

目录:

1 钢板 5

1 钢管 6

GB150.2 56

1 锻件 7

1 螺柱 7

1 螺柱和螺母 7

1 低温容器用焊条 7

1 复合板 7

2 焊后热处理 7

2. 消氢热处理 8

2 成形受压元件的恢复性能热处理 9

3 制备产品焊接试件 9

4 100%RT 或 UT9

4 100%MT 或 PT10

4 局部无损检测 11

4 组合检测 11

4 热切割坡口外表 12

5 泄露性试验 12

偏心锥壳 12

补强圈补强 12

GB/T25198-2010 12

12

总图要求 13

“固规”3.1413

焊接接头 13

“固规”3.1713

压力容器用管法兰 13

接收径倒角要求 13

不得有咬边 14

热处理后返修应重新进展热处理的 14

低温低应力工况 14

分程隔板的名义最小厚度 14

隔板槽宽度 14

圆筒厚度的选取 15

管板最小厚度 15

复合管板覆层最小厚度及相应要求 15

换热管与管板的连接 15

折流板缺口布置 15

设置防冲板或导流筒 16

防冲板构造及最小厚度 16

导流筒 16

纵向隔板厚度 16

挡管 16

中间挡板 16

滑道 16

鞍式支座布置 16

立式换热器支座 17

17

焊接工艺评定 17

尺寸偏差 17

附录 I 管板与管箱、壳体的焊接连接 18

NB/T47020-2012 18

6.6.1.2 长颈法兰 18

NB/T47020-2012 18

6.6.1.3 法兰检测 18

换热器膨胀节设置原则 18

滑动端鞍座长圆孔位置 18

塔式容器 18

裙座 19

裙座开坡口尺寸 19

排气孔（管）和隔气圈 19

地震载荷 20

塔外形尺寸公差 21

塔的热处理 21

塔计算 22

防火层 22

耐压试验公式 22

管程压力大于壳程压力的管接头的试压 22

水压试验对水的要求 22

无法进展压力试验容器应采取的平安措施 23

泄露试验 23	
装有平安阀的容器气密试验和设计压力确实定 23	
换热器管束防振措施 23	
/T4710-2005 标准释义 23	
7 防振措施 23	
低温压力容器设计考前须知 23	
鞍座材料 23	
支座的设置 24	
塔的校核截面 24	
GB150.1 中 3 名词定义 24	
HG/T20580-2011 3 名词定义 24	
设计压力确实定 24	
复合钢板不适合做热处理的原因 25	
异种钢焊接 25	
（缪春生） 25	
消氢处理及氢的来源 25	
应力腐蚀 25	
晶间腐蚀机理、 25	
控制途径及条件 25	
其他腐蚀 25	
压力容器常见失效准则 26	
压力容器常见失效形式 26	
强度理论 26	
管板受力分析 26	
固定管板计算危险工况组合 26	
塔的分类 26	
卧式容器的鞍座设计 _____	26
卧式容器的各个应力及位置 26	
各应力的分类及位置 26	
固定圆平板及周边简支圆平板弯矩图、剪力图、应力图 26	
热处理名词及相应适用围或特点 26	
一、标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 的低合金钢在设计中的要求： 33	
二、CrMo 钢压力容器设计考前须知 34	
三、具有应力腐蚀的介质设计制造考前须知： 35	
四、低温容器设计考前须知： 37	
五、高温容器设计考前须知： 38	

