

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2014〕189号）的要求，标准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，修订了本标准。

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. 混凝土结构；5. 砌体结构；6. 钢结构；7. 钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构；8. 木结构；9. 既有轻型围护结构。

本标准修订的主要技术内容是：

1. 明确区分了结构工程质量与既有结构性能的检测和评定；
2. 将结构工程材料强度、材料性能和构件检测结论的合格评定改为符合性判定；
3. 增加了混凝土长期性能、耐久性能和装配式混凝土结构构件的检测和符合性判定；
4. 增加了砌体强度标准值、砌筑块材性能和强度等级的检测和符合性判定；
5. 增加了钢结构节点、稳定性、低温冷脆、累积损伤和钢-混凝土组合结构的专项检测；
6. 规定了结构工程能力评定的规则和方法，改善了既有结构性能的评定；
7. 增加了结构抗倒塌能力和抵抗偶然作用能力的评定；
8. 提出了基于可靠指标的构件承载力分项系数的评定方法；
9. 规定了混凝土悬挑构件、抗冲切构件和压弯剪构件承载力模型的调整措施；
10. 增加了既有结构适用性评定方法；
11. 增加了既有结构剩余使用年数推定方法；
12. 增加了轻型围护结构的评定；
13. 提出了基于可靠指标确定荷载分项系数的方法。

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

院有限公司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有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号；邮编：100013）。

本标准主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

本标准参编单位：四川省建筑科学研究院有限公司

河北省建筑科学研究院有限公司

重庆市建筑科学研究院

清华大学

山东省建筑科学研究院有限公司

江苏省建筑科学研究院有限公司

陕西省建筑科学研究院有限公司

黑龙江省寒地建筑科学研究院

北京三茂建筑工程检测有限公司

广西壮族自治区建设工程质量安全监督总站

北京筑福建筑科学研究院有限责任公司

廊坊市阳光建设工程质量检测有限公司

云南省建设工程质量检测中心

北京市建设工程安全质量监督总站

国家建筑工程质量监督检验中心

本标准主要起草人员：邸小坛 陶 里

赵士永 林文修 王元清 李文岭

吴 体 曾 兵 王淑丽 徐教宇

纪鹏远 赵有山 田 欣 孟玉洁

唐 钜 崔古月 侯汝欣 吴晓广

崔士起 顾瑞南 孙 彬 吴学利

高小旺 韩春雷 路彦兴 李乃平

杨 涛 郭忠凯 马 军 杨旭东

袁海军 徐 骋 肖承波 丁 胜

仇新刚 佟喜宇

本标准主要审查人员：任庆英 张元勃 苗启松 杨学兵

文恒武 由世岐 张 鑫 李杰成

杨晓毅 杨 威 顾渭建

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	6
3	基本规定	8
3.1	建筑结构检测分类	8
3.2	检测工作基本要求	9
3.3	检测方法和抽样方案	10
3.4	结构和构件的检测	14
3.5	检测结论与判定	16
3.6	建筑结构的评定	24
4	混凝土结构	30
4.1	一般规定	30
4.2	原材料的质量及性能	30
4.3	构件材料强度	32
4.4	混凝土的性能	35
4.5	构件的缺陷与损伤	36
4.6	混凝土中钢筋检测	38
4.7	装配式混凝土结构	39
4.8	混凝土结构性能评定	41
5	砌体结构	51
5.1	一般规定	51
5.2	砌筑块材	52
5.3	砌筑砂浆	55
5.4	砌体的力学性能	57

5.5	砌筑质量与构造	64
5.6	结构构件的损伤	66
5.7	砌体结构的评定	68
6	钢结构	71
6.1	一般规定	71
6.2	钢材的力学性能	71
6.3	连接	73
6.4	节点	77
6.5	尺寸与偏差	79
6.6	变形与损伤	80
6.7	构造与稳定	83
6.8	涂装防护	83
6.9	结构性能实荷检验与动测	85
6.10	既有钢结构的评定	86
7	钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构	91
7.1	一般规定	91
7.2	钢管混凝土结构的检测	91
7.3	钢-混凝土组合结构的检测	93
7.4	钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构的评定	95
8	木结构	98
8.1	一般规定	98
8.2	木材性能	98
8.3	木材缺陷	99
8.4	制作与安装偏差	100
8.5	连接与构造	100
8.6	变形损伤与防护措施	102
8.7	既有木结构的评定	104
9	既有轻型围护结构	106
9.1	一般规定	106
9.2	雪荷载	106

9.3 风荷载	107
附录 A 间接测试方法测试结果的修正和验证	110
附录 B 结构动力测试方法和要求	114
附录 C 建筑振动的测试	117
附录 D 结构和构件测量方法	119
附录 E 构件承载力可靠指标与变异系数	121
附录 F 结构性能的静力荷载检验	124
附录 G 游离氧化钙潜在危害的检测推断	133
附录 H 混凝土中氯离子含量测定	135
附录 J 钢筋表面硬度测试方法	139
附录 K 结构混凝土冻伤的检测方法	140
附录 L 混凝土中钢筋锈蚀状况的检测	142
附录 M 回弹检测烧结普通砖抗压强度	145
附录 N 钢材强度的里氏硬度检测方法	146
附录 P 钢-混凝土组合结构中钢构件的无损探测方法	153
附录 Q 轻质围护结构瞬时风动力系数试验方法	160
本标准用词说明	163
引用标准名录	164

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	6
3	General Requirements	8
3.1	Inspection of Building Structure Classification	8
3.2	General Provisions of Inspection	9
3.3	Inspection Method and Sampling Scheme	10
3.4	Inspection Technique of Structure and Constructional Element	14
3.5	Inspection Conclusion and Evaluation	16
3.6	Evaluation of Building Structure	24
4	Concrete Structure	30
4.1	General Requirements	30
4.2	Quality and Performance of Raw Materials	30
4.3	Strength of Structural Member	32
4.4	Performance of Concrete	35
4.5	Defects and Damage of Structural Member	36
4.6	Inspection for Reinforcing Steel in Concrete	38
4.7	Precast Concrete Structure	39
4.8	Performance Evaluation of Concrete Structure	41
5	Masonry Structure	51
5.1	General Requirements	51
5.2	Masonry Units	52
5.3	Masonry Mortar	55

5.4	Mechanical Properties of Masonry	57
5.5	Quality of Construction and Detailing	64
5.6	Defects of Structural Members	66
5.7	Evaluation of Masonry Structure	68
6	Steel Structures	71
6.1	General Requirements	71
6.2	Mechanical Properties of Materials	71
6.3	Connection	73
6.4	Joint	77
6.5	Dimension and Deviation	79
6.6	Damage and Deformation	80
6.7	Structure and Stability	83
6.8	Coating Protection	83
6.9	Practical Load and Dynamic Load Tests of Structural Performance	85
6.10	Evaluation of Existing Steel Structures	86
7	Concrete Filled Steel Tubular Structure and Steel-concrete Composite Structure	91
7.1	General Requirements	91
7.2	Inspection of Concrete Filled Steel Tubular Structures	91
7.3	Inspection of Steel-concrete Composite Structures	93
7.4	Evaluation of Concrete Filled Steel Tubular Structures and Steel-concrete Composite Structures	95
8	Timber Structure	98
8.1	General Requirements	98
8.2	Properties of Wood	98
8.3	Defects of Wood	99
8.4	Manufacture and Installation Error	100
8.5	Connection and Construction	100
8.6	Deformation and Protective Measures	102

8.7	Evaluation of Existing Timber Structure	104
9	Existing Light Enclosure Structure	106
9.1	General Requirements	106
9.2	Snow Load	106
9.3	Wind Load	107
Appendix A	Correction and Verification of Test Results of Indirect Test Method	110
Appendix B	Structural Dynamic Characteristics Testing Methods and Requirements	114
Appendix C	Testing of Building Vibration	117
Appendix D	The Method of Surveying Structure and Member	119
Appendix E	Static Load Test of Structural Performance	121
Appendix F	Reliability Index and Variation Coefficient of Load-carrying Capacity of Member	124
Appendix G	Test Deduction of Potential Hazards of Free Calcium Oxide	133
Appendix H	Test of Chlorine Ion Content in Concrete	135
Appendix J	Test Method of Surface Hardness of Steel Bar	139
Appendix K	Test Method of Frostbite of Structural Concrete	140
Appendix L	Test of Steel Bar Corrosion in Concrete	142
Appendix M	Rebound Test for Compressive Strength of Common Sintered Brick	145
Appendix N	Determination of Steel Strength by Leeb Hardness Test	146
Appendix P	Nondestructive Detection Method of Steel Members in Steel-concrete Composite Structures	153

Appendix Q Test Method of Instantaneous Wind Dynamic Coefficient of Light Enclosure Structure	160
Explanation of Wording in This Standard	168
List of Quoted Standards	164

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 为了统一建筑结构检测和评定方法，做到技术先进、数据可靠、评定科学，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑结构的检测和建筑结构的评定。

1.0.3 文物建筑和受到特殊腐蚀性物质影响的结构或构件可按本标准的规定进行检测。

1.0.4 建筑结构的检测和评定，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 建筑结构检测** inspection of building structure
为评定建筑工程的质量或鉴定既有建筑结构的性能等所实施的检测工作。
- 2.1.2 检测批** inspection lot
检测项目相同、质量要求和生产工艺等基本相同，由一定数量构件等构成的检测对象。
- 2.1.3 抽样检测** sampling inspection
从检测批中抽取样本，通过对样本的测试确定检测批质量的检测方法。
- 2.1.4 测区** testing zone
按检测方法要求布置的，有一个或若干个测点的区域。
- 2.1.5 测点** testing point
在测区内，取得检测数据的检测点。
- 2.1.6 非破损检测方法** method of non-destructive test
在检测过程中，对结构既有性能没有影响的检测方法。
- 2.1.7 局部破损检测方法** method of part-destructive test
在检测过程中，对结构既有性能有局部和暂时的影响，但可修复的检测方法。
- 2.1.8 回弹法** rebound method
通过测定回弹值及有关参数检测材料抗压强度和强度均质性的方法。
- 2.1.9 超声回弹综合法** ultrasonic-rebound combined method
通过测定混凝土的超声波声速值和回弹值检测混凝土抗压强度的方法。

2.1.10 钻芯法 drilled core method

通过从结构或构件中钻取圆柱状试件检测材料强度的方法。

2.1.11 超声法 ultrasonic method

通过测定超声脉冲波的有关声学参数检测非金属材料缺陷和抗压强度的方法。

2.1.12 后装拔出法 post-install pull-out method

在已硬化的混凝土表层安装拔出仪进行拔出力的测试，检测混凝土抗压强度的方法。

2.1.13 贯入法 penetration method

通过测定钢钉贯入深度值检测构件材料强度的方法。

2.1.14 原位轴压法 the method of axial compression in situ on brick wall

用原位压力机在砖墙体上进行抗压测试，检测砌体抗压强度的方法。

2.1.15 扁式液压顶法 the method of flat jack

用扁式液压千斤顶在砖墙上进行抗压测试，检测砖墙压应力、弹性模量、抗压强度的方法。

2.1.16 原位单剪法 the method of single shear

在砖墙上沿单个水平灰缝进行抗剪测试，检测砖墙抗剪强度的方法。

2.1.17 双剪法 the method of double shear

在砖墙上对单块顺砖进行双面抗剪测试，检测砖墙抗剪强度的方法。

2.1.18 点荷法 the method of point load

在砂浆片大面上施加点荷载推定砌筑砂浆抗压强度的方法。

2.1.19 砂浆片局压法 the method of local compression on mortar flake

采用局压仪对砂浆片试件进行局部抗压测试，根据局部抗压荷载值推定砌筑砂浆抗压强度的方法；也可称为择压法。

2.1.20 筒压法 the method of column

将取样砂浆破碎、烘干并筛分成一定级配要求的颗粒，装入承压筒并施加筒压荷载后，测定其破碎程度，用筒压比来检测砌筑砂浆抗压强度的方法。

2. 1. 21 超声波探伤 ultrasonic inspection

采用超声波探伤仪检测金属材料或焊缝缺陷的方法。

2. 1. 22 射线探伤 radiographic inspection

用 X 射线或 γ 射线透照钢工件，从荧光屏或所得底片上检测钢材或焊缝缺陷的方法。

2. 1. 23 磁粉探伤 magnetic particle inspection

根据磁粉在试件表面所形成的磁痕检测钢材表面和近表面裂纹等缺陷的方法。

2. 1. 24 渗透探伤 penetrant inspection

用渗透剂检测材料表面裂纹的方法。

2. 1. 25 标高 normal height

建筑物某一确定位置相对于 ± 0.000 的垂直高度。

2. 1. 26 轴线位移 displacement of axes

结构或构件轴线实际位置与设计要求的偏差，也可称为轴线偏差。

2. 1. 27 垂直度 degree of gravity vertical

在规定高度范围内，构件表面偏离重力线的程度。

2. 1. 28 平整度 degree of plainness

结构构件表面凹凸的程度。

2. 1. 29 尺寸偏差 dimensional errors

实际几何尺寸与设计几何尺寸之间的差值。

2. 1. 30 挠度 deflection

在荷载等作用下，结构构件轴线或中性面上某点由挠曲引起垂直于原轴线或中性面方向上的线位移。

2. 1. 31 变形 deformation

作用引起的结构或构件中两点间的相对位移。

2. 1. 32 蜂窝 honey comb

构件的混凝土表面因缺浆而形成的石子外露、疏松等缺陷。

2.1.33 麻面 pockmark

混凝土表面因缺浆而呈现麻点、凹坑和气泡等缺陷。

2.1.34 孔洞 cavitation

混凝土中超过钢筋保护层厚度的孔穴。

2.1.35 露筋 reveal of reinforcement

构件内的钢筋未被混凝土包裹而外露的缺陷。

2.1.36 龟裂 map cracking

构件表面呈现的网状裂缝。

2.1.37 裂缝 crack

从建筑结构构件表面伸入构件内的缝隙。

2.1.38 疏松 loose

混凝土中局部不密实的缺陷。

2.1.39 混凝土夹渣 concrete slag inclusion

混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度的缺陷。

2.1.40 焊缝夹渣 weld slag inclusion

焊接后残留在焊缝中的熔渣。

2.1.41 焊缝缺陷 weld defects

焊缝中的裂纹、夹渣、气孔等。

2.1.42 腐蚀 corrosion

建筑构件直接与环境介质接触而产生物理和化学的变化，导致材料的劣化。

2.1.43 锈蚀 rust

金属材料由于水分和氧气等的电化学作用而产生的腐蚀现象。

2.1.44 损伤 damage

由于荷载、环境侵蚀、灾害和人为因素等造成的构件非正常的位移、变形、开裂以及材料的破损和劣化等。

2.1.45 均值 mean

随机变量取值的平均水平，本标准中也称之为 0.5 分位值。

2.1.46 方差 variance

随机变量取值与其均值之差的二次方的平均值。

2.1.47 标准差 standard deviation

随机变量方差的正平方根。

2.1.48 样本均值 sample mean

样本 X_1, \dots, X_N 的算术平均值。

2.1.49 样本方差 sample variance

样本分量与样本均值之差的平方和为分子，分母为样本容量减 1。

2.1.50 样本标准差 sample standard deviation

样本方差的正平方根。

2.1.51 样本 sample

按一定程序从总体（检测批）中抽取的一组（一个或多个）个体。

2.1.52 个体 item

可以单独取得一个检验或检测数据代表值的区域或构件。

2.1.53 样本容量 sample size

样本中所包含的个体的数目。

2.1.54 标准值 characteristic value

随机变量具有 95% 保证率的特征值，本标准也称之为分布函数 0.05 分位值。

2.2 符 号

2.2.1 材料强度

f_1 —— 砌筑块材强度；

$f_{1,m}$ —— 砌筑块材抗压强度样本均值；

$f_{cu,e}$ —— 混凝土强度的推定值；

f_{cor} —— 芯样试件换算抗压强度。

2.2.2 统计参数

m —— 样本均值；

- s ——样本标准差；
 μ ——均值或检测批均值；
 σ ——检测批标准差。

2.2.3 计算参数

- Δ ——修正量；
 η ——修正系数。

2.2.4 可靠指标

- β_R ——构件承载力的可靠指标；
 β_S ——作用效应的可靠指标。

2.2.5 变异系数

- δ_R ——构件承载力的变异系数；
 δ_S ——作用效应的名义变异系数。

2.2.6 分项系数

- γ_F ——作用的综合分项系数；
 γ_R ——构件承载力的分项系数。

3 基本规定

3.1 建筑结构检测分类

3.1.1 建筑结构的检测应分为结构工程质量的检测和既有结构性能的检测。

3.1.2 遇有下列情况时，应委托第三方检测机构进行结构工程质量的检测：

- 1 国家现行有关标准规定的检测；
- 2 结构工程送样检验的数量不足或有关检验资料缺失；
- 3 施工质量送样检验或有关方自检的结果未达到设计要求；
- 4 对施工质量有怀疑或争议；
- 5 发生质量或安全事故；
- 6 工程质量保险要求实施的检测；
- 7 对既有建筑结构的工程质量有怀疑或争议；
- 8 未按规定进行施工质量验收的结构。

3.1.3 结构工程质量的检测应进行检测结论的符合性判定。

3.1.4 既有建筑需要进行下列评定或鉴定时，应进行既有结构性能的检测：

- 1 建筑结构可靠性评定；
- 2 建筑的安全性和抗震鉴定；
- 3 建筑大修前的评定；
- 4 建筑改变用途、改造、加层或扩建前的评定；
- 5 建筑结构达到设计使用年限要继续使用的评定；
- 6 受到自然灾害、环境侵蚀等影响建筑的评定；
- 7 发现紧急情况或有特殊问题的评定。

3.1.5 既有结构性能的检测应为结构的评定提供真实、可靠、有效的数据和检测结论。

3.1.6 受到外部人为因素影响的结构，可采取结构工程质量检测和既有结构性能检测相结合的方式。

3.2 检测工作基本要求

3.2.1 建筑结构检测前应进行现场调查和资料调查。

3.2.2 现场调查和资料调查应包括下列内容：

1 收集被检测结构的工程地质勘察报告、竣工图或设计施工图、施工质量验收记录等资料；

2 收集建筑结构使用期间的维修、检测、评定、加固和改造等资料；

3 调查被检测建筑结构缺陷、损伤、维修和加固等实际状况；

4 调查被检测建筑结构环境、用途或荷载等的实际状况；

5 向有关人员调查委托检测的原因以及资料调查和现场调查未能显现的问题。

3.2.3 应在现场调查和资料调查的基础上编制建筑结构检测方案，建筑结构检测方案应征求委托方的意见。

3.2.4 建筑结构的检测方案宜包括下列主要技术内容：

1 工程概况或结构概况；

2 检测目的或委托方的检测要求；

3 检测依据；

4 检测项目、选用的检测方法和检测的数量；

5 检测人员和仪器设备；

6 检测工作进度计划；

7 所需要的配合工作；

8 检测中的安全措施和环保措施。

3.2.5 建筑结构检测所使用的仪器设备应符合下列规定：

1 仪器设备的精度应满足检测项目的要求；

2 检测时仪器设备应在检定或校准周期内，并应处于正常状态。

- 3.2.6** 建筑结构检测的原始记录应符合下列规定：
- 1 原始记录应记录在专用记录纸上，并应信息完整、字迹清晰；
 - 2 原始记录的笔误应进行杠改；
 - 3 当采用热敏输出记录时，宜附有原件的复印件；
 - 4 原始记录应由检测和记录等人员签字。
- 3.2.7** 建筑结构检测现场取样的试件或试样应予以标识并妥善保存。
- 3.2.8** 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常时，应补充检测或重新检测。
- 3.2.9** 局部破损检测方法宜选择结构构件受力较小的部位；建筑结构现场检测工作结束后，应及时修补因检测造成的结构或构件的局部损伤。
- 3.2.10** 对文物建筑和受到保护的建筑物进行检测时，应避免对结构造成损伤。
- 3.2.11** 建筑结构检测数据计算分析工作完成后应及时提出检测报告。
- 3.2.12** 结构工程质量的检测报告应做出所检测项目与设计文件要求的符合性判定。既有结构性能的检测报告应给出所检测项目的检测结论。
- 3.2.13** 建筑结构检测报告应结论准确、用词规范、文字简练，对于当事方容易混淆的术语和概念可书面进行解释。

3.3 检测方法和抽样方案

- 3.3.1** 建筑结构的检测应根据检测目的、检测项目、建筑结构状况和现场条件选择适用的检验、测试、观测和监测等方法。
- 3.3.2** 结构工程质量的检测宜选用国家现行有关标准规定的直接测试方法；当选用国家现行有关标准规定的间接测试方法时，宜用直接测试方法测试结果对间接测试方法测试结果进行修正。
- 3.3.3** 直接测试方法对间接测试方法的修正应符合本标准附录

A 的有关规定。

3.3.4 既有结构性能的检测，当检测和评定为同一机构时，可采用下列方法进行：

- 1 国家现行有关标准规定的方法；
- 2 扩大第 1 款方法适用范围的检测方法；
- 3 调整第 1 款操作措施的检测方法；
- 4 检测单位自行开发或引进的检测方法。

3.3.5 当采用国家现行有关标准规定的间接测试方法且该方法已经超出了适用范围或对检测操作进行调整时，应采用直接测试方法测试结果对间接测试方法的测试结果进行验证或修正。直接测试方法对间接测试方法的验证应符合本标准附录 A 的有关规定。

3.3.6 调整国家现行有关标准规定的操作措施时，尚应符合下列规定：

- 1 检测单位应有相应检测操作的检测细则；
- 2 检测单位应事先告知委托方。

3.3.7 采用自行开发或引进检测方法应符合下列规定：

- 1 该方法必须通过技术鉴定，并应具有工程检测实践经验；
- 2 该方法应事先与已有成熟方法进行比对试验；
- 3 检测单位应有相应的检测细则；
- 4 在检测方案中应予以说明，必要时应向委托方提供检测细则。

3.3.8 建筑结构检测宜根据委托方的要求、检测项目的特点综合下列方式确定检测对象和检测的数量：

- 1 全数检测方案；
- 2 对检测批随机抽样的方案；
- 3 确定重要检测批的方案；
- 4 确定检测批重要检测项目和对象的方案；
- 5 针对委托方的要求采取结构专项检测技术的方案。

3.3.9 下列项目的核查检查宜采取全数检测方案：

- 1 结构体系的构件布置和重要构造核查；
 - 2 支座节点和连接形式的核查；
 - 3 结构构件、支座节点和连接等可见缺陷和可见损伤现场检查；
 - 4 结构构件明显位移、变形和偏差的检查。
- 3.3.10 检测批的计数检测项目宜按表 3.3.10 规定的数量进行一次或二次随机抽样。

表 3.3.10 建筑结构抽样检测的最小样本容量

检测批的容量	检测类别和样本最小容量			检测批的容量	检测类别和样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
3~8	2	2	3	281~500	20	50	80
9~15	2	3	5	501~1200	32	80	125
16~25	3	5	8	1201~3200	50	125	200
26~50	5	8	13	3201~10000	80	200	315
51~90	5	13	20	10001~35000	125	315	500
91~150	8	20	32	35001~150000	200	500	800
151~280	13	32	50	150001~500000	315	800	1250

- 注：1 检测类别 A 适用于一般项目施工质量的检测；可用于既有结构的一般项目检测；
- 2 检测类别 B 适用于主控项目施工质量的检测；可用于既有结构的重要项目检测；
- 3 检测类别 C 适用于结构工程施工的质量检测或复检；可用于存在问题较多既有结构的检测。

3.3.11 检测批构件材料强度的计量检测应符合下列规定：

- 1 抽样检测数量应符合下列规定：
 - 1) 应符合国家现行有关标准的规定；
 - 2) 检测批材料强度的标准值和平均值的抽样数量应满足本标准关于推定区间的限制要求。
- 2 当不能满足推定区间的限制要求时，可进行单个构件材料强度的推定。

3 构件材料强度的测区或取样位置应随机布置在检测批的构件上。

3.3.12 检测批材料性能的检测应符合下列规定：

1 材料性能检测的取样检测应符合下列规定：

- 1) 试样取样的组数应根据检测的需要与委托方协商确定；
- 2) 每组试样的数量应符合国家现行有关标准的规定；
- 3) 试样的取样位置应随机布置在检测批的结构构件上。

2 材料性能的无损检测测区应随机布置在检测批的构件上，检测数量宜符合国家现行有关标准的规定，也可与委托方协商确定。

3.3.13 结构工程质量检测应将存在下列问题的检测批确定为重要的检测批：

- 1 有质量争议的检测批；
- 2 存在严重施工质量缺陷的检测批；
- 3 在全数检查或核查中发现存在严重质量问题的检测批。

3.3.14 既有结构性能的检测应将存在下列问题的构件确定为重要的检测批或重点检测的对象：

- 1 存在变形、损伤、裂缝、渗漏的构件；
- 2 受到较大反复荷载或动力荷载作用的构件和连接；
- 3 受到侵蚀性环境影响的构件、连接和节点等；
- 4 容易受到磨损、冲撞损伤的构件；
- 5 委托方怀疑有隐患的构件等。

3.3.15 当为下列情况时，检测对象可以是单个构件或部分构件，但检测结论不得扩大到未检测的构件或范围：

- 1 委托方指定检测对象或范围；
- 2 因环境侵蚀或火灾、爆炸、高温以及人为因素等造成部分构件损伤时。

3.3.16 建筑结构的全数检查或核查发现委托项目以外的问题时，应通过协商调整检测项目和检测批的检测对象。

3.3.17 建筑结构检测应针对结构存在的问题选择适用的结构层

面的检测技术。

3.4 结构和构件的检测

3.4.1 建筑结构的检测可分为结构检测和构件检测。

3.4.2 结构层面的检测可分为结构体系和构造的核查、结构的监测、结构动力性能测试、结构振动测试，以及结构沉降、倾斜、位移和变形的观测等。

3.4.3 结构体系的构件布置和构造的核查应采取依据设计要求或有关标准的规定对实际情况进行核对的方式。

3.4.4 建筑结构动力性能的测试宜按本标准附录 B 的规定执行。

3.4.5 当需要确定建筑结构振动的原因和影响程度时，宜按本标准附录 C 的规定进行振源的振动特征和既有建筑振动的测试或监测。

3.4.6 在分析确定振动源对建筑装修或建筑结构的影响时，应区分建筑原有的损伤与结构振动造成的损伤，当不具备区分的条件时，应在报告中予以明确说明。

3.4.7 当需要确定建筑的沉降、主体倾斜、水平位移和日照变形时，可按现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 规定的适用方法进行检测。主体倾斜宜按本标准附录 D 的免棱镜全站仪方法进行检测。

3.4.8 在分析不均匀沉降与建筑位移或变形关系时，应区分施工偏差和建筑的位移或变形。

3.4.9 当分析确定不均匀沉降造成的损伤时，应区分建筑物原有的损伤和由不均匀沉降造成的损伤。不均匀沉降造成损伤的判定宜按现行行业标准《建筑工程裂缝防治技术规程》JGJ/T 317 的有关规定执行。

3.4.10 当需要获取实时、多次或连续的数据时，可采取观测或监测的技术，也可采取观测与监测并用的方式。建筑结构的监测宜选择现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB

50982 规定的适用方法。

3.4.11 结构构件的检测技术应包括构件的截面尺寸与偏差、构件的轴线位置、构件位移与变形、构件的动力特性和构件的静力荷载检验等。

3.4.12 构件截面尺寸的检测应符合下列规定：

- 1 具备相应条件的构件截面尺寸应采取直接量测的方法；
- 2 不具备直接量测的构件可采用局部打孔量测、超声测厚仪测试或其他方法以及多种方法综合的检测方法；
- 3 截面形式复杂的构件宜按本标准附录 D 规定的方法进行检测；
- 4 构件截面尺寸的偏差应为设计施工图标注的尺寸与实测尺寸的差值。

3.4.13 构件轴线的检测应符合下列规定：

- 1 构件轴线位置测定可采用直接量测的方法，也可采用国家现行有关标准规定的适用方法进行测定；
- 2 构件轴线的偏差应为设计施工图标注的基准轴线的距离与实测距离之间的差值。

3.4.14 建筑结构水平构件跨中点的挠度可按本标准附录 D 规定的方法进行检测。在检测时，应考虑施工偏差和施工起拱等的影响。

3.4.15 当需要确定水平构件适用性极限状态的挠度时，宜采用静力荷载检验的方法。结构构件静力荷载的检验应按本标准附录 F 的规定执行。

3.4.16 结构垂直构件的倾斜宜按本标准附录 D 规定的方法进行检测。在检测中应区分尺寸偏差与构件倾斜之间的差别。

3.4.17 在结构的评定中不得将垂直构件的倾斜作为层间位移使用。

3.4.18 构件的层间位移应通过计算分析确定。

3.4.19 构件的动力特性可结合结构动力特性的测试方法、构件荷载的检验方法和构件应力的测试方法等确定。

3.5 检测结论与判定

3.5.1 既有结构性能的检测应提供计数检测、材料强度的计量检测和材料性能检测的结论；结构工程质量检测应对检测结论进行符合性判定。

3.5.2 结构工程质量的计数检测结果应按结构设计要求和结构工程施工依据的国家有关标准进行符合性判定。

3.5.3 结构工程质量检测计数抽样检测批的符合性判定应符合下列规定：

1 主控项目计数抽样检测批符合性判定应符合下列规定：

1) 正常一次抽样应按表 3.5.3-1 的规定进行符合性判定；

表 3.5.3-1 主控项目正常一次抽样的判定

样本容量	符合性判定数	不符合判定数	样本容量	符合性判定数	不符合判定数
2~5	0	1	80	7	8
8~13	1	2	125	10	11
20	2	3	200	15	16
32	3	4	>315	22	23
50	4	5	—	—	—

2) 正常二次抽样应按表 3.5.3-2 的规定进行符合性判定。

表 3.5.3-2 主控项目正常二次抽样的判定

抽样次数与样本容量	符合性判定数	不符合判定数	抽样次数与样本容量	符合性判定数	不符合判定数
(1) 2~6	0	1	(1) 50 (2) 100	3 8	6 9
(1) 5 (2) 10	0 1	2 2	(1) 80 (2) 160	5 12	9 13

续表 3.5.3-2

抽样次数与 样本容量	符合性 判定数	不符合 判定数	抽样次数与 样本容量	符合性 判定数	不符合 判定数
(1) 8 (2) 16	0 1	2 2	(1) 125 (2) 250	7 18	11 19
(1) 13 (2) 26	0 3	3 4	(1) 200 (2) 400	11 27	16 28
(1) 20 (2) 40	1 3	3 4	(1) 315 (2) 630	18 41	23 42
(1) 32 (2) 64	2 5	4 6		—	—

注：(1) 和 (2) 表示抽样次数，(2) 对应的样本容量为二次抽样的累计数量。

2 一般项目计数抽样检测批符合性判定应符合下列规定：

1) 正常一次抽样应按表 3.5.3-3 的规定进行符合性判定；

表 3.5.3-3 一般项目正常一次抽样的判定

样本 容量	符合性 判定数	不符合 判定数	样本 容量	符合性 判定数	不符合 判定数
2~5	1	2	32	7	8
8	2	3	50	10	11
13	3	4	80	14	15
20	5	6	≥125	21	22

2) 正常二次抽样应按表 3.5.3-4 的规定进行符合性判定。

表 3.5.3-4 一般项目正常二次抽样的判定

抽样次数	样本容量	符合性 判定数	不符合 判定数	抽样 次数	样本容量	符合性 判定数	不符合 判定数
(1)	2	0	2	(1)	80	11	16
(2)	4	1	2	(2)	160	26	27
(1)	3	0	2	(1)	125	11	16
(2)	6	1	2	(2)	250	26	27

