



Translation Series of  
Application of Eurocodes

欧洲规范应用译丛

Eurocodes: Background & Applications  
Design of Steel Buildings

# 欧洲规范： 建筑钢结构设计 应用与实例

[瑞典] 米兰·韦利科维奇    [葡萄牙] 路易斯·西蒙斯·达·席尔瓦  
[葡萄牙] 鲁伊·西蒙斯    [捷克] 弗朗齐歇克·瓦尔德  
[比利时] 琼-皮埃尔·哈斯帕特    [德国] 克劳斯·韦恩德    著  
[罗马尼亚] 达恩·杜比纳    [意大利] 拉法埃莱·兰多尔福  
[葡萄牙] 保罗·维拉·雷亚尔    [葡萄牙] 海伦娜·热瓦齐奥

贡金鑫    丛书策划  
易平    译  
殷福新    主审

中国建筑工业出版社

欧洲规范应用译丛

贡金鑫 丛书策划

# 欧洲规范：建筑钢结构设计 应用与实例

[瑞典] 米兰·韦利科维奇 [葡萄牙] 路易斯·西蒙斯·达·席尔瓦  
[葡萄牙] 鲁伊·西蒙斯 [捷克] 弗朗齐歇克·瓦尔德  
[比利时] 琼-皮埃尔·哈斯帕特 [德国] 克劳斯·韦恩德 著  
[罗马尼亚] 达恩·杜比纳 [意大利] 拉法埃莱·兰多尔福  
[葡萄牙] 保罗·维拉·雷亚尔 [葡萄牙] 海伦娜·热瓦齐奥

[瑞典] 米兰·韦利科维奇 [意大利] 马里亚·路易莎·索萨  
[意大利] 西尔维娅·迪莫瓦 [意大利] 鲍里斯拉娃·尼科洛娃 编  
[意大利] 马丁·波兰塞克 [意大利] 阿图尔·平托

易平 译  
殷福新 主审



中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

欧洲规范：建筑钢结构设计应用与实例/(瑞典) 米兰·韦利科维奇等著；易平译. —北京：中国建筑工业出版社，2018.7

(欧洲规范应用译丛)

ISBN 978-7-112-22262-9

I. ①欧… II. ①米… ②易… III. ①建筑结构-钢结构-设计规范-欧洲 IV. ①TU391.04-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 108763 号

Eurocodes: Background & Applications Design of Steel Buildings (Worked Examples)

Authors: M. Veljkovic, L. Simões da Silva, R. Simões, F. Wald, J. -P. Jaspart, K. Weynand, D. Dubinã, R. Landolfo, P. Vila Real, H. Gervásio

Editors: M. Veljkovic, M. L. Sousa, S. Dimova, B. Nikolova, M. Poljanšek, A. Pinto.

All rights reserved.

© European Union, 2015

This document is translated from English into Chinese by China Architecture & Building Press.

The European Commission cannot be held liable for any consequence stemming from the reuse of this document.

This document is translated from English into Chinese by China Architecture & Building Press.

The European Commission cannot be held liable for any consequence stemming from the reuse of this document.

Translation copyright © 2018 China Architecture & Building Press

This translation is published by arrangement with European Union

责任编辑：朱晓瑜 段 宁

责任校对：刘梦然

欧洲规范应用译丛

### 欧洲规范：建筑钢结构设计应用与实例

[瑞典] 米兰·韦利科维奇 [葡萄牙] 路易斯·西蒙斯·达·席尔瓦 等著

[瑞典] 米兰·韦利科维奇 [意大利] 马里亚·路易莎·索萨 等编

贡金鑫 丛书策划

易 平 译

殷福新 主审

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

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

北京建筑工业出版社印刷

\*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：23 字数：542 千字

2018 年 9 月第一版 2018 年 9 月第一次印刷

定价：60.00 元

ISBN 978-7-112-22262-9

(32109)

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)

