

# 实践探索

## Practical Exploration

近年来，我国信息化事业不断发展，在“全面提高信息化水平，推动信息化和工业化深度融合，加快经济社会各领域信息化”等战略方针的指引下，做出了大量的实践与探索，延伸到了社会、经济、政治、文化、军事等各个领域。移动互联网、云计算、大数据等技术的不断发展和普及，为信息化实践的推进提供了有力支持。此外，智慧城市与数字强国的建设需求也推动了信息化的探索进程，符合时代的要求与趋势。

信息化对经济发展的作用一直是较为重要的课题，在电子政务、电子商务、企业数字化转型、大数据分析应用等各个领域均取得了重大成果。同时，信息化实践探索的工作一直秉承着突破性与创新性齐头并进的态势向前发展。未来将继续以信息化实践与探索为基石，不断推动国民经济和社会信息化事业发展，加快释放信息化发展的巨大潜能，以信息化驱动现代化，全面建成社会主义现代化强国。

# 基于 Django 的名著人物展示系统的设计与实现

文 ◆ 泸州职业技术学院人工智能与大数据学院 陈 玲

## 引言

基于 Django 的名著人物展示系统不仅聚焦展示中国经典名著及其丰富多彩的人物，强化学习者的文化自信与文化认同感，还实现了课程思政的目标。同时，这一项目的开发过程也成了综合运用 Django 框架知识与技能的高效实践平台，提高了使用 Django 进行 Web 项目开发的能力。本文将详细介绍 Django 名著人物展示系统的开发流程。

## 1 概述

课程思政是近年来我国高等教育领域的重要改革方向，强调将思想政治教育融入各类课程教学中。通过挖掘各门课程蕴含的思想政治教育资源，从而实现知识传授与价值引领的有机统一。构建全员、全程、全课程育人格局，旨在使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应。基于 Django 的名著人物展示系统正是课程思政的一个生动案例，通过展示中国名著及其对应的典型人物特点，增强学生的文化自信和文化认同感，激励他

们更加珍视和传承中华优秀传统文化。

Django 是基于 Python 的一个高效、可扩展的开源 Web 框架，遵循 MVC（模型—视图—控制器）架构模式，用于快速构建安全且易于维护的网站应用。目前，Django 已成为许多 Web 开发者和初创公司的首选框架。因此，本文探讨使用 Django 开发名著人物展示系统从需求分析、系统设计到系统实现<sup>[1]</sup>的全过程，以开发名著人物展示系统。一方面促进了思想政治教育与学科教学的深度融合，达到了课程思政的目的。另一方面，通过系统地开发实践，达到了融会贯通 Django 知识和技能的目的，提升了 Django 的实战应用能力。

## 2 系统需求分析

本系统旨在通过网页展示名著信息，首要功能是列出名著标题列表。当用户单击某个名著标题时，系统将跳转到另一个页面，显示该名著下的人物名称及其特点。系统后台应具备强大的管理功能，允许管理员对名著和名著人物进行增、删、改、查等操作。

## 3 系统设计

### 3.1 功能设计

(1) 名著展示。以列表形式展示名著，只展示名著名称。名著显示

| 名著列表 |  | 《西游记》对应的人物列表 |                    |
|------|--|--------------|--------------------|
| 红楼梦  |  | #            | 人物名称 人物特点          |
| 三国演义 |  | 1            | 唐僧 慈悲为怀，坚韧不拔，正直无私  |
| 西游记  |  | 2            | 孙悟空 神通广大，机智过人，桀骜不驯 |
| 水浒传  |  | 3            | 沙和尚 忠诚老实，沉默寡言，重情重义 |
|      |  | 4            | 猪八戒 贪吃懒惰，力大无穷，憨态可掬 |

图 1 名著显示效果

图 2 人物显示效果

【作者简介】陈玲（1983—），女，江西抚州人，硕士，副教授，从事人工智能、大数据、软件开发的教学和研究工作。

效果如图 1 所示。

(2) 人物展示。单击名著标题后，显示该名著下的典型人物。人物信息包含人物名称及其特点。人物显示效果如图 2 所示。

(3) 名著人物管理。进入 Django 自带的 Admin 后台，能够对名著及人物进行增、删、改、查等操作。使用 Simpleui 组件，美化 and 简化 Django 内置的后台管理界面。由于名著和人物之间是一对多的关系，输入名著的同时，可以录入该名著对应的人物信息，以表格形式嵌入。

3.2 数据库设计

根据上述需求分析及功能设计，名著人物展示系统主要包含两个实体，即名著和人物。

名著实体的属性包括 ID（主键，由 Django 的模型自动生成）、名著名称、名著出版日期、名著浏览数、名著评论数、是否删除。其中，名著浏览数、名著评论数默认为 0，是否删除为布尔类型，默认为 False。

人物实体的属性包括 ID（主键，由 Django 的模型自动生成）、人物名称、人物性别（布尔类型，True 表示男性）、人物简介（文本类型）、是否删除（布尔类型，默认为 False）。

