

数据中心气流管理基本点： 对比

编辑者：David Knapp
产品营销经理

2017 年 1 月发布

美国和加拿大
+1-800-834-4969
加拿大，安大略省，多伦多
+905-850-7770

techsupport@chatsworth.com

拉丁美洲
+52-55-5203-7525
墨西哥境内免费
01-800-01-7592
chatsworth.com.co

欧洲
+44-1628-524-834
chatsworthproducts.co.uk

中东和非洲
阿拉伯联合酋长
国，迪拜
+971-4-2602125
chatsworth.ae

亚太地区
+86 21 6880-0266
chatsworth.com.cn



CHATSWORTH
PRODUCTS

数据中心气流管理基本点：对比通道封闭系统

简介

在过去的十年，很多公司已经意识到了数据中心气流管理实践的优势，包括通道封闭系统。现在，还广泛为人所知的是，每个机柜的平均热负载在上升，通过传统的开放式热通道/冷通道配置来简单地布置机柜并不是有效的方式。行业协会已经考虑将间接和直接水冷散热作为针对高密度应用的可行性解决方案，但对于当下的平均机架密度和未来十年的预期密度而言，使用包含外围冷却的通道封闭系统仍然是强有力的解决方案。另外，通道封闭系统还支持改装，包括热通道/冷通道、节能器应用和自然空气冷却。

由 Chatsworth Products (CPI) 发布的本白皮书探讨并对比三种数据中心通道封闭系统，并解释需考虑的重要差别，以区分不同的系统。它将帮助您针对您的数据中心要求和您的业务目标确定最佳通道封闭选项。

简讯

通道封闭分隔热风和冷风，帮助您减少输送至冷却设备的风量，从而提高效率，一般情况下还可降低冷却能源成本。如需了解更多关于这些元素的详情，请阅读姊妹篇 - 数据中心气流管理基本点：通道封闭系统的经济效益。

三种封闭方式

有三种基本的封闭式。本节讲述各个系统，并列出了使用每个系统时应考虑的益处和挑战。

管道排风机柜（CPI：垂直排风管）

管道排风机柜是随附垂直排风管的封闭式服务器机架机柜。

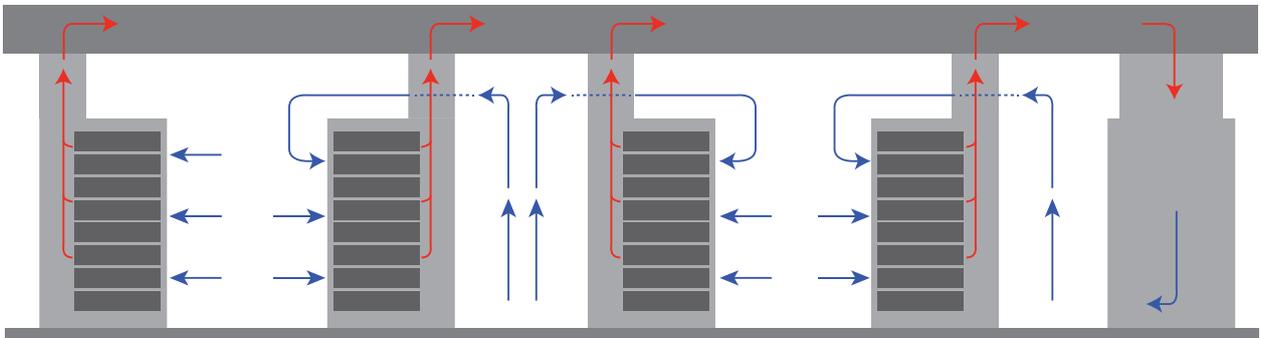


图 1：几个包含垂直排风管的管道排风机柜的截面图，显示经过机柜和机房的气流。注意：热气被隔离，并通过垂直排风管驱散至机房。

如上 [图 1] 所示，服务器释放的热气被封闭在机柜内，使其与机房完全隔绝。热气通过架空垂直排风管排出机柜，并将热气引导至吊顶上方的通风系统，然后返回至冷却装置（如图所示）或外部通风孔。

