

文章编号:1006-2106(1999)02-0099-103

履带式起重机在地基强夯处理中的常见事故分析与防护

潘培华*

(中铁二局集团公司,成都 610036)

提 要: 由于强夯法地基处理具有适应性强、造价低、见效快等特点,近年来在深圳地区的开山填海软基处理及回填土地基处理中大量应用。履带式起重机是强夯地基处理施工中不可缺少的一种主要施工设备,本文列举了履带式起重机在强夯地基处理施工中的常见事故。主要有起重臂坠落、起重臂后翻、传动链轮及传动系统破损等。并对这些事故发生的原因作了分析,提出安全防护措施。

主题词: 履带式起重机;强夯施工;事故;分析;防护

分类号: U215.6 文献标识码: A

1 前言

履带式起重机是地基强夯处理施工中的主要施工设备。用于完成将重达10 t~25 t夯锤提高到一定高度后自动脱钩,使夯锤自由下落以达到夯实地基的目的。由于近年来深圳地区地在强夯处理的大量应用,铁道部第二工程局深圳二总队物业公司所拥有的35台35 t~150 t履带式起重机,80%以上是用于强夯施工。目前履带式起重机已成为深圳地区地基强夯处理施工的一种不可缺少的主要施工机具。但是在整个履带式起重机作业中,地基强夯处理施工肇事最多,经济损失最大。下面对履带式起重机在强夯地基处理施工中的常见事故作一些分析。

2 履带式起重机在地基强夯处理施工中的事故概况

铁道部第二工程局深圳二总队物业公司,在1994年~1997年4年中,履带式起重机共发生事故14次,全部是在地基强夯处理施工中发生。地基强夯处理施工中,投入履带式起重机,占拥有总数

80%,而事故却占100%,因此物业公司的安全防护重点应放在地基强夯处理施工中。

3 履带式起重机在地基强夯处理施工中的常见事故

履带式起重机地基强夯处理事故统计表
(1994~1997年)

事故性质	起重臂坠落	起重臂后翻	传动系破损	其它
拥有量(台)	35	35	35	35
事故数(次)	3	6	3	2
事故率(%)	8.57	17.14	8.57	5.71

根据以上统计可知,14次履带式起重机在地基强夯处理施工事故中,起重臂后翻造成事故为6次,占事故总数42.85%,是最常见的主要事故。

根据4年来使用履带式起重机的实践,履带式起重机在地基强夯施工中所发生的事故有以下四种类型:起重臂坠落、起重臂后翻、传动链轮及卷扬筒打坏、起重臂折断、配重脱落、飞石伤人事故等。其中最常见的事故为起重臂坠落及后翻、传动链轮

* 收稿日期:1999-04-28 潘培华 工程师 男 1951年出生 中铁二局集团深圳二公司深圳湾填海工程项目经理

及卷筒打坏等几种。它们的事故率占总数的 85% 以上。

3.1 起重臂坠落事故

起重机起重臂坠落是履带起重机在地基强夯处理中常见的事故之一,造成事故原因大致有以下几种:

3.1.1 变幅钢丝绳断裂

据铁二局二总队物业公司的统计资料分析,履带式起重机在地基强夯处理施工中,起重臂坠落的原因绝大多数是由于变幅钢丝绳破断所致。

例 1:1995 年 6 月 21 日,美国产的 LAMA65-C 型 50 t 吊机,在深圳市龙岗中心区进行强夯施工,夯锤重 13 t。当起重臂以 73° 倾角吊起夯锤约 6 m 高时,变幅钢丝绳突然断裂,起重臂坠下,碰在夯锤面上,造成吊臂底节严重变形损坏。

例 2:1996 年 12 月 9 日,日本住友 LS418J 型 100 t 履带式起重机,在龙岗中心区进行大能量强夯施工。夯锤 20 t,当夯锤刚吊起时,变幅钢丝绳突然破断,起重臂坠落,造成第二节吊臂变形弯曲的事故。

例 3:1997 年 3 月 18 日,英国产 RB61C 型 101 t 履带式起重机,在惠阳市淡水大亚湾惠州港进行大能量强夯施工(5 000 kN·m),夯锤重 20 t。当刚吊起夯锤时,司机突然听到有钢丝绳断裂声,即刻放下夯锤,停机检查。发现变幅钢丝绳已经破断而被夹在两滑轮间的缝内才幸免造成吊臂坠落的严重事故。

产生变幅钢丝绳破断的原因是多方面的,在地基强夯施工中,主要有以下几种:

(1)钢丝绳长期使用磨损严重,超过安全使用极限;

(2)超负荷作业;

