

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101982287 B

(45) 授权公告日 2011.09.28

(21) 申请号 201010507682.7

(22) 申请日 2010.10.09

(73) 专利权人 中广核工程有限公司

地址 518023 广东省深圳市福田区深南中路
69号

专利权人 中国广东核电集团有限公司

(72) 发明人 束国刚 李靖 曾宪利 张秋海
李予卫 马立民 聂岩 朱德才

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理
有限公司 44217

代理人 易钊

(51) Int. Cl.

B23K 31/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1410222 A, 2003.04.16,

CN 101104234 A, 2008.01.16,

CN 201070707 Y, 2008.06.11,

CN 101198435 A, 2008.06.11,

EP 1953544 A1, 2008.08.06,

US 4270389 A, 1981.06.02,

DE 102006020352 A1, 2007.10.31,

WO 2008105112 A1, 2008.09.04,

审查员 许翰

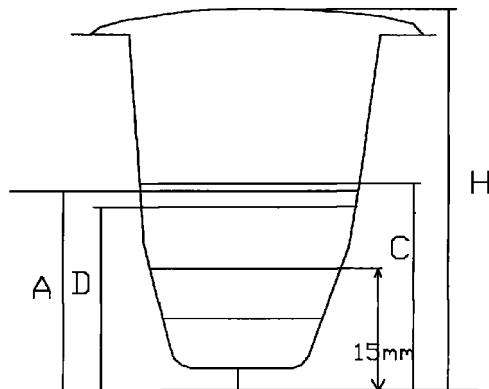
(54) 发明名称

一种核岛主管道自动焊接方法

(57) 摘要

本发明涉及一种核岛主管道自动焊接方法，包括以下步骤：在焊接过程中，分别在焊接厚度达到 $15\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 时，以及在焊接厚度达到焊缝全厚度的 $55\% \sim 60\%$ 时，采用射线检测方法对焊缝进行检测；在检测到焊缝缺陷位置在 $0 \sim D$ 厚度时，在自动焊焊接完成后，从管道内部打磨缺陷，并补焊；在检测到焊缝缺陷位置在 $D \sim C$ 厚度时，立即从管道外部打磨缺陷，并补焊。本发明使得焊接过程中所产生的大部分焊缝缺陷均可在焊接过程中检测出来，并根据焊缝缺陷的位置及类型分别选择返修时机，打磨方式及补焊方式，有效的避免了在焊接完成后才发现不可接受的焊缝缺陷。

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页



1. 一种核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,包括以下步骤:

在焊接过程中,在焊接厚度达到 $15\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 时采用射线检测方法对焊缝进行第一次检测,在焊接厚度达到焊缝全厚度的 $55\% \sim 60\%$ 时采用射线检测方法对焊缝进行第二次检测;

针对所述第一次检测和第二次检测,在检测到焊缝缺陷位置在 $0 \sim D$ 厚度时,在自动焊焊接完成后,从管道内部打磨缺陷,并补焊;

针对所述第二次检测,在检测到焊缝缺陷位置在 $D \sim C$ 厚度时,立即从管道外部打磨缺陷,并补焊;

其中,所述C为焊缝全厚度的55%,所述D为焊缝全厚度的55%减去20mm后的差值。

2. 根据权利要求1所述的核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,对于位置在 $0 \sim D$ 厚度的焊缝缺陷,在自动焊焊接完成后,从管道内部采用手工钨极惰性气体保护焊或手工电弧焊工艺进行补焊。

3. 根据权利要求2所述的核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,对于位置在 $0 \sim D$ 厚度的焊缝缺陷,打磨方式均为局部打磨。

4. 根据权利要求1所述的核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,对于位置在 $D \sim C$ 厚度的焊缝缺陷,且焊缝缺陷类型为长缺陷时,立即采用焊缝整圈打磨至厚度D的打磨方式打磨缺陷位置,再从管道外部采用窄间隙自动焊工艺进行补焊;所述长缺陷是指缺陷长度大于等于 $1/5$ 圈焊缝长度的缺陷。

