

doi:10.11835/j.issn.1000-582X.2020.064

高寒地区铁路站房天然采光模拟及其优化设计

张兴艳^{1,2}, 严建伟¹

(1. 天津大学 建筑学院, 天津 300072; 2. 中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要: 铁路站房是一类特殊的高大空间建筑, 建设量大且使用频率高, 照明能耗巨大。高寒地区日照资源丰富, 在进行铁路站房设计时充分利用天然光, 能够营造良好的建筑光环境, 降低室内照明能耗, 实现高寒地区生态环境保护目的。文中依据当地气候条件, 采用参数化软件 Rhino 对高寒地区铁路站房进行动态采光模拟, 发现天然采光存在采光均匀度低、过度曝光和眩光等问题, 提出控制站房采光有效进深或设置高侧窗均能提高站房中部的有效采光量, 改善采光均匀度; 适当减少低侧窗的透光率可有效控制近窗处的采光量, 防止过度曝光; 设置可调节的感光水平遮阳或帘幕可防止眩光的产生, 提高光环境舒适度; 提升高侧窗透光率达到 0.75 以上时, 候车厅能够获得良好的采光自足。

关键词: 高寒地区; 铁路站房; 天然采光; 动态采光模拟

中图分类号: TU248.1

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2022)05-052-015

Study on natural lighting simulation and optimization design of railway station in alpine region

ZHANG Xingyan^{1,2}, YAN Jianwei¹

(1. School of Architecture, Tianjin University, TianJin 300072, P. R. China; 2. China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd., Chengdu, 610031, P. R. China)

Abstract: Railway station building is a kind of special tall space building with large construction amount, high frequency usage and huge lighting energy consumption. There are abundant sunshine resources in alpine regions in China. In the design of railway stations, natural light should be fully used to create a good architectural light environment, reduce indoor lighting energy consumption, and achieve the purpose of protecting the ecological environment in alpine regions. According to the local climate conditions, this paper uses the parametric software Rhino to simulate the dynamic daylighting of railway station buildings in alpine regions. It is found that there are some problems in the use of natural lighting, such as low lighting uniformity, overexposure and glare. To address these issues, the optimization measures are put forward: the effective daylighting in the middle of the station building can be improved by controlling the effective depth of daylighting or setting high side windows; the illumination near the window can be effectively controlled by properly adjusting the light transmittance of the low side window to prevent overexposure; the glare can be prevented and the light environment comfort can be improved by using adjustable

收稿日期: 2020-08-19 网络出版日期: 2020-10-26

基金项目: 中铁二院工程集团有限责任公司科研项目(KYY2018040(18-19))。

Supported by Key Technology R & D Projects of China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd. (KYY2018040(18-19)).

作者简介: 张兴艳(1979—), 女, 高级工程师, 博士研究生, 主要从事建筑节能研究, (E-mail) 19299920@qq.com。

photosensitive horizontal sunshade or curtain; the waiting hall can obtain good daylighting self-sufficiency when the light transmittance of high side window reaches above 0.75.

Keywords: alpine area; railway station building; natural lighting; dynamic lighting simulation

采光是建筑室内环境的重要部分,充分、合理的天然采光能够保障人的视觉需要,提高光环境舒适度,增强对室内环境的认同感及满意度;同时,天然采光是太阳光最直接、高效的利用方式,是对可再生能源的充分利用,能够降低室内照明能耗。对建筑光环境进行分析和评价是一个综合性的问题,通过科学的计算机模拟和实测分析,对建筑方案进行客观的光环境评价,有助于建筑空间的合理规划、设计、使用,并创造出舒适的光环境^[1]。中国铁路建设得到长足发展,带动了铁路站房的大量建设,截至2019年底,全国铁路营业里程已超过13.9万km,已建成铁路站房1500余座^[2],2020年8月出台的《新时代交通强国铁路先行规划纲要》提出:至2035年,我国铁路网将覆盖20万人口以上的城市^[3],铁路站房的数量仍将持续增加。然而,铁路站房属于一类特殊的高大空间建筑,其进深和面宽大,站房的天然采光设计对光环境舒适度和建筑能耗有着巨大的影响。随着可持续发展理念在铁路建设领域的逐步深入,铁路站房的天然采光设计受到广泛关注。Danny H.W.Li和A.Zain-Ahmed等^[4-5]研究发现良好的采光方案能节省大量的建筑能耗;在此基础上,Danny H.W.Li等^[6]分析了天然光强度对室内照度的影响,论证了通过天然采光可获得良好的室内光环境舒适度。研究发现,铁路站房采光通常存在两类问题:一是采光不足室内光环境舒适度较低,在白天也需要人工采光,导致照明能耗增大;二是为满足室内采光开设屋面天窗增加建筑横向进深的自然采光照度,带来了夏季太阳热辐射过量和冬季热损失大的问题^[7-8]。针对这类问题,Moore F^[9]分析了如何将天然光引入室内调节光照舒适性;Littlefair P J^[10]提出了如何将太阳光线引到距室内窗框较远范围的方法;Danny H.W.Li等^[11]分析了照明能耗和因太阳辐射而增加的空调能耗间的关系;唐文胜^[12]采用ECOTEC软件对西安北站过渡季节的自然采光进行模拟分析,得出满足自然光照明要求的天窗尺寸和遮阳百叶间距;李伟等^[13]利用IES数值模拟软件对天津站的天然采光设计进行模拟优化,得出屋面天窗采光口分散布局比集中布局具有更高的采光系数和更优的采光均匀性,同时降低能耗。

根据我国光气候分区,高寒地区(海拔高且平均气温低)处于第Ⅰ类光气候区,其日照率高,太阳直射强度大,极易产生眩光、过度曝光及采光均匀性差等问题,而现行国标仅考核平均照度值,此种考核方法无法考量天空直射光对建筑室内形成的时、空变化下的不同影响,对高强度地区的光环境评价结果与实际情况相差较大,不利于高强度环境下建筑室内光环境的优化。目前,国内外对高强度环境下铁路站房的天然采光研究尚属空白。文中分析了高寒地区铁路站房天然采光存在的具体问题;提出了高寒地区铁路站房天然采光的合理优化措施。

