

日本高压气体安全协会

高压气体设备等抗震设计指南

KHK E 012—1983

芦友洁 赖盛刚 孙家孔 译
齐树柏 校

化学工业部设备设计技术中心站

日本高压气体安全协会

高压气体设备等抗震设计指南

KHK E 012—1983

芦友洁 赖盛刚 孙家孔 译
齐树柏 校

化学工业部设备设计技术中心站

一九八五.八

译者说明

一九八一年,日本对抗震设计的有关法令作了较大修改,并公布了“高压气体设备等抗震设计标准”。为了便于广大抗震设计人员正确理解和执行这些法令及标准,日本高压气体安全协会组成编制委员会,编制了本“高压气体设备等抗震设计指南”,并得到日本通商产业省的推荐。

本指南通过塔类、球罐、卧式储罐、平底圆筒形储罐以及框架和基础等抗震设计计算实例,介绍了设备抗震设计的原则、步骤和方法。

为了便于我国广大读者了解日本有关抗震设计的法令和标准,将日本高压气体安全协会编制的“抗震设计的省令·告示·通知等文件汇编”作为本指南的附件刊出。

参加翻译的人员有芦友洁、赖盛刚、孙家孔同志,由齐树柏同志负责校审。由于外文水平有限,错误难免,望读者批评指正。

在组织翻译过程中,得到中国石油化工总公司和化学工业部主管抗震部门的大力支持,化学工业部设备设计技术中心站为本指南出版作了大量工作,在此表示衷心感谢。

一九八四年十一月

日本高压气体安全协会
高压气体设备等抗震设计指南
KHK E012-1983

化学工业部设备设计技术中心站 出版
化学工业部设备设计技术中心站发行组 发行
(上海南京西路1856号)
江苏吴江伟业印刷厂 印刷
(江苏吴江莘塔)

工本费: 8.00 元

发 刊 辞

近年来,随着科学的进步,日本的企业规模正在飞速发展。先天就是地震国的日本,为了保护各地区的社会财富和人身安全,继续采取抗震对策仍然是极为重要的。

本协会为了适应当代形势的需要,在各方面的支持下,于1974年6月发行了以抗震对策为主要内容的“联合企业安全、防灾技术指南”(现已废除)。该指南曾被广泛应用于各个领域。

1981年10月26日,根据高压气体管理法和确保液化石油气及交易合理化等有关法律,修改了省令,同日公布了使用“高压气体设备等抗震设计标准”的告示。因此,各方面都迫切要求编制新的指南,以代替上述指南。

本协会设立了编制指南的委员会,委员会由委员会名单所示专家、学者所组成,经过他们的努力工作,最近已经进入出版阶段。所编制的指南将使人易于理解这些省令、告示,有助于人们应用这些文件。

在编制本指南过程中,以委员长为首的各委员们,互相协助配合,忘我地进行工作,在此再次向他们表示敬意,同时,向始终给予热情指导的有关部门表示感谢。此外,本指南是以高压气体设备等的抗震对策为依据的,从而获得了通商产业省的推荐,值此发刊之际予以说明。希望有关人员能应用本指南,为确保发生强烈地震时的安全作出贡献。

1983年6月1日

高压气体安全协会
会 长 高坂正雄

关于本指南

本指南的目的,是在“高压气体设备等抗震设计标准”公布之后,通俗易懂地解释有关省省令·告示·通知等,以便在进行有关设施的抗震设计时应用这些文件,因此,指南的内容是指出抗震设计的方法并对此加以说明。有时也谈到一些细节,但不管怎样这只不过是一些示例,不是非按本指南所示方法进行设计计算不可。在这方面,请能正确理解本指南的性质,不要受到拘束,能予正确使用。另外,对本指南的内容感到有难解之处,或与告示及其他文件有矛盾的地方,或认为有需要补充的地方,都请与协会秘书处联系。

在编制本指南时,组成了工作小组,请以今野辉雄主任为首的各编委担任了执笔并对指南的内容进行了讨论。对此,我以抗震设计指南编制委员会委员长的名义,向以上各位以及协会秘书处的各成员,深表谢意。

1983年6月1日

抗震设计指南编制委员会
委 员 长 柴田 碧

1983.6.1

高压气体设备等抗震设计指南委员会委员名单

委员长	柴田碧	东京大学生产技术研究所教授
主任	今野辉雄	日产化学工业公司工务部长
委员	吉岡照夫	工业品检查所检查部高压气体设备课
委员	竹生田秀夫	神奈川县环境部工业安全课
委员	铃木羲衛	千叶县商工劳动部安全课
委员	山本镇男	千代田化工建设公司应用分析技术部
委员	岡田旻	日挥公司工程设计本部结构分析部
委员	池田雅俊	住友重机械工业公司装置事业本部工程规划室
委员	稻葉忠	东洋工程公司工程本部应用分析部
委员	浅井修	石川岛播磨重工业公司贮存装置工程室 储罐设计部抗震技术小组
委员	海法克治	川崎重工业公司 钢制机器事业部钢制设计室管罐机器设计部
委员	相田俊一	日本石油公司技术部设计 2 课
委员	古谷野尚志	三菱化成工业公司技术室
委员	塚本良树	东亚燃料工业公司技术部
委员	武田松雄	三井石油化学工业公司技术部
委员	中村明夫	岩谷产业公司技术安全部安全课
委员	北野松司	日本冷藏公司综合技术部

