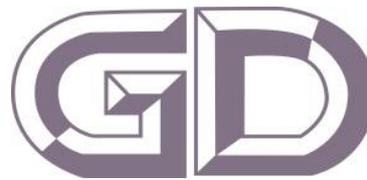


广东省土木建筑学会团体标准



T/GDSCEA 006-2024

T/GDJSKB 023-2024

城市轨道交通工程  
蒸发冷却式直膨空调系统技术规程

Technical specification for evaporative condenser with direct-expansion system  
of urban rail transit engineering

2024年8月20日发布

2024年10月1日实施

广东省土木建筑学会  
广东省建设科技与标准化协会

联合发布

## 前 言

本规程根据广东省土木建筑学会《关于<城市轨道交通工程蒸发冷却式直膨空调系统技术标准>编制项目立项的批复》（粤建学标[2021]05号）的要求，由广州地铁设计研究院股份有限公司、广东申菱环境系统股份有限公司会同有关单位共同制订。

在本规程制订过程中，编制组认真总结了城市轨道交通工程通风空调系统的经验，开展了集成蒸发冷却式直膨空调系统技术工程应用研究，同时参考了国内相关标准的有关内容，并在全省范围内广泛征求了设计、高校和施工单位的意见，制定本规程。

本规程共分7章，主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.性能技术要求；4.设计；5.施工；6.测试与验收；7.维护与保养。

本规程由广东省土木建筑学会负责管理，由广州地铁设计研究院股份有限公司负责具体技术内容的解释。在执行中如有意见和建议，请寄送广州地铁设计研究院股份有限公司（地址：广州市越秀区环市西路204号，邮政编码510010）。

主编单位：广州地铁设计研究院股份有限公司  
广东申菱环境系统股份有限公司

参编单位：广州地铁集团有限公司  
广州地铁建设管理有限公司  
深圳地铁建设集团有限公司  
广东顺广轨道交通有限公司  
苏州市轨道交通集团有限公司  
广州市华德工业有限公司  
广州国灵空调有限公司  
佛山轨道交通设计研究院有限公司  
广东省工业设备安装有限公司

主要起草人员：罗燕萍 李林林 罗 辉 欧阳开  
林世生 王亮添 黄云材 罗定鑫  
冯 泽 王 珩 刘舸争 郑大科  
蔡 林 谭琼亮 许琼果 罗硕成

主要审查人员：周孝清 徐天平 韩 瑶 赖文彬  
周 游

# 目次

1 总则 .....	1
2 术语 .....	2
3 技术要求 .....	3
3.1 型式 .....	3
3.2 整机要求 .....	5
3.3 压缩机装置 .....	5
3.4 蒸发式冷凝装置 .....	5
3.5 制冷系统管路 .....	6
3.6 通风散热装置 .....	6
3.7 直膨式空调末端设备 .....	6
3.8 集中控制系统 .....	6
4 设计 .....	8
4.1 一般规定 .....	8
4.2 设备选型与布置 .....	8
4.3 管道布置与保温 .....	9
4.4 冷却水水质要求 .....	9
5 施工 .....	10
5.1 一般规定 .....	10
5.2 设备安装 .....	10
5.3 制冷系统管道连接及保温 .....	10
6 测试与验收 .....	12
6.1 现场测试 .....	12
6.2 现场验收 .....	12
7 维护与保养 .....	12
7.1 蒸发式冷凝装置的检查与清洁 .....	12
7.2 制冷剂和润滑油的补充 .....	12
7.3 空气过滤器 .....	12

7.4 压缩机维护 .....	13
7.5 软化水组装置维护 .....	13
7.6 定期维护 .....	13
本规程用词说明 .....	15
引用标准名录 .....	16
条文说明 .....	17

全国团体标准信息平台

# Contents

1 General Provisions.....	1
2 Term.....	2
3Performance Technical Requirements .....	3
3.1Patterns.....	3
3.2The Whole Machine Requirements.....	5
3.3Compressor Unit.....	5
3.4Evaporative Condensing Device.....	5
3.5Refrigeration System Piping.....	6
3.6Ventilation And Heat Dissipation Device.....	6
3.7Direct Expansion Air Conditioning Terminal Equipment.....	6
3.8Centralized Control System.....	6
4 Design.....	8
4.1 General Provisions.....	8
4.2 Equipment Selection And Layout.....	8
4.3 Pipe Layout And Insulation.....	9
5 Construction.....	10
5.1 General Provisions.....	10
5.2 Equipment Installation.....	10
5.3 Pipeline Connection And Insulation Of Refrigeration System.....	10
6 TestingAnd Acceptance.....	12
6.1Debugging.....	12
6.2Acceptance.....	12
7.Maintenance.....	12
7.1Inspection And Cleaning Of Evaporative Condensing Device.....	12
7.2Supplement Of Refrigerant And Lubricating Oil.....	12
7.3Precautions for Air Filters.....	12
7.4Compressor Maintenance.....	13
7.5Maintenance Of Softening Water Unit.....	13

7.6Electrostatic Precipitator .....	13
7.7Regular Maintenance .....	13
Explanation Of The Terms Used In This Procedure .....	15
List Of Cited Standards .....	16
Description .....	17

