

ICS ***

CCS ***

团体标准

T/CABEE 0XX-20XX

超低能耗车站建设标准

Standard for the Construction of Ultra-Low Energy Consumption

Stations in Urban Rail Transit Systems

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会

发布

中国建筑节能协会团体标准

超低能耗车站建设标准

Standard for construction of ultra-low energy consumption stations in urban rail
transit systems

T/CABEE 0XX-20XX

批准部门：中国建筑节能协会

施行日期：XXXX 年 X 月 X 日

中国建筑工业出版社

20XX 北京

中国建筑节能协会文件

国建节协标〔20XX〕 X 号

关于发布团体标准《XXX 技术标准》 的公告

现批准《XXX 技术标准》为中国建筑节能协会团体标准，标准编号为：T/CABEE ***-202*，自 202*年*月*日起实施。

协会委托主编单位收集标准的应用案例（包括政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料），并对案例进行宣传。

现予公告。

20XX 年 X 月 X 日

前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法》及《关于印发<2023 年度第二批团体标准制修订计划>的通知》（国建节协〔2023〕033 号）的要求，由上海市建筑科学研究院有限公司和深圳市市政设计研究院有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 指标要求；5 规划与设计；6 施工与验收；7 运行与维护；8 性能评价。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国建筑节能协会标准化管理办公室负责管理（联系电话：010-57811281，邮箱：biaoban@cabee.org），由*****负责具体内容的解释及标准应用案例（包括政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料）收集。标准应用过程中如有意见或建议，以及标准相关应用案例，请反馈至***（联系人：***，联系方式：***，邮箱：***，地址：***，邮编：***）。

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 录

1 总 则	5
2 术 语	6
3 基本规定	7
4 指标要求	9
4.1 一般规定	9
4.2 能效指标	9
4.3 环境参数指标	10
4.4 通风空调设备系统指标	12
4.5 电气设备系统指标	15
5. 规划与设计	17
5.1 一般规定	17
5.2 土建设计	18
5.3 通风与空调系统设计	21
5.4 照明系统设计	26
5.5 电（扶）梯系统设计	29
5.6 弱电系统设计	31
5.7 可再生能源设计	32
6 施工与验收	35
6.1 一般规定	35
6.2 施工要求	35
6.3 验收要求	37
7 运行与维护	40
7.1 一般规定	40
7.2 运行要求	40
7.3 维护要求	43
8 性能评价	46
8.1 一般规定	46

8.2 评价方法与判定	46
附录 A 建筑能效指标计算	49
A.1 一般规定	49
A.2 一次能源消耗计算规定	51
本标准用词说明	49
引用标准名录	49
附：条文说明	49

Contents

1 General provisions	5
2 Terms	6
3 Basic requirements	7
4 Indicator requirements	9
4.1 General requirements	9
4.2 Energy efficiency indicators	9
4.3 Environmental parameter indicators	10
4.4 Ventilation and air conditioning equipment system indicators	12
4.5 Electrical equipment system indicators	15
5. Planning and design	17
5.1 General requirements	17
5.2 Civil design	18
5.3 Ventilation and air conditioning system design	21
5.4 Lighting system design	26
5.5 Elevator (escalator) system design	29
5.6 Weak current system design	31
5.7 Renewable energy design	32
6 Construction and acceptance	35
6.1 General requirements	35
6.2 Construction requirements	35
6.3 Acceptance requirements	37
7 Operation and maintenance	40
7.1 General requirements	40
7.2 Operational requirements	40
7.3 Maintenance requirements	43
8 Performance evaluation	46
8.1 General requirements	46

8.2 Evaluation method and judgment	46
Appendix A: Calculation of building energy efficiency indicators	49
A.1 General requirements	49
A.2 Regulations on primary energy consumption calculation	51
Explanation of wording in this standard.....	49
List of cited standards.....	49
Addition: explanation of provisions.....	49

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家双碳重大战略决策，提升车站环境品质，降低城市轨道交通车站用能需求，提高能源利用效率，鼓励可再生能源应用，推进城市轨道交通超低能耗车站建设，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建城市轨道交通超低能耗车站的设计、施工、运行和评价，扩建和改建工程可参考执行。

1.0.3 城市轨道交通超低能耗车站的设计、施工、运行和评价除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 城市轨道交通 Urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁、轻轨、单轨、有轨电车、磁浮、自动导向轨道、市域快速轨道系统。

2.0.2 城市轨道交通超低能耗车站 Ultra-low energy consumption station for urban rail transit

适应当地气候特征和场地条件，充分利用室外环境，最大限度提高用能设备与系统能效，合理利用可再生能源，以最少的能源消耗提供适宜的室内环境，且室内环境参数和能效指标符合本标准规定的车站。

2.0.3 性能化设计 Performance-based design

以车站室内环境参数和能效指标为性能目标，利用建筑模拟工具，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求的设计过程。

2.0.4 车站能耗综合值 Comprehensive energy consumption value of the station

在设定计算条件下，单位面积年通风空调设备系统、照明系统、电（扶）梯系统、弱电系统及其他设备能耗和可再生能源系统发电量，利用能源换算系数统一换算到一次能源消耗量后，两者的差值。

2.0.5 车站综合节能率 Comprehensive energy saving rate of the station

在设计计算条件下，基准车站和设计车站的全年能耗综合值的差值，与基准车站的全年能耗综合值的比值。

2.0.6 基准车站 Benchmark station

计算车站综合节能率时用于计算符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 相关要求的车站能耗综合值的车站。其中设置参数同时参考了《地铁设计规范》GB 50157-2013、《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T51357-2019 和《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分：电梯的能量计算与分级》GB/T30559.2-2017 和《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第3部分：自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》GB/T30559.3-2017 等标准。

3 基本规定

3.0.1 超低能耗车站设计应根据气候特征和场地条件，通过精细化的性能设计、充分利用室外环境、提升能源系统能效、合理采用可再生能源达到超低能耗。

3.0.2 超低能耗车站应满足本标准技术指标的约束性条件，涉及到的各专业设备及系统等性能指标作为引导性技术措施。

3.0.3 超低能耗车站能耗包括通风空调设备系统、照明系统、电（扶）梯系统、弱电系统及其他设备能耗，不包括列车所产生的牵引能耗。

3.0.4 车站年能耗综合值的计算应符合本标准附录 A 的规定。

4 指标要求

4.1 一般规定

4.1.1 超低能耗车站应在保持健康、舒适的室内环境基础上，提升建筑能效为基本原则，规定能效指标、室内环境参数为约束性指标。

4.1.2 超低能耗车站应以能效指标为性能目标，利用模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求，规定的能源设备和系统等参数均为推荐性指标，可通过性能化设计进行优化。

4.2 能效指标

4.2.1 车站采用相对指标控制，车站综合节能率应符合表 4.2.1 中的规定：

表 4.2.1 超低能耗车站建筑能耗控制指标

气候区分类	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
车站综合节能率%	20%				

4.3 室内环境参数指标

4.3.1 车站站内环境应符合下列规定：

1 当地下车站公共区采用通风系统时，公共区夏季室内空气设计温度不应超过 30℃，且不宜高于通风室外空气计算温度 5℃。

2 当地下车站公共区采用空调系统时，站厅公共区夏季室内空气设计温度不应超过 30℃，且应低于空调室外计算干球温度 2℃~3℃；站台公共区室内空气设计温度应低于站厅公共区空气设计温度 1℃~2℃；公共区空气相对湿度应为 40%~70%。

3 当地上车站站厅采用空气调节系统时，站厅内的夏季空气设计温度不应超过 30℃，且相对湿度不应大于 70%。

4 当地上车站站厅采用通风系统时，站厅内的夏季空气设计温度不应超过 35℃，且不应超过室外空气计算温度 3℃。

5 设备与管理用房室内设计温度、相对湿度和换气次数按现行国家标准《地铁设计规范》GB50157 执行。

6 站内新风量设计指标应符合表 4.3.1-1 的规定。

表 4.3.1-1 车站主要功能空间室内新风量设计参数

空间类型	系统制式	室内新风量 $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$	新风量占系统总送风量的 比例 (%)
公共区	开式运行	30	—
	闭式运行	12.6	≥ 10
设备与管理用房	非空调系统	30	—
	空调系统	30	≥ 10

7 站内其他卫生设计指标应符合表 4.3.1-2 的规定。

表 4.3.1-2 站内其他卫生设计指标

空间类型	指标类型	限定值 (日平均浓度)
公共区	二氧化碳 (CO_2)	$< 0.15\%$
	粒径小于或等于 $10 \mu\text{m}$ 颗粒物 (PM_{10})	$< 0.25\text{mg}/\text{m}^3$
设备与管理用房	二氧化碳 (CO_2)	$< 0.10\%$
	粒径小于或等于 $10 \mu\text{m}$ 颗粒物 (PM_{10})	$< 0.15\text{mg}/\text{m}^3$

8 车站公共区室内环境污染物浓度应符合国家标准《公共场所卫生指标及限值要求》GB37488-2019 要求。

4.4 通风空调设备系统指标

4.4.1 采用多联式空调（热泵）机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数应符合现行国家标准《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级》GB21454 中一级能效的要求，不低于表 4.4.1-1 和表 4.4.1-2 的规定值。

表 4.4.1-1 风冷多联式空调（热泵）机组全年性能系数（APF）

类型	名义制冷量 (CC) kW	APF
风冷式 (APF)	$\text{CC} \leq 14$	≥ 5.20
	$14 < \text{CC} \leq 28$	≥ 4.80
	$28 < \text{CC} \leq 50$	≥ 4.50
	$50 < \text{CC} \leq 68$	≥ 4.20
	$\text{CC} > 68$	≥ 4.00

表 4.4.1-2 水冷多联式空调（热泵）机组性能系数（IPLV/EER）

类型	名义制冷量 (CC) kW	IPLV / EER
水环式 (IPLV)	$\text{CC} \leq 28$	≥ 7.00
	$\text{CC} > 28$	≥ 6.80
地埋管式 (EER)	/	≥ 4.60

4.4.2 采用电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组时，在规定的标准工况下其制冷性能系数（COP）或综合部分负荷性能系数（IPLV）宜符合国家标准《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577 中一级能效的要求，不低于表 4.4.2 的规定值。

表 4.4.2 电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组性能系数(COP)和综合部分负荷性能系数(IPLV)

类型	名义制冷量（CC） kW	COP	IPLV
风冷式	CC≤50	≥3.2	≥4.5
	CC>50	≥3.4	≥4.3
水冷式	CC≤300	≥5.3	≥6.0
	300<CC≤528	≥5.8	≥7.8
	528<CC≤1163	≥6.2	≥8.1
	CC>1163	≥6.4	≥8.5
蒸发冷却式	CC≤300	≥3.2	≥5.4
	CC>300	≥3.4	≥5.8

4.4.3 采用名义制冷量大于 7.1kW、电机驱动的单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组时，其能效等级宜达到现行国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB19576 及《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》 GB37479 的一级能效要求,其在名义制冷工况下和规定条件下的能效宜符合表 4.4.3-1~表 4.4.3-4 的规定值。

表 4.4.3-1 风冷式单元式空气调节机制冷季节能效比（SEER）/全年性能系数（APF）

名义制冷量 CC （kW）		全年性能系数 APF/制冷季节能效比 (SEER) (Wh/Wh)
热泵型（APF）	7.0≤CC≤14.0	3.50
	>14.0	3.40
单冷式（SEER）	7.0≤CC≤14.0	4.50
	>14.0	3.60

表 4.4.3-2 水冷单元式空气调节机制冷综合部分负荷性能系数（IPLV）

名义制冷量 CC (kW)	制冷综合部分负荷性能系数 IPLV (W/W)
7.0≤CC≤14.0	4.00
CC>14.0	4.50

表 4.4.3-3 风冷式风管送风式空调机组制冷季节能效比（SEER）/全年性能系数（APF）

名义制冷量 CC (kW)		全年性能系数 APF/制冷季节能效比 (SEER) (Wh/Wh)
热泵型（APF）	CC≤7.1	3.80
	7.1<CC≤14.0	3.60

单冷型 (SEER)	14.0 < CC ≤ 28.0	3.40
	CC > 28.0	3.00
	CC ≤ 7.1	4.20
	7.1 < CC ≤ 14.0	4.00
	14.0 < CC ≤ 28.0	3.80
	CC > 28.0	3.20

表 4.4.3-4 水冷风管送风式空调机组制冷综合部分负荷性能系数 (IPLV)

名义制冷量 CC (kW)	全年性能系数 APF ((Wh-Wh))
CC ≤ 14.0	4.20
CC > 14.0	4.00

4.4.4 采用分散式房间空气调节器时，其全年能源消耗效率 (APF) 宜符合现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455 中一级能效要求，不低于表 4.4.4 的规定值。

表 4.4.4 分散式房间空气调节器全年能源消耗效率 (APF)

