

中国移动基站空调系统 节能总体指导意见

中国移动通信有限公司

二〇〇九年六月

目 录

1 目的.....	1
2 影响基站空调系统能耗的主要因素及节能措施.....	1
3 合理设置基站环境温度.....	1
3.1 合理设置基站空调运行温度.....	1
3.2 分区域控制温度.....	1
4 基站围护结构节能.....	2
4.1 围护结构节能.....	2
4.2 围护结构的传热系数.....	2
4.3 对围护结构的要求.....	3
4.4 对保温材料、隔热涂料的要求.....	3
5 充分利用自然冷源.....	3
5.1 通信基站智能通风及智能换热设备.....	3
5.1.1 通信基站智能通风及智能换热设备.....	3
5.1.2 通信基站智能通风及智能换热设备的适用范围.....	4
5.1.3 通信基站智能通风及智能换热设备的能效比.....	4
5.2 通信基站浅层地下水空调系统.....	4
5.2.1 基站浅层地下水空调系统.....	4
5.2.2 适用条件.....	4
5.2.3 基站浅层地下水空调的能效比.....	5
6 提高基站空调的能效.....	5
6.1 使用通信基站节能型空调机（定制空调机）.....	5
6.1.1 通信基站用节能型空调机.....	5
6.1.2 通信基站节能型空调机的适用条件.....	5
6.1.3 通信基站用节能型空调机的主要技术性能要求.....	5
6.2 控制空调机的合理运行.....	6
6.2.1 通过动环监控对空调实现远程管理.....	6
6.2.2 现场控制空调机的运行.....	6
7 空调设计及安装节能.....	6

7.1 空调设计.....	6
7.2 空调设备的规格.....	6
7.3 室内机的布置.....	7
7.4 室外机的布置.....	7
8 空调管理节能.....	7
8.1 空调换季运行管理.....	7
8.2 运行状态管理.....	7
8.3 日常节能维护管理.....	7
8.4 深度节能维护管理（加注空调添加剂）.....	7
9 基站空调系统节能效果评估原则.....	8
9.1 经济效益评估.....	8
9.2 社会效益评估.....	8
10 基站空调系统节能 2009 年目标和总体目标.....	9
10.1 2009 年目标.....	9
10.2 总体目标.....	9
附件一：节能措施的分类及应用.....	10
附件二：围护结构传热系数的计算方法.....	11
附件三：几种常用围护结构的热工性能.....	13
附件四：中国建筑气候区划图及主要城市所处气候分区表.....	15
附件五：空调室内机的布置参考图.....	17

1 目的

根据“绿色行动计划”的总体部署，集团公司组织安排各省公司对各类基站空调系统节能措施进行了试点及应用，并取得了一定的经验。为了更好地指导和规范各省公司开展基站空调系统的节能工作，集团公司组织设计院、省公司空调专业专家，对基站空调系统相关的各种节能措施的工作原理、节能效果、适用范围进行了对比、总结，在此基础上特编制本指导意见。

2 影响基站空调系统能耗的主要因素及节能措施

影响基站空调系统能耗的主要因素是基站的冷（热）负荷，它包括设备发热量和围护结构的得热量（耗热量）等。降低空调类设备的能耗，可采取以下几方面的措施：

- ◆ 合理设置基站环境温度
- ◆ 改善围护结构
- ◆ 充分利用自然冷源
- ◆ 提高空调设备的能效
- ◆ 加强空调设计、安装、维护管理

3 合理设置基站环境温度

3.1 合理设置基站空调运行温度

目前基站的空调制冷设置温度为 28℃。

3.2 分区域控制温度

有条件的基站可以根据基站内不同设备对环境温度的要求，分区域控制环境温度。如对环境温度要求高的蓄电池可以采用电池恒温箱，将蓄电池的区域温度控制在 15~25℃，其他区域的温度控制范围可以根据主设备对环境温度的要求适当放宽。

