

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

P

JGJ 342 - 2014

备案号 J 1894 - 2014

蒸发冷却制冷系统工程技术规程

Technical specification for evaporative cooling
refrigeration system

2014 - 09 - 01 发布

2015 - 03 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

蒸发冷却制冷系统工程技术规程

Technical specification for evaporative cooling
refrigeration system

JGJ 342 - 2014

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 5 年 3 月 1 日

中国建筑工业出版社

2014 北 京

中华人民共和国行业标准
蒸发冷却制冷系统工程技术规程

Technical specification for evaporative cooling
refrigeration system

JGJ 342 - 2014

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

环球印刷（北京）有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1 $\frac{1}{8}$ 字数：50 千字

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月第一次印刷

定价：**10.00 元**

统一书号：15112·23994

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 537 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《蒸发冷却制冷系统工程技术规程》的公告

现批准《蒸发冷却制冷系统工程技术规程》为行业标准，编号为 JGJ 342 - 2014，自 2015 年 3 月 1 日起实施。其中，第 3.3.1 条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 9 月 1 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2010]43号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本规程。

本规程的主要技术内容是:1.总则;2.术语;3.设计;4.设备与材料;5.施工安装;6.调试、验收、综合效果检验。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国建筑科学研究院(地址:北京市北三环东路30号,邮编:100013)。

本 规 程 主 编 单 位:中国建筑科学研究院

本 规 程 参 编 单 位:北京市建筑设计研究院有限公司

新疆建筑设计研究院

中国建筑西北设计研究院有限公司

西安工程大学

上海新晃空调设备股份有限公司

新疆绿色使者空气环境技术有限公司

西安井上人工环境有限公司

无锡市天兴净化空调设备有限公司

北京建贸新科建材有限公司

河北空调工程安装有限公司

浙江鸿翔建设集团有限公司

澳蓝(福建)实业有限公司

本规程主要起草人员：曹 阳 徐宏庆 刘 鸣 黄 翔
于向阳 曹 勇 刘 刚 于优城
刘 明 周 敏 王建军 张 萌
刘俊良 朱国华 黄华铃
本规程主要审查人员：许文发 李德英 潘秋生 陈建新
李著萱 成建宏 魏占和

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	设计	3
3.1	一般规定	3
3.2	室内外设计计算参数	3
3.3	系统设计	4
3.4	消声与隔振	7
3.5	监测和控制	7
4	设备与材料	9
4.1	一般规定	9
4.2	设备要求	9
4.3	材料要求	10
5	施工安装	11
5.1	一般规定	11
5.2	空调风系统管道与设备的安装	11
5.3	空调水系统管道与设备的安装	12
5.4	防腐与绝热	14
6	调试、验收、综合效果检验	15
6.1	一般规定	15
6.2	调试	15
6.3	竣工验收	16
6.4	综合效果检验	17
	本规程用词说明	19
	引用标准名录	20
	附：条文说明	21

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Design	3
3.1	General Requirements	3
3.2	Indoor and Outdoor Design Conditions	3
3.3	System Design	4
3.4	Noise Reduction and Vibration Insulation	7
3.5	Monitoring and Control	7
4	Equipment and Material	9
4.1	General Requirements	9
4.2	Facility Requirements	9
4.3	Material Requirements	10
5	Construction and Installation	11
5.1	General Requirements	11
5.2	Installation of Duct and Equipment of Air Conditioning Air System	11
5.3	Installation of Pipeline and Equipment of Air Conditioning Water System	12
5.4	Anticorrosion and Heat Insulation	14
6	Debugging, Acceptance, General Inspection	15
6.1	General Requirements	15
6.2	Debugging	15
6.3	Completion Acceptance	16

6.4 General Inspection	17
Explanation of Wording in This Specification	19
List of Quoted Standards	20
Addition; Explanation of Provisions	21

1 总 则

1.0.1 为规范蒸发冷却制冷系统工程的设计、施工安装、调试、验收和综合效果检验，做到技术先进、经济合理、安全适用和保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建的工业与民用建筑中采用蒸发冷却技术的制冷工程设计、施工安装、调试、验收和综合效果检验。

1.0.3 蒸发冷却制冷系统工程的设计、施工安装、调试、验收和综合效果检验，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 蒸发冷却制冷系统 evaporative cooling refrigeration system

在空调工程中，冷源或空气处理设备部分或全部采用蒸发冷却制冷技术的空调系统，也称蒸发冷却制冷空调系统。

2.0.2 蒸发冷却全空气空调系统 evaporative cooling all-air air conditioning system

用蒸发冷却空调机组处理后的空气承担对应空调区全部显热负荷和散湿量的空调系统。

2.0.3 蒸发冷却空气-水空调系统 evaporative cooling air-water air conditioning system

用蒸发冷却空调机组处理后的空气与蒸发冷却冷水机组提供的冷水，通过空调区末端装置共同承担对应空调区全部显热负荷和散湿量的空调系统。

2.0.4 蒸发冷却空调机组 evaporative cooling air handling unit

以水直接蒸发冷却器、间接蒸发冷却器或两者组合对被处理空气进行蒸发冷却的空调机组。

2.0.5 间接蒸发冷却冷水机组 indirect evaporative cooling chiller

通过蒸发冷却方式获取空调冷水的冷水机组。

3 设计

3.1 一般规定

3.1.1 蒸发冷却制冷空调系统的选用应符合下列规定：

1 应根据建筑物的用途、规模、使用特点、负荷特性与参数要求、所在地区气候特征和水资源条件以及能源状况等综合确定；

2 夏季空调室外设计湿球温度或露点温度较低的地区，其空气的冷却处理过程经技术经济比较合理时，应采用蒸发冷却制冷技术。

3.1.2 采用直接蒸发冷却处理空气时，系统的水质应符合国家现行标准的有关规定。

3.1.3 采用蒸发冷却制冷空调系统时，系统的补水量应进行分项计量。

3.1.4 蒸发冷却制冷空调工程施工图设计文件深度应符合国家现行有关规定的要求。

3.2 室内外设计计算参数

3.2.1 空调区空气设计参数应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 空调区空气设计参数

参 数	冬 季	夏 季
温度 (°C)	18~24	24~28
相对湿度 (%)	≥30	≤70
风速 (m/s)	≤0.20	≤1.00

注：1 表中冬季相对湿度的限定，仅适用于有加湿要求的空调区。

2 空调区采用辐射供冷方式时，其空气设计温度宜提高 0.5°C~1.5°C。

3.2.2 空调区室内空气质量和污染物浓度控制等应符合国家现行标准的有关规定。

3.2.3 空调区和空调系统的新风量计算应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定，并应按室外空气设计计算参数核算空调区新风除湿所需的新风量。

3.2.4 室外空气设计计算参数应采用现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中的夏季室外空气设计计算参数，并应对蒸发冷却制冷系统的地域适用性及当地室外空气设计计算参数的不保证率进行校核。

3.3 系统设计

3.3.1 施工图设计时，应对空调区和空调系统的冬季热负荷、夏季逐时冷负荷以及散湿量分别进行计算。

3.3.2 蒸发冷却制冷空调系统形式应根据夏季空调室外计算湿球温度（或露点温度）以及空调区显热负荷、散湿量等，经技术经济比较后确定，并宜符合下列规定：

1 空间高大或人员较多时，宜采用蒸发冷却全空气空调系统；

2 空调区较多，建筑层高较低且各区温度要求独立控制时，宜采用蒸发冷却空气—水空调系统；

3 蒸发冷却空气—水空调系统宜采用温度湿度独立控制空调系统；

4 空调系统全年运行时，宜按多工况运行方式进行设计。

3.3.3 蒸发冷却制冷空调系统的补水量应根据补水水质、蒸发水量、排污量等计算确定。

3.3.4 蒸发冷却全空气空调系统设计应符合下列规定：

1 蒸发冷却器的类型和组合形式应根据夏季空调室外设计湿球温度或露点温度确定；

2 送风量应根据室内外空气设计参数、空调区负荷特性及空调机组空气处理终状态点等经计算确定；

3 蒸发冷却器的迎面风速宜采用 $2.2 \text{ m/s} \sim 2.8 \text{ m/s}$ ，间接蒸发冷却器效率不宜小于 50%，直接蒸发冷却器效率不宜小于 70%；

4 直接蒸发冷却器填料厚度，应根据直接蒸发冷却器效率、入口干湿球温度、迎面风速等经计算确定。

3.3.5 蒸发冷却制冷空调系统的排风系统设计应符合下列规定：

1 应进行空调区的排风系统设计和风量平衡计算，并应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定；

2 严寒和寒冷地区全年运行的空调系统，其冬季排风宜设热回收装置，并应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定。

