

CECS XXX：2021

**中国工程建设标准化协会标准**

**既有钢结构改建与拆除技术规程**

Technical Specifications for Rebuilding and Dismantling of existing steel structures

**（征求意见稿）**

**中国工程建设标准化协会标准**

**既有钢结构改建与拆除技术规程**

Technical Specifications for Rebuilding and Dismantling of existing steel structures

**CECS**  XXX**－2021**

主编部门：中华建筑金属结构协会

中国建筑集团技术中心

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：2021年X月X日

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会“关于印发《2019年第二批协会标准制订、修订计划》的通知”（建标协字[2019] 22号）的要求，由中国建筑金属结构协会和中国建筑集团技术中心作为主编单位，组织国内相关单位编制《既有钢结构改建与拆除技术规程》。规程编制组在广泛调查研究、认真总结实践经验、广泛征求行业意见的基础上，参考有关国外先进标准及国内相关标准，编制了本规程。

随着经济建设的发展，既有钢结构改建与拆除项目不断增多，由于目前国内缺乏关于既有钢结构改建与拆除的专门技术标准，导致改建与拆除工程事故时有发生，因此，迫切需要编制一部关于既有钢结构改建与拆除的专用技术标准，以规范相应的工程施工。

本规程的主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、既有钢结构改建受力状态计算、既有钢结构拆除前安全性宏观评估、既有钢结构改建施工方案设计、既有钢结构拆除施工方案设计、改建与拆除施工过程计算、施工过程监测与控制、安全管理与文明施工。

本标准由中国工程建设标准化协会负责管理，由中国建筑金属结构协会、中国建筑集团技术中心负责具体技术内容的解释。在使用过程中如发现需要修改和补充之处，或有意见或建议，请发给主编单位，来函联系电子邮件地址：gangwyh@163.com。

本标准主编单位：中国建筑金属协会

中国建筑集团技术中心

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

**目 录**

[1　总则 1](#_Toc3670)

[2　术语 2](#_Toc6022)

[3　基本规定 3](#_Toc2368)

[3.1　一般规定 3](#_Toc5346)

[3.2　工作内容与程序 4](#_Toc30073)

[4 既有钢结构改建受力状态计算 7](#_Toc5995)

[4.1 一般规定 7](#_Toc15330)

[4.2 荷载、作用与效应组合 8](#_Toc28490)

[4.3 改建前受力状态计算 9](#_Toc29598)

[4.4 改建钢结构受力分析 11](#_Toc18472)

[5　既有钢结构拆除前安全性宏观评估 12](#_Toc11877)

[5.1　一般规定 12](#_Toc30415)

[5.2　材料性能宏观评估 12](#_Toc30748)

[5.3　腐蚀老化与外观损伤宏观评估 12](#_Toc16586)

[5.4　结构体系宏观评估 13](#_Toc11378)

[5.5　荷载与作用宏观评估 13](#_Toc6760)

[5.6　整体安全性宏观评估 13](#_Toc13564)

[5.7　拆除前计算分析与承载力评估 14](#_Toc27864)

[6 既有钢结构改建施工方案设计 15](#_Toc13095)

[6.1 一般规定 15](#_Toc18560)

[6.2 多高层建筑改建施工方案设计 15](#_Toc31192)

[6.3 空间结构改建施工方案设计 16](#_Toc21274)

[6.4 高耸结构改建施工方案设计 17](#_Toc31524)

[6.5 工业建筑钢结构改建施工方案设计 17](#_Toc13449)

[7 既有钢结构拆除施工方案设计 18](#_Toc19709)

[7.1 一般规定 18](#_Toc27177)

[7.2 多高层钢结构拆除方案设计 19](#_Toc443)

[7.3 空间结构拆除方案设计 19](#_Toc17846)

[7.4 高耸结构拆除方案设计 19](#_Toc4578)

[7.5 工业建筑钢结构拆除方案设计 20](#_Toc31858)

[8 改建与拆除施工过程计算 21](#_Toc18745)

[8.1 一般规定 21](#_Toc4205)

[8.2 改建施工模拟计算 21](#_Toc31082)

[8.3 拆除过程施工模拟计算 22](#_Toc27931)

[9 施工过程监测与控制 23](#_Toc1724)

[9.1 一般规定 23](#_Toc6565)

[9.2 施工监测设备与监测方法 23](#_Toc18360)

[9.3 施工过程监测参数与测点布置 24](#_Toc13962)

[9.4 监测数据分析与处理 26](#_Toc13988)

[9.5 施工过程控制 28](#_Toc27027)

[10 安全管理与文明施工 29](#_Toc11332)

[10.1 一般规定 29](#_Toc12840)

[10.2 人工拆除安全管理 29](#_Toc21829)

[10.3 机械拆除安全管理 30](#_Toc12677)

[10.4 安全防护管理 30](#_Toc24622)

[10.5 资源化利用 30](#_Toc3428)

[附录A 既有钢结构建筑荷载标准值的确定方法 32](#_Toc4062)

[附录B 按检测结果确定构件材料强度标准值的方法 33](#_Toc2318)

[引用标准名录 34](#_Toc32467)

[条文说明 35](#_Toc4090)

**Technical Specifications for Rebuilding and Dismantling of existing steel structures**

1 General Provisions 1

2 Terms 2

3 Basic requirements 3

3.1 General requirements 3

3.2 Process and content of rebuilding and dismantling work 3

4 Force State Calculation of the Structure before and during Rebuilding 7

4.1 General requirements 7

4.2 Loads, actions and effect combination 8

4.3 Force state calculation of the structure before rebuilding 9

4.4 Force state calculation of the structure during rebuilding 11

5 Safety macro-Evaluation of the Structure before Dismantling 12

5.1 General Requirements 12

5.2 Macro-evaluation of structure material properties 12

5.3 Macro-evaluation of corrosion and damage of steel members 12

5.4 Macro-evaluation of structure system 13

5.5 Macro-evaluation of loads and actions 13

5.6 Macro-evaluation of overall safety of existing structure 13

5.7 Calculation and evaluation of load-bearing capacity of existing structure 14

6 Rebuilding Construction Scheme Design of Existing Structure 15

6.1 General Requirements 15

6.2 Rebuilding construction scheme design of existing multi and tall structure 15

6.3 Rebuilding construction scheme design of existing spatial structure 16

6.4 Rebuilding construction scheme design of existing towering structure 17

6.5 Rebuilding construction scheme design of existing industrial structure 17

7 Dismantling Scheme Design of Existing Structure 18

7.1 General Requirements 18

7.2 Dismantling scheme design of existing multi and tall structure 19

7.3 Dismantling scheme design of existing spatial structure 19

7.4 Dismantling scheme design of existing towering structure 19

7.5 Dismantling scheme design of existing industrial structure 20

8 Construction Simulation Calculation of Rebuilding and Dismantling of Existing Structure 21

8.1 General Requirements 21

8.2 Simulation calculation of rebuilding construction 21

8.3 Simulation calculation of dismantling 22

9 Monitoring and Control of the construction process 23

9.1 General Requirements 23

9.2 Monitoring equipment and monitoring methods for construction 23

9.3 Monitoring parameters and measuring point distribution for construction 24

9.4 Monitoring data analysis and process 26

9.5 Control of construction process 28

10 Safety Management and Civilized Construction 29

10.1 General Requirements 29

10.2 Safety management of dismantling by manpower 29

10.3 Safety management of dismantling by machine 30

10.4 Safety protection management 30

10.5 Resource utilization 30

Appendix A Determination Method of Characteristic Value of Load of Existing Steel Structure 32

Appendix B Determination Method of Characteristic Value of Material Strength of Existing Steel Structure according to Inspection Results 33

List of Quoted Standards 34

Addition: Explanation of Provisions 35

# 1　总则

**1.0.1**　为贯彻执行国家建筑产业现代化技术政策，规范既有钢结构建筑改建与拆除工作，加强技术管理，防止事故发生，做到安全可靠、技术先进、经济合理、保证质量，制订本规程。

**1.0.2**　本规程适用于既有钢结构建筑的改建与拆除，既有钢结构筑物的改建与拆除可参照执行。

1.0.3　既有钢结构建筑的改建与拆除，除应符合本规程外，尚应符合国家现行相关标准与规范的规定。

# 2　术语

2.0.1　既有钢结构改建 reconstruction of existing steel structure

根据建筑用途变化，对钢结构进行的改造建设（包括扩建）以及结构整体迁移重建。

2.0.2　既有钢结构拆除 dismantling of existing steel structure

根据需要对既有钢结构建筑进行的拆卸、移除或损毁。

2.0.3　宏观检查 macro detection

 改造或拆除前对结构整体进行的安全性检查。

2.0.4　宏观评估macro assessment

改造或拆除前对结构整体进行的安全性评估。

# 3　基本规定

## 3.1　一般规定

**3.1.1**　既有钢结构的改建可分为结构整体外形与规模不变而根据用途变化进行的改造建设；既有钢结构的扩建可分为结构增层、高度增加、结构平面扩大等类型的建设。

**3.1.2**　既有钢结构改建的范围，应根据委托方的要求以及结构鉴定结果综合确定。

3.1.3既有钢结构改建与拆除前应按下列要求进行检测与鉴定或评估：

**1** 改建前，应根据建筑物的种类，分别按照现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144和《建筑抗震鉴定标准》GB 50023进行检测与鉴定；

2 拆除前，应根据现行国家标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008，对结构进行整体宏观检测以及宏观评定。

**3.1.4**　既有钢结构改建前，应根据结构鉴定结果制定技术方案，技术方案内容应包括：

**1** 结构改建设计方案；

**2** 结构改建施工方案，其中应包括施工监测与预警方案；

**3** 结构使用维护方案。

**3.1.5**　既有钢结构拆除前，应根据结构宏观评估结果制定技术方案，方案内容应包括：

**1** 结构拆除施工方案，其中应包括施工监测与预警方案；

**2** 选择结构拆除施工方法时，宜优先选用保护性绿色拆除方法；

**3** 结构施工安全专项方案；

**4** 构件、零部件储存与运输、回收利用方案。

**3.1.6**　既有钢结构鉴定计算应符合下列规定：

**1** 结构鉴定计算模型应根据结构现场实测数据建立；

**2** 结构鉴定计算模型应考虑结构及构件、节点的变形、锈蚀、损伤与缺陷的影响；

**3** 结构超过设计使用年限或未超过设计使用年限但维护不到位出现老化现象时，尚应考虑结构材料性能退化的影响；

**4** 结构计算模型简化应与结构实际构造相符。

**3.1.7**　既有钢结构改建或拆除施工技术方案，应包括施工过程模拟分析，模拟分析计算模型应包括临时支承及支撑，且应确定临时支承的作用方式。

**3.1.8**　既有钢结构改建或拆除施工，应建立实时预警机制，且应进行施工全过程监测与控制。

**3.1.9**　既有钢结构改建或拆除整体方案设计，应符合建筑工程可持续发展理念，施工方案宜采用绿色施工技术。

3.1.10改建或扩建后的钢结构工程质量应按照国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的规定进行验收。

3.1.11 既有钢结构改建，应在结构检测、鉴定后鉴定结论为结构可继续使用或加固后可继续使用条件下，委托具备资质的单位进行钢结构改建工程设计。

3.1.12 既有钢结构拆除方案应组织专家进行评审，评审通过后方可实施。

3.1.13 异地重建的既有钢结构拆除时，应采取措施进行保护性拆除施工，应保证钢构件无损伤、不破坏。

## 3.2　工作内容与程序

**3.2.1**　既有钢结构改建宜分为：结构现状评估、结构改建设计、结构改建施工和结构使用维护四个阶段。

**3.2.2**　既有钢结构拆除宜分为：结构安全性宏观评估、结构拆除设计与施工、构件储运和回收利用四个阶段。

**3.2.3**　既有钢结构现状评估的内容应包括：结构检测、荷载核定以及结构计算。既有钢结构宏观评估应包括：根据宏观检测结果与竣工图纸，对主要构件的安全性估算、结构体系的安全性评估。

**3.2.4**　既有钢结构改建设计内容应包括：原结构设计及竣工文件说明、检测鉴定文件说明、改建技术设计文件以及改扩建结构施工要求。

**3.2.5**　既有钢结构改建或拆除施工组织设计内容应包括：设计依据、原结构及其周边环境概述、施工方案设计、临时支承与支撑体系设计、施工全过程模拟计算、施工过程监测、预警与控制等。

**3.2.6**　既有钢结构改建后使用维护内容应包括：制定用户使用手册、制定定期检测鉴定制度、制定维护管理方案。

**3.2.7**　既有钢结构拆除后构件储运与回收利用内容应包括：拆除过程的保护方案、现场存放方案、运输与保存、再利用方案。

**3.2.8**　既有钢结构改建应制定工作流程，工作流程可参考图3.2.8。

适合改扩建

明确改扩建目的、范围

结构现场检测与鉴定评估

制定改扩建方案

设计与施工模拟计算

工程改造施工与监测

竣工交付

提交委托方报告

否

是

图3.2.8 既有钢结构改扩建工作程序

**3.2.9**　既有钢结构拆除应制定工作流程，工作流程可参考图3.2.9。

可保护性拆除

明确拆除目的、范围

结构现状评估

制定拆除方案

拆除施工模拟计算

拆除施工

构件储运与回收利用

提交委托方报告

否

是

图3.2.9 既有钢结构拆除工作程序

**3.2.10**　当既有钢结构改建或拆除施工过程中出现异常现象或工况时，应立即停止施工并检查与分析原因，在明确无安全隐患后方可继续施工。

# 4 既有钢结构改建受力状态计算

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 既有钢结构改建与拆除前的受力状态应按国家现行结构鉴定标准的规定进行计算。

