



打印人：刘玉龙/维修一处

打印时间：2021-04-29

田湾核电站 1KPL2 系统增加除湿装置 风冷单元采购技术规格书

编制单位		 清华大学 合同专用章 2020.7.29 (5)		检索号				
				密级		公开		
编码								
A	2020.7.29	初审中						江峰
版次	日期	状态	审核	修改说明			批准	

LYG	1	JWHD	GZ	KPL15212	SJ	0003	H
-----	---	------	----	----------	----	------	---

田湾核电站 1KPL2 系统增加除湿装置 风冷单元采购技术规格书

编制单位	 清华大学 合同专用章 2010.08.13 52189 (5)	
负责部门	环境技术研究室	
编制	杜瑞铭	杜瑞铭 2020.07.29
校核	王绍雨	王绍雨 2020.07.29
审核	张振中	张振中 2020.07.29
批准	江 锋	江 锋 2020.07.29

2020 年 4 月

目录

1 总则	1
2 除湿改造项目概述	2
2.1 整体设计功能	2
2.2 设计参数和接口条件	3
3 设备技术规格	5
3.1 风冷单元本体	5
3.2 蒸发器盘管	7
3.3 水箱	7
3.4 水泵	8
3.5 其他	8
4 供货范围	10
4.1 设备清单	10
4.2 备件清单	10
4.3 随箱文件	11
5 制造、试验和验收要求	14
5.1 制造	14
5.2 试验	14
5.3 出厂检查	15
5.4 验收	16
6 清洁、包装、运输和贮存	17
6.1 清洁	17
6.2 包装	17
6.3 随机文件	17
6.4 运输要求	17
6.5 贮存	17
7 质保和服务	18
7.1 现场技术服务	18

7.2 培训	18
7.3 质保与服务响应	19

1 总则

1.1 本规格书适用于田湾核电站 KPL2 系统除湿改造中需要的风冷冷站的采购。本规格书包含风冷冷站本体及附件的设计、制造、检验、试验、运输、交货等方面的技术要求。

1.2 本规格书提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节做出规定，也未充分引述所有相关标准和规范的条文，供货方应保证提供符合本规格书和最新工业标准的优质产品。

1.3 对于规格书中包含的错误、争议或者要求与相关法规不一致时，供货方需向采购方索取书面解决方法。如果供货方没有以书面形式对本规格书的条文提出异议，采购方可以认为供货方所提供的产品完全满足本规格书的要求。

1.4 在签订合同后，采购方有权因规范标准和规程发生变化而提出一些补充要求，具体项目由供货方、采购方共同商定。

1.5 本规格书所使用的标准如与供货方所执行的标准发生矛盾，则按较高标准执行。

1.6 供货方必须有权威机关颁发的 ISO-9000 系列的认证书或等同的质量保证体系认证证书，以保证其产品生产过程中的质量得到控制。

1.7 供货方对设备的各种配套设备负有全责，即包括分包（或采购）的产品。分包（或采购）的核心部件，包括压缩机、风机等的制造商应符合本规格书要求。

1.8 供货方有责任及时将影响到设备及其接口功能的差异/变更提交给采购方并得到认可。

1.9 供货方应当在 2021 年 1 月 31 日前完成设备供货。

2 除湿改造项目概述

2.1 整体设计功能

本规格书所要求的风冷冷站用于田湾核电站，为 KPL2 放射性气体除湿系统提供冷冻水作为冷源。为了对放射性废气进行除湿处理，新建了一个气水换热器，放射性废气流过壳程，被管程的冷冻水冷却从而通过冷凝的方式来除去水分。同时，建立了一个冷冻水循环系统来给气水换热器持续提供冷冻水。风冷冷站是冷冻水循环系统的主要部件，提供 4℃左右冷冻水，将放射性气体从 38℃冷却至 6℃左右，从而通过冷凝的办法降低放射性废气中的含水量。

