

欧洲土木工程建设标准体系介绍

李志明

(中国钢结构协会专家委员会, 北京 100088)

摘要:系统地阐述了欧洲土木工程建设标准体系的架构组成、第一代和第二代欧洲结构设计标准(Eurocodes)的发展历程、主要特点及创新内容。自1975年第一代Eurocodes启动以来,经过近40年的发展,已成为欧盟及多个非欧盟国家采用的权威性土木工程建设设计标准,该标准凭借其系统性、通用性和多样性等特点,适应了不同国家和地区的技术条件与市场需求。第二代Eurocodes在继承上一代标准的基础上,拓宽了应用范围,纳入了更多的高性能材料与设计方法,体系的创新性架构和内容更新,既反映了当前最新的技术水准与市场需求,也增强了用户友好性,并加强了标准的一致性。此外,第二代Eurocodes还包含了既有结构的鉴定评估与更新改造、气候变化影响和结构坚固性内容,体现了新一代标准与时俱进的特点。汲取欧洲工程建设标准体系的经验,对于改革与完善我国的工程建设标准体系、提升国际化水平,助力企业“走出去”、增强在全球市场上的核心竞争力,具有重要意义。

关键词:土木工程建设标准体系;欧洲标准化委员会(CEN);欧洲结构设计标准;第二代Eurocodes

0 引言

由欧洲标准化委员会(CEN)主持制定的欧洲土木工程建设系列标准,其内容涵盖了土木工程设计标准(Eurocodes)、工程和建筑产品标准(European Product Standards)、欧洲检测检验标准(European Testing Standards)及欧洲施工建造标准(European Executive Standards)等,是一套具有完整体系、涉及面广的国际化土木工程建设标准。

欧洲土木工程建设标准体系充分吸收了欧盟各成员国的工程实践经验,凝聚了国际上众多工程技术人员与学术机构的学者、专家的最新科研成果,该标准体系不仅在欧洲范围内被广泛采用,而且在全球范围内也得到了很高的认可度和不同程度的实施,充分显示了它在土木工程建设领域中的国际前沿地位和影响力。

1 欧洲土木工程建设标准体系概述

欧洲土木工程建设标准体系主要由欧洲设计标准(Eurocodes)、欧洲工程建设材料/产品标准(约500余项)、欧洲检测检验标准(约700余项)、欧洲施工建造标准以及由欧洲技术评审组织(EOTA)制定

的170余项“欧洲技术评估(European Technical Assessment, ETA)”及“欧洲技术批准指南(European Technical Approval Guidelines, ETAGs)”等组成,对于那些未被列入Eurocodes国别附录(National Annexes, NAs)条款、但对使用Eurocodes起到配合和支撑作用的内容,则以“非冲突性补充信息(Non-contradictory Complementary Information, NCCI)”的形式发布,以作为Eurocodes条款内容的重要补充。在充分考虑了用户的使用体验和要求,以及科研和学术机构反馈意见的基础上,构成了完整的欧洲土木工程建设标准体系。该标准体系的组成及相互关系如图1所示。

1) 欧洲土木工程结构设计标准(Eurocodes)^[1]。这是一套用于建筑和土木工程结构设计的综合性标准,包括了设计原则、对结构的作用、岩土工程和结构设计等规定。这些标准适用于混凝土、钢材、钢与混凝土组合材料、木材、砖石以及铝材等所有主要建筑材料。第一代Eurocodes(EN 1990~EN

作者:李志明,教授级高级工程师,主要从事中外工程建设标准研究和比较工作等。

Email:zhiming_lee@163.com

收稿日期:2025-05-13

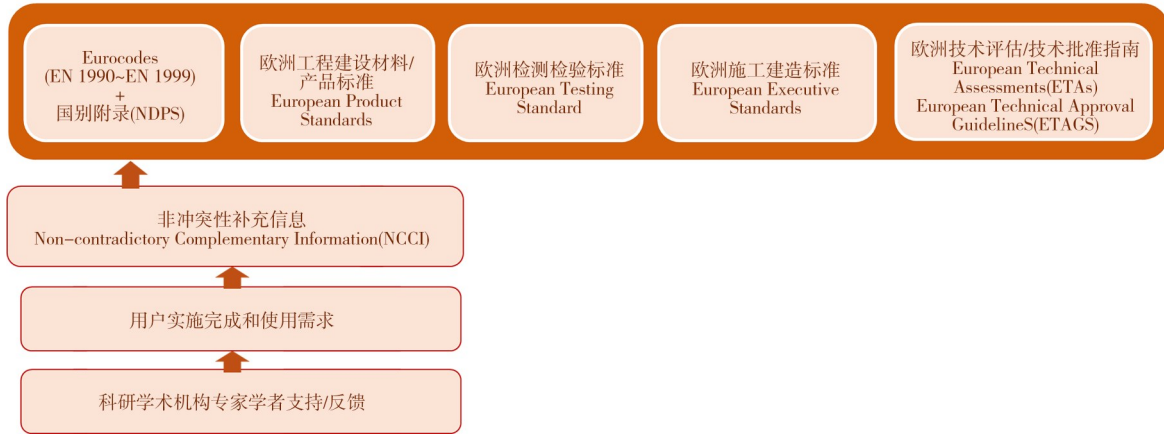


图1 欧洲土木工程建设标准体系构成

Fig. 1 Composition of the European civil engineering construction standard system

1999)共分10卷58个分册,在下一代Eurocodes中所涉及的结构类型和材料种类将会有较大的扩展。

2) 欧洲工程建设材料/产品标准(European Product Standards)^[2]。这些标准规定了材料/产品的技术规格、性能等级和检验方法等要素,并对产品的工厂生产和质量控制、所需的测试/计算方法等提出了明确的要求,如:EN 206 *Concrete: Specification, Performance, Production and Conformity*; EN 10155 *Structural Steels with Improved Atmospheric Corrosion Resistance*; EN 10025-1 *Hot Rolled Products of Structural Steels-Part 1: General Technical Delivery Conditions*。

3) 欧洲检测检验标准(European Test Standards)^[3]。这些标准是用于确定符合Eurocodes要求的建筑物和其他土木工程结构所需材料和产品性能的测试方法,以确保它们满足特定的性能要求。包括对混凝土、金属材料、砖石和木材的检测检验,以及无损检测方法和材料耐火性能测试方法标准等,如EN 13791 *Testing Concrete*, EN 10002 *Metallic Materials: Tensile Testing*, EN 10045 *Metallic Materials: Charpy Impact Test*, EN 571 *Non-Destructive Testing-Penetrant Testing*。

4) 欧洲施工建造标准(European Executive Standards)^[4]。这些标准涉及了混凝土、钢结构和铝结构等在施工过程中的具体操作和执行要求,以及特殊岩土工程和土样的实验室与现场测试标准等,以确保施工质量和安全性,如CEN-EN 13670 *Execution of Concrete Structures*, EN 1090 *Execution of Steel Structures: Technical Requirements*, EN 1536 *Execution of Special Geo-Technical work: Bored Piles*。

