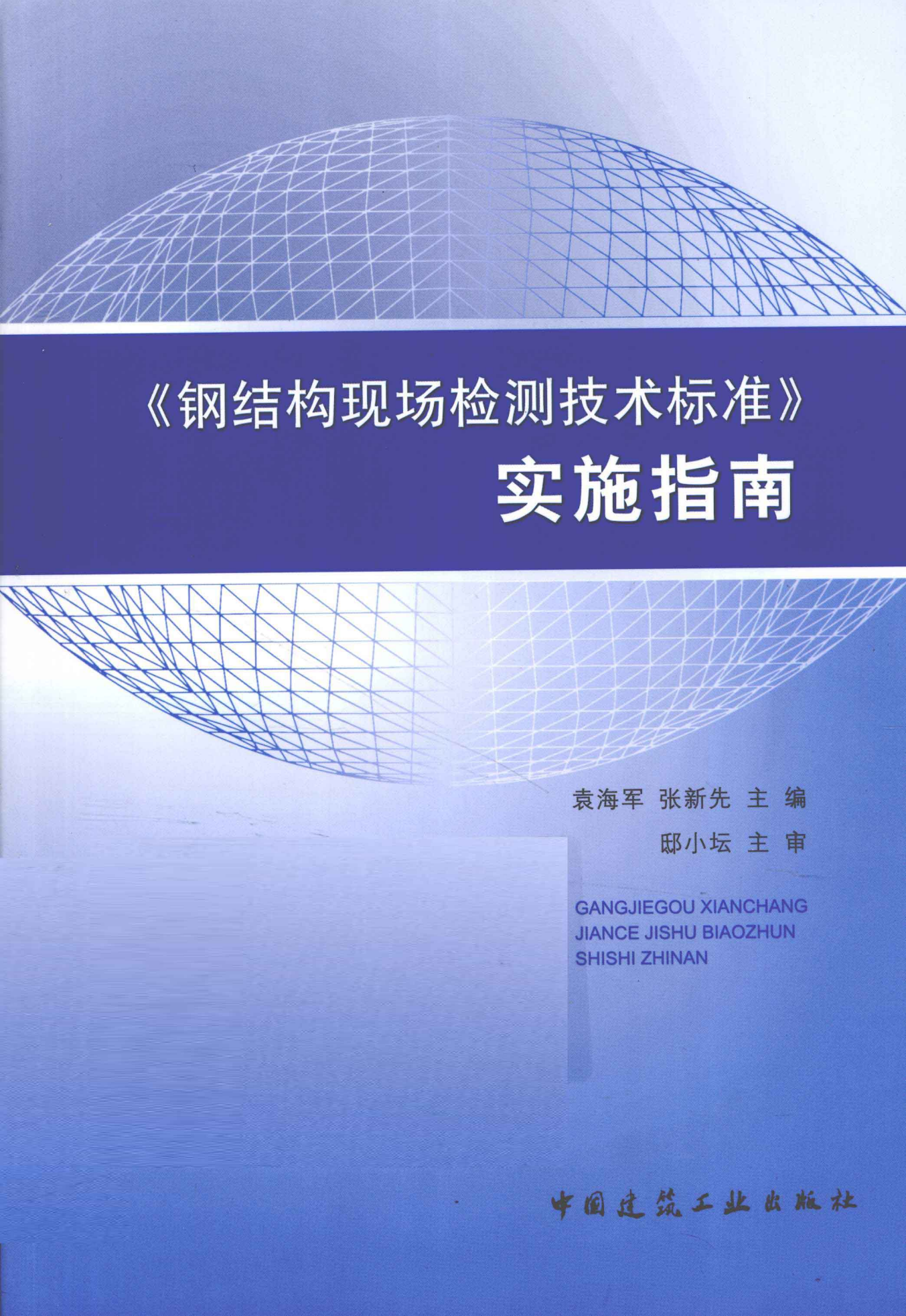




《钢结构现场检测技术标准》 实施指南

袁海军 张新先 主 编

邸小坛 主 审

GANGJIEGOU XIANCHANG
JIANCE JISHU BIAOZHUN
SHISHI ZHINAN

中国建筑工业出版社

《钢结构现场检测技术标准》 实 施 指 南

袁海军 张新先 主编

邸小坛 主审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

《钢结构现场检测技术标准》实施指南/袁海军等主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 6
ISBN 978-7-112-13184-6