全国团体标准信息平台

# 1 总则

**1.0.1**为适应城市轨道交通工程的发展，实现技术先进、节能环保、安全可靠，规范蒸发冷却式直膨空调系统的工程应用，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于新建、扩建和改建的城市轨道交通工程蒸发冷却式直膨空调系统设计、施工、验收和维保。

**1.0.3**蒸发冷却式直膨空调系统应满足安全、节能、环境保护的要求，做到技术合理、经济适用。

**1.0.4** 蒸发冷却式直膨空调系统的工程应用，除应执行本规程外，尚应符合国家及行业现行的有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.1.1 蒸发冷却式直膨空调系统 evaporative cooling direct expansion air conditioning system

蒸发侧采用直膨蒸发冷却方式，冷凝侧采用蒸发冷却散热方式的空调系统。

### 2.1.2 压缩机装置 compressor units

采用制冷压缩机作为动力源，为蒸发冷却式直膨空调系统的冷媒循环提供动力的装置。

### 2.1.3 直膨式空调末端设备 direct expansion air conditioner terminal equipment

冷却盘管采用冷媒直膨蒸发冷却空气的空调末端设备。

### 2.1.4 蒸发式冷凝装置 evaporative condensing devices

通过换热器空气侧的喷淋水蒸发及与空气的传热，最终将换热器内的制冷剂工质由气态冷凝成液体所释放的热量传递给大气的设备。包括冷凝器、喷淋布水循环系统（含喷淋循环水泵、管道及阀门等）。

### 2.1.5 通风散热装置 ventilation and heat dissipation devices

用于排除蒸发式冷凝装置热交换后热湿空气的强制通风设备。

### 2.1.6 冷源消耗功率 power consumption of cold source

指压缩机装置（含变频器，弱电控制回路消耗功率）输入功率，蒸发式冷凝装置输入功率，通风散热装置输入功率之和，单位为 kW。

### 2.1.7 系统消耗功率 system power consumption

指冷源消耗功率与直膨式空调末端设备输入功率之和，单位为 kW。

### 2.1.8 名义工况冷源能效比（COP<sub>c</sub>） nominal cold source energy efficiency ratio (COP<sub>c</sub>)

在规定的名义工况下，冷源系统以同一单位表示的制冷量除以冷源消耗功率得出的比值。

### 2.1.9 名义工况系统能效比（COP<sub>s</sub>） nominal system energy efficiency ratio (COP<sub>s</sub>)

在规定的名义工况下，空调系统以同一单位表示的制冷量除以系统消耗功率得出的比值。

## 3 技术要求

### 3.1 型式

3.1.1 冷源系统应根据现场安装条件，可满足整体型、分置型和外整体型的要求。

3.1.2 空调末端设备可按供冷区域分为大系统机组和小系统机组，可按风量规模分为组合式空调机组和柜式空调机组。

3.1.3 性能要求应符合下列规定

#### 1 工况

##### 1) 名义工况

机组名义工况性能试验条件应符合表3.1.3-1的规定。

表 3.1.3-1 名义工况

试验条件		直膨式空调末端设备(室内侧)空气状态		蒸发式冷凝装置(室外侧)空气状态		
		干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度	补水水温
		℃	℃	℃	℃	℃
制冷试验	名义制冷 <sup>5)</sup>	27	19.5 <sup>1)</sup>	35	26 <sup>2)</sup>	32
	最大负荷	32±1.0	23±0.5 <sup>1)</sup>	43±1.0	32±0.5 <sup>2)</sup>	
	凝露	27±1.0	24±0.5 <sup>1)</sup>	27±1.0	24±0.5 <sup>2)</sup>	
风量静压 <sup>4)</sup>		5~35 <sup>3)</sup>	—	—	—	—
注：1) 适用于湿球温度影响室内侧换热的装置； 2) 适用于湿球温度影响室外侧换热的装置（利用水的潜热作为室外侧换热器的热源装置）； 3) 表示标准环境温度； 4) 机外静压的波动应在测定时间内稳定在规定静压的±10%以内； 5) 标准管长为10m（含高差）。						

##### 2) 部分负荷工况

机组部分负荷工况性能试验条件应符合表3.1.3-2的规定。

表 3.1.3-2 制冷综合部分负荷性能测试工况

名称		部分负荷规定工况	
		IPLV	NPLV
直膨式空调末端 设备（室内侧）	100%负荷回风干球温度/℃	27	实际进风温度
	风量/(m <sup>3</sup> /h)	额定值	实际风量
蒸发式冷凝装置 （室外侧）	100%负荷湿球温度/℃	26	冷凝温度=40℃
	75%负荷湿球温度/℃	23	
	50%负荷湿球温度/℃	20	
	25%负荷湿球温度/℃	17	

2按表3.1.3-1规定的试验工况，直膨式空调末端设备的风量实测值不低于额定值的95%，机外静压实测值不低于额定值90%，输入功率实测值不应超过额定值的110%。

3按表3.3.3-1规定的试验工况，直膨式空调末端设备的实测制冷量应不小于名义规定值的95%，实测总消耗电功率应不大于名义消耗电功率的110%。

4按表3.1.3-1、表3.1.3-2规定的试验工况，系统冷媒管等效长度满足对应制冷名义工况下，能效比、制冷综合部分负荷能效比、制冷非标准部分负荷能效比不应低于表3.1.3-3的数值。

