

既有钢结构安全性检测 评定技术及工程应用

Steel Structure Safety Inspection
Technology and Engineering Application

韩继云 主编

李奇 孙斌 副主编

中国建筑工业出版社

既有钢结构安全性检测 评定技术及工程应用

韩继云 主编
李奇 孙斌 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

既有钢结构安全性检测评定技术及工程应用/韩继云

主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-112-17096-8

I. ①既… II. ①韩… III. ①钢结构-建筑物-安全性-评定 IV. ①TU758.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 152315 号

本书归纳了既有钢结构建筑物的结构形式和结构特点, 通过大量工程实例总结了钢结构事故与灾害的破坏类型和特征, 提出了工程现场检验批划分原则、抽样方案、检测项目和检测方法; 既有钢结构工程安全性评定的内容, 结构承载力和构造验算时材料强度、截面尺寸、外观缺陷及截面损伤的影响等参数的取用方法; 静荷载、活荷载、风雪荷载及地震作用的取值以及与后续使用年限的关系, 力学计算模型的要求等。根据安全性评定指标的结果, 列出评定项目一览表, 得出整体安全性评定结论。

针对频发的钢结构灾害破坏严重的现象, 研究了钢结构抗灾害能力的评定内容及方法, 重点是既有钢结构建筑物抗震性能的评定技术。

对于不符合安全要求的既有钢结构建筑物, 提出了整体加固及构件加固的技术方案。

最后, 根据该研究成果在工程上的应用, 汇总了作者近年来在既有钢结构工程安全性鉴定、抗震鉴定和火灾、爆炸等灾害后的安全性评定中的工程应用。

本书适用于从事结构检测、鉴定工作的技术人员参考使用。

* * *

责任编辑: 张伯熙 万 李

责任设计: 张 虹

责任校对: 姜小莲 王雪竹

既有钢结构安全性检测评定技术及工程应用

韩继云 主 编

李 奇 孙 斌 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

环球印刷 (北京) 有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 26 字数: 628 千字

2014 年 11 月第一版 2014 年 11 月第一次印刷

定价: 68.00 元

ISBN 978-7-112-17096-8

(25246)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



编写委员会

主 编：韩继云

副主编：李 奇 孙 斌

编 委：谭海亮 石 磊 刘立渠 孙 彬 陆丹丁

黄树情 崔古月 张国强 吴学利 常萍萍

崔国保 郭 旭 袁海军 段向胜 金唤中

李力平 范世平 王 群 巩 磊

前 言

近年来我国钢结构工程建设力度不断加大，结构的高度及跨度纪录不断被刷新，各种新型钢结构建筑正在逐渐成为城市的地标。与此同时，各种既有钢结构建筑随着使用年限的增长及各种有害作用的累积，其安全储备正在逐渐降低，地震、爆炸、火灾、风灾及冰雪灾害的频繁发生，更对全世界范围内的钢结构建筑提出了新的挑战。因此在新建钢结构日益复杂化、既有钢结构日益老龄化、全球灾害日益频发化的今天，为保证科学、准确地评定钢结构建筑物的安全性，保障建筑物全寿命周期的安全使用，开展既有钢结构安全性检测评定技术的研究是非常必要的。

本书作者长期从事建筑物的检测鉴定加固改造的技术研究和实践工作，所研究的既有钢结构安全性检测评定的科研课题，获得了中国建筑科学研究院的科技进步奖；而钢结构抗灾害能力的评定是个新领域，目前国内没有钢结构工程的抗震鉴定标准，因此本书在编写过程中力求全面总结钢结构的检测鉴定加固改造方法，同时也着重介绍一些正在研究的新的技术和方法，注重创新性、系统性和实用性，并附有大量的工程实例介绍。

全书共4章，第1~3章由韩继云编写，第4章由本书编写委员会全体人员编写，孙斌汇总编辑整理，书中的工程实例都是国家建筑工程质量监督检验中心近年来所做的实际工程，崔古月整理了部分工程资料。由于时间仓促，作者水平有限，书中难免存在不足和不妥之处，特别是对现有标准的分析和探讨，可能带有作者的主观看法，因此欢迎同行指正，以便互相交流切磋，联系邮箱为 guojianjg4@126.com。

本书的编写和出版，得到了国家建筑工程质量监督检验中心、中国建筑科学研究院，中国土木工程学会工程质量分会、浙江省台州市建设工程质量检测中心、北京东洋机械建筑工程有限公司、天地金草田（北京）科技有限公司、中交地产有限公司等有关领导专家的支持与帮助，在此表示衷心感谢！

