

浸没式液冷设备和浸没式液冷系统

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2021 年 12 月 22 日提交的题为“浸没式液冷设备和浸没式液冷系统”中国申请 202111580493.7 的优先权，该中国申请的公开内容通过引用全部并入本文。

技术领域

本公开的实施例总体上涉及数据中心的领域，并且更具体地，涉及用于为数据中心提供冷却的浸没式液冷设备和浸没式液冷系统。

背景技术

随着互联网、人工智能、云计算和高性能运算的迅猛发展，数据中心不仅推动企业业务发生巨变，也令生活质量大幅提高。目前，数据中心已经被正式纳入新基建。由此，数据中心从服务部分企业拓展到服务整个社会，成为一种新类的基础设施。

新基础设施对数据中心的散热解决方案、整体能效提出更高要求。一方面，随着大数据时代的到来，数据正以超出想象的速度增长，对海量数据的处理、存储、传输，要求 IT 设备的功耗成倍增长，芯片散热成为巨大挑战。传统的数据中心冷却解决方案已难以满足电子信息设备高效散热的需求；同时，国家、地方、行业陆续出台能源政策，对数据中心的节能指标提出更高要求。更加节能、集约、高效的 IT 设备和数据中心整体解决方案需求强烈，浸没液冷方案在能效、快速交付方面的优势得到重视。

发明内容

本公开的实施例提供一种浸没式液冷设备和浸没式液冷系统，以

至少部分地解决现有技术中存在的上述问题以及其他潜在问题。

在本公开的一个方面，提供了一种浸没式液冷设备。该浸没式液冷设备包括：冷却槽，适于密封地接纳主冷却液以将需要冷却的电子设备浸没在所述主冷却液中；主散热装置，附接至所述冷却槽并且包括由壳体围成的内腔以及被接纳在所述内腔中的主循环部件和热交换器，所述内腔密封地连通至所述冷却槽，所述主循环部件适于使所述主冷却液在所述冷却槽和所述热交换器外部之间循环；以及冷源接口，耦合至所述主散热装置，并且布置为允许辅助冷却液在外部冷源和所述热交换器内部循环，来使得所述辅助冷却液与所述主冷却液在所述热交换器处交换热量。

通过部署根据本公开实施例的浸没式液冷设备，一方面，由于主散热装置本身具有内部循环能力（主冷却液循环）和外部循环接口（允许辅助冷却液循环），从而主散热装置自身形成一种模块化装置，而不再需要额外的冷量分配单元。以此方式，根据本公开实施例的液冷设备可以针对不同的电子设备等因素来提供多种规格的主散热装置并由此提高冷却效率。另一方面，通过将具有内部循环能力和外部循环接口的主散热装置和冷却槽附接到一起，进而形成了一种模块化液冷设备。在部署根据本公开实施例的液冷设备时，只需要将数据中心的预留接口和液冷设备的冷源接口耦合即可完成部署，从而形成一种分布式的液冷系统。以此方式，显著简化了液冷设备的部署。此外，用户可以根据所需要的规模来选择不同数量的液冷设备。只需要预留一定量的预留接口，用户可以根据业务量的调整随时增减所需的液冷设备，从而使得数据中心的液冷设备的部署更加灵活，并显著提高部署效率。

在一些实施例中，主散热装置可拆卸地附接至所述冷却槽。例如，在一些实施例中，主散热装置可以通过支架而间接地附接至冷却槽。以此方式，针对不同的电子设备，可以选取不同规格的主散热装置，从而来提高冷却效率，进而能够助力实现碳中和。

在一些实施例中，浸没式液冷设备还包括支架，适于承载所述冷

却槽和所述主散热装置。通过采用支架承载冷却槽和所述主散热装置，使得液冷设备更加易于部署。

在一些实施例中，多个所述电子设备沿延伸方向布置在所述冷却槽中，并且所述浸没式液冷设备在所述延伸方向上的尺寸不大于所述浸没式液冷设备的高度的尺寸的 1.5 倍。与冷却槽自身的长度是其高度的 2-3 倍甚至更高的传统液冷设备相比，根据本公开的浸没式液冷设备包括主散热装置在内的延伸方向上的尺寸不大于其高度的 1.5 倍，例如 1 倍或者更低。以此方式，实现了一种小型化的液冷设备。小型化带来了诸多优点，例如更利于根据所需的冷却规模做出灵活的调整，从而提高了液冷系统以及其中的液冷介质的利用率。另一方面，小型化带来了冷却液的更加精确的控制，从而节省冷却介质的同时提高了对电子设备的精确冷却控制。

在一些实施例中，浸没式液冷设备在所述延伸方向上的尺寸小于所述浸没式液冷设备的高度的尺寸。

在一些实施例中，浸没式液冷设备在所述延伸方向上的尺寸小于所述浸没式液冷设备的高度的二分之一的尺寸。以此方式，进一步实现了液冷设备的小型化，从而进一步节省冷却介质的同时提高了对电子设备的精确冷却控制。

在一些实施例中，浸没式液冷设备还包括多个进出通孔，密封地布置在所述冷却槽和所述主散热装置的所述内腔之间，以供所述主冷却液在所述冷却槽和所述热交换器外部之间循环。通过提供进出通孔的冗余布置，提高了液冷设备的可靠性。

在一些实施例中，冷却槽具有多种规格，所述多种规格的冷却槽的深度不同和/或延伸方向上的尺寸不同，并且所述支架适于接纳所述多种规格中的至少一种规格的冷却槽。以此方式，用户可以根据所要冷却的电子设备的尺寸合理地选择所需规格的冷却槽，从而进一步节省了主冷却液并允许对主冷却液的精确控制。

