

# 云巴项目高架车站及车辆基地建筑物设计 使用年限及结构安全等级研究

欧练文

(中国铁路设计集团有限公司广东分公司, 518052, 深圳//工程师)

**摘 要** 云巴作为一种新型的小运量轨道交通系统,其设计的主要技术标准并无实际工程可借鉴。使用年限作为结构设计的一项重要设计标准,对其他参数的选取及结构的安全起关键作用。在对比城市轨道交通系统相关规范、分析部分城市轨道交通线路实际建设经验的基础上,结合现有的胶轮有轨电车地方标准及在建的云巴项目,提出了云巴项目高架车站及车辆基地建筑物的设计使用年限及结构安全等级。

**关键词** 云巴;高架车站;车辆基地;设计使用年限;结构安全等级

**中图分类号** U482.102; TU318

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2022.07.033

## Study on Designed Service Life and Structural Safety Grade of Elevated Stations and Vehicle Base Buildings in Skyshuttle Projects

OU Lianwen

**Abstract** As a type of new rail transit system with small traffic volume, skyshuttle has no practical engineering reference in terms of main technical standards for design. As an important standard of the structural design, designed service life plays a key role to structure safety as well as in the selection of other parameters. Based on the comparative analysis of conventional urban rail transit system codes and practical construction experience, considering the existing local standards of rubber-tired trams and the skyshuttle project undergoing construction, the designed service life and structure safety grade of elevated stations and vehicle base buildings in skyshuttle projects are put forward.

**Key words** skyshuttle; elevated station; vehicle base; designed service life; structure safety grade

**Author's address** Guangdong Branch of China Railway Design Group Co., Ltd., 518052, Shenzhen, China

云巴作为一种新型的小运量胶轮有轨电车系统,可以作为地铁等大运量城市轨道交通系统的有效补充,其有助于缓解城市交通拥堵,提升城市出

行效率,减小城市建设成本。目前,云巴项目在系统配置和主要技术标准上的国家规范仍未制定,在设计过程中缺少可供依托的依据,因此,本文拟在参考目前既有的城市轨道交通设计规范、部分已运营的城市轨道交通线路实际建设情况,以及部分省市胶轮有轨电车系统设计规范的基础上,结合目前在建云巴项目的实际设计标准,探讨云巴项目中高架车站及车辆基地的设计使用目标年限及结构安全等级。

## 1 城市轨道交通高架车站及车辆基地设计使用年限

设计使用年限是指设计规定的结构或结构构件不需要大修即可按预定目的使用的年限<sup>[1-2]</sup>。根据建筑物在重要性上的差异,可将房屋建筑的设计使用年限划分为5年、25年、50年、100年。

### 1.1 城市轨道交通高架车站、车辆基地设计使用年限的相关规定

与城市轨道交通高架车站及车辆基地结构设计使用年限有关的设计规范条款如表1所示。这些条款对城市轨道交通高架车站及车辆基地的设计使用年限作了强制性规定:高架车站的结构使用年限为100年;车辆基地的结构使用年限为50年。但是,对于高架车站的钢屋盖、出入口,以及车辆停靠车场二层以上的建筑物,规范上并没有对其结构使用年限作强制性要求。因此,在城市轨道交通的实际建设工程中,不同的结构可能会存在不同的设计使用年限。

### 1.2 设计使用年限在地铁工程项目上的应用分析

本文选取了部分已运营的城市轨道交通线路,这些线路高架车站的设计使用年限及结构安全等级如表2所示。

表 1 城市轨道交通设计规范对高架车站及车辆基地设计使用年限的相关规定

Tab.1 Relevant provisions on the designed service life of elevated stations and vehicle bases in urban rail transit design codes

规范的编号及名称	规范中关于高架车站、车辆基地结构设计使用年限的条款
建标 104—2008《城市轨道交通工程项目建设标准》	第五十八条:车站主体结构及其相连的重要构件,其结构安全等级为一级,按可靠度理论设计时,结构耐久性设计应符合结构设计使用年限为 100 年的要求
GB 50490—2009《城市轨道交通技术规范》	7.4.2 条:主体结构工程的设计使用年限应为 100 年;车辆基地及其他房屋建筑的设计使用年限应为 50 年
GB 50157—2013《地铁设计规范》	1.0.12 条:地铁的主体结构工程,以及因结构损坏或大修对地铁运营安全又严重影响的其他结构工程,设计使用年限不应低于 100 年; 1.0.12 条的条文说明:高架及桥梁结构,包括站台板、楼扶梯、设备层最低设计使用年限为 100 年;附属地面建筑结构普通房屋设计使用年限 50 年,控制中心为 100 年
GB 50458—2008《跨坐式单轨交通主体》	1.0.10 条:跨坐式单轨交通主体工程结构及因损坏或大修时对系统运营产生重大影响的其他工程结构的设计使用年限应为 100 年; 9.3.4 条:城市轨道交通车站设计使用年限按 100 年考虑,故抗震设防类别应划为乙类
CJJ/T 262—2017《中低速磁浮交通设计规范》	11.1.5 条:车站主体结构、不可更换的构件以及维修和更换困难的二次结构构件设计使用年限应为 100 年,其他二次结构设计使用年限为 50 年
DG/TJ 08—2263—2018《上海市城市轨道交通上盖建筑设计标准》	3.0.3 条:上盖建筑及其相关的轨道交通建筑的结构设计使用年限规定:车站结构直接相关区域为 100 年;车辆基地及板地为 50 年,其中含控制中心的结构单元为 100 年
QB/SZMC-10602—2019《深圳地铁新线段场建设标准》	9.1.1 条:结构安全等级一般为二级; 9.1.2 条:地面车辆基地各建、构筑物主体结构设计使用年限为 50 年,出入段 U 形槽地下部分、控制中心主体结构、地下车辆基地主体结构设计使用年限为 100 年

