

ICS 号

中国标准文献分类号

团体标准

T/CABEE***—2019

轨道交通车站高效空调系统技术标准

Technical standard for efficient air conditioning in rail transit stations

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会 发布

前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法（试行）》（国建节协（2017）40号）及《关于印发〈2018年度第一批团体标准制修订计划〉的通知》（国建协〔2018〕18号）的要求，由广州地铁设计研究院股份有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认证总结实践经验，考察有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要内容包括：1 总则；2 术语；3 一般规定；4 系统设计；5 运行维护；6 系统施工；7 系统调试与验收。

本标准由中国建筑节能协会团体标准管理办公室负责管理（联系电话：010-57811218，邮箱：jishubu@cabee.org），由广州地铁设计研究院股份有限公司负责具体内容的解释。

本规程执行过程中如有意见或建议，请寄广州地铁设计研究院股份有限公司（地址：广东省广州市环市西路204号 邮政编码：510010）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主编单位：广州地铁设计研究院有限公司

参编单位：广州地铁集团有限公司

深圳地铁集团公司

苏州轨道交通集团有限公司

成都轨道交通集团

长沙市轨道交通集团

广东汉维科技有限公司

北京城建设计研究总院有限责任公司

中铁第四勘察设计院集团有限公司

同济大学

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

广东新菱空调科技有限公司

本标准主要起草人：王迪军、罗燕萍、王静伟、罗辉、韩瑶、张晓波、赵美君、靳守杰、龙宏德、王占生、陈华银、李焱池、禩耀雄、苏醒、王奕然、车轮飞、秦

旭、梁颖君、刘利芝、黄建辉、罗曼、王庆亮、张悦、胡自林、龙丽姮、刘丽萍、梁成儒、潘志刚、马凌志、曾翠峰、谭琼亮、张婷婷、刘程、何刚群、臧建彬、张智力、蔡珊瑜、陈小林、涂小华、卢小莉、韦永美

本标准主要审查人：罗继杰、朱建章、张旭、徐明杰、李德英

目 次

1. 总 则.....	2
2. 术 语.....	3
3. 一 般 规 定.....	5
4. 系 统 设 计.....	6
4.1 空调设计.....	6
4.2 控制设计.....	11
4.3 配电设计.....	17
4.4 接口.....	18
5. 运 行 维 护.....	20
6. 系 统 施 工.....	21
7. 系 统 调 试 与 验 收.....	22
7.1 系统调试.....	22
7.2 系统验收.....	23
附录 A 标准机房布置图.....	25
附录 B 各种传感器安装技术规范.....	26
B.1 温湿度传感器.....	26
B.2 压力传感器.....	27
B.3 流量计.....	28
B.4 二氧化碳传感器.....	28
B.5 风速传感器.....	29
B.6 气象站选址.....	29
本标准用词说明.....	30
引用标准名录.....	31
附：条文说明.....	32

目 次

1. General Provisions	2
2. Terms.....	3
3. General Requirements.....	5
4. System design	6
4.1 Air conditioning design.....	6
4.2 Control design.....	11
4.3 Distribution design.....	17
4.4 Interface	18
5. Operation and maintenance.....	20
6. System construction	21
7. System debugging and acceptance.....	22
7.1 System debugging	22
7.2 System acceptance	23
Appendix A Layout plan of standard cold water engine room	25
Appendix B Technical specification for installation of various sensors.....	26
B.1 Temperature and humidity sensor	26
B.2 Pressure Sensor	27
B.3 Flowmeter.....	28
B.4 CO2 sensor	28
B.5 Wind speed sensor.....	29
B.6 Weather station location	29
Explanation of wording in this standard	30
List of quoted standards	31
Addition: Expanation of provisions	32

1. 总 则

1.0.1 为了贯彻国家节约能源、保护环境、供给侧改革相关法律法规和方针政策，改善城市轨道交通车站的室内环境，提高空调系统能源利用效率，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的城市轨道交通车站电驱动水冷式冷冻水循环的高效空调系统的设计、施工、调试验收及运行维护。

1.0.3 城市轨道交通高效空调系统的建设应综合考虑当地气候特点、轨道交通系统制式、客流等因素，从全生命周期成本角度考虑，采取有效的、经济合理的、系统性的技术措施。

1.0.4 城市轨道交通高效空调系统的设计、施工、调试验收及运行维护除执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的要求。

2. 术 语

2.0.1 空调系统 air conditioning system

对于电制冷水冷式冷冻水循环的空调系统，空调系统是由制冷机、冷水泵、冷却水泵、冷却塔、空调器等末端设备、风机及其管道、阀门、配电、控制系统等组成的，对轨道交通车站公共区及设备用房进行室内空气温湿度、CO₂ 浓度、粉尘等进行控制的系统。

2.0.2 制冷系统 chiller plant system

制冷机房系统，对于电制冷水冷式冷水机组的制冷机房，包括制冷机、冷水泵、冷却水泵和冷却塔及其管道系统。

2.0.3 空调系统能效比 energy efficiency ratio of air conditioning system (EERa)

空调系统总供冷功率和总用电功率的比值。对于电制冷水冷式冷冻水循环的空调系统，即多台空调末端供冷功率之和与制冷机、冷水泵、冷却水泵、冷却塔、空调器等末端设备、风机的用电功率之和的比值。

2.0.4 制冷系统能效比 energy efficiency ratio of chiller plant system (EERc)

制冷系统总制冷功率和总用电功率的比值。对于电制冷水冷式冷水机组的制冷机房，即多台制冷机制冷功率之和与制冷机、冷水泵、冷却水泵及冷却塔的用电功率之和的比值。

2.0.5 空调系统名义工况能效比 energy efficiency ratio of air conditioning system at nominal condition (EERan)

空调系统名义工况条件下按设计负荷运行的总供冷功率与总用电功率的比值。

2.0.6 制冷系统名义工况能效比 energy efficiency ratio of chiller plant system at nominal condition (EERcn)

制冷系统名义工况条件下按设计负荷运行的总制冷功率与总用电功率的比值。

2.0.7 空调系统运行能效比 operational energy efficiency ratio of air conditioning system (EERoa)

空调系统实际运行时任意时间段测量或计量得到的总供冷量与总用电量的比值。

2.0.8 制冷系统运行能效比 operational energy efficiency ratio of chiller plant system (EERoc)

制冷系统实际运行时任意时间段测量或计量得到的总制冷量与总用电量的比值。

2.0.9 制冷系统测量能量平衡系数 measured energy balance coefficient of chiller plant system (MEBC)

制冷系统的冷水系统得热与压缩机做功之和减去冷却水系统排热的差值，再与冷却水系统排热的比值，反映制冷机房实际运行时测量系统的测量精度。

2.0.10 公共区通风空调系统 Public area ventilation and air conditioning system

服务于轨道交通车站公共区的通风空调系统，简称大系统。

2.0.11 设备管理用房通风空调系统 Equipment management room ventilation and air conditioning system

服务于轨道交通车站设备管理用房的通风空调系统，简称小系统。

2.0.12 车站近端通风空调系统 Ventilation and air conditioning system at the proximal end of the station

当公共区通风空调系统采用单端送风系统时，服务于靠近环控机房一半公共区的通风空调系统。

2.0.13 车站远端通风空调系统 Ventilation and air conditioning system at the far end of the station

当公共区通风空调系统采用单端送风系统时，服务于远离环控机房一半公共区的通风空调系统。

3. 一般规定

3.0.1 轨道交通车站高效空调系统的评价参数采用系统运行能效比。

3.0.2 轨道交通车站高效空调制冷系统全年制冷系统运行能效比评价指标应符合表 3.0.2 的规定，且最低不应小于能效等级 3 级对应的指标值。

表 3.0.2 高效空调制冷系统全年制冷系统运行能效比评价指标

热工区	能效等级		
	1	2	3
夏热冬暖地区	≥ 5.0	≥ 4.7	≥ 4.0
夏热冬冷地区	≥ 5.2	≥ 4.9	≥ 4.2
寒冷地区	≥ 5.5	≥ 5.2	≥ 4.4

3.0.3 应结合气象条件、负荷特性、系统规模等进行综合分析，从全生命周期成本最优确定全年制冷系统运行能效比的建设标准，并应符合下列要求：

1 轨道交通新建车站夏热冬暖地区应不低于 1 级能效，夏热冬冷地区不低于 2 级能效，寒冷地区不低于 3 级能效。

2 轨道交通改造车站夏热冬暖地区应不低于 2 级能效，夏热冬冷地区和寒冷地区不低于 3 级能效。

3 全年空调系统运行能效比不宜低于制冷系统能效比的 70%。

3.0.4 轨道交通车站高效空调系统应对建设与运营的能效情况进行考核。建设能效考核应结合建成考核期的运行条件与建设标准确定考核指标，运营能效考核应结合运营年限与建设标准确定考核指标。

4. 系统设计

4.1 空调设计

4.1.1 一般规定

1 系统应按远期运营条件（预测的远期客流和最大通过能力）进行设计，但设备需考虑初、近期节能运行匹配措施。

2 系统设计应满足国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的环境工艺要求，为地铁工作人员和设备提供良好的工作环境和运行环境。

3 车站环控机房按照就近服务和邻近进、排风道的原则灵活布置，尽量缩短空气的输送距离。

4 通风空调系统应采用技术先进、高效节能、运行安全、可靠性高、节省空间、便于安装和维护、且智能化的设备。不同等级能效空调水系统下的设备能效应符合表 4.1.1 的规定。

表 4 主要设备能效表

全年制冷系统 运行能效比	1 级	2 级	3 级
冷水机组	COP、IPLV 不低于 1 级能效	COP、IPLV 不低于 2 级能效	
风机	1 级能效	2 级能效	
空调器	1 级能效	2 级能效	
水泵	1 级能效	2 级能效	
电机	1 级能效	2 级能效	

4.1.2 负荷计算

- 1 公共区空调负荷应初、近、远期分别计算，并进行逐时负荷计算，供设备选型配置参考。
- 2 当采用封闭站台门系统时，车站公共区维护结构冷负荷需考虑站台门和站台板传热负荷。
- 3 当采用封闭站台门系统，公共区新风量取值应按人员新风量和新风比两者最大值取值。
- 4 公共区渗透空调冷负荷应考虑出入口渗透负荷和站台门漏风引起的热负荷和湿负荷。
- 5 小系统负荷计算应考虑设备发热量特性，供电设备用房空调负荷应考虑不同运营时段的负荷差异。

4.1.3 系统形式

- 1 公共区通风空调系统宜采用全空气系统，实现空调季节小新风、全新风和非空调季节全通风三种运行工况。
- 2 当公共区通风空调系统采用全空气系统，有效站台长度 80m 以下的车站宜单端送风；有效站台长度 140m 及以上的车站采用宜双端送风；有效站台长度介于 80~140m 的车站优先采用双端送风。
- 3 当车站大端环控机房到有效站台端部距离大于有效站台 1/2 长度时，应对公共区采用全空气系统和空气-水系统进行比选。
- 4 对于深埋暗挖车站，当采用全空气一次回风系统布置困难时，车站大系统可采用空气—水系统。
- 5 车站宜采用分站供冷，冷源宜采用电动压缩式冷水机组。
- 6 夏季室外空气设计露点温度较低的地区，宜采用蒸发冷却冷水机组作为空调系统的冷源。

7 当车站受边界条件限制，地面无法设置冷却塔时，可采用隐藏式冷却塔、地下蒸发冷凝技术解决冷源。

8 在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区，当采用低谷电能够明显起到对电网“削峰填谷”和节省运行费用时，可采用蓄能系统供冷。

4.1.4 负荷侧节能设计

1 车站大系统组合空调器、回排风机采用变频控制，当设置小新风机时，宜根据室内CO₂浓度检测值进行新风需求控制和调节。

2 大系统组合式空调器宜采用可变风路形式，非空调季降低表冷器阻力，减少运行能耗。

3 变风量组合式空调器设备选型时，应提供机组不同风量时开启表冷器和不开启表冷器对应的运行频率及阻力变化量，工况切换时宜降低运行频率适应新的全压要求。

4 大系统小新风和全新风、通风工况时，回排风机对应的回风和排风工况对风机全压要求不同，设计阶段不同工况转换条件。

5 设备管理用房空调系统应配合建筑专业，宜将空调或通风要求相同的房间相邻布置，以简化管路设计。

6 当采用全空气系统形式时，车站设备管理用房通风空调系统根据空调系统的设计参数及使用时间的不同，应分为三类设置：

- 1) 设计温度为 36℃的变电所用房合设一套系统；
- 2) 设计温度为 27℃，全天 24h 运行的设备用房合设一套系统；
- 3) 设计温度为 27℃，运营时间相同的管理用房合设一套系统。

