

日本化工設備標準規範集

KHK S0201-1970

球形貯罐

上海化學工業設計院石油化工設備設計建設組

毛主席语录

政治工作是一切经济工作的生命线。在社会经济制度发生根本变革的时期，尤其是这样。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

日本化工设备标准规范集

(二)

球形贮罐技术规范

(日) 高压气体安全协会自订规范

(KHK S 0201-1970)

北京石油化工总厂设计院 译

上海化学工业设计院 校

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

一九七四年六月

前 言

为适应当前化肥及石油化工生产发展的需要，配合引进大型合成氨及乙烯装置的建设，了解并掌握国外有关技术动向及水平，我组将根据设备设计、检验及施工的需要，组织翻译、整理、出版主要资本主义国家的化工设备有关标准、规范。

本集为日本化工设备标准规范集。将根据需要陆续收入 JIS、JPI、KHK、HPI 等有关标准、规范（包括企业标准等）。本册为日本高压气体安全协会自订规范“高压气体球形贮罐有关规范”（KHK S 0201-1970 年修订本）的译文，介绍了球形贮罐设计、用材、结构、制造、检验等方面技术规定。此类协会自订规范在日本并不具有法律的强制作用，而作为协会提出的指导性、推荐性技术规范。但亦反映了资本主义国家社会制度的黑暗、腐朽，反映了社会阶级矛盾。我们在参阅时必须时刻牢记伟大领袖毛主席关于“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收”的教导。

本册由北京石油化工总厂设计院承译，上海化工设计院进行了复校。由于我们译校水平所限，错误及不妥之处，望请批评、指正。

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

1974.4

目 录

一、总 则	1
1.1 目 的	1
1.2 适用范围	1
1.3 适用的法规及规范	1
1.4 作为依据的标准、规范	1
1.5 用语的定义	1
二、材 料	7
2.1 常温贮槽的材料	7
2.2 低温贮槽的材料	8
2.3 主要钢材厚度的允许偏差	9
2.4 计算中钢材的抗拉强度及屈服点	9
2.5 计算中所用的钢材压缩强度	10
2.6 计算中所用的钢材剪切强度	10
三、构 造	11
3.1 一 般	11
3.2 贮槽贮存能力的计算	11
3.3 球格板、筒体及封头	11
3.4 平 板	14
3.5 焊缝形式	17
3.6 贮槽本体上的开孔和接管	21
3.7 开孔补强	21
3.8 焊接接头的应力消除	24
3.9 支承构件	24
3.10 载 荷	25
3.11 钢结构构件的许用应力	27
四、制 造	32
4.1 一 般	32
4.2 施工设计	32
4.3 钢板的修理	33
4.4 成型加工	35
4.5 成型后的检验	36
4.6 焊 接	36
4.7 贮槽尺寸的检验	42
4.8 焊接接头的应力消除方法	43

4.9 附件的安装及其他	44
五、制造时的试验及检查	45
5.1 检查委员会	45
5.2 钢材的试验及检查	46
5.3 焊接施工方法试验	48
5.4 制造时的检查	51
5.5 竣工检查	53
5.6 附件性能的检查	54
六、独立安全检查	56
6.1 一般	56
6.2 检查的种类	56
6.3 检查记录	56
6.4 预期腐蚀率的决定	57
6.5 检查时间的决定	57
6.6 检查的内容	57
七、附属设备	59
7.1 隔热设施	59
7.2 保冷设施	60
7.3 截止阀(原阀)	61
7.4 紧急切断装置	61
7.5 安全阀	62
7.6 防真空阀	65
7.7 液面计	65
7.8 压力表	66
7.9 温度计	66
7.10 铭 牌	66
7.11 接地设备	67
7.12 消防设备	67
7.13 附属设备所使用的材料	68
八、涂饰	69
编制说明	70
附录一 独立安全检查	122
附录二	129
附：实例计算	136

一、总 则

1.1 目的*

本规范是就球形贮槽的建设到安全检查等一系列技术事项及管理方法作出规定,其目的在于使用户及制造厂以本规范为指南,按此实施以防止灾害的发生。

1.2 适用范围*

本规范适用于高压气体监督法所涉及贮槽中球形贮槽的设计、制造、检查及独立安全检查。所涉及的球形贮槽系焊制、设置于地面的设备,且为最高设计温度在 50°C 以下,最低设计温度在 -50°C 以上的温度范围内使用的球形贮槽。