4 基站围护结构节能

4.1 围护结构节能

围护结构节能是指通过改善基站围护结构（墙体、屋顶、地面）的热工性能，优化围护结构的传热系数或降低辐射得热，从而减少空调系统设备的运行时间，最终达到节能的目的。

目前常用的围护结构节能的措施有：

- ◆采用保温材料降低围护结构的传热系数，改善围护结构的保温性能
- ◆在外墙、屋面喷涂隔热涂料，减少太阳光辐射。

两种节能措施的原理不同：保温材料主要是通过使用保温材料改善围护结构的传热系数，减少热传导，达到保温的目的；隔热涂料主要通过喷涂隔热涂料隔断太阳光的热辐射，从而减少太阳热辐射对基站室内温度影响，而涂料本身基本改变围护结构的热传导特性。在实际运用中要根据基站所处的气候特点，日照强度等因素选取合适的围护结构节能措施。

4.2 围护结构的传热系数

各气候分区围护结构的传热系数的限值可参照下表。

气候分区	围护结构传热系数 (W/m ² . °C)	
	外墙	屋顶
严寒地区	≤ 0.4	≤ 0.3
寒冷地区	≤ 0.5	≤ 0.45
夏热冬冷地区	≤ 0.6	≤ 0.5
夏热冬暖地区	≤ 0.5	≤ 0.4

注：当基站处于对温和地区时，应判断气象条件与上表中哪个气候分区最接近，围护结构的热工性能应符合该气候分区的热工性能参数。

具体围护结构的传热系数的计算可参见附件二，常用围护结构的热工性能可参见附件三，气候分区可参见附件四。

4.3 对围护结构的要求

对新增自建基站，围护结构节能措施应直接安装到位。对于未采取围护结构节能措施的现有基站，宜进行改造，使之达到参考标准。

4.4 对保温材料、隔热涂料的要求

基站的保温材料应选用导热系数低、性能稳定、无毒、环保的材料；且材料的防火性应满足国家相关规范的要求，保温材料及粘结剂的燃烧性能等级必须达到难燃 B2 级的标准。

基站的隔热涂料应稳定性高、无毒且符合环保要求。

5 充分利用自然冷源

自然冷源是指存在自然环境的，可以加以合理利用的安全可靠的冷源，它包括：冷空气、冷水等冷源。利用自然冷源的方式有：

- ◆安装基站智能通风换热设备：包括基站智能通风设备，基站智能换热设备（包括热管、换热器），负压式自然通风（包括一体化机房换热窗）
- ◆使用基站地下水空调

利用自然冷源节能需结合基站所处的气候及环境特点，选择合适的宏蜂窝基站进行开展。原则上要求以下三类基站必须采取利用自然冷源的节能措施：

- ◆一体化机房基站
- ◆经过隔热、保温改造的基站（只使用隔热涂料的基站除外）
- ◆村通工程山区宏蜂窝基站

5.1 通信基站智能通风及智能换热设备

5.1.1 通信基站智能通风及智能换热设备

通信基站智能通风设备是一种向通信基站提供经过除尘过滤的室外空气送入站内的通风机组，其本身不带任何制冷元件，通过将基站外部冷空气直接引入、把通信基站内部热空气直接排出，从而实现通信基站自然降温。

通信基站智能换热设备是一种利用室外冷空气源，通过设备本身所带的热

交换器将室内外空气进行热交换的通风机组，使通信基站内部热空气温度降低，满足基站内温度要求。

智能通风及换热设备可独立使用，与原有基站空调联合使用或同时使用，有效降低通信基站空调的运行时间或替代基站空调设备，降低通信基站电能消耗。

5.1.2 通信基站智能通风及智能换热设备的适用范围

参见集团《中国移动基站智能通风换热设备建设指导意见》。

5.1.3 通信基站智能通风及智能换热设备的能效比

要求基站智能通风系统的能效比（EER） ≥ 15 。

要求基站智能换热系统的能效比（EER） ≥ 9 。

5.2 通信基站浅层地下水空调系统

5.2.1 基站浅层地下水空调系统

基站浅层地下水空调是一种向通信基站提供诸如空气循环、空气过滤、冷却、和冷却控制的空调系统，以井水（浅层地下水）为冷源，以水为传热介质，采用表面冷却器式空调器进行供冷，由水源井、空调器、循环水泵、循环水管道及附件组成。

