

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50621-2010

钢结构现场检测技术标准

Technical standard for in-site testing of steel structure

内部收藏 安全鉴定协会

2010-08-18 发布

2011-06-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

钢结构现场检测技术标准

Technical standard for in-site testing of steel structure

GB/T 50621 - 2010

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 1 年 6 月 1 日

2010 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 738 号

关于发布国家标准 《钢结构现场检测技术标准》的公告

现批准《钢结构现场检测技术标准》为国家标准，编号为 GB/T 50621 - 2010，自 2011 年 6 月 1 日起实施。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2010 年 8 月 18 日

前 言

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, 由中国建筑科学研究院会同有关单位共同编制完成的。

本标准在编制过程中, 编制组经广泛调查研究, 认真总结实践经验, 参考有关国际标准和国外先进标准, 并在广泛征求意见的基础上, 最后经审查定稿。

本标准共分 14 章和 4 个附录, 主要技术内容包括: 总则、术语和符号、基本规定、外观质量检测、表面质量的磁粉检测、表面质量的渗透检测、内部缺陷的超声波检测、高强度螺栓终拧扭矩检测、变形检测、钢材厚度检测、钢材品种检测、防腐涂层厚度检测、防火涂层厚度检测、钢结构动力特性检测。

本标准由住房和城乡建设部负责管理, 由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议, 请寄送中国建筑科学研究院(地址: 北京市北三环东路 30 号, 邮编: 100013; E-mail: standards@cabr.com.cn)。

本标准主编单位: 中国建筑科学研究院

本标准参编单位: 上海市建筑科学研究院(集团)有限公司

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

本标准主要起草人员：袁海军 尹 荣 冷小克 段 斌
项炳泉 陶 里 段向胜 施天敏
任胜谦 徐教宇 邓 浩 王久明
许 君

本标准主要审查人员：贺明玄 周明华 柴 昶 高小旺
郁银泉 朱 丹 张宣关 林松涛
王明贵 陈友泉 周 安

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	5
3.1 钢结构检测的分类	5
3.2 检测工作程序与基本要求	5
3.3 无损检测方法的选用	7
3.4 抽样比例及合格判定	8
3.5 检测设备和检测人员	9
3.6 检测报告	10
4 外观质量检测	11
4.1 一般规定	11
4.2 辅助工具	11
4.3 外观质量	11
5 表面质量的磁粉检测	13
5.1 一般规定	13
5.2 设备与器材	13
5.3 检测步骤	15
5.4 检测结果的评价	16
6 表面质量的渗透检测	17
6.1 一般规定	17
6.2 试剂与器材	17
6.3 检测步骤	18
6.4 检测结果的评价	19

7	内部缺陷的超声波检测	21
7.1	一般规定	21
7.2	设备与器材	22
7.3	检测步骤	25
7.4	检测结果的评价	28
8	高强度螺栓终拧扭矩检测	30
8.1	一般规定	30
8.2	检测设备	30
8.3	检测技术	30
8.4	检测结果的评价	31
9	变形检测	32
9.1	一般规定	32
9.2	检测设备	32
9.3	检测技术	32
9.4	检测结果的评价	33
10	钢材厚度检测	34
10.1	一般规定	34
10.2	检测设备	34
10.3	检测步骤	34
10.4	检测结果的评价	35
11	钢材品种检测	36
11.1	一般规定	36
11.2	钢材取样与分析	36
11.3	钢材品种的判别	36
12	防腐涂层厚度检测	38
12.1	一般规定	38
12.2	检测设备	38
12.3	检测步骤	38
12.4	检测结果的评价	39
13	防火涂层厚度检测	40

13.1	一般规定	40
13.2	检测量具	41
13.3	检测步骤	41
13.4	检测结果的评价	41
14	钢结构动力特性检测	42
14.1	一般规定	42
14.2	检测设备	42
14.3	检测技术	42
14.4	检测数据分析	43
附录 A	磁粉检测记录	44
附录 B	渗透检测记录	45
附录 C	T形接头、角接接头的超声波检测	46
附录 D	超声波检测记录	48
	本标准用词说明	49
	引用标准名录	50
	附：条文说明	51

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	5
3.1	Classification for Testing of Steel Structure	5
3.2	Procedures of Testing and Basic Requirements	5
3.3	Selection of Nondestructive Testing Method	7
3.4	Selective Testing Ratio Scale and Acceptance Judgement	8
3.5	Detection Devices and Testers	9
3.6	Test Report	10
4	Testing of Apparent Quality	11
4.1	General Requirements	11
4.2	Auxiliary Instrument	11
4.3	Apparent Quality	11
5	Magnetic Particle Testing for Surface Quality	13
5.1	General Requirements	13
5.2	Equipments and Facilities	13
5.3	Testing Process	15
5.4	Evaluation of Test Results	16
6	Penetrant Testing for Surface Quality	17
6.1	General Requirements	17
6.2	Reagent and Facilities	17
6.3	Testing Process	18
6.4	Evaluation of Test Results	19

7	Ultrasonic Testing for Internal Defects	21
7.1	General Requirements	21
7.2	Equipments and Facilities	22
7.3	Testing Process	25
7.4	Evaluation of Test Results	28
8	Eventually Torque Testing for High Strength Bolts	30
8.1	General Requirements	30
8.2	Testing Equipments	30
8.3	Testing Technique	30
8.4	Evaluation of Test Results	31
9	Deformation Testing	32
9.1	General Requirements	32
9.2	Testing Equipments	32
9.3	Testing Technique	32
9.4	Evaluation of Test Results	33
10	Thickness Testing for Steel Products	34
10.1	General Requirements	34
10.2	Testing Equipments	34
10.3	Testing Process	34
10.4	Evaluation of Test Results	35
11	Test of Steel Type	36
11.1	General Requirements	36
11.2	Sampling and Analysis of Steel Products	36
11.3	Differentiate of Steel Type	36
12	Thickness Testing for Anticorrosive Coating	38
12.1	General Requirements	38
12.2	Testing Equipments	38
12.3	Testing Process	38
12.4	Evaluation of Test Results	39
13	Thickness Testing for Fireprotection Layer	40

13.1	General Requirements	40
13.2	Measurement Device	41
13.3	Testing Process	41
13.4	Evaluation of Test Results	41
14	Dynamic Characteristics Test of Steel Structure	42
14.1	General Requirements	42
14.2	Testing Equipments	42
14.3	Testing Technique	42
14.4	Analysis of Test Data	43
Appendix A	Magnetic Particle Testing Report	44
Appendix B	Penetrant Testing Report	45
Appendix C	Ultrasonic Detection of Type T Junction and Corner Joint	46
Appendix D	Ultrasonic Testing Report	48
	Explanation of Wording in This Standard	49
	List of Quoted Standards	50
	Addition: Explanation of Provisions	51

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。

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、动力特性等的现场检测及检测结果的评价。

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。

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

两维尺寸的缺陷，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。

2.2 符 号

2.2.1 几何参数

β ——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；

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。

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。

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。

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。

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；

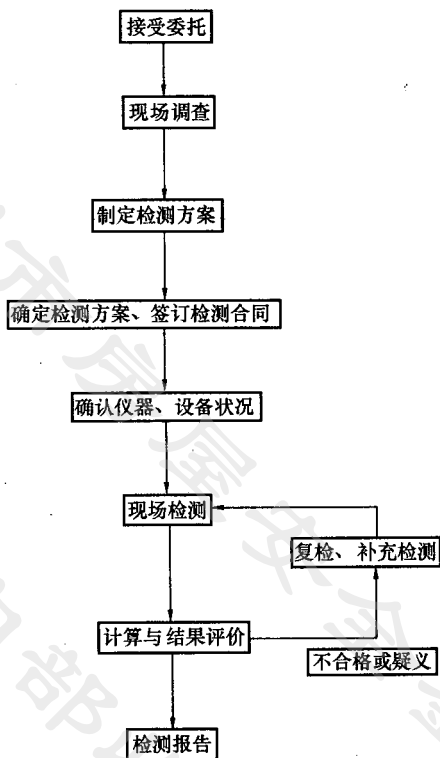


图 3.2.1 检测工作程序框图

- 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。
- 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、结构形式、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；
- 7 所需要委托方与检测单位的配合工作；
- 8 检测中的安全措施；
- 9 检测中的环保措施。

3.2.4 检测的原始记录，应记录在专用记录纸上；记录数据应准确、字迹清晰、信息完整，不得追记、涂改，如有笔误，应进行杠改，并应由修改人签署姓名及日期。当采用自动记录时，应符合有关要求。原始记录应由检验及审核人员签字。

3.2.5 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时，应进行补充检测。

3.3 无损检测方法的选用

3.3.1 钢结构焊缝常用的无损检测可采用磁粉检测、渗透检测、超声波检测和射线检测。

3.3.2 钢结构的无损检测宜根据无损检测方法的适用范围以及建筑结构状况和现场条件按表 3.3.2 选择。

表 3.3.2 无损检测方法的选用

序号	检测方法	适用范围
1	磁粉检测	铁磁性材料表面和近表面缺陷的检测
2	渗透检测	表面开口性缺陷的检测
3	超声波检测	内部缺陷的检测，主要用于平面型缺陷的检测
4	射线检测	内部缺陷的检测，主要用于体积型缺陷的检测

3.3.3 当钢结构中焊缝采用磁粉检测、渗透检测、超声波检测和射线检测时，应经目视检测合格且焊缝冷却到环境温度后进行。对于低合金结构钢等有延迟裂纹倾向的焊缝应在 24h 后进行检测。

3.3.4 当采用射线检测钢结构内部缺陷时，在检测现场周边区域应采取相应的防护措施。射线检测可按现行国家标准《金属熔

化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323 的有关规定执行。

3.4 抽样比例及合格判定

3.4.1 钢结构现场检测可采用全数检测或抽样检测。当抽样检测时，宜采用随机抽样或约定抽样方法。

3.4.2 当遇到下列情况之一时，宜采用全数检测：

- 1 外观缺陷或表面损伤的检查；
- 2 受检范围较小或构件数量较少；
- 3 构件质量状况差异较大；
- 4 灾害发生后对结构受损情况的识别；
- 5 委托方要求进行全数检测。

3.4.3 在建钢结构按检验批检测时，其抽样检测的比例及合格判定应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。

3.4.4 既有钢结构计数抽样检测时，其每批抽样检测的最小样本容量不应小于表 3.4.4 的限定值。

表 3.4.4 既有钢结构抽样检测的最小样本容量

检验批 的容量	最小样本容量			检验批 的容量	最小样本容量		
	A	B	C		A	B	C
3~8	2	2	3	151~280	13	32	50
9~15	2	3	5	281~500	20	50	80
16~25	3	5	8	501~1200	32	80	125
26~50	5	8	13	1201~3200	50	125	200
51~90	5	13	20	3201~10000	80	200	315
91~150	8	20	32	—	—	—	—

注：1 表中 A、B、C 为检测类别，检测类别 A 适用于一般施工质量检测，检测类别 B 适用于结构质量或性能的检测，检测类别 C 适用于结构质量或性能严格检测或复检；

2 无特别说明时，样本为构件。

3.4.5 既有钢结构计数抽样检测时，根据检验批中的不合格数，判断检验批是否合格。检验批的合格判定，应符合下列规定：

- 1 计数抽样检测的对象为主控项目时，应按表 3.4.5-1 判定；
- 2 计数抽样检测的对象为一般项目时，应按表 3.4.5-2 判定。

表 3.4.5-1 主控项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	0	1	80	7	9
8~13	1	2	125	10	11
20	2	3	200	14	15
32	3	4	>315	21	22
50	5	6	—	—	—

表 3.4.5-2 一般项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	1	2	32	7	9
8	2	3	50	10	11
13	3	4	80	14	15
20	5	6	≥125	21	22

3.5 检测设备和检测人员

3.5.1 钢结构检测所用的仪器、设备和量具应有产品合格证、计量检定机构出具的有效期内的检定（校准）证书，仪器设备的精度应满足检测项目的要求。检测所用检测试剂应标明生产日期和有效期，并应具有产品合格证和使用说明书。

3.5.2 检测人员应经过培训取得上岗资格；从事钢结构无损检

测的人员应按现行国家标准《无损检测·人员资格鉴定与认证》GB/T 9445 进行相应级别的培训、考核，并持有相应考核机构颁发的资格证书。

3.5.3 取得不同无损检测方法的各技术等级人员不得从事与该方法和技术等级以外的无损检测工作。

3.5.4 从事射线检测的人员上岗前应进行辐射安全知识的培训，并应取得放射工作人员证。

3.5.5 从事钢结构无损检测的人员，视力应满足下列要求：

1 每年应检查一次视力，无论是否经过矫正，在不小于 300mm 距离处，一只眼睛或两只眼睛的近视力应能读出 Times New Roman 4.5；

2 从事磁粉、渗透检测的人员，不得有色盲。

3.5.6 现场检测工作应由两名或两名以上检测人员承担。

3.6 检测报告

3.6.1 检测报告应对所检测的项目作出是否符合设计文件要求或相应验收规范的规定。既有钢结构性能的检测报告应给出所检项目的检测结论，并应为钢结构的鉴定提供可靠的依据。

