



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110444305 B

(45) 授权公告日 2022.09.13

(21) 申请号 201910743983.0

CN 105575448 A, 2016.05.11

(22) 申请日 2019.08.13

CN 106165020 A, 2016.11.23

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106165020 A, 2016.11.23

申请公布号 CN 110444305 A

CN 108242271 A, 2018.07.03

(43) 申请公布日 2019.11.12

JP H0627293 A, 1994.02.04

(73) 专利权人 中国核动力研究设计院

US 2018190395 A1, 2018.07.05

地址 610000 四川省成都市一环路南三段28号

CN 107484430 A, 2017.12.15

(72) 发明人 陈鹏 刘宏春 俞赞 朱攀 冯威

罗炜 等. 龙腾安全级DCS平台方案设计. 《中国核科学技术进展报告(第四卷)——中国核学会2015年学术年会论文集第2册(核能动力分卷(上))》. 2015, 221-227.

周继翔 苟拓 青先国 陈智

贺理 罗炜 许东芳 李谢晋

王琳 叶奇 王明星 孙剑 黄奇

魏海峰. 核电站反应堆保护系统研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库(工程科技II辑)》. 2013, (第S2期), C040-8.

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所

(普通合伙) 51220

Manoj Kumar Misra. Design and implementation of safety logic with fine impulse test system for a nuclear reactor shutdown system. 《2014 27th International Conference on VLSI Design and 2014 13th International Conference on Embedded Systems》. 2014, 198-203.

专利代理师 李朝虎

审查员 刘亦非

(51) Int. Cl.

G21D 3/00 (2006.01)

G21D 3/06 (2006.01)

权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(56) 对比文件

CN 110111919 A, 2019.08.09

CN 104332186 A, 2015.02.04

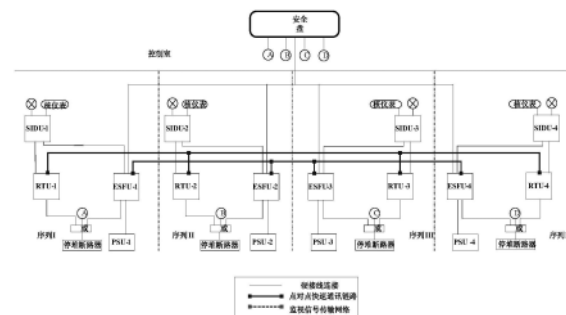
(54) 发明名称

一种优化的数字化反应堆保护系统

输出的紧急停堆信号和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出的紧急停堆信号, 并进行或逻辑判断后输出给停堆断路器。

(57) 摘要

本发明公开了一种优化的数字化反应堆保护系统, 包括四个冗余的序列, 每个序列包括: 信号隔离分配单元SIDU、紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、或逻辑单元、优先级选择单元PSU, 其中, 紧急停堆功能处理单元RTU: 用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号, 还用于输出紧急停堆信号给或逻辑单元; 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU: 用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号, 用于生成专设安全设施驱动信号给优先级选择单元PSU, 用于输出紧急停堆信号给或逻辑单元; 或逻辑单元: 用于接收紧急停堆功能处理单元RTU



CN 110444305 B

1. 一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在於,包括四个冗余的序列,每个序列包括:信号隔离分配单元SIDU、紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、“或逻辑”单元、优先级选择单元PSU,其中,

信号隔离分配单元SIDU:用于隔离和分配来自现场传感器和核测量机柜的信号;

紧急停堆功能处理单元RTU:用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号,还用于输出紧急停堆信号给“或逻辑”单元;

专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号,用于生成专设安全设施驱动信号给优先级选择单元PSU,用于输出紧急停堆信号给“或逻辑”单元;

“或逻辑”单元:用于接收紧急停堆功能处理单元RTU输出的紧急停堆信号和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出的紧急停堆信号,并进行或逻辑判断后输出给停堆断路器;

优先级选择单元PSU:用于对不同安全级别的专设安全设施驱动信号进行优先级选择;

其中,紧急停堆功能处理单元RTU生成停堆信号;

专设安全设施驱动功能处理单元ESFU生成专设安全设施驱动信号和紧急停堆信号,且专设安全设施驱动功能处理单元ESFU生成紧急停堆信号根据专设安全设施驱动信号进行判断是否生成;

紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU生成的2路紧急停堆信号都进入“或逻辑”单元进行或选,若紧急停堆功能处理单元RTU故障,则通过专设安全设施驱动功能处理单元ESFU产生的紧急停堆信号完成紧急停堆功能;

紧急停堆功能处理单元RTU,包括:

获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号的获取装置,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的紧急停堆信号的处理装置,输出自动类的紧急停堆信号的输出装置;

专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,包括:

获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号的获取装置,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的专设安全设施驱动信号的处理装置,输出自动类的专设安全设施驱动信号的输出装置;

确定某一自动类的专设安全设施驱动信号产生时是否需要触发紧急停堆功能的装置,在确定需要触发紧急停堆功能时、生成自动类的紧急停堆信号并通过专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身配置的数字量输出模块输出的装置。

