



名称： 600T 全回转起重机械制造工厂标准

No: Q/LXT/D056-1.0

受控文件	☐
非受控文件	☐

领新(南通)重工有限公司

NO: Q/LXT/D056-1.0

600T 全回转起重机械 制造工厂标准

编制： 顾 玺

审核： 施洪慧

批准： 钱 俊

实施日期： 2020 年 7 月 30 日

发行：领新（南通）重工有限公司



No: Q/LXT/D056-1.0

修 订 履 历 表

[illegible]

文件修订，请同时登录《修订履历表》！



一、概述

600T 全回转起重机械主要使用在海上风力发电机组整体式安装时的起吊、安装及与风电安装船之间的转运。适用于工作级别 M5，地点在近海及海边，最大起重量 600T，起升高度范围 3~192m，变幅范围 36m~100m 的起重使用，按最大相对湿度 95%，10 度盐雾工作环境设计。产品由钢结构、机械系统、电气系统和安全保护装置等组成，主要包括：固定式直型塔筒底座、锥型回转机构、变幅机构、起升机构等几大模块，造形美观，风阻系数小。

600t 全回转起重机是一种桁架直臂架，绳索变幅的起重机。起重机的回转采用回转支承的型式。起重机设有起重量 600t 的主吊钩一只和起重量 200t 的副吊钩一只。起重机设有主起升机构、副起升机构、索具钩起升机构、稳绳机构、变幅机构和回转机构，起升机构、变幅机构和旋转机构可联合动作，各机构均采用交流变频电机驱动，由码头面供电。

此起重机上结合了安全保护系统，带有电气联锁，机构保护等。所有这些将确保起重机运行的安全可靠

起重机工作条件：

大气温度 $-15^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$

设计温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$

正常工作风速 $<20\text{m/s}$

锚定风速 $<40\text{m/s}$

600t 全回转起重机布置在近海及海边的基座基础平台上。起重机配备 600t 主吊钩一只，200t 副吊钩一只，40t 索具钩一只，15t 索具钩一只和 7.5t 稳绳钩两只。主钩在 40m 幅度时全回转最大吊重 600t。副钩在 41-72m 最大吊重为 200t。主钩、副钩起重负荷见总图负荷曲线表。

主、副钩在码头面上最大起升高度分别为 180m 和 192m。起重机的吊臂可以利用变幅机构实现放倒，在基座基础平台上设有臂架搁置架，起重机不工作时起固定臂架的作用。



名称： 600T 全回转起重机械制造工厂标准

No: Q/LXT/D056-1.0

1. 本建造说明书作为整机建造的原则工艺，供编制各结构、机构零部件的施工工艺时参照执行。

2. 在建造过程中具体技术要求，如本建造说明书中未有规定，请参考引用标准。

3. 引用标准：

GB/T3811-2008	起重机设计规范
GB6067.1-2010	起重机械安全规程 第1部分：总则
GB6067.5-2014	起重机械安全规程 第5部分：桥式和门式起重机
GB/T5905-2011	起重机试验规范和程序
GB/T10183.1-2010	起重机 车轮及大车和小车轨道公差 第1部分：总则
GB/T700-2006	碳素结构钢
GB/T1591-2018	低合金高强度结构钢
GB/T699-2015	优质碳素结构钢技术条件
GB/T3077-2015	合金结构钢技术条件
GB/T5117-2012	非合金钢及细晶粒钢焊条
GB/T5118-2012	热强钢焊条
GB/T6417.1-2005	金属熔化焊接头缺欠分类及说明
GB/T11352-2009	一般工程用铸造碳钢件
GB/T985.1-2008	气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
GB/T985.2-2008	埋弧焊的推荐坡口
GB/T3323-2005	金属熔化焊焊接接头射线照相
GB/T11345-2013	钢焊缝无损检测 超声检测技术、检测等级和评定
GB/T4162-2008	锻轧钢棒超声波检测方法
GB/T6402-2008	钢锻件超声检测方法
GB/T8923.1-2011	涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级
GB/T9286-1998	色漆和清漆漆膜的划格试验
GB/T10051.2-2010	起重吊钩 第2部分：锻造吊钩技术条件
GB/T 15822.1-2005	无损检测 磁粉检测 第1部分：总则
GB/T 15822.2-2005	无损检测 磁粉检测 第2部分：检测介质



