

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 6 月 30 日 (30.06.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/135166 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 30/13 (2020.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/136790
- (22) 国际申请日: 2021 年 12 月 9 日 (09.12.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011525985.1 2020 年 12 月 22 日 (22.12.2020) CN
- (71) 申请人: 中国核电工程有限公司(CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。
- (72) 发明人: 赵金涛(ZHAO, Jintao); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。

孟剑(MENG, Jian); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。董尘(DONG, Chen); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。姚迪(YAO, Di); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。王黎丽(WANG, Lili); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。杨建华(YANG, Jianhua); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。隋春光(SUI, Chunguang); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。张超琦(ZHANG, Chaoqi); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。李玉民(LI, Yumin); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。刘玉林(LIU, Yulin); 中国北京市海淀区西三环北路 117 号, Beijing 100840 (CN)。张春龙(ZHANG, Chunlong); 中国北京市海淀区西三

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING CONTAINMENT VESSEL PRE-STRESSED STEEL BEAM TENSIONING SEQUENCE OF NUCLEAR POWER PLANT

(54) 发明名称: 确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法及系统

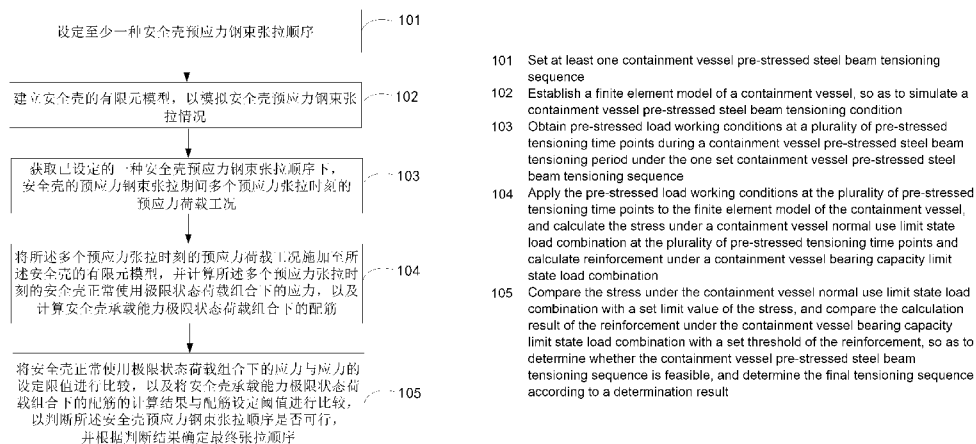


图 1

(57) Abstract: A method and system for determining a containment vessel pre-stressed steel beam tensioning sequence of a nuclear power plant. The method comprises: setting at least one steel beam tensioning sequence (101); establishing a finite element model of a containment vessel (102); obtaining pre-stressed load working conditions at a plurality of pre-stressed tensioning time points in a set steel beam tensioning sequence (103); applying the obtained pre-stressed load working conditions to the finite element model of the containment vessel, and calculating the stress under a containment vessel normal use limit state load combination and reinforcement under a containment vessel bearing capacity limit state load combination (104); and respectively comparing the calculation results with a set limit value of the stress and a set threshold of the reinforcement, and determining whether the steel beam tensioning sequence is feasible, and determining the final tensioning sequence (105). The method and system provide a design basis for whether the formulated steel beam tensioning sequence is feasible; moreover, merits and demerits of different construction schemes are determined by comparing the calculated reinforcement value and stress level of the containment vessel. Time and cost are saved for confirmation of a construction scheme.

环北路117号, Beijing 100840 (CN)。 刘昱(LIU, Yu); 中国北京市海淀区西三环北路117号, Beijing 100840 (CN)。 陈丹(CHEN, Dan); 中国北京市海淀区西三环北路117号, Beijing 100840 (CN)。 吴茜婷(WU, Qianting); 中国北京市海淀区西三环北路117号, Beijing 100840 (CN)。

(74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司(TEE&HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城西一办公楼5层1, 6-12室邓伯英, Beijing 100738 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法及系统, 方法包括: 设定至少一种钢束张拉顺序(101); 建立安全壳的有限元模型(102); 获取已设定的一种钢束张拉顺序下, 多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况(103); 将获取的预应力荷载工况施加至安全壳的有限元模型, 并计算安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力以及安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋(104), 将计算结果分别与应力的设定限值、配筋设定阈值进行比较, 判断钢束张拉顺序是否可行, 并确定最终张拉顺序(105)。所述方法及系统为制定的钢束张拉顺序是否可行提供设计依据; 并通过比较安全壳计算配筋值和应力水平, 判别不同施工方案的优劣性。为施工方案的确认节约时间, 节省成本。

确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法及系统

本公开要求申请日为 2020 年 12 月 22 日、申请号为 CN202011525985.1、名称为“确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法及系统”的中国专利申请优先权。

技术领域

本发明属于核电厂技术领域，具体涉及一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法，以及一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的系统。

