

受 压 容 器

第 一 分 篇

(第Ⅷ篇第一分篇 1971 年版*, 于 1970 年 8 月 10 日经美国机械工程师协会批准)

范 围

U-1 范围

(a) 本分篇与第 I 篇, 第 III 篇和第 IV 篇所包括的内容不同, 述及受压力容器设计, 制造, 检查和验收所需要的最低限度的构造要求。本分篇不包括直接火管式加热器。

本分篇分成三章, A 章包括 UG 部分, 对各种受压力容器提出了总的要求。B 章论述制造受压力容器的各种不同方法应具有的各种不同要求, 它包括 UW, UR, UF 及 UB 等部分, 分别涉及焊接, 铆接, 锻造及钎焊等几种制造方法。C 章论述在受压力容器制造上采用不同种类材料所提出的不同要求, 它包括 UCS, UNF, UHA, UCI, UCL, UCD 及 UHT 等部分, 分别处理碳钢, 低合金钢, 有色金属, 高合金钢, 铸铁, 复合板和衬里材料及经热处理后提高性能的铁素体钢等材料。

(b) 本分篇内所有规程的制订是以设计原理和生产实践相结合为依据的, 适合于压力不超过 3000 磅/吋² 的容器设计, 对压力超过 3000 磅/吋² 的容器, 这些规程就有修正及补充的必要以符合更高的压力要求, 在应用了补充的设计原理和生产实践以后, 该容器仍能满足本规范所有要求时才能加盖本规范所规定的标志。

(c) 本规范对于有外部接管的受压容

器, 其管辖界限如下:

(1) 端部焊接接头的第一道环向焊缝。

(2) 螺栓法兰连接的第一个法兰面。

(3) 螺纹连接的第一个螺纹接头。

(d) 下列各种情况不属于本分篇管辖范围以内:

(1) 受联邦政府控制的受压力容器。

(2) 公称水容积在 120 加仑或以下盛有受压力的水或包含有压缩空气, 而压缩空气仅作为气垫用的容器。

(3) 采用蒸汽或任何其它间接加热的热水储槽, 而不超过下列限制之一者:

(a) 热量输入不超过 200,000 英热单位/时的容器。

(b) 水温不超过 200°F 的容器。

(c) 公称储水量不超过 120 加仑的容器。

(4) 尺寸大小不限, 承受内压或外压不超过 15 磅/吋² (见 UG-28(e)) 的容器。

(5) 压力不限, 内径不超过 6 吋的容器。

(e) 非直接火蒸汽锅炉应按照第 I 篇或第Ⅷ篇本分篇 (见 UW-2 (e)) 的规程进行制造。下列产生蒸汽的受压力容器按本分篇的规程制造:

* 本篇已包括 1971 年夏、冬及 1972 年夏、冬四篇补遗内容——译注。

(1) 称为蒸发器或热交换器的容器。

(2) 在化工及石油产品制造方面，工艺系统中若干受压容器由于生产过程中加热而产生蒸汽的容器。

(f) 凡不属于 U-1(e)(1) 及 (2) 或第 I，III 篇及第 IV 篇中规定的受压容器以及包括在 U-1(d) 中规定的受压容器均按本分篇的规程进行制造。

(g) 任何受压容器凡能符合本分篇全部要求者，包括检验方面的要求，得采用本规范“U”标志，即使可以免加这些标志时。

(h) 凡在 (d) 及 (e) 规定以外的受压容器，本分篇规定不须进行全部射线照相检验时，当这些受压容器能符合本分篇所有其他方面的要求而不超过下列所规定的容积及压力的限制者，得免受检验员按 UG-91 规定的检查：

(1) 容积 5 呎³ 及设计压力 250 磅/吋²；

(2) 容积 1½ 呎³ 及设计压力 600 磅/吋²。

由于本规程而免于检查的容器应按图 UG-116(b) 加盖“UM”标志，并需有 UG-116 所要求的资料。当需要时对免于检查的容器由制造厂按格式 U-3 提供证明书。对于由若干个容器组成的设备，(1) 及 (2) 两条限制仅指单个容器而言，而并非指全组。

总 则

U-2 概述

(a) 用户或其代理人可以提出受压容器的设计要求，诸如设备在正常操作时必须考虑的各种因素以及开车、停车的条件。

(b) 制造厂有责任遵循本分篇所有的规定并在任何容器竣工时加盖规范的标志，在制造厂提供的证明书中，必须包括应该完成的各项工作。制造厂要为检查员的复查提供

容器制造所采用的设计计算资料。见 UG-90(b)。

(c) 容器得采用本分篇所规定的制造方法及材料种类的任何结合来设计和制造，如果每一种方法及材料均符合本规范的规定，则容器能按 UG-116 要求加盖标志。

(d) 当任何部件的强度计算不能获得满意的安全保证时，本分篇内的规程能提供求得最大许用工作压力的程序。

(e) 检查员有职责按照本分篇所有的规程进行各项检验工作，并对制造厂的质量指标和出厂检查提出鉴定意见。检查员可以决定是否需要进行其他的检验工作以确定容器是否按规范进行设计和制造。

检查员有职责鉴定设计计算和列入制造厂档案有签署的有关数据资料。对检查员提出的有关设计计算方面的任何问题，必须给以解决。见 UG-90(c)(1)。

(f) 本规范所列举的设计基本规程以及各种试验将能提供检查员足够的基础来判断任何容器的安全问题以及决定能否加盖本规范的标志。

(g) 本分篇内的规程不能包括设计及制造上的所有细节。当缺乏详细内容时，制造厂在取得检查员认可后，可补充这些不足部分，并使与本章中的规程达到同等的安全要求。

(h) 任何制造厂持有或申请美国机械工程师协会公认硬印及授权证书者应具有并表明质量检验制度^①来规定符合所有规范要求^②，包括材料，设计、制造、检验（由制造厂承担）及检查（由检查员承担）。

在发放或更换授权证书前，制造厂的有关部门和机构应服从本会检验部门的复查及有关法律的裁决。质量检查制度的书面说明

① 制度的必要范围及细则应该按照完成工作的复杂性，大小以及制造厂的组织机构复杂性而定。对这类制度的指导书在编制中。

② 见 UG-90(b) 及 UG-90(c)(1)。

或校核表（说明制造厂提出规范内容时所采用的那些文件和程序）对检查应是有用的。受制造厂委托而进行鉴定和检查工作的单位，根据检验规程应向本会送交书面报告（见UG-116(m)）。

在任何时候，制造厂可以改变质量检验制度中关于按检查员验收的生产方法。

制造厂必须具有UG-91所规定的授权检查员的代理部门的有效检查合同或契约。有

效检查合同或契约是制造厂及检查代理部门间的书面契约。使用设备的名称和条件以及制造厂和授权检查员间的相互职责在契约中都有说明，若某些方面没有作出鉴定或某一项鉴定未涉及制造厂的设备，则这项工作应由国家锅炉及受压力容器检验局的代表来完成。若鉴定权是属制造厂的检查代理部门，那末共同的检查和报告应由ASME指定的其他代表鉴定。

