

团 体 标 准

T/JSCTS ×××—××××

地铁高效通风空调系统设计技术规程

Technical specification for design of efficient ventilation and air
conditioning system in metro

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

江苏省综合交通运输学会 发 布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 术语 1

3 总则 1

4 一般规定 2

5 负荷计算 2

6 系统设计 2

 6.1 基本规定 3

 6.2 风系统设计 3

 6.3 空调水系统设计 4

 6.4 冷水机房设计 4

 6.5 空调机房设计 5

 6.6 设备选型设计 5

7 管路设计 7

 7.1 风管系统设计 7

 7.2 水管系统设计 7

8 监测与控制 8

 8.1 基本规定 8

 8.2 传感器设计 8

 8.3 监测要求 8

 8.4 控制要求 9

 8.5 控制策略 9

9 能效评价 10

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由苏州市轨道交通集团有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：苏州市轨道交通集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、南京天加环境科技有限公司、南京理工大学、苏交科集团股份有限公司、浙江上风冷却塔有限公司、搏力谋自控设备(上海)有限公司、杭州源牌科技股份有限公司、浙江中创科技有限公司、格兰富水泵（上海）有限公司

本文件主要起草人：车轮飞、王占生、朱 宁、王庆亮、谭琼亮、许常宜、林昶隆、付维纲、蔡崇庆、夏继豪、李森生、李国栋、篮 杰、邓敏锋、杨礼桢、胡忠炜、杨周周、王 远、王 特、李汉伟、周 龙、王 欢、姚建勇、胡海明、胡谷庆、景建平、叶群红、房中华、刘嘉敏

地铁高效通风空调系统设计技术规程

1 范围

本文件提出了地铁高效通风空调系统的设计要求，包括总则、负荷计算、系统设计、管路设计、监测与控制、能效评价。

本文件适用于轨道交通行业高效通风空调系统的设计。

2 术语

2.1 高效通风空调系统 **efficient ventilationg and air conditioning system**

在满足室内热舒适度和经济合理性的前提下，能效比评价指标符合本标准规定的通风空调系统。

2.2 高效制冷机房系统 **efficient chilled-water plant system**

能效比评价指标符合本标准规定的制冷机房系统。

2.3 空调系统能效比 **energy efficiency ratio of air conditioning system**

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，即空调末端供冷功率之和与冷水机组、冷水泵、冷却水泵、冷却塔、空调末端设备、配套风机的用电功率之和的比值。

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称为空调系统运行能效比。

2.4 制冷系统能效比 **energy efficiency ratio of refrigeration system**

制冷系统总制冷功率和总用电功率的比值。对于采用电制冷水冷式冷水机组的制冷系统，即冷水机组制冷功率之和与冷水机组、冷水泵、冷却水泵及冷却塔的用电功率之和的比值。

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为制冷系统运行能效比。

2.5 有效冷量评价指数 **effective cooling capacity evaluation index**

某一段评价时间内所服务区域实际需要的冷量与冷水机组输出冷量的比值。

2.6 单端送风系统 **single end air supply system**

地铁车站公共区的通风空调系统从车站一端进行送回风的管线布置方式。

2.7 双端送风系统 **double-ended air supply system**

地铁车站公共区的通风空调系统从车站两端进行送回风的管线布置方式。

2.8 流量旁通阀 **flow bypass valve**

在总供、回水管之间设置的旁通调节阀，当需求侧流量小于单台冷水机组最小流量时，系统需要正常运行时的流量调节阀门。

3 总则

3.1 为了贯彻国家有关法律法规和方针政策，节约能源、保护环境，改善轨道交通车站的室内空气质量，提高通风空调系统的能源利用效率，制定本规程。

- 3.2 本规程适用于新建、扩建和改建的江苏省地铁车站电驱动水冷式冷冻水循环的高效通风空调系统的设计。市域轨道交通、城际铁路可参照执行。
- 3.3 地铁车站高效通风空调系统的建设应综合考虑江苏省气候特点、系统制式、客流等因素，从全生命期成本角度考虑，采取有效、经济的系统性技术措施。
- 3.4 地铁车站高效空调系统的设计除执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的要求。

4 一般规定

- 4.1 地铁车站通风空调系统的评价参数应采用运行能效比。
- 4.2 地铁车站高效制冷系统全年运行能效比评价指标应符合表 1 的规定，且不应小于能效等级 3 级对应的指标值。