**4.1.2** 既有钢结构改建与拆除前应按下列要求收集资料并考察现状：

**1** 应收集既有钢结构的原始资料，应包括：岩土工程勘察报告、设计图纸、竣工图纸及计算资料等；

**2**已经经过改造的既有钢结构，尚应收集历次改造的设计图纸、竣工图纸及计算资料；

**3** 应考察现场，应按照收集到的资料核对现场实物现状，应调查建筑物的实际使用条件及内外环境、查看原检测鉴定与评定报告中已经发现的问题，并应听取有关人员的意见；

**4** 当收集资料不足时，应及时补充调查，补充信息应满足后续改建或拆除的需要；

**5** 当没有图纸资料及竣工验收资料时，应先对既有钢结构进行测量与检测，并应测绘出工程实测图纸。

**4.1.3** 既有钢结构当前受力状态除应进行结构整体计算外，尚应考虑锈蚀、变形、损伤与缺陷影响，进行下列细部计算：

**1** 节点连接域板件及连接验算；

**2** 柱脚、支座和预埋件验算；

**3** 既有钢网架结构橡胶支座、锚栓、螺栓和预埋件验算；

**4** 既有钢结构基础应验算。

**4.1.4** 既有钢结构改建设计的受力状态应按国家现行结构加固设计标准的规定进行计算。

**4.1.5** 既有钢结构改建后钢结构的安全等级应根据结构破坏后果严重性、结构的重要性确定，改建加固设计使用年限由业主与改建设计方按实际情况共同商定。结构改建计算应符合下列规定：

**1** 局部拆除后的结构受力状态计算应确保拆除后剩余结构的几何稳定性，并应按剩余结构与实际荷载建模计算；

**2** 建筑用途变化的改建，当主体钢结构原来的受力体系未改变时，应根据实际荷载变化或局部构件替换等情况，按照加固设计标准建模计算；

**3** 扩建工程应优先采用独立稳定且与既有钢结构主体分开的结构体系，扩建的新建部分应按照新建结构进行结构计算，既有部分的钢结构应按照加固设计标准进行建模计算；

**4** 当扩建工程的新建钢结构与既有钢结构结合成新的受力体系时，应整体建模并考虑扩建实际荷载，并应按照加固设计标准进行建模计算。

**4.1.6** 既有钢结构改建应对改建影响的钢结构基础进行验算，新建部分基础应按现行结构设计标准计算。

**4.1.7** 既有钢结构改建后的设计使用年限，应按下列原则确定：

1 结构加固后的使用年限，应由产权人和改建设计单位共同商定；

**2** 使用年限到期后，若重新进行的可靠性鉴定认为该结构工作正常，仍可继续延长其使用年限；

**3** 当为局部改建时，应考虑原建筑物剩余设计使用年限对结构改建后设计使用年限的影响;

**4** 在钢结构改建设计文件中，应依据本条规定的原则注明该结构改建后的设计使用年限。

**4.1.8** 改建设计文件中应明确结构改建后的用途，在改建设计使用年限内，未经技术鉴定或设计许可，不得改变改建后结构的用途和使用环境。

## 4.2 荷载、作用与效应组合

**4.2.1** 既有钢结构上的荷载与作用应根据实际情况进行调查、核对和计算。

**4.2.2** 既有钢结构上的荷载应包括永久荷载、可变荷载、偶然荷载，可按下列规定确定：

**1** 永久荷载应包括结构构件、建筑构配件、墙体、门窗、固定设备等自重；

**2** 可变荷载应包括楼面、屋面活荷载、楼面、屋面、平台积灰荷载、吊车荷载、冰、雪荷载、风荷载以及机器设备运转的动力荷载等；

**3** 偶然荷载应包括爆炸、撞击、洪水、滑坡、泥石流等；

**4** 永久荷载应按本规程附录A的规定和要求确定其标准值；。

**5** 荷载确定应符合国家现行既有结构鉴定标准的规定。

**4.2.3** 既有钢结构的作用应包括永久作用、可变作用、偶然作用，可按下列规定确定：

**1** 永久作用应包括预应力、土压力、水压力地基变形、支座变形等；

**2** 可变作用应包括温度作用；

**3** 偶然作用应包括地震作用。

**4** 作用的确定应符合国家现行既有结构鉴定标准的规定。

**4.2.4** 当有结构构件表面温度长期高于150°C时，应按现行国家标准计入由温度产生的附加作用。

**4.2.5** 作用效应的分项系数与组合数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定采用，且应符合下列规定：

**1** 改建时，可根据后续不同使用年限具有相同安全概率的原则，对风荷载、雪荷载的荷载分项系数按目标设计使用年限进行折减；

**2** 拆除时，可不计算地震作用，对风荷载、雪荷载分项系数按临时性结构确定。

**4.2.6** 既有钢结构的抗震设防类别和抗震设防标准，应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223的规定确定。结构所在地区的抗震设防烈度，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定确定。有特殊要求的既有钢结构，应按相关规定进行专题鉴定。

**4.2.7** 既有钢结构改建前的抗震鉴定应按两个项目分别进行：第一个项目为整体布置与抗震构造措施核查鉴定，第二个项目为多遇地震作用下承载力和结构变形验算鉴定。对有一定要求的既有钢结构，同时应包括罕遇地震作用下抗倒塌或抗失效性能分析鉴定。

**4.2.8** 既有钢结构改建的抗震设防类别和抗震设防标准，应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223的规定确定；抗震等级、抗震措施和验算要求应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023的规定确定。

## 4.3 改建前受力状态计算

**4.3.1** 既有钢结构改建前的性能与状态参数应齐全，数据采集应符合下列规定：

**1** 既有钢结构的钢材牌号、焊接材料牌号、连接螺栓等级与连接方式、焊缝型式可根据原图纸资料并结合场取样验证确定；

**2** 既有钢结构的基础或下部混凝土结构的混凝土强度与模量、钢筋的强度等级及配筋情况宜通过检测确定；

**3** 大跨空间结构的支座节点状态应逐个检测并记录；

**4** 张拉结构应明确其传力机制，并应检测记录主索实际张力；

**5** 当工程图纸资料不全或缺失时，应对结构状态进行检测及测绘，监测数据应满足模型计算需要；

**6** 当收集的资料不足时，应及时补充调查或检测。

**4.3.2** 既有钢结构改建前的计算模型应符合下列规定：

**1** 结构模型的计算简图，应符合其实际受力状态、构造状况和边界条件；

**2** 结构、构件的尺寸，可根据鉴定报告的建议采用原设计值或实测值，同时宜考虑变形、施工误差以及缺陷、损伤、腐蚀等的影响；

**3** 构件材料的强度设计值应按下列规定取值：

1）当结构可靠性鉴定认为原设计文件有效，且未发现结构构件或连接的性能有明显退化时，可采用原设计值；

2）当结构可靠性鉴定认为应重新进行现场检测时，应按本规程附录B的规定进行现场检测，并应确定其标准值。

**4.3.3** 刚性既有钢结构改建前的受力状态，可采用线弹性分析方法计算，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定；柔性及预应力既有钢结构改建前的受力状态，可采用非线性分析方法计算；对于大跨度及空间钢结构，宜进行非线性整体稳定性验算。

**4.3.4** 当既有钢结构改建前的构件受到不可忽略的温度、地基变形等作用时，应考虑附加作用效应。

**4.3.5** 抗震设防烈度为8度~9度地区的既有高耸、大跨度和长悬臂钢结构，改建前的抗震承载力验算，应计入竖向地震作用的影响。竖向地震作用标准值，8度和9度地区可分别取既有钢结构、构件重力荷载代表值的10%和20%。

**4.3.6** 在既有钢结构改建前的安全性鉴定中，宜对结构受力复杂区域或节点进行精细化数值分析。

**4.3.7** 进行既有钢结构改建前的动力分析时，可根据动力实测结果对结构的初始刚度和阻尼比进行修正。

**4.3.8** 既有钢结构构件及节点的承载安全性评定，除应符合国家现行既有结构鉴定标准的规定外，尚应符合下列规定：

**1** 构件应按其承载能力和不适于承载的位移或变形两个项目，分别评定等级，并应取其中较低等级作为其安全性等级；

**2** 节点应按承载能力和构造两个项目，分别评定等级，并应取其中较低等级作为其安全性等级；

**3** 对冷弯薄壁型钢结构、轻钢结构以及地处有腐蚀性介质的工业区或高湿、临海地区的既有钢结构，除应评定其承载能力和不适于承载的位移或变形等级外，尚应评定不适于承载的锈蚀等级，并应取其中最低等级作为其安全性等级。

**4.3.9** 既有钢结构构件的承载安全性等级评定应符合表4.3.9的规定，节点验算应包括其板件和连接的验算。

表4.3.9 按承载能力评定既有钢结构构件受力安全性等级

|  |  |
| --- | --- |
| 构件与节点类别 | 受力安全性等级 |
| *a*u级 | *b*u级 | *c*u级 | *d*u级 |
| 主要构件及节点 | *R*/(*γ*0*S*)≥1.00 | *R*/(*γ*0*S*)≥0.95 | *R*/(*γ*0*S*)≥0.90 | *R*/(*γ*0*S*)<0.90或当构件连接出现或连接出现脆性断裂、疲劳开裂或局部失稳变形迹象时 |
| 一般构件 | *R*/(*γ*0*S*)≥1.00 | *R*/(*γ*0*S*)≥0.90 | *R*/(*γ*0*S*)≥0.85 | *R*/(*γ*0*S*)<0.85或当当构件连接出现或连接出现脆性断裂、疲劳开裂或局部失稳变形迹象时 |

注：表中*R*和*S*分别为结构构件的抗力和作用效应；*γ*0为结构重要性系数，按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068和《钢结构设计标准》GB 50017确定。

**4.3.10** 既有钢结构构件发生不适于承载的位移或变形的等级评定，应符合下列规定：

**1** 当既有桁架、屋架或托架挠度的实测值大于计算跨度的1/400时，应验算其承载能力，且应按下列原则评级：

1）当验算结果不低于*b*u级时，可评定为*b*u级；

2）当验算结果低于*b*u级时，应根据其实际严重程度定为*c*u级或*d*u级。

**2** 当既有桁架顶点侧向位移实测值大于桁架高度的1/200时，且有可能发展时，应定为*c*u级或*d*u级；

**3** 其他既有钢结构受弯构件发生不适于承载的变形的等级评定，应符合表4.3.10的规定。

表4.3.10 其他既有钢结构受弯构件不适于承载的变形等级评定

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检查项目 | 构件类别 | *c*u级或*d*u级 |
| 挠度 | 主要构件 | 网架 | 屋盖的短向 | >*l*s/250，且可能发展 |
| 楼盖的短向 | >*l*s/200，且可能发展 |
| 主梁、托梁 | >*l*0/200 |
| 一般构件 | 其他梁 | >*l*0/150 |
| 檩条梁 | >*l*0/100 |
| 侧向弯曲的矢高 | 深梁 | >*l*0/400 |
| 一般实腹梁 | >*l*0/350 |

注：表中*l*0为构件计算跨度；*l*s/为网架短向计算跨度。

## 4.4 改建钢结构受力分析

**4.4.1** 既有钢结构改建前必须经过结构可靠性鉴定，且可靠性鉴定应确定其可以继续使用或适合改造加固后使用。

**4.4.2** 钢结构改建加固设计的范围，可按整幢建筑物或其中某独立区段确定，也可按指定的结构、构件或连接确定，但均应考虑该结构的整体牢固性；当扩建的钢结构与既有结构连接一起受力时，应采用扩建后的整体结构模型进行受力分析。

**4.4.3** 既有钢结构改建计算时，既有钢结构部分的性能与状态参数可按鉴定结论与改建前检测采集的数据取值，改建新增部分钢结构和构件的性能与状态参数应按新建结构现行标准的规定确定。

**4.4.4** 对高温、化学腐蚀、振动、温度应力、收缩应力、冻融、地基不均匀沉降等因素引起的原结构损坏，应在改建结构的受力分析中考虑其影响，且应在改建加固设计中提出有效的防治对策，并应在设计文件中规定治理和加固顺序措施。

**4.4.5** 对改建加固过程中可能出现倾斜、失稳、过大变形或坍塌的钢结构，应在改建加固设计文件中提出有效的临时性安全措施，并应要求施工时严格执行。

**4.4.6** 抗震设防烈度为8度~9度地区的既有高耸、大跨度和长悬臂钢结构，改建钢结构的抗震承载力验算时，应计入竖向地震作用的影响。竖向地震作用标准值，8度和9度地区可分别取既有钢结构、构件重力荷载代表值的10%和20%。

**4.4.7** 在既有钢结构改建加固设计中，应对钢结构受力复杂区域或节点进行精细化数值分析。对新旧结合处钢结构及受力复杂区域或节点分析尚应考虑应力应变叠加或滞后影响。

**4.4.8** 进行既有钢结构改建设计进行动力分析时，对既有的结构部分可根据动力实测结果对结构的初始刚度和阻尼比进行修正，新增的钢结构初始刚度和阻尼比按现行设计标准取值。

**4.4.9** 遇到复杂的改建工程或涉及部分拆除后续扩建时，应对改建加固过程的每个结构与荷载变化工况，分工况分析验算，并应对结构进行包络设计。

# 5　既有钢结构拆除前安全性宏观评估

## 5.1　一般规定

**5.1.1** 既有钢结构拆除前应进行安全性宏观评估。宏观评估的内容应包括：材料性能、腐蚀老化与外观损伤、结构体系、荷载与作用、整体宏观安全性评估等，宏观评估方法应符合国家现行标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008的规定。