A 章

总 的 要 求

UG 部分 制造方法及材料的总要求

UG-1 范围

UG 部分的总要求适用于所有受压容器的部件,且要与 B 章及 C 章内所规定的各项要求一并联合使用。

B, C 两章涉及制造方法及使用材料。

材 料

UG-5 概述

(a) 受压力而产生应力的材料,应符合本规范第 II 篇的规格之一。除 UG-10 及 UG-11 另有规定外,该项材料还须受 C 章有关部分的限制。

(b) 第 II 篇规格中所列的材料不受制造方法的限制,除非规格中有明确规定者外,但产品应能符合规格中的要求(见 UG-85)。

(c) 非本规范所许可的材料不得采用,除非这些材料的资料按照附录 B 提请锅炉及受压容器委员会批准。

(d) 凡材料的尺寸及(或)厚度超出本规范第 II 篇中规格所规定的型号或范围及 C 章有关部分的限制,但只要这项材料能符合规格中的其它要求还可以采用^①,在制造规程上可不受尺寸或厚度的限制。在有关规格中根据材料的尺寸或厚度规定了不同的化学成分或机械性能,如材料超出范围则要求其化学成分及机械性能符合最近的规格范围。

(e) 应使用户或其代理人确认制造容器的材料具有优良的机械性能,并在设备的使用年限中有抗腐蚀、抗浸蚀、抗氧化和抵抗其它变质的性能。

UG-6 板材^②

(a) 用以制造受压容器受压部件的板材必须符合本规范第 II 篇的规格之一,其许用应力值列于 C 章中,除了(b)以及 UG-5, UG-10 及 UG-11 中另有规定者外。

(b) 凡未经“出厂检验报告”所证实的材料只可使用在不受压的部件如裙座、挡板及支架。如用以焊接,材料厚度超出 $\frac{3}{8}$ 吋时,应从每批生产的材料中制作双面焊的试验样板。再从试验样板制作“导引弯曲试样”并须按照本规范第 IX 篇表 Q-13 中的规定进行试验。其许用应力值应不超过 C 章规定相似材料最大许用应力值的 80%。即使试样的试验结果合格,这些材料仍不应使用于容器的受压部件。

UG-7 锻件

锻制的材料,凡经过充分加工全部去除

① 具体来说,材料规格中所规定的范围限制,是考虑了实际上大多数的情况,所以向设计者及(或)制造厂建议在工作进行前应与材料供应者议定,除尺寸及厚度之外,材料应保证符合材料规格的所有要求。

② 依照用途而论,名称“板材”亦包括“薄板”及“板条”。

了粗锭结构之后, 准许用于制造受压容器。锻制材料的规格及最大许用应力值列于 C 章 (参见 UF 部分: 锻制容器)。

UG-8 铸件

铸造的材料可允许使用于受压容器及容器部件的制造。铸件的规格及最大许用应力值列于 C 章。所有铸件除铸铁外, 其许用应力值均应乘以 UG-24 所规定的“铸造质量系数”。

UG-9 管子

(a) 凡符合于本规范第 II 篇规格之一的无缝或焊接^①的管子可使用于受压容器的壳体及其它部件。管子材料的许用应力值列于 C 章。无缝管的许用应力值无须降低; 而焊接管的许用应力值则应按 C 章有关部分处理。

(b) 翅片与管子成一体的翅片管应用完全符合第 II 篇规格的管子制造, 对有色金属材料的管子, 无须做压力试验, 这些管子可在下列条件下予以使用:

(1) 管子制成翅片后应作回火或按认可的技术条件进行处理。

(2) 除 (3) 许可外, 翅片管子的最大许用应力值, 选用 C 章中光管的数值。

(3) 由于回火或其它状态所得到的最大许用应力值超出光管时, 倘经过合格的抗拉试验证实, 则其最大许用应力值准许采用。合格的抗拉试验应用翅片管子试验, 而试样上的翅片可用机械加工去除。

(4) 管子最大许用工作内压力或外压力应以翅片管段或光管段的最小管壁厚度为依据, 取其较小者。

(5) 除认可技术条件需要的各项试验外, 每根管子在制成翅片以后, 均应通过内部气密性试验 (有色金属管压力试验可不作), 压力不低于 250 磅/时², 历时 5 秒钟。应采用易于用肉眼去发现任何渗漏的试验方法, 如

可将管子浸没在水中, 或采用压力微分法^②。

UG-10 未经全部检验的材料

不论板材或管材凡与本规范规定的规格未能全部符合者, 若能符合下列 (a) 或 (b) 之一者, 能作为满足第 II 篇所指定的规格的要求接受。

(a) 具备原始试验记录, 证明每块材料的化学成分及物理性能在第 II 篇指定规格的许可范围以内, 且材料上的标志能证实与原始记录相一致者。当规范指定规格规定需要作其它试验或更多限制性试验超出原始记录上的内容时, 为了满足检查员需要, 材料应按照规定补做不足的试验项目。

(b) 依照第 II 篇指定规格的规定, 每块材料必须进行下列化学成分及物理性能试验:

(1) 板材: 板材的化学分析及物理性能试验除按照指定规格的要求外, 尚须符合下列修正: 在化学分析中必须决定含碳和含锰量。当指定规格中未规定碳, 锰的极限含量时, 检查员应决定之。当板材的轧制方向未明确时, 应从每块板材的一角在互成直角的方向取两条抗拉试样, 从每块板的二邻边中间取两块抗弯试样。其中一块抗拉及二块抗弯试样都应符合规格的要求为合格。

(2) 管子: 每根管子必须作化学分析及足够的物理性能试验。检查员应检查在同一批加热或热处理的管子中材料是否一致, 且应与指定规格所规定的化学成分及物理性能要求相符。凡适用于焊接, 冷弯, 紧密盘管, 及其它类似加工者必须具备充分的校核试验记录, 由检查员审核是否符合加工工艺要求。

(c) 凡符合上述 (a) 或 (b) 的规定, 并为

① 用填充金属的熔焊方法制造的管子不允许用于规范的结构中, 除非是按照规范中受压部件的规程所制造者。

② 压力微分法见“材料研究标准”第 1 卷, 第 7 期, 1961 年 7 月。出版者: 美国材料试验协会 (ASTM)

指定规格所证实的每一种材料（除管子规格中相应的规定外）须由制造厂或试验代理单位，依照检查员的要求给予一定标志，表明有关规格号，等级，型式以及标明个别材料批号以S为序的出厂编号。制造厂或试验代理单位于材料试验后应填发题为“未经证实材料的试验报告”的报告书，经填发者签证及检查员核准后，该材料依照本规范有关规格的规定，应认为合格可予以采用。

UG-11 其它受压部件

受压容器中预先加工或预先成型的受压部件，由于它们在容器中因内压或外压作用而承受许用工作应力，如这些部件为负责整体受压容器的制造厂以外的单位所供应者，应与整个受压容器一样依照本部分相应的要求办理，并应包括部件制造厂的出厂检验证明及依照UG-120(b)的规定提供部分数据报告，下面(a)，(b)及(c)中规定者除外。

(a) 铸，锻，轧或模锻的标准受压部件

(1) 受压部件，例如管件，阀门，法兰，管接口焊接颈部，焊接帽盖，人孔，支架及封盖等全部用铸成，锻成，轧成或模锻的部件不需要检验或出厂试验报告或部分数据报告；但它们必须采用本分篇或其它认可的标准（例如ANS美国国家标准）关于专用受压部件所准许使用的材料，这些材料必须标志出制造厂的名称或注册商标以及各标准中所规定的各种标志。这些标志应该被认为制造厂对其产品确能符合有关材料规格及标准并符合指定等级使用要求的凭证。本节宗旨在于部件本身应具备详细标志，部件上的这些详细标志不论属于永久或临时形式必须与制造厂出厂清单上的所有内容全部符合，而且这些清单必须经检查员检查许可。