## 作者和编辑名单

### 科学协调人

瑞典吕勒奥大学: Milan VELJKOVIC

### 作者

- 第 1 章 钢结构设计  
Luís SIMÕES DA SILVA, Rui SIMÕES 葡萄牙科英布拉大学
- 第 2 章 栓接、焊接和柱基础  
František WALD 捷克共和国布拉格捷克技术大学
- 第 3 章 钢结构抗弯节点设计  
Jean-Pierre JASPART<sup>1</sup> <sup>1</sup>比利时列日大学  
Klaus WEYNAND<sup>2</sup> <sup>2</sup>德国 Feldmann & Weynand 工程师
- 第 4 章 冷弯型钢设计要点  
Dan DUBINĂ 罗马尼亚蒂米什瓦拉政治大学
- 第 5 章 根据 EN 1998-1 进行钢结构抗震设计  
Raffaele LANDOLFO 意大利那不勒斯费德里克二世大学
- 第 6 章 构件和连接的抗火  
Paulo VILA REAL 葡萄牙阿威罗大学
- 第 7 章 钢结构及钢构件的可持续发展  
Milan VELJKOVIC<sup>1</sup> <sup>1</sup>瑞典吕勒奥大学  
Helena GERVÁSIO<sup>2</sup> <sup>2</sup>葡萄牙科英布拉大学

### 编辑

- 米兰·韦利科维奇 欧洲建筑钢结构技术管理委员会主席  
(Milan VELJKOVIC)
- 玛丽亚·路易莎·索萨 意大利瓦勒塞, 21027 Ispra, Via Enrico Fermi, 2749, 欧盟  
(Maria Luísa SOUSA) 委员会, 联合研究中心 (JRC), 公民保护与安全研究所 (IP-SC), 欧洲结构评估实验室 (ELSA)
- 西尔维娅·迪莫瓦 意大利瓦勒塞, 21027 Ispra, Via Enrico Fermi, 2749, 欧盟  
(Silvia DIMOVA) 委员会, 联合研究中心 (JRC), 公民保护与安全研究所 (IP-SC), 欧洲结构评估实验室 (ELSA)
- 鲍里斯拉娃·尼科洛娃 意大利瓦勒塞, 21027 Ispra, Via Enrico Fermi, 2749, 欧盟  
(Borislava NIKOLOVA) 委员会, 联合研究中心 (JRC), 公民保护与安全研究所 (IP-SC), 欧洲结构评估实验室 (ELSA)
- 马丁·波兰塞克 意大利瓦勒塞, 21027 Ispra, Via Enrico Fermi, 2749, 欧盟  
(Martin POLJANŠEK) 委员会, 联合研究中心 (JRC), 公民保护与安全研究所 (IP-SC), 欧洲结构评估实验室 (ELSA)
- 阿图尔·平托 意大利瓦勒塞, 21027 Ispra, Via Enrico Fermi, 2749, 欧盟  
(Artur PINTO) 委员会, 联合研究中心 (JRC), 公民保护与安全研究所 (IP-SC), 欧洲结构评估实验室 (ELSA)

## 译者序

从2000年起,以“EN”为代号的欧洲规范(Eurocode)开始逐本正式颁布,取代了之前以“ENV”为代号的欧洲试行规范,标志着从1975年开始由欧盟委员会筹备,后转交欧洲标准化协会(CEN)编制和管理的欧洲规范,正式成为欧盟国家结构设计共同遵守的准则。2007年,所有欧洲规范全部颁布。按照欧洲标准化协会的规定,欧洲规范是强制性规范,具有与欧盟国家的国家标准同等的地位,2010年3月,欧盟国家与欧洲规范相抵触的国家标准均被废除,由欧洲规范取代。欧洲规范的颁布引起了国际工程界的广泛关注,除欧洲国家外,一些其他国家的国际招投标项目也要求采用欧洲规范进行设计。

欧盟委员会联合研究中心(JRC)是欧盟委员会的科学与技术服务机构,2005年受欧盟委员会委托协助欧洲规范的实施、协调和未来的发展。为了推进欧洲规范的实施,欧盟委员会联合研究中心、欧洲标准化协会250技术委员会制定了促进欧洲规范应用的政策,组织了多场欧洲规范应用学术报告,举办了多种形式的欧洲规范应用培训。目前,已发布了6本欧洲规范背景和设计应用方面的资料(具体见封底)。这些资料有的是主要采用一本欧洲规范针对一种形式的结构说明规范的应用,有的是采用几本欧洲规范说明不同形式结构的设计方法。