名义制冷量 (CC) kW	热泵型房间空气调节器全年性能系数 (APF)	单冷式房间空气调节器制冷季节能效比 (SEER)
CC ≤ 4.5	≥ 5.00	≥ 5.80
4.5 < CC ≤ 7.1	≥ 4.50	≥ 5.50
7.1 < CC ≤ 14.0	≥ 4.20	≥ 5.20

4.4.5 集中空调系统的制冷机房系统名义工况能效比、制冷机房系统全年平均设计能效比宜达到现行国家标准《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100 的一级能效要求，不低于表 4.4.5 的规定值。

表 4.4.5 高效空调制冷机房评价标准

冷源系统全年能效比	气候分区	一级能效等级
	严寒/寒冷地区	≥ 5.50
	夏热冬冷地区	≥ 5.60
	夏热冬暖地区	≥ 5.70

4.4.6 轨道交通车站空调季空调系统运行能效比不宜低于制冷系统运行能效比的 70%。

4.5 电气设备系统指标

4.5.1 在满足照度、照度均匀度等照明指标的基础上，车站各功能区室内照明功率密度值应达到国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 规定限值的70%以下，地下车站应符合表 4.5.1 的规定值，地上车站应符合表 4.5.2 的规定值。

表 4.5.1-1 地下车站照明系统能耗指标

场所/房间		照明标准值 (lx)	照明功率密度限制 (W/m ²)
地铁站厅	普通	100	≤3.15
	高档	200	≤5.6
地铁进出站门厅	普通	150	≤3.85
	高档	200	≤5.6

表 4.5.1-2 地上车站照明系统能耗指标

场所/房间	照明标准值 (Lx)	照明功率密度限制 (W/m ²)
地铁站厅	150	≤4.2
地铁进出站门厅	100	≤4.2

4.5.2 应选用节能型电梯，宜采用变频调速拖动方式或带能量回馈装置，电梯能量性能等级不应低于国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分：电梯的能量计算与分级》GB/T30559.2-2017 规定的 A 级能效要求。

4.5.3 应选用全变频公交重载型自动扶梯与自动人行道，宜设置能量回馈装置，自动扶梯及自动人行道能量性能等级不应低于国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第3部分：自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》GB/T30559.3-2017 规定的 A+++级能效要求。

5 规划与设计

5.1 一般规定

5.1.1 应遵循集成统筹原则，推进建筑、结构、机电设备、装饰装修等各专业协同设计。

5.1.2 地铁线路设计和选择应符合城市总体规划、城市轨道交通线网规划及近期建设规划，并应与城市综合交通规划相协调。

5.1.3 应以达到本标准规定的控制性指标为导向，结合社会经济效益测算，实行多指标性能化设计。

5.1.4 土建工程、装饰装修与机电设备应一体化设计。

5.2 土建和装饰装修设计

5.2.1 应按系统功能要求布置设备与管理用房，并采用标准化、模块化、集约化设计。

5.2.2 应结合场地自然条件和车站功能需求，对车站的站型、平面布局、内部空间、地面车站围护结构等进行节能设计，且应符合国家有关节能设计的要求。

5.2.3 降压变电所、通风空调机房等设备用房应设置在靠近车站冷热负荷中心的位置，缩短能源供应输送距离。

5.2.4 采取合理措施降低地下车站出入口活塞风的侵入；严寒和寒冷地区的出入口、地面亭开口方向应避开冬季主导风向，无法避开时，应采用合理措施减少冷风渗透。

5.2.5 地上车站的公共区和管理用房宜充分利用天然采光和自然通风，宜规整紧凑，避免过多的凹凸变化，设备房宜靠近外窗布置。地上车站的南向与西向建筑外墙面及开设天窗的屋面应设置遮阳措施，建筑外遮阳装置应兼顾通风与冬季日照。

5.2.6 地上车站及其附属建筑应采取具备保温隔热性能的节能型围护结构，围护结构的热工性能及节能构造措施应满足表 5.2.6-1 和表 5.2.6-2 的要求。

表 5.2.6-1 地上车站非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K 值 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$				
	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
屋面	0.10-0.20	0.10-0.30	0.15-0.35	0.30-0.60	0.20-0.60
外墙	0.10-0.25	0.10-0.30	0.15-0.40	0.30-0.80	0.20-0.80
地面及外挑楼板	0.20-0.30	0.25-0.40	—	—	—

表 5.2.6-2 地上车站外窗(包括透光墙)传热系数(K)和太阳得热系数(SHGC)值

性能参数		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温暖地区
传热系数 K 值 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$		≤ 1.2	≤ 1.5	≤ 2.2	≤ 2.8	≤ 2.2
太阳得热系数 SHGC	冬季	≥ 0.45	≥ 0.45	≥ 0.40	—	—
	夏季	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.15	≤ 0.15	≤ 0.30

5.2.7 地上车站的屋顶透光部分面积不应大于屋顶总面积的 20%。当不能满足规定时，应按国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 规定的方法进行权衡判断。

5.2.8 地上车站设备区的单一立面外窗（包括透光幕墙）应设可开启窗扇，其有效通风换气面积不宜小于外窗面积的 10%。

5.2.9 地上车站封闭建筑空间的外门、外窗的气密性分级应符合现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 7106 中的相关规定，且多层地上车站封闭建筑空间外窗的气密性不应低于 6 级，外门的气密性不应低于 4 级。

5.2.10 地上车站的幕墙的气密性应符合国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086—2007 中 5.1.3 的规定且不应低于 3 级。

5.2.11 地下车站应根据气候环境条件、车站建筑形式、通风与空调制式等因素综合选定站台门型式，站台门宜具有较好的密封性和隔热性。

5.2.12 当非空调季节较长时，地下车站宜设置可调通风型站台门系统，降低过渡季节空调能耗。

5.2.13 地下车站地面进风和活塞风风亭应设置在空气洁净的位置，且宜设在排风亭的上风侧，排风亭口部的设置宜避开当地主导风向。

5.3 通风与空调系统设计

5.3.1 冷热源机组选型应综合技术经济因素进行方案比选和性能优化。能效系数不应低于本标准第 4.4 条的要求。

5.3.2 通风空调系统应进行近远期及全年逐时负荷预测分析，合理设计车站的通风空调系统容量。设备宜接近期和远期配置，并分期实施，设备应具备调节能力。

5.3.3 地下车站公共区通风空调系统和区间隧道通风系统应统筹设计、协调运行，并应满足系统全年运行功能与节能控制调节的要求。

5.3.4 地下车站公共区和设备管理用房区空调系统冷源宜分开设置。小系统负荷计算应考虑设备发热量特性，设备用房空调负荷应考虑不同运营时段负荷的差异，且设备用房空调系统宜变频控制。

5.3.5 在技术经济性合理的前提下，可采用冷媒直接膨胀制冷系统、蒸发冷却制冷系统或磁悬浮冷水机组。夏季室外空气设计露点温度较低的地区，宜采用蒸发冷却冷水机组作为空调系统的冷源。

5.3.6 在保证室内热舒适和经济合理的前提下，地下车站空调水系统宜采用高于 7℃ 的冷水供水设计温度或大温差设计。空调水系统设计在分析经济性的前提下合理采取降阻措施，如合理规划与布置管路走向缩短管道总长度，采用低阻力管件，合理选择管径等。

5.3.7 冷却塔台数与冷水机组台数宜相同，选型应根据当地环境湿球温度，结合冷却塔的热工性能曲线进行校核。冷却塔选型的逼近度不宜大于 4℃。冷却水泵和冷却塔宜采用变频运行。

5.3.8 空调室外机组、冷却塔等室外冷却装置的安装位置符合下列规定：

- 1 远离餐饮油烟、污浊气流影响的区域；
- 2 噪声和排热、排湿满足周围环境要求；
- 3 应设置在通风良好且环境清洁的场所，并应与周围环境相协调；
- 4 为美观而设置的遮蔽百叶采用水平百叶，且透气率达到 90%；
- 5 确保进风与排风通畅，保证良好的通风散热效果；
- 6 冷却塔周围应设置排水措施。

5.3.9 空调系统应采用高效率的水泵及风机，提高输配系统能效，相关设备的能效等级应符合以下要求：

- 1 空调水泵、风机应达到相应能效评价标准的一级能效要求；
- 2 通风及空调系统风机的单位风量耗功率应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定；
- 3 空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比宜较现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定低 20%以上；
- 4 空调水系统、风系统应采用变频措施。

5.3.10 公共区全空气系统应具备最小新风运行及全新风运行的条件。小新风机变频调节，宜采用与室内 CO₂ 联动的控制策略。采用风机盘管、多联式空调机等空调末端的独

立机械式新风系统应具备在过渡季节加大新风量运行的条件。

5.3.11 严寒和寒冷地区地面车站管理用房应设置供暖装置，设备用房与管理用房宜分别设置供暖装置，室内温度宜维持在 18℃；其他气候区可根据当地气候情况及人员和设备需求，合理选择是否供暖装置。设备用房宜根据工艺要求设供暖装置，温度宜按工艺要求确定，供暖系统热源应优先采用附近热网。

5.4 照明系统设计

5.4.1 车站的照明系统设计应综合技术经济因素进行方案比选和性能优化，照明功率密度应满足 4.5.1 条的规定。

5.4.2 车站的统一眩光值、显色指数、色温、照度及照度均匀度等满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T50034、《城市轨道交通照明》GB/T 16275 和《地铁设计规范》GB 50157 的规定。

5.4.3 光源、镇流器的能效不应低于相关能效标准的二级能效要求。

5.4.4 除特殊要求外，照明光源宜采用发光二极管（LED）灯具，并满足以下要求：

- 1 照明灯具功率因数不应低于 0.9；
- 2 LED 综合节能照明装置的寿命（光通量降至初始值 70%的点燃时间）不应低于 50000h；
- 3 单颗 LED 光源的额定功率不应低于 0.3W。

5.4.5 车站应采用智能照明控制系统，具有以下功能：

- 1 地下车站出入口灯具宜采用时控或光控，在白天或高照度时关闭；
- 2 非 24h 连续运营的站台、站厅等公共区域应能够实现智能调光，在非运营时段可实现降低照度的功能。
- 3 非 24h 连续运营的站台、站厅等公共区域应能够实现智能调光，在非运营时段可实现降低照度的功能。
- 4 地上车站应在车站公共区设置亮度传感设备，在自然光线不满足照度的情况下，采用灯具补足照度。
- 5 照明系统应结合使用功能进行分区、分组、定时、感应等通过调光进行节能控制。

5.5 电（扶）梯系统设计

5.5.1 车站设计应考虑远期人流量，合理规划车站内电梯配置。

5.5.2 自动扶梯与自动人行道应选用全变频公交重载型设备，设备应结合使用场景具有节能模式与休眠模式。工作速度与节能速度（或休眠模式）可自动切换。节能模式下梯级运动速度为工作速度的 20%。休眠模式下梯级停止运动，设备驱动系统停止工作。

5.5.3 自动扶梯宜采用带能量回馈的装置，能量回馈率不应低于 40%，能量回馈系统功率因数不应小于 0.9。

5.5.4 自动扶梯和自动人行道的电动机应满足国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB18613-2020 中的 2 级能效等级及以上要求。驱动电机宜采用 6 极交流异步鼠笼型电机，额定功率因数不应小于 0.8，设备采用的减速机宜采用高效斜齿轮传动结构，机械传动效率不应小于 95%。

5.5.5 自动扶梯应结合所在地气候条件及设备提升高度设置梯路及梳齿板加热装置，梯路加热装置功率应不大于 1kW/m，梳齿板加热装置功率应不大于 0.5kW。

5.5.6 电梯系统可采用以下措施降低能耗：

- 1 当设有两台及以上电梯集中排列时，应具备群控功能；
- 2 针对曳引系统，宜采用电梯能量回馈技术和优化派梯系统技术；
- 3 电梯的轿厢内采用 LED 节能灯具，并配置轿厢无人自动关灯、驱动器休眠技术等；
- 4 电梯配置轿厢通风风扇，风扇功耗小于 $0.2 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$ ，电梯轿厢装设空调时，空调能效比 EER 不应小于 2.78。

5.6 弱电系统设计

5.6.1 自动售检票、综合监控等自动化系统的服务器、工作站、交换机、电源模块及终端应选择低功耗、高效率产品。

5.6.2 车站应设置能源管理系统，对地铁车站电能，水，热力能耗进行集中全面实时的在线监测。对于太阳能光伏发电系统，应设置监测系统对发电量和光伏组件背板表面温度进行计量。

