 T/CECS XXX：XXXX

**中国工程建设标准化协会标准**

**工业建筑非工业化改造结构检测鉴定标准**

Standard for structural inspection and appraisal of non-industrial transformation of industrial buildings

**(征求意见稿)**

**《工业建筑非工业化改造结构检测鉴定标准》编制组**

202X年

工业建筑非工业化改造结构检测鉴定标准

Standard for structural inspection and appraisal of non-industrial transformation of industrial buildings

**(征求意见稿)**

**T/CECS xxx—XXXX**

主编单位：

批准单位：

施行日期：

xxx出版社

202X年 北 京

**前言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发﹤2019年第二批工程建设协会标准制订、修订计划﹥的通知》（建标协字[2019] 022号文）的要求，由中冶建筑研究总院有限公司会同有关科研 、高校及企业单位共同修订而成。

本标准的编制总结了近年来我国工业建筑非工业化改造的科研成果以及各检测鉴定单位结构鉴定工程实践经验，参考国内外相关标准，在编制过程中标准编制组经广泛调查研究，与相关的标准进行了协调，对主要问题进行了反复讨论，并经广泛征求意见后定稿。

本标准主要内容是：总则、术语和符号、基本规定、调查和检测、结构分析与校核、结构鉴定和鉴定报告。

本标准由中国工程建设标准化协会冶金分会归口管理，由中冶建筑研究总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，请寄送中冶建筑研究总院有限公司（地址：北京市海淀区西土城路33号，邮编：100088）。

本标准主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc97538056)

[2 术语和符号 2](#_Toc97538057)

[2.1 术语 2](#_Toc97538058)

[2.2 符号 2](#_Toc97538059)

[3 基本规定 4](#_Toc97538060)

[3.1 检测鉴定原则 4](#_Toc97538061)

[3.2 鉴定程序及其工作内容 5](#_Toc97538062)

[4调查和检测 7](#_Toc97538063)

[4.1使用条件的调查和检测 7](#_Toc97538064)

[4.2结构的调查和检测 8](#_Toc97538065)

[4.3设备设施的调查和检测 10](#_Toc97538066)

[5 结构分析与校核 11](#_Toc97538067)

[6结构鉴定 13](#_Toc97538068)

[6.1 一般规定 13](#_Toc97538069)

[6.2地基基础 13](#_Toc97538070)

[6.3上部结构系统 14](#_Toc97538071)

[I 混凝土结构 14](#_Toc97538072)

[II 钢结构 15](#_Toc97538073)

[III 砌体结构 16](#_Toc97538074)

[IV 木结构 17](#_Toc97538075)

[6.4围护结构、建筑部件与构件 17](#_Toc97538076)

[6.5改造可行性评估 18](#_Toc97538077)

[7鉴定报告 19](#_Toc97538078)

[附录A: 三维激光扫描与数字图像重建 20](#_Toc97538079)

[A.1 一般规定 20](#_Toc97538080)

[A.2 三维激光扫描 20](#_Toc97538081)

[A.3 数字图像法 21](#_Toc97538082)

[附录B：混凝土结构耐久性检测评估 22](#_Toc97538083)

[B.1 现状检测 22](#_Toc97538084)

[B.2 耐久性评估 23](#_Toc97538085)

[附录C：钢结构耐久性检测评估 24](#_Toc97538086)

[C.1 钢构件现状检测 24](#_Toc97538087)

[C.2 钢构件耐久性现状评定 25](#_Toc97538088)

[附录D 带缺陷、损伤结构的仿真计算 27](#_Toc97538089)

[附录E:钢材性能指标 28](#_Toc97538090)

[E.1 普通碳素钢 28](#_Toc97538091)

[E.2 低合金钢 30](#_Toc97538092)

[E.3 优质碳素结构钢 32](#_Toc97538093)

[E.4 桥梁用钢 34](#_Toc97538094)

[附录F:混凝土性能指标 36](#_Toc97538095)

[附录G:适修性评定 38](#_Toc97538096)

# 1 总则

**1.0.1**为规范工业建筑非工业化改造的结构检测鉴定工作，统一技术要求，保证鉴定质量，做到评定科学，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于进行非工业化改造的工业遗存建筑、构筑物及其附属设施等结构的检测鉴定。

**1.0.3** 工业遗存建筑结构的检测鉴定，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行标准规范的规定。

**1.0.4**当改造后工业遗存建筑的使用功能改变为民用建筑时，改造后的结构可靠性、安全性与使用性鉴定应按照现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292相关内容进行鉴定，但构筑物仍应按照现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144相关内容进行鉴定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术语

**2.1.1** 非工业化改造 non-industrialization transformation

工业遗存建筑通过加固、维修、改扩建等手段，将其建筑使用功能由工业生产和储存的场所改变为其他非工业生产用途的场所，包括原状保留、适应性改造等。

**2.1.2**工业遗存industrial remaining

原工业企业停产、迁移后在原址遗留的工业建构筑物、设备设施等。

**2.1.3**目标使用年限 target working life

工业遗存建筑鉴定时所期望的继续使用时间。

**2.1.4**改造可行性评估 feasibility assessment reformation

针对工业遗存建筑非工业化改造方案，对工业遗存建筑结构进行可靠性和抗震性能分析判定的过程。

**2.1.5**适修性评估 repair-suitability of structure

残损的或承载能力不足的结构适于采取修复措施所应具备的技术可行性与经济合理性的总称。

**2.1.6**一般安全隐患 minor potential dangers

结构构件或连接存在轻微的缺陷或损伤，对构件承载能力影响有限，或承载能力略低于国家现行标准规范要求，自身失效不会产生结构失效等严重后果。

**2.1.7**严重安全隐患 Serious potential dangers

结构构件或连接存在严重的缺陷或损伤，已严重影响承载力，或承载能力显著低于国家现行标准规范要求，且自身失效将导致其他构件失效并危及结构系统安全。

## 2.2 符号

ar、br、cr、dr——构件适修性评级

Ar、Br、Cr、Dr——鉴定单元的适修性评级

tre——混凝土结构或构件剩余寿命

tcr——混凝土保护层锈胀开裂耐久年限

td——混凝土保护层锈胀裂缝宽度限值耐久年限

a、b、c——钢构件耐久性等级

H0——腐蚀最大深度与焊缝熔深或焊喉的比值

S0——腐蚀区面积与焊缝面积的比值

ηf——安全性储备系数

Yre1——钢结构自然腐蚀剩余使用年限；

Y0——钢结构已使用年限；

t0——钢结构钢材原始厚度；

tr——钢结构腐蚀后当前剩余厚度；

αs——钢结构腐蚀系数，

——钢结构主要杆件在基本组合作用下的最大主应力；

——钢结构主要杆件钢材屈服强度；

——钢结构主要杆件钢材抗拉强度；

——钢结构考虑应力影响耐久性腐蚀的截面形状和受力系数

N——焊缝的预计使用年限；

H——焊缝设计熔深或设计焊喉；

F——焊缝已腐蚀深度；

γcorr ——金属第一年的腐蚀速度；

be——金属环境特征参数。

δ5、δ10——伸长率

# 3 基本规定

## 3.1 检测鉴定原则

**3.1.1** 鉴定对象应为工业遗存建筑结构整体或相对独立的结构单元。

**3.1.2**工业遗存建筑非工业化改造结构鉴定工作可分为初步鉴定和详细鉴定两个阶段。

**3.1.3** 鉴定的目标使用年限，应根据工业遗存建筑的使用历史、当前的技术状况和今后的维修使用计划，按以下原则由委托方和鉴定方共同商定：

1. 对不同的鉴定单元，可确定不同的目标使用年限；
2. 初步鉴定目标使用年限时间不应超过2年；
3. 对于有明确用途的非工业化改造，检测鉴定的目标使用年限应结合改造方案确定。

**3.1.4**工业遗存建筑结构鉴定工作应包括可靠性鉴定和抗震鉴定，可根据需要进行适修性评估。

**3.1.5** 工业遗存建筑在下列情况下，应进行结构鉴定：

**1** 达到设计使用年限或目标使用年限，需要继续使用；

**2** 结构遭受灾害或事故后；

**3** 结构存在较严重的质量缺陷或损伤、疲劳、变形、振动影响、毗邻工程施工影响；

**4** 需要较大规模维修；

**5** 发现近期情况异常或有安全隐患；

**6** 改建、扩建、移位以及使用环境改造前；

**7** 抗震设防要求提高时；

**8** 有需要进行质量评价时。

**3.1.6** 工业遗存建筑在下列情况下，宜进行改造可行性评估：

**1** 进行结构改造或扩建前；

**2** 建筑功能改变时。

**3.1.7**当对工业遗存建筑的改造施工质量有所怀疑或有质量评价需求时，应对改造后的工业遗存进行结构鉴定。

**3.1.8**停用的工业遗存设备设施的结构部分宜按照钢结构进行结构检测鉴定。

**3.1.9** 工业遗存建筑结构和设备设施的检测鉴定工作，应委托具有相应结构鉴定能力的单位承担。

## 3.2 鉴定程序及其工作内容

**3.2.1** 工业遗存建筑结构的检测鉴定应明确鉴定目的、范围、目标使用年限。

**3.2.2** 工业遗存建筑结构的检测鉴定，宜按规定的鉴定流程（图3.2.2）进行，并应符合下列规定：

**1** 当工业遗存建筑尚无明确改造用途且两年内无实施改造计划时，可仅进行初步鉴定。

**2** 当工业遗存建筑长期保留或已有改造方案时，应进行详细鉴定。

明确检测鉴定目的、范围和目标使用年限

初步调查

制订检测鉴定方案

初步鉴定

详细鉴定

改造可行性评估

适修性评估

检测鉴定报告

图3.2.2结构鉴定程序

**3.2.3** 初步调查宜包括下列工作内容：

**1** 查找建造资料，包括工程地质勘察报告、设计计算书、设计施工图、设计变更记录、施工及施工洽商记录、竣工资料等。改造可行性评估时还应收集改造方案、建筑功能等相关改造资料。

**2** 调查历史情况，包括使用期间的维修、检测、评定加固等资料，历次检查观测记录、历次维修加固或改造资料，用途变更、使用条件改变、事故处理以及遭受灾害等情况。

**3** 调查场地资料，包括搜集该场地内建筑群的历次灾害、场地的工程地质和地震地质的有关资料。

**4** 踏勘现场，调查工业遗存建筑的现状、存在的问题，判断现场检测的安全风险。

**3.2.4**检测鉴定方案应根据鉴定目的、范围、内容及初步调查结果制定，应包括鉴定类型、鉴定依据、调查和检测内容、检测方法、工作进度计划及需委托方配合的工作等。

**3.2.5**工业遗存建筑结构的初步鉴定应包括以下工作内容：

**1**检查结构体系完整性、构件的损伤程度。

**2** 根据检测结果，对结构体系以及各结构系统的安全隐患进行评定；

**3** 当初步鉴定无法判断结构现状的安全性时，应进行详细鉴定。

**3.2.6**工业遗存建筑结构详细鉴定应包括以下内容：

**1** 详细调查工业遗存建筑用环境、使用历史的影响因素和结构上的作用；

**2** 检查地基基础的变形情况，检查地基变形对上部结构的影响；

**3** 检查工业遗存建筑结构的结构布置和结构体系、支撑系统、结构构件构造及连接情况，检测结构材料性能、几何参数、结构变形、缺陷和损伤、裂缝、腐蚀、老化等；

**4**根据详细调查和检测结果，对工业遗存建筑的结构构件、结构系统、鉴定单元进行结构分析和验算；

**5**结构安全性鉴定评级或可靠性鉴定评级。

**6**抗震鉴定。

**3.2.7**改造可行性评估应在详细鉴定基础上进行，并应结合改造功能需求，对工业遗存建筑进行补充结构分析和验算。

**3.2.8**工业遗存建筑的鉴定与改造可行性分析评估可根据需求进行适修性评估，适修性评估应按每一结构系统和鉴定单元分别进行，鉴定结果应以不同的适修性等级表示。

**3.2.9**工业遗存建筑的检测鉴定工作完成后，应出具检测鉴定报告，检测鉴定报告的编写应符合本标准第7章的规定。

**3.2.10**对仅委托进行初步鉴定的工业遗存建筑，可根据初步鉴定结果直接编制鉴定报告，对初步鉴定无法判断工业遗存建筑的安全性时，应建议尽快进行详细鉴定。

# 4调查和检测

## 4.1使用条件的调查和检测

**4.1.1**工业遗存建筑的使用条件包括使用环境、使用历史及结构上的作用。

**4.1.2**工业遗存建筑的使用环境，可根据需要按表4.1.2所列的项目进行调查。

**表4.1.2 工业遗存建筑使用环境调查**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 使用环境 | 调查项目 |
| 1 | 气象条件 | 大气温湿度、降水量、霜冻期、风向风速、土壤冻结等 |
| 2 | 地理环境 | 地形、地貌、工程地质；建筑方位、周围及地下工程等 |
| 3 | 工作环境 | 结构与构件所处局部环境、温度、湿度、侵蚀介质种类与浓度、干湿交替、冻融交替情况等 |

**4.1.3**工业遗存建筑所处的环境类别和作用等级，可按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476和《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144相关规定进行调查。

**4.1.4**工业遗存建筑的使用历史调查应包括以下内容：

**1** 历史使用功能、用途及变更情况；

**2**设计、施工和验收历史情况；

**3** 维修、加固、改扩建；

**4** 建筑上设备设施使用和变更情况；

**5**历史灾害与发生事故情况；

**6**超载历史、动荷载作用历史等其他特殊使用情况。

**4.1.5**结构上的作用应了解结构上的荷载作用历史和现状，可根据建筑物的具体情况以及鉴定的内容和要求按表4.1.5进行调查。

**表4.1.5 结构上的作用调查**

|  |  |
| --- | --- |
| 作用类别 | 调查项目 |
| 永久作用 | 1. 结构构件、建筑配件、楼、地面装修、固定设备设施等自重 2. 预应力、土压力、地基变形等作用 3. 吊车自重 |
| 可变作用 | 1. 楼面活荷载 2. 屋面活荷载 3. 屋面、楼面、平台积灰荷载 4. 雪、冰荷载 5. 风荷载 6. 温度作用 7. 其他 |
| 偶然作用 | 1. 地震作用 2. 爆炸、撞击、火灾、风灾 3. 洪水、滑坡、泥石流等地质灾害 |