5. 根据权利要求4所述的核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,对于位置在 $D \sim C$ 厚度的焊缝缺陷,且焊缝缺陷类型为短缺陷时,立即采用局部打磨方式打磨缺陷位置,再从管道外部采用窄间隙自动焊工艺进行补焊;所述短缺陷是指除所述长缺陷外的焊缝缺陷。

6. 根据权利要求5所述的核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,还包括步骤:

在焊接完成后,采用射线检测和超声检测的方法对焊缝进行检测;

在检测到焊缝缺陷位置在 $0 \sim A$ 厚度时,在自动焊焊接完成后,从管道内部局部打磨缺陷,并补焊;

在检测到焊缝缺陷位置在 $A \sim H$ 厚度,且缺陷类型为短缺陷时,在自动焊焊接完成后,从管道外部局部打磨缺陷,并补焊;

在检测到焊缝缺陷位置在 $A \sim H$ 厚度,且缺陷类型为长缺陷时,在自动焊焊接完成后,从管道外部对焊缝整圈打磨,并补焊;

其中,所述H为焊缝全厚度,所述A为焊缝全厚度的50%。

7. 根据权利要求6所述的核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,对于位置在 $0 \sim A$ 厚度的焊缝缺陷,或位置在 $A \sim H$ 厚度、且缺陷类型为短缺陷的焊缝缺陷,采用手工钨极惰性气体保护焊或手工电弧焊工艺进行补焊。

8. 根据权利要求6所述的核岛主管道自动焊接方法,其特征在于,对于位置在 $A \sim H$ 厚度、且缺陷类型为长缺陷的焊缝缺陷,采用窄间隙自动焊工艺进行补焊。

一种核岛主管道自动焊接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及核电技术领域,更具体地说,涉及一种核岛主管道自动焊接方法。

背景技术

[0002] 自动焊接技术是一项先进的焊接技术,在设备制造、石化等领域已被广泛采用。在核电站建造阶段,窄间隙的自动焊不仅可以大幅度减小坡口横截面积、大大减少焊接金属的填充量,而且在较小的焊接热输入下,可以实现高效的焊接。

[0003] 同时,自动焊接方法还可最大限度的排除了人因因素的影响,焊接质量相比手工焊更加稳定。因此,自动焊在核岛主管道焊接过程中应用的优越性较为显著,对核电站焊接质量的进一步提高、焊接工期的进一步压缩、核电建造成本进一步降低起到十分重要的推进作用。

[0004] 虽然自动焊优点众多,但是如果在焊接过程中操作失误,焊接出来的焊缝质量将出现不可接受的缺陷。根据压水堆核岛机械设备设计和建造规则 (RCC-M) 要求,当采用自动焊工艺进行焊缝补焊,在返修厚度超过工件厚度的一半且补焊长度超过焊缝长度的 1/5 情况下,该焊缝应重新焊接并重新检验。

[0005] 因此,需要配合合理有效的自动焊焊缝返修工艺,以避免出现此情况和保证焊缝质量,保证自动焊焊接焊缝的质量。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种核岛主管道自动焊接方法。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0008] 构造一种核岛主管道自动焊接方法,其中,包括以下步骤:

[0009] 在焊接过程中,分别在焊接厚度达到 $15\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 时,以及在焊接厚度达到焊缝全厚度的 55%~60% 时,采用射线检测方法对焊缝进行检测;

[0010] 在检测到焊缝缺陷位置在 $0 \sim D$ 厚度时,在自动焊焊接完成后,从管道内部打磨缺陷,并补焊;

[0011] 在检测到焊缝缺陷位置在 $D \sim C$ 厚度时,立即从管道外部打磨缺陷,并补焊;

