

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51185 – 2016

煤炭工业矿井抗震设计规范

Code for mine seismic design of coal industry

2016 – 08 – 18 发布

2017 – 04 – 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

煤炭工业矿井抗震设计规范

Code for mine seismic design of coal industry

GB 51185 - 2016

主编部门：中国煤炭建设协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2017年4月1日

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1276 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《煤炭工业矿井抗震设计规范》的公告

现批准《煤炭工业矿井抗震设计规范》为国家标准,编号为 GB 51185—2016,自 2017 年 4 月 1 日起实施。其中,第 1.0.3、2.1.1、2.1.2 条为强制性条文,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

2016 年 8 月 18 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2009〕88 号)的要求,由中国煤炭建设协会勘察设计委员会、中煤邯郸设计工程有限责任公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组调查总结了国内外大地震的经验教训,并在广泛征求意见的基础上,经多次研讨,最后经审查定稿。

本规范共分 9 章,主要技术内容包括:总则、基本规定、岩土工程、总平面与场外道路、井下工程、矿井地面工程、选煤厂工程、供配电与综合信息化、给排水供热与瓦斯储配。

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,中国煤炭建设协会负责日常管理,中煤邯郸设计工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行本规范过程中结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改之处,请将意见和建议寄至中煤邯郸设计工程有限责任公司《煤炭工业矿井抗震设计规范》编制组(地址:河北省邯郸市滏河北大街 114 号,邮政编码:056031),以便今后修订时参考。

主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国煤炭建设协会勘察设计委员会
中煤邯郸设计工程有限责任公司

参 编 单 位:中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司
中煤国际工程集团重庆设计研究院
唐山开滦勘察设计有限公司

主要起草人:王宗祥 蒋蕊秋 邵一谋 任爱国 张国欢
任保利 杨义龙 冯冠学 李义才 张晓四
宋 刚 马中成 路中科 郭大林 张宝宝
孟 健 孔凡平 张 泊 吴 睿 陶友山
吴 影 李玉瑾 郑 捷 谢自强 彭成荣
卢溢洪 胡仕俸 张庆福 文宗强 黄春刚
主要审查人:王步云 耿建平 周本刚 王志杰 李德春
李 丁 崔元瑞 李书兴 董继斌 陈 宏
夏军武

目 次

1	总 则	(1)
2	基本规定	(2)
2.1	设防分类	(2)
2.2	结构体系	(3)
2.3	隔震与消能	(4)
2.4	材料与施工	(4)
3	岩土工程	(5)
3.1	一般规定	(5)
3.2	液化评价	(5)
3.3	震陷评价	(6)
3.4	活动断裂	(6)
4	总平面与场外道路	(8)
4.1	场地选择	(8)
4.2	总平面布置	(8)
4.3	道路与桥梁	(9)
5	井下工程	(10)
5.1	一般规定	(10)
5.2	井巷支护	(10)
5.3	安全出口	(11)
5.4	井下主排水	(11)
5.5	提升设施	(11)
6	矿井地面工程	(12)
6.1	一般规定	(12)
6.2	井架	(12)

6.3	井塔	(14)
6.4	提升机房	(17)
6.5	井口房	(18)
7	选煤厂工程	(19)
7.1	工艺布置	(19)
7.2	建筑结构	(19)
7.3	构造措施	(23)
7.4	栈桥	(23)
7.5	煤仓	(24)
8	供配电与综合信息化	(27)
8.1	一般规定	(27)
8.2	供配电系统	(27)
8.3	供配电设备安装	(28)
8.4	综合信息化	(28)
9	给排水供热与瓦斯储配	(30)
9.1	水源	(30)
9.2	给水排水	(30)
9.3	供热	(32)
9.4	瓦斯储配	(32)
	本规范用词说明	(34)
	引用标准名录	(35)
	附:条文说明	(37)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Basic requirements	(2)
2.1	Seismic precautionary classification	(2)
2.2	Structural system	(3)
2.3	Isolation and energy-dissipation	(4)
2.4	Materials and construction	(4)
3	Geotechnical engineering	(5)
3.1	General requirements	(5)
3.2	Liquefaction evaluation	(5)
3.3	Subsidence seismic evaluation	(6)
3.4	Active fault	(6)
4	General plan and outside road	(8)
4.1	Site selection	(8)
4.2	General plan layout	(8)
4.3	Road and bridge	(9)
5	Underground engineering	(10)
5.1	General requirements	(10)
5.2	Mine support	(10)
5.3	Emergency exit	(11)
5.4	Underground main drainage	(11)
5.5	Hoist facilities	(11)
6	Ground engineering	(12)
6.1	General requirements	(12)
6.2	Head frame	(12)

6.3	Shaft tower	(14)
6.4	Hoist building	(17)
6.5	Lodge room	(18)
7	Preparation plant engineering	(19)
7.1	Process layout	(19)
7.2	Building and structural	(19)
7.3	Details of design	(23)
7.4	Trestle bridge	(23)
7.5	Silo	(24)
8	Power distribution and intergrated information	(27)
8.1	General requirements	(27)
8.2	Power distribution	(27)
8.3	The installation of power distribution equipment	(28)
8.4	Integrated information	(28)
9	Water supply and drainage, heating and gas	(30)
9.1	Source of water	(30)
9.2	Water supply and drainage	(30)
9.3	Heating	(32)
9.4	Gas supply	(32)
	Explanation of wording in this code	(34)
	List of quoted standards	(35)
	Addition; Explanation of provisions	(37)

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家防震减灾法,实行以预防为主方针,合理抗震设防、减轻地震灾害、避免人员伤亡、减少经济损失,结合煤炭工业的特点,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于抗震设防烈度为6度及以上地区的矿井、选煤厂新建、改建和扩建工程及设施的抗震设计。

1.0.3 抗震设防烈度应采用现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306—2015或按国家规定的权限审批颁发的文件确定。矿井、选煤厂工程应根据工业场地所在位置选择抗震设防烈度。

1.0.4 矿井、选煤厂工程抗震设计应符合下列要求:

- 1 重点突出,相互协调,有利震后恢复。
- 2 防止大震时发生淹没矿井、火灾及爆炸等地震次生灾害。
- 3 保证逃生通道及其水、电、通风设施安全。

1.0.5 矿井、选煤厂工程宜结合其功能及特征,采用抗震设计的新概念、新理念进行设计。

1.0.6 矿井、选煤厂工程抗震设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.1 设防分类

2.1.1 矿井、选煤厂工程抗震设防分类应符合下列规定：

1 地震时使用功能不能中断，需尽快恢复的生命线相关工程，以及地震时可能导致大量人员伤亡等重大灾害后果，需要提高设防标准的工程，应为重点设防类(乙类)。

2 除乙类、丁类以外，按标准要求进行设防的工程应为标准设防类(丙类)。

3 人员稀少且震损不致产生次生灾害的，允许比本地区抗震设防烈度要求适当降低其抗震措施的工程，应为适度设防类(丁类)，但抗震设防烈度为6度时不应降低。

2.1.2 矿井、选煤厂工程抗震设防分类，应根据行业特点、破坏造成的人员伤亡、经济损失和恢复的难易程度，按表2.1.2确定。

表 2.1.2 矿井、选煤厂工程抗震设防分类

序号	系 统	工 程 名 称	分 类
1	井下工程	井下安全避难硐室，井筒安全出口，井筒，井底车场，主要进风巷、回风巷	乙类
2	提升系统	井架、井塔、天轮架、提升机房、井口房	乙类
3	选煤厂	煤泥沉淀池、材料棚	丁类
4	通风系统	风井井口房、通风机房、瓦斯抽采泵房	乙类
5	给排水系统	供水系统水池、水塔、输配水管道及水源取水构筑物 井下排水泵房	乙类
6	供配电系统	重要电力设施	乙类
7	通信系统	通信中心、调度监控中心	乙类

续表 2.1.2

序号	系 统	工 程 名 称	分 类
8	辅助设施	压缩空气站(兼用于应急救援系统)	乙类
		材料棚、设备棚	丁类
9	矿山救护及消防设施	救护车库及综合楼、消防站	乙类
10	道路、桥梁工程	矿井主要道路及桥梁、涵洞、支挡工程等; 矿井一般道路上的重要立交桥工程	乙类
		其他矿井道路小桥、涵洞、支挡工程	丁类

注:1 未列出矿井、选煤厂工程均为丙类。

- 2 矿井工程的行政公共建筑等抗震设防分类应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 和《煤矿矿井建筑结构设计规范》GB 50592 确定其抗震设防类别。

2.2 结构体系

2.2.1 矿井、选煤厂工程结构体系,应符合下列规定:

- 1 具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径。
- 2 避免因部分结构或构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力。
- 3 具备必要的抗震承载力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力。
- 4 对薄弱部位应采取提高抗震能力措施。

2.2.2 矿井、选煤厂工程结构体系,宜符合下列规定:

- 1 有多道抗震防线。
- 2 有合理的刚度和承载力分布;避免因局部削弱或突变形成薄弱部位,产生过大的应力集中或塑性变形集中。
- 3 不宜采用自重大的悬臂结构。
- 4 结构在两个主轴方向的动力特性宜相近。

2.2.3 矿井、选煤厂工程在地震作用时,结构的抗震支撑系统应能保证结构的整体性和稳定性,并应能可靠传递水平地震作用。

2.3 隔震与消能

2.3.1 隔震与消能减震设计,可用于对抗震安全性和使用功能有较高要求的矿井、选煤厂工程。

2.3.2 抗震设防分类为乙类的矿井、选煤厂工程,应符合下列规定:

1 抗震设防烈度为 8 度时,宜采用隔震和消能减震设计。

2 抗震设防烈度为 9 度时,应采用隔震和消能减震设计。

2.3.3 隔震和消能减震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

2.4 材料与施工

2.4.1 矿井、选煤厂工程抗震结构和给水排水、供配电设施及重要的机械设备的安装对材料和施工质量有特别要求时,应在设计文件中注明。

2.4.2 矿井、选煤厂工程中滑模施工、大跨度施工等特殊施工方法,应经设计认可后再施工。

2.4.3 材料性能指标应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

3 岩土工程

3.1 一般规定

3.1.1 选择建设场地时,应对地质构造、地形地貌、工程地质、水文地质、地震地质等进行调查、测绘、勘探与测试工作,并应初步评价地震对建设场地的影响。

3.1.2 岩土工程勘察应对建设场地的稳定性和适宜性进行分析与评价,并应符合现行国家标准《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》GB 51144 的规定,对建设场地应划分抗震有利、一般、不利或危险的地段。

3.1.3 抗震设防烈度大于或等于 7 度的场地,应进行地震效应的分析与评价;本规范表 2.1.2 中除井下工程以外的乙类工程和丙类中的高大建筑工程,当其处于 6 度区时,应提高至 7 度进行液化判别。

3.2 液化评价

3.2.1 饱和土地震液化的初步判别除应计及其地形地貌、地下水性质、土的灵敏度、颗粒组成等因素外,还宜结合静力触探、相对密度等其他成熟的方法进行判别。初步判别有液化可能时,应做进一步判别。

3.2.2 饱和砂土和一般饱和粉土的液化判别,应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。饱和黄土的液化判别应符合现行国家标准《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》GB 51144 的规定。

3.2.3 地震液化的危害程度除应计及液化等级外,尚应根据场地地形地貌特征,可液化土层的埋藏深度、厚度与有效覆盖压力,土

的颗粒组成、级配与相对密度,以及地下水性质、水位变化与补给排泄条件等因素进行综合分析评价。

3.2.4 对历史上发生过地震液化的场地,应重新分析与评价其再次发生液化的可能性,并应补充勘探与测试;对倾斜场地或液化土层临空时,还应评价土层液化引起滑动的可能性。

3.3 震陷评价

3.3.1 抗震设防烈度大于或等于 7 度的厚层软土分布区,应根据现行行业标准《软土地区工程地质勘察规范》JGJ 83 进行分析与评价;对抗震设防烈度大于或等于 9 度的厚层软土分布区,其天然地基的可行性应进行专门研究。