表 1 高效制冷系统全年运行能效比评价指标

热工分区	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

- 4.3 应结合江苏省气象条件、负荷特性、系统规模等进行综合分析，从全生命期确定制冷系统全年运行能效比的建设标准，并应符合下列规定：
- 4.3.1 地铁新建车站夏热冬暖地区不应低于 1 级能效，夏热冬冷地区不应低于 2 级能效，寒冷地区不应低于 3 级能效。
- 4.3.2 地铁改造车站夏热冬暖地区不应低于 2 级能效，夏热冬冷地区和寒冷地区不应低于 3 级能效。
- 4.4 地铁车站空调季空调系统运行能效比不宜低于制冷系统运行能效比的 70%。
- 4.5 应对地铁车站高效空调系统建设与运营的能效情况进行考核。建设能效考核应结合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。

5 负荷计算

- 5.1 地铁车站空调负荷应采用逐时计算负荷。
- 5.2 新风宜采用预冷除湿措施。
- 5.3 车站公共区人员负荷宜根据闸机进出乘客数据、工作人员数量确定同时在站人数，并应对初、近、远期分别计算。
- 5.4 当车站设置全封闭站台门时，公共区围护结构冷负荷应考虑站台门、站台板、轨顶风道顶板传热负荷。
- 5.5 当车站设置全封闭站台门时，公共区空调系统的最小新风量应按人员新风量和新风比两者较大值取值。
- 5.6 公共区渗透空调冷负荷应计算出入口渗透负荷和站台门漏风产生的负荷。
- 5.7 设备用房得热量应以设备实测发热量为基础进行计算。
- 5.8 设备用房空调负荷应考虑不同运营时段的负荷差异，负荷计算应考虑设备发热量特性。

6 系统设计

6.1 基本规定

- 6.1.1 系统应按地铁车站的最大高峰小时客流量和行车密度设计，并应采取初、近期节能运行匹配措施。
- 6.1.2 系统设计应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。
- 6.1.3 车站通风空调系统可采用全空气系统、空气-水系统。当采用全空气系统时，应采用变风量系统。
- 6.1.4 通风空调系统应采用技术先进、高效节能、绿色环保、安全可靠且智能化程度高的设备，设备能效应符合表 2 的规定。

表 2 主要设备能效表

制冷系统全年运行能效比	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	COP、IPLV 不低于 2 级能效
风机	1 级能效	2 级能效	2 级能效
水泵	节能评价值	节能评价值	节能评价值
冷却塔	1 级能效	2 级能效	2 级能效
电机	1 级能效	2 级能效	2 级能效

注：

1. 当电机为变频电机时，其工频运行时能效等级不低于 2 级。
2. 电机是指风机、水泵、冷却塔、空调器的电动机。

6.1.5 通风空调系统设计宜根据全年负荷特性、气候特性、设备特性、系统控制策略进行全年空调季制冷系统运行能效比和空调系统运行能效比计算，能效指标应满足本标准 4.2~4.4 条的规定。

6.2 风系统设计

6.2.1 系统形式

- a) 车站有效站台长度小于等于 140m 时，公共区通风空调系统宜采用单端送风，车站有效站台长度大于 140m 时，可采用双端送风系统。
- b) 车站公共区通风空调系统可通过采用全新风阀、小新风阀实现全新风与小新风工况，小新风阀应设置流量检测装置控制新风量。
- c) 车站设备管理用房采用全空气系统时，应采用末端变风量系统或定风量调节阀。末端变风量系统宜采用变静压控制法与总风量控制法。
- d) 变风量末端装置应选用单风道压力无关型。
- e) 车站公共区通风空调系统宜与防排烟系统分开独立设置。
- f) 车站公共区全空气系统可采用单风机或双风机一次回风系统，回风系统宜兼用排风系统，且宜采用集中回风或集中排风。
- g) 车站设备管理用房全空气系统应采用双风机一次回风系统，回风系统宜兼用排风系统。