[0012] 其中,所述 C 为焊缝全厚度的 55%,所述 D 为焊缝全厚度的 55% 减去 20mm 后的差值。

[0013] 本发明所述的核岛主管道自动焊接方法,其中,对于位置在 $0 \sim D$ 厚度的焊缝缺陷,在自动焊焊接完成后,从管道内部采用手工钨极惰性气体保护焊或手工电弧焊工艺进行补焊。

[0014] 本发明所述的核岛主管道自动焊接方法,其中,对于位置在 $0 \sim D$ 厚度的焊缝缺陷,打磨方式均为局部打磨。

[0015] 本发明所述的核岛主管道自动焊接方法,其中,对于位置在 $D \sim C$ 厚度的焊缝缺

陷，且焊缝缺陷类型为长缺陷时，立即采用焊缝整圈打磨至厚度 D 的打磨方式打磨缺陷位置，再从管道外部采用窄间隙自动焊工艺进行补焊；所述长缺陷是指缺陷长度大于等于 1/5 圈焊缝长度的缺陷。

[0016] 本发明所述的核岛主管道自动焊接方法，其中，对于位置在 D ~ C 厚度的焊缝缺陷，且焊缝缺陷类型为短缺陷时，立即采用局部打磨方式打磨缺陷位置，再从管道外部采用窄间隙自动焊工艺进行补焊；所述短缺陷是指除所述长缺陷外的焊缝缺陷。

[0017] 本发明所述的核岛主管道自动焊接方法，其中，还包括步骤：

[0018] 在焊接完成后，采用射线检测和超声检测的方法对焊缝进行检测；

[0019] 在检测到焊缝缺陷位置在 0 ~ A 厚度时，在自动焊焊接完成后，从管道内部局部打磨缺陷，并补焊；

[0020] 在检测到焊缝缺陷位置在 A ~ H 厚度，且缺陷类型为短缺陷时，在自动焊焊接完成后，从管道外部局部打磨缺陷，并补焊；

[0021] 在检测到焊缝缺陷位置在 A ~ H 厚度，且缺陷类型为长缺陷时，在自动焊焊接完成后，从管道外部对焊缝整圈打磨，并补焊；

[0022] 其中，所述 H 为焊缝全厚度，所述 A 为焊缝全厚度的 50%。

[0023] 本发明所述的核岛主管道自动焊接方法，其中，对于位置在 0 ~ A 厚度的焊缝缺陷，或位置在 A ~ H 厚度、且缺陷类型为短缺陷的焊缝缺陷，采用手工钨极惰性气体保护焊或手工电弧焊工艺进行补焊。

[0024] 本发明所述的核岛主管道自动焊接方法，其中，对于位置在 A ~ H 厚度、且缺陷类型为长缺陷的焊缝缺陷，采用窄间隙自动焊工艺进行补焊。

[0025] 本发明通过在自动焊焊接中的预定时机采用射线检测方法进行缺陷检测，使得焊接过程中所产生的大部分焊缝缺陷均可在焊接过程中检测出来，并根据焊缝缺陷的位置及类型分别选择返修时机，打磨方式及补焊方式，有效的避免了在焊接完成后才发现不可接受的焊缝缺陷。

[0026] 在本发明进一步的方案中，在自动焊焊接完成后，再次采用射线检测及超声检测方法进行缺陷检测，进一步的检测出在焊接过程中所没有检测出来的焊缝缺陷，并根据缺陷类型，选择打磨方式及补焊方式进行补焊，进一步保证核岛主管道焊接质量。

附图说明

[0027] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

[0028] 图 1 是本发明较佳实施例的核岛主管道自动焊接方法中各检测时机在焊接坡口中对应位置标识示意图；

[0029] 图 2 是本发明较佳实施例的采用窄间隙自动焊补焊时对应缺陷去除区域形状示意图。

具体实施方式

[0030] 本发明实施例的核岛主管道自动焊接方法包括以下步骤：在焊接过程中，分别在焊接厚度达到 15mm ~ 20mm 时，以及在焊接厚度达到焊缝全厚度的 55% ~ 60% 时，采用射线检测方法对焊缝进行检测；在检测到焊缝缺陷位置在 0 ~ D 厚度时，在自动焊焊接完成

