

惠州伯恩精密
J7 冷水主机房节能改造
技术规格书

能源管理部
二〇二三年八月

38334
2023.8.10

陈鸿源 2023.8.11

杨和安
2023.9.14

目 录

1、项目基本情况.....	1
1.1 机房主要设备清单.....	1
1.2 机房现状.....	1
1.3 改造概述.....	2
2、改造目标.....	2
3、方案要求及工程范围.....	3
3.1 方案要求.....	3
3.2 工程范围.....	4
3.2.1 智能管控系统.....	4
3.2.2 冷却塔综合改造.....	4
3.2.3 冷水主机房水力平衡调适及维修完善.....	4
4、机房智能管控系统技术要求.....	5
4.1 概述.....	5
4.2 范围.....	5
4.3 智能管控系统要求.....	5
4.4 控制硬件及品牌要求.....	9
4.4.1 自控硬件要求.....	9
4.4.2 品牌要求.....	13
5、电气施工要求.....	15
5.1 配电装置柜体安装要求.....	15
5.2 室内配电线路施工技术要求.....	15
5.2.1 槽盒施工技术要求.....	15
5.2.2 导管施工技术要求.....	16
5.2.3 室内电缆敷设要求.....	18
5.2.4 导管内穿线和槽盒内导线敷设要求.....	19
5.3 自控系统安装及施工.....	20
5.3.1 中央控制设备及其安装.....	20
5.3.2 传感器及控制柜安装.....	20
5.3.3 电动蝶阀安装要求.....	21
5.3.4 控制柜安装要求.....	22

5.3.5 线路敷设.....	23
5.4 电箱/柜工艺要求.....	24
5.4.1 电箱/柜工艺总体要求.....	24
5.4.2 自控变频箱/柜要求.....	25
5.5 材料方面要求.....	27
5.5 系统接地.....	28
6、阀门安装及防腐保温要求.....	29
6.1 阀门安装.....	29
6.2 带压开孔（可选）.....	29
6.3 防腐保温.....	29
7、设计标准.....	31
8、冷水主机房系统能效及节能率保证.....	31
8.1 系统能效.....	31
8.2 能效质保.....	32
9、调试和验收.....	32
9.1 初步调试检查.....	32
9.2 初步验收确定起始计算月.....	32
9.3 能效最终验收.....	33
10、培训.....	33

1、项目基本情况

现有 J7 A 区、B 区、C 区共 3 个冷水主机房，合计 10 台三菱重工离心式冷水机组，1 台约克离心式冷水机组，所有机组均为定频，其中 2100RT 机组 8 台，1200RT 机组 3 台，2500RT 板换 1 台，冷却/冷冻水泵各 14 台，均是变频运行，冷却塔 28 台，星三角启动。以上为机房现状，是否可利旧请自行评估。

1.1 机房主要设备清单

位置	机号	设备名称	主机参数
7栋	1	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	2	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	3	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	4(板换)	离心式冷水机组	性能系数: 6.72, 制冷量: 7354KW/2100RT, 电功率: 1291KW
	5H-1	板式换热器	换热量: 8790KW/2500RT
	6	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	7	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	8	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	9	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	10	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	11	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	12	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	13	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	14	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw
	15	离心式冷水机组	部分负荷系数: 6.41, 性能系数: 6.8, 制冷量7354KW/2100RT, 电功率: 1086.6kw

设备名称	冷冻流量(m³/h)	冷冻泵扬程(m)	冷冻泵功率(KW)	cosφ	设备名称	冷却流量(m³/h)	冷却泵扬程(m)	冷却泵功率(KW)	cosφ
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷冻水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	700	32	90	0.88	冷却水泵	1100	22	90	0.88
冷冻水泵	700	32	90	0.88	冷却水泵	1100	22	90	0.88
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	700	32	90	0.89	冷却水泵	1100	22	90	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.88	冷却水泵	1800	22	160	0.88
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89
冷冻水泵	1300	32	160	0.89	冷却水泵	1800	22	160	0.89

7栋	梯流式超低温玻璃冷却器	PL-5275R*2	2	4542	5912	12=12	进水37℃出水12℃		2021.10.14	广东宽讯科技	2060
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-7000/SE*2	2	7000	7000	4050	15000*7300*7100	19550	2019.04	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-7000/SE*2	2	7000	7000	4050	15000*7300*7100	19550	2019.06	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-6000/SE*2	2	6000	6000	4050	16000*7300*6700	19550	2019.03	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-7000/SE*2	2	7000	7000	4050	15000*7300*7100	19550	2019.04	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-7000/SE*2	2	7000	7000	4050	15000*7300*7100	19550	2019.04	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-6000/SE*2	2	6000	6000	4050	16000*7300*6700	19550	2019.03	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-6000/SE*2	2	6000	6000	4050	16000*7300*6700	19550	2019.03	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-7000/SE*2	2	7000	7000	4050	15000*7300*7100	19550	2019.04	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-7000/SE*2	2	7000	7000	4050	15000*7300*7100	19550	2019.04	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PT-7000/SE*2	2	7000	7000	4050	15000*7300*7100	19550	2019.04	东莞莱迪冷却设备	
	梯流式超低温玻璃冷却器	PL-5275R*2	2	4542	5912	12=12	进水37℃出水12℃		2021.10.14	广东宽讯科技	

1.2 机房现状

冷水主机房目前现状或存在的问题:

- 1) 机房主机，板换，水泵，冷却塔风机手动启停控制，主机负载不均衡;
- 2) 主机目前只能在 80%及以上额定流量稳定运行，不能适应变流量运行;
- 3) 冷冻水泵及冷却水泵的运行频率手动设定;
- 4) 冷却塔风机简单温控或瘫痪，散热一般;

- 5) 机房部分主机的手动阀关不死, 存在混水, 造成主机效率偏低;
- 6) 机房主机及冷却塔都没有配置电动阀;
- 7) 分集水器没有做阻力平衡;
- 8) 水泵及主机的压力表不准或损坏, 水泵某止回阀损坏;
- 9) 冷却塔平衡管配置管径过小, DN1000 的冷却水管道配置仅有 DN300 的平衡管; 且布水不均。
- 10) 系统运维参数全手动记录, 每 3 个小时记录一次, 不够精确全面, 同时需要大量时间。

1.3 改造概述

本招标内容涵盖惠州伯恩精密 J7 A 区、B 区、C 区冷水主机房的节能改造, 可充分利用各种改造技术, 包括但不限于新建能源管控系统 (含智能管控系统设备: PLC 控制箱、工作站、电动蝶阀及阀门箱、温度、压力传感器、室外温湿度传感、冷量计等采购及现场改造, 弱电安装, 编程调试以及能源管理系统的优化配置), 11 台主机通讯开通和 J7 ABC 三个区各 1 台 2100RT 主机变流量改造, 以及单台主机能效检测; 冷却塔综合改造包括但不限于冷却塔电动蝶阀及阀门箱的新增及安装、冷却塔风机变频、冷却塔蝶阀控制的优化; 冷水主机房水力平衡调适及维修完善, 包括集分水器立管静态水力平衡, 以及调节关不死的阀门 (包括手动蝶阀、止回阀), 新增并更换不准的压力表、温度计等; 自控系统预留分集水器电动阀接口。以上改造确保能效达成, 节能率达标。

2、改造目标

目前惠州精密 J7 机房 2022 年总用电量约 5770 万 kWh, 相关能耗及运行记录参见 2022 年全年能耗记录及点检表, 如需现场勘查请自行联系。系统综合利用各种节能优化技术, 满足: 冷冻水供回水温度按 7~8.5°C/12~13.5°C (5 月—10 月), 8.5~19°C/13.5~15.0°C (11 月—次年 4 月) 及末端资用压头 120kpa 下 (满足末端需求前提下), 实现冷水主机房:

- 1) 综合节能率 $\geq 11\%$ 且 J7 机房年综合能效 ≥ 4.5 , 并符合广东省《集中空调冷水主机房系统能效监测及评价标准 DBJ/T15-129-2017》;
- 2) 集成监控, JJ7 三个机房独立触摸屏监控, 融合集成监控到一个 3D 界面, 并通过厂区的局域网基于 web 访问;

3) 优化控制, 机房全自动化监控运行, 冷冻水一次泵变频优化, 冷却水泵变频优化, 冷却塔水温优化及启停控制, 主机通讯及主机启停控制、温度设定等优化。

4) 能源可视化管理及高效运维。能效日历表, 自动化的日巡检点表, 能耗/能效日/月/年报表, 一并助力打造可视化及高效运维管理。

3、方案要求及工程范围

3.1 方案要求

施工单位应提交节能设计优化方案, 要求如下:

- 1) 系统设计理念及目标、实施思路, 实施项目所具备的优势;
- 2) 现状分析, 具体的优化改造方式, 改造的具体内容以及设计依据和原则;
- 3) 智能群控系统的网络架构以及控制软硬件的选用依据, 包括组态软件、PLC 控制器以及网关等;
- 4) 监控功能及相应分项的监控内容, 包括但不限于主机, 板换, 冷冻水泵, 冷却水泵, 冷却塔, 电动蝶阀的控制流程图及说明, 冷水主机的通讯, 电表的通讯及系统集成相关说明, 系统及主机的能效计算;
- 5) 监控界面及项目展示。节能控制特别要提供以往项目案例基于人机界面的展示, 体现相应的功能需求;
- 6) 能源管理功能, 包括能效界面、能效日历表、基于主机/水泵/冷却塔的点检表、能耗/能效日/月/年报表的说明、并已实施项目的截图证明;
- 7) 冷却塔综合改造, 其做法以及依据;
- 8) 机房水力平衡, 原理、具体措施及成效;
- 9) 科学的节能评估及节能率、能效承诺。提供科学的节能量测量与验证方法, 包括但不限于能耗模拟法、隔离法、空调调度法, 并分析各种评估方式的优劣, 最重要的是, 要提供基于以上评估手段的节能改造年节能率的计算分析过程及依据。

本次工程施工前施工单位还需进一步提供如下资料:

- 1) 机房节能深化设计方案
- 2) 机房控制系统原理图
- 3) 机房控制系统设备及传感器配置和规格表
- 4) 机房控制系统控制点表
- 5) 机房改造后的节能量计算方式

3.2 工程范围

工程范围主要包括三个部分，一是冷水主机房智能管控系统，二是冷却塔综合改造部分，三是机房水力平衡调适及系统修复完善。

3.2.1 智能管控系统

1、新增机房智能管控系统，包括但不限于主机、板换、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、电动蝶阀、传感器、流量/冷量计的监测和控制，能效计算。独立计量每台主机的能效及系统能效、热平衡率。

2、智能管控系统的范围包括冷水主机房群控及能源管理系统的设计、采购、施工及技术服务，涵盖主要自控设备：PLC 控制箱、工作站、75 寸工作显示屏、主机电动蝶阀及阀门箱（DN500mm8 个、DN450mm8 个、DN400mm3 个、DN350mm3 个）、温度/压力传感器、室外温湿度传感、流量/冷量计等采购及供应，现场改造、相应阀门及强弱电施工安装、系统调试、技术培训、售后服务等内容，流量/冷量计应为插入式超声波；同时集成分集水器电动阀门系统、冷却塔电动阀门系统的数据，预留立管电动阀门接口，并为厂区管理系统（BMS）集成预留接口，并配合完成集成。包括新增的 1 台 2100RT 主机及 1 台 2500RT 板换的电动阀运行状况监控及控制，新增 1 组水泵的运行状况监控及控制。

3、该系统还涉及 11 台主机通讯开通适应远程监控，同时 J7 ABC 三个区各 1 台 2100RT 主机实施变流量改造，现有主机目前只能稳定运行在 80%及以上的额定流量，为适应冷冻水/冷却水变流量改造，主机必需进行改造。

4、机房内自控柜、工作站等控制部分须设置 UPS 电源，满足断电后中控室设备和自控柜仍可正常运行 0.5h。

5、服务器使用白石现有的超融合服务器，供应商要提供配置（CPU 核数、运行内存、存储）及服务器数量。

3.2.2 冷却塔综合改造

冷却塔综合改造包括冷却塔风机变频并增加出线电抗器。、所有冷却塔进出水口电动蝶阀(56 个 DN350mm)及阀门箱的新增及安装、冷却塔阀门控制线缆及相应线管线槽的采购供应及安装，并提供阀门及室外温湿度、支管水管进出水温度的安装及布线，所有点位数据的采集及接口预留等；冷却塔进行变流量喷嘴改造。

3.2.3 冷水主机房水力平衡调适及维修完善

平衡调适涉及机房主机、水泵、冷却塔及分集水器，通过新增的电动阀进行开关及

调节，确保偏差保证在合理范围内，譬如主机负载偏差一般要求10%以内，分集水器支管压力偏差15%以内，同时分集水器立管要求静态水力平衡；冷水主机房内维修完善，包括调节关不死的阀门（包括手动蝶阀），新增并更换校正不准的压力表、温度计等，涉及主机进出口、水泵进出口以及分集水器；

4、机房智能管控系统技术要求

4.1 概述

机房智能管控系统的设计、供应、交付、安装和编程调试，作为本合同的一部分，有着相应的技术要求。

4.2 范围

智能管控系统的范围包括 J7 A/B/C 合计 3 个机房的冷水主机房群控及能源管理系统的设计、采购、施工及技术服务，实现 3 个机房就地触摸屏监控，同时集成到 J4 栋能源管控系统，实现分布式监控的功能。该系统涵盖主要自控设备（75 寸工作显示屏、控制箱体、工作站、主机电动蝶阀及阀门箱、分集水器电动阀及阀门箱、温度/压力传感器、室外温湿度传感、流量/冷量计等）采购及供应，现场改造、相应阀门及强弱电施工安装、系统调试、技术培训、售后服务等内容；同时集成主机电动阀门系统、板换电动阀门系统、水泵水塔电机系统、分集水器电动阀门系统、冷却塔电动阀门系统的数据，预留立管电动阀门接口，并为厂区管理系统（BMS）集成预留接口，并配合完成集成。要求独立计量每台主机的能效及系统能效、热平衡率，以及板换一二次侧进出口压力温度状态及阀门控制。自控柜、工作站等控制部分须设置 UPS 电源，满足断电后中控室设备和自控柜仍可正常运行 0.5h。服务器使用伯恩光学现有的超融合服务器，供应商提供配置（CPU 核数、运行内存、存储）要求。

4.3 智能管控系统要求

1. 群控系统是对整个制冷机房系统内的制冷机、板换、冷却塔、冷冻水泵、冷却水泵、电动阀等机电设备以及冷冻水系统、冷却水系统进行监测和控制系统的弱电集成。

2. 高效冷站群控系统，包括以下模块：计算机及网络附件，软件平台，控制器及扩展模块，传感器，精准计量及能效监测模块，系统热平衡校验功能、能效优化控制及系统能效承诺，系统调试及调适服务。
3. 界面必须有冷站能效尺，直观表现冷站能效等级为：“优秀”，“良好”，“一般”，“急需改善”
4. 系统必须有热平衡校验功能，实时对系统的热平衡进行检测以验证测量数据的有效性，并在界面实时显示冷站热平衡校验标尺及热平衡率。
5. 产品及系统应遵守所有相关国家规范、地方标准以及施工图纸要求，如有差异，应按最新和要求高的规范执行。
6. 施工方应采用先进、智能、成熟的自动化管理系统及设备，必须保证各种设备在设计要求的参数下安全可靠地运行，并能达到降低能耗及经济运行的目的。群控系统与被服务对象的规模相适应并易于扩展（各种类型点数预留 15%余量），合理布置系统各监控点。
7. 中央监控软件须运行于简体中文平台，主要控制界面采用模拟图形及动画显示、全部功能采用菜单的方式，力求安全操作，简单、明了。
8. 机房所有系统设备应有本地/远程控制功能，本地模式下通过按钮控制及电位器调节频率，远程需具备手/自动方式。
9. 本工程所包含或需要使用到的系统或软件均应正版授权，包括但不限于操作系统、组态软件、数据库软件、办公软件等；否则由此引起的损失由乙方全部承担。
10. 系统应具有开放性和可扩展性，上位软件支持 OPC（支持 OPC UA 及 OPC DA 的客户端及服务器端），Modbus TCP（支持客户端及服务器端），ODBC 等以方便与第三方自控系统设备或管理平台在管理层的集成。
11. 按时间预设和程序预设，可使系统设备及管路安全可靠并保持最低费用运行，可以做到无人值守。
12. 智能群控系统，包括一个计算机工作平台、一个工程师站、PLC 控制器，以及符合 ASHRAE Guide 22 和 AHRI 550/590 标准中要求的固定测量和验证仪器装置。

13. 工程师站应安装操作平台软件、PLC 程序设计软件、办公软件，并备份完工版程序，程序不得加密且免费开放软件授权，工程师站可以远程通讯修改各 PLC 控制器程序。
14. 中央控制室内需设置展示区域，要求 75 寸工业显示屏，配备工作台及桌子。
15. 硬件控制器需要满足至少以下要求：
 - PLC 控制系统分为管理层、控制层和现场层三层网络结构；管理、控制层采用 TCP/IP 或 EtherNet/IP 结构，实现集中控制与管理，在控制中心对本冷站区域内所有机电设备进行集中监控与管理。
 - PLC 编程软件，符合 IEC61131-3 标准，同时提供 LD(梯形图)，FBD(功能块图)，ST(结构化文本)，SFC(顺序功能图)等编程语言；完成离线仿真功能。
 - 管理层网络：系统图形工作站通过以太网实现区域性数据联网，遵循 TCP/IP 或 EtherNet/IP 通讯协议进行数据管理，通讯速率为 10/100M bps。
 - 控制层网络：各站主控制柜通过以太网与管理层及现场智能控制箱通讯现场层：各前端受控设备及检测设备接入对应控制柜。
 - 中央管理站系统由 PC 主机、显示器、交换机通过以太网相连。
16. 群控系统应对如下参数进行检测（包括但不限于）：
 - 冷水机组的启停控制、冷水机组运行参数的显示，故障报警。
 - 冷却塔的启停控制，故障报警。
 - 板换及其电动阀的启停控制、运行参数的显示（包括一二次侧的供回水温度压差），故障报警。
 - 水泵及电动阀的启停状态、故障报警。
 - 被控参数的设定和显示（包括系统供水温度、系统回水温度、系统供水压差等）。
 - 供冷泵的变频运行控制。
 - 动态显示系统流程图，显示系统各设备运行动态。
 - 传感器的故障诊断与报警。
 - 手/自动切换及现场手动控制。
 - 历史数据的适时采集与曲线图记录并储存。
 - 电动阀调节与阀位显示。
 - 其他应该具备的功能。
17. 同时，群控系统包含精准数据监测及验证模块（子系统）。精准数据监测模块（子系统）需配套 WEB 发布功能，用户能通过因特网登录系统，并可显示于 PC