(3)钢丝绳质量不合格或保养不当,造成锈蚀、变脆;

(4)强夯作业时振动大,使变幅钢丝绳跳槽,而没有及时发现,钢丝绳卡死、拉断。

3.1.2 变幅千斤钢丝绳断裂

变幅千斤钢丝绳是履带式起重机变幅钢丝绳缠绕系统中不绕过滑轮和卷筒的拉索,起着变幅钢丝绳和起重臂之间的连结作用。由于对变幅千斤钢丝绳的使用、维护、保养及平时检查等工作做得不

够,致使起重臂坠落事故也时有发生。在使用履带式起重机时,必须对变幅千斤绳引起足够的重视。总结多年来的经验,产生变幅千斤钢丝绳断裂的原因主要有以下几方面:

(1)长期超负荷作业;

(2)钢丝绳安全系数偏小(小于 6);

(3)钢丝绳千斤头结构不对或连接方式不当;

(4)钢丝绳结构及形式选用不当;

(5)对钢丝绳的维护、保养不当、锈蚀严重;

(6)对钢丝绳没有按规定进行定期检验。

3.1.3 变幅机构制动系统失灵

变幅机构制动系统是保证起重臂起落的安全装置。因地基强夯处理施工,较少使用变幅机构,相对故障较少,因而履带式起重机在地基强夯处理施工中,因变幅机构制动系统失灵而发生起重臂坠落事故不多。但如因此而忽视对变幅机构制动系统进行定期严格的检查和保养,势必会造成因制动系统失灵而酿成坠臂事故的后果。制动系统失灵主要是由于抱闸带断裂,制动主弹簧因长期使用失效,摩擦片严重磨损,制动分泵损坏、漏油等原因造成。

3.2 起重臂后翻事故

起重臂后翻事故在履带式起重机地基强夯处理施工中是最常见的主要事故。从铁二局深圳二总队物业公司 4 年来的事故统计资料看,在 14 起较严重的机械事故中,起重臂后翻却占 6 起,占事故总数的 42.85%,产生起重臂后翻事故的主要原因是起重机突然卸载。

由于地基强夯处理施工的作业性质,要求履带式起重机在吊起夯锤达到预定高度后,夯锤在自动脱钩装置动作下自由下落,而达到将地基夯实的目的。但这样也给起重机起重臂的安全防护带来更多的问题。如操作不当,随时都有发生起重臂后翻事故的可能。在地基强夯处理施工过程中,突然卸载有以下几种类型:

3.2.1 正常施工突然卸载,因起重臂的角度过大,而造成事故。如:1996 年 10 月 4 日,日本住友 LS118RM 型 50 t 履带式起重机,在深圳市龙华镇进行强夯作业,夯锤重 15 t。当夯点转移到另一夯点作点夯施工时,司机为了省事、省时,不按规定将起重机移到常规位置对位,而是将起重臂升到 78° 左右来对位施打。当夯锤提升到预定高度脱钩装置

动作,夯锤自动下落,起重臂突然卸载,巨大的反弹力将防后翻支撑杆撞弯造成起重臂后翻事故。

3.2.2 用脱钩器直接挂拔夯锤滑脱而造成起重臂后翻事故。如1997年2月,日本住友LS418J型100 t履带式起重机,在深圳市龙岗中心区进行大能量强夯施工(锤重25 t,夯击能量4 500 kN·m),因夯锤陷入土层深且被土埋没,司机没有按规定先用挖机将土挖开再吊夯锤,而是直接用脱钩器挂拔夯锤。因锤陷土较深,严重超载。司机又将起重臂角度调整到76°左右,再拔拉夯锤。这时脱钩器突然滑脱卸载,造成起重臂后翻事故。1998年3月12日,日本住友LS118RH型全液压50 t履带吊机,在广州石化厂内工地进行强夯置换施工。夯锤重15 t。因夯锤入土太深被土埋没,司机直接用脱钩器挂拉夯锤,使起重机严重超载,起重机履带后轮已离地。此时脱钩器突然滑脱卸载,造成起重臂后翻及履带起重机倾翻事故,起重臂底架严重变形损坏。

3.2.3 司机麻痹大意,误操作造成起重臂后翻事故。1996年4月27日,英国NCK60型60 t履带起重机,在深圳市松坪山强夯作业施工。司机误操纵变幅手柄使起重臂上升,由于变幅限位开关失灵,当司机发现时,起重臂已经后翻。

