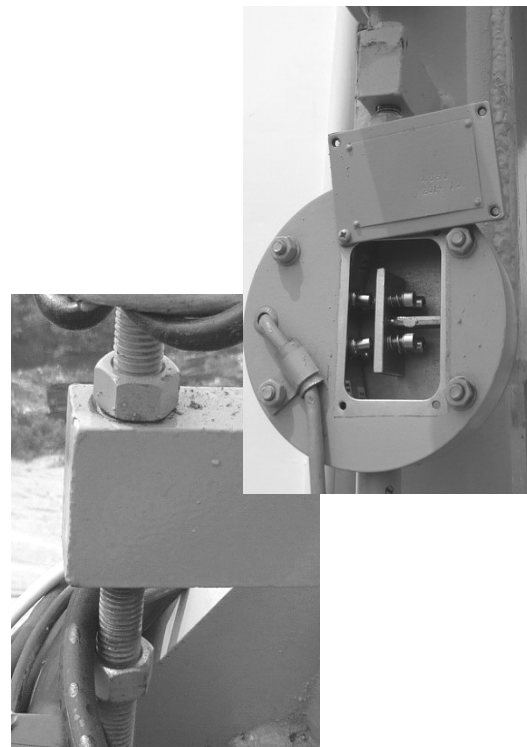


图4.1-7 拉杆-拉环式限制器端部  
固定不牢固

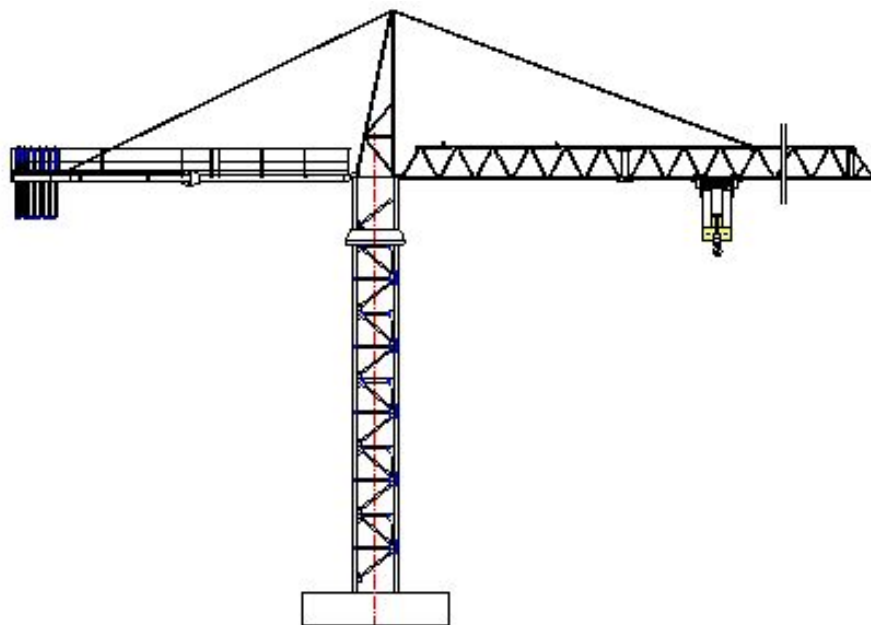






山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



## QTZ80(5610)

定幅变码

**56m 1000kg~1100kg** 力矩限制开关动作，吊钩无法起升，变幅小车无法增幅运行；

定码变幅

**3000kg 25~27.5m** 力矩限制开关动作，吊钩无法起升，变幅小车无法增幅运行；



## 4.2 塔机安装检验问题分析

### 2) 行程限位

行程限位检查时，个别塔机起重臂端部变幅小车止挡装置缺失。变幅小车的行程限位包括应设置小车行程限位开关及终端缓冲装置，小车缓冲止挡装置是当限位开关失效后防止小车冲出臂架端部的最后一道防线，应保证此机械止挡装置及缓冲块工作可靠。



图4.1-8





### 3) 顶升防脱装置

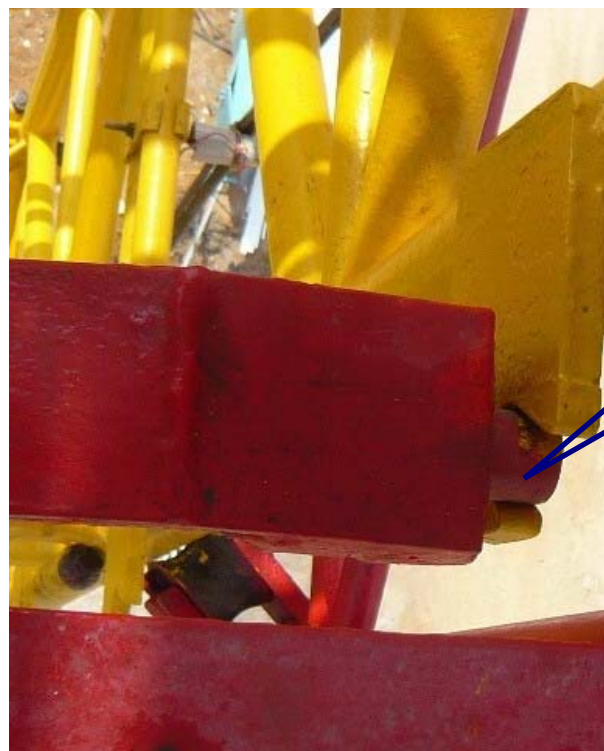
部分塔机未设置塔身顶升防脱装置。个别塔机生产厂家配置了顶升防脱销轴，现场检查时未见此防脱销轴。