6.2.2 节能设计

- a) 车站设备管理用房通风空调系统上应设置回风阀、新风阀及排风阀，并应减少其他局部阻力部件的设置。
- b) 空调区域应设置温湿度传感器，公共区应设置 CO₂ 传感器，系统应根据各类传感器参数自动调节室内送风量与送风参数。
- c) 在保证不凝露的前提下，应加大空调季节的送风温差，送风温差应符合下列规定：
 - 1) 公共区空调送风温差不宜小于 10℃。
 - 2) 27℃ 设备管理用房空调系统送风温差不宜小于 10℃。
 - 3) 变电所用房采用冷风降温时，送风温差不宜小于 15℃。
- d) 空调风管应采用钢板风管或复合风管，不得采用土建风道。
- e) 同一空调功能的房间应集中布置，在满足噪声、振动前提下，空调设备系统应邻近服务房间。
- f) 采用变速控制的空调器、风机设备风压应以计算系统总压力损失作为额定压力，不宜附加系数。

g) 空调器、风机风量应附加风管和设备的漏风量,漏风量宜取 5%,非服务区域的漏风量不应超过附加值。

h) 设计工况下,空调器、风机效率不应低于其最高效率的 95%。

i) 当选用多台空调器、风机并联运行时,应选择相同特性曲线的设备,并根据并联运行工况选择单台设备的风量、风压参数。

6.3 空调水系统设计

6.3.1 系统形式

a) 地铁车站内宜采用分站供冷方式,冷源宜选用变频螺杆机组或高效磁悬浮离心机组。

b) 空调水泵参数应考虑冷源装置、末端设备、循环水泵功率的影响因素,采用冷水机组直接供冷时,空调冷水供水温度不应低于 5℃,空调冷水供回水温差不应小于 5℃,有条件时,应提高供水温度至 7~10℃,供回水温差可提高至 7℃。空调冷却水供水温度不宜高于 32℃,且不应低于 15.5℃,有条件时应降低冷却水供水温度,供回水温差不应小于 5℃。

c) 空调水系统宜采用一次泵或二次泵变流量系统,每个分区的各级水泵不应少于 2 台。

d) 根据冷水机组最小流量及最小流量变化率限制要求,合理设置空调水系统流量变化范围与变化速率。

e) 冷冻水泵宜与冷水机组一一对应,不宜采用共用集管连接。

f) 空调冷冻水系统应优先采用膨胀水箱定压,膨胀水量应进行回收。

g) 空调冷却水应设置水处理系统,水处理系统应具有过滤、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等功能。

h) 水处理系统宜采用综合水处理方案,宜从冷却水磁化处理、高压静电场水处理、变频脉冲电磁水处理、旁流水处理、药剂水处理等方案中选择多种措施。

i) 水处理措施不应应对设备、管道产生腐蚀或其他负面作用。

j) 冷却水系统排水应排入污水管道,水质应满足《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 的有关规定。

6.3.2 节能设计

a) 设备管道设计时应能使循环系统的余压充分利用。

b) 多台冷却塔并联时,应优先设置共用集水池,冷却塔设备应有溢流报警反馈信号。

c) 施工图阶段水泵扬程应进行详细的水力计算。

d) 末端空调设备应设置具有流量测量、平衡管网阻力的阀门。

e) 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、穿楼板处应采取防止“热桥”措施。

6.4 冷水机房设计

6.4.1 冷水机房宜每站单独设置,近期换乘车站宜采用共用机房。

6.4.2 冷水机房宜采用全线标准型布置形式。

6.4.3 冷水机房宜采用装配式机房,管道连接宜采用螺纹、法兰连接或其他适合装配式的连接方式。

6.4.4 冷水机房宜靠近负荷中心,冷却塔宜与冷水机组设置在车站的同一端。

6.4.5 冷水机房不应设置在电气用房上方。

6.4.6 冷水机房内设备布置应符合下列规定:

a) 机组距墙之间净距不应小于 1m,与配电柜净距不应小于 1.5m,机房主要通道宽度不应小于 1.5m。

b) 机组与机组或其他设备之间净距不应小于 1.2m。

c) 宜留有不小于蒸发器、冷凝器清洗的通管空间,不宜小于 3m。

d) 机组与其上方管道、烟道或电缆桥架的净距不小于 1m。

e) 水泵净距不小于 0.8m,水泵距墙之间的净距应不小于 0.8m。

6.5 空调机房设计

6.5.1 车站公共区空调机房宜设置在车站设备区小端，并靠近新、排风道布置。

6.5.2 车站公共区空调机房宜采用全线车站标准型布置方式。

6.5.3 空调机房不应设置在电气用房正上方，如必须设置时，应采取防水措施。

6.5.4 多台组合式空调机组之间距离不应小于其设备本身的宽度，组合式空调机组非接管侧与墙体距离不应小于 0.8m。空调机房内主要通道宽度不应小于一台组合式空调机组的宽度，其他次要通道宽度不应小于 1.0m。