1 钢板 GB150.2 4 Rm≥540MPa 的钢板: 18MnMoNbR、 13MnNiMoR、 12Cr2Mo1VR、 06Ni9DR、 07MnMoVR、 07MnNiVDR、 07MnNiMoDR、 12MnNiVR (备注: P87 Q235 系 列 适用于设计 压 力 <1.6MPa ,不 得用于毒性 程度为极度 和高度危害 的介质。)	拉伸	P46 4.1.5 以下碳素钢和低合金钢板,应每热处理钢板〔热处理后钢板被切割成数时仍按 1 考虑〕进展拉伸和 V 型缺口冲击试验: a) 调制热处理钢板; b) 多层容器的筒钢板; c) 壳体厚度大于 60mm 的钢板。																																																															
		P46 4.1.10 **设计温度高于 200℃的 Q370R 进展设计温度下的高温拉伸试验,其屈服强度值按 GB150.2 附录 B **设计温度高于 300℃的 18MnMoNbR、13MnNiMoR、12Cr2Mo1VR 进展设计温度下的高温拉伸试验,其屈服强度值按 GB150.2 附录 B																																																															
	冲击	P46 4.1.5 以下碳素钢和低合金钢板,应每热处理钢板〔热处理后钢板被切割成数时仍按 1 考虑〕进展拉伸和 V 型缺口冲击试验: 调制热处理钢板; b) 多层容器的筒钢板; c) 壳体厚度大于 60mm 的钢板。																																																															
		P47(注明协议的材料,要在文件中注明冲击)																																																															
		<table><tr><th>钢 号</th><th>钢板厚度 mm</th><th>使用状态</th><th>冲击试验要求</th><th>使用温度下限 ℃</th></tr><tr><td colspan="5">中常温用钢板</td></tr><tr><td rowspan="6">Q245R</td><td><6</td><td rowspan="4">热轧、控轧、正火</td><td>免做冲击</td><td>-20</td></tr><tr><td>6~12</td><td rowspan="3">0℃冲击</td><td>-20</td></tr><tr><td>>12~16</td><td>-10</td></tr><tr><td>>16~150</td><td>0</td></tr><tr><td>>12~20</td><td>热轧、控轧</td><td rowspan="2">-20℃冲击 (协议)</td><td>-20</td></tr><tr><td>>12~150</td><td>正火</td><td>-20</td></tr><tr><td rowspan="6">Q345R</td><td><6</td><td rowspan="4">热轧、控轧、正火</td><td>免做冲击</td><td>-20</td></tr><tr><td>6~20</td><td rowspan="3">0℃冲击</td><td>-20</td></tr><tr><td>>20~25</td><td>-10</td></tr><tr><td>>25~200</td><td>0</td></tr><tr><td>>20~30</td><td>热轧、控轧</td><td rowspan="2">-20℃冲击 (协议)</td><td>-20</td></tr><tr><td>>20~200</td><td>正火</td><td>-20</td></tr><tr><td rowspan="2">18MnMoNbR</td><td rowspan="2">30~100</td><td rowspan="2">正火加回火</td><td>0℃冲击</td><td>0</td></tr><tr><td>-10℃冲击 (协议)</td><td>-10</td></tr><tr><td rowspan="2">13MnNiMoR</td><td rowspan="2">30~150</td><td rowspan="2">正火加回火</td><td>0℃冲击</td><td>0</td></tr><tr><td>-20℃冲击 (协议)</td><td>-20</td></tr></table>				钢 号	钢板厚度 mm	使用状态	冲击试验要求	使用温度下限 ℃	中常温用钢板					Q245R	<6	热轧、控轧、正火	免做冲击	-20	6~12	0℃冲击	-20	>12~16	-10	>16~150	0	>12~20	热轧、控轧	-20℃冲击 (协议)	-20	>12~150	正火	-20	Q345R	<6	热轧、控轧、正火	免做冲击	-20	6~20	0℃冲击	-20	>20~25	-10	>25~200	0	>20~30	热轧、控轧	-20℃冲击 (协议)	-20	>20~200	正火	-20	18MnMoNbR	30~100	正火加回火	0℃冲击	0	-10℃冲击 (协议)	-10	13MnNiMoR	30~150	正火加回火	0℃冲击	0
钢 号	钢板厚度 mm	使用状态	冲击试验要求	使用温度下限 ℃																																																													
中常温用钢板																																																																	
Q245R	<6	热轧、控轧、正火	免做冲击	-20																																																													
	6~12		0℃冲击	-20																																																													
	>12~16			-10																																																													
	>16~150			0																																																													
	>12~20	热轧、控轧	-20℃冲击 (协议)	-20																																																													
	>12~150	正火		-20																																																													
Q345R	<6	热轧、控轧、正火	免做冲击	-20																																																													
	6~20		0℃冲击	-20																																																													
	>20~25			-10																																																													
	>25~200			0																																																													
	>20~30	热轧、控轧	-20℃冲击 (协议)	-20																																																													
	>20~200	正火		-20																																																													
18MnMoNbR	30~100	正火加回火	0℃冲击	0																																																													
			-10℃冲击 (协议)	-10																																																													
13MnNiMoR	30~150	正火加回火	0℃冲击	0																																																													
			-20℃冲击 (协议)	-20																																																													
炉外 精炼	P40 3.5 (容规 P4----2.2)																																																																
	Rm≥540MPa 低合金钢 (GB713-2014 6.2.1 要求 全部应炉外精炼)	奥氏体-铁素体不锈钢 (GB24511-2009 有要求)	使用温度低于-20℃的低合金钢 板 (GB3531-2014 有要求)																																																														
供货 状态	P42 4.1.4 a) 用于多层容器的筒的 Q245R、Q345R-----正火 b) Q245R、Q345R 壳体厚度大于 36mm——正火 c) Q245R、Q345R 其他受压元件厚度 (法兰、管板、平盖等) 大于 50mm——正火																																																																
	铁素体型 (S1****) 钢板——退火 奥氏体-铁素体型 (S2****) 钢板——固溶 奥氏体型 (S3****) 钢板——固溶		高合金钢钢板外表加工类型: 热轧——1D 级; 冷轧——2B 级。																																																														

	钢板 超声	钢号	钢板厚度 mm	容器使用条件	质量等级
		Q245R	>30~36	—	不低于Ⅲ级
		Q345R	>36	—	不低于Ⅱ级
		Q370R Mn-Mo系 Cr-Mo系 Cr-Mo-V系	>25	—	不低于Ⅱ级
		16MnDR Ni系低温钢 (调质状态除外)	>20	—	不低于Ⅱ级
		调质状态 使用的钢号	>16	—	I级
		多层容器 内筒钢板	≥12	—	I级
		—	≥12	介质毒性程度为极度或高度危害； 在湿 H ₂ S 环境中使用； 设计压力大于或等于 10 MPa	不低于Ⅱ级
1 钢管 GB150.2 5	炉外精炼	P51 5.1.2 使用温度低于-40℃的碳素钢和低合金钢钢管			
	管束	GB9948、GB6479、GB5310 中的 12Cr1MoVG、GB/T21833 中Ⅵ类钢管：高级冷拔或冷轧，钢管尺寸精度选用高级精度，Ⅱ级管束； GB13296 :高级冷拔或冷轧，钢管尺寸精度精度，Ⅰ级管束； 以下钢管按要求可用于换热管：GB/T21833 中Ⅵ类钢管、GB/T24593 均用于设计压力小于 10MPa,不得用于毒性程度为极度高度危害介质。 以下钢管不得用于换热管：GB/T8163、GB/T14976、GB/T12771 “备注：GB8163 不得用于换热管的原因：GB8163 的外径允许偏差和壁厚允许偏差较大，尤其是该标准中规定有：“供方（钢管厂）可用涡流探伤、漏磁探伤或超声波探伤代替液压试验”等条款。为了保障产品质量和平安性能，因此该标准钢管不得用于换热管。总体来说 GB8163 标准的钢管技术要求较低，限制条件较多，以后会逐渐淘汰该标准的钢管在压力容器中的使用”			
	接收	P53 5.1.4 GB9948：外径不小于 70mm，且壁厚不小于 6.5mm 的 20 和 10 钢管，应分别进展 0℃和-20℃的冲击试验，3 个纵向标准试样的冲击功平均值应不小于 31J，允许 1 个试样的冲击功≥22 J。			
		P53 5.1.5 GB6479：外径不小于 70mm，且壁厚不小于 6.5mm 的 20 和 16Mn 钢管，应分别进展 0℃和-20℃的冲击试验，3 个纵向标准试样的冲击功平均值应分别不小于 31J 和 34J，允许 1 个试样的冲击功分别≥22 J 和 24J。			
		P53 5.1.3 GB8163：10、20、Q345D——不得用于换热管；极度、高度危害介质；设计压力不大于 4.0MPa；厚度不大于 10mm；使用温度限制。			
	GB13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管		GB14976 不得用于管壳式换热器换热管		
1 锻件 GB150.2	Ⅲ级 或Ⅳ级	a)用作筒体和封头的筒形、 环形、碗形锻件；	碳素钢、低合金钢： b)公称厚度>300mm；c) $R_m\geq 540MPa$ 且公称厚度>200mm； d) 使用温度低于-20℃且公称厚度>200mm。		
6	拉伸	P58 6.1.4 设计温度下的高温拉伸试验——设计温度高于 300℃的 20MnMoNb、20MnNiMo、12Cr2Mo1V、12 Cr3Mo1V Ⅲ级（按批）或Ⅳ级（逐件）	注明化学成分和力学性能的特殊要求—（NB/T47008-2010 承压设备用碳素钢和合金钢锻件有要求）：有抗回火脆化要求的 12Cr2Mo1、12Cr2Mo1V、12 Cr3Mo1V		
	冲击	P61 表 10 设计文件中应注明：20、16Mn、20MnMo 进展-20℃的冲击试验（如进展）。			
	炉外 精炼	P58 6.1.2 20MnNiMo、12Cr2Mo1V、12Cr3Mo1V、低温钢锻件（NB/T47009-2010 有要求）、高合金钢锻件（NB/T47010-2010 有要求）			

