

基于矿山信息模型的设计计算平台开发

Development of Design and Calculation Platform Based on Mine Information Model

李少辉, 张爱民(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

摘要:本文分析了矿山工程设计计算平台的重要意义、功能特点和架构设计,介绍了设计计算平台在井巷工程设计计算、采矿设备计算、深井矿山热负荷计算、水文地质计算方面的功能。该计算平台的实际应用,达到了预期提升设计质量、效率和标准化程度的效果。

关键词:矿山信息模型; 设计计算; WEB平台; 前后端分离

中图分类号: TP872 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-609X(2022)03-0007-04

Abstract: This paper analyzes the significance, functional characteristics and architectural design of the design and calculation platform for mine engineering, and introduces the functions of the platform in design and calculation of shafts and underground roadways, mining equipment calculation, deep-shaft mine heat load calculation and hydrogeological calculation. The actual application of the calculation platform has achieved the expected effect of improving the design quality, efficiency and standardization.

Key words: mine information model; design and calculation; WEB platform; front and back end separation

1 前言

矿山工程设计过程中涉及地质、采矿、岩石力学、矿山机械、建筑、结构、总图、水道、暖通、电气、仪表、自控、技术经济等多个专业,设计内容包括地质模型、开拓运输系统、采矿方法、通风系统、充填系统、提升系统、排水系统、安全环保等多个方面,需要进行大量的设备材料选型和系统方案制定等设计计算工作。建立基于矿山信息模型的设计计算平台,以 Web 应用的方式集成多专业多系统设计计算工具,将工程经验和专业知识进行软件化封装,能够有效提升设计工作的质量、效率和标准化程度,同时实现设计数据的自动化采集和结构化存储,提升多专业之间的数据流通效率。

2 平台架构设计

2.1 平台功能特点

- (1)设计计算具备模块化计算和权限管理。
- (2)具备多项目管理功能及项目成员间数据共享功能。
- (3)设计计算的系统性、准确性和快速性。

(4)满足多终端应用需求,包括 PC 端、移动端,并具备与 MIM 建模软件的集成能力。

(5)设计计算的输入数据来源于矿山信息模型的属性数据及用户输入数据。

(6)计算数据的可追溯性,将计算结果存入关系型数据库,用于后续的分析。

(7)高扩展性,便于版本迭代和平台功能更新。

2.2 架构设计

考虑平台功能需求、开发便捷性和平台扩展性,采用前后端分离的 Web 应用架构,后端负责处理、存储数据,前端负责显示数据,前端与后端开发人员通过数据接口进行紧密联系,同时开发工作互不影响。前后端分离可以实现真正的前后端解耦,加快整体响应速度,可以快速定位程序问题,通过页面异步加载提升页面流畅度,增加代码的维护性 & 易读性,代码可以复用及组件化,从而提升整体开发效率。

1) 后端数据接口 API

后端提供 Restful 风格的 API 接口,将每个设计计算工具封装成为独立组件,便于多个系统进行调用。Restful 是一种基于 Http 协议,用于系统模块之间相互调用的接口协议。设计计算平台采用的 Restful API 将对外开放的服务表达成 Web 资源,每个 Web 资源都通过 Url 表达其调用地址。客户端通过 Url 发起 Http 请求对 Web 资源进行 get、post、put、delete 等操作,Restful API 允许 Web 服务的设计者根据需求实现四种操作的业务逻辑^[1]。

[作者简介] 李少辉(1987-),高级工程师,注册咨询工程师,一级建造师,主要从事数字矿山智能矿山技术研发工作。

[基金项目] 科技部创新方法专项(课题编号:2019IM050300)

[引用格式] 李少辉,张爱民.基于矿山信息模型的设计计算平台开发[J].中国矿山工程,2022,51(3):7-10.

2) 前端开发框架

采用开发采用 VUE2.0 框架和 ElementUI 组件。Vue 提供了组件化的开发模式。传统 HTML + JSON 的开发模式,每个网页是一个文件,网页上所有的 HTML 节点、JavaScript 交互脚本均在一个文件中编写,造成文件庞大,不利于代码的可维护性。Vue 提供了一种组件化机制,能够将网页上的内容分解为一系列功能单一、可复用的组件,每个组件的模板和脚本使用单独的文件管理,组件可以分解为更小的组件。所以 Vue 实现的站点是由组件积木化组合形成,能够有效地提升开发效率。

3) 身份认证

设计计算平台的 Web 开发框架基于微服务架构设计思想,按照高内聚、低耦合的原则将复杂的系统分解为一系列功能单一的子系统,每个子系统独立设计、开发、部署、运营。子系统相互协作形成整体,从最终用户的视角看,仍然使用一个系统。平台将用户管理、权限管理、身份认证功能作为一个独立的授权子系统来设计,其他子系统和授权子系统相互协作来实现安全保护,实现用户一次身份认证,可访问多个子系统。