7 变电所用房通风空调系统的空调柜及回排风机宜采用变频控制。

8 空气调节系统采用上送风气流组织时，宜加大夏季送风温差，并应符合下列规定

- 1) 公共区空调送风温差不宜小于 10℃；
- 2) 变电所用房空调系统送风温差不宜小于 15℃。

- 9 公共区通风空调机房位置应与车站新、排风道相邻，并应靠近公共区设置。
- 10 工艺要求相同的房间应尽量集中布置，避免管线交叉。
- 11 空调器出口不宜设置静压箱；空调器出口变径管的斜率最大不宜超 1:7，出口弯头的朝向宜与风机叶轮的转向相同。
- 12 矩形风管尺寸宜按标准规格设计，有条件尽量减小风管流速。
- 13 设备的风压应进行水力计算，并优化管路设计，尽量减少输送能耗。
- 14 组合式空调机组内部总阻力损失空调季节不宜大于 400Pa，非空调季节不宜大于 300Pa；柜式空调机组内部总阻力损失不宜大于 300Pa。

4.1.5 冷源侧节能设计

- 1 冷冻机房位置宜靠近负荷中心，力求缩短冷冻水供/回水管长度；冷却塔尽量设置在冷冻机房一端。
- 2 冷水机组的台数及制冷量的选择应能适应初、近、远期及全年负荷变化规律，满足季节及部分负荷下高效运行，机组不宜少于 2 台。制冷系统运行能效比为 1 级能效的地铁车站冷水机组宜选用变频高效冷水机组。
- 3 冷水机组的总装机容量应按计算的空调冷负荷直接选定，不得另做附加。在设计条件下，当机组的规格不符合计算冷负荷需求时，所选择机组的总装机容量与计算冷负荷的比值不应大于 1.1。
- 4 新建项目冷水机组选型时，可参考已运营车站的运行参数，分析车站全年冷却水温度与负荷率分布情况，作为机组选型依据，重点关注负荷率 60% 以下设备能效，不宜低于 100% 负荷能效的 60%。
- 5 冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机宜采用变频调节。当车站规模较小、空调季节较短时，应进行技术经济比较。
- 6 当采用一次泵变流量系统时，冷冻水泵频率不宜低于 30Hz，冷却水泵应结合主机能效及综合能耗变化确定变频范围。水泵选型时，宜使水泵名义工况的设计工作点位于水泵性能曲线高效区的中间区。

7 冷却塔选型应根据当地环境湿球温度，结合冷却塔的热工性能曲线进行校核，冷却塔的逼近度宜取值 4℃。

8 当采用变流量系统时，冷水机组的冷水出水温度不宜低于 7℃，在技术可靠、经济合理的前提下宜尽量加大冷水供、回水温差。冷水机组的冷水供、回水温差应符合下列规定：

1) 当车站总冷量小于或等于 1800Kw 时，供回水温差应按不小于 5℃ 设计；

2) 当车站总冷量大于 1800Kw 时，供回水温差宜按不小于 7℃ 设计。

9 冷却水侧应设置水处理装置，冷水机组宜设置冷凝器自动在线清洗装置。

10 空气调节水系统的定压和膨胀，宜采用高位膨胀水箱方式。

11 冷水机房应采用标准化设计，实现机房管路阀件工厂化预制和现场装配式施工。标准分站供冷车站布置图详见附录 A。

12 最不利环路各管径比摩阻宜取值小于 100Pa/m；其他支路比摩阻宜取值 < 300Pa/m，各环路水力压力损失不应超过 15%。

13 各种阀件选型，宜选用低阻力、流量系数大的阀门。

14 管路布置应顺、平、直，当必须设置弯头时，宜设置顺水弯头或顺水三通。

15 机房内设备布置应符合下列规定

1) 机组距墙之间的净距不小于 1m，与配电柜的距离不小于 1.5m，机房主要通道的宽度不小于 1.5m；

2) 机组与机组或其他设备之间的净距不修 1.2m；

3) 宜留有不小于蒸发器、冷凝器维修距离，不宜小于 3m；

4) 机组与其上方管道、烟道或电缆桥架的净距不小于 1m。

5) 水泵净距不小于 0.8m,水泵距墙之间的净距应不小于 0.8m。

16 分集水器的直径宜按总流量通过集管的断面流速 $V=1.0\sim 1.5\text{m/s}$ 计算确定，分集水器之间净距不小于 1.5m。

17 施工图阶段水泵扬程应进行详细水利计算，进行管路优化，减少输送能耗。

18 空调水系统的循环水泵选型时，应计算空调水系统耗电输冷比[ECCH)R-a]，满足《公共建筑节能设计标准》GB 50189，并应标注在施工图的节能设计说明中。

19 水管保温材料宜采用闭孔型保温材料，当采用非闭孔材料时，外表面应设隔汽层和保护层；管道和支架之间、管道穿墙、穿楼板出应采取防止“热桥”和“冷桥”措施。

4.2 控制设计

4.2.1 一般规定

1 轨道交通高效空调控制系统应为对轨道交通车站的空调设备进行节能控制、数据采集、数据分析及数据展示的监控系统。

2 轨道交通高效空调控制系统可与轨道交通环境与设备监控系统结合设置，并满足国家现行《地铁设计规范》GB 50157 中对环境与设备监控系统的相关要求；也可独立设置，并与环境与设备监控系统设置接口以实现相关联动控制。

3 空调设备宜与通风设备纳入同一控制系统进行监控，控制系统的设置应遵循分散控制、集中管理、资源共享的基本原则。

4 轨道交通高效空调控制系统应与空调系统同步建设

4.2.2 系统设计

1 控制系统的设计应与工艺设计相适应，满足对空调设备实时状况监视、设备运行能耗信息化监管和对用能环节适度调控的监控管理需求。

2 控制系统应采用模块化设计，易于扩展。

3 控制系统应采用标准通信接口，标准的、开放的通信协议。

4 控制系统应采用高可靠的产品，保证能全天候不间断地运行。

5 当出现异常情况时系统应能由正常运行模式转为灾害运行模式时，并配合其他相关系统完成灾害联动功能。

6 控制系统由管理工作站、现场控制设备、传感器等设备构成。

7 控制系统的主要监控对象应包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、电动阀门、组合式空调机组、回排风机、新风机、各类电动阀、环境参数及能耗参数等。

4.2.3 系统功能

1 控制系统应具备下列主要功能：

- 1) 通风空调设备状态实时监控及管理；
- 2) 环境参数监测及管理；
- 3) 系统设备用能计量及管理；
- 4) 设备节能运行管理与控制；
- 5) 配合紧急模式的执行；
- 6) 系统维护。

2 系统的控制模式应具备本地手动控制，远程手动控制，自动控制三种运行模式。

3 系统应具备以图形化界面显示监控对象整体运行情况及各类监测数据的功能。

4 系统应具备下列管理功能：

- 1) 对环境参数进行统计；
- 2) 对能耗数据进行统计和分析；
- 3) 对设备的运行状况、运行时间进行统计。

5 系统应实现用能分类、分项及各用能系统和大功率设备的实时计量。

6 系统应能对通风空调设备的能耗进行统计分析，并优化控制系统设备的运行，从而提高整体环境的舒适度及降低能耗。

7 系统维护应具备下列功能：

- 1) 监视被控对象的运行状态，形成维护管理趋势预告等；
- 2) 软件维护、组态、运行参数设置及操作界面修改等；

3) 控制系统硬件设备故障判断及维护管理;

4) 用户权限管理。

8 当数据通信中断时,系统应在通信恢复后自动从现场控制器将数据导入并保存。

9 设备节能运行管理与控制要求如下:

1) 系统应根据空调运行状况预测车站负荷变化趋势,并根据预测结果提前将空调设备调整到最优工况下运行。

2) 系统应根据车站负荷变化情况,通过主动寻优策略和实时调整确保冷水机组负荷率在高效区运行。

3) 过渡季节和夜间低负荷运行时,控制系统应避免单台冷水机组长期在低负荷率下运行,且不能以增加冷水机组的开关机次数为代价,冷水机组的开关机频率应 ≤ 1 次/小时。

4) 控制系统应根据冷冻水供回水压差和温差,在满足最不利端的供水需求的前提下优化冷冻泵的运行频率,确保冷冻水系统在经济区运行。

5) 控制系统应根据冷却水工况变化实时调整冷却水泵的频率,在冷水机组部分负荷和低负荷状态下,控制系统应根据室外湿球温度,采用不同的冷却水供回水温差,降低冷却水泵能耗。

6) 控制系统应根据室外湿球温度通过主动寻优算法自动调整冷却塔风机频率,确保冷却水回水温度尽量接近室外湿球温度

7) 控制系统对冷水机组、冷冻泵、冷却泵和冷却塔的控制应以提高整个冷水机房COP为目标,通过长期数据积累主动优化控制系统的控制算法,确保被控对象能够长期运行在高效区。

8) 控制系统在灾害情况下应能配合防排烟设备执行相应火灾模式及其他相应的紧急联动功能。

4.2.4 监测计量要求

1 控制系统的相关监测与控制应符合下列规定:

1) 反映设备和管道系统在启停、运行及事故处理工程安全和经济运行的参数,应进行监测。

2) 用于设备和系统主要性能计算和经济分析所需要的参数,应进行监测;

3) 应能以现场测量仪表相同的时间间隔与测量精度连续记录,显示各系统运行参数和设备状态。其存储介质和数据库应能保证记录连续 2 年以上的运行参数。

4) 应能实时监测和计算系统设备的能耗,按小时、日、月、年定期统计设备能耗和设备运行时间。

5) 应能根据节能控制策略全自动运行,实现高效空调系统节能目标。

2 高效通风空调系统冷水机房的控制应符合下列规定:

1) 应能进行冷水机组、水泵、阀门、冷却塔等设备的顺序启停和连锁控制;

2) 应能进行冷水机组的台数调节,对比单机与双击的能效选择切换时机;控制系统应能与冷水机组自带控制单元建立通信连接;

3) 应能根据负荷侧需求实现水泵台数控制和流量调节,并保证最不利环路的压差;

4) 应能进行冷却塔台数控制,并根据室外气象参数进行变流量调节;

5) 冷却水变流量调节时,实现冷却水能效最优原则;

6) 宜能根据室外气象参数和负荷侧需求进行供水温度的优化调节;

7) 宜能按累计运行时间进行设备的轮换使用。

3 末端空调系统的控制应符合下列规定:

1) 应能进行风机、风阀和水阀的启停和连锁控制;

2) 应能进行小新风、全新风、全通风三种工况的自动转换;

3) 采用变频空调系统,空调器和回排风机的频率应根据室内回风温度变频调节;

4) 全通风工况时宜根据室外气象参数优化调节室内温度设定值。

4 电量测量内容应包括下列参数:

1) 冷水机组的有功功率、有功电能;

2) 冷水泵和冷却水泵的有功功率、有功电能、运行频率;

3) 冷却塔风机的有功功率、有功电能、运行频率;

4) 空调器的有功功率、有功电能、运行频率;

5) 空调回排风机的有功功率、有功电能、运行频率;

6) 大系统小新风机的有功功率、有功电能、运行频率;

7) 风机盘管的有功功率、有功电能;

8) 制冷系统的总有功功率、总有功电能;

9) 大系统空调系统的总有功功率、总有功电能;

10) 小系统空调系统的总有功功率、总有功电能;

11) 测量内容包括瞬时值、累计值或平均值。

5 流量计宜采用电磁式或超声波式, 测量误差: $\pm 0.25\%$ 实际流量。

6 温湿度传感器的温度精度不低于 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ (20°C 时); 湿度精度不低于 $\pm 2\%\text{RH}$ (20°C 时, $0\text{-}90\%\text{RH}$)。

7 二氧化碳传感器测量范围 $0\text{-}2000\text{ppm}$, 精度不低于 $\pm 50\text{ppm}$ 。

8 压力、压差传感器压力范围为 $0\text{-}0.6\text{Mpa}$, 测量误差: 小于 $\pm 0.1\%$ 。

4.2.5 硬件设备配置

1 控制系统硬件设备应选用具备高可靠性、容错性、可维护性的工业级控制设备。

2 控制系统的管理工作站应采用工业控制计算机, 并配备足够的内存、硬盘以满足性能要求。

3 宜选用可编程逻辑控制器 (PLC) 或分布式控制系统 (DCS) 作为现场控制设备。

4 PLC 设备应采用可扩展、易维修模块化结构, 通信、输入输出 (I/O) 等主要模块组件应具备带电插拔功能及必要的隔离措施。

5 系统主控制器与远程控制器或远程 I/O 模块应通过现场总线或以太网连接, 并适应轨道交通现场环境及具有抗电磁干扰能力。

6 控制系统应配置在线式不间断电源, 其后备时间不应小于 1 小时。

7 测量仪器仪表的选型应满足如下要求:

1) 仪器仪表的选用和设置应考虑各个物理量测量的传感器、信号调节、数据采集和接线系统等对系统测量精度的影响。

2) 仪器仪表应根据相关的国家或产品标准进行标定校准。

3) 仪器仪表的测量范围和精度应与采集端及二次仪表匹配, 且不低于工艺要求的控制和测量精度。

4) 仪器仪表的量程宜为被测对象正常变化范围的 $1.2\text{-}1.3$ 倍。

5) 仪器仪表的选型要求应满足《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJ/T 15-129 的相关要求。

4.2.6 软件基本要求

1 轨道交通高效空调控制系统软件应为平台级综合管理软件，能为轨道交通高效空调系统提供数据分析展示功能、人机交互功能、运维管理等功能。

2 系统软件应在成熟、可靠、开放的平台基础上，按工艺要求和运营需求进行应用软件开发。

3 系统软件应提供良好、通用的开放性接口。

4 系统软件应基于模块化、组件化结构，采用层次性模型，并应具有良好的开放性、扩展性和可移植性。

5 系统软件底层通信服务运行应高效稳定，并可支持各种标准的通用通信协议以及易于扩展的专用协议的开发。

6 系统软件应采用冗余、容错、自恢复等技术。

7 应采用面向对象（设备）的大容量分布式实时数据库，数据应采用层次化模型结构。

8 数据流的控制应清晰，数据传输机制应可靠、稳定、高效。

9 软件体系应具备完整的系统维护和诊断功能，并应具备良好的人机界面。

10 系统软件应能根据空调系统设备（冷水机组、冷水泵、冷却水泵、冷却塔、电动阀门等）的配置，以组态方式灵活添加或修改受控设备对象，对设备不同组合方式进行系统性的功耗分析对比。支持多类型的数据库，并能与编程软件及其他的专业数据库软件共享数据库。

11 系统软件应具有灵活的报表功能，支持实时报表功能，具有趋势显示功能、具有报警及信息管理功能。

12 系统应具有用户管理及权限管理功能，以实现对用户操作人员的管理，防止无关人员的随意操作，确保系统运行管理的安全性。

4.3 配电设计

4.3.1 配电及接地

- 1 至末端设备的配电应采用单独的供电回路。
- 2 冷水机组及配套水泵、冷却塔由同一个电源点供电，电源容量应保证系统处于最大负载状态下的正常工作。
- 3 空调系统配电设备宜集中布置在环控电控室，也可单独房间布置。
- 4 系统应考虑变频器输出距离对设备布置的影响。
- 5 通风设备的金属外壳、独立机柜、设备基础钢筋等，应采用等电位联结。等电位联结线应选用铜芯绝缘导体，其线芯截面面积不应小于 4mm^2 。
- 6 末端设备谐波电流发射限制应符合现行国家标准《电磁兼容 限值》GB 17625 的有关规定；总进线处的电压总谐波畸变率不超过 5%；系统向总进线处注入的谐波电流分量应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 的有关规定。

4.3.2 二次回路

- 1 电量计量表计宜安装在总进线处、各馈线断路器后。
- 2 电流互感器应符合现行国家标准《互感器 第 8 部分：电子式电流互感器》GB/T 20840.8 的有关规定。
- 3 计量表计应符合现行国家标准《交流电测量设备 特殊要求 第 21 部分：静止式有功电能表（1 级和 2 级）》GB/T 17215.321 的有关规定。
- 4 对计量用的电流、电压互感器二次回路导线必须使用铜线。
- 5 电压二次回路导线的截面不应小于 2.5mm^2 ；电流二次回路的导线截面不应小于 4mm^2 。

4.3.3 硬件配置

- 1 低压成套开关设备和控制设备

1) 开关柜应符合《低压成套开关设备和控制设备》GB 7251 的有关规定。

2) 所有电气设备、元件及其附件均采用工业级产品，应符合《低压开关设备和控制设备》GB 14048 的有关规定。

2 变频器

1) 变频器的输出频率范围为 0~500Hz，输出电压为 0~380V，输入端功率因数应大于 0.9，变频器应内置滤波器，输入端谐波应符合国家标准。

2) 变频器应配置外置旁路，变频器故障或火灾状况下，可自动或手动切换到工频运行。

3 仪表要求

1)精度要求：电压、电流 0.2 级，有功功率、功率因数、频率 0.5 级，无功功率 1.0 级，有功电能 1.0 级，无功电能不低于 2.0 级。

2)仪表应具有标准的通信接口和通信协议，应具有数据显示功能，表计精度应提供权威第三方计量检测机构校准报告。

3)具有标准的通信接口和通信协议及其数据传输功能。

4.4 接口

4.4.1 空调系统与配电系统的接口

1 空调系统提供通风空调设备配电要求、负荷等级及容量，并提供设备布置平面图。

2 空调系统提供设备能耗计量要求。

3 配电系统根据空调系统提资要求配电及计量表计设置。

4.4.2 节能控制系统与通风空调系统的接口

1 控制系统根据通风空调系统工艺要求设置满足测量需求的各类测量元件及控制元件。

2 通风空调系统提供工艺要求，控制系统根据环境参数和工艺要求实现节能控制相关的计算、设备调节及节能目标。

4.4.3 节能控制系统与配电系统的接口

- 1 配电系统应为节能控制系统提供满足系统运行需求的电源及接地条件。
- 2 配电系统应为节能控制系统提供相应的能耗信息。
- 3 配电系统应为节能控制系统设置满足监控需求的二次回路及通信接口。
- 4 节能控制系统通过与变频器的接口实现对变频器的监视和频率控制。

4.4.4 节能控制系统与环境与设备监控系统的接口

- 1 节能控制系统独立于环境与设备监控系统设置时应设置此接口。
- 2 节能控制系统应将系统自身的设备状态信息及采集测量的电量、冷量、能耗、环境参数等信息发送给环境与设备监控系统。
- 3 节能控制系统应能接受环境与设备监控系统的控制，在紧急情况时能配合相应紧急模式的执行。

5. 运行维护

5.0.1 空调通风系统按照现行国家标准《空调通风系统清洗规范》GB 19210 规定进行定期检查和清洗，应定期清洗主机热交换器，水泵过滤器及冷却塔。

5.0.2 应有效落实定期巡查，及时发现故障及解决，每年定期复核校验传感器，以及传动机构（阀门）的检查。每年宜委托具有资质的检测机构对电量及冷量的相关仪表作校准，及时更换误差超标的传感器。

5.0.3 应检查远程监控的有效执行，做到现场及远程监控的互补。

5.0.4 系统应支持根据运维诊断规则、告警规则产生运维管理相关告警信息，方便运维人员及时采取措施，确保系统高效运行。

5.0.5 运营部门利用能耗分项计量系统，对系统能耗进行年度统计分析、诊断及系统用能优化运行，制定日能效，月能效，年能效的目标，实现能效目标管理。

5.0.6 运营部门应健全运行管理制度，建立设备技术档案，记录设备运行情况，并制定空调系统经济运行操作手册。

6. 系统施工

6.0.1 传感器安装前应进行校验，安装完成后运行时应再进行一次校验。传感器的安装应严格按照具体安装要求进行安装，保证精度及快速响应和可靠性，其中温度传感器应直接接触水体。各种传感器安装技术规范见附录 A。

6.0.2 流量计传感器安装前应进行校验，安装完成后运行时应再进行一次校验。应严格按照规范安装，宜安装在易于人工读数的位置。安装技术规范见附录 A。

6.0.3 水泵安装时应进行同轴度的检测。

6.0.4 制冷机组与管道连接应在管道冲洗合格后进行；与机组连接的管路上应按设计及产品技术文件要求安装过滤器、阀门、部件、仪表等，位置应正确、排列应整齐；压力表距阀门位置不宜小于 200mm。

6.0.5 冷却塔安装时应尽量远离其他发热源。

6.0.6 弱电线路敷设时须有明确、清晰的标记。

6.0.7 盘、柜在搬运和安装时，应采取防振、防潮、防止框架变形和漆面受损等保护措施，到达现场后，应在规定期限内做验收检查。

6.0.8 二次回路接线施工完毕后，应检查二次回路接线是否正确、牢靠，绝缘电阻值不应小于 $1M\Omega$ ，潮湿地区不应小于 $0.5M\Omega$ 。

6.0.9 盘、柜施工应符合国家现行《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的相关规定。

6.0.10 盘、柜基础型钢应有明显且不少于两点的可靠接地。

6.0.11 变频器安装时应注意散热及控制干扰。

6.0.12 安装监控电脑时应满足防尘，散热，抗干扰等规范要求。

6.0.13 气象站应安装在冷却塔的进风口附近，不宜超过 2 米，离地 1~1.5 米高。

7. 系统调试与验收

7.1 系统调试

7.1.1 系统调试分为施工阶段调试、试运行阶段初调节、1~2 个空调季精细化调试三个阶段。空调季的调试工作应在制冷季最热月进行，1 到 2 个空调制冷季完成节能考核目标调试，调试效果评价应涵盖 1 个完整的空调制冷季。

7.1.2 施工阶段的系统调试应符合国家现行《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 中的要求，并应完成下列调试内容：

- 1 对于变频设备，应找出设计参数对应的运行频率。
- 2 对于多工作点设备，如变风路空调器、回排风机，应找出设计参数不同工作点对应的运行频率。
- 3 对于并联设备，应找出单机与并联时的参数差异。
- 4 应找出自调节阀门的设定参数，如压差旁通控制器、二通阀等。
- 5 应核实所有设备的运行参数，不宜超过规定的上限值。

7.1.3 试运行阶段初调节包含下列内容：

1 冷却水泵

根据机房平面布局和管网设计图纸、采购设备的技术参数，进行初调节，测试确定水泵的性能曲线图，确定单机或并联运行下的高效状态点，并形成水泵运行特征的调试、分析报告。

2 冷却塔

根据冷水主机生产商提供的设备运行曲线，测试不同负荷率及不同冷却水温度下的冷却塔运行台数及冷却效果。并形成冷却塔运行特征的调试、分析报告。

3 冷水主机

根据冷水主机生产商提供的机组性能曲线，测试出不同负荷和冷却水温度下的水流量变化影响、进出水温差变化影响及主机效率变化以及相互之间的变化影响关系，确定每台主机不同冷却水温度、不同负荷率下的性能参数曲线。

4 冷水机房系统

单机设备性能调试完成后，应冷水机房设备全部启动，测试每台设备在各个负荷段在最优效率点的协同运行性能参数。

5 末端系统

机房系统初调节完成后，应测试出各末端设备风量、风压，同时要求冷冻水供水温度达到设计值 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 条件下，调试末端系统在不同的负荷运行状态，实现冷冻水供回水温度差均应达到设计值 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

1) 在完成单机设备和系统初调节后，应完成通风空调控制系统的自动运行模式调试工作。

2) 系统应完成与各相关接口系统的接口协议测试、接口功能调试、网络调试、节能控制功能调试和与相关系统的联动功能调试等，系统调试应由各专业共同参与，并保证双方接口通信正常，测点对应准确。

7.1.4 1~2 个空调季精细化调试

1 对通风空调系统进行整个供冷周期，全负荷段的运行主要参数调试，找出符合系统运行的最佳控制参数及设定规律，同时控制系统能进行自纠和自学习。

2 实现车站通风空调系统的节能目标。

7.2 系统验收

7.2.1 功能验收

车站高效空调系统在单体设备性能测试和系统功能性测试完成后，应进行功能性验收，确保系统能够按设计工艺模式自动运行。

主机，水泵，冷却塔、空调器、电柜等设备的验收分外观验收及性能验收，在调试运行时应对其主要性能参数进行测试，实测值符合设计要求，并满足下列规定：

- 1 系统总风量、测试结果与设计风量的偏差应为 $-5\% \sim +10\%$ 。
- 2 系统冷却水、冷冻水总流量与设计流量允许偏差不应大于 10% 。
- 3 风系统通过风量平衡调试，各风口风量与设计风量的允许偏差不应大于 15% ；
- 4 水系统通过水系统平衡后，定流量系统的各空气处理机组的水流量与设计值允许偏差不应大于 15% ，变流量系统的各空气处理机组的水流量与设计值允许偏差不应大于 10% 。

7.2.2 预验收

车站高效空调系统在完成功能性测试验收后，进行 3 个月试运行调试，确保系统能够按控制策略自动调节，且设备和系统功能均达到设计及合同的要求，方可进行预验收。

7.2.3 能效评价

通风空调系统在运行 1 个完整的空调季后，应出具第三方测试报告，能效评价目标应不低于设计预测能效目标的要求。第三方测试报告主要的测试和评价范围包括：

- 1 传感器、仪表计量和标定准确性的审核；
- 2 数据处理过程的有效性；
- 3 测试方法和国家标准、规范的符合性；
- 4 评价目标应不低于设计预测能效目标 and 设计参数的要求。
- 5 第三方出具的测试报告，其测试结论将作为最终能效评价的必要条件。