3.3.6 空调系统全年运行时，新风机组的送风量宜满足不同季节时系统新风量的要求。

3.3.7 空调系统的新风进风口与排风口处应设置能严密关闭的风阀。

3.3.8 严寒和寒冷地区的空调系统热水盘管应采取防冻措施。

3.3.9 蒸发冷却制冷空调系统的新风和回风应经过滤处理，空气过滤器的设置应符合下列规定：

1 过滤器效率和出口空气的清洁度应符合国家现行标准的有关规定；

2 当采用粗效空气过滤器不能满足要求时，应设置中效空气过滤器；

3 空气过滤器的阻力应按终阻力计算。

3.3.10 空调区的气流组织设计应符合下列规定：

1 送回风口的设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定；

2 当空调送风温度满足置换通风和下送风对送风温度的要

求时，宜采用置换通风和下送风等送风方式。

3.3.11 夏季室外空气设计露点温度较低的地区，宜采用间接蒸发冷却冷水机组作为空调冷源。空调冷水的供水温度和供回水温差应符合下列规定：

1 供水温度应根据当地气象条件和末端设备的性能合理确定；

2 当采用强制对流末端设备时，供回水温差不宜小于 4°C ；当采用辐射供冷末端设备时，供回水温差不应小于 2°C 。

3.3.12 空调水系统的设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定。

3.3.13 间接蒸发冷却冷水机组的循环水水质应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的有关规定及有关产品对水质的要求，并应采取下列措施：

1 应设置保证循环水水质的处理装置；

2 机组入口处应设置过滤器或除污器。

3.3.14 设备的排污应有组织地排放，并应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定。

3.3.15 设备、管道的绝热设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定。

3.3.16 蒸发冷却制冷空调设备应预留维修通道和检修空间，并应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定。

3.3.17 蒸发冷却制冷空调机组在室外布置时，应通风良好、安全可靠；冷水系统为开式系统时，应将间接蒸发冷却冷水机组安装在水系统最高处。

3.3.18 间接蒸发冷却器空调机组的布置应符合下列规定：

1 在机房内布置时，应设置二次空气排风管并引出机房；

2 在室外布置时，当一次空气进风口与二次空气排风口较近时，应采取避免一、二次空气短路的措施。

3.3.19 当管道必须穿越防火墙时，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.4 消声与隔振

3.4.1 蒸发冷却制冷空调设备所产生的噪声和振动传播至空调房间及设备周围环境的噪声级和振动级，应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定。

3.4.2 蒸发冷却制冷空调设备的室外安装位置不宜靠近声环境、振动要求较高的房间，当其噪声及振动不满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定时，应采取降噪及减振措施。

3.4.3 蒸发冷却制冷空调设备的室内安装所产生的噪声，当自然衰减不能达到允许噪声标准时，应设置消声设备或采取隔声隔振等措施。

3.4.4 蒸发冷却制冷空调设备的振动，当自然衰减不满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定时，应设置隔振器或采取其他隔振措施。

3.4.5 隔振设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定。

3.5 监测和控制

3.5.1 蒸发冷却制冷空调系统宜设置检测与监控设备或系统，检测与监控内容应包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、设备连锁与自动保护、能量计量及中央监控与管理等。

3.5.2 检测与监控设备或系统的设计，应根据建筑物的功能、系统类型、设备运行时间以及对管理的要求等因素，通过技术经济比较，确定检测与监控内容。

3.5.3 防火与排烟系统的检测与监控，应符合国家现行标准的有关规定；与防排烟系统合用的通风空调系统应按消防设施的要

求供电，当发生火灾时应转入火灾控制状态；通风空调风道上宜设置带位置反馈的防火阀。

3.5.4 集中新、排风系统宜具有新风空气过滤器进出口静压差值超限报警和新、排风机启停状态监控功能。

4 设备与材料

4.1 一般规定

4.1.1 蒸发冷却制冷空调系统工程中采用的设备与材料应符合国家现行标准的有关规定。

4.1.2 蒸发冷却制冷空调系统工程中使用的设备与材料应经进场检查确认合格后，方可使用。

4.2 设备要求

4.2.1 蒸发冷却空调机组应符合下列规定：

- 1 室外布置的机组应采取防风、防渗雨、防冻措施；
- 2 二次空气出口处应设置挡水装置；
- 3 应设排水口、溢水口，排水、溢水应畅通，且应无渗漏和从水箱中直接溢水现象；
- 4 水箱排水管应设电磁阀定期排水；
- 5 排风应顺畅，内部一、二次空气不应出现短路现象。

4.2.2 间接蒸发冷却冷水机组应符合下列规定：

- 1 应采取防风、防渗雨、防冻措施；
- 2 冬季停用时对风机和盘管应采取防护措施；
- 3 应避免进风与排风短路；
- 4 应设排水口、溢水口，排水、溢水应畅通，且应无渗漏和从水箱中直接溢水现象。

4.2.3 单独安装的直接蒸发冷却段应符合下列规定：

- 1 水泵压力应根据布水高度确定，便于清洗填料；
- 2 水箱内应设有自动水位控制器，保证箱内的水位，水箱应防止漏水和渗水；
- 3 填料厚度应根据蒸发冷却效率、直接蒸发冷却段进口干

湿球温度、迎面风速等确定。

4.2.4 间接蒸发冷却段二次空气出口处应设置填料挡水装置。

4.3 材料要求

4.3.1 蒸发冷却制冷空调系统工程水管应符合下列规定：

1 管道和管件的材质、规格、型号以及焊接材料的选用，应根据设计文件确定；

2 补水、排水、溢水管材宜采用塑料管或热镀锌钢管。

4.3.2 蒸发冷却制冷空调系统工程风管应符合下列规定：

1 防火要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定；

2 制作安装应符合现行行业标准《通风管道技术规程》JGJ 141 的有关规定。

4.3.3 蒸发冷却制冷空调系统工程保冷材料应具有质量合格证书或检验报告，且种类、规格、性能均应符合设计文件的规定。

4.3.4 蒸发冷却制冷空调系统工程填料应符合下列规定：

1 应具有耐腐蚀性；

2 完全浸湿后不应有材料塌陷、出现孔洞等缺陷；

3 使用中，不应出现未被水流过的干带和填料内外表面有集中水流现象；

4 经振动试验后，不得有脱胶、撕裂、从箱体组件移位或其他的损坏；

5 金属填料表面应进行除锈、防腐和亲水性处理。

5 施工安装

5.1 一般规定

- 5.1.1 工程施工应按批准的图纸、合同约定的内容和国家现行标准的有关规定进行。
- 5.1.2 工程使用的主要材料和设备，应经进场验收和质量记录。
- 5.1.3 工程相关的土建施工完毕后，应进行会检。
- 5.1.4 隐蔽工程应在隐蔽前进行验收。
- 5.1.5 安装工程开始前，应对工程条件进行检查。
- 5.1.6 工程质量保修期限应为两个供冷期，且应自竣工验收合格日起计算。
- 5.1.7 电气系统的安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。

5.2 空调风系统管道与设备的安装

- 5.2.1 风管系统的制作与安装应符合国家现行标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 和《通风管道技术规程》JGJ 141 的有关规定。
- 5.2.2 通风机传动装置的外露部位及直通大气的进、出口，应装设防护罩（网）或采取其他安全设施。
- 5.2.3 蒸发冷却空调机组的现场装配应符合下列规定：
 - 1 型号、规格、方向和技术参数应符合设计要求；
 - 2 基础标高应符合设计要求，允许误差应为±20mm；地脚螺栓与预埋件的连接或固定应牢固，各连接部件应采用热镀锌或不锈钢螺栓，且紧固力应均匀一致；
 - 3 各功能段的组装应符合设计规定的顺序和要求，且各功能段之间的连接应严密，整体应平直；

4 机组的框架应具有耐腐蚀及防锈能力，且无扭曲、变形现象；

5 应符合产品安装说明的规定；

6 喷水管和喷嘴的排列、规格、填料等直接蒸发冷却器部件的安装位置、间距、角度及方向应符合产品安装说明的要求，且连接应牢固紧密；

7 水箱及与水接触的材料应具有耐腐蚀性，且应无扭曲、变形和渗漏；

8 间接换热器内部之间通道的密封应严密，不应出现串风及串水的现象；

9 空气过滤器应清洁，安装应平整牢固，方向正确，过滤器与框架、框架与围护结构之间应严密且无穿透缝；

10 机组表冷式换热器、加热器及管路应在最高点处及所有可能积聚空气的高点处设置排气阀，在最低点处应设置排水点及排水阀；

11 机组安装完毕应做漏风量检测，漏风量应符合现行国家标准《组合式空调机组》GB/T 14294 的有关规定。

5.3 空调水系统管道与设备的安装

5.3.1 空调水系统管道的制作与安装应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。

5.3.2 管道与设备连接应在设备安装完毕后进行。水泵、间接蒸发冷却冷水机组和蒸发冷却空调机组的连接管宜为柔性接管，与柔性短管连接的管道应设置独立支架。

5.3.3 当热镀锌钢管管径小于等于 $DN100$ 时，应采用螺纹连接；当管径大于 $DN100$ 时，可采用卡箍式、法兰或焊接连接，应对焊缝及热影响区的表面进行防腐处理，焊接钢管、热镀锌钢管不得采用热煨弯。