6.6 设备选型设计

6.6.1 冷水机组

a) 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，并满足季节及部分负荷下高效运行，且冷水机组不宜少于 2 台。

b) 冷水机组总装机容量应按空调计算冷负荷直接选型，选型产品制冷量不应大于计算冷负荷的 1.1 倍。设置有备用冷源的系统，根据备用冷源使用情况，冷水机组选型时可不考虑部分备用冷源区域的冷量计入。

c) 冷水机组蒸发器、冷凝器水阻应根据系统节能目标综合确定，设备全生命周期内的节能效益应能抵消其增加的造价。

d) 冷水机组应能适应空调水系统变流量运行要求；应选用允许水流量变化范围大、适应冷水流量快速变化、具有减少出水温度波动的控制功能的冷水机组。

e) 冷水机组冷凝器宜设有自动在线清洗功能。

f) 冷水机组应根据全曲线工况下效率进行选型，最低效率不应低于标称效率的 70%。

g) 冷水机组宜选用变频螺杆机组或变频磁悬浮离心机组，设备选型应使得其运行工况长期保持在较高 COP 值范围内。

h) 螺杆式冷水机组运行时趋近温度宜控制在 0~4℃ 范围内，磁悬浮冷水机组运行时趋近温度宜控制在 0~1.5℃ 范围内，当趋近温度超过限定的阈值时，应通过优化或调整控制系统、水处理系统、油路系统等方案使其达到规定的范围内。