韩继云

2014年3月

目 录

| | |
|---------------------------------|-----|
| 第 1 章 既有钢结构安全性评定概述 | 1 |
| 1.1 既有钢结构安全性评定必要性 | 1 |
| 1.2 钢结构的特点 | 8 |
| 1.3 钢结构建筑的类型 | 12 |
| 1.4 钢结构破坏种类及原因分析..... | 14 |
| 1.5 已有评定标准分析与探讨 | 26 |
| 1.6 钢结构安全性评定目的和主要内容 | 34 |
| 1.7 检测鉴定工作程序 | 36 |
| 第 2 章 钢结构的检测技术 | 37 |
| 2.1 检测基本要求..... | 37 |
| 2.2 结构体系和构件布置检测 | 39 |
| 2.3 外观质量及缺陷检测 | 39 |
| 2.4 钢材强度及性能 | 42 |
| 2.5 钢结构的连接与构造检验 | 45 |
| 2.6 防护措施检验..... | 49 |
| 2.7 结构构件变形检验 | 51 |
| 2.8 构件截面尺寸和损伤的检验..... | 51 |
| 2.9 结构上的荷载和作用环境 | 52 |
| 第 3 章 钢结构安全性评定技术 | 54 |
| 3.1 安全性评定主要内容 | 54 |
| 3.2 结构体系和构件布置评定 | 56 |
| 3.3 连接与构造评定 | 60 |
| 3.4 构件承载能力验算 | 62 |
| 3.5 钢结构安全性评定 | 65 |
| 3.6 抗灾害能力评定 | 70 |
| 3.7 处理建议及技术方案 | 70 |
| 第 4 章 钢结构检测鉴定工程实例 | 73 |
| 4.1 地铁车辆段附属结构材料棚检测 | 73 |
| 4.2 钢结构食堂检测鉴定 | 75 |
| 4.3 钢结构宿舍检测鉴定 | 85 |
| 4.4 游泳馆钢结构网架检测鉴定..... | 97 |
| 4.5 办公楼外立面钢结构改造 | 109 |
| 4.6 某钢结构库房检测鉴定 | 110 |

| | | |
|-------------------|--------------------------|-----|
| 4.7 | 某单层门式刚架结构厂房爆炸后检测鉴定 | 120 |
| 4.8 | 某铸钢炼钢车间鉴定 | 143 |
| 4.9 | 某公司新建厂房检测鉴定 | 157 |
| 4.10 | 某公司3号厂房改造前检测鉴定 | 175 |
| 4.11 | 某钢结构教学楼检测鉴定 | 198 |
| 4.12 | 某产业园D栋厂房雪灾后鉴定 | 220 |
| 4.13 | 百年建筑中钢楼梯检测鉴定 | 240 |
| 4.14 | 国家体育馆工程质量检测 | 245 |
| 4.15 | 国家体育场工程质量检测 | 255 |
| 4.16 | 工人体育场钢结构罩棚检测 | 280 |
| 4.17 | 某轻钢结构库房检测鉴定 | 298 |
| 4.18 | 某体育场看台钢网架检测 | 312 |
| 4.19 | 某体育馆钢桁架检测鉴定 | 343 |
| 4.20 | 某中学教学楼抗震鉴定 | 391 |
| 4.21 | 3层钢框架结构检测 | 397 |
| 参考文献 | | 406 |

第 1 章 既有钢结构安全性评定概述

1.1 既有钢结构安全性评定必要性

随着既有钢结构建筑物的增多,新建超高层、大跨度的钢结构建筑陆续投入使用,以及受到地震、火灾和风雪灾害的影响,需要进行检测鉴定的钢结构工程不断增加,如何科学准确地评定既有钢结构的安全性,保障建筑物全寿命周期的安全使用,是需要进行探讨研究的课题。

新中国成立以前建造的钢结构工程很少,新中国成立后由于钢材短缺,造价较高等原因,仅在少量的公共建筑、工业厂房中采用钢结构形式,如 1959 年建成的人民大会堂万人礼堂(图 1.1-1),屋面采用钢屋架,室内二、三层采用悬挑钢桁架结构;20 世纪 50 年代末北京十大建筑之一的工人体育场采用钢结构罩棚;建成于 1961 年的工人体育馆(图 1.1-2)采用钢结构屋面,20 世纪中期建造的钢结构公共建筑到目前为止已经使用了 50 多年,钢结构的工业建筑使用环境差,公共建筑长时间使用后损伤较多。为确保老旧钢结构建筑物的安全使用,需要进行检测评定。



