

团 体 标 准

T/CAR 9.1~9.2—2021

数据中心冷却系统

Cooling system for data center

2021-12-29 发布

2022-03-30 实施

中国制冷学会(CAR)是经民政部批准成立的全国性社会组织,是中国科学技术协会所属的全国一级学会之一。

为满足市场需求和创新需要,中国制冷学会依托会员、行业专家组织制、修订制冷空调及冷链等领域团体标准。中国境内的团体和个人,均可提出制、修订中国制冷学会标准的建议并参与有关工作。

中国制冷学会标准按《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》等要求制定和管理。

中国制冷学会标准草案经向社会公开征求意见,并需得到参加审定会议四分之三以上专家、成员投票赞同,方可作为中国制冷学会标准发布。

在本文件实施过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料提交中国制冷学会,以便修订时参考。

本文件版权为中国制冷学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国制冷学会书面许可外,不得以任何形式复制该文件。

中国制冷学会

地址:北京市海淀区阜成路67号银都大厦10层 标准部

邮政编码:100142;电话:010-68715724;传真:010-68434679

目 次

T/CAR 9.1—2021	数据中心冷却系统	第 1 部分:综合性能系数(GCOP)测试与计算方法	……	1
T/CAR 9.2—2021	数据中心冷却系统	第 2 部分:不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级	…	9

团 体 标 准

T/CAR 9.1—2021

数据中心冷却系统 第1部分：综合 性能系数(GCOP)测试与计算方法

Cooling system for data center—Part 1: Test and calculation
method of general coefficient of performance

2021-12-29 发布

2022-03-30 实施

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 T/CAR 9《数据中心冷却系统》的第1部分。T/CAR 9 已经发布了以下部分：

——第1部分：综合性能系数(GCOP)测试与计算方法；

——第2部分：不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国制冷学会提出并归口。

本文件起草单位：中国制冷学会、华中科技大学、清华大学、广东美的暖通设备有限公司、珠海格力电器股份有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、麦克维尔中央空调有限公司、百度时代网络技术(北京)有限公司、腾讯科技(深圳)有限公司、华为技术有限公司、中国人民银行清算总中心、OPPO 广东移动通信有限公司、中国长江三峡集团有限公司、北京投融资商会、国家商用制冷设备质量检验检测中心、国家空调设备质量监督检验中心、中讯邮电咨询设计院有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、广东省电信规划设计院有限公司、中国建筑西北设计研究院有限公司、上海建科节能技术有限公司、湖南大学、西安工程大学、北京工业大学、西安交通大学、北京航空航天大学、东北大学、北京建筑大学、南京师范大学、中国科学院理化技术研究所、中国科学院广州能源研究所、深圳市英维克科技股份有限公司、依米康科技集团股份有限公司、顿汉布什(中国)工业有限公司、北京英特能源技术有限公司。

本文件主要起草人：邵双全、江亿、荆华乾、李元阳、林海佳、杨宝林、余钦、雒志明、周海涛、吴天青、张超、尼米智、唐虎、卢象明、尹立坤、蔺新星、李典林、司春强、王智超、李红霞、罗海亮、吴学渊、郑竺凌、陈焕新、李震、张泉、黄翔、谢晓云、张伟荣、周峰、鱼剑琳、李楠、袁卫星、韩宗伟、王刚、张忠斌、张海南、孙钦、李新起、李猛、丁原伦、蔡宇、肖杨、赵国君、张晓宁、王云鹏。

引 言

近年来,数字经济成为我国国民经济高质量发展的新动能,云计算、5G 通信、物联网、边缘计算及人工智能的发展促进了数据中心的持续增长。运载能力和节能水平成为衡量数据中心能力的核心指标。T/CAR 9《数据中心冷却系统》旨在定义各类电能驱动的数据中心冷却系统综合性能系数(GCOP)的计算方法和测试方法,以及不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级。拟由两个部分组成。

- 第 1 部分:综合性能系数(GCOP)测试与计算方法。目的在于给出数据中心冷却系统综合性能系数(GCOP)相关的计算方法和测试方法,促进数据中心冷却系统设计与运行的能效提升,进一步提升数据中心的能源利用效率。
- 第 2 部分:不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级。目的在于结合我国不同气象区典型城市的气象参数,根据不同能效等级数据中心的要求,给出冷却系统综合性能系数(GCOP)的推荐值,以促进数据中心冷却系统设计与运行的能效提升,并进一步提升数据中心的能源利用效率。