i) 冷水机组宜根据表 1 高效制冷系统全年运行能效比评价指标要求，选用 1 级或 2 级能效产品。

6.6.2 空调器

a) 组合式空调器、柜式风机盘管的风阻力、水阻力应根据系统节能目标综合确定，设备全生命周期内的节能效益应能抵消其增加的造价。

b) 空调器应能适应空调水系统大温差、高温供水系统方案下的换热需求。设备选型时应校核空调器在非标准工况下的冷量、风量、换热效率等参数。

c) 空调器宜选用无蜗壳风机，无蜗壳风机的效率应不小于 70%。

d) 空调器应采用变频调节风量，其风机、电机应能适变频调节工况下功能要求，变频工况下效率应不低于最高效率的 80%。

e) 空调器初效过滤器初阻力应不大于 50Pa，终阻力宜为 200Pa，并宜设置过滤器自动在线清洗装置。

f) 空调器断面风速应综合考虑设备造价与节能运行的关系，经计算确定空调箱的断面尺寸。

g) 在经济条件允许条件下时，空调器宜采用可变风路系统。

6.6.3 风机

a) 风机配套电动机级数宜选用 4 极及以上产品。

b) 风机应根据表 2 高效制冷系统全年运行能效比评价指标要求，选用 1 级或 2 级能效产品。

c) 风机效率不宜小于 80%，风机静压值占全压值比例不应低于 80%。

6.6.4 水泵

a) 冷冻水泵、冷却水泵宜选用直联式水泵，配套电动机级数宜选用 4 极及以上产品。

b) 冷冻水泵应采用变频调节，其配套电动机宜选用变频电动机，冷却水泵应经经济技术比较后确定是否采用变频调节。

c) 冷冻水泵、冷却水泵应选用曲线平坦、效率高的产品。

6.6.5 冷却塔

a) 冷却塔宜选用全钢制或不锈钢制产品。

b) 应根据系统规模、环境参数、空调季度时长等参数对冷却塔风机变频措施进行技术经济比较后，确定冷却塔风机的调节措施。

c) 冷却塔应根据当地湿球温度及产品热工性能曲线进行选型。冷却塔逼近度不宜大于 4℃。

d) 冷却塔宜将冷却水管路、阀门内置于塔体中，塔体宜与室外气象站结合设置。

e) 当冷却水系统采用变流量运行时，冷却塔宜采用变流量喷嘴。

f) 冷却塔配套电动机级数宜选用 6 极及以上产品，能效等级宜选用 1 级或 2 级产品。

g) 冷却塔能效不低于《机械通风冷却塔第 1 部分：中小型开式冷却塔》（GB/T7190.1-2018）标准工况 I 中 2 级能效。

h) 冷却塔噪声不得超过《机械通风冷却塔第 1 部分：中小型开式冷却塔》（GB/T7190.1-2018）标准工况 I 产品的 II 级噪声指标。

i) 冷却塔地下安装或风道内安装时宜选用鼓风式冷却塔。

j) 冷却塔距离噪声敏感点较近时，风机噪声标准测点处噪声和噪声标准测点处噪声的差值不宜大于 4dB(A)。

k) 淋水填料宜采用悬挂式安装，材料间隙均匀。

l) 冷却塔塔体应结构紧凑、线条简洁、美观大方，并应与周边建筑物相协调。塔顶应设置防止人员坠落的措施，并应有防雷、接地装置。

m) 冷却塔选用和安装应充分考虑周围建筑物对正常通风的影响，水质对散热效果的影响以及噪声、出口羽雾对周围环境的影响。

6.6.6 阀门

a) 集水器、分水器之间应设置流量旁通阀，流量旁通阀应具有连续调节功能。其流量调节精度宜不小于冷水机组蒸发器流量调节精度。

b) 末端换热装置如组合式空调机组、柜式风机盘管循环水管路上宜设置具有流量反馈功能、自适应调节功能的动态平衡调节阀门。

c) 动态平衡调节阀门流量反馈精度宜为 5%，传感器测量精度宜为 2%。

d) 动态平衡调节阀自适应调节功能应根据上端指令要求，在一定时间 T 内完成流量控制需求。其完成时间 T 值应能上传至高效空调系统，作为时滞性系统的输入参数。

e) 水管系统中仅需要检修时起关断功能的阀门宜选用全通径阀门，需要进行管路系统参数调节的阀门宜选用调节阀。

f) 水泵进口处过滤装置宜与水处理装置合用设置。

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中第 8.5.22 条规定：冷水机组或换热器、循环水泵、补水泵等设备的入口管道上，应根据需要设置过滤器或除污器。工程中常在水泵入口处设置 Y 型或 T 型过滤器，在冷水机组入口设置水处理器，造成重复设置，可将水处理器与过滤器合用，既减少管路阻力，又节省安装空间。

g) 水泵出口处宜设置多功能水泵控制阀。

《建筑给水排水设计标准》GB 50015 第 3.5.5 条条解释规定：多功能水泵控制阀兼有闸阀、缓

闭止回阀和水锤消除器的功能，故一般安装在口径较大的水泵出水管上。地铁车站空调水系统水泵出口主管一般为 DN125~DN300，口径较大，安装空间不足，采用多功能水泵控制阀可替代常规做法中的止回阀、检修阀的功能，同时采用多功能水泵控制阀可减少系统水损。

- h) 空调水系统各设备低点处应设置泄水阀，泄水阀应采用全通径阀门。
- i) 有换热盘管的设备供、回水管处应设置旁通清洗阀，旁通清洗阀应采用全通径阀门。
- j) 当需要单独控制冷水机组、冷却塔设备运行时，且接入设备的水管采用集管时，应设置联动控制的电动阀门，电动阀门可与冷却塔设备集成设置。冷冻水管接入冷水机组时，不宜采用集管形式。
- k) 风管上阀门宜选用阻力系数小、密闭性高的蝶阀、平行式多叶调节阀，有条件时可选用插板阀。
- l) 多支风管接入共用风道时，应在每路支管上设置止回阀或自动关断装置。
- m) 空调风管或有凝露可能的风管上的风阀应设置保冷或防凝露措施，或采用一体式保冷风阀。

6.6.7 传感器

- a) 温度传感器测量范围宜为-20~60℃，精度等级宜为±0.3℃，湿度传感器测量范围宜为 0~100%，精度等级宜为±2%RH，二氧化碳传感器精度测量范围宜为 0~2000ppm，精度等级宜为±50ppm。
- b) 空调水系统上压力传感器测量范围宜为 0~0.6MPa，精度等级宜为±0.3%，流量传感器最大量程宜为设计流量的 1.2 倍，精度等级宜为±0.2%。
- c) 室内温度、湿度传感器测量值应具有现场显示功能。
- d) 室外气象站应能具备测试室外空气干球温度、湿球温度、湿度、风速、PM10、PM2.5 等参数。

6.6.8 电气设备系统

- a) 高效空调系统采用可编程控制器（PLC）或集散控制系统（DCS）。
- b) 变频装置内应设置滤波装置，并应满足国家标准《电能质量—公用电网谐波》GB/T 14549 中总谐波电压畸变率 THDV 小于 5%要求。
- c) 高效空调系统的人机接口宜采用计算机显示和输入操作的方式，并提供全中文的软件界面，以及直观的图形和图表。
- d) 高效空调系统控制柜的防护等级不宜低于 IP41。
- e) 控制柜应有短路、过载、断相、接地故障保护等功能。