5) 欧洲技术评估(European Technical Assessment, ETA)^[5]。是对非标工程建设产品的基本性能进行评估的程序文件,其法律依据是欧洲建筑产品法规EU No 305/2011 *Construction Products Regulation*^[6]中的相关规定。ETAs的主要内容包括产品的预期用途和基本性能特征信息,所提供的产品性能信息基于统一的技术规定,即欧洲评估文件(European Assessment Documents, EADs),在整个欧洲具有可比性。技术评估应由具有相应技术能力和独立性的指定评审机构进行,并独立提供一项可在整个欧洲范围内实施的技术文件。ETAs为未被或未完全被欧洲协调标准(European Harmonised Standards, hENs)覆盖的产品提供了获得CE标志的途径。产品制造商可以通过自愿申请ETA认证,以使其产品能够在欧洲内部市场上自由销售。

6) 欧洲技术批准指南(European Technical Approval Guidelines, ETAGs)^[7]。该文件可作为工程建设产品指令89/106/EEC(CPD)[Construction Products Directive 89/106/EEC(CPD)]下的通用批准指南。2013年,CPD已被工程建设产品法规(EU) No 305/2011(CPR)取代,按CPR第66条的规定,ETAGs可作为“欧洲评估文件(EADs)”使用。

7) 非冲突性补充信息(Non-contradictory Complementary Information, NCCI)^[8]。为了便于Eurocodes的有效实施,在其“国别附录”中可以直接或通过参考引用的方式引入NCCI,但前提是它不得改变Eurocodes的任何规定。英国有关钢结构和钢-混组合结构的NCCI资料发布在<https://portal.steel-sci.com/documents.html>上。在欧盟内部获得认可的其他NCCI资料,由欧盟委员会联合研究中心(EC

Joint Research Centre, JRC) 发布在 <http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/上>。

8) CEN 发布的标准化文件主要有以下几种类型。

a. 欧洲标准 (European Standards, ENs)。

b. 欧洲暂行标准 (European Draft Norm, ENVs): 为应对快速的技术发展或急需标准的市场需求而编制的临时性标准,在此期间,可以和与之冲突的成员国标准平行存在,一旦正式技术标准获得通过和批准,该 ENV 即被撤消。

c. 欧洲协调标准 (hENs): 是由公认的欧洲标准化组织 CEN 制定的欧洲标准。制造商、其他运营商或合格的评定机构可以使用协调标准来证明产品、服务或过程符合相关的欧盟法规。

d. 协调文件 (Harmonization Documents, HDs): 在制定的欧洲标准中,当无法避免其内容与成员国标准有冲突时,应撤销在成员国层面发布的规范性文件(即与之有冲突的成员国标准),此外,HDs 还可以作为制定技术规定 (TSs) 的基础。

e. 技术规定 (CEN/TS Technical Specifications, TSs): 当在成员国层面提供和发布的规范性文件(即成员国标准)与这些技术规定有冲突时,允许在最长为 6 a 的共存期内,继续使用各成员国标准。

f. 技术报告 (CEN Technical Reports, TRs): 提供有关标准工作技术内容信息的文件。

g. 研讨会协议 (CEN Workshop Agreements, CWAs): 是一种为快速响应在新兴或快速变化技术领域里的市场需求,在成员国层面提出的非正式的标准化成果,经 CEN 研讨会开发和批准的技术文件。与之冲突的成员国标准允许继续使用的最长共存期为 3 a,但不得与欧洲标准 (ENs) 与协调文件 (HDs) 相冲突。

h. 工作指南 (CEN Guides, CGs): 是 CEN 提供的关于标准化原则和政策的指导参考文件,帮助标准起草者制定标准。这些指南是非强制性的。

i. CEN 报告 (CEN Reports, CRs): 未来可能转换为技术规定 (TSs) 的文件。

j. EN 预标准 (Preliminary European Norms, prENs): 在正式成为欧洲标准 (EN) 前尚处于技术验证或公开征询意见的草案阶段的标准文件。

2 第一代 Eurocodes 简介

2.1 发展历程

1) 1975 年,为协调欧洲各国的技术条件并消除统一市场内部的贸易技术壁垒,欧洲经济共同体委员会 (EEC) 决定以《欧洲经济共同体条约》(亦称《罗马条约》) 的第 95 条款为基础,实施一项在建筑领域内的行动计划。

2) 1989 年欧洲经济共同体委员会 (EEC) 与欧洲自由贸易联盟 (EFTA) 的成员国决定在与欧洲标准化委员会 (CEN) 达成协议的基础上,以一系列授权的方式由 CEN 承担 Eurocodes 的筹备与出版事务,EEC 颁布了《关于统一成员国建设产品的法律、法规和管理条例的指令》(89/106 / EEC),以此作为编制的法律依据,并确定由 CEN 下属的 CEN/TC250 技术委员会制定并出版 Eurocodes。

3) 1990 年开始 Eurocodes 暂行标准 (ENVs) 的编制工作。1992 年起,陆续出版了 9 卷 57 个分册的 ENVs。

4) 1998 年,开始将 ENVs 逐步转化为 Eurocodes (ENs) 或 Eurocodes 草案版即 Eurocodes 预标准 (prENs)。

5) 至 2006 年,历时近 10 年,最终发布并出版了共 10 卷 58 个分册的第一代 Eurocodes^[9-10]。在最长为 3 a 的共存期内,欧盟各成员国的国家标准可以与 Eurocodes 平行使用,各成员国以其标准主体实施 Eurocodes 的期限最长为 5 a。

6) 2010 年,与 Eurocodes 相矛盾的各欧盟成员国的国家标准废止,至此, Eurocodes 正式替代了所有欧盟成员国的原国家标准。

7) 至 2010 年,已有 31 个欧盟 (EU)/欧洲自由贸易联盟 (EFTA) 成员国和英国采用了 Eurocodes,有 9 个国家[这些国家的标准化机构 (NSB) 已成为 CEN 的正式成员]采用了或正在采用 Eurocodes,有 13 个在 CEN 中具有其他附属地位的国家也采用了或正在采用 Eurocodes。另有 36 个国家已表示有兴趣采用 Eurocodes。

2.2 主要特点

Eurocodes 采用了大土木的宽泛定义,其系统性、通用性、多样性、一致性和规范化是 Eurocodes 所具有的关键特征。

1) 适用大部分土木工程结构领域:包括结构设计基本理论、荷载作用、抗火设计、岩土工程、工程抗震等工程领域。

2) 应用对象广泛:包括建筑结构、土木工程结

构(如桥梁、道路、隧涵等)、特种结构(如塔桅、储仓、烟囱及管线等)。可应用于新建结构和既有结构,也可应用于不同使用寿命要求的永久性结构和临时性结构。

3)涉及几乎所有主要的工程建设材料:包括混凝土、钢材、木材、砌体(圬工)和铝材等,在第二代的 Eurocodes 中增加了结构用玻璃、碳纤维(FRP)、结构用膜等新型及高性能工程建设材料的内容。

4)同一性和多样性:由于采用 Eurocodes 的成员国较多,覆盖地区很大,各个成员国的具体情况并不相同,考虑到标准的同一性,Eurocode 针对每个系数会给出相应的推荐值;同时每个成员国可以在“国别附录”(National Annexes)中根据其本国的安全度水准要求,对某些系数和条款给出自己的取值,兼顾了多样性。

