



中华人民共和国国家标准

GB/T 14560—2011
代替 GB/T 14560—1993, GB/T 13330—1991

履带起重机

Crawler cranes

www.docin.com

2011-06-16 发布

2011-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 技术要求	2
4.1 工作条件	2
4.2 整机	3
4.3 结构	4
4.4 机构	4
4.5 液压系统	6
4.6 气动系统	7
4.7 电气系统	7
4.8 操纵系统与控制系统	7
4.9 安全防护装置	8
5 试验方法	10
5.1 总则	10
5.2 试验准备	11
5.3 主要参数测定	11
5.4 外观检查	12
5.5 行驶性能试验	13
5.6 空载试验	14
5.7 额定载荷试验	15
5.8 动载荷试验	16
5.9 静载荷试验	18
5.10 整机抗倾覆稳定性试验	18
5.11 密封性能试验	19
5.12 噪声测量	20
5.13 发动机排气污染物测量	20
5.14 液压油固体颗粒污染测量	20
5.15 结构试验	20
5.16 可靠性试验	20
5.17 试验记录	22
5.18 工业性试验	22
6 检验规则	22
6.1 分类	22
6.2 出厂检验	22
6.3 型式检验	22
7 使用说明书与标志	22

7.1 使用说明书	22
7.2 标志	23
8 包装、运输和贮存	23
8.1 包装	23
8.2 运输	23
8.3 贮存	24
附录 A (资料性附录) 起重机主要结构示意图	25
附录 B (资料性附录) 起重机臂架组合主要形式	27
附录 C (规范性附录) 结构试验方法	28
附录 D (规范性附录) 工业性试验方法	33
附录 E (规范性附录) 检验项目和合格判定	38
参考文献	42

www.docin.com

前 言

本标准代替 GB/T 14560—1993《150 t 以下履带起重机技术条件》、GB/T 13330—1991《150 t 以下履带起重机性能试验方法》，并是在 JB/T 5318—1991《大型履带起重机技术条件》和 JG/T 55—1999《履带起重机结构试验方法》基础上进行的修订。

本次修订主要参照了 EN 13000:2004《起重机 流动式起重机》、ANSI B30.5—2004《流动式起重机和铁路起重机安全标准》和 JIS D6301:2001《流动式起重机的结构性能》等标准。

本标准与 GB/T 14560—1993 等四项标准相比主要变化如下：

- 将原标准整合为一个标准，标准名称改为《履带起重机》；
- 增加了超起机构的要求和整机可靠性的要求；
- 增加了水平显示器、下降深度限位器、超载保护装置、故障显示器和三色指示灯报警装置等安全装置；
- 增加了超起工况试验、可靠性试验或工业性试验等的试验方法；
- 检验规则中增加了检验项目的缺陷等级和合格判定的缺陷组合；
- 删除了最大起重量为 140 t~300 t 的限制；
- 删除了臂架的形位公差、以及对履带板、拖链轮、支重轮关于材料的规定。

本标准的附录 C、附录 D、附录 E 为规范性附录，附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国起重机械标准化技术委员会(SAC/TC 227)归口。

本标准起草单位：长沙建设机械研究院、长沙中联重工科技发展股份有限公司。

本标准主要起草人：孙汉香、韩国起、高一平、张良栋、张建军、黄勇、黎伟福。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 14560—1993；
- GB/T 13330—1991。

履带起重机

1 范围

本标准规定了履带起重机的技术要求、试验方法、检验规则、使用说明书与标志、包装、运输和贮存。本标准适用于以内燃机为动力的液压式履带起重机(以下简称起重机)。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 3766 液压系统 通用技术条件(GB/T 3766—2001,eqv ISO 4413:1998)
- GB/T 3811 起重机设计规范
- GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 6974.1 起重机 术语 第1部分:通用术语(GB/T 6974.1—2008,ISO 4306-1:2007, IDT)
- GB/T 6974.6 起重机械名词术语 流动式起重机
- GB/T 7932 气动系统 通用技术条件
- GB/T 7935 液压元件 通用技术条件
- GB 8918 重要用途钢丝绳(GB 8918—2006,ISO 3154-1988,MOD)
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验(GB/T 9286—1998,eqv ISO 2409:1992)
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 10051.1 起重吊钩 机械性能、起重量、应力及材料
- GB/T 10051.2 起重吊钩 直柄吊钩技术条件
- GB 12602 起重机械 超载保护装置 安全技术规范
- GB 12265.1 机械安全 防止上肢触及危险区的安全距离(GB 12265.1—1997,eqv EN 294:1992)
- GB 12265.3 机械安全 避免人体各部位挤压的最小间距(GB 12265.3—1997,eqv EN 349:1993)
- GB/T 13306 标牌
- GB 15052 起重机械危险部位与标志
- GB/T 19924 流动式起重机 稳定性的确定(GB/T 19924—2005,ISO 4305:1991, IDT)
- GB 20062 流动式起重机 作业噪声限值及测量方法
- GB/T 20118 一般用途钢丝绳
- GB/T 20303.2 起重机 司机室 第2部分:流动式起重机(GB/T 20303.2—2006,ISO 8566-2:1995, IDT)
- GB 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值的测量方法(中国 I、II 阶段)(GB 20891—2007,2002/88/EC,MOD)
- GB/T 21457 起重机和相关设备 试验中参数的测量精度要求(GB/T 21457—2008,ISO 9373:1989, IDT)
- GB/T 22358 土方机械 防护与贮存(GB/T 22358—2008,ISO 6749:1984, IDT)
- JB/T 4198.1 工程机械用柴油机 技术条件

- JB/T 5946 工程机械 涂装通用技术条件
JB/T 7039 液压叶片泵
JB/T 7041 液压齿轮泵
JB/T 7043 液压轴向柱塞泵
JB/T 8727 液压软管 总成
JB/T 8728 低速大扭矩马达
JB/T 9737.1 汽车起重机和轮胎起重机液压油固体颗粒污染 等级
JB/T 9737.2 汽车起重机和轮胎起重机液压油固体颗粒污染 测量方法
JB/T 10206 摆线液压马达
JG/T 5082.1 建筑机械与设备焊接件 通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 6974.1、GB/T 6974.6 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

变幅副臂(塔式副臂) luffing jib

在作业过程中,可以改变与主臂夹角的副臂。

3.2

固定副臂 fixed jib

在作业过程中,不可以改变与主臂夹角的副臂。

3.3

主臂桅杆 main jib mast

与转台铰接,钢丝绳通过其头部的滑轮组能使主臂变幅的桅杆。

3.4

副臂桅杆 fly jib mast

与主臂端部铰链铰接或位于主臂端部铰链附近,钢丝绳通过其头部的滑轮组能使副臂变幅的桅杆。

3.5

超起桅杆 superlift mast

一端与转台铰接,另一端通过拉板(或拉绳)与主臂和超起配重连接,能改变臂架工作幅度、提高起重性能的桅杆。

3.6

超起机构 superlift mechanism

通过增设超起桅杆、超起平衡重和辅助机构,改善构件受力状况及整机稳定性,从而提高起重性能的装置。

3.7

超起工况 superlift operating mode

带有超起机构的起重机的作业工况。

3.8

标准工况 standard operating mode

不带超起机构的起重机的作业工况。

4 技术要求

4.1 工作条件

4.1.1 工作环境温度为一20℃~+40℃,工作场地海拔高度一般不应超过1 000 m。

4.1.2 工作风速要求如下:

- a) 臂架长度不大于 50 m 的起重机, 风速不应超过 13.8 m/s;
- b) 臂架长度大于 50 m 的起重机, 风速不应超过 9.8 m/s。

4.1.3 臂架长度不小于 50 m 的起重机, 在下列非工作风速时, 应将整个臂架平放倒在地面上:

- a) 仅装主臂时, 风速大于或等于 21 m/s;
- b) 装有主臂和副臂时, 风速大于或等于 15 m/s。

4.1.4 工作地面应坚实、平整, 地面倾斜度不应大于 1%。若制造厂允许回转平面的倾斜度更大, 应提供特殊的起重量表。

工作过程中支撑地面不应下陷。根据不同地面允许的静载荷则应采取相应措施, 以满足工作地面的承载要求。地面或支撑面的承载能力应大于起重机的接地比压。

4.2 整机

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 起重机的主要结构分为带超起机构和不带超起机构两种形式, 其示意图见附录 A。起重机臂架组合主要形式见附录 B。

4.2.1.2 起重机的设计计算应符合 GB/T 3811 的有关规定。

4.2.1.3 起重机应具有带载行驶功能。当地面坡度不大于 0.5%、行驶速度小于 0.5 km/h、臂架位于行驶方向的正前方、起重机直线行驶时, 起重机应能起吊相应工况 100% 额定总起重量的载荷。

4.2.1.4 起升、变幅、回转和行驶等机构的运行速度应平稳, 其额定运行速度与设计值的相对误差不应大于 5%。

4.2.1.5 起重机的主要尺寸相对于公称值的误差不应大于 1%。

4.2.1.6 起重机主要部件的质量相对于公称值的误差不应大于 3%。

4.2.1.7 在主臂工况下, 起升机构、变幅机构和回转机构中任意两个机构应能同时工作。

4.2.1.8 起升机构卷扬钢丝绳的单绳微动速度不应大于 5 m/min。

4.2.1.9 在没有人工干预的情况下, 空载行驶状态的起重机以最低稳定速度前进或后退行驶 20 m, 其跑偏量不应大于 250 mm。

4.2.1.10 在制造厂规定的使用工况下, 起重机作业过程中液压油箱内的相对温升不应超过 40℃, 且最高油温不应超过 80℃。

4.2.1.11 主臂、副臂、桅杆等宜设置防后倾装置。

4.2.1.12 空载、带基本臂的起重机在平整、坚实、干燥的地面上直线行驶时, 爬坡能力应符合以下规定:

- 最大额定总起重量为 150 t 及以下的起重机不小于 30%;
- 最大额定总起重量大于 150 t 的起重机不小于 15%。

4.2.1.13 发动机的技术要求应符合 JB/T 4198.1 的规定, 排气污染物排放限值应符合 GB 20891 的规定。

4.2.1.14 最短工作主臂、最小工作幅度、起吊最大额定总起重量或最长主臂、最小工作幅度、起吊相应额定总起重量时, 载荷起升到某一高度(不使用机械制动器制动)、发动机熄火(停止油泵工作)持续 15 min, 载荷或臂架端部的下降距离不应超过 15 mm 或主臂变幅油缸活塞杆的回缩量不超过 2 mm。

4.2.2 噪声

起重机在正常工作条件下运行时, 在 8 h 的一个工作日内, 司机耳旁的噪声不应大于 85 dB(A)。机外辐射噪声声功率级限值应符合 GB 20062 的规定。

4.2.3 整机抗倾覆稳定性

整机抗倾覆稳定性的确定应符合 GB/T 19924 的规定。

4.2.4 可靠性

4.2.4.1 可靠性试验时,起重机的作业率不应低于85%。

4.2.4.2 起重机可靠性试验时间规定如下:

- a) 最大额定总起重量小于150 t的起重机不应少于500 h;
- b) 最大额定总起重量为150 t~400 t的起重机不应少于350 h;
- c) 最大额定总起重量大于400 t的起重机不应少于300 h。

如受试验条件限制,起重机可靠性试验也可用工业性试验代替。

4.2.5 焊接

结构件的焊缝质量应满足机械性能设计计算的要求。焊接技术要求应符合JG/T 5082.1的规定。

4.2.6 涂装

4.2.6.1 油漆应光洁、均匀、不应有漏漆、起皮、脱落和色泽不一致等缺陷,主要大平面无流痕、气泡等缺陷。漆膜坚韧,每层漆膜厚度不小于 $(25\sim35)\mu\text{m}$,总漆膜厚度为不小于 $(100\sim150)\mu\text{m}$,漆膜附着力应符合GB/T 9286中的一级质量要求。

4.2.6.2 臂架、转台、下车、履带架等主要结构件的涂装技术要求应符合JB/T 5946的规定。

4.3 结构

4.3.1 臂架

4.3.1.1 臂架材料的选择应符合GB/T 3811的规定。

4.3.1.2 主臂的上表面应设置臂架的安装、拆卸、维修和保养的通道,通道的技术要求应符合GB/T 3811的规定。

4.3.1.3 当臂架的截面高度大于2 m时,为使人员能够到达臂架的上部,应在起重机或臂架上采取适当的措施(如扶手、把手、安全防护装置等)确保人身安全。

4.3.1.4 装配/拆卸臂架的臂节销轴时,应有必要的安全保证措施。

4.3.2 下车

4.3.2.1 履带的张紧程度应可调。具有伸缩性的履带架,其伸缩运动应平稳。

4.3.2.2 履带装置若需要单独运输,下车宜设置具有自装卸功能的装置,履带安装完成后能可靠锁定。

4.3.2.3 履带架、支重轮、驱动轮、从动轮纵向对称中心线应在同一垂直平面内,偏差应不大于2 mm。

4.3.3 司机室

4.3.3.1 司机室应符合GB/T 20303.2的规定。

4.3.3.2 司机室内应配备起重机使用说明书。

4.4 机构

4.4.1 起升机构

4.4.1.1 起重作业时,载荷起升或下降动作平稳,载荷在任何位置均能可靠停稳。

4.4.1.2 载荷在空中停稳后,再次启动提升载荷时,在任何提升操作条件下,载荷均不应出现明显的反向动作。

4.4.1.3 严禁起重机带载自由下降,应通过动力控制载荷的下降速度。

4.4.1.4 起升机构宜配置卷筒旋转指示器或监视装置,将其设置在操作者易于观察的位置。

4.4.1.5 起升机构应设置常闭式制动器,并能承受不小于1.5倍的工作扭矩。

在紧急状态下,减速不应导致结构、钢丝绳、卷筒及机构的损害。

4.4.2 变幅机构

4.4.2.1 臂架变幅采用卷扬机构时,卷扬机构应设置常闭式制动器,并能承受不小于1.5倍的工作扭矩。

当设有停止器,则在变幅运动结束或长时间不工作、且系统的动力被切断时,停止器应处于锁止状态。

4.4.2.2 禁止臂架自由落臂,只有通过动力驱动才能放下臂架。

4.4.3 卷筒

4.4.3.1 卷筒两端应有防止钢丝绳从卷筒端部滑落的凸缘,凸缘高度应比最外层钢丝绳直径至少大1.5倍。

4.4.3.2 起升卷筒的容绳量应满足:

- a) 当采用制造厂推荐的穿绳法和钢丝绳尺寸时,能完成制造厂规定的任何工况下的起重作业;
- b) 在任何工作状态下,起升卷筒上缠绕的钢丝绳(除固定绳尾的圈数外)不应少于2圈。

4.4.3.3 变幅卷筒的容绳量应满足:

- a) 当采用制造厂推荐的穿绳法和钢丝绳尺寸时,臂架在 0° 到最大仰角的所有位置上都应能使臂架准确变幅;
- b) 在任何工作状态下,变幅卷筒上缠绕的钢丝绳(除固定绳尾的圈数外)不应少于2圈。

4.4.3.4 卷筒绳槽表面和绳槽棱边应光洁平滑,不应损伤钢丝绳的表面。

4.4.3.5 卷筒的卷绕直径与钢丝绳公称直径的比值应符合 GB/T 3811 的规定。

4.4.3.6 卷筒宜设置钢丝绳不跳出卷筒、甚至在钢丝绳松弛状态时也不能跳出卷筒的防护装置。

4.4.4 滑轮

4.4.4.1 滑轮轮槽应是光滑的,且表面不应有造成钢丝绳损坏的缺陷,滑轮应设置防止钢丝绳脱槽的防护装置。

4.4.4.2 如果钢丝绳间歇地承受载荷,则应配备钢丝绳紧贴滑轮轮槽的保护装置,以便当再次承受载荷时,能使钢丝绳顺利地返回滑轮槽中。

4.4.4.3 所有滑轮的支承处均应设有润滑装置。

4.4.4.4 人手可触及的滑轮组,应设置滑轮罩壳。对可能滑落到地面的滑轮组,其滑轮罩壳应有足够的强度和刚度。

4.4.4.5 起升滑轮和变幅滑轮的卷绕直径与钢丝绳公称直径的比值应符合 GB/T 3811 的规定。

4.4.5 钢丝绳

4.4.5.1 起升钢丝绳一般选用阻旋转的钢丝绳,必要时还应设置防止钢丝绳和吊具旋转的防护装置。

4.4.5.2 钢丝绳的选择应符合 GB 8918 和 GB/T 20118 的规定。

4.4.5.3 钢丝绳端部的固定和连接应符合 GB/T 3811 的规定。

4.4.6 吊钩和吊钩滑轮组

4.4.6.1 吊钩和吊钩滑轮组应与相同型号及规格的钢丝绳相匹配。

4.4.6.2 吊钩的选用应符合 GB/T 10051.1 的规定。吊钩的制造、质量及检验应符合 GB/T 10051.2 的规定。

4.4.6.3 吊钩应设置防脱装置。吊钩总成应设置挡绳装置。

4.4.7 回转机构

4.4.7.1 回转机构应能随着起重机正常工作的要求而启动或停止,启动和停止应能渐进控制。

4.4.7.2 回转机构应在特定位置设置机械式锁定装置,防止起重机行驶时转台意外转动。

4.4.7.3 回转机构宜设置回转自动滑转系统,该系统应具有减少或消除由起升载荷重心与钢丝绳不在同一条垂直线上而引起的对臂架产生的侧向力的功能。

4.4.7.4 回转机构应设置制动器,制动器应能承受不小于1.25倍的限制扭矩。限制扭矩包括风载荷及制造厂允许的倾斜载荷,并在所有允许的回转位置对锁定功能都起作用。

4.4.8 行驶机构

4.4.8.1 行驶机构应具有向前和向后行驶及单侧转向和原地转向的功能。

4.4.8.2 行驶机构控制装置应设置在司机室内方便操作的位置。

4.4.8.3 制动系统应能保证空载起重机,在坡度(与行驶方向一致)为下列规定值时,起重机能正常直

线行驶(前进和后退)。在行驶过程中连续制动,起重机不应出现向前、向后倾覆趋势。

不同规格起重机的爬陡坡坡度分别为:

——最大额定总起重量为 150 t 及以下的起重机不小于 30%;

——最大额定总起重量大于 150 t 的起重机不小于 15%。

4.4.9 超起机构

4.4.9.1 超起系统应设置检测超起配重(不含配重小车)离开地面状况的装置。

4.4.9.2 超起配重采用液压油缸提升时,提升油缸应具有单独调整功能,保证超起配重底板的水平度。

4.4.9.3 在操作者位置,应设置让操作者方便了解在特定工况下所需匹配的超起配重重量的提示装置或措施。

4.4.9.4 在超起桅杆的角度极限位置处,应有相应的限制措施和安全装置以防止发生后倾翻。

4.5 液压系统

4.5.1 一般要求

4.5.1.1 液压系统的设计、制造、安装和配管等的技术要求应符合 GB/T 3766 的规定。

4.5.1.2 液压元件应能保证在最大工作压力(包括超载试验时的压力)和最大运行速度时,正常工作而不失效。液压元件的技术要求应符合 GB/T 7935 的规定。

4.5.1.3 平衡阀与被控元件之间应采用刚性连接,且间距尽量短。

每个液压回路都应有压力限制装置以防止超压,限制压力值不应超过最大工作压力的 110%。

4.5.1.4 每个液压回路应配有一个显示压力的装置或一个压力检测接口。

4.5.1.5 液压钢管末端有接头时,其安全系数不应小于 2.5。

4.5.1.6 液压系统中,液压油固体颗粒污染等级不应低于 JB/T 9737.1 规定的 19/16。

4.5.1.7 起重机在正常工作时(包括性能试验过程),液压系统不应有渗漏油现象。

4.5.2 液压软管

液压软管的技术要求应符合 JB/T 8727 的规定,其安全系数不应小于 4。

液压软管最小弯曲半径应符合软管制造厂的规定。

当液压软管的工作压力大于 5 MPa 或温度高于 50 ℃,且与操作者距离小于 1 m,又没有其他遮挡时,应采取保护措施以免软管失效对操作者造成伤害。

4.5.3 液压油缸

当液压管路意外破裂导致安全事故时,液压油缸应有一个能瞬间停止其动作的装置(如液压锁、平衡阀等)。

两平行油缸应设置防过载液压阀(当一个油缸失效时,另一个油缸可避免过载),这些装置应限制油缸动作的速度。

液压油缸和液压阀之间如装有焊接式或卡套式接头时,整个结构的安全系数不应小于 2.5。

4.5.4 液压泵和液压马达

液压泵和液压马达应足以承受工作中各种载荷的变化。

液压叶片泵的技术要求应符合 JB/T 7039 的规定。

液压齿轮泵的技术要求应符合 JB/T 7041 的规定。

液压轴向柱塞泵的技术要求应符合 JB/T 7043 的规定。

低速大扭矩液压马达的技术要求应符合 JB/T 8728 的规定。

摆线液压马达的技术要求应符合 JB/T 10206 的规定。

4.5.5 液压油箱

液压油箱应保证液压系统正常工作的容积。液压油箱的结构至少应满足如下要求:

——良好的散热功能,散热效果应满足 4.2.1.10 的要求;

- 良好的密封性能,密封效果应符合 4.5.1.7 的要求;
- 应设置降低液压系统颗粒污染的过滤器和监测油位的装置;
- 便于液压油箱内部清洗。

4.6 气动系统

4.6.1 气动系统的技术要求应符合 GB/T 7932 的规定。

4.6.2 气动元件应能保证在最大工作压力(包括超载试验时的压力)和最大运行速度时,正常工作而不失效。

当气制动系统失效时(如钢管破损或工作压力过低),系统应具有保护功能,使起重机的相关动作能自动停止并保持不动。

带有接头的软管,其安全系数不应小于 4。

4.7 电气系统

4.7.1 采用无线遥控操作方式的起重机,电气系统应具有监控和故障自诊断功能,在任何非正常工作状态下应能实现自动关闭、停止工作,并应具有抗同频干扰信号的能力。

遥控器的防护等级按 GB 4208 的规定,室内使用不低于 IP54,室外使用不低于 IP65。

4.7.2 起重机要求多点控制时,应有互锁功能,每一控制点均应设置紧急停止开关。

4.7.3 在电线容易受损的地方,应设置防止电线磨损的防护装置。

4.7.4 机构运动的所有控制器,均应有零位保护。

4.7.5 电气的安装部位应便于接线和维修,并具有良好的散热条件。

4.8 操纵系统与控制系统

4.8.1 操纵机构的操纵力及行程应符合表 1 规定。

4.8.2 所有操纵手柄、踏板、按钮、指示器及信号装置均应安装在便于操纵或观测的位置,并在其附近配置清晰的符号及图形标识,以说明它们的用途和操纵方向。操纵手柄的动作方向与被操纵机构的运动方向应符合表 2 的规定。

4.8.3 采用操纵杆操纵的起重机,操纵杆应布置在操作方便的位置,操纵手柄的布置见图 1。

表 1 操纵手柄和脚踏板操纵力及行程

项目		操纵力 N	操纵行程 mm
操纵手柄	安装在控制台上	≤ 50	—
	安装在地板上	≤ 160	≤ 260
脚踏板		≤ 225	≤ 260
注 1: 由于载荷变化而影响操纵力的大小时,应在额定总起重量下测量。			
注 2: 行程是指从空挡(中间位置)到前、后或左、右位置移动的直线距离。			

表 2 操纵手柄的动作方向

机构动作		手柄位置	操纵手柄的动作方向
起升	载荷上升	左手柄/右手柄	向后移动
	载荷下降		向前移动
	保持载荷不动		手柄中置
变幅	臂架仰角增大	右手柄	向左移动
	臂架仰角减小		向右移动
	保持臂架不动		手柄中置

表 2 (续)

机构动作		手柄位置	操纵手柄的动作方向
回转	转台左转	左手柄	向左移动
	转台右转		向右移动
	切断回转动力		手柄中置
行驶(起重机正前方)	前进	左手柄/右手柄	向前移动
	后退		向后移动