1 项目概述

有“世纪工程”之称的川藏铁路是一条连接四川省与西藏自治区的快速铁路,是继青藏铁路后的第2条进藏“天路”,也是中国西南地区的干线铁路之一^[14],位于高寒地区——青藏高原,线路总长1838 km,设计速度160~200 km/h,全线被分为3段:成康铁路(成都-康定)、康林铁路(康定-林芝)、拉林铁路(拉萨-林芝)。拉林段铁路位于西藏自治区东南部,线路从协荣站引出,向南穿过冈底斯山余脉进入雅鲁藏布江河谷,于贡嘎跨过雅鲁藏布江后向东经扎囊、泽当、桑日、加查、朗县、米林至林芝,新建正线长度402.89 km,运营长度433.90 km,全线共34个站,其中9个客运站,即贡嘎-扎囊-泽当-桑日-加查-朗县-米林-岗嘎-林芝^[15],如图1所示。新建林芝站为拉林铁路终点站,线侧平式站房,2站台6线(含1条正线),最高聚集人数为2000人。站房总建筑面积14898.01m²,建筑总高度28.1 m。林芝站站房建筑地上二层,局部夹层和局部地下一层。一层中部设候车厅,候车厅右侧设售票及售票办公、旅客服务、VIP候车、行包和设备区,候车厅左侧设

出站厅、车务办公区和防爆室等；二层局部设候车厅，左右两侧均布置大厅式旅客服务(站内商业)和商务候车区，局部利用一层屋顶设置室外绿化平台^[16]，如图 2 所示。

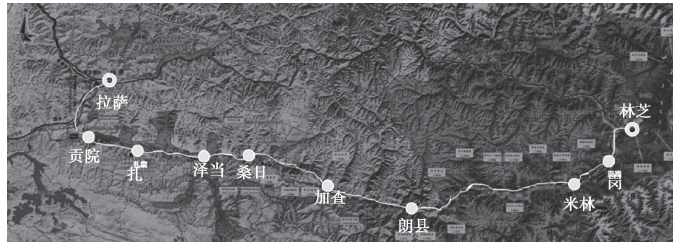


图 1 川藏铁路拉林段沿线站点示意图

Fig. 1 Schematic diagram of stations along Lalin section of Sichuan Tibet Railway

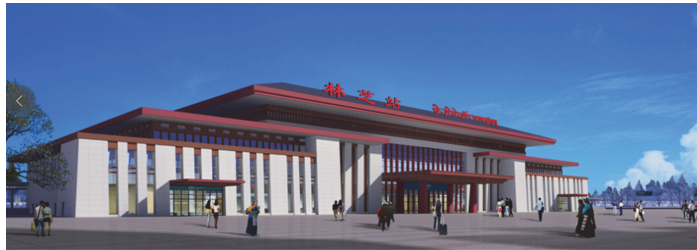


图 2 林芝站外观效果图

Fig. 2 Appearance Rendering of Lin-zhi Station

2 林芝站采光模拟分析

2.1 地区情况

根据我国光气候分区，林芝属于第 I 类光气候区，天然光日照量丰富，年平均总照度远高于我国其他地区，太阳直接辐射强度大，如图 3、图 4 所示。

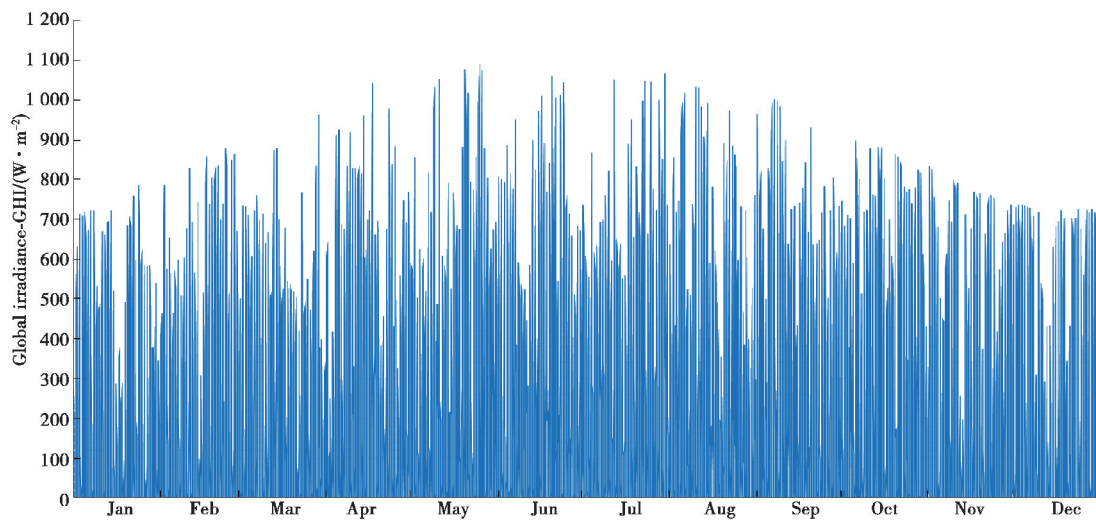


图 3 林芝地区全年总水平辐射 (Global Horizontal Irradiance GHI)

Fig. 3 Global Horizontal Irradiance of Lin-zhi

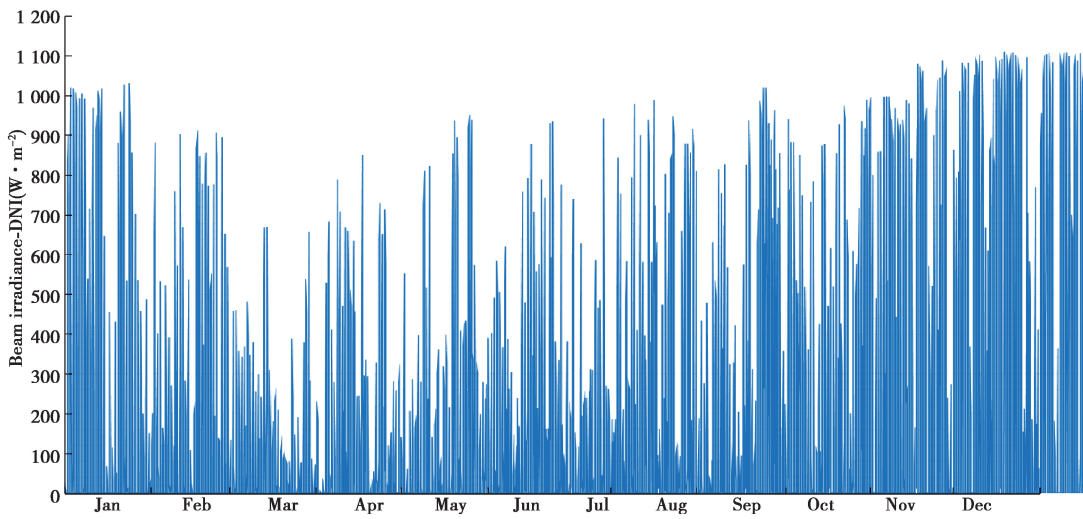


图 4 林芝地区全年直接辐射
 Fig. 4 Direct Normal Irradiance of Lin-zhi

2.2 林芝站天然采光设计

林芝站前设广场,站房区域无外部遮挡,采光基础较好,如图 5 和图 6 所示,林芝站站房建筑朝向为西偏北 41°,建筑平面轮廓规则,模拟区域平面开间、进深均较大,候车厅宽度约 45 m,通高空间净高约 20 m,设有二层候车区,如图 7~图 9 所示。林芝站设计主要采用竖向条窗、大厅高窗与幕墙相结合的综合采光系统,竖向条窗凹进深度较小,未形成明显的竖向遮阳作用;屋面有出挑,檐口高度 22.9 m,出挑深度从外墙边算至檐沟边 8.0 m,可以形成建筑自遮阳,有利于防止眩光。

