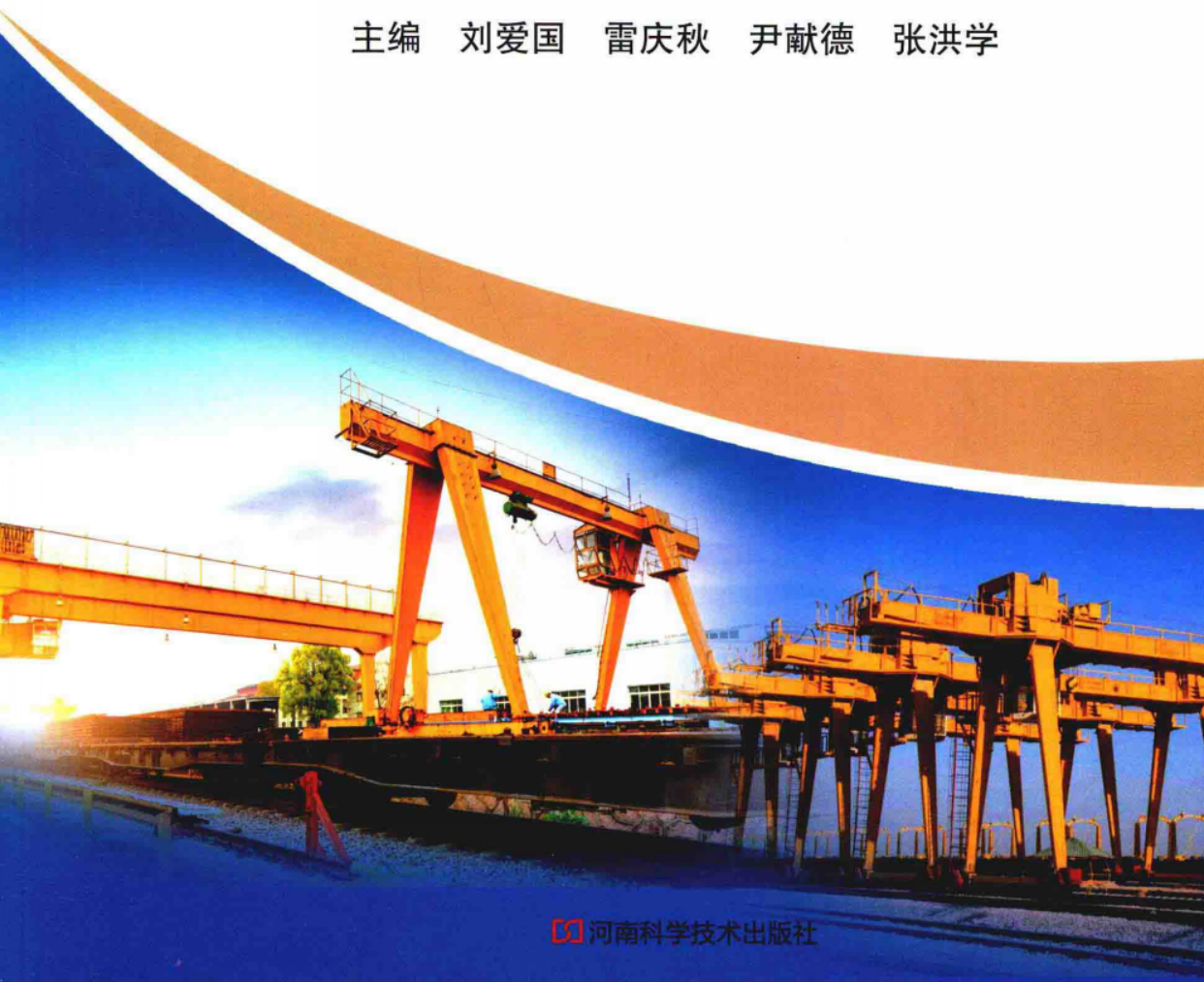


河南省科学技术学术著作出版项目

桥架型起重机 质量检验

QIAOJIAxing QIZHONGJI
ZHILIANG JIANYAN

主编 刘爱国 雷庆秋 尹献德 张洪学



河南科学技术出版社

河南省科学技术学术著作出版项目

图例 (P10) 目附附录补图

桥架型起重机质量检验

主 编 刘爱国 雷庆秋
参 编 尹献德 张洪学

河南科学技术出版社

·郑州·

元 09.94 价 宝

图书在版编目 (CIP) 数据

桥架型起重机质量检验/刘爱国等主编. —郑州: 河南
科学技术出版社, 2017. 1

ISBN 978 -7 -5349 -8465 -5

I. ①桥… II. ①刘… III. ①桥梁施工 - 施工机械 -
起重机械 - 质量检验 IV. ①U445.32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 273453 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 孙 彤

责任编辑: 孙 彤

责任校对: 柯 姣

封面设计: 张 伟

责任印制: 朱 飞

印 刷: 郑州环发印务有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 12 字数: 301 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 46.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