名称： 600T 全回转起重机械制造工厂标准

No: Q/LXT/D056-1.0

GB/T 15822.3-2005 无损检测 磁粉检测 第3部分：设备

CB/T8504-2011 船厂门座起重机技术规定

GB50256-2014 电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范

二、材料

1. 金属结构的主要构件，如主梁等采用低合金结构钢时按 GB1591-2018。对于次要构件，如平台、扶梯、栏杆、机房等则不受此限制。

2. 焊接材料：对于碳素结构采用 E4315(GB5117-85)，结构件中如有低合金钢或优质碳素结构钢时采用 E5015(GB5118-85)，焊条烘焙温度和时间按焊条生产厂商品说明书规定执行。自动焊和气体保护焊的焊丝对碳素钢选用性能不低于 H08A 自动焊丝。对于低合金钢或优质碳素结构钢，选用性能不低于 H08MnA 自动焊丝。

具体采用何种焊条以施工设计图为准。

三、焊接

1. 钢材的预处理：主要钢结构，必须进行预处理(抛丸除锈)表面应达到 Sa2^{1/2}级(GB8923-88)。表面粗糙度为 40~80μm。手工除锈表面质量一般要求达到 St3 级。

2. 钢板边缘的切割量应根据钢板的具体情况而定，至少应符合定尺板每边切去 15~50mm，不定尺板切去 30~100mm。

3. 焊接工作应按焊接工艺所规定的焊接方法、焊接程序、焊接规范和技术措施进行，以提高生产率，减少焊接变形和内应力，保证焊接质量。对 Q345B 钢板，必须根据结构件的用途、要求、板材的厚度、环境温度，进行焊接前预热：

- a) $\delta \leq 16\text{mm}$ ，在-10℃以下进行焊接预热 100~150℃；
- b) $\delta > 16 \sim 24\text{mm}$ ，在-5℃以下进行焊接预热 100~150℃；

4. 在布置板材的对接焊缝时要考虑如下要求：

- a. 焊接梁的翼缘板和腹板的对接焊缝，不应处在一截面，其间距不少于 200mm。
- b. 横加筋应离开平行的对接焊缝间距应不小于 200mm。
- c. 尽量避免十字对接焊缝。
- d. 焊缝应避开应力较大的部位和截面突变部位。



5. 切割或气割后的板边缘不得有裂纹及超过 1.5mm 的缺陷。
6. 在焊接前连接之间的拼装偏差不得超过 GB985 及 GB986 的有关规定，焊接工作应在拼装检验合格后进行。
7. 轨道下面的腹板与翼缘板之间的角焊缝应填满焊透。
8. 拼装的钢板必须校正，其连接表面及沿焊缝位置每边 30~50mm 范围内的铁锈飞刺，油污必须清除，拼装前装焊点所用焊条的性能不得低于正式焊接时所采用的焊条性能。点焊高度不得超过设计焊缝高度的 2/3。
9. 多层焊接时，在焊接每层焊缝之前，应对前一层焊缝进行检查，如发现有夹渣、气孔和裂纹时，应将缺陷部分除净，并经质检部门检查合格后方可对第二层进行焊接。
10. 封闭箱形断面封板前，应有工厂检验部门检查箱体内部焊缝的质量，检验合格后方能封板。若合同另有规定，则由监造或用户代表，检查签字认可后方能封板。
11. 焊缝质量
焊接接头及坡口型式与尺寸应符合 GB/T985-1988 与 GB/T986-1988 的规定。焊缝超声波探伤应符合 GB/T11345 规定的 I 级要求，焊缝射线探伤应符合 GB/T3323 规定的 II 级要求，焊缝表面磁粉探伤应符合 JB/T6064 规定的 I 级要求。
对于重要角焊缝（如箱形梁的四角），应进行仔细外观检查，并抽查长度为焊缝长度的 5-10% 作磁粉探伤，磁粉探伤处用角相砂轮打磨。对于要求焊透的重要角焊缝，应作 100% 超声波探伤。
重要的对接焊缝（除筋板和横隔板的对接焊缝之外）需进行 X 射线拍片检查或 UT 无损探伤检查。若其中有 50% 以上不合格则必须重新焊接，在 50% 以下则可局部重新焊接，如连续补焊 3 次以上，必须重新调换。探伤发现有不允许缺陷时，应在缺陷的延长方向或可疑方向作补充探伤，若补充探伤后仍有怀疑时，则该焊缝应全长拍片。
12. 焊缝在图中未注明为间断焊者全部采用连续焊。焊缝高度未注明者，对于单面角焊缝其高度不得小于被焊件中最小板厚；双面角焊缝其高度不得小于被焊件中最小板厚的 0.7 倍。
13. 所有重要焊缝的焊接工作，必须由考试合格的焊工凭证上岗。



