



中国工程建设标准化协会标准

城市轨道交通工程低碳设计标准 xxxxxxxx

征求意见稿

XXX 出版社

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》(建标协字[2022]13 号)的要求,经广泛调查研究,标准编制组认真总结实践经验,参考有关国外标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本标准。

本标准共分为9章,主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、规划布局 与运营组织、土建工程、机电设备系统、车辆基地、能源替代、碳汇与碳捕捉。

请注意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。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理,由中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议,请寄送至中铁第四勘察设计院集团有限公司(地址:湖北省武汉市武昌杨园和平大道745号,邮编:430063)或中国建筑科学研究院有限公司(地址:北京市朝阳区北三环东路30号,邮编:100013)。

主编单位:中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国建筑科学研究院有限公司

参编单位:

主要起草人:

主要审查人:

目 次

1	总	则	2
2	术	语	2
3	基本规]定	3
4	规划布	i局与运营组织	4
	4. 1	线路	4
	4. 2	节约用地	5
	4. 3	运营组织	6
5	土建工	程	8
	5. 1	一般规定	8
	5. 2	建筑	9
	5. 3	结构	10
	5. 4	桥梁	11
	5. 5	隧道	12
	5. 6	路基	12
	5. 7	轨道	13
6	机电设	· 备系统	15
	6. 1	车辆1	15
	6. 2	通风、空调与供暖	15
	6. 3	给水与排水	21
	6. 4	供电及能源管理	22
	6. 5	弱电	24
	6. 6	站台屏蔽门与电扶梯2	25
7	车辆基	地	27
	7. 1	车辆段(场)2	27
	7. 2	综合维修中心及物资总库	28
8	能源替	代	30
9	碳汇与	i碳捕捉3	32
附	录 A 纟	线路低碳设计推荐评价标准	33

附录 B 行车低碳设计推荐评价标准	36
附录 C 车辆基地低碳设计推荐评价标准	37
本标准用词说明	39
引用标准名录	40

Contents

1 General provisions	2
2 Terms	2
3 Basic requirements	3
4 Line and operating organization	4
4. 1 Line	4
4. 2 Economize land usev	5
4. 3 Operating organization	6
5 Civil engineering	8
5. 1 General provisions	8
5. 2 Building	9
5. 3 Strucyuree	10
5. 4 Bridge	11
5. 5 Tunnel	12
5. 6 Subgrade	12
5. 7 Track	13
6 Electromechanical equipment system	15
6. 1 Vehicle	15
6. 2 Ventilation, air conditioning and heating	15
6. 3 Water supply and drainage	21
6. 4 Power supply and energy management	22
6. 5 Weak current system	24
6. 6 Platform screen doors and escalators	25
7 Base for the vehicle	27
7. 1 Depot and parking lot	27
7. 2 Comprehensive maintenance center and main storehouse	28
8 Energy substitution	30
9 Carbon sinks and carbon capture	32
Appendix.A Recommended evaluation criteria for low carbon design for lines	33

Reference standard list	40
Explanation of wording in this standdard	39
Appendix.C Recommended evaluation criteria for low carbon design for base	. 37
Appendix.B Recommended evaluation criteria for low carbon design fo driving	. 36

1 总 则

- 1.0.1 为贯彻落实低碳发展理念,推进城市轨道交通高质量发展,引导城市轨道交通工程项目设计,促进轨道交通低碳性能提升,制定本标准。本标准主要针对地铁编制,其它制式轨道交通参照执行。
- 1.0.2 本标准在于指导城市轨道交通新、改、扩(建)项目的设计,包括规划 布局与运营组织,土建工程,机电设备系统,车辆综合基地,能源替代,碳汇与 碳捕捉等方面的内容。
- 【条文说明】: 本标准范围在于设计减碳,包括为实现运维阶段减碳目标所作的设计,但不包括上下游产业的减碳。如水泥等建筑材料为减碳所采取制造工艺的优化提升等。
- 1.0.3 城市轨道交通工程设计应在满足安全可靠的前提下,实现轨道交通项目建设的低碳节能目标。
- 1.0.4 城市轨道交通工程的低碳设计要求除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准和中国标准化协会的规定。

2 术 语

2.0.1 城市轨道交通低碳设计 low carbon design of rail transit

对于城市轨道交通线路、行车、车站、车辆基地、机电设备系统等组成部分 采用碳源减量和增加碳汇技术的设计行为,包括为实现运维阶段减碳目标所作的 设计。

2. 0. 2 轨道交通碳源 Rail transportation carbon source 轨道交通建设和运营过程中产生的二氧化碳。

2.0.3 碳排放因子 carbon emission factor

用于量化导致二氧化碳排放的生产或消耗的活动系数,表示单位材料或单位 能源消耗产生的二氧化碳排放系数。

2. 0. 4 碳汇 carbon sink 在划定的范围内,绿化、植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

2. 0. 5 碳捕捉 carbon capture and storage

将城市轨道交通中的二氧化碳用各种手段捕捉然后储存或者利用的技术。

3 基本规定

- 3.0.1 识别碳源应考虑工程项目生命周期,包括建材的生产与运输,工程建造,运营维护,拆除与回收等阶段。
- 3.0.2 运营期碳源包括直接碳排放和间接碳排放。

【条文说明】:直接碳排放指在城市轨道交通运营环节化石燃料燃烧过程中导致的二氧化碳排放;间接碳排放指运营等环节外界输入系统的电力、热力等的排放。

- 3.0.3 设计推荐的碳源生产工艺宜采用国家鼓励的先进技术。应全面推广绿色低碳建材,优先选用高性能、高强度绿色材料,合理采用可再循环材料、再利用材料。
 - 1 使用获得绿色建材标识或有明确碳足迹标签的产品;
 - 2 主要设备能效应在行业内领先或先进;
 - 3 合理选用装配式施工工艺:
- 3.0.4 优先考虑本地合格低碳建筑材料。
- 3.0.5 土建与机电各类构件设计,应以方便施工为原则,必要时还应考虑分离回收的便捷性。
- 3.0.6 城市轨道交通低碳设计应符合行业和所在城市整体要求,相关技术指标应高于当地平均水准。

4 规划布局与运营组织

4.1 线路

- 4.1.1 线路设计应根据客运需求选择合适的系统制式,根据时空目标要求确定合理的速度目标值,根据线网规划、建设规划、沿线建设条件、客流情况、环境要求等确定线路走向、线路长度、敷设方式、车站布局等,满足功能需求,控制工程规模,节约土地资源,降低运营能耗。
- 4.1.2 系统制式应根据客流预测结果综合比选确定,包括考虑具备网络化运营条件,符合国家相关政策要求。
- 4.1.3 速度目标值的选择应根据项目功能定位、时空目标要求、现场建设条件等确定。对于速度目标值在 100km/h 以上, 站站停单一运行模式线路采用的速度效率 官≥50%, 快慢车越行模式线路的慢车速度效率 官≥35%。
- 【条文说明】: 速度效率指平均旅行速度与速度目标值的比值, 速度目标值的选择应符合项目功能定位和时空目标要求, 为规范速度等级, 避免高标准低效率情况, 对 100km/h 以上城市轨道交通速度效率提出具体量化指标要求。
- 4.1.4 线路选线应根据速度等级和现场条件,提高线路顺直程度,降低曲线占比,减少限速地段及平面小曲线半径数量,减少切割地块数量。
- 4.1.5 站点布局宜优先在大型综合交通枢纽、大型商业中心、大型居民点等客流集散点设站,兼顾车站均衡分布原则,站点应与轨道交通及其他交通方式接驳换乘,缩短换乘距离。
- 4.1.6 按照运营需求合理设置全线配线以及联络线,充分利用配线空间,控制联络线建设规模,达到节省投资、低碳运营的目的。
- 4.1.7 根据环评要求及现场建设条件,按照"能地上不地下"的原则,选择合适的线路敷设方式,地上、地下转换地段(敞开段)布置宜隐蔽,对周边道路交通及环境影响小,宜配置安全防护措施。
- 4.1.8 地下线和高架线均宜设置节能坡,地下线节能坡坡段长度和坡度大小根据行车速度、站间距、两站高差综合确定,节能坡宜符合行车牵引曲线特征,高架线节能坡宜兼顾节能要求和景观效果。

【条文说明】:通过节能坡研究以及高架运营线路节能坡有无对比分析,高架线

设置节能坡,节能效果是比较明显的,关键在于节能和景观效果的平衡。经工程实践验证,高架线设置 10‰左右的节能坡,具有较为明显的节能效果,对桥梁景观影响不大,有利于桥面纵向排水。

4.1.9 线路纵断面设计应统筹区间泵房和联络通道设置,控制联络通道数量,位于单向坡区间低端一侧的车站,车站坡度方向宜与区间单向坡相反。

【条文说明】:线路纵断面设计过程中,首先根据地下区间长度、坡型综合判定区间泵房和联络通道设置数量,然后合理设置节能坡、匀速坡相应坡长,在泵房和联络通道满足安全施工及运营条件下,确定其具体数量和位置,可以通过微调站位或优化车站设备大小端进一步减少联络通道数量。

车站高差较大的单向坡区间,为避免区间排水过站,在高程较低车站的端部,靠近单向坡一侧,设置车站排水泵房,车站坡度与单向坡相反,如果车站采用平坡,底板排水沟设置坡度与单向坡相反。

