

东莞港沙田港区四期工程 全自动轨道式集装箱龙门起重机采购

技术规格书

东莞市虎门港海运集装箱码头有限公司

2025 年 7 月

目录

1. 总则	4
2. 供货范围	4
3. 供货方式和安装	6
4. 起重机的基本技术规格	6
5. 设计制造标准	8
6. 使用场所的自然条件	9
7. 起重机工作级别	10
8. 起重机的稳定性	10
9. 节能技术运用	11
10. 材料要求	12
11. 制造工艺要求	12
12. 金属结构要求	14
13. 电气房、高压房	17
14. 操作站	19
15. 机构要求	21
16. 起升机构	29
17. 大车机构	31
18. 小车机构	33
19. 应急机构	34
20. 吊具和吊架	35
21. 吊具电缆系统要求	41
22. 电源要求	41
23. 主要驱动要求	46
24. 联锁保护要求	49
25. 小车拖链系统要求	52
26. 指示灯	53
27. 报警信号装置	53
28. 配线要求	53

29. 配电屏、控制屏和接线箱	55
30. 通讯要求	56
31. 照明、电源插座和加热设备	57
32. 锚定和防台风系固装置	59
33. 平台、走道和梯子	61
34. 润滑系统	62
35. 表面处理和涂漆	63
36. 制造期间需提交的文件及标识要求	66
37. 轨道吊状态监测及管理系统	69
38. 轨道吊自动化技术	76
39. 轨道吊的远程操作、自动化控制系统	98
40. 卖方制造工厂测试、调试和验收	123
41. 买方码头现场调试	129
42. 买方码头测试	130
43. 设备最终接收 (FAC)	132
44. 设计审查及图纸资料	133
45. 起重机的监造和第三方监理	136
46 竣工图和最终技术文件	138
47. 起重机质保期、售后服务	141
48. 培训	142
49. 规格书的附件和附图	144
50 随机备件和专用工具	172

1. 总则

本技术规格书是东莞市虎门港海运集装箱码头有限公司采购 16 台具备自动化及远程控制功能的轨道式双悬臂集装箱龙门起重机（以下简称“轨道吊”、“起重机”）的基本技术要求。包括设计、制造、部装、总装、试车、发货运输至现场、安装和调试、试验、验收及技术服务和售后服务（交钥匙工程）。

本技术规格书是本次起重机招标文件的组成部分，其内容明确本次招标的起重机基本的技术要求和确保这些基本技术要求所必须的相关条款。

本技术规格书提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定。投标人应在满足本技术规格书的基础上提供结构先进、配置齐全、功能完善、性能优良、安全可靠、适合使用并且符合相关工业标准以及符合国家有关安全、环保等强制性标准的优质产品。

2. 供货范围

本次招标起重机主要包括以下供货范围：

- 2.1 16台起重量 41t（吊具下），轨距 34m，起升高度 21.5m 的双悬臂全自动轨道式集装箱龙门起重机（具备自动化及远程控制功能）。每台轨道吊配一台套经买方认可的电动单箱吊具；支持在系统做简单设置，便可以快速转换重箱堆场操作或空箱堆场操作模式。包括设计、制造、部装、总装、发货运输至现场、安装和调试、试验、验收及技术培训和售后服务（交钥匙工程）。
- 2.2 本项目共配置：
 - 1) 4台备用电动单箱吊具；
 - 2) 1台维修吊具模拟器；
 - 3) 5台电动单箱吊具拖车（无动力）；
 - 4) 1台超高架。
- 2.3 本项目轨道吊提供锚定装置和防风拉杆装置（含与预埋螺栓匹配的螺母和垫片等）共24台套，每台套防台装置包括2个锚定座和4个防风拉杆座，相关防台装置按照招标人要求时间提供相关图纸并将货物运送到安装地点。
- 2.4 每台轨道吊提供实现大车左右各有效行程350 米所需的含有光纤的高压电缆，并包括高压供电箱（IP68）及附件（对接方式经买方认可），并负责电缆冷缩熔接（含光纤）和供电箱安装试验。

- 2.5 每台轨道吊配置起重机状态监测和管理系统（LCMS 及 RCMS），包括带 LCMS 软件的工控机（每台机配套 1 台），带 RCMS 软件的工作站（本项目共配置 3 台）。
- 2.6 本项目配备 4 套便携式编程控制器（不低于1万元/套）安装有正版操作系统、办公软件（带LCMS 及RCMS 软件）及专用通讯电缆，其品牌和配置要求由招标人确认。
- 2.7 本项目提供总共 5套远程操作控制台(含软件和硬件设备)，安装在业主港区内的自动化主操作中心和业主指定位置。中标方负责对远程操作控制台进行合理的软硬件架构设计，最终实现均可对轨道吊进行安全可靠的自动化及远程操作。
- 2.8 本项目提供配套轨道吊自动化远控系统（含软硬件，要求双备份，自动在线切换）。
- 2.9 提供所有与本项目相关的系统接口（轨道吊、远程操作台的出口交换机分别通过光纤连接到集控机房核心交换机网络，实现系统通讯。轨道吊和远程操作台内部的交换机、出口交换机、远程操作台、机上视频存储系统相关软硬件均包含在本次招标范围。集控机房内核心交换机、二级交换机、服务器、存储单元、数据库等硬件和连接线缆，光纤等都包含在本次招标范围内，由投标人负责采购并经招标人认可后进行系统对接）。以上采购相关 IT 设备执行标准参考附件一《技术及产品标准参考列表》。
- 2.10 本项目提供2个40英尺调试配重箱，使用配重块调整重量（需买方确认），要求最大可超过 140%额定载荷的重量。
- 2.11 本项目提供大车终端车挡20个（含与预埋螺栓匹配的螺母和垫片等）（需买方确认）。
- 2.12 招标文件中规定的各种资料
- 本项目为交钥匙工程，中标方应完全实现本项目技术规格书所要求的内容，并应积极配合买方的系统集成商实现项目整体目标。卖方需确保本项目要求的自动化方案实现，且效率和主要技术性能达到验收标准。卖方在履行其承包范围内的工作中须与水平运输管理系统、码头操作系统（TOS）等信息化系统的接口等问题时，必须全面配合系统集成商解决相关各方在货物安装和调试过程中所必需的接口、设备资料及文件等，并有责任监督各方共同完成货物安装和调试，直至最后的验收。
- 2.13 提供买方对设备监造和质量控制的费用20万元人民币（未使用的费用从中标总价中扣除，退还未使用部分的费用时招标人不必为投标人提供相应金额的发票）；
- 2.14 提供买方培训（食宿和交通）费用20万元人民币（未使用的费用从中标总价中扣除，退还未使用部分的费用时招标人不必为投标人提供相应金额的发票）。
- 上述项目及数量包含在投标总价之内，买方有权在签约时根据需要增减数量予以调整。

3. 供货方式和安装

- 3.1 轨道吊以整机形式运送到买方码头，安装在位于东莞市虎门港海运集装箱码头有限公司码头堆场作业区的轨道上。完成自动化调试并交付给买方进行试运行并验收通过。卖方将承担运输、保险、卸船、安装、接电调试、配合买方自动化系统联动调试，直至双方签发最终接收证书为止的一切责任、风险和费用。
- 3.2 卖方应在起重机发运前一个月向买方提供起重机整机运输和上岸的详细工艺、船期预告及运输保险单据（正本），以供买方审核和确认。
- 3.3 本合同项目的起重机必须在制造厂整机总装调试完毕，并经买方检验认可后，方可运抵买方现场。
- 3.4 轨道吊适合招标方堆场结构，招标方和投标方共同确定相应的堆场结构图纸和负载能力。投标方将按这些资料来设计有关部件以使起重机成功运行。

4. 起重机的基本技术规格

4.1 起重机的功能

轨道吊是用于在堆场与水平运输设备之间的装卸集装箱的起重机，其安置在码头堆场轨道上，可沿轨道行走。装箱时，起重机将在堆场摆放的集装箱装载到悬臂梁下方车道的水平运输设备上。卸箱时，起重机将悬臂梁下方车道水平运输设备上的集装箱装载到堆场摆放。轨道吊能满足跨箱区（过河）作业及水平运输设备混行作业。

4.1.1 起重机功能概述

- 1) 起重机主要包括起升、起升缠绕、小车、小车驱动、大车、大车驱动等机构。
- 2) 小车为自行四轮驱动模式。各车轮有各自独立的驱动机构驱动。车轮、车轮轴以及轴承作为一个组件可以整体从小车上吊至码头面进行维修或更换。小车可在龙门架横梁上方的轨道梁上运行。
- 3) 起重机有一套起升机构，安装在龙门架小车上。起升钢丝绳通过缠绕挂着小车下的吊具上架。吊具上架通过插销与吊具联接。
- 4) 起重机可带载作起升、小车横移的单独或联合动作。
- 5) 起升机构采用八绳防摇形式，下方的吊具具有小车方向 $\pm 200\text{mm}$ 、大车方向 $\pm 200\text{mm}$ 补偿定位调整，也可实现吊具在水平面内 $\pm 5^\circ$ 回转。
- 6) 起重机作业循环为全自动操作，可对起重机进行远程控制操作，维护维修时手动操作。起重机支持在系统做简单设置，便可以快速转换重箱堆场操作或空箱

堆场操作模式。

- 4.1.2 起重机的动力电源采用三相交流 10 千伏高压上机，并设有以码头低压三相 380 伏交流电为动力源的应急驱动装置，使起重机的起升、小车横移可作低速运行。
- 4.1.3 起重机各主要工作机构的电气驱动为全数字式交流变频、PLC 控制调速，其起升机构还具有恒功率调速控制的功能。设置具有数据搜集、分析、状态监测、故障诊断功能的管理系统，并能在电气室和码头控制中心显示起重机的运行状态和主要的实时参数。应设有各种安全装置和联锁装置，以确保运行可靠和安全。
- 4.1.4 起重机与码头操作系统和水平运输设备实现互联，信息交换。
- 4.1.5 起重机能在远程操作室和本地做起升、小车运行、大车行走、吊具水平的纵向和横向微动和水平旋转运动。
- 4.1.6 起重机配有齿轮齿条的载人升降机。
- 4.1.7 轨道吊两侧带外悬臂，海陆侧悬臂下各设一条作业车道，可分别装卸一个 20'、40'、45' 的 ISO 标准集装箱。
- 4.1.8 轨道吊的功能要求
- 1) 本项目实现轨道吊对堆场内集装箱、集卡和水平运输设备的全自动化作业、人工远程操作和本地应急操作。
 - 2) 本项目总体作业效率不低于 22 个循环/小时，在不动大车的前提下，自动化系统连续作业效率不低于 30 循环/小时。
 - 3) 本项目轨道吊系统设置的自动化操作必须安全可靠，并有安全冗余、系统灾备等技术。其安全性应经过充分论证和实践检验，投标方应对保修期内除操作不当原因造成的设备事故负责。

4.2 主要技术性能

序号	项目	技术规格
1	防风能力	工作最大风速
2		20m/s, 3 秒
3		工作状态下整机抗风能力
3	非工作状态下整机抗风能力	按照 JT/T 90-2020 标准计算非工作风
4	起重能力	吊具下一单箱模式
6		堆放箱列数(宽)
7		41t
		堆放箱层数(高)
		11
		6

8		大车轨距	34m
9		基距	17m
10		起升高度(路轨面往上)	≥21.5m
11		下降高度(路轨面往下)	≥0m
12		大车最大宽度(缓冲器未压缩)	24.9m
13		大车行程(电缆接电点起)	≥350m
14		小车前后伸距(路轨中心线起)	4.75m
15		每边角大车最小轮数	6
16		小车/大车轮最小直径	0.6m/0.6m
17	速度和加速时间	满载起升、下降	48m/min 2s
18		空载起升、下降	96m/min 4s
19		小车	120m/min 5s
20		大车(风速<20m/s 时)	150m/min 8s
21		大车(风速≥20m/s 时)	75m/min 8s
22	设计的工作级别	整机	A8
23		主起升	M8
24		小车	M8
25		大车	M8
26	最大轮压	工作状态(20m/s)/非工作状态(70m/s)	30/40 t
27	防风系缆上拔力70m/s(t/角)		60 t

5. 设计制造标准

起重机的设计和制造必须按照如下标准和规范。	
设计:	JTS/T 174-2019 自动化集装箱码头设计规范
	JTS/T 199—2021 自动化集装箱码头建设指南
	T/CPHA 2-2018 集装箱门式起重机远程控制系统技术条件
结构:	欧洲搬运工程协会 FEM
材料:	GB、美国 ASTM
机构:	欧洲搬运工程协会 FEM

齿轮:	美国 AGMA、德国 DIN、ISO
电气:	国际电工委员会 IEC、JIS、JEM、JEC、DIN 等
涂装:	ISO 8501/8504, SSPC
焊接:	GB/T 3323.1-2019 标准规定的 II 级
	GB/T 11345-2023 标准规定的 I 级
	美国 AWS 标准的检验级别
计量单位:	国际单位制 ISO (主要设备)
质量控制体系:	国际标准化组织 ISO9001
安全:	起重机设计规范 GB/T 3811-2008
	起重机械安全规程 GB/T 6067.1-2010
	港口装卸机械风载荷计算及防风安全要求 (JT/T90-2020)
	港口大型机械防阵风防台风安全工作指南 (中华人民共和国交通运输部 2018 年第 93 号文)
	ISO 12100: 2010
	IEC 61508:2010
	IEC 62061:2005
	ISO 13849:2015
安装:	水运工程质量检验标准 (JTS 257-2008)
防雷:	IEC62305-2010 《雷电保护》
	IEC61643-1 《低压配电系统电涌保护器性能要求和测试方法》
	IEC61643-21 《信息系统电涌保护器性能要求和测试方法》
	JT556-2004 《港口防雷与接地技术要求》
焊缝检验级别:	GB/T 3323.1-2019 标准规定的 II 级
	GB/T 11345-2023 标准规定的 I 级
	相应的 AWS 标准的检验级别

起重机的高压供电部分的耐压试验符合电业部门的高压试验标准。

上述标准如有差异时，则采用较高的标准。如果卖方希望采用相当于或高于上述标准和规范的其它标准或规范来补充或替换上述标准和规范，则应事前向买方呈交所执行的有关标准文本，以便买方确认该标准是否可以接受。

6. 使用场所的自然条件

- 6.1 起重机的设计和制造应使起重机完全能承受下述自然条件，并使起重机在正常操作和维护保养得当的情况下，具有不低于 30 年的使用寿命或不少于 400 万次工作负载循环：

风力	最大工作风速 20 米/秒
	最大非工作风速按照 JT/T 90-2020 标准计算风速，其中离地高度 10 米最大瞬时（3 秒平均）风速为 70 米/秒
相对湿度	最大 100%
盐雾度	10%-32%
室外温度	0 摄氏度+50 摄氏度
地震	基本烈度为 6 度

7. 起重机工作级别

卖方必须按如下等级制造轨道吊，对此有异议的投标文件将可能导致买方的不予接受。

7.1 整机等级

利用级别	U8
载荷情况	Q3
工作级别	A8

7.2 机构等级

机构名称	利用等级	载荷情况	工作级别
起升	T8	L3	M8
小车	T8	L3	M8
大车行走	T8	L3	M8

8. 起重机的稳定性

8.1 起重机的稳定性满足 FEM 和 GB/T 3811-2008 第 III、IV 组，重心高、速度大的起重机的稳定性要求。

8.2 保证起重机在工作状态（风速 20 米/秒）和非工作状态【按照 JT/T 90-2020 标准

计算风速，其中离地高度 10 米最大瞬时（3 秒平均）风速为 70 米/秒】下具有足够的整体稳定性。当起重机处于工作状态受风速 35 米/秒的突发阵风袭击时，起重机应保持整机稳定和不产生滑移。

8.3 防倾覆的安全因素应按最大风压计算，并不计轮边制动器的影响，卖方在审图时提供增加按照 JT/T 90-2020 标准计算风速的验算。

8.4 保证起重机在各种运行状态、以及停止和固定状态下，应满足：

- (1) 小车带着额定载荷提升到最高点，以全速碰撞机械缓冲器（在减速限位，极限限位都失灵时），在同向的极限工作负载下，起重机能保持稳定；
- (2) 小车带着额定载荷提升到最高点，大车全速行进，且同方向的风速为工作风速（20 米/秒）时，紧急制动，起重机能保持稳定。
- (3) 起重机停放状态：起重机停止作业，处于静止状态，大车车轮制动器制动，大车小车均未加抗台风固定装置时，能够承受顺轨道方向风速为 35 米/秒的风载荷而不发生滑移；
- (4) 起重机固定状态：起重机处于停放状态并加抗台风固定装置，能承受 110% 的设计最大风【按照 JT/T 90-2020 标准计算风速，其中离地高度 10 米最大瞬时（3 秒平均）风速为 70 米/秒】负荷而不发生滑移和倾翻。

9. 节能技术运用

9.1 为达到节能降耗目的，本次招标的起重机要充分体现其节能效果，选用的主要耗能元器件与同类产品对比，能耗需要有明显下降。投标人应提供详细的节能技术和方案，如果降低起重机的整机装机容量，应说明是否会影响起重机运行的主要技术参数，并提供详细的资料，供招标人确认。

9.2 投标人应通过适当的设计实现起重机的最低能耗，以防止在辅助功能、加热和照明方面浪费能源。功耗（提高的功率因数和轴的实际输出）也应遵循合理可接受尽可能低的水平（ALARA）原则。对于采用减速和加速的非优先移动系统，应优先考虑节能。

9.3 通过调研以及依据目前我们已采用的成熟的节能措施，投标人必须在此次制造的起重机上，采用以下智能控制节能项目：

- (1) 采用港口起重机专用的高效节能可调光LED灯，可根据设备运行状态自动和手动调整不同区域的灯具的开关或亮度，采用0-10v或PMW有线控制方式。
- (2) 起重机室内、控制柜内、步道灯及室内照明灯均采用节能 LED 灯具。

- (3) 整机系统必须考虑谐波抑制、冲击等影响，谐波源产生的谐波电压限值；电压中谐波畸变率低于 2.2%，保证整体电网系统稳定。
- (4) 驱动系统在不同的工作条件下，功率因数不低于 0.98。
- (5) 采用低功耗的变压器。

10. 材料要求

- 10.1 起重机将采用优质材料制造，选材合理，来源于经买方认可的国家和厂商，材料进库前应进行必要的检查，具有出厂检验合格证明书。重要部位的材料应按技术要求进行相应的化学成分分析和机械性能试验，应进行材料跟踪，以保证专料专用。
- 10.2 未经买方认可，主体钢结构不得使用轻合金材料和柔性材料，主要受力构件的厚度不小于 8mm，主要管材厚度不小于 6mm，机器房围板厚度不小于1.5mm。

部位	要求
结构件（包含小车架）	Q345B
卷筒	Q345B
滑轮	锻造 45（仅滑轮槽），35CrMo
齿轮	20CrMnMo, 45, 38CrMnTi, 18CrNiMo7-6
轴，联轴节	40Cr, 42CrMo, 45, 35CrMo
小车车轮	42CrMo
大车车轮	42CrMo

- 10.3 所有材料不能有锈蚀、氧化等缺陷，所有铸件都应表面平滑，轮廓清晰，圆角丰满，型心居中，无气孔、缩孔和夹渣。买方有权要求卖方将所选用的材料进行冲击试验。冲击试验不合格，将视为不合格材料。
- 10.4 卖方应确保不使用石棉材料、铅漆或中国法律禁止的任何其他材料用于起重机结构上或作为起重机结构的一部分。
- 10.5 在交付至码头时，起重机的任何部分如果可能存在石棉、铅漆或中国法律禁止的任何其他禁用材料，则买方有权对是否存在中国法律禁止的材料进行测试。如果发现存在中国法律禁止的任何石棉、铅漆或禁用材料，则测试和清除或清理的费用应由卖方承担。

11. 制造工艺要求

11.1 原材料的加工

11.1.1 原材料至成品的加工必须严格按照规范的先进工艺进行：

- (1) 对钢材进行喷丸、喷砂预处理或冲砂处理，使金属表面应满足 IS08501/8504 的 Sa2.5 等级的要求。
- (2) 尽量采用数控切割，切割边缘无不良的切割痕迹。
- (3) 用手工切割必须消除手工切割痕迹。
- (4) 保证切割边缘具有正确的角度、形状和光洁的表面。
- (5) 任何方式切割的表面需确保打磨至没有毛刺和飞边，圆角饱满。厚、薄板拼接处，厚板边缘须用机械加工方法预制成不大于 1:3 的坡度。

11.2 焊接工艺要求

- 11.2.1 采用低氢焊条，优先采用全自动焊接工艺；
- 11.2.2 施焊前对焊条按工艺要求预热烘干，焊接工配备有焊条保温桶（保温 1 小时）；
- 11.2.3 焊条在烘箱外不得超过四小时，否则必须重新烘干；
- 11.2.4 广泛采用 CO2 保护焊和自动或半自动焊；
- 11.2.5 根据板厚和技术条件选定焊条直径，焊机和焊接电流；
- 11.2.6 采用引弧板，重要焊缝避免立焊、仰焊；
- 11.2.7 焊后对焊缝进行打磨，要求过渡平滑，外形光整，以提高抗疲劳能力；
- 11.2.8 钢结构变形的火工校正必须在低于规定的温度下进行。检验人员配备红外测温仪；
- 11.2.9 应力最大断面附近不采用对接焊接，保留应力释放位置；

11.3 焊接检验要求

焊缝的设计和构造应符合美国 AWS 标准。焊接工作应由有资历的焊接工操作，焊接工的操作资质需由买方监造人员事先认可，重要焊缝应由高级焊接工操作，并必须进行无损探伤。所检验焊缝的检验级别为 GB/T 3323.1-2019 标准规定的 II 级或 GB/T 11345-2023 标准规定的 I 级或相应的 AWS 标准的检验级别。卖方应对所有焊缝进行检查，有缺陷的焊缝应根据 AWS D1.5 第 12.17 节“修复焊缝”进行纠正。

重点部位的检验要求如下：

所有钢结构主体的对接板和受拉应力处	100%UT+10%MT+10%RT
起升滑轮座生根对接焊缝	30%MT+100%UT（达 I 级焊缝）+30%RT
小车/大车、主梁（上横梁、鞍梁）、门腿的一般焊缝	30%UT+100%MT（对焊透焊缝）+5%RT

吊具上架对接处	100%UT+100%MT（对焊透焊缝）+10%RT
淬火后的齿轮	30%MT+10%PT

少于100%检验部分的焊缝，若不合格，则对那一部分焊缝扩大到100%重新检验。

所有钢结构主体的角焊缝10%MT检查。对需要100%MT检查的重要角焊缝在设计审查前，投标方提供图纸，由招标方和投标方在设计审查时协商确认。对需RT检查的危险断裂杆件，由双方在设计审查时确定。

12. 金属结构要求

12.1 结构概述

- 12.1.1 金属结构必须具有足够的强度和刚度，以减少小车、门架和大车运行及起制动时产生的晃动。整个构件应线条流畅，所有斜撑杆使用管结构，钢管由螺旋型双面焊缝卷制而成。起重机金属构件上容易产生积水的地方均应设有排水孔（所设置排水孔位置需经买方确认），任何表面不能存在积水现象。所有人不需要进入和不能进入的密闭的箱型构件应作气密试验。
- 12.1.2 整机金属结构采用焊接、铰接和高强度螺栓连接，未焊接部位必须做好防腐处理。
- 12.1.3 起重机应采用有效措施，防止构件风（共）振，方案须经买方认可，投标人在投标时提供起重机自振频率和整机水平摇晃幅度。
- 12.1.4 用于起重机运输和现场安装的临时加固件应精心设计，加固件不得损坏主要钢结构的表面。加固件应便于现场的拆卸和打磨工作，拆除处应按规定进行表面处理和涂漆。
- 12.1.5 起重机部件的跌落式安全设计，所有组件（包括但不限于：连接在吊杆、梁、小车上的轻型配件、缓冲器、吊杆保险杠、警报器、灯具等）应以额外的 304 及以上不锈钢安全链或钢丝绳作为应急装置。
- 12.1.6 起重机重要结构件如经买方监造检查不合格且不能进行修复，卖方必须重新制造。
- 12.1.7 整机金属结构的设计和制造质量保证期为三十年。
- 12.1.8 金属结构的刚度应满足《起重机设计规范》及 ANSI 标准的要求。静刚度为当满载小车位于跨中时，主梁在跨中引起的垂直净挠度 $Y_L \leq L/750$ ，其中 L 为起重机跨度。结构的疲劳设计制造应满足本规格书中利用级别的定义。
- 12.1.9 金属结构设计还应考虑起重机运行时的振动、晃动，其频率和幅度应满足设备良好运行要求，并不会对结构造成任何形式的破坏和自动化设备能正常检测工作的

许可范围内。

- 12.1.10 钢材、型材的矫直与弯曲必须采用加压工艺，不准锤击，同一位置不允许多次火工矫正，需控制火工温度。板材加工前必须进行表面预处理，喷丸除锈、轧平并喷涂上底漆。型材加工前必须进行表面预处理，喷砂除锈、校直并涂上底漆。
- 12.1.11 金属结构上所有的装配孔都必须是钻孔，不允许冲孔。安装时，若孔眼不正或不光洁，应按认可的标准和规范在正确的位置上重新钻孔或铰孔。不论是在工厂制造还是现场安装，装配孔均不能用气割成孔。

12.2 门架

- 12.2.1 起重机主要金属结构是龙门架。它是由两个 U 型构件通过两根大梁连接而成，其断面均为焊接的箱型结构，大梁为矩形断面箱形梁。它具有足够的强度和刚度，能适应轨道不平等对结构产生的影响，并防止结构振动。小车轨道采用焊接式长轨，小车轨道采用轨道压板安装。轨道两端设有车挡和减速开关，防止小车超越行程末端。
- 12.2.2 龙门架全部安装完成后，主梁上拱度、旁弯、小车轨距、小车左右轨道顶面高低偏差应在规范允许值内。
- 12.2.3 龙门架的变形和摇晃应不影响工作能力和效率。
- 12.2.4 应设置千斤顶的顶升点和防风固定装置，其设计应得到买方的确认。
- 12.2.5 升降机轨道装在门框的陆侧左侧。步行梯与升降机均装在同一门框的腿上。

12.3 大梁

- 12.3.1 大梁采用双箱梁焊接结构。
- 12.3.2 在梁的内侧，设有承轨梁。承轨梁表面应具有良好的平直度和持久的抗疲劳性能。承轨梁上将铺设无缝式小车轨道。小车轨道与大梁应有适当的预拱度，为保证小车从后伸距移动到最大前伸距位置时保持良好的平直度，在设计阶段，卖方应提交用于拱度计算的荷载工况供买方审查。
- 12.3.3 大梁上设有走道、台阶、平台和栏杆，以便于安全、方便地保养和检修梁上所有的设备，并确保小车在大梁的任何位置上，人员能安全的撤离小车。大梁左右双侧配置走道、护栏。卖方需提交用于计算大梁可满足的最大安全风速值供买方审

查。

12.3.4 在大梁的前端部和后端部设置终点固定车档。

12.4 小车轨道

12.4.1 承轨梁上铺设无缝式小车轨道 A75，用压板安装固定在承轨梁上。轨道安装精度符合 FEM 规范。小车车轮硬度与轨道硬度最佳匹配。

12.4.2 轨道与承轨梁之间安装有增强橡胶垫，以减少和隔离振动。轨道压板螺栓须采用镀锌高强度螺栓和特殊的防松锁紧功能，并做涂漆保护。

12.4.3 所有轨道接头应采用完全焊透的焊接，并打磨平滑至符合机加工的样板。为了不使轨道在小车方向有移动，轨道应采用焊接在承轨梁上的抗剪块固定，同时需考虑轨道热胀冷缩的定位要求。

12.4.4 轨道应采用焊接的抗剪块固定，不使轨道有纵向移动。小车轨道两端设有车档。

12.4.5 小车轨道的品牌和型号须按表 7 推荐要求，并经买方认可。

12.5 小车架

12.5.1 小车架是起升机构、钢丝绳缠绕系统、小车驱动装置等装置构件以及集装箱货物的承载体，其设计必须合理并具有与整机同等的使用寿命。

12.5.2 小车架用轧制型钢制成，要确保小车刚性，保证小车框架不变形，不能与上部机构产生谐振。制造偏差满足规范要求。机构的布置应尽量均衡，使小车不会偏载。

12.5.3 小车架应有水平轮，方便小车跑偏时调整。水平轮应有防坠措施。

12.5.4 小车架在设计制造过程中必须考虑能有效地防止跑偏、啃轨及吊具左右晃动，并应具有足够强度，小车架的设计应注意由于小车行走机构的驱动引起小车架的变形，小车架的设计还应考虑小车车轮轴折断时小车不会坠落。

12.5.5 各机构/装置在小车架上的分布必须符合美观、实用、耐用、安全、保养检修便利、结构受力合理明确等要求；小车构架上的空档处或缺口应该用网纹板或买方认可的材料覆盖。

12.5.6 小车构架两侧的起升滑轮应设置有能有效防止钢丝绳脱槽的装置，并能防止起升钢丝绳与该装置的相互摩擦；

12.5.7 小车上应设有 380V、220V 电源插座供维修之用。

12.5.8 小车架四个车轮附近的适当位置处需分别设有用以维修小车车轮的顶升点；还应 在小车两端安装缓冲器，缓冲器应能吸收在小车满载全速的情况下撞上轨道终端车 挡所产生的冲力。

12.5.9 在制造过程当中，小车轨道上往往有许多跌落的金属杂物，在小车每次运行之前必须及时清除小车轨道踏面杂物，防止小车反复运行导致杂物挤压到小车轮踏面上，粘附后形成局部硬点，造成小车运行时跳动。

12.6 门腿

12.6.1 门腿设计为双面连续焊接箱形结构。螺栓孔用底面板配钻孔方法进行，以保证装配精度。门腿与大梁、门腿与底横梁的连接都采用焊接方式，这两处的焊接必须做到对筋并符合焊接规范的规定。门腿内设有直梯供检查用。

12.6.2 内部需设置若干用以检修门腿内部焊缝及有关电缆的休息平台（平台面板采用拉网板），上下相邻两个休息平台之间的距离应控制在 4~6 米之内。

12.6.3 两侧的门腿之间设有安全防护装置，防止堆区的集装箱掉落到两侧的行车道。防护装置结构便于定期进行检查，损坏部件的拆卸和更换应简单可行。方案需得到买方认可。

12.7 底横梁

底横梁采用双面连续焊接箱形结构，有足够的强度与刚度，并能满足在其下面安装夹轮器及其控制箱，满足结构及大车行走机构的要求。

13. 电气房、高压房

13.1 电气房

13.1.1 设有独立电气房，电气房单独制作，电气房的四壁和天花板应镶有隔音、隔热、阻燃材料。电气房防水、防渗性能良好。室内装有 5 台风管式或吸顶式的工业型变频单冷空调机且保证 4 台空调可保持电气房温度在 22 度左右，这5台空调的控制程序需设计成正常情况下 4 台工作，当其中任意一台空调出现故障时另外一台即可自动启动并进行正常运作（备用空调应装在电气房的面海右侧）。在断电、送电后空调能自动工作，并保持原来的设置模式。空调的控制须接入主 PLC 控制系统，可通过主 PLC 程序控制。空调功率应满足使用要求，并经买方确认方可。

13.1.2 电气房需有良好的隔振措施，室内有固定位置可以牢靠放置 2 台移动式抽湿机（移动式抽湿机型号须买方认可），抽湿机的排水与空调一并考虑。抽湿机的排水和空调排出冷凝水需通过管路引至地面。抽湿机的抽湿能力应能可靠调控，电气房内的湿度指标并保持低于 55%。当电气房湿度大于 80%，不能送上控制电源。

13.1.3 电气房设有超温报警保护。电气房顶部应按照 GB50116-2013 自动火灾报警设计

规范要求布置温度感应报警器、烟雾感应报警器（至少布置3个），信号须进入主机PLC。

- 13.1.4 电气房门为转轴式仿船用水密钢制门。门上装有钢玻璃窗及自动关门器。门的高度不小于 1.8 米。开门位置应不会与办公桌、文件柜等物品的摆放产生妨碍且可以自如进出大件物品（电气房内设有办公桌、两把折叠椅和文件柜）。室内地板应绝缘、防滑、防静电和阻燃。电气房内有玻璃窗可监视各机构的动作。
- 13.1.5 电气房内除起重机监控系统主机及显示器外，在 PLC 柜门上还须安装一套触摸式故障显示屏。电气房隔音材料和室内地板垫必须使用环保材料，且对人体无毒害，要求卖方提供电气房室内空气检测报告。电气控制室内的噪音要低于 75 分贝。
- 13.1.6 电气房内设置维修操作平台，专供维修使用，以便于安装维修调试使用，维修操作台与远程操作台能联动。电气房外面还应设有通往房顶的直梯（有护笼）。电气房顶部设有高度不低于 1000 毫米的防护栏杆。
- 13.1.7 电气房应分为两（2）个部分，分为网络设备室和驱动室，将电脑网络设备与电气控制/驱动器分开，网络设备室和驱动室中间有墙和门隔开，并做静音处理。网络设备室内的设备柜门应可上锁，只有在钥匙开关“打开”时才能打开。电气房应可双向开门出入，电气房的设计布局得到买方认可。
- 13.1.8 电气房内部配置一把长度一米五左右的人字短梯并有位置牢固固定。
- 13.1.9 敷设在地板下的所有电缆均应便于检查。

13.2 高压房

- 13.2.1 高压房结构同电气房，内设有高压变压器、高压开关柜、谐波滤波器、电感器等其他相关装置。高压变压器在高压房内需有隔离门或隔离栏杆进行隔离，并可上锁。周围应提供 600 毫米以上的空间。
- 13.2.2 高压房应考虑停电维修时的散热通风需求。高压房内设有 2 个排风扇对高压房进行换气排风，可达每分钟 4 次的室内换气能力。当室内温度升至 30° C 时，排风扇应自动通电。此温度设置可在 PLC 中调节。排气扇需要有防尘、油气装置，避免高压房污染，过滤装置的位置应便于检修，并且安装方式应允许快速更换，而无需拆卸两个以上的螺栓或螺母。
- 13.2.3 在高压房吊装完成后，加装不锈钢房顶，避免高压房顶锈蚀漏水造成设备损坏。内部配备应急灯。高压开关柜正面要求合适的维修空间，以方便维修。高压开关

柜配综合仪表，可以对整机用电量进行计量，并接入起重机管理系统。

13.2.4 高压房结构设计应考虑到高压变压器和高压开关柜的更换方便性，顶部设计应可拆卸，设有吊装耳板。

13.2.5 变压器、电抗器和其他产生重磁场的装置应有效屏蔽，

13.2.6 高压房内安装热量和烟雾探测器及报警器，接入起重机管理系统和 ECS，并应一直响起报警，直到大火熄灭，烟雾消失。配两只经招标方认可的灭火器。高压房门玻璃窗应有防晒隔热玻璃贴膜。

14. 操作站

14.1 操作站的定义

14.1.1 轨道吊的操作站定义有如下：

- (1) 小车顶操作站
- (2) 大车地面操作站
- (3) 远程操作站 ROS

14.1.2 轨道吊操作站按功能分成两类：一类是可供操作兼维修，另一类是仅供维修。各操作站之间具备完善的互锁功能，采取先到先得和故障安全原则，当先到先得的操作站送上控制电源后，取得最高操作权限，其他操作站都不能送控制电源合和进行操作。

14.2 小车顶操作站

14.2.1 在小车顶需特别划定小车顶人员检修或维修作业时的安全停留区域。安全停留区域需设置明显的标志线、标志牌，并配置小车顶操作站，操作站设置在防护等级为 IP65 的不锈钢箱体。小车顶操作站的控制面板需设有紧停开关、按钮开关、选择开关、指示灯及其它必须的配件，箱体外设有防护等级为 IP65 的声光一体报警器。

14.2.2 小车顶操作站仅供维修人员使用。维修人员在小车顶操作站送上控制电源后，配合使用按钮和选择开关，仅能操作起升、小车慢速动作。

14.2.3 小车顶操作站需具备起升机构的换绳操作按钮和开关，维修人员可进行起升机构的钢丝绳更换。

14.2.4 小车顶操作站需具备起升机构的应急操作按钮和开关，配合应急起升电机机构，维修人员可进行起升机构的应急操作。

- 14.2.5 维保人员操作起升动作前，系统须发出声光报警。
- 14.2.6 小车在慢速移动及小车动作启动前须发出声光报警，维保人员需先选定小车的行走方向：如选择向前，选择完成后小车顶蜂鸣器须先响三声，之后小车才能向前动作。选择小车向后功能反之亦然。
- 14.2.7 在小车顶操作站送控制电源合，操作起升、小车慢速动作，其机构对应的故障安全保护和联锁保护应起作用。
- 14.2.8 小车顶操作站的具体配置在审图时应提交给买方审核和批准。

14.3 大车地面操作站

- 14.3.1 在靠近轨道吊路侧登机口处，应安装一个合叶式的带玻璃观察窗双开门制式防护等级为 IP65 的不锈钢箱体，箱体内设置大车地面操作站。大车地面操作站的控制面板需设有紧停开关、按钮开关、选择开关、指示灯、报警器、故障显示屏、计时器、计数器及其它必须的配件。
- 14.3.2 大车地面操作站供操作和维修使用。应配置一个两位选择开关，标注为“远程”和“本地”。当开关选择为“远程”时，仅远程操作台能对轨道吊进行操作。当开关选择为“本地”时，仅本地操作站能对轨道吊进行操作。
- 14.3.3 维修人员在大车地面操作站送上控制电源后，配合使用按钮开关和选择开关，能操作起升、小车和大车进行慢速动作，也能操作吊具的所有动作。需设置投光灯、步道灯控制按钮开关，操作人员和维修人员可控制整机投光灯的开启和关闭。
- 14.3.4 维修人员在大车地面操作站送上控制电源后，配合使用按钮开关和选择开关，能操作起升、小车、大车进行慢速动作，也能操作吊具的动作。需设置大车轮边制动器单独控制的选择开关，可控制轮边制动器的“释放”和“夹紧”操作；需设置大车锚定旁路钥匙开关，用于大车锚定位的微调。
- 14.3.5 大车操作站面板上设置有触摸式的故障显示屏。
- 14.3.6 大车操作站面板上设置有计时器和计数器，采用电子式显示，电池可更换且更换后计数/计时器原始数据不会丢失，可设为不可复位，主要包括控制电源合时间、起升运行时间、小车运行时间、大车运行时间、吊具旋锁计数器、起升/小车联动运行时间、电度耗能表等，并能通过 CMS 和堆场管理系统同步显示。大车操作站面板上计时器和计数器的具体配置在审图时应提交给买方审核和批准。
- 14.3.7 在大车地面操作站送控制电源合、操作各机构动作，其对应机构的故障安全保护

和联锁保护应同等起作用。大车地面操作站的具体配置在审图时应提交给买方审核和批准。

14.3.8 大车操作站面板上设有控制辅助变压器合闸的钥匙开关。

14.4 远程操作站 ROS

14.4.1 在码头远程控制中心内设有轨道吊远程操作台。操作台上设有必要的监控画面显示屏，显示屏显示的内容至少应包括：自动化运行及远程操控所需的各路视频图像、设备状态、调度系统/TOS。

14.4.2 远程操作台应按人机工程学原理进行设计，使远程操作人员有舒适的环境，并能实时响应(分配响应时间应小于 200ms)轨道吊上的一切工况。操作台有操作手柄、指示灯、紧停、触摸屏、通话设备、安全登录设备及其它必须的配件，使到任意一个远程操作台可以安全控制任意一台轨道吊，实现操作台与轨道吊的一对多和多对一的对应操作关系。

14.4.3 操作员能远程控制轨道吊的起升、小车、大车和吊具等所有机构的动作，可进行全自动化操作操作。在操作台送控制电源合，远程操作轨道吊各机构的运行，其对应机构的故障安全保护和联锁保护应同等起作用，并且具备远程操作站与单机之间的故障安全保护和联锁保护。同时远程控制与自动化操作应具备网络安全、通信安全、冗余安全和故障安全等通信安全保护。

14.4.4 远控无线遥控装置系统

本项目无司机室，要求轨道吊配置无线遥控器，遥控器包含发射器和接收机及配件，每台轨道吊需安装一套接收器，发射机与接收机的比例为每4台接收机至少配备一台发射器，发射机可在现场自由切换选择需操作的轨道吊设备，通过轨道吊的接收机轨道吊的每个机构。无线遥控器距离为开阔地视距内200米以上，防护等级IP65，本项目要求在无线遥控器上能操作轨道吊的所有功能，并且带4.3寸彩色显示屏，可以显示机器的故障和状态，遥控器需要达到 PLd 或者 SIL3 安全级别，所有设计符合人体工程学，简单易用，遥控器面板操作功能需经买方确认，满足现场实际维修使用。

远控无线遥控装置的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15. 机构要求

15.1 卷筒

- 15.1.1 卷筒应是钢板焊接，配有相应腹板，卷筒设计应预防绳槽由于绳的压力而产生表面变形。
- 15.1.2 起升卷筒节圆直径，应大于等于 30 倍绳直径。
- 15.1.3 绳槽应精确地加工，有连续的槽形，槽深应至少是 35%绳直径，在槽边稍有小圆半径。卷筒上的绳槽应倾斜，使得卷筒上的绳圈之间有间隙，以及钢丝绳进入或离开卷筒的部分与相邻绳圈之间的有间隙。机加工后，绳槽应硬化至至少 280 BHN，绳槽应打磨至 1.6 微米光洁度。
- 15.1.4 绳应只绕一层，当绳在正常作业时全放出后卷筒上应仍留有自由圈（不是固定圈）3 圈，并且在绳全绕上时还留有 1 个空圈槽。不接受带锥度的卷筒。绳端用单独压板固定在 2 个槽上，压板压绳圈为一圈，以确保能够压紧。起升卷筒应确保：当处于最低点时，卷筒上至少应保留三整圈钢丝绳；当处于最高点时，至少有一个空槽将两条相邻的绳索隔开。钢丝绳与垂直于卷筒纵轴的平面之间的最大偏角最好不超过 2 度。但是在轻载条件下可接受 2.5 度。
- 15.1.5 绳槽以下的卷筒壳体的设计厚度应考虑轧制公差，槽下净厚度应不小于绳直径0.7倍。
- 15.1.6 卷筒应做静平衡，在机加工前应消除应力，卖方需提供起升卷筒受力变形计算。
- 15.1.7 起升卷筒机构应设置钢丝绳防跳装置。
- 15.1.8 卷筒槽节圆直径公差应预防不匀称的绳的拉紧，即在起升期间不应导致吊具的偏扭。
- 15.1.9 卷筒之下，沿全部绳槽长度应有润滑油滴油盘。该滴油盘应保证润滑油的收集及容易清理；卷筒靠电机侧适当位置加活动式挡油板。
- 15.1.10 卷筒上的联轴器需采用弧线形联轴器，卷筒的所有绳槽，都必须保证卷筒安装后所有绳槽的起刀槽基本保持在同一条直线上。
- 15.1.11 起升卷筒侧应采用三合一功能系统编码器，该包括绝对值信号功能、超速开关信号功能和凸轮开关功能。
- 15.1.12 每一种功能的模块都被安装在电控柜内，安装在卷筒侧编码器和柜内所有功能模块信号的传输，均采用光纤传输方式。
- 15.1.13 卷筒需经热处理，其硬度大于 HB300；卷筒需进行淬硬，深度要求审图时确认。卷筒要求质保 10 年。
- 15.1.14 买方可在保修期中途和保修期满前再次检查卷筒槽是否有钢丝绳在槽上留下印记的迹象。任何印记都应导致卖方更换滚筒。
- 15.1.15 卷筒上的轴承采用滚动轴承支撑，两端采用法兰式设计。

