HD5

水冷集装箱&干冷塔
产品手册

比特大陆版权所有

版本: V2.1

2025. 11

北京比特大陆科技有限公司

www.bitmain.com

声　明

《产品安装使用手册》（以下统称产品手册）的目的仅为提供指导信息，帮助您正确地使用“ANTSPACE HD5”水冷集装箱系统（以下称本产品），在安装和第一次使用本产品前，您有义务仔细阅读配送的所有资料，特别是产品手册中所提及的注意事项，这会有助于您更好和安全地使用本产品，请妥善保管产品手册，以便日后参阅。

使用本产品前，请查验产品部件是否完整，如有缺失请及时与 BITMAIN 取得联系并在使用前对产品做细致检查后再进行安装、使用。

以下情况所导致您或第三方人员、财产损失的，BITMAIN 将不承担任何责任，同时造成产品损坏的将不属于保修范围。如使用方要求进行维修服务，经 BITMAIN 服务机构判定后，可提供有偿维修服务。

1. 在本产品整机、零部件已经超出免费保修期或非正常使用、非正常自然环境引起的损坏情况下，要求进行维修服务；
2. 不正确地或未按产品手册指示和要求进行安装、使用、保管本产品；
3. 在超出产品手册规定的使用环境条件下运行本产品；
4. 超出国际标准或使用地法律、法规、行业规定中规定的安装和使用范围；
5. 经非 BITMAIN 授权的技术人员修理、变更本产品；
6. 在本产品之外使用本产品随机提供的软件，或在本产品上使用非随机软件或专用软件之外的其他软件；
7. 其它在运行所在国（地）法律范围内无需承担责任的场景。

特别注意：若使用方从非 BITMAIN 正式售卖渠道购买获得本产品，BITMAIN 不保证产品手册能完整传递，相关安装、使用、维护等的培训及服务应由售卖方进行。在使用本产品时，已默认使用方了解知悉产品的相关安装、使用、维护内容，同样适用于本声明内容。

比特大陆版权所有

产品手册不用于表明 BITMAIN 对其产品和服务做了任何承诺或保证，无论是明示的还是默示的，包括但不限于产品手册中推荐使用产品的适用性、安全性和适合某特定用途的保证。

产品手册中所提供照片、图形、图表和插图，仅用于解释和说明目的，可能与实际产品存在差别，产品实际规格和配置可能会根据需要不时变更，因此与产品手册内容有所不同，请以实际购买的产品为准。

因产品不断迭代，新设计、材料、技术的应用，故 BITMAIN 将根据包括但不限于产品特性、产品性能、使用环境等因素对产品手册中描述的软件和硬件及产品手册的内容随时进行改进或修改，恕不另行通知。如果您在使用过程中发现本产品的实际情况与产品手册有不一致之处，或您想得到最新的信息或有任何问题和想法，欢迎致电我们或登陆服务网站垂询。

比特大陆版权所有

版权所有©北京比特大陆科技有限公司,保留所有权利。

•本手册相关内容未经北京比特大陆科技有限公司（简称“比特大陆”）授权，不得私自扩散、复制或转发给第三方，不得上传至公共网络等第三方平台。

商标

• ANTSPACE 以及本手册中使用的其他BITMAIN，ANTSPACE商标归北京比特大陆科技有限公司所有。

•本手册中提及的所有其他商标或注册商标归其各自所有者所有。

软件授权

•禁止以任何方式将本公司开发的固件或软件中的部分或全部数据用于商业目的。

•禁止对本公司开发的软件进行反编译、解密或其他破坏原始程序设计的操作。

北京比特大陆科技有限公司

官方网站：www.bitmain.com

比特大陆版权所有

目录

第一章　关于本手册.....1
第 1 条　适用范围.....1
第 2 条　面向读者.....1
第 3 条　手册使用.....1
第 4 条　符号使用.....1
第二章　安全说明.....3
第 1 条　通用安全注意事项.....3
第 2 条　所有安全注意事项.....3
第 3 条　电气安全.....4
第 4 条　机械安全.....5
第 5 条　运行安全.....6
第 6 条　其他.....6
第三章　系统组成及工作原理.....8
第 1 条　系统概述.....8
第 2 条　系统组成.....8
第 3 条　工作原理.....8
第四章　系统性能指标.....10
第五章　系统结构视图.....12
第 1 条　水冷集装箱系统外部视图.....12
第 2 条　水冷集装箱系统内部视图.....12
第六章　系统产品安装.....16
第 1 条　集装箱安装前找平.....16
第 2 条　干冷塔安装.....16

比特大陆版权所有

第 3 条 干冷塔吊装.....17
第 4 条 集装箱与干冷塔安装.....18
第 5 条 中间连接管道排布安装.....19
第 6 条 配电工作.....20
第七章 系统使用与操作.....28
第 1 条 安全规则.....28
第 2 条 系统打压.....30
第 3 条 系统补液.....34
第 4 条 电气接线.....39
第 5 条 系统上电、断电流程.....42
第 6 条 触摸屏操作说明.....48
第 7 条 现场安装总结.....57
第八章 常规故障及排除方法.....59
第 1 条 集装箱故障及排除.....59
第 2 条 干冷塔常规故障及排除方法.....63
第九章 系统维护及保养.....67
第 1 条 概述.....67
第 2 条 预防性维护.....67
第 3 条 集装箱定期检查.....68
第 4 条 干冷塔维护及保养.....74
第 5 条 防尘过滤网的维护.....77
第十章 安全须知.....79
第 1 条 维修.....79
第 2 条 操作.....79
第 3 条 危险.....80

比特大陆版权所有

附录 A HD5 水冷集装箱维护工具清单.....81

附录 B 冷却塔及集装箱内循环冷却液要求.....85

比特大陆版权所有

修订记录

版本号	变更项目	改前内容	改后内容	变更时间	变更人
V1.0.1	初版	/	/	2025.1	
V2.0			更新名词	2025.6	
V2.1			增加防尘网清理说明	2025.10	

比特大陆版权所有

第一章　关于本手册

本手册主要介绍 ANTSPACE HD5 水冷系统的工作原理、故障处理和维护的方法。

第1条　适用范围

本手册适用于以下型号：ANTSPACE HD5。

下文将简要介绍产品的安装和操作方法。

第2条　面向读者

本手册适用于需对产品进行安装操作和维护的专业技术人员,专业技术人员需满足以下要求：

应具备一定的电子、电气布线及机械专业知识，熟悉电气、机械原理图。

应熟悉水冷系统及相关产品的构成和工作原理。

应接受过与电气产品安装和试运行相关的专业培训。

应具备在安装或试运行过程中出现的危险或突发情况的紧急应对能力。

应熟悉项目所在国家/地区的相关标准和规范。

第3条　手册使用

使用产品前请仔细阅读手册。

手册内容将不断更新、修正，但难免存在与实物稍有不符或错误的情况。用户请以所购产品实物为准，并可通过 www.bitmain.com 下载或销售渠道获取最新版本的手册资料。

第4条　符号使用

为了确保用户在使用产品时的人身及财产安全，更加高效优化地使用产品，手册中提供了相关的信息，并使用以下的符号加以突出强调。

以下列举了本手册中可能使用到的符号，请认真阅读从而更好地使用本手册。

比特大陆版权所有

危险

表示有高度潜在危险，如果未能避免将会导致人员伤亡，设备损坏等严重事故发生。

警告

表示有中度潜在危险，如果未能避免将会导致设备损毁等严重事故发生。

注意

表示有潜在危险，如果未能避免将会导致设备无法正常运行。

比特大陆版权所有

第二章　安全说明

第1条　通用安全注意事项

声明：发生以下任一情况时，设备公司不承担责任。

1) 不在本手册说明的使用条件中运行；
2) 安装和使用环境超出相关国际标准中的规定；
3) 未按产品及文档中的操作说明及安全警告操作；
4) 非正常自然环境引起的设备损坏。

第2条　所有安全注意事项

为保障人身和设备安全，在安装、操作和维护设备时，请遵循设备上标识及手册中说明的所有安全注意事项。

手册中的“注意”、“警告”和“危险”事项，并不代表所应遵守的所有安全事项，只作为所有安全注意事项的补充。

1) 当地法规和规范

操作设备时，应遵守当地法规和规范,手册中的安全注意事项仅作为当地安全规范的补充。

2) 基本安装要求

负责安装维护设备的人员，必须先经严格培训，了解各种安全注意事项，掌握正确的操作方法之后，方可安装、操作和维护设备。

只允许有资质和培训过的人员安装、操作和维护设备。

替换和变更设备或部件（包括软件）必须由设备商认证或授权的人员完成。

操作人员应及时向负责人汇报可能导致安全问题的故障或错误。

3) 接地要求

以下要求只针对需要接地的设备：

安装设备时，必须先接地；拆除设备时，最后再拆接地线。

禁止破坏接地导体。

禁止在未安装接地导体时操作设备。

设备应永久性的接到保护地。

比特大陆版权所有

4) 人身安全

除操作人员以外的人员不能接近本设备。

操作设备前，应穿绝缘鞋，佩戴绝缘手套，注意保护眼睛，并去除首饰和手表等易导电物体，以免被电击或灼伤。

使用的工具手柄需要做绝缘防护处理。

5) 设备安全

安装、操作和维护时，请妥善保管机柜门上的钥匙或专用工具。

操作前，应将设备可靠的固定在地板或其他稳固的物体上，如墙体或安装架。

系统运行时，请勿堵塞通风口。

安装面板时，如果螺钉需要拧紧，必须使用工具操作。

设备安装完成时，请清除设备周围的空包装材料。

第3条 电气安全

1) 高电压

危险

高电压电源为设备的运行提供电力，直接接触或通过潮湿物体（或导体）间接接触高压电源，有致命危险。

不规范、不正确的高压操作，会引起火灾或电击等意外事故，信号线应与强电流线或高压线分开绑扎。

2) 大漏电流

危险

1. 在接通电源之前设备各部件及总接地线必须先接地，否则会危及人身及设备安全。

2. 如果设备电源端子附近粘贴了“大漏电流”标志，在连接交流输入电源之前，必须先将设备机壳的保护接地端子接地，以防止设备的漏电流对人体产生电击。

3. 设备内裸露的线缆应立即用绝缘胶布包扎，并妥善放置。

3) 电源线

危险

禁止带电安装、拆除电源线。电源线芯在接触导体的瞬间，会产生电弧或火花，可导致火灾或眼睛受伤。

安装、拆除电源线之前，必须先关闭电源开关。

连接电源线之前，必须先确认电源线标签标识正确再进行连接。

如果电源线受损，必须由生厂商、其业务代理或类似资质人员进行更换，以避免风险。

本设备应配备有与主路供电断连的方式，各级提供触点间隔，能够在 III 级过压条件下完成断开，并且此方式必须依照接线原则合入固定接线中。

第4条　机械安全

1)　钻孔

警告

禁止自行在机柜上钻孔。不符合要求的钻孔会破坏设备内部器件或管路、损伤内部电缆。

2)　锋利物

干冷塔换热器的翅片异常锋利，在接近翅片的工作时应佩戴保护手套。

警告

用手搬运设备时，应佩戴保护手套，以免双手被设备的尖角割伤。

3)　风机

更换部件时，注意放好部件、螺钉、工具等物体，以免掉进运行的风机中而损坏风机或设备。

更换风机周围设备时，在风机断电、停止转动之前，手指或单板切勿伸入运行中的风机，以免伤手或损坏设备。

4)　高速运转

注意高速运转的部件：风机、水泵。

5) 搬运重物

警告

1. 搬运重物时请佩戴保护手套，以免划伤手。
2. 搬运重物时，应做好承重的准备，避免被重物压伤或扭伤。
3. 将设备从机柜拉出时，要小心装在机柜上可能不稳固或很重的设备，避免被压伤或砸伤。
4. 禁止单独一人搬运较重的设备。在搬运设备时，请勿将设备倾斜超过15°(相对于垂直方向)。
5. 移动或抬起设备时，请对设备做防护处理以免划伤或磕碰。
6. 搬运时，严禁以部件作为承重点，以防破坏部件。

第5条 运行安全

1) 高温高压

操作不当可能会导致系统压力过大，而致使冷却介质剂喷出。

注意高压部件：排气阀、排水阀、塑料软管。

第6条 其他

1) 绑扎信号线

注意

绑扎信号线应与强电流线或高压线分开绑扎。

2) 敷设电缆

温度过低时，剧烈的冲击、振动可能会导致电缆的塑胶外皮脆性开裂。为保证施工安全，应遵循以下要求：

所有电缆应在环境温度 0°C 以上进行敷设安装。

如果电缆的储存环境温度在零度以下，在进行敷设布放操作前，必须将电缆移置室温环境下储存 24 小时以上。

在搬运电缆时，特别是在低温环境施工时，应轻拿轻放，禁止把电缆从车上直接推落等不规范操作。

3) 存储

设备禁止储存在靠近热源或阳光直射的区域。

禁止任何火源或高温物体靠近设备，尤其是负荷高压氮气的设备和已充注制冷剂的设备，以防止高压产生爆炸或制冷剂泄漏导致的人身伤害。

4) 回收处理

下图标识表示在欧盟地区本产品不能同其他壳装废物分类处理。为了防止潜在的有害物质对环境和人类健康造成不可控制的废物处理危害，请分类回收利用废物，以促进物质资源的可持续性重复使用。

图 2.1 标识

比特大陆版权所有

第三章　系统组成及工作原理

第1条　系统概述

水冷集装箱系统旨在为内部算力服务器散热单元持续提供压力、温度、流量满足要求的冷却液，保证负载的良好工作环境。

水冷集装箱系统散热形式为强迫风冷形式（干冷塔），内部冷却介质根据当地环境温度可选择合适的防冻液、去离子水或者纯水。

第2条　系统组成

表 3.1 水冷集装箱系统主要组成

子部件	部件功能	主要零部件
泵站	输送并监测冷却液状态，维持系统的稳定运行	离心泵、膨胀罐、传感器、阀门、排气阀、过滤器、管路等及其它相关附件
控制柜	控制泵站各元器件的运行，读取各传感器的数值显示并上传	空气开关、中间继电器、PLC、开关电源、触摸屏等及其他相关附件
网络及配电系统	为算力服务器配网及配电	开关、航插、线缆、交换机等及其他相关附件
分水器组件	流量的分配及输送	分水器、弯头、软管、卡盘、阀门等及其他相关附件
随箱配件	水冷集装箱系统使用时需要的配套零部件及备附件	螺丝、微型开关、航空插头、卡箍、橡胶软管等相关配件
干冷塔	将负载中的热量传递到大气当中	不锈钢换热器组件、阀门、压力表等及其他相关附件

第3条　工作原理

HD5 集装箱分为两套液冷散热系统 A 和 B，其中两套散热系统可以单独开启或共同开启，互不干涉，两套液冷散热系统共用一个主控柜。当开启 A/B 液冷

比特大陆股份所有

散热系统时，干冷塔 A/B 侧散热风机同时启动，之后 A/B 侧的算力服务器可以启动。

泵站提供温度、压力、流量、介质满足要求的冷却液给分水器组件，分水器经过两级分液将冷却液输送至水冷板，水冷板将设备内部的热量带走；升温后的冷却液进入干冷塔与外界空气进行强制换热，降温后的冷却液再次通过泵站、分水器组件输送至水冷板，如此循环，从而带走发热负载内的热量，保证发热负载在一个良好的环境下工作。

干冷塔工作原理：通过动力风机强制空气对流实现空气和内部循环介质的热交换，进而实现整体散热。

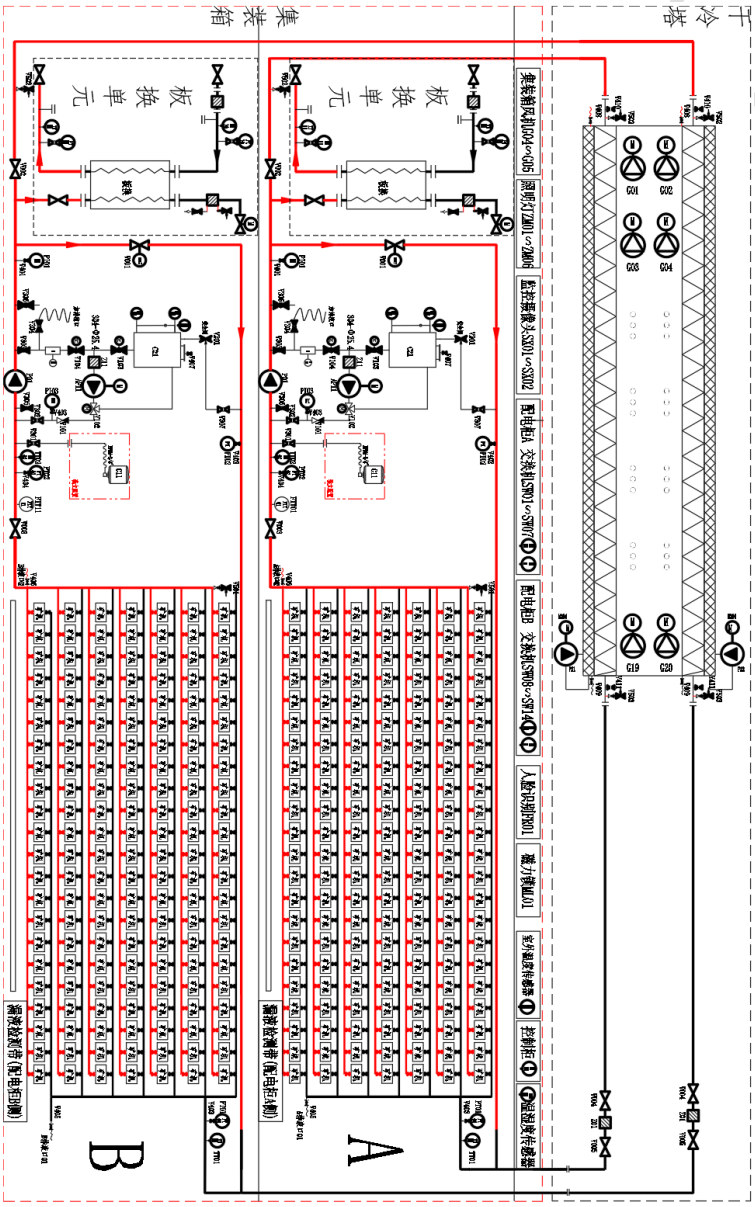


图 3.1 水冷集装箱系统原理图

第四章　系统性能指标

集装箱液冷系统性能指标主要包含环境指标以及液冷系统性能指标，环境指标规定了液冷系统的使用环境温度、湿度以及海拔等要求。性能指标了液冷系统的尺寸、重量、噪音，使用过程中热性能以及电性能等参数。

表 4.1 水冷集装箱系统性能指标

序号	名称	指标	备注
环境指标			
1	工作温度	-25～40˚C	室外
	工作温度	5～40˚C	室内（通过调节风扇/密闭组件可控温度范围）
2	工作湿度	10～90%	
3	贮存温度	-35～70˚C	
4	贮存湿度	5～95%	
5	海拔	≤2000m	
集装箱技术指标			
1	外形尺寸（L×W×H）（mm）	12192×2438×2896	公差符合船级社要求
2	算力服务器机位数量	最大 308 台 S23 Hyd., /S21 Hyd. 及 S19 Hyd.系列算力服务器	
3	箱体认证	船级社认证	
4	安全认证	北美，CE	
5	运行功率（kW）	≤100	空载
6	输入电压及频率	AC400V±5%, 60Hz/50Hz	
7	运输重量（T）	11	不含算力服务器及冷却液
8	运行重量（T）	17.2	含算力服务器及冷却液

比特大陆版权所有

序号	名称	指标	备注
9	配电柜主开关容量（A）	1200×4	水冷集装箱系统内包含两台配电柜，每台配电柜各两个 1200A 的主开关
10	额定电流（A）	≤700×4	集装箱内每路外部电源的额定电流
11	标准功率（kW）	1512	服务器功率 5.4kW/台×280 台 @ 5℃环温温差
12	最大功率（kW）	1765	服务器功率 5.4kW/台×308 台
13	单机位额定电流（A）	≤10	水冷集装箱系统内包含两台配电柜，每台配电柜各一个 1200A 的主开关
14	对外接口	DN100 国标法兰 PN16	
15	额定流量（m^3/h）	67.2	对应单侧 140 台算力服务器 主泵频率 41Hz 左右
		73.9	对应单侧 154 台算力服务器，出厂默认流量设定
干冷塔技术指标			
1	类型	干冷塔	
2	外形尺寸（L×W×H）（mm）	12192×2438×2896	公差符合船级社要求
3	散热能力（kW）	1500	750*2
4	出水温度 @30˚C 环温	35˚C±1˚C	
5	箱体认证	船级社认证	
7	运行功率（kW）	≤80	
8	运输重量（T）	12	
9	运行重量（T）	13.5	
10	对外接口（集装箱）	DN100 国标法兰 (PN16)	附带连接管路
11	噪声@25˚C、15 米	≤75dBA	