**4.1.6**遗存建筑的设备设施荷载调查，宜包括设备设施及管道的自重、作用点位置、保温耐火材料及防腐材料保留拆除情况，内部积灰、物料堆积等情况。

**4.1.7**屋面、楼面和平台的自重荷载，应检查建筑构造做法，实测各种建筑材料的厚度。屋面、楼面及平台的活荷载，应根据实际使用情况及现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定综合选用。

**4.1.8**吊车荷载调查和检测应符合下列规定：

**1** 当厂房原有吊车保留且不继续运行时，应调查吊车自重，并按永久荷载考虑；

**2** 当厂房原有吊车保留且继续运行时，宜调查后续吊车运行动荷载情况，按可变荷载考虑。

**4.1.9**工业遗存建筑结构上的作用应按下列原则确定：

**1** 结构上的作用经调查符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009规定取值时，应按标准选用；

**2** 经调查发现与现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009规定取值偏差较大者，应按实际情况确定；

**3** 现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009未作规定或按实际情况难以直接选用时，可根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的有关规定确定。

**4.1.10**当工业遗存建筑需进行改造可行性评估时，应对改造后的使用条件进行调查，包括：

**1** 改造后使用环境、环境类别和作用等级；

**2** 改造后建构筑物的使用功能、建筑布置、建筑做法等；

**3** 改造后建构筑物的安全性等级、抗震要求及人防等级等；

**4** 改造后结构上作用的变化情况。

## 4.2结构的调查和检测

**4.2.1**初步鉴定应对结构的危险点进行调查和检测，宜包括下列工作内容：

1 地基基础有无明显不均匀沉降或短期内沉降快速发展；

2 结构体系及其结构布置是否完整和合理，支撑系统是否完善；

3 结构与构件的缺陷、损伤和腐蚀；

4 结构异常位移和变形；

5 结构构件有无坠落或整体破坏的危险。

**4.2.2**详细鉴定应对结构的现状进行详细的调查和检测，宜包括下列工作内容：

1 地基基础沉降及稳定；

2 结构体系及其整体牢固性；

3 结构或构件的几何参数；

4 结构构件及其连接；

5 材料性能；

6 结构与构件的缺陷、损伤和腐蚀；

7 结构位移和变形；

8 非结构构件的连接；

9 围护结构构造、连接及对主体结构的影响。

**4.2.3**工业遗存建筑应对地基基础、上部承重结构和围护结构进行调查和检测。

**4.2.4**地基基础的调查与检测，应符合下列规定：

1 应查阅岩土工程勘察报告以及有关图纸资料，调查建构筑物实际使用荷载、沉降量和沉降稳定情况，沉降差、上部结构倾斜等。当地基资料不足时，可根据建筑物上部结构是否存在地基不均匀沉降的反应来进行评定，还可对地基进行补充勘察；

2 对于结构上荷载明显减小且地基基础无明显沉降和损坏的工业遗存建筑，其地基基础的调查和检测可适当简化。

3 基础的种类和材料性能，可通过查阅图纸资料确定；当资料不足时或对资料有怀疑时，可开挖个别基础检测，并查明基础类型、尺寸、埋深、材料强度，并检查基础变位、开裂、腐蚀和损坏等情况。

**4.2.5**上部承重结构的现状调查和检测，应符合下列规定：

1 结构体系及其整体牢固性检查。应包括结构形式、结构平面布置及规则性、竖向和水平向承重布置、结构支撑系统、结构抗侧力作用体系、结构间连系构造等；对砌体结构还应包括圈梁和构造柱体系。

2 结构构件及其连接检查。应包括保证结构整体性、构件承载能力、稳定性、延性和刚度、抗裂性、传力有效性等的有关构造措施与连接；对混凝土结构还应包括短柱、深梁的承载性能，对砌体结构还应包括局部承压与局部尺寸；对钢结构和木结构还应包括构件的长细比及其构件间的连接构造。

3 结构缺陷和损伤的检查。应包括材料和施工缺陷、施工偏差、构造连接缺陷、后期使用中的开裂、锈蚀、变形、腐蚀等。

4 结构位移的检测。结构顶点、层间或控制点变形，倾斜，应在对结构或构件变形状况普遍观察的基础上，对结构整体和其中起控制作用的部位进行检测。

**4.2.6**结构构件的材料性能、几何参数及变形的检测，应符合下列规定：

1 结构材料性能的检验。当图纸资料有明确说明且无怀疑时，可进行现场抽样复核；当无图纸资料或对资料有怀疑时，应按国家现行有关检测技术标准的规定，通过现场取样或现场测试进行检测；

2 结构和构件几何参数的检测。当图纸资料齐全完整时，可进行现场抽样复核；当无图纸资料或资料不全时，可根据鉴定需要进行现场详细测量；

3 对结构、构件的变形，应在普查的基础上，对明显挠度与侧弯的受弯构件、明显侧倾的墙柱构件进行检测；当工业遗存建筑中需要保留其变形特点或需要进行结构精细化分析时，应准确测量构件的变形状况；

4 当常规检测手段难以全面准确检测结构构件几何参数及变形时，可采用三维激光扫描或数字图像法按附录A的要求进行检测。

**4.2.7**结构构件的缺陷和损伤的检查，应符合下列规定：

1 对结构构件缺陷和损伤，应进行全面检查，并详细记录缺陷和损伤部位、范围、程度和形态；必要时，尚应绘制缺陷和损伤分布图；

2 对混凝土结构，应检查混凝土裂缝、酥碎、孔洞、保护层脱落、露筋、钢筋锈蚀、预埋件脱开等情况；

3 对钢结构，应检查钢构件开裂、切断、局部变形、整体变形、钢材锈蚀、焊缝开裂及焊接质量、螺栓及铆钉连接松动或脱落、连接损伤等情况；

4 对砌体结构，应检查砌体开裂、酥碎、块材老化风化、砂浆粉化、连接损伤等情况；

5 对木结构，应检查木材开裂、腐朽、虫蛀、连接损伤等情况。

**4.2.8**工业遗产建筑结构的缺陷、损伤检查时，应重点检查下列部位的钢筋、钢材、砖砌块的腐蚀和木材的腐朽、虫蛀的状况：

1 埋入地下或淹没水中的接近地面或水面的部位；

2 易积水或遭水蒸气侵袭部位；

3 受干湿交替作用的节点、连接部位；

4 易积灰的潮湿部位和难喷刷涂层的间隙部位；

5 生产工艺中腐蚀介质较多的部位；

6 钢索节点、锚塞部位。

**4.2.9**非结构构件的连接，应检查非结构构件与主体结构的连接方式、连接部位的裂缝、损伤和腐蚀、连接牢固性及有无坠落风险。

**4.2.10**围护结构的调查和检测，应在查阅资料和普查的基础上，针对不同围护结构的特点进行重要部件及其与主体结构连接的检测；当无图纸资料或资料不全时，可按鉴定工作需要，对围护结构进行现场详细测量，必要时，尚应按现行有关围护系统设计、施工标准的规定进行取样检测。

**4.2.11**当需对混凝土结构构件耐久性进行检测评估时，可按本标准附录B的规定进行；当需对钢结构构件锈损情况进行检测评估时，可按本标准附录C的规定进行。

**4.2.12**对文物建筑、受保护或具有特殊要求的工业遗存建筑进行现场调查和检测时，宜采用无损的检测方法，避免对结构构件造成损伤。

## 4.3设备设施的调查和检测

**4.3.1**停用的工业遗存设备设施的结构部分宜按照钢结构进行调查与检测，其结构部分包括设备设施自身，与支承结构的连接，爬梯、栏杆、走道板、照明、避雷及给排水等附属设施。

**4.3.2**工业遗存设备设施的调查与检测工作宜包括下列内容：

1 工业设备设施的布置；

2 工业设备设施结构部件及其连接；

3 结构部件的缺陷、损伤和腐蚀；

4 与主体结构的连接；

5 有无坠落风险等。

**4.3.3**工业设备设施结构部件的缺陷和损伤检查应全面检查，并详细记录缺陷和损伤部位、范围、程度和形态；必要时，尚应绘制缺陷和损伤分布图。

**4.3.4**工业设备部件的连接，应检查部件间的连接方式、连接部位的裂缝、损伤和腐蚀等情况。

**4.3.5**结构和设备上的爬梯、走道、栏杆扶手等附属设施，应检查其完整性、使用性和牢固性。

**4.3.6**照明、避雷和给排水设施等附属设施，应检查其完整性、使用性及是否存在坠落风险等。

# 5 结构分析与校核

**5.0.1** 工业遗存建筑应结合结构目标使用功能，选用符合国家现行标准规范规定的分析和校核方法。

**5.0.2**  除构筑物设计规范另有规定外，工业遗存建构筑物均应采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50010、《构筑物抗震设计规范》GB 50191等规定的方法的进行地震作用分析，并应结合后续工作年限对地震作用进行调整。

**5.0.3** 结构分析所采用的计算模型应符合下列规定：

**1**模型的构件布置、几何参数应符合实际检测结果，并应考虑结构实际的变形、偏差等影响，支座和构件连接类型应与实际构造连接相符；

**2**当出现超过国家标准规范规定的支座沉降、水平位移或结构整体变形时，计算模型中应考虑变形因素影响；

**3**壳体结构宜建立有限元模型进行计算分析，按壳体的开孔位置和尺寸建立板壳单元计算模型，变形、开口等缺陷损伤和连接构造缺陷可直接包含在模型中。

**5.0.4** 结构上的作用标准值应结合4.1节荷载调查结果，并按下列规定取值：

**1** 经调查符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009规定取值者，应按标准选用；

**2** 结构上的作用与现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009规定取值偏差较大者，应按实际情况确定；

**3** 现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009未作规定或按实际情况难以直接选用时，可根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的有关规定确定。

**4** 工业遗存建筑楼面荷载取值，应结合改造后建筑使用功能，按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定取值。

**5** 对于荷载标准值随时间变化的楼面、屋面活荷载，可按目标使用年限予以适当折减，但调整系数不得小于设计工作年限调整系数。

**5.0.5** 结构上作用效应的分项系数和组合系数，应按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的规定确定。根据不同期间内具有相同超越概率的原则，可对风荷载、雪荷载的荷载分项系数按目标使用年限予以适当折减。

**5.0.6** 对于尚无明确改造方案的工业遗存建筑结构，当进行结构分析与校核时，均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数可按表5.0.6的规定采用。

**表5.0.6 均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | | 标准值  kN/m2 | 组合值  系数 | 频遇值  系数 | 准永久  值系数 |
| 楼面、走廊、楼梯、工作平台无设备区域 | | 2.5 | 0.7 | 0.5 | 0.4 |
| 汽车通道及客车停放平台 | 单向板（板跨不小于2m）  双向板（板跨不小于3m） | 4.0 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |
| 双向板（板跨不小于6m） | 2.5 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |
| 不上人的屋面 | | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.0 |
| 上人的屋面 | | 2.0 | 0.7 | 0.5 | 0.4 |

注： 客车活荷载适用于停放载人少于9人的客车。

**5.0.7** 设备荷载取值应符合以下规定：

**1**  已停止使用的设备，仅考虑其自重，不考虑动力系数，不考虑吊重载重、内部压力、水平力以及生产时才有的温度变化。

**2** 移动的设备加装固定装置后，可按永久荷载考虑。

**3** 改造后移动的设备继续运行时，应结合后续使用频率按委托方提供的吊车荷载采用。

**5.0.8** 计算分析时应考虑构件变形、缺陷和损伤的影响，并应按下列原则确定：

**1** 超过允许变形的构件，应考虑附加的作用效应，当重要承重构件发生较大变形时，按附录D的要求对结构变形缺陷部位进行计算分析；

**2** 混凝土和砌体结构的开裂构件，应考虑其刚度的降低；

**3** 钢结构强度和整体稳定计算时，应考虑腐蚀对截面的削弱；

**4** 当构件损伤或缺陷可量化时，可扣除损伤或缺陷的截面尺寸后单独进行承载力验算；

**5** 对不能量化的构件损伤或缺陷，或虽能量化但不能在计算模型中考虑其影响时，可先按无损伤、缺陷的构件计算其承载力，再根据损伤、缺陷的程度进行折减，确定构件承载力。

**5.0.9** 材料强度应根据结构构件的实际状况和检测数据按下列原则确定：

**1** 当材料的种类和性能符合原设计要求时，可根据原设计取值；材料的力学性能宜按照结构建造年代的产品标准确定，对于钢材及混凝土产品的力学性能标准值可分别参照附录E、附录F取值。

**2** 在2003年之前建造的钢结构，碳素结构钢和低合金高强度钢的抗力分项系数宜分别取1.087和1.111；2003年之后建造的钢结构，钢材强度设计值应按建造时期的《钢结构设计标准》GB 50017取值。

**3** 当材料的种类和性能与原设计不符，或材料性能已显著退化时，应根据实测数据按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB /T 50344等的规定确定。

**4** 对于按许用应力设计法设计的钢制壳体结构，应根据检测判断的钢材种类确定其按相关设计规范确定其许用应力。

# 6结构鉴定

## 6.1 一般规定

**6.1.1**工业遗存建筑结构的可靠性、安全性与使用性鉴定应按照现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144的规定进行鉴定。

**6.1.2**工业遗存建筑结构的抗震鉴定应按照现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023、《构筑物抗震鉴定标准》GB 50117的规定进行鉴定。

**6.1.3**工业遗存建筑的初步鉴定应符合下列规定：

**1** 初步鉴定以鉴定工业遗存建筑的安全性为主要目的，目标使用年限不宜超过2年；

**2** 被鉴定的工业遗存建筑应具有有效的原结构和改扩建建筑竣工图、结构竣工图，宜有地质勘察报告，当无法确定设计资料的有效性或无设计资料时，应进行详细鉴定；

**3** 初步鉴定以检查结构的缺陷和损伤为主要工作内容，应根据结构的损伤特征判断结构整体的安全状态，当通过损伤特征无法判断结构的安全现状时，尚应结合承载能力验算来分析结构的安全状态。

**4** 受压杆稳定控制的钢结构体系不应进行初步鉴定，应进行详细鉴定。

**6.1.4**初步鉴定应对下列检查发现的危险点进行评估：

**1** 地基基础有无明显不均匀沉降或短期内沉降快速发展；

**2** 结构体系及其结构布置是否完整和合理，支撑系统是否完善；

**3** 结构与构件的缺陷、损伤和腐蚀；

**4** 结构异常位移和变形；

**5** 结构构件有无坠落或整体破坏的危险。

**6.1.5**工业遗存建筑结构进行初步鉴定时，可不考虑建筑部件和构件的危险点，但应建议对建筑部件和构件的检查发现的危险点进行处理。

**6.1.6**当仅进行初步鉴定时，初步鉴定结论应符合下列规定：

**1**鉴定单元的结构布置合理，体系完整，传力路径明确且地基基础、上部承重结构系统未发现安全隐患，或仅结构次要构件和围护系统非承重结构存在轻微缺陷损伤安全隐患，鉴定单元可评为基本安全，可仅对存在安全隐患的部位进行处理。

**2** 鉴定单元的结构体系不完整或局部已成为机构体系时，或地基基础、上部承重结构的重要构件出现严重安全隐患时，或多个次要构件或围护系统承重结构出现较多严重安全隐患、有局部坍塌风险时，鉴定单元应评为存在严重结构安全隐患，应立即进行安全防护，并尽快进行详细鉴定，采取加固、更换或拆除的措施。