15.1.16 钢丝绳卷筒的设计，应符合 BS 6570: 1986 “钢丝绳的选择，保养和维护行为准则”中的适用性。

15.2 滑轮

15.2.1 滑轮采用质量优良的环锻滑轮（产品须经买方确认），并经过热处理，材质为锻造 45 或 35CrMo，并在淬火后进行 MT 探伤检查，滑轮槽应经精加工，以使所选的钢丝绳和绳槽能有良好的配合。

15.2.2 滑轮绳槽有合适的硬度（HRC50-58），既有较高的耐磨性，又不至加大对钢丝绳的磨损，相同规格同一批次的滑轮应抽取一个做破坏性试验，测淬硬层深度，3mm 深度处不小于 HRC50，且所有滑轮保用 10 年。

15.2.3 滑轮上设有防止钢丝绳跳槽的保护装置，还应充分考虑滑轮检查、润滑、安装和更换的方便。安装座设计成剖分式结构或其它方便拆修保养的形式，确保每一个滑轮都有单独润滑油道。滑轮尽可能做到统一规格，以便于备件互换使用，所有钢丝绳进出滑轮的偏角不应超过 2.5 度。滑轮侧面上设置夜间可见的反光条（非粘贴），可以观察滑轮转动情况。

15.2.4 滑轮直径（mm）/钢丝绳直径（mm）按 FEM 标准：

（1）起升运行：大于30，平衡滑轮大于18

（2）小车：大于30

15.2.5 滑轮槽应经精加工以使所选的钢丝绳和绳槽能有良好的配合，槽底部应具有不小于120度的角度的圆弧，具有52度的包含角度，并且凹槽的半径不应小于7½% 或大于绳索标称半径的15%，其中11%是最佳的。导辊（导流柱）最小直径应为5倍，平衡滑轮最小直径应为18倍。

15.2.6 滑轮均应由轴安装，两侧固定，应易于拆卸，方便更换滑轮。滑轮应单独安装在单轴上，以便如果一个滑轮被移除，其他滑轮将不会受到影响。如果一根轴上安装了多个滑轮，则应为每个滑轮提供单独的润滑途径。

15.2.7 滑轮上设有减重孔，拆卸和安装时可使用钢丝绳吊索或其他吊装设备。减重孔是机械切割而成，不影响强度。

15.2.8 滑轮上安装轻便易拆卸的挡油板，收集钢丝绳甩出的油脂。应确保挡油板在滑轮旋转的所有速度下均有效。

滑轮的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.3 钢丝绳

- 15.3.1 钢丝绳的使用寿命应不低于同类起重机相关机构钢丝绳的平均使用寿命。钢丝绳的安全系数满足下述条件：
- (1) 起升钢丝绳（偏心荷载） $n \geq 6$
 - (2) 钢丝绳的抗拉强度不低于1770兆帕
- 15.3.2 全部钢丝绳应采用普通右捻（Z 向捻）钢芯钢丝绳，钢丝绳有出厂合格证书，出厂时涂中性润滑油保护。起升钢丝绳采用的结构形式须经买方认可。
- 15.3.3 钢丝绳的缠绕方法应能防止任一处钢丝绳断裂时不造成吊具跌落，任何情况下钢丝绳不应起重机结构与集装箱擦碰。钢丝绳末端采用楔形接头，不接受灌铅浇注式，钢丝绳终端接头方式需得到买方认可。
- 15.3.4 应提供钢丝绳调整和更换的方法，确保在需要的位置提供适当的带扶手的站立平台，和适当的吊装耳板，以便安全地进行。
- 15.3.5 钢丝绳的设计寿命应至少为 150,000 个集装箱装卸，为每根钢丝绳提供钢丝绳证书副本。

钢丝绳的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.4 减速箱

- 15.4.1 减速箱为全密闭式，带有供齿轮和轴承润滑的油槽或喷射装置，减速箱上的油位计和泄油孔的安装位置便于日常的维修和检查，并留有接收废油排放的空间，泄油口配备阀门和油堵头。
- 15.4.2 起升和小车的减速箱应水平安装，减速箱齿轮的设计和制造的标准按照ISO6 (GB6)，大车减速箱齿轮的设计和制造的标准按照 ISO7 (GB7)，装配后需进行跑合试验，测试各种数据。小车减速箱齿隙必须紧密，因须承受向前和向后的运动和扭矩。主要机构减速箱采用剖分式全密闭型硬齿面齿轮减速机，减速机箱体为焊接结构，箱体材料要求选用 Q345 或更高品质材料，齿轮材料选用20CrMnMo, 18CrNiMo7-6, 轴采用 42CrMo 或更高品质材料（详见本技术文件第10条材料要求），满足传动扭矩、径向力、冲击力、刚度等要求。主要机构齿轮采用硬齿面，齿面硬度不低于 HRC56，并利用磨齿以提高使用寿命。
- 15.4.3 在正常使用情况下，减速箱与起重机使用寿命相同。所有减速箱上需预留后续安装检测探头的位置。减速箱油封为进口品牌，须买方认可。所有减速箱油池温升不允许超过45℃，实际温度最高不超过95℃。起升减速箱安全系数 ≥ 1.75 ，小车减速箱安全系数 ≥ 1.75 ，大车减速箱安全系数 ≥ 1.5 。齿轮的设计和制造的标准

按照美国AGMA10级。

- 15.4.4 齿轮和轴承应能承受由于挂舱载荷或电机失速扭矩载荷引起的过载，而不会引起齿轮齿牙或滚动体或轴承滚道的塑性变形。减速器轴承全部选用进口品牌，且与减速器同寿命。
- 15.4.5 所有减速器油位计采用直接可视式(应有油位上下限指示)。
- 15.4.6 除大车行走机构外，其余所有机构的减速器应呈水平安装。减速器应经久耐用、低噪音（<85dB(A)）、无跳动和撞击现象。减速器在安装前均必须依照 GB 要求进行2小时空载试车，同时供应商还应提供齿轮啮合面图、齿侧间隙测量值等报告。
- 15.4.7 减速箱外壳中应提供可拆卸的检查盖，直接目视检查齿轮啮合，应至少为齿轮面宽度的四分之三；应提供吊装耳板、吊环螺栓和接头对位楔块等便于拆卸和安装；安装的底座上有适当的垫片和调节块。
- 15.4.8 减速器的设计应允许容易更换齿轮或齿轮轴，而无需拆卸整个齿轮箱组件；有足够的空间和设施更换油封，将油排放收集。

减速箱的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.5 联轴器

- 15.5.1 卖方在设计审查时提供主要机构联轴器的有关参数。起升机构、小车机构上电动机与减速箱的连接，应采用维护方便并能确保机械安全运行的联轴器。联轴器外设有安全保护罩。
- 15.5.2 大车、小车、起升联轴器安全系数 $n \geq 2$ ；对其运行机构联轴器安全系数 $n \geq 1.5$ 。
- 15.5.3 联轴器应装有易于拆卸的保护罩，罩上有开孔，可以方便地检查及润滑。起升、大车、小车的驱动联轴节应不用拆下各自的电机就可以拆卸更换。
- 15.5.4 所有主传动轴应配备法兰式弹性联轴器。所有连接螺栓应使用适当的防松系统锁定。对于联轴器的任何花键，应提供带有最大磨损极限标记的可见磨损指示器。
- 15.5.5 联轴器装配应严格控制其径向和轴向跳动，满足 ISO 标准。质保 5 年。

联轴器的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.6 制动器

- 15.6.1 起升、小车均采用盘式制动器，大车采用外置式盘式制动器，户外制动器均有保护罩。起升还设有应急制动器。
- 15.6.2 制动器周围应有足够的空间供检查和维修工作。所有制动装置应安装手动释放杆。手动释放杆应配备接近开关，以指示其被激活。刹车盘应动态平衡，不得因紧急停

止操作而受到损坏。单个制动器的制动力矩应至少为SWL 额定负载力矩的150%。卖方应提供制动器制动力矩的符合性计算。

15.6.3 高速制动器

- (1) 制动片选用高耐磨的材料且不含石棉材料制成，能在高温（400℃~800℃）、频繁制动的恶劣条件下保持正常的摩擦系数（大于等于0.4），并易于更换。制动片磨损后，能自动调整间隙，当间隙自动补偿功能失灵时，还可用人工作手动调整间隙。
- (2) 制动器钢结构制造材质为球墨铸铁材质等级GGG40.3；制动器的闭合标准响应时间为小于200毫秒；每个制动器必须有相应的制动力检测报告，检测报告应作为随机资料提交给买方。
- (3) 制动器为常闭制动器，利用弹簧力夹紧制动，电液推杆释放。工作应安全可靠，制动平稳，具有自动对中、摩擦片磨损自动补偿功能（制动器的自动对中功能为凸轮盘和凸轮滚子原理，内嵌在制动器内部）。
- (4) 电液推杆采用齿轮泵搭配内置电磁阀为动作原理，由电磁阀保持压力，具有自保持功能。电液推杆完全打开后内部电机停止运转，但制动器仍保持打开状态，直到收到制动器闭合命令。既环保节能，又延长电液推杆的使用寿命。

15.6.4 轮边制动器

- (1) 起重机在作业时，常常遇到阵风（突发的强风），因而必须设置防止它在阵风袭击下爬行的装置。大车配置轮边制动器，当风速持续大于 25 米/秒时，应立即处于制动状态。并能在 50%的大车制动器失效的情况下保证起重机在 35 米/秒持续风速下不滑移。轮边制动器与大车行走机构设置电气联锁。起重机停止后，在规定时间内自动制动，大车运行时先执行释放（2 秒内），然后大车运行。
- (2) 采用电动轮边制动器。所有铰孔必须镶有自润滑轴套，使用过程中无需润滑。碟簧使用寿命大于200 万次。摩擦片必须采用粉末冶金材质，在潮湿多尘的环境下，摩擦系数稳定在 0.4。销轴以及螺栓螺母等标准件均为不锈钢材质。三层喷漆，喷漆厚度大于 240 μm，底漆含锌量大于 80%。上闸速度可调。每个夹轮器必须有相应的制动力检测报告，检测报告应作为随机资料提交给买方。碟簧应采用进口知名品牌的产品。
- (3) 轮边制动器配有清洁片，实时清洁行走轮上的油污；制动器的关闭时间可以

调整；每个配有手动释放装置，来进行制动器的手动开启；制动器应具有自动对中、摩擦片磨损自动补偿功能。

制动器的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.7 车轮

15.7.1 大车和小车车轮均采用锻造车轮。踏面进行表面淬火，车轮表面洛氏硬度要求为 HRC50-56，硬化深度大于10mm，10mm处硬度>HRC35。均应采用轧制钢坯精加工而成，踏面进行表面淬火，需要进行硬度的深度检查，部件制作完成后需要对其进行无损检查 100%UT+100%MT。大车车轮与整机同寿命，小车车轮工作寿命大于10年。轮轴上采用滚动轴承。轮轴上的轴承座为剖分式或其它方便拆装维修的方式。

15.7.2 大车车轮踏面宽度必须与买方码头的轨道相配合，符合 AISE 标准。提供大车轮数达到最大允许轮压的证明。

15.7.3 起重机小车行走轮的踏面宽度必须与相应小车轨道相配合。

15.7.4 车轮采用双法兰式，轮缘厚度 $\geq 30\text{mm}$ ，车轮直径 $\geq 600\text{mm}$ 。

15.7.5 正常工作条件下，小车轮缘不得接触轨道侧面。小车轮的宽度应允许较大的间隙，还应考虑在移动和吊重时小车轨距的变化公差。

车轮的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.8 螺栓和螺母

15.8.1 起重机上的所有螺纹联接均采用公制螺纹，并符合 ISO 螺纹和尺寸标准。主结构采用高强度螺栓。

15.8.2 螺帽固定后，螺栓上至少应留有两道螺纹，螺栓和螺母的外露部分应涂有合适的油漆以进一步防止腐蚀。

15.8.3 螺栓和螺母均有防松或防脱落措施，在小车轨道、吊具等关键部位，均采用尼龙锁紧螺母或美国施必牢螺母以承受振动和交变载荷。

15.8.4 M12（含 M12）以下的螺栓和螺母用不锈钢制作，其余螺栓和螺母采用镀锌高强度螺栓。

15.8.5 楼梯、梯子、平台和绳轮盖的安装应使用高强度镀锌螺栓和螺母。所有扭矩螺栓、螺母和垫圈在拧紧前不得涂漆，以确保摩擦抓紧力。拧紧后，应涂上标识线，以指示正确的扭矩位置。需要拧紧扭矩时，应使用六角带帽螺钉。所需的扭矩应在图纸和机器上清楚标明。所有高强度螺栓的扭矩应由买方或第三方检查员检查和

见证。

15.8.6 经常拆开的盖子螺栓，用以安装灯、电话、电插座、限位开关、接线盒应使用不锈钢螺栓螺帽。

15.9 销轴和轴承

15.9.1 起重机上所有的联接销轴均有可靠的防松或防脱落措施（在所有外露的高速转动的活动零部件周围均设置防护罩）并有润滑油嘴可进行润滑。销轴均应调质处理后精加工而成，并进行 100%UT 探伤检查。销轴的使用寿命与整机相同。

15.9.2 除销轴联接外，其余转动部分均采用滚动轴承。轴承的设计计算和选用符合 FEM 的有关规定。重要轴承均装在轴承座内，轴承座为剖分式。轴承的密封和润滑应有效。

15.9.3 销轴的设计应尽量消除各加工面的应力集中，凹槽不应位于受弯曲载荷影响的区域（除非已有余量补偿）。传动轴应有防护罩避免人员误碰。

15.9.4 所有可拆卸的销轴提供适当的检修和更换设施。

15.9.5 各机构选用的滚动轴承，应基于满载全速运行计算，理论工作寿命均应大于以下所列值：

机构名称	理论工作寿命(小时)
起升	50,000
小车行走	50,000
大车行走	50,000

轴承的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.10 缓冲器

15.10.1 起重机小车、大车端部均需装有海上防腐型且能自动复位的液气缓冲器，缓冲器全压缩时，应与小车架或大车台车至少还有 100mm 距离。缓冲器应有吸收足够能量的能力，即能使吊具下满载且以全速运行的小车或大车停车而不损坏起重机或小车的结构。

15.10.2 小车液气缓冲器装有不锈钢防坠链保护；

15.10.3 大车液气缓冲器带推拉装置，可以使用起重机大车故障时，临近的起重机通过推拉装置行走大车，实现 2 台起重机之间的刚性连接，牵引故障起重机。

15.10.4 缓冲器的设计应按照缓冲方向计算的缓冲载荷和垂直于缓冲方向计算的缓冲载荷的 15%。

15.10.5 小车两端的缓冲器能吸收 100%全速额载状态下的撞击能量，而不会对起重机或造成结构或机械损坏。

15.10.6 大车在四个边角都安装缓冲器，以下情况都不对起重机造成结构或机械损坏：

- (1) 在一台起重机不动，另一台额载全速或空载全速碰撞
- (2) 两台起重机额载全速或空载全速对碰
- (3) 一台起重机额载全速或空载全速撞到轨道末端车挡和缓冲器

缓冲器的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.11 防噪音和振动

15.11.1 充分考虑并尽量减少旋转机件对支撑结构的影响来减少振动和噪音。对振源进行有效隔离，小车轨道下加橡胶垫；减速器下设刚性强的整体公用底座。

15.11.2 噪音等级符合下列要求：

- (1) 电机全速运行，（与起升、小车和大车）相距 1 米的噪声 $\leq 75\text{dB}$ ；
- (2) 电气房内的噪音要求 $\leq 75\text{dB (A)}$ 。

15.12 耐磨块

15.12.1 起升钢丝绳易碰擦的地方，须设置耐磨块，确保钢丝绳及各机构正常使用。

15.12.2 所有钢丝绳的耐磨块采用 PAV2 材质，耐磨套采用 PARU Plus 材质，必须满足耐冲击、耐低温、耐磨损、耐化学腐蚀的要求。

耐磨块选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

15.13 防护装置

15.13.1 在所有外露的高速转动的活动零部件周围均设置防护罩。

15.13.2 起重机立腿之间应连接安全防护装置，防止集装箱掉落到海陆侧两条拖车道上。提供所有必要的结构计算，以证明防护装置安全，稳定和可靠。防护装置的结构件之间的连接应设计为承受变形而不会脆性断裂的延展性结构，损坏部件的拆卸和更换应简单且可在合理的时间内执行。还应易于维护，便于进行内部和外部结构检查。

16. 起升机构

16.1 机构要求

16.1.1 起升机构有一套独立的起升驱动装置。该起升驱动装置由安装在具有足够强度和刚度的共用底座架上的电动机、减速箱、联轴器、钢丝绳卷筒和高低速轴制动器

- 等主要零部件组成。其布置形式为一套独立的双电机单减速箱式，即有两个电机、一个减速箱、一个卷筒。卷筒与电机的间距应不小于 500mm。
- 16.1.2 起升机构的高低速轴均装有维护方便并能确保机械安全运行的联轴器，联轴器要求详见本技术规格书 15.5 条要求。
 - 16.1.3 起升机构在起升和下降时，吊具上架应相对平稳。
 - 16.1.4 远程控制中心的故障和状态显示器给操作员指示载荷及高度情况。
 - 16.1.5 当吊具下的载荷达到安全工作载荷的 110%时用声光给操作员报警，并自动停止起升。此时，下降仍能操作。
 - 16.1.6 起升机构应配置一套应急机构系统，一旦驱动系统故障，应急机构系统可以进行临时满载运行，将集装箱放置到安全位置，该应急系统由接触器控制，不经 PLC 回路。在主电源故障时，应急系统也能通过岸电电源进行供电操作。
 - 16.1.7 起升机构的各个动作（包括吊具动作）应能在大车地面操作站进行操作。
 - 16.1.8 起升电机及减速器的功率选择要预留至少 10%以上的计算余量。
 - 16.1.9 起升电机、卷筒、减速箱、联轴节、制动器应安装单独的罩壳或遮阳篷，遮阳篷要留有充足的空间供维修人员维修。
 - 16.1.10 卷筒一侧装有三合一功能系统编码器，包括绝对值信号功能、超速开关信号功能和凸轮开关功能，用于控制上升减速、上升终点、下降减速、下降终点和超速等，并装有重锤式极限高度限位开关。在电动机后端同时装有编码器，用以检测起升的速度和位置。机上所配备的编码器选用进口品牌。
 - 16.1.11 起升机构要求采用 8 根钢丝绳并通过吊具滑轮形成独立的钢丝绳承受外载荷。钢丝绳缠绕应为“V”形，将在大车和小车方向上的摆动最小化，能够将离地面 4.5 米的高（吊具高度）额定负载下小车全速行驶，正常停止时，经过 2.5 次摆动后摆幅限制在±50mm 以内。
 - 16.1.12 起升钢丝绳应不干扰堆垛的集装箱，当起重机在 2 个 6 层高堆垛之间的单个箱位工作时，外侧的钢丝绳在起升和下降动作时应保证与集装箱之间至少有 150mm 间距。
 - 16.1.13 起升系统的钢丝绳穿绳以及滑轮设计将确保钢丝绳在任何情况下不会脱槽，且在各个导向用的滑轮均需设置有挡油功能的罩盖，以防止钢丝绳运行时附着在其上的油脂甩出污染周围环境。
 - 16.1.14 钢丝绳与滑轮、卷筒槽的偏斜角应满足 FEM 规范要求。钢丝绳与结构件接触处，

应设便于更换的减磨块。

16.2 起升制动机构

16.2.1 起升机构的高速轴安装共两套独立的电力液压盘式制动器，每套制动力矩不小于电机额定力矩的 150%，共合为 300%。当制动器中有 1 套失效时，单套制动器能满足全速全负荷下降时可靠制动要求。低速轴卷筒侧共安装两套各自独立的盘式制动器。高速制动器具有在线监测功能，监测数据与 CMS 通信，并显示在 CMS 监控画面上。

16.2.2 起升高速制动器为常闭制动器，工作应安全可靠，制动平稳。制动器要求详见本技术规格书 15.6 条要求。

17. 大车机构

17.1 机构要求

17.1.1 大车行走机构由台车、减速箱、联轴器、外置式盘式制动器和电动机（IP55）组成。起重机的门腿通过销轴和平衡梁支承在行走台车上，以确保腿压均匀地传递到各个车轮上。台车和平衡梁均设有顶升点，供修理顶升用。大车平衡梁与门腿间有调整垫片，在大车轨道下沉100mm 内能保证正常运行。驱动轮数量至少占大车机构总轮数50%以上。减速箱的离地间隙大于115mm。

17.1.2 大车行走机构的减速箱和外置式盘式制动器与电动机应安装在同一基座上，此基座与大车行走机构的台车用轴销联接，以确保减速箱与电动机一直保持很好的同心度，同心度要求：角向偏移小于 0.1° ，径向偏移小于0.05mm，轴向偏移小于2mm。大车齿轮箱应定位。

17.1.3 行走车轮均是双轮缘的，适合在项目安装地点的轨道上运行。车轮表面硬度不低于 HRC50，硬化深度大于 10mm，10mm 处硬度 $>HRC35$ ，并应符合有关规范的规定，轮缘厚度不低于 30mm。行走机构能确保起重机逆（顺）风（风速为20米/秒）时仍能正常地进行起（制）动。特殊情况下，在0.5%坡度和出现非工作状态风速25米/秒时，行走电机应具有短期过载能力，保证起重机慢速行驶到锚定位置。

17.1.4 在两端的行走台车上，还将设置与行走轨道端部车挡相匹配的液压缓冲器。在两端的台车下，设有清障器。大车电机和制动器加不锈钢防护罩，防护罩安全牢固，拆装维修方便。

17.1.5 大车还设有防断轴保护，一旦断轴整机下坠量不大于20mm。海陆侧鞍梁需要有标

- 识中心线。大车台车应配备安全吊耳，以便在车轮或轮轴故障时支撑台车。
- 17.1.6 本项目轨道吊大车轨道采用暗轨方式，大车轨道与堆场地面齐平。
- 17.1.7 大车采用4套独立的AC变频驱动。大车行走机构驱动采用户外型交流电动机， 电液推杆式制动器，可手动释放。
- 17.1.8 大车驱动机构系统应具备至少两套电机/齿轮箱不参与驱动仍能移动大车。起重机控制应允许对故障电机进行电气隔离，在电气房操作钥匙开关绕过受影响电机回路。这种电机的隔离应允许起重机继续操作，但大车需降速（取决于大车电机的数量）。
- 17.1.9 轨道吊通过平衡梁和台车支撑在行走轮上，行走轮成对布置在台车上，以确保支腿负荷在行走轮上的平均分布。各支腿有50%以上行走轮是驱动轮。
- 17.1.10 整机最外端的车轮应为从动轮，大车驱动机构要考虑日常保养检修方便，驱动装置周围安装有易于拆卸的钢管制作的护栏。
- 17.1.11 在轨道吊每边角两端都装有清除轨道上可能存在的障碍物的扫轨器。
- 17.1.12 大车门架靠近上机楼梯处需设置（设备维修中）牌子，能够翻开和遮上。同时，大车海陆侧各设一个警示反光锥存放箱，能放置两个警示圆锥，存放箱位置必须适中，防止其与大车定位板发生干涉。
- 17.1.13 为免与堆场设施发生干涉，轨道吊突出轨道中心车道侧部分不超过1400mm，净空高度不低于6000mm。

17.2 大车制动机构

- 17.2.1 为防止工作时突发阵风，每台起重机设置适当数量的大车轮边制动器，数量根据实际设计的计算情况进行设置，安装在从动轮上。采用电子机械式轮边制动器，由压缩的制动弹簧作用力使制动夹钳上闸，产生制动作用。每台起重机海陆侧各设置两套电动防爬铁楔，大车行走时自动抬起，大车停止时自动塞入车轮底部。
- 17.2.2 当起重机大车行走停止或控制系统停机时大车轮边制动器自动抱合。制动器将保证在2.5秒钟内开启。限位开关采用质量优良的产品，限位撞杆为可调节，限位采用带指示灯的感应式接近限位。
- 17.2.3 当风速持续大于25米/秒时，应立即处于制动状态。并能在大车电机制动器释放，锚定装置打起的情况下保证起重机在 35 米/秒风速下不滑落。
- 17.2.4 大车轮边制动器、大车电机制动器与大车行走机构设置电气联锁。轨道吊停止后，在规定时间内自动制动，大车运行时先执行释放（2秒内），然后大车运行。即使

在大车行走时车轮制动器突然抱合，也能承受冲击。当控制系统的主电源切断时，大车轮边制动器也能本地和远程手动操作使它释放。

17.2.5 大车轮边制动器释放信号独自进入 PLC。检测故障需报出具体的编号。

17.2.6 大车地面操作站和远程操控台上设有按钮控制夹轮器，同时大车地面操作站和远程操控台上设有显示大车轮边制动器工作状态（释放/夹紧）的指示灯

18. 小车机构

18.1 机构要求

18.1.1 小車主要包括小車結構，起升機構，起升纏繞，小車驅動機構（不接受三合一形式）。車輪數為 4 輪，車輪使用鍛造車輪，分別由單獨的驅動機構驅動，車輪、車輪軸以及軸承作為一個組件可以整體從小車上吊至碼頭面進行維修或更換。小車四角上均要設置水平輪，水平輪與軌道間隙需可調節，通過可調導向輪進行水平導向。外置的行走小車電機需要布置不銹鋼防護罩殼。

18.1.2 在小車軌道平面安裝磁尺或磁釘定位設備。

18.1.3 應在小車運行機構沿其運行方向海側和陸側的兩端設有緩衝器。

18.1.4 應考慮小車及各運行機構故障時的吊裝維修方便。

18.1.5 小車架上必須設有頂升點並配備修理時使用的千斤頂，便於更換車輪。車輪由分離式支座固定。車輪、軸承及車軸的拆卸，應設計便於修理，而無須拆除減速器、傳動軸、切割小車金屬結構等。

18.1.6 為小車提供電力、控制和通訊的電纜系統的終端應設置有不銹鋼接線箱，接線箱必須安裝在便於修理的位置。

18.1.7 小車在起吊額定載荷下，逆風（風速 25 米/秒）能駛上 0.5%的坡度，也可順風在 0.5%的坡度下坡行駛時，平穩可靠地制動。

18.1.8 小車設有可靠的自動防風錨定裝置，且有明顯標記，錨定採用電動模式。

18.1.9 在小車架合適位置設計更換起升鋼絲繩位置。

18.1.10 小車架上的廢油可通過固定附設的排污管方便的在地面附近位置接取。排污管應通過法蘭連接，並在需要的位置設置截止閥，排污管的最下方應該設置滴油槽以避免排污管內的殘留物污染地面。

18.1.11 為保證不產生啃軌現象，應設置有防下墜措施的水平導向輪。每個導輪均應安裝在偏心軸上，以方便調整輪子和軌道的間隔。在正常狀態下，車輪的邊緣不應碰到軌道。導輪的尺寸應確保偏心量足夠調整以及輪子不易磨損。水平導向輪應能

调整与轨道侧面的间隙。除此之外，还需安装能防止小车跳出轨道的安全装置。

18.2 小车制动机构

18.2.1 小车机构采用变频调速，制动器的制动力矩不小于电机额定力矩的 150%。小车运行机构具有足够的功率，有良好的加速和制动机能，小车能在吊着额定载荷情况下逆风（风速 20 米/秒）正常行驶；也能在相同载荷下顺风驶下可靠制动。

18.2.2 小车制动机构应有合理的调整装置，方便从外面进行小车刹车间隙和刹车感应限位的距离调整，并设置功能完善的防雨外罩。

18.2.3 小车锚定机构应具备自动锚定功能。

18.3 小车顶安全保护

18.3.1 应在小车行驶范围的任何一点提供从小车顶进出的安全紧急通道。小车顶应设有安全的维修平台，允许对其所有零部件进行无风险的维修。

18.3.2 在小车顶需特别划定小车顶人员检修或维修作业时的安全停留区域。安全停留区域设置明显的标志线、标志牌，需设置“小车顶操作站”且配紧停、声光报警等装置。卖方需提供详细的小车顶权限安全保护功能设置说明给买方批准。

18.4 小车检修上框架

在靠近陆侧刚性腿一侧大梁上方的合适位置设置一个检修上框架，上框架装设电动葫芦一套，要求能吊起小车上最重的物件，小车上平台内布置的起升机构、小车运行机构、吊具偏转机构等各机构零部件的检修均可以使用该电动葫芦吊运至地面。电动葫芦应有完善的固定及防坠落措施，保证电动葫芦在轨道吊作业时不会发生晃动及坠落。检修上框架设置操作平台、操作按钮、沟通喊话设备及夜间检修灯光等装备设施，平台四周设置完善的安全防护措施，以充分保障检修人员的工作安全。

19. 应急机构

19.1 起升应急机构

起升应急恢复系统应有两种运行方式：

19.1.1 起升驱动器切换模式：

起升系统应由两个独立的电机和各自的驱动组成。因一个电机或其相关设备发生故障，没有额外设备或布线的情况下，起升系统必须能够在额定负载降低速度运行。

19.2 大车应急机构

19.2.1 大车驱动器切换模式：

大车电机由四个独立的驱动器驱动。电机应是分组驱动的方式实现大车平稳运行，当单侧的一个驱动器故障，即使只有一个驱动器工作，且在沿轨道方向 20 米/秒的逆风状态下，电机也有能力驱动大车行驶达350米。

19.2.2 相邻起重机推或拉移开

大车架应配备相邻起重机推或拉的连接装置，通过辅助电源或备用电源，释放制动器和操作大车卷盘电缆收放，将故障的起重机应能够被推或拉到停机/维护位置。即时没有电源，大车电机和车轮的制动器也可手动释放。

20. 吊具和吊架

轨道吊电动吊具额定荷载为吊具下41吨，单独起吊一只20英尺、40英尺、45英尺ISO标准集装箱，并装备有减震装置。

20.1 吊具概述

20.1.1 吊具由钢结构、旋锁机构、顶销机构、伸缩机构、导板机构、电气接线箱和吊具上各机构所需的动力装置等部件组成，主受力结构都是瑞典进口高强度钢板。

20.1.2 吊具具有状态监测和减震功能。

20.1.3 吊具具有水平移动和水平旋转的功能，这些装置均应设终点限位，并设置吊具倾转复“零”按钮。

20.1.4 吊具的设计应充分考虑集装箱重心的偏移，20 英尺集装箱重心沿纵向偏移范围为±0.6 米以内；40 英尺、45 英尺集装箱应为±1.2 米，沿横向偏移为±0.2 米范围以内。

20.1.5 吊具上安装的全部机械、动力系统和电气部件均应设有防止作业时频繁冲击和振动的保护和防雨水的措施，所有固定件是防松型的。

20.1.6 底梁吊耳额定起重量至少为 10.5 吨，在吊具 20 英尺情况下，用于起吊 41 吨的重件，端梁吊耳额定起重量至少为 10.5 吨并配标准卸扣。

20.1.7 吊具上与活动部件连接的全部电缆和动力系统管路，均应设有防止由于相互影响造成损坏的保护。吊具与吊具上架脱离后应有联锁，只有在吊具电缆插入吊具上架上的插座后吊具上架才能起升。

20.1.8 吊具箱形端梁的内侧开有安装检修孔，并用耐油橡胶板遮盖，以防水、防尘。

20.1.9 在吊具上设有旋锁动作的计数器，每闭锁、吊起、放下和开锁一个循环，记数一

次，并传输计入 LCMS/RCMS，并具有吊具识别功能。

20.1.10 吊具能方便地与起重机所配置的吊具模拟器连接。所有操作台上应设有吊具解锁旁路按钮。

20.1.11 吊具具有水平方向的纵向、横向的微动移动和水平旋转功能，这些装置均应设终点限位，并设置吊具复“零”按钮，上架须有“零位”标记。该微动装置安装在上架，由带速度控制的电动推杆执行，应提供一键式吊具回到上次更新前的微动位置。最后一个微动位置应由 PLC 自动更新，无需激活。

20.1.12 所有频繁工作的电路具有防止电流冲击的功能。

吊具的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

20.2 吊具旋锁

20.2.1 旋锁采用高强合金钢制造，硬度 HB300~340，具有良好的冲击韧性和抗磨性；旋锁与 ISO 集装箱角配件相配；

20.2.2 旋锁为浮动式，适量的浮动保证转销容易进入集装箱角配件，浮动量不小于8毫米。并装有套筒式导向。从锁销导引至合适位置，装有油嘴以利于润滑套筒。使用球形垫圈支撑锁销的承重；旋锁的转动与提升之间应有联锁开关，只有在所有旋锁处于全开或全闭位置的情况下才能操作提升。起升操纵柄回到零位后才能操作开闭锁；

20.2.3 旋锁安装系统的设计能承受集装箱装卸时吊具和吊架在旋锁上的频繁冲击。旋锁的材料和机械性能须经有资质检验机构出具检验证书；

20.2.4 旋锁从“开锁”到“闭锁”位置的动作（或反动作），只要吊具带有负荷，旋锁便不能打开，有电气联锁装置和机械联锁装置。当旋锁不到位，吊具不能起升。在没有插入集装箱角配件情况下，旋锁不能转动。

20.2.5 在远程操作台、大车地面操作站和小车操作站等操作站均要有吊具动作的所有指示灯，以向操作员指示旋锁的动作。

20.2.6 旋锁主组件的设计寿命应至少为20万次循环。每只旋锁装配前均按规范进行载荷试拉并向买方提供检验报告。

20.3 吊具导板

20.3.1 吊具导板的动作可靠，故障少，可任选一只、一对或两对工作。

20.3.2 导板系统和导板结构的设计和制造应可以保证导板产生不少于1600 牛米的力矩，将吊具位移 150mm，并在 3 秒内紧紧地夹住集装箱；若导板临时无法修复，可将

对应导板选择开关打到“关闭”状态，故障即可消除，设备可以继续作业，导板在自动化作业时，如密堆垛作业可以自动上翻，避免撞坏导板。

20.3.3 导板工作时间（导板臂上下）单向不超过 7 秒钟；

20.3.4 导板适用国际标准集装箱作业；

20.3.5 导板能承受吊具着箱时只有一块导板落在集装箱上产生的冲击；

20.3.6 导板材料选用耐冲击的合金钢（A709），而且有良好的冲击韧性；

20.3.7 导板具有安全检测功能，吊具导板检测限位信号异常时会报“吊具互锁”故障，并在起重机管理系统上显示相应故障导板位置，需要及时对相关导板与限位进行确认与检修；若导板临时无法修复，须拆除或打起的状态，才可将操作中心内对应导板选择开关打到“关闭”状态，消除故障，设备可以继续作业。

20.4 吊具伸缩

20.4.1 吊具能够适应装卸20英尺、40英尺、45英尺。

20.4.2 伸缩装置垂直方向安装，吊具伸缩驱动链应设有自动补偿张紧装置。

20.4.3 从20英尺到40英尺或45英尺，反之从45英尺或40英尺到20英尺的伸缩操作时间不超过30 秒。

20.4.4 外伸缩梁与滑动支承接触良好，阻力小，支承块容易更换。不需将伸缩梁拆下即可进行修理和更换。

20.5 吊具顶销

20.5.1 顶销能有效地测定吊具在集装箱的着落位置，它和旋锁既有电气联锁，又有机械联锁。当吊具顶销全部着箱时，吊具旋锁可转动；当吊具的顶销中有一个以上没测定到着箱时，旋锁绝对不发生转动，确保作业的安全；

20.5.2 顶销装置的布置为在扭锁孔周围150毫米直径的平面圆形区域内检测着箱；

20.5.3 顶销用合金结构钢制造，并经热处理有良好的抗冲击和抗磨损能力。在扭锁箱底板上的孔和落箱探位装置的头部至少倒角4毫米；

20.6 吊具安全保护

20.6.1 吊具上安装的全部机械和电气部件均应设有防止作业时频繁冲击和振动的保护。

20.6.2 吊具上与活动部件连接的全部电缆应设有防止由于相互影响造成损坏的保护。吊具与吊具上架应有联锁保护，只有吊具与吊具上架连接的感应限位感应消失后，电缆插入吊具上架的插座，吊具上架才能起升。

- 20.6.3 所有电气部件包括电磁阀均有防水、防震和防锈保护，所有频繁工作的电磁阀电路具有防止电流冲击的功能。
- 20.6.4 导板具有安全检测功能，吊具导板检测限位信号异常时会报“吊具互锁”故障，并在在 CMS 上显示相应故障导板位置，需要及时对相关导板与限位进行确认与检修；若导板临时无法修复，可将操作室内对应导板选择开关打到“关闭”状态，故障即可消除，设备可以继续作业。
- 20.6.5 吊具上所有固定件都应是防松型的。吊具上所有的限位应采用故障安全类型，应接入到吊具 PLC 输入模块，以防止因任何发生故障而引起旋锁状态的任何错误指示和吊具的不安全移动。任何限位的故障状态应立即禁止起升的起升或下降功能，直到故障解决。

20.7 吊具通讯

- 20.7.1 用Can-Bus（控制器局域网总线技术）二线制，需要具备良好的防干扰性能。吊具需有视频信号的通讯传输的接口。为避免雷雨天气损坏吊具的PLC电源和通讯模块，通讯回路须安装防雷器，方案由卖方提出，买方确认后实施。吊具的PLC程序不允许存储在吊具，而要求在主机的主PLC之中。
- 20.7.2 本项目每台吊具须有一个具备唯一编号的编码装置，使得设备管理系统能够自动识别吊具的编号。该装置安装在吊具电控柜内，通过拨码开关或者码盘可以设置吊具的身份编码。该身份编码信息接入吊具控制器，吊具控制器将此身份信息传输至主 PLC。在RCMS/CMS中可以有PLC程序，可对船舱内吊具故障时有技术人员确认安全情况下进行远程强制处理，具体方案审图时确认。
- 20.7.3 吊具的感应限位应选用抽头式连接方式，且限位的型号应由买方最终选定。

20.8 吊具上架

- 20.8.1 吊具上架采用Q345B材料，设计工作条件为每天可工作24小时，寿命不少于200万次工作负载循环。吊具上架和旋锁在装运前须进行负载试验，卖方将向买方提交每个吊具、吊具上架以及旋锁的测试报告和资质检验机构出具检验证书。
- 20.8.2 吊具上架的设计将有足够的强度和刚度以吸收装卸集装箱过程中的巨大冲力，不会发生疲劳断裂。所有吊具上架、吊具上的机械、部件和配属件都能承受当吊具全速到达集装箱或舱盖，以及当吊具带着它们突然上升产生的震动或冲击。所有机械、部件和配属件的安装均便于维护；吊具上架上的重锤限位撞击支座安装牢固可靠，不能与安全护栏连成一体。

- 20.8.3 上架与吊具用插销通过手动方式联结，插销的底板硬度在 HRC56 以上以减少磨损。吊具上架与吊具的连接必须设有电气互锁装置，以防止吊具上架与吊具的锁定销没有完成插入或分离时提升动作。完全插销与完全分离的状态应分别由机械式的限位开关探测到；插销在完全处于“进入”或“脱开”状态时，在吊具上架的适当位置上有可清晰显示其状态的指示标记。
- 20.8.4 吊具上架设有可载四人的载人平台，平台周围有可靠的安全护栏（正常使用不会发生疲劳断裂），吊具上架载人平台的上下直梯装置在主框架上。
- 20.8.5 吊具上架下表面与吊具接合处四角设有斜向喇叭形导口。喇叭口尺寸约为150毫米。
- 20.8.6 在吊具上架四角有四个额定起重量至少为15吨的四个吊耳，并配标准卸扣，用于起吊60吨的重件。
- 20.8.7 上架应配有防水的空插座，当使用吊钩架作业时，吊具电缆的插头、光纤插头可插入并固定在该插座内；吊具上架电缆插头与吊具插座连接时，有悬挂电缆固定装置，以减少插头插座受力，提高可靠性。
- 20.8.8 吊具上架松绳限位采用原装进口限位开关，上架使用的限位如选用感应限位应选用插头式连接，以满足更换维修的需要。
- 20.8.9 吊具上架上的端梁与纵梁之间的焊接部位将在其上面、下面以及内侧面加设用于消除应力的加强筋板；
- 20.8.10 吊具上架的接线箱采用卧式布置方式，减少内部电缆的自身重力；电缆缓冲器电缆出口应为侧出式。
- 20.8.11 电缆、光纤的接线端必须采用接线端子压制，严禁线芯直接接到端子排上，备用端子、备用光纤应做好接头。
- 20.8.12 吊具上架的所有接线箱采用不锈钢304及以上材料，防水性能达IP65。
- 20.8.13 吊具上架起升滑轮须设置防脱槽装置并避免与钢丝绳干涉，滑轮槽底端有泄水孔。
- 20.8.14 上架所有的限位应采用故障安全类型，应接入到上架 PLC 输入模块，以防止因任何发生故障而引起旋锁状态的任何错误指示和吊具的不安全移动。任何限位的故障状态应立即禁止起升的起升或下降功能，直到故障解决。设有吊具着箱及开闭锁信号指示灯，要求在雨、雾等恶劣的环境下远程操控员能快速识别吊具状态。
- 20.8.15 上架其设计和制造须充分考虑作业工况，保证结构框架和油缸支座具有足够的强度，不会发生疲劳断裂。在上架四角有四个额定起重量至少为 20 吨的吊耳，

并配标准吊攀。吊耳旁标有其安全负荷的清晰标志。

- 20.8.16 上架上放置吊具电缆筐。吊具上架醒目处装有常用的吊具指示灯。配备吊具与上架耦合的机械和电气设备。
- 20.8.17 吊具上架上的重垂限位撞击支座安装牢固可靠，不能与安全护栏连成一体；
- 20.8.18 轨道吊上架与吊具用销轴通过手动方式联结，连接底板硬度在 HRC56 以上以减少磨损。吊具上架与吊具的连接必须设有电气互锁装置，以防止吊具上架与吊具没有完成接合或分离时提升动作，完全接合应有限位开关进行检测；
- 20.8.19 吊具上架下表面与吊具接合处四角设有喇叭形导口。喇叭口尺寸约为150毫米。
- 20.8.20 吊具上的接线箱等部件具有防震措施；
- 20.8.21 在起重机吊具上架和电气房内设有旋锁计数器，每闭锁、吊起、放下和开锁为一个循环，记数一次，分20' /40' /45' 统计。