**5.1.2** 安全性宏观评估前应收集工程的设计、施工、监理、质检、验收、维护或改造等所有相关文件与图纸，并应对工程建设程序的合法性进行认定。

**5.1.3** 当既有钢结构工程合法合规时，可直接进行拆除前的安全性宏观评估；对违规、违章工程应协同政府相关部门进行专项评估。

**5.1.4** 安全性宏观评估可按下列基本程序进行：

**1** 查阅建筑结构档案资料；

**2** 调查建筑结构历史情况；

**3** 勘查现场，调查建筑结构实际状况、使用条件和环境；

**4** 对结构的总体安全性进行宏观分析。

**5.1.5** 现场踏勘应制定相应计划，内容应包括目的、范围和内容、人员等。现场踏勘人员宜包括业主、原设计院、检测鉴定单位的技术负责人及相关技术人员，应包括3名及以上相关专业的高级工程师。

**5.1.6** 宏观评估应委托具有相同规模钢结构工程检测鉴定资质的单位完成。

**5.1.7** 拆除项目应通过宏观评估提交结构现状安全性宏观分析报告，并应对后期拆除工作的风险提出建议。

## 5.2　材料性能宏观评估

**5.2.1** 既有钢结构所用材料性能的宏观评估可从施工图纸、竣工资料、使用维护资料、既往检测、加固改造等资料中获取。

**5.2.2** 资料缺失的工程可通过无损检测结合取样试验进行宏观评定。

**5.2.3** 对火灾后的钢结构，宏观评估应考虑火灾对结构材料的不利影响。

**5.2.4** 对地震后的钢结构，宏观评估应考虑地震对结构材料的不利影响。

**5.2.5** 材料性能的宏观评估应预测材料对后期拆除施工的影响和风险。

## 5.3　腐蚀老化与外观损伤宏观评估

**5.3.1** 既有钢结构构件和节点的腐蚀老化与外观损伤宏观评估应通过现场踏勘的方法进行。

**5.3.2** 踏勘对象应包括承重体系的关键构件、关键节点、柱脚、支座、预应力锚固点、地基基础等。

**5.3.3** 对钢构件应估测锈蚀的厚度及范围；对混凝土构件应估测混凝土酥松、脱落、露筋等程度与范围。

**5.3.4** 对火灾后的钢结构，宏观评估应考虑火灾对结构构件与节点的损坏程度。

**5.3.5** 对地震后的钢结构，宏观评估应考虑地震对结构构件与节点的损坏程度。

**5.3.6** 腐蚀老化状态与外观损伤的宏观评估，应估测结构体系腐蚀老化与外观损伤对后期拆除施工的影响和风险。

## 5.4　结构体系宏观评估

**5.4.1** 既有钢结构结构体系的宏观评估应通过查阅图纸、现场踏勘与计算相结合的方法进行。

**5.4.2** 结构体系应包括地基基础、承重主体结构体系、支撑体系、维护结构体系、内部隔墙、楼板体系等。

**5.4.3** 结构体系的宏观评估应包括结构体系的完整性、几何稳定性、缺陷、其他结构体系的依存关系及其加固改造历史等，并应考虑腐蚀老化与外观损伤对结构体系的不利影响。

**5.4.4** 对火灾后的钢结构，宏观评估应考虑火灾对结构体系的损坏程度。

**5.4.5** 对地震后的钢结构，宏观评估应考虑地震对结构体系的损坏程度。

**5.4.6** 结构体系的宏观评估应估测结构体系对后期拆除施工的影响和风险。

## 5.5　荷载与作用宏观评估

**5.5.1** 荷载与作用的宏观评估应通过查阅图纸与现场踏勘相结合的方法进行。

**5.5.2** 对荷载与作用的宏观评估应分别对设计采用的和实际作用的荷载与作用进行评估，并应对比分析其变化对结构的影响。

**5.5.3** 结构拆除前安全性估算的荷载与作用应仅考虑结构当前承受的荷载与作用。

## 5.6　整体安全性宏观评估

**5.6.1** 整体安全性宏观评估应依据结构材料性能、腐蚀老化与外观损伤、结构体系、荷载与作用等给出宏观评估结论，可辅助于计算分析，并应形成结构体系现状安全性宏观分析报告。

**5.6.2** 拆除项目应对拆除过程的风险及其对周围环境的影响进行宏观分析。

**5.6.3** 整体安全性宏观报告应包括：工程概况、评估依据、材料性能宏观评估、腐蚀老化与外观损伤宏观评估、结构体系宏观评估、荷载与作用调查、计算报告（情况复杂时）、结构现状安全性分析、拆除风险分析、周围安全与环境影响分析等。

## 5.7　拆除前计算分析与承载力评估

**5.7.1** 拆除前当遇到下列情况时，应提前对结构当前状态的节点、构件或结构体系进行计算分析与承载力评估：

**1** 当前状态节点、构件或结构体系与竣工图纸不符，且影响拆除施工安全；

**2** 节点、构件或结构体系腐蚀老化且外观损伤严重，影响拆除施工安全；

**3** 节点、构件或结构体系受火灾影响严重，且影响拆除施工安全；

**4** 节点、构件或结构体系受地震影响严重，且影响拆除施工安全。

**5.7.2** 拆除前的计算分析应满足下列规定：

**1** 计算模型应与节点、构件或结构体体系现状一致；

**2** 荷载与作用可按实际情况取值；

**3** 计算方法应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB50017的规定；

**4** 计算参数的取值应符合国家现行标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008的规定。

**5.7.3** 拆除前的承载力评估应满足以下规定：

**1** 荷载效应组合可采用标准组合；

**2** 结构重要性系数可取1.0；

**3** 不考虑地震作用；

**4** 对结构体系进行承载力评估时，应同时对结构体系整体承载力、构件承载力及节点承载力进行评估；仅对局部构件进行承载力评估时，应同时对构件及其连接节点进行评估；仅对节点进行承载力评估时，可仅对节点的所有组件进行承载力评估。

**5.7.4** 拆除前的承载力评估不满足要求时，应采取安全措施保证拆除前后的结构安全。

# 6 既有钢结构改建施工方案设计

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 钢结构改建方案应根据结构设计图纸及结构检测鉴定报告进行编制。

**6.1.2** 钢结构改建方案应包括：工程概况、施工总体部署、拆除方案、加固方案、改建施工技术方案、进度计划、安全技术措施等。

**6.1.3** 当钢结构改建要求建筑不停运时，应编制针对性的不停运施工保证措施。

**6.1.4** 钢结构改建前应对既有建筑物的平面位置、层高、梁柱轴网重新复测。

**6.1.5** 确定新增结构基础承台施工工艺时，应控制对周边环境及原结构的影响，并宜制定专项方案。

**6.1.6** 钢结构改建方案应根据现场施工环境制定合理的施工总体部署，宜明确起重设备布置、吊装路线、构件运输道路、现场临时堆场等。

**6.1.7** 钢结构改建施工起重设备的选型，应考虑既有建筑空间限制以及起重设备荷载对既有结构安全的影响。

**6.1.8** 钢结构构件分段除应满足机械设备起重能力要求外，还应满足构件场内运输的要求。

**6.1.9** 钢结构安装工序应与结构拆除、加固工序相结合，施工作业宜有序进行。

**6.1.10** 钢结构安装应根据结构特点按照合理顺序进行，每一施工步均应形成稳定的空间刚度单元，当结构自身不能形成稳定体系时，应增加临时支承结构或临时措施。

**6.1.11** 钢结构安装过程应考虑既有建筑物楼板、墙、机电管线的影响。

**6.1.12** 既有钢结构改建施工应符合国家现行标准《钢结构工程施工规范》GB50755的规定。

**6.1.13** 钢结构改建过程中的现场消防安全设置应符合国家现行标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB50720的规定。

## 6.2 多高层建筑改建施工方案设计

**6.2.1** 多高层建筑结构改建施工起重设备宜选用塔吊、汽车吊等定型产品。选用非定型产品作为起重设备时，应编制专项方案，并应经评审后再组织实施。

**6.2.2** 起重设备需要附着或支承在结构上时，应得到设计单位的同意，并应进行结构安全验算。

**6.2.3** 多高层建筑结构改建宜自下而上逐层施工，并应针对拆除、加固、新建等工序制定专项施工流程。

**6.2.4** 多高层建筑楼板拆除宜采用新增一层、拆除一层或局部拆除的方式，应确保结构改建过程的结构安全。

**6.2.5** 多高层建筑结构层间改造施工应符合以下规定：

**1** 构件分段应满足起重设备能力、构件运输以及层间就位要求；

**2** 应根据实际吊装需求，在既有结构楼板留设一定数量的吊装孔，在既有结构墙板留设一定数量钢梁就位孔洞；

**3** 钢结构施工可采用先柱后梁或局部先柱后梁的顺序；钢柱安装到位后，应及时安装柱间联系钢梁，且应形成节间稳定体系；

**4** 钢楼板及压型金属板宜在楼层结构施工完成后安装。

**6.2.6** 多高层结构改建轴网及高程宜根据既有建筑物相对尺寸、楼层标高重新确定。

**6.2.7** 钢柱、钢梁安装校正应采用合适的测量仪器和校正工具，安装误差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的规定。

## 6.3 空间结构改建施工方案设计

**6.3.1** 空间结构改建应根据新增结构特点、现场施工条件综合确定安装方法。

**6.3.2** 空间结构改建宜根据平面轴网设置多个施工分区，不同施工分区可同步改建，也可分阶段依次改建。

**6.3.3** 采用起重设备在结构内部进行改建施工时，应符合下列规定：

**1** 起重设备支承于原结构顶板（楼板）时，应进行结构安全验算，当需要采取结构加固措施时，应得到设计单位同意；

**2** 起重设备吊装工况选择应满足既有结构空间限制要求；

**3** 改建流程应充分考虑起重设备开行路线、构件运输路线，应确保起重设备顺利退出；

**4** 钢结构吊装可采用抬吊方式，采用抬吊方式时应符合国家现行标准《钢结构工程施工规范》GB50755的相关规定；

**5** 改建结构吊装单元的划分应考虑结构特点、运输方式、吊装设备性能、安装场地条件等因素。

**6.3.4** 空间结构改建应根据结构特点设置临时支撑体系，并应通过计算分析确定卸载方案和拆除临时支撑的顺序和步骤。

**6.3.5** 楼层间新增夹层时，应根据设计要求在完成下层楼层加固验收合格后再进行新增结构安装。

**6.3.6** 既有结构梁、桁架加固采用焊接作业时，应在卸荷条件下采用合理的焊接工艺。

**6.3.7** 既有屋盖钢结构拆除改造应编制专项施工方案，应确定合理的施工流程及结构在拆除及改建过程中的安全。应对施工全过程进行模拟分析。

**6.3.8** 空间结构改建中有索（预应力）结构施工时，应符合下列规定：

**1** 施工前应对钢索、锚具及零配件的出厂报告、产品质量保证书、检测报告以及拉索长度、直径、品种、规格、色泽、数量等进行验收，验收合格后方可进行预应力施工；

**2** 索（预应力）结构施工张拉前，应由专业预应力施工单位进行全过程施工仿真计算，并应以仿真计算结果为依据确定预应力施工专项方案；

**3** 索（预应力）结构施工张拉前，应由监理或相关单位对钢结构进行阶段验收，验收通过后方可允许预应力施工单位进行张拉；

**4** 索（预应力）张拉应遵循分阶段、分级、对称、缓慢匀速、同步加载的原则，并宜根据结构和材料具体特点确定超张拉的要求；

**5** 索（预应力）结构张拉施工宜进行索力和结构变形监测，并宜形成监测报告。

**6.3.9** 空间结构外立面改建应注意对原结构外立面的保护，外立面施工可采用搭设外排脚手架作业或登高车施工。

**6.3.10** 外立面局部拆除改建时，应对既有结构外立面的整体安全进行分析。

**6.3.11** 后置埋件施工时，锚栓应严格按照相关工艺实施，应确保与既有结构可靠拉结。

## 6.4 高耸结构改建施工方案设计

**6.4.1** 高耸钢结构改建机械设备可选择地面起重机、塔吊、屋面吊、自制桅杆、攀升吊等。

**6.4.2** 高耸钢结构层间改建可按照本规程第6.2节相关条款要求执行。

**6.4.3** 高耸钢结构顶层新增夹层、设备层、游艺设施等时，宜利用顶层结构布置塔吊、屋面吊进行高空散装。起重设备附着或支承在结构上时，应得到设计单位同意，并应进行结构安全验算。

**6.4.4** 高耸钢结构天线桅杆加节施工时，宜采用整体起扳法或攀升吊分节安装法，施工方法均应进行专项设计计算，并应编制专项方案。

**6.4.5** 高耸钢结构天线桅杆降节施工时，宜采用穿心式液压千斤顶钢绞线承重整体下降法。

**6.4.6** 高耸钢结构天线桅杆改造施工应设置合理的垂直登高措施、安全操作平台、隔离措施。

**6.4.7** 高耸钢结构外立面改建，可采用在顶层设置移动小吊车或吊篮进行构件吊运和拆装。

## 6.5 工业建筑钢结构改建施工方案设计

**6.5.1** 工业建筑钢结构内部改建施工可按照本规程第6.3.3条相关规定执行。

**6.5.2** 利用既有结构柱牛腿、行车梁等加盖钢结构时，应在原结构加固完成后进行后续施工。

**6.5.3** 改建施工过程中，宜通过增设临时柱间支撑或稳定缆风绳保证结构临时稳定。

**6.5.4** 新增结构宜采用节间综合法安装，在形成空间结构稳定体系后方可扩展安装后续节间。

**6.5.5** 利用既有结构梁、柱、屋盖设计吊点、并采用卷扬机、电动葫芦等进行施工时，挂点构造应进行设计计算，并应对原结构承载能力进行计算复核。

# 7 既有钢结构拆除施工方案设计

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 既有钢结构拆除工程应编制专项方案，拆除方案应在宏观评估结果的基础上参考原结构设计、安装方案及现场施工环境制定。结构拆除方案的制定，除应满足本规程要求外，尚应满足国家现行规范《建筑拆除工程安全技术规范》JGJ 147、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276的相关规定。