3.6.2 检测报告应包括下列内容：

1 委托单位名称；

2 建筑工程概况，包括工程名称、结构类型、规模、施工日期及现状等；

3 建设单位、设计单位、施工单位及监理单位名称；

4 检测原因、检测目的，以往检测情况概述；

5 检测项目、检测方法及依据的标准；

6 抽样方案及数量；

7 检测日期，报告完成日期；

8 检测项目中的主要分类检测数据和汇总结果，检测结论；

9 主检、审核和批准人员的签名。

4 外观质量检测

4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于钢结构现场外观质量的检测。

4.1.2 直接目视检测时，眼睛与被检工件表面的距离不得大于600mm，视线与被检工件表面所成的夹角不得小于 30° ，并宜从多个角度对工件进行观察。

4.1.3 被测工件表面的照明亮度不宜低于160lx；当对细小缺陷进行鉴别时，照明亮度不得低于540lx。

4.2 辅助工具

4.2.1 对细小缺陷进行鉴别时，可使用2倍~6倍的放大镜。

4.2.2 对焊缝的外形尺寸可用焊缝检验尺进行测量。

4.3 外观质量

4.3.1 钢材表面不应有裂纹、折叠、夹层，钢材端边或断口处不应有分层、夹渣等缺陷。

4.3.2 当钢材的表面有锈蚀、麻点或划伤等缺陷时，其深度不得大于该钢材厚度负偏差值的1/2。

4.3.3 焊缝外观质量的目视检测应在焊缝清理完毕后进行，焊缝及焊缝附近区域不得有焊渣及飞溅物。焊缝焊后目视检测的内容应包括焊缝外观质量、焊缝尺寸，其外观质量及尺寸允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

4.3.4 高强度螺栓连接副终拧后，螺栓丝扣外露应为2扣~3扣，其中允许有10%的螺栓丝扣外露1扣或4扣；扭剪型高强度螺栓连接副终拧后，未拧掉梅花头的螺栓数不宜多于该节点总

螺栓数的 5%。

4.3.5 涂层不应有漏涂，表面不应存在脱皮、泛锈、龟裂和起
泡等缺陷，不应出现裂缝，涂层应均匀、无明显皱皮、流坠、乳
突、针眼和气泡等，涂层与钢基材之间和各涂层之间应粘结牢
固，无空鼓、脱层、明显凹陷、粉化松散和浮浆等缺陷。

5 表面质量的磁粉检测

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于铁磁性材料熔化焊缝表面或近表面缺陷的检测。

5.1.2 钢结构铁磁性原材料的表面或近表面缺陷，可按照本章的规定进行检测。

5.2 设备与器材

5.2.1 磁粉探伤装置应根据被测工件的形状、尺寸和表面状态选择，并应满足检测灵敏度的要求。

5.2.2 对于磁轭法检测装置，当极间距离为 150mm、磁极与试件表面间隙为 0.5mm 时，其交流电磁轭提升力应大于 45N，直流电磁轭提升力应大于 177N。

5.2.3 对接管子和其他特殊试件焊缝的检测可采用线圈法、平行电缆法等。对于铸钢件可采用通过支杆直接通电的触头法，触头间距宜为 75mm~200mm。

5.2.4 磁悬液施加装置应能均匀地喷洒磁悬液到试件上。磁粉探伤仪的其他装置应符合现行国家标准《无损检测 磁粉检测 第 3 部分：设备》GB/T 15822.3 的有关规定。

5.2.5 磁粉检测中的磁悬液可选用油剂或水剂作为载液。常用的油剂可选用无味煤油、变压器油、煤油与变压器油的混合液；常用的水剂可选用含有润滑剂、防锈剂、消泡剂等的水溶液。

5.2.6 在配制磁悬液时，应先将磁粉或磁膏用少量载液调成均匀状，再在连续搅拌中缓慢加入所需载液，应使磁粉均匀弥散在载液中，直至磁粉和载液达到规定比例。磁悬液的检验应按现行国家标准《无损检测 磁粉检测 第 2 部分：检测介质》GB/T

15822.2 规定的方法进行。

5.2.7 对用非荧光磁粉配置的磁悬液，磁粉配制浓度宜为 $10\text{g/L}\sim 25\text{g/L}$ ；对用荧光磁粉配置的磁悬液，磁粉配制浓度宜为 $1\text{g/L}\sim 2\text{g/L}$ 。

5.2.8 用荧光磁悬液检测时，应采用黑光灯照射装置。当照射距离试件表面为 380mm 时，测定紫外线辐射强度不应小于 10W/m^2 。

5.2.9 检查磁粉探伤装置、磁悬液的综合性能及检定被检区域内磁场的分布规律等可用灵敏度试片进行测试。

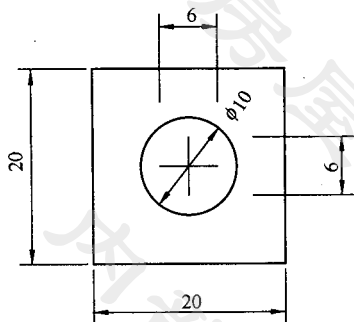


图 5.2.10 A 型灵敏度试片的尺寸 (mm)

5.2.10 A 型灵敏度试片应采用 $100\mu\text{m}$ 厚的软磁材料制成；型号有 1 号，2 号，3 号三种，其人工槽深度应分别为 $15\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 和 $60\mu\text{m}$ ，A 型灵敏度试片的几何尺寸应符合图 5.2.10 的规定。

5.2.11 当磁粉检测中使用 A 型灵敏度试片有困难时，可用与 A 型材质和灵敏度相同的 C 型灵敏度试片代替。C 型灵敏度试片厚度应为 $50\mu\text{m}$ ，人工槽深度应为 $15\mu\text{m}$ ，其几何尺寸应符合图 5.2.11 的规定。

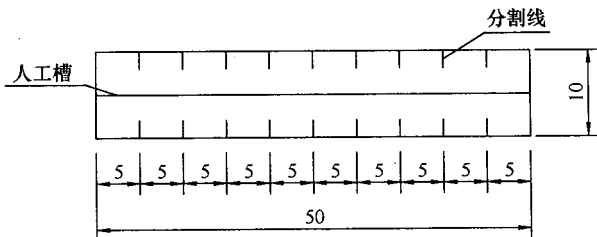


图 5.2.11 C 型灵敏度试片的尺寸 (mm)

5.2.12 在连续磁化法中使用的灵敏度试片，应将刻有人工槽的一侧与被检试件表面紧贴。可在灵敏度试片边缘用胶带粘贴，但胶带不得覆盖试片上的人工槽。

5.3 检测步骤

5.3.1 磁粉检测应按照预处理、磁化、施加磁悬液、磁痕观察与记录、后处理等步骤进行。

5.3.2 预处理应符合下列要求：

1 应对试件探伤面进行清理，清除检测区域内试件上的附着物（油漆、油脂、涂料、焊接飞溅、氧化皮等）；在对焊缝进行磁粉检测时，清理区域应由焊缝向两侧母材方向各延伸 20mm 的范围；

2 根据工件表面的状况、试件使用要求，选用油剂载液或水剂载液；

3 根据现场条件、灵敏度要求，确定用非荧光磁粉或荧光磁粉；

4 根据被测试件的形状、尺寸选定磁化方法。

5.3.3 磁化应符合下列规定：

1 磁化时，磁场方向宜与探测的缺陷方向垂直，与探伤面平行；

2 当无法确定缺陷方向或有多个方向的缺陷时，应采用旋转磁场或采用两次不同方向的磁化方法。采用两次不同方向的磁化时，两次磁化方向间应垂直；

3 检测时，应先放置灵敏度试片在试件表面，检验磁场强度和方向以及操作方法是否正确；

4 用磁轭检测时，应有覆盖区，磁轭每次移动的覆盖部分应在 10mm~20mm 之间；

5 用触头法检测时，每次磁化的长度宜为 75mm~200mm；检测过程中，应保持触头端干净，触头与被检表面接触应良好，电极下宜采用衬垫；

6 探伤装置在被检部位放稳后方可接通电源，移去时应先断开电源。

5.3.4 在施加磁悬液时，可先喷洒一遍磁悬液使被测部位表面湿润，在磁化时再次喷洒磁悬液。磁悬液宜喷洒在行进方向的前方，磁化应一直持续到磁粉施加完成为止，形成的磁痕不应被流动的液体所破坏。

5.3.5 磁痕观察与记录应按下列要求进行：

- 1 磁痕的观察应在磁悬液施加形成磁痕后立即进行；
- 2 采用非荧光磁粉时，应在能清楚识别磁痕的自然光或灯光下进行观察（观察面亮度应大于 500lx）；采用荧光磁粉时，应使用符合本标准第 5.2.8 条规定的黑光灯装置，并应在能识别荧光磁痕的亮度下进行观察（观察面亮度应小于 20lx）；

3 应对磁痕进行分析判断，区分缺陷磁痕和非缺陷磁痕；

4 可采用照相、绘图等方法记录缺陷的磁痕。

5.3.6 检测完成后，应按下列要求进行后处理：

- 1 被测试件因剩磁而影响使用时，应及时进行退磁；
- 2 对被测部位表面应清除磁粉，并清洗干净，必要时应进行防锈处理。

5.4 检测结果的评价

5.4.1 磁粉检测可允许有线型缺陷和圆型缺陷存在。当缺陷磁痕为裂纹缺陷时，应直接评定为不合格。

5.4.2 评定为不合格时，应对其进行返修，返修后应进行复检。返修复检部位应在检测报告的检测结果中标明。

5.4.3 检测后应填写检测记录。所填写内容宜符合本标准附录 A 的规定。

6 表面质量的渗透检测

6.1 一般规定

- 6.1.1 本章适用于钢结构焊缝表面开口性缺陷的检测。
- 6.1.2 钢结构原材料表面开口性缺陷的检测可按本章的规定进行。
- 6.1.3 渗透检测的环境及被检测部位的温度宜在 10°C ~ 50°C 范围内。当温度低于 10°C 或高于 50°C 时, 应按现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分: 渗透检测》JB/T 4730.5 的规定进行灵敏度的对比试验。

6.2 试剂与器材

- 6.2.1 渗透剂、清洗剂、显像剂等渗透检测剂的质量应符合现行行业标准《无损检测 渗透检测用材料》JB/T 7523 的有关规定。并宜采用成品套装喷罐式渗透检测剂。采用喷罐式渗透检测剂时, 其喷罐表面不得有锈蚀, 喷罐不得出现泄漏。应使用同一厂家生产的同一系列配套渗透检测剂, 不得将不同种类的检测剂混合使用。
- 6.2.2 现场检测宜采用非荧光着色渗透检测, 渗透剂可采用喷罐式的水洗型或溶剂去除型, 显像剂可采用快干式的湿显像剂。
- 6.2.3 渗透检测应配备铝合金试块 (A 型对比试块) 和不锈钢镀铬试块 (B 型灵敏度试块), 其技术要求应符合现行行业标准《无损检测 渗透检测用试块》JB/T 6064 的有关规定。
- 6.2.4 试块的选用应符合下列规定:
- 1 当进行不同渗透检测剂的灵敏度对比试验、同种渗透检测剂在不同环境温度条件下的灵敏度对比试验时, 应选用铝合金试块 (A 型对比试块);

2 当检验渗透检测剂系统灵敏度是否满足要求及操作工艺正确性时, 应选用不锈钢镀铬试块 (B 型灵敏度试块)。

6.2.5 试块灵敏度的分级应符合下列规定:

1 当采用不同灵敏度的渗透检测剂系统进行渗透检测时, 不锈钢镀铬试块 (B 型灵敏度试块) 上可显示的裂纹区号应符合表 6.2.5-1 的规定;

表 6.2.5-1 不同灵敏度等级下显示的裂纹区号

检测系统的灵敏度	显示的裂纹区号	检测系统的灵敏度	显示的裂纹区号
低	2~3	高	4~5
中	3~4		

2 不锈钢镀铬试块 (B 型灵敏度试块) 裂纹区的长径显示尺寸应符合表 6.2.5-2 的规定。

表 6.2.5-2 不锈钢镀铬试块裂纹区的长径显示尺寸

裂纹区号	1	2	3	4	5
裂纹长径(mm)	5.5~6.5	3.7~4.5	2.7~3.5	1.6~2.4	0.8~1.6

6.2.6 检测灵敏度等级的选择应符合下列规定:

1 焊缝及热影响区应采用“中灵敏度”检测, 使其在不锈钢镀铬试块 (B 型灵敏度试块) 中可清晰显示“3~4”号裂纹;

2 焊缝母材机加工坡口、不锈钢工件应采用“高灵敏度”检测, 使其在不锈钢镀铬试块 (B 型灵敏度试块) 中可清晰显示“4~5”号裂纹。

6.3 检测步骤

6.3.1 渗透检测应按照预处理、施加渗透剂、去除多余渗透剂、干燥、施加显像剂、观察与记录、后处理等步骤进行。

6.3.2 预处理应符合下列规定:

1 对检测面上的铁锈、氧化皮、焊接飞溅物、油污以及涂

料应进行清理。应清理从检测部位边缘向外扩展 30mm 的范围；机加工检测面的表面粗糙度 (R_a) 不宜大于 $12.5\mu\text{m}$ ，非机械加工面的粗糙度不得影响检测结果；