(2) 凡属于标准受压部件范畴而尺寸较小的部件无法或很难获得认可的材料，或材料虽有库存而其出厂证明文件不易得到且

不能按惯例提供者，则在不影响容器的安全使用，同时相对来说不重要的部件或承受的应力不超过本分篇规定的许用应力50%的情况下可以采用，但须经检查员核准（见(1)及UG-6(b)）。整体容器制造厂对这些部件是否符合整个容器的设计要求应予审查。

(b) 铸，锻，轧或模锻的非标准受压部件。壳体，封头，拆装式门盖，盘管等全部用铸，锻，轧或模锻的受压部件基本上可作为一般材料供应。这些部件应由本分篇规定所许可的材料来制造，其制造厂家应具备出厂试验报告或其它有效凭证。这些部件须标志出制造厂名称或注册商标以及能证明指定部件系采用认可材料的其它标志。整体容器制造厂对这些部件是否符合整个容器的设计要求应予审查。

(c) 用作容器外壳以外的焊接标准受压部件，管件，管接口，焊接颈部，焊接帽盖，阀门和法兰等受压部件，采用本分篇认可的焊接工艺制成，若符合下列各条规定者，可免于检验，出厂检验报告或部分数据报告：

(1) 所有部件制造材料是经第Ⅷ篇本分篇或公认的标准（例如ANS美国国家标准）所许可者。

(2) 如采用电弧焊或气焊者，焊接工艺符合本分篇UW-26到UW-40规定者。

这些部件应具备制造厂名称或注册商标及其它可资鉴别制造材料的各种标志，这些标志可以认为是与(1)规定相符合的出厂证明。得由部件制造厂提供书面文件以表明所有焊接工艺符合本规范要求，且产品符合本节(2)的规定则能接受。

(3) 根据UW-10及UW-11规定，需要射线照相检验及焊后热处理时，这些工作可在整体容器制造厂或在部件制造厂内进行。

如射线照相检验系在部件制造厂内进行，完全符合各个部件的全套射线照相相对检查员是有用的，若这些射线照相系在部件制

造厂内进行检验,则这些部件的资料卡片应汇集送整体容器制造厂。

(4) 如热处理工作系在部件制造厂进行时,制造厂应准备说明这些热处理工作系遵照本规范有关章节规定进行的书面文件。整体容器制造厂对部件能否满足整体容器规定的设计条件应进行审查。

UG-12 螺栓及双头螺栓

(a) 螺栓及双头螺栓可用作可拆卸部件的紧固零件及如UR-19所介绍的螺栓连接等用途。制造螺栓的许可材料的规格,补充规程及最大许用应力值等都列于C章中。

(b) 双头螺栓全长应全部车制螺纹,否则无螺纹部分应加工到与螺纹根圆直径等。

UG-13 螺母与垫圈

(a) 螺母应符合C章(见UCS-11及UNF-13)有关部分规定的要求,螺栓螺纹应与螺母上的全部螺纹相啮合。

(b) 垫圈的使用可随意。垫圈应以锻制材料制成。

UG-14 杆和棒

杆与棒的原材料在受压力容器制造上可用作受压部件如法兰圈,加强圈,开孔加强圈,支撑,支撑螺栓及相类似的部件。杆和棒的材料应符合C章中有关部分关于棒,螺栓或铆钉等的规定要求。

UG-15 产品型式

当材料规格中不包括加工材料的特殊产品型式,而包括C章所列的其他产品型式时,这类产品型式可以采用,若:

(a) 化学及物理性能,热处理要求以及对脱氧的要求或晶粒大小的要求都要符合第II篇中的诸规格。应该采用C章所列材料规格的应力值。

(b) 制造步骤,公差,试验及标志要符合同类材料同样产品型式的规格。

(c) 在不采用填充金属时,对于由板材,薄板或条板焊制的管子的有关应力值是乘上系数0.85。

(d) 制造厂的试验报告参考制造材料规格并作为本节的参考。

设计

UG-16 概述

(a) 受压力容器及其部件的设计,除符合B及C章有关部分所规定的设计要求外,还须符合下列各节所规定的总的设计要求。

(b) 板材的最小厚度。任何受压的板材,制成后的厚度不得小于C章(见UCS-16(b), UNF-16(b)及UHA-20(b))有关部分所规定的最小厚度。

(c) 出厂负值公差。订货的板材不得小于设计厚度(见UA-60(h)(2))。制造容器的板材其负值公差不大于0.01吋或订货规定厚度的6%中较小者,该订货厚度应能使用于全设计压力。若订货板材的规格允许较大的负值公差者,则材料的订货厚度要足大于设计厚度。务使供应的材料厚度与设计厚度相差不得大于0.01吋或设计厚度的6%中较小者。

(d) 管子的负值公差。若管子或管材的订货系按照管材的公称壁厚者,则必须考虑到出厂管壁厚度的负值公差。必要时可选用较厚一号的管材。在C章有关表格中列出各种不同管子及管材规格的出厂管材壁厚负值公差数值。当管材的最小壁厚决定后应按管子及管材规格中的规定增加足够的出厂负值公差厚度。

UG-17 组合制造方法

倘容器的制造能按照有关制造方法的规

定,且该容器的使用,由于制造方法关系受到极严格的限制时(见UG-116)该容器可按本分篇的规定,采用各种制造方法,组合地设计和制造。

UG-18 组合材料

在按照有关规程和符合第Ⅷ篇中关于异种金属焊接要求的条件下,容器可由C章许可的不同材料的组合进行设计和制造。

注:由于不同材料具有不同的热膨胀系数,因此按本节的规定进行设计和制造时必须注意,借以防止在极端温度情况下使用上的种种困难,或因部件的膨胀大大受阻,造成应力集中问题,及在高温情况下金属的种种变化问题(亦见附录NF中“电偶腐蚀”)。

UG-19 特殊结构

(a) 组合单元。当由一个以上独立的受压室组成一个受压容器单元,在相同或不同压力和温度下运转时,每个受压室(容器)的设计及制造必须考虑能承受在正常使用中压力及温度同时作用下所造成的最不利的操作条件。本分篇U-1范围内所属受压室的部件只须按照该节规定制造。

(b) 特殊形式。圆筒及球形以外筒体的受压容器,以及本分篇中尚无设计规程的容器可按照U-2规定进行设计。

(c) 当受压容器或容器部件无设计规程,以及其强度计算的精确性不能保证满意时,整个容器的最大许用工作压力应按照UG-101的规定计算。

UG-20 设计温度

(a) 除UW-2(d)(3)所规定外,部件的设计温度应不小于该部件在操作状态下的平均金属温度(以整个壁厚考虑)。若必要时,金属温度的决定应用热传导方法来进行计算或在相应的操作条件下用仪表来进行测量。在任何情况下,金属表面温度既不能超过材

料应力表中所列的数值亦不能超过第Ⅷ篇本分篇有关部分规定的温度限制。

(b) 当容器的不同部分在操作时可能出现不同的温度时,这些不同部分的设计可以根据所预期的不同温度来进行。当正常操作在微小的压力波动情况下,会突然产生周期性的温度变化时,应以最高的可能操作壁温(当温度在 -20°F 以下者,应采用最低的)及其相应的压力来进行设计(见UA-60(b))。