5.6.3 能源管理系统应能对各类能耗数据进行分类，分项，分区域统计，应能根据统计的能耗数据、能耗指标等信息，进行能源的质量、负荷、需量、能效、平衡、同比、环

比、节能潜力等分析。

5.6.4 通风与空调系统节能控制应符合下列规定：

1 宜根据车站内外环境参数实时监测和通风空调负荷预测进行通风与空调系统节能控制；

2 以提高制冷系统能效比作为控制目标，并利于长期监测积累数据对冷水机组、冷水泵、冷却泵、冷却塔进行主动寻优联动控制；

3 应实现通风与空调系统的变风量与变水量运行，并应具备风系统和水系统的协调耦合控制功能。

5.6.5 车站应设置设备监控系统，对机电设备运行状态及参数进行实时监测及运行优化。

5.6.6 车站应设置室内环境质量监测系统，对车站室内环境关键参数进行监测和记录，应符合下列要求：

1 隧道内空气温度及 CO₂ 浓度；

2 新风的温度、湿度；

3 站厅和站台公共区的温度、湿度及 CO₂ 浓度；

4 颗粒物浓度监测；

5 重要设备房间的温度、湿度。

5.6.7 综合监控系统宜设置智能开关站功能，车站末班车离站后休眠乘客信息系统、自动售检票系统设备显示屏。

5.7 可再生能源设计

5.7.1 应结合当地资源条件、项目条件进行技术经济性分析和全年综合利用率分析，合理确定可再生能源利用方案。

5.7.2 新建车站的可再生能源利用系统应与车站主体工程统一规划、同步设计。既有车站在增设太阳能系统时，必须经建筑结构安全复核，满足建筑结构的安全性要求。

5.7.3 车站宜根据综合经济技术比较合理地选择太阳能光伏发电系统，应优先自发自用，并宜并网运行。

5.7.4 车站应用太阳能光伏系统时，其设计应满足以下要求：

1 性能应满足现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T51368、《光伏建筑一体化系统防雷技术规范》GB/T 36963 及《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规

程》T/CECS 418 的相关要求；

2 光伏组件初始发电效率满足以下要求：单晶硅组件效率不低于 20.5%，多晶硅及薄膜组件效率不低于 17%。

3 非水平布置或有遮挡的光伏组件阵列应依据其组件采光面的太阳辐照对系统装机容量作相应修正；

4 应设置安全、方便的检修、维护保养通道；

5 地上车站宜能装尽装。

5.7.5 光伏系统的设备及部件的使用寿命应满足国家标准的相关要求。

6 施工与验收

6.1 一般规定

6.1.1 车站施工和质量控制应符合现行国家标准《建筑节能和可再生能源利用通用规范》GB55015 和《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 的规定。

6.1.2 施工前应制定专项施工方案，通过细化施工工艺，严格过程控制，保障施工质量。

6.1.3 施工过程中节能设计变更不应降低超低能耗车站节能设计性能。

6.1.4 超低能耗车站所用材料应符合有害物质限量标准规定；所有建筑材料、部品、设备必须符合设计要求和相关标准要求，鼓励优先选用获得高性能节能标识或绿色建材标识的材料或产品。

6.1.5 施工前应对现场工程管理及技术人员、施工人员、监理人员进行专项培训。建设单位应组织设计单位向施工、监理项目部技术人员和施工管理人员进行超低能耗建筑技术专项设计交底，将设计意图、技术指标、细部做法和质量控制措施等详细说明。

6.1.6 建筑、设备与系统施工完成后，应进行调试。

6.2 施工要求

6.2.1 地上车站设备用房外墙应做好保温隔热。

6.2.2 建筑施工单位应针对热桥处理、气密性保障等关键环节制定专项施工方案，并进行现场实际操作示范。

6.2.3 设备系统安装前，应对照图纸对建筑设备能效指标进行核查。

6.2.4 机电系统施工应符合下列规定：

1 机组安装应固定平稳，并有防松动措施，吊装时应有减振措施；风管与风机应采用软管连接；室内管道固定支架与管道接触处应设置隔音垫；

2 施工时风系统所有敞开部位均应做防尘保护；

3 确保冷却塔、多联机室外机所处位置通风良好，周边不应堆放杂物及增设其他构筑物。

6.2.5 空调风系统保温应符合下列规定：

1 空调送回风管道及管道附属设施覆盖厚度需满足设计要求的保温层；

2 风系统保温层应无脱落和破损，保温层表面不得出现凝水、滴水等现象；

3 风系统的主要设备和风管的检修门不应封堵，测量孔、检查孔应做必要封堵并外包可拆卸保温，并采用明显记号标出位置；

4 对穿过混风室的风管、水管，应按照设计要求严格密封。防火泥等封堵填充材料脱落后需重新填充封堵严密；

5 风管内表面应光滑平整，非金属风管不得出现龟裂和粉化现象。

6 风系统保温材料应同时符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 相关施工验收标准的要求。

6.2.6 空调水系统及 VRV 系统保温应符合下列规定：

1 冷冻水管道及管道附属设施均应覆盖厚度满足设计要求的保温层；

2 VRV 冷媒管道及附属设施均应覆盖厚度满足设计要求的保温层；

3 管道保温层应无脱落和破损，且供冷季保温层表面不得出现凝水、滴水等现象。

6.2.7 空调系统采用的材料、构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

1 公共区及设备区通风空调、消防、给排水系统所有设备的型号、规格及技术参数符合设计要求；

2 风管、水管外保槌材料，风机盘管，散热器复试检验报告检测数据，符合设计及规范要求，并见证取样；

3 公共区及设备区管道系统试压、主干管起截断作用的阀门打压试验记录符合设计及规范要求；

6.2.8 照明系统采用的材料、构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

1 照明光源初始光效；

2 照明灯具镇流器能效值；

3 照明灯具效率或灯具能效；

4 照明设备功率、功率因数和谐波含量值；

5 电线、电缆导体电阻值。

6.2.9 电（扶）梯系统的施工安装应符合下列规定：

1 设备安装应包含对设备安装现场的开孔尺寸、吊装位置和承重预埋件的实地测量、确认工作；

2 设备安装之后应进行单机调试，对安全装置、控制装置、开关、重要零部

件和装配间隙、变频调速系统等进行检测，作适当的调整和试运行。

6.2.10 太阳能系统节能工程采用的材料、构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

- 1 太阳能光伏组件的发电功率及发电效率；
- 2 保温材料的导热系数或热阻、密度、吸水率。

6.3 验收要求

6.3.1 超低能耗车站应以单个车站为工程质量验收对象。

6.3.2 超低能耗车站施工各道工序之间应进行交接检验，上道工序合格后方可进行下道工序施工，并做好隐蔽工程记录和必要的影像资料。

6.3.3 应对通风与空调系统、照明系统以及电（扶）梯系统的性能参数、节能控制措施对照图纸进行核查。

6.3.4 设备系统施工完成后，应进行联合试运转和调试，并应对通风空调与照明系统节能性能进行检测，检测结果应符合设计要求。

6.3.5 监测与控制节能工程的传感器和执行机构，其安装位置和方式应对照图纸进行核查；预留的检测孔位置在管道保温时应做明显标记。

6.3.6 超低能耗车站验收时应对下列资料核查：

- 1 设计文件、图纸会审记录、设计变更和技术核定单；
- 2 主要材料、关键设备和构件的质量证明文件、进场验收记录、型式检验报告或进场复验报告；
- 3 第三方现场检测报告；
- 4 专项施工方案和专项监理细则；
- 5 联合试运转报告

6.3.7 设备系统节能性能检测应符合下列规定：

- 1 夏季室内平均温度不得高于设计温度 2℃，且不应低于 1℃；
- 2 通风、空调（包括新风）系统的总风量与设计风量的允许偏差不应大于 10%；
- 3 各风口的风量与设计风量的允许偏差不应大于 15%；
- 4 空调机组的水流量允许偏差，变流量系统不应大于 10%；
- 5 冷冻水、冷却水的循环流量与设计流量的允许偏差不应大于 10%；

- 6 照度不应低于设计值的 90%，照明功率密度不应大于设计值。
- 7 空调季节站内平均温度不得高于设计温度 2℃，且不应低于 1℃。
- 8 室内环境其他参数满足本标准第 4.3 节中关于室内环境参数指标的要求。

6.3.8 对于安装太阳能光伏发电系统的车站，应对太阳能光伏发电系统发电效率和组件背板最高工作温度进行检测，检测结果应对照设计要求进行核查。

7 运行与维护

7.1 一般规定

7.1.1 车站的运行与维护应在保证设备安全和满足室内环境设计参数的前提下，建立节能管理制度及设备系统节能运行操作规程。

7.1.2 运行管理技术人员应全面了解超低能耗车站的技术措施，并根据调试、验收、交付过程的技术资料，制定针对各技术措施的专项运行管理方案，并编制相应的运行管理手册，建立全套的设备的资产维修管理系统。

7.2 运行要求

7.2.1 车站正式投入使用的第一个年度，应对车站能源系统进行调适。系统调适应符合下列规定：

- 1 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；
- 2 应覆盖中控系统及所有联动工作的用能系统；
- 3 调适工作宜从正式投入使用开始延续至第 3 个完整年度结束。

7.2.2 通风空调系统可根据车站内外环境参数实时监测和通风空调负荷预测进行节能控制，应采用以下措施：

1 空气调节水系统应根据冷水回水温度、供回水温差或系统供冷量进行冷水机组运行台数控制，多压缩机冷水机组应实现压缩机运行台数控制；

2 变频的冷冻水和冷却水系统宜采用定总管供回水温差的变频控制策略；

3 冷却塔出水温度应基于冷源系统总能耗最低原则，根据负荷和室外气象参数的变化，建立动态的调控策略，优化冷却水供水温度，实现节能运行。冷却塔风机运行数量及转速应根据冷却塔出水温度进行调节。

4 车站公共区通风与空气调节系统应采用风机变频调速的变风量控制；变风量控制应优先于变水量控制，并应符合本标准第 4.3.1 条的最小新风量规定；

5 多联机室内机的设定温度应与房间设计温度相符；在房间实际运行温度与设计温度相符时，室内湿度超标严重，可开启多联机除湿模式或增设独立小型除湿机，不应降低房间室内机设定温度。

7.2.3 采用智能照明控制系统或设置多种照明控制模式，在不同场景下对照度进行调节。

7.2.4 电扶梯和自动步道应采用节能运行模式，当电梯无外部召唤时进入休眠模式，关闭电梯的轿厢照明及风扇，控制系统自身进入待机模式，减少能量消耗；自动扶梯与自动步道应在无人使用时，应停驶或慢速行驶。

7.2.5 车站运行单位应对车站运行参数进行记录 and 数据分析，并应符合下列规定：

1 记录车站开通后的总用电量和可再生能源利用量。同时需要记录各分项能耗的用电量：包括通风/空调系统、电（扶）梯系统、照明系统、给排水系统、屏蔽门、弱电、其他专业系统、广告/商业用电等；

2 除满足本标准对各项能耗数据的记录要求外，尚应记录车站同期的客流情况、室内外环境参数等信息；

3 每年应对车站运行数据进行分析，并应与上一年度相应数据进行纵向比对分析，或与相同气候区、相同功能的车站运行数据进行横向比对分析。

7.2.6 应每年根据车站能耗数据、运行记录和气象数据，对车站用能设备年度运行情况进行分析，及时调整运行策略或使用方式。

7.3 维护要求

7.3.1 车站节能及相关设备与系统维护应符合下列规定：

1 系统日常运行中，设备、附件和管道的表面应保持整洁，且应无明显锈蚀。绝热层应无脱落和破损，且应无跑冒滴漏和堵塞现象。

2 应对自动控制系统的传感器、变送器、调节器和执行器等基本元件进行日常维护保养，并应按工况变化调整控制模式和设定参数。

3 基于物联网、大数据分析及人工智能技术，构建涵盖实时状态感知、综合监视、智能诊断的集成化平台。

4 对自控设备和控制系统的定期维护，目的在于保障节能控制系统正常工作，达到节能运行的目标。

5 数字化的管理平台需要满足以下几点功能需求：

1) 可视化功能：提供设备状态、告警信息、运维流程的全景可视化展示，支持实时数据动态更新与多维度图表分析。

2) 维护支持功能：包括故障自动报警、维修工单自动派发、历史维修记录追溯，

并支持移动终端远程操作。

- 3) 智能分析功能：利用 AI 技术对设备故障进行预测性分析（如趋势分析、故障根因定位），并生成优化维护策略。
- 4) 运维管理功能：实现资产全寿命周期管理，涵盖设备台账、维修计划、备件库存及成本核算的数字化管理。

7.3.2 机电设备系统（包括空调系统、照明系统和电梯系统）应定期检查和维护保养。

7.3.3 太阳能光伏系统应定期进行检查和维护保养。

8 性能评价

8.1 一般规定

8.1.1 应对超低能耗车站进行评价，评价应贯穿设计、施工及运行全过程。

8.1.2 评价应以单个车站为对象。

8.1.3 评价应以超低能耗车站相关性能模拟计算的结果为基础，结合实际检测结果，综合判定。

8.2 评价方法与判定

8.2.1 设计阶段评价应在施工图设计文件审查通过后进行，并应符合下列规定：

- 1 设计阶段审查应重点核查土建设计、用能系统设计和可再生能源设计；
 - 2 室内环境指标审核应以施工图纸为依据，包括室内温湿度设计指标、新风量设计指标；
 - 3 车站能耗指标审核应以项目的能耗计算报告为依据，应包括年通风空调、照明和电（扶）梯一次能源消耗量的核算，能耗指标的计算应符合本标准附录 A 的规定。
- 条文说明：施工图设计审查完成后应进行设计判定；竣工验收前，在施工质量评价完成后，应结合设计判定进行综合判定。判定时，应根据本标准第 4.2 节的要求，给出分类评价结果。