**7.1.2** 结构拆除方案宜以被拆除结构拆除时不倒塌为原则制定，且结构拆除方案应满足节能、节地、节水和环境保护的要求。

**7.1.3** 拆除方案应经评审论证后方可组织实施。

**7.1.4** 结构拆除前，应先清理建筑内的水、电、动力管线以及各类设备。

**7.1.5** 当拆除后的构件进行重新利用时，宜减少或避免构件在拆除过程中的损伤，并应妥善堆放和运输。

**7.1.6** 拆除施工前，应根据拆除方法进行危险源辨识和安全性评价，且应制定针对性的安全专项措施和管理方案。

**7.1.7** 对于仅拆除局部的拆除工程，应对保留部分进行验算，并应保证其能形成稳定的结构体系；当不能形成稳定的结构体系时，应进行加固。

**7.1.8** 拆除施工过程中，当结构或构件的支承条件发生变化时，应进行结构承载力、空间稳定性等结构安全性验算；当拆除施工时结构不满足安全承载要求或发生超过方案模拟计算文件确定的变形时，应在拆除施工前进行加固。

**7.1.9** 当被拆构件重量较大时，宜采用分段拆除方法。

**7.1.10** 轴向尺寸长的竖向构件，在拆除过程中应设置缆风绳等安全措施。

**7.1.11** 楼板拆除应遵循“先支撑后拆除，先拆楼板后拆梁，先拆上部楼板后拆下部楼板”的原则，且宜对楼板进行分块拆除，并应明确分块拆除顺序。

**7.1.12** 楼板结构拆除前，应清除楼板下方的坠物。

**7.1.13** 拆除施工荷载除应考虑施工机械及施工人员的重量外，还应考虑切割楼板时楼面临时堆放的重量，临时堆载应按实际情况取值。

**7.1.14** 拆除作业楼板和相邻楼板下应设置支撑架，支撑架的承载能力应不小于所支撑楼板自重及施工荷载之和的2倍。

**7.1.15** 墙板拆除前应搭设脚手架，脚手架应与原结构连接牢固。

**7.1.16** 墙板拆除地面应拉设警戒线，并应派专人看护，墙板放倒时必须采用溜绳。

**7.1.17** 楼梯的拆除应符合“先拆除踏步板，然后拆除两端墙体，最后拆除外围封边梁”的原则。

**7.2 多高层钢结构拆除方案设计**

**7.2.1** 多高层钢结构拆除方案应遵循“先外后里，先上后下；先附属、围护后结构”的原则。

**7.2.2** 拆除施工前应制定拆除施工技术文件，拆除施工文件应包括下列内容：

**1** 施工组织设计及配套的拆除专项施工方案；

**2** 拆除施工安全专项方案；

**3** 环境保护专项方案。

**7.2.3** 拆除施工过程中，宜对建（构）筑物的倾斜进行实时监测与预警。

**7.3 空间结构拆除方案设计**

**7.3.1** 空间钢结构拆除应遵循先维护结构、再檩条等次要杆件、再次水平承重构件、最后拆除竖向承重构件的原则。

**7.3.2** 刚性空间钢结构拆除方法应根据工程实际情况选用，可选用如下方法：

**1** 当周边环境允许且无需保护既有构件时，可采用先整体推倒再地面分解拆除的方法；

**2** 当需要保护既有构件时，可采用整体下放、平移、旋转移位后分段、分片拆除的方法；

**3** 当施工现场无大型吊机作业面时，可采用原位高空散拆的方法；

**4** 当施工现场具有大型吊机作业面时，可采用原位高空分段或分片拆除的方法。

**7.3.3** 柔性空间钢结构拆除方法除应满足本规程第7.3.2条外，尚应满足下列要求：

**1** 宜在跨度较大处设置临时支撑；

**2** 应采用分级卸载方式释放预应力；

**3** 拆除预应力索后，应确保结构的稳定性。

**7.3.4** 杂交空间结构拆除方法应同时本规程第7.3.2条与第7.3.3条的规定。

**7.3.5** 空间钢结构拆除施工方案应先进行模拟计算，当拆除施工中结构的承载力及稳定性不满足时，应先对结构薄弱处进行加固。

**7.3.6** 被拆除的单元及其吊点，在拆除施工过程中应满足强度及稳定性要求。

**7.4 高耸结构拆除方案设计**

**7.4.1** 设备、管线等功能配套设施（不含航标和避雷系统）宜与结构一并拆除，也可先于结构拆除。

**7.4.2** 原采用整体起扳法、整体提升（顶升）安装的塔式结构，宜采用与安装时的“逆序方法”进行拆除；原采用高空单元或散件安装的塔式结构，宜采用自上而下、逐单元（逐节）分解的方法进行拆除。

**7.4.3** 桅式结构（含樯杆塔）拆除应进行拆除施工全过程模拟验算，应保证拆除施工各阶段结构稳定。

**7.4.4** 螺栓连接结构宜进行保护性拆除。拆卸扣紧螺母时，应先拧紧普通六角螺母且应使其与扣紧螺母之间产生间隙；锈蚀螺栓应采用松动剂浸润后拆卸，当松动无效时，可采用火焰切割。螺栓松动剂的运输、存储、使用应符合有关安全规定。

**7.4.5** 拆除施工时，应合理选取垂直运输设备和索具，且宜搭设垂直通道和操作平台。

**7.5 工业建筑钢结构拆除方案设计**

**7.5.1** 工业建筑拆除应遵循“先上后下、对称进行”、“先围护后主体”、“先次构件后支撑再主构件”的原则。

**7.5.2** 当厂房结构比较复杂时，应对拆除施工方案进行模拟验算。

**7.5.3** 拆除吊车时，应制定吊车拆除专项方案，并宜避免吊车在拆除过程中的损伤。

# 8 改建与拆除施工过程计算

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 下列既有钢结构建筑的改建与拆除施工应进行施工过程结构分析：

**1** 多高层建筑结构；

**2** 柔性空间结构、杂交空间结构或刚性大跨度空间结构；

**3** 带有悬挑楼盖或悬挑屋盖的结构；

**4** 其他有分析需求的工程结构。

**8.1.2** 改建与拆除施工过程结构分析应以原设计文件、检测鉴定报告、改建与拆除施工方案为依据。

**8.1.3** 改建与拆除施工过程需进行调整时，应重新进行施工过程分析。

**8.1.4** 既有钢结构改建或拆除施工过程中宜进行施工过程监测。施工过程分析结果宜与监测结果对比分析，当发现分析结果与监测结果相差较大时，应修正分析模型重新计算。

**8.1.5** 既有钢结构建筑改建与拆除施工过程验算，应符合下列规定：

**1** 主体结构构件和临时设施结构构件的承载力应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的规定验算；

**2** 改建与拆除施工过程分析应包括对既有钢结构建筑的抗连续倒塌分析，应避免因某一构件的增加或拆除引起整体结构倒塌；

**8.1.6** 改建与拆除施工阶段采用的临时支承结构的高宽比不应大于3.0，并应与周边既有结构可靠连接。

**8.1.7** 改建与拆除施工过程分析可根据工程实际情况计入温度作用、地基沉降、风等荷载和作用，并应考虑拆除时的动力响应。

**8.1.8** 改建与拆除施工过程分析应考虑原有材料的劣化、新老材料的结合性能等的影响。

**8.1.9** 当施工监测数据和预先的施工模拟分析结果比较出现较大偏差且超过预警限值时，应停止施工、分析原因，并应根据分析判断结果确定是否调整方案和重新计算。

## 8.2 改建施工模拟计算

**8.2.1** 既有钢结构建筑改建施工验算，应符合下列规定：

**1** 既有结构、构件的尺寸确定除应符合本规程第4.3.2条第2款的规定外，对改建部分结构、构件的尺寸可按改建设计文件确定；

**2** 既有结构构件材料的强度设计值可按本规程第4.3.2条第3款确定；

**3** 验算结构、构件承载力时，应考虑既有结构在改建时的实际受力状态，应考虑改建部分应变滞后的特点及改建部分与原结构共同工作的程度；

**4** 改建时改变结构传力路径或使结构质量增大时，应对相关结构、构件及建筑物地基基础进行验算。

**8.2.2** 既有钢结构改建施工防倒塌计算采用的荷载效应组合应按下式确定：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （8.2.2） |

式中：*S*d — 荷载组合的效应设计值；*S*MGk — 临时支架静荷载效应标准值，取作用于临时支架上的所有结构、设备等自重效应标准值之和；*S*Q2k — 施工活荷载效应标准值。

**8.2.3** 施工过程分析结果与改建结构设计结果有较大差异时，应查明原因，并应和设计单位共同商定解决方法。

**8.2.4** 施工过程结构分析发现构件承载力不足或变形过大时，应调整施工方案或经设计单位同意后对结构和构件进行加固。

## 8.3 拆除过程施工模拟计算

**8.3.1** 既有钢结构建筑拆除应对施工各阶段进行安全性验算。

**8.3.2** 拆除施工过程中的静荷载应包括：结构自重、附加恒载（地面铺装荷载、固定的设备荷载）、幕墙重量等；施工活荷载应包括：临时堆载、支撑重量、施工机械重量等。荷载应根据现场实际情况并结合施工进度确定。

**8.3.3** 对结构退化严重的既有钢结构建筑，结构分析模型应考虑结构实际退化情况，基本假定应与结构施工状况相符合。

**8.3.4** 应根据工程拆除施工情况选择分析工况，具体内容宜包括：

**1** 施工全过程结构分析；

**2** 部分施工过程结构分析；

**3** 部分施工过程局部结构分析；

**4** 施工临时加强措施结构分析。

**8.3.5** 施工过程结构有限元数值模拟分析，应考虑结构构件拆除、支撑设置和拆除等对结构刚度变化的影响，尚应考虑几何非线性的影响。

**8.3.6** 当结构内力和变形受环境温度影响较大时，宜计入结构均匀温度变化作用的影响；特殊需要时，还宜计入日照引起的结构不均匀温度作用。

**8.3.7** 施工过程结构安全性受风荷载影响较明显时，宜计入风荷载的影响。确定风荷载时，宜考虑建筑物主体实际建造进度、外围护结构安装进度等影响。

**8.3.8** 施工阶段分析模型划分段数应结合工程设计文件、分析精度需要、分析效率、施工方案综合确定。

**8.3.9** 当拆除至结构重心时，应进行抗倾覆验算。当抗倾覆力矩小于倾覆力矩的1.2倍时，应增加配重、降低重心或设置附加约束。

# 9 施工过程监测与控制

## 9.1 一般规定

**9.1.1** 既有钢结构建筑改建与拆除方案交付施工时，设计单位应向施工单位和监理单位进行详细交底，施工单位应校核施工设计文件。对需要监测的结构施工，方案设计阶段应提出监测要求。监测前，监测单位应根据监测要求和监测目的，结合工程结构特点、现场及周边环境条件等因素制定监测方案，并应报相关单位审批。

**9.1.2** 下列既有钢结构建筑改建与拆除的监测方案应进行专门论证：

**1** 甲类或复杂的乙类抗震设防类别的高层与高耸结构、大跨空间结构；

**2** 发生严重事故，经检测、处理与评估后改建或拆除的工程结构；

**3** 监测方案复杂或其他需要论证的工程结构；

**4** 设计文件有要求的工程结构。

**9.1.3** 既有钢结构建筑改建与拆除施工监测应结合施工过程模拟分析结果设定监测参数预警值，监测参数预警值应满足设计及被监测对象的控制要求。

**9.1.4** 结构监测系统设计应符合下列要求：

**1** 应结合工程特点、场地和环境条件以及监测的目的、内容和参数等进行设计；

**2** 监测系统宜包括传感器、数据采集、数据传输、数据管理、结构状态评估以及安全预警等子系统，并应具有完整的传感、数据采集与传输、存储与处理、预警以及状态评估等功能；

**3** 监测系统应稳定可靠、技术先进、方案可行、经济合理、便于操作和维护，且应考虑长远规划编制监测系统操作指南。

**9.1.5** 监测设备与仪器应通过计量标定，采集及传输设备性能应满足工程监测需要。监测期间，应对监测设施采取保护和维护措施，未经监测实施单位许可，不得改变测点或损坏传感器电缆采集仪等监测设备。

**9.1.6** 监测作业人员应经过专业技术培训，行业规定的特殊工种必须持证上岗。

## 9.2 施工监测设备与监测方法

**9.2.1** 既有钢结构建筑改建与拆除施工用监测设备，应根据结构施工技术方案、传感器特点、监测系统数据采集与传输方式等因素与要求选用。

**9.2.2** 钢结构应变传感器可采用应变片、光纤光栅传感器、振弦式传感器等，应变传感器布置安装应符合下列规定：

**1** 传感器用于测量钢构件某一方向应力变化时，传感器轴线应平行于应力测量方向；

**2** 传感器应固定在钢构件表面；

**3** 采用应变片时，粘结剂应满足电绝缘性好、化学性质稳定、工艺性能良好、蠕变小、粘贴强度高、温度与湿度影响小的要求；

**4** 采用光纤光栅传感器时，光纤弯折不宜太大；

**5** 安装时应有保护传感器及其信号线不受损坏的措施。

**9.2.3** 钢结构位移或变形测量仪器可采用水准仪、经纬仪、激光测距仪、全站仪等，传感器的布置宜根据施工模拟分析结果初步确定，施工过程中可根据监测需要调整变更。

**9.2.4** 钢结构振动监测可采用频率合适的加速度传感器，并宜根据施工模拟分析结果及所要监测的振型数确定传感器的相关指标和安装位置。

**9.2.5** 钢结构施工现场风环境监测可参用风压传感器和风速风向仪。风压传感器可采用电阻应变片压力传感器、电感式压力传感器、电容式压力传感器、光纤压力传感器、压阻式压力传感器；风速风向传感器可采用机械式风速仪、螺旋桨式风速风向仪、超声风速仪等。

**9.2.6** 钢结构施工现场温度监测可采用热电偶温度传感器、热敏电阻温度传感器和光纤光栅传感器，并宜根据施工模拟分析结果确定监测范围和位置。

**9.2.7** 钢结构施工过程索力监测可采用压力表测定法、压力传感器测定法，并宜根据施工模拟分析结果和施工进程调整监测数量与位置。

**9.2.8** 监测数据采集系统可包括信号发射装置、信号传输设备、信号接收装置，数据采集设备应符合下列要求：

**1** 采集设备的性能应与对应传感器性能匹配，并应满足被测物理量的要求；

**2** 采集设备与传感器之间应有明确的拓扑关系，可根据工程特点与现场条件选择数据集模式；

**3** 采集设备宜对信号有放大、滤波、去噪、隔离等预处理功能，对信号强度量级有较大差异的不同信号，应严格进行采集前的信号隔离；

**4** 采集设备不应设置在潮湿、有静电和磁场环境之中，信号采集仪应有不间断电源保障。

## 9.3 施工过程监测参数与测点布置

**9.3.1** 既有钢结构建筑改建与拆除施工监测内容应包括：结构环境监测、结构荷载监测与结构响应监测，具体监测参数可包括：结构温度、风荷载、结构变形、结构应变、支座反力和结构振动监测。变形监测可包括基础沉降监测、竖向变形监测及水平变形监测、角位移监测、支座变形监测等。

**9.3.2** 既有钢结构建筑改建与拆除施工中的监测参数可分为静力参数与动力参数，监测参数的选择，应满足对结构状态进行预警及评价的要求，可根据下列分类确定：

**1** 施工过程中静力监测参数可包括：最大应力、最大变形、变化率最大的应力和变形、变化最大的支座反力、索力、温度及风荷载；

**2** 施工过程中动力监测参数可包括：结构振动频率、结构最大位移、特征动力变形、振动加速度、构件最大应力、温度及风荷载。

 **9.3.3** 既有钢结构建筑改建与拆除施工安全监测，宜重点监测下列构件和节点：

**1** 应力变化显著或应力水平较高的构件；

**2** 变形显著的构件或节点；

**3** 承受较大施工荷载的构件或节点；

**4** 控制几何位形的关键节点；

**5** 能反映结构内力及变形关键特征的其他重要受力构件或节点。

**9.3.4** 施工过程应变测点布置应符合下列要求：

**1** 测点位置应根据施工模拟计算确定，并应位于特征位置构件、转换部位构件、受力较大构件、受力复杂构件、应力较大及受力不利构件、施工过程中内力变化较大构件及受力较大的支座部位；

**2** 测试截面和测点位置应能反映构件的实际受力状况；

**3** 应变传感器的数量、布置方向及方法应符合下列要求：

1）对受弯构件，应在弯矩最大截面上沿截面高度布置测点，每个截面不应少于2个；当需要测量沿截面高度的应力分布规律时，测点数不应少于5个，对于双向受弯构件，构件截面边缘布置的测点不应少于4个；