本书编委名单

主 编：刘爱国 雷庆秋 尹献德 张洪学
参 编：雷庆秋 尹献德 刘爱国 张洪学
王国防 杜 鑫 李昌杰 李娟娟
王 允 熊亚飞 张占辉 蔡 鹏
臧 琳 赵九峰 刘治成

前 言

单 各 委 编 计 本

质量是事物的本质特性之一，它是质量管理的主要对象。人们对质量主体的认识经历了从仅限于产品本身延伸到了过程、活动、组织乃至它们结合的发展过程，也经历了从“合格即是质量”向“质量就是满足使用要求应具备的所有质量特性”的飞跃。质量检验指对产品的性能进行测量、检查、试验，并将这些结果与规定的要求进行比较，以确定其符合性的活动。产品质量主要是靠设计和制造出来的，但检验也起到了重要的作用，产品的质量离不开检验工作。质量检验是生产的客观需要，没有检验的有效鉴别、把关、监督和预防，就不能持续、稳定地组织生产。因此，现代化企业必须建立一支完善的、专业的质量检验队伍。为此我们编写了此书，供起重机械制造和安装单位的检验人员、特种设备作业人员、安全管理人员和技术人员学习使用，同时对特种设备检验机构的从业人员也有一定的参考价值。

本书根据起重机械制造和安装企业的实际需要，针对桥架型起重机的技术特点，依照现行法规、安全技术规范和标准有关内容的规定，从四个方面进行了叙述。从质量检验的基础知识着手，明晰了质量检验内容、分类及要求，了解相关起重机械法律标准体系，掌握检验数据处理；重点系统地介绍了桥架型起重机械制造过程的进料、制造过程和出厂等环节的质量检验技术，对金属结构、机械传动、电气部分、安全防护装置和整机试验等方面的检验要求、项目和方法逐一介绍；由于安装是制造过程的继续，对产品质量的影响至关重要，决定着产品最终质量高低，所以对安装过程检验前的准备、施工过程关键节点的检验要求、项目和方法也进行了阐述；仪器设备的操作对质量数据的获取也起到关键性作用，对检验过程中用到的主要检验仪器设备的参数性能、操作方法、数据处理及注意事项等基础知识也进行了介绍。

本书由刘爱国、雷庆秋、尹献德和张洪学主编。本书各章节的主要编写人员：第一章第一节和第二节由尹献德、雷庆秋编写，第三节由尹献德编写，第四节由刘爱国编写；第二章第一节、第二节和第七节由刘爱国编写，第三节和第四节由雷庆秋编写，第五节和第六节由尹献德编写；第三章第一节由雷庆秋和张洪学编写，第二节由张洪学编写，第三节由刘爱国编写；第四章由王国防、杜鑫、李昌杰、王允、李娟娟、熊亚飞、张占辉、蔡鹏、臧琳、赵九峰、刘治成共同编写；此外王国防、杜鑫、李昌杰、王允、李娟娟、熊亚飞、张占辉、蔡鹏、臧琳、赵九峰、刘治成还参加了第二章和第三章部分内容的编写。

限于编者的水平和经验，加上编写时间仓促，书中可能存在疏漏错讹之处，敬请批评指正。

编者

2016年10月

目 录

第一章 质量检验概论	1
第一节 质量检验的概念	1
第二节 质量检验的分类	5
第三节 检验数据处理	9
第四节 试验室建设	14
第二章 桥架型起重机制造质量检验技术	16
第一节 桥架型起重机的基本知识	16
第二节 金属结构质量检验技术	24
第三节 机械传动系统质量检验技术	50
第四节 电气部分质量检验技术	81
第五节 安全防护装置的质量检验	106
第六节 起重机的整机试验	119
第七节 起重机的标志、包装、运输及储存	121
第三章 桥架型起重机安装质量检验技术	123
第一节 检验前准备	123
第二节 安装过程质量检验技术	128
第三节 整机性能试验质量检验技术	134
第四章 常用检验检测仪器的使用	137
第一节 无线应力应变测试系统	137
第二节 全站仪	143
第三节 经纬仪	147
第四节 水准仪	151
第五节 激光测距仪	154
第六节 超声波测厚仪	155
第七节 红外测温仪	157



第八节 绝缘电阻测试仪	159
第九节 接地电阻测试仪	161
第十节 转速表	163
第十一节 声级计	164
第十二节 照度计	166
第十三节 多功能风速计	168
第十四节 数字万用表	172
第十五节 钳形电流表	175
第十六节 精密 π (派) 尺	177
第十七节 框式水平仪	178
第十八节 焊接检验尺	180
参考文献	183

第一章 质量检验概论

质量检验作为质量管理的一部分，其概念和理论随着社会经济增长、科学技术进步、生产力水平的提高而不断发展，尤其是随着质量理论的发展，在不同的时期有着不同的外延和内涵。

