

大型数据中心封闭冷通道技术应用探讨

中国移动通信集团设计院有限公司山东分公司 牛琳[☆]

摘 要: 本文根据针对封闭冷通道系统的实际应用, 介绍该系统的组成及优势, 施工中注意的问题, 并总结分析应用该系统的经验。封闭冷通道系统可优化机房内的气流组织, 将“先冷环境”改为将环境缩小至冷通道内的“先冷设备”, 分析应用该系统前后的空调设备耗电量及 PUE 值的变化。

关键词: 封闭冷通道 数据中心 PUE 空调节能

Discussion on Application of Closed Cold Channel Technology in Large - scale Communication

Niulin[★]

Abstract : In this paper, based on the practical application of closed cooling channel system, this paper introduces the composition and advantages of the system, the problems in the construction, and summarizes the experience of the application of the system. Can optimize the airflow inside the room closed cooling channel system, the "cold environment" to reduce the environment to the cold channel "first cooling device", analysis of the changes of air conditioning equipment and power consumption of the system before and after the value of PUE.

Keywords : Closed cooling channel , Communication room , PUE , Energy saving of air conditioning.

★ China mobile group design institute co., LTD. Shandong branch, Shandong, China

☆ 牛琳, 女, 工程师, 13668813768, aileen.niu@163.com

0 引言

近年来，数据中心机房规模越来越大，机架发热量日益增高，用电成本逐渐升高，空调设备的能耗已经成为机房管理者思考的重点问题，从而越来越多的空调节能方案的蜂拥而至。

封闭冷通道是解决数据中心机房 IT 设备发热问题的有效办法之一。该方法彻底改善了数据中心的制冷效果，经过我们实际应用后进行的实际测试，封闭冷通道可使空调系统能耗下降 20%~30%，空调回风温度由 22℃ 逐步提高至 25℃，在保证设备散热要求的前提下降低机房 PUE 值，从而达到节能降耗的目的。

1 封闭冷通道系统的分析

1.1 封闭冷通道系统介绍

冷通道两头装门、顶部用天窗封闭就形成封闭冷通道。冷通道封闭系统是基于冷、热空气分离有序流动的原理，冷空气由高架地板的通风孔吹出，进入密闭的冷池通道，机柜前端的设备吸入冷气，通过给设备降温后，形成热空气由机柜后端排出至热通道。热通道的气体迅速返回到空调回风口。封闭冷通道后，冷通道内应采取与消防系统联动措施，保证机房安全。图 1~2 分别是安装封闭冷通道系统原理图及实际应用的位置示意图。