背景技术

核设施作为重要安全场所，其安全性能要求十分严格，对于核电站安全壳，事故压力荷载是其最主要的荷载之一，预应力钢筋混凝土安全壳采用预应力系统抵抗内压荷载。国内外不同堆型的核电站虽然采用的预应力布置方案不尽相同，但是钢束数量均较多，如国内某一堆型安全壳共含有 541 根钢束；另一堆型内层安全壳共含有 221 根钢束。预应力施工时，必须按照合理的预应力张拉顺序进行张拉，否则有可能导致安全壳在施工期间发生损坏。

国内外核电站安全壳均按照分批次、间隔张拉的原则确定预应力施工顺序，但是并未对张拉期间安全壳受力性能进行系统分析。国内外相关规范对安全壳张拉期间的验收准则和设计方法也未做明确规定。若由于施工现场其他因素的影响，需要调整部分预应力钢束张拉顺序，由于没有明确的规范规定和设计分析结果，很难给出具体解决方案。因此，亟需一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法。

发明内容

为了至少部分解决现有技术中存在的安全壳预应力钢束张拉顺序无法确

定及调整的技术问题而完成了本发明。

解决本发明技术问题所采用的技术方案是：

本发明提供一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法，包括：

设定至少一种安全壳预应力钢束张拉顺序；

建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况；

获取已设定的一种安全壳预应力钢束张拉顺序下，安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况；

将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态下荷载组合下的配筋；

将安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，并根据判断结果确定最终张拉顺序。

进一步的，所述建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况，包括：

根据施工图纸，在预设有限元软件中建立安全壳的有限元模型；在预应力张拉期间，将所述安全壳的有限元模型中的钢束节点与周围混凝土节点耦合，地基采用弹簧体系，以用于模拟安全壳预应力钢束张拉情况。

进一步的，所述安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况，包括：

将竖向钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将竖向钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将竖向钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将筒体水平钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将筒体水平钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将穹顶钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将穹顶钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况。

进一步的，在计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳的正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋之前，还包括：

将预应力钢束张拉期间的非预应力荷载施加到安全壳的有限元模型中进行分析，所述非预应力荷载包括：自重、收缩荷载及温度荷载。

进一步的，将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态下荷载组合下的配筋，包括：

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳的有限元模型提取安全壳正常使用情况极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力，

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳的有限元模型中提取安全壳在承载能力极限状态的各荷载组合作用下的内力，并对内力计算结果进行配筋计算，以得到配筋计算结果。

进一步的，应力的设定限值包括混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值和薄膜平均压应力的设定限值，所述将安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，包括：

将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力与混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值进行比较，并将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的薄膜平均压应力与薄膜平均压应力的设定限值进行比较，将得到的安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋计算结果与配筋设定阈值进行比较；

若同时满足安全壳的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力分别小于混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值及薄膜平均压应力的设定限值，以及配筋计算结果小于配筋设定阈值，则判断所述安全壳预应力钢束张拉顺

序是可行的。

进一步的，在安全壳正常使用极限状态荷载组合下，混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值 $=0.7 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值；=薄膜平均压应力的设定限值 $=0.4 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值；

在安全壳承载能力极限状态荷载组合下，配筋设定阈值=安全壳的实际配筋值。

进一步的，所述根据判断结果确定最终张拉顺序，包括：

若判断结果为可行，则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为最终张拉顺序，否则，继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，直至确定最终张拉顺序；

或者，

若判断结果为可行，则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为待选张拉顺序，并继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，直至确定至少两种待选张拉顺序，并根据预设的规则再从中选择一个待选张拉顺序作为最终张拉顺序。

第二方面，本发明提供一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的系统，包括：

设定单元，用于设定至少一种安全壳预应力钢束张拉顺序；

模型单元，用于建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况；

获取单元，用于获取已设定的一种安全壳预应力钢束张拉顺序下，安全壳的预应力钢束张拉期间多个时刻的预应力荷载工况；

验算单元，用于将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋；

判断单元，用于将所述验算单元得到的所述安全壳正常使用极限状态荷载组合下应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态

荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，并根据判断结果确定最终张拉顺序。

第三方面，本发明提供一种计算机设备，其特征在于，包括存储器和处理器，所述存储器中存储有计算机程序，当所述处理器运行所述存储器存储的计算机程序时，所述处理器执行如第一方面中任一所述确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法。

有益效果：

本发明所述的确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法、系统及计算机设备，通过预先在有限元模型中对设定的安全壳预应力钢束张拉顺序的多个时刻的预应力荷载工况进行分析，验算多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力及承载能力极限状态荷载组合下的配筋，为制定的预应力钢束张拉顺序是否可行提供设计依据；并通过比较张拉施工期间的安全壳计算配筋值和应力水平，判别不同的施工方案的优劣性；为施工方案确认节约时间，节省成本。