**3** 除本条第1款和第2款规定的情况外，鉴定单元宜进行详细的结构鉴定，根据详细鉴定结果评定安全性状态，确定处理方案。

**6.1.7**当工业遗存建筑存在邻近地下工程施工产生附加沉降时，应进行专项评定。

## 6.2地基基础

**6.2.1**地基基础的初步鉴定，可按照表6.2.1的要求进行判定。

**表6.2.1 地基基础安全隐患初步鉴定**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 结论 | 存在一般安全隐患 | 存在严重安全隐患 |
| 不均匀沉降 | 地基基础存在不均匀沉降造成的轻微损伤，但已稳定，无发展趋势 | 地基基础存在多条明显不均匀沉降裂缝，裂缝宽度严重超限。不均匀沉降仍在发展之中，未沉降稳定 |
| 基础滑移 | 出现轻微地基基础滑移，但已停止 | 出现明显严重的地基基础滑移，且无停止迹象，仍在发展 |
| 上部承重结构  整体倾斜 | 整体倾斜略超过现行国家标准限值，但已稳定，无发展趋势 | 整体倾斜明显且严重超限，上部承重结构出现因倾斜产生的明显损伤，如：变形、滑脱、开裂等 |

**6.2.2**地基基础的详细鉴定应符合下列规定：

**1** 详细鉴定宜根据地勘资料、地基变形观测资料和地基基础现状及承载能力进行鉴定；

**2** 地基基础的安全性与使用性应按照现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144第7.2节的规定的进行评定。

**3** 地基基础的抗震鉴定应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023第4节的规定进行鉴定。

**4**当上部结构出现与地基基础相关的开裂损伤时，地基基础应评定为C级或D级。

## 6.3上部结构系统

**6.3.1**初步鉴定与详细鉴定均应检查上部结构系统的合理性和完整性，并分析传力路径是否明确。各结构系统、构件间应有可靠的连接，不应出现机构体系。

**6.3.2**上部承重结构还应检查结构的防连续倒塌性能，特别应检查由于个别构件发生破损或变动结构主体而引发大范围倒塌的可能性。

### I 混凝土结构

**6.3.3**混凝土构件的初步鉴定，应按照表6.3.3的要求对混凝土构件的损伤与缺陷的安全隐患严重程度进行评定，并按各项所评定的安全隐患最严重的等级，作为该混凝土构件的初步鉴定结果。

**表6.3.3 混凝土构件的初步鉴定评定标准**

| 项目 | 存在一般安全隐患 | 存在严重安全隐患 |
| --- | --- | --- |
| 混凝土腐蚀 | 表面有轻度腐蚀损伤。 | 有明显腐蚀损伤，外观有沿筋裂缝，保护层由于钢筋锈胀严重脱落。 |
| 钢筋锈蚀 | 钢筋外露且仅出现轻微锈蚀。 | 钢筋锈蚀超过15%。 |
| 截面削弱 | 局部截面削弱。 | 有效截面削弱15%。 |
| 钢筋断损 | 箍筋断损1根。 | 受力主筋断损或连续多根箍筋断损。 |
| 裂缝 | 由于钢筋锈蚀产生沿筋裂缝；混凝土受弯构件出现少数受弯裂缝。 | 混凝土构件出现明显多条受压或斜压裂缝；  混凝土受弯构件的受拉区出现竖向裂缝，裂缝长度超过梁高2/3，裂缝宽度大于1mm；  现浇板出现明显多条受力裂缝；  悬挑构件受拉区裂缝超过0.5mm。 |
| 变形 | 构件变形略超过规范允许变形值。 | 出现可视明显变形；  屋架出现侧倾；  竖向构件侧移大于1/100；  悬挑构件出现明显下垂。 |
| 其他 | 梁、板构件搁置长度略小于现行国家标准规定；  混凝土局部酥松、脱落；  后锚固构件根部轻微开裂。 | 受压区混凝土出现压碎破坏；  屋架下弦产生横断裂缝，裂缝宽度大于1mm，屋架挠度大于l/200。  梁、板构件搁置长度小于国家标准规定的70%；  结构构件或连接部位失效时；  结构构件有坠落或整体破坏的危险。 |

**6.3.4** 混凝土构件的详细鉴定应符合下列规定：

**1** 混凝土的力学性能宜通过钻取混凝土芯样进行检验，也可按本标准附录F采用；

**2** 当混凝土结构存在较为严重的耐久性损伤时，宜对混凝土结构构件耐久性进行评估；

**3** 应按本标准第5章规定计入构件的变形、缺陷和损伤对承载力的影响；

**4** 墙板类和梁柱构件中的钢筋，当钢筋截面锈蚀损伤大于5％时，其安全性应评为c级。

**5** 当混凝土构件出现以下问题时，可直接评定安全性为d级：

**1）**梁式构件中，主梁跨中出现严重保护层脱落露筋，且主筋严重锈蚀、截面明显削弱或锈断；

**2）**混凝土立柱出现严重保护层脱落露筋，且主筋严重锈蚀、截面明显削弱或锈断。

**3）**桁架结构中上弦杆、下弦杆、腹杆等重要受力杆件或相关连接节点出现严重保护层脱落露筋，且主筋严重锈蚀、截面明显削弱或锈断；

**4）**构件出现较严重的受压或斜压裂缝时。

### II 钢结构

**6.3.5**钢构件的初步鉴定，应按照表6.3.5的要求对钢构件的损伤与缺陷的安全隐患严重程度进行评定，并按各项所评定的安全隐患最严重的等级，作为该钢构件的初步鉴定结果。

**表6.3.5 钢构件的初步鉴定评定标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 存在一般安全隐患 | 存在严重安全隐患 |
| 锈蚀 | 表面涂层脱落，钢材轻微锈蚀； | 严重锈蚀，有局部锈穿；  局部有锈蚀孔洞时； |
| 连接 | 节点板轻微弯曲变形；  连接长度略小于国家标准规定；  焊缝未满焊、根部收缩等缺陷； | 节点板撕裂；  焊缝开裂、撕裂；  螺栓或锚杆断裂；  网架球节点球壳变形；  高强螺栓脱落松动；  结构构件有坠落危险时。 |
| 变形 | 梁板构件挠度略超过规范允许变形值时；  构件出现侧弯时。 | 构件出现严重变形。 |
| 断裂 | / | 存在裂纹、脆性断裂或疲劳开裂时；  构件有大切口时。 |

**6.3.6**钢结构构件的详细鉴定应符合下列规定：

**1** 钢材的力学性能宜通过现场取样进行检验，现场取样应避开构件的主要受力位置和截面最大应力处，钢材力学性能也可按本标准附录E采用；

**2** 承重构件的钢材应符合国家现行标准的规定，当仅材料强度不满足要求时，可按拉伸试验结果确定的设计强度计算承载能力；

**3** 钢材的除材料强度以外的其他性能指标不满足要求时，不得评为a级，材料性能特别恶劣时，应评为d级。

**4** 当钢结构存在较为严重的耐久性损伤时，宜对钢结构构件耐久性进行评估。

**5** 钢结构腐蚀损伤超过初始厚度的10%或剩余厚度不大于5mm时，钢材强度应乘以0.8的折减系数。

**6** 应按本标准第5章要求计入构件的变形、缺陷和损伤对承载力的影响。

**7** 当钢构件出现以下问题时，可直接评定安全性为d级：

**1）**梁式构件中，主梁截面出现严重锈蚀、截面明显削弱或锈穿；

**2）** 钢立柱与地面交界处无混凝土承台防护且柱脚严重锈蚀、截面明显削弱或锈穿。

**3）**钢桁架的上弦杆、下弦杆、腹杆等重要受力杆件或与之相连的节点板出现严重锈蚀、截面明显削弱或锈穿；

**4）**钢构件及其连接存在明显的缺陷损伤且影响承载力时，应评为d级。

### III 砌体结构

**6.3.7** 砌体构件的初步鉴定，应按照表6.3.7的要求对砌体构件的损伤与缺陷的安全隐患严重程度进行评定，并按各项所评定的安全隐患最严重的等级，作为该砌体结构构件的初步鉴定结果。

**表6.3.7 砌体构件的初步鉴定评定标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 存在一般安全隐患 | 存在严重安全隐患 |
| 连接 | 连接方式不当。 | 连接有重大缺陷；  墙体未咬槎砌筑；  连接处开裂。 |
| 腐蚀、风化 | 表面风化、剥落、砂浆粉化等；  小范围腐朽，且无发展趋势。 | 承重构件有效截面削弱15%以上；  表面大面积剥落。 |
| 变形 | / | 倾斜变形；  拱曲面明显变形，拱脚明显位移；  水平构件明显下挠；  结构构件有坠落危险时。 |
| 裂缝 | 由于温度作用和变形因素引起的小范围开裂，裂缝宽度小于1.5mm，无发展趋势。 | 产生多条竖向受力裂缝；  竖向构件因偏心产生水平裂缝；  水平构件端部斜裂缝。；  拱形构件沿母线产生裂缝；  墙体转角连接部位有裂缝。 |

**6.3.8** 砌体结构构件的详细鉴定应符合下列规定：

**1** 当过梁构件出现缺陷与损伤时，应计算其承载力，并应按本标准第5章要求计入构件的变形、缺陷和损伤对承载力的影响。

**2** 当构件截面严重削弱时，构件的安全性评定等级也不应高于c级。

**3** 当砌体构件出现以下问题时，可直接评定安全性为d级：

**1）**承受集中荷载部位出现水平裂缝或沿块材的断裂或贯通的竖向或斜裂缝；

**2）**砖过梁的跨中和支座出现裂缝；

**3）**砖拱顶出现沿拱顶母线或对角线的裂缝；

**4）**拱、壳支座附近或支承墙出现块材断裂的斜裂缝；

**5）**其他明星的受压、受弯或受剪裂缝。

### IV 木结构

**6.3.9**木构件的初步鉴定，应按照表6.3.9的要求对木构件的损伤与缺陷的安全隐患严重程度进行评定，并按各项所评定的安全隐患最严重的等级，作为该木结构构件的初步鉴定结果。

**表6.3.9 木构件的初步鉴定评定标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 存在一般安全隐患 | 存在严重安全隐患 |
| 连接 | 连接方式不当 | 连接构造有严重缺陷，已导致节点松动变形、滑移、沿剪切面开裂、剪坏；  铁件严重锈蚀、松动致使连接失效等损坏； |
| 腐朽 | 表面腐朽，腐朽面积不大于截面的5% | 出现大于截面5%的腐朽；  出现心腐 |
| 虫蛀 | / | 有蛀孔或未见蛀孔但敲击空鼓； |
| 裂缝 | 微裂缝 | 受弯受压构件的干缩裂缝深度超过构件之间的1/2，且裂缝长度超过构件长度2/3；  出现斜裂缝时；  出现劈裂时； |
| 变形 | 构件竖向变形略超出规范限值时；  构件出现侧弯时； | 出现可视明显变形；  结构构件或连接部位失效时； |

**6.3.10**木结构构件的详细鉴定应符合下列规定：

**1** 木材的材质和力学性能的检测，宜采取现场微破损检测或取样方法，取样应具有代表性，且应保证原结构的安全。

**2** 木结构构件的详细鉴定按照现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》的规定进行鉴定。

## 6.4围护结构、建筑部件与构件

**6.4.1**围护系统的初步鉴定，应根据围护结构的材料类型，按照6.3节的规定进行初步鉴定。

**6.4.2**当工业遗存建筑的建筑部件与构件存在以下危险点时，应判定该建筑结构构件或部件的初步鉴定存在一般安全隐患：

**1** 女儿墙根部出现开裂、表面风化、开裂和冻融时；

**2** 雨棚根部出现开裂或已经坍塌时；

**3** 栏杆、扶手根部锈蚀较严重或锈断；

**4** 栏杆连接部位有变形及损伤、表面有缺陷；

**5** 钢梯严重锈蚀、有明显变形；

**6** 管道、电缆等管线支架未固定或根部锈蚀、有裂缝、松动时；

**7** 其他工业遗存建筑围护结构构件与部件有脱落风险时。

**6.4.3**围护结构的详细鉴定应《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144的规定进行鉴定。

## 6.5改造可行性评估

**6.5.1**当工业遗存建筑进行结构改造可行性评估时，应结合现状鉴定结果、目标使用年限、使用功能变化、改造范围和内容、处理方式和费用等进行综合分析，按附录G的规定进行结构适修性评定。

**6.5.2**工业遗存建筑进行结构改造可行性评估，针对既有建筑需利旧部分，新增结构不在评估范围内。

**6.5.3**工业遗存建筑的结构改造可行性评估，应在结构现状鉴定的基础上，按照相关国家现行标准的要求，对既有结构的安全性、使用性和抗震性能等进行检查、计算和分析，给出可行性评估结论，当改造方案导致结构性能不满足国家现行标准规范时，应建议进行加固处理或更改方案。