表3.1.3-3 系统能效比

指标	kW/kW
冷源能效比（COP <sub>c</sub> ）	4.0
系统能效比（COP <sub>s</sub> ）	3.4
制冷综合部分负荷能效比（IPLV(C)）	4.3
制冷非标准部分负荷能效比（NPLV(C)）	—

备注：1）制冷非标准部分负荷能效比（NPLV(C)）不应低于项目要求值。

2）不能卸载的机组不适用 IPLV 数据，但应明示。

5直膨式空调末端漏风率应符合GB/T14294的规定。

6直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置振动与噪声应符合GB/T14294的规定；压缩机装置振动与噪声应符合GB/T 18430.1的规定；当压缩机装置内置于直膨式空调末端设备时，振动与噪声应符合GB/T14294的规定。

3.1.4 直膨式空调末端设备及通风散热装置应符合GB/T14294的规定；蒸发式冷凝装置、压缩机装置应

符合GB/T18430.1的规定。

### 3.2 整机要求

3.2.1直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置应符合GB/T18430.1、JB/T12323的规定。

3.2.2直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置应结构合理、尺寸紧凑、密封隔热性能好、现场工程安装方便、操作简单、易于维护。

3.2.3直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置外壳应避免设置尖锐部件。

3.2.4直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置内部应整洁干净、无杂物，便于清洁保养。

3.2.5直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置电器元件、仪表、开关等均应排列整齐，连接可靠。

3.2.6分设型通风散热装置应有风机叶轮侧防护网罩。

3.2.7直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置的外壳和强度支撑零部件应为耐腐蚀材料或经防腐处理，表面处理防腐等级不低于防腐年限15年，整体寿命应不少于15年。

3.2.8直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置和通风散热装置的名义制冷量按表3.1.3-1规定的名义工况时的温度条件确定，长配管超过该值性能衰减参考GB/T 18837及其附录F进行性能参数修正及测试。

3.2.9室内安装的机组部件材料应采用A级不燃材料，当局部部位采用A级不燃材料有困难时，可采用B1级难燃材料。

3.2.10 不应采用可燃性制冷剂。

### 3.3 压缩机装置

3.3.1同一制冷系统宜采用相同类型压缩机，同一机组不同制冷系统可采用不同类型压缩机。压缩机型式有离心压缩机、螺杆压缩机、涡旋压缩机、磁悬浮压缩机等定/变频压缩机。

3.3.2压缩机装置安装位置可内置于直膨式空调末端设备中，但对应功能段检修门/面板的设置应便于维护检修。

3.3.3蒸发式冷凝散热装置与直膨式空调末端设备的系统管道等效长度不大于30m时，压缩机装置安装位置优先内置于蒸发式冷凝装置中，等效长度大于30m时，压缩机装置安装位置优先单独安装，且安装位置离直膨式空调末端设备的系统管道等效长度不大于30m。