图 1.1-1 人民大会堂万人礼堂



图 1.1-2 北京工人体育馆

近年来,随着我国钢材产量的增加,钢结构在大型的公共建筑、工业建筑和民用建筑中得到大量应用,我国钢产量 1996 年起超过 1 亿 t,2005 年达到 3.52 亿 t,2008 年达到 6 亿 t(用于钢结构建筑的型材和板材占 1%~2%),稳居世界第一,国家鼓励推广建筑用钢结构,相应的科研成果广泛应用和设计软件不断开发,设计标准和施工质量验收规范定期修订,钢结构方面的技术规程和设计图集已有 90 多本,采用新技术、新工艺、新设备的施工安装水平逐步提高,已达到国际先进水平,建成了一大批新型的、大型的钢结构公共建筑。

公共建筑有两大趋势:一是向大跨或超大跨度的方向发展,二是向高层或超高层的方

向发展。如 2008 年北京奥运会的国家体育场（图 1.1-3）、国家体育馆（图 1.1-4）、国家游泳馆（图 1.1-5）、国家大剧院（图 1.1-6）、北京南站（图 1.1-7）、央视新址（图 1.1-8）、天津津塔（图 1.1-9）等公共建筑。2010 年上海世博会的各国家场馆，广州亚运会的体育场馆，新建或扩建的许多大城市的机场候机楼，如首都机场 3 号航站楼、上海浦东机场二期、昆明新机场航站楼、高铁和城际铁路的火车站等。新型的大规模的钢结构公共建筑不断涌现，高度不断刷新，如 2013 年封顶的上海中心 632m，2011 年开工的武汉绿地中心 606m，准备再增加 30m，成为中国第一高楼，长沙拟建空中城市 838m，超过迪拜哈里发塔，将成为世界第一高楼。