# 7鉴定报告

**7.0.1** 工业遗存建筑鉴定报告应包括下列内容：

**1** 工程概况；

**2** 鉴定目的、范围、内容和依据；

**3** 调查、检测、分析结果；

**4** 评定等级或评定结果；

**5** 结论与建议。

**7.0.2**鉴定报告编写应符合下列规定：

**1** 鉴定报告中应明确目标使用年限，指出被鉴定的工业遗存建筑存在的问题。

**2** 鉴定报告中应明确总体鉴定结论，并对鉴定结果进行说明，给出整改建议。

**3** 进行详细鉴定的工业遗存建筑，鉴定报告可不区分为初步鉴定和详细鉴定两阶段，初步鉴定可作为现场检查结果列入报告中。

**4** 鉴定报告中，应绘制缺陷与损伤分布图，对详细鉴定评为c级和d级构件的数量、位置应给出说明，提出处理建议。

**5** 鉴定报告中应说明结构非工业化改造后的结构用途，对于有明确用途的工业遗存建筑，应详细说明，当进行改造可行性评估时，鉴定报告还应对结构改造方案、改造后荷载取值进行描述。

**6** 改造后的工业建筑进行结构鉴定时，应对改造实施情况进行描述。

# 附录A: 三维激光扫描与数字图像重建

## A.1 一般规定

**A.1.1** 工业建筑在下列情况下，宜采用非接触式的三维激光扫描或数字图像法对工业建筑进行三维重建：

**1** 难以使用接触式方法检测或检测存在安全隐患时；

**2** 采用人工检测效率低下时；

**3** 需连续大面积检测时；

**4** 其他检测方式难以实施时；

**5** 获取局部构件精确变形以进行仿真计算时；

**6** 当需留取工业建筑三维信息或表面形貌时。

**A.1.2** 工业建筑在下列情况下，可非接触式的三维激光扫描或数字图像法对工业建筑进行三维重建：

**1** 获取结构总体精确变形时；

**2** 钢结构锈蚀、混凝土结构表面蜂窝麻面、开裂等损伤检查；

**A.1.3** 三维激光扫描仪、数字图像成像设备、三维重建软件应均有校准证书，当设备或软件无法进行校准、校验时，使用前应进行自校，并保存自校记录。

**A.1.4**对存在变形缺陷构件三维重建有限元分析时，三维扫描或数字图像法获的点云应进行网格化 ，测得的变形值与实际值的误差不应大于±5%。

## A.2 三维激光扫描

**A.2.1**室内局部环境等宜采用三维激光扫描方法进行三维重建。

**A.2.2** 三维扫描宜采用架站式平台，扫描站布设应符合下列规定：

**1** 扫描站应设置在视野开阔、地面稳定的安全区域；

**2** 扫描站扫描范围应覆盖整个扫描目标物，均匀布设，且设站数目尽量减少；

**3** 目标物结构复杂、通视困难或线路有拐角的情况应适当增加扫描站；

**4** 扫描站布设并应满足相邻扫描站间有效点云的重叠度不低于30%，困难区域不低于15%的要求。

**A.2.3** 标靶布设应符合下列规定：

**1** 标靶应在扫描范围内均匀布置且高低错落；

**2** 每一扫描站的标靶个数应不少于4个，相邻两扫描站的公共标靶个数应不少于3个；

**3** 明显特征点可作为标靶使用。

**A.2.4** 扫描作业时，应符合下列规定：

**1** 设有标靶的扫描站应进行标靶的识别与精确扫描；

**2** 扫描过程中出现断电、死机、仪器位置变动等异常情况时，应初始化扫描仪，重新扫描；

**3**扫描作业结束后，应将扫描数据导入电脑，检查点云数据覆盖范围完整性、标靶数据完整性和可用性，对缺失和异常数据，应及时补扫。

**A.2.5** 三维模型制作应符合下列规定：

**1** 点云可根据数据规模、软硬件性能、精度要求等因素进行分割；

**2** 点云数据中存在脱离扫描目标物的异常点、孤立点时，应采用滤波或人机交互进行降噪处理；

**3** 可利用点云数据或已测平面图、立面图、剖面图进行交互式建模；

**4** 球面、弧面、柱面、平面等规则几何体应根据点云数据拟合模型；

**5** 对不规则模型应通过点云构建三角网模型，并应采用孔填充、边修补、简化、细化、光滑处理等方法优化三角网模型；

**6** 表面为光滑曲面的可采用曲面片划分、轮廓线探测编辑、曲面拟合等方法生成曲面模型。

## A.3 数字图像法

**A.3.1** 成像环境应符合下列要求：

**1** 拍摄时应选择光线柔和、亮度均匀的视觉场景，并应避免逆光拍摄；

**2** 检测目标成像环境照度不高时，可设置附加照明装置；附加照明装置应照度均匀、无反射、无阴影，且避免直射镜头；

**3** 检测目标表面反差小时，可采用向检测目标投影格网、斑点等方式增强表面反差；

**A.3.2** 拍摄站点布设应符合下列要求：

**1** 应保证检测精度和有效的摄影覆盖、避开屏障并避免出现盲区；

**2** 拍摄站点宜布设在稳固的地面或平台上，应尽量避免振动；

**3** 拍摄站点不固定、使用无人机平台、升降机或其它移动平台时，应保证拍摄相机稳定、减轻抖动；

**4** 相邻摄影站点之间的高程差，应小于摄影站点间距离的1/5；

**5** 测站间采集的图像重叠度不应低于60%。

**A.3.3** 数字图像应符合下列要求：

**1** 图像应真实地反映实际材质的图案、质感、颜色及透明度；

**2** 色调应均匀，灰度直方图应接近正态分布；

**3** 细节应清晰完整，无缝隙或错位，重叠区域应无明显色彩差异或模糊；

**4** 图像色彩可通过调整整体灰度，消除曝光过渡等方法，保持图像反差适中、色彩一致；

**5** 图像尺寸调整应包括裁剪与缩放调整，调整后图像参数文件应同步。

**A.3.4** 数字图像三维重建时应符合下列要求：

**1** 图像中存在异于检测目标的异常像素点或像素点集时，应采用滤波或人机交互方式进行降噪处理；

**2** 全景图像合成宜采用几何校正处理后的图像。

**3** 连续图像之间宜保证大于50%的重叠度。

**4**对于表面特征不明显的构件或结构，可做适当表面处理以提高三维重建效果。

**5**当图像自动匹配效果不佳时，可人工标记同名特征点对。

**6**重建后的表面模型可使用三维点云或三角形表面网格表达。

# 附录B：混凝土结构耐久性检测评估

## B.1 现状检测

**B.1.1** 混凝土构件耐久性现状检测项目宜根据环境类别和腐蚀介质，按表B.1.1确定。

**表B.1.1 耐久性检测项目**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 环境类别 | | 常规检测 | 专项检测 |
| I | | 构件几何尺寸、保护层厚度、外观缺陷与损伤；混凝土抗压强度、钢筋锈蚀状况；构件开裂状况 | 碳化深度、混凝土渗透性、钢筋自然电位、混凝土电阻率 |
| II | | 剥落面积、剥落深度 |
| III | | 混凝土中氯离子浓度分布 |
| IV | | 混凝土中氯离子浓度分布、剥落深度 |
| V | 硫酸盐侵蚀环境 | 剥落深度、混凝土中硫酸根离子浓度分布 |
| 碱-骨料反应 | 碱含量及骨料碱活性、混凝土含水率 |

注：表中环境类别，应按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476、《混凝土结构设计规范》GB50010、《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T50046和《岩土工程勘察规范》GB50021（对地基基础和地下结构）的相关规定确定。

**B.1.2** 对构件的外观缺陷或表面损伤宜全数检测。当不具备全数检测条件时，可根据约定抽样原则选择下列构件或部位进行检测：

**1** 重要的构件或部位；

**2** 外观缺陷与损伤严重的构件或部位。

**B.1.3** 构件几何尺寸、构件的外观缺陷与表面损伤、混凝土抗压强度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的相关规定执行。混凝土强度的检验宜采用取芯、回弹、超声回弹等方法综合确定；混凝土构件的老化可通过外观检查、混凝土中性化测试、钢筋锈蚀检测、劣化混凝土岩相与化学分析、混凝土表层渗透性测定等确定；

**B.1.4** 混凝土保护层厚度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执行，检测部位应包括：

**1** 主要构件或主要受力部位；

**2** 钢筋可能锈蚀的部位；

**3** 混凝土锈胀开裂的部位；

**4** 布置混凝土碳化测区的部位。

**B.1.5** 混凝土碳化深度应采用浓度为1%~2%的酚酞酒精溶液进行测试，测区数量及布置应符合相关现行国家标准规定。

**B.1.6** 混凝土中钢筋锈蚀状况检测宜按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》 GB/T 50784执行。对混凝土中钢筋的检验可从混凝土构件中截取钢筋进行力学性能和化学成分检验。

**B.1.7** 混凝土中氯离子浓度测试应按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344执行，用氯离子占样品混凝土质量的百分数表示，并应精确至0.001%。钻芯取样及样品制备应符合相关现行国家标准的规定。

**B.1.8** 混凝土冻融损伤检测，应测量同一冻融环境混凝土构件表面剥落面积、剥落深度、最大剥落深度。剥落深度可采用靠尺及塞尺测量。

**B.1.9** 混凝土硫酸盐腐蚀剥落深度可采用靠尺及塞尺测量。

**B.1.10** 混凝土中硫酸根离子浓度按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176中SO32-含量测定方法确定，取样及样品制备应符合相关现行国家标准的规定。

**B.1.11** 混凝土碱含量检测应按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176执行，骨料碱活性检测应按现行国家标准《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685、《建筑用砂》GB/T 14684执行。

**B.1.12** 碱-骨料反应导致的混凝土膨胀性可采用测长法检测。

**B.1.13** 检测参数取值应符合下列规定：

**1** 混凝土保护层厚度应为同一测区受力钢筋保护层厚度的平均值；

**2** 混凝土碳化深度应为同一测区受力钢筋部位混凝土碳化深度的平均值；

**3** 混凝土强度应取混凝土强度推定值；

**4** 混凝土锈胀裂缝宽度应取同一测区混凝土表面最大锈胀裂缝宽度；

**5** 环境温度、湿度应取年平均环境温度和年平均相对湿度。对室内构件；

**6** 没有实测数据时，应取实测数据的平均值。

## B.2 耐久性评估

**B.2.1** 混凝土构件的耐久性评估应根据现状调查检测结果按耐久性现状评估和剩余寿命评估两个阶段。

**1** 第一阶段为耐久性现状评估，评定混凝土构件是否达到耐久性极限状态；

**2** 第二阶段为剩余寿命评估，若混凝土构件未达到耐久性极限状态，评估混凝土构件耐久性剩余寿命。

**B.2.2** 当混凝土结构耐久性达到下列极限状之一态时，应评定混凝土构件耐久性不满足要求；

**1** 对外观要求严格的工业建筑遗产，可将钢筋开始锈蚀或混凝土保护层锈胀开裂作为耐久性极限状态；

**2** 对外观要求一般的工业建筑遗产，或允许出现锈胀裂缝或局部破损的构件，可将结构性能严重退化作为耐久性极限状态。

**B.2.3** 混凝土结构或构件的耐久性剩余寿命应根据其重要性、改造后所处环境条件以及现场调查与检测结果，按B.2.2规定的耐久性极限状态进行评估，混凝土结构或构件剩余寿命tre可按下列公式计算：

tre=tcr-t0

或 tre=td-t0

tcr-根据《既有混凝土结构耐久性评定标准》（GB/T 51355）的5.3.1、6.3.1条确定

td-根据《既有混凝土结构耐久性评定标准》（GB/T 51355）的5.4.1条确定。

# 附录C：钢结构耐久性检测评估

## C.1 钢构件现状检测

**C.1.1** 既有钢结构结构耐久性的评定现场检测宜包括下列内容:

**1** 确定钢结构主体已出现耐久性极限状态标志的构件和连接；

**2** 测定钢材材料性能劣化的状况；

**3** 确定环境侵蚀性的变动情况。

**C.1.2** 钢构件腐蚀检测的内容应包括腐蚀损伤面积、腐蚀损伤程度和腐蚀速率等。

**C.1.3** 腐蚀损伤面积可通过仪器测量结合目测确定，也可采用摄影测量获取数字图像的方式确定。对于构件存在多处局部腐蚀或者不均匀腐蚀的情况，应给出腐蚀最严重的1~2个腐蚀区域的面积及对应的深度。

**C.1.4** 钢构件腐蚀损伤程度检测应符合下列规定：

**1** 对大面积腐蚀情况，测量腐蚀损伤构件的厚度时，应沿其长度方向选取3个腐蚀较严重的区段，且每个区段选取8~10个测点测量构件厚度，取各区段量测厚度的最小算术平均值作为该构件实际厚度；腐蚀严重时，应增加测点数量。

**2** 对局部腐蚀情况，测量腐蚀损伤构件的厚度时，应在其腐蚀最严重的部位选取1~2个截面，每个截面选取8~10个测点测量构件厚度，取每个截面测量厚度的最小算术平均值，作为构件实际厚度，并记录测点的位置。腐蚀严重时，应增加测点数量。

**3** 对于点蚀情况，应按《金属和合金的腐蚀点蚀评定方法》GB/T 18590规定，采用目测检查法、射线照相术、电磁法、声波法、复形法等方法进行识别和检查，点蚀程度可采用金相法、机械法、显微法等方法进行检测。

**C.1.5** 构件腐蚀速度可根据构件腐蚀程度、受腐蚀的时间以及腐蚀环境扰动等因素综合确定，并应结合结构的后续目标使用年限，判断构件在目标使用年限内的腐蚀剩余厚度。

**C.1.6** 对于均匀腐蚀，目标使用年限内的使用环境基本保持不变时，构件的腐蚀耐久性年限可根据剩余腐蚀牺牲层厚度和年腐蚀速度确定。

**C.1.7** 下列部位的薄壁型钢和彩涂压型金属板宜加强检查：

**1**  腐蚀介质排放源附近的压型金属板；

**2** 长期潮湿或干湿交替的积灰屋面，特别是靠近高跨墙面、或靠近天窗侧墙面部位的屋面板；

**3** 在屋面上行走时，发出异响、明显错动或下沉现象范围内的固定支架和紧固件；

**4** 采光板与压型金属板连接部位、檐口连接部位。

**C.1.8** 对角焊缝腐蚀情况，测量焊缝焊脚高度时，应根据焊缝的腐蚀状况，沿焊缝长度均匀布点3个~10个，逐点测量焊缝厚度，取算数平均测量厚度作为焊缝实际厚度，并记录焊缝长度。

**C.1.9** 螺栓检测主要通过目测检查外观腐蚀状况，可采用超声法检测螺杆是否锈蚀。

**C.1.10** 检测参数取值应符合下列规定：

**1** 腐蚀面积应取构件表面出现锈蚀的区域面积总和，腐蚀率为腐蚀面积除以钢构件基体表面积；

**2** 腐蚀深度应取初始厚度减去实际厚度。初始厚度应根据构件未腐蚀部分实测厚度确定。在没有未腐蚀部分的情况下，初始厚度应取下列两个计算值的较大者：

**1）**所有区段全部测点的算术平均值加上3倍的标准差；

**2）**公称厚度减去允许负公差的绝对值。

**3** 点蚀程度应依据《金属和合金的腐蚀 点蚀评定方法》GB/T 18590标准图标法、金属穿透法、统计法以及用力学性能的损失进行评定。

## C.2 钢构件耐久性现状评定

**C.2.1** 钢构件基材现状评定应按腐蚀面积、腐蚀程度和腐蚀速率三个项目，分别评定每一受检构件等级，并以其中最低一级作为该构件的耐久性等级。

**C.2.2** 钢构件基材腐蚀面积评定应符合表C.2.2的规定。

**表C.2.2钢构件基材腐蚀面积评定等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 等级 | 腐蚀面积 |
| a | 腐蚀率小于0.3% |
| b | 腐蚀率大于等于0.3%，小于10% |
| c | 腐蚀大于10% |

