

# 近期塔机事故案例分析

---克服习惯性违章减少安全事故



**汇报人：冯功斌**

研究员

起重机械检验师

注册安全工程师

# 目录

CONTENT

01 概述

02 塔机升降作业过程及倒塔原因

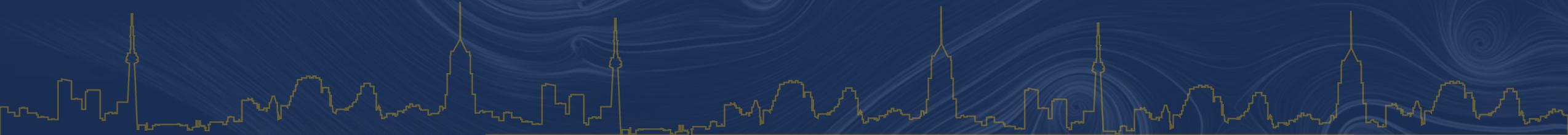
03 我省近期塔机事故案例分析

04 升降作业安全要求

05 克服习惯性违章

01

概述

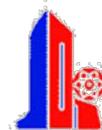


塔式起重机的安装、拆卸与升降作业（加节、降节）是塔机使用过程中比较危险的工况。作业时一般有4人以上在高空作业，地面还有辅助作业人员，一旦发生事故，常常会导致设备报废并伴有人员伤亡，事故的性质一般为较大事故。

这类事故发生后，很容易造成重大的经济损失及社会影响。控制好塔机的升降作业，对减少事故的发生、保障作业人员的人身安全具有重要的意义。

## ➤ 事故的代价（杨教授总结）：

- 1、财产价值损失。0—几千万
- 2、事故现场抢救与清理费用。0—几千万
- 3、事故罚款。20-2000万
- 4、死亡赔偿费用以及丧葬、抚恤、补助、医疗费用。150万/人
- 5、工期耽误的损失。人工费=450万元 租赁费=75万元
- 6、企业资质被吊销或被限制升级、增项损失。
- 7、安全生产许可证被暂扣或吊销造成的损失。
- 8、工程投标损失。
- 9、企业商誉损失。（其他工程受牵连，停工、检查）



古人说过:人类有三种学习方式:

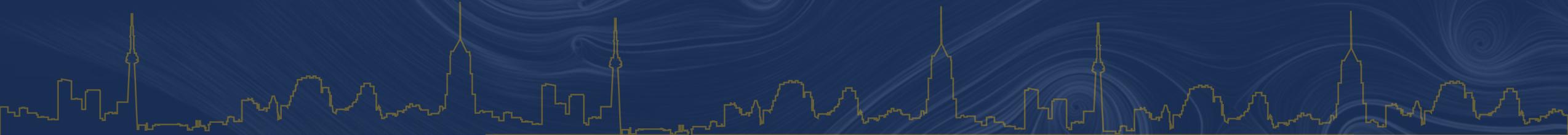
第一种是通过沉思 (研究) , 这是最高贵的;

第二种是通过模仿 (学习) , 这是最容易的;

