

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 55001-2021

工程结构通用规范

General code for engineering structures

2021-04-09 发布

2022-01-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

工程结构通用规范

General code for engineering structures

GB 55001 - 2021

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 2 2 年 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2021 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

2021 年 第 70 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《工程结构通用规范》的公告

现批准《工程结构通用规范》为国家标准，编号为 GB 55001-2021，自 2022 年 1 月 1 日起实施。本规范为强制性工程建设规范，全部条文必须严格执行。现行工程建设标准相关强制性条文同时废止。现行工程建设标准中有关规定与本规范不一致的，以本规范的规定为准。

本规范在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑出版传媒有限公司出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2021 年 4 月 9 日

废止的现行工程建设标准相关 强制性条文

1. 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 - 2008
第 3.2.1、3.3.1 条
2. 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 - 2018
第 3.2.1、3.3.2 条
3. 《港口工程结构可靠性设计统一标准》GB 50158 - 2010
第 3.0.2、3.0.3(1)、7.2.6、7.2.7 条(款)
4. 《水利水电工程结构可靠性设计统一标准》GB 50199 - 2013
第 3.2.1、第 3.3.1 条
5. 《建筑结构荷载规范》GB 50009 - 2012
第 3.1.2、3.1.3、3.2.3、3.2.4、5.1.1、5.1.2、5.3.1、
5.5.1、5.5.2、7.1.1、7.1.2、8.1.1、8.1.2 条
6. 《有色金属工程结构荷载规范》GB 50959 - 2013
第 3.2.1、3.2.2、4.1.1、4.3.1(1、2)、9.1.1 条(款)
7. 《石油化工建(构)筑物结构荷载规范》GB 51006 - 2014
第 3.0.2、3.0.3 条
8. 《地下建筑工程逆作法技术规程》JGJ 165 - 2010
第 5.1.3 条

前 言

为适应国际技术法规与技术标准通行规则，2016年以来，住房和城乡建设部陆续印发《深化工程建设标准化工作改革的意见》等文件，提出政府制定强制性标准、社会团体制定自愿采用性标准的长远目标，明确了逐步用全文强制性工程建设规范取代现行标准中分散的强制性条文的改革任务，逐步形成由法律、行政法规、部门规章中的技术性规定与全文强制性工程建设规范构成的“技术法规”体系。

关于规范种类。强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类规范（简称通用规范）两种类型。项目规范以建设工程项目整体为对象，以项目的规模、布局、功能、性能和关键技术措施等五大要素为主要内容。通用规范以实现建设工程项目功能性能要求的各专业通用技术为对象，以勘察、设计、施工、维修、养护等通用技术要求为主要内容。在全文强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

关于五大要素指标。强制性工程建设规范中各项要素是保障城乡基础设施建设体系化和效率提升的基本规定，是支撑城乡建设高质量发展的基本要求。项目的规模要求主要规定了建设工程项目应具备完整的生产或服务能力，应与经济社会发展水平相适应。项目的布局要求主要规定了产业布局、建设工程项目选址、总体设计、总平面布置以及与规模相协调的统筹性技术要求，应考虑供给能力合理分布，提高相关设施建设的整体水平。项目的功能要求主要规定项目构成和用途，明确项目的基本组成单元，是项目发挥预期作用的保障。项目的性能要求主要规定建设工程

项目建设水平或技术水平的高低程度，体现建设工程项目的适用性，明确项目质量、安全、节能、环保、宜居环境和可持续发展等方面应达到的基本水平。关键技术措施是实现建设项目功能、性能要求的基本技术规定，是落实城乡建设安全、绿色、韧性、智慧、宜居、公平、有效率等发展目标的基本保障。

关于规范实施。强制性工程建设规范具有强制约束力，是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公众利益，以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求，工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行，其中，对于既有建筑改造项目（指不改变现有使用功能），当条件不具备、执行现行规范确有困难时，应不低于原建造时的标准。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施，一般情况下也应当执行。在满足强制性工程建设规范规定的项目功能、性能要求和关键技术措施的前提下，可合理选用相关团体标准、企业标准，使项目功能、性能更加优化或达到更高水平。推荐性工程建设标准、团体标准、企业标准要与强制性工程建设规范协调配套，各项技术要求不得低于强制性工程建设规范的相关技术水平。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订，且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准（包括强制性标准和推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

目 次

1	总则	1
2	基本规定	2
2.1	基本要求	2
2.2	安全等级与设计工作年限	3
2.3	结构分析	4
2.4	作用和作用组合	5
2.5	材料和岩土的性能及结构几何参数	6
3	结构设计	8
3.1	极限状态的分项系数设计方法	8
3.2	其他设计方法	12
4	结构作用	14
4.1	永久作用	14
4.2	楼面和屋面活荷载	14
4.3	人群荷载	19
4.4	起重机荷载	20
4.5	雪荷载和覆冰荷载	20
4.6	风荷载	21
4.7	温度作用	23
4.8	偶然作用	24
4.9	水流力和冰压力	24
4.10	专门领域的作用	25
附录 A	符号	27
附:	起草说明	29

1 总 则

1.0.1 为在工程建设中贯彻落实建筑方针，保障工程结构安全性、适用性、耐久性，满足建设项目正常使用和绿色发展需要，制定本规范。

1.0.2 工程结构必须执行本规范。

1.0.3 工程建设所采用的技术方法和措施是否符合本规范要求，由相关责任主体判定。其中，创新性的技术方法和措施，应进行论证并符合本规范中有关性能的要求。

2 基本规定

2.1 基本要求

2.1.1 结构在设计工作年限内，必须符合下列规定：

1 应能够承受在正常施工和正常使用期间预期可能出现的各种作用；

2 应保障结构和结构构件的预定使用要求；

3 应保障足够的耐久性要求。

2.1.2 结构体系应具有合理的传力路径，能够将结构可能承受的各种作用从作用点传递到抗力构件。

2.1.3 当发生可能遭遇的爆炸、撞击、罕遇地震等偶然事件及人为失误时，结构应保持整体稳固性，不应出现与起因不相称的破坏后果。当发生火灾时，结构应能在规定的时间内保持承载力和整体稳固性。

2.1.4 根据环境条件对耐久性的影响，结构材料应采取相应的防护措施。

2.1.5 结构设计应包括下列基本内容：

1 结构方案；

2 作用的确定及作用效应分析；

3 结构及构件的设计和验算；

4 结构及构件的构造、连接措施；

5 结构耐久性的设计；

6 施工可行性。

2.1.6 结构应按照设计文件施工。施工过程中应采取保证施工质量 and 施工安全的技术措施和管理措施。

2.1.7 结构应按设计规定的用途使用，并应定期检查结构状况，进行必要的维护和维修。严禁下列影响结构使用安全的行为：

- 1 未经技术鉴定或设计许可，擅自改变结构用途和使用环境；
 - 2 损坏或者擅自变动结构体系及抗震设施；
 - 3 擅自增加结构使用荷载；
 - 4 损坏地基基础；
 - 5 违规存放爆炸性、毒害性、放射性、腐蚀性等危险物品；
 - 6 影响毗邻结构使用安全的结构改造与施工。
- 2.1.8 对结构或其部件进行拆除前，应制定详细的拆除计划和方案，并对拆除过程可能发生的意外情况制定应急预案。结构拆除应遵循减量化、资源化和再生利用的原则。

2.2 安全等级与设计工作年限

2.2.1 结构设计时，应根据结构破坏可能产生后果的严重性，采用不同的安全等级。结构安全等级的划分应符合表 2.2.1 的规定。结构及其部件的安全等级不得低于三级。

表 2.2.1 安全等级的划分

安全等级	破坏后果	安全等级	破坏后果	安全等级	破坏后果
一级	很严重	二级	严重	三级	不严重

2.2.2 结构设计时，应根据工程的使用功能、建造和使用维护成本以及环境影响等因素规定设计工作年限，并应符合下列规定：

- 1 房屋建筑的结构设计工作年限不应低于表 2.2.2-1 的规定；

表 2.2.2-1 房屋建筑的结构设计工作年限

类别	设计工作年限（年）
临时性建筑结构	5
普通房屋和构筑物	50
特别重要的建筑结构	100

2 公路工程的结构设计工作年限不应低于表 2.2.2-2 的规定：

表 2.2.2-2 公路工程的结构设计工作年限（年）

结构类别		公路等级				
		高速公路、一级公路	二级公路	三级公路	四级公路	
路面	沥青混凝土路面		15	12	10	8
	水泥混凝土路面		30	20	15	10
桥涵	主体结构	特大桥、大桥	100	100	100	100
		中桥	100	50	50	50
		小桥、涵洞	50	30	30	30
	可更换部件	斜拉索、吊索、系杆等	20	20	20	20
		栏杆、伸缩装置、支座等	15	15	15	15
隧道	主体结构	特长隧道	100	100	100	100
		长隧道	100	100	100	50
		中隧道	100	100	100	50
		短隧道	100	100	50	50
	可更换、修复构件	特长、长、中、短隧道	30	30	30	30

3 永久性港口建筑物的结构设计工作年限不应低于 50 年。

2.2.3 结构的防水层、电气和管道等附属设施的设计工作年限，应根据主体结构的设计工作年限和附属设施的材料、构造和使用要求等因素确定。

2.2.4 结构部件与结构的安全等级不一致或设计工作年限不一致的，应在设计文件中明确标明。

2.3 结构分析

2.3.1 结构构件及其连接的作用效应应通过考虑了力学平衡条

件、变形协调条件、材料时变特性以及稳定性等因素的结构分析方法确定。

2.3.2 结构分析采用的计算模型应能合理反映结构在相关因素作用下的作用效应。分析所采用的简化或假定，应以理论和工程实践为基础，无成熟经验时应通过试验验证其合理性。分析时设置的边界条件应符合结构的实际情况。

2.3.3 结构分析应根据结构类型、材料性能和受力特点等因素，选用线性或非线性分析方法。当动力作用对结构影响显著时，尚应采用动力响应分析或动力系数等方法考虑其影响。

2.3.4 当结构的变形可能使作用效应显著增大时，应在结构分析中考虑结构变形的影响。

2.4 作用和作用组合

2.4.1 结构上的作用根据时间变化特性应分为永久作用、可变作用和偶然作用，其代表值应符合下列规定：

- 1 永久作用应采用标准值；
- 2 可变作用应根据设计要求采用标准值、组合值、频遇值或准永久值；
- 3 偶然作用应按结构设计使用特点确定其代表值。

2.4.2 结构上的作用应根据下列不同分类特性，选择恰当的作用模型和加载方式：

- 1 直接作用和间接作用；
- 2 固定作用和非固定作用；
- 3 静态作用和动态作用。

2.4.3 确定可变作用代表值时应采用统一的设计基准期。当结构采用的设计基准期不是 50 年时，应按照可靠指标一致的原则，对本规范规定的可变作用量值进行调整。

2.4.4 对于结构在施工和使用期间可能出现，而本规范未规定的各类作用，应根据结构的设计工作年限、设计基准期和保证率，确定其量值大小。

2.4.5 生产工艺荷载应根据工艺及相关专业的要求确定。

2.4.6 结构作用应根据结构设计要求，按下列规定进行组合：

1 基本组合：

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{Gi} G_{ik} + \gamma_P P + \gamma_{Qi} \gamma_{1i} Q_{1k} + \sum_{j > 1} \gamma_{Qj} \psi_{cj} \gamma_{1j} Q_{jk} \quad (2.4.6-1)$$

2 偶然组合：

$$\sum_{i \geq 1} G_{ik} + P + A_d + (\psi_{1i} \text{ 或 } \psi_{1i}) Q_{1k} + \sum_{j > 1} \psi_{1j} Q_{jk} \quad (2.4.6-2)$$

3 地震组合：应符合结构抗震设计的规定；

4 标准组合：

$$\sum_{i \geq 1} G_{ik} + P + Q_{1k} + \sum_{j > 1} \psi_{cj} Q_{jk} \quad (2.4.6-3)$$

5 频遇组合：

$$\sum_{i \geq 1} G_{ik} + P + \psi_{1i} Q_{1k} + \sum_{j > 1} \psi_{1j} Q_{jk} \quad (2.4.6-4)$$