2. 根据权利要求1所述的一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在於,信号隔离分配单元SIDU分配出的信号为:4~20mA信号或/和开关量信号,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的紧急停堆信号的处理装置通过对信号隔离分配单元SIDU的信号进行滤波、定值比较以及停堆逻辑运算得出自动类的紧急停堆信号。

3. 根据权利要求2所述的一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在於,专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,还包括:

获取来自安全盘的手动类的紧急停堆信号的获取装置,旁通手动类的紧急停堆信号的数字化处理单元;将旁通的手动类的紧急停堆信号与专设安全设施驱动功能处理单元ESFU

自身生成的自动类的紧急停堆信号进行或逻辑处理后输出的数字化处理单元；

获取来自安全盘的手动类的专设安全设施驱动信号的获取装置,旁通手动类的专设安全设施驱动信号的数字化处理单元;将旁通的手动类的专设安全设施驱动信号与专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身生成的自动类的专设安全设施驱动信号进行或逻辑处理后输出的数字化处理单元。

4.根据权利要求3所述的一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在于,信号隔离分配单元SIDU分配出的信号为:4~20mA信号或/和开关量信号,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并产生自动类的专设安全设施驱动信号的处理装置通过对信号隔离分配单元SIDU的信号进行滤波、定值比较以及专设安全设施驱动逻辑运算得出自动类的专设安全设施驱动信号。

5.根据权利要求1-4中任意一项所述的一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在于,

紧急停堆功能处理单元RTU,还包括:生成用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的紧急停堆功能处理单元RTU的装置,接受其它3个序列的紧急停堆功能处理单元RTU发送来的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号进行四选二处理判定并生成紧急停堆信号的处理装置。

6.根据权利要求1-4中任意一项所述的一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在于,

专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:还包括:生成用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU的装置,接受其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU发送来的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号进行四选二处理判定并生成紧急停堆信号的处理装置。

7.根据权利要求1-4中任意一项所述的一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在于,

专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:还包括:生成用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU的装置,接受其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU发送来的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号进行四选二处理判定并生成部件级自动专设安全设施驱动信号的处理装置。

8.根据权利要求1-4中任意一项所述的一种优化的数字化反应堆保护系统,其特征在于,

还包括数据接口单元DIU,数据接口单元DIU用于与安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW以及安全盘、紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、优先

级选择单元PSU接口；

数据接口单元DIU将紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、优先级选择单元PSU中需要送电厂计算机信息和控制系统的信息反馈给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW、安全盘；

同时当来自信号隔离分配单元SIDU的信号既不参与紧急停堆功能也不参与专设安全设施驱动功能时，该来自信号隔离分配单元SIDU的信号通过数据接口单元DIU传输给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW以及安全盘，当来自信号隔离分配单元SIDU的信号参与紧急停堆功能或/和参与专设安全设施驱动功能时，该来自信号隔离分配单元SIDU的信号通过紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU转发给数据接口单元DIU，再由数据接口单元DIU转发给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW、安全盘。

一种优化的数字化反应堆保护系统

技术领域

[0001] 本发明涉及反应堆控制领域,具体一种优化的数字化反应堆保护系统。

背景技术

[0002] 反应堆保护系统是核电厂仪表控制系统的重要组成部分,它监测与反应堆安全有关的重要参数,当这些参数达到安全分析确定的整定值时自动触发紧急停堆和/或启动专设安全设施,是反应堆安全、稳定运行的重要保障。目前,国际上应用比较广泛的数字化保护系统结构有两种:第一种是M310型核电厂采用的双逻辑处理系列结构,第二种是AP1000采用的四重冗余序列结构。这两种结构都拥有较复杂双层信号处理逻辑,所谓双层信号处理逻辑是指将现场传感器和核测量机柜的信号先进行预逻辑的处理,然后再进行表决逻辑处理,例如预逻辑的处理就是进行双稳态处理生成局部停堆信号和局部触发专设安全设施信号,表决逻辑处理就是对生成局部停堆信号和局部触发专设安全设施信号进行四取二逻辑表决;这种双层逻辑处理的方式,对数字化反应堆保护系统应用软件设计提出了较高的要求,并且紧急停堆功能和专设安全设施驱动功能均在相同的处理器中实现,存在局部CPU故障导致同时丧失上述保护功能的情况。

发明内容

[0003] 本发明目的在于降低数字化反应堆保护系统内部信号处理的复杂度和分散紧急停堆功能和专设安全设施驱动功能的处理,从而简化反应堆保护系统应用软件设计和优化系统功能分配,设计了一种优化的数字化反应堆保护系统结构。

[0004] 本发明通过下述技术方案实现:

[0005] 一种优化的数字化反应堆保护系统,包括四个冗余的序列,每个序列包括:信号隔离分配单元SIDU、紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、或逻辑单元、优先级选择单元PSU,其中,

[0006] 信号隔离分配单元SIDU:用于隔离和分配来自现场传感器和核测量机柜的信号;

[0007] 紧急停堆功能处理单元RTU:用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号,还用于输出紧急停堆信号给或逻辑单元;