**C.2.3** 钢构件基材腐蚀程度评定应符合表C.2.3的规定。

**表C.2.3钢构件基体腐蚀程度评定等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 等级 | 腐蚀状态 |
| a | 钢材表面无腐蚀或轻微腐蚀，腐蚀深度未超过0.05t |
| b | 钢材有腐蚀，钢材表面呈麻面状腐蚀，腐蚀深度超过0.05t，但小于0.1t |
| c | 钢材严重腐蚀，发生层蚀、坑蚀现象，平均腐蚀深度超过0.1t，对构件承载力有影响 |

**C.2.4** 钢构件基材腐蚀速率评定应符合表C.2.4的规定。

**表C.2.4 基材腐蚀速率评定等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 涂装评级 | 腐蚀速率，μm/a |
| a | ≤1.3 |
| b | 1.3<腐蚀速率≤50 |
| c | 腐蚀速率＞50 |

**C.2.5** 焊缝耐久性评定应区分腐蚀形态：焊缝熔合线附近所发生沟槽状腐蚀、均匀腐蚀和点蚀；涂层失效后的焊缝耐久性评定，可根据焊缝腐蚀深度、焊缝腐蚀区面积或应力水平系数评定焊缝的耐久性。

**1**当根据焊缝腐蚀深度评定焊缝耐久性时，可以腐蚀最大深度与焊缝设计熔深或焊喉的比值H0作为评价指标。

**表C.2.5-1 腐蚀最大深度与焊缝熔深或焊喉的比值H0**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| H0 | H0=0 | 0<H0≤5% | H0＞5% |
| 评级 | a | b | c |

**2**当根据焊缝腐蚀区面积评定焊缝耐久性时，可以腐蚀区面积与焊缝面积（焊缝长度\*焊缝宽度）的比值作为评价指标。

**表C.2.5-2 腐蚀区面积与焊缝面积（焊缝长度\*焊缝宽度）的比值S0**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| S0 | S0=0 | 0<S0≤5% | S0＞5% |
| 等级 | a | b | c |

**3**当根据应力水平系数评定焊缝耐久性时，可根据检测的腐蚀状态评定：

 （C.2.5）

式中：ηf为安全性储备系数。

**表C.2.5-3 焊缝应力水平等级**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 应力水平系数*η*w | ≤1/3 *η*f | (1/3~2/3) *η*f | ≥2/3 *η*f |
| 等级 | a 级 | b 级 | c 级 |

**C.2.6**  螺栓现状评级应根据螺帽和螺杆的腐蚀程度按表C.2.6进行评定。

**表C.2.6螺栓腐蚀程度评定等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 等级 | 腐蚀状态 |
| a | 螺帽表面无腐蚀或轻微腐蚀 |
| b | 螺帽有腐蚀，螺杆未发生腐蚀 |
| c | 螺帽严重腐蚀，螺杆发生腐蚀 |

**C.2.7** 按以上各项进行耐久性评定时，以评定等级最低值作为构件耐久性现状等级。

**C.2.8** 薄壁钢构件基材耐久性评定结果与薄壁钢构件防腐涂层评定结果保持一致。

# 附录D 带缺陷、损伤结构的仿真计算

**D.0.1**  带缺陷构件的有限元模型应采用实体单元或板壳单元, 计算模型应能准确模拟缺陷、损伤、边界条件和荷载作用。

**D.0.2** 钢材本构关系模型可采用理想弹塑性模型，混凝土本构关系模型可采用多折线模型。

**D.0.3** 对计算模型进行承载力分析时，单元类型应符合下列规定：

**1**带有整体变形结构或构件承载力计算时，单元类型可选用梁单元；

**2**带有局部变形构件承载力计算时，宜采用板壳单元，亦可采用实体单元；

**3**当模拟局部变形对结构整体受力影响时，宜采用多尺度模型，局部变形区域宜采用板壳单元，其他区域可采用梁单元。

**D.0.4** 对带有变形缺陷结构或构件进行承载力分析时，有限元单元应符合下列规定：

**1**采用的有限元单元应具有模拟大变形、材料非线性的能力；

**2**采用板壳单元时，单元网格宜选用三角形网格；

**3**采用实体单元时，单元网格宜选用四面体网格；

**4**每个变形曲面在纵横方向上划分网格数均不宜少于10个，当变形曲面曲率较大时，应提高网格密度。

**D.0.5** 对带变形缺陷构件计算分析时，应根据变形量对模型进行修正，整体变形测量可采用全站仪等单点测量方法进行，局部变形测量宜采用三维激光扫描或数字图像法进行。

**D.0.6** 钢构件带裂缝构件的承载能力分析与校核应建立带裂缝工作的实际模型，裂缝的识别可采用数字图像法。

**D.0.7** 腐蚀钢构件计算分析时，应按腐蚀后构件截面厚度进行建模分析，并应结合现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144的规定考虑材料强度的折减。

**D.0.8** 带有耐久性损伤的混凝土构件承载能力分析时，应考虑损伤的实际情况，按照钢筋截面损失后实际的配筋率进行计算，钢筋与混凝土失去粘结能力时不应考虑钢筋的贡献。

**D.0.9** 结构上的作用应按非线性关系考虑，荷载作用应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定的组合加载，荷载作用与效应宜作用效应为多个荷载组合后，同时作用于结构或构件上所产生的效应。

**D.0.10** 对带缺陷结构或构件的计算应考虑材料非线性和几何非线性，并应按照计算的荷载-变形曲线确定其极限承载力。

# 附录E:钢材性能指标

## E.1 普通碳素钢

**E.1.1** 1950年代普通碳素钢的钢材强度标准值和伸长率应按表E.1.1采用。

**表E.1.1 1950年代普通碳素钢钢材强度标准值与伸长率**

| 钢材种类 | 钢号 | 强度（N/mm2） | | 伸长率% | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | |
| 普通热轧碳素钢 | Л.0 | ≥190 | 320～470 | ≥22 | ≥18 | |
| Л.2 | ≥220 | 340～420 | ≥31 | ≥26 | |
| Л.3 | ≥240 | 380～470 | ≥25～27 | ≥21～23 | |
| CT.0 | ≥190 | 320～470 | ≥18 | | |
| CT.2 | ≥220 | 340～420 | ≥26 | | |
| CT.3 | ≥240 | 380～470 | ≥21 | | |
| CT.4 | ≥260 | 420～520 | ≥19 | | |
| CT.5 | ≥280 | 500～620 | ≥15 | | |
| 桥梁结构的热轧碳素钢 | M16c | ≥230 | 380 | ≥26 | | |
| 高等低碳钢 | HЛ1 | ≥300 | 420 | ≥20 | | |
| HЛ2 | ≥340 | 480～630 | ≥18 | | |
| 铆钉用的热轧碳素钢 | Л.2 | / | 340～420 | / | | ≥26 |
| Л.3 | / | 380～470 | / | | ≥22 |
| CT.2закл | ≥210 | 340～420 | ≥26 | | |
| CT.3закл | ≥210 | 380～470 | ≥22 | | |

注：表中数据来源《钢结构设计规范试行草案》规结-4-54，《钢结构设计标准及技术规范》HиTy 121-55。

**E.1.2** 1960年代-1970年代的普通碳素钢钢材的分组见表E.1.2

**表E.1.2 钢材分组**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 组别 | 钢材尺寸（mm） | | |
| 棒钢直径或厚度 | 型钢和异型钢厚度 | 钢板厚度 |
| 第1组 | ≤40 | ≤15 | 4～20 |
| 第2组 | ＞40～100 | ＞15～20 | ＞20～40 |
| 第3组 | ＞100～250 | ＞20 | ＞40～60 |

注:1棒钢包括圆钢、方钢、扁钢和六角钢；型钢包括角钢、工字钢和槽钢；

2工字钢和槽钢的厚度系指腹板的厚度。

3 第一组钢材，直径或厚度不大于8mm的棒钢或钢板，厚度小于6毫米的型钢和异型钢，直径或厚度每减少1mm，其伸长率相应降低1%（绝对值）。第二组钢材，直径或厚度每增加1mm，其伸长率相应降低0.25%，但最多降低3%（绝对值）。

**E.1.3** 1960年代-1970年代的普通碳素钢的钢材强度标准值和伸长率应按表E.1.3采用。

**表E.1.3 1960年代-1970年代普通碳素钢钢材强度标准值与伸长率**

| 钢号 | | 强度（N/mm2） | | 伸长率% | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 2号钢(A2) | 第一组 | ≥220 | 340～420 | ≥31 | ≥26 |
| 第二组 | ≥200 |
| 第三组 | ≥190 |
| 3号钢  镇静钢  (A3) | 第一组 | ≥240 | 380～470 | ≥26 | ≥22 |
| 第二组 | ≥230 |
| 第三组 | ≥220 |
| 3号钢  沸腾钢  (A3F) | 第一组 | ≥240 |
| 第二组 | ≥220 |
| 第三组 | ≥210 |
| 5号钢  (A5) | 第一组 | ≥280 | 500～620 | ≥20 | ≥16 |
| 第二组 | ≥270 |
| 第三组 | ≥260 |

注: 表中数据来源《普通炭素钢钢号和一般技术条件》GB 700-65/YB151-63，《普通碳素结构钢技术条件》GB 700-79。

**E.1.4** 1980年代-1990年代普通碳素钢的钢材强度标准值和伸长率应按表E.1.4采用。

**表F.1.4 1980年代-1990年代普通碳素钢钢材强度标准值与伸长率**

| 牌号 | 钢材厚度 | 强度（N/mm2） | | 伸长率% |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |
| Q235 | ≤16 | ≥235 | 375～500 | ≥26 |
| ＞16～40 | ≥225 | ≥25 |
| ＞40～60 | ≥215 | ≥24 |
| ＞60～100 | ≥205 | ≥23 |
| ＞100～150 | ≥195 | ≥22 |
| ＞150 | ≥185 | ≥21 |

注: 表中数据来源《碳素结构钢》GB/T 700-88。

**E.1.5** 2000年代普通碳素钢的钢材强度标准值和伸长率应按表E.1.4采用。

**表E.1.5 2000年代普通碳素钢钢材强度标准值与伸长率**

| 牌号 | 钢材厚度 | 强度（N/mm2） | | 伸长率% |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |
| Q235 | ≤16 | ≥235 | 375～500 | ≥26 |
| ＞16～40 | ≥225 |
| ＞40～60 | ≥215 | ≥25 |
| ＞60～100 | ≥205 | ≥24 |
| ＞100～150 | ≥195 | ≥22 |
| ＞150～200 | ≥185 | ≥21 |

注: 表中数据来源《碳素结构钢》GB/T 700-88。

## E.2 低合金钢

**E.2.1** 1960年代-1970年代低合金钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.2.1采用。

**表E.2.1 1960年代-1970年代低合金钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢材种类 | 厚度 | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| 16Mn | ≤16 | ≥350 | ≥520 | ≥22 |
| ＞17～25 | ≥330 | ≥500 | ≥21 |
| ＞26～36 | ≥310 | ≥480 | ≥21 |
| ＞38～50 | ≥290 | ≥480 | ≥21 |
| ＞55～100 | ≥280 | ≥480 | ≥20 |
| 15MnV | ≤5 | ≥420 | ≥560 | ≥19 |
| ＞5～16 | ≥400 | ≥540 | ≥18 |
| ＞17～25 | ≥380 | ≥520 | ≥18 |
| ＞26～36 | ≥360 | ≥500 | ≥18 |
| ＞38～50 | ≥340 | ≥500 | ≥18 |

注: 表中数据来源《低合金结构钢钢号和一般技术条件》YB 13-63/ YB 13-69, 《低合金结构钢技术条件》GB 1591-79。

**E.2.2** 1980年代低合金钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.2.2采用。

**表E.2.2 1980年代低合金钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢材种类 | 厚度 | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| 16Mn | ≤16 | ≥345 | 510～660 | ≥22 |
| ＞16～25 | ≥325 | 490～640 | ≥21 |
| ＞25～36 | ≥315 | 470～620 | ≥21 |
| ＞36～50 | ≥295 | 470～620 | ≥21 |
| ＞50～100 | ≥275 | 470～620 | ≥20 |
| 15MnV | ≤4 | ≥410 | 550～700 | ≥19 |
| ＞4～16 | ≥390 | 530～680 | ≥18 |
| ＞16～25 | ≥375 | 510～660 | ≥18 |
| ＞25～36 | ≥355 | 490～640 | ≥18 |
| ＞36～50 | ≥335 | 490～640 | ≥18 |

注: 表中数据来源《低合金结构钢》GB 1591-88。

**E.2.3** 1990年代低合金钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.2.3采用。

**表E.2.3 1990年代低合金钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 钢材厚度（mm） | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| Q345 | ≤16 | ≥345 | 470~630 | ≥21(A、B级钢)  ≥22(C、D、E级钢) |
| ＞16～35 | ≥325 |
| ＞35～50 | ≥295 |
| ＞50～100 | ≥275 |
| Q390 | ≤16 | ≥390 | 490~650 | ≥19(A、B级钢)  ≥20(C、D、E级钢) |
| ＞16～35 | ≥370 |
| ＞35～50 | ≥350 |
| ＞50～100 | ≥330 |
| Q420 | ≤16 | ≥420 | 520～680 | ≥18(A、B级钢)  ≥19(C、D、E级钢) |
| ＞16～35 | ≥400 |
| ＞35～50 | ≥380 |
| ＞50～100 | ≥360 |