为解决上述问题,平台采用 OAuth2.0 协议作为解决方案。OAuth2.0 将 Web 服务分为授权服务和资源服务 2 种角色。授权服务负责用户信息、用户权限的管理和用户身份认证的功能。资源服务负责具体业务功能,多个资源服务共享一个授权服务。

4) 响应式布局

为使平台可以兼容 PC 端、移动端的应用需求,采用 Web 响应式布局,页面布局会随着屏幕大小变化而发生了响应,而做出了不同的布局模式。在 Web 页面中,使用一个父级做为布局容器(container),来配合子级元素来实现变化效果。在不同屏幕下,通过媒体查询来改变这个布局容器的大小,再改变里面子元素的排列方式和大小,从而实现不同屏幕下,看到不同的页面布局和样式变化。

3 平台功能设计与实现

3.1 通用基础功能

1) 用户权限认证

平台与矿业云用户系统进行对接,用户可通过账号密码或手机验证码方式登录。平台管理员可对用户进行分模块授权。

2) 多项目管理

由于设计人员参与项目众多,项目之间数据相对独立,因此平台设计了多项目管理功能,用户可添加、编辑各自项目。项目相关的输入数据和计算结果均保存在关系型数据库中,可随时查看和修改。

3) 多源输入数据

平台上各计算工具所需的输入数据可由用户输入或从矿山信息模型(MIM)中自动获取。MIM 模型是由 MIM. Design 建模软件生成的矿山信息模型,MIM 模型是一个数字化的模型,包括三维模型及属性数据^[2],并通过工程对象 ID 与属性数据建立关联关系。以井下巷道 MIM 模型为例,属性数据包括:①断面参数:断面类型、宽度、直墙高、拱高、拱形、水沟尺寸、净面积、净周长、掘进面积、掘进周长等;②支护参数:支护类型、支护厚度、锚杆参数、挂网参数、混凝土参数、钢拱架参数等;③环境参数:通风阻力系数、围岩温度、风流、风速、散热量等。计算平台获取相应的属性数据后,即可进行设备选型、系统仿真计算等。

3.2 井巷工程设计计算

1) 平巷断面与支护计算

解决巷道断面工程量及材料量统计问题。根据巷道断面参数及支护参数,计算巷道工程量及支护材料量,包括净断面面积、掘进断面面积、断面周长、锚杆材料量、金属网材料量、混凝土材料量、钢拱架材料量等。图 1 所示为平巷断面与支护计算界面。



图 1 平巷断面与支护计算界面

2) 锚杆设计计算

解决锚杆直径及长度设计选型问题。根据围岩类型、锚杆材质、砂浆注浆体与杆体间黏结强度设计值、安全等级、锚固段长度对黏结强度的影响系数等参数,计算锚杆拉力和单根锚杆锚固段长度,给出建议选择的锚杆最小长度。

3) 构件重量计算

解决构件重量计算和自动化统计问题。平台内置国标标准件,可快速选型。构件包括钢筋、钢管、

钢板、金属网、吊钩、角钢、焊接托架等矿山设计中常用的金属构件。

4) 水泥浆设计

解决水泥浆配合比设计及注浆水泥用量计算问题。根据水灰比、浆液损失系数、浆液有效扩散半径、注浆段高或注浆层厚、岩层裂隙率或砂土层的孔隙率、浆液的充填系数等参数计算单孔浆液注入量和浆液水泥用量。

5) 栏杆与门计算

井下矿山常用的栏杆及门由立柱及扶手、钢管横杆、边框等部分组成,每部分所采用的的金属构件不同,平台将其类型进行了标准化,可快速选型和统计材料量。

6) 平台板计算

解决平台板选型问题。根据平台荷载、钢材牌号、平台板长度、平台板宽度等参数,自动查询四边简支无肋铺板的弯矩和挠度计算系数,对平台的强度和挠度进行计算校核。

7) 风井装备计算

解决风井装备选型及材料量统计问题。根据井筒直径、深度、层间距、工字钢梁尺寸、梯子梁尺寸、托板尺寸、平台类型、栅栏类型、梯子类型等参数,统计井筒材料量。

8) 工字钢梁计算

解决工字钢梁设计选型问题。分1个集中载荷和2个集中载荷的情况考虑,根据钢材牌号、工字钢型号、整体稳定性系数、容许挠度等参数,对工字钢梁的强度、整体稳定性、挠度、抗剪强度进行校核。

9) 焊接吊车梁计算

解决焊接吊车梁设计选型问题。根据吊车参数和截面参数,进行强度、稳定性、挠度的校核。

10) 配筋与矿仓加固计算

解决圆形井筒及矿仓配筋、圆形矿仓加固衬板的设计选型问题。根据井筒直径、配筋参数、衬板参数、锚固件参数等进行计算。

11) 罐道及罐道梁计算

解决竖井罐道及罐道梁设计选型问题。根据容器及附件重量、容器载重、罐道断面尺寸、层间距、预选工字钢罐道梁尺寸、荷载取值系数、单侧罐道根数、是否有侧向支撑等参数,对强度、刚度、挠度进行校核。