数据中心冷却系统 第1部分:综合性能系数(GCOP)测试与计算方法

1 范围

本文件规定了数据中心冷却系统综合性能系数(GCOP)相关的计算方法和测试方法。
本文件适用于电能驱动的数据中心冷却系统。
本文件不适用于非电能驱动的数据中心冷却系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2887 计算机场地通用规范

GB/T 32910.3 数据中心 资源利用 第3部分 电能能效要求和测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据中心冷却系统 **cooling system for data center**

移除数据中心内部热量的系统,含自然冷却和主动冷却。

3.2

综合性能系数 **general coefficient of performance**

GCOP

数据中心冷却系统的能源利用效率,冷却系统的排热量与冷却系统总耗电量的比值。

注1:冷却系统的排热量一般为数据中心总耗电量与冷却系统总耗电量之差。

注2:单位为无量纲。

3.3

特定时间综合性能系数 **general coefficient of performance at specific period**

GCOP_s

在不小于24 h的特定时间段内,数据中心冷却系统的综合性能系数。

注:单位为无量纲。

3.4

全年综合性能系数 **annual general coefficient of performance**

GCOP_A

数据中心冷却系统在一个完整年度内的综合性能系数。

注1:GCOP_A不等于多个GCOP_s的平均值。

注2:单位为无量纲。

3.5

数据中心耗电量 electric energy consumption of data center

E_{DC}

数据中心所有设备的耗电量。

注：单位为千瓦时(kW·h)。

3.6

冷却系统耗电量 electric energy consumption of cooling system

E_{CS}

数据中心内冷却系统的耗电量。

注 1：主要包括直接供电的制冷机组、冷却塔、水泵、制冷剂泵、风机及空调末端等设备的耗电量。

注 2：单位为千瓦时(kW·h)。

4 数据中心冷却系统综合性能系数(GCOP)及计算方法

4.1 综合性能系数(GCOP)

综合性能系数(GCOP)按照公式(1)和公式(2)进行计算：

$$Q_{CS} = E_{DC} - E_{CS} \dots\dots\dots (1)$$

$$GCOP = Q_{CS} / E_{CS} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_{CS} ——数据中心冷却系统排热量,单位为千瓦时(kW·h)；

E_{DC} ——数据中心耗电量,单位为千瓦时(kW·h)；

E_{CS} ——冷却系统耗电量,单位为千瓦时(kW·h)。

4.2 特定时间综合性能系数(GCOP_s)

特定时间综合性能系数(GCOP_s)按照公式(3)和公式(4)进行计算：

$$Q_{CS,s} = E_{DC,s} - E_{CS,s} \dots\dots\dots (3)$$

$$GCOP_s = Q_{CS,s} / E_{CS,s} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$Q_{CS,s}$ ——特定时段内数据中心冷却系统排热量,单位为千瓦时(kW·h)；

$E_{DC,s}$ ——特定时段内数据中心累积耗电量,单位为千瓦时(kW·h)；

$E_{CS,s}$ ——特定时段内冷却系统累积耗电量,单位为千瓦时(kW·h)。

4.3 全年综合性能系数(GCOP_A)

全年综合性能系数(GCOP_A)按照公式(5)和公式(6)进行计算：

$$Q_{CS,A} = E_{DC,A} - E_{CS,A} \dots\dots\dots (5)$$

$$GCOP_A = Q_{CS,A} / E_{CS,A} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$Q_{CS,A}$ ——数据中心冷却系统全年累积排热量,单位为千瓦时(kW·h)；

$E_{DC,A}$ ——数据中心全年累积耗电量,单位为千瓦时(kW·h)；

$E_{CS,A}$ ——冷却系统全年累积耗电量,单位为千瓦时(kW·h)。

5 试验方法

5.1 一般要求

测量条件符合以下要求：

- a) 测量时机房的温湿度、照度应符合 GB/T 2887 中的相关要求；
- b) 可利用已有的配电设施和低压配电监测系统,但测量设备应进行校核；
- c) 数据中心电能计量仪表不应与供电部分计量表共用互感器,不应与计费电能表串联；
- d) 电能计量仪表应具数据输出接口；
- e) 仪表采样周期应不大于 15 min；
- f) 宜建设能效管理系统,实现对能耗数据的统计、分析和能耗指标的自动计算。

