

一、起重机结构强度应力测试方法

规范起重机械钢结构应力测试方法，提升起重机械应力测试效率，提高检测的准确性，适用于特种设备起重机械应力测试。

二、起重机械 安全状况评估 实施指南

1. 目的和意义

起重机械安全状况评估是实现起重机械本质安全，科学有效预防起重机械事故、保障起重机械安全运行的重要手段之一。因此，江苏省特种设备安全监督检验研究院联合福建省特种设备检验研究院等7家特种设备检验检测行业机构共同起草了中国特种设备检验协会团体标准 T/CASEI 62001《起重机械 安全状况评估》，该标准已于2019年5月31日发布实施。该标准基于本质安全理念和风险管理理念，本着合理性、通用性、可操作性、简明性、科学性等原则，给出了起重机械安全状况评估的范围、一般要求、程序和方法及评估报告，具有广泛的指导意义和参考价值，填补了该领域的行业空白。该标准在起草、审核和发布过程中，引起了行业内相关专业人士的广泛关注，起草组也接收到大量的相关问题咨询和意见建议，其中很大一部分都是关于某一具体品种起重机的安全状况评估实施方法或评估过程中某一具体环节的操作要领。虽然，该标准已经针对每个评估环节给出了典型示例，但并未针对某一具体类别、品种的起重机械，根据其结构特点，给出相应的危险识别方法、设计分析方法和检验检测方法应用示例。

基于此，起草组经过研究讨论，决定再行起草一个配套标准《起重机械 安全状况评估 实施指南》，作为 T/CASEI 62001《起重机械 安全状况评估》的支撑，拟在 T/CASEI 62001《起重机械 安全状况评估》框架下，以冶金桥式起重机、门座起重机、装卸桥、架桥机四个典型品种为例，根据其具体结构特点，明确给出相应的危险识别方法、设计分析方法和检验检测方法的应用示例，以进一步满足行业内关于起重机械安全状况评估工作的多样化需求，提高起重机械安全评估水平。

2. 范围

本标准适用范围与 T/CASEI 62001《起重机械 安全状况评估》一致，适用于所有在用起重机械的安全状况评估。

3. 主要技术内容

以 T/CASEI 62001《起重机械 安全状况评估》中给出的一般性程序为主线，结合具体起重机的结构特点、工作环境、使用工况，针对 T/CASEI 62001《起重机械 安全状况评估》中每一步评估程序中需要重点考虑或特别说明的内容进行详细描述，尤其是“危险识别”、“风险估计前准备”等环节涉及到的危险识别、检验检测、测试分析方法给出相应的应用示例。

三、起重机械残余应力超声无损测试方法

1. 项目目的和意义

大型起重机械作为工业生产中重要特种设备，其工况复杂，危险因素较多。随着我国经济的快速发展，起重机械的数量和性能要求也在不断提高，其发生的事故也越来越多，特别在港口、造船行业等大型起重机械伤害事故占伤亡事故的比例还在呈现逐年上升的趋势。大型起重机械主要受力结构件和重要连接部位（高强度螺栓等）作为起重机械的主要承载的主体部分，其使用寿命直接影响和决定着起重机械设备的使用寿命。据统计，大型起重机械失效事故的 80%~90%与主要受力结构件和连接部件失效有关。残余应力对起重机械结构构件的性能有多种影响：

（1）对疲劳强度的影响。残余应力的存在使变载荷的应力循环发生偏移，这种偏移只改变其平均值，不改变其幅值。结构的疲劳强度则与应力循环的特征有关，当应力循环的平均值增加时，其极限幅值就降低。因此，应力集中处存在着拉伸残余应力，疲劳强度就降低。这也是起重机械结构焊接、螺栓和销轴连接的部位最容易发生缺陷和失效的重要原因。

（2）对应力腐蚀开裂的影响。应力腐蚀开裂是残余拉应力和化学腐蚀共同作用产生裂纹的现象（港口起重机械存在电化学腐蚀的环

境)。应力腐蚀开裂所需的时间与残余应力的大小有关，残余拉应力越大，发生应力腐蚀开裂越快。

(3) 对结构刚度的影响当外部载荷对焊接工件产生的应力与区域内的残余应力叠加达到屈服极限时，该区域内的材料就会产生塑性变形，丧失了进一步承受载荷的能量，造成结构的有效截面积减小，结构的刚度也随之降低。