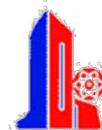
第三种是通过经历 (教训总结) , 这是最痛苦的。

02

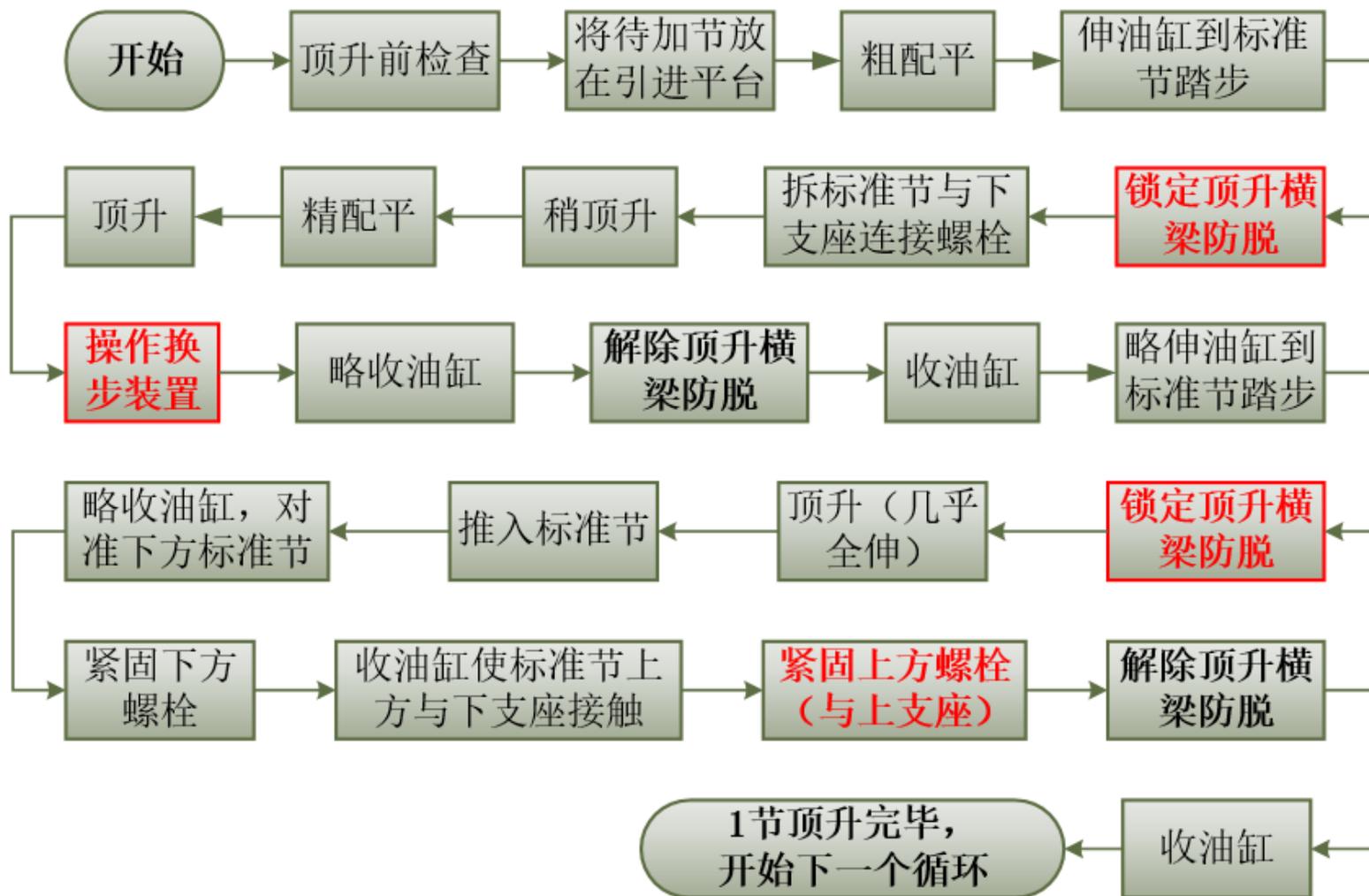
塔机升降作业过程



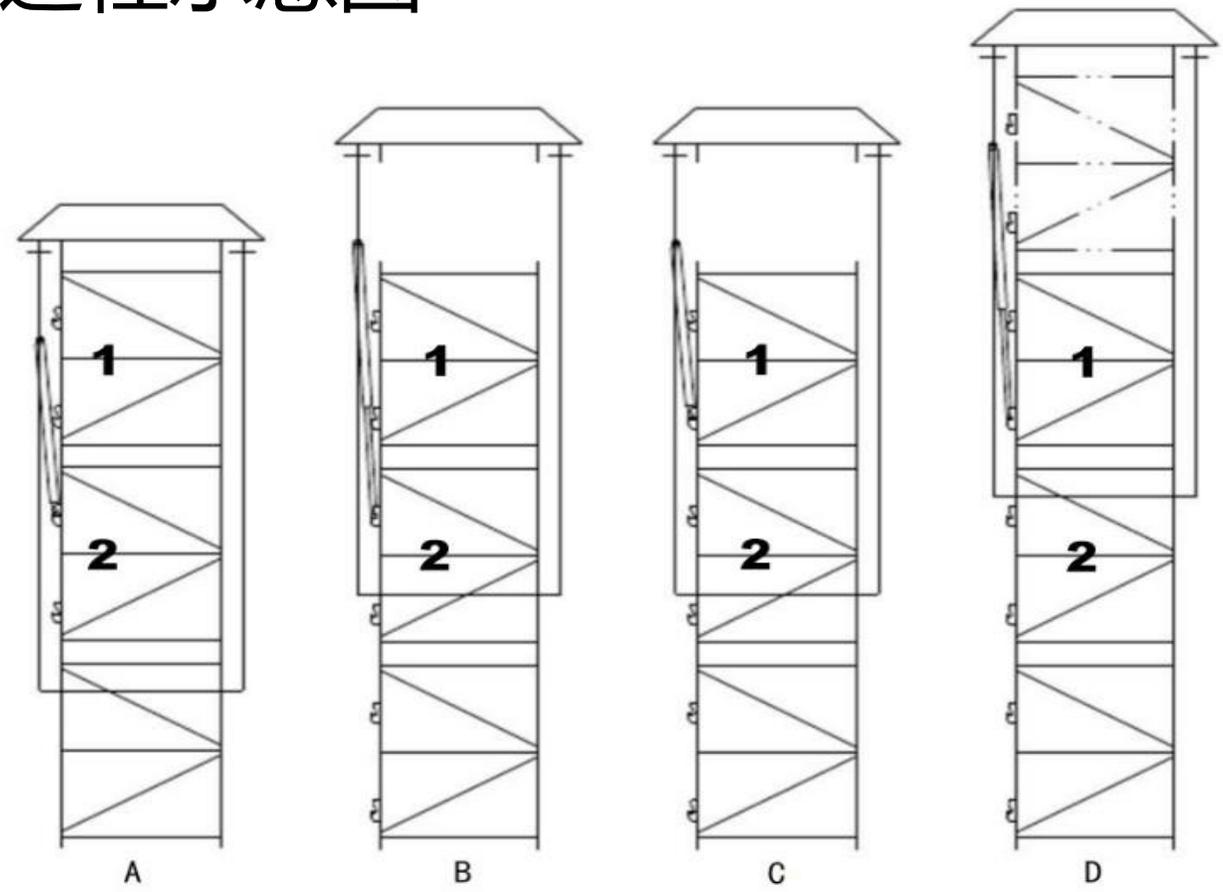
# 02塔机升降作业过程及倒塔原因



## 一、顶升过程工序简介（只针对2顶升1节）



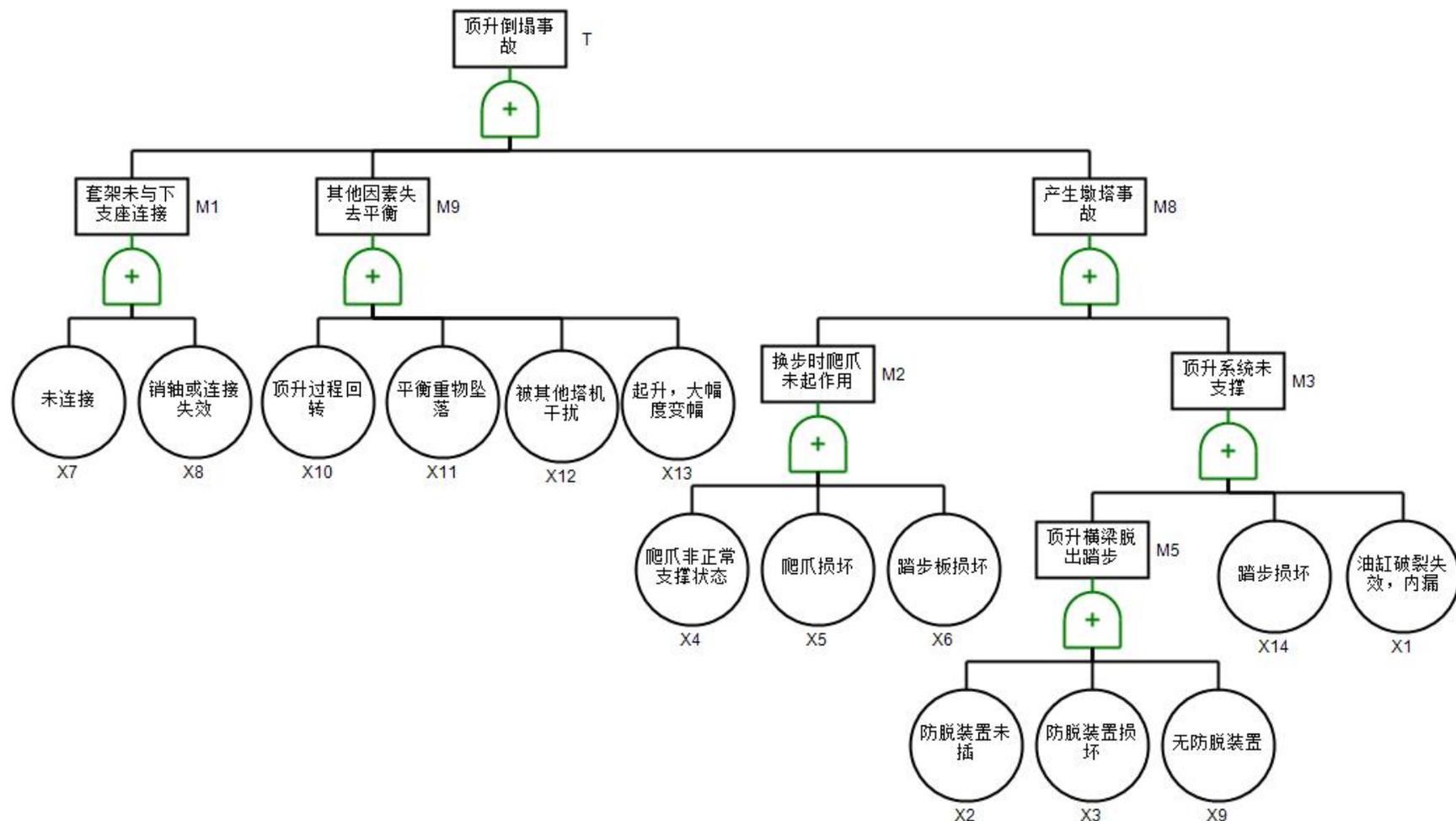
## 二、顶升过程示意图



顶升开始及过程中油缸顶升横梁与标准节踏步承受上部重量，换步时，套架的顶升爬爪（支撑装置）与标准节踏步承受上部重量

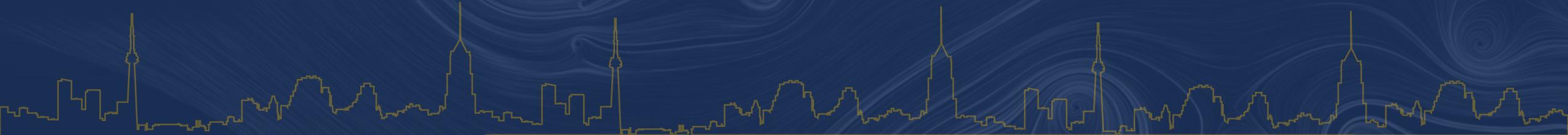


## 三、顶升过程塔机倒塌事故树



# 03

## 近期事故案例



### ➤ 事故案例1

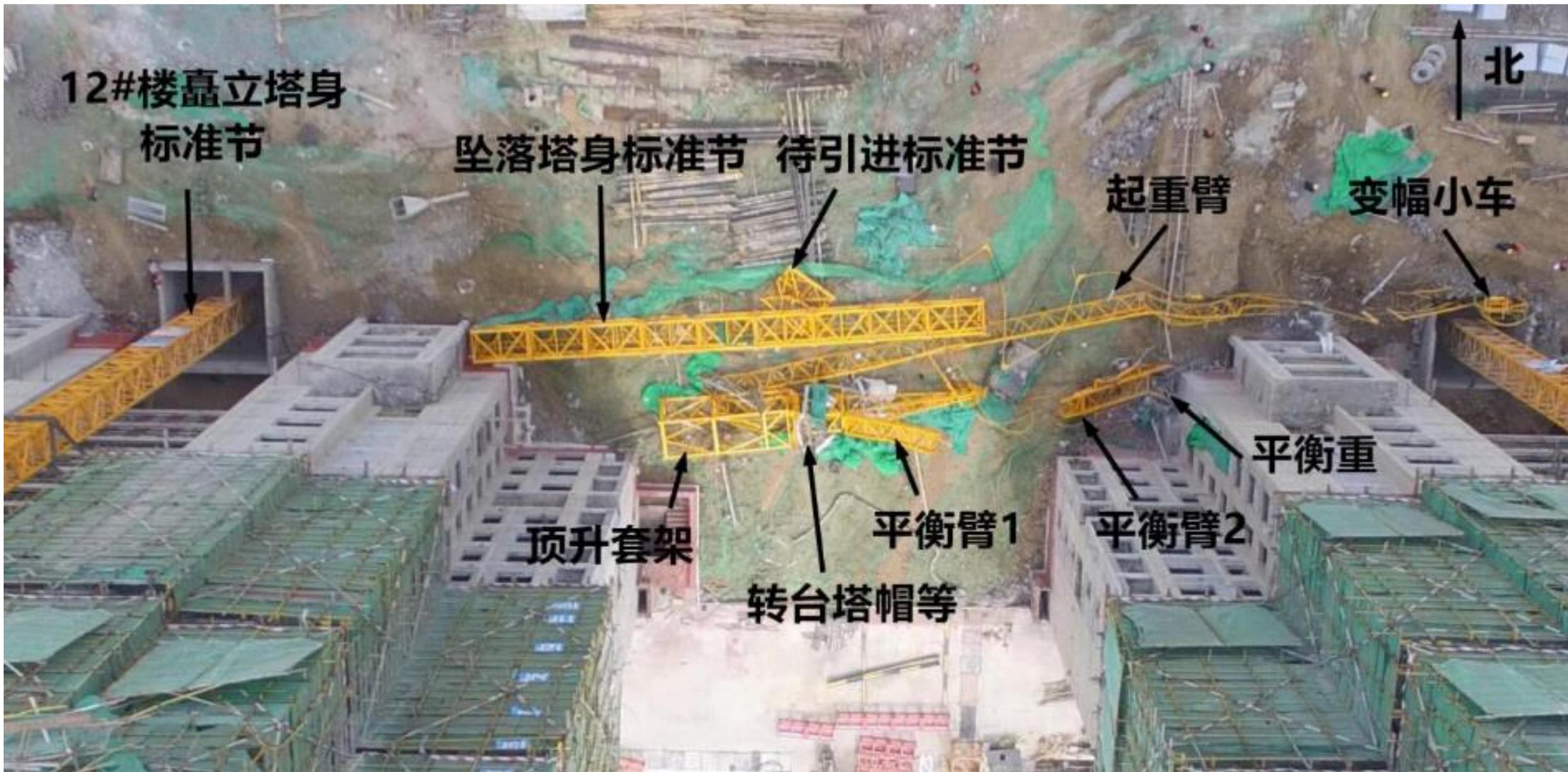
- 时间：2020-10-05
- 地点：日照莒县
- 人数：4人
- 事故工况：顶升
- 主要原因：顶升时，换步装置未正确可靠支撑在标准节踏步上（一边未放，一边挤住），墩塔

### ➤ 事故案例1

□ 事故概况：在进行顶升作业时，塔吊发生倒塌。正在顶升作业的3名作业人员和1名塔吊司机坠落造成重伤，4人送医院抢救无效先后死亡。

