

岸边桥式起重机金属结构安全性能评估

编制说明

自从 2002 年某厂一台集装箱起重机前伸臂和门架失去联接而引起坍塌事故，导致集装箱起重机的安全性能评估正式被人们所重视，已有十几年的历史，现在已在全国范围内展开，并且越来越受到使用企业的重视。

但是，评估工作处于无序状态，评估的手段、方法各不相同，缺乏有权威的评估标准，不利于评估工作的进一步深入开展。

为此，本标准为岸边起重机的安全性能评估制定统一的要求和规定，为更好地贯彻执行国家关于特种设备管理条例提供规范性文件，指导起重机安全评估工作深入、持久、健康地进行，促进安全生产，填补了国内起重机标准的空白。

1. 前言

2002 年，韩国某港口一台岸边集装箱起重机由于前伸臂与门架结构失去联接而引起坍塌，A 形架也整体脱落发生严重损坏的恶性事故，引起韩国和中国港口企业的严重关注。以此为契机，拉开了岸边集装箱起重机安全性能检测评估的序幕。

大连重工等企业都对可能存在安全隐患的起重机进行了检测评估。通过检测评估，发现了许多重大的安全隐患，进行了及时整改或报废，避免了再次发生类似重大事故。

起重机的安全评估工作所显示的市场潜力，吸引许多单位和个人积极参与到这项工作中来，并扩展到其它行业，发展成有许多人员参加、有较大经济规模的一项经常性工作。经过十多年的探索，积累了集装箱起重机安全评估的宝贵经验，具有制定安全评估标准的必要性和可能性。

与此同时，在经济利益的驱使下，起重机安全评估过程中也出现过一些不和谐的音符。少数人缺乏起重机安全评估的知识和经验，借用他人的资质进入安评市场。由于缺乏合格的检测手段和分析能力，不遵守严格的科学评估程序，发生

错判、误判现象，不该报废的也评为报废，造成不必要的浪费。所以制定岸边集装箱起重机安全评估标准是一项具有重要现实意义和迫切性的任务。

2. 目的和意义

岸边桥式起重机是港口中不可或缺的重要装卸设备，其运行技术状态的好坏直接影响着各企业的生产效率和经济效益。岸边桥式起重机进行生产作业的过程中，由于连续作业的周期长，使用工况恶劣，容易出现各种故障，加之这些设备造价昂贵，制造、安装、调试时间长，使用维护成本高，管理复杂，设备的更新报废、使用时间至今没有标准。企业中现有的岸边桥式起重机大多已服役多年，它们实际使用中的安全状况一直是人们关注的问题，如何对这类起重机械的实际安全状况进行评估也就成为工程界研究的一项重要课题。目前，国内岸边桥式起重机结构安全性能评估规程尚属空白。桥式起重机安全性能评估、岸边集装箱起重机、高空作业车、集装箱正面吊运起重机、轮胎式集装箱门式起重机检验规程省地方标准已制定、颁布，岸边桥式起重机金属结构安全性能评估标准的制定也完善了机电类特种起重设备检验标准体系。

岸边桥式起重机的应用范围广泛，急需加强安全监管。

1) 岸边桥式起重机的应用范围广。

岸边桥式起重机主要应用于港口和露天堆料场的装卸用，据统计,我国仅沿海和内河港口就拥有一千余台岸边桥式起重机，其中近三分之一是 60 年代至 70 年代我国自行设计制造或从东欧进口的。这些起重机一般都基本都处于起重量大、工作速度高、连续工作时间长的工况之下，这些工况导致岸边桥式起重机的主金属结构受力十分复杂，连续工作又使得结构零部件容易出现疲劳损伤，加之现场环境恶劣，容易加剧结构的局部腐蚀、锈蚀损坏，目前，这批起重机金属结构已不同程度地出现损伤，由于设备更新费用的限制，不少有结构损伤的岸边桥式起重机仍在港口第一线繁忙地作业，对安全生产构成了威胁。

2) 岸边桥式起重机正朝着大型化、连续化、高速化、强载化和自动化方向发展。这一方面满足了提高装卸效率、降低生产成本等客观要求，但另一方面，由机械设备发生故障造成停工停产所带来的经济损失也越来越大。因此，设备的

使用单位对机械设备工作的可靠性都提出了严格的要求。为了确保岸边桥式起重机的安全运行，提高其可靠性和安全运转率，必须加强设备运行维护与安全监管。

岸边桥式起重机的结构安全状况需高度重视。

岸边桥式起重机是各行业装卸作业的主要起重设备。它是一种间歇动作机械，它具有短暂、重复、周期性循环、起制动频繁、冲击载荷大等工作特点，从而导致在设计使用期限内，其多个受力构件常出现意想不到的开裂故障，对安全生产造成严重威胁。而对于这种大型机构，一旦发生整体结构的失稳或者关键结构件的失效，将会造成极其严重的后果，因此，岸边桥式起重机的机构安全状况需高度重视。