12) 混凝土梁计算

解决混凝土梁设计选型问题。根据载荷类型、

钢筋牌号、混凝土强度等级、受拉钢筋层数、钢筋直径、钢筋根数、弯起角度、混凝土断梁面尺寸、箍筋参数等,进行强度校核、抗剪验算并给出配筋方案。

3.3 采矿设备材料计算

1) 采矿设备计算

解决卡车、铲运机、凿岩台车等主要采矿设备的设计选型问题。根据装满系数、计划运输量、有效工作时间、平均运距、等车时间、设备完好率等参数,计算设备型号及数量。

2) 充填材料计算

解决充填材料配比选型问题。根据料浆浓度、灰砂比等参数计算充填材料消耗量。

3) 充填管道计算

解决充填管道选型问题。根据许用应力、管道所受最大压强、磨损腐蚀量、管道内径等参数,进行管道选型。

4) 卡车油耗计算

解决卡车油耗统计计算问题。根据运输设备参数和运输量、卡车功率、台效、工作时间、影响系数等参数,计算综合吨矿油耗和年耗量。

5) 水沟截面计算

解决井下巷道水沟尺寸设计问题。根据水沟尺寸计算其排水能力,从而校核水沟尺寸是否满足要求。

3.4 深井矿山热负荷计算

深井矿山热害问题是影响开采效率和安全性的重要方面,平台对影响井下环境热负荷的各个方面进行分类计算,并统计不同工况下的井下放热量,从而指导通风制冷系统的设计。

1) 围岩放热量计算

对不同断面类型、不同环境参数的巷道进行分类统计,根据巷道断面尺寸、巷道长度、原岩温度、进风温度、岩体热导率、岩石比热、岩石密度、通风时间等参数计算巷道的放热量。

2) 空气自压缩计算

根据空气流量、空气密度、井巷始端标高、末端标高、海拔增高能量增量系数等,计算空气自压缩放热量。

3) 电动设备放热计算

根据电动设备的输入功率、运送高差、总机效率等参数计算机电设备放热量。

4) 柴油设备放热计算

根据柴油设备的输入功率、燃烧效率计算柴油

设备放热量。

5) 爆破放热计算

根据原岩温度、被爆岩石质量、爆后矿堆温度、被爆岩石比热等参数计算爆破放热量。

6) 地下水放热计算

根据裂隙水温度、地下水量、进入系统后水温、水比热等参数计算地下水放热量。

7) 充填水泥水化热计算

根据单位质量放热量、水泥量计算水泥水化热。

8) 矿石氧化放热

根据氧化散热系数、巷道长度、巷道周长计算矿石氧化放热量。

9) 放热量统计

对上述放热计算数据进行统计分析,查看各放热来源占比和矿山总放热量,从而采取针对性的通风制冷措施。图2所示为井下放热量统计界面。

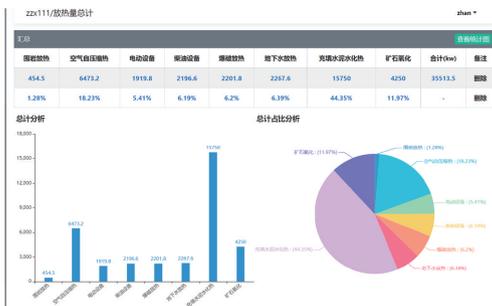


图2 井下放热量统计界面

3.5 水文地质计算

1) 矿坑涌水量计算

包括“地下涌水量”和“大气降雨径流入渗量”计算。支持通过大井法、比拟法和水平廊道法进行

计算。图3所示为使用比拟法进行矿坑涌水量计算界面。



图3 使用比拟法进行矿坑涌水量计算界面

2) 水文计算

包括“常用洪峰流量计算”、“设计频率大气降雨量计算”和“水沟流量计算”。

4 结论

本文所介绍的矿山工程设计计算平台,采用了前后端分离的 Web 应用架构,数据输入方式结合了前端输入和矿山信息模型数据自动获取两种方式,平台集成了多专业多系统设计计算工具,将工程经验和专业知识进行了软件化标准化封装,上线后已在多个工程设计项目中得到应用,有效提升了设计工作的质量、效率和标准化程度。下一步,设计计算平台将于矿山数字化建模平台进行深度融合,进一步提升矿山数字化设计水平。

[参考文献]

[1] 吴昌政. 基于前后端分离技术的 web 开发框架设计 [D]. 南京:南京邮电大学,2020.

[2] 于润沧,刘诚,朱瑞军,等. 矿山信息模型——矿业信息化的发展方向[J]. 中国矿山工程,2018,47(5): 1-3+13.