四、主要金属构件制作、分段状态及安装

1、 600t 固定回转吊，构件制作场地在工厂现场，分段制作完成后，通过船运至安装现场。

2、 分段状态

分段包含：法兰座、转盘下筒体、转盘前段、转盘中段、转盘尾端（配重箱）、人字架前撑、人字架后撑、臂架（前段、尾端及 3 个中段）。

3、 预拼装

1) 拼装场地准备

2) 转盘拼装

- a) 按总装的要求，首先对转盘进行预拼装（将转盘前、中、尾三段及转盘下筒体）在总装场地进行合拢；
- b) 按场地布置图，划出转盘拼装的地样线（旋转中心十字线），按地样线布置转盘拼装的胎架；
- c) 在胎架上，按需逐一吊上转盘下筒体、转盘（前段、中、尾）各段；
- d) 以转盘下筒体法兰面为基准，校平各个分段的上平面水平，对准中心轴线后，修对接口余量，将各个分段焊成一体；
- e) 以转盘下筒体的法兰面为基准，划出臂架支座及人字架轴孔的镗孔位置线、各机构的安装定位线；
- f) 转盘上各个平台的预拼装；
- g) 转盘支座（臂架及人字架轴孔）镗孔。

3) 人字架在转盘上预拼装

将人字架与转盘进行预拼装（此时，人字架总重 210t）

a)在靠近拼装的转盘边处，先将人字架前片吊起，与后拉杆（2 根）的上铰点在地面铰接；

b)铰接后，将人字架前撑下部搁在胎架上（以人字架中间的梯子平台无干涉为准），装焊人字架前撑及后拉杆（保准后拉杆的开档尺寸）上的各自的吊梁；



4) 人字架吊点上吊点布置

人字架吊上转盘采用 2 台履带吊抬吊的形式

a) 人字架下铰点:

用 1 台 SCC4000 (HDB) 履带吊 (臂长 66m, 幅度 12m, 吊载 244t)

b) 人字架上铰点:

用 1 台 SCC4000E (HDB) 履带吊 (臂长 72m, 幅度 12m, 吊载 228t)

c) 当人字架下铰点与支座铰接完成后, 撤去下横梁的履带吊, 吊人字架头部的履带吊将人字架头部抬到位, 同时, 放出人字架后拉杆, 直到人字架后拉杆与支座铰接完成;

d) 安装人字架上的联系撑杆;

e) 机房试围棚 (吊装时拆除)。

4、 现场安装吊装

1) 支撑筒体法兰座吊装

说明: 筒体安装时, 筒体上的门在面海右侧。

2) 旋转大轴承吊装 (44t)

3) 转盘结构整体吊装 (重量 364t)