I. ①钢… II. ①袁… III. ①钢结构-建筑工程-施工现场-检测-标准-中国-指南 IV. ①TU758.11-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 070065 号

为了更好地贯彻执行《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621—2010, 该标准编制组根据标准编制的情况编著了本书。本书共分四篇, 第 1 篇对标准的编制概况进行了描述, 使读者能够更清楚地了解该标准的由来; 第 2 篇对标准中的相关条文作了详细的释义, 可使读者更准确地理解、掌握标准中的条文; 第 3 篇分专题对高强度螺栓扭矩的试验、验证钢材抗拉强度与钢材中 C、Si、Mn、P 元素含量间的关系、钢材屈服强度与抗拉强度之间的比例关系、验证钢材硬度与钢材抗拉强度间的相关关系及工程检测中的工程实例等进行了详细的论述, 可指导在钢结构现场检测工作中解决遇到的技术问题; 第 4 篇对钢结构现场检测过程中常用仪器的技术参数以及使用过程中的注意事项进行了介绍。

本书可作为《钢结构现场检测技术标准》宣贯辅导教材; 可供建筑工程质量管理、检测、监督、施工、设计人员及高等院校有关专业师生参考。

* * *

责任编辑: 酆锁林 张伯熙

责任设计: 赵明霞

责任校对: 陈晶晶 张艳侠

《钢结构现场检测技术标准》实施指南

袁海军 张新先 主编

邸小坛 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11½ 字数: 170 千字

2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-13184-6

(20610)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

我国 1996 年钢产量 1 亿吨，2008 年钢产量达到 6 亿吨。钢材的使用经历了从“节约——合理使用——大力推广”的过程。近些年来，钢结构工程发展较快，钢结构占建筑工程中的份额越来越大。钢结构与其他建筑结构相比，具有强度高、重量轻、工业化程度高等优点，另外，“5·12”汶川地震也充分证明，钢结构的抗震性能远远好于砌体结构、钢筋混凝土结构。如何保证钢结构的施工质量以及对既有钢结构进行检测，越来越受到人们的重视，钢结构检测任务有逐年增加的趋势，但钢结构检测方面没有一本类似于《砌体结构现场检测技术标准》GB/T 50344—2004、《建筑工程基桩检测技术规范》JGJ 106—2003 的检测标准，《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621—2010 的颁布为开展钢结构的检测提供了重要的技术依据，但对于新标准的熟练应用，尚需一个过程，为了更好地贯彻执行《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621—2010，该标准编制组根据标准编制的情况编著了本书。

编制组在总结了近年我国钢结构检测的实践经验 and 研究成果的基础上，参考了国内外相关标准，编制了我国钢结构现场检测的技术标准。该标准充分考虑了科研、检测、设计、施工等单位的意见，规范了钢结构现场检测方法，内容充实、重点突出、技术指标合理、可操作性强，适合于我国钢结构现场检测的需求。

本书可供建筑工程质量管理、检测、监督、施工、设计人员及高等院校有关专业师生参考。

本书在编写过程中，得到了中国建筑科学研究院国家建筑工程质量监督检验中心领导、专家的协助和指导，特此表示衷心的感谢。如有问题或建议，可与作者联系（Email: yhj2008@sina.com）。

本书中的试验、研究工作得到国家科技支撑计划“既有建筑综合改造关键技术与示范”项目中“既有建筑检测与评定技术研究”课题（2006BAJ03A02）的支持，特此致谢！