管道排风机柜建筑考量（CPI：垂直排风管）：

益处：

- 最简单的部署和更改方式：基于机柜
- 最富有成本效益的部署方式
- 排风管是“热通道”
- 整个机房为“冷通道”，提供供给空气
- 机柜可按照任何方向放置在机房的任何位置，建议采用传统热通道/冷通道配置，以最大限度利用空间，但不要求严格的“热通道/冷通道”行。

- 无需额外的通道间隙来部署管道排风机柜；建筑物立柱和支撑结构的位置不影响部署
- 它可避免使用高架地板
- 冷供给空气可从机房内的任何位置输送，不要求严格的“机柜正面”输送
- 辅助设备可放置在任何位置，且仍可充分冷却，因为机房是低温的
- 如果有高架地板，经过地板砖的气流泄漏多半进入“冷通道”，而不是浪费的冷送风
- 消防系统仅需最低限度的更改或无需更改 - 洒水装置必须覆盖机房；若是新安装，则只需调洒水装置的间距，使其位于通道的中间

挑战：

- 该系统要求架空通风系统并在精密空调上添加回风管 以形成完整的封闭回流
- 该系统需在每个机柜上方安装管道；管道必须能够延伸至架空通风系统
- 有些设备不提供垂直排风管选项，需第三方提供管道；CPI 可提供定制解决方案
- 精密空调上的风扇速度应予以调整，以充分匹配设备要求；这需要通过变速风扇关闭或升级一些装置
- 优化工作条件需添加一些仪器或 HVAC 控件

热通道封闭 (HAC)

热通道封闭 (HAC) 是如今最受欢迎的通道封闭解决方案类型。在该方法中，在热通道上方配置管道作业并安装挡板，并用门阻挡两端的通道入口。

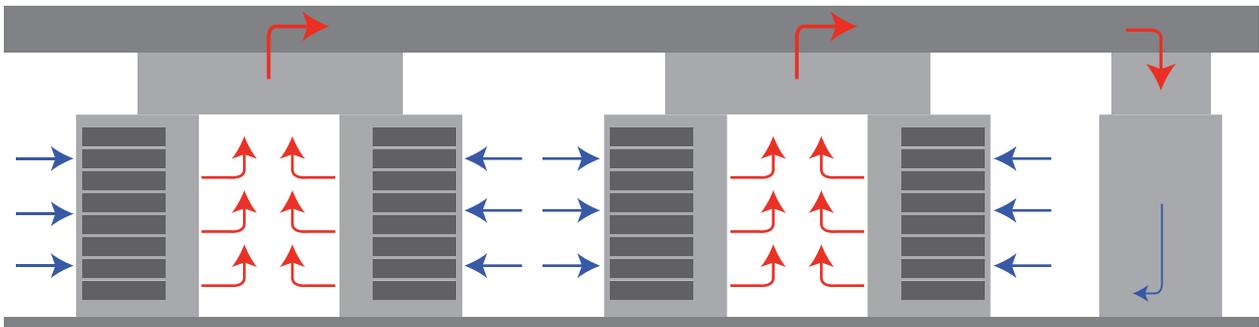


图 2: 热通道上方安装管道的 HAC 解决方案的截面图，显示经过封闭的通道和机房的气流。
注意：热气被隔离，并通过封闭的热通道上方的管道驱散至机房。

如上 [图 2] 所示，HAC 解决方案控制热气并将其与机房隔开，阻止其到达邻近的冷通道并与冷空气混合。而后，热通道中的热气返回至冷却装置，通常经过吊顶通风系统。

HAC 的建筑考量：

益处：

- 封闭通道是“热通道”
- 整个机房（除封闭热通道）为“冷通道”，提供供给空气
- 它可避免使用高架地板
- 冷供给空气可从机房内的任何位置输送；不要求严格的“机柜正面”输送
- 辅助设备可放置在任何位置，且仍可充分冷却，因为机房是低温的
- 如果有高架地板，经过地板砖的气流泄漏多半进入“冷通道”，而不是浪费的冷送风
- 消防系统仅需最低限度的更改或无需更改 - 洒水装置必须覆盖机房和封闭通道；若是新安装，则只需调洒水装置的间距，使其位于通道的中间