最初，诞生工业生产检验的原始状态是工匠的检验，随着社会分工的不同出现专职检验，进而随着统计质量和全面质量管理理念的深入，检验称为一门系统的质量检验科学，有着依产品特性而决定的检验技术层面的要素，也有着检验形式或检验方法的不同表达，这些均影响着质量检验活动的开展，所以理解质量检验离不开对质量及质量管理等相关理论知识的学习，同时质量检验活动的特点又决定了它与计量、标准化和合格评定等活动密不可分。

第一节 质量检验的概念

一、质量的概念

质量有着多种不同的定义，早期质量理解为“产品技术特征符合规定要求的程度”，称为质量的“符合性”；20 世纪 60 年代美国质量管理专家朱兰提出“质量是满足顾客需求的程度”，称为质量的“适用性”定义。这些质量概念的发展体现在 ISO 相关标准定义中，如 ISO9000:2000 版本质量定义为“明示的、隐含的或必须履行的需求”，而新版 ISO9000:2015 重新把质量修订为“实体的一组固有特性满足要求的程度”。

根据质量的定义来看，必须从“固有特性”和“满足要求的程度”两个方面来理解质量，国内文献也多从这方面讲述了对质量的理解。

1. 对“固有特性”的理解

影响质量的特性比较多，但相关文献中常从以下几个方面来论述：

- (1) 性能。指满足使用所具备的技术指标。
- (2) 寿命。指正常适用期限的长短。
- (3) 可靠性。指在规定的时间内和条件下完成规定功能的能力。
- (4) 安全性。指在正常适用期内的安全程度，是否对人体和周围环境造成危害。
- (5) 经济性。指设计费用、制造费用、使用费用、报废后回收处理的费用和投入生产后产品的效益。

2. 对“要求”的理解

明示的、隐含的或必须履行的，有如下解释：产品应具备的完成顾客需求的功能和性能、顾客技术协议或合同规定的、国家或行业标准规定及国家法律必须履行的等，这里涉



及多个概念和术语。

(1) 标准。为了在一定的范围内获得最佳秩序，经协商一致制定并由公认机构批准，共同使用的和重复使用的一种规范性文件。宜以科学、技术和经验的综合成果为基础，以促进最佳的共同效益为目的。

(2) 图样。在工程技术中，为了准确地表达机械、仪器、建筑物等的形状、结构和大小，根据投影原理、标准或有关规定表示工程对象，并有必要的技术说明的图，叫作图样。

(3) 工艺。指劳动者利用各类生产工具对各种原材料、半成品进行加工或处理，最终使之成为成品的方法与过程。

(4) 法规。指由权力机构通过的有约束力的法律性文件。桥架型起重机在我国监督管理体系上具有双重特定，故安排如下节内容专门说明。

3. 质量检验

质量检验可以定义为：“检验单位（或人员）通过观察和判断、适当时候结合测量、计量和估量对产品质量特性所进行的符合性评价活动”。

二、检验概念

1. 几个名词

相关标准中有如下几个定义：

(1) 检验 (Inspection)。对符合规定要求的确定（查明一个或多个特性或特性值的活动）(ISO9000: 2015)。

(2) 试验 (Test)。按照要求对特定的预期用途或应用的确定 (ISO9000: 2015)。

(3) 验证 (Verification)。通过提供客观证据（支持某事物存在或真实性的数据）对规定要求（明示的、通常隐含的或必需的需求或期望）已得到满足的认定 (ISO9000: 2015)。

(4) 确认 (Validation)。通过提供客观证据对特定的预期用途或应用要求已得到满足的认定 (ISO9000: 2015)。

(5) 测量 (Measurement)。通过实验获得并可合理赋予某量一个或多个量值的过程（通用计量术语及定义、JJF1001—2011）。

ISO9000: 2015 的定义为：确定数值的过程（通常是量值）。

(6) 检查 (Examination、Inspection)。对产品、过程、服务或安装的审查，或对其设计的审查，并确定其与特定要求的符合性，或在专业判断的基础上确定其与通用要求的符合性 (ISO/IEC 17020: 2012)。

从上述定义可以看出：试验偏重于进行符合性评价活动，通常伴随着检查或者测量；检验是检查或试验等活动的总称。检验的主要目的就是审查和验证产品是否符合安全技术规范及标准的要求，必要时结合测量和试验，然后根据检查结果综合判断是否符合安全技术规范及标准规定。

2. 检查与测量的区别

(1) 检查是针对产品、服务、过程、设计、安装等；测量的对象是材料、产品、参数

等的性能要求,偏重于量值。

(2) 检查的项目主要包括数量、外观、缺陷、有效性等,可以不使用仪器而直接利用试验室测试结果和外来信息、数据等,按标准进行评价或专业判定,通常还有是否符合法规要求的判定;测量的项目主要是标准(规程)所规定的或客户委托的性能、质量等项目,一般要是用仪器,直接从仪器显示出结果。