注: 表中数据来源《低合金高强度结构钢》GB/T 1591-1994。

**E.2.4** 2000年代低合金钢钢材强度标准值和伸长率应表E.2.4采用。

**表E.2.4 2000年代低合金钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 钢材厚度（mm） | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| Q345 | ≤16 | ≥345 | 470~630 | ≥20(A、B级钢)  ≥21(C、D、E级钢) |
| ＞16～40 | ≥335 |
| ＞40～63 | ≥325 | ≥19(A、B级钢)  ≥20(C、D、E级钢) |
| ＞63～80 | ≥315 |
| ＞80～100 | ≥305 |
| ＞100～150 | ≥285 | 450~600 | ≥18(A、B级钢)  ≥19(C、D、E级钢) |
| Q390 | ≤16 | ≥390 | 490~650 | ≥20 |
| ＞16～40 | ≥370 |
| ＞40～63 | ≥350 | ≥19 |
| ＞63～80 | ≥330 |
| ＞80～100 | ≥330 |
| ＞100～150 | ≥310 | 470~630 | ≥18 |
| Q420 | ≤16 | ≥420 | 520～680 | ≥19 |
| ＞16～40 | ≥400 |
| ＞40～63 | ≥380 | ≥18 |
| ＞63～80 | ≥360 |
| ＞80～100 | ≥360 |
| ＞100～150 | ≥340 | 500～650 |

注: 表中数据来源《低合金高强度结构钢》GB/T 1591-2008。

## E.3 优质碳素结构钢

**E.3.1** 1960年代-1970年代优质碳素钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.3.1采用。

**表E.3.1 1960年代优质碳素钢钢材强度标准值与伸长率**

| 钢号 | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |
| 08F | ≥180 | ≥300 | ≥35 |
| 08 | ≥200 | ≥330 | ≥33 |
| 10F | ≥190 | ≥320 | ≥33 |
| 10 | ≥210 | ≥340 | ≥31 |
| 15F | ≥210 | ≥360 | ≥29 |
| 15 | ≥230 | ≥380 | ≥27 |
| 20F | ≥230 | ≥390 | ≥27 |
| 20 | ≥250 | ≥420 | ≥25 |
| 25 | ≥280 | ≥460 | ≥23 |
| 30 | ≥300 | ≥500 | ≥21 |
| 35 | ≥320 | ≥540 | ≥20 |
| 40 | ≥340 | ≥580 | ≥19 |
| 45 | ≥360 | ≥610 | ≥16 |
| 50 | ≥380 | ≥640 | ≥14 |
| 55 | ≥390 | ≥660 | ≥13 |
| 60 | ≥410 | ≥690 | ≥12 |
| 65 | ≥420 | ≥710 | ≥10 |
| 70 | ≥430 | ≥730 | ≥9 |
| 75 | ≥900 | ≥1100 | ≥7 |
| 80 | ≥950 | ≥1100 | ≥6 |
| 85 | ≥100 | ≥1150 | ≥6 |

注: 表中数据来源《优质碳素结构钢钢号和一般技术条件》GB 699-65。

**E.3.2** 1980年代-2010年代优质碳素钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.3.2采用。

**表E.3.1 1980年代-2010年代优质碳素钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 钢号 | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| 08F | ≥175 | ≥295 | ≥35 |
| 10F | ≥185 | ≥315 | ≥33 |
| 15F | ≥205 | ≥355 | ≥29 |
| 08 | ≥195 | ≥325 | ≥33 |
| 10 | ≥205 | ≥335 | ≥31 |
| 15 | ≥225 | ≥375 | ≥27 |
| 20 | ≥245 | ≥410 | ≥25 |
| 25 | ≥275 | ≥450 | ≥23 |
| 30 | ≥295 | ≥490 | ≥21 |
| 35 | ≥315 | ≥530 | ≥20 |
| 40 | ≥335 | ≥570 | ≥19 |
| 45 | ≥355 | ≥600 | ≥16 |
| 50 | ≥375 | ≥630 | ≥14 |
| 55 | ≥380 | ≥645 | ≥13 |
| 60 | ≥400 | ≥675 | ≥12 |
| 65 | ≥410 | ≥695 | ≥10 |
| 70 | ≥420 | ≥715 | ≥9 |
| 75 | ≥880 | ≥1080 | ≥7 |
| 80 | ≥930 | ≥1080 | ≥6 |
| 85 | ≥980 | ≥1130 | ≥6 |

注: 1.在《优质碳素结构钢》GB/T 699-2015已删除08F、10F、15F三种钢号钢材。

2 表中数据来源《优质碳素结构钢技术条件》GB 699-88、《优质碳素结构钢》GB/T 699-1999和《优质碳素结构钢》GB/T 699-2015。

## E.4 桥梁用钢

**E.4.1** 1970年代桥梁用钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.4.1采用。

**表E.4.1 桥梁用钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢材种类 | 厚度（mm） | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| 16Mnq | ≤16 | ≥350 | ≥520 | ≥21 |
| ＞16～25 | ≥330 | ≥500 | ≥19 |
| ＞26～36 | ≥310 | ≥480 | ≥19 |
| ＞38～50 | ≥290 | ≥480 | ≥19 |
| 15MnVq | ≤16 | ≥400 | ≥540 | ≥18 |
| ＞16～25 | ≥380 | ≥520 | ≥17 |
| ＞26～36 | ≥360 | ≥500 | ≥17 |
| ＞38～50 | ≥340 | ≥500 | ≥17 |
| 甲3桥 | | ≥240 | ≥380 | ≥28（条钢）  ≥28（钢板） |
| 16桥 | | ≥230 | ≥380 |

注：1、16*Mnq*、15*MnVq*数据来源《桥梁用碳素钢及普通低合金钢钢板技术条件》YB168-70。

2、甲3桥数据来源《桥梁建筑用热轧碳素钢技术条件》GB 714-65

**E.4.2** 1980年代-1990年代桥梁用钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.4.1采用。

**表E.4.1 桥梁用钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢材种类 | 厚度（mm） | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| 16Mnq | ≤25 | 350 | 520 | 21 |
| ＞26～36 | 330 | 500 | 19 |
| ＞38～50 | 320 | 480 | 19 |
| 15MnVq | ≤25 | 300 | 540 | 19 |
| ＞26～36 | 380 | 520 | 18 |
| ＞38～50 | 360 | 500 | 18 |

注：表中数据来源《桥梁用结构钢》YB（T）10-1981。

**E.4.3** 2000年代桥梁用钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.4.3采用。

**表E.4.3 桥梁用钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 厚度（mm） | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| Q235q  （C级、D级钢） | ≤16 | ≥235 | ≥390 | ≥26 |
| ＞16～35 | ≥225 | ≥380 |
| ＞35～50 | ≥215 | ≥375 |
| ＞50～100 | ≥205 | ≥375 |
| Q345q  （C级、D级、E级钢） | ≤16 | ≥345 | ≥510 | ≥21 |
| ＞16～35 | ≥325 | ≥490 | ≥20 |
| ＞35～50 | ≥315 | ≥470 |
| ＞50～100 | ≥305 | ≥470 |
| Q370q  （C级、D级、E级钢） | ≤16 | ≥370 | ≥530 | ≥21 |
| ＞16～35 | ≥355 | ≥510 | ≥20 |
| ＞35～50 | ≥330 | ≥490 |
| ＞50～100 | ≥330 | ≥490 |

**E.4.4** 2008年-2015年代桥梁用钢钢材强度标准值和伸长率应按表E.4.31采用。

**表E.4.3 桥梁用钢钢材强度标准值与伸长率**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 厚度（mm） | 强度（N/mm2） | | 伸长率%  （） |
|  |  |
| Q235q  （C级、D级、E级钢） | ≤50 | ≥235 | ≥400 | ≥26 |
| ＞50～100 | ≥225 |
| Q345q（C级、D级、E级钢） | ≤16 | ≥345 | ≥490 | ≥21 |
| ＞16～50 | ≥20 |
| ＞50～100 | ≥335 |
| Q370q  （C级、D级、E级钢） | ≤16 | ≥370 | ≥510 | ≥21 |
| ＞16～50 | ≥20 |
| ＞50～100 | ≥355 |

# 附录F:混凝土性能指标

**F.0.1** 1988年以前混凝土强度标准值与设计值分别按表G.0.1-1和表G.0.1-2采用。

**表F.0.1-1混凝土强度标准值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 强度种类 | 符号 | 标号 | | | | | | |
| 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| 轴心抗压 |  | 8.7 | 12.1 | 15.4 | 18.8 | 25.6 | 31 | 35.2 |
| 弯曲抗压 |  | 9.6 | 13.3 | 17.0 | 20.6 | 28.1 | 34 | 38.7 |
| 轴线抗拉 |  | 1.0 | 1.35 | 1.65 | 1.85 | 2.37 | 2.69 | 2.91 |

**表F.0.1-2混凝土强度设计值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 强度种类 | 符号 | 标号 | | | | | | |
| 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| 轴心抗压 |  | 7.5 | 9.0 | 11.0 | 14.0 | 18.7 | 22.7 | 25.9 |
| 弯曲抗压 |  | 8.5 | 10.0 | 12.3 | 15.0 | 20.5 | 25 | 28.4 |
| 轴线抗拉 |  | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.74 | 1.96 | 2.16 |

**F.0.2** 1988年-2002年混凝土强度标准值与设计值分别按表G.0.2-1和表G.0.2-2采用。

**表F.0.2-1混凝土强度标准值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 强度种类 | 符号 | 混凝土强度等级 | | | | | | | | | |
| C15 | C20 | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | C60 |
| 轴心抗压 |  | 10 | 13.5 | 17 | 20 | 23.5 | 27 | 29.5 | 32 | 34 | 36 |
| 弯曲抗压 |  | 11 | 15 | 18.5 | 22 | 26 | 29.5 | 32.5 | 35 | 37.5 | 39.5 |
| 轴线抗拉 |  | 1.2 | 1.5 | 1.75 | 2 | 2.25 | 2.45 | 2.6 | 2.75 | 2.85 | 2.95 |

**表F.0.2-2混凝土强度设计值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 强度种类 | 符号 | 混凝土强度等级 | | | | | | | | | |
| C15 | C20 | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | C60 |
| 轴心抗压 |  | 75 | 10 | 125 | 15 | 17.5 | 19.5 | 21.5 | 23.5 | 25 | 26.5 |
| 弯曲抗压 |  | 8.5 | 11 | 13.5 | 16.5 | 19 | 21.5 | 23.5 | 26 | 27.5 | 29 |
| 轴线抗拉 |  | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.65 | 1.8 | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.2 |

**F.0.3** 2002年混凝土强度标准值与设计值分别按现行国家标准《混凝土结构设计规范》（GB50010）采用。

**F.0.4** 1988年以前钢筋强度标准值与设计值分别按表F.0.4采用。

**表F.0.4钢筋强度标准值（N/mm2）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 钢筋种类 | | 强度标准值 | 设计值 |
| I级钢筋（3号钢） | | 240 | 210 |
| II级钢筋（16锰） | d<28mm | 340 | 310 |
| d≥28mm | 320 | 290 |
| III级钢筋（25锰硅） | | 380 | 340 |

注：轴心受拉和小偏心受拉构件的受拉钢筋强度设计值大于310N/mm2时，仍按310N/mm2取值，其他构件的受拉钢筋设计强度大于340N/mm2时，仍按340N/mm2取值。

**F.0.5** 1988年-2002年钢筋强度标准值与设计值分别按表F.0.5采用。

**表F.0.5钢筋强度标准值（N/mm2）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 钢筋种类 | | 强度标准值 | 设计值 |
| I级钢筋（A3，A3Y） | | 235 | 210 |
| II级钢筋（20MnSi、20MnNb（b）） | D≤25mm | 335 | 310 |
| d≥28～40mm | 315 | 290 |
| III级钢筋（25MnSi） | | 370 | 340 |
| IV级钢筋（40Si2MnV,45SiMnV,45Si2MnTi） | | 540 | 400 |

**F.0.6** 2002年-2010年钢筋强度标准值与设计值分别按表F.0.6采用。

**表F.0.2钢筋强度标准值（N/mm2）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢筋种类 | 强度标准值 | 设计值 |
| HPB235（Q235） | 235 | 210 |
| HRB335（20MnSi） | 335 | 300 |
| HRB400（20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi） | 400 | 360 |
| RRB400（K20MnSi） | 400 | 460 |

注：轴心受拉和小偏心受拉构件的受拉钢筋强度设计值大于300N/mm2时，仍按300N/mm2取值

# 附录G:适修性评定

**G.0.1** 工业遗存建筑的适修性各层次分级标准，应按表G.0.1的规定采用。

**表G.0.1 适修性评级标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分级标准 | 构件 | 鉴定对象 |
| 不需要加固维修 | ar | Ar |
| 加固维修难度较小，费用较低 | br | Br |
| 加固维修难度较大，费用较高 | cr | Cr |
| 加固维修难度极大，费用超过重建。 | dr | Dr |

**G.0.2** 构件的适修性等级按表G.0.2评定。

**表G.0.2 构件适修性等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 等级 | 评级标准 |
| ar | 承载能力满足要求，抗震满足要求，无缺陷损伤 |
| br | 承载能力满足要求，抗震满足要求，仅需要做耐久性防护 |
| 通过减去部分可以减去的荷载使承载能力和抗震满足要求 |
| 修复所需费用不到新建造价的70% |
| 仅需要更换松动脱落的螺栓矫正非承重钢构件的变形 |
| 仅需要拆除或固定有坠落倾覆危险的附属设施 |
| cr | 承载能力或抗震不满足要求，同时有明显的缺陷损伤需要处理 |
| 地基基础需要加固处理 |
| 难以修复，修复费用为新建造价的70%以上； |
| 不可拆卸的永久荷载作用下承载能力不满足 |
| dr | 压型钢板、冷弯型钢锈蚀严重，锈损量超过20% |
| 壁厚6mm以下钢板和型钢锈蚀严重，局部锈透、锈烂 |
| 钢构件同时存在多向严重弯曲、扭曲和截面畸变 |
| 木构件沿剪切面开裂、剪坏或劈裂 |
| 木构件出现大于截面5%的腐朽或心腐，或严重虫蛀 |
| 钢筋混凝土板保护层脱落，钢筋锈蚀严重，有锈断现象 |
| 修复所需费用接近或超过新建造价 |

**G.0.3** 结构的适修性等级根据构件适修性等级评定结果结合结构整体加固处理方式按表G.0.3评定。

**表G.0.3 结构适修性等级**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 评级标准 | 处理要求 |
| Ar | 不含cr级、dr级构件，含br级构件且不多于10％ | 易于修复，适修性好，应予以修复 |
| Br | 不含cr级、dr级构件，含br级构件且不多于50％ | 稍难修复，适修性尚好，宜予以修复 |
| Cr | 含cr级、dr级构件且不多于50％，其中dr级构件少于10％ | 难修，适修性差，是否应保留架子，取决于重要性和使用要求 |
| 采用卸载、改变结构体系等处理方法使cr级、dr级构件少于50％ |
| Dr | 含cr级、dr级构件且多于50％，或dr级构件多于10％ | 适修性差，除文物、历史、艺术及纪念性建筑外，宜拆除重建 |