5)高度一致性和规范化:为了便于各个成员国使用,CEN 发布 Eurocodes 时,同时提供了 3 种文字

(英文、法文、德文)的官方文本,文本包括欧盟前言(European Foreword)、标准正文及附录(Annexes),CEN 提供统一的封面页及 CEN 标题页,各成员国的标准化机构[如英国标准化协会(BSI)、法国标准化协会(AFNOR)、德国标准化协会(DIN)、意大利标准化协会(UNI)、荷兰标准化协会(NEN)等]在对文本不做任何变更的前提下负责将官方版文本翻译成本国语言,各成员国可在文本前添加成员国的标题页及由成员国撰写的“国别序言”(National Foreword),并在标准末尾加上成员国的“国别附录”(National Annex,NA),再冠以成员国的特定前缀后则可作为成员国的国家标准发布、出版并予以实施。

2.3 组织架构

1)第一代 Eurocodes 分为 10 卷 58 个分册(Parts),采用了依逻辑排列的组织架构,见图 2。

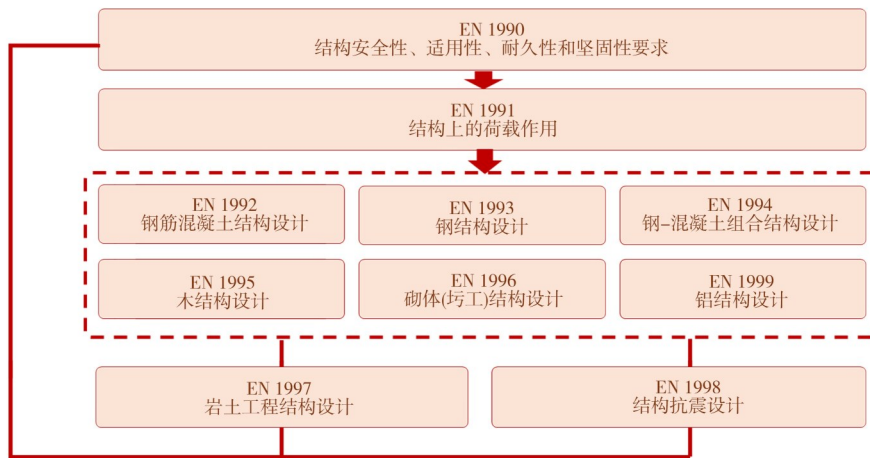


图 2 Eurocodes 中各分册的排列顺序

Fig. 2 Arrangement order of each part in Eurocodes

2) EN 1990 (“结构设计基础”卷)是 EN 1991~EN 1999 的指导性“设计基础”文件:

a. Eurocode 1990 确定了结构(包括土工结构)设计的通用准则和要求,是结构设计和验证的基础。该标准定义了荷载作用、荷载作用组合和安全系数,以确保结构在其整个生命周期内的安全性、适用性、牢固性、耐久性、抗火性能。

b. EN 1990 与 EN 1991~EN 1999 各卷配合使用。

c. EN 1990“设计基础”是适用于不同的结构类型和各种工程建设材料的通用性规定,而针对某一

类型结构或某一种建筑材料的专门规定,则会在其他各卷中做出具体说明。

d. EN 1990 适用于永久结构或临时结构的设计,也适用于在施工阶段的结构设计,还适用于对既有结构的鉴定评估,并可进一步用于结构改造或改变建筑物使用功能时的更新改造设计。

3)EN 1991(“荷载作用”卷)提供了有关建筑和其他土木工程设计中作用于结构(包括土工结构)上的荷载作用信息。EN 1991 应与 EN 1992~EN 1999 相结合,用于建筑物和其他土木工程的结构设计。

4)EN 1992~EN 1996 及 EN 1999 (“与特定建筑材料相关的结构设计”卷)中包括了钢筋混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构、木结构、砌体(圬工)结构及铝结构等与特定建筑材料相关的结构设计内容。

5)EN 1997(“岩土工程设计”卷)主要涉及基于实验室和现场试验的岩土工程设计通则。

6)EN 1998(“结构抗震设计”卷),其组成包括“设计通则和地震作用以及关于房屋建筑物的规定”“桥梁抗震设计”“建筑物的抗震鉴定和加固规

定”“筒仓、储罐及管道抗震设计”“基础、挡土结构及岩土工程抗震设计”和“塔器、桅杆及烟囱的抗震设计”等6个分册。

7)Eurocodes 的各卷(除 EN 1990 外)均分为若干分册,各设计卷中分册按以下顺序排列:“第1-1分册(PART 1-1)设计通则和关于建筑物的设计规定”“第1-2分册(PART 1-2)结构抗火设计”“第2分册(PART 2)桥梁”“第3分册(PART 3)其他构筑物”,诸如塔器、烟囱、筒仓及储罐分册等。图3所示即为 Eurocodes 中各分册的排列顺序。



图3 Eurocodes 中各分册的排列顺序
Fig. 3 Arrangement order of each part in Eurocodes

8)Eurocodes 各卷采用了依逻辑排列的组织架构,这种架构的主要特点是同一规定的条款内容不会在其他卷/分册中重复,即相关的参数和特性值只会在 Eurocodes 的某一卷/分册中出现,以保证 Eurocodes 的一致性。这种排列在理论上有其合理性,但亦给工程设计中的实际应用带来一定的难度,如在进行钢结构工程项目设计时,就需要使用 EN 1990 (设计基础卷)、EN 1991(荷载作用卷)、EN 1993(钢

结构设计卷)、EN 1997(岩土工程设计卷)及 EN 1998(结构抗震设计卷)等各卷 Eurocodes 中相关分册的条款。

2.4 篇章格式

1)Eurocodes 的各卷及其分册均由成员国“标题页”、成员国“国别序言”、CEN 标题页、标准正文、标准附录及成员国“国别附录”等6个部分组成,其篇章排列如图4所示。

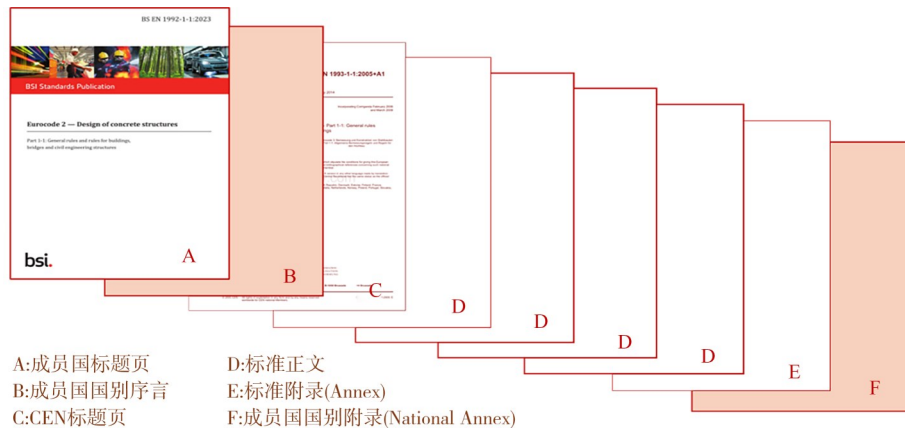


图4 Eurocodes 的篇章组成及排列
Fig. 4 Composition and arrangement of the chapters in Eurocodes