制订《起重机械残余应力超声无损检测方法》团体标准的必要性，至少有以下 3 个方面的理由：

(1) 起重机械制造过程中，特别是在大型主要受力结构件的焊接和高强度螺栓装配后，只能通过检测其材料中已形成的宏观缺陷和变形情况，来评价产品的安全质量性能和评定制造工艺，而无法现场较为准确地测试其残余应力。即使目前热处理方法来降低或消除零部件残余应力可获得比较好的效果，但结果也无法快速准确量化，给品质一致性带来潜在风险，且其也不适合于大型焊接构件和装配后的连接件。而从起重机械失效和事故的统计上看，这些部位在设备投入使用之后最容易发生疲劳等缺陷和失效。这已经成为制约起重机械产品质量和制造工艺水平提升行业难题。

(2) 起重机械在役使用过程中，目前行业中对于起重机械结构应力测试只包括载荷工作应力和自重应力，无法现场测试残余应力。特别是在用起重机械发生缺陷（如裂纹），检测发现裂纹进行修复（裂纹补焊、打止裂孔或现场再制造）后，其产生的残余应力无法现场测试，其效果无法完全评定（往往成为新缺陷产生的源头）。这也大大影响了在役在用起重机械安全状况评估的效果，严重制约了起重机械在用安全状况评估技术的进一步发展和广泛应用。

(3) 目前的残余应力测试技术中，盲孔法和 X 射线衍射法应用最为成熟，但是由于其实施条件限制（盲孔法需要破坏被测构件、X 射线只能测试表面应力）导致其大多只能应用于实验室的失效分析，而无法应用于制造和使用现场中。金属残余应力超声无损测试技术虽在航天航空、电力和轨道交通设备重要零部件上获得了一定的应用，

但是在起重机械，特别是针对大型起重机械中特殊钢材（760Mpa 以上的特殊强化钢）、复杂多样的结构焊接焊缝形式等重要连接部位的残余应力现场的无损测试还因缺乏工艺方法相关标准。

2. 范围

本标准规定了起重机械残余应力超声无损测试的一般要求、程序和方法。本标准适用于在用起重机械残余应力超声无损测试。

3. 主要技术内容

（1）起重机械中主要受力结构件与重要连接部件的残余应力超声无损测量方法，其主要技术内容包括：

（2）检测方法要求，包括检测原理、检测区域、检测对象（工件）。

（3）检测系统要求，包括超声换能器（探头）、残余应力测试信号处理设备、温度传感器、耦合剂的选用原则等。

（4）检测校准要求，包括方法、标准试样要求、声弹系数、零应力声波声时参数等。

（5）检测流程要求，包括检测位置和工序要求。

（6）检测系统校正要求，包括温度补偿与修正等。

四、起重机械定期检验指南

起重机械定期（首次）检验主要依据《起重机械定期检验规则》（TSG Q7015-2016）进行检验，由于起重机械具有种类多、机型多、形式多等特点，且各个地方检验机构对于《起重机械定期检验规则》的理解、落实都不尽相同，同时《起重机械定期检验规则》中有许多未解释或解释不明确的地方，因此需要更为详细及科学的检验指南类标准作为起重机械定期（首次）检验的统一标准，对起重机械定期（首次）检验项目内容、要求和方法具有极强的指导意义。《起重机械定期检验指南》适用于起重机械定期（首次）检验。

五、起重机械监督检验指南

针对《起重机械安装改造重大修理监督检验规则》（TSG Q7016-2016）中未解释或解释不详尽的检验重点及检验方法，提出一

些更为详细及科学的检验指南类标准推广至整个行业，对行业统一监督检验的检验内容和方法有较高的指导意义。因此，《起重机械监督检验指南》是《起重机械安装改造重大修理监督检验规则》（TSG Q7016-2016）的解读及建议，也是针对各种不同机型的起重机械的监督检验工作方法的指导书。《起重机械监督检验指南》适用于起重机械相关设备安装改造重大修理的监督检验。

六、起重机械电气检查方法

制定一个不同场合使用的起重机械，都能给出不同的且合适的检查方法的一个标准；本标准适用于桥、门式起重机、塔式起重机、流动式起重机、门座式起重机、升降机、缆索起重机、桅杆式起重机、机械式停车设备等用于室内或室外起重机械电气检查工作。