### □ 总体情况

塔机的上部分结构已倾覆坠落至地面，剩余矗立塔身共23个标准节，其余部件坠落在塔机东侧，为9节标准节、1节待引进标准节、顶升套架、上下转台、塔帽、起重臂、平衡臂等塔机的上部分部件。









换步使用的踏步损坏情况1（最上1节下）



换步使用的踏步损坏情况2（最上1节下）



换步损坏踏步的相对侧情况（最上1节下）



换步损坏爬爪的情况



换步完好爬爪情况

### ➤ 事故案例1

根据监控视频及勘察结果，事故过程分析如下：

塔机在事故当天的作业内容为顶升5个标准节。6时56分左右，由塔机司机操作塔机，吊起事故塔机西侧的1个标准节回转 to 东侧（指塔机起重臂所指方向），放在地面。7时15分2秒第1节标准节离地，7时19分29秒第2节标准节离地。根据顶升原理及过程，此节作为第一次顶升的配平重量。作业至8时3分58秒第5节标准节离地（此时地面上已无标准节），8时18分28秒吊钩落下，进行第5节顶升标准的配平。安装人员将顶升横梁两侧轴头放入上数第2节标准节（下数第31节标准节）上端踏步半圆弧内，进行顶升作业。当顶升爬爪越过上数第1节标准节（下数第32节标准节）下端踏步位置后，在南侧顶升爬爪挤在踏步上方，呈非正常、不稳定平衡状态（未正常搭接，仅爬爪前端边缘与踏步接触，而非底面接触）、北侧顶升爬爪未搭在标准节踏步上的情况下，即收缩顶升油缸进行换步操作。