5.2.2 适用条件

由于基站浅层地下水空调系统以浅层地下水为冷源，因此应根据水文地质勘察的情况来确定是否能够应用（应有水文地质勘查设计资质的部门出具的该基站的水文地质条件是否适合打水源井的勘查设计报告）。水源井应具备以下条件：

1) 水源井的水质应符合空调冷冻水的水质要求。水质不符合要求应在空调进水口前端加装水质处理设备（净化和软化）。

2) 水源井的出水温度应低于 18°C 。

3) 水源井的持续出水量应满足系统最大制冷量的要求。

4) 水源井应易于开采, 且回水必须采取可靠的回灌措施, 确保回水能够全部回灌到同一含水层, 并不得对地下水造成污染。系统投入运行后, 应对抽水量、回灌量及其水质以及水质处理设备定期进行定期监控和维护。

5) 水源的取水与回灌位置应保持一定距离, 避免水源的短路循环降低地下水的利用效率。

5.2.3 基站浅层地下水空调的能效比

要求基站浅层地下水空调系统的能效比 (EER) ≥ 12 。

6 提高基站空调的能效

6.1 使用通信基站节能型空调机 (定制空调机)

6.1.1 通信基站用节能型空调机

通信基站节能型空调机, 是一种向通信基站等直接提供经过处理的空气的设备, 它主要包括制冷和除湿用的制冷系统以及空气循环和净化装置。通信基站节能型空调机是在改进以往舒适性空调机在通信基站使用过程中存在的问题, 依据通信基站实际要求而研制的空调机。通过使用电子膨胀阀, 改善控制程序, 优化送风方式等多方面的改进, 达到节能的目的。

6.1.2 通信基站节能型空调机的适用条件

适用于所有新装及空调设备更新。

6.1.3 通信基站用节能型空调机的主要技术性能要求

- ◆ 能效比 (EER) ≥ 3.0
- ◆ 冷风比 ≤ 5
- ◆ 显热比 ≥ 0.8

6.2 控制空调机的合理运行

6.2.1 通过动环监控对空调实现远程管理

对于动环监控系统具备空调远程控制能力的基站，可通过智能接口，利用基站动环监控系统远程控制空调运行状态，并要求能够实现：

- ◆ 远程设定空调制冷设置温度
- ◆ 遥信空调工作状态
- ◆ 遥控空调开/关机

6.2.2 现场控制空调机的运行

对于动环监控系统不具备空调远程控制能力的基站可采用现场节能控制。对能改变控制板的空调机，可更换控制板；对不能更换控制板的空调机可外加装空调节能运行装置。更新后的控制板或控制装置应能实现：

- ◆ 制冷工况时最低温度设定值为 25℃
- ◆ 控制精度：制冷工况时为 0 到+2℃，制热工况时为-2 到 0℃

注：控制精度是指相对于设定温度的压缩机起停温度控制范围。如：制冷工况下，空调设定为 28℃，当基站室内温度上升 30℃时压缩机启动，回落到 28℃时压缩机停止工作。