高压气体设备等抗震设计指南

目 录

发刊辞

关于本指南

高压气体设备等抗震设计指南委员会委员名单

0	前言	(1)
1	总则	(1)
2	计算顺序	(3)
3	地表面的设计地震运动	(6)
3.1	设计地震运动的种类	(6)
3.2	重要度系数 β_1	(6)
3.3	地区系数 β_2	(10)
3.4	表层地基的放大系数 β_3	(10)
3.5	地表面的设计地震运动	(19)
4	静力震度法	(19)
4.1	静力震度法的适用范围	(19)
4.2	设计静力水平震度和设计静力水平地震力	(20)
4.3	基础的设计静力水平震度和设计静力水平地震力	(21)
5	修正震度法	(24)
5.1	修正震度法的适用范围	(24)
5.2	设计修正水平震度和设计修正垂直震度	(24)
5.3	抗震设计设备的自振周期	(27)
5.4	设计修正水平地震力和设计修正垂直地震力	(32)
6	设计和应力计算	(35)
6.1	抗震设计设备的计算应力	(35)
6.2	塔类	(35)
6.3	球罐	(39)
6.4	卧式圆筒形储罐	(42)
6.5	平底圆筒形储罐	(48)
6.6	框架	(52)
6.7	基础	(58)

6.8	地脚螺栓	(63)
7	抗震设计用许用应力等	(63)
7.1	抗震设计用许用应力等的适用划分	(63)
7.2	受压部件的抗震设计用许用应力	(63)
7.3	支承构件的抗震设计用许用应力	(65)
7.4	基础和地基的抗震设计用许用应力等	(67)
8	抗震设计计算例题	(72)
8.1	抗震设计计算顺序	(72)
8.2	塔类	(73)
8.2.1	塔类抗震设计的流程图	(73)
8.2.2	裙座式自立塔	(73)
8.2.2.1	塔	(73)
8.2.2.2	基础	(81)
8.2.3	裙座式立式圆筒形储罐	(98)
8.2.4	支腿式立式圆筒形储罐	(105)
8.3	球罐	(116)
8.3.1	球罐抗震设计的流程图	(116)
8.3.2	钢管支撑式球罐	(117)
8.3.2.1	储罐	(117)
8.3.2.2	基础	(130)
8.3.3	拉杆支撑式球罐	(148)
8.3.4	以详细载荷数据为基础的基础设计	(159)
8.4	卧式圆筒形储罐	(170)
8.4.1	卧式圆筒形储罐的抗震设计流程图	(170)
8.4.2	贮存能力 100tf 以上, 且 $L/D_m > 4.5$ 的液氯储罐	(170)
8.4.2.1	储罐	(170)
8.4.2.2	基础	(181)
8.4.3	按修正震度法设计贮存能力小于 100tf 的液化石油气储罐	(192)
8.4.4	按静力震度法设计的液化石油气储罐	(206)
8.4.4.1	储罐	(206)
8.4.4.2	基础	(212)
8.5	平底圆筒形储罐	(219)
8.5.1	平底圆筒形储罐的抗震设计流程图	(219)
8.5.2	公称容量为 7000m ³ 的液化丙烷储罐	(220)
8.5.2.1	储罐	(220)
8.5.2.2	基础	(228)

8.6 框架和安装在框架上的塔罐类	(243)
8.6.1 框架和装设在框架上的塔罐类抗震设计流程图	(243)
8.6.2 框架和装设在框架上的支耳式塔	(243)
说明	(259)
1 裙座式自立塔类的自振周期计算式	(260)
2 支腿式塔类的水平刚性	(261)
3 框架的自振周期计算式	(264)
4 由框架支承的塔罐类反应倍数	(264)
5 在支腿及其地脚螺栓上产生的应力	(266)
6 球罐的应力计算式	(269)
7 卧式圆筒形储罐的应力计算式	(280)
8 平底圆筒形储罐	(281)
参考	(287)
1 抗震设计概要	(288)
2 地震分析法	(295)
3 储罐(LNG、LPG 储罐)的抗震设计	(304)
4 大型平底圆筒形储罐的抗震设计法	(313)
5 关于瑞利法	(317)
6 标准反应倍数的修正系数	(319)
附件 抗震设计的省令·告示·通知等文件汇编	(321)

高压气体设备等抗震设计指南

0 前言

本指南是根据 1981 年 10 月 26 日通商产业省告示 515 号“高压气体设备等抗震设计标准”(以下称“标准”)和 1982 年 1 月 22 日 57 立局第 23 号通知“关于部分修订高压气体设备等抗震设计所必须遵守的有关通知”(以下称“通知”)进行抗震设计时,以能够用手算为目的的抗震设计指南。需要用大容量存储器电算机进行计算的大型平底圆筒形储罐以及必须用振型分析法进行分析的塔等的抗震设计不包括在本指南范围之内。