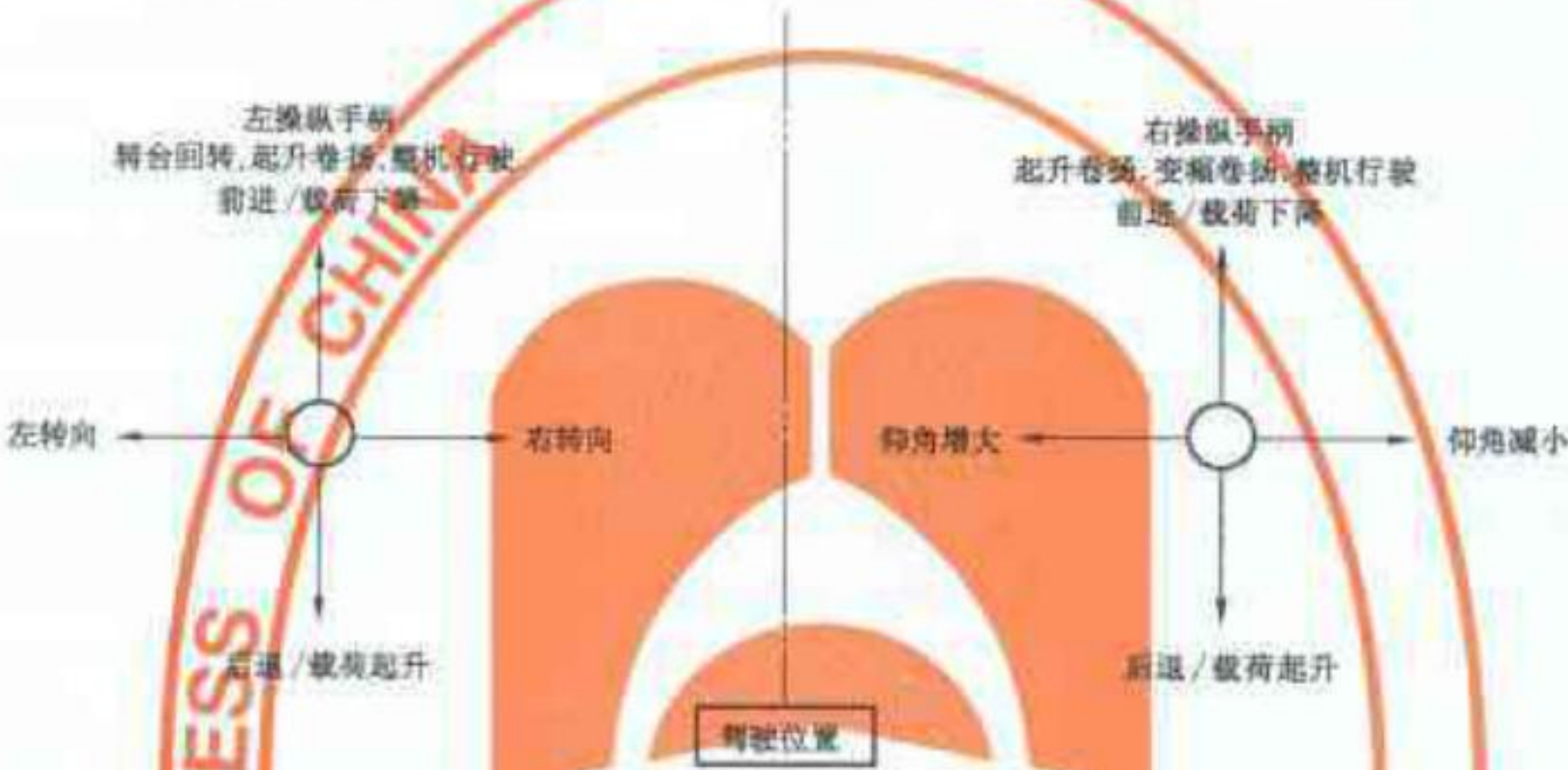


图 1 起重机操纵手柄布置图

- 4.8.4 操纵手柄或按钮动作应灵活、不互相干扰。排列在一行或一列的操纵手柄,其外缘的最小间隙不应小于 65 mm。各操纵手柄和踏板在中位时,不得因震动而离位。
- 4.8.5 起重机应设置紧急停止装置。当遇到紧急情况时,紧急停止装置的按钮应保持在接通位置,直到紧急情况解除。
- 4.8.6 起重机处于非工作状态时,控制系统应能可靠地防止起重机意外启动。
- 4.8.7 为防止误操作,控制系统中应设有附加的保护装置(如钥匙开关)。
- 4.8.8 起重机开始工作时应有音响报警,警示起重机附近的人员。
- 4.8.9 支腿操纵机构应设置在使操作者能清楚地看见活动支腿运动方向,否则,应有音响报警。

4.9 安全防护装置

4.9.1 水平显示器

水平显示器应安装在起重机的司机室中或操作者附近的视线之内。水平显示器应能有效、真实地反映起重机的水平状态,结果易于观察。

4.9.2 起升高度限位器

为防止吊钩滑轮组与臂架头部的碰撞和强力挤压,起重机应配置一个起升高度限位器。

4.9.3 下降深度限位器

吊钩在最大允许下降深度时,为确保在卷筒上缠绕的钢丝绳至少保留 2 圈(除固定绳尾的圈数外),起重机应配置下降深度限位器。

4.9.4 超载保护装置

起重机应设置一个超载保护装置,超载保护装置的技术要求应符合 GB 12602 的规定。超载保护装置在以下情况下应显示当前配置及起重机位置:

- a) 操作中能持续显示起重机受载状况,即对于给定配置起重机受载状况的显示,如黄色表示即将

达到额定总起重量,红色表示超载状态等。

- b) 允许载荷,由实际工作幅度或臂架倾角决定的载荷。
- c) 额定总起重量,包括吊钩所吊起的有效载荷、吊钩、吊钩滑轮组和起重吊具的自重。
在起重机操作中,为了检测错误或调整特殊显示,可以临时消除持续的显示。
- d) 工作幅度。
- e) 主臂臂架仰角。
- f) 当配置变幅副臂时,显示额定总起重量与变幅副臂角度的相关数据。
- g) 当起重机的臂长超过 50 m 时显示风速。
- h) 额定总起重量指示装置的报警应在相应工况 90%~95%额定总起重量之间开始进行。

注:这是给起重机操作者对报警产生反应和采取措施防止过载的响应时间,如降低运行速度,防止载荷摆动等。

报警应符合以下要求:

- 1) 达到额定总起重量时的报警,应使起重机操作者及危险区域的其他人都能听到;
- 2) 当超过了额定总起重量时的报警,应使处于起重机危险区域内的人都能看到和听到;
- 3) 达到额定总起重量和超过了额定总起重量的报警应该是连续的,接近额定总起重量的报警与超过额定总起重量的报警声音应有明显的区别。

应禁止操作者人为地取消报警,除非在报警持续 5 min 之后,能方便地取消上面 1) 和 2) 中所要求的音响报警。当采取取消操作后,起重机处于可视的报警状态,这种报警是自动产生的。在试验、装配或拆装过程中,额定总起重量指示装置的报警功能可被取消,但额定总起重量显示将继续。

- i) 在起重机正确安装和尽可能小的工作速度条件下,额定总起重量限制装置允许在相应工况 100%~110%额定总起重量之间操作。额定总起重量限制装置应具有确保起重机安全的功能:

- 1) 防止导致超载的任何动作;
- 2) 防止载荷向危险方向运行。

额定总起重量限制装置应能使起重机操作者将控制返回到停止位置,并启动将起重机移动到安全位置的动作。

额定总起重量限制装置一旦触发就应保持在触发状态,直到移开超载为止。

4.9.5 变幅限位器

变幅限位器应装有合适的调节装置,以使主臂及副臂达到规定的变幅角度。必要时调节装置应为操作者提供具有锁止功能的接触限制器,使主臂或副臂在瞬间重新接通动力源,以便使主臂及副臂向安全方向运行。

起重机按不同的变幅机构,配置相应的变幅限位器:

- a) 臂架变幅限位器——对于所有配置的起重机;
- b) 副臂变幅限位器——配置了可变幅副臂的起重机;
- c) 桅杆变幅限位器——采用了桅杆变幅的起重机。

4.9.6 故障显示器

起重机宜设置故障显示器,故障显示器通常具有显示以下故障自诊断功能:

- 发动机的转速、机油压力、水温 and 冷启动预热;
- 液压系统压力、元器件回油堵塞及空气滤清器堵塞;
- 输入、输出信号检查(如操作手柄、电磁阀等)等。

4.9.7 三色指示灯报警装置

在司机室外明显位置宜安装三色指示灯报警装置。三色指示灯(绿色、黄色、红色)显示起重机当前受载状况:

- a) 绿灯亮:实际起吊载荷在相应工况 90%额定总起重量以下,表示正常运行状态;
- b) 黄灯亮:实际起吊载荷在相应工况 90%~100%额定总起重量之间,表示接近危险运行状态;
- c) 红灯亮:实际起吊载荷超过相应工况 100%额定总起重量,表示应立即引起注意的危险运行状态,并报警。

4.9.8 防护装置

4.9.8.1 控制位置的安全距离应符合 GB 12265.1、GB 12265.3 的规定,避免操作者的手、臂、头及身体的其他部分受到运动部件(如臂架、变幅机构、油缸等)的挤压。

4.9.8.2 起重机回转支承及卷扬上应有保护措施,防止手或胳膊插入齿轮啮合位置。所有正常工作中可能产生危险的位置,如敞开式的钢丝绳及其他运动部件应有防挤压、撕裂或手脚进入的保护措施。

4.9.8.3 防护装置应牢固可靠,除非不可能发生人踩在防护装置上的情况,否则防护装置应能承受一个 90 kg 重的人,而不会发生永久变形。

4.9.8.4 如果安全通道只可能带个人保护装置(如安全带)和/或移动通道系统(如移动平台或移动梯子),应在说明书中提供选择、安装及安全使用的说明。

4.9.9 安全警示标志

应在起重机的合适位置或工作区域设置明显可见的安全警示标志,安全警示标志应符合 GB 15052 的规定。

4.9.10 警示灯

起重机应设置夜间作业的照明灯和臂架顶端警示灯。

4.9.11 风速仪

当起重机的臂长超过 50 m,臂架上部应设置风速仪。风速仪的安装位置和技术要求应符合 GB/T 3811 的规定。

4.9.12 防后倾装置

起重机的防后倾装置应设计成当承载钢丝绳或吊具因故障突然释放载荷时,能吸收由变幅主臂或变幅副臂传递的所有能量,防止主臂或变幅副臂向上和向后运动。

5 试验方法

5.1 总则

5.1.1 试验条件

5.1.1.1 根据试验工况,起重机应装上设计规定的全部工作装置。

5.1.1.2 燃油箱内应有 1/3 至 2/3 之间的油量,液压油箱的油面应在油面指示器规定的刻度范围内。

5.1.1.3 水箱加满冷却水。

5.1.1.4 地面应平整、坚实,倾斜度不大于 1%。

5.1.1.5 作业性能试验时,风速不应大于 8.3 m/s;结构试验时,风速不应大于 4 m/s。

5.1.1.6 试验时的环境温度在 -20℃~+40℃ 之间。

5.1.1.7 载荷应标定准确,垂直载荷相对于标定值的允差不应大于 ±0.5%。

5.1.1.8 在不影响试验效果的情况下,试验项目可按试验内容和载荷情况相互穿插或组合进行。

5.1.2 一般要求

5.1.2.1 空载试验、动载试验、静载试验、稳定性试验和起重机超载保护装置试验应在产品出厂前进行。

爬坡能力的试验一般应在试验坡道上进行,如果条件不具备,亦可采用牵引力测试替代。

具有超起功能的起重机亦应按上述规定分别进行试验。

5.1.2.2 载荷试验时,先施加相应工况 80% 的试验载荷,起重机的状态稳定后再施加到相应工况 100% 的试验载荷。试验载荷应逐渐地、无冲击地施加在吊钩上。

5.2 试验准备

5.2.1 资料

试验时,需要准备一份试验大纲,试验大纲的主要内容包括:试验条件、试验项目、循环作业内容和次数、试验方法、合格判定原则和试验记录等。

5.2.2 量具及器具

5.2.2.1 试验期间使用的量具及器具,应具有法定计量部门或计量鉴定部门委托的校定部门签发的合格证,并在有效期内。

5.2.2.2 参数测量精度应符合 GB/T 21457 的规定。

5.3 主要参数测定

5.3.1 主要尺寸

测定项目为(见图 2):

- a) 主臂长度和副臂长度;
- b) 最大起升高度;
- c) 卸去臂架后的起重机外廓尺寸:总长(L)、总宽(B)和总高(H);
- d) 履带的相关尺寸:履带长度(L_1)、履带宽度(B_1)和两履带总宽(伸/缩)(B_2/B)。

5.3.2 质量参数

测定项目为:

- a) 下车、配重、超起配重(如果有)、吊钩滑轮组、鹅头架、桅杆;
- b) 主臂的基础臂节、顶部臂节、中间臂节;
- c) 副臂的基础臂节、顶部臂节、中间臂节等。



图 2 起重机外形尺寸

5.3.3 操纵力及操纵行程

测量操纵手柄和脚踏板的操纵力及操纵行程。测量点为操纵手柄和脚踏板中央点,测量点的直线移动距离为行程。

5.3.4 工作参数

5.3.4.1 最高稳定起升速度

在如下测试工况时:

- a) 最短工作主臂、吊钩空载;
- b) 最短工作主臂、吊钩起吊最大额定总起重量;
- c) 最短工作主臂+最短固定副臂或最短工作主臂+最短变幅副臂、吊钩空载;
- d) 最短工作主臂+最短固定副臂或最短工作主臂+最短变幅副臂、吊钩起吊额定总起重量。

分别以最高稳定速度起升、下降载荷,测量载荷通过 2 m(主钩)或(副钩为 10 m)行程所需要的时间,计算载荷起升、下降速度。

每种测试工况试验重复三次,取其平均值作为起升速度。

5.3.4.2 最高稳定回转速度

最短工作主臂、空载工况时,以最高稳定速度左、右回转,测量回转 360°所需要的时间,试验重复三次,取其平均值作为回转速度。

5.3.4.3 变幅时间

最短工作主臂、空载工况时,以最高速度测量臂架在 0°至最大仰角范围内全程起臂、落臂所需要的时间,试验重复三次,取其平均值作为变幅速度。

5.3.4.4 起升、下降最低稳定速度和单绳微动速度

最短工作主臂、起吊最大额定总起重量和最小工作幅度时:

- a) 操纵油门和手柄,使起升或下降达到最低稳定速度,测量起升载荷起升或下降通过 1 m(主钩)距离所需要的时间,计算载荷的起升或下降的最低稳定速度和卷扬钢丝绳的单绳微动速度;
- b) 操纵油门和手柄,使转台向左或向右回转达到最低稳定速度,测量转台向左或向右回转 360°所需要的时间,计算回转的最低稳定速度。

测试时,每种动作试验重复三次,取平均值作为最低稳定速度或单绳微动速度。

5.4 外观检查

外观检查一般为目测检查,是在不拆卸任何零部件或打开遮蔽物就能观察到的部位及零部件,这种检查也应包括某些必要的手动操作。同时还应检查全部必备的证书是否提供并经过审核。