6 准永久组合：

$$\sum_{i \geq 1} G_{ik} + P + \sum_{j > 1} \psi_{1j} Q_{jk} \quad (2.4.6-5)$$

注：式中符号的含义见本规范附录 A。

2.4.7 作用组合的效应设计值，应将所考虑的各种作用同时加载于结构之后，再通过分析计算确定。

2.4.8 当作用组合的效应设计值简化为单个作用效应的组合时，作用与作用效应应满足线性关系。

2.5 材料和岩土的性能及结构几何参数

2.5.1 在选择结构材料种类、材料规格进行结构设计时，应考虑各种可能影响耐久性的环境因素。

2.5.2 材料特性应通过标准化测试方法确定。当实际应用条件与试验条件有差异时，应对试验值进行修正。

2.5.3 岩土性能指标和地基承载力、桩基承载力等，应通过原

位测试、室内试验等直接或间接试验方法测定，并应考虑由于钻探取样、室内外试验条件与实际建筑结构条件的差别以及所采用计算公式的误差等因素的影响。

2.5.4 当试验数据不充分时，材料性能的标准值应根据可靠资料确定。

2.5.5 结构连接部件几何参数的公差应相互兼容。

3 结构设计

3.1 极限状态的分项系数设计方法

3.1.1 涉及人身安全以及结构安全的极限状态应作为承载能力极限状态。当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认为超过了承载能力极限状态：

1 结构构件或连接因超过材料强度而破坏，或因过度变形而不适于继续承载；

2 整个结构或其一部分作为刚体失去平衡；

3 结构转变为机动体系；

4 结构或结构构件丧失稳定；

5 结构因局部破坏而发生连续倒塌；

6 地基丧失承载力而破坏；

7 结构或结构构件发生疲劳破坏。

3.1.2 涉及结构或结构单元的正常使用寿命功能、人员舒适性、建筑外观的极限状态应作为正常使用极限状态。当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认为超过了正常使用极限状态：

1 影响外观、使用舒适性或结构使用寿命的变形；

2 造成人员不舒适或结构使用寿命受限的振动；

3 影响外观、耐久性或结构使用寿命的局部损坏。

3.1.3 结构设计应对起控制作用的极限状态进行计算或验算；当不能确定起控制作用的极限状态时，结构设计应对不同极限状态分别计算或验算。

3.1.4 结构设计应区分下列设计状况：

1 持久设计状况，适用于结构正常使用时的情况；

2 短暂设计状况，适用于结构施工和维修等临时情况；

3 偶然设计状况，适用于结构遭受火灾、爆炸、非正常撞

击等罕见情况；

4 地震设计状况，适用于结构遭受地震时的情况。

3.1.5 结构设计时选定的设计状况，应涵盖正常施工和使用过程中的各种不利情况。各种设计状况均应进行承载能力极限状态设计，持久设计状况尚应进行正常使用极限状态设计。

3.1.6 对每种设计状况，均应考虑各种不同的作用组合，以确定作用控制工况和最不利的效应设计值。

3.1.7 进行承载能力极限状态设计时采用的作用组合，应符合下列规定：

- 1 持久设计状况和短暂设计状况应采用作用的基本组合；
- 2 偶然设计状况应采用作用的偶然组合；
- 3 地震设计状况应采用作用的地震组合；
- 4 作用组合应为可能同时出现的作用的组合；
- 5 每个作用组合中应包括一个主导可变作用或一个偶然作用或一个地震作用；

6 当静力平衡等极限状态设计对永久作用的位置和大小很敏感时，该永久作用的有利部分和不利部分应作为单独作用分别考虑；

7 当一种作用产生的几种效应非完全相关时，应降低有利效应的分项系数取值。

3.1.8 进行正常使用极限状态设计时采用的作用组合，应符合下列规定：

- 1 标准组合，用于不可逆正常使用极限状态设计；
- 2 频遇组合，用于可逆正常使用极限状态设计；
- 3 准永久组合，用于长期效应是决定性因素的正常使用极限状态设计。

3.1.9 设计基本变量的设计值应符合下列规定：

- 1 作用的设计值应为作用代表值与作用分项系数的乘积。
- 2 材料性能的设计值应为材料性能标准值与材料性能分项系数之商。

3 当几何参数的变异性对结构性能无明显影响时，几何参数的设计值应取其标准值；当有明显影响时，几何参数设计值应按不利原则取其标准值与几何参数附加量之和或差。

4 结构或结构构件的抗力设计值应为考虑了材料性能设计值和几何参数设计值之后，分析计算得到的抗力值。

3.1.10 结构或结构构件按承载能力极限状态设计时，应符合下列规定：

1 对于结构或结构构件的破坏或过度变形的承载能力极限状态设计，作用组合的效应设计值与结构重要性系数的乘积不应超过结构或结构构件的抗力设计值，其中结构重要性系数 γ_0 应按本规范表 3.1.12 的规定取值。

2 对于整个结构或其一部分作为刚体失去静力平衡的承载能力极限状态设计，不平衡作用效应的设计值与结构重要性系数的乘积不应超过平衡作用的效应设计值，其中结构重要性系数 γ_0 应按本规范表 3.1.12 的规定取值。

3 对于结构或结构构件的疲劳破坏的承载能力极限状态设计，应根据构件受力特性及疲劳设计方法采用不同的疲劳荷载模型和验算表达式。

3.1.11 结构或结构构件按正常使用极限状态设计时，作用组合的效应设计值不应超过设计要求的效应限值。

3.1.12 结构重要性系数 γ_0 不应小于表 3.1.12 的规定。

表 3.1.12 结构重要性系数 γ_0

结构 重要性系数	对持久设计状况和短暂设计状况			对偶然设计状况 和地震设计状况
	安全等级			
	一级	二级	三级	
γ_0	1.1	1.0	0.9	1.0

3.1.13 房屋建筑结构的作用分项系数应按下列规定取值：

1 永久作用：当对结构不利时，不应小于 1.3；当对结构

有利时，不应大于 1.0。

2 预应力：当对结构不利时，不应小于 1.3；当对结构有利时，不应大于 1.0。

3 标准值大于 4kN/m^2 的工业房屋楼面活荷载，当对结构不利时不应小于 1.4；当对结构有利时，应取为 0。

4 除第 3 款之外的可变作用，当对结构不利时不应小于 1.5；当对结构有利时，应取为 0。

3.1.14 公路桥涵结构永久作用的分项系数，应按表 3.1.14 采用。

表 3.1.14 公路桥涵结构永久作用的分项系数

作用类别		当作用效应对结构的承载力不利时	当作用效应对结构的承载力有利时
混凝土和圬工结构重力 (包括结构附加重力)		1.2	1.0
钢结构重力 (包括结构附加重力)		1.1~1.2	
预加力		1.2	
土的重力			
混凝土的收缩及徐变作用		1.0	
土侧压力		1.4	
水的浮力		1.0	
基础变位作用	混凝土和圬工结构	0.5	0.5
	钢结构	1.0	1.0

3.1.15 港口工程结构的作用分项系数，应按表 3.1.15 采用。

表 3.1.15 港口工程结构的作用分项系数

荷载名称	分项系数	荷载名称	分项系数
永久荷载(不包括土压力、静水压力)	1.2	铁路荷载	1.4
五金钢铁荷载	1.5	汽车荷载	
散货荷载		缆车荷载	
起重机械荷载		船舶缆绳力	
船舶撞击力		船舶挤靠力	
水流力		运输机械荷载	
冰荷载		风荷载	
波浪力(构件计算)		人群荷载	
一般件杂货、集装箱荷载	1.4	土压力	1.35
液体管道(含推力)荷载		剩余水压力	1.05

3.1.16 房屋建筑的可变荷载考虑设计工作年限的调整系数 γ_L 应按下列规定采用:

1 对于荷载标准值随时间变化的楼面和屋面活荷载,考虑设计工作年限的调整系数 γ_L 应按表 3.1.16 采用。当设计工作年限不为表中数值时,调整系数 γ_L 不应小于按线性内插确定的值。

表 3.1.16 楼面和屋面活荷载考虑设计工作年限的调整系数 γ_L

结构设计工作年限(年)	5	50	100
γ_L	0.9	1.0	1.1

2 对雪荷载和风荷载,调整系数应按重现期与设计工作年限相同的原则确定。

3.2 其他设计方法

3.2.1 采用容许应力法进行结构设计时,结构在作用的标准组合或地震组合下的应力值不应超过材料的容许应力值。

3.2.2 采用安全系数法进行结构设计时,结构在作用标准组合

或地震组合下的效应值乘以安全系数之后，不应超过结构或构件的抗力值。

3.2.3 结构或结构构件的疲劳破坏和正常使用条件下的设计，应根据设计需要采用相应的疲劳荷载模型和验算表达式。

4 结构作用

4.1 永久作用

4.1.1 结构自重的标准值应按结构构件的设计尺寸与材料密度计算确定。对于自重变异较大的材料和构件，对结构不利时自重标准值取上限值，对结构有利时取下限值。

4.1.2 位置固定的永久设备自重应采用设备铭牌重量值；当无铭牌重量时，应按实际重量计算。

4.1.3 隔墙自重作为永久作用时，应符合位置固定的要求；位置可灵活布置的轻质隔墙自重应按可变荷载考虑。

4.1.4 土压力应按设计埋深与土的单位体积自重计算确定。土的单位体积自重应根据计算水位分别取不同密度进行计算。

4.1.5 预加应力应考虑时间效应影响，采用有效预应力。

4.2 楼面和屋面活荷载

4.2.1 采用等效均布活荷载方法进行设计时，应保证其产生的荷载效应与最不利堆放情况等效；建筑楼面和屋面堆放物较多或较重的区域，应按实际情况考虑其荷载。

4.2.2 一般使用条件下的民用建筑楼面均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数的取值，不应小于表 4.2.2 的规定。当使用荷载较大、情况特殊或有专门要求时，应按实际情况采用。

4.2.3 汽车通道及客车停车库的楼面均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数的取值，不应小于表 4.2.3 的规定。当应用条件不符合本表要求时，应按效应等效原则，将车轮的局部荷载换算为等效均布荷载。

表 4.2.2 民用建筑楼面均布活荷载标准值及其组合值系数、
频遇值系数和准永久值系数

项次	类 别	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	频遇值 系数 ψ_f	准永久值 系数 ψ_q	
1	(1) 住宅、宿舍、旅馆、医院病房、托儿所、幼儿园	2.0	0.7	0.5	0.4	
	(2) 办公楼、教室、医院门诊室	2.5	0.7	0.6	0.5	
2	食堂、餐厅、试验室、阅览室、会议室、一般资料档案室	3.0	0.7	0.6	0.5	
3	礼堂、剧场、影院、有固定座位的看台、公共洗衣房	3.5	0.7	0.5	0.3	
4	(1) 商店、展览厅、车站、港口、机场大厅及其旅客等候室	4.0	0.7	0.6	0.5	
	(2) 无固定座位的看台	4.0	0.7	0.5	0.3	
5	(1) 健身房、演出舞台	4.5	0.7	0.6	0.5	
	(2) 运动场、舞厅	4.5	0.7	0.6	0.3	
6	(1) 书库、档案库、储藏室(书架高度不超过 2.5m)	6.0	0.9	0.9	0.8	
	(2) 密集柜书库(书架高度不超过 2.5m)	12.0	0.9	0.9	0.8	
7	通风机房、电梯机房	8.0	0.9	0.9	0.8	
8	厨房	(1) 餐厅	4.0	0.7	0.7	0.7
		(2) 其他	2.0	0.7	0.6	0.5
9	浴室、卫生间、盥洗室	2.5	0.7	0.6	0.5	
10	走廊、 门厅	(1) 宿舍、旅馆、医院病房、托儿所、幼儿园、住宅	2.0	0.7	0.5	0.4
		(2) 办公楼、餐厅、医院门诊部	3.0	0.7	0.6	0.5
		(3) 教学楼及其他可能出现人员密集的情况	3.5	0.7	0.5	0.3
11	楼梯	(1) 多层住宅	2.0	0.7	0.5	0.4
		(2) 其他	3.5	0.7	0.5	0.3
12	阳台	(1) 可能出现人员密集的情况	3.5	0.7	0.6	0.5
		(2) 其他	2.5	0.7	0.6	0.5