按本指南进行抗震设计时的注意事项如下:

(1) 为了便于进行计算,本指南将新建设备的有关省令和标准的条文改成横写,并汇编通知等文件作为本指南的附件。按计量法单位标准附表第 2 所规定的代号表示单位制,并按该规定区分质量单位和重量单位。

(2) 因为横写了标准,原来在标准中的上栏和下栏,在指南中改成左栏和右栏。此外,计算式的起写位置也多少有些差异。为了便于引用标准中的图、表和计算式,增设右栏加了各自的编号。

(3) “8”抗震设计计算例题仅仅是表示计算方法的计算例题,不表示最佳设计或推荐的设计计算,也不表示计算应力对许用应力的富裕量等的标准。当设计时,需要研究下列各设计方法,然后再进行设计:对钢结构物,应研究日本建筑学会制定的“钢结构设计标准”;对钢筋混凝土结构物,应研究该学会的“钢筋混凝土结构计算标准及其说明”;对基础,应研究“建筑基础结构设计标准及其说明”和“钢筋混凝土结构计算标准及其说明”。

(4) 为了便于提出申请和审查,规定了计算书格式,请予使用。

(5) 当修订标准时,请及时修正指南附件中的相应标准。

(6) 为了明确区分标准中和指南中的图、表和计算式,以[]中的编号表示附件的标准中右栏所示图号、表号和计算式号;以()表示指南中的这些编号。

1 总则

1.1 适用范围 本指南论述的是新建抗震设计结构物按静力震度法和修正震度法的抗震设计。

1.2 基本事项

(1) 抗震设计的基本考虑方法 在地震国的日本装设设备时,必须考虑抗震设计。设计时,虽然希望一律都能抗强烈地震,但将地震发生的概率和设备的重要度等一并考虑之后进行设计才是合理的。在高压气体管理法和有关确保液化石油气安全和交易合理化的法律中,考虑在地震时其适用设备万一出现破坏后,对第三者的灾害影响程度,按省令规定,作为抗震设计对象的设备应当是有一定规模以上的塔罐类。在标准中,按照设备,安装地区预期发生的地震规模及其可能性以及地基的性质,将这些因素综合起来加以考虑,分别确保其合理的抗震强度。这就是抗震设计的基本考虑方法。

(2) 抗震设计中的分析方法 抗震设计的基本设计是将对象物换成适当的振动模型,用

动力的分析方法*¹ 评价对象物对地震影响的反应。但是,由于对象物不同,有的也不一定按动力分析方法,按其结构和危险性的影响程度,也可以用静力分析方法*² 评价其反应(参见标准第4条)。

1.3 用语的意义 本指南中所用主要用语的意义如下:

用 语	意 义	备 注
1. 塔	进行反应、分离、精制、蒸馏等的立式圆筒形高压气体设备(储罐除外),且该设备的最高切线至最低切线之间的长度* ¹ 为5m以上者(包括立式换热器* ²),以及冷冻设备的冷凝器(限于筒体长度* ³ 为5m以上者)	冷冻 10-4 之 2 一般 12-10 之 4
2. 储罐	为了生产、贮存、消费、发货、贩卖等,贮存高压气体的设备(立式圆筒形储罐、卧式圆筒形储罐、球罐、平底圆筒形储罐),其贮存能力为300m ³ 或3t以上者,以及冷冻设备的受液器(限于内容积为5000l以上者)	冷冻 10-4 之 2 液石 9-12 之 2 一般 12-10 之 4 液石施 6-2.2.25
3. 塔罐类	塔和储罐	告 1.3
4. 塔类	塔和立式圆筒形储罐	告 1.4
5. 抗震设计设备	塔罐类及其支承结构物	告 1.5
6. 特定支承结构物	和塔罐类成一体 的支承结构物(特定设备检查规程的适用范围)	特定规程 3
7. 抗震设计结构物	抗震设计设备及其基础	告 1.6
8. 支承结构物	框架、支腿、支耳、裙座、鞍座、支柱、支撑、底座板、地脚螺栓、固定螺栓和固定拉板,以及具有类似这些机能的 结构物	
9. 框架	型钢、钢管、钢筋混凝土结构物,并通过裙座、支腿等的底座板或支耳支承塔罐类者,均属框架。但是不包括台架	
10. 框架等	框架和由它支承的塔罐类及其它附加在该框架上的设备	告 6.2 丁(1)
11. 框架重量比	塔罐类的操作重量与框架等总重量之比	告 6.2 丁(1)
12. 台架	和基础成一体 的钢筋混凝土或 钢骨钢筋混凝土结构物,且从地面至底座板下面的高度不到3m者,叫台架。在设计上台架属于基础	
13. 基础	有的包括桩在内叫基础,有的把桩以外部分叫基础。这两种,没有桩的基础叫直接基础,有桩的基础叫桩基础	告 15
14. 操作重量	在一般操作状态下的抗震设计设备自重(在积雪地区,包括积雪荷载* ⁴)和贮存物料重量之和	告 1.15
15. 重要度系数	根据抗震设计结构物的重要度决定的系数(β_1)	告 3.1.1
16. 地区系数	根据地区决定的系数(β_2)	告 3.1.1
17. 设计水平地震力	设计静力水平地震力及设计修正水平地震力(F_H)	告 10, 2, 乙(1)
18. 设计垂直地震力	设计修正垂直地震力(F_V)	告 10, 1, 甲(1)
19. 地脚螺栓的有效断面面积	对剪切,以螺纹部分不受剪切力为条件,取地脚螺栓杆径的断面积;对拉力,取以螺纹内径为圆的面积。	告 10, 告 11, 告 12, 告 14
20. 小钢架	在塔类支承结构物中,只支承1台塔类(如具有同等振动特性的塔类时,也可以多台)水平荷载的钢制结构物。但对安装在钢制框架上的小钢架,其垂直投影面积不到框架垂直投影面积的2/3者(如2/3以上时,视为框架的一部分)	