系统示意图如图 1。

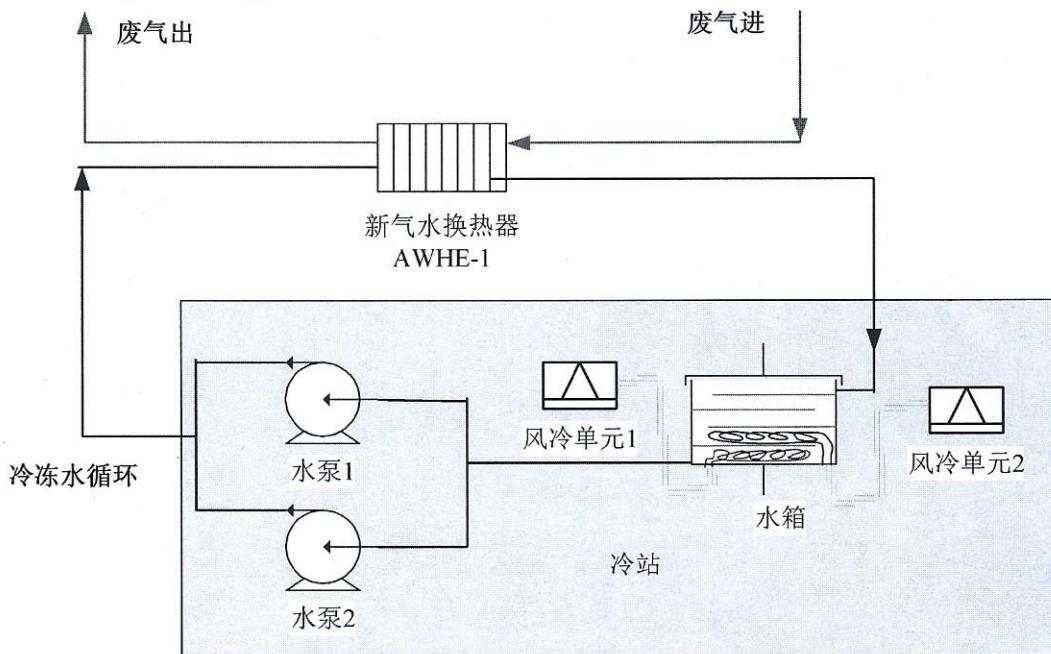


图 1 系统示意图

风冷冷站安装在 KPL2 设备间外围的封闭走廊里，处于建筑内区，其环境参数在正常情况下可近似按空调/供暖房间来考虑，夏季按 26℃，60%RH，风速小于 2.5m/s 考虑，冬季按 18℃，30%RH，风速小于 2.5m/s 考虑。

为充分考虑可能的不利环境因素，风冷冷站应能在干球温度 0℃至+40℃下正常运行制冷工况。需要做好管路保温、保证循环水泵正常工作，确保在上述条件下管路不会冻裂，制冷系统和水系统均能安全、可靠、连续地运行。

2.2 设计参数和接口条件

风冷冷站应包括两台完全一样的风冷单元，以及一个水箱，两个水泵。主要设计参数及接口条件见表 1。整座冷站为普通商用设备，非核安全级。

表 1 设计参数及接口条件

序号	项目	参数
风冷单元		
1	冷却方式	空气冷却
2	制冷原理	电驱动压缩机
3	压缩机类型	涡旋压缩机
4	额定制冷量	$\geq 5\text{kW}$
5	蒸发器	不锈钢盘管
6	冷凝器	高效内螺纹铜管和高效铝翅片
水箱		
7	有效容积	$\geq 0.28\text{m}^3$
8	介质	除盐水
9	介质温度	0~38℃
10	净宽（不含保温）	$\leq 1500\text{mm}$
11	净高（不含保温）	$\leq 600\text{mm}$
12	净厚（不含保温）	$\leq 400\text{mm}$
13	出水口公称通径	DN25
14	回水口公称通径	DN25
15	底部排水口公称通径	DN25
16	顶部排气/排水口公称通径	DN25
水泵		

风冷单元采购技术规格书

17	类型	卧式离心泵
18	扬程 40m 时流量 (除盐水)	$\geq 4\text{m}^3/\text{h}$
19	与泵送介质接触部件 (衬套、泵轴、叶轮/型腔) 材料	316 不锈钢或防腐性能更好的材料
20	水泵自带电机	全密封风冷电机
21	泵送介质温度范围	0-40°C
22	最大工作压力	0.6MPa
冷站		
23	冷冻水出水温度控制区间	3-5°C
24	冷冻水出水温度控制精度	$\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$
25	运行控制模式	接入就地控制柜，无人值守
26	使用寿命	20 年