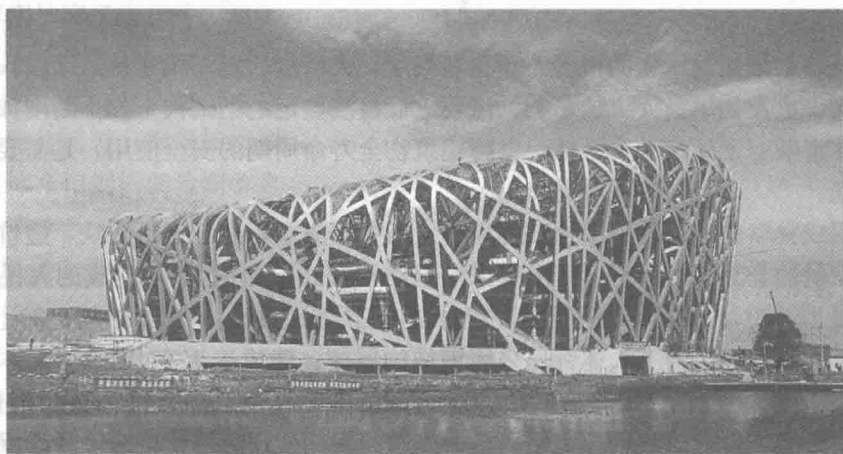


图 1.1-3 国家体育场（鸟巢）



图 1.1-4 国家体育馆

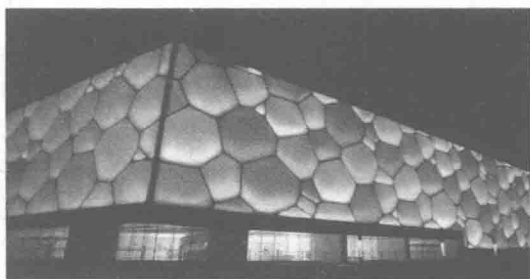


图 1.1-5 国家游泳馆（水立方）

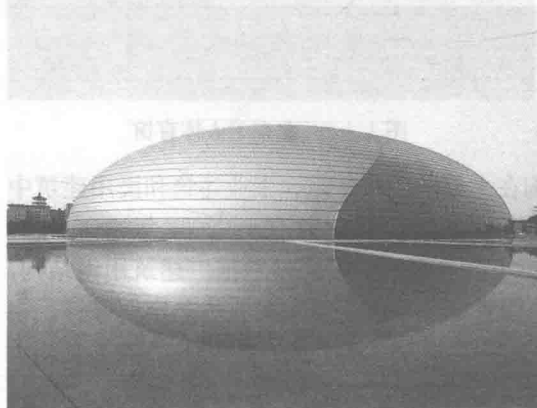


图 1.1-6 国家大剧院



图 1.1-7 北京南站

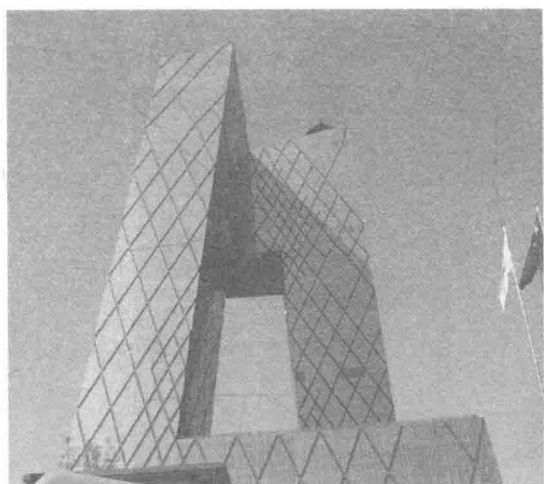


图 1.1-8 央视新址

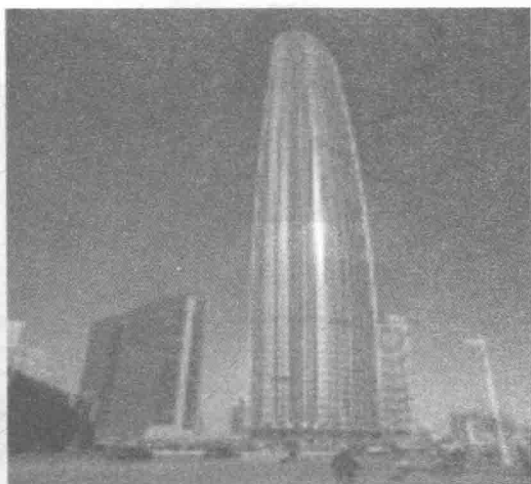


图 1.1-9 天津津塔

2001年后在国家政策引导下,钢结构住宅得到快速的发展,特别是十一五期间,国家大力发展钢结构住宅建设,北京、天津、南京、上海、山东莱芜、河北唐山、安徽马鞍山、广州、深圳等省市建设了一大批高层或多层钢结构住宅(图 1.1-10~图 1.1-14),到2008年全国钢结构住宅竣工面积约400万 m^2 。其中济南埃菲尔花园(图 1.1-15)是山东省钢结构节能高层住宅示范工程,小区占地2.53 hm^2 ,总建筑面积39500 m^2 。钢结构建筑物的建设速度较快,大型建筑一般以年来计算,小型工程几个月可以竣工,新建的钢结构工程质量需要在施工期间进行检测,为竣工验收提供依据。

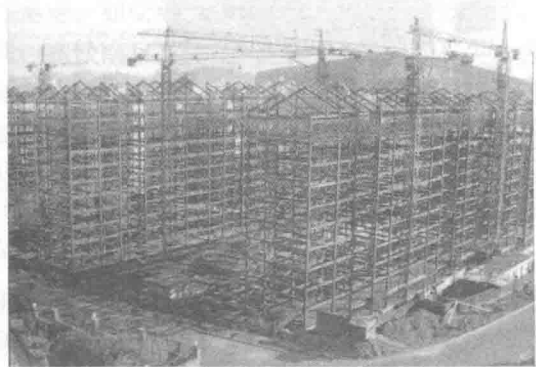


图 1.1-10 高层钢结构住宅

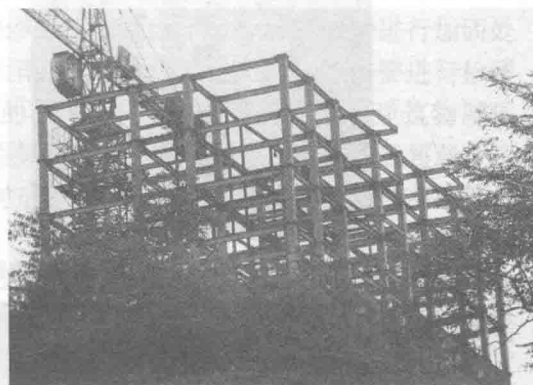


图 1.1-11 建设中的沈阳高层钢结构住宅

一般工业与民用钢结构建筑物使用寿命长达50年,甚至超过50年,在使用期间,自然界的各种作用、人为作用以及生产设备等各种作用下都须保证安全、适用和耐久。在长期的自然环境和环境的双重作用下,钢结构功能会逐渐减弱、降低,新中国成立初期建设的一些钢结构厂房和体育馆等,随着使用年限的不断增加,本身存在的弱点也逐步暴露出来,如锈蚀现象、老化现象及耐火性较差等。当既有钢结构建筑物与原设计预期的要求和安全使用的要求有较大的差距时,或由于使用功能改变,需要进行改造或加层等,这时就需要对其进行检测,对其可靠性进行科学的、客观的评价、鉴定,根据鉴定结果,符合要求的继续使用,不符合要求时需要进行加固设计,采取有效的加固、补强、维修等措施进行处理,以此提高结构的功能,延长建筑物的使用寿命。