Eurocodes(所有卷及其各分册)的章节组织和排列顺序采用了统一的“模板”,以提高 Eurocodes 的

使用清晰度、用户使用的友好性和简化参考文献的交叉引用。

2)Eurocodes正文中的两种条款:

a. “原则性(强制性)规定条款(Principle Rules)”为对结构性能基本要求的描述,是必须予以满足的强制性规定条款。在第一代Eurocodes中采用了在条款正文前冠以“(*)P”形式的标识(*为节、条、款号)。在第二代Eurocodes中已取消上述表示强制性规定条款的标识方式,改为使用助动词“shall(应、应该)”来描述标准的条款。

b. “应用性(非强制性)规定条款(Application Rules)”为对于满足“原则性规定”前提下所允许采用的途径和方法的描述,使用助动词“should(宜)、can(能/可能)、may(可/可以)”描述的条款,属于非强制性规定的条款。

3)Eurocodes的附录(Annexes):规范性附录(Normative Annex)和资料性附录(Informative Annex)两类。

4)国别确定参数(NDPs)。在Eurocodes(全部卷/分册)的“前言(或引言)”部分中,将明确指出在标准EN 199x-x-x中需要规定成员国提供“国别附录”的条款号,各成员国在运用这些条款时,应充分考虑国别间关于结构安全度以及地理、气象条件等因素上的差异,并在“国别附录”中确定对这些参数信息进行“国别选择”(National choice)。通常“国别确定参数(NDPs)”涵盖以下内容:

a. 当Eurocodes中给出备选方法时,其所对应的数值/等级;

b. 当Eurocodes中仅给出符号时,该符号所对应的取值;

c. 特定于成员国的地理、气象等方面的数据,如风压、雪荷载分布等;

d. 有关在使用Eurocodes中提供的备选方法时应遵循的相应规定;

e. 关于使用资料性附录的相关规定;

f. 帮助用户正确使用Eurocodes的非冲突性补充信息(NCCI)。

3 第二代Eurocodes

3.1 总体目标

第二代Eurocodes针对现行Eurocodes系列标准予以改进,扩大了Eurocodes的应用范围,通过引入新方法、高性能材料以及满足新的市场需求,确保Eurocodes能达到最新的水准。其预期的研发总体目标为:

1)反映最新的技术水平和市场需求,推动各相

关方进一步协调配合,在不降低标准适用性的前提下,提升用户使用的友好性;

2)新增“既有结构的鉴定评估和更新改造”的相关标准;

3)新增EN 19100“玻璃结构设计”卷系列标准;

4)推进“纤维增强复合材料(FRP)结构”“张拉膜结构”和相应的CEN技术规定(CEN/TS)的预标准(pre-Standards)制定工作;

5)纳入“气候变化影响”的要求;

6)强化对结构“坚固性(Robustness)”的要求;

7)对标准中常用计算分析式作必要的简化处理,提升标准的易用性;

8)适当减少国别确定参数(NDPs)的数量,以增加标准一致性。

3.2 创新架构

为了达成第二代Eurocodes的总体目标,CEN/TC 250技术委员会与来自学术界、设计机构、行业协会的诸多利益攸关方,包括专家、学者及工程师展开了广泛且深入的合作,在欧盟委员会(EC)及其联合研究中心(JRC)的支持下,开展了针对第一代Eurocodes实施全面评估并广泛开展意见征询工作,同时有序执行了一系列优先级的重要行动,以此推动Eurocodes在成员国国家层面的实施。此外,通过对现有标准的修改、增补和更新,以及新标准的编制与开发工作,充分满足技术创新、研究成果推广和市场的发展需求。

第二代Eurocodes的编制工作涉及了CEN/TC 250技术委员会下属的11个分技术委员会(SCs),5个工作组(WGs),2个跨领域的横向工作组(HGs)及77项独立的任务,参与开发第二代Eurocodes工作的专家学者人数逾千。

截至2025年1月,第二代Eurocodes已更新并发展形成了全新的组织架构,涵盖了13个“设计卷”76个分册,达到了CEN/TC 250的预期总体目标。第二代Eurocodes的创新架构和各“设计卷”的关系如图5所示。

在第二代Eurocodes中,其章节构成及表述内容均有相应的变化,表1中列出了两代Eurocodes的章节构成比较(表中以红色标注的文字为修改的部分)。删去了第一代Eurocodes“前言”中的Eurocode编制计划的背景阐述、Eurocodes的地位和应用领域的说明,以及Eurocodes与欧洲产品统一技术标准之间的联系等相关内容。同时,将“EN 199x-x-x中需要规定成员国提供‘国别附录’的条款”转移至“0引

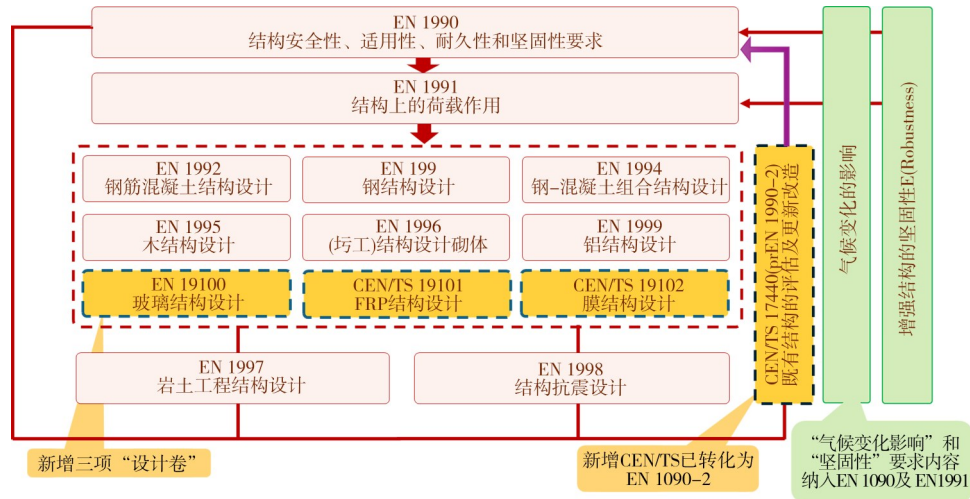


图5 第二代 Eurocodes 的创新架构

Fig. 5 Innovative framework of the second-generation Eurocodes

表 1 第二代 Eurocodes 章节组成及其名称的变化

Table 1 Changes in the chapter composition and titles of the second-generation Eurocodes