- 4.1.10 线路纵断面设计宜结合地质条件做好地质选线工作,盾构隧道宜避开不良地质体,避免地层软硬不均情况,降低施工难度和施工风险。
- 4.1.11 推荐线路低碳设计按照站点布局、线路顺直程度、配线设置、敷设方式、 节能坡设置、坡度与牵引曲线符合性、纵断面与地质条件符合性等进行综合性评价分级,等级分别对应三星、二星、一星低碳设计标准。

4.2 节约用地

- 4.2.1 城市轨道交通建设用地应符合城市国土空间总体规划,不占用或少占用基本农田,对于占用基本农田的应落实占补平衡情况,并按规定报批。
- 4.2.2 线路选线应符合轨道交通线网规划,线路宜沿城市道路、公共绿地布设,减少地块切割,节约集约城市建设用地。
- 4.2.3 轨道交通车站设计应满足远期客流量和运营管理需求,因地制宜布置车站,最大限度吸引客流,同时应考虑与机场、铁路、公交场站等换乘的便利性,客流组织合理、快捷、避免交叉。
- 4.2.4 轨道交通设计规划与城市地下空间规划相结合时,应充分考虑周边地下空间的开发利用,提高城市土地集约利用效率。
- 4.2.5 城市轨道交通车站附属地面设施官与周边用地建筑一体化结合或整合设

- 置,减少地面占地。独立设置的风亭及冷却塔应进行一体化设计,减少对城市景观的影响。
- 4.2.6 区间高架桥桥跨布置应根据地形地物、地面交通、城市景观等因素综合确定。一般地段宜利用城市道路绿化带等公共空间进行桥跨布置,减少道路外扩或占用沿线建设用地。
- 4.2.7 当区间桥梁承台或扩大基础侵入城市车行道时,其顶面应置于路面以下, 且埋深不宜小于 1.5m,减少道路外扩或占用行车限界。
- 4.2.8 主变电所选址应尽量在两条或多条线路的交汇处,以便同时向其他轨道交通线路供电,实现资源共享,节约电力资源和节省用地。
- 4.2.9 主变电所的平面布置应紧凑合理,减少占地面积。
- 4.2.10 车辆基地节约用地应满足以下要求:
- 1 车辆基地设计应符合线网资源共享要求,多线共址车辆基地宜对厂前区 办公设施、检修设施及辅助设施等资源共享;
- 2 车辆基地总图应尽量减少对地块周边环境的影响,综合考虑挖填平衡减少工程量措施,节省投资:
- 3 在保证功能要求和工艺流程顺畅的前提下,单体建筑布置尽量紧凑,并考虑建筑物朝向符合采暖通风需求。
- 4.2.11 控制中心应根据轨道交通线网规模、运营管理模式等进行顶层设计,集约设置、资源共享。

4.3 运营组织

- 4.3.1 运营组织应在提高客流预测深度及精度基础上,研究高峰期和平峰期客流的时间、空间分布,以安全运行、高效运营和优质服务为前提,优化运营组织方案设计,实现运能运量的精准匹配。
- 4.3.2 列车编组应研究重联编组、虚拟编组或混合编组等灵活编组方式,合理确定列车编组方案,提高列车满载率。
- 4.3.3 列车交路应结合客流特征研究多交路运营组织的可能性,合理确定列车交路方案,提高列车满载率。
- 4.3.4 车辆存放官充分发挥正线停车及停车线停车功能,降低列车空驶率。

4.3.5 低碳运营组织设计标准按照设计全日平均满载率指标进行分级:等级分为三星级、二星级、一星级低碳设计标准,分别对应满载率≥70%、70%~50%(含)、50%~30%(含)。其中,指标达到一星级为低碳运营组织设计基本要求。

【条文说明】:根据对国内部分城市轨道交通运营情况的调研,一般全日平均满载率在30%~40%,高峰时段满载率在50%~70%。考虑到设计阶段按照研究年度客流预测计算,结合实际运营情况,考虑适当提高设计阶段的全日平均满载率指标,按全日平均满载率指标达到30%~50%作为低碳运营组织设计基本要求。

5 土建工程

5.1 一般规定

- 5.1.1 建筑的功能、布局、规模和各项设施的配置,应结合工程的运营需要、城市轨道交通线网的规划布局统筹考虑,实现资源共享与集约利用。
- 5.1.2 车站、隧道、桥梁、轨道及相关附属结构等土建工程宜采用标准化设计,统一结构尺寸和部件选型,提高构件生产工厂化、施工机械化水平,以节约模板、机械等临时措施。
- 5.1.3 应合理选用土建材料及构件,提高材料构件强度,节约建材用量。
- 5.1.4 应根据施工条件、原材料等因素通过试验确定利用粉煤灰、矿渣、外加剂等辅助材料降低混凝土和砂浆中水泥用量。
- 5.1.5 应选用耐久性强,易维护,使用寿命长的装饰材料,减少资源消耗与后期运维碳排放,并符合下列规定:
 - 1 采用耐久性好的外饰面材料、防水和密封材料;
- 2 采用耐久性好、易维护的室内装饰装修材料,且每类材料的用量比例不小于 80%;
- 3 检修或设备运输需临时拆卸的建筑和装饰构件,应优先选用可重复利用 的长寿命产品,构造便于拆卸、重装和替换更新;
- 4 在满足设计要求的前提下,在内外墙等主要外露部位合理使用清水混凝土。
- 5.1.6 桥梁、隧道、路基支挡工程的结构形式应与当地环境相协调,宜优先采用与工量少的柔性生态结构,优先采用当地的建筑材料,同时宜考虑边坡绿化功能需求并同步实施。。
- 【条文说明】:借助低碳新技术取代混凝土结构,提高城市轨道交通沿线边坡防护和支挡结构植被覆盖率,在降低城市轨道交通建设期和运营维护期碳排放的同时,提升城市轨道交通沿线碳汇能力,可实现城市轨道交通工程与自然环境和谐共处。
- 5.1.7 土建工程应综合考虑永久工程和临时工程,控制结构体量,综合考虑工程全寿命周期内维修、养护、拆除、更换等因素,降低碳排放。

- 5.1.8 应充分利用建筑施工、既有建筑拆除和场地清理时产生的材料。
- 5.1.9 设计应考虑工程弃渣的复合利用,包括基坑开挖土方、隧道渣土、施工 泥浆等的回收利用。

5.2 建筑

- 5.2.1 应结合场地环境与气候特点,对项目的太阳能、风能等可再生能源利用条件进行综合分析,建筑及周边场地应为太阳能、风能等可再生能源设施提供安装条件。
- 5.2.2 应根据远期客流量控制建设规模。地下车站应合理控制顶板覆土埋深和附属工程规模; 高架车站应控制车站建筑体量与高度, 以降低对城市景观的影响。
- 5.2.3 宜采用采光天窗、下沉式广场(庭院)、光导管等手段引入自然光,减少采光能耗。
- 5.2.4 地上建筑应优化建筑窗墙比和屋顶透光面积比,综合考虑室内采光通风、供冷供暖负荷以及照明能耗之间的关系。其中,屋顶透光部分面积不应大于屋顶总面积的 20%。
- 【条文说明】: 屋顶透光部分直接受到太阳的辐射,透光部分隔热的好坏对车站内环境影响极大,尤其是夏季屋顶水平面太阳辐射强度最大,如果屋顶的透光面积越大,相应车站建筑的能耗也越大,因此对屋顶透光部分的面积和热工性能应予以严格的限制。
- 5.2.5 地上建筑的外窗应结合建筑造型和朝向采取不同的遮阳措施,并应对夏季遮阳和冬季采光进行综合分析。
 - 1 南向外窗可采用水平外遮阳、垂直外遮阳或综合式遮阳;
 - 2 东、西向外窗宜采用挡板式遮阳或综合式遮阳;
 - 3 东南、西南向外窗宜采用综合式遮阳。
- 【条文说明】:对于地面及高架车站建筑,建筑遮阳是低碳设计的重要环节。设立建筑外遮阳的方式可有效减少或控制夏季车站外窗的太阳热量进入室内,显著降低建筑空调能耗。
- 5.2.6 地上建筑应充分利用自然通风。
 - 1 严寒、寒冷、夏热冬冷地区的地面车站、高架车站、车站出入口的布局

应有利干夏季的自然通风,并避开冬季主导风向:

- 2 应合理设计外窗的位置、方向和开启方式;外窗的开启面积应满足现行 国家和地方相关标准和规范的要求;
- 3 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 不应小于外墙面积的15%。
 - 4 宜对建筑室内风环境进行计算机模拟,优化自然通风系统方案。
- 5.2.7 建筑造型要素应简约,尽量采用标准构建; 宜采用裸装修设计,减少装饰性构件的使用。装饰性构件造价占建筑总造价的比例不宜大于 1%。
- 5.2.8 应采用合理的防结露防霉措施。
 - 1 房间内表面及设备表面无肉眼可见霉菌;
 - 2 采用防结露措施,房间内表面和管道表面无结露现象。
- 5.2.9 建筑的外墙、屋面、门窗、幕墙、外保温等围护结构应符合安全、耐久和防护要求,符合国家现行标准《屋面工程技术规范》GB50345、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 等有关规定。
- 5.2.10 应重视生态保护和水土保持,节约用地,注重主体工程与自然景观、人文景观的协调,充分保护或修复场地生态环境。
- 5.2.11 应结合所在地域的气候及美学特征,合理选择绿化方式,科学配置绿化植物,并符合下列要求:
- 1 种植适合所在地气候和土壤条件的植物,种植区域覆土深度和排水能力满足植物生长需求;
- 2 采用乔、灌、草结合的复层绿化,并提高灌木、乔木等有利于土壤固碳、植物碳汇的植物比例:
 - 3 高架车站、地面车站合理选用屋顶绿化、垂直绿化等方式。
- 5.2.12 建筑物应遵循低影响开发原则,合理规划地表与屋面雨水径流,充分利用场地空间合理设置绿色雨水基础设施,对场地雨水进行收集与合理利用,场地径流控制率应满足当地海绵城市建设技术要求。

5.3 结构

5.3.1 结构设计应因地制官,选择经济合理的施工方法、工艺及结构尺寸。

- 5.3.2 在保证安全性与耐久性的情况下,对跨度较大的钢筋混凝土结构,宜采用预应力混凝土技术、混凝土空心楼板技术。
- 5.3.3 结构构件应考虑结构和装修的便利性,不宜采用截面造型复杂,施工难度大,周转材料和和装修材料消耗多的结构构件。
- 5.3.4 地铁车站的设计应优先考虑装配式结构体系;结构体系的选择应建立在规模效应的基础上。设计中宜充分利用工业化生产及机械化安装,实现结构减碳的目标。

【条文说明】: 地下车站与高架车站宜采用装配式结构体系,力求构件轻量化, 充分利用工业流水线生产,充分利用既有安装机械,便于机械化安装。

- 5.3.5 装配式地铁车站结构设计应符合下列规定:
 - 1 应采用易于安装、容错率高的节点与构件轻量化的体系;
- 2 地铁车站应遵循模数化协调统一的原则,对地铁车站及构件进行标准化设计,减少构件类型,减少模具类型,增加模具使用效率。
- 3 地铁车站应采用集成化设计,应利用信息化技术手段实现各专业的集成 化与协同设计,减少后期的装修及预留预埋等安装工作。
- 【条文说明】: 第2款 模数协调是标准化的基础,标准化设计不仅包括平面设计,而且包括构件、内部部品设计。通过对车站平面空间、构件、部品进行标准化设计,以便进行工业化生产和现场安装。

5.4 桥梁

- 5.4.1 高架区间一般地段宜采用等跨简支梁式桥跨结构,并宜采用预制架设, 经经济效益比选后也可采用预制节段拼装等工厂化施工方法。
- 【条文说明】:装配式混凝土结构采用工厂标准化生产,工程质量及外观效果更好,结构构件尺寸相对较小,可以减少轨道交通碳排放。
- 5.4.2 大跨结构宜采用预应力构件,减轻结构自重提高耐久性。
- 【条文说明】:大跨结构主要受裂缝控制,采用预应力可减小结构构件,减少轨道交通碳排放。
- 5.4.3 城市轨道交通桥梁工程宜采用高耐久混凝土,或提高受力钢筋保护层厚度。

【条文说明】:本条鼓励在桥梁工程中合理采用耐久性和节材效果好的建筑结构材料。高耐久混凝土、高强度钢等结构材料的上述功能显著优于同类建筑材料。对于桥梁工程而言,使用耐久性好的材料是最大的节约措施,高强度钢筋和高耐久混凝土本身具有显著的节材效果。

高耐久混凝土指满足设计要求下,结合具体应用环境,对抗渗性能、抗硫酸盐侵蚀性能、抗氯离子渗透性能、抗碳化性能及早期抗裂性能等耐久性指标提出合理要求的混凝土。当采用高耐久混凝土时,应在满足设计要求下,结合具体应用环境(如盐碱地等)及作用等级,合理提出抗渗性能、抗硫酸盐侵蚀性能,抗氯离子渗透性能、抗碳化性能及早期抗裂性能等耐久性指标要求。各项混凝土耐久性指标的检测与试验应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定执行,检测结果应按照现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T193 的规定进行性能等级划分。

5.5 隧道

- 5.5.1 隧道施工应优先采用盾构法、顶管法等机械化施工方法,结合工程建设条件,选择合适的施工机械与设备。
- 5.5.2 山岭隧道设计应遵循早进洞晚出洞的原则,减少边坡开挖与防护。
- 5.5.3 统筹考虑全线盾构施工组织设计,应结合工期要求提高盾构机掘进效益。
- 5.5.4 应根据车辆选型及行车最高运行速度,合理控制隧道断面。
- 5.5.5 科学选择隧道埋深与穿越地层,合理设计隧道结构厚度与配筋。
- 5.5.6 隧道结构上固定的设备、管线等的连接件宜进行预埋,设备、管线安装 采用机械连接、快速安装工艺。
- 【条文说明】: 隧道采用预埋套筒、预埋槽道等预埋件,可以避免后期设备支架安装时的打孔作业,提高支架安装效率,减少轨道交通碳排放。
- 5.5.7 隧道内管线布置宜采用综合支架。

【条文说明】:综合支架成品可以避免各专业支架交叉施工,节省材料,进一步提升施工效率,起到融合、高效、低碳的效果。

5.6 路基

- 5.6.1 路基工程在满足功能要求的情况下,应因地制宜、合理选用建筑垃圾、 工业弃渣及当地建筑材料作为填料或原材料,并应符合下列规定:
- 1 路基工程填料设计时,应优先采用移挖作填,利用隧道、桥涵、路基、 车站、车辆基地等弃渣和弃土、建筑垃圾等再生填料,合理确定填料及土石方调 配方案,减少土石方废弃和运输数量。
 - 2 应充分利用工业弃渣如粉煤灰等作地基处理原材料。
- 3 应优先利用当地赋存的石材等建筑材料作路基支挡防护、排水等工程的 原材料。
- 【条文说明】: 城市轨道交通工程建设一般面临填料缺乏的难题,工程弃土弃渣和建筑垃圾的改良处理应运而生。不仅可实现弃土、弃渣和建筑垃圾产出与填料消耗中和,还可大量减少填料外购运输期间的碳排放量,因此,弃土、弃渣和建筑垃圾改良处理可作为城市轨道交通路基建设期节能减排的重要发展路径。
- 5.6.2 路基地基处理应优先采用低碳无污染材料、低碳排放施工工艺。
- 【条文说明】:排水固结法、低排放智能化地基加固技术等,碳排放比较低,有条件时,可优先选用。
- 5.6.3 路基边坡应采取植物防护或植物防护与工程防护相结合的防护措施,优先选用绿化覆盖率高的防护措施和碳汇能力强的乡土植物品种。
- 5.6.4 路基排水系统应与城市排水设施相配套,应使水流径路短而顺直,宜采 用重力自流排水方式。
- 5.6.5 路基边坡防护、支挡工程、排水设施采用混凝土结构时,宜优先采用预制拼装施工方法。

5.7 轨道

- 5.7.1 轨道设备宜采用统一定型部件,实现区域线网设备部件的通用性和互换性。
- 【条文说明】:钢轨、扣件、道岔等轨道部件采用通用定型设备部件,可减少运营维修备品备料种类,实现区域线网内轨道运维的统筹管理调配。
- 5.7.2 轨道混凝土部件宜采用预制式结构,现场施工宜采用轨排架法机械化铺设。

- 【条文说明】: 轨道混凝土部件,如轨枕、轨道板,采用工厂预制标准化生产,能够保证良好的外观质量及制造精度,提高现场拼装铺设效率,方便运营过程中的更换维修,实现节能减排、降低能耗。
- 5.7.3 轨道结构应具有良好的绝缘性能,应符合相应杂散电流防护技术要求。
- 【条文说明】: 轨道良好的绝缘性能可以有效减少杂散电流产生和泄露, 进而降低杂散电流对城市轨道交通基础结构及周围环境管道设施的腐蚀作用。
- 5.7.4 轨道运维宜采用智能化检测,机械化维修。
- 【条文说明】: 为保证行车安全,轨道运维检测监测可利用大数据提升智能化分析水平,实现线路智能分析,精准修理。线路修理推行机械化,可提高作业效率,降低碳排放。

6 机电设备系统

6.1 车辆

- 6.1.1 车辆选型应符合城市轨道交通规划及检修资源共享规划,应优先采用系列化、标准化的车辆。
- 6.1.2 列车动拖比应根据启动加速度、制动减速度、旅行速度、故障运行能力、 救援能力等综合确定。
- 6.1.3 车辆应选轻量化结构或轻量化材料,降低车辆自重及牵引能耗。
- 6.1.4 车辆牵引宜采用永磁同步电机,提高牵引功率、节能降耗。

【条文说明】: 永磁同步电机靠装在转子上的永久磁铁产生磁场的同步电动机。与地铁上常用的异步交流电机相比,其额定效率高于异步交流电机,节能率更高。

- 6.1.5 车辆空调应采用变频空调及温度智能控制装置。
- 6.1.6 车辆内部宜采用 LED 照明灯具,具备智能调光、防蓝光、闪屏等特点。
- 6.1.7 车辆电池宜采用轻量化、寿命长、放电能力强等特点的新型蓄电池。