1.3 适用的法规及规范

- (1) 高压气体监督法(施行令,安全规则,安全规则有关规范)
- (2) 建筑规范及施行令。

1.4 所依据的标准、规范

- (1) 高压气体安全协会规范(以下称为 KHK)。
- (2) 日本工业标准(以下称为 JIS)。
- (3) 日本焊接协会标准(以下称为 WES)及日本高压技术协会标准、规范(以下称为 HPIS)。
- (4) 日本建筑学会“钢结构设计规范草案”。
- (5) 日本液化气装置协会规范(以下称为 JLPA)。
- (6) 石油学会标准(以下称为 JPI)。

1.5 用语的定义*

本规范以后各节中所用的名称,分别定义如下:

1.5.1 构造*

- (1) 球形贮槽(以下称为贮槽)。

原则上将贮槽规定为下述部件所构成的总体(参看图 1.5-1~图 1.5-5)。

(a) 贮槽本体

- (I) 球格板^①(赤道板、温带板、极板)^②
- (II) 凸缘(锻件、厚板、加强圈)。
- (III) 直接与球格板焊接的焊管(接管管段、管接头、法兰)。

注:各项的右上角印有*者,请参看编制说明。

(Ⅳ) 直接与球格板焊接的人孔(筒节、法兰)。

注: ① 球格板(壳板)。

② 双层球格板贮槽的外层, 不作为贮槽本体。

(b) 支承构件

(Ⅰ) 支柱(上支柱、下支柱、支柱盖板)。

(Ⅱ) 支柱底板。

(Ⅲ) 地脚螺栓。

(Ⅳ) 加固肋类。

(c) 其它钢结构构件

(Ⅰ) 顶部操作平台。