近三十年来,随着我国改革开放的不断深入,经济发展速度很快,基础设施建设成绩斐然,除各种常用的普通建筑物外,超高层建筑、特大跨桥梁、高坝等高强度建筑物的设计和施工也取得了不俗的成就,在国际工程建设领域占有一席之地,令世界瞩目。然而,我国虽然是工程建设大国,但仍称不上是工程建设强国,我们在规范的基础理论和科学性方面与欧美规范还有一定差距,为此我们分别于2007年和2009年编写了《中美欧混凝土结构设计》和《混凝土结构设计(按欧洲规范)》两本著作。这两本著作在论述混凝土结构设计基本原理的同时,分析和讨论不同规范采用的方法和规定,受到国内工程设计人员的欢迎。同时我们也注意到,结构设计规范作为科学研究与工程经验相结合而形成的技术文件,既有科学统一性,又有不同国家的经验积累、历史传承和习惯性做法,同一类型的设计规范,不同国家有着不同的规定,特别是设计规范并不能包罗万象,还有很多细节问题需要工程设计人员去处理。因此,即使一个设计人员手中有了设计规范,也不一定能够很好地完成结构设计,还要遵循规范编制和使用国家的设计习惯。也正是基于此,我们翻译了欧盟委员会联合研究中心组织编写的这套欧洲规范应用背景和设计实例。

感谢欧盟委员会联合研究中心的授权,感谢中国建筑工业出版社的支持,感谢编辑的辛勤劳动,感谢参与各本资料翻译、校对的老师和研究生。希望本套译丛的出版能对我国工程设计人员理解欧洲规范、顺利完成国际投标项目起到帮助作用。

贡金鑫

2018年6月20日

# 前 言

建筑业对欧盟具有战略意义，因为它提供了其他经济和社会所需的建筑和交通基础设施。建筑业占欧盟 GDP 的 10% 以上，占固定资产构成的 50% 以上，是最大的单项经济活动，也是欧洲最大的工业雇主，该行业直接雇用人员近 2000 万。建筑业不仅是实现欧洲统一市场的关键因素，也是实施欧盟其他建筑相关政策，如可持续发展、环境和能源政策的关键因素，这是因为欧洲 40%~45% 的能源消耗来自于建筑，另有 5%~10% 的消耗用于处理和运输建筑制品和部件。

欧洲规范是一套欧洲标准，提供了土木工程设计、强度和稳定性验算的统一准则。与欧盟关于智能、可持续发展和包容性增长的战略（欧盟 2020）一致，标准化对支撑全球化时代的工业政策起着重要作用。欧盟市场通过采用欧洲规范提高了竞争力，这在“建筑领域及其企业的可持续竞争力战略”报告 COM (2012) 433 中得到认可，欧洲规范被视为是加快统一不同国家和地区监管办法进程的有效工具。

随着 2007 年 58 部欧洲规范的颁布，欧洲规范的实施延伸至所有欧洲国家，且向着国际化迈出了坚定的步伐。2003 年 12 月 11 日的委员会提议强调了欧洲规范使用培训的重要性，特别是工科院校，应将欧洲规范使用培训作为工程师和技术人员专业继续教育课程的一部分，在国家与国际层面上加以提倡。要提倡研究，促进最新科学技术与欧洲规范相结合。根据该提议，政策指导委员会-联合研究中心（DG JRC）联合欧洲工业董事会（DG GROW）、欧洲标准化委员会第 250 技术委员会（CEN/TC250）“欧洲结构规范”和其他股权人，将发布“支持欧洲规范实施、协调和进一步发展”的系列报告，作为联合研究中心的科学政策报告。

本报告包含了“用欧洲规范进行建筑钢结构设计”研讨会上所提供算例的全部内容，侧重于算例。研讨会于 2014 年 10 月 16、17 日在比利时布鲁塞尔举行，在 DG GROW、欧洲标准化委员会（CEN）及其成员国的支持下，由欧盟委员会联合研究中心、欧洲建筑钢结构协会（ECCS）和欧洲标准化委员会第 250 技术委员会（CEN/TC250）第 3 分委员会联合举办。研讨会邀请了公共机关、国家标准化机构、研究机构和学术界的代表以及从事欧洲规范培训行业技术协会的代表，旨在将欧洲建筑钢结构协会和欧洲标准化委员会第 250 技术委员会专家的知识技能传递给国家层面的主要受训人员和欧洲规范的用户，促进钢结构设计培训的进行。