表 2 部分城市轨道交通线路高架车站的设计使用年限及结构安全等级

Tab.2 Designed service life and structure safety grade of elevated stations of some urban rail transit lines

项目名称	高架车站主体结构		高架车站钢屋盖		高架车站出入口	
	设计使用年限/年	结构安全等级	设计使用年限/年	结构安全等级	设计使用年限/年	结构安全等级
深圳地铁 4 号线	100	一级	50	二级	50	二级
广州地铁 21 号线	100	一级	100	一级	100	一级
北京地铁 S1 线	100	一级	100	一级	100	一级
深圳地铁 5 号线	100	一级	50	二级	50	二级
深圳地铁 3 号线	100	一级	50	二级	50	二级

表 2 所列的 5 条城市轨道交通线路,其车辆基地设计的使用年限均为 50 年,结构安全等级均为二级。除北京地铁 S1 线车辆基地外,剩余 4 条线路均采用了“一层停车”的设计方案,即:城市轨道交通车辆停放在地面轨道上,车辆跟房屋建筑结构是分离的,相当于桥-建分离结构。

北京地铁 S1 线和深圳地铁 10 号线的车辆基地均采用了“二层停车”的设计方案。深圳地铁 10 号线车辆基地的设计方案为:城市轨道交通车辆停放在二层楼面的轨道上,车辆跟房屋建筑是合建的,相当于桥-建合一结构。基于此设计方案,该车辆基地联合检修库的设计使用年限为 100 年,结构安全

等级为一级;基地内其余普通房屋的设计使用年限为 50 年,结构安全等级为二级。

从上述案例可以看出:

1) 高架车站主体结构的设计使用年限均为 100 年,结构安全等级均为一级。

2) 不同项目高架车站钢屋盖的设计使用年限和结构安全等级不完全统一,其主要原因为:对于使用年限为 50 年、结构安全等级为二级的线路,设计者认为车站钢屋盖为普通屋顶,屋盖若发生损坏并不影响整条线的正常运营,且站台层的可用区域有限、须容纳的乘客较少,结构安全等级设为二级即可满足要求;对于使用年限为 100 年、结构安全等

级为一级的线路,设计者认为车站钢屋盖与车站主体一起受力,设计使用年限需一致;而使用年限为 100 年、结构安全等级为二级的线路,在设计时取了前面两种情况的区间值。

3) 高架车站出入口设计使用年限与高架车站钢屋盖设计使用年限一致。对于使用年限为 50 年、结构安全等级为二级的线路,设计者认为某个出入口拆建并不影响车站其他出入口的正常运营。

4) 车辆基地中,大部分建筑为普通房屋及构筑物,因此其设计使用年限设为 50 年;检修库内股道若位于地面层,其房屋建筑设计要求与普通建筑一致;股道若位于二层楼面,其房屋建筑的设计使用年限为 50 年,结构安全等级为二级。但深圳地铁 10 号线凉帽山车辆段双层联合检修库采用了设计使用年限为 100 年、结构安全等级为一级的设计标准,这是因为设计者考虑到房屋建筑内存在大量检修设备,若房屋建筑损坏或大修,将严重影响正常

的运营,因此将其设计使用年限及结构安全等级提高。

基于云巴项目与地铁高架车站的运行特点有部分类同之处,上述地铁高架车站的规定对云巴项目的设计使用年限及结构安全等级具有一定的参考价值。

## 2 胶轮有轨电车系统高架车站及车辆基地设计使用年限的相关规定

目前,部分省市颁布了胶轮有轨电车交通系统在设计或技术上的地方标准,这些地方标准中对胶轮有轨电车系统高架车站及车辆基地的设计使用年限要求如表 3 所示。由表 3 可知:胶轮有轨电车系统高架车站主体结构的设计使用年限为 100 年,车站雨棚、出入口及车辆基地的设计使用年限并没有明确规定,这对于云巴项目的设计使用年限的参考作用有限。

表 3 部分省市胶轮有轨电车系统对高架车站及车辆基地设计使用年限的规定

Tab.3 Regulation of rubber-tired tram system on designed service life of elevated stations and vehicle bases in certain provinces and cities