岸边桥式起重机安全检验规范及安全监管亟待完善。

岸边桥式起重机属于机电类特种设备起重机械的目录下，当前对岸边桥式起重机实行的是特种设备行政许可和安全监察制度。但是针对其主金属结构性能方面的安全监管及安全检验方面还存在一些问题。据报道许多发生在港口码头、船厂、电厂等行业的重大安全事故，大多都被确定为由主金属结构疲劳失效而引起的。现阶段多数企业的安全意识水平还没有达到“防患于未然”、“主动要安全”的程度。在岸边桥式起重机的监管条文中应该明确门机的主体金属结构检验要求和设备使用管理规定。

为了规范岸边桥式起重机金属结构的检测方法，使同行者有一个统一的检测准则，拟制定本标准。有助于同行交流和数据共享，为起重设备安全评价提供准确的依据。该标准的制定，拟解决岸边桥式起重机金属结构安全评估时无标准的现状，对进一步规范国内市场经济秩序，提高产品质量和技术水平，配合特种设备监督管理，减少岸边桥式起重机安全事故的发生，将发挥重要的作用。

对岸边桥式起重机的金属结构进行检测，可以为门机的有效安全监测和剩余寿命预测提供准确的数据依据。对岸边桥式起重机实施科学的管理、提高起重设备的装卸效率、保证企业的安全生产和降低企业的成本等具有重要的实际意义。

3. 关于起重机安全性能评估的要求

3.1 评估对象的要求

标准罗列了 6 条要求，主要参考 GB 6067《起重机械安全规程》关于检验合格的要求。

GB 6067 第 1 条，规定起重机每两年检验一次，这对于起重机的行政管理，执行许可证制度是必须的，但起重机的安全评估是针对使用年限比较长的旧机器或出现故障的机器的，因此没有采用每两年评估一次的条款。本标准的第 1 条和第 2 条，明确规定了进行安全评估的主要对象，即达到使用年限的起重机和使用时间达到 20 年、工作级别为 A6~A8 的集装箱起重机。同时在本标准的最后规定对这两类起重机应每年评估一次，也是参考 GB 6067 中“两年”的数字而得出的结论。

GB 6067 中第 2 条为“经过大修、新安装及改造过的起重机在交付使用前”，本标准只将“新安装”这一内容去掉，其余照录，理由同前。

GB 6067 中的第 3、4 两条全部照录。

另外本标准增加了一条“用户认为有必要进行检测评估的起重机”，意在把安全评估的主动权掌握在用户手中，使标准更具有灵活性，可以更有效地处理意外情况，避免偶发事故，提高起重机安全运行的可靠性。

3.2 评估单位和人员的条件

标准提出 3 类人员可以从事起重机的安全评估。首先是具有资质的单位和个人。其次是高等院校、科研院所多年从事起重机研究、开发的学术梯队，至少有一名正教授”，因为这些单位和国有大、中型起重机制造企业拥有许多起重机方面的专家，这些人多年甚至终身从事起重机领域的科研和教学，参与我国起重机设计规范和各种标准的制定，他们多数没有起重机检验评估方面的资质证书。为了充分发挥这些专家、学者的技术优势，让他们在起重机安全性能评估方面发挥作用，有利于这项工作的深入开展。同时，允许这些专家从事起重机现场检测与评估工作，有利于理论联系实际，把实际中总结出来的经验反映到教学、科研和政策制定的活动中去，用以指导各项标准、规范的修订，达到良性循环。第三类人员是主管部门认可的其他单位和个人。该条赋予主管部门更大的权限，旨在充

分发挥更多单位和人员的作用。

3.3 评估内容和步骤

评估内容指评估金属结构、各工作机构和整机。为了节省资源，没有必要每次对所有内容都进行检测评估，根据实际情况只检测评估其中有故障的部分是合理的。从实际评估的操作来看，多数是检测评估桥架结构为主。

评估的步骤为检测、计算、评价和整改方案 4 个方面。这几个步骤概括了评估的主要方法。是从多年的实际工作中总结出来的。

需要说明的是作为评估标准，主要在于规定报废的标准，至于检测评估的操作细则可在起重机检测评估适用操作规范的标准中加以详细规定。

4. 关于引用和参考标准的说明

4.1 引用和参考标准的名称

本标准引用的标准如下，这些是有直接关系的。在编写标准草案的过程中还参考了其它标准。在此不一一列举。

我国现行起重机标准中，关于单个起重机零部件的报废规定，主要体现在各起重设备的安全标准中。只有钢丝绳是由单独的标准 GB/T 5972-2006 起重机械用钢丝绳检验和报废适用规范所规定。其它零部件的报废在以下标准中都有涉及：