20.9 吊具拖车

吊具拖车用于吊具运输和吊具更换，要求为牵引平板式半挂车，配有牵引销，牵引销为合金钢材料，拖车牵引销工作面直径为 3.5 英寸，由港内有人集卡牵引车牵引，配有支腿 2 套，应有足够支撑半挂车前半部重量的强度，并能承受一定冲击力。升降装置采用手摇式，设有高、低两档速度，要求设计可靠、操作方便易于维修保养。采用双回路气制动系统，断气时驻车制动有效。在 30km/h 时速下，额定载荷 15 吨；放置 1 台吊具（吊具缩回 20 英尺状态），放置时，不得损害吊具部件。行车时，吊具前后、左右移位控制在安全范围。设置足够的平台，供操作人员拆装吊具，满足吊具离线检修时可方便进行吊具伸缩动作，车架与吊具之间有充足的检修空间。

20.10 备用吊具

备用吊具要求与随机吊具应完全一致。

20.11 吊具模拟控制器

- 20.11.1 便携式吊具模拟控制器可以与吊具上的多芯插座连接，在码头面或修理车间内对吊具的旋锁、伸缩运动、导板各限位开关和联锁开关进行操作检查。模拟器采用PLC控制并拥有故障显示功能，在合上模拟器控制电源后，若检测到导板开关在下位置，模拟箱内蜂鸣器将发出报警声。只有在合上模拟箱控制电源后，才能合上吊具电机电源。操作按钮的布置至少包含操作台布置的所有与吊具有

关的按钮，满足维修保养的需要。须附带 20 米电缆及快速插头。

20.11.2 同时卖方需向买方提供手持式吊具总线分析仪，该分析仪应能够实现吊具通讯总线物理连接和通讯质量的检测，为维护人员诊断相应通讯总线问题提供判定数据。

21. 吊具电缆系统要求

21.1 吊具电缆系统

21.1.1 吊具电缆采用储缆框的形式。多芯电缆与吊具上架连接一端采用快速多芯插头、插座，便于连接和更换。

21.1.2 吊具电缆两端接线端采用不锈钢接线箱形式，便于维修与更换。吊具电缆在吊具上架各部位的固定和连结方式必须考虑插头的防水。

21.1.3 吊具电缆最大为 48 芯（带接地线），其中有 20%的备用芯线，12 芯光缆。吊具和上架信号采用两线制传输，电缆和防雨插头、插座的设计，与吊具上的操作电压等级一致。

21.1.4 吊具电缆长度应满足吊具处于最低作业面时，储缆框内仍留有 2 圈以上余量。

吊具电缆的选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

22. 电源要求

22.1 供电电源

22.1.1 本起重机的正常供电电源，采用三相交流 10 千伏（+10%，-15%）等级电源供电制，三相高压电源经过高压橡胶套分相屏蔽挠性电缆（带光缆，光缆芯数不低于 24 芯），从高压电缆接线箱（产品须经买方确认）通过电缆卷盘引上机，高压电缆接线箱及其固定装置，由卖方提供和安装，高压电缆与接线箱连接应是可拆装式的。高压电缆接头的连接方式建议采用熔接，买方可以提供其他方案连接方式，最终采用何种连接方式由买方审图时确认。

22.1.2 高压房包括变压器、高压配电柜等电控设备设有温度等智能检测装置，超温报警保护。所有监视检测装置与远程监视控制中心相连，保证对设备动态运行的检测，并实现对设备的远程监控。

高压电缆选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

22.2 应急电源

22.2.1 正常情况下，辅助电源给机上的应急照明灯、设备加热器、维修电焊机、应急驱动装置及全部照明供电（除投光灯外）。

- 22.2.2 在起重机适当位置，应设有一个装有 380 伏交流/200 安的开关及插座的岸电接线箱，要求为不锈钢材质和防护等级为 IP65，安装高度不超过 1.6 米，并应设有过载、漏电、短路等保护装置。
- 22.2.3 同一条轨道上的轨道吊之间可以互相提供应急供电，保证被供电轨道吊能够实现各机构基本动作。应急电源与辅助电源互锁，并有多种安全保护。辅助电源接地应先跳各回路开关，而不是直接跳辅助变压器。

22.3 大车电缆卷盘装置

- 22.3.1 大车电缆卷盘及导向架钢结构设计寿命应与整机同寿命。
- 22.3.2 电缆卷盘装置独立用一套变频调速装置，变频器直接驱动卷盘，不使用磁滞联轴节，全数字式交流变频系统采用微机控制数字调节，对调节器的各参数进行数字设定，对整套装置的工作参数进行显示，并通过 PLC 连接设备管理系统，其产品必须是买方认可的制造商产品。电缆有效长度按买方要求的行走距离进行设计，在电缆卷盘上有电缆终点保护开关、过张紧保护开关、松缆保护开关、过坑显示等。当终点开关动作时，切断行走电机电源后，电缆卷盘上至少留有三圈备用电缆。在最后两圈预留圈放出之前，限位开关动作，停止大车行走。高压卷盘凸轮限位的选型要保证过电缆坑减速范围不能超过 ± 3 米。
- 22.3.3 滑环箱要求由304及以上不锈钢制成，有防风雨性能。滑环箱内要求配置加热器、温控、内外湿度检测装置。滑环箱要求有高压标志，须配备光纤耦合装置。温控装置应装在大车电缆卷盘光缆耦合器箱内，便于在线进行温度调节。不允许安装在高压滑环箱内。滑环箱装配完毕后，须经买方当地的供电管理部门按国家标准中有关高压绝缘试验的内容进行检验，证明无击穿和闪络现象后，再装机使用。防护等级为 IP65。
- 22.3.4 电缆卷盘采用不锈钢材料，油漆颜色按照业主要求。
- 22.3.5 所有的变配电装置应安装在有遮栏的隔离区内，并有高压标志，带电情况下有警示灯。
- 22.3.6 大车电缆卷盘PLC系统应可与起重机管理系统主机进行通讯，可通过管理系统主机进行监控及程序修改。大车电缆卷盘PLC系统要求与整机电控系统同一品牌，并整合到起重机主PLC里。在高压电缆卷盘导缆架附近设有本地操作站，且与PLC互锁。本地操作站要选用304及以上不锈钢材质，防水等级不得低于IP65，且管线布置避免雨水倒灌的情况。操作面板应设置于操作箱内，禁止外露。操作面板上应设

置本地手动/远程自动2位选择开关，手动收缆，手动放缆按钮，并配有复位和旁通钥匙开关，用于处理电缆过紧和过松状态。大车电缆卷盘采用304及以上不锈钢材质。卷盘有防台风装置，采用插销式防止电缆卷盘被风吹动或满盘情况下破坏卷盘连接。

- 22.3.7 大车电缆卷盘应设有导缆装置，以保证电缆平顺转向和导入地面的高压缆坑内。导缆器的导轮应采用滚动轴承实现灵活转动，导轮材质要适于码头高盐雾作业环境。电缆出缆口应保持水平，避免在导缆架产生过大的包角，在导轮端所产生的允许偏移量应小于±25毫米。
- 22.3.8 滑环箱内要求配置加热器，加热器状态指示灯应安装在附近，从地面清晰可见。滑环组件应为铜合金，每个滑环应具有不少于四个单独的可更换铜石墨电刷装置（以确保在静止条件下的冷却运行）。滑环箱要求有高压标志，并上锁。
- 22.3.9 大车电缆导缆架应为镀锌钢结构，具有可调节功能，最小内宽应至少为电缆外径的 1.12 倍，带有摇臂限位开关，检测电缆过松和过紧状态。
- 22.3.10 大车电缆卷盘的最小内径不得小于电缆供应商建议的最小弯曲半径。在任何情况下，内径不得小于电缆外径的 20 倍。
- 22.3.11 大车电缆卷盘应布置在陆侧门框立腿上，朝向堆垛区。
- 22.3.12 大车电缆卷盘应不与堆场设施发生干涉，轨道吊在箱区端部操作时不影响车辆通行。

大车电缆卷盘装置选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

22.4 高压柜

- 22.4.1 高压配电屏全密封非接触高压隔离开关装在钢柜中，保护等级IP4X，其组成是：
- (1) 高压电缆进线柜。
 - (2) 主供电的高压柜。
 - (3) 辅助供电的高压柜。
- 22.4.2 高压柜应提供有过载和短路保护，以及失压、过压保护，并提供电压表、电流表及防冷凝加热器，可带载切断电路，遇有故障可自动跳闸。
- 22.4.3 高压柜内设温控保护装置、检修照明灯。通风口配有防尘装置，高压柜设有明显的进线有电指示，高压开关柜面板上装有多功能数字表，并配有继电保护装置，具有故障诊断和保护功能。
- 22.4.4 高压柜监控数据与起重机 LCMS 联网，并能在 RCMS 中显示。

22.4.5 高压柜的过压和欠压保护按买方要求请专业有资质的厂家现场设定。

22.4.6 具备远程合闸送电功能。大车应急操作箱须设置辅变送电按钮。

22.4.7 卖方在高压送电前，必须要提供高压柜和变压器的合格证书、试验报告及整定值报告。

高压柜选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

22.5 变压器

22.5.1 设备上设有一台防震、自冷却式干式变压器给变频驱动系统供电及一台防震、自冷却式干式变压器给辅助设备供电。两台变压器不得串联接线。变压器带有防护罩箱体，并有显著安全警示标志。

22.5.2 变压器的保护装置有优先保护的要求，低压侧的电路发生故障时，低压侧的保护装置先于高压侧的保护装置动作，切断负载。

22.5.3 所有变压器应为铜芯，绝缘等级为F级以上，耐压试验符合IEC标准要求，容量应具有20%的备用裕量。卖方应提供主变压器容量选择计算书。变压器初级额定电压：10kV，次级额定电压：440V和380V。变压器应分五档调电压，正负各二档，每档的电压差为2.5%额定电压。变压器应有明显的警示标志，每个高压配电屏张贴高压警告标志：“10KV 高压，危险”。变压器周围必须留0.8m的间隔空间，以具有良好的散热条件和检修通道。

22.5.4 在电阻性负载情况下，变压器负载由空载至额定载荷时次级电压变化不应超过5%。

22.5.5 变压器的保护装置应满足选择性的要求，即在低压线路发生故障时，低压侧保护装置应先动作，切除电源，而高压侧的保护装置不应先于低压侧动作。变压器配置预充电电路，减少变压器上高压时变压器的激磁涌流，减少对系统和电网的电流冲击。

22.5.6 主变压器具有过热保护和各相温度显示。主/辅变压器须设置超温跳闸保护。主/辅变压器箱内须设置降温对流风机。变压器主要参数如下：

- (1) 噪音低： $\leq 44\text{dB(A)}$
- (2) 绝缘等级：F 级
- (3) 绝缘水平：冲击电压 $\geq 75\text{kV}$ 工频耐压 AC35kV
- (4) 温升：高低压绕组平均温升不超过 100K
- (5) 阻燃抗潮耐力强

22.5.7 所有高压电缆的接线头必须有严格的绝缘处理，要符合电工标准要求，套有高压

绝缘热缩管，并提供绝缘检测试验报告。

变压器选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

22.6 机上电源要求

22.6.1 起重机通过机上变压器分别提供如下电源：

- (1) 驱动器供电电源：（由电控配套厂商提供）
- (2) 辅助驱动电源：380伏交流.50赫兹.3相4线
- (3) 照明电源：220伏交流.50赫兹.单相
- (4) 安全电源：36伏交流.50赫兹.单相

22.6.2 所有室内电器设备及部件都具有防腐蚀，防盐雾功能。所有供电回路设有短路保护。动力供电回路还设有欠电压、过电压、缺相和过流过载保护。变频器上的风机可由变频器控制也可以由主 PLC 控制。

22.7 接地保护和避雷保护

22.7.1 接地保护系统

- (1) 起重机应设有接地保护系统。整机通过高压电缆中的接地线与码头供电系统的接地网连接。
- (2) 用于接地保护的地线，不得装设开关和熔断器；能分别检测驱动回路与辅助回路漏电功能；
- (3) 所有起重机上的电气设备、机械结构、配电屏和控制屏的金属构架均应可靠接地，接地电阻符合有关标准；
- (4) 铠装电缆的金属保护套与金属屏蔽电缆和金属网接地必须可靠，接地点的布置合理，符合工艺要求。从变频器通往各电机的主动力电缆必须与控制电缆分槽敷设，并保持一定的距离，以免高次谐波对控制系统产生干扰；
- (5) 严禁使用保护地线作为载流线。接地线与设备的连接应使用螺栓，并采用防松和防锈措施。另外，变压器的低压中性点(二次侧)也应接地。
- (6) 沿起重机本体，连接所有避雷器,安装绝缘电缆连接至大车轨道上。
- (7) 海侧和陆侧大车分别增加一个接地靴。

22.7.2 避雷保护系统

- (1) 整机设备须设有独立智能防雷监控管理系统，包含气象五要素监测、雷电预警、浪涌保护器的泄放雷电流强度、泄放次数、实时的状态监测、告警及管理等功能。所有电气设备实现有效、可靠接地，外部采用预放电式避雷针（针体至少

高出小车检修框架 1200mm)，内部电控系统电源回路采用一、二、三级浪涌保护，通讯回路采用信号浪涌保护。

(2) 保护位置点如下：

- 1) 第一级保护位置点：主电源、辅助电源、小车架总电源进线侧；
- 2) 第二级保护位置点：整流输入及变频单元输出、电气房和小车架控制电源、通讯分站电源、吊具控制电源两侧、摄像头电源两侧；
- 3) 第三级保护位置点：电气房和小车架 PLC 电源，24V 编码器电源、吊具终端模块电源。

信号回路包含并不限于在以下位置安装浪涌保护器：重量传感器两侧、风速仪PLC侧、视频监控及其它模拟量通讯设备。

避雷保护系统选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

23. 主要驱动要求

23.1 驱动方式

- 23.1.1 起重机的驱动方式采用具有再生能量可反馈电网的交流变频调速系统。变频器为全数字控制式调速装置，全数字式交流变频系统采用微机控制数字调节，对调节器的各参数进行数字设定，对整套装置的工作参数进行显示，并可同PLC装置建立联网通讯。
- 23.1.2 所有机构均有各自的起制动时间设定，使得操作无冲击效应。当控制指令回到关闭位置，顺序控制将首先将电动机的转速降到10rpm以下，然后启动机械制动。但万一紧停或断电，将立即启动机械制动器。
- 23.1.3 起升机构根据负荷的比例进行速度控制（恒功率控制）。所有机构均有各自的起制动时间设定，使得操作无冲击效应，当操作员手柄回零时，驱动器首先通过电器制动将机构的转速降至额定转速的3%以下接近零速，再进行机械制动，但在紧停或电源故障时，可以立即制动。详细的电控需求在审图时确定。
- 23.1.4 驱动器要具有完善的自保护功能（如过电流、过电压、欠电压、失压、短路、接地、过热、过载、通讯故障、主控板故障、自整定故障时的保护功能）和故障自诊断功能，并通过与PLC联机实现驱动器的状态显示、故障报警显示。驱动器须同时满足防摇和自动运行工况下的加速度要求，对速度给定的响应，需完全满足起重机的自动化运行要求，卖方须提供驱动器波形记录曲线证明给买方。
- 23.1.5 驱动器应能够将制动产生的电能回馈电网，驱动器产生的谐波和间谐波须符合国

家标准，其中谐波电压限值和谐波电流允许值须符合公用电网谐波标准 GB/T14549-1993，间谐波电压含有率限值须符合公用电网间谐波标准 GB/T24337-2009。

- 23.1.6 电控系统必须采用电气配套厂商的产品，采用符合 IEC61508、IEC61511 和 EN 954-1 标准的安全 PLC。投标人必须按附表提供内容推荐其中一家的产品，同时还应提供推荐产品的型号和使用情况，以供买方选择和认可。任何替代或对此有异议的投标将不予考虑。
- 23.1.7 大车电机由四个独立的驱动器驱动。电机应是分组驱动的方式实现大车平稳运行，当一组驱动器故障，即使只有一组驱动器工作，且在沿轨道方向 20 米/秒的逆风状态下，电机也有能力驱动大车行驶达 350 米。
- 23.1.8 小车电机两边四角分开布置，需采用两组驱动器。
- 23.1.9 驱动器在断电后冷却风机应经延时时间(可调)后停止。
- 23.1.10 每个驱动器应有串联输出电抗器，必要时应长线路补偿。
- 23.1.11 驱动系统的设计必须考虑到对发生故障或损坏的组件和器件进行快速地模块化更换，减少维修时间，供应商必须提供全面详细的中文版故障维修操作手册。

电控系统选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

23.2 电动机

- 23.2.1 起重机主要机构：起升、大车、小车的驱动电机必须由电控配套厂提供。其他所有交流辅助驱动电动机应采用稳定可靠的产品，投标人必须提供推荐产品的型号、制造商、产地、和使用情况，以供买方选用和认可。
- 23.2.2 起重机所采用的电机适用于重复短时工作制、能频繁起动，能在 90%~110% 的额定电压下正常工作，起升电机和小车电机必须是连续工作制。电机绝缘等级为不低于 F 级、防护等级为：室内无尘环境下不低于 IP23，室外不低于 IP55。
- 23.2.3 电机端子盒朝向处留有足够空间以方便接线。户外电机设有能有效防风雨的罩壳。
- 23.2.4 所有主要电机装有防潮加热器，并连接至电气房内统一控制。
- 23.2.5 每台电机均有独立的电源线路和安全保护装置。
- 23.2.6 强制风冷电机的风机进风口须使用防尘滤网，防尘滤网须采用方便更换的安装方式。

电动机选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

23.3 电气柜

- 23.3.1 电气柜应采用防尘型，并装有干燥防冷凝装置，柜内应采用板前布线，所有安装的电气元件都应设有和电气原理图上编号一致清晰的标志，柜内设有电气接线图标牌，每个电气柜内应有不少于一个供测试仪器或照明用的 5 安、220 伏、50 赫兹电源插座。电气柜的底部进、出线孔要密封处理。
- 23.3.2 所有电气柜的安装必须用螺栓与底座紧固，电气房内的所有电气柜底座面应平整并在同一平面上。
- 23.3.3 驱动器电气柜门上配备通风防尘滤网。驱动器电源进线柜配置电动合闸的低压空气断路器，在驱动器电源进线侧配置驱动器紧停按钮，此紧停按钮动作时，能够联动控制低压空气断路器跳闸分断。且此低压空气断路器仅可通过安装在驱动电源进线侧的紧停按钮、断路器分断操作按钮实现分断。在 CMS 中配有此断路器的操作计数器，此计数器重置具备权限保护；同时在断路器的进线侧配备动态过压保护器，二者共同为驱动器提供热过载、瞬时过载、过压保护和欠压释放保护功能。
- 23.3.4 高压柜内设有明显的进线有电指示，配有人机对话的自诊断装置，且具有较强的故障诊断和保护功能。应配有门锁。高压柜门只有在断路器切断的情况下才能打开。
- 23.3.5 故障显示和联锁检测装置应安装在柜面上。机房内应提供装有大容量进风过滤器和全天候电动通风装置，不允许在室内出现空气（再）循环。
- 23.3.6 在调速主控制板上应有如下仪表：
- (1) 所有电机线路的电流表；
 - (2) 交流电压表和电流表；
 - (3) 主要机构电机转速表；
 - (4) 其它必须配备的仪表（包含但不限于记时器、计数器）；
- 23.3.7 所有室外电气柜和接线箱采用不锈钢整体防护型，防护等级不低于 IP65。
- 23.3.8 户外控制屏（带有模块）应设计为维持其内部温度在 40℃ 以下，应设有温度检测，在屏内温度高于 45℃ 时自动停止设备工作。冷却空气的入口应装有空气过滤器。
- 23.3.9 所有电气柜内设有自动 LED 灯，有电源插座（符合新国标的五孔插头）。如果适用的话，门上应安装计量表。电缆管道有 20% 的备用容量。标准的门把手，无锁。所有带电部件要覆盖，以防操作人员不小心触到。所有设备应便于检修维护。柜子应

易于拆卸，可从前面分解拆卸柜子部分。门要尽可能的180°打开(至少95°)。

24. 联锁保护要求

24.1 起升机构的联锁保护

起升机构的卷筒上装有三合一功能编码器。驱动电机的轴上装有脉冲编码器。

24.1.1 起升机构限位联锁开关和三合一编码器应具有以下联锁限位功能：

- (1) 上升停止限位，也是吊具上架工作的起升最高点；
- (2) 上升终点前减速限位，该限位动作时，上升由高速智能减速；
- (3) 下降终点前减速限位，该限位动作时，下降由高速智能减速，减速方式同上升一样，高度可调定；
- (4) 下降停止限位，高度可调定；
- (5) 起升钢丝绳松弛时，不能继续下降，只可慢速上升；

24.1.2 起升机构除上述限位外，还具有其它的联锁限位：

- (1) 上升终端极限位置重锤式限位开关，该开关安装在小车上，当吊具上升超过上升停止限位时（凸轮限位失灵时），吊具上架撞上重锤限位的平衡杆上，开关动作切断控制回路。重锤式限位开关是非工作限位，当它动作时，作为故障处理，要重新起吊操作，必须借助于限位旁路按钮。重锤式限位装置的安装应考虑防坠落措施。
- (2) 吊具上架及吊具与起升机构的联锁限位：
 - 1) 吊具上架与吊具的联接有四个转销限位，只有全部限位到位时起升机构才能工作；
 - 2) 吊具呈顶销着箱状态时，起升机构不允许继续下降，特殊情况要借助于限位旁路按钮；
 - 3) 吊具呈顶销着箱状态，起升机构在作上升运行时，在吊具没有脱离着箱的状态下，以及在脱离着箱后500mm高度以内，起升只能以4%速度运行，当大于500mm后才允许高速运行；
 - 4) 旋锁在全开或全锁情况下，起升机构可工作，在吊箱过程中，旋锁不能打开。此外，在闭锁时，吊具不可伸缩；
 - 5) 吊具上架与吊具的电缆联接是通过带有快速插头的多芯电缆，如插头未插好时，起升机构不能工作；
 - 6) 上吊具上架与吊具之间安装有当吊具着地或着箱时，防止钢丝绳松绳的保护

装置；

- 7) 当吊具不在20/40/45英尺正常位置，且吊具未处于伸缩状态，起升需有旁路开关动作才可运行。
- (3) 超速保护：
 - 1) 设定值为115%的起升机构最高工作转速，当此开关动作时，即产生超速故障，切断控制回路，并产生报警；要重新启动时，必须按复位按钮进行复位。
- (4) 超负荷保护系统：
 - 1) 本机上装有传感器及信号放大器，可对起升负荷进行精确地检测并显示，精度不应低于规范要求。超负荷保护系统应采用四个重量传感器称重装置的方式。当负荷达到90%额定负荷时灯光报警，当负荷达到110%额定负荷时，灯光显示和音响报警，并自动停止上升，只允许下降操作。
 - 2) 超负荷限制器具有与PLC联网功能，同时预留联网通信接口能将数据送到其它相关需求场合。重量传感器的安装使用必须确保不受更换钢丝绳的干扰。
 - 3) 本机上还应设置有偏载保护功能，吊具带载时两侧重量传感器检测的差值大于25吨或吊具空载时两侧重量传感器检测的差值大于10吨时，偏载保护起作用，只能下降不能起升。
 - 4) 超负荷保护系统必须符合GB/T 12602-2020《起重机械超载保护装置》，其施工质量必须达到相应的国际标准。

超负荷保护系统、重量传感器选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

24.2 小车运行机构的联锁保护

24.2.1 本机的小车运行机构限位开关都固定安装在大梁上并安装有编码器，除终点限位开关和终点极限停止限位外，都采用非接触式接近开关，这些开关至少包括以下联锁限位功能。

- (1) 海陆侧终点极限限位（机械杠杆式限位开关），该开关是在终点停止限位失灵后起作用，此开关动作应作为故障处理，需借助于限位旁路按钮，才可恢复操作；
- (2) 海、陆侧终点前减速检测限位（磁铁限位式）；
- (3) 小车锚定联锁（机械杠杆式限位开关）限位未解除时，小车不允许起动运行；

24.3 大车运行的联锁保护

24.3.1 大车行走机构应至少包括具有以下联锁限位：

- (1) 当大车轮边制动器未完全打开以及防风锚定销未完全提起并定位时，大车行走机构不能工作。轮边制动器上装有释放限位开关，当全部释放限位动作时，才大车允许工作。
- (2) 防风锚定限位开关，在锚定插销插入时，该限位动作，联锁使大车行走机构不能工作。
- (3) 相邻二台轨道吊间及与码头防撞挡块间用机械式终点防碰撞限位装置（户外型），其功能是减速作用。相邻二台轨道吊间通过传感器设置停止限位；用机械式摇臂限位设置极限停止限位。
- (4) 轨道吊在单侧轨道终端采用减速限位、停止限位和终点极限限位。终点极限限位是在终点停止限位失灵后起作用，此开关动作应作为故障处理，需借助于极限旁路按钮，才可恢复操作。
- (5) 在大车电缆卷盘高压电缆出口处，安装有防高压电缆松弛装置，并安装有高压电缆松弛检测限位，当该限位动作后，大车停止运行（该装置具体形式由卖方提供，买方确认）。
- (6) 电缆卷盘滑环箱末端设有凸轮限位与大车运行的联锁。
- (7) 电动防风铁楔未抬起时大车行走机构不能工作。

24.4 紧急按钮

24.4.1 高压紧停按钮设在高压开关控制柜上。10KV 开关柜侧紧停开关的安装位置要避免当柜门打开后产生误触动。

24.4.2 低压紧停按钮控制整机的工作机构，低压紧停按钮分别设在以下位置：

- (1) 每一张远程操作台
- (2) 电气房；
- (3) 电气房内控制屏门上；
- (4) 小车上
- (5) 小车顶操作站
- (6) 海侧大车地面锚定处，高于轨道面 1.4 米处
- (7) 陆侧大车地面锚定处，高于轨道面 1.4 米处
- (8) 高压房门口
- (9) 卷盘平台
- (10) 上机楼梯入口

(11) 大车地面操作站

- 24.4.3 紧停按钮和极限保护开关有独立控制回路，不得通过软件强制，但接入 PLC 以指示动作点。每个紧停按钮应有明显标志牌，当按钮动作后立即关断控制电源，使对应的轨道吊停止任何动作。紧停按钮采用常闭式电路接法，含机械自锁以便发现动作的位置，蘑菇头推拉按钮的形式，应防止按钮被意外触碰。
- 24.4.4 远程操作中心设一个紧停柜，紧停柜上设一个总紧停按钮和一一对应所有轨道吊的紧停按钮。

25. 小车拖链系统要求

- 25.1 小车采用拖链系统供电和通信。
- 25.2 小车拖链系统拖链系统包含拖链、拖链电缆、导向槽、浮动头和电缆夹等附件，须经过卖方的计算、选型、设计、现场安装指导和终验，并经过买方认可。
- 25.3 小车拖链系统的设计需考虑当地台风、暴雨、酷热等恶劣天气的影响，并要充分考虑日常维护保养的可操作性和便利性设置的维护平台，维护平台设计需得到买方的认可。
- 25.4 拖链必须选用最新型低噪音的轮式高速拖链，有效的吸收碰撞时的能量，拖链本体必须满足免维护要求。拖链运行时噪音不能超过48DB 。
- 25.5 电缆需选用TPE外护套拖链专用电缆（包括光缆），以确保电缆不会因为紫外线的长期照射造成老化，并满足频繁弯曲的实际工作状况需要。拖链电缆的选型应符合拖链的使用工况，即不能在使用过程中扭曲变形，且电缆的内部绝缘层应选用抗风化性能的电 缆，避免因内部绝缘层失效造成电缆报废。电缆必须整齐的排布在拖链内；拖链两端采用电缆夹固定。其中所有控制电缆均留有20%的备用芯， 增加一根12 芯的备用光缆。电缆包括控制、动力、接地和光缆全部采用进口高柔性电缆。电缆必须有序排列在拖链内腔，并每隔一节有隔片分隔。电缆包括控制、动力、接地和光缆全部采用进口高柔性电缆（需经买方确认）。
- 25.6 为了避免信号干扰，控制、信号和通讯电缆必须与动力电缆保持分隔。
- 25.7 导向槽采用304及以上不锈钢，材质不得低于SS304及以上。导向槽安装时，必须保证与小车轨道的平行度和直线度。导向槽须经过降噪处理；所有紧固件，需要有防松措施。
- 25.8 小车拖链系统需配备卖方提供的小车跑偏补偿装置和推拉力监控装置，相关信息接入轨道吊PLC。

25.9 拖链系统安装位置左侧大梁上方，以便日常维护和保养。拖链牵引架焊接部位需要做超声波（UT）检测，检查焊缝的融透质量，磁粉检查焊缝表面质量以及检查焊接热影响区的母材表面质量。

小车拖链系统及其电缆选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

26. 指示灯

26.1 电源开关指示灯将安置位置包含但不限于在远程控制室操作台上、各应急/本地操作站、高压房配电盘。

26.2 远程控制台上布置开锁、闭锁、着箱及吊具长度指示灯，指示灯将采用各种不同颜色以便区分，除所提及的功能外其他指示功能应当整合进入显示屏。

27. 报警信号装置

27.1 报警装置

27.1.1 在起重机海陆侧门腿上均安装一个电动音响警报器，大车行走电机动作前二秒钟开始自动发出音响；

27.1.2 在起重机每条门腿行走台车上各安装一个旋转闪光灯，大车行走时与电动音响警报器同时工作（闪光灯采用发光二极管形式）。

27.1.3 大车四角各安装一个红色 LED 闪灯，只要轨道吊上通电，该红色 LED 闪灯即不停闪动。

27.2 电笛

在小车适当位置安装二个电笛，电笛功率需满足买方现场要求，由操作中心内的按钮开关控制，便于操作时用于警告附近人员。

28. 配线要求

本起重机所用低压固定敷设电缆包括动力电缆、控制电缆、变频电缆、通讯屏蔽电缆和光纤等。所有低压电缆（动力、检测、照明）的电压等级，都不低于交流 500 伏，或直流 1000 伏，用于检测的通讯屏蔽电缆，额定电压为 300/300 伏。电缆导线的截面根据所使用的电路、元件设备的不同，充分满足其发热和允许电压损失的要求、机械强度要求。

28.1 动力电缆、控制电缆

28.1.1 电缆外护套使用阻燃低烟无卤化合物，电缆意外燃烧时烟密度低且无毒无酸，保

障人身安全、符合环境保护要求。

- 28.1.2 满足阻燃标准IEC60332—3A。
- 28.1.3 满足低烟无卤标准IEC60092—353。
- 28.1.4 满足卤素气体含量测定标准IEC60754。
- 28.1.5 满足ASTME662烟密度标准IEC61034。
- 28.1.6 控制电缆有20%的备用线和备用端子排。

28.2 变频电缆

- 28.2.1 采用国际知名品牌的专用变频电缆型号：2XSLCYK-JB，工作温度：-40~+90℃
- 28.2.2 采用多层屏蔽结构，100%铝塑复合带，编制密度85%以上的镀锡铜编织。
- 28.2.3 满足防紫外标准 UL1581.2000
- 28.2.4 满足耐臭氧耐油标准：IEC60811-2-1

28.3 屏蔽电缆

- 28.3.1 用于测速电机、负荷传感器、通讯信号线、负荷信号传输线、电话线等应使用RVVP型屏蔽电缆。
- 28.3.2 屏蔽率达85%以上，确保信号的传递精度不受外界的影响。
- 28.3.3 通信线不得与任何其他布线一起在任何位置敷设或分组，电气房内的通信线应按要求在单独的金属导管中。
- 28.3.4 PLC通讯屏蔽线应有 100%的备用芯。

28.4 电缆敷设

- 28.4.1 本机所有的布线都从安全、可靠、方便和美观的角度出发，严格按照 IEC 标准，室内走线（如高压房、电气房、和远程操作室内）都采用电缆走线槽、钢管或金属框架走线。室外走线采用防风雨电缆走线槽或穿管敷线，电缆的固定和排列良好，走线合理。高压房和电气房内的照明、电话和仪表等装置的敷线采用壁式暗敷线。电缆弯曲半径不小于电缆直径的8倍，线管弯曲半径不小于线管外径的6倍。
- 28.4.2 对于不同电压类型（交流或直流），不同电压等级（高压、低压或信号）的电缆都应采用分隔敷设方法，各自独立地安装。
- 28.4.3 所使用的电缆槽和穿线管都采取表面镀锌。电缆走线槽的敷线截面积不大于槽截面的60%，穿线管的电线截面积不大于管孔截面积的40%，穿线管接地可靠。出线口都加有保护套。

- 28.4.4 变频机电缆和通讯电缆长距离相邻平行敷设时，需要适当间隔，如果达不到间隔要求，必须采用隔板将变频机电缆、通讯电缆及其它电缆分别互相分隔。电缆互相之间的距离大于80毫米，并且同一托架上（或电缆槽内）所有电缆的绝缘耐压等级达到或超过该托架上（或电缆槽内）的最高供电电压时，不需要加隔板。除变频机电缆和通讯电缆外的其他电缆，按电压等级分束捆扎或分别穿电缆管。如果受各种因素的限制，且电缆管中所有电缆的绝缘电压等级不低于该电缆管中的电缆所承受的最高电压，那么不同电压等级的电缆允许穿在同一根电缆管中。
- 28.4.5 所有的接线箱、限位开关的电缆应从箱体底面进出。金属以及非金属填料函的选择根据设备本身来判定。设备壳体进线孔本身带有螺纹，填料函直接旋入进线螺纹孔安装时，如果壳体为金属的，选用金属填料函。如果壳体为非金属的，则采用非金属填料函。如果设备壳体进线孔本身不带有螺纹，填料函穿过进线孔后用螺母旋紧安装的，在旋紧力矩满足的情况下，统一采用非金属填料函。禁止在非金属的元件壳体上使用金属填料函。户外安装的电缆槽、电缆托架、穿线管涂油漆防锈。电缆扎带固定按照IEC工艺标准施工，电缆标记按照 IEC 工艺标准采用热缩套管配抗紫外线塑料扎带形式。
- 28.4.6 整机电缆走线方式，采用起重机结构外部电缆槽敷设。

29. 配电屏、控制屏和接线箱

- 29.1 配电屏、控制屏、接线箱引出线的接线端子均安装在屏内便于检修的地方。电动机、开关设备、控制装置和控制屏以及接线箱的所有接线端子均由经买方认可的方式进行标记。控制屏门内备有该屏的接线图和电路图。
- 29.2 控制屏和接线盒内的端子应比实际需要多15%作为备用。
- 29.3 对于6平方及以下的导线，端子排采用弹簧形式；大于6平方的导线，端子排采用螺钉形式。
- 29.4 所有配电屏、控制屏采用整体防护型，防护等级为IP20，所有屏上的门带锁。当安装在户外时，必须由不锈钢材料制作外壳，且防雨水型，防护等级为IP65。PLC屏和交流变频驱动柜安装在具有空调设备的电气房内。
- 29.5 电气房内需设置光纤接线柜，交换机及与地面通讯等的光纤，都在此柜内交互。所有光纤接口采用FC形式。
- 29.6 起重机整机端子与端子排的选型和接法要求：一律采用带绝缘护套的O型端子，用标准工具压接好后，接入采用十字螺丝、弹簧垫片、平垫片组合固定方式的端子排

上。作为大功率导电用途的接线端子，一律采用铜质圆型平头 0 型端子配绝缘热缩套管。

30. 通讯要求

- (1) 在远程操作室内远程操作台上安装语音输入输出设备，通过无线对讲实现操作室与轨道吊语音对讲。
- (2) 语音效果良好，无明显噪音，远程操作室可调节音量大小。

30.1 电话

设备的下列地点安装适当的机上电话，用于本地通话和远控台对话，电话为工业型，户外喇叭麦克风采用软线连接，电话采用插挂式：

- 30.1.1 电气房、高压房各安装一部；
- 30.1.2 载人升降机内安装一部；
- 30.1.3 小车上安装一部；
- 30.1.4 陆侧地面门腿大车中部站处安装一部（高于轨道 1.4 米）；
- 30.1.5 海侧地面门腿大车中部处安装一部（高于轨道 1.4 米）；
- 30.1.6 小车检修框架平台

30.2 IP广播系统具体要求

- 30.2.1 在轨道吊的高压房、电气房、小车顶、小车检修框架平台和轨道吊的四个角各安装一台 8W扩音器。在小车架下部安装一只朝下的50W抗震防松型户外警报器喇叭。所有喇叭为户外型，有防雨措施。卖方应确保声音广播清晰，且不会被起重机的电气/电子信号干扰影响。
- 30.2.2 语音广播系统可用于远控操作台对现场进行喊话和对讲，可根据OPC值或ROCS指令，实现操作台与作业港机的动态切换和绑定，以实现操作台对正在作业港机的呼叫和广播。
- 30.2.3 语音广播系统切换应与视频切换保持同步，确保语音通话可靠、不窜台。
- 30.2.4 语音广播系统设备需接入IP设备智能监测系统，通过IP设备智能监测系统进行故障报警和故障诊断，方便码头客户运维。
- 30.2.5 语音广播系统须有标准语音录入功能并一键播放功能，以实现操作员在操作台一键播放已经录制好的标准广播内容。

广播系统选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

31. 照明、电源插座和加热设备

31.1 照明

- 31.1.1 照明电源与动力电源分开，每个回路均设置短路和漏电保护装置。投光灯的供电要求每盏灯都有单独的漏电空开供电，并且空开有检测点进PLC输入点，当投光灯发生接地故障时只准跳开故障投光灯的空开，RCMS系统弹出报警信息供设备维护人员进行统计处理。
- 31.1.2 户外所有投光灯灯具必须采用可靠的固定方式，防止松脱，安装防坠304及以上不锈钢链条。
- 31.1.3 轨道吊上的所有投光灯具均采用港口起重机专用的高效节能可调光LED灯，可根据设备运行状态自动和手动调整不同区域的灯具的开关或亮度，采用0-10v或PMW有线控制方式。
- 31.1.4 投光灯整套灯具主要元器件品牌需与灯具品牌必须保持一致，至少应包含电源模块、发光光源模组、芯片、接线电缆（灯具侧引出富余量0.75m 以上）、螺栓（不锈钢，8.8 级）、减震垫等。
- 31.1.5 LED 灯具在-30℃~60℃温度，湿度：10%~99%RH 的条件下应能正常工作，同时应满足具体使用地的环境温度和腐蚀性等其他特殊要求，强度需通过相关风载、抗震试验。灯具壳体、及所有附属件防护等级IP66。灯具光源与电源模块之间的接线采用即插式航空接头，灯具需配置独立的10kv及以上的浪涌保护器，灯具的电器腔体，采用便于维修保养的免工具开启方式。
- 31.1.6 LED 支架采用316不锈钢材质，确保支架的防腐防锈性能，提高灯具安全性，支架和壳体满足2000小时盐雾测试标准。
- 31.1.7 LED投光灯光学要求：
- (1) 额定色温：2000k至3000k。
 - (2) 显色指数：光源显色指数不低于70，光源色容差小于等于7SDCM。
 - (3) 眩光：灯具眩光指数 GR 低于45。
 - (4) 整灯光效： $\geq 130\text{lm/w}$ 。
- 31.1.8 灯具保质要求：从验收合格之日起，整灯保修保用5年，期间出现的任何质量问题，卖方应无偿维修或更换。确保5年内光衰不大于20%，如达不到，卖方应无偿修复或更换。
- 31.1.9 照明灯具的布局应要求保证地面上离起重机中心线任何一边10米处或房间里测得

的照明度如下：

序号	地点	条件	平均照度
1	主梁下	仅主梁灯打开	至少250Lux
2	小车架下	仅小车架灯打开	至少250Lux
3	小车架在排位内最低位置	仅小车架灯打开	至少100Lux
4	在起重机门腿间	仅主梁灯开	至少250Lux
5	小车和门腿下	仅主梁灯开	至少250Lux
6	扶梯、平台、走道	照度平面为平台走道面，采用高亮度发光LED灯具	至少40Lux
7	高压房、电气房	照度平面为距地面0.8米，转动部位的照明无闪烁效应，每个控制屏内都有照明灯（门控开关），电气房采用日光灯。高压房内、电气房内、操作站采用LED灯具。	至少300Lux
8	在小车检修架上	工作区域的照度	至少200Lux
9	大车锚定位置和小车锚定位置	自动锚定装置工作区域	至少200Lux

31.1.10 在轨道吊的门腿上各装至少 1 只 LED 投光灯，以便操作员看清轨道上有没有异物。

31.1.11 在小车检修框架安装一盏 LED 灯，在大车显著位置安装投光灯控制按钮可以手动控制通断。

31.1.12 每台轨道吊提供防震、防水性能的便携式 LED 应急灯，布置位置包含但不限于高压房，电气房。电池容量能保证至少提供 2 小时的应急照明。

31.1.13 室外各主要机构（如小车上）设有足够亮度的用以夜间抢修的照明装置。

31.1.14 轨道吊大车锚定位置和小车锚定位置各安装至少 1 盏 LED 灯。

31.1.15 为保证轨道吊自动化操作和视频监控需要，卖方认为需要加装的灯光。

31.1.16 起重机室内、控制柜内、步道灯及室内照明灯均采用节能 LED 灯具。

31.1.17 步道灯安装时控开关，设定时间自行控制开关。步道灯与大梁投光灯应有连锁控制。整机照明布置审图时需提交买方确认。

31.1.18 起重机上的地面操作站、电气房内应设照明控制开关，可完全控制整机照明。开关控制方案审图时需提交买方确认。

灯具选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

31.2 电源插座

整机使用防水型船用插座。

31.2.1 检修用插座：

应在下列位置各设置经买方认可的符合中国标准的防雨塑壳电源固定插座组，并提供相对应的插头，其规格为一个 15A、220V 单相防水型插座和一个 20A、380V 三相防水型插座。

- (1) 小车架顶维修平台一组
- (2) 小车检修框架平台一组
- (3) 在轨道吊海陆侧腿下离地面约 1.5 米处各设一组（共 2 组）；
- (4) 在轨道吊海陆侧离地1.5米处各设1个AC380V、63A的三相插座箱，所有AC380V，63A 插座必须配相应的插头；
- (5) 电气房两组，还需增加 DC24V 插座两个；
- (6) 高压房一组
- (7) 大车电缆卷盘平台一组

31.2.2 电焊机插座：

规格：380 伏交流三相 63 安；位置：小车架顶维修平台、小车检修框架平台、高压房、电气房和海侧门腿、陆侧门腿。

31.2.3 安全电源插座：

应急电源的插座应放置在适当的位置。

31.2.4 安装轨道吊间相互应急供、受电装置。

31.2.5 整机室内用电设备的使用插座。

31.2.6 远程操作台控制屏内应安装一个规格为 220VAC 单相 10A 的插座。

31.3 加热设备

起重机内的主要驱动电动机、配电屏、控制屏上均安装防潮、防冷凝加热器，以便于起重机不工作时进行加热防止凝露。

32. 锚定和防台风系固装置

32.1 锚定装置

32.1.1 大车机构中部装备两套自动锚定装置。在大车停车位置应采用全自动大车锚定，应提供必要的大车运行和锚定功能互锁，大车锚定为电动锚定，能通过远程(或在

大车地面操作站)按下按钮提起和放下,锚定位置必须有感应装置可准确定位,同时大车锚定装置需确保司机通过远程操控实现插拔和视频确认。能保证在按照JT/T 90-2020标准计算风速下轨道吊不被风吹滑移,大车锚定的设计将与招标方堆场的锚定坑相匹配。并在操作中心内有清晰的CCTV监视视频信号和指示灯显示防风锚定装置的状态,实现视频确认和传感器感应双重确认。