卡通画

中度可信度描述已自动生成 T/CECS XXX：XXXX

**中国工程建设标准化协会标准**

**工业建筑非工业化改造结构检测鉴定标准**

Standard for structural inspection and appraisal of non-industrial transformation of industrial buildings

**(征求意见稿)**

条文说明

**《工业建筑非工业化改造结构检测鉴定标准》编制组**

202X年

# 1 总 则

**1.0.1**近年来，随着产业结构调整升级和城市工业用地的更新，大量传统工业企业退出生产或搬迁，大量工业建筑开始逐步进行非工业化改造利用，转换功能以满足城市生活需求，部分具有重要历史文化价值的工业建筑将作为工业遗产进行保护。

传统工业建筑由于生产环境较恶劣，经过多年使用工业建筑可能存在一些缺陷和损伤，并且存在遭受事故或灾害、达到设计使用年限等问题，且由于结构设计规范经过

对工业建筑进行非工业化改造，应对工业建筑的安全性、使用性、耐久性和抗震性能进行全面的了解，方可提出安全适用、经济合理的处理措施。非工业化改造的工业建筑跨越了工业建筑和民用建筑两个领域，相较于传统建筑鉴定提出了一些新的问题和更高的技术要求，为适应工业建筑非工业化改造结构检测鉴定工作的需要，在总结实践经验和科研成果的基础上，制定了本标准。

**1.0.2** 本条规定了对拟进行非工业化改造工业建筑鉴定的使用范围，包括常见的工业厂房、工业构筑物、以及工业设备的土建结构、设备中的结构部分及其与设备的连接、上述建构筑物和设备上的附属设施。

工业建筑主要包括建筑物和构筑物，建筑物包括常见的框架结构厂房、排架结构厂房、门式刚架厂房等，工业构筑物种类繁多，包括高炉、冷却塔、通廊、转运站、水塔、焦炉、蓄水池等，具有鲜明的行业特色。工业设备的种类更为繁多，本标准对如龙门吊、火车头、桥式起重机等机械式工业设备，其结构部分可以按照本标准的钢结构部分结构检测鉴定；如工业除尘器、塔架、容器、热风炉等固定式的工业设备，原设计就包括了土建部分和其他部分，其土建部分属于结构专业范畴，应按照本标准进行结构检测鉴定。

**1.0.3~1.0.4** 非工业化改造的工业建筑进行抗震鉴定时，应与现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023、《构筑物抗震鉴定标准》GB 50117的抗震鉴定结合进行，鉴定后的处理措施也应与抗震加固措施同时提出；特殊地基地区，如湿陷性黄土、膨胀岩土、多年冻土等需要特殊处理的地基土，应结合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50023、《膨胀土地区建筑设计规范》GB 50112等有关标准规范执行。灾害后鉴定主要指火灾后、风灾后、爆炸后等鉴定，应结合相关标准规范执行。文物保护类建筑应按照文物保护相关规定进行结构鉴定。

# 术语和符号

## 术语

本节所给出的术语，为本标准有关章节所引用的、用于检测鉴定的专用术语，是从本标准的角度赋予其含义，但含义不一定是术语的定义；同时又分别给出了相应的英文术语，仅供参考，不一定是国际上的标准术语。

## 2.2 符号

本节的符号符合现行国家标准《工程结构设计通用符号标准》GB/T 50132的规定。

# 基本规定

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 本条中所说的相对独立的鉴定单元，是根据工业建筑的结构体系、构造特点等不同情况所划分的可以独立进行可靠性鉴定评级或抗震鉴定的区段，每个区段为一个鉴定单元。一个复杂的建构筑物可以划分为一个或多个鉴定单元，如高炉可以划分为炉壳、高炉框架、热风炉系统、粗煤气系统等多个鉴定单元。

**3.1.2**工业建筑结构检测鉴定分为初步鉴定和详细鉴定两个阶段，初步鉴定是专业技术人员通过现场检查和必要的测试，以宏观检查为主，对工业建筑的地基基础、主体结构、附属构件与部件可能存在的影响使用的安全隐患进行分析判断，对工业遗存建筑的安全隐患评价。初步鉴定仅适用于计划长期保留，但目前尚没有改造方案的已停用的工业建筑进行结构安全隐患排查，以防止重大事故的发生，因此，初步鉴定目标使用年限不应超过2年，待确定目标使用功能后还应结合改造方案进行详细的结构鉴定。详细鉴定以安全性分析为主，根据结构目标作用及实测结构参数进行定量的承载力计算分析。

**3.1.3**可靠性是结构在规定的时间内，在规定的条件下，完成预定功能的能力，可靠性鉴定应有明确结构的目标使用年限（即规定的时间），以确定后续使用期间内条件（即荷载与作用），并不是指建筑仅使用到目标使用年限就进行拆除。经过鉴定，工业建筑经过加固、修复后到达目标使用年限时，应结合后续使用需求，重新划定目标使用年限进行鉴定。

在实际工程鉴定中，鉴定的目标使用年限通常在签订合同或技术合同时，根据本条规定的原则由业主和鉴定方共同商定：

**1** 对于暂未确定改造方案，仅为短期保留消除结构隐患的鉴定，目标使用年限可考虑较短时间，如1年~2年；

**2** 鉴定对象现状相对较差且计划原状保留，其目标使用年限可考虑3年~5年；

**3** 其他情况建议考虑较长时间，但一般不超过10年。

目标使用年限不等同于后续使用年限。抗震鉴定的后续使用年限，是以保证现有建筑抗震鉴定在相同概率保证的前提下与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011具有的设防目标一致，其后续使用年限与规范的设计基准期不同，可根据建构筑物设计依据标准规范，划分为分为30年、40年和50年三个档次选择。

**3.1.4** 目前国内工业建筑非工业化改造后建筑功能多转变为展览馆、写字楼等公共建筑，对于确定后续使用功能的工业建筑，检测鉴定报告主要为结构加固设计提供依据，一般需要进行可靠性鉴定与抗震鉴定。

对于不是工业遗产尚且未决定是否保留的工业建筑，有些业主单位为控制项目投资需要对结构加固费用进行初步估算，适修性评估主要是对结构加固代价的初步估算，业主单位可根据需要委托鉴定单位进行适修性评估。

对已暂停使用且未明确改造用途的工业建筑，在确定改造方案前保证工业建筑在现状条件下的安全是鉴定的主要目的，由于此类建筑暂无明确建筑使用功能，因此没有使用性需求，没有必要进行使用性鉴定。

**3.1.5~3.1.7** 工业遗存建筑结构进行改造利用，建筑使用的安全性要求与使用性要求均有提高，未经修复处理的结构其安全性可能达不到国家现行标准规范的要求：首先，工业建筑为工业生产服务，由于建筑在平时使用、维护不规范，导致大多数工业建筑在服役期都处于带病工作状态；其次，工业建筑在停产时，设备迁移可能会造成对结构的二次损伤；另外，不少企业停产后，工业建筑处于无人管理维护的状态，废弃物料、动植物侵袭加上人为破坏可能对工业建筑造成损害。

此外，结合《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292的规定，并总结以往工程的基础上，下列情况时，也应进行结构鉴定：

**1**工业建筑达到设计使用年限或者目标使用年限拟继续使用时，很有可能发生结构材料性能退化、腐蚀损伤等情况，影响结构安全，应进行检测鉴定。

**2**工业建筑在遭受灾害事故时可能产生了较为严重的损伤，导致结构构件的承载能力退化、结构整体性或体系发生改变，必定影响结构的安全，应进行检测鉴定。

**3**结构存在较为严重的质量缺陷或损伤时，结构的材料性能可能无法满足原设计的要求，会影响结构的安全，应进行检测鉴定。

**4** 需要维修、平移、纠倾时、长期保留、进行改造时，结构检测鉴定是进行结构设计的前提，帮助设计单位掌握结构目前的安全状态，为设计提供依据。

**5**初步的结构鉴定当无法对安全进行判断时，需要进行详细鉴定以明确结构安全状况。

**6** 结构近期出现异常情况时，说明主体结构可能局部失效，为防止结构安全状况恶化，应进行结构鉴定。

**7** 工业建筑结构改造施工较为复杂，为保证施工质量，可对改造后的结构进行结构鉴定。

工业建筑结构在下列情况下，还尚应进行专项鉴定：

**1** 附近有地下工程施工时；

**2** 需要平移、纠倾时；

**3** 需要长期监测时。

## 3.2 鉴定程序及其工作内容

**3.2.2** 本标准鉴定工作流程框图是根据我国工业建筑非工业化改造检测鉴定的时间经验，并参考了国际标准《结构设计基础-既有结构的鉴定》ISO 13822，国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144制订的。近年来，国内工业建筑非工业化改造的结构鉴定主要有几种方式：

1. 工业建筑处于停用状态，但长期计划保留，但目前没有改造方案，仅要求进行以结构安全隐患排查为主的初步鉴定，以防止重大事故的发生，待确定目标使用功能后，再针对性的开展详细鉴定。
2. 工业建筑处于停用状态且计划长期保留，但不再赋予新的建筑使用功能，仅作为有价值的工业遗产进行保护，一般针对结构现状进行详细鉴定。
3. 工业建筑具有初步改造方案，需要详细鉴定后进行方案深化，可在现状鉴定基础上进行改造可行性鉴定和适修性评定。

流程框图对划分了初步鉴定和详细鉴定两个阶段，框图对初步鉴定和详细鉴定的工作内容进行了划分，可以按照非工业化改造的结构鉴定方式选择不同阶段的鉴定。

结构改造可行性评估属于详细鉴定的工作内容，是在现状鉴定的基础上，结合改造需求进行进一步的计算分析。

**3.2.3** 本条规定了初步调查的内容，包括查找设计、建造资料，调查历史和使用情况，调查场地资料，判断发生倒塌的风险，与委托方确定鉴定范围、内容，制订工作方案等内容。

**3.2.4** 本条规定了制订鉴定方案应考虑的基本内容，接受鉴定委托后，鉴定单位应结合鉴定目的、范围和内容依据鉴定对象的特点和初步调查结果，制定切实可行的鉴定方案，确定工作大纲并指导鉴定工作。

**3.2.5** 本条规定了初步鉴定应包括的工作内容，初步鉴定以结构体系宏观检查和构件工作状态检查为主，判定工业建筑在短期内的安全隐患，初步鉴定可以对现状较差的工业建筑的安全性做出初步判断，其他建筑宜进行详细鉴定。

**3.2.6** 本条对详细鉴定做出了规定，详细鉴定是在初步鉴定的基础上进行，实际工作中可不必对初步鉴定结果进行详细说明，详细鉴定会对初步鉴定的结果进行深入的分析，分析结构体系的完整性和构件的承载力状态，构造的合理性等，然后进行可靠性评级。详细鉴定需要注意计算模型、计算参数、边界条件等参数选取的正确性，以便获得正确的计算结果。

改造可行性评估的前提是进行结构现状的鉴定，是在基于现状的鉴定基础上，再结合改造方案的分析。

使用性鉴定一般以结构构件的裂缝、变形、缺陷和损伤、腐蚀等项目评定，没有掌握结构的承载力状态，存在漏判、错判的可能，因此工业建筑鉴定不应单独进行使用性鉴定，但可仅进行可靠性鉴定、安全性鉴定或抗震鉴定。

**3.2.10** 本条明确了鉴定报告的编写要点，以保证鉴定报告质量。一般鉴定报告编写时，宜包括下列部分：

1 建筑物概况；

2 鉴定的目的、范围、内容和依据；

3 检查、分析和鉴定的结果；

4 结论与处理建议；

5 附件。

# 4 调查和检测

## 4.1 使用条件的调查和检测

**4.1.2** 本条规定了工业遗存建筑使用环境调查的主要内容，使用环境调查中，还宜考虑目标使用年限内可能发生的变化。

**4.1.3** 一般工业遗存建筑，可直接按国家现行标准《工业可靠性鉴定标准》GB50144中第4章的规定确定结构所处环境类别和环境作用等级；当需要评估混凝土构件的耐久年限时，对大气环境普通混凝土结构可按国家现行标准《工业可靠性鉴定标准》GB50144附录B的规定确定环境类别、环境作用等级和计算参数。其他情况，则按照国家现行标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的规定，根据评定需要进一步详细确定环境类别、环境作用等级及相关计算参数和系数。

**4.1.4** 工业遗存建筑的使用历史情况，应根据遗存建筑的特点，对其结构及设备设施进行全面调查。

**4.1.5** 工业遗存建筑的荷载调查，有其自身特点。对于原用于生产的设备设施停产后将长期保留的，其原可变荷载将变为结构恒荷载；对于设备设保留且维持运行展示的，其可变荷载应根据实际情况确定。

**4.1.6** 本条为生产工艺及设备荷载调查，应包括操作荷载及检修荷载，工艺设备荷载调查应注意各行业工艺特点，重点调查工艺设备荷载的传力点。

**4.1.7** 当楼面、屋面及平台上的实际活荷载与国家现行标准《建筑结构荷载规范》50009的规定偏差较大，宜根据实际情况，按对结构最不利的情况考虑。

**4.1.8** 本条对保留后运行和不运行情况下吊车荷载的取值，进行了规定。

**4.1.9**  工业遗存建筑结构鉴定验算，在无特殊情况下，结构的作用标准值尽量采用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定值。但是，有些情况下结构的验算荷载，例如某些重型屋盖的屋面荷载、积灰严重的屋面积灰荷载、运行不正常的吊车竖向和水平荷载、生产工艺荷载等难以选用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定值时，则需要根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的原则采用实测统计的方法确定。

**4.1.10** 本条规定了工业遗存建筑改造可行性分析时，使用条件调查和检测的主要内容，明确了应重点对使用功能变化、荷载变化、改造后满足的安全及抗震等设计参数等进行调查。

## 4.2结构的调查与检测

**4.2.1~4.2.3** 分别对初步鉴定和详细鉴定的结构调查和检测内容进行了详细规定，因初步鉴定和详细鉴定的所要求的深度和目的不同，其调查和检测的内容存在不同。初步鉴定主要针对结构完整性、整体性及风险隐患的检查，详细鉴定是对结构性能的全面检测鉴定。