后,从管道内部打磨缺陷,并补焊;在检测到焊缝缺陷位置在D~C厚度时,立即从管道外部打磨缺陷,并补焊。

[0031] 其中,C为焊缝全厚度的55%,D为焊缝全厚度的55%减去20mm后的差值,C和D的单位均为毫米(mm)。且本发明以下各实施例中所述的厚度均是相对于焊接坡口底部而言。

[0032] 本实施例的上述方法通过在焊接过程中的预定时机采用射线检测方法进行缺陷检测,包括在焊接厚度达到15mm~20mm时,以及在焊接厚度达到焊缝全厚度的55%~60%时进行缺陷检测,使得焊接过程中所产生的大部分焊缝缺陷均可在焊接过程中检测出来,并根据焊缝缺陷的位置及类型分别选择返修时机,打磨方式及补焊方式,有效的避免了在焊接完成后才发现不可接受的焊缝缺陷。

[0033] 上述方法中,为了尽量减少打磨量和打磨难度,不至于使打磨厚度达到焊接厚度的一半,减少对主管道母材的影响,根据缺陷的所在深度来确定打磨位置,例如位置在0~D厚度的焊缝缺陷,在管道内部实施打磨,这样比在管道外部打磨要大大减少打磨量。对于位置在D~C厚度的焊缝缺陷,采取在管道外部打磨,这样可减少打磨难度和打磨量。

[0034] 上述方法中,为了尽量减少补焊对主管道的变形的影响和补焊难度,焊接过程发现缺陷,当修补所发现的焊缝缺陷的打磨量和返修量都比较小,采取立即对此焊缝缺陷进行补焊;例如,对于位置在D~C厚度,采取的是立即进行打磨及补焊。当修补此焊缝缺陷的打磨量和返修量比较大,立即补焊将严重改变原坡口形状和管道变形量时,补焊将在焊缝完成焊接后再进行。例如,对于位置在0~D厚度的焊缝缺陷,采取在焊接完成后,再进行打磨和补焊。

[0035] 上述方法中,所采用补焊的返修工艺分为三种,包括:手工钨极惰性气体保护焊(Tungsten inert gas arc welding,TIG)、手工电弧焊(Metal-arc welding with covered electrode,SMAW)和窄间隙自动焊(Tungsten inert gas of narrow gap auto welding,TOCE)。

[0036] 其中,手工钨极惰性气体保护焊返修的特征是采用砂轮机和机械切割的方法去除缺陷区域,采用钨极惰性气体保护焊对去除区域进行填充;手工电弧焊返修的特征是采用砂轮机和机械切割的方法去除缺陷区域,采用手工电弧焊对去除区域进行填充;窄间隙自动焊返修的特征是采用砂轮机和机械切割的方法去除缺陷区域,采用窄间隙自动焊对去除区域进行填充。

[0037] 对于不同位置的焊缝缺陷,需要采用不同的返修工艺,具体包括:对于位置在0~D厚度的焊缝缺陷,采用手工钨极惰性气体保护焊或手工电弧焊工艺进行补焊;对于位置在D~C厚度的焊缝缺陷,采用窄间隙自动焊工艺进行补焊。

[0038] 在进一步的实施例中,为了尽量减少补焊量(不至于补焊厚度达到焊接厚度的一半)和补焊难度,也需控制打磨量,因此打磨分局部和整圈打磨。优选地,对于位置在0~D厚度的焊缝缺陷,打磨方式均为局部打磨。对于位置在D~C厚度的焊缝缺陷,在焊缝缺陷为长缺陷时,打磨方式为焊缝整圈打磨至厚度D;在焊缝缺陷为短缺陷时,打磨方式为局部打磨。其中,长缺陷是指缺陷长度大于等于1/5圈焊缝长度的缺陷;短缺陷是指除长缺陷外的焊缝缺陷。