在一些实施例中，浸没式液冷设备还包括垫高架，耦合至所述支架，并且适于支撑所述冷却槽和所述主散热装置中的至少一个。垫高

架可以将深度较低的冷却槽垫高，从而提高了结构的稳定性和液冷设备的可靠性。另外，这种布置方式也提高了冷源接口与液冷系统的预留接口耦合的便利性。

在一些实施例中，主散热装置具有多种规格，所述多种规格的主散热装置具有不同的循环散热能力，并且所述支架适于接纳所述多种规格中的至少一种规格的所述主散热装置。以此方式，用户可以根据不同规格的冷却槽和/或电子设备的数目选择所需规格的主散热装置，从而提高了主散热装置的循环和冷却效率。

在一些实施例中，浸没式液冷设备还包括盖，耦合至所述冷却槽以密封所述冷却槽的顶部开口。以此方式，更加便于对冷却槽中的主冷却液和电子设备的维护，从而提高维护效率。

在一些实施例中，盖通过铰链而被可转动地耦合至所述冷却槽。以此方式，进一步提高了液冷设备维护的便利性，从而进一步提高维护效率。

在一些实施例中，主散热装置还包括占液块，布置在所述内腔中。占液块能够有效减少主冷却液的用量，从而降低液冷设备的成本。

在一些实施例中，冷源接口包括至少两套冷源接口。以此方式，冷源接口也形成了冗余布置，从而进一步提高液冷设备的可靠性。

在一些实施例中，冷源接口被至少部分地布置在所述壳体上。以此方式，液冷设备更加易于部署。

在本公开的第二方面，提供了一种浸没式液冷系统。该浸没式液冷系统包括至少一个前文中第一方面所述的浸没式液冷设备；以及辅助冷却装置，耦合至所述至少一个浸没式液冷设备的冷源接口，并且适于使辅助冷却液在外部冷源和所述热交换器内部之间循环。

在一些实施例中，至少一个浸没式液冷设备包括多个浸没式液冷设备，并且所述浸没式液冷系统还包括多个预留接口，所述多个预留接口适于耦合至所述冷源接口。

在一些实施例中，浸没式液冷系统还包括基座，包括设置在预定位置的多个接纳部，用于设置所述多个浸没式液冷设备，所述多个接

纳部与所述多个预留接口相对应。在服务器进行大规模部署的情况下，通过设置基座，可以进一步缩短数据中心的部署时间。

在一些实施例中，所述主冷却液包括氟化液或矿物油；和/或所述辅助冷却液包括去离子水。

在本公开的第三方面，提供了一种大规模集群部署的浸没式液冷系统。该浸没式液冷系统包括基座，包括设置在预定位置的多个接纳部，多个预留接口，与所述多个接纳部的位置相对应；辅助冷却装置，配置在所述多个预留接口和外部冷源之间；以及多个根据前文中第一方面所述的浸没式液冷设备，被布置在所述接纳部中，所述浸没式液冷设备的冷源接口耦合至所述多个预留接口。在大规模集群部署浸没式液冷设备时，可以通过提前在数据中心设置基座以及预留接口，并将液冷设备提前布置在数据中心机房，并将外部冷源侧的供回水管路接通调试完成，而先不设置电子设备和主冷却液，从而形成大规模集群部署的浸没式液冷系统。当有业务需求时，再采购电子设备，并将其部署到此系统内，最后将主冷却液灌装到放置电子设备的液冷设备中。至此，完成整个数据中心的部署，以此方式，可以大大缩短数据中心的部署时间。

应当理解，该内容部分并非旨在标识本公开的实施例的关键或重要特征，亦非旨在用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的描述变得容易理解。

附图说明

以下通过结合附图更详细地描绘本公开的示例性实施例，本公开的上述目的和其它目的、特征和优点将变得更加明显，其中在本公开的示例性实施例中，相同的附图标记通常表示相同的部件。

图 1 示出了传统的浸没式液冷系统中所使用的冷却槽的示意图；

图 2 示出了根据本公开的实施例的浸没式液冷设备的立体示意图；

图 3 示出了根据本公开的实施例的浸没式液冷设备从另一个角度观察时的立体示意图；

图 4 示出了根据本公开的实施例的浸没式液冷设备从另一个角度观察时的立体示意图，其中盖被打开以便于显示其中的电子设备；

图 5 示出了根据本公开实施例的示出了根据本公开的实施例的浸没式液冷设备的侧视示意图；

图 6 至图 8 示出了各种类型的电子设备布置在根据本公开实施例的浸没式液冷设备的示意图；

图 9 示出了根据本公开实施例的浸没式液冷设备的主散热装置被从支架抽出的示意图；

图 10 示出了主冷却液在根据本公开实施例的浸没式液冷设备内部循环的示意图；

图 11 示出了根据本公开实施例的主散热装置的侧视示意图；

图 12 示出了根据本公开实施例的浸没式液冷系统的部署示意图；以及

图 13 示出了根据本公开实施例的浸没式液冷系统中的浸没式液冷设备的阵列的示意图。

具体实施方式

现在将参照附图中所示的各种示例性实施例对本公开的原理进行说明。应当理解，这些实施例的描述仅仅为了使得本领域的技术人员能够更好地理解并进一步实现本公开，而并不意在以任何方式限制本公开的范围。应当注意的是，在可行情况下可以在图中使用类似或相同的附图标记，并且类似或相同的附图标记可以表示类似或相同的功能。本领域的技术人员将容易地认识到，从下面的描述中，本文中所说明的结构和方法的替代实施例可以被采用而不脱离通过本文描述的本公开的原理。

随着信息和通信产业的高速发展，电子设备的集成度和热密度越来越高。面对芯片功耗的日益上升和电子设备集成度的日益增长，传统的以空气为介质为电子产品进行散热的技术越来越不能满足需求，业界开始寻求更高密度的散热解决方案，浸没式冷却开始进入人们的