2 对清理完毕的检测面应进行清洗；检测面应充分干燥后，方可施加渗透剂。

6.3.3 施加渗透剂时，可采用喷涂、刷涂等方法，使被检测部位完全被渗透剂所覆盖。在环境及工件温度为 $10^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 的条件下，保持湿润状态不应少于 10min。

6.3.4 去除多余渗透剂时，可先用无绒洁净布进行擦拭。在擦除检测面上大部分多余的渗透剂后，再用蘸有清洗剂的纸巾或布在检测面上朝一个方向擦洗，直至将检测面上残留渗透剂全部擦净。

6.3.5 清洗处理后的检测面，经自然干燥或用布、纸擦干或用压缩空气吹干。干燥时间宜控制在 5min~10min 之间。

6.3.6 宜使用喷罐型的快干湿式显像剂进行显像。使用前应充分摇动，喷嘴宜控制在距检测面 300mm~400mm 处进行喷涂，喷涂方向宜与被检测面成 $30^\circ \sim 40^\circ$ 的夹角，喷涂应薄而均匀，不应在同一处多次喷涂，不得将湿式显像剂倾倒至被检测面上。

6.3.7 迹痕观察与记录应按下列要求进行：

1 施加显像剂后宜停留 7min~30min 后，方可在光线充足的条件下观察迹痕显示情况；

2 当检测面较大时，可分区域检测；

3 对细小迹痕，可用 5 倍~10 倍放大镜进行观察；

4 缺陷的迹痕可采用照相、绘图、粘贴等方法记录。

6.3.8 检测完成后，应将检测面清理干净。

6.4 检测结果的评价

6.4.1 渗透检测可允许有线型缺陷和圆型缺陷存在。当缺陷迹痕为裂纹缺陷时，应直接评定为不合格。

6.4.2 评定为不合格时，应对其进行返修。返修后应进行复检。返修复检部位应在检测报告的检测结果中标明。

6.4.3 检测后应填写检测记录。所填写内容宜符合本标准附录 B 的规定。

7 内部缺陷的超声波检测

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于母材厚度不小于 8mm、曲率半径不小于 160mm 的碳素结构钢和低合金高强度结构钢对接全熔透焊缝，使用 A 型脉冲反射法手工超声波的质量检测。对于母材壁厚为 4mm~8mm、曲率半径为 60mm~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 的有关规定执行。

7.1.2 探伤人员应了解工件的材质、结构、曲率、厚度、焊接方法、焊缝种类、坡口形式、焊缝余高及背面衬垫、沟槽等实际情况。

7.1.3 根据质量要求，检验等级可按下列规定划分为 A、B、C 三级：

1 A 级检验：采用一种角度探头在焊缝的单面单侧进行检验，只对允许扫查到的焊缝截面进行探测。一般可不要求作横向缺陷的检验。母材厚度大于 50mm 时，不得采用 A 级检验。

2 B 级检验：宜采用一种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验，对整个焊缝截面进行探测。母材厚度大于 100mm 时，应采用双面双侧检验；当受构件的几何条件限制时，可在焊缝的双面单侧采用两种角度的探头进行探伤；条件允许时要求作横向缺陷的检验。

3 C 级检验：至少应采用两种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验，且应同时作两个扫查方向和两种探头角度的横向缺陷检验。母材厚度大于 100mm 时，宜采用双面双侧检验。

7.1.4 钢结构焊缝质量的超声波探伤检验等级应根据工件的材质、结构、焊接方法、受力状态选择，当结构设计和施工上无特

别规定时，钢结构焊缝质量的超声波探伤检验等级宜选用 B 级。

7.1.5 钢结构中 T 形接头、角接接头的超声波检测，除用平板焊缝中提供的各种方法外，尚应考虑到各种缺陷的可能性，在选择探伤面和探头时，宜使声束垂直于该焊缝中的主要缺陷。在对 T 形接头、角接接头进行超声波检测时，探伤面和探头的选择应符合本标准附录 D 的规定。

7.2 设备与器材

7.2.1 模拟式和数字式的 A 型脉冲反射式超声仪的主要技术指标应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 A 型脉冲反射式超声仪的主要技术指标

仪器部件	项 目	技术指标
超声仪主机	工作频率	2MHz~5MHz
	水平线性	$\leq 1\%$
	垂直线性	$\leq 5\%$
	衰减器或增益器总调节量	$\geq 80\text{dB}$
	衰减器或增益器每档步进量	$\leq 2\text{dB}$
	衰减器或增益器任意 12dB 内误差	$\leq \pm 1\text{dB}$
探头	声束轴线水平偏离角	$\leq 2^\circ$
	折射角偏差	$\leq 2^\circ$
	前沿偏差	$\leq 1\text{mm}$
超声仪主机与探头的系统	在达到所需最大检测声程时，其有效灵敏度余量	$\geq 10\text{dB}$
	远场分辨率	直探头： $\geq 30\text{dB}$ 斜探头： $\geq 6\text{dB}$

7.2.2 超声仪、探头及系统性能的检查应按现行行业标准《无损检测 A 型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法》JB/T 9214 规定的方法测试，其周期检查项目及时间应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 超声仪、探头及系统性能的周期检查项目及时间

检查项目	检查时间
前沿距离 折射角或 K 值 偏离角	开始使用及每隔 5 个工作日
灵敏度余量 分辨率	开始使用、修理后及每隔 1 个月
超声仪的水平线性 超声仪的垂直线性	开始使用、修理后及每隔 3 个月

7.2.3 探头的选择应符合下列规定：

1 纵波直探头的晶片直径宜在 10mm~20mm 范围内，频率宜为 1.0MHz~5.0MHz。

2 横波斜探头应选用在钢中的折射角为 45°、60°、70°或 K 值为 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 的横波斜探头，其频率宜为 2.0MHz~5.0MHz。

3 纵波双晶探头两晶片之间的声绝缘应良好，且晶片的面积不应小于 150mm²。

4 探伤面与斜探头的折射角 β (或 K 值) 应根据材料厚度、焊缝坡口形式等因素选择，检测不同板厚所用探头角度宜按表 7.2.3 采用。

表 7.2.3 不同板厚所用探头角度

板厚 δ (mm)	检验等级			探伤法	推荐的折射角 β (K 值)
	A 级	B 级	C 级		
8~25	单面	单面双侧 或双面单侧		直射法及 一次反射法	70° ($K2.5$)
25~50	单侧				70°或 60° ($K2.5$ 或 $K2.0$)
50~100	—	双面双侧		直射法	45°和 60°并用或 45°和 70°并用 ($K1.0$ 和 $K2.0$ 并用或 $K1.0$ 和 $K2.5$ 并用)
>100	—				45°和 60°并用 ($K1.0$ 和 $K2.0$ 并用)

7.2.4 标准试块的形状和尺寸应与图 7.2.4 相符。标准试块的制作技术要求应符合现行行业标准《无损检测 超声检测用试块》JB/T 8428 的有关规定。

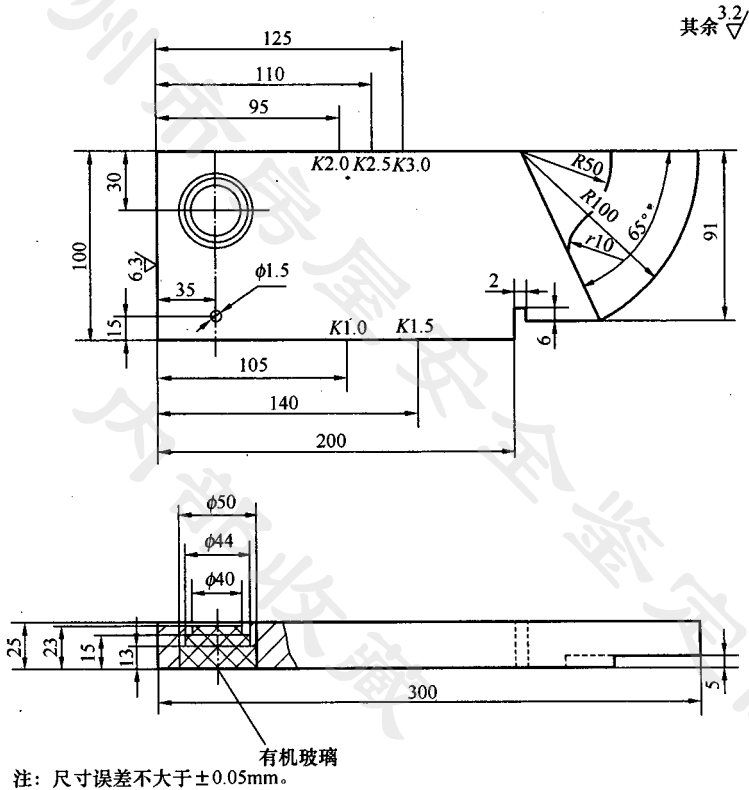


图 7.2.4 标准试块的形状和尺寸 (mm)

7.2.5 对比试块的形状和尺寸应与图 7.2.5 相符。对比试块应采用与被检测材料相同或声学特性相近的钢材制成。

代号	适用板厚 δ	对比试块
RB-1	8~25	
RB-2	8~100	
RB-3	8~150	

- 注: 1 尺寸公差 $\pm 0.1\text{mm}$;
 2 各边垂直度不大于 0.1 ;
 3 表面粗糙度不大于 $6.3\mu\text{m}$;
 4 标准孔与加工面的平行度不大于 0.05 。

图 7.2.5 对比试块的形状和尺寸 (mm)

7.3 检测步骤

7.3.1 检测前, 应对超声仪的主要技术指标 (如斜探头入射点、斜率 K 值或角度) 进行检查确认; 应根据所测工件的尺寸调整仪器时基线, 并应绘制距离-波幅 (DAC) 曲线。

7.3.2 距离-波幅 (DAC) 曲线应由选用的仪器、探头系统在对比试块上的实测数据绘制而成。当探伤面曲率半径 R 小于等于 $W^2/4$ 时, 距离-波幅 (DAC) 曲线的绘制应在曲面对比试块上进行。距离-波幅 (DAC) 曲线的绘制应符合下列要求:

1 绘制成的距离-波幅曲线 (图 7.3.2) 应由评定线 EL、定量线 SL 和判废线 RL 组成。评定线与定量线之间 (包括评定线) 的区域规定为 I 区, 定量线与判废线之间 (包括定量线) 的区域规定为 II 区, 判废线及其以上区域规定为 III 区。

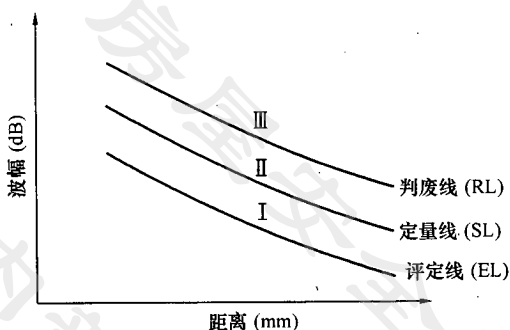


图 7.3.2 距离-波幅曲线示意图

2 不同检验等级所对应的灵敏度要求应符合表 7.3.2 的规定。表中的 DAC 应以 $\phi 3$ 横通孔作为标准反射体绘制距离-波幅曲线 (即 DAC 曲线)。在满足被检工件最大测试厚度的整个范围内绘制的距离-波幅曲线在探伤仪荧光屏上的高度不得低于满刻度的 20%。

表 7.3.2 距离-波幅曲线的灵敏度

检验等级	A 级	B 级	C 级
板厚 (mm)	8~50	8~300	8~300
距离-波幅曲线			
判废线	DAC	DAC-4dB	DAC-2dB
定量线	DAC-10dB	DAC-10dB	DAC-8dB
评定线	DAC-16dB	DAC-16dB	DAC-14dB

7.3.3 超声波检测应包括探测面的修整、涂抹耦合剂、探伤作业、缺陷的评定等步骤。

7.3.4 检测前应对探测面进行修整或打磨，清除焊接飞溅、油垢及其他杂质，表面粗糙度不应超过 $6.3\mu\text{m}$ 。当采用一次反射或串列式扫查检测时，一侧修整或打磨区域宽度应大于 $2.5K\delta$ ；当采用直射检测时，一侧修整或打磨区域宽度应大于 $1.5K\delta$ 。

7.3.5 应根据工件的不同厚度选择仪器时基线水平、深度或声程的调节。当探伤面为平面或曲率半径 R 大于 $W^2/4$ 时，可在对比试块上进行时基线的调节；当探伤面曲率半径 R 小于等于 $W^2/4$ 时，探头楔块应磨成与工件曲面相吻合的形状，反射体的布置可参照对比试块确定，试块宽度应按下式进行计算：

$$b \geq 2\lambda S/D_e \quad (7.3.5)$$

式中： b ——试块宽度 (mm)；

λ ——波长 (mm)；

S ——声程 (mm)；

D_e ——声源有效直径 (mm)。

7.3.6 当受检工件的表面耦合损失及材质衰减与试块不同时，宜考虑表面补偿或材质补偿。

7.3.7 耦合剂应具有良好透声性和适宜流动性，不应对人体和人体有损伤作用，同时应便于检测后清理。当工件处于水平面上检测时，宜选用液体类耦合剂；当工件处于竖立面检测时，宜选用糊状类耦合剂。