第一代 Eurocodes	第一代章节号	第二代章节号	第二代 Eurocodes
Foreword(前言)			European foreword(欧盟前言)
Eurocode 的编制背景			由 CEN/TC 250“结构标准”技术委员会编写
Eurocodes 的应用范围和现状			在 2027 年 9 月之前以出版相同文本的方式或通过认可的方式成为成员国国家标准,最迟应在 2028 年 3 月之前废除与之相冲突的各成员国国家标准
Eurocodes 和产品统一技术规定之间的联系			专利事项
EN 199X 的特殊信息资料			对第一代 Eurocodes 的主要修订内容
EN199X-X-X 的国别附录			
		0	Introduction(引言)
		0.1	Introduction to the Eurocodes
		0.2	Introduction to EN 199X
		0.3	Introduction to EN 199X-X-X
		0.4	Verbal forms used in the Eurocodes
		0.5	National Annex for EN 199X-X-X(EN 199X-X-X 中“国别附录”条款)
General(总则)	1	1	Scope(适用范围)
		2	Normative references(规范性引用文件)
		3	Terms, definitions and symbols(术语、定义和符号)
Basis of design(设计基础)	2	4	Basis of design(设计基础)
Material(材料)	3	5	Material(材料)
Durability(耐久性)	4	6	Durability(耐久性)
Structural analysis(结构分析)	5	7	Structural analysis(结构分析)
Ultimate limit states(承载力极限状态)	6	8	Ultimate limit states(承载力极限状态)
Serviceability limit states(正常使用极限状态)	7	9	Serviceability limit states(正常使用极限状态)
***** (其他后续章节可能会涉及构造、连接、施工和通过试验的辅助设计等)	8	10	***** (其他后续章节可能会涉及构造、连接、施工和通过试验的辅助设计等)
Annex A(规范性或资料性附录)			Annex A(规范性或资料性附录)
Annex B(规范性或资料性附录)			Annex B(规范性或资料性附录)

言”章中;增添了“对第一代 Eurocodes 的主要修订内容”;增设了“0 引言”章,其中新增了“0.4 Verbal forms used in the Eurocodes[在 Eurocodes 中 4 个助动词(如 shall、should、can、may)的使用方法]”;对第一代 Eurocodes 中“总则”一章的内容进行拆分处理,具体拆分为“1 适用范围”“2 规范性引用文件”“3 术语、定义和符号”三章。

3.3 开发进程

1) 2010 年 5 月 19 日,EC 正式向 CEN 发出 M/466 EC 任务指令^[11],该指令的核心内容是推动 Eurocodes 的进一步发展,对第一代 Eurocodes 展开全面评估和征询工作。同时,制定了一系列优先级行动,来促进 Eurocodes 在成员国国家层面的实施,通过对第一代 Eurocodes 标准的修改与必要的增补,并积极开发新标准,以满足技术创新、科研和市场的发展需求。

2) 2012 年 12 月,EC 正式向 CEN 发出 M/515 EN 任务指令^[12],要求对“现有的(第一代)Eurocodes 进行修订改进,并扩展其应用范围”。

3) 2013 年 5 月,CEN 下属的 CEN/TC 250 技术委

员会针对 M/515 EN 任务指令要求做出响应,并发布了 CEN/TC 250 N993《迈向第二代 EN Eurocodes》的发展工作方案^[13]。

4) 为实现对各项任务之间的相互依赖和协调关系的有效管理,在 CEN/TC 250 技术委员会的工作方案中,将第一代 Eurocodes 的修编工作分成了 4 个递进(但彼此间相互重叠)的阶段^[14]。各阶段的起始时间点分别为 2015、2017、2018、2021(2024)年。

a. 第一阶段自 2015 年启动,历时 3a,于 2018 年结束。该阶段的核心工作任务是对 EN 1990 的更新和修编,EN 1990 标准作为其他各卷(即 EN 1991~EN 1999)修编更新的重要基础和前提,在各卷之间发挥着总体协调的关键作用。第二代 EN 1990:2023(E)已于 2023 年正式发布出版;

b. 第二阶段于 2017 年开始,持续时长为 3 a;

c. 第三/四阶段于 2018 年起启动,预计各卷/分册的相应标准将会依据编制情况分别于 2021—2026 年间相继完成,目前修编工作仍在持续推进之中。图 6 为两代 Eurocodes 的开发时间节点及发展时间线。

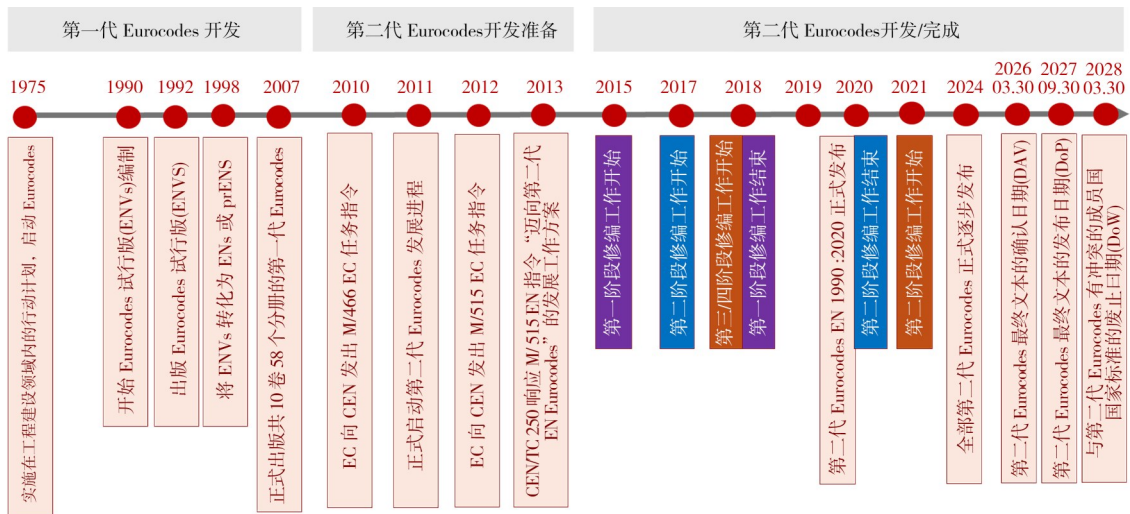


图 6 两代 Eurocodes 开发时间节点及发展的时间线

Fig. 6 Timeline and development milestones of the two generations of Eurocodes

5) 第二代 Eurocodes 各卷/分册的最终官方语言版本将在正式投票后,会尽快分发至各成员国的国家标准化机构(NSBs)。

第二代 Eurocodes 最终文本的投票表决及确认日期(DAV)、发布日期(DoP),以及与第二代 Eurocodes 有冲突的成员国标准的废止日期(DoW)等时间节点^[15]分别为:

a. 投票表决及确认日期(DAV)最迟不晚于

2026 年 3 月 30 日;

b. 第二代 Eurocodes 的发布日期(DoP)为 2027 年 9 月 30 日;

c. 与第二代 Eurocodes 有冲突的成员国国家标准的废止日期(DoW)为 2028 年 3 月 30 日。

6) 至 2025 年 1 月,CEN/TC250 已完成对第一代 Eurocodes 的全面应用评估,并对第二代 Eurocodes 进行了更新和开发,预计发布和出版的第二代 Euro-

codes 标准总数将达到 13 个“设计卷”76 项分册。

7)表 2^[16-18]中详细列出了第二代 Eurocodes 的 13 卷 84 个分册(包括 3 项“已取消”的和 5 项“已/拟转化”的标准)的标准编号、各分册的名称(表中分册名称的中文译文仅供参考)、标准编制状态、最新进展和预计的出版日期等主要内容。对表中所涉及的 5 种标准编制状态分别说明如下。

a. “已完成”状态:指标准修编工作或新标准编制工作已结束,且已通过投票批准程序,并完成了正式发布和出版事宜的状态,此类标准共计 37 项;