(c) 已在运行的容器,决定容器壁操作温度的推荐方法详见附录C。

UG-21 设计压力^①

第Ⅷ篇本分篇所包括的各种受压容器的设计应至少以容器在正常操作压力和温度共同作用下所产生的最不利情况来进行。在这种情况下时,应考虑容器器壁内外最大压差或者在组合单元内任何两室间壁所受的最大压差(见UG-98及UA-60(b))。

UG-22 各种载荷

设计容器时应考虑的各种载荷如下:

- (1) 内部或外部设计压力(见UG-21规定);
- (2) 冲击载荷,包括突然的压力变化;
- (3) 容器的自重及在运转或试验情况下容器标准储存物料的重量(包括储液静压所增加的压力);
- (4) 外加的载荷例如其它容器,运转设备,绝缘材料,防腐蚀或防浸蚀衬里以及管道等;
- (5) 风载及地震载荷(视地区而定);
- (6) 支架,支环,鞍座或其它支座的作用力(见附录D及G);
- (7) 由于温度梯度而产生的最大应力。

^① 在容器正常操作压力之上应有一相当裕度以保证可能的升压,此裕度应考虑泄压装置安全降压的泄放压力(见UG-133)。

UG-23 最大许用应力值

(a) 最大许用应力值系指在有关规程规定下制造容器的某种材料其允许承受最大的单位应力。各种材料允许的最大抗拉应力详见 C 章中的下列各表:

表 UCS-23 碳钢及低合金钢的最大许用抗拉应力值。

表 UNF-23 有色金属的最大许用抗拉应力值。

表 UHA-23 高合金钢的最大许用抗拉应力值。

表 UCI-23 铸铁的最大许用抗拉应力值。

表 UCD-23 可锻铸铁的最大许用抗拉应力值。

表 UHT-23 经热处理后提高抗拉性能的铁素体钢的最大许用抗拉应力值。

表 UCS-27 焊制碳钢管及低合金钢管的最大许用抗拉应力值。

(b) 在圆筒形壳体设计时, 由于各种载荷的作用, 在壳体内产生纵向压应力, 其最大许用压应力应取下列各数值中的较小者:

(1) (a) 项中规定的最大许用抗拉应力值。

(2) 附录 V 有关图表用来确定受外压容器的壳体及封头厚度计算系数“B”的数值。图表中的符号说明如下:

t_h = 壳体钢板需要的最小厚度, 不包括腐蚀裕度, 吋;

L_1 = 圆筒形壳体的内半径, 吋。

附录 V 图表中系数“B”可用下法求得:

第 1 步: 假定一个 t_h 值, 算出 $L_1/100t_h$ 。

第 2 步: 根据制造容器的材料, 在附录 V 中选用适当的图表。在图表左侧纵坐标上找到第 1 步算得的 $L_1/100t_h$ 值。

第 3 步: 自此点依水平方向移动与“球体线”相交。

第 4 步: 从这交点依垂直方向移动与设计温度的材料线相交 (见 UG-20) (中间温度可在图表上材料线之间用内插法求得)。

第 5 步: 从这交点依水平方向移动交右侧纵坐标读出系数“B”。该数值即为第 1 步假定厚度 t_h 的最大许用抗压应力。

第 6 步: 按上述 t_h 假定值计算出容器纵向抗压应力与从图表查得的“B”值比较。若“B”值小于计算的应力值者, 则另选定较大的 t_h 值, 用重复的步骤直到所得“B”值大于计算的应力值为止。

对于对接, 焊缝系数可取为 1。

(c) 用这些规程计算出来的容器壁厚务使容器在正常运行^①期间, 由于 UG-22 中所列的各种载荷同时发生而造成的最大直接应力 (薄膜应力) 不超过在载荷存在的运行温度下的最大许用应力^②。中间温度情况下的数值^③可用内插法求得。

UG-24 铸件

(a) 质量系数: C 章所列铸造材料 (UCI 部分规定的铸铁除外) 的许用应力值须采用下列质量系数。定义和射线照相标准见附录 VII。

(1) 对普通浇铸的铸件按材料规格的最低要求来检查时, 其铸造质量系数应不超过 80%。除材料规格的最低要求外, 对于离心浇铸的铸体所有表面, 在热处理后应用切削方法加工到其粗糙度的算术平均偏差不大于 0.00025 吋时, 所采用的质量系数不超过 85%。

(2) 对于有色金属及可锻铸铁, 除

① 见定义——UA-60(a)及(h)。

② 依照这些公式设计制造的容器可能会出现高度集中应力和二次弯曲应力, 这是公认的。至于实际的零件设计公式业经编订务使容器应力限制在与经验相结合的安全标准以内。

③ 表列应力值建立的根据可参看: 对于钢材方面详见附录 P; 对于有色金属方面详见附录 Q。

UG-24(a)(1)规定的最低要求外,所采用的质量系数不超过90%。

(a) 每一铸件的所有表面,应予彻底检验,尤其对经切削或钻孔所暴露出来的表面,不应出现任何缺陷。

(b) 凡新的或修改设计的铸件,其首批铸出的五件中至少有三件代表性铸件^①必须在各临界截面处进行解剖或作射线照相检验(见附录VII注1),不应出现任何缺陷。

(c) 在每批连续浇铸的五件铸件中,随意取其一件在各临界截面处进行解剖或作射线照相检验,不应出现任何缺陷。

(d) 除须经射线照相检验的铸件外,所有其余铸件必须在各临界截面处按附录VI采用磁粉检验或液体渗透检验,研磨、切削及蚀刻等方法检验之。

(3) 有色金属及可锻铸铁,凡一次浇铸并在各临界截面处经射线照相检验而无缺陷者,铸造质量系数应不大于90%。

(4) 凡有色金属及可锻铸铁经切削到所有临界截面全部暴露可作铸件全厚度的检验者;例如在管板钻孔检查时钻孔节距不超过铸件的壁厚,其质量系数不超过90%。这种检验可以代替(2)(b)中规定的解剖或射线照相检验。

(5) 对碳素钢,低合金钢或高合金钢,除UG-24(a)(1)规定的最低要求外,并经下列附加检查合格后,可有较高的质量系数:

(a) 对离心浇铸的铸体,凡按照附录VII的要求经磁粉或液体渗透检验合格者,质量系数应不超过90%。

(b) 对普通及离心浇铸的铸件,若能与附录VIII的检查和试验要求全部符合者,其质量系数可高达100%。

(b) 缺陷。有严重缺陷的铸件可以退货。检查员有权要求任何数目的、从同一炉浇铸出的附加铸件进行同样的检验直到合格止,此处铸件的质量系数采用90~100%。不影

响铸件强度的缺陷可用焊接方法修补。凡经全部修补好的铸件应受到重新检验及消除应力,若能符合本篇的有关规程或铸件规格要求二者之一者,修补铸件应进行焊后热处理,然后方能采用90~100%的铸件质量系数。

(c) 证明标志。凡铸件的质量系数在90~100%者,铸件上除应清晰标明质量系数外还须具有制造厂名及材料的证明标志。制造厂应填发试验报告或证明文件以证明该铸件确实符合本篇的规定。

UG-25 腐蚀

(a) 容器或容器部件其器壁由于腐蚀,浸蚀或机械磨擦而致削弱减薄,为了满足容器的原设计使用寿命起见,须在原设计壁厚上给予适当的增厚或者采取其它的保护措施(见附录E)。