7.3.8 探伤灵敏度不应低于评定线灵敏度。扫查速度不应大于 150mm/s ，相邻两次探头移动区域应保持有探头宽度 10% 的重叠。在查找缺陷时，扫查方式可选用锯齿形扫查、斜平行扫查和平行扫查。为确定缺陷的位置、方向、形状、观察缺陷动态波形，可采用前后、左右、转角、环绕等四种探头扫查方式。

7.3.9 对所有反射波幅超过定量线的缺陷，均应确定其位置、

最大反射波幅所在区域和缺陷指示长度。缺陷指示长度的测定可采用以下两种方法：

1 当缺陷反射波只有一个高点时，宜用降低 6dB 相对灵敏度法测定其长度；

2 当缺陷反射波有多个高点时，则宜以缺陷两端反射波极大值之处的波高降低 6dB 之间探头的移动距离，作为缺陷的指示长度（图 7.3.9）。

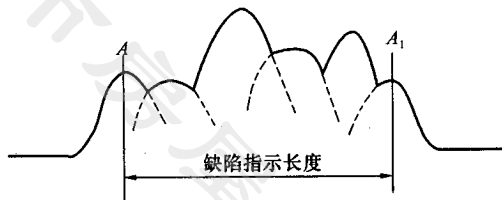


图 7.3.9 端点峰值测长法

3 当缺陷反射波在 I 区未达到定量线时，如探伤者认为有必要记录时，可将探头左右移动，使缺陷反射波幅降低到评定线，以此测定缺陷的指示长度。

7.3.10 在确定缺陷类型时，可将探头对准缺陷作平动和转动扫查，观察波形的相应变化，并可结合操作者的工程经验作出判断。

7.4 检测结果的评价

7.4.1 最大反射波幅位于 DAC 曲线 II 区的非危险性缺陷，其指示长度小于 10mm 时，可按 5mm 计。

7.4.2 在检测范围内，相邻两个缺陷间距不大于 8mm 时，两个缺陷指示长度之和作为单个缺陷的指示长度；相邻两个缺陷间距大于 8mm 时，两个缺陷分别计算各自指示长度。

7.4.3 最大反射波幅位于 II 区的非危险性缺陷，可根据缺陷指示长度 ΔL 进行评级。不同检验等级，不同焊缝质量评定等级的缺陷指示长度限值应符合表 7.4.3 的规定。

表 7.4.3 焊缝质量评定等级的缺陷指示长度限值 (mm)

检验等级 板厚 (mm)	A 级	B 级	C 级
	评定等级	8~50	8~300
I	$2\delta/3$, 最小 12	$\delta/3$, 最小 10, 最大 30	$\delta/3$, 最小 10, 最大 20
II	$3\delta/4$, 最小 12	$2\delta/3$, 最小 12, 最大 50	$\delta/2$, 最小 10, 最大 30
III	δ , 最小 20	$3\delta/4$, 最小 16, 最大 75	$2\delta/3$, 最小 12, 最大 50
IV	超过Ⅲ级者		

注：焊缝两侧母材厚度 δ 不同时，取较薄侧母材厚度。

7.4.4 最大反射波幅不超过评定线（未达到 I 区）的缺陷应评为 I 级。

7.4.5 最大反射波幅超过评定线，但低于定量线的非裂纹类缺陷应评为 I 级。

7.4.6 最大反射波幅超过评定线的缺陷，检测人员判定为裂纹等危害性缺陷时，无论其波幅和尺寸如何均应评定为 IV 级。

7.4.7 除了非危险性的点状缺陷外，最大反射波幅位于 III 区的缺陷，无论其指示长度如何，均应评定为 IV 级。

7.4.8 不合格的缺陷应进行返修，返修部位及热影响区应重新进行检测与评定。

7.4.9 检测后应填写检测记录。所填写内容宜符合本标准附录 D 的规定。

8 高强度螺栓终拧扭矩检测

8.1 一般规定

8.1.1 本章适合于钢结构高强度螺栓连接副终拧扭矩（以下简称高强度螺栓终拧扭矩）的检测。

8.1.2 检测人员在检测前，应了解工程使用的高强度螺栓的型号、规格、扭矩施加方式。

8.1.3 对高强度螺栓终拧扭矩的施工质量检测，应在终拧 1h 之后、48h 之内完成。

8.2 检测设备

8.2.1 扭矩扳手示值相对误差的绝对值不得大于测试扭矩值的 3%。扭矩扳手宜具有峰值保持功能。

8.2.2 扭矩扳手的最大量程应根据高强度螺栓的型号、规格进行选择。工作值宜控制在被选用扳手的量限值 20%~80% 范围内。

8.3 检测技术

8.3.1 在对高强度螺栓的终拧扭矩进行检测前，应清除螺栓及周边涂层。螺栓表面有锈蚀时，应进行除锈处理。

8.3.2 对高强度螺栓终拧扭矩的检测，应经外观检查或小锤敲击检查合格后进行。

8.3.3 高强度螺栓终拧扭矩检测时，先在螺尾端头和螺母相对位置画线，然后将螺母拧松 60° ，再用扭矩扳手重新拧紧 $60^\circ\sim 62^\circ$ ，此时的扭矩值应作为高强度螺栓终拧扭矩的实测值。

8.3.4 检测时，施加的作用力应位于扭矩扳手手柄尾端，用力应均匀、缓慢。除有专用配套的加长柄或套管外，不得在尾部加

长柄或套管的情况下，测定高强度螺栓终拧扭矩。

8.3.5 扭矩扳手经使用后，应擦拭干净放入盒内。

8.3.6 长期不用的扭矩扳手，在使用前应先预加载 3 次，使内部工作机构被润滑油均匀润滑。

8.4 检测结果的评价

8.4.1 高强度螺栓终拧扭矩的实测值宜在 $0.9T_c \sim 1.1T_c$ 范围内。

8.4.2 小锤敲击检查发现有松动的高强度螺栓，应直接判定其终拧扭矩不合格。

9 变形检测

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于钢结构或构件变形检测。

9.1.2 变形检测可分为结构整体垂直度、整体平面弯曲以及构件垂直度、弯曲变形、跨中挠度等项目。

9.1.3 在对钢结构或构件变形进行检测前，宜先清除饰面层；当构件各测试点饰面层厚度接近，且不明显影响评定结果，可不清除饰面层。

9.2 检测设备

9.2.1 钢结构或构件变形的测量可采用水准仪、经纬仪、激光水准仪或全站仪等仪器。

9.2.2 用于钢结构或构件变形的测量仪器及其精度宜符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定，变形测量级别可按三级考虑。

9.3 检测技术

9.3.1 应以设置辅助基准线的方法，测量结构或构件的变形；对变截面构件和有预起拱的结构或构件，尚应考虑其初始位置的影响。

9.3.2 测量尺寸不大于 6m 的钢构件变形，可用拉线、吊线锤的方法，并应符合下列规定：

1 测量构件弯曲变形时，从构件两端拉紧一根细钢丝或细线，然后测量跨中位置构件与拉线之间的距离，该数值即是构件的变形。

2 测量构件的垂直度时，从构件上端吊一线锤直至构件下

端，当线锤处于静止状态后，测量吊锤中心与构件下端的距离，该数值即是构件的顶端侧向水平位移。

9.3.3 测量跨度大于 6m 的钢构件挠度，宜采用全站仪或水准仪，并按下列方法进行检测：

1 钢构件挠度观测点应沿构件的轴线或边线布设，每一构件不得少于 3 点；

2 将全站仪或水准仪测得的两端和跨中的读数相比较，可求得构件的跨中挠度；

3 钢网架结构总拼完成及屋面工程完成后的挠度值检测，对跨度 24m 及以下钢网架结构测量下弦中央一点；对跨度 24m 以上钢网架结构测量下弦中央一点及各向下弦跨度的四等分点。

9.3.4 尺寸大于 6m 的钢构件垂直度、侧向弯曲矢高以及钢结构整体垂直度与整体平面弯曲宜采用全站仪或经纬仪检测。可用计算测点间的相对位置差的方法来计算垂直度或弯曲度，也可采用通过仪器引出基准线，放置量尺直接读取数值的方法。

9.3.5 当测量结构或构件垂直度时，仪器应架设在与倾斜方向成正交的方向线上，且宜距被测目标（1~2）倍目标高度的位置。

9.3.6 钢构件、钢结构安装主体垂直度检测，应测量钢构件、钢结构安装主体顶部相对于底部的水平位移与高差，并分别计算垂直度及倾斜方向。

9.3.7 当用全站仪检测，且现场光线不佳、起灰尘、有振动时，应用其他仪器对全站仪的测量结果进行对比判断。

9.4 检测结果的评价

9.4.1 在建钢结构或构件变形应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 及《钢结构设计规范》GB 50017 等的有关规定。

9.4.2 既有钢结构或构件变形应符合现行国家标准《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 等的有关规定。

10 钢材厚度检测

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于超声波原理测量钢结构构件的厚度。

10.1.2 钢材的厚度应在构件的3个不同部位进行测量，取3处测试值的平均值作为钢材厚度的代表值。

10.1.3 对于受腐蚀后的构件厚度，应将腐蚀层除净、露出金属光泽后再进行测量。

10.2 检测设备

10.2.1 超声测厚仪的主要技术指标应符合表10.2.1的规定。

表 10.2.1 超声测厚仪的主要技术指标

项 目	技 术 指 标
显示最小单位	0.1mm
工作频率	5MHz
测量范围	板材：1.2mm~200mm 管材下限： $\phi 20 \times 3$
测量误差	$\pm (\delta/100 + 0.1)$ mm, δ 为被测构件的厚度
灵敏度	能检出距探测面 80mm, 直径 2mm 的平底孔

10.2.2 超声测厚仪应随机配有校准用的标准块。

10.3 检测步骤

10.3.1 在对钢结构钢材厚度进行检测前，应清除表面油漆层、氧化皮、锈蚀等，并打磨至露出金属光泽。

10.3.2 检测前应预设声速，并应用随机标准块对仪器进行校准，经校准后方可进行测试。

10.3.3 将耦合剂涂于被测处，耦合剂可用机油、化学浆糊等。

在测量小直径管壁厚度或工件表面较粗糙时，可选用粘度较大的甘油。

10.3.4 将探头与被测构件耦合即可测量，接触耦合时间宜保持 $1s\sim 2s$ 。在同一位置宜将探头转过 90° 后作二次测量，取二次的平均值作为该部位的代表值。在测量管材壁厚时，宜使探头中间的隔声层与管子轴线平行。

10.3.5 测厚仪使用完毕后，应擦去探头及仪器上的耦合剂和污垢，保持仪器的清洁。

10.4 检测结果的评价

10.4.1 钢材的厚度偏差应以设计图纸规定的尺寸为基准进行计算；并应符合相应产品标准的规定。

11 钢材品种检测

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于采用化学成分分析方法判断国产结构钢钢材的品种。

11.2 钢材取样与分析

11.2.1 取样所用工具、机械、容器等应预先进行清洗。

11.2.2 钢材取样时，应避免钢结构在制作、安装过程中有可能受切割火焰、焊接等热影响的部位。

11.2.3 在取样部位可用钢锉打磨构件表面，除去表面油漆、锈斑，直至露出金属光泽。

11.2.4 屑状试样宜采用电钻钻取。同一构件钢材宜选取 3 个不同部位进行取样，每个部位的试样重量不宜少于 5g。取样过程中应避免过热而引起屑状试样发蓝、发黑的现象，也不得使用水、油或其他滑油剂。取样时，宜去掉钢材表面 1mm 以内的浅层试样。

11.2.5 宜采用化学分析法测定试样中 C、Mn、Si、S、P 五元素的含量。对于低合金高强度结构钢，必要时，可进一步测定试样中 V、Nb、Ti 三元素的含量。

11.2.6 采用化学分析法测定钢材中 C、Mn、Si、S、P、V、Nb、Ti 等元素的含量时，其操作与测定应符合现行国家标准《钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）》GB/T 20123 和《钢铁及合金化学分析方法》GB/T 223 中相应元素化学分析方法的有关规定。

11.3 钢材品种的判别

11.3.1 钢材的品种应根据钢材中 C、Mn、Si、S、P 五元素或

C、Mn、Si、S、P、V、Nb、Ti 八元素的含量，对照现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中的化学成分含量进行判别。

12 防腐涂层厚度检测

12.1 一般规定

- 12.1.1 本章适用于钢结构防腐涂层厚度的检测。
- 12.1.2 防腐涂层厚度的检测应在涂层干燥后进行。检测时构件的表面不应有结露。
- 12.1.3 同一构件应检测 5 处，每处应检测 3 个相距 50mm 的测点。测点部位的涂层应与钢材附着良好。
- 12.1.4 使用涂层测厚仪检测时，应避免电磁干扰。
- 12.1.5 防腐涂层厚度检测，应经外观检查合格后进行。