挑战：

- 相比管道排风机柜 (CPI: 垂直排风管)，部署和更改过程更复杂
- 相比管道排风机柜 (CPI: 垂直排风管)，部署方式更昂贵
- 机柜必须置于邻近的热通道/冷通道行，并按对部署，以形成“热通道”
- 该系统需要行的长度大小均匀、平行且对齐；CPI 解决方案可在不均匀的通道上部署
- 各个通道两端的门需要额外的通道间隙；CPI 解决方案有推拉门，门旋转无需额外的间隙
- 该系统要求架空通风系统并在精密空调上添加回风管，以形成完整的封闭回流

- 该系统需在热通道上方安装管道；管道必须能够延伸至架空通风系统
- 架空路径可穿过 HAC，需额外努力缓解泄漏和增加的成本
- 当地主管部门要求管道和天花板之间的间隙大
- 封闭通道可达到对员工来说“不舒适”的温度
- 视室内温度而定，当地主管部门会将封闭热通道系统视为危险地带，要求使用额外的安全设备或引导标示
- 精密空调上的风扇速度应予以调整，以充分匹配设备要求；这需要通过变速风扇关闭或升级一些装置
- 优化工作条件需添加一些仪器或 HVAC 控件

冷通道封闭

冷通道封闭（CAC）配置一般用于改装已存在高架地板冷却系统的数据中心环境。

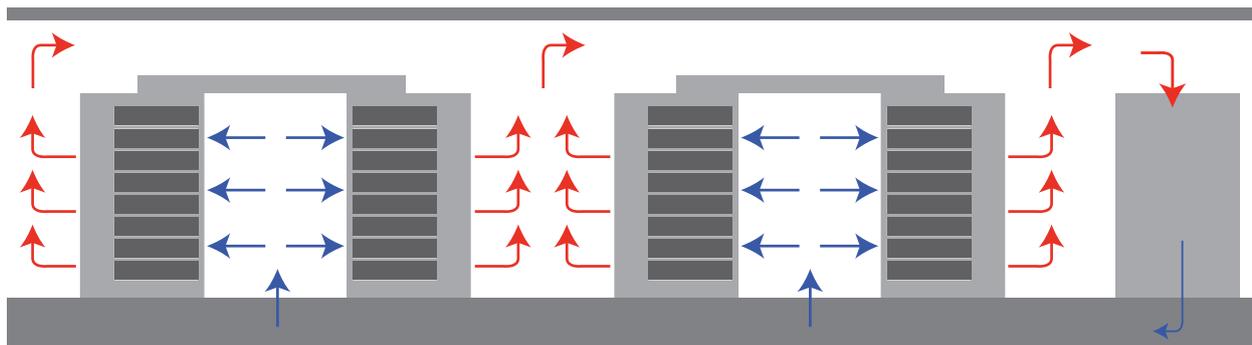


图 3：冷通道上方装有天花板的 CAC 解决方案的截面图，显示进入封闭通道，经过机柜并通过机房返回至冷却装置的气流。注意：封闭冷通道上方的天花板隔离机房内的热气。

如上 [图 3] 所示，冷通道上方安装了顶板和/或分区，两端有门。这样可隔离冷通道中进入的冷空气，让其与邻近热通道中的热空气隔开。热气在热通道中自由上升并通过机房返回至空气处理器。

CAC 的建筑考量：

益处：

- 该系统是对现有热通道/冷通道环境的简单改装；尤其是高架地板供给空气通风系统上方。
- 封闭系统为“冷通道”，提供供给空气

挑战：

- 相比管道排风机柜（CPI：垂直排风管），部署和更改更复杂
- 相比管道排风机柜（CPI：垂直排风管），部署更昂贵
- 机房是“热通道”
- 机柜必须置于邻近的热通道/冷通道行，并按对部署，以形成“冷通道”
- 该系统需要行的长度大小均匀、平行且对齐；CPI 解决方案可在不均匀的通道上部署
- 各个通道两端的门需要额外的通道间隙；CPI 解决方案有推拉门，门旋转无需额外的间隙
- 冷空气必须经过高架地板或架空管道输送至封闭“冷通道”
- 该系统一般使用高架地板设计
- 可用气流难以控制并满足设备要求
- 封闭冷通道上方的封闭天花板结构必须置于建筑物立柱和其他支撑结构的周围
- 架空路径需要移动并提升至机柜之上，以为防护装置天花板结构提供足够的间隙
- 需要消防系统延伸至封闭空间（这些更改是高成本项）
- 机房可达到对员工来说“不舒适”的温度
- 辅助设备将位于“热通道”空间，这样会降低性能
- 如果有高架地板，经过地板砖的气流泄漏多半进入“热通道”，从而将返程空气温度降至冷却装置，这样会降低冷却装置的效率
- 精密空调上的风扇速度应予以调整，以充分匹配设备要求；这需要通过变速风扇关闭或升级一些装置
- 优化工作条件需添加一些仪器或 HVAC 控件