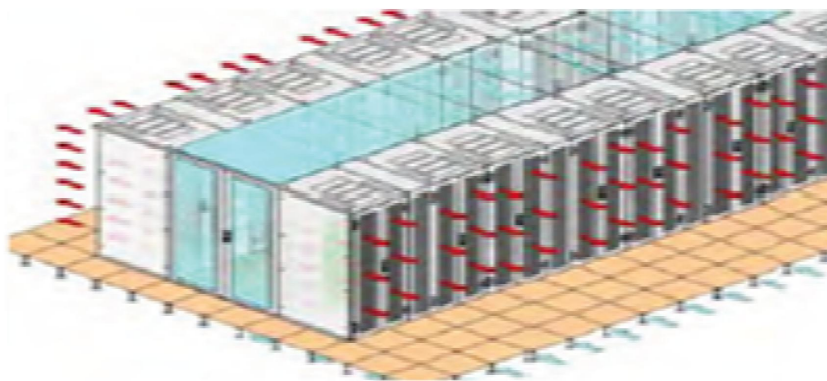


图 1 封闭冷通道系统的原理图



图2 某IDC机房安装封闭冷通道系统的位置示意图

1.2 施工前需说明的问题

- 1) 对于被封闭起来的冷通道内所有未达到满配的机内均做盲板，以避免冷风直接通过空机柜流出，造成浪费。
- 2) 封闭冷通道的上方消防翻转板均需要按照相关规范标准规定做到面积最大，角度均需 90° ，每个冷通道内横向高度过低的走线架处除外，其他遇到同一列有有高有矮的机柜时，就高不就低，原则是不能让封闭设施影响到消防功能。
- 3) 施工过程中遵循相关施工规范，注意灰尘不能进机柜，保证机房的洁净度，不能影响通信设备的正常运行。
- 4) 对于通道中存在正背面与其他机柜相反安装的个别机柜（最多允许每个冷通道1~2个），如封闭冷通道后需将此类设备的背面即吸风面前设置带孔的通风地板。此类设备会对冷通道起到影响，但数量少故影响不大。
- 5) 冷通道内如有空余机柜位置，需要做成预留便于拆卸的，以便后期设备扩容。
- 6) 个别散热量较大的机柜前方未铺设带孔通风地板或是铺设了较小孔的地板，建议调整为与散热量匹配的通风地板。以便于更好的利用冷风。

1.3 施工中遇到的问题及解决方案



图 3 冷通道内有两根承重柱、有凸出桥架且横向位置低

如图 3 中，第一个难题是冷通道内有两根承重柱的，需要顶板严密围绕柱子安装，且无法设置翻板，第二个难题是冷通道间有凸出的且横向位置较低的桥架，顶板安装时需贴桥架底部安装，且无法设置翻板，对于无法设置翻板的以上两种情况，必须保证此通道内其他翻板的可开启总面积需符合消防气体灭火的面积。



图 4 列尾 IBM 机柜门厚度较大

如图 4 中列尾机柜门太厚（约 25 公分），若安装通道门则影响门的开启。因此：将通道门安装框架抬高，当通道门完全开启时，机柜门可以占据通道门原来占据的空间，实现空间上的交错，从而完全开启机柜门。

1.4 安装后的效果



图 5 封闭冷通道门



图 6 封闭冷通道内的整体效果

1.5 节能效果分析

1) 有效避免局部过热：较开放式冷通道比，A 列冷通道内的进风温度平均由 21.89℃降低为 19.68℃，B 列由 22.82℃降低为 19.46℃，平均降低 2~3℃，冷通道每个机柜进风温度从降低 2℃~6℃不等；出风温度也相应降低（详见表 1~4）。

表 1 采用封闭冷通道前机柜进出风温度（以西侧 AB 列为例）

机柜序号	进风温度（℃）	出风温度（℃）	机柜序号	进风温度（℃）	出风温度（℃）
A 列 01	25	33.2	B 列 01	25.4	24
A 列 02	25.2	33.6	B 列 02	25.4	24.6
A 列 03	25.4	34.6	B 列 03	25.4	25.6
A 列 04	24.6	34.8	B 列 04	26.4	24.4
A 列 05	24.4	35.8	B 列 05	25.8	24.4

机柜序号	进风温度 (℃)	出风温度 (℃)	机柜序号	进风温度 (℃)	出风温度 (℃)
A 列 06	24.6	34.2	B 列 06	24	24.2
A 列 07	23.8	33.2	B 列 07	24	25.2
A 列 08	22.6	30.2	B 列 08	22.4	22.2
A 列 09	20.8	28.8	B 列 09	21.8	22
A 列 10	19.6	22.2	B 列 10	21	24.2
A 列 11	19.2	22.6	B 列 11	19	24.2
A 列 12	19.4	32.2	B 列 12	19.4	21
A 列 13	19.8	30.4	B 列 13	19.8	20.8
A 列 14	20.4	32	B 列 14	20.2	21
A 列 15	20.2	30	B 列 15	20.2	21.4
A 列 16	20.8	22.8	B 列 16	20.4	21.4
A 列 17	20	22.6	B 列 17	20.6	22.8
A 列 18	20.8	22.6	B 列 18	24.8	39
A 列 19	20.8	34.4	B 列 19	25	39.4
A 列 20	20.4	31.2	B 列 20	25.4	40.2
平均	21.89	30.07	平均	22.82	25.60