3.3.2 采用天然地基的建筑结构,当抗震设防类别为乙类时,应进行专门的震陷分析与计算。

3.3.3 煤矿采空区的震陷应符合现行国家标准《煤矿采空区岩土工程勘察规范》GB 51044 的规定。对抗震设防烈度大于或等于 7 度的地区,应计及地震对其已经稳定的老采空区的震陷影响;对抗震设防烈度 9 度的乙类和丙类中的高大建筑工程,其采空区的稳定性应进行专门研究。

3.4 活动断裂

3.4.1 抗震设防烈度大于或等于 7 度的工业场地,应进行活动断裂的专项勘察,并应查明断裂的位置和类型,同时应分析其活动性并评价活动断裂对矿井及选煤厂工程的影响。对重点矿井建设项目还应进行建设场地的专项“工程场地地震安全性评价”工作。

3.4.2 矿井及选煤厂工程可不避让非活动断裂,但当非活动断裂上的土层覆盖厚度小且破碎带发育时,应按不均匀地基处理。

3.4.3 符合下列条件之一时,可忽略发震断裂的错动对矿井及选煤厂工程的影响:

- 1 抗震设防烈度小于 7 度。

2 非活动断裂。

3 抗震设防烈度为 7 度、8 度且隐伏断裂上的土层覆盖厚度大于 60m,或抗震设防烈度为 9 度且隐伏断裂上的土层覆盖厚度大于 90m。

3.4.4 对不符合本规范第 3.4.3 条条件的矿井及选煤厂工程,应避免主断裂带,其避让距离不宜小于表 3.4.4 的规定。

表 3.4.4 发震断裂的最小避让距离(m)

设防烈度	矿井及选煤厂工程抗震设防类别		
	乙类	丙类	丁类
7 度、8 度	200	100	可不避让
9 度	400	200	可不避让

注:1 避让距离指断裂边缘距拟建地面建筑工程的距离,计算时应扣除断裂带的宽度。

2 适用于道路桥梁工程中的大桥及其大桥以下工程类别。

4 总平面与场外道路

4.1 场地选择

4.1.1 矿井、选煤厂建设场地的选择除应符合本规范第 3 章的要求外,还应符合下列规定:

1 应处理或避让山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、采空区沉陷、活动断层带、地裂等不良地质作用。

2 不宜位于防洪标准低于矿井、选煤厂的水库下游地段,当不可避免时,应采取防止淹没井口和场地的次生灾害发生的措施。

4.1.2 工业场地的选择不影响震后及时供水。

4.2 总平面布置

4.2.1 设防分类为乙、丙类的地面工程宜布置在场地内对抗震有利地段。

4.2.2 矿井主变电所及大于或等于 35kV 的场地变电所应单独布置,进出线杆位与邻近地面工程间的距离,不应小于该地面工程的檐口高度。

4.2.3 人员密集的行政、公共工程附近,应利用公用场地作为应急避难场所。

4.2.4 除井口房外,与用作安全出口的井筒硐口邻近的工程,应采取防倒塌措施。

4.2.5 水塔的突出外缘与邻近乙类工程和人员出入密集工程间的距离,应大于水塔高度的 $1/2$ 。砌体烟囱与邻近乙类工程和人员出入密集工程间的距离,应大于烟囱高度的 $1/3$ 。

4.2.6 砌体围墙与室外重要设备凸出外缘、消防通道路面边缘间的距离,应大于围墙的高度。

4.2.7 场地内的供水、供配电、通风、压风等主要管路,宜设置在道路两侧。

4.3 道路与桥梁

4.3.1 矿井道路及桥梁桥位选择,应利用对抗震有利的地段,宜绕避下列地段:

- 1 地震时可能发生滑坡、崩塌地段。
- 2 地震时可能塌陷的暗河、溶洞等岩溶地段。
- 3 已采空的煤矿采空区和规划拟采煤将产生新的采空区地段。
- 4 河床内基岩具有倾向河槽的构造软弱面被深切的地段。
- 5 发震断层地段。

4.3.2 矿井道路路线必须通过发震断层时,宜布设在其破碎带较窄的部位;当路线必须平行于发震断层时,宜布设在断层的下盘上。路线设计宜采用低填浅挖的设计方案。

4.3.3 桥梁工程场地范围内有发震断裂时,应进行发震断裂对工程影响的评价,并应符合下列规定:

1 符合本规范第 3.4.3 条时,可不计及发震断裂错动对桥梁的影响。

2 不能满足本规范第 3.4.3 条时,宜采取下列措施:

- 1)单跨跨径超过 150m 的特大桥应避开主断裂,抗震设防烈度为 8 度、9 度地区,其避开主断裂的距离为桥墩边缘至主断裂带边缘宜分别大于 300m 和 500m;
- 2)中小桥梁宜采用跨径较小便于修复的结构,当桥位无法避开发震断裂时,宜将全部墩台布置在断层的同一下盘上。

4.3.4 矿井道路及其桥梁、涵洞、支挡等工程,应根据抗震设防类别和地震作用进行相应的抗震设计。

4.3.5 矿井道路(公路)工程及其桥梁、隧道、涵洞、支挡等工程抗震及抗震措施设计,应符合现行行业标准《公路工程抗震规范》JTG B02 和《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02-01 的规定。

5 井下工程

5.1 一般规定

5.1.1 井巷工程应避开活动断层。

5.1.2 井筒应选择在基岩稳定、表土层相对较薄,且工程地质条件好的地段,并应避开危险地段。

5.1.3 井口附近岩质边坡高度超过 30m、土质边坡高度超过 15m 的边坡工程,应进行抗震专项设计。

5.2 井巷支护

5.2.1 立井井筒支护方式应符合下列规定:

1 抗震设防烈度为 6 度、7 度时,地表以下 30m 内应采用钢筋混凝土结构。

2 抗震设防烈度为 8 度及以上时,地表以下 50m 内应采用钢筋混凝土结构。

5.2.2 斜井井筒、平硐支护方式应符合下列规定:

1 抗震设防烈度为 6 度、7 度时,埋深 20m 内应采用钢筋混凝土结构。

2 抗震设防烈度为 8 度及以上时,埋深 30m 内应采用钢筋混凝土结构。

5.2.3 风硐及安全出口应采用钢筋混凝土结构。

5.2.4 井下巷道在穿过断层和破碎带时,宜采用拱形断面,并宜采取加强支护措施。

5.2.5 斜井和平硐的硐口应设置硐门。端墙与硐门连接段应整体灌注或在其连接缝处加设短钢筋。

5.3 安全出口

5.3.1 抗震设防烈度为 8 度及以上时,梯子间应采用折返式布置。

5.3.2 抗震设防烈度为 9 度时,作为安全出口的立井井筒应每隔 200m 设置一个休息点,非冻结段休息点可采用在井壁上开凿壁龛的形式,冻结段休息点可采用扩大梯子间平台的形式。

5.4 井下主排水

5.4.1 抗震设防烈度为 8 度及以上时,井下主排水泵房的布置,应根据水文地质条件和涌水量大小,预留一台或两台水泵位置。

5.4.2 向下水平延伸的矿井,宜保留上水平的排水工程设施。

5.4.3 抗震设防烈度为 9 度时,宜在正常排水系统的基础上,另外配置具有独立供电系统且排水能力不小于最大涌水量的潜水泵。

5.5 提升设施

5.5.1 地震设防区,全立井开拓、井深超过 500m 的矿井,副井只有一套提升设备时,应设置交通罐提升设备,并应满足应急提升要求。

5.5.2 抗震设防烈度为 8 度及以上时,矿井提升设备采用多绳提升机时,宜采用落地式布置。

5.5.3 提升机房的桥式起重机应具有防坠落措施。

5.5.4 罐笼或箕斗宜采取平卧进入井塔的安装方式。

6 矿井地面工程

6.1 一般规定

6.1.1 抗震设防烈度 6 度、7 度、8 度时,矿井的乙类工程应按高于本地区基本抗震设防烈度一度进行结构地震作用计算,以及构件截面抗震验算,并应采取相应抗震构造措施。

6.1.2 地面工程地基和基础型式的选择,宜符合下列规定:

1 除岩石地基外,天然地基上的基础埋置深度不宜小于建筑高度的 1/15。

2 桩基础埋置深度(不计桩长)不宜小于建筑高度的 1/18。

3 同一结构单元的基础不宜放置在性质截然不同的地基上,且不宜部分采用天然地基部分采用桩基。

6.1.3 危险地段不得建造乙类和丙类工程,当无法避开时应采取消除危险因素的措施。

6.1.4 地面工程平面及竖向布置宜简单、均匀、规则、对称,质量分布和刚度比宜均匀,不宜错层。

6.1.5 地面工程体型复杂或刚度有突变时,宜设置防震缝或采取构造措施。

6.1.6 非结构构件与主体结构应可靠连接,并应计及其对主体结构的不利影响。

6.1.7 布置在楼层上的设备支架应进行抗震设计。

6.2 井架

6.2.1 井架应采用钢结构或钢筋混凝土结构。

6.2.2 抗震设防烈度 8 度及以上地区的多绳提升井架,宜采用双斜撑式钢井架。

6.2.3 双斜撑钢井架的立架宜采用吊挂式,立架下端可与井口水平框架采用水平约束、竖向可滑动的连接方式。

6.2.4 井架的抗震等级应按表 6.2.4 确定。

表 6.2.4 井架的抗震等级

地震烈度	6 度	7 度	8 度	9 度
钢筋混凝土井架	三	二	一	—
≤50m 的钢井架	四	三	二	—
>50m 的钢井架	三	二	一	—

注:重点设防类(乙类)井架抗震等级按本地区抗震设防烈度从表中选取。

6.2.5 井架应按两个主轴方向进行地震作用计算,并应符合下列规定:

- 1 抗震设防烈度 6 度时,可不进行水平地震作用计算。
- 2 抗震设防烈度 7 度、8 度时,应进行水平地震作用计算。
- 3 抗震设防烈度 9 度时,井架应计算竖向地震作用,并应将其与水平地震作用进行不利组合。

6.2.6 井架按承载能力极限状态计算时,应符合下列规定:

- 1 仅计算水平地震作用时,截面抗震验算应符合下式要求:

$$S \leq R/\gamma_{RE} \quad (6.2.6-1)$$

- 2 仅计算竖向地震作用时,截面抗震验算应符合下式要求:

$$S \leq R \quad (6.2.6-2)$$

式中:S——地震作用的结构构件内力设计值;

R——结构构件承载能力的设计值;

γ_{RE} ——承载能力抗震调整系数,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

3 井架按线弹性分析时,水平地震作用可不与竖向地震同时作用。在罕遇地震作用下,计算弹塑性极限使用状态的地震作用时,应计算水平地震作用与竖向地震同时存在的可能性,且水平地震作用的分项系数可取 1.3,竖向地震的分项系数可取 0.5。

- 4 计算地震作用时,提升工作荷载的分项系数可取 1.3,重

力荷载的分项系数可取 1.2,其他荷载可取 1.0。

5 井架高度大于 60m,9 度地震设防及强台风地区,计算风荷载的分项系数可取 0.2。

6.2.7 计算地震作用时井架水平位移值不应大于 $H/600$ 。

注: H ——井架高度,为井颈顶面至上天轮轴心的距离(m)。

6.2.8 井架应进行地震作用下的稳定性验算,倾覆稳定应按下式验算:

$$M_G/M_Q \geq 1.3 \quad (6.2.8)$$

式中: M_G ——抗倾覆力矩;

M_Q ——倾覆力矩。

6.2.9 井架与相邻建筑结构之间应设防震缝。井架防震缝最小宽度应符合表 6.2.9 的规定。

表 6.2.9 井架防震缝最小宽度(mm)

结构型式	提升类型	6 度	7 度	8 度	9 度
钢筋混凝土结构	罐笼	$h/140(70)$	$h/140(70)$	$h/125(80)$	$h/90(110)$
	箕斗	$h/250(80)$	$h/200(90)$	$h/150(100)$	$h/100(140)$
钢结构	罐笼	$h/115(130)$	$h/115(130)$	$h/70(210)$	$h/40(370)$
	箕斗	$h/185(160)$	$h/185(160)$	$h/120(250)$	$h/70(430)$