表 4.2.3 汽车通道及客车停车库的楼面均布活荷载

类别		标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	频遇值 系数 ψ_f	准永久值 系数 ψ_q
单向板楼盖 ($2m \leq \text{板跨 } L$)	定员不超过 9 人的小型客车	4.0	0.7	0.7	0.6
	满载总重不大于 300kN 的消防车	35.0	0.7	0.5	0.0
双向板楼盖 ($3m \leq \text{板跨短边 } L < 6m$)	定员不超过 9 人的小型客车	$5.5 - 0.5L$	0.7	0.7	0.6
	满载总重不大于 300kN 的消防车	$50.0 - 5.0L$	0.7	0.5	0.0
双向板楼盖 ($6m \leq \text{板跨短边 } L$) 和无梁楼盖 (柱网不小于 $6m \times 6m$)	定员不超过 9 人的小型客车	2.5	0.7	0.7	0.6
	满载总重不大于 300kN 的消防车	20.0	0.7	0.5	0.0

4.2.4 当采用楼面等效均布活荷载方法设计楼面梁时，本规范表 4.2.2 和表 4.2.3 中的楼面活荷载标准值的折减系数取值不应小于下列规定值：

1 表 4.2.2 中第 1 (1) 项当楼面梁从属面积不超过 $25m^2$ (含) 时，不应折减；超过 $25m^2$ 时，不应小于 0.9；

2 表 4.2.2 中第 1 (2) ~ 7 项当楼面梁从属面积不超过 $50m^2$ (含) 时，不应折减；超过 $50m^2$ 时，不应小于 0.9；

3 表 4.2.2 中第 8~12 项应采用与所属房屋类别相同的折减系数；

4 表 4.2.3 对单向板楼盖的次梁和槽形板的纵肋不应小于 0.8，对单向板楼盖的主梁不应小于 0.6，对双向板楼盖的梁不应小于 0.8。

4.2.5 当采用楼面等效均布活荷载方法设计墙、柱和基础时，折减系数取值应符合下列规定：

1 表 4.2.2 中第 1 (1) 项单层建筑楼面梁的从属面积超过 25m^2 时不应小于 0.9, 其他情况应按表 4.2.5 规定采用;

2 表 4.2.2 中第 1 (2) ~7 项应采用与其楼面梁相同的折减系数;

3 表 4.2.2 中第 8~12 项应采用与所属房屋类别相同的折减系数;

4 应根据实际情况决定是否考虑表 4.2.3 中的消防车荷载; 对表 4.2.3 中的客车, 对单向板楼盖不应小于 0.5, 对双向板楼盖和无梁楼盖不应小于 0.8。

表 4.2.5 活荷载按楼层的折减系数

墙、柱、基础计算截面 以上的层数	2~3	4~5	6~8	9~20	>20
计算截面以上各楼层活 荷载总和的折减系数	0.85	0.70	0.65	0.60	0.55

4.2.6 当考虑覆土影响对消防车活荷载进行折减时, 折减系数应根据可靠资料确定。

4.2.7 工业建筑楼面均布活荷载的标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数的取值, 不应小于表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 工业建筑楼面均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数

项次	类别	标准值 (kN/m^2)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	电子产品加工	4.0	0.8	0.6	0.5
2	轻型机械加工	8.0	0.8	0.6	0.5
3	重型机械加工	12.0	0.8	0.6	0.5

4.2.8 房屋建筑的屋面, 其水平投影面上的屋面均布活荷载的标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数的取值, 不应小于表 4.2.8 的规定。

**表 4.2.8 屋面均布活荷载标准值及其组合值系数、
频遇值系数和准永久值系数**

项次	类别	标准值 (kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	不上人的屋面	0.5	0.7	0.5	0.0
2	上人的屋面	2.0	0.7	0.5	0.4
3	屋顶花园	3.0	0.7	0.6	0.5
4	屋顶运动场地	4.5	0.7	0.6	0.4

4.2.9 不上人的屋面，当施工或维修荷载较大时，应按实际情况采用；当上人屋面兼做其他用途时，应按相应楼面活荷载采用；屋顶花园的活荷载不应包括花圃土石等材料自重。

4.2.10 对于因屋面排水不畅、堵塞等引起的积水荷载，应采取构造措施加以防止；必要时，应按积水的可能深度确定屋面活荷载。

4.2.11 屋面直升机停机坪荷载应按下列规定采用：

1 屋面直升机停机坪荷载应按局部荷载考虑，或根据局部荷载换算为等效均布荷载考虑。局部荷载标准值应按直升机实际最大起飞重量确定，当没有机型技术资料时，局部荷载标准值及作用面积的取值不应小于表 4.2.11 的规定。

表 4.2.11 屋面直升机停机坪局部荷载标准值及作用面积

类型	最大起飞重量 (t)	局部荷载标准值 (kN)	作用面积
轻型	2	20	0.20m×0.20m
中型	4	40	0.25m×0.25m
重型	6	60	0.30m×0.30m

2 屋面直升机停机坪的等效均布荷载标准值不应低于 5.0kN/m²。

3 屋面直升机停机坪荷载的组合值系数应取 0.7，频遇值

系数应取 0.6，准永久值系数应取 0。

4.2.12 施工和检修荷载应按下列规定采用：

1 设计屋面板、檩条、钢筋混凝土挑檐、悬挑雨篷和预制小梁时，施工或检修集中荷载标准值不应小于 1.0kN ，并应在最不利位置处进行验算；

2 对于轻型构件或较宽的构件，应按实际情况验算，或应加垫板、支撑等临时设施；

3 计算挑檐、悬挑雨篷的承载力时，应沿板宽每隔 1.0m 取一个集中荷载；在验算挑檐、悬挑雨篷的倾覆时，应沿板宽每隔 $2.5\text{m}\sim 3.0\text{m}$ 取一个集中荷载。

4.2.13 地下室顶板施工活荷载标准值不应小于 5.0kN/m^2 ，当有临时堆积荷载以及有重型车辆通过时，施工组织设计中应按实际荷载验算并采取相应措施。

4.2.14 楼梯、看台、阳台和上人屋面等的栏杆活荷载标准值，不应小于下列规定值：

1 住宅、宿舍、办公楼、旅馆、医院、托儿所、幼儿园，栏杆顶部的水平荷载应取 1.0kN/m ；

2 食堂、剧场、电影院、车站、礼堂、展览馆或体育场，栏杆顶部的水平荷载应取 1.0kN/m ，竖向荷载应取 1.2kN/m ，水平荷载与竖向荷载应分别考虑；

3 中小学校的上人屋面、外廊、楼梯、平台、阳台等临空部位必须设防护栏杆，栏杆顶部的水平荷载应取 1.5kN/m ，竖向荷载应取 1.2kN/m ，水平荷载与竖向荷载应分别考虑。

4.2.15 施工荷载、检修荷载及栏杆荷载的组合值系数应取 0.7，频遇值系数应取 0.5，准永久值系数应取 0。

4.2.16 将动力荷载简化为静力作用施加于楼面和梁时，应将活荷载乘以动力系数，动力系数不应小于 1.1。

4.3 人群荷载

4.3.1 公路桥梁人群荷载标准值应按下列规定采用：

1 人群荷载标准值应按表 4.3.1 采用，对跨径不等的连续结构，以最大计算跨径为准；

表 4.3.1 人群荷载标准值取值

计算跨径 L_0 (m)	$L_0 \leq 50$	$50 < L_0 < 150$	$L_0 \geq 150$
人群荷载 (kN/m^2)	3.0	$3.25 - 0.005L_0$	2.5

2 非机动车、行人密集的公路桥梁，人群荷载标准值取上述标准值的 1.15 倍；

3 专用人行桥梁，人群荷载标准值为 3.5kN/m^2 。

4.3.2 作用于港口工程结构上的人群荷载标准值，应按表 4.3.2 采用，设计人行引桥、浮桥时，尚应以集中力 1.6kN 为标准值对人行通道板的构件进行验算。

表 4.3.2 人群荷载标准值

建筑物类别	人群荷载标准值 (kN/m^2)	说明
客班轮码头及引桥	4~5	—
人行引桥或浮桥	3	人行通道宽度 $\geq 1.2\text{m}$
	2	人行通道宽度 $< 1.2\text{m}$

4.4 起重机荷载

4.4.1 港口码头使用的起重运输机械荷载标准值，应根据装卸工艺选用的机型和实际使用的起重量、幅度等确定。

4.4.2 厂房起重机荷载应按竖向荷载和水平荷载分别计算。其竖向荷载标准值，应按不利原则分别采用起重机的最大轮压或最小轮压；其水平荷载应分别按照纵向和横向水平荷载进行计算。

4.4.3 安装有多台起重机的厂房，应根据实际情况计算参与组合的起重机数量，并对起重机荷载标准值进行折减。

4.5 雪荷载和覆冰荷载

4.5.1 屋面水平投影面上的雪荷载标准值应为屋面积雪分布系

数和基本雪压的乘积。

4.5.2 基本雪压应根据空旷平坦地形条件下的降雪观测资料，采用适当的概率分布模型，按 50 年重现期进行计算。对雪荷载敏感的结构，应按照 100 年重现期雪压和基本雪压的比值，提高其雪荷载取值。

4.5.3 确定基本雪压时，应以年最大雪压观测值为分析基础；当没有雪压观测数据时，年最大雪压计算值应表示为地区平均等效积雪密度、年最大雪深观测值和重力加速度的乘积。

4.5.4 屋面积雪分布系数应根据屋面形式确定，并应同时考虑均匀分布和非均匀分布等各种可能的积雪分布情况。屋面积雪的滑落不受阻挡时，积雪分布系数在屋面坡度大于等于 60° 时应为 0。

4.5.5 当考虑周边环境对屋面积雪的有利影响而对积雪分布系数进行调整时，调整系数不应低于 0.90。

4.5.6 计算塔桅结构、输电塔和钢索等结构的覆冰荷载时，应根据覆冰厚度及覆冰的物理特性确定其荷载值。计算覆冰条件下结构的风荷载，应考虑覆冰造成的挡风面积增加和风阻系数变化的不利影响，并应评估覆冰造成的动力效应。当下方可能有行人经过时，尚应对覆冰坠落风险进行评价并采取相应措施。

4.5.7 雪荷载的组合值系数应取 0.7，频遇值系数应取 0.6，准永久值系数应根据气候条件的不同，分别取 0.5、0.2 和 0。

4.6 风 荷 载

4.6.1 垂直于建筑物表面上的风荷载标准值，应在基本风压、风压高度变化系数、风荷载体型系数、地形修正系数和风向影响系数的乘积基础上，考虑风荷载脉动的增大效应加以确定。

4.6.2 基本风压应根据基本风速值进行计算，且其取值不得低于 0.30kN/m^2 。基本风速应通过将标准地面粗糙度条件下观测得到的历年最大风速记录，统一换算为离地 10m 高 10min 平均年最大风速之后，采用适当的概率分布模型，按 50 年重现期计

算得到。

4.6.3 风压高度变化系数应根据建设地点的地面粗糙度确定。地面粗糙度应以结构上风向一定距离范围内的地面植被特征和房屋高度、密集程度等因素确定，需考虑的最远距离不应小于建筑高度的 20 倍且不应小于 2000m。标准地面粗糙度条件应为周边无遮挡的空旷平坦地形，其 10m 高处的风压高度变化系数应取 1.0。

4.6.4 体型系数应根据建筑外形、周边干扰情况等因素确定。

4.6.5 当采用风荷载放大系数的方法考虑风荷载脉动的增大效应时，风荷载放大系数应按下列规定采用：

1 主要受力结构的风荷载放大系数应根据地形特征、脉动风特性、结构周期、阻尼比等因素确定，其值不应小于 1.2；

2 围护结构的风荷载放大系数应根据地形特征、脉动风特性和流场特征等因素确定，且不应小于 $1 + \frac{0.7}{\sqrt{\mu_z}}$ ，其中 μ_z 为风压高度变化系数。