5.3.4 固定在建筑结构上的管道支、吊架，不应影响结构的安全，管道穿越墙体或楼板处应设钢制套管，管道接口不得置于套

管内。钢制套管应与墙体饰面或楼板底部平齐，上部应高出楼层地面 20mm~50mm，不得将套管作为管道支撑。

5.3.5 保温管道与套管四周间隙应使用不燃绝热材料填塞紧密。

5.3.6 管道系统安装完毕且外观检查合格后，应按设计要求进行水压试验。

5.3.7 阀门的安装应符合下列规定：

1 阀门的安装位置、高度、进出口方向应符合设计要求，连接应牢固紧密；

2 安装在保温管道上的各类手动阀门，手柄均不得向下；

3 阀门安装前应进行外观检查，阀门的铭牌应符合现行国家标准《通用阀门标志》GB/T 12220 的有关规定。对于工作压力大于 1.0MPa 及在主干管上起到切断作用的阀门，应进行强度和严密性试验，合格后方可使用。其他阀门可不单独进行试验。

5.3.8 水泵的规格、型号、技术参数应符合设计要求和产品性能指标。

5.3.9 水箱、集水缸、分水缸、储冷罐的满水试验或水压试验应符合设计要求。内壁涂层的材质、涂抹质量、厚度应符合设计或产品技术文件要求。

5.3.10 现场安装的间接蒸发冷却冷水机组应符合下列规定：

1 型号、规格和技术参数应符合设计要求；

2 基础标高应符合设计要求，允许误差应为 $\pm 20\text{mm}$ ；地脚螺栓与预埋件的连接或固定应牢固，各连接部件应采用热镀锌或不锈钢螺栓，且紧固力应均匀一致；

3 机组安装应水平，单台机组安装水平度和垂直度允许偏差应为 2‰ ，多台机组安装时，各台机组的水平高度应一致，高差不应大于 30mm；

4 各功能段的组装应符合设计规定的顺序和要求；各功能段之间的连接应严密，整体应平直；

5 机组的框架应进行耐腐蚀和防锈处理；

6 机组内过滤器（网）和换热部件应清洁、完好；

7 水箱及与水接触的材料应耐腐蚀，且应无扭曲、变形和渗漏；

8 检查门不应漏水，喷水管和喷嘴的排列、规格应符合设计要求；

9 喷水管和喷嘴的排列、规格、填料等直接蒸发冷却器部件安装位置、间距、角度及方向应符合产品安装说明的要求，且连接应紧密牢固；

10 风筒组装时应保证风筒的圆度；

11 空气过滤器应清洁，安装应平整牢固，方向正确，过滤器与框架、框架与围护结构之间应严密且无穿透缝；

12 机组表冷式换热器、加热器及管路应在最高点处及所有可能积聚空气的高点处设置排气阀，在最低点处应设置排水点及排水阀；

13 管道与冷水机组连接的进、出水管路应安装除污器或过滤器。

5.4 防腐与绝热

5.4.1 风管和水管的防腐处理应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》GB 50726 和《工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范》GB 50727 的有关规定。

5.4.2 风管和水管的绝热处理应在管道系统严密性检验合格和防腐处理结束后进行。

5.4.3 风管和水管的绝热，应采用不燃或难燃材料，且材质、密度、规格与厚度应符合设计要求。当采用难燃材料时，应对其难燃性进行检查，合格后方可使用。

5.4.4 下列场合应使用不燃绝热材料：

- 1 电加热器前后 800mm 的风管和绝热层；
- 2 穿越防火隔墙两侧 2m 范围内的风管、管道和绝热层。

6 调试、验收、综合效果检验

6.1 一般规定

6.1.1 系统调试前，应编制调试方案，并应报送专业监理单位审核；调试结束后，应提供完整的调试资料和报告。

6.1.2 系统调试所使用的测试仪器和仪表的精度等级应满足测定的要求。

6.2 调 试

6.2.1 系统安装完毕后应进行系统调试，系统调试应包括下列内容：

- 1 设备单机试运转及调试；
- 2 系统无生产负荷联合试运转及调试。

6.2.2 设备单机试运转及调试应符合下列规定：

1 通风机、空调机组中的风机叶轮旋转应方向正确、运转平稳、无异常振动与声响，电机功率应符合设备技术文件的规定。在额定转速下连续运行 2h，滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃，滚动轴承不得超过 80℃；

2 水泵叶轮旋转应方向正确，无异常振动与声响，紧固连接件无松动，电机功率应符合设备技术文件的规定。在额定转速下连续运行 2h，滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃，滚动轴承不得超过 75℃；

3 间接蒸发冷却冷水机组、蒸发冷却空调机组试运行不应小于 2h，运行应稳定、无异常振动，噪声应符合设备技术文件的规定；

4 机组补水、泄水、排污水阀的操作应灵活、可靠，信号输出应正确；

5 电控防火、防排烟风阀（口）的操作应灵活、可靠，信号输出应正确；

6 蒸发冷却空调机组直接段和冷水机组应无明显的带水、溅水现象，喷嘴应能将水均布且无堵塞；

7 蒸发冷却空调机组、冷水机组运行应稳定、无异常振动，噪声应符合设备技术文件的规定。

6.2.3 系统无生产负荷联合试运转及调试应符合下列规定：

1 设备与主要部件的联动应符合设计要求，动作应正确，且无异常现象；

2 系统总风量调试结果与设计风量的偏差不应大于 10%，各风口风量与设计风量的偏差不应大于 15%；

3 水系统应冲洗干净，不含杂物，并应排除管道系统中的空气，系统连续运行应正常、平稳；水泵的压力和水泵电机的电流不应出现大幅波动，空调冷水的总流量、主干管冷水流量测试结果与设计流量的偏差不应大于 10%；

4 房间内空气的温湿度、噪声应符合设计要求；

5 各种自动计量检测元件和执行机构应工作正常，且应正确显示系统的工作状态，设置连锁、自动调节、自动保护应能正确动作；

6 多台间接蒸发冷却冷水机组运行时，各机组应达到均衡一致。

6.2.4 防排烟系统联合试运转与调试的结果（包括风量及正压），应符合设计要求和现行国家标准的有关规定。

6.3 竣工验收

6.3.1 工程竣工验收观感质量检查应符合下列规定：

1 风管的表面应平整、无损坏，风管间、风管与设备或调节装置的连接应无明显缺陷；

2 风口表面应平整，颜色一致，安装位置应正确，风口可调部件应能正常动作；

3 风管系统各类调节装置安装应正确牢固，调节灵活，操作方便。防火及排烟阀等关闭应严密，动作可靠；

4 风管、部件及管道的支、吊架形式、位置及间距应符合现行国家标准的有关规定；

5 风管、管道的软性接管位置应符合设计要求，接管正确、牢固，气流顺畅；

6 水管的管道、阀门及仪表的安装位置应正确，系统无渗漏；

7 蒸发冷却设备、风机、水泵等输配设备的安装应正确牢固；

8 风管、部件、管道及支架的油漆附着应牢固，漆膜厚度应均匀，油漆颜色与标志应符合设计要求；

9 绝热层的材质、厚度应符合设计要求，表面应平整、无断裂和脱落，室外防潮层或保护壳应顺水搭接、无渗漏。

6.3.2 工程竣工验收资料宜包括下列文件：

1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；

2 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；

3 隐蔽工程检查验收记录；

4 设备单机试运转记录；

5 系统无生产负荷联合试运转记录；

6 观感质量检查记录；

7 安全和功能检验资料的核查记录。

6.4 综合效果检验

6.4.1 工程交工前，应进行系统带负荷综合效果检验。

6.4.2 工程应在满足接近设计文件中规定的室外气候条件下进行综合效果检验。

6.4.3 综合效果检验可包括下列内容：

1 送、回风口空气温度、湿度和风量的测定；

- 2 机组空气温度、湿度、风量、水温、水量的测定；
- 3 室内空气温度、湿度的测定；
- 4 室内噪声的测定；
- 5 室外空气温度、湿度的测定；
- 6 各设备电压、电流、耗电功率的测定。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050
- 3 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 4 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 5 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 6 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 7 《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》GB 50726
- 8 《工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范》
GB 50727
- 9 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 10 《通用阀门标志》GB/T 12220
- 11 《组合式空调机组》GB/T 14294
- 12 《通风管道技术规程》JGJ 141

中华人民共和国行业标准

蒸发冷却制冷系统工程技术规程

JGJ 342 - 2014

条文说明

制 订 说 明

《蒸发冷却制冷系统工程技术规程》JGJ 342-2014，经住房和城乡建设部 2014 年 9 月 1 日以第 537 号公告批准发布。

本规程编制过程中，编制组经广泛调查研究，总结了我国蒸发冷却系统工程技术的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《蒸发冷却制冷系统工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	24
2	术语	25
3	设计	26
3.1	一般规定	26
3.2	室内外设计计算参数	27
3.3	系统设计	28
3.5	监测和控制	40
4	设备与材料	42
4.1	一般规定	42
4.2	设备要求	42
4.3	材料要求	43
5	施工安装	44
5.1	一般规定	44
5.2	空调风系统管道与设备的安装	45
5.3	空调水系统管道与设备的安装	46
5.4	防腐与绝热	49
6	调试、验收、综合效果检验	50
6.1	一般规定	50
6.2	调试	51
6.3	竣工验收	51
6.4	综合效果检验	51