表 2 采用封闭冷通道后机柜进出风温度（以西侧 AB 列为例）

机柜序号	进风温度 (℃)	出风温度 (℃)	机柜序号	进风温度 (℃)	出风温度 (℃)
A 列 01	22.6	28.6	B 列 01	21.6	21.8
A 列 02	22.8	28.2	B 列 02	21.6	22.2
A 列 03	22.6	28.4	B 列 03	21.4	22
A 列 04	22.6	29.4	B 列 04	21.2	21.4
A 列 05	22.2	29.2	B 列 05	21.2	21.2
A 列 06	22.2	28.6	B 列 06	21	21.2
A 列 07	21.8	25.6	B 列 07	21.8	25.8
A 列 08	20.8	22	B 列 08	20.6	20.2
A 列 09	20	23.6	B 列 09	20.2	19.8
A 列 10	18.8	20.2	B 列 10	20.4	22.4
A 列 11	18.4	20.2	B 列 11	16.8	22.2
A 列 12	18.8	27.4	B 列 12	18.6	18.6
A 列 13	18.8	25	B 列 13	18.6	18.6
A 列 14	15.6	27.4	B 列 14	18.4	18.6
A 列 15	18.6	26.4	B 列 15	18.2	18.6
A 列 16	17.8	19.2	B 列 16	17.6	18.4
A 列 17	17.6	19.6	B 列 17	17.4	18.6
A 列 18	17.4	18.8	B 列 18	17.6	31
A 列 19	17.2	28.4	B 列 19	17.6	33
A 列 20	17	25.4	B 列 20	17.4	33.2
平均	19.68	25.08	平均	19.46	22.44

表 3 采用封闭冷通道前的机柜进出风温度(盲板测试)

序号	测试内容	机柜序号	未加机柜盲板	加设机柜盲板并关闭 1 台空调	备注
----	------	------	--------	-----------------	----

序号	测试内容	机柜序号	未加机柜盲板	加设机柜盲板并关闭 1 台空调	备注
1	进/回风实测温度 (°C)	A	20.6/26.4	21.9/30	
2		B	20.6/26.7	22.8/25.6	
3		C	20/28.7	22.8/31.2	
4		D	17/17.9	20.8/21.4	装机率仅 5%

表 4 封闭冷通道前后机柜进出风温度对比

序号	测试内容	机柜序号	开式冷通道	封闭冷通道	备注
1	进/回风实测温度 (°C)	A	21.9/30	19.6/25.1	
2		B	22.8/25.6	19.5/24.4	
3		C	22.8/31.2	20.8/29.9	
4		D	20.8/21.4	19.4/20.4	装机率仅 5%

2) 空调回风温度设置为 22°C，封闭前后机柜进出风实测温度详见表 4，在确保机房环境温度及设备散热需求的原则下，征得有关维护部门许可后，将现有空调回风温度由 22°C 调逐步至 25°C（中间实际是逐渐调整实时监测的），机柜进出风实测温度详见表 5：

表 5 空调回风温度从 22°C 调整到 25°C 时的机柜进出风温度

序号	测试内容	机柜序号	回风温度 22°C	回风温度 25°C	备注
1	进/回风实测温度 (°C)	A	19.6/25.1	23/27.5	
2		B	19.5/24.4	22.1/25.2	
3		C	20.8/29.9	25.1/35.4	
4		D	19.4/20.4	24/24.6	装机率仅 5%

3) 节地：提高机房装机密度，2 层 IDC 机房设备间距由 10 列机柜扩展到 11 列机柜，故通风地板面积可相应减小，即机柜间距可减小，则设备间距缩小后本机房由 10 列机柜扩展到 11 列机柜，增加了 20 个托管机柜位置，每年带来的净收益约增加 16 万元（8000 元/机柜）；详见表 6 及图 7