	管板	用于制造管板、管箱平盖、法兰的钢锻件级别不得低于Ⅱ级。且符合 GB150.2-2011 第六章的规定。			
1 螺柱		30CrMoA、35CrMoA、40CrNiMoA 钢螺柱使用温度低于-20℃时，应进展使用温度下的低温冲击试验，冲击功指标分别不低于 41 J、41 J、47J。 使用温度下限：20 钢螺柱为-20℃；35、40MnB、40MnVB、40Cr 钢螺柱为 0℃。			
1 螺柱和螺母 GB150.4 6.7		容器法兰螺柱按 NB/T47027-2012(/T4707)规定	公称直径大于 M36 的螺柱和螺母： 1) 有热处理要求的螺柱，其试样与试验按 GB150.2 中 7.1.3； 2) 螺母毛坯热处理后应做硬度试验； 3) 螺柱应进展外表检测，Ⅰ级合格。		
1 低温容器用焊条		P322 GB150.4 中 5.1.4 按批进展药皮含水量或熔敷金属扩散氢含量的复验，(GB151-1999 附录 A2.3.3 其检验方法按相应的焊条标准或技术要求)			
1 复合板	NB/T47002.1-2009 复合板级别由高到低分为 B1、B2、B3 级，B3 级复合板复合界面的结合剪切强度下限值为 210MPa，未结合率≤5%。 NB/T47002.1-2009 7.2 图纸应注明：覆材外表处理方法——喷砂、抛光或酸洗等。 GB150.4 P51 4.3 要求复合钢板的未结合率不应大于 5%，设计文件中应规定复合板的级别；		GB151 P10		
			5.3.2.2 复合管板可采用堆焊或爆炸焊接复合板。当采用爆炸焊接复合板时，应符合 NB/T47002.1-47002.4 中 B1 级要求；当换热管受周向压应力时，宜采用堆焊复合管板。		
			NB/T47002.1-47002.4 未结合率级别分级		
			级别	代号	未结合率%
			1	B1	0
			2	B2	2
			3	B3	5
2 焊后热处理 GB150.4 8.2 应力腐蚀介质： 对碳钢、低合金钢、奥氏体不锈钢、铁素体不锈钢—NaOH、H ₂ S 水溶液、H ₂ SO ₄ 、CO ₂ （氧裂）、含氧水、含氨水等； 对碳钢、低合金钢—液氨；KOH；醋酸；盐酸；K ₂ CO ₃ 等； 对奥氏体不锈钢—260℃水蒸气；KOH；Cl-水溶液；等； 对铁素体不锈钢—高温水；高温碱等。 毒性程度极度高度危害介质：汞、光气、甲醛等		P332 应力腐蚀倾向的容器			
		P106 GB151 8.10.3 当有耐应力腐蚀要求或要求消除剩余应力时，碳素钢和低合金钢 U 形换热管的弯管段及至少包括 150mm 的直管段应进展热处理。其他材料 U 形换热管管段的热处理由供需双方协商。			
		P332 GB150 8.2.3 用于盛装毒性为极度、高度危害的碳钢、低合金钢制容器			
		P105 GB151			
		8.10.1.1 碳素钢、低合金钢制浮头盖应进展焊后热处理。			
		8.10.1.2 碳素钢、低合金钢制的管箱符合以下情况之一时，应进展焊后热处理：a) 焊有分程隔板；b) 侧向开孔直径超过 1/3 圆筒直径。			
		8.10.1.3 设备法兰、分成隔板的密封面应在热处理后加工。			
		〔热处理后加工密封面的原因：法兰和圆筒的焊接，整体受热收缩，焊完隔板后，由于隔板焊接不是均匀的收缩，所以法兰密封面变形不均匀；不锈钢通常不做热处理，对于不锈钢法兰，尽可能在焊接时，采取措施，保证法兰面的平面度。〕			
		P102 GB151			
		8.4.2 b) 碳素钢和低合金钢管板、管箱平盖应进展焊后热处理；除设计文件另有规定，奥氏体型不锈钢和奥氏体-铁素体型不锈钢管板、管箱平盖可不进展焊后热处理。			
		需进展焊后热处理的焊接接头厚度			