或移动终端，以便让业主通过因特网对主要运行指标进行实时监测。该监测系统应为操作者提供图形用户界面，其软件应具有以下功能：

- 主要设备（冷水机组、板换、所有水泵、冷却塔、各阀门开关等）参数监测；
 - 储存数据报表生成需根据业主需求定制；
 - 用户访问权限和密码安全；
 - 图形显示；
 - 数据报警；
 - 具备冷水机组加减载的监测；
 - 群控系统一键启停（满足节能运行策略）
 - 所有机房系统设备（冷水主机、板换、冷却泵、冷冻泵、冷却塔、阀门、末端设备）应有手/自动切换控制功能（包括频率手动调节）。
 - 日历控制功能。
 - 所有趋势曲线应有十分钟、小时、日、月、年历史数据，以表格或趋势图呈现；内容包括但不限于各单设备用电量、分项用电量、总用电量、总用冷量、总散热量、水温、系统 COP、各主机 COP、分项设备用电占比、分项设备能效值。
 - 应有实时数据及历史数据查询，历史数据存储时间应大于 3 年。
 - 能效日历图：按照日历的形式显示每日的系统能效、制冷量、用电量、冷量单价，并具有颜色区别系统运行的优秀、良好、一般以及急需改善；当单击日历图某日时展现该日设备（冷冻泵、冷却泵、冷却塔、空调主机）占总用电的比例的饼状图及该日的能效标尺。当单击日历图月数据展现该月设备（冷冻泵、冷却泵、冷却塔、空调主机）占总用电的比例的饼状图及该月的能效标尺。
 - 热不平衡率：根据开始时间及结束时间统计采集量、达标量、不达标量、达标率及数据校核（合格或不合格），并显示热不平衡率趋势。
 - 负荷分析：根据开始时间及结束时间统计每 10% 负荷区间（横坐标）的负荷比例及冷站能效（纵坐标）。
 - 做为服务器端给第三方提供数据时，应能提供所有原始数据及经过统计计算的数据（如小时、日、月、年冷站能效），且能选择所提供数据的范围。
 - 具有能效报表功能，应能根据所选日期时间生成日、月、年报；具体至少包括以下内容：冷站能效数据、冷站能耗数据、冷站设备分项电耗统计、冷站单台设备的电耗统计、冷站负荷分布与能效关系。
18. 精准数据监测及验证模块（子系统）应符合 ASHRAE Guide 22 和 AHRI 550/590 标准，热平衡率不超过 $\pm 5\%$ 。制冷机房系统安装调试完成后，应至少按每 1 分钟的间隔测量以下参数：
- 冷冻水的总管流量、冷冻水总管的供水和回水温度；

- 所有制冷主机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔及所有辅助设备的电能耗；
- 冷却水总管的流量、冷却水总管的供水和回水温度；
- 冷冻水系统及冷却水系统供回水总管压差；
- 满足所有系统信息上传下载最大运行迸发数。
- 数据采集时间低于 2S。

19. 精准数据监测及验证模块（子系统）传感器及仪表配置要求需满足以下几点：

- 冷冻水和冷却水回路安装的流量计类型为管段式电磁流量计，精度要求不低于 1 级（ $\pm 1\%$ ）。
- 温度传感器精度不低于 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ ，保护套管应保证温度探头可以与流体直接接触。
- 所有仪表仪器需提供专业机构出具的标定证书或检测报告。
- 数模转换器应当具有最小 16 位分辨率的 A / D 转换器，并具有第三方权威机构检测报告。

20. 节能控制系统技术要求

空调系统的能耗在建筑能耗中占有较大比例，施工单位能够对空调系统实施全年能耗仿真，要求根据当地建筑负荷及气象参数、本项目的冷水机房所选设备的性能参数，完成制冷机房的全年能耗仿真分析报告。

4.4 控制硬件及品牌要求

4.4.1 自控硬件要求

（1）控制器

➤ CPU 模块

- ① CPU 工作温度为 $0-60^{\circ}\text{C}$ ，适应电气干扰的环境下工作；
- ② 控制器具备高性能处理器，位处理速度不低于 40 纳秒，背板总线通讯速率不低于 400Mbps；
- ③ IO 站模块安装位置和数量可以灵活放置，不受槽位限制，支持热插拔；
- ④ 支持可扩展内存卡，且该内存卡能被普通电脑读写，备份，恢复和下载程序固件更新。并能存储程序和系统文件之外的其他文件（如归档数据，配方文件，产品 pdf 手册，培训文档等等）；
- ⑤ 控制器支持系统自诊断功能，可以监视到每一个模块和对应通道的实时系统诊断信息。发生故障时无需编程就可通过编程软件、人机界面、网络服务器等途径快速准确地识别受影响的通道。即使在控制器处于 STOP 状态时也能进行系统诊断。系统诊断不占用 CPU 的程序资源；

⑥能提供 1 个以上 10M/100M 以太网接口以及符合国际和国家标准(IEEE.....)的各类接口（如 PROFINET, Modbus TCP, 标准 TCP/IP, UDP 协议等等），满足网络通讯以及控制器与就地设备通信的要求。控制器还应提供与手提计算机通信的接口，可以直接通过以太网接口下载程序。

⑦ 符合 IEC1131-3 国际标准的灵活的编程语言支持，数据格式符合 IEC1131 国际标准。系统支持编程语言包含：梯形图、结构化文本、语句表、功能块等；支持可自动优化参数的 PID 等先进控制功能。

⑧ 采用 OPC-UA、Modbus TCP/IP、EtherNet/IP 或 TCP/IP 协议与上位机通讯，数据通讯速率 100Mbps 或以上。

➤ 通讯接口

① 以太网通讯接口可采用 CPU 内置接口或独立的通讯模块实现，支持 PROFINET 或 Modbus-TCP/IP。通讯模块可以通过模块自带的通讯接口或者软件进行设定 IP 地址。

② 控制系统应该提供 RS-485 串行接口方式的，Modbus 或者 EtherNet 标准通信规约的接口，以保证方便的与主机控制器、配电柜、冷量表、第三方制冷工艺设备等公用设备控制系统进行通信。

③ 控制系统中的远程通讯，应采用 PROFINET 通讯规约，通讯速率恒定，速率不低于 100Mbps，不随站点数和距离的增加而衰减，保证远程 IO 与本地 IO 同步更新，以确保控制系统的安全性和实时性。

④ 以太网支持 IO 扫描方式，能自动识别以太网上各种设备，方便用户实时在线的增减设备，方便维护。

➤ 输入/输出模块

① 控制系统容量符合本设计说明及监控点清单的要求，控制器实际使用监控点数（硬件点）具备扩展能力，预留的点包含 AI、AO、DI、DO 四种类型，且备用量为 15%。

② 可在系统运行期间更换模块和端子盒（“热插拔”）。

③ I/O 模块配置要求：

0~20mA 或 4~20mA 直流电流；

0~10V 或 0~5V 直流电压；

温度（NTC、PT100 等）；

有源（DC 24V）或无源触点；

(2) 传感器参数要求

➤ 水管压力传感器

- 1) 电源: AC 24V or DC 18~33V
- 2) 输出信号: 4-20mA/0-10VDC
- 3) 测量范围: 0~16bar
- 4) 引压管: 外螺纹 G1/2"
- 5) 时间常数: 5ms
- 6) 防护等级: IP65

➤ 插入式温度传感器

- 1) 测量元件: PT1000、PT100。
- 2) 温度范围: 0°C-50°C。
- 3) 精度: 0.5°C。
- 4) 输出信号: 四线制 PT1000/PT100。
- 5) 成对出厂, 同侧偏差。

➤ 室外温湿度

- 1) 测量元件: 湿敏电阻/湿敏电容、PT1000、PT100。
- 2) 温度范围: -50°C-50°C。
- 3) 湿度范围: 0-100%RH。
- 4) 精度: 温度 0.3°C, 湿度 0~90%范围, 精度±3%。
- 5) 输出信号: 4-20mA/0~10VDC。
- 6) 室外温、湿度传感器附带防雨防阳光直射罩壳。

➤ 管道式流量计

- 1) 供电电源: AC200V 及 DC24V。
- 2) 精度: ±1%。
- 3) 安装方式: 管道式、分体式。
- 4) 电缆长度: 15 米。
- 5) 输出信号: 4-20mA/0~10VDC 及 modbus RTU。