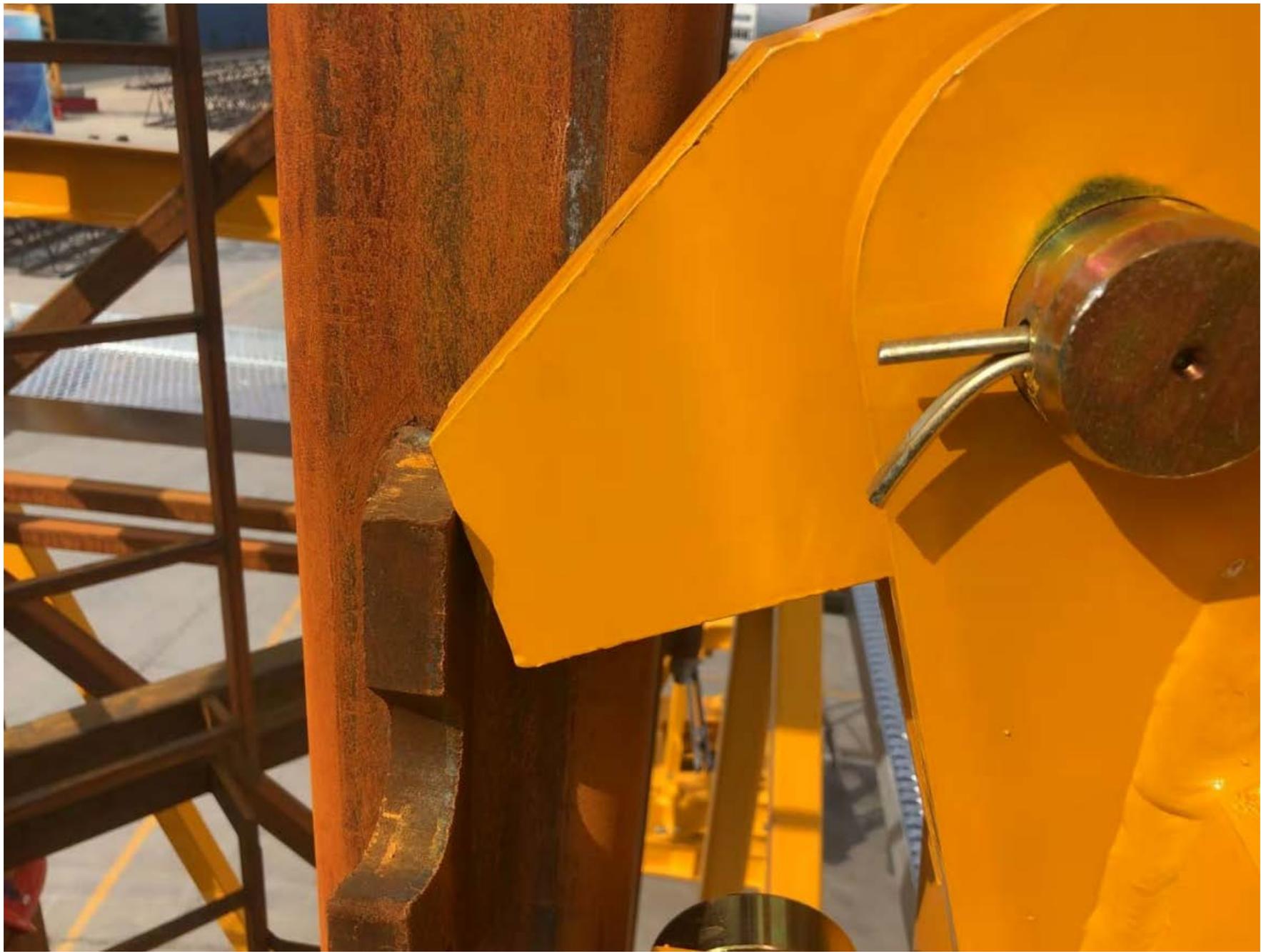
### ➤ 事故案例1

在顶升油缸收缩过程中，顶升横梁两侧轴头脱出标准节踏步半圆弧后，塔机上部重量仅由非正常接触的南侧爬爪与标准节踏步承担。由于南侧非正常接触的顶升爬爪与踏步无法承受顶升套架连同上部部件的重量（约33吨），顶升爬爪将标准节踏步挤压变形，从踏步外侧面发生滑脱，塔机顶升套架连同上部部件失去有效支撑，顶升套架连同上部部件瞬间下坠，塔机下支座撞击已顶升标准节的上表面，造成墩塔，产生冲击，导致平衡臂弯曲，平衡臂侧后倾力矩减小，起重臂侧前倾力矩超过平衡臂侧后倾力矩，起重臂下坠，塔身自第三道附着装置上侧标准节连接处断裂，起重臂、顶升套架、塔帽、平衡臂、断裂塔身等零部件相继坠落在塔机东侧，3名安装工及塔机司机先后从高空坠落。

### ➤ 事故案例1

根据勘查分析，本起事故的直接原因为：

安装人员在顶升加节换步操作过程中，违章操作，未确认顶升套架两个顶升爬爪均可靠搭在标准节顶升踏步上，在北侧爬爪未搭在踏步上，南侧爬爪侧面挤在踏步边楞上的状态下，进行收油缸操作。造成南侧爬爪压溃踏步顶面，从其侧面滑脱，导致顶升套架及以上部件失去有效支撑而快速下坠，下支座撞击标准节顶部，产生冲击力（墩塔），顶升套架及以上部件失去平衡，塔机倾覆。



### ➤ 事故案例2

- 时间：2020-08-30
- 地点：菏泽牡丹区
- 人数：3人
- 事故工况：顶升
- 主要原因：未锁定顶升横梁防脱装置（无顶升横梁防脱），卡滞后，顶升横梁脱出，墩塔，伪造设备手续，自行改造

### ➤ 事故案例2

□ 事故概况：2020年8月30日，5#楼塔式起重机（以下简称塔机）顶升作业过程中发生倒塌，撞击到其西侧4#楼塔机起重臂，使4#楼塔机起重臂坠落。事故造成3名作业人员从5#楼塔机坠落死亡。

#### □ 总体情况

5#楼塔机的上部分已倾覆坠落至地面，剩余矗立塔身共19个标准节，其余部件坠落在塔机西侧偏南约20度方向，分为两大部分，一部分为10节标准节，一部分为6节标准

### ➤ 事故案例2

节、顶升套架、上下转台、塔顶、起重臂、平衡臂等塔机的上部分部件。

矗立的塔身可见2道黑颜色附着，已损坏，在建筑物上可见两道附着，也均已严重损坏。

4#楼塔机整体未倾覆，起重臂仅剩1节，塔身部分整体明显变形，根据平衡臂的指向，起重臂指向北偏东约36度方向。



西向

4#楼塔机

5#楼塔机

监控1

4#楼塔机起重臂

监控2

5#楼塔机塔身

5#楼塔机最后未引进标准节

5#楼塔机起重臂







### ➤ 事故案例2

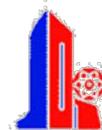
事故发生经过：

最后一个标准节离地到达塔机最高处后，作业人员将该标准节放在了引进梁上，开始操作油缸进行顶升作业，此时顶升横梁轴蹬在上数第2标准节（即第2已顶升节）的上踏步上，当油缸伸出约1.1m时（若第一步顶到位，油缸伸出要略大于1.4m），由于大部分套架滚轮不转动等因素，造成套架卡滞，不能继续顶升，作业人员违章操作，未确认顶升横梁可靠搁置在标准节踏步的情况下，操作顶升油缸升降进行调整，因该节标准节踏步无顶升横梁防脱销孔，造成顶升横梁脱离标准节踏步，整个顶升套架连同塔机上半部

### ➤ 事故案例2

事故发生经过:

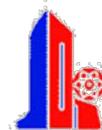
分处于无支撑状态, 在液压系统工作时产生的振动及其他冲击等因素的影响下, 卡滞作用力消失, 顶升套架及塔机上部分结构突然下坠, 使下支座与套架内的第3已引进节产生剧烈撞击, 并产生巨大的冲击, 平衡臂拉杆从塔帽顶拉脱, 在自重作用下, 平衡臂砸向塔身标准节, 同时平衡重脱落, 产生向前的不平衡力矩, 接连将第4、3道附着架破坏后, 塔身标准节从第2道附着以上断裂, 断裂部分向西侧倾覆, 位于其西侧的4#楼塔机起重臂在5#楼塔机的倾覆范围内, 被5#楼塔机将起重臂砸脱落, 其他部分不同程度受损变形, 扩大了损失。



### ➤ 事故案例2

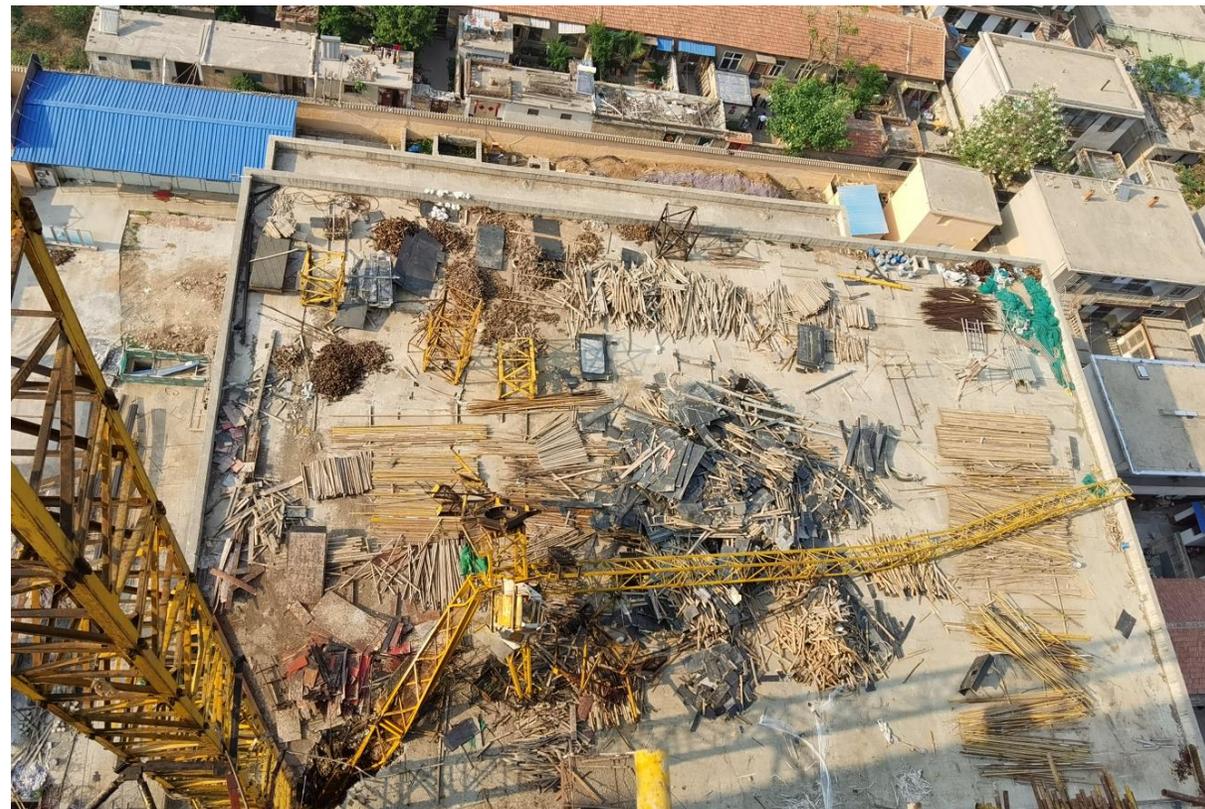
事故发生的直接原因：

塔机在顶升加节作业过程中，作业人员疲劳作业，在顶升套架意外卡滞时，违章操作，未确认顶升横梁可靠搁置在标准节踏步上，升降顶升油缸，因该节标准节踏步无顶升防脱销孔，导致顶升横梁脱出标准节踏步，造成墩塔，冲击力使平衡臂拉杆连接失效，平衡臂下坠、平衡重脱落，产生向前的不平衡力矩，塔机向前倾覆。