	材 料	焊接接头厚度
	碳素钢、Q345R、Q370R、P265GH、P355GH、16Mn	>32 mm >38 mm(焊前预热 100 ℃ 以上)
	07MnMoVR、07MnNiVDR、07MnNiMoDR、12MnNiVR、08MnNiMoVD、10Ni3MoVD	>32 mm >38 mm(焊前预热 100 ℃ 以上)
	16MnDR、16MnD	>25 mm
	20MnMoD	>20 mm(设计温度不低于-30 ℃ 的低温容器) 任意厚度(设计温度低于-30 ℃ 的低温容器)
	15MnNiDR、15MnNiNbDR、09MnNiDR、09MnNiD	>20 mm(设计温度不低于-45 ℃ 的低温容器) 任意厚度(设计温度低于-45 ℃ 的低温容器)
	18MnMoNbR、13MnNiMoR、20MnMo、20MnMoNb、20MnNiMo	任意厚度
	15CrMoR、14Cr1MoR、12Cr2Mo1R、12Cr1MoVR、12Cr2Mo1VR、15CrMo、14Cr1Mo、12Cr2Mo1、12Cr1MoV、12Cr2Mo1V、12Cr3Mo1V、1Cr5Mo	任意厚度
	S11306、S11348	>10 mm
	08Ni3DR、08Ni3D	任意厚度
331		
2. 消氢热处理	CrMo 钢要焊后立即进展消氢热处理。 (需要焊后进展消氢处理的容器，如焊后随即进展焊后热处理时，可免做消氢处理。——摘自教材 P331) (后热的目的是加快焊接接头中氢的逸出，是防止焊接冷裂纹的有效措施。后热应在焊后立即进展，后热温度与钢材有关，但一般为 200℃-350℃，温度太低，消氢效果不明显；温度过高，假设超出马氏体转变终了温度则容易在焊接接头中保存残存的马氏体组织——摘自教材 P313) (焊缝中氢主要来源于焊接材料中的水分、含氢物质(焊缝周围油污等有机物)及电弧周围空气中的水蒸气等。在许多金属及合金焊接时，氢都是有害的。其有害作用主要表达在以下的四个方面：1 氢脆(氢在室温附近使钢的塑性严重下降的现象叫氢脆) 2. 白点(碳钢和低合金钢如含氢量高，这常常在其拉伸或弯曲端面上呈现出银白色圆形局部脆断点，称之为白点) 3. 形成气孔 4. 产生冷裂纹(以延迟裂纹最为严重)。为了防止氢在钢材中起到的不利影响，需要严格的控制氢在焊缝中的含量，所谓的消氢处理就是防止其含量超标的一种重要手段。其工艺是将焊件加热至 350℃，然后进展保温一般时长为 1 小时左右，这样就可以使在焊接过程中未来的急外逸的氢能够充分向外扩散。像常用到的 15CrMo 和 12Cr1MoV 等材料焊接后都需要进展消氢处理。)	

2 成形受压元件的恢复性能热处理

钢板冷成型受压元件，当符合以下任意条件之一，且变形率超过表 4 的围，应于成形后进展相应热处理恢复材料的性能。

- a) 盛装毒性为极度或高度危害介质的容器；
 - b) 图样注明有应力腐蚀倾向的容器；
 - c) 对碳钢、低合金钢，成形前厚度大于 16mm 者；
 - d) 对碳钢、低合金钢，成形后减薄量大于 10%者；
- 备注：对于椭圆封头： $R_f=0.1272D_i+t$ $t:1/2$ 壁厚

表 4 冷成形件变形率控制指标

材 料	碳钢、低合金钢及其他材料	奥氏体型不锈钢
变形率/%	5	15*
变形率计算： 单向拉伸(如筒体成形,见图 12):变形率(%)=50δ[1-(R _f / R _o)] / R _f 双向拉伸(如封头成形,见图 12):变形率(%)=75δ[1-(R _f / R _o)] / R _f 式中： δ—— 板材厚度,mm； R _f —— 成形后中面半径,mm； R _o —— 成形前中面半径(对于平板为∞),mm。		
* 当设计温度低于-100℃,或高于 675℃时,变形率控制值为 10%。		

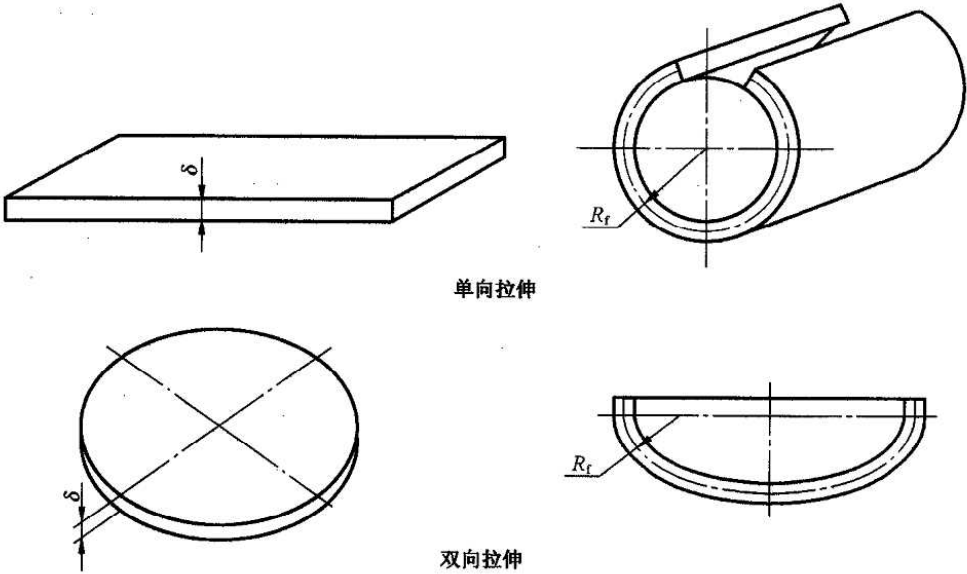


图 12 单向拉伸和双向拉伸成形

3 制备产品焊接试件
GB150. 4

P333 9.1.1.1 凡符合以下条件之一的，有 A 类纵向焊接接头的容器，应逐台制备产品焊接试件：

- a) 盛装毒性为极度或高度危害介质的容器；
- b) 材料标准抗拉强度 $R_m \geq 540MPa$ 低合金钢制容器；
- c) 低温容器；
- d) 制造过程中，通过热处理改善或者恢复材料性能的钢制容器；
- e) 设计文件要求制备产品焊接试件的容器。

4 100%RT 或
UT GB150. 4

P335 GB150. 4
有延迟裂纹倾向的材料（如：12Cr2Mo1R, Cr-Mo 低合金钢）应当至少在焊接完成 24h 后进展无损检测，有再热裂纹倾向的材料（如：07MnNiVDR）应当在热处理后增加一次无损检测。