续表 3.5.3-4

抽样次数	样本容量	符合性判定数	不符合判定数	抽样次数	样本容量	符合性判定数	不符合判定数
(1)	5	0	3	(1)	200	11	16
(2)	10	3	4	(2)	400	26	27
(1)	8	1	3	(1)	315	11	16
(2)	16	4	5	(2)	630	26	27
(1)	13	2	5	(1)	500	11	16
(2)	26	6	7	(2)	1000	26	27
(1)	20	3	6	(1)	800	11	16
(2)	40	9	10	(2)	1600	26	27
(1)	32	5	9	(1)	1250	11	16
(2)	64	12	13	(2)	2500	26	27
(1)	50	7	11	(1)	2000	11	16
(2)	100	18	19	(2)	4000	26	27

注：(1) 和 (2) 表示抽样次数，(2) 对应的样本容量为二次抽样的累计数量。

3.5.4 既有结构性能检测可将计数抽样符合性判定结论用于结构性能的分析。

3.5.5 结构工程材料强度计量检测结果的符合性判定应以建筑结构施工图的要求作为评定的基准。

3.5.6 材料强度计量抽样检测批的检测结果宜提供推定区间；推定区间的置信度宜为 0.90，错判概率和漏判概率均宜为 0.05。推定区间的置信度也可为 0.85，漏判概率宜为 0.10，错判概率宜为 0.05。

3.5.7 结构材料强度计量抽样检测批推定区间的上限值与下限值之差值，不宜大于材料相邻强度等级的差值和推定区间上限值与下限值算术平均值的 10% 两者中的较大值。

3.5.8 当检测批的检测结果不能满足本标准第 3.5.6 条和第 3.5.7 条的要求时，可提供单个构件的检测结果。

3.5.9 检测批中的异常数据可予以舍弃；异常数据的舍弃应符合现行国家标准《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883 的规定。

3.5.10 检测批的标准差 σ 为未知时，材料强度计量抽样检测批 0.5 分位值的推定区间上限值和下限值可按下列公式计算：

$$\mu_1 = m + ks \quad (3.5.10-1)$$

$$\mu_2 = m - ks \quad (3.5.10-2)$$

式中： μ_1 ——0.5 分位值推定区间的上限值；

μ_2 ——0.5 分位值推定区间的下限值；

m ——样本的平均值；

s ——样本标准差；

k ——推定系数，应符合表 3.5.10 的规定。

表 3.5.10 0.5 分位值标准差未知时推定区间上限值与下限值系数

样本容量	0.5 分位值	
	k (0.05)	k (0.1)
5	0.953	0.686
6	0.823	0.603
7	0.734	0.544
8	0.670	0.500
9	0.620	0.466
10	0.580	0.437
11	0.546	0.414
12	0.518	0.394
13	0.494	0.376
14	0.473	0.361
15	0.455	0.347
16	0.438	0.335
17	0.423	0.324
18	0.410	0.314
19	0.398	0.305
20	0.387	0.297

续表 3.5.10

样本容量	0.5分位值	
	$k(0.05)$	$k(0.1)$
21	0.376	0.289
22	0.367	0.282
23	0.358	0.276
24	0.350	0.269
25	0.342	0.264
26	0.335	0.258
27	0.328	0.253
28	0.322	0.248
29	0.316	0.244
30	0.310	0.239
31	0.305	0.235
32	0.300	0.231
33	0.295	0.228
34	0.290	0.224
35	0.286	0.221
36	0.282	0.218
37	0.276	0.215
38	0.274	0.212
39	0.270	0.209
40	0.266	0.206
41	0.263	0.204
42	0.260	0.201
43	0.257	0.199
44	0.253	0.196
45	0.250	0.194
46	0.248	0.192
47	0.245	0.190
48	0.242	0.188
49	0.240	0.186
50	0.237	0.184

续表 3.5.10

样本容量	0.5分位值	
	$k(0.05)$	$k(0.1)$
60	0.216	0.167
70	0.199	0.155
80	0.186	0.144
90	0.175	0.136
100	0.166	0.129
110	0.158	0.123
120	0.151	0.118

3.5.11 检测批的标准差 σ 为未知时,材料强度计量抽样检测批具有95%保证率标准值的推定区间上限值和下限值可按下列公式计算:

$$x_{k,1} = m - k_1 s \quad (3.5.11-1)$$

$$x_{k,2} = m - k_2 s \quad (3.5.11-2)$$

式中: $x_{k,1}$ ——标准值推定区间的上限值;

$x_{k,2}$ ——标准值推定区间的下限值;

m ——样本的平均值;

s ——样本标准差;

k_1, k_2 ——推定系数,应符合表3.5.11的规定。

表 3.5.11 0.05分位值标准差未知时推定区间上限值与下限值系数

样本容量	0.05分位值			
	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_1(0.1)$	$k_2(0.1)$
5	0.818	4.203	0.982	3.400
6	0.875	3.708	1.028	3.092
7	0.920	3.399	1.065	2.894
8	0.958	3.187	1.096	2.754
9	0.990	3.031	1.122	2.650
10	1.017	2.911	1.144	2.568

续表 3.5.11

样本容量	0.05 分位值			
	k_1 (0.05)	k_2 (0.05)	k_1 (0.1)	k_2 (0.1)
11	1.041	2.815	1.163	2.503
12	1.062	2.736	1.180	2.448
13	1.081	2.671	1.196	2.402
14	1.098	2.614	1.210	2.363
15	1.114	2.566	1.222	2.329
16	1.128	2.524	1.234	2.299
17	1.141	2.486	1.244	2.272
18	1.153	2.453	1.254	2.249
19	1.164	2.423	1.263	2.227
20	1.175	2.396	1.271	2.208
21	1.184	2.371	1.279	2.190
22	1.193	2.349	1.286	2.174
23	1.202	2.328	1.293	2.159
24	1.210	2.309	1.300	2.145
25	1.217	2.292	1.306	2.132
26	1.225	2.275	1.311	2.120
27	1.231	2.260	1.317	2.109
28	1.238	2.246	1.322	2.099
29	1.244	2.232	1.327	2.089
30	1.250	2.220	1.332	2.080
31	1.255	2.208	1.336	2.071
32	1.261	2.197	1.341	2.063
33	1.266	2.186	1.345	2.055
34	1.271	2.176	1.349	2.048
35	1.276	2.167	1.352	2.041
36	1.280	2.158	1.356	2.034
37	1.284	2.149	1.360	2.028
38	1.289	2.141	1.363	2.022
39	1.293	2.133	1.366	2.016
40	1.297	2.125	1.369	2.010

续表 3.5.11

样本容量	0.05 分位值			
	k_1 (0.05)	k_2 (0.05)	k_1 (0.1)	k_2 (0.1)
41	1.300	2.118	1.372	2.005
42	1.304	2.111	1.375	2.000
43	1.308	2.105	1.378	1.995
44	1.311	2.098	1.381	1.990
45	1.314	2.092	1.383	1.986
46	1.317	2.086	1.386	1.981
47	1.321	2.081	1.389	1.977
48	1.324	2.075	1.391	1.973
49	1.327	2.070	1.393	1.969
50	1.329	2.065	1.396	1.965
60	1.354	2.022	1.415	1.933
70	1.374	1.990	1.431	1.909
80	1.390	1.964	1.444	1.890
90	1.403	1.944	1.454	1.874
100	1.414	1.927	1.463	1.861
110	1.424	1.912	1.471	1.850
120	1.433	1.899	1.478	1.841

3.5.12 计量抽样检测批的判定，当设计要求相应数值小于或等于推定上限值时，可判定为符合设计要求；当设计要求相应数值大于推定上限值时，可判定为低于设计要求。

3.5.13 既有结构的检测可将材料强度的检测结果用于结构性能的评定。

3.5.14 结构工程的构件材料性能检测结果应按设计施工图的要求和结构建造时国家有关标准的规定进行符合性判定。

3.5.15 结构工程质量检测存在不符合设计要求的判定结论且需要确定影响程度时，应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定对结构工程完成预定功能的能力进行评定。

3.6 建筑结构的评定

3.6.1 建筑结构评定应符合下列规定：

1 结构工程应以结构设计的要求或结构设计依据的国家有关标准的规定为基准对结构能力的实际状况进行评定；

2 既有结构应以国家现行有关标准的基本规定为基准对结构性能的实际状况进行评定；

3 受到外部人为因素影响的建筑结构应对其受到影响的程度进行评定。

3.6.2 建筑结构抵抗偶然作用的能力应为在偶然作用发生后防止结构出现整体倾覆、局部坍塌和连续倒塌的能力；建筑结构抵抗偶然作用能力评定所考虑的偶然作用应符合下列规定：

1 结构工程评定应为结构施工图明示的或结构设计依据的国家有关标准规定的偶然作用；

2 既有结构除应考虑国家现行有关标准规定的偶然作用外，尚应考虑可能出现的爆炸、碰撞、洪水、火灾等偶然作用；

3 受到外界人为因素影响的结构应考虑设计依据的国家有关标准规定的偶然作用。

3.6.3 对于结构不可抗御的泥石流、山体滑坡、岩崩、地面坍塌等自然和人为灾害，不得按本标准进行抵抗偶然作用能力的评定。

3.6.4 建筑结构承载能力的评定可分成结构体系和构件布置、构件的连接和构造、作用与作用效应的分析、构件和连接的承载力4个评定项目。

3.6.5 结构体系与构件布置、结构的连接与构造宜采用现场核查的方式进行评定，核查应符合下列规定：

1 结构工程的核查应以结构设计施工图的要求或设计依据的国家有关标准规定为基准；

2 既有结构的核查应以国家现行有关标准的基本规定为基准；

3 受到影响的结构的核查应为受到影响的部分或结构的整体。

3.6.6 结构构件承载能力的评定应为构件承载力的评定值与作用效应评定值之间的比较。

3.6.7 结构构件承载能力的作用和作用效应分析应符合下列规定：

1 作用或荷载的取值应符合下列规定：

- 1) 结构工程的作用或荷载应采用结构设计施工图和设计依据的国家有关标准规定值中的较大值；
- 2) 既有结构的作用或荷载应采用国家现行有关标准规定值和结构经历过的荷载值中的较大值；
- 3) 受到外界人为因素影响的结构宜采用设计依据的国家有关标准规定值。

2 作用或荷载系数的取值应符合下列规定：

- 1) 结构工程和受到影响的结构系数应取结构设计施工图或设计依据的国家有关标准规定值中的较大值；
- 2) 既有结构作用或荷载的分项系数不应小于现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定。

3 作用或荷载应先进行组合，后计算作用效应；作用效应的评定值应考虑作用效应的不定性。

4 作用效应的评定值也可采用所有可能出现不利组合效应的包络。

3.6.8 当采用材料强度的分项系数时，构件承载力的分析应符合下列规定：

1 构件的材料强度应取实测数据推定的具有 95% 保证率特征值，且应符合下列规定：

- 1) 结构工程检测判定材料强度的长期性能受到影响时，应分别采用检测得到的强度值和推断设计使用年限强度的衰减值；

- 2) 既有结构应考虑不可恢复性损伤对材料强度的影响;
- 3) 受到外界人为因素影响的结构材料强度未达到设计要求时, 应进行专门的说明。

2 构件的尺寸参数应取实测值, 对于既有结构应考虑不可恢复性损伤的影响, 当受到外界人为因素影响的结构尺寸参数与设计的要求存在明显偏差时应进行说明。

3 构件系数的取值应符合下列规定:

- 1) 结构工程和受到外界人为因素影响的结构应采用设计施工图标注的系数和设计依据的国家有关标准规定值中的较大值;
- 2) 既有结构材料强度的系数应按国家现行有关标准的规定确定。

4 构件承载力计算模型的选取应符合下列规定:

- 1) 结构工程和受到外界人为因素影响的结构可采用设计依据的国家有关标准规定的计算公式;
- 2) 既有结构应采用国家现行有关标准的构件承载力计算公式, 当发现计算公式存在不协调的现象时, 可进行符合实际情况的调整。

3.6.9 同时具备下列条件的既有结构构件, 可采用现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 倡导的基于可靠指标调整构件承载力分项系数的评定方法:

- 1 可靠指标对应的随机变量可近似用正态分布予以描述;
- 2 该类构件具备批量的构件承载力试验数据。

3.6.10 基于可靠指标分析确定构件承载力的分项系数应符合下列规定:

1 现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定的荷载分项系数对应的作用效应可靠指标 β_s 宜确定为 2.05。

2 作用效应的变异系数 δ_s 可按下列式计算确定:

$$\gamma_F = 1 + \beta_s \delta_s \quad (3.6.10-1)$$

式中： γ_F ——作用的综合分项系数，由永久荷载分项系数 1.3 及永久荷载的权重和可变荷载分项系数 1.5 及可变荷载的权重计算确定；当永久荷载与可变荷载的比例为 2:1 时， γ_F 为 1.37；

β_S ——作用效应的可靠指标，对应于永久荷载分项系数 1.3 和楼面可变荷载分项系数 1.5 的 β_S 约为 2.05；

δ_S ——作用效应的名义变异系数。

3 构件承载力的分项系数宜按下式计算确定：

$$\gamma_R = 1/(1 - \beta_R \delta_R) \quad (3.6.10-2)$$

式中： γ_R ——构件承载力的分项系数；

β_R ——构件承载力的可靠指标，由可靠指标 β 和作用效应的可靠指标 β_S 分解得到；

δ_R ——构件承载力的变异系数。

4 构件承载力的可靠指标 β_R 和变异系数 δ_R 可按本标准附录 E 规定的方法计算确定。

3.6.11 基于构件承载力分项系数的构件承载力评定值的计算分析应符合下列规定：

1 材料强度可取实测值的平均值，但应考虑不可恢复性损伤对材料强度的影响；

2 构件的尺寸应取实测值，但应考虑不可恢复性损伤的影响；

3 构件承载的计算公式，当采用分析变异系数的模型时，应附加考虑模型的不定性因素；当采用国家现行有关标准的计算公式时，应将公式中材料强度设计值改为实测平均值；

4 构件承载力的评定值应为第 3 款的分析结果除以构件承载力的分项系数。

3.6.12 结构构件的承载力也可采用实荷检验的方法进行评定，实荷检验应符合本标准附录 F 的规定。

3.6.13 建筑结构的适用性评定应包括正常使用极限状态和结构维系建筑功能的能力两个评定分项。

3.6.14 结构构件正常使用极限状态的评定应符合下列规定：

1 结构工程和受到外界人为因素影响结构，应以结构设计依据的国家有关标准关于构件正常使用极限状态的限值为基准，对结构构件位移、变形等的状况或能力进行评定；

2 既有结构应以现行国家有关标准关于构件正常使用极限状态的限值为基准对结构构件位移、变形等的状况或能力进行评定。

3.6.15 结构构件的变形、位移和开裂等状况可通过现场检测确定；现场测定时应区分施工偏差和构件的变形等。

3.6.16 当结构构件的变形或位移不能通过现场检测确定时，应采用结构分析的方法计算结构构件的位移和变形，或采用荷载检验的方法确定构件的变形能力。

3.6.17 建筑结构正常使用极限状态位移与变形的计算分析应符合下列规定：

1 对于不可逆的位移和变形应符合下列规定：

1) 结构工程和受到外界人为因素影响的结构应采用结构设计依据的国家有关标准规定的标准组合；

2) 既有结构应采用现行国家有关标准规定的标准组合，但参与组合的荷载应取结构经历过的荷载最大值和现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的荷载值中的较大值。

2 对于可逆的位移和变形可采用准永久组合或频遇组合。

3 对于既有结构宜单独进行多遇地震的变形与位移分析。

4 各种计算分析均应考虑作用效应的不确定性。

3.6.18 当结构构件的位移或变形已经使建筑的围护结构、装饰装修或设备设施出现损伤或影响正常使用时，应评定为结构构件存在适用性问题，当通过计算分析或荷载检验判定可能出现这些现象时，可评定为结构构件维系建筑功能的能力不足。

3.6.19 当对计算分析结果有怀疑时，可按本标准附录 F 的规定进行构件正常使用极限状态的实荷检验。

3.6.20 结构工程质量判定为存在影响结构抵抗环境侵蚀能力或长期性能的结论时，可采用下列方法进行定量的评定：

- 1 从现场取样进行快速检验或放置观测；
- 2 用工程施工的原材料在试验室制备试样进行快速检验或放置观测。

3.6.21 为既有结构耐久性评定所实施的现场检测应确定既有结构的下列状况：

- 1 确定已出现耐久性极限状态标志或达到耐久性限值的构件和连接；
- 2 测定构件材料性能劣化的状况和有害物质的含量。

3.6.22 对于已经出现耐久性极限标志的构件或连接，应进行构件承载能力的评定和适用性评定，在评定时应考虑不可恢复性损伤对构件性能的实际影响。

3.6.23 对于未出现耐久性极限状态标志或未达到限值的构件和连接，可采用下列方法推定耐久年数或剩余使用年数：

- 1 经验的方法；
- 2 依据实际劣化情况验证或校准已有模型的方法；
- 3 基于快速检验的方法；
- 4 其他适用的方法等。

4 混凝土结构

4.1 一般规定

4.1.1 混凝土结构和其他结构中的混凝土构件应按本章的规定进行检测和评定。

4.1.2 混凝土结构可分成下列检测项目：

- 1 原材料质量及性能；
- 2 构件材料强度；
- 3 混凝土的性能；
- 4 构件缺陷与损伤；
- 5 构件中的钢筋；
- 6 装配混凝土结构的预制构件和连接节点等。

4.1.3 混凝土结构应进行下列专项评定：

- 1 使用构件分项系数的构件承载力的评定；
- 2 悬挑构件、有侧移框架柱等承载力评定时计算模型的调整；
- 3 多遇地震的适用性评定；
- 4 混凝土剩余使用年数的推定。

4.2 原材料的质量及性能

4.2.1 对混凝土结构工程的钢筋、混凝土原材料、配合比或拌合物等的质量存在异议时，应采取下列方式进行检验：

- 1 当工程中尚有与结构中同批、同等级的剩余原材料时，应按国家现行有关标准的规定对存在异议的原材料进行检验；
- 2 当结构工程没有剩余原材料时，应按本标准的规定从结构中取样对原材料的质量或性能进行检验。

4.2.2 钢筋质量或性能的取样检验应符合下列规定：

1 同批钢筋每组的取样数量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定；

2 钢筋质量或性能的检验方法应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T 28900 的规定；

3 钢筋质量与性能的检验结果应按设计选定钢筋对应的国家有关标准进行符合性判定。

4.2.3 对硬化混凝土的水泥安定性有疑义时，可按本标准附录 G 的规定对水泥中游离氧化钙的潜在危害进行检测。

4.2.4 对硬化混凝土中的碱含量有疑义时，应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 规定的方法进行检测。

4.2.5 当发现混凝土存在碱-骨料反应生成物或混凝土碱含量超过现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的限值时，应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定从硬化混凝土中取样并破碎，并应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定进行骨料膨胀性检验。

4.2.6 当对硬化混凝土骨料体积稳定性有异议或碱含量超过限值且骨料具有碱活性时，应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定从硬化混凝土中取样和加工，并应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定进行试件膨胀率的观测。

4.2.7 试件膨胀率的观测结论应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 进行判定。

4.2.8 硬化混凝土已经出现骨料体积稳定性造成的损伤时，宜采取下列方法进行检测：

1 从硬化混凝土中取样并破碎，宜按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定，进行骨料体积稳定性的检验；

2 从混凝土中取样宜按本标准附录 G 规定的方法进行试样

中骨料潜在危害的检验。

4.2.9 对硬化混凝土中的氯离子含量有疑义时，宜取样按下列规定测定混凝土中氯离子的含量：

1 水溶性氯离子可按本标准附录 H 规定的方法或现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 规定的方法进行测试；

2 酸溶性氯离子可按现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 规定的方法进行测试；

3 测试结果宜按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定转换成氯离子与硅酸盐水泥用量的百分数或与胶凝材料用量的百分数。

4.2.10 当对水泥的质量、混凝土的配合比以及拌合物的质量有异议时，可对混凝土的强度或性能进行检验。

4.3 构件材料强度

4.3.1 既有结构钢筋的强度宜采用取样检测方法，对于同品种的主筋取样数量不宜少于两个。当检验结论最小值大于国家有关标准的标准值或标准强度时，结构验算时可使用该品种钢筋的标准值或标准强度。

4.3.2 既有结构中钢筋品种可采用下列方法进行判别：

- 1 直读光谱仪测试钢筋主要化学成分的方法；
- 2 按本标准附录 J 的规定测试钢筋表面硬度的方法；
- 3 采取本条第 1 款和第 2 款相结合的方法。

4.3.3 混凝土强度可分为混凝土抗压强度和劈裂抗拉强度，且应区分结构工程质量的检测和既有结构性能的检测。

4.3.4 既有结构混凝土抗压强度的检测应符合下列规定：

1 回弹法的检测操作应符合现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 的规定，遇有下列情况时应采用钻芯验证或修正的方法：

- 1) 混凝土的龄期超出限定要求；

- 2) 混凝土抗压强度超出规定的范围；
- 3) 采用向上弹击或其他方式的操作时。

2 对于强度等级为 C50~C100 的混凝土，宜采用现行行业标准《高强混凝土强度检测技术规程》JGJ/T 294 规定的适用方法进行检测，遇有下列情况时应采用钻芯验证或修正的方法：

- 1) 混凝土的龄期超出限定要求；
- 2) 混凝土抗压强度超出规定的范围；
- 3) 采取了不同的操作措施时。

3 超声-回弹综合法的检测操作应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的有关规定，遇有下列情况时应采用钻芯验证或修正的方法：

- 1) 混凝土抗压强度超出规定的范围；
- 2) 采取了不同的操作措施时。

4.3.5 既有结构混凝土抗压强度可按本标准第 3 章的规定进行具有 95% 保证率的特征值和平均值的推定。

4.3.6 进行构件承载力分析时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定将混凝土抗压强度具有 95% 保证率的特征值换算成轴心抗压强度的标准值和轴心抗拉强度的标准值。

4.3.7 既有结构混凝土劈裂抗拉强度的检测应符合下列规定：

- 1 采用后装拔出法检测时，检测操作应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定，并应将检测结果转换为劈裂抗拉强度；

- 2 采用后锚固法检测时，检测操作应符合现行行业标准《后锚固法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 208 的规定，并应将检测结果转换成劈裂抗拉强度；

- 3 采用拉脱法检测时，检测操作应符合现行行业标准《拉脱法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 378 的规定，并应将检测结果转换成劈裂抗拉强度或抗拉强度。

4.3.8 既有结构混凝土劈裂抗拉强度的检测可进行直接测试方

法测试结果的验证或修正。混凝土劈裂抗拉强度的直接方法测试应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定执行。

4.3.9 既有结构混凝土劈裂抗拉强度可进行平均值的推定。

4.3.10 结构工程混凝土抗压强度的检测应符合下列规定：

1 采用钻芯法检测混凝土的抗压强度时，检测操作应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的规定。

2 采用下列间接方法时，宜采用钻芯修正或同条件混凝土立方体标准试块修正的方法：

- 1) 回弹法；
- 2) 超声-回弹综合法；
- 3) 后装拔出法；
- 4) 后锚固法；
- 5) 拉脱法；
- 6) 剪压法。

4.3.11 结构工程混凝土抗压强度的符合性判定应符合下列规定：

1 设计要求的是混凝土强度等级时，宜按本标准第 3 章具有 95% 保证率的特征值进行符合性判定，也可按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 规定进行符合性判定；

2 设计要求的是混凝土标号时，应按设计依据的国家有关标准进行符合性判定。

4.3.12 当进行结构工程构件承载力的评定时，应按结构设计依据的国家有关标准，将本标准第 4.3.11 条第 1 款的判定值转换成轴心抗压强度的标准值或轴心抗拉强度的标准值。

4.3.13 结构工程混凝土劈裂抗拉强度的检测应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的规定；也可采用后装拔出法、后锚固法和拉脱法等与钻芯修正相结合的方法。

4.3.14 结构工程混凝土劈裂抗拉强度的检测结论可用于施工缝和叠合面等抗拉强度的判定。

4.4 混凝土的性能

4.4.1 混凝土性能可分为抗渗性能、抗冻性能、抗氯离子渗透性能、抗硫酸盐侵蚀性能等检测分项。

4.4.2 结构工程混凝土的下列性能应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定从结构中钻取芯样，并应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 和《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 等规定的方法进行检验：

- 1 混凝土抗渗性能；
- 2 混凝土抗冻性能；
- 3 混凝土抗氯离子渗透性能；
- 4 混凝土抗硫酸盐侵蚀性能。

4.4.3 结构工程混凝土性能应以结构施工时国家有关标准的规定为基准进行符合性判定。

4.4.4 对于既有混凝土结构，也可采用取样方法测定混凝土的抗渗性能、抗冻性能、抗氯离子渗透性能和抗硫酸盐侵蚀性能等。既有结构工程混凝土性能符合性判定时，应去除受到冻融、氯离子渗透和硫酸盐侵蚀影响的表层混凝土。

4.4.5 结构工程混凝土的抗碳化性能检测，应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 规定的方法从结构中钻取混凝土芯样，并应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 规定的方法进行快速碳化的试验。

4.4.6 当需要判定结构工程混凝土实际的抗碳化能力时，可按下列规定采用现场取样快速碳化试验的方法进行检测和判定：

- 1 现场取样宜保留混凝土的装饰层；
- 2 快速碳化箱内的碳化时间应与混凝土结构设计使用年限

相匹配；

3 快速碳化深度小于受力主筋混凝土保护层厚度时，可判定结构混凝土具有相应的抗碳化能力。

4.4.7 当结构工程混凝土抗硫酸盐侵蚀性能、抗氯离子渗透性能和抗冻融性能的判定为不符合设计要求，且构件表面设有专用保护性面层时，可采用带面层的试件进行抗硫酸盐侵蚀能力、抗氯离子渗透能力和抗冻融能力的快速试验检测。试验时应将芯样试件的侧面进行封闭处理，留有带面层和不带面层的两个端面进行试验与比较。

4.4.8 混凝土的抗冻能力可根据年等效冻融循环次数和混凝土的饱水时间进行推断。

4.4.9 混凝土的抗渗能力可根据实际的最大水压和检验结论进行评定，不应考虑设计确定的外部防水层的实际作用。

4.5 构件的缺陷与损伤

4.5.1 混凝土构件的缺陷可分为外观缺陷、内部缺陷和裂缝。

4.5.2 混凝土的外观缺陷可采用现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 规定的适用方法进行检测。

4.5.3 混凝土构件的内部缺陷可采用超声波综合因子判定法或国家现行标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 和《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》JGJ/T 411 规定的超声波法、电磁波反射法或冲击回波法进行探测。

4.5.4 混凝土内部缺陷探测结果应进行局部钻孔、开凿等方法验证。

4.5.5 当需要确定缺陷处混凝土的强度或性能时，可按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定进行检测。

4.5.6 工程质量的检测应按工程施工时依据的国家有关标准对缺陷进行符合性判定，对构件性能或能力进行评定时，宜考虑缺陷的实际影响。

- 4.5.7 结构构件的裂缝可按下列规定进行检测：
- 1 检测应包括裂缝的位置、长度、宽度、深度、形态和数量；
 - 2 裂缝深度可采用超声波法或钻取芯样方法进行检测；
 - 3 记录可采用表格或图形的形式。
- 4.5.8 混凝土结构工程的裂缝应按现行行业标准《建筑工程裂缝防治技术规程》JGJ/T 317 判定裂缝的原因。
- 4.5.9 混凝土结构的损伤可分为构件的裂缝、混凝土表面的损伤和未封闭锚夹具和金属件等的锈蚀、损伤。
- 4.5.10 混凝土结构的裂缝应按现行行业标准《建筑工程裂缝防治技术规程》JGJ/T 317 的规定，进行下列识别和判定：
- 1 施工阶段裂缝与使用阶段裂缝的识别；
 - 2 使用阶段裂缝开裂原因的判定。
- 4.5.11 使用阶段开裂原因判定后，应分别进行下列检测和评定：
- 1 骨料体积膨胀造成的开裂应按本标准第 4.2 节的规定进行检测和判定。
 - 2 钢筋锈蚀造成裂缝的检测和判定应符合下列规定：
 - 1) 应对锈蚀部位混凝土碳化情况进行检测；
 - 2) 应对混凝土中氯离子含量进行测定；
 - 3) 应对钢筋锈蚀量、锈蚀钢筋力学性能进行测试。
 - 3 重力荷载造成的受弯构件开裂的检测与评定应符合下列规定：
 - 1) 应对构件经历荷载进行核查；
 - 2) 应对构件挠度进行检测；
 - 3) 应对构件正常使用极限状态进行分析评定；
 - 4) 应对构件承载力进行分析评定。
- 4.5.12 混凝土的碳化深度应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定进行检测。
- 4.5.13 构件混凝土的表面损伤应采用观察和量测的方法进行

检测。

4.5.14 构件混凝土表面出现环境作用损伤、化学物质侵蚀、生活和生产的磨损、气蚀损伤时，应判断为构件混凝土达到耐久性极限状态。

4.5.15 结构早期受冻损伤与混凝土遭受冻融损伤可按本标准附录 K 的规定进行判定。

4.5.16 受到火灾影响的结构，应通过全面的外观检查将构件的损伤识别为下列五种状态：

- 1 未受火灾影响；
- 2 表面或表层混凝土性能劣化；
- 3 构件损伤；
- 4 构件破坏；
- 5 局部坍塌。

4.5.17 对于不同火灾损伤状态的检测项目和检测方法，应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的有关规定执行。

4.5.18 对于未封闭在混凝土内的预应力锚夹具和金属件等的损伤和锈蚀，可用卡尺、钢尺等直接量测。

4.5.19 结构构件性能评定时，宜考虑结构构件的损伤对构件性能的不利影响。

4.6 混凝土中钢筋检测

4.6.1 混凝土中钢筋检测可分为钢筋位置、钢筋间距或数量、钢筋直径、混凝土保护层厚度和钢筋锈蚀状况等检测分项。

4.6.2 混凝土中钢筋应采用国家现行标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 和《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152 规定的方法进行检测。

4.6.3 对重要的检测分项应按下列规定进行直接方法的修正或验证：

- 1 钢筋直径的无损测试结果应采取剔凿量测或取样称重的

方法修正或验证；

2 梁、柱加密区的箍筋间距可采取打孔的方法修正或验证；

3 保护层厚度可采取打孔直接量测的方法修正或验证。

4.6.4 当有检测要求时，可对钢筋的锚固与搭接和混凝土柱与墙体间的拉结筋等进行检测。钢筋的搭接检测应采取剔凿或打孔的方法进行修正或验证。

4.6.5 工程质量的钢筋检测结果应按结构施工时国家有关标准的规定进行符合性判定；当钢筋间距存在偏差较大的现象，但钢筋的数量符合设计要求时，应进行专门的说明。

4.6.6 既有结构构件性能评定时，可使用钢筋实测结果转化的参数。

4.6.7 混凝土中钢筋可按本标准附录 L 或现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152 规定的方法进行锈蚀状况的无损检测。

4.6.8 钢筋的锈蚀量宜采用直接量测的方法确定；可量测的项目包括锈蚀后钢筋的直径、锈蚀深度和长度、锈蚀物的厚度等。当钢筋锈蚀量较大时，宜取样测试钢筋强度的损失情况。

4.6.9 新建结构工程出现钢筋严重锈蚀现象时，应对混凝土中氯离子的含量进行测定。

4.6.10 当发现钢筋出现锈蚀现象时，应检测封闭混凝土中预应力锚夹具和钢筋连接器的锈蚀情况。

4.6.11 既有结构性能评定时，应考虑钢筋锈蚀的实际影响。

4.7 装配式混凝土结构

4.7.1 装配式混凝土结构可分成预制混凝土构件、局部现浇混凝土和连接节点等检测专项。

4.7.2 装配式结构预制混凝土构件可分成构件质量、构件性能和安装质量等检测分项。

4.7.3 预制构件进场验收应执行国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配式混凝土结构技术规