32.1.2 锚定装置固定座及行走台车的下平面须比大车轨道上平面高出不少于 100 毫米。

32.1.3 锚定装置设计条件为:

- (1) 大车行走机构的制动器、轮边制动器、防风系缆装置均失效。
- (2) 沿起重机行走轨道方向作用有速度为按照 JT/T 90-2020标准计算速度的风力。
- (3) 安全系数为1.5。
- (4) 锚定装置应与买方码头的锚定坑相配。
- (5) 锚定装置应有视频监控,可在远程操作中心显示屏上清晰看到锚定状况。
- (6) 锚定装置与起重机大车行走机构之间设有联锁,以确保只有当锚定板完全拔出锚定坑后行走机构才能通电启动。
- (7) 锚定方式采用自动模式。轨道吊得到防风锚定指令后,大车自动跑到锚定位置,自动进行锚定。

32.2 防台风系固装置

32.2.1 当突风、台风来临时,为保证起重机的安全,起重机应设有拉杆式系固装置(刚性结构件),满足港口大型机械防阵风防台风安全工作指南(中华人民共和国交通运输部2018年第93号文),通过调整螺栓,使起重机与码头上的系固装置间紧紧地锁在一起。

32.2.2 拉杆式系固装置必须具有防坠功能,中间为调节螺杆的防倾拉紧装置。

32.2.3 本装置可以抵抗按照JT/T 90-2020标准计算风速的台风,以防止起重机倾翻,保证起重机的稳定。本装置应与买方码头上的预埋件相配。

32.2.4 大车防风系缆采用支架加卡板固定方式,方便防台操作。如果卖方有更加优化的固定方式,也可以提交买方审核批准。

32.2.5 防台时,防风系固装置操作手柄的设计应可令到一个没有工具或额外设备的人可以将所有防风系固装置连接到码头的防风拉杆锚定坑上并锁紧。解台时,操作手柄应可令到一个没有工具或额外设备的人可以拆除所有防风系固装置。在制造基

地验收时，卖方应向买方监造展示防风系固装置的连接和分离的演示是否符合以上操作要求。

33. 平台、走道和梯子

- 33.1 平台、走道和梯子的布置必须具有足够的操作空间，便于维修人员携带工具、进行检查、维修和更换零部件。
- 33.2 平台、走道和梯子的设计应符合中国起重机安全规范（GB/T 6067.1-2010）、中国起重机设计规范（GB/T 3811-2008）及用户的要求。构成走道、楼梯、梯子和平台系统以及支撑支架和构件的所有部件，应在所有制造工作完成后，除了开放式地板格栅热浸镀锌处理外，进行喷丸清理和涂漆。设计应为“模块化”，并应采用镀锌结构螺栓或结构销组装。
- 33.3 平台、走道和梯子上设置栏杆和挡脚板。上层栏杆使用焊接管 $\Phi 33.5 \times 2.75$ ，油漆保护，高度为1100mm，并设有二级中间横杆；中间横杆采用钢管，立柱采用角钢制作，立柱间距不大于2米。挡脚板的高度不小于100mm，且沿着栏杆、平台、走道连续不断；走道的净空高度大于2.1米。登机口建议设置在海侧大车轨外。
- 33.4 起重机大梁为双通道，主通道的斜梯倾角不大于50度，斜梯踏步宽度600mm，扶梯走道宽度650mm。主通道每层斜梯高度大于2米小于2.5米的，可视变形情况加设转接平台。梯层分布均匀，每层梯高度控制在4~6米，踏步层高不大于240mm，确保同一部斜梯内的踏步层高度是保持一致的。对于不经常通行的直梯，与直梯联接的平台栏杆，须设置活络栏杆或304及以上不锈钢安全链条。
- 33.5 尽量避免在起重机上使用垂直梯子，如确实需要使用，需要经过买方认可。使用垂直梯子要求：在所有高出地面2.5米的梯子、平台或着陆处设置至少600mm宽的安全背箍。垂直梯子应有扶手支撑，至少延伸1100mm以上的着陆平台，护栏尺寸长650宽600mm，包括舱口盖和人孔（起重机结构内设有直梯供检查用）。
- 33.6 在任何情况下都不会发生起升钢丝绳勾挂工作平台的现象。
- 33.7 小车架设有起升滑轮组、小车轮和路轨检查的维护保养平台。
- 33.8 所有栏杆的连接和固定都必须由活络的过桥接头过渡，安全牢固、方便拆卸。
- 33.9 大车电缆卷盘外侧增加维修平台。
- 33.10 起重机上的摄像机、雷达、扫描仪等设备需考虑设置检修平台，方便维护检修。
- 33.11 不均匀的表面、坡道和台阶应涂上与起重机底座形成对比的颜色，以提供清晰的能见度，并作为工作人员的警告。

33.12 应在走道的任何开口处提供带警告铭牌的可自锁的重力关闭的安全门，为安全起见，走道上的所有开口应涂上“黄-黑”色，并带有斑马图案。

34. 润滑系统

卖方对起重机的润滑应有专门的考虑，包含但不限于对轴承、齿轮、滑轮、钢丝绳和其他运动部件，并在使用说明书中详细说明。

34.1 手动润滑

34.1.1 对于吊具和大车电缆卷盘机构轴承，采用局部集中润滑，并将其润滑点引到方便保养人员操作的部位。部分机构润滑要求如下：

- (1) 齿轮箱润滑：所有经常工作的齿轮箱均采用油浴式稀油润滑；
- (2) 滑轮滚动轴承：采用油脂润滑，在同一轴上安有两个以上滑轮处，均设单独的加油孔，保证每只滑轮得到良好润滑；
- (3) 摆动的枢轴：用油脂润滑，对于高点，则采用 304 及以上不锈钢管将它引到低处；
- (4) 钢丝绳：专用润滑油润滑；
- (5) 开式齿轮和齿条：采用人工涂油脂润滑；

34.1.2 所有加油部位具有足够的空间，供维护保养人员操作。在各润滑点脏油脂出口部位应考虑安装贮油盘或盒。

34.1.3 用润滑脂的加油点，均安装平头式油嘴。需敷设压缩空气的输送管路，为买方维修人员使用移动式气动润滑脂注油泵进行设备润滑提供方便。

34.2 智能润滑

34.2.1 本项目起重机采用以下润滑方案：

- (1) 小车架采用智能集中润滑系统一套。
- (2) 海侧大车采用智能集中润滑系统一套。
- (3) 陆侧大车采用智能集中润滑系统一套。

34.2.2 设备的所有运动部件应作完整的系统润滑设计，使其具有充足、有效的润滑。润滑方法及润滑点的布置应简单、方便、安全可靠。优先采用单线式智能集中润滑方式，润滑装置的零部件应防水、防尘、连接牢固、防落物碰撞，并能适应在现场最高、最低环境温度下正常工作。

34.2.3 润滑管道应采用304及以上不锈钢厚壁管，主管路采用外径 $\Phi 18 \times 3\text{mm}$ 及 $\Phi 14 \times 2\text{mm}$

两种规格，从分配器到润滑点采用 $\phi 8 \times 1\text{mm}$ 规格。管径设计应保证系统工作压力有足够余量。除分配器底板、管夹底板采用碳钢镀锌件之外，所有小管夹压板、油管及油管接头均采用304及以上不锈钢材质，油嘴采用304及以上不锈钢材质的钩接式油嘴，并配三通加油接头，以便在需要时可人工加油。润滑控制柜外壳采用304及以上优质不锈钢。控制箱及转换开关、按钮等防护等级不低于IP66。

34.2.4 本系统的主管路全部采用焊接式管接头进行安装。从分配器至润滑点的次管路为低压管路，采用卡套式管接头。对于有相对运动部位的润滑，要使用优质耐高压软管，软管应布置合理，不与其他设备发生干涉。

34.2.5 控制系统能与主机PLC进行通讯，可以进行PLC控制，能对每个润滑点独立设置润滑周期和给油量，实时记录设备的各项润滑数据，其中包括润滑机构名称、注油量、润滑间隔周期、各点及整机周期用油量、油位低、电机过载等，记录数据要求能通过外网或者手机APP在后台实时查看、导出相对应的Excel表格，为整机设备管理提供完整的数据以供参考。

34.2.6 智能润滑泵站：该润滑泵应为电动高压柱塞式，工作压力在公称压力范围内可任意调整，最大公称压力为40Mpa，出油量120ml/min，末端压力 $\geq 12\text{Mpa}$ ，能够回油溢流，电机选用国际知名品牌产品，泵壳材质为铸铁且必须为一体成型，不允许焊接，泵站有双重过载保护，贮油桶最大储油能力不小于30L，并具有油位低自动报警装置。

34.2.7 智能润滑控制箱：具有自动调节运行时间，运行调节时间为0-60Min，可实现自动\手动两种功能，手动模式用于现场人工控制打油，自动模式下系统的打油间隔时间及每次打油的量都可以任意设定。系统具有状态监控，油位低、电机过载、以及系统堵塞、主管路泄露等报警，报警后系统停止工作功能，并预留以太网接口，PLC及触摸屏采用国际知名品牌的产品，触摸屏不小于7英寸，其他电器元器件采用施耐德等同等品牌以上的产品，电控箱材质采用304不锈钢，厚度不低于2mm。系统采用人机交互图形操作界面，要求参数设置及润滑操作均可直接在触摸屏上实现，同时能生成详尽的加油、故障及维修日志以供随时查询、调阅、拷贝。系统至少能保存最近2年以上的工作日志。

智能集中润滑系统选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

35. 表面处理和涂漆

35.1 起重机在油漆前所有的钢材表面应进行喷丸处理，应满足ISO 8501和ISO 8504的

Sa2.5等级的要求，电焊缝需作处理至ST3级。在涂装前应清除预处理表面的生成物或污物。油漆涂装应在基体预处理后，最迟不超过4小时内（基材返锈前）完成。卖方应提交起重机油漆涂层系统的涂装工艺、涂层厚度及测量的详细资料和整机各构件内、外部油漆涂装面积明细表。

35.2 油漆涂层系统应是在钢板预处理的基础上，分别涂装各相应涂层的油漆，无机锌车间底漆涂层的厚度不算在涂装系统的漆膜厚度。所有构件表面均进行二次全面彻底的喷丸处理，且满足上述喷丸处理的等级要求。构件外表面涂层按如下涂装要求：

部位	进程	油漆类别	干膜厚度 (μM)
全部材料施工前预处理	表面预处理：喷丸或喷砂、清理达到SIS 055900—Sa 2.5 标准		
	涂车间底漆	一层环氧富锌树脂底漆	70
制造后暴露在空气中的构件表面处理	表面处理：压力工具或喷丸清理达到SIS 055900 Sa 2.0标准		
	涂底漆	一层环氧富锌树脂底漆	70
	涂中间漆	一层环氧厚浆型中间漆	120
	涂面漆	一层氟碳面漆	80
外部结构最小干膜总厚			270
制造后主体结构箱体内部表面处理	表面处理：压力工具或喷丸清理达到SIS 055900 Sa 2.0标准		
	涂底漆	一层环氧富锌树脂底漆	70
	涂中间漆	一层环氧厚浆型中间漆	100
	内部结构最小干膜总厚		
制造后机房、电器房、司机室等内部表面处理	表面处理：打磨或气动工具清理达到SIS 055900 Sa 2.5标准		
	涂底漆	一层环氧富锌树脂底漆	70
	涂中间漆	一层环氧厚浆型中间漆	120
	涂面漆	一层氟碳面漆	60
	机房等的内部最小干膜总厚		
安装现场补漆	表面处理：按SIS St3标准进行动力工具打磨，稀释剂清洗		
	涂底漆	两层环氧防锈底漆	120
	涂面漆	两层氟碳面漆	100、50
	外表面最小干漆层厚度 (DFT)		

漆层涂料要求

1	富锌树脂底漆	双组分环氧聚酰胺漆
		高燃点
		干燥时间短
		干漆层含锌量大于 85%
2	分层氧化铁	比重不小于2.5kg/1（混合产品）
		双组分熟化环氧聚酰胺漆—厚浆型
		涂刷时间无限制
		可用作含锌树脂底漆封层
3	氟碳面漆	分层氧化铁着色
		比重不小于 1.5kg/1（混合产品）
		长效寿型氟碳面漆
		高度光泽面漆
		高度耐磨
		抗化学腐蚀、抗溶蚀
4	环氧防锈底漆	抗化学腐蚀和抗风雨着色
		涂刷时间无限制
		比重不小于 1.3kg/1（混合产品）
		双组分环氧防锈漆
		防腐蚀 E 级
		良好粘结性
		抗化学腐蚀、抗溶蚀
		良好的抗锈性

35.3 油漆工艺和每道油漆的漆膜厚度应符合买方的要求，油漆过程中要求油漆供应商派技术服务人员驻厂，按油漆生产商的标准油漆施工工艺对设备的油漆施工全程指导和监督，对油漆施工每一道工序进行检查，每道工序完成后须经驻厂技术人员检验合格后签字确认，才能进入下一道工序的施工，油漆施工工艺须确保油漆施工质量能够满足所规定的质量要求。

35.4 油漆要求：环氧富锌底漆锌粉含量不低于80%，环氧云铁中间漆体积固体含量不低于70%，氟碳漆体积固体含量不低于60%。油漆质量应适合沿海地区C5腐蚀性气候环境条件，涂装质量应保证10年内（人为原因除外）不出现锈点、爆裂、剥落、粉化、褪色或其他问题等现象，否则卖方应予以局部修补或全部重新油漆。

35.5 如果在保证期结束前，起重机的一个或多个部件不再符合保证质量水平，卖方应立即采取适当措施修复缺陷，费用由卖方承担。

35.6 卖方应提交起重机完整的油漆颜色表及色样清单，其颜色由卖方建议并列列表供买方认可。卖方还需提供油漆供应商的证明，证明油漆质量和涂漆方法符合所推荐的油漆规格。这些应列为验收清单的组成部分。

35.7 横梁外露钢结构需加工符合油漆覆盖的圆角，R=2mm。

35.8 电机、控制屏、减速箱等外购件采用供货商的标准油漆。

35.9 起重机面漆颜色：设计审查时确定。

油漆选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

36. 制造期间需提交的文件及标识要求

36.1 制造期间需提交的文件

36.1.1 卖方应向买方提交系统性的资料如下表要求：

期限	章节参考	描述
随着投标		卖方提供的类似起重机的一般布置图及照片。
		总体项目进度(OPS)。OPS 应显示本合同付款时间表中列出的项目里程碑。这一时间表上显示的进度以及核查将为进度支付提供依据。
合同签订后30天		<p>展示和提交设计信息</p> <p>为防止对规格书要求的误解，并了解卖方的设计，卖方负责的机械、结构和电气工程师应提出设计。介绍应包括但不限于以下内容：</p> <p>计算：</p> <ul style="list-style-type: none"> 适用于各种设计标准的荷载组合 稳定性和车轮压力载荷 起重机结构应力分析 初级结构构件的疲劳分析 起升、小车和大车运动部件设计 电气负载 <p>设计图纸，显示所有元素，子元素，组件零件，布局，结构细节，与起重机的连接等。</p>
合同签订后60天		MS项目格式的详细计划时间表：细分为项目的工程设计，采购，制造，安装，车间测试，运输和现场测试阶段。网络应包含活动和里程碑之间的逻辑关系，因此时间表显示起重机，合同或两者的完成日期上任何任务的滑移或改进的影响。附表应包含所供应起重机之间的相互关系。
		项目组织结构图（车间和制造现场）。该图表应显示卖方资源的组织情况，卖方打算在从车间制造到现场调试阶段的整个项目中使用这些资源。这将清楚地确定所涉及的部门，负责每个部门的人员以及直接参与管理项目的人员数量。
		完成机械功率计算，完成组件选择。电机选择和功率计算起重机控制逻辑规范的初步规定，本规范应管理驱动供应商和起重机控制软件的开发人员。应进行介绍，并包括起重机保护装置的联

		<p>锁，许可，顺序和时间的书面说明。周期时间。时间表应显示平行活动。介绍应至少包括：</p> <p>所有输入和输出的列表，包括开关、编码器和转速计；</p> <p>起升、小车和大车控制逻辑，包括许可、减速、联锁和定时；</p> <p>旋锁操作逻辑和联锁，包括定时。</p>
合同签订后90天		<p>最终确定起重机控制逻辑规范。</p> <p>电气控制单线图问题；</p> <p>起重机和终端点上电缆敷设路线的初步设计；</p> <p>主要组件的采购订单的副本。</p> <p>在制造开始之前：-</p> <p>质量控制计划—质量保证计划/手册。</p> <p>该计划应包括一般质量保证计划，该计划规定了卖方的一般实践和组织，以确保制造和安装期间的质量，以及特定的质量保证计划。</p> <p>本计划应包括一份组织结构图，其中包含本合同建议的制造，交付，调试和缺陷责任期的每个主要阶段的质量保证团队人员的姓名。</p> <p>买方保留审查指定人员的权利，并在认为必要时要求替换，并符合项目的最佳利益。</p>
自制造开始之日起		<p>在卖方工地的工地工作期间，卖方应每周以买方核准的形式提交活动进度。该计划还应说明天气状况和在现场雇用的分包商以及计划在下周进行的活动。</p> <p>以及计划在下周进行的活动。</p> <p>为便于检查正在进行的工程，卖方须在每个星期一上午 09:00 前，提供根据本合同供应起重机工程的设施计划，并标明主要部件和材料的位置，截至上一个星期日的 2400 小时。</p> <p>项目进度的月度报告和计划时间表的更新，格式由买方同意。</p>
子组件组装和安装之前		<p>竣工图纸和文档。</p> <p>安装和车间测试计划。</p>
测试和调试前一个月		<p>调试测试程序。</p>
装载第一台起重机前90天		<p>海锚紧固设计与计算。</p>
装载第一台起重机前30天		<p>买方码头的交货要求，包括：</p> <p>滚装操作所需的总长度和面积；</p> <p>完整的船舶细节，包括起重机；</p> <p>装载卸载时的船舶方向；</p> <p>护柱和沼泽线的数量和位置，</p> <p>海锚的长度和位置（如适用）</p> <p>一种将起重机转移到码头的系统；</p> <p>卸载操作期间施加到码头上的所有位置和载荷大小。</p>

在装载第一台起重机之前		包含测试结果（编号、负载、速度等）的调试协议 地方当局要求的批准证书，符合当地标准的声明等。
第一台起重机发货前30天		在买方现场进行的调试工作的程序，包括： 调试所需的总长度和面积； 调试计划，包括关键活动、日期和持续时间； 驻扎在现场和持续时间的人员 移交日期。
		在驱动器制造商的工厂或驱动器制造商的培训设施中进行电气驱动系统技术培训的培训课程大纲。
		竣工机械功率计算。
		维护培训课程大纲和培训师名单及其资格，课程大纲，拟议培训专家的姓名和资格以及拟议的培训计划。
每天在交货后在买方现场进行测试和调试工作		每日计划和报告。 在买方场所的现场工作期间，卖方应每天以买方批准的形式提交其活动和测试的进度。该每日计划还应说明天气状况、在现场雇用的卖方人员和分包商人数以及计划在第二天进行的活动。
第一台起重机的出具调试证书和验收		操作说明验证。 测试文档
验收后60天内处理印刷材料		计算图纸，说明书，操作说明书，维护手册。图纸索引和所有制造和装配程序。所有竣工图纸备件清单
最后一台起重机验收后60天内		图纸索引和所有制造和装配程序

- (1) 分发：1份副本给买方代表，1份副本给买方或1份副本给审计师（如果需要）。
- (2) 卖方应以易于打印的数字格式提交文件。如果以 A3 尺寸打印，则提交文件中包含的所有信息应清晰可见。如果需要，买方可要求提供纸质副本。
- (3) 卖方对工程所有部分的准确性、适当配合和协调负全部责任。
- (4) 卖方应在每份提交文件的每一页上加盖数字印章，说明卖方已对提交文件进行了审查和检查。卖方应以数字方式在每张图纸上注明日期并签字。经工程师审查后，任何提交的文件，如有证据表明未经彻底检查，则应在考虑进行审查之前，将其退还给卖方，以完成检查。
- (5) 每份提交文件应有一个封面页，包含：
 - 1) 列出每个项目及其页码的目录
 - 2) 两份带有修订标记的副本退还给卖方。
- (6) 卖方应保存最新的提交日志。应每月向买方提交一份日志副本。
- (7) 提交文件应以数字方式传输，除非要求提供硬拷贝，则应通过航空快递方式。
- (8) 所有提交文件应不断更新，这些更新是由不时的修改、更正、修订、添加

和删除等引起的。

(9) 所有最终提交文件应为买方提供最新版本。

36.2 标识要求

36.2.1 按铭牌的式样和材料及安装位置应经买方认可。并将它们固定于门架显眼处。牌子使用凸起的文字、漆色要鲜明、能在地面上清晰地看见。要求如下：

- (1) 在门架上加装制造公司名称和标志。
- (2) 在大梁两侧用中文标明港名和港徽标志(港徽式样、具体位置由买方提供)。
- (3) 在电气房里设置由铜板蚀刻的整机润滑点示意牌。
- (4) 在电气房内装有本机的铭牌。铭牌用铜板蚀刻制成，其内容包括制造厂厂名、起重机名称、主要性能参数制造编号和完工日期。
- (5) 各操纵手柄，按钮设表明操纵方向和用途的永久性标示牌，各信号灯、指示器、仪表都设表明指示内容的永久性标示牌。
- (6) 在适当的部位上设置有关操作和维护的指示和警告标牌。
- (7) 电气房、高压开关柜内各信号灯、指示器、仪表均应设有标明指示内容的标牌。
- (8) 电气配电柜门内电气接线图。
- (9) 吊具电气接线箱内吊具电气接线图。
- (10) 操作站布线图。
- (11) 整机重要部位的螺栓扭力及检查周期表。灭火器布置位置表。
- (12) 所有的高压变配电装置应有高压警示标志。
- (13) 起重机上的危险部位设置说明和警告标牌。
- (14) 所有起重设施（包括吊攀、吊耳），在合适位置上标有安全起重负荷标志。

36.2.2 标示牌和铭牌用镂蚀的 304 及以上不锈钢材料制成，黑字；用中文标注。标牌尺寸、字样、颜色经买方认可。

36.2.3 机上配有以下钥匙，每种 10 把通用钥匙：

- (1) 电气房；
- (2) 高压房；
- (3) 高压开关柜；

37. 轨道吊状态监测及管理系统

37.1 起重机管理系统

37.1.1 功能概述

- (1) 轨道吊状态监测和管理系统包括LCMS和RCMS，具有数据搜集、分析、记录、管理和故障诊断功能。故障显示分层次细化，便于迅速查找故障点。在电气室、控制中心能显示轨道吊的主要参数和运行状态。系统至少能存储 5000 条故障信息，并能够保存一年以上的历史记录，每一年自动生成文件并保存到服务器。
- (2) 该系统应能显示如下信息：
 - 1) 生产信息和作业统计，如每班的作业箱量、平均箱重、最大箱重及每小时作业率等。
 - 2) 轨道吊实时总状态，如作业/非作业、作业瞬间的状态、现场风速、高压进线电压、吊具状态等。
 - 3) 轨道吊主要参数，各主要机构实时运行状态，如各机构的限位状态，机构运行速度、电压电流等。
 - 4) 各种故障、报警信息，如PLC故障、变频器故障、吊具的具体故障、各种限位动作等。
 - 5) 故障过程中，有关参量的数据跟踪及图形显示：即在故障未排除时，用户可现场直接实时跟踪有关参量的变化图形。故障排除后，用户可现场直接实时调用故障图形进行分析。
 - 6) 当故障或跳闸发生及轨道吊运行被禁止时，CMS将监测和分析控制系统的数
据。
 - 7) 设备维修保养情况。
 - 8) 各机构累计运行时间，时间精确到“分”，并在码头控制中心能显示各机
构的运行时间。
 - 9) RCMS 应能显示所管理的各台机械运行状态。可以对所有轨道吊实现数据收
集、分析、存储、打印输出、故障诊断和故障分析等功能。
 - 10) 对轨道吊所有运行状态、信号、程序进行实时显示和记录，并存放在硬盘中，
可随时调取回放。回放录像能显示当时的各种故障、报警信息，包含但不
限于如PLC故障、变频器故障、吊具的具体故障、各种主令手柄动作、各种
限位动作等。轨道吊状态监测和管理系统数据追溯和历史回放存储时间为过

去168小时内，采样率为0.2秒。

11) 设备上所有工控机、吊具 PLC 具备远程重启功能(冷启动)。

12) 其它必要的功能:

- ①系统应允许用户根据现场应用情况修正补充功能。
- ②系统可通过多种通讯接口对PLC的程序、数据进行修改、调试和实时监控。
- ③系统可通过通讯接口对驱动器参数进行修改、调试和实时监控。
- ④系统可将机上CMS的信息传给地面码头控制中心。
- ⑤系统留有相应的软硬件接口与买方设备管理系统连接。
- ⑥系统预留与用户局域网联网的接口。
- ⑦RCMS系统可查询非计划人手介入次数、自动化故障次数等。

37.1.2 系统布置

- (1) 在电气房内配置轨道吊管理系统计算机（主机在电气房）一套，以满足状态监测、参数设定和电控设备维护需要。
- (2) 在码头远程控制中心配置轨道吊远程管理系统一套，在维修中心配置轨道吊远程管理系统一套，远程管理系统具有密码权限保护功能，在权限内可对轨道吊进行各种状态的监测和参数设定，也可实现多用户同时访问轨道吊。
- (3) 在RCMS上安装相应的驱动程序及轨道吊实时状态监测软件。所有CMS及RCMS的硬件由电控商提供，其备件可自国内采购。

37.1.3 系统硬件要求

- (1) 在电气房内配置起重机状态实时监测计算机（工控机）一套，以满足状态监测、参数设定和电控设备维护需要；
- (2) 在轨道吊上装有光缆传输以及无线数据接收发送装置，并在远程控制中心配置一套无线数据接收发送装置，该装置能和码头的光缆数据接收发送装置合并使用。
- (3) 计算机设备技术要求：
 - 1) 有LCMS网络图/RCMS网络图；
 - 2) LCMS计算机要求：

具有良好抗震性能和宽电源波动范围的高性能工控机。工控机质保期要求为2年，工控机品牌及配置须经买方确认，主要配置应不低于如下技术参数：

- ①主板：602VG 主板

- ②CPU: I54460
- ③内存: 8G
- ④硬盘: 8T
- ⑤DVDRW 刻录盘
- ⑥4个USB 接口, 2个RS232接口
- ⑦显示屏 LFPM1900(19 寸机架式显示器)

3) 安装要求:

在电气房内预留方便操作的安装位置, 并有相应的固定措施;

4) 网络要求:

- ①光缆敷设至电控室, 同时要考虑该线路的防护措施。
- ②电气房至远程操作室的光缆应考虑该线路的防护、抗疲劳和抗干扰措施。
- ③在电气房内设置有光纤柜, 所有外部光纤、耦合器先集合到光纤柜子再外布。
- ④电气房内配置机架式网络交换机二台, 并安置在机柜内固定。一台作为整机视频信号使用, 一台作为整机电控系统信号使用, 交换机配备足够的端口以链接起重机单机与主控制中心、备用控制中心之间的通信。交换机需要安装在一个单独固定的专用工业机柜中, 机柜内温度可控, 机柜设置有开门, 开度不小于 180 度, 机柜的安装位置和形式要方便内部所有部件和线缆的维护。每台轨道吊与核心网络按三层网络架构进行规划设计, 上行网络设备必须支持静态和 OSPF 网络协议。卖方应提交单机的网络拓扑图, 经买方确认后实施。
- ⑤机架式网络交换机主要技术参数如下:
 - A. 具有四个以上100/1000M自适应端口;
 - B. 具有1000M光纤接入模块或相应的光电转换设备;
 - C. 具有网络管理能力;
 - D. 电控室内在计算机安装位置附近提供固定式网络接口。

5) 电源要求:

- ①所有计算机及网络主要设备的电源均为 10 安、220 伏、50 赫兹交流电;
- ②所有计算机及网络主要设备需配置 2 小时以上不间断的 UPS 电源, 并考虑防浪涌措施, 在输入输出端设置隔离变压器, 防止起重机运行过程中的电压电流冲击;
- ③所有计算机及网络主要设备考虑避雷和接地;

6) 连接要求:

所有计算机及相关周边设备,网络设备应有良好的防护措施,始终保持其连接的完好性,避免意外松脱。

7) 软件及相应文档要求:

- ①提供起重机状态监测和管理系统软件及相应驱动程序的安装软盘或光盘,安装及操作手册,起重机状态监测和管理系统软件为中文界面(也可选择英文),故障显示分层次细化,便于迅速查找故障点;
- ②提供可编程控制器编程软件的安装软盘、命令集、操作手册和通信控制协议及状态信息格式的完整文档;
- ③所有计算机及相关周边设备、网络设备的产品文档;
- ④在地面计算机控制中心的 PC 机上安装相应的驱动程序及起重机实时状态监测软件,并提供光盘;
- ⑤通过 PLC 通讯接口对 PLC 的程序、数据进行修改和实时监控,实时显示有关参数或图形,并可存盘打印;
- ⑥与地面计算机控制中心进行通讯对接,将监控的信息传给地面计算机控制中心;

37.2 保护和报警装置

37.2.1 起重机设置如下电气保护:

- (1) 起重机电源总开关有过载和短路保护;
- (2) 起重机电源总开关有失压保护;
- (3) 各种电动机有短路保护和过流保护;各主机构的电动机有短路、过流、过压、欠电压、过热、缺相、超速、漏电等保护,其他辅助电动机有过热和过流保护;
- (4) 设有零位保护。当运行时或失压恢复供电时,如果是人工模式必须先将手柄置于零位后,电动机才能启动;如果是自动模式应自动置于零位后,电动机才能启动;
- (5) 超负荷保护装置:
 - 1) 当吊具下负荷达到额定负荷100%时,灯光报警;
 - 2) 超过额定负荷110%时,声光报警,并停止上升动作;
 - 3) 信号和报警装置安装远程操作室内;

- (6) 供电电缆长度保护：
电缆卷盘设放电缆终点联锁保护装置，以防止电缆被拉断；
- (7) 供电电缆拉力保护：
当拉力超过允许值时，对电缆予以保护；
- (8) 轨道吊运行安全报警：
当轨道吊大车运行方向，有物体阻挡或其他影响大车正常运行，发出安全报警；
- (9) 其他保护及报警。

37.3 消防系统

本项目消防装置采用智能灭火系统和二氧化碳灭火器相结合的形式。

37.3.1 智能灭火系统

- (1) 高压房/电气房电控柜采用智能灭火系统，当有电气火灾时能自动灭火，并实现电气房和远程操作站报警提醒。智能灭火系统可以对所有灭火装置的状态进行实时监测并输送信号至PLC。设有切换开关，避免人员在内时系统误动作。
- (2) 在电控柜内设置火探管式自动探火灭火装置，灭火装置设备必须经中国国家固定灭火系统和耐火构件质量监督检验中心的型式检验，获得型式检验报告书；火探管必须经过 UL 认证，并获得实验报告。灭火装置安装位置及数量至少为：电气房4套，高压室1套。

智能灭火系统选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

37.3.2 二氧化碳灭火器

- (1) 在下列地点安装二氧化碳灭火器：
 - 1) 机器房一只（25KG）和四只（3KG）
 - 2) 电气房两只（5KG）和两只（3KG）
 - 3) 小车架两只（3KG）
 - 4) 升降机厢内1只（3KG）
 - 5) 大车地面操作站处1只（3KG）
- (2) 所有消防装置均需配备牢固的固定支架，室外的需配置强度足够的 304 及以上不锈钢消防箱，消防箱和支架底部距离地面有 6-8 厘米的高度，利于排水。在轨道吊作业时不会发生倾倒。

37.4 振动在线监测系统

37.4.1 系统功能与要求:

为了提高科学的设备管理方法,实现有效风险管控及合理的运维策略,来保障设备的安全运行及可靠性,轨道吊上配备振动在线监测系统。具体要求如下:

- (1) 监测站与振动加速度传感器具备CE认证,且软、硬件品牌一致.
- (2) 电气房内配备全方位视频监控系统,高压房内变压器、高压配电柜等电控设备设有温度等智能检测装置,超温报警保护。所有监视检测装置与远程监视控制中心相连,保证对设备动态运行的检测,并实现对设备的远程监控;
- (3) 在起升、小车电机和齿轮箱的轴承处配有计算机集中采样、分析的振动监测传感器。系统具备自检功能:对网络通信状态、现场总线通信状态、传感器工作状态及内部硬件信息等进行检测;
- (4) 系统要求实现对主要机构及传动部件的振动与温度、速度、油位、油温数据进行采集并提供数据分析、故障预警及失效预测,并具备内置人机交互界面功能、专业轴承数据库、智能算法功能、多维度振动频谱分析工具等;
- (5) 系统要求稳定可靠、可扩展,采用全集成结构、低功耗设计,硬件防护等级达到IP65;单个监测站具备16路振动与温度一体化通道,并兼容其他工艺量、晃动量、转速量等信号通道,同时提供24V, 4mA 的恒流源给ICP类型的振动加速度传感器,并对采集的传感器数据进行筛选,减少系统数据存储量。
- (6) 系统数据采集的动态范围需达到110dB以上,以保证mV级信号的准确获取。系统要求分析频率达到40KHz,可直接计算12800线的FFT,并直接对信号进行一次积分、二次积分;
- (7) 系统要求建立设备部件档案,储存主要监控设备的基础数据,实现可定制化的报表及分析功能,具备短信、邮件等智能预警策略;
- (8) 系统支持 B/S、C/S架构,用户可通过局域网内的任何一台客户端电脑进行访问及状态浏览。系统具备远程诊断功能,可提供7*24小时远程故障监测与诊断服务;
- (9) 监测内容:机械运行异常现象,包含不限于不平衡、不对中、机械松动、轴承、齿轮状态,电机转子、定子机械故障、共振、润滑不良等;
- (10) 监测点:包括设备的主要传动件和关键部件,包含不限于起升、小车、俯仰机构的电机、减速箱,小车轮及关键部位的滑轮等。

37.4.2 监测部位及测点数量：

机构名称	检测部件及数量	检测内容	单台部件测点数量（个）
起升	电机（1 台）	振动+温度	1
		转速	1
	齿轮箱（1 台）	振动+温度	4
	卷筒（1 只）	振动+温度	1
小车	电机（4 台）	振动+温度	4
		转速	1
	齿轮箱（4 台）	振动+温度	8
	车轮	振动+温度	4

振动在线监测系统选型及品牌要求按表 7 推荐要求，并经买方认可。

38. 轨道吊自动化技术

38.1 总述

卖方应提供轨道吊自动化系统，该系统应具备但不限于以下功能：

- 38.1.1 系统应具备自诊断功能。应报告设备故障，操作员在操作台的操作介面得知各系统运作是否正常。
- 38.1.2 系统提供的所有功能应设计为以安全方式执行。
- 38.1.3 系统设计须避免出现单点故障而导致系统全面瘫痪
- 38.1.4 系统冗余设计应考虑提供高度安全性、故障安全性和可靠性标准。符合ISO 12100:2010、IEC 61508:2010、IEC 62061:2005 或 ISO 13849:2015。
- 38.1.5 轨道吊须有可靠的人员和设备安全保障系统，包括检测设备、识别系统、防撞装置和联锁机构等。
- 38.1.6 每台轨道吊配备精确的扫描系统，能够精确扫描集装箱轮廓，能在远程操作站实时生成集装箱轮廓图，并与TOS提供的信息进行校验。扫描系统要参与吊具运行路径的优化控制，位置扫描技术能准确定位集装箱和水平运输设备位置，并保障相应机构的运行安全，提高轨道吊的作业效率。具体方案审图时与买方协商确定。
- 38.1.7 轨道吊配备辅助操作人员进行集装箱装卸的视频监控系统。该系统须满足轨道吊自动化及远控作业要求，采用全方位高清、高像素、能够自动对焦的摄像机，能够提供给司机清晰的实时图像，图像刷新延迟时间须不大于280毫秒。

- 38.1.8 轨道吊的起升、大车、小车必须安装精确定位系统，该定位系统能满足自动化及远控作业要求。
- 38.1.9 卖方应提供所有系统的设计方案。提交的设计方案至少应包括以下各项内容：
- (1) 各子系统的实现原理、系统构架图。
 - (2) 系统对码头网络通信的要求。
 - (3) 系统与码头操作系统（TOS）、水平运输设备管理系统的接口。
 - (4) 系统测试方案（包括但不限于模拟仿真，单机测试，接口测试，联动调试等，以及满足测试所需要的软、硬件系统环境）。
 - (5) 仿真测试软件，可实现至少4台轨道吊同时再在线测试并能显示系统信息报错。

38.2 堆栈轮廓扫描系统

- 38.2.1 应提供由激光轮廓扫描仪和所有必要的硬件和软件组成的堆栈轮廓扫描系统。通过安装在起重机相关位置上的堆栈轮廓扫描系统，在小车通过当前箱区中每贝位时，检测当前贝位和左右相邻贝位的障碍物（如集装箱、冷藏箱架等）中每堆块的集装箱堆高，从而获得工作箱区的轮廓。
- 38.2.2 系统应准确、快速地检测装载轮廓和轮廓的任何变化，以使吊具能够以必要的安全裕度和优化的行进路径在当前箱区中每目标贝位内的集装箱上方行驶。
- 38.2.3 扫描设备及其操作机构应能获得实时准确的轮廓，轮廓扫描仪应能够检测实际（扫描）集装箱积载轮廓与预期轮廓之间的任何重大偏差，并帮助吊具/集装箱自动降落到目标位上。轮廓扫描仪还应用于校准起升系统的编码器。
- 38.2.4 所有的堆栈轮廓扫描轮廓检测信息应提供给轨道吊控制系统，由轨道吊控制系统自动计算出合理的起重机作业路径，以确保作业路径的安全、作业效率的优化。
- 38.2.5 应利用3D激光扫描、点云数据处理和三维重建等技术，实现吊具定位、集装箱三维立体模型以及设备三维立体模型，通过激光扫描仪扫描获取集装箱的堆码轮廓，并进行图形化显示。实时获取小车和吊具的位置与运动状态。
- 38.2.6 堆栈轮廓扫描系统应能接收当前箱区中每目标贝位内的堆垛高度，并执行交叉检查功能。任何超过预定限值的偏差应自动报告，且起重机应仅在吊具处于最高高度时进行小车移动，直到故障被清除。
- 38.2.7 能检测起重机大车、小车方向的偏移，可以提供起重机作业区域障碍物的最大高度。

- 38.2.8 堆栈轮廓扫描系统应能定位并确定叠层的最高点，以正确定义净高移动的净高。
- 38.2.9 将作业贝位信息发送给自动运行系统，实现起升自动运行。
- 38.2.10 显示吊具作业实际路径与最优路径的偏差。
- 38.2.11 堆栈轮廓扫描系统的扫描仪最小量程不低于100米，黑色10%反射率不低于50米，检测精度 $\pm 10\text{mm}$ ，扫描角度大于 200° 。
- 38.2.12 堆栈轮廓扫描系统的扫描配置文件应至少包含以下信息：
- (1) 当前目标操作贝位内堆栈的集装箱高度。
 - (2) 水平运输设备上的负载类型（例如20英尺、40英尺、45英尺集装箱或空载）。
 - (3) 如果选择手动操作，堆栈轮廓扫描系统应继续监测潜在的碰撞，并提供减速，以保护起重机免受碰撞。
 - (4) 集装箱四角箱的位置，精度为 $\pm 10\text{mm}$ 。
- 38.2.13 堆栈轮廓扫描系统应采用故障安全设计，以进行安全监测，并应能够在操作期间自动检测传感器故障。该轮廓扫描仪应能正常可靠地工作，并能提供准确的集装箱轮廓，而不受照明条件的影响。轮廓扫描仪的操作不得干扰起重机的任何其他电气、电子或通信系统。
- 38.2.14 堆栈轮廓扫描系统的软硬件接口均由卖方负责，室外设备防护等级IP67以上。扫描仪选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

38.3 自动定位系统

- (1) 轨道吊应至少具备以下三种定位/检测功能：一是对轨道吊机构的空间位置的定位，包括大车的定位、小车的定位、起升的定位、吊具的微动定位；二是对荷载的位置检测；三是对作业区域内目标物体的智能检测。根据定位及检测技术获得的数据信息，控制起重机起升、小车、大车、吊具微动等相关执行机构的姿态调整；通过对箱型等的轮廓扫描，对水平运输设备等目标物的相关位置检测，在误差允许范围内，实现对内水平运输设备的放箱和抓箱的自动化操作。
- (2) 所有轨道吊的起升、小车和大车的自动定位功能模块应设置两套独立并具有相互校验功能的位置检测与反馈装置。
- (3) 自动定位系统应遵循轨道吊自动化运行的最上部移动的移动路径原则。
- (4) 自动定位系统应能进行精确的移动，以满足轨道吊自动化运行的精度要求。
- (5) 自动定位系统应向买方的自动化管理系统和其他监控系统实时报告其位置。
- (6) 自动定位系统应包括位置传感器装置（如编码器）的自动校准，以及位置

不准确和传感器故障的故障安全检测。

- (7) 所有定位数据应可通过起重机PLC控制系统访问。
- (8) 自动化控制的定位技术和检测技术，必须考虑系统冗余。大车定位、小车定位等必须有2种或以上不同的技术方案，其中一种方案发生自身故障时，系统能够报警或立即停止设备运行，提高系统安全性。

38.3.1 起升的定位

- (1) 对于起升位置的检测，采用三合一功能编码器，可对起升高度进行定位、高度安全保护并具有自动校验功能。当监测数据偏差过大时，系统能发出警报，直至报故障，停止机构动作。
- (2) 定位精度在±50毫米以内。

38.3.2 小车的定位

- (1) 小车的位置检测应采用线性编码器，在沿着主小车轨道方向的大梁上安装一组连续的磁尺或磁钉，在小车架的适当位置安装用于连续读取主小车磁钉尺置信号的接收天线，通过接收天线反馈的数据来确定小车的当前位置。小车定位精度在±30毫米内。

38.3.3 大车的定位

- (1) 在轨道吊的大车轨道采用FLAG板定位。
- (2) 在轨道吊的两侧大车机构上各安装1个绝对位置编码器，用于对大车的绝对位置进行校验检测定位。大车定位精度在±30毫米内。

38.3.4 吊具的微动定位（姿态调整）

- (1) 为了弥补吊具在大车和小车方向的定位误差，在吊具上架设置了4个水平方向的微动推杆，微动推杆上装有位置编码器用于测量推杆的相对位移，该微动推杆可对吊具进行小车方向±200mm、大车方向±200mm 补偿定位调整，也可实现吊具在水平面内±5° 回转。该微动推杆须有高质量和可靠性。
- (2) 微动应允许吊具在自动和手动操作模式下进行微调，而无需移动小车或大车。此类调整应能在额定负载集装箱中实现，且无任何偏心效应。在远程操作站和大车地面操作站应配置吊具微动开关，当吊具需人手介入操作的时候，应允许吊具手动操作模式下的微调操作。
- (3) 应为操作员提供按钮，以将微动的纵向、横向和倾斜角度重置为零位置。该置位功能应能在所有自动模式下激活。