注:1 表中括号内为防震缝最小宽度, h 为与井架相邻的建筑结构高度。

2 与井口房贴建的井架,尚应按地震作用产生的位移调整其与井口房间距。

3 混合提升井架,应按箕斗提升井架选取防震缝宽度。

6.2.10 钢井架斜撑的基础不宜与提升机房的基礎连接。在地震作用下,基础底部不宜存在零应力区。

6.2.11 钢井架斜撑基础的地脚螺栓应进行抗震验算,斜撑基础表面应配抗裂钢筋。

6.3 井 塔

6.3.1 井塔应采用钢筋混凝土结构或钢结构。抗震设防烈度为

9 度且井塔高度大于 60m 时,宜采用钢结构。

6.3.2 抗震设防区井塔的高度不宜超过表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 井塔的高度(m)

井塔类型		地震烈度			
		6 度	7 度	8 度	9 度
钢筋混凝土井塔	框架	60	50	40	—
	箱(筒)型	140	120	80	60
钢井塔	框架	110	100	80	50
	框架-支撑	不限	不限	100	80

注:1 井塔高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度(不包括局部突出屋顶部分)。

2 筒体包括筒体、筒-框型及筒中筒结构。

3 按抗震设防烈度确定其适用的最大高度。

6.3.3 井塔的抗震等级应按表 6.3.3 确定。

表 6.3.3 井塔的抗震等级

井塔类型		地震烈度						
		6 度		7 度		8 度		9 度
钢筋混凝土 框架结构	高度(m)	≤30	>30	≤30	>30	≤40		—
	框架	三	二	二	一	—		—
钢筋混凝土 筒体结构 (箱型)	高度(m)	≤60	>60	≤60	>60	≤60	>60	≤60
	框架	三	二	二	一	—	—	—
	筒壁	二	二	—	—	—	—	—
钢井塔	高度(m)	≤50	>50	≤50	>50	≤50	>50	≤80
	框架、框架-支撑	四	三	三	二	二	一	—

注:1 重点设防类(乙类)井塔抗震等级按本地区抗震设防烈度从表中选取。

2 当建筑场地为 I 类时,应允许按本地区抗震设防烈度减少 1 度确定抗震等级,抗震等级为四级时不再降低。

3 超过本表上限时,应采取比对应抗震等级更有效的抗震构造措施。

6.3.4 钢筋混凝土井塔宜采用矩形布置,平面可对称于井筒中心线,竖向宜上下一致。抗震设防烈度大于或等于 8 度时,提升大厅

不宜采用悬挑结构。

6.3.5 钢筋混凝土井塔宜采用筒体结构,除底层及提升大厅外,各楼层的竖向间距宜均匀布置。

6.3.6 井塔与贴建建筑结构之间应设防震缝,防震缝最小宽度应符合表 6.3.6 的规定;贴建建筑物为钢筋混凝土框排架结构时,防震缝最小宽度不应小于 100mm;贴建建筑结构为钢结构时,防震缝最小宽度不应小于 150mm。

表 6.3.6 井塔防震缝宽度(mm)

井塔类型	地震烈度			
	6度	7度	8度	9度
钢筋混凝土井塔	$h/250$	$h/200$	$h/175$	$h/125$
钢井塔	$h/150$	$h/140$	$h/120$	$h/100$

注: h 为贴建的建筑结构高度。

6.3.7 井塔应按两个主轴方向进行地震作用计算,并应符合下列规定:

1 抗震设防烈度为 6 度、7 度和 8 度时,应进行水平地震作用计算。

2 抗震设防烈度为 9 度时,井塔应计算竖向地震作用,并应将其与水平地震作用进行不利组合。

6.3.8 井塔地震作用计算和结构抗震验算,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

6.3.9 柱在底层不应中断,壁板、钢支撑应双向布置,且宜竖向连续。

6.3.10 钢筋混凝土井塔壁板上的门窗洞口宜上下对齐,洞边距端部不宜小于 1000mm。

6.3.11 钢筋混凝土井塔壁板宜设壁柱,壁板厚度不宜小于层高的 1/35 或柱间宽度的 1/35,其厚度不应小于 250mm。壁板厚度不满足条件时应进行稳定验算,壁板应双层双向配筋。

6.3.12 井塔各层楼板应采用现浇钢筋混凝土结构,套架及提升

孔处楼板开洞应符合下列规定：

1 洞口周边楼板厚度不宜小于 150mm，单层单向配筋率不宜小于 0.3%，钢筋间距不应大于 150mm，直径不应小于 8mm，且宜采用双层双向配筋。

2 洞口边缘宜设置边梁、暗梁。暗梁纵筋直径不应小于 14mm，根数不应少于 4 根。

6.3.13 混凝土结构井塔梁与柱或壁柱的节点，应符合下列规定：

1 梁纵向受拉钢筋在柱或壁柱中的锚固长度和柱纵向受拉钢筋在基础中的锚固长度，应为 $l_{aE} + 5d$ 。

2 梁、柱端箍筋加密区，箍筋最大间距应为 $8d$ 且不大于 100mm，其直径不应小于 10mm。

3 梁柱连接点处节点核心区，箍筋最大间距应为 $8d$ ，且直径不应小于 10mm。一级、二级、三级框架节点核心区配箍特征值分别不宜小于 0.12、0.10 和 0.08，且体积配箍率分别不宜小于 0.6%、0.5% 和 0.4%。

注： d 为纵向钢筋直径。

6.3.14 钢结构井塔的节点应符合下列规定：

1 梁与柱连接应采用柱贯通型，框架梁宜采用悬臂梁端与柱刚性连接，梁的现场拼接可采用栓焊连接或全螺栓连接。

2 应加厚梁柱节点域的腹板厚度或增设水平和斜向加劲肋。

3 钢井塔的钢梁应与楼板牢固连接。

6.4 提升机房

6.4.1 提升机房宜采用钢结构，地下部分应采用钢筋混凝土结构。

6.4.2 提升机的基础宜与提升机房的基础及工作平台脱离布置，其基础宜布置在相同地基特征的土层上。

6.4.3 提升机房的山墙宜采用轻型墙体。

6.4.4 提升机房屋顶不应设置工艺设备及其附属建筑。

6.5 井 口 房

6.5.1 井口房应采用钢筋混凝土结构或钢结构,抗震设防烈度 8 度及以上时宜采用钢结构。

6.5.2 主斜井井口房与主斜井输送机传动设备的基础应脱开。

6.5.3 与井口房合建的高压配电室、空气加热室、变频器室及主控室等附属建筑,应采用与井口房相同的结构形式。

7 选煤厂工程

7.1 工艺布置

7.1.1 选煤厂生产厂房工艺布置,宜符合下列规定:

1 厂房体型宜简单,平面、竖向宜规则,应避免局部突出或严重不规则。

2 层高和柱网宜统一,不宜错层,不宜采用大跨度多层及复式框架结构。

3 大型机械设备宜布置在较低的位置或单独设置设备平台,单独设置的设备平台应与厂房的整体框架脱开布置。

4 抗震设防烈度为 8 度及以上时,厂房各层设备在平面和竖向宜均匀布置。同层同类型的振动设备的主振方向宜统一;缓冲仓不宜布置在厂房顶层,屋顶不应设置水箱。

7.1.2 抗震设防烈度为 8 度及以上时,原煤筛分破碎系统不应布置在煤仓的顶上。

7.1.3 选煤厂的主要机械设备不应跨抗震缝布置。

7.1.4 抗震设防烈度为 8 度及以上时,不宜采用沉淀塔;浓缩池应采用落地式布置。

7.2 建筑结构

7.2.1 选煤厂主要生产厂房结构选型,宜符合下列规定:

1 抗震设防烈度为 6 度及以上时,可选用钢筋混凝土结构。

2 抗震设防烈度为 8 度及以上时,宜选用钢结构。

7.2.2 选煤厂采用模块式布置时,应符合下列规定:

1 厂房主体结构应与模块结构脱开。

2 模块宜采用钢结构。

- 3 各模块之间应设置抗震缝,缝宽不应小于 100mm。
 - 4 模块承重结构应进行地震作用计算。
- 7.2.3** 厂房结构单元平面内,抗侧力构件宜对称均匀布置,并宜沿结构全高设置;各柱列的侧移刚度宜均匀,并宜避免侧向刚度突变。
- 7.2.4** 主要生产厂房采用大跨度框架结构时,应提高框架柱的承载能力,屋盖宜采用钢结构,支撑和屋盖结构应加强连接。
- 7.2.5** 厂房屋盖及其支撑的选型和布置,应将屋盖的地震作用传递到下部支撑结构上。
- 7.2.6** 框架结构的多层厂房不应采用部分由砌体承重的混合形式。楼梯、电梯间及局部突出屋面的电梯机房、楼梯间、水箱间等,应采用框架承重,不应采用砌体墙承重。
- 7.2.7** 主要生产厂房的围护结构应符合下列规定:
- 1 围护结构应与主体结构可靠连接。
 - 2 框架结构的填充墙及隔墙宜选用轻质墙体材料。
 - 3 采用砌体填充墙时,应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。
- 7.2.8** 厂房设置变形缝时,应同时满足防震缝的设置要求。
- 7.2.9** 现浇钢筋混凝土厂房的最大适用高度及抗震等级,设有漏斗仓或水池的框架结构、框排架及框架—剪力墙结构,以及钢结构厂房的抗震设计,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。
- 7.2.10** 选煤厂生产厂房宜采用空间结构计算模型进行地震作用计算、结构构件截面抗震验算及抗震变形验算。
- 7.2.11** 选煤厂生产厂房进行地震作用计算和结构抗震验算时,荷载取值及可变荷载的组合值系数,应符合下列规定:
- 1 建筑的重力荷载代表值应取结构、构件及装饰重力荷载代表值、机电设备重力荷载代表值和各可变荷载组合值之和。
 - 2 可变荷载的组合值系数,除各厂房及结构另有规定外,应

按表 7.2.11 选用。

表 7.2.11 可变荷载的组合值系数

可变荷载种类		组合值系数
雪荷载		0.5
屋面积灰荷载		0.5
屋面活荷载		不计入
振动设备产生的动荷载		不计入
楼面活荷载	均布活荷载	0.9
	设备物料荷载、 煤仓物料荷载	0.9
	管路荷载	0.9
吊车悬吊物重力	硬钩吊车	0.3
	软钩吊车	不计入

注：设备自重按永久荷载确定。

7.2.12 结构支承或吊挂贮仓、机电设备支承高度超过楼面 1.0m 时，应计入水平地震的影响。

7.2.13 选煤厂生产厂房进行地震作用计算和结构抗震验算时，应符合下列规定：

1 生产厂房平面及竖向布置不规则及特别不规则，且布置有储料漏斗仓、水池、大型机电设备等，进行结构分析时，应计及刚度突变对结构内力的影响，建立符合实际的计算模型，应计入双向水平地震作用下的结构扭转影响。

2 抗震设防烈度为 8 度及以上地区的大跨度储煤场屋盖结构、高度 40m 以上的落煤仓、高度 30m 以上栈桥支架及抗震设防烈度为 9 度的高层厂房，应计算竖向地震作用。

7.2.14 落煤筒抗震计算应符合下列规定：

1 落煤筒应进行水平地震作用和作用效应计算，可采用底部剪力法计算。地震影响系数应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

2 计算落煤筒自振周期及地震作用时,其仓内储料荷载可取用满仓储料荷载标准值的 80%。

3 落煤筒堆料的地震作用力的标准值及仓身截面抗震强度的验算,应符合现行国家标准《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077 的规定。

7.2.15 落煤筒地震作用效应组合,应按下式计算:

$$S = \gamma_G \cdot S_{GE} + \gamma_{Eh} \cdot S_{Ek} \quad (7.2.15)$$

式中: S —— 地震效应组合值;

γ_G —— 重力荷载分项系数,可取 1.2,对结构有利时可取 1.0;

S_{GE} —— 重力荷载代表值效应;

γ_{Eh} —— 地震作用分项系数,可取 1.3;