➤ 插入式电磁流量计或超声波流量计

- 1) 供电电源: AC220V 及 DC24V。
- 2) 精度: ±1.5%。
- 3) 安装方式: 插入式、分体式。

4) 电缆长度:20 米。

5) 输出信号:4-20mA/0~10VDC 及 Modbus RTU。

➤ 插入式电磁能量计

1) 供电电源: AC220V 或 DC24V。

2) 综合精度: $\pm 2.5\%$ 。

3) 安装方式:插入式、分体式。

4) 电缆长度:20 米。

5) 输出信号: Modbus RTU, 温度探头出厂配对校核。

➤ 插入式高精度温度传感器

1) 测量元件: PT1000、PT100。

2) 温度范围:0°C-50°C。

3) 精度:0.1°C。

4) 输出信号:四线制 PT1000/PT100。

5) 成对出厂, 同侧偏差。

➤ 高精度温度采集模块技术要求

1) 采集精度: $\pm 0.05^\circ\text{C}$ 。

2) 分辨率: A/D 转换器最小 16 位分辨率。

3) 接线方式: 四线制 PT1000/PT100。

➤ 电动阀门技术要求

1) 电源电压: AC220V 或 DC24V

2) 控制信号: DC 2~10V

3) 阀门工作温度: 0 ~ 80°C;

4) 环境温度: -10 ~ 40°C;

5) 结构

阀体: 球墨铸铁;

阀座: EPDM三元乙丙橡胶;

阀板: 不锈钢304或以上;

阀轴: 不锈钢304或以上;

阀杆: 不锈钢416;

6) 电动执行机构

- a. 电动执行机构应采用原装进口产品，并将产地标识在产品、外包装上或提供报关单等文件。
- b. 电动执行机构采用铸铝合金外壳，电机保护等级：绝缘等级F级，防护等级 \geq IP67。
- c. 电动执行机构应具有全行程的过载保护装置，以免在阀门堵塞或水流压差意外过大时烧毁电机。

4.4.2 品牌要求

序号	项目名称	主要规格参数	品牌/型号	备注
1	组态软件	所有变量，通过 OPC 能够访问，至少 30 个 WEB 客户端通过 IE 浏览器能够浏览运行画面	Wincc、INTOUCH	
2	PLC 控制器	S7-1500 系列	西门子	
3	操作员工作站	I7 十二代处理器、1T 及以上固态硬盘、16G 及以上内存，显示器：27 英寸	Lenovo 联想、HP（惠普）Dell（戴尔）	含工作台及桌子
4	高精度流量计	流量计精度要求不低于 1 级（ $\pm 1\%$ ）；Modbus RTU 通讯（主管道须安装流量计）	管道式：科隆、川仪、东京计装 插入式：西门子、格莱、E+H	
5	高精度温度传感器	输出信号：四线制 PT1000/PT100，精度： $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，出厂需配对（主管道用于 COP 核算的需满足此要求）	亿杰 ACEZ、久茂 JUMO、诚悦达 CYD	
6	高精度温度采集模块	1) 采集精度： 0.1°C 。 2) 分辨率：A / D 转换器最小 16 位分辨率。 3) 接线方式：四线制 PT100	安捷伦、德州仪器、西门子、自有品牌或其它经项目方认可的推荐品牌（自有品牌或其它推荐品牌的需提供第三方权威机构检测报告）	
7	常规传感器	室外温湿度、压力/压差传感器、液位传感器等	搏力谋、西门子或同档次品牌	
8	电动蝶阀	PN16，专用法兰片	搏力谋、泰勒、西门子或同档次品牌	
9	风机/水泵变频器		ABB、西门子或同档次品牌	

10	动力电缆	WDZA-YJV	广东电缆、金龙羽、新亚光	
11	信号电缆线	WDZA-RYYP、WDZA -KYJY、WDZA -KYJYP	金龙羽、广东电缆、新亚光	
12	通讯电缆线	WDZA -RYYSP 2*1mm ²	金龙羽、广东电缆、新亚光	
13	压力表 (带表阀)		红旗、富阳	
14	温度计		红旗、富阳	
15	多功能电表	LNF96EY-CG、DTSD342-9N、AMC96L-E4/HKC(II) (精度: ±0.5%, 互感器精度: ±0.5%, 面板, 96*96, Modbus RTU 通讯, LCD 显示)	江苏斯菲尔、安科瑞、威胜	
16	挂墙电箱 /落地电柜	落地电柜和挂墙电箱所用钢板为优质冷轧板, 挂墙电箱宽*高尺寸规格>600mm*500mm 或 500mm*600 时壁厚需≥1.5mm, 否则壁厚需≥1.0mm; 落地电柜侧板壁厚需≥1.5mm, 门板壁厚需≥2.0mm。		
17	塑壳断路器	1、符合标准: IEC/EN60947, GB140482, VCD0660 2、断路器分断能力: 160A 以下≥35KA; 160A~800A≥50KA; 1000A~2000A≥65KA; 400~415VAC, 要求 Ics=100%Icu。	ABB、施耐德、西门子、三菱	
18	微断	分断能力≥6kA/220VAC	ABB、施耐德、西门子、三菱	
19	接触器	按工程需求	ABB、施耐德、西门子、三菱	
20	中间继电器	按工程需求	OMRON、施耐德、魏德米勒	
21	浪涌保护器	三相电源: 3P+N, 单相电源: 1P+N	四川中光、上海沪雷、正泰、施耐德	
22	按钮、指示灯	按工程需求	ABB、施耐德、西门子、三菱	
23	开关电源	按工程需求	台湾明纬、施耐德、OMRON	
24	触摸屏	触摸屏需带以太网接口	威纶通、西门子	
25	以太网交换机	≥5 电口, 工业级	MOXA、华为、H3C	
26	二次回路端子		菲尼克斯、魏德米勒	
27	工业显示屏	75 寸、分辨率: 3840*2160、信号输入: HDMI2.0*1/VGA*1/USB*1/Audio in*1/RS232*1、内置喇叭、屏幕比例: 16: 9、亮度: 350cd/m2、静态对比度: 1900/2/19 0: 01: 00、控制方式: RS232 串口控制/红外遥控	大华、海康威视	

注：所有设备及材料均须满足我司的品牌要求，到场相关产品及材料如与我司品牌要求不一致且事先未经我司审核同意变更品牌的，我司将拒绝收货，相关损失将由安装供货厂商承担。

5、电气施工要求

5.1 配电装置柜体安装要求

1. 基础型钢的安装垂直度、水平度允许偏差，位置偏差及不平行度，基础型钢顶部平面，应符合规定。
2. 柜体的接地应牢固、可靠，以确保安全。装有电器的柜门应以裸铜软线与金属柜体可靠连接。
3. 将柜体按编号顺序分别安装在基础型钢上，再找平找正。柜体安装垂直度允许偏差不应大于 1.5‰，相互间接缝不应大于 2mm，成列盘面偏差不应大于 5mm。
4. 柜体安装完毕后，每台柜体均应单独与基础型钢做接地保护连接，以保证柜体的接地牢固良好。
5. 电箱（柜）不应设置在水管的正下方，潮湿或者震动强烈的地方。若无法避免，则需要做抗震措施或加装挡雨棚。

5.2 室内配电线路施工技术要求

5.2.1 槽盒施工技术要求

1. 支架安装要求
 - 1) 水平安装的支架间距宜为 1.5~3.0m, 垂直安装的支架间距不应大于 2m。
 - 2) 采用金属吊架固定时，圆钢直径不得小于 8mm, 并应有防晃支架，在分支处或端部 0.3~0.5m 处应有固定支架。
2. 金属槽盒安装要求
 - 1) 电缆金属槽盒转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径不应小于金属槽式桥架内电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许半径应符合下表规定。

电缆最小允许弯曲半径			
电缆形式		多芯电缆	单芯电缆
塑料绝缘电缆	无铠装	15D	20D
	有铠装	12D	15D

- 2) 配线槽盒与水管同侧上下敷设时, 宜安装在水管的上方; 与热水管、蒸汽管平行上下敷设时, 应敷设在热水管、蒸汽管的下方; 相互间的最小距离宜符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303—2015 的规定。
 - 3) 敷设在电气竖井内穿楼板处和穿越不同防火区的槽盒, 应有防火隔离措施。
 - 4) 对于敷设在室外的槽盒, 当进入室内或配电箱(柜)时应有防雨水措施, 槽盒底部应有泄水孔。
 - 5) 当金属导管、刚性塑料导管、电缆槽盒穿越防火分区时, 其缝隙应采用柔性防火封堵材料封堵, 并应在贯穿部位附近设置抗震支撑。
 - 6) 电缆桥架敷设长度超过 30m 应留有不少于 20mm 的伸缩缝, 沿电缆桥架敷设的电缆, 出桥架引至用电设备时需穿钢管保护。电缆离开桥架穿管敷设时, 当管路较长或转弯较多时, 宜加装拉线盒, 并应符合《低压配电设计规范》中第 5.2.14 条规定。电缆桥架、管线在穿越防火分区时, 应进行封堵。双电源供电两回路穿于同一电缆桥架或线槽内, 须在桥架中间设置防火隔板。
3. 金属槽盒的接地跨接要求
- 1) 金属槽盒全长不大于 30m 时, 不应少于 2 处与保护导体可靠连接。
 - 2) 全长大于 30m 时, 每隔 20~30m 应增加一个接地连接点, 起始端和终点端均应可靠地接地。
 - 3) 非镀锌金属槽盒之间连接的两端应跨接保护连接导体, 保护连接导体的截面应符合设计要求。
 - 4) 镀锌金属槽盒之间不跨接保护连接导体时, 连接板每端不应少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。
4. 金属槽盒宽度与厚度选用要求:

序号	金属槽盒宽度 H (mm)	金属槽盒厚度 D (mm)	序号	金属槽盒宽度 H (mm)	金属槽盒厚度 D (mm)
1	$H \leq 150$	$D \geq 1.0$	4	$500 < H \leq 800$	$D \geq 2.0$
2	$150 < H \leq 300$	$D \geq 1.2$	5	$800 < H$	$D \geq 2.2$
3	$300 < H \leq 500$	$D \geq 1.5$	6		

5.2.2 导管施工技术要求

1. 支架安装要求

- 1) 当导管采用金属吊架固定时, 圆钢直径不得小于 8mm, 并应设置防晃支架。
- 2) 在距离盒(箱)、分支处或端部 0.3~0.5m 处应设置固定支架。
2. 金属导管施工要求
 - 1) 钢导管不得采用对口熔焊连接; 镀锌钢导管或壁厚小于或等于 2mm 的钢导管, 不得采用套管熔焊连接。
 - 2) 镀锌钢导管、可弯曲金属导管和金属柔性导管不得熔焊连接。
 - 3) 暗配导管的表面埋设深度与建筑物、构筑物表面的距离不应小于 15mm。当塑料导管在墙体上剔槽埋设时, 应采用强度等级不小于 M10 的水泥砂浆抹面保护。
 - 4) 导管弯曲半径要求:
 - a. 明配导管的弯曲半径不宜小于管外径的 6 倍, 当两个接线盒间只有一个弯曲时, 其弯曲半径不宜小于管外径的 4 倍。
 - b. 埋设于混凝土内的导管的弯曲半径不宜小于管外径的 6 倍。
 - c. 电缆导管的弯曲半径不应小于电缆最小允许弯曲半径, 电缆最小允许弯曲半径应符合规范规定。
 - 5) 明配电气导管应排列整齐、固定点间距均匀、安装牢固; 在距终端、弯头中点或柜、台、箱、盘等边缘 150~500mm 范围内应设有固定管卡, 中间直线段固定管卡间的最大距离应符合规范的规定; 明配管采用的接线盒或过渡盒(箱)应选用明装盒(箱)。
 - 6) 进入配电(控制)柜、台、箱内的导管管口, 当箱底无封板时, 管口应高出柜、台、箱、盘的基础面 50~80mm。
3. 机械连接的金属导管, 管与管、管与盒(箱)体的连接配件应选用配套部件, 其连接应符合产品技术文件要求, 当连接处的接触电阻值符合现行国家标准要求时, 连接处可不设置保护连接导体, 但导管不应作为保护导体的接续导体。
4. 金属导管、刚性塑料导管的直线段部分每隔 30m 应设置伸缩节。
5. 塑料导管敷设要求
 - 1) 管口应平整光滑, 管与管、管与盒(箱)等器件采用插入法连接时, 连接处结合面应涂专用粘结剂, 接口应牢固密封。
 - 2) 直埋于地下或楼板内的刚性塑料导管, 在穿出地面或楼板易受机械损伤的一段应采取保护措施。

6. 可弯曲金属导管及柔性导管敷设要求

- 1) 刚性导管经柔性导管与电气设备、器具连接时, 柔性导管的长度在动力工程中不宜大于 0.8m, 在照明工程中不宜大于 1.2m。
- 2) 可弯曲金属导管或柔性导管与刚性导管或电气设备、器具间的连接应采用专用接头。
- 3) 当可弯曲金属导管有可能受重物压力或明显机械撞击时, 应采取保护措施。
- 4) 明配金属、非金属柔性导管固定点间距应均匀, 不应大于 1m, 管卡与设备、器具、弯头中点、管端等边缘的距离应小于 0.3m。
- 5) 可弯曲金属导管和金属柔性导管不应作为保护导体的接续导体。
7. 穿墙或穿彩钢板电线必须穿绝缘套管(玻璃纤维管/石棉管)或不燃导管加以保护。
8. 线槽、线管在穿墙、楼板处应做好防水、防火封堵措施。

5.2.3 室内电缆敷设要求

1. 电缆支架安装要求

- 1) 电缆支架层间最小距离不应小于规范的规定, 层间净距不应小于 2 倍电缆外径加 10mm。
- 2) 电缆支架距其他设备的最小净距不应小 300mm, 当无法满足要求时应设置防护板。

2. 电缆本体敷设要求

- 1) 交流单芯电缆或分相后的每相电缆不得单根穿于钢导管内, 固定用的夹具和支架不应形成闭合磁路。
- 2) 电缆出入电缆沟, 电气竖井, 建筑物, 配电(控制)柜、台、箱处以及管子管口处等部位应采取防火或密封措施。
- 3) 电缆出入电缆槽盒及配电(控制)柜、台、箱、盘处应做固定。
- 4) 当电缆通过墙、楼板或室外敷设穿导管保护时, 导管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。
- 5) 当电缆长度不够需接长时, 不得在电管或桥架内采用压接帽接方式, 应采用接线盒内接线端子接线方式。
- 6) 采用变频器控制的电机电缆要求使用导线管, 铠装电缆或屏蔽电缆来屏蔽。

- 7) 根据“《建筑设计防火规范》GB 50016-2014”第10.2.3 配电线路不得穿越通风管道内腔或直接敷设在通风管道外壁上,穿金属导管保护的配电线路可紧贴通风管道外壁敷设。配电线路敷设在有可燃物的闷顶、吊顶内时,应采取穿金属导管、采用封闭式金属槽盒等防火保护措施。

5.2.4 导管内穿线和槽盒内导线敷设要求

1. 导管内穿线要求

- 1) 绝缘导线穿管前,应清除管内杂物和积水,绝缘导线穿入金属导管的管口在穿线前应装设护线口。
- 2) 绝缘导线接头应设置在专用接线盒(箱)或器具内,不得设置在导管和槽盒内,接线盒(箱)的设置位置应便于检修。
- 3) 同一交流回路的绝缘导线不应敷设于不同的金属槽盒内或穿于不同金属导管内。
- 4) 同回路、不同电压等级和交流与直流线路的绝缘导线不应穿于同一导管内。
- 5) 电线穿管根数及截面要求如下:

电线型号	单芯电线 穿管根数	电线穿套接紧定式钢管 (JDG) (mm)													
		电线截面积 (mm ²)													
		1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	
WDZA	2						20	25			40		50		
	3		16				25			40					
	4							32	40						
	5			20						50					
	6				25			40							
	7					32									
	8						50								

2. 槽盒内敷线要求

- 1) 同一路径无抗干扰要求的线路,可敷设于同一槽盒内;槽盒内的绝缘导线总截面(包括外护套)不应超过槽盒内截面的40%,且载流导体不宜超过30根。
- 2) 控制和信号等非电力线路敷设于同一槽盒内时,绝缘导线的总截面不应超过槽盒内截面的50%。
- 3) 绝缘导线在槽盒内应留有一定余量,并按回路分段绑扎,绑扎点间距不应大于1.5m;当垂直或大于45°倾斜敷设时,应将绝缘导线分段固定在槽盒内的专用部件上,每段至少应有一个固定点;当直线段长度大于3.2m时,其固定点间距不应大于1.6m;槽盒内导线排列应整齐、有序。
- 4) 在沟、浅槽、竖井、夹层等封闭式电缆通道中,不得布置热力管道,严禁有可燃

气体或可燃液体的管道穿越。

5.3 自控系统安装及施工

5.3.1 中央控制设备及其安装

本项目 CPC 群控系统的中央控制设备包括系统操作工作站、以太网交换机、PLC 控制器、网关等设备。

中央控制及网络通信设备应在中央控制室的土建和装饰工程完工后安装。设备及设备各构件间应连接紧密、牢固，安装用的紧固件应有防锈层。设备在安装前应作检查，要求设备外形完整，内外表面漆层完好。设备外形尺寸、设备内主板及接线端口的型号及规格应符合设计规定。

中央控制及网络通信设备的安装应垂直、平正、牢固；垂直度允许偏差为 1.5mm/m ；水平方向的倾斜度允许偏差为 1.0mm/m ；相邻设备顶部高度允许偏差为 2.0mm/m 。

按系统设计图检查主机、网络控制设备、打印机、交换机等设备之间的连接电缆型号，连接方式是否正确。尤其要检查其主机与 PLC 之间的通信线，要有备用线。

5.3.2 传感器及控制柜安装

1、室外温湿度传感器

室外温、湿度传感器不应安装在阳光直射的位置，应装在能正确反映其检测性能的位置，并远离有强磁场或剧烈振动的场所，而且便于调试和维护。其位置不能破坏建筑物外观的美观与完整性，应配置防风雨的防护罩；