8.2.2 施工阶段评价应在车站竣工验收前进行，并应符合下列规定：

- 1 竣工阶段车站能耗模拟分析报告审核。依据本标准相应的能耗指标要求，审查能耗分析报告及模型，项目计算参数的输入跟现场实际采用的材料、设备的一致性、能耗计算方法、边界、结果等是否满足要求，并校核所提供分析计算报告的有效性；
- 2 竣工图纸资料审核。主要审核竣工图纸中的超低能耗车站技术措施和指标与设计阶段资料的匹配性，若竣工图纸相对于设计阶段测评资料存在可能影响车站性能的变更，则需建设单位提供重新依据竣工图纸及竣工图对应的分析材料和计算报告，测评单位依据最终的内容对超低能耗车站目标可实现性进行评判；
- 3 机电设备性能检测报告审核。对项目提供的冷源机组的型式检验报告或出厂检测报告、灯具的规格书或选型样本、灯具性能进场复验报告、空调箱进场复验报告、节能电梯出厂检测报告，以及其他节能设备性能证明材料进行校核；

4 按照本标准第 6.3 节要求开展复验与现场检测工作，对复验与现场检测结果进行校核；

5 项目施工阶段现场检查，对通风与空调系统、电（扶）梯系统、可再生能源系统以及弱电系统的安装和运行情况等进行现场检查。

8.2.3 室内环境检测应包含室内温度、湿度、新风量、室内照度、CO₂ 浓度和颗粒物浓度。

8.2.4 运行阶段评价应符合下列规定：

1 评估时间应以一年为一个周期；

2 应以车站综合节能率为评估指标，且应直接采用分项计量的能耗数据，并对其计量仪表进行校核后采用。

附录 A 车站能效指标计算

A.1 一般规定

A.1.1 车站能耗计算软件应具备下列功能：

- 1 能计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、渗漏通风热损失以及新风负荷，能计算新风热回收对车站能耗的影响；
- 2 能计算 10 个以上的建筑分区；
- 3 能计算车站空调、通风、照明、电梯系统的能耗；
- 4 可设置渗漏换气量或换气次数；
- 5 可分别设置逐时工作日和节假日室内人员数量、照明功率、电气设备功率、室内温度、供暖和空调系统运行时间；
- 6 软件可输出全年逐时负荷以及全年能耗数据。

A.1.2 车站能耗计算应符合下列规定：

- 1 气象参数应按现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定选取；
- 2 供暖空调负荷计算范围应包括围护结构传热、太阳辐射得热、车站内部散热散湿、车站渗漏通风和处理新风的显热和潜热负荷；
- 3 供暖通风空调系统能耗计算时应能考虑部分负荷及间歇使用的影响；
- 4 照明能耗的计算可考虑天然采光和自动控制的影响；
- 5 车站能耗综合值计算范围为供暖空调、照明、插座及电梯能耗，可计入可再生能源替代量，并以一次能源形式表述；各种能源种类与一次能源的转换系数应符合表 A.1.2 中的规定。

表 A.1.2 不同能源种类的一次能源系数

能源类型	换算单位	一次能源换算系数
城市电力	kWh _{一次} /kWh _{终端}	2.35
可再生能源发电	kWh _{一次} /kWh _{终端}	2.35

A.1.3 计算设计车站能耗指标应符合下列规定：

- 1 车站的形状、大小、朝向、内部的空间划分和使用功能、构造尺寸、围护结构传热系数、做法应与车站设计文件一致；
- 2 车站功能区除设计文件明确为非空调区外，均应按设置空调计算；空气调系统运行时间按表 A.1.3-1 设置；

表 A.1.3-1 不同气候区车站日运行时间

类别	空调运行月份	系统工作时间
寒冷地区	6 月 1 日到 9 月 30 日	6:00~23:00
夏热冬冷地区	5 月 1 日到 10 月 31 日	6:00~23:00
夏热冬暖地区	4 月 15 日到 12 月 15 日	6:00~23:00
严寒地区、温和地区	6 月 1 日到 9 月 30 日	6:00~23:00

- 3 房间人员密度、设备功率密度应根据项目实际情况设置，若无设计参数则按表 A.1.3-2 设置；设计车站照明功率密度值应与车站设计文件一致，表中未给出的参照国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 设置；

表 A.1.3-2 不同类型房间人员、设备、照明内热设置

建筑类型	房间类型	人均占地面积 m ²	设备功率密度 W/m ²	照明功率密度 (基准建筑取值) W/m ²
车站	站台层	5	2	8

	站厅层	5	12	8
	运营空调空间	10	5	9
	24h 空调空间	10	5	9
	开关柜室	10	0	5
	设备用房	0	0	5

4 人员在室率、照明使用时间、设备使用率按表A.1.3-3 设置；

表 A.1.3-3 车站逐时参数

		时间											
类别													
人员在室内率 (%)	全年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0	0	0	0	0	0	18	65	100	43	39	43
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		41	39	39	37	70	90	65	50	31	24	11	0
照明使用时间 (%)	全年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
设备使用率 (%)	全年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

5 人均新风量按照实际设计指标选取，新风开启率按照人员在室率计算；

6 地下车站计算渗漏通风热损失时，站台层根据10m³/s的渗透风量进行设置，站厅层根据洞口面积，按200W/m²进行设置；

7 通风、空调、照明、电（扶）梯、可再生能源系统的系统形式、数量和能效与设计文件一致。

A.1.4 基准车站能耗指标计算应符合下列规定：

- 1 车站的形状、大小、内部的空间划分和使用功能、建筑构造与设计车站一致；
- 2 车站空气调节和供暖系统的运行时间、室内温度、房间人均占有的使用面积、人员新风量、电器设备功率密度应与设计车站一致；照明功率密度值应按照表A.1.3-2确定；
- 3 基准车站围护结构热工性能和冷源性能应按国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021规定值选取，未规定的参数应与设计车站一致；
- 4 基准车站渗漏通风热损失计算时，与设计车站保持一致；
- 5 基准车站的空调系统形式应依据设计车站的系统形式按照表 A.1.4确定。
- 6 基准车站的新风运行模式与设计车站保持一致。

A.1.4 基准车站供暖、空调系统形式

系统分类	设计车站	基准车站	基准车站系统参数
冷源	离心式冷水机组	离心式冷水机组	能效值满足国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定
	螺杆式冷水机组	螺杆式冷水机组	能效值满足国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规

			范》 GB55015-2021 规定的限定值
	离心式+螺杆式冷水机组	离心式+螺杆式冷水机组	台数与实际设计方案相同,能效值满足国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	单元式空调机组、多联式空调机组或风管送风式空调机组	单元式空调机组、多联式空调机组或风管送风式空调机组	能效值满足国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
冷热水输配系统	一级泵系统	一级泵系统（定频）	冷水输送系统的耗电输冷比应按国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015规定的限定值公式计算确定
	二级泵系统	二级泵系统（定频）	冷水输送系统的耗电输冷比应按国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015规定的限定值公式计算确定
风处理和输送系统	定风量全空气系统	定风量全空气系统,风机定频	单位风量耗功率应按国家标准《城市轨道交通通风空调与供暖设计标准》GB/T51357-2019, 取值 0.42 W/(m ³ ·h ⁻¹)
	变风量全空气系统	定风量全空气系统,风机定频	单位风量耗功率应按国家标准《城市轨道交通通风空调与供暖设计标准》GB/T51357-2019, 取值 0.42W/(m ³ ·h ⁻¹)
	风机盘管+新风系统	风机盘管+新风系统	单位风量耗功率应按国家标准《城市轨道交通通风空调与供暖设计标准》GB/T51357-2019, 取值 0.42 W/(m ³ ·h ⁻¹)

A.1.5 车站能耗指标应以建筑面积为基准。

A.1.6 车站电（扶）梯能耗计算应符合下列规定：

1 基准车站的电（扶）梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数等计算参数应与设计车站一致；

2 基准车站电梯能量性能等级应按国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分：电梯的能量计算与分级》GB/T30559.2-2017规定的 2 级能效要求计算，自动扶梯、自动人行道能量性能等

级应按国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第3部分自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》GB/T30559.3-2017规定的 D 级能效要求计算。

A.2 一次能源消耗计算规定

A.2.1 车站能耗综合值应按下式计算：

$$E = E_E - \frac{E_r \times f_i}{A} \quad (\text{A.2.1})$$

式中：

E ——车站能耗综合值，[kWh/（m²·a）]；

E_E ——不含可再生能源发电的车站综合能耗值，[kWh/（m²·a）]；

A ——地下车站的建筑面积，（m²）；

E_r ——可再生能源发电量，（kW·h）；

f_i —— i 类型能源的一次能源系数，按本标准表 A.1.2 的规定。

A.2.2 不含可再生能源发电的车站能耗综合值应按下式计算：

$$E_E = (E_v \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_e \times f_i + E_q \times f_i) / A \quad (\text{A.2.2})$$

式中：

E_v ——通风系统的能源消耗，（kWh）；

E_c ——空调系统的能源消耗，（kWh）；

E_l ——照明系统的能源消耗，（kWh）；

E_e ——电（扶）梯系统的能源消耗，（kWh）；

E_q ——弱电系统及其他设备能耗。

A.2.3 车站综合节能率应按下式计算：

$$\eta_p = \frac{E_R - E_D}{E_R} \quad (\text{A.2.3})$$

式中：

η_p ——设计车站综合节能率，（%）；

E_D ——设计车站能耗综合值，[kWh/（m²·a）]。

A.2.4 空调系统的能源消耗计算应符合下列规定：

- 1 电制冷冷水机组能耗应根据车站逐时冷负荷、机组额定工况效率以及变工况的效率曲线进行计算；
- 2 多联式空调机组能耗应根据车站逐时冷负荷、全年性能系数（APF）以及变工况的效率曲线进行计算；
- 3 房间空气调节器能耗可采用额定工况性能系数（APF/SEER）进行计算；
- 4 冷冻水泵能耗应根据耗电输冷比、车站设计冷负荷以及运行小时数等进行计算；
- 5 冷却水泵能耗应根据水泵基本参数、冷却水供回水温差、车站设计冷负荷、冷水机组性能系数等进行计算；冷却塔风机能耗应根据选型的功率及运行时间计算；
- 6 新风或空调箱风机、风机盘管能耗应根据单位风量耗功率、送排风量进行计算。

A.2.5 照明系统的能源消耗应根据各功能房间设计照明功率密度及照明运行时间表进行逐时累加计算。

A.2.6 电（扶）梯能耗应按照现行国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分：电梯的能量计算与分级》GB/T30559.2、《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第3部分自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》GB/T 30559.3进行计算。

A.2.7 太阳能光伏年发电量可采用专用软件计算，或采用下式计算。

$$E_r = \sum_{i=1}^{12} \frac{I_i}{3600} \times A_r \times W_r \times \eta_r \times k_i \quad (\text{A.2.7})$$

式中：

E_r —太阳能光伏年发电量，（kWh）；

I_i —太阳能光伏板所在平面在第 i 月所接收到的太阳辐射总量，（MJ/m²）；

A_r —太阳能光伏板面积，（m²）；

W_r —太阳能光伏板单位面积额定发电功率，（W/m²）；

η_r —太阳能光伏发电系统效率，取 0.8；

k_i —太阳能光伏板发电效率修正系数，取 0.95。

A.2.8 在通风、空调、照明、电（扶）梯系统以及弱电系统及其他设备能耗中采用新型节能技术，且在附录中未规定对应的能效指标计算方法时，可依据现行相关标准进行计算；缺少标准时可基于合理性原则进行计算。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
- 《建筑环境通用规范》GB 55016
- 《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033
- 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 《地铁设计规范》GB 50157
- 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411
- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350
- 《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T 51357
- 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368
- 《声环境质量标准》GB 3096
- 《照明测量方法》GB/T 5700
- 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 7106
- 《声环境功能区划分技术规范》GB/T 15190
- 《城市轨道交通照明》GB/T 16275
- 《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613
- 《室内空气质量标准》GB/T 18883
- 《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576
- 《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577
- 《建筑幕墙》GB/T 21086
- 《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级》GB 21454
- 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455
- 《能源管理体系 要求及使用指南》GB/T 23331
- 《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能》GB/T 30559
- 《光伏建筑一体化系统防雷技术规范》GB/T 36963

《城市轨道交通能源消耗与排放指标评价方法》 GB/T 37420

《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》 GB 37479

《公共场所卫生指标及限值要求》 GB 37488

《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177

《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》 T/CECS 418

《高效空调制冷机房评价标准》 T/CECS 1100

中国建筑节能协会团体标准

城市轨道交通超低能耗车站建设标准

T/CABEE XXX-20XX

条文说明

编制说明

《城市轨道交通超低能耗车站建设标准》T/CABEE 00X-20XX 经中国建筑节能协会 20XX 年 X 月 XX 日以国建节协标（20**）第 X 号公告批准发布。