(3) 检查的结果往往是主观判定,主要靠检验人员的经验和专业判断,有时会依据检测的结果做出判断;检测的结果就是客观的数据。

3. 宏观检查

20 世纪 80 年代,原国家劳动总局颁布的《压力容器安全监察规程》第 74 条和《在用压力容器检验规程》第 21 条出现了“宏观检查”一词,但没有对如何进行宏观检查进行详细的解释和定义,而在特种设备安全技术规范 TSGR 7001—2008《压力容器定期检验规则》的附件“焊缝的宏观和微观金相检验方法”中解释了“宏观检验”的方法,即“用肉眼或低倍放大镜(放大倍数一般小于 50)检查试样,试样表面可处理或不处理”。此处美国机械工程师协会(ASME)出版的《锅炉及压力容器规范》(*Standard Method of Macroetch Testing Steel Bars, Billets, Blooms, and Forgings*) ASTM E381 中这样描述:“Macro examination is the procedure in which a specimen is etched and evaluated macro-structurally at low magnifications. Macro examination is a frequently used technique for evaluating steel products such as billets, bars, blooms, and forgings”。这里的“Macro examination”一词汉译为“宏观检查”,全句可以译为“宏观检查是通过肉眼或低倍放大镜来观察判断宏观侵蚀试验钢棒材、坯锭、大方坯和锻件产品的一种常用方法”。

在此我们可以定义将“宏观检查”理解为“检验人员通过感觉器官或者借助于简单的工具和量具,对设备进行观察和测量,以判断其是否有存在缺陷、是否符合相关安全技术规范或标准的要求”。

三、质量检验技术法规体系

不同的产品,各个国家有着不同的管理模式,而作为桥架型起重机,由于发生事故时常会带来财产和人员的伤害,所以世界各国都实施一定程度的强制性监督和管理,中国也不例外。从新中国建国开始,就对起重机械纳入特种设备进行管理,但不是全部范围的起重机械都列入特种设备管理,而是按照参数和范围实施的分类监管。2014 年国务院颁布新的《特种设备目录》,将纳入监管的桥架型起重机械范围规定为“额定起重量大于或者等于 3t(或生产率大于等于 300t/h 的装卸桥),且提升高度大于或者等于 2m”,所以理解桥架型起重机的安全性要求,从法规层面上需要掌握两个方向:全部桥架型起重机均属于《中华人民共和国产品质量法》和《中华人民共和国标准化法》的调整范围,这部分的技术要求大部分反映在国家起重机相关产品标准中,同时有部分桥架型起重机还另外归属《中华人民共和国特种设备安全法》管理,即特种设备目录范围内的设备在满足《中华人民共和国产品质量法》的要求外,还要满足特种设备相关安全技术规范的要求,从质量和安全两方面制订法规体系约束,如图 1-1-1 所示。