S_{Ek} —— 水平地震作用标准值效应。

7.2.16 落煤筒结构的抗震验算应按下式计算:

$$S = 1.2R \quad (7.2.16)$$

式中: R —— 结构承载能力设计值。

7.2.17 落煤筒基础底面在荷载基本组合作用下,基底不应出现零应力区。在地震作用下,高宽比(高径比)大于 4 时,不宜出现零应力区;高宽比(高径比)不大于 4 时,可出现零应力区,但零应力区的面积不应大于底面全面积的 15%。

7.2.18 下列结构宜进行罕遇地震作用下弹塑性变形验算:

1 特别不规则且抗震设防烈度为 8 度及以上时,楼层屈服强度系数小于 0.5 的钢筋混凝土框架结构和框排架结构。

2 柱支承的煤仓结构。

3 厂房高度大于 24m 单跨钢筋混凝土结构。

4 高度大于 40m 栈桥支架结构。

5 采用隔震和消能减震设计的结构。

7.2.19 厂房结构楼层内最大的弹性层间位移角及弹塑性位移角限值,应满足选煤厂功能及厂房结构允许的变形值要求,并宜符合表 7.2.19 的规定。

表 7.2.19 弹性及弹塑性层间位移角限值

结构类型	弹性 $[\theta_e]$	弹塑性 $[\theta_e]$
钢筋混凝土框架	1/450	1/50
钢结构	1/200	1/50

7.3 构造措施

7.3.1 厂房的基本抗震构造措施,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

7.3.2 不规则的选煤厂生产厂房,应按现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定提高一级采取抗震构造措施,抗震等级为特一级时可不再提高。

7.3.3 落煤筒抗震构造措施应符合下列规定:

1 抗震设防烈度为 6 度、7 度时,筒壁的厚度不宜小于 180mm;8 度、9 度时,不宜小于 200mm。

2 筒壁应采用双层双向配筋,水平和竖向钢筋的总配筋率均不应小于 0.4%;内外层钢筋间应设置拉筋,其直径不宜小于 6mm,抗震设防烈度为 6 度、7 度时,拉筋间距不宜大于 600mm;抗震设防烈度为 8 度、9 度时,拉筋间距不宜大于 400mm。

7.4 栈 桥

7.4.1 栈桥设计应符合下列规定:

1 栈桥檐口高度大于 10m,且跨度大于 18m 时,宜采用钢结构。

2 支承结构采用钢结构时,栈桥结构也应采用钢结构。

3 栈桥抗震单元的划分可取相应防震缝间的区段。

7.4.2 栈桥设铰支座时应留有足够的行程,并应有消能及防坠落的措施。

7.4.3 栈桥的支承结构设计应符合下列规定:

1 应采用钢筋混凝土结构或钢结构。

2 同一抗震单元的支承结构宜采用相同材料。

7.4.4 支承结构应进行地震作用的内力组合计算,连接螺栓应进行抗剪计算。

7.4.5 栈桥支承结构楼层内最大的弹性层间位移角及弹塑性位移角限值,应满足选煤厂功能及厂房结构允许的变形值要求,并应符合本规范第 7.2.19 条的规定。

7.4.6 支承结构采用钢结构时,其杆件的长细比不应大于表 7.4.6 的规定。

表 7.4.6 支承结构杆件容许长细比

杆件名称	6度、7度	8度	9度
框架柱	120		100
平腹杆	150		120
斜腹杆	250	200	150

注:表中数值适用于 Q235 钢,采用其他牌号钢材时应乘以 $\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

7.4.7 栈桥端部与相邻建筑之间应设置防震缝,防震缝的宽度应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

7.5 煤 仓

7.5.1 抗震设防区的煤仓设计应符合下列规定:

- 1 煤仓外形宜简单、规则,质量和刚度宜均匀对称。
- 2 平面形状宜采用圆形,仓体宜采用钢筋混凝土结构。
- 3 采用方仓布置时,加强构造措施后可采用单榀框架结构形式。

7.5.2 直径大于 18m 煤仓宜采用独立布置。煤仓与相邻建筑结构之间宜设置变形缝,变形缝的宽度应满足防震缝的要求,其宽度宜根据结构相对变形分析结果确定,并不应小于 100mm。

7.5.3 煤仓与栈桥搭接连接时,煤仓的支承点应满足地震相对位移的要求。

7.5.4 钢筋混凝土煤仓宜选用筒壁支承结构,可采用筒壁、带壁

柱的筒壁及柱与筒壁混合支承的结构形式。直径大于 15m 的深仓,宜选用筒壁和内柱共同支承的结构形式。

7.5.5 矩形煤仓、槽仓的设计应符合下列规定:

1 矩形煤仓、槽仓采用框架结构体系时,支承柱应伸至仓顶,并应与仓壁整体连接。

2 仓下支承柱宜设柱间支撑,并应加强仓下支承柱的刚度。

3 应加强基础对支承柱的嵌固作用。

7.5.6 仓上建筑应符合下列规定:

1 宜采用钢结构,其围护结构应选用轻质材料,柱脚应满足抗剪要求。

2 采用钢筋混凝土框架结构时,围护结构宜选用轻质材料。

3 屋盖宜采用轻型钢结构。

4 仓上建筑不宜超过 2 层。

5 仓上建筑宜采用向上延伸的仓壁作为支承结构。抗震设防烈度为 9 度时,仓上建筑应采用向上延伸的支柱或圆形筒壁作为承重结构。

7.5.7 煤仓的地震作用计算,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

7.5.8 抗震设防烈度为 8 度及以下时,钢筋混凝土筒承式圆形煤仓的仓壁与仓底整体连接时,其仓壁、仓底可不进行水平地震作用的抗震验算,其构件应满足相应的抗震构造措施的要求。

7.5.9 钢筋混凝土筒承式煤仓的支承筒壁设计,应符合下列规定:

1 筒壁的厚度,抗震设防烈度为 6 度、7 度时,不宜小于 180mm;抗震设防烈度为 8 度、9 度时,不宜小于 200mm。

2 筒壁应采用双层双向配筋,竖向或环向钢筋的总配筋率均不宜小于 0.4%;内外层钢筋应设置拉筋,其直径宜大于 6mm,间距宜小于 500mm。

3 仓下支承筒壁的开洞率不宜大于 50%,洞间的中心角宜

大于 45° 。

7.5.10 抗震设防烈度为 6 度、7 度时,仓上建筑框架结构应按抗震等级三级采取抗震措施,8 度时应按二级采取抗震措施,9 度时应按一级采取抗震措施。

8 供配电与综合信息化

8.1 一般规定

8.1.1 下列设施应属重要电力设施：

- 1 矿井地面主变、配电所及井下主(中央)变、配电所。
- 2 直接向一级负荷供电的变(配)电所。
- 3 矿井应急电源。
- 4 发生地震后对抗震救灾和生产恢复有重要意义的系统或单位的变(配)电所。
- 5 矿井电源线路。

8.1.2 重要电力设施中的电气设备,应按现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260 和《工业企业电气设备抗震设计规范》GB 50556 的要求进行抗震设计。

8.2 供配电系统

8.2.1 矿井主变(配)电所的选址和布置,应符合本规范第 4.2.2 条的规定。

8.2.2 抗震设防烈度为 8 度及以上时,35kV 及以上电压等级的配电装置,宜采用室外式配电装置,并宜采用中型布置方式。

8.2.3 矿井电源线路及向重要电力设施供电的 6kV~110kV 架空线路,其路径选择应符合下列规定：

1 路径应避开崩塌、滑坡、泥石流、地裂、地层错位等地段,并宜避开可液化砂土地基。

2 抗震设防烈度为 8 度及以上时,各线路均应采用单回路架设方式,且应沿不同路径架设。

3 必须沿相同路径架设时,不同电源线路之间的距离应大于

倒杆距离。

8.2.4 抗震设防烈度为 7 度及以上时,矿井电源线路及向重要电力设施供电的电缆,其敷设应符合下列规定:

1 选择路径时宜避开崩塌、滑坡、泥石流、地裂、地层错位的地段。

2 两回电缆应沿不同路径敷设,只能在同一电缆沟内敷设时,应采用阻燃电缆且应分别敷设在沟的两侧。

3 在电缆隧道内敷设时,隧道内照明、通风、排水等设备的负荷等级不应低于所有在隧道内的电缆供电负荷等级中的最高者。

8.3 供配电设备安装

8.3.1 抗震设防烈度为 7 度及以上时,矿井主变(配)电所的变压器、消弧线圈、集合式电容器设计,应符合下列规定:

1 应取消滚轮及轨道,并应直接固定在基础上,同时应加宽基础。

2 设备引线及设备间连线应采用软导线,且软导线不宜过长;当采用硬导线时,应有软导线或足够伸缩长度的伸缩接头过渡。

3 抗震设防烈度为 8 度及以上时,35kV 及以上主变压器宜增设对角拉线固定。

8.3.2 抗震设防烈度为 7 度及以上时,高瓦斯矿井井下供配电设备宜采用隔爆型或本安型电气设备;抗震设防烈度为 9 度时,应采用隔爆型或本安型电气设备,且设备之间应采用软连接。

8.3.3 抗震设防烈度为 8 度及以上时,重要电力设施宜采用无油电气设备。

8.3.4 矿井电源线路及向重要电力设施供电的 6kV~110kV 架空线路,不应采用瓷横担。

8.4 综合信息化

8.4.1 矿井应设置信息化系统,其调度监控中心宜独立设置。

- 8.4.2 井下环网设备宜落地安装在硐室内。
- 8.4.3 矿井宜设置卫星通信设施。
- 8.4.4 下井电话电缆地面部分宜埋设于地下或沿电缆沟敷设,不应沿建筑结构外墙吊挂。
- 8.4.5 通信中心的电源应按二级负荷设计,并应配备有 UPS 作备用电源,其持续供电时间不应小于 8h。
- 8.4.6 调度监控中心机房设备的安装,应符合现行行业标准《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059 的规定。

9 给排水供热与瓦斯储配

9.1 水 源

9.1.1 矿井水源选择应符合下列规定：

1 矿井宜自建水源，水源的数量不宜少于两个，且宜采用不同类型的水源。

2 抗震设防烈度为 8 度及以上时，矿井应具备两个或两个以上生活饮用水水源，其中一个水源应按抗震救灾水源的要求设计。

3 应选择地震破坏小、灾后使用条件好的水源作为抗震救灾水源。

4 赋存于基岩含水层的地下水可作为抗震救灾水源，其中自流水或水位埋深浅的承压水宜选择作为抗震救灾水源。

9.1.2 抗震救灾水源工程设计应符合下列规定：

1 水源工程的选址及结构设计，应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的规定。

2 深井取水设备宜采用潜水泵。

3 管井水泵安装段的深度应留有冗余。

4 取水泵房应有使用人力装卸设备的条件。

9.1.3 确定为抗震救灾水源的矿井井下水源，应根据水文地质及技术经济条件采取下列保障灾后供水能力的措施：

1 平时仅向井下供水的井下水源应预设临时转换为向地面供水的设施。

2 平时向地面供水的井下水源宜预设临时扩大供水能力的设施。

9.2 给 水 排 水

9.2.1 矿井给排水工程设计，除应满足正常功能外，还应根据具

体条件采取防灾、减灾及为震后救灾提供服务的措施。

9.2.2 矿井给排水工程的抗震设计,应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的规定。

9.2.3 抗震设防烈度为 8 度及以上时,地面输水管道设计应符合下列规定:

- 1 管线宜避开采煤地面沉陷区。
- 2 输水管线应采用双管供水,两根管宜采用两条不同路径。
- 3 敷设于地面沉陷区的输水管线应采用有利于适应地表变形的技术措施。
- 4 预测地面变形较大地段的管线宜设置可伸缩管件。
- 5 管道连接应采用抗拉的方式。
- 6 钢制接头管件及零件应加强防腐。