	P335 GB150.4 凡符合以下条件之一的容器及受压元件，需采用设计文件规定的方法，对其 A 类和 B 类焊接接头，进展全部射线或超声检测： a) 设计压力大于或等于 1.6MPa 的第三类容器； b) 采用气压或气液组合耐压试验的容器； c) 焊接接头系数取 1.0 的容器； d) 使用后需要但是无法进展部检验的容器； e) 盛装毒性为极度或高度危害介质的容器； f) 设计温度低于-40℃的或者焊接接头厚度大于 25mm 低温容器； g) 奥氏体型不锈钢、碳素钢、Q345R、Q370R 及其配套锻件的焊接接头厚度大于 30mm 者； h) 18MnMoNbR、13MnNiMoR、12MnNiVR 及其配套锻件的焊接接头厚度大于 20mm 者； i) 15CrMoR、14Cr1MoR、08Ni3DR、奥氏体-铁素体型不锈钢及其配套锻件的焊接接头厚度大于 16mm 者； j) 铁素体型不锈钢、其它 Cr-Mo 低合金钢制容器； k) 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540MPa$ 的低合金钢制容器； l) 图样规定须 100%检测的容器。 注：上述容器中公称直径 $DN \geq 250mm$ 的接收与接收对接接头、接收与高颈法兰对接接头的检测要求与 A 类和 B 类焊接接头一样。 P19 NB/T47041-2014 6.3.3 b) 当裙座与圆筒搭接时，此搭接焊缝至封头与圆筒连接的环向连接焊缝距离不应小于 1.7 倍的壳体壁厚，被裙座壳覆盖的塔壳的 A、B 类焊接接头应磨平，且应进展 100%的射线检测后超声检测； GB/T25198-2010 先拼版后成形的半球形、椭圆形、蝶形、球冠形封头和平底形封头以及分瓣成形后组焊封头中先拼板后成形的顶圆板成形后其拼接接头，应采用订货或图样要求进展 100%RT 或 UT. 合格级别与图样其它焊缝一致。 P102 GB/T151-2014-2014 8.3.4 换热管直管或直管段长度大于 6000mm 时允许拼接；拼接的对接接头应按 NB/T47013-2015 进展 100%射线检测，合格级别不低于 III 级，检测技术等级不低于 AB 级； 8.4.2 a) 管板、管箱平盖拼接时，对接接头应采用全焊透构造，并按照 NB/T47013-2015 进展 100%射线或超声检测；射线检测合格级别不低于 II 级，技术等级不低于 AB 级；超声波检测合格级别为 I 级，技术等级不低于 B 级；采用衍射时差法超声检测时，合格级别应符合 NB/T47013-2012 规定的 II 级合格。（$DN \leq 2600mm$ 的热交换器管板不宜拼接）
4 100%MT 或 PT GB150.4	P335 GB150.4 10.2.3 有再热裂纹倾向的材料（如：07MnNiVDR）应当在热处理后增加一次无损检测。 P336 GB150.4 10.4 凡符合以下条件之一的焊接接头，需按图样规定的方法，对其外表进展磁粉或渗透检测： a) 10.3.1 中低温容器上的 A、B、C、D、E 类焊接接头，缺陷修磨或补焊处的外表，卡具和拉筋等撤除处的割痕外表； b) 凡属 10.3.1 中 i)、j)、k) 容器上的 C、D、E 类焊接接头； c) 异种钢焊接接头、具有再热裂纹倾向或者延迟裂纹倾向的焊接接头(如 Cr-Mo 钢，奥氏体不锈钢，$R_m \geq 540MPa$ 的低合金钢)； d) 钢材厚度大于 20mm 的奥氏体型不锈钢、奥氏体-铁素体型不锈钢容器的对接和角接接头； e) 堆焊外表； f) 复合钢板的覆层焊接接头； g) 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540MPa$ 的低合金钢（耐压试验后进展外表检测）、Cr-Mo 低合金钢容器的缺陷修磨或补焊处外表，卡具和拉筋等撤除处的割痕外表； h) 要求全部射线或超声检测的容器上公称直径 $DN < 250mm$ 的接收与接收对接接头、接收与高颈法兰

	对接接头； i) 要求局部射线或超声检测的容器中先拼版后成形的凸形封头上的所有拼接接头；（这个要在图纸特别提出） j) 设计文件要求进展检测的接收角焊缝。 P52 NB/T47041-2014 8.4 按 GB150 规定需进展磁粉或渗透检测的以下焊缝，合格级别应按 I 级合格： a) 裙座与塔壳之间的焊接接头； b) 吊耳与塔壳之间的焊接接头； c) 其它连接件与塔壳之间需做局部应力校核计算的焊接接头。 P102 GB/T151-2014-2014 8.4.3 管板、管箱平盖的堆焊要求：基层材料的待堆焊面和覆层材料加工后（管板钻孔前）的外表，应按/T4730 进展外表检测，合格级别为 I 级；
4 局部无损检测	P13 GB150.1 4.5.2.2 局部无损检测，焊接接头系数取 0.85（焊接接头系数取 A 缝焊接接头系数） P335 GB150.7-2011 10.3.2 除 10.3.1 规定以外的容器，应对其 A 类及 B 类焊接接头进展局部射线或超声检测。检测方法按设计文件规定。其中，对低温容器检测长度不得少于各焊接接头长度的 50%，对非低温容器检测长度不得少于各焊接接头长度的 20%，且均不得小于 250mm。 以下 a)~e) 部位、焊缝穿插部位应 100% 检测，其中 a)、b)、c) 部位及焊缝穿插部位的检测长度可计入局部检测长度之。 a) 先拼板后成形凸形封头上的所有拼接接头； b) 凡被补强圈、支座、垫板、件等所覆盖的焊接接头； c) 对于满足 GB150.3-2011 中 6.1.3 不另行补强的接收，自开孔中心、沿容器外表的最短长度等于开孔直径的围的焊接接头； d) 嵌入式接收与圆筒或封头对接连接的焊接接头； e) 承受外载荷的公称直径 $DN \geq 250\text{mm}$ 的接收与接收对接接头和接收与高颈法兰的对接接头。 注：按本条规定检测后，制造单位对未检查局部的质量仍需负责，但是，假设作进一步检测可能会发现少量气孔等不危及容器平安的超标缺陷，如果这也不允许时，就应选择 100% 射线或超声检测。 10.3.3 公称直径 $DN < 250\text{mm}$ 的接收与接收对接接头、接收与高颈法兰对接接头的检测要求按设计文件规定。 10.3.4 对容器直径不超过 800mm 的圆筒与封头的最后一道环向封闭焊缝，当采用不带垫板的单面焊对接接头，且无法进展射线或超声波检测时，允许不进展检测，但需采用气体保护焊打底。
4 组合检测 GB150.4	P336 GB150.4 10.5 10.5.1 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 低合金钢容器的所有 A、B 类焊接接头，假设其焊接接头厚度 $> 20\text{mm}$，还应采用 10.1 中所列与原无损检测方法不同的检测方法另行进展局部检验，该检验应包括所有的焊缝穿插部位；同时，该材料容器在耐压试验后，还应对接头进展外表无损检测。
4 热切割坡口外表 MT- I	P323 GB150.4 6.3 b) 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 的低合金钢材及 Cr-Mo 低合金钢材经热切割的坡口外表，加工完成后应按/T4730.4 进展磁粉检测，I 级合格；
5 泄露性试验 GB150.1 4.7	P15 GB150.1 4.7 泄露试验包括气密性试验、氨检漏试验、卤素检漏试验、氦检漏试验 介质毒性程度为极度、高度危害或者不允许有微量泄露的容器，应在耐压试验合格进展泄露试验。 图纸应提出容器泄露试验的方法和技术要求。 图纸应注明：试验压力、试验介质和相应的检验要求。 气密性试验压力等于设计压力。 P338 GB150.4 11.5.1 容器需经耐压试验合格后方可进展泄露试验。