3.3.4压缩机装置应进行降噪处理，噪声值应符合GB/T 18430.1的规定。

3.3.5压缩机装置应具有总电源断路器。

### 3.4 蒸发式冷凝装置

3.4.1蒸发式冷凝装置单位迎风面积的散热量不低于70kW/m<sup>2</sup>，迎面风速不超过3m/s。

3.4.2蒸发式冷凝装置应能自动检测水盘中冷却水水质的硬度，并具备水盘循环水自动排放，自动换补

水功能。

**3.4.3**蒸发式冷凝装置宜模块化设计。

**3.4.4**蒸发式冷凝装置应配备除垢工具和操作说明。

**3.4.5**蒸发式冷凝装置各零部件应满足防止机组运行时产生的水蒸气锈蚀要求。

**3.4.6**蒸发式冷凝装置优先室内布置，如要布置室外，运行噪声应满足相关规定。

### **3.5 制冷系统管路**

**3.5.1** 制冷系统管路与蒸发式冷凝装置、压缩机装置、直膨式空调末端设备接口处均应设置隔断阀，被隔断管路应设置冷媒排放阀，排放阀数量满足在 60 秒内将冷媒放空,冷媒应排放到排风道中。

**3.5.2** 制冷系统管路宜分段设置卤素检漏传感器，应设置在直膨式空调末端设备送风口处。

**3.5.3** 制冷系统管路管径和壁厚的选择应符合 GB/T 17791《空调与制冷设备用无缝铜管》的热工性能及耐压的规定。

**3.5.4** 管路铜管焊接、耐压、气密性的检测应满足 GB50738《通风与空调工程施工验收规范》的规定。

**3.5.5**制冷系统管路穿越人防墙，需设置隔断阀。

### **3.6 通风散热装置**

**3.6.1** 通风散热装置用于蒸发式冷凝器的机械通风，单位散热量所需风量应不大于 130(m<sup>3</sup>/h)/kW 匹配，迎面风速不超过 3m/s。

**3.6.2** 通风散热装置放置于蒸发冷凝装置的下游时，应满足防高温高湿的运行环境。

**3.6.3** 宜能根据散热量变化进行变风量调节。

**3.6.4** 风机墙装置由多个风机阵列嵌装，并联设置的风机型号规格应相同，应配备防回流措施，风机叶轮应为金属材质。

### **3.7直膨式空调末端设备**

**3.7.1** 应符合 GB/T 14294-2008、JB/T9066-1999 的规定。

**3.7.2** 接水盘应防腐，寿命应与整机相同；排水通畅无局部积水，出口带水封，水封高度可平衡压差。

**3.7.3** 蒸发段节流应采用电子膨胀阀或热力膨胀阀。

### **3.8集中控制系统**

**3.8.1** 直膨式空调末端设备可根据各设计工况自动控制对应压缩机装置的启停以及容量调节。就地控制可进行本地或远程控制的切换，远程时可接受集中控制的远程监控，并可通过硬接线/或通讯线的方式与上一级集中控制系统进行互联。

**3.8.2** 蒸发式冷凝装置和通风散热装置应具备就地手动控制功能，远程时可接受集中控制系统的远程监控。根据冷凝压力变化实时地调节通风散热装置运行状态。

**3.8.3** 集中控制系统应能进行制冷季与通风季，满负荷工况与部分负荷工况的全空调系统节能监控，并

进行参数记录，通过标准通讯方式上传至车站设备监控系统，接受设备监控系统的远程监控。

**3.8.4** 集中控制系统的监控范围应包括压缩机装置、蒸发式冷凝装置、通风散热装置、直膨式空调末端设备、各类传感器、相关电动风阀，制冷剂管路控制阀门、制冷剂管路泄露检测装置，可实现监控功能和连锁保护功能。

**3.8.5** 集中控制系统的计量与监测应包括以下内容：

- 1 计量实时冷源能效比 ( $COP_c$ )；
- 2 计量实时系统能效比 ( $COP_s$ )；
- 3 计量累计冷源能效比  $COP_{cc}$ ；
- 4 计量累计系统能效比  $COP_{cs}$ ；
- 5 计量各蒸发式冷凝装置、压缩机装置、直膨式空调末端设备实时消耗有功功率、有功电能、电流、电压；
- 6 计量各直膨空调器实时制冷量、累计制冷量；
- 7 计量耗电量；
- 8 计量补水量；
- 9 监测冷却水水质；
- 10 能计算和定期统计系统的能量消耗、各台设备连续和累计运行时间。

**3.8.6** 集中控制系统应符合下列规定：

- 1 能连续记录、显示各设备的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一年以上的运行参数。
- 2 能改变各控制器的设定值
- 3 设立操作者权限控制等安全机制
- 4 有参数越限报警、事故报警及报警记录功能
- 5 与车站设备监控系统设置接口。

## 4 设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 蒸发冷却式直膨空调系统各机房应合理布置，减少管路系统长度。

4.1.2 系统各部件之间的管路长度、高差应符合 3.2.8 要求。

### 4.2 设备选型与布置

4.2.1 应根据相关规范进行室内冷负荷的计算，设备选型应附加制冷剂管路的冷量衰减。所选择机组的装机容量与选型冷量的比值不得超过 1.1。蒸发式冷凝装置应按车站所在地的湿球温度选型。

4.2.2 直膨式空调末端设备宜安装在空调机房内。空调机房应符合下列规定：

1 临近所服务的空调区。

2 设备布置应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736) 规定。安装检修空间不宜少于设备轮廓尺寸外 1m。

3 空调机房内应设置排水和地面防水措施。

4 空调机房应考虑事故通风系统，事故通风量不应小于 12 次/h。

4.2.3 同一制冷循环系统内，不同末端的冷负荷差值不宜超过 15%。

4.2.4 蒸发式冷凝装置放在室内时宜安装在机房、土建排风道、风道隔墙等位置。且应符合下列规定：

1 临近风亭。

2. 设备布置应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736) 规定。安装、检修、除垢操作空间不宜少于设备轮廓尺寸外 1m。

3. 应就近设置补水点，并设置排水和地面防水措施。

4. 布置宜能够利用车站排风冷却蒸发式冷凝装置。

5 当设置在机房时，应设置事故通风系统，事故通风量不应小于 12 次/h。

6. 机房（包含通风散热装置）与新风道、排风道连接的引风、排风孔洞处应按现行规范设置防火阀等措施。

4.2.5 通风散热装置应使机械通风气流有效、均匀地通过蒸发式冷凝装置。

4.2.6 设备吊装口和运输路径应满足蒸发冷却式直膨空调系统设备的运输条件。

4.2.7 通风散热装置出风侧，应避免布置电气设备；确实无法避免时，其材质、防护等级应满足出风侧运行环境条件。

### 4.3 管道布置与保温

4.3.1 制冷剂管路布置应平顺，并减少弯头。

4.3.2 制冷剂管路不应穿越新风道和设备管理用房，当无法避免时应设置隔离设施。

4.3.3 制冷剂管路和设备的绝热材料应符合下列规定：

1 绝热材料及其制品的主要性能应符合现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T8715 的有关规定。

2 保温材料宜采用 A 级不燃材料，当局部部位采用 A 级不燃材料有困难时，可采用 B1 级难燃材料。保温材料应具有防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒的性能。

3 保温材料的最低安全使用温度应低于正常操作时介质的最低温度。

4 保温材料外表面应设置保护层；当采用非闭孔材料保温时，外表面应设隔汽层。

4.3.4 应设冷媒泄漏紧急排放管，通过排风道接至室外。

### 4.4 冷却水水质要求

4.4.1 蒸发式冷凝装置冷却水水质应满足《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T50050，《采暖空调系统水质》GB/T29044，《公共场所集中空调通风系统卫生规范》WS394、《中央空调循环水及循环冷却水水质标准》（DB44/T115）的规定。