2）对轴心受力构件，应在构件量测截面两侧或四周沿轴线方向相对布置测点，每个截面不应少于2个；

3）对受扭构件，应在构件量测截面两长边方向侧面对应部位布置与扭转轴线成45º方向的测点；

4）对复杂受力构件，可通过布设应变片量测各应变计的应变值计算监测截面的主应力大小和方向；

5）应变计安装偏离监测截面位置不应大于30mm，应变计角度安装偏差不应大于2º。

**9.3.5** 施工过程结构变形或位移测点布置应符合下列要求：

**1** 测点应布置在能反映结构变形特征的部位、结构变形较显著或敏感的关键点、对位移有限制要求的部位、施工过程中变形较大并需控制几何位形的部位以及对结构安全性影响突出的特征构件部位，测点应布局合理、观测方便，标志设置应牢固且易于保存；

**2** 基准点应埋设在变形区以外，点位应稳定、安全、可靠；

**3** 大跨结构的支座、跨中及跨间的竖向变形监测点间距宜不大于30m，且不应少于5个点，长悬臂结构的支座及悬挑端点等竖向变形监测点间距宜不大于10m。

**9.3.6** 施工过程结构振动测点应位于结构振动敏感部位及对结构振动有限制要求的部位，且测点布置应符合下列要求：

**1** 当采用模态保证准则、模态矩阵的奇异值比准则、平均模态动能准则、Fisher信息阵、模态可视化程度及表征最小二乘法准则进行计算时，应能使计算结果尽可能大；

**2** 传感器可基于模态动能法、特征向量乘积法、原点留数法、有效独立法、改进的MinMAC法、QR分解法以及特征值灵敏度法的要求进行布置；

**3** 振动频率法测量索力的传感器布设位置距索端距离不应小于0.17倍索长。

**9.3.7** 施工过程环境及构件温度监测点布置应符合下列要求：

**1** 温度监测测点应布置在温度梯度变化较大的位置，且应对称、均匀；

**2** 大气温度仪可与风速仪一并安装在结构表面，并应直接置于大气中；

**3** 相对独立空间应设置1~3个点，面积或跨度较大以及结构构件应力及变形受环境温度影响大的区域，应增加测点。

**4** 监测整个结构温度场分布和不同部位结构温度与环境温度对应关系时，测点应覆盖整个结构区域。

**5** 结构温度监测传感器应布置于结构特征断面，且应沿四面和高程均匀分布，也可布设在构件内部或表面，当日照引起结构温差较大时，应在结构迎光面和背光面分别设置传感器；

**6** 监测高层结构梯度温度时，应在结构受阳光直射面和相对的结构背面以及结构内部沿结构高度布置测点，结构同一水平面上测点不应少于3个；

**7** 高层建筑环境温度监测时，应将测点布置在离地面或楼面1.5m高度空气流通的百叶窗内，结构内温度测点可布置在结构内壁便于维修维护的部位，可按对角线或梅花式均匀布点，应避开门窗通风口。

**9.3.8** 施工过程环境风监测点布置应符合下列要求：

**1** 风荷载监测应将风速仪安装在结构顶面的专设支架上，当需要监测风压在结构表面分布时，可在结构表面上设风压盒；

**2** 风速仪应安装在工程结构绕流影响区域之外，当需要获取平均风速和风向、且施工过程中结构顶部不易安装监测桅杆时，可将风速仪安装在高于结构顶面的施工塔吊顶部。

**9.3.9** 监测周期宜符合下列规定：

**1** 监测周期宜根据结构类型、施工方案和设计文件要求，并结合工程结构变形特征、监测精度和工程地质条件等因素综合确定，可以结构完全失效为目标确定监测周期；

**2** 停工时和复工时应分别进行一次监测；

**3** 监测数据达到预警值或发生变形异常、极端天气状况或周围环境较大变化等情况时，应增加监测次数。

## 9.4 监测数据分析与处理

**9.4.1** 监测数据应进行处理分析，关键性数据宜实时进行分析判断，异常数据应及时进行核查确认。

**9.4.2** 钢结构监测数据处理工作应包括监测数据采集、监测数据传输、数据库管理以及对监测全过程采集数据的分析，且应符合下列规定：

**1** 数据采集应包括监测软硬件的设计与开发及数据采集制度的设计。数据采集与传输的软硬件设计与选型应满足传感器的监测要求，数据采集制度应包括数据采集方式、触发预警值和采样频率的设计。

**2** 数据传输可采用人工间隔一定时间直接读取，宜利用现代网络传输技术进行自动无线或有线传输。

**3** 数据处理应能纠正或剔除异常数据，数据处理应具有标准化读写接口，应考虑数据的结构化、安全性、共享性以及使用的友好性和便捷性。

**9.4.3** 监测数据采样频率应能反映被监测结构的行为和状态，并应满足结构监测数据的应用条件。监测数据采集应符合下列要求：

**1** 数据采样时间应有足够长度，当测点较多而传感器数量不足时，可分批测试，每批测试应至少保留一个共同的参考点；

**2** 当数据需要进行相关分析（含模态分析）时，所有相关数据应同步采集，否则，可选择伪同步采集或异步采集。

**9.4.4** 监测数据传输可采用基于信号的同步技术或基于时间的同步技术的有线传输和无线传输。监测数据传输应符合下列要求：

**1** 数据传输系统选择同步传输时，应结合现场实际情况，综合考虑传感器间距离、工程各阶段特征及工程现场地形条件等因素选择同步技术；

**2** 数据传输系统设计应坚持因地制宜原则，并综合考虑数据传输距离、工程各阶段特征和工程现场地形条件、网络覆盖状况、已有的通信设施等因素选取数据传输方式；

**3** 采用有线传输时，宜利用监测系统已有网络结合现场情况制定方案；

**4** 采用无线传输时，应根据工程现场营运的网络和现场实际情况选择无线传输方式；

**5** 数据传输系统中应设计数据备份机制。

**9.4.5** 监测数据库设计应遵循数据库系统的可靠性、先进性、开放性、可扩展性、标准性和经济性的基本原则，并应保证数据的共享性、数据结构的整体性、数据库系统与应用系统的统一性。

**9.4.6** 监测数据的分析应能够正确判断异常数据产生的原因，且应能够剔除由监测系统自身引起的异常数据。

**9.4.7** 监测数据采集过程中应排除现场环境干扰。

**9.4.8** 缺失监测数据处理可采用直接删除法、插补方法和基于数据模型的预测方法。

## 9.5 施工过程控制

**9.5.1** 施工过程结构分析结果与监测结果进行对比时，宜采用荷载标准组合效应，当温度影响较为显著时，应计入温度作用的影响。

**9.5.2** 对既有钢结构建筑改建与拆除中需进行监测控制的构件或节点，应结合施工过程结构分析，提供与监测周期、监测内容相一致的计算分析结果，并宜根据安全控制与质量控制的不同目标，按“分区、分级、分阶段”的原则设置预警，且应提出相应的控制限值要求和不同重要程度的预警值。预警值应满足相关现行施工质量验收规范的要求。

**9.5.3** 发生以下情况时，宜进行施工过程预警：

**1** 变形、应力监测值接近限值或设计要求时；

**2** 当监测结果达到施工过程分析结果的40%或以上时；

**3** 当施工期间结构可能承受较大的荷载或作用时。

**9.5.4** 施工预警值可依据设计要求、施工过程结构分析结果确定或按下列规定确定：

**1** 应力预警可按照构件承载能力设定为三级，可分别取构件承载力设计值的50%、70%、90%；

**2** 变形预警值可按设计要求或规范限值要求设定为三级，可分别取规定限值的50%、70%、90%；

**3** 结构安全预警可按施工过程安全性分析结果设定，可取理论分析结果的80%。

# 10 安全管理与文明施工

## 10.1 一般规定

**10.1.1** 拆除工程施工前，必须对施工作业人员进行书面安全技术交底，且应有记录并签字确认。

**10.1.2** 拆除工程施工前，应完成对影响范围内的管线、设施和树木等的迁移工作，对确需保留的应采取有效的保护措施。

**10.1.3** 拆除工程施工应划定警戒安全区域。警戒区的安全距离宜大于拟拆除物地面到其最高拆除高度的距离，当施工现场安全距离不能满足要求时，必须采取相应的有效安全防护措施。

**10.1.4** 应按照当地有关标准在施工现场周围设置封闭围挡和安全警示标志，严禁无关人员进入施工区域。

**10.1.5** 占道施工应制定交通疏导方案，应按规定办理相关审批手续。

**10.1.6** 拆除施工应根据结构形式与其受力特性、拆除过程中受力体系转换特点等，严格执行施工组织设计方案。对局部拆除影响结构安全的应先加固后拆除。

**10.1.7** 进行有限空间拆除作业前，应先检测施工区域合格并保持空气流通后方可进行施工，应防止火灾、爆炸、中毒、坍塌等事故。应采取强制性持续通风措施，严禁采用纯氧通风换气和无人监护情况下独自进入有限空间作业。有限空间作业应符合现行国家标准《密闭空间作业职业危害防护规范》GBZ/T 205以及工程所在地有关规定。

**10.1.8** 垃圾车辆应封闭或覆盖，出入现场时应有专人指挥。作业时间应遵守工程所在地的有关规定。

**10.1.9** 对地下的各类管线，施工单位应在地面上设置明显标识。对水、电、气的检查井、污水井应采取相应的保护措施。

**10.1.10** 拆除工程施工时，应有防止扬尘和降低噪声的措施。

**10.1.11** 施工现场应建立健全动火管理制度。必须履行动火审批手续，领取动火证后，方可在指定时间、地点作业。作业时应配备专人监护，作业后必须确认无火源危险后方可离开作业地点。

**10.1.12** 拆除施工遇到有易燃、可燃物时，严禁明火作业。

## 10.2 人工拆除安全管理

**10.2.1**  作业平台或支架应稳固可靠，经验收合格后方可使用。平台或支架宜采用冲孔板等脚手架搭设，且应随拆除进程同步拆除。

**10.2.2** 人员通道及转运通道应安全牢固，宽度及防护措施应满足施工要求。

**10.2.3** 拆除作业人员应按规定配备合格的劳动防护用品并正确使用，登高作业应系好安全带，并确保挂点牢靠。

**10.2.4** 拆除施工过程中,作业人员应严格按照施工方案及操作规程进行施工，发现不稳定状态或趋势时，应立即停止作业并采取紧急避险措施。

## 10.3 机械拆除安全管理

**10.3.1** 多台拆除机械作业时，不得上下立体交叉作业；两台拆除机械平行作业时，两机的间距不得小于拆除机械有效操作半径的2倍。

**10.3.2** 当机械拆除需人工拆除配合时，人员与机械不得在同一作业面上同时作业。

**10.3.3** 采用起重设备辅助拆除大型构件时，必须采用吊索具将构件锁定牢固，宜优先采用焊接临时吊耳方式吊挂，且应在挂吊稳定后方可进行连接节点拆解。当不能保证被拆构件稳定时，应采取辅助措施使被拆除构件处于稳定状态。

**10.3.4** 拆除房屋钢结构时，应先拆除屋面结构和外墙，再自上而下、逐层、逐跨拆除压型钢楼板、钢次梁、钢主梁和钢立柱。对于拆除过程中需要进行吊装拆除的部分，应明确吊点位置，拆除过程中应避免堆放荷载集中。

## 10.4 安全防护管理

**10.4.1** 人工拆除作业人员及其他进入施工现场的人员必须配备防尘口罩、专用眼镜、耳罩、防滑鞋、安全帽、安全带、手套等劳动保护设施；机械拆除操作人员必须配备耳罩等劳动保护设施。

**10.4.2**  拆除作业时，拆除作业范围内应设置警戒线，警戒区域应派专人值守，严禁无关人员靠近或进入警戒区域内。

**10.4.3**  采取人工拆除、机械拆除作业时，应按照施工方案要求在拟拆除物与保留物之间搭设双排脚手架或隔离脚手架，并应满挂密目安全网或彩条布。脚手架的构造应符合现行规范标准的要求。脚手架搭设完成后，应及时验收,验收合格后方可使用。

**10.4.4** 每班作业完成后或每天拆除作业结束后，专职安全管理人员应对作业面进行检查，对散落在建筑物临边以及脚手板上的建筑废弃物及时运输清理。

## 10.5 资源化利用

**10.5.1**  既有钢结构建筑改建或拆除后形成的建筑废弃物的处置应遵循减量化原则，并应符合下列规定：

**1** 应对拆下的建筑废弃物进行性能评估，并应依据评估结果分为整体再利用和原料化后再生利用两种类型；

**2** 施工现场应设置建筑废弃物临时堆场，应合理规划施工流程，拆除施工与拆除后构配件的性能评估应同时进行；

**3** 整体再利用构件的堆放存储、性能修复与节点改造等处理工作宜在工厂进行。

**10.5.2** 对需整体再利用的旧构件可进行剩余性能评估，并应依据现有维护技术评估构件修复或加固成本，当整体再利用综合成本高于钢构件的制造时，不宜再利用。

**10.5.3**  对性能优、修复或加固成本相对重新制造成本更低的旧钢构件，宜再利用，再利用过程应符合下列规定：

**1** 在评估构件尺寸规格、残余变形、材料性能、局部损伤状况后，应建立出入库制度，并应归档纳入再利用构件信息库；

**2** 钢构件在修复或加固后，宜及时更新表面涂层，且应及时存储；

**3** 局部可整体再利用的钢结构单元，在修复或加固前，应依据原有信息分类、编号。

**10.5.4** 不宜再利用的废钢构件应采用再生利用方式处置。

**10.5.5** 建筑废弃物的循环再生利用应符合工程所在地的相关规定。

# 附录A 既有钢结构建筑荷载标准值的确定方法

**A.0.1** 既有钢结构的荷载标准值取值，除应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定外，尚应遵守本规程附录的规定。

**A.0.2** 既有钢结构和构件自重的标准值，应根据构件和连接的实测尺寸，按材料或构件单位自重的标准值计算确定。对难以实测的某些连接构造的尺寸，允许按结构详图估算。

**A.0.3** 常用材料和构件的单位自重标准值，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定采用。当该规范的规定值有上、下限时，应按下列规定采用：

 **1** 当荷载效应对结构不利时，取上限值；

 **2** 当荷载效应对结构有利（如验算倾覆、抗滑移、抗浮起等）时，取下限值。

**A.0.4** 当遇到下列情况之一时，材料和构件的自重标准值应按现场抽样称量确定：

 **1** 现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009尚无规定；

 **2** 自重变异较大的材料或构件，如现场制作的保温材料、混凝土薄壁构件等；

 **3** 有理由怀疑材料或构件自重的原设计采用值与实际情况有显著出入。

**A.0.5** 现场抽样检测材料或构件自重的试样数量，不应少于5个。当按检测的结果确定材料或构件自重的标准值时，应按下列规定进行计算：

 **1** 当其效应对结构不利时

  （A.0.5–1）

式中：*g*k,sup—材料或构件自重的标准值；*m*g—试样称量结果的平均值； *s*g—试样称量结果的标准差；*n*—试样数量；*t*—考虑抽样数量影响的计算系数，按表A.0.5采用。