您应该使用何种类型的防护装置？

2010 年，Intel 和 T-Systems 在位于慕尼黑 Euroindustriepark 商业园展开的实验¹，并表明一种形式的通道封闭与另一种形式相比没有效率优势。所有三种系统的相对冷却性能大致是一样的。但是 CPI 最近创建的 CFD 模型表明，在特定情况下，针对管道排风机柜（CPI：垂直排风管）和 HAC 有效率优势。

您针对数据中心选择的通道封闭系统类型应以您自身的业务要求和建筑限制为基础。无论使用哪种方法，它必须能够充分隔离数据中心的冷空气。在每种情况下，您都需考虑以下几点。

有效密封是关键

若要尽量隔离供给冷空气和热空气，则务必要在通道封闭系统使用优质密封件。包括机柜之中和周围，以及机柜和防护装置吸系统组件之间的密封。

有效密封的益处包括：

- 阻止内部空气循环和机柜中的冷送风
- 让冷却系统空气处理器获得调整，以承受机房的最低气压变化并维持开放和封闭空间之间的轻微压差
- 最大限度提高能源使用效率。密封件越好，您便能够更加灵活地降低风扇速度，以充分匹配服务器供给空气需求量。因此，返程空气以更高温度输送至冷却装置
- 就能源节省而言提供最低工作成本

选择通道封闭解决方案时，您应考虑密封。防护装置供应商一般按照泄漏描述系统密封性能，一般为特定工作压力下的百分比，以各个机柜的特定气流量为基础。对比这些值时，请留意条件可能不匹配。气流量应是工作时在预计静态压力下，整个机房的最高可持续量。例如，CPI 将我们的通道封闭系统性能定义为 3000 CFM (5097 CMH) 气流/机柜，0.05 英寸水柱 (.01 kPa)，泄漏 低于 5%。

阻止内部空气循环以及机柜之中和周围的冷送风

有效的气流管理和冷却成本降低需要消除机柜内或经过机柜的冷送风，采用以下最佳实践，如下 [图 4] 所示。

- 采用适当的机架技术阻止机架安装设备周围的气流
- 使用盲板密封所有不使用的机架安装空间，以阻止机架安装设备之间的气流。
- 在机架安装设备周围使用空气挡板和密封件，以阻止设备侧面周围热空气的循环。
- 在机柜机身和高架地板中的缆线开口周围使用密封件
- 在机柜之间使用密封件，以阻止机柜之间的气流进入封闭空间
- 使用面板阻止机柜下方的气流进入封闭空间