程》JGJ 1 的有关规定；当发现异常或者存在异议时，可根据本标准第 3 章的抽样方法和本章规定的检测方法进行构件有关质量的检测。

4.7.4 预制构件性能的检测应符合下列规定：

1 预制受弯构件的结构性能应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行检测；

2 其他预制构件的结构性能应按现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 的有关规定进行检测；

3 组合预制构件的其他性能应按国家现行有关标准的规定进行检测。

4.7.5 预制构件的安装质量应采用国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 规定的方法进行检测。

4.7.6 局部现浇混凝土可分成现浇混凝土质量和结合面质量等检测分项。

4.7.7 装配式结构节点局部现浇混凝土内部的缺陷可采用超声波综合因子判定法、超声波法、电磁波反射法或冲击回波法结合局部打孔开凿的方法进行检测。

4.7.8 梁、板等叠合构件的混凝土结合面可按下列方法进行检测：

1 混凝土结合面的缺陷可采用雷达法和冲击回波法进行检测；

2 结合面混凝土粘结强度可采用下列方法进行检测：

1) 采用拉脱法检测结合面混凝土的抗拉强度；

2) 采用钻芯法检测结合面混凝土的劈裂抗拉强度。

4.7.9 套筒灌浆连接节点灌浆料强度、灌浆饱满度、连接钢筋埋置深度和接缝处防水性能等的检测应符合下列规定：

1 灌浆料强度可在注浆口和出浆口取出圆柱体试样进行劈裂抗拉强度或抗压强度的测试；

2 灌浆饱满度可在套筒出浆口采用内窥镜检查或预埋阻尼

振动传感器方法进行检测；

3 连接钢筋埋置深度可在套筒出浆口进行钻孔检查；

4 接缝处防水性能可采用原位淋水试验方法进行检测。

4.7.10 浆锚搭接节点灌浆料强度、灌浆内部缺陷和接缝处防水性能等的检测应符合下列规定：

1 灌浆料强度的检测应符合下列规定：

1) 对灌浆口等部位应进行回弹测试，并应用同条件试块抗压强度检测结果对回弹结果进行修正；

2) 可在注浆口和出浆口等部位钻取小直径芯样，进行劈裂抗拉强度或抗压强度测试。

2 灌浆内部缺陷可采用冲击回波法或超声波综合因子判定法等无损的方法进行检测，内部缺陷的无损检测结果应进行打孔验证或钻芯验证。

3 接缝处防水性能可采用原位淋水试验方法进行检测。

4.7.11 螺栓连接节点和焊缝连接节点实体检测应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的有关规定进行检测。

4.8 混凝土结构性能评定

4.8.1 既有混凝土结构构件承载力的分项系数宜符合下列规定：

1 混凝土构件承载力的变异系数 δ_R 和对应的可靠指标 β_R 可按表 4.8.1 规定的数值确定；

表 4.8.1 混凝土构件承载力的变异系数 δ_R 和对应的可靠指标 β_R

构件	受拉	纯弯	大偏压	小偏压	轴压	受弯斜截面	压弯剪
δ_R	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10	0.13	0.16
β_R	3.90	3.30	3.01	3.63	3.63	3.41	3.38
β	3.20			3.70			

注： β 为结构构件承载能力极限状态的可靠指标。

2 当具有足够的构件承载力试验数据时，构件承载力的变

异系数可按本标准附录 F 规定的方法分析确定；

3 构件承载力的可靠指标可取本标准附录 E 规定方法计算得到的较小值；

4 构件承载力的分项系数应按本标准式 (3.6.10-2) 计算确定。

4.8.2 使用构件承载力分项系数时，构件承载力评定值应按下式计算：

$$R_{d,e} = R(f_{cm}, f_{sm}, a_{c,nom}, a_s, \dots) / \gamma_R \quad (4.8.2)$$

式中： $R_{d,e}$ ——构件承载力的评定值；

$R(\cdot)$ ——混凝土构件承载力函数；

f_{cm} ——由实测混凝土立方体抗压强度均值转换得到的混凝土轴心抗压或轴心抗拉强度的计算值；

f_{sm} ——钢筋强度检验平均值或最小值；

$a_{c,nom}$ ——混凝土构件几何量的实测值；

a_s ——由钢筋公称直径转换的钢筋截面面积；

γ_R ——构件承载力的分项系数。

4.8.3 单个混凝土受弯或悬挑构件的承载力可按本标准附录 E 的规定进行实荷检验，或按现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 的规定进行试验。

4.8.4 使用现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的公式对构件承载力进行评定时，应符合下列规定：

1 有侧移框架柱应使用考虑压弯剪共同作用的计算公式。

2 当使用简支构件斜截面承载力的公式对悬挑构件支座截面进行评定时，宜按下列规定使用构件承载力的折减系数：

1) 承受均布荷载悬挑构件的斜截面承载力折减系数不宜大于 0.8；

2) 集中荷载造成的剪力不小于悬挑构件支座总剪力的 75% 且计算剪跨比不小于 1.5 时，构件承载力的折减系数不宜大于 0.7；

3) 集中荷载造成的剪力不小于悬挑构件支座总剪力的

50%且计算剪跨比不小于3时,构件承载力的折减系数不宜大于0.8。

3 当使用抗冲切的公式对板柱结构柱顶区域的承载力进行评定时,宜按下列规定对冲切承载力使用折减系数:

- 1) 当柱顶区域的弯矩达到受弯承载力的90%时,冲切承载力的折减系数不宜大于0.4;
- 2) 当柱顶区域的弯矩达到受弯承载力的50%时,冲切承载力的折减系数不宜大于0.8;
- 3) 当柱顶区域的弯矩为受弯承载力的50%~90%时,冲切承载力的折减系数可采用线性插值的方法确定;
- 4) 当柱顶区域存在着不平衡力矩时,应取最大力矩作为分析比较的弯矩。

4.8.5 既有混凝土结构多遇地震的适用性评定应符合下列规定:

1 地震动参数宜取50年超越概率约为63%地震动加速度或按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011规定的有关参数确定;

2 地震特征周期可取当地抗震规划提供的周期或现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011规定的设防烈度地震周期延长后的数值;

3 地震作用分项系数 γ_{RE} 的取值应为1.0;

4 自重荷载和可变荷载分项系数的取值应为1.0;

5 楼面可变活荷载可取频遇值或准永久值且可不考虑风、雪荷载的组合;

6 结构分析宜采用弹性分析方法;

7 当分析之值小于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的限定值时,可评定为符合正常使用极限状态的要求;

8 当存在下列情况之一时,应评定结构保障建筑功能的能力不足:

- 1) 现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的限定值不能保证建筑的装饰装修、围护结构、设备设施不

受到损伤；

- 2) 在小于或等于多遇地震的作用下已出现装饰装修、围护结构或设备设施的损伤。

4.8.6 稳定氯离子侵入环境的氯离子侵入深度剩余年数可采用下列基于实测数据调整已有扩散公式的方法推定：

- 1 结构混凝土表面氯离子含量和氯离子侵入深度的平均值应取样测定。

- 2 氯离子侵入参数可分别用下列方法表示：

- 1) 氯离子侵入深度的平均值可用 D_1 表示；

- 2) 混凝土受环境中氯离子影响的实际年数可用 t_1 表示。

- 3 选定待调整的氯离子扩散公式中的可测定参数宜取样测定。

- 4 将氯离子侵入深度测值 D_1 和氯离子影响年数 t_1 代入扩散公式，并应按下列公式对扩散公式进行调整：

- 1) 当扩散公式中扩散系数的参数为可测定时，应调整扩散公式时间参数 t 的指数；

- 2) 当扩散公式中扩散系数的参数为不可测定时，应调整扩散公式的扩散系数。

- 5 将设定的氯离子侵入深度限定值 C 代入调整后的扩散公式，可估计出时间参数 t_2 。

- 6 氯离子侵入到设定深度 C 的剩余年数 t_3 可按下式计算确定：

$$t_3 = t_2 - t_1 \quad (4.8.6)$$

式中： t_3 ——氯离子侵入到设定深度 C 的剩余年数（年）；

t_2 ——氯离子侵入到设定深度 C 的总估计年数（年）；

t_1 ——混凝土已受氯离子侵入的年数（年）。

4.8.7 基于现场实测混凝土碳化数据调整已有碳化公式的混凝土剩余碳化年数，可按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 规定的方法进行推定。

4.8.8 混凝土的剩余碳化年数可采用下列快速碳化的方法进行

推定：

1 从结构中钻取的芯样应符合下列规定：

- 1) 芯样应从环境情况相似、混凝土设计强度等级相同的构件上钻取；
- 2) 芯样的长度应大于预期测定碳化深度的 3 倍；
- 3) 芯样的数量不宜少于 6 个；
- 4) 芯样的内侧端面应切割成平面。

2 芯样的碳化参数应按下列规定确定：

- 1) 每个芯样碳化深度代表值应取芯样实测碳化深度的平均值；
- 2) 芯样碳化深度的代表值 D_1 可取全部芯样碳化深度代表值的平均值；
- 3) 芯样的实际碳化年数可用 t_1 表示。

3 混凝土实际碳化深度达到限定值 C 的预估碳化年数 $t_{2,e}$ 和预估剩余碳化年数 $t_{3,e}$ ，可按本标准第 4.8.7 条规定的方法进行推定。

4 芯样在碳化箱内的下列快速碳化时间宜进行预测：

- 1) 芯样试件内侧端面碳化深度达到 D_1 时的时间 T_1 ；
- 2) 芯样试件内侧端面碳化深度达到限定值 C 的时间 T_2 ；
- 3) 芯样试件外侧端面碳化深度达到限定值 C 的时间 T_3 。

5 将芯样试件分成 2 组~3 组，每组芯样实际碳化深度代表值应接近代表值 D_1 。

6 芯样试件应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定进行快速碳化试验。

7 为预测快速碳化时间 T_1 ，进行芯样试件破型测试时，应进行下列调整：

- 1) 比较该组芯样试件内侧端面碳化深度的代表值 $D_{1,N}$ 与 D_1 的差别；
- 2) 当 $D_{1,N}$ 与 D_1 的比值大于 0.8 且小于 1.2 时，可认为快速碳化时间 T_1 约相当于自然碳化时间 t_1 ；

3) 当 $D_{1,N}$ 与 D_1 的比值小于 0.8 或大于 1.2 时, 可对 T_1 进行不超过 ± 1 的调整。

8 为预测快速碳化时间 T_3 , 进行芯样试件破型时, 应进行下列调整:

- 1) 比较该组芯样外侧端面碳化深度的代表值 $D_{3,w}$ 与限制碳化深度 C 值的差异;
- 2) 当 $D_{3,w}$ 与 C 的比值大于 0.8 且小于 1.2 时, 可认为快速碳化时间 T_3 约相当于自然碳化的剩余碳化年数 t_3 ;
- 3) 当 $D_{3,w}$ 与 C 的比值小于 0.8 或大于 1.2 时, 可对 T_3 进行不超过 ± 1 的调整。

9 该批混凝土在自然环境中的剩余碳化年数 t_3 可按下列式计算确定:

$$t_3 = T_3 \times (t_1 / T_1) \quad (4.8.8-1)$$

式中: t_3 ——混凝土碳化到限制值 C 时的推定剩余年数 (年);

T_3 ——快速碳化到限制值 C 时的时间, 当有调整时, T_3 为调整后的碳化天数 (天);

t_1 ——混凝土碳化到代表值 D_1 的实际碳化年数 (年);

T_1 ——快速碳化对应于代表值 D_1 的时间, 当有调整时, T_1 为调整后的碳化天数 (天)。

10 芯样试件在预测快速碳化时间 T_2 的破型应进行下列测试和推定:

1) 比较该组芯样内侧端面碳化深度的代表值 $D_{2,N}$ 与限制碳化深度 C 值的差异; 当其差异明显时, 可对 T_2 进行不超过 ± 1 的调整;

2) 自然碳化至限定值的碳化年数 t_2 可用下式表示:

$$t_2 = T_2 \times (t_1 / T_1) \quad (4.8.8-2)$$

式中: t_2 ——混凝土碳化到限制值 C 的年数 (年);

T_2 ——混凝土芯样试件内侧端面快速碳化到限制值 C 时的时间 (天)。

3) t_3 也可用下式表示:

$$t_3 = t_2 - t_1 \quad (4.8.8-3)$$

11 实施推定时可取式 (4.8.8-1) 和式 (4.8.8-3) 两者中的较小值。

4.8.9 混凝土冻融损伤剩余使用年数可采用下列取样快速检验的方法进行推定:

- 1 从结构中钻取的混凝土芯样应符合下列规定:
 - 1) 芯样应从环境情况相似、混凝土设计强度等级相同的构件上钻取;
 - 2) 芯样的数量不宜少于 6 个;
 - 3) 芯样内侧端面应切割平整;
 - 4) 切割后的芯样试件长度不宜小于 70mm;
 - 5) 芯样试件外侧端面的实际冻融年数可用 t_1 表示。
- 2 芯样试件应按下列规定进行回弹测试:
 - 1) 回弹测试宜使用里氏回弹仪;
 - 2) 回弹测试应避开粗骨料;
 - 3) 回弹测试的对象应为芯样试件的外侧和内侧两个端面;
 - 4) 回弹测试时, 芯样试件两个端面应处于表干状态, 且弹击时芯样不应出现移动;
 - 5) 回弹仪应采用水平弹击方式。
- 3 芯样试件的参数应按下列方法确定:
 - 1) 每个芯样的每个端面弹击次数不宜少于 5 次, 弹击点的间距宜相同;
 - 2) 记录每次弹击的回弹值, 并应取回弹平均值作为该端面的回弹代表值;
 - 3) 芯样试件外侧端面的回弹代表值 L_w 应取所有外侧端面回弹代表值的平均值;
 - 4) 芯样试件内侧端面的回弹代表值 L_N 应取所有内侧端面回弹代表值的平均值;
 - 5) 混凝土在实际冻融环境中已使用的年数可用 t_1 表示。
- 4 当 L_w 低于 L_N 时, 可按下列方法进行芯样试件的快速冻

融比对试验：

- 1) 芯样试件的侧面应进行封闭；
 - 2) 快速冻融的试验操作应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的有关规定；
 - 3) 应定期取出芯样试件，并应在表干的状态下对试件的内侧和外侧端面进行回弹测试。
- 5 冻融循环次数与回弹值之间的关系可按下列方法确定：
- 1) 当内侧端面的回弹代表值降低至外侧端面回弹代表值初始水平时，此时的标准冻融循环次数 N_1 的效应可与实际冻融年数 t_1 的效应相当；
 - 2) 当外侧端面回弹值降低到无法测试或芯样试件出现表面损伤时，此时的标准冻融循环次数 N_2 的效应可与实际冻融循环年数 t_3 的效应相当；
 - 3) 当内侧端面回弹值降低到无法测试或芯样试件出现表面损伤时，此时的标准冻融循环次数 N_0 的效应可与实际冻融年数 t_2 的效应相当。
- 6 混凝土出现冻融损伤的剩余年数可按下列方法确定：
- 1) 标准冻融循环次数 N_2 和 N_1 的冻融损伤剩余年数 $t_{3,1}$ 可用下式表示：

$$t_{3,1} = t_1 \times N_2 / N_1 \quad (4.8.9-1)$$

式中： $t_{3,1}$ ——混凝土冻融损伤剩余年数的推定值之一（年）；

t_1 ——混凝土实际经历冻融循环的年数（年）；

N_2 ——芯样试件外侧端面出现冻融损伤或回弹值接近零时的标准冻融循环次数；

N_1 ——芯样试件内侧端面回弹代表值降到外侧端面回弹初始代表值水平时的标准冻融循环次数。

- 2) 标准冻融循环次数 N_0 和 N_1 的冻融损伤剩余年数 $t_{3,2}$ 可用下式表示：

$$t_{3,2} = t_1 \times N_0 / N_1 - t_1 \quad (4.8.9-2)$$

- 3) 实施推定时可取式 (4.8.9-1) 和式 (4.8.9-2) 两者中的较小值。

4.8.10 混凝土硫酸盐侵蚀结晶损伤剩余年数可采用下列快速试验的方法进行推定：

- 1) 从结构中钻取混凝土芯样，芯样的回弹测试和回弹测试数据的表示方法宜符合本标准第 4.8.9 条的有关规定。

- 2) 混凝土在硫酸盐侵蚀环境中的使用年数可用 t_1 表示。

- 3) 当芯样试件外侧端面的回弹代表值 L_w 低于内侧端面回弹代表值 L_N 时，可按下列方法进行硫酸盐快速侵蚀的比对试验：

- 1) 芯样试件的侧面应进行封闭；

- 2) 硫酸盐快速侵蚀试验应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定；

- 3) 应定期取出芯样试件，且在表干的状态下对试件的内侧和外侧端面进行回弹测试。

- 4) 芯样试件干湿交替硫酸盐侵入的试验次数 N 与回弹测试值的关系可按下列方法确定：

- 1) 当内侧端面的回弹代表值降低至外侧端面回弹代表值初始水平时，可认为此时的干湿交替试验次数 N_1 的效应与实际侵蚀年数 t_1 的效应相当；

- 2) 当外侧端面回弹值降低到无法测试或芯样试件出现表面损伤时，可认为此时的干湿交替试验次数 N_2 的效应与实际环境中该端面混凝土出现硫酸盐侵蚀损伤的年数 t_3 的效应相当；

- 3) 当内侧端面回弹值降低到无法测试或芯样试件出现表面损伤时，可认为此时的干湿交替试验次数 N_0 的效应与该端面在实际环境中 t_2 的效应相当。

- 5) 混凝土出现硫酸盐结晶损伤的剩余年数可按下列方法确定：

- 1) 标准干湿循环次数 N_2 和 N_1 的硫酸盐结晶损伤剩余年

数 $t_{3.1}$ 可用下式表示:

$$t_{3.1} = t_1 \times N_2 / N_1 \quad (4.8.10-1)$$

式中: $t_{3.1}$ ——混凝土硫酸盐结晶损伤的剩余年数的推定值(年);

t_1 ——混凝土实际经历硫酸盐侵蚀的年数(年);

N_2 ——芯样试件外侧端面回弹值接近零时对应的干湿循环次数;

N_1 ——芯样试件内侧端面回弹代表值降到外侧端面回弹值初始水平时对应的干湿循环次数。

2) 标准干湿循环次数 N_u 和 N_1 的硫酸盐结晶损伤剩余年数 $t_{3.2}$ 可用下式表示:

$$t_{3.2} = t_1 \times N_u / N_1 - t_1 \quad (4.8.10-2)$$

式中: $t_{3.2}$ ——混凝土硫酸盐结晶损伤的剩余年数的推定值(年);

N_u ——芯样试件内侧端面回弹值降到零时或出现损伤的干湿循环次数。

3) 实施推定时可取式(4.8.10-1)和式(4.8.10-2)两者中的较小值。

5 砌体结构

5.1 一般规定

5.1.1 砖砌体、砌块砌体和石砌体结构以及其他结构中的砌筑构件应按本章的规定进行检测和评定。

5.1.2 砌体结构可分为砌筑块材、砌筑砂浆、砌体力学性能、砌筑质量、构造要求和结构损伤等检测项目。

5.1.3 砌体结构检测批的划分应符合下列规定：

- 1 砌筑块材的品种、规格和设计强度等级应相同；
- 2 砌筑砂浆品种和设计强度等级应相同；
- 3 砌体应为同一施工单位在同一时期砌筑；
- 4 检测批砌体的总量不宜超过 250m^3 ；
- 5 砌筑基础可分成一个或若干个检测批。

5.1.4 既有砌体结构应进行下列专项评定：

- 1 存在砌筑质量和构造问题结构的罕遇地震鉴定；
- 2 具有爆炸或碰撞可能时的抗倒塌能力评定；
- 3 使用构件分项系数的砌体受压承载力和受剪承载力评定；
- 4 多遇地震的适用性评定；
- 5 侵蚀环境砌筑块材剩余使用年数推定。

5.1.5 砌体结构的检测和评定中存在下列现象之一时，必须采取避免造成人员伤亡的有效措施：

- 1 受压构件出现承载能力极限状态的标志；
- 2 砌筑墙体出现平面外的变形或位移；
- 3 装饰装修具有脱落的危险；
- 4 基础存在明显的不均匀沉降且沉降还在继续发展；
- 5 建筑内部存在危害人身健康的气体或粉尘。

5.2 砌筑块材

5.2.1 砌筑块材可分为块材质量、块材性能、块材强度和强度等级等检测分项。

5.2.2 既有结构砌筑块材的尺寸和可见缺陷可直接从砌筑构件上量测。

5.2.3 砌体工程砌筑块材尺寸偏差和外观质量的检测应符合下列规定：

1 实心砌筑块材的尺寸偏差和可见缺陷可直接在砌筑构件上量测；

2 检测块材应随机抽取，抽检数量应大于有关标准规定的进场验收的数量，也可按本标准第3章计数抽样检测一般项目B类或C类抽样确定检测数量；

3 非实心砌筑块材的不可量测尺寸应采用取样或打孔的方法进行量测；

4 砌筑块材尺寸和缺陷的量测应符合国家现行有关标准的规定；

5 砌筑块材质量和尺寸的符合性判定宜符合本标准第3章一般项目计数抽样检测的规定。

5.2.4 砌筑块材性能的检测应符合下列规定：

1 砌筑块材的性能应采用取样的方法进行检测；

2 既有结构的取样数量不应少于现行国家标准《砌墙砖试验方法》GB/T 2542和《混凝土砌块和砖试验方法》GB/T 4111等规定1组试样；

3 砌体工程检测的取样数量不应少于现行国家标准《砌墙砖试验方法》GB/T 2542和《混凝土砌块和砖试验方法》GB/T 4111等规定2组试样；

4 工程中与结构中同品种、同规格的剩余块材可作为试样使用；

5 砌筑块材的性能应采用现行国家标准《砌墙砖试验方法》

GB/T 2542 和《混凝土砌块和砖试验方法》GB/T 4111 等的适用方法进行检测。

5.2.5 砌筑块材的现场取样应符合下列规定：

- 1 取样应为砌体受力小的窗下墙、女儿墙等部位；
- 2 抽取试样时应避免造成试样表面缺损和内部损伤。

5.2.6 砌筑块材的性能和强度应采用现行国家标准《砌墙砖试验方法》GB/T 2542 和《混凝土砌块和砖试验方法》GB/T 4111 等规定的适用方法进行检测。

5.2.7 砌体工程砌筑块材的抗压强度可采用下列取样法对回弹法检测结果修正的方法进行检测：

- 1 烧结普通砖、烧结多孔砖的回弹法检测应符合现行国家标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315 的有关规定；
- 2 混凝土小砌块的回弹检测应符合现行行业标准《非烧结砖砌体现场检测技术规程》JGJ/T 371 的有关规定；
- 3 取样法对回弹法检测结果的修正，应符合本标准附录 A 的有关规定。

5.2.8 既有结构砌筑块材的抗压强度可采用回弹法进行检测，烧结普通砖的抗压强度可按本标准附录 M 的规定进行检测。

5.2.9 砌体结构石材强度等级应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定进行检测和符合性判定。

5.2.10 采用钻芯法检测砌筑构件石材强度应符合下列规定：

- 1 芯样试件的直径可为 70mm，高径比应为 1.0；
- 2 芯样的端面应磨平，加工质量和芯样试件抗压强度的测试宜符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的有关规定；

3 换算成 70mm 立方体试块抗压强度时，可将直径 70mm 芯样试件抗压强度乘以 1.15 的系数。

5.2.11 砌体工程砌筑块材的强度等级应按结构施工时有关产品标准的规定进行符合性判定。

5.2.12 采用抗压强度标准值表示的砌筑块材强度等级，宜采用

下列方法进行检测和符合性判定：

- 1 抗压强度的测试宜采用取样修正回弹法测试结果的方式；
- 2 取样修正回弹法检测抗压强度的砌筑块材数量不宜少于6个；
- 3 回弹法测试砌筑块材的数量应满足本标准第3章关于标准差的控制要求；
- 4 砌筑块材强度的标准值应按本标准第3章有关标准值上限的规定推定；
- 5 砌筑块材的强度等级应按有关产品标准的规定进行符合性判定。

5.2.13 采用抗压强度平均值和最小值表示的砌筑块材强度等级可采用下列方法进行检测和符合性判定：

- 1 采用取样法检测时，每个检测批的取样组数不应少于2组，取全部块材抗压强度的平均值和最小值进行强度等级的符合性判定；
- 2 采用取样法对回弹法测试结果修正的方法时，应符合下列规定：
 - 1) 取样检测块材组数宜为1组；
 - 2) 回弹测试的块材组数宜为3组~4组；
 - 3) 砌筑块材的强度等级应取修正后回弹法推定的砌筑块材抗压强度平均值和最小值进行符合性判定。

5.2.14 采用抗压强度和抗折强度表示的砌筑块材强度等级或标号，可采用下列方法进行检测和符合性判定：

- 1 采用取样法检测时，每个检测批的取样数量不应少于2组，取全部块材试样抗折强度的平均值及最小值和全部块材试样抗压强度的平均值及最小值进行块材强度等级的符合性判定。
- 2 采用取样法对回弹法测试结果修正方法时，应符合下列规定：
 - 1) 取样检测抗压强度和抗折强度的砌筑块材宜为1组；
 - 2) 回弹测试抗压强度的砌筑块材组数不宜少于4组；

- 3) 砌筑块材的强度等级应取修正后回弹推定的砌筑块材抗压强度的平均值及最小值和取样测试砌筑块材抗折强度的平均值及最小值进行符合性判定。

3 按本标准附录 M 检测得到的烧结普通砖抗压强度可作为标号的符合性判定值。

5.3 砌筑砂浆

5.3.1 砌筑砂浆可分为砂浆强度、砂浆性能、损伤和有害物质等检测分项。

5.3.2 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的砌筑砂浆强度，可采用下列方法进行检测：

1 砌体工程的砌筑砂浆强度可采用下列方法进行检测：

- 1) 选用筒压法、点荷法或砂浆片局压法进行检测；
- 2) 选用筒压法、点荷法或砂浆片局压法修正回弹法检测结果的方法。

2 既有结构的砌筑砂浆强度可采用对回弹法检测结果进行筒压法、点荷法或砂浆片局压法验证或修正的检测方法，也可采用回弹法进行检测。

3 筒压法、点荷法、砂浆片局压法和回弹法的检测应符合现行国家标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315 的有关规定。

5.3.3 石砌体的砌筑砂浆强度可采用下列方法进行检测：

- 1 选用点荷法或砂浆片局压法进行检测；
- 2 选用现行行业标准《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》JGJ/T 136 规定的贯入法检测结果进行点荷法或砂浆片局压法修正或验证的方法；
- 3 既有砌体的砌筑砂浆强度可采用贯入法进行检测。

5.3.4 非烧结类块材砌体的砌筑砂浆强度可采用下列方法进行检测：

- 1 可采用筒压法、点荷法或砂浆片局压法进行检测；

2 可采用筒压法、点荷法或砂浆片局压法等取样检测结果对回弹法检测结果进行修正或验证的方法；

3 筒压法、点荷法、砂浆片局压法和回弹法的检测应符合现行行业标准《非烧结砖砌体现场检测技术规程》JGJ/T 371 的有关规定；

4 既有非烧结砖块材砌体的砌筑砂浆强度可采用回弹法进行检测。

5.3.5 砌筑砂浆强度检测应符合下列规定：

1 当砌筑砂浆的表层受到侵蚀、风化、剔凿或火灾等的影响时，取样检测的试样应取自砌体的内部；回弹和贯入的测区应除去受影响层；

2 取样法对回弹法和贯入法的修正或验证应符合本标准附录 A 的有关规定。

5.3.6 当遇到下列情况之一时，除应提供砌筑砂浆强度的测试参数外，尚应提供受影响的深度、范围和劣化程度：

- 1 砌筑砂浆表层受到侵蚀、风化、冻害等的影响；
- 2 砌筑构件遭受火灾影响；
- 3 采用不良材料拌制的砌筑砂浆。

5.3.7 当具备砂浆立方体试块时，应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定进行砌筑砂浆抗冻性能的测定；不具备立方体试块或既有结构需要测定砌筑砂浆的抗冻性能时，可采用下列取样检测方法测定砂浆的抗冻性能：

- 1 砂浆试件应分为抗冻组试件和对比组试件；
- 2 抗冻组试件应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定进行抗冻试验并测定抗冻试验后的砂浆强度；
- 3 对比组试件砂浆强度应与抗冻组试件同时测定；
- 4 砂浆的抗冻性能应取两组砂浆试件强度值的比值进行评定。

5.3.8 砌筑砂浆中的氯离子含量可按本标准附录 H 规定的方法

进行测定。

5.4 砌体的力学性能

5.4.1 砌体的力学性能可分为弹性模量及应力状况、抗压强度、抗剪强度等检测分项。在进行符合性判定和使用材料强度系数时，应推定砌体抗压强度的标准值和抗剪强度的标准值。

5.4.2 砌体的弹性模量和应力状况宜采用现行国家标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315 规定的扁式液压顶法进行测试。

5.4.3 砌体结构的抗压强度和抗剪强度可采用下列方法确定：

- 1 用直接法检测确定；
- 2 利用砌筑块材、砌筑砂浆和砌筑质量等的检测结果推定砌体强度；
- 3 用直接法修正或验证推定强度。

5.4.4 砌体抗压强度直接法的检测应符合下列规定：

1 烧结普通砖和多孔砖砌体应采用现行国家标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315 规定的原位轴压法、扁式液压顶法或切制抗压试件法；

2 非烧结普通砖和多孔砖砌体应采用现行行业标准《非烧结砖砌体现场检测技术规程》JGJ/T 371 规定的原位轴压法或切制抗压试件法；

3 切制的抗压试件宜符合现行国家标准《砌体基本力学性能试验方法标准》GB/T 50129 的规定。

5.4.5 砌体抗剪强度直接法的检测应符合下列规定：

1 烧结普通砖和多孔砖砌体宜采用现行国家标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315 规定的原位单剪法或原位双剪法进行检测；也可采用现行行业标准《钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术规程》JGJ/T 368 规定的钻芯法进行检测。

- 2 非烧结普通砖和多孔砖砌体宜采用现行国家标准《砌体

工程现场检测技术标准》GB/T 50315 规定的原位单剪法进行检测；其中混凝土实心砖和混凝土多孔砖砌体可采用现行行业标准《钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术规程》JGJ/T 368 规定的钻芯法进行检测。

3 非烧结普通砖和多孔砖砌体也可采用现行行业标准《非烧结砖砌体现场检测技术规程》JGJ/T 371 规定的原位双剪法进行检测。

4 蒸压粉煤灰砖砌体可采用现行行业标准《钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术规程》JGJ/T 368 规定的钻芯法进行检测。

5.4.6 检测得到的砌体抗压强度或抗剪强度不宜用于推定砌筑砂浆或砌筑块材的强度。

5.4.7 依据砌筑块材、砌筑砂浆的检测数据和砌筑质量检测结果推定砌体强度应符合下列规定：

1 推定所用的计算公式应选用结构设计依据有关标准规定的适用公式。

2 计算公式中砌筑块材强度参数的取值应符合下列规定：

- 1) 用抗压强度平均值和标准值表示强度等级的砌筑块材，宜取推定的标准值；
- 2) 用强度平均值和最小值表示强度等级的砌筑块材，宜取检测得到的最小值；
- 3) 石材的强度等级宜使用 0.9 的折减系数；
- 4) 当砌筑块材存在严重缺陷时，可附加使用 0.9 的折减系数。

3 计算公式中砌筑砂浆强度系数宜按下列规定确定：

- 1) 当水平灰缝砂浆饱满度大于或等于 80% 时，砌筑砂浆强度参数宜取实测砌筑砂浆强度的平均值；
- 2) 当水平灰缝砂浆饱满度小于 80% 时，砌筑砂浆强度参数可在实测平均值的基础上乘以相应的折减系数；
- 3) 砌筑砂浆强度的折减系数可按实测饱满度的平均情况

