

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50959 – 2013

有色金属工程结构荷载规范

Load code of nonferrous metals engineering structures

2013 – 12 – 19 发布

2014 – 07 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

有色金属工程结构荷载规范

Load code of nonferrous metals engineering structures

GB 50959 - 2013

主编部门:中国有色金属工业协会

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 1 4 年 7 月 1 日

中国计划出版社

2013 北 京

中华人民共和国国家标准
有色金属工程结构荷载规范
GB 50959-2013

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4印张 101千字

2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷

☆

统一书号: 1580242·306

定价: 24.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 258 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《有色金属工程结构荷载规范》的公告

现批准《有色金属工程结构荷载规范》为国家标准,编号为 GB 50959—2013,自 2014 年 7 月 1 日起实施。其中,第 3.2.1、3.2.2、4.1.1、4.3.1(1、2)、9.1.1 条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2013 年 12 月 19 日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)的要求,由中国恩菲工程技术有限公司会同有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结有色金属工程建设经验,参考国内、外相关行业标准的有关内容,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本规范共分 9 章和 6 个附录,主要内容包括总则,术语和符号,荷载分类及其代表值,荷载组合,永久荷载,可变荷载,间接作用,偶然荷载,荷载条件等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由中国恩菲工程技术有限公司负责技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国恩菲工程技术有限公司技术发展部(地址:北京市复兴路 12 号,邮政编码:100038),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国恩菲工程技术有限公司

参 编 单 位:长沙有色冶金设计研究院有限公司

沈阳铝镁设计研究院

中色科技股份有限公司

中国瑞林工程技术有限公司

金川镍钴研究设计院

主要起草人:胡少兵 谭 齐 姜兴东 宋金才 罗晓斌

张 明 李晔东 鲍 巍 李 波 刘 萍
刘 敬 白向荣
主要审查人:陈基发 金新阳 郑 莆 刘绍兴 张 建
尚志海 李大浪 李寿明 朱建文

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(5)
3	荷载分类及其代表值	(7)
3.1	荷载分类	(7)
3.2	荷载代表值	(7)
4	荷载组合	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	荷载效应组合值	(9)
4.3	荷载的有关系数	(12)
4.4	可变荷载的折减	(14)
5	永久荷载	(15)
6	可变荷载	(16)
6.1	楼、地面可变荷载	(16)
6.2	动力机器荷载	(17)
6.3	吊车荷载	(17)
6.4	工业炉、窑基础荷载	(20)
6.5	管网及装置荷载	(20)
6.6	贮料荷载	(20)
6.7	其他荷载	(21)
7	间接作用	(22)
7.1	温度作用	(22)
7.2	其他作用	(23)

8 偶然荷载	(24)
8.1 一般规定	(24)
8.2 爆炸荷载	(24)
8.3 其他荷载	(25)
9 荷载条件	(26)
9.1 一般规定	(26)
9.2 荷载条件内容	(26)
9.3 荷载条件评审	(30)
9.4 其他规定	(30)
附录 A 矿山工程楼、地面可变荷载	(32)
附录 B 冶炼工程楼、地面可变荷载	(36)
附录 C 金属加工工程楼、地面可变荷载	(54)
附录 D 工程常用物料物理参数	(61)
附录 E 工程常用机器动力效应系数	(64)
附录 F 钢筋混凝土肋形楼板自振频率简化计算	(66)
本规范用词说明	(70)
引用标准名录	(71)
附:条文说明	(73)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(5)
3	Classification of loads and representative values of loads	(7)
3.1	Classification of loads	(7)
3.2	Representative values of loads	(7)
4	Combination of loads	(9)
4.1	General requirement	(9)
4.2	Combination values of load effect	(9)
4.3	Load coefficients	(12)
4.4	Reduction of variable load	(14)
5	Permanent load	(15)
6	Variable load	(16)
6.1	Variable load on floor and ground	(16)
6.2	Dynamic machine load	(17)
6.3	Crane load	(17)
6.4	Foundation load of industrial furnace	(20)
6.5	Load of pipeline and equipment	(20)
6.6	Load of storage material	(20)
6.7	Other loads	(21)
7	Indirect action	(22)
7.1	Thermal action	(22)

7.2	Other actions	(23)
8	Accidental load	(24)
8.1	General requirement	(24)
8.2	Explosion load	(24)
8.3	Other loads	(25)
9	Load condition	(26)
9.1	General requirement	(26)
9.2	Content of load condition	(26)
9.3	Assessment of load condition	(30)
9.4	Other regulations	(30)
Appendix A	Variable load on floor and ground of mine engineering	(32)
Appendix B	Variable load on floor and ground of metallurgical engineering	(36)
Appendix C	Variable load on floor and ground of metal processing engineering	(54)
Appendix D	Physical parameters of materials commonly used for engineering	(61)
Appendix E	Dynamic effect coefficient of machines commonly used for engineering	(64)
Appendix F	Simplified calculation for natural vibration frequency of reinforced concrete ribbed floor	(66)
	Explanation of wording in this code	(70)
	List of quoted standards	(71)
	Addition; Explanation of provisions	(73)

1 总 则

1.0.1 为了适应有色金属工程建设需要,满足工业建筑物、构筑物安全适用、经济合理的要求,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于有色金属矿山、冶炼、加工各类工程新建、扩建的主体工程和辅助设施的结构设计。

1.0.3 有色金属工程结构设计涉及的作用,应包括直接作用(即荷载)和间接作用(含温度、变形等)。本规范主要对直接作用作出规定,有关规定同样适用间接作用。

1.0.4 有色金属工程结构中采用的各类荷载及作用除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 作用 action

分为直接作用和间接作用。施加在结构上的集中力或分布力为直接作用,即荷载;引起结构外加变形或约束变形的原因为间接作用。

2.1.2 永久荷载 permanent load

在结构使用期间,其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可以忽略不计,或其变化是单调的并能趋于限值的荷载。

2.1.3 可变荷载 variable load

在结构使用期间,其值随时间变化,且其变化与平均值相比不可以忽略不计的荷载。

2.1.4 偶然荷载 accidental load

在结构使用期间不一定出现,一旦出现,其值很大且持续时间很短的荷载。

2.1.5 等效均布荷载 equivalent uniform live load

以均布荷载替代不连续分布的实际荷载,使得其在结构上所得到的荷载效应能与实际荷载效应保持一致的荷载。

2.1.6 操作荷载 working load

在正常生产工况下,操作人员及其携带的常规工、器具,生产过程中存放的定量物料、半成品、成品以及生产必备的小型移动输送装置等对楼、地面综合产生的荷载。

2.1.7 检修荷载 overhauling load

在非正常生产工况下,由于机器、设备等生产装置进行维护、检修及试验,短期大量堆放的零部件、物料和操作机具以及维护、

检修及试验过程中出现的较大移动运输设备等对楼、地面综合产生的荷载。

2.1.8 吊车荷载 crane load

起吊及运送重物时,吊车对厂房结构产生的竖向、水平横向和水平纵向等荷载。

2.1.9 积灰荷载 load of amassed ashes

产生大量烟灰、粉尘厂房、仓库及其临近建筑,在具有一定的清灰制度和设施条件下,屋面、天窗及其挡风设施区域内,灰尘堆积及清灰设施引起的荷载。

2.1.10 安装荷载 installation load

工程结构在施工、安装状态下,作用在结构及构件上的短暂附加荷载。

2.1.11 汽车或火车荷载 autocars and locomotives load

运行在工业场地的汽车或火车对其相邻工程结构产生的荷载。

2.1.12 液体压力 liquid pressure

静止或流动的液体对其相邻结构产生的侧压力、上浮力等荷载。

2.1.13 土体、散状物料的压力 earthy pressure

土体或散状物料体对其相邻结构产生的荷载,可分为主动压力、被动压力和静止压力。

2.1.14 动力机器荷载 dynamic machine load

各类生产机器设备进行旋转或者冲击作业时所产生的扰力、扰力矩等荷载,以及冲击质量、冲击速度等动力相关参数。

2.1.15 温度作用 thermal action

结构或结构构件因温度变化所引起的作用。

2.1.16 地震作用 earthquake action

由地面运动引起的结构动态作用,分水平地震作用和竖向地震作用。

2.1.17 设计基准期 design reference period

为确定可变荷载代表值而选用的时间参数。

2.1.18 设计使用年限 design working life

设计规定的结构或构件不需要进行大修即可按预定目的使用的年限。

2.1.19 荷载代表值 representative values of a load

工程设计中用以验算结构或构件的极限状态所采用的荷载量值,包括标准值、组合值等。

2.1.20 标准值 characteristic value/nominal value

荷载的基本代表值,为设计基准期内最大荷载统计分布的特征值。

2.1.21 组合值 combination value

对于可变荷载,使组合后的荷载效应在设计基准期内的超越概率能与该荷载单独出现时的相应概率趋于一致的荷载值;或使组合后的结构具有统一规定的可靠指标的荷载值。

2.1.22 准永久值 quasi-permanent value

对于可变荷载,在设计基准期内,其超越的总时间约为设计基准期一半的荷载值。

2.1.23 频遇值 frequent value

对于可变荷载,在设计基准期内,其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荷载值。

2.1.24 荷载效应 load effect

由荷载引起结构或结构构件的反应,包括内力、变形、裂缝等。

2.1.25 荷载组合 load combination

按极限状态设计时,为保证结构的可靠性而对同时出现的各种荷载设计值的规定。

2.1.26 基本组合 fundamental combination

承载力极限状态计算时,永久荷载与可变荷载的组合。

2.1.27 偶然组合 accidental combination

承载能力极限状态计算时,永久荷载、可变荷载和一个偶然荷载的组合。当偶然事件发生后,受损结构整体稳固性验算时,永久荷载与可变荷载的组合。

2.1.28 标准组合 nominal combination

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。

2.1.29 准永久组合 quasi-permanent combination

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。

2.1.30 动力效应系数 dynamic effect coefficient

对承受小型动力荷载的结构和构件,根据工程经验当近似按静力设计时,将机器(设备)重量乘以动力效应的增大系数。

2.2 符 号

G_k ——永久荷载的标准值;

Q_k ——可变荷载的标准值;

S_{Gk} ——永久荷载效应的标准值;

S_{Qk} ——可变荷载效应的标准值;

S_{A_d} ——偶然荷载效应的设计值;

S_d ——承载能力极限状态荷载组合的效应设计值;

S_{ds} ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值;

R_d ——结构构件抗力的设计值;

C ——结构或构件达到正常使用要求的规定限值;

γ_G ——永久荷载的分项系数;

γ_Q ——可变荷载的分项系数;

γ_0 ——结构重要性系数;

ψ_c ——可变荷载的组合值系数;

ψ_q ——可变荷载准永久值系数;

ψ_f ——可变荷载频遇值系数;

- γ_L ——可变荷载设计使用年限的调整系数；
- q_{ce} ——作用在结构构件上的爆炸等效均布静力荷载标准值；
- K_{de} ——爆炸荷载计算用动力系数；
- P_c ——作用在结构构件上的均布动荷载最大压力值；
- P_k ——最大撞击力标准值；
- m ——撞击体的质量；
- v ——撞击体的最大运行速度；
- t ——撞击持续时间。

3 荷载分类及其代表值

3.1 荷载分类

3.1.1 有色金属工程结构的荷载可分为永久荷载、可变荷载和偶然荷载三种类型。

3.1.2 永久荷载应包括满足生产工艺要求,含固定配置的设备、炉体、管道、贮仓、设施等各类装置的重量,恒定的物料重量,建筑结构的构件、配件和防护层等的自重,以及固定的土体、散状物料、液体压力和预应力。

3.1.3 可变荷载应包括在正常生产工况下的楼、地面操作荷载,动力机器、吊车、贮料等荷载;在非正常生产工况下的检修、安装荷载;以及风、雪、积灰等荷载,还有温度作用、变形作用和多遇地震作用。

3.1.4 偶然荷载应包括意外事故、失控等偶然因素引发的爆炸、撞击、火灾等巨大且短暂的荷载,以及罕遇地震作用。

3.2 荷载代表值

3.2.1 工程结构设计中荷载代表值的采用应符合下列规定:

1 永久荷载应采用标准值作为其代表值;

2 可变荷载应根据设计要求,分别采用标准值、组合值、准永久值或频遇值作为其代表值;

3 偶然荷载应根据结构使用的特点确定其代表值。

3.2.2 确定可变荷载代表值时,应采用 50 年的设计基准期。

3.2.3 荷载标准值应按本规范第 5 章~第 8 章和附录 A~附录 C 以及现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 等的有关规定选用。

3.2.4 荷载设计值应为标准值、组合值等荷载代表值与荷载分项系数的乘积。荷载分项系数选用应符合本规范第 4.3 节的有关规定。

3.2.5 进行结构承载能力极限状态设计时,对可变荷载应按规定进行荷载组合,采用荷载组合值作为其荷载代表值。可变荷载的组合值应为可变荷载的标准值与组合值系数的乘积。组合值系数的选用应符合本规范第 4.3 节的有关规定。

3.2.6 进行结构正常使用极限状态设计时,应根据不同要求,采用荷载的标准组合、准永久组合或频遇组合,以可变荷载的标准值、频遇值或准永久值作为其荷载代表值。可变荷载准永久值应为可变荷载标准值与准永久值系数的乘积,可变荷载的频遇值应为可变荷载标准值与频遇值系数的乘积。准永久值系数、频遇值系数的选用应符合本规范第 4.3 节的有关规定。

3.2.7 当进行工程结构的动力计算时,楼面可变荷载的代表值应根据工程经验及设计的实际要求确定,应符合建筑结构振动计算的有关标准的相关规定。

4 荷 载 组 合

4.1 一 般 规 定

4.1.1 有色金属工程结构设计应根据不同生产工况和环境条件区分设计状况,相应的荷载组合应符合下列条件:

1 持久设计状况,用于正常生产工况下,结构及构件应按承载力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合。

2 短暂设计状况,用于非正常生产工况下,结构或构件应进行承载力极限状态荷载组合;必要时,尚应进行正常使用极限状态荷载组合。

3 偶然设计状况,用于异常、罕遇状态下,当工程符合国家、行业的相关规定,或在批准的设计文件中具有明确要求时,其主体结构应进行承载力极限状态荷载组合以及受损结构整体稳固性验算荷载组合。

4 地震设计状况,用于地震作用下,结构的荷载组合及抗震验算应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

4.1.2 持久设计状况下,检修、安装荷载及偶然荷载均不应参与荷载组合。

4.2 荷载效应组合值

4.2.1 工程结构设计应根据生产工艺、设备配置等实际,对在使用过程中可能同时出现的荷载,按结构的承载力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合,并应采用各自最不利的组合。常用的荷载组合应分为基本组合、标准组合、准永久组合或频遇组合以及偶然组合。

4.2.2 对于承载力极限状态,应按荷载的基本组合或偶然组合计算荷载组合的效应设计值,并应符合下式规定:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (4.2.2)$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数,应按国家现行各有关建筑设计标准的规定采用;

S_d ——承载力极限状态荷载组合的效应设计值,按本规范第4.2.3条、第4.2.8条计算计取;

R_d ——结构构件抗力的设计值,应按国家现行有关建筑设计标准的规定采用。

4.2.3 荷载基本组合的效应设计值,应从下列荷载组合值中取用最不利的效应设计值确定,并应符合下列规定:

1 由可变荷载控制的效应设计值,应按下式采用:

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_j,k} + \gamma_{L_1} \gamma_{Q1} S_{Q1,k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{L_i} \gamma_{Q_i} \psi_{c_i} S_{Q_i,k} \quad (4.2.3-1)$$

式中: γ_{G_j} ——第 j 个永久荷载的分项系数,应按本规范第4.3.1条采用;

γ_{Q_i} ——第 i 个可变荷载的分项系数,其中 γ_{Q1} 为主导可变荷载 Q_1 的分项系数,按本规范第4.3.1条采用;

$S_{G_j,k}$ ——按第 j 个永久荷载标准值 $G_{j,k}$ 计算的荷载效应值;

$S_{Q_i,k}$ ——按第 i 个可变荷载标准值 $Q_{i,k}$ 计算的荷载效应值,其中 $S_{Q1,k}$ 为诸可变荷载效应中起控制作用者;

ψ_{c_i} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的组合值系数,应按本规范第4.3.4条采用;

γ_{L_i} ——第 i 个可变荷载设计使用年限的调整系数,其中 γ_{L_1} 为主导可变荷载设计使用年限的调整系数, γ_{L_i} 应按第4.3.2条采用;

m ——参与组合的永久荷载数;

n ——参与组合的可变荷载数。

2 由永久荷载控制的效应设计值,应按下式采用:

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_j,k} + \sum_{i=1}^n \gamma_{L_i} \gamma_{Q_i} \psi_{c_i} S_{Q_i,k} \quad (4.2.3-2)$$

3 荷载效应设计值中有关参数的选取应符合下列规定：

- 1) 组合中的效应设计值应满足荷载与荷载效应为线性的条件；
- 2) 当对 $S_{Q_i,k}$ 无法明显判断时，应依次以各可变荷载效应作为 $S_{Q_i,k}$ ，选其中最不利的荷载效应设计值；
- 3) 当有预应力作用时，预应力荷载应为永久荷载。

4.2.4 对于正常使用极限状态，应根据不同设计要求，采用荷载的标准组合、准永久组合或频遇组合计算荷载组合效应设计值，并应符合下式规定：

$$S_{ds} \leq C \quad (4.2.4)$$

式中： S_{ds} ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值，按本规范第 4.2.5 条～第 4.2.7 条计取；

C ——结构或结构构件达到正常使用要求的规定限值，包括变形、裂缝、振动线位移、振动速度、应力等的限值，应按国家现行有关建筑结构标准的规定采用。

4.2.5 荷载标准组合的效应设计值，应按下式采用：

$$S_{ds} = \sum_{j=1}^m S_{G_j,k} + S_{Q_1,k} + \sum_{i=2}^n \psi_{c_i} S_{Q_i,k} \quad (4.2.5)$$

注：组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

4.2.6 荷载准永久组合的效应设计值，可按下式采用：

$$S_{ds} = \sum_{j=1}^m S_{G_j,k} + \sum_{i=1}^n \psi_{q_i} S_{Q_i,k} \quad (4.2.6)$$

式中： ψ_{q_i} ——第 i 个可变荷载 Q_{ik} 的准永久值系数，按本规范第 4.3.4 条采用。

注：组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

4.2.7 荷载频遇组合的效应设计值，可按下式采用：

$$S_{ds} = \sum_{j=1}^m S_{G_j,k} + \psi_{f_1} S_{Q_1,k} + \sum_{i=2}^n \psi_{q_i} S_{Q_i,k} \quad (4.2.7)$$

式中: ψ_{i_1} ——第 1 个可变荷载 Q_{1k} 的频遇值系数, 按本规范第 4.3.4 条采用。

注: 组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

4.2.8 偶然设计状况时, 荷载偶然组合的效应设计值应按下列规定采用:

1 结构承载力极限状态计算的效应设计值, 应按下式采用:

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G_j,k} + S_{A_d} + \psi_{i_1} S_{Q_1,k} + \sum_{i=2}^n \psi_{q_i} S_{Q_i,k} \quad (4.2.8-1)$$

式中: S_{A_d} ——按偶然荷载设计值 A_d 计算的荷载效应值, 偶然荷载分项系数按本规范第 4.3.6 条采用。

2 偶然事故发生后, 受损结构整体稳固性验算的效应设计值应按下式采用:

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G_j,k} + \psi_{i_1} S_{Q_1,k} + \sum_{i=2}^n \psi_{q_i} S_{Q_i,k} \quad (4.2.8-2)$$

3 本条第 1 款和第 2 款中, 组合中的效应设计值应满足荷载与荷载效应为线性的条件。

4 不应同时将两种及以上的偶然荷载进行组合。

5 与偶然荷载同时出现的其他荷载代表值宜依据工程实际确定。也可根据工程经验、试验、测试资料, 以及偶然设计状况相关规定选用。

4.3 荷载的有关系数

4.3.1 基本组合的荷载分项系数应按下列规定采用:

1 永久荷载的分项系数应符合下列规定:

- 1) 当其效应对结构不利时, 对由可变荷载效应控制的组合, 应取 1.20;
- 2) 当其效应对结构不利时, 对由永久荷载效应控制的组合, 应取 1.35;

- 3) 当其效应对结构有利时, 不应大于 1.00。
- 2 可变荷载的分项系数应符合下列规定:
- 1) 一般情况下应取 1.40;
 - 2) 对标准值大于 4.0kN/m^2 的楼、地面可变荷载, 应取 1.30。
- 3 温度作用的荷载分项系数应取 1.40。
- 4 当验算结构的倾覆、滑移或漂浮时, 荷载的分项系数可按下列规定采用:
- 1) 验算结构的倾覆、滑移时, 永久荷载的分项系数不应大于 1.00; 当可变荷载的存在对结构有利时, 可变荷载分项系数应取 0;
 - 2) 当对验算结构的抗漂浮稳定有利时, 永久荷载分项系数不应大于 1.00;
 - 3) 当验算结构的抗浮、滑移时, 尚应符合现行国家标准《给排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 等的有关规定。
- 4.3.2 工程结构楼、地面及屋面可变荷载, 当采用设计使用年限的调整系数时, 应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 可变荷载设计使用年限的调整系数 γ_L

结构设计使用年限(年)	5	25	50	100
调整系数 γ_L	0.90	0.96	1.00	1.10

注: 1 对于不随时间明显变化的楼、地面及屋面可变荷载, 设计使用年限调整系数 γ_L 可取 1.0;

2 当设计使用年限介于表中数值时, 可采用线性插入计算 γ_L ;

3 风荷载、雪荷载等可变荷载当采用设计使用年限的调整系数 γ_L 时, 应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

4.3.3 工程结构荷载组合中, 可变荷载组合值系数、频遇值系数和准永久值系数应符合本规范的有关规定, 并应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 等的有关规定。

4.3.4 厂房楼、地面可变荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数可按工程实际采用。但在任何情况下, 组合值系数不应小于

0.70,频遇值系数不应小于0.70,准永久值系数不应小于0.60。

4.3.5 短暂设计状况下,荷载分项系数可对本规范第4.3.1条的规定值作降幅调整,调整的幅度应根据工程实际情况确定,但荷载分项系数不宜小于1.0。

4.3.6 偶然设计状况下,偶然荷载的分项系数应等于或小于1.0。

4.3.7 当工程结构或构件进行动力计算时,荷载有关系数的选取应符合建筑结构振动设计标准的有关规定。

4.4 可变荷载的折减

4.4.1 厂房的楼面操作荷载,在计算主梁、次梁及板时均不宜折减;在计算多、高层厂房墙、柱、基础时,可根据楼层数量进行折减,也可依据工程经验与实际情况折减。

4.4.2 厂房楼面的检修荷载应只用于直接承载的楼板、次梁、主梁、支承柱等结构构件的验算,其荷载值的折减应符合下列规定:

1 验算直接承载的板及其次梁,应取实际检修荷载,不宜折减;

2 验算承载楼面的主梁及柱,当从属面积大于或等于 25m^2 时,可进行荷载折减,折减系数宜按下列规定选取:

1)当检修荷载大于 4.0kN/m^2 且小于或等于 10.0kN/m^2 时,宜取0.90;

2)当检修荷载大于 10.0kN/m^2 时,宜取0.80。

4.4.3 厂房地面的可变荷载,用于验算地下结构构件时可进行折减。当可变荷载大于 5.0kN/m^2 ,且从属面积大于或等于 50m^2 时,荷载的折减系数可取0.80。对有色金属加工工程的厂房地面,可变荷载的折减应符合本规范附录C的有关规定。

4.4.4 进行工程技术改造、结构应急补强以及抗震加固等设计验算时,宜根据该工程的加固设计使用年限或后续使用年限选用相应的修正系数,对可变荷载标准值进行调整,应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116的有关规定。

5 永久荷载

5.0.1 永久荷载应包括工程的各类结构构件、围护及分隔构件、建筑配件、保温及防护面层等,荷载的标准值应为其自重,或由构件单元的体积、材料的重力密度等参数通过计算确定。

5.0.2 永久荷载尚应计算固定支承在厂房结构或基础上的设备、炉窑、槽罐、设施等各类生产工艺装置本体重量、长期存贮的物料重量,以及其附属的管道、平台、充填物、防护等的重量,荷载的标准值应按工程实际计算。

5.0.3 长期作用土体、散状物料的压力、液体压力,以及预应力等的荷载标准值及相关计算参数应符合本规范附录 D 和现行国家标准《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077 等的有关规定。

5.0.4 当生产工艺条件变化波动或生产介质(物料)重力密度等出现变异时,永久荷载标准值应依据对工程结构及构件的不利或有利状态,分别采用其上限值或下限值。

6 可 变 荷 载

6.1 楼、地面可变荷载

6.1.1 楼面可变荷载可分为操作荷载和检修荷载,宜符合下列规定:

1 生产厂房的楼面可变荷载,应按生产工艺操作等的实际负荷取值,并应以均布等效荷载表示。矿山、冶炼、加工等工程楼面的生产操作以及检修荷载值,宜从本规范附录 A~附录 C 中选用。

2 生产车间作业区的主要楼层操作荷载不宜小于 4.0kN/m^2 ;

3 无机器、设备等生产装置、无工艺操作要求的平台,以及仅用于工作人员巡视、检查的钢平台、钢走道板,操作荷载值不宜小于 2.0kN/m^2 。车间设置的参观走廊,操作荷载可为 3.5kN/m^2 。

6.1.2 厂房中下列区位楼面上的操作荷载应按相关专业荷载条件确定,并不宜小于下列限值:

1 控制室为 4.0kN/m^2 ;

2 低压配电室为 $5.0\text{kN/m}^2 \sim 6.0\text{kN/m}^2$;

3 高压配电室为 $6.0\text{kN/m}^2 \sim 8.0\text{kN/m}^2$;

4 化验室、试验室为 4.0kN/m^2 。

6.1.3 车间办公楼的门厅、走廊、办公室,楼面操作荷载不应小于 2.5kN/m^2 ;当办公室设置有资料、档案柜时,操作荷载不宜小于 3.5kN/m^2 。楼梯间的操作荷载宜取 3.5kN/m^2 。

6.1.4 车间生活间含更衣、沐浴、排班、盥洗等房间楼面操作荷载不应小于 2.5kN/m^2 ,其走廊、门厅、楼梯间的楼面操作荷载不宜小于 3.5kN/m^2 。

6.1.5 生产物资仓库的楼、地面操作荷载应依据仓储物品的实际

堆存荷载计算确定。当采用机械存取作业时,尚应计算作业机械的荷载以及安装、检修荷载。

6.1.6 设置有冶金炉、窑的厂房、场地应在炉、窑体四周的一定区域内,按正常生产中使用的最大载重运输车辆确定地面操作荷载;必要时,尚宜提供地面的检修荷载。

6.1.7 厂房作业区地面的操作荷载或检修荷载应按生产堆载、运输行车及检修等实际负荷计取,并应按本规范附录 A~附录 C 的有关数据校核后采用。但地面操作荷载最小值应符合下列规定:

- 1 厂房内生产作业区不应小于 5.0kN/m^2 ;
- 2 厂房外生产作业区不宜小于 10.0kN/m^2 。

6.2 动力机器荷载

6.2.1 各类机器进行平动、转动、往复运动或冲击作业时,作用在其支承结构或基础上的动力荷载标准值或相关参数值,应通过设备订货后,由制造厂提供正规资料及数据。当确有困难时,可经过近似计算取得。

6.2.2 动力机器荷载及相关技术参数应包括转动、往复类机器正常工作时产生的扰力、扰力矩等标准值,冲击运行类机器工作时的冲击质量、冲击速度等相关参数值。动力机器荷载应符合现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 等的有关规定。

6.2.3 动力机器在其运行过程中,当运行环境、参数发生变化出现异常时,应当取得荷载的极值和其对应的技术要求。

6.2.4 当机器的工作转速较低、功率较小,且结构固有频率与扰力频率相差较大时,可采用动力效应系数等代结构的动力作用。设置在混凝土梁板上的动力机器可按本规范附录 E、附录 F 的有关规定进行验算。

6.3 吊车荷载

6.3.1 吊车的竖向荷载应为吊车作业时出现的最大轮压值和最

小轮压值,荷载标准值应依据吊车选型和配置确定。

6.3.2 吊车的水平荷载可分为水平纵向荷载和水平横向荷载。其荷载标准值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

6.3.3 吊车的工作级别(A1~A8)应根据现行国家标准《起重机设计规范》GB/T 3811 的有关规定,并结合生产工艺的实际情况进行划分、确定。

6.3.4 当按现行国家标准《起重机设计规范》GB/T 3811 计算A6级及其以上工作级别的吊车梁、吊车桁架及其制动结构的强度、稳定性和连接强度时,尚应计算吊车摆动引起的横向水平力(即卡轨力),并应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定。

6.3.5 厂房框、排架结构计算,参与组合的吊车台数的选取,当生产工艺有特定要求时,应按实际情况选取;当无特定要求时,应符合下列规定:

1 当计算单层吊车厂房的每榀框、排架时,参与吊车的数量应符合下列规定:

- 1)单跨厂房吊车的竖向荷载,参与组合的吊车不宜少于2台;
- 2)多跨厂房吊车的竖向荷载,参与组合的吊车不宜多于4台;
- 3)单跨或多跨厂房的水平荷载,参与组合的吊车台数均不宜多于2台。

2 当计算双层吊车厂房的每榀框、排架时,参与吊车的数量应符合下列规定:

- 1)单跨厂房双层吊车的竖向荷载,上层和下层参与组合的吊车分别不宜多于2台,且下层吊车满载时,上层吊车宜按空载计算。
- 2)多跨厂房的双层吊车竖向荷载,上层和下层参与组合的吊车分别不宜多于4台,且下层吊车满载时,上层吊车宜

按空载计算;当上层吊车满载时,下层吊车不宜计入。

3)单跨或多跨厂房的水平荷载,参与组合的吊车台数均不宜多于2台。

6.3.6 吊车荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数,以及计算多台吊车组合时,竖向荷载和水平荷载的折减系数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定选用。

6.3.7 对于只配置1台吊车的厂房,且仅用于生产工艺检修时使用,当确实不具备再增加吊车可能时,厂房框、排架和构件设计可按1台吊车计算。

6.3.8 当验算厂房结构和构件的位移、变形等时,吊车荷载取值应符合下列规定:

1 验算钢结构吊车梁、吊车桁架及其制动梁、制动桁架的挠度和疲劳时,应采用最大1台吊车。

2 验算混凝土吊车梁的挠度、抗裂、裂缝宽度时,应按实际负荷条件采用1或2台吊车;验算混凝土吊车梁疲劳且当其跨度不大于12m时,可采用最大1台吊车。

3 验算厂房排架柱和露天栈桥柱的水平位移值时,应采用最大1台吊车计算。

4 本条第1款~第3款的最大1台吊车的选取应符合下列规定:

1)验算吊车梁、吊车桁架挠度、疲劳时,应选用自重和起重量最大1台吊车的竖向荷载;

2)验算吊车制动梁或制动桁架的挠度,验算厂房柱和露天栈桥柱的位移值时,应选用最大1台吊车的横向水平荷载。

6.3.9 当计算钢吊车梁及其连接部分的强度及稳定性,以及计算混凝土吊车梁承载力,验算其疲劳、抗裂时,吊车荷载均应计算动力系数,并应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

6.3.10 带导向轮及无横向运行小车的特种吊车,其荷载值及有

关参数应经特种吊车样本及有关标准选取。

6.4 工业炉、窑基础荷载

6.4.1 各类工业炉、窑的基础荷载应包括垂直荷载及水平荷载。荷载标准值应依据生产工艺、设备、装置的具体配置和产能确定，应符合炉、窑标准的有关规定。

6.4.2 正常生产工况下，对具有动力特征的炉、窑装置设计时，宜对炉、窑基础进行动力作用验算，相关荷载宜通过炉、窑生产工艺操作实际和工程经验选取。

6.5 管网及装置荷载

6.5.1 管网荷载应包括垂直荷载，即管道、介质重量和管道试压时增、减的重量；还应包括管道内不平衡力、摩擦力等水平荷载。当采用往复、脉冲类泵组输送介质时，管网系统尚应计算动力荷载作用。各类荷载应符合管网设计标准的有关规定。

6.5.2 厂区大型综合管网设计中，当各类管道共架敷设时，宜计算其相互影响的牵制作用，荷载的牵制系数可从相关标准、规定中选取。

6.5.3 设备、管道、设施等生产装置，当生产工艺温度场变化时，相关的工程结构及构件应计算下列作用：

1 高温、烘烤的设备、管道等生产装置，对其支承结构产生的水平力、滑移摩擦力；

2 低温反应装置、室外敞开式槽罐等的冻胀、收缩作用。

6.5.4 生产设备、设施等装置在其工艺操作过程中，当运行条件、工艺参数发生变化时，应计算其荷载的异常极大或极小值。

6.5.5 设备、管道等生产装置具有多种外因作用时，其支承结构应对各类荷载及其耦合作用验算。

6.6 贮料荷载

6.6.1 贮料荷载可分为垂直荷载和水平荷载，垂直荷载应计算贮

料、储仓自重及储仓上固定、悬挂设备的重量；水平荷载应计算贮料的侧压力及不平衡堆料荷载等，应符合相关标准的有关规定。

6.6.2 贮料荷载应根据各类物料的装卸方式、贮料粒径、重力密度、内摩擦角、含水率等因素综合确定，相关的计算参数可按本规范附录 D 采用。

6.6.3 当计算筒仓结构时，相关荷载的取值应符合现行国家标准《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077 的有关规定。

6.7 其他荷载

6.7.1 屋面活荷载、积灰荷载、风荷载、雪荷载等可变荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 以及工程所在地区增加、补充的有关规定。

6.7.2 当工程结构及构件进行施工、安装承载能力及稳定性验算时，其施工、安装荷载应依据现场实际情况确定，也可按照相应的工程经验选用。

6.7.3 位于生产作业区的防护栏杆，作用在栏杆顶部的设计荷载应符合下列规定：

1 水平不宜小于 1.0kN/m ；

2 竖向不宜小于 1.2kN/m ；

3 水平荷载和竖向荷载通常宜分别计取，当必要时，可同时计取。

6.7.4 当对厂区道路、桥隧、挡土墙、地下结构、水工等构筑物进行结构设计时，应根据工程实际情况，选用汽车或火车荷载，确定散状物料荷载以及土体压力、液体压力等相关荷载，并应符合现行国家标准《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544 的有关规定。

6.7.5 矿山井架、井塔的结构设计应依据提升工作荷载、钢绳罐道工作荷载、防坠钢绳工作荷载、罐道梁工作荷载等。有关荷载应符合现行国家标准《矿山井架设计规范》GB 50385 等的有关规定。

7 间接作用

7.1 温度作用

7.1.1 当工程设计具有下列温度场的影响,且当该影响不可忽视时,应计算温度作用:

1 结构或构件处于生产工艺强烈的温度变异区域,或直接受到炙热烘烤或者低温冷冻;

2 在大气环境温度变化下,结构及构件的变形受阻。

7.1.2 温度作用应采用温度变化的差值表述。对于生产工艺温差,应计算在一定的空间中,生产工艺的热源或热负荷、冷源或冷负荷对结构及构件的温度差值;对于大气环境温度变化,应计算场地气温差异、太阳辐射等引起结构构件的温度差值。

7.1.3 工程设计不宜采用超长、超大结构及构件,且应对直接受高温、冷冻作用的构件采取防护措施。相关的工程技术和构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017 等的有关规定。

7.1.4 工程结构或构件在均匀温度作用下,温度作用的标准值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

7.1.5 温度作用的相关参数值应符合下列规定:

1 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,材料的线膨胀系数应符合国家现行有关建筑材料标准的规定。

2 工程所在地的基本气温,应按当地 50 年重现期的月平均最高气温($T_{\max}$)和月平均最低气温($T_{\min}$)选用。对温度变化敏感的结构或特殊结构,尚宜计算极端最高温度、极端最低温度及其影响。有关温度作用参数的选取应符合现行国家标准《建筑结构荷

载规范》GB 50009 的有关规定,并应依据工程经验予以核定。

3 温度作用的计算应根据生产工艺的正常使用温度差值,及其允许波动的温度差值。

7.1.6 温度作用的组合值系数可取 0.6,频遇值系数可取 0.5,准永久值系数可取 0.4。

7.2 其他作用

7.2.1 工程设计中应采取避免地基出现较大变形的措施,当地基发生异常变形,相关结构产生较大的次应力,且其作用不可避免时,应依据实际情况验算地基变形作用的效应。变形作用值的选用应根据工程实际选取。相关的验算应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 等的有关规定。

7.2.2 工程设计应采取措施减少由于材料脱水、收缩导致结构徐变及应力松弛等作用的影响。有关工程设计的各项技术措施及材料收缩作用值的计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 等的有关规定。

7.2.3 工程设计应采取措施减少或防止施焊作业骤然升温对受约束的金属结构及构件发生变形作用。有关工程措施应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 等的有关规定。当焊接变形作用的影响不可避免时,应结合实际情况,进行焊接变形作用效应的计算或评估。

8 偶然荷载

8.1 一般规定

8.1.1 当工程结构依据国家、行业现行法规或批准的设计文件要求对重大生产操作失控或突发意外事故工程评估时,应采用偶然荷载进行结构极限承载力和工程结构整体稳固性计算。有色金属工程偶然荷载应包括下列类型:

- 1 因燃气泄漏或粉尘聚集引发的巨大燃爆;
- 2 水渗入炽热铕熔体突发膨胀致强力爆炸;
- 3 高温、高压生产装置过载爆裂;
- 4 高速动力装置失控、失效剧烈撞击;
- 5 井架、井塔提升系统过卷、断绳巨大冲击;
- 6 电器短路、易燃介质燃烧等重大火灾;
- 7 其他重大偶然作用。