**4.2.4** 地基承载力的大小按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007中规定的方法进行确定。当评定的建构筑物使用年限超过10年时，可适当考虑地基承载力在长期荷载作用下的提高效应。

对于工业遗存建筑中上部荷载明显减小，且使用历史中地基基础已十分稳定且无明显沉降的，可根据实际需求，适当简化地基基础的调查检测内容。

**4.2.5** 本条规定了上部承重结构的结构体系及其整体牢固性、结构构件及其连接、结构缺陷和损伤、结构位移及振动的调查和检测内容。

**4.2.6** 本条规定了结构构件材料性能、几何参数和变形的检测内容。对于无图纸、结构变形难以常规检测的情况，本标准提出可采用三维激光扫描或数字图像法进行检测。目前，上述两种方法在相关工业遗存建筑现场检测中取得了良好效果。

**4.2.7** 本条对混凝土结构、钢结构、砌体结构和木结构的缺陷和损伤检查内容进行了规定。

**4.2.8** 根据大量鉴定工程实例结果，钢筋、钢材、砖砌块、木材等材料在水淹、潮湿、干湿交替、腐蚀介质（酸、碱、盐）等环境中，容易出现腐蚀情况。严重腐蚀时，材料性能会发生质变，影响承载能力。所以在缺陷损伤检查时，应重点检查上述部位。

**4.2.9** 对非结构构件的检查，主要是针对其与主体结构连接和有无坠落风险两个方面。若非结构构件对主体结构产生明显影响的，还需根据实际情况详细检测。

**4.2.12** 对于特殊保护要求的工业遗存建筑，检测测试方法应按保护及保留要求综合考虑。

## 4.3设备设施的调查和检测

**4.3.1** 本条中工业设备设施的调查和检测，适用于后期保留，作为景观展示的工业设备设施；当设备设施还需继续运行时，应按照生产工艺要求由专业机构进行检测。

**4.3.2～4.3.4** 规定了工业设备设施自身结构调查和检测的主要内容。

**4.3.5、4.3.6** 规定了结构上和工业设备设施上的附属设施调查和检测的主要内容。对于照明、避雷和给排水设施仍需继续使用时，还应由专业机构检查，判断其是否满足使用要求。

# 5结构分析与校核

**5.0.1** 我国建构筑物在设计时一般采用近似概率极限状态设计法，将不同的荷载乘以不同的放大系数作为结构安全储备，但部分行业或构筑物的设计采用了不同的设计方法，如钢制容器、管道壳体等结构，其设计时通常采用许用应力设计法，安全储备通过材料强度的折减来实现。因此，工业遗存建筑的既有结构分析与校核建议采用该行业常用的设计规范进行校核分析。

**5.0.2** 现有工业构筑物的情况十分复杂，结构类型、建造年代差异较大，不少构筑物有专门的设计规范，对没有特殊规定的工业构筑物可以采用国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50010、《构筑物抗震设计规范》GB 50191的通用方法进行地震作用分析。对于后续使用年限不到50年的构筑物，抗震承载力可以有所降低，但仍达到“小震不坏，中震可修，大震不倒”的设防要求。

**5.0.3**工业建构筑物在服役期常处于带病工作状态，而在停产后，设备迁移、环境腐蚀、人为破坏等因素均可能导致结构计算参数与原设计资料不一致。因此，需结合实际检测结果，保证结构分析所采用的计算模型符合结构的实际受力、构造状况和边界条件。

工业构筑物的壳体一般由不同直径和不同厚度的锥体组成，壳体还设有观察和检测孔，孔的形状、大小以及分布状态等变化繁多、群孔汇集，造成壳体总体和局部不连续，使壳体总的应力分布和变形产生显著的不均匀性。壳体的不同高度上，竖向和环向应力的比值是变化的，两个方向的比值不同，孔边的应力分布和应力集中程度亦不相同，孔的几何形状相同，而外加应力状态不同，应力集中系数也是变化的，因此，对壳体结构采用有限元模型进行计算分析更加准确可靠。

**5.0.4** 对已有建筑物的结构构件进行分析与校核，首先要考虑的问题是如何确定符合实际情况的作用（荷载）。工业建筑非工业化改造后的建筑功能普遍有所改变，荷载较工业生产时也有所不同，所以在进行结构分析和校核前，应结合结构目标使用功能，确定结构荷载与改造后结构受力特性，要准确确定施加于结构上的作用（荷载），首先要经过现场调查、检测和核实，当现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009未作规定或按实际情况难以直接选用时，可根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068有关的原则规定确定。

对后续使用不能及时清除平台和设备上的积灰、堆料时，应按实际情况考虑积灰、堆料荷载取值，当后续使用过程中可能还会产生积灰且定期清理时，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的第5.4节规定采用。

楼面活荷载是依据工艺条件和实际使用情况确定的，与时间参数变化小，因此对于楼面活荷载不需折减。

**5.0.5** 另外新建建筑物的风荷载与雪荷载重现期均为50年或100年，既有工业构筑物的目标使用年限一般小于50年，按照不同期间内具有相同安全概率的原则，对风荷载和雪荷载的荷载分项系数进行适当折减，采用的折减系数建议如表1：

表1 风（雪）荷载折减系数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 目标使用年限(年) | 10 | 20 | 30～50 |
| 折减系数 | 0.90 | 0.95 | 1.0 |

注：对表中未列出的中间值，允许按插值确定，当<10时，按=10确定。

**5.0.6** 表格取值是参照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定取值。

**5.0.8** 工业建构筑物在服役期常处于带病工作状态，而在停产后，设备迁移、环境腐蚀、人为破坏等因素均可能导致结构计算参数与原设计资料不一致。因此，需结合实际检测结果，保证结构分析所采用的计算模型符合结构的实际受力、构造状况和边界条件。

**5.0.9** 对已有建筑物的结构构件进行分析与校核，需要确定符合实际的构件材料强度取值。参照国内相关标准规范的规定，给出了材料强度取用原则是：

1 当材料的种类和性能符合原设计要求时，可取原设计标准值；当材料的种类和性能与原设计不符或材料性能已显著退化时，应根据实测数据按国家现行有关检测技术标准的规定确定。

2 随本标准给出了我国各年代各种钢材及混凝土产品的标准值供使用者参考。

3 我们国家的第一部自行编制的钢结构设计标准是1974年冶金工业部颁布的《钢结构设计规范》（TJ 17-74），采用的是容许应力的设计方法，没有给出钢材抗力分项系数，在进行GB 17-88制订时，规范编制组曾对TJ 17-74的相关分项系数进行优化计算，计算取得钢构件的抗力分项系数γR=1.087，GB 50017-2003修订时，将低合金钢的材料进行了充分统计，因此，将碳素结构钢和低合金高强度钢的抗力分项系数宜分别取1.087和1.111。

4壳体结构一般采用许用应力进行设计，应按相关设计规范取用不同使用条件下的许用应力进行验算。

5 材料强度的使用还需考虑材料曾经的使用环境，如：当高强螺栓曾经历超过100℃的高温时会出现预拉力松弛现象，应考虑其抗滑移承载能力的降低；混凝土结构表面温度长期高于60℃，应考虑材料性能的变化；钢结构表面温度高于100℃时，应考虑其强度和刚度的降低。

# 6结构鉴定

## 6.1一般规定

**6.1.1~6.1.2** 本条给出了工业遗存建筑在进行鉴定工作时，应根据鉴定工作的需要，按照相关的现行国家标准开展相应的鉴定工作。

改造后的工业建筑应根据使用功能判断类别，改造后属于民用建筑时，应按照现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292相关内容进行鉴定。因工业构筑物的结构特殊性，即使改造后使用功能属于民用建筑，可靠性、安全性与使用性鉴定工作仍按照工业建筑种类执行。

**6.1.3** 本条给出了适用于工业遗存建筑初步鉴定的条件。初步鉴定是及时了解工业遗存建筑安全性的方式之一，并非所有工业遗存建筑都可通过初步鉴定了解其安全状态。初步鉴定的目标使用年限通常是在签订鉴定技术合同时，根据本条规定的原则由业主和鉴定方共同商定。

钢结构失稳破坏的破坏速度极快，而且事先几乎没有征兆，以受压稳定控制的钢结构体系，如网架、网壳、钢桁架等易发生失稳破坏，但此类结构一般无法通过初步鉴定排除结构隐患，应进行详细鉴定，排除隐患。

**6.1.4** 本条列出初步鉴定的主要检查内容，包括地基基础的沉降情况、结构布置情况、结构缺陷与损伤情况等。

**6.1.5** 建筑部件和构件的危险点不影响主体结构的安全性，因此，初步鉴定时建筑部件和构件不参与整体评定，但其脱落也可能对周边人员、车间、建筑物造成安全，因此应对发现的危险点进行处理。

**6.1.6** 本条给出了初步鉴定结论评为基本安全和存在严重结构安全隐患的适用条件。在实际工程鉴定中，当出现条文中所述的适用条件时，可快速评定其安全性状态，为下一步处理决策及时提供依据。不满足适用条件时，应通过详细鉴定评定安全性。

**6.1.7** 由于邻近地下工程施工或使场地上的工业建筑地基产生附加沉降。因此，需要对附加沉降产生的影响进行专项分析评定

## 6.2地基基础

**6.2.1**地基基础的初步鉴定可根据不均匀沉降、基础滑移和上部承重结构整体倾斜等项目进行。地基基础不均匀沉降裂缝宽度和滑移程度应结合鉴定工程的实际情况，根据材料类别，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《砌体结构设计规范》GB 50003等进行分析判断严重程度。

**6.2.2**对地基基础的的详细鉴定应查阅岩土工程勘察报告及有关图纸资料，根据地基基础现状和承载能力进行鉴定。地基承载能力的大小按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 中规定的方法进行确定。

## 6.3上部结构系统

**6.3.1~ 6.3.2** 根据现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144，上部承重结构系统安全性评定中主要内容之一是结构系统的整体性，包括结构布置的合理性、结构体系的完整性、传力路径是否明确等内容。当出现机构系统时，结构系统完整性破坏。

**6.3.3** 本条给出了混凝土构件初步鉴定的项目内容和评定标准。对于存在严重安全隐患的评定标准，部分出自国家现行行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ125-2016。裂缝宽度及数量、钢筋锈蚀量和腐蚀量是损伤程度判断标准。

**6.3.4** 本条对混凝土构件的详细鉴定做了规定：

1工业遗存建筑结构的混凝土材料通常都是超出了回弹法检验龄期的要求，所以宜通过取芯法进行检验，可采用修正法或直接取芯评定其力学性能。

2 详细鉴定是在结合工程技术资料的基础上，按照实际结构现状进行鉴定。其中，结构缺陷与损伤、变形是工业遗存建筑详细鉴定中重要考虑因素。

3 工业遗存建筑结构中耐久性损伤所占的比例较大，应对混凝土耐久性进行评估。

4 给出了可直接评定为d级构件的条件。

**6.3.5** 本条给出了钢构件初步鉴定的项目内容和评定标准。对于存在严重安全隐患的评定标准，部分出自国家现行行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ125-2016。钢材裂缝、锈蚀量、变形是损伤程度判断标准。

**6.3.6** 本条对钢构件的详细鉴定做了规定：

1 已有研究结果表明，腐蚀会对钢结构的力学性能产生影响。根据现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144给出了腐蚀程度和钢材强度折减的定量规定。

2 钢构件的抗力结构实际的材料性能、缺陷损伤、符腐蚀、过大变形和偏差等因素对承载能力进行分析论证后评定。

3 对于损伤严重的重要部位，可按损伤情况直接评定为d级。

**6.3.7**本条给出了砌体构件初步鉴定的项目内容和评定标准。对于存在严重安全隐患的评定标准，部分出自国家现行行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ125-2016。裂缝、腐蚀量、连接方式是损伤程度判断标准。

**6.3.8**本条对砌体构件的详细鉴定做了规定：

1 根据大量震损建筑统计结果表明，砌体结构容易出现明显的震损情况，严重者甚至房倒屋塌。故砌体结构的详细鉴定宜进行抗震鉴定。

2对于损伤严重的重要部位，可按损伤情况直接评定为d级。

**6.3.9** 本条给出了木构件初步鉴定的项目内容和评定标准。对于存在严重安全隐患的评定标准，部分出自国家现行行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ125-2016。砌体构件的抗力和作用效应比是承载能力判别的标准，裂缝、虫蛀腐朽、连接方式是损伤程度判断标准。

## 6.4围护结构、建筑部件与构件

**6.4.1** 工业建筑的围护结构系统构成复杂、种类繁多，其评定可按照材料类型，对照6.3节进行初步鉴定，判定围护结构的安全隐患。

**6.4.2** 给出了建筑构件和部件危险点检查的内容、部位以及存在安全影响的形式。

**6.4.3** 围护结构的安全性等级取围护结构的承载功能和链接构造连接两个项目的较低评定等级，其评定方法应符合《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144的规定。

## 6.5 改造可行性评估

**6.4.1** 改造可行性评估是在现状鉴定的基础上进行的深入分析，本标准的可行性评估主要从加固维修的角度，从技术上和费用上进行评定，未考虑建筑整体翻新与非工业化改造的费用，评定结果仅供参考。

6.4.2 工业建筑改造时，会有局部加建、扩建等情况。可行性改造主要考虑既有结构，新建结构应按照现行国家标准规范进行设计、建造。

6.4.3 当进行改造可行性评估时，应对结构改造方案、改造后荷载取值进行描述，当现有结构局部或整体无法满足改造后功能时，应列出不满足的构件范围和不满足程度，并给出处理建议，为业主的后续决策提供技术依据。

# 7 鉴定报告

**7.0.1** 由于本标准对报告的深度做了不同的规定，因此本标准不对鉴定报告格式作统一要求，但内容应当符合本标准的规定。

**7.0.2** 鉴定报告的主要目的是为设计提供技术依据，因此鉴定报告编写时应注意以下问题：

1 鉴定报告应对工业建筑现阶段存在的问题进行详述，初步鉴定报告应对存在的问题的现状进行详细描述，详细鉴定报告应明确问题的影响程度。初步鉴定中建筑部件的危险点应在报告中予以指出，并提供处理建议。

2 绘制损伤分布图和c级、d级构件的分布图，对后续设计具有指导意义。

3 详细鉴定报告已经对既有工业建筑存在问题进行了详细描述，并根据结构安全状况进行了分级，因此不必细分初步鉴定和详细鉴定两阶段。

4 未明确工业建筑后续使用的条件，报告中应明确改造用途和改造实施情况，应对结构改造方案、改造后荷载取值进行描述。