这里有两个判断依据,一个是 GB/T 20776—2006《起重机械分类》,其中桥架型起重

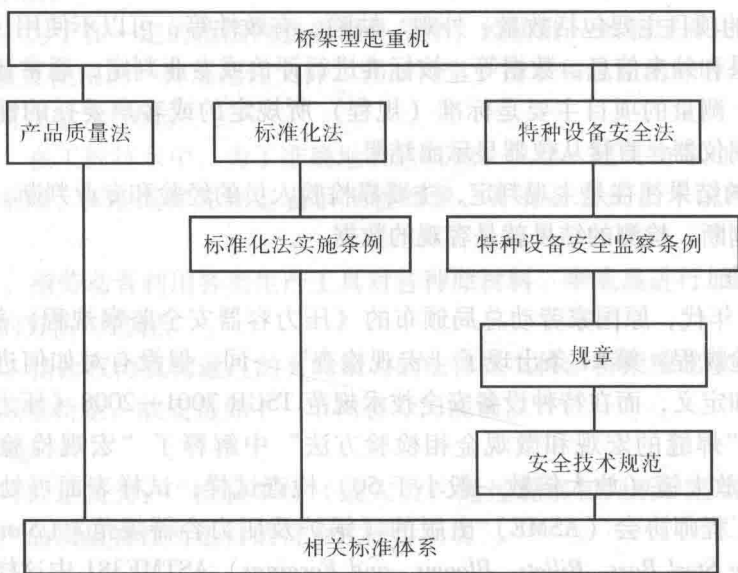


图 1-1-1 起重机械质量和安全法规标准体系

机械分类，如图 1-1-2 所示。另一个是特种设备目录中相关分类，见表 1-1-1。

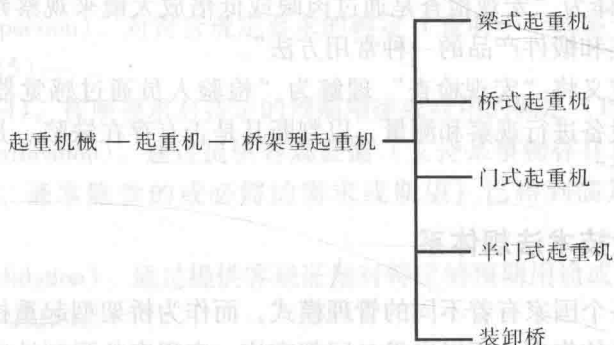


图 1-1-2 GB/T 20776—2006《起重机械分类》分类

表 1-1-1 特种设备目录中桥架型起重机械分类表

类别	品种
桥架型起重机	通用桥架型起重机
	防爆桥架型起重机
	绝缘桥架型起重机
	冶金桥架型起重机
	电动单梁型起重机
	电动葫芦桥架型起重机

续表

类别	品种
门式起重机	通用门式起重机
	防爆门式起重机
	轨道式集装箱门式起重机
	轮胎式集装箱门式起重机
	岸边集装箱起重机
	造船门式起重机
	电动葫芦门式起重机
	装卸桥
	架桥机

特种设备目录中桥架型起重机的法规体系及规划见图 1-1-3。

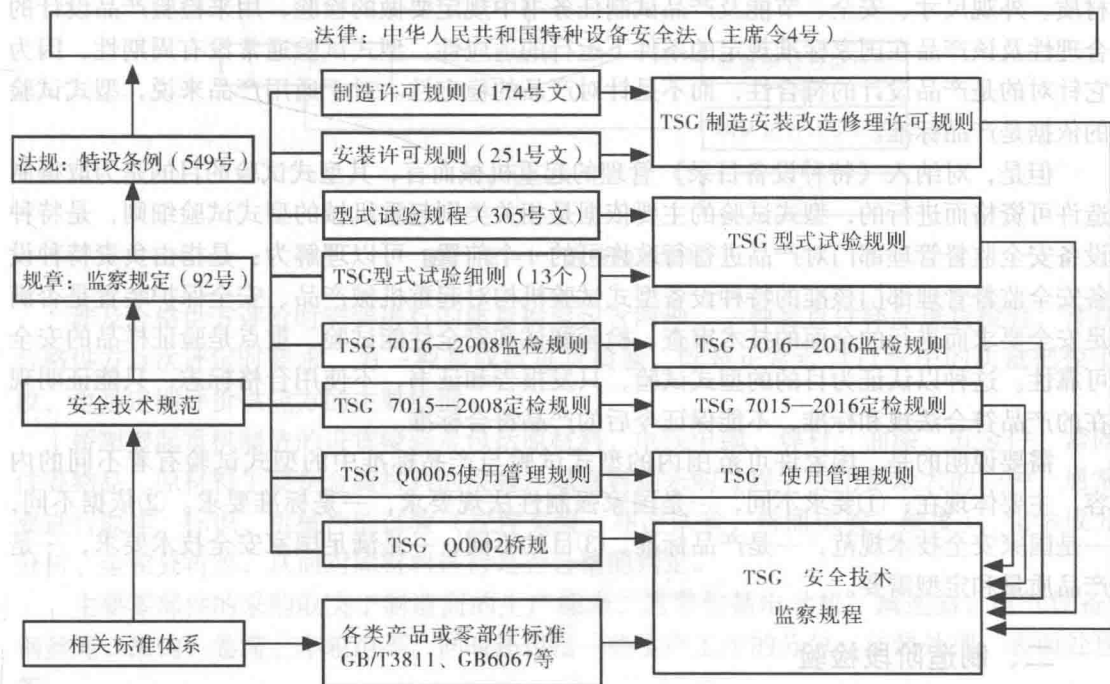


图 1-1-3 特种设备（起重机械）法规体系

第二节 质量检验的分类

相关文献提出了“总质量”的概念，即产品总质量应包括“产品的设计质量、制造质量、装备质量、安装质量、包装质量和使用质量”。同样，桥架型起重机在其所处“生



命周期”不同阶段有着不同的特征，因此质量检验的内容、要求和形式也是不一样的。

一、设计阶段检验

据统计 70% 的质量问题是在设计阶段产生的，所以从质量理论发展来说，设计阶段是质量形成的源头已得到了共识，但如何从设计阶段来解决质量问题，即开展设计阶段的质量检验还有很多实施阶段的方法需要研究，除了进行设计审查，大家公认的一种方式就是通过试验过程来检验设计质量，所以相关产品标准中有型式试验的要求。

《标准化工作指南 第 1 部分：标准化和相关活动的通用词汇》（GB/T 20000.1）中对型式试验（Type testing）做了如下定义“根据一个或多个代表生产产品的样品进行的合格测试”；而合格测试则是指“通过测试进行的合格评价”，合格评价是指“对产品、过程或服务达到规定要求的程度所进行的系统的检查”。

因此产品标准中对型式试验要求应当可以理解为：企业生产产品的样品依据相关规定要求，通过测试而进行的系统性检查。这就意味着型式试验是指新产品定型前必须进行的一项全面试验，它不仅要做产品的产品全项特性的试验（全部性能指标），还要做零部件材质、外观尺寸、安全、节能及产品试制任务书中规定要做的检验，用来检验产品设计的合理性及该产品在国家标准规定的条件下运行的适应性。型式试验通常没有周期性，因为它针对的是产品设计的符合性，而不是针对产品的稳定性。对于通用产品来说，型式试验的依据是产品标准。