12.2 检测设备

- 12.2.1 涂层测厚仪的最大量程不应小于 $1200\mu\text{m}$ ，最小分辨率不应大于 $2\mu\text{m}$ ，示值相对误差不应大于 3%。
- 12.2.2 测试构件的曲率半径应符合仪器的使用要求。在弯曲试件的表面上测量时，应考虑其对测试准确度的影响。

12.3 检测步骤

- 12.3.1 确定的检测位置应有代表性，在检测区域内分布宜均匀。检测前应清除测试点表面的防火涂层、灰尘、油污等。
- 12.3.2 检测前对仪器应进行校准。校准宜采用二点校准，经校准后方可测试。
- 12.3.3 应使用与被测构件基体金属具有相同性质的标准片对仪器进行校准，也可用待涂覆构件进行校准。检测期间关机再开机后，应对仪器重新校准。
- 12.3.4 测试时，测点距构件边缘或内转角处的距离不宜小于 20mm。探头与测点表面应垂直接触，接触时间宜保持 $1\text{s}\sim 2\text{s}$ ，

读取仪器显示的测量值，对测量值应进行打印或记录。

12.4 检测结果的评价

12.4.1 每处 3 个测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度的 85%，同一构件上 15 个测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度。

12.4.2 当设计对涂层厚度无要求时，涂层干漆膜总厚度：室外应为 $150\mu\text{m}$ ，室内应为 $125\mu\text{m}$ ，其允许偏差应为 $-25\mu\text{m}$ 。

13 防火涂层厚度检测

13.1 一般规定

13.1.1 本章适用于钢结构厚型防火涂层厚度检测。

13.1.2 防火涂层厚度的检测应在涂层干燥后进行。

13.1.3 楼板和墙体的防火涂层厚度检测，可选两相邻纵、横轴线相交的面积为一个构件，在其对角线上，按每米长度选1个测点，每个构件不应少于5个测点。

13.1.4 梁、柱构件的防火涂层厚度检测，在构件长度内每隔3m取一个截面，且每个构件不应少于2个截面。对梁、柱构件的检测截面宜按图13.1.4所示布置测点。

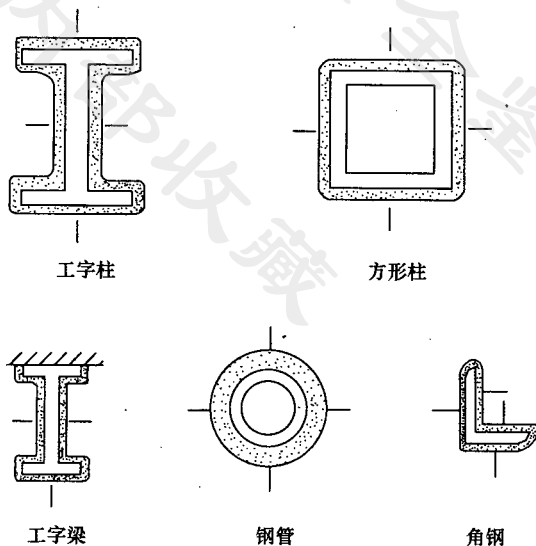


图 13.1.4 测点示意图

13.1.5 防火涂层厚度检测，应经外观检查合格后进行。

13.2 检测量具

13.2.1 对防火涂层的厚度可采用探针和卡尺进行检测，用于检测的卡尺尾部应有可外伸的窄片。测量设备的量程应大于被测的防火涂层厚度。

13.2.2 检测设备的分辨率不应低于 0.5mm。

13.3 检测步骤

13.3.1 检测前应清除测试点表面的灰尘、附着物等，并应避免构件的连接部位。

13.3.2 在测点处，应将仪器的探针或窄片垂直插入防火涂层直至钢材防腐涂层表面，并记录标尺读数，测试值应精确到 0.5mm。

13.3.3 当探针不易插入防火涂层内部时，可采取防火涂层局部剥除的方法进行检测。剥除面积不宜大于 15mm×15mm。

13.4 检测结果的评价

13.4.1 同一截面上各测点厚度的平均值不应小于设计厚度的 85%，构件上所有测点厚度的平均值不应小于设计厚度。

14 钢结构动力特性检测

14.1 一般规定

14.1.1 本章适用于钢结构动力特性的检测。通过测试结构动力输入处和响应处的应变、位移、速度或加速度等时程信号，可获取结构的自振频率、模态振型、阻尼等结构动力性能参数。

14.1.2 符合下列情况之一的钢结构，宜对结构动力特性进行检测：

- 1 需要进行抗震、抗风、工作环境或其他激励下的动力响应计算的结构；
- 2 需要通过动力参数进行结构损伤识别和故障诊断的结构；
- 3 在某种动力作用下，局部动力响应过大的结构。

14.2 检测设备

14.2.1 应根据被测参数选择合适的位移计、速度计、加速度计和应变计，被测频率应落在传感器的频率响应范围内。

14.2.2 检测前应根据预估被测参数的最大幅值，选择合适的传感器和动态信号测试仪的量程范围，并应提高输出信号的信噪比。

14.2.3 动态信号测试仪应具备低通滤波，低通滤波截止频率应小于采样频率的 0.4 倍，并应防止信号发生频率混淆。

14.2.4 动态信号测试系统的精度、分辨率、线性度、时漂等参数应符合国家现行有关标准的要求。

14.3 检测技术

14.3.1 检测前应根据检测目的制定检测方案，必要时应进行计算。根据方案准备适合的信号测试系统。

14.3.2 结构动力特性检测可采用环境随机振动激励法。对于仅需获得结构基本模态的，可采用初始位移法、重物撞击法等方法，如结构模态密集或结构特别重要且条件许可时，可采用稳态正弦激振方法或频率扫描法。对于大型复杂结构宜采用多点激励法。对于单点激励法测试结果，必要时可采用多点激励法进行校核。

14.3.3 根据振动频率，确定动态信号测试仪采样间隔和采样时长；采样频率应满足采样定理的基本要求。

14.3.4 确定传感器的安装方式，安装谐振频率要远高于测试频率。

14.3.5 传感器安装位置宜避开振型节点和反节点处。

14.3.6 结构动力特性测试作业时，应保证不产生对结构性能有明显影响的损伤，也应避免环境对测试系统的干扰。

14.4 检测数据分析

14.4.1 数据处理前，应对记录的信号进行零点漂移、波形和信号起始相位的检验。

14.4.2 对记录的信号可进行截断、去直流、积分、微分和数字滤波等信号预处理。

14.4.3 根据激励方式和结构特点，可选择时域、频域方法或小波分析等信号处理方法。

14.4.4 采用频域方法进行数据处理时，宜根据信号类型选择不同的窗函数处理。

14.4.5 检测数据处理后，应根据需要提供所测结构的自振频率、阻尼比和振型以及动力反应最大幅值、时程曲线、频谱曲线等分析结果。

附录 A 磁粉检测记录

表 A 钢结构磁粉检测记录

工程名称				委托单位			
检测设备				设备型号			
设备编号				检定日期			
熔焊方法				规格/材质			
设计等级				检测数量			
检测依据				检测日期			
磁粉检测 条件	磁粉种类		磁粉记录（草图或照片）				
	磁化方法						
	磁化时间						
	磁场方向						
	磁场电流						
	磁极间距						
	磁悬液施加方法						
	磁悬液浓度						
	退磁情况						
	试片规格						
灵敏度							
磁痕评定	构件类型	轴线	焊缝位置	缺陷性质、尺寸、数量、部位			
返修情况							
检验员	MT ____ 级			审核人	MT ____ 级		

附录 B 渗透检测记录

表 B 钢结构渗透检测记录

工程名称			委托单位	
渗透温度			规格/材质	
熔焊方法			表面状态	
设计等级			检测数量	
检测依据			检测日期	
渗透检测 条件	渗透剂型号		渗透记录（草图或照片）	
	清洗剂型号			
	显像剂型号			
	渗透时间			
	显像时间			
	观察时间			
	试块规格			
迹痕评定	构件类型	轴线	焊缝位置	缺陷性质、尺寸、数量、部位
返修情况				
检验员	PT ____级	审核人		PT ____级

附录 C T形接头、角接接头的超声波检测

C.0.1 T形接头的超声波检测，探伤面和探头的选择应符合下列要求：

1 采用 K1 探头在腹板一侧作直射法和一次反射法探测焊缝及腹板侧热影响区的裂纹，如图 C.0.1-1 所示。

2 为探测腹板及翼板间未焊透或翼板侧焊缝下层状撕裂等缺陷，可采用直探头或斜探头在翼板外侧探测，也可在翼板内侧用 K1 探头作一次反射法探测，如图 C.0.1-2 所示。

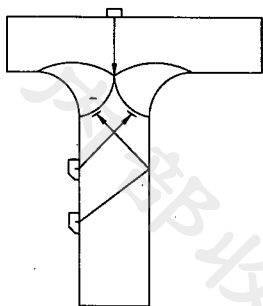


图 C.0.1-1 探测焊缝与腹板侧热影响区的裂纹

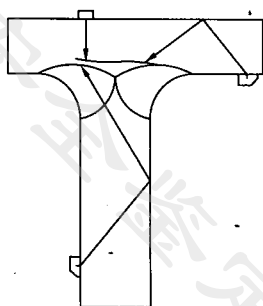


图 C.0.1-2 探测腹板与翼板间未焊透或翼板侧焊缝下层状撕裂

3 T形接头检测应根据腹板厚度选择探头角度，探头选择应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1 不同腹板厚度选用的探头角度

腹板厚度 (mm)	探头折射角 (K 值)
<25	70° (K2.5)
25~50	60° (K2.5 或 K2.0)
>50	45° (K1 或 K1.5)

C.0.2 角接接头的超声波检测，探伤面和探头的选择应符合图 C.0.2 和表 C.0.1 的要求。

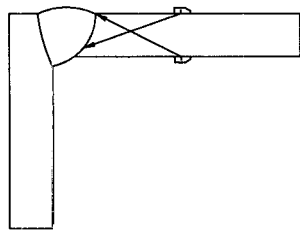


图 C.0.2 角接接头的超声波检测

附录 D 超声波检测记录

表 D 钢结构超声波检测记录

工程名称				委托单位			
检测设备				设备型号			
设备编号				检定日期			
材 质				厚 度			
焊缝种类	对接平缝○ 对接环缝○ 角接纵缝○ T形焊缝○ 管接口缝○						
焊接方法				探伤面状态	修整○ 轧制○ 机加○		
探伤时机	焊后○ 热处理后○		耦合剂		机油○ 甘油○ 浆糊○		
探伤方式	垂直○ 斜角○ 单探头○ 双探头○ 串列探头○						
扫描调节	深度○ 水平○ 声程○		比例		试块		
探头尺寸				探头 K 值	探头频率		
探伤灵敏度				表面补偿			
设计等级				检测数量			
评定等级				检测日期			
检测依据							
探伤部位示意图							
探伤结果及返修情况	构件类型	轴线	焊缝位置	探伤长度	显示情况	备注	
检验员	UT ____ 级			审核人	UT ____ 级		

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《钢结构设计规范》GB 50017
- 2 《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144
- 3 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 4 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292
- 5 《钢铁及合金化学分析方法》GB/T 223
- 6 《碳素结构钢》GB/T 700
- 7 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- 8 《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323
- 9 《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445
- 10 《无损检测 磁粉检测 第2部分：检测介质》GB/T 15822.2
- 11 《无损检测 磁粉检测 第3部分：设备》GB/T 15822.3
- 12 《钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）》GB/T 20123
- 13 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 14 《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203
- 15 《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》JB/T 4730.5
- 16 《无损检测 渗透检测用试块》JB/T 6064
- 17 《无损检测 渗透检测用材料》JB/T 7523
- 18 《无损检测 超声检测用试块》JB/T 8428
- 19 《无损检测 A型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法》JB/T 9214

中华人民共和国国家标准

钢结构现场检测技术标准

GB/T 50621 - 2010

条文说明

广州市房屋安全鉴定协会
内部收藏

制定说明

《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 - 2010 经住房和城乡建设部 2010 年 8 月 18 日以第 738 号公告批准、发布。

为便于广大建设、监理、设计、施工、房屋业主和市政基础设计管理部门有关人员在使用本标准时，能正确理解和执行条文规定。《钢结构现场检测技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准参考。

目 次

1 总则	56
2 术语和符号	58
2.1 术语	58
2.2 符号	58
3 基本规定	59
3.1 钢结构检测的分类	59
3.2 检测工作程序与基本要求	59
3.3 无损检测方法的选用	60
3.4 抽样比例及合格判定	61
3.5 检测设备和检测人员	62
4 外观质量检测	63
4.1 一般规定	63
4.2 辅助工具	63
5 表面质量的磁粉检测	64
5.1 一般规定	64
5.2 设备与器材	64
5.3 检测步骤	66
5.4 检测结果的评价	67
6 表面质量的渗透检测	68
6.1 一般规定	68
6.2 试剂与器材	68
6.3 检测步骤	69
6.4 检测结果的评价	69
7 内部缺陷的超声波检测	70