1 总 则

1.0.1 蒸发冷却制冷技术是利用室外空气中的干湿球温度差所具有的“干空气能”，通过水与空气之间的热湿交换对被处理的空气或水进行降温或除湿处理，以满足室内空调系统的要求。它是一种环保高效且经济的空调技术，具有投资省、能耗低、减少温室气体和 CFCs 物质排放量的特点。该技术主要适用于在室外空气干球温度与湿球温度差大的地区（如干热或半干热地区）进行空调制冷，在保证建筑环境安全舒适条件下，它为减少建筑总能耗提供了新的技术，节约了大量的煤炭和电量，降低了建筑物二氧化碳和其他有害气体的排放。

随着间接蒸发冷却技术和设备的发展，蒸发冷却制冷技术的应用已由最初局限在西北干燥地区逐渐向内陆地区发展。作为相对独立的一种空调系统，通过制定专项工程技术标准，规范蒸发冷却制冷空调系统工程的设计、施工、调试及验收，做到技术先进、经济合理、安全适用和保证工程质量。

1.0.3 由于本规程为蒸发冷却制冷空调系统工程的专业性技术规程，根据国家主管部门有关编制和修订工程建设标准、规范等的统一规定，为了精简规程内容，凡其他全国性标准、规范等已有明确规定的內容，除确有必要者以外，本规程均不再设具体条文。本条文的目的是在强调执行本规程的同时，还应贯彻执行其他相关标准、规范等的有关规定。

2 术 语

2.0.1 蒸发冷却制冷空调系统中，主要的空调制冷设备有蒸发冷却空调机组和间接蒸发冷却冷水机组两类，所采用的蒸发冷却制冷技术可分为直接蒸发冷却和间接蒸发冷却两种基本形式。直接蒸发冷却制冷技术是指空气和水直接接触，过程中空气和水之间的传热、传质同时发生且互相影响，对空气而言，其处理过程为绝热降温加湿过程，处理后的空气极限温度是室外空气的湿球温度；间接蒸发冷却制冷技术是指空气和水间接接触，过程中空气和水之间仅有传热发生，对空气而言，其处理过程为等湿降温过程，处理后的空气极限温度是室外空气的露点温度。同样，对空调冷源，采用直接蒸发冷却制冷技术所生产的冷水，其极限温度是进口空气的湿球温度，采用间接蒸发冷却制冷技术所生产的冷水，其极限温度是室外空气的露点温度。

在某些地区，需要采用间接蒸发制冷器和直接蒸发制冷器的组合，且输出的载冷介质为冷风的复合蒸发冷却空气处理机组，以降低蒸发冷却空调处理后的空气温度。当单独采用蒸发冷却制冷空调系统不能满足室内温湿度环境控制要求时，可与其他空调系统组成蒸发冷却联合制冷空调系统，空调区的室内热湿负荷由蒸发冷却空调制冷设备和机械制冷设备按照不同的气象时间段、不同的室内负荷特性，分别开启蒸发冷却空调制冷设备或机械制冷设备，或同时开启蒸发冷却空调制冷设备和机械制冷设备来承担。

2.0.4 蒸发冷却空调机组可含有其他空气处理、输送段等，具有空气输送、混合、加湿、加热、冷却、热回收、过滤、消声等功能。

2.0.5 采用直接蒸发冷却也能制取冷水，但在国内基本没有可使用的地区，本规程所提蒸发冷却冷水机组主要是指含间接蒸发冷却器的蒸发冷却冷水机组。

3 设 计

3.1 一 般 规 定

3.1.1 蒸发冷却制冷技术是一项节能环保低碳的空调技术，随着节能形势的严峻和技术的进步，蒸发冷却制冷技术已被广泛地应用在各种工业与民用建筑中。

气候是建筑热环境的外部条件，气候参数，如太阳辐射、温度、湿度、风速等动态变化，它不仅直接影响到人的舒适感受，而且还影响到建筑设计，如建筑热工、空调系统设计等。根据现行国家标准《建筑气候区划标准》GB 50178，干热气候区主要气候特征是太阳辐射资源丰富、夏季温度高、日温差大、空气干燥等，与其他气候区的气候特征有明显的差异，如新疆、内蒙古、甘肃、宁夏、青海、西藏等地区，这为蒸发冷却制冷空调的应用提供了有利的条件。因此，对于干热气候区而言，当夏季空调室外设计露点温度较低时，可采用蒸发冷却技术生产用于空调系统的冷水或冷风，以减少人工制冷的能耗，如：当室外空气的露点温度低于 $14^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 时，可采用蒸发冷却技术生产接近 16°C 的空调冷水，作为空调系统的高温冷源。另外，空调系统也可充分利用室外干燥空气，一方面直接来消除空调区的湿负荷，另一方面通过蒸发冷却技术来消除空调区的显热负荷，从而大量减少空调系统的能耗，因此，符合条件的地区应大力推广采用蒸发冷却制冷空调。

蒸发冷却制冷空调虽有广泛的应用前途，但在工程设计中，应经技术经济比较，合理应用蒸发冷却技术，如是否采用蒸发冷却制冷空调系统，采用何种形式的蒸发冷却制冷空调系统，是否需要与人工冷源相联合等。

由于蒸发冷却制冷空调是利用水的蒸发来实现供冷的目的，

因此，所在地区的水资源条件应引起重视，应合理利用水资源，并满足当地有关法规及卫生等要求。

3.1.2 直接蒸发冷却制冷空调是空气和水直接接触，从空调区空气质量以及卫生防疫要求看，水质的要求应引起重视，结合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 和《生活饮用水卫生标准》GB 5749，对直接蒸发冷却制冷空调的水质提出要求，即对水质有机物、微生物和消毒等方面的要求。同时，系统应定期对水槽进行必要的清洗和检查，进行定期排污，以保证系统的清洁与效率。

3.1.3 当水蒸发冷却技术使用在适宜的地区时，虽然系统能效比高于一般的机械压缩电制冷系统，但其需要消耗水资源，为此，对蒸发冷却制冷空调的有关水量计量进行了规定。

3.1.4 为规范蒸发冷却制冷空调系统工程的施工图设计，根据《建筑工程设计文件编制深度规定》（2008年版）的有关要求，规定工程系统设计图纸的目录和设计深度要求。施工图设计文件除施工图外还应包括图纸目录、设计施工说明、主要设备表、系统图、平面图及详图等内容。

3.2 室内外设计计算参数

3.2.1 舒适性空调的室内参数，与人体对周围环境温度、相对湿度和风速要求等相互关联，考虑到蒸发冷却制冷空调系统的特点，根据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 及蒸发冷却制冷空调系统的相关研究成果，规范中适当提高了空调区域的夏季最大风速要求；另外，根据人体热舒适度水平，当空调区的风速较高时，其空调区的夏季室内设计干球温度也可适当提高。这样，在保证相同的舒适度条件下，可以合理降低蒸发冷却制冷空调系统的送风量及减少送风末端装置的数量，以达到降低系统造价和节能的目的。

当蒸发冷却制冷空调的末端采用辐射供冷方式时，按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 规

定，其室内设计温度可适当提高。

3.2.2 为保证空调区的空气质量及卫生安全，提出设计的系统应保证建筑物室内空气符合国家现行标准《室内空气质量标准》GB/T 18883、《工业企业设计卫生标准》GBZ1 及《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 等相关标准中的规定。

3.2.3 在气候比较干燥的地区，如新疆、青海等地区，考虑到系统节能，在满足空调区的空气质量要求前提下，经技术经济比较后，空调区的除湿可通过适当加大室外新风量来解决。干燥地区部分代表城市如表 1：

表 1 干燥地区部分代表城市

气候特征	代表城市
干燥地区	博克图、呼玛、海拉尔、满洲里、克拉玛依、乌鲁木齐、呼和浩特、大柴旦、大同、哈密、伊宁、西宁、阿坝、喀什、平凉、天水、拉萨、康定、酒泉

3.2.4 蒸发冷却制冷空调的驱动力为室外空气中水蒸气分压力，与空气的干湿球温度差或露点温度密切相关，其适应性可用室外空气的湿球温度或露点温度的大小来判断，由于现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 确定的夏季室外空气计算干球温度、室外计算湿球温度是分别采用历年平均不保证 50h 统计的温度，而不是同时不保证 50h 的温度，因此，用夏季室外空调设计湿球温度或露点温度判断建筑所在地区技术适应性，保证率一般将高于 50h，会使设备富裕能力过大或会使一部分适用的地域被排除在可应用范围之外，造成浪费。因此，室外空气计算参数的选取，在条件允许情况下，应根据当地逐时室外气象参数进行同时不保证率 50h 的校核。

3.3 系统设计

3.3.1 现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 对空调负荷计算提出严格要求。为避免由于采用估算

指标计算负荷造成总负荷偏大，从而导致主机偏大、管道输送系统偏大、末端设备偏大等，减小由此给国家和投资者带来的巨大损失，给节能和环保带来问题，规定要求空调冷负荷应进行各项逐时冷负荷计算。