。

表 6 封闭冷通道前后机柜数量及间距对比

冷通道形式	地板通风率%	冷风利用率%约	3.5kW 机柜冷通道列间距	5kW 机柜冷通道列间距	主设备摆放数量
封闭冷通道	60%	100%	1.2 米	1.2 米	11 列
开放式冷通道	60%	85%	1.2 米	1.8 米	10 列



图 7 封闭冷通道后机柜数量变为 11 列

- 4) 初投资：A-D 列做了 2 组封闭冷通道，对应 5 台制冷量为 90kW 的下送风风冷型空调，每列 16/20 个机柜，每组冷通道投资 9.8 万元。
- 5) 节电：提高空调冷量利用率，较开放式的冷通道比，冷风利用率从 85%提高至 100%。封闭前空调耗电量：5 台空调实时耗电 90kW，A-D 列主设备耗电量约 61.3kW（详见表 7），即封闭前的机房实时 PUE=2.46（机房使用初期，装机率较低，此处暂忽略照明用电等）

表 7 封闭冷通道前机柜总耗电量

项目	主路			备路			实际总功耗（kW）	备注
	A	B	C	A	B	C		
列头柜 1	28	23	23	25	25	23	25.872	最东列

项目	主路			备路			实际总功耗 (kW)	备注
	A	B	C	A	B	C		
列头柜 2	17	14	10	16	6	10	12.848	正反面基本相同
列头柜 3	68.5						18.358	高压直流
列头柜 4	3	3	6	3	3	6	4.224	
四列总功耗							61.302	

6) 预估节电率及回收期：根据空调专业测算，3月6日关闭的1台空调，截至2015年年底可节省电约 7.3 万度，封闭冷通道&关闭1台空调&回风温度调至 25 摄氏度，PUE=1.99，较之前 2.46 相比，下降了 18.8%。截至 2015 年年底（按 3 月 31 日关闭计算共 276 天）共可节省电量约 7.1 万元。2 个冷通道造价 19.6 万元，2.7 年即可收回成本。

2 应用经验总结

封闭冷通道技术适用于所有大型数据中心机房及自有机房，前提一是采用“上走线下送风”的机房，二是通信设备全部严格按照“冷热通道”方式排列，另外，建议单机柜实际运行功耗平均在 2kW 及以上，只要满足上述要求，推荐使用封闭冷通道。以下是在封闭冷通道系统的实际应用中，总结了以下几点经验进行说明，可在今后应用中作为经验指导参考。

1) 机柜盲板

安装封闭冷通道系统前，须对所有机柜进行盲板封闭，查漏补缺，避免冷风不必要的散失。

2) 通风地板数量及通风率

确保冷通道内的通风地板数量及通风率是与本通道内机柜的发热量相匹配的，以免造成冷量供给不足。需要另外说明的是，热通道内不可铺设通风地板。

3) 机柜正背面严格按冷热通道布置

每列冷通道内的机柜都确保是机柜吸风面，否则会造成冷热混流，使气流组织混乱。

4) 空调布置在热通道上

空调设备尽可能布置在热通道上，有利于检测到准确的回风温度，产生相匹配的冷量。

5) 空调提高回风温度 22-25℃

应用了封闭冷通道系统后，冷通道内的温度下降 3~5℃，空调提高回风温度 22-25℃。

- 6) 消防务必要做好联动及验收。
- 7) 可有效的解决机房内局部过热的现象，更好的优化气流组织，更有效的利用空调冷风。
- 8) 对于通道中存在正背面与其他机柜相反安装的个别机柜，主设备安装时一定须避免此类情况。

3 结语

通过本次应用实践，充分证明了采用封闭冷通道后，可以提升机房空调的回风温度，有效降低空调能耗，适用于所有采用冷热通道布置形式的数据中心机房及自有业务通信机房，单机柜平均功耗越大，节电量就越高，投资回收期就越短，同时应注意结合机房内机架样式、尺寸、列间距、消防要求等实际情况进行个性化的设计和施工。