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

袁海军

2011年3月于中国建筑科学研究院

目 录

第 1 篇 编制概况	1
第 2 篇 《钢结构现场检测技术标准》内容释义	4
1 总则	4
2 术语和符号	6
3 基本规定	8
4 外观质量检测	16
5 表面质量的磁粉检测	18
6 表面质量的渗透检测	31
7 内部缺陷的超声波检测	42
8 高强度螺栓终拧扭矩检测	51
9 变形检测	55
10 钢材厚度检测	58
11 钢材品种检测	60
12 防腐涂层厚度检测	63
13 防火涂层厚度检测	65
14 钢结构动力特性检测	67
附录 A 磁粉检测记录	85
附录 B 渗透检测记录	87
附录 C T 形接头、角接接头的超声波检测	88

附录 D 超声波检测记录 89

第 3 篇 专题论述 91

 专题 1 高强度螺栓扭矩的试验 91

 专题 2 验证钢材抗拉强度与钢材中 C、Si、Mn、P 元素含量间的关系 ... 93

 专题 3 钢材屈服强度与抗拉强度之间的比例关系 97

 专题 4 验证钢材硬度与钢材抗拉强度间的相关关系 99

 专题 5 钢结构动力特性测试与分析 100

 专题 6 钢网架检测鉴定 116

 专题 7 多层钢框架的检测 127

 专题 8 某钢筒仓的结构检测及其倒塌原因分析 133

第 4 篇 相关检测仪器应用指南 139

 仪器 1 磁粉探伤装置 139

 仪器 2 渗透检测试剂与器材 140

 仪器 3 金属超声仪 142

 仪器 4 扭矩扳手 143

 仪器 5 全站仪 144

 仪器 6 金属超声测厚仪 146

 仪器 7 防腐涂层测厚仪 147

 仪器 8 防火涂层测厚仪 149

 仪器 9 结构动测仪 150

附件 《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445—2008（摘要） 152

参考文献 171

第 1 篇 编 制 概 况

1 任务来源

根据原建设部《关于印发〈二〇〇四年工程建设国家标准制订、修订计划〉的通知》（建标〔2004〕第 67 号）的要求，我们制定《钢结构现场检测技术标准》。本标准的主编单位为中国建筑科学研究院，参编单位为上海市建筑科学研究院、深圳市太科检验有限公司、中冶建筑研究总院有限公司、安徽省建筑科学研究设计院、上海材料研究所、广东省建筑科学研究院、北京市机械施工有限公司、国家建筑工程质量监督检验中心。

2 编制过程

2005 年 12 月 27 日，按照原建设部建标〔2004〕第 67 号文的要求，召开了标准编制组成立暨第一次工作会议，形成了标准编制大纲、工作进度和分工。与会代表认为本标准应涵盖钢结构现场检测中常用的、重要的有关检测方法，使本标准具有综合性、实用可操作性是本标准的难点所在。根据第一次工作会议的要求，各参编单位完成所承担的章节编写工作后，由中国建筑科学研究院汇编成标准讨论稿。

2006 年 9 月 21、22 日在安徽合肥召开第二次工作会议，与会代表对各章节进行了认真讨论，部分章节与本标准其他章节不协调，编写格式不符合工程建设标准的要求，需作进一步修改。2008 年 10 月完成了标准初稿，并经编制组成员的反复修改，2009 年 7 月完成了标准征求意见稿，登载在国家工程建设标准信息网上，并向全国百余家建筑设计、施工、检测、监督管理等单位寄发，广泛征求意见，

共收集到书面提出的修改意见共 98 条。

2009 年 11 月 27 日在北京市召开了编制组第三次工作会议，对汇总的反馈意见进行了认真讨论和处理，采纳和部分采纳的修改意见 66 条，不采纳的修改意见 32 条。在进一步修改和补充的基础上完成了标准送审稿。