【条文说明】:新型电池相对传统蓄电池具有轻量化、寿命长、质量能量密度高、放电能力强、循环寿命长、自放电率低、无记忆效应等优势。

6.1.8 车辆宜采用在线状态监测系统,实时监控列车运行状态,自动采集和分析车辆设备状态。

【条文说明】: 车辆在线监测系统作为车辆智能运维的核心系统之一, 可实现车辆健康管理、列车状态修、全寿命成本管控等功能。

6.2 通风、空调与供暖

- 6.2.1 全高站台屏蔽门制式下,在保证车站公共区空气品质的前提下,可充分利用列车活塞效应用于公共区通风降温。【铁二院】
- 6.2.2 下列场所应考虑防冷风渗漏或防冷风侵入措施:
 - 1 严寒地区地下车站出入口;
 - 2 寒冷、夏热冬冷地区朝向冬季主导风向的地下车站出入口
- 3 当车站公共区设置空调系统时,与地下车站公共区相接的长度超过 60m 的出入口通道,地上车站的门厅、地面出入口及通往站台的楼扶梯口。

【条文说明】:根据《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 13.2.47 条要求,地下车站的出入口通道和长通道连续长度大于 60m 时,应采取通风或其他降温措施。为防止夏季空调季冷风渗漏,导致能耗浪费,建议与地下车站公共区相接的长度超过 60m 的出入口通道出口处设置防冷风渗漏措施。

6.2.3 通风空调系统形式宜根据所处线路区域性气候条件、负荷特性、投资规模等综合比选后选定,区域适应性方案可按表 6.2.3-1 选用:【铁二院】

气候分区	适应性方案	减碳节能效益
严寒地区	可调通风型站台屏蔽门+通风 全高站台屏蔽门+通风	降低机械通风运行能耗
寒冷地区		
夏热冬冷	全高站台屏蔽门+空调; 可调通风型站台屏蔽门+空调	降低非空调季运行能耗
温和地区	,可则地 <u>风至</u> 站口开放口工则	
温和地区	半高站台屏蔽门+通风	降低机械通风运行能耗
夏热冬暖	全高站台屏蔽门+空调	隆 低空调季运行能耗

表 6.2.3-1 地铁通风空调系统的区域适应性方案

【条文说明】:尽管站台采用全封闭高站台屏蔽门、公共区和设备管理用房均采用全空气系统、冷源采用冷水机组供冷,仍是国内地铁车站空调系统的主流设计方案,且已经基本形成了相对固定的设计模式。但随着全国在建地铁城市线路逐渐成网后,地铁建设和运营对空调系统在非牵引能耗中所占比重的日益关注,同时空调系统布置方案、地面风亭位置及冷却塔设置形式直接影响车站土建规模、交通疏解及规划报建。鉴于此,地铁空调系统在配合优化地下空间土建规模的同时不断探索能进一步降低运营能耗的节能设计方案。

根据对不同气候区地铁车站设计要素调研结果分析,各气候区空调系统设计方案区别体现在基于活塞风利用的公共区大系统设计方案上,即是否能有效利用活塞风进行车站公共区空调季节与非空调季节的模式转换,缩短空调设备或机械通风设备的运营时间从而降低运营能耗。

其中,严寒地区及部分温和地区(如昆明)车站公共区不涉及空调系统设计方案。寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、部分温和地区(如贵阳),车站公共区夏季均设置了空调系统。对于寒冷地区、夏热冬冷地区、部分温和地区空调系统的能耗应重点关注系统全年的设备运行状态,特别是非空调季的通风工

况下的运行能耗。夏热冬暖地区应重点关注空调季节的运行能耗。

- 6.2.4 地下车站公共区采用全空气系统时,通风方式应按下列原则确定:
 - 1 当有效站台长度不超过 90m 时,应采用单端送风、集中回风方式。
- 2 当有效站台长度介于 90~140m 之间,车控室端通风空调机房距离公共 区长度大于有效站台长度的 3/4 时,在不影响建筑布局及土建规模的前提下,宜 采用单端送风、集中回风方式。
 - 3 当有效站台长度 140m 以上时, 宜结合建筑布局采用集散式送风系统。

【条文说明】: 地铁车站"天生"狭长的空间特点决定了输配能耗所占比例高,尽量降低输配能耗是地铁暖通运营期降碳的有效措施。采用全空气系统的地下车站公共区,通风空调机房通常设于车站两端,靠车控室端的大系统送风、回风管需穿越设备管理用房区才能到达公共区,空气输配管路长,大量的输配能耗消耗在设备管理用房区无效的"空跑"段。当送风距离较长时,若采取加大风管面积,减少风机输配能耗,则需加大土建层高,增加土建投资。

根据《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)4.3.22条、《通风机能效限定值及能效等级》(GB 19761-2020),试算空调机组离心通风机 1 级能效下最大机外余压约为 600~700Pa,通过对多个城市 4A、6B、6A 列车编组地下标准站和配线车站设备区长度、大系统风管输送距离、风管敷设路径调研统计,以4A、6A 列车编组下有限站台长度为界,归纳出单端送风、集中回风的车站参考距离。

针对所调研城市投入运营的 8A 车站, 若采用单端送风由于有效站台长度 186m, 为确保末端风口有效送风及排烟,对设计水力平衡计算及现场精细化调试 要求较高,结合《建筑电气与智能化通用规范》(GB55024-2022)第 2.0.3 条中 无关的管道和线路不得穿越电气设备用房的要求,解决车控室端大系统管线穿越问题是关键,由此建议充分结合建筑布局采用集散式送风系统,在车控室端靠公共区位置单独设置大系统机房,空调机组仅处理部分室内负荷,由此空调机组脱离该端新风道,同时避免大系统管线穿越设备区。

6.2.5 车站公共区空调气流组织设计,宜根据控制区的温度、相对湿度、风速、空气品质、噪声标准、以及空气分布特性指标(ADPI)等要求,结合内部装修、设备布置等确定;特殊复杂空间控制区的气流组织设计,宜采用计算流体动力学

(CFD) 数值模拟计算结果确定。

【条文说明】: 气流组织设计时应与建筑装修相互协调, 注意风口的选型和布置, 如送风口不宜设在自动售票机等电气设备的正上方; 同时, 应考虑站内气流分布、空气质量、温度梯度等要求, 满足室内相关舒适性指标。

空气分布特性指标(ADPI: Air Diffusion Performance Index),是满足风速和温度设计要求的测点数与总测点数之比。对舒适性空调而言,相对湿度在适当范围内对人体的舒适性影响较小,舒适度主要考虑空气温度与风速对人体的综合作用。根据实验结果,有效温度差与室内风速之间存在下列关系:

$$EDT = (t_i - t_n) - 7.66(u_i - 0.15)$$

式中: t_i 、 t_n 、 u_i ——工作区某点的空气温度、空气流速和给定的室内设计温度。并且认为当 EDT 在-1.7~+1.1 之间多数人感到舒适。因此,空气分布特性指标(ADPI)应为

$$ADPI = \frac{-1.7 < EDT < 1.1$$
的测点数 $\times 100\%$ 总测点数

一般情况下,控制区的气流组织设计应使控制区的 ADPI≥80%。ADPI 值越大,说明感到舒适的人群比例越大。

对于复杂空间的气流组织设计,采用常规计算方法已无法满足要求。随着计算机技术的不断发展与计算流体动力学(CFD)数值模拟技术的日益普及,对复杂空间等特殊气流组织设计推荐采用计算流体动力学(CFD)数值模计算。

6.2.6 车站通风空调系统全年能耗应根据人员负荷、机械新风负荷、无组织渗风负荷、围护结构传热量、站内设备散热量和风机温升负荷,逐时相加得到车站逐时总冷负荷,再结合空调系统能效和运行模式进行逐小时计算。地下站、地面站和高架站通风空调系统全年能耗不应高于下表中约束值的规定。其中,地下站面积按车站公共区面积计算,包括站厅公共区和站台公共区,不包括出入口通道面积、管理用房的面积;地面站和高架站面积按车站建筑面积计算。

表 6.2.6-1 地下车站通风空调系统能耗指标的约束值和引导值[kWh/(m².a)]

气候分区	约束值	引导值
严寒地区	63	56
寒冷地区	133	92

夏热冬冷地区	191	123
夏热冬暖地区	250	155
温和地区	60	55

表 6.2.6-2 地上车站通风空调系统能耗指标的约束值和引导值[kWh/(m².a)]

气候分区	约束值	引导值
严寒地区	34	27
寒冷地区	21	17
夏热冬冷地区	14	11
夏热冬暖地区	15	11

【条文说明】:本条文参照了十三五课题"公共交通枢纽建筑节能关键技术与示范"的研究成果,即中国勘察设计协会《公共交通建筑能耗标准》团体标准中条文 6.2.3 和条文 6.2.6 的相关内容。原条文根据地铁发车对数的变化进行了修正,但考虑到实际运行中多数情况下的修正量小于 5%,因此本条文不再修正。全年能耗的具体计算方法可参考中国城市轨道交通协会团体标准《地铁车站通风空调系统节能运行管理及评价技术规范》附录 D 的计算方法。