附图说明

图 1 本发明实施例提供的一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法的流程图；

图 2 本发明另一实施例提供的一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法的流程图；

图 3 本发明又一实施例提供的一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的系统的架构图。

具体实施方式

为使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细描述。

需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

其中，在本发明实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本公开。在本发明实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚的表示其他含义。

如图 1 所示，本发明实施例提供一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法，包括步骤 S101 至步骤 S105。

步骤 S101：设定至少一种安全壳预应力钢束张拉顺序；

步骤 S102：建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况；

步骤 S103：获取已设定的一种安全壳预应力钢束张拉顺序下，安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况；

步骤 S104：将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及计算安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋；

步骤 S105：将安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，并根据判断结果确定最终张拉顺序。

在核电厂安全壳预应力钢束的张拉过程中，一般按照分批次、间隔张拉的原则确定预应力施工顺序，张拉顺序合理是保证施工安全的重要条件，在安全壳的施工之前，会设计核电厂安全壳预应力钢束的张拉顺序，或者在施工过程中要改变预应力钢束的张拉顺序，或者对于多种安全壳预应力钢束张拉顺序施工方法的优劣性进行比较时，需对核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序进行安全性能验证。

在施工过程中，可能存在多种施工方案，因此需要先设定至少一种安全

壳预应力钢束张拉顺序，并针对该安全壳建立有限元模型；在建立有限元模型时，需要确定现场施工情况和对钢束材料性能进行检验，材料检验包括：预应力钢束进行破坏负荷、屈服负荷、伸长率和弹性模量及松弛试验，锚具和夹具进行硬度和静载锚固性实验；针对一种安全壳的预应力钢束张拉顺序，需要确定施工期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况，所述多个预应力张拉时刻包括各关键时刻的预应力荷载工况，并且包含各个方向的钢束张拉的关键时刻。对于有限元模型的建立和计算，需要设定参数单位，建立单元类型，进行单元划分，设定边界约束等，根据安全壳施工的实际情况，完成对有限元模型和计算条件的设定；利用有限元模型对多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下应力及承载能力极限状态荷载组合下的配筋进行计算后，与设定规范的限值或阈值进行比较，判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序的施工结果。只有当两者都满足条件时，该安全壳预应力钢束张拉顺序才能合格。

进一步的，所述建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况，包括：

根据施工图纸，在预设有限元软件中建立安全壳的有限元模型；在预应力张拉期间，将所述安全壳的有限元模型中的钢束节点与周围混凝土节点耦合，地基采用弹簧体系，以用于模拟安全壳预应力钢束张拉情况。

进一步的，所述有限元软件采用 ANSYS 软件。

ANSYS 软件包括前处理模块、分析计算模块和后处理模块。前处理模块提供了一个强大的实体建模及网格划分工具，可以方便地构造有限元模型；分析计算模块包括结构分析（可进行线性分析、非线性分析和高度非线性分析）、流体动力学分析、电磁场分析、声场分析、压电分析以及多物理场的耦合分析，可模拟多种物理介质的相互作用，具有灵敏度分析及优化分析能力；后处理模块可将计算结果以彩色等值线显示、梯度显示、矢量显示、粒子流迹显示、立体切片显示、透明及半透明显示（可看到结构内部）等图形方式显示出来，也可将计算结果以图表、曲线形式显示或输出。利用 ANSYS 软件分析安全壳预应力钢束张拉顺序的施工结果较为方便，并且计算结果与

实际施工情况较为吻合。

进一步的，所述安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况，包括：

将竖向钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将竖向钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将竖向钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将筒体水平钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况；
将筒体水平钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将穹顶钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将穹顶钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况。

一般的，选择安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况包括各个方向的时刻，并且包括全部预应力钢束张拉完成的时刻的一种预应力荷载工况。

进一步的，在所述计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋之前，还包括：

将预应力钢束张拉期间的非预应力荷载施加到安全壳的有限元模型中进行分析，所述非预应力荷载包括：自重、收缩荷载及温度荷载。

为了尽可能的模拟实际情况，在实际验算过程中必须考虑预应力钢束张拉期间的非预应力荷载，将得到的每种预应力荷载工况，以及预应力钢束张拉期间需要考虑的其它荷载，如自重、收缩等，施加到建立的有限元模型中并进行分析，得到安全壳在各荷载组合作用下的响应。对于永久荷载，需要考虑混凝土的徐变影响。

进一步的，所述将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态下荷载组合下的配筋，包括：

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳

的有限元模型提取安全壳正常使用极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力，

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳的有限元模型中提取安全壳在承载能力极限状态的各荷载组合作用下的内力，并对内力计算结果进行配筋计算，以得到配筋计算结果。

通过获取已设定的一种安全壳预应力钢束张拉顺序下安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况，针对这多个预应力张拉时刻中每一个时刻的预应力荷载工况，在有限元模型中进行计算，得到应力结果和配筋的计算结果。分别与应力的设定限值和配筋设定阈值进行比较，确认是否可行，保证在施工过程中，不会出现异常。

进一步的，应力的设定限值包括混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值和薄膜平均压应力的设定限值，所述将安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，包括：