8.1.2 偶然荷载的荷载设计值应根据生产工艺的具体条件,通过必要的模拟、实验确定,或从相关的工程经验中取得,也可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定选用。

8.1.3 当偶然荷载作为工程结构设计的主导荷载时,宜允许结构或构件出现局部损伤和部分破坏。在偶然荷载作用之后,对受损的工程结构尚应作整体稳固性的补充校核、验算,不得使主体结构连续倒塌。

8.2 爆炸荷载

8.2.1 燃气泄漏或粉尘聚集引起的爆炸荷载,宜按等效均布静力荷载采用。结构构件的等效均布静力荷载标准值的确定可按下式计算:

$$q_{ce} = K_{dc} p_c \quad (8.2.1)$$

式中: q_{ee} ——作用在结构构件上的等效均布静力荷载标准值;

K_{dc} ——爆炸荷载计算用动力系数,为最大动力效应与相应静力效应的比值,按照最大内力等效的原则确定;

P_c ——作用在结构构件上的均布动荷载最大压力值,宜通过相关工程经验取得,也可按现行国家标准《人民防空地下室设计规范》GB 50038 的有关规定采用。

8.2.2 设计中应利用工业厂房、仓库的围护结构,在其屋面、墙面设置必要的泄压面积,合理有效地确定结构爆炸荷载值,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

8.2.3 设计验算某些特殊封闭工程结构、储存可燃粉料的筒仓结构等时,其爆炸荷载标准值应经相关工程的试验、检测和论证,并应符合国家现行有关设计标准的规定。

8.3 其他荷载

8.3.1 高速运动的动力生产装置发生意外撞击的荷载值,当取得撞击体的质量、运动速度和撞击时间等参数时,其最大撞击力标准值应按下式计算:

$$P_k = \frac{mv}{t} \quad (8.3.1)$$

式中: P_k ——最大撞击力标准值(kN);

m ——撞击体的质量,含自重和载重(t);

v ——撞击体的最大运行速度(m/s);

t ——撞击持续时间(s)。

8.3.2 大型、特种生产机器、设备,当运行过程中可能出现短路、骤停等异常或事故时,对支承结构及构件做验算的荷载等参数可经设备资料中选取。

8.3.3 矿山井架、井塔等工程结构,对突发的断绳荷载、防坠器制动荷载以及过卷荷载等数值的选用应符合现行国家标准《矿山井架设计规范》GB 50385 等的有关规定。

9 荷载条件

9.1 一般规定

9.1.1 工程设计所采用的各类生产工艺荷载,应由工艺及相关专业提供。所提条件必须全面、准确、明晰,应以文字、表格或图示正式提供荷载条件及资料。

9.1.2 除本规范规定的有关荷载外,其他结构荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 等的有关规定。

9.1.3 工程设计中所采用的主要荷载标准值,应在相关的工程设计图纸、设计文件中明确予以标识。

9.2 荷载条件内容

9.2.1 生产工艺各类设备、装置、设施的永久荷载值及其名称、项目、作用区域应由工艺及相关专业负责提供,并应包括下列内容:

- 1 名称含工业炉、窑体、贮仓、槽罐、设备、设施、管线等装置,以及相应的规格、型号、尺寸;
- 2 项目含本体、附属、防护层、内衬、物料或介质重量,以及容器内壁可能的结垢、粘接等附加重量;
- 3 各类装置、设施的底座面积、支承形式与承力点;
- 4 用于支承各类装置、设施的构架、平台等自重;
- 5 其他荷载的标准值、作用点及其分布区域等。

9.2.2 工业楼、地面可变荷载标准值,工艺及相关专业应根据工程实际选取,并应与本规范的附录 A~附录 C 对照、核定后提出,同时应符合下列规定:

- 1 可变荷载应包括楼、地面的操作荷载和检修荷载两部分,应提供荷载标准值、荷载的作用范围;

2 具有局部性的或其位置变化的可变荷载,应提供荷载定位及其变动的确切区位,也可提供其等效均布荷载值;

3 当采用全新的生产工艺配置和非常规的生产操作时,采用的可变荷载应根据实际情况并经必要的论证、评估后确定。

9.2.3 动力机器荷载含支承在楼板上或支承在基础上的各类荷载,应由工艺及相关专业负责提供,并应符合下列规定:

1 动力机器的永久荷载应包括机器等装置本体的重量、传动装置的重、生产物料或介质重量、充填材料的重量、隔热(保温)材料的重量、支吊架及工作平台重量、防护装置等附件的重量以及结构自重;动力机器的可变荷载应包括操作荷载、安装检修荷载、温度作用以及动力荷载或其当量荷载等。

2 旋转运行类机器的动力荷载应提供下列内容:

- 1) 机器的型号、工作转速,转动部分质量、固定部分质量、重心位置;
- 2) 机器的传动方式及生产运行功率;
- 3) 机器底座尺寸图,辅助设施、相连管道、阀门等配置的平面及剖面图;
- 4) 机器正常运行时的扰力、扰力矩的标准值、作用点和作用方向,往复式机器应同时具有第一谐、第二谐扰力、回转扰力矩和扭转扰力矩标准值、作用点、作用方向;
- 5) 动力机器运行过程中,当出现负荷、参数变化引起巨大异常时,应提出防范措施和预估影响,必要时尚应提供相关的验算参数;
- 6) 当动力机器随机附设隔振器、阻尼器时,宜提供隔振的相关参数;
- 7) 应提供动力机器对其支承结构、基础的振动线位移、振动速度的限值要求;
- 8) 当本款第4项确难以提供时,也可提供机器的简化或近似计算方法及参数,并提供同类工程经验资料。

3 冲击运行类动力机器应由工艺及相关专业提供冲击体质量、冲击速度、冲击的时间等参数值,并提供该动力机器的隔振体系类型及其相关的参数值。

4 对承受动力荷载的结构及构件宜做动力计算,当机器转速低且功率较小或动力荷载小,以及具有充分依据时,可采用近似或简化法进行设计,可按本规范附录 E、附录 F 选用。

9.2.4 厂房吊车荷载资料应由工艺及相关专业负责提供,并应包括下列内容:

1 桥式、梁式吊车应提供吊车的型号,软、硬钩,吊车额定起重量,横行小车重量,吊车最大轮压标准值,最小轮压标准值,吊车的轮距、轮子数目以及生产实际工作的吊车台数;并提供吊车的平、剖面图,注明吊车的工作级别(A1~A8)。

2 单轨吊车、悬挂吊车应提供吊车的额定起重量、最大轮压标准值、作用点等参数,并提供吊车的平、剖面图,应注明悬挑要求尺寸、支撑设置的允许区间等数据。

9.2.5 管道支架荷载资料及参数应由工艺及相关专业负责提供,并应符合下列规定:

1 设计图纸应包括下列内容:

1) 厂区管网总平面或分区平面配置图;

2) 管线的横剖面图,标明管道外径、保温层厚度、管道中心及支架中心的定位、管道的标高、管座的形式等;

3) 管线的纵向配置图,标明管道的附件、管道补偿器、支架形式、检修平台等数据、资料。

2 竖向荷载应提供下列技术参数:

1) 管道含本体、内衬、保温等重量,荷载区域或作用点;

2) 管道内介质,包括试压水、管道内沉积物的重量,荷载区域或作用点;

3) 操作荷载区域或作用点;

4) 吊挂、积灰、安装等其他荷载区域或作用点。

3 水平荷载宜提供下列技术参数：

- 1)管道补偿器类型、补偿器反弹力；**
- 2)在不同管径连接点、设有闸阀管区位等处，管道的不平衡内压力；**
- 3)管道的摩擦力，含纵向摩擦力和当管道发生横向位移时的横向摩擦力；**
- 4)当固定支架管道补偿器外阀门关闭时，弯头处产生的水平方向不平衡压力。**

4 对具有脉冲作用的管线做动力验算时，应提供往复式压缩泵组的工作转速、激发次数、流体密度、管线支承布置等有关参数。

5 必要时尚应提供相关管壁的最高、最低计算温度，其他荷载的作用区域、作用点。

9.2.6 工业炉、窑基础荷载资料，应由工艺及相关专业负责提供，并应包括下列内容：

- 1 工业炉、窑相关的工艺配置简图；**
- 2 炉、窑本体及基础轮廓平、剖面示意图，应标明中心线、相对标高、地脚螺栓尺寸和定位，以及相关技术要求；**
- 3 荷载应包括炉壳体重、内衬重、正常生产中物料最大的重量和操作台、烟道等附属设备重量，以及操作等荷载作用区域、作用点；**
- 4 喷吹熔炼炉、转炉等工业炉基础，在正常生产工况下炉内融体强烈搅动或炉体反转运动使基础受到动力作用时，应提供动力荷载及相关计算参数值；**

5 工业炉、窑基础生产使用的最高温度及其耐热防护的要求；

6 避免炉料渗漏事故，应有可靠的防护措施。必要时应提供温度极值、时限等参数，对工程结构进行耐火稳定性验算。

9.2.7 其他各类相关荷载的要求应符合下列规定：

- 1 贮料荷载应由工艺及相关专业提供贮料的名称，以及重力**

密度、安息角、内摩擦角、与仓壁间的摩擦系数、贮料的泊桑比、充容系数和冲击系数等物理力学参数。

2 设置在楼面上的有轨及无轨的移动运输装置,工艺及相关专业应提供移动运输荷载,并应符合下列规定:

1) 荷载的类型、分布、区位、作用点、荷载标准值或相应的当量荷载值;

2) 重型移动运输荷载,可比照本规范第 9.2.3 条、第 9.2.4 条的相关要求提出。

3 用于试验、测试以及安装吊运作业的各类荷载,应提供荷载作用的空间、时限、作用点、作用方向及荷载标准值等参数。必要时,尚应提供区域平、剖面示意图。

4 用于生产物资存储的库房应提供物资的类别、堆放形式与范围、取用方式,应提供楼、地面荷载标准值和移动存取机械荷载及其作用点。

9.2.8 工程结构设计中,用于收尘、余热利用、制酸、热工、总图、运输、建筑、电气、自动化控制、通信、给排水、采暖通风与空气调节、环境保护、废水、废渣处理以及机、汽维修等相关设施的各类荷载,应由相关专业根据工程实际提供,并应符合现行国家标准《有色金属冶炼厂收尘设计规范》GB 50753 等的有关规定。

9.3 荷载条件评审

9.3.1 工艺及相关专业提供的荷载条件应经审核认定,并应符合工程设计中关于设计输入工序质量管理的有关规定。

9.3.2 工程结构专业对获得的荷载条件、资料,应在内容及深度上进行核查。对于重大、关键性荷载或者特殊、异常荷载,应经相关的评审程序通过后采用。

9.4 其他规定

9.4.1 在工程结构同一区域内,当荷载数值较多且分布复杂时,

宜将荷载作合理有序地调整,经工艺等相关专业认可后,确定荷载的适用布局,并应在相关的施工图纸、工程文件中标明荷载的数值及范围。

9.4.2 对于建筑物的屋面、悬挑平台、轻型结构以及具有腐蚀性等荷载敏感区位,宜在设计文件中要求项目业主、生产使用方适时清灰、及时维护、严格管理,并应防止超载及受损伤。

9.4.3 对需要改变使用功能的既有工程结构,应依据修改后的荷载条件认真校核验算,进行必要的工程加固设计,并应按法定程序报批及备案。

附录 A 矿山工程楼、地面可变荷载

A.0.1 采矿工程可变荷载标准值可按表 A.0.1 选用。

表 A.0.1 采矿工程可变荷载标准值

一、采矿工程				
名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
井塔	提升机层	4	10	提升机直径 $D \leq 2.25\text{m}$
			20	提升机直径 $D = 2.8\text{m} \sim 3.25\text{m}$
			30	提升机直径 $D = 3.5\text{m} \sim 4.0\text{m}$
			40	提升机直径 $D > 4.0\text{m}$
	导向轮层	4	10	提升机直径 $D \leq 2.25\text{m}$
			15	提升机直径 $D = 2.8\text{m} \sim 3.25\text{m}$
			20	提升机直径 $D = 3.5\text{m} \sim 4.0\text{m}$
			30	提升机直径 $D > 4.0\text{m}$
	井口层	4	30	—
	机电设备层	4	10	—
	其他	4	4	—
矿机设备荷载		提升工作荷载按单项工程的配置条件具体验算确定		

A. 0.2 选矿工程可变荷载标准值可按表 A. 0.2 选用。

表 A. 0.2 选矿工程可变荷载标准值

二、选矿工程				
名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
旋回、颚式等 粗碎机组 厂房	翻车机卸矿平台	4	6	—
	给矿机操作平台	6	8	重型
		4	4	中型
	破碎机操作平台	4	4	—
	中部检修平台	3	6	—
	下部小矿仓 排矿设备平台	4	4	—
	吊车平台	2	—	—
	检修场地	—	30	—
中、细碎破碎 机组厂房	分配矿仓 顶部平台	3	4~5	—
	中间矿仓 顶部平台	3	4	—
	粉矿仓顶部平台	4	4	—
	振动筛操作平台	4	4	—
	通风机平台	3	3	钢平台时操作 荷载为 2kN/m ²
	破碎机操作平台	4	5	—
	给矿机操作平台	4	4	—
	吊车平台	2	—	—
	检修场地	—	20	—

续表 A.0.2

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
胶带机通廊	胶带机通廊头、尾部、转运站	3	4	胶带宽 $B < 1200\text{mm}$
		4	6	$1600\text{mm} > \text{胶带宽}$ $B \geq 1200\text{mm}$
		4	8	胶带宽 $B \geq 1600\text{mm}$
	胶带运输机中间通廊	2	4(钢结构时为 3)	胶带运输机支架荷载另提
	振动筛操作平台	4	6	—
	检修场地	—	10	—
球磨机、分级机机组厂房	粉矿仓下部给矿设备平台	3	4	—
	球磨机给矿平台	4	8~10	堆放钢球时
		3	4	不堆放钢球时
	球磨机、分级机操作平台	4	6	$\phi 2.1\text{m}$ 系列以下
		4	10	$\phi 2.7\text{m}$ 系列以上
	球磨机检修操作共享平台	8	8	小型磨机
	水力旋流器操作平台	2	3	—
	检修场地	—	20	—
浮选厂房	浮选机操作平台	3	4	设备自带平台除外
	磁选机操作平台	3	4	—
	给药设施平台	2	3	—
	磁力脱水槽平台	3	4	—

续表 A. 0. 2

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注	
		操作荷载	检修荷载		
浮选厂房	矿浆分配器平台	3	3	—	
	检修场地	—	10	—	
脱水过滤、 压滤机厂房	浓缩机操作平台	3	4	—	
	过滤、压滤机 操作平台	3	4~10	检修荷载视滤机 类型、规格确定	
	矿浆分配器平台	3	4	—	
	检修场地	—	10	规格为 40m ² 以上压滤机	
		—	5	较小规格压滤机	
	真空泵、压缩机 操作检修场地	5	5	中小型	
机、电维修 厂房	平台	4	—	—	
	地面	5	—	—	
氧化铝 生产	破碎工段	受矿斗平台	10	30	—
		裙式机楼板及 振动筛平台	6	—	—
		破碎机操作平台	4	—	—
		皮带通廊	3	4	胶带宽 $B \leq 1200\text{mm}$
		皮带转运站头部	4	8	—
		皮带转运站尾部	4	6	—
	原料磨	给料机平台	8	—	—
		皮带通廊	3	4	胶带宽 $B \leq 1200\text{mm}$

注：氧化铝生产以原料磨工段为界，原料磨工段之后划入冶炼工程内。

附录 B 冶炼工程楼、地面可变荷载

B.0.1 冶炼工程可变荷载标准值可按表 B.0.1 选用。

表 B.0.1 冶炼工程可变荷载标准值

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
一、火法冶炼				
皮带输送机	一般皮带通廊	2	4(采用 钢结构 时为 3)	胶带运输机 支架荷载 另提
	皮带机头 部、尾部	4	4~6	使用车式拉紧装置的尾 架,重锤块下部应另提局部 荷载
	料仓上部 楼层的配仓 皮带机给料机	4	4~6	—
给料、 存储料区	料罐给料区	料罐及物料总重 料罐投影面积×0.75(kN/m ²) 当作为检修荷载时,应将上述荷载值乘以系数 1.30		
	煤粉仓 上的楼板	4	6	当考虑仓内爆炸产生瞬 间压力时≥10kN/m ²
给料机楼层	圆盘给料机 操作楼层	3	4~6	—
	皮带给料机 操作楼层	3	4	—
	板式给料机 操作楼层	3	4~8	依据轻型、中型、重型确 定检修荷载

续表 B.0.1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
给料机楼层	槽式给矿机 操作楼层	3	4~6	依据类型确定检修荷载
	圆盘制粒机 操作楼层	4~8	4~8	依据规格选检修荷载
	摆式给矿机 操作楼层	3	4	—
	电振给矿机 操作楼层	3	4~6	—
	螺旋运输机 操作楼层	3	4	—
	埋刮板运输机 操作楼层	3	4~6	—
	链板运输机 操作楼层	3	6~8	—
	链板运输机 通廊	3	4	—
	一般钢平台	2	—	—
	一般钢走道	2	—	—
烧结系统	支承烧结机 楼层	4	6~8	烧结机规格 $\leq 60\text{m}^2$
		4	6~10	烧结机规格 $> 60\text{m}^2$
	传送部分平台	4	6~10	烧结机规格 $\leq 60\text{m}^2$
		4	25	烧结机规格 $> 60\text{m}^2$
	烧结机 主要操作层	4	20	烧结机规格 $\leq 60\text{m}^2$
	烧结机 主操作楼层	4	30	烧结机规格 $> 60\text{m}^2$

续表 B.0.1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
烧结系统	单轴破碎机 平台	4	15	烧结机规格 $\leq 60\text{m}^2$
		4	20	烧结机规格 $> 60\text{m}^2$
	圆筒混合机 操作楼层	4	8~10	圆筒混合机 $\phi \leq 2000\text{mm}$
		4	15	圆筒混合机 $\phi > 2000\text{mm}$
	梭式布料机 操作楼层	4	8	—
干燥系统	圆筒干燥机 加料平台	3	4~6	—
	圆筒干燥机 出料平台	4	4~6	—
	圆筒干燥机 传动部分平台	4	6	—
	燃烧室操作台	4	4	—
	气流干燥短窑 操作平台	3	4~6	—
	气流干燥鼠笼 操作平台	4	4~6	—
	沸腾干燥器 主操作层	3	6	—
	沸腾干燥器 其他操作层	3	4	—
	蒸汽干燥机 操作平台	5	10	—