7 空调设计及安装节能

7.1 空调设计

基站设计必须在设计阶段就考虑空调的节能，并按设计图纸施工，避免因安装不合理带来的能耗增加。

7.2 空调设备的规格

应根据基站围护结构的得（耗）热量及通信设备的发热量来确定空调机的规格。

7.3 室内机的布置

室内机的布置应考虑气流组织合理顺畅,避免气流短路;送风距离不宜过长,建议送风距离不大于5米。

注:空调室内机布置可参考附件五。

7.4 室外机的布置

应注意室外机朝向,考虑遮阳,避免西晒。室外机的通风应顺畅,保证室外机的散热效果,不能装在密闭空间。室外机与室内机连接的冷媒管道应尽量短,以免降低效率。

8 空调管理节能

8.1 空调换季运行管理

各地应根据当地的实际情况确定空调设备的运行季节,当空调长期不使用时,应彻底断电。

8.2 运行状态管理

对设置两台及以上空调的基站,空调机应具备互为备份、自动切换、轮流启动、高温强制双机或多机同时运行的控制功能。

8.3 日常节能维护管理

在室外自然环境恶劣的工况下,应增加室内机过滤网及室外机冷凝器的清洗频次,以提高空调机的效率。

8.4 深度节能维护管理(加注空调添加剂)

对使用3年以上性能下降的空调机,可以通过加注空调添加剂的方式来提高空调效率。

8.4.1 空调添加剂的原理

空调添加剂是一种含有抗氧化物、润滑性强并和制冷剂兼容的液态产品,在空调冷冻油中加注添加剂后,可以对空调实施内部清洗,提高压缩机的润滑性能,

防止空调内部组件氧化，从而提高空调效率。

8.4.2 空调添加剂的适用条件

适用于使用 3 年以上性能下降的空调机。

8.4.3 空调添加剂的性能要求

空调添加剂应满足以下要求：具有抗氧化、抗磨损性能；能与所使用制冷剂兼容；具有良好的润滑性能；无毒、无害、环保性能符合国家环保要求；使用有效年限不低于 6 年。

8.4.4 空调添加剂的节能指标要求

经过具有资质的空调检测机构测试验证，对使用 3 年及以上空调，加注添加剂可使原空调能效比提高 10% 以上。

9 基站空调系统节能效果评估原则

9.1 经济效益评估

通过挂表进行实测，分别得出节能设备及空调设备运行的耗电量，得出采用节能设备之后的节电量及节能率。根据节能设备采购总成本及采用节能设备之后的节能成本，可计算出采用节能设备的投资回收期。具体计算可参见以下公式：

- ◆ 全年累计节电量=采用节能措施前的空调耗电量 - 采用节能措施后的设备耗电量
- ◆ 全年节能率=全年累计节电量 ÷ 空调耗电量
- ◆ 全年节约费用=全年累计节电量 × 每度电费 - 节能措施增加的维护费用
- ◆ 投资回收期=节能设备增加的成本 ÷ 全年节约费用

注：投资回收期不宜超过 3 年。

9.2 社会效益评估

空调节能措施的社会效益主要是指采用节能措施后空调系统降低的能耗和减少的 CO₂ 排放对社会资源和环境保护做出的贡献。

- ◆ 计算采用节能措施后节省的电能、燃油数量
- ◆ 减少的 CO₂ 排放=节约的电能（度）× 0.849 ± 燃油数量（升）× 2.25
- ◆ 相关能源 CO₂ 排放折算：

1 升汽油的 CO₂ 排放=2.25 Kg

1 度电的 CO₂ 排放=0.849Kg

◆电与标准煤的折算:

生产 1 度电消耗的标准煤=0.1229Kg

10 基站空调系统节能 2009 年目标和总体目标

10.1 2009 年目标

在按照本指导意见要求实现全网基站环境温度合理设置,空调设计、安装节能,管理节能的基础上,全网累计达到 40%的宏蜂窝基站(不含室外站)采取以下节能措施中的一种或多种,其中半数以上的基站采取利用自然冷源节能措施:

- ◆ 按指导意见要求对原有空调进行节能改造,实现远程管理或现场控制
- ◆ 使用基站定制空调
- ◆ 利用自然冷源减少空调能耗
- ◆ 根据指导意见要求进行围护结构改造
- ◆ 使用空调添加剂调高旧空调能效
- ◆ 其它有效的措施