但是，对纳入《特种设备目录》管理的起重机械而言，其型式试验的目的是为取得制造许可资格而进行的，型式试验的主要依据是相关类别起重机械的型式试验细则，是特种设备安全监督管理部门对产品进行行政许可的一个前置。可以理解为：是指由负责特种设备安全监督管理部门核准的特种设备型式试验机构对起重机械产品、安全保护装置是否满足安全要求而进行的全面的技术审查、检验测试和安全性能试验，重点是验证样品的安全可靠。这种以认证为目的的型式试验，只发报告和证书，不使用合格标志，只能证明现在的产品符合法规和标准，不能保证今后的产品符合标准。

需要说明的是，国家许可范围内的型式试验与产品标准中的型式试验有着不同的内容，主要体现在：①要求不同，一是国家强制性法规要求，一是标准要求。②依据不同，一是国家安全技术规范，一是产品标准。③目的不同，一是满足国家安全技术要求，一是产品质量和定型需要。

二、制造阶段检验

桥架型起重机制造过程包括：原材料采购、零部件制作或外协（分包）、整机制造、安装与调试（安装过程常被认为是制造过程的延续），其中原材料或零部件常是采购或外协（分包），而整机则常由制造厂独立完成，安装与调试有时自主完成、有时外包。按照生产的不同环节，有进货检验（分包也是采购的一部分）、过程检验和最终检验三个工序。

1. 进货检验

进货检验是指对方（供应商、外协、分包等）交付的原材料、零部件组装件、配套分机等进行的质量检验。现代化的生产方式决定了制造商不全部生产或制造所需要的全部原

材料、零部件,或工序不完全由制造商承担完成,需要进行部分采购或者分包等活动,但对这些产品又不能一包了之,需要根据全面质量管理的相关理念对其质量等进行检验,决定是否进厂,从而确保采购的产品或服务符合规定要求,防止不合格的产品进入工序,减少采购环节引起的损失。

进货检验的要求是按照合同或协议明确的质量保证内容进行检验,涉及合格供方评定,签订供货合同,按照规定的形式和内容进行检验,对供货产品进行处置等环节,其流程通常如图 1-2-1 所示。

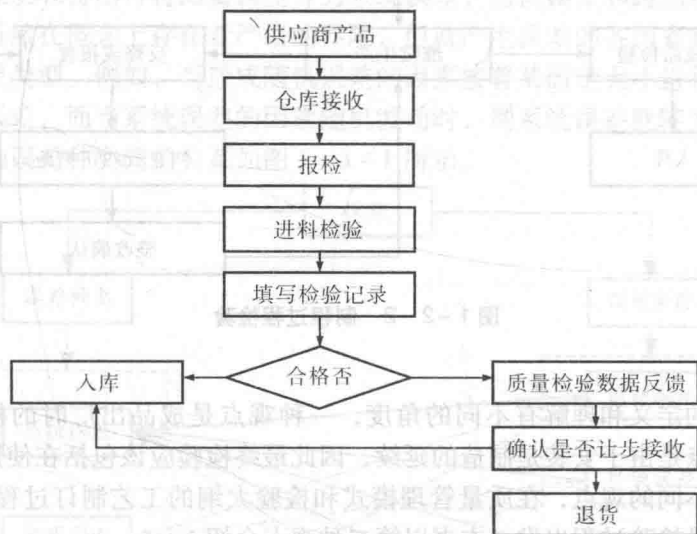


图 1-2-1 进货检验流程

涉及合格供方评价时需要进行的质量检验包含两种,一种是首件样品进货检验,常在合格供方首次评定时要求,另一种是成批进货检验,既是正常经营过程中的质量把控手段,也是定期评价供应方的主要依据。

桥架型起重机制造的进货检验常包括原材料、电线电缆、焊材、油漆、五金件、紧固件等物品,原材料主要是金属材料的检验,原材料是采购过程中使用量最大的一种,通常要进行取样、标识、机械性能试验(拉伸实验、冲击试验、弯曲试验、硬度)、化学成分分析、金相分析等,从而对原材料进行是否合格的判定。

主要零部件的采购取决于制造商的生产能力,通常包括电动机、减速器、电气设备、钢丝绳、吊钩、卷筒、车轮组等。同时还包括一些生产工序的分包,如热处理、表面处理等。

目前桥架型起重机上所用的安全保护装置(制动器、起重量限制器、起重力矩限制器、起升高度限制器)则需要提供特种设备型式试验报告。对于起重机上的电动葫芦也需要提供特种设备型式试验报告。

2. 过程检验

过程检验是对本工序加工完毕的在制品、半成品的检验。目的是防止产生不合格品或防止不合格品进入下道工序。常依据质量计划和文件要求进行检验,设计环节的质量大纲和检验工艺是主要依据,在工艺文件中对关键工艺或控制点进行了定义,要严格执行。