9.2.4 抗震设防烈度为 8 度及以上时,矿井场地给水主干管道宜采用地沟敷设。

9.2.5 矿井场地供水系统的蓄水池宜采用圆形钢筋混凝土结构。抗震设防烈度为 8 度及以上时,单池容量不宜超过 500m^3 。

9.2.6 矿井场地及居住区的供水调节设施,宜采用高位水池或变频调速供水装置。抗震设防烈度为 8 度及以上地区不应采用水塔。高位水池不应布置在抗震不利或危险地段。

9.2.7 抗震设防烈度为 8 度及以上时,矿井的给水处理、矿井水处理及污水处理设施的设计,应符合下列规定:

- 1 宜采用多单元组合的整体构筑物。
- 2 上下游构筑物之间的水位差宜增加 0.3m 以上的冗余。
- 3 宜减少水的中间提升环节。
- 4 盛水构筑物应设置溢流口,并应将溢流水有组织排放。

9.2.8 抗震设防烈度为 8 度及以上时,排水管道的的设计坡度宜增加冗余。直接排至水体的排水系统应采取防止倒灌的措施。

9.2.9 抗震设防烈度为 8 度及以上时,安装在构筑物上的支架、吊架及托座不应采用膨胀螺栓。

9.3 供 热

- 9.3.1 锅炉构架不应兼作结构的受力构件。锅炉构架与结构间的连接平台等连接件应采取一端固定、一端简支的方式。
- 9.3.2 立式锅炉、卧式快装锅炉、热力式除氧器等大型设备,应固定在设备基础上,不得浮置。水泵与电动机的基础应采用整体式。
- 9.3.3 热力式除氧器水箱应有限位装置,但不应影响水箱的热膨胀。
- 9.3.4 安全阀宜选用弹簧式。当采用杠杆式安全阀时,应有防止重锤移动的固定装置。
- 9.3.5 分汽缸和水加热器不应固定在砌体墙上,宜采用支墩或落地式支架支承。抗震设防烈度为 9 度时,应采用支墩或落地式支架支承。支墩不应采用砌体结构。
- 9.3.6 钢板烟囱的拉线不应锚固在砌体墙上。
- 9.3.7 供热热源系统应设有紧急排放水的设施,设备与管道连接应采用柔性连接方式。

9.4 瓦斯储配

- 9.4.1 瓦斯储配场站建设场地选择,应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的规定。
- 9.4.2 瓦斯储配场站设施应符合下列规定:
- 1 场站的总进出口管上,应设置快速切断阀门,其位置应设在便于操作的地方。
 - 2 泵的基础与电动机的基础应采用整体式。
 - 3 场站内管道组成件不得采用铸铁材质。
 - 4 压缩机、泵的进出口管上应设有柔性连接。
 - 5 燃气调压站的调压器、过滤器以及前后设置的阀门,应设置支、卡架。
- 9.4.3 水槽式瓦斯贮气罐设计应符合下列规定:

1 贮气罐进行抗震强度验算时,宜只计算水平方向的地震作用。

2 位于Ⅲ、Ⅳ类场地上的湿式罐,其高度与直径之比不宜大于 1.2。

3 与贮气罐相连的燃气管进出口,均应设置补偿器、金属软管或其他柔性连接措施。

4 地震设防区,当水槽底板外圈板厚度大于或等于 10mm 时,内侧角焊缝应焊成具有圆弧过渡的不等边角焊,其喉高不应小于边缘板的厚度。

9.4.4 水槽式瓦斯螺旋轨贮气罐的导轮、导轨,应按现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 进行抗震强度验算。

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

- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032
- 《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077
- 《构筑物抗震设计规范》GB 50191
- 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 《电力设施抗震设计规范》GB 50260
- 《工业企业电气设备抗震设计规范》GB 50556
- 《煤矿矿井建筑结构设计规范》GB 50592
- 《煤矿采空区岩土工程勘察规范》GB 51044
- 《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》GB 51144
- 《中国地震动参数区划图》GB 18306
- 《软土地区工程地质勘察规范》JGJ 83
- 《公路工程抗震规范》JTG B02
- 《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02-01
- 《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059

中华人民共和国国家标准

煤炭工业矿井抗震设计规范

GB 51185 - 2016

条文说明

编制说明

《煤炭工业矿井抗震设计规范》GB 51185—2016,已由住房城乡建设部 2016 年 8 月 18 日以第 1276 号公告批准发布。

为便于使用本规范的有关人员在使用本规范时能理解和执行条文规定,《煤炭工业矿井抗震设计规范》编制组按照章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明,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	(43)
2	基本规定	(45)
2.1	设防分类	(45)
2.2	结构体系	(46)
2.3	隔震与消能	(46)
2.4	材料与施工	(47)
3	岩土工程	(48)
3.1	一般规定	(48)
3.2	液化评价	(48)
3.3	震陷评价	(49)
3.4	活动断裂	(50)
4	总平面与场外道路	(51)
4.1	场地选择	(51)
4.2	总平面布置	(51)
4.3	道路与桥梁	(51)
5	井下工程	(53)
5.1	一般规定	(53)
5.2	井巷支护	(53)
5.3	安全出口	(53)
5.4	井下主排水	(54)
5.5	提升设施	(54)
6	矿井地面工程	(55)
6.1	一般规定	(55)
6.2	井架	(55)

6.3	井塔	(57)
7	选煤厂工程	(59)
7.1	工艺布置	(59)
7.2	建筑结构	(59)
7.3	构造措施	(60)
7.4	栈桥	(60)
7.5	煤仓	(61)
8	供配电与综合信息化	(62)
8.1	一般规定	(62)
8.2	供配电系统	(62)
8.3	供配电设备安装	(63)
8.4	综合信息化	(63)
9	给排水供热与瓦斯储配	(64)
9.1	水源	(64)
9.2	给水排水	(66)
9.3	供热	(69)

1 总 则

1.0.1 本规范是根据“中华人民共和国防震减灾法”，贯彻“预防为主”的方针制定的。现行的国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 不能反映煤炭企业抗震能力的全部，尤其是井巷工程的抗震要求。仅从设计方面来看，现有抗震设计规范也不能适应大地震震害的控制。

1.0.2 要求处于抗震设防区的所有矿井工程均应进行抗震设计。

1.0.3 我国绝大部分城镇地区抗震设防烈度可在现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306—2015 中查到，但煤矿企业一般在边远地区或城镇的交界区域，不在本条中涵盖或当地地质条件复杂地区及场地，应经国家有关地质部门认可具有地震评价资质的单位进行评价，其评价文件可作为设计依据，服务年限超过 50 年的大型矿井、选煤厂，应进行专门地震安全性评价。

根据矿井、选煤厂的工业场地所在位置，可参照《我国主要城市抗震设防烈度、设计基本地震加速度特征及基本周期分区和地震危险性特征分区》的地震动参数，确定工业场地的抗震设防烈度。本条为强制性条文，必须严格执行。

1.0.4 矿井、选煤厂抗震设计，应从矿井、选煤厂整体出发，提高综合抗震能力，挖掘抗震潜力。要合理设计、合理施工、合理使用，用较少的资金提高工程的整体抗震能力，这是综合抗震设计的原则。

对组成矿井生产的井下工程、地面工程、设备及设施等进行抗震设防分类，同时应从场地选择、结构选型、材料选用、地震作用及构造措施等方面统筹确定相应的抗震措施，形成矿井整体的抗震能力。

1.0.5 矿井工程的抗震设计根据矿井、选煤厂使用功能的特点，可采用隔震、消能减震设计来减轻地震震害的影响。改进结构体系，可采用轻钢结构或膜结构来减小地震作用。

2 基本规定

2.1 设防分类

2.1.1 矿井、选煤厂工程的抗震设防分类是参照现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 编写的。

矿井中的生命线工程指涉及矿井生产及人身安全的六大系统的工程和矿区救灾系统的工程,如矿井的提升、通风、供电、供水、通信和瓦斯排放等系统的工程。本条为强制性标准,必须严格执行。

2.1.2 抗震设防分类表是参照现行国家标准《选煤厂建筑结构设计规范》GB 50583 和《煤矿矿井建筑结构设计规范》GB 50592 编制的。不同抗震设防分类的工程联合时,能分成独立结构单元的可按结构单元确定抗震设防分类,结构单元连在一起不能分的按较高的抗震设防分类确定。

针对目前许多矿井由于场地限制,主斜井驱动机直接安装在筛分车间顶层,此种情况筛分车间应按提升系统中的乙类建筑设防。

对于划为乙类而规模较小的矿井工程,当改用抗震性能较好的材料且符合抗震设计规范对结构体系的要求时,对原采用砌体结构的小型乙类矿井工程改为采用钢筋混凝土结构或钢结构,可按丙类设防。

矿井道路工程、桥梁涵洞工程、隧道工程和支挡工程等抗震设计和抗震措施设计,应参照现行行业标准《公路工程抗震规范》JTG B02 中规定的抗震设防目标和抗震设防措施等级划分原则执行。

本规范抗震设防分类与公路工程有差别,为了方便使用,统一

矿井道路工程抗震设防设计原则,参照行业标准进行抗震设计时,矿井主要道路宜按公路工程一级公路标准抗震设防考虑,一般道路宜按二级公路标准抗震设防考虑,其他道路按照三、四级公路标准抗震设防执行。本条为强制性标准,必须严格执行。

2.2 结构体系

2.2.1、2.2.2 按抗震概念设计的基本要求选择的结构体系,可大大降低工程的破坏。设计中抗震结构体系应通过综合分析,采用经济合理的类型。结构的选型受材料和施工条件的制约,这是一个综合的技术经济问题。

2.3 隔震与消能

2.3.2 应积极推动防震减灾新技术、新工艺、新材料、新产品的开发和应用,提高工程抗震设防能力。

重点推广应用隔震消能体系、轻钢结构和钢结构。

据有关资料记录,1994年1月17日,在美国洛杉矶发生的大地震中,该市相距不远的两家医院,一个采取了隔震措施,地震时医师护士照常工作,毫无问题;另一个正常设计未采取隔震措施,地震时损失严重。1996年2月3日,云南丽江发生7级强烈地震,距震中不远的四川省西昌市国税局六层宿舍楼,采用了隔震措施。地震发生时,楼中居民只感到轻微晃动,而相邻一栋四层按常规抗震设计的楼房,楼中居民感觉摇晃得十分厉害。2008年5月12日汶川发生8级地震,震中烈度达11度,受此次地震影响的甘肃省陇南市武都区地震烈度达到9度,在该县采用了橡胶隔震垫的三栋六层砖混结构楼房却完好无损,楼内住户震感很小。隔震新技术经受住了此次地震考验,效果良好。隔震消能新技术、新工艺、新材料值得在高烈度地震区煤矿建筑的乙类工程中大力推广应用。

我国已经有采用隔震消能措施的建筑。21世纪90年代初汕

头市一栋八层框架结构商住楼,是我国第一栋采取隔震措施的住宅房屋。上海环球金融中心在第 90 层设置了两台各重 250t 的阻尼器,台湾“101”大楼采用了一种呈球状重 600t 的调频阻尼器。

2.4 材料与施工

2.4.1 材料和施工质量对于抗震能力有重大影响,应引起重视。单纯依靠设计提出保证施工质量的要求是不够的,应另制定相应的地震区保证材料和施工质量的专门规程。良好的建筑施工质量是保障建筑结构地震安全的重要措施。施工单位应当按照施工图设计文件和工程强制性标准进行施工,并对施工质量负责。

2.4.2 矿井、选煤厂工程中井塔、筒仓等需滑模施工的工程,大跨度栈桥及大直径筒仓仓上建筑等工程,其特殊施工方法与原设计初衷有很大关系,所以这些特殊的施工方法应经设计认可后方可施工,并应选用有相应资质并有施工经验的单位施工。

3 岩土工程

3.1 一般规定

3.1.2 矿井、选煤厂建设场地多在山区或老采空区,崩塌、滑坡、泥石流及老采空塌陷区等不良地质作用在地震力作用下更易发生、复活或再次塌陷,影响建设工程的安全。故本条中“稳定性和适宜性”评价,不仅包括正常情况,还应包括在地震力作用下的场地“稳定性和适宜性”评价。