研讨会为汇编一套最新的培训资料提供了很好的机会，培训资料包括演示幻灯片和附算例的技术文件，侧重于钢结构设计的某些特定方面（如设计基础、结构建模、构件设计、连接件、冷弯型钢、抗震和防火设计等）。联合研究中心报告收录了研讨会报告人的所有技术文件和算例。编辑和作者努力使这份报告提供一致、有用的信息。但必须指出的是，报告没有提供完整的设计算例。因为报告中的各章节是由不同作者编写的，因此仅反映了欧盟成员国的不同做法。使用本报告资料的用户必须自行确认是否适用于其使用

目的。

衷心感谢研讨会报告人为研讨会的组织和培训材料的编制所做的贡献。这些培训材料包括演示幻灯片和附算例的技术文件。

研讨会的所有资料（演示幻灯片和联合研究中心报告）可从“欧洲规范：建设未来”网站下载（<http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu>）。

**M. Veljkovic**

欧洲建筑钢结构协会

**M. L. Sousa, S. Dimova, B. Nikolova, M. Poljanšek, A. Pinto**

欧洲结构评估实验室（ELSA）公民保护与安全研究所（IPSC）

联合研究中心（JRC）

意大利瓦勒塞，21027 Ispra, Via Enrico Fermi, 2749

# 目 录

第 1 章 钢结构设计	1
1.1 定义和设计基础	2
1.1.1 引言	2
1.1.2 规范和标准化	2
1.1.3 设计基础	3
1.2 整体分析	7
1.2.1 结构建模	7
1.2.2 结构分析	7
1.2.3 建筑案例研究—有支撑钢框架建筑的弹性设计	14
1.3 构件设计	29
1.3.1 概述	29
1.3.2 受拉构件设计	31
1.3.3 柱的设计	34
1.3.4 梁的设计	39
1.3.5 压弯构件设计	50
参考文献	66
第 2 章 栓接、焊接和柱基础	69
2.1 螺栓连接、铆钉连接和销钉连接	70
2.1.1 螺栓连接	70
2.1.2 螺栓孔、铆钉孔定位	70
2.1.3 单个紧固件的设计承载力	72
2.1.4 长连接节点	74
2.1.5 抗滑移连接	74
2.1.6 抗局部撕裂设计	75
2.1.7 销钉连接	76
2.1.8 算例——双角钢螺栓连接	77
2.2 焊接	78
2.2.1 几何形状和尺寸	78
2.2.2 角焊缝的设计承载力	80
2.2.3 对接焊缝的设计承载力	81
2.2.4 非加强翼缘的连接	82
2.2.5 长连接节点	83
2.2.6 算例——双角钢焊接	83

2.2.7	算例——端头板的简单连接	84
2.2.8	算例——鳍形板连接	85
2.3	柱基础	88
2.3.1	设计承载力	88
2.3.2	抗弯刚度	90
2.3.3	底板受弯和混凝土受压的构件	92
2.3.4	底板受弯和锚固螺栓受拉的构件	95
2.3.5	锚固螺栓受剪	101
2.3.6	算例——简单柱基础	101
2.3.7	算例——固定柱基础	103
	参考文献	107
<b>第3章</b>	<b>钢结构抗弯节点设计</b>	<b>109</b>
3.1	概述	110
3.1.1	框架设计中节点建模的传统方法	110
3.1.2	半连续方法	110
3.1.3	“静力方法”的应用	111
3.1.4	分解法	112
3.2	结构分析和设计	115
3.2.1	概述	115
3.2.2	节点建模	117
3.2.3	节点理想化	120
3.2.4	节点分类	121
3.2.5	延性分类	122
3.3	节点分析实例	124
3.3.1	基本数据	124
3.3.2	确定组件性能	124
3.3.3	组件装配	135
3.3.4	确定设计抗弯承载力	136
3.3.5	确定转动刚度	137
3.3.6	抗剪承载力计算	138
3.4	节点和框架优化设计	138
3.4.1	概述	138
3.4.2	传统设计方法	140
3.4.3	一致设计方法	142
3.4.4	折中设计方法	143
3.4.5	经济方面的考虑	143
	参考文献	147
<b>第4章</b>	<b>冷弯型钢设计要点</b>	<b>149</b>
4.1	介绍	150