7 管路设计

7.1 风管系统设计

- 7.1.1 风管系统应根据室内噪声、经济流速合理确定主管、支管流速。
- 7.1.2 风管系统中应减少调节阀、防火阀等阀门阀件的设置，当必须设置时，应控制流经阀门的风速，阀门局部阻力总值不宜超过系统总值的 30%。
- 7.1.3 风机进出口的局部阻力构件应设置在水力过渡段以外。
- 7.1.4 经过经济技术比较后，回风系统可采用集中回风。
- 7.1.5 矩形风管应采取内外同心弧形弯管，且曲率半径宜大于 1.5 倍的平面边长；当平面边长大于 500mm 时，应设置弯管导流叶片。
- 7.1.6 空调风管宜采用内外钢板、中间夹芯的一体化板材，夹芯材料应为不燃 A 级材料，导热系数不应大于 0.034W/m²·K。

7.2 水管系统设计

- 7.2.1 水管系统应根据室内噪声、经济流速合理确定各主管、支管流速。

7.2.2 水管系统中应减少阀门的设置，当必须设置时，应控制流经阀门的流速与局部阻力值。

7.2.3 空调冷却水系统应采用综合可靠的水处理系统，水处理系统应能解决除垢、缓蚀、杀菌灭藻、防腐蚀等问题。

7.2.4 机房内水管宜借用 BIM 技术，采用装配式标准化设计。

7.2.5 水管系统宜采用顺水弯头、三通、四通等阻力较小的部件。

7.2.6 空调水管宜选用薄壁不锈钢管等耐腐蚀性能好的管材，薄壁不锈钢管的连接方式应适应装配式安装要求，可采用卡压、法兰或承插压合等连接方式。

7.2.7 水系统最不利环路各管径比摩阻宜小于 100Pa/m；其他支路比摩阻宜小于 300Pa/m，设计工况下各并联环路之间水力压力损失不应超过 15%，并应优先通过水力设计保证平衡率。

8 监测与控制

8.1 基本规定

8.1.1 地铁高效空调的控制系统应能实现设备的数据采集、数据分析、智能调节及数据展示。

8.1.2 应能根据节能控制策略实现系统或设备的全自动运行，实现高效空调系统节能目标。

8.2 传感器设计

8.2.1 当仅以安全保护和设备状态监视为目的时，应选择以开关量形式输出的传感器。

8.2.2 模拟量与数值输出的传感器测量范围和精度应与二次仪表相匹配，并应高于工艺要求的控制和测量精度。

8.2.3 壁挂式空气温湿度传感器应安装在空气流通、避免阳光直射、能反映被测房间状态的位置。

8.2.4 风管内的温湿度传感器应保证插入深度，且不应在探测头与风管外侧形成热桥。

8.2.5 插入式水管温度传感器应保证测头插入深度在水流的主流区范围内，安装位置附近不应有热源及水滴。

8.2.6 机组送风温度传感器应安装在挡水板后有代表性的位置，并应避免辐射热、振动、水滴及二次回风的影响。

8.2.7 风量传感器安装位置前后的直管段长度应根据产品要求设置。

8.3 监测要求

8.3.1 空调系统应对下列参数进行检测

- a) 室内、外空气温度、湿度，二氧化碳浓度、PM 值及其变化率
- b) 空气冷却器进出口冷水温度、流量
- c) 空调过滤器进出口静压差、越限报警
- d) 空调器、风机、除湿设备、冷水机组、水泵、冷却塔、电动阀门、水处理器等设备的启停状态
- e) 变频运行设备的运行频率、转速
- f) 冷水机组蒸发器进、出口水温、压力
- g) 冷水机组冷凝器进、出口水温、压力
- h) 分、集水器温度、压力（或压差）
- i) 水泵进、出口压力
- j) 水过滤装置进、出口压差
- k) 冷水机组趋近温度
- l) 冷却塔逼近度

- 8.3.2 全年运行的空调系统，宜采用多工况运行的的监控设计。
- 8.3.3 需要控制流量的风管、水管系统，应采用模拟量调节阀。
- 8.3.4 过渡季节运行时宜采用加大新风比的方式运行。
- 8.3.5 高效空调控制系统应与各设备之间建立通信连接，实现与各设备运行参数的检测与监控。