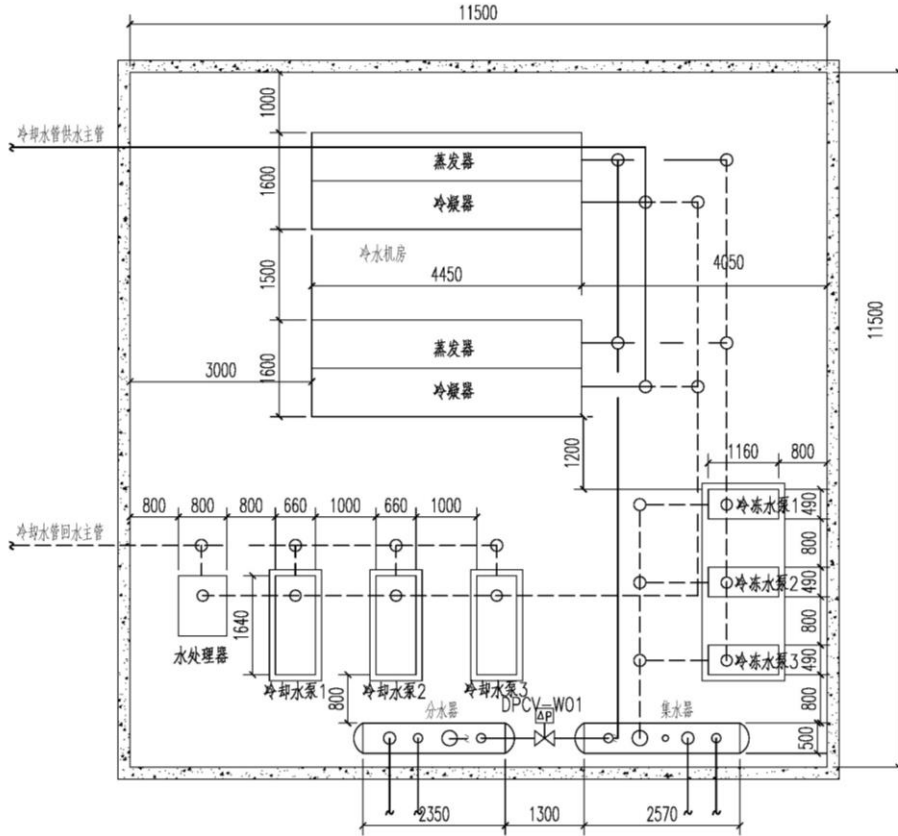
7.2.4 能效验收考核方法

1 对于新建地铁车站，存在着设计远期工况与初期验收工况的运行条件差异，当全年空调季系统输出总冷量不足远期设计工况总冷量的 80% 时，应进行初期与远期的考核指标换算。

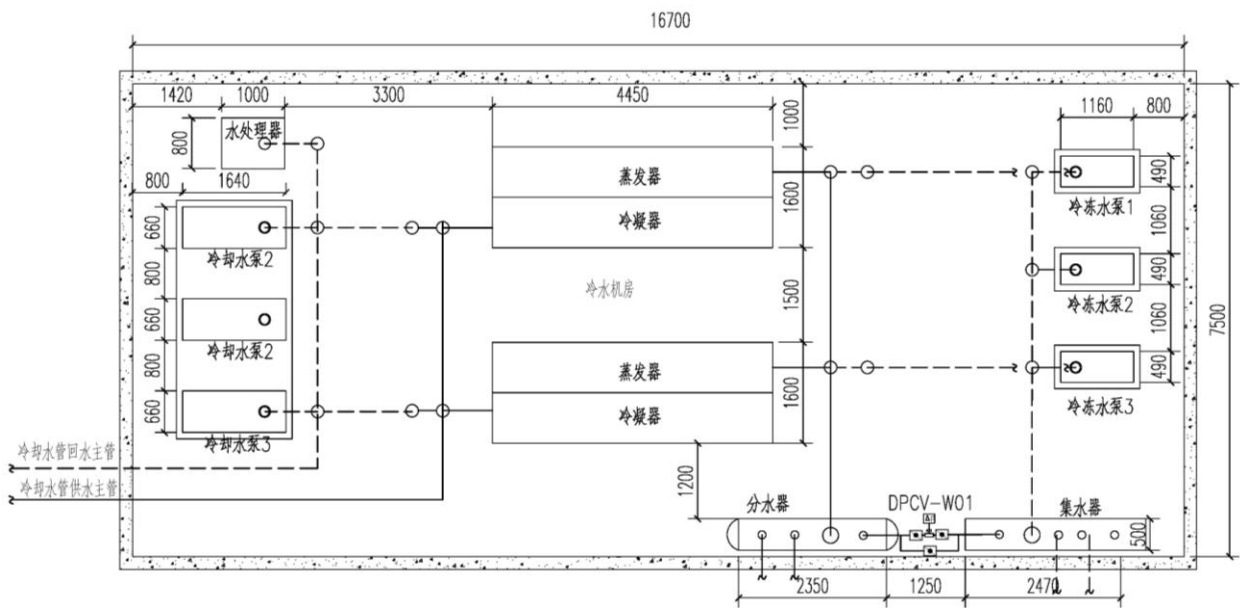
2 对于旧线节能改造车站，当改造项目已进入设备大修期，系统负荷达到设计工况，应按能效目标值进行考核；当改造时未达到远期负荷，应进行现状运行条件与设计工况条件的换算。

附录 A 标准机房布置图

A.0.1 装配式机房正方形布置示意图



A.0.2 装配式机房长方形布置示意图



附录 B 各种传感器安装技术规范

B.1 温湿度传感器

B.1.1 水管式温度传感器

1. 应合理选择测点位置, 尽量避免在阀门、弯头及管道和设备的死角附近装设热电偶或热电阻, 遇到有三通等的需要预留 5 倍管径的直管道 (图 B. 1. 1)。

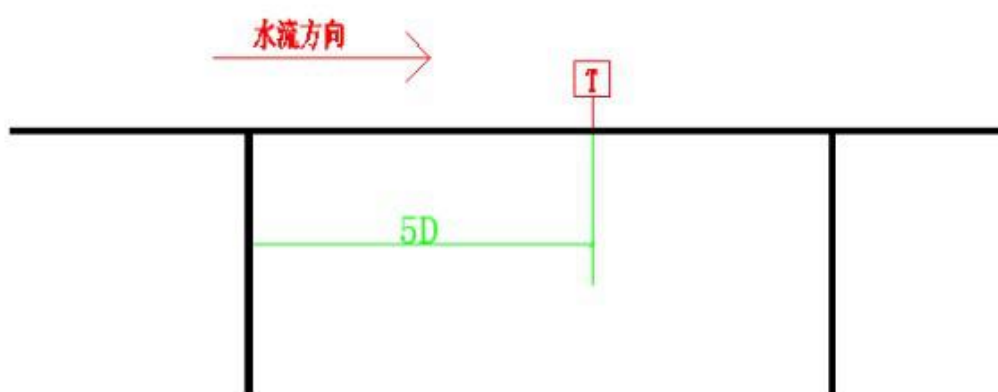


图 B.1.1 水管式温度传感器安装示意图

2. 热电偶应该有足够的插入深度: 对于测量管道中心流体温度的热电偶, 一般都应将其测量端插入到管道中心处 (垂直安装或倾斜安装), 并且保护套管内必须填充导热硅脂。举个例子, 如被测流体的管道直径是 200 毫米, 那热电偶插入深度应选择 100 毫米。

B.1.2 风管式温湿度传感器

1. 温湿度传感器长度应该是管道直径的 3/5 为宜。
2. 测量范围的选择依据被测量值应在测量上限的 2/3 处左右进行选择。
3. 探头应直立或迎着气流方向安装, 端点位于管道中部为宜。
4. 新回风温湿度传感器必须在风阀前安装。
5. 在选择传感器输出形式时, 对于现场有变频设备干扰信号强的场所, 适合选择电流型的传感器; DDC 控制箱到传感器的距离比较远时也适合选择电流型的。
6. 传感器接线口必须向下 (即为下进线方式)。
7. 风管型温湿度传感器应安装在风管的直管段, 如不能安装在直管段, 则应避开风管内

通风死角的位置安装。

B.2 压力传感器

B.2.1 测量气体压力时，取压点应在工艺管道的上半部（图 B.2.2）。

B.2.2 测量液体压力时，取压点应在工艺管道的下半部与工艺管道的水平中心线成 $0\sim 45^\circ$ 夹角的范围内（图 B.2.2）。

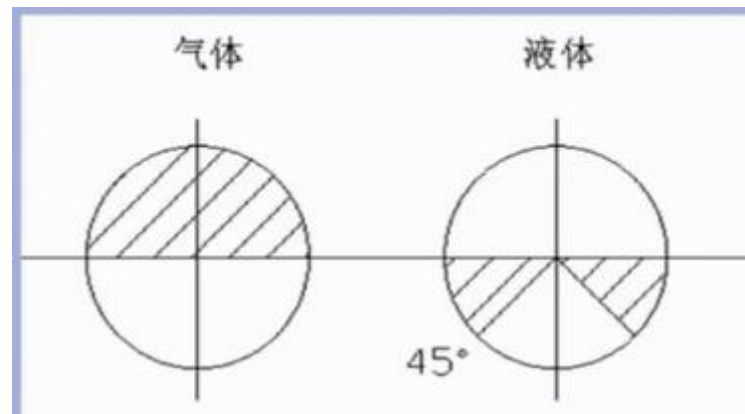


图 B.2.2 压力传感器取压点角度示意图（阴影范围为取样点）

B.2.3 压力取源部件的安装位置，应选择在工艺介质流束稳定的管段。

B.2.4 压力取源部件与温度取源部件在同一管道上时，压力取源部件应安装在温度取源部件的上游侧，压力取源部件的端部不应超出工艺设备和工艺管道的内壁。

B.2.5 在垂直工艺管道上测量带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等浑浊介质的压力时，取源部件应倾斜向上安装，与水平线的夹角应大于 30° ，在水平工艺管道上宜顺流束成锐角安装。

B.2.6 压力变送器安装位置应光线充足，操作和维护方便，不宜安装在振动、潮湿、高温、有腐蚀性和强磁场干扰的地方。否则会严重影响测量结果和变送器的寿命。

B.2.7 压力变送器安装位置应尽可能靠近取源部件。测量低压的变送器的安装高度宜与取点高度一致，尤其是测量液体介质和可凝性气体介质。

B.2.8 测量气体介质压力时，变送器安装位置宜高于取压点，测量液体或蒸汽压力时，变送器安装位置宜低于取压点，目的在于减少排气、排液附件设施。压力变送器安装方式除直接安装于工艺管道上的方式外，通常为分离安装方式，可在现场制作立柱支架，采

用U型螺栓卡设，也可采取墙板支架安装方式，无论何种安装方式，压力变送器应垂直安装，仪表接线盒的电缆入口不应朝上。

B. 3 流量计

B.3.1 流量计必须按照水流方向的标识安装。

B.3.2 选择满管的位置，如垂直管段（流体向上流动）或水平管段。

B.3.3 安装点应选择上游大于 5 倍直管径、下游大于 3 倍直管径以内无任何阀门、弯头、变径等均匀的直管段，安点应充分远离阀门、泵、高压电和变频器等干扰源。

B.3.4 避免安装在管道系统的最高点或带有自由出口的垂直管道上（流体向下流动）。

B.3.5 对于开口或半满管的管道，流量计应安装在 U 型管段处。

B.3.6 两个传感器必须安装在管道周面的水平方向上，并且在轴线水平位置 $\pm 45^\circ$ 范围内安装，以防止上部有不满管、气泡或下部有沉淀等现象影响传感器正常测量。如果受安装地点空间的限制而不能水平对称安装时，可在保证管内上部分无气泡的条件下，垂直或有倾角地安装传感器。

B. 4 二氧化碳传感器

B.4.1 二氧化碳传感器安装的时候可以优先选择墙装式的传感器，尽可能避免管装式传感器的使用，因为墙装式的二氧化碳传感器针对通风系统的有效性提供更加准确的 CO₂ 信息。

B.4.2 墙装式二氧化碳传感器安装距离地板 1.5 - 1.8 米。

B.4.3 管装式二氧化碳传感器适合在单区域系统，但是可以安装在靠近实占空间的位置，这样维护会更加方便的。

B.4.4 多台送回风设备最好每个区域设置一部二氧化碳传感器；而通风量可变的系统每个主要区域设置一部二氧化碳传感器。

B.4.5 对于多区域使用的固定容积单台送回风设备，建议每个区域或空间设置一部传感

器，并根据最大的二氧化碳含量读数进行通风控制。

B.5 风速传感器

风速传感器由通风区指定安装地点，要求安装于风道前后 5 倍管径内无分支分流、无拐弯、无障碍、断面无变化、能准确计算风量的地点为宜。

B.6 气象站选址

为了保证测量数据的准确，气象站的安装要四周空旷为宜，避开较高的建筑物以及有机械通风的环境。气象站的安装要避开磁场较大的地方，比如变压器等。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
表示很严格，非这样做不可的：