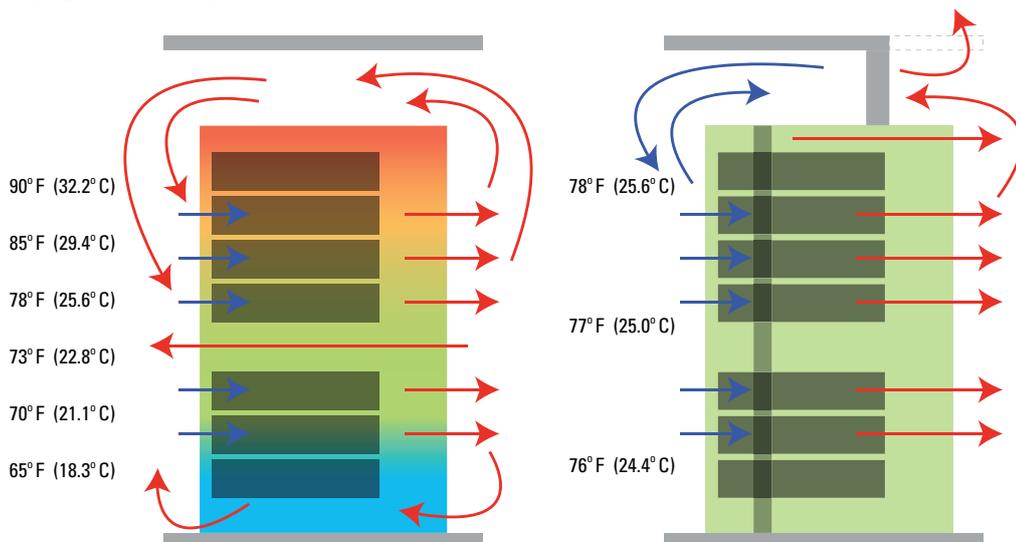


图 4：机柜截面图，显示设备（左）周围的冷送风，以及完善的气流管理，引导空气经过设备并阻止循环（右）。应在机柜内使用挡板和盲板，以密封可能让空气进入旁路设备的开口。所有经过机柜的空气应经过设备，并从设备带走热量，传出机柜。

应先采取这些措施，再实施任何进一步的封闭计划。阻止穿过机柜（以及用于气流输送的高架地板的开口）的冷送风是任何有效气流管理解决方案的关键步骤，可暂时解决冷却问题，而无需额外的管道排风或通封闭。此外，还需移除设备时安装盲板和形成新地板开口时安装密封件的步骤和员工培训。

管理压力

在您的通道封闭系统中安装“优质密封件”并不只是设置无泄漏的防护屏障。它还需要全面的封闭环境压力管理，尤其是使用 CAC 时。完整的防护装置结构应包含有效的压差管理系统。包括更新或进入 HVAC 控件。

利用工程设计分析

完成阻止机柜内冷送风的基本措施并作出决策实施全面通道封闭系统后，可建立计算流体力学（CFD）模型，以展示添加防护装置的结果。

有些通道封闭供应商可提供基本的分析，包括空间 CFD 模型，描述之前和之后条件，以及相对供给和返程温度。它还可用于预估因冷却系统能源减少要求而实现的节省部分。CPI 提供通道封闭安装前现场勘测服务。

另外，正式的工程设计研究将考虑整个冷却系统、单独组件贡献，以及局部年度节能对该特定场地的全面影响。它还可考虑不同条件下的性能，例如数据处理环境散热指南，ASHRAE 数据通信系列 1，RP-1499² 中建议和允许的范围。工程设计研究提供更加详细的预估，包括实施防护装置解决方案时的任何升级或更改。

通道封闭系统之间的主要差异

下表提供针对各类通道封闭系统的主要考量因素清单，并总结了通道封闭系统之间的主要差异。根据上述益处和挑战的对比以及下列相对性能、复杂度和成本差异给解决方案排位，以匹配您的要求。

概要条件	管道排风机柜（CPI：垂直排风管）	热通道防护装置（HAC）	冷通道防护装置（CAC）
封闭空间条件	热，返程空气	热，返程空气	冷，供给空气
预计泄漏率，通道封闭系统 优质密封件 ¹	<5%	5%	5%
预计泄漏率，高架地板（供给空气通风系统），优质密封件 ²	0%	7%	10%
预计泄漏率、吊顶（返程空气通风系统）	3%	3%	0%
N+1 冷却部署	机房	机房/通道	机房/通道
最小 IT 部署增量	机柜	机柜列	机柜列
所需通道封闭系统组件			
机架中各个未使用 U 空间的盲板	X	X	X
内部机柜的正面四周挡板	X	X	X
缆线机柜入口密封件	X	X	X
机柜底部密封件	X	X	X
顶部安装垂直排风管	X		
通道门，两组		X	X
通道天花板			X
通道管道		X	
通道托板，按需		X	X

表续

建筑考量			
高架地板或架空冷空气管道			X
吊顶或其他热空气返程通风系统	X	X	
精密空调回风管圈	X	X	
封闭空间火灾探测和消防		X	X
封闭空间照明		X	X
它是否会干扰网络缆线路径		X	X
它是否会干扰电源路径		X	X
设计考量			
展开机房 CFD 分析	X	X	X
详细首次成本、节省、ROI 的工程设计分析	可选	可选	可选
实用能源成本避免计划应用	可选	可选	可选
其他可持续设计计划应用	可选	可选	可选
冷却系统控制的设计/实施	可选	可选	可选
安装考量			
建议，以延长场地使用寿命	X		X
建议，针对新构造	X	X	
初次安装简易度	简单	适中	适中
更改简易度 - 添加新机柜	简单	困难	困难
更改简易度 - 拆除/替换机柜	简单	适中	适中
相对通道封闭价格	低	中等	中等
相对安装价格	低	中等	中等