4.6.6 地形修正系数应按下列规定采用：

1 对于山峰和山坡等地形，应根据山坡全高、坡度和建筑物计算位置离建筑物地面的高度确定地形修正系数，其值不应小于 1.0；

2 对于山间盆地、谷地等闭塞地形，地形修正系数不应小于 0.75；

3 对于与风向一致的谷口、山口，地形修正系数不应小于 1.20；

4 其他情况，应取 1.0。

4.6.7 风向影响系数应按下列规定采用：

1 当有 15 年以上符合观测要求且可靠的风气象资料时，应按照极值理论的统计方法计算不同风向的风向影响系数。所有风向影响系数的最大值不应小于 1.0，最小值不应小于 0.8。

2 其他情况，应取 1.0。

4.6.8 体型复杂、周边干扰效应明显或风敏感的重要结构应进行风洞试验。

4.6.9 当新建建筑可能使周边风环境发生较大改变时，应评估其对相邻既有建筑风环境和风荷载的不利影响并采取相应措施。

4.6.10 风荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数应分别取 0.6、0.4 和 0。

4.7 温度作用

4.7.1 温度作用应考虑气温变化、太阳辐射及使用热源等因素，作用在结构或构件上的温度作用应采用其温度的变化来表示。

4.7.2 计算结构或构件的温度作用效应时，应采用材料的线膨胀系数。

4.7.3 基本气温应采用 50 年重现期的月平均最高气温和月平均最低气温。对于金属结构等对气温变化较敏感的结构，应适当增加或降低基本气温。

4.7.4 均匀温度作用的标准值应按下列规定确定：

1 对结构最大温升的工况，均匀温度作用标准值应为结构最高平均温度与最低初始平均温度之差；

2 对结构最大温降的工况，均匀温度作用标准值应为结构最低平均温度与最高初始平均温度之差。

4.7.5 结构最高平均温度和最低平均温度，应基于基本气温根据工程施工期间和正常使用期间的实际情况，按热工学原理确定。

4.7.6 结构的最高初始平均温度和最低初始平均温度应根据结构的合拢或形成约束时的温度确定，或根据施工时结构可能出现的温度按不利情况确定。

4.7.7 温度作用的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数分别取 0.6、0.5 和 0.4。

4.8 偶然作用

4.8.1 当以偶然作用作为结构设计的主导作用时，应考虑偶然作用发生时和偶然作用发生后两种工况。在允许结构出现局部构件破坏的情况下，应保证结构不致因局部破坏引起连续倒塌。

4.8.2 按照静力方法计算爆炸荷载时，应以静力荷载与动荷载的荷载效应等效为原则。

4.8.3 常规炸药爆炸的等效静力荷载，应在动力荷载的基础上按照内力等效原则乘以动力放大系数。

4.8.4 燃气爆炸的等效静力荷载，应考虑通口板面积和爆炸空间体积等因素的影响，按最不利条件取值。

4.8.5 撞击荷载的计算应根据撞击物的质量、速度、撞击时间和作用点确定。

4.9 水流力和冰压力

4.9.1 对于港口工程、桥梁等承受水流作用的结构物，应计算水流力的作用。水流力应按照水流阻力系数、水流动能和构件投影面积的乘积计算。

4.9.2 水流阻力系数应根据梁、桁架、墩、柱等结构的外形确定。当不同结构、构件之间间距较近时，尚应考虑互相影响。

4.9.3 当水流力的作用方向与水流方向一致时，合力作用点位置应按下列规定计算：

1 上部构件：位于阻水面积形心处。

2 下部构件：顶面在水面以下时，位于顶面以下 1/3 高度处；顶面在水面以上时，位于水面以下 1/3 水深处。

4.9.4 作用在港口工程结构物上的冰荷载应根据当地冰凌实际情况及港口工程的结构形式确定，对重要工程或难以计算确定的冰荷载应通过冰力物理模型试验等专门研究确定。

4.9.5 静冰压力作用点应取冰面以下冰厚 1/3 处。

4.9.6 冰冻期冰层厚度内的冰压力与水压力不应同时考虑。

4.10 专门领域的作用

4.10.1 铁路列车引起的气动压力和气动吸力，应作为移动面荷载施加于受影响的建筑结构上。

4.10.2 公路路面、桥涵设计时，车辆荷载应根据公路等级、车辆技术指标和荷载图式确定。作用在港口工程结构上的汽车荷载，应按实际选用的车型确定，并按其可能出现的情况进行排列。

4.10.3 最冷月份平均气温低于 -15°C 地区的隧道，以及位于永冻土及冻胀土（季节冻胀深度大于2m）的结构，应考虑冻胀力作用。冻胀力应根据当地的自然条件、围岩冬季含水量及排水条件等因素通过研究确定。

4.10.4 作用在港口工程结构上的堆货荷载标准值应根据堆存货种、装卸工艺确定的堆存情况，结合码头结构形式、地基条件、结构计算项目并考虑港口发展等因素综合分析确定。

4.10.5 港口和水工建筑物承受的波浪力，应按照直墙式、斜坡式、桩基和墩柱、高桩码头面板等不同结构形式，结合波浪形态和作用方式分别计算确定。当结构或地形复杂时，结构上的波浪力应通过模型试验等专门研究确定。

4.10.6 作用在固定式系船、靠船结构上的船舶荷载应包括下列内容：

- 1 由风和水流产生的系缆力；
- 2 由风和水流产生的挤靠力；
- 3 船舶靠岸时产生的撞击力；
- 4 系泊船舶在波浪作用下产生的撞击力等。

4.10.7 港口工程结构计算剩余水压力所采用的剩余水头应根据水位的变化、码头排水条件、填料的渗透性能等因素确定。

4.10.8 水工建筑设计时，应根据设计状况对应的计算水位确定静水压力和扬压力。扬压力的分布图形，应根据不同的水工结构形式，上、下游计算水位，地基地质条件及防渗、排水措施等情

况确定。

4.10.9 作用在水工建筑物上的动水压力，应区分不同的水流状态。当水流脉动影响结构的安全或引起结构振动时，尚应计及脉动压力的影响。

4.10.10 地下结构是由围岩及其加固措施构成的统一体，设计时应考虑围岩的自稳能力和承载能力。围岩作用应根据岩体结构类型及其特征确定。

4.10.11 挡土建筑物的土压力应根据挡土结构的特点，分别按照主动土压力和被动土压力计算。挡水建筑物的淤沙压力，应根据河流水文泥沙特性、水库淤积平衡年限或设计工作年限、枢纽布置情况经计算确定。

附录 A 符 号

- A_d ——偶然作用的代表值；
- G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值；
- Q_{1k} ——第 1 个可变作用（主导可变作用）的标准值；
- Q_{jk} ——第 j 个可变作用的标准值；
- P ——预应力作用的有关代表值；
- γ_0 ——结构重要性系数；
- γ_G ——第 i 个永久作用的分项系数；
- $\gamma_{1,1}$ 、 $\gamma_{1,j}$ ——第 1 个和第 j 个考虑结构设计工作年限的荷载调整系数；
- γ_{Q1} ——第 1 个可变作用（主导可变作用）的分项系数；
- γ_{Qj} ——第 j 个可变作用的分项系数；
- γ_P ——预应力作用的分项系数；
- μ_z ——风压高度变化系数；
- ψ_{cj} ——第 j 个可变作用的组合值系数；
- ψ_{01} ——第 1 个可变作用的频遇值系数；
- ψ_{01} 、 ψ_{0j} ——第 1 个和第 j 个可变作用的准永久值系数。

中华人民共和国国家标准

工程结构通用规范

GB 55001 - 2021

起草说明

目 次

一、基本情况	31
二、本规范编制单位、起草人员及审查人员	33
三、术语	35
四、条文说明	40
1 总则	40
2 基本规定	41
3 结构设计	49
4 结构作用	53

一、基本情况

按照《住房和城乡建设部关于印发 2019 年工程建设规范和标准编制及相关工作计划的通知》（建标函〔2019〕8 号）要求，编制组在国家现行相关工程建设标准基础上，认真总结实践经验，参考了国外技术法规、国际标准和国外先进标准，并与国家法规政策相协调，经广泛调查研究和征求意见，编制了本规范。

本规范的主要内容是：

1 对各类工程结构的承载力、正常使用和耐久性的基本要求；

2 结构安全等级和设计工作年限的确定，结构设计应当包含的基本内容和各种设计方法的设计表达式以及结构施工、维护和拆除的基本原则；

3 结构的永久作用、楼面 and 屋面活荷载、风荷载、温度作用等各类作用的取值要求和最低取值标准。

本规范中，规定工程结构性能的条款是：第 2.1.1、2.1.2、2.1.3、2.1.4 条；

本规范中，规定结构设计、施工和拆除基本技术要求的条款是：第 2.1.5、2.1.6、2.1.7、2.1.8 条和第 3 章全部条款；

本规范中，规定结构作用的条款是：第 4 章全部条款。

下列工程建设标准中的强制性条文按本规范执行：

《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 - 2008

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 - 2018

《港口工程结构可靠性设计统一标准》GB 50158 - 2010

《水利水电工程结构可靠性设计统一标准》GB 50199 - 2013

《建筑结构荷载规范》GB 50009 - 2012

《有色金属工程结构荷载规范》GB 50959 - 2013

《石油化工建（构）筑物结构荷载规范》GB 51006 - 2014

本规范由住房和城乡建设部负责管理和解释。

二、本规范编制单位、起草人员及审查人员

(一) 编制单位

中国建筑科学研究院有限公司
中国铁道科学研究院集团有限公司
中交公路规划设计院有限公司
中交水运规划设计院有限公司
中国电力建设股份有限公司
水利部水利水电规划设计总院
同济大学
大连理工大学
浙江大学
中国建筑设计研究院有限公司
中国建筑西南设计研究院有限公司
中国建筑标准设计研究院有限公司
北京市建筑设计研究院有限公司
华东建筑设计研究总院
中南建筑设计院股份有限公司
哈尔滨工业大学
中国航空规划设计研究总院有限公司
深圳市建筑设计研究总院有限公司
中国气象局公共气象信息中心

(二) 起草人员

肖从真 金新阳 陈凯 刘晓光 赵君黎 胡家顺
周建平 雷兴顺 史志华 罗开海 唐意 朱爱萍
王国砚 顾明 贡金鑫 金伟良 范重 冯远
杨学兵 郁银泉 束伟农 杨蔚彪 王建 李霆

范 峰 朱 丹 韩纪升 杨振斌

(三) 审查人员

聂建国 任庆英 傅学怡 姜 宇 周建龙 刘彦生

温四清 张晋勋 杨庆山 吴 体 朱兆晴

三、术 语

1 设计工作年限 design working life

设计规定的结构或结构构件不需进行大修即可按预定目的使用的年限。

2 设计状况 design situations

代表一定时段内实际情况的一组设计条件，设计应做到在该组条件下结构不超越有关的极限状态。

3 持久设计状况 persistent design situation

在结构使用过程中一定出现，且持续期很长的设计状况，其持续期一般与设计工作年限为同一数量级。

4 短暂设计状况 transient design situation

在结构施工和使用过程中出现概率较大，而与设计工作年限相比，其持续期很短的设计状况。

5 偶然设计状况 accidental design situation

在结构使用过程中出现概率很小，且持续期很短的设计状况。

6 地震设计状况 seismic design situation

结构遭受地震时的设计状况。

7 荷载工况 load case

为特定的验证目的，一组同时考虑的固定可变作用、永久作用、自由作用的某种相容的荷载布置以及变形和几何偏差。

8 极限状态 limit states

整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求，此特定状态为该功能的极限状态。

9 承载能力极限状态 ultimate limit state

对应于结构或结构构件达到最大承载力或出现不适于继续承

载的变形的状态。

10 正常使用极限状态 serviceability limit state

对应于结构或结构构件达到正常使用的某项规定限值的状态。

11 不可逆正常使用极限状态 irreversible serviceability limit state

当产生超越正常使用要求的作用卸除后，该作用产生的后果不可恢复的正常使用极限状态。

12 可逆正常使用极限状态 reversible serviceability limit state

当产生超越正常使用要求的作用卸除后，该作用产生的后果可以恢复的正常使用极限状态。

13 抗力 resistance

结构或结构构件承受作用效应和环境影响的能力。

14 极限状态法 limit state method

不使结构超越某种规定的极限状态的设计方法。

15 容许应力法 permissible stress method

使结构或地基在作用标准值下产生的应力不超过规定的容许应力的设计方法。

16 安全系数法 safety factor method

使结构或地基的抗力标准值与作用标准值的效应之比不低于某一规定安全系数的设计方法。

17 作用 action

施加在结构上的集中力或分布力和引起结构外加变形或约束变形的原因。前者为直接作用，也称为荷载；后者为间接作用。

18 作用效应 action effect

由作用引起的结构或结构构件的反应。

19 永久作用 permanent action

在设计所考虑的时期内始终存在且其量值变化与平均值相比可以忽略不计的作用；或其变化是单调的并趋于某个限值的

作用。

20 可变作用 variable action

在设计工作年限内其量值随时间变化，且其变化与平均值相比不可忽略不计的作用。

21 偶然作用 accidental action

在设计工作年限内不一定出现，而一旦出现其量值很大，且持续期很短的作用。

22 地震作用 seismic action

地震动对结构所产生的作用。

23 作用的代表值 representative value of an action

设计中用以验算极限状态所采用的作用量值。它可以是作用的标准值或可变作用的组合值、频遇值和准永久值。

24 设计基准期 design reference period

为确定可变作用代表值而选用的时间参数。

25 作用的标准值 characteristic value of an action

作用的基本代表值，为设计基准期内最大荷载统计分布的特征值。可根据对观测数据的统计、作用的自然界限或工程经验确定。

26 可变作用的组合值 combination value of a variable action

对可变作用，使组合后的作用效应在设计基准期内的超越概率，能与该作用单独出现时的相应概率趋于一致的作用值；或组合后使结构具有规定可靠指标的作用值。可通过组合值系数对作用标准值的折减来表示。