1) 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的：

采用“可”。

3标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为：“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《地铁设计规范》 GB 50157
- 2 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 3 《空调通风系统清洗规范》 GB 19210
- 4 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 5 《电磁兼容 限值》 GB 17625
- 6 《低压成套开关设备和控制设备》 GB 7251
- 7 《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》 GB 50171
- 8 《低压开关设备和控制设备》 GB/T 14048。
- 9 《电能质量 公用电网谐波》 GB/T 14549
- 10 《交流电测量设备 特殊要求 第 21 部分：静止式有功电能表（1 级和 2 级）》 GB/T 17215.321
- 11 《互感器 第 8 部分：电子式电流互感器》 GB/T 20840.8
- 12 《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》 DBJ/T 15-129

《轨道交通车站高效空调系统技术标准》

Technical standard for efficient air conditioning
in rail transit stations

T/CABEE***—2019

条文说明

1. 总 则

1.0.1 本条是制定本标准的意义和目的。轨道交通线网规模的增长吸引了越来越多的客流量，但也产生了巨大的能耗。通风空调系统根据所处热工区域的不同占比总能耗约在20~40%之中，是除列车牵引之外的最大耗能专业。目前测试不同地区已运营地铁车站的能效水平都比较低，为全面普及并提升整个行业水平，亟需明确车站高效空调系统的评价参数，量化能效指标，推荐建设标准；并建立高效空调的标准体系，梳理关键节能技术与控制要求；同时提出建设、运营考核标准与运营维护要求。因此制定本标准非常有必要，为轨道交通车站高效空调系统的设计、建设、考核等提供参考。

1.0.2 本条规定了适用本标准的系统形式和范围。电制冷水冷式冷冻水循环集中空调系统是目前国内轨道交通车站的最主要形式，针对该形式制定高效技术标准，可有效提高轨道交通行业车站空调系统的能效水平。

1.0.3 本条规定了高效空调系统建设遵循的基本原则，应考虑工程特点，从系统上采取先进合理的技术措施，同时应力求经济上的合理性。

1.0.4 本标准主要对主要对城市轨道交通高效空调系统的设计、施工、验收、考核及维护管理提出具体的要求，除执行本标准外，还应符合相关现行国家标准，如《公共建筑节能设计标准》GB50016、《公共建筑节能改造技术规范》JBJ176等。

2. 术 语

2.0.3 ~2.0.8 系统能效比(EER)是系统总冷量与总用电量的比值。

系统能效比的评价范围可为空调系统（详见 **2.0.3** 条 EERa），也可为制冷系统（详见 **2.0.4** 条 EERc），两者的总冷量与总用电量的计量范围不同，其中制冷系统的总冷量为冷水机组的总制冷量；空调系统的总冷量为空调区域总用冷量，两者的差异主要在于全新风空调工况时，空调区域的总用冷量包含了系统人工冷源与室外空气自然冷源两部分。为便于对比，本标准建议两者的计量时长均为全年的空调季节，不包括非空调季的全通风工况。

根据冷量计量的基础条件不同，系统能效比可分为名义工况能效比（详见 **2.0.5** 条 EERan、**2.0.6** 条 EERcn）和运行能效比（详见 **2.0.7** 条 EERoa、**2.0.8** 条 EERoc），其中运行能效比不规定运行工况，以工程实际运行数据计量为准，而名义工况能效比则需对运行工况进行规定。

在国家现行《公共建筑节能设计标准》GB 50189 中，只对设备能效有相应的名义工况规定，缺乏对全系统的规定，而且行业内对单一设备名义工况的取值存在差异，如冷水机组的名义工况冷却水进水温度为 30℃，而冷却塔的名义工况出水温度为 32℃等；另外对于空调系统能效比而言，还应对空调系统的室内外设计参数进行规定，而这些数据在全国各地均不相同。

综上，对轨道交通车站高效空调系统系统能效比的名义工况和如下规定：

冷水机组的冷却水进水温度为 30℃、冷冻水出水温度为 7℃；冷却塔的出水温度为 30℃；空调室内设计温度为 29℃±1℃，室外设计温度为当地的设计参数。

2.0.7 空调系统运行能效比指空调系统实际运行时任意时间段测量或计量得到的总供冷量与总用电量的比值。任意时间段可取值为年、月、日或瞬时，全年空调系统运行能效比可用于评价系统全年的能效水平；月空调系统运行能效比可用于评价不同月份的系统能效水平，可横向对比不同月份的数据；日空调系统运行能效比可用于跟踪对比系统日常能效水平，系统可自横向对比、自纠和自学习，不断优化节能策略，同时也可以及时发现系统运行的异常问题。

2.0.8 制冷系统运行能效比指制冷系统实际运行时任意时间段测量或计量得到的总制冷量与总用电量的比值。任意时间段可取值为年、月、日或瞬时，全年制冷系统运行能效比可用于评价制冷机房全年的能效水平；月制冷系统运行能效比可用于评价不同月份的制

冷机房能效水平，可横向对比不同月份的数据；日制冷系统运行能效比可用于跟踪对比资料制冷机房日常能效水平，系统可自横向对比、自纠和自学习，不断优化节能策略，同时也可以及时发现系统运行的异常问题。

3. 一般规定

本章涉及的评价参数选择及相关标准确定，编制组进行了深入研究与分析论证，成果详见著作《地铁车站高效空调系统设计方法与能效评价》(ISBN: 978-7-112-23527-8, 2019年6月出版)。

3.0.1 在轨道交通行业内，常用于描述车站空调系统节能运行状态的参数有用电量、节能率以及各类能效比等。由于不同热工地区气候条件影响空调系统的运行状态、运行时间及用电量；节能率是体现单个项目改造效果最直观的参数，受系统改造前运行状态、改造后运行条件不同的影响，均具有一定的片面性，不适用于不同项目之间的横向对比，而能效比在用电量的基础上计算出系统的运行效率，更适合不同城市不同车站间的统一评价。

用于描述空调系统能效比的参数有很多，包含了对空调系统整体以及主要设备的评价，如常用的冷水机组性能系数 COP、能效比 EER；《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)看的电冷源综合制冷性能系数 SCOP、风道系统单位风量耗功率 WS；美国 ASHRAE 研究报告中还提到了机房全年平均效率 ACPE 等。其中 COP、IPLV、NPLV 只针对指定工况、指定负荷率下的单个制冷机组效率，既不能代表实际运行时的机组效率，也不能体现整个空调系统的效率。空调输配系统的评价参数只针对系统中的水泵与空调末端，也不足以体现整个空调系统的运行效率。SCOP 的计算范围未考虑冷冻水泵的能耗，且衡量的是名义工况，在实际运行的地铁车站空调系统来说，很难计量。ACPE 未考虑冷冻水泵的能耗，也设定了运行条件，包括冷冻水供水温度、最高冷却水进水温度以及冷水机组的机型，与实时运行条件有差异。

为了提高评价的全面性、系统性、实用性，采用了系统运行能效比作为评价参数，不约定运行条件与负荷率，以实际运行测量计算的能效限值为目标，引导设计和管理去研究系统性措施，以提高整体运行水平。

3.0.2 制冷系统运行能效比 EER_{oc} 主要取决于系统设计和产品选型匹配程度，要保证水系统的整体能效水平，需保证冷水机组的设备能效，并对系统配置的除冷水机组以外的输配设备和冷却设备的电耗占比进行分析和控制。

以夏热冬暖地区典型的地铁车站为例，选用的水冷式冷水机组一般在 $528\text{kW} < \text{CC} \leq 1163\text{kW}$ 范围内，评价指标的确定主要缘于以下几个方面：

1. 冷水机组的能效。

我国针对冷水机组的能效分级标准为《冷水机组能效限定值及能源效率等级》（GB 19577-2015），按名义工况 COP 对冷水机组进行能效分级的结果如下表 1 所示。

表 1 GB 19577-2015 能效等级指标(COP)

类型	名义制冷量 (CC) kW	能效等级			
		1	2	3	
		(COP) W/W	(COP) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W
风冷式 或蒸发冷却式	$\text{CC} \leq 50$	3.20	3.00	2.50	2.80
	$\text{CC} > 50$	3.40	3.20	2.70	2.90
水冷式	$\text{CC} \leq 528$	5.60	5.30	4.20	5.00
	$528 < \text{CC} \leq 1163$	6.00	5.60	4.70	5.50
	$\text{CC} > 1163$	6.30	5.80	5.20	5.90

2. 通过对现有高效空调系统案例运行数据的深入研究分析，通过精确合理的设备配置与有效控制的运行调适措施，可控制冷水机组的电耗占比不低于 75~80%。以 1 级能效冷水机组对应 1 级能效水系统，并约定主机的能耗占比为 75%并同时考虑必要的修正，可推算出高效空调水系统的全年运行能效指标值为 5.0。

3. 根据已建成的地铁车站高效空调系统的运行能效水平，同时对比了全国各地部分运营车站的能效测试结果与分析，可将全年运行能效比的最优值维持在 5.0 以上。

4. 为提高评价指标的适用性和可比性，同时考虑到在实际工程建设中，系统效能并非唯一的考量因素，因此结合冷水机组本身的能效分级，对制冷系统的能效相应作了分级，以便于设计与建设的分析与比选。

以上述夏热冬暖地区典型气候为基础，考虑不同热工区域气候条件对制冷系统中冷却水的影响较大，分别以北京、上海作为寒冷、夏热冬冷地区的代表城市，整理分析其全年的室外湿球温度分布情况，对比与夏热冬暖地区代表城市广州的差异。以相同的系统与设备配置，按冷却水温度每降低 1℃，主机能效提升 3~4%进行估算，可以得出另外两个热工区域的指标值，分别提升 10.8%和 4.5%。

3.0.3 由于不同热工区域的空调季长度不同，年用电量差别较大，系统的建设标准应考虑指标提升引起的建设成本增加，与年用电量节省之间的平衡。

由于地铁车站空调风系统的复杂性与多样性，不同车站的方案差异较大，较难进行统一的指标约定。因此轨道交通车站空调系统的效能评价还是应重点关注空调水系统，设备能效比、输配系统评价参数可作为系统效能评价的分解指标，空调系统能效比可作为参考评价指标。

3.0.4 合理有效的考核不但可以评价系统的整体水平，还可以分析出现状运行的存在问题，在高效空调系统的实施过程中必不可少。按地铁工程的特点，设计工况一般为通车 25 年后的远期负荷条件，而建设验收考核一般安排在建成通车的 2 个空调季内（初期）完成，无法达到接近“设计负荷”的验收条件。应在原设计工况设定指标的基础上，考虑考核期内负荷率始终偏低的影响，转换出非设计工况的考核标准。

旧线提前改造与新线建设的能效验收考核指标，均存在着现状运行条件与设计工况条件的换算。两者的换算应以设计工况设定的指标为基础，分为冷水机组与输配系统两部分，按实际运行条件重新核算。

4. 系统设计

4.1 空调设计

4.1.1 一般规定

3 由于地铁车站公共区和设备管理用房的空调系统大都采用全空气系统，存在风系统输送能耗，环控机房临近新排风道和就近服务区域，可以减少风系统输送能耗。特别站后有物业开发和商业区域的车站，公共区与商业区域通过长通道相连，导致该端的设备管理用房区域变成长条形，如果环控机房按常规车站设在车站端部，就会导致风系统输送能耗较大，宜考虑环控机房设置设备管理用房中间，车站新排风井宜就近设置。

4 对于空调水系统，其建设成本与其系统规模和能效水平有关，一般而言，空调水系统的系统规模越大，能效水平越高，需要的投资成本也就越高，比如系统要想达到较高的能效水平，需采用能效较高的设备，初投资成本也会相应增加。根据我院《地铁车站高效空调系统设计方法与能效评价》中能耗分析，冷水机组能耗占总能耗水平的 75%~80%要使空调水系统达到 1 级能效水平，其主机应达到 1 级能效水平；要使空调水系统达到 2 级和 3 级能效水平，其主机应至少达到 2 级能效水平。由于地铁线路工可阶段编制的节能评估报告及批复文件都要求地铁的设备能效不低于二级能效水平，宜为 1 级能效水平。综合以上原因，对应不同等效水平的水系统综合机房能效提出设备对应的不同等级能效水平。