7.1	一般规定	70
7.3	检测步骤	70
7.4	检测结果的评价	71
8	高强度螺栓终拧扭矩检测	73
8.1	一般规定	73
8.2	检测设备	74
8.3	检测技术	74
9	变形检测	76
9.1	一般规定	76
9.2	检测设备	76
9.3	检测技术	76
9.4	检测结果的评价	77
10	钢材厚度检测	78
10.1	一般规定	78
10.2	检测设备	78
10.3	检测步骤	78
11	钢材品种检测	79
11.1	一般规定	79
11.2	钢材取样与分析	79
11.3	钢材品种的判别	80
12	防腐涂层厚度检测	81
12.1	一般规定	81
12.2	检测设备	81
12.3	检测步骤	82
13	防火涂层厚度检测	83
13.1	一般规定	83
13.2	检测量具	83
13.3	检测步骤	83
14	钢结构动力特性检测	85

14.1	一般规定	85
14.2	检测设备	85
14.3	检测技术	85
14.4	检测数据分析	87

1 总 则

1.0.1 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，目前已经制订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 4730.1~4730.6、《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 钢结构检测内容很多，具体检测内容可按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的相关要求执行，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（表1）。

表1 钢结构中的主要问题与本标准各章节的对应关系

钢结构的特点	与钢结构特点相对应的现实	拟解决的问题	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 钢材品种 整体动力特性	第9章 第11章 第14章
容易锈蚀	锈蚀后截面减小 喷涂防腐材料	锈蚀后的厚度 防腐涂层厚度	第10章 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,本标准第7章“一般规定”中强调,对于母材壁厚为4mm~8mm、曲率半径为60mm~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做检测。对一个具体工程而言,应根据具体情况而定。

1.0.3 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

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角度赋予其涵义，但涵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

本标准给出的符号都是本标准各章节中所引用的。

3 基本规定

3.1 钢结构检测的分类

3.1.2 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 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。

3.2 检测工作程序与基本要求

3.2.1 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。

3.2.2 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。

有关的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 钢结构的检测方案应根据检测的目的、钢结构现状的调查结果来制定，宜包括概况、检测的目的、检测依据、检测项目、选用的检测方法和检测数量等以及所需要的配合、安全和环保措施等。

3.2.4 本条规定了现场检测原始记录的要求，这些要求是根据原始记录的重要性和为了规范检测人员的行为而提出的。

3.3 无损检测方法的选用

3.3.3 本条规定主要为防止不做目视检测，直接对钢结构焊缝进行无损检测。有些焊缝有可能存在严重的错边、弧坑，但无损检测未发现焊缝超标的缺陷，实际上由于错边过大、弧坑过深已严重影响构件的承载力，仅做无损检测也就失去了意义。

在焊接过程中、焊缝冷却过程及以后的相当长的一段时间可能产生裂纹。普通碳素钢产生延迟裂纹的可能性很小，在焊缝冷却到环境温度后即可进行外观检查。对于低合金结构钢等有延迟裂纹倾向的焊缝，尚应满足焊接 24h 后这一时限的要求。

3.3.4 本标准中之所以未将射线检测单列一章，详细阐述射线检测的内容，主要原因有：1) 大多结构形式不适合贴 X 光片，无法透照；2) 设备笨重，高空作业难度大、不安全；3) 设安全区影响太大，在施工现场难以保证。

另外，编制组制作了对接焊试件，进一步验证超声检测与射线检测对缺陷的敏感程度。用 2 块 300mm×110mm×11mm 的 Q235 钢板制作成对接焊试件，在焊缝处人为制作深 2mm、

直径 1.5mm 的圆孔和长 30mm 的未熔合缺陷。超声检测对未熔合缺陷较敏感，对圆孔反射不明显；而射线检测能清晰显示圆孔，而对未熔合缺陷不敏感。因此，射线检测主要适合于体积型缺陷的检测，而对平面型缺陷（如裂纹、未熔合等）不敏感。在钢结构中确有必要进行射线检测时，可按照现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323 的要求进行检测。

3.4 抽样比例及合格判定

3.4.2 本条提出了采用全数检测方式的适用情况。全数检测并不意味着对整个工程的全部构件（区域）进行检测，也可以是对应于检验批内的全部构件（区域）。

3.4.4 本条引自现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 中的第 3.3.13 条，规定了钢结构按检验批检测时抽样的最小样本容量，其目的是要保证抽样检测结果具有代表性。最小样本容量不是最佳的样本容量，实际检测时可根据具体情况和相应技术规程的规定确定样本容量，但样本容量不应少于表 3.4.4 的限定量。

3.4.5 本条引自现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344-2004 中的第 3.3.14 条。以表 3.4.5-2 为例说明使用方法。当为一般项目抽样时，样本容量为 20，在 20 个试样中有 5 个或 5 个以下的试样被判为不合格时，检测批可判为合格；当 20 个试样中有 6 个或 6 个以上的试样被判为不合格时则该检测批可判为不合格。

一般项目的允许不合格率为 10%，主控项目的允许不合格率为 5%。主控项目和一般项目应按相应工程施工质量验收规范确定。对于本标准而言，磁粉检测、渗透检测、超声波检测、高强度螺栓终拧扭矩检测、防腐涂层厚度检测、防火涂层厚度检测、钢材强度检测等属于主控项目的内容，外观质量的目视检测、钢材厚度检测属于一般项目的内容。

3.5 检测设备和检测人员

3.5.2、3.5.3 对实施钢结构检测的人员提出了资格方面的要求。

常用的钢结构的无损检测方法有超声波检测 (UT)、射线检测 (RT)、磁粉检测 (MT)、渗透检测 (PT)。在各种方法中,对检测人员分为三个等级:Ⅰ级(初级)、Ⅱ级(中级)、Ⅲ级(高级)。

以机械工程学会超声波检测培训为例,各等级的差别如下:

1 Ⅰ级(初级)——报考人需接受 40 小时的培训,通过理论考试、实际操作考试;Ⅰ级持证人员能进行检测,但不能编写检测报告,不能对检测结果作评定。

2 Ⅱ级(中级)——报考人需接受 120 小时的培训,通过理论考试、实际操作考试;Ⅱ级持证人员既能进行检测,又能编写检测报告。

3 Ⅲ级(高级)——要求报考人已取得Ⅱ级证,再接受 40 小时的培训,通过理论(含专门技术、通用技术)考试、编制工艺考试;Ⅲ级持证人员能检测、编写检测报告,可对技术问题作解释。

3.5.5 从事钢结构无损检测的人员,由于无损检测的方法不同,其人员的视力要求是不一样的。

4 外观质量检测

4.1 一般规定

4.1.2、4.1.3 在对钢结构进行目视检测时，除了检测人员应具备正常的视力外，保证适当的视角及足够的照明是必不可少的。必要时，可使用辅助灯光照明。

4.2 辅助工具

4.2.1 放大镜的放大倍数愈大，其焦距愈小，在现场目视检测时，过小焦距不宜于观察，因此，放大镜的放大倍数不宜过大。

4.2.2 焊缝检验尺由主尺、多用尺和高度标尺构成，可用于测量焊接母材的坡口角度、间隙、错位及焊缝高度、焊缝宽度和角焊缝高度。

5 表面质量的磁粉检测

5.1 一般规定

5.1.1 本条规定的铁磁性材料是指碳素结构钢、低合金结构钢、沉淀硬化钢和电工钢等，而铝、镁、铜、钛及其合金和奥氏体不锈钢，以及用奥氏体钢焊条焊接的焊缝都不能用磁粉检测。熔焊焊缝的内部缺陷不能用磁粉检测。

磁粉检测又分干法和湿法两种，通常干法检测所用的磁粉颗粒较大，所以检测灵敏度较低。湿法流动性好，可采用比干法更加细的磁粉，使磁粉更易于被微小的漏磁场所吸附，因此湿法比干法的检测灵敏度高。因此，钢结构中磁粉检测采用湿法。

5.1.2 原材料的表面和近表面缺陷检测可以按照本章规定的一些基本原则来实施。

5.2 设备与器材

5.2.1 根据探伤构件的形状、尺寸、焊缝形式，选择方便、快捷、有利于缺陷检出的磁化方式，磁化方法有磁轭法、线圈法、平行电缆法或触头法等。

5.2.2 磁轭探伤设备需进行计量检定，提升力的检定结果必须达到规定要求以上方可使用。磁轭的磁极间距不能太大，太大不能有效磁化构件，影响探伤结果。

5.2.3 小的管子、轴类等对接焊缝可用通电线圈进行磁化，但应注意构件的长度与直径之比值，该比值越小越难磁化。大的管类构件可用缠绕电缆的方法，用表面绝缘的通电电缆紧贴构件绕成线圈，被检区域应在线圈范围内。检测较长的角焊缝可用单根绝缘通电电缆沿焊缝平行放置，返回电缆应尽量远离检测区域。用两支杆触头按一定间距直接通电进行磁化的方法，既方便又灵

活，但应注意触头间距离。间距过小，电极附近磁化电流密度过大，易产生非相关磁痕；间距过大，磁场变弱，需加大磁化电流，易烧灼探测构件表面，所以，一般此方法常用于铸钢件探伤。

5.2.4 目前在钢结构磁粉检测中，磁化设备种类较多，但其磁化性能必须符合现行国家标准《无损检测 磁粉检测 第3部分：设备》GB/T 15822.3的规定。

5.2.5 钢结构工程中较多采用水做载液，可降低成本，又无火灾隐患，检测后焊缝表面易于作防腐、防锈处理。

5.2.6 磁悬液喷洒装置其喷嘴喷出的液体要均匀，喷洒时需控制液流大小，避免高速液流冲刷掉已形成的缺陷显示。

5.2.7 磁悬液的浓度直接影响其检验的灵敏度。浓度过低，易引起小缺陷漏检，浓度过高会干扰缺陷的显示，所以应控制磁悬液的配置浓度。

5.2.8 用荧光磁粉或荧光磁悬液时，检测应在暗区进行，暗区的白光照度应小于20lx。

5.2.10、5.2.11 灵敏度试片是磁粉探伤时必备的工具，用来检查探伤设备、磁粉、磁悬液的综合使用性能，以及人员操作方式是否适当。常用的有A型、C型灵敏度试片和磁场指示器等。不同型号的三种A型灵敏度试片，其分数值越小的试片，所需要有效磁场强度越大，其检测灵敏度就越高。

A型灵敏度试片上的圆形和十字形人工槽可以确定有效磁场的方向。在狭窄部位探伤，当放置A型灵敏度试片有困难时，可用尺寸较小的C型灵敏度试片。C型灵敏度试片使用时可沿分割线切成5mm×10mm的小片。

在试片上看到与人工刻槽相对应的磁痕显示，但并不代表实际能检测缺陷的大小。灵敏度试片的磁痕显示只代表在某磁场作用下，试片中人工缺陷处的漏磁场达到了探伤灵敏度要求。

5.2.12 在使用A型灵敏度试片时，人工槽一侧应向内，向外一侧应是没有开口槽的，正确磁化和喷洒磁粉后，试片上会出现

十字和圆形磁痕显示。

5.3 检测步骤

5.3.1 焊缝磁粉探伤应等焊缝冷却到环境温度后进行，低合金结构钢焊缝必须在焊后 24h 后才可以探伤。磁粉检测的步骤应按先后工序。

5.3.2 焊缝磁粉探伤的检测面宽度应包括焊缝及热影响区域，焊缝及向母材两侧各延伸 20mm。应除去焊缝及热影响区表面的杂物、油漆层，不然会影响探伤结果。

5.3.3 磁化及磁粉施加要求：

1 磁场方向应垂直于探测的缺陷方向，这样有利于缺陷的检出。

2 旋转磁场可用交叉磁轭仪，它可产生椭圆形旋转磁场，检测各方向上的缺陷，只需一次磁化探伤；而用磁轭检测时，就必须在焊缝走向上要呈 $+45^\circ$ 和 -45° 的方向分别进行磁化。

3 在探测前，应将灵敏度试片粘贴在焊缝边上先进行试片检验，试片磁痕显示正确后，方可进行探伤检测。

4 用磁轭检测时，磁轭每次移动应有重叠区域，以防缺陷漏检。在检测中，应避免交叉磁轭的四个磁极与探测构件表面间产生空隙，空隙会降低磁化效果。

5 用触头法检测时，应尽量减少触点的过热，以防烧伤检测面。在电接触部位可加垫铅板或铜丝编织带作成的圆盘，不可用锌作为衬垫。衬垫和编织物厚度应均匀。

5.3.4 焊缝表面较粗糙时，不利于小缺陷的检出，可用砂纸或局部打磨来改善表面状况。

5.3.5 可借助 2 倍~10 倍的放大镜对磁痕进行观察，在观察中应区分缺陷磁痕和伪缺陷磁痕，有疑义的磁痕显示应采用其他有效方法进行验证。

5.3.6 一般而言，建筑钢结构焊缝上的剩磁很低，无需退磁。如有特殊要求必须退磁的，可用交变磁场进行退磁。

5.4 检测结果的评价

5.4.1 缺陷的磁痕显示可有多种形态，按长宽比分为线型磁痕和圆型磁痕。裂纹是危险性缺陷，在焊缝中不允许存在。

5.4.2 对不合格缺陷进行打磨去除，对返修后的区域进行复检时，应采用相同的磁粉检验方法和质量评定标准。返修复检的部位应在检测报告中注明，以便对其进行核查。

5.4.3 检测记录是整个探伤过程的重要环节，应在记录中填写主要的信息。

6 表面质量的渗透检测

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定该检测方法用于金属材料表面开口性缺陷的检测。检测灵敏度随工件表面光洁度的提高而增高。该方法不仅用于钢铁材料也用于各种不锈钢材料和有色金属材料。在钢结构工程中主要用于角焊缝、磁粉探伤有困难或效果不佳的焊缝，例如对接双面焊焊缝清根检测、焊缝坡口母材分层检测等。