4.4.2 蒸发式冷凝装置冷却水中不应检测出军团菌。

4.4.3 当补充水水质超过 4.4.1 标准时，补充水应作相应的水质处理。

## 5 施工

### 5.1 一般规定

5.1.1 蒸发冷却式直膨空调系统施工内容包括直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置、通风散热装置设备的就位与安装，制冷系统管道连接及保温，集中控制系统线缆敷设。

5.1.2 蒸发冷却式直膨空调系统施工所采用的原材料、辅料及设备材质、规格及性能应符合设计文件和国家现行标准的规定，不得采用国家明令禁止使用或淘汰的原材料、辅料及设备。

5.1.3 安装设备前应对其基础进行验收，合格后再安装。

5.1.4 设备应进行开箱检查验收，并应形成书面的验收记录。

### 5.2 设备安装

5.2.1 直膨式空调末端设备安装应符合下列规定：

- 1 符合 GB/T50243 的规定。
- 2 安装可开启式蒸发器时需采用激光对准仪及水平仪对蒸发器、接水盘进行垂直度与水平度校准。
- 3 整机安装完毕后，需同步将机组凝结水水封安装并进行排水验证。

5.2.2 蒸发式冷凝装置安装应符合下列规定：

- 1 符合 GB/T50243 的规定。
- 2 喷淋循环水泵底部应安装减振装置。
- 3 喷淋水循环系统管道及各类阀门等管路附件材质防腐、强度性能应满足冷凝器全寿命周期内安全稳定运行要求。燃烧性能满足《地铁设计规范》（GB50157-2013）采用 A 级不燃材料。
- 4 机组强、弱电接线应采用线槽或金属套管保护。

5.2.3 通风散热装置安装应符合下列规定：

- 1 符合 GB/T50243 的规定。
- 2 通风散热装置安装后，应进行叶轮转动验证，叶轮与蜗壳不能出现碰撞与摩擦。
- 3 通风散热装置应设置安全防护网，高度不低于 1.5 米，以防机械损伤。
- 4 **风机墙出风均匀度应满足 80%以上。**

5.2.4 压缩机装置安装应符合 GB/T50243 的规定。

### 5.3 制冷系统管道连接及保温

5.3.1 应符合 GB/T50243 的规定。

5.3.2 制冷系统管道其它安装要求应符合下列要求：

- 1 管道焊接安装时，应规范操作管道焊接，严格执行施工防火安全规范，以免发生火灾。

- 2 管道的焊接不应设在支吊架或不易检查的部位，焊接点与支吊架的最小间距不应小于 200mm。
- 3 管道穿越墙体或楼板时，应预埋钢制套管，钢制套管与墙饰面及楼板底平齐，高出装修完成面 100mm，比管道（或保温层外径）大 2 号；套管内的管道不应有焊缝，管道与套管之间用不燃材料填实。
- 4 管径大于  $\phi 22$  的铜管用标准直角弯头，45 度弯头，直通、变径等应使用铸造件，不能自行煨弯、扩口、扣压制作。
- 5 焊接时注意采用氮气保护焊，使用氮气焊接时必须使用压力调节器；为防止水分、脏物或灰尘进入铜管内，每根管的末端必须包扎封盖“扎紧”。
- 6 管径小于  $\phi 22$  的铜管连接可采用螺纹连接或焊接，管径大于  $\phi 22$  铜管的连接应采用焊接；
- 7 管道的泄压点应设安全泄压阀，泄压阀端口接冷媒排放管（不燃材料），冷媒排放管应布设至排风亭井口处。

#### 5.3.4 管道支吊架应满足下列规定

- 1 管道与支、吊架之间应设绝热衬垫，并满足《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299）的规定。
- 2 在固定支架前，预先根据施工图进行管线放线，根据管道走向以及坡度进行测量放线。
- 3 支架宜采用装配式综合支吊架系统。
- 4 支架在制作完毕后均须做热镀锌防腐处理，热镀锌层厚度不小于  $80 \mu\text{m}$ 。
- 5 采用膨胀螺栓将支架底板与结构墙体进行固定时，不应影响结构安全性。

#### 5.3.5 机组运转试验应满足下列要求

- 1 机组在现场安装完毕后，应进行运转试验。
- 2 机组在额定电压、额定频率下能正常启动和运转。

## 6 测试与验收

### 6.1 现场测试

#### 6.1.1 制冷系统密封性能测试应符合下列要求

机组的制冷系统在正常的制冷剂充灌量下，用制冷剂检漏仪进行检验：制冷量 $\leq 28$  kW 的机组，灵敏度为  $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；制冷量 $> 28$  kW 的机组，灵敏度为  $1 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

#### 6.1.2 启动运转测试应符合下列要求

- 1 试验机组在额定电压条件下启动，稳定运转5min，切断电源，停止运转，至少反复进行三次。
- 2 检查零部件不应有松动、杂音、发热等异常现象。

#### 6.1.3 空调系统实际制冷量测试应符合下列要求

按 GB/T 14294-2008 附录 F. 4. 2 测试系统内各空调机组的送回风温湿度，按 JGJ/T177-2009 附录 E 测试系统内各空调机组的实际风量，参照 GB/T 17758-2010 附录 A 的公式 (A. 1) 计算室内侧制冷量，空调系统的总制冷量为系统内各空调机组的制冷量之和。