注

*¹ 切线之间的长度为如(图1.1)所示长度。

*² 与冷凝器形状相同的换热器是(图1.2)所示长度。

*³ 筒体长度是(图1.2)所示长度。

*⁴ 取积雪单位重量(每1cm积雪量每1m²为2kg以上)乘上该抗震设计设备安装地区的垂直最深积雪量。但是,如果该抗震设计设备为不积雪的形状或设有有效的除雪或融雪设施时,根据情况,可减少积雪量。

注 *¹ 动力的分析方法:修正震度法、振型分析法、时程反应分析法等。

*² 静力的分析方法:静力震度法。

2 计算顺序

2.1 计算顺序概要 抗震设计的基础地震运动有第一设计地震运动和第二设计地震运动两种。各自地震运动的计算顺序如(表 2.1)所示。以下,用表叙述计算顺序的概要。对各项目的详细内容,在指南的有关各项中加以说明。

2.2 决定重要度系数 β_1

(1) 在设计对象的塔罐类内,贮存或保存(以下称“贮存”)的高压气体种类分为第一种毒性气体、第二种毒性气体、第三种毒性气体或可燃性气体以及其它气体四种。然后,按各气体种类,从重度度分类表[表 3.2]~[表 3.4],根据各贮存量 $W(\text{tf})$ 和从该塔罐类外面到企业边界线或按企业边界线同等看待的位置的距离 $X(\text{m})$, 求出重要度, 参见(图 3.1)。

不管其贮存量 and 到企业边界线的距离如何,其它气体的重要度都取 III。

(2) 对适用联合企业等安全规程的特定制造企业,在这里安装的抗震设计设备,如果其贮存量,对第一种毒性气体和第二种毒性气体为 30tf 以上,对第三种毒性气体和可燃性气体为 100tf 以上时,由重要度分类表决定的重要度往上进一级。此时,改变前重要度为 I 者,取重要度为 Ia。但对其它气体的抗震设计设备,其重要度不作往上进一级的变更。如用(表 3.1)和(表 3.2)很方便。

(3) 由重要度决定的重要度系数 β_1 , 按其重要度取[表 3.1]所示之值。

2.3 决定地区系数 β_2 根据[表 3.5], 确认该抗震结构物安装地区的划分。按其地区划分决定地区系数 β_2 值。如用(表 3.2)和(表 3.3)很方便。

2.4 决定表层地基放大系数 β_3 根据[表 3.6], 确认该抗震设计结构物安装地基属于 4 种种别中的哪一种。按该地基种别所决定的值作为对该抗震设计结构物的表层地基放大系数 β_3 。但是,如果根据该地点的地震观测或平时微动观测等,能够估计表层地基的振动特性时,不一定按此表的值来决定。

2.5 计算地表面的第 1 设计地震运动

根据抗震设计结构物的震度或加速度评价其抗震性时,地表面的第 1 设计地震运动水平震度 K_H 、垂直震度 K_V 等计算方法,分别按[式 3.1]和[式 3.2]计算。

2.6 假定抗震设计设备的技术参数 对塔罐类,根据特定设备检查规程,由其形状、尺寸、设计压力、设计温度、材料、腐蚀裕度等求出壁厚;对裙座、鞍座、支柱、框架等支承结构物,根据其规格或经验求出主要尺寸,假定抗震设计设备的技术参数。

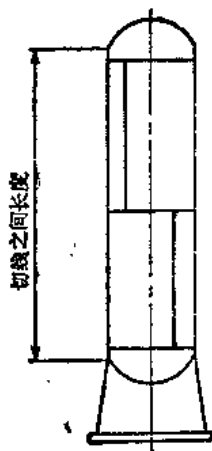
这样决定该抗震设计设备抗震设计开始时所需要的形状、尺寸和重量等。

2.7 计算作用于抗震设计设备的地震力

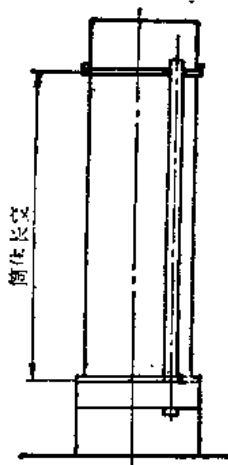
(1) 求出作用于抗震设计设备的地震力的方法,大致可分为将设计对象设备换成适当的振动模型进行分析的动力分析法和按静力反应分析方法进行的静力震度法。