图 1.1-12 全国各地钢结构住宅示范工程



图 1.1-13 天津钢-混组合结构住宅



图 1.1-14 济南 H 型钢框架支撑体系钢结构住宅



图 1.1-15 已建成的济南埃菲尔花园钢结构住宅楼

因此在钢结构建筑物的整个寿命周期可能会遇到下列情况，需要进行检测鉴定。

1. 灾害影响

既有钢结构工程在建造及使用期间，受到灾害的影响，如遭受地震、洪水、泥石流、风灾、雪灾等自然灾害，或因火灾、爆炸、碰撞、振动等人为灾害，往往导致结构损伤，造成建筑物局部或整体安全性不足，严重者将丧失正常使用功能，故在灾害之后需要安全性鉴定。如受到灾害影响的央视新址北配楼，火灾后需要检测和安全性评定，进行加固处理；高铁南京车站在京沪高铁刚通车不久，因大雨引起地基不均匀沉降，也需要进行检测和安全性评定；2008年春节前后我国南方地区的冰雪天气，造成大批钢结构建筑物屋顶局部破坏或整体倒塌，很多钢结构厂房及电力塔架倒塌，主要原因是冰、雪荷载超载，超过规范设计指标；新疆精河天然气输压站试压时造成爆炸，对钢结构厂房造成局部破坏。

2. 发生工程质量事故

钢结构工程施工期间发生工程质量事故，或工程质量出现问题，需要检测鉴定，明确事故的原因，确定下一步处理方案。如内蒙古那达慕运动场在刚竣工不久，钢结构顶棚忽然发生倒塌，赛马场看台局部坍塌，主要原因是焊接质量不合格。

3. 老旧建筑物抗震能力达不到要求

我国是个多地震的国家，87%的行政区域属于地震区，历史上发生过多地大地震，所有的省、自治区、直辖市均属于6度及以上抗震设防烈度。由于汶川地震和近年来各地频繁发生的地震的影响，各地抗震设防等级有所调整和提高，历年来建造的钢结构工程，采用的都是当时的设计标准，如果达不到本地区新的设防烈度要求时，需要提高抗震能力，首先就要进行检测和抗震鉴定。

4. 工业建筑大修前

工业建筑由于安全生产的要求，设备及厂房需要定期大修，故而也需要定期进行厂房结构的检测鉴定。

5. 加层、扩建、改变用途等改造之前须进行可靠性鉴定

建筑物在使用过程中，因使用功能发生改变、工业厂房生产工艺改变、民用房屋改变用途等，原设计不能满足新的功能要求，需要根据使用要求，进行加层或扩建等，此时，不能用原设计图资料进行改造设计，因为经过多年使用，结构现状与原设计会有很大的不同，应该对既有结构现状进行检测和安全性评定，作为加层、扩建、改造设计和施工的依据。

6. 对建筑物可靠性有怀疑或争议

建筑物使用期间如出现开裂、变形等结构损伤的，对其可靠性有怀疑和争议时，应进行检测鉴定。既有钢结构建筑物附近有深基坑开挖、地铁施工、高速公路施工以及邻近建筑物地基施工，或过大的振动，对既有结构造成倾斜、裂缝，或引起地基不均匀沉降等，需要进行检测鉴定，明确影响范围和危害性。

7. 建筑物到了设计基准期还需要继续使用

建筑物达到了设计基准期，结构功能基本完好，生产和生活需要继续使用的，需要进行检测、鉴定。如我国东北老工业基地，是新中国成立初期的建筑物，至今已经有六十年的使用历史，北京印钞厂办公楼建于1906年，钢结构楼梯已经使用了一百多年，如何继续使用，是否需要加固处理等，需要依据现在的结构检测、鉴定结果进行确认。

8. 历史遗留建筑物办房产证

有些钢结构建筑物建造时没有办理相关手续，特别是一些城市的经济或技术开发区，注重建设速度，缺乏监理和质量监督等过程监管，建成后设计、施工等资料不完备，办理房产证时需要先进行建筑物性能的检测鉴定，合格后发房产证。

9. 政府要求既有建筑物应定期检测鉴定

由于经济的快速发展和既有建筑物的增多，政府也重视既有建筑物使用期间的安全性，建设部2005年就开展了建筑物全寿命周期质量安全管理制度的研究课题，以及大型公共建筑质量安全管理的课题，课题组调查了国内许多城市建筑物管理现状，也调查了一些发达国家和地区的建筑物管理法规和制度。一些地方政府也开始重视既有建筑物的安全使用管理问题。