本标准编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国交通建筑的节能设计经验，同时参考了国内外先进技术标准，许多单位和学者进行了卓有成效的研究，并开展了多个项目的具体实际案例调研，为本标准的编制提供了极有价值的参考资料。

为了便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通超低能耗车站建设标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 录

1	总 则	40
3	基本规定	41
4	指标要求	43
4.1	一般规定	43
4.2	能效指标	43
4.3	室内环境参数指标	44
4.4	通风空调设备系统指标	45
4.5	电气设备系统指标	45
5	规划与设计	46
5.1	一般规定	46
5.2	土建和装饰装修设计	46
5.3	通风与空调系统设计	48
5.4	照明系统设计	51
5.5	电（扶）梯系统设计	54
5.6	弱电系统设计	55
5.7	可再生能源设计	55
6	施工与验收	58
6.3	验收要求	58
7	运行与维护	60
7.1	一般规定	60
7.2	运行要求	60
7.3	维护要求	62
8	性能评价	64
8.1	一般规定	64
8.2	评价方法与判定	64

1 总 则

1.0.1 城市轨道交通作为城市最大运量公共交通组成部分，具有高效节能、环保无污染、安全舒适等特点，是城市绿色低碳出行的重要组成部分，也是中国实现“双碳”战略的重要基础。

目前民用建筑领域根据建筑使用功能、建设地点等已编制多项超低能耗（近零能耗）方面的标准，但在轨道交通方面尚是空白。城市轨道交通场（车）站与民用建筑有很大区别，横跨建筑与交通两个领域，无法单纯使用民用建筑的超低能耗（近零能耗）标准进行评价，需要重新制定适用于城市轨道交通场（车）站的超低能耗相关标准。因此，有必要将低碳节能的发展理念贯彻到标准体系中，充分发挥轨道交通对城市发展的低碳引领作用，促进轨道交通与城市协调融合及可持续发展，为规范城市轨道交通超低能耗车站的建设，编制本标准。

1.0.2 本标准适用于新建城市轨道交通车站（含地下，地面及高架车站），也适用于改造的城市轨道交通既有车站。改建车站是指对原有城市轨道交通车站的功能或者形式进行改变，而车站的规模和占地面积均不改变的既有城市轨道交通车站。

1.0.3 符合国家法律法规和有关标准是城市轨道交通超低能耗车站的设计、施工、运行和评价的前提条件。本标准重点涉及城市轨道交通节能性能，并未涵盖通常城市轨道交通车站所应有的全部功能和性能要求，故城市轨道交通车站尚应符合国家现行有关标准的规定。

3 基本规定

3.0.1 轨道交通系统能源消费品种主要为电能，其中车站非牵引能耗占 48%。在车站非牵引能耗中，通风空调、照明、垂直交通系统能耗占比约 80%。故在城市轨道交通车站设计工作中必须从主要耗能工序出发，考虑如何尽量减少这些系统设备的能耗。在满足城市运营需要的基础上，合理地确定服务水平，将节能的总要求贯彻在设计的全过程；同时对设备系统运营模式提出合理的运营方案，对今后的城市轨道交通节能运营具有重大意义。

3.0.2 本标准要求采用性能化设计方法，即以第 4 章的相关指标规定要求为性能目标，利用模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求，因此，第 5 章规定的相关设计措施等参数均为推荐性指标和方法，可通过性能化设计进行优化和突破。

3.0.3 根据国家标准《城市轨道交通能源消耗与排放指标评价方法》GB/T 37420-2019 的划分标准，城市轨道交通能源消耗与排放指标可分为：牵引能耗、车站能耗和综合能耗，其中综合能耗指包括牵引能耗和车站能耗的总能耗，本标准中所指的能耗范围即为《城市轨道交通能源消耗与排放指标评价方法》GB/T 37420-2019 中的车站能耗，包括通风空调设备系统、照明系统、电（扶）梯系统、弱电系统及其他设备能耗，不包括列车所产生的牵引能耗。

3.0.4 车站能耗综合值为换算到标准煤当量的建筑能源消耗量，体现了车站对化石能源的消耗和对环境的影响程度，能耗范围为通风空调设备系统、照明系统、电（扶）梯系统、弱电系统及其他设备的能耗和可再生能源系统发电量。其中通风空调系统的能耗包括车站通风空调能耗和隧道通风能耗，可再生能源计算范围是设置在车站红线内，其发电量供车站使用的。为方便比对，计算中需将通风空调设备系统、照明系统和电（扶）梯系统、弱电系统和其他设备能耗和可再生能源系统发电量通过平均低位发热量和能源换算系数统一换算到标准煤当量，相应计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

不同于传统轨道交通车站节能的规定性指标，超低能耗车站以能耗性能作为评价的指标，这是一种性能化评价方法，因此评价工具是指标评价的核心。通常而言，能耗的计算结果受软件和技术人员的影响较大，不同软件、以及不同人员采用相同软件的计算

结果的一致性较差，这也是业内对性能化判断方法的主要顾虑。因此标准通过统一的设计和评价计算工具，并对数据一致化和规范化保证评估认证计算结果的准确性和权威性。

4 指标要求

4.1 一般规定

4.1.1 健康、舒适的室内环境是提升建筑能效的基本前提，超低能耗车站虽能效指标不同，但室内环境参数均应满足较高的舒适水平，因此，本标准第4章规定的室内环境参数和能效指标为最根本的约束性技术指标。

4.1.2 不同于传统轨道交通车站节能的规定性指标，超低能耗车站以能耗性能作为评价的指标，这是一种性能化评价方法，因此评价工具是指标评价的核心。通常而言，能耗的计算结果受软件和技术人员的影响较大，不同软件、以及不同人员采用相同软件的计算结果的一致性较差，这也是业内对性能化判断方法的主要顾虑。因此标准通过统一的设计和评价计算工具，并对数据一致化和规范化保证评估认证计算结果的准确性和权威性。

4.2 能效指标

4.2.1 由于不同气候区不同类型的城市轨道交通车站能耗强度差别很大，分气候区约束绝对能耗强度，在实际执行过程中缺乏可操作性，也不便于城市轨道交通超低能耗车站的推广，经研究，依据国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 采取相对节能率计算方法对超低能耗车站进行评估。由于不同气候区不同类型的城市轨道交通车站能耗强度差别很大，分气候区约束绝对能耗强度，在实际执行过程中缺乏可操作性，也不便于城市轨道交通超低能耗车站的推广，经研究，依据国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 采取相对节能率计算方法对超低能耗车站进行评估。通过文献，标准和现场调研发现，寒冷地区地下车站能耗分布在 $85 \text{ kWh/m}^2 \sim 180 \text{ kWh/m}^2$ 左右，平均能耗是 136 kWh/m^2 ；夏热冬冷地区地下车站能耗分布在 $70 \text{ kWh/m}^2 \sim 250 \text{ kWh/m}^2$ 左右，平均能耗是在 $127 \text{ kWh/m}^2 \sim 136 \text{ kWh/m}^2$ ；夏热冬暖地区地下车站能耗分布在 $70 \text{ kWh/m}^2 \sim 230 \text{ kWh/m}^2$ 左右，平均能耗是 140 kWh/m^2 。本标准基准车站的设置以国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 为基准，设置参数同时参考了国家标准《地铁设计规范》GB 50157-2013、《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T 51357-2019、《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能》GB/T 30559-2017

等相关节能规范要求，在此基础上提出超低能耗车站综合节能率降低 20%的要求。

4.3 室内环境参数指标

4.3.1 超低能耗地铁车站室内环境参数应满足适当的热舒适水平。室内热湿环境参数主要是指车站内的温度、相对湿度，这些参数直接影响车站内的热舒适水平和车站能耗。

1 车站采用通风系统时站内夏季的空气设计温度不宜高于室外空气计算温度 5°C 的规定是参照国家标准《工业企业设计卫生标准》GB/Z1—2010 制定的。城市轨道交通车站散热量较大，乘客进出车站都在匆忙走动，与散热量大的车间、轻度作业的条件类似。城市轨道交通车站公共区室内设计温度不应超过 30°C 的规定，是根据城市轨道交通特点制定的。城市轨道交通车站内的温度比较稳定，不受室外空气温度瞬时波动的影响，当站内出现较高温度时，会延续较长的时间，同时站内的相对湿度也比较大，影响热感觉指标，因此站内的空气设计温度不宜太高。根据北京地铁车站长期的观测，当车站温度超过 30°C 时，工作人员、乘客都感到很不舒适，闷热难受。

2 城市轨道交通车站的空气调节属舒适性空气调节。城市轨道交通环境是人员密集、短时间逗留的公共场所，乘客完成一个乘车过程，从进站、候车到上车，在车站上一般为 $3\text{min}\sim 5\text{min}$ ，下车出站约需 3min ，其余大部分时间在车厢内。因此，车站的空气调节有别于一般舒适性空气调节。既然乘客在站厅和站台的时间特别短，只是通过和短暂停留，为了节约能源，只考虑乘客由地面进入城市轨道交通车站有较凉快的感觉，满足于“暂时舒适”就可以了。人们对温度变化有明显感觉的温差为 2°C 以上，因此站厅的设计温度比室外计算温度低 2°C ，就能满足“暂时舒适”的要求。同时考虑到我国地域辽阔，各地气候条件差异较大，人们长期生活的环境条件不同，因而对温度的适应情况不同，对温度的感觉也有所差异，如南方地区的人与北方地区的人相比，更喜欢温度低一些，因此提出一个既满足不同地区人员习惯又较为灵活的温差标准。本条规定地下车站站厅的空气设计温度比空气调节室外计算干球温度低 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，站台比站厅低 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，从上海、广州地铁的实际运行情况分析，此标准是合理、可行的。

设备与管理用房室内设计温度、相对湿度和换气次数，站内新风量设计指标，二氧化碳 (CO_2) 浓度、粒径小于或等于 $10\mu\text{m}$ 颗粒物 (PM_{10}) 浓度，公共区室内环境污染物浓度需执行国家标准《地铁设计规范》GB50157-2013、《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T51357-2019 及《公共场所卫生指标及限值要求》GB37488-2019

的要求。

4.4 通风空调设备系统指标

4.4.1~4.4.6 本条文主要是规定城市轨道交通超低能耗车站选用制冷设备及其能效的基本要求。

空调系统冷水机组能效等级标准需执行现行国家标准《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577；房间空调器能效等级标准需执行现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455。多联式空调机组能效等级标准需执行现行国家标准《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》GB21454。单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组时，其能效等级需执行现行国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB19576 及《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB37479。对于水冷直膨空调机组，仍采用冷站能效比概念：全年累计供冷量/（压缩机耗电量+冷却泵耗电量+冷却塔耗电量）

4.5 电气设备系统指标

4.5.2 国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能第2部分：电梯的能量计算与分级》GB/T30559.2-2017 规定了电梯能量消耗估算的方法，在测量数据、计算或模拟的基础上对单台电梯的能量消耗进行估算，对于单台新安装、在用和改装的电梯的能量性能分级提供了统一的方法。超低能耗车站应使用能量性能等级高的电梯设备。

4.5.3 国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能第3部分：自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》GB/T30559.3-2017 规定了用于估算自动扶梯和自动人行道能量消耗的方法，对于新安装的、在用的或改装的自动扶梯和自动人行道进行能量性能分级提供了统一的方法。超低能耗车站应使用能量性能等级高的自动扶梯和自动人行道设备。

5 规划与设计

5.1 一般规定

5.1.1 性能化设计强调协同设计与组织，需要设立设计协调人角色，负责协调整个设计进程。设计方、施工方、建设方和运营方应组成一个协同设计工作小组，对整个项目进行全面把控。每个工作小组成员由其工作团队提供支持。在协同设计小组之外，还应成立相关方小组，由地铁建设方代表、地铁运营方代表、地铁设计方代表、施工分包商、供应商、建筑模拟专家等组成，负责共享项目设计进度信息，并提供设计信息输入和反馈。

5.1.2 轨道交通车站是城市综合交通运输网络的重要环节，具有客流集散、与多种交通方式中转换乘和乘客出行辅助服务等多项功能，因此正确、合理地选择轨道交通车站位置，既方便乘客提高出行效率，又满足城市发展要求。

5.1.3 性能化设计方法与传统设计方法不同，它以定量分析为基础，在通过关键指标参数的敏感性分析，获得对于不同设计策略的参数域下，对关键参数取值进行寻优，确定满足项目技术经济目标的优选方案。

5.1.4 土建装修一体化设计、施工，对节约能源资源有重要作用。土建和装修一体化设计，要求对土建设计和装修设计统一协调，在土建设计时充分考虑车站空间功能改变的可能性及装饰装修（包括室内、室外、幕墙）、机电及设备系统设计的各方面需求，事先进行孔洞预留和装修面层固定件的预埋，避免在装修时对已有建筑构件打凿、穿孔。这样既可减少设计的反复，又可保证结构的安全，减少材料消耗，并降低装修成本。