目测检查不少于如下项目:

- a) 焊缝质量;
- b) 表面涂装质量;
- c) 主臂上的维修通道;
- d) 司机室:
 - 1) 室内地面是否防滑、门是否会被意外打开、窗户是否使用安全玻璃;
 - 2) 室内尺寸是否符合 GB/T 20303.2 的规定;
 - 3) 照明、标志和图形符号等是否规范;
- e) 防护装置;
- f) 防止钢丝绳不跳出卷筒的装置;
- g) 滑轮的防止钢丝绳脱槽装置;
- h) 钢丝绳紧贴滑轮轮槽的保护装置;
- i) 滑轮支承处的润滑装置;
- j) 人手可触及的滑轮组设置的滑轮罩壳;
- k) 防止钢丝绳和吊具旋转的装置;
- l) 吊钩的防脱装置、吊钩总成的挡绳装置;
- m) 回转机构在特定位置设置机械式锁定装置;

- n) 在电线容易受损的地方,有否防止电线磨损的装置;
- p) 操纵手柄和按钮操作是否灵活、不互相干扰,档位是否准确、可靠;
- q) 水平显示器;
- r) 操纵系统的符号及图形标志;
- s) 安全警示标志;
- t) 警示灯和风速仪的安装位置;
- u) 液压油箱有否渗漏。

5.5 行驶性能试验

5.5.1 空载行驶

试验工况为:

- 吊钩空载;
- 最短工作主臂仰角为 45° 。

起重机在平整坚实的路面上分别以低速档或高速档前进和后退行驶各 20 m, 试验重复三次。

5.5.2 最高行驶速度

试验工况为:

- 吊钩空载;
- 最短工作主臂仰角为 45° ;
- 吊钩位于最大起升高度的一半;
- 起升和回转制动器均处于制动工况。

当起重机直线前进或后退为稳定高速行驶时, 分别测量起重机的前进或后退通过设定测试区段[测试区长度为试验时车速(单位为米每秒)的 20 倍或 20 m 中的大值]所需的时间, 计算起重机的最高行驶速度。

试验重复各三次, 分别取前进或后退三次试验的平均值作为起重机的最高行驶速度。

5.5.3 跑偏量

试验工况为:

- 吊钩空载;
- 最短工作主臂仰角为 45° ;
- 吊钩位于最大起升高度的一半;
- 起升和回转制动器均处于制动工况。

起重机在没有人工干预的情况下, 以最低稳定速度前进和后退行驶各 20 m 的跑偏量。

试验重复三次, 取最大值作为起重机的跑偏量。

5.5.4 爬坡能力

爬坡试验的坡道总长度应超过起重机长度的 3 倍, 其中测量区段的坡道应为起重机长度的 1.5 倍。起重机在低速档行驶状态时, 试验工况为:

- 吊钩空载;
- 最短工作主臂为最大仰角;
- 吊钩位于最大起升高度的一半;
- 起升和回转制动器均处于制动工况。

将履带全部驶上不小于 30% (最大额定总起重量为 150 t 及以下的起重机) 或 15% (最大额定总起重量大于 150 t 的起重机) 的坡道上, 行驶过程中上坡和下坡时各驻车制动一次 (试验时起重机应反方向爬坡, 正方向下坡), 试验重复三次。

试验过程中, 检查起重机的爬坡、制动、下坡情况, 观察并记录开始制动到停止时驱动轮的转动圈数 (一般不超过 1/6 圈)。

如不具备试验坡道,可采用牵引力测试替代。

5.5.5 履带伸缩性能

将履带总宽从最小伸到最大,再由最大缩到最小。试验重复三次。

5.5.6 履带平均接地比压

履带平均接地比压计算方法如下:

- a) 履带接地长度为驱动轮和从动轮的中心线间的距离 L_1 (见图 2);
- b) 接地面积按式(1)计算。

$$A = L_1 \times 2B_1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

A ——履带接地面积,单位为平方毫米(mm^2);

L_1 ——履带接地长度,单位为毫米(mm);

B_1 ——左或右侧履带板宽度(见图 2),单位为毫米(mm)。

- c) 平均接地比压按式(2)计算。

$$p = \frac{M \times g \times 10}{A} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

p ——履带平均接地比压,单位为兆帕(MPa);

M ——起重机(最短工作主臂时)的自重,单位为千克(kg);

g ——重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2)。

5.6 空载试验

5.6.1 试验目的

检查起重机各机构能否在规定的工作范围内正常动作,各种指示和限位装置是否能工作正常。

5.6.2 试验方法

分别进行吊钩起升及下降、过放、回转、变幅和臂架防后倾的功能试验,试验方法如下:

a) 吊钩升降

最短工作主臂、主臂+固定副臂或主臂+变幅副臂的臂架组合时,起升吊钩,当吊钩达到设计规定的极限位置时高度限位器报警,并自动停止吊钩起升动作。操作强制开关后可恢复向安全方向运行。试验重复三次。

b) 起升卷筒上钢丝绳过放

最短工作主臂、最大仰角时,吊钩以低速下降,当起升卷筒上缠绕的钢丝绳还剩 2 圈时(除固定绳尾的圈数外)下降深度限位器报警,并自动停止向危险方向运动。操作强制开关后可恢复向安全方向动作。试验重复三次。

c) 回转

最短工作主臂时,分别以高速和低速进行全程范围内左右各回转 360° ,左右回转过程各制动一次。试验重复三次。

d) 变幅

主臂+变幅副臂或主臂+固定副臂时,分别对主臂、副臂和桅杆进行全程范围内的变幅。幅度达到设计规定的上下极限位置时,变幅限位器报警,并自动停止变幅。操作强制开关后可恢复向安全方向变幅,变幅到中间位置时制动一次。试验重复三次。

e) 防后倾

对主臂+变幅副臂和超起机构的臂架组合形式,分别操作主臂、变幅副臂或超起机构后倾装置。臂架后倾角度到极限位置时,防后倾装置报警,并自动停止向危险方向运动。操作强制开关后可恢复向安全方向动作。试验重复三次。

5.7 额定载荷试验

5.7.1 试验目的

验证起重机各机构在起吊相应工况 100% 额定总起重量的试验载荷作用下的性能。

验证超载保护装置和三色指示灯的报警功能。

5.7.2 试验方法

5.7.2.1 起吊额定载荷

额定载荷试验的臂架组合、试验工况和试验循环内容见表 3。

每种工况按表 3 规定的一次循环内容重复试验三次。

5.7.2.2 带载行驶

5.7.2.2.1 标准工况试验

中长主臂, 最小工作幅度、臂架位于行驶方向的正前方, 起吊相应工况 100% 额定总起重量的试验载荷, 载荷起升到离地高度 500 mm 左右, 起重机以最低稳定速度直线前进和后退行驶各 25 m。

前进或后退行驶过程中各制动一次。试验重复三次。

5.7.2.2.2 超起工况试验

相应的超起配重, 超起配重回转半径、中长主臂、最小工作幅度、臂架位于行驶方向的正前方, 起吊相应工况 100% 额定总起重量的试验载荷, 载荷起升到离地高度 500 mm 左右, 起重机以最低稳定速度直线前进和后退行驶各 25 m。

前进和后退行驶过程中各制动一次。试验重复三次。

5.7.2.3 安全装置验证

在试验过程中, 验证超载保护装置和三色指示灯的报警功能:

- a) 试验载荷在相应工况 90%~95% 额定总起重量之间时, 额定总起重量指示装置应报警; 试验载荷达到相应工况 100% 额定总起重量时, 额定总起重量指示装置应连续报警。
- b) 试验载荷在相应工况 90% 额定总起重量以下时, 三色指示灯的绿灯亮; 试验载荷在相应工况 90%~100% 额定总起重量之间时, 三色指示灯的黄灯亮。

表 3 额定载荷试验

类别	臂架组合	序号	试验工况	一次循环内容
标准 工况	最短工作主臂	1	最小工作幅度、最大额定总起重量	载荷起升到最大高度后, 再下降到地面, 载荷在下降过程中制动一次
		2	最大工作幅度、相应额定总起重量	
	中长主臂	3	最小工作幅度、相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度, 在作业区范围内左右回转 360°, 在左右回转过程中各制动一、二次。
		4	最大工作幅度、相应额定总起重量	
	最长主臂	5	最小工作幅度、相应额定总起重量	载荷起升到最大高度后, 再下降到地面, 载荷在升降过程中各制动一次
		6	最大工作幅度、相应额定总起重量	
	最短工作主臂 + 最短副臂	7	最短工作主臂和最短副臂的臂架仰角、最大工作幅度、相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度, 在作业区范围内左右回转 360°, 在左右回转过程中各制动一、二次。 主臂起臂至最小工作幅度, 载荷起升至最大高度后, 再下降到地面, 载荷在下降过程中制动一次
	中长主臂 + 中长副臂	8	中长主臂和最长副臂的臂架仰角、最大工作幅度、相应额定总起重量	
	最长主臂 + 最短副臂	9	最长主臂和最短副臂的臂架仰角、最大工作幅度、相应额定总起重量	
	最长主臂 + 最长副臂	10	最长主臂和最长副臂的臂架仰角、最大工作幅度、相应额定总起重量	

表 3 (续)

类别	臂架组合	序号	试验工况	一次循环内容
超起工况	最短工作主臂	11	最小工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应额定总起重量	载荷起升到最大高度后,再下降到地面,载荷在下降过程中制动一次
		12	最大工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应额定总起重量	
超起工况	中长主臂	13	最小工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度,在作业区范围内左右回转 360°,在左右回转过程中各制动一、二次。
		14	最大工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应额定总起重量	
	最长主臂	15	最小工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应额定总起重量	载荷起升到最大高度后,再下降到地面,载荷在升降过程中各制动一次
		16	最大工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应额定总起重量	
	最短工作主臂 + 最短副臂	17	最短工作主臂和最短副臂的臂架仰角及相应的超起配重、超起配重回转半径、最大工作幅度、相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度,在作业区范围内左右回转 360°,在左右回转过程中各制动一、二次。 主臂起臂至最小工作幅度,载荷起升至最大高度后,再下降到地面,载荷在下降过程中制动一次
	中长主臂 + 中长副臂	18	中长主臂和中长副臂的臂架仰角及相应的超起配重、超起配重回转半径、最大工作幅度、相应额定总起重量	
	最长主臂 + 最短副臂	19	最长主臂和最短副臂的臂架仰角及相应的超起配重、超起配重回转半径、最大工作幅度、相应额定总起重量	
	最长主臂 + 最长副臂	20	最长主臂和最长副臂的臂架仰角及相应的超起配重、超起配重回转半径、最大工作幅度、相应额定总起重量	

注:副臂分为固定副臂和变幅副臂。

5.8 动载荷试验

5.8.1 试验目的

验证起重机的各机构在起吊相应工况 110% 额定总起重量的试验载荷作用下的性能。

验证超载保护装置和三色指示灯的报警功能。

在试验过程中或试验结束后,检查起重机的零部件是否产生对起重机的性能与安全有影响的损坏,连接处没有出现松动或损坏。

5.8.2 试验方法

5.8.2.1 起吊 110% 额定载荷

动载荷试验的臂架组合、试验工况、试验循环内容见表 4。

每种工况按表 4 规定的一次循环内容重复试验三次。

5.8.2.2 带载行驶

5.8.2.2.1 标准工况试验

中长主臂、最小工作幅度、臂架位于行驶方向的正前方,起吊相应工况 110% 额定总起重量的试验载荷,载荷起升到离地高度 500 mm 左右,起重机以最低稳定速度直线前进和后退行驶各 15 m。

试验重复三次。

5.8.2.2.2 超起工况试验

相应的超起配重、超起配重回转半径、中长主臂、最小工作幅度、臂架位于行驶方向的正前方，起吊相应工况 110% 额定总起重量的试验载荷，载荷起升到离地高度 500 mm 左右，起重机以最低稳定速度直线前进和后退行驶各 15 m。

试验重复三次。

5.8.2.3 起升机构制动性能

最短工作主臂、最小工作幅度时，起吊相应工况 110% 最大额定总起重量的试验载荷，载荷起升到离地 3 m 高处停留至少 5 min，起升机构未见打滑。

5.8.2.4 安全装置验证

在试验过程中，验证超载保护装置和三色指示灯的报警功能：

- 试验载荷在相应工况 100%~110% 额定总起重量之间时，额定总起重量限制装置应连续报警，并自动停止向危险方向运动。操作强制开关后可恢复向安全方向动作。
- 试验载荷超过相应工况 100% 额定总起重量时，三色指示灯的红灯亮，并报警。