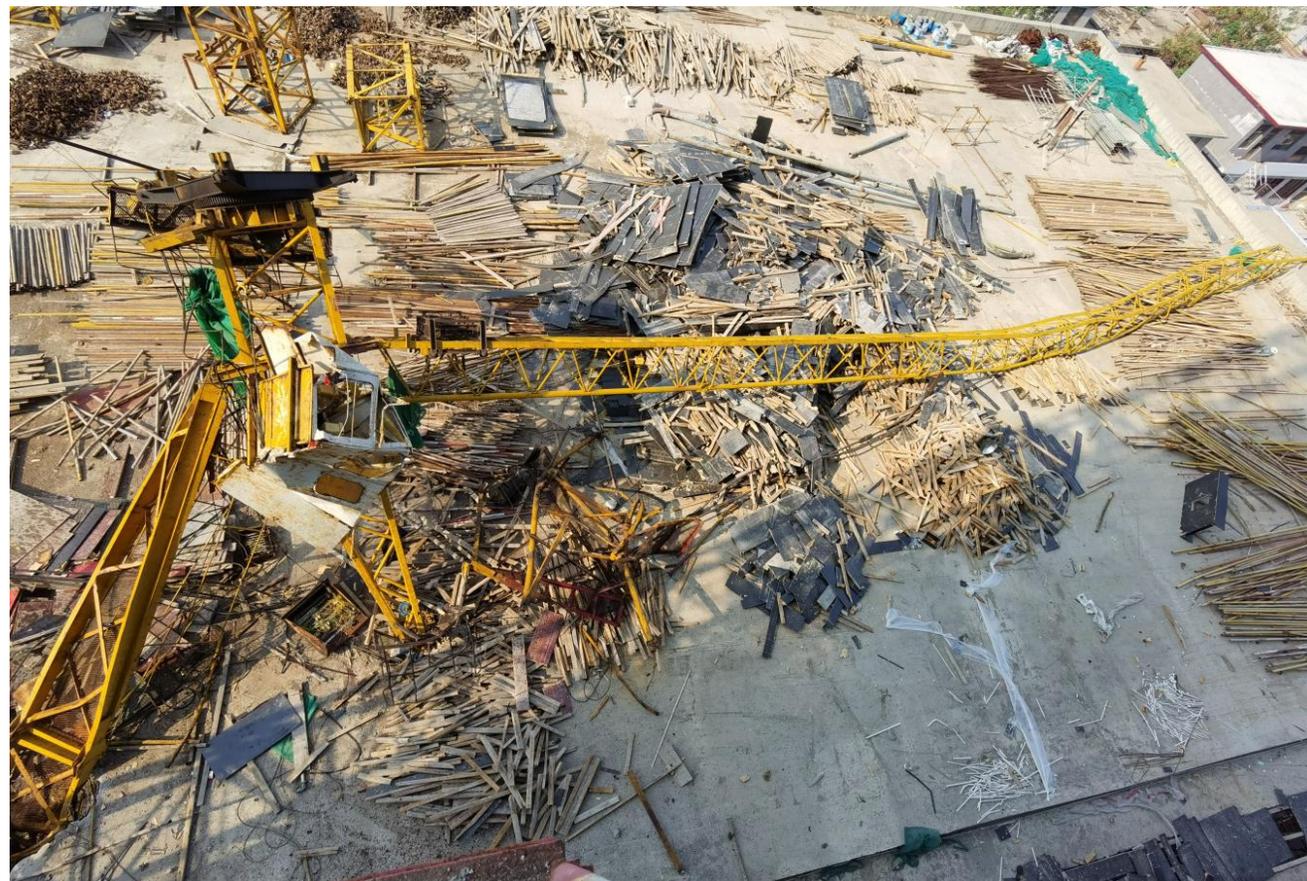


### ➤ 事故案例3

- 时间：2020-04-29
- 地点：济宁泗水
- 人数：1死、1重伤、1轻伤
- 事故工况：顶升
- 主要原因：下支座与塔身未固定，旋转起重臂



事故现场照片

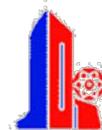


事故现场照片

### ➤ 事故案例3

事故直接原因：

塔机在顶升加节作业过程中，作业人员违反标准规定，在待加标准节未与塔身已安装标准节及回转下支座连接固定的状态下，进行了回转操作，塔机套架及以上部分失去平衡，导致发生塔机套架及以上部件坠落事故。



### ➤ 事故案例4

- 时间：2018-10-05
- 地点：菏泽定陶
- 人数：3人
- 事故工况：顶升
- 主要原因：顶升耳板损坏，设备拼装，无顶升横梁防脱装置。



事故现场照片



事故现场照片

### ➤ 事故案例4

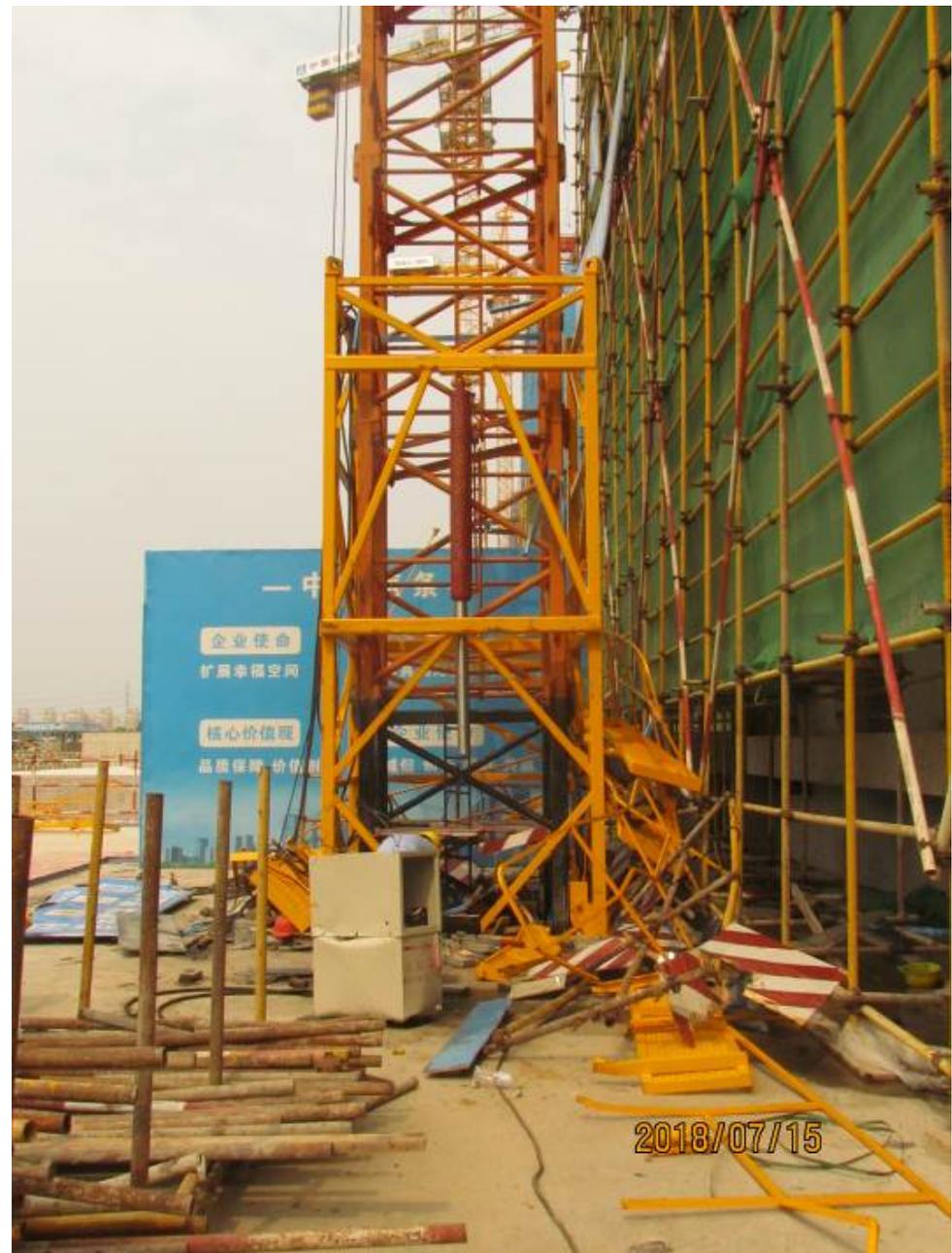
事故的直接原因是：

塔机两侧换步销轴粗细不同，在顶升过程中，造成重心向北偏移，顶升横梁换步时北侧耳板受力过大断裂，造成失去支撑力塔机上部下蹲，顶升套架解体，瞬间向西北方向倒塌翻滚下落。