27 可变作用的频遇值 frequent value of a variable action

对可变作用，在设计基准期内被超越的总时间为规定的较小比率或超越频率为规定频率的作用值。可通过频遇值系数对作用标准值的折减来表示。

28 可变作用的准永久值 quasi-permanent value of a variable action

对可变作用，在设计基准期内被超越的总时间为规定的较大比率的作用值。可通过准永久值系数对作用标准值的折减来表示。

29 作用的设计值 design value of an action

作用代表值与作用分项系数的乘积。

30 作用组合 combination of actions; **荷载组合** load combination

在不同作用的同时影响下，为验证某一极限状态的结构可靠度而采用的一组作用值。

31 作用的基本组合 fundamental combination of actions

承载能力极限状态计算时，永久作用和可变荷载的组合。

32 作用的偶然组合 accidental combination of actions

承载能力极限状态计算时永久作用、可变荷载和一个偶然作用的组合，以及偶然事件发生后受损结构整体稳定性验算时永久作用与可变荷载的组合。

33 作用的标准组合 characteristic combination of actions

正常使用极限状态计算时，采用标准值或组合值为荷载代表值的组合。

34 作用的频遇组合 frequent combination of actions

正常使用极限状态计算时，对可变荷载采用频遇值或准永久值为荷载代表值的组合。

35 作用的准永久组合 quasi-permanent combination of actions

正常使用极限状态计算时，对可变荷载采用准永久值为荷载代表值的组合。

36 等效均布荷载 equivalent uniform live load

等效均布荷载系指其在结构上所得的荷载效应能与实际的荷载效应保持一致的均布荷载。

37 从属面积 tributary area

考虑梁、柱等构件均布荷载折减所采用的计算构件负荷的楼

面面积。

38 基本雪压 characteristic value of snow load on ground
雪荷载的基准压力，一般按当地空旷平坦地面上积雪自重的观测数据，经概率统计得出 50 年一遇最大值确定。

39 基本风压 reference wind pressure
风荷载的基准压力，一般按当地空旷平坦地面上 10m 高度处 10min 平均的风速观测数据，经概率统计得出 50 年一遇最大值确定的风速，再考虑相应的空气密度，按贝努利 (Bernoulli) 公式确定的风压。

40 体型系数 shape coefficient of wind load
与建筑外形和风向相关的，表征建筑物在给定风速下平均风压大小的系数。

41 温度作用 thermal action
结构或结构构件中由于温度变化所引起的作用。

42 基本气温 reference air temperature
气温的基准值，取 50 年一遇月平均最高气温和月平均最低气温，根据历年最高温度月内最高气温的平均值和最低温度月内最低气温的平均值经统计确定。

43 均匀温度 uniform temperature
在结构构件的整个截面中为常数且主导结构构件膨胀或收缩的温度。

四、条文说明

本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

1 总 则

1.0.1 本规范制定的目的。本规范是以工程结构的功能、性能要求为基础，并提供可接受方案（能够满足目标和功能、性能要求的技术方法或措施）的全文强制标准。

1.0.2 本规范是国家工程建设控制性底线要求，具有法规强制效力，必须严格遵守。

1.0.3 工程建设强制性规范是以工程建设活动结果为导向的技术规定，突出了建设工程的规模、布局、功能、性能和关键技术措施，但是，规范中关键技术措施不能涵盖工程规划建设管理采用的全部技术方法和措施，仅仅是保障工程性能的“关键点”，很多关键技术措施具有“指令性”特点，即要求工程技术人员去“做什么”，规范要求的结果是要保障建设工程的性能，因此，能否达到规范中性能的要求，以及工程技术人员所采用的技术方法和措施是否按照规范的要求去执行，需要进行全面的判定，其中，重点是能否保证工程性能符合规范的规定。

进行这种判定的主体应为工程建设的相关责任主体，这是我国现行法律法规的要求。《建筑法》《建设工程质量管理条例》《民用建筑节能条例》以及相关的法律法规，突出强调了工程监管、建设、规划、勘察、设计、施工、监理、检测、造价、咨询等各方主体的法律责任，既规定了首要责任，也确定了主体责任。在工程建设过程中，执行强制性工程建设规范是各方主体落实责任的必要条件，是基本的、底线的条件，有义务对工程规划

建设管理采用的技术方法和措施是否符合本规范规定进行判定。

同时，为了支持创新，鼓励创新成果在建设工程中应用，当拟采用的新技术在工程建设强制性规范或推荐性标准中没有相关规定时，应当对拟采用的工程技术或措施进行论证，确保建设工程达到工程建设强制性规范规定的工程性能要求，确保建设工程质量和安全，并应满足国家对建设工程环境保护、卫生健康、经济社会管理、能源资源节约与合理利用等相关基本要求。

2 基本规定

2.1 基本要求

2.1.1 本条规定了结构必须满足安全性、适用性和耐久性三方面的要求。

2.1.2 合理的传力路径，是保证结构能够承载的基本要求，因此结构体系传力路径的合理性是结构设计时必须考虑的重要因素。

2.1.3 结构的整体稳固性是指结构应当具有完整性和一定的容错能力，避免因为局部构件的失效导致结构整体失效。在某些偶然事件发生时，通常会造造成结构局部构件失效，但如果结构设计不当，则可能因为局部的失效导致结构发生连续倒塌、整体破坏，造成重大损失。条文中的人为失误是指由于设计、施工和使用者在认知、行为和意图等方面的局限性，忽视了某些可能的影响结构安全的因素。

火灾是直接威胁到公众生命财产安全的重要风险因素。发生火灾时，结构特性与一般的使用条件下有很大差异。因此在结构设计时，除了应当满足本规范第 2.1.1 条的三项基本要求之外，还必须考虑在突发火灾的情况下，结构能够在规定时间内提供足够承载力和整体稳固性，为现场人员疏散、消防人员施救创造条件，并避免因为结构失效导致火灾在更大范围的蔓延。

为了防止结构出现与起因不相称的破坏，可以采取各种适当

的方法或技术措施，主要包括：

- 1) 减少结构可能遭遇的危险因素；
- 2) 采用对可能存在的危险因素不敏感的结构类型；
- 3) 采用局部构件被移除或损坏时仍能继续承载的结构体系；
- 4) 避免采用无破坏预兆的结构体系；
- 5) 采取增强结构整体性的构造措施。

减少危险因素，是指在结构设计阶段采取各种预防措施，如设置防撞保护、管道燃气系统合理布局、通过质量管理减小人为失误等；对危险因素不敏感的结构类型，主要是指通过合理的结构布局和受力路径，使结构在可能的危险因素作用下，不致出现过大的不利作用效应；局部构件被移除或损坏时仍能继续承载的结构体系，可通过主要受力构件移除后的轮次计算加以判别；结构发生垮塌前会出现肉眼可见的位移变形或损坏的结构体系可称为有破坏预兆的结构体系，反之则是无破坏预兆的结构体系。而设置圈梁等构造措施，可以增强砌体结构的整体性，提高其整体稳固性。

2.1.4 结构的耐久性是保证结构在设计工作年限内，能够正常使用的必要条件。而环境条件对耐久性具有重要影响，因此应当对结构所处的环境条件进行评估并采取适当措施。

2.1.5 本条规定了结构设计应当包含的基本内容。条文中“结构耐久性的设计”除了考虑材料的耐久性之外，还可以从结构全寿命周期的使用与维护角度加以考虑。

2.1.6 结构的安全性和适用性是在设计阶段就已确定的。为实现结构的建设目标，施工必须按照设计文件施工，确保实现设计要求。施工安全是底线要求，包括脚手架、支模系统等的安全设计，对施工工况进行复核算，制定切实可行的安全管理措施等。

2.1.7 本条对危害结构安全的行为作出禁止性规定。不同使用用途的结构，其结构体系、建筑布局和荷载取值都有很大差异，因此结构必须按照设计规定的用途使用。擅自改变结构用途与使

用环境、增加荷载、破坏地基基础等均会带来结构安全问题。如果确实有变更使用用途的要求，则应当经过设计复核，并采取必要措施。

2.1.8 本条是对结构拆除的基本要求。

2.2 安全等级与设计工作年限

2.2.1 结构破坏可能产生的后果可以从危及人的生命、造成经济损失、对社会或环境产生影响等方面进行评估。安全等级分三级，分别对应重要结构、一般结构和次要结构。欧洲标准《结构设计基础》EN1990 附录 B 则根据“结构破坏后果”和“结构可靠性水准要求”两个角度规定了结构分类，这和中国规范的要求基本相同。国际标准《结构设计基础—般要求》ISO22111 第 7 条将结构分为四类，前三类与中国相同，增加的第四类是特例，其安全度水准需要根据项目实际情况设定。美国《国际建筑规范》(International Building Code) 中第 1604.5 部分则将建筑结构的分类划分为四类，并且详细列举了各个风险分类对应的建筑结构类型。由于本规范面向的是所有工程结构，因此各行业领域可以按照本条的要求对工程结构的重要等级作出更为具体明确的分类规定。

2.2.2 结构的设计工作年限即“设计使用年限”。在 2021 年实施的国际标准《结构可靠性总原则——术语》ISO8930 中特别说明，design service life 和 design working life 是等价的两个术语。“设计工作年限”主要是指设计预定的结构或结构构件在正常维护条件下的服役期限，并不意味着结构超过该期限后就不能使用了。因此，本规范将该术语统一为“设计工作年限”以更准确表达其含义。设计工作年限是结构设计的重要参数，不仅影响可变作用的量值大小，也影响着结构主材的选择。对于业主而言，只有确定了设计工作年限，才能对不同的结构方案和主材选择进行比较，优化结构全生命周期的成本，获得最佳解决方案。由于行业之间的差异性，对于本条未予列明的工程结构种类，可根据相

关的标准规范或者本条规定的原则确定设计工作年限。

本规范表 2.2.2-1 中设计工作年限不低于 100 年的“特别重要的建筑结构”，是指因具有纪念意义或特殊功能需要长期服役的重要建筑结构，其含义不同于确定安全等级时的“重要结构”。安全等级定为一级的重要结构，如果根据其建造目的和使用功能，不需要长期服役，则其设计工作年限也不强制要求取为 100 年。

2.2.3 本条规定了结构附属设施设计工作年限的确定方法。

2.2.4 并非结构的所有部件都满足相同的设计工作年限要求。结构中某些需要定期更换的组成部分，可以根据实际情况确定设计工作年限，但在设计文件中应当明确标明。同样，结构部件的安全等级也可以和结构整体有所不同，也应当在设计文件中明确标明。

2.3 结构分析

2.3.1 本条明确了作用效应的确定方法。结构分析方法要符合力学基本原理，根据采取的求解方法不同，需要考虑力学平衡条件、变形协调条件、材料的短期和长期性质等因素，还要对结构稳定性加以考虑。