5.2 测量设备精度

电能计量仪表精度:应为 1 级或更高。

互感器精度:应为 0.5 级或更高。

5.3 测量位置

数据中心应按如下要求布置测试点：

- a) 数据中心耗电量(E_{DC})的测量位置为总电源切换开关之后,如图 1 中的 B 点所示；
- b) 冷却系统耗电量(E_{CS})的测量位置应在冷却系统的总电力输入端之前,如图 1 中的 B3 点所示。当冷却系统的各主要设备分别计量电量时,需在各设备的电力输入端之前测量,包括供电系统直接供电的冷却系统(含制冷机组、冷却塔、非 UPS 供电的水泵和风机等)的电能消耗(图 1 中的 B3 点或 C4~C7 点所示)、UPS 供电的空调末端(图 1 中的 C2 点)和 UPS 供电的水泵(图 1 中的 C3 点)三个部分。

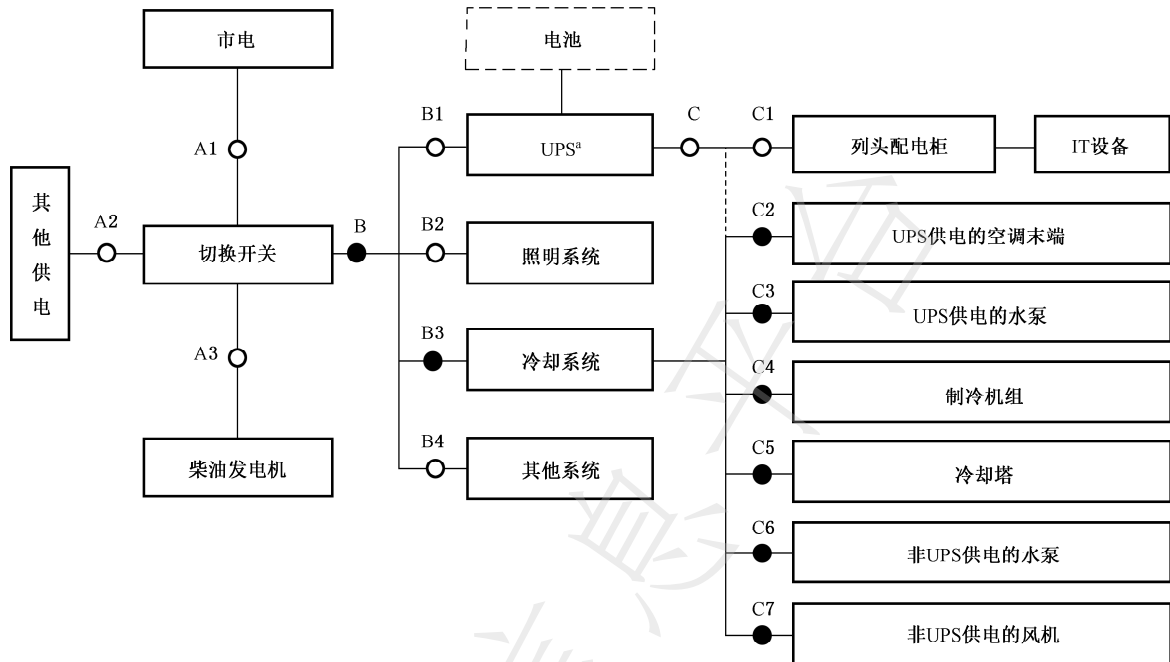


图 1 数据中心能耗测试点位置图

标引序号说明：

UPS——不间断供电系统。

^a UPS 供电的空调末端(C2)和 UPS 供电的水泵(C3),其耗电量包括 UPS 供电部分的耗电量和普通供电部分的耗电量。

5.4 试验方法

电能参数应按照 GB/T 32910.3 中的相关规定进行测量。

团 体 标 准

T/CAR 9.2—2021

数据中心冷却系统 第2部分：不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级

Cooling system for data center—Part 2: General coefficient of performance (GCOP) in different regions and energy efficiency grades

2021-12-29 发布

2022-03-30 实施

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 T/CAR 9《数据中心冷却系统》的第2部分。T/CAR 9 已经发布了以下部分：

——第1部分：综合性能系数(GCOP)测试与计算方法；

——第2部分：不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国制冷学会提出并归口。

本文件起草单位：中国制冷学会、华中科技大学、清华大学、珠海格力电器股份有限公司、广东美的暖通设备有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、麦克维尔中央空调有限公司、百度时代网络技术(北京)有限公司、腾讯科技(深圳)有限公司、华为技术有限公司、中国人民银行清算总中心、OPPO 广东移动通信有限公司、中国长江三峡集团有限公司、北京投融资商会、国家商用制冷设备质量检验检测中心、国家空调设备质量监督检验中心、中讯邮电咨询设计院有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、广东省电信规划设计院有限公司、中国建筑西北设计研究院有限公司、上海建科节能技术有限公司、湖南大学、西安工程大学、北京工业大学、西安交通大学、北京航空航天大学、东北大学、北京建筑大学、南京师范大学、中国科学院理化技术研究所、中国科学院广州能源研究所、深圳市英维克科技股份有限公司、北京英沣特能源技术有限公司、约克(中国)商贸有限公司、顿汉布什(中国)工业有限公司。