将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力与混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值进行比较，并将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的薄膜平均压应力与薄膜平均压应力的设定限值进行比较；将得到的配筋计算结果与配筋设定阈值进行比较；

若同时满足安全壳的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力分别小于混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值及薄膜平均压应力的设定限值，以及配筋计算结果小于配筋设定阈值，则判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是可行的。

进一步的，在安全壳正常使用极限状态荷载组合下，混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值 $=0.7 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值；薄膜平均压应力的设定限值 $=0.4 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值；

在安全壳承载能力极限状态荷载组合下，配筋设定阈值=安全壳的实际配筋值。

对于安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力验算时,在 ANSYS 后处理模块中,对得到的各荷载的分析结果进行荷载组合。针对每一个张拉阶段,得到一个组合结果。

综合考虑 NB/T 20303《压水堆核电厂预应力混凝土安全壳设计规范》和 ASME 规范第 III 卷第 2 册《混凝土安全壳规范》的规定,将 $0.7f_{ck}$ 和 $0.4f_{ck}$ 分别作为预应力张拉期间混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力的限值。其中, f_{ck} 为混凝土轴心抗压强度标准值。针对每一个张拉阶段,提取荷载组合后的安全壳混凝土边缘纤维压应力和薄膜平均压应力,并与其相应的设定限值进行比较。

对于安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋验算时,通过在 ANSYS 后处理模块中,对得到的各荷载的分析结果进行荷载组合,并且考虑承载能力极限状态荷载组合时的系数;针对每一个张拉阶段,得到一种各荷载组合作用下的计算结果,并对组合后计算出的内力结果进行配筋计算。将每一个张拉阶段的配筋计算结果同安全壳的实际配筋值进行比较。

根据《压水堆核电厂预应力混凝土安全壳设计规范》、《混凝土结构设计规范》和《建筑抗震设计规范》规定,对内力结果进行配筋计算,计算过程与现有工程计算过程相同。

若能同时满足安全壳的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力分别小于混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值及薄膜平均压应力的设定限值,以及配筋计算值小于实际配筋值的要求,则张拉顺序是可行的。否则,需要分析不满足要求的原因,对张拉顺序进行调整,并从步骤 103 开始重新分析。

进一步的,所述根据判断结果确定最终张拉顺序,包括:

若判断结果为可行,则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为最终张拉顺序,否则,继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行,直至确定最终张拉顺序;

或者,

若判断结果为可行,则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为待选张拉

顺序，并继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，直至确定至少两种待选张拉顺序，并根据预设的规则再从中选择一个待选张拉顺序作为最终张拉顺序。

其中，对于继续判断下一设定的张拉顺序，具体是重新执行步骤 103 到步骤 105，以判断得到下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行。

当有多种预应力钢束张拉顺序时，如果需要选择最优方案，可以对所有方案进行验算，以得出最优的施工方案，所述预设的规则可以为选择与限定值差距较大的待选张拉顺序作为最终张拉顺序。

如图 2 所示，本发明另一实施例提供了一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法，包括步骤 S1 至 S10。

步骤 S1：预应力钢束张拉顺序校对开始；

步骤 S2：建立安全壳有限元模型；

步骤 S3：考虑各种因素，确定一种张拉顺序；

步骤 S4：将张拉顺序分为不同的张拉阶段工况；并将不同阶段工况代入有限元模型中进行计算；

步骤 S5：进行载荷分析；

步骤 S6：进行正常使用极限状态荷载组合，提取应力；

步骤 S7：判断应力是否小于应力限值；如是，则进行步骤 S8；如否，则重新进行步骤 S3，选择另一种张拉顺序进行验算；

步骤 S8：进行承载能力极限状态荷载组合，计算配筋；

步骤 S9：判断配筋是否小于实际配筋；如是，则进行步骤 S10；如否，则从新进行步骤 S3，选择另一种张拉顺序进行验算；

步骤 S10：判断预应力钢束张拉顺序满足要求。

在以上实施方式中，承载能力极限状态荷载组合计算配筋和正常使用极限状态荷载组合提取应力的顺序可以更换。

如图 3 所示，本发明又一实施例提供一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的系统，包括：

设定单元 1，用于设定至少一种安全壳预应力钢束张拉顺序；

模型单元 2, 用于建立安全壳的有限元模型, 以模拟安全壳预应力钢束张拉情况;

获取单元 3, 用于获取已设定的一种安全壳预应力钢束张拉顺序下, 安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况;

验算单元 4, 用于将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型, 并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力, 以及, 计算安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋;

判断单元 5, 用于将所述验算单元 4 得到的所述安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力与应力的设定限值进行比较, 以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较, 以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行, 并根据判断结果确定最终张拉顺序。

进一步的, 所述模型单元 2 具有用于:

根据施工图纸, 在预设有限元软件中建立安全壳的有限元模型; 在预应力张拉期间, 将所述安全壳的有限元模型中的钢束节点与周围混凝土节点耦合, 地基采用弹簧体系, 以用于模拟安全壳预应力钢束张拉情况。

