

高速率大功耗传输设备机房

Study on Heat-dissipation Problem of High
Speed and High Power Transport Equipment
Room

散热问题研究

刘建新¹, 乔月强¹, 姚利民² (1. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司, 河南 郑州 450007; 2. 中国联通江西分公司, 江西 南昌 330000)

Liu Jianxin¹, Qiao Yueqiang¹, Yao Limin² (1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China; 2. China Unicom Jiangxi Branch, Nanchang 330000, China)

摘要:

首先介绍当前传输设备发展现状、现有传输设备和传输机房气流组织方式, 随后对大功耗传输设备散热引起的机房局部热点和气流组织混乱等问题进行研究分析。最后结合工程实际从传输机房设备布局和气流组织等方面提出了大功耗传输设备散热问题的解决思路, 并对传输设备气流组织提出了具体改进建议。对运营商机房热管理具有一定借鉴意义。

关键词:

散热; 大功耗; 热点; 气流组织

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.05.018

中图分类号: TN929.11

文献标识码: A

文章编号: 1007-3043(2019)05-0084-05

Abstract:

Firstly, the current development status of transport equipment, the current airflow patterns of transport equipments and transport rooms are introduced. And then, the problems of localized hotspots in transport rooms and disordered airflow, which is caused by high-powered transport equipments, are analyzed. Finally, from the aspects of equipments layout and airflow patterns in the transport room, the solution of Heat-dissipation problem caused by high-powered transport equipments is proposed, which is combined with engineering practices. And improvements of the airflow pattern for transport equipments are suggested. It has a reference value in the heat management of transport rooms for telecom operators.

Keywords:

Heat-dissipation; High-power; Hotspots; Airflow pattern

引用格式: 刘建新, 乔月强, 姚利民. 高速率大功耗传输设备机房散热问题研究[J]. 邮电设计技术, 2019(5): 84-88.

0 前言

近年来, 随着 5G 时代的到来, “互联网+”战略的推进, IDC 与云计算、ICT、物联网、大数据等行业蓬勃发展, 使带宽需求增长迅猛。为了满足业务传输需求, 传输设备需要更高的集成度和更好的性能, 传输设备的接入/交换容量日益增大、传输速率日益提升。但传输设备的供电和散热压力也随之日益加大, 这和当前低功耗密度的传输机房现状以及相对滞后的相关规范要求形成矛盾。单框功耗超过 5 kW 的设备, 问题尤为突出。这给运营商的网络建设与维护带来了巨大

挑战。

为了有效缓解传输设备带来的高热量, 各主流厂家也在不断调整设备的进出风方式, 从而导致了同一机房内设备风道种类繁多、机房气流组织紊乱、存在局部热点等问题。因此, 推动传输设备架构改进, 缓解高速率大功耗传输设备机房散热问题显得尤为重要。本文将通过理论分析并结合工程建设过程中实际问题进行研究, 对高速率大功耗传输设备架构改进提出思路和建议。

1 传输设备及机房气流组织方式

1.1 传输技术发展现状

随着业务网络对传送网容量和带宽的需求越来越

收稿日期: 2019-03-07

大, 传送网作为通信基础网络面临着巨大的带宽压力, 超高速、大容量光传输成为未来通信网络的重要发展方向。全球各主要运营商和设备厂商都在提升骨干网的传输能力。100 Gbit/s WDM传输系统以其广泛的光纤适应性、低传输时延、较长的传输距离、大容量成为当前国内运营商主流的业务承载平台。业界也已积极研究超 100 Gbit/s 超高速 WDM 传输系统, 以不断提高传输的容量和频谱效率, 降低传输成本, 超 100 Gbit/s 超高速 WDM 传输系统是下一代光传输系统的可靠选

择。

1.2 传输设备结构及风道形式

目前主流厂家的传输设备尺寸包括(高×宽×深, 单位:mm): 2 200×600×300、2 200×600×600 2 种类型, 机架高度还有 2 600 和 2 000 mm 可选。机柜为矩形六面型, 所有面都可以进出风。目前厂家传输设备的进出风方式有: 底部(B)、顶部(T)、前(F)、后(R)出风, 具体见图 1。设备进出风方式与机房送风方式的匹配影响设备散热效果。