10.2 总体目标

截止到 2010 年底,全网空调设备耗电量占基站总耗电量的比例由 2005 年的 46%下降到 36%; S-COP 从 1.2 提高到 1.8。

注: S-COP=主设备能耗/制冷设备能耗

附件一：节能措施的分类及应用

节能措施			适用范围	推广要求	典型节能效果（空调能耗）	
类型	措施	实施方法				
管 理 措 施	合理设定	空调制冷设置温度为 28℃	全部基站	必选	每度 3%	
	基站环境 温度	分区域控制温度	全部基站	随集团推进计划，逐步推广		
	设计及安 装节能	设计阶段应考虑节能因素		全部基站	必选	/
		空调安装合理				
	管理节能	换季运行管理		全部基站	必选	
		运行状态管理				
		日常节能维护管理				
	深度节能维护管理 (加注空调添加剂)		部分基站	可选, 适用条件 详见正文	10%	
节 能 改 造	改善围护 结构	加强外墙、屋顶的保温、隔热 措施	部分基站	自建新站必选, 老站逐步改造	夏、冬季 20%-50%	
	改造原有 空调提高 设备能效	纳入监控系统, 实现远程控制		部分基站	可选, 适用条件	10%
		更换控制板		部分基站	详见正文	8%
应 用 节 能 设 备	定制空调		全部基站	随集团推进计划，逐步推广	25%	
	利用自然 冷源	智能通风		部分基站	可选, 适用条件 详见正文	25%-40%
		智能换热		部分基站	可选, 适用条件 详见正文	20%-30%
		浅层地下水空调		部分基站	可选, 适用条件 详见正文	70%-85%

附件二：围护结构传热系数的计算方法

围护结构的传热系数应按下式计算：

$$K = \frac{1}{(1/\alpha_n) + \sum (\delta/(\alpha_\lambda \cdot \lambda)) + R_k + (1/\alpha_w)}$$

式中： α_n —围护结构内表面换热系数 [$W/m^2 \cdot ^\circ C$];

α_w —围护结构外表面换热系数 [$W/m^2 \cdot ^\circ C$];

δ —围护结构各层材料厚度 (m);

λ —围护结构各层材料导热系数 [$W/m \cdot ^\circ C$]，常用材料的导热系数按《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93) 选用;

α_λ —导热系数的修正系数;

R_k —封闭空气间层的热阻 [$m^2 \cdot ^\circ C/W$]。

α_n 、 α_w 、 α_λ 、 R_k 的取值见《全国民用建筑工程设计技术措施—暖通空调·动力》第 20-21 页。

下面举例说明上式的应用。

例如：某建筑的外墙主体部分构造类型为：水泥砂浆 (20.00mm) + 膨胀聚苯板 (50.00mm) + 加气混凝土砌块 (B05 级) (240.00mm) + 水泥砂浆 (20.00mm)

其传热系数计算如下：

每层材料 名称	厚度 (mm)	传热 系数 W/(m·K)	蓄热 系数 W/(m ² ·K)	热阻值 (m ² ·K)/W	热惰性 指标 D=R·S	修正 系数 α
水泥砂浆	20.0	0.930	11.37	0.02	0.24	1.00
膨胀聚苯板	50.0	0.042	0.36	1.08	0.43	1.10
加气混凝土砌块 (B05级)	240.0	0.190	2.81	1.01	3.55	1.25
水泥砂浆	20.0	0.930	11.37	0.02	0.24	1.00
外墙各层之和	330.0			2.14	4.47	
外墙热阻 $R_0=R_i+\sum R+R_e= 2.29$ (m ² ·K/W)			$R_i= 0.115$ (m ² ·K/W); $R_e= 0.043$ (m ² ·K/W)			
外墙传热系数 $K_0=1/R_0= 0.44$ W/(m ² ·K)						
太阳辐射吸收系数 $\rho =0.50$						