续表 B.0.1

名 称		可变荷载 (kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
沸腾焙烧系统	铺底料楼层	6	15~20	检修时主要堆砖楼层
	加料口操作台	4	6	若用抛料机加料,检修荷载为 15kN/m ²
	排料口操作台	4	4~6	—
	炉体周围 钢平台	2	—	—
回转窑系统	加料楼层	4	8~15	检修荷载视加料设备而定
	燃烧室操作台	4	4	—
	排料端操作台	4	10~15	检修时主要堆砖、堆料楼层
	传动部分平台	4	6~12	—
鼓风机系统	风口操作台	4	6~8	适用于一般鼓风机
	风口操作台	10~15	20~30	由本床出铅时存放铅块
	加料平台	6	10	应视加料设备核定
	前床放出口 操作台	10~15	20~30	堆放铅块
	铅锌鼓风机 冷却流槽平台	20	20	—
	冷却器清理门、 铅泵附近操作台	40	40	堆放铅锭
	铅锌分离槽 处理锌包区	80	80	仅适用地面
烟化炉系统	加料平台	6	10	堆返料区域用于检修时 取 10kN/m ² ~15kN/m ²
	风口操作台	4	6~8	—
	放出口操作台	10	10	渣包存放
	炉体周围操作台	4	6	—
	水套烟道操作台	4	4	—

续表 B.0.1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
精 馏 炉 系 统	炉体周围操作台	4	8~10	—
	炉顶钢平台	4	4~6	—
	放置精锌包区	40	40	—
	塔盘预安装区	40	40	—
	塔盘加工区平台	20	20	—
电 炉 系 统	炉顶加料层	4	10~20	—
	炉顶走道	2	—	通常由设备自带
	炉顶周围 钢平台	2	—	—
	电炉顶 周围楼板	4	6	—
	料仓上部楼层	3	6	—
	液压提升 电极楼层	4	6~10	用于支撑升降液压缸楼层,电极孔周围应考虑电极荷载
	卷扬机提升 电极楼层	4	6	—
	液压传动室	4	4	—
	加电极糊 楼层(吊车 加电极糊)	4	—	用液压提升电极时,电极孔周围应另加电极荷载
	加电极糊 楼层(机动车 加电极糊)	4	—	加料荷载另提
	出渣操作台	6	15~20	为主要筑炉场地
	放铜铈操作台	6	15~20	为主要筑炉场地

续表 B. 0. 1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
电炉系统	返转炉渣流槽 操作台	6	6	—
闪速炉系统	炉顶料仓及 供料部分楼板	4	4	—
	反应塔顶平台	6	10~15	检修时堆放设备
	反应塔中部 平台	4	4	—
	直升烟道 周围平台	4	10~15	检修时放置水冷闸门
	沉淀池上部 操作平台	4	10~12	为筑炉场地
	放渣流槽 操作台	6	15~20	为主要筑炉场地
	放铜流槽 操作平台	6	15~20	为主要筑炉场地
	燃烧嘴操作台	4~6	6	—
	闪速吹炼炉 主操作平台	10	15	—
	星形给料机 操作楼层	5	—	—
	胶带输送机 操作楼层	4	—	—
诺兰达 反应炉系统	风口操作台	4~6	6	—
	炉子周围钢 操作平台	2	—	—
	燃烧嘴操作台	3	—	—
	抛料机操作台	6	15~20	筑炉场地,堆砖
	测量熔体 操作台	2	—	—

续表 B.0.1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
诺兰达 反应炉系统	渣口操作台	8~12	15~20	筑炉场地,堆砖、放工具
	铜口钢平台	4	6~8	捅风眼机、开口机荷载 另提
	烟罩两侧 操作台	3	4	—
转炉系统	炉前操作台	6	6	≥40t 转炉
	炉后操作台	6	20~25	≥40t 转炉,检修堆载
	两侧操作台	6	6	—
	加熔剂平台	4	—	检修荷载视加料设备 而定
	汽化烟罩 主操作台	4	6	—
顶吹熔炼及顶 吹吹炼炉系统	熔体放 出口平台	6	10~15	砌筑时堆放耐火砖
	加料平台	6~8	10~15	砌筑时堆放耐火砖,还 原剂
	其他平台	4	10~15	砌筑堆放耐火砖
底吹炉系统	熔体放出口 操作平台	6	15	—
	炉侧部 操作平台	4	15	—
	炉底部 操作平台	4	6	—
	炉顶部 操作平台	4	4	—
	圆盘铸锭机 周边平台	4	25	重型检修荷载用于铅 铸锭

续表 B. 0. 1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
卡尔多 转炉系统	炉子周围 主操作台	8	15~20	就地砌筑时堆料荷载
	筑炉专用平台	6	15~20	砌筑堆载,且每年使用 多次
	喷枪操作台	4	4	喷枪小车荷载另提
	其他操作台	2~4	4	—
精炼反射炉 系统	炉侧加料 操作台	20~30	20~30	考虑了加料小车荷载
	燃烧嘴操作台	4	4	—
	扒渣操作台	4	6	经受热烟气熏烤作用
回转式精炼炉	炉子周围 主操作台	4	15~20	为检修主要筑炉场地
熔铸反射炉 系统	放出口操作台	6	6	—
	两侧平台	4	15~20	为检修主要筑炉场地
	加料楼层	8	15~20	视加料设备而定,计入事 故堆料
	扒渣操作台	6	6	—
	燃烧嘴操作台	4	6	—
熔铅锅	熔铅锅操作台	20~30	20~30	用于生产堆放铅锭
破碎、筛分及 压团系统	颚式破碎机加料 平台人工加料	6	8	—
	颚式破碎机加料 平台机械加料	6	8~10	检修荷载视加料设备 而定
	圆锥破碎机	4	8	圆锥破碎机规格 ≤φ1200mm
	加料操作台	4	4	—

续表 B. 0. 1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
破碎、筛分及 压团系统	其他操作台	3	4	—
	支承反击式 破碎机楼层	4	6	—
	支承锤式破 碎机楼层	4	6	—
破碎、筛分及 压团系统	支承双辊式 破碎机楼层	4	6	—
	支承鼠笼式 破碎机楼层	4	6	—
	齿辊破碎机 平台	4	10~15	波纹辊、光面辊与齿辊 相同
	振动筛楼层	4	6	当为热料筛支撑平台检 修荷载时取 6kN/m ² ~ 8kN/m ²
	其他筛子 操作台	3	4	—
	对辊压团 机楼层	4	8~10	检修荷载依压团机型号 确定
	冲压式压 团机楼层	4	6~8	检修荷载依机型确定
	双轴搅拌 机楼层	4	6	—
	混砂机楼层	4	6~8	—
风机系统	小型风机楼层	3	3	—
	收尘排风机 楼层	4	10~15	—
	高压鼓风机 主操作层	4	10	—

续表 B. 0. 1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
煤粉系统	粉煤鼓风机 楼层	4	6	—
	旋涡收尘器 楼层	4	6	—
	粗粉分离器 楼层	4	6	—
	煤粉仓上部布袋收尘器楼层	4	4~6	—
	布袋收尘器 中部操作层	4	6	—
	磨煤机传动 部分平台	6~10	6~10	磨煤机本体为落地配置
二、工艺收尘				
漩渦、布袋 收尘系统	旋渦收尘 器平台	3	4	—
	布袋收尘器 下部平台	3	4	—
	布袋收尘器 上部平台	3	4	—
	仓顶式布袋 收尘器平台	3	4	—
	文式管操作台	3	4	—

续表 B.0.1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
漩涡、布袋 收尘系统	一般湿式 收尘器操作台	3	4	—
	埋刮板输送 机操作平台	3	4	—
	螺旋输送机 操作平台	3	4	—
电收尘器系统	底层	4	6	当地面布置时为地面荷 载,用于堆存烟尘
	主操作台	4	6	—
	其他各层 钢操作台	3	4	设备自带的平台除外
	顶部操作台	3	4	—
	整流器室楼层	4	4	—
	钢烟道局部 操作台	3	4	—
	空气输送平台	3	4	—
	空气输送泵 上部操作台	3	4	—
	管架	2	—	—
三、湿法冶炼				
铜电解车间	电解槽楼层	4	4~6	人行道操作荷载为 2kN/m ²
	始极片作业场	25	25	应在标明区域内

续表 B.0.1

名 称			可变荷载(kN/m ²)		备 注
			操作荷载	检修荷载	
硫酸盐 车间	硫酸铜 生产	带式结晶 机操作台	3	4	—
		电解脱铜 操作台	3	4	—
		冷冻结晶粗硫 酸镍操作台	3	4	—
		精制硫酸镍溶 解、净化操作台	3	6	—
		精制硫酸镍蒸 发、压滤操作台	3	6	—
铅电解精炼 厂房		电解槽操 作楼层	4	4~6	人行道操作荷载为 2kN/m ² ,按电解槽大小选 取检修荷载
		刷洗残极区域	25	25	—
		阴极作业场	20	20	—
铅电解 精炼厂房		电铅锅 操作平台	20	20	—
锌 系统	浸出 车间	焙烧矿或氧化 锌贮料仓楼层	3	4	—
		氧化锌贮料仓 下料口楼层	3	4	—
		浸出槽操作楼层	4	6	—
		浸出槽管道楼层	3	3	—
		硫酸亚铁、石 灰乳制备楼层, 铟、锗富集操 作、压滤楼层	4	4~8	依压滤设备选取检修 荷载

续表 B.0.1

名 称			可变荷载(kN/m ²)		备 注
			操作荷载	检修荷载	
锌 系 统	浓密 过滤 车间	入浓密机矿浆 溜槽桥面	2	—	—
		浓密机溜槽 管桥桥面	2	—	—
		浓密机 操作走道	2	—	—
		压滤机 操作楼层	4	8~10	按压滤机大小选取检修 荷载
		渣浆高 位槽平台	2	4	—
		入干燥密圆盘 给料机楼层	4	6	—
	净液 车间	净化槽 操作楼层	4	6	—
		压滤机 操作楼层	4	5~10	按压滤机大小选取检修 荷载
		压滤机下部 管道楼层	2	—	—
		净化至冷却 新液管桥桥面	2	—	—
		电解废液 管桥桥面	2	—	—
	电解 车间	电解槽 操作楼层	4	4~6	槽间通道及人行道操作 荷载为 2kN/m ²
		作业场	20	20	—
		电解冷却 塔楼层	2	2	—

续表 B.0.1

名 称			可变荷载 (kN/m ²)		备 注
			操作荷载	检修荷载	
锌 系统	熔铸车间	加料操作台	20	20	—
	锌粉 制造 厂房	熔锌反射炉 操作楼层	10~15	10~15	—
		其他操作平台	4	4~6	—
	浸出渣 干燥窑 厂房	湿式圆盘 给料机楼层	4	6	—
		窑尾操作楼层	4	4~6	—
镍 系统	电解 车间 厂房	电解槽楼层	4	4~6	人行通道操作荷载为 2kN/m ²
		阴极堆放及 始极片加工	20	20	应在标出区域之内
		阳极液贮 槽操作台	2	4	有砖衬里时,检修荷载为 10kN/m ²
		阴极液高位 贮槽操作台	2	4	有砖衬里时,检修荷载为 10kN/m ²
		管桥桥面	2	—	—
		洗槽平台	2	4	—
	净化、 过滤 车间	沸腾除铜槽 顶部操作台	4	6	—
		沸腾除铜槽 中部操作台	2	4	—
		沸腾除铜槽 底部操作台	2	6	—
		净化槽上部 操作平台	2	4	—
		管式过滤 器楼层	4	6~8	按过滤器封头大小选取 检修荷载

续表 B.0.1

名 称			可变荷载(kN/m ²)		备 注
			操作荷载	检修荷载	
镍系统	净化、过滤车间	压滤机楼层	4	6~8	按压滤机大小选取检修荷载
		圆筒过滤机楼层	4	4	—
		管桥桥面	2	—	—
		各类操作台	2	4	—
钴系统	电解车间	电解楼层	4	4~6	人行通道操作荷载为2kN/m ²
		阳极暂时堆放处	10	10	—
		阴极堆放及始极片加工	10	10	—
	净化、过滤车间	管式过滤器楼层	4	6~8	按过滤器封头大小选取检修荷载
		压滤机楼层	4	6~8	按压滤机大小选取检修荷载
		圆筒过滤机楼层	4	4	—
		净化槽操作楼层	2	4	—
		萃取楼层	4	4	—
		净化、萃取设备修理场区	4	6	—
		各种药剂、试剂堆放场区	4	10	—
		浓密机走道	2	—	—
		管桥桥面	2	—	—
		高位槽操作台	2	—	—
四、氧化铝生产					
烧成工段	烧成窑窑头楼面	15	25	检修或临时堆料	
	烧成窑给料机楼面	6	—	—	
	烧成窑窑尾楼面	8	—	—	

续表 B.0.1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
熟料破碎工段	破碎机楼面	8	—	—
	板式给料机楼面	6	—	—
	熟料仓顶楼面	4	—	—
溶出工段	各层楼面	6	—	—
沉降过滤工段	仓顶板面	6	—	—
	给料机平台	8	—	—
	沉降过滤机二层	6	—	—
	沉降过滤机层楼面	4	—	按过滤机规格选取检修荷载
脱硅叶滤工段	脱硅机楼面	6	—	—
	叶滤机楼面	6	—	按叶滤机规格选取检修荷载
分解过滤工段	过滤机楼面	8	—	—
	分解槽顶板	3	—	—
蒸发工段	二层平台	5	—	—
	三层平台	10	—	—
	标准蒸发器楼面	8	—	—
焙烧工段	窑头操作楼面	15	25	—
	窑尾操作楼面	8	—	—
	板式机楼面	6	—	—

续表 B.0.1

名 称		可变荷载(kN/m ²)		备 注
		操作荷载	检修荷载	
五、铝电解生产				
电 解 车 间	电解槽操作面(大面)	—	50	操作荷载应按厂房内行走最大载重车辆轮压计
	电解槽操作面(小面)	4	30	—
	车间通道地面	—	50	操作荷载应按厂房内行走最大载重车辆轮压计
电 解 车 间	阳极组装车间室内地面	30	—	阳极拖车通行区取50kN/m ²
	铝锭铸造车间混合炉平台地面	50	—	—
	铝锭铸造车间铸造机区域地面	30	—	—
六、炭素生产				
煅烧工段、 回转窑	窑头、窑尾楼面	4	10	—
	其他各层楼面	4	—	—
配料工段	中、细碎及筛分	4	—	—
混捏成型工段	—	4	8	—
沥青熔化工段	—	4	—	—
焙烧工段	室内地面	25	—	—
焙烧工段	炉面平台	20	—	—

注:1 表中对工艺生产必备的小型移动输送小车等设施已计入荷载值内,但支承在楼、地面上的固定机器、设备、炉窑、槽罐、设施等装置的荷载不在其中,应另外单独提供;

2 设置有冶金炉、窑等工艺装置,在生产与维护中需要不定期运送炉料渣、耐火材料等,在炉、窑体四周区位的地面上,应计算最大载重通行运输车辆荷载。

B.0.2 稀贵金属冶炼工程可变荷载标准值可按表 B.0.2 选用。

表 B.0.2 稀贵金属冶炼工程可变荷载标准值

名 称	可变荷载(kN/m ²)		备 注
	操作荷载	检修荷载	
萃取楼层	4	8~10	用于钨、钼、钽、铌材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
压滤机楼层	4	8~10	用于钨、钼、钽、铌材料产品
	4	6~8	用于稀土材料产品， 按压滤机大小选取检修荷载
过滤器楼层	4	8~10	用于钨、钼、钽、铌材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
红外线干燥机楼层	4	8~10	用于钨、钼、钽、铌材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
还原炉楼层	4	8~10	用于钨、钼、钽、铌材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
粉料机楼层	4	8~10	用于钨、钼、钽、铌材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
结晶锅楼层	4	8~10	用于钨、钼材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
压煮锅(槽)楼层	4	6~8	用于钨、钼材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
净化槽楼层	4	8~10	用于钨、钼、钽、铌材料产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
挤压机楼层	4	8~10	用于碳化钨、硬质合金产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
压力机楼层	4	8~10	用于硬质合金、钨产品
	4	4~6	用于稀土材料产品
高位槽操作台	2	4	—
一般操作台	2	4	—

附录 C 金属加工工程楼、地面可变荷载

C.0.1 熔铸车间可变荷载标准值可按表 C.0.1 选用。

表 C.0.1 熔铸车间可变荷载标准值

类别	项次	名称	标准值 (kN/m ²)	组合 值系 数 ψ_c	准永久 值系数 ψ_q	备 注
熔 铸 车 间	1	原料堆放区、配料区	30~50	0.8	0.6	视生产 规模、品种 确定
	2	毛锭堆放区、铸锭堆 放区	40~100	0.8	0.6	兼筑炉 区使用
	3	炉台	30	1.0	0.8	注 1
	4	铸造机平台、稀有金 属炉台	20	1.0	0.8	—
	5	稀有金属原料堆放区	30~50	0.8	0.6	视生产 规模、品种 确定
	6	稀有金属毛锭及铸锭 堆放区	50~100	0.8	0.6	视生产 规模、品种 确定
	7	稀有金属铸造机平台	10	1.0	0.8	—
	8	试验室楼面	8	1.0	0.9	—

注:1 炉台荷载,当主梁的从属面积大于 10m²时,其荷载标准值可按 0.8 折减,而柱和基础设计时,其荷载标准值可按 0.7 折减;

2 表中楼面的荷载标准值均指操作荷载值,其检修荷载应根据楼面配置的机器、设备、槽罐等设施,进行维护、检修时实际操作情况确定,检修荷载值应由工艺专业提供。

C.0.2 管棒线材车间可变荷载标准值可按表 C.0.2 选用。

表 C.0.2 管棒线材车间可变荷载标准值

类别	项次	名称	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	准永久 值系数 ψ_q	备 注
重 有 色 金 属	1	阴极铜堆放区	50~100	0.8	0.6	视生产 规模、品种 确定
	2	铸锭加热及挤压 区、铸锭堆放区	40~50	0.8	0.6	—
	3	大拉区、中小拉 区、制品堆放区	30~50	0.8	0.6	视生产 规模、品种 确定
	4	冷轧、冷拉区、精 整退火区小型工具 堆放区	30	0.8	0.6	—
	5	酸洗区	10~30	0.8	0.6	—
	6	成品堆放区	30~100	0.8	0.6	视生产 规模、品种 确定
	7	大型工具堆放区	70~100	0.8	0.6	视生产规 模、品种等 因素确定
轻 金 属	1	中小型挤压机铸 锭加热、挤压区及 成品堆放区	20~30	0.8	0.6	—
	2	大型挤压机铸锭 加热、挤压区及成 品堆放区	30~50	0.8	0.6	视生产 品种、规模 确定

续表 C.0.2

类别	项次	名 称	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	准永久 值系数 ψ_q	备 注
轻金属	3	冷加工区	20~30	0.8	0.6	—
	4	在制品堆放区	15~20	0.8	0.6	—
	5	中小型挤压机工具堆放区	60	0.8	0.6	—
	6	大型挤压机工具堆放区	100	0.8	0.6	—
稀有金属	1	铸锭加热区、加工区	40~50	0.8	0.6	—
	2	冷轧、冷拉区、制品堆放区、精整退火区	30	0.8	0.6	—
	3	中拉、小拉区	10~20	0.9	0.7	—
	4	酸洗区	10~30	0.8	0.6	—
	5	成品区	20~50	0.8	0.6	视生产规模、品种确定
	6	大型工具堆放区	50~100	0.8	0.6	视生产规模、品种确定
	7	小型工具堆放区	20~30	0.8	0.6	—