3 设备技术规格

组成风冷冷站的所有设备都需适用表 2 中的规范和标准。

表 2 适用规范和标准

GB/T18430. 1-2007	蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组：工商业用和类似用途的冷水（热泵）机组
GB/T18429-2001	全封闭涡旋式制冷压缩机
JB/T4329-1997	容积式冷水（热泵）机组
JB8654-1997	容积式和离心式冷水（热泵）机组安全要求
JB/T7659. 5-1995	氟利昂制冷装置用于翅片式换热器
NB/T47012-2010	制冷装置用压力容器
GB/T5226. 1-1996	工业机械电器设备第一部分：通用技术条件
GB9237-2001	制冷和供热用机械制冷系统安全要求
GB/T13384-2008	机电产品包装通用技术条件
GB/T3181-2008	漆膜颜色标准

3.1 风冷单元本体

3.1.1 在环境条件为 26℃，60%RH，冷冻水出水温度 4℃时，单台风冷单元出冷量不小于 3.6 kW，且不大于 6 kW。应选用知名品牌封闭式涡旋压缩机。节流装置应采用电子或热力膨胀阀。

3.1.2 冷站包含两个风冷单元，可以同时启动，或只启动其中一台，或均不启动。

3.1.3 风冷单元配置高低压压力表来检测制冷剂压力。低压表量程 0~1.6MPa，精度 1.6 级；高压表量程 0~3.5MPa，精度 1.6 级。

3.1.4 风冷冷站贴墙摆放。不含保温的单个风冷单元最大外形尺寸不超过 400mm（垂直于墙面方向）×1000mm（平行于墙面方向）×800 mm（高度方向）

3.1.5 经过风冷单元冷凝器的风吹出的流向，应为面向走廊的方向，而不应靠在墙壁内侧，以利于冷凝器散热。

3.1.6 冷凝器前宜设置过滤网，以便于清洁。

3.1.7 制冷剂管路上的高、低压力表应提供省级计量检定证书。

3.1.8 冷站热泵系统应设置高压保护开关，低压保护开关，排气温度保护开关。

高压保护开关及低压保护开关应采用微动开关结构，保护值设定值手动可调。

3.1.9 冷站所有蒸发侧铜管均应进行可靠保温，防止产生冷凝水，保温应采用 B1 级橡塑保温，保温厚度不小于 20mm。保温应包裹严密，表面无损伤，接口采用专用胶水粘接严密，避免渗入空气产生凝水。

3.1.10 冷站制冷管路采用优质无缝紫铜管，钢管壁厚不低于 1.00mm；钢管应尽量采用折弯设备进行折弯加工，减少焊接接头；焊接接口采用专用含银焊条进行焊接，焊缝应厚度均匀，饱满，无虚焊，砂眼，焊瘤等异常；焊接时应内外充注氮气进行保护，避免内部产生氧化焊皮；所有焊缝均应进行打磨，并刷专用防锈清漆。

3.1.11 压缩机排气管及吸气管应进行避震弯设计。

3.1.11 焊接完成后应按照国标进行气密性检验。

3.1.12 冷站内所有线缆应选用铜芯线缆，具有“CCC”认证，所有线缆应采用护套进行防护，并固定牢固；线缆颜色应符合通用标准要求；所有线缆两端均应有明晰线号，所有接线均应汇总到接线端子排，端子排设有清晰标识。

3.2 风冷冷凝器

3.2.1 冷凝器采用优质无缝紫铜管穿亲水膜铝翅片结构，盘管采用机械低速拉涨技术成型。表冷盘管的换热钢管壁厚不小于 1.00mm，翅片间距 3.2mm，铝翅片厚度不小于 0.15mm。检漏及试压应符合国家标准的有关规定。

3.2.2 冷凝器迎面风速应低于 2.5m/s.

3.2.3 冷凝器应采用 U 型或 V 型设计。

3.3 冷凝风扇

3.3.1 冷凝风扇应采用优质轴流风扇，

3.3.2 叶轮应采用铝合金，复合塑料制造，叶轮应采用模压或注塑工艺一次成型，并经动，静平衡试验校正。

3.3.3 风机电机应提供至少 IP55 等级防护要求。

3.2 蒸发器盘管

3.2.1 风冷单元的蒸发器应采用无缝不锈钢（316 或抗腐蚀性能更强的牌号）盘管以提高抗腐蚀性。蒸发器的布置位置不在风冷单元壳体内，而是放置于水箱内。

3.2.2 蒸发器盘管应在水箱适当位置伸出不锈钢管，并在供货方厂内焊接好铜管，以方便在现场利用此铜管与风冷单元制冷剂管路通过纳子或其他非焊接方式进行连接。供货方要保证水箱与风冷单元连接用铜管数量足够。