2010 年 3 月 12 日在北京召开送审稿审查会。会议听取了标准编制组关于编制过程、主要技术内容及相关试验研究工作的汇报。随后，审查委员对标准送审稿进行了逐章、逐节、逐条的审查，经过认真讨论，对标准送审稿提出主要修改意见、建议 6 条和具体修改意见、建议 33 条。

会后，由主编单位负责修改，并经全体编制组成员确认，形成标准报批稿（初稿）。根据审查会的要求，将标准报批稿（初稿）送至中冶建筑研究总院有限公司《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 编制组，该规范编制组成员贺贤娟教授级高工对本标准的内容作了认真审查，并提出了相应的修改意见。最后，经主编单位作再次修改，并经全体编制组成员确认，形成标准报批稿。

3 主要内容

本标准由 14 章和 4 个附录组成，本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 外观质量检测；5 表面质量的磁粉检测；6 表面质量的渗透检测；7 内部缺陷的超声波检测；8 高强度螺栓终拧扭矩检测；9 变形检测；10 钢材厚度检测；11 钢材品种检测；12 防腐涂层厚度检测；13 防火涂层厚度检测；14 钢结构动力特性检测；附录 A 磁粉检测记录；附录 B 渗透检测记录；附录 C T 形接头、角接接头的超声波检测；附录 D 超声波检测记录。

本标准规范了钢结构现场检测方法，内容充实、重点突出，技术指标合理，为《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中的相关检测项目，提供了具体可操作的检测方法，为钢结构的质量控制提供了进一步的技术保障。

4 审查意见

国家标准《钢结构现场检测技术标准》送审稿审查会于 2010 年 3 月 12 日在北

京召开。会议由住房和城乡建设部建筑工程标准技术归口单位组织召开，住房和城乡建设部标准定额司、中国建筑科学研究院、参编单位及有关领导和专家共 27 人参加了会议。会议成立了以贺明玄教授级高工为主任委员、周明华教授为副主任委员的 11 位专家审查委员会（见表 4）。

《钢结构现场检测技术标准》送审稿审查会专家名单 表 4

序号	审查会职务	姓名	职务/职称	工 作 单 位
1	主任	贺明玄	教授级高工	宝钢金属有限公司
2	副主任	周明华	教授	东南大学材料科学与工程实验中心
3	委员	柴昶	教授级高工	中国钢结构协会专家委员会
4	委员	高小旺	研究员	北京三茂建筑工程检测鉴定有限公司
5	委员	郁银泉	教授级高工	中国建筑标准设计研究院
6	委员	朱丹	研究员	中国航空工业规划设计院
7	委员	张宣关	教授级高工	陕西省建筑科学研究院
8	委员	林松涛	研究员	国家工业建筑诊断与改造工程技术研究中心
9	委员	王明贵	研究员	建研科技股份有限公司
10	委员	陈友泉	教授级高工	浙江杭萧钢构股份有限公司
11	委员	周安	教授	合肥工业大学

审查会议由贺明玄主任委员、周明华副主任委员主持。与会专家和代表听取了编制组关于《钢结构现场检测技术标准》（送审稿）的制定过程和内容的汇报，对标准送审稿逐条进行了审查。审查意见如下：

- （1）标准编制组提交的送审文件齐全，文字较规范、准确，符合工程建设标准的编写规定。
- （2）该标准充分考虑了科研、检测、设计、施工等单位的意见，规范了钢结构现场检测方法，内容充实、重点突出，技术指标合理，可操作性强，与相关技术标准相协调，能满足我国钢结构现场检测的需求。
- （3）编制组在总结了近年我国钢结构检测的实践经验和研究成果的基础上，参考了国内外相关标准，编制了我国第一本钢结构现场检测的技术标准，技术上有所创新，该标准总体上达到了国际水平。