3.1.3 考虑到井下工程与地基土层的液化评价无关,故本条规定不包括本规范表 2.1.2 中的井下工程;关于丙类中的高大建筑工程,一般都是煤矿矿井与选煤厂中的重要地面建筑工程,在现行国家标准《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》GB 51144 第 8.5.3 条列出了宜实测覆盖层厚度的建筑工程,如下:

(1)高度大于或等于 30m 的井架,高度大于或等于 60m 的井塔。

(2)高度大于或等于 100m 的烟囱。

(3)直径大于或等于 25m 的筒仓或容量大于或等于 0.1Mt 的半地下储仓。

(4)直径大于或等于 120m 或跨度大于或等于 90m 的大型储煤场。

(5)高度大于或等于 30m 的选煤厂主厂房,跨度大于或等于 30m 且起重机吨位大于或等于 50t 的单层厂房。

上述可认为是本规范所指的高大建筑工程。

3.2 液化评价

3.2.3 场地地震液化危害程度的综合分析评价是液化评价的

重要内容,这是一个较为复杂的技术问题,涉及多种因素的影响,而一些勘察单位却往往忽视此内容。综合分析与评价应在单点、单孔液化计算的基础上注意下列三个层次的内容:

(1)对每个标准贯入试验点进行单独判别(俗称逐点判别),即分析单个计算点的液化情况(当标准贯入锤击数小于或等于液化判别标准贯入锤击数临界值时应判为液化),可采用图和表的形式列出各液化计算点的深度分布,进而确定液化土层的深度分布情况。

(2)按标准贯入试验孔计算液化指数,分析液化判别勘探孔及液化等级的平面分布情况,必要时进行液化等级的分区。

(3)对液化场地危害程度的综合评价是一项十分重要的内容,尤其对复杂或特殊的建设场地,不能简单地根据“液化等级”确定其液化危害程度,还应考虑各种不利因素的影响。如倾斜场地或液化土层临空时就有可能造成液化后的土层失稳或滑动,其危害程度远大于液化本身,勘察技术人员应给予高度重视。

3.3 震陷评价

3.3.2 厚层软土由于其承载力低、变形大等特点,一般不能作为乙类及丙类中高大建筑工程的天然地基,需进行地基处理;当作为天然地基使用时,应准确估算其震陷量。目前较为被大家认可的准确估算震陷量的方法有“模量软化法”和“震陷系数总和法”,此两种方法的试验测试和计算都比较麻烦,多见于研究领域,一般的地基勘察工作不多用[大多数勘察单位也不具备其设备(如动三轴)能力]。关于“模量软化法”和“震陷系数总和法”估算震陷量的方法及公式由于比较烦琐,此处未列出,勘察技术人员可参考相关文献或资料。当设计采取地基处理方法消除震陷时应满足有关规范、规程的要求,此时不需再进行震陷量的准确估算。

一般厚层软土地基上的丙类工程,当其对沉降无特殊要求时可按现行行业标准《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ 83 执行,见表 1:

表 1 地震震陷量估算值(mm)

地基条件 \ 设防烈度	7 度 (0.10g~0.15g)	8 度 (0.20g)	9 度 (0.40g)
地基主要受力深度内软土厚度大于 3m 地基上层等效剪切波速值 < 90m/s	30~80	150	>350

当地基土实际条件仅符合表 1 中一个条件时可适当减小震陷量,两个条件都不符合时可不考虑震陷量对地面工程的影响。

3.4 活动断裂

3.4.1 场地内或其附近存在活动断裂时应进行专项勘察,一是因为活动断裂的性质及鉴别不是场地地基勘察的内容,二是我国“工程场地地震安全性评价”工作是由专门的勘查单位(如各省的地震勘察院等)来完成的;这些专项勘察的结论也是地基勘察的依据。

3.4.3 对本条第 1 款说明如下:

一些规范规定为“抗震设防烈度小于 8 度”。考虑到目前对地震的研究程度不高,难以准确判定;另外从近年来发生的大地震来看,很多 7 度区发生了 9 度甚至 10 度区才发生的严重后果,故本款规定“抗震设防烈度小于 7 度”。

3.4.4 本条规定“对不符合本规范第 3.4.3 条条件的矿井及选煤厂工程,应避开主断裂带,其避让距离不宜小于表 3.4.4 的规定”。这里需要说明的,一是应避开主断裂带,并不是所有的断裂段;二是当矿井巷道工程确实无法避开时,应在断裂带处及两侧采取结构或构造措施,确保断裂错动后仍能保证人员出逃。

4 总平面与场外道路

4.1 场地选择

4.1.1 本条进一步强调井口和工业场地的选择必须安全可靠。

4.1.2 本条是为了震后能够及时供水而制订的。

4.2 总平面布置

4.2.1 本条所述的设防分类是根据本规范表 2.1.2 确定的。

4.2.2 为避免建筑结构的倒塌影响到变电所进出线杆的安全,保证震后能够及时接线供电,制订了本条规定。

4.2.3 本条是为了地震时便于人员安全疏散制订的。

4.2.4~4.2.6 这几条是为震后能够保证救援通道的畅通而制订的。

4.2.7 为便于震后管线能够及时抢修制订本条,排水主干管的敷设方式可根据具体情况相应调整。

4.3 道路与桥梁

4.3.1~4.3.4 矿井道路主要为矿井生产、生活、消防救护、安全卫生等要求而设,一般属汽车专用公路性质,为矿井建设的配套工程和附属工程。

矿井主要道路指矿井进场公路、运煤公路、货运公路,以及区内矿井主工业场地至其他主要矿井井口场地、至矿(厂)点之间的联系道路等主要生产、辅助生产道路。

矿井一般道路指主工业场地通往风井场地的道路、通往矸石周转场地的排矸道路、通往爆炸材料库场地的道路、通往邻近矿井场地的铁路装车站场等辅助生产道路。

矿井其他道路指主要道路、一般道路以外的其他辅助生产道路,如至高位水池、场外变电站、塌陷区治理区的道路等。

矿井道路等级划分和主要技术标准的选定应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 的规定。桥涵分类按桥梁多孔跨径总长或单孔跨径长度,可分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞五类,见表 2。

表 2 桥涵分类表

桥涵分类	多孔跨径总长 L (m)	单孔跨径长度 L_0 (m)
特大桥	$L > 1000$	$L_0 > 150$
大桥	$1000 \geq L \geq 100$	$150 \geq L_0 \geq 40$
中桥	$100 > L > 30$	$40 > L_0 \geq 20$
小桥	$30 \geq L \geq 8$	$20 > L_0 \geq 5$
涵洞	—	$5 > L_0$

表 2 中单孔跨径是指标准跨径;梁式桥、板式桥以两桥墩中心线之间桥中心线长度或桥墩中线与桥台台背前缘线之间桥中心线长度为标准跨径;拱式桥和涵洞以净跨径为标准跨径。

梁式桥、板式桥的多孔跨径总长为多孔标准跨径的总长;拱式桥为两岸桥台内起拱线间的距离;其他形式桥梁为桥面系车道长度。

管涵及箱涵无论管径或孔径大小、孔数多少,均称为涵洞。

5 井下工程

5.1 一般规定

5.1.1 活动断层为晚第四纪以来有活动的断层。矿区总体划分井田时,应以活动断层作为井田的自然边界;井田内应以活动断层作为采区边界;井巷工程应绕避该种断层。

5.1.2 对井筒抗震不利的危险地段包括大构造带、岩溶发育地段、掩覆老采空区地段等。

5.1.3 对于岩质边坡高度大于 30m、土质边坡高度大于 15m 的边坡工程,除应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50333 的规定外,尚应进行专项设计,采取有效、可靠的加强措施。

5.2 井巷支护

5.2.1 1976 年唐山地震调查的 31 个立井井筒,支护材料有砖、混凝土、钢筋混凝土等,井筒直径 3.0m~7.5m 不等,穿过地层有表土层、饱和砂土层及基岩,无一发生严重破坏,发生破坏部位深度一般距离地表较浅,破坏深度普遍小于 20m,破坏深度超过 50m 的仅有 4 个。因此加强立井井筒浅部的井壁结构强度是有必要的。

5.2.2 斜井及平硐的加强支护深度范围可根据立井井筒确定,考虑斜井、平硐井口以上一般具有一定范围的上覆岩层,故适当减少加强支护的深度范围。本条中所指埋深为相对井口底板标高的埋深。

5.3 安全出口

5.3.2 非冻结段休息点壁龛一般应采用拱形断面,长一般为

2.0m,宽一般为1.5m,高度不小于1.8m;冻结段休息点采用扩大梯子间平台形式的,扩大平台的面积不小于3m²,单层扩大梯子间平台有难度的可采用多层扩大平台的形式。

5.4 井下主排水

5.4.1 地震后矿井井下涌水量会骤然增加,唐山地震也证实了这一点。据多个矿井统计,震后涌水量是震前的1.44倍~5.07倍。因此震后增加临时排水设备是必要的。

5.4.3 本规范第5.4.1条是在主排水泵房设计时考虑留有方便增加临时排水设备的条件,一旦震后涌水量增加可迅速增加排水设备形成排水能力。本条系参考现行《煤矿安全规程》的相关规定,考虑到高烈度震后矿井有突水的可能,在设计时考虑安装一定数量的潜水泵设备作为抗灾排水系统,当涌水量增加后该系统可立即投入运行,既节省了安装临时设备的工作量,更重要的是能赢得宝贵的排水时间,且潜水泵设备不怕水淹,在水淹的情况下仍能继续工作,可避免淹井或延缓淹井,为人员撤离和抗灾赢得时间,同时也为快速恢复生产创造条件。本条规定与本规范第5.4.1条不重复设置。

5.5 提升设施

5.5.2 就井塔设计而言,抗震设防烈度8度及以上时,土建也能满足要求。但从唐山地震情况来看,井架的破坏程度要比井塔轻,恢复起来快,相对也容易一些。因此,本条建议在高地震烈度区条件具备时宜优先考虑落地式钢井架方案。

5.5.3 从唐山地震情况来看,震后大部分提升机房因起重机坠落,导致设备被砸坏。如果能采取防止起重机从轨道上坠落的保护措施,那么就可避免或减少此类事故的发生。

6 矿井地面工程

6.1 一般规定

6.1.1 针对矿井工程中的乙类工程都是相对比较重要的生命线工程,在抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度的低烈度区,震后的恢复生产及对财产、人员生命安全的保护相对较高,对此类建筑本规范提出在抗震设防烈度下提高一度进行设计。

根据唐山地震矿井工程的破坏程度调研情况分析,抗震设防烈度为 8 度时,采用布置规则的建筑或抗震性能较好的构筑物如井架、井塔,地震损坏较小,设计时可不再提高标准。

抗震设防烈度为 9 度的高烈度区,本身的工程抗震设防要求已经很高,对矿井工程中的乙类工程适当提高抗震构造措施。

唐山原抗震设防烈度为 6 度区,1976 年发生了 7.8 级大地震;汶川原为 7 度区,2008 年发生了 8.0 级大地震,震中烈度高达 10 度~11 度,人员伤亡大、恢复经费多。地震后两地均提高到 8 度地震区。

中国工程院召开的汶川地震重建研讨会建议:中小学、幼儿园、老人院等单位应达到大震可修,医院、通信、消防、救灾等单位要达到大震不坏。

6.1.3 地震时建筑结构破坏,除了地震波直接引起结构破坏外,还与场地条件有关。因此选择有利于抗震的建筑场地,是减轻震害的首要因素。建设场地的划分按本规范第 3.1.2 条分为有利、一般、不利和危险地段。乙类工程是矿井工程中的生命线工程,因此严禁建在危险地段。

6.2 井架

6.2.1 开滦煤矿 15 座钢井架位于 9 度~11 度区,在没有抗震设

防的情况下都经受住了强烈地震的考验,这主要是由于钢井架设计时是由断绳荷载控制,具有结构自重轻、地震惯性力小、材料强度高、延性好的优点。

从唐山地震情况来看,井架的破坏程度要比井塔轻,恢复起来快,也容易一些。因此,建议在高地震烈度区除因场地布置、设备条件等限制外,宜优先考虑落地式钢井架方案。

6.2.2 多绳单斜撑钢井架是斜撑采用铰接支撑于立架之上,相对于双斜撑钢井架刚度较小,在受水平荷载作用下变形较大。单斜撑井架立架落于井颈上,而斜撑基础落于天然地基上,在地震过程地表产生竖向位移时受力复杂,易倾斜,所以本条规定对于多绳提升钢井架,宜采用双斜撑形式。