注意：

¹ 单个通道封闭系统的泄漏会有所不同，具体取决于安装和改装时密封开口的谨慎程度。但使用任何系统，均可形成类似的密封。5% 被认为是优质密封件的目标泄漏率。这展现了具有类似性能的通道封闭系统的基本概念，如 T-Systems 和 Intel 研究所述。但整体性能应考虑经过高架地板和/或吊顶通风系统的额外泄漏，就每个系统而言，该泄漏是不同的，可能会影响整体成本。更高的泄漏率要求增加空气量，也就是说要运行更多冷却装置/空气处理器。

² 使用厚板地板时，优质密封件预计泄漏率将降为 0%。就 CAC 而言，冷空气通过高架地板或从架空管道输送至封闭空间。尽管使用架空管道时泄漏率会降至 0%，管道仍需大尺寸以处理空气量，且建筑空间必须能够容纳管道的实际尺寸及其支撑结构。同样，如果搭配行内冷却装置使用 CAC，泄漏率则为 0%，但部署行内冷却装置和供电的首次成本以及冷却装置的运行成本一般会超过机房周边冷却设计的成本。

结论

您针对数据中心选择的通道封闭系统类型应以您自身的业务要求和建筑限制为基础。正如本文所述，不同系统包含不同的组件搭配和相对成本，根据您的特定场地，将需要不同的施工量。无论您选择哪种系统，场地所需冷却能源的减少可能是显著的。

CPI 提供全部的三种通道封闭解决方案 尽管垂直排管将证明是很多客户最有效的解决方案，但仍可设计和安装 HAC 和 CAC 系统，以为类似的性能提供支持。我们的现场应用工程师将帮助您确定适于您的场地的解决方案，提出具体建议并提供关于实施通道封闭系统如何影响您的盈亏的分析。

如果您正在实施或升级气流管理或数据中心通道封闭系统解决方案，则请联系 CPI 以获得协助。 

参考资料

¹ 开放数据中心联盟, T-Systems 和 Intel。2011 年 11 月。DataCenter 2020: 热通道和冷通道封闭系统效率无显著差异。白皮书。<https://opendatacenteralliance.org/article/whitepaper-datacenter-2020-hot-aisle-and-cold-aisle-containment-efficiencies-reveal-no-significant-differences/>

²ASHRAE. 2015. ASHRAE 数据通信系列 1: 数据处理环境散热指南, 第四版。技术委员会 9.9。

致谢

本报告介绍了气流管理和合并的基本知识, 总结并更新了前一份由退休员工 Ian Seaton 所创作 CPI 白皮书的内容。

Seaton, Ian。2008 年 3 月。数据中心节能的最佳机遇。白皮书。

Seaton, Ian。2009 年 4 月。CPI 被动型冷却解决方案: 提升密度并降低成本的途径。白皮书。

Seaton, Ian。2009 年 5 月。管道排气机柜—管理热通道/冷通道外的排气气流。白皮书。

Seaton, Ian。2012 年 5 月。多少封闭装置才足够? 白皮书。

编著者



David Knapp - 产品营销经理

David Knapp 在电信行业拥有 18 年多的经验, 作为产品应用专家和技术传播专员, 在 CPI 先后担任技术支持、技术文档工程师和产品营销经理。他目前专注于数据中心、企业网络和电源管理解决方案。



CHATSWORTH PRODUCTS

尽管已采取一切措施确保所有信息的准确性, 但 CPI 对任何错误或疏漏不承担责任, 并且保留修改所列服务及产品的信息和描述的权利。

©2017 Chatsworth Products, Inc. 保留所有权利。Chatsworth Products, CPI, CPI Passive Cooling, eConnect, RMR, MegaFrame, Saf-T-Grip, Seismic Frame, Seismic Frame, SlimFrame, TeraFrame, GlobalFrame, CUBE-iT PLUS, Evolution, OnTrac, QuadraRack 和 Velocity 是 Chatsworth Products 的联邦注册商标。Simply Efficient, Secure Array, EuroFrame, Klik-Nut 和 Motive 是 Chatsworth Products 在联邦的注册商标。2/17 MKI-60020-677-zh-CN