动力分析法是考虑抗震设计设备的振动特性,按地震力计算反应的方法,它有多种方法(参见 1.2.(2) 的注)。

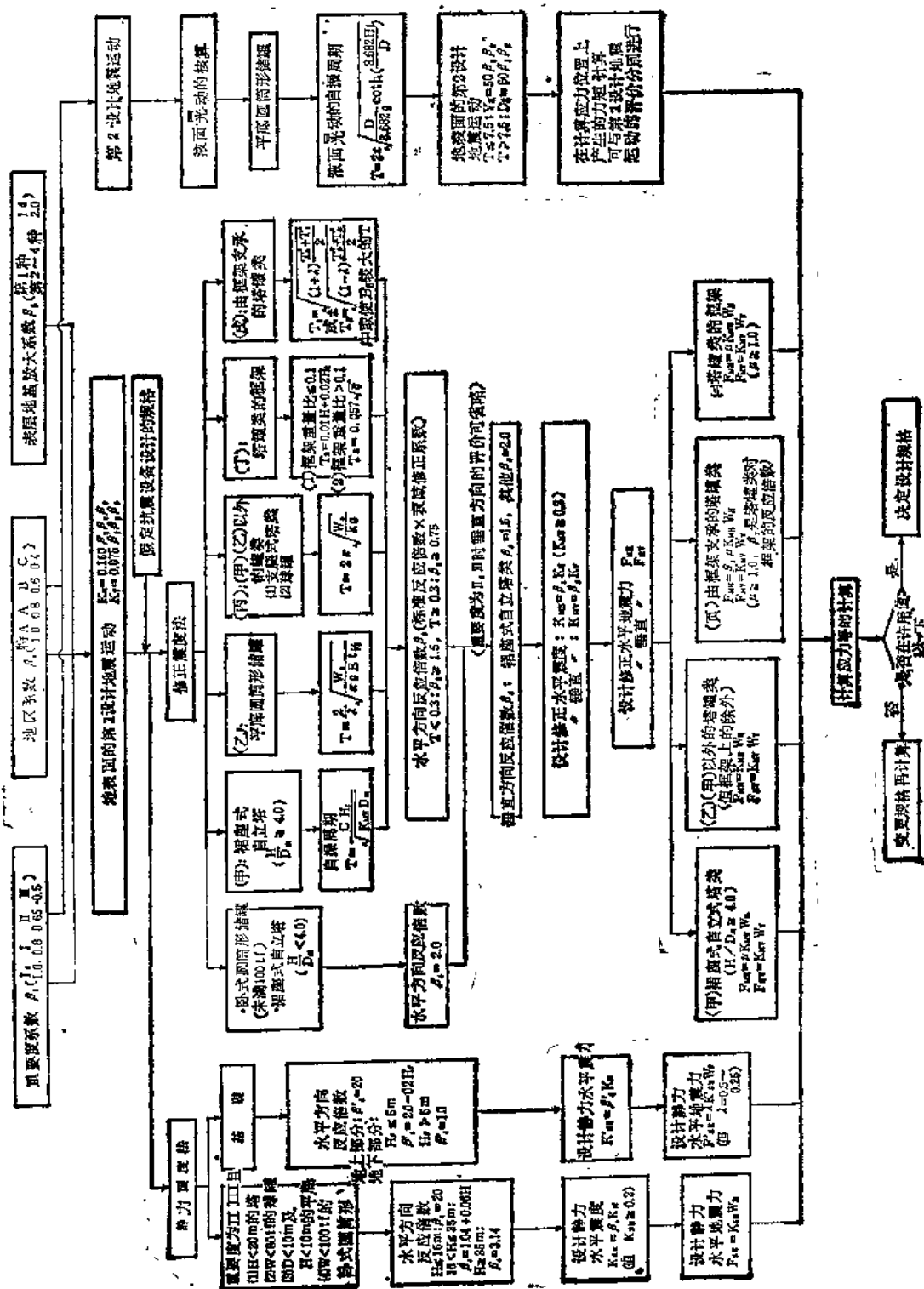
静力震度法是将作用的地震力当作静力的水平力进行计算的方法。当采用此方法时,可



(图 1.1) 切线之间长度



(图 1.2) 筒体长度



(表 2.1) 抗震设计流程图

不考虑垂直方向的地震力。(告5)。

(2) 可以适用静力震度法的抗震设计设备是重要度为 II 或 III, 且符合规定条件的设备 [表 4.1]。

2.8 静力震度法

(1) 按抗震设计设备从地表面计算的高度 $H(m)$, 求出水平方向的反应倍数 β_4 [表 5.1]。

(2) 根据 2.5 所求得的地表面的第 1 设计地震运动的水平震度 K_H 和抗震设计设备的反应倍数 β_4 , 求出设计静力水平震度 K_{SH} 。但是, 比值不到 0.2 时, 取 0.2。