第2篇 《钢结构现场检测技术标准》内容释义

1 总 则

1.0.1 为了在钢结构现场检测中，做到安全适用、数据准确、确保质量、便于操作，制定本标准。

【释义】

近些年来，钢结构工程发展较快，钢结构占建筑工程中的份额越来越大，目前已经制定了一些钢结构材料强度及构件质量的检测标准，但是，尚无一本，既适用于工程现场检测，又有具体可操作性的钢结构技术标准。因此，需要制定一本钢结构现场检测技术标准，为钢结构工程质量的评定和既有钢结构性能的鉴定提供技术保障。

另外，虽然金属无损检测方面，有现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730、《无损检测 焊缝磁粉检测》JB/T 6061 等，但基本上是针对机械、船舶、承压设备等行业。而建筑钢结构相对于这些行业而言，其质量等级要求较低，也无密闭性的要求，显然不能依据现行其他行业的标准对建筑钢结构进行检测。

1.0.2 本标准适用于钢结构中有关连接、变形、钢材厚度、钢材品种、涂装厚度、动力特性等方面的现场检测方法及其检测结果的评价。

【释义】

钢结构检测内容很多，具体检测内容可依据现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 中第6章“钢结构”的要求进行，考虑到现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 中缺少相应检测方法和操作过程，本标准从钢结构的特点出发，解决钢结构检测中常用的、重要的有关检测方法和操作过程

(如表 1.0.2 所示)。

钢结构中的主要问题与本标准各章节的对应关系 表 1.0.2

钢结构的特点	与钢结构特点相对应的现实	拟解决的问题	与标准各章节的对应关系
工业化程度高	工厂制造、工地安装	连接质量	第 4~8 章
钢材强度高	构件尺寸较小	弯曲失稳	第 9 章
		钢材品种	第 11 章
		整体动力特性	第 14 章
容易锈蚀	锈蚀后截面减小	锈蚀后的厚度	第 10 章
	喷涂防腐材料	防腐涂层厚度	第 12 章
耐火性较差	喷涂防火材料	防火涂层厚度	第 13 章

因此，本标准适用于钢结构中有关连接、变形、钢材厚度、钢材品种、涂装厚度、动力特性等方面质量的现场检测及相应检测结果的评价。鉴于钢网架一般采用无缝钢管制作而成，其钢管焊接缺陷的超声波检测有其自身的特点，第 7 章“一般规定”中强调，对于母材壁厚为 4~8mm、曲率半径为 60~160mm 的钢管对接焊缝与相贯节点焊缝应按照现行行业标准《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203 执行。

本标准中所列方法是在工程现场可完成的，且检测时或检测后不会对钢结构的安全产生不利影响。本标准中所涉及的检测项目，并非指现场检测需对各项目均作检测。对一个具体工程而言，应根据具体情况而定。

1.0.3 钢结构现场检测除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【释义】

本条规定在钢结构的检测工作中，除执行本标准的规定外，尚应执行国家现行的有关标准、规范的规定。这些现行的国家有关标准、规范主要是《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 以及相应