名著实体和人物实体之间存在一对多的关系。

4 系统实现

4.1 技术框架及开发工具

开发名著人物展示系统的技术框架如下<sup>[2]</sup>。前端采用 HTML、CSS、Bootstrap 等技术制作相关静态页面，后端则使用“Django 4.3+Python3.11”以实现名著人物展示系统的相关功能。为提升 Django 后台的用户体验，选择了 Simpleui 进行界面美化。系统使用 Django 自带的 db.sqlite3 数据库存储方案。开发工具主要包括 PyCharm、Navicat 等。

4.2 开发步骤

4.2.1 新建名著人物展示系统 Django 项目和应用，配置路由

新建 Django 项目，在项目下新建 1 个应用 BF（名著人物应用），并新建一个 apps 文件夹，将该应用放至 apps 文件夹。在项目的总路由文件中，配置路由到该应用下的子路由中，然后在每个子路由中配置资源的具体路由。总路由文件配置如下。

```
urlpatterns = [
    path('admin/', admin.site.urls),
    path('',include('apps.bf.urls', namespace='bf')),
]
```

在上述代码中，采用了 include () 函数。若用户请求匹配成功，则导到 BF 应用下的子路由，并设置了命名空间 namespace，为后期反向路由的使用做好准备。

4.2.2 创建名著人物展示系统模型，生成数据库

Django 通过 ORM（Object Relational Mapping，简称对象关系映射）生成和操作数据库。首先配置数据库，在项目配置文件中使用默认的数据库配置。其次定义模型，以人物模型为例，定义如下。

```
class FigureInfo(models.Model): # 人物模型
```

```
    fname = models.CharField(
(max_length=30) # 人物名称
    fgender = models.BooleanField(
(default=True) # 人物性别，True 为男
    fcontent = models.TextField()
# 人物简介
    isDelete = models.BooleanField(
(default=False)# 逻辑删除，默认值为 false
    fbook = models.ForeignKey(
('BookInfo',on_delete=models.CASCADE)# 定义外键，级联删除
```

接下来，注册应用，激活模型，并根据模型生成迁移文件，最后执行迁移文件，生成数据库。

4.2.3 使用 Admin 站点管理名著人物数据

首先，注册管理员账号，进入 Django 自带后台。默认情况下，在 Django 后台并不会出现任何名著和人物信息，需要在 BF 应用下的 admin.py 中，将模型注册到后台，才可以在后台管理中维护模型数据。将模型注册到后台后，应用名、模型名、字段名都是英文，且在名著页未能显示名著的对应名称，只显示出了一个字段，对象的其他属性并没有列出来，导致查看非常不方便。为此，Django 提供了自定义管理页面的功能。ModelAdmin 类是模型在 Admin 界面中的表示形式，定义类继承 admin.ModelAdmin，注册模型时使用这个类。

在一对多的关系中，可以在一端的编辑页面中编辑多端对象。嵌入多端对象的方式包括表格、块两种。在本案例中，使用表格形式嵌入人物对象。

```
class FigureInline(admin.TabularInline): # 以表格的形式嵌入
    model = FigureInfo
```

extra = 2 # 每次增加两个添加人物的表单

```
class BookAdmin(admin.ModelAdmin):
```

```
    inlines = [FigureInline,] # 设置嵌入方式
```

接下来，修改模型类，优化模型对应的数据在后台的显示。最后，安装 Simpleui 并注册，采用更符合国人审美和使用习惯的主题显示后台界面。

#### 4.2.4 显示名著信息

访问 `http://127.0.0.1:8000`，返回名著列表信息。配置子路由如下。

```
path('', views.getBooks)
```

编写视图，获取名著信息。编写模板，显示名著信息。

```
from .models import *
def getBooks(request):
    books = BookInfo.objects.all()
    context = {"bs": books}
    return render(request, "bf/index.html", context)
<h1>名著列表</h1>
<ul>
    {% for book in bs %}
    <li>{{ book.btitle }}</li>
    {% endfor %}
</ul>
```

#### 4.2.5 显示人物信息

要实现单击名著时显示对应的人物信息，需要传递该名著对应的 ID。

```
<li><a href="{{ book.id }}">{{ book.btitle }}</a></li>
```

配置路由，匹配整数并捕获，传给形参 `book_id`。

```
path('<int:book_id>', views.getFigures, name="getFigures")
```

编写视图，获取该名著下对应的人物信息，并显示在网页

上。编写模板，显示单击名著时对应的人物信息。

```
def getFigures(request,book_id):
    book = BookInfo.objects.get(pk=book_id)
    figures = book.figureinfo_set.all()
    context = {'b':book,'fs':figures}
    return render(request,"bf/detail.html",context)
<h1>《{{ b.btitle }}》对应的人物列表</h1>
<ul>
    {% for f in fs %}
        <li>{{ f.fname }} : {{ f.fcontent }}</li>
    {% endfor %}
</ul>
```