考虑到蒸发冷却制冷空调系统的特点，满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 要求的同时，其冷负荷应按显热负荷和散湿量分项进行计算。其中，对蒸发冷却全空气空调系统而言，空调系统的冷负荷计算方法可与传统空调系统基本相同；但对蒸发冷却空气—水空调系统而言，当系统形式为温湿度独立控制空调系统时，其冷负荷计算应按规定要求分类进行计算。

当室外空气含湿量和温度低于室内状态时，蒸发冷却空调系统增大水蒸发技术处理后的新风量反而有利于利用室外空气干湿球温度差具有的干空气能量对室内空气降温，这点与常规空调系统通过控制新风量来减小新风负荷不同。

3.3.2 蒸发冷却制冷空调系统的形式与传统空调一样，可分为蒸发冷却全空气空调系统和蒸发冷却空气—水空调系统两种形式。对建筑空间高大、人员较密集场所，如剧院、体育馆等，空调系统应优选蒸发冷却全空气空调系统，即通过蒸发冷却处理后的空气，承担空调区的全部显热负荷和散湿量；对空间较矮、空调区较多的建筑，如办公建筑等，空调系统应优选蒸发冷却空气—水空调系统；考虑到系统的节能以及高温冷水的应用，蒸发冷却空气—水空调系统优选温湿度独立控制空调形式，即通过蒸发冷却处理后的室外空气承担空调区的全部散湿量，而显热负荷主要由冷水系统承担，其冷水系统的末端设备可选用辐射板、干式风机盘管机组等。

对蒸发冷却全空气空调系统而言，根据空气的冷却处理要求，系统可采用直接蒸发冷却、间接蒸发冷却和复合式蒸发冷却（间接蒸发冷却与直接蒸发冷却的组合）技术等；同样，蒸发冷却空气—水空调系统中的冷水制备，也可采用以上技术。

3.3.3 在补水水质满足相应规范要求的情况下，蒸发冷却制冷空调的补水量主要由蒸发水量、排污水量及飘逸损失三部分组成，其计算可根据产品生产厂家的数据确定或估算。

3.3.4 室外设计湿球温度低于 22°C 的地区，其空气处理可采用直接蒸发冷却方式；夏季室外计算湿球温度较高的地区，为强化冷却效果，进一步降低系统的送风温度、减小送风量和风管面积时，可采用复合式蒸发冷却方式。复合式蒸发冷却方式是指间接蒸发冷却器与直接蒸发冷却器的组合。

进行系统设计选型时，应采用当地逐时室外气象参数进行不保证率的校核，合理选用蒸发冷却器的类型，尽量做到一次投资省、系统运行经济、减少能耗。舒适型空调夏季不保证率不应高于 50h。

在不同的夏季室外空气设计干、湿球温度下，空调机组应采用不同形式的蒸发冷却器。根据《全国民用建筑工程设计技术措施——暖通空调·动力》，图 1 将不同的夏季室外空气状态点在 $h-d$ 图划分了五个区域，其中点 N 、 O 分别代表室内空气状态点和空调送风状态点。

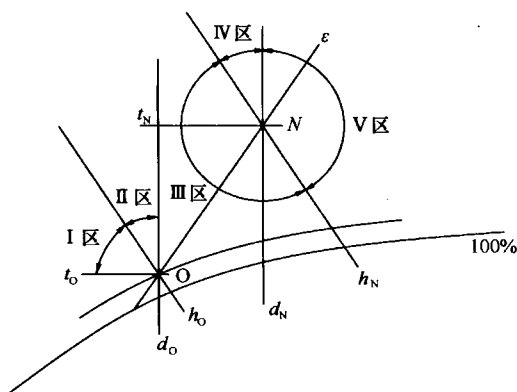
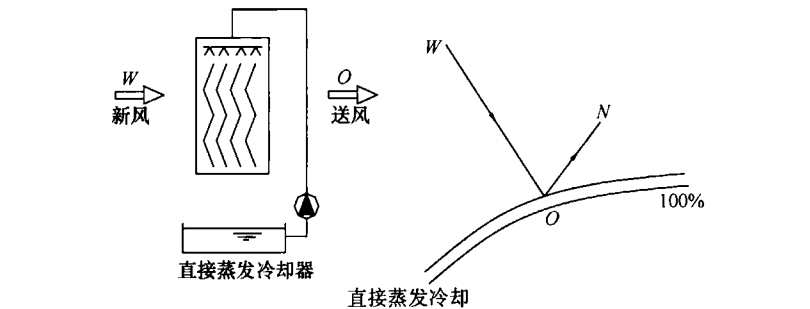
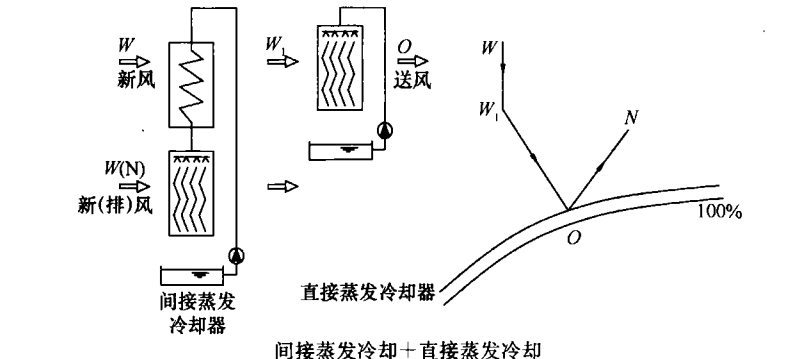
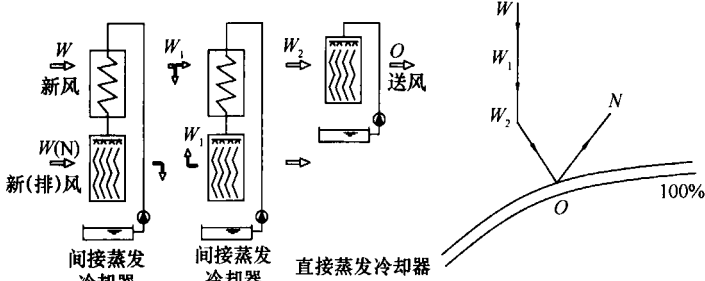
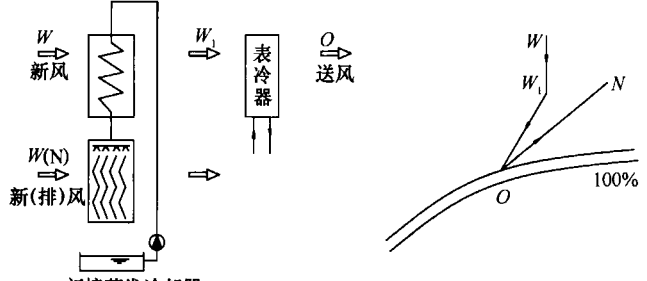


图 1 不同的夏季室外空气状态点在焓湿图上的区域划分
不同区空气处理特性，如表 2 所示。

表 2 不同区空气处理特性

分区	室外空气特性与空气处理要求	空气处理方式图示
1	1) $h_w \leq h_o, d_w \leq d_o$; 2) 经等焓加湿可达到所要求的送风状态点; 3) 取 100% 新风	
2	1) $h_w > h_o, d_w \leq d_o$; 2) 先等湿降温, 再经等焓加湿可达到所要求的送风状态点; 3) 宜取 100% 新风	

续表 2

分区	室外空气特性与空气处理要求	空气处理方式图示
2	1) $h_w > h_O, d_w \leq d_O$; 2) 先等湿降温, 再经等焓加湿可达到所要求的送风状态点; 3) 宜取 100% 新风	 <p>间接蒸发冷却器 间接蒸发冷却器 直接蒸发冷却器</p> <p>两级间接蒸发冷却+一级直接蒸发冷却</p>
3	1) $h_O < h_w \leq h_N, d_w > d_O$; 2) 采用间接蒸发冷却与表冷器复合冷却方式; 3) 宜取 100% 新风	 <p>间接蒸发冷却器 表冷器</p> <p>复合冷却方式 (一级间接蒸发冷却+表冷器冷却)</p>

续表 2

分区	室外空气特性与空气处理要求	空气处理方式图示
4	1) $h_w > h_N, d_w \leq d_N$; 2) 采用间接蒸发冷却与表冷器复合冷却方式; 3) 宜取 100% 新风	<p>复合冷却方式 (两级间接蒸发冷却+表冷器冷却)</p>
5	1) $h_w > h_N, d_w > d_N$; 2) 采用间接蒸发冷却与表冷器复合冷却方式; 3) 设有回风, 非直流系统	<p>复合冷却方式 (间接蒸发冷却+表冷器冷却)</p>

按照温度、湿度独立控制考虑，也可将空气处理描述为表 3 所示的过程。

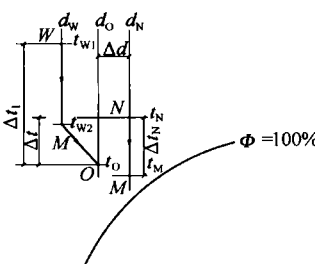
表 3 温度、湿度独立控制空气处理过程

系统类型	序号	空气处理过程	空气处理过程	使用建议
全空气系统	1	直接蒸发	<p>等焓降温加湿过程</p>	适用于干燥气候区，允许室内空气流速大的场所，要求送风机可变流量调节
	2	间接蒸发	<p>等湿降温过程</p>	适用于较干燥气候区，相对于进风空气，送风空气没有加湿；冬季室内排风经间接蒸发二次风通道与新风热交换，可实现热回收
	3	间接+直接蒸发	<p>等湿降温—等焓降温加湿过程</p>	适用于较干燥气候区，可获得较低的送风温度，减小送风管尺寸规格和送风能耗；也可将室外新风与室内空气混合后，再等湿降温处理