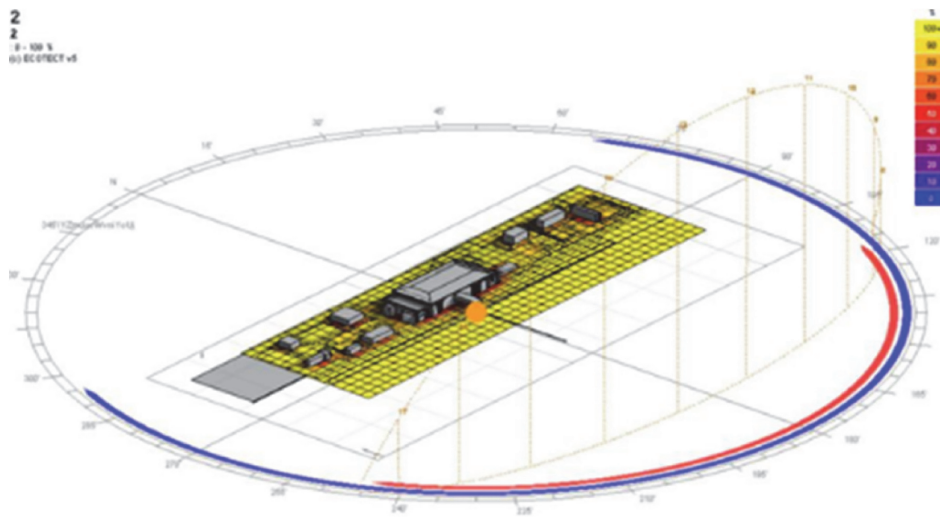


图 5 林芝站站房区域采光模拟
 Fig. 5 Daylighting Simulation of Lin-zhi Station

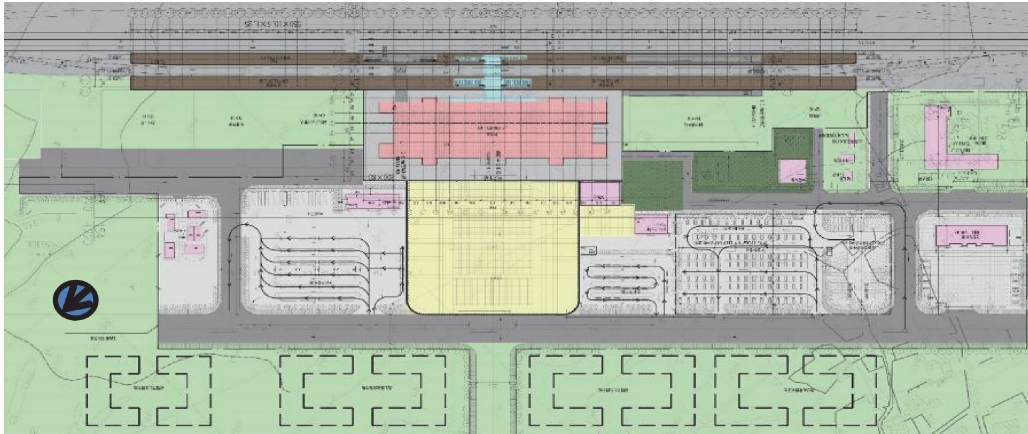


图 6 林芝站总平面图

Fig. 6 General Plan of Lin-zhi Station

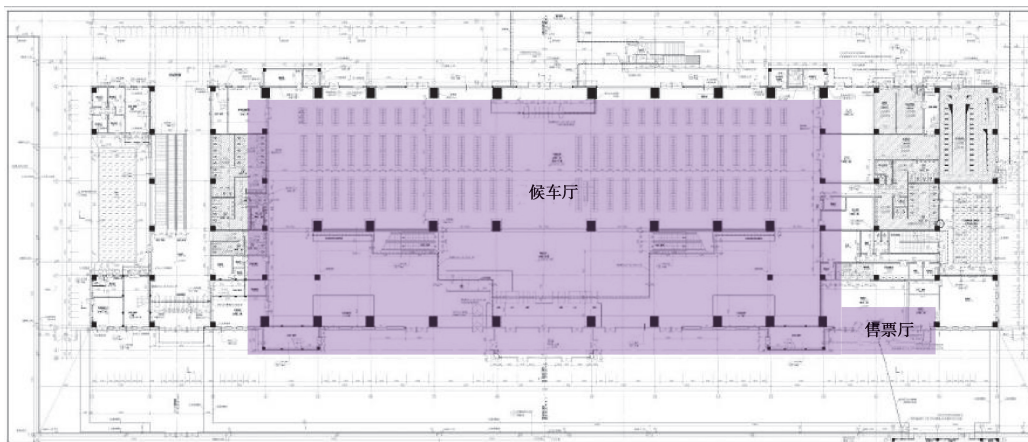


图 7 林芝站一层平面图

Fig. 7 First Floor of Lin-zhi Station

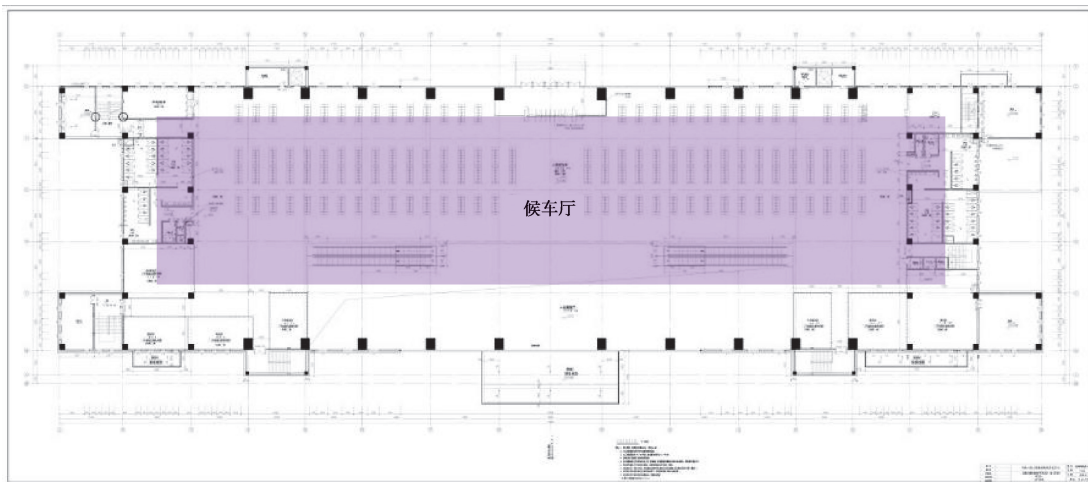


图 8 林芝站二层平面图

Fig. 8 Second Floor of Lin-zhi Station



图9 林芝站候车厅效果图

Fig. 9 Interior Rendering of Waiting Hall of Lin-zhi Station

2.3 采光评价体系

建筑采光国家标准为 GB/T 50033—2013《建筑采光设计标准》^[17]及绿色建筑评价相关标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2019^[18],为基础标准;另有考量采光舒适性、采光均匀性平衡的国际评价方法,例如,北美 IES(Illuminating Engineering Society of North America)相关标准,“Well Building”评价方法等,为提升标准。

1)《建筑采光设计标准》GB/T 50033—2013 中交通建筑的采光要求,如表 1 所示。

表 1 《建筑采光设计标准》GB/T 50033—2013 规定的采光设计标准
Table 1 Standard for Daylighting Design of Buildings (GB/T 50033—2013)

采光等级	场所名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数标准值/%	室内天然光照度标准值/lx	采光系数标准值/%	室内天然光照度标准值/lx
Ⅲ	进站厅、候机(车)厅	3.0	450	2.0	300
Ⅳ	出站厅、连接通道、自动扶梯	2.0	200	1.0	150
Ⅴ	站台、楼梯间、卫生间	1.0	150	0.5	75

2)《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2019 对光环境的要求为:

- ①内区采光系数满足采光要求的面积比例达到 60%,得 3 分;
- ②地下空间平均采光系数不小于 0.5%的面积与地下室首层面积的比例达到 10%以上,得 3 分;
- ③室内主要功能房间至少 60%面积比例区域的采光照度值不低于采光要求的小时数,平均不少于 4 h/d,得 3 分;
- ④主要功能房间有眩光控制措施,得 3 分。

3)健康建筑《Well Building》,健康建筑标准中选择 IES LM-83 2012 中关于日照自足值和年太阳光照射度的概念,作为综合衡量室内环境采光利用率及采光舒适度的评判指标:

①至少 55%的常用空间达到空间日照自足值(SDA(Spatial Daylight Autonomy)450,50%;其值表征空间中日光水平的年度充足性)。也就是说,至少 55%的空间每年至少 50%的运营时间内至少能获得 450 lx 的阳光照射,达到工作时间时的采光自足(铁路站房主要空间工作面照度要求 450 lx)。