- 用 2 台 400t 的履带吊 (超起工况), 在转盘的一前一后抬吊转盘;
- 将转盘构建移动到固定筒体的上方, 通过螺栓将转盘与大轴承联结;
- 转盘头部履带吊松钩, 吊装转盘前部的索具钩平台;
- 转盘尾部履带吊松钩, 吊装转盘左侧旋转机构;
- 上述吊装工作完成后, 将转盘转动 90°;
- 吊装另外一侧的旋转机构, 吊装主、付起升机构及变幅机构 (临时放置在转盘的轴线位置, 防止人字架吊装时的干涉);
- 将臂架销轴及人字架销轴吊上转盘上的安装支座边上的架子上 (在吊装转盘结构时, 须拆下以减轻重量);
- 将地面的人字架组件, 移动到转盘的尾部, 待吊。

4) 人字架组件吊装



预装成型的人字架组件重约 230t。

- a) 人字架在地面起吊时，如果重心位置偏差较大时，需要对起吊索具绳进行调整，尽量保证人字架起吊离地时的平稳；
- b) 人字架吊装完成后，可在转盘上排装机构，进行机器房围棚的工作。

5) 臂架吊装

- a) 臂架整体吊装前，先将转盘转至图示位置；
 - b) 臂架 5 大分段，在转盘前，按臂架安装角度在地面胎架上拼装成型；
 - c) 划线后，镗出臂架各个铰点孔，臂架头部安装好滑轮等的部件；
 - d) 安装时，在臂架头、尾部，各用 1 台 400t 履带吊配合，将臂架从胎架上吊起，通过移动履带吊来调整臂架角度及位置；
 - e) 直到臂架尾部铰点与转盘支座铰接，臂架头部放倒搁架上。
 - f) 臂架分段放置于码头时，位置可做适当调整，避开臂架头部放倒搁架。
- 6)排装主、付起升机构及变幅机构；
 - 7)安装电气房及围机房；
 - 8)通电前，各机构加注轮滑油（脂）；
 - 9)机构动作后，缠绕变幅钢丝绳及主、付起升钢丝绳等；
 - 10)拉起臂架，调试安装各类限位。

五、机械制造质量检查

1. 在建造过程中另件的具体技术要求详见施工图，规定未提及的部分，请参照国家或同类行业标准执行。
2. 由设计部门确定的主要关键外购件应由制造厂的出厂检验合格证明书。
3. 机械部分各件零件在部件组装前按图纸要求进行检验。
4. 进行加工的零件凡是经气割的，均要求去毛刺倒棱。
5. 凡图纸要求探伤的零件，应按 GB6402-91《锻轧钢棒超声波探伤方法》规定之 2 级质量标准进行探伤。对于损坏后会造成重大事故的零件（如吊钩装置、



滑轮轴、走轮轴等), 除了超声波探伤外, 还要在加工后进行着色或磁粉探伤。。

7. 铸件质量要求

a. 全部毛坯铸件(配重除外)都应进行热处理(正火或退火)或经其他措施消除内应力。

b. 铸件上如有气孔、夹杂、机械伤痕等各种缺陷, 按下述规定为:

1) 在铸件不加工的次要表面上, 若缺陷在下述范围内可不补焊: 缺陷总面积补超过该表面面积的 5%, 单个缺陷面积的直径 $\leq 5\text{mm}$, 深度不超过其壁厚的 10%, 并且绝对值不超过 3mm, 每 100mmX100mm 的面积上缺陷不超过 2 个。

2) 对车轮踏面(包括轮缘内侧面)、制动轮制动面, 齿轮齿部及其它调质或淬火件的缺陷可补焊。缺陷超过以上规定或产生裂纹时, 铸件应报废。

c. 铸件缺陷焊补应遵守下列规定:

1) 缺陷铲尽, 直到呈现良好金属为止。

2) 所用焊条, 应能保证焊肉的机械性能与铸件本身的机械性能相当。

3) 对加工面在焊接后进行热处理, 对非加工面焊超过铸件重 2%时应热处理。

4) 焊补处与主体金属的硬度差, 不得高于或低于主体金属硬度的 15%, 但对有热处理要求的铸件应保证其硬度在规定范围内。

d. 铸件表面应整洁, 不得有型砂、斑疤和机械伤痕等缺陷, 浇口、冒口、毛边、飞刺、多肉和突出部分应除去, 气割一般应在热处理前进行。

若冒口气割后的残留根部凹入铸件表面时, 非加工面不得超过铸件尺寸下偏差, 对加工表面不得超过铸件加工余量的下偏差。

e. 铸件的挠曲, 在每 100mm 长度上不得大于 1mm, 超过此限时允许校正, 校正后对于重量大于 150kg 或轮廓尺寸大于 300mm 的铸件应进行热处理, 以消除内应力, 对薄壁铸件, 当全部加热校正时, 矫正后不可进行热处理。