视野。

浸没式冷却,又叫浸没式液冷,是将诸如服务器等的电子设备 200 浸没于不导电液体中进行散热,从而把其温度控制在合理的范围之内。下文中将主要以电子设备为数据中心中所采用的各种类型的服务器为例来描述本公开的构思。应当理解的是。根据本公开实施例的液冷设备 100 或液冷系统也同样适用于需要对电子设备进行冷却的其他任意适当的场合。图 1 中示出了通常在传统的浸没式冷却方案中所使用的冷却槽 500。在数据中心,采用浸没式冷却的电子设备被浸没在冷却槽 500 中的冷却液中,冷却液在热交换器处与空气或者诸如水的辅助冷却液进行热交换,从而实现高效冷却。

在浸没式液冷兴起之初,为了满足较大规模的数据中心的需求,一般采用具有较大容积的冷却槽 500 来在一个冷却槽 500 中容纳较多的电子设备。诸如服务器的多台电子设备沿延伸方向排列在冷却槽 500 中。传统的冷却槽 500 在延伸方向的尺寸(即,长度)一般能够达到 50U 以上,物理长度要在 2-3 米左右甚至更长。U 是一种表示电子设备外部尺寸的单位,是 unit 的缩略语。随着信息和通信产业的高速发展,体积较大的冷却槽 500 也遇到了诸多问题。例如,由于体积较大,从而导致部署起来灵活性低,由此增加了运行维护方面的复杂度和成本。此外,由于冷却槽的长度较长,在对浸没在其中的电子设备进行维护时,用户一般只能在冷却槽 500 的宽度方向上对这些电子设备进行操作和维护,这对电子设备的维护带来了一些不便。

此外,目前冷却槽 500 的冷却液通常具有较高的成本。由于冷却槽 500 具有较大的体积,从而所需要的冷却液也会很多,这必然会带来了成本的上升,特别是对于一些在冷却槽 500 中不需要这么多电子设备的情况。例如,假设冷却槽 500 的容纳能力为 50 台电子设备,而例如对于一些小企业而言,可能只需要 10 台电子设备。这在使用这种冷却槽 500 时,设置 10 台电子设备和设置 50 台电子设备的情况一样,还是需要同样的冷却槽并提供同样的甚至更多的冷却液,这导致了成本的显著提高。

另外，由于目前的浸没式液冷系统稳定性较差，冷却液进出接口容易发生堵塞等问题，从而容易造成整个冷却槽 500 中浸没的电子设备都无法工作，进而造成较大损失。

前文中提到了浸没式液冷系统可以对多种型号和不同尺寸的电子设备进行冷却。然而，目前的冷却槽 500 为了能够适应最大尺寸的电子设备，一般具有统一的较大的深度。在这种情况下，在较小尺寸的电子设备被浸没在其中时，导致其中的很大一部分空间是空置的，进而也导致了空间以及其中冷却液的浪费。

另外，传统的冷却槽 500 目前无法单独实现冷却液与诸如水的辅助冷却液在热交换器的热交换。目前，对于传统的冷却槽 500 而言，还需要配备专门的冷量分配单元（CDU）来实现热交换。然而，冷量分配单元的部署、冷却槽 500 的部署以及其中所设置的电子设备的部署都需要以一定的配套和比例关系，从而导致了传统的浸没式液冷系统设计复杂，从而导致设计和施工缓慢等效率低下等问题。此外，由于冷量分配单元、冷却槽和电子设备之间的配套和比例关系，使得液冷系统在部署完毕之后难以根据业务量的调整对电子设备的数量等做出调整，从而导致灵活性差等各种问题。

本公开实施例提出了一种浸没式液冷设备 100 以及浸没式液冷系统 300，以至少解决或者至少部分地解决传统的浸没式液冷设备和系统中的上述或者其他潜在问题。图 2、图 3 和图 4 示出了从不同角度观察的根据本公开实施例的浸没式液冷设备 100 的立体示意图，图 5 示出了浸没式液冷设备 100 的侧视示意图，其中图 4 中浸没式液冷设备 100 的盖 106 被打开以便于显示其中的电子设备。

如图 2 至图 5 所示，根据本公开实施例的浸没式液冷设备 100 总体上包括冷却槽 102、主散热装置 103 和冷源接口 104。冷却槽 102 用来密封地接纳冷却液和需要冷却的电子设备 200，以将电子设备 200 浸没在冷却液中。冷却槽 102 中可以设置一个或者多个电子设备 200。多个电子设备 200 可以沿延伸方向 E 排列在冷却槽 102 中。冷却槽 102 中的电子设备 200 可以是各种类型的服务器，例如可以包括但不

限于存储型服务器、计算型服务器和计算存储综合型服务器等，如图6至图8所示。

图6至图8示出了冷却槽102的俯视图，其中分别示出了冷却槽102中所容纳的各种类型的电子设备200。从图6至图8可以看出，为了使部署密度最大化，冷却槽102中的电子设备200可以大致沿延伸方向E竖直地插装在冷却槽102中。在冷却槽102中，为了便于电子设备200的布置，可以设置供电子设备200插装的结构或者模块。以此方式，一方面，电子设备200能够以更大的密度排布在冷却槽102中。另一方面，操作者能够更便利地对电子设备200进行维护。

对于冷却槽102中所存储的冷却液，其采用不导电的液体，例如可以包括但不限于氟化液或者矿物油等。在下文中，为了和其他冷却液进行区分，冷却槽102中的冷却液将被称为主冷却液。