- (4) 应配备传感器，将微动推杆的状态反馈给PLC。微动推杆应防止超程。
- (5) 微动系统的设计应确保当带集装箱的吊具处于较低位置时，微动装置能够以缓慢的速度连续运行，以不断地调整吊具位置和姿态，而不会产生任何振动或不可接受的位移。
- (6) 吊具上架上应有永久性零位标记，以便有助于调零过程。
- (7) 微动系统的设计应经买方批准。

38.4 防碰撞安全系统

- (1) 卖方需设计并提供一套增强的防碰撞安全系统，用来解决轨道吊远程操作小车运行、大车运行、起升时碰撞带来的危害，以满足远程控制轨道吊的操作安全性。
- (2) 防撞系统和它的组件如传感器、限位开关和其它感应仪器应当是可靠并且在集装箱码头应用中达到工业级别的，轨道吊的防碰撞安全系统包括但不限于以下方面：
 - 1) 轨道吊在集装箱箱区内作业时的防碰撞；
 - 2) 轨道吊与水平运输设备的防碰撞；
 - 3) 轨道吊与轨道吊的防碰撞；
 - 4) 轨道吊与大车运行路径前方障碍物的防碰撞。
- (3) 防撞系统应提供冗余系统，如激光扫描仪、雷达等，实现故障安全要求。
- (4) 防撞系统必须具备自诊断功能，在防撞系统激活时相应的小车、起升、大车行程必须具备减速及停止两级保护。
- (5) 防碰撞安全系统应采用故障安全设计，以进行安全监测，并能够在操作过程中系统的传感器能实时进行自我诊断故障。

38.4.1 堆场作业时的防碰撞技术（吊具与贝位内的集装箱、相邻贝位的集装箱及其它物体）

38.4.1.1 吊具防碰撞

轨道吊在堆场进行作业时，吊具与贝位内的集装箱，吊具与相邻贝位的集装箱，吊具与其它物体的防碰撞都体现为吊具的防碰撞，主要防碰撞系统和技术有以下：

- (1) 吊具防打保龄系统(以下简称“LCPS”)
- (2) 吊具自动防摇技术
- (3) 配合以目标检测系统(以下简称“TDS”)和吊具姿态检测系统(以下简称“SDS”)辅助吊具实现防碰撞。

(1) 吊具防打保龄系统 LCPS

- 1) 卖方应提供由一个或多个激光轮廓扫描仪和所有必要的硬件和软件组成的 LCPS 系统，利用激光器实时扫描轨道吊下方的障碍物信息，结合小车的位置，建立起箱区目标贝位内集装箱轮廓信息，与轨道吊 PLC 一起，实现小车运动方向的吊具防撞保护和起升方向的软着陆功能。防止吊具以及吊具带箱与障碍物发生碰撞。
- 2) LCPS 可实现小车和起升方向的防撞保护和智能减速功能。
- 3) LCPS 可实现当吊具不带箱或是吊具带箱运行时，避免碰撞到目标排位内前后相邻的集装箱。
- 4) LCPS 可实现当吊具不带箱或是吊具带箱运行时，避免碰撞到目标排位内下方的集装箱，具备软着陆功能。
- 5) LCPS 可实现当吊具不带箱或是吊具带箱运行时，避免碰撞到目标贝位内左右相邻的集装箱。
- 6) 技术指标：
 - ①激光扫描仪进行无死角扫描；
 - ②防撞箱检测精度：10cm；
 - ③平滑控制，采用多级减速方式，以达到平稳停车，避免吊具摇摆；
 - ④提供专业运行维护软件：可视化 UI，便于用户日常维护，提升系统可用性；
 - ⑤具备自检功能，故障时发出警告信息，不影响原有系统正常工作。

(2) 吊具自动防摇技术

- 1) 本项目采用起升8绳下落连接吊具上架方式，以实现吊具防摇防扭，保障吊具和集装箱在大车和小车方向上的摆动最小化。

(3) 配合以 TDS 和 SDS 进行辅助，通过如下功能实现防碰撞：

- 1) 起升下降抓箱或带箱下降前，TDS 系统扫描前后左右相邻列集装箱位置，确认吊具与目标位置有足够安全距离后，吊具方可下降。
- 2) 在吊具下降过程中，SDS 系统实时检测吊具空间姿态，起升动作根据吊具摇晃程度减速或停止，确保在起升下降过程中，吊具维持正常的姿态。

39.4.2 轨道吊与集卡(或水平运输设备)间的防碰撞技术

轨道吊与集卡(或水平运输设备)间防碰撞分为：

- (1) 起升方向的防碰撞

(2) 大车方向的防碰撞

起升方向的防碰撞技术有如下：

- 1) 吊具起升超过水平运行路径中最高箱0.5m（“小门字”），小车才可进入装卸车道。
- 2) 起升在车道上方往下进行卸箱或装箱时，在自动化运行的情况下，对外集卡进行作业应设置安全高度，吊具在下降到安全高度后应自动停止，待远程操作员手动介入，完成最后的操作。系统具备对外集卡全自动作业的功能。
- 3) 远程操作员在水平运输设备上进行收箱起升的时候，程序应设置“5+2”功能，即：紧锁集装箱起升5秒后，起升会自动停止，远程操作员要将起升手柄回零位，等待2秒后(确认没有吊起集卡)，才能再继续起升动作。自动抓或放箱操作也遵守“5+2”功能。
- 4) 轨道吊须配置集卡防吊起系统(以下简称 CLPS)，防止集卡由于旋锁未解导致安全隐患，CLPS功能必须保证100%检测成功率，若因系统自身原因失效造成相关损失，卖方负全责；投标人应提供激光和视觉两套独立的CLPS系统作为冗余，双重保护，并且在设计阶段交由业主确认。CLPS系统故障时要求在RCMS和LCMS系统上显示，并对起升机构运行联锁。
- 5) 轨道吊小车在进入水平运输设备的装卸区，当吊具（空吊具）底部或集装箱的底部（吊具带箱）运行到水平运输设备上方时轨道吊自动化系统应检测到水平运输设备的精确位置，在误差范围内方可进行装卸集装箱的动作，确保水平运输设备运行的安全。
- 6) 小车进行卸箱操作时，目标检测系统(以下简称 TDS)扫描前后左右相邻水平运输上的集装箱位置，系统确认有足够安全距离后，吊具方可下降。在卸箱下降过程中，吊具姿态检测系统(以下简称 SDS)实时检测吊具位置，起升动作根据吊具摇晃程度减速或停止；放置在水平运输设备上面时，TDS 系统检验水平运输高度，实现自动软着陆，避免出现碰撞情况发生。
- 7) 小车进行装箱操作时，吊具下降抓箱前TDS扫描前后左右相邻水平运输设备上面的集装箱位置，系统确认有足够安全距离后，吊具方可下降；在吊具下降过程中，SDS 实时检测吊具位置，起升动作根据吊具摇晃程度减速或停止；着箱前，TDS系统检验目标箱高度，实现自动软着箱，避免出现砸箱情况发生。
- 8) 轨道吊自动化控制系统（ECS）与水平运输设备管理系统之间有数据接口进

行交互，在后台数据层面有安全联锁，确保不会发生因水平运输设备、或者是轨道吊的错误任务分配，导致轨道吊的吊具与水平运输设备发生碰撞；还需具有水平运输设备突然移动的防砸车头功能。

大车方向的防碰撞技术有如下：

- 1) 应在轨道吊的下横梁外侧的中间位置安装激光扫描仪，激光扫描仪的扫描范围是轨道吊与车道的之间的白色禁行线范围，任何集卡或是水平运输设备越过白色禁行线靠近轨道吊，都会被激光扫描仪感知扫描到，大车会马上停止。
- 2) 激光扫描仪外壳有防护装置，灵敏度可以调整，系统抗干扰能力，防雨、防雾和防腐蚀性要达到设计标准，满足使用环境。
- 3) 激光扫描仪应采用故障安全设计，以进行安全监测，并应能够在操作期间自动检测扫描仪故障。

38.4.3 相邻两台轨道吊之间的防碰撞技术

- (1) 相邻两台轨道吊在相互靠近时，将根据不同的操作模式采用不同的防碰撞方法。但是不管何种防撞技术，必须满足：轨道吊与相邻的轨道吊相距10米，防撞系统应将大车速度减少为5米/分钟。当两台轨道吊停止时，两台设备缓冲器与缓冲器之间的距离相邻的距离为300mm(最小距离)。
- (2) 在正常作业期间，轨道吊处于自动作业模式或远程手动操作模式，轨道吊间的防碰撞主要通过两台轨道吊间的数据通讯，告知对方各自的大车位置，当相互间的大车位置小于相邻轨道吊间的安全距离时，轨道吊通过各自的PLC系统各自控制大车减速、停车；位置信息错误时也有其他方式保证轨道吊之间不会发生碰撞。
- (3) 在维修状态，轨道吊处于当地手动操作模式时，轨道吊间的防碰撞主要通过安装在该轨道吊上面对相邻轨道吊的轨道吊间防撞探头进行检测，当相互间的大车位置小于相邻轨道吊间的安全距离时，轨道吊通过本机的PLC系统控制大车减速、停车。
- (4) 轨道吊与轨道吊之间的防碰撞应采用故障安全设计，以进行安全监测，并应能够在操作期间自动检测传感器故障。
- (5) 在卖方提供的在远程控制中心使用的GUI软件中，应提供图形化显示，GUI上可以根据需要设置所有轨道吊的上线和下线，GUI画面与ECS有关联互锁设置，

防止正在自动化上线作业轨道吊与已经下箱的轨道吊之间发生碰撞。在GUI上应能够根据人员需要设置工作区和禁行区，禁行区内的轨道吊不能自动化作业，工作区的轨道吊也不能到禁行区作业和跨越禁行区作业。

38.4.4 轨道吊大车运行路径前方的障碍视觉及探测综合防撞技术

- (1) 需具备视觉及探测综合大车防撞系统，可复用视频远程控制系统的摄像机；
- (2) 大车视觉防撞系统需与视频远程控制系统融合，可通过视频远程控制系统监视大车防撞系统的实时画面。
- (3) 对于大车轨道及轨道附近的人或物体应考虑采用探测技术进行识别，能实现3D立体防护且能进行保护区域的设置，在码头有防撞的应用案例以确保当轨道吊大车移动时，轨道附近的人员安全，同时避免大车撞到轨道附近的障碍物。
- (4) 探测器可根据测量范围，使用特制的技术（特定波长、特定频率、特定角度、特定距离、特定结构），准确可靠地测量所需检测范围内是否有障碍物。
- (5) 探测器信号直接接入PLC，采用自动控制技术，对测量到的障碍物和可能发生的碰撞通过输出开关量给出报警。采用“自动”和“人工”控制相结合，并保证任何选择情况下，都可以实现有安全距离的有效停车。
- (6) 系统能够及时发现障碍物，有充分的时间采取动作。
- (7) 系统需采用多级停车功能，避免频繁使用“急停”，造成设备危险和损伤。
- (8) 系统有“提醒”和“自动”功能，在设备高速行走过程中能够有效及时地帮助司机做出反应。
- (9) 系统抗干扰能力，防雨，防雾和防腐蚀性要达到设计标准，满足使用环境。
- (10) 要求视觉及探测综合防撞系统能检测到在轨道吊大车运行路径前方移动或静止的物体的大小要求如下，不能存在盲点：
 - 1) 1.6 米（高）x 0.5 米（宽）
 - 2) 1.6 米（高）x 0.25 米（宽）
 - 3) 0.2 米（高）x 1.6 米（宽）
 - 4) 0.2 米（高）x 0.5 米（宽）
 - 5) 1.0 米（高）x 0.5 米（宽）
 - 6) 1.0 米（高）x 0.3 米（宽）

38.5 识别检测系统

卖方应提供应用于轨道吊自动化运行过程中所涉及的全部目标物的识别检测系统，并能提供3D激光传感器的实时测量数据给自动控制系统，对目标物的检测包括但不限于以下几种：

- (1) 目标物体的智能检测
- (2) 吊具位置检测
- (3) 吊具姿态检测系统
- (4) 集卡防吊起系统
- (5) 最终着箱系统LCS
- (6) 集装箱锁头检测系统

38.5.1 目标物体的智能检测（TDS）

- (1) TDS 是基于3D激光扫描技术的目标物体检测系统，主要的作用是令到小车在自动化作业时，通过实时扫描小车下面的集装箱、水平运输设备和集卡，将这些设备的位置信息传给控制系统，实现对设备的安全保护和对目标物体的精确定位功能。
- (2) 水平运输设备运行在小车下，系统能够扫描轨道吊车道上的水平运输设备位置，判断水平运输设备停车位置是否满足轨道吊装卸集装箱的要求，并能够通过水平运输设备管理系统或人机界面，控制或指示水平运输设备进行前后移动以满足轨道吊装卸要求。
- (3) 系统激光扫描器安装在小车架上，通过沿平行于集装箱车道中心线对水平运输设备扫描测距，实现对轨道吊下全部车道的测距定位。能对轨道吊下全部车道的水平运输设备扫描测距对位，能对单车道测距，进行引导对位和检测。自动判定重载水平运输设备和空载水平运输设备的准确停车位置。
- (4) 吊具的抓箱位置和放箱位置都是基于TOS的信息得出的。3D激光扫描器会准确确定水平运输设备停靠的位置，不论该位置是否符合集装箱安全着箱的要求或吊具抓箱的安全标准。当水平运输设备停靠位置不准确或者不符合调度要求没有停在指定车道上时，扫描系统通过ECS向水平运输设备管理系统发出指令或通过人机界面发出指示。
- (5) 当吊具正确抓箱或集装箱在水平运输上正确放箱后，应给予水平运输设备管理系统发送作业完成信号，水平运输设备在接收到作业完成信号后方可进入下一条作业指令。

- (6) 目标检测系统可实现作业目标箱位置和姿态的定位。利用激光扫描技术，可实现作业目标箱周围箱区轮廓信息的监测和分析。利用与轨道吊 PLC 实时通信，目标检测系统可实现各个运行机构运行状态的实时监测和分析，可自动识别着箱作业工况，并控制吊具下放过程中智能减速，实现软着箱功能。
- (7) 目标物检测定位系统下的任何传感器应当配备天气防护装置或其它类似保护装置以免造成设备损坏。传感器的可靠性需不受极端天气条件如风沙或闪电的影响。该系统的软硬件接口均由卖方负责，室外设备防护等级IP67以上。
- (8) TDS系统应采用故障安全设计，以进行安全监测，并应能够在操作过程中自动检测传感器故障。

38.5.2 吊具位置检测

- (1) 吊具和小车架是柔性连接，吊具的中心位置与小车的中心位置有一定的偏差，投标人需提供整体的吊具位置检测技术，该技术能实现吊具最优轨迹、摇摆和定位实时优化以及自动纠偏等功能，从而使轨道吊系统能精确掌握吊具位置信息，增加设备的操作精度和系统的安全性。

38.5.3 吊具姿态检测系统（SDS）

- (1) SDS是基于光学原理和图像处理技术的检测系统，通过检测安装在吊具上的有源参考目标位置，计算出吊具空间位置和姿态的精确信息，并将这些精确信息发送给控制系统，控制系统进而可以高效的控制吊具快速和准确，保障设备的安全性和提高工作效率。
- (2) 起升需安装吊具检测系统，利用视觉识别技术、结构光测量技术和姿态解算技术，测量吊具在三维空间中的位置和姿态，可用于自动装卸集装箱。
- (3) 在吊具顶部安装结构有源标识，通过视觉传感器采集有源标识的图像信息，利用图像处理和视觉识别技术检测有源标识位置，再利用结构光测量技术和姿态解算技术，获得吊具在三维空间的位置和姿态。
- (4) 技术指标：
 - 1) 测量误差：±20mm（任意箱角，大车或小车方向）
 - 2) 系统初始化时间：≤3min
 - 3) 运行温度：-10° C~+50° C
 - 4) 存储温度：-45° C~+85° C

- 5) 湿度：100%
- 6) 防护等级：室外 IP67
- (5) SDS系统应采用故障安全设计，以进行安全监测，并应能够在操作过程中自动检测传感器故障。

38.5.4 集卡防吊起系统

- (1) 总体要求
 - 1) 集卡防吊起系统需基于激光扫描与机器视觉融合技术，在轨道吊吊箱作业过程中，通过IPC-CLP控制系统实时识别吊具、集装箱、集卡车的实时位置，跟踪集装箱与集卡车相对关系，并根据安全控制策略控制起升机构的移动，实现集卡防吊起功能，避免生产事故的发生，提升集装箱装卸的安全性。同时系统可与CCTV系统无缝衔接，自动切入切出摄像头画面，有助于远控操作人员实时观察确认；与CMS系统互通，系统自身与CMS系统均可进行历史关键信息保留，方便后续追溯。
- (2) 具体技术要求
 - 1) 集卡吊起识别率：100%
 - 2) 系统误报率 $\leq 0.1\%$
 - 3) 防吊集卡轮胎离地保护距离：40cm
 - 4) 激光和视觉可进行深度融合，综合判断后输出控制决策，降低雨雪雾的影响，避免了单一传感器因外界环境影响、功能受限的情况下而导致的误报或系统故障，杜绝出现漏报现象；
 - 5) 摄像头识别算法采用深度学习算法，具备自我学习能力，不断提高识别准确率；
 - 6) 激光与视觉均可以独立自动识别集卡吊起，同时激光和视觉互为冗余，在任一类型传感器无法工作的情况下，另一传感器可作为备份继续工作，不影响整体功能的实现。
 - 7) 视频内容能够同时提过给其他系统整合，在远程操作台能够显示视频画面。
 - 8) 系统还会记录每次集装箱吊起异常的视频，保留天数不少于3个月，以备买方检查和分析。
 - 9) 集卡防吊起系统应采用故障安全设计，以进行安全监测，并应能够在操作过程中自动检测传感器故障。
 - 10) 能够识别各类未解锁状态：单锁连接、2个、3个、4个全锁。

- 11) 可适应各类拖架包括平板、骨架式。
- 12) 支持20尺前箱、20尺后箱、40尺箱、45尺箱等卸箱保护。
- 13) 提供专业运行维护软件：可视化UI，便于买方日常维护，提升系统可用性。
- 14) 防护等级：室外IP67。
- 15) 系统具体方案和配置须经买方认可。
- 16) 卖方需根据码头情况进行调试和安装，并对买方进行免费技术培训。

集卡防吊起系统要求按表7推荐要求，并经买方认可

38.5.5 最终着箱系统LCS

- (1) 最终着箱系统是用于检测轨道吊进行集装箱叠箱后，箱与箱之间是否对齐。
- (2) 通过安装在吊具上四角的单点激光器，在吊具带箱往下放，当前集装箱与下方的集装箱高度距离约为2.5 米~3.2米之间的时候，单点激光开始检测上箱与下箱之间是否对齐，起到辅助叠箱精度的作用。
- (3) 通过此系统可快速准确得知叠箱偏差是否在偏差范围内，如果超出偏差范围(一般为 $\pm 20\text{mm}$)，说明此时箱与箱之间没有对齐，则需要进行吊具微动。如果偏差在 $\pm 20\text{mm}$ 范围之内，则集装箱可以往下摆放。最终完成集装箱的摆放，确保自动化操作摆箱的精度达到要求。
- (4) 集装箱自动叠箱精度要求：
 - 1) 第一层集装箱小车方向和大车方向允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ；
 - 2) 在使用下层集装箱作为参考标志时，小车方向和大车方向允许偏差为 $\pm 35\text{mm}$ ；
 - 3) 以六层箱为标准的整列集装箱允许偏差为 $\pm 80\text{mm}$ ；
 - 4) 第一层集装箱相对轨道中心线偏角小于 $\pm 0.3^\circ$ 。
- (5) 在重箱堆场，小车方向箱间距离400mm，大车方向箱间距400mm。在重/空箱互换堆场，重箱小车方向间距400mm，大车方向间距700mm；空箱小车方向密堆，大车方向箱间距700mm。在空箱堆场，小车方向以密堆形式放箱，大车方向间与间之间距离 700mm。

38.5.6 集装箱锁头检测系统

- (1) 集装箱从货船上卸下进入堆场区域时，可能会因工作人员的失误，导致集装箱底部锁头未被拆卸，为避免因集装箱带着锁头进入堆场摆箱时产生的安全隐患，防止安全意外的发生，卖方应为每台轨道吊提供集装箱锁头检测系统。

- (2) 当轨道吊把集装箱从水平运输设备上吊起时，利用安装在车道侧的4台网络高清摄像机和安装在电气房内箱锁未解检测分析仪对箱锁未解进行检测分析。集装箱锁头检测系统通过与PLC的交互接口，可以与作业任务关联，将箱锁未解信号发送给PLC系统。如检测到锁头存在，发出报警信号，提示工作人员和操作员进行二次确认并保存最可信的照片。
- (3) 集装箱锁头检测系统应能识别吊具下的集装箱组合类型有以下几种：
 - 1) 1个20尺集装箱
 - 2) 1个40尺集装箱
 - 3) 1个45尺集装箱
- (4) 识别率、性能和校验功能要求：
 - 1) 系统能抓拍并识别集装箱底部四个箱角的锁头
 - 2) 系统对锁头的识别率平均达到95%
 - 3) 系统识别响应时间为2秒
 - 4) 系统适应白天、夜晚、雨天、雾天等作业环境

集装箱锁头检测系统选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

38.6 视频监控系统

38.6.1 总体要求

- (1) 视频监控系统安装于轨道吊上，监控所有操作中重要的视角和操作员通过远程操作台作业时的轨道吊周围环境。视频监控系统需配备系统冗余，需要在轨道吊上各个位置安装充足数量的摄像头，借助于该系统采集各项实时画面并同步传送至远程操作台显示屏，来帮助操作员实现全方位、全天候的视频监控，从而使得操作员可以高效、安全的对轨道吊实现远程操作。
- (2) 轨道吊司机远控室主画面应配置全景画面，利用轨道吊上方多个合适位置摄像机，以一张实时视频图像（不允许出现畸变图像，比如使用大广角摄像头、全景摄像头导致画面出现畸变等），实现对轨道吊下方实现360°全方位覆盖（覆盖范围包括横梁下方集装箱堆放区域、大车外侧、大车前方、大车后方等区域），让司机能够以最短的时间，以俯视的视角，清楚地观察轨道吊作业区域整体情况，保证作业安全，提高作业效率。要求采集现场画面至远程操作台显示屏上（画面如下图），图像流畅、无畸变。
- (3) 视频监控系统视频管理软件应采用分布式无中心架构，无中心存储和流媒

体转发服务器，从系统架构上有效杜绝系统性宕机事故，保证整个系统的高稳定性和高可靠性，满足港口 7*24 不间断作业的应用需求。系统配置服务器宕机时，不影响正常作业。单台操作主机故障时，其他操作主机可自动接管故障主机的作业任务。系统软件可根据项目需求快速定制开发新功能或新接口。

- (4) 视频监控系统应具有按需取流的功能，监控画面根据轨道吊自动化系统的状态自动切换显示，以达到节省视频传输所占用带宽的作用。
- (5) 视频监控系统视频管理软件可适配 5G 通信传输系统，具有以 5G 为通信传输系统的远控项目应用案例。
- (6) 远程操作中心支持N:M远程操控，可实现N个操控席位对应M台轨道吊，操控席位可任意切换控制任一轨道吊进行远程控制作业。操作台显示器能够自动进行视频显示切换。全程作业操作中可及时、清晰地监视作业面及周围工作环境，并通过软件平台的实时分析、处理，实现PLC与视频的联动。操作台画面显示可按客户要求组合配置。监控画面显示与现场实际事件发生时间差小于280ms。
- (7) 前端摄像头、门禁、广播和传感器等设备，后端服务器、虚拟机等设备需接入IP设备智能监测系统，与远控系统充分融合，提供基于港机三维模型的网络设备状态显示、设备故障时可进行报警，便于码头的日常维护工作。
- (8) 轨道吊需配置登机口门禁系统与广播系统，需与视频监控系统充分融合，并可进行系统联动。
- (9) 轨道吊需配置大车视觉防撞系统，需与视频监控系统充分融合，并可进行系统联动。
- (10) 轨道吊上所有的摄像头安装位置处应设有维修平台，便于日后清洁维护，无法加装维修平台的摄像头应安装在便于维修的位置，所有摄像头均无需借助登高设备可维护。

38.6.2 摄像机要求

- (1) 配置的摄像头应确保捕捉的画面清晰，并且能正确聚焦目标物体；作业中，主摄像头应根据吊具起升位置自动调焦变焦，以使司机得到实时最清晰的作业影像。摄像头真实像素不低于200万，分辨率不低于1080P，拍摄延时不超过200ms。

摄像头品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

- (2) 所有摄像头应能在集装箱码头环境下正常工作，并且达到工业使用级别，外观小巧并适用于室外场景拍摄，安装位置要易于维护。摄像头应有防水、防油污保护措施并易于清洁。摄像头应具备较高的防震性能，避免冲击或磕碰导致的摄像头损坏或掉落。摄像头应具备较强的抗干扰能力。摄像头在强光下回传的画面要清晰稳定。
- (3) 吊具摄像机应专为港口港机吊具特定场景定制，采用高清 1080P 广角镜头，镜头支持宽动态范围，整机不锈钢材质，具有防尘、防雨雪、防盐雾、抗冲击和抗震性，线缆应采用航插接口，便于快速安装和更换，适应室外恶劣环境。摄像机应能简单快捷调节角度。摄像机应自适应网络配置，无需配置 IP 地址，方便备用吊具的更换。
- (4) 整套系统需包括固定焦距半球机、可变焦的枪机、球型摄像机、关键位置的摄像机分辨率不低于1080p，确保捕捉的画面清晰，并且能正确聚焦目标物体，小车架的可变焦摄像机具有根据吊具起升位置自动对焦功能并提供与PLC控制接口，作业中主摄像机画面能自动跟随系统实现摄像机适当的自动调焦变焦控制操作，以实现画面缩放的自动跟随功能，以使操作员得到实时最清晰的作业影像。视频监控系统可与PLC联动，实现画面自动切换功能。
- (5) 归属远控和维修的摄像机应为坚固可靠的工业摄像机，具有夜视功能，适合港口机械中各种天气及恶劣工况环境的使用，防护等级不低于IP68。摄像机工作温度范围-20° C—+60° C；，能满足设备的震动环境，
- (6) 全部摄像机电缆应为带屏蔽、防紫外线、耐盐雾和油污等规格型号品牌。除远程控制台上提供有远程视频监控系统外，电气房应配备一台工作站（不小于15寸显示器）。远控操作台上安装有嵌入式控制键盘，用于可实现手动控制所有摄像机画面的切换和观察。

38.6.3 摄像机布置

序号	安装位置	数量(台)	相机类型	作用	用途
1	小车架中心线前后侧	2	枪机	监视轨道吊小车下方情况，根据吊具的运行高度信息，自动调整焦距	远控
2	小车检修框架	1	广角半球	监控小车架上方状况	远控/维修

3	小车电动锚定	2	固定式摄像头	监视小车锚定状态	远控/ 维修
4	登机口	1	固定式摄像头	监视登机口状况	远控/ 维修
5	海侧悬臂下方左右	2	球机	监控车道前后侧车道整体状况	远控
6	陆侧悬臂下方左右	2	球机	监控车道前后侧车道整体状况	远控
7	大车电缆卷筒上方	1	广角半球	监视电缆卷筒状况	维修
8	电气房内	1	mini球机	监视电气房内状况	维修
9	高压房内	1	mini 球机	监视高压房内状况	维修
10	大车电动锚定器	2	固定式摄像头	监视大车锚定状态	远控/ 维修
11	大车海侧支腿上方	2	固定式摄像头	监视海侧大车轨道行走	远控
12	大车陆侧支腿上方	2	固定式摄像头	监视陆侧大车轨道行走	远控
13	吊具	4	针孔相机	监视吊具锁箱状况	远控

注：归属远控（生产）类的摄像机统一接入买方生产网络，归属维修的摄像机需连入买方安防网，两种摄像机在本地NVR存储时间不少于3个月。

序号	安装位置	数量 (台)	相机类型	作用	用途
1	海侧悬臂上方	1	球型 360° 旋转程 调焦摄像机	监控水平运输设备与轨道 吊海侧作业交互	安防
2	陆侧悬臂上方	1	球型 360° 旋转远 程调焦摄像机	监控水平运输设备与轨道 吊陆侧作业交互	安防

注：归属安防类的摄像机统一接入买方安防网络，视频流存入安防存储，存储时间不少于3个月。

序号	安装位置	数量 (台)	相机类型	作用	用途
----	------	-----------	------	----	----

1	海侧下横梁侧面	4	球型 360° 旋转 远程调焦摄像机	海侧车道智能理货抓拍	智能理 货
2	陆侧下横梁侧面	4	球型 360° 旋转 远程调焦摄像机	陆侧车道智能理货抓拍	智能理 货

38.6.4 视频监控系统具体要求

- (1) 远程操作中心内每个操作台上配置1台工作站（支持不低于六路显示输出和双千兆网卡，正版 Windows 操作系统，远程控制视频软件）及3台27寸超窄边液晶显示器和显示器支架。支持多个镜头同时在同一个屏幕回播。
- (2) 视频远程控制系统应具有或满足如下功能和性能：
 - 1) 视频远程控制系统支持在系统内直接配置、调取和导出 NVR 录像回放；
 - 2) 视频远程控制系统支持切屏方案灵活自定义，切屏规则设置须有清晰明了的图形化引导设置，不能采用文本配置的方式；
 - 3) 视频远程控制系统内支持PLC接口地址修改；
 - 4) 视频远程控制系统须有详细的日志系统；
 - 5) 视频远程控制系统应具备权限管理机制，并支持账户和权限灵活修改，支持账户登录后仅显示权限允许的内容；
 - 6) 当网络内相机掉线时，视频远程控制系统须在 2 秒内报警（相机数目大于150台的规模条件下）；
 - 7) 视频远程控制系统支持最多4台显示器输出，可以灵活切换、调整屏幕显示内容；
 - 8) 视频远程控制系统须根据中央PLC指令自动切换远控锁定的轨道吊；
 - 9) 视频远程控制系统与PLC通讯轮询间隔应小于50ms；
 - 10) 视频远程控制系统应采取模块化设计，以确保单个摄像系统设备的故障不会导致整个视频远程控制系统的故障及起重机故障。
 - 11) 视频远程控制系统应能提供至少在过去7天内的原始帧速率和分辨率的自动视频记录功能。录制的视频应可通过远程控制中心的网络访问和检索，而不影响起重机的运行性能。视频时钟必须与TOS同步，并在触发紧急停止起重机或ROS 时记录事件发生前三十（30）秒的视频图像。录制的视频应显示准确的日期和时间，供买方追踪。视频文件应为通用格式，可通过通用媒体播放器工具

轻松打开。

- 12) 视频远程控制系统软件需配置简单，单操作台配置内容可以一键复制。
- 13) 视频远程控制系统软件需支持远程一键升级。
- 14) 视频远程控制系统软件需配置集群功能，操作台之间具有备份功能，当某操作台故障时，其他操作台可接管故障操作台的工作。
- 15) 视频监控系统的软硬件接口及安装于集控机房的服务器均由卖方负责。

视频监控系统及摄像机选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

38.7 3D集卡对位系统

38.7.1 总体要求

- (1) 通过3D激光扫描实现对轨道吊海、陆侧悬臂下车道作业的空载和重载集卡精确定位，并依靠配置的IPC-3D 控制器，根据作业类型及时提示集卡司机调整停靠位置，实现集卡前后快速对位，做到集卡预先准确停在起吊位置；同时可以将拖车及集装箱姿态位置提供给轨道吊电控系统，协助自动化系统进行小车自动行走及吊具位置、姿态调整。

38.7.2 具体技术要求如下

- (1) 系统检测距离：40m
- (2) 集卡定位精度（大车方向）：±80mm（大车方向）；
- (3) 集卡定位精度（小车方向）：±100mm（小车方向）
- (4) 集卡车偏角检测精度：0.5 度
- (5) 应支持双方向的集卡引导对位；
- (6) 可自动判断集卡作业类型，并确定集卡的准确停车位置；
- (7) 应提供集卡停车位置，以便于引导小车行驶停止；
- (8) 应提供集卡停车偏角信息，以便于引导吊具姿态调整；
- (9) 应能实现对 45ft、40ft、20ft 集装箱装车和卸车的对位；
- (10) 应具有防砸车头功能，在集卡车未行到位时，系统自动控制吊具停在安全高度，禁止继续下放，防止砸车头事故，等集卡行驶到位后，吊具允许下放；
- (11) 应提供专业运行维护软件：可视化 UI，便于用户日常维护，提升系统可用性；
- (12) 目标物检测系统能够扫描轨道吊轨内车道上的集卡位置，系统需提供显示设备，在司机视野范围内(可视距离不小于 20m)清晰地显示车辆位置信息，以便操作员将车停在指定的位置。

- (13) 系统通过沿平行于集装箱车道中心线对集装箱及集卡平板车顶面扫描测距，实现对轨道吊下车道的测距定位：
- 1) 安装集卡位置显示屏（安装位置卖方提供，买方确认），能显示车道号数字、集卡与标准位置的距离数字、红绿灯、箭头、闪烁。
 - 2) 集卡对位系统下的任何传感器应当配备天气防护装置或其它类似保护装置以免造成设备损坏。传感器的可靠性需不受极端天气条件如风沙或闪电的影响。
 - 3) 集卡对位系统应采用故障安全设计，以进行安全监测，并应能够在操作过程中自动检测传感器故障，并且在远程操作站上显示。
 - 4) 集卡对位系统的软硬件接口均由卖方负责，室外设备防护等级IP67以上。集卡对位系统的扫描仪安装位置，应考虑设备维护的便利性和安全性，必要时应加装维修平台和防护围栏。

3D集卡对位系统及摄像机选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

38.8 登机门禁系统

- (1) 提供单机登机口门禁系统，具备刷卡或人脸识别登陆、登出功能从而使司机对港机单机登机进行控制。登机口设置人脸兼容刷卡识别方式，其他门禁位置和识别方式由卖方同买方确认。应配置单机门禁控制系统联动模块及软件功能，包含上位机客户端，具备远程办公室系统管理功能，方便码头用户的维护和管理。该门禁系统能够与买方码头所使用的自动化围网系统兼容，具备系统数据对接。
- (2) 当设备需要人员进入时，人员在登机口处通过刷卡或者人脸扫描进行身份认证后允许进入，同时设备进行安全连锁控制。
- (3) 门禁系统需能统计港机上滞留人数，联动港机远控系统，机上有人员滞留时不能进行自动化作业。
- (4) 门禁系统设备需接入 IP 设备智能监测系统，通过 IP 设备智能监测系统 进行故障报警和故障诊断，方便码头客户运维。
- (5) 该门禁系统具备独立服务器，可跟电控或指定数据库实时通讯交互，建立互锁机制保障人员和设备安全，交互内容以日志形式保存在指定位置。可与中控管理中心远程实时通讯，人员进出情况对应各区域门禁实时显示并做日志记录，相关信息可做目视化管理。
- (6) 登机口设置大型交互显示屏，可实时显示登机人员信息、已登机人数、当

前设备工作状态（工作/检修/清洁等），同时需要显示在远控中心的监控设备界面/显示屏等。

- (7) 门禁系统应具备独立软件，界面友好，实时显示进出人脸图像及视频，针对不同位置（登机口/小车架等）做标记提示，可根据买方要求做二次开发，可远程进行系统更新、故障反馈、故障诊断等。
- (8) 系统产品均要求为工业级产品，充分考虑户外防水防尘（IP66以上）、抗7级大风、抗强烈震动、防盐雾腐蚀和防UV老化等因素。
- (9) 有效人员识别身份后应由门禁系统反馈给上级系统或管理人员，上级系统或管理人员判断具备停机或其他准入条件后，方可开门。
- (10) 门禁配套门锁材质为 304 及以上不锈钢，最大拉力满足 500KG（600Lbs）直线拉力，具备断电开锁功能，同时还应具备应急进出门装置，紧急特殊情况（包括本地单机和中控通讯失败、门禁故障等）下可远程强制开门或现场手动强制开门。
- (11) 轨道吊登机门禁刷卡识别设备能兼容识别买方码头员工卡，可对买方码头员工卡进行读取、管理、授权和刷卡登机等功能。

门禁系统要求按表7推荐要求，并经买方认可。

38.9 安全联锁

- (1) 轨道吊远程操作及自动化系统应提供足够的联锁装置和安全装置，以确保操作安全。
- (2) 安全联锁装置的设计应具有故障安全和自检功能，包括起升、小车、和大车移动的所有关键传感器。
- (3) 远程操作台及其触摸屏显示画面应提供实时状态。
- (4) 触摸屏的事件列表应包括但不限于所有安全、联锁、故障、警告和其他一般事件，以便对每个事件进行明确分类。
- (5) 卖方可提出每种分类的定义，以下分类作为一般指南：
 - 1) 安全---安全相关事件，如紧急停止按钮。
 - 2) 联锁---联锁状态信息，以防止特定功能的操作，例如防碰撞避免，以防止大车进一步移动。
 - 3) 警告---可能采取措施防止严重程度增加的较低严重性事件，如检测到相邻起重机可能会将大车运动限制在一定速度。

- 4) 故障---更严重的事件，需要联系维护人员并解决，例如起重驱动过电流保护。
- 5) 常规---通知当前起重机状态信息的事件，例如从 TOS 接收与水平运输设备区内作业或起重机的状态更改。
- (6) 在设计阶段，应提供一般事件清单供买方审查。
- (7) 一般事件列表应为 Microsoft Excel 创建的列表，包含但不限于以下信息：
 - 1) 事件代码编号
 - 2) 简要说明
 - 3) 详细说明
 - 4) 事件类型
 - 5) 严重程度
 - 6) 事件状态
 - 7) 检测/激活逻辑
 - 8) 事件补救方法
 - 9) 蜂鸣器功能
- (8) 联锁和故障的软件逻辑应具有内置旁路，可用于临时旁路。该旁路应为每个联锁和每个故障的单独旁路。该旁路的激活应在系统设计内具有受限的访问权限，并且旁路的激活应随后激活一个警告事件，以指示特定旁路被激活，并应在操作期间予以注意。
- (9) 事件应记录并显示在所有相关远程操作台及其触摸屏。适当数量的过去事件也应显示在相同的位置，以便于故障排除。

38.10 IP设备智能监测系统具体要求

- (1) IP设备智能监测系统可实现码头范围内轨道吊的出勤未出勤状态显示，设备状态信息与港机出勤状态相关联。
- (2) IP 设备智能监测系统需支持网络拓扑自动生成，需进行基于港机的网络管理，和网络状态统计。
- (3) IP设备智能监测系统融合自动化码头和港机的各种网络设备、服务器及传感设备，统一图形化地实时展示整个系统的网络拓扑结构及所有设备的工作状态。需提供基于港机三维模型的网络设备状态显示功能。
- (4) 支持移动终端设备上运行，可以有效满足用户可视化、智能化、自动化的

网络设备管理需求。

- (5) 支持设备资产管理、网络安全管理。具备生成各种报表的功能，方便码头运维，提升运维管理效率。
- (6) 支持告警管理。网络拓扑结构图中的图元和数据链路应能够简单展示告警提示，可与现场报警设备配合，实现SOS告警功能。

IP 设备智能监测系统选型及品牌要求按表7推荐要求，并经买方认可。

39. 轨道吊的远程操作、自动化控制系统

39.1 总述

- 39.1.1 卖方应提供安全可靠、功能完善的轨道吊远程操作系统，实现买方可在办公大楼内的远程控制中心对轨道吊进行远程操作，完成货物从水平运输设备到集装箱堆箱区、集装箱堆箱区到水平运输设备的堆场垂直装卸。系统设计须避免出现单点故障而导致系统全面瘫痪。
- 39.1.2 卖方应提供安全可靠、功能完善的轨道吊自动化控制系统（ECS），轨道吊自动化控制系统（ECS）要与TOS进行交互，TOS 可以将指令发送给轨道吊自动化控制系统（ECS）并获得有效的执行，轨道吊自动化控制系统（ECS）能将其执行的状况反馈至TOS。ECS根据TOS的作业任务，自动分派操作资源和操作设备，管理和控制轨道吊自动完成货物从水平运输设备到集装箱堆箱区、集装箱堆箱区到水平运输设备的堆场垂直装卸。
- 39.1.3 轨道吊能够根据指令自动执行在集装箱堆重箱区进行堆内翻箱和摆箱，和箱区内跨贝位的大车自动行走。轨道吊在自动化运行时切换成远程手动操控、或者是远程手动操控切换成自动化运行，须保持运行机构的动作连贯性及稳定性。
- 39.1.4 在集装箱堆重箱区堆内翻箱和摆箱过程中，吊具运作模式应能够供买方进行选择，模式包含以下两种：大门框模式，即起升升到最高才能移动小车；小门框模式，即吊具或带箱的底部高度高于堆场区域内堆栈最高的集装箱高度再加上0.5米的安全距离。
- 39.1.5 轨道吊支持重箱堆放操作和空箱堆放（密堆）操作两种模式。要求在系统做简单设置，便可以快速转换重箱堆放自动操作或空箱堆放（密堆）自动操作模式。不用在轨道吊自动化系统或堆场重新标定、调校。

39.1.6 轨道吊自动化控制系统支持进行跨箱区（过河）作业和水平运输设备混行作业。

39.1.7 轨道吊支持在箱区内空箱跨贝位翻箱作业。

39.1.8 自动化系统同主电控系统一致。

39.2 轨道吊的运行和操作模式

轨道吊可根据每个作业阶段的状态、要求在不同阶段选择不同的操作方式，包括但不限于自动化运行模式、远控操作模式、应急本地操作模式。

39.2.1 轨道吊的自动化运行模式

TOS给出任务指令，再通过轨道吊自动化控制系统实现自动运行，在确保起重机安全的前提下，按效率最佳的原则发出作业指令给轨道吊；轨道吊根据指令优化每台小车的起升、小车的作业路径，设定运行路径，从而进一步优化作业效率，然后自动控制各机构执行作业；在轨道吊自动作业过程中，远程手动操作和本地手动操作均不被激活，一旦激活，就对轨道吊的动作进行接管。

(1) 全自动模式：

- 1) 轨道吊在集装箱堆箱区与水平运输设备之间进行集装箱装卸操作，正常作业模式为全自动模式。
- 2) 轨道吊自动根据指令在箱区贝位内走大车，和进行重箱区贝位内翻箱操作。
- 3) 仅安全高度下对外集卡进行收箱或出箱操作，以及在空箱区的安全高度下，才由远程操作员人手介入，完成最后的操作。
- 4) 当从内集卡上自动抓箱时，轨道吊还需要有自动对齐箱角的技术，确保吊具与箱子对齐。
- 5) 当往内集卡上放箱时，轨道吊应该可以发现内集卡上标记，以判断是否可在指定位置交接箱，放箱完成后，吊具上升至安全位置，执行下一指令。
- 6) 只有在以下两种情况时采用远程人工操控模式：一是自动模式出现故障（如从内集卡上3次抓箱失败，扫描失效和信息丢失），二是远程控制室决定使用轨道吊远程操控模式；