②达到年太阳曝光照度(ASE (Annual Sunlight Exposure)1 000,250;其值描述空间中每年出现视觉不适的可能性)的常用空间不超 10%。即每年有 250 h 可获得 1 000 lx 以上阳光照射的区域不超过 10%,不形成过度采光照射,使不舒适、不均匀的光环境情况在可承受范围内。

具体求解过程:按照逐点分析法,分别求解全年工作时间(取 8:00—18:00)范围内室内超过 450 lx (SDA)与 1 000 lx(ASE)的时间占比与面积占比。利用分析软件计算全年 50%以上的工作时间,工作面水平照度达到 450 lx 及以上的面积占比(SDA),全年 250 h(即全年 6.8%以上的工作时间:250 h/全年 3 650 h=6.8%)工作面水平照度达 1 000 lx 及以上的面积占比(ASE)。

模拟分析结果表达形式即可换算为:

SDA:满足 50%的工作时间,工作面照度在 450 lx 的情况下的覆盖面积是否达到 55%;

ASE:满足 6.8%的工作时间(依据 250 h 与全年工作时间的比值得到),工作照度在 1 000 lx 的情况下覆盖面积是否小于 10%。

2.4 林芝站天然采光环境模拟边界条件设置

2.4.1 模拟方法

采用动态采光模拟方法,应用 Rhino 中参数化模拟的 Radiance 内核 Honeybee 插件,针对建筑室内环境的天然采光,能够准确输出可视化模拟结果,内置对全年固定照度的时间分布计算工具,软件与达标条文内容契合度较高。对于采光的模拟,采用逐点照度模拟计算法,即对民用建筑模型每个房间的距地面 0 m 高度处的水平面按 1 m 间距精度划分为多个网格,模拟考量的时间范围内的采光情况。

2.4.2 边界条件

依据现行国标《绿色建筑评价标准》及其引用的《建筑采光设计标准》GB/T 50033—2013 规定,采光模拟是基于全阴天模型计算而得到的,全阴天即天空全部被云层遮蔽的天气,此时,室外天然光均为天空扩散光,其天空亮度分布相对稳定,天顶亮度为地平线附近亮度的 3 倍。此种考核方法无法考量天空直射光对建筑室内形成的时、空变化下的不同影响,而且对于第 I 类光气候区,极少出现阴天情况,也导致该种评价下的结果可能与实际情况相差甚远。同时,现行国标仅考核平均照度值,没有评价采光均匀性等质量指标。假设,某时段房间近窗处工作面照度 10 000 lx,远窗处 501 x,可以求出平均照度 450 lx,数字上满足标准要求,但实际上是不理想的采光环境。

上述内容在以 SDA、ASE 2 个动态采光评价指标为主的动态采光模拟中可以得到更有效和真实的结论。因此,文中以 SDA、ASE 2 个评价指标为主要模拟结果进行研究。建筑材料的材质、颜色、表面状况决定光的吸收、反射与投射性能,对建筑采光影响较大,模拟分析时需根据实际材料性状对参数进行选值。参考《建筑采光设计标准》GB/T 50033—2013 的表 5.0.4 及《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇-建筑》^[19]对各种不同材料构造的光学性能参数提供的参考指导值进行赋值计算分析,文中玻璃及内饰面材料光学性能参数取值如表 2 所示。

表 2 材料光学性能参数
Table 2 Optical Properties of Materials

构造部位	材料	反射比	可见光透射比(透射比 * 维护系数)
玻璃幕墙	6LOW-E+12+c	—	0.60 * 0.8
内墙	浅色装修饰面	0.6	—
地板		0.4	—
天花吊顶	白色铝板	0.83	—
竖窗门		0.43	—
外墙		0.45	—
室外屋顶		0.23	—