附件三：几种常用围护结构的热工性能

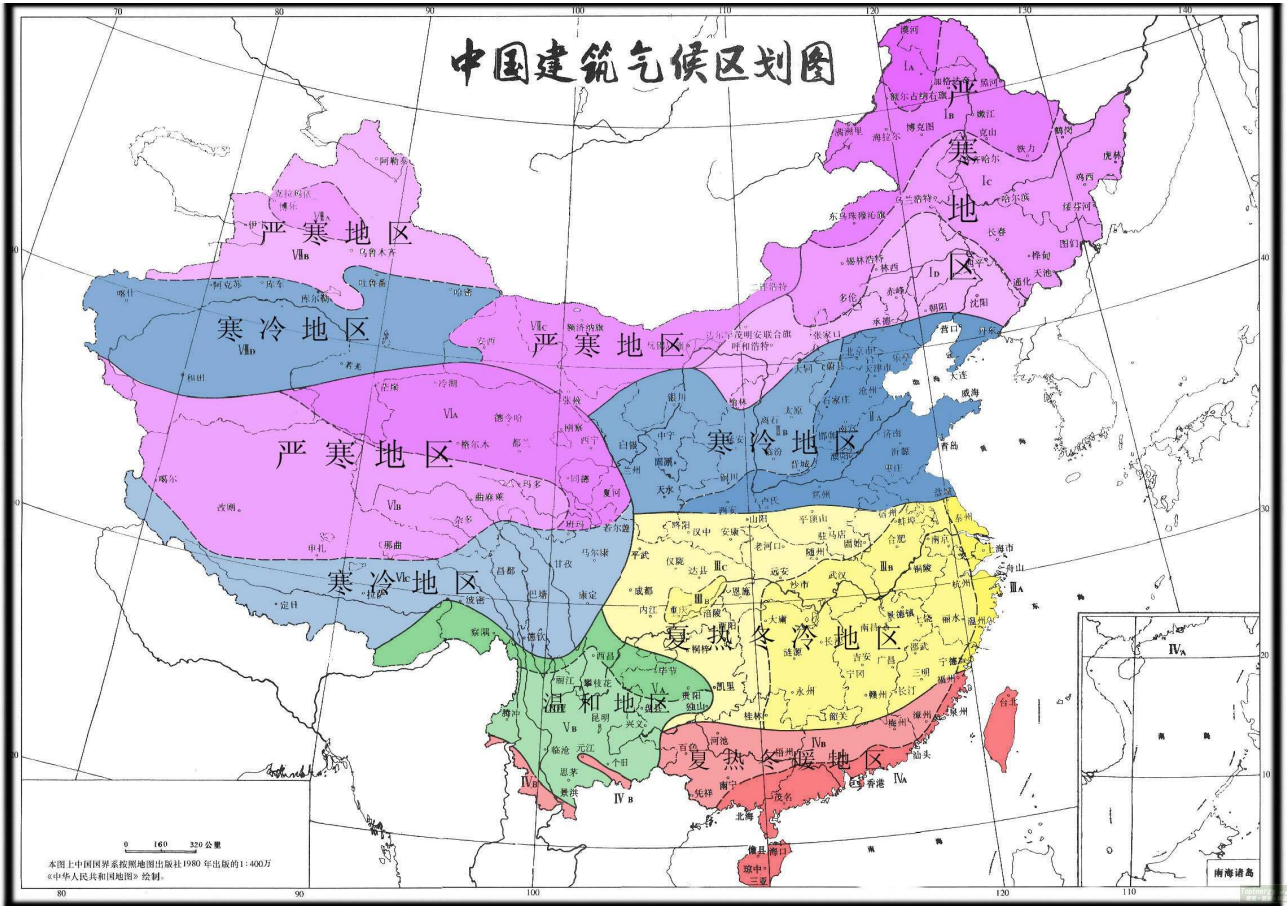
序号	构造	壁厚 (mm)	保温层		导热热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$)	传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C})$]
			材料	厚度 (mm)		
1	1、水泥砂浆	240	—	—	0.34	1.97
	2、砖墙	370			0.51	1.50
	3、白灰粉刷	490			0.65	1.22
2	1、水泥砂浆	110	混凝土密度 γ =1000 (kg/m^3)	—	0.39	1.79
	2、矿渣混凝土板		混凝土密度 γ =1000 (kg/m^3)		0.23	2.5
3	1、水泥砂浆	140	混凝土密度 γ =1000 (kg/m^3)	—	0.54	1.41
	2、矿渣混凝土板		混凝土密度 γ =1000 (kg/m^3)		0.39	1.8
4	1、水泥砂浆	100	—	—	0.11	3.58
	2、钢筋混凝土	150			0.15	3.21
		200			0.17	2.91
	3、白灰粉刷	250			0.21	2.66
		300			0.24	2.45
		350			0.28	2.27
5	1、抹面胶浆	240	聚苯板	30	1.05	0.83
	2、聚苯板			40	1.29	0.69
	3、砖墙			50	1.51	0.60
	4、水泥砂浆			60	1.76	0.52
				70	2.01	0.46