偏心锥壳	P135 GB150.3 5.7.1 两筒体轴线间距 $\leq$ 两筒体直径差值的 1/2 偏心锥壳与筒体间夹角大值 $\alpha_1 \leq 30^\circ$ （压） 偏心锥壳与筒体间夹角大值 $\alpha_1 \leq 60^\circ$ （外压）
补强圈补强	P155 GB150.3 6.3.2.1 补强圈的适用围 a) 低合金钢的标准抗拉强度下限值 $R_m < 540\text{MPa}$; b) 补强圈厚度小于或等于 $1.5 \delta_n$; c) 壳体名义厚度 $\delta_n \leq 38\text{mm}$ 。d) 设计温度不大于 350°C 。e) 设计压力不大于 6.4MPa 。f) 不能用于极度高度危害介质，Cr-Mo 钢材质。g) 不适用于疲劳载荷。
GB/T25198-2010	应注明封头最小成型厚度（封头最小成型厚度为设计厚度），假设有补强构造另论。

总图要求	P11 3.4.2.2 总图的主要容 压力容器的设计总图上，至少应当注明以下内容： (1)压力容器名称、类别，设计、制造所依据的主要法规、标准； (2)工作条件，包括工作压力、工作温度、介质毒性和爆炸危害程度等； (3)设计条件，包括设计温度、设计载荷(包含压力在内的所有应当考虑的载荷)、介质(组分)、腐蚀裕量、焊接接头系数、自然条件等，对储存液化气体的储罐应当注明装量系数，对有应力腐蚀倾向的储存容器应当注明腐蚀介质的限定含量； (4)主要受压元件材料牌号与标准； (5)主要特性参数(如压力容器容积、换热器换热面积与程数等)； (6)压力容器设计使用年限(疲劳容器标明循环次数)； (7)特殊制造要求； (8)热处理要求； (9)无损检测要求； (10)耐压试验和泄漏试验要求； (11)预防腐蚀的要求； (12)安全附件的规格和订购特殊要求(工艺系统已考虑的除外)； (13)压力容器铭牌的位置； (14)包装、运输、现场组焊和安装要求。 3.4.2.3 特殊要求 下列情况对设计总图的特殊要求： (1)多腔压力容器分别注明各腔的试验压力，有特殊要求时注明共用元件两侧允许的压力差值，以及试验步骤和试验要求； (2)装有触媒的压力容器和装有充填物的压力容器，注明使用过程中定期检验的技术要求； (3)由于结构原因不能进行内部检验的压力容器，注明计算厚度、使用中定期检验的要求； (4)不能进行耐压试验的压力容器，注明计算厚度和制造与使用的特殊要求； (5)有隔热衬里的压力容器，注明防止受压元件超温的技术措施； (6)要求保温或者保冷的压力容器，提出保温或者保冷措施。
“固规”3.14 焊接接头	P15 3.14 3.14.1 所有壳体对接接头应当采用全截面焊透的对接接头形式。 3.14.2 接收与壳体的接头应当采用全焊透构造： 1) 介质为易爆或介质毒性为极度和高度危害的容器； 2) 要求气压试验或者气液组合压力试验的压力容器； 3) 第 III 类压力容器； 4) 低温压力容器； 5) 进展疲劳分析的压力容器； 6) 直承受火焰加热的压力容器； 7) 设计图样规定的压力容器。
“固规”3.17 压力容器用管法兰	P16 3.17 (1)管法兰应当按照 HG/T20592~ HG/T20635 系列标准的规定(2)盛装液化石油气、毒性程度为极度和高度危害介质以及强渗透性中度危害(如液氨)介质的压力容器，其管法兰应当按照行业标准 HG/T20592~ HG/T20635 系列标准的规定，至少应用高颈对焊法兰、带加强环的金属缠绕垫片和专用级高强螺栓组合。