为了便于维护电子设备200和其中的主冷却液，冷却槽102具有顶部开口。在一些实施例中，冷却槽102的整个顶部区域可以都是顶部开口区域，以便于电子设备200和主冷却液的维护。为了实现密封，液冷设备100还包括设置在冷却槽102的顶部开口处的盖106。盖106密封地耦合至冷却槽102从而实现冷却液的密封。在一些实施例中，盖106可以通过铰链等方式可转动地布置在冷却槽102上。在需要对电子设备200或者主冷却液进行维护时，可以通过操作盖106绕铰链转动而打开盖106。为了提供密封，在盖106与冷却槽102接合的位置，可以设置密封圈。

应当理解的是，盖106通过铰链等方式耦合至冷却槽102的实施例只是示意性的，并不旨在限制本公开的保护范围。其他任意适当的方式或者布置也是可能的。例如，在一些替代的实施例中，盖106也可以直接设置在冷却槽102上并可以全部从冷却槽102上移除。

为了便于主散热装置103和冷却槽102的部署，在一些实施例中，根据本公开实施例的浸没式液冷设备100还可以包括支架101。支架101可以是一种承载结构，其用来承载冷却槽102和主散热装置103。虽然图2至图5示出了支架101大致具有框架型构造，但是，应当理

解的是，图 2 至图 5 所示的这种方式只是示意性的，并不旨在限制根据本公开的保护范围。其他任意适当的结构或者布置也是可能的。例如，在一些替代的实施例中，支架 101 也可以是由板状件构造起来的全封闭或半封闭式壳体 1031 构造。

在一些实施例中，冷却槽 102 可以固定地设置在支架 101 的第一部分，而主散热装置 103 可以设置在与第一部分相邻的第二部分。冷却槽 102 例如可以通过焊接、紧固件连接以及过盈配合等方式而固定地设置在第一部分中。主散热装置 103 可以以可拆卸的方式布置在支架 101 的第二部分中以便于对主散热装置 103 进行维护和更换。

在一些实施例中，为了节约空间并且便于布置，支架 101 用于承载冷却槽 102 的第一部分和用于承载主散热装置 103 的第二部分可以具有不同的高度。例如，支架 101 用于承载冷却槽 102 的部分的高度可以大于用于承载主散热装置 103 的部分的高度，如图 4 所示。当然，应当理解的是，这只是示意性的，并不旨在限制本公开的保护范围。在一些替代的实施例中，支架 101 的各个部分也可以具有均一的高度。支架 101 的使用促进了液冷设备 100 的模块化，从而使得液冷设备 100 更易于部署。

为了便于主散热装置 103 的拆卸，在一些实施例中，主散热装置 103 可以包括设置在预定位置的提手 1035。例如图 9 示出了提手 1035 设置在主散热装置 103 的顶壁上。此外，为了便于主散热装置 103 在支架 101 中的锁定，在一些实施例中，支架 101 上还可以设置有锁定装置。在主散热装置 103 的对应位置可以设置有与锁定装置配合的诸如槽、孔或者扣等的锁定结构。当主散热装置 103 在支架 101 中放置到位后，锁定装置可以自动地或者手动地配合至锁定结构从而实现主散热装置 103 在支架 101 中的锁定。在需要更换或者维护主散热装置 103 时，只需要操作锁定装置解锁后进一步操作提手 1035 来将主散热装置 103 从支架 101 中移除并更换新的主散热装置 103。

应当理解的是，上文中关于主散热装置 103 利用支架 101 间接地附接至冷却槽 102 的实施例只是示意性的，并不旨在限制本公开的保

护范围。主散热装置 103 和冷却槽 102 还可以采用其他任意适当的附接方式。例如，在一些替代的实施例中，主散热装置 103 也可以通过诸如卡扣、紧固件以及卡槽等方式可拆卸地直接附接至冷却槽 102 上。下文中将主要以主散热装置 103 和冷却槽 102 耦合至支架 101 来部署的方式来描述根据本公开的构思。应当理解的是，对于主散热装置 103 和冷却槽 102 之间的其他耦合方式也是类似的，在后文中将不再分别赘述。

主散热装置 103 为密封式结构，其包括由壳体 1031 密封的内腔和被接纳在内腔中的主循环部件 1032 和热交换器 1033。以此方式，主散热装置 103 形成了一种模块化装置。主散热装置 103 布置在支架 101 上时与冷却槽 102 邻接设置。主散热装置 103 的内腔密封地连通至冷却槽 102。主循环部件 1032 用于使主冷却液在冷却槽 102 和内腔中循环，更具体地，在冷却槽 102 和热交换器 1033 的外部循环。

热交换器 1033，又叫换热器，是一种将热量从一种介质传递到另一种介质的设备。对于本公开而言，是用来将电子设备 200 的热量从主冷却液中传递到诸如去离子水的辅助冷却液的设备。热量通过热交换器 1033 的结构和材料传导，热交换器 1033 的结构将主冷却液和辅助冷却液分开，例如，主冷却液在热交换器 1033 外部流过，辅助冷却液在热交换器的内部流过。虽然本文中将在热交换器 1033 外部的称为主冷却液，在热交换器 1033 内部的称为辅助冷却液，但应当理解的是，这只是为了区别冷却液，而不旨在表示冷却效果的差别。本公开中的主冷却液和辅助冷却液在热交换器 1033 处的热交换实现了电子设备 200 的有效冷却。在一些情况下，主冷却液又被称为一次冷却液，而辅助冷却液又被称为二次冷却液。

以此方式，主散热装置 103 中主循环部件 1032 和热交换器 1033 的上述布置方式使得主散热装置 103 形成了一种模块化装置。根据循环散热能力的不同，可以设置多种规格的主散热装置 103。用户可以根据所冷却的电子设备 200 的不同以及冷却槽 102 的不同而选择适当规格的主散热设备 103 从而进一步提高冷却效率，这将在后文中做进