[0039] 在进一步的实施例中,核岛主管道自动焊接方法还包括步骤:在焊接完成后,采用

射线检测和超声检测的方法对焊缝进行检测；在检测到焊缝缺陷位置在 $0 \sim A$ 厚度时，在自动焊焊接完成后，从管道内部局部打磨缺陷，并补焊；在检测到焊缝缺陷位置在 $A \sim H$ 厚度，且缺陷类型为短缺陷时，在自动焊焊接完成后，从管道外部局部打磨缺陷，并补焊；在检测到焊缝缺陷位置在 $A \sim H$ 厚度，且缺陷类型为长缺陷时，在自动焊焊接完成后，从管道外部对焊缝整圈打磨，并补焊。其中， H 为焊缝全厚度， A 为焊缝全厚度的 50%。

[0040] 根据前面所描述的对于不同位置的焊缝缺陷，需要采用不同的返修工艺，在上述实施例中，对位置在 $0 \sim A$ 厚度的焊缝缺陷，或位置在 $A \sim H$ 厚度、且缺陷类型为短缺陷的焊缝缺陷，采用手工钨极惰性气体保护焊或手工电弧焊工艺进行补焊；对于位置在 $A \sim H$ 厚度、且缺陷类型为长缺陷的焊缝缺陷，采用窄间隙自动焊工艺进行补焊。

[0041] 根据上述实施例中对焊缝缺陷的长缺陷和短缺陷的定义，在本方法中，位置在 $0 \sim 15mm$ 的焊缝缺陷可以为长缺陷或短缺陷，位置在 $15mm \sim C$ 厚度的焊缝缺陷也可为短缺陷或长缺陷。

[0042] 为使本发明的核岛主管道自动焊接方法描述更加清楚，下面将上述方法中的各检测时机、缺陷位置、缺陷类型、返修时机、返修位置、缺陷打磨方式及补焊方式一一列出，如下表 1 所示：

[0043] 表 1 核岛主管道自动焊接方法

| | 检测时机 | 缺陷位置 (P) | 缺陷类型 | 返修时机 | 返修位置 | 缺陷打磨 | 补焊方式 |
|--------|----------------------------------|------------------------|-------------|------|------|---------------------|---------------|
| [0044] | 焊接至 15mm~ 20mm 时， 采用 RT | $0mm \leq P \leq 15mm$ | 短缺陷/长 缺陷 | 最终 | 内部 | 局部 | SMAW 或 TIG |
| | | | | | | | |
| | 焊接至 55%H 时， 采用 RT | $15mm \leq P \leq D$ | 短缺陷/长 缺陷 | 最终 | 内部 | 局部 | SMAW 或 TIG |
| | | | | | | | |
| | | $D \leq P \leq C$ | 短缺陷 | 立即 | 外部 | 局部 | TOCE |
| | 焊接至 100%时， 采用 RT&UT | $D \leq P \leq C$ | 长缺陷 | 立即 | 外部 | 焊缝整圈 打磨至约 D | TOCE |
| | | | | | | | |
| | | $0mm \leq P \leq A$ | 短缺陷/长 缺陷 | 最终 | 内部 | 局部 | SMAW 或 TIG |
| | | $A \leq P \leq H$ | 短缺陷 | 最终 | 外部 | 局部 | SMAW 或 TIG |
| | | $A \leq P \leq H$ | 长缺陷 | 最终 | 外部 | 焊缝整圈 打磨 | TOCE |

[0045] 上述表 1 中，各参数及简称的含义请参见前述各实施例，在此不再赘述。

[0046] 根据前述各实施例，本发明方法采用三种返修工艺：手工钨极惰性气体保护焊、手工电弧焊和窄间隙自动焊。其中，采用手工电弧焊和手工钨极惰性气体保护焊对缺陷去除区域进行填充补焊时，缺陷去除区域形状根据打磨量和打磨深度确定，无特定要求，为方便补焊打磨区域甲滑过渡。