对制造过程检验可分为首检检验、巡回检验和完工检验三种方式,如图1-2-2所示。

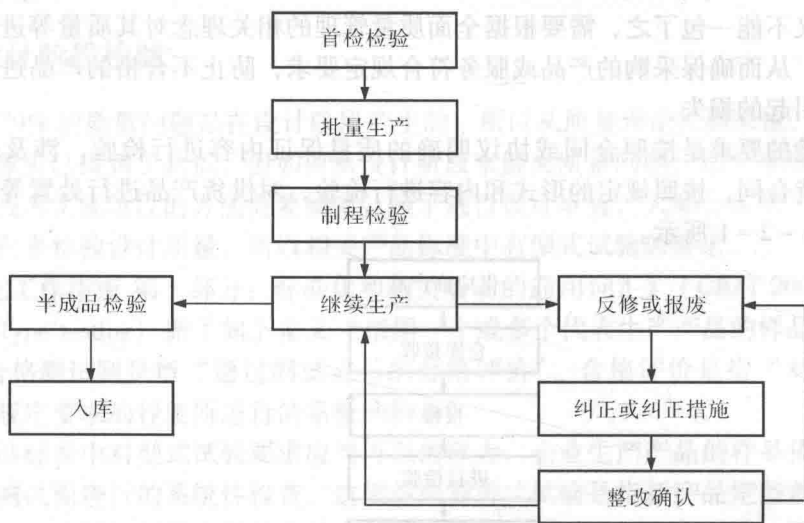


图1-2-2 制程过程检验

3. 最终检验

对最终检验的定义和理解有不同的角度,一种观点是成品出厂时的检验,即出厂检验;另外一种观点是由于安装是制造的延续,因此最终检验应该包括在使用地点安装后的全部检验。针对不同的观点,在质量管理模式和检验大纲的工艺制订过程中是不一样的,从全生命周期质量检验过程出发,本书以第二种观点介绍。

最终检验的目的是防止不合格产品流入到用户手中,是全面考核产品质量的重要环节。检验依据是形成的检验和试验大纲,包括程序、质量计划、规程等文件,对上述全部检验过程的终结,也是使用阶段检验的前期数据积累。

根据国家标准或安全技术规范、产品图样,应该包括总装后的性能检验,如功能试验、额定载荷试验、静载试验、动载荷试验等内容。本书第四章将详细介绍安装后的桥架类起重机的检验和试验内容。

三、使用阶段检验

使用性能是体现起重机质量的最重要内容之一,而生产阶段中的最终检验常被制造单位认为是质量检验的终结,造成这种认识的主要原因:一是制造过程的结束和认知程度的差距,二是质量检验信息采集手段的匮乏。伴随着产品全生命周期质量管理理论的普及和物联网技术的发展,使得越来越多的制造企业关注使用阶段的质量检验。

为了保证起重机械的使用性能,以获得良好的工艺指标,需要对起重机械进行智能化检验,即对产品的工作状态、工作参数及其工作过程实现实时监测,是保证起重机械正常与有效运转的重要措施,也是使用阶段的检验内容和相关管理规范。

2012年国家颁布了起重机械安全监控管理系统的标准后,国家质检总局也发布了一系列文件,并颁布了相关安全技术规范,要求在大型起重机械上必须安装安全监控系统,从而为起重机械安全管理系统的检验提供了检验依据和标准。

第三节 检验数据处理

一、测量误差

1. 误差的分类

从误差的性质和特点可将测量误差分为系统误差、随机误差和疏忽误差 3 类。系统误差与随机误差虽然在概念上存在着严格的界限,但就产生误差的各因素来说,其却并不固定的属于某误差类型。例如,当造成随机误差的因素按着某固定大小进行时,随机误差就转变为了系统误差,而当系统误差的因素随机波动时,则系统误差就转为了随机误差。