的钢结构材料强度检测标准等。

2 术 语 和 符 号

2.1 术 语

2.1.1 现场检测 in-site testing

对钢结构实体实施的原位检查、测量和检验等工作。

2.1.2 目视检测 visual testing

用人的肉眼或借助低倍放大镜，对材料表面进行直接观察的检测方法。

2.1.3 无损检测 Nondestructive testing

对材料或工件实施的一种不损害其使用性能或用途的检测方法。

2.1.4 磁粉检测 magnetic particle testing

利用缺陷处漏磁场与磁粉的相互作用，显示铁磁性材料表面和近表面缺陷的无损检测方法。

2.1.5 渗透检测 penetrant testing

利用毛细管作用原理检测材料表面开口性缺陷的无损检测方法。

2.1.6 超声波检测 ultrasonic testing

利用超声波在介质中遇到界面产生反射的性质及其在传播时产生衰减的规律，来检测缺陷的无损检测方法。

2.1.7 射线检测 radiographic testing

利用被检工件对透入射线的不同吸收来检测缺陷的无损检测方法。

2.1.8 线型缺陷 linear defects

缺陷的长度与宽度之比大于 3。

2.1.9 圆型缺陷 circular defects

缺陷的长度与宽度之比小于或等于 3。

2.1.10 焊缝缺陷 weld defects

焊缝中的裂纹、未焊透、未熔合、夹渣、气孔等。

2.1.11 焊缝裂纹 weld crack

焊缝中原子结合遭到破坏，而导致在新界面上产生缝隙。

2.1.12 未焊透 lack of penetration

母材金属未熔化，焊接金属未进入母材金属内而导致接头根部的缺陷。

2.1.13 未熔合 lack of fusion

焊接金属与母材金属之间或焊接金属之间未熔化结合在一起的缺陷。

2.1.14 焊缝夹渣 weld slag inclusion

焊接后残留在焊缝中的熔渣、金属氧化物夹杂等。

2.1.15 平面型缺陷 planar defects

二维尺寸的缺陷，例如，裂纹、未熔合以及钢板的分层、层状撕裂等。

2.1.16 体积型缺陷 volume defects

三维尺寸的缺陷，例如，气孔、夹渣、夹杂等。

【释义】

本标准给出了有关钢结构检测方面的专用术语，这些术语仅从本标准的角度赋予其涵义，但含义不一定是术语的定义。同时还分别给出了相应的推荐性英文术语，该英文术语不一定是国际上的标准术语，仅供参考。

对工程建设而言，通常所说的无损检测是指在检测过程中，对结构的既有性能没有影响的检测。但在其他行业（如机械、特种设备、船舶等）中，无损检测这一术语有其特定的含义，一般来说，是指磁粉检测、渗透检测、超声波检测、射线检测等方法。为保证与其他行业在术语上的一致性，因此，本标准中所说的无损检测专指磁粉检测、渗透检测、超声波检测、射线检测等方法，而非工程建设中所说的广义上的无损检测。

2.2 符 号

2.2.1 几何参数

B ——斜探头的折射角；

K ——斜探头的斜率（即 $\tan\beta$ ）；

L ——线型缺陷的显示长度；

d ——圆型缺陷的主轴长度；

b ——试块或焊缝宽度；

D_e ——声源有效直径；

ΔL ——缺陷指示长度；

S ——声程；

δ ——母材或被测物的厚度；

W ——探头接触面宽度；

λ ——波长。

2.2.2 力学参数

T_c ——施工终拧扭矩值。

3 基本规定

3.1 钢结构检测的分类

3.1.1 钢结构的检测可分为在建钢结构的检测和既有钢结构的检测。

【释义】

鉴于在建钢结构的检测和既有钢结构的检测在抽样检测的比例及合格判定上有较大差别，应先将其分类，根据相关的类别来确定其抽样检测的比例及合格的判定。

3.1.2 当遇到下列情况之一时，应按在建钢结构进行检测：

- 1 在钢结构材料检查或施工验收过程中需了解质量状况；
- 2 对施工质量或材料质量有怀疑或争议；
- 3 对工程事故，需要通过检测，分析事故的原因以及对结构可靠性的影响。

【释义】

一般情况下，钢结构工程的施工质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 进行

验收。

3.1.3 当遇到下列情况之一时，应按既有钢结构进行检测：

- 1 钢结构安全鉴定；
- 2 钢结构抗震鉴定；
- 3 钢结构大修前的可靠性鉴定；
- 4 建筑改变用途、改造、加层或扩建前的鉴定；
- 5 受到灾害、环境侵蚀等影响的鉴定；
- 6 对既有钢结构的可靠性有怀疑或争议。