4.2	冷弯型钢设计的特殊问题 .....	152
4.2.1	冷弯型钢的特性 (Dubina et al., 2012) .....	152
4.2.2	冷弯型钢设计中特有的问题 .....	154
4.3	截面强度 .....	161
4.3.1	概述 .....	161
4.3.2	翼缘翘曲 .....	162
4.3.3	剪力滞后 .....	163
4.3.4	薄壁型钢的截面屈曲模式 .....	164
4.3.5	根据 EN 1993-1-3 的抗局部屈曲和畸变屈曲设计 .....	173
4.4	杆件强度 .....	183
4.4.1	概述 .....	183
4.4.2	受压构件 .....	183
4.4.3	受弯构件的屈曲强度 .....	192
4.4.4	压弯构件的屈曲 .....	199
4.4.5	薄板约束梁 .....	207
4.5	连接 .....	211
4.5.1	概述 .....	211
4.5.2	冷弯型钢结构紧固技术 .....	212
4.5.3	连接的力学性能 .....	220
4.5.4	连接设计 .....	221
4.6	冷弯型钢结构的概念设计 .....	222
4.6.1	概述 .....	222
4.6.2	案例研究: 住宅和非住宅建筑的墙柱模块系统 (WSMS) .....	222
4.6.3	结语 .....	225
	参考文献 .....	227
<b>第 5 章</b>	<b>根据 EN 1998-1 进行钢结构抗震设计 .....</b>	<b>231</b>
5.1	概述 .....	232
5.2	性能要求和一致性准则 .....	232
5.3	地震作用 .....	233
5.4	建筑设计要求 .....	235
5.4.1	设计概念和延性分类 .....	235
5.4.2	分析方法和模型 .....	236
5.4.3	概念设计的基本原则 .....	239
5.4.4	损伤极限 (损坏限制) .....	239
5.5	钢结构设计标准和细部设计准则 .....	240
5.5.1	性能系数 .....	240
5.5.2	适用于所有结构类型的结构耗能性能的设计准则和细部构造规定 .....	243
5.5.3	抗弯框架的设计准则和详细规定 .....	244
5.5.4	中心支撑框架的设计准则和详细规定 .....	245

5.5.5	偏心支撑框架的设计准则和详细规定 .....	247
5.6	设计实例：多层抗弯框架建筑结构 .....	249
5.6.1	建筑概况 .....	249
5.6.2	设计作用 .....	251
5.6.3	计算模型和结构分析 .....	252
5.6.4	框架稳定性和二阶效应 .....	254
5.6.5	梁的设计和验算 .....	254
5.6.6	柱的设计和验算 .....	256
5.6.7	抗弯框架 (MRF) 的损伤极限验算 .....	257
5.7	设计实例：多层中心支撑框架建筑结构 .....	258
5.7.1	建筑概况 .....	258
5.7.2	设计作用 .....	259
5.7.3	计算模型和结构分析 .....	260
5.7.4	框架稳定性和二阶效应 .....	262
5.7.5	X 形中心支撑框架 (X-CBFs) 斜撑的设计和验算 .....	262
5.7.6	梁的设计和验算 .....	263
5.7.7	X 形中心支撑框架结构 (X-CBFs) 柱的设计和验算 .....	264
5.7.8	X 形中心支撑框架结构 (X-CBFs) 的损伤极限验算 .....	265
	参考文献 .....	265
<b>第 6 章</b>	<b>构件和连接的抗火</b> .....	<b>267</b>
6.1	概述 .....	268
6.2	热作用和力学作用 .....	270
6.2.1	热作用 .....	270
6.2.2	力学作用 .....	271
6.3	钢材的热性能和力学性能 .....	272
6.3.1	钢材的热性能 .....	272
6.3.2	钢材的力学性能 .....	272
6.4	钢构件的温度 .....	275
6.4.1	无保护的钢构件 .....	275
6.4.2	受保护的钢构件 .....	276
6.4.3	算例 .....	278
6.5	钢结构构件的抗火性能 .....	280
6.5.1	截面分类 .....	281
6.5.2	第 4 类截面构件 .....	282
6.5.3	临界温度的概念 .....	283
6.5.4	算例 .....	284
6.6	连接 .....	298
6.6.1	火灾中节点的温度 .....	298
6.6.2	高温下螺栓和焊缝的强度 .....	299