[0008] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号,用于生成专设安全设施驱动信号给优先级选择单元PSU,用于输出紧急停堆信号给或逻辑单元;

[0009] 或逻辑单元:用于接收紧急停堆功能处理单元RTU输出的紧急停堆信号和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出的紧急停堆信号,并进行或逻辑判断后输出给停堆断路器;

[0010] 优先级选择单元PSU:用于对不同安全级别的专设安全设施驱动信号进行优先级选择。

[0011] 在本发明中,分别设置了紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理

单元ESFU,其中紧急停堆功能处理单元RTU生成停堆信号,而专设安全设施驱动功能处理单元ESFU既生成专设安全设施驱动信号又同时还紧急停堆信号,且在设计是,让紧急停堆信号根据专设安全设施驱动信号进行判断是否生成,且生成的2路紧急停堆信号都进入独立的或逻辑单元进行或选,而生成的专设安全设施驱动信号则通过优先级选择单元PSU进行优先级选择;因此通过上述结构可以看出,本申请在紧急停堆功能的信号路径与专设安全设施驱动功能的信号路径中均只包含一个层级的数字化处理设备。所述紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU是2个互相独立的单元。因此,本发明相比传统技术而言,其避免了双层信号处理逻辑,避免了任意一层信号处理逻辑出现故障后无法安全运行,例如,紧急停堆信号,是分别由紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU产生的,若紧急停堆功能处理单元RTU故障,那么则还能通过专设安全设施驱动功能处理单元ESFU产生的紧急停堆信号完成紧急停堆功能。整体系统结构简单,同时具备较高的安全性能。

[0012] 优选具体的,

[0013] 紧急停堆功能处理单元RTU,包括:

[0014] 获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号的获取装置,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的紧急停堆信号的处理装置,输出自动类的紧急停堆信号的输出装置。

[0015] 优选具体的,

[0016] 信号隔离分配单元SIDU分配出的信号为:4~20mA信号或/和开关量信号,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的紧急停堆信号的处理装置通过对信号隔离分配单元SIDU的信号进行滤波、定值比较以及停堆逻辑运算得出自动类的紧急停堆信号。

[0017] 优选具体的,

[0018] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,包括:

[0019] 获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号的获取装置,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的专设安全设施驱动信号的处理装置,输出自动类的专设安全设施驱动信号的输出装置;

[0020] 如果某一专设安全设施驱动功能同时需要去触发紧急停堆,那么将通过ESFU的数字量输出模块输出紧急停堆信号,因此ESFU实现紧急停堆信号的具体为:

[0021] 还包括:确定某一自动类的专设安全设施驱动信号产生时是否需要触发紧急停堆功能的装置,在确定需要触发紧急停堆功能时、生成自动类的紧急停堆信号并通过专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身配置的数字量输出模块输出的装置。

[0022] 优选的当自动处理紧急停堆无法完成时,还可以通过安全盘进行手动紧急停堆,如何设置紧急停堆呢?首先,为了尽可能保持与数字化处理部分的独立性,来自安全盘的手动类的紧急停堆信号被旁通处理,然后用数字化处理单元将自动类的紧急停堆信号与手动类的紧急停堆信号进行“或”运算,再送往停堆断路器。

[0023] 具体的,

[0024] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,还包括:

[0025] 获取来自安全盘的手动类的紧急停堆信号的获取装置,旁通手动类的紧急停堆信

号的数字化处理单元;将旁通的手动类的紧急停堆信号与专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身生成的自动类的紧急停堆信号进行或逻辑处理后输出的数字化处理单元;

[0026] 优选的当自动处理专设安全设施驱动信号无法完成时,还可以通过安全盘进行手动专设安全设施驱动信号,如何设置专设安全设施驱动信号呢?首先,为了尽可能保持与数字化处理部分的独立性,来自安全盘的手动类的专设安全设施驱动信号将由ESFU采集,在ESFU中被旁通,然后让旁通的手动类的专设安全设施驱动信号与自动类的专设安全设施驱动信号进行“或”运算后再通过数字量输出模块送往PSU模块。当ESFU失效时,则通过多样化保护系统提供专设安全设施驱动功能。

[0027] 具体的,

[0028] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,还包括:

[0029] 获取来自安全盘的手动类的专设安全设施驱动信号的获取装置,旁通手动类的专设安全设施驱动信号的数字化处理单元;将旁通的手动类的专设安全设施驱动信号与专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身生成的自动类的专设安全设施驱动信号进行或逻辑处理后输出的数字化处理单元。

[0030] 信号隔离分配单元SIDU分配出的信号为:4~20mA信号或/和开关量信号,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并产生自动类的专设安全设施驱动信号的处理装置通过对信号隔离分配单元SIDU的信号进行滤波、定值比较以及专设安全设施驱动逻辑运算得出自动类的专设安全设施驱动信号。“局部脱扣”发生在定值比较之后,四取二处理之前。