比特大陆版权所有

第五章　系统结构视图

第1条　水冷集装箱系统外部视图

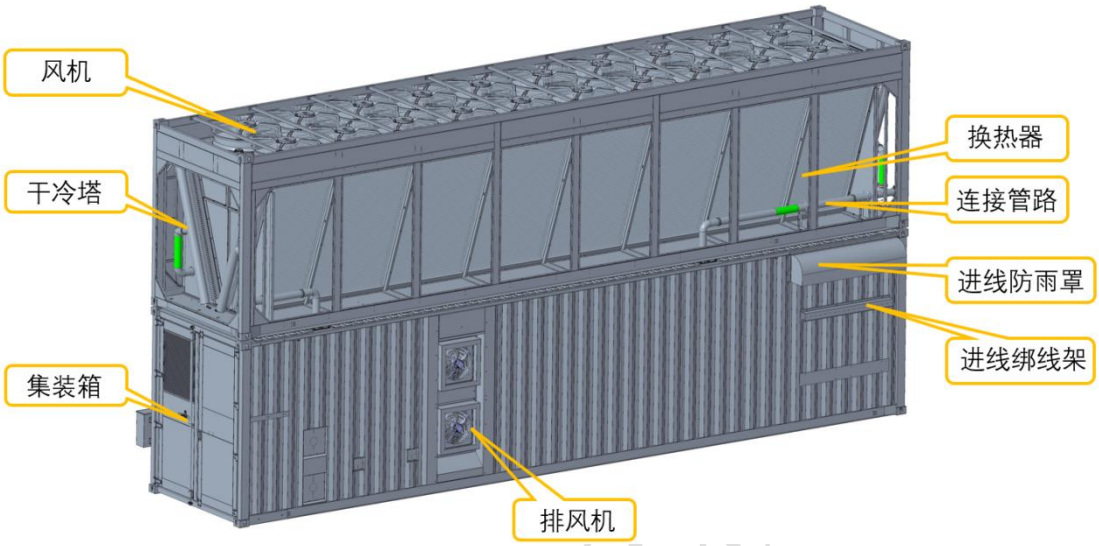


图 5.1 水冷集装箱外部视图

第2条　水冷集装箱系统内部视图

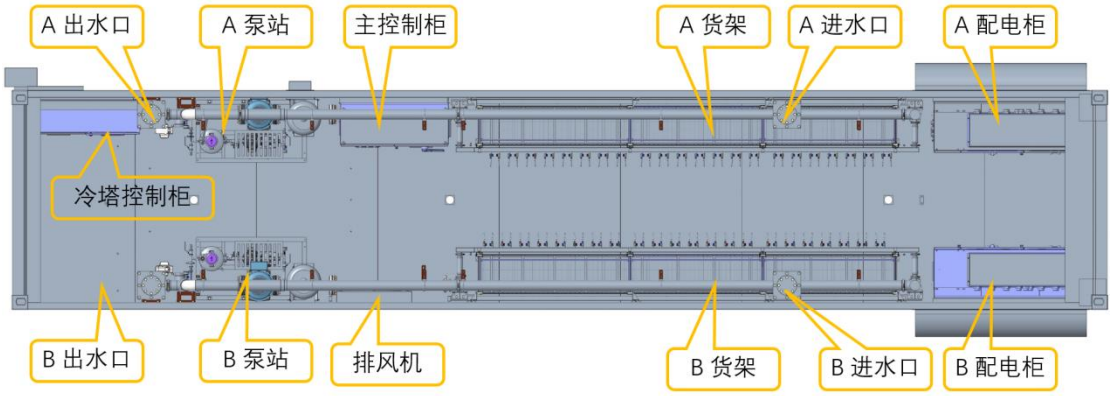


图 5.2 集装箱内部视图

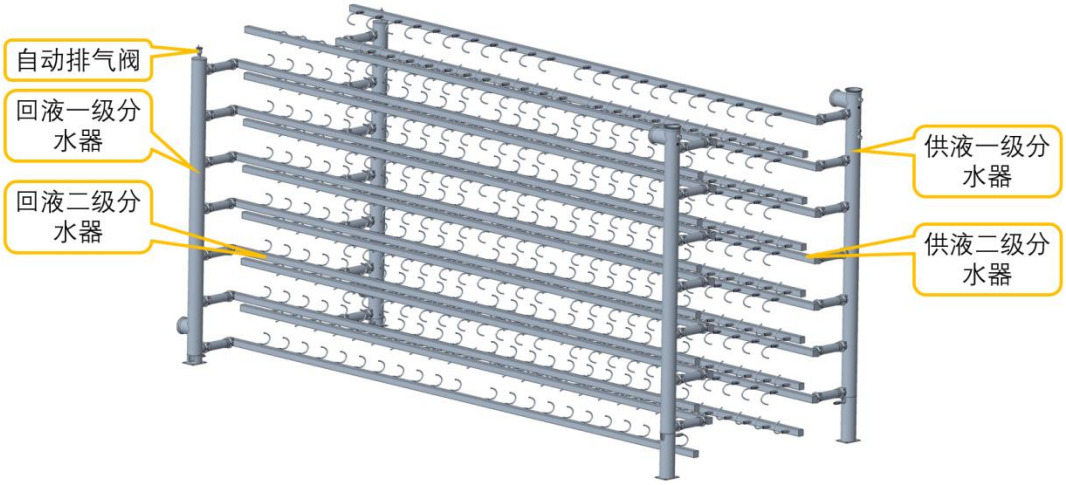


图 5.3 分水器组件内部视图

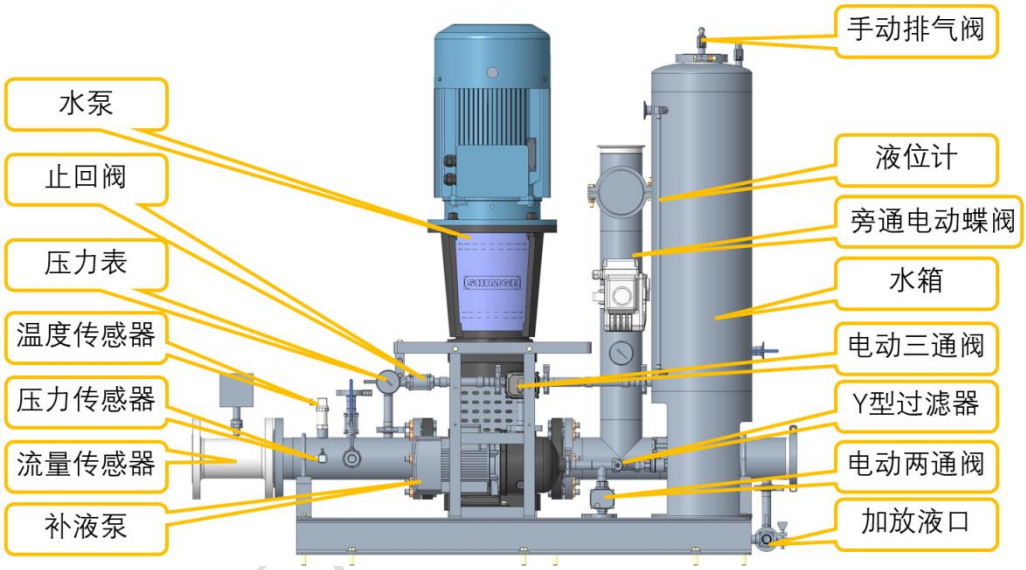


图 5.4 泵站视图

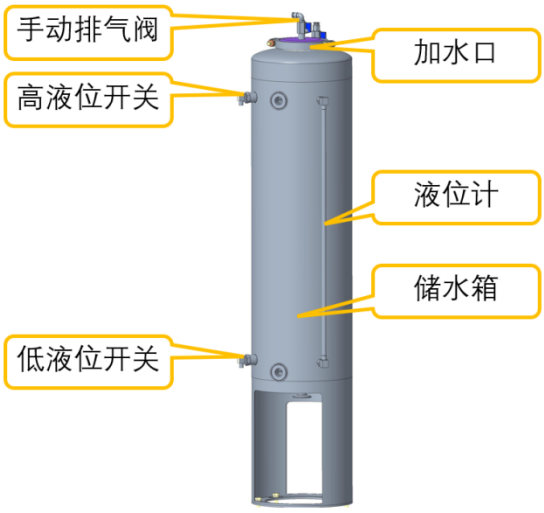


图 5.5 储液罐

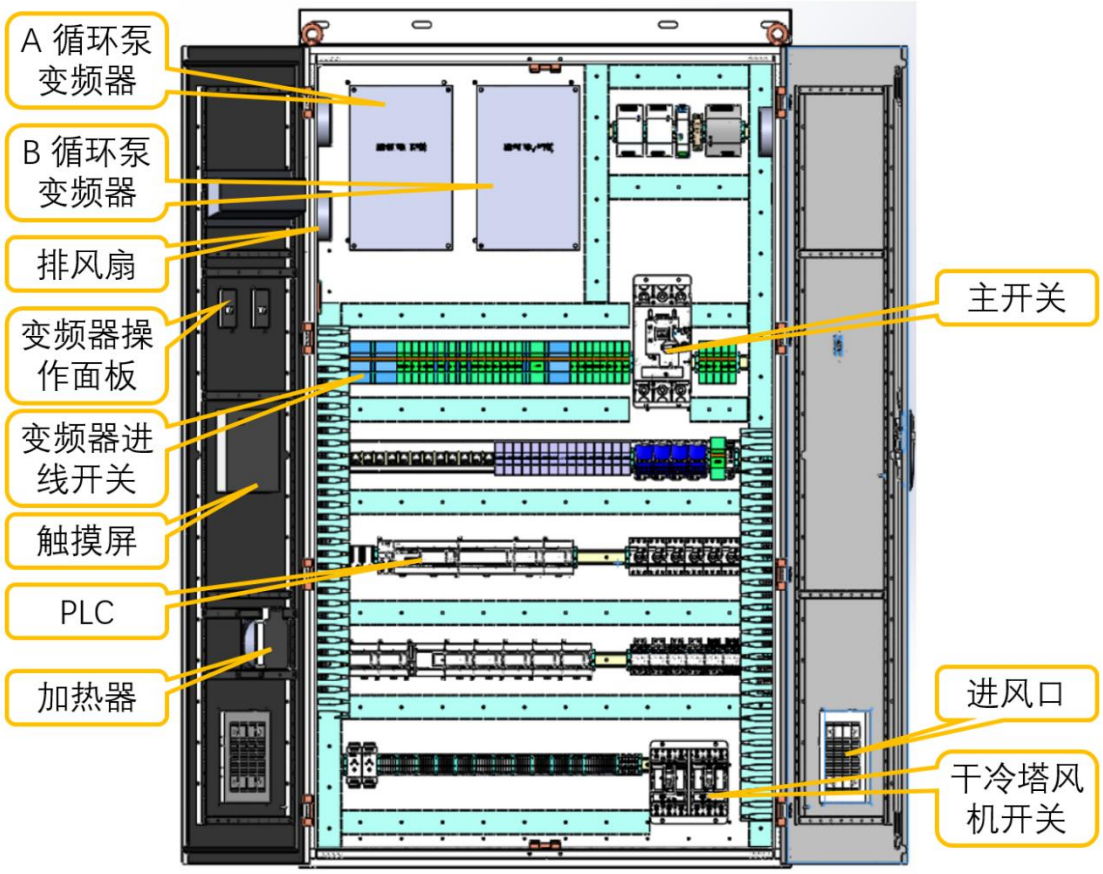


图 5.6 主控制柜内部视图

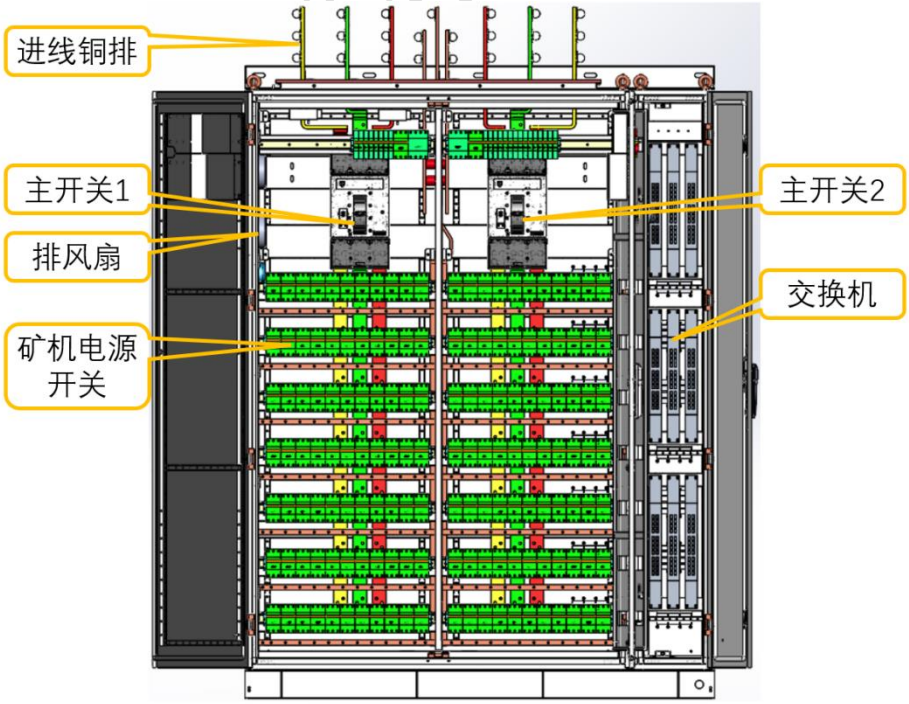


图 5.7 配电柜 B 内部视图

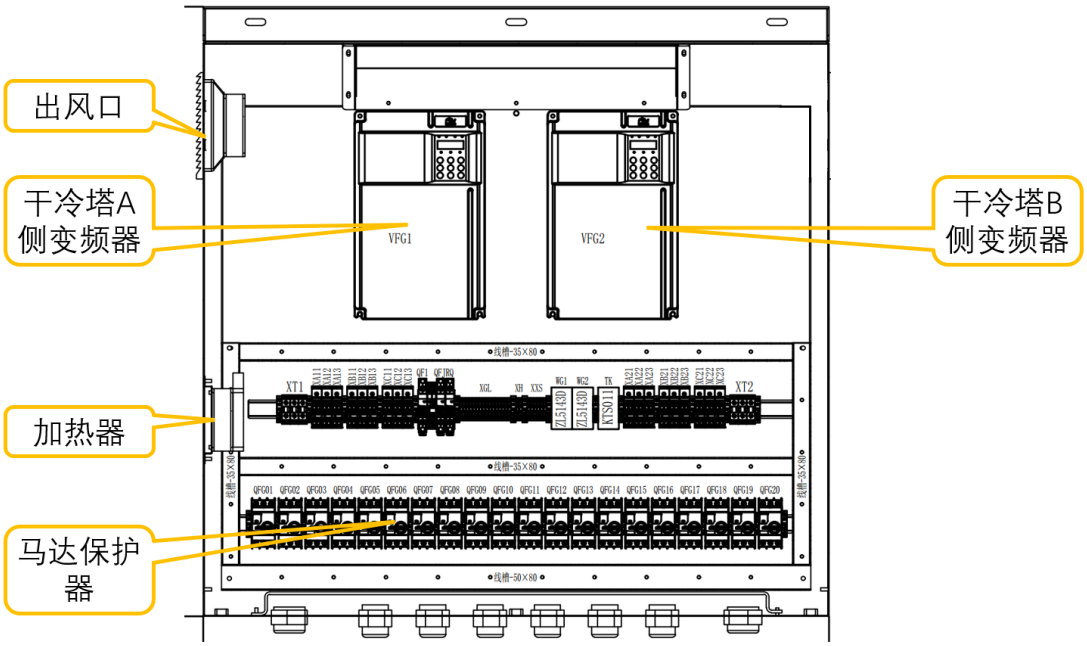


图 5.8 干冷塔控制柜内部视图

比特大陆版权

第六章　系统产品安装

第1条　集装箱安装前找平

将水平仪放置在地面上，使用水平仪前需要进行准确的调平工作，让水平仪的气泡能够处于中间位置。水平仪调出一条基准线，使用标尺测量出基准线距离水泥基础顶部的高度，使用钢板或者其他材料将高度调成相同尺寸，调整完后，基础已调整水平，可吊装集装箱在基础上进行后续安装。系统堆叠后总体运行总重量大于 32 吨，地基要能够足够支撑系统重量，并有安全余量。

第2条　干冷塔安装

将干冷塔外包装封板拆除，干冷塔封板分为顶部封板和侧面封板，顶部封板和侧面封板之间没有装配关系，因此既可以先拆卸顶部封板也可以先拆卸侧面封板，拆除侧面封板的流程如图所示：

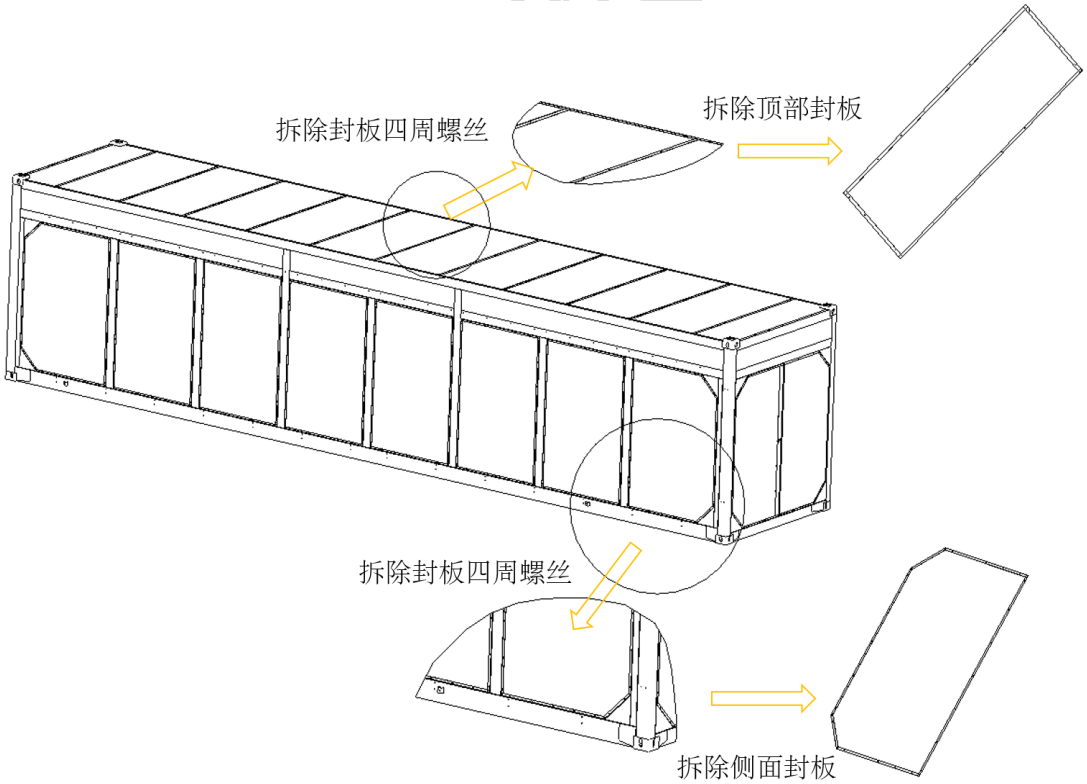


图 6.1 顶部及侧面封板拆除示意图

侧面与顶部封板每块板分别独立，无拆除顺序要求。

除外部封板外，干冷塔底部的管路进出管路封板需要提前拆除，拆除封板位置如图所示；

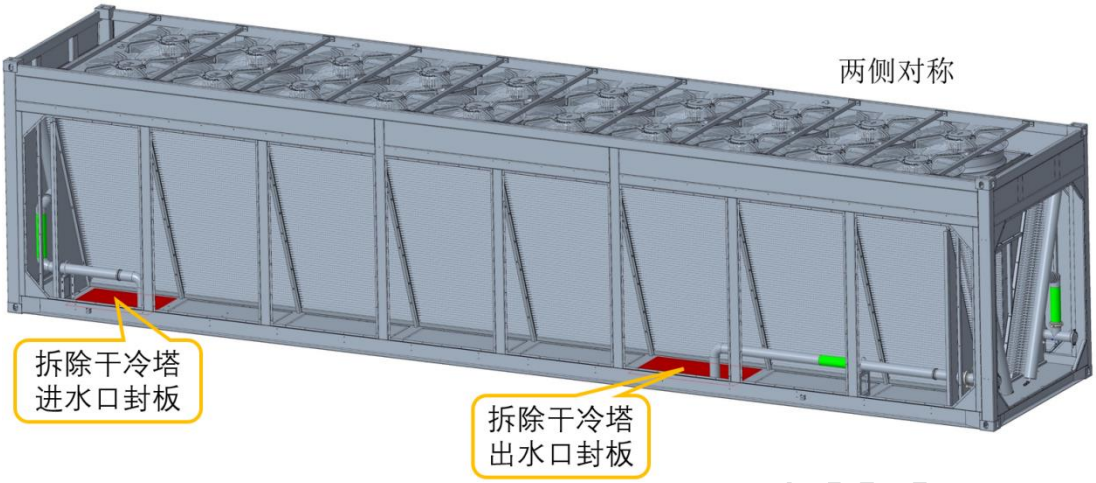


图 6.2 底部进出口管路封板拆除示意图

注意

封板拆完请保留，以便后续运输。

危险

拆除干冷塔封板过程中需要穿戴防护用品，避免被封板划伤。

第3条　干冷塔吊装

干冷塔固定按照操作步骤如下：

a) 拆除干冷塔内部所装工程管组件，防止吊装过程中脱落；

b) 将吊带分别穿过机组上方四个角件，角件位置如图 6.3 所示；

c) 用吊杠和吊车将机组水平吊装，放置于水泥地面上，并留足集装箱安装空间。

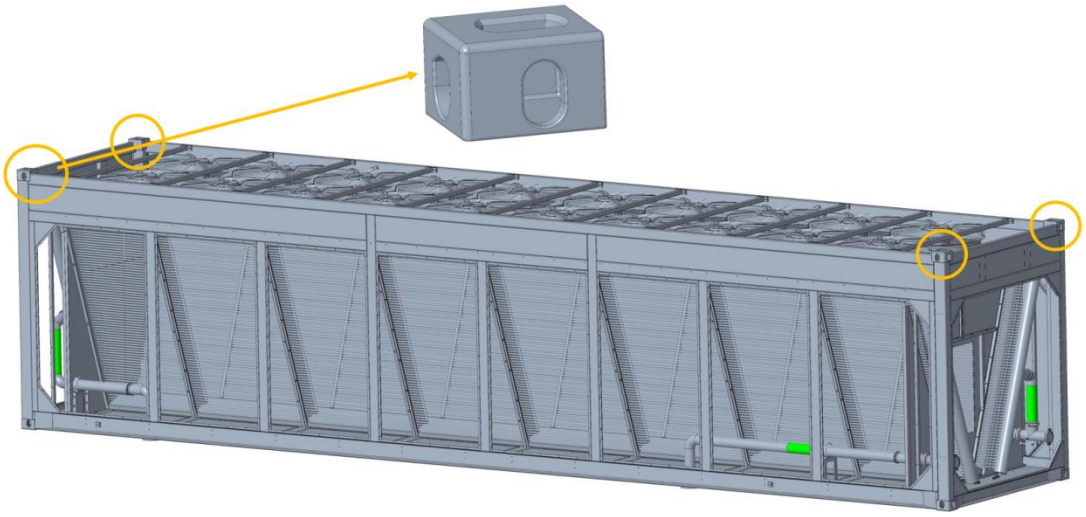


图 6.3 吊装点位置示意图

危险

机组起吊时需专业人士操作。
主吊装时挂钩一定要挂在集装箱四个角件处，严禁挂在机组其他位置。
吊装时，注意不要将吊带塞进角件内，否则容易磨损吊带。

第4条　集装箱与干冷塔安装

将集装箱置于地面，地面要求有一定的强度（可承受 32 吨的重量，地面水平度±1°）；将扭锁正确放置于集装箱顶部的四个角件上。之后干冷塔吊装于集装箱顶部（吊装方向参考干冷塔进出水口与集装箱进出水口位置需要上下对应），干冷塔底部四个角件与扭锁完全重合后，锁紧扭锁。