一步阐述。

在一些实施例中，为了提高冷却效率，热交换器 1033 可以具有诸如迷宫型等的微结构，从而能够保证冷却介质之间的接触面积，来保证高效地热交换。以此方式，可以以更高的效率为电子设备 200 进行散热。

图 10 示出了根据本公开的实施例的液冷设备 100 的侧视剖面图。如图 10 所示，在一些实施例中，液冷设备 100 还包括多个进出通孔。进出通孔设置在冷却槽 102 和主散热装置 103 的内腔之间。例如，在一些实施例中，进出通孔可以设置在布置在冷却槽 102 和主散热装置 103 的内腔之间的板或者壁上。进出通孔实现了主冷却液在冷却槽 102 以及主散热装置 103 的内腔之间的连通。

在一些实施例中，进出通孔可以包括布置在上方的多个进口和布置在下方的多个出口。这里的“进”和“出”是主冷却液的流动方向相对于主散热装置 103 的内腔而言。通过主循环部件 1032，主冷却液会从下方的出口进入到冷却槽 102 中。在主循环部件 1032 的驱动下，进入冷却槽 102 中的主冷却液会从下向上流动，并最终从上方的进口再次进入到主散热装置 103 的内腔中。主冷却液在主散热装置 103 的内腔中经过主散热装置 103 中的热交换器 1033 外部被带走热量降温后会从下方的出口再次进入到冷却槽 102 中。以此往复循环来实现对冷却槽 102 中的电子设备 200 的冷却。

一方面，主冷却液在冷却槽 102 中的这种由下至上的循环方式能够更加利于带走电子设备 200 的热量。另一方面，在主散热装置 103 的内腔中，主冷却液可以在重力以及主循环部件 1032 的驱动力的作用下由上自下经过热交换器 1033，从而更利于主冷却液与热交换器 1033 内部的辅助冷却液进行热量交换，并进而提高了换热效率。在一些实施例中，主循环部件 1032 可以包括一个或多个循环泵。

此外，从前文中描述也可以看出，本文中所采用的热交换器 1033 是采用的液液热量交换。与传统方案中采用气液热量交换的方式相比，这种热量交换方式效率更高，并由此提高整个液冷设备 100 的冷却效

率。

在一些实施例中，用于连通冷却槽 102 和主散热装置 103 中的内腔的进出通孔可以设置有多个。以此方式，提供了进出通孔的冗余设计。即使有其中一个通孔发生了阻塞等故障，也不影响连通冷却槽 102 和主散热装置 103 中的内腔之间的主冷却液的有效流通和循环，从而保证冷却效果。

此外，还需要说明的是，根据本公开实施例的液冷设备 100 采用了小型化设备。具体而言，在一些实施例中，浸没式液冷设备 100 在延伸方向 E 上的尺寸可以不大于其高度 H 的 1.5 倍，或者说浸没式液冷设备 100 的尺寸最多为 30U。例如，浸没式液冷设备 100 在延伸方向 E 上的尺寸可以小于其高度 H 的尺寸。在一些替代的实施例中，浸没式液冷设备 100 在延伸方向 E 上的尺寸可以小于其高度 H 的长度的二分之一。考虑到多数电子设备 200 的尺寸，液冷设备 100 的高度 H 一般在 1 米左右。也就是说，在一些实施例中，浸没式液冷设备 100 在延伸方向 E 上的尺寸可以不大于 1.5 米，例如小于 1 米或者 0.5 米。这就使得液冷设备 100 具有小型化的尺寸。如前文中所提到的，对于传统的液冷设备 100，单个冷却槽 102 的长度（即，在延伸方向 E 上的尺寸）就在 2-3 米左右，这还不包括其所需的液冷分配单元等的尺寸。如前文中所提到的，冷却槽 102 大的体积也带来了各种各样的问题。

相比之下，对于根据本公开的液冷设备 100 而言，整个液冷设备 100（包括冷却槽 102 和主散热装置 103）在延伸方向 E 的尺寸不大于 1.5 米，例如在 1 米或者 1 米以下。根据本公开实施例的液冷设备 100 通过采用小型化的尺寸，一方面，操作者可以在液冷设备 100 的各个方向上对其中的电子设备 200 进行操作和维护，使得维护更加便利并由此避免了误操作，从而提高了维护的可靠性和效率。

另一方面，小型化的液冷设备 100 采用小型化的冷却槽 102，这使得每个冷却槽 102 中所存放的电子设备 200 数量不多。这对于一些只需要数量较少的电子设备 200 的企业而言，能够降低电子设备 200

的运营成本，但这完全不影响根据本公开实施例的浸没式液冷设备 100 应用于大型数据中心。具体而言，虽然根据本公开实施例的冷却槽 102 中所存放的电子设备 200 数量不多，但是由于其具备前文中所提到的模块化结构以及便于部署等优势，通过快速便利地部署多个液冷模块能够以更加便利等方式满足大型数据中心的需要。

此外，采用小型化的液冷设备 100 的优势还在于，正式由于冷却槽 102 中所存放的电子设备 200 数量不多，如果其中一个液冷设备 100 发生了故障，相比于传统的大型冷却槽 102，所带来的影响和损失会大幅降低，从而进一步降低了故障成本和维护成本。

另外，小型化的冷却槽 102 和主散热装置 103 的组合还使得冷却槽 102 中的主冷却液的液位控制更加精确。对于传统的大型冷却槽 102 的方案，其冷却液液位的控制精度最多能做到厘米级。对于根据本公开实施例的液冷设备 100，主冷却液的液位控制精度能够做到毫米级。对主冷却液的液位控制精度的提高也带来了电子设备 200 的散热以及成本的更优化控制。