土建装修一体化施工，提前让机电、装修施工介入，综合考虑各专业需求，避免发生错漏碰缺、工序颠倒、操作空间不足、成品破坏和污染等问题。实践中，可由建设单位统一组织车站土建、机电、装修施工，在选材和施工方面尽可能采取工业化制造，具备稳定性、耐久性、环保性和通用性的设备和装修装饰材料，从而在工程竣工验收时室内装修一步到位，避免破坏车站构件和设施。

5.2 土建和装饰装修设计

5.2.1~5.2.2 车站建筑设计时应强化“优先空间节能”的原则。通过优化站形、平面布局、内部空间，合理控制空调供暖的规模、区域和时间，优先利用自然通风和天然采

光，从而降低供暖、空调和照明负荷，降低建筑能耗。

5.2.3 车站建筑布局也会间接影响到通风空调系统的能耗及使用效果。在建筑平面布置时，设备用房、风井等应尽可能靠近其服务的区域，相同类型的设备及管理用房应尽可能集中布置。人员经常停留的管理用房和设备发热量大的设备用房分别集中布置，有利于通风空调系统分区，减小系统管道的长度和运行过程中的水力失调，从而降低运行能耗。此外，土建风道(新风道、排风道、活塞/事故风道)的布局，如长度、转弯次数、空间尺寸等，也会对通风空调系统的能耗产生影响，应进行优化设计。

5.2.4 地下车站通过出入口与外界连通，由于列车进出站产生的活塞作用，出入口处存在着与外界的大量空气交换。夏季，车站设置空调系统时，会因此产生大量的冷量损失；冬季，大量冷空气的涌入将导致车站温度过低，需大量采取水管道加热防冻措施，也要耗费大量的能量。因此，车站出入口及其通道的建筑设计应考虑降低活塞风侵入的措施。

5.2.5 地上车站在规划设计中，应在建筑布局、朝向、体形系数和使用功能方面体现节能理念和特点，并注重与气候的适应性。通过使用天然采光、自然通风和遮阳等被动式技术，可降低地上车站建筑在过渡季和供冷季的供冷需求。

5.2.6 围护结构热工性能提升是建筑本体节能的重要措施，也是地上车站超低能耗建筑的主要特征之一。本条提出非透光围护结构热工性能参数限值，是基于《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019 中对于公共建筑对于外围护结构热工性能系数规定而设置的。

5.2.11 站台门系统的安装可阻碍站台和隧道之间的空气流动，减轻活塞风效应对车站环境的影响。当隧道空气温度高于站内空气温度时，站台门气密性的增加有利于降低环控系统能耗。然而，当隧道温度低于站内空气温度时，气密性增加会导致车站难以利用列车活塞风进行自然通风带走负荷，从而需要延长空调或通风时间。

相关文献指出，站台门的气密性增加在寒冷地区车站的节能潜力较小，而在夏热冬冷和夏热冬暖地区节能潜力较为显著。此外，在高温高湿天，站台门气密性的增加会导致站台门的玻璃起雾结露，需要增加隧道风机开启频率，从而导致能耗升高。从环控系统全年能耗来看，需要综合分析考虑是否提高站台门气密性。调研显示，当前普通车站的屏蔽门阻力系数在 $0.08 \sim 0.47 \text{ Pa}/(\text{m}^3/\text{s})^2$ 之间，屏蔽门综合传热系数 $3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。本标准建议将站台门阻力系数 $0.31 \text{ Pa}/(\text{m}^3/\text{s})^2$ 作为节能运行的引导值，当提高站台门阻力后，可有效地降低空调系统能耗。综合传热系数的取值建议参考 5.2.6 条中表 5.2.1 的

规定。

增加站台门的阻力措施包括：在滑动门、固定门、应急门、端门门体玻璃与门框间用密封胶密封，固定门与门槛间的缝隙用密封胶填充。门体上所有的密封胶或密封胶条可靠地固定或粘结在门体上，固定门、滑动门门玻璃与门框间隙不应大于 10mm，填充的密封胶能防止乘客徒手破坏。门体密封件的压缩范围足以抵消门框的挠度、制造公差，密封件用在所有类型门的运动件与固定件之间，密封件方便更换，使用寿命通常不小于 5 年。

5.2.12 地下线路可利用列车活塞效应实现对隧道和车站公共区的自然通风与换气。可调通风型站台门系统在其上部或下部设有可开闭的风口。夏季关闭风口，作为全封闭屏蔽门，将隧道与车站公共区的空间隔离，降低空调负荷；冬季、过渡季打开风口，仅作为安全门，充分利用活塞风来实现车站的通风换气，降低风机能耗。该装置在过渡季节或冬季较长的夏热冬冷地区和严寒寒冷地区具有较大的应用前景。

由于列车在运行过程中车轮与铁轨之间的不断摩擦，尤其是制动过程中产生的机械磨损会产生大量的颗粒物，因此会导致地铁隧道内的 $PM_{2.5}$ 浓度水平往往高于室外环境。屏蔽门系统可有效地阻止隧道内的重金属颗粒物、碳粉等污染物进入车站公共区。因此，采用可调通风性站台门时，需要采取必要的清洗过滤措施：如隧道定时清洗、站台门可调风口设置过滤网、站台层设置室内空气净化装置等，以保证车站公共区的室内空气质量品质。

5.2.13 规定风亭风口设置位置的主要目的是：在正常运行时，防止进、排风气流短路，影响进风品质。

5.3 通风与空调系统设计

5.3.2 车站通风空调系统能耗占整个车站能耗的比例为 30%~40%，其设计合理性对于降低此部分能耗至关重要。车站的负荷会受到多种因素的影响，包括近远期配置、室内外温湿度、客流量、列车运行频率等。因此，进行近远期和全年逐时负荷预测分析，可更准确地掌握车站的负荷特性，为系统设计提供可靠依据。通过负荷预测分析，可精准确定通风空调系统的容量和调节需求。同时在系统设计时，设备应具备调节能力，以适应负荷变化。因此，合理的容量设计和系统设计是确保通风空调系统正常运行和节能降耗的关键。

对地铁车站的冷水机组、水泵、风机等均可分别按近期、远期负荷选型，冷水机组、水泵、风机部分设备按近期配置，并预留远期扩容条件。冷塔按远期配置到位；风管、水管等管线按远期配置到位，按远期将预留设备配电电缆敷设至环控机房。当前国内已有部分城市的地铁车站空调系统采用了设备分期配置与实施方案，且已开通运营。系统设备分期配置，分期实施，可有效地降低设备系统初投资，提高近期设备运行的经济性。

5.3.3 地下线路的车站与区间隧道土建结构连为一体，当站台设置非密闭屏蔽门时，车站与区间隧道的空间是完全连通的，由于存在列车活塞作用，车站公共区与隧道之间的空气环境互相影响、联系紧密；即使站台设置密闭屏蔽门，列车进出站及停站开门期间，隧道与车站公共区之间也存在明显的空气交换。因此，系统设计时，车站公共区通风与空气调节系统和区间隧道通风系统不能割裂开来设计，要充分考虑相互的影响，统筹设计。同时，这种统筹设计既要考虑实现夏季、过渡季节、冬季全年正常和事故工况下的系统运行功能，还要兼顾节能控制调节的需要。

5.3.4 车站站台、站厅、管理用房等不同功能区域的供暖空调系统，由于使用时间、内部热扰、地下埋深存在差异，在全年运行时对于供冷供热的需求会出现差异，在供暖空调系统设计时，应根据区域负荷特点进行合理的系统划分，不同功能区域供暖空调系统可独立开关、调节，并设计有分时、分区独立控制的运行策略。

小系统负荷主要由设备用房负荷与管理用房负荷组成，其中设备用房的负荷占绝大部分，而设备用房的空调负荷主要为各系统设备发热量，弱电设备用房的设备发热量较为恒定，但强电设备房的发热量在运营与停运期间存在明显差别，进行发热量较大的供电设备用房空调负荷计算时，要对白天和夜间负荷分别进行计算。由于设备白天和夜间发热量不同，且系统专业提供的发热量也差异较大，导致设备用房的空调系统总是小温差、大风量运行，因此建议设备用房的空调系统宜采用变频控制。

5.3.5 采用更高能效的供冷设备，如磁悬浮机组，是降低车站能耗直接有效手段。目前主流厂家的磁悬浮机组的 IPLV (C) 值均超过 8.20，部分可达到 11.00；多联式空调机组其在名义制冷工况和规定条件下的制冷综合性能系数 IPLV 达到 6.0 或机组能源效率等级指标 (APF) 达到 4.5 以上，节能性显著，目前主流厂家的多联机的 IPLV (C) 值均超过 6.0，部分达 8.0 以上。

在高温干燥地区，可通过蒸发冷却方式直接提供用于空调系统的冷水，减少人工制冷的能耗，符合条件的地区应优先推广采用。

5.3.6 目前，地下车站冷水机组的供回水温度一般为 7℃ 和 12℃，提高冷水供水温度，可有效地提升冷水机组的制冷性能系数，有利于节能。城市轨道交通地下车站的夏季室内设计温湿度较其他商业办公类公建具有更宽松的要求，为提高冷水供水温度提供了一定的可行性。

空调水系统采用降阻优化设计，可降低输配系统运行能耗，是实现冷源系统性能化设计目标的重要措施之一。在设计过程中，可通过采用选择低阻力设备和阀门部件、提高水系统设计温差、适当扩大管径以及管路优化布置等措施，合理降低水系统流速及阻力，进而降低水系统输配能耗。地下车站制冷机房一般设置在地下车站的一端，由制冷机房送出远端空调机组的供水管道可采用扩大管径及选择低阻力部件的方法来减少该支路的阻力。

5.3.7 冷却塔逼近度是指冷却塔出水温度与进塔空气湿球温度之间的差值，是评价冷却塔性能的一个重要指标。逼近度的大小直接影响冷却塔的冷却效果，逼近度越小，说明冷却塔的冷却效果越好，出水温度越接近湿球温度，冷却能力越强。设计工况按照室外设计参数和不大于 4℃ 逼近度确定冷却水供水温度；冷却水温度变化对冷水机组的能效影响显著，全年运行过程中应基于冷源系统总能耗最低原则，根据负荷和室外气象参数的变化，建立动态的调控策略，优化冷却水供水温度，实现节能运行。

5.3.8 空调室外机组、冷却塔等室外冷却装置是空调系统散热的关键设备。其运行效率受安装环境的显著影响。餐饮油烟及污浊气流会导致冷却装置污染，降低换热效率，甚至使其完全失效，增加能耗并影响系统运行。因此，安装位置应远离餐饮油烟和污浊气流区域。

室外冷却装置运行时会排放废热、噪声、震动及水蒸气，对周围环境产生影响。其安装位置应与周围建筑物保持适当距离，以确保热量和水蒸气的有效扩散，以及噪声和震动的自然衰减。对周围建筑物的噪声干扰应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 及《声环境功能区划分技术规范》GB/T 15190 的要求。

为保证室外冷却装置的高效运行，应提供清洁和保养条件。其运行能效与换热条件密切相关，布置时需考虑主导风向和风压，避免热岛效应，确保进、排风通畅，防止短路。不合理的布置，如设置在通风不良的竖井内、封闭空间内、过密百叶遮挡、小尺寸箱体安装或多台设备间距过小等，会导致能效大幅降低，甚至保护性停机。

当受条件限制，不得不将室外冷却装置布置在建筑凹槽、地坑、垂直叠放或水平相

互影响的环境中，或在建筑物内部及其他不利于通风散热的环境中时，应提供计算流体力学（CFD）热环境模拟报告，并确保装置进风处的温度不高于室外温度 2℃。

5.3.9 通风与空调系统风机能效等级标准需执行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761；空调与供暖系统水泵能效等级标准需执行国家标准《离心泵能效限定值及能效等级》GB 19762。车站全空气空调系统 WS 限值可参考商业、酒店建筑全空气系统。空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比应按照国家标准 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736—2012 中第 8.11.13 条的对空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比的要求进行评价。 本条提出对以上参数的更优化要求，通过末端系统及输配系统的优化设计，降低末端和输配能耗。

车站客流量有较大的时间变化规律，并且新风负荷随室外气象参数的变化而变化，因此，应采用风机变频、水泵变频技术以适应负荷变化需求并实现节能的目的。

5.3.10 公共区全空气系统应具备最小新风运行及全新风运行的条件，以满足节能运行需求，作为人员高度密集的公共场所，并在突发公共卫生安全事件期间保障人员健康。全新风风量一般为空气调节系统的最大送风量。小新风机应采用变频调节，并宜与室内 CO₂ 浓度联动控制，以实现按需供应新风并降低通风能耗。

对于风机盘管或多联空调机加空调新风的空调系统，过渡季节应具备加大新风量运行的条件，以实现节能效果，但加大新风量涉及到风管加大、新增风机占用空间等问题，实施时可根据项目情况合理确定新风的加大量。新风进风口和新风管的面积应适应最大新风量的需要。同时排风量也应相应调整，以保持室内风量平衡。