与 80% 的比值确定。

4 当水平灰缝的平均厚度大于现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的限值时，宜将砌筑砂浆强度或计算得到的砌体强度乘以 0.9 的折减系数。

5 当水平灰缝的平直度和竖向灰缝的饱满度不符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定时，宜将计算得到的砌体抗剪强度乘以 0.9 的折减系数。

6 存在下列问题的砌体不宜单独采用推定砌体强度的方法：

- 1) 存在严重施工质量问题的砌体；
- 2) 直接遭受火灾影响且已出现明显损伤的砌体；
- 3) 受到侵蚀性物质影响且已出现明显损伤的砌体。

5.4.8 砌体抗压强度的直接法对推定法的修正或验证应符合下列规定：

1 有直接法对应的推定法试样的砌筑块材、砌筑砂浆和砌筑质量应在直接法待测试件附近或待测试件上测试。

2 每个检验批中直接法的试样数量应符合下列规定：

- 1) 采用修正方法时，砌体抗压强度的直接法试样数量不应少于 2 个；
- 2) 采用修正方法时，砌体抗剪强度的直接法试样数量不应少于 3 个；
- 3) 采用验证方法时，直接法的试样数量可为 1 个。

3 直接法的试样应按国家现行标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315、《非烧结砖砌体现场检测技术规程》JGJ/T 371 或《钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术规程》JGJ/T 368 的规定进行检测。

4 当采用材料强度系数或需要确定砌体强度标准值时，推定法测试的数量应符合下列规定：

- 1) 砌体抗压强度的推定法检测数量不宜少于 10 个；
- 2) 砌体抗剪强度的推定法检测数量不宜少于 15 个。

5 砌体强度的推定值应按本标准第 5.4.7 条的规定确定。

- 6 直接法对推定法的修正应符合下列规定：
 - 1) 有直接法对应的推定强度宜采用本标准附录 A 规定的综合系数和参数的一一对应方法进行修正或调整；
 - 2) 没有直接法对应的推定强度宜采用本标准附录 A 规定的综合系数和参数方法中规定的相应方法进行修正或调整。
 - 7 采用验证的方法时，直接法检测结果应高于推定强度。
- 5.4.9** 当将砌体强度的直接法用于估计火灾后或遭受严重腐蚀砌体强度损失时，直接法的检测应符合下列规定：
- 1 在设计砌筑块材强度等级和砌筑砂浆强度等级相同，且施工质量相近的遭受影响区域和未遭受影响区域的砌体上，应分别进行直接法的测试；
 - 2 每一区域的直接法测试数量可为 1 个~2 个；
 - 3 砌体强度的损失情况可取两个区域的检测结果比值进行估计。
- 5.4.10** 当采用构件承载力的分项系数且无须进行砌体强度的符合性判定时，同一检测批砌体强度代表值的确定应符合下列规定：
- 1 砌体抗压强度的代表值宜按下列规定确定：
 - 1) 砌体工程直接法的检测数量不应少于 2 个，既有结构推定砌体抗压强度的检测数量不宜少于 3 个；
 - 2) 检测结果的变异性可用检测数据的级差与检测数据平均值的比值表示；
 - 3) 当检测结果的变异性大于 0.17 时，应取检测数据的最小值作为砌体抗压强度的代表值；
 - 4) 当检测结果的变异性小于或等于 0.17 时，宜取检测数据的平均值作为砌体抗压强度的代表值。
 - 2 砌体抗剪强度的代表值宜按下列规定确定：
 - 1) 砌体工程直接法的检测数量不宜少于 3 个，既有结构推定的砌体抗剪强度检测数量不宜少于 4 个；

- 2) 检测结果的变异性可用检测数据的级差与检测数据平均值的比值表示；
- 3) 当检测结果的变异性大于 0.20 时，应取检测数据的最小值作为砌体抗剪强度的代表值；
- 4) 当检测结果的变异性小于或等于 0.20 时，宜取检测数据的平均值作为砌体抗剪强度的代表值。

3 当既有结构的砌体抗压强度推定数量不少于 5 个时，砌体抗压强度的代表值可取检测批 0.5 分位值推定区间的上限值。

4 当既有结构的砌体抗剪强度推定数量不少于 6 个时，砌体抗剪强度的代表值可取检测批 0.5 分位值推定区间的上限值。

5.4.11 砌体工程质量检测且采用直接法测试砌体强度时，同一检测批砌体强度的符合性判定应符合下列规定：

1 砌体抗压强度的符合性判定应符合下列规定：

- 1) 检测批抗压强度的检测数量不应少于 3 个。
- 2) 检测批抗压强度的变异性可用检测结果的级差与检测结果的平均值的比值表示。
- 3) 当检测批的变异性大于结构设计依据的有关标准的变异系数时，应取检测结果的最小值作为砌体抗压强度的代表值。
- 4) 当检测批的变异性小于或等于结构设计所依据有关标准的变异系数时，应取检测结果的平均值作为砌体抗压强度的代表值。
- 5) 砌体抗压强度标准值的推定值可用下式表示：

$$f_{k,e} = f_{m,e} \times (1 - 1.645\delta_R) \quad (5.4.11-1)$$

式中： $f_{k,e}$ ——砌体抗压强度标准值的推定值；

$f_{m,e}$ ——砌体抗压强度的代表值；

δ_R ——砌体抗压强度的变异系数，按设计依据的有关标准分析确定。

- 6) 砌体抗压强度的符合性判定，应将标准值的推定值 $f_{k,e}$ 与设计依据的有关标准的标准值 f_k 进行比较。

2 砌体抗剪强度的符合性判定应符合下列规定:

- 1) 检测批抗剪强度的检测数量不宜少于 4 个。
- 2) 检测批抗剪强度的变异性可用检测结果的级差与检测结果平均值的比值表示。
- 3) 当检测批的变异性大于结构设计依据的有关标准的变异系数时, 应取检测结果的最小值作为砌体抗剪强度的代表值。
- 4) 当检测批的变异性小于或等于结构设计所依据有关标准的变异系数时, 应取检测结果的平均值作为砌体抗剪强度的代表值。
- 5) 砌体抗剪强度标准值的推定值可用下式表示:

$$f_{kv,e} = f_{mv,e} \times (1 - 1.645\delta_{R,v}) \quad (5.4.11-2)$$

式中: $f_{kv,e}$ ——砌体抗剪强度标准值的推定值;

$f_{mv,e}$ ——砌体抗剪强度的代表值;

$\delta_{R,v}$ ——砌体抗剪强度的变异系数, 按设计依据的有关标准分析确定。

- 6) 砌体抗剪强度的符合性判定应将标准值的推定值 $f_{kv,e}$ 与设计依据的有关标准的标准值 f_{kv} 进行比较。

5.4.12 砌体强度设计值的推定值应在推定的标准值基础上除以设计依据标准规定的材料强度系数确定。

5.4.13 砌体工程采用直接法对推定法修正的方法检测砌体强度时, 砌体强度的符合性判定应符合下列规定:

- 1 直接法的测试数量和检测方法, 推定法的检测数量和推定方法, 以及直接法对推定强度的修正和调整方法应按本标准第 5.4.8 条的规定执行。

- 2 砌体抗压强度或砌体抗剪强度的平均值、标准差和变异系数应依据修正后样本的推定强度计算确定。

- 3 砌体强度的代表值宜取检测批 0.5 分位值推定区间的下限值。

- 4 砌体抗压强度标准值的推定值可用下式表示:

$$f_{k,e} = f_{m,e} \times (1 - 1.645\delta_R) \quad (5.4.13-1)$$

式中： $f_{k,e}$ ——砌体抗压强度标准值的推定值；

$f_{m,e}$ ——砌体抗压强度的代表值；

δ_R ——砌体抗压强度的变异系数，取修正后推定强度样本的计算值。

5 砌体抗剪强度标准值的推定值可用下式表示：

$$f_{kv,e} = f_{mv,e} \times (1 - 1.645\delta_{R,v}) \quad (5.4.13-2)$$

式中： $f_{kv,e}$ ——砌体抗剪强度标准值的推定值；

$f_{mv,e}$ ——砌体抗剪强度的代表值；

$\delta_{R,v}$ ——砌体抗剪强度的变异系数，取修正后推定强度样本的计算值。

5.4.14 既有砌体结构采用材料强度系数时，砌体强度标准值的推定应符合下列规定：

1 当抗压强度推定的数量不少于 5 个或抗剪强度推定的数量不少于 6 个时，砌体强度标准值的推定应符合下列规定：

1) 砌体强度的代表值宜取 0.5 分位值推定区间的上限值。

2) 砌体抗压强度的变异系数 δ_R 不宜小于 0.17，砌体抗剪强度的变异系数 $\delta_{R,v}$ 不宜小于 0.20。

3) 砌体抗压强度标准值的推定值可用下式表示：

$$f_{k,e} = f_{m,e} \times (1 - 1.645\delta_R) \quad (5.4.14-1)$$

式中： $f_{k,e}$ ——砌体抗压强度标准值的推定值；

$f_{m,e}$ ——砌体抗压强度的代表值。

4) 砌体抗剪强度标准值的推定值可用下式表示：

$$f_{kv,e} = f_{mv,e} \times (1 - 1.645\delta_{R,v}) \quad (5.4.14-2)$$

式中： $f_{kv,e}$ ——砌体抗剪强度标准值的推定值；

$f_{mv,e}$ ——砌体抗剪强度的代表值。

2 当砌体抗压强度推定的数量不少于 10 个或抗剪强度推定的数量不少于 15 个时，砌体强度标准值的推定应符合下列规定：

1) 砌体强度的代表值宜取 0.5 分位值推定区间的上限值；

2) 砌体抗压强度或抗剪强度的变异系数可依据推定数据

计算确定；

- 3) 砌体抗压强度和抗剪强度标准值的推定值可分别按式(5.4.14-1)和式(5.4.14-2)计算。

3 当检测批推定强度的数量可以满足本标准第3章标准值推定区间的控制要求时，砌体强度标准值的推定应符合下列规定：

- 1) 砌体强度的代表值宜取0.5分位值推定区间的上限值；
- 2) 砌体抗压强度或抗剪强度的变异系数可依据推定强度数据计算确定；
- 3) 砌体标准强度的推定值可取0.05分位值推定区间的上限值。

5.4.15 当采用材料强度系数进行砌体承载力分析时，砌体强度的评定值应为砌体强度标准值的推定值除以现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003规定的材料强度系数。

5.5 砌筑质量与构造

5.5.1 砌筑质量可分为砌筑方法、灰缝质量和砌筑偏差等检测分项。

5.5.2 砌体结构砌筑方法的检测可分为上下错缝、内外搭砌、留槎、洞口和柱的包心砌法等。

5.5.3 砌体结构的上下错缝、内外搭砌和柱的砌法可依据国家现行有关标准的规定对照砌筑构件实际情况进行检测。

5.5.4 砌体的留槎和施工洞口的处置措施可通过砌体开裂情况进行判定。

5.5.5 砌体结构砌筑质量的符合性判定或评定应符合下列规定：

- 1 结构工程质量的检测应按结构建造时的国家有关标准的规定对检测结论进行符合性判定；

- 2 既有结构的检测应在相关性能的评定中体现砌筑质量的不利影响。

5.5.6 灰缝质量的灰缝厚度代表值、灰缝平直程度和灰缝饱满

程度等的检测应符合下列规定：

1 灰缝厚度代表值和灰缝平直程度应按现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 规定的方法进行检测。

2 灰缝饱满程度可采用下列方法进行检测：

1) 利用工具表面检查的方法；

2) 取样检测的方法。

5.5.7 砌体结构灰缝质量的检测结论应按下列规定进行符合性判定或推定：

1 结构工程质量的检测应按结构建造时国家有关标准的规定对检测结论进行符合性判定。

2 既有结构的检测应在推定砌体强度时使用适当的折减系数。

5.5.8 砌筑偏差、构件垂直度和轴线偏差可按现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 规定的方法或本标准第 3 章规定的方法进行检测。

5.5.9 在结构作用效应计算时，应考虑砌筑偏差对作用效应的影响。

5.5.10 砌体结构的构造可分为基本构造、结构构造和配筋砌体构造等检测分项。

5.5.11 砌体结构基本构造的构件高厚比、梁垫的设置、构件搁置长度和构件间的连接可采用观察、剔凿检查、尺量和使用专用仪器测试等方法进行检测。

5.5.12 结构构造中的圈梁、构造柱或芯柱的设置可通过观察、测定构件中的钢筋和局部剔凿方法判定；混凝土构造的质量或性能可按本标准第 4 章的相关规定进行检测。

5.5.13 砌体中的钢筋，可按下列方法进行检测：

1 钢筋的配置与锈蚀可按本标准第 4 章规定的方法进行检测；

2 砌体中拉结筋的间距，应取 2 个～3 个连续间距的平均值作为代表值；

3 化学植筋的锚固力，应按现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 规定的方法进行检测。

5.5.14 结构工程质量的检测应按结构建造时国家有关标准的规定对结构构造的检测结论进行符合性判定；既有结构性能的评定应把结构构造存在问题的部位作为重点评定的对象。

5.6 结构构件的损伤

5.6.1 砌体结构的损伤可分为裂缝、环境侵蚀损伤和灾害损伤、钢筋和钢配件锈蚀等检测分项。

5.6.2 砌体结构的裂缝可按下列方法进行检测：

1 裂缝的长度可采用尺量、数砖的皮数等方法确定，裂缝的宽度可采用裂缝卡、裂缝检测仪确定，裂缝的深度可通过观察、打孔或取样的方法确定；

2 裂缝的位置、数量和实测情况应予以记录；

3 砌筑方法、留槎、洞口、线管及预制构件影响产生的裂缝应剔除构件抹灰确定。

5.6.3 砌体结构的裂缝可按现行行业标准《建筑工程裂缝防治技术规程》JGJ/T 317 的规定判定原因和后续检测项目。

5.6.4 当判定为地基不均匀变形造成的裂缝时，应进行下列检测：

1 进行结构沉降的观测，可按本标准第 3 章规定的方法进行观测；

2 进行结构倾斜的测量，可按本标准第 3 章规定的方法进行测量；

3 测定结构的累计沉降差；

4 裂缝的发展情况，可采取监测或持续观察的方法。

5.6.5 当判定为结构承载力不足造成的竖向受压贯通裂缝时，应进行构件承载力的验算。

5.6.6 对于判定为局部承压的裂缝，应进行砌体局部承压的验算。

- 5.6.7 当判定为太阳辐射热裂缝时，应进行下列检测：
- 1 局部防水渗漏的检查；
 - 2 屋面保温隔热层的检测；
 - 3 墙体局部倾斜的检测。
- 5.6.8 当判定为温度裂缝时，应进行下列检测和调查：
- 1 调查当地气温的变化情况；
 - 2 调查墙体的保温情况；
 - 3 核查房屋伸缩缝的间距；
 - 4 核查建筑内部的热源等情况。
- 5.6.9 砌体结构的侵蚀损伤可分为环境作用的损伤、化学物质侵蚀的损伤和火灾等造成的损伤。
- 5.6.10 砌体结构的冻融损伤可在下列部位查找：
- 1 容易出现积水和积雪的部位；
 - 2 砌体房屋勒脚出现破损的部位；
 - 3 墙体出现渗漏的部位；
 - 4 散水部位等。
- 5.6.11 土壤中有害物质侵蚀的影响可在砌体防潮层与室外地坪之间查找。
- 5.6.12 砌体结构的化学物质侵蚀损伤可在有相应侵蚀性物质处查找。
- 5.6.13 当砌体结构出现环境作用和化学物质侵蚀损伤时，应判定砌体结构已出现耐久性极限状态的标志。
- 5.6.14 对于火灾的影响，应通过全面的调查将过火砌体结构识别为下列五种状况：
- 1 未遭受火灾影响；
 - 2 表层受到影响；
 - 3 表面出现损伤；
 - 4 构件出现破坏现象；
 - 5 局部倒塌。
- 5.6.15 砌体结构的损伤情况可采取下列检测方法：

- 1 损伤的部位可用轴线和楼层表示；
- 2 损伤的面积可用钢卷尺、测距仪测定；
- 3 损伤影响深度和程度可用游标卡尺等结合剔凿的方法确定。

5.6.16 对表层受到火灾影响的砌筑块材，可采用下列回弹法比较的方法测试火灾的影响程度：

- 1 对遭受火灾等影响和未遭受火灾等影响的同样使用环境、同样设计强度等级的砌筑块材，可分别进行回弹法的测试；

- 2 每个测试区域的砌筑块材回弹测试的数量可为 10 个～15 个；

- 3 测试时砌筑块材的干燥程度不应有明显的差异，且弹击角度应相同；

- 4 回弹测试值的代表值宜分别取各区域回弹测试值的总平均值；

- 5 当遭受影响块材的回弹代表值大于或等于未遭受影响块材的代表值时，可评价为火灾对砌筑块材的影响不明显；

- 6 当遭受影响块材的回弹代表值小于未遭受影响块材的代表值时，可评价为影响明显，但尚未达到明显损伤的程度；

- 7 砌筑块材表层强度受影响程度可用回弹代表值的比值确定。

5.6.17 当砌体构件的水平灰缝存在膨胀性裂缝且灰缝对应有钢筋时，应检查灰缝中钢筋的锈蚀情况。

5.6.18 当存在灰缝中钢筋的锈蚀现象时，应取样检测砌筑砂浆中氯离子的含量。

5.7 砌体结构的评定

5.7.1 既有砌体结构存在下列问题时，应进行罕遇地震抗震鉴定和偶然作用下抗倒塌能力的评定：

- 1 存在砌筑方法问题；
- 2 存在砌筑构造问题；

- 3 存在结构构造问题；
 - 4 存在严重砌筑质量问题。
- 5.7.2** 既有砌体抵抗罕遇地震能力应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 的有关规定进行鉴定；鉴定时可不考虑存在严重问题构件的抗震作用。
- 5.7.3** 既有砌体结构在爆炸和碰撞等偶然作用下的抗倒塌能力，可按下列方法进行评定：
- 1 可能遭受爆炸和碰撞直接影响的砌筑构件，部分或完全丧失承载力；
 - 2 进行结构剩余构件抗倒塌或连续倒塌能力的评定。
- 5.7.4** 砌筑构件受压承载力的分项系数可按下列方法分析确定：
- 1 在作用效应的可靠指标 β_s 为 2.05 时，构件承载力的可靠指标 β_R 不宜小于 3.0；
 - 2 构件承载力的变异系数 δ_R 宜按本标准附录 F 规定的方法分析确定；
 - 3 当缺少试验数据时，构件受压承载力的变异系数 δ_R 可取 0.17；
 - 4 砌筑构件受压承载力的分项系数应按本标准式 (3.6.10-2) 计算确定。
- 5.7.5** 砌筑构件受剪承载力的分项系数可按下列方法分析确定：
- 1 当作用效应的可靠指标 β_s 为 2.05 时，构件承载力的可靠指标 β_R 不宜小于 3.0；
 - 2 构件承载力的变异系数 $\delta_{R,V}$ 宜按本标准附录 F 规定的方法分析确定；
 - 3 当缺少试验数据时，构件受剪承载力的变异系数 $\delta_{R,V}$ 可取 0.20；
 - 4 砌筑构件受剪承载力的分项系数应按本标准式 (3.6.10-2) 计算确定。
- 5.7.6** 使用构件承载力分项系数时，构件承载力计算公式中的强度参数可取实测强度的代表值。

5.7.7 既有砌体结构宜按本标准第4.8节的规定进行多遇地震的抗震适用性评定。

5.7.8 在进行多遇地震作用下适用性的评定时，层间位移应通过计算确定。

5.7.9 直接受到环境侵蚀或化学物质侵蚀影响的砌筑块材，当存在未受影响的同品种和同强度等级的砌筑块材时，可采用下列回弹测试方法估计受到侵蚀影响砌筑块材的剩余使用年数：

1 受到侵蚀影响和未受侵蚀影响的砌筑块材应分别进行回弹测试，并应以回弹测试的平均值作为代表值。

2 当受到侵蚀影响砌筑块材的回弹代表值明显低于未受侵蚀影响砌筑块材的回弹代表值时，可按下列规定进行分析：

1) 受到侵蚀影响砌筑块材的回弹代表值与未受侵蚀影响砌筑块材的回弹代表值的比值可记为 ζ ；

2) 受到侵蚀影响砌筑块材的实际受侵蚀影响年数可记为 t_1 。

3 受到侵蚀影响砌筑块材出现耐久性极限状态标志的总年数 t_2 可按下列式估算：

$$t_2 = t_1 / (1 - \zeta) \quad (5.7.9-1)$$

式中： t_2 ——按线性规律预估受到侵蚀影响砌筑块材出现耐久性极限状态标志的年数；

t_1 ——砌筑块材受侵蚀影响的实际年数；

ζ ——回弹代表值的比值，小于1.0。

4 受到侵蚀影响砌筑块材的剩余使用年数 t_3 可按下列式计算确定：

$$t_3 = (t_2 - t_1) / 2 \quad (5.7.9-2)$$

式中： t_3 ——受到侵蚀影响砌筑块材的剩余使用年数估计值。

5.7.10 遭受冻融和硫酸盐侵蚀影响的砌筑块材，可采用取样比对快速检验的方法推定剩余使用年数。

6 钢 结 构

6.1 一 般 规 定

6.1.1 钢结构可分为材料力学性能、连接、节点、尺寸与偏差、变形与损伤、构造与稳定、涂装防护等检测项目。

6.1.2 钢结构检测的抽样数量应符合下列规定：

1 外部缺陷、损伤、锈蚀、变形以及涂装等外观项目宜全数检查；

2 为验收实施的检测数量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 工程质量的检测和既有结构性能的检测应符合本标准第 3 章计数抽样的规定。

6.1.3 对于大型、复杂和新型钢结构，宜进行结构性能的实荷检验和结构动力性能的测试。

6.1.4 既有钢结构除应进行承载能力等评定外，尚应进行抗火灾倒塌、低温冷脆、疲劳破坏、累积损伤、抗震适用性、高耸结构抗风适用性、有机涂装层的剩余使用年数等检测和评定。

6.2 钢材的力学性能

6.2.1 结构构件钢材的力学性能可分为屈服强度、抗拉强度、伸长率、冷弯和冲击功等检测分项。

6.2.2 当发现结构中的钢材存在下列状况时，应对钢材力学性能进行检验：

- 1 钢材有分层或层状撕裂；
- 2 钢材有非金属夹杂或夹层；
- 3 钢材有明显的偏析；
- 4 钢材检验资料缺失或对检验结果有异议等。

6.2.3 当工程尚有与结构同批的钢材时，可将其加工成试件，进行钢材力学性能检验；当工程没有与结构同批的钢材时，可在构件上截取试样，进行钢材力学性能检验。

6.2.4 在构件上截取试样检验钢材力学性能应符合下列规定：

1 屈服强度和抗拉强度等的检测应符合下列规定：

- 1) 每组的取样数量不应少于 2 个；
- 2) 检验方法应符合现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 的有关规定。

2 冷弯检测应符合下列规定：

- 1) 每组取样数量不应少于 2 个；
- 2) 检验方法应符合现行国家标准《金属材料 弯曲试验方法》GB/T 232 和《焊接接头弯曲试验方法》GB/T 2653 的有关规定。

3 冲击韧性的检测应符合下列规定：

- 1) 每组取样数量不应少于 3 个；
- 2) 检验方法应符合现行国家标准《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》GB/T 229 和《焊接接头冲击试验方法》GB/T 2650 的有关规定。

4 抗层状撕裂性能的检测应符合下列规定：

- 1) 每组取样数量不应少于 3 个；
- 2) 检验方法应符合现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313 的有关规定。

6.2.5 当检验结果与调查获得的钢材力学性能参数或有关钢材产品标准的规定不相符时，可加倍抽样进行检验。

6.2.6 从构件选取试样时，钢材的强度等级和钢材的品种可采用表面硬度或直读光谱法进行辅助检测。钢材表面硬度的检测操作应符合本标准附录 N 的规定。

6.2.7 发现明显的偏析、受到灾害的影响或需要了解钢材化学成分时，应进行钢材化学成分的分析。

6.2.8 钢材化学成分的分析应符合下列规定：

1 取样应符合现行国家标准《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222 的有关规定；

2 进行过力学性能分析的试样可作为钢材化学成分分析的试样；

3 分析的操作应按现行行业标准《金属材料 顶锻试验方法》YB/T 5293 的有关规定执行；

4 检验结果应按国家现行有关产品标准进行评定。

6.2.9 既有结构缺少钢材力学性能的数据时，应采取下列方法进行试验：

1 钢材的品种和强度等级可采用表面硬度附加直读光谱法进行判别；

2 每一品种钢材的取样数量不应少于 1 组；

3 检验得到的最小值或钢材屈服强度标准值可作为分析用数据。

6.2.10 既有钢结构取样难度较大时，也可采用表面硬度法附加直读光谱法判定钢材的强度等级。结构验算时，材料强度的取值不宜大于国家有关标准规定的强度标准值。

6.3 连 接

6.3.1 钢结构的连接可分为焊接连接、螺栓和铆钉连接、高强螺栓连接等。

6.3.2 焊接连接的检测可分为焊缝外观检查、焊缝构造及其尺寸、焊缝缺陷和焊缝力学性能等检测分项。

6.3.3 钢结构焊缝外观检查应选取现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规定的适用方法。

6.3.4 焊缝的裂纹等可采用渗透探伤或磁粉探伤的方法进行检测。

6.3.5 焊缝裂纹等的渗透探伤和磁粉探伤操作应符合现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的有关规定。

6.3.6 焊缝尺寸应包括焊缝长度、焊缝余高和角焊缝的焊脚尺寸。测量焊缝余高和焊脚尺寸时，应沿每处焊缝长度方向均匀测量 3 点，取其算术平均值作为实际尺寸。

6.3.7 对设计上要求全焊透的一、二级焊缝和设计上没有要求的钢材等强对焊拼接焊缝的缺陷，应采用下列超声波探伤的方法进行检测：

1 焊缝缺陷的超声波检测操作应符合现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的有关规定；

2 焊缝缺陷分级应符合现行国家标准《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》GB/T 11345 的有关规定。

6.3.8 钢网架中焊缝可采用超声波探伤的方法进行检测，检测操作应符合现行行业标准《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203 的有关规定。

6.3.9 焊接接头力学性能的取样检验应符合下列规定：

1 焊接接头力学性能的检验可分为拉伸、面弯和背弯等项目，每个检验项目可各取 2 个试样；

2 焊接接头的检验方法应符合现行国家标准《焊接接头拉伸试验方法》GB/T 2651 和《焊接接头弯曲试验方法》GB/T 2653 等的规定；

3 焊接接头焊缝的强度不应低于母材强度的最低保证值。

6.3.10 在截取焊接接头试样时，可采用表面硬度附加直读光谱法的方法进行焊材与母材的判别。

6.3.11 对既有钢结构的焊缝和焊接接头焊缝的检查应包括焊缝的锈蚀和开裂状况。

6.3.12 既有钢结构的焊缝和焊接接头存在锈蚀和开裂时，可按现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的规定采用渗透探伤或磁粉探伤等方法进行检测。

6.3.13 螺栓和铆钉连接质量检测的内容可分为连接的尺寸及构造、螺栓和铆钉的等级、螺栓连接副力学性能等；既有钢结构螺栓和铆钉连接可增加变形、损伤、腐蚀状况等检测项目。

6.3.14 螺栓和铆钉连接的尺寸和构造宜进行下列检测：

- 1 螺栓和铆钉的规格、孔径、间距、边距；
- 2 螺栓和铆钉的质量等级、数量、排列方式；
- 3 节点板尺寸和构造；
- 4 高强度螺栓连接的螺母数量、螺栓头露出螺母的长度、节点板及母材的厚度。

6.3.15 螺栓和铆钉等级，可采用表面硬度结合直读光谱方法判定。当不能确定等级时，可取样进行力学性能检验。

6.3.16 螺栓连接副力学性能的检测应符合下列规定：

1 螺栓材料性能、螺母和垫圈硬度等的检测应符合下列规定：

- 1) 螺栓楔负载、螺母保证载荷以及螺母和垫圈硬度应按现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 和《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB/T 16939 规定的适用方法进行检测；
- 2) 其判定应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632、《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB/T 16939 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

2 普通螺栓的实物最小拉力等检测应符合下列规定：

- 1) 螺栓实物最小载荷及硬度应按现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 和《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2 规定的适用方法进行检测；
- 2) 符合性判定应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1、《紧固件机械性能

能 螺母》GB/T 3098.2 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

6.3.17 既有钢结构螺栓和铆钉连接的变形或损伤宜进行下列检测：

- 1 螺杆或铆钉断裂、弯曲；
- 2 螺栓或铆钉脱落、松动、滑移；
- 3 连接板栓孔挤压破坏；
- 4 腐蚀状况。

6.3.18 螺栓和铆钉的松动或断裂等可采用锤击结合观察的方法检测。

6.3.19 高强度大六角头螺栓连接副材料性能和扭矩系数的检验方法和检验规则应符合国家现行标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的规定。

6.3.20 高强度螺栓的缺陷宜采用低倍放大镜观察、磁粉探伤或渗透探伤方法进行检测。

6.3.21 扭剪型高强度螺栓连接副材料性能和预拉力的检验方法和检验规则应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

6.3.22 扭剪型高强度螺栓连接质量可检查螺栓端部的梅花头数量；工程质量的符合性判定应符合本标准第 3 章主控项目计数抽样的有关规定。

6.3.23 高强度螺栓连接质量可检查外露丝扣；工程质量的符合性判定应符合本标准第 3 章一般项目计数抽样的有关规定。

6.3.24 当缺少检验报告或对检验报告有怀疑时，可采用下列方法进行检验：

1 当有剩余螺栓时，可作为检验用试样，但应进行剩余高强度螺栓与构件上高强度螺栓的表面硬度和直读光谱的对照

检测；

2 当没有剩余螺栓时，可从结构上替换出螺栓进行检验；

3 检验方法应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

6.3.25 既有钢结构高强度螺栓的腐蚀和损伤可采用低倍放大镜观察、磁粉探伤或渗透探伤方法进行检测。

6.4 节 点

6.4.1 钢结构的节点可分成支座节点、吊车梁节点、网架球节点、杆件平面节点、钢管相贯焊接节点、铸钢节点和拉索节点等。

6.4.2 支座节点可分成下列检测项目：

- 1 支座节点的整体与细部构造；
- 2 支座加劲肋的尺寸、布置、制作安装偏差、变形与损伤；
- 3 支座销轴和销孔的尺寸、制作安装偏差、变形与损伤；
- 4 支座变形、移位与沉降；
- 5 橡胶支座的变形与老化程度；
- 6 支座节点的腐蚀状况等。

6.4.3 吊车梁节点可分成下列检测项目：

- 1 连接板和加劲肋的尺寸与定位；
- 2 制作安装偏差与变形；
- 3 梁端节点位置；
- 4 轨道中心与吊车梁腹板中心偏差；
- 5 轨道连接状况；
- 6 支座变形；
- 7 支座垫板磨损；
- 8 车挡变形；
- 9 节点腐蚀状况。