(Ⅱ) 扶梯(外扶梯、内扶梯、中间平台、中间通道等)。

(Ⅲ) 加强圈。

(Ⅳ) 直接连接在球格板上的把柄, 加强筋、托架类。

(2) 贮槽各部件的名称

贮槽各部件的名称原则上规定为图 1.5-1~图 1.5-5 所示的部件名称。

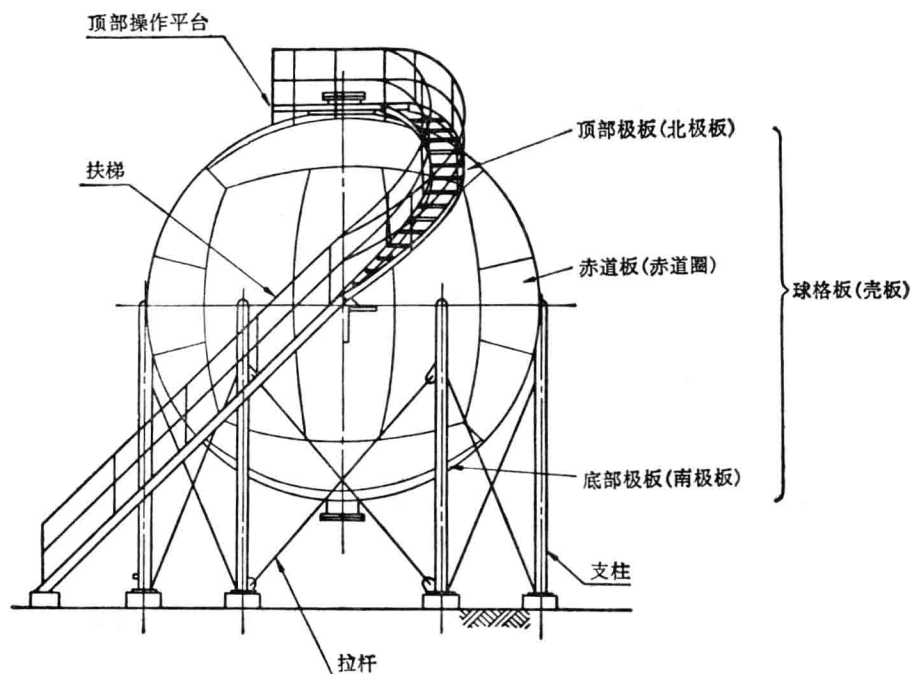


图 1.5-1 贮槽各部件名称

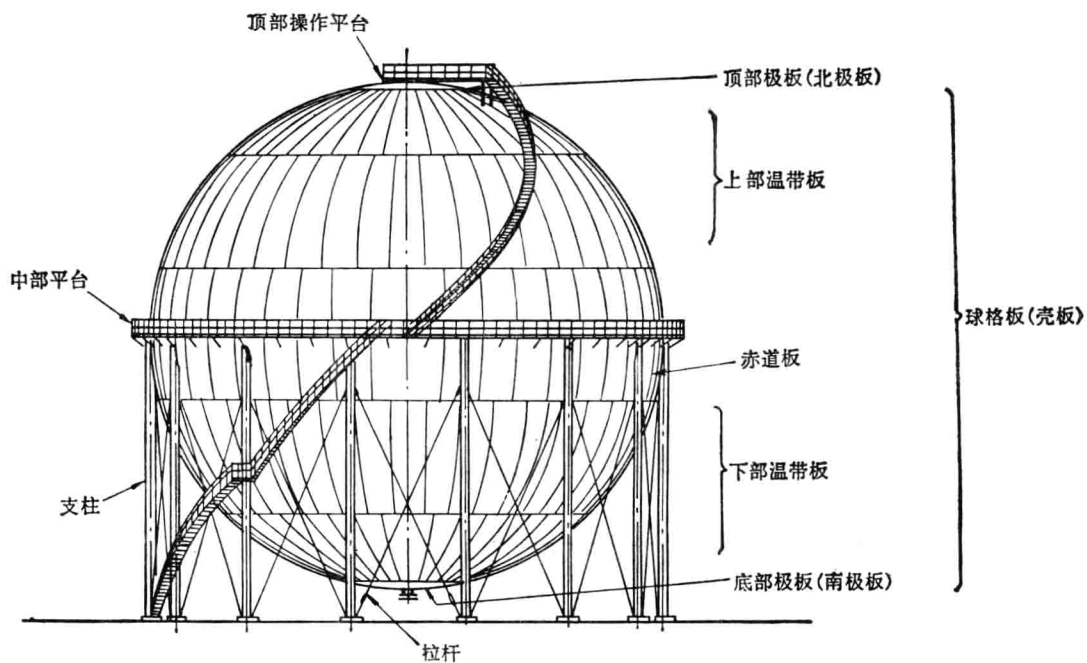


图 1.5-2 贮槽各部名称

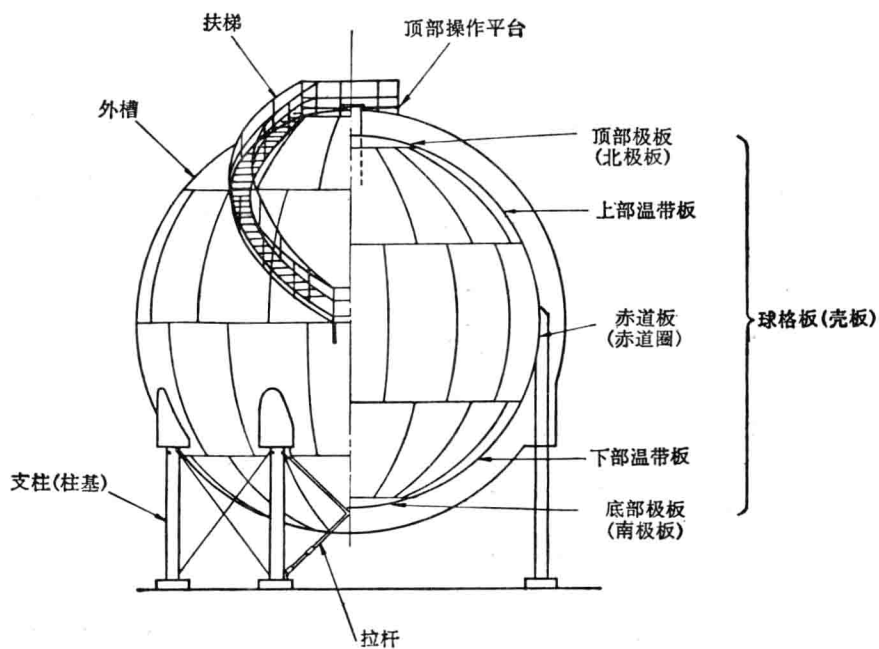


图 1.5-3 贮槽各部名称

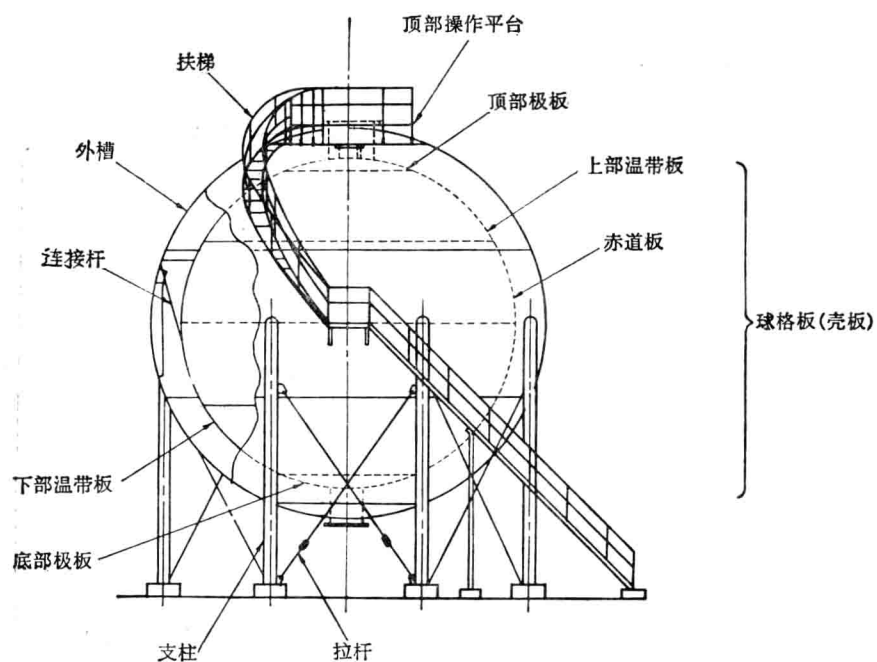


图 1.5-4 贮槽各部名称

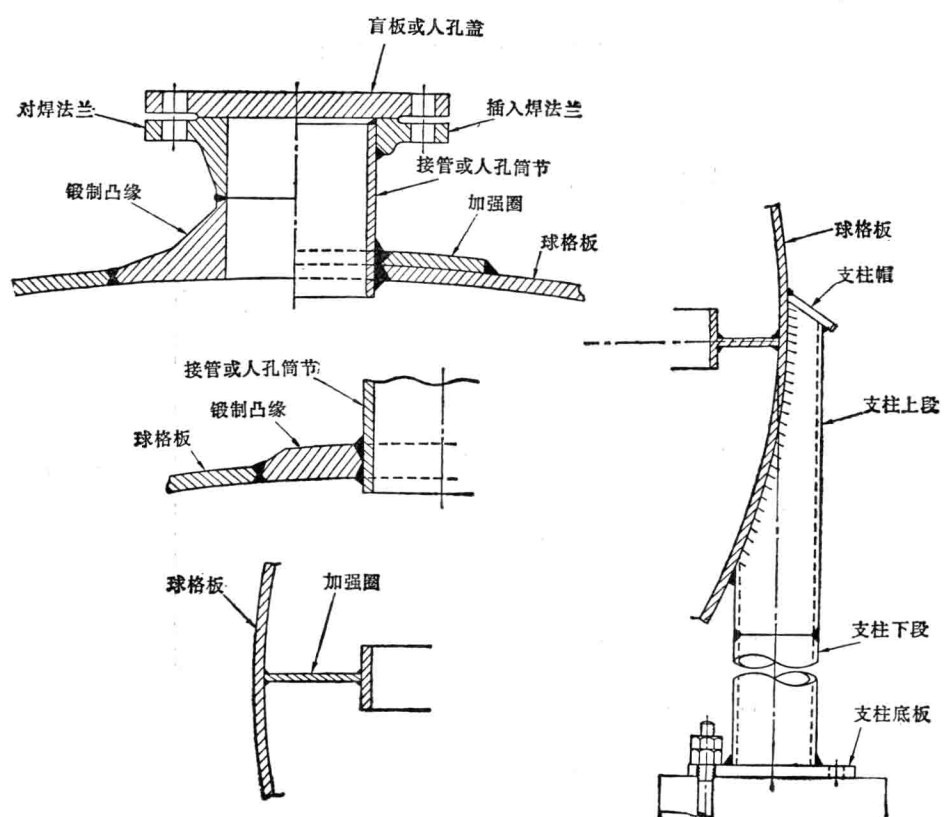


图 1.5-5 贮槽各部名称

(3) 常温贮槽

有保冷设施时为设计温度在 0°C 以上, 50°C 以下的贮槽。无保冷设施时为设计温度在 50°C 以下的贮槽。但是, 平均最低气温在 -10°C 以下的地区装设的情况除外。

注: 在平均气温低于 -10°C 的地区装设的场合, 贮槽本体材料用低温钢, 与规范的其他条文作为常温用贮槽处理并无抵触。

(4) 低温贮槽

有保冷设施的最低设计温度在 0°C 以下, -50°C 以上的贮槽为低温贮槽。无保冷设施的贮槽, 当平均最低气温在 -10°C 以上时作为常温贮槽, 低于 -10°C 的场合, 仅将本体材料作为低温贮槽处理。