5.4 照明系统设计

5.4.2 地铁车站公共区光源指标参考表 1：

表 1 地铁车站公共区光源指标

场所	参考平面	一般显色指数 Ra	UGR
站厅公共区	地面	≥80	≤22
站台公共区	地面	≥80	≤22
站厅售票处	距地 0.85m 工作台面	≥80	≤22
楼梯、扶梯	地面	≥80	≤22
出入口通道	地面	≥80	≤22

地铁设备区光源指标参考表 2：

表 2 地铁设备区光源指标

场所	参考平面	一般显色指数 Ra	UGR
车站控制室	距地 0.85m 工作台面	≥ 80	≤ 22
站长室	距地 0.85m 工作台面	≥ 80	≤ 22
会议室	距地 0.85m 工作台面	≥ 80	≤ 22
计算机房	地面	≥ 80	≤ 22
警务室	地面	≥ 80	≤ 22
设备区通道	地面	≥ 80	≤ 22
休息室	0.75m 水平面	≥ 80	≤ 19
卫生间	地面	≥ 60	≤ 22
各种控制室	台面	≥ 80	≤ 19
配电、弱电等设备用房	1.5m 垂直面	≥ 60	≤ 22
一般泵房	地面	≥ 60	≤ 22
消防泵房	地面	≥ 60	≤ 22
风道	地面	≥ 60	≤ 22

对于地铁内，不同场所乘客及运营人员需求不同设置色温不同的灯具，以下表格作为选取灯具类型的参考表 3：

表 3 不同场所灯具类型参考表

色表分组	色温	数值	空间感受	适用场所
I	暖色光	$\leq 3300\text{K}$	温暖、温馨、健康、舒适、宜人	休息室、厕所等
II	中性光	$3300\sim 5300\text{K}$	光线比较柔和，使人愉快、轻松、安逸	站台、站厅、通道、楼梯、办公室等
III	冷色光	$\geq 5300\text{K}$	光感明亮、色温偏冷接近自然光，使人精力集中	机房、控制室等

5.4.3 LED 灯具的能效等级参考表 4：

表 4 LED 灯具的能效等级

额定相关色温 (CCT) K	光效 lm/W		
	1 级	2 级	3 级
$\text{CCT} < 3500$	110	95	60
$\text{CCT} \geq 3500$	120	105	70
注：对于额定一般显色指数 $Ra \geq 90$ 的 LED 平板灯，其各等级光效规定值应相应降低 10 lm/W。			

5.4.4 LED 综合节能照明装置点燃 3000h 时，光通量维持率不低于 98%；点燃 6000h 时，光通量维持率不低于 94%；LED 综合节能照明装置的寿命（光通量降至初始值 70% 的点燃时间）应不低于 50000h；

在寿命 L70 期内 LED 的色品坐标与初始值的偏差在国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T7921-2008 规定的 CIE1976 均匀色度标尺图中，不应超过 0.007；

LED PN 结的最高允许工作温度不低于 120℃；

单颗 LED 光源的额定功率应不低于 0.3W，允许降功率运行；

灯具散热设计必须为结构性散热，LED 光源通过高导热系数、低热阻材质与铝合金壳体进行良好联接。LED 点亮时产生的热量由 LED 快速传导至铝合金壳体，灯具铝合金壳体作为 LED 光源的散热器以确保散热面积的最大化。

5.4.5 根据地铁运营需要可将所控区域的灯光或其他电器设备等预先设定为各种场景。如正常工作场景、消防应急场景等。需要时可通过就地面板控制、时间自动控制、照明终端中央监控控制等。需要时可通过控制室和计算机房的中央监控触摸屏和智能面板控制、也可由时间自动控制等；

车站站厅、站台公共区照明由工作照明、应急照明（备用照明、消防应急照明和疏散指示系统）组成。工作照明按车站布局交叉供电，既保证供电可靠性，又保证在客流较少时，灯具调光控制降低亮度，同时应满足规范中规定的最低照度和均匀度的要求。选取适当数量的照明灯具作为备用照明灯具；公共区照明、广告照明设车站控制和照明配电室就地控制两种控制方式；设备管理用房照明在就地设翘板开关控制；车站用于疏散的楼梯间应安装红外感应的灯具，更好地节约能源。

地下车站按照五种模式运行：全亮模式、高峰模式、低峰模式、清扫模式、停运模式；

地铁车站照明模式可参考表 5：

表 5 地铁车站照明模式

模式	公共区工作照明	公共区节电照明	设备区工作照明	区间隧道工作照明	应急照明	广告照明
全亮模式	开	开	开	手动	开	开
高峰模式	高	高	开	手动	开	开
低峰模式	中	中	开	手动	开	开

清扫模式	低	低	开	手动	开	关
停运模式	关	关	开	手动	开	关

注：地上高架与隧道之间的连接位置，设置过渡照明。

地上车站公共区应充分利用自然光光线以满足车站的日常运营需求。地上车站的照明仅用作补充照明及夜间照明。

5.5 电（扶）梯系统设计

5.5.1 根据建设与运营经验，站内及出入口无上下行自动扶梯的车站服务水平较低，不利于群众出行，后期加装电扶梯设备成本与土建成本代价极高，本条文明确在车站设计过程中应考虑远期人流量及运营服务水平设置电扶梯。

5.5.2 自动扶梯和自动人行道在休眠模式下控制系统处于工作状态，仅控制系统必需元件工作。在乘客乘梯前，自动感应切换到工作速度。自动扶梯和自动人行道在车站在客流量低时段可自动切换至休眠模式，降低设备无乘客时段能耗。当有乘客踏上扶梯时，检测装置向控制系统发出信号，扶梯开始加速直至默认工作速度。

5.5.3 自动扶梯无效能耗主要来源于驱动电机的发热、机械系统的摩擦、电气系统的损耗。根据轨道交通客流量有短时集中大流量的特点，下行自动扶梯采用能量回馈可将下行乘客的重力势能转换为电能，避免下行乘客的势能转换为热能消耗。本条文提出的节能设计一方面减少设备无效能耗，另一方面提高能源的利用率。

5.5.4 4极电机和6极电机均为成熟工业产品，4极电机的转速通常高于6极电机的转速，由于转速的差异，6极电机的扭矩通常大于4极电机。在相同条件下，6极电机能够提供更大的扭矩输出，在需要恒定扭矩的应用中6极电机表现更佳。地铁自动扶梯在客流高峰时期需提供稳定的运输能力，宜驱动电机采用6极电机。本条文明确地铁自动扶梯电机类型，同时完善电机及减速机参数要求。

5.5.5 自动扶梯设置加热装置是为了满足自动扶梯在低温环境下的使用需求。当环境温度低于0℃时，地下站出入口、地面站、高架车站的自动扶梯可设置加热装置为整个梯路加热，有效防止梯级表面结冰以及与梳齿发生碰撞，保证自动扶梯在低温环境下安全运行，提高自动扶梯运行的整体安全性。

5.6 弱电系统设计

5.6.3 车站应设置能源管理系统，具有能耗分类、分项计量与统计分析及展示功能。车站能耗分类、分项计量范围应包括通风/空调系统、电（扶）梯系统、照明系统、给排水系统、屏蔽门、弱电、其他专业系统、广告/商业用电等。

在现行国家标准《城市轨道交通能源消耗与排放指标评价方法》GB/T 37420 中，能耗分类、分项计量分为牵引、动力和照明，动力和照明分为通风/空调系统、电（扶）梯系统、照明系统、给排水系统、屏蔽门、信号、通信、其他专业系统、广告/商业用电，考虑信号、通信的能耗较稳定，因此在本标准，将信号、通信、综合监控、自动售检票、安防等系统合并为弱电系统，其他分类、分项参照现行国家标准《城市轨道交通能源消耗与排放指标评价方法》GB/T 37420。

5.6.6 在城市轨道交通线路中，车站室内环境相关的温度、湿度、二氧化碳浓度等与节能降耗相关关键参数由环境与设备监控、智能环控、设备监控等系统设置监测传感器并采集和记录现场实时数据，并为节能控制系统优化设备节能运行提供基础数据，关键参数设置 的区域、类型对优化节能运行尤为重要。可吸入颗粒物浓度主要为提高环境品质，按国家标准《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033-2022 的要求，车站公共区、地下车站付费区应监测可吸入颗粒物浓度。重要设备房间主要包括供配电用房、弱电设备用房、气体灭火介质放置用房、公众通信设备用房、警务设备用房、车站控制与管理用房等。新风主要指从新风井引空气调节、通风等系统的空气，季节、天气、时间段不同，新风焓值不同，设备监控或环境调节控制系统可根据室内环境参数及新风焓值，优化空节调节、通风系统运行，可达到节能目的。

5.6.7 本条文中的本系统指乘客信息系统、自动售检票系统、智能照明系统、设备监控系统，车站公共区照明亮度可通过智能照明系统和设备监控系统调节。

5.7 可再生能源设计

5.7.1 可再生能源有多种类型，可再生能源建筑应用系统包括太阳能系统、地源热泵系统和空气源热泵系统。本条规定了在实际选择应用时的基本原则。可再生能源的利用，其具体形式的选用，要充分依据当地资源条件和系统末端需求，进行适宜性分析，当技术可行性和经济合理性同时满足时，方可采用。

5.7.2 为了保证设置太阳能利用系统建筑物的安全和综合性能不受影响，在进行系统设

计时，均应与建筑主体一体化设计，以避免二次施工破坏建筑主体的安全性、围护结构节能性等整体功能。

既有车站建成的年代参差不齐，有的车站已使用多年，太阳能系统需安装在车站的外围护结构表面上，会加重安装部位的结构承载负荷。为保证结构安全，增设或改造太阳能系统时，必须经过建筑结构复核，确定是否可实施。复核可由原设计单位或其他有资质的设计单位根据原设计施工图、竣工图、计算书等文件进行，以及委托法定检测机构检测，确认不存在结构安全问题；否则，应进行结构加固，以确保建筑结构安全和其他相应的安全性要求。

5.7.3 太阳能利用与建筑一体化是太阳能应用的发展方向，应合理选择太阳能应用一体化系统类型、色泽、矩阵形式等，在保证热利用或光伏效率的前提下，尽可能做到与建筑物的外围护结构从建筑功能、外观形式、建筑风格、立面色调等协调一致，使之成为建筑的有机组成部分。从切实利用可再生能源电力，同时减少对外部电网冲击的角度，超低能耗车站更鼓励自发自用，灵活利用柔性控制，充分消纳建筑光伏发电系统的电力。而从供电稳定性的角度，并网光伏系统可提高建筑供电的可靠性。

5.7.4 第2款的主要目的是对光伏组件发电效率进行约束。现有光伏电池按照电池材料的不同大致以分为三类，第一类为传统的晶体硅太阳电池，如单晶硅电池、多晶硅电池；第二类为薄膜太阳电池，如碲化镉电池、铜铟镓硒电池；第三类为钙钛矿、石墨烯等新型太阳电池。经多年的发展，光伏电池发电效率在不断提高。光伏发电项目组件效率应达到《国家发展改革委等部门关于发布〈可再生能源效能标杆水平和基准水平（2022年版）〉的通知》中的标杆水平，其中单晶硅组件效率不低于20.5%，多晶硅及薄膜组件效率不低于17%。

光伏的安装位置要满足冬至日全天有3h以上日照时数的要求，为使光伏方阵实现高效、经济的运行，应对光伏组件的相互遮挡进行日照计算和分析。在设计初期对发电量进行充分测算，给出系统装机容量和年发电总量。

5.7.5 光伏系统各部件的技术性能包括：电气性能、耐久性能、安全性能、可靠性能等几个方面。1) 电气性能主要指光伏系统各部件产品应满足国家标准中规定的电性能要求。2) 耐久性能指系统中主要部件的正常使用寿命。如光伏组件寿命不少于20年，并网逆变器正常使用寿命不少于8年。在正常使用寿命期间，允许有主要部件的局部更换以及易损件的更换。3) 安全性能是光伏系统各项技术性能中最重要的一项，其中

特别强调了并网光伏系统需带有保证光伏系统本身及所并电力电网的安全。4) 可靠性能指光伏系统应具有防御各种自然条件异常的能力，其中包括应有可靠的防结露、防过热、防雷、抗雹、抗风、抗震、除雪、除沙尘等技术措施。

6 施工与验收

6.3 验收要求

6.3.1 超低能耗车站以单个车站为评价对象。超低能耗车站需按单个车站进行工程质量验收。建设单位收到工程竣工报告后，应由建设单位项目负责人组织监理、施工、设计、勘察等单位项目负责人进行单位工程验收。

6.3.3 供暖、通风与空调系统、照明系统以及电（扶）梯系统的性能参数、节能控制所涉及设备、控制策略应对照图纸对其安装位置、信号反馈、控制逻辑进行核查。

6.3.4 供暖通风与空调节能工程、照明节能工程安装调试完成后，应由建设单位委托具有相应资质的检测机构进行系统节能性能检验并出具报告。受季节影响未进行的节能性能检验项目，应在保修期内补做。供暖通风空调与照明系统节能性能检测应包括室内平均温度、供暖通风与空调系统水力平衡度、照度与照明功率密度等。