吊装时要求干冷塔顶部不得有遮挡，集装箱顶部不得有杂物。

比特大陆版所有

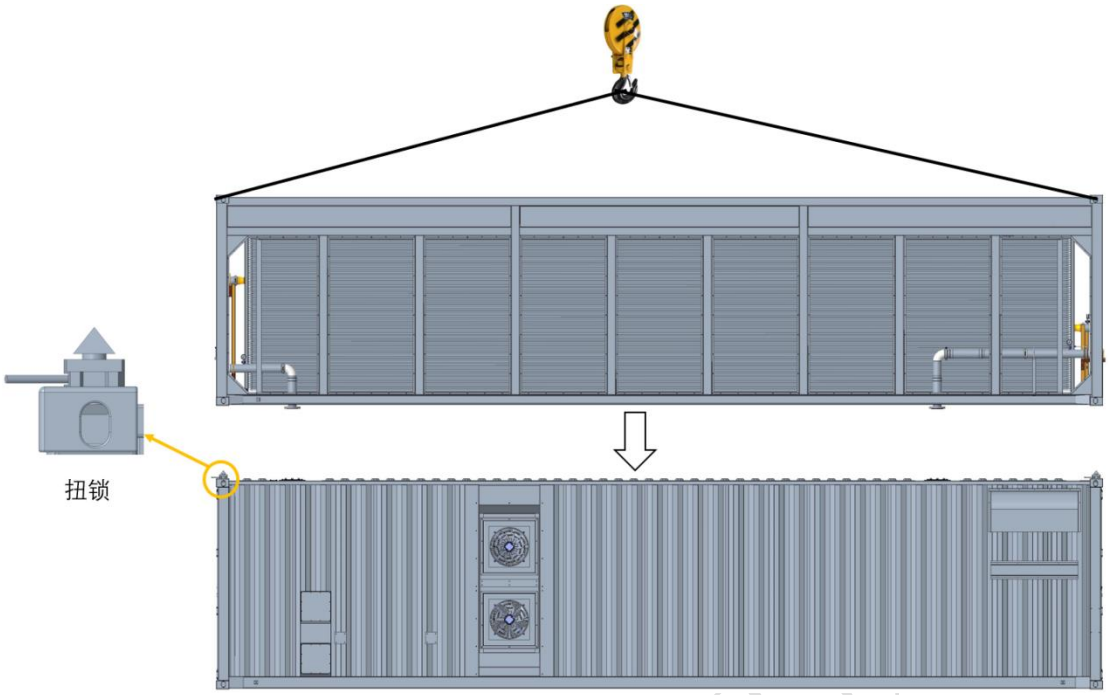


图 6.4 集装箱与干冷塔安装

第5条　中间连接管道排布安装

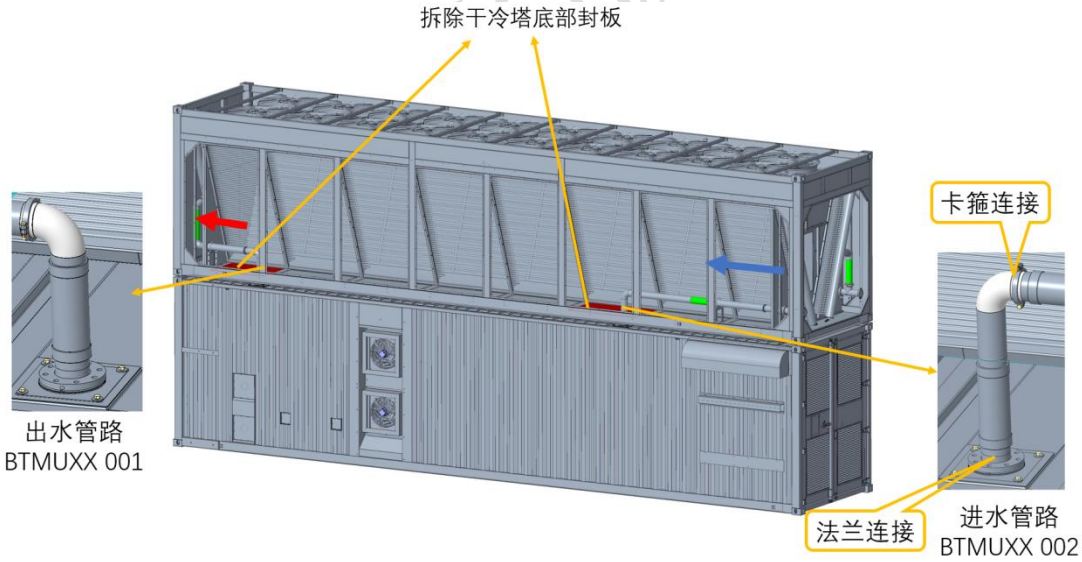


图 6.5 管路组装示意图

连接干冷塔操作步骤如下：

a) 按照管道组装示意图将干冷塔两侧的管道、部件依次连接起来；

b) 连接管道型号为 DN100，钢管管码后端有螺母、弹簧垫圈，用平垫圈固定。螺栓规格为 M16×75，紧固力矩为 45 N·m。

c) 管道的螺栓紧固前需要先涂抹润滑油，推荐品牌（水泵同款美孚力富 SHC220）。

警告

法兰固定采用螺栓材质为304，固定过程中需要添加润滑油，避免螺纹咬死。

第6条　配电工作

危险

配电工作为危险操作，操作人员必须为专业且具有相关资质人员，符合当地法规要求，按专业流程进行标准操作，禁止无关人员进行操作。

1)　配电步骤

HD5 水冷集装箱采用 4 路电源线进线，其中 A 侧与 B 侧各两路电源动力线，线缆规格参数以安装地标准要求为准，根据现场使用材质，推荐铜线和铝线的规格参数如下所示：

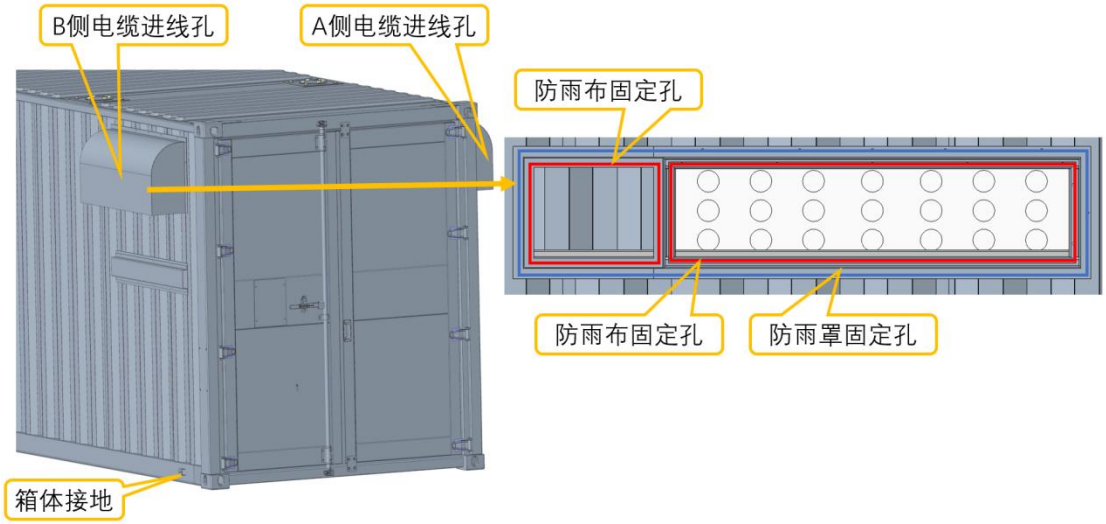
表 6.1 动力电源线规格参数表

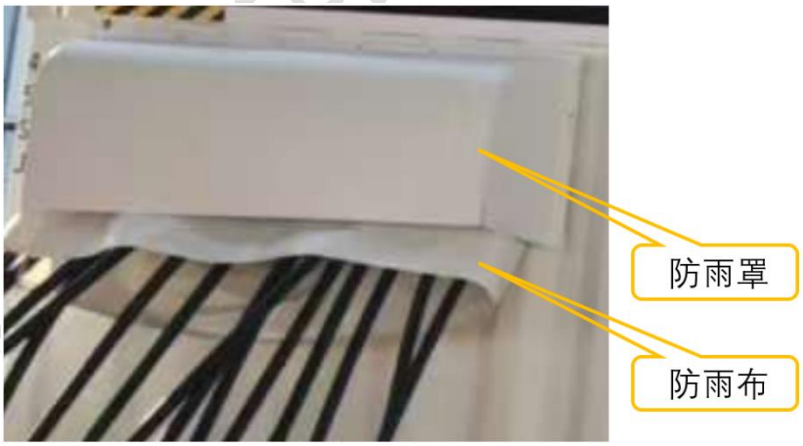
配电柜	相序	材质	线缆截面	线缆数量
A/B	L1	铜线	400kcMil（185mm²）	8（单相两根，AB 柜各两路进线）
	L2			8（单相两根，AB 柜各两路进线）
	L3			8（单相两根，AB 柜各两路进线）
	N			4（单相 1 根，AB 柜各两路进线）
	PE	铜线	400kcMil（185mm²）	2（单相 1 根，AB 柜各一路进线）

配电柜	相序	材质	线缆截面	线缆数量
A/B	L1	铝线	600kcMil（300mm²）	8（单相两根，AB 柜各两路进线）
	L2			8（单相两根，AB 柜各两路进线）
	L3			8（单相两根，AB 柜各两路进线）
	N			4（单相 1 根，AB 柜各两路进线）
	PE	铝线	600kcMil（300mm²）	2（单相 1 根，AB 柜各一路进线）

a) 电缆线分别从集装箱两侧进线开孔处接入，接入前需要先安装好防雨罩、防雨布等，为了进一步防止有雨水从连接处渗入集装箱防雨罩后，在防雨罩接缝处应进行封胶处理。安装好防雨罩后，其中电缆线从两个配电柜的顶部接线盒接入，一直延伸到对应铜排处，用螺栓安装固定。具体位置见图 6.6；

b) 集装箱的两侧有接地螺柱，需要将集装箱的壳体可靠接地，集装箱至少要有对角两处以上可靠接地，集装箱顶部与干冷塔底部均布有接地点，两者之间用接地黄绿线缆连接，具体位置见图 6.7.





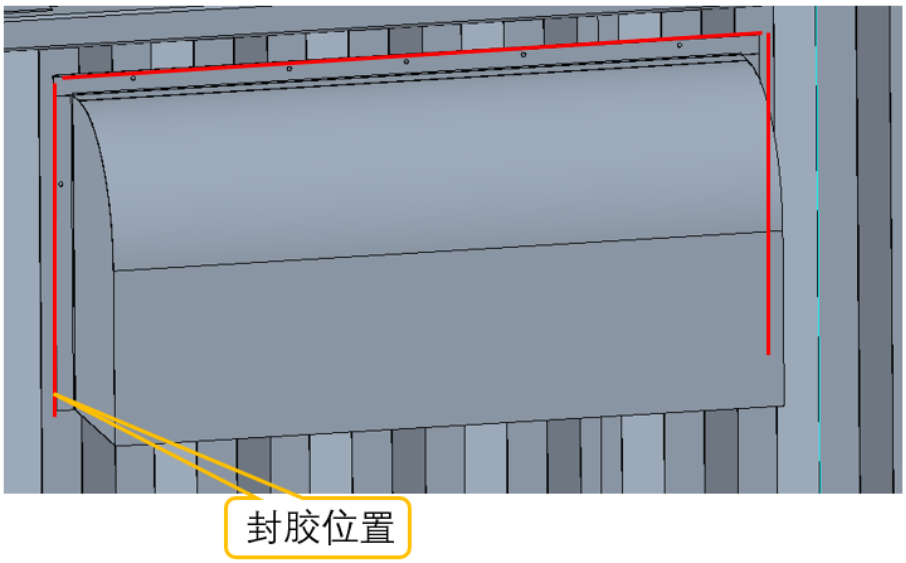


图 6.6 电缆进线孔级防雨布安装位置

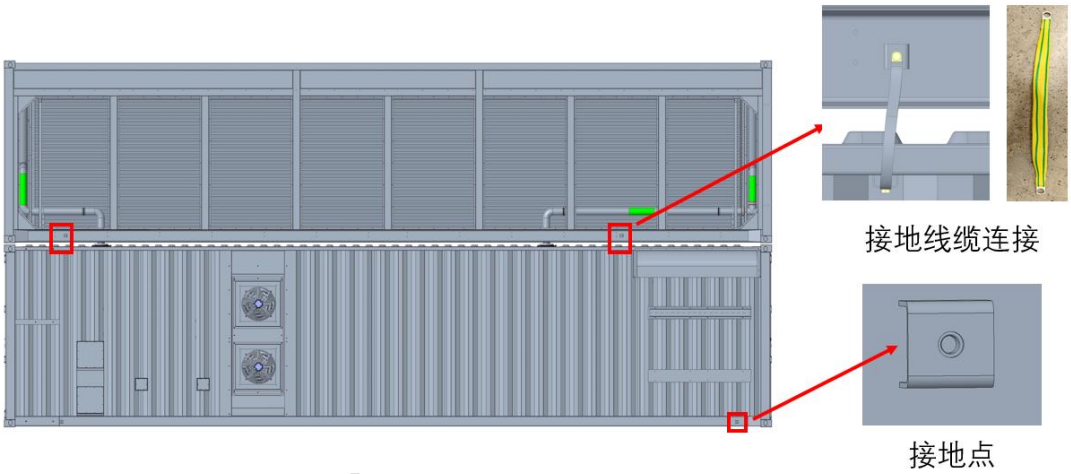


图 6.7 集装箱接地位置示意图

出厂时设备相序已确定，设备到达现场后，只需适配现场变电站的相序即可，接线前需要对耐电压、绝缘电阻和接地电阻进行测量。

危险

上电前需要对耐压值、绝缘电阻以及接地阻值进行检测，符合要求后方可上电，参考值如下:

耐电压:使用耐压测试仪在设备电源输入端测试各相线间及相、地间泄露电流，测试电压AC1500V，测试时间30s，泄露电流≤10mA;

绝缘电阻:使用摇表在设备电源输入端测试各相线间绝缘阻值及相、地间绝缘电阻试验电压DC500V，绝缘电阻>10MQ;

接地电阻:使用电阻测试仪测试设备内接地与外接地螺柱间电阻，结果≤0.1Ω。

操作如下：

a) 将变电站的三相电接入配电柜；

b) 将电控箱上电，观察是否有电源监视器故障；

c) 如有故障，断电后请调整接入 A 侧配电柜靠近主控柜方向的电源相序；

危险

调整相序前必须对设备进行断电，并用万用表测量电压等级≤36V，确保安全后方可进线调整相序操作。

d) 如无故障，则可正常运行。连接主电源线：L1、L2、L3、N、PE 排分别与对应端相连，注意校准力矩（铜排固定螺栓为 M16，推荐力矩为 120N•m）。配线型号选取请参考整机的最大运行电流值，集装箱配电柜端采用 OT 端子，现场变电站端根据实际情况选择合适端子，配电柜顶部接线盒铜排接线示意图。

图 6.8 接线盒接线示意图（相间绝缘板未显示）

危险

在连接线缆之前，接线人员必须作好相应的防静电措施。室内机组控制接口示意图仅供参考，安装以机组上粘贴的专用接线图为准。

外部进线线缆连接完毕后，需要对线缆进行固定，固定形式如下图 6.9 所示，集装箱外侧留有固定孔位，（如现场有其他固定线缆方式，也可采用，保证线缆外部有支撑等固定措施），外部线缆固定好后，再次检查内部铜排接线处，看是否有线缆拉拽变形，固定螺栓处松动等情况，如有异常情况及时处理。

图 6.9 集装箱外部线缆固定架示意图

危险

外部线缆必须固定牢固，防止由于外部因素导致供电线缆晃动，从而引发各种严重后果。

2) 干冷塔接线说明

干冷塔配电柜位于集装箱内部，需要将 20 台干冷塔风机、2 台水帘泵与干冷塔配电柜连接起来，风机线缆引入控制柜后，参考线缆标号将风机线缆或喷淋泵线缆与电控柜内马达保护器连接。干冷塔电控箱内部布局图如前文图 5.8 所示。

干冷塔 AB 侧示意图如图 6.10 所示，干冷塔 AB 侧与集装箱 AB 侧方向一致，集装箱主控柜一侧为 A 侧，集装箱排风机一侧为 B 侧。

干冷塔与集装箱 AB 侧示意图如下：

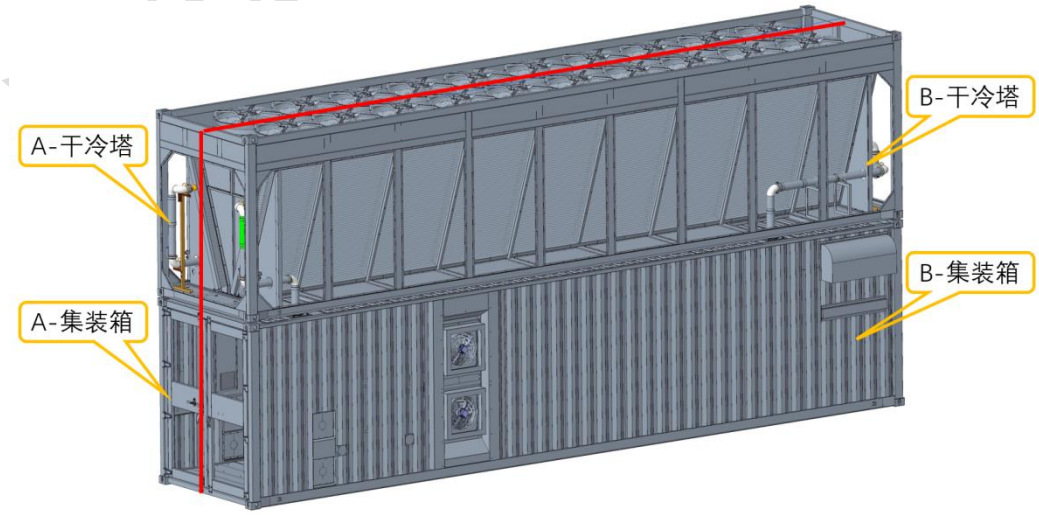


图 6.10 干冷塔与集装箱 AB 侧示意图(红色中间线分割)

干冷塔走线可以按照如下的走线方式进行，线缆沿着集装箱 A 侧（集装箱侧面留有进线孔）侧面往上布线到干冷塔，如下图 6.11 所示。

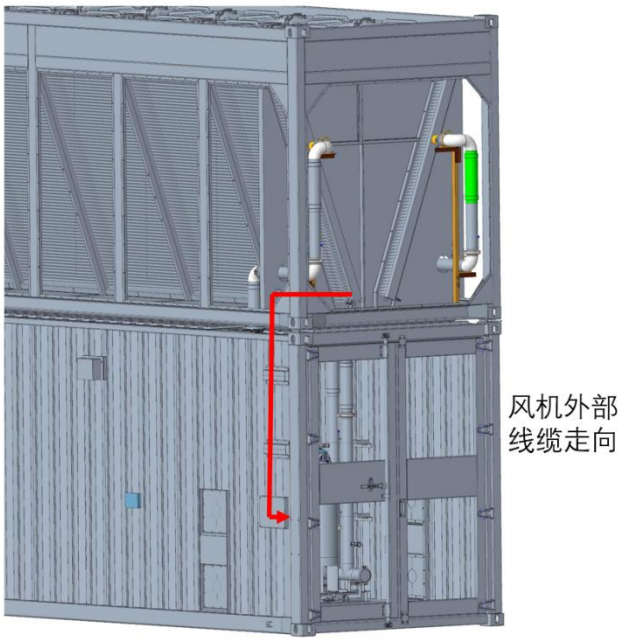


图 6.11 线缆沿工程管线布置示意图（红色为布线路径）

线缆需要有金属波纹管保护，跟随下方管路进行走线，走线需贴合管路，不能悬挂或接触地面。

接入到干冷塔的线缆从干冷塔电控柜走线到干冷塔，分为 4 股 20 束线连接 20 台干冷塔风机，风机接线图 6.12、6.13 如下，请仔细检查，请勿接错，紧固过程推荐扭矩 2.2N・m

比特大陆版权所有

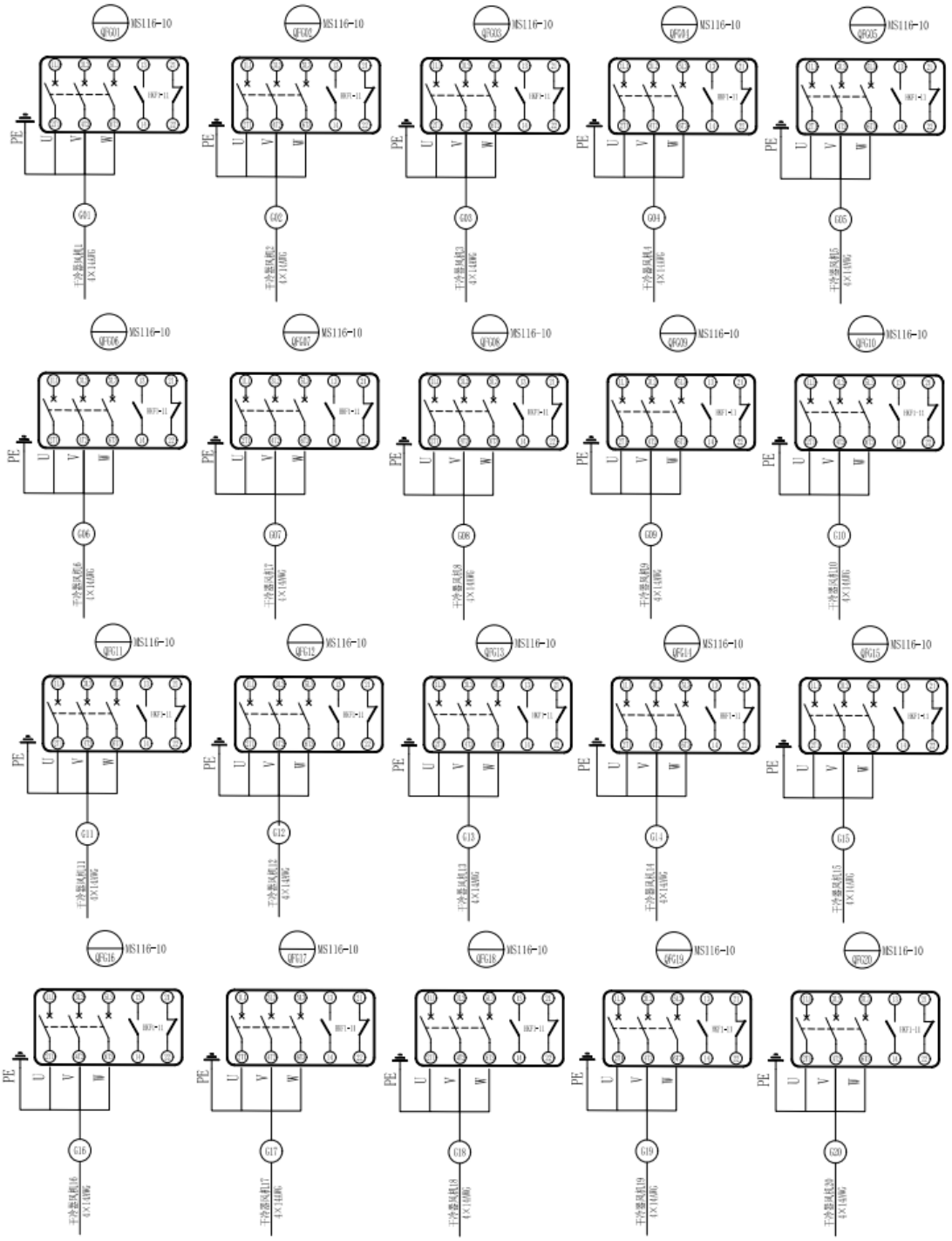

QFG01
MS116-10
PE
U
V
W
G01
干冷器风机1
4X140W6
QFG02
MS116-10
PE
U
V
W
G02
干冷器风机2
4X140W6
QFG03
MS116-10
PE
U
V
W
G03
干冷器风机3
4X140W6
QFG04
MS116-10
PE
U
V
W
G04
干冷器风机4
4X140W6
QFG05
MS116-10
PE
U
V
W
G05
干冷器风机5
4X140W6
QFG06
MS116-10
PE
U
V
W
G06
干冷器风机6
4X140W6
QFG07
MS116-10
PE
U
V
W
G07
干冷器风机7
4X140W6
QFG08
MS116-10
PE
U
V
W
G08
干冷器风机8
4X140W6
QFG09
MS116-10
PE
U
V
W
G09
干冷器风机9
4X140W6
QFG10
MS116-10
PE
U
V
W
G10
干冷器风机10
4X140W6
QFG11
MS116-10
PE
U
V
W
G11
干冷器风机11
4X140W6
QFG12
MS116-10
PE
U
V
W
G12
干冷器风机12
4X140W6
QFG13
MS116-10
PE
U
V
W
G13
干冷器风机13
4X140W6
QFG14
MS116-10
PE
U
V
W
G14
干冷器风机14
4X140W6
QFG15
MS116-10
PE
U
V
W
G15
干冷器风机15
4X140W6
QFG16
MS116-10
PE
U
V
W
G16
干冷器风机16
4X140W6
QFG17
MS116-10
PE
U
V
W
G17
干冷器风机17
4X140W6
QFG18
MS116-10
PE
U
V
W
G18
干冷器风机18
4X140W6
QFG19
MS116-10
PE
U
V
W
G19
干冷器风机19
4X140W6
QFG20
MS116-10
PE
U
V
W
G20
干冷器风机20
4X140W6