6.6.3 算例 .....	300
参考文献 .....	305
<b>第7章 钢结构及钢构件的可持续发展</b> .....	<b>307</b>
7.1 生命周期的观点 .....	308
7.2 建筑物生命周期评价 .....	308
7.2.1 一般方法与分析工具 .....	308
7.2.2 LCA 的标准框架 .....	309
7.2.3 建筑工程生命周期评价的欧洲标准 .....	316
7.3 钢结构的可持续性和生命周期评价 .....	321
7.3.1 钢材的生产 .....	321
7.3.2 回收利用材料的分配和模块 D .....	321
7.3.3 钢结构生命周期评价的数据和工具 .....	324
7.4 钢产品生命周期评价 .....	328
7.4.1 实例 .....	328
7.5 建筑钢结构的生命周期评价 .....	334
7.5.1 实例 .....	334
参考文献 .....	341
<b>附录 A 宏观部件的详细数据</b> .....	<b>345</b>
<b>附录 B 宏观部件的详细输出</b> .....	<b>349</b>

## 第1章

# 钢结构设计

## 1.1 定义和设计基础

### 1.1.1 引言

钢结构有许多独特的特性，这使其成为很多建筑应用中的理想方案。钢提供了无与伦比的施工速度和预制速度，从而降低了现场施工延期带来的经济风险。钢的固有性质使之在概念设计阶段有更大的自由空间，从而有助于实现更大的灵活性和更好的质量。因为其强度重量比高，钢结构能使结构使用面积最大化，而自身重量最小化，这进一步节约了成本。钢材的回收和再利用也意味着钢结构在降低建筑业对环境影响方面处于有利地位 (Simões da Silva 等, 2013)。

建筑业正面临着很大的转变，其直接原因是社会正在经历加速变化。全球化和更加激烈的竞争正在迫使建筑业放弃传统的做法和劳动密集的特点，而采取典型制造业的工业化做法，这进一步增强了钢结构的吸引力。

本章的目的是基于真实结构的详细设计实例，通过简要说明规范的各项条款，为 Eurocode 3 第 1-1 部分的使用提供设计指导。

### 1.1.2 规范和标准化

欧盟已经用了几十年时间（自 1975 年）来发展和统一结构设计规范，最终形成了一套欧洲的标准，称为欧洲规范 (Eurocodes)，并于最近得到各成员国的认可。

建筑产品规程规定了所有建设工程都必须满足的基本要求，即：①承载力和稳定性；②耐火性；③卫生、健康及环境要求；④使用安全；⑤防噪声；⑥节能和保温；⑦可持续性。通过以下 9 本欧洲结构规范来保证前两个要求，这 9 本欧洲结构规范由欧洲标准化委员会 (CEN) 技术委员会 (CEN/TC 250) 制定：

- 《EN 1990 欧洲规范：结构设计基础》；
- 《EN 1991 欧洲规范 1：结构上的作用》；
- 《EN 1992 欧洲规范 2：混凝土结构设计》；
- 《EN 1993 欧洲规范 3：钢结构设计》；
- 《EN 1994 欧洲规范 4：钢混组合结构设计》；
- 《EN 1995 欧洲规范 5：木结构设计》；
- 《EN 1996 欧洲规范 6：砌体结构设计》；
- 《EN 1997 欧洲规范 7：岩土工程设计》；
- 《EN 1998 欧洲规范 8：结构抗震设计》；
- 《EN 1999 欧洲规范 9：铝结构设计》。

每本欧洲规范都包含留给各个国家自主确定的条款。这些条款包括气候因素、地震分区、安全问题等，统称为国家确定参数 (NDP)。各成员国负责在每本欧洲规范的国家附录中规定国家自主化参数。

在结构建造中，单靠欧洲结构规范并不完备，还需要补充其他资料：

- 建筑制品（“产品标准”，目前约有 500 种）；
- 用来确定性能的试验（“试验标准”，目前约有 900 种）；
- 用于建造和安装结构的施工标准（“施工标准”）。

《EN 1993 欧洲规范 3：钢结构设计》（本文简称 EC3）分为以下几个部分：

- EN 1993-1 一般规定和对建筑结构的規定；
- EN 1993-2 钢桥；
- EN 1993-3 塔、桅杆和烟囱；
- EN 1993-4 筒仓、储罐和管道；
- EN 1993-5 桩；
- EN 1993-6 起重机支撑结构。