七、智能控制施工升降机检验规程

制定建筑工地《智能控制施工升降机检验规程》，填补国内空白，为实际检验工作提供依据，从而遏制安全事故的发生，确保智能施工升降机的安全运行。该产品广泛应用于工业与民用建筑中的主要配套施工设备，驱动型式为齿轮齿条传动。现行施工升降机检验标准 GB/T 33640-2017、GB/T 36152-2018、JG/T 5050-1994、GB/T 26557-2011 等国内强制标准，均存有多处该产品无法实现的不适用处，且无法符合使用工况。具体内容：施工升降机无人驾驶控制及安全保障系统检验要求，自动吊笼门检验要求，吊笼门自动开闭及安全保障系统检验要求，自动层门检验要求，层门自动开闭及安全保障系统检验要求，内外召及双笼联动系统检验要求，自动平层定位及安全保障系统检验要求，故障诊断系统检验要求等。

八、人货两用曳引式施工升降机安全技术检验规程

1. 制定目的

由于现行的 JB/T 13031-2017《施工升降机 曳引式施工升降机》和 GB 26557-2011《吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机》两个技术标准中缺少关于曳引式人货两用施工升降机的施工条件、井道条件、安装条件、加高操作以及安全防护等方面的明确要求。本标准针对人

货两用曳引式施工升降机提出相应的安全技术要求,为其开展安全技术检验检测提供依据。

2. 制定意义

随着我国建筑机械化的不断进步,对于精装修的高层、超高层建筑的施工,施工单位对所用的人货两用施工升降机在设备使用效率、施工安全便捷、全天候运行、节能减排等方面提出了更高的要求。由此出现了运载装置和其对重由经曳引轮的曳引钢丝绳悬挂而相连,并由曳引钢丝绳和曳引轮绳槽之间的摩擦力来驱动的曳引式施工升降机。该新型人货两用曳引式施工升降机可利用施工中的建筑物电梯井道作为升降机的运行通道和导轨架,利用楼板作为料台,向建筑物内输送人员和物料。本标准是结合人货两用曳引式施工升降机的特点,在依据现行的 JB/T 13031-2017《施工升降机 曳引式施工升降机》、GB 26557-2011《吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机》两个技术标准的基础上,提出了人货两用曳引式施工升降机安全技术检验检测要求。

3. 标准范围

本标准提出了人货两用曳引式施工升降机的施工条件、井道条件、安装条件、加高操作及安全防护的安全技术要求;适用于曳引驱动的、临时安装的、由建筑施工工地人员使用的带有运载装置的可在各层站提供停靠服务的人货两用曳引式施工升降机。

九、在用架桥机安全状况评估规则

1. 制定目的

由于现行的 GB 2469-2011《架桥机安全规程》、JGJ 266-2011《市政架桥机安全使用技术规程》及 T/CASEI 62001-2019《起重机械 安全状况评估》三个技术标准,未具体针对在用架桥机在安全评估实施过程中涉及的评估项目、评估要求、评估方法及判定依据等方面提出专项评估技术要求。本标准结合各类铁路和公路架桥机的特点,在依据和参考现行架桥机技术标准的基础上,为在用架桥机的安全状况评估工作提出专项技术要求和具体实施依据。

2. 制定意义

随着我国高速铁路、高速公路基建项目的不断增加，作为特种设备的架桥机使用数量巨大。为减少架桥机的事故发生，保障人员安全和工程进度，避免人身伤亡和重大财产损失，需要对在用架桥机进行安全使用状况评估。

本标准是结合各类型架桥机的特点，在依据现行的 GB 2469-2011《架桥机安全规程》、JGJ 266-2011《市政架桥机安全使用技术规程》及 T/CASEI 62001-2019《起重机械 安全状况评估》三个技术标准的基础上，从架桥机的金属结构、机械系统、液压系统、电气系统、安全系统等方面，提出了在用架桥机的安全状况评估工作中的专项安全评估技术要求及判定依据，并预估在用架桥机的剩余安全使用寿命。

3. 标准范围

本标准提出了公路架桥机、铁路架桥机的安全状况评估工作中的专项安全技术要求及判定依据，以及对架桥机的安全剩余使用寿命预估评定。本标准适用于在用公路架桥机、在用铁路架桥机的安全状况评估工作，不包括在铁路线上运行的架桥机用平车。

十、起重机械安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全

通过借鉴通用国际标准的方法，针对起重机械电气系统的特征进行细化，确定具体的评估准则和方法。从而将电气功能安全的理念用于起重机械行业，改变现有起重机械电气系统安全评估采用传统检验检测为主的现状，弥补现有评估的不足，提高电气系统评估准确性，尽早发现隐患，确保生产安全。 范围：本标准主要适用于起重机械电气系统的功能安全评估。通过功能安全评估给出相应的起重机械电气系统的 SIL(安全完整性等级)，本标准可作为 T/CASEI 62001-2019《起重机械 安全状况评估》涉及电气系统评估的参考标准。