本文件主要起草人：邵双全、江亿、荆华乾、张琳、李镇杉、杨宝林、余钦、雒志明、周海涛、吴天青、张超、尼米智、唐虎、卢象明、尹立坤、蔺新星、李典林、司春强、王智超、李红霞、罗海亮、吴学渊、郑竺凌、陈焕新、李震、张泉、黄翔、谢晓云、张伟荣、周峰、鱼剑琳、李楠、袁卫星、韩宗伟、王刚、张忠斌、张海南、罗伟民、陶锴、蔡宇、吴松华、丁原伦、肖杨、赵国君、张晓宁、王云鹏。

引 言

近年来,数字经济成为我国国民经济高质量发展的新动能,云计算、5G 通信、物联网、边缘计算及人工智能的发展促进了数据中心的持续增长。运载能力和节能水平成为衡量数据中心能力的核心指标。T/CAR 9《数据中心冷却系统》旨在定义各类电能驱动的数据中心冷却系统综合性能系数(GCOP)的计算方法和测试方法,以及不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级。拟由两个部分组成。

- 第 1 部分:综合性能系数(GCOP)测试与计算方法。目的在于给出数据中心冷却系统综合性能系数(GCOP)相关的计算方法和测试方法,促进数据中心冷却系统设计与运行的能效提升,进一步提升数据中心的能源利用效率。
- 第 2 部分:不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级。目的在于结合我国不同气象区典型城市的气象参数,根据不同能效等级数据中心的要求,给出冷却系统综合性能系数(GCOP)的推荐值,以促进数据中心冷却系统设计与运行的能效提升,并进一步提升数据中心的能源利用效率。

数据中心冷却系统 第2部分：不同地区综合性能系数(GCOP)和能效等级

1 范围

本文件规定了不同地区数据中心冷却系统综合性能系数(GCOP)和能效等级。
本文件适用于电能驱动的数据中心冷却系统。
本标准不适用于非电能驱动的数据中心冷却系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

T/CAR 9.1—2021 数据中心冷却系统 第1部分：综合性能系数(GCOP)测试与计算方法

3 术语和定义

T/CAR 9.1—2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全年综合性能系数 **annual general coefficient of performance**
GCOP_A

数据中心冷却系统在一个完整年度内的综合性能系数。

注1：GCOP_A 不等于多个 GCOP_S 的平均值。

注2：单位为无量纲。

注3：综合性能系数定义见 T/CAR 9.1—2021 的 3.2。

3.2

数据中心耗电量 **electric energy consumption of data center**

E_{DC}

数据中心所有设备的耗电量。

注：单位为千瓦时(kW·h)。

3.3

冷却系统耗电量 **electric energy consumption of cooling system**

E_{CS}

数据中心内的冷却系统耗电量。

注1：主要包括直接供电的制冷机组、冷却塔、水泵、制冷剂泵、风机及空调末端等设备的耗电量。

注2：单位为千瓦时(kW·h)。

注3：冷却系统耗电量(E_{CS})的测量位置见 T/CAR 9.1—2021 中 5.3b)。

3.4

电能使用效率 electric energy usage effectiveness; EEUE

同一时间周期内数据中心总电能消耗量与信息设备电能消耗量之比。

[来源:GB/T 32910.3—2016,3.1]

4 试验方法

数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A),应按照 T/CAR 9.1—2021 的相关规定进行试验。

5 数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)和能效等级

数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)和能效等级如表 1 所示。

大型和超大型数据中心(不小于 3000 标准机架)冷却系统 GCOP_A 应不低于三级,改扩建、中小型(小于 3000 标准机架)数据中心冷却系统 GCOP 应不低于四级,如表 2 所示。

注:数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)与电能效率(EEUE)的关系见附录 A。

表 1 数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)和能效等级

分区	一级	二级	三级	四级	参考城市	适用地区
1 区	8.20	5.50	3.30	2.00	海口、广州、中国台北、中国香港、中国澳门、 南宁、福州	$\tau(12) \leq 2\ 000\ \text{h}$ 的地区
2 区	8.20	6.20	3.80	2.30	重庆、成都、武汉、长沙、南昌、合肥、南京、杭 州、上海、贵阳、昆明	$2\ 000\ \text{h} < \tau(12) \leq 4\ 400\ \text{h}$ 的 地区
3 区	8.20	6.90	4.30	2.60	西安、郑州、济南、石家庄、天津、北京、太原、 沈阳	$4\ 400\ \text{h} < \tau(12) \leq 6\ 000\ \text{h}$ 的 地区
4 区	8.20	7.60	4.80	2.90	长春、哈尔滨、呼和浩特、银川、兰州、乌鲁木 齐、西宁、拉萨	$\tau(12) > 6\ 000\ \text{h}$ 的地区