#### 6.1.4 空调系统制冷消耗功率测试应符合下列要求

按 JGJ/T177-2009 测试空调系统各耗电装置的总耗电量（包括直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置、通风散热装置和集中控制系统等），空调系统的总耗电量为各耗电装置的耗电量之和。

### 6.2 现场验收

现场性能检测合格后，组织项目验收，性能应满足如下要求：机组实测制冷量和风量不应小于机组设计值的 95%，能效比不应小于机组设计值的 95%。

## 7. 维护与保养

### 7.1 蒸发式冷凝装置的检查与清洁

- 7.1.1 外部应保持清洁。
- 7.1.2 应定期检查冷凝器结垢程度和清理。
- 7.1.3 应定期检查冷却水水质。

### 7.2 制冷剂和润滑油的补充

- 7.2.1 定期检查制冷系统的高、低压力值位于正常范围。
- 7.2.2 定期检查制冷剂泄漏情况。
- 7.2.3 定期检查润滑油颜色。

### 7.3 空气过滤器

- 7.3.1 应预留操作空间以便拆卸过滤器。

7.3.2 应定期更换过滤器。

#### 7.4 压缩机维护

7.4.1 应定期检查压缩机内油位。

7.4.2 应定期清洗油过滤器。

7.4.3 应定期检查压缩机油加热器工作状态。

#### 7.5 软化水组装置维护

7.5.1 应注意定期加盐。

7.5.2 应动态监测软化后水质满足要求。

7.5.3 应保证软化水设备的工作状态及管线完好。

#### 7.6 定期维护

定期维护包括每周、每月、每季度、每年的维护保养。

维护保养表						
序号	项目	每天	每周	每月	每季	每年
1	记录机组运行参数	√				
2	检查分析运行参数记录表		√	√	√	√
3	清洗空气过滤网			√		
4	清洗换热器翅片及接水盘					√
5	检查电源接线的紧固螺栓有无松动				√	
6	检查机组各运动部件有无杂音，运行是否正常			√		
7	检查制冷系统的高、低压力值是否正常			√		
8	检查各压缩机、电机的运行电流、机组的绝缘电阻是否正常			√		
9	检查各制冷系统制冷剂是否有泄漏				√	
10	检查干燥过滤器，如过滤器出口结霜，表明过滤器脏堵，需清洁滤网或更换过滤器芯				√	
11	为风机轴承添加润滑油					√
12	清洁水处理系统管路过滤器					√
13	对冷冻油进行理化分析，以便判断机组中制冷剂的含水量及酸度					√
14	对控制柜、启动柜和电机的所有可能松动的电气接头进行紧固检查					√

15	拆开安全阀出口的接管，仔细检查阀体，看其内部是否有腐蚀、生锈、结垢、泄漏等现象，若发现有腐蚀或泄漏，更换安全阀					√
16	检测压缩机电机绕组间及绕组对地的绝缘电阻					√
17	更换冷却水			√		
18	清洗冷凝器和填料					√

全国团体标准信息平台

# 本规程用词说明

1 表示条文执行严格程度的用词，采用以下写法：

1、表示很严格，非这样不可的用词：

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用词：

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用词：

正面词采用“宜”或“可”，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”。

2 条文中必须按指定的标准、规范或其他有关规定执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。非必须按所指定的标准、规范执行的写法为“可参照……执行”。

## 引用标准名录

《通风与空调工程施工规范》GB/T 50738

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB/T 50243

《建筑电气工程施工质量验收规范性能验收依据》GB/T 50303

《公共建筑节能设计标准》GB/T50189

《地铁设计规范》GB 50157

《城市轨道交通技术规范》GB/T 50490

《地下铁道工程施工及验收规范》GB/T 50299

《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB/T 19576

《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB/T 19762

《制冷和供热用机械制冷系统安全要求》GB/T 9237

《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》GB/T18613

《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB/T50184

《通风机能效限定值及节能评价值》GB/T19761

《组合式空调机组》GB/T 14294

《空气处理机组安全要求》GB/T 10891

《空气过滤器》GB/T 14295

《多联机空调系统工程技术规程》JG/J 174

《通风机噪声限值》JB/T8690

《单元式空气调节机》GB/T 17758

《蒸气压缩循环冷水(热泵)机组第1部分:工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1

《蒸气压缩循环蒸发冷却式冷水(热泵)机组》JB/T12323

《柜式风机盘管机组》JB/T9066

广东省土木建筑学会团体标准

城市轨道交通工程  
蒸发冷却式直膨空调系统技术规程

XXX XX-XX-202X

条文说明

全国团体标准信息平台

# 制订说明

《城市轨道交通工程蒸发冷却式直膨空调系统技术规程》XXX XX-XX-202X，经广东省土木建筑学会 XXX 年 X 月 XXX 日以第 XXX 号公告批准发布。

本规程编制前，有关单位对用于蒸发冷却式直膨空调系统技术在南方地区城市轨道交通工程开展了研究工作。本规程编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了蒸发冷却式直膨空调系统技术特点以及试点工程的应用经验。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通工程蒸发冷却式直膨空调系统技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但条文说明不具备与规程正文等同的效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