北京市从2011年5月1日开始对既有房屋进行定期的安全评估工作，重点针对大型公共建筑，其中新建的、人员密集的大型公共建筑钢结构居多。《北京市房屋建筑使用安全管理办法》北京市人民政府令第229号中第二十六条规定：学校、幼儿园、医院、体育场馆、商场、图书馆、公共娱乐场所、宾馆、饭店以及客运车站候车厅、机场候机厅等人员密集的公共建筑，应当每5年进行一次安全评估；达到设计使用年限需要继续使用的，应当每2年进行一次安全评估。要求住房城乡建设行政主管部门会同相关行业主管部门定期对人员密集的公共建筑进行巡查，对未按照规定进行安全评估、安全鉴定、抗震鉴定或者未按照鉴定报告的处理建议及时治理的，应当督促所有权人及时履责，拒不履责的，可以指定有关单位代为履行，费用由所有权人承担。

根据《北京市房屋建筑使用安全管理办法》（北京市人民政府令第229号），北京市住建委颁布了《北京市房屋建筑安全评估与鉴定管理办法》（京建发〔2011〕207号），其中第六条规定：房屋建筑所有权人应当根据房屋建筑的类型、设计使用年限和已使用时间等情况，按照下列规定，定期委托鉴定机构进行安全评估：

(1) 学校、幼儿园、医院、体育场馆、商场、图书馆、公共娱乐场所、宾馆、饭店以

及客运车站候车厅、机场候机厅等人员密集的公共建筑，应当每 5 年进行一次安全评估；

(2) 使用满 30 年的居住建筑应当进行首次安全评估，以后应当每 10 年进行一次安全评估；

(3) 达到设计使用年限仍继续使用的，应当每 2 年进行一次安全评估；

(4) 建在河渠、山坡、软基、采空区等危险地段的房屋建筑，应当每 5 年进行一次安全评估；

(5) 梁、板、柱等结构构件和阳台、雨罩、空调外机支撑构件等外墙构件及地下室工程，使用满 30 年应当进行首次安全评估，以后应当每 10 年进行一次安全评估；

(6) 悬挑阳台、外窗、玻璃幕墙、外墙贴面砖石或抹灰、屋檐等，应当每 10 年进行一次安全评估。

2014 年 4 月 4 日，浙江省奉化市一幢居民住宅楼发生部分坍塌，造成人民生命财产损失。为加强城市老楼危楼安全管理，住房和城乡建设部 4 月 11 日下发通知，决定在全国组织开展老楼危楼安全排查工作。通知明确检查范围为：各级城市及县人民政府所在地的建筑年代较长、建设标准较低、失修失养严重的居民住宅以及所有保障性住房和棚户区改造安置住房。

通知规定检查的主要内容一是城市老楼危楼安全状况，重点检查整体危险的房屋是否已经被拆除，有危险点或局部危险的房屋是否已经采取有效措施解除危险，装饰装修涉及拆改主体结构或明显增加荷载的房屋是否存在安全隐患；二是已入住的保障性住房、棚户区改造安置住房的房屋质量安全状况，重点检查以原公房、购改租等方式筹集用作保障性住房以及建成入住时间较长的保障性住房；三是城市老楼危楼安全管理相关法律法规、标准规范及规范性文件的贯彻执行情况及城市老楼危楼管理维护状况，重点检查管理档案是否完整，管理制度、管理措施是否完善和落实，日常管理是否及时到位等情况；四是对在建保障性住房和棚户区改造安置住房工程质量安全进行全面监督检查。

通知要求各地住房城乡建设（房地产）主管部门要高度重视城市老楼危楼安全排查工作，加强组织领导，结合本地实际情况，制订具体排查方案，认真做好排查的组织实施工作；各地要组织城市老楼危楼产权人或使用人进行全面自查自报，在此基础上，组织专业人员对存在安全隐患的房屋进行重点检查；各地要对本地区检查情况进行认真总结，查找存在的问题并提出相应的对策措施，要建立城市老楼危楼安全管理档案，健全房屋安全管理制度，加强日常管理工作，强化检查排查，切实提高城市老楼危楼安全管理水平。