具体分析为：事故标准节耳板厚度与塔机最下边标准节厚度相差超过20%，事故标准节耳板宽度与塔机最下边标准节宽度相差达到15%。换步销轴两个直径相差3mm，南面销轴外套有明显维修痕迹，维修不到位，南面销轴推出后与北面销轴不在一个水平面，造成受力不均。顶升套架和顶升中间平撑等多处存在明显锈蚀严重和焊接问题。

### ➤ 事故案例5

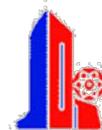
- 时间：2018-07-11
- 地点：烟台龙口
- 人数：2亡3伤
- 事故工况：维护、修理
- 主要原因：在调整套架时，因未插顶升横梁防脱装置，顶升横梁脱出，套架滑落，有交叉作业，扩大损失。



### ➤ 事故案例5

事故发生的直接原因：

在顶升套架整修作业时，套架未与下支座连接、套架爬爪未处于支撑状态，且顶升横梁脱出标准节踏踏板，导致顶升套架无支撑，是发生套架整体坠落事故的直接原因。



### ➤ 事故案例6

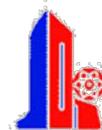
- 时间：2016-08-30
- 地点：临沂
- 人数：3人
- 事故工况：顶升
- 主要原因：顶升时，液压系统故障。在上部悬空半节的状态下，旋转起重臂，失去平衡，倾覆



### ➤ 事故案例6

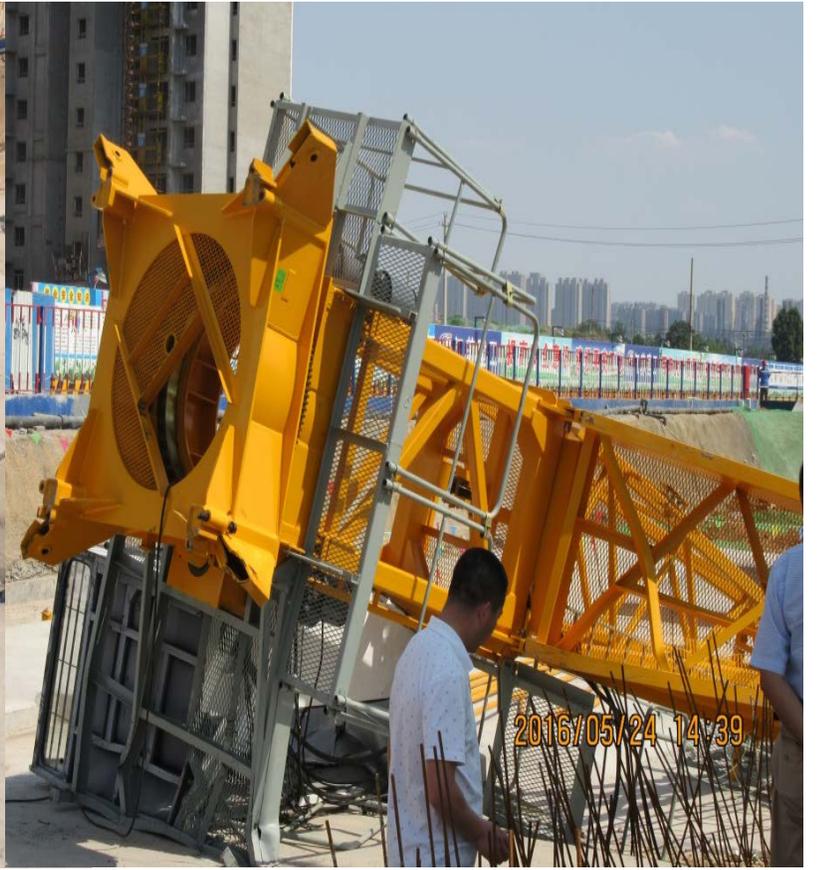
事故直接原因：

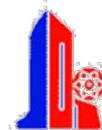
在顶升加节过程中，顶升机构的液压站发生故障，导致塔机套架不能继续顶升，塔机上部部件仅靠套架支承在塔身顶升爬爪上，塔身在套架内悬空半个标准节且持续时间较长；在此非正常安装状态下，安装人员和塔机司机又违章指挥违规操作塔机回转，导致塔机上部部件对套架支承点的力矩发生了严重失衡，造成塔机上部套架及以上部件倾覆坠落。



### ➤ 事故案例7

- 时间：2016-05-20
- 地点：济南
- 人数：2人
- 事故工况：顶升
- 主要原因：套架与塔机仅1侧连接，准备顶升时，下支座与塔身连接螺栓拆除，失去平衡，塔机倾覆





### ➤ 事故案例8

- 时间：2020-11-07
- 地点：济南
- 人数：1人（媒体报道）
- 事故工况：顶升
- 主要原因：未参与调查，未公布调查结果，但墩塔迹象明显

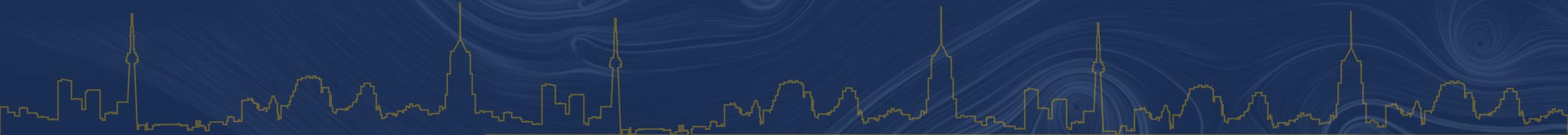


## ➤ 事故案例汇总

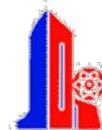
序号	日期	地点	人数	工况	主要原因	关键词
1	2020-10-05	日照莒县	4	顶升	顶升时, 换步装置未正确可靠支撑在标准节踏步上 (一边未放, 一边挤住), 墩塔	换步
2	2020-08-30	菏泽牡丹区	3	顶升	未锁定顶升横梁防脱装置 (无顶升横梁防脱), 卡滞 后, 顶升横梁脱出, 墩塔, 设备为伪造手续, 自行改造	防脱
3	2020-04-29	济宁泗水	1死1重1轻	顶升	下支座与塔身未固定, 旋转起重臂 (液压系统故障, 更换时)	下支座未固定, 旋转
4	2018-10-05	菏泽定陶	3	顶升	顶升耳板损坏, 设备质量拼装, 无顶升横梁防脱装置	换步、防脱
5	2018-07-11	烟台龙口	2死3伤	维护、修理	在安装套架时, 因未插顶升横梁防脱装置, 顶升横梁 脱出, 套架滑落, 交叉作业	防脱
6	2016-08-30	临沂	3	顶升	下支座与塔身未固定, 旋转起重臂 (液压系统故障, 更换时)	下支座未固定, 旋转
7	2016-05-20	济南	2	顶升	套架与塔机仅1侧连接, 准备顶升时, 下支座与塔身 连接螺栓拆除, 塔机倾覆	套架与下支座未可靠连接
8	2020-11-07	济南	1	顶升	不详 (平衡臂断, 墩塔迹象明显)	墩塔

04

升降作业安全要求

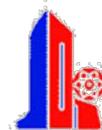


## 04塔机升降作业安全要求



1. 顶升加节前，必须对所加标准节进行检查并将标准节放在正对引进方向前方，排成一排，严禁安装无顶升横梁防脱功能、结构杆件明显变形、明显锈蚀、非原厂制作确认的等不符合标准的标准节。
2. 升降作业前，必须确认**顶升套架与塔机可靠连接**。
3. 升降作业前，必须检查液压系统油质、油位，进行液压顶升系统空载试运行，确认溢流压力设定值不超过说明书要求，确认液压顶升系统正常工作。

## 04塔机升降作业安全要求



山东省建筑科学研究院有限公司  
Shandong Academy of Building Research Co., Ltd.