- 6.4.4 网架螺栓球节点和焊接球节点可分成下列检测项目：
- 1 节点零件尺寸；
 - 2 锥头或封板变形与损伤；
 - 3 球壳变形与损伤；
 - 4 节点腐蚀状况。
- 6.4.5 杆件平面节点可分成下列检测项目：
- 1 杆件尺寸与偏差；
 - 2 杆件轴线的偏差；
 - 3 连接板尺寸与定位位置；
 - 4 杆件与连接板的连接形式、损伤与腐蚀；
 - 5 杆件与连接板的局部变形；
 - 6 杆件出平面的位移与变形。
- 6.4.6 钢管相贯焊接节点的检测内容应包括下列项目：
- 1 主管和支管直径、壁厚、相贯角度；
 - 2 搭接长度和偏心；
 - 3 主管和支管的焊缝构造、焊缝长度和高度；
 - 4 加劲肋和加强板的尺寸和位置；
 - 5 节点板变形；
 - 6 节点腐蚀状况。
- 6.4.7 铸钢节点可分成下列检测项目：
- 1 节点几何形状和尺寸；
 - 2 节点材料特性；
 - 3 节点外观质量；
 - 4 节点内部缺陷；
 - 5 节点腐蚀状况。
- 6.4.8 拉索节点的检测内容应包括下列项目：
- 1 拉索和锚具的材料特性；
 - 2 锚具形状和尺寸；
 - 3 拉索与锚具间的滑移；
 - 4 拉索和锚具的损伤；

- 5 拉索断丝状况；
 - 6 锚塞密实程度；
 - 7 节点工作状态；
 - 8 节点腐蚀状况。
- 6.4.9** 各类节点的检测方法应符合下列规定：
- 1 尺寸与构造检查，宜采用直接测量和目视检测法进行检查；
 - 2 内部缺陷检测，可采用超声波方法进行检测；
 - 3 材料等级判定与力学性能检测，应在保证结构安全的前提下进行抽样检测；
 - 4 锈腐蚀和损伤等问题，可采用渗透探伤、磁粉探伤或直接量测的方法进行检测。
- 6.4.10** 钢网架焊接球节点、螺栓球节点的尺寸和壁厚的检测应符合下列规定：
- 1 焊接球和螺栓球的尺寸应分别按现行行业标准《钢网架焊接空心球节点》JG/T 11 和《钢网架螺栓球节点》JG/T 10 规定的适用方法进行检测；
 - 2 焊接球的壁厚可采用超声测厚仪检测，检测前应清除饰面层。
- 6.4.11** 网架螺栓球节点的承载力可从结构中取出节点进行检验。
- 6.4.12** 厚度大于或等于 8mm 钢材内部缺陷可采用超声波探伤法进行检测，其检测操作应符合现行国家标准《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》GB/T 11345 的规定。

6.5 尺寸与偏差

- 6.5.1** 钢结构的偏差应分为构件尺寸的偏差和构件的安装偏差。
- 6.5.2** 钢构件尺寸的检测应符合下列规定：
 - 1 抽样检测构件的数量不宜少于本标准表 3.3.10 规定的最小样本容量；

- 2 构件的尺寸宜选择对构件性能影响较大的 3 个部位量测；
- 3 构件的尺寸应按国家有关产品标准的规定进行量测；
- 4 构件钢材的厚度和钢网架等钢管的壁厚可采用超声测厚仪测定；
- 5 当设计要求的尺寸相同时，应取 3 个部位量测的平均值作为代表值。

6.5.3 钢构件尺寸偏差的计算应符合下列规定：

- 1 钢构件的尺寸应以设计文件要求值为基准；
- 2 钢构件的尺寸偏差允许值的确定应符合下列规定：
 - 1) 既有钢构件尺寸偏差允许值的取值应符合现行国家《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定；
 - 2) 结构工程钢构件尺寸偏差允许值应按建造时有关标准的规定确定。

6.5.4 检测批钢构件尺寸的符合性判定应符合下列规定：

- 1 构件的重要尺寸可按本标准表 3.5.3-1 或表 3.5.3-2 进行符合性判定；
- 2 构件的一般尺寸应按照本标准表 3.5.3-3 或表 3.5.3-4 进行符合性判定。

6.5.5 钢构件安装偏差的检测方法和偏差允许值的取值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。

6.5.6 空间网格结构小拼单元偏差应按适用的检测方法进行检测，偏差允许值的取值应符合现行行业标准《空间网格结构技术规程》JGJ 7 的有关规定。

6.5.7 钢网架中杆件的不平直度，可用拉线的方法或全站仪检测，其不平直度不得超过杆件长度的 0.1%。

6.6 变形与损伤

6.6.1 钢结构的变形可分成结构构件的挠度、倾斜、构件及其腹板的侧弯和杆件的弯曲等。

- 6.6.2 钢结构构件的挠度、倾斜等变形与位移和基础沉降等可分别按本标准第3章规定的方法进行检测。
- 6.6.3 构件出平面弯曲变形和板件凹凸等变形情况，可用观察和尺量的方法进行检测。
- 6.6.4 钢网架球节点之间杆件的弯曲，可用拉线的方法或全站仪检测，在既有结构的检测时，应区分杆件的偏差与受力后的弯曲。
- 6.6.5 节点板的出平面变形和侧向位移可用全站仪或拉线的方法检测。
- 6.6.6 构件的损伤应包括：锈蚀程度、碰撞变形与撞击痕迹、火灾后强度损失与损伤，以及累积损伤等造成的裂纹等。
- 6.6.7 钢构件锈蚀程度检测应符合下列规定：
- 1 检测前应清除待测表面积灰、油污、锈皮等；
 - 2 对大面积锈蚀情况，应沿其长度方向选取3个锈蚀较严重的区段，每个区段应选取8个~10个测点测量锈蚀程度，锈蚀程度的代表值应为取3个区段锈蚀最大值的平均值；
 - 3 对局部锈蚀情况，应在锈蚀区域选取8个~10个测点进行测量，锈蚀代表值应取锈蚀测点的最大值。
- 6.6.8 钢材剩余厚度应为未锈蚀的厚度减去锈蚀的代表值，钢材未锈蚀的厚度可在该构件未锈蚀区量测。
- 6.6.9 碰撞等造成钢结构构件的变形和钢材的撞痕可采用直尺拉线或靠尺量测的方法进行检测。
- 6.6.10 普通热轧结构钢在高温下及高温过火冷却后的屈服强度降低系数可按现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008的规定确定。
- 6.6.11 火灾后钢结构的损伤可按现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008的规定进行检测。
- 6.6.12 碰撞等事故发生后，应对构件的连接、节点和紧固件的损伤进行检查和检测。
- 6.6.13 当钢结构材料发生烧损、变形、断裂等情况时，宜进行

钢材金相的检测。

6.6.14 钢材裂纹可采用观察的方法和渗透法检测。

6.6.15 钢材裂纹渗透法的检测，应符合下列规定：

- 1 检测部位的表面及其周围 20mm 范围内应打磨光滑；
- 2 打磨表面应用清洗剂清洗干净；
- 3 表面干燥后应喷涂渗透剂，渗透时间不应少于 10min；
- 4 表面多余的渗透剂应用清洗剂清除；
- 5 喷涂显示剂，10min~30min 后可观察裂纹的显示。

6.6.16 对风作用敏感的高层建筑屋顶钢构件等的累积损伤，可按下列方法进行检测：

1 在构件受风作用应力较大部位和附近连接部位查找缺陷、损伤和裂纹；

2 对怀疑有裂纹的部位，可采用放大镜目测结合渗透法或超声波探伤等检测方法进行确认；

3 风作用应力较大部位和附近连接部位存在裂纹时，可判定该构件具有累计损伤破坏的可能；

4 风作用应力较大部位和附近连接部位存在缺陷和损伤时，应定期检测或进行累计损伤的推定。

6.6.17 严寒和寒冷地区室外钢构件及其连接低温脆破坏的检测应符合下列规定：

1 检测位置宜布置在构件的下列部位：

- 1) 应力较大的部位；
- 2) 构造复杂的部位；
- 3) 应力集中部位；
- 4) 厚板构件；
- 5) 焊缝或螺栓孔等存在缺陷或损伤的部位。

2 检测对象宜为钢材或连接缺陷、锈蚀、损伤以及高应力等造成的裂纹。

3 钢材或连接裂纹的检测宜采用放大镜目测检查以及磁粉、渗透或超声波探伤等方法。

6.7 构造与稳定

- 6.7.1 钢结构构造应包括支撑的设置、支撑中杆件的长细比、构件杆件的长细比和保证构件局部稳定的加劲肋。
- 6.7.2 钢结构支撑体系的连接可按本章第 6.3 节的规定进行检测；构件和杆件的尺寸可按本章第 6.4 节的规定进行测定。
- 6.7.3 钢结构构件截面的宽厚比应按构件的实测尺寸进行核算。
- 6.7.4 钢结构支撑杆件和构件杆件宜接受压杆件考虑长细比，平面类杆件尚应考虑平面内和平面外长细比的差别。
- 6.7.5 网架球节点间的杆件出现弯曲宜初步判定尚存在稳定性问题，在进行计算分析时，应考虑不同荷载组合下杆件的内力，以及施工过程造成的附加内力等。
- 6.7.6 平面屋架的杆件出现平面外的弯曲，节点板出现平面外的位移或变形时，可初步评价存在失稳的问题。
- 6.7.7 钢构件腹板出现侧弯时，应评定为局部稳定问题。
- 6.7.8 当对网架中杆件、平面屋架杆件和钢构件腹板等的稳定有疑问时，宜进行实荷检验或模型试验。

6.8 涂装防护

- 6.8.1 钢构件涂装防护可分成涂层和拉索外包裹防护层等。
- 6.8.2 当钢结构工程有同批剩余防护涂料时，应按现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008 的规定进行防护涂料质量的检验。
- 6.8.3 钢结构的涂层可分为外观检查、涂层完整性和涂层厚度等检测分项。
- 6.8.4 钢结构涂层外观质量和完整性宜采用观察的方法进行检查；对于存在问题的构件或杆件，宜逐根进行检测或记录。
- 6.8.5 钢结构防腐涂层厚度的检测应符合下列规定：
- 1 漆层厚度可用漆层测厚仪检测；
 - 2 检测仪器和检测的操作应符合现行国家标准《钢结构现

场检测技术标准》GB/T 50621 的有关规定；

3 抽检构件的数量可按本标准第 3 章的规定确定；

4 每个构件的检测宜符合下列规定：

1) 每个构件宜布置 5 个测区；

2) 每个测区宜布置 3 个测点，相邻两测点的距离宜大于 50mm。

6.8.6 钢结构防火涂层厚度的检测应符合下列规定：

1 薄型防火涂料涂层厚度可采用涂层厚度测定仪进行检测；

2 厚型防火涂料涂层厚度应采用测针和钢尺进行检测，量测方法应符合现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的规定。

6.8.7 钢结构防火涂层的评定应符合下列规定：

1 薄型防火涂料的涂层厚度应符合有关耐火极限的设计要求；

2 厚型防火涂料涂层的评定应符合下列规定：

1) 符合有关耐火极限的设计要求的厚度应大于构件表面积 的 80%；

2) 最薄处的厚度不应低于设计要求值的 85%。

6.8.8 既有钢构件应进行有机涂层的老化和无机涂层的损伤与失效的检测。

6.8.9 通过检测应将有机涂层分成下列四类状况：

1 涂层完好、无明显色泽改变且无明显失去光泽；

2 涂层完好，有色泽改变或失去光泽；

3 大面积严重失色、局部出现粉化脱落或涂层表面出现锈迹；

4 涂层出现大面积粉化、开裂和脱落，钢材已锈蚀。

6.8.10 对于既有结构有机防腐涂层的评定应符合下列规定：

1 对于大面积严重失色、失光或出现锈迹的防腐涂层，应建议进行重新涂刷；

2 对于已经明显锈蚀的构件，应对锈蚀量进行检测，并应

根据检测结果进行构件承载力的评定。

6.8.11 通过检测应将无机防火涂层分成下列四类状况：

- 1 涂层完好，无受潮、霉变、开裂、空鼓和起翘等现象；
- 2 涂层基本完好，无受潮和霉变等现象，但局部存在开裂、空鼓或起翘等现象；
- 3 涂层存在局部受潮或脱落现象；
- 4 涂层大面积受潮或经历水的冲淋。

6.8.12 拉索外包装防护层的检测应符合下列规定：

- 1 检测项目可分成拉索外包装防护层外观质量和索夹充填缝等；
- 2 检测可采用观察的方式；
- 3 检测对象宜为全部拉索外包装防护层。

6.9 结构性能实荷检验与动测

6.9.1 大型复杂或新型钢结构可按现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008 或本标准附录 E 的规定进行原位适用性实荷检验。

6.9.2 钢结构的原位适用性实荷检验应符合下列规定：

- 1 检验荷载不应超过结构承受的可变荷载标准值；
- 2 检验荷载应分级施加；
- 3 每级检验荷载施加后应对检测数据进行分析；
- 4 存在下列问题时，应采取卸除检验荷载的措施：
 - 1) 构件的应变达到或接近屈服应变；
 - 2) 构件的位移或变形超出预期的情况；
 - 3) 构件出现平面外的变形；
 - 4) 构件出现局部失稳的迹象。

6.9.3 对钢结构或构件的承载力有疑义时，宜进行足尺模型的荷载试验；也可按本标准附录 E 的规定进行原位实荷检验。

6.9.4 钢结构构件承载力的原位实荷检验应制定详细的检验方案，并应征询有关各方的意见。

6.9.5 实荷检验和荷载试验应选用适用的方法实时监测钢结构杆件的应力、位移或变形。

6.9.6 对于大型重要和新型钢结构，宜进行实际结构动力性能的测试，确定结构自振周期等动力参数，结构动力测试应符合本标准附录 B 的规定。

6.10 既有钢结构的评定

6.10.1 对于放置了可燃物的钢结构，应按下列规定进行抗火灾倒塌的评定：

1 未设置喷淋设施的钢结构可按下列方法评价可燃物全部燃烧的持续时间与结构构件耐火极限的关系：

- 1) 单位体积可燃物的燃烧热值可按国家现行有关标准规定的数值或有关资料提供的数值确定；
- 2) 可燃物燃烧持续的时间可通过可燃物总量和燃烧速度分析确定；
- 3) 金属材料变态温度可按现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008 的规定确定。

2 设置喷淋设施的钢结构，应评价烟感、喷淋设施和防火分区设施的有效性。

6.10.2 在具有较多可燃物附近的既有钢结构，应进行下列抗火灾倒塌评定：

- 1 建筑的防火间距；
- 2 建筑结构和外围护结构的可燃性和防火能力。

6.10.3 在进行钢结构抗火灾倒塌评定时，应进行钢结构内排烟措施和疏散措施的评价。

6.10.4 既有钢构件疲劳损伤的检测可按现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008 的有关规定执行。

6.10.5 未出现疲劳损伤的既有钢构件宜按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008 规定的方法

推断疲劳损伤剩余使用时间。

6.10.6 具备下列条件时，可对高层建筑屋顶既有钢构件风作用下累积损伤进行推定：

1 具有现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 规定的疲劳抗力或现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 规定的等效常幅疲劳模型；

2 获取有关风速的统计数据；

3 钢构件第 1 振型的周期。

6.10.7 在进行累积损伤推定时，宜按下列规定将现行行业标准《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091 的疲劳抗力方程式进行转换：

1 下式中的参数 C 和 m 应取现行行业标准《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091 的规定值：

$$\lg N + m \lg \sigma = C \quad (6.10.7)$$

式中： \lg ——常用对数；

N ——疲劳失效时的循环次数；

σ ——钢构件疲劳破坏的等应力幅；

m 、 C ——通过试验确定的疲劳抗力方程参数。

2 现行行业标准《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091 规定的 $[\sigma_0]$ 至钢材或连接等屈服强度标准值之间可分成若干等级，并用 σ_i 表示各等级的应力幅。

3 对应于 σ_i 的疲劳失效循环次数 N_{σ_i} ，可将 σ_i 分别带入式 (6.10.7) 计算确定。

4 超过屈服强度标准值的疲劳失效循环次数可按下列方法估计：

1) 极限强度标准值对应的疲劳循环次数可近似为等于 1；当采用理想弹性模型时，宜将极限强度标准值转换成极限强度标准值对应的应变；

2) 屈服强度标准值对应的循环次数应按式 (6.10.7) 计算确定，当采用理想弹塑性模型时，宜将屈服强度标

准值转换成屈服强度标准值对应的应变；

- 3) 处于极限强度标准值或应变与屈服强度标准值或应变之间的应力或应变，对应的循环次数可按线性规律进行推定。

6.10.8 高层建筑屋顶钢构件在风荷载作用下的累积损伤可按下列方法进行预测：

- 1 将典型的 2min 平均风速转换成风压，计算风压造成构件应力的最大增量；

- 2 当风压造成应力增量对应的循环失效次数 N_{σ_i} 小于或等于 200 万次时，宜按下列规定确定该应力幅在一年内的近似出现次数：

- 1) 该应力幅在 1h 内出现的次数 $N_{\sigma_i, h}$ 可采用 1h 与该构件第 1 振型周期的倍数确定；
- 2) 该应力幅在一年内出现的次数 $N_{\sigma_i, a}$ 可用 1h 内出现的次数 $N_{\sigma_i, h}$ 与该风速一年内出现次数相乘确定；
- 3) 该应力幅等级一年内出现的次数 $N_{\sigma_i, a}$ 可将所有与 σ_i 相近的 $N_{\sigma_i, a}$ 合并确定。

- 3 该应力幅等级的年出现次数分析完成后，可按下式计算该应力幅等级的年累积损伤循环次数比：

$$\xi_{\sigma_i} = N_{\sigma_i, a} / N_{\sigma_i} \quad (6.10.8-1)$$

式中： ξ_{σ_i} ——该应力幅等级的年累积损伤循环次数比；

$N_{\sigma_i, a}$ ——应力幅等级 σ_i 一年内出现的次数；

N_{σ_i} ——等应力幅为 σ_i 时钢材出现疲劳失效的循环次数。

- 4 所有应力幅等级的年累积损伤循环次数比可按下式进行线性累积：

$$\xi_{a, n} = \sum_{j=0}^n \xi_{\sigma_i, j} \quad (6.10.8-2)$$

式中： $\xi_{a, n}$ ——所有应力幅等级的年累积损伤循环次数比；

$\xi_{\sigma_i, j}$ ——第 j 个应力幅等级的年累积损伤循环次数比。

- 5 当年线性累计损伤循环次数比 $\xi_{a, n}$ 与使用年数相乘后大

于或等于 1.0 时，可推断可能出现风荷载作用下累积损伤。

6.10.9 缺陷或损伤对疲劳抗力的影响可采用下列比对试验的方法确定折减系数：

- 1 比对试验应为有缺陷或损伤与无缺陷无损伤试件之间的比较；
- 2 有缺陷或损伤试件的缺陷与损伤宜与现场实际情况接近；
- 3 试验采用的应力幅宜为试验设备所能完成的最大应力幅；
- 4 有缺陷或损伤试件的疲劳破坏循环次数与无缺陷无损伤试件疲劳破坏循环次数的比值可作为所有应力等级疲劳抗力的折减系数。

6.10.10 严寒和寒冷地区室外钢构件及其连接的低温冷脆破坏应按下列方法进行检验和评定：

- 1 当具备条件时，应从实际结构中截取钢构件和连接进行低温冷脆性能的检测，取样宜包括带有缺陷和受到损伤的钢材或连接；
- 2 不具备条件时，应采用相同材料和制作工艺，加工模拟试件，在制作时宜有模拟既有钢结构实际缺陷和损伤的试件；
- 3 将试件置于特制的密封保温箱内进行降温，降温宜达到结构所在地区记录到的最低温度；
- 4 将试件取出立即进行试验，通常可先采取拉伸试验的方法；
- 5 进行常温下不带缺陷和损伤试件的比较试验；
- 6 通过比较确定材料品种、低温和缺陷的影响程度；
- 7 通过计算分析确定既有结构构件的应力分布情况，分析时应考虑温度应力的影响；
- 8 综合分析检验和结构分析的情况，判定出现低温冷脆破坏的可能。

6.10.11 既有钢结构抗震适用性评定应符合本标准第 4 章的有

关规定。

6.10.12 高耸钢结构的抗风适用性评定，应符合现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008 的有关规定，在计算时其基本风压宜按 2min 平均风速计算风压。

6.10.13 对于完好的防腐涂膜可进行剩余使用年数的推定。

7 钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构

7.1 一般规定

7.1.1 钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构的特定项目应按本章的规定进行检测与评定。

7.1.2 钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构与混凝土结构或钢结构共性的项目应按本标准第4章和第6章的有关规定进行检测和评定。

7.1.3 既有钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构应进行下列评定：

- 1 应按本标准第4章的规定进行抗震适用性评定；
- 2 应进行构件剩余使用年数的评定；
- 3 既有钢-混凝土组合结构中无混凝土包裹的钢构件应进行

下列评定：

- 1) 应按本标准第6章的规定进行抗火灾坍塌能力的评定；
- 2) 应进行火灾后钢构件的分类评定；
- 3) 应进行部分构件火灾引发附加应力的评定。

7.2 钢管混凝土结构的检测

7.2.1 钢管混凝土结构可分为构件材料强度、尺寸与偏差、连接与构造、钢管内混凝土缺陷、垂直度与变形、损伤和防护涂装等检测项目。

7.2.2 钢管混凝土结构的钢管钢材强度和钢管内混凝土强度检测应符合下列规定：

1 结构工程质量的检测，对钢管混凝土构件的材料强度有怀疑或争议时，应采用取样或取样结合无损检测的方法进行检测；

2 既有结构性能的检测，构件钢材强度等级可按本标准附录 N 规定的无损检测方法进行检测；

3 钢管钢材强度应按国家现行有关标准的规定取样，并应制作成标准试件进行检验；

4 钢管内混凝土可在钢管有代表性的位置开孔钻取混凝土芯样，混凝土抗压强度的芯样数量不宜少于 6 个；

5 对钢管混凝土构件取样后应及时进行修复。

7.2.3 结构工程质量的钢管外形尺寸、构件拼装和安装尺寸以及钢管内钢筋骨架尺寸等检测项目，应按现行国家标准《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628 规定的适用方法进行检测。

7.2.4 既有结构钢管混凝土结构构件尺寸检测时，应扣除涂层厚度。

7.2.5 钢管混凝土结构连接与构造应按现行国家标准《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628 规定的适用方法进行检测，并应符合下列规定：

1 连接与构造可分成下列检测分项：

- 1) 钢管混凝土柱分段连接与构造；
- 2) 钢筋混凝土梁或钢梁的连接与构造；
- 3) 钢管混凝土柱的连接与构造；
- 4) 端承式或埋入式钢管混凝土柱柱脚的连接与构造等。

2 连接的检测应包括节点部位紧固件和焊缝。

7.2.6 钢管内混凝土密实度和混凝土与钢管壁脱粘空隙等缺陷可采用敲击检查、超声波检测和钻孔验证相结合的方法进行检测，检测操作应符合下列规定：

1 混凝土与钢管壁间空隙宜采用敲击检查结合打孔的方法进行检测，检测操作应符合下列规定：

- 1) 敲击检查宜沿钢管长度方向等间距和沿周边等距离布置敲击点；
- 2) 对于敲击异常区域应减少敲击的间距；

3) 初步判定存在间隙可打孔进行验证。

2 钢管内混凝土的密实性宜采用超声波或超声综合因子法进行检测，对于检测的异常区域采用钻孔内窥的方法进行验证。

7.2.7 钢管混凝土结构的垂直度和变形检测应符合下列规定：

1 工程质量的检测可分为结构整体垂直度、单层柱垂直度和钢管构件的弯曲矢高等分项；

2 既有结构性能的检测可分为结构构件的倾斜变形和挠曲变形等分项；

3 检测方法应分别选用符合现行国家标准《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628 有关规定或本标准附录 D 所规定的适用方法；

4 既有结构的检测应区分构件的变形与施工偏差。

7.2.8 钢管混凝土构件的损伤检测应符合下列规定：

1 构件的损伤可分为局部屈曲与变形、截面缺损与断裂、节点损伤、钢材锈蚀等检测分项；

2 构件的损伤可采用目测和表面量测结合的方法进行检测，检测操作应符合下列规定：

1) 目测的对象应为具备条件的全部构件；

2) 对构件的变形和损伤部位应进行测量。

7.2.9 钢管混凝土结构构件的防腐涂层厚度和防火涂层，可按本标准第 6 章的规定进行检测。

7.3 钢-混凝土组合结构的检测

7.3.1 钢-混凝土组合结构可分为焊钉、钢材的性能、尺寸与偏差、缺陷与损伤、火灾后的状况等检测项目。

7.3.2 钢-混凝土组合结构的焊钉和焊栓等的检测应符合下列规定：

1 未成型混凝土之前应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 等规定的方法进行检测；

2 成型混凝土后可采用局部剔凿或钻芯取样的方法进行

核查。

7.3.3 钢-混凝土组合结构包裹在混凝土内的钢材强度可按下列规定进行检测：

1 钢材的强度等级可采用本标准附录 N 规定的方法进行检测；

2 钢材的屈服强度和性能可采用取样的方法进行检测。

7.3.4 钢-混凝土组合结构包裹在混凝土内钢构件的形状与尺寸可采用本标准附录 P 的无损探测方法结合钻孔验证的方法进行检测。

7.3.5 钢-混凝土组合结构混凝土内部的缺陷可采用超声法、超声综合因子法、电磁波法结合取芯和局部钻孔验证的方法进行检测。

7.3.6 钢-混凝土组合结构火灾后，无混凝土包裹的钢构件应通过全面的外观检查将损伤识别为五种状态：

1 未受火灾影响或表面涂层完好；

2 构件涂层出现被熏黑、受损或脱落现象，但构件未出现明显的变形；

3 构件出现明显的由火灾引起的变形；

4 构件出现火灾后的大变形；

5 出现局部的坍塌。

7.3.7 钢-混凝土组合结构火灾后，对于出现明显变形的钢构件宜进行下列检测：

1 测定构件的火灾变形；

2 按本标准附录 N 的无损方法测定构件钢材和连接的表面硬度；

3 检查螺栓连接的断裂等损伤；

4 测试火灾造成的附加应力。

7.3.8 钢-混凝土组合结构火灾后，钢构件应力状况可采用切割法、套环法和钻孔法等机械测量法检测，也可采用 X 射线法、磁性法和超声波法进行测试。采用钻孔法的检测操作应符合现行

行业标准《钻孔应变法测量残余应力的标准测试方法》SL 499 的规定。

7.4 钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构的评定

7.4.1 钢管混凝土结构和钢-混凝土组合结构工程质量的检测结果应依据设计要求或设计依据有关标准的规定和建造时依据的施工质量验收标准进行符合性判定。

7.4.2 当工程质量的符合性判定存在严重的问题时，应根据问题的性质按本标准第3章的相关规定进行抵抗偶然作用能力、承载能力、维系建筑功能能力和抵抗环境侵蚀能力的评定。

7.4.3 钢管混凝土受压构件内混凝土脱粘率大于20%或脱粘空隙厚度大于3mm时，不宜考虑钢管对混凝土的约束作用。

7.4.4 火灾后钢构件的附加应力可通过计算分析与实测情况的比较判定。

7.4.5 钢-混凝土组合结构无混凝土包裹的钢构件应按本标准第6章的有关规定进行抗火灾坍塌能力的评定。

7.4.6 钢-混凝土组合结构外包混凝土的剩余使用年数的推定可执行本标准第4章的有关规定。

7.4.7 钢管混凝土结构的钢管和钢-混凝土组合结构无混凝土包裹钢构件的剩余使用年数可按下列规定推定：

1 对于有机涂层，可采用下列方法进行推定：

- 1) 从钢结构中截取试样进行快速老化试验；
- 2) 用同类的防腐原材料制备试样进行快速老化试验；
- 3) 第1款与第2款相结合的方法。

2 对于无机的防火涂层，当存在下列现象时，应评定其失去应有的作用：

- 1) 防火涂层受潮失效；
- 2) 涂层出现脱落现象。

7.4.8 从钢结构中截取试样进行快速老化试验应符合下列规定：

- 1 从结构中截取的试样应分成受到明显影响的试样和未受

到明显影响的试样两类；

2 应有明显的两类试样的表观差别，且受到明显影响试样的实际老化时间应记为 t_1 ；

3 两类试样应同时进行同类老化条件的快速试验，并应使受到明显影响的试样涂层完全失去保护能力，未受明显影响试样表观出现受到明显影响试样取样时的表观特征；

4 受到明显影响的试样涂层完全失去保护能力的快速老化时间应记为 T_3 ；

5 未受明显影响试样表观出现受到明显影响试样取样时的表观特征快速老化时间应记为 T_1 ；

6 钢结构有机涂层丧失保护作用的剩余使用年数可按下式推定：

$$t_3 = t_1 \times T_3 / T_1 \quad (7.4.8)$$

式中： t_3 ——钢结构有机涂层丧失保护作用的剩余使用年数（年）；

t_1 ——受到明显影响的试样涂层实际老化年数（年）；

T_3 ——受到明显影响的试样涂层至完全丧失保护作用的快速老化时间；

T_1 ——未受明显影响试样表观出现受到明显影响试样取样时的表观特征快速老化时间。

7.4.9 用同类防腐原材料制备试样进行快速老化试验，应符合下列规定：

1 涂层的品种、厚度、表面的状况、环境侵蚀种类和实际使用年数 t_1 等应通过调查分析确定。

2 快速试验试样的涂层制备应与实际构件的涂层一致。

3 快速试验试样应在强化的同类腐蚀环境中进行快速腐蚀检验。

4 当快速试验涂层出现与现场涂层表面相近的状况，快速检验的时间应记为 T_1 。

5 当快速试验试件的涂层丧失保护作用时，快速检验的时

间应记为 T_2 。

6 钢结构涂层丧失保护作用的总年数可按下式计算推定：

$$t_2 = T_2 \times t_1 / T_1 \quad (7.4.9-1)$$

式中： t_2 ——钢结构涂层丧失保护作用的总年数（年）；

t_1 ——实际构件涂层实际侵蚀年数（年）；

T_2 ——快速检验涂层丧失保护作用的总时间；

T_1 ——快速检验出现与现场涂层对应表面状况的时间。

7 钢构件涂层剩余使用年数可按下式推定：

$$t_3 = t_2 - t_1 \quad (7.4.9-2)$$

式中： t_3 ——钢构件涂层剩余使用年数的推定值。

8 木 结 构

8.1 一 般 规 定

- 8.1.1 木结构和木构件应按本章的规定进行检测和评定。
- 8.1.2 木结构可分成木材性能、木材缺陷、制作与安装偏差、连接与构造、变形与损伤和防护措施等检测项目。
- 8.1.3 木结构构件耐久性评定应符合现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 的有关规定，木构件上金属构配件的耐久性评定宜符合本标准第 6 章和第 7 章的相关规定。

8.2 木 材 性 能

- 8.2.1 木材的性能可分成木材的强度等级、含水率等检测分项。
- 8.2.2 当木材的材质或外观与同类木材有显著差异、树种或产地判别不清时，可取样检测木材的力学性能，确定木材的强度等级。
- 8.2.3 木构件材料强度等级宜采用木材弦向抗弯强度的取样检测方法，试验应按现行国家标准《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1 执行。受条件限制无法取样时，可采用木材树种类别的判定方法。
- 8.2.4 木材强度等级评定应符合下列规定：
- 1 木材强度的代表值应取同一构件 3 个试样换算抗弯强度的平均值，木材强度等级的评定值应取 3 个构件代表值中的最小值；
 - 2 评定值不应低于现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 规定强度等级所对应的静曲强度最低值；
 - 3 对于树种不详的木材，可按检测结果确定等级，但应采用现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005 中该等级 B 组的

设计指标：

4 木材强度的设计指标，可依据评定的强度等级按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005 的规定确定。

8.2.5 规格材和胶合木构件的含水率可采用电测法测定，其他木材的含水率可采用取样烘干法测定。木材含水率的取样烘干法和电测法检测应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 执行。

8.2.6 烘干法测定木材含水率，应以每根构件 5 个试件含水率的平均值作为这根木材含水率的代表值。5 根木材含水率代表值的最大值应符合下列规定：

- 1 原木或方木结构不应大于 25%；
- 2 板材和规格材不应大于 19%；
- 3 胶合木不应大于 15%。

8.2.7 电测法测定木材含水率时，应以每根构件 3 个截面 4 个周边所测含水率的平均值作为这根木材含水率的代表值，5 根构件含水率代表值中的最大值应符合规格材含水率不应大于 19% 的规定。