注: 常用温度在 0°C 以下或气相常用压力在 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下时, 将大气压下的沸点低于 0°C 的可燃性液化气以液态贮存于贮槽内时, 利用绝热材料的保温或冷冻设施的冷却保证贮槽内气体温度不超过常用温度, 则符合一般高压气体安全规则第2条第5号2“可燃性气体低温贮槽”或液化石油气安全规则第2条第3号2中的“低温贮槽”的有关规定。

(5) 支承构件

系指将贮槽固定于地面的支承构件, 一般由(1)(b)中所述部件构成。

1.5.2 物料*

(1) 液化石油气

以 C_3 (丙烷、丙烯等)或 C_4 (丁烷、丁烯等)的混合物为主的碳氢化合物^①。

注: ① 以高压气体监督法液化石油气安全规则第1条为依据。

(2) 可燃性气体

一般高压气体安全规则第2条第1号所规定的气体。

(3) 毒性气体

一般高压气体安全规则第2条第2号所规定的气体。

(4) 液化气

如下所述的呈液态的物料。

(I) 大气压下沸点在 40°C 以下的物料(排放于大气中时, 大体上为气态的物料)。

(II) 大气压下沸点超过 40°C , 但在沸点以上的温度状态下的液体物料。

(5) 压缩气体

在贮槽的设计范围内呈气态的物料。

1.5.3 压力及温度

(1) 常用压力

根据高压气体监督法, 当压力为基本参数时, 将正常运转中所预测的最高压力称为常用压力。