冷水机组在运行过程中不一定处于满负荷状态，因此提出了机组部分负荷性能参数 IPLV/NPLV，更能反映机组实际运行的平均能效比。我国标准《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）中，第 2.0.8 条综合部分负荷性能系数（IPLV，integrated part load value）定义重点在于对于产品的性能的评价和比较，应用时不宜直接采用 IPLV 对实际工程的机组全年能耗进行评价，标准中的公式给出的部分负荷权重是对全国典型公共建筑统计给出的，而轨道交通建筑作为一种特殊的公共建筑类型，部分负荷实际权重与给定值差异很大，另一方面，冷却水温与实际运行也会存在差异。因此，部分用户在 IPLV 的基础上宜增加一项更贴合实际工程要求的 NPLV（No-standard part load value）。需不同地区的地铁项目，结合本地区的气候条件与地铁工程特性，通过对典型车站实际运行的负荷率权重分布与对应的冷却水温度的实测以及数据整理，制定了冷水机组的 NPLV 要求，冷

水机组的 NPLV 可参考《轨道交通车站高效空调系统化设计方法与能效评价》6.3.2 章计算，首先筛选负荷率与冷却水进水温度；第二步分负荷率区段，确定权重系数与对应的冷却水进水温度；第三步确定冷水机组不同运行条件下的 COP；第四步确定冷水机组的 NPLV。

4.1.2 负荷计算

3 地下车站是相对较开放的空调空间，乘客进出站的通道在运营期间处于常开状态，与轨行区分隔也做不到完全密封。在空调季节，室外及轨行区的空气焓值均高于室内，风量渗透均会增大室内空调负荷。在地铁车站通风空调系统设计中，全空气系统的新风量一般在屏蔽门漏风（ $5\sim 8\text{m}^3/\text{s}$ ）、人员新风（ $12.6\sim 20\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{p}$ ）、系统总风量的 $10\sim 15\%$ 三者取最大值。这三者中，往往以屏蔽门的漏风量最大，这对于小客流车站而言，系统新风比会在 $30\sim 50\%$ 之间，新风负荷则相应达到 $40\sim 50\%$ ，能源消耗非常大。合理选取新风量，具有很大的节能潜力。

由于室外风压与轨行区活塞风压的动态影响，将屏蔽门的漏风量作为全空气系统的新风量，并不能在站内建立微正压减少渗漏现象，只是抵消了渗漏引起的负荷。因此，结合渗漏风与室内负荷的计算方法，可以将渗漏风带来的热量和湿量算入室内热负荷和湿负荷，新风量按总风量的最小新风比计取。即在空调季，新风量按人员新风（ $12.6\sim 20\text{m}^3/\text{h}$ ）、系统风量的 $10\sim 15\%$ 的最大值取值；在过渡季及通风季，新风量按人员新风 $30\text{m}^3/\text{h}$ 取值。

5 小系统负荷主要由设备用房负荷与管理用房负荷组成，其中设备用房的负荷占绝大部分，而设备用房的空调负荷主要为各系统设备发热量， 27°C 弱电设备用房的设备发热量较为恒定，但强电设备房的发热量在运营与停运期间存在明显差别，进行发热量较大的供电设备用房空调负荷计算时，要对白天和夜间负荷分别进行计算。

4.1.3 系统形式

2 车站公共区一般采用全空气系统，当输送距离越长，风系统输送能耗越大。本条根据国家现行《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）4.3.22 条要求，反算出空调机组在取值风机 1 级效率的前提下最大余压约为 $650\sim 700\text{Pa}$ ，再根据地铁车站大系统风管的输送距离及风管布置空间推算出单端送风和双端送风的距离要求。

3 根据 4.1.3 条第 2 款的推算可知，当送风距离较长时，如果不控制风管风速，则空调器风机余压较大，会带来风机单位风量耗功率 W_s 可能不满足要求；如果通过加大风管面积，减少风机余压，则会带来车站土建层高需加高，引起土建投资增加。当车站大端距

环控机房较远时，宜考虑在小端靠近公共区设置单端送风系统和全站采用空气-水系统进行经济性比较确定该站公共区空调系统形式。

4 当采用空气-水系统时，空调器宜落地布置，当落地布置困难时，可采用吊顶式机组布置在公共区吊顶内，需考虑运营检修空间。

7 地铁工程路由主要设置在主城区，以满足市民出行要求，中心城区建筑物密集，空调系统需要在地面设置风亭、冷却塔，与繁华的城市居住环境和景观相矛盾。同时随着通风空调领域技术的不断创新与发展，空调冷源设备也随之出现了技术更新、能效更高、机型更为灵活的设备，如隐藏式冷却塔、地下蒸发冷凝设备。这些冷源设备可以放置在地下，有效解决地面冷却塔带来的噪声、景观问题。但需注意此类设备放置地下，地下蒸发冷凝设备需设置机械排风系统或强制把热量带到地面，埋地式冷却塔需加大风机压头克服地下风道阻力，两种设备均增加了风机能耗。

4.1.4 负荷侧节能设计

3 当组合式空调器表冷器采用变风路设计时，空调器在通风工况时气流不经过表冷器，与空调工况相比，大约可减少约 100Pa 的阻力。为实现节能要求，空调器应配套风机变频调节措施，在工况切换时降低运行频率适应新的全压要求。

4 大系统小新风工况时，回排风机正压段需克服排风道阻力；当全新风、通风工况时，回排风机需克服回风管路的阻力，设计需计算两种工况下回排风机的阻力，考虑不同工况下风机的阻力，便于后期运行时调节风机的频率适应不同工况的风量需求。

7 由于电房设备白天和夜间发热量不同，而电房空调系统的负荷主要是设备的发热量，考虑到降压所空调系统负荷不大，该系统本身送风温差一般取值 15℃，风量较小，节能的空间不大。牵引所电房空调系统负荷比较大，风量一般超过 20000m³/h，节能空间比较大，因此建议超过 20000m³/h 的电房空调系统采用变频控制，进一步减小系统能耗。

8 空调系统的送风温差应以 h-d 图的计算为准，对于要求不高的舒适性空调而言，降低湿度要求，加大送风温差，可以达到很好的节能效果。送风温差加大一倍，送风量减少一半，风系统的材料消耗和投资可减少 40%左右，通风机能耗则下降 50%左右，特别对于地下空间紧张、管线比较多的地铁车站工程，加大温差减小风管截面对于节减少土建、机电投资更为明显。同时需核算送风温度应高于服务区域的露点温度，避免结露。

9 公共区通风空调系统机房靠近公共区设置，并与新排风道相邻，可以减少管路输送长度，减少输送能耗。

12 风管流速宜按表 2 取值，减少阻力损失。

表 2 风管流速表

风管类型	风速 (m/s)	风管类型	风速 (m/s)
大系统主风管	6~8	大系统不开风口支风管	5~8
大系统开风口支风管	5~6	小系统主风管	≤7
小系统支风管	3~5		

13 管网阻力是输配能耗的基础，将阻力控制在一定的水平才能保证冷水机组能效的充分发挥。阻力控制主要包括以下几方面：（1）优化管路系统设计，包括管路走向、管件选型，经济流速选择，以及最不利环路的长度控制等；（2）减少设备内阻力。（3）减少设备流量。本标准选取 6 节编组和 8 节编组典型车站，尽量满足表 2 风速条件下统计出不同设备的理论计算风压值，建议设备风压不宜超过表 3、表 4 的数值，尽量减少输送能耗。

表 3 大系统设备风压限值表

车站类型	6 节编组				8 节编组			
	设备名称	风压 (Pa)	风管长度 (m)		设备名称	风压 (Pa)	风管长度 (m)	
			封闭段	开口段			封闭段	开口段
双端送风	大端空调器	≤550	≤70	≤60	大端空调器	≤600	≤90	≤80
	大端回排风机	≤550	≤70	≤60	大端回排风机	≤600	≤90	≤80
	小端空调器	≤500	≤20	≤60	小端空调器	≤550	≤20	≤80
	小端回排风机	≤500	≤20	≤60	小端回排风机	≤550	≤20	≤80
单端送风	近端空调器	≤550	≤40	≤60	近端空调器	≤550	≤40	≤80
	近端回排风机	≤550	≤40	≤60	近端回排风机	≤550	≤40	≤80
	远端空调器	≤600	≤100	≤60	远端空调器	≤650	≤120	≤80
	远端回排风机	≤600	≤100	≤60	远端回排风机	≤650	≤120	≤80

表 4 小系统设备风压限值表

系统类型	6 节编组				8 节编组			
	空调器 (Pa)	风管长度 (m)	回排风机 (Pa)	风管长度 (m)	空调器 (Pa)	风管长度 (m)	回排风机 (Pa)	风管长度 (m)
大端 27℃ 管理用房	≤400	≤70	≤400	≤70	≤450	≤100	≤450	≤100
大端 27℃ 设备用房	≤480	≤90	≤480	≤90	≤530	≤120	≤530	≤120
大端 36℃ 设备用房	≤420	≤70	≤420	≤70	≤480	≤100	≤480	≤100
小端 27℃	≤350	≤50	≤350	≤50	≤400	≤70	≤400	≤70

设备用房								
------	--	--	--	--	--	--	--	--

注：上述两表新风道、排风道阻力取值 $\geq 80\text{Pa}$ 。当车站新风道排风道长度超过 40m，且管路曲折较多时，应复核该值重新取值。空调器风压值指余压，回排风机风压值指全压；风管长度指最不利环路的风管长度，封闭段指不开风口的风管长度，开口段指开风口的风管长度。当风管长度大于表中长度时，应重新核算取值。

14 空调器风机能耗是风机全压下的输送能耗，因此空调器的阻力不仅要控制设备外部管路阻力，也需控制设备内部阻力。编制组调研了国内主要空调器厂家，获得不同类型、不同风量空调器的内部阻力数据，最终确定组合式空调器和柜式空调器内部阻力限值。

4.1.5 冷源侧节能设计

2 编制组调研国内市场冷水机组厂家，获得不同机型、不同冷量冷水机组的能效值，发现能满足国家现行《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577 的双一级能效要求的主流产品主要为变频螺杆机、变频离心机组和磁悬浮冷水机组，因此规定采用 1 级能效空调水系统的夏热冬暖地区地铁车站冷水机组应选用变频高效冷水机组。

4 额定工况负荷计算用于确定系统的规模、以及设备的额定参数，但由于地铁车站系统绝大部分时间都运行在部分负荷工况，因此作为变流量系统，还应密切关注系统负荷率的变化，作为设备选型时性能曲线匹配的依据。

编制组对广州已运行车站车陂南站、白江站的全年车站负荷率进行统计，其中车陂南站为四、五号线换乘站，2009 年通车，客流为近期规模；白江站为十三号线标准站，2017 年通车，客流还处于初期规模。车陂南站全年负荷率在 30~70%之间，白江站负荷率基本在 20~60%之间，全年主要运行在部分负荷区间。因此冷水机组选型必须关注部分负荷时的能效水平。

5 随着冷水机组性能的提高，循环水泵的能耗所占比例上升，冷水机组的变流量运行时，水泵的节能潜力较大，但涉及冷水机组允许变化范围，减少水量对冷机性能的影响。根据编制组对市场变频冷水机组性能调研，变频机组水流量变化范围一般为 50%~130%。冷冻水侧流量变化到 60%以上，对冷水机组的性能影响不大；但冷却水温对冷水机组性能影响非常大，一般来说，冷却水温度每降低 1℃，主机的能耗降低 3~4%左右，因此冷却水流量厂家一般建议不低于 80%。由于冷却水泵和冷却塔设置变频器带来变频器投资和耗电，因此对于车站规模较小、空调季节较短时，应进行经济比较再确定冷却塔、冷却水泵是否变频。

8 加大车站冷冻水温差，可以有效减少水系统输送能耗。国家现行《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577-2015 已对冷水机组的能效提出较高能效水平，冷水机组厂家为提升冷水机组能效，需增大换热器面积、提高换热系数来提高能效。当水温差 7℃（7-14℃）时，水流量减小，冷机内的流速将降低，不利于提高换热系数；同时对于冷机的安全运行，对于换热器的流速有下限要求，此时负荷规模较小的车站再采用冷冻水变频，将会限制冷冻水泵的变频空间，难以发挥冷冻水变频的优势。

对于空调末端，为适应水温差 7℃。需调整表冷器的结构参数（如增加排数、管流程数、回路的管数）以满足水温差 7℃的要求。对于地铁车，7 度温差对组合式空调器和柜式空调器影响较小，但对于风机盘管需要考虑采用非标产品，加大成本。

编制组统计广州地铁 6 节编组、非换乘车站的冷量范围为 1100~1600KW，8 节编组、非换乘车站冷量范围为 1400~2000KW。根据车站负荷规模，综合以上原因，规定了不同冷量车站采用不同温差标准。