C.0.3 板带车间可变荷载标准值可按表 C.0.3 选用。

表 C.0.3 板带车间可变荷载标准值

类别	项次	名称	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	准永久 值系数 ψ_q	备注
重 有 色 金 属	1	小铸锭堆放区	50	0.8	0.6	—
	2	大铸锭堆放区	100	0.8	0.6	—
	3	加工区在制品堆放区	30~70	0.8	0.6	视生产 规模、品 种确定
	4	地下室顶板	热轧	0.8	0.8	—
			冷轧			
	5	大型成品堆放区	70	0.8	0.6	—
	6	小型成品堆放区	30	0.8	0.6	—
轻 金 属	7	工具堆放区(包括轧 辊磨床间)	50~100	0.9	0.7	视生产 规模、品 种确定
	1	小铸锭加热区	50	0.8	0.6	—
	2	大铸锭加热区	100	0.8	0.6	—
	3	小型坯料堆放区、小 型成品区	30	0.8	0.6	—
	4	大型坯料堆放区	50	0.8	0.6	—
	5	大型成品区	60	0.8	0.6	—
	6	工具堆放区(包括轧 辊磨床间)	50~100	0.8	0.6	视生产 规模、品 种确定

续表 C.0.3

类别	项次	名称	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	准永久 值系数 ψ_q	备注
轻金属	7	加工区、在制品堆放区	30~50	0.8	0.6	视生产规模、品种确定
	8	地下室顶板荷载	50	1.0	0.8	—
稀有金属	1	小铸锭加热区、小型成品区	30	0.8	0.6	—
	2	大铸锭加热区、大型成品区	50	0.8	0.6	—
	3	加工区、在制品堆放区	30~50	0.8	0.6	视生产规模、品种确定
	4	工具堆放区(包括轧辊磨床间)	30~60	0.8	0.6	视生产规模、品种确定
	5	地下室顶板荷载	50	1.0	0.7	—

注:1 表中重有色金属包括铜、铅、锌等,轻有色金属包括铝、镁等,稀有金属包括钛、钨、钼等;

2 表中数值 XX~YY,如 30kN/m²~50kN/m²需根据项目规模大小和密度大小而不同,小项目和轻金属取低值,大项目和重金属取高值,中间项目按插入法四舍五入取整数;

3 地坪荷载,当从属面积大于或等于 25m²时,在考虑其对厂房柱基础产生的附加应力时,荷载标准值可按 0.7 折减。在地板或地下室顶板设计时,对顶板面积大于 10m²的梁,其荷载标准值可按 0.8 折减。

C.0.4 附属设施可变荷载标准值可按表 C.0.4 选用。

表 C.0.4 附属设施可变荷载标准值

类别	项次	名称	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	频遇值 系数 ψ_f	备注
变 配 电 、 控 制 室	1	变配电站气体绝缘组合电器装置(GIS)	10~20	1.0	0.8	楼面取较小值
	2	铜炉控制室、铝箔轧机控制室、电容器室、低压控制室	10	1.0	0.8	—
	3	10kV、30kV 配电间	10	1.0	0.8	—
	4	控制室及辅助用房	4~8	1.0	0.8	—
	5	电缆夹层楼板荷载	4	1.0	0.8	—
	6	低压配电室	8	1.0	0.8	—
	7	冷轧机控制室、退火炉控制室	8~12	1.0	0.8	—
	8	热轧机控制室	8~12	1.0	—	—
	9	炉子控制室、中小设备控制室	8~10	1.0	0.8	—
	10	真空自耗炉控制室	8~10	1.0	0.8	—
	11	真空自耗炉整流器室	30	0.9	0.7	—
	12	通风机室楼面、锅炉房生产操作楼板,如除氧器、减温减压装置、除尘器及主蒸汽管操作楼板、吊车检修平台	5	1.0	0.8	有放置设备或材料可能
	13	锅炉房生产操作楼板,含过桥、水箱间和水泵间楼板和屋面	4	1.0	0.8	无放置设备或材料可能
	14	锅炉房运转层楼板	12	1.0	0.8	—

续表 C.0.4

类别	项次	名称	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 ψ_c	频遇值 系数 ψ_f	备注
变配电、控制室	15	皮带机头部楼板	4	1.0	0.8	用于 检修为 10kN/m ²
辅助设施	16	锅炉房运煤层楼板、 化验室、工业楼梯	3	1.0	0.8	—
	17	一般操作平台、休息 平台	2	1.0	0.8	工艺 专业无 荷载要 求的
	18	油雾净化机房楼面、 多层仓库楼面	8	1.0	0.8	—
	19	综合仓库楼面	15	1.0	0.8	—

注：表中均为操作荷载，固定在其中的机器、设备、装置等荷载应另计。并应根据机器、设备等检修的实际提供检修荷载值。

附录 D 工程常用物料物理参数

表 D 常用物料物理参数

序号	名 称	重力密度 (kN/m^3)	内摩擦角 ($^\circ$)	摩擦系数	
				对混凝土	对钢板
1	镍矿石	18~20	30~34	0.45	0.40
2	钼矿石	17~20	22~25	0.35	0.30
3	铅锌矿石	21	37~41	—	—
4	铜铅锌矿石	18~19	38~40	—	—
5	层状氧化铜矿石	16~17	38	—	—
6	砂卡岩型铜矿石	19~20	38	—	—
7	脉状铜矿石	16~17	38~40	—	—
8	致密块状含铜黄铁矿石	25~30	37~39	—	—
9	浸染状含铜黄铁矿石	19~21	38	—	—
10	氧化铅锌矿石	16	40	—	—
11	锰矿石	18~20	38~45	—	—
12	锑矿石	16~17	36~37	—	—
13	铝矿石(破碎状)	14~16	35	—	—
14	钨矿石	17~20	20~30	—	—
15	金矿石	20~30	40	—	—
16	铜精矿(粉状)	18~23	28~32	0.55	0.45
17	镍精矿(粉状)	17~20	30~34	0.45	0.40
18	钼精矿(粉状)	17~22	22~25	0.35	0.30
19	铅精矿(粉状)	24~33	30~34	0.60	0.50

续表 D

序号	名 称	重力密度 (kN/m^3)	内摩擦角 ($^\circ$)	摩擦系数	
				对混凝土	对钢板
20	锌精矿(粉状)	18~21	28~32	0.60	0.50
21	锑精矿(粉状)	15~20	—	—	—
22	钨精矿(粉状)	28~30	—	—	—
23	锡精矿(粉状)	28~32	29~32	0.55	0.40
24	硫铁精矿(粉状)	20	30~34	0.55	0.45
25	铁精矿,含铁 60%左右	24~27	30~34	0.50	0.36
26	石灰石,粒径 25mm~75mm	12~15	35	0.50	0.35
	石灰石,粒径 100mm~480mm	16~20	40	—	—
27	白云石	12~20	35	—	—
28	菱镁矿	16	40~41	—	—
29	磷灰石	16~19	40~50	—	—
30	石膏(碎块)	15	35	0.50	0.35
31	焦炭	5~6	40	0.80	0.50
32	烟煤	8~11	25~40	0.50~ 0.60	0.30
33	无烟煤	7~11	25~40	0.50~ 0.60	0.30
	无烟煤(小块、干燥)	7~10	27~30	0.50	0.30
34	褐煤	7~10	23~38	0.50~ 0.60	0.30
35	黏土(干)	16	35	0.50	0.30
	黏土(湿)	17	33	0.30	0.20
36	水泥	16	30	0.58	0.30
37	消化石灰粉	7	35	0.55	0.35

续表 D

序号	名 称	重力密度 (kN/m^3)	内摩擦角 ($^\circ$)	摩擦系数	
				对混凝土	对钢板
38	碱粉	6	40	—	—
39	烧成熟料	12~18	35	—	—
40	氧化铝(压实)	12	30~40	—	—
	氧化铝(松散)	10~11	25~30	—	—
41	氢氧化铝, 含水率 10%~15%	10	40~90	—	—
42	硅渣	15	—	—	—
43	粉煤灰	7~8	25~30	0.55	0.40
44	干砂	16	30	0.70	0.50
45	湿砂	18	35	0.60	0.40
46	煤粉	8~9	25~30	0.55	0.40
47	萤石粉	20	28~32	0.60	0.45
48	镁粉	18	33	0.53	0.35
49	磁铁矿	30~40	40~45	—	—
50	赤铁矿	25~30	40~45	—	—
51	褐铁矿	20~30	40~45	—	—
52	硫精矿粉	19~24	—	—	—
53	铁粉(硫铁矿废渣)	16	33	0.55	0.35
54	汞矿石	15~16	43~44	—	—
55	金精矿	14~17	—	—	—
56	硫铁矿	16.9	40	—	—
57	钒钛磁铁矿	20~23	40	—	—

注:1 表中各项数值对应物料的含水量应小于或等于 12%,具体选用数据时,应与物料的实际状态进行核对、比照;

2 表中的“重力密度值”,对生产物料通常是指其正常存储状态下的“堆存干密度值”。该值受堆积时间、压实程度、粒径、含水率等因素影响,变动较大。具体工程选用时,应与物料的实际状态进行核对并作出必要调整。

附录 E 工程常用机器动力效应系数

表 E 常用机器动力效应系数

序号	名 称	动力效应系数 K	附 注
1	电动机 转数(r/min)	300~500	乘以机器全重
		750~1000	乘以机器全重
		1250~1500	乘以机器全重
2	减速机 功率(kW)	>75	乘以机器全重
		≤75	乘以机器全重
3	传动装置	1.20	乘以机器全重
4	离心泵 转数(r/min)	300~500	乘以机器及物料全重
		750~1000	乘以机器及物料全重
		1250~1500	乘以机器及物料全重
5	料浆搅拌机	1.50	乘以机器及物料全重
6	刮板输送机	传动装置	1.40~1.50
		承重装置	1.20
7	板式给料机	承重装置	1.20~1.50
		传动装置	1.40
8	斗式提升机	头部传动装置	1.40
		中、下部支架	1.20
9	皮带机	中部、尾部	1.30
		传动轮(头部)	1.50
		拉紧装置	1.00
10	螺旋输送机	1.20~1.50	乘以机器及物料全重
11	圆盘给矿机	1.30~1.50	乘以机器及物料全重

续表 E

序号	名 称	动力效应系数 K	附注
12	圆筒混合机	2.50~3.00	乘以机器及物料全重
13	离心脱水机	2.00~4.00	乘以机器及物料全重
14	浮选机	1.50	乘以传动部分重量
15	分级机	1.30	乘以电机及传动轮轴重量
16	离心式通风机 转速(r/min)	≤500	乘以通风机重量
		750~1000	乘以通风机重量
		1250~1500	乘以通风机重量
17	排风机(抽风机)	1.50	乘以电机齿轮离合器重量
18	普通振动筛	2.00~4.00	乘以机器全重及料重
19	设置在平板弹簧支座上的振动筛	2.00	乘以机器全重及料重
20	安装在弹簧吊杆上的偏心振动筛	1.40	乘以机器全重及料重
21	滚筒筛	1.50	乘以机器全重及料重
22	固定筛	1.20~1.50	乘以机器全重及料重
23	高压鼓风机,表压>0.2MPa	3.00	乘以机器全重
24	中压鼓风机,表压0.1MPa~0.2MPa	2.00	乘以机器全重
25	低压鼓风机,表压<0.1MPa	1.50	乘以机器全重
26	卧式、立式空压机, 转速为200r/min~400r/min	4.50~5.00	乘以机器全重
27	振动给矿机	4.00	乘以机器全重及料重
28	槽式给矿机(水平作用)	2.00	乘以机器全重及料重
29	槽式给矿机(垂直作用)	1.50	乘以机器全重及料重
30	普通隔膜泵	1.60	乘以机器全重及料重
31	球磨机、棒磨机	2.50	乘以机器全重及料重
32	浮选机	1.50	乘以传动部分重量
33	电动悬挂吊车、电葫芦	1.10~1.20	乘以设备及吊物重量

附录 F 钢筋混凝土肋形楼板自振频率 简化计算

F.0.1 在钢筋混凝土肋型楼板上设置动力机器时,应符合下列规定:

- 1 承重体系宜采用钢筋混凝土框架结构。
- 2 楼板应采用现浇结构或带有现浇面层的预制装配整体式。
- 3 梁板配置应力求对称均衡,不宜采用悬臂结构。楼板上应少开洞,对边长大于或等于 500mm 的孔洞四周应设置边梁加强。
- 4 动力机器应布置在楼板的梁上,应避免梁受扭。当一台机器由两根梁共同承担时,应使其对称配置,同时梁的纵轴应与机器扰力方向一致;承受动力机器的梁宜设计为连续梁。
- 5 楼板的厚度不宜小于 120mm,梁的高跨比不宜小于 1/12。

F.0.2 进行等代梁法近似动力特性计算时,楼板应符合下列规定:

- 1 楼板应采用主、次梁结构体系,主梁两端宜为简支,且不宜设中间柱;
- 2 次梁为等跨或相邻跨度差不应超过 20%,且各跨的质量、刚度分布宜均匀;
- 3 楼板上的开洞面积不得超过该区域总面积的 15%;
- 4 作用在楼板上的动力机器转速应小于 2000r/min。

F.0.3 具有主、次梁配置时,等代梁法楼板垂直振动的自振频率可按下列公式近似计算:

$$f_j = \frac{\phi_j}{l^2} \sqrt{\frac{D_x}{m_B}} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, k) \quad (\text{F.0.3-1})$$

$$D_x = \frac{EI_x}{S} \quad (\text{F.0.3-2})$$

$$m_B = \rho \frac{A_s}{S} + \frac{Q_c}{ab} \quad (\text{F. 0. 3-3})$$

$$\alpha_0 = C_1 \frac{\pi^4 EI_L l^3}{b^4 D_x} \quad (\text{F. 0. 3-4})$$

$$\bar{\alpha}_j = \alpha_0 \left(1 - \frac{f_j^2}{f_L^2} \right) \quad (\text{F. 0. 3-5})$$

$$f_L = \frac{\pi}{2b^2} \sqrt{\frac{EI_L}{m_L}} \quad (\text{F. 0. 3-6})$$

- 式中: j ——振型序号,按振型渐变的类型有序,也可不全按顺序;
- k ——楼板的跨数,即次梁的跨数,本简化计算只选用 3 跨;
- f_j ——楼板垂直振动第 j 个自振频率(Hz),需经迭代计算求出;
- l ——次梁的跨度(m),当为不等跨时取其平均值;
- ϕ_j ——第 j 自振频率系数,由楼盖梁的跨数、端支承情况及支承相对压弹刚度 $\bar{\alpha}_j$ 值,通过本规范表 F. 0. 3 查得;
- D_x ——正交各向异性板(即将次梁折算到板中)在 x 方向单位宽度的弯曲刚度(kN·m);
- S ——次梁的间距(m),当次梁间距不等或截面不相同, S 应按具有代表性的情况取值;
- I_x —— S 范围内带有翼缘板的 T 形梁的截面惯性矩(m^4);
- E ——材料弹性模量(kN/m^2);
- m_B ——楼板单位面积的质量(t/m^2);
- ρ ——钢筋混凝土材料的重力密度(t/m^3);
- A_s —— S 范围内梁板的截面积(m^2);
- Q_c ——楼板上集中质量的总和(t);
- a, b ——楼板的长度和宽度(m);
- α_0 ——弹支连梁的相对压弹静刚度;
- $\bar{\alpha}_j$ ——对应于第 j 自振频率支承相对压弹刚度;
- I_L ——主梁按照 T 形截面计算的截面惯性矩(m^4);

C_1 ——计算频率的相应系数,当 f_1 时, $C_1 = 0.80$; 当 f_2 时, $C_1 = 0.75$;

f_L ——主梁的自振频率(Hz);

m_L ——主梁梁肋部分的单位长度的质量(t/m)。

表 F.0.3 等跨梁自振频率计算系数

楼盖梁的跨数	梁的端支承特征	计算基频频号	当 $\bar{\alpha}_i$ 为下值时	ϕ_i
一跨	两端弹支	1 对称	20	0.867
			50	1.142
			100	1.320
			∞	1.571
两跨	两端刚支	1 对称	20	0.798
			50	1.123
			100	1.459
			∞	2.454
		2 反对称	任何值	1.571
两跨	两端弹支	1 对称	20	0.731
			50	1.067
			100	1.434
			∞	2.454
		2 反对称	20	1.024
			50	1.286
			100	1.423
			∞	1.571
三跨	两端刚支	1 对称	20	0.721
			50	1.084
			100	1.465
			∞	2.939
		2 反对称	20	0.978
			50	1.231
			100	1.481
			∞	2.013
		3 对称	任何值	1.571

续表 F.0.3

楼盖梁的跨数	梁的端支承特征	计算基频序号	当 $\bar{\alpha}_j$ 为下值时	ϕ_j
三跨	两端弹支	1 对称	20	0.707
			50	1.069
			100	1.425
			∞	1.571
		2 反对称	20	0.829
			50	1.128
			100	1.396
			∞	2.013
		3 对称	20	1.135
			50	1.367
			100	1.496
			∞	2.939

注:表中 $\bar{\alpha}_j$ 按本规范式(F.0.3-5)经计算求得,代入本表中时,可按插入法查得。

F.0.4 当楼盖结构的自振频率与动力机器的扰力频率之间的比值大于 1.30 或小于 0.70,且机器功率、转速、扰力都不大时,该机器作用下结构振动计算宜从简。可依据工程经验,按本规范附录 E 采用动力效应系数,进行等效静荷载计算。

F.0.5 当求得的楼盖结构垂直振动自振频率值及其与扰力频率的比值难以满足本规范第 F.0.4 条的要求时,应按建筑结构振动计算的有关规定进行验算。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《钢结构设计规范》GB 50017
- 《人民防空地下室设计规范》GB 50038
- 《动力机器基础设计规范》GB 50040
- 《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069
- 《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077
- 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367
- 《矿山井架设计规范》GB 50385
- 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
- 《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544
- 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 《有色金属冶炼厂收尘设计规范》GB 50753
- 《起重机设计规范》GB/T 3811
- 《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116

中华人民共和国国家标准

有色金属工程结构荷载规范

GB 50959 - 2013

条文说明

制 订 说 明

《有色金属工程结构荷载规范》GB 50959—2013,经住房和城乡建设部 2013 年 12 月 19 日以第 258 号公告批准发布。

本规范在编制过程中,编制组认真总结了有色金属工程建设经验,参考了国内、外相关行业标准的有关内容,并经广泛调查研究和专题技术研讨、论证,通过评审后定稿。

本规范编制过程中,得到国内各有色金属设计研究院(公司)以及部分有色金属企业的协助与支持。除参编单位和主要起草人外,还收到部分单位、专家和广大工程技术人员的宝贵建议。此外,为确保规范编制水准,还特别聘请了盛吉鼎、陈知若、陆业大、邓朝安、徐庆新、周远翔、谢良、魏利金等教授和业界资深人士担任本规范编制顾问专家,他们作了许多实质性工作,提供了具体的指导,在此一并致以衷心感谢!