温度传感器至 PLC 之间的连接应符合设计要求，应尽量减少因接线引起的误差，对于镍温度传感器的接线电阻应小于 3Ω ， $1\text{K}\Omega$ 铂温度传感器的接线总电阻应小于 1Ω 。

2、流量计

流量计应安装在流量调节阀的上游，流量计的上游应有一定的直管段，长度一般为 $L=10D$ (D 为管径)，下游段应有 $L=(4\sim 5)D$ 的直管段，最不利的条件也应保持上游 $5D$ 下游 $3D$ 的距离，其中设备本身预留 $1D$ 。在垂直的工艺管道安装时，液体流向自下而上，以保证导管内充满被测液体或不致产生气泡；水平安装时，必须使电极处在水平方向，以保证测量精度。避免安装在有较强的交直流磁场或有剧烈振动的场所。流量计、被测介质及工艺管道之间应该连成等电位，并应接地。涡轮式流量传感器应水平安装，流体的流动方向必须与传感器壳体上所示的流向标志一致。

3、水管型压力/压差传感器

1) 水管压力/压差传感器主要用于测量空调冷冻水/冷却水系统的供回水管压力以及分集水器压力。

2) 水管压力/压差传感器应安装在便于调试、维修的位置。

3) 水管型压力/压差传感器的安装应在工艺管道预制和安装的同时进行，其开孔与焊接工作必须在工艺管道的防腐、衬里、吹扫和压力试验前进行。

4) 水管型压力/压差传感器不宜安装在管道焊缝及其边缘上开孔及焊接处。

5) 水管型压力/压差传感器的直压段大于管道口径的三分之二时可安装在管道顶部，小于管道口径三分之二时可安装在侧面或底部和水流流速稳定的位置。

6) 水管型压力/压差传感器安装不宜选在阀门、弯管、缩径管道等阻力部件的附近、水流流速死角和振动较大的位置。

7) 水管型压力/压差传感器的安装工艺可参照现场压力表的安装工艺，与测量管道间应通过缓冲管连接，缓冲管底部应安装检修用的闸阀。

4、温度传感器/变送器

水管温度传感器/变送器主要用于测量空调冷冻水/冷却水系统的供回水温度以及分集水器温度。

水管温度传感器/变送器应安装在便于调试、维修的位置，一般在管道顶部与中间斜向 45° 安装，防止水管水量不足导致温度测量异常。

水管型压力/压差传感器不宜安装在管道焊缝及其边缘上开孔及焊接处。

水管型压力/压差传感器的直压段大于管道口径的三分之二时可安装在管道顶部，小于管道口径三分之二时可安装在侧面或底部和水流流速稳定的位置。

水管型压力/压差传感器安装不宜选在阀门、弯管、缩径管道等阻力部件的附近、水流流速死角和振动较大的位置。

水管型压力/压差传感器的安装工艺可参照现场温度计的安装工艺，与测量管道间应通过保护套筒连接，以便于维护检修。

5.3.3 电动蝶阀安装要求

1、管道对中；

2、禁止倒装；

3、阀轴安装方向与流体速度梯度方向一致；

4、安装时阀板处于 10-15° 位置；

- 5、采用承插法兰安装蝶阀；
- 6、为避免阀门内漏请勿自行将整体到货的执行器与阀体拆开；
- 7、执行器接线时要求将电源线与控制、反馈信号线分开分别接入执行器（即强弱电分别布线）以避免因安装接线引起运行故障。

5.3.4 控制柜安装要求

本项目 CPC 机房群控系统的 PLC 控制柜及阀门控制柜考虑施工便利采用分布式 IO 控制，即将 J7 ABC 合计 3 个区域采用 3 套 CPU 配置，每套含 2-3 个控制柜/箱，共计 6-9 个控制柜/箱。

1、设备及设备各构件间应连接紧密、牢固，安装用的紧固件应有防锈层。设备在安装前应作检查，要求设备外形完整，内外表面漆层完好。注意：

- 1) 挂式配电箱应采用金属膨胀螺栓固定。
- 2) 配电箱的金属外壳均应有明显可靠的 PE 线接地。PE 线不允许利用箱体串接。
- 3) 配电箱上配线需排列整齐，并绑扎成束，在活动部位应该两端固定。盘面引出及引进的导线应留有适当余度，以便检修。
- 4) 接零系统中的零线应在箱体引入线处或末端做好重复接地。零母线在配电箱内应用零线端子板分路，零线端子板分支路排列位置应与熔断器相对应。
- 5) 配电箱上电具、仪表应牢固、平正、整洁，间距均匀，铜端子无松动，启闭灵活，零部件齐全。
- 6) 配电箱安装应牢固、平正，其垂直度允许偏差为 3mm。

2、弹线定位

根据图纸上的设计要求，找出配电箱位置，并按照配电箱的外形尺寸进行弹线定位。弹线定位的目的是为了更好地找出金属膨胀螺栓的位置，以便打眼钻孔，安装膨胀螺栓。

- 3、含有 PLC 的电柜/箱，电柜/箱中应安装有 5 电口的交换机一台。
- 4、电源端子和信号端子应有所区别，过电源的端子应选用带保险端子，并方便更换保险管。
- 5、为减少备品备件，简化维护和修理，相同的元件，组件和模块应尽可能地可互换。
- 6、所有模拟量信号优先采用 4~20 mA 信号，以便于远距离传输。
- 7、DI 信号的查询电压应为 24VDC，DO 信号要求采用带指示灯的继电器隔离，继电器触点容量不小于 250VAC/5A。信号用电源应采用带指示灯的熔断器端子排。

- 8、PLC 控制箱可与变频柜合为一个电柜，但 PLC 及开关电源的 AC220V 电源进线处必需加设电源滤波器。

5.3.5 线路敷设

CPC 群控系统的电缆包括供电电源电缆、信号电缆以及通信电缆。

(1) CPC 群控系统的信号点可以分为数字量点 (DI、DO)、模拟量点 (AI、AO)，传输数字信号的电缆设计采用 RVV2*1.0mm、RVV6*1.0mm、RVV8*1.0mm，传输模拟信号的电缆设计采用 RVVP2*1.0mm、RVVP4*1.0mm、RVVP6*1.0mm。

(2) 通信电缆

CPC 群控系统智能 PLC 控制器与现场部分带通讯接口的设备 (主机、冷冻/冷却水泵变频器及各设备智能电表) 之间采用串行通讯方式，通信电缆采用 RVVSP2*1.0mm。

(3) 缆线敷设

CPC 群控系统的线路均采用金属管、金属线槽或带盖板的金属桥架配线方式，通信电缆和信号线不得与电源线共管敷设，当其必须作无屏蔽平行敷设时，间距不小于 0.3mm；若敷于同一金属线槽，需设金属隔离。

水平方向布线，宜在顶棚内采用线槽、线架配线方式；在楼板内，可采用配线管、配线槽配线方式；在房间内，可采用沿墙配线方式等。

(4) 线缆和光缆施工技术要求

1) 线缆的施工要求

- a. 信号线缆和电力电缆平行或交叉敷设时，其间距不得小于 0.3m；信号线缆与电力电缆交叉敷设时，宜成直角。
- b. 线缆敷设时，多芯线缆的最小弯曲半径应大于其外径的 6 倍。
- c. 线缆敷设时，为避免干扰，电源线与信号线、控制线，应分别穿管敷设；当低压供电时，电源线与信号线、控制线可以共管敷设。
- d. 明敷的信号线缆与具有强磁场、强电场的电气设备之间的净距离，宜大于 1.5m，当采用屏蔽线缆或穿金属保护管或在金属封闭线槽内敷设时，宜大于 0.8m。
- e. 信号线缆的屏蔽性能、敷设方式、接头工艺、接地要求等应符合相关标准规定。