8.4 控制要求

- 8.4.1 高效空调系统应采用模糊控制、预测控制算法，或采用模糊控制、预测控制与比例-积分-微分控制相结合的算法，对系统各设备进行控制。
- 8.4.2 公共区室内温度精度范围不宜大于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，空气湿度范围不宜大于 5%；设备区室内温度精度范围不宜大于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，设备区空气湿度范围不宜大于 3%。
- 8.4.3 系统控制器应选择适应大时滞系统调节的控制器。
- 8.4.4 控制系统应具有自学习功能，宜对历史运行数据进行分析，根据分析结果进行预测控制。

8.5 控制策略

8.5.1 高效空调风系统控制策略应包含下列内容

- a) 室内温度、湿度控制
- b) 空调机组送风温度、风量控制
- c) 空调系统回风风量控制
- d) 末端变风量系统送风静压控制
- e) 新风量、空气品质控制
- f) 空调机组、回风机开关机顺序、设备连锁控制
- g) 风机状态监视、过滤网压差报警、净化除尘状态监视及报警等功能

8.5.2 高效空调水系统控制策略应包含下列内容

- a) 冷水机组出水温度、流量控制
- b) 水泵转速、流量控制
- c) 冷却塔风机转速控制
- d) 冷却塔逼近度控制
- e) 流量旁通阀开关、流量控制
- f) 冷却水处理系统监测、自动加药、排污控制

- 8.5.3 高效空调系统应综合空调风系统、水系统整体 COP 值，选择合理节能的控制策略运行。
- 8.5.4 高效空调系统应比较小流量、大温差运行工况与标准工况下整体能耗情况，择优选择方案。
- 8.5.5 当采用模糊控制算法时，应根据历史运行数据分析不同隶属函数时的耗能指标，并通过自学习方式选择最优级隶属函数。
- 8.5.6 系统应对比各设备特性曲线与实际运行曲线的差异，即时修正输出数据。
- 8.5.7 系统应有风量、水量、冷量检测装置与实际设备流量、冷量偏差修正程序。
- 8.5.8 系统应有缓解风系统、水系统时滞性问题的控制程序。
- 8.5.9 系统应计算末端空调器进水口与冷水机组冷冻水出水口的温度差值（冷量损失），根据管路长度、水流速计算出此部分惰性时间。
- 8.5.10 系统应分析高温送回水与整体能耗的关系，应有对比高温送回水、大温差小流量送回水的能耗程序，并择优选择。
- 8.5.11 系统应有容错与次优方案选择程序。

当某一台设备变频控制柜故障时，应有旁路使得此设备正常工频运行，其他设备仍然变频节能运行的次优控制程序。

8.5.12 系统应有部分子系统停运，其他子系统节能运行策略。

如夜间大系统停运，小系统与水系统正常运行时，适应于小负荷运行下的节能控制策略。

8.5.13 系统应有安全运行管理程序。

将冷水机组、水泵、净化装置等涉及安全运行的参数纳入高效空调系统的输入参数，在高效空调系统中设置优先一级的报警程序。

8.5.14 系统应考虑风机、水泵在变频工况下时，其电机、风机、水泵效率变化问题。

应录入厂家提供的水泵在变频工况下电机效率、水泵效率，并应根据输入电量与输出水流量的数据计算实际效率，根据水泵运行效率、供冷需求等综合输入指令，使得水泵或整个系统在高效节能运行区间内。

8.5.15 高效空调系统的硬件设备宜进行标准化配置。

如集中管理平台（电脑）、各设备变频控制柜、各种特定位置设置的流量、温度、压力传感器，各设备之间电源及通信线缆等。理想的情况类似于电脑各部件，核心部件为电脑操作系统软件。施工完成的高效空调系统只需要在集中管理平台上安装节能运行软件即可，重视软件设计与控制策略的匹配性，后期可联合工业控制厂家主导节能控制软件设计。

9 能效评价

9.1 通风空调系统应在运行 1 个完整的空调季后进行能效评价，由第三方出具能效测试报告，测试能效不应低于能效建设目标的要求。

9.2 第三方测试报告评价范围如下：1. 测试方式和国家标准、规范的符合性；2. 数据处理过程的有效性；3. 评价目标不应低于能效建设目标，符合设计参数的要求。