接收径倒角要求 GB150.3	P292 插入式接收与壳体的连接，接收与壳体之间的间隙应不大于 3mm。在以下使用条件下，接收径边角处应倒圆，圆角半径一般取 $\delta_{nt}/4$ 或 19mm 两者中的较小值。 a) 承受交变载荷的压力容器； b) 低温压力容器； c) 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 的低合金钢制容器； d) 图样注明有应力腐蚀的容器。																					
不得有咬边	P329 以下容器的焊缝外表不得有咬边： a) 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 的低合金钢制容器； b) Cr-Mo 低合金钢材制造的容器； c) 不锈钢材料制造的容器； d) 承受循环载荷的容器； e) 有应力腐蚀的容器； f) 低温容器； g) 焊接接头系数 ϕ 为 1.0 的容器（用无缝钢管制造的容器除外）。 其它容器焊缝外表的咬边深度不得大于 0.5mm, 咬边连续长度不得大于 100mm, 焊缝两侧咬边的总长不得超过该焊缝长度的 10% 。																					
热处理后返修应重新进展热处理的	P329 7.4.3 以下容器在焊后热处理后如进展任何焊接返修，应对返修部位重新进展热处理 a) 盛装毒性为极度或高度危害介质的容器； b) Cr-Mo 钢制容器； c) 低温容器； d) 图样注明有应力腐蚀的容器。																					
低温低应力工况	P313 “低温低应力工况”系指壳体或其受压元件的设计温度虽然低于-20°C，但设计应力（在该设计条件下，容器元件实际承受的最大一次总体薄膜和弯曲应力）小于等于钢材标准常温屈服强度的 1/6，且不大于 50Mpa 的工况。 对于碳素钢和低合金钢制容器，当壳体或其受压元件使用在“低温低应力工况”下，假设其设计温度加 50°C（对于不要求焊后热处理的容器，加 40°C）后不低于-20°C，除另有规定外不必遵循关于低温容器的规定。 “低温低应力工况”不适用于钢材标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 的材料。 “低温低应力工况”不适用于螺栓材料；螺栓材料的选用应计及螺栓和壳体设计温度间的差异。 环向应力=P 设计压力*（筒体径 $D_i + \delta_e$ 有效壁厚） / （$2 * \delta_e$ 有效壁厚）																					
分程隔板的名义最小厚度	表 7-3 管箱分程隔板的最小名义厚度 mm <table><tr><th>DN</th><th>碳素钢和低合金钢</th><th>高合金钢</th></tr><tr><td>≤ 600</td><td>10</td><td>6</td></tr><tr><td>$> 600 \sim 1\,200$</td><td>12</td><td>10</td></tr><tr><td>$> 1\,200 \sim 1\,800$</td><td>14</td><td>11</td></tr><tr><td>$> 1\,800 \sim 2\,600$</td><td>16</td><td>12</td></tr><tr><td>$> 2\,600 \sim 3\,200$</td><td>18</td><td>14</td></tr><tr><td>$> 3\,200 \sim 4\,000$</td><td>20</td><td>16</td></tr></table> P20 6.3.6.2 分程隔板端部的厚度应对应的隔板槽宽度小 2mm, 隔板端部可按图 6-14 削薄, 必要时，分程隔板上可开设排净孔，排净孔的直接宜为 4mm-8mm。	DN	碳素钢和低合金钢	高合金钢	≤ 600	10	6	$> 600 \sim 1\,200$	12	10	$> 1\,200 \sim 1\,800$	14	11	$> 1\,800 \sim 2\,600$	16	12	$> 2\,600 \sim 3\,200$	18	14	$> 3\,200 \sim 4\,000$	20	16
DN	碳素钢和低合金钢	高合金钢																				
≤ 600	10	6																				
$> 600 \sim 1\,200$	12	10																				
$> 1\,200 \sim 1\,800$	14	11																				
$> 1\,800 \sim 2\,600$	16	12																				
$> 2\,600 \sim 3\,200$	18	14																				
$> 3\,200 \sim 4\,000$	20	16																				

隔板槽宽度	P25 a) 槽深应大于垫片厚度，且不宜小于 4mm，隔板槽密封面应与环形密封面平齐； b) 槽宽 a2 宜为 8mm-14mm； c) 多管程的隔板槽倒角不应阻碍垫片的安装；隔板槽拐角处的倒角宜为 45 度，倒角尺寸 b 宜大于分程垫片的圆角半径 R。																																																	
圆筒厚度的选取	壁厚选取以下者 1) 压力计算所需厚度；2) 圆筒最小厚度；3) 对接圆筒厚度小于设备法兰要求的厚度时，按 NB/T47023 中表 3 进展调整。 P50 GB151 7.1.3.2 圆筒最小厚度表 <table><tr><th colspan="2" rowspan="2">DN</th><th colspan="2">碳素钢、低合金钢和复合板^{注2}</th><th rowspan="2">高合金钢</th></tr><tr><th>可抽管束</th><th>不可抽管束</th></tr><tr><td rowspan="3">管制</td><td><100</td><td>5.0</td><td>5.0</td><td>3.2</td></tr><tr><td>≥100~200</td><td>6.0</td><td>6.0</td><td>3.2</td></tr><tr><td>>200~400</td><td>7.5</td><td>6.0</td><td>4.8</td></tr><tr><td rowspan="7">板制</td><td>≥400~700</td><td>8</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>>700~1 000</td><td>10</td><td>8</td><td>7</td></tr><tr><td>>1 000~1 500</td><td>12</td><td>10</td><td>8</td></tr><tr><td>>1 500~2 000</td><td>14</td><td>12</td><td>10</td></tr><tr><td>>2 000~2 600</td><td>16</td><td>14</td><td>12</td></tr><tr><td>>2 600~3 200</td><td>—</td><td>16</td><td>13</td></tr><tr><td>>3 200~4 000</td><td>—</td><td>18</td><td>17</td></tr></table> 注 1：碳素钢、低合金钢制圆筒的最小厚度包含 1.0 mm 腐蚀裕量。 注 2：复合板的最小厚度指爆炸焊接复合板或内壁有堆焊层的总厚度。 注 3：对于可抽管束，当 DN>2 600 时，圆筒最小厚度由设计者自行确定。	DN		碳素钢、低合金钢和复合板 ^{注2}		高合金钢	可抽管束	不可抽管束	管制	<100	5.0	5.0	3.2	≥100~200	6.0	6.0	3.2	>200~400	7.5	6.0	4.8	板制	≥400~700	8	6	5	>700~1 000	10	8	7	>1 000~1 500	12	10	8	>1 500~2 000	14	12	10	>2 000~2 600	16	14	12	>2 600~3 200	—	16	13	>3 200~4 000	—	18	17
DN				碳素钢、低合金钢和复合板 ^{注2}			高合金钢																																											
		可抽管束	不可抽管束																																															
管制	<100	5.0	5.0	3.2																																														
	≥100~200	6.0	6.0	3.2																																														
	>200~400	7.5	6.0	4.8																																														
板制	≥400~700	8	6	5																																														
	>700~1 000	10	8	7																																														
	>1 000~1 500	12	10	8																																														
	>1 500~2 000	14	12	10																																														
	>2 000~2 600	16	14	12																																														
	>2 600~3 200	—	16	13																																														
	>3 200~4 000	—	18	17																																														
管板最小厚度	P58 7.4.2.1 管板与换热管采用胀接连接时，管板的最小厚度 $\delta_{\min}$（不包括腐蚀裕量）应按如下规定确定： a) 易爆及毒性程度为极度或高度危害的介质场合，管板最小厚度不应小于换热管的外径。 b) 其它场合的管板最小厚度，应符合如下要求： 1) $d\leq 25$ 时， $\delta_{\min}\geq 0.75d$； 2) $25<d<50$ 时， $\delta_{\min}\geq 0.70d$； 3) $d\geq 50$ 时， $\delta_{\min}\geq 0.65d$。																																																	
复合管板覆层最小厚度及相应要求	P58 7.4.2.3 复合管板覆层最小厚度及相应要求如下： c) 与换热管连接的复合管板，其覆层的厚度不应小于 3mm；对有耐腐蚀要求的覆层，还应保证距覆层外表深度不小于 2mm 的覆层化学成分和金相组织符合覆层材料标准的要求； d) 与换热管强度胀接连接的复合管板，其覆层最小厚度不宜小于 10mm；对有耐腐蚀要求的覆层，还应保证距覆层外表深度不小于 8mm 的覆层化学成分和金相组织符合覆层材料标准的要求。																																																	
换热管与管板的连接 GB/T151-2014 6.6	P25 6.6.1.1 强度胀接的适用围如下： a) 设计压力小于或等于 4.0MPa； b) 设计温度小于或等于 300℃； c) 操作中无振动，无过大的温度波动及无明显的应力腐蚀倾向。 P27 6.6.2.1 强度焊接可用于本标准规定的设计压力，但不适用于有较大振动、有缝隙腐蚀倾向的场合。 P28 6.6.3.1 胀焊并用的适用围如下： a) 振动或循环载荷； b) 存在缝隙腐蚀倾向时； c) 采用复合管板时。																																																	
折流板缺口布置	P34 6.8.2.4.1 卧式热交换器的壳程为单相清洁流体时，折流板缺口宜水平上下布置，气体中含有少量液体时，应在缺口朝上的的折流板最低处开通液口；假设液体中含有少量气体时，应在缺口朝下的折流板的最高处开通气口。 6.8.2.4.2 卧式热交换器、冷凝器、重沸器的壳程介质为气、液相共存或液体中含有固体颗																																																	