注:当用高合金钢及有色金属材料制成的容器,不论其是整体金属,复合板或衬里,有关防腐问题处理见UHA-6,UCL-3及UNF-4规定。

(b) 如容器的各部分受到不同程度的腐蚀或损伤者,由上述目的而增加的厚度或其它保护措施所用的材料厚度无须全部一致。

(c) 除UCS-25规定者外,如在类似使用情况下经验证明这种腐蚀并不存在或仅属轻微程度者,则容器器壁的增厚可以不加考虑。

(d) 指示孔。如欲知容器的壁厚是否已减薄至危险的程度时,可钻取指示孔来测定之。指示孔的直径不小于 $\frac{3}{16}$ 吋,其深度应不小于同样尺寸无缝壳体厚度的80%。这些指示孔应在材料受损坏的另一面钻入(在有复合板或衬里的容器上钻取指示孔,参考UCL-25(b))。

(e) 泄放口。凡受到腐蚀的容器应在可

① 代表性铸件——采用新模型以后使用同样铸造工艺(冒口、浇口、浇铸和熔化)浇制同样材料所取得的任何铸件,一般以首批浇出的几件,作为代表性铸件。代表性铸件应与被代表的一批铸件从同一炉的熔料中浇制。

能最低的部位设置适当的泄放口；或在容器上任何部位设置泄放管向内通到距最低点 $\frac{1}{4}$ 吋的地方。

UG-26 衬里

除 UCL 部分(见附录 F)许可者外,抗腐蚀或抗摩擦的衬里不论其与容器接触与否均不能认为可增加器壁强度的措施。

UG-27 内压容器的壁厚

(a) 内压容器的壁厚应不小于用下列公式^①计算的数值。此外还须考虑 UG-22 中所列的任何其它载荷,当这些载荷可能存在时(UG-16)。

(b) 本节公式中采用符号的定义如下:

t = 壳体最薄壁厚,不包括腐蚀裕度(见 UG-25),吋;

P = 设计压力,磅/吋²(见 UG-21);
(或现有容器的最大许用工作压力,见 UG-98)。

R = 指定壳体筒节的内半径,不包括腐蚀裕度,吋;

S = 最大许用应力值,磅/吋²(见 C 章有关图表中的应力值);

E = 连接系数,如圆筒形壳体以及圆球形壳体相应接头的连接系数,或为管孔间开孔减弱系数,取其较小者。

对焊接容器,采用 UW-12 中规定的系数。

对铆接容器,采用 UR-15 中规定的系数。

凡没有与应力方向垂直相交的连接(系指使用环向应力公式而无纵向连接时), $E=1$ 。管孔间开孔的减弱系数,采用 UG-53 规程计算之。

(c) 圆筒形壳体。筒形壳体的最小壁厚

或最大许用工作压力应比下列(1)或(2)式算出的壁厚为大,压力为小:

(1) 环向应力(纵向接缝)。当厚度不超过内半径的 $\frac{1}{2}$,或 P 不超过 $0.385SE$ 时,采用下列计算公式:

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} \text{ 或 } P = \frac{SEt}{R + 0.6t} \quad (1)$$

(2) 纵向应力(环向接缝)^②。当厚度不超过内半径的 $\frac{1}{2}$ 。或 P 不超过 $1.25SE$ 时,采用下列计算公式:

$$t = \frac{PR}{2SE + 0.4P} \text{ 或 } P = \frac{2SEt}{R - 0.4t} \quad (2)$$

(d) 球形壳体。当整体球形容器的壳体的厚度不超过 $0.356R$,或 P 不超过 $0.665SE$,采用下列计算公式:

$$t = \frac{PR}{2SE - 0.2P} \text{ 或 } P = \frac{2SEt}{R + 0.2t}$$

(e) 除压力及温度以外,当容器受到 UG-22 所规定的外部载荷时,根据情况需要应增设加强措施或其它附加支撑来防止设备的超应力或较大的变形。

(f) 在圆筒形或球形壳体外面全部包以设有支撑的外夹套时,应符合 UG-47(c)的规定。

(g) 筒节或球形壳体的壁厚减薄应符合 UW-9。

UG-28 外压容器的壁厚

(a) 本部分的公式限用于受外压的球形壳体及圆筒形壳体的设计,不论其有无加强圈。三种具有代表性的圆筒形壳体型式详见图 UG-28。计算壳体及封头厚度的图表详见附录 V。

① 用外半径计算的公式及本节范围以外的壁厚及压力公式详载 UA-1 到 UA-3。

② 这些公式专用于环向连接效率小于纵向连接效率的半数,或当 UG-22 中附加载荷导致纵向弯曲或拉伸与内部压力的共同影响被考虑时。这些探讨的例题详见附录 L(UA-274(a)及(b))。

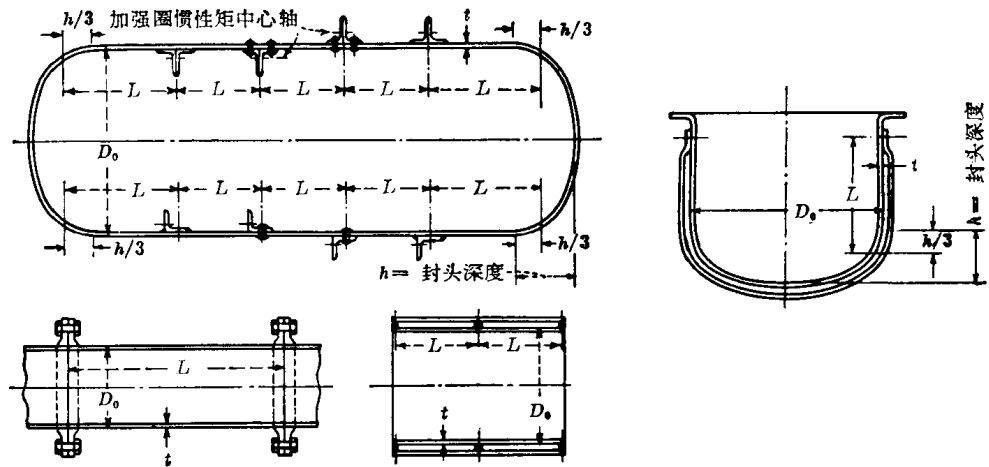


图 UG-28 受外压的圆筒形容器尺寸符号示意图

(b) 本节公式中采用的符号定义如下:

t = 圆筒形壳体最薄壁厚, 不包括腐蚀裕度, 吋;

t_h = 球形壳体最薄壁厚, 不包括腐蚀裕度, 吋;

L = 容器段的设计长度, 按下列规定:

(1) 如无加强圈时, 取封头转角线之间距离再加每个封头深度的 $\frac{1}{3}$; (2) 任何相邻两只加强圈间的最大中心距; 或(3) 自第一只加强圈中心到封头转角线的距离再加封头深度的 $\frac{1}{3}$, 所有尺寸的测量均应与容器的轴线相平行, 吋;

L_1 = 球形壳体的内半径, 吋;

D_0 = 指定筒节的圆筒形壳体外径, 吋;

P = 设计外压, 磅/吋² (见 UG-28(e) 及(f)) (对正在运行的容器, 系指最大许用工作压力)。

(c) 圆筒形壳体。受外压的圆筒形壳体的需要厚度, 不论是无缝的或是纵向对接的, 应不小于按下列程序算出的数值:

第 1 步: 假定一个 t 值, 算出 L/D_0 及 D_0/t 。

第 2 步: 根据制造容器的材料在附录 V 中选用适当的图表。在图表左侧纵座标上找到第 1 步算得的 L/D_0 值。

第 3 步: 自上点水平方向移动与从第 1 步求得的代表 D_0/t 的线相交。

第 4 步: 从这交点依垂直方向移动与设计温度的材料线相交 (见 UG-20) (中间温度可在图表上各线之间用内插法求得)。

第 5 步: 从这交点依水平方向移动交右侧纵座标读出“ B ”值。

第 6 步: 算出最大许用工作压力 P_a :

$$P_a = \frac{B}{D_0/t}$$

第 7 步: 比较 P_a 与 P , 如 P_a 小于 P 时, 重选较大的 t 值并重复设计步骤直至得到的 P_a 等于或大于 P 。设计实例见附录 L (UA-270(a))。

(d) 球形壳体。受外压的球形壳体的需要厚度, 不论是无缝的或是对接制成的, 应不小于按下列程序算出的数值:

第 1 步: 假定一个 t_h 值, 算出 L_1/t_h 及 $L_1/100t_h$ 。

第 2 步: 从附录 V 中图表的左边按指定的材料, 找出由第 1 步算得的 $L_1/100t_h$ 值。

第 3 步: 自此点水平方向移动与球体线相交。

第 4 步: 从这交点依垂直方向移动与设计温度的材料线相交 (见 UG-20) (中间温度可在图表上各线之间用内插法求得)。

第 5 步：从这点依水平方向移动交右侧纵坐标读出“ B ”值。

第 6 步：算出最大许用工作压力 P_a ：

$$P_a = \frac{B}{L_1/t_h}$$

第 7 步：比较 P_a 与 P 。如 P_a 小于 P 时，重选较大的 t_h 值并重复设计步骤直至得到的 P_a 等于或大于 P 。设计实例见附录 L (UA-270(b))。

(e) 设计压力或最大许用工作压力在任何时候应不小于实际操作中预期出现最大的容器内外压力差。

(f) 工作压力为 15 磅/吋² 或较小的外压容器，其上加盖规定的表示符合外压容器规程的标志，必须按照最大许用外压 15 磅/吋² 或比最大允许的外压超过 25% 的压力两者之中较小者设计之。

注：除了 UCS-66(c)(2) 及 UHA-51(b) 规定外，凡容器壁厚按内压规程设计制造的，有时可能会受到外压 15 磅/吋² 或较小的压力者，可不必按外压规程制造。这种容器可加盖本规范“内压容器”的标志。

(g) 当受外压圆筒形壳体上具有纵向搭接焊缝或受外压球形壳体具有任何搭接焊缝者，它们的壁厚可按本节公式计算，但须以 $2P$ 代替式中的 P 。

(h) 圆筒形壳体上的环向接缝可采用本规范中任何一种接缝型式并按照承受的载荷进行设计。

(i) 容器受压室的有关部分若可能承受外压力者而其形状为非完整的圆筒形或成型封头以及圆筒形容器的外夹套仅仅包围局部圆周者，应按照 UG-47 至 UG-50 规定全部设置支撑螺栓，否则应按照 UG-101(p) 规定进行耐压试验。

(j) 除压力及温度以外，当容器受到 UG-22 所规定的外部载荷时，根据情况需要，应增设加强部件或其它附加支撑来防止设备的超应力或较大的变形。

UG-29 外压圆筒形壳体上的加强圈

(a) 除下述(f)例外，环向加强圈的惯性矩应不小于下列两式中任一式的计算所得：

$$I_s = \frac{D_o^2 L_s (t + A_s/L_s) A}{14}$$

$$I'_s = \frac{D_o^2 L_s (t + A_s/L_s) A}{10.9}$$

式中： I_s = 中性轴线与壳体轴线相平行的加强圈所需要的惯性矩，吋⁴；

I'_s = 中性轴线与壳体轴线相平行的加强圈与壳体结合截面所需要的惯性矩，吋⁴；

在结合截面上可计入加强的惯性矩的壳体有效宽度应不大于 $1.10\sqrt{D_o t}$ ，从加强圈中性轴每各取一半。若由于加强圈的安装位置而使其最大允许的壳体有效截面与另一加强圈的在一边或两边重叠者，则此加强圈的壳体有效截面在相重叠的每侧应按一半计算。

A_s = 加强圈的横截面积，吋²；

A = 按加强圈材料及相应的系数“ B ”以及壳体的相应设计温度来决定的系数，可从附录 V 有关的图表中查得；

L_s = 从加强圈中心线起到一边的下一个支架线之间距离的一半，再加上从中心线起到另一边的下一个支架线之间的距离的一半，两者均在与容器轴线相平行的方向量得，吋。所谓支架线就是 (1) 符合本节要求的加强圈；(2) 外夹套上环向接合体；或 (3) 从封头转角线至封头深度 $1/3$ 处的环向线，如图 UG-28 所示。

P ， D_o 及 t 的定义同 UG-28 (b)。

加强圈的惯性矩可按下列程序求得：

第1步：假定壳体业已设计和 D_0, L_s 及 t 为已知，选定加强圈的材料和规格并计算它的截面 A ，及惯性矩 I 。然后按下列公式计算“ B ”值：

$$B = \frac{PD_0}{t + A_s/L_s}$$

B = 加强圈材料的系数，在附录 V 中有关图表的右上侧可查得。

第2步：从附录 V 中图表的右边按指定的材料，找出由第一步算出的“ B ”值。

第3步：水平移动与设计温度下的材料线相交。

第4步：垂直向下移动与图表横坐标相交，求得 A 值。

第5步：按上述公式计算需要的惯性矩 I_s 。

第6步：如求得的 I_s 值大于第1步中所选取截面的惯性矩 I 时，则应另选取一 I 较大的截面并再求出 I_s 。

如求得的 I_s 值小于第1步中所选取截面的惯性矩 I 时，这个选定的截面应作满意论。

采用这种程序进行设计的实例详见附录 L (UA-272)。

(b) 加强圈应该全部围绕着容器的圆周。加强圈的两端或两段之间的接合方式应如图 UG-29.1C, D, F 及 G 所示。位在壳体内部或外部的加强圈相邻两部分之间的任何接合，应如图 UG-29.1H 所示，这些结构都须使加强圈获得需要的惯性矩。

(c) 置于容器内部的加强圈的布置如图 UG-29.1A 及 B 所示，图中显示的截面应维持该圈需要的惯性矩(见上面(a))。每一截面的惯性矩该从它本身的中性轴线来计算。但当承受壳体压力的加强圈上须留出任何间隙时，如图 UG-29.1A 及 E 所示，其长度应不超过图 UG-29.2 规定的弧长，否则加强构件