在一些实施例中，冷却槽 102 可以具有多种规格，以适应多种类型不同尺寸的电子设备 200。多种规格的冷却槽 102 的深度可以不同。对于一些尺寸较小的电子设备 200，可以采用具有较小深度规格的冷却槽 102。对于一些尺寸较大的电子设备 200，可以采用具有较大深度规格的冷却槽 102。这种布置方式能够进一步降低对主冷却液的浪费，从而提高主冷却液的利用率。

为了便于深度不同的冷却槽 102 的部署，在一些实施例中，液冷设备 100 还可以包括应用于具有较小规格的冷却槽 102 的垫高架 105。通过使用垫高架 105，可以弥补具有较小规格冷却槽 102 的液冷设备 100 的高度上的不足，从而使得其与具有较高规格的冷却槽 102 的液冷设备 100 保持一致，例如冷源接口 104 可以保持在同一水平，以更加便于液冷设备 100 的大规模部署。

在一些实施例中，替代地或附加地，多种规格的冷却槽 102 的延伸方向 E 上的尺寸也可以不同。以此方式，多种规格的冷却槽 102 可

以用来容纳不同数目的电子设备或者不同类型的电子设备 200，从而可以根据所需要冷却的电子设备的类型和数量来选择适当规格的冷却槽 102 来由此避免主冷却液的浪费，进一步降低成本。

类似于冷却槽 102，在一些实施例中，归因于主散热装置 103 的模块化设计，主散热装置 103 也可以具有多种不同的规格，从而便利地应用于不同规格的冷却槽 102 和/或电子设备 200。不同规格的主散热装置 103 可以具有不同的冷却液循环散热能力并且能够在尺寸上匹配不同规格的冷却槽 102。首先，不同规格的主散热装置 103 的循环能力可以不同。循环能力表示单位时间能够处理的冷却液的量。循环能力越高，单位时间内所处理的冷却液的量越多，循环能力越低，单位时间内所处理的冷却液的量越少。例如，对于一些具有较小深度规格的冷却槽 102，由于其中所使用的主冷却液相对较少，其可以与具有较小循环能力的主散热装置 103 配合。类似地，对于一些具有较大深度规格的冷却槽 102，由于其中所使用的主冷却液相对较多，其可以与具有较大循环能力的主散热装置 103 配合。这种布置方式更加利于以更具成本效益的方式对电子设备 200 的散热提供更精确的控制。

其次，替代地或者附加地，不同规格的主散热装置 103 的散热能力可以不同。散热能力可以由热交换器的体积和/或微结构的不同来体现。例如，热交换器的体积越大和/或热交换器中的微结构越优化，则散热能力越好，热交换器的体积越小和/或热交换器中的微结构越大，则散热能力可能越差。以此方式，可以根据要冷却的电子设备 200 的数量等因素来选择具有适当的散热能力的主散热装置 103，从而能够以更具成本效益的方式对电子设备 200 的散热提供更精确的控制。

此外，如前文中所提到的，由于主散热装置 103 是可拆卸地布置在支架 101 上，当出现故障或者所使用的主散热装置 103 循环能力不足时，可以将原主散热装置 103 从支架 101 中移除，并将新的主散热装置 103 装配在支架 101 的预定位置，如图 9 所示。随后用密封圈密封主散热装置 103 的内腔和冷却槽 102 之间的进出通孔来防止主冷却液的泄漏。装配好后，就可以使用具有适当循环能力的主循环部件

1032来使得主冷却液在主散热装置103的内腔和冷却槽102之间循环。以此方式，一方面，主散热装置103的模块化可拆卸设置更加便于主散热装置103乃至整个浸没式液冷设备100的维护。另一方面，这使得能够灵活地根据冷却槽102以及电子设备200的情况对主散热装置103进行调整，从而可以以较高的冷却效率确保冷却效果。

在一些实施例中，考虑到主循环部件1032和热交换器1033在主散热装置103中所占的空间，为了进一步降低主冷却液的使用量，在主散热装置103中还可以设置占液块1034，如图11所示。占液块1034是用来占用主散热装置103的内腔中空置容积的适当的物体。在一些实施例中，占液块1034也被设置在热交换器1033的上方。通过使用占液块1034，可以进一步降低主冷却液的使用量，从而进一步降低成本。

占液块1034一方面能够占用主散热装置103的内腔中的容积从而减少主冷却液的用量，另一方面其允许主冷却液从其中或其附近流过，从而不会阻碍主冷却液的循环。占液块1034可以采用各种不同的结构或者形式。例如，在一些实施例中，占液块1034可以包括多个独立的小块。多个独立的小块通过叠置或并排放置等方式布置在主散热装置103的内腔的空置空间中，它们之间可以设置有缝隙以便于使主冷却液流过，来避免占液块1034对主冷却液流动的阻碍。替代地或附加地，在一些实施例中，占液块1034也可以采用多孔式构造来便于主冷却液的流动。

当然，应当理解的是，上文中通过结合图9至图11所描述的关于主散热装置103的实施例只是示意性的，并不旨在限制本公开的保护范围。主散热装置103可以具有其他任意适当的结构或者构造。例如，在一些实施例中，占液块1034也可以设置在热交换器1033的下方或者其他任意适当的位置。

在一些实施例中，在主散热装置103上还可以设置有控制装置，以至少可以查看液冷设备100中的主冷却液的状态（例如液位、温度等）和/或对主循环部件1033进行控制。在一些实施例中，控制装置

还可以包括显示单元。显示单元可以具有触控单元，以便于对主循环部件 1033 的控制。当然，在一些替代的实施例 中，控制装置还可以包括按钮等来便于对主循环部件 1033 的控制。