39.2.2 轨道吊远程操控模式

- (1) 在自动化码头中央控制室内设有轨道吊远程操控台。操控台上设有必要的监控屏、指示灯和开关、按钮等装置，对起重机进行远程操作和监控，监视屏显示的内容至少应包括：自动化运行及远程操控所需的各路视频图像、设备状态、调度系统/TOS。

- (2) 当远程操作员确认各设备正常后, 将对应轨道吊激活, 此时上述设备进入远程自动操作等待状态, 随时等待设备调度系统分配作业任务启动作业; 同时, 远程操作台可实现正常操作和切换至维修操作模式。当轨道吊被一台远程操作台远程控制后, 其它远程操作台不能介入旁越操作。
- (3) 轨道吊的作业任务查询、修改, 当前所处作业流程的节点跟踪: 中央控制室内设有设备调度系统服务器终端, 可连接码头的设备调度系统, 远程操作员可通过终端显示器向设备调度系统申请检查当前的作业任务号、作业车辆信息、任务集装箱信息等, 跟踪当前任务的节点完成状态, 并可通过此终端申请修改、取消异常的作业任务等; 本地模式以及远控模式作业信息均可通过调度系统查询到相关信息;
- (4) 操作台上设有轨道吊的起升、小车、大车、吊具及其他辅助设备的远程操作手柄、按钮, 及对应轨道吊的选择按钮, 操作人员可通过操作这些手柄开关对轨道吊进行远程操控;
- (5) 轨道吊的运行状态指示及故障报警: 操控台上设有状态指示灯、可触摸式故障显示器、故障蜂鸣器等指示元件, 可检索相关的设备运行状态、故障情况, 及报警。
- (6) 在操作台应设有操作选择开关, 程序应设置有完善的机构安全联锁装置, 确保不会出现误操作的安全隐患发生。

39.2.3 轨道吊的应急本地操作模式

- (1) 当轨道吊遇到故障或意外时, 应采用应急本地手动操作方式。
- (2) 当轨道吊处于维修状态时, 应采用应急本地手动操作方式。
- (3) 当轨道吊需要处理特种箱且远程操作有困难时应采用应急本地手动操作方式。

39.2.4 轨道吊的操作区域

39.2.4.1 悬臂区域作业

- (1) 悬臂区域作业模式分为收箱作业和出箱作业。
- (2) 收箱作业
 - 1) 全自动化的收箱作业
 - ①轨道吊得到作业任务, 走大车之前会自动走小车至泊车位。大车自动移动到目标贝位。
 - ②对外集卡收箱作业, 大车移动停止后, 自动识别车牌号、箱号、集卡对位等

信息，自动下降吊具到安全高度，轨道吊远程操作系统会自动分配一张操作台，台面上的“ROS 连接按钮”会一直闪烁，提醒操作员需要手动介入，手动完成抓箱并起升吊具到安全高度，操作员按下“ROS 释放按钮”之后，吊具会自动起升到安全位置位置后，会根据作业任务，自动将集装箱摆放到重箱区贝位内的目标排位。放箱后起升会升到安全位置，等候下一个工作指令。

③对内集卡收箱作业，大车移动停止后，自动识别车牌号、箱号、集卡对位等信息确认之后吊具会自动下降抓箱，吊具会自动起升到安全位置位置后，会根据作业任务，自动将集装箱摆放到重箱区贝位内的目标排位。放箱后起升会升到安全位置，等候下一个工作指令。

④在空箱区收箱作业，轨道吊箱区内吊具自动下降到安全高度，由操作员远程操控完成放箱和起升到安全高度。

2) 手动收箱作业

①在TOS发送作业给轨道吊的情况下，远程操作员全程手动完成收箱作业，不需要在操作台触摸屏确认生产任务完成情况，轨道吊系统可以自动将完成情况发送给TOS。

(3) 出箱作业

1) 全自动化的出箱作业

①轨道吊得到作业任务，走大车之前会自动走小车至泊车位。大车自动移动到目标贝位。

②大车移动停止后，会自动识别车牌号、箱号、集卡对位等信息，确认后轨道吊会根据作业任务，自动在重箱区贝内进行翻箱作业(全程不需要远程操作员介入)，直到将目标集装箱提取后，吊具带箱升到最高，自动走小车到车道中间上方。

③对外集卡出箱作业，吊具自动下降到安全高度上停止，轨道吊远程操作系统会自动分配一张操作台，台面上的“ROS 连接按钮”一直闪烁，提醒操作员需要手动介入。远程操作员按下“ROS 连接按钮”，接手由操作台远控操作目标轨道吊，确认集卡车牌号、集装箱箱号都正常后，操作员手动完成放箱，然后手动操作吊具起升。起升到安全高度上后，操作台上的“ROS 释放按钮”持续闪烁，提醒操作员将轨道吊从 ROS 桌面释放，操作员按“ROS 释放按钮”后，轨道吊将自动继续起升到最高，等待下一个工作任务。

- ④对内集卡出箱作业，吊具自动下降放下集装箱到车架上，完成后起升会升到最高，等候下一个工作指令。
- ⑤在空箱区出箱作业，轨道吊箱区内吊具自动下降到安全高度，由操作员远程操控完成抓箱和起升到安全高度。

2) 手动出箱作业流程

在TOS发送作业给轨道吊的情况下，远程操作员全程手动完成出箱作业，不需要在操作台触摸屏确认生产任务完成情况，轨道吊系统可以自动将完成情况发送给TOS。

39.2.4.2 跨距内作业

- (1) 轨道吊跨距内操作模式主要为自动翻箱模式，轨道吊根据TOS经由ECS给出的生产任务指令，轨道吊自动控制各机构完成翻箱操作，并把完成情况反馈给ECS，全程不需要远程操作员介入。
- (2) 轨道吊跨距内操作模式有手动翻箱模式，在TOS发送作业给轨道吊的情况下，远程操作员全程手动完成翻箱作业，不需要在操作台触摸屏确认生产任务完成情况，轨道吊系统可以自动将完成情况发送给TOS。

39.3 远程操作台

远程操作台应按人机工程学原理进行设计，使在远程操作的人员有舒适的环境，并能实时响应轨道吊上的一切工况。远程操作台须参照附件二标准进行设计。

39.3.1 远程操作台(ROS)

- (1) 本项目总共配备5张远程操作台，实现任意一个远程操作台可以控制本项目提供的任意一台轨道吊。每套远程操作台应由显示屏、操作手柄、控制开关、状态显示触摸屏（本项目所涉及的故障显示屏应统一选用同一种型号，包括远程操作台上的故障屏）、生产管理系统、内部通讯系统、司机座椅、紧停、电源插座、USB 充电装置以及其它必须的配件（不限于以上项目）。
- (2) 操作台上配置合理数量、合适尺寸和画质的显示器（不少于 3 个），显示屏可显示所有必需的操作所需信息，包括现场实时图像，起升的状态，小车、俯仰、大车行进状态和所有远程操作中需要用到的重要信息。与作业有关的主画面要求自动切换。
- (3) 卖方需递交远程操作站的配置设计方案和具体的画面分割显示方案，由买方

进行确认。

- (4) 所有远程操作台中的报错，都应反应在远程操作系统中。
- (5) 远程操作台采用可调节高度的操作台面，操作台面板和显示器面板应可单独分开升降。远程操作台要结实牢靠，不能晃动，主台面升降负荷大于 150Kg。面板要求采用高强度复合阻燃材料通过模压成型（非板材拼接）。台面下采用绝缘防护罩对安装器件和线缆进行保护，并且拆卸轻便。台面背面的电源线、通信线、控制线等电缆采用专用防护罩可靠保护，不外露。台底部要有足够的空间至少 1m，有搁脚防护杆。
- (6) 操作台具备电动升降功能，操作控制器应使用灵活、位置准确。操作台布置由卖方根据实际工况设计安装，保证操作员操作方便，两侧有防护板，遮挡内部箱体，使操作台更美观。操作台布置方案需提交买方认可。
- (7) 远程操作台应具备安全登录连锁，通过许可程序来确认远程操作人员身份，需具备刷卡或人脸识别登陆、注销功能，并确定是否准予操作，不仅包含人员身份准入，也包含设备是否允许远程操控。
- (8) 操作台的设备控制装置，考虑操作台的简洁，操作台上的控制装置包括但不限于：
 - 1) 吊具回零带灯
 - 2) 吊具泵合带灯
 - 3) 通用旁路带灯
 - 4) 着箱旁路带灯
 - 5) 20英尺带灯
 - 6) 40英尺带灯
 - 7) 45英尺带灯
 - 8) 吊具双箱带灯
 - 9) 小车手柄
 - 10) 吊具倾转小手柄带灯
 - 11) 海侧导板选中带灯
 - 12) 陆侧导板选中带灯
 - 13) 左侧导板选中带灯
 - 14) 右侧导板选中带灯

- 15) 开锁带灯
- 16) 闭锁带灯
- 17) 着箱带灯
- 18) 吊具模式
- 19) 变频器选择
- 20) 起升大车手柄
- 21) 导板选择小手柄
- 22) 试灯
- 23) 夹轮器开/断带灯
- 24) 电动铁楔收/放带灯
- 25) 控制合带灯
- 26) 故障复位带灯
- 27) 控制断带灯
- 28) 通话（在系统上变成虚拟按钮，减少操作台上的硬件设备）
- 29) 紧停按钮
- 30) 备用

39.3.2 辅助控制装置（包括吊具控制屏）

- (1) 辅助控制装置布置将由卖方根据实际工况设计安装，要便于操作员观察和操作。辅助控制装置包括但不限于：
 - 1) 各主要部位室内和室外灯光控制装置；
 - 2) 安装在操作员方便可及处的话筒柔性架；
 - 3) 预留高频电话架的安装位置；
 - 4) 预留无线终端装置的位置；
 - 5) 手持式或头戴耳机式对讲机和配置相应的电源支架。

39.3.3 座椅

- (1) 操作室配有高度、前后距离、后靠背角度可调节的舒适椅子，座椅覆以透气防滑材料。

39.3.4 其它

- (1) 在操作台的前方高于操作者正常视线处安装具有防震措施的管理系统显示屏，显示内容包括不限于起重机运行状态及故障内容、显示堆场信息、作

业范围的显示、风速显示、重量显示、高度显示、大车位置显示、小车位置显示及卖方认为有必要的其他信息。

(2) 卖方应提供支持轨道吊自动化、远程操控的信息化软、硬件及系统方案，方案需经买方确认。方案应包括但不限于以下各项：

- 1) 系统架构图；
- 2) 每工位的网络通信带宽；
- 3) 每工位的操控台尺寸、重量；
- 4) 每工位的用电量；
- 5) 信息化设备的配置参数；

39.4 轨道吊自动化控制系统（ECS）

39.4.1 轨道吊自动化控制系统（ECS）能接收来自 TOS（或调度系统）的任务，并把任务执行情况反馈给 TOS（或调度系统）。轨道吊自动化控制系统（ECS）可以根据 TOS（或调度系统）提供的集装箱装载数据，建立箱区贝位模型。作业中根据 TOS 的数据与实时扫描的结果进行比对，并自动计算最优作业路径，如有比对异常做出告警提示，并要求人工进行核对调整。支持未执行或正在执行的任务的修改更新。

39.4.2 轨道吊自动化控制系统（ECS）通过和码头水平运输管理系统以及 TOS 系统的交互（智能理货相关信息也可以都从 TOS 中获取），完成从 TOS 装卸任务到轨道吊自动化控制系统指令的转换，并根据轨道吊设备实时状态以及水平运输设备到达情况，实时分配水平运输设备作业车道，控制指令的连续执行，实现轨道吊的自动化作业。

39.4.3 系统能接收 TOS 系统提供的装卸任务（任务信息包括车牌号、集装箱箱号、集装箱尺寸、集装箱类型、集装箱箱位等）。在装卸过程中，OCR 系统识别到的车牌号、箱号如与任务信息中的箱号不一致，OCR 系统需做出告警提示，并和 TOS 交互错误信息，提供合适的异常处理机制。

39.4.4 装卸作业除因安全原因在着箱开闭锁等需要人工介入外，其他过程均可在 TOS 指令下自动完成。

39.4.5 轨道吊自动化控制系统（ECS）及轨道吊单机控制系统需能接收 TOS 系统提供的箱区装载数据，建立箱区模型。作业中实时根据箱区装载的数据与堆栈扫描系统的结果进行比对，并自动计算最优作业路径，如有比对异常做出告警提示，并要

求人工进行核对调整。

39.4.6 装卸作业除因安全原因在着箱开闭锁需要人工介入外，其他过程均可在 TOS 指令下自动完成。

39.4.7 轨道吊自动化控制系统（ECS）还需具备以下功能要求：

- (1) 可以和水平运输管理系统实现链接，确保集装箱在水平运输设备与轨道吊之间交互时，水平运输设备和轨道吊精准对齐、位置可靠锁定（小车微调范围内由小车调整，非小车微调范围内则由水平运输设备调整）。
- (2) 能处理通信中断情况，能够保留还原点，等通信恢复后，继续执行指令。
- (3) 须支持 20 英尺、40 英尺、45 尺集装箱的装卸。
- (4) 须能记录轨道吊的技术状况以及出现的故障和错误情况，便于买方及时处理和统计。
- (5) 须支持轨道吊的全自动化作业和手动作业：
 - 1) 对水平运输设备全自动化作业
 - 2) 对水平运输设备手动作业
- (6) 如有其它买方认为需要的功能，由双方协商解决，费用含在报价内。

39.5 远程操控系统

39.5.1 总体要求

卖方应为每台轨道吊提供远程操作系统。一般而言，远程操作系统应提供但不限于以下功能：

- (1) 远程操作系统应包含常规起重机和前面章节的自动化所有功能和要求。
- (2) 远程操作系统应能与自动化系统无缝连接和工作。
- (3) 远程操作系统应能进行全自动化和手动操作。
- (4) 应为远程操作人员提供准确可靠的信息，以便快速准确地做出决定。
- (5) 远程操作站（ROS）的设计应直观易用，易于学习。
- (6) 轨道吊跨距内操作区域应在无需操作员控制的情况下进行全自动化操作。
- (7) 轨道吊悬臂区域进行集装箱装载/卸载，外集卡安全高度下的最终定位仅由远程操作员执行。
- (8) 出于安全考虑，远程操作员应通过远程操作台（ROS）监督轨道吊大车移动。
- (9) 远程操作应包括自诊断功能，应产生设备故障报警，以便于维护。
- (10) 在集卡卸载/装载期间，应提供摄像机系统，用于操作员验证卡车 ID，该系统

应提供与买方集卡自动识别系统的接口。

- (11) 远程操作提供的功能应设计为以安全方式执行，无论是自动、手动或其他类型的操作。
- (12) 应提供实时远程操作监控系统 and 历史操作数据数据库，以测量单个操作员、轨道吊的利用率和性能以及 ROS 的工作量。最终设计须经买方批准。操作信息管理系统：具备将操作数据、操作表现等按需求转化成报告或报表的功能。包括但不限于：
 - 1) 轨道吊各种模式下的生产效率及手动控制时间统计；
 - 2) 轨道吊使用率、完成工作的数量周期时间和闲置时间；
 - 3) 轨道吊的大车行驶、操作员人手介入的时间和次数统计；
 - 4) 故障统计和平均修复时间；
 - 5) 全自动模式和手动模式的详细周期时间分析；
 - 6) 车牌识别准确率、箱号识别准确率等统计。实时远程操作监控系统，包括但不限于：
 - 7) 轨道吊的状态、作业任务信息；
 - 8) 轨道吊处于作业构成中的节点信息；
 - 9) 操作台的信息、操作员的信息、作业耗时；
 - 10) 任务等待信息/车辆排队信息。
- (13) 轨道吊的软故障可以通过 ROS 上的复位按钮复位，但是，如果在 10 分钟内同一故障的 3 次以上复位失败，并且故障被锁定，则必须由工程师处理以解锁并恢复复位功能。
- (14) 轨道吊支持在系统做简单设置，便可以快速转换重箱堆场自动操作或空箱堆场自动操作模式。不用在自动化系统或堆场重新标定、调校。

39.5.2 远程操作系统人机界面

卖方应提供远程操作系统所需的功能完善的人机界面。分为

- (1) 操作台视频画面内嵌的CMS监控画面
- (2) 操作台触摸屏的CMS人机界面
- (3) 单独提供的全功能的图形化人机交互用户界面（GUI）

39.5.2.1 CMS 监控界面

- (1) CMS 监控界面是指在操作台视频显示屏画面中，内嵌到指定的位置，以动

态画面的形式(显示包含但不限于)轨道吊的权限状态、各机构的运行状态、各机构的运行路线显示、吊具的状态、轨道吊故障的状态和操作员的登录状态等。内嵌的CMS 画面仅供远控操作员在操作时参考使用， 不具备交互功能。

- (2) 卖方应积极与买方沟通，制定好内嵌的 CMS 画面细节，提交给卖方审核和批准。

39.5.2.2 操作台触摸屏人机界面

- (1) 操作台触摸屏人机界面是指在操作台设有专供操作使用的触摸屏，触摸屏内提供人机交互界面，除了主机构复合主令手柄、旋锁旁路按钮、复位按钮、控制合/断控制按钮、操作台连接按钮、操作台释放按钮、备用、吊具微动的手柄操作和紧停按钮，其余远程操作所需所有的的按钮，均可以在触摸屏展现并具备功能。
- (2) 卖方应积极与买方沟通，确定好触摸屏的形制，制定好触摸屏的操作细节和画面细节提交给卖方审核，最终设计（包括硬件、软件和图形）须经买方批准。
- (3) 操作台触摸屏人机界面属于可定制设计形式，在轨道吊投入运行后，如果有需要改动人机界面的交互内容及画面显示，系统可以实现，而不需要软件更新。

39.5.2.3 全功能的图形化人机交互用户界面（GUI）

- (1) 卖方须提供一个全功能的图形化人机交互用户界面（GUI），确保用户能有效地监视及控制堆场管理系统管理的设备。此项功能须可进行全范围及部分范围的切换，监视及控制范围可切换选项须包括但不限于所有设备、单系统设备、少数或单独设备等。GUI 须包含监察操作台的状态，如现工作类型，现工作耗时，登入员工等信息。
 - 1) GUI 须采用全中文。买方能够整体放大、缩小 GUI 的显示内容。
 - 2) GUI 须实时显示堆场管理系统管理设备的信息，包括但不限于位置、状态、移动轨迹、里程、运行时间、工作时间、总能耗、平均能耗等数据，并具有断电保持功能。
 - 3) 买方须能通过 GUI 指派轨道吊前往指定位置，实际控制权限及流程应提交买方批准。

- 4) 买方能通过 GUI 实时显示与堆场管理系统相关的所有门禁状况，同时须可通过 GUI 控制此项门禁。
- 5) GUI 能够显示（或声音提示）堆场管理系统自我诊断的故障警告信息，包括但不限于通信故障、设备本身故障等，买方须能够对报警的设备进行复位。
- 6) 买方可以通过图形和表格的形式来访问和显示堆场管理系统记录的事件和性能数据，可根据买方设定的时间段进行显示和储存。
- 7) GUI 须允许买方按照自己的偏好对界面布局进行调整，并能保存买方定义的界面布局方式。

39.5.3 远程操作的安全性及可靠性

卖方为确保轨道吊远程操作应具备安全性及可靠性，应：

- (1) 提供的本项目轨道吊远程操作的风险评估
- (2) 确保轨道吊远程控制的安全性及可靠性
- (3) 确保全自动化的安全性及可靠性
- (4) 确保远程操作系统网络安全的安全性及可靠性。

39.5.3.1 远程操作的风险评估

卖方应提供的本项目轨道吊远程操作的风险评估，包含以下内容：

- (1) 远程控制和自动化系统应符合 IEC 61508、IEC 62061 或 EN ISO 13849 的功能安全标准。卖方应负责编制、提交和保存轨道吊远程控制和自动化系统功能安全相关信息的技术文件。
- (2) 卖方应邀请第三方咨询公司对报告的评估结果进行审查和审计，以确定评估是否清楚地识别了轨道吊远程控制产生的潜在危险，并提出了适当的缓解措施。第三方咨询服务将由卖方承担。
- (3) 进行风险评估的第三方应得到买方的批准。买方将保留参与和见证风险评估研讨会和过程的权利。
- (4) 卖方应负责根据上述第三方咨询公司的审计意见修改报告。卖方应负责实施和验证远程控制系统的建议缓解措施。
- (5) 卖方应进行系统安全分析和相关风险评估，详细说明卖方控制和充分处理本条所述轨道吊远程控制相关所有风险区域的预期方法。操作风险识别和评估应遵循 EN ISO 12100 和 EN ISO 14121-1。本项目的工业以太网和系统要有信息安全设计方案和系统安全风险评估报告。

- (6) 为保证远程控制及自动化系统的操作安全，应加强安全保护系统，包括但不限于防撞系统和安全联锁系统，以解决远程操作站远程操作起重机所带来的危害。
- (7) 在试运行阶段，买方可进行额外的工作风险评估。在合理的情况下，卖方应进行相应的设计修改，以满足工作风险评估中提出的问题。

39.5.3.2 确保远程控制的安全性及可靠性

远程控制操作的安全性和可靠性分为对远程控制对单机电控系统的要求、远程控制对远程操作台电控系统的要求

- (1) 远程控制对单机电控系统的要求有如下：
 - 1) 为实现远程控制操作的安全性和可靠性，卖方提供的轨道吊单机设备控制系统功能配置应与码头自动化水平层级相适应。卖方应提供完善的远程控制的安全保障策略、安全互锁硬件装置和安全互锁软件设置。
 - 2) 为实现远程控制操作的安全性和可靠性，轨道吊单机设备控制系统应具有防误操作和自行诊断、自我保护以及异常故障排除后系统恢复的功能。
 - 3) 为实现远程控制操作的安全性和可靠性，对于单机所有关键机构(起升、小车和大车)的运行，应提供两套独立并具有相互校验功能的位置检测与反馈装置。
 - 4) 为实现远程控制操作的安全性和可靠性，对于起升机构、小车机构的高速刹车部件，应提供在线监测功能及其完善配套的软硬件，并接入 CMS 和远程操作报警画面，具备在线监测和故障报警功能。
 - 5) 为实现远程控制操作的安全性和可靠性，卖方应提供功能完善的智能态势监控系统，实现对主要机构及传动部件的智能态势监控，并发出相应的故障报警供操作人员和维修人员进行判断。
 - 6) 卖方应提供完善的轨道吊门禁系统的硬件装置、软件设置和管理系统，确保只有经过买方码头授权的人员，且需经远程操作中心批准后，才能进行登机。登机后的人员和轨道吊、人员和操作台有安全互锁设置
- (2) 远程控制对远程操作台电控系统的要求
 - 1) 对于摆放在办公室内的远程操作台与轨道吊之间，应确保远程操作台与轨道吊的一一对应操作的安全性和可靠性，保障不会发生误联机、误操作等安全意外的发生。视频画面也同时对应。卖方应提供功能完善的轨道吊远

程操作控制系统，确保远程操作的安全可靠。

- 2) 对于众多远程操作台，应确保操作台与操作台之间不会发生误联机、误跳台等安全意外的发生。卖方应提供功能完善的轨道吊远程操作控制系统，对操作台进行统一管理和任务分配，确保在操作台的操作安全可靠。
- 3) 卖方应提供的操作台应具备安全登录功能，只有经过买方码头授权的操作人员，在登录并被许可后，才能在操作台进行操作。
- 4) 当远程操作台与轨道吊的一对一对应控制及操作时，应确保视频画面同时对应，不能出现误连接其他轨道吊的视频画面。

39.5.3.3 确保全自动化的安全性及可靠性

- (1) 当轨道吊处在全自动化时，卖方应确保全自动化操作的安全性及可靠性。卖方应提供功能完善的自动化控制系统和自动化操作系统，确保操作的安全可靠性。自动化控制系统设计须避免出现单点故障而导致系统全面瘫痪。
- (2) 对于自动化控制系统依赖的最终着箱系统 LCS、防打保龄系统 LCPS、吊具检测系统 SDS 和目标检测系统 TDS，应采取故障安全的原则：LCS、LCPS、SDS 和 TDS 系统应实时检测自身的工作状态，并给出状态检测信号到自动化控制系统，如发生致命性故障，应马上停止自动化操作。给讯号操作台，让操作人员第一时间知悉。
- (3) 对于自动化控制系统依赖的堆栈轮廓扫描系统、吊具姿态检测系统 SDS和目标位置检测系统 TDS，应采取故障安全的原则：堆栈轮廓扫描系统、SDS 和 TDS 系统应实时检测自身的工作状态，并给出状态检测信号到自动化控制系统，如发生致命性故障，应马上停止自动化操作。
- (4) 卖方提供的堆场管理系统，应具备功能完善的设备安全调度和设备安全，对于轨道吊与轨道吊之间、轨道吊与水平运输设备之间，都有完善的安全管理策略和安全防范措施，确保在设备与设备交互期间，不会有安全隐患的发生。

39.5.3.4 确保远程操作系统网络安全的安全性及可靠性

远程操作系统网络安全的安全性及可靠性可分为以下三点：

- 1、轨道吊工控系统网络安全
- 2、远程操作系统及其全局组网的安全
- 3、网络时钟同步

- (1) 轨道吊工控系统网络安全

- 1) 卖方应确保交付设备免受以下类型的威胁, 以确保数据、服务和访问的真实性、保密性、完整性、可用性、不可否认性和可问责性。
- 2) 工业控制系统(以下简称 ICS)网络安全要求范围包括控制部件(如电气、机械、气动)的组合, 它们共同作用以实现工业目标。这包括监控和数据采集系统、分布式控制系统和控制系统配置。卖方应在安装到工业控制系统之前, 先进行系统安全性的验证。要求如下:
 - ①应在工业控制系统调试前安装好最新的安全补丁并对系统进行安全漏洞扫描。
 - ②建立工业控制系统环境中每个系统和网络设备的安全基线。需要符合安全基线的系统和网络设备包括:工控机、服务器、交换机、可编程控制器等, 系统和网络设备的安全基线应适用于所有新安装的设备, 以及设备升级或发布各版本的软件。
 - ③做好 ICS 中所有设备的清单列表以及所有设备在系统中的逻辑连接拓扑图。
 - ④系统中所有提供的设备使用的端口需要列表说明, 以便于制作防火墙白名单。系统中未使用的网络端口需要全部禁用。
 - ⑤ICS 通讯网络只允许授权的设备连接。
 - ⑥禁用所有设备间的网络文件共享。
 - ⑦只有经授权的便携设备才允许在 ICS 环境中使用。
 - ⑧存储在便携设备中的文件应加密, 以防止未经授权的访问。
 - ⑨便携设备如丢失应立即报告给相关管理人员。
 - ⑩在便携设备连接到 ICS 环境之前, 应进行恶意软件及系统补丁的扫描。
 - ⑪系统中所设置的密码应符合以下规则:
 - I. 不少于八个字符。
 - II. 由字母数字和特殊字符的组合。
 - III. 六次失败锁定用户账户。
 - IV. 存储在系统中的密码本应加密。
 - V. 需共享账户使用时需做日志记录仪。
- (2) 远程操作系统及其全局组网的安全
 - 1) 卖方提供的远程操作和自动化控制系统所构建的整体网络环境规划建设应按现行国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239)“安全物理环境”的有关规定执行。信息网络、自动化控制网络、工业电视网络及信息安全等应按现行国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》(GB/T

22239) 第三级安全保护能力的要求执行。

- 2) 网络系统应安装防病毒软件,并具有防火墙、入侵检测和安全认证等安全功能。
- 3) 网络系统应具有包含访问控制、检查安全漏洞、攻击监控、加密通讯、认证、备份和恢复等多层防御的全方位安全体系,并应设立安全监控中心,为信息系统提供安全体系管理、监控,维护及紧急情况服务。
- 4) 网络系统应防范自然灾害、物理损坏、设备故障、意外事故等物理安全风险。
- 5) 网络系统的结构安全设计应将公开服务器(网络、域名系统、电子邮件等)和外网及内部其它业务网络进行必要的隔离,避免网络结构信息外泄,同时还要对外网的服务请求加以过滤,只允许正常通信的数据包到达相应主机,其它的请求服务在到达主机之前就应遭到拒绝。
- 6) 网络系统应选用可靠的操作系统和硬件平台,并对操作系统进行安全配置,且必须加强登录过程的认证,特别是在到达服务器主机之前的认证,确保用户的合法性,并应严格限制登录者的操作权限,将其完成的操作限制在最小的范围内。
- 7) 网络系统的应用系统应建立安全的系统平台,通过专业的安全工具不断发现漏洞、修补漏洞,提高系统的安全性。对用户使用计算机必须进行身份认证,对于重要信息的通讯必须授权,传输必须加密,采用多层次的访问控制与权限控制手段,实现对数据的安全保护。
- 8) 网络系统的管理安全应包含网络运行系统安全、系统信息安全、信息传播安全及信息内容安全。信息网络的管管理安全设计应符合下列规定。
 - ①网络管理安全应具有以下特征。
 - I. 保密性,信息不泄露给非授权的用户、实体的特性;
 - II. 完整性,数据未经授权不能进行改变的特性,即信息在存储或传输过程中保持不被修改、不被破坏和丢失的特性;
 - III. 可用性,可被授权实体访问并按需求使用的特性,即当需要时能否存取所需的信息;
 - IV. 可控性,对信息的传播及内容具有控制能力。
 - ②网络互联设备应通过网管软件或路由器配置实现对整个子网内所有主机的传输信息和运行状态进行安全监测和控制。

- 9) 网络系统的安全技术措施应符合下列规定。
 - I. 应保护数据库服务器、应用服务器、交换机等关键设备，制定严格的网络安全规章制度，采取防辐射、防火以及安装不间断电源（UPS）等物理措施。
 - II. 对用户访问网络资源的权限应进行严格认证和控制的措施。
 - III. 对数据进行加密防止信息泄露，以及包括信息过滤、容错、数据镜像、数据备份和审计等其它措施。
 - IV. 信息网络、自动化控制网络与其它网络联网应设置防火墙或网闸。
 - V. 信息网络的入侵检测系统应集入侵检测、网络管理和网络监视功能于一体，能实时捕获内外网之间传输的所有数据，检测网络上发生的入侵行为和异常现象，并在数据库中记录有关事件，系统应能发出实时报警，使管理人员能够及时采取应对措施。
 - VI. 信息网络的漏洞扫描系统应定期对服务器、交换机、工作站等进行安全检查，提高网络安全整体水平。
 - VII. 单机控制链路与码头操作系统、运维网络应配置访问控制策略，包括但不限于端口、协议和地址信息等策略粒度。
 - VIII. 单机日常作业和维护过程中，涉及较频繁的人员辅助和远程运维。操作人员远程操作的运维管理，应采取严格的身份认证、授权访问和操作审计等技术措施，采用包括但不限于运维堡垒机、防火墙、虚拟专用网络（VPN）和访问控制列表（ACL）等措施进行综合体系管控，并定期对访问策略进行优化、更新和维护。
- 10) 网络系统应符合《中华人民共和国网络安全法》等的有关规定，并按现行国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T22239）第三级安全保护能力的要求执行。
- 11) 网络系统的单机视频链路与码头操作系统、工业电视系统和远程运维管理间应配置严格的访问控制策略，包括并不限于防火墙、访问控制列表（ACL）和黑白名单等技术措施，严格限制任何未经认证和授权的网络访问请求。
- (3) 网络时钟同步
 - 1) 轨道吊上的单机网络系统应支持网络时钟同步功能，同时需支持与数据中心端网络系统的时钟同步，投标人的机上 CPU 对外通信模块应支持 Ethernet/IP 协议以及 IEEE1588 精确时钟协议，以确保招标人能够架设一

套标准的时钟同步体系，从而避免各子系统在不同的架构的网络系统中数据传输的不一致性，确保生产安全。

- 2) 在远程操作台和主机起重机系统中安装 NTP 时钟同步系统，保证整个系统时间的一致。
- 3) 设备、网络、系统等所有 IP 设备都统一与时钟服务器同步。

39.5.4 远程操作系统与 TOS 的交互

- (1) 轨道吊远程操作系统与 TOS 的信息交互，是通过轨道吊自动化控制系统 ECS 实现的。
- (2) ECS 是轨道吊自动化作业重要的组成部分。负责执行从 TOS 派发的任务，生成轨道吊自动控制指令，并及时反馈 TOS 作业任务的状态及结果，轨道吊在运行过程中会通过 ECS 实时的反馈设备位置、设备状态等。
- (3) TOS 负责根据最高效的作业顺序选择合适的任务发送 ECS，ECS 进行任务分解，并控制设备安全地完成该作业的所有指令。
- (4) 任务执行过程中 ECS 将任务具体数据发送给 CMS，展示给操作员远程操作时使用，操作员可以通过触摸屏来与 ECS 进行任务信息流程交互。
- (5) ECS 在任务过程中还会与水平运输管理系统进行数据交互，确保轨道吊对水平运输进行精确对位和装卸集装箱。
- (6) ECS 在任务过程中还会涉及与 CPS 系统引导内外集卡停车数据交互，确保轨道吊对集卡进行精确对位和装卸集装箱。
- (7) 远程操作中心内设有 ECS 系统客户端，可连接 TOS，远程操作人员可通过终端 GUI 界面向 ECS 系统申请检查当前的作业任务号、作业车辆信息、任务集装箱信息等，跟踪当前任务的节点完成状态，并可通过此终端申请修改、取消异常的作业任务，调整前后侧作业量比例等。
- (8) 当操作人员确认各设备正常后，将对应设备激活，此时上述设备进入远程自动操作等待状态，随时等待 ECS 分配作业任务启动作业。一旦 ECS 分配工作任务给空闲操作台后，由操作人员激活任意操作台，即可完成该操作台与作业设备的连接。远程操作过程中发生的故障不会跳跃到其他操作台，当设备被一台远程操作台远程控制后，其它远程操作台不能介入旁越操作。

39.5.5 远程操作台 ROS

- (1) 本项目配备 5套远程操作台。实现任意一个远程操作台可以控制本项目提供的

任意一台轨道吊的常规操作。同时操作台也能实现对轨道吊安装旋转吊具的调箱门操作。

(2) 远程操作台的配置和功能应符合各机构实际操作需要的全部功能。

39.6 轨道吊 OCR 识别系统

每台设备需配置一套 OCR 识别系统，实现轨道吊装卸箱作业过程中集装箱箱号、车牌/车号自动识别和管理，以及箱门关闭和方向识别。OCR 识别系统主要包括集装箱箱号识别系统、车牌/车号识别系统。系统的数据均要传输至远程控制室，并由 TOS 或者轨道吊自动化控制系统 ECS 统一管理。OCR 识别系统摄像传感器充分考虑摄像瞬间的光线强弱及雨雾天气带来的影响，可满足在各种光照条件的正常工作要求；OCR 识别系统硬件组成选用工业标准的产品，满足高温、寒冷等恶劣环境下的正常使用，设备选用具有通用性，便于设备的升级换代。OCR 识别系统考虑兼备设备监控和运维一体化设计。

39.6.1 箱号识别系统（CNRS）

(1) 系统能够利用人工智能视频流识别的方式，检测目标的箱号和 ISO 号，并能与系统进行校验，准确率达到99%以上。利用安装于吊具上TopView、门腿上 LaneView 摄像装置，能够毫秒级快速识别集装箱箱号。而且能够在恶劣天气下正常工作，能够快速识别残缺字符，具备箱底锁头或异物识别功能。通过 TopView 产品，在出箱作业过程中，系统可在 PLC 提供吊具锁止信号后 2 秒内提供箱号信息。系统可以直接与 TOS 数据对接。

39.6.2 车牌/车号识别系统

- (1) 卖方应为每台轨道吊提供一套车牌识别系统，同时需要在每个堆场入场位置安装一套车牌识别系统。
- (2) 在车辆号牌或内集卡车顶车号无较严重的污损的情况下，识别准确率 $\geq 99\%$ ，要求不低于《公路车辆智能监测记录系统通用技术条件》GA/T497-2004 标准。
- (3) 系统能够在起重机作业过程中动态采集，不需要司机专门人为减速或停留。系统的运行不会降低作业效率。
- (4) 识别系统需要实现同码头 TOS 系统的对接、交互。数据交互是双向的过程，控制系统既能接收 TOS 系统发过来的数据，又能把数据发送给 TOS 系统。
- (5) 车辆识别系统的软硬件接口均由卖方负责，室外设备防护等级 IP67 以上。

OCR识别系统要求按表7推荐要求，并经买方认可。

39.7 轨道吊自动化控制系统（ECS）与水平运输设备管理系统的交互

卖方预留岸桥自动化控制系统与水平运输设备管理系统交互接口，以便后续升级。

39.8 TOS系统接口（TOS与ECS的交互）

39.8.1 轨道吊自动化控制系统（ECS）与 TOS 的信息交互

- (1) ECS 与 TOS 有功能完善的数据接口，能共同监控装卸作业。能处理来自 TOS 的指令，并将执行的状况准确反馈至 TOS。
- (2) 本项目的 TOS 系统（不含智慧堆场装卸系统）不在项目的范围内，买方TOS系统开发商为招商局国际科技有限公司。卖方应负责提供在买方现有TOS系统的基础上开发的智慧堆场装卸系统（附件五），并完成TOS系统和岸桥ECS系统之间对接。
- (3) 轨道吊自动化控制系统（ECS）与码头操作系统（TOS）进行信息工作流通信。应使用行业标准的通信方法（例如，使用 XML、Web 服务）。
- (4) 详细要求：
 - 1) 卖方应提供 ECS，用于控制和协调所有起重机过程、错误和应急处理，以及与 TOS 的接口。
 - 2) 用于与 TOS 通信的 ECS 接口模块。
 - 3) ECS 能够接收完整的移动指令，并通过将其传输到起重机控制系统来实现这些指令的有效执行。该系统还应管理远程操作台、安全系统的命令分配，以及轨道吊状态的故障监测和诊断。
 - 4) 起重机和系统状态监测系统是调试和未来支持期间测试系统和接口所必需的。
- (5) 时间节点：
 - 1) 在协议日期后六十（60）个日历日内，卖方应将 EC S 与 TOS 最终接口规范的时间表提交给买方审查。
 - 2) 在协议日期后一百二十（120）个日历日内，卖方应根据 ECS 与 TOS 最终接口规范，向买方提交起重机模拟器支持正常操作流程的交货时间表，以供审查。
- (6) 卖方应在投标时提交 ECS 与 TOS 通信接口协议规范的典型样本，以供评估。规范至少应规定 ECS 与 TOS 接口中使用的通信协议、消息交换格式和/或

内容。通信协议首选开放标准，如 TCP/IP。买方将评估并建议对拟定规范的任何修改，并在签署协议前发布基线规范。

39.9 网络、服务器及信息安全

39.9.1 通信要求

- (1) 在正常使用状态下，轨道吊上的内部网络系统通过高压电缆卷盘内的通讯光缆经场区内的水平光缆系统接入数据中心，投标人应提供轨道吊上网络系统的详细设计图，说明轨道吊上各网络子系统的配置结构，并负责敷设两条不同路由光纤（不少于24芯）到数据中心，两条链路可以根据故障自动切换，保障整个系统的正常通信，方案须经买方认可。
- (2) 卖方应提供与设备上电缆卷盘配套的光纤连接设备、跳线等，以确保机上光缆与场地内的水平光缆的连接稳定、可靠；同时卖方应提供场内水平光缆的出口位置，水平光缆的技术参数要求等。
- (3) 轨道吊视频信号与电控系统信号应严格区分开，两者之间的应配置严格的接口访问控制和交互策略，包含并不限于 VLAN 划分、防火墙、访问控制列表（ACL）和黑白名单等技术措施，严格限制任何未经认证和授权的网络访问请求。

39.9.2 服务器和网络规范

- (1) 服务器、交换机和关键部件必须具有高可靠性：两台或两台以上服务器热备份，支持在线切换；买方 IT 部门熟悉服务器管理以及对 Microsoft Windows 和 RedhatLinux 的支持。卖方应提供基于这些平台的最新支持版本的解决方案，设计必须在实施前获得买方的事先批准。所有主机和服务器、网络交换机使用双活模式，都可以在线无缝自动热切换。
- (2) 卖方需要记录系统功能，实施功能和技能转移到买方 IT 人员的最佳组合，以便将来维护方便，同时还要满足买方的关键业务需求。交付的解决方案应符合信息技术基础结构库（ITIL）版本 3 和 IT 服务管理（ITSM）流程以及 ISO / IEC 27001。
- (3) 在适用的情况下，买方需要在服务器和 workstation 设置中遵循相关的 CIS 强化标准。买方提供技术支持，卖方将测试执行了 CIS 后的所有软硬件环境和功能正常情况。

39.9.3 网络系统工作范围

- (1) 要求卖方提出网络设计和规范、服务器规范、网络设备规范。卖方的设计和规范应包括在项目阶段和实施后进行测试的全工况生产和网络。
- (2) 要求卖方提出服务器和网络设备的配置，供买方讨论。经双方同意，买方将协助建立网络和设备，供卖方验证。
- (3) 就买方可能拥有的环境设施和系统接口，卖方应与与买方的买方 IT 部门积极进行联络和协调。
- (4) 卖方应负责为所有安装的设备和服务的成功实施、操作和管理设计并进行技术培训。
- (5) 卖方应提供系统文件，包括但不限于用户、系统和操作手册、必要的图表、设计图纸和设备配置。
- (6) 卖方提供项目验收测试计划和时间表。
- (7) 卖方提供测试用例并进行测试，以确保所有建议的功能和特性完全符合设计要求。
- (8) 卖方有义务提出本招标文件中未提及但被视为重要和关键的组成部分或特征，作为项目成功实施解决方案的一部分。
- (9) 所有设计和实施必须遵循信息技术基础设施库（ITIL）第 3 版的框架，并符合 ISO/IEC 27001:2013 标准。

39.9.4 网络设计要求

- (1) 在组件和服务之间提供相应格式的消息类型的数据流图。如有必要，需要添加实体和关系图。
- (2) 必须将关键服务器或组件的高可用性部署到两个数据中心。切换或故障转移需要主动/主动或多个主动服务器。两个数据中心的距离不超过 3.5 公里。任何一个数据中心都可以独立工作。
- (3) 在正常操作下，所有系统资源（CPU，内存，磁盘，存储和网络）的利用率必须低于其容量的 40%。如果提出了负载共享主动/主动解决方案，则其中一台服务器必须具有足够的容量来接管另一台服务器，并具有足够的扩展空间来进行切换或故障转移。资源应基于全阶段推出来计算。
- (4) 使用 Microsoft Redhat Linux 的支持和稳定版本。维持版本和补丁程序级别直到供应商支持级别。
- (5) 确保操作系统和第三方软件有足够的本地软件支持，并能提供 7 x 24 小时