表 4 动载荷试验

类别	臂架组合	序号	试验工况	一次循环内容
标准 工况	最短工作主臂	1	最小工作幅度、110% 最大额定总起重量	载荷起升到最大高度后，再下降到地面，载荷在下降过程中制动一次
		2	最大工作幅度、相应 110% 额定总起重量	
	中长主臂	3	最小工作幅度、相应 110% 额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度，在作业区范围内左右回转 360°，在左右回转过程中各制动一、二次。 载荷起升到最大高度后，再下降到地面，载荷在升降过程中各制动一次
		4	最大工作幅度、相应 110% 额定总起重量	
	最长主臂	5	最小工作幅度、相应 110% 额定总起重量	
		6	最大工作幅度、相应 110% 额定总起重量	
	最短工作主臂 + 最短副臂	7	最短工作主臂和最短副臂的臂架仰角、最大工作幅度及相应 110% 额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度，在作业区范围内左右回转 360°，在左右回转过程中各制动一、二次。 主臂起臂至最小工作幅度，载荷起升至最大高度后，再下降到地面，载荷在下降过程中制动一次
	中长主臂 + 中长副臂	8	中长主臂和中长副臂的臂架仰角、最大工作幅度及相应 110% 额定总起重量	
	最长主臂 + 最短副臂	9	最长主臂和最短副臂的臂架仰角、最大工作幅度及相应 110% 额定总起重量	
	最长主臂 + 最长副臂	10	最长主臂和最长副臂的臂架仰角、最大工作幅度及相应 110% 额定总起重量	
超起 工况	最短工作主臂	11	最小工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应 110% 额定总起重量	载荷起升到最大高度后，再下降到地面，载荷在下降过程中制动一次
		12	最大工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应 110% 额定总起重量	
	中长主臂	13	最小工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应 110% 额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度，在作业区范围内左右回转 360°，在左右回转过程中各制动一、二次。 载荷起升到最大高度后，再下降到地面，载荷在升降过程中各制动一次
		14	最大工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应 110% 额定总起重量	
	最长主臂	15	最小工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应 110% 额定总起重量	
		16	最大工作幅度和相应的超起配重、超起配重回转半径、相应 110% 额定总起重量	

表 4 (续)

类别	臂架组合	序号	试验工况	一次循环内容
超起 工况	最短工作主臂+ 最短副臂	17	最短工作主臂和最短副臂的臂架仰角、最大 工作幅度及相应的超起配重、超起配重回转半 径、相应 110%额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高 度,在作业区范围内左右回转 360°,在 左右回转过程中各制动一、二次。 主臂起臂至最小工作幅度,载荷起升 至最大高度后,再下降到地面,载荷在 下降过程中制动一次
	中长主臂+ 中长副臂	18	中长主臂和中长副臂的臂架仰角、最大工作 幅度及相应的超起配重、超起配重回转半径、 相应 110%额定总起重量	
	最长主臂+ 最短副臂	19	最长主臂和最短副臂的臂架仰角、最大工作 幅度及相应的超起配重、超起配重回转半径、 相应 110%额定总起重量	
	最长主臂+ 最长副臂	20	最长主臂和最长副臂的臂架仰角、最大工作 幅度及相应的超起配重、超起配重回转半径、 相应 110%额定总起重量	
注:副臂分为固定副臂和变幅副臂。				

5.9 静载荷试验

5.9.1 试验目的

验证起重机及其各部分结构的承载能力。

在试验过程中或试验结束后,检查起重机的零部件是否产生裂纹、永久变形、油漆剥落和对起重机的性能与安全有影响的损坏、连接处没有出现松动或损坏。

5.9.2 试验方法

在标准工况和超起工况时分别进行如下试验:

起重机在最短工作主臂、最短工作主臂+最短副臂组合及相应的最小工作幅度工况时,臂架处于最不利的方向,起吊相应工况 125%额定总起重量的试验载荷,载荷起升到离地高度 200 mm 左右,停留 10 min 后,再下降到地面。

5.10 整机抗倾覆稳定性试验

5.10.1 试验目的

验证起重机的静稳定性、后翻稳定性、行驶稳定性和整机制动稳定性。

5.10.2 静稳定性

5.10.2.1 最短工作主臂

臂架分别处于起重机的正侧方、正前方和正后方,臂架仰角处于产生最大倾覆力矩的工作幅度,起吊相应工况 $(1.25P+0.1F)$ 的试验载荷。慢速起升载荷到一定的离地高度,臂架在各试验位置停留 10 min。

在试验过程中,起重机不倾翻则认为是稳定的。

注 1: P ——由起重机制造厂规定的在不同幅度下起重机的额定总起重量。

注 2: F ——将主臂质量或副臂质量换算到主臂端部或副臂端部的质量重力。

5.10.2.2 最长主臂

臂架分别处于起重机的正侧方、正前方和正后方,臂架仰角处于产生最大倾覆力矩的工作幅度,起吊相应工况 $(1.25P+0.1F)$ 的试验载荷。慢速起升载荷到一定的离地高度,臂架在各试验位置停留 10 min。

在试验过程中,起重机不倾翻则认为是稳定的。

5.10.2.3 最长主臂+最长副臂(含固定副臂或变幅副臂)

臂架分别处于起重机的正侧方、正前方和正后方,臂架仰角处于产生最大倾覆力矩的工作幅度、起吊相应工况($1.25P+0.1F$)的试验载荷,分别对不同的臂架组合形式进行试验。慢速起升载荷到一定的离地高度,臂架在各试验位置停留 10 min。

在试验过程中,起重机不倾翻则认为是稳定的。

5.10.3 后翻稳定性

按设计工况配置对最短工作主臂进行试验。臂架分别处于起重机的正侧方、正前方和正后方,臂架最大仰角,吊钩和其他取物装置放在地面上。分别测量臂架一侧倾覆线上的总载荷,各倾覆线上的总载荷均不小于起重机总质量重力的 15%,则认为起重机是稳定的。

5.10.4 行驶稳定性

5.10.4.1 试验工况

试验工况为:

- a) 中长主臂、最小工作幅度;
- b) 臂架处于起重机的正前方;
- c) 试验载荷:
 - 1) 当起重机行驶的最大速度不大于 0.4 m/s 时,为($1.33P+0.1F$);
 - 2) 当起重机行驶的最大速度大于 0.4 m/s 时,为($1.5P+0.1F$)。

5.10.4.2 试验方法

起重机以最低稳定速度匀速行驶,直线前进和后退各 20 m。在试验过程中,下车后端倾覆线上的总载荷为零,但履带板不离地,则认为起重机是稳定的。

5.10.5 整机制动稳定性

最短工作主臂、最小工作幅度,臂架位于正前方,空载、吊钩位于最大起升高度的一半、起升和回转制动器均处于制动工况时,起重机在坡度(与行驶方向一致)不小于 30%(最大额定总起重量为 150 t 及以下的起重机)或 15%(最大额定总起重量大于 150 t 的起重机)的坡道上以高速档直线前进和后退,在行驶过程中连续制动,观察起重机是否有向前、后倾覆趋势。

试验重复三次。

5.11 密封性能试验

5.11.1 液压油缸和阀的密封性能

5.11.1.1 试验工况和条件

试验工况和条件如下:

- a) 试验环境温度变化范围不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- b) 最短工作主臂、最小工作幅度、起吊最大额定总起重量的试验载荷或最长主臂、最小工作幅度、起吊相应工况 100% 额定总起重量的试验载荷。

5.11.1.2 试验方法

试验载荷起升到某一高度在空中停稳(不使用机械制动器制动)后,发动机熄火(停止油泵工作)持续 15 min,测量载荷或臂架端部的下降距离或主臂变幅油缸的回缩量。

如果第一次试验活塞杆回缩量超过 2 mm 时,可再进行两次重复性试验。取三次试验的平均值作为油缸活塞杆的回缩量。

5.11.2 液压元器件和液压油箱接合面

在空载试验、额定载荷试验、动载荷试验和静载荷试验过程中或试验结束后 15 min 内,检查液压油箱、油泵、油马达、液压油缸、液压阀、管接头、油堵等连接部位:

- 固定结合面部位手摸无油膜、相对运动部位目测无油渍为不渗油;
- 渗出的油渍面积不超过 100 cm^2 或 15 min 不滴一滴油,视为不滴油。

5.12 噪声测量

司机室内噪声和机外辐射噪声功率级的测量方法按 GB 20062 的规定进行。

5.13 发动机排气污染物测量

发动机排气污染物的测量方法按 GB 20891 的规定进行。

5.14 液压油固体颗粒污染测量

第 5.5 至 5.11 规定的试验结束后,液压油箱中液压油的固体颗粒污染检测按 JB/T 9737.2 的规定进行。

5.15 结构试验

5.15.1 试验目的

验证起重机在起吊相应工况的试验载荷作用下主要结构件的应力;测试应力的安全判别、结构动特性测试和结果处理方法。

5.15.2 试验方法

进行结构应力测试的起重机应是通过空载试验、额定载荷试验、动载荷试验和静载荷试验后的样机,起重机的结构试验方法见附录 C。

5.16 可靠性试验

5.16.1 试验目的

评定起重机在规定条件和预定的时间内强化作业状态下的工作能力、考察起重机在作业时整机和零部件的可靠性、主要零部件的耐磨性、整机基本性能的稳定程度和液压油的温度等。

5.16.2 一般要求

5.16.2.1 起重机应在规定的时间内完成表 5 规定的循环次数。规定的试验时间包括作业时间和有效停机时间,不包括臂架和超起机构的安装时间。如果样机超出规定时间,则不计可靠性指标。

5.16.2.2 试验期间,样机若出现致命故障,如:主要结构件永久性变形、重要焊接开裂、翻车等,本次试验应终止,不计可靠性指标。

5.16.2.3 每种工况试验前 4 h 的试验载荷为相应工况 75% 额定总起重量,然后再按相应工况 100% 的额定总起重量进行试验。

5.16.2.4 操作要求如下:

- a) 操作人员应严格执行使用说明书规定的操作规程,应平稳操作,确保设备和人身安全;
- b) 按使用说明书的要求完成每日(班)的正常保养;
- c) 试验期间不允许带故障作业;
- d) 试验样机每天作业时间一般不少于 8 h。

5.16.3 试验方法

可靠性试验的臂架组合、循环次数、试验工况、一次循环内容和试验总时间见表 5。

5.16.4 作业率计算方法

作业率 R 按式(3)计算。

$$R = \frac{T_1}{T_0} \times 100\% = \frac{T_1}{T_1 + T_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

T_0 ——规定的总试验时间,单位为小时(h);

T_1 ——总作业时间,单位为小时(h);

T_2 ——故障排除总时间,单位为小时(h)。

5.16.5 性能复试

可靠性试验后,试验样机应按表 E.1 规定的出厂检验项目进行性能复试。

表 5 可靠性试验

类别	臂架组合	循环次数			试验工况	一次循环内容
		A	B	C		
标准 工况	最短工作主臂	300	250	200	最小工作幅度、最大额定总起重量	载荷起升到最大高度后,再下降到地面,载荷在下降过程中制动一次
		300	250	200	最大工作幅度,相应额定总起重量	
	中长主臂	150	120	100	最小工作幅度,相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度,在作业区范围内左右回转360°,在左右回转过程中各制动一、二次。 载荷起升到最大高度后,再下降到地面,载荷在升降过程中各制动一次
		150	120	100	最大工作幅度,相应额定总起重量	
	最长主臂+最长副臂	150	120	100	最长主臂和最长副臂的臂架仰角,最大工作幅度,相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度,在作业区范围内左右回转360°,在左右回转过程中各制动一、二次。 主臂起臂至最小工作幅度,载荷起升至最大高度后,再下降到地面,载荷在下降过程中制动一次
带载行驶	100	80	60	中长主臂,最小工作幅度,臂架位于行驶方向的正前方,相应额定总起重量	试验载荷起升到离地高度约500 mm左右,起重机以最低稳定速度直线前进和后退行驶各25 m	
超起 工况	中长主臂	100	80	60	最小工作幅度和相应的超起配重,超起配重回转半径,相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度,在作业区范围内左右回转360°,在左右回转过程中各制动一、二次。
		100	80	60	最大工作幅度和相应的超起配重,超起配重回转半径,相应额定总起重量	
	最长主臂	100	80	60	最小工作幅度和相应的超起配重,超起配重回转半径,相应额定总起重量	载荷起升到最大高度后,再下降到地面,载荷在升降过程中各制动一次
		100	80	60	最大工作幅度和相应的超起配重,超起配重回转半径,相应额定总起重量	
超起 工况	最长主臂+最长副臂	100	80	60	最长主臂和最长副臂的臂架仰角及相应的超起配重,超起配重回转半径,最大工作幅度,相应额定总起重量	载荷起升到臂架可以回转的离地高度,在作业区范围内左右回转360°,在左右回转过程中各制动一、二次。 主臂起臂至最小工作幅度,载荷起升至最大高度后,再下降到地面,载荷在下降过程中制动一次
	带载行驶	100	80	60	相应的超起配重、超起配重回转半径、中长主臂,最小工作幅度、臂架位于行驶方向的正前方,相应额定总起重量	试验载荷起升到离地高度约500 mm左右,起重机以最低稳定速度直线前进和后退行驶各25 m
	试验总时间 h	500	350	300		
注1: 符号说明: A——最大额定总起重量小于150 t的起重机; B——最大额定总起重量为150 t~400 t的起重机; C——最大额定总起重量大于400 t的起重机。 注2: 副臂分为固定副臂和变幅副臂,试验时按起重机的实际配置确定。						

5.17 试验记录

每台起重机的各种试验均应按日(班)记录。试验记录格式可以是分类描述,也可以是列表。试验记录主要包含如下内容:

- 产品型号及名称;
- 发动机型号及编号、额定功率、燃油消耗量;
- 试验日期、环境温度、风力、风向;
- 试验项目、技术性能和参数(合格要求描述、试验数据、合格判定)、作业循环数;
- 液压油温度变化曲线;
- 试验准备时间、开始时间、停止时间、作业时间等;
- 故障名称、原因和处理故障时间;
- 产品合格判定;
- 试验人员、校核人员。

5.18 工业性试验

工业性试验方案由制造厂和试验机构协商一致。工业性试验方法见附录D。

工业性试验报告由实施监督的试验机构编写,工业性试验报告内容及格式见表D.5。

6 检验规则

6.1 分类

起重机的检验分出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

起重机应逐台进行出厂检验,检验合格后由企业质量检验部门签发产品合格证。

出厂检验项目和合格判定见附录E。

6.3 型式检验

6.3.1 进行型式检验的样机应是出厂检验的合格产品,型式检验项目见表E.1。

检验样机采用随机方法抽取一台,抽样基数不限。

6.3.2 凡属下面情况之一者,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型时;
- b) 产品停产三年后恢复生产时;
- c) 正式生产后,如主要结构、工艺和材料有较大改变,可能影响产品性能时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有重大差异时;
- e) 当国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

属于a)、b)和e)的情况时,应按表E.1规定的项目进行检验;属于c)、d)两种情况时,可仅对受影响的项目进行检验。

6.3.3 判定规则

型式检验的合格判定见附录E表E.2。

首次样机不合格,允许对其缺陷项目进行修复、调试或更换易损件后,重检其缺陷项目。重检仍不合格,应重新抽取样机。第二台样机再不合格,则判样机不合格。制造厂应对该型号的产品进行整改,整改完成后再进行型式检验。

7 使用说明书与标志

7.1 使用说明书

使用说明书应符合GB/T 9969的规定。使用说明书的主要内容至少应包括以下内容:

- a) 技术参数;
- b) 使用指南;
- c) 装配、起吊、拆卸和运输的指南;
- d) 维修和检查指南;
- e) 培训指南;
- f) 备件指南。

7.2 标志

7.2.1 应在起重机机身明显位置固定标牌, 标牌应符合 GB/T 13306 的规定。

7.2.2 标牌应至少包括以下内容:

- a) 产品型号和名称;
- b) 最大额定总起重量;
- c) 发动机型号;
- d) 发动机额定功率;
- e) 出厂编号;
- f) 生产日期;
- g) 制造厂名称。

7.2.3 在起重机主臂上, 应有明显的标明制造厂名称或商标的标志。

7.2.4 应在起重机的相应部位安装操纵指示标志、起吊点、润滑示意图表和产品运输状态的重心标志等。

7.2.5 起重机部件被拆卸和分开运输要有辨别标志, 以免发生混淆。

主要部件(例如: 臂架、平衡重的某部分)的连接元件(例如: 螺钉、螺栓、螺杆), 在运输位置分开后应有准确的标志。

对提升附加装置、配重、桅杆装置和非对称的主要部件应标出其重心位置, 在装配/拆卸等操作过程中, 这些部件要与其关联的部件标志相同, 并在相应的配置/运输图纸上做标志。

8 包装、运输和贮存

8.1 包装

8.1.1 起重机应按使用说明书规定的运输图要求进行解体, 被解体的部件要有识别标志, 以免发生混淆。

8.1.2 包装时应合理摆放垫木, 下车、履带、配重、吊钩滑轮组、臂架臂节等基本处于水平状态, 并使机件的表面不受损伤。

8.1.3 包装箱内至少应提供下列技术文件:

- a) 产品合格证;
- b) 使用说明书;
- c) 发动机使用说明书;
- d) 超载保护装置使用说明书;
- e) 装箱单;
- f) 随机备件和随机工具清单;
- g) 易损件清单。

8.2 运输

8.2.1 吊装臂架时, 严禁钢丝绳直接吊挂在臂架的斜拉撑管上。

8.2.2 在运输过程中, 为避免无意中转台回转或支腿伸出等危险, 应提供固定起重机的机械锁止或液

压锁止装置。

8.2.3 驾驶员在运输前或运输中,应检查部件是否处于运输状态。应有措施保证起重机其他装载零件已锁定,以避免危险。

8.2.4 起重机运输应符合交通运输部门相关法规。

8.3 贮存

起重机贮存应符合 GB/T 22358 的有关规定。

www.docin.com

附录 A
(资料性附录)
起重机主要结构示意图

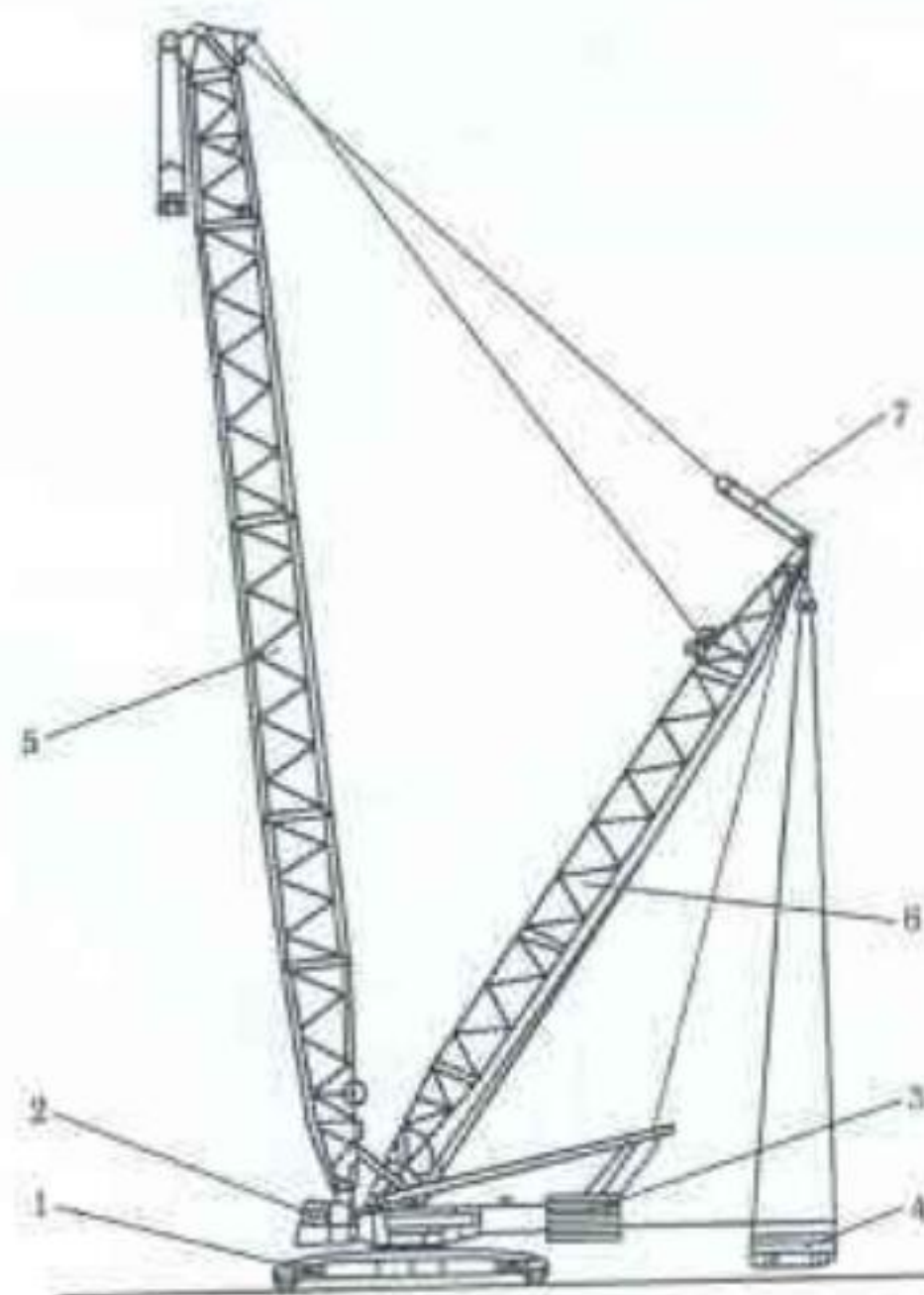
A.1 不带超起机构的起重机主要结构示意图见图 A.1。



- 1——副臂；
- 2——主臂；
- 3——A 型架(人字架)；
- 4——配重；
- 5——上车；
- 6——履带。

图 A.1

A.2 带有超起机构的起重机主要结构示意图见图 A.2。



- 1—履带；
- 2—上车；
- 3—配重；
- 4—超起配重；
- 5—臂架；
- 6—超起桅杆；
- 7—滑轮装置。

图 A.2

附录 B
(资料性附录)
起重机臂架组合主要形式

起重机臂架组合主要形式示意图见图 B.1。



附录 C
(规范性附录)
结构试验方法

C.1 结构应力测试

C.1.1 测试工况及载荷

C.1.1.1 结构应力测试工况及测试项目见表 C.1。

C.1.1.2 在加载和测试过程中,回转机构或转台应制动或锁定在规定的位上。

表 C.1 结构试验工况及载荷

序号	试验工况	载 荷	试 验 目 的	被 测 结 构	测试项
1	最短工作主臂在正前方、最小工作幅度、起吊最大额定总起重量 P_{max}	P_{max}	验证主要结构件的强度和刚度	最短工作主臂、转台、底架、变幅支架、臂架拉杆	结构静
2		$1.25 P_{max}$			
3	中长主臂在正前方、相应的工作幅度、起吊相应的额定总起重量 P_{lmax}	P_{lmax}	验证中长主臂的强度和刚度	中长主臂	结构静
4	最长主臂在正前方、相应的工作幅度、起吊相应的额定总起重量 P_{lmax}	P_{lmax}	验证最长主臂的强度和刚度	最长主臂	结构静
5	最长主臂+最长变幅副臂在正前方、相应的工作幅度、起吊相应的额定总起重量 P_{lmax}	P_{lmax}	验证最长主臂+副臂不同组合的强度和刚度	主臂、副臂、转台	结构静
6	安装工况	安装状态下的自重载荷	验证各结构件的安装强度	主臂、副臂、变幅支架、臂架拉杆	结构静
7	行驶状态	自重载荷	转台、拉杆的强度	转台、臂架拉杆	结构静
注:符号说明: P_{max} ——最大额定总起重量; P_{lmax} ——臂架相应工况的额定总起重量; P_{lmax} ——各种副臂相应工况的额定总起重量。					

C.2 测试点的规定

C.2.1 应力测试点的选择

C.2.1.1 在结构受力分析的基础上,确定危险应力区,危险应力区包括以下三种类型:

- a) 均匀高应力区:该区应力达到屈服应力时,会引起结构件的永久变形。
- b) 应力集中区:该区内屈服应力的出现不会引起结构件整体的永久变形,但应力集中会影响结构件的疲劳寿命。如孔眼、锐角、焊缝、铰点等断面剧变处。
- c) 弹性屈曲区:如受压杆的弹性屈曲,从应力看,该区的最大应力并没有达到材料的屈服点,因发生挠曲或过大变形而导致结构的破坏。

C.2.1.2 桁架结构的弦杆和腹杆,应在节间中部对称贴应变片,最后以平均应力来评定该节间全度。

C.2.1.3 在应力集中区内贴的应变片,应尽可能贴在高应力点上。

承受弯矩最大的断面同时作用有集中载荷时,应考虑在下列两个位置贴片:

- a) 应变片贴在集中载荷作用处或集中载荷处 20 mm 范围之内;
- b) 应变片贴在集中载荷作用处 20 mm 范围之外,承受弯矩接近最大值,且局部挤压应力影响较小处。

例如:支腿伸出段的根部和臂架伸出段的根部的应力测定。

C.2.1.4 受压杆件的贴片,应贴在杆件的中部或在其可能屈曲部位。

C.2.2 二向应力的测试

结构承受二向应力状态,如果预先能用某些方法(如脆性涂料法)确定主应变方向时,则可沿主应变方向贴上互相垂直的两个应变片。如果主应变的方向无法确定,则必须贴上由三个应变片组成的应变花。关于应变花的数据处理见(S.4.2b)。

C.2.3 测点编号

根据选择好的测试部位和确定的测试点,绘制测点分布图,对贴片统一编号,并指明应变片或应变花的贴片位置。

C.3 试验程序

C.3.1 检查和调整样机,使之处于正常工作状态。

C.3.2 接好应变检测系统,调试应变片和检查有关仪器,合理选择灵敏系数,消除一切不正常现象。

C.3.3 测量消除自重影响的应变片基准读数 ϵ_0 。

对于需要测量自重应力的结构件,应消除自重影响,记录零应力状态的读数。如无法消除自重影响,即不测零应力状态。处理数据的办法参见 C.4.1 的规定。

C.3.4 空载应力状态,测量结构件在自重作用下应变 ϵ_1 。

空载应力状态点将起重机调整到表 C.1 所规定的测试工况,工作幅度为测试起重机相应载荷作用下的工作幅度。吊钩放置地上。回转机构或转台应制动或锁住。

如果零应力状态应变基准应变读数 ϵ_0 无法读出,可以取空载状态作为初始状态,应变仪调零。

C.3.5 负载应力状态,测量负载作用下的应变 ϵ_2 。

负载应力状态是起重机按表 C.1 所规定的测试工况进行加载,其工作幅度允差不大于 $\pm 1\%$ 。

C.3.6 卸载至空载应力状态,检查各应变片的回零情况,如果某测点的应变片读数与原数据 ϵ_1 偏差超过 $\pm 0.03\sigma_s/E$ (式中 σ_s ——材料屈服极限, E ——材料弹性模数),认为该测点数据无效,应查明原因,按原测试程序重新测量,直到合格。