- 6.2.7 当车站公共区设置供暖系统时,冬季室内空气设计温度不应高于 16℃。
- 6.2.8 严寒地区区间隧道冬季气温较低时应采用闭式运行模式,并有可靠的风道密闭、防冻措施。
- 6.2.9 供暖系统宜优先采用城市或区域热力网,无条件时可采用其他无污染热源。
- 6.2.10 经技术经济综合比较,可采用冷媒直接膨胀制冷系统或蒸发冷却制冷系统,系统制冷性能系数应不低于《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定。
- 6.2.11 电动压缩式制冷机组的总装机容量应按照计算的空调冷负荷值直接选定,制冷性能系数应不低于《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015的规定。
- 6.2.12 车站空调系统的冷热源、水泵、风机、控制系统应采用技术先进、高效 节能、安全可靠且智能化程度较高的设备。组合式空调器风机宜采用 EC 风机。
- 6.2.13 通风空调系统动力设备能效应满足以下要求:
- 1 风机效率不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》 GB19761 规定的 2 级。

- 2 冷冻水泵和冷却水泵的效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限 定值及节能评价值》GB 19762 的规定。
- 3 冷水系统循环水泵耗电输冷比比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》 GB 50189 的规定低 20%。
- 6.2.14 空调水系统布置和管径的选择,应减少并联环路之间压力损失不平衡率。 当设计工况下并联环路之间压力损失不平衡率超过15%时,应采取水力平衡措施。空调水系统管路比摩阻宜控制在100~300Pa/m之间,且不应大于400Pa/m。
- 6.2.15 空调系统应进行风平衡计算,各支管风量不平衡率不应大于10%。
- 6.2.16 通风空调管道系统设计官采用低阻力输配技术。

【条文说明】:由于建筑吊顶空间限制,通风空调管道系统中存在大量大管径局部构件,包括弯头、三通、变径等。传统局部构件阻力损失大,造成空气输配能耗巨大。据统计,通风空调管道阻力(沿程阻力和局部构件阻力)引起的风机能耗约占建筑总能耗的15%~30%,局部构件(弯头、三通、变径等)阻力占通风空调管道系统总阻力的40%~60%。应采用低阻力局部构件(弯头、三通、变径等),以显著降低输配系统能耗。

6.2.17 宜结合车站公共区建筑结构柱等,灵活采用柱面或壁面贴附等高效通风 气流组织方式。

【条文说明】: 车站公共区,通常为多柱体均匀分布,且柱体结构多为矩形柱、圆柱等,柱壁表面光滑且障碍物较少,为贴附通风应用提供了先天条件。

根据西安建筑科技大学贴附通风(附壁通风)的研究,贴附通风以消除控制区负荷,保障控制区环境为目标,具有以下优点:

- 1 从需求侧降低了空调系统投资及运行费用。贴附通风将空间划分为控制区和非控制区两大部分,它以保障控制区环境为目标,其控制区的实际负荷是全室负荷的一部分,与混合通风相比,相应地降低了通风空调系统一次投资及运行管理费用。
- 2 若冬季车站存在空调供暖时,可解决混合通风冬季高大空间送热风效率低的问题。贴附通风可以在冬季工况下,保障大空间送风热射流有效地到达控制区, 克服了传统混合通风冬季高大空间送热风失效的问题。
 - 3 提高空气品质。新鲜的送风气流优先达到工作区,有助于克服 "大漫灌"

混合通风气流组织因人体处于回流区所带来的空气品质差等问题。

相关设计方法见《贴附通风设计标准》T/CECS 1264-2023。

- 6.2.18 多联机空调系统的配置率不宜大于1。
- 6.2.19 空调系统应使用臭氧层友好和绿色低碳的制冷剂, 宜使用消耗臭氧潜能值(ODP)为 0、全球升温潜能值(GWP)小于 20 的制冷剂。
- 【条文说明】: 为加快推动含氢氯氟烃物质的淘汰,2023年6月12日生态环境部、工业和信息化部共同制定并印发了《中国消耗臭氧层物质替代品推荐名录》(以下简称《名录》)。其中,针对空调行业,《名录》指出不宜使用《基加利修正案》中管控的制冷剂。
- 6.2.20 空调、供暖系统应根据实际冷(热)负荷变化制定调节供冷量、供热量的运行方案及操作规程。
- 6.2.21 车站公共区和设备管理用房的通风空调系统应根据末端负荷变化实现变风量控制和调节,宜根据室内 CO₂浓度的变化进行新风需求的控制和调节。
- 6.2.22 通风空调风系统和水系统宜采用变频控制,并遵循系统整体寻优原则。

6.3 给水与排水

- 6.3.1 城市轨道交通给水、排水设计应贯彻综合利用、节约用水的原则;消防设计应贯彻"预防为主,防消结合"的方针。
- 6.3.2 车站及综合维修基地各项用水水源应优先利用周边城市供水设施,充分利用市政管网供水压力;当设置二次加压供水设施时,应优化供水运行方式,采用节能供水技术。
- 6.3.3 水源型缺水且无城市再生水供应的地区,建筑面积大于 5 万 m² 且可回收水量大于 100m³/d 的新建和扩建地铁车站或综合维修基地宜设置中水处理设施。
- 6.3.4 车站、综合维修基地生活污水宜排入城镇排水管网;综合维修基地的生产污废水宜处理后回用,且应选择节能、低碳的处理工艺。无城镇排水管网或无条件排入城镇排水管网的地区,污水应经过处理达到相应的标准后排放或回用。
- 6.3.5 车站雨水综合利用应根据当地水资源情况、经济发展水平及具体工程情况,经技术经济比选后确定。综合维修基地应经技术经济比较后,可通过采用透水铺装、绿色屋面、下沉式绿地、雨水集蓄池等技术措施对雨水进行控制利用,

降低场地雨水外排量、提高非传统水源综合利用率。

- 6.3.6 车站、综合维修基地给排水系统应充分考虑建筑智能化及低碳管理需求, 宜经经济技术比较后设置水量远传计量、水质在线监测、管道漏失监测、设备运 行监控等系统。
- 6.3.7 给水管道节水设备、计量仪表、器材及管材、管件选用应满足现行《民用建筑节水设计标准》 GB50555 有关要求。
- 6.3.8 排水管道应采用耐腐蚀、抗老化、耐久性能好的节能型环保管材;检查 井宜采用成品井,排水抽升泵站可采用一体化预制泵站。

6.4 供电及能源管理

6.4.1 城市轨道交通供电系统外部电源引入点应靠近电网电源点。

【条文说明】: 外部电源引入点靠近电网电源点,可减少外部电源工程量,节省工程投资、节约电缆廊道、减小电能损耗。

- 6.4.2 当牵引供电系统采用 AC25kV 供电制式时,牵引变电所和电力变电所宜合建为牵引电力合建变电所,并共用 110kV 电源。
- 【条文说明】: 当牵引供电系统采用 AC25kV 供电制式时,城市轨道交通牵引变电所一般采用 2 路 110kV 电源供电,电力 (降压) 变电所可采用 110kV 集中供电或 35/10kV 分散供电方式。当电力 (降压) 变电所采用 110kV 集中供电方式时,宜和牵引变电所合建,并共用 2 路 110kV 电源,可减少外部电源工程量和节省变电所用地。
- 6.4.3 主变电所、牵引变电所、降压变电所的布点应靠近负荷中心,减少电能损耗。
- 6.4.4 中压环网和牵引网的电压等级在条件具备时应选择更高的电压等级,减少中压网络和牵引网的电能损耗。
- 【条文说明】: 在不受其它条件限制时,中压环网宜选用 35kV 电压等级,直流牵引网宜选用 DC1500V 电压等级,减少运行时的中压网络和牵引网的电能损耗。
- 6.4.5 供电系统宜选用节能、环保、紧凑型电气设备,其设备容量和规格应满足全寿命周期成本最小的原则。
- 6.4.6 110kV 变压器能效限定值不应高于《电力变压器能效限定值及能效等级》

GB20052-2020表8中2级的限定值。

- 6.4.7 35kV 干式配电变压器能效限定值不应高于《城市轨道交通机电设备节能要求》GB/T35553-2017表1中的限定值。
- 6.4.8 35kV、10kV干式牵引整流变压器能效限定值不应高于《城市轨道交通机电设备节能要求》GB/T35553-2017表 2、表 3 中的限定值。
- 6.4.9 供电系统应设置双向变流器、逆变器、超级电容或飞轮等列车再生制动能量地面利用装置,列车再生制动能量利用率宜达到80%以上。
- 【条文说明】:对于列车取消再生制动电阻的情况,列车再生制动能量应能由其他车辆和地面利用装置全部利用;对于列车未取消再生制动电阻的情况,列车再生制动能量由其他车辆和地面利用装置利用率宜达到80%以上。
- 6.4.10 在具备条件时,宜采用环保气体充气开关柜,减少 SF₆气体的泄漏和排放。
- 6.4.11 供电系统宜设置供电设备在线监测装置、视频巡检装置等智能化的运维辅助系统,减少巡视、运维的工作量,逐步实现状态修。
- 6.4.12 供电系统应通过合理设置牵引变电所间距、畅通回流通路、加强回流导体绝缘、加强极化电位监测等措施,有效控制杂散电流的泄漏,减少对轨道交通和沿线构筑物金属结构和金属管线的影响。
- 6.4.13 除有特殊要求,照明灯具应采用 LED 灯具,且应选择能效等级不低于 2 级的 LED 照明产品。
- 【条文说明】:提高产品的能源利用效率是电气和照明节能的基础手段,因此根据"促进能源资源节约利用"的要求,对灯具能效等级提出要求。
- 6.4.14 车站、车辆基地宜采用智能照明控制技术进行调光控制。
- 6.4.15 城市轨道交通应设置综合能源管理系统,系统具备下列功能:
- 1 对城市轨道交通运营用电、水、气、热力等能源应有分类、分项、分层 计量、统计、分析等功能;
- 2 对城市轨道交通牵引、通风、空调、照明等主要用电可控设备可提供节 能优化运行策略,条件具备时可进行实时智能节能控制;
- 3 可根据太阳能、风能等实时发电能力与供电系统运行需求能力、储能能力等进行实时监测与控制,平衡供需关系、优先使用清洁能源;