图 6.12 风机接线图

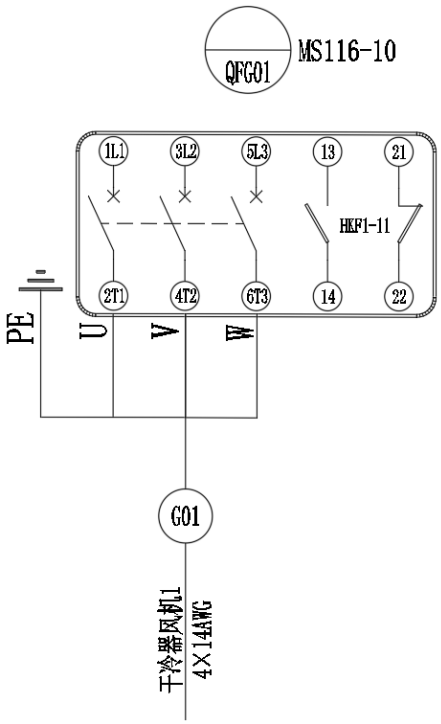


图 6.13 单个风机接线图

警告

请仔细检查风机接线是否正确，请勿接错，紧固过程推荐扭矩2.2N·m

注意

首次上电前先检查各载流螺钉是否松动，如有松动请按规定扭矩进行紧固。

比特

第七章　系统使用与操作

第1条　安全规则

1)　表示危险程度的符号区分

危险

设备内部 ⚠ 为带电标识，禁止带电打开有带电标识的防护板。即使断电情况非专业人员禁止打开盖板。

2)　使用注意事项

a) 应使用经过过滤之后的冷却液作为冷却介质，供液循环系统内不得有漂浮物、颗粒物等；

警告

冷却介质应采用正规厂家生产的冷却液，不允许自行勾兑，否则产生问题概不负责。建议选用有机型冷却液(无机型冷却液含P、Si、B、Mo、硝酸盐等，时间长会生成沉淀物)；冷却液推荐比特大陆官网冷却液。参考目的地最低温度选型。

警告

系统中禁止添加自来水或者超出以上规定的冷却液。系统运行对冷却液应该有定期监测，一旦冷却液性状发生变化，必须更换新的冷却液。

比特大陆冷却液网址：

https://shop.bitmain.com/product/detail?pid=00020240910144834316bANb9NFf067A

b) 环境温度在 0°C 以下时必须将水帘（如有）集水池与喷淋管路中的水排出，防止结冰损坏设备；

c) 设备要避免在中途接线，严禁与其它设备并联使用；

d) 设备如果有异常情况（如焦臭味等）应停机，断开电源，进行检查；

e) 配电柜 A、B 入口门及集装箱门上有急停，当发生紧急事故时，按下急停，则电源开关立即断开；紧急复位后，先将主开关拨至 OFF 位置，再重新上电；

f) 开关 MCB-A1 只能对配电柜 A 的 A1 侧进行断电，开关 MCB-A2 只能对配电柜 A 的 A2 侧进行断电；

g) 开关 MCB-B1 只能对配电柜 B 的 B1 侧进行断电，开关 MCB-B2 只能对配电柜 B 的 B2 侧进行断电；

h) 开关 QFWCU 只能对主控制柜断电。

警告

本系统所有用到的急停按钮为旋转释放型急停按钮，在急停按钮拍下后，确认系统没问题后，需要将急停按钮顺时针旋转释放，然后配电柜主开关，主控制柜开关才能合闸。开关合闸前需先扳到OFF位置。然后重新合闸。

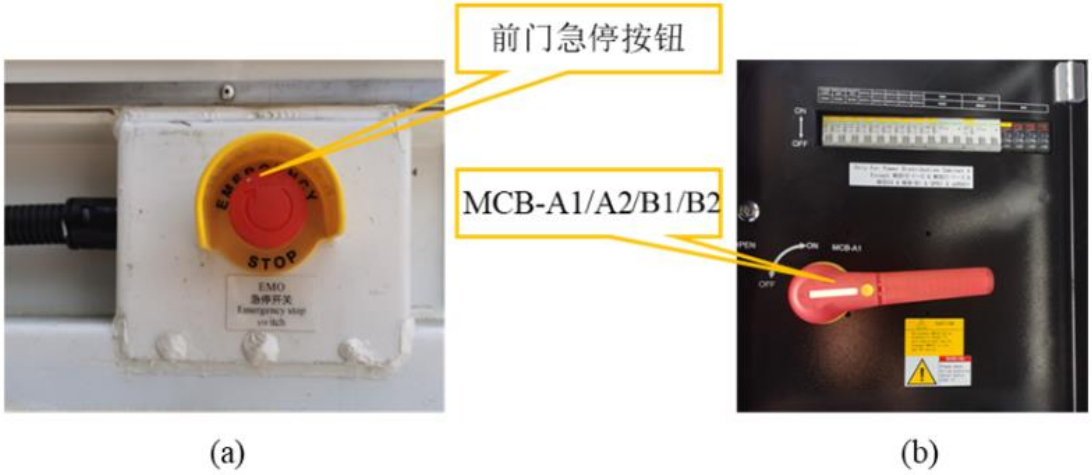


图 7.1 (a) 集装箱门急停旋钮位置　　(b) MCB-A1/A2/B1/B2 位置示意图

危险

配电柜内门丝印有说明主开关断电后哪些开关还带电，操作前请先仔细阅读。避免造成触电事故。

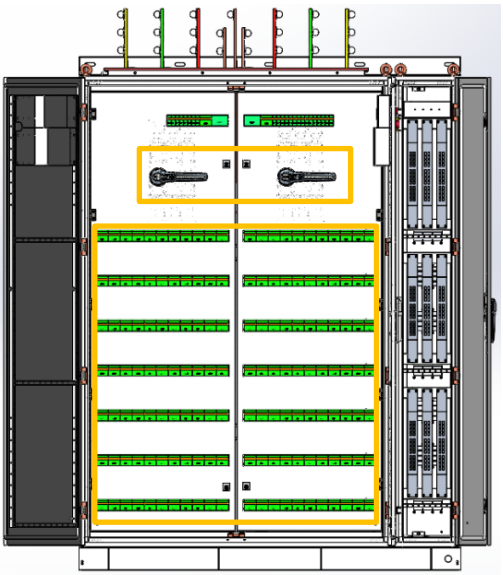
为了防止危险，单台算力服务器进行维修时，必须断开配电柜内对应算力服务器序号的电源开关，然后拔掉对应算力服务器的电源接口、网线接口、水路接口，最后再将算力服务器的电源拔出，对算力服务器进行维修。如果需要对整个集装箱设备进行断电，步骤如下：

a) 首先断开 AB 侧所有算力服务器电源开关；

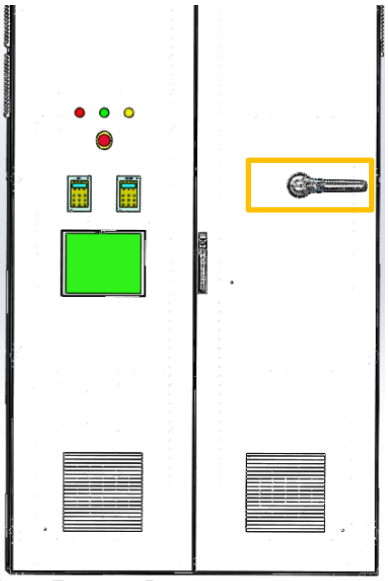
b) 间隔 10s 之后，断开主控柜的总电源；

c) 断开配电柜 AB 的四个总开关；

d) 如长时间断电，也要断开变压器端的总开关。切记，开关关闭顺序严格按照上述要求执行。



(a)



(b)

图 7.2 (a) 配电柜算力服务器电源开关与总开关示意图 (b) 主控柜总开关示意图

注意

由于集装箱照明电路是否是从主控制柜引出的，如果要进行上述操作，请携带便携式照明工具。

警告

1.若设备长时间不工作时，请断开总电源。

2.严禁打开风机上的保护罩；

3.严禁直接用手触风扇叶片去试风扇是否旋转，或者用手去转动风扇叶片。

4.禁止用湿手操作设备，否则易造成触电事故，禁止在设备内部放入杂物，保证消防通道一直畅通。

第2条　系统打压

设备、管路现场安装完成后，首先进行 7bar 气压试验，至少保压 12h；再进行 7bar 的水压试验，至少保压 90min，检验各管路及接口是否有渗漏，如无渗漏且压力示数降低 5%以内则说明现场安装检验合格（保压过程中当环境温度降低时对压力显示有影响，需排除这种情况下压力显示降低而误认为系统有泄漏）。打压过程如下：

1) 打压前准备

a) 准备好软管及气泵（推荐品牌：OUTSTANDING 奥突斯，型号 2200W-40L；选择依据：系统内部容积约 1.5m^3，依据时间要求选择对应排气量气泵；输出最高气压要求 8bar 以上，10bar 最佳）；

b) 按前述章节连接好外接管路；

c) 检查集装箱内部管路与外部连接管路上的自动排气阀上的堵头是否全部关闭（自动排气阀包括分水器上两个，水泵出口上方两个。干冷塔自动排气阀四个，手动排气阀 4 个）（旋拧自动排气阀顶部螺帽即可打开/关闭自动排气阀）；

d) 检查安全阀球阀及膨胀罐球阀是否关闭，检查各个加放液阀门是否关闭（包含与 2 个分水器对应的放液口阀门，与两个泵站对应的加放液口阀门，干冷塔 4 个排污阀）。

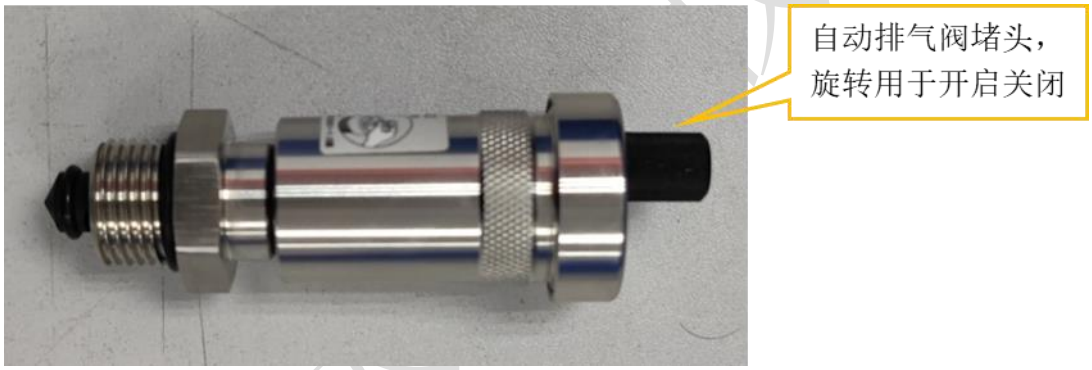


图 7.3 自动排气阀

图 7.4 阀门开启关闭示意图

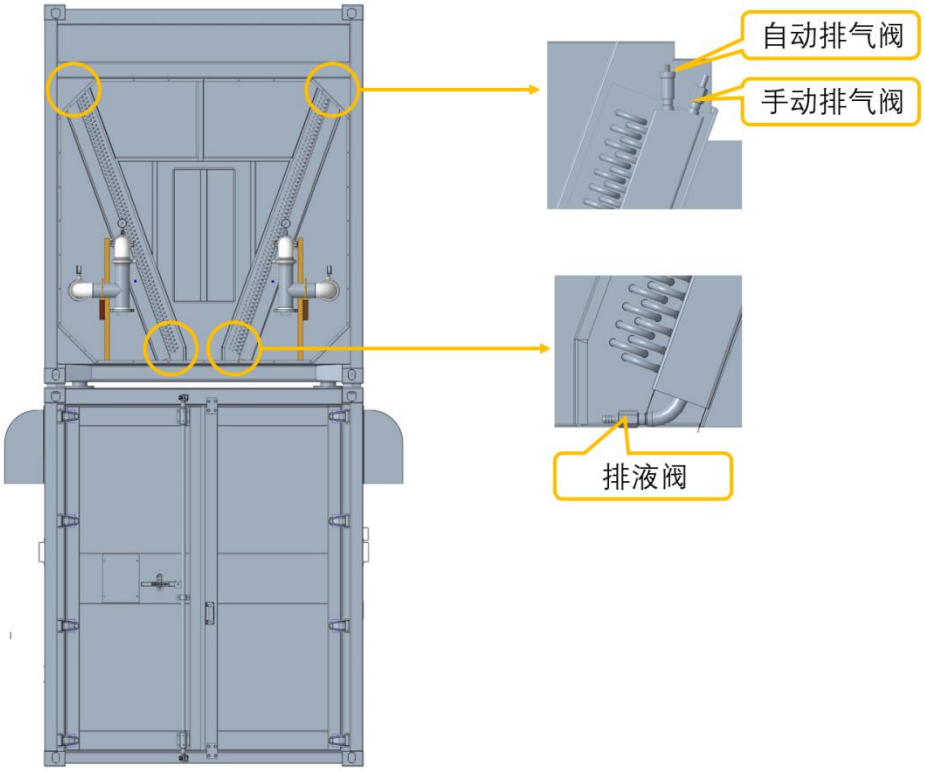


图 7.5 干冷塔排气阀及排水阀位置

危险

手动排气阀位于干冷塔上端，位置5米以上，当需要操作该阀门时，属于登高作业，需要登高资质，爬梯以及符合当地登高作业规范的防护装置。

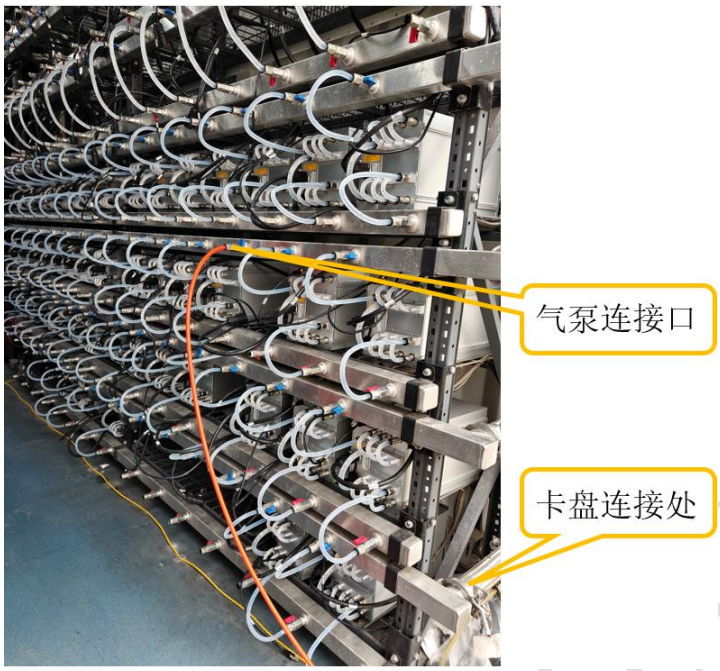
2) 打压步骤

a) 再次检查排气阀堵头及球阀处于关闭状态；

b) 关闭加放液球阀、膨胀罐前端阀门、安全阀前端阀门；

c) 打开分水器上的所有迷你球阀（矿机和 U 型管/波纹管连接完毕）；

d) 使用气管连接至任意快插接口，并关闭此路对应的球阀；



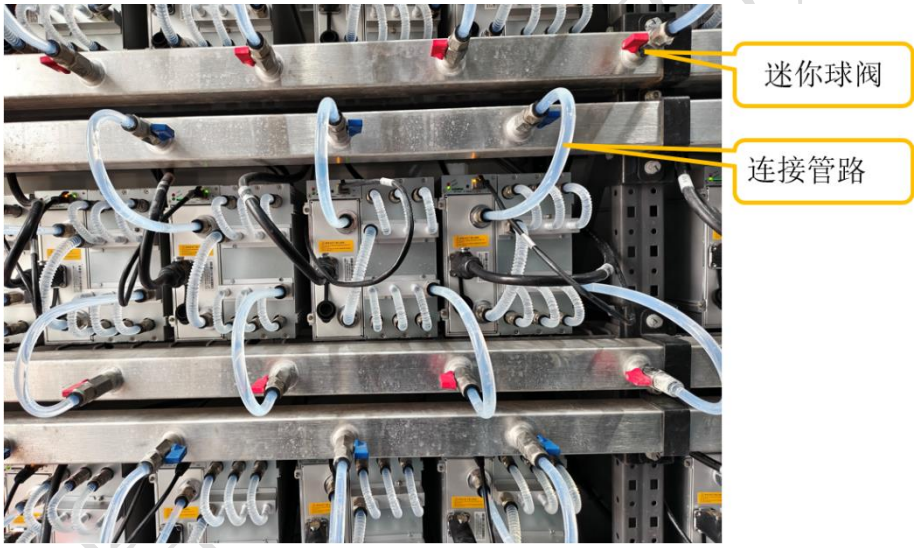


图 7.6 系统管路连接球阀和管道

（产品批次不同，连接服务器的管道会有差异，以收到的实物为准）

e) 使用空压机打压至 7bar，稳定 12h 以上，检查是否有泄漏点；

3) 重点检查：

a) 检查部位：快插接头和迷你球阀连接处、快插球阀和波纹管连接处、迷你球阀和分水器连接处、快插和算力服务器连接处、各法兰/卡盘/螺纹/焊接连接处；

b) 检查方法：眼看、耳听、手摸配合查漏；任选肥皂、洗衣粉、洗涤剂三者之一，加水制成肥皂液，涂抹在疑似泄漏点，尤其是接口处，有气泡鼓起的部位就是漏点。

4) 再次打压

算力服务器上线后需要再次进行气液混合检，压力 7bar，稳定 90min 以上，检查上述部位是否有泄漏点。

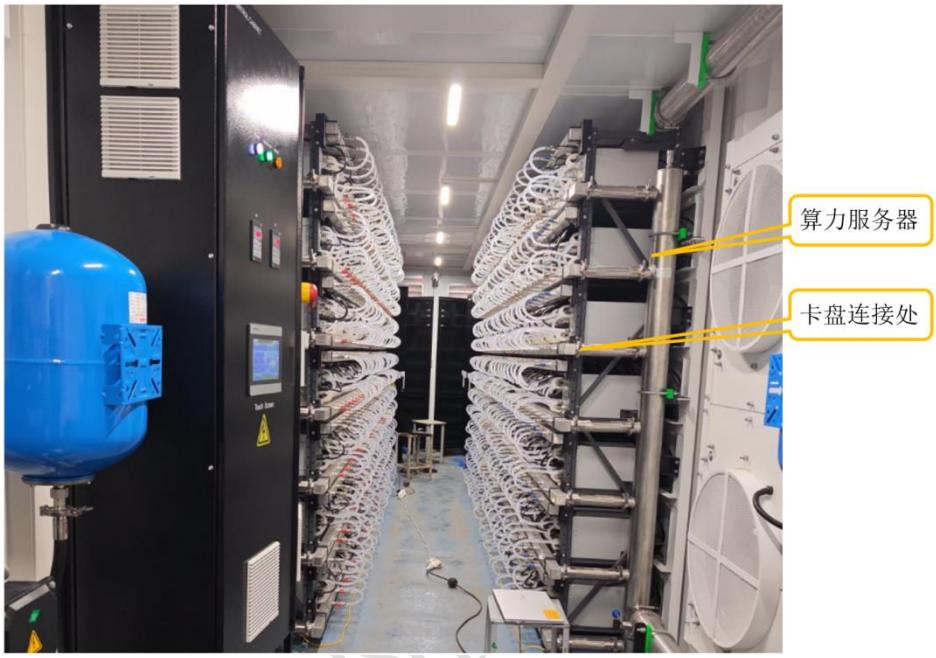


图 7.7 系统卡盘连接处（示意图）

第3条　系统补液

外部管路安装过程中，需要检查外部管路中的过滤器，位置是否完好。

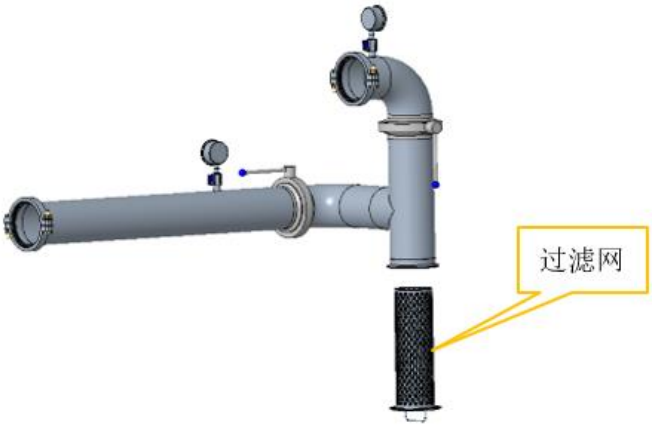


图 7.8 过滤网检查

干冷塔和集装箱内循环介质的选择，应充分结合当地气候条件及运行环境。推荐冷却液包括防冻型冷却液（水+防冻液）、缓蚀型冷却液（水+缓蚀剂）。

当运行环境存在低于 0℃的工况时，需要选用防冻型冷却液，以防止低温结冰导致设备及管路损坏。防冻液的介质要求见附录 B 表 B.1，防冻液的配比应依据目标冰点要求，参考附录 B 表 B.2 中乙二醇冷冻液浓度与冰点的对应关系进行配制。

危险

必须严格按照环境可能出现的最低温度来配制防冻液，如果不按照说明要求配制防冻液，出现环境温度低于防冻液的冰点，造成换热器冻裂，本公司不承担任何责任！

当运行环境温度高于 0℃时，推荐采用缓蚀型冷却液，缓蚀剂能够在系统金属表面形成保护膜，有效抑制腐蚀和结垢，提升系统长期运行的可靠性并延长维护周期。缓蚀剂的介质要求参考附录 B 表 B.3，关于缓蚀剂浓缩液的配比，推荐将其稀释至 10%的体积浓度。在配制冷却液时，防冻型冷却液和缓蚀型冷却液都需使用去离子水进行配制。

当运行环境全年最低温度高于 0℃且客户出于成本考虑不采用缓蚀型冷却液时，也可选用去离子水作为内循环介质。去离子水无防冻、无缓蚀、无抑菌功能，因此对水质的日常监测要求更为严格。采用去离子水时，必须严格执行附录 B 表 B.4 规定的介质要求及本手册维护章节规定的检测频率。

比特大陆官网冷却液链接：

https://shop.bitmain.com/product/detail?pid=00020240910144834316bANb9NFf067A

首先用加液泵，向系统中加液，当回液压力达到要求值时，可以停止向系统中加液；切换管路开关，开启补液泵，向水箱中补液，当水箱中的液位达到要求高度后，切换管路开关，系统投入自动运行即可。具体加液流程如下：