2.4.3 模拟模型

天空状态:动态天空。

天空数据:林芝自然光全年动态数据(2002—2010)。

网格划分依据:《建筑采光设计标准》GB/T 50033—2013,《采光测量方法》^[20]GB/T 5699—2017。

网格与墙体间距:1 m,模拟空间网格间距:1 m。

模拟范围:工作面 1 为候车室一层,工作面 2 为候车室二层,工作面 3 为售票厅平面。

项目划分网格数:候车室一层工作面测试点共 4 830 个,候车室二层工作面测试点共 2 835 个,售票厅工作面测试点共 144 个。如图 10 所示。

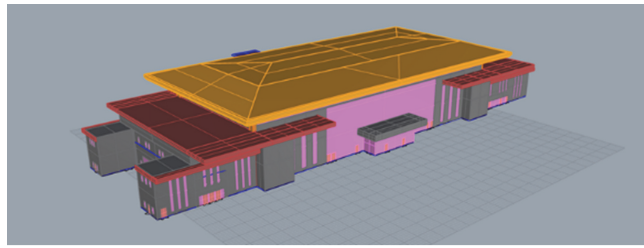


图 10 林芝站 3D 模型

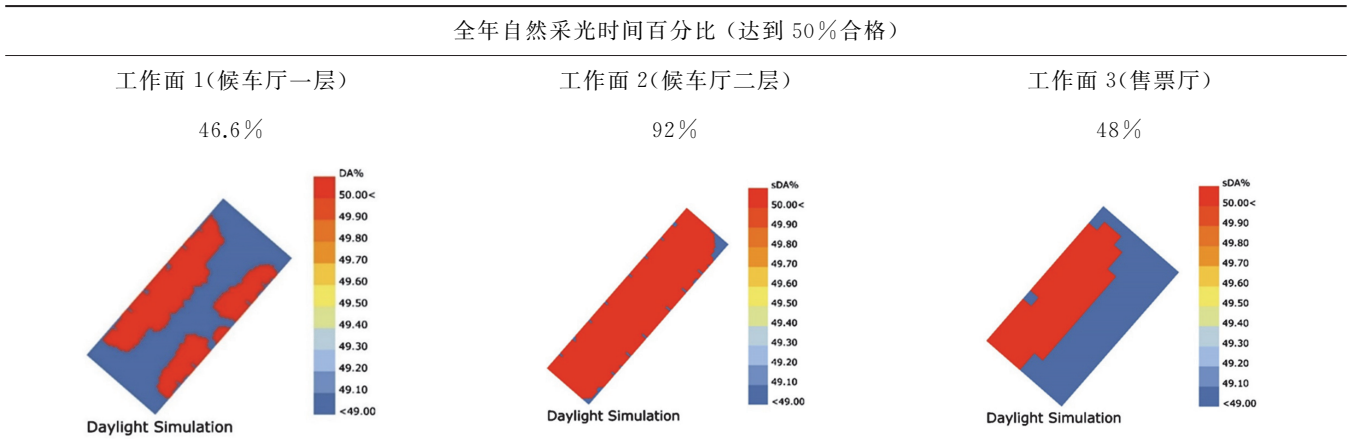
Fig. 10 3D Model of Lin-zhi Station

2.5 林芝站原方案光环境模拟及分析

1) 采光自足(SDA)模拟分析,模拟结果如表 3 所示。

表 3 SDA 模拟结果统计表

Table 3 SDA Simulation Results

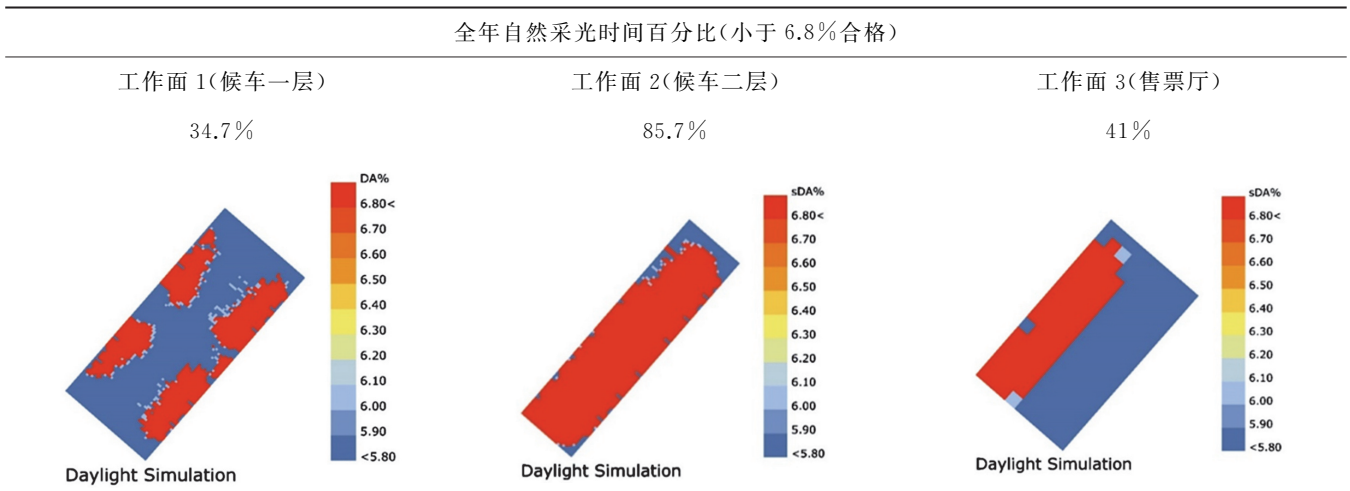


通过“采光自足”模拟结果看出,由于室外天然光环境的优势,结果比较理想,北向窗口也能得到大量采光,但候车厅一层及售票厅仍未满足 SDA 指标要求(覆盖面积的达标下限为 55%)。候车厅采光多少与进深大小呈负相关关系,候车厅一层中部区域由于距站房外墙较远,且该区域设有二层候车厅,对中部区域天然光的照射形成了遮挡,采光达不到自足要求;候车厅二层东南向,二层候车厅靠近站台方向的外墙区域,采光充足甚至过量,满足自足需求。

2) 年太阳曝光照射(ASE)模拟分析,模拟结果如表 4 所示。

表 4 ASE 模拟结果统计表

Table 4 ASE Simulation Results



通过“年太阳曝光照射”模拟结果看出,所有模拟空间均存在过量(超过 1 000 lx 的过量照射时间、空间分布过多),南向及西向近窗处得到大量的太阳直射光,形成眩光及过度曝光情况。