(3) 根据 2.6 所求得的操作重量 $W_H(kgf)$ 和设计静力水平震度 K_{SH} , 按 [式 5.2] 求出设计静力水平地震力 $F_{SH}(kgf)$ 。

2.9 修正震度法

2.9.1 抗震设计设备的水平方向自振周期计算 计算抗震设计设备的水平方向自振周期时, 采用由其结构所决定的计算式 [式 6.3]、[式 6.4]、[式 6.6] 和 [式 6.23] 或采用与抗震设计设备结构相适应的适当方法, 例如瑞利法进行计算。

2.9.2 反应倍数

(1) 按地区划分和地基种别, 从 [图 6.1] 或 [图 6.2] 求出与该抗震设计设备的水平方向自振周期相对应的标准反应倍数。

(2) 按抗震设计设备的种类, 从 [表 6.2] 或 [表 6.3] 求出衰减常数, 然后, 从 [图 6.3] 求出由衰减常数决定的修正系数。

(3) 水平方向的反应倍数 β_5 , 是由 (1) 所求得的标准反应倍数乘以由 (2) 所求得的修正系数所得之值。

(4) 垂直方向的反应倍数 β_6 , 可以认为沿高度方向是个定值, 对裙座式塔类取 1.5; 对其他抗震设计设备取 2.0。

2.9.3 设计修正震度 由于水平方向的反应倍数 β_5 和在 2.5 求得的地表面的第 1 设计地震运动的水平震度 K_H , 求出设计修正水平震度 K_{MH} (但是, 如果不到 0.2 时, 取 0.2), 由垂直方向的反应倍数 β_6 和地表面的第 1 设计地震运动的垂直震度 K_V , 求出设计修正垂直震度 K_{MV} [式 6.1] 和 [式 6.2]。

2.9.4 设计修正水平地震力 设计修正水平地震力 $F_{MH}(kgf)$, 是由设计修正水平震度 K_{MH} 和操作重量 $W_H(kgf)$ 求出的。此时, 对裙座式自立塔类, 其从底座板计算的高度与平均直径之比为 4.0 以上者以及在框架上时需要考虑震度分布; 对框架上的塔罐类还需要考虑对框架的反应倍数 β_7 。[式 6.24]、[式 6.28]、[式 6.30]、[式 6.33]。

2.9.5 设计修正垂直地震力 设计修正垂直地震力 $F_{MV}(kgf)$ 是由设计修正垂直震度 K_{MV} 和作用在求设计修正垂直地震力位置的抗震设计设备自重和贮存物料重量之和 $W_V(kgf)$ 求出的。[式 6.25]、[式 6.29]、[式 6.31]、[式 6.34]。

2.10 按地表面的第 2 设计地震运动校核 用于评价平底圆筒形储罐的液面晃动影响的第 2 设计地震运动, 是具有水平地动速度 $V_H(cm/s)$ 或水平地动位移的半振幅 $D_H(cm)$ 的地震运动。而 V_H 和 D_H 是根据 [式 3.3] 求出的液面晃动自振周期的划分 ([表 3.7]) 所决定的。

在本指南中, 叙述的是内径为 20m 以下, 且壁板部分的高度与内径之比为 1.25 以下的平底圆筒形储罐。

(1) 地表面的第 2 设计地震运动的水平加速度是根据 [表 3.7] 求出的 V_H 或 D_H , 用 [表 13.1] 所示计算式计算的。

(2) 用[表13.1]计算的水平加速度 $\alpha_2(\text{cm/s}^2)$,求出产生在壁板上的压应力(失稳) $\sigma_c(\text{kgf/mm}^2)$ 和产生在固定拉板上的拉应力 $\sigma_t(\text{kgf/mm}^2)$ 。

2.11 计算抗震设计用计算应力 在地震时,发生在抗震设计设备主要部分的应力(计算应力),取内压、自重(在积雪地区包括积雪载荷)、储存物料重量等。在一般使用状态下认为长时间连续作用的一般载荷的力和由设计地震力引起的力,在最不利条件下组合起来的两者之和。根据这样的想法,按各抗震设计设备的结构,计算抗震设计设备在抗震上的重要部位所产生的拉应力、弯曲应力、剪切应力、压应力等。

2.12 抗震设计用许用应力 抗震设计设备的抗震设计用许用应力,按受压部件、支承构件的划分,分别取所规定的值。[表16.1]、[表16.2]、[表16.3]、[表16.4]、[表16.5]。