8.2.8 既有木结构规格材和胶合木构件的含水率可采用电测法确定，当代表值的最大值大于本标准第 8.2.6 条的限定值时，宜分析原因或采取相应处理措施。

8.3 木材缺陷

8.3.1 木材的缺陷可分成木节、斜纹、扭纹、裂缝和胶合木的脱胶等检测分项。

8.3.2 承重用木结构或结构构件的缺陷应逐根构件进行检测。

8.3.3 构件木节的尺寸应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 规定的方法测量。

8.3.4 木构件的斜纹应按下列方法进行检测：

- 1 在方木和板材两端应各选 1m 长量测 3 次；
- 2 两端的平均倾斜高度应分别计算；

3 斜纹检测值应取最大的平均倾斜高度。

8.3.5 木构件扭纹的检测，可在构件端部 1m 长范围内量测 3 次，扭纹检测值应取 3 次量测的平均倾斜高度。

8.3.6 木节、斜纹、扭纹、裂缝和髓心的评定应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定执行。

8.3.7 木构件的裂缝和胶合木结构脱胶的开裂，可用探针检测裂缝的深度，用塞尺检测裂缝的宽度，用钢尺量测裂缝的长度。

8.4 制作与安装偏差

8.4.1 构件制作偏差检测项目应包括构件截面尺寸、长度、受压构件弯曲、节点距离、齿槽深度、螺栓间距、钉间距、桁架高度及起拱弯曲等。

8.4.2 结构安装偏差应包括轴线距离、垂直度、标高、支座轴线与支承面中心距离等。

8.4.3 木结构构件制作与安装偏差的检测数量，当为木结构工程质量检测时，应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定执行；当为既有木结构性能检测时，抽样数量可按本标准第 3 章确定。

8.4.4 木结构构件尺寸与偏差，可按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 中的方法进行检测。

8.4.5 木构件尺寸偏差的评定标准，应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定执行。

8.5 连接与构造

8.5.1 木结构的连接可分为胶合、齿连接、螺栓连接和钉连接等方式。

8.5.2 当对胶合木结构的胶合能力有疑义时，可对胶合木试样胶结面的缝顺纹抗剪强度进行检测，检测可采取检测胶的质量和取样检测的方法。

8.5.3 当采用与结构中同批胶检测胶合能力时，应符合下列

规定：

- 1 被检测用胶应在保质期之内；
- 2 检测用试样的木材树种、制备工艺、试样尺寸和试验方法，应符合现行国家标准《木结构试验方法标准》GB/T 50329 和《胶合木结构技术规范》GB/T 50708 的规定；
- 3 胶合能力检测结果的评定应符合现行国家标准《木结构试验方法标准》GB/T 50329 和《胶合木结构技术规范》GB/T 50708 的规定。

8.5.4 当需要对胶合木构件的胶缝质量进行检测时，可采用在原构件上取样的方法，也可采用在替换构件上取样的方法；取样时应保证结构或构件的安全，替换构件的胶合质量应具有代表性。胶缝质量的检测宜符合下列规定：

- 1 试件取样、胶缝顺纹抗剪试验方法和胶缝质量评定应符合现行国家标准《木结构试验方法标准》GB/T 50329 和《结构用集成材》GB/T 26899 的规定。

- 2 当取样试件不符合抗剪试验方法要求时，可根据所取试样的胶合面在构件中的受力形式，按相应的木材性能试验方法进行胶缝质量的检测。其试样数量、试样加工形式和试样尺寸应符合相应的木材性能试验方法标准的规定。

- 3 构件木材的品种和树脂溢出等可核查确定。

8.5.5 胶合能力的评定标准应符合下列规定：

- 1 承重结构用胶的胶缝抗剪强度的评定应符合现行国家标准《木结构试验方法标准》GB/T 50329 的规定。

- 2 若试件强度低于现行国家标准《木结构试验方法标准》GB/T 50329 的规定，但其中木材部分剪坏的面积不少于试件剪面的 75%，则仍可判定该试件合格。当有一个试件不合格，宜以加倍数量的试件重新试验，当仍有试件不合格时，则该批胶应判为不能用于承重结构。

- 3 当不能加工成符合《木结构试验方法标准》GB/T 50329 要求的试样时，测试得到的破坏形式是木材破坏时，可判定胶合

质量符合要求，当测试得到的破坏形态为胶合面破坏时，宜取胶合面破坏的平均值作为胶合能力的检测结果。但应在检测报告中对测试方法、测试结果的适用范围予以说明。

8.5.6 齿连接的检测项目及检测方法，应符合下列规定：

1 压杆端面和齿槽承压面加工平整程度，可用直尺检测；
压杆轴线与齿槽承压面垂直度，可用直角尺量测；

2 齿槽深度，可用尺量测；

3 支座节点齿的受剪面长度和受剪面裂缝，可用尺量测；
受剪面裂缝宽度可用塞尺或裂缝宽度测试仪量测；

4 抵承面裂缝，可用塞尺或裂缝宽度测试仪量测；

5 压杆轴线与承压构件轴线的偏差，可用尺量测。

8.5.7 螺栓连接或钉连接的检测可按下列规定执行：

1 螺栓或钉的直径可用游标卡尺量测；

2 被连接构件的厚度可用尺量测；

3 螺栓或钉的间距可用尺量测；

4 螺栓孔处木材的裂缝、虫蛀和腐朽情况，长度可用尺量测，深度可用裂缝探针量测；宽度可用塞尺或裂缝宽度测试仪量测；

5 螺栓变形、松动、锈蚀情况可观察或用卡尺量测。

8.5.8 齿连接、螺栓连接和钉连接的质量评定可按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定执行。

8.5.9 木结构的构造应包括木屋架的构造和支撑要求。

8.5.10 木屋架支撑系统的评定可按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005、《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。

8.6 变形损伤与防护措施

8.6.1 木结构的变形可分为基础沉降、节点位移、连接变形、构件挠度、侧向弯曲、屋架出平面变形和木楼面系统的振动等。

8.6.2 木结构的变形检测应符合下列规定：

- 1 基础沉降可采用本标准第 3 章规定的方法进行观测；
- 2 节点位移可用钢尺、全站仪进行测量；
- 3 连接变形可用塞尺、卡尺进行测量；
- 4 构件挠度可用水准仪、全站仪或拉线法进行测量；
- 5 侧向弯曲、屋架出平面变形可用激光垂直仪或吊线法进行测量。

8.6.3 木结构构件变形状况的评定可按现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005、《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定执行。

8.6.4 木楼面系统的振动幅度检测，可按本标准附录 C 执行。

8.6.5 木结构构件的损伤检测可包括木材腐朽、虫蛀、裂缝、灾害影响和金属件锈蚀等项目。

8.6.6 对木构件的外观损伤，应采用目测、敲击或表面量测等方法进行全数检查和检测。

8.6.7 木结构构件虫蛀的检测，可根据构件附近是否有木屑等进行初步判定，通过敲击的方法确定虫蛀范围，并应采用打孔内窥或插入探针等方法测定虫蛀深度。

8.6.8 当发现木结构构件出现虫蛀现象时，应对构件的防虫措施进行检测。

8.6.9 木材腐朽范围可采用尺测量，腐朽深度可除去腐朽层后用尺测量。

8.6.10 当发现木材有腐朽现象时，应对木材的含水率、通风设施、排水构造和防腐措施进行核查或检测。

8.6.11 根据木构件类型和部位的不同，对内部腐朽、空洞和裂缝宜按以下原则选取检测方法：

- 1 对于四周完全裸露在外、未被遮挡的木柱，可通过目测、敲击确定表面裂缝、腐朽，初步定位可能存在的内部空洞或腐朽，可采用应力波仪和阻抗仪检测构件内部腐朽、空洞或裂缝；

- 2 对于四周末完全裸露在外、部分被遮挡的木柱，可采用阻抗仪检测构件内部腐朽、空洞或裂缝；

3 对于主要承重梁（柁）和枋，采用阻抗仪在跨中和端部节点处检测，当发现问题可采用应力波技术检测；

4 对于其他次要的檩、梁和枋，可通过目测查缺、敲击辨声和表面简单量测检测，当发现问题再补充阻抗仪检测；

5 对于非承重的连接件以及椽子和望板等，可通过目测查缺和敲击辨声检测。

8.6.12 火灾或侵蚀性物质影响范围和深度的检测，可按本标准第 8.6.6 条的方法测定。

8.6.13 检测受腐朽、灾害影响的木材强度时，可按本标准第 8.2.3 条的相关规定取样测定。木材强度降低的幅度，可通过与未受影响区域试样强度的比较确定。检测报告中应对试验方法及适用范围予以说明。

8.6.14 木结构构件的防护措施应包括防虫、防火、防腐等措施。

8.6.15 木结构防虫、防腐和防火措施的检测，除应满足设计要求外，尚应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收标准》GB 50206、《木结构设计标准》GB 50005、《胶合木结构技术规范》GB/T 50708、《装配式木结构建筑技术标准》GB/T 51233、《多高层木结构建筑技术标准》GB/T 51226 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等规定执行。

8.7 既有木结构的评定

8.7.1 既有木结构应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 进行大震不倒的评定。

8.7.2 既有木结构均应进行抗火灾倒塌能力的评定。

8.7.3 既有木结构承载能力的评定应符合下列规定：

1 构件和连接评定值的分析计算应符合下列规定：

1) 构件尺寸应采用实测值；

2) 构件承载力的分析应考虑缺陷和不可恢复性损伤的不利影响；

- 3) 构件的材料强度可取国家现行有关标准规定的设计值或实测得到的评定值。
 - 2 木构件承载能力的评定宜符合下列规定：
 - 1) 构件承载力的评定值 R 与作用效应的评定值 S 之比大于或等于 0.6 时，不宜评定为失效概率偏大或承载能力不足。
 - 2) 构件承载力的评定值 R 与作用效应的评定值 S 之比小于 0.6 时，可评定为失效概率偏大或承载能力不足。
 - 3 木结构中金属构件和连接承载能力的评定宜符合现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 的相关规定。
- 8.7.4** 各类木结构轻型木屋盖抗风承载力的评定应符合下列规定：
- 1 轻型木屋盖承受的风荷载应符合下列规定：
 - 1) 基本风压或分项系数应按本标准第 9 章的规定调整；
 - 2) 轻型木屋盖应按本标准附录 Q 的规定确定瞬时风的动力系数。
 - 2 轻型木屋盖构件和连接承载力的评定值应按本标准第 8.7.3 条的规定进行分析计算。
 - 3 轻型木屋盖构件承载能力的评定应符合现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 的规定。
- 8.7.5** 既有木结构应进行抗震适用性的评定。
- 8.7.6** 多层和高层木结构应进行抗风适用性的评定。

9 既有轻型围护结构

9.1 一般规定

- 9.1.1 既有轻型围护结构的雪荷载和风荷载宜按本章的规定分析确定。
- 9.1.2 既有轻型围护结构应按国家现行有关标准的规定进行检测。
- 9.1.3 既有轻型围护结构承载力的评定值应按国家现行有关标准的规定计算确定。

9.2 雪荷载

- 9.2.1 对雪荷载敏感的既有轻型屋盖结构宜对基本雪压、屋面积雪分布系数或雪荷载的分项系数进行符合实际情况的调整。
- 9.2.2 既有结构轻型屋面雪压的调整应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 或《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定。
- 9.2.3 既有轻型屋面的雪压值应采用按下列方法得到的最大值：
- 1 现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的当地重现期 100 年的雪压值；
 - 2 记录到的当地最大雪深与积雪重度上限值计算得到的雪压值；
 - 3 记录到的当地最大积冰厚度与积冰重度计算得到的积冰压力。
- 9.2.4 既有结构屋盖存在高低跨等情况时，在低跨靠近高跨的部分区域应按最大可能堆雪厚度考虑雪荷载。
- 9.2.5 当采用重现期 50 年或 100 年的雪压值时，既有轻型屋盖雪荷载的分项系数应按下列规定计算确定：

1 雪荷载的分项系数应按下列式计算确定：

$$\gamma_{Q,S} = (1 + \beta_S \delta_{\text{snow}}) \quad (9.2.5)$$

式中： $\gamma_{Q,S}$ ——雪荷载的分项系数；

β_S ——作用效应的可靠指标，可为 2.05；

δ_{snow} ——雪压概率分布的变异系数。

2 雪压统计分布的均值和其对应的标准差可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的参数计算确定。

3 基本雪压可作为雪压概率分布的均值，雪压统计分布均值对应的标准差经过调整可作为雪压概率分布均值的标准差。

4 雪压概率分布的变异系数可用雪压概率分布均值的标准差除以雪压概率分布的均值计算确定。

5 当计算得到的分项系数小于 1.5 时，应取雪荷载的分项系数为 1.5。

9.2.6 轻型屋盖结构雪荷载的计算应符合下列规定：

1 雪荷载的评定值应按下列式确定：

$$Q_{\text{snow,d}} = \gamma_{Q,S} \mu_r S_{0,S} A_{s,\text{snow}} \quad (9.2.6)$$

式中： $Q_{\text{snow,d}}$ ——雪荷载的评定值；

$\gamma_{Q,S}$ ——雪荷载的分项系数；

μ_r ——屋面积雪分布系数，有时为堆雪系数；

$S_{0,S}$ ——调整后的基本雪压；

$A_{s,\text{snow}}$ ——屋面的面积。

2 在荷载组合时，应考虑下列三种组合：

1) 只有雪荷载的组合；

2) 以雪荷载为主，考虑积灰荷载或除雪荷载的组合；

3) 以雪荷载为主，考虑积灰荷载的组合。

9.3 风荷载

9.3.1 对风荷载敏感的既有建筑轻型围护结构宜对基本风压、瞬时风的动力系数或分项系数进行符合实际情况的调整。

9.3.2 轻型围护结构的风压可按现行国家标准《建筑结构荷载

规范》GB 50009 的规定由重现期 50 年调整为 100 年。

9.3.3 在按本标准第 9.3.2 条进行调整时，风荷载的分项系数应按下列规定计算确定：

1 风荷载的分项系数应按下列式计算确定：

$$\gamma_{Q,w} = (1 + \beta_s \delta_w) \quad (9.3.3)$$

式中： $\gamma_{Q,w}$ ——风荷载的分项系数；

β_s ——作用效应的可靠指标，可为 2.05；

δ_w ——风压概率分布的变异系数。

2 风压统计分布的均值和其对应的标准差可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的参数计算确定。

3 基本风压可作为风压概率分布的均值，风压统计分布均值对应的标准差经过调整可作为风压概率分布均值的标准差。

4 风压概率分布的变异系数可用风压概率分布均值的标准差除以风压概率分布的均值计算确定。

5 当计算得到的分项系数小于 1.5 时，风荷载的分项系数应取 1.5。

9.3.4 轻型围护结构的瞬时风计算风压值，可按下列式计算确定：

$$w_{ks} = \beta_z \mu_{sl} \mu_z w_{0s} \quad (9.3.4)$$

式中： w_{ks} ——瞬时风计算风压值；

β_z ——瞬时风的动力系数；

μ_{sl} ——风荷载体型系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定；

μ_z ——风压高度变化系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定；

w_{0s} ——瞬时风的基本风压。

9.3.5 50 年基准期 10m 高处瞬时风的基本风压可按下列方法确定：

1 应对当地气象台站统计数据调整后确定；

2 当缺乏 50 年的统计数据时，可依据短期统计数据，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的方法推算；

3 可取现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定基本风压的 2.3 倍~2.6 倍作为当地瞬时风对应的基本风压。

9.3.6 瞬时风的动力系数可按本标准附录 Q 的方法确定。

9.3.7 当采用了瞬时风的计算风压值和动力系数后，轻型围护结构风荷载的系数可为 1.4 或 1.5。

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

附录 A 间接测试方法测试结果的修正和验证

A.1 修正的规则

A.1.1 间接测试方法测试结果的系统不确定性可用直接测试方法测试结果的修正系数方法、修正量方法或综合系数和参数方法进行修正。

A.1.2 直接测试方法的测试应符合下列规定：

1 结构工程质量检测直接法的测试数量不宜少于 6 个；既有结构性能检测直接法的测试数量不宜少于 3 个；

2 直接法的测试样品应从间接法具有代表性的已测试样品中随机抽取；

3 当间接法的测试对样品的性能无影响时，直接法的测试位置宜与间接法的测试位置重合；

4 当间接法的测试已对样品性能构成影响时，直接法的测试位置可布置在间接法测试位置的附近。

A.1.3 直接测试方法的测试结果可按现行国家标准《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883 的规定剔除离群值。

A.2 修正系数方法

A.2.1 当测试对象只有一个参数且具备下列条件之一时，宜采用修正系数的方法：

1 间接测试方法的测试参数与被测试量之间有线性相关关系；

2 该项检测仅进行平均值的推定。

A.2.2 间接测试方法的修正系数可按下式计算：

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{m,j} / X_j \quad (\text{A. 2. 2})$$

式中： η ——修正系数；

$X_{m,j}$ ——直接测试方法与间接测试方法对应的第 j 个样品的测试结果；

X_j ——间接测试方法第 j 个样品的测试结果；

n ——直接测试方法样本的数量。

A. 2. 3 间接测试方法的测试结果应按下式进行修正：

$$X_{i,0} = \eta X_i \quad (\text{A. 2. 3})$$

式中： $X_{i,0}$ ——间接测试方法第 i 个测试结果修正后的数值；

X_i ——间接测试方法第 i 个测试结果修正前的数值。

A. 3 修正量方法

A. 3. 1 当测试对象只有一个参数时，对于具有 95% 保证率的特征值宜采用修正量的方法。

A. 3. 2 间接测试结果的修正量可按下列式计算：

$$\Delta_x = X_m - X_{mj} \quad (\text{A. 3. 2})$$

式中： Δ_x ——修正量；

X_m ——直接测试方法测试样本的平均值；

X_{mj} ——与直接测试方法对应的间接测试方法测试样本的平均值或检测批的平均值。

A. 3. 3 间接测试结果应按下列式进行修正：

$$X_{i,0} = X_i + \Delta_x \quad (\text{A. 3. 3})$$

式中： $X_{i,0}$ ——间接测试方法第 i 个测试结果修正后的数值；

X_i ——修正前的间接测试方法第 i 个测试结果。

A. 4 综合系数和参数方法

A. 4. 1 依据现场检测数据计算推定砌体强度时，宜采取直接法的综合修正系数和调整材料强度参数的修正方法。

A. 4. 2 依据现场检测数据计算推定砌体强度应符合下列规定：

- 1 材料强度的检测结果代入有关计算公式应符合下列规定：
 - 1) 材料强度直接法的检测结果宜直接代入计算公式；
 - 2) 材料强度间接法的检测结果宜使用 0.9 的折减系数。
 - 2 水平灰缝饱满度测试结果的平均值与国家现行有关标准中饱满度下限的比值可作为砌筑砂浆强度的调整系数。
- A.4.3** 砌体强度直接测试结果与依据现场测试数据计算推定砌体强度的比值可作为该区域砌体强度的修正系数。
- A.4.4** 对于全部有直接法测试结果对应的计算推定砌体强度，应进行一一对应的综合系数和参数的修正。
- A.4.5** 无直接法对应的同批次砌体强度的推定结果，可按下列规定进行修正：
- 1 当全部修正系数的规律一致时，同批次无直接法对应的砌体强度推定结果的修正应符合下列规定：
 - 1) 砌体强度的推定方法应符合本标准附录 A.4.2 条的规定；
 - 2) 修正系数可取全部修正系数的平均值或情况最接近试样的系数。
 - 2 当全部修正系数无规律可循时，宜按下列规定对修正系数和强度参数调整后，进行无直接法对应砌体强度推定结果的修正：
 - 1) 直接法得到的修正系数宜进行对应样本推定强度的水平灰缝厚度、水平灰缝平直度和竖向灰缝饱满度的调整；
 - 2) 对应样本的推定强度中，块材强度参数宜进行抗折强度或劈裂强度的调整；
 - 3) 无直接法对应砌体强度的推定结果宜进行相应的调整；
 - 4) 无直接法对应砌体强度推定结果的修正系数可取与其位置最近或砌筑质量最接近试样调整后的修正系数。
 - 3 当本条第 2 款的调整无效时，无直接法对应砌体强度推定结果的修正系数可取与其位置最近或砌筑质量最接近试样的修

正系数。

A.5 验证方法

A.5.1 既有建筑结构的间接测试方法的测试结果可进行直接测试方法测试结果的验证。

A.5.2 直接测试方法验证数量可为 1 个~2 个，直接测试方法的测试位置可布置在间接测试方法测试位置的附近。

A.5.3 当经过验证间接测试方法的测试结果或计算推定强度小于直接法测试结果时，可直接使用间接法的测试结果或计算推定强度。

住房城乡建设部
浏览专用

附录 B 结构动力测试方法和要求

B.1 基本规定

B.1.1 建筑结构的动力特性，可根据结构的特点选择下列测试方法：

1 结构的基本振型，宜选用环境振动法、初位移法等方法测试；

2 结构平面内有多个振型时，宜选用稳态正弦波激振法进行测试；

3 结构空间振型或扭转振型宜选用多振源相位控制同步的稳态正弦波激振法或初速度法进行测试；

4 评估结构的抗震性能时，可选用随机激振法或人工爆破模拟地震法。

B.1.2 结构动力测试设备和测试仪器应符合下列要求：

1 当采用稳态正弦激振的方法进行测试时，宜采用旋转惯性机械起振机，也可采用液压伺服激振器，使用频率范围宜为 0.5Hz~30Hz，频率分辨率不应小于 0.01Hz；

2 对加速度仪、速度仪或位移仪，可根据实际需要测试的振动参数和振型阶数进行选取；

3 仪器的频率范围应包括被测结构的预估最高和最低频率；

4 测试仪器的最大可测范围应根据被测结构振动的强烈程度选定；

5 测试仪器的分辨率应根据被测结构的最小振动幅值选定；

6 传感器的横向灵敏度应小于 0.05；

7 在进行瞬态过程测试时，测试仪器的可使用频率范围应比稳定测试时大一个数量级；

8 传感器应具备机械强度高、安装调节方便、体积重量小且便于携带、防水、防电磁干扰等性能；

9 记录仪器或数据采集分析系统、电平输入及频率范围、应与测试仪器的输出相匹配。

B.2 测试要求

B.2.1 环境振动法的测试应符合下列规定：

- 1 测试时应避免或减小环境及系统干扰；
- 2 当测量振型和频率时，测试记录时间不应少于 5min；当测试阻尼时，测试记录时间不应少于 30min；
- 3 当需要多次测试时，每次测试应至少保留一个共同的参考点。

B.2.2 机械激振振动测试应符合下列规定：

- 1 选择激振器的位置应正确，选择的激振力应合理；
- 2 当激振器安装在楼板上时，应避免楼板的竖向自振频率和刚度的影响，激振力传递途径应明确合理；
- 3 激振测试中宜采用扫频方式寻找共振频率；
- 4 在其共振频率附近测试时，应保证半功率带宽内的测点不少于 5 个频率。

B.2.3 施加初位移的自由振动测试应符合下列规定：

- 1 拉线点的位置应根据测试的目的进行布设；
- 2 拉线与被测试结构的连接部分应具有可靠传力的能力；
- 3 每次测试应记录拉力数值和拉力与结构轴线间的夹角；
- 4 量取波值时，不得取用突断衰减的最初 2 个波；
- 5 测试时不应使被测试结构出现裂缝。

B.3 数据处理

B.3.1 时域数据处理应符合下列规定：

- 1 对记录的测试数据应进行零点漂移、记录波形和记录长度的检验；

2 被测试结构的自振周期，可在记录曲线上相对规则的波形段内取有限个周期的平均值；

3 被测试结构的阻尼比，可按自由衰减曲线求取；当采用稳态正弦波激振时，可根据实测的共振曲线采用半功率点法求取；

4 被测试结构各测点的幅值，应用记录信号幅值除以测试系统的增益，并按此求得振型。

B.3.2 频域数据处理应符合下列规定：

1 采样间隔应符合采样定理的要求；

2 对频域中的数据应采用滤波、零均值化方法进行处理；

3 被测试结构的自振频率，可采用自谱分析或傅里叶谱分析方法求取；

4 被测试结构的阻尼比，宜采用自相关函数分析、曲线拟合法或半功率点法确定；

5 对于复杂结构的测试数据，宜采用谱分析、相关分析或传递函数分析等方法进行分析。

B.3.3 测试数据处理后，应根据需要提供被测试结构的自振频率、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 C 建筑振动的测试

C.0.1 建筑的振动或晃动的评定宜进行结构动力特性的测试、振动源情况的测试和振动源发生振动时既有建筑动力响应的测试。

C.0.2 建筑的动力特性宜按本标准附录 B 规定的方法进行测试。当环境振动涉及围护结构或特定构配件时，应测定围护结构或特定构配件的动力特性。

C.0.3 建筑动力响应，应在振动源发出振动时进行测试。在进行动力响应测试时，宜测定振动源发出振动的特性。

C.0.4 外部地面振动源的振动特性测试，宜按现行国家标准《城市区域环境振动测量方法》GB 10071 的有关规定执行，其地面测点之一宜布置在离既有建筑 5m 范围内的平坦坚实地面上；当需要判定振动源相对准确的位置时，宜根据既有建筑与初步判定外界振动源的相对位置，增设布置近点和远点测点各一处。

C.0.5 对于偶发且已判定位置的外部地面振动源，可采取模拟振动或重复发振的方式。

C.0.6 对爆破引起的地面冲击性振动，应测试爆破时各测点的地面峰值振动速度和主振频率；对非爆破因素引起的地面冲击性振动，宜测试地面加速度。

C.0.7 建筑内部的设备设施和撞击等振动源振动特性的测点应布置在振动源的附近。

C.0.8 建筑动力响应的测点应布置在建筑物内部，并宜符合下列规定：

1 对于外部地面振动源的情况，动力响应的测点宜布置在建筑的首层，其余楼层可逐层或隔层布置测点；当有地下室时，宜在最底层的地下室底板设置测点；

2 各楼层的动力响应测试，宜在顺振源的方向上布置若干个测点。

C.0.9 受风或爆炸冲击波等影响的建筑，宜在迎向气流方向的轻型围护结构上布置动力响应的测点。

C.0.10 动力响应的各测点，宜布置两个水平方向和竖向的振动测试传感器。

C.0.11 建筑动力响应测试仪器的频率范围应为 $0.1\text{Hz} \sim 200\text{Hz}$ ，且应有足够的幅值动态范围。

C.0.12 建筑动力响应的测试应获得下列测试数据：

1 外部振动源的地面振动传至建筑附近时的振动频率和振动幅度等数据；

2 风和外部爆炸气流在建筑上的作用过程；

3 建筑动力响应各测点的振动频谱、振动峰值、主振频率等。

C.0.13 振动源的振动与建筑的动力响应吻合时，可判定该振动源是造成既有建筑振动或晃动的因素。

C.0.14 对于不能获得振动源足够能量影响的建筑，其最不利动力响应情况可采用实测动力响应结合模拟计算分析的方法确定。

附录 D 结构和构件测量方法

D.0.1 结构和构件的主体倾斜、异形构件截面尺寸、构件挠度、构件垂直度宜按本附录规定的方法进行检测。

D.0.2 测量仪器设备在作业前与作业过程中，应根据现场作业环境对所用仪器设备进行检查校正。

D.0.3 结构和构件的主体倾斜检测宜选用平距法，并应符合下列规定：

1 平距法检测宜使用免棱镜全站仪；观测时，测站点宜选在与倾斜方向一致的方向线上距照准目标 1.5 倍~2.0 倍目标高度的固定位置；测站点的数量不宜少于 2 个；

2 在每测站安置全站仪时，上下观测点应沿建筑主体竖直线，在顶部和底部上下对应布设；测出每对上下观测点标志间的水平位移分量，再按矢量相加法求得倾斜量和倾斜方向；

3 对于高层建筑，每测站宜适当增加沿建筑主体竖直线的观测点，确定倾斜方向。

D.0.4 结构和构件的主体倾斜宜区分施工偏差造成的倾斜、变形造成的倾斜、装饰层造成的倾斜等。

D.0.5 异形构件截面尺寸可使用地面三维激光扫描进行检测，并应符合下列规定：

1 地面三维激光扫描仪作业前准备、数据采集、数据预处理应符合现行行业标准《地面三维激光扫描作业技术规程》CH/Z 3017 的规定；

2 结构构件表面应光滑；宜使用全站仪与地面三维激光扫描仪共同识别的测量标志；

3 坐标系统可选相对坐标系；扫描站数应尽量少；

4 应按数字线划地图中特征线的方法制作数据成果；

5 数据成果宜取 3 个，可用平均值作为截面尺寸的检测结果。

D.0.6 构件挠度宜使用免棱镜全站仪进行检测，并应符合下列规定：

1 全站仪测站点应安置构件跨中轴线正下方，宜选取构件两个相对端点、跨中为观测点；

2 宜使用观测点的高程值为观测值；测量挠度值为跨中高程与相对端点高程平均值的差值；

3 检测时宜消除施工偏差、装饰层、截面尺寸变化造成的影响。

D.0.7 构件垂直度可使用免棱镜全站仪选用平距法进行检测，并应符合下列规定：

1 全站仪操作应按符合本标准第 D.0.3 条的规定；

2 上下观测点应沿建筑主体竖直线通长布置；

3 检测时应区分构件垂直度和构件层间位移。

D.0.8 进行内业数据处理前，现场检测应对数据进行核对与判别。

附录 E 构件承载力可靠指标与变异系数

E.1 一般规定

E.1.1 构件承载力变异系数 δ_R 应按本附录规定的方法分析确定。

E.1.2 构件承载力的可靠指标 β_R ，可根据构件承载力的变异系数以及作用效应的可靠指标、作用效应的当量分项系数和作用效应的当量变异系数分析确定。

E.1.3 作用效应可靠指标 β_S 、作用效应的当量分项系数 γ_S 和作用效应的当量变异系数 δ_S 等参数应按本附录的规定确定。

E.2 作用效应的参数

E.2.1 在分解可靠指标 β 时，宜将作用效应的可靠指标 β_S 定为 2.05。

E.2.2 作用效应的当量分项系数 γ_S 、作用效应的当量变异系数 δ_S 和作用效应的可靠指标 β_S 之间的关系可按下式计算：

$$\gamma_S = 1 + \beta_S \delta_S \quad (\text{E.2.2})$$

式中： γ_S ——作用效应的当量分项系数，在数值上等于作用的综合系数 γ_F ；

δ_S ——作用效应的当量变异系数。

E.2.3 作用的综合系数 γ_F 应按下式计算：

$$\gamma_F = \sum(\gamma_{Fi} \zeta_{Fi}) \quad (\text{E.2.3})$$

式中： γ_{Fi} ——第 i 类荷载的分项系数；

ζ_{Fi} ——第 i 类荷载占总荷载的比例， $\sum \zeta_{Fi}$ 为 1.0。

E.2.4 当 β_S 等于 2.05 时， β_R 可按下式近似计算：

$$\left(\frac{2.05}{\beta}\right)^2 + \left(\frac{\beta_R}{\beta}\right)^2 \geq 1 \quad (\text{E.2.4})$$

式中： β ——可靠指标，对于延性破坏构件 $\beta=3.2$ ，脆性破坏 $\beta=3.7$ 。

E.3 构件承载力的变异系数

E.3.1 构件承载力变异系数 δ_R 应通过对同类构件批量承载力试验数据分析确定。

E.3.2 构件批量承载力试验数据的分析宜采用下列比值的方式：

$$\xi_i = R_{\text{test},i} / R_{\text{mod},i} \quad (\text{E.3.2})$$

式中： ξ_i ——第 i 个构件承载力试验值与计算值的比值；

$R_{\text{test},i}$ ——该批构件中第 i 个构件的承载力试验值；

$R_{\text{mod},i}$ ——该批构件中第 i 个构件的承载力模型计算值。

E.3.3 在分析过程中应采取下列减小材料强度、几何参数和承载力模型不定性因素影响的分析措施：

1 计算模型的材料强度和几何量应分别取对应构件的实际值；

2 分析时应对计算模型中所有参数进行调整，调整方式可为每个变量的系数或指数，各变量的系数和指数可按下式计算：

$$R_{\text{mod}} = R(\alpha_f, f, \theta_f, \alpha_n, a, \theta_a, \alpha_\eta, \eta, \theta_\eta \dots) \quad (\text{E.3.3})$$