(2) 设计压力

在压力、温度等使用条件及贮存物料的性质等条件中, 当压力为设计的基本参数时, 规定用贮槽最高压力及常用压力以上的压力作为设计压力。如无特别说明, 则压力(kg/cm^2)为表压。

(3) 常用温度

根据高压气体监督法, 当温度为基本参数时, 将正常运转中所预测的最坏温度条件称为常用温度。

(4) 设计温度

在压力、温度等使用条件及贮存物料的物性等条件中，当温度为设计的基本参数时，以与常用温度相同或更坏温度条件的温度称为设计温度。此外，无保冷设备的贮槽的最低设计温度，规定为此地区平均最低气温以下。

(5) 平均最低气温或平均最高气温

在将每日的最高或最低气温按月累计的年平均数中，仅取最高气温进行平均的年平均最高气温为平均最高气温，而仅取最低气温进行平均的年平均最低气温为平均最低气温。

1.5.4 材料

(1) 高强度钢

拉伸强度在 50kg/mm^2 以上的钢材称为高强度钢。但不包括高合金钢。

(2) 低温用钢

低温贮槽中使用的材料，在常用温度下具有足够韧性的钢材称为低温用钢。

(3) 耐腐蚀材料

在承受物料及大气腐蚀的情况下，在使用时可以不计腐蚀裕度的材料，称为耐腐蚀材料。

1.5.5 其它

(1) 腐蚀率

由于物料或大气腐蚀，使壁厚在单位时间内的减少量称为腐蚀率，一般用 mm/年 表示其数值。

二、材 料

2.1 常温贮槽的材料

常温贮槽本体的球格板、凸缘、接管、人孔等材料,规定为如下各项:

2.1.1 球格板的材料①*

(1) JIS G 3106(焊接结构用轧制钢材)……(SM)

但是不包括镇静钢的1类、2类、3类各类的A级钢,且仅限于最低设计温度在 -5°C 以上的场合下使用。

(2) JIS G 3115(压力容器用钢板)……(SPV)

(3) 符合日本焊接协会及日本高压技术协会制订的WES-135“焊接结构用高强度钢板标准”及HPIS-101“高压容器用高强度钢板标准(草案)”,且钢种经该协会承认的高强度钢。但是,8类(HW80)及9类(HW90)不作为本规范使用对象。

(4) 具有与(1)、(2)及(3)相同性能或更好的钢板。

(5) 根据液化石油气安全规程有关规范及一般高压气体安全规程有关规范“低温贮槽使用的金属”的附录(以下称为附录)中,对低温贮槽使用金属进行冲击试验的特例2,由钢板的厚度,使用应力所规定的试验温度,确定可能的最低使用温度,此温度可以作为最低设计温度。

由于厚度12mm以下的钢板不进行冲击试验,因此可用厚度超过12mm的钢板按上述方式确定的可能的最低使用温度作为最低设计温度。使用WES-135标准的板材时,适用于厚度不超过13mm,使用JIS G 3106(SM)及JIS G 3115(SPV)标准的板材时,适用于厚度不超过12mm。

注:① 仅用厚度12mm以下的钢板进行施工时,不能保证冲击值,因而最好按小尺寸进行冲击试验,以确认钢板的冲击值。

2.1.2 凸缘、接管及人孔的材料*

(1) 在2.1.1中所示钢材或具有同等以上性能的含碳量在0.30%以下的钢材。

(2) JIS G 3454(压力管道用碳素钢钢管)……(STPG)。

但是,在要求公称厚度SCH160的场合,采用与上述钢材有同等以上性能的钢管。

(3) JIS G 3201(碳素钢锻件)1类~4类……(SF34~50)。但是,含碳量在0.30%以下,且最低设计温度限于 -5°C 以上。

(4) JIS G 4051(机械结构用碳素钢钢材)……(S10C, S12C, S15C, S17C, S20C, S22C及S25C)。

但最低设计温度限于 -5°C 以上。

(5) 在球格板使用高强度钢时,图3.5-4(a-1)、(a-2)所示形状的凸缘的材料规定为与球格板材料的机械性能相同的焊接性好的锻件。

(6) 具有与(3)及(4)所述材料同等以上的机械性能,且在最低设计温度时,5mm U型缺

口夏贝试样冲击值在 2.1kg-m 以上的碳素钢(但是,试样的厚度×宽度为 10×7.5mm 时,夏贝值为 1.7kg-m,而试样为 10×5mm 时,则其值为 1.4kg-m,10×2.5mm 时,其值为 0.7 kg-m)。

2.1.3 支承构件的材料

- (1) 2.1.1 所述的钢材或具有同等以上性能含碳量在 0.30% 以下的钢材。
- (2) JIS G 3106(焊接结构用轧制钢材).....(SM)
- (3) JIS G 3101(一般结构用轧制钢材).....(SS)
- (4) JIS G 3444(一般结构用炭素钢钢管).....(STK)
- (5) JIS G 3466(一般结构用方形钢管).....(STKR)
- (6) 除上述钢材、钢管之外的具有同等以上性能的钢材、钢管。

在球格板使用高强度钢的场合,且支承构件直接接在贮槽本体上时,则构件材料应受 2.1.4 的限制。

2.1.4 焊接附件材料的限制

在球格板使用高强度钢,且附件(垫板、托架、拉杆、钩、加强圈、上部支柱等)直接与球格板焊接时,则根据高强度钢的级别分别采用表 2.1 (焊接附件的限制)所述的材料作为附件材料。