- 4 对城市轨道交通建设、运营过程中产生的二氧化碳宜具有碳排放量的统计、计算、分析等功能,并可支持碳排放交易的扩展要求。
- 【条文说明】: 1 综合能源管理系统除了具有对用电、水、气、热力等能源进行计量、统计、分析能的功能外,还可根据工程及用户需求选择配置对主要可控用电设备提供节能优化运行策略或实时智能节能控制的功能。可控用电设备主要指双向变流器、逆变器、变频空调、风机、智能照明灯具等。
- 2 太阳能、风能等分布式能源接入管理功能根据工程具体采用的分布式能源形式进行功能需求配置。
 - 3 碳排放管理根据工程及用户需求进行选择配置。

6.5 弱电

- 6.5.1 通信系统可根据城市轨道交通线路制式简化设计方案,可根据系统功能整合各子系统,也可通过新技术、新工艺减少设备规模。
- 【条文说明】: 城市轨道交通线路制式类型包括地铁系统、市域快轨系统、轻轨系统、中低速磁浮交通系统、跨座式单轨系统、悬挂式单轨系统、自导向轨道系统、有轨电车系统、导轨式胶轮系统、电子导向胶轮系统等多种方式,其中地铁、市域快轨属于高、大运量,其他属于中低运量。中低运量线路的通信系统相对于高、大运量线路可适当简化,通信各子系统可合并设置或者取消(如公务电话系统与专用电话系统,在中低运量线路中可合并设置),同时,采用新技术手段(如视频高压缩技术可大大减少存储设备的数量)可减少设备规模,达到低碳、减排的效果。
- 6.5.2 通信系统宜采用集中供电方式,优先选用耗电量较小的通信设备产品,电源设备宜采用高效率的 UPS 产品,其效率不低于 85%,蓄电池采用无腐蚀气体产生的环保型高效电池。
- 6.5.3 信号系统应能根据高峰期和平峰期客流的时间、空间分布规律,以安全运行、高效运营和优质服务为前提,实施网络化运能、运量的精准匹配,降低列车的空驶率,提高列车的满载率和乘客便捷舒适体验。
- 6.5.4 信号系统应能满足重联、虚拟编组或混合编组等灵活编组方式,推进系统节能运行。

- 6.5.5 列车自动控制系统应结合线路平纵断面、列车运行间隔、牵引供电分区、再生制动等条件,对列车运行曲线进行优化,使列车在启动、区间运行和停车的过程中满足节约能源的要求。
- 6.5.6 行车调度指挥系统宜根据全线网、车站客流预测结果及相关数据,实现列车运行计划的动态调整。
- 6.5.7 自动售检票系统可根据车站客流、技术发展减少闸机、自动售票机等设备的数量,简化设备结构。

【条文说明】:自动售检票系统在车站根据单站客流大小设置对应数量的闸机,不再以标准站统一衡量车站闸机数量,而且随着移动支付技术的发展及普及,采用 Token、磁票等票制的需求越来越小,可适当减少自动售票机的设置,出站闸机可考虑取消回收装置,简化设备结构。

6.6 站台屏蔽门与电扶梯

- 6.6.1 站台屏蔽门的驱动电机宜选用直流永磁无刷电机,其功率应满足不利条件下站台屏蔽门可正常开关的要求。
- 6.6.2 站台屏蔽门当采用丝杆螺旋副传动时,螺旋副宜选用自润滑产品;当采用同步齿型带传动时,应设置张紧力调整装置。
- 6. 6. 3 站台屏蔽门的 UPS 应具有节能技术,输入功率因数≥0.95,输出功率因数 0.8。
- 【条文说明】:输入功率因数表示 UPS 对电网有功功率的吸收能力,输出功率 因数表示 UPS 对非线性负载的适应能力; UPS 的输入功率因数越大越好,输出 功率因数并不是越大越好,当输出功率因数为 0.8 时 UPS 可输出 100%的额定功率;参考《电力用直流和交流一体化不间断电源》(DL / T 1074-2019)规定三相交流输入 UPS 输入功率因数不低于 0.9,参考《通信用交流不间断电源》(YD / T 1095-2018)规定 100%非线性负载 II 类输入功率因数≥0.95,因此本规范规定站台屏蔽门 UPS 的输入功率因数≥0.95。
- 6.6.4 自动扶梯、自动人行道、电梯应具有变频控制功能和节能运行模式。
- 6.6.5 自动扶梯应采用 6 级感应封闭式鼠笼型三相交流异步电动机,额定功率 因数不应小于 0.8, 宜选用斜齿轮减速机,减速机传动效率应不低于 92%。

- 【条文说明】: 额定功率因数是指电动机在额定负载下的功率因数, 电动机的功率因数是指电动机消耗的有功功率与总视在功率之比, 数值越大电动机性能越好; 传动效率指传动机构输出的能量与输入能量的比值, 数值越大减速机性能越好。
- 6.6.6 电梯应采用交流永磁同步无齿轮曳引机。
- 6.6.7 电梯应配置轿厢无人自动关灯、驱动器休眠技术等,当两台及以上的电梯集中布置时应具备集中调控和群控功能。
- 6.6.8 自动扶梯、自动人行道、电梯、站台屏蔽门宜采用多感知智能运维技术, 实现设备运营期低碳运行。

7 车辆基地

7.1 车辆段(场)

- 7.1.1 车辆基地的低碳设计应综合考虑功能定位、布点、总图、"四新"技术等方面。
- 【条文说明】:车辆基地低碳设计应考虑功能定位、布点、总图、"四新"技术等方面,同时还应考虑装配式、海绵城市、新能源及清洁能源等技术,综合考虑、统筹协调。
- 7.1.2 车辆基地的功能定位应根据线网车辆基地的规划布置和既有车辆基地的功能及分布情况,实现线网车辆基地的资源共享。
- 7.1.3 车辆基地布点应满足运营功能,减少能耗,应综合考虑以下因素确定:
 - 1 宜在线路大、小交路折返站附近选址;
 - 2 出入线宜减少长大陡坡设置,增大曲线半径,缩短出入线长度。
- 7.1.4 车辆基地总图低碳设计宜考虑以下因素:
- 1 场坪标高在满足国家现行标准规范基础上, 宜统筹用地水文条件、站场 土石方填挖平衡及支挡工程量等合理确定;
- 【条文说明】:车辆基地总图应根据城市总体规划、线路走向合理选址,在满足国家现行标准规范基础上,统筹用地水文条件、站场土石方填挖平衡及支挡工程量等合理确定场坪标高,可实现车辆基地集约节约用地,减少土石方工程量及周边支挡工程造价等,节省投资。
- 2 场坪高程在满足国家现行标准规范基础上,宜统筹用地水文条件、站场 土石方填挖平衡及支挡工程量等合理确定;
- 【条文说明】:车辆基地设计应满足防洪、防淹要求,场坪高程的选取不仅要满足轨道交通现行标准规范,还应满足城镇内涝防治要求。在此基础上,站场土石方达到填挖平衡可有效控制工程规模,节省投资。
- 3 车辆基地宜采用运用库和检修库顺接布局,洗车作业方式宜采用贯通式 布置:
 - 4 动力房屋应靠近相关负荷中心布置。
- 7.1.5 车辆基地的工艺设计应积极推广行之有效的新技术、新工艺、新材料、

新设备,有选择地引进先进技术和关键设备:

- 1 工程车宜采用蓄电池或蓄电池与接触网(轨)供电相结合;
- 2 检修设备宜采用智能化、自动化设备,提高车辆基地检修作业效率,提升车辆基地环境品质;
- 【条文说明】:车辆基地智能化、自动化设备可考虑采用轮对、受电弓在线检测设备、列车走行部智能列检机器人、智能吹扫机器人、轨旁车体 360° 故障图像识别系统、车辆智能运维系统,以改善人员作业环境,达到提质增效的目的。
- 7.1.6 低碳设计还需考虑以下因素:
- 1 宜优先采用采光天井、采光窗、光导管等措施,改善车辆基地通风、采光环境:
 - 2 宜优先采用太阳能、氢能、天然气等新能源、清洁能源设备;
 - 3 宜因地制采用整体装配式结构或局部装配式构件;
- 4 宜采用市政集中热源或其他清洁能源作为直接采暖和空气调节系统的热源;
 - 5 宜采用海绵城市和雨水回用技术,节能减排,提高雨水资源化利用率。
- 7.1.7 车辆基地低碳设计标准按照功能定位、布点、总图、"四新"技术等进行综合性评价分级,等级分为三星、二星、一星低碳设计标准。