式中： α_f ——材料强度的调整系数；

f ——材料强度的实测值；

θ_f ——材料强度的调整指数；

α_n ——构件几何量的调整系数；

a ——构件实际的几何量；

θ_a ——几何量的调整指数；

α_η ——参数 η 的调整系数；

η ——计算模型中其他参数的实际值；

θ_η ——参数 η 的调整指数。

E.3.4 对模型中参数的调整应使试验值与模型计算值比值的平均值 ξ_m 趋近于1.0，该比值的平均值可按下式计算：

$$\xi_m = \Sigma(\xi_i)/n \quad (\text{E. 3. 4})$$

式中： ξ_m ——分析样本的平均值；

n ——样本的容量。

E. 3. 5 构件承载力的变异系数应按下式计算：

$$\delta_R = S_\xi/\xi_m \quad (\text{E. 3. 5})$$

式中： δ_R ——该批构件承载力的变异系数；

S_ξ ——样本的标准差，应取各种 ξ_m 趋近于 1.0 中 S_ξ 的最小值。

E. 4 构件承载力的可靠指标和分项系数

E. 4. 1 当可靠指标 β 对应的随机变量可近似用正态分布描述时，构件承载力的可靠指标 β_R 宜根据下式计算：

$$\beta\sqrt{(\delta_R\gamma_R\gamma_S)^2 + \delta_S^2} = \beta_R\delta_R\gamma_R\gamma_S + \beta_S\delta_S \quad (\text{E. 4. 1})$$

式中： β ——可靠指标，对于延性破坏构件 $\beta=3.2$ ，脆性破坏 $\beta=3.7$ ；

β_S ——作用效应的可靠指标。

E. 4. 2 式 (E. 4. 1) 中构件承载力的分项系数 γ_R 可按下式计算：

$$\gamma_R = 1/(1-\beta_R\delta_R) \quad (\text{E. 4. 2})$$

式中： δ_R ——构件承载力的变异系数。

E. 4. 3 构件承载力的分项系数 γ_R 用于既有结构构件承载力评定时，其基本形式可用下式表示：

$$R_{d,e} = R(f^0, a^0, \eta^0, \eta_{\text{mod}} \dots)/\gamma_R \quad (\text{E. 4. 3})$$

式中： $R_{d,e}$ ——构件承载力的评定值；

f^0 ——经调整后的材料强度参数；

a^0 ——经调整后的构件几何参数；

η^0 ——经调整后的其他参数；

η_{mod} ——模型不定性系数或参数。

附录 F 结构性能的静力荷载检验

F.1 一般规定

F.1.1 建筑结构和构件的结构性能可按本附录的规定进行静力荷载检验。

F.1.2 结构性能的静力荷载检验可分为适用性检验、荷载系数或构件系数检验和综合系数或可靠指标检验。

F.1.3 结构性能检验应制定详细的检验方案。

F.2 检验方案

F.2.1 结构性能检验的检验装置、荷载布置和测试方法等应根据设计要求和构件的实际情况综合确定。

F.2.2 结构性能检验的荷载布置和测试仪器应能满足检验的要求。

F.2.3 结构性能检验的荷载应通过计算分析确定，在分析结构构件的变形和承载力时，宜使用尺寸参数和材料参数的实际数值。对于特定的构件，应对计算公式进行符合实际情况的调整。

F.2.4 检验荷载应分级施加，每级荷载不宜超过最大检验荷载的 20%。

F.2.5 正式检验前应施加一定的初荷载。

F.2.6 加载过程中应进行构件变形的测试，并应区分支座沉降变形等的影响。

F.2.7 达到检验的最大荷载后，应持荷至少 1h，且应每隔 15min 测取一次荷载和变形值，直到变形值在 15min 内不再明显增加为止。存取数据后应分级卸载，并应在每一级荷载和卸载全部完成后测取变形值。

F.2.8 当检验用模型的材料与所模拟结构或构件的材料性能有

差别时，应分析材料性能差别的影响。

F.2.9 检验方案应预判结构可能出现的变形、损伤、破坏，并应制定相关的应急预案。

F.3 适用性检验

F.3.1 结构构件适用性的检验荷载应符合下列规定：

1 结构自重的检验荷载应符合下列规定：

- 1) 检验荷载不宜考虑已经作用在结构或构件上的自重荷载，当有特殊需要时，可考虑受到水影响后这部分自重荷载的增量；
- 2) 检验荷载应包括未作用在结构上的自重荷载，并宜考虑 1.1~1.2 的超载系数。

2 检验荷载中长期堆物和覆土等持久荷载和可变荷载的取值应符合下列规定：

- 1) 可变荷载应取设计要求值和历史上出现过最大值中的较大值。
- 2) 永久荷载应取设计要求值和现场实测值的较大值；
- 3) 可变荷载组合与持久荷载组合均不宜考虑组合系数；
- 4) 可变荷载不宜考虑频遇值和准永久值。

3 持久荷载已经作用到结构上时，其检验荷载的取值应符合本条第 1 款的规定。

F.3.2 结构构件适用性检验应进行正常使用极限状态的评定和结构适用性的评定。

F.3.3 结构构件的正常使用极限状态应以国家现行有关标准限定的位移、变形和裂缝宽度等为基准进行评定。

F.3.4 结构构件的适用性应以装饰装修、围护结构、管线设施未受到影响以及使用者的感受为基准进行评定。

F.4 荷载或构件系数检验

F.4.1 结构构件荷载系数或构件系数的实荷检验应符合下列

规定：

1 在荷载系数或构件系数的检验前应进行结构构件适用性检验；

2 检验目标荷载应取荷载系数和构件系数对应检验荷载中的较大值。

F.4.2 结构构件荷载系数或构件系数的实荷检验应区分既有结构性能的检验和结构工程质量的检验。

F.4.3 既有结构构件荷载系数和对应的检验荷载应符合下列规定：

1 结构构件荷载的系数 γ_F 应按下列式计算：

$$\gamma_F = \frac{\gamma_{G,2} \times G_{K,2} \times C_{G,2} + \gamma_{L,1} \times Q_{K,1} \times C_{Q,1} + \gamma_{L,2} \times Q_{K,2} \times C_{Q,2}}{C_{G,2} \times G_{K,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}} \quad (\text{F.4.3-1})$$

式中： γ_F ——检验荷载的系数；

$\gamma_{G,2}$ ——持久荷载的分项系数或系数；

$G_{K,2}$ ——单位体积的持久荷载值，取设计要求值和现场实测值的较大值；

$C_{G,2}$ ——持久荷载的尺寸参数，按实际情况确定；

$\gamma_{L,1}$ ——可变荷载的分项系数或系数；

$Q_{K,1}$ ——可变荷载标准值；

$C_{Q,1}$ ——可变荷载的尺寸参数，按实际情况确定；

$\gamma_{L,2}$ ——雪荷载的分项系数或系数；

$Q_{K,2}$ ——雪荷载的基本雪压；

$C_{Q,2}$ ——雪荷载的相关参数，按实际情况确定。

2 持久荷载系数的取值应符合下列规定：

1) 对于未作用到结构的持久荷载， $\gamma_{G,2}$ 不宜小于 1.4；

2) 对于已经作用到结构上的持久荷载且荷载不再有变化时， $\gamma_{G,2}$ 可取为零，在式 (F.4.3-1) 和式 (F.4.3-2) 中可不考虑该类持久荷载的因素；

3) 对于已经作用到结构上的持久荷载但需要考虑受水等

影响的荷载增量时,式(F.4.3-1)和式(F.4.3-2)的持久荷载 $G_{K,2}$ 和 $C_{G,2}$ 应为荷载的预计增量,预计增量的分项系数 $\gamma_{G,2}$ 不应小于1.4。

3 可变荷载的系数取值应符合下列规定:

- 1) 屋面可变荷载的系数宜符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定;
- 2) 楼面活荷载的分项系数 $\gamma_{L,1}$ 不宜小于1.6。

4 雪荷载的分项系数和基本雪压应按下列规定确定:

- 1) 当雪荷载的系数取现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的值时,基本雪压应取本标准第9章的分析值与重现期100年雪压值中的较大值;
- 2) 当基本雪压取重现期100年的相应数值时,雪荷载的分项系数应取现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定值和按本标准第9章规定的分析值中的较大值。

5 既有结构构件荷载系数检验目标荷载应按下列式计算:

$$F_{1,2} = \gamma_F \times (G_{K,2} \times C_{G,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}) \quad (\text{F. 4. 3-2})$$

式中: $F_{1,2}$ ——由荷载系数确定的检验目标荷载。

F.4.4 结构工程检验的荷载系数和对应的检验荷载应符合下列规定:

1 结构构件荷载的系数 γ_F 应按下列式计算确定:

$$\gamma_{F,E} = \frac{\gamma_{G,1} \times G_{K,1} \times C_{G,1} + \gamma_{G,2} \times G_{K,2} \times C_{G,2} + \gamma_{L,1} \times Q_{K,1} \times C_{Q,1} + \gamma_{L,2} \times Q_{K,2} \times C_{Q,2}}{C_{G,1} \times G_{K,1} + C_{G,2} \times G_{K,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}} \quad (\text{F. 4. 4-1})$$

式中: $\gamma_{F,E}$ ——检验荷载的系数;

$\gamma_{G,1}$ ——自重荷载的系数,按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定;

$G_{K,1}$ ——单位体积或面积的自重荷载值,按实际情况

确定；

$C_{G,1}$ ——自重荷载的尺寸参数，按实际情况确定；

$\gamma_{G,2}$ ——持久荷载的系数，取 1.35；

$G_{K,2}$ ——单位体积的持久荷载值，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定或按实际情况确定；

$C_{G,2}$ ——持久荷载的尺寸参数，按实际情况确定；

$\gamma_{L,1}$ ——可变荷载的系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定；

$Q_{K,1}$ ——可变荷载标准值，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定；

$C_{Q,1}$ ——可变荷载的尺寸参数，按实际情况确定；

$\gamma_{L,2}$ ——雪荷载的系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定确定；

$Q_{K,2}$ ——雪荷载的基本雪压，取重现期 100 年的雪压值；

$C_{Q,2}$ ——雪荷载的计算参数，按实际情况确定。

2 结构工程荷载系数对应的检验目标荷载值应按下式计算确定：

$$F_{1,E} = \gamma_{FE} \times (G_{K,1} \times C_{G,1} + G_{K,2} \times C_{G,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}) - F_{CG,1} \quad (\text{F. 4. 4-2})$$

式中： $F_{CG,1}$ ——已经作用到结构上的自重荷载总量， $F_{CG,1}$ 等于 $G_{K,1}$ 乘以 $C_{G,1}$ 。

F. 4. 5 当既有结构构件承载力的分项系数 γ_R 大于检验荷载系数 γ_F 时，检验目标荷载值应按下式计算：

$$F_{1,R} = \gamma_R \times (G_{K,2} \times C_{G,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}) \quad (\text{F. 4. 5})$$

式中： $F_{1,R}$ ——由构件分项系数 γ_R 确定的检验目标荷载；

γ_R ——构件承载力的分项系数，按本标准附录 E 的规定确定。

F. 4. 6 当材料强度的系数大于检验荷载的系数时，检验目标荷

载应符合下列规定：

- 1 既有结构的检验目标荷载值应按下列公式计算：

$$F_{i,m} = \gamma_m \times (G_{K,2} \times C_{G,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}) \quad (\text{F. 4. 6-1})$$

式中： $F_{i,m}$ ——由材料强度系数确定的检验目标荷载；

γ_m ——材料强度的系数，由材料强度的设计值除以材料强度的标准值确定。

- 2 结构工程的检验目标荷载值应按下列公式计算：

$$F_{i,E,m} = \gamma_m \times (G_{K,1} \times C_{G,1} + G_{K,2} \times C_{G,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}) \quad (\text{F. 4. 6-2})$$

式中： $F_{i,E,m}$ ——结构工程质量检验时，由材料强度系数确定的检验目标荷载。

F. 4. 7 构件承载力的荷载系数或构件系数的实荷检验，当出现下列情况之一时，应立即停止检验，并应判定其承载能力不足：

- 1 钢构件的实测应变接近屈服应变；
- 2 钢构件变形明显超出计算分析值；
- 3 钢构件出现局部失稳迹象；
- 4 混凝土构件出现受荷裂缝；
- 5 混凝土构件出现混凝土压溃的迹象；
- 6 其他接近构件极限状态的标志。

F. 4. 8 结构构件经历检验目标荷载满足下列要求时，可评价在检验目标荷载下有足够的承载力：

- 1 实测应变和变形等与达到承载能力极限状态的预估值有明显的差距；
- 2 钢构件没有局部失稳的迹象；
- 3 混凝土构件未见加荷造成的裂缝或裂缝宽度小于检验荷载作用下的预估值；
- 4 卸荷后无明显的残余变形；
- 5 构件没有出现材料破坏的迹象。

F.5 综合系数或可靠指标的检验

F.5.1 结构构件综合系数的荷载检验应符合下列规定：

- 1 综合系数检验应在荷载系数或构件系数检验后实施；
- 2 综合系数检验的目标荷载应取荷载系数的检验荷载和构件系数的检验荷载之和。

F.5.2 结构构件综合系数的检验应根据实际情况确定每级荷载的增量。

F.5.3 进行综合系数的实际结构检验，当遇到下列情况之一时，应采取卸荷的措施，并应将此时的检验荷载作为构件承载力的评定值：

- 1 钢材和钢筋的实测应变接近屈服应变；
- 2 构件的位移或变形明显超过分析预期值；
- 3 混凝土构件出现明显的加荷裂缝；
- 4 构件等出现屈曲的迹象；
- 5 钢构件出现局部失稳迹象；
- 6 砌筑构件出现受荷开裂。

F.5.4 结构构件在目标荷载检验后满足下列要求时，可评价结构构件具有承受综合系数荷载的能力：

- 1 达到检验目标荷载时，实测应变与钢筋或钢材的屈服应变有明显的差距；
- 2 构件的变形处于弹性阶段；
- 3 构件没有屈曲的迹象；
- 4 构件没有局部失稳的迹象；
- 5 构件没有超出预期的裂缝；
- 6 构件材料没有破坏的迹象；
- 7 卸荷后无明显的残余变形。

F.5.5 结构构件承载能力极限状态可靠指标的实荷检验应符合下列规定：

- 1 综合系数检验符合本标准第 F.5.4 条要求的结构构件，

可进行规定的可靠指标对应分项系数的实荷检验；

2 综合系数对应的检验荷载，可作为可靠指标对应分项系数检验的一级荷载。

F.5.6 对应尺寸的模型检验时，可靠指标对应的检验系数和检验目标荷载应按下列规定计算确定：

1 可靠指标 β_s 对应的综合系数应按下式计算：

$$\gamma_{F,s} = \frac{\gamma_{G,2} \times G_{K,2} \times C_{G,2} + \gamma_{Q,1} \times Q_{L,1} \times C_{Q,1} + \gamma_{Q,2} \times Q_{L,2} \times C_{Q,2}}{C_{G,2} \times G_{K,2} + Q_{L,1} \times C_{Q,1} + Q_{L,2} \times C_{Q,2}} \quad (\text{F.5.6-1})$$

式中： $\gamma_{F,s}$ ——对应于可靠指标 β_s 等于 2.05 的作用综合系数；

$\gamma_{G,2}$ ——持久荷载的分项系数；

$G_{K,2}$ ——单位体积持久荷载，取实测样本中的最大值；

$C_{G,2}$ ——持久荷载的尺寸参数；

$\gamma_{Q,1}$ ——可变荷载的分项系数，对于楼面活荷载不小于 1.6，对于屋面活荷载不小于 1.5；

$Q_{L,1}$ ——可变荷载的标准值，取设计值、可能出现的最大值和出现过的最大值中的最大值；

$Q_{L,2}$ ——基本雪压，取现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定值和按本标准第 9 章规定分析计算值中的较大值；

$\gamma_{Q,2}$ ——雪荷载的分项系数，取现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定值和按本标准第 9 章计算分析值的较大值。

2 式 (F.5.6-1) 中持久荷载的分项系数 $\gamma_{G,2}$ 应按下列规定计算：

1) 针对持久荷载尺寸变化的分项系数分量应按下式计算：

$$\gamma_{G,2a} = 1 + \beta_s \delta_{G,2a} \quad (\text{F.5.6-2})$$

式中： $\gamma_{G,2a}$ ——考虑持久荷载尺寸变化的分项系数；

β_s ——作用效应的可靠指标，取 2.05；

$\delta_{G,2a}$ ——持久荷载尺寸的变异系数。

2) 持久荷载单位体积重量对应的分项系数应按下式计算:

$$\gamma_{G,2g} = 1 + \beta_s \delta_{G,2g} \quad (\text{F. 5. 6-3})$$

式中: $\gamma_{G,2g}$ ——对应于持久荷载单位体积重量的分项系数;

$\delta_{G,2g}$ ——持久荷载单位体积重量的变异系数。

3) 持久荷载的分项系数应按下式计算:

$$\gamma_{G,2} = \gamma_{G,2a} \times \gamma_{G,2g} \quad (\text{F. 5. 6-4})$$

3 作用综合分项系数 $\gamma_{F,s}$ 对应的检验荷载应按下式计算:

$$F_{t,s} = \gamma_{F,s} \times (G_{K,2} \times C_{G,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}) \quad (\text{F. 5. 6-5})$$

式中: $F_{t,s}$ ——作用综合系数 $\gamma_{F,s}$ 对应的检验荷载。

4 构件分项系数 γ_R 对应的检验荷载应按下式计算:

$$F_{t,R} = \gamma_R \times (G_{K,2} \times C_{G,2} + Q_{K,1} \times C_{Q,1} + Q_{K,2} \times C_{Q,2}) \quad (\text{F. 5. 6-6})$$

式中: $F_{t,R}$ ——构件分项系数对应的检验荷载;

γ_R ——构件承载力的分项系数, 按本标准附录 E 的规定确定。

5 可靠指标 β 对应分项系数的检验目标荷载应取构件分项系数对应的检验荷载 $F_{t,R}$ 与作用综合系数对应的检验荷载 $F_{t,s}$ 之和。

F. 5. 7 通过作用综合系数对应的检验荷载 $F_{t,s}$ 和构件承载力分项系数对应的检验荷载 $F_{t,R}$ 的检验后, 构件满足下列要求时, 可评价结构构件符合国家现行标准规定的可靠指标的要求:

- 1 构件的应变未达到屈服应变或距屈服应变有明显的差距;
- 2 构件的变形未超出构件承载能力极限状态的限制;
- 3 构件无屈曲迹象;
- 4 构件无局部的失稳;
- 5 构件未出现材料的破坏。

附录 G 游离氧化钙潜在危害的检测推断

G.0.1 硬化混凝土游离氧化钙的潜在危害可按本附录规定的方法进行推断。

G.0.2 游离氧化钙对混凝土潜在危害的检测可分为现场检查、薄片和芯样试件沸煮检测等。

G.0.3 现场检查可将有开裂、崩溃等症状的硬化混凝土初步判断为具有游离氧化钙潜在危害。

G.0.4 在初步判断具有游离氧化钙潜在危害的部位上钻取混凝土芯样，芯样的直径可为70mm~100mm；在同一部位钻取芯样的数量不应少于2个，同一批受检混凝土应取混凝土芯样不少于3组。

G.0.5 在每个混凝土芯样上应先截取一个无外观缺陷的10mm厚的薄片试件，再将混凝土芯样加工成高径比为1.0的芯样试件，芯样试件的加工质量应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384的规定。

G.0.6 试件的沸煮检测应符合下列规定：

1 薄片试件沸煮检测应将薄片试件放在沸煮箱的试架上，沸煮制度应符合本附录第G.0.10条的规定；

2 芯样试件检测应将同一部位钻取的2个芯样试件中的1个放在沸煮箱的试架上，沸煮制度应符合本附录第G.0.10条的规定。

G.0.7 沸煮过的芯样试件应晾置3d，并应与未沸煮的芯样试件同时进行抗压强度测试。芯样试件抗压强度测试应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384的规定。

G.0.8 每组芯样试件抗压强度变化的百分率 ξ_{cor} 应按式计算，并应计算全部芯样试件抗压强度变化百分率的平均值 $\xi_{\text{cor},m}$ 。

$$\xi_{\text{cor}} = [(f_{\text{cor}} - f_{\text{cor}}^*)/f_{\text{cor}}] \times 100\% \quad (\text{G.0.8})$$

式中： ξ_{cor} ——芯样试件抗压强度变化的百分率；

f_{cor} ——未沸煮芯样试件抗压强度 (MPa)；

f_{cor}^* ——同组沸煮芯样试件抗压强度 (MPa)。

G.0.9 当沸煮试件的粗骨料没有明显的膨胀迹象时，可按下列规定判定游离氧化钙对混凝土的潜在危害：

1 当有两个或两个以上沸煮试件出现开裂或崩溃等现象时，宜判定该批混凝土存在游离氧化钙的潜在危害；

2 当芯样试件强度变化百分率平均值 $\xi_{\text{cor},m} > 30\%$ 时，可判定该批混凝土存在游离氧化钙的潜在危害；

3 仅有一个薄片试件出现开裂或崩溃等现象且对应芯样的 $\xi_{\text{cor}} > 30\%$ 时，可判定该区域混凝土存在游离氧化钙的潜在危害。

G.0.10 沸煮制度应符合下列规定：

1 沸煮箱内的水位应使整个沸煮过程中试件始终处于水中；

2 在 30min \pm 5min 内应将沸煮箱内的水加热至沸腾；

3 恒沸时间应为 6h，关闭沸煮箱后应使水温自然降至室温。

附录 H 混凝土中氯离子含量测定

H.0.1 硬化混凝土中氯离子的含量可按本附录规定的方法进行测定。

H.0.2 混凝土中氯离子含量的测定应具备下列仪器：

- 1 具有 0.1pH 单位或 10mV 精确度的酸度计或电位计；
- 2 银电极或氯电极；
- 3 饱和甘汞电极；
- 4 电磁搅拌器；
- 5 电振荡器；
- 6 50mL 滴定管；
- 7 10mL、25mL 及 50mL 移液管；
- 8 烧杯；
- 9 300mL 磨口三角瓶；
- 10 感量为 0.0001g 和感量为 0.1g 的天平；
- 11 最高使用温度不小于 1000℃ 的箱式电阻炉；
- 12 0.075mm 的方孔筛；
- 13 电热鼓风恒温干燥箱，温度控制范围 0℃~250℃；
- 14 磁铁；
- 15 快速定量滤纸；
- 16 干燥器。

H.0.3 混凝土中氯离子含量的测定应具备下列试剂：

- 1 三级以上试验用水；
- 2 1 个体积的硝酸加 3 个体积的试验用水配制的硝酸溶液 (1+3)；
- 3 浓度为 10g/L 的酚酞指示剂；
- 4 浓度为 0.01mol/L 的硝酸银标准溶液；

- 5 浓度为 10g/L 的淀粉溶液；
- 6 氯化钠基准试剂；
- 7 硝酸银。

H.0.4 试样制备应符合下列规定：

- 1 混凝土芯样应进行破碎，并应剔除粗骨料；
- 2 试样应缩分至 30g，并应研磨至全部通过 0.075mm 的方孔筛；
- 3 试样中的铁屑应采用磁铁吸出；
- 4 试样应置于 105℃~110℃ 电热鼓风恒温干燥箱中烘至恒重，取出后应放入干燥器中冷却至室温。

H.0.5 硝酸银标准溶液应按下列方法配制：

- 1 用感量为 0.0001g 的天平称取 1.7000g 硝酸银，放于烧杯中；
- 2 在烧杯中加入少量试验用水，待硝酸银溶解后，将溶液移入 1000mL 容量瓶中；
- 3 向容量瓶中加入试验用水稀释至 1000mL 刻度，摇匀，储存于棕色瓶中。

H.0.6 氯化钠标准溶液应按下列方法配制：

- 1 将氯化钠基准试剂放于温度为 500℃~600℃ 箱式电阻炉中进行灼烧，灼烧至恒重；
- 2 用感量为 0.0001g 的天平称取灼烧后的氯化钠基准试剂 0.6000g，放于烧杯中；
- 3 在烧杯中加入少量试验用水，待氯化钠溶解后，将溶液移入 1000mL 容量瓶中；
- 4 向容量瓶中加入试验用水稀释至 1000mL 刻度，摇匀，储存于试剂瓶中。

H.0.7 硝酸银标准溶液应按下列规定进行标定：

- 1 使用 25mL 移液管分别吸取 25.00mL 氯化钠标准溶液和 25.00mL 试验用水置于 100mL 烧杯中；
- 2 在烧杯中加 10.0mL 浓度为 10g/L 的淀粉溶液；

3 将烧杯放置于电磁搅拌器上,以银电极或氯电极作指示电极,以饱和甘汞电极作参比电极,用配制好的硝酸银标准溶液滴定;

4 按现行国家标准《化学试剂 电位滴定法通则》GB/T 9725 的规定,以二级微商法确定所用硝酸银溶液的体积;

5 同时使用试验用水代替氯化钠标准溶液进行上述步骤的空白试验,确定空白试验所用硝酸银标准溶液的体积;

6 硝酸银标准溶液的浓度按下式计算:

$$C_{(\text{AgNO}_3)} = \frac{m_{(\text{NaCl})} \times 25.00/1000.00}{(V_1 - V_2) \times 0.05844} \quad (\text{H. 0.7})$$

式中: $C_{(\text{AgNO}_3)}$ —— 硝酸银标准溶液的浓度(mol/L);

$m_{(\text{NaCl})}$ —— 氯化钠的质量(g);

V_1 —— 滴定氯化钠标准溶液所用硝酸银标准溶液的体积(mL);

V_2 —— 空白试验所用硝酸银标准溶液的体积(mL);

0.05844 —— 氯化钠的毫摩尔质量(g/mmol)。

H. 0.8 混凝土中氯离子含量应按下列方法测定:

1 混凝土试样应按下列步骤制备混凝土试样滤液:

- 1) 用感量 0.0001g 的天平称取 5.0000g 试样,放入磨口三角瓶中;
- 2) 在磨口三角瓶中加入 250.0mL 试验用水,盖紧塞剧烈摇动 3min~4min;
- 3) 再将盖紧塞的磨口三角瓶放在电振荡器上振荡 6h 或静止放置 24h;
- 4) 以快速定量滤纸过滤磨口三角瓶中的溶液于烧杯中,即成为混凝土试样滤液。

2 混凝土试样滤液应按下列步骤进行滴定:

- 1) 用移液管吸取 50.00mL 滤液于烧杯中,滴加浓度为 10g/L 的酚酞指示剂 2 滴;
- 2) 用配制的硝酸溶液滴至红色刚好褪去,再加 10.0mL

浓度为 10g/L 的淀粉溶液；

- 3) 将烧杯放置于电磁搅拌器上，以银电极或氯电极作指示电极，饱和甘汞电极作参比电极，用配制好的硝酸银标准溶液滴定；
- 4) 按现行国家标准《化学试剂 电位滴定法通则》GB/T 9725 的规定，以二级微商法确定所用硝酸银溶液的体积。

3 应使用试验用水代替混凝土试样滤液按第 2 款的步骤同时进行试验用水的空白试验，确定空白试验所用硝酸银标准溶液的体积。

4 混凝土中氯离子含量按下式计算：

$$W_{\text{Cl}^-} = \frac{C_{(\text{AgNO}_3)} \times (V_1 - V_2) \times 0.03545}{m_s \times 50.00/250.0} \times 100\% \quad (\text{H. 0.8})$$

式中： W_{Cl^-} ——混凝土中氯离子含量（%）；

$C_{(\text{AgNO}_3)}$ ——硝酸银标准溶液的浓度（mol/L）；

V_1 ——滴定混凝土试样滤液所用硝酸银标准溶液的体积（mL）；

V_2 ——空白试验所用硝酸银标准溶液的体积（mL）；

0.03545——氯离子的毫摩尔质量（g/mmol）；

m_s ——混凝土试样质量（g）。

H. 0.9 混凝土中氯离子占胶凝材料总量的百分比应按下式计算：

$$P_{\text{Cl},t} = W_{\text{Cl}^-} / \lambda_c \quad (\text{H. 0.9})$$

式中： $P_{\text{Cl},t}$ ——混凝土中氯离子占胶凝材料总量的百分比（%）；

W_{Cl^-} ——混凝土中氯离子含量（%）；

λ_c ——根据混凝土配合比确定的混凝土中胶凝材料与砂浆的质量比。

附录 J 钢筋表面硬度测试方法

- J.0.1** 构件中钢筋的表面硬度可采用回弹法进行测定。
- J.0.2** 钢筋的表面硬度测试仪器应为数显式里氏硬度计。
- J.0.3** 每个待测钢筋应布置一个测区，测区可水平设置，也可向上或向下设置。
- J.0.4** 测区可先用角磨机和钢锉打磨，并应分别用粗、细砂纸打磨，直至露出金属光泽。
- J.0.5** 打磨好的测区，其表面粗糙度的平均值不应大于 $1.6\mu\text{m}$ 。
- J.0.6** 每一测区应布置 5 个测点，测点应在测区范围内均匀分布，里氏硬度值应精确至 1HL。
- J.0.7** 应取所有测点数据的平均值作为该测区的代表值。
- J.0.8** 测试方向相同和测试代表值相近的钢筋可归为一类。
- J.0.9** 当同类钢筋的弹击角度不同时，可进行弹击角度的修正。

附录 K 结构混凝土冻伤的检测方法

K. 0. 1 结构混凝土冻伤可分为硬化混凝土的冻融损伤和混凝土早期冻伤。

K. 0. 2 混凝土冻伤的类型可根据结构混凝土冻伤的特点并结合施工现场情况判别。

K. 0. 3 硬化混凝土在冻融循环后出现表面损伤或开裂，应判定为冻融损伤。

K. 0. 4 施工阶段混凝土的早期冻伤应分为立即冻伤和预养冻伤。

K. 0. 5 冻融损伤和早期预养冻伤的混凝土可用碳化深度法检测受冻损伤混凝土的厚度，检测操作应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定。

K. 0. 6 冻融损伤和早期预养冻伤的混凝土也可通过现场钻取芯样，检测受冻损伤混凝土的厚度、损伤程度及强度，并应符合下列规定：

1 可采用钻出芯样的湿度变化确定受冻损伤混凝土的厚度，检测操作应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定；

2 可用里氏硬度法进行检测混凝土受冻损伤程度，检测操作应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定；

3 构件内部混凝土强度可采用钻芯法进行检测，芯样试件的加工质量和强度试验应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的规定；

4 构件表面混凝土的强度，可采用对里氏硬度修正法进行推断。

K. 0.7 立即冻伤的混凝土可采用取芯法检测混凝土强度，芯样试件的加工质量和强度试验应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的规定。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

附录 L 混凝土中钢筋锈蚀状况的检测

L.0.1 钢筋锈蚀的检测可采用剔凿检测方法、电化学测试方法或综合分析判断方法。

L.0.2 钢筋锈蚀程度的剔凿检测，应符合下列规定：

- 1 对于锈蚀严重钢筋，宜直接量测钢筋的剩余直径；
- 2 存在锈蚀坑的钢筋应量测锈蚀的深度；
- 3 轻微锈蚀处可量测除锈前后直径等的差异。

L.0.3 钢筋锈蚀的电化学测试方法和综合分析判断方法宜配合剔凿检测方法的验证。

L.0.4 钢筋锈蚀的电化学测试可采用极化电极原理的方法和半电池原理的方法。

L.0.5 电化学测试方法的测区及测点布置应符合下列规定：

- 1 测区应能代表不同环境条件，每种条件的测区数量不宜少于 3 个；
- 2 应在测区上布置测试网格；
- 3 网格节点宜为测点，网格间距可根据构件的尺寸和仪器的功能确定，测区中的测点数不宜少于 20 个；
- 4 测区和测点应编号，并应注明位置。