通过采用控制装置，可以根据冷却槽 102 中待冷却的电子 设备 200 的发热量以及数量等信息来控制主循环部件 1033 的功率等参数，从而提高冷却效率的同时降低冷却成本。例如，在冷却槽 102 中存放的电子 设备 200 的数目减少的情况下，可以通过控制装置调低主循环部件 1033 的功率，来进一步降低运行成本。当然，在一些替代的实施例 中，控制装置还可以对其他信息进行显示和/或其他部件进行控制。例如，在一些实施例 中，控制装置的显示单元还可以显示浸没式液冷设备 100 中待冷却的电子 设备 200 的类型和数目等。

为了便于部署，液冷设备 100 包括耦合至主散热装置 103 的冷源接口 104。例如，在一些实施例 中，冷源接口 104 可以至少部分地布置在主散热装置 103 的壳体 1031 上。冷源接口 104 适于供辅助冷却液在外部冷源 302 和热交换器 1033 内部连通，来由此使得外部冷源 302 中的辅助冷却液和主冷却液在热交换器 1033 处交换热量。在一些实施例 中，辅助冷却液可以包括去离子水。采用去离子水能够有效避免对热交换器 1033 内部的结构以及冷却管路的金属的腐蚀和影响，从而提高液冷系统的可靠性。

在一些实施例 中，冷源接口 104 也可以被设置为具有至少两套。以此方式，提供了冷源接口 104 的冗余设计。并且每套冷源接口 104 对辅助冷却液的处理能力完全能够满足辅助冷却液的循环要求。在这种情况下，即使其中一套冷源接口 104 发生了阻塞等问题，也完全不会影响到辅助冷却液的循环，从而确保了冷却效果。

通过将具有内部循环能力和外部循环能力的主散热装置 103 和冷却槽 102 集成到一起，从而形成了一种模块化液冷设备。在部署根据本公开实施例的液冷设备 100 时，只需要将数据中心的预留端口和液冷设备的冷源接口 104 耦合即可完成部署，从而形成一种分布式的液冷系统 300。以此方式，显著简化了液冷设备的部署。

图 12 示出了采用根据本公开实施例的浸没式液冷设备 100 的液冷系统 300 的系统架构示意图，图 13 示出了根据本公开实施例的浸没式液冷系统 300 中多个液冷设备 100 呈阵列布置的示意图。

总体上，根据本公开实施例的浸没式液冷系统 300 包括至少一个前文中所描述的液冷设备 100 和辅助冷却装置 301。虽然图 12 和图 13 示出的浸没式液冷系统 300 中存在多个液冷设备 100，但应当理解的是，这只是示意性的，并不旨在限制本公开的保护范围。根据不同数据中心的需要，液冷设备 100 的数目可以为一个或多个。

前文中提到了在一些实施例中，为了便于部署液冷设备 100，浸没式液冷系统 300 可以包括多个预留接口。预留接口通过辅助冷却装置而与外部冷源 302 相连通，并且可以用来耦合至根据本公开实施例的液冷设备 100 的多个冷源接口 104。以此方式，液冷设备 100 中的热交换器 1033 可以通过辅助冷却装置 301 与外部冷源 302 连通。外部冷源 302 在一些实施例中可以是冷却塔。

以此方式，能够有效地降低在数据中心投资和整体运营成本，使得数据中心的整体用电效率指标可控制在 1.1 甚至更低。例如，在设计用于数据中心的液冷系统时，考虑到数据中心将来的较大规模，可以在设计液冷系统 300 时设置预定数目的预留接口和液冷设备 100 以满足将来数据中心的大量服务器的需求。对于电子设备 200 的数目，考虑到数据中心最初所需的服务器数量相对较少，可以采用较少数目的电子设备 200 放置到其中一部分液冷设备 100 中。对于没有放置电子设备 200 的液冷设备 100，可以暂不设置主冷却液并不使其循环。随着业务的不断发展，在数据中心的规模后期需要扩大时，只是需要增加所需要的服务器并将服务器设置在设置有主冷却液的液冷设备 100 中即可，而不需要重新设计和制造整个液冷系统，从而有效地降低了数据中心初投资和整体运营成本，也使得数据中心的调整变得更加简单且灵活。

当然，在一些替代的实施例中，也可以仅部署与服务器数目对应量的液冷设备 100，使这些液冷设备 100 的冷源接口 104 与其中一部

分预留接口耦合从而对这些服务器进行有效冷却。随着业务量的增加,当需要增加服务器时,只需要增加服务器并根据增加的服务器的数目相应地增加液冷设备 100 的量,并使液冷设备 100 的冷源接口 104 与剩余的预留接口耦合,直至最终完成整个液冷系统的部署。

此外,在部署本公开实施例的浸没式液冷设备 100 时,不再需要额外的冷量分配单元,而只需要将冷源通过冷源接口 104 与本液冷设备 100 连接即可,这显著简化了浸没式液冷系统 300 的设计和部署难度,从而有效地提高了效率并降低了成本。

在一些实施例中,为了进一步简化部署,浸没式液冷系统 300 还可以包括基座 303。基座 303 上的预定位置可以设置用于设置液冷设备 100 的槽或者接纳部,以及对应的预留接口。以此方式,在需要部署液冷设备 100 时,只需要将液冷设备 100 设置在基座 303 的接纳部中,并将其冷源接口 104 与对应的预留接口连接即可,由此进一步简化了浸没式液冷系统 300 的部署。

例如,在进行电子设备 200 的大规模集群部署时,可以提前在数据中心设置基座 303,并将外部冷源 302、辅助冷却装置 301 以及预留接口调试完成。数据中心建设初期可以只使用较少数目的电子设备 200 来满足初期较小业务量的需求。随着业务的不断发展,可以再采购电子设备 200 并将其部署到液冷系统 300 中来由此完成整个系统的部署。通过采用基座 303,可以进一步缩短数据中心的部署时间,并提高部署效率。