续表 3

系统类型	序号	空气处理过程	空气处理过程	使用建议
全空气系统	4	间接蒸发 + 制冷剂 直接膨胀 盘管	<p>室内外空气混合—等湿降温—除湿降温过程</p>	适用于较干燥气候区、夏季空调少部分时段室外空气含湿量高于室内的含湿量时或较为潮湿的地区大部分时段空气处理
新风十末端设备	5		<p>新风系统：直接蒸发 水系统末端：高温水等湿降温</p>	适用于干燥气候区
	6		<p>新风系统：等湿降温过程 水系统末端：高温水等湿降温</p>	适用于较干燥气候区

续表 3

系统类型	序号	空气处理过程	空气处理过程	使用建议
新风 + 末端设备	7		<p>新风系统：间接蒸发—直接蒸发 水系统末端：高温水等湿降温</p> 	适用于较干燥气候区

3.3.5 蒸发冷却制冷空调系统新风量较大，设计时应考虑空调系统的排风系统设计（包括机械排风和自然排风两种系统）以及空调区的风量平衡计算，目的是为了使室内正压不要过大，以免造成新风无法正常送入，影响室内空气质量。

机械排风设施可采用设回风机的双风机系统或设置专用排风机方式；同时，排风系统的排风量应要求随系统新风量的变化而变化，此要求可采用控制双风机系统各风阀的开度或排风机与新风机连锁控制风量等自控措施实现。

根据现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的要求，考虑到系统的节能，严寒和寒冷地区全年运行的空调系统的排风系统宜设置热回收装置。

3.3.6 空调系统采用空气—水蒸发冷却空调系统形式时，由于空调区冬夏季新风量的需求不同，二者相差较大，因此对新风机组的送风量提出要求，设计时，可通过风机的送风量调节来实现此要求。

3.3.7、3.3.8 空调系统停止运行时，新风进风口如果不能严密关闭，夏季热湿空气会浸入，造成金属表面和室内结露现象的发

生；冬季冷空气会侵入，造成室温降低，甚至使加热排管冻结现象的发生。所以规定在新风进风口处设有严密关闭的风阀，在寒冷和严寒地区可采取设置保温风阀等措施。

3.3.9 空调区一般都有一定的清洁要求，因此，送入室内的空气都应通过必要的过滤处理。另一方面，为防止蒸发冷却器表面积尘后，严重影响热湿交换性能，进入空调区的空气也需预先进行过滤处理。使用的设备和达到的效果应满足《空气过滤器》GB/T 14295 和《空调通风系统运行管理规范》GB 50365 的有关。

对于清洁度没有特别要求的空调区，只需对空气进行一般的过滤处理，设置一道粗效过滤器即可。粗效过滤器主要用于过滤 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 的灰尘；在个别情况下当要求控制空气中不大于 $10\mu\text{m}$ 含尘粒度时，可再增设一道中效过滤器，中效过滤器可过滤 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 的灰尘。

过滤器的滤料应选用效率高、阻力低和容尘量大的材料。

过滤器的阻力会随着积尘量的增大而增大。为防止因系统阻力增加而风量减少，过滤器的阻力，应按过滤器的终阻力计算。

3.3.10 由于蒸发冷却制冷空调系统较常规空调系统的风量、水量大，其末端装置的选择和布置应与建筑装修相协调，注意风口的选型与布置对室内空气舒适度、内部装修美观的影响问题等。另外，考虑到提高空调区通风效率及室内空气质量，送风温度较高时，如温湿度独立控制空调系统的新风，可采用地板送风等下送风方式。

3.3.11 对干热气候区而言，当夏季空调室外设计露点温度较低时，空调冷源可采用蒸发冷却方式制取用于空调系统的冷水，以减少人工制冷的能耗。一般当室外空气的露点温度低于 $14^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 时，可采用间接蒸发冷却方式生产接近 16°C 的空调冷水，以作为空调系统的独立高温冷源。另外，根据是否与其他空调系统相结合，还有一类联合供冷系统。

根据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规

范》GB 50736 规定，采用蒸发冷却方式制取空调冷水时，考虑不同气候区的气候特征，其空调水温差可以适当减少。根据对空调系统的综合能耗的研究，4℃的冷水温差对于供水温度 16℃～18℃左右的冷水系统并采用现有的末端产品，是能够满足要求和得到能耗的均衡。当然，对专用干工况末端设备，以及某些露点温度较低而能够通过蒸发冷却得到更低冷水温度（例如 12℃～14℃）的地区，将上述冷水温差可以进一步加大，以利于空调水输配系统的节能。

3.3.13 间接蒸发冷却冷水机组冷水的温度在 15℃～20℃之间变化，在此温度范围内一般没有结垢的危险，由于是开式系统，应做好水的过滤。机组内部水槽应设置过滤装置，冷水进入用户前的总供水管上也应设置过滤。

由于补充水的水质和系统内的机械杂质等因素，不能保证循环水系统水质，造成水质不稳定，产生和积累大量水垢、污垢、微生物等，使传热效率降低，水流阻力增加，卫生环境恶化，对设备造成腐蚀。因此，为稳定水质，机组水箱排水管应设电磁阀定期排水，系统设计时要明确定期对水质的管理和系统的维护，以更好地控制蒸发冷却水系统的硬度，减少水垢的产生，蒸发冷却循环水系统循环水及补充水水质标准可参考表 4 的要求进行控制。

表 4 蒸发冷却循环水系统循环水及补充水水质标准

检测项	单位	直接蒸发		间接蒸发	
		补充水	循环水	补充水	循环水
pH		6.5~8.5	7.0~9.0	6.5~8.5	7.0~9.0
浊度	NTU	≤3	≤3	≤3	≤5
电导率(25℃)	μS/cm	≤400	≤1000	≤800	≤1600
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	mg/L	≤200	≤400	≤300	≤600
总碱度(以 CaCO ₃ 计)	mg/L	≤200	≤500	≤200	≤600
Cl ⁻ (以 Cl ⁻ 计)	mg/L	≤100	≤200	≤150	≤300

续表 4

检测项	单位	直接蒸发		间接蒸发	
		补充水	循环水	补充水	循环水
总铁(以 Fe 计)	mg/L	≤0.3	≤1.0	≤0.3	≤1.0
SO ₄ ²⁻ (以 SO ₄ ²⁻ 计)	mg/L	≤250	≤500	≤250	≤500
氨氮	mg/L	≤0.5	≤1.0	≤5	≤10
COD	mg/L	≤3	≤5	≤30	≤100
菌落总数	CFU/mL	≤100	≤100	—	—
异氧菌总数	个/mL	—	—	—	≤1×10 ⁵
磷酸盐(以 P 计)	mg/L	—	—	—	≤1.0
有机磷	mg/L	—	—	—	≤0.5

3.3.14 为保障系统正常运行,蒸发冷却的循环水要进行连续或定时泄水排污,一般取设计泄水量等于蒸发量,实际运行可根据当地水质情况减少泄水量。

3.3.15 保冷、保温材料的主要技术性能应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 的要求确定;优先采用导热系数小、湿阻因子大、吸水率低、密度小、综合经济效益高的材料;保冷、保温材料为不燃或难燃材料。

设备和管道的保冷及保温层厚度,应按以下原则计算确定:

1 供冷或冷热共用时,按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 中经济厚度或防止表面凝露保冷厚度方法计算确定。

2 凝结水管按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 中防止表面凝露保冷厚度方法计算确定。

3 采用非闭孔材料保冷时,外表面应设隔汽层和保护层;保温时,外表面应设保护层。

4 室外管道的保温层外,应设硬质保护层。

5 绝热材料应为不燃或难燃材料,电加热器前后 0.8m 范围内的绝热材料,应采用不燃材料。

3.3.16 蒸发冷却制冷空调系统用设备与常规系统相比，维护管理比常规空调周期短，便于维护维修和清理，应留有必要的维修通道和检修空间。

3.3.18 采用间接蒸发冷却的蒸发冷却空调机组，室内机房设计时，除应考虑机组的新风入口、送风、回风管道等外，还应考虑机组的二次空气的入口与排出问题，其排风可通过风管排出，以防止避免一、二次空气的短路。机组室外布置时，同样也可以采用此处理方式。