[0031] 为了实现冗余保护,进一步的,四个序列需要相互交换用于紧急停堆功能和专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号,这样,对于某一保护功能,在每个序列中,均有四个“局部脱扣”信号,然后,每个序列再对这四个“局部脱扣”信号进行“2/4”处理,“2/4”表示4取2逻辑,产生本序列对应的紧急停堆信号和专设安全设施驱动信号。

[0032] “局部脱扣”:来自现场传感器和核测量机柜的信号,经过信号隔离分配单元SIDU的处理后,被送往紧急停堆功能处理单元RTU或者专设安全设施功能处理单元ESFU进行滤波和定值比较。当该信号超过RTU或者ESFU中的预设值后,会产生一个触发信号,该触发信号即为“局部脱扣(Partial Trip)”信号。“局部脱扣”发生在定值比较之后,四取二处理之前。

[0033] 优选具体的,紧急停堆功能处理单元RTU,还包括:生成用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的紧急停堆功能处理单元RTU的装置,接受其它3个序列的紧急停堆功能处理单元RTU发送来的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号进行四取二四取二处理判定并生成紧急停堆信号的处理装置。

[0034] 优选具体的,专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:还包括:生成用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU的装置,接受其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU发送来的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号进行四取二四取二处理判定并生成紧急停堆信号的处理装置。

[0035] 优选具体的,专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:还包括:生成用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU的装置,接受其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU发送来的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号进行四取二四取二处理判定并生成部件级自动专设安全设施驱动信号的处理装置。

[0036] 还包括数据接口单元DIU,数据接口单元DIU用于与安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW以及安全盘、紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、优先级选择单元PSU接口;

[0037] 数据接口单元DIU将紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、优先级选择单元PSU中需要送电厂计算机信息和控制系统的信息反馈给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW、安全盘;

[0038] 同时当来自信号隔离分配单元SIDU的信号既不参与紧急停堆功能也不参与专设安全设施驱动功能时,该来自信号隔离分配单元SIDU的信号通过数据接口单元DIU传输给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW以及安全盘,当来自信号隔离分配单元SIDU的信号参与紧急停堆功能或/和参与专设安全设施驱动功能时,该来自信号隔离分配单元SIDU的信号通过紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU转发给数据接口单元DIU,再由数据接口单元DIU转发给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW、安全盘。

[0039] 本发明提供了一种有别于以往核电工程项目的数字化反应堆保护系统结构。它采用四冗余序列结构,在每个序列中,都设置有相互独立的紧急停堆功能处理单元和专设安全设施驱动功能处理单元。并且,紧急停堆功能的信号路径与专设安全设施驱动功能的信号路径中均只包含一个层级的数字化处理设备(即只包含一套CPU单元及外围的I/O模块),有效降低了数字化反应堆保护系统内部信号处理的复杂度。在保证反应堆安全的情况下,本结构能够减少反应堆保护机柜数量,对提高反应堆的经济性有利。

[0040] 另外,对于需要触发停堆的专设安全设施驱动功能,将通过专设安全设施驱动功能处理单元的数字量输出模块输出的停堆信号,与来自紧急停堆功能处理单元的数字量输出模块的停堆信号在一个单独的或逻辑单元(“或”门)(此“或”门既不属于紧急停堆功能处理单元,也不属于专设安全设施驱动功能处理单元)中进行处理。

[0041] 本发明可以达到以下效果:

[0042] 能够有效降低数字化反应堆保护系统内部信号处理的复杂度,并合理分散紧急停堆功能和专设安全设施驱动功能,简化了反应堆保护系统结构。

[0043] 避免局部CPU故障导致同时丧失紧急停堆功能和专设安全设施驱动功能的情况,对提升核电厂的安全性有益。

[0044] 本结构能够合理减少反应堆保护机柜数量,对提高反应堆的经济性有利。

附图说明

[0045] 此处所说明的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明实施例的限定。在附图中:

- [0046] 附图1本发明的结构示意图。
- [0047] 附图2本发明设置数据接口单元DIU时的结构示意图。
- [0048] 附图3专设安全设施驱动功能处理单元ESFU外接安全盘信号时的结构示意图。

具体实施方式

[0049] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明作进一步的详细说明,本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明,并不作为对本发明的限定。

[0050] 实施例1

[0051] 如图1:一种优化的数字化反应堆保护系统,包括四个冗余的序列,分别是序列I、序列II、序列III、序列IV,每个序列包括:信号隔离分配单元SIDU、紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、或逻辑单元、优先级选择单元PSU;在序列I中有信号隔离分配单元SIDU-1、紧急停堆功能处理单元RTU-1、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU-1,或逻辑单元、优先级选择单元PSU-1,在序列II中有信号隔离分配单元SIDU-2、紧急停堆功能处理单元RTU-2、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU-2,或逻辑单元、优先级选择单元PSU-2,在序列III中有信号隔离分配单元SIDU-3、紧急停堆功能处理单元RTU-3、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU-3,或逻辑单元、优先级选择单元PSU-3;

[0052] 不同序列之间的紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU均采用点对点快速通讯链路连接;同序列中,信号隔离分配单元SIDU、紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、或逻辑单元、优先级选择单元PSU之间采用硬接线连接。