规范的编号及名称	规范中关于胶轮有轨电车系统高架车站及车辆基地结构设计使用年限的条款
广东省标准 DBJ/T 15-172—2019《胶轮有轨电车交通系统设计规范》	1.0.4 条:胶轮有轨电车交通系统的主体结构,以及因损坏或大修会对运营造成严重影响的工程,设计使用年限应为 100 年,其他结构设计使用年限应为 70 年
天津市地方标准 DB12/T 910—2019《高架胶轮有轨电车交通系统设计规范》	11.1.6 条:高架车站主体结构应按 100 年使用年限进行设计
贵州省标准 DBJ 52/T092—2019《胶轮有轨电车交通系统设计规范》	9.1.7 条:高架车站主体结构应按 100 年设计使用年限进行设计

## 3 两种设计使用年限下建筑物结构设计要求的对比

由上文可知,在城市轨道交通项目中,标志性建筑和特别重要的建筑结构的设计使用年限一般

为 100 年,普通房屋和构筑物的设计使用年限为 50 年。设计使用年限的不同,对结构参数取值及结构受力分析的影响很大。100 年和 50 年两种不同设计使用年限下建筑物结构的设计要求对比如表 4 所示。

表 4 两种设计使用年限下建筑物结构设计要求的对比

Tab.4 Comparison of building structure design requirements between designed service lives of 100 and 50 years

设计要求	设计使用年限为 50 年的建筑物	设计使用年限为 100 年的建筑物
结构安全等级	二级	一级
结构重要性系数	1.0	1.1
可变荷载考虑设计使用年限的调整系数	1.0	1.1
抗震设防分类标准	标准设防类(丙类)	重点设防类(乙类)
耐久性要求(环境类别为一类)	氯离子的最大质量分数:0.3%; 混凝土最低强度等级:C20; 保护层厚度:梁、柱均取 20 mm,板、墙均取 15 mm	氯离子的最大质量分数:0.06%; 混凝土最低强度等级:C30; 保护层厚度:不小于设计使用年限为 50 年的建筑物保护层厚度的 1.4 倍

由表 4 可知,设计使用年限为 100 年的建筑,其结构受力为设计使用年限 50 年的建筑的 1.1 倍。结合 GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》3.2.2 条和 3.2.3 条公式可知,100 年建筑的结构构件相较于 50 年建筑的结构构件,其内力增大不小于 1.1 倍。地震作用下,设计使用年限 100 年建筑的抗震设防烈度相对于 50 年建筑提高一级,结合 GB 50011—2010《建筑抗震设计规范》中 5.4.1 条、

6.2.2 条、6.2.4 条和 6.2.5 条公式可知,相对于设计使用年限为 50 年的建筑物,设计使用年限为 100 年的建筑物,其内力增大约 1.1 倍,因而结构构件尺寸及工程造价费用需要相应提高。

深圳某云巴项目车站的造价对比分析如表 5 所示。对比该站主体部分材料造价可以看出,设计使用年限为 100 年的车站造价是设计使用年限为 50 年的车站造价的 1.17 倍。

表 5 深圳云巴某项目车站主体部分材料造价对比

设计使用年限	混凝土			钢筋			材料造价/ 万元
	总体积/m <sup>3</sup>	单价/(万元/m <sup>3</sup> )	总价/万元	总质量/t	单价/(万元/t)	总价/万元	
100 年	834	0.06	50.04	171.88	0.50	85.94	135.98
50 年	766	0.06	45.96	138.67	0.50	69.34	115.30

注:未考虑人工及机械施工等综合单价。

4 建议

综上所述,结合目前在建云巴项目的实际设计标准,本文提出云巴项目高架车站、车辆基地建筑物的设计使用年限及结构安全等级建议如下:

- 1) 高架车站主体结构设计使用年限设为 100 年,结构安全等级设为一级。
- 2) 高架车站钢屋盖的覆盖范围较小、可容纳乘客较少,发生损坏时不影响整条线的正常运营,车站钢屋盖的设计使用年限可设为 50 年,结构安全等级设为二级。
- 3) 一般情况下,高架车站至少有 2 个及以上出入口,部分出入口的检修和拆建不影响车站的正常运营,车站出入口的设计使用年限可设为 50 年,结构安全等级设为二级。
- 4) 云巴项目车辆基地的人员较少,股道较多,某条股道的维修一般不影响剩余股道的正常运营,车辆基地建筑物的设计使用年限可设为 50 年,结构安全等级设为二级。对于与线路运营控制中心合

建于停车列检库内的建筑物,其设计使用年限可设为 50 年,结构安全等级设为二级,并需提高线路运营控制中心局部构件的抗震措施。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,国家市场监督管理总局. 建筑结构可靠度设计统一标准:GB 50068—2018[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2018:13.  
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, State Administration for Market Regulation. Unified standard for reliability design of building structures: GB 50068—2018[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2018:13.

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部,国家市场监督管理总局. 工程结构可靠性设计统一标准:GB 50153—2008[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008:32.  
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, State Administration for Market Regulation. Unified standard for reliability design of engineering structures: GB 50153—2008[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2008:32.

(收稿日期:2020-07-27)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—56830728 转 821