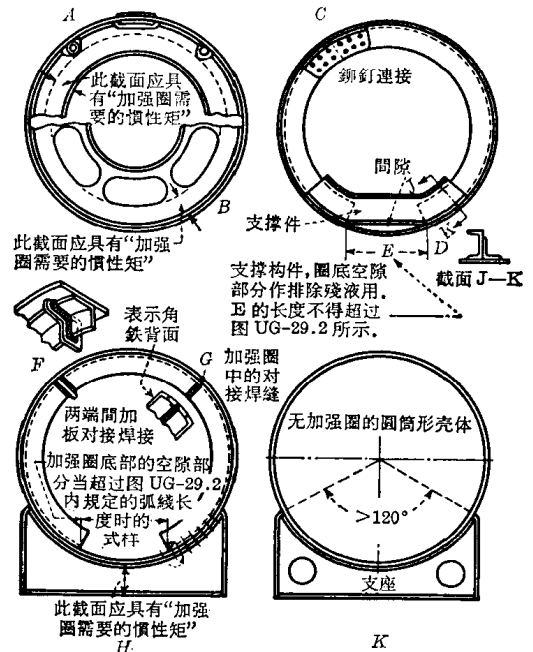


图 UG-29.1 受外压圆筒形容器上加强圈的各种布置图

应设置成如图 UG-29.1H 所示，下列情况例外：

- (1) 壳体上不受加强圈支撑的弧长不超过 90° ；且
- (2) 在相邻两加强圈的不受支撑的壳体弧长相互交错 180° ；及
- (3) UG-28 (b) 中尺寸 L 应取下列中的较大者：相间隔的加强圈之间的最大距离；或从封头的转角线至第二只加强圈中心的距离再加上 $1/3$ 封头深度。

(d) 如容器内部具有垂直于筒体纵向轴线的板式结构如塔盘或挡板，倘被设计成为起加强作用者，亦可作为加强圈论。

(e) 无论为任何目的而设置的内部支撑或支架均不得直接生脚于壳体上，除非通过一个坚实而连成整体的环。

注：注意避免采用支脚或挂脚支承容器，这样布置会导致集中载荷，从而在壳体中引起附加应力。立式容器可采用连接于壳体上的坚实环作为支架(见 UG-187)。除非支架设在相于容器的封头或设在加强圈上，卧式容器的支架与壳体之间必须有沿壳体圆周至少 $1/3$ 弧长的坚实衬板，如图 UG-29.1K 所示。必须注意由于把一只容器不适

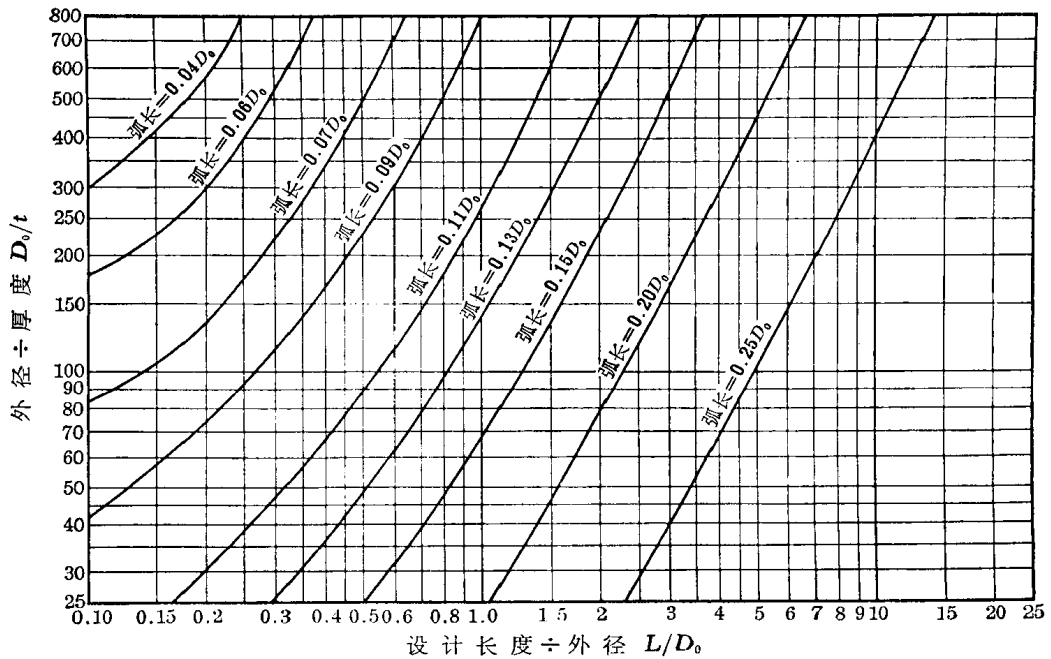


图 UG-29.2 受外压圆筒形壳体上加强圈断开处, 壳体上可免设支架的最大弧长

当地支承在另一只容器上而产生的很大集中载荷的危险。以容器的壳体直接作为重物的支架时亦有上述危险(见附录G)。

(f) 当容器的内壳与外夹套由若干拉紧棒或其它一些环连接而其间有压力存在时, 这种结构具有相当的加强作用, 因此本节的公式不适用。

UG-30 加强圈与壳体间的连接

(a) 当采用加强圈时, 可设置在容器的内部或外部, 与壳体的连接方法可采用焊接, 钎焊, 铆接或用螺栓固定。如容器制造后不需要消除内应力者可采用钎焊。加强圈应与壳体接触。

(b) 加强圈与壳体之间可采用连续的或间断的焊接, 在加强圈每侧间断焊接的总长应为:

(1) 加强圈在壳体外面时, 不少于容器外圆周长的 $1/2$;

(2) 加强圈在壳体里面时, 应不少于容器内圆周长的 $1/3$ 。间断焊接的间距及推荐

的布置见图 UG-30 所示。在加强圈另一侧的间断焊接, 可以互相错开或按图示并排布置。

(c) 倘加强圈位在壳体的外面, 且用铆钉固定者, 则铆钉的公称直径不应小于壳壁的厚度, 且铆钉孔的中心距不应超过图 UG-30 的规定。

(d) 所有加强圈的焊接必须符合本规范对该型容器制造上所规定的要求。

UG-31 管材及当管材使用的管子

(a) 内压。承受内压的管材及管子需要的管壁厚度应按 UG-27 公式计算。

(b) 外压。承受外压的管材及管子需要的管壁厚度应按图 UG-31 计算。

(c) 按(a)或(b)计算的厚度遇到下列要求时应予增厚:

(1) 为了防止腐蚀, 浸蚀或由于清理操作上所造成的磨损时应予增厚。

(2) 凡管材的管端制有螺纹时, 其管壁厚度的增加部分应等于 $0.8/n$ 时(n =每吋的螺纹数)。

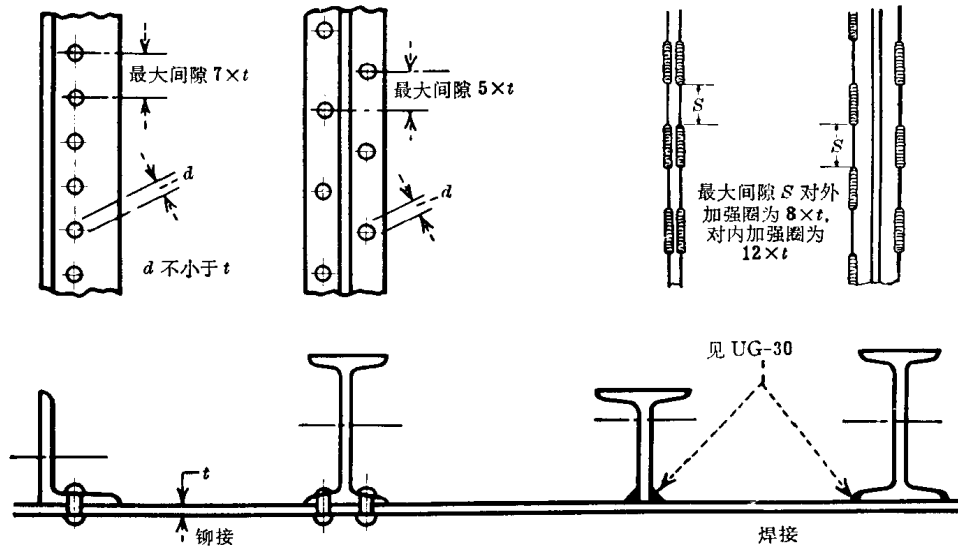


图 UG-30 受外压圆筒形壳体上安装加强圈的方法

UG-32 凹面受压的成型封头

(a) 椭圆形, 碟形, 锥形及半球形的凹面受压封头(正封头)制成后最薄处^①的需要厚度可按本节有关的公式^②来计算(见 UG-16)。此外尚须考虑 UG-22 中所列的任何其它载荷。