由风载荷作用造成的应变偏差是属于正常现象,测试时应尽可能选择良好天气,减少风载的影响。

C.3.7 每次试验应重复做三次,比较测试数据有无重大差别。如果误差超过 10 倍的微应变,则应查明原因,并重新测试,直至稳定。

C.3.8 观察结构是否有永久变形或局部损坏。如果出现永久变形或局部损坏,应立即终止试验,进行全面检查和分析。

C.3.9 试验数据、观察到的现象、试验说明应随时记录。

C.4 应力测试数据的处理和安全判别方法

C.4.1 计算两个测试状态的应力

空载应力(自重引起的应力) σ_1 按式(C.1)计算。

$$\sigma_1 = E(\epsilon_1 - \epsilon_0) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

负载应力 σ_2 按式(C.2)计算。

$$\sigma_2 = E(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

σ_1 ——空载应力(不测空载应力时,用计算应力代替),单位为兆帕(MPa);

σ_2 ——负载应力,单位为兆帕(MPa);

ε_0 ——零应力状态应变仪读数;

ε_1 ——空载应力状态应变仪读数;

ε_2 ——负载应力状态应变仪读数。

注: ε_0 、 ε_1 、 ε_2 均带正负号,拉应力为正,压应力为负。

结构最大应力取下述两种情况的较大者:

a) 空载应力最大,见式(C.3)。

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

b) 空载应力与负载应力之代数和最大,见式(C.4)。

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_2 \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

$\sigma_{\max}$ ——最大应力,单位为兆帕(MPa)。

注: σ_1 和 σ_2 各带自己的正负号。

C.4.2 二向应力状态的数据处理

对于承受二向应力弹塑性材料,按变形能(第四)强度理论计算。其当量单向应力计算如下:

a) 当主应力(变)的方向已知,并测得了两个方向的主应力时,当量单向应力按式(C.5)计算。

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2} \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

式中:

σ' ——当量单向应力,单位为兆帕(MPa);

σ_x ——最大主应力,单位为兆帕(MPa);

σ_y ——最小主应力,单位为兆帕(MPa)。

主应力可由两个方向的主应变值按式(C.6)、式(C.7)计算。

$$\sigma_x = E(\varepsilon_x + \mu \varepsilon_y) / (1 - \mu^2) \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

$$\sigma_y = E(\varepsilon_y + \mu \varepsilon_x) / (1 - \mu^2) \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

E ——材料的弹性模数,屈服极限小于 500 N/mm² 时,取 $E = 2.1 \times 10^5$ N/mm²,屈服极限等于或高于 500 N/mm² 时的高强度合金钢,如没有提供 E 和 μ 的数值,应取样实测 E 和 μ 的数值。

ε_x ——最大主应变;

ε_y ——最小主应变;

μ ——泊松比。

b) 主应力(变)的方向未知,可用直角应变花测得三个方向的线应变,当量单向应力按式(C.8)计算。

$$\sigma' = \frac{E}{2} \left[\frac{\varepsilon_a + \varepsilon_b}{1 - \mu} + \frac{\sqrt{2}}{1 + \mu} \sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2} \right] \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

式中:

ε_a ——a 应变片的应变;

ε_b ——b 应变片的应变;

ε_c ——c 应变片的应变。

应变花的贴片方式如图 C.1 所示。

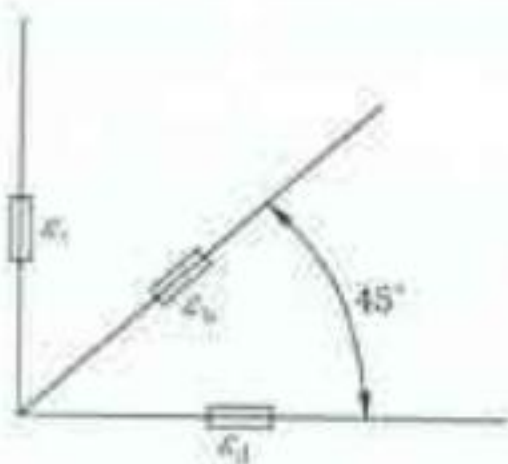


图 C.1

c) 对于脆性材料,可采用最大应变(第二)强度理论求得当量应力,按式(C.9)计算。

$$\sigma_e = E\varepsilon_e \dots\dots\dots (C.9)$$

C.4.3 测试应力值的安全判别方法

根据表 C.1 给定的测试工况和载荷进行测试,测得结构的最大应力,应满足下列分类给出的安全判据,各危险应力区的安全系数列于表 C.2。

焊缝的许用应力应符合 GB/T 3811 的规定。

结构件钢材的许用应力列于表 C.3。

表 C.2 结构强度安全系数

试验工况	安全系数最小值 n		
	均匀高应力区(n ₁)	应力集中区(n ₂)	弹性屈曲区(n ₃)
作业状态工况(表 C.1 序号 1,3,4,5)	1.48	1.1	1.6
作业状态工况和安装工况(表 C.1 序号 2,6)	1.2	1.05	1.4
行驶状态(表 C.1 序号 7)	5~7	—	—

注:行驶状态安全系数用于下车和臂架拉杆的强度判据。

表 C.3 结构件钢材的许用应力

钢材强度	拉、压、弯 [σ]	剪切 [τ]	承压 [σ _c]	压杆弹性屈曲 [σ _{cr}]
σ _s /σ _b <0.7	σ _s /n	[σ]/√3	1.4[σ]	σ _{cr} /n
σ _s /σ _b ≥0.7	σ _b /n			

注 1: σ_{bs}=0.5σ_b+0.35σ_s 为假想屈服极限。

式中:

σ_s——材料的屈服极限,单位为牛每平方米(N/mm²);

σ_b——材料的抗拉强度极限,单位为牛每平方米(N/mm²);

σ_{cr}——欧拉屈曲临界应力,单位为牛每平方米(N/mm²)。

注 2: 当 σ_{cr}≤σ_b 时,取:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(Kl/r)^2}$$

当 σ_{cr}≥σ_b 时,取:

$$\sigma_{cr} = \sigma_b - \left[\frac{\sigma_b - (\sigma_s - \sigma_b)(Kl/r)^2}{\pi^2 E} \right]$$

式中:

K——受压杆件长度系数,参见 GB/T 3811;

r——惯性半径,单位为毫米(mm);

l——受压杆件几何长度单位为毫米(mm);

σ_s——材料的比例极限,单位为牛每平方米(N/mm²);

E——材料的弹性模数,单位为牛每平方米(N/mm²);

屈服极限小于 500 N/mm² 时,取 E=2.1×10⁵ N/mm²,屈服极限等于或高于 500 N/mm² 时的高强度合金钢,如没有提供 E 的数值,应取样实测 E 的数值。

在起重机行驶中,转台承受较大的运行冲击载荷,自重引起的应力是其主要载荷,因此,给出转台的自重应力安全系数 n 。

a) I类——均匀高应力区的自重应力安全系数按式(C.10)计算。

$$n_I = \sigma_s / \sigma_t \text{ 或 } n_I = \sigma_s / \sigma' \quad \text{.....(C.10)}$$

式中:

σ_t ——结构件中被测部位测出的最大拉应力,单位为兆帕(MPa);

注:对于单向应力:塑性材料 $\sigma_s = \sigma_{ms}$;脆性材料 $\sigma_s = \sigma_b$;

σ' ——当量单向应力,单位为兆帕(MPa);

n_I ——I类安全系数。

b) II类——应力集中区的自重应力安全系数按式(C.11)计算。

$$n_{II} = \sigma_s / \sigma_t \text{ 或 } n_{II} = \sigma_s / \sigma' \quad \text{.....(C.11)}$$

式中:

n_{II} ——II类安全系数。

c) III类——弹性屈曲区,对于弦杆和腹杆等受压元件的自重应力安全系数按式(C.12)计算。

$$n_{III} = 1 / [\sigma_m / \sigma_{cr} + (\sigma_m - \sigma_m) / \sigma_s] \quad \text{.....(C.12)}$$

式中:

σ_m ——由一个截面上若干个测点的应变读数确定的平均应力,单位为兆帕(MPa);

σ_{ms} ——压杆被测截面上最大的计算压应力,单位为兆帕(MPa);

σ_{cr} ——受压杆发生屈曲的临界压应力(见表C.3),单位为兆帕(MPa);

n_{III} ——III类安全系数。

d) IV类——板的局部屈曲区。

对板可能产生局部屈曲部位,一般要求对所有的试验工况(包括超载试验工况),IV类区域的应变片读数,都应回到空载时的读数。

C.5 结构动特性测试

C.5.1 测试工况

对起重机的结构动特性的测试要求为:

测试项目如下:

- 起重机结构件危险应力区危险点的动态应力;
- 司机室的振动特性。

C.5.2 测试方法

测试方法如下:

- 额定载荷在正常操作起升高度或以额定速度下降制动时,测试动应力和振动特性;
- 起重机最长主臂工况下,臂架仰角在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 之间,空载,作变幅运动时产生的振动。

C.5.3 动特性的限值

动特性的值如下:

- 按(C.5.1a)各部位的最大应力点由振动产生的最大应力不应超过许用应力;
- 司机室操纵台和座椅处的水平方向和垂直方向加速度应小于 $0.2g$ 。

C.6 试验报告

C.6.1 试验过程中应进行记录和数据整理。对不正常现象,应有实况记录,并做出分析意见。

C.6.2 对试验中发现的个别部位的应力、合成应力超出规定值时,虽然没有发现破坏或不正常的现象,报告中应特别指出,并提出分析意见,做出结构是否可正常工作的明确结论。

附录 D

(规范性附录)

工业性试验方法

D.1 考核项目

采用以实际使用工况的形式,考核起重机作业性能技术水平和整机性能稳定性。进行工业性试验的起重机应考核如下项目:

- a) 使用可靠性指标验证;
- b) 整机性能的稳定性评价(包括主要技术参数和基本性能);
- c) 燃油消耗量统计;
- d) 司机劳动条件考核;
- e) 技术保养及维修条件。

D.2 试验要求

试验过程的初期、中期和末期允许在试验结束后划定,但应保证每一个试验期至少应包括表 D.2 规定的工况。表 D.2 中没有规定主臂、固定副臂和变幅副臂长度的工况,允许根据试验过程中的实际工况填写试验数据。

对于具有超起机构的起重机,应按照标准工况和超起工况分别划分试验过程的初期、中期和末期。

D.3 试验步骤

D.3.1 起重机通过全面技术检查后,正式投入试验期间的一切操作规程和维护保养均应严格按照制造厂使用说明书的规定。

D.3.2 试验期间起重机出现故障应及时排除,并按照表 D.1 每班详细记录试验期间各故障相关零部件的损伤和异常现象,记录维修换件情况及工时消耗等。对损坏零部件应及时进行技术分析和精确测量。

D.3.3 在整个工业性试验过程期间,至少应对起重机进行下列项目的测定:

- a) 发动机性能;
- b) 最高稳定作业速度;
- c) 标准工况时的起重能力;
- d) 超起工况时的起重能力;
- e) 转台最高稳定回转速度等;
- f) 起重机的最高稳定行驶速度和最低稳定行驶速度;
- g) 液压油温度等。

D.3.4 在整个工业性试验过程期间,每班应按照表 D.2 详细记录起重机的作业工况、作业性能等。

D.4 试验资料汇总

D.4.1 数据统计

在整个工业性试验过程期间,应按照表 D.3 定期统计汇总起重机经济效益的各项指标和表 D.4 定期统计汇总故障。

D.4.2 司机劳动条件考核

司机劳动条件考核、汇总项目如下:

- a) 操纵力与结合频繁程度;

- b) 司机室的隔音、保暖和通风；
- c) 视野与照明；
- d) 司机座椅的防震性和舒适性；
- e) 发动机的低温起动性能。

D.4.3 起重机的技术保养与维修条件考核

起重机的技术保养与维修条件考核、汇总项目如下：

- a) 维修保养劳动量与物资费用支出；
- b) 维修保养中的修复工艺性；
- c) 维修保养规程的合理性；
- d) 改进措施。

D.5 作业功能技术水平和整机性能稳定性评价

试验结束后，按表 D.5 填写工业性试验报告。根据工业性试验过程的初期、中期和末期的试验数据对比，作出起重机的作业功能技术水平和整机性能稳定性评价。

表 D.1 故障记录(每班记录)