7.2 综合维修中心及物资总库

- 7.2.1 综合维修中心的房屋布置应根据作业性质结合总平面布置的具体情况合理布局。生产、生活房屋宜实现多专业资源共享并应与车辆基地同类设施合并设置,办公房屋宜与车辆基地办公房屋合建为综合办公楼。
- 7.2.2 轨道检测车、接触网检修车、磨轨车和隧道冲洗车等大型工程车辆应按 线网资源共享原则配备。
- 7.2.3 综合维修中心的工艺设计应积极推广采用新技术、新工艺、新材料、新设备,设备机具宜采用国家标准系列产品,专用设备宜采用标准设备或技术成熟的非标设备。
- 7.2.4 综合维修中心应根据作业需求配备轨道工程车辆,宜选用技术先进、性能成熟可靠的蓄电池或蓄电池与接触网(轨)供电结合驱动的产品。

- 【条文说明】:传统的轨道工程车辆多为内燃驱动产品,是运营期碳排放源之一; 因此为减少碳排放,宜选用技术先进、性能成熟可靠的蓄电池或蓄电池与接触网 (轨)供电结合驱动的产品。
- 7.2.5 物资总库应按线网资源共享原则进行设置,生活设施应利用车辆基地的同类设施。

8 能源替代

- 8.0.1 城市轨道交通工程应根据当地资源与适用条件统筹规划能源替代方案。
- 8.0.2 能源替代应采用电能替代化石能源、可再生能源替代市电的方案。
- 8.0.3 采用可再生能源时,应根据适用条件和投资规模确定该类能源可提供的 用能比例或保证率,以及系统费效比,并应根据项目负荷特点和当地资源条件进 行适官性分析。
- 【条文说明】: 可再生能源应用应遵循"安全可靠、因地制宜、高效利用、科学运维"的原则,尽量提高太阳能、空气能、地热能、风能、氢能等可再生能源的利用比例,实现多能互补、梯级利用。
- 8.0.4 城市轨道交通工程应按照以下优先级设计可再生能源利用系统:
 - 1 建筑本体可再生能源系统;
 - 2 场地内可再生能源系统:
 - 3 可直接利用的相邻地块内可再生能源系统;
 - 4 通过接入外部能源网络获得的可再生能源。
- 【条文说明】:考虑到可再生能源的传输、转换损耗等问题,城市轨道交通工程中的可再生能源宜就近利用,当相邻地块或电网中有绿电时,可接入绿电。
- 8.0.5 地面及高架车站、车辆基地宜采用光储直柔技术,利用蓄能、用能设备协同控制提升可再生能源就地消纳比例。采用光储直柔技术的用电设备应具备功率主动响应功能。
- 【条文说明】: 光储直柔技术能有效的解决光电的发电功率变化与终端用电功率 变化的不同步性问题,调度各方面资源,降低成本,是助力新型零碳电力系统建 设的有效途径。
- 8.0.6 对可再生能源与常规能源结合的复合式能源系统,应根据实际运行状况制定实现全年可再生能源优先利用的运行方案及操作规程。
- 8.0.7 城市轨道交通的新建地面建筑应安装太阳能系统,应与城市轨道交通项目统一规划、同期设计、同步施工、同时验收和投入使用。
- 8.0.8 太阳能系统应做到全年综合利用,根据使用地的气候特征、实际需求和适用条件,为建筑物供电、供生活热水、供暖或(及)供冷。
- 8.0.9 在既有城市轨道交通地面建筑上增设或改造太阳能系统,必须经建筑结

构安全复核,满足建筑结构的安全性要求。

- 8.0.10 城市轨道交通的新建地面建筑屋顶光伏安装面积占屋顶面积的比例不 官小于 50%。
- 【条文说明】:参考湖北住建厅鄂建文〔2022〕54号《关于加强可再生能源建筑应用管理的通知》规定,至2025年,新建公共建筑、厂房的屋面光伏安装面积占屋顶面积的比例不低于50%。
- 8.0.11 太阳能光伏发电系统设计时,应给出系统装机容量和年发电总量,并应 优先自发自用。
- 8.0.12 车辆基地的室外照明应采用太阳能路灯或风光互补路灯,地(盖)下车辆基地官设置光导管照明系统或光导纤维照明系统。
- 8.0.13 城市轨道交通的新建建筑,宜优先采用太阳能热水系统、空气源热泵热水系统或太阳能与空气源热泵相耦合的复合式热水系统供应热水。
- 8.0.14 太阳能热利用系统中的太阳能集热器设计使用寿命应高于 15 年。太阳能光伏发电系统中的光伏组件设计使用寿命应高于 25 年,系统中多晶硅、单晶硅、薄膜电池组件自系统运行之日起,一年内的衰减率应分别低于 2.5%、3%、5%,之后每年衰减应低于 0.7%。
- 8.0.15 太阳能热利用系统设计应根据工程所采用的集热器性能参数、气象数据以及设计参数计算太阳能热利用系统的集热效率,太阳能热利用系统的集热效率各系统分别不低于:太阳能热水系统42%,太阳能供暖系统35%,太阳能空调系统30%。
- 8.0.16 根据项目当地资源条件及线路周边建筑供冷供热负荷需求特点,可采用隧道源热泵系统作为地铁上盖建筑、车辆基地等建筑的空调系统冷热源。
- 8.0.17 地源热泵系统监测与控制工程应对代表性房间室内温度、系统地源侧与用户侧进出水温度和流量、热泵系统耗电量、地下环境参数进行监测。
- 8.0.18 城市轨道交通工程宜结合区域发展条件,优先选择利用氢能源。

9 碳汇与碳捕捉

- 9.0.1 城市轨道交通周边场地均应根据其发展定位制定生态系统碳汇规划,以增加碳汇为主要目标,兼顾景观美化、发挥绿色植物多重效益,形成生态系统保护与产业特色发展协同模式。
- 9.0.2 城市轨道交通建设场地应在设计前进行场地内既有碳汇能力进行勘测与计算。
- 9.0.3 城市轨道交通建设应采用碳汇总量保持设计,宜采用碳汇增加的设计。
- 【条文说明】: 碳汇总量保持指项目建设后相对项目建设前的碳汇现状保持不变,碳汇增加指碳汇现状总量相对建设前增加。本条应与9.1.2进行协同,首先应进行既有碳汇状态勘察。
- 9.0.4 城市轨道交通周边场地应因地制宜选用固碳能力强的乡土植物,并进行景观碳汇优化设计,形成植物数量多、种类丰富、色彩多样、固碳能力强的生态群落景观,并满足下列规定:
 - 1 乡土植物使用比例不宜低于90%,本地木本植物指数不宜低于0.9。
- 2 应合理配置乔木、灌木及草皮、常绿树与落叶树、大树与小树等,乔木占比不宜低于 70%,常绿树种不低于 30%。
- 9.0.5 在二氧化碳排放浓度较高的位置可设置碳捕捉系统,并对所捕集的碳进行稳定可靠的封存。

附录 A 线路低碳设计推荐评价标准

A. 0.1 为规范线路减碳设计,对线路平、纵断面设计中的关键指标进行量化测评,内容主要包括站点布局、线路顺直程度、配线设置、敷设方式、节能坡设置、坡度与行车牵引曲线符合性、纵断面与地质条件符合性、区间泵房和联络通道设置的合理性等,在调研国内城市轨道交通线路设计基本状况的基础上,经大数据统计分析,确定线路低碳设计主要指标的权重,形成线路低碳设计评价标准,见下表:

表 A. 0. 1-1 城市轨道交通线路低碳设计推荐性评价标准

系统	分项	评价内容	权重 (Xi)	分值 (Yi)	Yi 赋值说明(单项满分 100 分)	评价等级	
		站点布局	X_1	Y ₁	采用减法原则,以 30km 线路为例 (长度增加,分值按比例折减), 每漏掉一个大客流站点或换乘站点 扣 20 分;每一段局部线路站点分布 不均衡扣 15 分,扣完为止。		
线	线路平面	线路顺直程 度	X_2	Y_2	根据统计分析,曲线占比,地铁低于 50%、地铁快线低于 40%不扣分,超过该比例每增加 1 个百分点扣 2 分;另外以 30km 线路为例(长度增加,分值按比例折减)每增加一个小半径曲线(≤400)扣 8 分;每多切割一个地块(有条件避让情况下)扣 4~8 分,成熟地块扣 8 分,规划地块扣 4 分,扣完为止。	等级分为 三级、二 级、一级、 三个等级,	
线路		配线设置	X ₃	Y ₃	配线设置不满足轨道交通现行设计规范或标准,每处扣 20 分;配线设置不合理或引起车站规模显著增加,每处扣 20 分;没有按规划预留延伸条件每处扣 20 分;没有按规划要求设置联络线或联络线处调车作业不顺畅扣 20 分,扣完为止。	分值分别 对应≥85、 85~70 (含), 70~60 (含)。	
	线路纵断面	路	敷设方式	X_4	Y ₄	按照"能地上就不地下"的原则,设置不合理扣 100 分; 敞开段设置位置合理性 40 分; 敞开段排水条件、安全性等 25 分,扣完为止。	
		节能坡设置 (含高架 线)	X5	Y ₅	节能坡坡度大小及节能坡坡段长度符合节能规律,如不符合要求,每处(以30km为例,长度增加分值按比例折减)扣10分;高架线也要		