的支持。

- (6) 所有设置、应用程序代码、操作系统补丁、系统软件补丁和数据库补丁的更改在应用于生产机器或系统之前，都需要在 UAT 或测试环境下进行认证。买方建议手动更新系统补丁，更新前做兼容性测试。新设备按照报验手册，逐条功能测试，完成后先与 TOS 的 UAT 进行联合测试，通过 24 小时测试作业后即可与生产环境对接。要求卖方提出网络设计和规范、服务器规范、网络设备规范。卖方的设计和规范应包括在项目阶段和实施后进行测试的全工况生产和网络。
 - 1) 利用简化部署和操作的新开发，使用经验证的技术。
 - 2) 15 分钟内完全冗余和故障切换。
 - 3) 任何 IT 设备的服务水平，包括但不限于服务器、交换机和路由器，应由卖方和买方协商确定。该计算系统应每年 365 天，每天 24 小时运行，并具有 99.85% 的正常运行时间可用性。通常，关键组件在热备用模式配置下应具有 100% 的弹性。设计必须先经过买方的事先批准，然后才能实施。
 - 4) 提供监控解决方案，以监控整个网络基础设施，并立即警告任何故障链路或组件关闭。
 - 5) 卖方应提供整个网络系统设计方案的详细设计和依据，包括网络带宽分配和保证、网络设备冗余、数据链路冗余、网络响应时间、网络时延和抖动、视频传输信号等，控制信号和数字信号隔离和质量保证、网络设备性能、网络传输协议、网络访问/传输安全；设计必须先获得买方的事先批准，然后才能实施。
 - 6) 卖方提供网络通信监控工具：提供监控工具，实时监控网络节点状态、通信传输链路质量，并提供实时报警、日志分析和查询功能；设计在实施前必须得到买方的事先批准。

39.9.5 网络配置管理要求

- (1) 防病毒软件将由买方提供，卖方提供防病毒集中部署方案设计和更新机制，卖方向买方提供所需安装防病毒软件的系统数量和部署建议。
- (2) 数据库必须遵守相关的 CIS 数据库安全基准。

39.9.6 文件和可交付成果要求

在安装和安装过程开始前，卖方应向买方提交以下文件，以供审查和批准：

- 1) 提供服务器及其外围设备之间的网络连接图。
- 2) 提供除起重机单机以外的整个自动化系统网络拓扑图
- 3) 提供服务器配置详细信息。
- 4) 提供路由器和防火墙的安全规则集（如果适用于连接）。与 TOS 等系统的通讯会增加防火墙，或者防火墙基础上再做 VPN 隧道。
- 5) 服务器关闭和重启程序包括自动启动过程或软件。
- 6) 主动/主动或多个主动服务器的切换和故障转移过程。双机房制，要求所有主机和服务器，网络交换机可以在线无缝自动热切换。不同机房的服务器和系统使用双活模式，能实现负载均衡，充分利用服务器资源。
- 7) 整理关闭过程并按关闭过程顺序进行。
- 8) 内务管理程序和例行健康检查程序，以保持系统正常运行。
- 9) 提供时间表活动和流程清单。
- 10) 提供备份和恢复程序。利用买方 IT 部门操作制定备份计划，以处理备份介质。
- 11) 系统监视设计包括在中央控制台中对 CPU 使用率，文件系统 I / O，网络使用率和内存使用率进行在线监视。所有警报消息必须根据其严重性进行分类。
- 12) 提供系统中运行的应用程序模块或服务的应用程序监视列表，并在达到应用程序限制时定义规避措施。
- 13) 记录测试用例和结果。
- 14) 提供每种设备/服务器的安装程序、补丁程序和系统恢复程序。
- 15) 提供故障排除和诊断程序。
- 16) 向买方 IT 部门管理员和操作员提供培训材料，以便进行持续维护。

项目文件和可交付成果应涵盖以下领域：

- 1) 硬件，如设备清单等。
- 2) 软件，如许可证、软件协议等。如果是虚拟环境，卖方研发的软件以及 CCTV 系统（包含语音系统）都应提供软件 license，硬件服务器使用 USB 或者加密狗。
- 3) 网络设计，如网络架构、网络弹性、布线文件等。
- 4) 所有网络相关组件的 IP 地址分配和管理文件，包括起重机控制系统、自动

化和远程操作系统组件等。

- 5) 实施和相关服务，如活动认证、变更协议、临时验收、测试结果等。
- 6) 其他，如操作手册、培训材料、管理手册、故障转移程序、内务管理信息等。
- 7) 卖方向买方 IT 部门网络和通信工程师提供不少于 5 个工作日的工业网络通信诊断技术培训和他支持，并提供培训文件。

39.9.7 网络信息安全要求

- (1) 满足 IEC62443 工业过程测量和控制的工业网络和系统安全标准。
- (2) 系统受到保护，防止未经授权访问其系统资源，并防止意外更改、损坏和数据丢失。
- (3) 系统可确保未经授权的人员和/或系统既不能修改软件及其数据，也不能访问系统功能。但是，授权人员和/或系统不会因为这些操作而被阻止。
- (4) 该系统能够防止非法和有害的入侵，避免影响其设计和计划运行的干扰。
- (5) 系统具有服务器访问控制和防病毒管理机制。
- (6) 系统具有软件升级、发布和保护机制。
- (7) 系统具有数据传输的安全保护机制。
- (8) 远程控制系统通信和数据传输安全。
- (9) 对于上述信息安全措施，供应商必须为买方的系统支持人员提供培训及其材料。

39.9.8 IT及网络产品要求

本项目卖方提供的所有的 IT 及网络产品，其要求应满足如下规定。

- (1) 服务器应满足：
 - 1) 主流机架式 x86 服务器，带有冗余电源，三年原厂，7*24，4 小时上门维保服务。
- (2) 台式电脑（非工控机），应满足：
 - 1) 硬盘无返还，三年维保，下一工作日上门，Windows10及以上正版操作系统。
- (3) 交换机（非工业设备），应满足：
 - 1) 生命周期：设备维护周期结束年限超过 3 年以上；
 - 2) 配置标准：交换机配置双电源；
 - 3) 信息安全标准：参考网络设备 CIS 标准。
- (4) 防火墙，应满足：

- 1) 配置标准：配置双电源；L7 层防火墙。
- 2) 信息安全标准：参考网络设备 CIS 标准。
- (5) 工业以太网交换机（电控系统使用），应满足：
 - 1) 具备 IEC 62443-4-2 认证。
 - 2) 传输速率：100 Mbit/s, 1000 Mbit/s。
 - 3) 模块化端口(端口数 8 口-48 口)：百兆电口 \geq 6 口、千兆电口 \geq 2 口
 - 4) 具备：控制台端口、诊断 LED、冗余电源。支持(RSTP, VLAN)；
 - 5) 生命周期：设备维护周期结束年限超过 3 年以上。
- (6) 工业以太网核心交换机，应满足：
 - 1) 产品符合标准：FM3611、EN 61000-6-2/4；安全性符合：UL 60950-1。
 - 2) 传输速率：100 Mbit/s, 1000 Mbit/s, 10 Gbit/s
 - 3) 适用于电气和光学直线、环形和星形结构的工业应用。可实现冗余，以及通过介质冗余实现冗余连接。19"机架，双电源。
 - 4) 模块化端口(端口数 48 口-128 口)：千兆电口 \geq 48 口、万兆 SFP+光接口 \geq 4 口(需配齐全部万兆单模光纤模块)、千兆 SFP 光接口 \geq 48 口(需配齐全部千兆单模光纤模块)。接口模块支持热插拔，可扩展插槽。
 - 5) 支持：网络管理、集成冗余管理、VLAN、IGMP、STP/RSTP/MSTP、链路聚合、802.1x 和可选静态路由、RIP、OSPF、IPv4 和 IPv6 的 VRRP。可以通过 Web浏览器、CLI 和 SNMP 进行诊断和配置。
 - 6) 3年原厂维保，7*24，4 小时上门维保服务。
 - 7) 生命周期：设备维护周期结束年限超过 3 年以上。

40. 卖方制造工厂测试、调试和验收

40.1 仿真测试

- 40.1.1 卖方必须搭建实验室平台，对设计的产品进行实验室仿真，证明电机、电控系统、传动系统等选型能够符合买方的要求；
- 40.1.2 仿真系统必须能够模拟轨道吊现场的实际工况，包括风、雨等自然环境的影响，包括设备在异常情况下的应对方案；
- 40.1.3 仿真系统能够检验轨道吊电控程序的合理性以及与水平运输设备之间的互相交互，并留有与 TOS 的接口。

40.1.4 主要测试 TOS 与起重机接口的匹配，并模拟起重机根据指令在自动化系统中的运行，测试起重机完成作业的情况。包括系统的安全性、可靠性和作业效率，直至结果达到用户的要求。仿真测试结束后，卖方向买方提交相应的测试报告。

40.1.5 于仿真测试后，仿真测试软件需保持更新，并交付买方 作为上述设备之间交互检验及 TOS 的接口检验。以支持其他对接的设备升级测试，确认满足系统间互操作性正常。

40.2 轨道吊测试

40.2.1 前提要求

- (1) 轨道吊必须在制造厂完成整机总装调试和规定的各种试验。卖方应及时通知买方或买方委托的监理参加轨道吊的调试和测试。测试前卖方应向买方提交设备所使用的各种材料、外购件和供应商制造的重要零部件检测报告。
- (2) 在发运前一个月，卖方需向买方预告船期和有关事项，提供整机运输的全部装卸工艺，买方给予支持配合。提交试车大纲及现场测试细则、实验记录用表格。

40.2.2 需提供的资料

现场调试和试车工作以前，卖方需提供下述资料：

- 1) 轨道吊上使用的各种材料的试验报告和出厂合格证书。
- 2) 机电产品的试验报告和出厂检验合格证书。
- 3) 传动件的出厂检验合格证书。
- 4) 旋锁、高强度螺栓和钢丝绳、吊钩等主要受力构件的试验报告和出厂合格证书。
- 5) 小车运行轨道测量公差的数据报告。
- 6) 焊接的检验合格证书。
- 7) 装配质量的合格报告。
- 8) 涂漆合格证书。

40.2.3 检测设备

卖方应提供有关的检测仪器、仪表以及试车时所需要的其他设备供测试之用。测试有关的仪器、设备须经买方认可。

40.3 外观检查

- (1) 目测检查包括下列各项与技术规格书的一致性，主要有：
 - 1) 各种机构、电气设备、安全装置、制动器、控制阀、照明和通讯系统；
 - 2) 起重机金属结构件及连接件、梯子、通道、机房和平台；所有防护装置；
 - 3) 集装箱吊具、吊具上架、附件及连接件；
 - 4) 钢丝绳及其固定件；
 - 5) 轮组、轴和紧固零件、连接板系统和轨道件；
- (2) 目测检查还包括检查所有必须的证书是否提供和经过审查，机器外观验收要求如下：
 - 1) 安装位置正确，数量齐全；
 - 2) 所有结构不应有变形和损伤；
 - 3) 涂漆满足规格书要求，色泽均匀，耐久性好；
 - 4) 所有装置的安装牢固和标准化；
 - 5) 管线排列整齐；
 - 6) 没有油液外露；
 - 7) 所有标志表示清楚，易于观察。

40.4 静载试验

- (1) 静载试验的目的是检验轨道吊及其各部分结构的承载能力。
- (2) 如果出现任何裂缝、变形、油漆剥落、连接处松动或对轨道吊的性能与安全有影响的损坏，均认为本次试验失败。
- (3) 静载试验前，先按 $0.7P$ (P 为吊具下的额定起重量)，以 $0.75V$ (V 为小车额定运行速度)，沿小车轨道方向全长往返运行三次。卸去载荷后，将小车分别停在下述几个位置，以便定出测量基点：
 - 1) 小车最前的位置；
 - 2) 小车最后的位置；
 - 3) 轨道中间；
- (4) 将小车依次位于上述位置处，无冲击地自 $0.75P$ 、 $1.0P$ 、 $1.2P$ 加载至 $1.4P$ ，载荷离地 $100\sim 200$ 毫米，保持 10 分钟。然后移去小车，测主承轨梁的实际挠度。

40.5 动载试验

动载试验的目的主要是验证起重机的运行情况和运行参数，各机构和制动器的能力。如果在动载试验后进行的检查中没有发现机构或结构的构件塑性永久变形，各电气开关工作正常，各保护装置没有异常动作，连接处也没有出现松动或损坏，则认为本试验结果良好。试验时，起重机应按操作规程进行控制，且必须把速度、加减速速度调节在起重机正常工作范围内。

(1) 各机构单独进行操作（起升机构单独测试）

先按额定负荷 P ，后按 $1.2P$ ，分别在前述的 a 、 b 和 c 三个位置作起升试验，往返重复三次，同时做好各种记录。然后逐一进行小车横移、大车行走等试验。同时测量速度参数做好各种记录。

(2) 各机构联合操作试验

以额定载荷 P 作起升与小车横移的联合操作试验。

(3) 用配重箱作模拟吊具偏载试验

对配重箱模拟偏心加载，其重心在集装箱纵向偏移 1200mm 范围内，横向偏移 200mm 范围内，小车分别在前述的 a 、 b 和 c 三个位置进行起升动载试验，然后进行小车横移试验。再用一只 30 吨标准箱，一只 3 吨标准箱做上述同样试验，同时做好各种记录（包括测量电气设备有关数据）。

(4) 起升、下降试验：

- 1) 卖方根据买方提供工作循环测试的方案，包括堆叠箱垛、数量和循环路线等，按拟定的路线进行工作循环时间的测定，并将循环路径及时间填及图表；
- 2) 按拟定的路线进行工作循环时间的测定，并将循环路径及时间填及图表；
- 3) 测定起重机工作循环时间；

(5) 制动器性能试验，用电动机模拟法，检查制动力矩是否达到额定载荷的 150% 。

40.6 精调调试

- (1) 设备精细调试时要模拟码头操作的实际工况，对设备合同和技术规格书要求实现的功能进行反复操作（包括夜间操作）。找出需进一步调试的项目，由卖方调试工程师对其进行符合规格书要求的精细调整。
- (2) 在精细调试的过程中，卖方应在买方监理人员的监督下对设备制造、一般调试、检验、及精细调试等过程中发现的问题进行整改，直至达到买方要求。

40.7 轨道吊性能测试-基地耐久测试

- (1) 当完成精细调试和相关的整改，整机性能全部达到规定的指标及技术要求、并向买方提交所有试运转的测试记录后，卖方通知买方进行性能试车。
- (2) 轨道吊须进行 16 小时不间断性能试车。按照模拟循环作业程序试验，测定模拟作业循环的时间和检查电动机的温度和工作电流、减速箱轴承处和润滑油的温度、电气控制室的噪声和温度、变压器的温度、功率因数（每操作两小时过程中各检测一次）等。
- (3) 轨道吊在性能试车过程中，应有买方监造人员的监督。轨道吊性能试车的故障停机累计时间要小于 5 分钟，并且重复停机故障次数不能超过三次。

40.8 自重和轮压测试

起重机在完成全部总装后，应进行自重和轮压的测试，以证实计算正确。上述测试由有资质的单位进行，并由第三方进行监督，测试费用由卖方承担，并向买方提交测试结果。若测试结果超出本技术规格书的允许值或和计算值不符时，卖方应承担修改设计制造或加固码头等一切可能产生的费用。

40.9 工厂缺陷清单

- (1) 买方或其代表在卖方工厂组装期间和工厂验收试验（FAT）期间，应允许进入起重机的任何部分，以便检查部分或完成的工程。
- (2) 如果他们认为工程的某些部分不符合规范的要求，或被视为不良做法或工艺不良，则应将其视为工厂缺陷，并在清单中通知卖方。
- (3) 买方或其代表编制和提供本清单并不能免除卖方在交付时提供无缺陷起重机的义务。

40.10 工厂整改报告

- (1) 卖方有义务在工厂调试试验前或在起重机交付前买方批准的适当时间内纠正这些工厂缺陷和任何其他工厂缺陷。

- (2) 对《工厂缺陷清单》中的工厂缺陷进行整改，应做到彻底、熟练。卖方应每周编制并向买方提交一份纠正报告，以确认工厂缺陷完成情况，并说明在纠正所有工厂缺陷之前所采取的措施。
- (3) 除非所有工厂缺陷已由卖方坚决纠正并经买方或其代表接受，否则不得在卖方工厂将起重机装载到船舶上进行交付。

40.11 工厂验收试验（FAT）

40.11.1 概述

- (1) 卖方应进行工厂验收试验（FAT），以向买方证明部件、设备和子系统的选择是合适的，并符合规范要求。
- (2) 工厂验收测试至少应包括在卖方工厂进行的实验室测试、接口测试、子系统测试、系统集成测试和工厂调试测试等。
- (3) 卖方应自费提供进行 FAT 所需的所有测试、数据采集和测量所需的所有仪器、技术专长、支持和设施。这些试验应由卖方及其分包商进行，并由买方及其代表和/或第三方检查员见证，或按照其他建议进行。
- (4) 工厂验收试验计划和程序应在卖方工厂起重机工厂验收试验开始日期之前提交并与买方讨论。
- (5) 卖方应在工厂验收试验开始时提供所需的设备性能数据和操作日志，以验证设备性能和其他要求。工厂验收测试开始时，KPI 数据（见附件三）记录系统未经验证和测试时，不得开始工厂验收测试。
- (6) 只有在买方签发工厂调试证书并由三（3）方（即买方、第三方检验员和卖方）背书后，FAT 才被视为完整。
- (7) 卖方应在将所有起重机运至买方现场之前，证明起重机的远程控制和自动化系统的所有功能符合规定的性能要求。

40.11.2 工厂接口试验和子系统试验

- (1) 卖方应注意，自动化和远程操作系统需要各种接口和模块在规范范围内可靠工作。
- (2) 卖方应审查买方的 TOS 和自动化系统接口信息规范，并在协议日期后 180 个日历日内提出与买方系统的接口设计和测试。
- (3) 卖方应承担测试的全部费用，包括起重机模拟器的模拟模块，以测试所有可能情况下的接口。

- (4) 接口测试应通过执行测试计划的测试用例，证明与实际起重机几乎相似的软硬件，满足以下要求：
- 1) 与自动化系统各子系统的接口。
 - 2) 与起重机控制系统的接口
 - 3) 与吊具控制系统的接口
 - 4) 与自动化系统进行 TOS 通信的接口。
 - 5) 与 TOS 和自动化系统接口，以获取所有接口信息和响应。
 - 6) 通过模拟运动执行 TOS 指令，包括起升、小车、大车、吊具和微动控制。它们应以图形方式显示在 RCMS 屏幕上。
 - 7) 以正确的工作流程执行作业指导书。
 - 8) 与远程操作台接口，并正确响应开关/主令手柄控制器。
 - 9) 与远程摄像系统的接口，通过控制台、自动化模块、RCMS 和远程摄像系统应用程序的 GUI 提供所需的图像。
- (5) 第38节和第39节中提到的自动化和远程操作系统的子系统可以作为独立子系统进行测试，也可以与其他子系统集成。卖方应承担测试的全部费用，包括在卖方工厂的起重机上安装或采用买方同意的其他方法。这是为了在工厂测试之前调整子系统的能力。在卖方工厂装运起重机之前，应以令人满意的可靠性和一致性对子系统进行测试。
- (6) 在对买方系统进行任何测试之前，卖方必须证明其起重机解决方案符合买方的 TOS 和起重机接口文件和工作流程。卖方应自费在卖方工厂和买方现场提供准备、进行和记录所有试验所需的所有试验设备、工具和服务，以供演示。

41. 买方码头现场调试

本项目调试分单机调试和系统调试两个阶段。

41.1 单机调试

- (1) 单机调试前卖方应向买方提交设备所使用的各种材料实验报告，如电机、电缆、控制设备、传动件等实验报告和出厂试验证书、旋锁和高强度联接螺栓的试验报告、焊接的检验报告、小车运行轨道测量公差的数据等，只有在提交上述资料并经买方认可后，方能进行调试工作。

- (2) 买方人员参与卖方在现场进行安装调试和试车的全过程，调试和试车将按技术规格书起重机性能试验规定及其它所达成的协议进行。
- (3) 卖方应提供有关的检测仪器、仪表以及试车时所需要的其他设备供试车之用。试车时所使用的润滑油和液压油等消耗材料均由卖方负责，试车有关的仪器须经买方认可。
- (4) 每台起重机现场调试、试运转、整改的时间不得超过 15 天（设备上岸工作完成后的第二天起计算）。如果是卖方的原因未能在规定期限内完成，买方将根据合同条款，向卖方收取误期赔偿费，直至起重机验收交货为止；如果因买方的原因，或者其他的原因而影响卖方调试和试运转，现场调试和试运转时间应按影响天数相应顺延。
- (5) 买方将为卖方在现场工作所需的办公室及试车所需的水、电等提供方便。

41.2 系统调试

- (1) 在单机调试完成的基础上进入系统调试。
- (2) 在开始系统调试前，卖方必须完成包含但不限于远控操作台（提前发运到买方现场）、网络、服务器部署和安装，买方配合。
- (3) 卖方按照系统调试的大纲和要求，进行各项调试，买方配合好参与调试的其他各方的工作。

42. 买方码头测试

42.1 测试概述

- (1) 在合同签订后的六个月内，卖方应向买方提供轨道吊的测试流程、内容和电控仿真测试软件，以便买方审核。
- (2) 所有测试项目都要基于轨道吊能够安全可靠运行，根据买方所要求进行编制。每个测试项目至少包括实施和完成时间、前置条件、测试目标、测试范围、测试环境和测试方法等内容。卖方需提供所有必需的工具、设备、测试仪器来进行这部分提及的要求，所有因检查、测试和调试产生的费用都已包含在供货范围内。

42.2 测试流程

测试流程应包括轨道吊的整体测试流程和细分测试流程。测试的执行可按如下基本步骤进行：

- (1) 测试计划。
- (2) 准备测试。
- (3) 执行测试。
- (4) 生成测试结果和指标报告并提交买方。

42.3 测试内容

码头现场的所有测试应符合相关规范和所有适用标准。

42.3.1 高压绝缘试验

由卖方对起重机进行高、低压电路绝缘、上机电缆光纤和接地等电气交接试验，以便正式接电。在卖方现场进行整机电源谐波检测。

42.3.2 辅助设备的测试

对网络基础设施、与水平运输设备交互所需设备、与 TOS 接口所需设备、与远程控制室通讯所需设备和其他所需辅助设备进行测试。安全/紧急测试应作为测试的一部分，安全注意事项和相关风险分析应包括在内。

42.3.3 集成测试

集成测试包括仿真测试和真实环境测试。测试轨道吊、TOS、水平运输设备的交互情况。测试至少包括如下内容：轨道吊与 TOS 接口、与水平运输设备接口、与 OCR 系统接口、与远程控制系统所需接口、与 RCMS 服务器接口、与买方管理软件接口、以及其他所需接口。确保组件正确集成，使工作指令正确解析并执行、信息反馈实现各系统间的自动化数据高效可靠交互。

首先须进行仿真测试，以验证各系统内部以及包括单机系统在内的各系统间相互协同功能和性能是否满足设计和生产运营的要求。

在通过仿真测试的功能性验证后才能进行现场实际环境下的测试。

42.3.4 轨道吊单机测试

轨道吊单机性能测试，测试轨道吊的相关程序模块。测试轨道吊安全运行等情况，测试所有作业指令（包括轨距外与集卡交互、小车与水平运输设备的交互等），重点测试轨道吊在码头现场工作的安全性和可靠性。要求所有测试结果满足买方要求。在轨道吊单机考核试车中，买方对轨道吊有异议的考核项目，有权提出重新进行试验、考核。

42.3.5 全部操作流程耐久性测试

- (1) 在轨道吊具备耐久性测试条件后，卖方通知买方进行 12 小时全部操作流程的耐久性测试。在码头自动化系统（包括 TOS、岸桥、轨道吊、水平运输设

备、OCR 和远程控制系统) 中, 按照集装箱由岸桥到水平运输设备再到轨道吊及反向的作业流程, 对轨道吊做耐久性测试。

- (2) 轨道吊耐久性能测试是直到其它所有测试都完成了才可以进行。这是交机之前的最后的测试。在此期间起升和小车需做连续 12 小时的运行测试。测试中若遇到故障, 测试将重新启动。
- (3) 测试中遇到操作人员可复位的故障, 则不影响测试进行。测试中对相同功能故障的多次复位, 由买方判断后确定是否重新启动测试。若发生故障不能恢复或需技术人员介入, 使用工具调整、修正变量或调整程序恢复, 则测试需重新启动。直到 12 小时无故障运行。

42.3.6 测试标准

- (1) 通过连续 12 小时耐久性测试, 在系统控制下达到双方约定数量的装卸任务(或更多), 即认为测试通过。
- (2) 在测试结束后, 将出具一份完成作业数量的报告。测试的目标是证明系统在特定环境下的操作性能是否与双方约定的一致。
- (3) 当达到测试成功标准后, 系统验收测试通过。如果测试没有达到预期目标, 卖方应进行改进并重新测试。

43. 设备最终接收 (FAC)

43.1 最终接收条件

- (1) 卖方向买方递交了起重机完全达到合同要求的技术条件的最终验收报告。
- (2) 符合《水运工程质量检验标准》JTS 257-2008规定。
- (3) 卖方负责向买方提供中华人民共和国有关部门认可的该起重机的安全使用证(所需费用由卖方承担), 包括整套试车项目清单, 各项目试车情况和测试数据等资料一式叁份。
- (4) 最终接收还应满足以下条件:
 - 1) 合同规定的供货范围内货物已经全部交付给买方, 并经检验合格;
 - 2) 合同规定的技术文件, 已经如数提交给买方, 质量合格;
 - 3) 完成全部整改问题并得到买方认可;
 - 4) 投入试运行后连续 4 周的 MMBF (平均故障间隔时间) 不低于 800;
 - 5) 投入试运行后连续 4 周的总体作业效率不低于 22 个循环/小时。

43.2 最终验收报告

在完成各项试验和检查后，将编写最终验收报告，将试验结论和检查结果列成表格。该报告能够标明所试验的起重机性能，并记下试验日期、地点及监督人的姓名。

卖方的质检人员将与买方验收代表共同编写最终验收报告。

43.3 遗留问题整改

允许在有不影响正常操作和使用安全的少量遗留问题的前提下，签署交机文件。此类遗留问题必须于轨道吊试用结束前解决。若由遗留问题整改未完成导致的事故，全部由卖方（中标方）负责。

44. 设计审查及图纸资料

买方对卖方提供的设备将进行设计审查。设计审查的目的是审查提交设计图纸是否符合技术参数和规范以及实际使用的要求。审查的依据是双方合同文本中的技术规格书。

44.1 质量保证手册

在进行基本设计审查时，卖方应编制一份适用于本起重机的质量保证手册，并征得买方同意。

质量保证手册应包括说明卖方在设计、采购、制造、组装、安装和调试阶段的质量保证措施，包括相应的记录表式和采用的检验项目和验收标准，以及进行此类检查和测试的建议时间和地点。

44.2 设计审查

买方将对卖方提供的设备进行设计审查，审查工作将分为基本设计（技术设计）审查和最终设计（施工设计）审查两个阶段进行。

44.2.1 基本设计审查

- (1) 卖方应在合同签订后 30 天内向买方提交有关基本设计的图纸和技术文件，并在买方收到基本设计图纸及技术文件的 10 天后派代表向买方介绍设计文件，并提供设计详情。买方将按照合同技术规格书有关条款的要求，对基本设计的图纸和技术资料进行审查和确认。如发现问题，卖方应作相应的修改。
- (2) 基本设计审查的时间为 10 天，卖方一切费用自理。
- (3) 卖方应提供一式八套完整的基本设计图纸和技术文件，至少包括以下内容：
 - 1、有关图纸

- 1) 起重机总布置图;
- 2) 小车总布置图;
- 3) 高压房总布置图;
- 4) 远程操作室总布置图;
- 5) 龙门架结构图;
- 6) 主梁结构图;
- 7) 小车架结构图;
- 8) 吊具上架装配图及电气线路图;
- 9) 吊具装配图;
- 10) 起升机构总装配图;
- 11) 小车横移机构总装配图;
- 12) 大车行走机构总装配图;
- 13) 起升钢丝绳缠绕图;
- 14) 锚定装置装配;
- 15) 轮边制动器装置总成图;
- 16) 高压电缆卷盘总装配图;
- 17) 吊具电缆卷盘总装配图;
- 18) 拖链结构装配图;
- 19) 供电电缆接线箱和导向轮系结构;
- 20) 梯子、走道和平台总布置图;
- 21) 升降机总图及升降机线路原理图;
- 22) 起重机整体运输工艺方案;
- 23) 吊具装置结构图;
- 24) 机上供电线路图;
- 25) 电气设备电气原理图及控制系统回路图;
- 26) 小车、高压房和电气房内电气设备的布置线图;
- 27) 控制柜、配电盘、操作台接线端子图;
- 28) PLC的硬件配置图、详细的硬件接线图;
- 29) PLC系统的功能原理图;
- 30) 起重机状态监测和管理系统结构图;

- 31) 大车的大小台车金属结构图;
- 32) 大车定位装置系统结构图;
- 33) 轨道吊远程操作系统方案及布置图;
- 34) 小车定位装置系统结构图;
- 35) 通讯布线图;
- 36) 视频系统安装布置结构图;
- 37) 视频系统布线图;
- 38) 状态监测和管理系统结构图及地址表、系统软件使用说明书;
- 39) 其他相关结构布置图;

2、有关资料

- 1) 起重机平均作业循环时间的计算;
- 2) 稳定性和轮压的计算;
- 3) 缓冲器、锚定装置设计计算;
- 4) 提供设计、制造、安装、试验和验收过程中相关的规范和标准;
- 5) PLC的买方手册(包括硬件说明), 指令表;
- 6) 主要结构的刚度、强度和疲劳计算;
- 7) 主要机构的动力计算(包括电动机功率和发热、齿轮箱、制动器、联轴器等
的计算);
- 8) 钢丝绳的设计计算;
- 9) PLC编程器的操作指南;
- 10) 程序清单及操作说明(包括故障显示点代码及故障诊断);
- 11) 安装、工艺、试验程序、制造进度、验收大纲等;
- 12) 集装箱吊具、夹轮器、制动器、集中润滑系统(含管路布置)、整机照明方
案、视频监控、RCMS、智能灭火系统、自动化远控系统及其子系统、轨道吊
管理系统及接口和子系统、集装箱信息识别系统等需提供技术方案、图纸及
配置须经买方认可。

44.2.2 最终设计审查

- (1) 在修正基本设计的基础上, 卖方将进行最终设计。卖方应在基本设计审查结
束后 15 天内完成最终设计, 并向买方提交有关图纸及设计文件。买方在收
到全部有关资料的三十天后将派遣 10 位技术人员, 前往卖方所在地进行最

终设计的审查。

- (2) 买方代表进行设计审查的时间为十五天，买方代表所发生的差旅费用，均由卖方负担。
- (3) 最终设计的审查将包括以下内容：除按基本设计内容外，还应包括安装、工艺、试验程序、制造进度、验收大纲和设备运输以及包装等方面。
- (4) 卖方向买方提交一式八套最终设计图纸和技术文件，应包括如下内容：
 - 1) 基本设计提交过的经过修改的全部图纸及技术文件；
 - 2) 电气接线图；
 - 3) 电气布置图；
 - 4) 电线、电缆、线管、线槽和主要电器元件的规格明细表；
 - 5) 润滑系统图及相应的润滑油料的品质说明；
 - 6) 制造进度计划表；
 - 7) 整机运输及上买方码头方案的详细说明及方案图；
 - 8) 起重机的检验和调试内容、程序、方法、标准等详细技术文件，包括起重机金属结构部分。各种电气设备，各机构的部件，组装后的运动机构，各种安全保护装置，整机性能调试和试车大纲。
- (5) 最终设计完成后二十天内，卖方应提交根据买方要求已作修改的设计图纸和技术文件，供买方再次确认和认可（如果有）。最终图纸和有关技术文件经买方审查确认后，中标方才可制造。
- (6) 买方对卖方的设计审查确认并不解除卖方的最终责任，买方也不对以后制造过程中的必要修改承担责任。

45. 起重机的监造和第三方监理

45.1 常驻监造

在起重机制造过程中，买方将派监造人员 2~4 人到卖方的制造厂及主要分包厂，对设备的总成、零部件、材料、包装、制造、安装及调试等情况进行监造。所有费用由买方承担。

45.2 监造要求

在监造过程中，由于卖方设计、制造、施工、调试及管理不善，造成上述人员人身伤害事故，责任由卖方承担。监造期间卖方应无偿提供：

45.2.1 办公场所（含必要的通讯设施），监造人员的膳食、住宿和交通。

- 45.2.2 生产进度计划、施工图纸、材料技术说明、试验报告、检验证书、检验记录及质量管理报告。
- 45.2.3 安装、制造工艺及图纸，检查试验步骤及试验有关的文件。
- 45.2.4 卖方需全力配合监造工作，提供监造人员监造所需的检测仪器仪表等工具，以及监造工作所需的生产进度计划、生产会议记录、制造工艺标准以及双方商定的监造节点检验要求等。
- 45.2.5 卖方必须接受买方所委派的工程师对轨道吊制作的质量、进度及费用支付方面进行全面监督与管理。
- 45.2.6 监造期间如发现所检验的设备部件不符合质量要求时，买方监造人员有权提出改进意见，卖方须认真考虑买方监造人员提出的各种意见，采取有效措施，保证轨道吊的制造质量。
- 45.2.7 监造结束后，卖方汇集所有检测和检验结果编制成报告，正式提供给买方。买方监造人员在卖方制造基地监造期间签署的任何检验文件，不能代替买方到货后的检验，不能免除卖方在质保期内对设备承担的质量责任。不替代起重机抵达安装现场的检验，也不解除卖方对起重机的最终质量所应承担的责任。

45.3 监理要求

在起重机制造过程中，买方将委托监理公司工程师到卖方的制造厂及主要分包厂，对设备的总成、零部件、材料、包装、制造、安装及调试等情况进行监理。

卖方应提供：

- 45.3.1 卖方向监理工程师提供一份经业主认可的技术规格书和总图、部件图、主要计算资料；施工图纸、工作日程、材料技术说明、试验报告、检验证书和检验记录及质量管理报告；安装工艺及图纸、检查试验步骤以及与试验有关的文件；安装及试验记录；仪器、仪表、工具及每周制造进度表（制造厂/分包厂）、检验工作计划等。

在监理过程中，如因监理工作需要，卖方应随时提供或借阅零件图；

- 45.3.2 卖方建立完善的报验制度，卖方质检人员应对报验项目先行检验合格，在有关单据上签字后再向监理工程师报验，并提前一天递交该项目的有关质检文件。主要部件及总成的检验需经监理工程师签字认可后方可进入下一道工序；
- 45.3.3 卖方向监理工程师提供工厂质量保证计划，质量检验大纲及质量检查控制表；买方将向卖方提供起重机检查表(附件六：《起重机检查表》)，卖方须根据表格定义的内容执行，买方及其第三方监理代表将在现场进行对应检查和见证。《起重机检

查表》中相关的检验/试验控制代码定义的如下：

(1) 需卖方提交的证书或报告，代码为：

M：需提交工厂证书

R：需提交检验报告

T：需提交试验报告

(2) 需卖方配合买方(或其第三方监理代表)进行的检查和见证，代码为：

C1：要检查的证书或报告

W1：所有工程的检验/测试均需见证

W3：随机见证 5%-20%的工程数量检验/试验

45.3.4 监理工程师开出的监理通知书必须及时回复，当因质量问题与卖方发生严重分歧时，监理有权发出暂停施工指令，并由买方裁决。

45.3.5 买方委托的监理公司人员在监造、监理、检验、调试、试车、验收过程中，由于卖方设计、制造、施工、调试及管理不善，造成上述人员人身伤害事故，责任由卖方承担。

46 竣工图和最终技术文件

本合同项下的设备在交付后的 20 天内，卖方应向买方提供供保修用的完整图纸和资料，每台起重机 3 套。并提供与图纸和资料相对应的光盘资料。

46.1 竣工图纸

本项目所涉及的图纸，卖方应提供 CAD 和 PDF 两种格式的电子文档给买方。需要装订成册的图纸如下：

46.1.1 起重机总装图；

46.1.2 主要钢结构及小车构架的结构图；

46.1.3 起升钢丝绳缠绕图以及钢丝绳型号、规格、长度；

46.1.4 小车驱动机构装配图及其易损零部件的加工图；

46.1.5 能表明小车上各装置结构及其相互关系和其尺寸的小车布置图；

46.1.6 起升机构装配图及其易损零部件的加工图；

46.1.7 换绳装置装配图及其易损零部件的加工图；

46.1.8 吊具装配图及其易损零部件的加工图；

46.1.9 吊具上架装配图及其易损零部件的加工图；

46.1.10 大车运行机构装配图及其易损零部件的加工图；

- 46.1.11 轮边制动器装配图及其易损零部件的加工图；
- 46.1.12 锚定装置及防台固定装置的布置图、结构图；
- 46.1.13 高压电缆卷盘装置的装配图及其易损零部件的加工图；
- 46.1.14 高压房内设备布置图；
- 46.1.15 远程控制室内设备布置图；
- 46.1.16 远程控制室内各控制开关、按钮、操作手柄、指示仪表、指示灯等元件、部件的功能标牌、布置图及其说明；
- 46.1.17 整机电气原理图（白图）；
- 46.1.18 整机动力布线图；
- 46.1.19 电气设备、部件布置图；
- 46.1.20 电气线槽和线管布置图；
- 46.1.21 电气接线图（白图）；
- 46.1.22 控制电路、模块功能及其接线说明，接插件板的原理图（白图）；
- 46.1.23 调速系统的调校检测点的参数及其波形特性图；
- 46.1.24 拖链装置布置图、结构图及其易损零部件的加工图；
- 46.1.25 起重机润滑点及管路布置图（白图）；
- 46.1.26 梯子、通道及平台图；
- 46.1.27 从其它厂商购买的电气零件的样本、使用说明、保养和修理手册及生产厂商的资料；
- 46.1.28 完整的电气及电子电路图；
- 46.1.29 软件架构和说明书；
- 46.1.30 其它保修用的易损件图；

46.2 竣工资料

- 46.2.1 起重机说明书
 - (1) 外形简图；
 - (2) 性能参数；
 - (3) 机构结构的详细说明；
 - (4) 电控部分的详细说明；
 - (5) 吊具说明；
 - (6) 升降机保养使用说明书；

46.2.2 操作手册

- (1) 操作员责任表;
- (2) 操作方法、程序;
- (3) 安全操作注意事项;

46.2.3 维修手册

- (1) 定期保养、修理日程表及任务;
- (2) 主要部件的拆装步骤, 钢丝绳更换工艺;
- (3) 主要机构吊装工艺;
- (4) 调整方法及数据;
- (5) 维修工作的注意事项;
- (6) 故障排除图表;
- (7) 润滑方式;
- (8) 润滑剂(油)技术说明、指标及更换标准等;
- (9) 起重机所用润滑剂(油)的制造厂及类型;

46.2.4 机电配套件手册。

外购件、密封件、轴承、高强度螺栓、大直径螺栓、特殊螺栓、钢丝绳、电线、硅元件及其它元件的规格、数量、使用部位、性能参数等。

46.2.5 易损件及备件手册。

手册名称、规格、数量、材料、特殊要求及制造图纸(零配件的电子(Excel)清单)。

46.2.6 电气软硬件使用维护手册。

46.2.7 竣工的设计计算文件, 自动化系统及各子系统(SDS\LCPS\LCS\TDS 等)、OCR 识别系统、堆场门禁系统等的最終技术方案。

46.2.8 被确认的检验和试验文件中所规定的各种检验证书(空气压缩机须提供储气筒等检验资料、合格证、试验报告)、检查记录、安装记录、调试和测试记录和报告及其动态性能曲线等, 载人升降机、需提供行车必要的图纸、资料文件、保养使用说明书。

46.2.9 竣工资料还应包括主要机电产品的出厂合格证、电气控制柜的出厂试验报告。主要电机应提供出厂空载、额定载荷下的试验报告及其温升曲线; 主要减速箱应提供齿轮检测数据。

卖方还须向买方提交整机出厂合格证及当地质量技术监督部门核发的检验合格证

和使用登记证。

46.2.10 提供买方的竣工图纸和资料文件如不完整部分或错误的图纸资料，卖方有义务根据买方的要求给予更正。如因卖方的竣工图或资料文件有误或与实物不相符，由此而造成买方在采购备件和加工易损件时不当，卖方应赔偿买方的有关损失。

46.3 其他技术文件

- (1) 提供图纸资料、PLC 软件、PLC 梯形图及整机调试参数光盘每台机各 2 套。
- (2) 提供电控室内工控机硬盘上的数据备份光盘每台机 1 套。
- (3) 包含但不限于便携式编程器、工控机上，正版软件使用许可证
- (4) 另需提供电气原理图和放线表各 6 套，用 A4 纸装订成册，并有适当的外套可方便携带到现场使用。

47. 起重机质保期、售后服务

47.1 质保期

- (1) 除另有规定外，本合同项下的起重机整机质保期为签署最终接收并正式交付之日起二十四个月（含）。
- (2) 起重机的结构、主要机构及关键配套件的设计寿命必须达到整机寿命的要求。
- (3) 以下所列的机构和配套件必须与起重机整机寿命相同：
 - 1) 起升、小车和大车机构的减速箱；
 - 2) 大车机构，包括轴、台车销轴；
 - 3) 大车行走车轮；

整机及其他各机构、部件质保期要求：

1	整机质保期	2年
2	电控系统（PLC、变频器、主电机）	3年
3	整机油漆质保期	15年
4	拖链系统质保期	5年
5	摄像机质保期	3年
6	投光灯质保期	5年
7	起升机构轴承使用寿命	50000小时
8	小车机构轴承使用寿命	50000小时
9	大车机构轴承使用寿命	50000小时

备注	以上均基于正常使用情况下。上述未提及的辅助系统、外购系统等保修期均与整机相同。
----	---

47.2 售后服务

- (1) 在起重机投产初期两年内，卖方将派不少于 2-4 人（买方认可）在买方现场进行二十四小时售后服务，以便帮助买方掌握起重机正常操作和排除故障的技术（一个小时之内能提供现场售后服务）。对于需要更换的零部件，在收到买方通知后七天内送往起重机现场并安装调试完毕；对于需要进口的零部件，在收到买方通知后三十天内送往起重机现场并安装调试完毕。
- (2) 卖方向买方提供进口配套件供货商备件库的库存清单，供买方备查，以备买方所需时可提供。提供维修，保养用的图纸资料。
- (3) 卖方应保证在质保期满后能为设备的及时维修和零部件的供应提供保障。
- (4) 提供远程技术支持及其他的机制和相应系统。
- (5) 系统升级时进行仿真测试和仿真测试软件更新，以支持其他对接系统的升级测试，确认满足系统间互操作性正常。

48. 培训

48.1 概述

- 48.1.1 在起重机正式验收交付使用前，卖方应组织提供培训课程，以帮助买方操作、工程和 IT 人员能够正确、安全、有效使用起重机包括自动化和远程操控系统。包含卖方或配套产品方场地（场外）、买方场地和设备现场（场内）的培训。
- 48.1.2 卖方应选派称职的、有丰富经验的专业人员作为培训导师，不得完全依赖没有培训经验现场调试人员。
- 48.1.3 起重机在买方现场交付日期前30个日历日内，应向买方提交一份培训导师的名单，包括他们的经验、参考资料和资质，以供审查和批准。每位培训师应至少有3次同类课程的培训经验。买方有权要求更换培训师，所产生的额外费用由卖方承担。
- 48.1.4 单机控制系统、自动化系统、远程操控系统及部分特殊产品培训课程应包括课堂讲座和起重机和/或卖方为培训目的提供的模拟器进行实际操作课程。
- 48.1.5 每个培训课程/模块应包括书面和实践评估。卖方或培训师组织应向成功完成培训课程并通过评估的每位候选人颁发培训证书。
- 48.1.6 每个培训课程/模块应进行视频录制，并应向买方提供两份高清（HD）DVD 形式