系统补液共包含四个步骤：

准备工作：准备材料及工具，打开系统所有排气阀（第一次加液开启系统手动排气阀及干冷塔上手动排气阀）；

系统补液：使用补液泵 P11/P21 配合对系统进行补液；

水箱补液：使用补液泵 P11/P21 配合对水箱进行补液；

定期补液：可以使用补液泵 P11/P21 配合也可以使用水箱顶部手动补液口对水箱进行补液。

1) 准备工作

a) 准备好冷却液，系统内部加入冷却液 2.1m^3 左右；

b) 按 6.5 章节连接好外部管路；

c) 检查集装箱内部管路与外部连接管路上的自动排气阀上的堵头是否全部打开；

d) 打开加液手阀，关闭排液手阀；

e) 打开水箱顶部排气球阀，保证水箱和大气压相连；

f) 干冷塔上方手动排气阀打开（加快第一次加液）；

2) 系统/水箱补液

a) 利用补液泵 P11/P21 向系统及水箱 AC21/BC21 补液；

b) 找到外部水源（需要有一定压力），连接软管及集装箱加排液口，首次加液时需要将连接管道内部充满液体（有水流出后），（泵内或管内有空气时，可能抽不到水）；找到集装箱外部的加液口插上软管（集装箱侧门处），此时外部水箱与加液泵连接；

c) 打开补液泵排气阀（内六角扳手），触摸屏上切换到手动模式下，打开电磁阀 V202，有水排出后，关闭补液泵手动排气阀，如图 7.9 所示；

图 7.9 补液泵排水及排气阀

d) 关闭电磁阀 V202，触摸屏上切换到手动模式下，打开补液系统“手动补液”模式“外部→系统”，即向系统补液，打开“外部→C21”，即外部向水箱 C21 补液，参考图 7.11；

e) 系统加液时，注意观察干冷塔排气阀以及系统手动排气阀是否有水流出，当有水流出时，说明系统已经加满关闭干冷塔手动排气阀，打开自动排气阀，关闭系统手动排气阀；

f) 静压达到 0.7bar（参考图 7.12，触摸屏读数）以上可以开启循环泵 10s（补液泵无需停止），之后停止循环泵；

g) 继续加液，如此重复两次，保证加入 1.1~1.3 吨的冷却液（单侧系统）；

h) 当静压达到 1.0-1.5bar 时，停止加液（观察主界面压力传感器读数即可，见下图 7.12）；

i) 之后再次开启循环泵，将系统中介质循环起来，保证所有自动排气阀都处于打开状态；

j) 由于初次加液，系统内有气体的原因，水泵循环过程中气体排出会导致系统内压力下降，此时，打开加液功能，水箱向系统补液保证回液压力在 1.0-1.5bar 之间；

k) 上述操作完成后，系统背压（压力表/回液压力传感器 PT02）将稳定在 1-1.5bar，可以正常运行，可以开启自动模式，合闸配电柜内算力服务器开关运行。

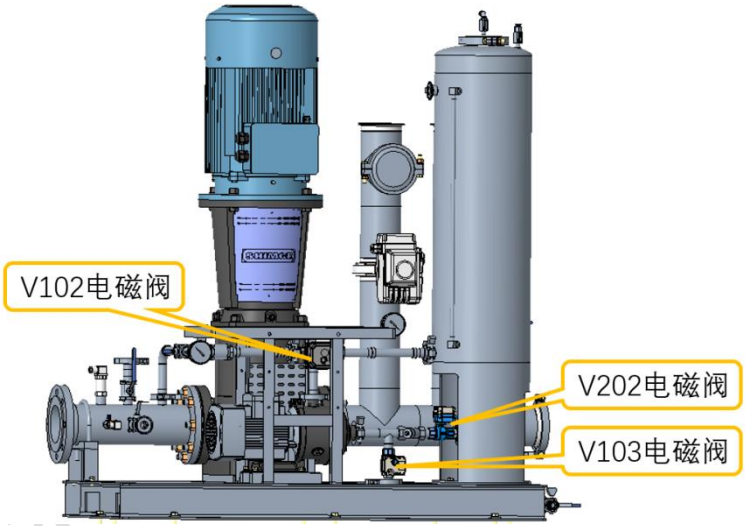


图 7.10 补液系统电磁阀分布

图 7.11 补液系统界面

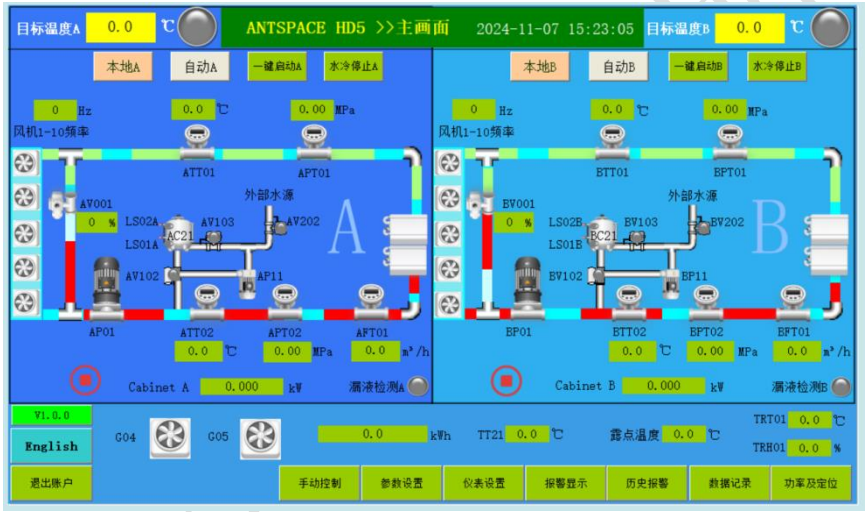


图 7.12 系统运行画面

3) 水箱定期补液

当需要向水箱 C21 补液时：

方法一：与初次补液相同，将补液泵与外部水源连接（外部水源有一定压力，将连接管路充满），打开补液模式，外部向水箱补液即可；

方法二：可以打开水箱顶部排气阀安装卡盘（参考图 7.10），从手动加液口手动加液至水箱内部。

4) 环境温度低的低温操作步骤

第一次开机如果环境温度低于矿机冷却液指定温度（20℃），此时需要使系统内部冷却液完全内循环运行，达到快速增加内循环液体温度的目的，操作方法如下：

a) 将系统运行模式调整为手动模式，具体操作方法参考 7.6.10；

b) 切换屏幕到参数设置界面，设置 V001 阀门开度为 100%，点击打开按钮，检查主屏幕 V001 阀门开度及阀门表盘是否为 100%，确认旁通阀门打开；

c) 关闭通往干冷塔阀门 V002 A 及 V002 B，使冷却液完全内循环；

d) A 侧和 B 侧系统独立，分别按动主控柜面板上部变频器操作按钮，点击下降按钮，将主泵频率调至 41Hz，开启水泵，开始内循环，利用水泵自身发热进行系统加热，此加热功率较小；

e) 必要时候可以增加 ANTSPACE PTC Heater V1 加热器加热内循环冷却液；加热器可以参考如下比特大陆官网地址：
https://shop.bitmain.com/product/detail?pid=00020240205134219891UqjJJ9NH0688

f) 当内循环液体温度快速升到矿机工作温度以上，此时逐步打开蝶阀 V002 A 及 V002 B，开启 45° 阀门，切换自动模式，开启矿机，当系统温度升值 30℃以上时，即可完全打开蝶阀 V002 A，V002 B；

g) 点击主控制柜面板上部变频器操作按钮，将主泵运行频率调至 47Hz，确认流量在 73.9m³ /h 左右。

h) 系统正常运行后切换回自动运行模式，系统会自动控制冷却液温度在设定的温度运行。

危险

上述操作需要由对本水冷系统有充分了解且有操作经验的员工进行，操作过程中需要在旁值守，注意观察系统各参数是否正常。

在操作过程中需要注意以下事项；

1，V001未开启的情况下，禁止关闭V002阀门;

2，自动模式下禁止关闭V002阀门；

阀门随意操作会导致系统水流不通，水泵出口压力过大，导致水泵损坏。

第4条 电气接线

设备电制需求为 TN-S 三相五线系统，由于设备内部是有两个配电柜,每个配电柜有两路输入电源，为了保证设备能够安全稳定运行，现场应该提前准备四路三相五线制的电缆，电缆参数参考表 6.1 所示。

危险

电气连接必须由专业资质人员操作，操作流程除了符合本说明书要求以外，还必须符合项目当地相关电气法规和安全法规要求。

严禁无资质人员进行设备电气连接。

设备输入电缆规格和数量须符合当地电气法规要求，必要时候请咨询有资质的电气工程师。

A/B柜顶部L1,L2,L3输入铜排预留3个M16螺栓，线缆固定端子中间孔规定为17mm直径。N铜排预留2个M12螺栓，PE铜排预留M12螺栓。

注意

M16螺栓固定扭力100 N.m, M12螺栓固定扭力80 N.m,或参考项目地电气标准，务必保证电气连接可靠。

剥线和压接图如下，端子宽度超过固定板上格兰头直径，压端子前请先将格兰头拆下，让线穿过格兰头，然后再压端子。

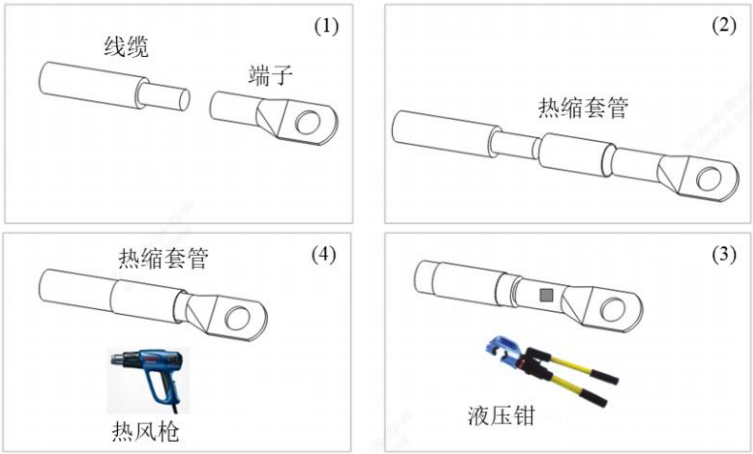


图 7.13 剥线和压接图

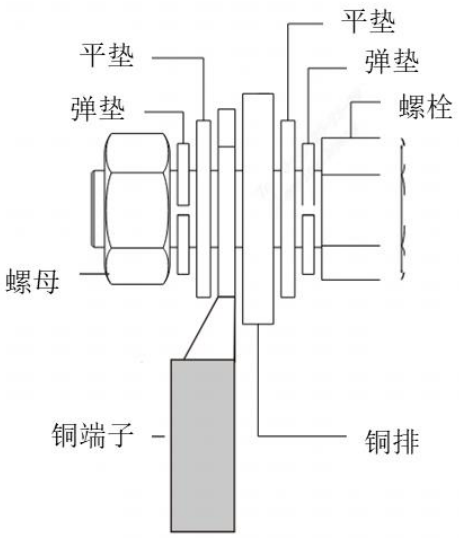


图 7.14 选用铜线接法

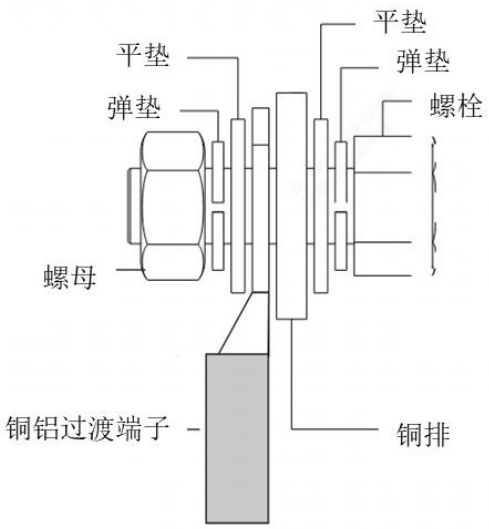


图 7.15 选用铝线接法

危险

选用符合安全规范的铜铝端子，避免长时间紧固拉拽后变形，安装好后以及运行过程中注意巡检，有变形裂缝等相关异常现象及时更换，避免出现安全事故。

按扭力固定螺栓后，在螺母头上用记号笔划线，方便后续检查。

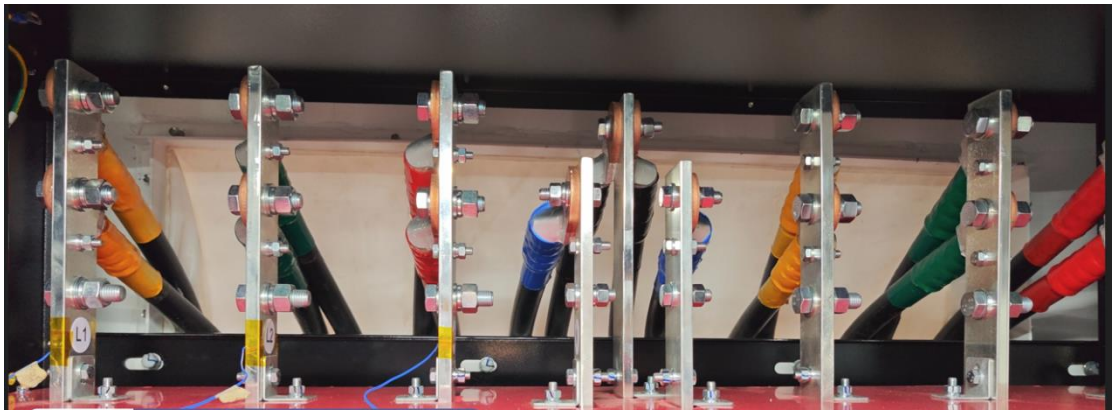


图 7.16 电缆连接示意（两根线缆并用,相间绝缘板未显示）

危险

铜排主电缆接线完成后，需要对接线位置进行清洁检查，接线盒内无相关螺栓，线缆，端子头，接线工具等无关器件，可能会导致电源线短路等，存在危险隐患。

电缆线分别从集装箱排风机一侧的上部两个开孔处接入，具体电缆进线孔位置见图 6.6（注意：需要使用配件中的防雨布和防雨罩进行防护）。其中电缆线从两个配电柜的顶部接线盒接入，一直延伸到对应铜排处，用螺丝（已安装在铜排开孔处）安装固定。

集装箱的两侧有接地螺柱，配电柜也要可靠接地。因此，选择将集装箱的壳体和配电柜的壳体都可靠接地。出厂时，设备相序已经确定，设备到达现场后，只需适配现场变电站的相序即可。

操作如下：将变电站的 L1，L2，L3，N，PE 三相五线接入配电柜，检测耐压和绝缘阻抗后，将主控制柜主开关上电，观察 LCD 屏幕是否有电源故障告警；如有电源故障告警，请调整接入主控制柜 L1，L2，L3 三相的相序；如 LCD 屏幕无故障告警，则可正常运行。

危险

从变电器过来的三相电必须有专业资质的人员接入。调整相序的时候，外部变压器输入端的前端电压必须断电后才能操作（主控制柜正面白灯不亮，并用万用表量测输入线电压为0 V)。任何时候禁止带电调整相序。

第5条　系统上电、断电流程

首次开门主控柜和配电柜的开门钥匙在集装箱内泵站管路支架处，使用过程中应该有专人保管。

主控柜的开关如下图所示：

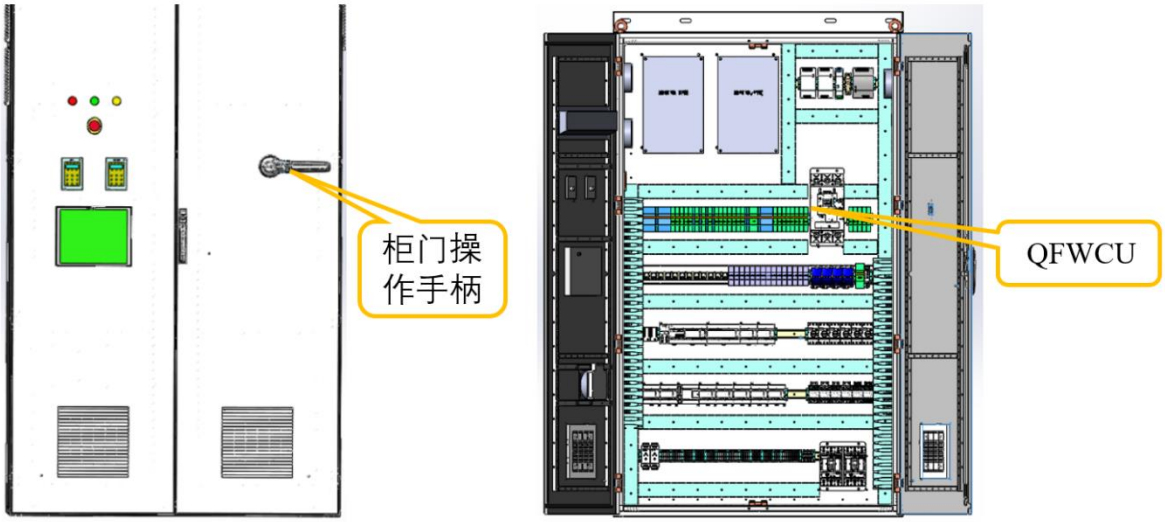


图 7.17 主控制柜主开关内外部视图

1) 系统中开关的功能说明

表 7.1 水冷集装箱系统主控制柜内开关功能说明

序号	名称	起点	方向	终点
1	QFWCU	进电 XT1, L1, L2, L3	→	QFWCU
2	QFKR1	XD11, L1	→	电源监视器 L1
3	QFKR2	XD12, L12	→	电源监视器 L2
4	QFKR3	XD13, L13	→	电源监视器 L3
5	QFHL1	进电 L1	→	电源指示灯(白色)
6	QFHL2	进电 L3		
7	QFHL3	进电 L11	→	错误指示灯(黄色)
8	QFHL4	进电 L13	→	合闸指示灯(绿色)
9	QFD1	L11, N	→	备用电源
10	QFaSW	L11, N	→	配电柜 A 交换机电源
11	QFbSW	L11, N	→	配电柜 B 交换机电源
12	QFVF01	L11, L12, L13	→	主泵变频器 VF01:R, S, T
13	QFVF02	L11, L12, L13	→	主泵变频器 VF02:R, S, T
14	QFMB	L11, L12, L13,N	→	密闭空调组件 L1, L2, L3,N

序号	名称	起点	方向	终点
15	QFGL01	L11, L12, L13,N	→	A 侧干冷塔变频器电源
16	QFGL02	L11, L12, L13,N	→	B 侧干冷塔变频器电源
17	QFV08	EV_L+	→	V008 电源+
18	QFP1	L11	→	PLC 开关电源 P1 引脚 L
19	QFPZ1	PLC 电源 P1 引脚 V+	→	P1_L+
20	QFP2	XD13, L13	→	箱内照明 P2 引脚 L
21	QFPZ2	P2 SDR-480-24 引脚 V+	→	集装箱照明灯电源开关
22	QFJRQ	L13,N	→	主控柜加热器开关
23	QFRDC	P2 SDR-480-24 引脚 V+	→	AB 配电柜、干冷塔电柜风扇
24	QFMF	P2 SDR-480-24 引脚 V+	→	主控柜内散热风扇
25	QFP3	L13	→	SDR-480-24V P3 引脚 L
26	QFPZ3	SDR-480-24V P3 引脚 V+	→	备用
27	QFP4	L11	→	MDR-20-5 P4 引脚 L
28	QFPZ4	MDR-20-5 P4 引脚 V+	→	系统通讯交换机、摄像头电源
29	QFRST	EV_L+	→	配电柜 分励脱扣器
30	QFV1A	EV_L+	→	A 侧系统阀门电源
31	QFV1B	EV_L+	→	B 侧系统阀门电源

比特大陆版权所有

表 7.2 水冷集装箱系统配电柜 A 内的开关功能说明

序号	名称	起点	方向	终点
1	MCB-A1	1L1, 1L2, 1L3	→	主母排 L4, L5, L6
2	MCB-A2	2L1, 2L2, 2L3	→	主母排 L7, L8, L9
3	MCB24-1	1L1	→	电源指示灯 HL1

序号	名称	起点	方向	终点
4	MCB24-2	1L3	→	
5	MCB24-3	2L1	→	电源指示灯 HL3
6	MCB24-4	2L3	→	
7	MCB25-1	L4	→	合闸指示灯 HL2
8	MCB25-2	L6	→	
9	MCB25-3	L7	→	合闸指示灯 HL4
10	MCB25-4	L9	→	
11	MCB-B1	1L1,1 L2, 1L3	→	SPD1
12	MCB-B2	2L1,2 L2, 2L3	→	SPD2
13	MCB21-1	1L1	→	PMM1 V1
14	MCB21-2	1L2	→	PMM1 V2
15	MCB21-3	1L3	→	PMM1 V3
16	MCB21-4	2L1	→	PMM2 V1
17	MCB21-5	2L2	→	PMM2 V2
18	MCB21-6	2L3	→	PMM2 V3
19	MCB26	XRDC 1	→	A 柜内散热风扇 24V+
20	MCB15	XSW:L-in	→	A 侧交换机电源开关 XSW:1L
21	MCB1-1, 7-22	输入铜排	→	A 侧算力服务器开关

表 7.3 水冷集装箱系统配电柜 B 内的开关功能说明

序号	名称	起点	方向	终点
1	MCB-A3	1L1, 1L2, 1L3	→	主母排 L4, L5, L6
2	MCB-A4	2L1, 2L2, 2L3	→	主母排 L7, L8, L9
3	MCB27-1	1L1	→	电源指示灯 HL1
4	MCB27-2	1L3	→	
5	MCB27-3	2L1	→	电源指示灯 HL3
6	MCB27-4	2L3	→	
7	MCB28-1	L4	→	合闸指示灯 HL2
8	MCB28-2	L6	→	
9	MCB28-3	L7	→	合闸指示灯 HL4

比特大陆版权所有

序号	名称	起点	方向	终点
10	MCB28-4	L9	→	
11	MCB-B3	1L1,1 L2, 1L3	→	SPD3
12	MCB-B4	2L1,2 L2, 2L3	→	SPD4
13	MCB22-1	1L1	→	PMM3 V1
14	MCB22-2	1L2	→	PMM3 V2
15	MCB22-3	1L3	→	PMM3 V3
16	MCB22-4	2L1	→	PMM4 V1
17	MCB22-5	2L2	→	PMM4 V2
18	MCB22-6	2L3	→	PMM4 V3
19	MCB29	XRDC 1	→	B 柜内散热风扇 24V+
20	MCB16	XSW:L-in	→	B 侧交换机电源开关 XSW:1L
21	MCB8-1, 14-22	输入铜排	→	B 侧算力服务器开关

2) 系统首次上电注意事项

整个系统接线完成后，使用绝缘摇表测试相间和对地绝缘无问题，设备才可以通电调试。如果有上述任何一项的短路情况存在，则应该先排查出故障，然后再上电。系统前端上电以后（系统本身还未通电，配电柜主开关，主控制柜开关未合闸），还需要量一下前端的电压，看是否满足该设备的电源要求。

该设备的电源要求为：AC 400V±5%，50/60Hz。

危险

系统接线完成后，需用万用表量测输入A/B配电柜之间的相线和相线之间，相线和零线之间，相线和地线之间以及零线和地线直接是否存在短路现象。如果有电阻不为∞Ω的显示，必须排查短路以后才能上电，否则系统有短路炸机和触电风险。

危险

上电前需要对耐压值、绝缘电阻以及接地阻值进行检测，符合要求后方可上电，参考值如下:

耐电压:使用耐压测试仪在设备电源输入端测试各相线间及相、地间泄露电流，测试电压AC1500V，测试时间30s，泄露电流≤10mA;

绝缘电阻:使用摇表在设备电源输入端测试各相线间绝缘阻值及相、地间绝缘电阻试验电压DC500V，绝缘电阻>10MQ;

接地电阻:使用电阻测试仪测试设备内接地与外接地螺柱间电阻，结果≤0.1Ω。

3) 系统上电顺序

a) 当系统的前端上电以后（配电柜白色指示灯亮），且电压满足该设备的要求，那么此时便可以给系统上电。

i）若环温低于-25℃，则先合上主开关 QFWCU，再将主控柜内加热器开关 QFJRQ 和干冷塔控制柜内加热器开关 QFJRQ 合上，分别对主控柜和干冷塔控制柜预热 30-40min，后进行第 ii)条步骤操作；

ii）若环温正常（-25℃以上），按如下步骤操作：首次上电，打开主开关 QFWCU，再打开主控制柜内的所有开关，开关定义见表 7.1。通电后，柜门上的屏幕和 PLC 开始工作；后续断电重启操作如下：先打开柜内所有的微型开关和两个塑壳开关 QFGL01 和 QFGL02，然后关闭柜门，通过柜门操作手柄打开 QFWCU。