起重臂后翻事故除上述原因外,还有因违章作业,维修保养欠缺,使安全装置失灵等原因引起。

3.3 传动链轮、卷筒破裂事故

由于地基强夯处理作业属于冲击性、振动性极强的重负荷作业性质,对起重机的使用寿命及安全运行有很大的影响。如连续重负荷作业及沙尘污染使发动机、传动系统、钢绳等附件加剧磨损。突然卸载给起重机各连接部位带来冲击和振动,使连接件松动、受力机件疲劳加剧。如检查保养稍有疏忽,很容易造成机破事故。如:1997年8月12日,日本住友LS52B型150 t履带式起重机,在深圳市龙岗中心区进行6 000 kN·m大能量作业时,因传动链条磨损、松动、未及时检查调整造成链条跳槽。高速转动的齿轮将链条拉断,造成链轮打烂、卷筒变形破裂事故。

1998年3月26日,日本神钢P&H670型70 t履带起重机,在深圳市科技园进行软基置换作业时,由于长时间受到振动和冲击,主卷筒的连接螺

栓松动,突然脱落,夯锤带动卷筒反转,造成卷筒严重破损,传动齿轮受损机破事故。

1997年4月21日,美国LAMA65-C型50 t履带起重机,在深圳市正大康地进行地基强夯处理施工,夯锤15 t。当夯锤起吊高度约12 m时,主卷筒制动分泵进气接头突然断裂,夯锤在没有制动控制的情况下,自由下落,带动卷筒高速反转,造成卷筒、传动齿轮及主卷筒制动鼓等机件全部严重损坏,该机修复历时近一年,经济损失巨大。

履带式起重机在地基强夯处理施工中,除上述事故外,有时也会发生折臂、断臂等事故。折臂、断臂事故绝大部分发生在起重机带载旋转或长吊臂带载变幅时,由带载高速旋转或变幅急剧制动产生的动力载荷引起的,断臂事故也常有因起重臂连接接头处的焊接质量不良造成的。

4 事故分析及安全防护

4.1 事故原因分析

由上述事故发生的原因可见,履带式起重机用于地基强夯处理施工,发生事故的原因是复杂的。从人机工程学的观点分析:由于起重机的人机关系是多人单机组成的闭环人机系统。系统组成复杂,影响安全运行的因素较多,比单人单机系统可靠性低,发生事故的可能性相应较大。

地基强夯处理施工作业是个人——机械——环境——管理间不协调、不统一的综合结果。根据铁二局深圳二总队物业公司1996年度的事故报告粗略统计,履带式起重机在地基强夯处理施工的事故中,司机误操作(包括违章作业)所致的事故与事故总数的比率高达58.2%。指挥配合不当占23.5%,机械隐患占14.6%,环境因素占3.7%。可见,司机操作失误及指挥配合不当是造成事故的主要原因。

由于地基强夯处理是露天作业,存在着太阳暴晒、风沙吹袭、噪声及强光等恶劣环境的影响,致使司机作业疲劳,造成操作能力及判断能力的下降,甚至出现操作困难、操作失灵与操作熟练程度不相称的紧张状态,造成司机神经功能异常,常表现为头晕、头痛、瞌睡等症状,严重时丧失操作能力而造成事故。

地基强夯处理施工,要求起重挂钩人员与司机

密切配合,信息准确无误,但强夯挂钩工作频率高、劳动强度大、起重工人容易疲劳,精神涣散,容易发出错误信息或挂钩错误。而为了确保司机安全,防止强夯飞石伤害司机,在起重机驾驶室前窗加装防护网,又为司机的视觉增加困难,不能迅速觉察出错误信息和不安全因素,产生错误知觉而导致错误行为,甚至造成严重后果。

地基强夯处理施工对起重机的冲击力大,重负荷作业频度高、环境苛刻,使起重机各运动部位磨损加剧(如:发动机、传动齿轮、滑轮、制动系统、钢丝绳等等),各连接部位松动,安全防护装置损坏、失灵等。给起重机施工作业留下事故隐患。

4.2 安全防护

综合上述事故原因分析,要确保履带式起重机在地基强夯处理施工的安全,必须做好以下防护工作:

首先要求司机及起重人员应具备起重机安全作业的素质。因此在选拔司机及起重人员时,应选拔反应速度快、体力强、健康良好、文化修养好,并具有起重机基本知识、熟悉安全操作方法,有排除一般机械故障和处理紧急危险情况能力,能适应强夯重负荷作业和露天环境条件的青年培训上岗。

对上岗司机及起重人员进行安全知识、安全技能及安全态度教育,使他们铭记血的教训,树立正确的职业道德观和工作责任心。能运用安全知识和掌握操作技能、迅速、灵活处理各种应急事件,避免因听错、看错、作业姿势不对和操作方法不当而引发事故。