2) 光缆的施工要求

- a. 光缆的芯线数目应根据监视点的个数及分布情况来确定，并留有一定的余量。

- a. 光缆的结构及允许的最小弯曲半径、最大抗拉力等机械参数，应满足施工条件的要求。
- b. 敷设光缆时，其最小动态弯曲半径应大于光缆外径的 20 倍。

5.4 电箱/柜工艺要求

5.4.1 电箱/柜工艺总体要求

1. 配电母线(垂直母线)材质为电解一级电工铜，与主母线联接，母线须安装牢固，能承受短路故障时的机械应力，连接螺栓有防松螺母和垫片。搭接长宽符合要求。裸露部分贴色标。
2. 电箱宽*高尺寸>600mm*500mm 或 500mm*600mm 时面、侧板钢板壁厚需 $\geq 1.5\text{mm}$ ，否则壁厚需 $\geq 1.0\text{mm}$ ；落地电柜侧板壁厚需 $\geq 1.5\text{mm}$ ，门板壁厚需 $\geq 2.0\text{mm}$ 。多孔骨架采用新式凸式型钢以加强柜体强度。
3. 漏电断路器应具备短路/过载保护功能。
4. 塑壳断路器应安装相间隔板。
5. 所有二级以上（含二级）电箱/柜进线处应设置浪涌保护器。（落地柜类必须安装）
6. 冷却泵、冷冻泵、冷却塔需单独安装智能电表，能单独计量单台电机能耗。
7. 每块多功能电表需提前送至能源部做检定，检定合格并张贴合格证后方可使用（本规定适用于惠州园区，深圳园区需供应商自行外发检定）。
8. 塑壳断路器要求为抗湿热产品；160A 以下塑壳断路器分断能力 $\geq 35\text{KA}$ ，160A~800A 塑壳断路器分断能力 $\geq 50\text{KA}$ ，1000A~2000A 塑壳断路器分断能力 $\geq 65\text{KA}$ ，4000A~5000A 塑壳断路器分断能力 $\geq 85\text{KA}$ ，微型断路器分断能力 $\geq 6\text{KA}$ 。
9. 配电装置具有机械、电气防误操作的联锁装置。
10. 配电装置内母线应按国标要求标明相序色，并且相序排列一致。
11. 柜内设备的布置应安全合理，保证开关柜检修方便。柜内设备与盘面要保持安全距离。
12. 壳体静电喷涂色标：RAL7035。
13. 安装在柜体外壁上的元件安装高度应在距地面 750mm 到 1800mm 的范围内。
14. 电箱（柜）内回路编号应齐全，标识应正确。
15. 电箱（柜）内应设有便于电缆固定的支架。

16. 电箱（柜）门内侧必需设有文件盒，文件盒内放置相应电柜的完整电气图纸。
17. 电箱（柜）采用通用锁，每把锁配两把钥匙。
18. 构成开关柜部分装置的母线，母线联接线的载流量和温度必须符合 IEC 标准和 GB5585.2-85 要求。接零铜排截面同相铜排截面，接地铜排截面为相铜排截面的 1/2；小于 16A 以下，接地排截面同相铜排截面，N 线、PE 线必须分开设汇流排。
19. 主要检验所用的线缆的颜色，绝缘，截面是否满足用户及设计要求，同时还要检查接线的工艺水平，美观性是否符合规范要求，线耳的压接，线头的处理，接线的牢固性等，线号字迹是否清晰，导线的排列应横平竖直，布置合理，整齐美观，尽量采用行线槽配线。
20. 捆导线的夹具应结实可靠，不应损伤导线的外绝缘，禁止用尼龙线等易破坏绝缘的材料来捆扎线束。线与元件端子或端子排的连接应采用 WDZA-YJYR 软线，用螺母固定的端子需加接线片。导线接线端应加具有识别标识回路的编号，编号应正确，字迹清晰。
21. 电箱（柜）内的 PE 线不得串接，同一接地端子最多只能压一根 PE 线。
22. 汇流排上同一端子不应连接不同回路的 N 线或 PE 线。
23. 技术文件应齐全，所有的电器设备和元件均应有合格证，关键部件应有产品制造许可。
24. 电流互感器
 - a. 电流互感器一次回路额定电流为额定电流 1.1~1.4 倍间，一次穿线为一圈。
 - b. 电流互感器须符合 IEC185 标准。每套互感器的次级和外壳均接地。
 - c. 电流互感器应安装牢固可靠。
25. 电柜进线必须采用上进线，不得侧进线或下进线。

5.4.2 自控变频箱/柜要求

1. 冷却方式为在数据表中规定的，并应符合 IEC60146 的要求。冷却空气孔应仅位于盘的前部。强制通风应包括必需的空气过滤器，风扇和风道，风量应满足变频器正常工作的需要，以保证柜内温升在变频器运行时不大于 10℃；其控制部分设置在柜内，随变频器及装在柜门上的温度控制器启停散热风扇，并具有相应的保护。单个电箱/柜所需散热风量按变频器功率及数量叠加：

变频器功率	散热风机风量	变频器功率	散热风机风量
5.5KW	57m ³ /h	37KW	364m ³ /h
7.5KW	114m ³ /h	45KW	364m ³ /h
11KW	114m ³ /h	90KW	585m ³ /h
15KW	174m ³ /h	110KW	715m ³ /h
18.5KW	174m ³ /h	132KW	715m ³ /h
22KW	174m ³ /h	160KW~220KW	1495m ³ /h
30KW	364m ³ /h		

2. 在变频器的上下方需留有散热空间，散热空间最低要求如下：

变频器功率	上方	下方	变频器功率	上方	下方
5.5KW	200mm	200mm	37KW	200mm	200mm
7.5KW	200mm	200mm	45KW	200mm	300mm
11KW	200mm	200mm	90KW	200mm	300mm
15KW	200mm	200mm	110KW	200mm	300mm
18.5KW	200mm	200mm	132KW	200mm	300mm
22KW	200mm	200mm	160KW~220KW	200mm	300mm
30KW	200mm	200mm			

- 端子安装：端子安装合理，留有足够的接线距离。
- 如采用变频电机，变频电机的强冷风机主回路应设有电机保护器，强冷风机故障时应连锁停主电机。
- 满负荷运行时，电源进线处的总谐波电流畸变 THDA% 应小于 5%。
- 变频器须配有 EMC 抗电磁干扰滤波器。
- 柜子盘面设置变频器操作面板、电源指示、运行状态指示、故障状态指示等控制指示元件。
- 变频器的用户接口（液晶显示控制盘）应安装在柜门上，并配套安装相应紧固件。
- 电源端子和信号端子应有所区别，过电源的端子应选用带保险端子，并方便更换保险管。

10. 该系统应带所有必需的保护，控制和报警装置。
11. 铜排等带电部位应采用防火阻燃透明隔板隔离。
12. 所有变频器元件应可从正面接近。
13. 控制箱内的元器件布置要满足电气、机械等各方面的技术性能要求，保证箱内电气元器件布置合理、可靠。安装、检修、维护、更换电气元器件时应安全、方便。

5.5 材料方面要求

1. 线管、线盒、线槽、软管、桥架等应为阻燃材料或不燃材料（阻燃等级应 \geq B1 或 \geq V1）。
2. 各类电线、电缆（包括柜内电线、强弱电电缆、通讯电缆）应使用无卤、低烟、A 类阻燃材料（WDZA 开头）。
3. 相线导线截面大小与断路器选型按照下表（设备电流需放大 1.2 倍余量）：

线径 (mm ²)	断路器 (A)	线径 (mm ²)	断路器 (A)
1.5	16	70	200
2.5	20	95	250
4	25	120	300
6	32/40	150	350
10	50	185	400
16	63/80	240	500
25	100	300	630
35	125	400	800/1000
50	160		

注 1：当电缆长度超过 200m 时，可适当放大一级。

注 2：1000A 断路器可根据实际情况进行整定。

4. 接地导线截面大小选择按照下表：

电缆相芯线截面	保护地线允许最小截面
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 100$	S/2

5. 三相五线制配电系统中，N 导体的允许载流量不应小于线路中最大的不平衡负荷电流及谐波电流之和。当相导体截面积不大于 16mm^2 时，中性导体应与相线截面积相等。当相导体截面积为大于 16mm^2 时，可选择小于相导体截面积，但不应小于相导体截面积的 50%，且不小于 16mm^2 。
6. 除变频器控制的设备外，其它应带漏电保护（包括控制回路），漏电保护电流为 30mA。
7. 应使用封闭式桥架敷设电线电缆。
8. 网线则必须使用阻燃超 5 类屏蔽双绞线（STP-shielded Twisted Pair），RJ45 的水晶头必须按照 EIA/TIA-568B 的标准压制。控制网线要求必须是硬线（既 8 根线都是单根的 0.5mm^2 的铜线，而不是由多根细铜丝组成的）。
9. 所有材料不应使用对环境有毒的或国际上认为致癌的材料。
10. 主要元件应通过 3C 认证或行业认证。
11. 所有材料进厂均需提供耐火等级检验相关证明资料。

5.5 系统接地

本项目 CPC 群控系统的接地主要指现场接地、电缆屏蔽层接地、保护接地。

1、现场接地

所有的现场地线必须用绝缘铜芯线或电缆，不能用屏蔽电缆的屏蔽层、铠装电缆的金属铠装层以及穿钢管敷设的钢管作为现场地的地线，现场地只能有一点接地。对于有等电位联结的建筑物，现场地集中于一点后，用绝缘铜芯或电缆直接接到等电位联结体上。

2、电缆屏蔽层的接地

同一根屏蔽电缆的屏蔽层必须可靠连接，然后只能在一端接地，以防止形成回路产生电磁干扰。

3、保护接地

CPC 系统内的所有设备都应做保护接地，系统中选用屏蔽电缆、套钢管或用金属电缆桥架单独敷设时，也应做好接地。

6、阀门安装及防腐保温要求

6.1 阀门安装

- 1、所有阀门在安装前均应按设计文件核对其型号，做启闭检查，检查其部件启闭动作是否灵活、可靠；
- 2、阀门在安装前应逐个做强度试验和严密性试验，并及时填写检验报告，同时还应根据介质流向确定其安装方向；
- 3、阀门应在关闭状态安装，并有明显标志标示其方向；
- 4、阀门紧固时应控制力度，防止用力过大而损坏阀门，严禁强力对孔；
- 5、水平管道中的阀门应安装成水平或垂直，以保证其可操作性。