【释义】

本条规定了既有钢结构应按本标准进行检测的情况。既有钢结构在使用过程中，不仅需要经常性的管理与维护，而且还需要进行必要的检测、检查与维修，才能全面完成设计所预期的功能。有的既有钢结构或因设计、施工、使用不当而需要加固，因用途变更而需要改造，因当地抗震设防烈度改变而需要抗震鉴定或因受到灾害、环境侵蚀影响需要鉴定等；还有些钢结构，虽然使用多年，但影响其可靠性的根本问题还是施工质量问题。对于这些既有钢结构应进行结构性能的鉴定。要做好这些鉴定工作，经常需要对有关连接、变形、钢材厚度、涂装厚度、钢材强度、结构动力特性等进行检测，以便了解既有钢结构的可靠性等方面的实际情况，为鉴定提供真实、可靠和有效的依据。

3.1.4 钢结构的现场检测应为钢结构质量的评定或钢结构性能的鉴定提供真实、可靠、有效的检测数据和检测结论。

3.2 检测工作程序与基本要求

3.2.1 钢结构检测工作的程序，宜按图 3.2.1 的框图进行。

【释义】

本条阐述了钢结构检测的流程和几个主要阶段。程序框图中所描述的一般钢结构检测从接受委托到出具检测报告的各个阶段。对于特殊情况的检测，则应根据钢结构检测的目的确定其检测程序框图和相应的内容。

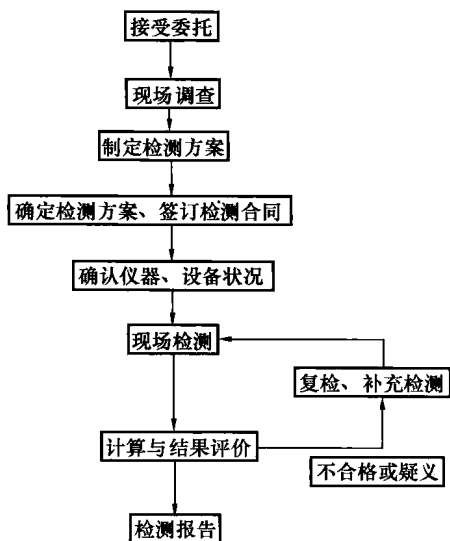


图 3.2.1 检测工作程序框图

3.2.2 现场调查宜包括下列工作内容：

- 1 收集被检测钢结构的设计图纸、设计文件、设计变更、施工记录、施工验收和工程地质勘察报告等资料；
- 2 调查被检测钢结构现状，环境条件，使用期间是否已进行过检测或维修加固情况以及用途与荷载等变更情况；
- 3 向有关人员进行调查；
- 4 进一步明确委托方的检测目的和具体要求。

【释义】

检测工作中的现场调查和有关资料的调查是非常重要的。了解结构的状况和收集有关资料，不仅有利于较好地制定检测方案，而且有助于确定检测的内容和重点。现场调查主要是了解被检测钢结构的现状缺陷或使用期间的加固维修，以及用途和荷载等变更情况，同时应与委托方探讨确定检测的目的、内容和重点。

有关资料主要是指钢结构的设计图、设计变更、施工记录和验收资料、加固图和维修记录等。当缺乏有关资料时，应向有关人员进行调查。当建筑结构受到灾害或邻近工程施工的影响时，尚应调查钢结构受到损伤前的情况。

3.2.3 检测项目应根据现场调查情况确定，并应制定相应的检测方案。检测方案宜包括下列主要内容：

- 1 概况，主要包括设计依据、结构型式、建筑面积、总层数，设计、施工及监理单位，建造年代等；
- 2 检测目的或委托方的检测要求；
- 3 检测依据，主要包括检测所依据的标准及有关的技术资料等；
- 4 检测项目和选用的检测方法以及检测的数量；
- 5 检测人员和仪器设备情况；
- 6 检测工作进度计划；