综上所述，钢结构工程既有引以为骄傲的成功经验，也有触目惊心的造成经济损失和人员伤亡的工程事故。有很多超过 50 年、甚至上百年仍在继续正常使用的钢结构建筑物，如图 1.1-16 所示的美国纽约帝国大厦，是 1931 年建成的高层钢结构，高度达 384m，共计 102 层，至今仍在正常使用，防腐也不必每隔几年就要大修，正常室内环境下钢结构的耐久性良好。另外据统计，上海市经正规设计、施工并建成于 1936 年前的 80 栋钢筋混凝土和钢结构建筑物中，有 90% 以上至今尚在使用，而其余的不到 10% 主要是由于规划原因才拆除的。图 1.1-17 为 1934 年建造的上海国际饭店，采用钢框架结构，共 24 层，高度 86m，是中国近代最高的高层建筑。其他城市也有一批老建筑，如北京的老北京饭店和京奉铁路的正阳门车站大厦等均已有七八十年以上的历史，不少高校也有 20 世纪 20 和



图 1.1-16 纽约帝国大厦



图 1.1-17 上海国际饭店

30 年代建成的建筑物，现在都在正常使用。同时近年来国内外也有较多的大型钢结构体育场馆发生因雪灾、火灾、耐久性问题而倒塌的较大事故。

相对混凝土结构和砌体结构，对既有钢结构的安全性研究并不多，新型结构的设计又经常是超大跨度、超高层的结构形式，新建钢结构工程迅猛发展、既有钢结构存在老化现象、钢结构本身存在的弱点致使钢结构工程事故频发、大型公共建筑重要性强等因素，都应引起既有钢结构检测评估工作的足够重视，故而对使用期间钢结构安全性的研究是非常必要的。

1.2 钢结构的特点

1.2.1 和传统的混凝土结构、砌体结构相比，钢结构的优点

(1) 重量较轻、强度高。钢材与混凝土、砌体、木材相比，虽然密度大，但其强度高很多，钢材强度是混凝土抗压强度的 10 倍左右，因此在同样受力的条件，钢结构构件较小，重量较轻，可以更好地满足建筑设计对大开间、大跨度及空间布局灵活的要求。

(2) 构件截面尺寸较小，可以增加使用面积 5%~8%。

(3) 钢结构体系轻质高强，可减轻建筑结构自重约 30%，是钢筋混凝土结构重量的 50%，大大降低基础的造价。

(4) 延性好、塑性变形能力强、韧性高等，抗震能力强。钢材材质均匀性好，且有良好的塑性和韧性，比较符合理想的各向同性弹塑性材料，因此目前采用的计算理论能够较好地反映钢结构的实际工作性能，可靠性高。

(5) 工厂制作、工地安装，工业化程度高，不受环境季节影响，建造速度快，施工周期短。

(6) 钢结构容易实现设计的标准化, 构配件生产的工厂化、规模化, 施工机械化和装配化, 能做到系列化开发、集约化生产、社会化供应, 效率高、质量易保证。

(7) 钢材是一种高强度、高性能的绿色环保材料, 可再生利用, 材料可 100% 回收, 真正做到绿色无污染, 符合环保和可持续发展要求。

钢结构与混凝土结构和较新型的钢-混组合结构相比, 有一定的优势, 表 1.2-1 是钢结构与钢-混组合结构及钢筋混凝土结构几种技术经济指标数据的比较。

三种结构体系的经济技术性比较

表 1.2-1

| 结构形式 | 重量比 | 工 期 | 柱和墙占面积 | 用钢量 |
|-----------|-----|---------|---------|------|
| 钢结构 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 钢-混凝土组合结构 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 0.75 |
| 钢筋混凝土结构 | 2.0 | 1.5~2.0 | 2.0~3.0 | — |

采用钢结构后结构造价会略有增加, 往往影响业主的选择, 其实上部主体结构造价占工程总投资的比例很小, 采用钢结构与采用钢筋混凝土结构的费用差价占工程总投资的比例更小, 以高层建筑为例, 前者约为 10%, 后者约 2%。显然, 结构造价单一因素不应该作为采用何种材料的主要依据。如果综合考虑各种因素, 尤其是工期优势, 钢结构将日益受到重视。

1.2.2 任何事物都是一分为二, 钢结构也有其缺点

(1) 耐锈蚀性差。新建造的钢结构一般隔一定时间都要重新刷防锈涂料, 维护费用较高, 不刷涂料的两面外露钢材, 在大气环境下腐蚀速度是 8~17mm/年; 涂装要定期维护, 否则容易脱落 (图 1.2-1), 导致钢材锈蚀 (图 1.2-2~图 1.2-9);