2.3.2 本条对结构分析中采用的计算模型、简化假定和边界条件作出规定。结构分析所建立的模型是结构体系的简化处理。为了使其能够反映结构的真实响应，以便为结构设计提供合理准确的指导，必须掌握影响结构响应的最重要的因素，而忽略某些次要因素。这些重要因素包括：外形尺寸、材料特性、外部作用等等。在此过程中引入的简化或者假定，都应当有所依据，避免无根据的简化或假定对结构分析造成重大影响。在结构分析中，边界条件与结构模型同样重要，尤其是对于复杂的有限元分析和受力复杂的结构体系而言，边界条件的准确性直接影响到分析结果和实际情况的相符程度。

2.3.3 正确的分析方法和分析理论，对于结构分析结果有重要

影响。本条规定了选用分析方法时需要考虑的因素。当结构的材料性能处于弹性状态时，一般可假定力与变形（或变形率）之间的相互关系是线性的，可采用弹性理论进行结构分析，这种情况下，分析比较简单，效率也较高；而当结构的材料性能处于弹塑性状态或完全塑性状态时，力与变形（或变形率）之间的相互关系比较复杂，一般情况下都是非线性的，这时应当采用弹塑性理论或塑性理论进行结构分析。所谓动力作用，是指导致结构或结构构件产生了显著加速度的作用类型。为了准确反映动力作用的影响，需要采用动力响应分析或动力系数等方法进行分析。

2.3.4 在许多情况下，结构变形会引起几何参数名义值产生显著变异。一般称这种变形效应为几何非线性或二阶效应。如果这种变形对结构性能有重要影响，应与结构的几何不完整性一样在设计中加以考虑。

2.4 作用和作用组合

2.4.1 作用按时间变化特性分类是最主要的分类方法，它直接关系到作用变量概率模型的选择。

永久作用的统计参数与时间基本无关，故可采用随机变量概率模型来描述；永久作用的随机性通常表现在随空间变异上。可变作用的统计参数与时间有关，故采用随机过程概率模型来描述；在实用上经常可将随机过程概率模型转化为随机变量概率模型来处理。

永久作用可分为以下几类：结构自重；土压力；水位不变的水压力；预应力；地基变形；混凝土收缩；钢材焊接变形；引起结构外加变形或约束变形的各种施工因素。

可变作用可分为以下几类：使用时人员、物件等荷载；施工时结构的某些自重；安装荷载；车辆荷载；起重机荷载；风荷载；雪荷载；冰荷载；多遇地震；正常撞击；水位变化的水压力；扬压力；波浪力；温度变化。

偶然作用可分为以下几类：撞击；爆炸；罕遇地震；龙卷

风；火灾；极严重的侵蚀；洪水作用。

某些作用（如地震作用和撞击）既可作为可变作用，也可作为偶然作用，取决于场地条件和结构的使用条件。

虽然任何荷载都具有不同性质的变异性，但在设计中，不可能直接引用反映荷载变异性的各种统计参数，通过复杂的概率运算进行具体设计。因此，在设计时除了采用能便于设计者使用的设计表达式外，对荷载仍应赋予一个规定的量值，称为荷载代表值。荷载可根据不同的设计要求，规定不同的代表值，以使之能更确切地反映它在设计中的特点。本规范给出荷载的四种代表值：标准值、组合值、频遇值和准永久值。荷载标准值是荷载的基本代表值，其他代表值都可在标准值的基础上乘以相应的系数后得出。

荷载标准值是指其在结构的使用期间可能出现的最大荷载值。由于荷载本身的随机性，因而使用期间的最大荷载也是随机变量，原则上也可用它的统计分布来描述。荷载标准值统一由设计基准期最大荷载概率分布的某个分位值来确定。因此，对某类荷载，当有足够资料而有可能对其统计分布作出合理估计时，则可在其设计基准期最大荷载的分布上，根据协议的百分位取其分位值作为该荷载的代表值，原则上可取分布的特征值（例如均值、众值或中值）。实际上，对于大部分自然荷载，包括风雪荷载，习惯上都以其规定的平均重现期来定义标准值，也即相当于以其重现期内最大荷载的分布的众值为标准值。

目前，并非对所有荷载都能取得充分的资料，为此不得不从实际出发，根据已有的工程实践经验，通过分析判断后，协议一个公称值作为代表值。在本规范中，对按这两种方式规定的代表值统称为荷载标准值。

与永久作用和可变作用不同，偶然作用没有充分的统计信息，因此偶然作用的代表值需要根据结构设计使用特点确定。

2.4.2 作用按照其他特性分类，主要是要求结构设计人员在设计过程中，根据作用的特性选择恰当的作用模型，对其进行适当

的分类组合，并合理准确的加载。条文中所列 3 款，分别是按照作用的来源性质、空间变化特点和作用的固有性质进行的分类。

2.4.3 在确定各类可变荷载的代表值时，会涉及出现荷载最大值的时域问题，该时域长度即为“设计基准期”。本规范采用的设计基准期为 50 年。如果“设计基准期”更长，而可变作用取值和其他设计条件不变，则结构的可靠指标就降低了。因此本条规定，当设计基准期不同时，应当按照可靠指标一致的原则，对可变作用量值进行调整。应注意的是，设计基准期是确定可变荷载取值标准的重要时间参数，和“设计工作年限”是两个不同的概念。

2.4.4 本条规定了确定作用量值大小的一般原则。

2.4.5 工业建筑结构中的工艺荷载，根据工艺要求不同差异很大，对结构设计的影响较大。本条规定了对于工艺荷载的提供资料要求，以保证荷载取值的准确性。

2.4.6 本条规定了各种不同的作用组合的要求。不同设计方法采用的作用组合也有所不同，但究其实质，都是考虑结构在设计工作年限内可能出现的不同类型、不同量值的荷载同时作用的各种情况。因此本条将各种作用组合进行统一规定，再配合不同的设计表达式和相关系数取值进行结构设计。作用组合中的符号“ Σ ”和“+”均表示组合，即同时考虑所有作用对结构的共同影响，不表示代数相加。

基本组合中起控制作用的可变作用一般需要轮次计算方能确定。基本组合与“极限状态的分项系数设计法”相对应，用于承载极限状态设计。

偶然组合是考虑偶然作用时的组合。

抗震设计的设计方法与作用组合较为特殊，需按照抗震设计要求执行。

标准组合与“极限状态的分项系数设计法”相对应时，用于正常使用极限状态设计。在采用容许应力和安全系数法设计时，通常也采用标准组合，但组合系数的取值有所区别。此外，有的

采用容许应力法的设计规范还对“主力”、“主力+附力”作用下的结构验算作出不同限值规定，也可视为标准组合的不同情况。

频遇组合和准永久组合都是和“极限状态的分项系数设计法”相对应的，用于不同状态的设计验算。

2.4.7 本条规定了结构效应设计值的确定方法。即应同时考虑所有作用对结构的共同影响。

2.4.8 本规范第 2.4.7 条规定的方法是作用组合效应值的一般确定方法，在实际工程设计时往往根据实际情况有所简化。最为常见的是当作用和作用效应是线性关系时，作用组合的效应可以直接表示为作用效应的组合，这为结构设计带来极大方便。但在应用时，必须注意作用和效应是否满足线性关系这一前提条件。

2.5 材料和岩土的性能及结构几何参数

2.5.1 环境因素（如二氧化碳、氯化物和湿度等）会对材料特性有明显影响，进而可能对结构的安全性和适用性造成不利影响。这种影响因材料而异，因此要求结构设计时对此加以考虑。

2.5.2 材料性能实际上是随时间变化的，有些材料性能，例如木材、混凝土的强度等，这种变化相当明显。因此本条规定了材料性能应通过特定条件下的标准化测试方法确定。

标准试件试验所得的材料性能 f_{spe} ，一般说来，不等同于结构中实际的材料性能 f_{str} ，有时两者可能有较大的差别。例如，材料试件的加荷速度远超过实际结构的受荷速度，致使试件的材料强度较实际结构中偏高；试件的尺寸远小于结构的尺寸，致使试件的材料强度受到尺寸效应的影响而与结构中不同；有些材料，如混凝土，其标准试件的成型与养护与实际结构并不完全相同，有时甚至相差很大，以致两者的材料性能有所差别。所有这些因素一般习惯于采用换算系数或函数 K_0 来考虑，从而结构中实际的材料性能与标准试件材料性能的关系可用下式表示：

$$f_{str} = K_0 f_{spe} \quad (1)$$

由于结构所处的状态具有变异性，因此换算系数或函数 K_0

也是随机变量。

2.5.4 本条规定了试验数据不充分时，材料性能标准值的取值途径。

2.5.5 连接部位的几何参数不兼容，可能导致结构无法正常施工等严重后果。因此本条对公差的兼容性作出规定。

3 结构设计

3.1 极限状态的分项系数设计方法

3.1.1、3.1.2 这两条是对极限状态的规定。承载能力极限状态可理解为结构或结构构件发挥允许的最大承载能力的状态。结构构件由于塑性变形而使其几何形状发生显著改变，虽未达到最大承载能力，但已彻底不能使用，也属于达到这种极限状态。正常使用极限状态可理解为结构或结构构件达到使用功能上允许的某个限值的状态。例如，某些构件必须控制变形、裂缝才能满足使用要求。因过大的变形会造成如房屋内粉刷层剥落、填充墙和隔断墙开裂及屋面积水等后果；过大的裂缝会影响结构的耐久性；过大的变形、裂缝也会造成用户心理上的不安全感。

这两种极限状态有显著的差异。超过了结构的承载能力极限状态，导致的结果是结构失效，需要拆除或大修；而超过了正常使用极限状态，通常不会导致结构的破坏，在消除外部不利因素之后，结构一般还能继续正常使用（需要区分可逆和不可逆的正常使用状态）。

3.1.3 结构设计时，应针对各种设计状况和相关的承载能力极限状态、正常使用极限状态进行分析。其目的是要验证在各种内外部因素的条件下（作用、材料特性、几何形状），结构不会超过极限状态。当有充分依据表明，结构满足其中一种极限状态，另一种极限状态自然满足时，可以只验算起控制作用的极限状态。如果不能确定，则必须对两种状态分别进行计算和验算。

3.1.4 结构的作用、环境影响以及自身特性都是随时间变化的，设计状况代表了在一定时间段内结构的内外环境状态。需要根据结构的实际情况（使用条件、环境条件等）选择与此相对应的设计状况，包括持久设计状况、短暂设计状况、偶然设计状况，对处于地震设防区的结构尚应考虑地震设计状况。

地震设计状况需要和偶然设计状况区别开来，主要是因为地震作用具有与火灾、爆炸、撞击或局部破坏等偶然作用不同的特点。首先，地震设防区需要进行抗震设计，而且很多结构是由抗震设计控制的；其二，地震作用是能够统计并有统计资料的，可以根据地震的重现期确定地震作用。

3.1.5 为了保证结构的安全性和适用性，结构设计时选定的设计状况，应当涵盖所能够合理预见到的各种可能性。承载能力涉及结构安全和人身安全，因此各种设计状况下均应加以验算；而持久设计状况适用于结构正常使用时的情况，因此还应当进行正常使用极限状态设计。其他设计状况是否进行正常使用极限状态设计不做强制要求，可根据实际情况确定。

3.1.6 结构按极限状态设计时，对不同的设计状况应采用相应的作用组合，在每一种作用组合中还必须选取其中的最不利组合进行有关的极限状态设计。

3.1.7 本条规定了承载能力极限状态作用组合的具体操作要求。

3.1.8 所谓可逆的正常使用极限状态，是指在导致超出极限状态的因素移除之后，结构可以恢复正常的极限状态，比如超出极限状态要求的振动或临时性的位移等；而不可逆的正常使用极限状态，则是指一旦超出极限状态，结构不能再恢复正常的极限状态，比如永久性的局部损坏，或永久变形。不可逆的正常使用极限状态所采用的设计准则，与承载能力极限状态类似；而可逆的正常使用极限状态，其设计准则可根据实际情况确定。

3.1.9 本条规定了各种基本变量设计的确定方法。作用的设计值 F_d 一般可表示为作用的代表值 F_r 与作用的分项系数 γ_F 的乘积。对可变作用，其代表值包括标准值、组合值、频遇值和准永