6.2 试剂与器材

6.2.1 渗透剂、清洗剂、显像剂等应对被检焊缝及母材无腐蚀作用，而且应便于携带和现场的使用。当检测含镍合金材料时，检测剂中的硫含量不应超过残留物重量的1%；当检测奥氏体不锈钢或钛合金材料时，检测剂中的氯和氟含量之和不应超过残留物重量的1%。

6.2.2 对于建筑钢结构的焊缝而言，一般情况下不选择荧光渗透剂，通常选择溶剂去除型非荧光渗透剂，采用喷涂方式。当采用喷罐套装检测剂时一定要注意有效期，超过有效期的检测剂不可继续使用。

6.2.3 A型铝合金试块主要用于检测剂的性能测试；B型不锈钢镀铬试块则用于根据被检工件和设计要求，确定检测灵敏度的级别时使用。A型铝合金试块在其表面上，应分别具有宽度不大于 $3\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 和大于 $5\mu\text{m}$ 等三类尺寸的非规则分布的开口裂纹，且每块试块上有不大于 $3\mu\text{m}$ 的裂纹不得少于两条。

6.2.5 各种试块使用后必须彻底清洗，清洗干净后将其放入丙酮或乙醇溶液中浸泡30min，晾干或吹干后，将试块放置在干燥处保存。

6.3 检测步骤

6.3.1、6.3.2 渗透检测过程中工件表面的处理很重要，工件表面光洁度越高，检测灵敏度也越高。通常采用机械打磨或钢丝刷清理工件表面，再用清洗溶剂将清理面擦洗干净。不允许用喷砂、喷丸等可能堵塞表面开口性缺陷的清理方法。当焊接的焊道或其他表面不规则形状影响检测时，应将其打磨平整。清洗时，可采用溶剂、洗涤剂或喷罐套装的清洗剂。清洗后的工件表面，经自然挥发或用适当的强风使其充分干燥。

6.3.4 多余渗透剂清洗是渗透检测中的重要环节，清洗不足会使本底反差减小，无法辨别缺陷迹痕，过度清洗又会将缺陷中的渗透剂清洗掉，使缺陷迹痕难以显现，达不到检测目的。通常采用擦洗的方式清除多余渗透剂，不可用冲洗或泡洗的方式进行清除。

6.4 检测结果的评价

6.4.1 缺陷的迹痕显示可有多种形态，按长宽比分为线型迹痕和圆型迹痕。裂纹是危险性缺陷，在焊缝中不允许存在。

6.4.2 对不合格缺陷进行打磨去除，对返修后的区域进行复检时，应采用相同的渗透检验方法和灵敏度等级。返修复检的部位应在检测报告中表明，以便对其进行核查。

7 内部缺陷的超声波检测

7.1 一般规定

7.1.1 用超声波检测缺陷时，对于板厚小于 8mm 的焊缝，难以对缺陷进行精确定位，因此，本章提出了对不同板厚、不同曲率半径的构件进行检测，应满足不同的要求。对壁厚为 4mm~8mm 管、球节点焊缝等曲率半径较小的构件焊缝进行超声波检测，应按现行行业标准《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203 执行，这本标准中对探头、标准试块、T 形焊接接头距离一波幅曲线的灵敏度及缺陷定量等均有专门的要求。

7.1.3 检验工作的难度系数按 A、B、C 顺序逐渐增高。

7.1.5 T 形焊接接头是钢结构中的常见焊接形式，直探头从端面对焊缝进行探伤易发现焊接质量缺陷，因此，除按一般要求进行检测外，宜用直探头从端面对焊缝质量进行超声波探伤。

7.3 检测步骤

7.3.8 探伤灵敏度确定时，在扫查横向缺陷时应在本标准表 7.3.2 的基础上提高 6dB。

7.3.10 判断缺陷的性质，是对钢结构质量评估的重要一环。常见缺陷类型的反射波特性见表 2。

表 2 常见缺陷类型的反射波特性

缺陷类型	反射波特性	备注
裂缝	一般呈线状或面状，反射明显。探头平行移动时，反射波不会很快消失；探头转动时，多峰波的最大值交替错动	危险性缺陷
未焊透	表面较规则，反射明显。沿焊缝方向移动探头时，反射波较稳定；在焊缝两侧扫查时，得到的反射波大致相同	危险性缺陷

续表 2

缺陷类型	反射波特性	备注
未熔合	从不同方向绕缺陷探测时, 反射波高度变化显著。垂直于焊缝方向探动时, 反射波较高	危险性缺陷
夹渣	属于体积型缺陷, 反射不明显。从不同方向绕缺陷探测时, 反射波高度变化不明显, 反射波较低	非危险性缺陷
气孔	属于体积型缺陷。从不同方向绕缺陷探测时, 反射波高度变化不明显	非危险性缺陷

7.4 检测结果的评价

7.4.3 对最大反射波幅位于Ⅱ区的非危险性缺陷, 应根据缺陷指示长度 ΔL 来评定缺陷等级。在工程检测中, 经常出现理解不准确或误判的情况, 以下举例说明缺陷指示长度限值的计算。如某焊缝评定采用 B 级检验、板厚 10mm、Ⅱ 评定等级, 计算出 $2\delta/3$ 为 7mm, 但此值小于最小值 (12mm), 因此, 其缺陷指示长度限值为 12mm; 如某焊缝评定采用 B 级检验、板厚为 90mm、Ⅱ 评定等级, 计算出 $2\delta/3$ 为 60mm, 但此值大于最大值 (50mm), 因此, 其缺陷指示长度限值为 50mm。在质量评级时, 应先根据板厚计算限值, 然后比较大小, 最后确定评定用的缺陷长度限值。也就是说, 对于薄板是以最小值控制, 对于厚板是以最大值控制。为便于检测人员查阅, 根据表 7.4.3 的要求, 计算出部分不同板厚时的缺陷长度限值 (表 3)。

表 3 缺陷指示长度限值 (mm)

板厚	检验等级 评定等级	A 级			B 级			C 级		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
8~15		12	12	20	10	12	16	10	10	12
20		13	15	20	10	13	16	10	10	13
25		17	19	25	10	17	19	10	12	17

续表 3

板厚	检验等级 评定等级	A级			B级			C级		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
30		20	22	30	10	20	22	10	15	20
35		23	26	35	12	23	26	12	18	23
40		27	30	40	13	27	30	13	20	27
45		30	34	45	15	30	34	15	23	30
50		33	38	50	17	33	38	17	25	33
55		—	—	—	18	37	41	18	28	37
60		—	—	—	20	40	45	20	30	40
65		—	—	—	22	43	49	20	30	43
70		—	—	—	23	47	52	20	30	47
75		—	—	—	25	50	56	20	30	50
80		—	—	—	27	50	60	20	30	50
85		—	—	—	28	50	64	20	30	50
90		—	—	—	30	50	67	20	30	50
95		—	—	—	30	50	71	20	30	50
100~300		—	—	—	30	50	75	20	30	50

8 高强度螺栓终拧扭矩检测

8.1 一般规定

8.1.1 高强度螺栓连接副分大六角头高强度螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副。大六角头高强度螺栓连接副形式包括一个螺栓、一个螺母和两个垫圈（图1），扭剪型高强度螺栓连接副形式包括一个螺栓、一个螺母和一个垫圈（图2）。

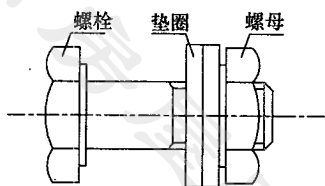


图1 大六角头高强度螺栓连接副

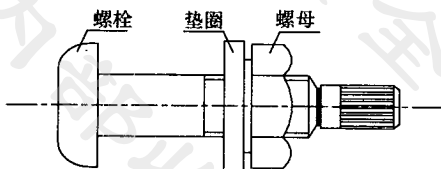


图2 扭剪型高强度螺栓连接副

由于扭剪型高强度螺栓尾部带有梅花头，尾部梅花头被拧掉者视同其终拧扭矩达到质量要求，一般不需对其终拧扭矩进行检测，所以，本章所述的高强度螺栓终拧扭矩是针对高强度大六角头螺栓而言的。当扭剪型高强度螺栓尾部梅花头未被拧掉时，应按本章要求对其进行检测。

8.1.3 现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规定高强螺栓终拧 1h 后，48h 内应进行终拧扭矩检查。

为了解高强度螺栓轴力、扭矩随时间而变化的规律，本标准

参编单位上海市建筑科学研究院制作了大六角头高强度螺栓试件进行试验。螺栓规格为 M20，初始扭矩值为 388N·m，经历不同的时间段后，测量其轴力、扭矩，高强度螺栓轴力、扭矩随时间而变化见表 4。

表 4 高强度螺栓轴力、扭矩随时间而变化

经历的时间 (h)	轴力值 (kN)	扭矩值 (N·m)	变化率
0	160.2	388.0	—
1	157.2	380.7	1.87%
2	157.0	380.3	2.00%
3	156.8	379.8	2.12%
24	156.0	377.8	2.62%
48	155.6	376.9	2.87%
120	155.6	376.9	2.87%
144	155.6	376.9	2.87%

从表 4 可知，高强度螺栓扭矩在 1h 内变化最大，在 48h 内已趋于稳定。本试验进一步验证了现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中规定的“扭矩检验应在终拧 1h 之后、48h 之内完成”，是比较合理的。

8.2 检测设备

8.2.1 为防止扭矩扳手出现过大的误差，在使用前，可采用挂配重的方法，对扭矩扳手进行使用前的自校。

8.3 检测技术

8.3.2 可用小锤 (0.3kg) 敲击的方法对高强度大六角头螺栓进行普查。敲击检查时，一手扶螺栓 (或螺母)，另一手敲击，要求螺母 (或螺栓头) 不偏移、不松动，锤声清脆。

8.3.3 为了解高强度螺栓扭矩与拧紧角度的关系，编制组制作了 M20、M24 两种规格的大六角头高强度螺栓试件各 3 个进行

试验。将各高强度螺栓拧到终拧扭矩值后，在螺尾端头和螺母相对位置画线。为便于控制转角大小，在连接板上沿螺母的6个平面向外划出延长线。然后将螺母拧松60°，再用扭矩扳手重新拧紧至60°、63°、66°时，测定高强度螺栓的扭矩值，同一规格螺栓的扭矩平均值的变化趋势见图3。

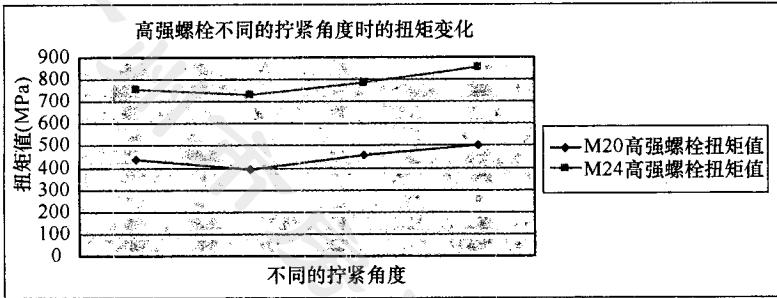


图3 拧紧角度与扭矩平均值的关系
(后3个点拧紧角度分别为60°、63°、66°)

从图中可知，如果采用“将螺母拧松60°，再用扭矩扳手将螺母拧回原位（重新拧紧60°）”的方法，检测高强度螺栓扭矩值，其结果将降低4%~10%。如果“将螺母拧松60°，再用扭矩扳手重新拧紧63°”后，再检测高强度螺栓扭矩值，其结果将偏高4%左右，因此，在检测高强度螺栓终拧扭矩时，“将螺母拧松60°，再用扭矩扳手重新拧紧60°~62°”比较合理。

螺尾端头和螺母上的线重合时为60°转角，为较准确地定出2°旋转角，可先划出扭矩扳手手柄一侧在连接板的投影线，再距螺栓中心600mm处，在连接板上顺时针方向向前21mm定出一点，由该点与螺栓中心相连而成的线，即为旋转2°后手柄指定一侧在连接板的投影线。

8.3.4 检测时，应根据检测人员的具体情况调整操作姿势，防止操作失效时人员跌倒。扳手手柄上宜施加拉力而不是推力。

9 变形检测

9.1 一般规定

9.1.1 本条提出了钢结构变形大致包括结构整体变形和构件变形。

9.1.2 本条提出了钢结构变形的检测项目。造成钢结构变形的原因有重力荷载、地基沉降、火灾、地震影响、外因损伤、构件加工和安装偏差等，根据变形的原因和检测目的，确定变形检测项目。