图 1 常见的传输设备进出风方式

1.3 传输机房气流组织方式

目前传输机房气流组织方式主要有 4 种: 风帽上送风、风管上送风、地板下送风和微模块(云舱), 国内运营商有一半以上的传输机房空调送风采用风帽上送风方式。下面对机房气流组织方式的介绍都是基于传输设备前进-后出(F-R)的进出风方式。

a) 风帽上送风。风帽上送风是空调直送风方式, 该方式的机房气流组织混乱, 冷热气流混合, 机柜进风温度分布不均, 机房局部过热现象较多。图 2 是风帽上送风机房示意图。

b) 风管上送风。风管上送风方式的冷送风定点输送, 冷送风输送距离长, 冷热风混合较少, 减轻冷送风与热回风气流“短路”, 但送风管道导致送风量和送风效率受到一定影响。此种送风方式对机房高度和布

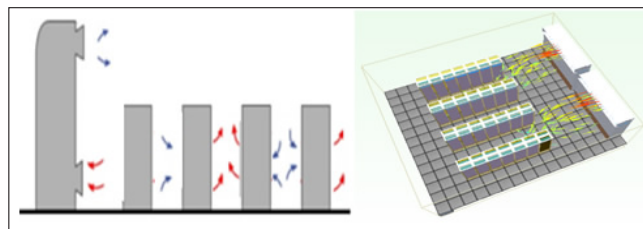


图 2 风帽上送风机房示意图

局有一定要求, 建设成本有所增加。图 3 是风管上送风机房示意图。

c) 地板送风。地板送风方式的气流“下送上回”, 先冷设备再冷环境, 热通道风管回风减轻远端机柜热量淤积。机房建设成本较高, 风管结构件及安装相对复杂。地板底部一般会有走线, 对出风存在一定影响。图 4 是地板送风机房示意图。

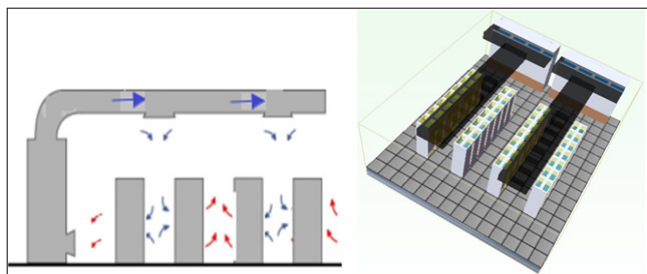


图3 风管上送风机房示意图

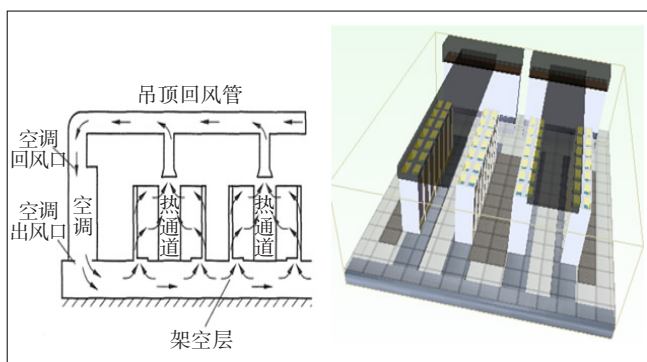


图4 地板送风机房示意图

d) 云舱(微模块)。为提高机房热管理效率,传输设备机房目前正逐步引入云舱方式(微模块)。该方式的冷通道封闭,减少了气流压力损失和冷空气的泄露损失,提高了冷量的利用效率。云舱要求设备的风道为前进后出方式,设备风道需与云舱匹配。图5是云舱热管理示意图。