[0053] 以一个序列为基,其中,

[0054] 信号隔离分配单元SIDU:用于隔离和分配来自现场传感器(核仪表)和核测量机柜的信号;

[0055] 紧急停堆功能处理单元RTU:用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号,还用于输出紧急停堆信号给或逻辑单元;

[0056] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:用于获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号,用于生成专设安全设施驱动信号给优先级选择单元PSU,用于输出紧急停堆信号给或逻辑单元;

[0057] 或逻辑单元:用于接收紧急停堆功能处理单元RTU输出的紧急停堆信号和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出的紧急停堆信号,并进行或逻辑判断后输出给停堆断路器;

[0058] 优先级选择单元PSU:用于对不同安全级别的专设安全设施驱动信号进行优先级选择。

[0059] 在本发明中,分别设置了紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,其中紧急停堆功能处理单元RTU生成停堆信号,而专设安全设施驱动功能处理单元ESFU既生成专设安全设施驱动信号又同时还紧急停堆信号,且在设计是,让紧急停堆信号根据专设安全设施驱动信号进行判断是否生成,且生成的2路紧急停堆信号都进入独立的或逻辑单元进行或选,而生成的专设安全设施驱动信号则通过优先级选择单元PSU进行

优先级选择;因此通过上述结构可以看出,本申请在紧急停堆功能的信号路径与专设安全设施驱动功能的信号路径中均只包含一个层级的数字化处理设备。所述紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU是2个相互独立的单元。因此,本发明相比传统技术而言,其避免了双层信号处理逻辑,避免了任意一层信号处理逻辑出现故障后无法安全运行,例如,紧急停堆信号,是分别由紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU产生的,若紧急停堆功能处理单元RTU故障,那么则还能通过专设安全设施驱动功能处理单元ESFU产生的紧急停堆信号完成紧急停堆功能。整体系统结构简单,同时具备较高的安全性能。

[0060] 实施例2

[0061] 在实施例的基础上,上述实施例1中的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出紧急停堆信号和专设安全设施驱动信号的情况有第一种:该紧急停堆信号仅由专设安全设施驱动功能处理单元根据专设安全设施驱动信号获得,专设安全设施驱动信号仅由专设安全设施驱动功能处理单元根据开入信号(信号隔离分配单元SIDU)获得,具体的:

[0062] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,包括:

[0063] 获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号的获取装置,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的专设安全设施驱动信号的处理装置,输出自动类的专设安全设施驱动信号的输出装置;

[0064] 如果某一专设安全设施驱动功能同时需要去触发紧急停堆,那么将通过ESFU的数字量输出模块输出紧急停堆信号,因此ESFU实现紧急停堆信号的具体为:

[0065] 还包括:确定某一自动类的专设安全设施驱动信号产生时是否需要触发紧急停堆功能的装置,在确定需要触发紧急停堆功能时、生成自动类的紧急停堆信号并通过专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身配置的数字量输出模块输出的装置。在本实施例中,实施例1中的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出紧急停堆信号为上述ESFU生成的自动类的紧急停堆信号,专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出专设安全设施驱动信号为上述ESFU生成的自动类的专设安全设施驱动信号。

[0066] 实施例3:

[0067] 在实施例的基础上,上述实施例1中的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU输出紧急停堆信号和专设安全设施驱动信号的情况有第二种:如图3所示,在本实施例中,实施例1中的紧急停堆信号,由专设安全设施驱动功能处理单元ESFU根据专设安全设施驱动信号获得自动类的紧急停堆信号,然后在由安全盘提供一个手动类的紧急停堆信号,在通过或逻辑处理后输出形成一个紧急停堆信号;在本实施例中,实施例1中的专设安全设施驱动信号,是由专设安全设施驱动功能处理单元ESFU根据开入信号(信号隔离分配单元SIDU)获得的自动类的专设安全设施驱动信号,然后在由安全盘提供一个手动类的专设安全设施驱动信号在通过或逻辑处理后输出形成一个专设安全设施驱动信号。

[0068] 如图1所示,ESFU通过硬接线引入了安全盘的信号,优选的当自动处理紧急停堆无法完成时,还可以通过安全盘进行手动紧急停堆,如何设置紧急停堆呢?如图3所示,首先,为了尽可能保持与数字化处理部分的独立性,来自安全盘的手动类的紧急停堆信号被旁通处理,然后用数字化处理单元将自动类的紧急停堆信号与手动类的紧急停堆信号进行“或”运算,再送往停堆断路器。

[0069] 如图3所示，

[0070] 具体的，

[0071] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,还包括：

[0072] 获取来自安全盘的手动类的紧急停堆信号的获取装置,旁通手动类的紧急停堆信号的数字化处理单元;将旁通的手动类的紧急停堆信号与专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身生成的自动类的紧急停堆信号进行或逻辑处理后输出的数字化处理单元。