3.3 水箱

3.3.1 水箱应具有高、低液位开关，提供补水、停止补水的信号，监测冷冻水泄漏或过度补水。水箱里还应设置浮球阀，作为高液位开关的备用。液位开关的精度不超过 $\pm 2\text{mm}$ ，应可以现场设置为常开/常闭，并在与水接触的部位采用不锈钢、聚丙烯、尼龙等耐腐蚀的工程塑料材料。

3.3.2 水箱应采用不锈钢（316 或抗腐蚀性能更强的牌号）加工成型，最薄处厚度不小于 3mm。水箱为非承压，但应具有顶盖，通过螺栓或其他可拆卸结构固定在水箱上。

3.3.3 水箱顶盖应垂直向上伸出 DN25 不锈钢管作为通气/排水口，长度 100mm，管口带外螺纹，以便于现场连接通气/排水管。

3.3.4 水箱底部应垂直向下伸出 DN25 不锈钢管作为排水管，长度 100mm，管口带外螺纹，以便于现场连接至地漏。排水管的设计应保证水箱里的水可以全部排空。

3.3.5 冷冻水出水口和回水口应分别设置在水箱的两侧（沿长度方向），回水口位于上部，高液位附近，而出水口位于水箱底部。管口带法兰或外螺纹。应通过合理设置冷冻水出水口和回水口的位置，和/或在水箱内设置适当的挡板，来强化水箱内的水流扰动，避免盘管表面结冰，进而影响换热以及冷冻水循环。水箱外应留出冷冻水出水口、回水口各 100mm 长 DN25 短管，管口带外螺纹，以便于现场施工接管。

3.3.6 水箱的对外接口（包括两个不锈钢盘管、底部排水管、顶部通气/排水口、冷冻水进水口、冷冻水出水口、高低液位开关等）均应在供货方厂内做好密封工作，确保运输至现场之后不泄漏。

3.3.7 低液位的确定、挡板的设计应保证在外置循环泵工作时包括水箱内水循环在内的冷冻水循环畅通。高液位时水箱顶盖上的通气/排水口最低点与液面间存在不小于 50mm 高度差，水箱内冷冻水总容积不小于 200L。

3.4 水泵

3.4.1 考虑到现场安装条件，水泵应为卧式离心泵，法兰连接，并自带全封闭风冷电机，使用 AC380V 三相电源，水泵外形尺寸不超过 450mm×180mm×220mm。

3.4.2 水泵在扬程 40m 时流量（除盐水） $\geq 4\text{m}^3/\text{h}$ ，在 40m/ $4\text{m}^3/\text{h}$ 时输入功率 $\leq 1\text{kW}$ 。

3.4.3 水泵中与泵送介质接触部件（衬套、泵轴、叶轮/型腔）材料应采用不锈钢（316 或抗腐蚀性能更强的牌号）。轴承选用 SKF 轴承，稀油润滑，保证轴承室的密封性能，泵运行时不能出现渗漏问题，轴封为单机封，自润滑。泵进出口与管路采用法兰连接，进口接管尺寸为 DN32/DN25（泵侧 DN32，管侧 DN25），泵出口接管尺寸为 DN25。

3.5 其他

3.5.1 风冷冷站的冷冻水温度控制区间设定值可调，下限不高于 3°C，上限不低于 7°C。

3.5.2 风冷冷站应当采取适当设计（双机起停控制、 $\leq 1\text{kW}$ 的辅助加热等），以便在负荷强烈变化（0.25kW~3.6kW）时保证冷冻水出水温度稳定，不超过设定值 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

3.5.3 冷冻水补水采用除盐水，除盐水成分控制区间见表 3。风冷冷站的冷冻水管路及蒸发器应具备在下述水质下长期运行的能力。

表 3 补水水质表

项目	单位	允许值
λ	$\mu \text{S}/\text{cm}$	≤ 1.20

pH(25°C)	/	5.6~8.0
Cl ⁻	μ g/L	≤50
F ⁻	μ g/L	≤50
SO ₄ ²⁻	μ g/L	≤50
SiO ₂	μ g/L	≤20
TOC	μ g/L	≤500

3.5.4 风冷冷站不自带控制系统，由项目现场提供的就地控制柜来进行控制。风冷单元应将高/低压开关输出信号、启停状态信号通过干触点直接接入就地控制柜，由就地控制柜控制执行停机、开机等动作。水泵在现场安装时直接接入就地控制柜。水箱高、低液位开关信号通过干触点直接接入就地控制柜。