GB/T 228.1-2010 金属材料 拉伸试验方法第 1 部分

GB/T 230.1-2009 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分 试验方法

GB/T 231.1-2009 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分 试验方法

GB/T 700-2006 碳素结构钢

GB/T 1591-1994 低合金高强结构钢

GB/T 3811-2008 起重机设计规范

GB/T 4340.1-2009 金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分 试验方法

GB/T 5185-2005 焊接及相关工艺方法代号

GB 5226.2-2002 机械安全 机械电气设备 第 32 部分：起重机械技术条件

GB/T 5973 钢丝绳用楔形接头

GB/T 5975 钢丝绳用压板

GB/T 5976 钢丝绳夹

GB/T 6067.1-2010 起重机安全规程

GB 6974.19-1986 起重机械名词术语 集装箱起重机

GB/T 10051.1 起重吊钩 机械性能、起重量、应力及材料

GB/T 10096 齿条精度

GB 11344-2008 接触式超声脉冲回波法测厚方法

GB/T 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级

GB/T 15360-1994 岸边集装箱起重机试验方法

GB/T 15361-1994 岸边集装箱起重机技术条件

GB/T 15822.1-2005 无损检测 磁粉检测 第 1 部分：总则

GB/T 15822.3-2005 无损检测 磁粉检测 第 3 部分：设备

GB/T 16856-2008 机械安全风险评价原则

GB/T 17394.1-2014 金属材料 里氏硬度试验 第 1 部分 试验方法

GB/T 19418-2003 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南

GB/T 20303.4 起重机司机室 第 4 部分：臂架起重机

GB/T 21920-2008 岸边集装箱起重机安全规程

GB/T 50621-2010 钢结构现场检测技术标准

JB4730-2005 承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求

JB/T4730.5-2005 承压设备无损检测 渗透检测

JB/T4730.6-2005 承压设备无损检测

JB/T6061-2007 无损检测 焊缝磁粉检测

JB/T6062-2007 无损检测 焊缝渗透检测

JB/T 6392.2-1992 起重机车轮技术条件

JB/T7523-2010 无损检测 渗透检测用材料

JB/T 10559-2006 起重机械无损检测 钢焊缝超声检测

TB/T 3256.6-2011 机车在役零部件无损检测 第6部分:杆类、销类及轴类零件磁粉检测

JGJ 8-2007 建筑变形测量规范

TSG Q7015-2008 起重机械定期检验规则

TSG Q7016-2008 起重机械安装改造重大维修监督检验规则

ISO 12482.1-1995 起重机状态监控—总则

4.2 引用和参考标准的特点:

(1) 多数都是关于起重机零部件报废的标准。

这些零部件有钢丝绳、吊钩、起重链、卷筒、滑轮、制动器零件（主要是制动轮、摩擦片）、车轮、传动齿轮、齿轮联轴器、轴、轴承、链轮、棘轮、棘爪等。

(2) 关于结构件的报废规定比较笼统。

关于结构件报废的规定归纳起来有以下内容:

①主要受力构件失去整体稳定性，不应修复，应报废。

②主要受力构件发生腐蚀时，应进行检查和测量，当承载能力降低至原设计承载能力的 87%时，如不能修复，应报废。

对于无计算能力的使用单位，当主要受力构件断面腐蚀达原厚度的 10%时，如不能修复，应报废。

③主要受力构件因产生塑性变形，使工作机构不能正常地安全运行时，如不能修复，应报废。

对于一般类型起重机，当小车处于跨中，并且在额定载荷下，主梁跨中的下挠值在水平线下，达到跨度的 1/700 时，如不能修复，应报废。

这些规定说明：

①国家标准只规定了起重机零件的报废原则（除齿轮联轴器属于部件外），不包括较大的部件，如减速器、制动器（整体）、卷筒组、吊钩组、滑轮组、车轮组等，更不包括起升机构、运行机构等工作机构。

②关于结构件报废的规定，制定了明确的原则依据，为进一步探讨、细化起重机金属结构的报废奠定了良好的基础。

③关于结构件报废的规定不很具体。不能区分不同机种、不同结构的差别；对导致结构报废的原因论述不很全面。

4.3 本标准是现有标准的继承和补充

本标准以现有标准（主要是 GB 6067 起重机械安全规程）为依据，对岸边集装箱起重机的报废内容进行进一步补充和完善，制定了起升机构、运行机构和回转机构的报废标准，细化了金属结构的报废标准（分为主梁报废标准、端梁报废标准、小车架报废标准），并在以上基础上制定了起重机整机的报废标准。