3)眩光模拟分析。根据太阳全年在天空轨迹的分析,拟定 2 个可能出现眩光最强烈的工况进行模拟。模拟采光口眩光源的位置,影响程度等。

工况 1:夏至日下午至傍晚时段,此时段太阳朝向正对西北向立面,易形成西晒及眩光辐射。如图 11 和表 5 所示。

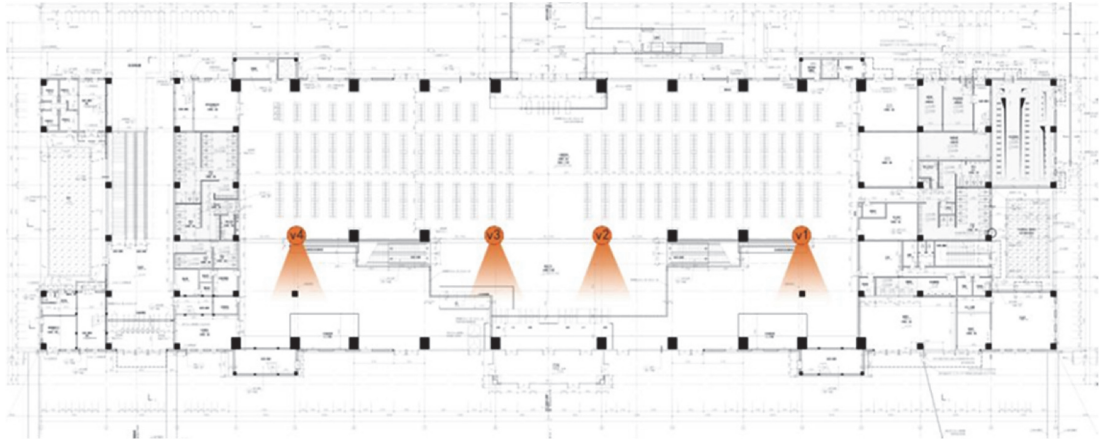


图 11 夏至日眩光视角定位(从左到右为:v4、v3、v2、v1)

Fig. 11 Location of Glare angle on Summer Solstice (From Left to Right: V4, V3, V2, V1)

表 5 v1、v2、v3、v4 ASE 模拟结果统计表

Table 5 ASE Simulation Results of v1、v2、v3、v4

视角	模型中角度	渲染效果	眩光分析结果
V1 视角			
V2 视角			
V3 视角			
V4 视角			

工况 2:冬至日上午时段中太阳朝向正对东南向立面,易形成眩光辐射,如图 12 和表 6 所示。

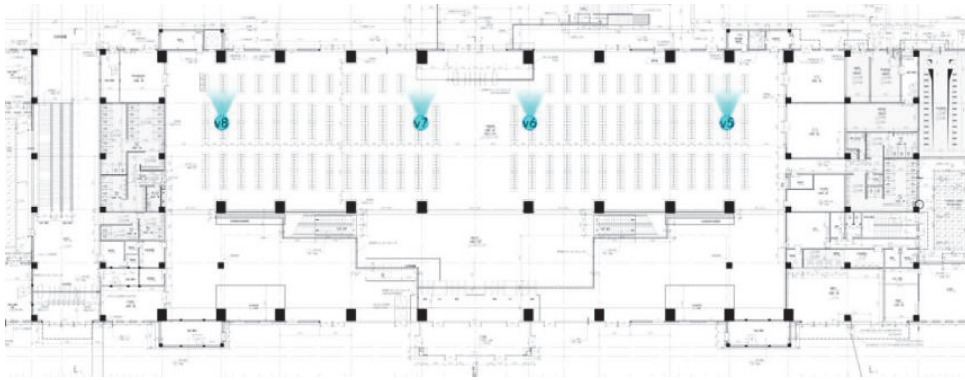


图 12 冬至日眩光视角定位(从左到右为:v8、v7、v6、v5)

Fig. 12 Location of Glare angle on Winter Solstice (From Left to Right: V8, V7, V6, V5)

表 6 v5、v6、v7、v8 ASE 模拟结果统计表

Table 6 ASE Simulation Results of v5、v6、v7、v8

视角	模型中角度	渲染效果	眩光分析结果
V5 视角			
V6 视角			
V7 视角			
V8 视角			

模拟的 8 个视野中均有明显的眩光形成,主要为水平入射的太阳光产生。避免此类眩光需要在立面上设置水平式和挡板式遮阳。由于采光需求,遮阳设施应为可调节的活动式遮阳板或者幕帘。

现状模拟结论:1)高寒地区光气候优秀,室内采光充足,若以均匀照度指标计算,模拟结果显示远超国标平均照度 450 lx 的要求;2)根据 SDA 和 ASE 模拟结果可看出,采光均匀度较差,一层候车厅整体进深深处(15 m)未得到有效采光,东南向建筑廊道遮挡及竖向窗在横向的均匀度不佳,候车厅东南侧采光均匀度不足;3)近窗处采光过量,尤其东南向候车厅二层,室外无遮挡,采光均匀且过量。因此,需要通过遮阳、反光板等设置降低近窗处的采光,同时需要通过设置天窗或者反光板方式向进深深处反射阳光,实现高采光均匀度。

2.6 林芝站光环境优化方案模拟及分析

结合模拟结果,调整建筑立面窗墙比、窗洞口位置、窗透光能力等,均可以改善室内采光自足和过度曝光,上述措施中,调节窗的透光能力对设计过程影响最小。选取候车厅一层平面做粗糙网格模拟,因站房建筑进深大,且双朝向,两朝向上立面窗墙比多样等特征,模拟时变化 3 处,如图 13 所示。采光窗的透光率形成对比模拟工况,模拟分析 SDA 和 ASE 的变化趋势,可得到类似建筑空间光环境的适宜采光透射系数范围,如表 7 所示。

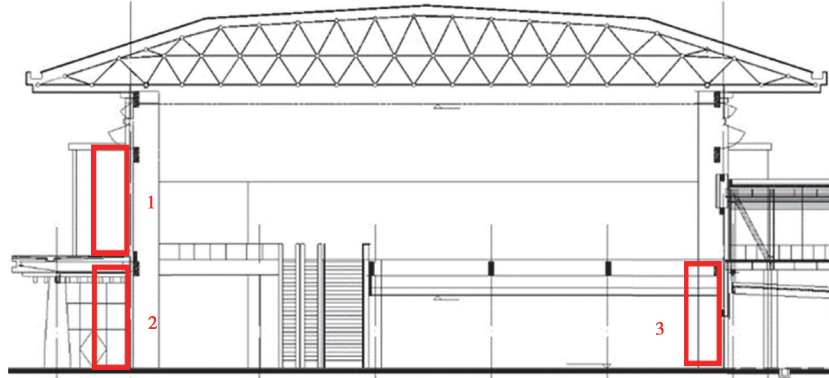


图 13 林芝站剖面图

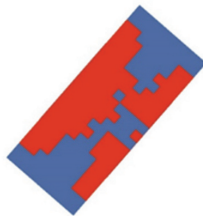
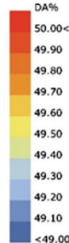
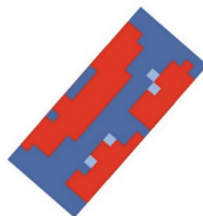
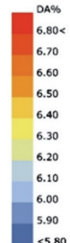