久值。组合值、频遇值和准永久值可通过对可变作用标准值的折减来表示，即分别对可变作用的标准值乘以不大于 1 的组合值系数 ψ_c 、频遇值系数 ψ_f 和准永久值系数 ψ_q 。

3.1.10 本条规定了承载能力极限状态的设计要求。作用组合效应设计值，包括了各种与采用的作用组合相对应的效应设计值，如轴力、弯矩设计值或表示几个轴力、弯矩向量的设计值。

3.1.11 作用组合效应设计值，包括了各种与采用的作用组合相对应的效应设计值，如变形、裂缝等的设计值。

3.1.12 结构重要性系数 γ_0 是考虑结构破坏后果的严重性而引入的系数，对于安全等级为一级和三级的结构构件分别取 1.1 和 0.9。可靠度分析表明，采用这些系数后，结构构件可靠指标值较安全等级为二级的结构构件分别增减 0.5 左右。考虑不同投资主体对建筑结构可靠度的要求可能不同，故本条仅规定重要性系数的下限值。另外应注意，结构重要性和结构的抗震类别并不一定完全对应。

3.1.13~3.1.15 在“以概率理论为基础、以分项系数表达的极限状态设计方法”中，将对结构可靠度的要求分解到各种分项系数设计取值中，作用（包括永久作用、可变作用等）分项系数取值越高，相应的结构可靠度设置水平也就越高。但从概率的观点看，一个结构可靠与否是随机事件，无论其可靠度水平有多高，都不能做到 100%安全可靠，总会有一定的失效概率存在，因此不可避免地存在着由于结构失效带来的风险（危及人的生命、造成经济损失、对社会或环境产生不利影响等）。人们只能做到把风险控制可在可接受的范围内。一般来说，可靠度设置水平越高风险水平就越低，相应的一次投资的经济代价也越高；相反，可靠度设置水平越低风险水平就越高，而相应的一次投资的经济代价则越低。在经济发展水平较低的时候，对结构可靠度的投入受到经济水平的制约，在保证“基本安全”的前提下，人们不得不承受较高的风险；而在经济发展水平较高的条件下，人们更多会选择较高的结构可靠度从而降低所承担的风险。

荷载效应组合的设计值中，荷载分项系数应根据荷载不同的变异系数和荷载的具体组合情况（包括不同荷载的效应比），以及抗力有关的分项系数的取值水平等因素确定，以使在不同设计情况下的结构可靠度能趋于一致。由于历史原因，国内各行业领域采用的分项系数有所不同。本条根据不同行业领域给出了分项系数的取值要求。

本规范第 3.1.13 条规定了房屋建筑结构的分项系数取值要求。对永久作用系数 γ_G 和可变荷载系数 γ_Q 的取值，分别根据对结构构件承载能力有利和不利两种情况，作出了具体规定。考虑到标准值大于 4kN/m^2 的工业楼面活荷载，变异系数通常比较小，其分项系数规定为 1.4。

在倾覆、滑移或漂浮等有关结构整体稳定性的验算中，永久作用效应一般对结构是有利的，荷载分项系数应取小于 1.0 的值。虽然各结构标准已经广泛采用分项系数表达方式，但对永久作用分项系数的取值，如地下水荷载的分项系数，各地方有差异，目前还不可能采用统一的系数。因此，本规范仅规定永久作用有利时，分项系数取不大于 1.0 的值，但不规定具体数值。

3.1.16 本条规定了设计工作年限的调整系数。确定 γ_{L_i} 可采用两种方法：（1）使结构在设计工作年限 T_{L_i} 内的可靠指标与在设计基准期 T 的可靠指标相同；（2）使可变荷载按设计工作年限 T_{L_i} 定义的标准值 Q_{kL_i} 与按设计基准期 T （50 年）定义的标准值 Q_k 具有相同的概率分位值。按第二种方法进行分析比较简单，当可变荷载服从极值 I 型分布时，可以得到 γ_{L_i} 的表达式：

$$\gamma_{L_i} = 1 + 0.78k_Q\delta_Q\ln(T_{L_i}/T) \quad (2)$$

式中， k_Q 为可变荷载设计基准期内最大值的平均值与标准值之比； δ_Q 为可变荷载设计基准期最大值的变异系数。表 1 给出了部分可变荷载对应不同设计工作年限时的调整系数，比较可知规范的取值基本偏于保守。

表 1 考虑设计工作年限的可变荷载调整系数 γ_L 计算值

设计工作年限 (年)	5	10	20	30	50	75	100
办公楼活荷载	0.839	0.858	0.919	0.955	1.000	1.036	1.061
住宅活荷载	0.798	0.859	0.920	0.955	1.000	1.036	1.061
风荷载	0.651	0.756	0.861	0.923	1.000	1.061	1.105
雪荷载	0.713	0.799	0.886	0.936	1.000	1.051	1.087

对于风、雪荷载，可通过选择不同重现期的值来考虑设计工作年限的变化。对温度作用，还没有太多设计经验，考虑设计工作年限的调整尚不成熟。因此，可变荷载调整系数的具体数据，仅限于楼面和屋面活荷载。

根据表 1 计算结果，对本规范表 3.1.16 中所列以外的其他设计工作年限对应的 γ_L 值，按线性内插计算是可行的。

对于荷载标准值不会随时间明显变化的荷载，如楼面均布活荷载中的书库、储藏室、机房、停车库，以及工业楼面均布活荷载等，不需要考虑设计工作年限调整系数。

3.2 其他设计方法

虽然目前工程结构设计大多采用以概率理论为基础、以分项系数表达的极限状态设计方法，但某些工程领域仍采用传统的容许应力法和单一安全系数进行设计。作为工程结构设计领域的强制性通用规范，必须对此作出规定。本节规定了容许应力法和安全系数法的设计表达式。

4 结构作用

4.1 永久作用

4.1.1 本条规定了结构自重荷载的确定方法。对于自重变异性较大的材料（如现场制作的保温材料、混凝土薄壁构件，尤其是制作屋面的轻质材料等），考虑到结构的可靠性，在设计中应根

据该荷载对结构有利或不利，分别取其自重的下限值或上限值。此外，要注意的是建筑吊顶以及地面、墙面建筑做法也是决定结构自重的的重要因素。

4.1.2 对于位置固定的永久设备，其随时间的变异性很小，因此也作为永久作用处理。

4.1.3 荷载类型的判断，直接影响到分项系数的取值，进而影响到结构安全性。位置可以灵活布置的隔墙，从时间变异性上看与可变荷载类似，应按照楼面活荷载处理。

4.1.4 本条规定了土压力的计算原则。计算水位对土体含水率有较大影响，因此土的单位体积自重需要根据水位取天然密度、饱和密度、有效密度等不同密度值进行计算。

4.1.5 预应力作为永久作用时，应当采用永存预应力。

4.2 楼面和屋面活荷载

4.2.1 本条规定了楼面和屋面活荷载的处理原则。

4.2.2、4.2.3 规定了民用建筑楼面均布活荷载的标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数。规定的取值为设计时必须遵守的最低要求。如设计中有特殊需要，荷载标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数的取值可以适当提高。第4.2.3条对小型客车和消防车荷载的取值方法做出单独规定。

4.2.4、4.2.5 这两条规定了采用楼面等效均布活荷载方法设计楼面梁、墙、柱及基础时，楼面均布活荷载的折减系数必须遵守的最低要求。

作用在楼面上的活荷载，不可能以标准值的大小同时布满在所有的楼面上，因此在设计梁、墙、柱和基础时，还要考虑实际荷载沿楼面分布的变异情况，也即在确定梁、墙、柱和基础的荷载标准值时，还应按楼面活荷载标准值乘以折减系数。

折减系数的确定比较复杂，采用简化的概率统计模型来解决这个问题还不够成熟。目前除美国规范是按结构部位的影响面积来考虑外，其他国家均按传统方法，通过从属面积来考虑荷载折

减系数。对于支撑单向板的梁，其从属面积为梁两侧各延伸二分之一的梁间距范围内的面积；对于支撑双向板的梁，其从属面积由板面的剪力零线围成。对于支撑梁的柱，其从属面积为所支撑梁的从属面积的总和；对于多层房屋，柱的从属面积为其上部所有柱从属面积的总和。

对于有主、次梁布置的双向板上的消防车荷载，一般情况主梁的折减系数与次梁相同。当次梁间距很小时，主梁承担的荷载相当于直接来自双向板，可以根据实际情况按主梁跨度确定双向板的活荷载取值。

应注意的是，本条的折减系数都是针对采用楼面等效均布活荷载方法进行设计时需要遵守的规定。工程实践中，也可以采用荷载最不利布置方法对楼面梁、墙、柱及基础进行设计，以获得更符合实际情况的结果。

4.2.6 本条规定了考虑覆土影响消防车活荷载折减的要求。

4.2.7 本条规定了工业建筑楼面均布活荷载的标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数。规定的取值为设计时必须遵守的最低要求。如设计中有特殊需要，荷载标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数的取值可以适当提高。

4.2.8 本条规定了民用建筑屋面均布活荷载的标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数。规定的取值为设计时必须遵守的最低要求。如设计中有特殊需要，荷载标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数的取值可以适当提高。

4.2.9 本条是对屋面活荷载的补充规定。

4.2.10 本条是关于屋面积水荷载的规定。

4.2.11 本条规定了屋面直升机停机坪的屋面活荷载取值要求。

4.2.12 设计屋面板、檩条、钢筋混凝土挑檐、雨篷和预制小梁时，除了考虑屋面均布活荷载外，还应另外验算在施工、检修时可能出现在最不利位置上，由人和工具自重形成的集中荷载。本条规定了检修荷载取值的最低标准。

4.2.13 本条对地下室顶板的施工荷载作出规定。地下室顶板等

部位在建造施工和使用维修时，往往需要运输、堆放大量建筑材料与施工机具，因施工超载引起建筑物楼板开裂甚至破坏时有发生，应该引起设计与施工人员的重视。

4.2.14 楼梯、看台、阳台和上人屋面等的栏杆在紧急情况下对人身安全保护有重要作用，因此本规范规定了栏杆荷载的最低取值要求。

4.2.15 本条是施工荷载、检修荷载及栏杆荷载的组合值、频遇值和准永久值系数取值的规定。

4.2.16 本条规定了动力荷载的处理原则。

4.3 人群荷载

本节规定了人群荷载的取值。

4.4 起重机荷载

4.4.1 港口码头使用的起重运输机，其荷载标准值直接与装卸工艺选定的机型有关。但由于港口装卸工艺的具体要求，各种机械在实际使用中，往往不是在最大起重量的情况下工作。因此在确定起重机械荷载时，需根据装卸工艺所选定的机型及要求的起重量和幅度选取相应的荷载值。

4.4.2 各工厂设计的起重机械，其参数和尺寸各不相同，设计时应直接参照制造厂的产品规格作为设计依据。采用最大轮压还是最小轮压，应当根据起重机竖向荷载是否对结构有利而定，按照最不利条件来选用。

起重机的水平荷载分纵向和横向两种，分别由起重机的大车和小车的运行机构在启动或制动时引起的惯性力产生。惯性力为运行重量与运行加速度的乘积，但必须通过制动轮与钢轨间的摩擦传递给厂房结构。因此，起重机的水平荷载取决于制动轮的轮压和它与钢轨间的滑动摩擦系数。

4.4.3 本条规定了厂房有多台起重机时，应根据实际情况，对荷载标准值进行折减。

4.5 雪荷载和覆冰荷载

4.5.1 本条规定了雪荷载的计算方法。

4.5.2 本条规定了基本雪压的取值原则。基本雪压 s_0 是根据标准场地条件下的最大雪压或雪深资料，经统计得到的 50 年一遇最大雪压，即重现期为 50 年的最大雪压。对雪荷载敏感的结构，例如轻型屋盖，考虑到雪荷载有时会远超结构自重，极端雪荷载作用下容易造成结构整体破坏，因此规定要提高雪压的取值标准。