此外，本标准首次提出起重机报废形式的类型和报废物品的处理方法，是对现有标准的继承和发展，对于指导起重机整个生命周期内的安全运行和管理制定较为完善的标准细则。

5. 起重机安全评估标准应遵循的原则

起重机评估是一件复杂而细致的工作，涉及的面比较广。任何一个生产环节的阻塞都会影响整个企业生产的正常进行。所以起重机的评估也要从生产的全局

加以统筹考虑。

起重机的评估要遵循以下原则：

安全原则

起重机是特种设备，应把安全放在首位。在各种机械设备中起重机是最容易发生安全事故的机器之一。根据有关资料统计，我国每年起重伤害事故的因工死亡人数占全部工业企业因工死亡总人数的 15% 左右。所以安全原则是起重机报废的首要原则，处于所有原则的最高级别。当报废就得报废，不得优柔寡断，坚决消除安全隐患，减少起重事故。

节约原则

报废要在安全与节约之间取得最优平衡。在安全有保障的前提下，尽可能节约设备投入资金，减小生产成本。能不报废的就不报废，能利用的就利用。在此原则指导下，标准不将报废一刀切，按机器损坏的程度分为完全报废、部分报废、降低使用条件报废。

有利生产原则

起重机在车间上空的轨道上运行，占据生产作业空间，不象流动式起重机那样具有场地转移的灵活性。从决定报废到购买新机，直到安装到位需要较长时间，少则半年，多则一年、两年。如果一律采取立即报废的方式，在新机安装之前生产要受到影响。为此，标准将报废的时间隐含分为立即报废和延迟报废。加上降低使用条件报废也可起到缓冲作用。便于企业有时间组织新机的设计、定货、制造、运输和安装调试，不影响或少影响生产。

标准规定延迟报废时间以一年为宜，最长不得超过两年，是考虑到一年时间内可以完成一般起重机的购置，对于大型起重机或特殊的非标起重机，2 年亦可完成购置工作。

延迟报废和降低使用条件报废也是从生产实际中总结出来的。除非特别严重的缺陷外，一般不要轻易评定为立即报废。通过整改修复以延迟报废时间，或降低额定起重量，或降低工作速度，或转移工作场所都是在实践中已经实现的办法，

可以达到既安全又节约的效果。

绿色产品原则

现代机械产品设计、制造理论发展了一些新概念，如绿色设计、绿色制造、并行工程等，要求产品从设计、制造到报废的全生命周期内不仅要有良好的功能，还要有保护环境、节约能源和资源的特点。起重机从设计、制造、使用和检验都有国家规定的许可制度加以管理。起重机的产品形式、设计、制造方法都有统一的标准、规范加以指导，这些都走在其它机械种类的前列。因此起重机在绿色产品新概念方面也不能落后。本标准包含了这方面的内容。

报废标准中关于漏油、噪声、振动、报废物品处理方法的条款就是基于这方面的考虑。

在现实中，一些地方起重机制造者收集废旧起重机零部件（包括承载金属结构件），加以清洗改造，又作为新的起重机零部件予以销售，增添了起重事故的隐患。

标准规定重要报废零部件不得再利用正是为了克服这种现象所作出的具有针对性的条款。

标准允许将报废的材料用于不重要、不危险的场合，符合节约资金和能源的要求。

理论联系实际原则

标准要遵循现有起重机的标准规范，要在起重机专业技术理论和安全技术理论的指导下制定，还要将我国多年起重机运行、管理、检测评估的实际经验进行总结，并应用到标准中来。

国家标准 GB/T 3811 起重机设计规范既是规范起重机所有活动的标准，又是指导起重机其它专业标准制定的纲领，国家又在对该规范进行修订。本标准始终坚持以 GB/T 3811 为主要指导文献。

同时，站在安全理论的高度，对安全评估进行全面概括和总结，使标准具有一定的广度和深度，如整机报废的时间定在故障浴盆曲线的耗损故障期。

将起重机实际检测评估的经验进行总结，并应用到标准中来，也是本标准的鲜明特点。如整机报废的原因，除了到达使用年限等条件以外，还提出因功能缺陷引起报废，其中由于生产任务转型甚至停产，起重机不能发挥作用而报废，就是总结实际案例而得出的。有的钢铁联合企业进行工艺改革，取消平炉和模铸工艺，使得初轧厂、炼钢厂内的部分冶金起重机，如均热炉夹钳起重机，加料起重机、地面加料起重机，揭盖起重机，脱锭起重机等全部报废，并退出历史舞台。将报废形式的类别分有部分报废、延时报废、降低使用条件报废，主梁的 3 种主要破坏形式等也是总结企业实际经验而得出的。