10 采用高位膨胀水箱定压，具有安全、可靠、消耗电力相对较少、初投资低等优点，因此推荐优先采用。

19 管网阻力是输配能耗的基础，为降低水泵的输送能耗。阻力控制主要包括以下几方面：（1）优化管路系统设计，包括管路走向、管件选型，经济流速选择，以及最不利环路的长度控制等；（2）控制设备的水阻，主要包括冷水机组与末端设备。根据编制组调研国内厂家结果，冷水机组蒸发器和冷凝器水阻可控制在 5m 以下，末端水阻可控制在 3~4m，但设备初投资有所增加。（3）减少设备流量，适当加大温差，降低水泵规模。本标准选取 6 节编组和 8 节编组典型车站，在满足 4.1.5.12 小节要求的前提下统计出水泵阻力值，给设计人员一个合适的水泵扬程限值的参考值，见表 5。

表 5 水泵扬程限值参考值

车站名称	6A 车站		8A 车站或共用冷源换乘站	
	名称	阻力 (mH ₂ O)	名称	阻力 (mH ₂ O)
冷冻水系统	机房内总阻力	≤10	机房内总阻力	≤10
	机房外总阻力	≤12	机房外总阻力	≤14
	水泵选型扬程	≤24	水泵选型扬程	≤26

冷却水系统	水泵选型扬程	≤20	水泵选型扬程	≤22
-------	--------	-----	--------	-----

4.2 控制设计

4.2.1 一般规定

3 空调设备与通风设备一并纳入控制系统后有利于实现整体的节能；控制系统应采用集散型控制系统，其控制功能尽可能分散，管理功能相对集中，可提高系统的可靠性，且结构灵活、组态方便、布局合理，能降低系统成本。

4.2.2 系统设计

6 轨道交通高效空调控制系统的管理工作站应可靠性高，能适应地铁环境，MTBF≥50000 小时；并能对采集的数据进行进一步的分析、存储，为节能研究提供数据支撑。

4.2.3 系统功能

2 系统的三种控制模式控制权限：本地手动控制>远程手动控制>自动控制。

4.2.4 监测计量要求

1 轨道交通高效空调的监控对象和监测参数。

1) 轨道交通高效空调的监控对象主要包括以下设备对象。

大系统被控对象。包括组合空调器、回排风机、小新风机、风机盘管、全新风阀、小新风阀、组合式空调内部变风道风阀、回排风机联动风阀、回风阀、排风阀。

小系统被控对象。包括空调器、回排风机、新风机、排风机、风机盘管。空调器联动风阀、回排风机联动风阀、新风阀、排风阀、回风阀。

水系统被控对象。冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、水处理设备、冷凝器在线清洗装置等。电动二通阀、电动蝶阀、压差旁通阀、电磁阀。

2) 轨道交通高效空调的监控对象主要包括以下设备对象。

风系统监测参数。室内参数：各空调系统的回风温度、送风温度；站厅/站台公共区温湿度、CO₂ 平均浓度；设备管理用房房间温湿度。室外参数：空气焓值、干球温度、湿球温度。

水系统监测参数。包括总管/重要支管的进水温度、出水温度、温差、流量、压力、最

不利环路压差。

2 主机台数切换和冷水机组的加、减载由控制系统根据冷负荷的变化进行控制。应关注当积累足够的运行数据后，主机的台数切换时机应对比该冷却水温度条件下，单机高负荷率与多机低负荷率的能效后确定。同时增加主机运行台数时，应注意开机顺序应有别于单机开启，此时需先运行水泵后再开启对应的阀门，避免先阀时造成既有主机的水流分配减少而停机。

3 末端空调系统的控制需关注大系统变风路组合式空调器和回排风机工作点转换要求。

变风路组合式空调器在通风工况时，气流不经过表冷器，与空调工况相比，大约可减少约 100Pa 的阻力。在相同的风量下风机可降低运行频率适应新的全压要求，因此在工况切换时，不管空调机组处于多少风量，在风路改变时应注意同时改变风机相应的运行频率。不同风量时对应的频率改变量应在机组选型时由供货商提供。

回排风机在全新风工况与全通风工况时如果需运行回排风机排风，应注意回风与排风两个工况的对风机全压要求不同。回风时风机出口至混合风室，排风时风机出口至室外排风亭，阻力略大。因此回排风机在改变出口段风路时，应注意同时改变风机的运行频率，改变量应在设计阶段计算两者的阻力差进行推算。

4.3 配电设计

4.3.1 配电及接地

2 本条规定了设备的配电要求。

5 本条为保证接地安全，对设备接地做出了具体规定。

4.3.2 二次回路

1、2、3 对设备及元器件做出了具体规定。

4.4 接 口

本章节以单独设置节能控制系统为基础编制的各专业接口要求和内容，接口做法仅供

参考。若节能控制系统未单独设置，由 BAS 专业实现，则可不执行本小节相关内容。

4.4.1 空调系统与配电系统的接口

节能控制系统为水系统和大系统设备单独配置节能柜，节能柜集成了控制柜和低压柜，因此空调系统与配电系统接口分为与节能控制系统的内部接口和外部接口，如图 1~3 所示。

1. 与节能控制系统内部接口：

1) 水系统

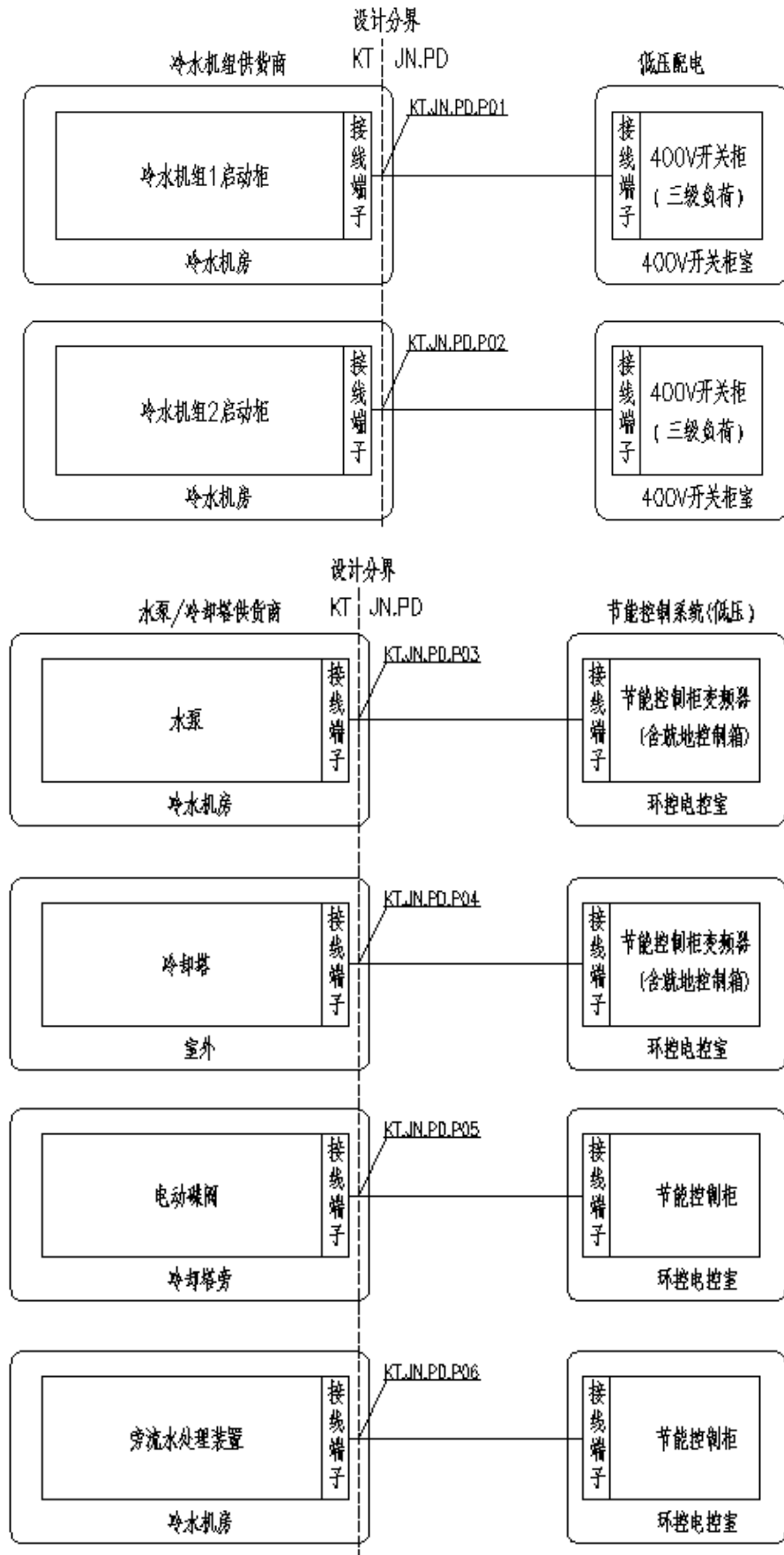


图 1 通风空调水系统与配电系统内部接口图

2) 风系统

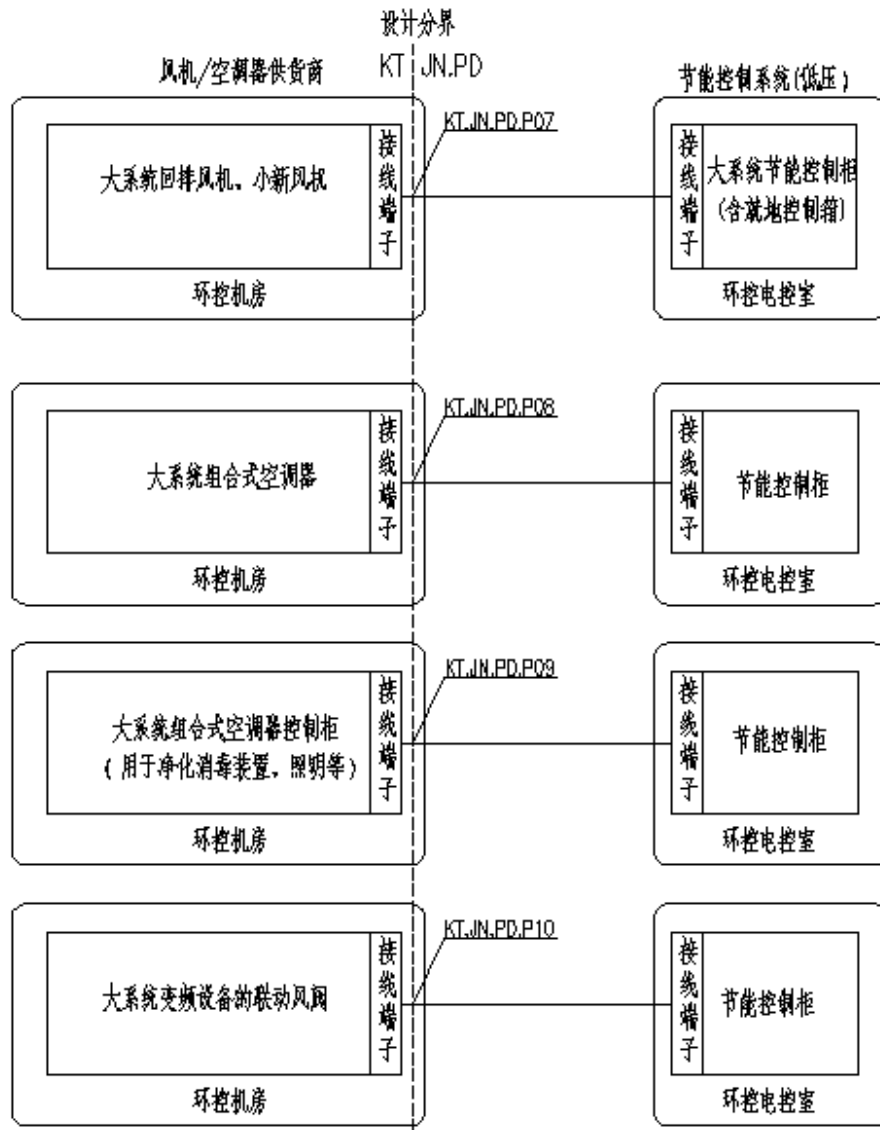


图 2 通风空调风系统与配电系统内部接口图

2. 与节能控制系统外部接口:

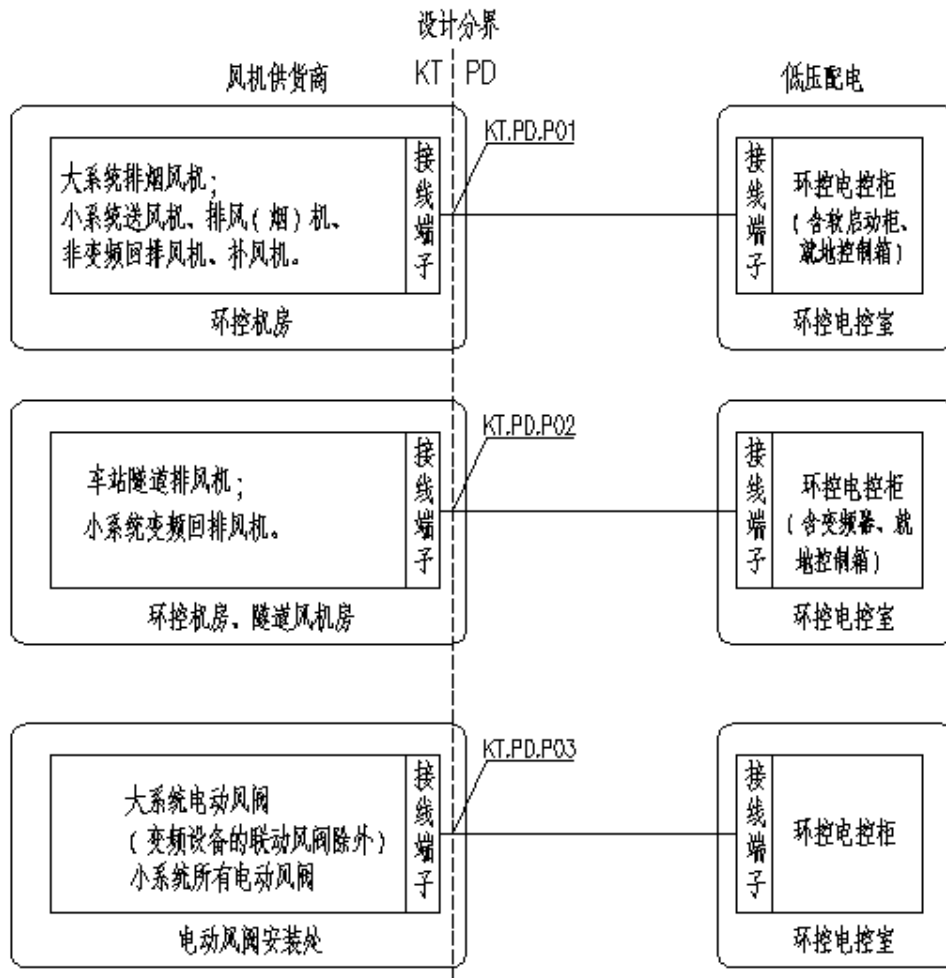


图 3 通风空调系统与配电系统外部接口图

4.4.2 节能控制系统与通风空调系统的接口

具体设备接口界面如图 4 所示。

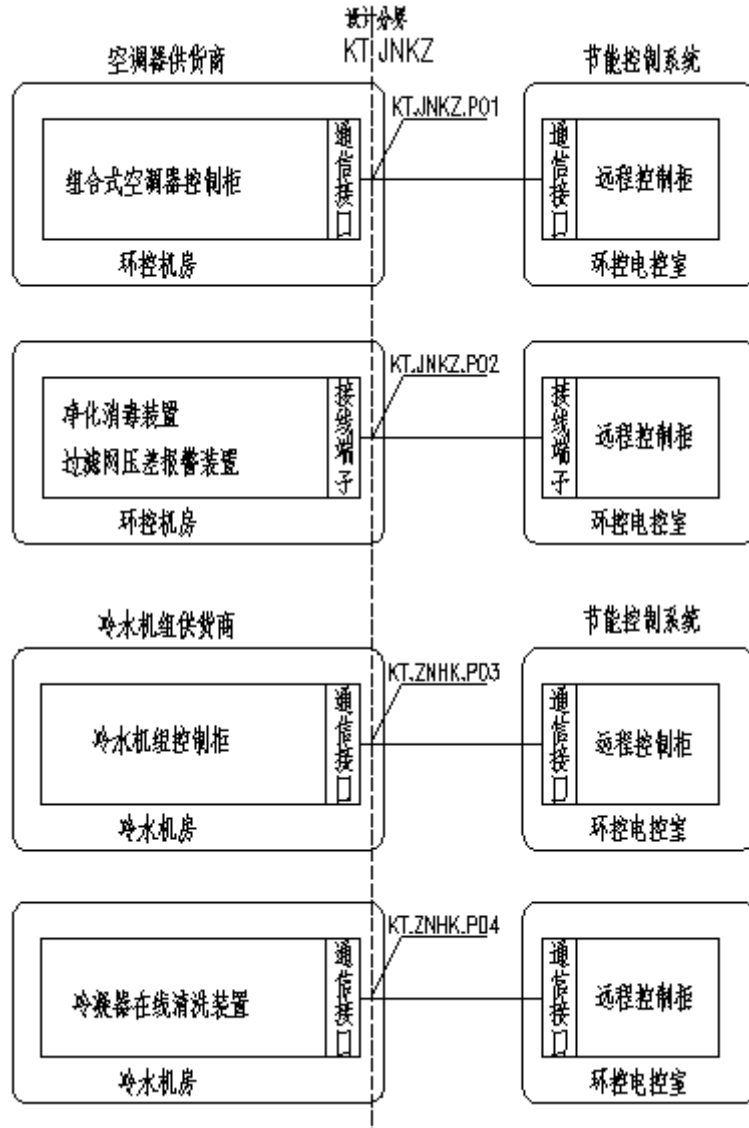
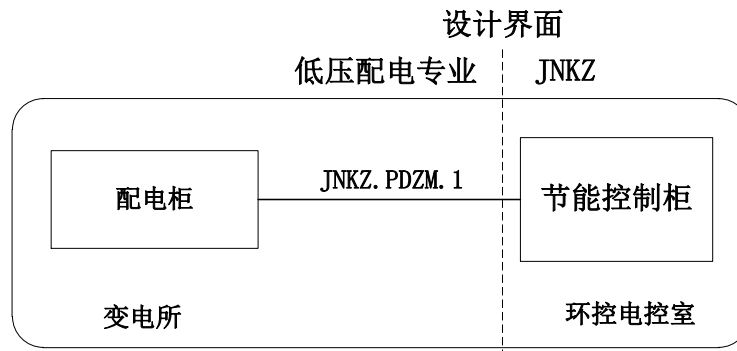


图 4 节能控制系统与空调系统的接口图

4.4.3 节能控制系统与配电系统的接口

具体设备接口界面如图 5 所示。



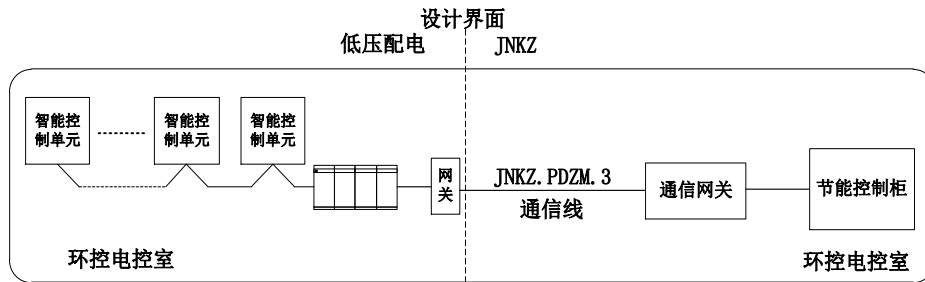
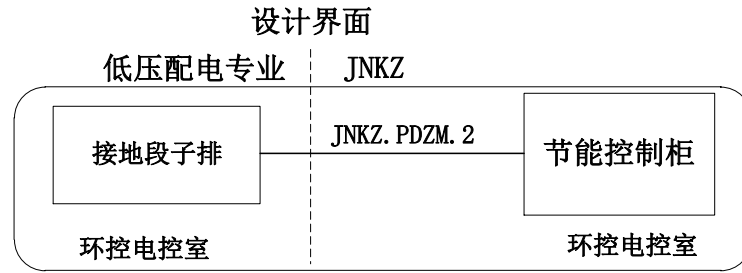


图 5 节能控制系统与配电系统的接口图

4.4.4 节能控制系统与环境与设备监控系统的接口

具体设备接口界面如图 6 所示。

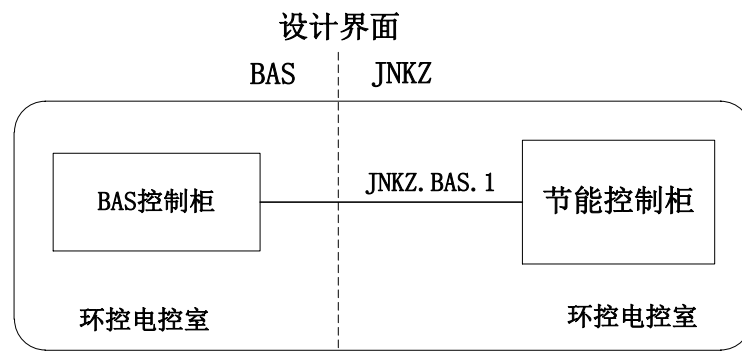


图 6 节能控制系统与环境与设备监控系统的接口图

5. 系统管理

5.0.1 空调通风系统的过滤器、表冷器、冷凝水盘应定期进行全面检查、清洗或更换，保证设备性能参数。特别主机热交换器、冷却塔翅片，保证设备换热性能。空调系统水系统应采用措施杀灭军团菌，并定期进行检验。

5.0.4 本条规定了传感器的维护、定期校验要求。首先要做到传感器采集的信息准确，控制器才能做出正确的判断发出指令，执行机构（二通阀及变频器）做出正确的动作，才能有效使空调系统高效运行。

5.0.5 本条考虑到通风空调系统设备众多，运维工作量大，需要以远程监控、自动分析、在线预警等手段，辅助现场人力完成系统能效维持与优化。

5.0.6 运营部门利用能耗分项计量系统提供的实时检测数据和统计结果，对车站各用能系统进行能耗分项分析、诊断，能及时发现系统运行存在的问题，及时排查和调整；并制定和实现能效目标，可实现用能系统优化运行。

6. 系统施工

6.0.3 水泵就位安装时，水泵纵向中心轴线与基础中心线重合对齐，并找平找正。

6.0.4 冷却塔进风侧距建筑物、基坑边缘不小于 2.5 米；多台冷却塔安装时，各台冷却塔安装时，各台冷却塔的水面高度应一致，高差不应大于 30mm。

7. 系统调试与验收

7.1 系统调试

7.1.1 规定不同工况的设备工作点转换要求。

对于承担多个运行状态的设备，需考虑不同工况的设备工作点转换要求，如单风机和变风路组合式空调器不同工作点转换频率。

大系统的全新风空调工况、全通风工况推荐只开启送风的组合式空调器，关闭回排风机，但需注意由设计的双风机系统改为单风机运行时，单风机需克服的管线阻力增加，管路特性曲线向上变陡，风机的运行状态点发生偏移，风量减少。由于进行单风机运行工况时，系统一般会处于部分负荷状态，风机也相应处于部分送风量运行状态，因此通过频率调节可以克服阻力增加的问题。

变风路组合式空调器在通风工况时，气流不经过表冷器，与空调工况相比，大约可减少约 100Pa 的阻力。在相同的风量下，风机需降低运行频率适应新的全压要求。

因此对于变风路空调器、回排风机，施工阶段调试时应找出设计参数不同工作点对应的运行频率。

7.1.2 1~2 个空调季精细化调试

1 1 到 2 个空调季精细化调试。每阶段调试应至少持续 1 个月以上。空调季的调试工作应在制冷季最热月进行，完成节能考核目标调试，调试效果评价应至少涵盖 1 个完整的空调制冷季。

自控系统完成单机设备和系统精细化调试后，在供冷周期内应根据末端不同负荷需求和制冷设备的最佳部分负荷率电子表格或曲线，对应冷却水的进水温度及冷冻水出水温度设定值进行主要参数调试，找出最佳设定值和控制参数，确定系统的最优节能控制策略。同时控制系统能根据积累的运行数据不断优化控制策略，进行自学习和自优化。

7.2 系统验收

7.2.1 本条规定功能验收的标准。

施工单位提供完整的单机调试报告、系统调试报告情况下，系统能够按设计工艺模式自动运行，同时风系统和水系统完成水力平衡调试。

7.2.2 本条是规定预验收的标准。

系统完成功能验收后，经过不断调试，能够稳定运行三个月，自动根据末端负荷变化运行控制策略，并进行优化，实现系统能耗目标。

7.2.4 为确保考核指标转换计算成果的准确，实施过程中需注意以下几点。

(1) 冷水机组供应商确定后，可参考《轨道交通车站高效空调设计方法及能效评价》第 6.3.2 章节确定主机的能效参数，作为考核换算的依据。建议出厂验收时，至少对每个型号的一台设备进行热工测试验证，以保证数据的准确性。(2) 确定考核要求后，应进行一个空调季的数据收集，如发现数据波动或丢失，应及时处理，以保证数据的完整性与考核的有效性。(3) 考核内容除了空调系统的综合 COP、水系统全年机房 COP 以外，还应对输配系统进行独立分析。由于在初期非设计工况的运行条件下，系统的负荷率一般维持在中下水平，输配系统能耗必然降低，通过考核发现输配系统的运行情况，避免被冷水机组的能效提升掩盖了存在的问题。