序号	构造	壁厚 (mm)	保温层		导热热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}$)	传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$]
			材料	厚度 (mm)		
5		370	聚苯板	30	1.21	0.73
				40	1.45	0.62
				50	1.69	0.54
				60	1.92	0.48
				70	2.17	0.43
6	1、抹面胶浆 2、聚苯板 3、钢筋混凝土 4、水泥砂浆	200	聚苯板	30	0.86	0.98
				40	1.11	0.79
				50	1.33	0.67
				60	1.58	0.58
				70	1.81	0.51
		250	聚苯板	30	0.89	0.95
				40	1.12	0.78
				50	1.36	0.66
				60	1.60	0.58
				70	1.84	0.50
		300	聚苯板	30	0.92	0.93
				40	1.16	0.76
				50	1.40	0.64
				60	1.63	0.56
				70	1.87	0.50

注：上表的编制条件如下：以北京夏季7月份的气象数据为依据。室外日平均温度为 29°C ；室外最高温度为 33.5°C ；室外日温度波幅为 9.6°C ；外表面换热系数 $18.6\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$ ；内表面换热系数 $8.7\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$ ；外墙的吸收系数为 0.9 。

附件四：中国建筑气候区划图及主要城市所处气候分区表

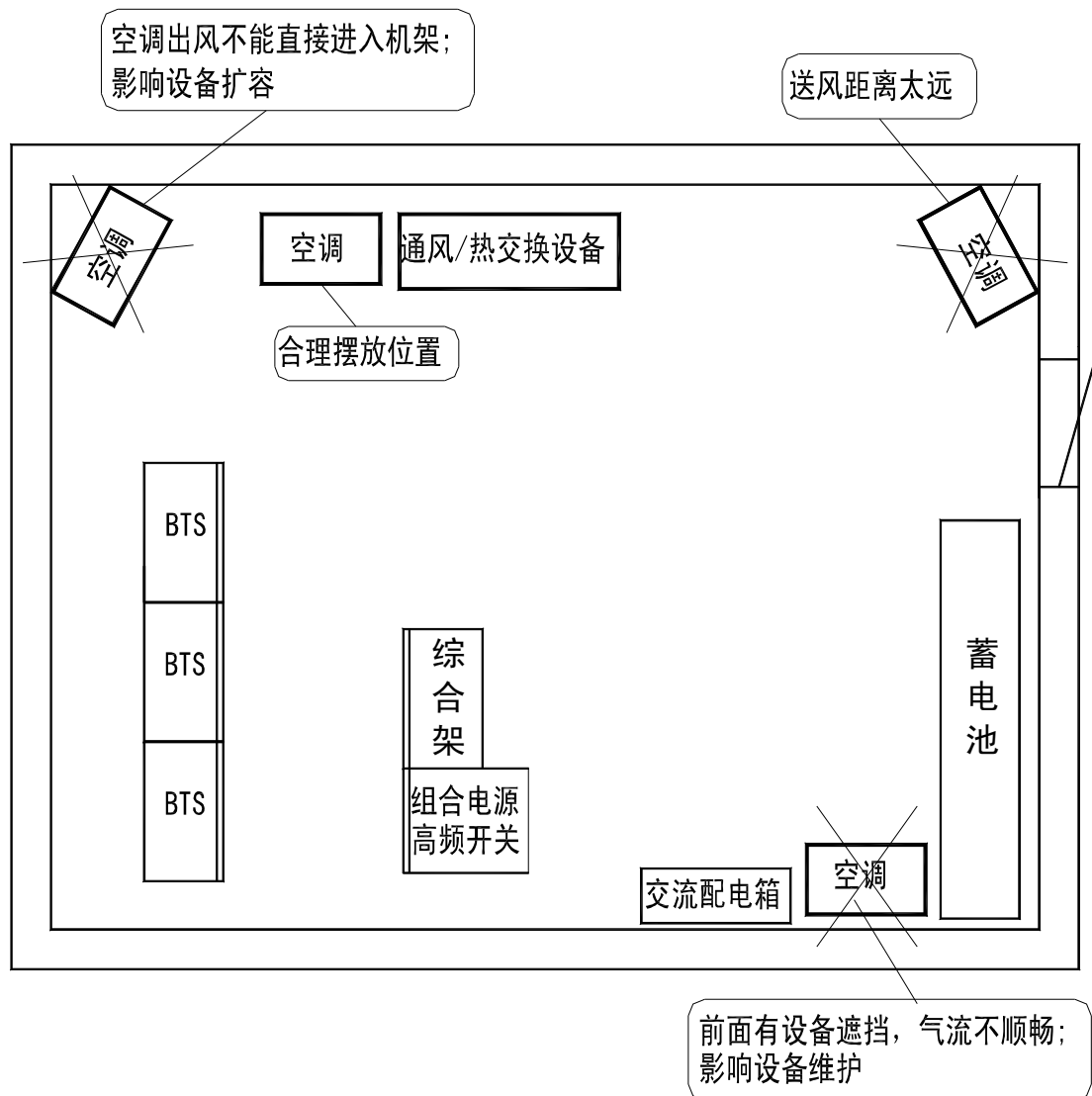
中国建筑气候区划图



主要城市所处气候分区表

气候分区	代表性城市
严寒地区	海伦、博克图、伊春、海拉尔、满洲里、齐齐哈尔、哈尔滨、牡丹江、克拉玛依、佳木斯、长春、乌鲁木齐、延吉、通化、四平、呼和浩特、抚顺、沈阳、本溪、阜新、哈密、鞍山、张家口、酒泉、吐鲁番、西宁、银川、丹东
寒冷地区	兰州、太原、唐山、阿坝、喀什、北京、天津、大连、阳泉、平凉、石家庄、德州、晋城、天水、西安、拉萨、康定、济南、青岛、安阳、郑州、洛阳、宝鸡、徐州
夏热冬冷地区	南京、蚌埠、盐城、南通、合肥、安庆、九江、武汉、黄石、岳阳、韩中、安康、上海、杭州、宁波、宜昌、长沙、南昌、株洲、永州、赣州、韶关、桂林、重庆、达县、万州、涪陵、南充、宜宾、成都、遵义、凯里、绵阳
夏热冬暖地区	福州、莆田、龙岩、梅州、兴宁、应德、河池、柳州、贺州、泉州、厦门、广州、深圳、湛江、汕头、海口、南宁、北海、梧州
温和地区	贵阳、昆明、西昌、大理

附件五：空调室内机的布置参考图



空调室内机的参考布置图