## 目次

2 术语 .....	20
3 蒸发冷却式直膨空调系统性能技术要求 .....	21
3.1 型式 .....	21
3.2 整机要求 .....	21
3.3 压缩机装置 .....	21
3.4 蒸发式冷凝装置 .....	22
3.5 制冷系统管路 .....	22
3.6 通风散热装置 .....	22
3.7 直膨式空调末端设备 .....	22
4 设计 .....	23
4.1 一般规定 .....	23
4.2 设备选型与布置 .....	23
4.3 管道布置与保温 .....	24
4.4 冷却水水质要求 .....	24

## 2术语

**2.1.1** 本条文蒸发冷却式直膨空调系统是一种由压缩机装置、直膨式空调末端设备、蒸发式冷凝装置、通风散热装置、制冷系统管路、水处理装置及集中控制系统组成的向城市轨道交通工程供冷的空调系统。

**2.1.2** 本条文压缩机装置是包括压缩机、油分离器（磁悬浮压缩机不配）、储液器（选配）、气液分离器（选配）及机载电控柜等集成的装置。

**2.1.3** 本条文的直膨式空调末端设备按风量规模分为直膨胀组合式空调机组和膨胀冷却柜式空调机组。

**2.1.4** 本条文的蒸发式冷凝装置的结构型式是有别于在地面安装的蒸发冷机组的蒸发式冷凝装置，它跟地铁站的风道布局完美结合，包括冷凝器、喷淋布水循环系统（含喷淋循环水泵、管道及阀门等）。

**2.1.5** 本条文的通风散热装置的风机设备型式有轴流风机、风机墙通风装置等。其中风机墙装置是由多个同类型风机及相关阀门附件组合得到的通风装置。

**2.1.6** 本条文的蒸发式冷凝装置的用电部件是冷却水泵，对应的输入功率是指冷却水泵输入功率。通风散热装的用电部件是散热风机，对应的输入功率是指散热风机电机的输入功率。

### 3蒸发冷却式直膨空调系统性能技术要求

#### 3.1型式

3.1.1 本条文的蒸发冷却式直膨空调的压缩机及其附件安装于直膨式空调末端设备内为内整体型；蒸发冷却式直膨空调的压缩机及其附件单独安装于机组底座上为分置型；蒸发冷却式直膨空调的压缩机及其附件安装于蒸发式冷凝装置内为外整体型。

3.1.2 本条文的蒸发冷却式直膨空调可按供冷区域分为大系统机组和小系统机组，可按风量规模分为组合式空调机组和柜式空调机组，按相对位置分为分设型和组合型。蒸发式冷凝装置和通风散热装置独立设置，通风散热装置安装于蒸发式冷凝装置进风/排风侧；蒸发式冷凝装置和通风散热装置组合在同一框架内，为整体设备。

3.1.3 本条文限定了名义工况和部分负荷工况，如与实际设计工况有出入，需要做修正处理，本条文提到的等效长度指直管总长加弯头及存油弯的等效长度之和。

#### 3.2 整机要求

3.2.2 本条文要求设备的尺寸应充分考虑地铁站的建筑布局，设备的尺寸应能满足现场的二次搬运，避免出现现场拆散设备再进行二次搬运的情况。

3.2.3 本条文是要求设备外壳对人的友好性，避免对人体造成伤害。

3.2.4 本条文是要求设备在设计布局时应充分考虑后期维护保养的便利性。

3.2.5 本条文提到的电气元件应安装在电控箱内，且电控箱顶部应设置防水盖。

3.2.6 本条文的防护网罩应用采用金属材料制作。

3.2.7 本条文提到防腐等级应达到 C4 以上。

3.2.8 本条文要求对于配管长度超出名义工况对应的配管长度时，应进行性能修正。

3.2.9 本条文提到的局部部位是指面板连接缝密封位置，面板开孔密封材料等。

3.2.10 本条文提到的不可燃性制冷剂是指 R134a, R410A 等冷媒。

#### 3.3压缩机装置

3.3.1 本条文只提供目前市场上常用的压缩机型式，不局限此要求。

3.3.2 本条文要求压缩机内置于机组内部时，应充分考虑其后期维修与维护所需要的空间。

3.3.3 本条文要求根据系统管道等效长度来确定压缩机的放置位置。

3.3.4 本条文提到的压缩机装置降噪处理可采用加隔音箱体的方式。

3.3.5 本条文提到的压缩机装置配置总电源断路器是出于安全性考虑。

### **3.4蒸发式冷凝装置**

- 3.4.1 本条文提到的迎面风速是指总的冷凝风量除以总的迎风面积。
- 3.4.2 本条文提到的冷却水水质的硬度检测可以采用检测冷却水的电导率的方式。
- 3.4.3 本条文的模块化设计是指将蒸发冷凝装置由多个尺寸一样的蒸发冷凝器拼装成一个整体。
- 3.4.4 本条文的除垢工具一般是指能通过物理手段把水垢清除掉的工具，如金属毛刷等。
- 3.4.5 本条文要求蒸发式冷凝装置各零部件应做防腐处理。
- 3.4.6 本条文提到的运行噪声如从源头上无法降低，应采取其它加隔音罩等隔音手段。

### **3.5 制冷系统管路**

- 3.5.1 本条文提到的隔断阀的主要作用是在冷媒发生泄漏时能手动进行关闭锁住系统内的部分冷媒，减少冷媒泄漏量。
- 3.5.2 本条文的冷媒传感器能够识别发生冷媒泄漏所处的区间位置。
- 3.5.5 本条文的隔断阀采取手动关闭的方式。