6.2.3 双斜撑形式多绳提升钢井架结构,立架的结构形式主要有两种:吊挂式和非吊挂式。吊挂式是立架吊挂于斜撑上部横梁之下,下端与井颈脱开,但是限制立架底部的水平位移。非吊挂式是立架落于井颈上,上部与斜架脱开,结构体系是独立的。

通过对不同烈度的吊挂式井架进行计算,地震作用和立架的自重产生的内力远小于钢丝绳破断荷载产生的内力,不会增加斜撑的杆件截面,而且立架杆件处于受拉状态,而非吊挂式立架在地震作用下杆件处于压弯状态,所以吊挂式抗震性能和经济性均较好。

6.2.5 钢井架的抗震性能较好,抗震设防烈度 6 度时,可不进行水平地震作用计算,但是在抗震设防烈度为 7 度、8 度时,对于混凝土井架、桁架式单绳钢井架、多绳单斜撑钢井架立架部分杆件为地震力控制,应进行水平地震作用计算。

在高地震烈度下,竖向地震作用中上部可产生拉力。因此井架的竖向地震作用不可忽视,应在抗震验算时考虑。

6.2.7 根据现行《煤矿安全规程》,容器与罐道梁之间的最小间隙值为 40mm(钢罐道)、50mm(木罐道)。在地震作用下井架结构变形较大可能导致间隙过小,无法迅速恢复提升。

6.2.9 由于井架和相邻建筑结构型式不同、高度不同、刚度不同、自振周期也不同,在地震作用下井架和相邻建筑之间很容易互相碰撞而产生破坏。因此,井架与相邻建筑之间必须设防震缝,基础宜脱开。本条在现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191的基础上作了简化,并与井塔的防震缝在要求形式上作了统一。

6.2.10 井架与提升机房是结构形式完全不同的两个独立构筑物,在地震作用下动力表现形式完全不同,如钢井架斜撑的基础与提升机房的基础连接受力比较复杂,应脱开。

井架斜撑与基础一般为铰接连接,当底部存在较大的零应力区时基础容易发生倾斜并导致与斜撑连接部位破坏。当存在零应力区时,面积不应超过基础底面积的 15%。在基础设计时应使外荷载相对于基础形心的偏心距尽量小,并校核受压边缘的压力是否满足承载力要求。

6.2.11 在唐山矿 11 度区,大地震时 4 个 $\phi 50\text{mm}$ 的钢井架斜撑基础柱脚螺栓一个剪断,三个拔出 70mm~130mm,斜撑柱脚螺栓拔出,基础开裂比较普遍。

6.3 井 塔

6.3.1 井塔宜采用钢筋混凝土箱型或箱框型结构,也可以采用钢结构。钢筋混凝土井塔应减轻结构自重,在地震区减轻自重降低地震影响是一项十分重要的技术措施。

唐山矿为 11 度区,新风井井塔直径 $\Phi 12\text{m}$ 钢筋混凝土结构,底层进出车开了大洞口,与上层刚度差别大,地震时折断,坠落约 6m 歪斜。

徐家楼为 8 度区,新井井塔为钢筋混凝土箱型结构,由于位于砂土液化区,震后不均匀沉降倾斜,底部有明显裂缝,修复后能继续使用。钢筋混凝土井塔应坐落在坚实土层上或全部消除可液化地基。

6.3.6 由于井塔和相邻建筑结构型式不同、高度不同、刚度不同、

自振周期也不同,在地震作用下,井塔和相邻建筑之间很容易互相碰撞而产生破坏。因此,井塔与相邻建筑之间必须设防震缝。

根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 与《构筑物抗震设计规范》GB 50191,相邻建筑的最小抗震缝宽度为 100mm,本条按此标准调整。

6.3.9 震害调查表明,破坏性强震具有持续时间长、脉冲往复次数多等特点,对房屋造成累计破坏。仅有一道防线的单一结构体系的房屋一旦破坏,持续地震将会造成房屋的倒塌,当房屋采用多道(两道及以上时)防线,后续的防线能接替抵抗后续的地震冲击,从而保证房屋最低限度的安全。由于地震的倒塌是由于结构丧失承受竖向荷载的能力而破坏,因此第一道防线应优先选择不负担或尽量少承担重力荷载的构件,即使第一道防线破坏,也不会对整个结构的竖向承载力有较大的影响。由于井塔一般为筒-框架结构,筒壁为第一道防线,承担主要设备及楼板重量的中柱为第二道防线,所以内框架柱不应中断。目前有些井塔设计为方便工艺布置,在第二层设转换过渡层,内框架柱在底层的中断造成了井塔仅为一道防线的结构体系,从抗震要求上是不推荐的。

6.3.11 钢筋混凝土井塔设计时是地震起控制作用,井塔自重占总重约 90%,壁板约占 60%,楼板约占 20%,因此减少自重也减轻了地震作用,薄壁板、少楼层的井塔设计,不但能节省材料,还能达到地震时更安全的目的。“壁板厚度不宜小于层高的 1/35 或柱间宽度的 1/35”,参见《煤矿多绳提升井塔土建设计暂行统一技术条件》(1975)第 4.4.3 条。

7 选煤厂工程

7.1 工艺布置

7.1.1 本条是对于选煤厂生产厂房工艺布置的一般规定。

洗选工程的工艺布置,与抗震有着密切关系。在满足功能要求的前提下,工艺布置应为建筑结构的抗震设防创造有利条件。

1976年唐山地震的破坏情况表明:厂房的立面、平面规整,体型变化小,厂房高度低、重心低,厂房采用钢框架结构等均有利于抗震。

9度区唐家庄矿选煤厂,主厂房的平面呈L型,纵向跨距为9m,横向跨距有7m和9m两种,跨距大且不规则,结构体型复杂,在地震时发生严重的扭转和应力集中破坏,其破坏程度竟与位于11度地震区的唐山矿新选煤厂主厂房接近。

10度区马家沟矿选煤厂,主厂房顶部设有缓冲仓、浓缩机等,厂房形成细长条,“头重脚轻”,震害严重。厂房顶层不宜布置缓冲仓,确需布置时仓容量不宜大于300t。

7.1.3 本条所指主要机械设备包括跳汰机、加压过滤机、压滤机、浅槽分选机、浮选机、振动筛、离心机、破碎机、磁选机、旋流器组及刮板输送机等。各种管路、设备支架等必须跨抗震缝布置的设施,宜采用软连接或其他满足抗震要求的措施。

7.2 建筑结构

7.2.1 开滦煤矿选煤厂主厂房唐山矿、唐家庄矿为钢筋混凝土框架结构,林西矿、吕家坨矿底部两层为钢筋混凝土框架,以上各层为钢框架结构。其中,唐山矿为11度区,震害最重;唐家庄矿为9度区,震害次之;吕家坨矿为9度区,震害很轻。这表明钢框架结构有利抗震,林西矿、吕家坨矿经受住了考验。

7.2.2 模块式布置的厂房结构,模块结构为独立的结构受力体系,主要用于支承设备,应与主体结构分开并应进行单独的抗震验算,可不考虑风荷载的影响。

7.2.3 开滦煤矿选煤厂震害的经验教训是:主厂房体型应力求简单规整,柱网尺寸和层高宜统一,平、立面尽量避免凹进凸出,高低错落,刚度中心和质量重心尽量接近;设备布置力求均匀,重型设备尽量由高层移至低层,厂房宜尽量降低高度,必要时可布置地下室,工艺布置应尽量避免断梁缺柱的复式框架。

7.2.4 生产厂房的大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

7.2.19 根据煤矿建筑工艺布置的特点,结合多年实际工程经验,选煤厂生产厂房使用期间主要是设备运转,人员参与的很少,由于新工艺、新技术的应用,基本实现了无人值守的运营模式,所以选煤厂生产厂房的最大弹性层间位移角限值比一般民用建筑适当放宽。但对于选煤厂生产厂房中高度大于 24m 的单跨建筑,可采取加强措施或比本规范更严的层间位移角限值,在实际工程应用中是安全可靠的。

7.3 构造措施

7.3.2 选煤厂生产厂房根据工艺布置情况,一般都是空旷、高低错落的不规则建筑,以及高度大于 24m 的单跨建筑,因此本条规定其抗震构造措施比现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定有所提高。

7.4 栈 桥

7.4.1 开滦煤矿统计 74 座各种型式栈桥,在强烈地震作用下,总的来说破坏是严重的。钢结构具有优良的抗震性能,采用钢结构的栈桥震后大部分能保持完好或震害轻微;钢筋混凝土结构具有较好的抗震性能,尤其是现浇钢筋混凝土框架支承结构,破坏虽然严重,但不致发生倒塌;砖石砌体的抗拉、抗剪等性能都很差,自重

又大,不利于抗震,震后大部分倒塌或严重破坏。

7.4.2 采用钢支架的钢结构栈桥,其柔性较大,钢桁架的滚动支座支承面应适当加长加宽,并设置防坠措施。

7.4.5 矿井工业建筑内人员活动较少,大多数是运行设备。地震时对人员影响小,其地震作用下的抗震变形验算弹性层间位移角限值比一般民用建筑可适当放宽。但对高度大于 24m 的单跨支承结构,可采取加强措施或更严格的层间位移角限值。

7.5 煤 仓

7.5.1~7.5.4 开滦煤矿震害调查表明,钢筋混凝土圆筒仓的抗震性能较好,震害程度较轻,在轻微破坏与基本完好之间,有填充墙的钢筋混凝土框架支承方仓的抗震性能也较好,震害程度在中等破坏与轻微破坏之间,砖砌圆筒仓的抗震性能最差,震害最严重,接近于完全倒塌。

范各庄矿为 9 度区,铁路装车仓为 8 个直径 8m 的圆筒仓组成的单排砖砌跨线仓,地震中倒塌 5 个,严重破坏 3 个。

7.5.5 矩形煤仓、槽仓采用框架结构时,支承柱只到仓底不向上延伸,容易形成上重下轻,上刚下柔的结构,对抗震不利。支承柱延伸到仓顶,可减少刚度突变,支承柱底端与基础的连接有较强的固接性能,增强基础与上部结构的整体性。仓下支承柱间设置必要的柱间支撑,不便双向设置时可单向设置。这些构造措施有利于结构吸收较多的地震能量,达到减少震害的目的。

7.5.6 通过对开滦煤矿震害调查发现,煤仓的仓顶震害普遍较为严重,其结构型式值得研究。在高烈度区,层数要控制,宜采用轻型围护。

7.5.10 仓上建筑一般为框架结构,下部仓壁为钢筋混凝土结构,上下刚度差距很大,可以认为把仓上建筑置于刚性地面上,但仓上建筑又在煤仓顶部很高的位置,与一般的框架结构有所不同。为了方便实际工程的应用,并结合煤矿建筑的实际使用情况,仓上建筑的抗震等级根据设防烈度来确定。

8 供配电与综合信息化

8.1 一般规定

8.1.1 重要电力设施是矿井的生命线,在建筑结构和设备安装方面应加强抗震措施,有利于抵御地震灾害,为灾后恢复创造条件。

所述应急电源系指发电机组、专用的馈电线路等服务于矿井重要负荷的应急电源。通信、计算机、自动控制、照明等系统所使用的蓄电池、UPS等应急电源可按照相关规定执行。

目前许多地方及有关单位相继出台了矿井设置应急电源的有关规定,应急电源有利于在发生大面积停电事故和重大自然灾害(包括地震灾害)情况下保障人员安全,应列入重要电力设施中。鉴于目前对应急电源的供电负荷范围、持续供电时间等具体细节尚无统一认识,本规范暂不对应急电源的具体内容进行规定。