L.0.6 电化学检测操作应遵守所使用检测仪器的操作要求，并应符合下列规定：

- 1 电极铜棒应清洁，不应有可见缺陷；
- 2 混凝土表面应清洁，测点处不应有涂料、浮浆、污物或尘土等；
- 3 仪器连接点应与被测钢筋连通；
- 4 测点处混凝土应湿润；
- 5 测试时应避免各种电磁场的干扰；

6 测点读数应符合下列规定：

- 1) 电位读数变动不应超过 2mV；
- 2) 同一测点同一支参考电极重复读数差异不应超过 10mV，同一测点不同参考电极重复读数差异不应超过 20mV。

L.0.7 电化学测试结果的表达应符合下列规定：

- 1 各测点的测试数据应标注在测区平面图上；
- 2 具备条件时宜绘出测试数据的等值线图。

L.0.8 电化学测试结果的判定应符合下列规定：

1 钢筋电位与钢筋锈蚀状况可按表 L.0.8-1 的规定进行判别。

表 L.0.8-1 钢筋锈蚀状况判别

序号	钢筋电位 (mV)	钢筋锈蚀状况判别
1	-500~-350	钢筋发生锈蚀的概率为 95%
2	-350~-200	钢筋发生锈蚀的概率为 50%，可能存在坑蚀现象
3	-200 以上	无锈蚀活动性或锈蚀活动性不确定，锈蚀概率 5%

2 钢筋锈蚀速率及构件保护层出现损伤年数可按表 L.0.8-2 的规定进行判别。

表 L.0.8-2 钢筋锈蚀速率和构件保护层出现损伤年数判别

序号	锈蚀电流 ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	锈蚀速率	构件保护层出现损伤年数
1	<0.2	钝化状态	—
2	0.2~0.5	低锈蚀速率	>15 年
3	0.5~1.0	中等锈蚀速率	10 年~15 年
4	1.0~10	高锈蚀速率	2 年~10 年
5	>10	极高锈蚀速率	不足 2 年

3 混凝土电阻率与钢筋锈蚀状态可按表 L.0.8-3 的规定进行判别。

表 L. 0. 8-3 钢筋锈蚀状态判别

序号	混凝土电阻率 ($k\Omega \cdot cm$)	钢筋锈蚀状态
1	>100	钢筋不会锈蚀
2	$50 \sim 100$	低锈蚀速率
3	$10 \sim 50$	钢筋活化时, 可出现中高锈蚀速率
4	<10	电阻率不是锈蚀的控制因素

L. 0. 9 综合分析判定方法可根据裂缝形态、混凝土保护层厚度、混凝土强度、混凝土碳化深度、混凝土中有害物质含量以及混凝土含水率等检测数据判定钢筋的锈蚀状况。

附录 M 回弹检测烧结普通砖抗压强度

M.0.1 按本附录检测既有结构烧结普通砖的抗压强度时，应使用 HT75 型回弹仪。

M.0.2 同一批次烧结普通砖的砌体上可布置 5 个~10 个回弹测区，每个测区可抽取 5 块~10 块砖进行回弹检测。

M.0.3 每块砖的条面应布置 5 个回弹测点，测点应避免气孔、裂纹等，测点之间应留有一定的间距。

M.0.4 每块砖的测试参数应为回弹测试平均值 $R_{m,i}$ 。

M.0.5 单块砖的抗压强度换算值可按下列公式计算：

$$\text{黏土砖：} f_{1,i} = 1.08R_{m,i} - 32.5; \quad (\text{M.0.5-1})$$

$$\text{页岩砖：} f_{1,i} = 1.06R_{m,i} - 31.4; \quad (\text{M.0.5-2})$$

$$\text{煤矸石砖：} f_{1,i} = 1.05R_{m,i} - 27.0; \quad (\text{M.0.5-3})$$

式中： $R_{m,i}$ ——第 i 块砖回弹测试平均值；

$f_{1,i}$ ——第 i 块砖抗压强度换算值，精确至 0.1。

M.0.6 检测批烧结普通砖的抗压强度平均值，应按本标准第 3 章的规定确定推定区间。

附录 N 钢材强度的里氏硬度检测方法

N.1 适用范围和测试仪器

N.1.1 里氏硬度方法可用于建筑中 H 型钢、钢管等钢构件钢材抗拉强度的现场无损检测。

N.1.2 本方法不适用于表层与内部强度有明显差异或内部存在缺陷钢材强度的测试。

N.1.3 里氏硬度计宜采用数显式，并按现行行业标准《里氏硬度计检定规程》JJG 747 的规定进行检定或校准。

N.2 检测技术

N.2.1 既有结构钢材强度的里氏硬度检测宜根据现场情况确定检测构件的数量。

N.2.2 每一构件的测区应符合下列规定：

- 1 测区数量不应少于 3 个；
- 2 测区宜布置在里氏硬度计能垂直向下检测的钢材表面，也可布置在非垂直向下的钢材表面；
- 3 测区钢材的厚度不宜小于 6mm，曲面构件测区的曲率半径不应小于 30mm；
- 4 测区宜布置在测试时不产生颤振的部位。

N.2.3 测区的处理应符合下列规定：

- 1 测区钢材表面应进行打磨处理，打磨可用钢锉或角磨机等设备去除各种涂层，并应用粗、细砂纸打磨至表面粗糙度 R_a 的平均值不大于 $1.6\mu\text{m}$ ；
- 2 每个测区打磨的区域不应小于 $30\text{mm}\times 60\text{mm}$ ；
- 3 测区表面粗糙度的测试应符合下列规定：
 - 1) 表面粗糙度应用粗糙度测量仪器测；

2) 测量不应少于 5 次, 每次读数应精确至 $0.01\mu\text{m}$ 。

N. 2.4 里氏硬度的检测操作应符合下列规定:

1 在每个测区测试前, 应在该仪器所带标准块上对里氏硬度计进行校准, 校准时相邻两点读数差应小于 12HL ;

2 对于测区的硬度测试, 应按所用仪器使用说明书的要求进行操作:

1) 向下推动加载套或用其他方式锁住冲击体;

2) 测试时冲击装置应紧压在测区的测点上, 冲击方向应与测试面垂直。

N. 2.5 测区内测点的布置应符合下列规定:

1 每一测区应布置 9 个测点;

2 测点应在测区范围内均匀分布;

3 测点之间的距离应大于 4mm ;

4 测点距试样边缘距离不应小于 5mm 。

N. 2.6 测点的测试应符合下列规定:

1 同一测点只应测试一次;

2 每一测点的里氏硬度值应精确至 1HL 。

N. 3 硬度计算及钢材强度换算

N. 3.1 测区里氏硬度的平均值, 应从 9 个里氏硬度测试值中剔除 2 个最大值和 2 个最小值, 余下的 5 个里氏硬度测试值应按下式计算平均值:

$$HL_m = \frac{\sum_{i=1}^5 HL_i}{5} \quad (\text{N. 3.1})$$

式中 HL_m ——测区里氏硬度的测试平均值, 精确到 1HL ;

HL_i ——测区余下 5 个测试值中第 i 个测点的里氏硬度值。

N. 3.2 当测区的里氏硬度测试数据无须进行角度、方向以及钢板厚度的修正时, 可将测区里氏硬度测试值的平均值作为换算钢

材抗拉强度的代表值。

N.3.3 非垂直方向检测钢结构构件表面时，应按下式对测区里氏硬度平均值进行弹击角度和弹击方向修正：

$$HL_{dm} = HL_m + HL_n \quad (\text{N.3.3})$$

式中： HL_{dm} ——修正后的垂直方向里氏硬度平均值；

HL_m ——非垂直向下检测时测区里氏硬度的平均值；

HL_n ——非垂直向下方向检测时里氏硬度修正值，可按表 N.3.3 采用。

表 N.3.3 非垂直向下检测的硬度修正值

HL_m	HL_n			
	向下 45°	水平	向上 45°	垂直向上
200	-7	-14	-23	-33
250	-6	-13	-22	-31
300	-6	-12	-20	-29
350	-6	-12	-19	-27
400	-5	-11	-18	-25
450	-5	-10	-17	-24
500	-5	-10	-16	-22
550	-4	-9	-15	-20
600	-4	-8	-14	-19
650	-4	-8	-13	18
700	-3	-7	-12	-17
750	-3	-6	-11	-16
800	-3	-6	-10	-15
850	-2	-5	-9	-14

注：表中计量单位为 HL。

N.3.4 当测区钢材的厚度小于 12mm 时，应按下式对测区里氏硬度平均值进行修正：

$$HL_{dm} = HL_m + HL_1 \quad (\text{N.3.4})$$

式中： HL_t ——检测不同的钢材厚度时里氏硬度修正值，可按表 N. 3. 4 采用。

表 N. 3. 4 钢材厚度对里氏硬度测试值的修正值

板厚 (mm)	硬度修正值 (HL)
6	30
7	22
8	18
10	10
12	0

N. 3. 5 既有结构钢材抗拉强度可依据测区里氏硬度的代表值按表 N. 3. 5 确定。

表 N. 3. 5 钢材里氏硬度与抗拉强度值换算表

里氏硬度 (HL)	抗拉强度 (N/mm ²)		里氏硬度 (HL)	抗拉强度 (N/mm ²)	
	抗拉强度 最小值 $f_{b,min}$	抗拉强度 最大值 $f_{b,max}$		抗拉强度 最小值 $f_{b,min}$	抗拉强度 最大值 $f_{b,max}$
HL_{dm}			HL_{dm}		
255	306	456	304	317	467
260	306	456	306	318	468
265	307	457	308	319	469
270	307	457	310	320	470
275	308	458	312	321	471
280	309	459	314	322	472
285	310	460	316	323	473
290	311	461	318	324	474
295	313	463	320	326	476
300	315	465	322	327	477
302	316	466	324	328	478

续表 N. 3. 5

里氏硬度 (HL)	抗拉强度 (N/mm ²)		里氏硬度 (HL)	抗拉强度 (N/mm ²)	
HL_{dm}	抗拉强度 最小值 $f_{b,min}$	抗拉强度 最大值 $f_{b,max}$	HL_{dm}	抗拉强度 最小值 $f_{b,min}$	抗拉强度 最大值 $f_{b,max}$
326	329	479	372	371	521
328	331	481	374	374	524
330	332	482	376	376	526
332	334	484	378	378	528
334	335	485	380	381	531
336	337	487	382	383	533
338	338	488	384	386	536
340	340	490	386	388	538
342	342	492	388	391	541
344	343	493	390	393	543
346	345	495	392	396	546
348	347	497	394	399	549
350	349	499	396	401	551
352	350	500	398	404	554
354	352	502	400	407	557
356	354	504	402	410	560
358	356	506	404	413	563
360	358	508	406	416	566
362	360	510	408	419	569
364	362	512	410	422	572
366	365	515	412	425	575
368	367	517	414	428	578
370	369	519	416	431	581

续表 N. 3. 5

里氏硬度 (HL)	抗拉强度 (N/mm ²)		里氏硬度 (HL)	抗拉强度 (N/mm ²)	
HL_{dm}	抗拉强度 最小值 $f_{b,min}$	抗拉强度 最大值 $f_{b,max}$	HL_{dm}	抗拉强度 最小值 $f_{b,min}$	抗拉强度 最大值 $f_{b,max}$
418	434	584	450	491	641
420	437	587	452	494	644
422	441	591	454	498	648
424	444	594	456	502	652
426	447	597	458	506	656
428	451	601	460	510	660
430	454	604	462	514	664
432	458	608	464	518	668
434	461	611	466	523	673
436	465	615	468	527	677
438	468	618	470	531	681
440	472	622	472	535	685
442	475	625	474	539	689
444	479	629	476	544	694
446	483	633	478	548	698
448	487	637	480	553	703

N. 4 钢材强度的推定和强度等级的区分

N. 4. 1 单个构件钢材抗拉强度的推定应符合下列规定：

1 该构件钢材抗拉强度推定范围宜取 3 个测区换算抗拉强度最小值 $f_{b,min}$ 的平均值作为推定范围的下限值，宜取 3 个测区换算抗拉强度最大值 $f_{b,max}$ 的平均值作为推定范围的上限值；

2 该构件抗拉强度的推定值，可取构件推定范围上限值与

下限值的平均值；

3 该构件抗拉强度的特征值，可取推定范围的下限值。

N.4.2 检验批构件钢材强度等级的区分应符合下列规定：

1 钢材抗拉强度特征值接近的构件可视为同等强度等级；

2 所有构件钢材抗拉强度特征值的平均值可作为与钢材强度等级对应抗拉强度标准值的比较值。

附录 P 钢-混凝土组合结构中钢构件的无损探测方法

P.1 一般规定

P.1.1 无损探测钢-混凝土组合结构中钢构件的截面形状可为 H 形、矩形和圆形等 (图 P.1.1)。

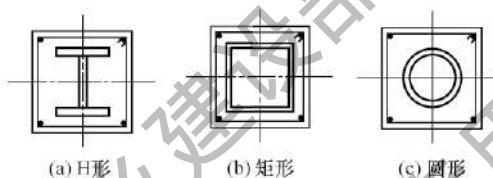


图 P.1.1 钢-混凝土组合结构中钢构件的形状

P.1.2 钢-混凝土组合结构中的钢构件无损探测的目标可分为下列 4 个层次:

- 1 探测混凝土中的钢构件;
- 2 判断钢构件的形状;
- 3 探测钢构件保护层的厚度;
- 4 探测钢构件的主控尺寸等。

P.1.3 钢-混凝土组合结构中钢构件的无损探测结果宜进行局部打孔等直接测试方法的验证。

P.2 仪器及基本操作要求

P.2.1 钢-混凝土组合结构中钢构件的无损探测可使用钢筋探测仪和雷达探测仪等。

P.2.2 钢筋探测仪的性能应符合现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152 的有关规定。

P. 2.3 钢-混凝土组合结构中的钢构件的探测宜选用具有中、高频段天线的探地雷达仪或工程雷达仪，雷达天线的主频宜为900MHz~1600MHz。

P. 2.4 雷达仪的混凝土电磁波速可在已知目标埋深构件上进行标定，标定结果可按下式计算：

$$v = h/t \quad (\text{P. 2.4})$$

式中： v ——电磁波速；

h ——已知目标埋深；

t ——反射波的双程走时。

P. 2.5 雷达仪探测钢构件的操作可分成横向测试法和纵向测试法，其操作应符合下列规定：

- 1 横向测试时，雷达仪的天线应垂直于被测构件的轴线运行；
- 2 纵向测试时，雷达仪的天线应平行于被测构件的轴线运行；
- 3 在钢构件的探测过程中，雷达仪的探测位置宜布置在构件无钢筋或钢筋间距较大的部位，不宜采取在钢筋上顺筋探测的方式。

P. 2.6 雷达仪测试图像中钢筋与钢构件的特征可按下列规则判定：

- 1 对于分散的月牙形强反射信号，可判定为钢筋的图像；
- 2 对于连续的同相轴的强反射信号，可判定为钢构件的图像。

P. 3 钢构件及其形状的探测

P. 3.1 在进行钢构件的探测前，应用钢筋探测仪探测构件中的钢筋，并应将探测到的主筋和箍筋的位置标注在构件上。

P. 3.2 用钢筋探测仪探测钢构件及其形状的操作应符合下列规定：

- 1 探测区域宜以构件两个相邻的侧面构成；
- 2 探测的截面宜布置在构件侧面无箍筋或箍筋间距较大的

部位；

3 钢筋探测仪的探头移动应顺着构件横截面方向或顺箍筋的方向；

4 钢筋探测仪探测的深度宜使用高档位；

5 探测结果应绘制成背景本底值的曲线图。

P. 3.3 矩形组合构件中的钢构件及其形状可按下列方法判定：

1 当探测曲线图显示明显变化的背景本底值时，可初步判断混凝土内存在钢构件；

2 当构件两个相邻侧面的探测曲线图具有图 P. 3.3-1 的典型特征时，可初步判断钢构件的截面形状为矩形；

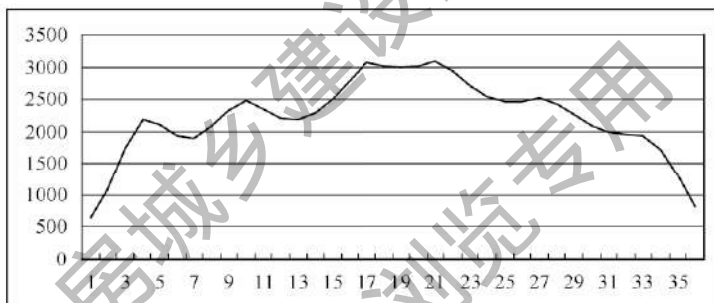


图 P. 3.3-1 矩形钢构件典型测试曲线

3 当构件两个相邻侧面的探测曲线图分别具有图 P. 3.3-1 和图 P. 3.3-2 的典型特征时，可初步判断钢构件的截面形状为 H 形；

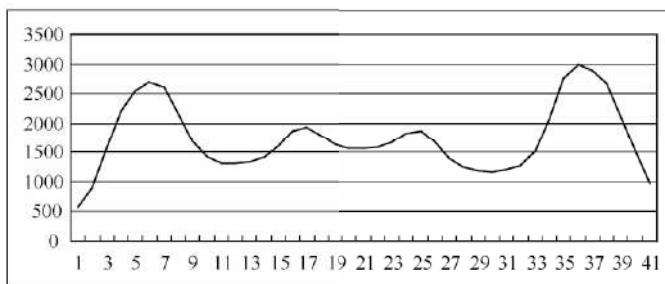


图 P. 3.3-2 H 形钢构件典型测试曲线

4 当两个相邻侧面的探测曲线图显示相似的背景本底值时，可初步判断钢构件的截面为圆形。

P. 3. 4 对于圆形的钢-混凝土组合构件，当探测曲线图显示基本均匀的背景本底值时，可初步判断钢构件的截面为圆形。

P. 3. 5 雷达仪探测钢-混凝土组合构件的钢构件宜采用横向测试法和纵向测试法分别探测组合构件的相邻侧面，当存在深层的连续较强的反射信号时，可初步判定混凝土内存在钢构件。

P. 3. 6 当雷达仪探测组合构件的两对相邻侧面的深层反射信号近似对称时，可初步判断钢构件为矩形或圆形，当雷达仪探测的两对相邻侧面的深层反射信号存在明显差异时，可初步判断钢构件为 H 形。

P. 4 H 形钢构件主控尺寸的测定

P. 4. 1 H 形钢构件的主控尺寸宜采用雷达探测，探测的尺寸可包括翼板保护层厚度 d_1 和 d_2 、翼板的宽度 H_y ，以及构件的高度 H_w （图 P. 4. 1）。

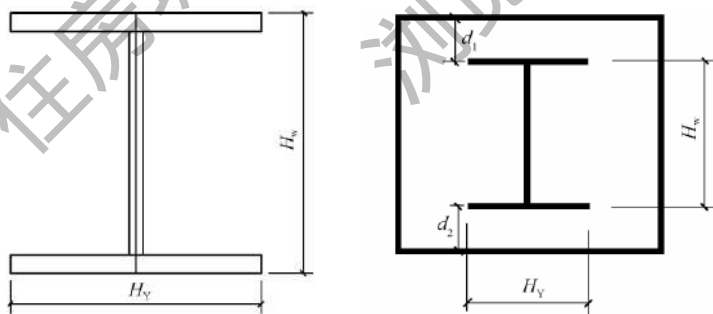


图 P. 4. 1 H 形钢构件的主控尺寸

P. 4. 2 用雷达探测两个翼板的保护层厚度和 H 形钢构件翼板宽度的操作应符合下列规定：

- 1 探测面应为初步判定为型钢翼板的两个正面；
- 2 在探测中宜拾取雷达图像中翼板的反射波同相轴；

3 反射波同相轴宽度的头端和尾端两个异常值之间的距离可判为翼板宽度值 H_Y ;

4 反射波同相轴与雷达图像零点的距离可判为翼板保护层厚度。

P. 4.3 混凝土中 H 形钢构件的高度可通过下式计算预估:

$$H_w = H - d_1 - d_2 \quad (\text{P. 4.3})$$

式中: H_w ——构件的高度;

H ——型钢混凝土柱的外观宽度;

d_1 ——翼板 1 的保护层厚度;

d_2 ——翼板 2 的保护层厚度。

P. 4.4 用雷达探测 H 形钢构件腹板高度的操作应宜符合下列规定:

1 雷达仪的测试面应为初步判定为 H 形钢构件腹板高度的两个相对的面;

2 探测时宜拾取腹板反射波同相轴异常的头端、尾端间的距离;

3 腹板反射波同相轴异常的头端、尾端间的距离可判为构件高度值 H_w 。

P. 5 矩形钢构件的主控尺寸

P. 5.1 矩形钢构件的主控尺寸宜采用雷达仪探测, 探测的尺寸可为矩形钢构件截面的边长 $H_{1,b}$ 、 $H_{2,b}$, 以及钢构件保护层的厚度 $d_{1,1}$ 、 $d_{1,2}$ 、 $d_{2,1}$ 、 $d_{2,2}$ (图 P. 5.1)。

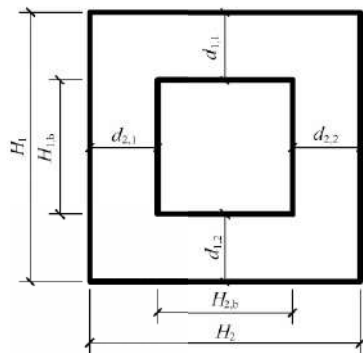


图 P. 5.1 矩形钢构件的主控尺寸

P. 5.2 用雷达仪探测矩形钢构件主控尺寸的操作应符合下列规定：

1 应分别对构件的四个面进行检测，探测时宜拾取雷达图像中钢板的反射波同相轴异常点；

2 反射波同相轴异常的两个端点的距离可判为矩形钢构件的边长；

3 反射波同相轴异常到雷达图像零点的距离应为钢材的保护层厚度；

4 矩形构件的边长，宜用其相对面的探测结果进行校准；

5 钢构件的保护层厚度，应取 4 个面分别的探测数值。

P. 5.3 矩形钢构件的边长可通过下式进行校核：

$$H_{i,b} = H_i - d_{i,1} - d_{i,2} \quad (\text{P. 5. 3})$$

式中： $H_{i,b}$ ——矩形钢构件 i 方向的边长；

H_i ——组合构件的同一方向的边长；

$d_{i,1}$ ——矩形钢构件相邻方向的保护层厚度之一；

$d_{i,2}$ ——与 $d_{i,1}$ 相对侧面的保护层厚度。

P. 6 圆形钢构件的探测

P. 6.1 矩形混凝土构件中圆形钢构件的主控尺寸的探测宜采用雷达仪，探测的尺寸可包括圆形钢构件的直径 D 和弧面钢板保护层厚度（图 P. 6.1）。

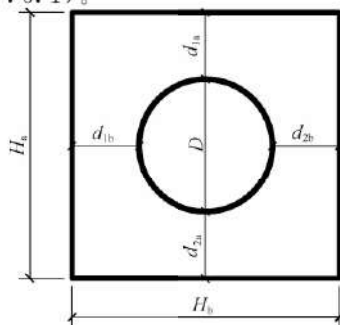


图 P. 6.1 圆形钢构件的主控尺寸

P. 6.2 用雷达仪探测矩形混凝土构件中圆形钢构件主控尺寸的操作应符合下列规定：

- 1 用雷达检测两个相对侧面弧面钢板。
- 2 拾取雷达图像中弧面板的反射波同相轴异常点。
- 3 弧形反射异常的顶点到雷达图像零点的距离为该侧面最小保护层厚度。
- 4 圆形钢构件的直径可通过下式计算确定：

$$D = H_a - d_{1a} - d_{2a} \quad (\text{P. 6.2})$$

式中： D ——圆形钢构件的直径；

H_a 、 H_b ——组合构件在相邻方向的边长；

d_{1a} 、 d_{1b} ——弧面钢板保护层厚度，可使用探测值，也可使用打孔的实测值；

d_{2a} 、 d_{2b} ——与 d_{1a} 、 d_{1b} 相对侧面的保护层厚度。

5 应对矩形组合构件的另一对侧面进行相同步骤的探测测试，并应将得到的圆形构件直径与前面得到的直径进行比较。

P. 6.3 圆形组合构件中圆形钢构件的主控尺寸宜采用雷达仪探测，探测的尺寸可包括：圆形钢构件的直径，弧面钢板保护层厚度，其最小保护层厚度也可用钢筋探测仪测试。

P. 6.4 圆形组合构件中圆形钢构件的主控尺寸探测宜按下列步骤进行：

- 1 根据雷达仪等探测曲线图的背景本底值等确定最小保护层的位置；
- 2 用雷达仪或钢筋探测仪探测该处最小保护层厚度 d_{\min} ；探测与其相对点的保护层厚度；
- 3 探测与第2款正交直径上的保护层厚度；
- 4 圆形钢构件的直径可通过计算确定。

附录 Q 轻质围护结构瞬时风动力系数试验方法

Q.1 一般规定

Q.1.1 轻质围护结构面层在瞬时风作用下的动力系数可通过本附录规定的试验方法确定。

Q.1.2 轻质围护结构面层瞬时风动力系数的试验装置和试验过程应符合本附录的规定。

Q.2 试验装置

Q.2.1 轻质围护结构面层在瞬时风作用下动力系数的试验装置应分成测试装置和模拟瞬时风的试验设备。

Q.2.2 测试装置应由承受瞬时风作用的单自由度弹簧拉接板、测试仪表和安装支架三部分构成。

Q.2.3 单自由度弹簧拉接板应为钢质圆板，直径应与试验设备导流管出风口的直径相同。钢质圆板的厚度应根据所模拟面层的质量确定，也可由厚度相同的数个圆板组合而成。

Q.2.4 拉接板应采用对称布置的拉接弹簧固定在支架上（图 Q.2.4）。拉接弹簧的刚度应通过试验调整确定。

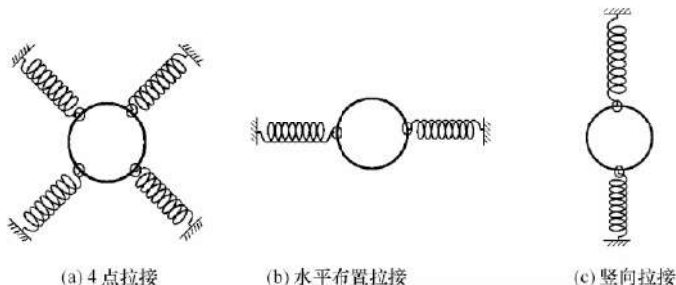


图 Q.2.4 对称布置拉簧示意

Q. 2.5 测试装置的测试仪表应具备自动记录下列测试数据的功能：

- 1 拉接板在试验风速突然变化时的振幅；
- 2 拉接板在均匀风速作用下的位移；
- 3 拉接板平行处的风速。

Q. 2.6 测试仪表应安装在支架上。

Q. 2.7 支架在模拟的风荷载作用下的变形不应受荷拉接板位移和振幅的测试构成影响。

Q. 2.8 模拟瞬时风的试验设备应由风机、导流管和风速测试仪表构成。

Q. 2.9 风机宜能提供足够的动力，导流管出风口应为圆形，风速测试仪应测试导流管出风口处的风速。

Q. 2.10 试验设备应有调整导流管出风口风速的功能。

Q. 3 动力系数试验

Q. 3.1 试验前应分析确定导流管出风口的风速与受荷拉接板质量之间的关系。

Q. 3.2 试验宜缓慢提升风速，直至达到预定的风速。

Q. 3.3 待拉接板的振动平稳后，应校对导流管出风口处的风速、拉接板处的风速和拉接板的位移。

Q. 3.4 轻质围护结构面层在瞬时风作用下动力系数的试验应符合下列规定：

1 拉接板动态位移的振幅应在导流管出风口完全封闭后立即进行测试，且应取得前 5 个最大振幅；

2 恢复导流管出风口的风速，拉接板的静态位移应待拉接板的振动稳定后测定；

- 3 第 1 款和第 2 款的试验过程应重复 3 次~5 次。

Q. 3.5 轻型围护结构面层动力系数试验参数的分析宜符合下列规定：

- 1 拉接板振动平稳后位移的平均值宜作为静态位移的代

表值；

2 每次封闭导流管出风口测试拉接板的前 3 个振幅的平均值可作为该次测试动态位移的测试值；

3 瞬时风作用下 3 次动态位移测试值的平均值可作为动态位移的代表值。

Q.3.6 试验得到的动态位移代表值与静态位移代表值的比值可作为轻型围护结构面层在瞬时风作用下动力系数的试验值。

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：
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：
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，在条件许可时首先应这样做的：
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执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 2 《木结构设计标准》GB 50005
- 3 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 4 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 5 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 6 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 7 《钢结构设计标准》GB 50017
- 8 《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
- 9 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 10 《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081
- 11 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
- 12 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 13 《砌体基本力学性能试验方法标准》GB/T 50129
- 14 《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144
- 15 《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152
- 16 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 17 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
- 18 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 19 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 20 《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206
- 21 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292
- 22 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 23 《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315

- 24 《木结构试验方法标准》GB/T 50329
- 25 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
- 26 《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621
- 27 《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628
- 28 《胶合木结构技术规范》GB/T 50708
- 29 《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784
- 30 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982
- 31 《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008
- 32 《多高层木结构建筑技术标准》GB/T 51226
- 33 《装配式木结构建筑技术标准》GB/T 51233
- 34 《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222
- 35 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/
T 228.1
- 36 《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》GB/T 229
- 37 《金属材料 弯曲试验方法》GB/T 232
- 38 《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技
术条件》GB/T 1231
- 39 《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1
- 40 《砌墙砖试验方法》GB/T 2542
- 41 《焊接接头弯曲试验方法》GB/T 2653
- 42 《焊接接头冲击试验方法》GB/T 2650
- 43 《焊接接头拉伸试验方法》GB/T 2651
- 44 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
- 45 《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2
- 46 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632
- 47 《混凝土砌块和砖试验方法》GB/T 4111
- 48 《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处
理》GB/T 4883
- 49 《厚度方向性能钢板》GB/T 5313

- 50 《化学试剂 电位滴定法通则》GB/T 9725
- 51 《城市区域环境振动测量方法》GB 10071
- 52 《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》
GB/T 11345
- 53 《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB/T 16939
- 54 《结构用集成材》GB/T 26899
- 55 《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T 28900
- 56 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 57 《空间网格结构技术规程》JGJ 7
- 58 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 59 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23
- 60 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 61 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
- 62 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82
- 63 《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》JGJ/T 136
- 64 《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152
- 65 《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203
- 66 《后锚固法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 208
- 67 《高强混凝土强度检测技术规程》JGJ/T 294
- 68 《建筑工程裂缝防治技术规程》JGJ/T 317
- 69 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322
- 70 《钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术规程》
JGJ/T 368
- 71 《非烧结砖砌体现场检测技术规程》JGJ/T 371
- 72 《拉脱法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 378
- 73 《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384
- 74 《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》JGJ/T 411
- 75 《地面三维激光扫描作业技术规程》CH/Z 3017
- 76 《里氏硬度计检定规程》JJG 747

- 77 《钻孔应变法测量残余应力的标准测试方法》SL 499
- 78 《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091
- 79 《金属材料 顶锻试验方法》YB/T 5293
- 80 《钢网架螺栓球节点》JG/T 10
- 81 《钢网架焊接空心球节点》JG/T 11

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用