塔机的安装、爬升与拆卸是关系到安全的关键工况。国家标准GB/T5031-2008新增加了“安装与爬升”章节内容，用于指导塔机安装、爬升时安全规范地进行作业，同时标准还规定“自升式塔机应具有防止塔身在正常加节、降节作业时，顶升横梁从塔身支承中自行脱出的功能”。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明



无防脱  
功能

图4.1-9





图4.1-10



## 5 电气系统

电气系统检查时发现以下问题。

- 塔机底部金属结构无接地措施。为防止发生雷击，塔机主体结构通常在塔身底部设置对角接地装置实现可靠接地。
- 地面专用开关箱无接地措施，开关箱另接其他用电设备。
- 塔机电气箱内保护零线未正确压接。
- 司机室控制台启动按钮短接，起升及变幅电路无零位保护。



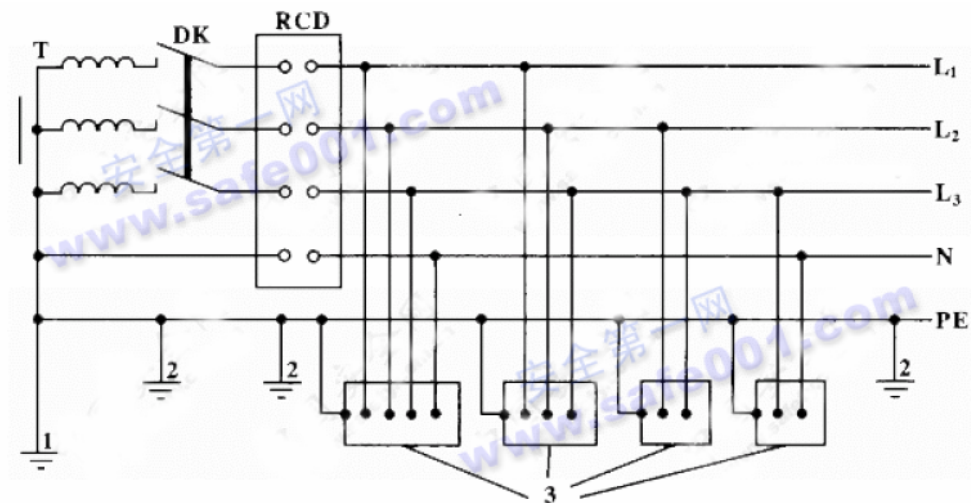


图 5.1.1 专用变压器供电时 TN-S 接零保护系统示意

1—工作接地；2—PE 线重复接地；3—电气设备金属外壳（正常不带电的外露可导电部分）；  
T—变压器





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 接地与防雷



角钢接地体



基础对角接地





## 起重设备日常检查注意事项

1. 定期检测标准节垂直度，并进行详细记录。影响塔机塔身标准节垂直度的因素主要有基础的沉降、标准节局部变形、标准节连接松动及附着装置张拉程度大小等。当塔身垂直度超差时，应分析以上影响因素，采取针对性纠偏措施。
2. 塔机的日常检查注意开口销、障碍灯、电气安全开关等易损件是否缺失损坏。
3. 对于起升钢丝绳、滑轮及变幅小车车轮等工作中处于长期磨损的构件，应定期检查其磨损情况。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 起重设备日常检查注意事项（续）

4. 出厂年限较长的塔机5年以上，应关注塔身标准节连接部位、塔顶与转台连接耳板、起重臂拉杆耳板等承受交变应力构件的疲劳损坏情况。
5. 群塔作业，应防止塔机之间发生碰撞。
6. 升降机日常检查注意标准节高强螺栓防松及上限位。上极限触发装置固定是否可靠。
7. 升降机日常检查应保证地面围栏门、吊笼进料门及出料门机械锁止及安全开关工作可靠。





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

## 结语

塔机、升降机属于建筑施工中的高危特种设备，现场相关人员应认真学习《规程》的内容，提高塔机、升降机日常管理工作质量，降低起重机械带病工作的风险。



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

致谢!



山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明





山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明







山东省建筑科学研究院  
SHANDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

求是 创新 奉献 文明