 **2** 当其效应对结构有利时

  （A.0.5–2）

**表A.0.5 计算系数*t*值**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *n* | *t*值 | *n* | *t*值 | *n* | *t*值 | *n* | *t*值 |
| 5 | 2.13 | 8 | 1.89 | 15 | 1.76 | 30 | 1.70 |
| 6 | 2.02 | 9 | 1.86 | 20 | 1.73 | 40 | 1.68 |
| 7 | 1.94 | 10 | 1.80 | 25 | 1.71 | ≥60 | 1.67 |

**A.0.6** 对非结构的构、配件，或对支座沉降有影响的构件，当其自重效应对结构有利时，应取其自重标准值*g*k,sup=0。

**附录B 按检测结果确定构件材料强度标准值的方法**

**B.0.1** 当需从既有钢结构中取样检测某种构件的材料性能时，除应按该种材料结构现行检测标准的规定选择适用的检测方法外，尚应符合下列规定：

**1** 受检构件应随机地选自同一总体(同批)；

**2** 在受检构件上选择的检测强度部位应不影响该构件承载；

**3** 当按检测结果推定每一受检构件材料强度值(单个构件的强度推定值)时，应符合该现行检测方法的规定。

**B.0.2** 当按检测结果确定构件材料强度的标准值时，应符合下列规定：

**1** 当受检构件仅2个～4个，且检测结果仅用于鉴定这些构件时，可取受检构件强度推定值中的最低值作为材料强度标准值。

**2** 当受检构件数量(*n*)不少于5个，且检测结果用于鉴定一种构件集时，应按下式确定其强度标准值：

*f*k=*m*f-*k⋅s* (B.0.2)

式中：*f*k—构件材料强度的标准值；*m*f—按*n*个构件算得的材料强度均值；*s*—按*n*个构件算得的材料强度标准差；*k*—与*α*、*γ*和*n*有关的材料标准强度计算系数，可由表B.0.2查得；*α*—确定材料强度标准值所取的概率分布下分位数，可取α=0.05；*γ*—检测所取的置信水平，对钢材，可取*γ*=0.90。

表B.0.2 计算系数*k*值

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *n* | *k*值 | *n* | *k*值 | *n* | *k*值 | *n* | *k*值 |
| 5 | 3.400 | 9 | 2.650 | 18 | 2.249 | 35 | 2.041 |
| 6 | 3.092 | 10 | 2.568 | 20 | 2.208 | 40 | 2.010 |
| 7 | 2.894 | 12 | 2.448 | 25 | 2.132 | 45 | 1.986 |
| 8 | 2.754 | 15 | 2.329 | 30 | 2.080 | 50 | 1.965 |

**B.0.3** 当按*n*个受检构件材料强度标准差算得的变差系数(变异系数)大于0.10时，不宜直接按本规程式(B.0.2)计算构件材料的强度标准值，而应先检查导致离散性增大的原因。当查明系混入不同总体的样本所致时，宜分别进行统计，并分别按本规程式(B.0.2)确定其强度标准值。

**引用标准名录**

《建筑结构荷载规范》GB50009

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《钢结构设计标准》GB 50017

《建筑抗震鉴定标准》GB 50023

《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068

《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144

《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223

《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292

《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB50720

《钢结构工程施工规范》GB50755

《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008

《建筑拆除工程安全技术规范》JGJ 147

《密闭空间作业职业危害防护规范》GBZ/T 205

《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276

《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

**中国工程建设标准化协会标准**

**既有钢结构建筑改建与拆除技术规程**

Technical Specifications for Rebuilding and Dismantling of existing steel structures

条文说明

1. **总则**

**1.0.1**　随着社会经济建设的快速发展，国家基础设施建设不断发展变化，有些早年建造的钢结构建筑物或构筑物的功能或用途已难以满足现代社会生活或工业化应用的需要，因此，需要对一些老旧钢结构建筑或构筑物进行改造甚至拆除，以满足新的现代化建设的要求。目前，针对既有老旧结构的改造与拆除，我国已颁布的标准《建筑拆除工程安全技术规范》JGJ 147-2016、《城市梁桥拆除工程安全技术规范》CJJ 248-2016，但均不适用于既有钢结构建筑物或构筑物的改造与拆除施工，而我国尚没有关于既有钢结构拆除的施工技术标准，在实际钢结构改建与拆除施工中没有标准可遵循，无法规范拆除施工作业，已导致钢结构改建与拆除事故发生，造成生命财产损失。为了填补我国关于既有钢结构改建与拆除技术标准的空白，规范既有钢结构改建与拆除施工，为安全、经济、合理的改造与保护性拆除既有钢结构提供技术保障，编制本规程。

**1.0.2**　本规程适的适用范围为既有钢结构建筑的改建与拆除，由于既有钢结构筑物的体系与构造与钢结构建筑类似，因此，本规程的技术条文也适用于既有钢结构筑物的改建与拆除。

1.0.3　由于既有钢结构建筑中也包含混凝土或砖混结构部分子结构，因此，结构整体改建或拆除时，相应的混凝土或砖混结构部分子结构应遵循相应的技术规程或标准，同时还应符合其他国家现行相关标准与规范的规定。

**3　基本规定**

**3.1　一般规定**

**3.1.1**　既有钢结构改建属于在原建筑基础上，不增加或改变外围尺寸的改造和建设，原建筑的规模和尺寸均不改变，在原结构内增加新的楼层，也属于改建。而既有钢结构的扩建，意味着原建筑外围尺寸的增大或变化，即结构的规模、体量将在重新建设中发生变化。

3.1.3为了保证既有钢结构改建与拆除施工安全，在改建与拆除施工前均要求进行既有钢结构的检测与鉴定或评估。对于钢结构拆除施工，要求保证拆除前结构安全，特别要求结构在拆除过程中不倒塌，为此，就需要对结构进行拆除前的安全性宏观评估。目前，我国涉及既有钢结构监测、鉴定与性能评定的标准主要包括：《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144和《建筑抗震鉴定标准》GB 50023，这些标准是既有钢结构可靠性鉴定的依据。

**3.1.4~3.1.5**　既有钢结构的改建与拆除前，均要求必须预先制定技术方案，且方案内容应齐全，以保证施工安全、经济、合理、可行。对于拆除后可回收利用的钢构件，还需要增加回收利用方案。

**3.1.6**　既有钢结构鉴定计算，应根据国家现行检测鉴定标准的要求建立计算模型，鉴定计算模型应考虑结构的实际状态，包括缺陷、损伤、变形等。

**3.1.7**　与新建钢结构施工模拟分析相同，既有钢结构改建或拆除施工技术方案中，也应包括临时支承及支撑的设置与计算，但需要特别注意的是，结构改建或拆除施工中临时支承是后置的，起作用施加方式与大小应准确计算。

**3.1.8**　既有钢结构改建或拆除施工也应建立全过程监测与实时预警机制，以保证施工过程安全。

**3.1.9**　既有钢结构改建或拆除方案宜采用绿色施工技术。特别是异地搬迁的结构或拆除后可再利用的构件，应采用保护性拆除施工技术，以保护构件拆除过程中不受损伤，提高利用率。符合国家建筑工程可持续发展战略。

3.1.11 既有钢结构改建的前提是结构本身安全且可继续使用，而得到这个结论的手段是检测鉴定，因此，既有钢结构改建前，必须委托具备资质的单位进行既有结构的检测鉴定，且鉴定结果应该是可以进行改建。

3.1.12 既有钢结构拆除属于危险性较大工程施工范畴，为了保证施工安全，避免发生工程事故，既有钢结构拆除方案应组织专家评审，只有评审通过的方案，才能实施。

**3.2　工作内容与程序**

**3.2.1~3.2.2**　为了使既有钢结构改建有序进行，需要将改建过程划分为不同阶段或步骤，这样可明确不同阶段的工作内容与不同阶段间的关系，有利于工程改建合理、经济、有序实施。

**3.2.3**　既有钢结构现状评估主要针对拟拆除的钢结构，主要目的是了解结构拆除前的安全性态，为安全拆除提供依据。然而，拟拆除的钢结构不宜花费太多成本，因此，提出既经济又合理的宏观检查内容与安全性评估方法，供实际工程参考使用

**3.2.4~3.2.5**　既有钢结构改建与拆除技术方案的内容较多，本节列出主要内容，实际工程中可根据具体情况补充修改。

**3.2.8~3.2.9**　既有钢结构改建与拆除应制定工作流程，本规程给出的工作流程框图可供参考，实际工程中，可根据具体情况修改。

**3.2.10**　与新建结构施工类似但又比新建结构施工复杂，这是既有钢结构改建或拆除施工的特点，在施工过程中可能会出现安全异常现象，当遇到影响安全的工况时，就应立即停止施工并检查与分析原因，这是保障施工安全的必须手段。

1. **既有钢结构拆除前安全性宏观评估**

**5.1　一般规定**

**5.1.1** 拆除前对既有钢结构进行宏观评估的目的是避免盲目拆除，造成工程事故。该项工作主要应依靠专家的经验开展，必要时可辅助于必要的检测与计算分析。

**5.1.2~5.1.3**  违建工程的钢结构潜在安全隐患很大，不能按正常的结构体系对待，故在宏观评估前应进行界定。如认定为违建钢结构，应进行专项安全性评估。

**5.1.5**  宏观评估主要依靠一手资料与专家经验，故对现场踏勘的人员提出了具体的、严格的要求。

**5.1.6**  宏观评估是拆除工作的一个部分，应正式委托具备条件的法定单位进行。

**5.1.7** 宏观评估主要服务于随后的拆除工作，应对拆除工作的风险进行分析，并应作为制定拆除方案的依据之一。

**5.2　材料性能宏观评估**

**5.2.1~5.2.2** 宏观评估可首先从钢结构的基础档案中采集所需的资料，没有必要进行全面的现场检测。当资料缺失时，可尽量通过无损检测方法进行补充。

**5.2.3** 火灾对钢材性能的不利影响可参考国家现行标准《高耸与复杂钢结构检测与鉴定标准》GB 51008或其他相关标准的规定进行预估。

**5.2.4**  地震对钢材性能的不利影响主要是低周疲劳损伤，当地震中没有塑性变形时，可不考虑其影响。

**5.2.5**  混凝土老化、钢材锈损或其他不利影响，均可造成拆除过程中发生非设计状态的强度破坏，引发工程事故。故应依实评估其不利影响。

5.3　腐蚀老化与外观损伤宏观评估

**5.3.1** 宏观评估应基于现场的实际情况，故规定必须通过现场观察的方法了解构件和节点的腐蚀老化与外观损伤情况。

**5.3.2** 现场踏勘时，可以区别对待普通与关键构件和节点。结构体系内部事关整体安全的构件或节点应作为关键构件或节点，其他构件和节点可作为一般构件和节点。关键构件或节点应逐个检查，一般构件或节点可抽样检查；柱脚、支座、预应力锚固点、地基基础等均为结构体系的边界约束，为钢结构体系的重要组成部分，必须对其每个组成部分或零件进行检查。

**5.3.3** 可采用目测或量测的方法获得现场数据，并根据现场数据评估其对构件或节点承载力的影响。

**5.3.4** 可采用目测或量测的方法获得火灾后构件或节点的变形状态，并根据现场变形状态评估其对构件或节点承载力的影响。

**5.3.5** 可采用目测或量测的方法获得地震后构件或节点的变形状态，并根据现场变形状态评估其对构件或节点承载力的影响。

**5.3.6** 拆除过程中，结构体系会不断发生变化，一般构件或节点与关键构件或节点会发生变化，结构体系的约束条件也会发生变化，故要求拆除方案设计应全过程考虑腐蚀老化与外观损伤对构件与节点承载力的影响。

#### 5.4　结构体系宏观评估

**5.4.1** 虽然宏观评估主要通过专家经验开展。但为避免盲目武断，宏观评估必须建立在对技术资料、现场情况充分了解的基础之上，如情况复杂还应通过必要的计算分析。

**5.4.4** 可采用目测或量测的方法获得火灾后结构体系的变形状态，并根据现场变形状态评估其结构体系承载力的影响。

**5.4.5** 可采用目测或量测的方法获得地震后结构体系的变形状态，并根据现场变形状态评估其对结构体系承载力的影响。

**5.4.6** 拆除过程中，结构体系会不断发生变化，故要求拆除方案设计应全过程考虑结构体系变化对现状结构承载力的影响。

#### 5.5　荷载与作用宏观评估

**5.5.3** 准备拆除的结构安全裕度要求可比继续使用或新建的结构有所降低，本标准建议采用荷载与作用标准值、材料强度标准值进行承载力验算。

#### 5.6　整体安全性宏观评估

**5.6.3** 为保证拆除全过程的安全、文明与绿色，拆除前的整体安全性宏观评估报告应涵盖拆除全过程的各个阶段，故对现状安全性、拆除过程的风险、周围安全与环境的不利影响均要求进行分析，并形成书面报告。

#### 5.7　拆除前计算分析与承载力评估

**5.7.1** 拆除前对结构体系安全性进行宏观评估，当专家经验没有把握或有争议，或出现本条1~4款的情况时，可根据具体情况进行必要的计算分析与承载力验算。

**5.7.2**  拆除前的计算分析应为结构的现状分析，可在原设计计算简图的基础上通过对材料参数、几何尺寸、约束条件、荷载与作用的调整进行估算。

**5.7.3** 准备拆除的结构安全裕度要求可比继续使用或新建的结构有所降低，为此本标准建议荷载与作用采用标准值、材料强度采用设计值、结构的重要性系数采用1.0进行构件承载力验算。

**5.7.4** 拆除前进行安全性宏观评估的目的主要为后面拆除工作的安全性服务，如发现安全隐患必须采取措施确保拆除全过程的安全。

### 6 既有钢结构改建施工方案设计

#### 6.1 一般规定

**6.1.3** 既有钢结构改造时，由于建筑功能的特殊性，无法做到停运状态下，进行全面改建，如机场、地铁车站、会展中心等，这就要求在改建施工方案设计中，针对性编制不停运施工保证措施。可以通过时间、空间的交错实现，如在非运营时间段施工或分区改造分区交付。应综合考虑施工作业对运营的影响，做好交通组织、施工区域围护及非工作人员的隔离。