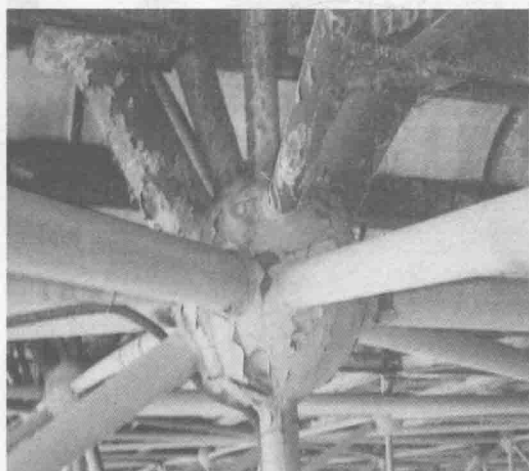


图 1.2-1 钢网架节点涂层脱落



图 1.2-2 钢桁架杆件锈蚀

(2) 钢结构耐火性较差。在火灾中, 未加防护的钢结构一般只能维持 20 分钟左右, 当温度大于 200°C 后, 钢材材质发生较大变化, 强度开始降低, 同时有蓝脆和徐变现象出现; 温度大于 400°C 时强度和弹性模量开始急剧降低, 温度达到 650°C 时, 钢材进入塑性变形状态, 基本丧失承载能力。

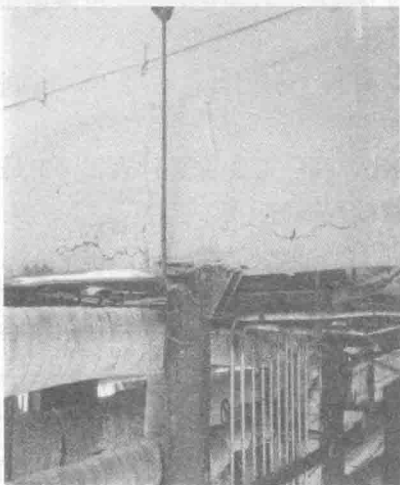


图 1.2-3 某化工厂钢柱锈蚀



图 1.2-4 柱脚缀板腐蚀

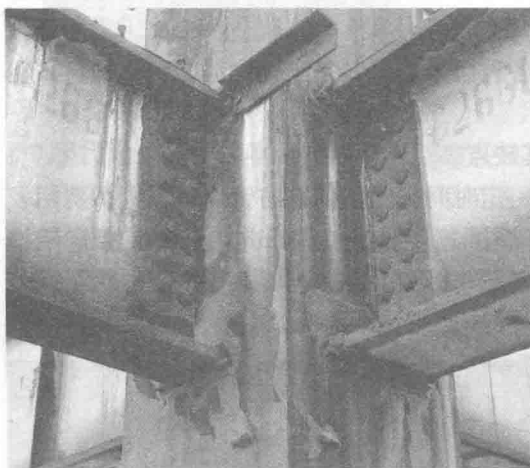


图 1.2-5 梁柱节点腐蚀

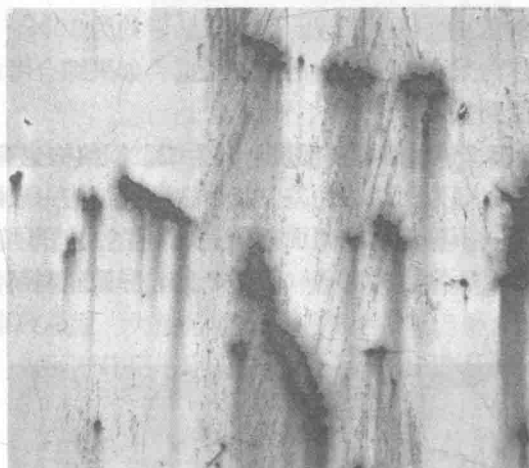


图 1.2-6 钢板腐蚀



图 1.2-7 某工程屋盖结构杆件腐蚀

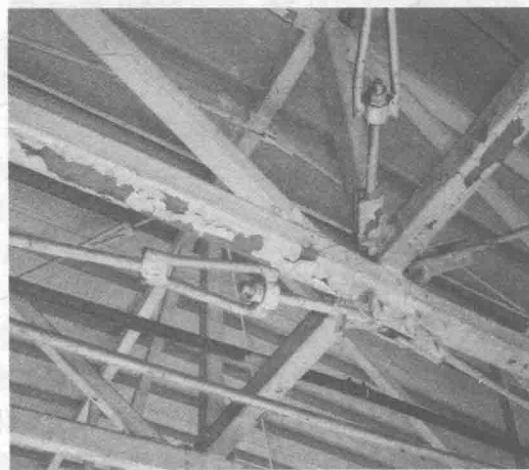


图 1.2-8 某钢结构机库——建成 2 年后涂料脱落