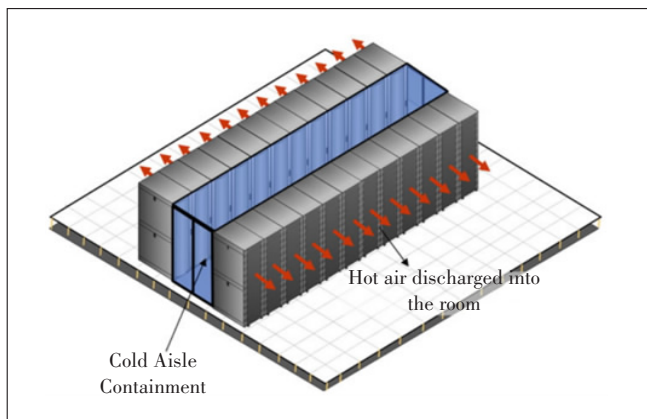


图5 云舱热管理示意图

2 传输机房散热问题分析

2.1 传输设备散热问题

不同气流组织方式的制冷效率和效果差异很大,对单机柜最大功耗要求也不同。机房空调不同的送风方式对应单机柜散热能力对比如图6所示。

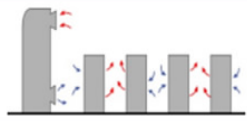
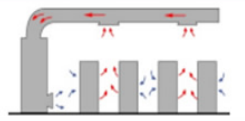
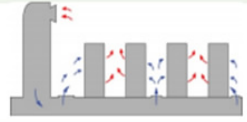
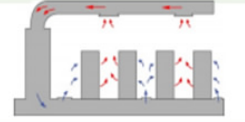
 小型网络机房(功耗 < 40 kW) 绝大多数数据中心不推荐使用。成本低,安装简单。在所有气流分配架构中能效最低,原因是所有的冷送风气流将与热回风进行混合,送风温度难以预测。可冷却功耗最高为 3 kW 的机架。	 一般用途 绝大多数数据中心不推荐使用。成本低,安装方便。较自然回风更节能,原因是 40%~70% 的 IT 热回风将被捕获并输送回制冷设备。由于较少的热风与冷风混合,送风温度较自然送风更可预测。可冷却功耗最高为 6 kW 的机架。
 功率密度相对恒定的数据中心 对新建数据中心不推荐使用-无法满足可预测的功率密度。较自然送风更节能,原因是更多的热风被送回制冷设备。可冷却功率最高为 6 kW 的机架。	 小到中型数据中心 较自然回风更节能,原因是 60%~80% 的 IT 热回风将被捕获并输送回制冷设备。由于较少的热风与冷风混合,送风温度较自然送风更可预测。可冷却功耗最高为 8 kW 的机架。

图6 不同送风方式单机柜散热能力

大型数据中心一般都采用云舱模式,冷热隔离且冷通道密闭,减少冷空气压力损失和冷空气泄露,制冷散热效果更好,单机柜功耗可达 10 kW。目前国内运营商大部分传输机房空调送风都采用风帽上送风方式,单机柜功耗最高不能超过 3 kW,否则将会出现局部热点问题。

随着设备容量的增大,单机柜设备功耗也越来越大,这对设备散热以及设备与机房匹配均提出了挑战。图7是不同速率传输设备单机柜最大功耗统计。

从图7可以看出,设备功耗随着容量的增大而增大,新增的高速率传输设备单机柜功耗(16 kW)已远远超过现有大部分机房单机柜冷却功耗的要求,容易造成机房局部热点,导致设备散热出现瓶颈,甚至存在宕机风险。

2.2 传输设备与机房气流组织问题

传输设备气流组织种类较多,对现有机房条件也是巨大考验。特别是随着高速率大功耗传输设备的大规模应用,传输机房局部热点问题频繁出现,并且设备与机房气流组织不匹配问题越来越突出,导致机房气流组织混乱,严重影响机房制冷效率,增大机房空调系统制冷负荷。

以某运营商某传输枢纽局为例,传输与数据设备

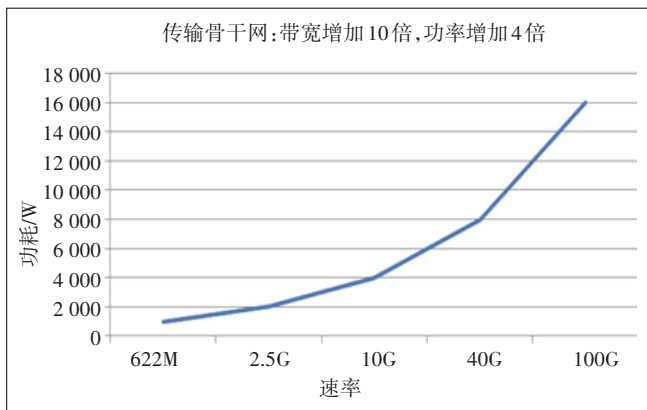


图7 不同速率下的单机柜最大功耗

共机房,机房存在多种送风模式,气流组织混乱,虽然机房总制冷量已经是设备发热量的2.5倍左右,但是高速率大功耗设备安装区域设备进风口温度已达到36.4℃,设备板卡温度达到44℃,已经接近设备稳定工作的极限值(-5~+45℃)。