### **3.6 通风散热装置**

- 3.6.2 本条文的通风散热装置优先放置于蒸发冷凝装置上游。
- 3.6.3 本条文的变风量调节是指采用变频调速的方式。
- 3.6.4 本条文防回流措施一般采用止回阀的方式。

### **3.7直膨式空调末端设备**

- 3.7.2 本条文提到的水封高度应根据实际机组的内部负压数据进行确定。
- 3.7.3 本条文建议对于工况变化大的场合采用电子膨胀阀。

### **3.8集中控制系统**

- 3.8.1 本条文提到通讯方式可采用 MODBUS 通讯方式，通过 RS485 通讯接口。
- 3.8.2 本条文提到的调节通风散热装置运行状态，主要是通过调节电机频率大小来调节风量。
- 3.8.4 本条文集中控制系统主要监控各部件的运行状态与参数。

## 4设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 因蒸发冷却式直膨空调系统组成设备多，故本条从系统层面进行规定。

4.1.2 本条根据3章节设备能力，对设计布置分散程度在长度和高差进行规定。

### 4.2 设备选型与布置

4.2.1 机组装机容量确定要求。

根据轨道交通工程冷负荷特点，冷负荷受客流影响较大，大部分时间所安装的冷水机组为部分负荷运行，并参照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736规定，对设计的装机容量做出了本条规定。针对部分厂家的产品采用的是“模块化或系列化”生产，为了防止冷水机组的装机容量选择过大，本条对总容量进行了限制。

蒸发式冷凝器的换热原理受室外湿球温度的影响，故作此要求，需要按当地湿球温度进行选型。

4.2.2 末端布置要求。

1 本条规定机房位置靠近服务区域，以缩短系统管路。

2 本条规定末端设备布置应满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736)，并对安装检修空间进行了要求。

3 末端存在冷凝水排放需求，本条对机房提出排水要求。

4 本条主要针对机房安全要求提出的，本系统为制冷剂循环系统，存在制冷剂泄漏的可能，考虑人员安全，并参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736规定，制定事故通风要求和标准。

4.2.3 当压缩机负担多个直膨末端设备时，为避免制冷剂管路因制冷剂冷量分配差异较大产生管路不平衡，本条规定制冷剂管路承担的冷负荷差值，同一制冷循环系统内，不同末端的冷负荷差值不宜超过15%。

4.2.4 蒸发式冷凝装置设置位置要求。

1 蒸发式冷凝器散热原理及需求，需要从室外引进新风，并对外排除换热后的热湿空气，故规定机房临近风亭，减短进风和排风路径和阻力，利于机组散热要求。

2 本条规定蒸发式冷凝装置的布置应满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736)，并对安装检修空间进行了要求。

3 蒸发式冷凝装置存在补水和排水，本条对机房提出补水和排水要求。

4 蒸发式冷凝装置需要引入空气带走热量和湿空气，当引入的空气温、湿度越低换热效率越高，

进一步节能运行。本系统的最大特点是设置在地铁的地下机房内，并靠近排风道，当地铁排风的温、湿度条件低于室外空气时，故本条规定可利用地铁车站排风作为蒸发式冷凝装置的进风，进一步节能运行。

5 本条主要针对机房安全要求提出的，本系统为制冷剂循环系统，存在制冷剂泄漏的可能，考虑人员安全，并参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 规定，制定事故通风要求和标准。

6 蒸发式冷凝装置因设备运行需求，需要在新风道、排风道开设孔洞，孔洞处的防火阀设置应满足《地铁设计防火标准》(GB 51298)。

#### 4.2.5 通风散热装置设置要求

本系统通风散热装置区别与冷却塔（设备一体化集成设置，风路与外界有塔体隔离），本系统通风散热装置与蒸发式冷凝器是分体独立设置，装置的作用是产生强制性气流用于冷凝器的散热，独立设置时气流通过蒸发式冷凝器的百分比决定了蒸发式冷凝器的散热效果，故规定此条，保证通风散热装置有效通风能力。

4.2.6 本条对蒸发冷却式直膨空调系统设备运输条件进行规定。

4.2.7 通风散热装置出风侧吹出的气体是高湿气体，故本条对电气设备提出规定。

### 4.3 管道布置与保温

4.3.1 本条规定了制冷剂管路布置，减少因管路布置产生的冷量衰减。

4.3.2 本条从安全角度规定了制冷剂管路的途径，避免制冷剂管路发生泄漏影响新风和设备用房空气。

4.3.3 本条对制冷剂管路和设备的绝热材料进行规定：

- 1 引用《设备及管道绝热设计导则》GB/T8715 进行规定。
- 2 保温材料的燃烧性能应满足《地铁设计规范》(GB 50157-2013)。
- 3 对保温材料的工作温度进行规定。
- 4 对保温材料设置保护层进行规定。

4.3.4 本条规定冷媒泄漏紧急排放管的设置要求，保证地下机房环境安全。

### 4.4 冷却水水质要求

4.4.1 本条引用《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T50050，《采暖空调系统水质》GB/T29044，《公共场所集中空调通风系统卫生规范》WS394、《中央空调循环水及循环冷却水水质标准》(DB44/T115) 进行规定。

4.4.2 本条规定来源于 4.4.1 条的规范内的规定，再次强调。

4.4.3 本条对补充水的水质处理进行规定。

全国团体标准信息平台