EN 1993-1，欧洲规范 3：钢结构设计——一般规定和对建筑结构的規定继续细分为以下 12 个部分：

- EN 1993-1-1 一般规定和对建筑结构的規定；
- EN 1993-1-2 结构防火设计；
- EN 1993-1-3 冷弯薄壁构件和薄板；
- EN 1993-1-4 不锈钢；
- EN 1993-1-5 板结构构件；
- EN 1993-1-6 壳结构的强度和稳定性；
- EN 1993-1-7 平板结构横向荷载下的强度和稳定性；
- EN 1993-1-8 节点设计；
- EN 1993-1-9 钢结构疲劳强度；
- EN 1993-1-10 钢的断裂韧性和贯穿厚度特性的选择；
- EN 1993-1-11 结构受拉钢构件的设计；
- EN 1993-1-12 高强度钢的补充規定。

规范 EC3 和一系列补充标准一起使用。钢结构施工标准 EN 1090-2 (2011) 保证了与规范 EC3 中设计假定相协调的施工质量。产品标准提供所用材料的固有特性，这反过来又必须符合试验标准中规定的质量控制程序。最后，规范 EC3 国家附录明确规定与作用、安全等级有关的国家参数，以及和设计方法有关的选择。

### 1.1.3 设计基础

#### 1.1.3.1 基本概念

EC3 的使用必须和下列规范相一致，包括《EN 1990 欧洲规范：结构设计基础》；《EN 1991 欧洲规范 1：结构上的作用》；《EN 1998 欧洲规范 8：结构抗震设计》和《EN 1997 欧洲规范 7：岩土工程设计》。

规范 EC3-1-1 的第 2 章对列入这些标准中的条例进行了介绍和补充。根据规范 EN 1990 的基本要求，一个结构的设计和施工必须达到其设计预期的使用要求，满足使用年限。这包括确保承载能力极限状态、正常使用极限状态和与耐久性相关（如腐蚀保护）的

条件达到要求。通过以下条件满足这些基本要求：①选择合适的材料；②对结构及其组件进行适当的设计和细节描述；③设计、执行和使用期间控制过程规范。

极限状态与设计状况有关，应考虑结构在什么情况下满足其功能要求。根据规范 EN 1990 (2002)，这些状况可能是：①持久设计状况（结构的正常使用情况）；②短暂设计状况（短暂状况）；③偶然设计状况（异常状况，如火灾或爆炸）；④地震设计状况。疲劳之类的时变效应应与结构的设计使用年限有关。

承载能力极限状态（ULS）对应危害人身安全的结构破坏状态，通常应考虑下列承载能力极限状态：结构作为刚体失去平衡、过度变形导致的破坏、结构或自成体系的某部分结构的转换、断裂、失稳和疲劳或其他时变效应引起的破坏。

正常使用极限状态（SLS）对应于超过具体使用条件的状态，如结构的功能、舒适度和外观不再满足要求；在钢结构中，通常考虑变形和振动极限状态。

一般情况下，通过规范 EN 1990 中第 6 章的分项系数法满足极限状态设计要求，也可用规范 EN 1990 附录 C 直接基于概率的设计方法。

在设计过程中，必须确定施加在结构上的荷载和正确定义材料的力学和几何性能。随后的各部分将描述这些内容。

根据规范 EN 1990 中第 5 章的总体要求，必须通过合理的结构分析得到设计状况下的荷载效应。

对于如下情况的结构设计：①没有计算模型可用；②使用大量相似的构件；③为了确认结构或组件的设计，规范 EN 1990（附录 D）允许使用试验辅助设计方法。然而，试验辅助设计结果应达到相关设计状况的可靠度水平要求。

### 1.1.3.2 基本变量

#### 1. 引言

结构的极限状态设计涉及的基本变量包括结构、结构构件和节点上的作用、材料性能和几何数据。

当使用分项系数法时，对于所有相关的设计状况，应验证设计模型中作用或作用效应和承载力取设计值时，没有超过相关的极限状态。

#### 2. 作用和环境的影响

结构上的作用可根据其随时间的变化进行分类：①永久作用（自重、固定设备等）；②可变作用（楼面荷载、风荷载、地震作用和雪荷载）；③偶然作用（爆炸或冲击荷载）。地震作用和雪荷载之类的某些作用可根据地理位置归类为可变或偶然作用。作用也可按以下情况进行分类：①起因（直接的或间接的）；②空间变化（固定的或自由的）；③性质（静态的或动态的）。