3 传输机房设备散热解决思路

3.1 传输机房设备安装布局

普通传输机房在机房平均功耗密度低于该制冷架构冷量时,可形成一个稳态冷却模式。但是当存在单机柜功耗超高的情况时,整个机房无法形成一个稳定的气流流场,就会造成局部过热,进而存在宕机风险。因此将传输机房划分为普通功耗设备区域、高功耗设备区域、无源设备区域,对高密度区域采取针对性的气流组织方式。

图8示出的是稳态机房与非稳态机房热点对比。

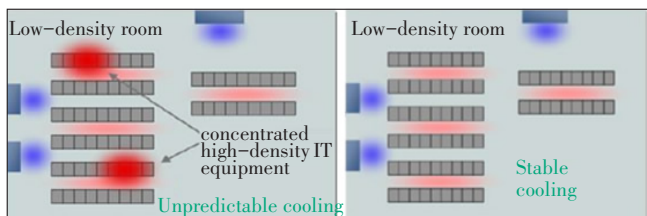


图8 稳态机房与非稳态机房热点对比

除了机房合理分区外,传输设备安装要综合考虑机房容量、散热、气流组织方式等多种因素,在保证安全、维护方便的前提下,合理排列传输设备,并符合以下要求。

- 机房传输设备机架列间距离宜根据设备散热量、所需空调送风量大小来确定。
- 机房传输设备应采用进风面相对,排风面相对

(面对面、背对背)的单列布置方式。

3.2 传输机房气流组织选择

传输机房气流组织建设原则是:应根据机房内机柜散热量的大小和特点,合理选用气流组织形式,以提高空调系统效率。

机房内气流组织形式有明确需求时,应根据需要配置。当没有明确要求时,可按下述原则配置。

a) 单机柜功耗 < 2.5 kW 时,采用架空地板下送风、上回风方式,用于送风的架空地板的高度应根据送风量计算确定,但其净高不宜低于 350 mm。架空地板内不应布放通信及电力线缆。活动地板及地面应有防结露措施。

b) 2.5 kW ≤ 单机柜功耗 < 3 kW 时,采用架空地板下送风、上回风方式,采用冷通道两端加门、机架列间加盲板的简易封闭方式。

c) 3 kW ≤ 单机柜功耗 < 6 kW 时,采用架空地板下送风、上回风方式,应封闭冷通道或热通道。活动地板高度应根据机房负荷、平面布局、送风距离等计算确定,最低高度 ≥ 500 mm,架空地板内不应布放通信及电力线缆。活动地板及地面应有防结露措施。冷(通)道漏风率小于 2.11 m³/m²。

d) 单机柜功耗 ≥ 6 kW 时,空调气流组织宜采用列间送风、背板冷媒、微模块等与机柜功耗相匹配的气流组织方式。

e) 发热量小,设备安装速度慢的传输机房采用上侧送风、下侧回风。

当机房局部安装高发热量传输设备时,应采用定点送风、顶置送风设备、微模块等方式防止局部过热的技术措施。

采用上送风时,机房送风距离 10 m 以内的,应采用静压箱总风管直接开风口送风或送风帽送风方式;机房送风距离 15 m 以内的,应采用送风管送风方式,风管、送风口的尺寸规格应根据通信设备散热量计算确定。

空调送风距离大于 15 m 时,宜采用两侧布置空调室内机的送风方式。

冷热通道顶部应配合消防气体灭火系统,设置可开启窗,平时关闭,火灾时由消防控制系统自动开启。封闭冷(热)通道的材质应考虑耐火性能符合防火要求等级,保证机房的安全。

采用冷、热通道封闭的机房,项目建设中应考虑配套盲板,以保证冷热通道的散热效果。

3.3 传输设备的气流组织改进

随着高功耗传输设备散热问题日益突出以及传输设备与数据设备机房逐渐融合的发展,规范传输设备风道形式势在必行。目前服务器、路由器、交换机等数据设备大多采用前进风-后/上出风形式,该风道形式可以避免单盘温度级联,优化设备散热,机房气流组织方案成熟且效率高。

针对不同机房气流组织方式,NEBS (Network Equipment-Building System) 标准 GR-63-CORE 中给出了推荐的设备风道形式(见表1)。