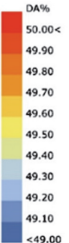
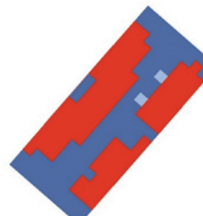
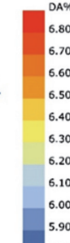
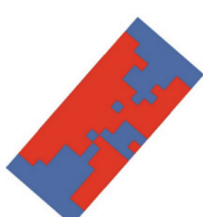
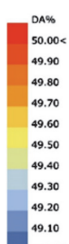
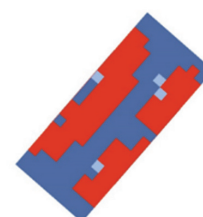
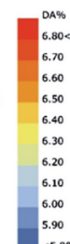

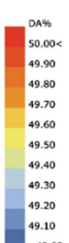

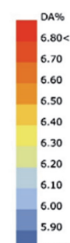

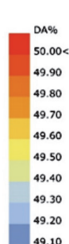
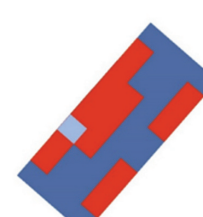
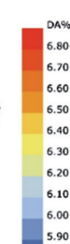
Fig. 13 Section of Lin-zhi Station

表 7 不同工况模拟取值


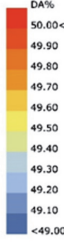

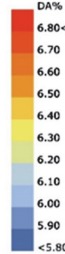
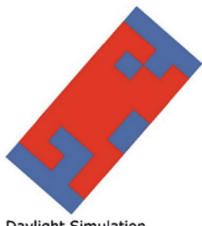
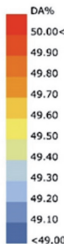

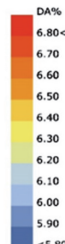
Table 7 Simulation value of different working conditions

模拟 工况	透光率取值			SDA	ASE
	西北 高侧窗	西北 一层侧窗	东南 一层侧窗		
1	0.45	0.24	0.48	 Daylight Simulation	 Daylight Simulation
2	0.48	0.24	0.48	 Daylight Simulation	 Daylight Simulation
3	0.24	0.24	0.48	 Daylight Simulation	 Daylight Simulation

续表7

模拟 工况	透光率取值			SDA		ASE	
	西北 高侧窗	西北 一层侧窗	东南 一层侧窗				
4	0.48	0.18	0.48				
5	0.48	0.21	0.48				
6	0.48	0.18	0.18				
7	0.54	0.12	0.12				
8	0.6	0.03	0.1				

续表7

模拟 工况	透光率取值			SDA		ASE	
	西北 高侧窗	西北 一层侧窗	东南 一层侧窗				
9	0.72	0.03	0.03				
10	0.72	0.03	0.12				

通过以上 10 个不同工况的模拟对比,发现站房高侧窗对近窗处的照度影响较小,对进深深处的照度影响较大;一层侧窗对进深深处的照度影响无规律,而对降低近窗处的过量采光有直接影响。对比工况模拟结果分析散点图,如图 14 所示,横坐标为高、低侧窗的透光率,纵坐标为采光自足值,其他条件不变时,高侧窗及低侧窗对采光自足值的影响呈正相关,但是低侧窗的拟合曲线斜率更高,表征低侧窗对采光自足值的影响程度更大。单变量情况下,高侧窗及低侧窗的透光率变化未见对日照曝光有改善,两者之间无规律。如图 15 所示,横坐标为高、低侧窗的透光率,纵坐标为日照曝光值。当提升高侧窗透光率,使其达到 0.75 以上(即综合透光率为 $0.75 * 0.8$ 维护系数 = 0.6),且一层侧窗透光率在 0.1 左右时,一层候车厅能够获得良好的采光自足和较少的过度曝光。

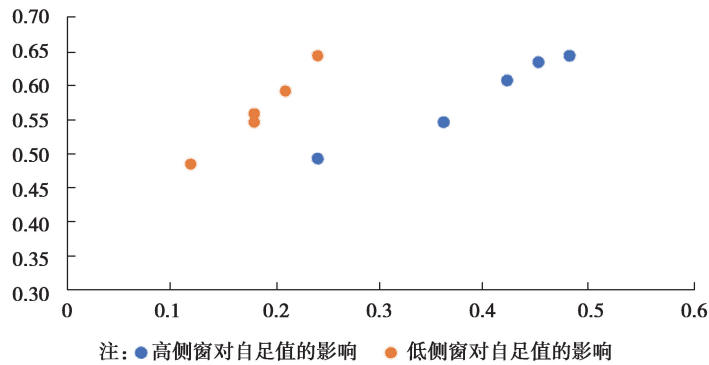


图 14 高低侧窗自足值模拟结果分析

Fig. 14 Analysis of Self Sufficiency Simulation Results of High and Low Side Windows

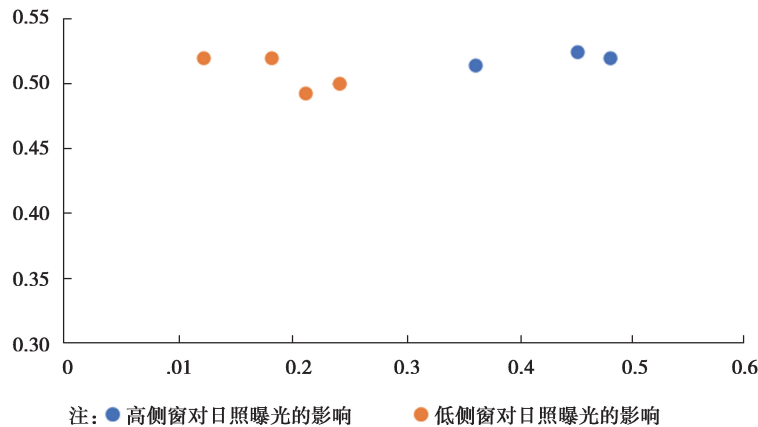


图 15 高低侧窗日照曝光模拟结果分析

Fig. 15 Analysis of Simulation Results of Sunlight Exposure for High and Low Side Windows