受过培训的电工可以通过触摸屏来操作系统，设定参数、修改阈值、更改运行模式（自动/手动）、单独启停某个电机或者自动运行。此时，可以先将水冷系统运行起来，将供液温度控制在所需温度范围内，然后才满足开启算力服务器的条件。

b) 配电柜的上电

主控制柜上电以后，按照控制系统操作流程，将供液温度维持在目标温度附近时，才满足算力服务器开机的条件。此时可以打开配电柜 A、B 内的开关，开始给算力服务器上电。

先打开 MCB-A1、A2、A3、A4，然后再打开其他微断开关，接下来按照要求，有序的启动一排排的算力服务器。由于算力服务器机位总共 308 个，左右共 14 排。在启动算力服务器时，应该在启动一排后，间隔 20S 再启动下一排，以此类推。要避免短时间内启动大量的服务器。

注意

器件和开关位号对应请参考表7.1。

4) 系统断电顺序

当系统由于某种原因要断电时，按照要求，首先断开算力服务器的电源，这是为了保证算力服务器断电前后的水温一致，相当于是保护算力服务器的电源模块。当算力服务器断电以后，延时 20 秒，再人为通过触摸屏使水冷系统停止工作，此时水温可能会稍微往上升一点，但是对系统已无影响。最后断开主控制柜和配电柜的总电源，使整个系统处于完全断电状态。

版权所有

上述做法是安全断电的行为。但是，当系统内出现严重故障时，可以直接按下集装箱内门上的急停按钮，使配电柜的主开关瞬间跳闸、主控制柜的主开关延后 5 秒后跳闸，使系统处于完全断电状态，便于专业人员进行检修工作。

危险

紧急情况下请按下配电柜正面急停按钮，每个配电柜上面的急停按钮控制本配电柜电源，按下后本配电柜断电，但是交换机，防雷器，电表显示不会断电，打开门板操作必须是专业人员。

注意

按下急停，故障排除后重新上电前，需要把急停开关顺时针旋转释放，配电柜主开关，主控制柜开关先搬到OFF位置后再重新合闸。

5) 操作人员职责分类

运维人员职责：系统和算力服务器上下电工作（断开或者合并开关）、系统开机和关机（触摸屏按键操作）、网线检测及调换。

专业的电工（需取得相应资质）职责：系统和算力服务器上下电工作（断开或者合并开关）、系统开机和关机（触摸屏按键操作）、网线检测及调换，当设备出现短路、缺相、反相、传感器无显示数、开关合闸后对应设备无响应以及电机工作不正常的状态时，需要依靠专业的电工人员来操作。

第6条 触摸屏操作说明

危险

注意：严禁带电插拔触摸屏和PLC之间的通讯电缆，否则会造成触摸屏或PLC通讯串口的损坏！

注意

触摸屏操作密码为“1000”。

1) 初始画面

系统上电以后，初次屏幕显示如图 7.18 所示。

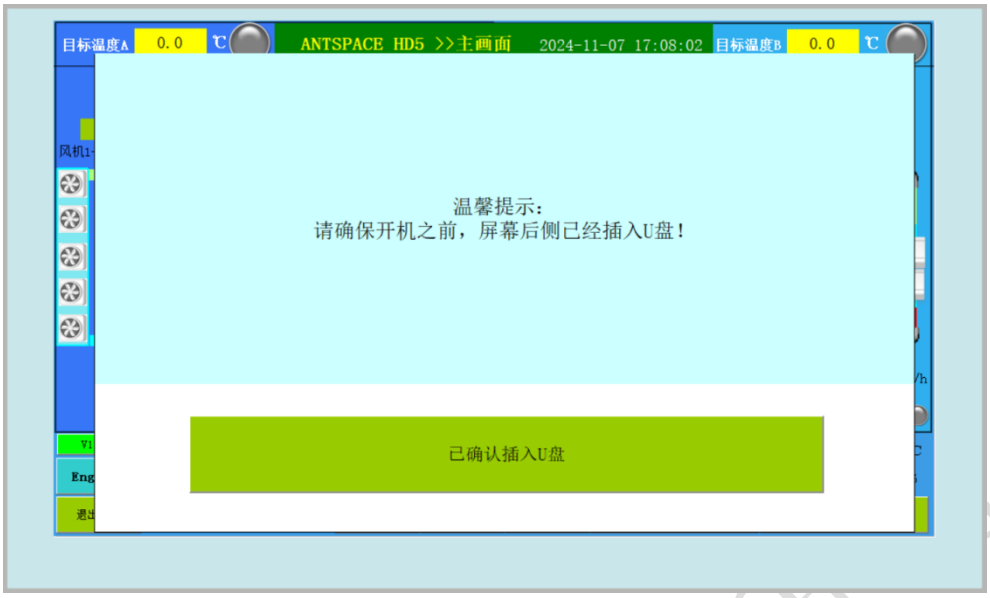


图 7.18 初次开机画面

确认 U 盘已经插入后，进入主界面。

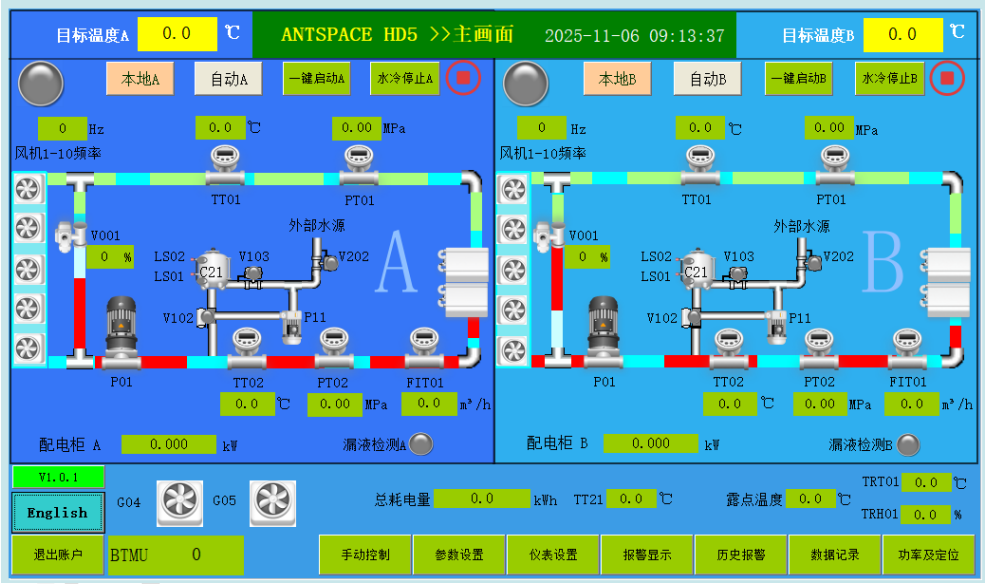


图 7.19 控制主画面

屏幕显示装置控制模式“自动/手动”、“本地/远程”、目标温度、总故障显示和模拟量显示。系统可通过主屏幕设置设备的运行控制模式。

屏幕分为 A 侧系统监控区域、B 侧系统监控区域和公共区域。

⚠ 注意

超声波流量传感器对气泡比较敏感，前期运行时屏幕中超声波流量传感器流量显示较小，需要长时间运行，多次排气之后才会正常显示；

⚠ 注意

系统运行过程中注意观察系统流量及压力，系统内气体没排除干净时，可能会由于回液压力及流量过低触发系统保护。

系统自动排气阀打开后，系统内部冷却液运行时会自动排气，请在排气完成后，再启动服务器。

2) 主画面

在干冷塔模式作用时，调试采用手动控制，系统运行采用自动控制。

点击“自动 A/自动 B”按钮，A/B 系统进入手动控制画面；

点击“手动控制”按钮，进入手动控制画面；

点击“参数设置”按钮，进入参数设置画面；

点击“仪表设置”按钮，进入仪表设置画面；

点击“报警显示”按钮，进入故障报警画面；

点击“历史报警”按钮，进入历史报警画面；

点击“数据记录”按钮，进入数据信息画面；

点击“功率及定位”按钮，进入功率及定位信息画面。

远程控制模式只能在机组处于自动模式下才能有效，且优先级低于本地控制。

3) 手动控制画面

当设备需要加液调试时，需要将设备控制模式调整到“手动”位置，然后进入“手动控制”画面，手动控制界面分为 A 侧系统、B 侧系统和公共区域如下图所示：

图 7.20 手动控制画面

此时，要操作的电机和变频器可以点动启动。一般情况下，当系统需要加入液体时，需要手动启动对应电动阀，补液泵和循环泵。但是，起动必须确保电机的运行方向正确。

因此，通电后，打开 G04 和 G05 排风扇并观察其运行方向。当风从集装箱中抽出时，表示正转。设备出厂前，所有电机均已调试完毕并正转。因此，只需观察一台电机的运行状态即可。当电机反转时，需要对 QFWCU 的三相电源输入进行相位调整，即改变两根电缆的相序。

4) 参数设置画面

系统中的参数已设置，界面分为 A 侧、B 侧和公共区域。其屏幕如下（将在真实屏幕中显示）：

图 7.21 参数设置画面

机组在开机之后，上述参数值已经设置为初始默认值。首次开机需要排查参数设置是否合理，如果有不合适可以进行重新设定。通过参数设置界面可对自动补液参数、V001 电动蝶阀开度、集装箱风机运行参数、干冷塔风机运行参数进行手动设置。此外，通过参数设置界面中的手动补液框中的按键，可对系统不同的使用工况进行手动补液。

5) 仪表设置画面

图 7.22 仪表设置界面示意图

仪表设置界面同样分为 A 侧和 B 侧区域，以及公共区域。通过仪表设置界面可对供回液温度、供回液压力、流量、主控柜内温度、配电柜内温度及冷侧压差等报警阈值进行设置，首次开机参数会恢复出厂设置。如需进行修改，请运维人员在修改前判断其可能出现的问题，确认不影响系统运行的前提下，可对参数进行一定的修改。该界面包含时钟设置，系统时间可以在此进行校准。

6) 报警显示画面

系统运行后，如果系统中存在故障，将显示在此屏幕中。

故障发生后，黄色警报灯会亮。其故障形式会显示在“报警显示画面”。此时，首先分析故障原因，然后排除故障，最后点击手动控制画面中的“复位”。

图 7.23 报警显示画面

7) 历史报警画面

系统中的报警信息将通过时间记录保存在此屏幕中，方便用户查找故障时间。

图 7.24 历史报警页面（示例）

8) 数据记录画面

该界面有六个子界面，分别可显示 A 和 B 系统的供回液温度曲线、供回液压力曲线、供液流量曲线信息。每个参数对应不同的颜色。

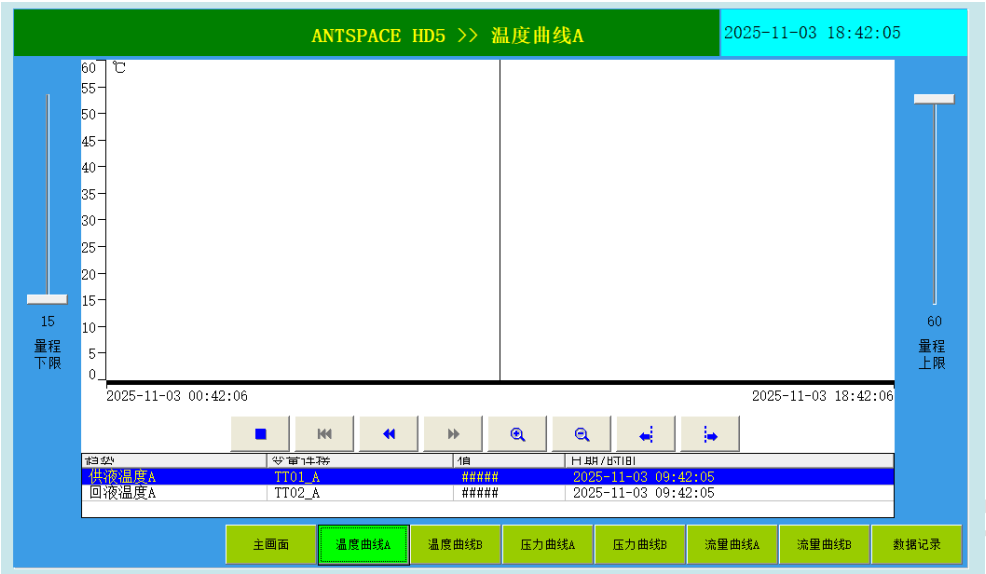


图 7.25 温度曲线 A

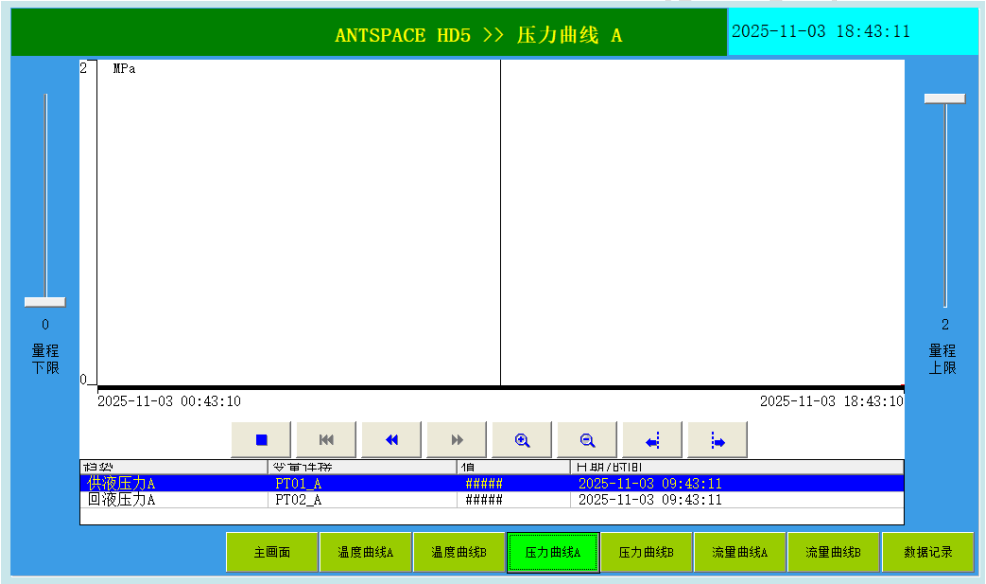


图 7.26 压力曲线 A

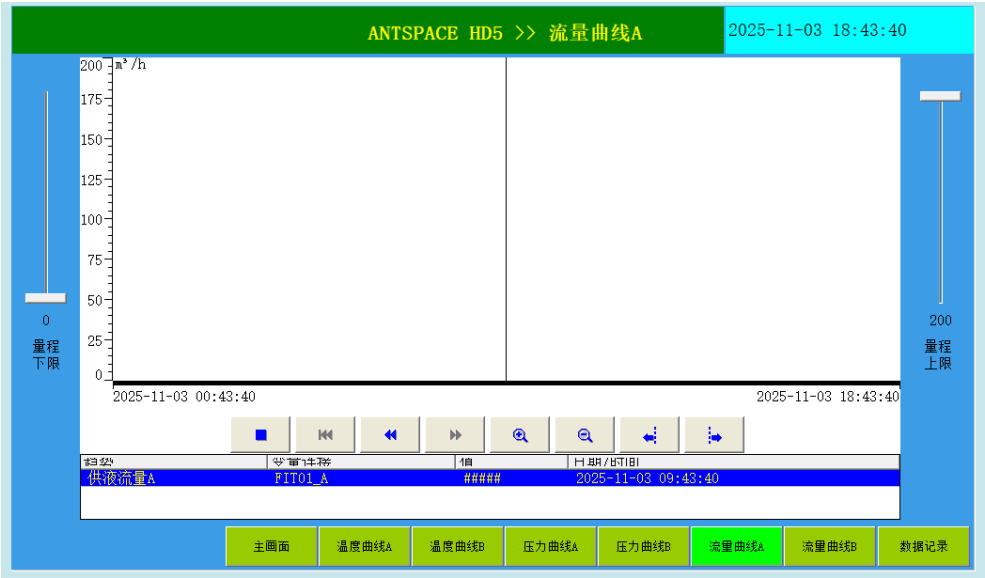


图 7.27 流量曲线 A

9) 功率和定位画面

屏幕可显示三个机柜中的环境温度、两个配电柜共 4 路电源使用的电能质量信息。其中，功率信息用于调试和显示，读取格式为浮点型。

图 7.28 功率及定位

10) 自动控制模式

当 A 或 B 侧系统需要自动运行时，必须确保该系统内压力（PT01/PT02）高于 0.05MPa，然后在参数设置画面中进行所有参数设置。然后单击主屏幕中的“一键启动”，系统中的电机将按照自动控制逻辑顺序执行。需要关闭时，请单击主屏幕中的“一键停止”。

手动模式切换到自动模式具体步骤如下（以 B 系统为例）：

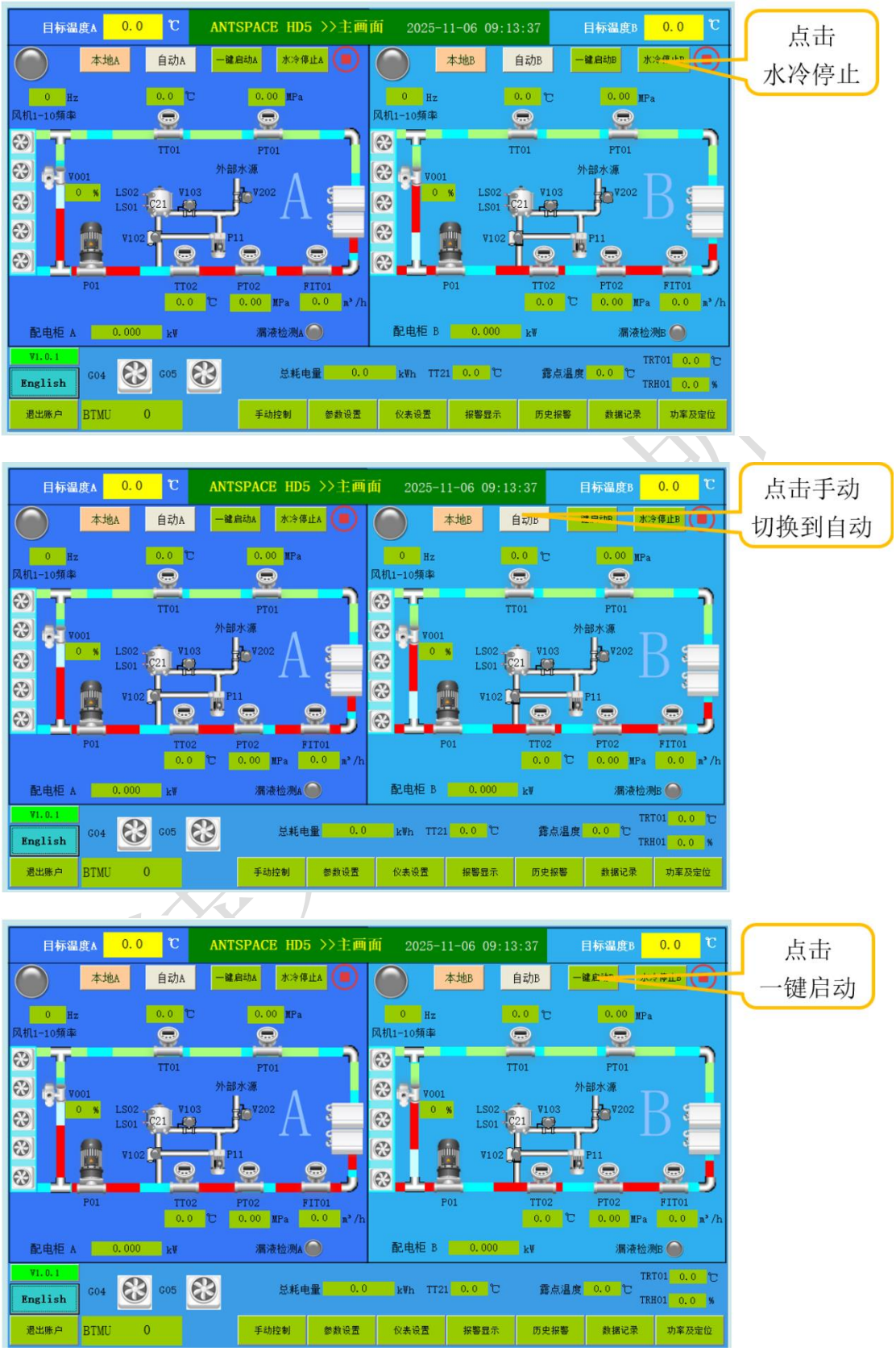


图 7.29 手动模式转自动模式操作步骤

第7条　现场安装总结

1)　现场安装总结

设备到达现场后需要按照

表 7.4，顺序安装工作。安装完成之后即可将控制模式更改为“自动”，点击“一键启动”，系统即可自动运行。

表 7.4 现场安装步骤总结

序号	步骤内容	备注
1	集装箱与干冷塔现场位置定位、吊装	拆除集装箱风机挡板、干冷塔四周挡板及风机挡板。定位好集装箱安装位置并吊装就位。以管路连接为参考，将干冷塔吊装至集装箱顶部并用扭锁锁紧。
2	集装箱与干冷塔中间连接管路安装	管路安装正确，密封好，无泄漏
3	集装箱与干冷塔配电工作	合理走线，规范接线，力矩校准，上电检验
4	集装箱打压操作	气检 7bar/12h 之后，气液检 7bar/90min 无渗漏
5	集装箱加液操作	准备工作-系统补液-水箱补液-定期补液

2)　现场安装检查

机组安装完成后，需要进行以下项目的核查，完全合格后，方可上电开机。

表 7.5 安装完成核对表

检查项目	检查内容	确认选项
集装箱	集装箱安装符合安装要求、无倾斜。 集装箱放置在水平硬质地面上，且留有安装维护空间。 集装箱内部杂物（如扎线带、线头）已清除。	□已确认
干冷塔	干冷塔 20 个风机线缆插接无错误、风机无反转水帘线缆插接无错误。	□已确认
封堵件	集装箱内外封堵结构件、固定件都已拆除，内部无杂物。	□已确认
遮雨罩	遮雨罩在进线口上方正确安装，且防雨布正确安装。	□已确认

比特大陆版权所有

检查项目	检查内容	确认选项
管路连接	补液口卡箍、管卡固定可靠。 循环系统管路固定连接无松动。干冷塔与集装箱管路连接处紧固。 管路压降满足要求。	□已确认
电路连接	整机进线通过遮雨罩下进线口接入配电柜，配电柜连接螺栓紧固。信号线连接正确，无错位、遗漏等。	□已确认
进出水管	集装箱和干冷塔之间的管道已正确连接。	□已确认
电气检查	电源电压属于设备铭牌上的额定电压范围内。 电缆无破损等现象。 系统电气回路没有开路、短路和接错等现象。 确定上下层电控盒所有线缆已接好。 参照电流值检查外接总电源开关额定值是否正确。 所有电缆、电路接头已紧固，紧固螺钉无松动。	□已确认

比特大陆版权所有

第八章　常规故障及排除方法

第1条　集装箱故障及排除

表 8.1 设备部分常见故障及排除方法列表

故障类型	原因分析	解决办法	备注
电源故障	1：断相	1：检查主电源中是否缺相	
	2：过压	2：将上一级的空气开关 QFWCU（主控制柜中）关闭，保证主控制柜不带电的状态下，用平口螺丝刀调大过压值（出厂设置值为+10%）	出现该情况的原因是，设备在出厂前没有调整电源监视器的过压、欠压值,或者设置值和现场实际值不匹配。
	3：欠压	3：将上一级的空气开关 QFWCU（主控制柜中）关闭，保证主控制柜不带电的状态下，用平口螺丝刀调小欠压值（出厂设置值为+10%）	
	4：错相	4：调整配电柜接入主控制柜电源线的相序	
液位低报警	集装箱内水箱液位较低	对集装箱内的水箱进行补液	
循环泵故障	水泵空转、欠压（回液压力低）等导致循环泵过流	1：先将主控制柜内的空气开关(QFWCU)关闭； 2：对主控制柜内的变频器（对应编号 VF01）进行复位操作（手动按下变频器 RES 按钮）； 3：检查系统运行参数是否正常（压力、流量会先报故障），根据报警故障排查问题； 4: 故障排除后，间隔 2-3min 中后再开启循环泵。	警告：系统上电后，系统中无液体的情况下循环泵禁止空转运行。