误差来源和误差种类间的关系如图 1-3-1 所示。

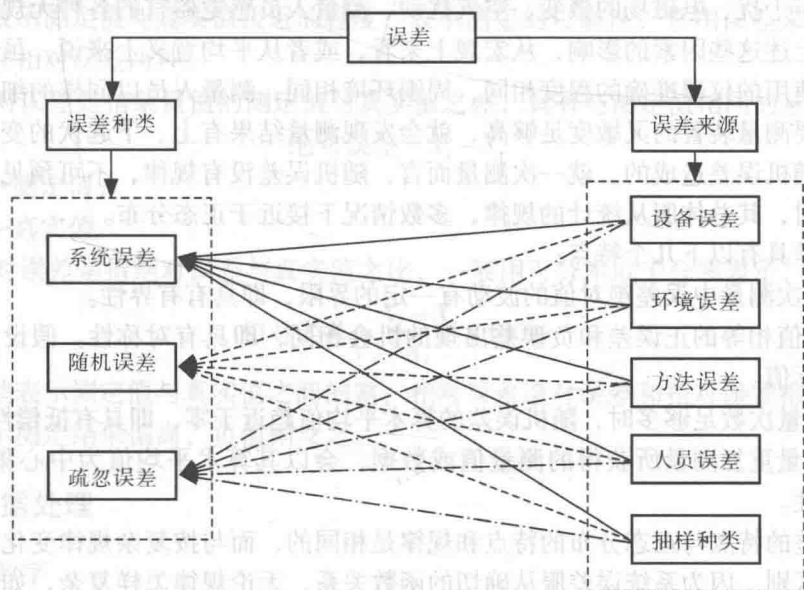


图 1-3-1 误差来源和误差种类间的关系

(1) 系统误差 (可测误差)。系统误差又称为系差,它是指在同一条件下多次测量同一量值时,误差的绝对值和符号保持不变,或在条件改变时,按一定规律变化的误差。常常由于实验方法、所用仪器、试剂、实验条件的控制以及实验者本身的一些主观因素所造成。它又可分为恒定系差和变值系差。这类误差是测量误差的主要部分,对测量结果的影响较为严重。

1) 恒定系差是指误差的数值在一定条件下保持不变的误差。例如测量仪器的零点未调整好,或者安装不平而朝某一方向倾斜等。

2) 变值系差是指误差的数值在一定条件下,按某一确定规律变化的误差。根据变化规律它可分为:①累进性系差,是指在整个测量过程中,误差的数值是在逐渐增加或逐渐减少的系统误差。②周期性系差,是指在测量过程中,误差的数值发生周期性变化的系统误差。例如测角仪,如果它存在偏心,则各分度线误差的变化就符合这种规律。



按复杂规律变化的系差,如电工仪表整个分度线上存在的系统误差,其变化规律就属于此类系差。通常只能用曲线、表格或经验公式来表示。

系统误差的特点是,测量条件一经确定,误差就为一确切的数值。用多次测量取平均值的方法,并不能改变误差的大小。系统误差的产生原因是多方面的,但总是有规律的。我们能设法事先预见或找出系统误差的产生根源,针对其产生原因,采取相应的技术措施消除或减弱影响,也可以估计出其影响程度,在测量结果中加以修正。

(2) 随机误差(偶然误差或未定误差)。随机误差是指在相同条件下多次测量同一量值时,误差的绝对值和符号均发生变化,其值时大、时小,其符号时正、时负,没有确定的变化规律,也不可以预见的误差称为随机误差(也称偶然误差)。它是由一些偶然的原因造成的,例如,测量时环境温度、气压的微小变化,都能造成误差。

随机误差主要是由那些对测量值影响较微小,又互相关的多种因素共同造成的,例如热骚动、噪声干扰、电磁场的微变、空气扰动、测量人员感觉器官的各种无规律的微小变化等。由于上述这些因素的影响,从宏观上来看,或者从平均意义上来说,虽然测量条件没变,比如使用的仪器准确的程度相同,周围环境相同,测量人员以同样的细心进行工作等等,但只要测量装置的灵敏度足够高,就会发现测量结果有上、下起伏的变化,这种变化就是由于随机误差造成的。就一次测量而言,随机误差没有规律,不可预见,但是当足够多次测量时,其总体服从统计的规律,多数情况下接近于正态分布。

随机误差具有以下几个特点:

- 1) 在多次测量中误差绝对值的波动有一定的界限,即具有有界性。
- 2) 绝对值相等的正误差和负误差出现的机会相同,即具有对称性。假设无系统误差情况下的实际值。
- 3) 当测量次数足够多时,随机误差的算术平均值趋近于零,即具有抵偿性。
- 4) 由大量重复测量所获得的测量值或数据,会以其算术平均值为中心集中地分布,即具有单峰性。

这种误差的特点与正态分布的特点和规律是相同的,而与按复杂规律变化的系统误差有着本质的区别。因为系统误差服从确切的函数关系,无论规律怎样复杂,如果多次重复测量,该规律仍然不变。随机误差却没有这种重复性。

(3) 疏忽误差(粗大误差)。在一定的测量条件下,测量值明显地偏离其真值(或实际值)所形成的误差称为疏忽误差,又叫作粗大误差。凡确认含有疏忽误差的测量数据统称为坏值,应当剔除不用。

产生这种误差的原因:其一,一般情况下,它不是仪器本身固有的,主要是在测量过程中由于疏忽造成的。例如,测量者工作过于疲劳、情绪不好、缺乏经验、操作不当或工作责任心不强等造成的读错刻度,记错读数或计算错误。这是产生疏忽误差的主观原因。其二,由于测量条件突然变化,如电源电压、机械冲击等引起仪器示值的改变,这是产生疏忽误差的客观原因。

2. 误差的表示方法

误差常用真实值、平均值和中位值来表示。

(1) 真实值。真实值是一个客观存在的真实数值,但又不能直接测定出来。如一个物质中的某一组分含量,应该是一个确切的真实数值,但又无法直接确定。由于真实值无法