为便于广大设计、施工、生产运行等有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《有色金属工程结构荷载规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、背景、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是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。

目 次

1 总 则	(79)
2 术语和符号	(80)
2.1 术语	(80)
3 荷载分类及其代表值	(83)
3.1 荷载分类	(83)
3.2 荷载代表值	(84)
4 荷载组合	(86)
4.1 一般规定	(86)
4.2 荷载效应组合值	(88)
4.3 荷载的有关系数	(91)
4.4 可变荷载的折减	(94)
5 永久荷载	(96)
6 可变荷载	(98)
6.1 楼、地面可变荷载	(98)
6.2 动力机器荷载	(98)
6.3 吊车荷载	(100)
6.4 工业炉、窑基础荷载	(103)
6.5 管网及装置荷载	(103)
6.6 贮料荷载	(104)
6.7 其他荷载	(105)
7 间接作用	(107)
7.1 温度作用	(107)
7.2 其他作用	(109)
8 偶然荷载	(111)

8.1	一般规定	(111)
8.2	爆炸荷载	(111)
8.3	其他荷载	(112)
9	荷载条件	(113)
9.1	一般规定	(113)
9.2	荷载条件内容	(113)
9.3	荷载条件评审	(115)
9.4	其他规定	(115)
附录 D	工程常用物料物理参数	(116)
附录 E	工程常用机器动力效应系数	(117)
附录 F	钢筋混凝土肋形楼板自振频率简化计算	(118)

1 总 则

1.0.2 本规范适用于有色金属工程中的主体工程和辅助设施的结构设计;其中主体工程是指用于生产工艺的厂房、构筑物,辅助设施是指为生产主流程服务的各类配套建筑及一般构筑物。

本规范根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的原则制订,是对现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的补充与延伸。

1.0.3 在有色金属工程设计中,作用在工程结构上的外力(影响)不仅涉及荷载(直接作用),还会遇到温度、地基变形、工程材料的收缩和徐变、焊接应力以及地震等(间接作用),本规范以荷载为主,温度等作用也有所涉及,涵盖内容有所扩大。考虑设计人员的习惯和使用方便,凡在条文中未区分荷载与间接作用的,则对荷载的技术规定同样适用于间接作用。

2 术语和符号

2.1 术 语

本节所列各条术语是以现行国家标准《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132 及《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083 为基础,结合有色金属工程实际编制的。

2.1.6 有色金属工程楼、地面的操作荷载是生产操作的基本荷载,通常应是正常生产工况下,操作人员及其随身携带的工具、器材和生产过程中需要存放的少量物料、半成品、成品以及相关的小型移动输送装置等的全部荷载。上述荷载值不考虑过载、特殊、异常等偶然因素影响,是以数十年有色金属的生产实践和工程经验,加以总结、概括而确定出的标准值。

2.1.7 检修荷载仅在一个有限时间段内出现,工程设计中应当予以单独列出,在短暂设计状况下进行相应的荷载组合。当工程中的检修荷载等于或小于操作荷载时,可不单列,也可不作相应的荷载组合。

2.1.9 随着清洁化生产和环境保护等力度的加大,散发大量烟灰、粉尘的生产已经逐渐减小或消亡,厂房屋面上的积灰荷载已不明显。但是在老厂改造或者某些特定的工程环境下,积灰荷载仍不可忽视,其由积灰重量和相关清理装置荷载两部分组成。

2.1.14 动力荷载除包含正常工作状态动力荷载外,有时还需要考虑其异常状态下的动力作用,如短路、突停、过载等偶然值或极值发生。另外,对于冲击类运行机器的动力作用,则是以冲击质量、冲击速度等参数表述。

2.1.15 温度作用在有色金属工程的一定范围内不可忽视,表现

在某些特定的工程结构和构件受到生产工艺操作及相关设备、管道等装置温度场影响时,引起结构和构件的附加作用;同时,由于大气环境温度的变化,对超大、超长结构构件引起明显的变形及约束等的间接作用。

2.1.16 地震是较为复杂的地面惯性作用,其相关作用的取值、验算和设防标准要求不仅与自然因素紧密相关,而且与国家法规、政策和经济基础有关。我国在地震的研究和实践上已形成完整的体系,地震作用应根据其超越概率,分别归属于可变作用或偶然作用,相关技术要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关规定。

2.1.17、2.1.18 设计基准期与设计使用年限两者有较多的关联性,依据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153的规定,在工程结构设计时,需要确定结构的设计使用年限,即工程结构在正常使用和维护,包含必要的防护和维修条件下所应达到的使用年限。对不同的设计使用年限应采用相应的设计基准期的可变荷载代表值。设计使用年限与其对应的建筑示例如下:

100 年适用于标志性建筑和特别重要的建筑结构。

50 年适用于普通房屋和构筑物,有色金属工程大多数工业建筑物、构筑物均属于此类,设计使用年限一般应为 50 年。当具有特殊要求时,应通过正式文件约定。

25 年适用于应急加固或特定建筑以及易于替换的结构构件。

5 年适用于临时性建筑结构。

可以看出:当设计使用年限为 50 年的普通房屋、构筑物和工业厂房时,对应的是设计基准期 50 年的可变荷载标准值。

2.1.20 荷载标准值是指其在结构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,原则上用其统计分布来描述,为其设计基准期内最大荷载统计分布的特征值,一般为均值、众值、中值以及某个分位值。目前,民

用建筑物、构筑物的荷载标准值由设计基准期内最大荷载统计分布的某个分位值来确定,而有色金属工业建筑物、构筑物的楼、地面荷载标准值则是从多年工程经验积累中加以概括,并经众多工程实例检验获得的。

3 荷载分类及其代表值

3.1 荷载分类

3.1.1 有色金属工程荷载的分类与一般民用建筑工程的差异在于有色金属工程楼、地面可变荷载(活荷载)的标准值通常由两部分构成,即操作荷载和检修荷载。它们既是充分实现正常生产操作的基本保障,又可适应生产装置安装检修或试验的特殊需求,这两种荷载在一定条件下都会对结构构件起主导作用。

可变荷载是选用常规状态下荷载的最大值,不考虑变异、偶然等因素。它是有色金属行业多年工程经验的积累,是充分满足工程实际情况予以确定的。

3.1.2 工业建筑的永久荷载种类较多,除建筑结构的自重之外,还有众多的固定生产工艺设施等各类装置的荷载,详见本规范第9.2.1条的条文及其说明。

3.1.3 可变荷载主要是楼、地面生产性的操作荷载,通常应是正常生产工况下,操作工人及其随身携带的工具、器材和生产过程中存放的定量物料、半成品、成品,以及相关的移动输送装置等的荷载,是不考虑超载、异常等偶然因素的荷载标准值;另外,可变荷载还有非正常生产工况下的检修、试验、安装等荷载,检修荷载只是短期作用的,一般情况下,只有大于操作荷载值时才选用,是对应于短暂设计状况的可变荷载。

工程设计中普遍适用的可变荷载还有:吊车荷载、风荷载、雪荷载、积灰荷载以及多遇地震作用等,应符合本标准及现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009等的有关规定。

3.1.4 由于生产操作失灵,突发意外事件等导致巨大的爆炸、火灾、撞击等短暂且剧烈的偶然荷载(作用)难以幸免。从确保生命、

财产和工程结构满足生产安全出发,体现科学发展观的要求,应力求做好相关偶然荷载作用的核算、评估工作。

由于我国大多数有色金属工程均处在地震区,因此地震作用在工程设计计算中必不可少。按照国家现行有关标准的规定,通常将多遇地震即对应于地震基本烈度的作用视为正常工况下的可变作用范畴中,而将罕遇地震即高于地震基本烈度的作用归属于偶然作用范畴之中。

3.2 荷载代表值

3.2.1 工程设计中应针对不同类型的荷载,选用不同的荷载代表值。这是综合考虑各类荷载的特性、结构的多种极限状态、各种设计状况等因素,实现工程设计的适用、安全、经济等的预期目标。针对不同类型的荷载,选用不同的荷载代表值,既可确保工程结构的使用安全,为正常生产运行提供可靠保障,又能使工程建设力求杜绝浪费,满足经济合理的双重目标,达到社会效益和经济效益双赢的效果。因此,荷载量值合理选用的规定,工程设计必须严格执行,本条为强制性条文。

3.2.2 工程设计确定各类可变荷载的标准值时,会涉及出现荷载最大值的时域问题,目前工程设计的大部分荷载,如风、雪、民用活荷载等均可满足设计使用年限 50 年。风、雪值还具有 100 年重现期的数据统计资料,均符合设计基准期 50 年及以上的要求。而对于有色金属工程中的部分可变荷载至今尚无长期、系统、全面的统计、分析资料,所采用的荷载多数是经验数据,难以准确界定荷载最大值的时域。但新中国成立 60 余年,有色金属工程建设的丰富经验可以充分表明用于设计基准期 50 年是基本可行的。故一般以 50 年为基准期的要求是现实的,对于个别缺乏实践检验的新工艺、新装置,在可变荷载的选用上宜做专题论证加以确定。

以 50 年设计基准期为限确定可变荷载代表值,保证了有色金属工程在正常的生产使用期限内有效应对可能出现最不利的荷

载,满足结构的安全可靠和一定的耐久性能。同时,也能够较为科学、合理地兼顾到工程建设对经济、适用的明确要求,应当严格予以执行,本条为强制性条文。

3.2.7 直接承受动力作用的结构,动力设计首先应进行结构动力特性及振动速度、振动线位移等计算,之后进行承载能力和正常使用极限状态验算。承重结构动力计算在荷载的取值上与静力计算是有所区别的,鉴于荷载值偏大时对振动计算不一定偏于安全,因此荷载取值需要依据工程设计的具体情况决定。如设计要求结构振动趋于共振前区时,荷载宜取较大值,设计期望结构振动超共振后区时,荷载宜取较小值。即根据实际要求确定的荷载代表值,求得对应的结构动力特性,使得结构的振动设计计算是有效并可靠的。

目前有关动力荷载作用的结构验算规定可采用现行行业标准《机器动荷载作用下建筑物承重结构的振动计算和隔振设计规程》YBJ 55-90/YSJ 009-90(试行)等标准及参考资料。

4 荷载组合

4.1 一般规定

4.1.1 有色金属工程结构设计应分为四种设计状况(design situation),即持久状况(persistent situation)、短暂状况(transient situation)、偶然状况(accidental situation)和地震设计状态(earthquake action)。持久状况指出现的持续时间长,几乎与结构设计基准期相同的设计状况;短暂状况指出现的持续时间较短,而出现概率较高的设计状况;偶然状况发生得异常且突然,是出现的持续时间短而出现概率低的设计状况;地震设计状态是当地震发生时及发生后,持续时间短,概率较低的设计状态。依据不同设计状况,应分别进行相应的荷载组合。

以工程中不同的设计状况,并区别结构在设计基准期中所受到的不同影响,作为结构设计选定结构体系、设计值和可靠性要求的基本依据,用以分别进行相应荷载效应组合和结构构件验算。提出采用四种设计状况的分类规定,揭示出有色金属工程结构荷载的复杂多样,且以不同工况出现的实际与特点,通过设计状况分类,既能确保有色金属工业工程的安全有效,又能体现出技术经济的全面合理性。

在确定的设计状况下,工程结构应依据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合。本条为强制性条文,应严格执行。

4.1.2 由于检修、试验等荷载发生在设备停运、操作停产的维修期,而施工、安装荷载则发生在尚未正式进行生产操作前,所以都属于非正常生产状态下出现的荷载。因此检修、试验以及施工、安装等类可变荷载通常不应参与厂房框、排架结构持久设计状况的

荷载组合。

检修、试验和施工、安装等荷载通常应在短暂设计状况下,仅对直接承力构件及其节点进行荷载组合及验算,从而使结构体系设计经济、合理,同时又使结构构件在短暂的高负荷下确保安全、可靠。

有色工业厂房结构及构件在不同设计状况下,应结合有色金属工程特点,进行荷载组合,通常可参考表 1 的要求。

表 1 厂房结构荷载组合表

设计状况	永久荷载	操作荷载	检修荷载	风荷载	吊车荷载	上人屋面荷载	积灰荷载①	地震作用⑤	温度作用	偶然荷载	荷载组合组别
持久设计状况	*	*	—	*	*	*	*	—	—	—	组合一
持久设计状况,当存在温度作用时	*	②	—	②	②	②	②		*	—	组合二
短暂设计状况	*	—	*	⑥	③	②	②	—	—	—	组合三
偶然设计状况	*	*	—	②	②	*	*	—	—	*	组合四
偶然设计状况受损后的稳固性验算	*	②	—	*	③	—	*	—	—	—	组合五
地震设计状况	*	*	—	④	*	*	*	*	—	—	组合六

各类荷载在具体的选用(选中者以“*”示,无关者以“-”示)中,需要注意:

(1)积灰荷载应与雪荷载或不上人的屋面活荷载两者中的较大值同时考虑;

(2)凡标注②的,需要视其效应对结构有利与否,确定其是否参与组合或参与程度;

(3)凡标注③的,需依据结构验算的实际确定荷载组合,如吊车暂不使用或不满载使用等实际情况计入;

(4)凡标注④的,当厂房高度在 60m 以上,或风荷载起控制作用时,风与地震同时参与组合;

(5)凡标注⑤的,地震作用一般只考虑水平地震作用;设防烈度 9 度的高层厂房(≥ 12 层或 $\geq 40\text{m}$)以及设防烈度 8 度、9 度的大跨度、长悬臂结构,尚应考虑竖向地震的作用;

(6)凡标注⑥的,用于验算具有水平作用的检修、安装荷载时,宜考虑风荷载。

4.2 荷载效应组合值

4.2.1 当整个结构或结构的一部分超过某一特定状态,而不能满足设计规定的某一功能要求时,则称此特定状态为结构对该功能的极限状态。工程设计中的极限状态均以结构某种荷载效应(如内力、应力、变形、裂缝等)超过相应规定的限值为依据。根据设计中要求考虑的结构功能,结构的极限状态大体可分为两大类:承载能力极限状态和正常使用极限状态。一般前者以结构的内力为依据,后者以结构的变形、裂缝、振动位移等为依据。

对于所考虑的极限状态,在确定其荷载效应时,应对可能同时出现的所有荷载(作用)加以组合,求得该结构上的荷载总效应。应考虑荷载的位置、方向等不同变化,在多种多样的可能组合中,取其中最不利的一组用于验算。

4.2.2 文中采用的公式均为设计计算通式,适用于各种类型的建

筑结构,如钢结构、混凝土结构、砌体结构等,并适用于各种形式的结构构件承载能力,以及不同使用要求极限状态的验算。公式中对不同结构构件抗力设计值或者结构或构件达到正常使用要求的限值的选用应分别符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 5017、《混凝土结构设计规范》GB 50010 等的有关规定。

此外,结构重要性系数(γ_0)的选取应同样符合现行国家各建筑结构有关标准的规定。

4.2.3 根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定,结构承载能力极限状态的荷载组合,依据设计状况选用不同的组合。对持久和短暂设计状况应采用基本组合,对偶然设计状况应采用偶然组合。

在承载能力极限状态的基本组合中,正文中给出的式(4.2.3-1)和(4.2.3-2)提供了荷载效应组合值的表达式。其目的在于保证在各种可能出现的荷载组合情况下,通过工程设计都能使结构保持在相同的可靠度水平上。需要注意的是,组合效应设计值公式中,荷载与效应都是线性关系。

参照现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构荷载规范》GB 50009,对可变荷载引入调整系数 γ_L 来解决结构设计荷载取值的不同步问题,当设计使用年限与设计基准期不同时,采用调整系数 γ_L 进行调整。这使得影响设计使用年限长短的重要因素从荷载取值上得以体现,而设计使用年限长短的另一关键影响因素,需要从相关工程结构的耐久性设计中予以反映。

基本组合的效应设计值的规定是在现行国家相关标准要求的基础上,并依据有色金属工程实践制订出的,遵照上述规定选取荷载基本组合最不利值,通过验算既保证了工程结构应有的可靠度水平,同时使工程项目更具有合理性和经济性,应按规定要求执行。

此外,对于工业厂房的一般排架、框架结构,基本组合尚可采

用简化规则,并按下列组合值中取最不利值确定:

(1)由可变荷载效应控制的组合值,可选用式(1)或式(2):

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Q_1} S_{Q_1k} \quad (1)$$

$$S = \gamma_G S_{Gk} + 0.9 \sum_{i=1}^n \gamma_{Q_i} S_{Q_ik} \quad (2)$$

上述公式中的符号同本规范式(4.2.3-1)。

(2)由永久荷载效应控制的组合:

同本规范正文中的式(4.2.3-2),其中可变荷载设计使用年限的调整系数 γ_L 可略去不计。

对于上述一般排架、框架采用简化规则,曾在《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 中采用,用于手算时简单明了,对于框架、排架设计估算和简单验算工作十分方便,甚为有利。只是近年来鉴于电算的普及与提高,此公式对大多数框架、排架计算已显得无实际意义,现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 已撤销该简化规则和计算公式。但考虑到有色金属工程设计多年工作的常规习惯与验算经验,本规范仍将该计算公式附于此供参考选用。

4.2.4 同第 4.2.2 条的条文说明。

4.2.8 偶然作用的类型较多,且情况较为复杂多变。因而对偶然设计状况,荷载偶然组合的效应设计值比常规荷载组合显得困难、繁琐(荷载的标准值、计算值、频遇值和准永久值同时参与组合等)。参考国家相关标准的要求,本规范给出了承载力极限状态的偶然组合效应设计值的一般表达式。同时,考虑在爆炸、火灾等偶然因素作用下,结构难免会出现局部的损伤、破坏,如梁、板等构件发生过大的塑性变形、局部失稳以及部分梁、个别柱出现塑性铰,但是结构的整体尚应处在不会连续倒塌的“准安全”范围之内。

为防止偶然作用下受损结构整体倒塌,本规范还给出了偶然事故发生后,已经受损结构在相应荷载作用下满足整体稳固的设计值表达式,从而保证结构不致立即整体倒塌,为抢建、加固以及

继续利用提供必要的条件。

4.3 荷载的有关系数

4.3.1 荷载分项系数是考虑荷载的不同变异影响、荷载的具体组合情况和不同荷载的效应比,以及与抗力有关的取值水平等因素,使得各类设计在不同情况下,结构的可靠度趋于相当水平的目标下确定的。基本组合的荷载分项系数取值,既符合现行国家相关标准的要求,也是经历了多年有色金属工程实践的检验,可靠且适用。

荷载分项系数的规定使得工程设计中结构的可靠度得到明确、有效地保证,与此同时,也恰如其分地控制了工程的经济、适用目标,规定意义重大,应严格执行。

有关永久荷载和可变荷载分项系数取值的分析研究,可参见现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的有关规定与说明。

条文中可变荷载分项系数的规定适用于操作荷载,对检修荷载也可据实酌情采用。

4.3.2 依据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153—2008 中附录 A 表 A.1.9 的规定,结合有色金属工程的具体情况,制订了可变荷载采用结构设计使用年限的调整系数,用来解决设计使用年限与设计基准期不同步的配合、协调问题。