进一步的, 所述获取单元 3 获取的安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况, 包括:

将竖向钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况; 和/或,

将竖向钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况; 和/或,

将竖向钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况; 和/或,

将筒体水平钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况; 和/或,

将筒体水平钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况; 和/或,

将穹顶钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况; 和/或,

将穹顶钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况。

进一步的, 所述模型单元 2 还用于:

将预应力钢束张拉期间的非预应力荷载施加到安全壳的有限元模型中, 所述非预应力荷载包括: 自重、收缩荷载及温度荷载。

进一步的，所述验算单元4具体用于：

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳的有限元模型提取安全壳正常使用极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力，

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳的有限元模型中提取安全壳在承载能力极限状态的各荷载组合作用下的内力，并对内力计算结果进行配筋计算，得到配筋计算结果。

进一步的，应力的设定限值包括混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值和薄膜平均压应力的设定限值，所述判断单元5具体用于：

将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力与混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值进行比较，并将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的薄膜平均压应力与薄膜平均压应力的设定限值进行比较；将得到的配筋计算结果与配筋设定阈值进行比较；以及，

若同时满足安全壳的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力分别小于混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值及薄膜平均压应力的设定限值，以及配筋计算结果小于配筋设定阈值，则判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是可行的。

进一步的，所述判断单元5还用于：

在安全壳正常使用极限状态荷载组合下，计算混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值 $=0.7 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值的；

计算薄膜平均压应力的设定限值 $=0.4 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值；

在安全壳承载能力极限状态荷载组合下，计算配筋设定阈值=安全壳的实际配筋值。

进一步的，所述判断单元5还用于：

若判断结果为可行，则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为最终张拉顺序，否则，继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，直至确定最终张拉顺序；

或者，

若判断结果为可行，则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为待选张拉顺序，并继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，直至确定至少两种待选张拉顺序，并根据预设的规则再从中选择一个待选张拉顺序作为最终张拉顺序。

对于本系统实施例而言，由于其与方法实施例基本对应，所以描述的比较简单，相关之处参见前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

此外，本发明实施例还提供一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器中存储有计算机程序，当所述处理器运行所述存储器存储的计算机程序时，所述处理器执行上述各种可能的方法。

此外，本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当用户设备的至少一个处理器执行该计算机执行指令时，用户设备执行上述各种可能的方法。

其中，计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质，其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。当然，存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC (Application Specific Integrated Circuit, 专用集成电路) 中。另外，该 ASIC 可以位于用户设备中。当然，处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于通信设备中。

可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法，其特征在于，包括：

设定至少一种安全壳预应力钢束张拉顺序；

建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况；

获取已设定的一种安全壳预应力钢束张拉顺序下，安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况；

将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态下荷载组合下的配筋；

将安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，并根据判断结果确定最终张拉顺序。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况，包括：

根据施工图纸，在预设有限元软件中建立安全壳的有限元模型；

在预应力张拉期间，将所述安全壳的有限元模型中的钢束节点与周围混凝土节点耦合，地基采用弹簧体系，以用于模拟安全壳预应力钢束张拉情况。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况，包括：

将竖向钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将竖向钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将竖向钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况；和/或，

将筒体水平钢束张拉到设备闸门一侧的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将筒体水平钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将穹顶钢束张拉完成一半的时刻的预应力荷载工况；和/或，
将穹顶钢束张拉全部完成的时刻的预应力荷载工况。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳的正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋之前，还包括：

将预应力钢束张拉期间的非预应力荷载施加到安全壳的有限元模型中进行分析，所述非预应力荷载包括：自重、收缩荷载及温度荷载。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态下荷载组合下的配筋，包括：

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳的有限元模型提取安全壳正常使用情况极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力，

针对多个预应力张拉时刻的每一个时刻的预应力荷载工况，通过安全壳的有限元模型中提取安全壳在承载能力极限状态的各荷载组合作用下的内力，并对内力计算结果进行配筋计算，以得到配筋计算结果。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，应力的设定限值包括混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值和薄膜平均压应力的设定限值，

所述将安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，包括：

将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的混凝土截面边缘纤维压应力与混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值进行比较，并将得到的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的薄膜平均压应力与薄膜平均压应力的设定限值进行比较；

将得到的安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋计算结果与配筋设定阈值进行比较；

若同时满足安全壳的混凝土截面边缘纤维压应力和薄膜平均压应力分别小于混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值及薄膜平均压应力的设定限值，以及配筋计算结果小于配筋设定阈值，则判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是可行的。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，
在安全壳正常使用极限状态荷载组合下，混凝土截面边缘纤维压应力的设定限值 $=0.7 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值；薄膜平均压应力的设定限值 $=0.4 \times$ 混凝土轴心抗压强度标准值；

在安全壳承载能力极限状态荷载组合下，配筋设定阈值=安全壳的实际配筋值。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据判断结果确定最终张拉顺序，包括：