	粒时，折流板缺口应垂直左右布置；气、液相共存时，应在折流板最低处和最高处开通液口和通气口，液体中含有固体颗粒时，应在折流板最低处开通液口。
设置防冲板或导流筒	P29 6.8.1.1 符合以下场合之一时，应在壳程进口管处设置防冲板或导流筒： a) 非磨蚀的单相流体，$\rho v^2 > 2230 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$； b) 有磨蚀的液体，包括沸点下的液体，$\rho v^2 > 740 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$； c) 有磨蚀的气体、蒸汽（气）及气相混合物。 注：ρ——壳程进口管的流体密度，kg/m^3；v——壳程进口管的流体速度 m/s。
防冲板构造及最小厚度	P30 6.8.1.3 防冲板的直径或边长，应大于接收径 50mm。防冲板的最小厚度确定如下：a) 碳素钢和低合金钢为 4.5mm；b) 不锈钢为 3mm。 6.8.1.3.3 防冲板可采用以下方式固定：a) 两侧焊在定距管或拉杆上，也可同时焊在相邻的折流板或支持板上；b) 焊接在筒体上，但不应阻碍管束的拆装。 *防冲板不得焊在换热管上，防冲板不能用 U 型卡夹在换热管上（主要是怕磨损换热管）。
导流筒	6.8.1.4.1 必要时，靠近管板的进、出口接收距管板较远时，可设置导流筒。 6.8.1.4.2 导流筒设置应符合以下要求： a) 导流筒外外表到壳程圆筒壁的距离不宜小于接收径的 1/3。确定导流筒端部至管板的距离时，应使该处的流通面积不小于导流筒的外侧流通面积。 b) 外导流筒的衬筒外壁面到外导流筒体的壁面间距为： 1) 接收径 $d_i \leq 200\text{mm}$ 时，间距不宜小于 50mm； 2) 接收径 $d_i > 200\text{mm}$ 时，间距不宜小于 75mm； 3) 外导流筒热交换器的导流筒，凡不能通过接收放气或排液者，应在最高或最低点设置放气或排液口（或孔）。
纵向隔板厚度	P51 7.1.4.3 纵向隔板的厚度应符合以下要求 a) 与壳体之间采用密封板（垫）密封时，纵向隔板的厚度不应小于 6mm； b) 与壳体之间采用焊接密封时，纵向隔板的厚度不应小于 8mm，必要时可按式（7-7）进展校核计算。
挡管	P36 6.8.3.3 挡管 6.8.3.3.1 分程隔板槽反面的管束中间可设置挡管，挡管为两端或一端堵死的盲管，也可用带定距管的拉杆兼做挡管。 6.8.3.3.2 两折流板缺口间每隔 4~6 个管心距设置 1 根挡管。 6.8.3.3.3 挡管伸出第一块及最后一块折流板或支持板的长度不宜大于 50mm。 6.8.3.3.4 挡管应与任意一块折流板焊接固定。
中间挡板	P36 6.8.3.4 中间挡板 6.8.3.4.1 U 形管式热交换器分程隔板槽反面的管束中间短路宽度较大时应设置中间挡板，也可将最里面一排的 U 形管倾斜布置，必要时还应设置挡板（或挡管）。 6.8.3.4.2 中间挡板应每隔 4~6 个管心距设置一个，但不应设置在折流板缺口区。 6.8.3.4.3 中间挡板应与折流板焊接固定。
滑道	P40 6.8.6 滑道 6.8.6.1 可抽管束应设滑道，滑道可为板式，滚轮和圆钢等形式。 6.8.6.2 板式滑道的连接与布置应符合以下要求： a) 板式滑道应采用整体构造，并与折流板或支持板焊接牢靠； b) 板式滑道底面应高出折流板或支持板外缘 0.5mm~1.0mm； c) 板式滑道底面边缘应倒角或倒圆； d) 板式滑道的截面尺寸可根据热交换器直径、长度和管束质量确定。 6.8.6.3 滚轮滑道 6.8.6.4 釜式重沸器管束滑道
鞍式支座布置	P46 6.16.1 卧式热交换器鞍式支座 6.16.1.1 卧式热交换器鞍式支座的布置原则：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/927110046146006112>