4 供货范围

4.1 设备清单

供货方应提供 2 个风冷冷站，及相应附件。每个风冷冷站应包括 2 个风冷单元和一个水箱，及其它配件。每个风冷冷站应包括但不限于：

- a) 2 台风冷单元本体
- b) 1 个水箱
- c) 2 个水泵
- d) 吊耳或者其它起吊装置，便于风冷单元拆装
- e) 冷冻水进、出口连接管（螺纹或法兰）
- f) 垫片和紧固件
- g) 备品备件，按 4.2 条之规定

4.2 备件清单

在供货清单中除产品数量之外，还应注明备品备件数量清单和专用工具清单。备品应包括但不限于（备品备件的品牌型号应与风冷冷站中所使用的一致）：

- a) 冷凝风机正常工作 2 年所需的润滑脂
- b) 制冷系统正常工作 2 年所需的干燥过滤器（芯）
- c) 高、低压压力表各 2 块
- d) 冷冻水接口管配对法兰各一个，垫片（圈）若干（每种规格 2 个）（如果采用法兰连接）
- e) 冷凝风机 1 台
- f) 水泵 1 台
- g) 泵进出口连接法兰 16 片，规格 DN25，PN1.0MPa；
- h) 泵进出口法兰密封垫，10 片，规格 DN25，PN1.0MPa，材料须耐水解、耐腐蚀
- i) 泵进出口法兰配套连接用单头螺栓/六角螺母 50 套

j) 高低液位开关各 2 块

4.3 随箱文件

在供货合同签订后，风冷冷站的供货方应分阶段向采购方提供 5.3 节所列的技术文件和图纸供审评和认可。但是采购方对所提交的文件和图纸的“认可”并不转移供货方对产品质量全面负责的职责。未经采购方书面认可，不允许偏离本规范书和引用文件的要求。

提交的文件语言为中文，应包括纸质版和电子版，电子版为 AutoCAD 文件或 PDF 文件；文件应带修订栏，包括修订版本号、日期与修改的描述。技术文件和图纸的提供份数及具体日期应按合同规定，且每一批图纸资料都应附有图纸清单，图纸及文件应注明“田湾核电站 KPL2 风冷冷站专用”及版本号，加盖确认标记。图纸改版后，供货方应及时通知需方，并在新版图纸上注明改版序号及修改原因，修改处应有明显标识。

4.3.1 制造前审查文件

供货合同签订后，产品正式制造前，供货方应提交下列文件供采购方审查：

- a) 风冷冷站性能参数表；
- b) 风冷冷站安装尺寸图（包括水泵）
- c) 风冷冷站电气原理图
- d) 风冷冷站系统图
- e) 风冷冷站控制系统图
- f) 水箱的详细设计图

4.3.2 系统原理图

系统原理图应图示系统工作原理，并在原理图中表明各设备、零部件。

4.3.3 控制原理图及控制系统用户手册

系统控制原理及控制系统相关部件说明，以及用户如何操作控制系统的说明。

4.3.4 电气原理图

电气原理图应包括主电路、控制执行电路、检测与保护电路、配电电路及其它必要信息，电路元件符号规范，易于识别。

4.3.5 安装尺寸图及安装说明

安装尺寸图上必须标明：

- a) 风冷冷站的外形尺寸及各项定位尺寸
- b) 设备重量，包括空重、运行重、满水重
- c) 提供设备最大（重）检修起吊件的重量、最大件尺寸、最小起吊高度要求
- d) 设备在各个方向的检修空间要求
- e) 冷冻水管的进口、出口接头的定位、管径、接口连接要求，包括作用在接口管（法兰）上的三向最大许可力和力矩
- f) 动力接线盒、控制接线盒位置尺寸
- g) 附有文字，对推荐的吊装步骤、安装过程中的注意事项做详细说明。