b. “待批准”状态:表示审查征询工作已全部完成,且已将草案的最终版(FV)提交至管理委员会(CMC)进行最终确定,处于待投票批准的预标准状

态,此类标准数量为 34 项;

c. “草案编制中”状态:是指原标准的审查质询程序已完成,目前尚处于新标准草案的编制状态,此类标准数量为 5 项,如 prEN 1993-1-12 rev;

d. “已/拟转化为×××状态:在技术规定文件(CEN/TS)得到确认后,已转化为 EN 预标准并进入审查质询或“待批准”环节的状态,此类标准数量为 5 项,如技术规定 CEN/TS 17440: 2020 已转化为 prEN1990-2: 2024;

e. “已取消”状态:投票未获通过,编制新标准的建议已被拒绝,此类标准共计为 3 项,如 prCEN/TS 1993-1-801 等。

表 2 第二代 Eurocodes 各卷/分册的编制进展

Table 2 Compilation progress of volumes/parts in the second-generation Eurocodes

第二代 Eurocodes 卷/分册编号	第二代 Eurocodes 分册名称	标准状态	开始日期	最新进展	出版日期
EN 1990 《结构和岩土工程设计基础》(3 项分册,1 项已转化)					
EN 1990:2023	Basis of Structural and Geotechnical Design《结构和岩土 工程设计基础》	已完成	2023.03	2023.03	
EN 1990-1:2023/prA1:2024	Basis of Structural and Geotechnical Design-Part 1:New Structures《结构和岩土工程设计基础:新建结构》	待批准	2023.07	2024.07	2025.04
prEN 1990-2:2024	Basis of Structural and Geotechnical Design-Part 2: Assessment of Existing Structures《结构和岩土工程设计基 础:既有结构的鉴定评估和处理》	待批准	2023.07	2024.07	2025.10
CEN/TS 17440:2020	Assessment and Retrofitting of Existing Structures《既有结 构的鉴定评估和加固改造》	已转化为 prEN1990-2		2020.07	2020.05
EN 1991 《结构上的荷载作用》(12 项分册)					
EN 1991-1-1:2025	General Actions-Specific Weight of Materials, Self-Weight of Construction Works and Imposed Loads for Buildings 《一般作用-材料比重、建筑工程自重和作用于结构的附 加荷载》	已完成	2022.05	2024.12	2024.05
EN 1991-1-2:2024	Actions on Structures Exposed to Fire《对受火结构的荷载 作用》	已完成	—	2024.03	2024.03
EN 1991-1-3:2025	General Actions-Snow Loads《雪荷载》	已完成	2022.05	2024.12	2025.02
prEN 1991-1-4:2024	Wind Actions《风荷载》	待批准	2022.06	2024.07	2025.06
EN 1991-1-5:2025	General Actions-Thermal actions《热作用》	已完成	2022.06	2024.12	2025.02
prEN 1991-1-6:2024	Actions During Execution《施工荷载作用》	待批准	2022.06	2024.07	2025.06
prEN 1991-1-7:2023	Accidental Actions《偶然作用》	待批准	2022.06	2024.11	2025.08
prEN 1991-1-8:2024	Actions From Waves and Currents on Coastal Structures 《海浪和洋流对近海结构的作用》	已完成	2022.06	2024.07	2024.09
EN 1991-1-9:2025	General Actions-Atmospheric Icing《一般作用-裹冰荷载》	已完成	2022.06	2024.12	2025.02
EN 1991-2:2023	Traffic Loads on Bridges and Other Civil Engineering Works《作用于桥梁和其他土木工程交通荷载》	已完成	—	2023.11	2023.11
prEN 1991-3:2024	Actions iInduced by Cranes and Machines《由起重机及机 械产生的作用》	待批准	2023.05	2024.07	2026.05

续表

第二代 Eurocodes 卷/分册编号	第二代 Eurocodes 分册名称	标准状态	开始日期	最新进展	出版日期
prEN 1991-4:2024	<i>Silos and Tanks</i> 《筒仓和储罐》	待批准	2022.06	2024.07	2025.06
EN 1992 混凝土结构设计(3项分册)					
EN 1992-1-1:2023	<i>General Rules and Rules for Buildings, Bridges and Civil Engineering Structures</i> 《混凝土结构设计通则和关于房屋建筑物、桥梁及土木工程结构的规定》	已完成	—	—	2023.11
EN 1992-1-2:2023	<i>Structural Fire Design</i> 《结构抗火设计》	已完成	—	2023.07	2023.11
prEN 1992-4 rev	<i>Design of Fastenings for Use in Concrete</i>	草案编制中	2024.06	2024.11	2026.04
EN 1993 钢结构设计(23项分册,3项取消)					
EN 1993-1-1:2022	<i>General Rules and Rules for Buildings</i> 《钢结构设计通则和关于房屋建筑物的规定》	已完成	—	2022.11	2022.11
EN 1993-1-2:2024	<i>Structural Fire Design</i> 《钢结构抗火设计》	已完成	—	2024.03	2024.05
EN 1993-1-3:2024	<i>Cold-Formed Members and Sheet piling</i> 《冷成型构件和压型钢板设计》	已完成	—	2024.03	2024.05
EN 1993-1-4:2025	<i>Stainless Steel Structures</i> 《不锈钢结构设计》	已完成	2019.06	2024.12	2025.03
EN 1993-1-5:2024	<i>Plated Structural Elements</i> 《板式结构的部件设计》	已完成	—	2024.03	2024.03
EN 1993-1-6:2025	<i>Strength and Stability of Shell Structures</i> 《钢壳体结构的承载力和稳定》	已完成	2021.09	2024.12	2025.06
EN 1993-1-7:2025	<i>Plate Assemblies with Elements Under Transverse Loads</i> 《带有承受平面外荷载作用板件的组件设计》	已完成	2021.09	2024.12	2025.03
EN 1993-1-8:2024	<i>Joints</i> 《连接设计》	已完成	—	2024.03	2024.03
prCEN/TS 1993-1-801	<i>Hollow Section Joint Design According to the Component Method</i> 《中空型材连接节点设计的替代方法》	已取消	—	2024.11	—
EN 1993-1-9:2025	<i>Fatigue</i> 《疲劳强度》	已完成	2019.06	2024.12	2025.03
prCEN/TS 1993-1-901	<i>Fatigue Design of Orthotropic Bridge Decks with the Hot Spot Stress Method</i> 《正交各向异性桥面疲劳设计的热点应力法》	已取消(投票未通过)	—	2024.01	—
EN 1993-1-10:2025	<i>Material Toughness and Through-Thickness Properties</i> 《材料韧性和厚度方向性能》	已完成	2019.06	2024.12	2025.03
prEN 1993-1-11:2024	<i>Tension Components</i> 《张力部件设计》	待批准	2019.06	2024.07	—
prEN 1993-1-12 rev	<i>“Additional Rules for Steel Grades Up to S960” to be Revised</i> 《关于 S960 及以下强度等级钢材的补充规定》	草案编制中	2018.05	—	—
EN 1993-1-13:2024	<i>Steel Beams with Large Web Openings</i> 《腹板有大开口的钢梁设计》	已完成	—	2024.03	2024.03
prEN 1993-1-14:2023	<i>Design Assisted by Finite Element Analysis</i> 《有限元分析辅助设计》	待批准	2022.12	2024.11	2025.08
FprCEN/TR 1993-1-141	<i>Background and Explanations by Finite Element Analysis on EN 1993-1-14 Design Assisted by Finite Element Analysis</i> 《基于有限元分析设计的 EN1993-1-14 的背景和解释》	已取消 (投票未通过)	—	2024.01	—
CEN/TS 1993-1-101:2022	<i>Alternative Interaction Method for Members in Bending and Compression</i> 《计算承受弯矩和轴压组合作用构件相互作用的备选方法》	已完成	—	2022.11	2022.11
prCEN/TR 1993-1-103	<i>Elastic Critical Buckling of Members</i> 《构件的弹性临界屈曲》	草案编制中	—	2017.02	—
prEN 1993-2:2024	<i>Bridges</i> 《钢桥》	待批准	2019.06	2024.07	—
prEN 1993-3:2024	<i>Towers, Masts and Chimneys</i> 《塔器、桅杆和烟囱》	待批准	2021.09	2024.07	2024.03