若判断结果为可行，则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为最终张拉顺序，否则，继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，直至确定最终张拉顺序；

或者，

若判断结果为可行，则确定所述安全壳预应力钢束张拉顺序为待选张拉顺序，并继续判断下一设定的安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，直至确定至少两种待选张拉顺序，并根据预设的规则再从中选择一个待选张拉顺序作为最终张拉顺序。

9. 一种确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的系统，其特征在于，包括：

设定单元，用于设定至少一种安全壳预应力钢束张拉顺序；

模型单元，用于建立安全壳的有限元模型，以模拟安全壳预应力钢束张拉情况；

获取单元，用于获取已设定的一种安全壳预应力钢束张拉顺序下，安全壳的预应力钢束张拉期间多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况；

验算单元，用于将所述多个预应力张拉时刻的预应力荷载工况施加至所述安全壳的有限元模型，并计算所述多个预应力张拉时刻的安全壳正常使用极限状态荷载组合下的应力，以及，计算安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋；

判断单元，用于将所述验算单元得到的所述安全壳正常使用极限状态荷载组合下应力与应力的设定限值进行比较，以及将安全壳承载能力极限状态荷载组合下的配筋的计算结果与配筋设定阈值进行比较，以判断所述安全壳预应力钢束张拉顺序是否可行，并根据判断结果确定最终张拉顺序。

10. 一种计算机设备，其特征在于，包括存储器和处理器，所述存储器中存储有计算机程序，当所述处理器运行所述存储器存储的计算机程序时，所述处理器执行根据权利要求 1-8 中任一项所述的确定核电厂安全壳预应力钢束张拉顺序的方法。