6.3.5 现场传感器等仪表设备的安装质量对监测与控制系统的功能发挥和系统节能运行效果影响较大，本条要求对现场仪表的安装质量进行重点检查。

6.3.6 真实、详细和完整的验收资料是系统运行、故障诊断、改造等的重要依据，因此，要求超低能耗车站节能验收时必须对设计文件、重要检测报告和记录等进行核查。

6.3.7 本条给出了供暖通风与空调、配电与照明系统节能性能检测的主要内容，具体检测要求见表 5。

表 5 设备系统节能性能检测主要项目及要求

序号	检测项目	抽样数量	允许偏差或规定值
1	空调机室内平均温度	以房间数量为受检样本基数，最小抽样数量按国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411-2019 第 3.4.3 条规定执行，且均匀分布，并具有代表性；对面积大于 100m ² 的房间或空间，可按每 100m ² 划分为多个受检样本。不同典型功能区域检测部位不应少于 2 处。	夏季不得高于设计计算温度 2℃，且不应低于 1℃
2	通风、空调(包括新风)系统的风量	以系统数量为受检样本基数，抽样数量按国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411-2019 第 3.4.3 条规定执行，且不同功能的系统不应少于 1 个	总风量与设计风量的允许偏差不应大于 10%
3	各风口的风量	以风口数量为受检样本基数，抽样数量按国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》	与设计风量的允许偏差不大于 15%

		GB50411-2019 第 3.4.3 条规定执行，且不同功能的系统不应少于 2 个	
4	空调机组的水流量	以空调机组数量为受检样本基数，抽样数量按国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411-2019 第 3.4.3 条规定执行	定流量系统允许偏差为 15%，变流量系统允许偏差为 10%
5	空调系统冷水、热水、冷却水的循环流量	全数检测	与设计循环流量的允许偏差不大于 10%
6	照度与照明功率密度	每个典型功能区域不少于 2 处，且均匀分布，并具有代表性	照度不低于设计值的 90%；照明功率密度值不应大于设计值

6.3.8 本条规定了太阳能光伏系统工程质量验收时，应检测的相关参数及要求。

太阳光伏发电系统年发电量是车站节能和可再生能源利用的重要指标，应准确掌握其实际运行效果。组件最高工作温度是否符合设计要求是关乎系统能否安全稳定运行的重要参数。

7 运行与维护

7.1 一般规定

7.1.1 运行能耗在车站全生命周期中占比最大，因此有效降低车站的实际运行能耗是车站节能的最终目标。通过制定合理的管理制度和节能运行操作规程，有利于保障安全运行，并达到降低能耗的目的。运行维护管理单位在制定相关管理制度时，可参照 ISO9001 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系、HSAS18001 职业健康安全管理体系及现行国家标准《能源管理体系 要求及使用指南》GB/T23331 等相关标准管理体系。

7.1.2 超低能耗车站一般采用了相对先进的节能技术措施，需要通过有效的运行管理才能实现超低能耗。对运行数据的收集整理分析，对运行效果的评估，不断完善运行管理规程是很重要的运行环节。因此，超低能耗车站的运行需要有相应层级的工程技术人员和管理架构，来落实运行维护管理。车站的运行管理人员通过参与调试、验收与移交，全面了解车站设计所采用的超低能耗技术措施，制定不同条件下的超低能耗运行策略，编制并实施系统化的运行管理规程，如操作程序手册、维修程序手册和应急操作手册等，并在运行过程中不断优化完善，以保证建筑的节能技术措施的有效运行，促进节能效果符合设计要求。传统的资产台账、运行维护数据都是纸质或孤岛化电子数据，运用传统模式无法进行快速管理及检索，建立全套的设备的资产维修管理系统可有效地对超低能耗车站进行运行管理工作。

7.2 运行要求

7.2.1 超低能耗车站立足精细化设计，正式投入使用之后，是否能够按设计意图实现高舒适度低能源消耗，取决于能否在最初投入使用的几年进行持续的系统调适。

本条文所指的“调适”包含了建筑竣工验收后的初步“调试”。“调试”是工程竣工后确认系统各部分联合运转正常的工作环节，即对各个系统在安装、单机试运转、性能检测、系统联合试运转的整个过程中，采用规定的方法完成监测、调整 and 平衡工作。除此之外，“调适”的重点工作在于建筑正常投入使用后在各典型季节性工况和部分负荷工况下，通过验证和调整，确保各用能系统可按设计实现相应的控制动作，保证车站各类设备正常高效运转。由于超低能耗车站要求多系统联动控制，因此，最初投入使用的阶段对系统的持续调适是保证，超低能耗车站正常运行必不可少的重要环节。如果条

件允许，本标准建议调适工作贯穿最初使用的3个完整年，以便使各系统达到最佳运行效果。

7.2.2 主要设备保持良好运行状态是实现超低能耗车站设计意图的基础，应定期对主要设备进行性能检测。超低能耗车站的空调系统一般是多种节能技术的组合应用，同一个冷负荷需求，系统可有多种运行方式来满足，这在中控系统体现为多变量控制。要在不同的气候条件、使用条件下寻求最优的变量组合，依靠运行人员的经验是无法做到的，需要引进智慧化运行管理平台，利用大数据分析等技术，实现运行策略的迭代优化。

城市轨道交通具有较大的客运能力，且全日运营时段存在较大的客流波动。车站公共区通风与空气调节系统设备一般按夏季高峰容量配置，采用变风量控制对系统经济运行具有重要作用。系统控制需根据全年运行时间、负荷变化、送风量变化需求等因素，通过全寿命周期技术经济分析确定变风量控制策略。工程实践表明，采用变频调节的变风量控制时，变风量优先于变水量控制，利用公共区的温度及送风温度串级调节的控制策略，节能效益更好。

7.2.3 在实际运行过程中，照明系统的分区控制、定时控制、自动感应开关、照度调节等措施对降低照明能耗作用很明显。照明系统分区需满足自然光利用、功能和作息差异的要求。功能差异如公共区、设备管理用房、走廊、楼梯间等的分区；作息差异一般指运营时间、非运营时间等的不同。对于公共区域（包括走廊、楼梯间等场所）可采取分区、定时、感应等节能控制措施。如楼梯间采取声、光控或人体感应控制；走廊可采用定时或其他的集中控制方式。

7.2.4 本条是对电梯系统的节能控制措施的要求。对垂直电梯，应具有变频调速拖动、能量再生回馈等至少一项技术，实现电梯节能。对于扶梯，应采用变频调速技术来降低使用能耗。

7.2.5 超低能耗车站运行参数的记录 and 数据分析应符合下列要求：

1 车站能源消耗情况十分复杂，主要包括通风空调系统、照明系统、电（扶）梯系统、给排水系统、屏蔽门、通信、信号、其他专业系统等。设置分项或分功能计量系统，有助于统计各类设备系统的能耗分布，发现能耗不合理之处。地下车站采用集中冷源，在系统设计（或既有车站改造设计）时必须考虑使各能耗环节如冷源、输配系统等都能实现独立分项计量。这有助于分析车站各项能耗水平和能耗结构是否合理，发现问题并提出改进措施，从而有效地实施建筑节能。

2 车站的实际客流情况每年存在差异，同时每一年的气象参数与设计气象参数也存在差距，因此需要定期对运行能耗进行分析以及时发现能耗异常情况或进一步提升系统节能运行优化的空间。设计工况和实际使用情况往往存在较大差距，分析超低能耗车站是否达到其设计能耗水平时，应根据车站的实际客流情况和实际气象参数与设计工况的各物理量相对照，建立数学模型对车站能耗实测值进行标准化修正。

3 车站的年运行数据通过与历史运行数据的对比或与本气候区类似车站的横向对比，都有助于发现实际运行的问题，并确定运行改进的方向。

7.2.6 车站的运行管理人员需要根据运行能耗变化情况，及时发现能耗异常情况，对运行策略或使用方式作出调整，进一步提升系统节能运行优化的空间。超低能耗车站各系统实现理想的节能运行是一个在调适中不断完善的过程，当系统状况与实际使用需求出现较大偏差时，应进行全面的再调适。

7.3 维护要求

7.3.1 做好与节能相关的设备的定期维护、清理保养，是保证设备正常、高效运行的前提条件。

4 设备及管道绝热设施是减少能量浪费的重要保障，如保温破损或隔汽层不严会严重影响保温性能，造成系统热量损失增大，能耗增加。应定期检查、检测，确保绝热设施完好、性能正常。有破损或失效的绝热设施应及时进行修补或更换。

5 对自控设备和控制系统的定期维护，目的在于保障节能控制系统正常工作，达到节能运行的目标。

6 数字化的管理平台需要满足以下几点功能需求：

- 1) 可视化功能：提供设备状态、告警信息、运维流程的全景可视化展示，支持实时数据动态更新与多维度图表分析。
- 2) 维护支持功能：包括故障自动报警、维修工单自动派发、历史维修记录追溯，并支持移动终端远程操作。
- 3) 智能分析功能：利用 AI 技术对设备故障进行预测性分析（如趋势分析、故障根因定位），并生成优化维护策略。
- 4) 运维管理功能：实现资产全寿命周期管理，涵盖设备台账、维修计划、备件库存及成本核算的数字化管理。

7.3.2 超低能耗车站立足于精细化设计，只有在运行阶段实现设计意图，方可达到或接近性能化设计的目标。主要设备保持良好运行状态是实现设计意图的基础，应定期对主要用能设备进行性能检测和维护保养。

7.3.3 对太阳能集热系统进行定期检查和维修，是保证其高效运行的前提。考虑到空气污染等问题影响太阳能集热器的高效运行应每年检查集热器表面，定期进行清洗。太阳能集热器和光伏组件的面积灰等因素会导致系统集热量或发电量减低，保持表面清洁是系统效率的重要保证。

1 定期清理组件面板上的遮蔽物，保持光伏组件的清洁。严禁在大风、大雨、雷雨或大雪等恶劣天气条件下清洗光伏组件；应避免在面板很热时用冷水冲洗；

2 定期开展安全检查，监控记录中是否有电量输出异常的情况，并检查组件的连接线和相关元件是否有破损、粘连等问题；应定期使用试电笔对组件的铝框、支架和钢化玻璃表面进行测试，以排除漏电隐患；

3 发现光伏组件存在玻璃粉碎、背板灼焦、明显的颜色变化、电路之间形成连通通道的气泡以及接线盒变形、扭曲、开裂或烧毁、接线端子无法良好接触等问题时，应立即调整或更换光伏组件；

4 定期检查直流汇流箱的箱体，不得存在变形、锈蚀、漏水、积灰等现象；箱体外表面的安全警示标识应完整无破损；箱体上的防水锁启闭应灵活确保正常操作；直流汇流箱内各个接线端子不应出现松动、锈蚀等现象，以确保连接稳固可靠，避免电路故障；

5 逆变器的结构和电气连接应保持完整，不应存在锈蚀、积灰等现象；逆变器运行时不应有较大振动和异常噪声；逆变器应放置在良好的散热环境中，以确保正常工作。

8 性能评价

8.1 一般规定

8.1.1 为保证超低能耗车站的实施质量，推动其健康发展，需要通过评价技术，对其设计、施工及运行全过程进行核查和管理，进一步保证质量。当车站建筑设计完成后，应对其整个设计过程进行评价，设计部分的重点是评价车站是否采取了性能化设计方法，能效指标是否达到本标准要求；当建筑建造完成后，应对其整个建造过程进行评价，建造部分的重点是评价建筑采取的“超低能耗车站施工措施”；当车站正式通车运行 1 年后，应评估其运行效果。

8.1.2 车站的能效指标是以单个车站为基准设计和确定的，因此相关评价也应基于单个车站为基础进行评价。

8.1.3 评价中能效指标的核算应以软件模拟计算的结果为基础，计算软件应与性能化设计采用的计算软件相同，并提供相应计算报告。同时结合实际检测结果，综合判定。

8.2 评价方法与判定

8.2.1 施工图设计审查完成后应进行设计判定；竣工验收前，在施工质量评价完成后，应结合设计判定进行综合判定。判定时，应根据本标准第 4 章能效指标要求，给出分类评价结果。

8.2.2 竣工验收前应对超低能耗车站建造质量进行评价，评价采用性能检测与相关资料的核验结合的方式。

8.2.3 车站室内环境检测应包含室内温度、湿度、新风量、室内照度、CO₂ 浓度和颗粒物浓度。现场检测可类比室内温湿度布点方式，采用专门仪器测量。其他相关参数检测应按现行国家标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《照明测量方法》GB/T 5700 及其他相关标准要求进行。

8.2.4 超低能耗车站运行阶段评估应在车站正式开通运行 1 年后开展。运行效果评估是对车站实际运行用能情况的反映，可作为应用各种节能技术效果的评价参考。运行阶段评估应根据本标准第 4 章能效指标要求，给出评价结果。运行阶段评价时，所参考的基准车站能耗应和设计阶段评价时保持一致，可根据实际发车对数和客流量指标进行相应的修正。实际能耗则是采用分项计量的能耗数据。

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会