9.2 检测设备

9.2.1 本条规定了变形检测所用的仪器。

9.2.2 本条规定了变形检测的仪器要求。

9.3 检测技术

9.3.1 本条阐述变形检测的基本原理。

9.3.2 在构件尺寸不大于 6m 时，检测精度能够满足评定要求的情况下，可采用拉线、吊线锤等简易方法检测。

1 本条提出了用拉线的方法检测构件的弯曲和挠度。

2 本条提出了用吊线锤的方法检测构件的垂直度。

9.3.3 对于跨度较大的构件，挠度检测可采用精度较高的仪器。

1 本条对测点布置作出了规定。

2 规定了构件跨中挠度的测量和计算方法。

3 针对钢网架和整体屋面工程，提出挠度检测的具体方法和要求。

9.3.4 规定了大尺寸构件的垂直度和竖向弯曲的检测方法。

9.3.5 为保证测量精度和准确性，结构或构件的倾斜方向应与

检测仪器的视线垂直。

9.3.7 全站仪受现场环境条件的影响较大，现场光线不佳、起灰尘、有振动时，均影响全站仪的测量结果。

9.4 检测结果的评价

9.4.2 对既有建筑的整体垂直度进行检测时，如发现个别测点超过规范要求，宜进一步查明其是否由外饰面不平或结构施工时超标引起的。避免因外饰面不一致而引起对结果的误判。

10 钢材厚度检测

10.1 一般规定

10.1.1 当在构件横截面或外侧无法用游标卡尺直接测量厚度时，可采用超声波原理测量钢结构构件的厚度。由于耦合不良、探头磨损等因素，超声测厚仪的测量误差往往比直接用游标卡尺的大，在构件横截面或外侧可用游标卡尺测量的情况下，宜采用游标卡尺测量。

10.1.2 本条规定厚度检测时测点布置要求。对于钢网架、桁架杆件，为尽量避免小直径管壁厚度检测时的误差，宜增加测点。

10.1.3 本条着重提出了对受腐蚀构件的表面处理要求。

10.2 检测设备

10.2.1 本条规定了检测钢材厚度时使用的超声测厚仪应符合的主要技术指标。

10.2.2 本条提出了随机附带校准用试块的要求。

10.3 检测步骤

10.3.1 本条提出了在对钢材厚度进行测量前的表面处理要求，以减小测量误差。打磨宜采用砂纸或钢丝刷或抛光片等方法，不宜采用手提砂轮打磨，砂轮打磨易损伤钢材本体。

10.3.2 本条提出了测量前仪器的准备工作。

10.3.3 本条提出了不同测量对象时耦合剂的选用。对于小直径管壁或工件表面较粗糙时，由于探头与工件表面间空隙较大，为保证有良好的耦合效果，宜选用粘度较大的甘油作耦合剂。

10.3.4 在同一位置将探头转过 90° 后作二次测量，是为了减小测量误差。

11 钢材品种检测

11.1 一般规定

11.1.1 在既有钢结构中，经常由于原始资料丢失，需要了解钢材的强度。通常情况下，钢材的强度宜选用现场截取钢材试样的方法进行检测，但从钢结构中取样后，会影响结构承载力，因此，本章针对这种情况，提出用化学成分分析方法判断钢材的品种，确定钢材品种后，由鉴定人员再依据钢材的品种来定出相应的钢材设计强度。考虑到进口钢材与国产钢材的化学成分有一定差异，因此，本方法适用于对国产钢材的品种进行判定。

11.2 钢材取样与分析

11.2.1 对取样所用工具、机械、容器等进行清洗是为了防止取样用具不清洁而影响钢材中化学元素含量测定的准确度。

11.2.2 当钢材受切割火焰、焊接等的热影响，有可能会引起钢材中元素含量的变化。

11.2.3 在取样部位上的表面油漆、锈斑，会影响钢材化学成分的测定结果，在取样前可用钢锉打磨构件表面，直至露出金属光泽。

11.2.4 同一构件宜选取 3 个不同部位进行取样，是为了防止钢材材质不均匀而影响检测结果。在对钢材进行化学成分的测定时，屑状试样不宜过少。取样过程中屑状试样会因温度过高而引起发蓝、发黑的现象；而过高的温度同样有可能引起钢材中元素含量的变化。在取样时，使用水、油或其他滑油剂，会影响化学成分的含量。去掉钢材表面 1mm 以内的浅层试样，是为了避免试样受表层脱碳层、渗碳层的影响。

11.2.5 钢材中 C、Mn、Si、S、P 是一般常规化学分析中需测

定的五元素。对于低合金高强度结构钢，有时需要测定试样中 V、Nb、Ti 三元素的含量。

11.3 钢材品种的判别

11.3.1 从现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中所规定的 Mn 元素含量来看，碳素结构钢与低合金高强度结构钢两者的 Mn 元素含量有较大差别，因此，可根据 Mn 元素含量较容易区分是碳素结构钢，还是低合金高强度结构钢。当 Mn 元素含量为 0.30%~0.80% 时，可判断该钢材属于碳素结构钢；当 Mn 元素含量为 1.00%~1.70% 时，可判断该钢材属于低合金高强度结构钢。

根据现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017，碳素结构钢主要是指 Q235 钢，低合金高强度结构钢主要有 Q345 钢、Q390 钢和 Q420 钢。当然，仅从钢材中 C、Mn、Si、S、P 五元素含量的大小，难以准确判断属于低合金高强度结构钢中的何种钢，对于既有钢结构中使用的早期钢材，根据国内、外相关资料，钢材的抗拉强度与钢材的化学元素含量间存在一定的相关性 ($\sigma_b = 285 + 7C + 2Si + 0.06Mn + 7.5P$ ，以 0.01% 计)，可从该式进一步大致了解钢材的强度范围。

12 防腐涂层厚度检测

12.1 一般规定

12.1.1 目前钢结构防腐涂层以油漆类材料为主，一些特殊的工程或部位采用橡胶、塑料等材料。对防腐效果的判定以涂层厚度为指标。

防腐涂层的设计厚度与涂层种类、环境条件、构件重要性等因素有关，目前常用的油漆种类及涂层厚度见表5。

表5 油漆种类及涂层厚度

序号	涂层（油漆）种类	涂层厚度（ μm ）
1	油性酚醛、醇酸漆	70~200
2	无机富锌漆	80~150
3	有机硅漆	100~150
4	聚氨酯漆	100~200
5	氯化橡胶漆	150~300
6	环氧树脂漆	150~250
7	氟碳漆	100~200

12.1.5 在防腐涂层厚度检测前，应对涂层的外观质量进行检查。如存在外观质量问题，应进行修补，并在修补后检测涂层厚度。

12.2 检测设备

12.2.1 检测防腐涂层厚度的仪器较多，根据测试原理，可分为磁性测厚仪、超声测厚仪、涡流测厚仪等。对检测使用何种仪器不做规定，仪器的量程、分辨率及误差符合要求即可用于检测。目前的涂层测厚仪最大量程一般在 $1000\mu\text{m}\sim 1500\mu\text{m}$ 左右，最

小分辨率为 $1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ ，示值相对误差小于 3%，可以满足一般检测需要。如涂层厚度较厚，可局部取样直接测量厚度。

12.2.2 大部分仪器探头面积较小，但构件曲率半径过小，会导致一些型号的仪器探头无法与测点有效贴合，增大测试误差。

12.3 检测步骤

12.3.1 清除测试点表面的防火涂层等时，应注意避免损伤防腐涂层。

12.3.2 零点校准和二点校准是测厚仪校准的常用方法。为减少仪器的测试误差，宜采用二点校准。二点校准是在零点校准的基础上，在厚度大致等于预计的待测涂层厚度的标准片上进行一次测量，调节仪器上的按钮，使其达到标准片的标称值。

12.3.3 可用于铜、铝、锌、锡等材料防腐涂层厚度的检测，为减少测试误差，校准时垫片材质应与基体金属基本相同。校准时所选用的标准片厚度应与待测涂层厚度接近。

12.3.4 测试时，仪器探头与涂层接触力度应适中，避免用力过大导致测点涂层变薄。试件边缘、阴角、水平圆管下表面等部位的涂层一般较厚，检测数据不具代表性。

13 防火涂层厚度检测

13.1 一般规定

13.1.1 钢结构防火涂料分膨胀型和非膨胀型，主要有超薄型、薄型、厚型3种。对于超薄型防火涂层厚度，可参照本标准第12章的方法进行检测。

13.1.4 受施工工艺、涂层材料等影响，构件不同位置的防火涂层厚度可能不同，对水平向构件，测点应布置在构件顶面、侧面、底面；对竖向构件，测点应布置在不同高度处。对于桁架或网架结构而言，应将其杆件作为构件，按梁、柱构件的测量方法进行检测。

13.2 检测量具

13.2.1 常用防火涂层类型及相应厚度见表6。

表6 常用防火涂层类型及相对应的厚度

序号	涂层类型	涂层厚度 (mm)
1	超薄型	≤3
2	薄型	3~7
3	厚型	7~45

厚型防火涂层通常超出涂层测厚仪的最大量程，一般情况下，用卡尺、探针检测较为适宜。

13.2.2 防火涂层可抹涂、喷涂施工，其涂层厚度值较离散，过高的检测精度在实际工程中意义不大，同时为方便检测操作，对超薄型、薄型、厚型涂层的检测精度统一规定为不低于0.5mm。

13.3 检测步骤

13.3.1 构件的连接部位的涂层厚度可能偏大，检测数据不具代

表性。

13.3.2 对于厚型防火涂层表面凹凸不平的情况，为便于检测，可用砂纸将涂层表面适当打磨平整。

13.3.3 检测后，宜修复局部剥除的防火涂层。

14 钢结构动力特性检测

14.1 一般规定

14.1.2 本条规定了适用于动力特性检测的对象，通过动力特性检测能为结构的理论分析、结构损伤识别和采取减振措施提供依据。

14.2 检测设备

14.2.1、14.2.2 传感器按测试参数分类可分为位移计、速度计、加速度计和应变计，按工作原理分可分为电阻式、电容式、电动势式和电量式等类型，每种类型的传感器都有一定的使用特性，同一种类型的传感器有不同的测量范围，在选择传感器时应考虑被测参数的频率、幅值的要求，综合确定适合的传感器。在满足被测结构动态响应的同时，尽可能地提高输出信号的信噪比。

14.2.3 根据测试的需求，保留有用的频段信号，对无用的频段信号、噪声进行抑制，从而提高信噪比。为防止部分频谱的相互重叠，一般选择采样频率为处理信号中最高频率的 2.5 倍或更高，对 0.4 倍采样频率以上频段进行低通滤波，防止离散的信号频谱与原信号频谱不一致。

14.2.4 动态信号测试系统由传感器、动态信号测试仪组成，动态信号测试系统应满足相关规范的要求。

14.3 检测技术

14.3.1 检测前应了解被测结构的结构形式、材料特性、结构或构件截面尺寸等，选择检测采用的激励方式，估计被测参数的幅度变化和频率响应范围。对于复杂的结构，宜通过计算分析来确

定其范围。检测前制定完整详细的检测方案，准备好检测设备。

14.3.2 环境随机振动激励法无需测量荷载，直接从响应信号中识别模态参数，可以对结构实现在线模态分析，能够比较真实的反应结构的工作状态，而且测试系统相对简单，但由于精度不高，应特别注意避免产生虚假模态；对于复杂的结构，单点激励能量一般较小，很难使整个结构获得足够能量振动起来，结构上的响应信号较小，信噪比过低，不宜单独使用，在条件允许的情况下宜采用多点激励方法。对于相对简单结构，可采用初始位移法、重物撞击法等方法进行激励，对于复杂重要结构，在条件许可的情况下，采用稳态正弦激振方法。

14.3.3 信号的时间分辨率和采样间隔有关，采样间隔越小，时域中取值点之间越细密。信号的频域分辨率和采样时长有关，信号长度越长，频域分辨率越高。根据测试需要，选择适合的采样间隔和采样时长，同时必须满足采样定理的基本要求。

14.3.4 传感器的安装谐振频率是控制测试系统频率的关键，传感器与被测物的连接刚度和传感的质量本身构成了一个弹簧和质量二阶单自由度系统，安装谐振频率越高，测试的响应信号越能反应结构实际响应状态。一般而言，以下几种安装方式的安装谐振频率由高到低依次为：

- 1 传感器与被测物采用螺栓直接连接（一般称为刚性连接）；
- 2 传感器与被测物体用薄层胶、石蜡等直接粘贴；
- 3 用螺栓将传感器安装在垫座上；
- 4 传感器吸附在磁性垫座上；
- 5 传感器吸附在厚磁性垫座上，垫座与被测物体采用钉子连接固定，且垫座与被测物体间悬空；
- 6 传感器通过触针与被测物体接触。

14.3.5 节点处某些模态无法被激发出来，传感器安装位置应远离节点，尽可能选择能量输出较大的位置，提高传感器信号输出信噪比。

14.4 检测数据分析

14.4.1 对原始信号进行分析前，应仔细核对，避免产生差错。

14.4.2 对记录的原始信号进行转换、滤波、放大等处理，提高信号的信噪比，为信号的计算分析做好准备。

14.4.3 根据检测中采用的激励方式，选择合适的信号处理方法，减少信号因截断、转换等造成的分析误差，提供所测结构的相关模态参数。