表 2.1 焊接附件的限制

	高 强 度 钢 的 级 别			
	抗拉强度(50kg/mm² 级)	抗拉强度(60kg/mm² 级)	抗拉强度(70kg/mm² 级)	抗拉强度(80kg/mm² 级)
焊 接 附 件 的 材 料	具有与球格板同等以上性能的钢。但壁厚在12mm 以下时,也可用 STK41。	SM50B 或具有与此同等以上性能的钢。但壁厚在 12mm 以下时,也可用 STK50。	SM58 或具有与此同等以上性能的钢。	SM58 或具有与此同等以上性能的钢。

2.2 低温贮槽的材料

低温贮槽本体的球格板、凸缘、人孔、支承构件、双层球壳贮槽的外槽等的材料,为如下各项所述。

2.2.1 球格板的材料*

(1) JIS G 3106 (焊接结构用轧制钢材).....(SM)。但是,不包括镇静钢的 1 类、2 类、3 类和各类中的 A 级,且仅限于最低设计温度在 - 5℃ 以上的场合。

(2) JIS G 3115 (压力容器用钢板).....(SPV)。但是,仅限于最低设计温度在 - 10℃ 以上的场合。

(3) 在(1)(2)的规格范围内,根据钢板的厚度、使用应力及标准的试验温度,按 75 页的〔附 2〕特例求得最低使用温度,此温度可认为是最低设计温度。

此外,由于 12mm 以下的钢板不进行冲击试验,因而,可将壁厚 12mm 以上的钢板按上述方式确定的可能的最低使用温度作为最低设计温度。

注:仅用 12mm 以下的钢板进行施工的场合,冲击值不能得到保证,因而,最好按小尺寸进行冲击试验,以确认其冲击值。

- (4) 进行了适当热处理的 2.5% 镍钢,但壁厚在 32mm 以下。

(5) 除上述钢材之外, 经附录 5 的冲击试验合格且钢种经日本焊接协会承认的钢板, 仅限于最低使用温度在按附录承认使用的温度以上的场合。但公称屈服点在 80kg/mm^2 以上的钢板, 不作为本规范的对象。

(6) 除上述钢材之外, 具有与此同等以上性能, 并经附录的冲击试验合格的含碳量 0.30% 以下的钢材^①。但仅限于在高于按附录承认的使用温度的场合。

2.2.2 凸缘, 接管及人孔的材料*

(1) 2.2.1(球格板的材料)所述钢材或具有同等以上机械性能的含碳量在 0.30% 以下的钢材。

(2) JIS G 3454 (压力管道用碳素钢)……(STPG), 但仅限于最低设计温度高于 -15°C 的场合。

(3) JIS G 3460 (低温管道用钢管)1 类……(STPL39), 但最低设计温度低于 -45°C 而高于 -50°C 时, 应满足在 -50°C 以下进行 5mm 深 U 型缺口冲击试验的规定值。

(4) 含碳量在 0.3% 以下且经适当热处理的碳素钢, 在可能的最低使用温度下的 5mm 深 U 型缺口夏贝试样的冲击值高于 $2.1\text{kg}\cdot\text{m}$ (但试样的厚度 $\times$ 宽为 $10 \times 7.5\text{mm}$ 时, 其值为 $1.7\text{kg}\cdot\text{m}$, $10 \times 5\text{mm}$ 时其值为 $1.4\text{kg}\cdot\text{m}$, $10 \times 2.5\text{mm}$ 时为 $0.7\text{kg}\cdot\text{m}$)。

但仅限于最低设计温度在 -45°C 以上的场合^②。

(5) 球格板采用低温用钢时, 图 3.5-4 的(a-1)、(a-2)所示形状的凸缘材料, 规定为具有与球格板材料相同机械性能且焊接性良好的锻件。

(6) 经适当热处理的低合金钢或合金钢, 并具有与 2.1.1 (球格板的材料)所述钢材同等性能。但其冲击试验可按下述规定值评定。

在最低设计温度下 5mm 深 U 型缺口夏贝试样冲击值不低于 $2.1\text{kg}\cdot\text{m}$ (但试样的厚度 $\times$ 宽为 $10 \times 7.5\text{mm}$ 时, 其值为 $1.7\text{kg}\cdot\text{m}$, $10 \times 5\text{mm}$ 时其值为 $1.4\text{kg}\cdot\text{m}$, $10 \times 2.5\text{mm}$ 时为 $0.7\text{kg}\cdot\text{m}$)。