[0073] 如图1所示,ESFU通过硬接线引入了安全盘的信号,优选的当自动处理专设安全设施驱动信号无法完成时,还可以通过安全盘进行手动专设安全设施驱动信号,如何设置专设安全设施驱动信号呢?如图3所示,首先,为了尽可能保持与数字化处理部分的独立性,来自安全盘的手动类的专设安全设施驱动信号将由ESFU采集,在ESFU中被旁通,然后让旁通的手动类的专设安全设施驱动信号与自动类的专设安全设施驱动信号进行“或”运算后再通过数字量输出模块送往PSU模块。当ESFU失效时,则通过多样化保护系统提供专设安全设施驱动功能。

[0074] 如图3所示，

[0075] 具体的，

[0076] 专设安全设施驱动功能处理单元ESFU,还包括：

[0077] 获取来自安全盘的手动类的专设安全设施驱动信号的获取装置,旁通手动类的专设安全设施驱动信号的数字化处理单元;将旁通的手动类的专设安全设施驱动信号与专设安全设施驱动功能处理单元ESFU自身生成的自动类的专设安全设施驱动信号进行或逻辑处理后输出的数字化处理单元。

[0078] 图3中的或逻辑是ESFU内部的或逻辑,可以通过软件实现逻辑计算,也可以设置成硬逻辑。图中,用于处理手动类的专设安全设施驱动信号的“或”(1)门,与用于处理紧急停堆信号的“或”(1)门,在实际设计中,它们是两个模块。因此,在示意图中对这两个“或”逻辑单元采用(1)(2)加以区分。

[0079] 实施例4

[0080] 在实施例的基础上，

[0081] 紧急停堆功能处理单元RTU,包括：

[0082] 获取来自信号隔离分配单元SIDU的信号获取装置,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的紧急停堆信号的处理装置,输出自动类的紧急停堆信号的处理装置。

[0083] 优选具体的，

[0084] 信号隔离分配单元SIDU分配出的信号为:4~20mA信号或/和开关量信号,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并生成自动类的紧急停堆信号的处理装置通过对信号隔离分配单元SIDU的信号进行滤波、定值比较以及停堆逻辑运算得出自动类的紧急停堆信号。

[0085] 信号隔离分配单元SIDU分配出的信号为:4~20mA信号或/和开关量信号,对信号隔离分配单元SIDU的信号进行处理并产生自动类的专设安全设施驱动信号的处理装置通过对信号隔离分配单元SIDU的信号进行滤波、定值比较以及专设安全设施驱动逻辑运算得出自动类的专设安全设施驱动信号。

[0086] 实施例5

[0087] 在实施例的基础上,

[0088] 如图1所示,为了实现冗余保护,进一步的,四个序列需要相互交换用于紧急停堆功能和专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号,因此,不同序列之间的紧急停堆功能处理单元RTU、专设安全设施驱动功能处理单元ESFU均采用点对点快速通讯链路连接;这样,对于某一保护功能,在每个序列中,均有四个“局部脱扣”信号,然后,每个序列再对这四个“局部脱扣”信号进行“2/4”处理,“2/4”表示4取2逻辑,产生本序列对应的紧急停堆信号和专设安全设施驱动信号。

[0089] 优选具体的,紧急停堆功能处理单元RTU,还包括:生成用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的紧急停堆功能处理单元RTU的装置,接受其它3个序列的紧急停堆功能处理单元RTU发送来的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号进行四取二四取二处理判定并生成紧急停堆信号的处理装置。

[0090] 优选具体的,专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:还包括:生成用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU的装置,接受其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU发送来的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于紧急停堆功能的“局部脱扣”信号进行四取二四取二处理判定并生成紧急停堆信号的处理装置。

[0091] 优选具体的,专设安全设施驱动功能处理单元ESFU:还包括:生成用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号的装置,发送本序列生成的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号给其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU的装置,接受其它3个序列的专设安全设施驱动功能处理单元ESFU发送来的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号,根据自身的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号和其它3个序列的用于专设安全设施驱动功能的“局部脱扣”信号进行四取二四取二处理判定并生成部件级自动专设安全设施驱动信号的处理装置。

[0092] 实施例6

[0093] 在实施例的基础上,如图2所示,在图1的基础上,

[0094] 还包括数据接口单元DIU,数据接口单元DIU用于与安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW以及安全盘、紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、优先级选择单元PSU接口;

[0095] 数据接口单元DIU将紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU、优先级选择单元PSU中需要送电厂计算机信息和控制系统的信息反馈给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW、安全盘;

[0096] 同时当来自信号隔离分配单元SIDU的信号既不参与紧急停堆功能也不参与专设安全设施驱动功能时,该来自信号隔离分配单元SIDU的信号通过数据接口单元DIU传输给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW以及安全盘,当来自信号隔离分配单元SIDU的信号参与紧急停堆功能或/和参与专设安全设施驱动功能时,该来自信号隔离分配单元SIDU的

信号通过紧急停堆功能处理单元RTU和专设安全设施驱动功能处理单元ESFU转发给数据接口单元DIU,再由数据接口单元DIU转发给安全级显示控制单元SVDU、网关单元GW、安全盘。