[0047] 而采用窄间隙自动焊返修的焊缝，为保证焊缝的剩余厚度与去除区域形状要求，采用专门的坡口加工机器去除缺陷，加工缺陷去除区域的形状。且缺陷去除后的坡口形状有特定的要求。具体如下表 2 所示：

[0048] 表 2 去除区域上坡口宽度与剩余焊缝厚度的对应关系

[0049] 去除区域下坡口宽度： $h = 9.2 \pm 0.3mm$

[0050]

| 焊缝厚度 (mm) | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 剩余焊缝厚度 (mm) | — 65.9 | — 67.9 | — 69.9 | — 71.9 | — 73.9 | — 75.9 | — 77.9 | — 79.9 | — 81.9 | — 83.9 |
| 8±3mm | 15.7 ± 0.5mm | 15.9 ± 0.5mm | 16.1 ± 0.5mm | 16.3 ± 0.5mm | 16.5 ± 0.5mm | 16.7 ± 0.5mm | 16.9 ± 0.5mm | 17.1 ± 0.5mm | 17.2 ± 0.5mm | 17.4 ± 0.5mm |

[0051] 去除区域下坡口宽度 : $h = 8.5 \pm 0.3\text{mm}$

[0052]

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 15±3mm | 13.4 ± 0.5mm | 13.6 ± 0.5mm | 13.7 ± 0.5mm | 13.9 ± 0.5mm | 14.1 ± 0.5mm | 14.3 ± 0.5mm | 14.4 ± 0.5mm | 14.6 ± 0.5mm | 14.7 ± 0.5mm | 14.9 ± 0.5mm |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

[0053] 去除区域下坡口宽度 : $h = 8 \pm 0.3\text{mm}$

[0054]

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 25±3mm | 12± 0.5mm | 12.1 ± 0.5mm | 12.3 ± 0.5mm | 12.5 ± 0.5mm | 12.6 ± 0.5mm | 12.8 ± 0.5mm | 13± 0.5mm | 13.2 ± 0.5mm | 13.3 ± 0.5mm | 13.5 ± 0.5mm |
| 30±3mm | 11.5 ± 0.5mm | 11.7 ± 0.5mm | 11.9 ± 0.5mm | 12.1 ± 0.5mm | 12.2 ± 0.5mm | 12.4 ± 0.5mm | 12.6 ± 0.5mm | 12.8 ± 0.5mm | 12.9 ± 0.5mm | 13± 0.5mm |
| 35±3mm | 10.9 ± 0.5mm | 11.1 ± 0.5mm | 11.3 ± 0.5mm | 11.5 ± 0.5mm | 11.7 ± 0.5mm | 11.8 ± 0.5mm | 12± 0.5mm | 12.2 ± 0.5mm | 12.3 ± 0.5mm | 12.5 ± 0.5mm |
| 40±3mm | 10.4 ± 0.5mm | 10.6 ± 0.5mm | 10.8 ± 0.5mm | 11± 0.5mm | 11.2 ± 0.5mm | 11.4 ± 0.5mm | 11.6 ± 0.5mm | 11.8 ± 0.5mm | 11.9 ± 0.5mm | 12± 0.5mm |
| 45±3mm | 9.8± 0.5mm | 10.1 ± 0.5mm | 10.4 ± 0.5mm | 10.6 ± 0.5mm | 10.7 ± 0.5mm | 10.9 ± 0.5mm | 11.1 ± 0.5mm | 11.3 ± 0.5mm | 11.4 ± 0.5mm | 11.6 ± 0.5mm |
| 50±3mm | 9.3± 0.5mm | 9.7± 0.5mm | 9.9± 0.5mm | 10.1 ± 0.5mm | 10.2 ± 0.5mm | 10.4 ± 0.5mm | 10.6 ± 0.5mm | 10.8 ± 0.5mm | 10.9 ± 0.5mm | 11.1 ± 0.5mm |
| 55±3mm | 8.7± 0.5mm | 9.1± 0.5mm | 9.4± 0.5mm | 9.6± 0.5mm | 9.7± 0.5mm | 9.9± 0.5mm | 10.1 ± 0.5mm | 10.3 ± 0.5mm | 10.4 ± 0.5mm | 10.6 ± 0.5mm |
| 60±3mm | 8.2± 0.5mm | 8.6± 0.5mm | 9± 0.5mm | 9.3± 0.5mm | 9.4± 0.5mm | 9.5± 0.5mm | 9.7± 0.5mm | 9.9± 0.5mm | 10± 0.5mm | 10.2 ± 0.5mm |
| 65±3mm | / | / | 8.4± 0.5mm | 8.6± 0.5mm | 8.7± 0.5mm | 8.9± 0.5mm | 9.1± 0.5mm | 9.3± 0.5mm | 9.5± 0.5mm | 9.7± 0.5mm |
| 70±3mm | / | / | / | / | / | 8.4± 0.5mm | 8.7± 0.5mm | 8.9± 0.5mm | 9.1± 0.5mm | 9.3± 0.5mm |