**6.1.4** 由于建筑物存在施工阶段安装偏差、受荷载作用的变形、不均匀沉降以及周边施工产生的综合影响，改建作业无法采用原有设计图纸进行改建方案设计，须对既有建筑物的平面位置、层高、梁柱轴网重新复测。复测可以采用全站仪、经纬仪测量，也可采用三维扫描技术复核。

**6.1.7** 既有钢结构改造项目，不同于新建项目，在起重设备的选型上，由于周边往往存在不同功能的构筑物、地下室的影响，在构筑物室内又存在设备、机电管线影响且施工净空有限，因此起重设备选型制约条件众多。往往在满足以上制约条件的前提下，仍需考虑起重设备对既有建筑地下室顶板或楼板的影响（起重设备开行工况、吊装工况对结构的附加荷载），通过计算复核地下室顶板或楼板承载力是否满足要求。

**6.1.11** 既有钢结构改造项目在新增楼层、夹层设计中，往往存在新增结构预既有建筑物楼板、墙、机电管线碰撞的情况，可以采用三维扫描、BIM技术，分析改造结构与既有建筑的相互关系，提前制定拆改方案，便于后续改造项目的顺利开展。

#### 6.2 多高层建筑改建施工方案设计

**6.2.1** 在多高层建筑结构改建过程中，通常采用设置塔吊、汽车吊等起重设备就能实现施工过程中的构件吊运。但也存在有些项目，施工现场不具备设置塔吊、汽车吊等定型产品的情况，而不得不设计一些非定型产品作为起重设备，如土把杆、人字桅杆等。根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规范》要求，采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在100kN及以上的起重吊装工程，须编制专项方案并由专家进行论证审查。

**6.2.5** 在多高层建筑改建项目中，构件分段受到的制约因素较多，不仅要考虑起重设备起重能力，更要考虑构件在层间运输及后续进档就位的要求；新增构件的吊运因尽可能利用原结构门洞、楼板孔洞，确需增设吊装孔洞时，因对数量予以限制，并计算因楼板、墙板开孔对原结构的影响，必要时因进行加固处理。

#### 6.3 空间结构改建施工方案设计

**6.3.2** 空间结构改建时，可以根据平面轴网设置多个施工分区。根据工期要求，可以同步改建，即根据分区数量，设置同等数量的工作线，每条工作线进行综合加固、改建作业；也可以进行流水搭接，即采用2条或以上工作线，一条工作线根据分区依次进行加固作业，一条作业线搭接进行拆除作业，一条作业线搭接进行改建作业等后续工序。

**6.3.3** 空间结构改建，由于结构内部开间、净空相对较大，通常采用起重设备直接在其内部进行改建。在起重设备的选型上，仍因充分考虑起重设备开行、吊装工况附加荷载对原结构顶板（楼板）的影响。由于改建新增结构标高往往与既有空间结构屋盖低标高相近，在吊装过程中及易出现起重臂碰屋盖的现象，因此要分析起重设备起吊高度，通常可通过设计合理的吊索具或采用双机抬吊的方法予以实现。当采用双机抬吊进行构件吊装时，宜选用同类型或性能相近的起重设备，负载分配应合理，单机荷载不得超过额定起重量的80%。两机应协调工作，起吊的速度应平稳缓慢。

**6.3.6** 既有结构柱、梁、桁架加固，宜在卸荷条件下进行，卸荷的方法可采用设置托梁、增设临时支撑并附加反向载荷的方法进行。在结构加固完成，验收合格后，再进行有序卸载，进行受力转换。进行焊接作业时，应编制焊接工艺评定，制定合理的焊接参数、焊接顺序，减少焊接应力、焊接变形对加固构件的影响。

**6.3.11** 既有钢结构改建，往往采用后置埋件，后置埋件的施工可靠性直接决定了改建项目的安全。后置埋件一般采用化学锚栓、机械锚栓，锚栓的产品性能应满足设计的要求，并应对其锚固的可靠性进行复试。

#### 6.4 高耸结构改建施工方案设计

**6.4.3** 高耸钢结构顶层改建时，往往在顶层新增起重设备难度极大，只能采用能人工装拆的小型屋面吊或设置非常规起重设备。而小型屋面吊或非常规起重设备均需要支承于结构顶层，其附加荷载作用下，原结构能否满足结构安全，须进行验算分析，必要时，须对原结构进行加固处理，相关的计算文件及加固方案均应得到设计单位的同意。

**6.4.4** 高耸钢结构天线桅杆加节施工在实际工程中涉及极少，现场实施难度相当大。通常只能采用整体起扳法和攀升吊分节安装法。整体起扳法，即利用原天线桅杆顶部，设置拼装平台，横向悬拼加增天线桅杆段，新增断与原天线桅杆顶部铰接，待整体起扳后，再予以刚性连接固定。攀升吊分节安装法，即利用原天线桅杆设置可自爬升的套架，利用套架将新增天线桅杆分段与原桅杆固定，再利用新增桅杆分段进行爬升，进行后续分段吊装。

**6.4.5** 高耸钢结构天线桅杆降节施工在实际工程中涉及极少，现场实施难度相当大。在高空分节切割，施工风险极大。采用穿心式液压千斤顶钢绞线承重整体下降法，技术要求高，风险相对可控。穿心式液压千斤顶钢绞线承重整体下降法，即利用穿心式液压千斤顶，通过钢绞线与原天线桅杆下锚点固定，释放原天线桅杆与主体结构的固定节点，通过计算机控制液压千斤顶集群作业，将天线桅杆下降至设计标高后，将天线桅杆与新增节点进行终固。

#### 6.5 工业建筑钢结构改建施工方案设计

**6.5.4** 采用节间综合法安装，是指先吊装各列钢柱及其柱间支撑，再吊装吊车梁、制动梁（桁架）及托梁（托架），随吊随调整，然后再逐节间地依次吊装屋架、天窗架及其水平和垂直支撑、屋面板等构件，随吊随调整固定，如此逐段逐节间进行，直至全部安装完厂房结构的施工方法。

### 7 既有钢结构拆除施工方案设计

#### 7.1 一般规定

**7.1.1** 本条是钢结构拆除施工方案设计和施工必须遵循的基本原则。

**7.1.3** 拆除作业是一项技术性、安全性要求很高的工作，专项施工方案是指导钢结构拆除作业的技术文件。如果无专项施工方案而盲目进行拆除作业，极易引发安全事故。

**7.1.6** 根据工程特点编制符合工程实际的施工方案，满足施工要求和安全承载、安全防护要求。

#### 7.3 空间结构拆除方案设计

**7.3.1** 空间钢结构拆除一般顺序为，先拆除屋面、墙板等维护结构，再檩条及拉杆等次杆件，再次水平承重构件、最后拆除竖向承重构件。拆除施工作业可分区域进行，应确保被拆除单元与剩余部位完全断开后，才可进行起吊作业。在起吊前，被拆除单元必要时应采取临时支撑措施确保稳定性。

**7.3.2** 空间钢结构根据杆件构成和受力特点，可分为三大类：刚性体系大跨度空间钢结构、柔性体系大跨度空间钢结构、和刚柔杂交体系大跨度空间钢结构。其中刚性体系大跨度空间钢结构中如网壳结构、拱结构等，构件承受很大的轴向压力，容易引发结构的整体失稳现象，这类结构具有突出的结构稳定问题。

对于周边场地环境条件较好且不需要保护既有构件时，采用整体推到再在地面分解的拆除方法可降低拆除作业高度，减小高空作业风险，降低大型吊机的起重能力需求，扩大施工作业面；当需要保护既有构件时，采用相应施工措施，如提升器，顶升滑移设备等，将既有钢结构分片区或整体下放、平移、旋转位移后，在地面或固定操作平台上分段分片拆除，有利于既有钢构件的保护和提高施工作业安全性；当施工现场无大型吊机作业面时，吊机起吊能力受到限制，可采用原位高空散拆的方法，利用小型吊机或葫芦等小型起重设备进行高空散拆，若利用被拆除结构的相邻构件作为生根点，还需进行相应的计算或临时加固，确保剩余结构的稳定性；当施工现场具有大型吊机作业面时，可采用原位高空分段或分片拆除的方法，将分段或分片构件下放至地面，再进行散拆，但应进行分段或分片的吊装过程中稳定性和强度计算校核。

**7.3.3** 柔性空间钢结构如索膜结构、索穹顶、悬索结构等，通过对索施加预应力产生结构刚度。柔性空间钢结构主要承重构件为高强度拉索，其建造过程通常是通过逐级施加预应力的方式进行，因此拆除方案宜采用其逆过程，即逐步分级卸载的方式进行。柔性钢结构的拆除方案，应采用施工全过程非线性分析模拟，确定卸载顺序与每一级的卸载量。

**7.3.4** 杂交空间结构如弦支穹顶结构、张弦梁、张弦桁架等，兼具刚性和柔性钢结构的特点，应该满足本规程第7.3.2条与第7.3.3条的规定。

#### 7.5 工业建筑钢结构拆除方案设计

**7.5.1**工业建筑的拆除过程，基本上是建造过程的逆过程。拆除方案通常是先将彩板等围护结构卸除，接着拆除檩条墙梁等次结构，随后拆除支撑系统，柱子和屋架等主结构最后拆除。拆卸过程应对称进行，并尽可能保持支撑系统的完整性，延后支撑拆除的步骤。

**7.5.2** 复杂的工业建筑，在拆除过程中结构受力往往会发生较大的变化，甚至可能会出现杆件受力变号、杆件失稳等现象，因此需对拆除过程进行模拟验算。对于拆除时利用原结构作为支点、吊点的情况，模拟验算更为必要。

**7.5.3** 吊车拆除工作的专业性较强，也具有一定的风险，必须制定专项方案。可以根据厂房内的操作空间和拆除工程使用的起吊设备等条件，确定采用整体起吊拆卸法或空中拆解法。吊车主体拆卸之前，还必须将操作室先行拆下，同时将相关电气连接线路等妥善拆除。

### 8 改建与拆除施工过程计算

#### 8.1 一般规定

**8.1.1** 近年来改建与拆除过程中事故频发，尤其是体系较为复杂的钢结构，尤其值得重视。故本条规定了较为常见和复杂的钢结构体系，均应进行改建与拆除施工过程分析。

#### 8.2 改建施工模拟计算

**8.2.1** 改建部分应力滞后，对结构的内力分配有较大影响，是改建结构分析中应该考虑的一个重要问题。

**8.2.3** 改建结构设计侧重于改建结构的使用阶段，而改建结构的施工过程分析则侧重于施工阶段；二者的分析结果可能由于材料性能取值、新旧部分结合性能等出现差异。故施工分析方应和设计单位保持沟通协商，确保计算的正确性。

#### 8.3 拆除过程施工模拟计算

**8.3.1** 既有钢结构建筑的拆除应以确保待拆除结构不发生倒塌为主要原则。

**8.3.2** 拆除时楼面活荷载应根据实际情况取值，施工活荷载也应根据实际情况取值。临时堆载应按施工活荷载考虑，施工时应在明显区域挂牌规定堆载的限值。

### 9 施工过程监测与控制

#### 9.1 一般规定

**9.1.1** 监测前应结合各方的要求，按照钢结构改建及拆除工程的特点，明确监测的目的与要求。监测方案的制定应考虑监测目的、结构特点及监测要求，结合现场及周边环境，确定监测期、选择监测项目及合适的监测方法，并确定合适的监测设备。方案中，应针对不同的监测项目提出具体的实施措施及相应的预警值，监测测点的布置、监测设备的安装、走线方式、保护装置及相应的标识设立，也宜在设计阶段统筹考虑。

**9.1.2** 发生严重事故的工程等级确定应按照国务院及地方部门规定执行。

**9.1.3** 监测参数预警值是监测工作实施的前提，是监测期间对结构安全状态进行判断的重要依据，应分级制定。

**9.1.5** 保护措施指根据现场具体情况采取的相应防风、防雨雪、防水、防雷、防尘、防晒和抗干扰的措施。维护措施指定期对监测设备及保护措施进行的检查，对监测系统进行的维护。

监测测点及传感器等监测设备是保证监测预警的基本条件，测期间改变或损坏监测测点、监测设备均会影响监测预警功能和安全，因此为保证监测的功能和安全，任何对监测测点设备的改变均须经监测实施单位许可。

#### 9.2 施工监测设备与监测方法

**9.2.2** 用于钢结构应力/应变监测的传感器有应变片、光纤光栅传感器、振弦式传感器等，在钢构件上采用表面式传感器时，应使传感器牢牢固定在钢构件表面上。

粘贴应变片时，应先处理好钢构件表面，达到不粗糙，且清洗干净，然后采用502胶水粘贴应变片，同时，还应做好防潮，使应变片在使用过程中不受潮，以保证应变片电阻值的稳定。

对于光纤光栅应变传感器和振弦应变传感器，则要在被测点焊接两个和传感器长度相对应的底座，然后将传感器用螺栓固定在底座上。在用螺栓固定传感器后，还需用特殊胶封盖，以防止因钢结构振动造成的螺栓松动，增加测量的可靠性。