8. 机械部分的零件材料牌号必须符合图纸要求, 严格检验, 其机械性能和化学成分应符合其材料标准。如果采用材料与图纸标注不一致时, 材料的代用原则为“用强度高的材料代替强度低材料”, 否则应由制造厂、用户和设计单位协商解决。

9. 各机构组装后均须进行空载运转, 运转正常后, 方可装入起重机上。



10. 各金属结构件载运输过程中应防止变形，必要时须局部临时加固或放置假轴于较轴孔内，如发现明显变形，须复测尺寸及形位公差，合格后方可吊装。

六、电气设备安装质量检查

1. 电气施工应按“电气装置安装工程施工及验收规范”（GBJ232-82）进行。施工中若出现新问题，应会同有关人员协商解决办法。
2. 主回路及控制回路各导线端应有与控制原理图上相符合的永久性编号标志。
3. 导线敷设时应避免设在易受机械损坏、潮湿、高温、油污等直接油影响之处，如果导线必须敷设在有油类可能偶然落下的地方，应穿管或用外罩保护。
4. 敷设的导线应使导线不致于由于起重机工作时的振动而产生额外应力和磨损。
5. 各联接导线按截面配用接线端子应符合有关标准、螺栓等也能满足载流量要求。
6. 电线、电缆的任何分支线的接头必须用接线盒。
7. 导线穿管时，管内不允许有接头。
8. 导线穿管的管口，应去除毛刺并加护套。
9. 母排之间电器间隙盒漏电距离应符合国家标准要求。母排要整齐美观，分相分色，接头处焊锡要光滑，油漆要在清洁后喷涂。
10. 各管子、导板所用的底架、马脚电焊必须牢固，污假焊、脱焊现象。
11. 各电气设备安装必须固定牢固，用螺栓固定时必须要有防松装置。
12. 各电气设备的外观检查应均无明显缺陷。
13. 在露天的电气装置应采用防水措施，室外辐射的电缆应穿管。
14. 凡不带电的电气设备外壳金属构架、电阻器框架、穿线钢管等均应妥善接地，接地电阻小于 4Ω 。
15. 电气设备绝缘性能良好，符合 JT5017-86 的要求。
16. 控制箱元件安装符合“低压电控设备技术标准”，并考虑便于维修、保养和拆装。
17. 各形成终端开关必须灵敏可靠，保证各动作形成达到终端位置时切断电



源。

18. 音响信号装置应清晰可靠。
19. 关于电机、电器、电缆、电线的交接试验后按其相应的交接规程验收。
20. 安装在电气室内的电气设备，其防护等为位 IP00，但应有适当的防护措施，如防护网、栏杆等。
21. 电气设备的安装必须考虑检修所需要的通道。
22. 起重机上大、小车馈电装置的裸露带电部分与金属结构之间最小距离应大于 30mm。
23. 起重机上的电线敷设于线槽或金属管中（敷设有困难或相对移动处可穿金属软管。电缆线允许直接敷设，但避免设在有机械损伤和人员走动的地区。
24. 不同机构，不同电压种类和电压等级的电线，穿管时应尽量分开。照明线单独敷设。
25. 电缆固定敷设的弯曲半径不得小于 5 倍电缆外径。扁电缆弯曲半径不得小于 10 倍电缆厚度，圆形移动电缆的弯曲半径不得小于 8 倍的外径。
26. 司机室和电气设备进出线沟、线槽和线管应采取防雨水措施和防止磨损的措施。
27. 所有导线不允许有中间接头，照明线允许采用过度端子连接。接线盒内腔，应有足够的引线空间。
28. 导线两端应有与电气接线图一致的永久性识别标记。
29. 照明、通讯、信号应设专门线路，电源以内感从主断路器（或主闸门开关）进线端分接，当主断路器断开时，不应断电。
30. 起重机上所有的电气设备必须可靠接地。