注: ① 此材料相当于 ASTM A131(船用结构钢)及 ASTM A516(普通及低温用压力容器碳素钢板)等考虑了低温韧性的公认标准的钢材。

② 此材料最有代表性的是 ASTM A350(锻造或铸造碳钢及合金钢法兰、锻件、阀门及低温零部件) LF1、LF2。

2.2.3 支承构件及双层球壳贮槽的外槽材料*

(1) 2.1.3 所示的材料。

(2) 与球格板直接焊接的构件(垫板、托架、拉杆、钩、加强圈、上部支柱等)规定为 2.2.1 (球格板的材料)及 2.2.2 (凸缘、接管及人孔的材料)所示的材料。

(3) 双层球壳贮槽内联结内外槽的连接杆, 规定为如下材料。

(a) JIS G 4105(铬钼钢材)3 类……(SCM3), 但应满足按 ASTM A320 (低温用合金钢螺栓材料)进行冲击试验的规定值。

(b) 具有和(a)同等以上的低温韧性的钢材。

2.3 主要钢材厚度的允许偏差

贮槽球格板、人孔筒节或人孔盖封头的实际厚度应不低于计算所得的必需厚度。

2.4 计算中所用钢材的抗拉强度及屈服点

(1) 计算中所用钢材的抗拉强度及屈服点, 规定为此钢材在 JIS 中规定的抗拉强度及屈

服点的最小值。

(2) 如钢材的强度值在 JIS 中没有给出, 则计算此钢材所用的抗拉强度及屈服点规定为此规格钢材的最小值。

2.5 计算中所用的钢材压缩强度

计算中所用的钢材压缩强度取与拉伸强度相等之值。

2.6 计算中所用的钢材剪切强度*

计算所用的钢材剪切强度规定为抗拉强度的 $1/\sqrt{3}$ 。

三、构造

3.1 一般

(1) 贮槽应有足够的强度, 且对使用状态下支柱等产生的局部应力是足够安全的。

根据需要应考虑风压、地震、振动、浮动等外力。

(2) 在低温下使用的贮槽, 其结构应防止随温度变化而产生过大热应力。

(3) 在双层球壳贮槽中, 外槽作为容纳绝热材料的容器且应作成气密性结构。并且, 接管、人孔、管道以及其它连接内外槽的部件, 必须用膨胀节或其它方法而使其具有可伸缩性。

3.2 贮槽贮存能力的计算*

3.2.1 贮存能力的计算式

(1) 液化气用贮槽的贮存能力 W (kg), 按下式计算。

$$W = 0.9 W V_2$$

式中: W ——在贮槽的常用温度下液化气的液体密度(kg/立升)

V_2 ——贮槽内部的容积(立升)。

(2) 压缩气体用贮槽的贮存能力按下式计算:

$$Q = (P + 1) V_1$$

式中: P ——贮槽温度为35℃时的最高充实压力(kg/cm²)

V_1 ——贮槽内部的容积(米³)。

3.2.2 计算贮存能力时的常用温度

液化气用贮槽, 在计算贮存能力时的常用温度取法如下:

(1) 无保冷设施的贮槽的常用温度规定为40℃。但平均最高气温不超过27℃时, 常用温度可降低至32℃。

(2) 有保冷设施的贮槽的常用温度, 规定为正常操作中可预料的最坏温度条件下的温度。

3.3 球格板、筒体及封头*

3.3.1 球格板、人孔筒节、人孔盖封头的最小壁厚

贮槽本体的球格板、人孔筒节、人孔盖封头的最小壁厚规定为6mm。但使用耐腐蚀材料时, 可以减薄至3mm。此外, 双层球壳贮槽的外槽最小壁厚规定为3mm。

3.3.2 壁厚的计算

贮槽本体的球格板、人孔筒节、人孔盖封头(平板除外)的壁厚, 规定为高于按表3.3-1及表3.3-2所述计算式的计算值。封头形状应具备表3.3-2所述的各要求。

(1) 球格板及人孔筒节。