[0056] 采用窄间隙自动焊补焊时对应缺陷去除区域形状如图 2 所示, 其中, H 为焊缝全厚度, T 为焊缝剩余厚度, g 为去除区域上破口宽度, h 为去除区域下破口宽度, R 为缺陷去除区域下坡口钝角直径。

[0057] 综上所述, 本发明通过在自动焊焊接中的预定时机采用射线检测方法进行缺陷检测, 使得焊接过程中所产生的大部分焊缝缺陷均可在焊接过程中检测出来, 并根据焊缝缺陷的位置及类型分别选择返修时机, 打磨方式及补焊方式, 有效的避免了在焊接完成后才发现不可接受的焊缝缺陷。

[0058] 在本发明进一步的方案中, 在自动焊焊接完成后, 再次采用射线检测及超声检测方法进行缺陷检测, 进一步的检测出在焊接过程中所没有检测出来的焊缝缺陷, 并根据缺陷类型, 选择打磨方式及补焊方式进行补焊, 进一步保证核岛主管道焊接质量。

[0059] 应当理解的是, 对本领域普通技术人员来说, 可以根据上述说明加以改进或变换, 而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

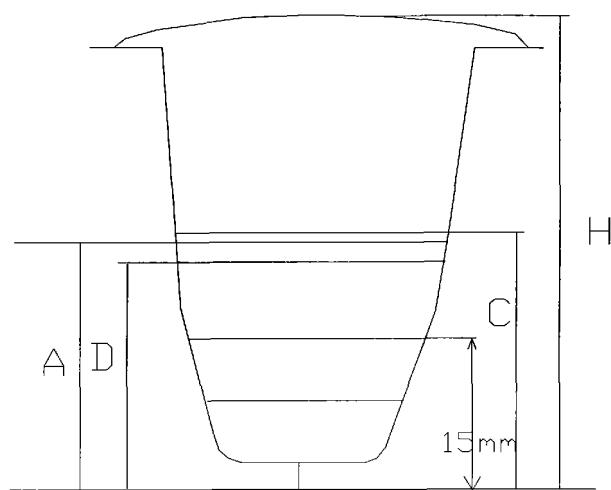


图 1

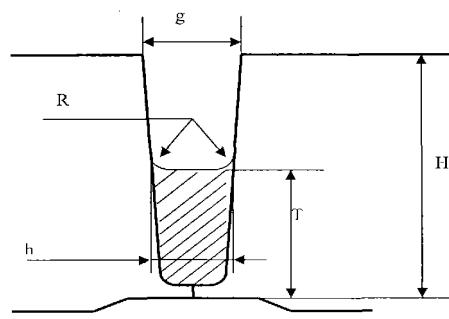


图 2