3.5 监测和控制

3.5.1 蒸发冷却制冷空调系统设置的检测和监控的内容可包括：

1 参数检测：包括参数的就地监测及遥测两类。就地参数监测是现场运行人员管理运行设备或系统的依据；参数的遥测是监控或就地控制系统制定监控或控制策略的依据。

2 参数和设备状态显示：通过集中监控系统主机系统的显示或打印单元以及就地控制系统的光、声响等器件显示某一参数是否达到规定值或超差；或显示某一设备运行状态。

3 自动调节：使某些运行参数自动地保持规定值或按预定的规律变动。

4 自动控制：使系统中的设备及元件按规定的程序启停。

5 工况自动转换：指在节能多工况运行的系统中，根据节能及参数运行要求实时从某一运行工况转到另一运行工况。

6 设备连锁：使相关设备按某一指定程序顺序启停。

7 自动保护：指设备运行状况异常或某些参数超过允许值时，发出报警信号或使系统中某些设备及元件自动停止工作。

8 能量计量：包括计量系统的用水量、耗电量及其累计值等，它是实现系统以优化方式运行、更好地进行能量管理的重要条件。

9 中央监控与管理：是指以微型计算机为基础的中央监控与管理系统，是在满足使用要求的前提下，按既考虑局部，更着

重总体的节能原则，使各类设备在耗能低效率高状态下运行。中央监控与管理系统是一个包括管理功能、监视功能和实现总体运行优化的多功能系统。

3.5.3 规定本条是为了空气调节设计能够符合防火规范以及向消防监控设计提出正确的监控要求，使系统能正常运行。

与防排烟合用的空气调节通风系统（例如送风机兼作排烟补风机用，利用平时风道作为排烟风道时阀门的转换，火灾时气体灭火房间通风管道的隔绝等），平时风机运行一般由楼宇自控监控，火灾时设备、风阀等应立即转入火灾控制状态，由消防控制室监控。

要求风道上防火阀带位置反馈可用来监视防火阀工作状态，防止防火阀平时运行的非正常关闭及了解火灾时的阀位情况，以便及时准确地复位，以免影响空气调节通风系统的正常工作。通风系统干管上的防火阀如处于关闭状态，对通风系统影响较大且不易判断，因此一定要求监控防火阀的工作状态；当干管上的防火阀只影响个别房间时，是否设防火阀工作状态监视，则不作强行规定。防火阀工作状态首先在消防控制室显示，如有必要也可在楼宇中央控制室显示。

4 设备与材料

4.1 一般规定

4.1.1 蒸发冷却制冷空调技术工程中采用的以风为载冷介质的直接蒸发制冷空气处理机组、间接蒸发制冷空气处理机组、间接+直接的复合蒸发制冷空气处理机组、蒸发制冷+机械制冷的联合制冷空气处理机组和以水为载冷介质的冷却塔与间接蒸发冷却冷水机组和风机、水泵等及工程中涉及的材料应符合国家相关产品标准的规定。

4.1.2 蒸发冷却制冷空调系统中使用设备在进场时应有和产品合格证明和同类产品性能检验报告，并经确认蒸发冷却制冷设备的性能应满足设计要求。

4.2 设备要求

4.2.1 此条规定了蒸发冷却工程对蒸发冷却空调机组的要求。其中间接蒸发冷却空调机组工作原理是利用干燥的二次空气与水进行热湿交换对一次空气进行冷却处理，一般情况二次空气采用室外空气，要求机组排风应顺畅，否则二次空气排风会重新作为一次空气和二次空气被利用，影响蒸发冷却空调机组效果。蒸发冷却空调机组应设排水口、溢水口，排水、溢水应畅通，在使用过程中通过排水、溢水稀释钙离子、碳酸根离子的浓度，确保规定的钙离子、碳酸根离子的浓度，避免直接蒸发冷却填料和间接蒸发冷却器结水垢。

4.2.2 间接蒸发冷却冷水机组应设排水口、溢水口，排水、溢水应畅通，在使用过程中定期和不定期通过排水、溢水稀释钙离子、碳酸根离子的浓度，避免直接蒸发冷却填料和间接蒸发冷却器结水垢，从而保证蒸发冷却效率。间接蒸发冷却冷水机组风侧

必须设置过滤装置，既保证冷水水质要求，又避免空气和水换热壁面结水垢，保证蒸发冷却效率。在开式系统中，间接蒸发冷却冷水机组宜放置在系统的最高点，如果在系统低点，应单独设置水池，水池的容量应大于系统的回水量。机组表冷器、加热器及管路应在最高点处及所有可能积聚空气的高点设置排气阀，在最低点应设置排水点及排水阀。

4.2.3 直接蒸发冷却段填料厚度应根据蒸发冷却效率、直接蒸发冷却段进口干湿球温度、迎面风速等合理确定。

4.3 材料要求

4.3.1 为保证使用安全合理的材料，管道、管件的材质、规格、型号以及焊接材料的选用，必须根据设计文件确定。

4.3.2 现行行业标准《通风管道技术规程》JGJ 141 对风管的安装工程从通用规定、制作、安装、检验几方面提出了具体的规定，是空调风管和设备安装的通用要求。

5 施工安装

5.1 一般规定

5.1.1 本条对工程施工的依据作了规定：批准的设计图纸和相关的技术标准。相关的技术标准主要指工程约定的施工和质量验收标准，本规程和现行国家标准为最低要求，应采纳。

工程施工是设计意图转化为现实，按照批准的图纸进行工程的施工，是质量验收最基本的条件，施工单位无权任意修改设计图纸，本条规定设计图纸变更应有正式的手续。

5.1.3 开展质量交接会检工作，是对相关土建工作质量认可和分清责任的有效手段，符合建设工程质量管理的基本原则和我国建设工程的实际情况。

5.1.4 系统中的风道或水管道，被安装于封闭的部位或埋设于结构内或直接埋地时，均属于隐蔽工程，在结构作永久性封闭前，必须对隐蔽工程施工质量进行验收，且必须得到现场监理人员认可的合格签证，否则不得进行封闭作业。

水系统的管道存在有局部埋地或隐蔽铺设时，在为其实施覆土、浇捣混凝土或其他隐蔽施工之前，必须进行水压试验并合格。如有防腐及绝热施工的，则应该完成全部施工，并经过现场监理的认可和签字，办妥手续后，方可进行下道隐蔽工程的施工。这是强制性的规定，必须遵守。管道与空调设备的连接，应在设备定位和管道冲洗合格后进行，以排出口的水色和透明度与入水口对比相近，无可见杂物为标准。一是可以保证接管的质量，二是可以防止管路内的垃圾堵塞空调设备。

5.1.5 施工安装前应具备下列条件：

- 1 设计施工图纸和有关技术文件齐全；
- 2 有完善的施工方案、施工组织设计，并已完成技术交底；

3 施工现场具有供水、排水、供电条件，有储放材料的临时设施；

4 有关的土建工程施工完毕并经检验合格，安装部件无障碍物，地面基本清理干净（如建筑围护结构施工应基本完工，有关的基础、沟道等工程应已完工）；

5 结构及吊顶预留孔洞及预埋件的位置、尺寸应符合设计图纸要求、无遗漏；

6 安装现场的辅助设施，如脚手架、梯子、电源和消防器材等应齐备；

7 安装现场具有相应的安全保护措施；

8 相关电气预埋等工程已完成；

9 特殊材料、产品应进行相应保护处理后再运输；运输、装卸和搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖，同时注意材料、产品的储放条件满足要求。应避免因环境温度和物理压力受到损害（表冷器、填料、空气处理器、风管（酚醛）、加热管及发热电缆）；

10 施工的环境温度不宜低于 5℃；在低于 0℃ 的环境下施工时，现场应采取升温（采暖）措施。

5.1.6 《建设工程质量管理条例》规定工程的保修期限为两个采暖和供冷期，此段时间内，在工程使用中如发现一些问题，可能是由于施工、设备与材料的原因，也可能是业主或设计原因造成的。因此，应对产生的问题进行调查分析，找出原因，分清责任，然后进行整改，由责任方承担经济损失。规定设计和施工质量以两个供冷期为保修期限，这是对设计和施工质量提出了比较高的要求，但有利于本行业技术水平的提高，应予以认真执行。

5.2 空调风系统管道与设备的安装

5.2.2 为防止由于风机对人的意外伤害，对风机转动件的外露部分和敞口作了保护性措施规定。

5.3 空调水系统管道与设备的安装

5.3.2 挠性橡胶接头安装应保证和水泵进、出口同心，安装完毕后橡胶软接头不应有变形、曲挠、位移等状况；水泵入口前的直管段长度应大于水泵入口直径的3倍，管路内部不应有窝气的地方。

5.3.3 热镀锌钢管表面的镀锌层是管道防腐的主要保护层，为不破坏镀锌层，提倡采用螺纹连接，目前国内管径大于等于DN100mm时，螺纹加工与连接质量不稳定，建议采用法兰、焊接等形式连接，对于闭式循环运行的冷水系统，管道内的腐蚀性相对较弱，对镀锌层破坏的表面进行局部处理可满足要求，但对开启时运行的水系统，应采取更为有效的防腐措施。

5.3.4 支、吊架的安装应平整牢固，与管道接触紧密；管道与设备连接处，应设独立支、吊架；

冷水系统管道总、干管的支、吊架应采用承重防晃管架；与设备连接的管道管架宜有减振措施。当水平支管的管架采用单杆吊架时，应在管道起始点、阀门、三通、弯头及长度每隔15m设置承重防晃支、吊架；