故障类型	原因分析	解决办法	备注
G03/G04 排风机故障	排风机电流过大，扇叶中可能夹带条状物，阻碍风机运转	1：先将主控制柜内的空气开关(QFWCU)关闭； 2：如果扇叶中有杂物，先将杂物清理掉；如果没有杂物，无故出现风机故障，则需要联系厂家； 3：然后对主控制柜内的马达保护器（1#排风机对应 QFG04；2#排风机对应 QGF05）进行复位操作(手动将马达保护器的旋钮旋到竖直位置，即为合闸)； 4. 故障排除后，间隔 2-3min 后再开启排风机。	
补液泵故障	1：补液 Y 型过滤器脏堵导致过载	1：先将主控制柜内的空气开关(QFWCU)关闭； 2：对主控制柜内的马达保护器（对应编号 QFG11）进行复位操作(手动将马达保护器的旋钮旋到竖直位置，即为合闸)； 3：清洗 Y 型过滤器； 4: 故障排除后，间隔 2-3min 后再开启补液泵。	系统上电后，系统中无液体的情况下补液泵不可以空转
	2：补液泵吸水口位置过低导致过载	1：先将主控制柜内的空气开关(QFWCU)关闭； 2：对主控制柜内的马达保护器（对应编号 QFG11）进行复位操作（手动将马达保护器的旋钮旋到竖直位置，即为合闸)； 3：使外部吸水口低于冷却液桶； 4: 故障排除后，间隔 2-3min 后再开启补液泵。	系统上电后，系统中无液体的情况下补液泵不可以空转
漏液报警	算力服务器的进出液口有液体渗漏到地板上，浸湿了漏液传感器	1：查找地板上有液体的部位； 2：在该部位上方，仔细寻找是否有算力服务器的进出液口往外漏液； 3：找到漏液部位之后，采取换快插、换波纹管的方式处理，然后清理漏液现场，并将漏液监测带擦干。	

故障类型	原因分析	解决办法	备注
供液温度高报警	1：干冷塔散热风机不运行	检查干冷塔风机运行是否正常，转向是否正确。检查风机的供电回路是否正常	
	2：温度传感器损坏	更换温度传感器；供液温度高报警值可以在屏幕中根据需要设定	
供液温度过高报警	在出现供液温度高报警之后，运维人员未及时处理，导致供液温度不断升高	在排查出原因之前，可以考虑关闭部分算力服务器，降低负载，然后寻找供液温度高报警的原因； 供液温度过高报警值可以在屏幕中根据需要设定	
供液压力高报警	1：过滤器堵塞	清洗过滤器滤芯	
	2：供回液阀门故障或未完全打开	打开供回液阀门	
	3：压力传感器故障	更换压力传感器	
回液压力低报警	1：水箱缺液	向水箱中补液	
	2：补液泵故障	检查补液泵故障原因	
	3：压力传感器故障	更换压力传感器	
	4：漏液	检查系统漏点	
供液流量低报警	1：供回液阀门故障或未完全打开	打开供回液阀门	
	2：过滤器脏堵	清洗过滤器滤芯	
	3：流量传感器故障	更换流量传感器	
	4：漏液	检查系统漏点	

故障类型	原因分析	解决办法	备注
凝露报警	环境湿度较大	现场运维看到该报警信息之后，只需要将供液温度目标值增大 5°C，即可防止产生凝露。	程序中设定逻辑为：当露点温度值＞供液温度值-5°C 时，则系统提示凝露报警
压力显示有波动	1：系统内存在空气	请现场运维人员打开排气阀进行排气	
	2：系统缺液	回液压力低于设定值，则补液泵自动对系统进行补液	
	3：传感器损坏	更换传感器	
压力无显示	1：传感器损坏	更换传感器	
	2：电缆松动	检查压力传感器的 接线回路，并紧固	
	3：PLC 采集通道损坏	更换 PLC 对应传感器的模块。	
泵运行，流量不足	1：水泵吸口有空气	用扳手打开水泵吸水口上方排气口，等到有均匀液体流出，重复 2-3 次（具体操作参照使用维护手册）	
	2：过滤器堵塞	清洗滤芯	
	3：系统缺液（回液压力低）	系统补液	
风机不运转	1：电机烧坏	更换风机	
	2：电缆松动	带电情况下，使用万用表检查风机的电源，并在断电的情况下紧固	
	3：空气开关跳闸	合上空气开关	
噪音与异响	1：水泵汽蚀	检测吸水侧压力（回液压力或者压力表），及时补液	
	2：泵轴连接问题	检查泵轴的机械连接	

故障类型	原因分析	解决办法	备注
	3：电机轴润滑不足	添加润滑油	
	4：安全阀动作	检查水箱是否液体太多，无法及时泄压，排出水箱内多余液体	
水泵轴封漏液		更换水泵轴封	

第2条　干冷塔常规故障及排除方法

1)　干冷塔故障分析处理

产品常见的故障现象、分析处理方法，如表 8.2 所示。

表 8.2 干冷塔故障分析处理

故障现象	可能的原因	检查或维修
风机无法启动	1：电机烧坏	更换风机
	2：电缆松动	带电情况下，使用万用表检查风机的电源，并在断电的情况下紧固
	3：塑壳断路器跳闸	合上塑壳断路器(A 侧干冷塔对应 QFVF02，B 侧干冷塔对应 QFVF03)
	4：变频器故障	1，对干冷塔控制柜内的变频器（A 干冷塔对应 VF02，B 干冷塔对应 VF03）进行复位操作（手动按下变频器复位 RES 按钮）； 2，查系统运行参数是否正常，根据报警故障排查问题； 3，故障排除后，隔 2-3min 中之后再开启风机。

比特大陆版权所有

故障现象	可能的原因	检查或维修
	5：风机过载	1，先将主控制柜内的塑壳断路器(A 侧干冷塔对应 QFVF02，B 侧干冷塔对应 QFVF03)关闭； 2，对干冷塔控制柜内的马达保护器进行复位操作（手动将马达保护器的旋钮旋到竖直位置，即为合闸)； 3，故障排除后，间隔 2-3min 中之后再开启风机。
干冷塔断网	网线插头松动或损坏断开	检查网线，紧固网口插头或更换网线
不制冷或制冷效果差	换热器翅片脏堵	清洗换热器。
	系统流量不足	清理过滤器。

注意

1、干冷塔系统某些电路具有致命高电压，只允许专业技术人员进行维护操作。

2、在使用跳线进行故障排除时，当维修工作完成后始终记住撤除跳线。被遗留的连接好的跳线可能影响控制功能，造成设备损坏。

警告

设备带有高电压，对设备内部进行检修前先切断电源。当关闭机组空开时，外部连接电源线缆可能带电。

2) 冬季防冻维护

干冷塔在冬季低温情况下需要注意特别维护。

若干冷塔处于环境温度≤5°C 的低温，循环系统里如果不是防冻液，系统暂时又不运行，则必须手动打开干冷塔端部集水管底部的排水阀，排空换热器中的水，防止换热器和管路冻裂，同时建议排空管路内水后，再用防冻液冲洗一次，确保管内没有残余水，保证管内不会结冰冻裂。同时在该环境温度下，系统运行冷却工质必须为防冻液，以防止冷却工质结冰。

危险

若需要将整机从高温地区搬至低温地区，则需手动打开干冷塔端部集水管底部的排水阀，把机组内的液体排干净，否则换热器及管路有冻裂损坏的风险。

3) 干冷塔风机更换

干冷塔风机更换必须是具有资质的专业技术人员才能操作，操作步骤如下：

a) 关闭总电源；

b) 拆开风机顶部接线盒，拆除风机电源输入线；

c) 拆除风机安装板上的紧固螺栓；

d) 将风机和安装板组件进行维护或更换；

e) 维护完之后请按照相反步骤重新将风机安装到位。安装扭力为 23N·m；

f) 将原风机电源输入线接入新风机顶部接线盒，接线盒的紧固力矩为 2.6N·m，波浪管锁头力矩为 4N·m；

g) 重新上电，检查风机转动是否正常。

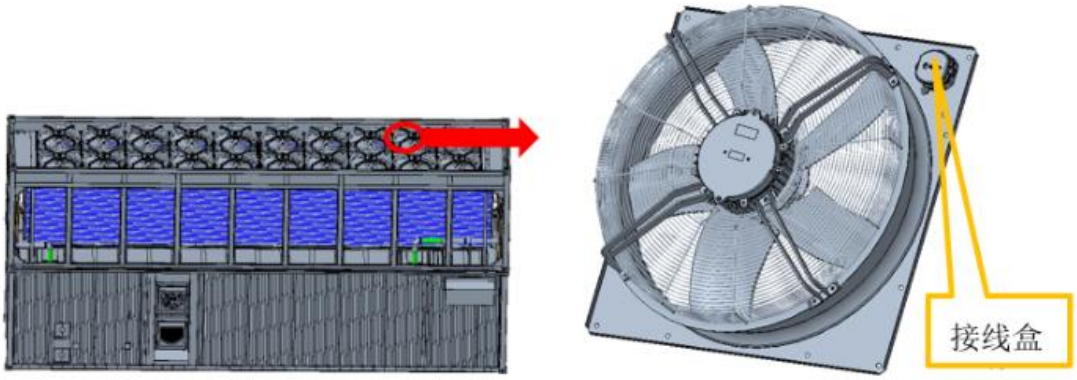


图 8.1 干冷塔风机更换示意图

危险

更换风机属于登高作业，需要登高资质，在进行登高作业时，需要登高爬梯以及符合当地登高作业规范的防护装置。

4) 自动排气阀更换

自动换气阀更换步骤如下：

a) 关闭自动排气阀前端的维修球阀；

b) 用工具拧下自动排气阀，进行维护或更换。排气阀连接做好螺纹密封；

c) 维护完毕后请按照相反步骤重新将自动排气阀安装到位，排气阀的力矩为 4N·m；

d) 重启设备，检查排气阀是否能正常使用，如有渗漏，需重新安装，直到无渗漏。

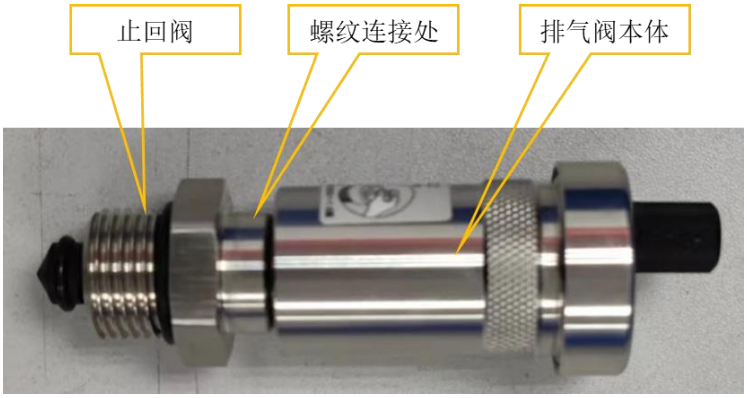


图 8.2 自动排气阀更换示意图

比特大陆版权所有

第九章　系统维护及保养

第1条　概述

预防性维修是为降低产品失效概率或防止功能退化，按照预定时间间隔或按照规定准则实施的维修，主要包括调整、定期检查和必要修理等。使设备维修、操作人员熟悉产品的性能、结构原理、使用方法和注意事项，使设备发挥应有的功能。

搞好维修保养，确保设备处于良好的工作状态。

第2条　预防性维护

1) 操作人员监控

操作人员在正常使用设备时，对其状态进行监控，目的在于发现潜在的故障。

操作人员一旦在发现系统有故障报警时，应需迅速进行故障确认、检查，查找故障发生的原因。

2) 使用检查

操作人员在正常使用设备时，按计划进行定期检查，确定产品是否执行规定功能。

a) 检查供、回液管路、电源线路等连接是否完好。

检验要求：各管路及连接处无泄漏、电缆无损伤；

检验方法：目视。

b) 检查回液压力（背压）是否偏低或偏高，并及时补液或排液。

检验要求：回液压力数值高于 0.05MPa 以上且供液压力低于 0.4MPa（观察触摸屏主界面或者压力表），如果回液压力低于 0.05MPa，需要进行补液；如果供液压力高于 0.4MPa，需要进行排液，以降低系统运行风险；

检验方法：目视、数据对比。

c) 检查供液系统，对温度、压力等数据做到每半日记录一次。

检验要求：记录供/回液温度、供/回液压力、供液流量数据，观察数据是否长期运行趋于稳定；

检验方法：目视、数据对比。

比特大陆版权所有

d) 检查系统的故障报警情况如：温度、压力、流量等（以上故障状态在触摸屏中“故障报警画面”显示），并做到每半日记录一次。

检验要求：排查系统报警点，参照手册指导进行故障排查；

检验方法：目视、按需进行。

e) 检查集装箱正常运行后，A/B 配电柜、主控制柜、干冷塔接线盒内电缆连接可靠性，首次运行或者迁移后第一次运行需要检查，正常运行下每隔半年检测一次。

检验要求：排查线缆搭接点是否紧固，是否有异常温升；

检验方法：目视、采用手持红外探测仪查看搭接点温度是否异常，当显示温度超过 70˚C 或比环境温度高 30˚C 时，都需要对连接点进行检查和重新紧固。

危险

当发现设备有非正常温升或其他非正常现象后，必须停机排查，防止元器件过热引起设备烧毁或者火灾事故，问题未排查出来前，禁止开机。

第3条　集装箱定期检查

1)　过滤器的维护

系统循环介质为冷却液，系统设置了过滤器对循环进行过滤，当系统运行一段时间后需要对过滤器进行清洗。

过滤器清洗时间要求如下：

泵组供液系统循环管道过滤器，位于干冷塔出液口位置，清洗周期为每月一次（或按需要），首次投运后 72 小时建议清洗一次过滤器，防止冷却液及系统中杂质堵塞过滤器；

过滤器清洗更换步骤如下：

a) 切断设备总电源；

b) 找到图 9.1 中系统中的检修蝶阀并关闭，打开管道过滤器组件下方放液球阀，对管路局部放液；

注意

排放的冷却液需要用干净容器储存，冷却液排液需要符合当地排放标准。过滤器两端蝶阀关闭后，排放的冷却液约10L。需要准备20L的容器。排放的冷却液未经处理不能直接加入补水箱重新利用。

c) 找到过滤器后，打开手动排气阀和手动放液阀，拆除卡箍连接，从把手处拿出管道过滤器滤芯；

d) 将过滤器内部的过滤网取出清洗（或更换），参考图 9.2；

e) 将清洗好的过滤网装上，并用扳手拧紧卡箍并关闭阀门；

f) 设备重新上电后，向系统补液箱内充注冷却液。

注意

过滤网排放的冷却液不能直接加入补液水箱。

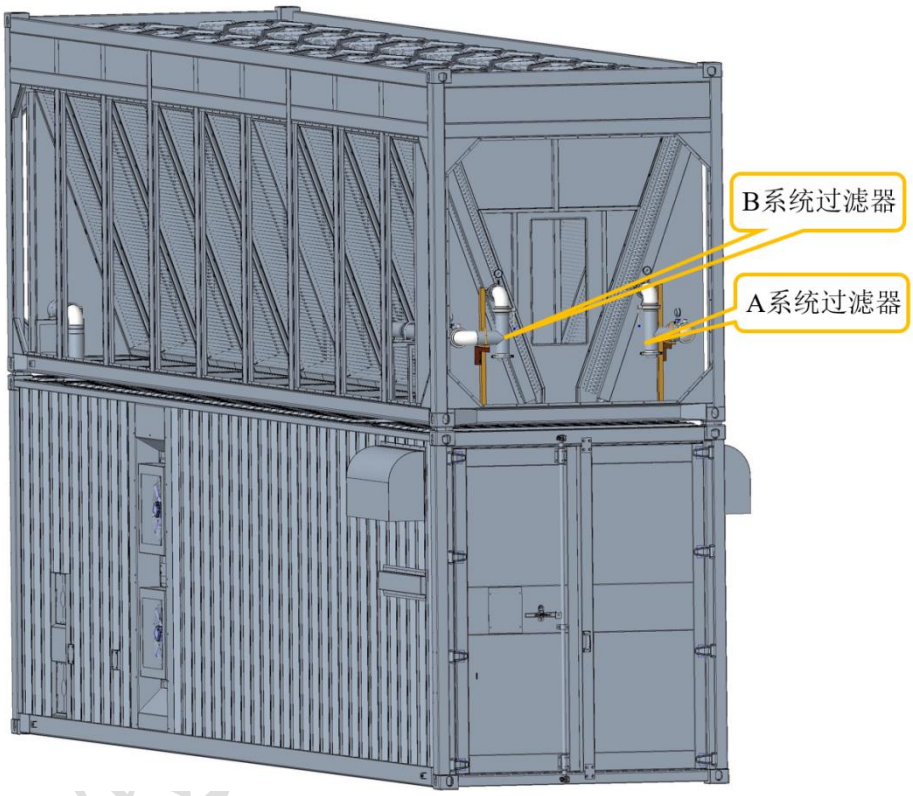


图 9.1 管路检修蝶阀与管道过滤器位置

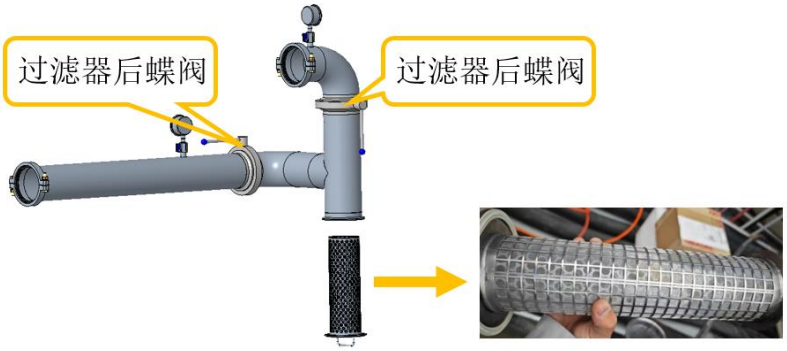


图 9.2 管道过滤器拆除清洗示意图

2) 管路的泄漏维护

当设备运行半年后，应对管网进行半年防漏液检查，如发现有渗漏或泄漏，需立即停机检修。检修应先停止用户端负载器件运行，再停止设备运行，进行修理。同时检漏完成后注意对系统进行补液。

3) 电气元器件的维护

在设备运行半年后，需对水泵机柜内部主控制柜电器元件上的接线端子和压线螺钉进行检查、维护，以防接线端子、压线螺钉的松动，造成元器件的接触不良、损坏及设备不能正常运行，从而影响整个水冷集装箱系统的工作。

> ⚠ 注意
>
> 日常运行检查需要关注系统运行是否有异常噪音，不正常的读数显示，系统运行报警信息。如有异常情况及时排除。

4) 系统排污

系统及水箱运行 1-2 年后，系统管路内可能有一些杂物，应及时对系统冷却液进行排污和更换。

> ⚠ 注意
>
> 系统运行冷却液约2200L,排污请提前准备足够的储存容积。

排污步骤如下：

a) 找到放液球阀位置（见图 9）；

b) 将放液软管接至放液球阀处，使用喉箍卡紧；

c) 将软管引至设备外，打开两个放液球阀（图 9），即可对系统进行排污。

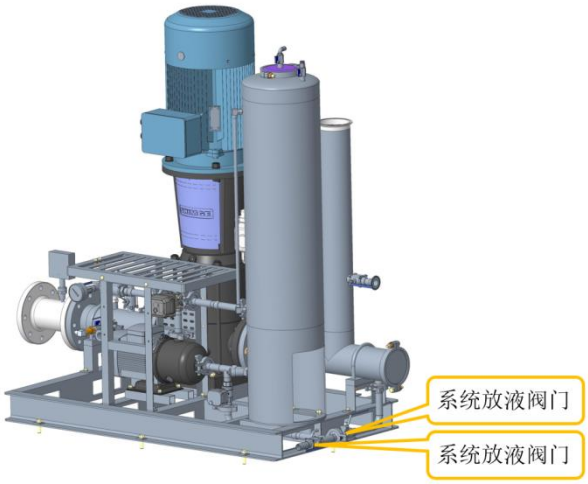


图 9.3 泵站放液球阀位置

d) 干冷塔排污时，可将软管连接至排污口，打开排污球阀（图 9.4），即可对干冷塔排污。干冷塔共有 4 个排污阀。

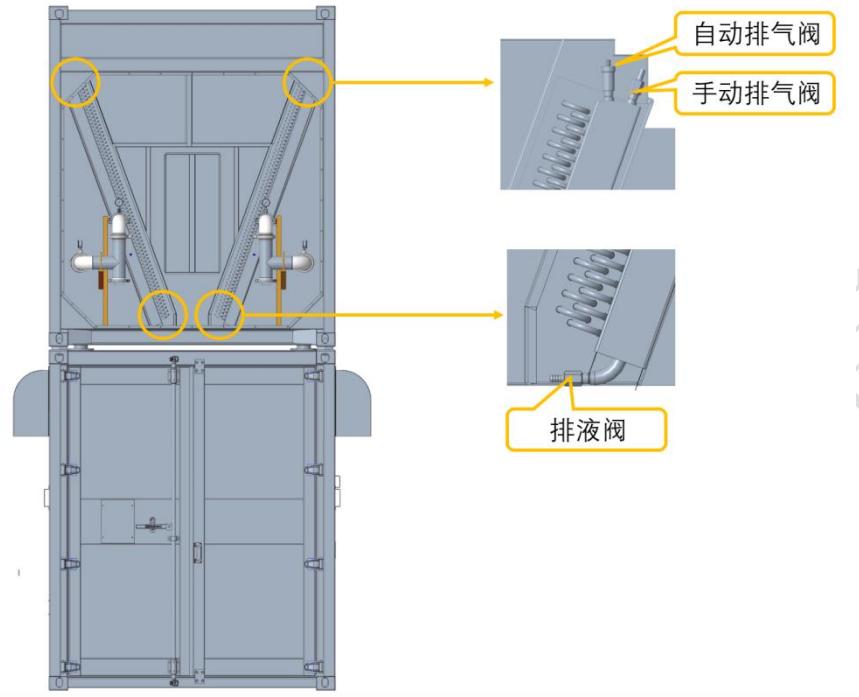


图 9.4 干冷塔放液球阀位置

5) 水箱液位检查

系统针对两处水箱（A 系统和 B 系统）液位均有监控，当水箱液位低于要求值时，系统触摸屏会进行报警提示水箱液位低，此时应该及时检查故障并补液；但是即使水箱液位没有报警也应该定期检查：集装箱内水箱液位要求稳定运行后每周检查一次，水箱达不到 2/3 处，需要及时补液。