加强对履带式起重机的保养、检查、维修工作。以制度规定司机每班前班后的检查、保养工作以及修理人员定期巡回检查保养工作。特别是传动链条、制动系统、安全装置、钢丝绳等必须每班检查、保养,确保机械状况处于良好状态。

关心工人生活,改善劳动条件,创造良好的休息环境,使起重作业人员有足够的休息时间和娱乐时间,以充沛的精力投入生产作业,严格执行各项规章制度,严明纪律,奖罚分明。

其次,要对所有的履带式起重机变幅钢丝绳及变幅千斤钢丝绳建立使用档案,建立司机每班检查及专职每月检查制度。对在用钢丝绳一个捻距内断

丝总数与总丝数的比值 $\beta \geq 5\%$;钢丝绳直径磨损减少原公称直径的 7%,或有腐蚀、生锈、变形、打结等应报废,重新更换新钢丝绳,必须按 $\alpha_{\text{安}} \geq \frac{T_{\text{断}}}{T_{\text{max}}}$,检验钢丝绳的安全系数,且 $\alpha_{\text{安}}$ 不得小于 6。

式中: $\alpha_{\text{安}}$ ——最小安全系数;

$T_{\text{断}}$ ——钢丝绳破断拉力;

T_{max} ——钢丝绳最大工作静拉力。

增强起重臂防后翻支撑杆强度和支杆数量,由原来采用 $\phi 90 \times 5$ 无缝钢管 2 根增改为采用 $\phi 100 \times 6$ 无缝钢管 3 根。保证起重机在正常突然卸载的情况下,具有足够的强度克服起重臂的反强力而防止臂杆后翻。

安装变幅限制或变幅超限报警系统,全液压履带式起重机可将原机现有的变幅限位开关作适当调整,而机械传动式履带起重机,必须增设超限报警系统。即在起重臂角度已达到安全施工最大角度(75°)时,变幅限制装置自动切断操纵液压油路,或发出声光报警,提醒司机正确操作,避免起重臂后翻事故。

强夯作业在选择起重机时,应宜大不宜小,即起重机的最大额定起重量应大于夯锤重量的三倍。即 $Q_{\text{起}} > 3Q_{\text{锤}}$

$Q_{\text{起}}$ ——起重机最大额定起重量;

$Q_{\text{锤}}$ ——夯锤重量。

这样才能既保证起重机在小于 75°下作业,防止起重臂后翻,又能保证起重机有足够的起重能力吊起夯锤,不致使起重机倾覆,确保施工安全。

5 结束语

综上所述,只要严格管理,加强对司机及起重人员的教育与培训,建立起起重机强夯施工安全质量预控体系,落实定期巡回检查、保养、维修制度,提高起重机状态监测程度和故障诊断,完善安全设施,则履带式起重机在地基强夯处理施工的安全运行是完全有保证的。

参考文献

- [1] 起重机械安全规程 GB6067—85[S].
- [2] 樊锡瑛主编.起重机械与电梯安全技术[M].劳动出版社.

ANALYSIS AND PREVENTION ON COMMON ACCIDENT OF CRAWLER CRANE DURING FORCED TAMPING ON FOUNDATION

PAN Pei-hua

Second Railway Engineering Bureau of MOR

Abstract: The foundation treatment by forced tamping method, which has the specialities of high adaptability, low cost and rapid effectiveness, has been widely applied on the soft soil treatment for cutting into a mountain, filling up the seashore and the backfill treatment at Shenzheng Region in recent years. The crawler crane is a kind of important construction equipment for foundation treatment by forced tamping method. The paper illustrates the common accidents of crawler crane during the forced tamping on ofundation treatment, such as the falling of crane arm, backdraft of crane arm, failure of transmission chain wheel and transmission system etc. The reasons of these accidents are analyzed and the safety protection measures are proposed.

Keywords: crawler crane; forced tamping construction; accident; analysis; protection

(接第 107 页)

summarizing several overturning accidents of the bridge erecting machines occurred in the history of Chinese railways, it is known that the most accidents were caused by the failure of alteral stability of the entire machine. Therefore, the lateral stability of the bridge erecting machine is the base for ensuring its safety and reliability. It is necessary to establish a series of codes and measures according to this speciality for every department who possesses or applies such machines. Double-armed bridge erecting machines were mainly used by the Second Engineering Bureau of MOR in recent 20 years. Therefore, in accordance with the speciality of the double-armed bridge erecting machine, its lateral stability has been analyzed in this paper. The principle to raise its stability during design and the safety measures to prevent overturn during application are also proposed.

Keywords: bridge erecting machine; lateral stability; overturn; preventive measure