起重机型号：_____ 出厂编号：_____

试验日期：_____ 试验地点：_____ 天气：_____ 气温：_____℃ 海拔高度：_____m

试验人员：_____ 记录员：_____

维修人员：_____ 当班司机：_____

故障发生时间：_____年_____月_____日_____时_____分 制造厂：_____

当班作业方式：_____ 发动机编号：_____

累计试验 时间 h	累计试验 次数	故障零部件实 际使用时间 h	故障情况		故障排除时间 h				停机时间 h	
			部位	现象	诊断	准备	修复	调试	修理	备件
www.docin.com										
修复、更换 零部件	代号									
	名称									
	型号									
	数量									
更换零 部件	代号									
	名称									
	型号									
	数量									
拆检情况及故障原因										
故障	模式									
	内容									
故障原因分析										
采取措施及效果										

表 D.2 作业工况记录(每班记录)

样机型号: _____ 出厂编号: _____ 制造厂: _____
 试验日期: _____ 天气: _____ 气温: _____ ℃ 湿度: _____ 海拔高度: _____ m
 当班司机: _____ 试验人员: _____ 记录员: _____

项目	工况		项目	工况		
标准 工况	主臂长 _____	工作幅度 _____ m	主臂长 _____	工作幅度 _____ m		
		起重量 _____ t		起重量 _____ t		
	主臂长 _____ + 固定副臂 臂长 _____	工作幅度 _____ m	主臂长 _____ + 固定副臂 臂长 _____	行驶时间 _____ s		
		起重量 _____ t		工作幅度 _____ m		
		副臂安装角度 _____ (°)		起重量 _____ t		
	主臂长 _____ + 变幅副臂 臂长 _____	工作幅度 _____ m	主臂长 _____ + 变幅副臂 臂长 _____	副臂安装角度 _____ (°)		
		起重量 _____ t		行驶时间 _____ s		
		主臂角度 _____ (°)		工作幅度 _____ m		
	超起 工况	主臂长 _____	工作幅度 _____ m	主臂长 _____ + 变幅副臂 臂长 _____	起重量 _____ t	
			起重量 _____ t		主臂角度 _____ (°)	
		主臂长 _____ + 固定副臂 臂长 _____	工作幅度 _____ m	主臂长 _____ + 变幅副臂 臂长 _____	行驶时间 _____ s	
			起重量 _____ t			
副臂安装角度 _____ (°)						
主臂长 _____ + 变幅副臂 臂长 _____		工作幅度 _____ m	主臂长 _____ + 变幅副臂 臂长 _____			
		起重量 _____ t				
		主臂角度 _____ (°)				
保养内容及人数						
故障情况及其说明						
介质温度 ℃		发动机机油温度	发动机冷却水温度	液压油箱液压油温度		
班前						
班后						
时间统计 h	发动机空转时间 _____		技术保养时间 _____			
	样机空行时间 _____		特殊原因停机时间 _____			
	作业始末时间 _____		故障原因停机时间 _____			
	辅助工作时间 _____		纯修理时间 _____			
	其他时间 _____		纯试验时间 _____			

表 D.3 经济效益的各项指标统计表(定期统计汇总)

样机型号: _____ 出厂编号: _____ 制造厂: _____

试验日期: _____

试验人员: _____ 记录员: _____

试验日期	工作地点	总试验 时间 h	作业时间 h					
			总作业时间	在载荷下的纯 作业时间	作业场地转移运行时间	发动机空转时间		
停机时间 h							作业率 %	
施工组织 上的原因	司机 休息	气象 原因	排查 故障	更换零 部件	技术保养			总计
					台班累计	定期保养	各级预修(大、中修)	

表 D.4 故障汇总统计表(定期统计汇总)

样机型号: _____ 出厂编号: _____ 制造厂: _____

试验日期: _____

试验人员: _____ 记录员: _____

序号	损坏的零部件			损坏特征,损坏时零部 件已工作的时间 h	至第一次大修预计的 (设计的)使用寿命 h	消除造成损坏原 因所采取的技术措施	技术措施所 产生的效果										
	名称	代号	型号														
1																	
2																	
总作业 时间 h	故障发生率(次/百分比)																
	主 臂	副 臂	桅 杆	起升 机构	变幅 机构	回转 机构	操纵 机构	起 机构	液压 系统	电气 系统	发动 机	行驶 机构	履 带	下 车	其 他	总 计	

表 D.5 工业性试验报告

工业性试验报告

编号: _____

共 _____ 页第 _____ 页

产品名称			商标	
型号			生产日期	
制造厂			样品数量	
使用单位				
检验依据				
检验项目	1 主要技术参数 2 基本性能 3 累计作业时间 4 使用情况说明			
检验结论 和建议	结论: 建议:		签发: _____ 年 ____ 月 ____ 日	
备注				



www.docin.com

附 录 E
(规范性附录)
检验项目和合格判定

E.1 检验项目见表 E.1。

表 E.1 检验项目表

检验项目		序号	技术要求	缺陷等级				检验类别	
				致命	关键	重要	一般	型式	出厂
技术资料	产品图样	1	完整			√		●	
	产品合格证	2	具有		√			●	●
	使用说明书	3	具有			√		●	●
	部件清单	4	具有				√	●	
主要参数检测	主要尺寸	5	4.2.1.5			√		●	○
	质量参数	6	4.2.1.6			√		●	○
	操纵力	7	4.8.1				√	●	
	操纵行程	8	4.8.1				√	●	
	最高稳定起升速度误差	9	4.2.1.4			√		●	○
	最高稳定回转速度误差	10	4.2.1.4			√		●	○
	起升和下降最低稳定速度误差	11	4.2.1.4			√		●	○
	起升和下降单绳微动速度	12	4.2.1.8			√		●	○
外观检查	焊缝质量	13	4.2.5			√		●	●
	涂装质量	14	4.2.6			√		●	●
	主臂上的维修通道	15	4.3.1.2			√		●	●
	司机室	16	4.3.3		√			●	●
	钢丝绳不跳出卷筒的装置	17	4.4.3.6		√			●	●
	滑轮防止钢丝绳脱槽装置	18	4.4.4.1		√			●	●
	钢丝绳紧贴滑轮轮槽的保护装置	19	4.4.4.2			√		●	●
	滑轮的支承处润滑装置	20	4.4.4.3			√		●	●
	人手可触及的滑轮组的滑轮罩壳	21	4.4.4.4			√		●	●
	防止钢丝绳和吊具旋转的装置 ^a	22	4.4.5.1		√			●	●
	吊钩的防脱装置和吊钩总成的挡绳装置	23	4.4.6.3		√			●	●
	回转机构的机械式锁定装置	24	4.4.7.2		√			●	●
	电线的防护装置	25	4.7.3				√	●	●
	操纵系统的符号及图形标志	26	4.8.2				√	●	●
	操纵手柄和按钮操作的性能	27	4.8.4			√		●	●
	水平显示器	28	4.9.1	√				●	●
	防护装置	29	4.9.8		√			●	●

表 E.1 (续)

检验项目		序号	技术要求	缺陷等级				检验类别	
				致命	关键	重要	一般	型式	出厂
外观检查	安全警示标志	30	4.9.9			√		●	●
	警示灯	31	4.9.10				√	●	●
	风速仪	32	4.9.11				√	●	●
	液压油箱不渗漏	33	4.5.1.7			√		●	●
行驶性能试验	最高行驶速度误差	34	4.2.1.4			√		●	○
	总偏量	35	4.2.1.9			√		●	
	行驶机构性能	36	4.4.8		√			●	○
	爬坡能力	37	4.2.1.12		√			●	
	履带伸缩性能	38	4.3.2.1				√	●	
	履带平均接地比压	39	4.1.4		√			●	
空载试验	吊钩升降平稳性	40	4.2.1.4		√			●	●
	起升高度限位器功能	41	4.9.2	√				●	●
	下降深度限位器功能	42	4.9.3	√				●	●
	变幅制动性能	43	4.4.2.1	√				●	●
	变幅限位器功能	44	4.9.5		√			●	●
	回转制动性能	45	4.4.7.1	√				●	●
	防后倾装置功能	46	4.9.12	√				●	●
额定载荷试验	载荷升降平稳性	47	4.2.1.4		√			●	●
	起升制动性能	48	4.4.1.1	√				●	●
	载荷再次启动提升时的制动性能	49	4.4.1.2			√		●	●
	变幅平稳性	50	4.2.1.4		√			●	●
	变幅制动性能	51	4.4.2.1	√				●	●
	回转启动和停止性能	52	4.4.7.1	√				●	●
	回转自动回转系统功能	53	4.4.7.3			√		●	●
	带载行驶性能	54	4.2.1.3	√				●	●
	带载行驶制动性能	55	4.4.8.3	√				●	●
	超起机构 ^b	配重离地检测装置	56	4.4.9.1			√	●	●
		配重油缸单独调整	57	4.4.9.2			√	●	●
	电气系统	无线遥控功能	58	4.7.1		√		●	●
		多点控制互锁功能	59	4.7.2	√			●	●
	液压系统密封性	60	4.5.1.7			√		●	●
	超载保护装置的显示和报警性能	61	4.9.4	√				●	●
	故障显示器功能	62	4.9.6			√		●	●
	三色指示灯报警装置功能	63	4.9.7			√		●	●

表 E.1 (续)

检验项目		序号	技术要求	缺陷等级				检验类别	
				致命	关键	重要	一般	型式	出厂
动载荷 试验	载荷升降平稳性	64	4.2.1.4		√			●	●
	起升制动性能	65	4.4.1.1	√				●	●
	载荷再次启动提升时的制动性能	66	4.4.1.2		√			●	●
	变幅平稳性	67	4.2.1.4		√			●	●
	变幅制动性能	68	4.4.2	√				●	●
	回转启动和停止性能	69	4.4.7.1		√			●	●
	回转自动滑转系统功能	70	4.4.7.3			√		●	●
	带载行驶性能	71	4.2.1.3	√				●	●
	液压系统密封性	72	4.5.1.7			√		●	●
	超载保护装置的显示和报警性能	73	4.9.4	√				●	●
	故障显示器功能	74	4.9.6			√		●	●
	三色指示灯报警装置功能	75	4.9.7			√		●	●
	对产品性能与安全有影响的损坏	76	4.2.1.2	√				●	●
	零部件连接处松动或损坏	77	4.2.1.3		√			●	●
静载荷 试验	起升制动性能	78	4.4.1.1	√				●	●
	变幅制动性能	79	4.4.2	√				●	●
	液压系统的密封性	80	4.5.1.7			√		●	●
	结构件裂纹、永久变形、油漆剥落	81	4.2.1.2	√				●	●
	对产品性能与安全有影响的损坏	82	4.2.1.2	√				●	●
	零部件连接处松动或损坏	83	4.2.1.2		√			●	●
整机抗 倾覆稳 定性 试验	故障显示器功能	84	4.9.6			√		●	●
	静稳定性	85	4.2.3	√				●	●
	后翻稳定性	86	4.2.3	√				●	●
	行驶稳定性	87	4.2.3	√				●	●
密封 性试验	整机制动稳定性	88	4.4.8.4	√				●	●
	载荷或臂架端部的下降距离	89	4.2.1.14				√	●	
噪声 测量	主臂变幅油缸的回缩量 ^a	90	4.2.1.14				√	●	
	司机耳旁的噪声	91	4.2.2	√				●	
	机外辐射噪声	92	4.2.2	√				●	
	发动机排气污染物测量	93	4.2.1.13	√				●	
	液压油固体颗粒污染测量	94	4.5.1.6		√			●	●
结构试验		95	4.2.1.2	√				●	

表 E.1 (续)

检验项目		序号	技术要求	缺陷等级				检验类别	
				致命	关键	重要	一般	型式	出厂
可靠性 试验或 工业性 试验	作业率	96	4.2.4.1	√				●	
	液压油温度	97	4.2.1.10			√		●	
注：符号说明： √——缺陷等级； ●——必做项目； ○——建立质量体系的制造厂，批量产品的记录允许比照定型产品的参数填写。									
a 适用于使用旋转钢丝绳的起重机。 b 适用于具有带超起机构的起重机。 c 适用于采用液压油缸为变幅机构的起重机。									

E.2 合格判定见表 E.2。

表 E.2 合格判定表

缺陷等级	缺陷数量及组合			
	1	2	3	4
致命	1	0	0	0
关键	0	2	1	0
重要	0	1	2	3
一般	0	0	2	4

注1：在四组组合中，任一组合的判定数被达到，则产品或样机为不合格。

注2：重复的检验项目其故障只计算一次。

参 考 文 献

- [1] GB/T 5905—1985 起重机试验规范和程序(idt ISO 4310:1981).
- [2] GB/T 6068.2—2005 汽车起重机和轮胎起重机试验规范 第二部分:性能试验.
- [3] GB/T 10170—1988 挖掘装载机 技术条件.
- [4] JB/T 3688.3—1998 轮胎式装载机 试验方法.
- [5] ANSI B30.5—2004 流动式起重机和铁路起重机安全标准.
- [6] AS 1418.1—2002 起重机、提升机和绞车 通用技术要求.
- [7] AS 1418.5—2002 起重机、提升机和绞车 移动式起重机.
- [8] EN 13000:2004 起重机 流动式起重机.
- [9] JIS D6301:2001 流动式起重机的结构性能.

www.docin.com



GB/T 14560-2011

版权专有 侵权必究

书号:155066·1-43446

定价: 42.00 元