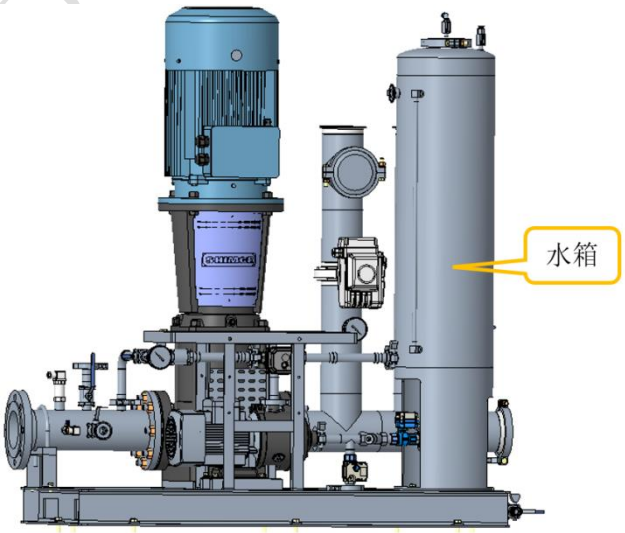


图 9.5 集装箱水箱

6) 冷却液的维护

冷却液使用时需要根据所采用的冷却液类型重点关注附录B表B.1、表B.3、表 B.4 中的相关参数，不满足要求时需酌情考虑补液或更换。

冷却液作为集装箱水冷系统中的核心单元，建议定期跟踪检测并记录。不同类型冷却液的检测频率如下：

去离子水：建议每周检测一次。重点关注 pH 值、电导率、氯离子和菌落总数。当 pH 值低于 6.2 或高于 9 时则不建议使用，必须立即更换。新系统投运或换液后，首月需加密检测：投运前检测一次、运行 24-72 小时后检测一次、运行 7 天后检测一次、运行 30 天后检测一次，确认系统稳定后可恢复每周检测频率。若连续两次检测结果均在正常范围内且无单方向漂移趋势，可适当放宽至每两周检测一次。具体指标参考附录 B 表 B.4。

缓蚀型冷却液：建议每两个月检测一次。重点关注 pH 值和储备碱度，具体指标的检测周期与检测方法可参考附录 B 表 B.3。当 pH 值低于 6.2 或高于 9 时则不建议使用。如果采用的是比特大陆缓蚀剂产品，可以结合其它参数指标联系售后协助给出更换建议。

防冻型冷却液：建议每两个月检测一次。重点关注 pH 值、储备碱度和乙二醇浓度，具体指标的检测周期与检测方法可参考附录 B 表 B.3。当 pH 值低于 6.2 或高于 9 时则不建议使用。如果采用的是比特大陆防冻液产品，可以结合其它参数指标联系售后协助给出更换建议。

冷却液检测出现以下异常情况时，应按如下方式处理：

pH 值超出标准范围时，应先复测确认，排除检测误差；同时检查补液来源和冷却液配方是否被污染，必要时更换或部分更换内循环冷却液。

电导率快速上升或较基准值变化超过 25%时，不应单独据此判废冷却液，应同步检测氯离子、硫酸根、总铁等指标，结合多项数据判断是否存在腐蚀、污染或补液异常。

氯离子、硫酸根或总硬度超标时，不建议继续补加同批次水，应排查水源，必要时部分换水或全量换水，换水后复测确认。

浊度异常或目视可见杂质时，应检查过滤器压差是否异常，评估流道堵塞风险；执行过滤、排污或换水，必要时清洗系统管路。

菌落总数超标时，应执行杀菌处理或更换冷却液，复测合格后方可恢复运行。若反复超标，需排查系统密封性、补液来源和冷却液存储条件。

总铁或总铜超标时，应排查管路金属件是否存在腐蚀，检查是否有异种金属接触或换热器污染，结合漏水情况、系统压降和 pH 变化综合判断是否停机检查。

冷却液检验取样可从系统排液阀门处进行，排液口位置参考图 9.3，**优先选**

比特大陆版权所有

择回液侧排液口进行取样，以保证样品具有代表性。具体操作步骤如下：

a) **取样准备**：准备洁净、干燥的取样容器（建议使用带盖塑料瓶或玻璃瓶），必须佩戴防护眼镜，必要时佩戴防护橡胶手套，避免直接接触冷却液；

b) 系统状态确认: 确认系统处于正常运行状态或循环稳定状态，避免在刚补液或停机状态下取样；

c) 取样操作：将放液管路连接至排液阀门出口，缓慢打开排液阀门，使冷却液稳定流出，**先排放少量液体（约 50-100 mL）以冲洗管路及阀门内部**，使用准备好的容器收集样品，避免外界污染；

d) 样品封存与标识：取样后立即密封容器，在容器上标注取样时间、取样位置（如回液口）、取样的集装箱箱号等信息；

e) 注意事项：取样过程中避免混入杂质、灰尘；不建议在补液口或静止区域取样，以免影响检测准确性。

7) 水泵的维护

关于水冷集装箱产品配套水泵电机轴承维护说明：为了保持滚动轴承的原有的性能，尽可能在良好的状态下长期使用，必须按照规定时间对轴承进行检查和维护，以预防故障，确保运转可靠，提高效率和效益。对于水冷集装箱产品水泵配套的三相异步电动机，关于电机轴承的维护可按照此说明进行维护保养。

当前系统中循环泵产品配套电机的轴承型号见下表：

表 9.1 轴承型号

主泵型号	品牌	轴承	加油周期确认 极对数 2P	油脂型号
CDMF85-2-2 FSLSC	南方	DE:7310	2000h	美孚力富 SHC220
		NDE:6309		
BL90-2-2U	新界	DE:7310	2000h	美孚力富 SHC220
		NDE:6309		

以南方、新界泵业水泵为例，具体加注维护请与厂家联系确认后再加注。

图 9.6 轴承图片

危险

本系统用的是2P的主泵，所以加油周期为2000h,连续运行约83天后必须加轴承润滑脂，或者按需定期增加。

新界水泵轴承润滑油脂加注方法参考如下视频链接：

输入网址： http://100gs.shimge.com/wap/blbxgdjlxbwh_8/2.html；

如更换轴承，请参考如下视频链接：

输入网址：http://100gs.shimge.com/wap/blbxgdjlxbwh_8/216.html

注意

不同牌号的润滑脂混合使用，其稠度会发生较大变化。禁止不同牌号的润滑油脂混合使用。如果使用其他品牌的润滑脂，必须将电机轴承拆下，并将原有的润滑脂清洗干净否则有烧毁电机轴承的危险。

第4条　干冷塔维护及保养

1) 例行维护概述

例行维护是一种预防性的维护，指维护人员在设备的正常运行过程中，周期性地开展检查和维护工作，及时发现并消除设备中的告警和故障隐患。

例行维护的目的是使设备能够长期稳定地运行，通过例行维护：

a) 能及时发现设备运行中的关故障，避免故障进一步加重，保证设备的稳定运行；

b) 能及时发现故障隐患，将故障消灭在萌芽期，避免故障发生后的经济停机损失；

c) 能发现设备运行趋势，有针对性地实施优化，提高设备的运行效率。

例行维护注意事项主要有以下：

a) 在开始操作之前，请仔细阅读安全注意事项内容和产品资料。遵守所在地的安全规范和法律法规，避免意外事故的发生。各手册当中的“注意、警告、危险”事项，并不代表应遵守的所有安全事项，只作为各种操作中安全注意事项的补充。因此，负责设备公司产品安装、维护等操作的人员，必须具备基本的安全操作知识，经过严格培训，掌握正确的操作方法，并具有相应作业资格；

b) 在进行公司产品各项操作时，必须严格遵守由设备公司提供的相关设备注意事项和特殊安全指示。手册中列出的安全警告仅代表了设备公司知道的部分，设备公司不承担任何因违反通用安全操作要求或违反设计、生产和使用设备安全标准而造成的责任；

c) 大部分维护工作必须在设备断电后才能进行，并且在维护过程中请勿接通电源。某些需要运行时进行的维护工作（如测量电流、压力、温度等），必须确保设备已经全部连接完成，才可接通电源，维护完成后应立即切断电源；

d) 进行电气维护时须做防护措施，包括但不限于佩戴绝缘手套和穿绝缘鞋等，同时需符合当地法规规定；

e) 涉及专业的维护时请谨慎操作，具体请咨询客户服务中心。

⚠ 危险

登高操作需满足当地安全法规要求。

2) 干冷塔换热器翅片维护

表 9.2 换热器翅片月维护项

序号	检查内容	具体操作	异常处理
1	换热器翅片有无脏堵	检查翅片表面情况（建议每月检查一次）	积尘不严重可以气枪清扫；脏堵较严重要用高压水枪喷射清水冲洗。

换热器翅片清洗方法：

a) 切断干冷塔电源；

b) 在清洗换热器翅片之前，进行专业清洗机调试，以便清洗工作正常进行；

c) 用专业清洗机水枪调到水柱状，从干冷塔外侧对换热器翅片从上至下逐步冲洗，直至将干冷塔表面的灰尘和污垢冲洗干净为止。

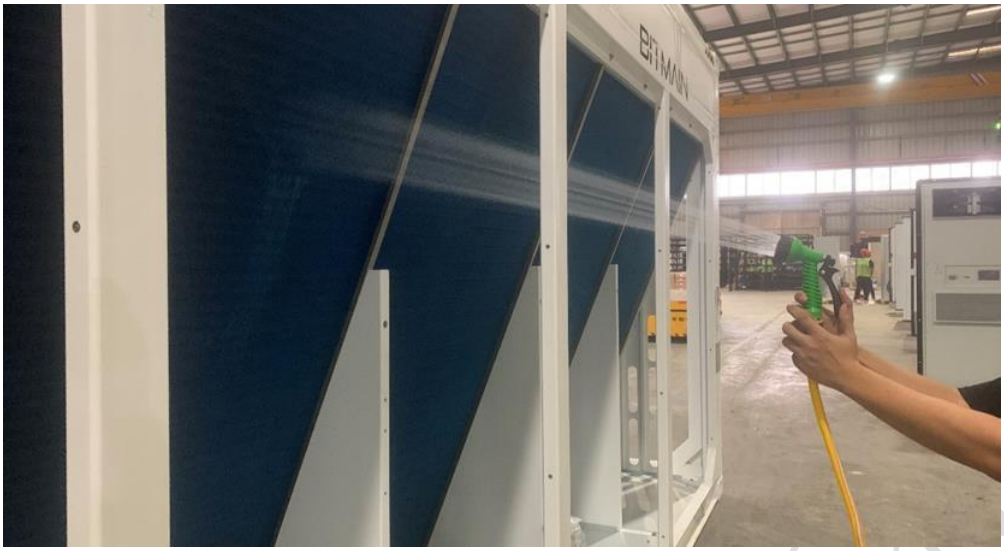


图 9.7 清洗换热器翅片示意图

注意

翅片管清洗时应尽量从上半部分往下半部分冲洗。

危险

高压水枪冲洗用的水必须用清水或者有添加专业空调外机清洗添加剂的清水。

3) 干冷塔顶部排水维护

表 9.3 干冷塔顶部排水季度维护项

序号	具体操作	异常处理
1	确认顶部排水孔未脏堵	清理干冷塔顶部积存的树叶等杂物。

危险

登高操作需满足当地安全法规要求。

4) 风机维护

危险

风机维护前必须将总电源断开！

表 9.4 风机月度维护项目

序号	具体操作	异常处理
1	确认风机中无异物	清理异物。
2	确认风机叶片无损伤	维修叶片，若无法修复，请更换风机
3	确认风机运行声音无异常，异常声如金属摩擦声、刺耳噪音等	清理异物，确认风机固定螺栓已紧固
4	确认风机安装固定螺钉无松动、变形	重新拧紧或更换螺钉
5	确认接线端子无松动	重新按扭力紧固

5) 其它系统维护

为保证系统的正常运行和使用寿命，应至少一年检查一次。

注意

若产品工作环境恶劣建议提高检查频率。

第5条　防尘过滤网的维护

集装箱内有多处过滤网，集装箱门，配电柜，控制柜进风口需要定期检查和清理，以免被灰尘堵塞，引起集装箱内和电柜内环境温度过高导致故障。

集装箱门上过滤网的可以拆卸下来，在集装箱外下风口位置，用压缩空气先进行吹扫，如果灰尘太多，可以用压缩水枪进行清洗。如过滤网损坏，需要更换。备件可咨询比特大陆售后人员。

配电柜和控制柜的进风口过滤网也需要定期清理，从入风口的外侧利用螺丝刀等工具压住底部卡扣，掰开塑料胶框后，防尘过滤网就能取出，清洗方式同上，在集装箱外下风口位置，用压缩空气先进行吹扫，如果灰尘太多，可以用压缩水枪进行清洗。清洗干净后，按原来的正反面方向放入。如过滤网损坏，需要更换。替换备件，备件必须符合阻燃要求。备件可咨询比特大陆售后人员。

清理频率视现场空气中灰尘量来定，也可以根据电柜温度相较环境温度的温差（TT43/TT44/TT45-TT21）来判断，如果温差比系统刚开始运行的时候的温差超过 5℃时，就必须要清理或者更换防尘过滤网。建议矿场一开始运行就记录此温差，并定期记录，以方便来判断防尘过滤网的频率。

比特大陆版权所有

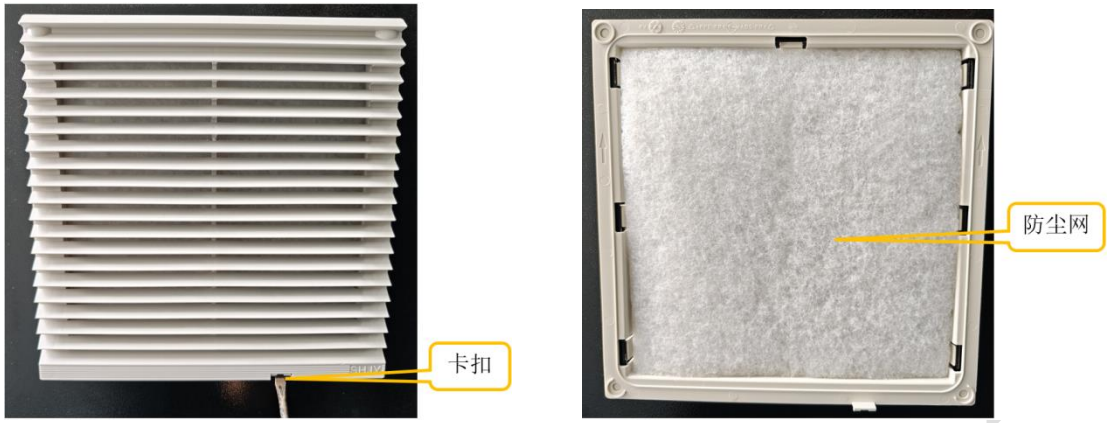


图 9.8 更换防尘过滤网示意图

比特大陆版权所有

第十章　安全须知

危险

集装箱液冷系统长时间不使用，应关闭总电源。长时间停电后，应该按照正常上电流程操作。

第1条　维修

只允许有资质和授权的人员对电气系统进行维护和其他操作。

第2条　操作

集装箱内冷却系统启动前应配备灭火器，灭火器建议统一放在配电柜端门外的左侧，并做明显标记。 推荐使用 ABC 干粉灭火器，或者干冰灭火器，灭火器符合当地消防要求。

注意

因运输和法规限制，系统出货时候不配备灭火器，系统运行前请配备符合项目当地法规的灭火器，灭火器支架需在现场固定在设备进门口左侧标签位置。

设备必须有两个位置以上可靠接地，应验证保护接地电阻保证连续性，应小于 0.3Ω，否则可能出现导致人身伤亡的危险情况；

只有在停机并关掉电源后才能清洗设备，否则可能触电或受伤，勿用水清洗设备，否则可能触电；

开机前一定要查看阀门（有阀门的情况下）是否打开；

配电柜及主控制柜操作安全条款：

在配电柜 A/B 和主控制柜操作前,应当确保柜门处于锁定状态,防止电击等人身伤害,同时避免盐雾、水分、空气中的灰尘或其它导电物质进入配电柜和主控制柜的内部；

上电时，禁止接触机柜内部的单板、线缆、端子、模块、感应器等设备，避免造成安全事故；

如出现故障、异味、声音异常，请关闭三个电柜的五个主开关 MCB-A1、MCB-A2、MCB-A3、MCB-A4、QFWCU，或按下集装箱门上的急停按钮，否则可能导致触电或火灾事故。

当集装箱系统在异常使用环境下有快速结冻风险时，必须尽快采用气泵对系统内的冷却水进行排除，气泵参考 7.2 章节中推荐型号。

第3条　危险

1) 禁止无资质和非专业授权人员打开配电柜门；
2) 只有当主开关处于 OFF 位置时才能打开配电柜门。

危险

主断路器处于OFF位置上，主断路器前端还有带电，非授权和专业人员禁止拆开防护板。

使用此设备前请认真阅读此手册，如果您有什么困难或问题，请向厂方授权人员寻求帮助。

比特大陆版权所

附录 A HD5 水冷集装箱维护工具清单

序号	名称	工具描述	数量	作用	备注
1	吊车	吊车能力 15t 以上	1	集装箱及冷塔吊装	
2	叉车	5t 以上	1	大型元件移动，吨桶冷却液等	
3	梯子	6m 以上	1	登高检查，维护	
4	安全帽		1	个人防护	数量根据现场人数
5	登高安全带		1	个人防护	数量根据现场人数
6	气泵/氮气瓶	气压要求 10bar 以上	1	保气压	接头与 PU 管连接适配（OD10）
7	PU 管	30m，OD10	1	保气压连接	与现场距离有关
8	自吸泵	吸程 5m 以上，流量 $4m^3/h$，扬程 20m 以上，配备倒刺接口与卡箍	1	介质充注	与内径 25 软管管路连接
9	加液管路	内径 25mm，需要与水泵和加放液管连接 10m（可根据现场情况调整长度）	1	介质充注	
10	万用表	福禄克（FLUKE）	1	电压，电阻检查	

比特大陆版权所有

序号	名称	工具描述	数量	作用	备注
11	钳流表	福禄克（FLUKE）	1	电流检查	
12	绝缘电阻测试仪		1	上电前电阻检查	
13	接地电阻测试仪		1	上电前接地检查	
14	扳手工具套装	M6/M8/M10/M12/14/M16 外六角扳手	1	拧螺丝	
15	棘轮扳手工具套装	M6/M8/M10/M12/14/M16 棘轮扳手套装	1	拧螺丝	
16	螺丝刀工具套装	一字及十字螺丝刀 大螺丝刀及小螺丝刀套装	1	拧螺丝	大小螺丝刀都需备用
17	内六角扳手套装		1	拧螺丝	
18	电动扳手	带套筒，一整套	1	拧螺丝	
19	剥线钳		1	剥线	
20	剪刀		1	维护使用	
21	测电笔		1	测是否有电	
22	路由器		1	调试用	
23	网线	5m 长、10m 长及 15m 长	1	调试用	可统一为 15m
24	网线钳		1	压网线端头	

比特大陆版权所有

序号	名称	工具描述	数量	作用	备注
25	电工绝缘手套-胶鞋		1	安全防护	上电需要
26	绝缘胶带		5	接线使用	
27	手电筒		2	照明	
28	卷尺	0-10m	1	测量尺寸	
29	老虎钳		1	必备工具	
30	尖头钳		1	必备工具	
31	吊葫芦	500kg 以上	1	维修使用	
32	润滑油	美孚力富 SHC220	1	水泵润滑，螺丝润滑	
33	密封胶		1	外部密封	
34	麻线手套		10	安全防护	可以多备
35	抹布		5	打扫	可以多备
36	扫把		2	打扫	可以多备
37	拖把		2	打扫	可以多备
38	滚轮式插座	线缆长度 50m	2	现场用电	
39	水桶		2	现场漏水收集	
40	吨桶	介质	2	盛放介质	

比特大陆版权所有

序号	名称	工具描述	数量	作用	备注
41	生料带/螺纹密封胶		1	螺纹密封	
42	拉码		1	水泵维修	
43	14’拉码		1	轴承维修	
44	卡簧钳（胀开型）		1	水泵维修	

比特大陆版权所有

附录 B 冷却塔及集装箱内循环冷却液要求

表 B.1 防冻型冷却液推荐标准

<table>
<tr><th>项目</th><th colspan="2">指标</th><th>检测方法</th></tr>
<tr><td>颜色</td><td colspan="2">光学透明，轻微变深或变绿属正常现象</td><td rowspan="2">目测</td></tr>
<tr><td>外观</td><td colspan="2">无异味，无沉淀，无悬浮物</td></tr>
<tr><td>pH 值</td><td colspan="2">7-9</td><td>pH 计</td></tr>
<tr><td>储备碱度</td><td colspan="2">≥1.5mL（有机配方）</td><td>滴定盒</td></tr>
<tr><td>总硬度</td><td colspan="2"><120mg/L</td><td rowspan="13">具备 ISO/IEC 17025 资质的国际第三方检测机构（如 SGS、Intertek、ALS 等）/送回供应商检测</td></tr>
<tr><td>冰点</td><td colspan="2">＜当地最低冰点温度</td></tr>
<tr><td>沸点</td><td colspan="2">108℃（低温型）</td></tr>
<tr><td rowspan="10">主要元素含量</td><td>B</td><td><20mg/kg</td></tr>
<tr><td>Si</td><td><20mg/kg</td></tr>
<tr><td>P</td><td><20mg/kg</td></tr>
<tr><td>Mo</td><td><20mg/kg</td></tr>
<tr><td>Ca</td><td><50mg/kg</td></tr>
<tr><td>Al</td><td><5mg/L</td></tr>
<tr><td>Fe</td><td><5mg/L</td></tr>
<tr><td>Cu</td><td><5mg/L</td></tr>
<tr><td>Cl^-</td><td><50mg/L</td></tr>
<tr><td>SO_4^{2-}</td><td><50mg/L</td></tr>
</table>

比特大陆版权所有

表 B.2 乙二醇冷冻液浓度与冰点对照表

乙二醇浓度		冰点 ℃
质量浓度%	体积浓度%	
0	0.0	0.0
5	4.4	-1.4
10	8.9	-3.2
15	13.6	-5.4
20	18.1	-7.8
25	22.9	-10.7
30	27.7	-14.1
35	32.6	-17.9
40	37.5	-22.3
45	42.5	-27.5
50	47.6	-33.8
55	52.7	-41.1
60	57.8	-48.3

表 B.3 缓蚀型冷却液推荐标准

项目	指标	检测周期	检测方法
颜色	光学透明，轻微变黄属正常现象	每两月	目测
外观	无异味，无沉淀，无悬浮物		
pH 值	7-9		pH 计
储备碱度	≥1mL（有机配方）		滴定盒
冰点	<当地最低冰点温度	每半年	具备 ISO/IEC 17025 资质的国际第三方检测机构（如 SGS、Intertek、
沸点	100℃（低温型）		
缓蚀剂有效成分	≥80%		
菌落数	<1000CFU/mL		
浊度	<20NTU		

比特大陆版权所有

项目	指标		检测周期	检测方法
总硬度	<120mg/L			ALS 等）/送回供应商检测
主要元素含量	B	<20mg/kg		
	Si	<20mg/kg		
	P	<20mg/kg		
	Mo	<20mg/kg		
	Ca	<50mg/kg		
	Al	<5mg/L		
	Fe	<5mg/L		
	Cu	<5mg/L		
	Cl^-	<50mg/L		
	SO_4^{2-}	<50mg/L		

表 B.4 去离子水推荐标准

项目	指标
pH 值	7-8.5
硫化物	≤1 mg/L
硫酸盐	≤10 mg/L
氯化物	≤5 mg/L
细菌群	≤100 CFUs/mL
总硬度(as $CaCO_3$)	≤20 mg/L
电导率	≤20 uS/cm（参考值，不强制要求）；趋势变化≤25%
蒸发后的残留	≤50 mg/L
浊度	≤5 NTU
铁含量	≤0.1 mg/L
铜含量	≤0.1 mg/L

比特大陆版权所有

项目	指标
铝含量	≤1 mg/L

比特大陆版权所有