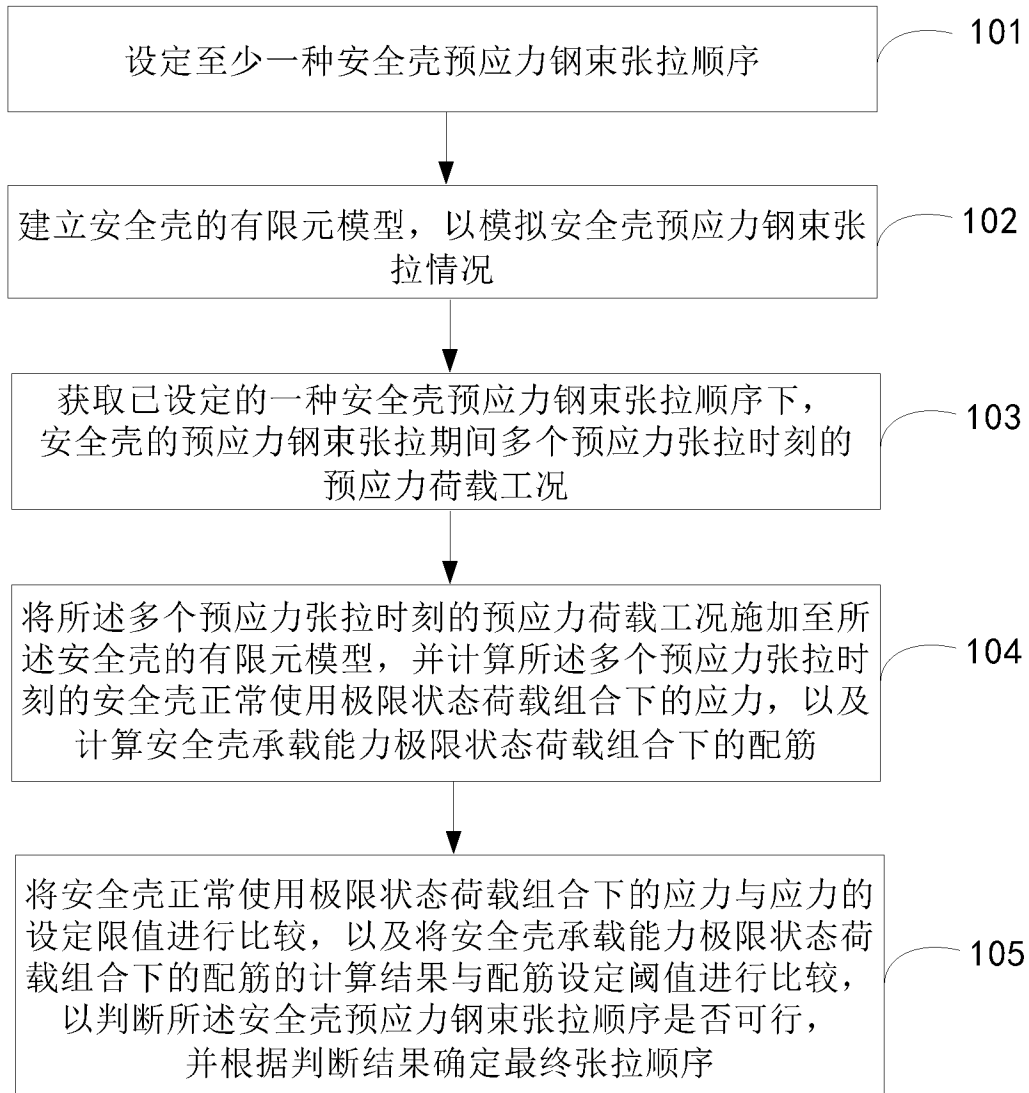


图 1

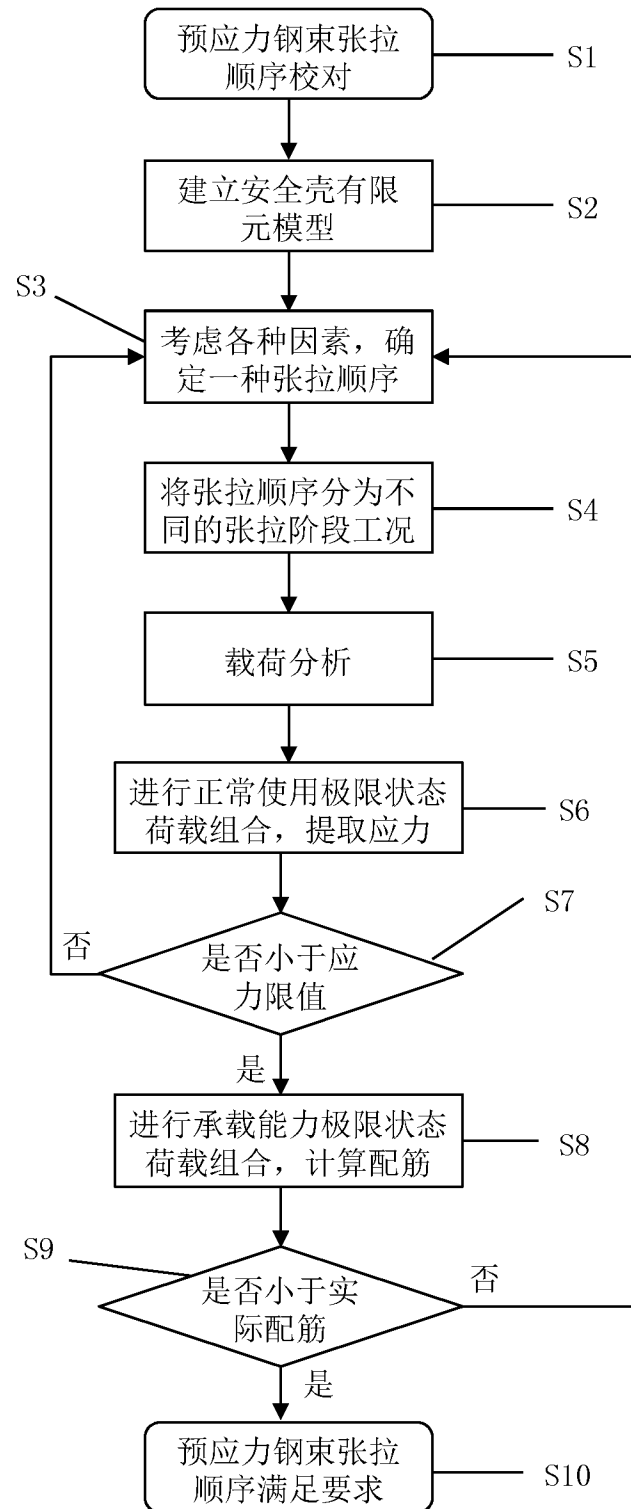


图 2

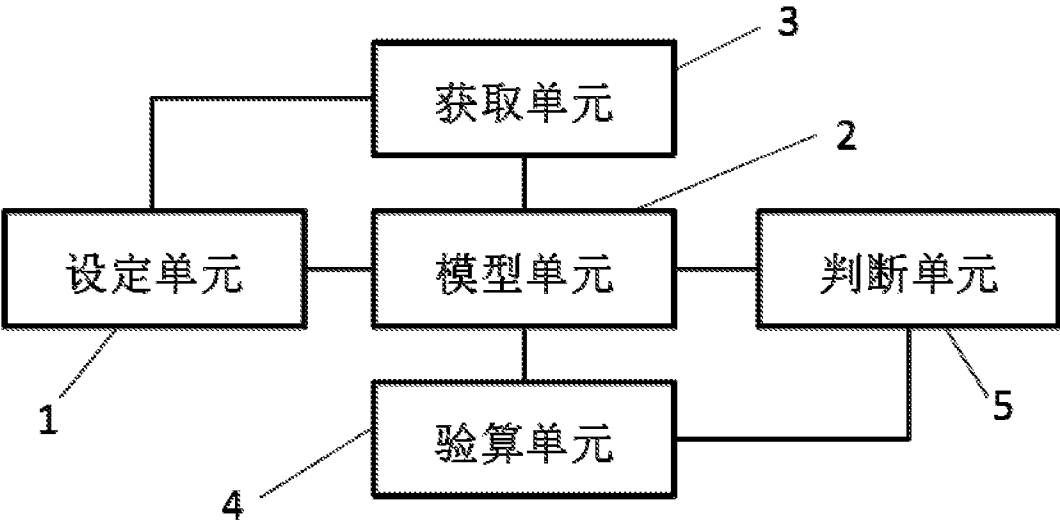


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/136790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 30/13(2020.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 张拉, 顺序, 配筋, 有限元, 核电厂, 核电站, 安全壳, 极限, 阈值, 应力, 荷载, 安全, 工况, 模拟, 截面边缘纤维压应力, 薄膜平均压应力, tension, sequence, reinforcement, finite element, nuclear power plant, containment, limit, threshold, stress, load, safety, operating condition, simulate+, compressive stress, film, average, edge, fiber

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112818435 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.) 18 May 2021 (2021-05-18) claims 1-10	1-10
X	CN 107025342 A (CHINA CONSTRUCTION THIRD BUREAU FIRST ENGINEERING CO., LTD.) 08 August 2017 (2017-08-08) claims 1-10, description paragraphs [0047]-[0076], [0143]-[0205], figures 1-6	1-4, 8-10
A	CN 109357785 A (SUZHOU NUCLEAR POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 19 February 2019 (2019-02-19) entire document	1-10
A	CN 103514307 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.) 15 January 2014 (2014-01-15) entire document	1-10
A	US 2015234958 A1 (CHICAGO BRIDGE & IRON COMPANY) 20 August 2015 (2015-08-20) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 February 2022

Date of mailing of the international search report

10 March 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/136790

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112818435	A	18 May 2021	None			
CN	107025342	A	08 August 2017	None			
CN	109357785	A	19 February 2019	None			
CN	103514307	A	15 January 2014	None			
US	2015234958	A1	20 August 2015	WO	2015163964	A2	29 October 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/136790

A. 主题的分类 G06F 30/13 (2020.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 张拉, 顺序, 配筋, 有限元, 核电厂, 核电站, 安全壳, 极限, 阈值, 应力, 荷载, 安全, 工况, 模拟, 截面边缘纤维压应力, 薄膜平均压应力, tension, sequence, reinforcement, finite element, nuclear power plant, containment, limit, threshold, stress, load, safety, operating condition, simulate+, compressive stress, film, average, edge, fiber																