欧洲土木工程建设标准体系介绍

续表

第二代 Eurocodes 卷/分册编号	第二代 Eurocodes 分册名称	标准状态	开始日期	最新进展	出版日期
prEN 1993-4-1:2024	<i>Silos</i> 《筒仓》	待批准	2021.09	2024.07	2024.03
prEN 1993-4-2:2024	<i>Tanks</i> 《储罐》	待批准	2021.09	2024.07	2024.03
prEN 1993-5:2023	<i>Piling</i> 《钢桩》	待批准	2021.09	2024.11	2025.08
prEN 1993-6:2024	<i>Crane Supporting Structures</i> 《吊车支承钢结构设计》	待批准	2021.09	2024.07	2024.03
prEN 1993-7:2025	<i>Design of Sandwich Panels</i> 《夹芯板设计》	待批准	2024.06	2025.01	2026.10
EN 1994 钢-混凝土组合结构设计(5项分册)					
prEN 1994-1-1:2024	<i>General Rules And Rules for Buildings</i> 《钢-混凝土组合结构设计通则和关于房屋建筑的规定》	待批准	2022.06	2024.07	2024.09
prEN 1994-1-2:2024	<i>Structural Fire Design</i> 《组合结构抗火设计》	待批准	2022.08	2024.07	2024.11
prEN 1994-2:2024	<i>Bridges</i> 《组合结构桥梁》	待批准	2022.06	2024.07	2024.11
CEN/TS 1994-1-101:2025	<i>Double and Single Skin Steel Concrete Composite (SC) Structures</i> 《单侧/双侧钢板-混凝土组合结构设计》	已完成	2022.07	2024.10	2025.03
prCEN/TS 1994-1-102:2025	<i>Composite Dowels</i> 《组合结构抗剪连接的复合销钉》	待批准	2022.10	2024.11	2025.09
EN 1995 木结构设计(5项分册,1项拟转化)					
prEN 1995-1-1:2023	<i>General Rules and Rules for Buildings</i> 《木结构设计通则和关于房屋建筑的规定》	待批准	2022.04	2024.12	2025.08
prEN 1995-1-2:2023	<i>Structural Fire Design</i> 《木结构抗火设计》	待批准	2022.09	2024.12	2025.08
prEN 1995-1-3:2023	<i>Structural Design of Timber-Concrete Composite Structures</i> 《木-混凝土组合结构设计》	拟由 CEN/TS 19103 转化	2024.08	2024.08	2026.06
prEN 1995-2:2023	<i>Bridges</i> 《木桥》	待批准	2022.09	2024.01	2025.09
prEN 1995-3:2023	<i>Execution</i> 《施工建造》	待批准	2022.10	2024.12	2025.08
CEN/TS 19103:2022	<i>Structural Design of Timber-Concrete Composite Structures-Common Rules and Rules for Buildings</i> 《木-混凝土组合结构-设计通则和关于房屋建筑的规定》	待批准		2024.10	
EN 1996 砌体(圬工)结构设计(4项分册)					
EN 1996-1-1:2022	<i>General Rules for Reinforced and Unreinforced Masonry Structures</i> 《配筋和无筋砌体结构的设计通则》	已完成		2022.04	2022.04
EN 1996-1-2:2024	<i>Structural Fire Design</i> 《砌体结构抗火设计》	已完成		2024.09	2024.09
EN 1996-2:2024	<i>Design Considerations, Selection of Materials and Execution of Masonry</i> 《砌体结构设计注意事项、选材及施工建造》	已完成		2024.09	2024.09
EN 1996-3:2023	<i>Simplified Calculation Methods for Unreinforced Masonry Structures</i> 《未配筋砌体结构的简化计算方法》	已完成		2023.11	2023.11
EN 1997 岩土工程设计(3项分册)					
EN 1997-1:2024	<i>General Rules</i> 《岩土工程设计通则》	已完成		2024.09	2024.09
EN 1997-2:2024	<i>Ground Properties</i> 《场地特性》	已完成		2024.09	2024.09
EN 1997-3:2025	<i>Geotechnical Structures</i> 《岩土工程结构》	已完成	2019.08	2025.03	2027.09
EN 1998 结构抗震设计(7项分册)					
EN1998-1-1:2024	<i>General Rules and Seismic Action</i> 《结构抗震设计通则和地震作用》	已完成	—	2024.07	2024.07
prEN 1998-1-2:2023	<i>Buildings</i> 《房屋建筑》	待批准	2022.10	2023.12	2025.04