(b) 没有支撑的椭圆形或碟形封头的厚度在任何情况下应不小于无缝半球形封头的厚度除以封头与壳体间的焊接系数。

(c) 本节公式中采用符号的定义如下:

t = 成型封头的最小需要厚度, 不包括腐蚀裕度, 吋;

P = 设计压力, 磅/吋²(见 UG-21)(或现有容器的最大许用工作压力, 见 UG-98);

D = 封头直边的内径; 或椭圆形封头的内长轴长度; 或圆锥形封头在其考虑点上的内径, 沿垂直于容器纵向轴的方向测量, 吋(指未加腐蚀裕度前量得的数值);

D_1 = 折边锥形封头在过渡区与锥形部分切线交点量得的内径, 在与圆

锥体轴线相垂直方向测量, 吋;
 S = 最大许用应力值, 由 C 章中查得, UG-32(e) 规定者除外, 磅/吋²;
 E = 封头上任何接缝的最小接合系数;

对半球形封头, 包括封头与壳体的连接;

对于焊接容器, 采用 UW-12 中规定的焊接系数;

对于铆钉连接, 采用 UR-15 中规定的铆接系数;

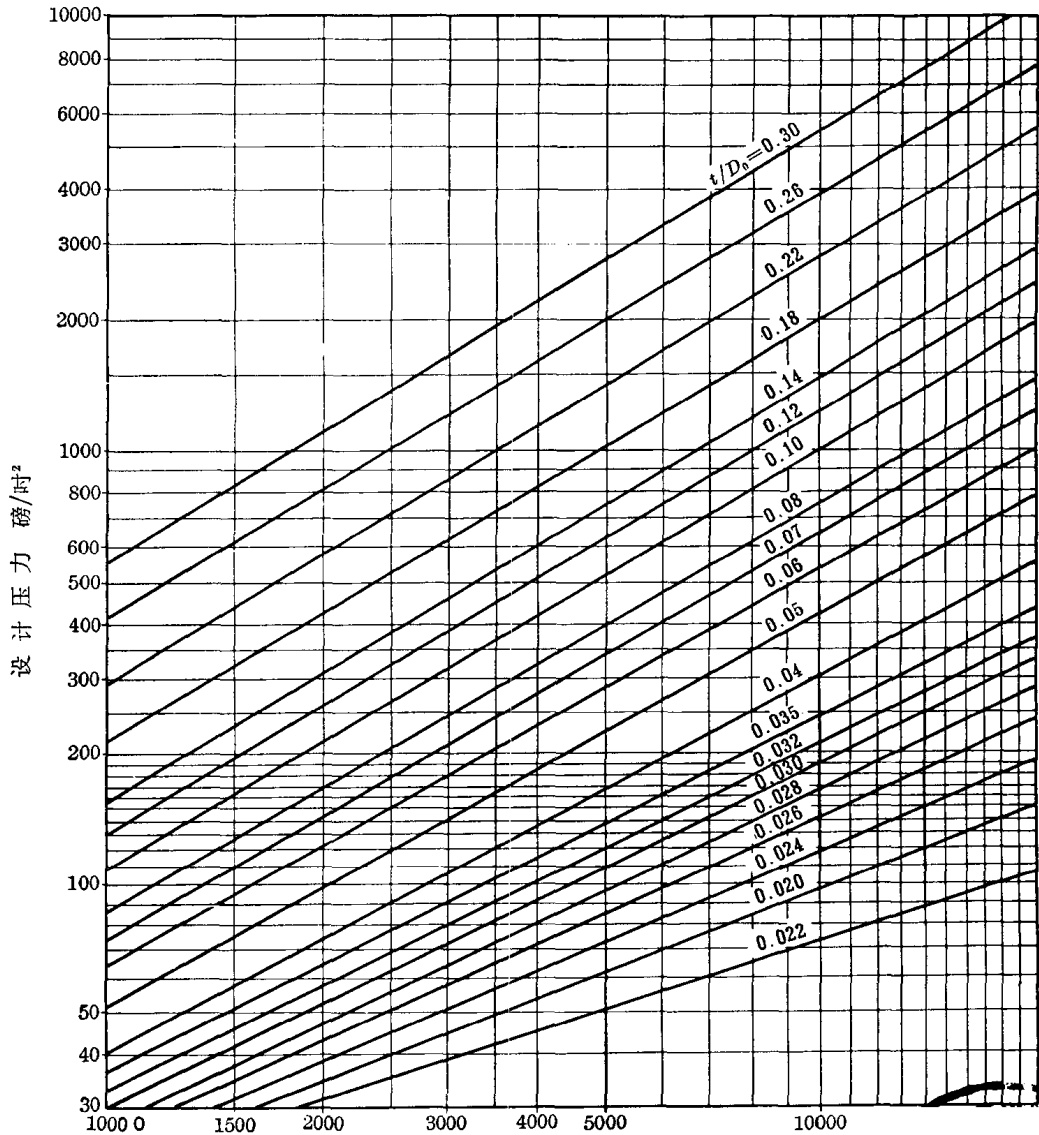
对于无缝封头, $E = 1$; 但对于无折边的半球形封头, 采用封头与壳体间连接的焊接系数。

L = 球形或碟形封头的内半径, 吋;

α = 锥形封头的半锥顶角, 度(见图 UA-4)。

① 为了使制成的封头壁厚不小于需要的最小厚度起见, 往往选用较厚的板材以备加工过程中有可能使板材辗薄。封头开孔上的颈部由封头本身板材翻边而成时, 由于制造加工上的关系将被辗薄。这是允许的, 只要颈部的厚度不小于直径等于最大开孔直径的筒体应具的厚度(见 UG-46(j))。

② 其它尺寸比例的封头的计算公式, 以及使用外径的公式连同例题详见 UA-4。



设计应力 磅/吋² (取自C章)
(对焊接管采用无缝管的设计应力)

图 UG-31 受外压管子壁厚计算图

(d) 椭圆形封头。半椭圆形式的碟形封头的需要壁厚，系指 $\frac{1}{2}$ 短轴（以封头内壁计算的深度减去折边深度）等于封头折边内径的 $\frac{1}{4}$ ，应按下列公式计算：

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$$

或

$$P = \frac{2SEt}{D + 0.2t}$$

(e) 碟形封头。碟形封头所需要的壁

厚，系指过渡区半径等于碟形封头内径的 $\frac{1}{4}$ （见(j)）的碟形封头，按下列公式计算：

$$t = \frac{0.885PL}{SE - 0.1P}$$

$$P = \frac{SEt}{0.885 + 0.1t} \quad (2)$$

碟形封头采用最小抗拉强度大于80,000磅/吋²的材料制造时，其室温下的最大许用应力应采用20,000磅/吋²，使用温度下许用