无热位移的管道吊架，其吊杆应垂直安装；有热位移的，其吊杆应向热膨胀（或冷收缩）的反方向偏移安装，偏移量按计算确定；

滑动支架的滑动面应清洁、平整，其安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移1/2位移值或符合设计文件规定；

竖井内的立管，每隔2~3层应设导向支架。在建筑结构负重允许的情况下，水平安装管道支、吊架的间距可参考表5的规定设置。

5.3.6 空调工程管道水系统安装后必须进行水压试验，试验压力以最低点的压力为准，但最低点的压力不得超过管道与组成件的承受压力。试验压力根据工程系统的设计工作压力分类。

表 5 钢管道支、吊架的最大间距

公称直径 (mm)		15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
支架的最 大间距 (m)	L_1	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.0	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
	L_2	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	6.5	6.5	7.5	7.5	9.0	9.5	10.5
对大于 300 (mm) 的管道可参考 300 (mm) 管道															

注：1 适用于工作压力不大于 2.0MPa，不保温或保温材料密度不大于 200kg/m³ 的管道系统；

2 L_1 用于保温管道， L_2 用于不保温管道。

一般建筑的空调工程，绝大部分建筑高度不会很高，空调水系统的工作压力大多不会大于 1.0 MPa。符合常规的压力试验条件，即试验压力为 1.5 倍的工作压力，并不得小于 0.6 MPa，稳压 10min，压降不大于 0.02 MPa，然后降至工作压力做外观检查，外观检查无渗漏为合格。

对于大型或高层建筑垂直位差较大的冷水管道系统宜采用分区、分层试压和系统试压相结合的方法。

分区、分层试压：对相对独立的局部区域的管道进行试压。在试验压力下，稳压 10min，压力不得下降，再将系统压力降至工作压力，在 60min 内压力不得下降、外观检查无渗漏为合格。

对于大型或高层建筑的空调水系统，其系统下部受静水压力的影响，工作压力往往很高，采用常规 1.5 倍工作压力试验方法极易造成设备和零部件损坏。因此，对于工作压力大于 1.0MPa 的空调水系统，规定试验压力为工作压力加上 0.5MPa。这是因为现在空调水系统绝大多数采用闭式循环系统，目的是为了节约水泵的运行能耗，这也就决定了因各种原因造成管道内压力上升不会大于 0.5MPa。这种试压方法在国内高层建筑工程中试用过，效果良好，符合工程实际情况。

以最低处的压力为准。这是因为，如果以系统最高处压力试压，那么系统最低处的试验压力等于 1.5 倍的工作压力再加上高度差引起的静压差值，这在高层建筑中最低处压力将远远超出了管配件的承压能力。所以，取点为最高处是不合适的。此外，在系统设计时，计算系统最高压力也是在系统最低处，随着管道位

置的提高，内部的压力也逐步降低。在系统实际运行时，高度—压力变化关系同样是这样。因此一个系统只要最低处的试验压力比工作压力高出一个 ΔP ，那么系统管道任意处的试验压力也比该处的工作压力同样高出一个 ΔP ，也就是说系统管道的任意处都是有安全保证的，所以条文明确了这一点。

试验压力当设计无规定时，按下列规定试压：

1 冷水系统的试验压力，当工作压力小于等于 1.0MPa 时，为 1.5 倍工作压力，但最低不小于 0.6MPa；当工作压力大于 1.0MPa，为工作压力加 0.5MPa；

2 考虑非金属管道的强度，随着温度的上升而下降，试验工作压力的压力值，各类耐压塑料管的强度试验压力为 1.5 倍工作压力，严密性工作压力为 1.15 倍的设计工作压力；

3 水系统应在冲洗、排污合格，再循环试运行 2h 以上，且水质正常后才能与间接蒸发冷却冷水机组、空调设备相贯通。

5.3.7 空调水系统中的阀门质量，是系统工程质量验收的一个重要项目，要求阀门安装前必须进行外观检查，其外表应无损伤、阀体无锈蚀，阀体的铭牌应符合现行国家标准《通用阀门标志》GB/T 12220 的规定。管道阀门的强度试验根据各种阀门的不同要求予以区别对待。

强度试验时，试验压力为公称压力的 1.5 倍，持续时间不少于 5min，阀门的壳体、填料应无渗漏。严密性试验时，试验压力为公称压力的 1.1 倍；试验压力在试验持续的时间内应保持不变，时间可参照表 6 的规定，以阀瓣密封面无渗漏为合格。

表 6 阀门压力持续时间

公称直径 (mm)	最短试验持续时间 (s)	
	严密性试验	
	金属密封	非金属密封
<50	15	15
65~200	30	15
250~450	60	30
>500	120	60

当离心式水泵的扬程大于 20m 或有两台以上的水泵并联时，应在每台水泵的出口管路上设止回阀。

5.3.10 由于间接蒸发冷却冷水机组现场组装的情况较多，除了注意条文中的要求，在多机组风筒组装时应保证喉部尺寸、齿轮箱及电机底座安装前校平。风机安装后风机的叶片角度、叶片端部与风筒壁的间隙应均匀，管道与冷水机组连接的除污器或过滤器方向正确且便于清污和拆装、清洗。过滤器滤网的材质、规格和包扎方法应符合设计要求。多台冷水机组共同运行时，建议单独为其建立一个水池或机组之间的水箱设置连通管将其连接，以更好地保证机组之间的平衡。间接蒸发冷却冷水机组建议安装于系统最高点，如无条件实施时，系统应采用 U 形弯的设计理念，同时在机组回水管路上设置电动阀与水泵联动，保证系统的安装运行。

5.4 防腐与绝热

5.4.2 规定了绝热工程施工的前提条件。

5.4.3 本条文规定了空调工程系统风管和水管道使用的绝热材料必须是不燃或难燃材料，不得为可燃材料。从防火的角度出发，绝热材料应尽量采用不燃的材料。但是，从绝热的使用效果、性能等诸条件来对比，难燃材料还有其相对的长处，在工程中还占有一定的比例。难燃材料一般用易燃材料作基材，采用添加阻燃剂或浸涂阻燃材料而制成。它们的外形与易燃材料差异不大，很易混淆。无论是国内还是国外，都发生过空调工程中绝热材料被引燃后造成恶果的现象。为此，条文明确规定，当工程绝热材料为难燃材料时，必须对其难燃性能进行验证，合格后方可使用。

5.4.4 规定了电加热器前后 800mm 和防火墙两侧 2m 范围内风管的绝热材料，必须为不燃材料。这主要是为了防止电加热器可能引起绝热材料的自燃和杜绝邻室火灾通过风管或管道绝热材料传递的通道。

6 调试、验收、综合效果检验

6.1 一般规定

6.1.1 系统调试工作技术性很强，调试的质量会直接影响工程系统功能的实现，要求调试前编写方案，应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定，按照规定的程序、方法、计划实时调试，同时利于建立对调试的监督。

6.1.2 本条对系统调试用的仪器、仪表性能和溯源要求进行了规定，同时按照计量器具检定规程的要求在开展调试工作前送计量部门鉴定或校准实验室校准，仪器精度可参见表 7。

表 7 试验仪表准确度

测量参数	测量仪表	测量项目	仪表准确度
温度	水银温度计、电阻温度计、热电偶温度计	空气进出口干球温度、水温、换热设备进出口温度	0.1℃
压力	微压计（倾斜式、补偿式可自动传感式）	空气静压和动压	1Pa
	水压表	喷水段喷水压力	2%
	大气压力计	大气压力	2hPa
水量	流量计、重量式或容量式液体定量计	水量	1%
风量	皮托管	机组风量和风压	GB/T 1236—2000
风速	风速仪	断面风速均匀度等	0.25m/s

续表 7

测量参数	测量仪表	测量项目	仪表准确度
电压	电压表	电参数	0.5 级
电流	电流表		
功率	功率表		
噪声	声级计	机组噪声	0.5dB (A)
时间	秒表	凝结水量等	0.1s

注：表中%指被测量值的百分数。

6.2 调 试

6.2.1 空调系统、设备单机试运转和无生产负荷的联动试运转及调试涉及的一般项目质量要求做出了规定，为保持与现有标准的协调性，本节的条款除了根据水蒸发冷却制空调的差异性设置的条款内容外，基本与现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 一致。

6.2.4 防排烟系统是建筑内的安全保障设备系统，必须符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的相关规定。

6.3 竣 工 验 收

6.3.1 本条规定了观感质量检查和风管、部件及管道的支、吊架形式、位置及间距的观感质量检查要求，判别标准可依据现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关要求。

6.4 综 合 效 果 检 验

6.4.1 工程带负荷效果综合检验与调整是对工程整体质量的检验和验证，交工前应完成该项工作，但是它的实施需要一定的条

件，在接近设计条件下进行测试和调整才能最后做出合乎实际的评价，需要建设单位组织和实施。需要检验的具体项目和内容应综合衡量，一般以适用为准则，不宜提出过高要求。在调整过程中，设计和施工单位应参与配合，共同解决问题。



1 5 1 1 2 2 3 9 9 4



统一书号：15112 · 23994
定 价： 10.00 元