续表

第二代 Eurocodes 卷/分册编号	第二代 Eurocodes 分册名称	标准状态	开始日期	最新进展	出版日期
CEN/TS 1998-1-101	<i>Characterisation and Qualification of Structural Components for Seismic Applications by Means of Cyclic Tests</i> 《通过循环试验对结构构件的抗震性能进行特性描述和合格性认证》	草案编制中	2024.09	2024.09	—
EN 1998-2:2025	<i>Bridges</i> 《桥梁》	已完成	2022.05	2024.12	2025.03
prEN 1998-3:2023	<i>Assessment and Retrofitting of Buildings and Bridges</i> 《房屋建筑和桥梁的抗震鉴定和修复》	待批准	2022.05	2024.12	2025.03
prEN 1998-4:2023	<i>Silos, Tanks, Pipelines, Towers, Masts and Chimneys</i> 《筒仓、储罐、管道、塔器、桅杆和烟囱》	待批准	2022.10	2024.12	2025.08
EN 1998-5:2024	<i>Geotechnical Aspects, Foundations, Retaining and Underground Structures</i> 《土工结构、基础、挡土结构和地下结构》	已完成		2024.09	2024.09
EN 1999 铝结构设计(5项分册)					
EN 1999-1:2023	<i>General Rules</i> 《铝结构设计通则》	已完成		2023.03	2023.03
EN 1999-2:2023	<i>Structural Fire Design</i> 《铝结构防火设计》	已完成		2023.03	2023.03
EN 1999-3:2023	<i>Structures Susceptible to Fatigue</i> 《易受疲劳破坏的结构》	已完成		2023.03	2023.03
EN 1999-4:2023	<i>Cold-Formed Structural Sheetting</i> 《结构用冷成型压型铝板》	已完成		2023.03	2023.03
EN 1999-5:2023	<i>Shell Structures</i> 《铝壳体结构》	已完成		2023.03	2023.03
EN 19100 玻璃结构设计(4项分册,3项已转化)					
CEN/TS 19100-1	<i>Basis of Design and Materials</i> 《设计基础和材料》	已转化为 prEN 19100-1	2021.11	2024.03	—
CEN/TS 19100-2	<i>Design of Out-of-Plane Loaded Glass Components</i> 《受平面外荷载作用的玻璃部件设计》	已转化为 prEN 19100-2	2021.11	2024.03	—
CEN/TS 19100-3	<i>Design of In-Plane Loaded Glass Components and Their Mechanical Joints</i> 《受平面内荷载作用的玻璃部件及其连接设计》	已转化为 prEN 19100-3	2021.11	2024.03	—
CEN/TS 19100-4:2024	<i>Glass selection Relating to the Risk of Human Injury-Guidance for Specification</i> 《与人身伤害危险相关的玻璃选用-技术规定应用指南》	已完成		2024.03	2024.03
prEN 19100-1:2024	<i>Eurocodes10-Design of glass Structures-Part 1: General rules</i> 《玻璃结构设计通则》	待批准	2023.09	2024.12	2026.03
prEN 19100-2:2024	<i>Eurocodes10-Design of Glass Structures-Part 2: Out-of-Plane Loaded Glass Components</i> 《受平面外荷载作用的玻璃部件设计》	待批准	2023.09	2024.12	2026.03
prEN 19100-3:2024	<i>Eurocodes10-Design of Glass Structures-Part 3: In-Plane Loaded Glass Components</i> 《受平面内荷载作用的玻璃部件设计》	待批准	2023.09	2024.12	2026.03
EN xxxxx FRP 复合结构设计(1项分册)					
CEN/TS 19101:2022	<i>Design of Fibre-Polymer Composite Structures</i> 《纤维聚合物(FRP)复合结构设计》	已完成		2022.11	2022.11
EN xxxxx 张拉膜结构设计(1项分册)					
CEN/TS 19102:2023	<i>Design of Tensioned Membrane Structures</i> 《张拉膜结构设计》	待批准		2023.11	2023.11

4 结 论

对欧洲土木工程建设标准体系进行了系统的梳理与介绍,并详细阐释了第一代和第二代 Eurocodes 的发展脉络、架构组成、主要特点以及创新要点等。

第一代 Eurocodes 自 1975 年正式启动以来,历经近四十年的持续发展,已成为欧盟及多个非欧盟国家在土木工程建设领域广泛采用的权威性标准。凭借其系统性、通用性和多样性等特点,能够适应不同国家和地区的技术条件和市场需求。此外, Eurocodes 采用了“国别附录”(National Annexes)的形式,充分兼顾了各成员国的国别特点,体现了 Eurocodes 的灵活性和适应性。

第二代 Eurocodes 在第一代标准的基础上,标准体系的架构和应用范围有所创新拓宽,纳入了更多的高性能材料与设计方法内容,体现了当下土木工程领域前沿的技术水准与市场需求,增加了用户的友好性和标准的一致性。

借鉴欧洲土木工程建设标准体系的经验,对于提升我国标准化的水平以及我国标准体系的改革,能够提供国际化的视野。一个兼具科学性、系统性且具有前瞻性的标准体系,是推动工程建设行业国际化和可持续发展的关键因素。掌握国际先进标准体系内容与应用方法,并优化和完善工程建设标准体系,有益于我国企业“走出去”,参与国际竞争,从而提升我国在全球工程建设市场的核心竞争力。

参考文献

- [1] Eurocodes family[EB/OL]. <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/en-eurocodes/eurocodes-family>.
- [2] Product standards[EB/OL]. <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/policies-standards/en-eurocodes-and-related-standards#product-standards>.
- [3] Test Standards [EB/OL]. [https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/policies-standards/en-eurocodes-and-related-standards#test-](https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/policies-standards/en-eurocodes-and-related-standards#test-standards)
- standards.
- [4] Execution standards[EB/OL]. <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/policies-standards/en-eurocodes-and-related-standards#execution-standards>.
- [5] ETA database[EB/OL]. <https://www.eota.eu/etassessments>.
- [6] EUR-Lex, Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC Text with EEA relevance[EB/OL]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/305/oj/eng>
- [7] ETAGs (archive) [EB/OL]. <https://www.eota.eu/etags-archive>.
- [8] SCI steel knowledge [EB/OL]. <https://portal.steel-sci.com/documents.html>
- [9] 英国标准化协会(BSI). 欧洲结构设计标准(Eurocodes)中文版[M]. 欧洲结构设计标准译审委员会,译. 北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
- [10] 陶洪辉. 欧洲规范最新体系的研究[J]. 红水河,2009,28(5): 50-54,59.
- [11] M/466 EN Programming Mandate Addressed to CEN In the Field of the Structural Eurocodes[Z]. Brussels:2010.
- [12] M/515EN Mandate for amending existing eurocodes and extending the scope of structural eurocodes[Z]. Brussels:2012.
- [13] CEN TC250 N993. Response to mandate m/515 (mandate for amending existing eurocodes and extending the scope of structural Eurocodes) “Towards a second Generation of EN Eurocodes”[Z]. Brussels:2013.
- [14] CEN TC250 N1250. Policy guidelines and procedures (version 9.1)[Z]. Brussels:2020.
- [15] CEN/TC 250 N3659. Letter-Timeline for the evolution of the EN Eurocodes[Z]. 2023.
- [16] CEN/TC 250 published standards [EB/OL]. https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=205:32:0::: : FSP_ORG_ID, FSP_LANG_ID: 6231, 25&cs=11B1A20E270B4F25D6DA36A8BF6EBD40F.
- [17] iTeh Standards[EB/OL]. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen>.
- [18] Genorma [EB/OL]. https://genorma.com/en/cen-european-standards_p10021.html.

Introduction to the European Civil Engineering Standard System

Zhiming Li

(Expert Committee, China Steel Structure Society, Beijing 100088, China)

Abstract:

This paper systematically elaborated on the structure and composition of the European civil engineering construction standard system, the development process of the first and second generations of Eurocodes, their main characteristics, and their innovative content. Since the launch of the first generation of Eurocodes in 1975, after nearly 40 years of development, it has become the authorita-

tive civil engineering construction design standard adopted by the EU and several non-EU countries. Relying on its systematic, universal, and diverse features, the standards meet the technical requirements and market demands of different countries and regions. The second generation of Eurocodes, building on the previous standard, has expanded its scope of application, incorporating more high-performance materials and design methods. The innovative framework and content updates of the standard system not only reflect the latest technological advancements and market demands but also enhance user-friendliness and strengthen the consistency across standards. In addition, the second generation of Eurocodes includes content related to the appraisal and retrofitting of existing structures, the impact of climate change, and structural robustness, demonstrating the up-to-date nature of the new generation of standards. Drawing on the experience of the European engineering construction standard system is of great significance for reforming and improving China's engineering construction standards, enhancing their internationalization, supporting enterprises in "going global", and strengthening their core competitiveness in the global market.

Keywords: civil engineering construction standard system; European Committee for Standardization; Eurocodes; second generation of Eurocodes