对于选定的设计状况，应根据规范 EN 1990 对临界荷载工况的各个作用进行组合。按作用的设计值进行荷载组合。作用设计值  $F_d$  由代表值  $F_{rep}$  得到，通常采用其特征值  $F_k$ ，考虑适当的分项安全系数  $\gamma_f$  通过下式确定：

$$F_d = \gamma_f F_{rep} \quad (1.1)$$

根据统计分布，作用（永久、可变或偶然作用）的特征值应为平均值、上下限或标准

值；对于可变作用，还要定义其他代表值：组合值、频遇值和准永久值，这些值由特征值分别通过系数  $\Psi_0$ 、 $\Psi_1$  和  $\Psi_2$  得到。这些系数根据作用和结构的类型定义。

作用的设计效应如内力（轴力、弯矩、剪力等）采用规范 EN 1990 相关章节规定的设计值和作用组合通过适当的分析得到。

环境因素可能会影响钢结构耐久性，所以应考虑材料的选择、表面保护和细部设计。

钢结构设计中所有作用的分类和取值，包括更具体的事例，如地震作用或火灾作用，应根据规范 EN 1990 和 EN 1991 的相关部分确定。

### 3. 材料性能

材料性能同样采用上限或下限特征值表示；当统计数据不充分时，用标准值作特征值。材料性能的设计值通过特征值除以适当的分项安全系数  $\gamma_M$  得到，分项安全系数  $\gamma_M$  由钢结构规范 EC 3 给出的每种材料的设计标准确定。分项安全系数  $\gamma_M$  的值可能依赖破坏模式而不同，在国家附录中规定。

在 EC3-1-1 中分项安全系数  $\gamma_{Mi}$  的建议值为： $\gamma_{M0}=1.00$ ， $\gamma_{M1}=1.00$ ， $\gamma_{M2}=1.25$ 。

材料性能的值应按规定条件下的标准试验确定。

如规范 EN 10020 (2000) 规定，所有的钢材根据不同的生产工艺和化学成分组成分成几个等级。在欧洲，热轧钢板或焊接用型材、螺栓连接或铆接结构的生产必须符合规范 EN 10025-1 (2004) 的要求。本欧洲规范的第一部分详述了热轧产品的总体技术和交货条件。如按规范 EN 10020 (2000) 中钢材主要质量等级的等级划分一类的具体要求在规范 EN 10025 第二至第六部分给出；这部分包括以下钢材的技术交付条件：非合金结构钢、正火/正火轧制的可焊接细晶粒结构钢、热轧的可焊接细晶粒结构钢、有改进大气作用的耐腐蚀性结构钢、淬火和回火条件下有高屈服强度的结构钢扁材。结构空心型材和管材必须严格符合规范 EN 10210 (2006) 和 EN 10219 (2006) 的要求。根据规范 EN 10025，钢产品应基于环境温度下的最小屈服强度进行等级划分，并根据规定的冲击能量划分钢材质量。规范 EN 10025 也详述了试验方法，包括样品的制备和试验试件，以验证与以前规范的相关性。

规范 EN 10025 中给出了热轧产品的主要材料规格要求：①由合适的物理或化学分析方法确定的化学成分；②力学性能：抗拉强度、屈服强度（或残余应变为 0.2% 时的应力）、断后伸长率和冲击强度；③技术性能，如可焊性、成形性、热镀锌的适用性和可加工性；④表面性能；⑤内部完整性；⑥尺寸、尺寸和形状公差、质量。

连接件如螺栓、螺母，一般由高强度钢制造，应与规范 EN 15048-1 (2007) 规定的非预加载连接或规范 EN 14399-1 (2005) 规定的预加载连接要求一致。

### 4. 几何数据

必须足够准确地确定结构及其部件的几何尺寸。几何数据应采用其特征值表示，或其设计值直接表示。几何数据的设计值，如用于确定作用效应和承载力的构件的尺寸，一般取标准值。然而，涉及尺寸和形状的几何数据必须符合适用标准的公差。

主要热轧产品有：工字型钢和 H 型钢、箱形钢、管状形钢、T 型钢、角钢、板等。也可获得由不同截面配置的焊接截面。通过冷轧过程可制造出多种多样的截面。