8.2 供配电系统

8.2.2 虽然室内成套电气设备本身的抗震能力优于室外安装的独立式电气设备,但当地震烈度较高时,建筑结构的抗震能力就成为恢复供电的基础性因素。

唐山地震的经验表明,室外配电装置虽然受损严重,但由于不受破损建筑结构影响,检修和恢复供电的速度均较快。目前,汶川灾区尚有部分变电站在破损建筑结构内运行,成为供电隐患。

考虑到室外布置受气象条件、污秽等级、地形条件、土地政策等诸多因素影响,无法作出统一规定,本条文规定“宜采用室外式配电装置,并宜采用中型布置方式”。

8.2.3、8.2.4 这两条规定的主要目的是减少两回电源线路同时受损停电的概率,为灾后恢复提供条件。

8.3 供配电设备安装

8.3.1 35kV 及以上主变压器增设对角拉线加强固定是唐山地震的经验。变压器类安装设计的其他抗震措施,应符合现行国家标准《工业企业电气设备抗震设计规范》GB 50556 的规定。

8.3.2 地震后,井下有可能出现瓦斯、煤尘的异常升高,采用隔爆型(或本安型)电气设备可降低瓦斯、煤尘爆炸等次生灾害发生的可能。

8.3.3 本条规定的目的是降低设备受损后发生火灾的可能性。

8.3.4 瓷横担在地震作用力下易受损,不能应用在重要线路上。

8.4 综合信息化

8.4.1 矿井信息化系统是高产高效现代化矿井建设的必要条件之一,矿井信息化系统的建设有利于地震后救援的实施。调度监控中心是矿井信息化系统的核心大脑,独立设置便于地震的设防和震后的恢复。

8.4.2 井下环网设备有壁挂和落地安装两种方式,落地安装能减少地震造成的损失。

8.4.3 在震后其他通信手段瘫痪的情况下,利用卫星通信设施及时与外界取得联系,对及时了解灾害状况、缩短救援时间、降低灾害损失具有至关重要的作用。如汶川“5.12”大地震,有线、无线通信系统震后瘫痪,震后的信息就是利用县城的卫星电话传递出来的。

8.4.5 现行国家标准《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215 将矿井信息系统划分为二级负荷,通信中心的电源按二级负荷设计与现行国家标准《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215 的规定相一致。通信中心是矿井内部及与外部通信的枢纽,保证通信中心电源的可靠性,是维持通信畅通的有力保障,因此规定除外部电源外还应设有备用电源。

9 给排水供热与瓦斯储配

9.1 水 源

9.1.1 本条是对抗震设计中矿井水源选择的规定。

1 在强烈地震发生后,由于水源条件不同,震后受到破坏的程度也不相同。多个水源震后维持部分供水能力的概率较大,有助于震后的恢复工作。现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 规定:“位于地震区的大、中城市中的给水水源、气源和热源的设置不宜少于两个。”矿井不属于大、中城市,但多数矿井独立于其他人员集中区域,需要单独解决水源问题,这一点与大、中城市相同。另外,多数矿井在地下开拓,揭露或接近地下含水岩层,有相当多的地下水涌出。这些条件为发现地下水提供方便,建设多个水源相对容易。保留可供生活饮用的水源对本单位及周围区域灾后恢复意义重大,故专门作出本款规定。

2、3 选择条件好的水源,重点采取加强抗震能力的措施,使其在震后仍旧能够提供有效的供水服务,代价小而成效显著。故提出“抗震救灾水源”的概念,并在后续的几条提出一些具体的要求。

抗震救灾水源用于灾区人民的生活及震后恢复建设工作,应提供符合饮用水标准的用水。污水再生水源不应列入抗震救灾水源,但水质符合标准的净化后矿井水是可以的。

4 根据资料,地震造成第四系含水层液化,水源井受到挤压变形,管井受到破坏;地震后地表变形、地表水源的取水构筑物倒塌,会造成水源失去取水功能。而那些取用基岩含水层的水源井则损坏较小。

承压水水位高,便于取水。水位高于地表的自流水,取水不需

要动力,对震后快速恢复使用有利。

9.1.2 本条从提高水源可靠性出发,规定了水源工程设计的若干重要原则。

1 构筑物的抗震设计应符合国家有关市政工程的抗震规定。这里主要指现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 对场地选择及对工程布置作出的重要规定。

2 潜水泵的电动机与泵体一同设在井下,不需要长传动轴。如果管井因地震发生变形,则潜水泵运行受到的影响很小。

3 大地震发生后,地下水位可能发生改变。如果原来泵体没入水中的深度不大,则可能在水位下降时发生吊泵,无法取水。而管井设计时往往为了节省投资将管径下部的管径缩小,水泵无法向下延伸。为了适应抗震救灾,则应将管井的下泵段从正常的深度再向下多延伸一定深度,比如 15m 左右。这样震后的取水可靠性就能得到较大提高。

4 取水泵房平时维修多采用电动机械装卸设备。震后恢复供电需要一段时间,如果泵房的构造不便于人力手动机械操作,则给恢复供水造成困难。以往的水源井多设可打开的房顶,现在则有可能只留安设吊车的环。无论何种方法,目的都是震后能尽快恢复取水功能。

9.1.3 井下水源指的是取水设施设在矿井井下的供水水源。井下水源工程可能包括井下涌水的收集和储存设施、取水钻井及取水以及加压设施等,也可能包括设在井下的矿井水净化处理设施以及上述工程配套的管道工程及动力、控制系统等。矿井井下水源受震害一般较轻,是相对可靠的。但作为抗震救灾水源应为震后取用方便创造条件。

在矿井运行期间,井下水源就具备平时用不着的抗震救灾供水能力,一般情况下是没有必要的,但考虑预先设置一些简单措施,使震后方便快速地转换成抗震救灾状态,却是可行的和必要的。本条即为这一方面的规定。这些措施可从下列各项中选择:

- (1) 设置备用取水钻孔。
- (2) 预留增加水泵及电器设施的位置。
- (3) 预设备用的井下输水管道。该管道应：
 - 1) 延伸至距离矿井井口较近处；
 - 2) 设置带阀门的接管口；
 - 3) 接管口的规格应与该水源的供水能力相匹配；
 - 4) 接管口位置应便于人员操作。
- (4) 预留灾后安装新管道的位置及安装管道的支承构件。
- (5) 井下水源的取水、输水设施的设计规格适当放大。

以上措施是供选择的参考项,并不全面。随着技术进步,将有针对具体情况的更好方法可供采用,实际应用不要受以上举例的限制。

9.2 给水排水

9.2.1 防灾、减灾及为震后救灾提供服务的措施,应根据具体情况考虑。一般应包括系统设置和结构处理两方面的措施。一些重要的细节内容在相关的国家标准中已有规定,不在此重复。

9.2.2 现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 主要对给排水管线设计、盛水构筑物以及泵房设计中的结构抗震作出规定。其中第 5.5 节规定了埋地管道的抗震验算,第 6 章专门对盛水构筑物的结构计算及抗震措施作了规定;第 10 章对管道工程的抗震结构设计作了规定。各类地震设防都应该按该标准的规定进行设计,本规范不再赘述。

但是,本标准着眼于较大地震和地震后的抗震救灾,并且矿区也有一些特殊性。故在现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 作出的规定内容之外,对设防烈度大于或等于 8 度的矿井作了特殊规定,分别在后面各条中予以规定。

9.2.3 现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规

范》GB 50032 关于输水管线作了有关干线应敷设成环状,给水管道的管材材质应具有较好的延性,承插连接的接头材料宜采用柔性材料以及倒虹吸管、架空管道应采用焊接钢管,穿越铁路和主要交通干线以及位于地基土为液化土地段的管道宜采用焊接钢管等规定。由于采煤引起地表发生下沉,增加了特殊因素。另外,矿区一般处在人口密度较小区域,管线选择范围较宽广。故本条将现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 没有提到或要求不具体的内容列为本规范增加的新规定。

1 地下煤层采煤后会引引起地表沉陷。地表沉陷发生需要一定的时间,一般会是一个逐渐发生的过程。在遇到地震影响的时候会集中发生沉陷。对于管道具有较大破坏性,虽然矿井的供水管线不一定能完全避开沉陷区,但管线选择还是尽量避开为好。

2 由于各方面的条件不同,不同路径的管线受损的情况也很不相同。通过尚未采空或地面沉降已经完成的路径则地表变形小。同一路径的双管容易同时被破坏,故不同路径的双管保持部分输水功能的概率加大。

3、4 管道采用砂垫层、采用强度较高的管材、提高管接头的抗拉能力以及采用伸缩管件等都是使管线在地面变形中保持完好的措施。

5 一些给水管材采用的承插接头基本不能承受拉力,考虑抗震因素就应该避免采用。抗拉的管材连接有如下实例:钢管道采用焊接,铸铁管采用自锚式连接,非金属管道采用卡箍连接。

6 埋地管道各种接头的焊缝及金属配件处应采取有效防腐措施。地震资料表明,使用时间较长的管线地震中常常在接头处断开。特别要注意的是非金属管道本不用另外考虑防腐措施,但其卡箍接头含有金属配件,应采取防腐措施。在设防烈度高的地震区,同时又是塌陷区的管道敷设时应引起特别的重视。

9.2.4 采用地沟敷设给水管道,能大大提高管道在发生变形时保持完好的性能。由于地沟敷设管道便于维修和更新,在有条件的

地方早已被采用。重要的管道提高敷设标准对平时的运行管理也有利,抗震是又一个重要的考虑因素,故对于设防烈度大的地区推荐采用管沟。

9.2.5 为了提高水池的强度和刚性,增加抗震能力规定此条。

9.2.6 水塔在地震中倒塌会带来较大的次生灾害。而高位水池或变频调速供水装置是代替水塔的供水调节设施,已经普遍采用。高位水池应考虑设置在工程地质优良的地点,以防发生较大次生灾害。地震设防烈度高的区域更不应忽略。

9.2.7 在现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 基础上,本条为各类水处理构筑物抗震设计新增了规定。

1 多单元组合成整体构筑物,并加强其强度,可以在地面变动时依靠自身的强度和整体性,保持原来的功能,提高抗震能力。煤矿的水处理规模一般比城市水厂小,构筑物相对较小,实现整体构筑物并保持整体强度是容易做到的。这样设计的构筑物还有利于减少水的中间提升环节,使系统简单,有利于恢复。为减少不同构筑物之间互相影响的可能,应按国家标准规定分散布置。

2 这里的水位差指的是未组合成整体构筑物的上下游单元之间的高差关系。除按满足正常水力条件外还应考虑更多的情况。地震之后地面变形会使高差发生改变。设计时留出冗余可增加震后维持功能的概率。

3 水的中间提升要使用动力。地震后动力一段时间不能恢复,故减少中间提升环节可避免这个恢复功能的障碍。

4 地震后造成停电,水处理设施暂时不能运行,但会有污水或矿井水继续流进水处理厂,发生无组织的溢流会造成二次灾害。做好溢流的有组织排除可避免二次灾害。

9.2.8 大地震后地面变形,排水管道坡度随之改变。排水管道的的设计留有一定冗余有可能使震后仍然维持功能。如果条件容许设计考虑大一些的坡度,例如比标准坡度增大 0.003~0.005,是有

利而无害的。

防止震后发生倒灌的措施之一就是抬高排水口设置高度。当然,还有在排出口设置止回阀等其他方法。

以上措施是否能在设计中实现要看具体条件。为留出冗余而增加过多的工程造价是不好的。但很多场合实现本条规定增加的造价很少,且对平时运行也有利。设计中不要忽略这个因素。

9.2.9 由于目前工程中经常采用构筑物主体完工后,再在墙体上打洞用膨胀螺栓安装管道及设备支架,不利于抗震,故作此条规定。

9.3 供 热

9.3.1~9.3.7 按现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 的规定,锅炉选择时锅炉本体抗震性能应满足“其结构应与该地区抗震设防烈度相适应”的要求。

快装锅炉可将锅炉条形底拖板与混凝土基础预埋板进行焊接固定。

大型锅炉构架抗震设计的构造措施,应符合现行国家标准《锅炉钢结构设计规范》GB/T 22395 的规定。