注: $\tau(12)$ 为全年室外空气湿球温度 $T_s \leq 12\ ^\circ\text{C}$ 的时间,依据《中国建筑热环境分析专用气象数据集》中所提供的全国主要地面气象站点的全年逐时气象数据。

表 2 数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)限定值

分区	大型和超大型数据中心	中小型及改扩建数据中心	参考城市	适用地区
1 区	3.30	2.00	海口、广州、中国台北、中国香港、中国澳门、 南宁、福州	$\tau(12) \leq 2\ 000\ \text{h}$ 的地区
2 区	3.80	2.30	重庆、成都、武汉、长沙、南昌、合肥、南京、杭 州、上海、贵阳、昆明	$2\ 000\ \text{h} < \tau(12) \leq 4\ 400\ \text{h}$ 的 地区
3 区	4.30	2.60	西安、郑州、济南、石家庄、天津、北京、太原、 沈阳	$4\ 400\ \text{h} < \tau(12) \leq 6\ 000\ \text{h}$ 的 地区

表 2 数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)限定值(续)

分区	大型和超大型数据中心	中小型及改扩建数据中心	参考城市	适用地区
4区	4.80	2.90	长春、哈尔滨、呼和浩特、银川、兰州、乌鲁木齐、西宁、拉萨	$\tau(12) > 6\,000$ h 的地区
注： $\tau(12)$ 为全年室外空气湿球温度 $T_s \leq 12\text{ }^\circ\text{C}$ 的时间，依据《中国建筑热环境分析专用气象数据集》中所提供的全国主要地面气象站点的全年逐时气象数据。				

附录 A

(资料性)

数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)与电能使用效率(EFUE)的关系数据中心冷却系统全年综合性能系数(GCOP_A)与电能使用效率(EFUE)的关系如表 A.1 所示。

表 A.1 不同 GCOP 能效等级的冷却系统所能达到的 EFUE 范围

分区	指标	一级	二级	三级	四级	参考城市	适用地区
1 区	GCOP	8.20	5.50	3.30	2.00	海口、广州、中国台北、中国香港、中国澳门、南宁、福州	$\tau(12) \leq 2\,000\text{ h}$ 的地区
	EFUE	1.18~1.20	1.26~1.30	1.43~1.50	1.73~1.80		
2 区	GCOP	8.20	6.20	3.80	2.30	重庆、成都、武汉、长沙、南昌、合肥、南京、杭州、上海、贵阳、昆明	$2\,000\text{ h} < \tau(12) \leq 4\,400\text{ h}$ 的地区
	EFUE	1.18~1.20	1.24~1.28	1.39~1.45	1.65~1.72		
3 区	GCOP	8.20	6.90	4.30	2.60	西安、郑州、济南、石家庄、天津、北京、太原、沈阳	$4\,400\text{ h} < \tau(12) \leq 6\,000\text{ h}$ 的地区
	EFUE	1.18~1.20	1.23~1.26	1.36~1.42	1.59~1.66		
4 区	GCOP	8.20	7.60	4.80	2.90	长春、哈尔滨、呼和浩特、银川、兰州、乌鲁木齐、西宁、拉萨	$\tau(12) > 6\,000\text{ h}$ 的地区
	EFUE	1.18~1.20	1.21~1.24	1.33~1.39	1.54~1.61		
<p>注 1: $\tau(12)$ 为全年室外湿球温度 $T_s \leq 12\text{ }^\circ\text{C}$ 的时间, 依据《中国建筑热环境分析专用气象数据集》中所提供的全国主要地面气象站点的全年逐时气象数据。</p> <p>注 2: 电源及其他设备耗电量占 IT 设备耗电量的比例为: 5%~7%(一级), 7%~10%(二级), 10%~15%(三级), 15%~20%(四级)。</p>							

参 考 文 献

[1] GB 40879—2021 数据中心能效限定值及能效等级

[2] 中国气象局气象信息中心气象资料室,清华大学建筑技术科学系.中国建筑热环境分析专用气象数据集[M].北京:中国建筑出版社,2005.

全国团体标准信息平台