3 结 论

结合高寒地区气候条件,利用 Rhino 软件对铁路站房进行了采光自足(SDA)及太阳曝光照射度(ASE)动态模拟分析,结果如下:

1)高寒地区铁路站房较其他地区的铁路站房更易获得充足的天然光,室内平均照度值远超国标要求,但也存在一定的问题,候车厅中部区域距外墙 15 m 及更远范围的采光仍达不到自足要求;其次,候车厅及售票厅工作照度超过 1 000 lx 的过量照射在时间和空间分布上过多,南向及西向近窗处获得大量的太阳直射光,形成极强的眩光及过度曝光;夏至日下午至傍晚时段及冬至日上午时段,在太阳正对的朝向上有太阳水平入射产生的眩光。

2)通过模拟分析,结合高寒地区的气候特征,提出高寒地区铁路站房光环境综合优化的策略建议。将站房“采光有效进深”控制在 0.8 以内,或在站房檐口下四周设置高侧窗,以提高站房中部区域的有效采光量,使其满足采光自足要求,改善高寒地区铁路站房的采光均匀度;在眩光产生的朝向上设置可调节的感光水平遮阳或帘幕以防止眩光的产生,提高光环境舒适度;适当减少低侧窗的透光率可有效控制近窗处的采光量,防止过度曝光;提高高侧窗的透光率,使其达到 0.75 以上(即综合透光率为 0.75×0.8 维护系数 = 0.6),候车厅能够获得良好的采光自足,提高采光均匀度和光环境舒适度。

致谢:本研究得到中铁二院工程集团有限责任公司科研项目《高寒地区(以川藏线为例)铁路站房绿色建筑技术研究》(KYY2018040(18-19))的资助,在此对参与本课题研究和参与新建铁路川藏线拉萨至林芝段设计的所有人员表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 喻伟,李百战,李楠. 节能建筑光环境设计实例[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2007, 30(11): 129-134.
Yu W, Li B Z, Li N. Example of the light environment design of energy conservation building[J]. Journal of Chongqing University (Natural Science Edition), 2007, 30(11): 129-134.(in Chinese)
- [2] 中国国家铁路局. [EB/OL]. <http://www.nra.gov.cn>.
National Railway Administration of the People's Republic of China. [EB/OL]. <http://www.nra.gov.cn>.
- [3] 中国国家铁路集团有限公司. [EB/OL]. <http://www.china-railway.com.cn/xwzx/rdzt/ghgy>.
China Railway. [EB/OL]. <http://www.china-railway.com.cn/xwzx/rdzt/ghgy>.
- [4] Li D H W, Lam J C. Evaluation of lighting performance in office buildings with daylighting controls[J]. Energy and Buildings, 2001, 33(8): 793-803.
- [5] Zain Ahmed A, Sopian K, Othman M Y H, et al. Daylighting as a passive solar design strategy in tropical buildings: a case study of Malaysia[J]. Energy Conversion and Management, 2002, 43(13): 1725-1736.
- [6] Li D H W, Lam J C. An investigation of daylighting performance and energy saving in a daylit corridor[J]. Energy and

- Buildings, 2003, 35(4): 365-373.
- [7] Bodart M, de Herde A. Global energy savings in offices buildings by the use of daylighting[J]. Energy and Buildings, 2002, 34(5): 421-429.
- [8] Liu G, Cen C, Zhang Q, et al. Field study on thermal comfort of passenger at high-speed railway station in transition season[J]. Building and Environment, 2016, 108: 220-229.
- [9] Moore F. Concepts and practice of architectural daylighting[M]. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985.
- [10] Littlefair P J. Review Paper: innovative daylighting: review of systems and evaluation methods[J]. Lighting Research & Technology, 1990, 22(1): 1-17.
- [11] Li D H W, Lam J C, Wong S L. Daylighting and its implications to overall thermal transfer value (OTTV) determinations [J]. Energy, 2002, 27(11): 991-1008.
- [12] 唐文胜. 自然通风及自然采光计算机模拟分析在站房设计中的应用—以西安北站为例[C]. 武汉: 中南建筑设计院有限公司, 2009.220-226.
Tang W S. Application of computer simulation analysis of natural ventilation and natural lighting in station building design-taking Xi'an North Railway Station as an example[C]. Wuhan: Zhongnan Architectural Design Institute Co., Ltd, 2009.220-226.(in Chinese)
- [13] 李伟, 张琪瑶, 那艳玲. 大型高铁站房天窗采光优化设计研究: 以天津站为例[J]. 天津城建大学学报, 2018, 24(4): 259-264, 277.(in Chinese)
Li W, Zhang Q Y, Na Y L. A study on the daylighting design of large high-speed railway station: a case study of Tianjin station[J]. Journal of Tianjin Chengjian University, 2018, 24(4): 259-264, 277.(in Chinese)
- [14] 张杰. 川藏铁路红层路基粗颗粒改良填料力学性质及变形预测[D]. 成都: 西南交通大学, 2019.
Zhang J. Study on mechanical properties and deformation prediction for coarse-grained red mudstone improved filler in sbrugrade of Sichuan-Tibet railway[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2019. (in Chinese)
- [15] 中国中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路川藏线拉萨至林芝段可行性研究说明书 [R].成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2013.
China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd. Feasibility Study Report on Lhasa Linzhi Section of New Sichuan Tibet Railway[R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd, 2013.(in Chinese)
- [16] 中国中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路川藏线拉萨至林芝段林芝站初步设计说明书[R].成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2018.
China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd. Preliminary Design Specification for Linzhi Station of Lhasa Linzhi Section of New Sichuan Tibet Railway[R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd, 2018.(in Chinese)
- [17] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑采光设计标准: GB/T 50033-2013 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
Ministry of House and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. GB/T 50033-2013 Building lighting design standard[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2013.(in Chinese)
- [18] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 绿色建筑评价标准: GB/T 50378-2019[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
Ministry of House and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Assessment standard for green buildings: GB/T 50378-2019[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019.(in Chinese)
- [19] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司. 全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇-建筑[M]. 北京: 中国计划出版社, 2007.
Department of Construction Quality, Safety Supervision and Construction Industry Department Ministry of Construction P.R.C. National technical measure for design of civil construction special edition-energy conservation-architecture[M]. Beijing: China Planning Press, 2007.(in Chinese)
- [20] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 采光测量方法: GB/T 5699—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Method of daylighting measurements: GB/T 5699—2017[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017. (in Chinese)

(编辑 陈移峰)