4.5.3 本条规定了基本雪压的计算方法。

4.5.4 由于实际屋面形式多种多样、情况千差万别，本条仅规定了积雪分布系数的基本取值原则和考虑的因素，但对具体取值不作强制规定。

4.5.5 国外的雪荷载技术标准中，通常引入暴露系数来考虑风对屋面积雪的影响。该系数是与屋面形状无关的、反映屋面积雪总量的普适系数。理论分析和模型试验都表明，由于风对积雪的吹蚀作用，屋面积雪总的来说会比地面积雪更少。而且周边越空旷、高风速发生的频率越高，被吹落的屋面积雪就越多。另外，气温会影响雪粒子的粘结力，进而影响屋面上积雪发生飘移的风速阈值，因此也是一个重要影响因素。考虑到国内结构设计的习惯和概念的简洁，本规范未引入“暴露系数”这一新的计算参数，而是将其作为积雪分布系数的调整系数加以考虑。鉴于暴露系数的复杂性，本规范仅规定调整系数的下限值为 0.9，未引入具体的计算方法。

4.5.6 覆冰对结构物的影响主要体现在四个方面：静力荷载、覆冰对结构风荷载的影响、动力效应和坠冰造成的破坏。（1）结构表面积冰后，覆冰重量将造成结构物承受的竖向荷载增加。这种静力荷载作用对于预应力钢索、细长网架等结构的内力都会造成显著影响。（2）覆冰对结构风荷载的影响主要体现在两个方面，一是覆冰改变了结构的受风面积，二是改变了覆冰结构的风

阻系数。(3)覆冰的动力效应有各种不同的表现形式。当覆冰的质量相对较大时,将使结构自振频率明显降低,改变其动力特性。其次,由于覆冰改变了结构横截面形状,因此可能产生驰振等气动不稳定现象,以及涡脱落导致的横风向共振。对于动力敏感的结构物,还需要考虑覆冰从结构表面脱落造成的振动。(4)最后,当覆冰从较高处坠落时,可能损坏低处的结构构件,甚至对行人造成威胁。越高的坠冰意味着越强的撞击作用,因此坠冰高度是评价此类风险的重要因素。

4.5.7 本条规定了雪荷载的组合值、频遇值和准永久值系数。

4.6 风荷载

4.6.1 本条规定了风荷载的确定方法。风荷载脉动的增大效应,一般是通过平均风荷载乘以风振系数或阵风系数来考虑的,但也可以采用平均风荷载与脉动风荷载相叠加的方法来考虑。因此,本条未直接采用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的计算表达式,而是规定了计算风荷载标准值的基本原则。

4.6.2 基本风压 w_0 是计算风荷载最重要的参数,本条给出了基本风压的计算方法及其最低取值要求。基本风压是根据伯努利公式,通过基本风速计算得出的:

$$w_0 = \frac{1}{2} \rho v_0^2 \quad (3)$$

式中: ρ ——空气密度 (t/m^3);

v_0 ——基本风速 (m/s)。

4.6.3 地面粗糙度类别是确定风压高度变化系数的前提条件。本条规定了判断地面粗糙度的基本原则。由于大气边界层的发展是渐进过程,因此判断地面粗糙度时,需要根据建筑高度选择合适的上风向范围。标准地面粗糙度对应的是基本风速取值的标准场地,其风压高度变化系数一般按照下式确定:

$$\mu_z = \begin{cases} 1.0 & 0 < z \leq 10m \\ \left(\frac{z}{10}\right)^{0.30} & 10m < z \leq 350m \end{cases} \quad (4)$$

式中： z ——距地面高度（m）。

4.6.4 体型系数是计算风荷载时的重要参数，其取值大小直接影响到结构安全。但由于建筑外形多种多样，所处环境千差万别，因此本规范仅对体型系数的取值原则作出规定。

4.6.5 不管是对于主要受力结构还是围护结构，风荷载都是随时间变化的，不能直接使用风荷载的平均值进行设计。对于主要受力结构，除了考虑风压本身的脉动之外，还需要考虑风引起结构振动所带来的附加荷载；而围护结构刚度一般比较大，结构效应中通常不需要考虑共振分量。因此现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 对于“主要受力结构”和“围护结构”的计算，分别采用了风振系数和阵风系数作为平均风荷载的放大倍数。本规范将二者统一为“风荷载放大系数”，并规定了二者的取值原则。

对于主要受力结构来说，中国荷载规范风振系数采用了与国外不同的理论体系和计算方法，规定了基于“等效风振力”的高层和高耸结构的风振系数取值，但并不适用于大跨屋盖结构。本条对主要受力结构风荷载放大系数的计算方法不作强制要求，只规定需要考虑的因素，并规定了其取值的下限值。应当注意的是，1.2的放大系数只是主要受力结构的最低取值标准，在很多情况下并不能完全保证结构安全，不能作为一般性的取值依据。

对于围护结构而言，由于不需要考虑结构振动的影响，因此只需要考虑风压本身脉动的特性，这又和地形地貌、脉动风特性和流场特征等因素有关。本条规定的围护结构风荷载放大系数下限值，假定了湍流度剖面取为负指数，且指数绝对值与平均风剖面指数相同。考虑到湍流度的离散性，以及屋盖边缘、幕墙边缘等区域分离流动的影响，实际的风荷载放大系数可能会大于该值。因此本条将其规定为围护结构风荷载放大系数的最低取值标准。

4.6.6 本条规定了地形修正系数的取值。

4.6.7 中国幅员辽阔，不同地区风气候特征差异明显，一些地区最大风的主导风向非常明确。建筑结构在不同风向的大风作用下风荷载差别很大，考虑风向影响系数是科学合理的处理方法。本条规定了风向影响系数的计算原则和最低限值要求。

4.6.8 工程结构的风荷载非常复杂，本条列举了应当进行风洞试验的三种情况。

(1) 体型复杂。这类建筑物或构筑物的表面风压很难根据规范的相关规定进行计算，一般应通过风洞试验确定其风荷载。

(2) 周边干扰效应明显。周边建筑对结构风荷载的影响较大，主要体现在在干扰建筑作用下，结构表面的风压分布和风压脉动特性存在较大变化，这给主体结构和围护结构的抗风设计带来不确定因素。

(3) 对风荷载敏感。通常是指自振周期较长，风振响应显著或者风荷载是控制荷载的各类工程结构，如超高层建筑、高耸结构、柔性屋盖、大跨桥梁等。当这类结构的动力特性参数或结构复杂程度超过了现有风荷载计算方法的适用范围时，就应当通过风洞试验确定其风荷载。

应注意的是，本条仅列举了常见的需要进行风洞试验的三种情况，并不意味着其他情况就完全不需要进行风洞试验。在条件允许的情况下，通过风洞试验确定结构风荷载是目前最准确的取值方法。

4.6.9 当新建建筑体量较大时，往往会使其周边的风环境发生明显改变。风环境的改变既会对行人的风环境舒适度造成影响，也会使得相邻建筑物的表面风荷载，尤其是幕墙等围护结构的风荷载发生改变。为保证既有建筑的抗风安全，需要评估新建建筑对相邻建筑是否存在不利影响。如果影响较大，则需要考虑对新建建筑进行调整以减小其不利影响，或者对既有建筑采取局部加固等技术措施。

4.6.10 本条规定了风荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数。

4.7 温度作用

4.7.1 本条规定了确定温度作用的基本原则。

4.7.2 本条规定了计算温度作用时的热膨胀系数应当采用线膨胀系数。

4.7.3 基本气温是气温的基准值，是确定温度作用所需要的最主要的气象参数。基本气温一般是以气象台站记录所得的某一年极值气温数据为样本，经统计得到的具有一定年超越概率的最高和最低气温。采用什么气温参数作为年极值气温样本数据，目前还没有统一模式。欧洲规范 EN1991-1-5:2003 采用小时最高和最低气温；国内在建筑结构设计中的基本气温并不统一，钢结构设计有的采用极端最高最低气温，混凝土结构设计有的采用月平均最高最低气温，这种情况带来的后果是难以用统一尺度评判温度作用下结构的可靠性水准，温度作用分项系数及其他各系数的取值也很难统一。因此本条将基本气温定义为 50 年重现期的月平均最高气温和月平均最低气温。

对于热传导速率较慢且体积较大的混凝土及砌体结构，结构温度接近当地月平均气温，可直接取用月平均最高气温和月平均最低气温作为基本气温。对于热传导速率较快的金属结构或体积较小的混凝土结构，它们对气温的变化比较敏感，这些结构要考虑昼夜气温变化的影响，必要时应对基本气温进行修正。气温修正的幅度大小与地理位置相关，可根据工程经验及当地极值气温与月平均最高和最低气温的差值酌情确定。

4.7.4 本条规定了均匀温度作用的计算方法。均匀温度作用对结构影响最大，也是设计时经常考虑的，其取值及结构分析方法较为成熟。对室内外温差较大且没有保温隔热面层的结构，或太阳辐射较强的金属结构等，应考虑结构或构件的梯度温度作用，对体积较大或约束较强的结构，必要时应考虑非线性温度作用，对梯度和非线性温度作用的取值及结构分析目前尚没有较为成熟统一的方法。因此，本规范仅对均匀温度作用作出规定，其他情

况设计人员可参考有关文献或根据设计经验酌情处理。

以结构的初始温度（合拢温度）为基准，结构的温度作用效应要考虑温升和温降两种工况。这两种工况产生的效应和可能出现的控制应力或位移是不同的，温升工况会使构件产生膨胀，而温降则会使构件产生收缩，一般情况都应校核。

气温和结构温度的单位采用摄氏度，零上为正，零下为负。温度作用标准值的单位也是摄氏度，温升为正，温降为负。

4.7.5 本条规定了建筑结构温度的确定原则。结构最高或最低平均温度一般是指结构在夏季或冬季的平均温度。影响结构平均温度的因素较多，需要结合施工和正常使用期间的实际情况加以确定。比如对于有围护的室内结构，需要考虑室内外温差的影响；对于暴露于室外的结构或施工期间的结构，需要依据结构的朝向和表面吸热性质考虑太阳辐射的影响。而地下室与地下结构的温度，还需要考虑离地面深度的影响。

4.7.6 本条规定了结构的初始气温确定原则。混凝土结构的合拢温度一般可取后浇带封闭时的月平均气温。钢结构的合拢温度一般可取合拢时的日平均温度，但当合拢时有日照时，应考虑日照的影响。结构设计时，往往不能准确确定施工工期，因此，结构合拢温度通常是一个区间值。这个区间值应包括施工可能出现的合拢温度，即应考虑施工的可行性。

4.7.7 本条规定了温度作用的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数。

4.8 偶然作用

4.8.1 本条规定了偶然作用的设计原则。建筑结构设计时，主要依靠优化结构方案、增加结构冗余度、强化结构构造等措施，避免因偶然作用引起结构连续倒塌。在结构分析和构件设计中是否需要考虑偶然作用，要视结构的重要性、结构类型及复杂程度等因素，由设计人员根据经验决定。

结构设计中应考虑偶然作用发生时和偶然作用发生后两种设

计工况。首先，在偶然事件发生时应保证某些特殊部位的构件具备一定的抵抗偶然作用的承载能力，结构构件受损可控。此时结构在承受偶然作用的同时，还要承担永久作用、活荷载或其他荷载，应采用结构承载能力设计的偶然作用效应组合。其次，要保证在偶然事件发生后，受损结构能够承担对应于偶然设计状况的永久作用和可变荷载，保证结构有足够的整体稳定性，不至因偶然作用引起结构连续倒塌，此时应采用结构整体稳定验算的偶然作用效应组合。

4.8.2~4.8.4 规定了爆炸荷载的计算原则。

4.8.5 本条规定了撞击荷载的计算原则。

4.9 水流力和冰压力

4.9.1~4.9.3 水流作用是港口工程和桥梁工程中的常见荷载。本节规定了水流作用的计算方法和水流阻力系数的考虑因素。

4.9.4~4.9.6 这三条规定了港口工程结构物上的冰荷载应当考虑的各种情况以及确定其量值大小的原则。

4.10 专门领域的作用

本节规定了应用于专门行业领域的部分作用。主要包括铁路列车作用、公路汽车荷载、冻胀力、波浪力；水工领域常见的静水压力、扬压力、动水压力、围岩作用和淤沙压力等。



1 5 1 1 2 3 7 4 8 5

统一书号：15112 · 37485
定 价： 30.00 元