光纤光栅传感器的光纤弯折不宜太大，否则会造成反射的光信号很弱，甚至没有信号。

施工过程是粗放式工作过程，现场通常多工种同时交叉作业，如何很好的保护传感器的信号线，以免在施工过程中导致冲击折断，是在布设感器时所必须要考虑的问题。

**9.2.7** 钢结构索力监测的方法有压力表测定法、压力传感器测定法、频率法以及磁通量法，前两种方法一般仅适用于正在张拉拉索的索力测定，后两种方法适合使用过程中的长期监测。不同方法的原理和特点如下：

1）压力表测定法

拉索一般均用液压千斤顶张拉。由于千斤顶的张拉油缸中的液压和张拉力有直接关系，所以，测定张拉油缸的液压，就可求得索力。千斤顶的液压可用液压传感器来测定。液压传感器受液压后输出相应电信号，显示仪表在接受到信号后即显示压强或换算后直接显示张拉力。由于电信号可通过导线传输，能进行遥测，使使用更加方便。压力表测定法是施工过程中控制索力常用的一种方法，能得到索力的精确数值，但这种方法的缺点在于无法测量已张拉完毕的拉索。

2）压力传感器测定法

在拉索张拉时，千斤顶的张拉力通过连接杆传到拉索锚具，在连接杆上套一个穿心式的压力感器，该传感器受压后能输出电压，于是就可以在配套的仪表上读出千斤顶的张拉力。如需长期测定索力，也可把穿心传感器放在锚具和索孔垫板之间，进行在线监测。这种方法的缺点在于压力传感器的售价昂贵，自身重量也大。另外压力传感器的输出结果存在漂移，从而限制了这种方法在索的长期检测中的应用。

3）磁通量测定法

钢索为铁磁性材料，在受到外力作用时钢索应力发生变化，其磁导率随之发生变化，通过磁通量传感器测得磁导率的变化来反映应力变化，从而得到索力。它是测定索力的非破坏性方法。磁通量法所用的材料是电磁传感器，这种传感器由两层线圈组成，除磁化拉索之外，它不会影响拉索的任何特性。磁通量传感器法属于非接触测量，传感器直接套在钢索外面就可以使用，不会对钢索的任何特性残生影响，施工结束后还可以进行长期监测使用。

4）频率法

频率法是将拾振器固定在钢索上，拾取钢索在环境激励或人工激励下的振动信号，经过滤波、放大和频谱分析，根据所得频谱图来确定拉索的自振频率，然后，根据自振频率与索力的关系确定索力。频率法比较简单易行且有足够的测量精度，并且已经在桥梁测量中得到了广泛的应用。频率法测定拉索索力的理论基础是弦振理论，根据测量得到的拉索振动频率及拉索刚度和边界条件计算拉索索力。但是频率法测索力也存在一些缺陷:（1）实际拉索由于自重具有一定垂度；（2）实际拉索具有一定的抗弯刚度；（3）实际拉索的边界条件通常比较复杂，不是严格的固支或铰支。所以用频率法进行相关索力测量时，必须设置相应的参数对索进行判定，并根据不同索的参数选取不同的索力计算公式。

#### 9.3 施工过程监测参数与测点布置

**9.3.2** 这里的特征动力变形指振动模态的相对最大的变形，一般为低阶模态。

**9.3.4** 施工过程应变测点布置的应特征位置构件包括：首层、交接楼层、高度中部楼层、错层或连体结构的连接楼层、伸臂桁架加强层上下两层、柱斜率变化较大处楼层处的构件。具体应变测点布置建议如下：

**1** 伸臂桁架受力较大的杆件及相邻部位，巨型斜撑、竖向构件刚度分布不连续区域等结构不规则位置和相邻部位及其他重要部位和构件应布设应变传感器。

**2** 索力监测的测点应具有代表性且均匀分布；单根拉索或钢拉杆的不同位置一般设有对比性测点，可监测同一根钢索不同位置的索力变化；横索、竖索、张拉索与辅助索均应布设测点。

**3** 施工期间对结构产生较大临时荷载的设施，应对相应受力部位及设施本身进行应变监测；塔吊支承架结构的主梁以及牛腿预埋件结构，应根据塔吊支承架结构的受力特点及现场施工条件确定支架主梁的应力测点以及牛腿预埋件应力测点的位置。

**4** 大跨结构的关键支座及主要构件、超大悬挑结构悬挑端根部或受力较大部位应进行应变监测。

**9.3.6** 施工过程结构振动监测点布置当用于进行动力特性分析时，振动测点宜布置在需要识别的振型关键点上，且覆盖结构整体，也可根据需求对结构局部增加测点；测点数量较多时，可进行优化布置。

**9.3.7** 施工过程结构温度监测点的布置位置，应能反映结构竖向及水平向温度场变化规律；大气温度仪应直接置于大气中以获得有代表性的温度值；

**9.3.8** 风压测点应根据风洞试验的数据和结构分析的结果确定，无风洞试验数据情况下，可根据风荷载分布特征及结构分析结果布置测点。风压传感器的数据采集设备应具备实时补偿功能，使用过程中应对风压传感器采取有效保护措施。

#### 9.4 监测数据分析与处理

**9.4.3** 施工监测数据的数据采样频率应能反映被监测结构的行为和状态，并应能满足结构监测数据的应用条件。对于动力信号，数据采样频率应在被测物理量预估最高频率的5倍以上，不同传感器可视具体情况选择相同或不同采集时间间隔。

**9.4.4** 数据传输系统中设计数据备份机制的目的是保证在传输线路故障时数据的完整性和可靠性。

**9.4.5** 结构监测数据库设计要求如下：

**1**数据库系统在使用时应支持在线实时数据处理分析、离线数据处理分析以及两种工作方式的混合模式；

**2**监测系统涉及的数据库功能应包括监测设备管理、监测信息管理、结构模型信息管理、评估分析信息管理、数据转储管理、用户管理、安全管理以及预警信息管理等方面；

**3**监测设备管理应包括传感器和采集设备（包括采集子站和总站）的添加、更换、状态查询以及故障检测等功能。传感器设备宜按监测信息内容和功能进行分类管理；

**4**监测信息管理应包括监测信息的自动导人、图形或文件形式导出数据、历史监测信息的查询，并宜具备监测信息的可视化功能；

**5**结构模型信息管理应提供结构的基本参数和评估分析所需要的计算机数值模型；

**6**评估分析信息管理应提供评估准则、保存评估结果并供查询统计；

**7**数据转储管理应支持海量数据的归档以及相应的元数据管理。归档的数据可以存储在大容量存储设备中并应支持使用时的可访问性；

**8**用户管理应支持用户权限的定义和分配功能。系统根据用户的权限来操作不同模块，提供基于角色的用户组管理、用户授 权、注册账号和认证管理等；

**9**系统安全管理应提供系统运行环境的网络安全管理和安全保护、数据库的容灾备份机制、敏感信息标记以及用户使用日志审计等功能。数据库系统安全管理应有相应的硬件、软件和人员来支持；

**10**系统应具备预警信息处理功能，并能将各种预警信息以电子邮件和短信等形式通知相关人员；

**11**数据装载应包括数据的筛选、输人、校验、转换和综合等主要步骤；

**12**结构监测数据和分析数据的精度应满足监测目的，并根据结构特性、监测内容确定；

**13**查询的响应级别应为秒级，分析结果及可视化等方面应能满足实际使用的要求。

**9.4.6** 数据分析包括统计分析和特殊分析，统计分析包括最大值、最小值、平均值、均方根值、累计值等统计值，特殊分析包括温度效应分析、风参数分析、模态分析、疲劳分析等。

数据分析处理之前，应正确处理粗差、系统误差、偶然误差等。对于交变类型的较高频连续监测数据，可根据数据存储准则存储数据。

监测数据处理和分析作为施工监测系统的核心，可采用线下处理、线上数据处理和线上评估。

#### 9.5 施工过程控制

**9.5.1** 与钢结构的整个服役期相比，改造及拆除施工过程相对较短，且上人数量相对较少，偶然荷载出现的概率更低，因此在结构分析计算时，宜采用荷载标准组合效应得到的结果。

**9.5.2** 分区，是指依据结构的不同形式，采用不同的控制指标；分级，是指根据结构危险程度将结构划分为不同的保护等级；分阶段，是指将施工过程划分为几个主要的施工阶段，对于每个阶段提出阶段控制指标。

**9.5.3** 施工过程预警值的初值一般为施工计算分析对应值的50%，为此，本规程建议，当监测结果超过施工过程分析结果40%以上时，宜进行预警。

### 10 安全管理与文明施工

#### 10.1 基本规定

**10.1.1** 安全技术交底内容主要包括：作业环境、 危险因素及应急处置措施、 个人安全防护用品使用、 施工 机械及机具操作、 用火用电等要求。交底方和全体被交底人员应在交底文件上签字确认，并归档。

**10.1.2** 拆除工程施工前，应掌握有关图纸和资料，并进行现场勘查，掌握拟拆除物的实际状况包括：结构特征、 结构安全状况，电力、 燃气、 热力管道分布及使用状况等。

**10.1.3** 当施工现场安全距离不能满足要求时，可以采用分段拆除的工艺，并在周边设置硬质防护棚，防止拆除过程中的高空坠物。

**10.1.4** 本条依据《中华人民共和国建筑法》第三十九条的规定：“有条件的， 应对施工现场实行封闭管理”。具体设置遵循当地相关规定。

**10.1.6** 拆除施工应从上至下逐层拆除，并应分段进行，不得垂直交叉作业。框架结构应按楼板、次梁、主梁、结构柱的顺序依次进行；建筑栏杆、楼梯楼板等应与结构整体拆除进度相匹配，不得现行拆除；承重梁柱应在起所承载的全部构件拆除后，再进行拆除。

**10.1.7** 有限空间作业应符合现行国家标准《密闭空间作业职业危害防护规范》GBZ/T 205以及工程所在地有关规定。进入有限空间拆除施工，必须制定应急处置措施，配备有毒有害气体检测仪器，遵循“先通风、再检测、后作业”的原则。严格执行国家安全生产监督管理总局令（第69号）《有限空间安全作业五条规定》及相关规定。

**10.1.10** 控制扬尘可采用对作业面喷水压尘， 对已拆除物料覆盖、对场地洒水等措施；降低噪声应选用低噪声设备、 采用隔声材料 对作业面进行遮挡等措施。

**10.1.11** 施工现场动火作业多，用(动)火管理缺失和动火作业不慎引燃可燃、易燃建筑材料是导致火灾事故发生的主要原因。为此，本条对施工现场动火审批、常见的动火作业、生活用火及用火各环节的防火管理作出相应规定。本条为强制性条文。

**10.1.12** 易燃材料即B3级易燃性建筑材料。

#### 10.2 人工拆除安全管理

**10.2.1** 安全防护设施，应由单位工程技术负责人验收，并组织有关人员参加。验收应包括以下内容：1.作业平台或支架等各类技术措施的设置情况；2.技术措施所用的配件、材料和工具的规格和材质；3.技术措施的节点构造及其与建筑物的固定情况；4.扣件和连接件的紧固程度。

**10.2.2** 人员通道两侧须设置防护栏杆，防护栏杆应由上、下两道横杆及栏杆柱组成，伤感离地高度为1.0~1.2m，下杆离地高度为0.5~0.6m，栏杆底部须设置150mm踢脚板。用在坡屋面上的人员通道，防护栏杆应适当加高，并加挂安全立网。

**10.2.3** 现场操作人员采用“五点式”安全带，现场高挂低用，严禁将安全带系挂在待拆除杆件上。

**10.2.4** 当拆除工程施工过程中发生事故时，应及时启动安全生产应急预案，抢救伤员、 保护现场，并应向有关部门报告。

#### 10.3 机械拆除安全管理

**10.3.1** 本条为强制性条文。本条规定机械拆除的原则及顺序，并规定了有效作业半径，应作为编制安全专项方案、机械设备选用和保障施工作业安全的依据。

**10.3.2**依据现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33规定：起重机吊臂下禁止站人，被吊物下方有人或被吊物上站人是起重机应禁止起吊。

**10.3.3** 本条规定的大型构件指楼板、屋架、梁、柱构件等。钢屋架等大型构件与结构分离前要用起重机进行吊挂，防止屋架坠落；在起吊下落过程中可用绳索控制运行方向。

**10.3.4** 大型构件起吊过程中，需要合理设置吊点位置，吊索与物体的夹角越小，吊索受拉力就越大，同时，吊索对物件的水平压力也越大。因此，吊索与构件的夹角不要小于30°，小于30°是吊索所有拉力已增加一倍，荷载越大，安全系数越小，越要认真对待。

#### 10.4 安全防护管理

**10.4.1** 拆除工程施工作业人员应按现行行业标准《建筑施工作业劳动防护用品配备及使用标准》JG] 184的规定，配备相应的劳动防护用品，并应正确使用。

**10.4.2** 因作业必须，临时拆除或变动警戒区域时，必须经施工负责人同意，并采取相应的可靠措施，作业后应立即恢复。

**10.4.3** 脚手架的构造和安拆应符合 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》等现行标准的要求。脚手架使用中，应定期检查下列要求内容：

**1** 杆件的设置和连接，连墙件、支撑、门洞桁架等的构造应符合规范和专项施工方案要求；

**2** 地基应无积水，底座应无松动，立杆应无悬空；

**3** 扣件螺栓应无松动；

**4** 高度在24m以上的双排脚手架，其立杆的沉降与垂直度的偏差应符合规定；

**5** 安全防护措施应符合本规范要求；

**6** 应无超载使用。

**10.4.4** 本条规定了文明施工及工完场清要求，作业区域的建筑废弃料极易容易发生高空坠物，需要及时进行清理。

#### 10.5 资源化利用

**10.5.1** 本条规定建筑废弃物评估方法、分类原则以及回收处理要点等，应作为资源回收利用的依据。建筑废弃料应按照《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144、《民用建筑可靠性鉴定标准》BG 50292等现行国家标准规范进行性能评估和可靠性鉴定。

**10.5.2** 钢结构构件的剩余性能评估，应根据其使用环境和使用条件，对下列项目进行调查、检测和计算：

**1** 涂装防护层的质量状况；

**2** 锈蚀或腐蚀损伤状况；

**3** 根据现行规范和当地要求进行综合评估。

**10.5.3** 本条规定建筑废弃钢构件的贮存及出库原则，具体实施应当依据《废钢铁标准》GB 4223 的规定对废钢铁进行整理分类。废钢铁应分类存放，并在显著位置设置标识，露天贮存废钢铁的场地地面应进行水泥硬化，场地周边应由排水设施；废钢铁贮存场地应符合消防安全要求，并应采取适当的措施避免引起火灾。