系统	分项	评价内容	权重 (Xi)	分值 (Yi)	Yi 赋值说明(单项满分 100 分)	评价等级
					求设置节能坡,但是需兼顾景观、 桥下交通要求,如不符合要求每处 扣 10 分;对于 W 型坡、V 型坡、 单面坡设置也要符合节能要求,否 则每处扣 10 分,扣完为止。	
		坡度与牵引 曲线符合性	X_6	Y ₆	根据牵引曲线,优化纵断面设计,每处不符合要求扣 20 分,扣完为止。	
		纵断面与地 质条件符合 性	X ₇	Y ₇	纵断面设计,需避开不良地质体, 区间盾构需避免上软下硬或软硬不 均情况,如不符合要求,每处扣 30 分,扣完为止。	
		其断泵风计穿物车开坡区站,与、统区感理与结设排题如区中筹间建性物合置水等间。	X_8	Y_8	纵断面与区间泵房、中间风井统筹设计,区间下穿敏感建筑物合理性,车站与物业开发结合时坡度设置,区间排水过站等,以30km线路为例(长度增加,分值按比例折减),每处不合理情况扣30分,扣完为止。	
综合			100%	$\sum_{i=1}^{8} XiYi$		

- A. 0. 2 通过对武汉、郑州、南京、长沙、徐州、厦门、杭州、合肥、苏州、无锡、深圳、济南、福州、南通、东莞、金华等城市 30 多条轨道交通运营线路和在建线路统计分析,80%以上线路设计满足低碳设计基本要求,其中 30%以上达到二星级及以上标准,具体线路低碳设计评价标准及指标要求如下:
- 1 标准分级:等级分为一、二、三星 3 个等级,分值($\sum_{i=1}^8 XiYi$)分别达到 85 分、70 分、60 分时,评价等级分别为三星级、二星级、一星级低碳设计标准。
- 2 评价办法:单项评价内容满分 100 分,采用扣分制,以便更科学、合理的评价各项要素。
- 3 权重:线路平、纵断面设计各占50%,其中线路与低碳设计强相关项: 线路顺直程度、节能坡设置以及坡度与牵引曲线符合性等占比之和超过50%。根

据以上城市统计分析和评价验证,附表 1 中权重(Xi)参考取值依次为 15%、25%、10%、8%、20%、10%、6%、6%。

- 4 分值导向: 在大客流点设站和车站分布均衡性方面倾向于大客流点设站, 在小半径和切地块方面有条件倾斜向切地块。
- 5 线路低碳设计标准,除满足 4.1 节的要求外,节能坡的大小及长度、W型坡和单面坡的设置条件、坡度与牵引曲线符合性等需根据具体条件研究确定。A. 0. 3 以车辆编组 6B 为例,速度为 100、120、140km/h 节能坡坡段长度分别为 460m、580m 和 660m,节能坡度越大越节能,建议节能坡采用 24~28‰,预留调线调坡余地;长大区间下 W型坡较 V型坡能耗更低,可以结合区间风井设置节能坡;单面坡与多段坡的问题:当两车站高差较大时可能采用单面坡,两车站平均坡度大于 10‰时,采用同向多段坡比单面坡能耗更低,当两车站平均坡
- A. 0. 4 根据行车牵引曲线,精细化校核线路纵断面设计,主要核查节能坡坡段 长度、惰行段坡度大小及长度的合理性等问题。惰行坡度大小一般情况下设置 6~7‰,该坡度与线型条件也有关,不能一概而论。

度大于 20%时, 多段坡节能效率不明显, 可以采用单面坡。

附录 B 行车低碳设计推荐评价标准

B. 0. 1 低碳运营组织设计标准按照设计全日平均满载率指标进行分级: 等级分为三星级、二星级、一星级低碳设计标准,分别对应满载率≥70%、70%~50%(含)、50%~30%(含)。其中,指标达到一星级为低碳运营组织设计基本要求:

表 B. 0. 1-1 全日平均满载率分级表

全日平均满载率	≥70%	70%~50% (含)	50%~30%(含)
等级	三星	二星	一星

B. 0. 2 全日平均满载率的计算方法见下式:

$$O_l = \frac{P_l}{C_l} \times 100\%$$
 (B. 0. 2-1)

式中: $O_l = 全日平均满载率$

 $P_1 = 全日客运周转量$

 C_1 = 全日客位里程=全日运营列车公里×列车定员

附录 C 车辆基地低碳设计推荐评价标准

C. 0. 1 为规范车辆基地低碳设计,对车辆基地设计中的关键指标进行量化测评,内容主要包括功能定位、布点、总图、"四新"技术等,在调研国内城市轨道交通车辆基地设计基本状况的基础上,经大数据统计分析,确定车辆基地低碳设计主要指标的权重,形成车辆基地低碳设计推荐评价标准,见下表:

表 C. 0. 1-1 城市轨道交通车辆基地低碳设计推荐评价标准

系统	评价内容	权重	分值	Yi 赋值说明	评价等级	
		(Xi)	(Yi)			
	功能定位	X_1	Y ₁	以功能定位为评分项,功能定位有规划依据、 资源共享合理不扣分,功能定位规划依据不 足、资源共享不合理扣 5~10 分。		
	布点	X_2	Y ₂	1)以选址为评分项,选址在线路大、小交路 折返站附近不扣分,选址不合理扣 5~10 分。 2)以出入线线路条件优劣为评分项,没有长 大陡坡、出入线曲线半径、长度合理不扣分, 存在长大陡坡设置、出入线曲线半径、长度 不合理,逐项扣 3~5 分,扣完为止。		
车辆基地	总图	X_3	Y ₃	1)以场坪标高为评分项,场坪标高设置合理、审查流程完善等不扣分,场坪标高设置不合理、流程依据等不足,扣 5~10 分。 2)以运用库与检修库相对位置关系为评分项,运用库与检修库相对位置采用顺接方式不扣分,运用库与检修库相对位置采用倒装方式扣 3~5 分。以洗车作业方式为评分项,贯通式洗车不扣分,八字往复式洗车扣 2~4分,尽端式洗车扣 3~5 分,依此类推,扣完为止。 3)以动力房屋宜靠近相关负荷中心布置为评分项,设置合理不扣分,动力房屋分散扣2~4分,不靠近相关负荷中心布置扣 3~5 分。	等级 二、 3 个 分 应≥85、 85~70 (含)。	
	新技术、新工艺、新材料、新设备	X ₄	Y ₄	以"四新"技术为评分项,采用四新技术且效果良好,每增加处加 3~5 分,采用四新技术且技术不成熟,每增加处扣 3~5 分,依此类推,扣完为止。		

	其它	X5	Y ₅	1)以装配式、海绵城市、新能源及清洁能源等技术为评分项,采用装配式、海绵城市、新能源及清洁能源等技术且效果良好,每增加处加3~5分,采用装配式、海绵城市、新能源及清洁能源等技术不成熟,每增加处扣3~5分,依此类推,扣完为止。
综合评价		100%	$\sum_{i=1}^{5} XiYi$	

C. 0.2 车辆基地低碳设计评价标准及指标要求如下:

- 1 标准分级:等级分为三、二、一等 3 个等级,分值($\sum_{i=1}^5 XiYi$)分别达到 85 分、70 分、60 分时,评价等级分别为三星级、二星级、一星级低碳设计标准。
- 2 评价办法:单项评价内容满分 100 分,采用扣分制,以便更科学、合理的评价各项要素。
- 3 权重: 附表 1 中权重(Xi)参考取值,功能定位占 10 分,布点、总图、 采用新技术、新工艺、新材料、新设备各占 25 分、其它占 15 分。

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: 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: 正面词采用"应",反面词采用"不应"或"不得";
 - 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的: 正面词采用"宜",反面词采用"不宜";
 - 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,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

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045
- 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087
- 《地铁设计规范》GB 50157
- 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 《无障碍设计规范》GB 50763
- 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378
- 《城市轨道交通线网规划标准》GB/T 50546
- 《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905
- 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
- 《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033
- 《安全标示及其使用导则》GB 2894
- 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
- 《城市污水排放标准》GB 8978
- 《工业企业广界环境噪声排放标准》GB 12348
- 《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523
- 《城市轨道交通照明》GB/T 16275
- 《大气污染物综合排放标准》GB 16297
- 《城市轨道交通客运服务标志》GB/T 18574
- 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920
- 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
- 《水嘴水效限定值及水效等级》GB 25501
- 《坐便器水效限定值及水效等级》GB 25502
- 《小便器水效限定值及水效等级》GB 28377
- 《淋浴器水效限定值及水效等级》GB 28378
- 《便器冲洗阀用水效率限定值及用水效率等级》GB 28379

《污水污物潜水电泵能效限定值及能效等级》GB 32031