[0097] 本发明提供了一种有别于以往核电工程项目的数字化反应堆保护系统结构。它采用四冗余序列结构,在每个序列中,都设置有相互独立的紧急停堆功能处理单元和专设安全设施驱动功能处理单元。并且,紧急停堆功能的信号路径与专设安全设施驱动功能的信号路径中均只包含一个层级的数字化处理设备(即只包含一套CPU单元及外围的I/O模块),有效降低了数字化反应堆保护系统内部信号处理的复杂度。在保证反应堆安全的情况下,本结构能够减少反应堆保护机柜数量,对提高反应堆的经济性有利。

[0098] 另外,对于需要触发停堆的专设安全设施驱动功能,将通过专设安全设施驱动功能处理单元的数字量输出模块输出的停堆信号,与来自紧急停堆功能处理单元的数字量输出模块的停堆信号在一个单独的或逻辑单元(“或”门)(此“或”门既不属于紧急停堆功能处理单元,也不属于专设安全设施驱动功能处理单元)中进行处理。

[0099] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

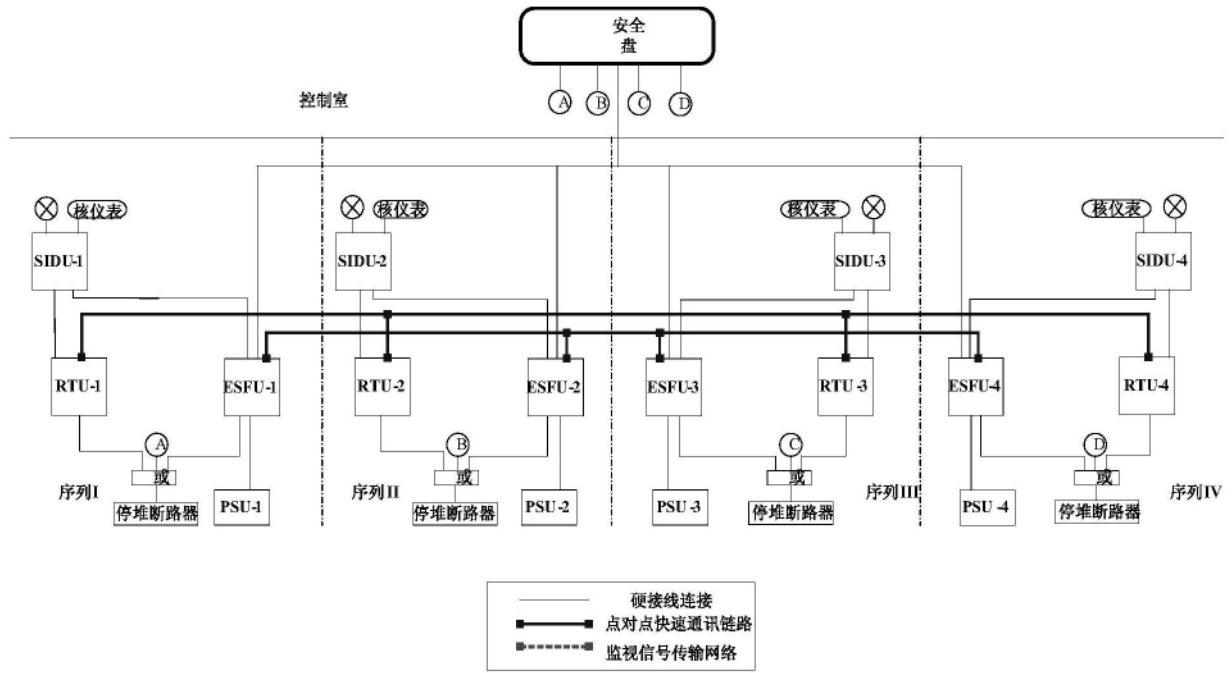


图1

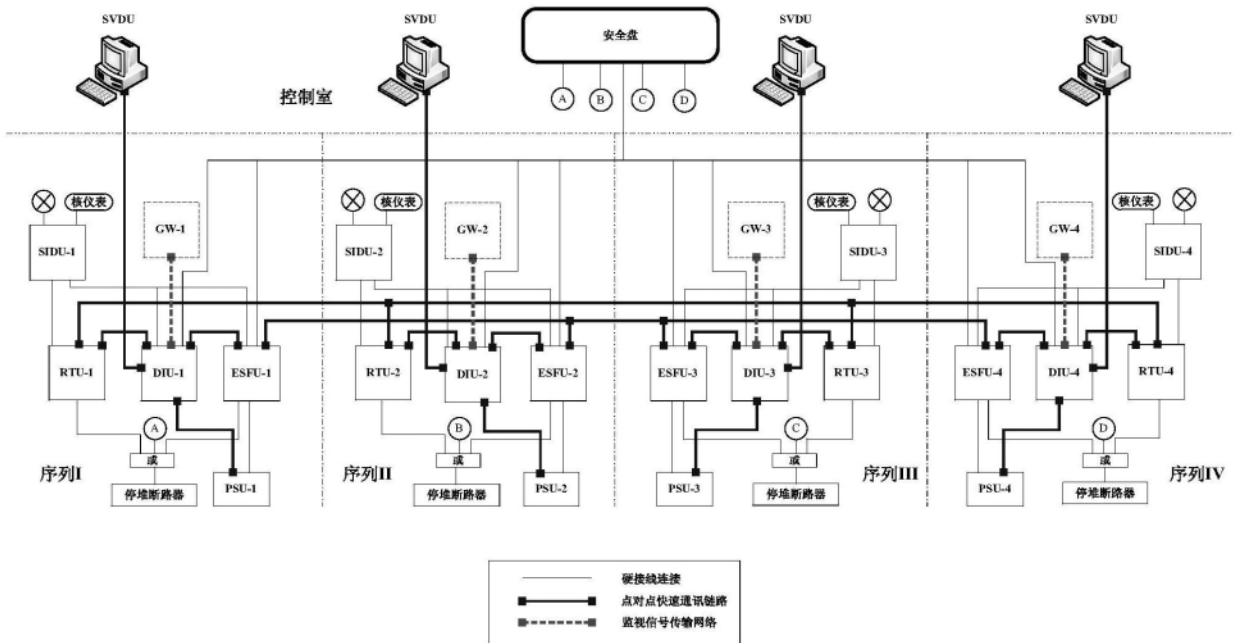


图2

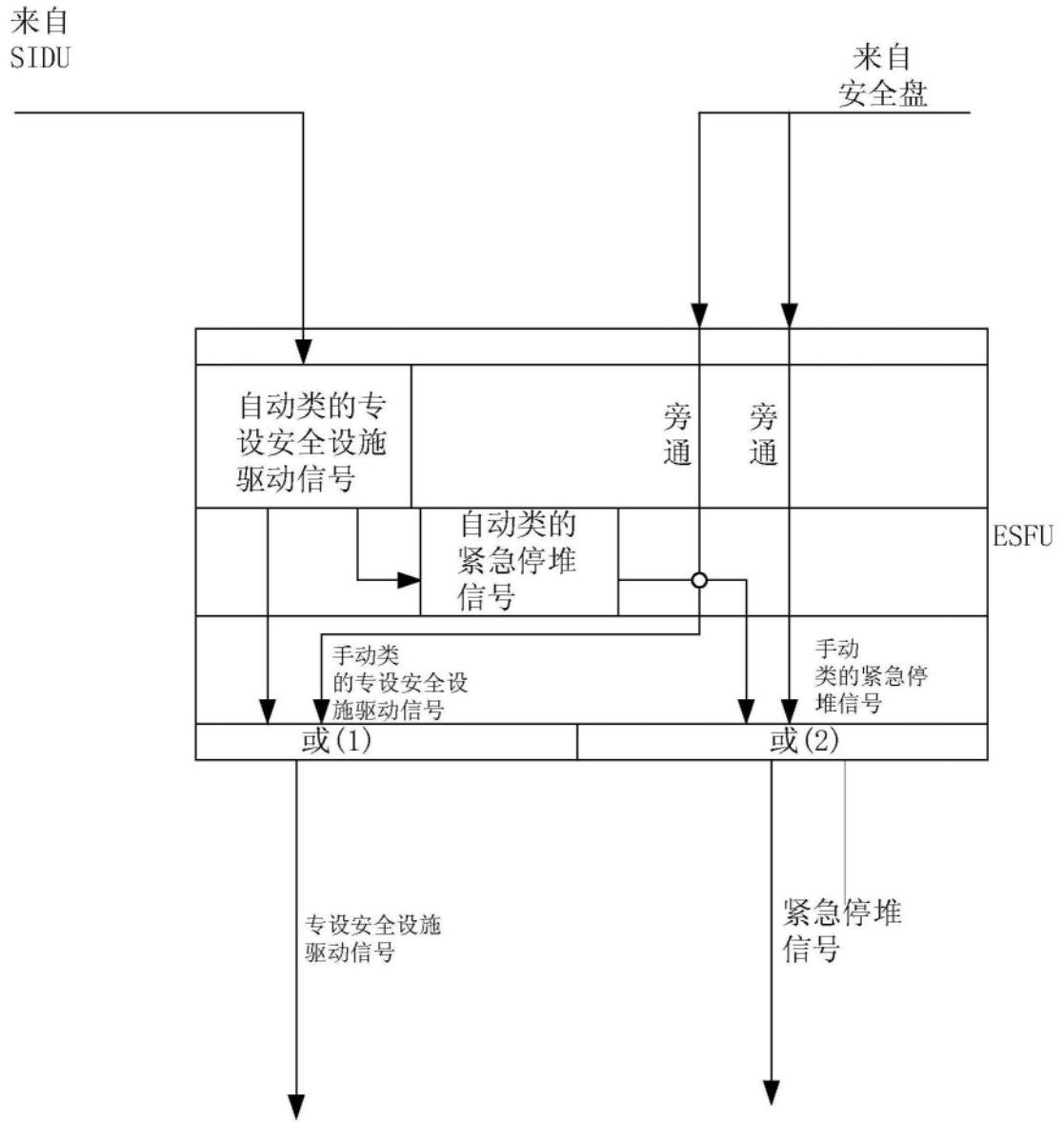


图3