表1 NEBS标准推荐风道

机房送风方式	设备风道
风管上送风	F-R、F-T
风帽上送风	F-R、F-T
地板下送风	F-R、F-T、B-R、B-T

针对任意机柜(典型的300 mm深机柜),ETSI-300-119-2标准中也给出了推荐和不推荐的设备风道形式(见表2)。

表2 ETSI标准推荐风道

设备	是否推荐
单设备散热	
前面进风,顶部出风	推荐
底部进风,顶部出风	不推荐
上进风,下出风	不推荐(理由:从前方出风,风道从上到下)
下进风,上出风	不推荐(理由:从前方出风)
多设备散热	
前面进风,顶部出风(级联散热)	推荐
前面进风,顶部出风(非级联散热)	推荐
底部进风,顶部出风(非级联散热)	推荐(不优选)
前面进风,螺旋顶部出风(非级联散热)	推荐
前后进风,顶部出风(非级联散热)	推荐
前进风,前面和顶部出风(非级联散热)	不推荐(理由:从前方出风)

通过对比分析发现,NEBS标准和ETSI标准中F-R/T都为优选的光通信设备风道。同时考虑到机房热管理挑战和ICT机房融合趋势,F-R/T风道有利于冷热通道隔离和不同设备兼容配置,与制冷效率更高的微模块/冷池方案匹配度更好,因此传输设备风道朝F-R/T改进更为有利。

现有传输设备风道已不能满足当前大功耗设备散热的要求,需向F-R/T风道改进以提升设备散热性能。现有主流的2种风道形式:“前后中部进风、顶部及前

后底部出风”和“前后底部进风、顶部出风”,都可通过增加导风板变更为“前进后出”风道形式。通过增加导风板改进现有设备风道以匹配机房气流组织,能大大提升设备散热能力,但是增加导风板后导致单个设备配置子架数量减少,设备集成度降低,配置相同数量设备子架会占用更多机房空间。所以改进现有设备风道要综合考虑机房面积、机房气流组织方式和设备散热要求等各方面因素。

参考文献:

- [1] 杨天普,戴广舫,李峥,等.传输机房高功耗设备散热问题的研究[J].电信工程技术与标准化,2016(9):77-82.
- [2] 张成良,李俊杰,马亦然,等.光网络新技术解析与应用[M].北京:电子工业出版社,2016:20-47.
- [3] 王健,魏贤虎,易准,等.光传送网(OTN)技术、设备及工程应用[M].北京:人民邮电出版社,2016:170-195.
- [4] 袁华锐,王会义,李超荣.基于传输设备散热方式的机房空间资源规划[J].电信工程技术与标准化,2017(8):64-68.
- [6] 于艳丽.浅谈通信机房空间规划方案[J].中国新通信,2014(21):55-56.
- [7] 胡春艳.浅谈通信机房设备散热制冷问题及维护管理[J].中国电子商务,2013(19):260.
- [8] 刘润宇,赵昌新.浅谈通信机房设备散热制冷问题及维护管理[J].建材建材装饰,2016(5):260.
- [9] 陈修敏,张九根.数据中心机房空调系统设计与气流优化分析[J].流体机械,2014,42(11):79-82.
- [10] 赖世能,侯福平,宗凌.IDC机房上下送风方式空调系统分析比较[J].电信技术,2005(11):33-35.
- [11] 陈峰,马艳萍.网络核心机房设计与维护[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [12] 杨苹,肖莹,简弃非,等.通信机房的气流组织特性与空调冷量调配方案[J].动力与电气工程,2009,37(11).
- [13] 陆忠,李旭东.论数据中心机房空调气流组织方案对能效的影响[J].工业技术,2018(16):264-266.
- [14] 林何平,唐智飞,张卓.大容量OTN设备高功耗原因分析及应对措施研究[J].电信工程技术与标准化,2016,29(3):71-74.
- [15] 黄少云.营造合理气流组织形式促进通信机房空调系统节能减排[J].世界电信,2011(8):76-79.
- [16] 黄群骥.机房内冷热通道气流组织形式的评析[J].机房技术与管理,2012(4):24-27.

作者简介:

刘建新,毕业于西安电子科技大学,工程师,硕士,主要从事长途传输网络的规划、咨询、设计及新技术研究相关工作;乔月强,毕业于北京邮电大学,高级工程师,硕士,长期从事光通信网络的规划、设计和新技术应用研究工作;姚利民,毕业于北京邮电大学,工程师,注册一级建造师,硕士,主要从事通信网络的规划及项目管理工作。