4. 升降作业前，必须确认顶升横梁两侧**支撑装置可靠支撑**在标准节顶升踏步上，并确认**防脱装置可靠有效**。
5. 升降作业前，必须按说明书要求将塔机进行正确的配平，在作业过程中应确保塔式起重机的平衡状态。
6. 升降作业时，需要换步操作的，应确保所有**换步装置可靠支撑**在标准节踏步上，方可解除顶升横梁防脱装置，操作顶升油缸换步。在下降减节时，应彻底移除换步装置，严禁换步装置与塔身标准节顶升踏步干涉。

7. 顶升加节时，顶升到位后，必须及时引进标准节，并将该标准节与塔机下部已有标准节及上部下支座进行连接；下降减节时，下降到位后，必须及时将塔身标准节与下支座进行连接。

8. **任何情况下**，必须确认标准节上部与下支座可靠连接后，塔机方可进行回转、起升、变幅等操作（配平操作时，允许小幅度变幅）。

9. 升降作业完毕后，必须按规定进行自检、检验和验收，验收合格后方可投入使用。

05

克服习惯性违章

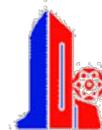


### 1.习惯性违章概述

每一起事故都发生在不经意的一瞬间，每一起事故都触目惊心。

前面我们所看的事故都是因为不经意的违章、失误而导致的恶性事故。

根据对全国每年上百万起事故原因进行的分析证明，95%以上是由于违章而导致的。违章是发生事故的起因，事故是违章导致的后果。事故带来的影响是深远的，损失是难以估量的，对个人、家庭带来巨大的伤痛，对企业、社会、国家带来不可弥补的损失。因此，要保障个人的生命安全和家庭的幸福、企业的长治久安和社会的和谐稳定，就要控制事故的发生，而控制事故发生的关键就是**杜绝违章**。杜绝违章根本上就是要抓好**人的因素**。



### 1.习惯性违章概述

升降作业事故的发生，**人的不安全行为**是主因，

人的不安全行为表现在**习惯性违章**。

可是，为什么习惯性违章会屡禁不止，

当事人的心里到底是怎样想的呢？

违章的人，一般都抱着这样的心理：

## (1) 侥幸心理



在实际操作中始终抱着侥幸心理，错误地认为“违章不一定出事，出事不一定伤人，伤人不一定伤己，伤己不一定死人。”

违章的人，一般都抱着这样的心理：

### (2) 经验心理



在工作中盲目相信自己的以往经验，认为技术过得硬，保准出不了问题。错误地认为安全规则是一种束缚，安全章程是领导用来卡人的。

违章的人，一般都抱着这样的心理：

### (3) 省事（省能）心理



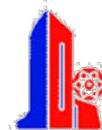
指作业人员嫌麻烦，图省事，降成本，总想以最小的代价取得最好的效果。甚至压缩到极限，降低了系统的可靠性。尤其在生产任务紧迫和眼前既得利益的诱因下，极易产生。工作中能少动就少动，能省力便省力，能将就就将就。

违章的人，一般都抱着这样的心理：

### (4) 从众心理



看到他人不安全的行为并未发生事故，就盲目跟从仿效。如果不跟从仿效，有的同班组同事还嘲笑，还有可能被别人说技术不行或胆小鬼。



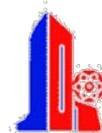
违章不一定会出事，

但出事大多是因为违章！

为什么会一而再再而三的违章呢？

关键就在于大家

**有没有养成良好的安全行为习惯**



**为减少安全事故，**

**必须采取措施整治习惯性违章**

## 2.升降作业中的习惯性违章

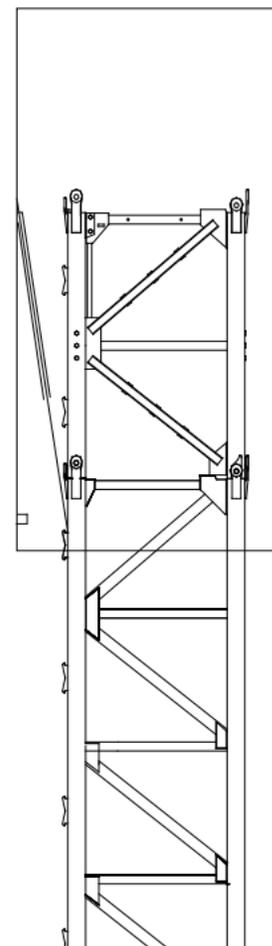
- **不操作顶升横梁防脱装置。**
- **升降作业时精力不集中，未确认换步支撑装置的状态，盲目升降。**
- **在标准节未与下支座连接时，进行回转、起升、变幅操作。**

### 2.1关于顶升横梁防脱装置

主要作用是防止顶升横梁**非主动**的从顶升踏步中脱出，从而被动的使塔机套架及上部分失去有效支撑。

在收油缸时，容易发生顶升横梁脱出。

# 05克服习惯性违章



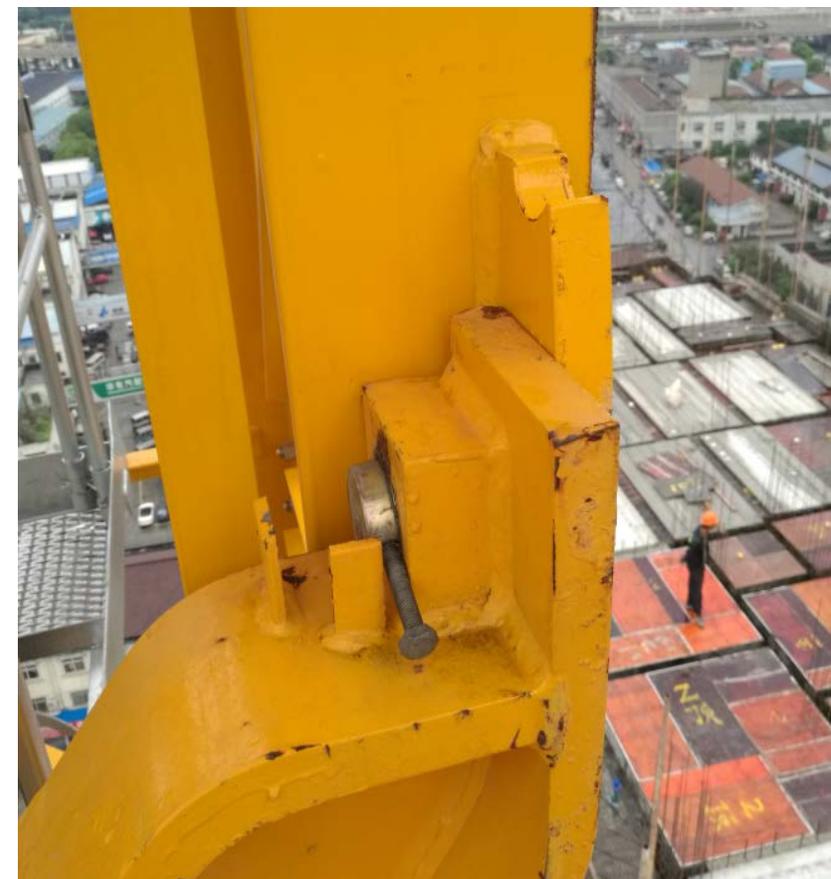
设置防脱装置的原因：

由于套架的尺寸大于标准节尺寸，油缸倾斜安装，在自重的作用下有脱离标准节踏步的趋势。

# 05克服习惯性违章



山东省建筑科学研究院有限公司  
Shandong Academy of Building Research Co., Ltd.



很好的顶升横梁防脱装置（本质安全型）

# 05克服习惯性违章



山东省建筑科学研究院有限公司  
Shandong Academy of Building Research Co., Ltd.