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 112818435 A (中国核电工程有限公司) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 107025342 A (中建三局第一建设工程有限责任公司) 2017年8月8日 (2017 - 08 - 08) 权利要求1-10, 说明书第[0047]-[0076]、[0143]-[0205]段, 图1-6</td> <td>1-4, 8-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109357785 A (苏州热工研究院有限公司 等) 2019年2月19日 (2019 - 02 - 19) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103514307 A (中国核电工程有限公司) 2014年1月15日 (2014 - 01 - 15) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015234958 A1 (CHICAGO BRIDGE & IRON COMPANY) 2015年8月20日 (2015 - 08 - 20) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 112818435 A (中国核电工程有限公司) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18) 权利要求1-10	1-10	X	CN 107025342 A (中建三局第一建设工程有限责任公司) 2017年8月8日 (2017 - 08 - 08) 权利要求1-10, 说明书第[0047]-[0076]、[0143]-[0205]段, 图1-6	1-4, 8-10	A	CN 109357785 A (苏州热工研究院有限公司 等) 2019年2月19日 (2019 - 02 - 19) 全文	1-10	A	CN 103514307 A (中国核电工程有限公司) 2014年1月15日 (2014 - 01 - 15) 全文	1-10	A	US 2015234958 A1 (CHICAGO BRIDGE & IRON COMPANY) 2015年8月20日 (2015 - 08 - 20) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 112818435 A (中国核电工程有限公司) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18) 权利要求1-10	1-10																		
X	CN 107025342 A (中建三局第一建设工程有限责任公司) 2017年8月8日 (2017 - 08 - 08) 权利要求1-10, 说明书第[0047]-[0076]、[0143]-[0205]段, 图1-6	1-4, 8-10																		
A	CN 109357785 A (苏州热工研究院有限公司 等) 2019年2月19日 (2019 - 02 - 19) 全文	1-10																		
A	CN 103514307 A (中国核电工程有限公司) 2014年1月15日 (2014 - 01 - 15) 全文	1-10																		
A	US 2015234958 A1 (CHICAGO BRIDGE & IRON COMPANY) 2015年8月20日 (2015 - 08 - 20) 全文	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期																		
2022年2月24日		2022年3月10日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																		
中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		李敏 电话号码 86-(10)-53961526																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/136790

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利		公布日 (年/月/日)
CN	112818435	A	2021年5月18日	无		
CN	107025342	A	2017年8月8日	无		
CN	109357785	A	2019年2月19日	无		
CN	103514307	A	2014年1月15日	无		
US	2015234958	A1	2015年8月20日	W0	2015163964	A2 2015年10月29日