应当理解,本公开的以上详细实施例仅仅是为了举例说明或解释本公开的原理,而不是限制本公开。因此,凡在本公开的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替代、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。同时,本公开所附的权利要求旨在覆盖落入权利要求的范围和边界或范围和边界的等同物内的所有变化和修改。

权利要求书

1. 一种浸没式液冷设备，包括：

冷却槽（102），适于密封地接纳主冷却液以将需要冷却的电子设备（200）浸没在所述主冷却液中；

主散热装置（103），附接至所述冷却槽（102）并且包括由壳体（1031）围成的内腔以及被接纳在所述内腔中的主循环部件（1032）和热交换器（1033），所述内腔密封地连通至所述冷却槽（102），所述主循环部件（1032）适于使所述主冷却液在所述冷却槽（102）和所述热交换器（1033）外部之间循环；以及

冷源接口（104），耦合至所述主散热装置（103），并且布置为允许辅助冷却液在外部冷源（302）和所述热交换器（1033）内部循环，来使得所述辅助冷却液与所述主冷却液在所述热交换器（1033）处交换热量。

2. 根据权利要求1所述的浸没式液冷设备，其中主散热装置（103）可拆卸地附接至所述冷却槽（102）。

3. 根据权利要求1或2所述的浸没式液冷设备，还包括：

支架（101），适于承载所述冷却槽（102）和所述主散热装置（103）。

4. 根据权利要求1或2所述的浸没式液冷设备，其中一个或多个所述电子设备（200）沿延伸方向（E）布置在所述冷却槽（102）中，并且

所述浸没式液冷设备（100）在所述延伸方向（E）上的尺寸不大于所述浸没式液冷设备的高度（H）的尺寸的1.5倍。

5. 根据权利要求4所述的浸没式液冷设备，所述浸没式液冷设备（100）在所述延伸方向（E）上的尺寸小于所述浸没式液冷设备的高度（H）的尺寸。

6. 根据权利要求4所述的浸没式液冷设备，所述浸没式液冷设备（100）在所述延伸方向（E）上的尺寸小于所述浸没式液冷设备的高度（H）的二分之一的尺寸。

7. 根据权利要求 1、2、5、6 中任一项所述的浸没式液冷设备，还包括：

多个进出通孔，布置在所述冷却槽(102)和所述主散热装置(103)的所述内腔之间，以供所述主冷却液在所述冷却槽(102)和所述热交换器(1033)外部之间循环。

8. 根据权利要求 7 所述的浸没式液冷设备，其中所述冷却槽(102)具有多种规格，所述多种规格的冷却槽(102)的深度不同和/或延伸方向(E)上的尺寸不同，并且

所述支架(101)适于接纳所述多种规格中的至少一种规格的冷却槽(102)。

9. 根据权利要求 8 所述的浸没式液冷设备，还包括垫高架(105)，耦合至所述支架(101)，并且适于支撑所述冷却槽(102)和所述主散热装置(103)中的至少一个。

10. 根据权利要求 1、2、5、6、8、9 中任一项所述的浸没式液冷设备，其中所述主散热装置(103)具有多种规格，所述多种规格的主散热装置(103)具有不同的循环散热能力，并且

所述支架(101)适于接纳所述多种规格中的至少一种规格的所述主散热装置(103)。

11. 根据权利要求 1、2、5、6、8、9 中任一项所述的浸没式液冷设备，还包括盖(106)，耦合至所述冷却槽(102)以密封所述冷却槽(102)的顶部开口。

12. 根据权利要求 11 所述的浸没式液冷设备，其中所述盖(106)通过铰链而被可转动地耦合至所述冷却槽(102)。

13. 根据权利要求 1、2、5、6、8、9、12 中任一项所述的浸没式液冷设备，其中所述主散热装置(103)还包括占液块(1034)，布置在所述内腔中。

14. 根据权利要求 1、2、5、6、8、9、12 中任一项所述的浸没式液冷设备，其中所述冷源接口(104)包括至少两套冷源接口(104)。

15. 根据权利要求 1、2、5、6、8、9、12 中任一项所述的浸没式

液冷设备，其中所述冷源接口（104）被至少部分地布置在所述壳体（1031）上。

16. 一种浸没式液冷系统，包括：

至少一个根据权利要求 1-15 中任一项所述的浸没式液冷设备（100）；以及

辅助冷却装置（301），耦合至所述至少一个浸没式液冷设备（100）的冷源接口（104），并且适于使辅助冷却液在外部冷源（302）和所述热交换器（1033）内部之间循环。

17. 根据权利要求 16 所述的浸没式液冷系统，其中所述至少一个浸没式液冷设备（100）包括多个浸没式液冷设备，并且

所述浸没式液冷系统还包括多个预留接口，所述多个预留接口适于耦合至所述冷源接口（104）。

18. 根据权利要求 17 所述的浸没式液冷系统，还包括：

基座（303），包括设置在预定位置的多个接纳部，用于设置所述多个浸没式液冷设备（100），所述多个接纳部与所述多个预留接口相对应。

19. 根据权利要求 16-18 中任一项所述的浸没式液冷系统，其中所述主冷却液包括氟化液或矿物油；和/或

所述辅助冷却液包括去离子水。

20. 一种大规模集群部署的浸没式液冷系统，包括：

基座（303），包括设置在预定位置的多个接纳部；

多个预留接口，与所述多个接纳部的位置相对应；

辅助冷却装置（301），配置在所述多个预留接口和外部冷源（302）之间；以及

多个根据权利要求 1-15 中任一项所述的浸没式液冷设备（100），被布置在所述接纳部中，所述浸没式液冷设备（100）的冷源接口（104）耦合至所述多个预留接口。