6.2 带压开孔（可选）

针对本项目，因增加一套智能群控系统，需在现有三个机房： J7 ABC 新增冷冻水供回水主管带压开孔，含温度，压力，流量预留孔。

施工准备：开孔前需提前对开孔处周围侧厚检测，工具：带压开孔机，测厚仪各一台，焊接短接

现场施工：施工前期准备→选择开孔作业点→测量管线壁厚→焊接开孔短接→焊缝检查

现场施工作业前根据现场工况及向管理人员确认开孔位置，观察周围作业环境，进行施工。

选择开孔作业点，在选择开孔作业点时，需测量此位置的管线椭圆度小于管外径的1%，通过测厚仪检测施焊处的实际壁厚，满足施焊要求。

注意事项：

- 1) 开孔作业点应选择在直管段上。开孔部位应尽量避免避开管道焊缝；
- 2) 开孔刀中心钻点不应落在焊缝上；
- 3) 管道圆度误差不得超过管外径的1%。
- 3) 清洁管线表面，在焊缝的位置上，除去表面油污、污物；

6.3 防腐保温

1、管道系统安装完成并经试压冲洗合格后，开始保温防腐。所有保温防腐工程均应按《采暖与卫生工程施工验收规范》GBJ242-82 第11章要求施行。

a、管道防腐时应在安装前进行除锈（热镀锌钢管不需除锈），并刷防锈漆两道，然后进行保温；镀锌钢管焊有法兰盘时，在焊口内外各刷樟丹两道。

b、油漆防腐的操作要点如下：

(1)、油漆防腐工程必须严格按照油漆厂家推荐的表面处理要求，清除干净金属表面的油污、灰尘、铁锈等异物，并按照厂家提供的使用说明书和操作规程喷涂或涂刷；

(2)、油漆必须在有利条件下进行，由操作熟练的油漆工操作；

(3)、油漆的喷涂必须保持其工件表面的干燥，且不得在低温或潮湿的环境下喷涂；

(4)、现场涂漆一般应任其自然干燥。多层涂刷的前后间隔时间应保证漆膜干燥，涂层未经充分干燥，不得进行下一工序施工；

(5)、油漆涂层质量应符合下列要求：

①涂层均匀、颜色一致；

②漆膜附着牢固、无剥落、皱纹、堆积、掺杂、鼓泡和针孔等缺陷；

③涂层完整、无损坏、无漏涂。

(6)、油漆的存放应置于阴凉、干燥、通风的仓库内，且有防火的安全措施；

(7)、喷涂油漆操作，应有防毒面具和符合要求的劳动保护措施。

2、保温：

a、本工程的冷冻水管和凝结水管保温采用国家标准厚度保温材料。保温材料的运送、储存和安装的过程应小心加以保护。贮存地点必须保证其干燥；

b、保温部位的确定应按设计图纸要求；

c、所有保温材料均应有厂家提供的品质证明；

d、保温材料的密度、厚度应符合设计要求。

e、保温工程操作要点：

f、保温工作应在系统检漏或试压完成，防腐处理结束后进行；

g、只使用洁净及干燥的保温材料。需使用在清洁及干燥而没有杂质的表面上，所有的冷水管道、通风管道及其系统设备、水泵、阀门和部件等在安装保温材料前，必须清除表面铁锈、杂质和异物，且涂刷防锈漆二遍；对于阀门、法兰、水泵等需要拆卸的活动连接部位，保温隔热层应能单独拆卸，且能保证其隔热层的完好；

h、保温层的端部均应作密封处理，管壳安装时应使纵横向的接缝错开；对于柔性接头、阀门、紧固螺钉及配件水泵、热交换器等特殊部位的施工，应按照特别说明进行施工。

7、设计标准

机房设计和所配置的设备应符合中国最新的标准与实施规程和相关国际标准和规范：

- GB50019-2013 - 采暖通风与空气调节设计规范
- GB50189-2015 - 公共建筑节能设计标准
- GB50243-2002 - 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB50311-2007 - 综合布线系统工程设计规范
- GB50312-2007 - 综合布线系统工程验收规范
- GB/T50378-2014 - 绿色建筑评价标准
- GB/T50785-2012 - 民用建筑室内温湿环境评价标准
- GB50411-2007 - 建筑节能工程施工质量验收规范
- ASHRAE 15: 2007 - 机械制冷安全规范；
- ASHRAE 22: 2008 - 中央空调制冷能效监测仪表装置规范；
- ASHRAE 111: 2009 - 建筑暖通空调系统的测量、测试、调试及平衡；
- ARI550/590: 2003 - 气体压缩循环制冷系统性能评级规范；
- GB/T50314-2015-智能建筑设计标准
- JCJ/T16-2008-民用建筑电气设计规范
- GB50339-2003-智能建筑工程质量验收规范
- GB50168-2006-电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范
- GBJ132-90-自动化仪表安装工程质量验收标准
- GBJ93-86-工业自动化仪表工程施工及验收规范
- ISO/IEC11801-2002-信息技术互连国际标准
- 所有其他相关政府部门针对安装的要求。

8、冷水主机房系统能效及节能率保证

8.1 系统能效

系统综合利用各种节能优化技术，满足：冷冻水供回水温度按 7~8.5°C/12~13.5°C（5月—10月），8~9.5°C/13~14.5°C（11月—次年4月）及末端资用压头 120kpa 下（满足末端需求前提下），实现冷水主机房：

综合节能率 $\geq 11\%$ 且 J7 机房年综合能效 ≥ 4.5 ，并符合广东省《集中空调冷水主机房系统能效监测及评价标准 DBJ/T15-129-2017》。

制冷能效是按以下公式定义的：

冷水主机房能效 $\text{kW/kW} = \frac{\text{总制冷量}}{\text{冷水主机房（冷水主机+（冷冻、冷却）水泵+冷却塔+所有辅助设备）}}$

总制冷量 $\text{kWh} = \text{冷冻水流量} \times (\text{冷冻水回水温度} - \text{冷冻水出水温度}) \times \text{比热容}$

总散热量 $\text{kWh} = \text{冷却水流量} \times (\text{冷却水回水温度} - \text{冷却水出水温度}) \times \text{比热容}$

热平衡率 = $(\text{总制冷量} + \text{主机压缩机功率} - \text{总散热量}) \div \text{总散热量} \times 100\%$

8.2 能效质保

- 1) 在运行调试，确保系统达到能效目标之后，提供为期 2 年的能效质保周期；
- 2) 高效制冷系统现场回访计划；
- 3) 远程在线监测数据分析能效；
- 4) 专家在线诊断系统能耗，保障能效目标；
- 5) 节能验收:所有的仪器仪表需经过第三方检测机构检测合格，节能数据需在第三方检测合格的仪器仪表上导出数据为准，并提供节能报告。

9、调试和验收

9.1 初步调试检查

调试前需进行初步检查以确保调试条件满足：

- 1) 若发现末端有非合同范围内问题影响能效结果，承包单位有责任向业主提出整改方案；
- 2) 如果任何测试的结果显示任何机房、系统或设备未能按本标书规格要求来实现能效，承包商应无偿调整、整改和如有必要更换设备，以便达到要求的性能。

9.2 初步验收确定起始计算月

工程安装完成后，承包单位组织甲方代表进行初步验收，验收内容为，设定启动运行开始计算月份。以甲方实际开始投入生产使用，且承揽单位完成相关工程后并试运行 1 个月后进行初步验收：

- 1) 实现系统整个系统自动化控制稳定运行；
- 2) 保证冷冻水供回水温度：制冷系统：冷冻水供回水温度按夏季 $7\sim 8.5^{\circ}\text{C}/12\sim 13.5^{\circ}\text{C}$

(5月—10月), 过渡季节 8.5~10°C/13.5-15°C (11月—次年4月) 同时达到能效及综合节能率。

9.3 能效最终验收

系统初验收后, 系统运行一整年时间内, 进行 12 期, 每月确定 2~3 天数据采集, 采用能耗比较法, 见《GBT26759-2011 中央空调水系统节能控制装置技术规范》。双方进行能效检测, 年平均综合能效交付达到 ≥ 4.5 , 综合节能率 $\geq 11\%$ 。

10、 培训

具体要求如下:

经过了安装调试和最后的移交, 承包单位必须在 4 星期内提交给业主一式 3 份的操作说明、保养和维修手册、部件列表和所有最终的图纸和图表的资料;

1) 承包单位需要为客户指定的工作人员开办培训教程, 这些教程须在正常办公时间内进行, 并且不应少于 16 个小时的培训时间。培训的开始日期应当与客户商定, 自安装移交后的两周内开始培训;

2) 培训教程应当涵盖系统操作和维护的所有方面, 包括详细的讲解与每一件设备的示范操作和整体系统概述;

3) 培训教程应包括通过提供讲义, 在现场工作地点或承办商和客户双方商定的地点进行;

4) 承包单位应提供所有详细培训方案需要的相关操作手册、工具。