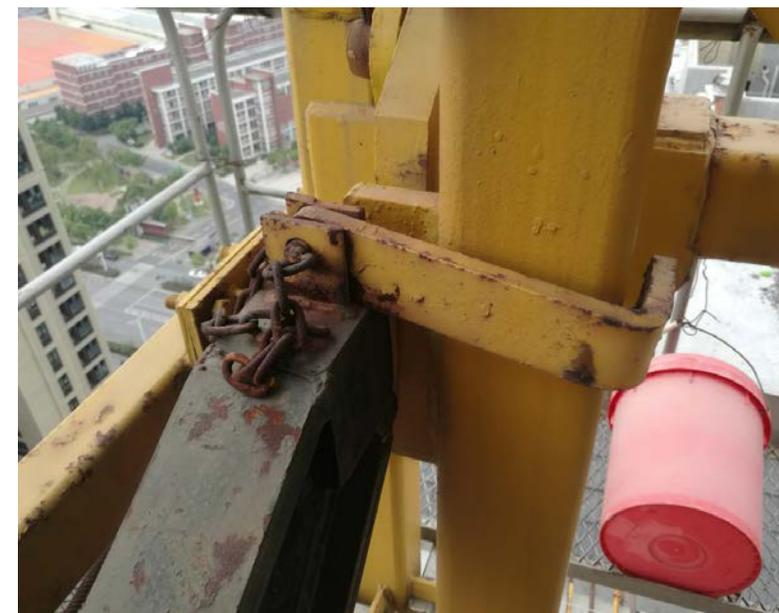
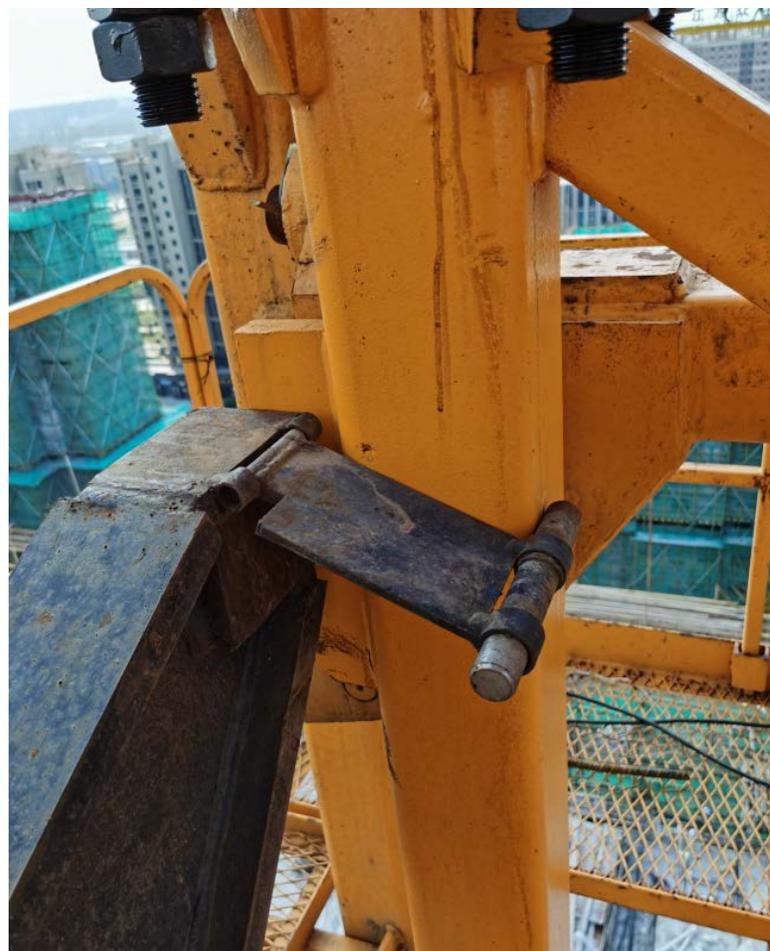


一般的顶升横梁防脱装置（安全装置）

# 05克服习惯性违章



山东省建筑科学研究院有限公司  
Shandong Academy of Building Research Co., Ltd.



其他型式的顶升横梁防脱装置

### 2.2未确认换步装置的状态进行盲目升降

在未确认换步装置状态的情况下，就进行升降，造成换步装置单边支撑、单边挤压、干涉等不正常状态，造成墩塔事故。

如莒县、东营事故（20141101）。

2.3在所加标准节未与下支座连接的状态下，塔机进行回转、变幅、起升

因为增加较大的工作量，在实际升降作业中是非常常见的习惯性违章。

标准节与下支座未连接，塔身未形成可靠的整体，套架通过下方和中间的导向装置与塔身连接，并非可靠的连接状态，塔机整体处于一种脆弱的状态，此时的套架受力复杂，塔机套架及上部部件极易失去平衡，套架失效，造成塔机倾翻。

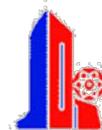
**必须确认所加标准节上下都与塔机可靠连接的情况下**，才可以进行回转、变幅、起升动作。

对顶升机构失效要有充分的应急预案，在出现液压顶升系统故障，需要更换部件的情况，如果标准节上下未可靠连接，也坚决不允许用本塔机进行吊装作业，应采用其他其他起重机附着或其他方法进行。

JGJ33-2012《建筑机械使用安全技术规程》第4.4.15条：

当回转台与塔身标准节之间的最后一处连接螺栓(销轴)拆卸(安装)困难时，应将最后一处连接螺栓(销轴)对角方向的螺栓重新插入，再采取其他方法进行拆卸。**不得用旋转起重臂的方法松动螺栓(销轴)。**

【解释】本条规定塔式起重机升降作业时安全技术要求。如果因连接螺栓拆卸困难而采用旋转起重臂来松动螺栓错误做法，将破坏起重臂平衡而造成倾翻事故。



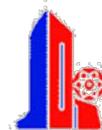
### 3.改变习惯性违章的措施

#### 3.1警钟长鸣，安全常讲

要利用班前会、安全警示牌、宣传标语、安全培训等多种形式，广泛开展安全教育。

让“三不伤害”（不伤害自己，不伤害他人，不被别人伤害）原则成为安装作业人员潜在的安全意识。

安装作业是团队作业，一旦出问题，整个团队都受牵连，甚至无辜受害，安全绝不是个人问题。



### 3.改变习惯性违章的措施

#### 3.2墨菲定律，杜绝侥幸

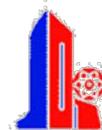
墨菲定律即“凡是可能出错的事必定会出错”，引申到安全管理上就是“凡是可能发生安全事故的隐患就必定会发生安全事故”。很多不安全行为习惯，都是侥幸心理造成。今天没出事，不等于明天不会出事；之前一直没出事，不等于某一天不会出事，大意、侥幸将最终导致安全事故的发生。许多违章人员不是缺乏安全知识，也不是技术水平低，而是“明知故犯”。

### 3.改变习惯性违章的措施

#### 3.3改变升降作业的监督方式。

由于升降作业的高空作业特点，在地面的旁站监督根本不起作用，纯粹是形式主义。

强烈建议在适当的位置，对升降作业过程进行**全程视频监控录像**，这种方式可以对安装作业人员起到**直接监督**作用，通过实时监控或录像分析，对出现的违章情况进行及时教育、处罚。



总之，要让安装作业人员深刻明白：

你的安全是公司正常运行的基础，也是家庭幸福的源泉，有安全，美好生活才有可能。

- 1、 保持正确的工作态度及良好的身体心理状态，保护自己的责任主要靠自己。
- 2、 掌握自己操作的设备或活动中的危险因素及控制方法，遵守安全规则，使用必要的防护用品，不违章作业。
- 3、 杜绝侥幸、自大、省能、想当然心理，莫以患小而为之。
- 4、 积极参加安全教育训练，提高识别和处理危险的能力。
- 5、 虚心接受他人对自己不安全行为的纠正。

结语（摘自安全影响力）

**从今天起：**

**不要再任性地认为危险不会那么巧降临到自己身上，不要再任性地认为自己的经验比标准规章更好用，不要再任性地认为习惯性违章操作可以省时省力何乐而不为……**

**我们要认识到安全生产，任性不得。要敢于对习惯性违章说不，为任性者设置红线，让违章者认识到任性的代价，加强安全教育、监督，从而尽量减少安全事故。**

# 祝大家平安幸福!



2020-11-27