设计使用年限是用来表明结构的用途和重要性的重要参数,影响设计使用年限长短的因素有多个,其中主要决定于荷载的取值和耐久性定位两点。对于设计使用年限较长者,采用荷载值必然要求会更高些,即调整系数大于 1。相反,则会要求相对低一些,即调整系数小于 1。对于耐久性定位问题,则通过结构设计中的材料选用、必要的防护和合理构造等措施予以满足。

有色金属工程项目中,部分小型矿山、冶炼及某些特定应急的工程项目,设计使用年限只需要在 15 年~30 年之间,对此,工程

设计使用年限及其可变荷载使用年限的调整系数应当妥善、慎重地加以研究、论证,并经项目合同或协议正式约定。可按本条规定对荷载予以适当地调整,并在设计文件中予以明确。

厂房主要生产作业区中,由于大多数楼、地面可变荷载,吊车荷载等都是配合生产工艺实际需求而定,其受时间长短的变化和与结构的耐久性之间均无明显联系。对此,可变荷载使用年限的调整可以不作考虑。

有色金属工程结构设计的风荷载、雪荷载等其他荷载,当采用结构设计使用年限的调整系数时,应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

4.3.3 工程结构设计荷载组合中可变荷载组合值系数、频遇值系数和准永久值系数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 等的有关规定选取。当计算有色金属工业厂房结构不同的设计状况时,可变荷载组合值系数可参见表 2 选用。

表 2 可变荷载组合值系数

序号	设计状况	组合值系数		
		ψ_{cw} (风)	ψ_{cl} (操作)	ψ_{co} (其他)
1	持久设计状况	0.60	0.80	一般为 0.70
2	短暂设计状况	0.60 或 0	—	0.70 或 0
3	地震设计状况	0 或 0.20	0.80	—

根据设计状况和荷载类型,可变荷载组合值系数的选取需要注意以下方面:

(1)持久设计状况时,有色金属厂房结构中,楼、地面可变荷载(操作荷载)的荷载组合效应可按表 2 中给出组合值系数采用。通常对操作荷载组合值系数 ψ_{cl} 取 0.80,不应小于 0.70。对相关标准中已经给出的组合值系数(ψ_{cw} 、 ψ_{co})应执行原规定。

(2)表 2 中 ψ_{cw} 为风荷载组合值系数、 ψ_{cl} 为操作荷载组合值系数、 ψ_{co} 为操作荷载以外的其他各类可变荷载的组合值系数。

(3)表 2 中 ψ_{co} 为可变荷载组合值系数,对屋面积灰荷载 ψ_{co} 取为 0.90;对吊车荷载 ψ_{co} 取 0.70;当吊车的工作级别为 A8 或硬钩吊钩时, ψ_{co} 取 0.95。

(4)短暂设计状况时,主要起控制作用的荷载为安装、检修或试验等荷载,其他相关的可变荷载组合值系数值应依据对工程有利的原则选用。

(5)偶然设计状况时,主要起控制作用的荷载为爆炸、火灾等事故荷载。偶然设计状况的偶然组合值系数选用应符合本规范第 4.2 节的有关规定。

(6)地震设计状况时,其中风荷载组合值系数 ψ_{cw} 对一般结构取 0,对风荷载起控制作用的高层结构取 0.20;其他可变荷载的组合值系数 ψ_{co} 应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

荷载的频遇值系数、准永久值系数选用应符合相关标准的有关规定。

4.3.4 有色金属工程各类楼、地面可变荷载的组合值系数、频遇值系数、准永久值系数,任何情况下分别不应小于 0.70、0.70 和 0.60。

对于结构构件正常使用极限状态,根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定,应分别考虑荷载的短期效应组合,即荷载效应的标准组合,及荷载的长期效应组合,即荷载效应的准永久组合。

现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对混凝土构件最大裂缝宽度验算作了具体的规定,要求以荷载准永久组合考虑长期作用影响的效应计算。有色金属工程结构构件裂缝验算应按准永久值系数不小于 0.60 取用。

4.3.5 在短暂设计状况下,计算结构及构件的承载能力或需要验算其变形时,在确保结构总体安全、适用的前提下,对有关荷载值的荷载分项系数予以适当降幅调整,这实际是在短暂设计状况下,依据工程的实际需要,将被验算构件的可靠度水准在既定短周期

内予以适当降低。但是荷载分项系数不宜小于 1.0,其调整幅度应根据工程的实际确定,也可参照相关标准的有关规定进行。

4.3.7 有关动力荷载作用下,相关荷载的采用规定见本规范第 3.2.7 条的条文说明。

4.4 可变荷载的折减

4.4.1 厂房的楼面操作荷载,在计算主梁、次梁及板时不宜进行折减;在计算多、高层厂房的柱、墙、基础,且当楼面操作荷载大于或等于 4.0kN/m^2 时,可按楼层数量的折减系数见表 3,对操作荷载进行折减。

表 3 荷载按厂房楼层数量的折减系数

柱、基础计算截面 以上的楼层数(层)	1~3	4~5	6~8	9~11	12~15	15 以上
折减系数	1.00	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70

在具体选用荷载的折减系数时,需注意:

(1)当楼层的操作荷载值选取较为精确、实际时,可不对操作荷载进行折减;

(2)在任何情况下,折减后的操作荷载值不得小于其准永久值。

4.4.3 厂房地面的可变荷载,用于计算地下结构时可进行折减。但是对于仓库、堆场,特别是某些金属的成品库房地面,堆存荷载值较大且满载的几率很高,因此该类建筑地面荷载的折减应慎重,取值应符合工程实际。

4.4.4 现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和本规范均是以新建工程为主要对象,且满足设计使用年限 50 年要求制订的。对于某些应急加固以及技术改造等特定工程,宜依据工程结构的特点和后续使用年限(即对既有建筑经过加固、改造后,能够继续正常使用的年限),将风压值、雪压值及相关可变荷载等做适当的折减、调整。

工程设计应综合考虑工程的特点及设计使用年限的要求,对可变荷载折减的范围、幅度作出选择,应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 和现行行业标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 等的有关规定。

5 永久荷载

5.0.1 计算永久荷载时,常用的材料、构件自重或重力密度值按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 附录 A“常用材料和构件的自重”和本规范附录 D 选用,对于“稀有金属及其化合物的重力密度值”可参照表 4 选用。

表 4 稀有金属及其化合物的重力密度值($\times 10\text{kN/m}^3$)

序号	物料名称	松散密度	摇实密度	重力密度
一	钨	—	—	19.25
1	黑钨精矿	—	—	7.1~7.5
2	白钨精矿	—	—	5.9~6.2
3	仲钨酸铵(APT)	1.7~2.24	—	4.61
4	黄色三氧化钨(WO ₃)	0.43~2.7	0.5~2.8	7.21~7.3
5	蓝色氧化钨(WO _{2.9})	2.39	—	—
6	紫色氧化钨(WO _{2.72})	1.79	—	—
7	钨粉	1.8~11.5	—	—
8	碳化钨	2.5~8.5	—	15.7
9	硬质合金	—	—	9.4~15.1
二	钴	—	—	8.9
1	草酸钴	0.3~0.55	—	—
2	氧化钴	0.4~0.6	—	—
3	钴粉	≤ 0.75	—	—
三	钼	—	—	10.2
1	钼精矿	—	—	4.7~5
2	钼酸矿	0.6~1.2	—	3.28

续表 4

序号	物料名称	松散密度	摇实密度	重力密度
3	二氧化钼	0.85~1.25	—	—
4	钼粉	4.16	—	—
5	金属钼	—	—	10.2
四	钽	—	—	16.68
1	钽粉	3.6~6.1	—	—
2	碳化钽	—	—	14.4
五	铌	—	—	8.6
1	五氧化二铌	—	—	4.55
2	碳化铌	2.5~3.5	—	7.82

在选用重力密度值时,需注意表中数值的变动是受物料的密实度、粒径、含水率、料的来源以及金属或化合物的纯度等多种因素影响,因此在选用相关参数时,应结合具体物料的实际经验证后再确定。

5.0.2 工业建筑的永久荷载除了建筑物、构筑物及其构件的自重之外,有色金属工程中还存在种类繁多的永久荷载,包括各类生产设施及其附属的固定荷载,可细分为诸多内容,详见本规范第9.2.1条的条文说明。

6 可 变 荷 载

6.1 楼、地面可变荷载

6.1.1 工程设计计算楼(地)面操作荷载时,应扣除该区域内机器、设备、槽罐、炉窑、设施等固定生产装置所占用的面积。对各类生产装置的自重和其附加荷载应另行计算,当生产装置内的介质或物料长期不变动时,应按永久荷载一并计入生产装置的总重量之内。而当机器、设备内的介质或物料处于波动、变化状态时,应按可变荷载计算。

6.1.2 对条文中涉及变动的荷载取值应根据配电室建筑面积和配电柜型号进行选择确定,一般情况下,当建筑面积较大,即大于 60m^2 时宜取较小值。而当其有明确、具体的荷载依据时,应据实采用。

6.1.6 由于冶金炉、窑在生产过程中,不可避免地会产出烟尘、熔渣和跑冒滴漏等大量冶炼返料,另外,为满足炉龄内衬的维修、砌筑等需求,定期或不定期需要大量的耐火材料、零配件等物资供应,以上都需要通过载重车辆及时运输。因此设置有冶金炉、窑的厂房、场地中,在炉、窑四周的一定范围内,地面应当考虑使用载重车辆运输的最大荷载是十分必要的。

6.2 动力机器荷载

6.2.1、6.2.2 以周期运行类机器为例,动力机器荷载是生产运行机器通过平动、转动、往复运动时所产生的惯性力、惯性力矩等,通称为扰力、扰力矩值。通常该数值应由设备制造厂商提供给工程设计,对于一般中、小型旋转类机器的扰力值,也可依据机器的相关参数通过计算取得。如工作转速不大于 1500r/min 的旋转类机器,其正常运行时的扰力值可按下列公式计算:

$$P_d = Q \gamma_0 \omega_e^2 \quad (3)$$

式中： P_d ——惯性力，即扰力(kN)；

Q ——机器转动部分的质量(t)；

γ_0 ——机器转动部分的偏心距(m)；

ω_e ——机器扰力的圆频率(rad/s)。

上述荷载值尚不包括异常情况下，出现卡料、突停等特例时增大的值。另外，对于冲击运行类机器的动力作用，不是以力、力矩表述，而是需要提供冲击质量、冲击速度等相关参数。有关动力荷载作用下，工程结构构件动力计算的相关要求应符合现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 和行业相关标准等的有关规定。

6.2.4 设置在结构楼面上或配置在基础上的动力机器，除了其中部分机器由于转速低、功率小、扰力值很小，其动力作用的影响可以忽略不计，多数大、中型机器设备均应进行工程结构的动力计算，并需要采取有效的隔振措施。

根据有色金属工程多年的实践经验，支承在混凝土肋形楼板上的某些动力机器，当具备下列条件之一，楼盖可以不进行动力计算：

(1) 机器转速较低(一般小于 200r/min)，且功率较小(一般在 75kW 以下)，以及标准扰力值小(一般为 100N)时；

(2) 机器转速、功率及扰力值虽然较前款稍大，但动力机器支承结构的自振频率与机器的扰力频率比值小于 0.70 或大于 1.30 时。

当具有以上条件，并具有工程经验或充分依据时，可不进行结构的动力计算。可采用动力效应系数，即将动力机器的重量或运动部分重量或机器中使用的物料重量乘以大于 1.0 的动力效应系数，作为等效静力计算荷载进行验算。

有关动力效应系数和支承动力机器楼板的自振频率计算宜符合本规范附录 E 和附录 F 的有关规定。

对于大、中型动力机器，以及具有明确振动限值要求的动力机

器设备,都应当按照现行国家或行业有关标准,对直接承力的楼板或设备基础进行结构的动力设计计算。

6.3 吊车荷载

6.3.1 设计选用时,需要根据吊车的工作级别、起吊吨位、吊车跨度等技术要求,从所选定厂家提供的正规资料、样本,查得吊车自重、轮压、外形尺寸等各类参数。

需要注意当前各生产厂家产品的差别,特别是新型产品参数差异较大。因此,相关的技术参数应经认真的核定后才能采用。

6.3.3、6.3.4 按现行国家标准《起重机设计规范》GB/T 3811 规定,以起重机(吊车)的运行次数比率(即运行频率)和其载重状态比率(即满负荷的几率)两个参数为依据,将工业厂房吊车的实际使用状态划分成 A1~A8 八个级别。

设计选用时,工艺及相关专业需要根据生产工艺和具体使用要求,对吊车的工作级别予以确定。有色金属工程各类使用场合下,吊车工作级别对照可参见表 5。

表 5 吊车工作级别对照表

吊车 工作 级别	对应 原吊 车工 作制 等级	吊 车 名 称	利用率			接电 持续率 $J_c(\%)$	每小时 接电次 数(次)	环境 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	使用该吊 车的典型 车间及 用途
			按重量	按时间					
			$K_{重}$	$K_{年}$	$K_{日}$				
A1、 A2、 A3	轻级	软钩	1.00	少用	—	—	60	25	修理车 间、热 电 站透平室 等工作很 少的车间
		吊车、手 动桥式	0.75	少用	—	—	60	25	
		吊车和	0.50	0.25	0.33	15	60	25	
		手动悬	0.25	0.50	0.67	15	60	25	
		挂吊车	0.10	1.00	1.00	25	60	25	

续表 5

吊车 工作 级别	对应 原吊 车工 作制 等级	吊车 名称	利用率			接电 持续率 $J_c(\%)$	每小时 接电次 数(次)	环境 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	使用该吊 车的典型 车间及 用途
			按重量	按时间					
			$K_{重}$	$K_{年}$	$K_{日}$				
A4、 A5	中级	软钩 吊 车、 带电葫 芦的吊 车和电 动悬挂 吊车	1.00	1.00	0.67	25	120	25	选矿主 厂 房、熔 炼主厂 房中等 连续生 产的工 厂、机 加工 车间、 装 配 车 间、 机 修 车间和 卸载平 台
			0.75	0.50	0.33	25	120	25	
			0.50	0.50	0.67	25	120	25	
			0.25	1.00	1.00	40	120	25	
			0.10	1.00	1.00	60	120	25	
A6、 A7	重级	抓 斗、电 磁等软 钩吊车 以及铸 造、料 耙、夹 钳等硬 钩吊车	1.00	1.00	0.67	25	240	25	精 矿 仓、熔 炼 转 炉、熔 炼浇铸 等大规模 生产的 工厂(车 间)、 卸 料 平 台、 冶金工 厂(车 间)和 仓库用 起重 机
			1.00	1.00	0.33	40	240	25	
			0.75	0.75	0.67	40	240	25	
			0.50	1.00	1.00	40	240	25	
			0.25	1.00	1.00	60	240	25	

续表 5

吊车 工作 级别	对应 原吊 车工 作制 等级	吊车 名称	利用率			接电 持续率 $J_c(\%)$	每小时 接电次 数(次)	环境 温度 (℃)	使用该吊 车的典型 车间及 用途
			按重量	按时间					
			$K_{重}$	$K_{年}$	$K_{日}$				
A8	超重 级	抓斗 吊车、装 料吊车、 磁盘吊 车、磁力 抓斗吊 车、带 挂梁磁 力吊车 和带抓 手装锭 吊车	1.00	1.00	1.00	40	300	45	精 矿 仓库、均 化堆场、 冶 金 工 厂、多层 仓库用的 起重机
			0.75	1.00	1.00	60	300	25	
			0.50	1.00	1.00	60	300	25	
			0.25	1.00	1.00	60	300	45	
			0.10	1.00	1.00	60	300	45	
		抓斗 吊车	1.00	1.00	1.00	60~80	720	45~60	连 续 工作的抓 斗起重机。

6.3.8 用于工业厂房结构及构件的位移、变形等验算时,对参与吊车计算台数的规定,本规范在正文中按钢结构和混凝土结构分别给出。相关条文规定是依据现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017—2003 第 3.1.6 条、附录 A 及《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 第 6.7.2 条、第 7.1.2 条等的规定,以及结合有色金属工程的实际而制订的。

6.3.9 计算钢吊车梁及结构构件、混凝土吊车梁及构件的承载力,验算其变形、疲劳时,应考虑动力系数。本条规定是依据现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017—2003 第 3.1.6 条和《混

凝土结构设计规范》GB 50010—2010 第 3.1.4 条等的规定而制订的。

6.4 工业炉、窑基础荷载

6.4.1 生产使用的各类工业炉、窑,其基础荷载是由炉、窑的本体和炉料重量,生产工艺操作以及温度等作用引起的。工业炉、窑基础除了正文中列出的荷载之外,对于地震区且体型高大的工业炉、窑基础,尚应考虑地震作用的效应;处在露天的工业炉、窑的基础尚应计算风荷载引起的相关效应。

6.4.2 某些新型有色金属大型冶炼炉,通过施加富氧、热风等高速气流,对炉、窑内的熔融体进行强力搅拌、高效冶炼,导致炉、窑内的熔融体在封闭的容器内,作水平、旋转等多个方向的剧烈脉冲运动,使炉、窑体产生不平衡扰力或扰力矩,当其能量达到足够大,且扰频率与炉体基础及支承结构自振频率接近时,炉、窑本体和基础、支承结构会发生强烈的振动,经过支承结构、基础和地基,进一步传递、放大,使厂房结构的正常使用受到严重影响。近年来,在与国外合作设计或独自完成的工程项目中,出现过数起炉基础和厂房结构振动的突出问题,为此应对该类炉、窑装置的动力荷载作用予以重视,并采取有效的构造措施应对。

6.5 管网及装置荷载

6.5.1 管网荷载是指生产工艺的各类管线及附件由于自重、管线内的压力差、启闭、温度差等作用在管道支架、管桥或结构上的垂直荷载、水平荷载以及扭矩等。当采用往复、脉冲类泵组输送管内介质时,尚应考虑管网的动力作用。荷载的标准值由工艺及相关专业提供后,需认真校核,防止将某些内力误当成外力(即荷载)使用。

此外,管网在严寒地区还应考虑冰雪荷载,对于复杂、高大的管道支架(管桥),还需要计算风荷载,位于地震区还要考虑地震

作用。

6.5.3 一些设备、管道、设施等生产装置,由于工艺操作的温度场(温差)引起变形,对支承结构或构件产生影响,应取得相关的技术参数。

“滑移摩擦力”一般在具有高温介质的装置或管道中出现。

6.5.4 部分管线、输送装置,在其工艺操作过程中,出现诸如输送条件变动、给料波动、卡料,以及由于外部条件变化引起原有荷载方向或大小的波动等,当需要掌控其影响时,应取得对其荷载作用的极值及作用点、作用方向等数据。

此外,还有一些荷载需要依据设备的实际情况提供,如带式输送机的拉紧装置荷载,其值的大小及作用点通常需要依据实际配置予以确定。

6.6 贮料荷载

6.6.3 贮仓结构计算时,各类荷载的取值应依据具体工程中仓体型式、仓体构造、仓体材质以及贮料的物理特性、参数,按照相关技术规范规定选用。

对于钢筋混凝土筒仓的有关荷载值,应符合现行国家标准《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077 的有关规定。并注意以下荷载的取值:

(1)当仓底设有多个卸料口时,应考虑偏心卸料所产的附加荷载作用;

(2)当粉状贮料使用压缩空气输送入仓时,应考虑气压的附加荷载作用;

(3)当仓底设有高速气动设备进行卸料时,应考虑仓底装料压力的影响;

(4)卸料设备对贮仓产生的较大振动及冲击影响。

此外,对于贮存煤粉等易燃粉尘的筒仓,尚应考虑易燃粉尘的爆炸压力(偶然荷载),详见本规范第 8.2.3 条的条文说明。

6.7 其他荷载

6.7.1 工程建设项目受所在地区气象条件影响很大。由于部分丘陵、高山地区,环境、生态脆弱区域本来就存在着异常、特殊和变化莫测的自然现象,加之近年来世界气候变异明显,一些地区相继出现罕见的极端天气。事实表明,某些原有的风荷载、雪荷载等在数值上会有较大的差异或变化,工程建设不可忽视,需要及时应对。

为此,目前在某些地区,如湖南、贵州等省、区,经当地工程主管部门正式发文,针对当前某些特殊情况下,规定了相关的荷载取值的有关要求。工程设计除应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定外,尚应结合现场实际,同时执行工程所在地区现行的有关法规。

此外,在涉外工程项目中,由于所采用的标准体系不同,国内外在风荷载、雪荷载等标准值的取值及其定义都不尽相同,有时其数值差异很大,甚至超过 50%。因此,当涉外工程设计采用国内标准进行设计时,须结合各国规范对风荷载、雪荷载的定义进行仔细研究,并通过相关换算且核实后加以采用。同时,还应当注意做好相应的技术措施的落实。

6.7.2 当工程中吊运、安装以及设备装置的维护、大修时,一般应采取临时性应急或特殊技术措施,减少该类荷载的效应。当需要验算承载能力或需要验算变形时,在确保结构总体安全可靠的前提下,选取符合实际的荷载标准值,在短暂设计状况下,可对有关荷载值的荷载分项系数适当取小值,即对验算构件的可靠度水准在既定时段内予以适当调整。应根据工程的实际确定,也可参照相关标准的有关规定进行。

6.7.5 有色金属大、中型矿山工程中,通常采用多绳卷扬井塔提升运输方式,它具有系统简化、效率较高,提升能力大,适用矿井较深等诸多优点。另外,还有配合提升机落地配置的井架提升运输

方式,它具有避免建设高大的建筑物、构筑物,建设工期较短的长处,井塔、井架及其配套的提升机房都是矿山工程设计的重要内容。有关井塔、井架设计的各类荷载应符合现行国家标准《矿山井架设计规范》GB 50385 等的有关规定。

7 间 接 作 用

7.1 温 度 作 用

7.1.1 一般将荷载类的作用称为直接作用,将非荷载类的作用称为间接作用;间接作用是指引起结构附加变形或约束变形的原因,包括温度作用。

温度作用是指结构或构件受外部或内部的约束,当周围温度变化时即具有温差的环境中,不能自由变形而产生约束、抵御的作用。发生温度变化时,一定会引起结构构件的变形,但不一定会产生力;只有在结构构件受到约束时,才会产生力或应力。

工程上一般可通过采取构造措施,减少或避免其作用。但当该作用足够大,甚至导致结构构件损害时,就必须考虑其作用的影响。

7.1.2 在有色金属工程中,温度作用的因素比较多,总体上可分两大类。一类是由于生产工艺温差引起的温度作用,是指在某些密闭空间中,由于生产介质、工艺热或冷源(或负荷)的高温或冷冻因素。如某些湿法车间采用大量蒸汽加热作业,而另一些生产工艺却需要冷冻处理;还有工业炉、窑,烟囱具有高温作用,烧结料仓需贮存热料等,都属于生产工艺的温度作用。另一类是大气环境变化的温度作用,即指气温的差异、太阳辐射等因素,大气环境温度变化对超长、超大结构,敏感结构和露天结构及其构件都具有不容忽视的温度作用。上述两类温度因素,是直接反映在相关结构或构件上,其特征均与其温度变化的差值有着直接的因果和量值关系。

此外,在有色金属工程中还有其他温度作用的因素,由于生产物料、介质以及工艺条件等较大变化,引起设备、管道、容器等工艺

装置的显著变形,从而导致其支承结构或构件的受力,表现为滑移水平力、摩擦力、扭矩等外力作用。该类作用就其根源而论,也是温度因素引起,只不过对工程结构来说,表现为直接作用即可变荷载,而非本章中的间接作用,该类荷载的选用已列入本规范第 6 章中。

7.1.3 对于大多数工业厂房,当建筑物、构筑物的温度缝间距符合有关规范规定的要求时,可以不考虑温度变化对结构的影响。但当工业厂房的环境温度变化较大时,应适当减小伸缩缝的最大间距,并加强其他构造措施。

当处于温度变化显著的生产工艺条件以及大气环境较为极端时,对大型厂房、封闭的结构构件以及特殊结构、构筑物,除应在构造上采取技术措施外,尚宜进行温度作用的验算。对预应力结构体系、高温烟囱、烟道、热料储仓以及桥涵、水工结构等的温度作用验算应遵循现行国家或行业的各类专门标准,如国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《烟囱设计规范》GB 50051、《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077、《水工混凝土结构设计规范》SL 191、《公路桥涵设计通用规范》JTG D60,以及《冶金工业厂房钢筋混凝土结构抗热设计规程》YS 12 等。

7.1.4 本条中的“均匀温度”,是指主导结构构件膨胀或收缩的温度,该温度在结构构件的整个截面中为常数。

7.1.5 温度作用的取值,在不同的验算中是有所区别的。

1 材料的线膨胀系数数值是较为常用的物理参数,在许多材料手册中均可查到,也可从现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 获得。

2 当前在建筑结构设计中,正力求以基本气温作为结构及构件受温度作用的统一计算参数。但是尚存在相关规范、标准的协调问题,且还有一定的时间滞后,有必要预留一段共存时间。现行的烟囱等特殊(或敏感)结构的温度验算中,均采用极端最高气温、极端最低气温等其他气温数值,这些参数的选取应符合现行国家

标准《建筑气候区划标准》GB 50178 的有关规定。

3 在有色金属工程中,应考虑炉、窑、高温装置、制冷设备等在生产运行中由于调试、检修或者事故等原因而出现的异常高(或低)的温度,由工艺及相关专业提供数据,必要时做相关分析验算。

7.2 其他作用

7.2.1 地基的变形特征可分为沉降量、沉降差、倾斜、局部倾斜等。工程设计的目标是使建筑物、构筑物的地基变形计算值不应大于地基变形的允许值。

工程中当地基变形计算值满足有关规范要求时,就不必考虑地基变形对结构的影响。而当地基、基础变形计算值过大,不满足有关规范要求时,会产生明显的次应力影响;或者发生意外的局部地层塌陷,也会使结构产生次应力。对于因地基变形过大而引起上部结构受力较大时,就应当验算地基变形作用效应,对相关结构作出验算,以满足工程结构安全评估的需要。

7.2.2 混凝土材料中含有大量的空隙、粗孔及毛细孔,这些孔隙中存在水分,因水分的活动影响到混凝土的一系列性质变化,特别是产生“湿度变形”的性质对混凝土变形及裂缝有重要的作用。

在工程实践中,最常遇到的问题是与湿度变化有关的毛细收缩及吸附收缩。其次,由于混凝土中的水分蒸发及含湿量的不均匀分布,在混凝土内部形成湿度变化梯度,引起收缩应力,这也是引起混凝土表面开裂的最常见的原因之一。混凝土材料的收缩导致应力松弛及徐变作用,即结构在任意内应力作用下,除瞬时弹性变形外,其变形值随时间的延长而增加的现象称为徐变变形,对结构或结构构件的影响较大。混凝土材料的徐变性质在结构中可能引起两种现象:一种是应力不变或外荷载不变,但变形随时间增加,称为“徐变变形”;另一种现象是变形不增,但由于徐变作用,其内力随时间的延长而逐渐减小,称为“应力松弛”。应力松弛和徐变变形的影响,对于预应力混凝土结构设计计算都是必不可少的。

在工程建设中,混凝土材料的收缩作用应通过合理选材、适当配比、适宜外加剂、加强养护、优化构造等工程措施,防治混凝土构件的开裂损伤,并减少应力松弛及徐变作用的影响。当混凝土材料的收缩作用大到不可忽视时,应验算混凝土材料的收缩作用对结构的效应。

7.2.3 钢结构及构件由于焊接时的局部升温而使结构构件变形或受力,严重时会引起结构构件的开裂、损坏。为此应选择合理的焊接工艺,避免频繁焊接,减少焊接热影响作用,施焊作业的技术措施应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。当焊接变形作用的影响不可避免时,为评估变形对结构产生强度损失或造成局部失稳破坏的程度,宜通过对焊接变形或应力的验算进行检验。

8 偶然荷载

8.1 一般规定

8.1.1 生产操作中偶尔会出现或发生介质泄爆、撞击、爆炸、火灾等各类事故,工程中以较为突出的爆炸为例,主要是在生产中出现燃气泄漏、粉尘聚集以及熔融铋体遇水发生剧烈爆炸等。爆炸是物质剧烈运动的一种表现,当物质运动速度急剧增大,由一种状态迅速地转变成另一种状态,并在极短的时间内释放出大量能量的现象称为爆炸。物质发生爆炸时,在极短的时间内释放大量的能,产生强烈的高温气流,使其周围空气发生猛烈震荡即所谓“冲击波”,它极为迅猛地作用于四周的密封围合结构。

当爆炸作用极为强烈时,会导致建筑物、构筑物的严重破坏甚至倒塌,引起人员和设备的巨大损伤。为此,在工程设计中应首先认真做好防火、防爆工程设计,应符合现行国家有关标准的规定。此外,应根据工程的重要性和实际要求按照有关法规或相关协议,对爆炸、撞击等偶然荷载进行偶然设计状况的相关组合验算。

8.1.2 对于有色金属行业各类偶然作用标准值的大小、危害的范围及其作用的特性以及发生的几率等,目前尚无完整、确切的资料和数据。为此只能根据生产实践,总结事故教训,或由实验模拟、论证或工程经验中取得。

当无确切的资料、数据时,也可按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定选用。

8.2 爆炸荷载

8.2.2 具有爆炸危险的厂房、仓库,通常应主动利用其屋面、墙面,在可能的区域设置足够的泄压面积。从而可大大减轻爆炸时

的破坏强度,避免主要承重结构遭受过大的破坏以致倒塌。为此,在现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中对甲、乙类爆炸危险性工业厂房,依据其使用的爆炸危险性物质的类别规定了厂房的泄压比——厂房容积为 1000m^3 时,泄压面积(m^2)所应占的比值(m^2/m^3)——依据规定的泄压比,在一定程度上合理、有效地确定结构构件的计算爆炸荷载值,既确保结构的安全、可靠,又体现出工程的经济合理性。

8.2.3 针对有色金属和石油、化工等工程项目中,各类易燃易爆介质的特性,国内外一些科研单位通过相关的试验,测定出某些介质的最大爆炸压力,诸如:

(1)可燃爆的粉尘类,其最大爆炸压力为:

铝粉: $60.5\text{kN}/\text{m}^2$;

镁粉: $44.1\text{kN}/\text{m}^2$;

锌粉: $8.80\text{kN}/\text{m}^2$;

烟煤: $31.2\text{kN}/\text{m}^2$ 。

(2)可燃爆的气体类,其最大爆炸压力为:

煤气: $52\text{kN}/\text{m}^2 \sim 75.4\text{kN}/\text{m}^2$ 。

对于专门用来储存煤粉的筒仓,其防爆炸作用的验算在我国现行电力行业标准《火力发电厂煤和制粉系统防爆设计技术规程》DL/T 5203 中作了相关的规定,以泄爆压力一般取大于或等于 $10.0\text{kN}/\text{m}^2$ 来验算筒仓结构的防爆作用。对其他类似结构、构件的爆炸作用验算具有一定的参考价值。

8.3 其他荷载

8.3.2 在工程设计中,对某些大型、重要的生产机器、设施等装置除正常的工作荷载之外,还需要考虑机器发生异常时,对其意外、事故状态(如短路、骤停等)下的突发作用(偶然荷载),应验算其支承结构在事故状态下的极限承载能力。通常,通过相关设备资料可取得该类荷载的作用值及作用点、作用方向等参数。

9 荷载条件

9.1 一般规定

9.1.1 为了充分满足工艺的需求,注重工程建设良好的经济性,确保工程结构的使用安全,工艺设计及其相关设计专业必须全面、准确、明晰、及时地提供有关荷载条件或资料。在工程设计中,结构专业通过工艺及相关专业的条件,使工程结构设计具备了完整、确切的计算依据,这是工程设计中首当其冲的环节,起到承上启下重要的作用,通称为“设计输入”工序。

对此,许多工程咨询设计部门都建立了严格的“设计输入、输出质量标准”规定,本规范通过总结有色金属工程设计的成功经验、沉痛教训,在荷载条件提供上,强调了工艺设计及其相关设计专业的主体作用和承担职责,以及要求“设计输入”具备准确、完整、正规等特征的严格规定,是工程高质量目标控制的具体体现,应予以突出强调。本条为强制性条文。

9.2 荷载条件内容

9.2.1 工业建筑各类设备、设施等装置的永久荷载种类较多,通常大的类型上可分为以下内容:

(1)各类固定的设备、炉窑、反应器、料仓、槽罐、设施等生产装置及其附属的管线、仪表等配件重量,以及正常生产工况下装置内固定的介质、物料的重量;

(2)在结构上支承的各种管道的重量,以及正常生产状态下管道中介质的重量;

(3)生产装置、管道的隔热或保温层的重量;

(4)生产装置、管道的内衬、防护,含耐腐蚀、防水等防护层等

的重量；

(5)配套的平台、支架、梯子、防护网、悬挂物等设施的重量；

(6)生产装置随着生产时间的推移，淤积、粘接、结疤等导致明显的重量增加值；

(7)其他永久荷载值。

9.2.2 可变荷载含操作荷载和检修、试验荷载，有关规定说明如下：

1 操作荷载和检修、试验荷载两组数据中，只有当检修、试验等荷载值大于同一范围、区域的操作荷载值时，才需要提供检修荷载值，否则只需提供操作荷载值。

2 对于楼、地面上局部性的或其位置有所变化的可变荷载，宜将其折算成等效均布活荷载后采用。

3 对某些特殊、新颖生产工艺的楼、地面的可变荷载，以及本规范附录 A～附录 C 中尚未列全的，应由工艺和相关专业依据生产工艺要求和相近工程经验，以及试验、验证提出；鉴于技术发展和装备水平的提升，有色金属工程设计中必将会出现全新的配置和非同寻常的生产操作。对此，当遇到所提条件中出现特殊荷载，异常荷载，差异过大、不可类比的情况时，应经验证和技术会议专门研究，并经相关程序认定后予以采用。

9.2.3 设置在基础或楼面上的动力机械设备，如破碎机、压缩机、汽轮机、风机、搅拌机、振动筛、蒸发器、反应器等，除了部分机械设备的扰力很小，其动力作用的影响可以忽略不计之外，多数大、中型机械设备均应进行结构的动力计算或需要采取有效的隔振措施。各类动力设备的动力荷载应由工艺及相关专业提供，对设备制造厂家提供动力机器的相关技术参数应经审核后使用。

当动力设备转速较低且功率较小、标准扰力值小以及具有工程经验或其他充分依据时，动力设备基础的计算也可以采用动力效应系数计算方法，详见本规范第 6.2.4 条的条文说明。

9.2.4 吊车的工作级别是由吊车负荷利用率、时间利用率、接电持续率和接电次数等条件加以确定的,使用时应注意确定吊车的工作级别(A1~A8)与现行有关规范中“吊车工作制”的区分与对应关系。

9.2.6 工业炉基础中的其他特殊荷载,主要指转炉、艾萨炉、奥斯麦特炉、侧吹炉、底吹炉等喷吹工业炉,当炉体由于炉内融体搅动或转动时,应考虑其动力作用的影响,工艺及相关专业应提供相关的参数值。

9.3 荷载条件评审

9.3.2 为了确保有色金属工程的设计质量,实现工程结构的安全可靠和经济合理,必须抓好设计输入、输出程序这道重要关口。总结工程的历史经验,必须监管好设计工作的重要节点。因此要求接受荷载条件后,对其内容及深度应做全面检查、核对。对于重大、关键性荷载或者特殊、异常性荷载,应经相关的评审程序通过,严格设计程序中的质量控制。

9.4 其他规定

9.4.1 为了对工程项目的后续生产实施有效地管理,要求工程建成后,应按照工程设计和实际操作的要求,在厂房生产工艺作业区实地划线进行使用荷载的责任控制,强化项目业主、工程使用者的安全管理意识。

附录 D 工程常用物料物理参数

当依据表 D 选用工程常用物料物理参数时,需要注意以下方面:

(1)工程中往往难以获得散状物料体真正意义上的重力密度,通常大多选用其堆积密度值,替代重力密度(kN/m^3)值。鉴于松散状物料的堆积密度(堆积状态下的单位重量)和其压实程度、堆积时间、料的粒径、含水率等因素影响较大,因此往往虽然是同种物料,但其密度等数值差别会很明显。因此,在设计中需要根据实际,认真加以对照、核查,从而确保相关结构、构件计算的安全性。

(2)目前在许多工程中,工艺或相关专业难以提供某散状物料的内摩擦角值($^\circ$),往往只能提供物料的安息角。对此,应当清晰了解两个物理参数的含义。安息角又称休止角或自然堆积角,表示松散状物料自然堆积时形成的角度,即料堆坡面与水平面夹角。它是物料特性的一个重要指标,可用来计量贮仓的有效容积等。而散状物料体压力计算时,所采用的内摩擦角是表示在松散状物料或土体内部,其间的摩擦阻力大小的相应参数(以夹角示出)。与此同时,松散状物料的安息角与其内摩擦角之间有着密切关系,一般条件下,当物料的流动性较好或物料为松散状态时,安息角与内摩擦角相当。当物料压实重力密度增大时,内摩擦角会大于同类物料的安息角。这种既有区别又有关联的两个参数,可供选用数据时参考。

表中的资料、数据从现行国家标准《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077—2003 附录 B 和《重有色金属冶炼设计手册——冶炼烟气收尘 通用工程 常用数据卷》等文献资料中选编而成。

附录 E 工程常用机器动力效应系数

本规范附录 E 的有关数据是由现行行业标准《化工、石化建(构)筑物荷载设计规定》HG/T 20674 以及原北京有色冶金设计研究总院、长沙有色冶金设计研究院等单位的工程资料、经验总结等汇集编成。

附录 F 钢筋混凝土肋形楼板自振频率简化计算

本规范附录 F 计算资料引自现行行业标准《机器动荷载作用下建筑物承重结构的振动计算和隔振设计规程》YBJ 50-90/YSJ 009-90(试行),并经摘编而成。

S/N:1580242·306



9 158024 230604 >



统一书号: 1580242·306

定 价: 24.00元