2.13 应力的评价和决定抗震设计设备的规格

(1) 比较抗震设计用计算应力和抗震设计用许用应力,如果所有的计算应力均在许用应力以下时,认为合格。

(2) 如果有的部位其计算应力超过许用应力时,因强度不够,应改变部件的尺寸,重新按2.6进行抗震设计计算,重复试算几次直至合格为止。

(3) 求得合格结果后,则决定抗震设计设备的设计规格。

2.14 基础的设计 基础的设计根据抗震设计设备作用于基础上的倾倒力矩、剪切力(在基础上表面的水平载荷)、垂直载荷以及基础本身的设计地震力进行计算。

基础与抗震设计设备的情况一样,首先假定其方式(直接基础、桩基础等)、形状和尺寸,然后根据这些假定计算其计算应力,并和基础及地基的抗震设计用许用应力数值进行比较,合格后,则决定基础的设计规格。

3 地表面的设计地震运动

3.1 设计地震运动的种类 做为抗震设计基础的地表面的设计地震运动,有第1设计地震运动和第2设计地震运动两种。无论那一种设计地震运动都要根据1.2(1)所述的抗震设计基本考虑方法,进行合理的抗震设计。对传递到地震基底一定大小的地震运动,考虑下述按重要度分类的重要度系数;考虑按地区划分的地区系数;此外,对第1设计地震运动还应考虑按地基种别决定的表层地基放大系数,然后对该抗震设计结构物,按它们的各种组合情况决定适当的地表面设计地震运动。

第1设计地震运动是为了根据抗震设计结构物的震度或加速度(加速度用于振型分析法,在本指南中未涉及到),评价其抗震性的设计用地震运动。对象是短周期地震运动。

第2设计地震运动是为了评价平底圆筒形储罐的液面晃动对储罐壁板和固定拉板影响的设计地震运动。对象是长周期地震运动。

3.2 重要度系数 β_1

3.2.1 重要度分类 抗震设计结构物的重要度分类是每个抗震设计结构物根据该塔罐类的气体种类、贮存能力和该塔罐类外面到安装该抗震结构物的企业边界线(如有连接该边界线的海、江河、湖泊以及与此具有等效效应的设施或土地时,则到其边缘)的最短距离,由(表3.1)或(表3.2)决定其重要度。

按重要度,重要度系数 β_1 由[表3.1]决定。

(表 3.1) 重要度系数 β_1 值

重要度	Ia	I	II	III
β_1	1.00	0.80	0.65	0.50

(表 3.1) 重要度分频(一般)

气体 种类	距离 X(m)	贮 存 能 力 W(tf)				
		5 未満	5 以上未滿 20	20 以上未滿 100	100 以上未滿 500	500 以上
第一 种 毒 性 气 体	未滿 100	I	I	I	I	I
	100 以上未滿 200	II	I	I	I	I
	200 以上未滿 500	III	II	I	I	I
	500 以上未滿 1000	III	III	II	I	I
	1000 以上	III	III	III	II	I
第二 种 毒 性 气 体	未滿 50	I	I	I	I	I
	50 以上未滿 200	II	I	I	I	I
	200 以上未滿 500	III	II	I	I	I
	500 以上未滿 1000	III	III	II	I	I
	1000 以上	III	III	III	II	I

气体 种类	距离 X(m)	贮 存 能 力 W(tf)				
		未滿 10	10 以上未滿 100	100 以上未滿 1000	1000 以上 未滿 10000	10000 以上
第三 种 毒 性 气 体 及 可 燃 性 气 体	未滿 20	I	I	I	I	I
	20 以上未滿 40	II	I	I	I	I
	40 以上未滿 90	II	II	I	I	I
	90 以上未滿 200	III	II	II	I	I
	200 以上未滿 400	III	III	II	II	I
	400 以上未滿 900	III	III	III	II	II
	900 以上未滿 2000	III	III	III	III	II
	2000 以上	III	III	III	III	III

其它气体,与贮存能力、距离无关,重要度均定为 III

备注

(1) 在适用联合企业安全规程的特定生产企业以外的地点,安装抗震设计结构物时,适用本表的重要度分类。

(2) 本表是由[表 3.2]、[表 3.3]和[表 3.4]汇总而成的。

(表 3.2) 重要度分类(特定)

气体 种类	距离 X(m)	贮 存 能 力 W(tf)					
		5	5 以上未满 20	20 以上未满 30	30 以上 未满 100	100 以上 未满 500	500 以上
第 1 种 毒性气体	未满 100	I	I	I	Ia	Ia	Ia
	100 以上未满 200	II	I	I	Ia	Ia	Ia
	200 以上未满 500	III	II	I	Ia	Ia	Ia
	500 以上未满 1000	III	II	II	I	Ia	Ia
	1000 以上	III	III	III	II	I	Ia
第 2 种 毒性气体	未满 50	I	I	I	Ia	Ia	Ia
	50 以上未满 200	II	I	I	Ia	Ia	Ia
	200 以上未满 500	III	II	I	Ia	Ia	Ia
	500 以上未满 1000	III	II	II	I	Ia	Ia
	1000 以上	III	III	III	II	I	Ia