的培训视频，以供将来的维护培训之用。

48.1.7 培训使用的语言和资料应为中文。

48.1.8 培训大纲、模块和时间表应在培训课程开始前与买方讨论并获得批准。

48.1.9 场外和场内培训所产生的所有费用均由卖方承担。

48.2 场外培训

48.2.1 买方会安排工程技术人员 10 人次到卖方所在地和卖方制造基地（含配套厂商）进行为期3周的单机控制系统、自动化系统、远程操控系统及部分特殊产品或应用的深度培训。

48.2.2 培训方法:采用理论讲课及实际操作相结合的方式。

48.2.3 培训教材、设备都由卖方提供，买方所派出人员来回机票、交通、吃住费用由买方承担。

48.3 场内培训

48.3.1 起重机操作员培训

- (1) 卖方应在买方现场对买方起重机操作员进行起重机操作员培训。
- (2) 培训方法：采用理论讲课及实际操作相结合的方式。
- (3) 培训手册和说明书：卖方必须完整提供操作培训手册和说明书为系统作出综合描述，包括但不限于自动和远程操作系统、实时监控系统、操作信息系统，并附图解及/或照片说明，需以中文书写提供。
- (4) 卖方应提供至少 4 次课堂培训。每次课堂培训应至少 2 个工作日。
- (5) 卖方应至少提供 2 次实践培训。每次实践培训至少 7 个工作日，操作员培训包括但不限于以下内容：
 - 1) 轨道吊启动程序的指导和实践训练；
 - 2) 在远控中心的起重机和远程操作台上，对正常集装箱装卸作业的指导和实际操作培训；
 - 3) 远程操作台人机交互界面的使用训练及常见故障处理训练；
 - 4) 不同操作方式的指导和实践训练；
 - 5) 关于紧急情况下使用设备的指示。
- (6) 每个培训课程应包括书面和实际评估，卖方或培训师组织应向成功完成培训课程并通过评估的操作员颁发培训证书。

48.3.2 工程技术人员培训

- (1) 卖方应在买方现场对买方工程技术人员进行技术和维护培训。
- (2) 培训方法:采用理论讲课及实际操作相结合的方式
- (3) 卖方应提供机械、结构、单机控制系统、自动化系统、远程操控系统及重要应用的培训。
- (4) 卖方应提供至少4次课堂培训。每次课堂培训应至少3个工作日。
- (5) 卖方应至少提供4次实践培训。每次实践培训至少2个工作日。

48.3.3 IT技术人员培训

- (1) 卖方应在买方现场对买方 IT 技术人员进行培训。
- (2) 培训方法:采用理论讲课及实际操作相结合的方式。
- (3) 卖方应提供至少4次课堂培训。每次课堂培训应至少2个工作日。
- (4) 卖方应至少提供4次实践培训。每次实践培训至少2个工作日。

49. 规格书的附件和附图

规格书中涉及的须业主向投标方提供的附件和附图有如下:

附件一 《技术及产品标准参考列表》

技术标准	规格
应用程序开发	
接口标准	1. EDI 2. XML 3. SOAP 4. JSON 5. HTTP 6. JMS 7. FTP 8. RESTful API (以上接口标准, 通信必须加密, 禁止明文传输)
应用安全标准	web 应用的 OWASP
基础设施	
无线标准	1. 802.11ac with WPA2-Enterprise 2. 2. 3G 3. 4G/LTE 4. WiFi 6 (802.11ax) with WPA3-Enterprise 5. 5G
服务器操作系统	1. Windows Server 2019 2. Red Hat Enterprise Linux 7, 8 3. Oracle Linux 7, 8
数据库	1. Oracle Database 19c (12.2.0.3)

	2. Microsoft SQL Server 2017, 2019 3. MongoDB
备份（软件）	1. HPE 2. Oracle 3. Veritas 4. Veeam 5. Commvault 6. Rubrik 7. Veeam (Cloud Backup)
安全性（身份和访问、数据、应用程序、网络）	
密码算法	1. 不对称密码：RSA-3072 或更高 2. 对称密码：AES-256 3. 哈希函数：SHA-512
认证标准	1. SAML 2.0 或以上 2. LDAP 3. ADFS （内部） 4. Kerberos Version 5 5. PEAP-EAP-TLS 6. RADIUS * 7. Diameter * 8. Oauth 2.0 * Use of the RADIUS and Diameter protocol 必须受到 TLS 1.1 或以上版本/IPSec 加密的保护
系统可用性，系统稳定性和服务指标	
系统可用性，系统稳定性和服务指标	所有应用系统、控制系统满足 TOS 系统相同级别的系统可用性，系统稳定性和服务指标

附件二 《远控平台接口标准化推荐方案V1.0》

该方案由中国港口协会统一制定，请到对应网站下载。

附件三《系统KPI要求》

系统作用

KPI系统是码头对作业情况进行数据分析与决策的核心支持工具，应该具备评估作业状况、发现运营问题、定位问题原因的能力，进而提升码头整体运营效能。

指标数据要求

作业核心指标

通过下述指标能够体现作业效率、手动介入率、识别率、作业等待情况等聚合指标。

序号	指标	说明
1	任务耗时信息	综合耗时，机械耗时，有效耗时
2	等待信息	等集卡确认，等集卡到位，等分配操作台，等绑定操作台，等手动操作
3	异常情况	异常码，异常开始时间，异常结束时间等
4	手动介入信息	每次手动能够区分主观、正常、异常，司机及使用的操作台，介入时长等
5	识别信息	集卡识别、箱号识别
6	移动信息	大车、小车、吊具等主要机构的移动信息，如移动时长、移动次数、移动距离等；要区分大车跑动和大车微动。

任务还应包含作业的基本属性，如任务号、箱号、集卡号、起始位置、目标位置、箱型（20/40/45）、是否开底等。

任务分解分析

作业核心指标是任务级的指标，除此之外，系统还要对任务进一步细化，能够体现局部耗时情况，找出效率瓶颈，即：将一个任务切分成多个小片段，这些片段加起来是任务耗时。

建立任务碎片化分析模型，将完整作业流程拆解为可量化的最小执行单元（如：指令接收→大车跑动→抓箱对位准备→抓箱操作→放箱准备→放箱操作等），通过各片段耗时占比分析，精准定位效率瓶颈环节，形成「整体 - 局部」联动的数据分析体系。

司机绩效

系统能够通过算法来量化司机，主要包括：

- 1) 量化司机行为。
- 2) 准确衡量司机工作量，合理解决多人协作完成同一任务时的归属问题。
- 3) 通过智能分析算法对司机的作业数据进行深度挖掘，描绘司机画像，体现司机技能水平和工作态度。
- 4) 提供远控司机的绩效分析的报表。

系统UI要求

系统的UI部分主要以数据报表、数据统计、数据查询等形式展现。

数据报表

- (1) 报表样式：采用类似 EXCEL 的表格形式，以只读方式在系统界面呈现。
- (2) 报表导出：系统支持将报表数据完整导出为 EXCEL 格式，确保数据在外部环境下的可再编辑性与数据共享便捷性，保证导出数据的准确无误。

数据统计

- (1) 聚合分析模块：设置作业效率统计、异常统计（异常类型分布、异常发生频率）、集卡 / 箱号识别率统计等多个统计模块，运用科学的统计方法与算法，深度挖掘数据价值。
- (2) 图表呈现：根据不同的统计数据特点，灵活运用柱状图（用于对比不同类别数据大小）、折线图（展现数据随时间变化趋势）、饼图（反映数据占比关系）等多种图表形式，使数据直观、形象地呈现给用户，降低数据解读难度。

数据查询

- (1) 明细列表展示：提供任务列表、异常列表、介入明细列表、识别信息列表等各类明细数据列表，支持用户快速定位与查看所需数据。
- (2) 查询导出功能：实现查询结果导出为 EXCEL 的功能，保障用户对明细数据的离线分析需求。

系统体验要求

指标算法透明

- (1) 客观公正：评估体系客观、合理、准确，确保公平、公正、公开，使考核结

果真实反映作业情况。

- (2) 易懂透明：体系设计尽量简单易懂，相关人员能够清晰了指标计算的因果关系，增强考核的透明度。
- (3) 提供系统中每个指标的算法文档，并能够在系统中做出提示，便于理解。

指标准确性自检

除了让用户理解每个指标的算法，系统还应该提供一种校验手段，能够较为容易得让使用方自己核对指标数据，从而确保系统的准确性。

自主随需

由于系统包含大量的指标数据，不能全部堆砌在系统界面上，用户可以根据自己的需要自主选择，如选择指标范围、排序方式等，并能够形成自己的个性化配置，便于下次使用。

附件四 《起重机检查表》

起重机检查表

检验/试验控制代码

1、由承包商提供

M: 提交工厂证书

R: 需提交的检验报告

T: 需提交的试验报告

2、买方或其代理人

C1: 要检查的证书或报告

W1: 所有工程的检验/测试均需见证

W3: 随机见证 5%-20%的工程数量检验/试验

码头起重机检查表 (1/6) - 主体结构																				
一、主要结构	化学性质	机械性能	焊接工艺和焊工资格	焊缝的边缘准备检查和目视检查	无损检测	硬度	目视检查和天气防护检查	尺寸检查	证明负载测试	断裂试验	功能测试或热运行测试	接电测试	绝缘测试	特性测试	涂漆	称量	负载测试 (注)	挠度测量 (注)	库存	运输/包装的准备工作
	龙门架	M	M			M			R											
C1		C1	C1	W3	C1		W1	W3							W3					
小车梁	M	M			M			R												
	C1	C1	C1	W3	C1		W1	W3							W3					
大梁	M	M			M			R												
	C1	C1	C1	W3	C1		W1	W3							W3					
台车	M	M			M			R												
	C1	C1	C1	W3	C1		W1	W3							W3					
小车架	M	M			M			R												
	C1	C1	C1	W3	C1		W1	W3							W3					
机械房, 机械房 配件								R												
							W1	W3							W3					
防风系固装置	M	M			M			R	T											
	C1	C1	C1	W3	C1		W1	W3	W1						W3				W1	W1
吊具和上架	M	M			M			R												

	C1	C1	C1	W3	C1		W1	W3							W3				
备注																			

码头起重机检查表 (2/6) - 机械设备

二、机械设备	化学性质	机械性能	焊接工艺和焊工资格	焊缝的边缘准备检查和目视检查	无损检测	硬度	目视检查和天气防护检查	尺寸检查	证明负载测试	断裂试验	功能测试或热运行测试	接电测试	绝缘测试	特性测试	画	称量	负载测试 (注)	挠度测量 (注)	库存	运输/包装的准备工作
钢丝绳卷筒	M	M			M			R												
	C1	C1	C1	W1	C1		W1	W3												
小齿轮和齿轮	M	M			M	T		R												
	C1	C1			C1	C1	W1	W3												
滑轮	M	M				T		R												
	C1	C1				W3	W1	W3												
车轮 (大车和小车)	M	M				T		R												
	C1	C1				W3	W1	W3												
减速箱	M	M						R												
	C1	C1	C1	W3			W1	W3												
钢丝绳 (起升)	M	M						R	T	T										
	C1	C1					W1	C1		C1										
液压单元 (如有)								R			T									
							W1	W3			C1									
旋锁 (吊具)	M	M			M			R	T											
	C1	C1			C1		W1	W3	W3											

备注																				
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

码头起重机检查表 (3/6) - 设备子组件 (Sht 1)																				
三、设备组件 (Sht 1)	化学性质	机械性能	焊接工艺和焊工资格	焊缝的边缘准备检查和目视检查	无损检测	硬度	目视检查和天气防护检查	尺寸检查	证明负载测试	断裂试验	功能测试或热运行测试	接电测试	绝缘测试	特性测试	涂漆	称量	负载测试 (注意)	挠度测量 (注)	库存	运输/包装的准备工作
大车驱动器 (G1)								R			T									
							W1	W3			W3				W3					
电缆卷盘 (G3)								R			T									
							W1	W3			W1				W3					
锚定插销 (G4) 和防风系固 (如果有的话)								R			T									
							W1	W3			W1				W3					
起升驱动器, 包括紧急制动器 (H0)								R			T									
							W1	W3			W1									
上架 (H3)								R			T					T				
							W1	W3			W1				W3	W1				
起升和大车应急驱动系统								R			T									
							W1	W3			W1									
备注																				

码头起重机检查表 (4/6) - 设备子组件 (Sht 2)																				
三、设备组件 (二)	化学性质	机械性能	焊接工艺和焊工资格	焊缝的边缘准备检查和目视检查	无损检测	硬度	目视检查和天气防护检查	尺寸检查	证明负载测试	断裂试验	功能测试或热运行测试	介电测试	绝缘测试	特性测试	油漆	称量	负载测试 (注)	挠度测量 (注)	库存	运输/包装的准备工作
	小车驱动器 (T0)								R			T						(T)		
							W1	W3			W1									
小车拖链系统																				
							W1	C1			W1						(T)			
吊具 (S1)								R			T					T	(T)			
							W1	W3			W1				W3	W1			W1	W1
空调																				
							W1	C1			C1									
操作站 (A3)								R												
							W1	W3											W1	
换气扇 (机械房)											T									
							W1				W1									
维修车								R			T									
							W1	W3			C1									
													T							

小车部件								R								T				
							W1	W3							W3	W1				W1
备注	1. () 中的项目应在现场进行。2. 导联试验包括额定载荷试验、过载试验和中间载荷试验																			

码头起重机检查表 (5/6) - 电气化设备																				
四、 电气 设备	化学性质	机械性能	焊接工艺和焊工资格	焊缝的边缘准备检查和目视检查	无损检测	硬度	目视检查和天气防护检查	尺寸检查	证明负载测试	断裂试验	功能测试或热运行测试	接电测试	绝缘测试	特性测试	油漆	称量	负载测试 (注)	挠度测量 (注)	库存	运输/包装的准备/工作
	H. T. 滑环								R				R			R				
							W1	C1				C1			W3					
												T	T							
H. T. 电源 柜								R				R								
							W1	C1			W1	C1								
												T	T							
H. T. 配电 柜								R				R								
							W1	C1			W1	C1								
												T*	T							
变 压 器								R			R	R		R						
							W1	C1			C1	C1		C1	W3					
												T	T							
电 气 驱 动 单 元								R				R		R						
							W1	C1				C1	C1	C1						
													T							
电 阻 器 (如 有)								R					R	R						
							W1	C1					C1	C1						
													T							
控 制 面 板								R					R							
							W1	C1					C1							
													T							
备注	*应提交故障等级报告和计算。																			

码头起重机检查表 (6/6) - 电气设备 (续) & 起重机总装、备件、附件手册

四、电气设备 (续) 五、起重机总装、配件使用说明书	化学性质	机械性能	焊接工艺和焊工资格	焊缝的边缘准备检查和目视检查	无损检测	硬度	目视检查和天气防护检查	尺寸检查	证明负载测试	断裂试验	功能测试或热运行测试	接电测试	绝缘测试	特性测试	油漆	称量	负载测试和耐久性测试 (注)	挠度测量 (注)	库存	运输/包装的准备工作的
								R				R	(R)	R						
电源线							W1	C1				C1	T	C1			T*			
													(W1)							
													R							
开关							W1	C1					C1		W3					
空气压缩机 (如有)											(T)									
起重机装配								R			T	T	(T)				(T)	(T)		
							W1	W3			W1	C1		W1						W1
							(W1)	(W1)			(W3)	(W1)	(W1)	(W1)	(W1)	(W1)	(W1)	(W1)		
寄售备件							W1												W1	W1
							(W1)												(W1)	
配件 磨损量规							W1												W1	W1
							(W1)												(W1)	
卸载方和时间表																				W1
操作说明																				
																			W1	

维护手册																				
																			W1	
油和润滑剂列表																				
																				W1
备注:	<p>1. () 中的项目应在终端站点内进行</p> <p>2. 负载试验包括额定载荷试验、过载试验和中间载荷试验。</p> <p>3. 大梁的垂直挠度应测量额定载荷和过载。大梁水平挠度应根据额定载荷进行测量。应记录无负载时小车导轨的垂直和水平测量以及大梁直线度。</p> <p>4. *电压失压测试</p>																			

附件五 《智慧堆场装卸系统》

1. 系统概述

智慧堆场装卸系统平台核心功能是对接自动化轨道吊，实现堆场作业的高效协同、提升堆场作业效率、降低堆场作业安全隐患。堆场装卸作业采用了远程自动化轨道吊，具备单机自动化作业能力，设备的单机自动化由设备厂商提供。智慧堆场装卸系统平台用于对接自动化设备控制系统或者ECS系统、TOS系统，向设备发送轨道吊智能调度优化后的作业指令，同时收集设备的位置和状态信息，以及作业指令执行的进度，为作业指令高效稳定的执行提供保障。本平台基于TOS系统中的计划控制模块扩展开发而成，将堆场自动化场桥与TOS系统进行对接，实现将TOS系统中的待作业堆场作业指令，根据场桥和作业拖车的状态，自动向自动化场桥控制系统推送智能调度优化后的作业指令，调度合适的场桥进行作业，并接收场桥的作业反馈，最终实现堆场作业的自动化。

2. 系统业务需求

1) 轨道吊智能调度

从轨道吊节能增效考虑，在满足岸边、闸口和堆场服务要求的前提下，以减少轨道吊和拖车的相互等待为目标，依据拖车位置、轨道吊位置、堆场内设备位置及状态、作业指令分布及指令类型优先级，调度轨道吊选择合适的指令。堆场设备（RTG或RMG）的作业智能调度，自动为设备分派最优作业，减少人为选择带来的不确定性因素，以达到最佳作业协同，减少拖车、轨道吊等待时间，提升轨道吊服务水平。

- 平衡分配轨道吊作业范围

轨道吊分派作业区域时，需统筹分派轨道吊可作业范围，结合栏内的所有轨道吊位置、状态、轨道吊数量与指令分布情况，平衡各轨道吊作业数量，避免出现有的轨道吊无作业可做的情况。

- ✓支持按堆场区域均衡，即根据堆场设备数量平分堆场。常见方式为一个堆场block安排2台或多台堆场设备，均衡分配设备作业。

- ✓支持按指令数量均衡，即根据堆场block中指令分布，将指令尽可能平分给堆场设备。
- ✓支持轨道吊间位置影响规则设置，如轨道吊之间不可穿越，且两轨道吊之间需考虑一定的安全作业贝距，因此，轨道吊可执行范围需考虑轨道吊间的位置影响
- ✓支持按轨道吊作业状态，动态均衡：即根据当前请求作业的轨道吊所在位置，考虑作业到位的顺序，兼顾其它轨道吊的作业方向及目标位置，选择合适范围的指令。
- 支持结合现场的拖车定位信息、入栏口检测信息，灵活设置指令分配时机支持拖车到达可作业范围的设置，默认拖车到达可作业范围是拖车已进入Block作业区（栏头识别设备检测），也可设置为收箱入闸、卸船压车时。拖车到达可作业范围后，才可为轨道吊分配该拖车的作业指令，提前进行大车跑位。
- 设置轨道吊作业规则

轨道吊对进入可选范围的作业指令再次进行筛选，以确定选择当前最适合的指令进行作业。

 - ✓支持设置智能调度算法的作业因子权重。
 - ✓设定影响轨道吊选择作业的各因子，依不同的区间范围设置权重，综合计算出最适合的作业，如水平运输设备等待时间，轨道吊等待时间，行驶距离，装卸船收提箱等不同指令类型的优先级等。
- 输出一条最优作业任务

2) 作业指令派发与反馈

- 当设备处满足全自动作业条件时，智慧堆场装卸系统自动获取作业指令，自动分配给轨道吊执行。
- 系统获取作业指令可以直接与TOS系统对接，或者与智能轨道吊调度系统对接，获取由智能轨道吊调度系统分配的指令，并实时响应指令信息的变化。

- 系统也具备人工干预轨道吊的指令分配功能，可以由人工选择合适的指令派发给轨道吊执行。
- 系统响应作业过程中设备执行指令的各作业节点信息，更新作业指令信息并发送给TOS系统。

3) 轨道吊作业状态监控

- 提供监控界面实时查看所有自动化轨道吊的作业状态及设备状况，监控信息包括设备当前作业状态（走大车、走小车、吊箱等），正在作业的箱号，作业位置，设备运行模式（自动、人工），设备的故障信息或故障级别以及设备的状态信息等。
- 在轨道吊状态监控界面，提供操作入口，可控制轨道吊自动状态、运行状态，可人工干预控制设备动作或终止动作。

4) 单机作业监控

- 通过轨道吊作业状态监控列表，选中一个轨道吊可以进入轨道吊的单机作业监控界面，以图形化的方式形象地展示当前作业贝的堆箱信息、当前栏的堆箱信息、当前栏的其他设备位置信息、实时显示轨道吊的作业动作，小车位置、吊具高度、显示轨道吊作业的箱及其位置信息，轨道吊的作业模式等。

5) 作业指令监控

- 提供监控界面实时查看当前正在作业的堆场作业指令，也可以查指定栏的待作业指令，按作业顺序排列，可以按状态列表内的全部字段自定义分组显示信息。监控信息包括作业箱的相关属性信息，作业类型，作业位置，目的位置，作业的轨道吊设备，拖车号、以及作业过程中设备识别到的箱号、车号等信息。
- 作业指令监控界面，提供操作入口，可终止当前轨道吊的作业中指令，可人工分配自动化指令列表中的作业指令给轨道吊执行。

6) 堆箱高度核对

- 提供堆箱高度核对功能，可以查看TOS系统内的堆场堆箱高度情况与通过自动化轨道吊开闭锁高度维护的现场实际作业后的堆箱高度的差异。

7) 全场作业情况监控

- 在TOS中用图形化方式展现整个堆场的作业情况，展示信息包括标识出有作业指令的堆场贝位及贝上的作业数，轨道吊的当前位置（实时更新）。

8) 作业日志记录

- 对每台轨道吊的作业轨迹信息要进行日志记录，记录轨道吊每个作业动作的时间节点。
- 提供操作日志查询界面，可以按时间段，按轨道吊，按箱号等不同维度查询历史作业情况。

9) 轨道吊箱车识别率分析

- 提供轨道吊箱号、车号识别率统计查询界面，可以按时间段、按设备、按箱号、车号等不同维度 进行统计分析，查看轨道吊识别的车号、箱号识别率情况。

10) 数据交互接口

TOS数据交互接口

- 获取与TOS接口交互的安全认证信息

与TOS系统对接，获取安全认证信息，用于每次接口通讯时避免未授权的非法接口访问。

- 获取TOS指令

从TOS获取指令的详细信息，包括箱号、车号、车上位置、指令的源位置、目的位置等满足设备作业所需的各个数据信息。

- 获取TOS翻箱指令

轨道吊锁定某一作业指令后，检测该作业箱上方是否有其他箱压住，需要先进行翻箱作业，从TOS获取翻箱指令的详细信息，包括箱号、指令的源位置、目的位置等满足设备作业所需的各个数据信息。

- 锁定TOS指令

指令具备分配给轨道吊执行条件时，需要锁定TOS指令，TOS反馈指令锁定结果，锁定成功返回指令的详细信息，包括箱号、指令的源位置、目的位置等满足设备作业所需的各个数据信息。

- 更换指令的拖车或交换指令

轨道吊作业过程中，系统可根据实际识别到的拖车号，与TOS系统申请，进行指令的更换拖车，或交换指令。

- 释放拖车

轨道吊收箱入场作业过程中，当吊具从车上抓起箱，起升到安全高度后，可以提前进行TOS拖车释放。

- TOS指令完成确认

当系统接收到设备完成指令的信号时，需要与TOS交互，进行TOS指令的完成确认，更新TOS指令完成状态。

- TOS指令取消锁定/指令回退

当系统接收到设备取消或异常终止当前作业指令信号时，需要与TOS交互，进行TOS指令的取消锁定，更新TOS指令状态为未作业中状态。

- 获取TOS堆场定义信息，包括栏、贝、列、层

- 获取单箱信息

可以根据箱号获取TOS系统详细的箱信息。

- 获取堆场堆箱信息

可以获取TOS系统堆场的堆箱情况信息。

- 获取外集卡RFID信息

可以根据外集卡的车号获取TOS系统其绑定的RFID卡号信息。

- 获取内集卡设备及RFID信息

可以根据内集卡的车号获取其绑定的RFID卡号信息。

- 反馈给TOS自动化设备相关状态

可以反馈自动化轨道吊的相关状态如轨道吊位置、轨道吊作业状态、自动状态等信息，给TOS系统，用于展示或监控。

- 反馈给TOS自动化指令相关执行状态

可以反馈自动化轨道吊的指令执行状态，如作业位置、吊箱状态等指令执行状态，给TOS系统，用于监控或展示。

设备或ECS数据交互接口

- 发送给设备或ECS的数据

- ✓ 堆场定义信息，从TOS获取堆场栏的逻辑定义信息发送给设备或ECS，包括栏、贝、列、层等逻辑场位定义。
- ✓ 箱信息，按栏或贝从TOS获取堆场上的箱信息发送给设备或ECS。
- ✓ 堆场堆箱信息，按栏从TOS获取栏内堆箱层高信息发送给设备或ECS。
- ✓ 指令信息，从TOS获取指令信息发送设备或ECS系统，并实时推送指令变化。
- ✓ 翻箱信息，轨道吊锁定某一作业指令后，检测该作业箱上方是否有其他箱压住，需要先进行翻箱作业，从TOS获取翻箱信息发送给设备或ECS。

- 接收设备或ECS的数据

- ✓ 指令锁定，接收指令锁定信号，更新作业指令监控信息，传递给TOS更新指令状态。在作业指令被选中进行作业过程中，对指令进行锁定，此时TOS系统不能对指令进行修改。
- ✓ 取消指令锁定，接收取消指令锁定信号，更新作业指令监控信息，传递给TOS更新指令状态。
- ✓ 指令确认，接收指令确认信号，更新作业指令监控信息，传递给TOS更新指令状态。
- ✓ 翻箱确认，接收翻箱确认信号，传递给TOS更新箱信息。

- ✓ 拖车释放，接收拖车释放信号，传递给TOS，触发TOS进行拖车指令分派。
- ✓ 轨道吊作业状态，接收轨道吊作业状态变化信息，实时更新轨道吊作业监控信息。轨道吊作业状态需要自动化设备反馈的数据能够区分是自动作业或是人工干预状态，若司机工号登录在自动化厂商提供的设备控制系统，则人工干预操作时，需要将对应的操作司机反馈给智慧堆场装卸系统。
- ✓ 轨道吊位置信息，实时接收轨道吊位置信息、小车、吊具高度信息，更新单机作业监控图形化显示。

3. 外拖作业预约系统

为提高堆场作业效率，尤其是外拖收提箱作业的效率，及时响应外拖收提箱作业，高效完成外拖在堆场的作业请求，减少外拖在堆场内的港内作业时长，提高客户服务质量，同时通过减少外拖的港内作业时间，降低堆场作业安全隐患，需要建设外拖预约功能。通过外拖预约功能，可以提前预知外拖作业量，便于码头根据预约情况，忙时相应的增加作业资源以保障作业要求，闲时相应的减少作业资源以降低成本。还可以根据不同作业类型和不同作业时间段，协调外拖错峰到港，避免外拖车辆在港内和港外的大量积压，降低安全风险及交通组织压力，提升客户服务质量和客户体验。同时，通过建设外拖作业预约系统，外拖预约情况也可为自动化场桥作业调度提供数据参考，为进一步完善场桥作业调度，为以后的场桥作业调度根据预约情况进行“提前调度”提供数据和场景支持。

外拖作业预约系统功能需求如下：

- 1) 通过信息化的技术手段来管理外拖作业，增加拖车预约小程序，开发拖车预约、签到、现场加号、候补申请等功能，在系统增加监察管理窗口、报表查询、爽约管理等功能。
- 2) 预约业务类型分类：按重箱、空箱、原木、钢材、其他杂货共五种类型。

- 3) 各业务类型作业量设置：码头可在系统中对每个时间段的每个作业类型的可预约量的默认参数值进行批量（可跨多个时间段、可含多个业务类型）设置，系统根据可预约量的默认参数值对当前时间的未来72小时自动滚动生成可预约量（即放号），码头还可对可预约量的默认参数值和已放号的可预约量进行增减。

预约时间段以4小时分段，即

00:00:00-03:59:59,

04:00:00-07:59:59,

08:00:00-11:59:59,

12:00:00-15:59:59,

16:00:00-19:59:59,

20:00:00-23:59:59.

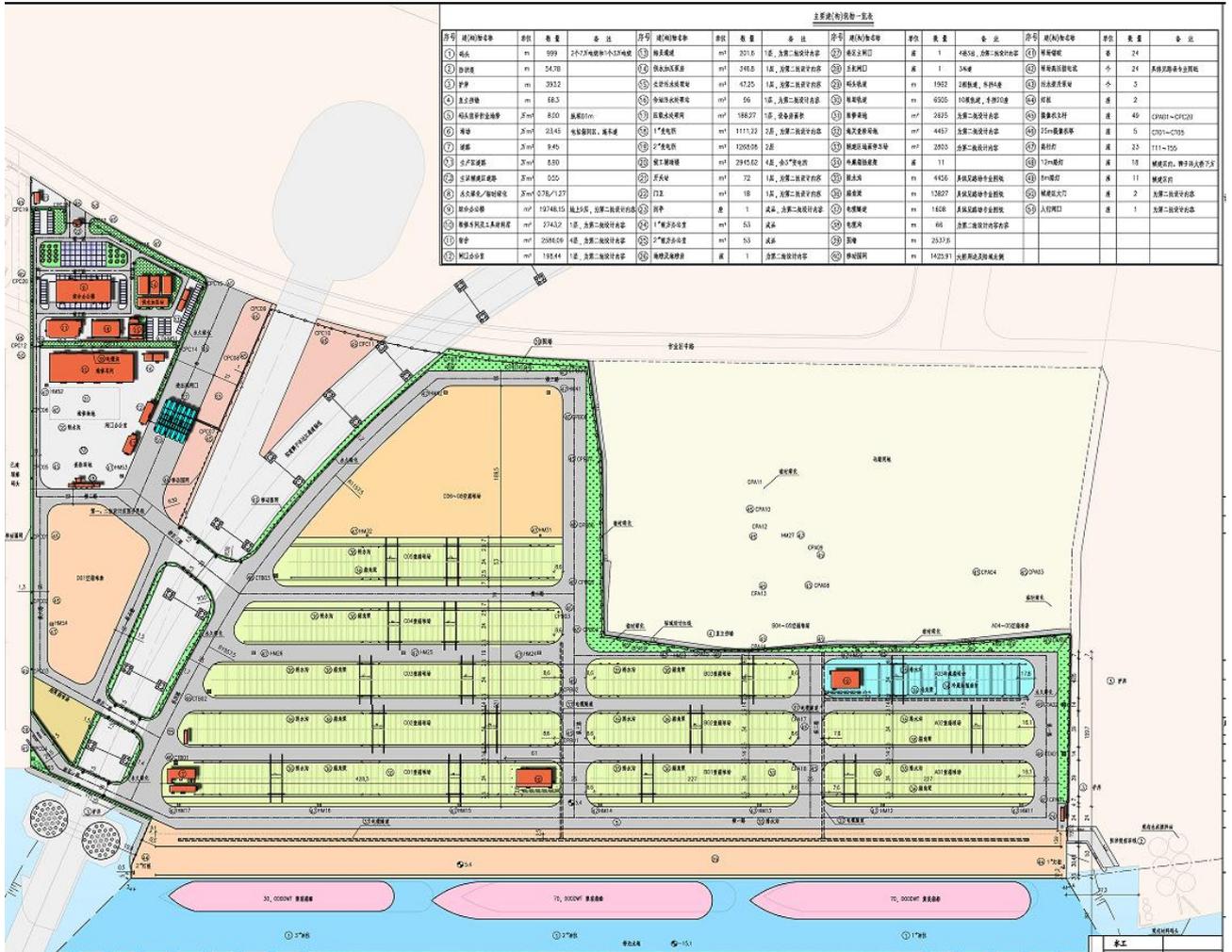
- 4) 拖车预约：拖车可预约当前时间的未来72小时以内的作业（第2点的五种类型）。拖车预约按车次预约，一个车次预约下可绑定多个单证预约，如一个车次绑定两交两提的单证预约时，可以选择已分配的2个20尺提箱单证预约和2个20尺的交箱单证预约；作业拖车入闸前必须先预约，并且在限定位置范围（码头可修改参数）内签到；如遇到拖车未预约：须现场预约，如果现时间段没有余号可申请加号，码头操作人员在拖车预约监控管理界面确认加号申请后代表现场预约成功；拖车早到也需重新现场预约，如现场预约申请通过的，则自动相应取消之前的预约；拖车迟到视为无预约，也需重新现场预约，操作同上。同一拖车同时最多可拥有2个有效预约；同一拖车在同一天内预约的次数不做限制。

- 5) 预约选择：拖车按车次预约，一个车次中可能包含多种业务类型（第2点的五种类型），如一个车次中包含了提重还吉的作业时，可以选择重箱类型中预约也可以选择空箱类型中预约，只要本次中一个作业是符合对应（第2点的五种类型）分类的都允许预约，但必须遵循一个车次

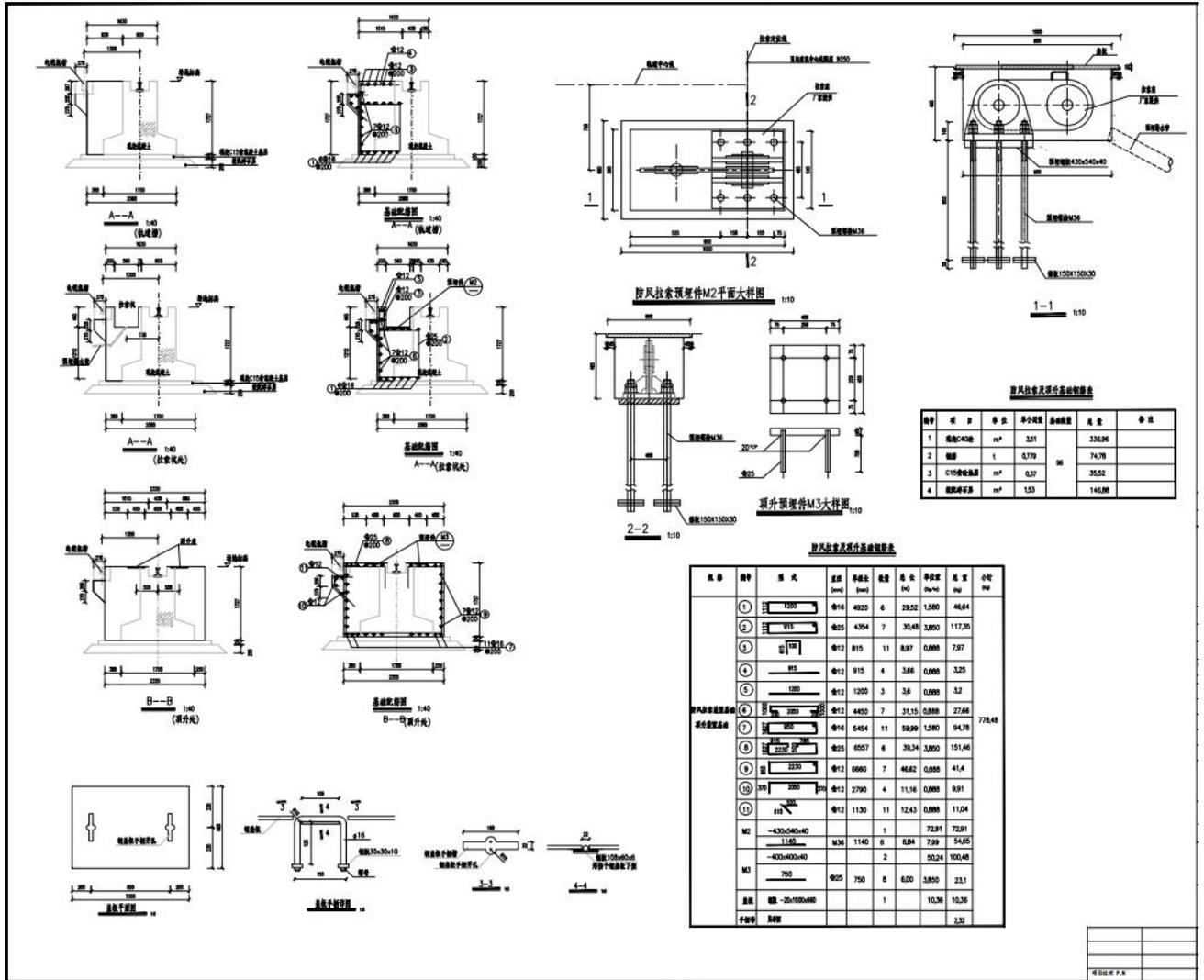
只能预约1次的原则。

- 6) 预约签到：根据拖车司机绑定的微信账号的定位，测算其距离码头的路程，并可由码头设置允许签到的路程范围，只有拖车的微信定位到码头的路程在允许范围内（比如5公里），方可允许预约签到。未签到的无法进闸，早到、迟到的按上面第4点进行操作。
- 7) 预约候补申请：拖车看到对应时间段、对应作业类型的作业量已被预约完后，可对该时间段的提交预约候补申请；候补申请后，如前面有拖车取消预约，或在码头操作人员在监控管理界面增加可预约量（加号），即可将对应的候补号依时间先后转成预约号；如该车牌号同时还有后面时间段同一作业类型的预约号时，前面时间段的候补申请转成预约号后，对应后面时间段的预约号自动作废；一个车牌号可同时申请2个候补申请。
- 8) 信息通知：预约成功后、签到成功后、预约取消后、加号申请成功后、候补申请成功后等，都须要给拖车发送通知。
- 9) 闸口通道设置：系统增加闸口按：预约通道、非预约通道、内部通道共三种类型的分类，设置为预约通道的闸口只允许有效预约的拖车通行，设置为非预约通道的闸口允许所有拖车通行，设置为内部通道的闸口仅允许码头内部车辆通行且无需预约。
- 10) 报表统计：正常预约、加号申请、候补成功、候补不成功等数据统计报表。
- 11) 爽约：未在预约时间段内签到的视为爽约，统计爽约次数，并在爽约次数达到限制量时即禁止在一定时间内使用预约功能，次数和限制预约时间都以参数设定。
- 12) 拖车预约监控管理：在系统增加监控管理窗口，码头操作人员可以在此设置、调整每个作业类型的可预约量，审批加号申请，设置发送信息内容与格式，报表查看等操作并区分操作人员权限。

附图一 东莞港沙田港区四期工程总平面图



附图二 轨道吊预埋件布置图



50 随机备件和专用工具

随机备件

卖方应随机提供一套随机备件，并包含于投标总价中。随机备件清单中必须包含以下备件：

序号	名称	数量	备注
电气部分			
1	各种投光灯总成	2套	与设备配套
2	各种投光灯电源模块	10个	与设备配套
3	按钮开关	各5个	每种各5个
4	指示灯座	各5个	每种各5个
5	指示灯泡	各20	每种各20个
6	选择开关（包括钥匙开关）	各5个	每种各5个
7	各类辅助继电器	各5个	每种各5个
8	限位（包括机械和感应式）	各5	每种各5个
9	航空灯	2套	与设备一致
10	风速仪	1个	与设备一致
11	重量传感器	1个	与设备一致
12	高度、风速等显示数码管	5个	与设备一致
16	各种电源插座	各5个	每种5个
17	步道灯总成	6套	与设备一致
18	蜂鸣器	5个	与设备一致
19	变频器功率单元总成	1套	与设备一致
20	变频器、变流器触发板	各1块	与设备一致
21	各种PLC模块	各1块	与设备一致
22	各类速度编码器、位置编码器	各1个	与设备一致
23	整机各种保险	每种3个	与设备一致
24	各种摄像头	各2个	与设备一致
25	各种激光探头	各1个	与设备一致
26	吊具电缆	1条	与设备一致
27	高压电缆（带光纤）	1根	与设备一致

28	远控台起升/大车指令手柄	2套	与设备一致
29	远控台小车指令手柄	2套	与设备一致
30	磁钉天线	2套	与设备一致
31	磁钉	30个	与设备一致
机 械 备 件			
1	制动器		
1.2	起升高速制动器磨擦片	1台套	
1.3	小车高速制动器摩擦片	1台套	
1.4	大车夹轮器总成	1套	
2	轴承（吊具上架，小车车轮，各机构减速箱高速轴）	各1只	
3	每种型号滑轮（装配件）	各2只	
4	各种联轴器梅花	各4只	
5	小车轮总成（含轴及轴承）	1套	
6	备用拖链	10米	
7	拖链电缆	1台套	
9	油嘴	40个	
10	踏踏板	10套	
11	吊具开闭锁电机	4套	
12	吊具伸缩电机	2套	
13	吊具伸缩链条	1根	

工具、仪器和仪表

卖方必须为每台起重机应配备：

序号	工具、仪器和仪表	每台起重机数量
1	工具箱和整套工具（见节第3点）	一套
2	手动油脂枪及其附件	五套
3	液压式电缆压线钳	一组
4	固定钢丝绳的1000N·m力矩扳手	一把

无论买方决定购买任何数量的起重机，卖方必须按项目提供以下的工具和仪器仪表：

序号	工具、仪器和仪表	数量
1	电动液控千斤顶（100吨和350吨）	共2台
2	分贝计（测声）	1台
3	手持式数字转速表	1台
4	轴承振动冲击测量仪	1台
5	数字式照度计	1台
6	高阻表	1台
7	Fluke型数字式钳形电流表1500A（进口）	2台
8	钳工专用工具台	1台
9	Fluke型数字温度测量仪	2台
10	手持电动扳手（进口）	1套
11	Fluke型带皮套的87V数字万用表	10台

在工具箱的整套工具（世达）必须包括：

工具	整标提供
120件公英制工具综合组套	2套
36件套风动套筒	2套
21件套重型套筒组	4套
23件套全抛光开口-梅花两用扳手组套	4套
9件套公制特长球头内六角扳手	4套

工具	整标提供
9件套英制特长球头内六角扳手	4套
8件套冲击螺丝批组套	4 套
180mm绝缘钢丝钳	4把
167mm尖嘴钳	4把
167mm斜口钳	4把
305mm铁皮剪	4把
23件套公制塞尺	2把
23件套英制塞尺	2把
10件套什锦锉刀	2套
322mm 十字穿心螺丝刀	10 把
322mm 一字穿心螺丝刀	10 把
322mm 十字螺丝刀	10 把
322mm 一字螺丝刀	10 把
158mm 十字螺丝刀	10 把
158mm 一字螺丝刀	10 把
200mm 十字螺丝刀	10 把
200mm 一字螺丝刀	10 把

所有的工具（如钳子，螺丝刀等）均须有绝缘把手，工具箱在装运之前须经买方认可。