七、安全环保检查

安全防护设施，除各机构已有的保护装置及本机其它性能保护设施外，还应符合下列要求：

1. 起重机噪声：闭式司机室 $\leq 80\text{dB}$
2. 小车、电梯机房、电控室等要害地方应设有灭火器。
3. 防雨措施，进、排气孔，门窗及接头处要考虑防雨水渗透。
4. 扶梯、平台、栏杆应符合 GB6067 的规定。



5. 司机室与机房

a. 防雨试验在常温下进行，试验前应关闭门窗，试验时在水管前装设喷头模拟大雨状，使水流成抛物线，相司机室顶面和四周喷水（水喷至司机室表面室与铅垂面称 30 度左右）。各处喷水时间不少于 5 分钟，试验后在司机室内观察，司机室顶不允许漏水。此项试验也可在大雨或暴雨的露天进行。在司机室进行防雨试验时，其安装空调器处除外。

b. 机房的防雨试验

机房的防雨试验方法同司机室的防雨试验。

八、油漆质量检查

防腐涂料的类型、道数、厚度和面漆颜色

1. 机械设备：包括自制的机械设备、机座、机架均按以下要求进行涂装。
2. 减速箱体内表面及零件不加工表面，其他箱体内表面涂奶黄色耐油瓷漆。
3. 油杯、油嘴、润滑系统、液压管路、气压管路、裸露于外部的齿轮与联轴器轮辐及辐板、均涂红色氯化橡胶面漆。
4. 起重机最外部容量引起碰撞的警戒标志部分，如行走机构缓冲块、吊钩等按 JB2297-78 规定涂安全标志（黄黑相间、斜道与水平成 45 度角）。
5. 所有外购机电设备按原来面器颜色，如碰坏按原色补漆。

6. 金属结构

机构外表面涂装要求：

油漆名称	涂装道数	干膜厚度 um
环氧富锌车间底漆	一道	20
环氧富锌防锈底漆	二道	45+45
环氧云铁中底漆	一道	60
氧化橡胶面漆	二道	40+40

结构内表面涂装要求：

油漆名称	涂装道数	干膜厚度 um
环氧富锌车间底漆	一道	20
环氧富锌防锈底漆	一道	40



环氧云铁中底漆	一道	60
---------	----	----

封闭箱体内部涂二道防锈底漆，干膜厚度 $50+50=100\mu\text{m}$ 。

7. 涂装方法

所有金属结构和机械设备表面的涂装必须用压力型喷涂设备，不得采用涂刷或滚刷的方法（局部修补处例外）。

8. 涂装工艺要求

- 涂装应按涂装工艺要求进行。
- 每道工序须经质检人员检验并认可后，方可进行下道工序。

9. 涂装检验和质量要求

- 按本涂装工艺要求和质量要求进行涂装检验。

金属结构的外露板边，在涂装前应对板的棱角进行倒角处理，

- 漆膜质量要求

外观质量

- 漆膜应无针孔、气泡、龟裂、剥落、蜕皮等弊病。
- 漆膜应均匀完整，色泽一致。

漆膜厚度，每层的干膜厚度应达到工艺规定的数值。

漆膜附着力测试按 GB92786-88 “色漆和清漆、漆膜的划格试验”的规定，漆质量达到 GB9286-88 规定的 I 级标准。

漆膜厚度检测、每 10m^2 不少于 3 处，厚度误差 $\pm 20\%$ 。

安装现场的安装焊缝两侧各 100mm 内只涂底漆，焊后再进行涂装。

起重机涂装后面漆应均匀、平整、细致、光亮、色泽一致。不得有粗糙不平、漏漆、错漆、流挂、漆皮、开裂、针孔、脱层和气泡等缺陷。

门式起重机组装焊接后应全面检测，符合 GB/T 5905 《起重机试验规范和程序》的技术要求。