气体 种类	距离 X(m)	贮 存 能 力 W(tf)				
		未满 10	10 以上未满 100	100 以上未满 1000	1000 以上 未满 10000	10000 以上
第 3 种 毒性气体及可燃性气体	未满 20	I	I	Ia	Ia	Ia
	20 以上未满 40	II	I	Ia	Ia	Ia
	40 以上未满 90	II	II	Ia	Ia	Ia
	90 以上未满 200	III	II	I	Ia	Ia
	200 以上未满 400	III	III	I	I	Ia
	400 以上未满 900	III	III	II	I	I
	900 以上未满 2000	III	III	II	II	I
	2000 以上	III	III	II	II	II
其它气体, 与贮存能力、距离无关, 重要度均定为 III						

备注

在适用联合企业安全规程的特定生产企业内安装的抗震设计结构物适用本表, 本表是分类表, 它是根据[表 3.1]的备注, 对(表 3.1)中的划分往上进一级后变成内。

3.2.2 气体的分类 在抗震设计结构物中, 把气体分类为下列 5 种:

(1) **第 1 种毒性气体** 氯、氰化氢、二氧化氮、氟和碳酰氯。

(2) **第 2 种毒性气体** 氯化氢、三氟化硼、二氧化硫、氟化氢、甲基溴和硫化氢。

(3) **第 3 种毒性气体** 氨、甲基氨、丙烯腈、丙烯醛、一氧化碳、氯丁二烯、氧化乙烯、二乙基胺、三甲基胺、二硫化碳、苯、甲基胺和允许限量为 200ppm 以下的其它气体。

(4) **可燃性气体** 异丁烷、乙烷、乙烯、正丁烷、丙烷、液化石油气、乙炔、乙醛、乙基胺、乙基苯、乙基氯、聚氯乙烯、氧化丙烯、环丙烷、二甲基胺、氢、丁二烯、丁烷、丁烯、丙烯、甲烷、甲基醚和属于下列(a)和(b)的其它气体(但不包括在(3)所示毒性气体):

(a) 爆炸极限(指与空气混合时的爆炸界限, 以下同)的下限为 10% 以下者。

(b) 爆炸极限的上限和下限之差为 20% 以上者。

(5) 其它气体 在(1)、(2)、(3)、和(4)所示气体以外的气体。

3.2.3 贮存能力 在抗震设计结构物的重要度分类中,贮存能力 W , 根据该塔罐类别按下列规定。

(1) **压缩气体的储罐** 压缩气体的贮存能力,是按贮存容积 (m^3),把常用温度和压力下的气体换算成重量(tf)的值,其换算公式如下:

$$W = \frac{273(P+1)V_1 M}{1000 \times 22.4 T} \quad (\text{式 3.1})$$

式中 W : 贮存能力(tf)。

P : 常用压力(kgf/cm^2)。

V_1 : 储罐的容积(m^3)。

M : 该气体的分子量(kgf/kmol)。

T : 常用温度的绝对温度(K)。

(2) **液化的储罐** 液化气的贮存能力按下式计算。但是,对平底圆筒形储罐,可用申请制造许可时的贮存能力作为该储罐的贮存能力。

$$W = 0.9 W_2 \quad (\text{式 3.2})$$

式中 W : 贮存能力(tf)。

w : 在常用温度下,储罐的液化气密度(tf/m^3)。

V_2 : 储罐的容积(m^3)。

备注 用于抗震设计的常用温度是在一般贮存状态下,液化气密度为最大时的温度。

(3) **塔和中间罐** 像塔和中间罐(工艺过程中的中间罐)那样,以处理气体为目的塔罐类,其贮存能力定为在正常操作状态下,气体的气相和液相各自的重量之和为最大时的重量。此时,正常操作状态包括从操作开始到停止操作时的操作状态。

3.2.4 距离 用于重要度分类的距离 X 是指从“安装有抗震设计结构物的塔罐类外面到企业所边界线的最近水平距离 X (m)”。但是,如果企业所有下列(1)至(7)所示的设施时,取 X 为塔罐类外面到最近设施的水平距离 X (m)”。举例如(图 3.1)所示。

(1) 海、湖泊、江河和水路以及适用工业用水管工程法的工业用水管。

(2) 运输货物的铁路专用线。

(3) 工业专用地区或将来确实成为工业专用地区以内的土地。但是,目前已有安全保护物时,到该安全保护物的距离。

(4) 有关制造业(包括物品的加工修理业)、供电企业、供气体业以及仓库等的企业用地中,目前已用于生产活动的。

(5) 上述(1)至(4)的设施与该企业相连接的道路和铁路。

(6) 除上述各项所示以外,没有可能安装安全保护物的土地且通商产业大臣特地认为安全没有什么影响的土地。

(7) 在该企业中,有制造高压气体者所有的土地,或具有地面权及其它有使用土地权的土地。

3.2.5 由于安装防灾设备等使重要度变更 附加在该抗震设计结构物上的防灾设备,在地震时和地震后,认为对防止灾害的发生或灾害的扩大十分有效时,根据所安装的防灾设备的具体情况,可变更(降低)该抗震设计结构物的重要度。