4.3.6 安装基础图

根据现场条件，风冷冷站通过预埋支架悬挂在走廊的承重墙上。风冷冷站的各部分，包括风冷单元、水箱应分别提供型材底座尺寸图，标明固定螺栓孔的位置和尺寸。

4.3.7 水箱详细设计图纸

4.3.8 备品备件和专用工具清单

标明备品备件的品牌、型号、推荐用量、随机提供数量，以及专用工具清单。
参考 4.2 节。

4.3.9 主要部件说明、规范表

应对如下主要部件的品牌、型号、产地、数量、来料检验结果列表说明。

- a) 制冷压缩机
- b) 电机
- c) 风机
- e) 蒸发器
- f) 冷凝器
- g) 水箱

4.3.10 出厂试验报告

出厂试验报告应包括至少如下内容：

- a) 试验时的环境参数，包括空气温度、湿度、风向、风速
- b) 气密性试验报告
- c) 真空试验报告
- d) 压力试验报告
- e) 运转试验报告

4.3.11 安装、使用和维修手册

安装、使用和维修手册是一个综合性的手册，它包括 3.2.1~3.2.3 节全部内容，并包括风冷冷站的原理、操作方法、拆装程序、维护与保养、故障判断及常见故障处理等方面的内容。

4.3.12 出厂合格证

4.3.13 装箱清单

5 制造、试验和验收要求

5.1 制造

5.1.1 供货方应分别提供风冷单元（不含蒸发器）、水箱（含蒸发器）、水泵，并在现场组装为完整的风冷冷站。

5.1.2 风冷单元应配置吊耳及吊环以便设备的吊装。

5.1.3 蒸发器与风冷单元的连接管道，及其他风冷单元内部低温管道和部件均需保温，保温由供货方在工厂内及现场进行，保证风冷单元的外表面无凝结水产生。

5.1.4 冷凝器由高效内螺纹钢管、铝翅片经过机械膨胀紧密结合而成。

5.1.5 冷凝风机为低噪声高效轴流式风机。

5.1.6 除蒸发器外的制冷剂液体循环管路由铜管连接。蒸发器与水直接接触，为提高抗腐蚀性，水箱内的部分应采用不锈钢（316 或抗腐蚀性能更强的牌号）盘管

5.1.7 压缩机为全封闭涡旋式，并配减震装置。

5.1.8 风冷单元所有构成部件都安装于型钢底座内。风冷单元的底座及框架应经过防锈喷涂处理，以防止设备在运输、储存或本技术协议所制定的环境条件下运行时被腐蚀。

5.1.9 风冷单元应有符合国标的铭牌。铭牌用耐腐蚀材料制成，字样、符号应清晰耐久，铭牌在风冷单元正常运行时其安装位置应明显可见。

5.1.10 采购方仅提供 220V/50Hz 交流电源，设备所需的其它等级的交、直流电源，由供货方提供的配电装置自行解决。

5.1.11 当电源电压在-5%~+5%范围内变化时，风冷单元所配电气设备和控制系统应能正常工作。

5.2 试验

试验应符合 GB/T18430.1-2007, NB/T 47012-2010 以及本规格书的要求，并至少包括下列项目：

5.2.1 气密性试验

风冷单元制冷剂侧在 1.8MPa 下,采用电子卤素检漏仪或氦检漏仪进行检验,单点泄漏率应低于 14g/a, 并充分保证风冷单元在应用周期中的气密性。

5.2.2 真空试验

风冷单元制冷剂侧气密性试验合格后, 抽真空至 0.3kPa, 至少保压 30min, 制冷系统的各部位应无异常变形, 且压力回升不得超过 0.15kPa。

5.2.3 压力试验

水侧在 0.36MPa 压力(液压)下至少保压 10min, 水侧各部位应无异常变形和泄露。

5.2.4 运转试验

外接冷冻水循环管路, 开机运转不短于 8 小时, 记录和检查下列项目:

- a) 压缩机参数, 包括吸气压力、排气压力、吸气温度、排气温度、蒸发压力、冷凝压力、蒸发温度、冷凝温度、输入电流、输入电压
- b) 水侧参数, 包括流量、实测回水温度、实测出水温度、设定出水温度值等
- c) 整理负荷波动时出水温度的变化规律和波动区间
- d) 对比从水侧计算得到的制冷量与制冷侧数值偏差
- e) 机组控制屏的各项操作功能是否正常

5.2.5 水箱液位开关功能试验

现场验证水箱液位开关功能是否动作。

5.2.6 系统联合调试试验

供货方应派技术人员参加系统改造后联合调试试验, 提供技术支持。

5.3 出厂检查

风冷冷站出厂检查的内容至少包括下列项目:

- 5.3.1 检查型号和标志
- 5.3.2 检查外表面
- 5.3.3 检查外形尺寸
- 5.3.4 核对装箱货物

5.3.5 出厂验收：供货方（乙方）制造完成时，提前一周通知采购方（甲方）参与出厂验收，验收地点在乙方工厂。待控制柜、仪控柜运抵工厂后，将风冷冷站组装完毕，验证各功能正常，各参数正常。

5.4 验收

验收试验的目的是为了检验风冷冷站的所有性能是否符合本规格书要求。

5.4.1 验收试验的地点为采购方现场。

5.4.2 由于风冷单元的蒸发器（盘管）是布置在水箱里的，在现场连接完之后，应重新对制冷系统进行真空和气密性试验，参照 5.2 节进行。供货方（乙方）负责风冷冷水机组制冷剂管路与水箱内蒸发器的连接，并充注制冷剂，制冷剂由乙方提供。

5.4.3 性能验收试验的时间：风冷冷站性能验收试验在试运转成功 15 天之后进行，具体试验时间由采购方、供货方协商确定。

5.4.4 性能验收试验由供货方主持，采购方参加。试验大纲由供货方提供，采购方认可。试验在现场进行，采购方要进行积极配合。

5.4.5 性能验收试验报告以供货方为主编写，采购方参加，共同签章确认结论。如双方对试验的结果有不一致意见，双方协商解决。

6 清洁、包装、运输和贮存

6.1 清洁

6.1.1 所有的杂物都应从各部件内清除，设备各部件的表面应保证无沉积物、杂物、电焊飞溅物或其他外来物质。

6.1.2 在运输包装密封前，设备及包装设备应干燥并检查清洁度。

6.2 包装

6.2.1 提供的设备和备品备件应包装好以确保安全到达目的地且在长期的贮存过程中不受破坏。

6.2.2 包装上应标明所供设备的外形尺寸和总重量。

6.2.3 包装上应标明收货人、目的地、货物名称和项目号。

6.3 随机文件

参见 2.2 节中的相关要求。

6.4 运输要求

供货商应设计并提供风冷冷站在运输过程中的专门固定装置。供货商应将风冷冷站安全的安装在固定架上，并保证风冷冷站和固定架在运输设备上的安全。

从供货方发货至采购方收到期间，设备和资料应完好无损。

6.5 贮存

所有的包装在延长贮存期应足够可靠，不会因为 5~100%RH 的湿度和-12~50°C 的环境而降级。运输和贮存期间产品不允许露天存放，应保存在干燥、清洁、有良好通风的场所，且不允许与腐蚀性、潮湿、不清洁的物品一起存放。

7 质保和服务

7.1 现场技术服务

7.1.1 供货方需委派适当的现场技术服务人员，在采购方现场进行如下技术服务：

- a) 货物清交
- b) 安装、调试监督指导
- c) 参加验收试验

7.1.2 现场技术服务人员应当了解风冷冷站的设计，熟悉其结构，有相同或相近设备的现场工作经验，能够正确地进行现场指导，并遵守法纪，遵守现场的各项规章和制度。

7.1.3 现场技术服务人员应当身体健康，适应现场工作的条件；有较强的责任感和事业心，按时到位。

7.1.4 供货方须更换采购方认为不合格的现场技术服务人员。

7.2 培训

7.2.1 为使风冷冷站能正常安装和运行，供货方有责任提供相应的技术培训。

7.2.2 培训计划和内容

序号	培训内容	时长	培训教师构成	地点
1	制冷原理基础知识	2 小时	工程师	现场
2	风冷冷站功能、工作原理	2 小时	工程师	现场
3	风冷冷站操作	6 小时	工程师	现场
4	风冷冷站维护保养	6 小时	工程师	现场

7.2.3 培训的时间、人数、地点等具体内容由双方商定。

7.2.4 采购方为供货方培训教师提供投影设备、培训场地等培训条件。

7.3 质保与服务响应

7.3.1 风冷冷站质量保证期不小于 24 个月，自现场验收（参见本规格书 6.4 节规定）合格之日起开始计算。

7.3.2 风冷冷站质量保证期中，如出现产品质量问题，由供货方负责免费维修、更换。

7.3.3 风冷冷站在质量保证期之后，由供货方负责终身收费维修。

7.3.4 风冷冷站发生故障时，供货方应保证在 72 小时内到现场服务解决问题。

7.3.5 供货方派往现场的维修服务人员，应是具有至少三年以上丰富经验的专业维修技术人员，并具有相应的从业资格如电工证等。