#### 4.2.6 使用反向路由优化名著人物展示系统

反向路由能够根据别名动态解析 url 路径，使用 `Namespace` 参数定义子路由映射关系的命名空间。同时，通过 `Name` 参数来定义反向路由映射的标识符。在视图中，使用 `Reverse` 函数进行反向解析。在模板中，使用 `url` 标签用于反向解析，可以避免在模板中使用硬编码的方式插入要访问的 url 地址。

```
<li><a href="{% url 'bf:getFigures' book_id=book.id %}">{{ book.btitle }}</a></li>
```

#### 4.2.7 使用模板继承优化名著人物展示系统

名著模板和人物模板的头部、尾部都一样，将头部定义成 `header.html`，将尾部定义成 `footer.html`。同时，创建一个父模板 `base.html`，在这个模板中包含头部 `header.html` 和尾部 `footer.html`，内容部分使用 `Block` 标签进行占位。

对于具体的名著模板和人物模板，需要使用 `Extends` 标签 `{% extends "base.html" %}` 继承父模板 `base.html`，并使用 `Block` 标签填充预留区域的内容。

### 结语

基于 Django 的名著人物展示系统，不仅通过展示中国名著及其对应的人物增强了学习者的文化自信和文化认同感，实现了思想政治教育与专业教学的无缝融合，还彰显了课程思政的核心理念与价值。同时，通过开发名著人物展示系统，提升了使用 Django 进行 Web 项目开发的能力，为未来的 Web 应用开发奠定了坚实基础。

### 引用

- [1] 吴小嵩.一种基于Django框架部门月度考核指标评价系统设计[J].中国科技信息,2024(15):81-85.
- [2] 高迎.基于Django的健康宣教系统的设计与实现[J].科技与创新,2024(13):80-83.

# 国际机票退改业务研究

文 ◆ 沈阳民航东北凯亚有限公司北京分公司 孙 琦  
中国民航信息网络股份有限公司 章冬梅 房 健 崔 甜 那 仁 韦英儒

### 引言

随着全球化加速和人们生活水平日益提高，国际旅行越来越普遍。购买国际机票是国际旅行的重要环节，但在旅行计划变更或出现意外情况时，机票退改问题成为消费者关注的焦点。国际机票退改业务涉及航空公司、代理商、消费者等多方利益，其复杂性和不确定性给消费者带来了困扰，也对航空公司的服务质量和声誉产生了影响。因此，研究国际机票退改业务具有重要的现实意义。基于此，本文梳理并分析国际机票退改业务的发展历程，并结合行业动态给出对未来方向的思考。

### 1 国际机票退改业务概述

退改规则数据的表达形式跟随行业发展对数据的要求不断变化。从退改数据的发布渠道看，主要有两种，即个性化规则数据和行业标准数

据，两种数据都经历了人工计算、半自动化和自动化的发展历程，两者的不同之处在于，个性化数据最终只能实现部分渠道的自动化，而行业标准数据可支持用户实现全渠道自动化退改。

（1）个性化规则数据。在本地配置可用于自动计算的规则，并应用于部分在线渠道，同时使用 Category16 等方式发布文本规则用于部分渠道，主要是人工使用和代理人使用，有的航空公司



【作者简介】孙琦（1987），男，黑龙江齐齐哈尔人，工程师，研究方向：运价产品及设计。

表 1 行业标准数据与退改业务发展历程

| 手工计算阶段  |          |      | 半自动化阶段                        |                         | 自动化阶段 |
|---------|----------|------|-------------------------------|-------------------------|-------|
| 行业标准数据  | 纸质价单     | 原始文本 | Category16 文本数据               | Category31、33 结构数据      | 结构数据  |
| 个性化规则数据 | 使用客票规则描述 |      | 部分渠道发布人工计算<br>可使用的 Cat16 文本规则 | 部分渠道在本地配置<br>可用于自动计算的规则 |       |

也会同步发布业务文件作为补充。

（2）行业标准数据。大多数航空公司所使用的运价计算系统均使用 ATPCO（Airline Tariff Publishing Company，航空运价发布公司）统一的数据标准来发布、接收和处理，运价退改规则也遵循此标准。标准中的运价退改规则分为两种类型，在数据表中代号分别为 Category16 和 Category31、33，内容都是航空公司对机票退票、变更、换开等规则的限制，但二者仍有较为显著的差距，Category16 是少量结构数据（格式化数据）和文本数据的表达，Category31、33 是结构数据（格式化数据）的表达。对于人工操作来说，Category16 的文本内容是友好而直观的表达，Category31、33 的格式化数据则专门为自动退改计算处理引擎服务，属于“机用数据”，人工读取时需要分析每个字段，非常困难，因此人工退票时一般只看 Category16。

Category16 的历史更悠久，从当前业务现状看 Category16 覆盖范围更大<sup>[1]</sup>，新开航的航空公司、规模较小的航空公司往往因为退改业务量占比较小、退改成本和收入占比不大而未推动退改业务自动化。而 Category31、33 是在 Category16 基础上演化而来，专门为自动退改计算处理引擎服务，目前仅有部分规模较大的航空公司借助 Category31、33，基本实现了自动化退改操作，仅

对于自动计算处理时的少量异常情况进行人工处理。但在实际使用中，Category16 文本数据与 Category31、33 结构数据混合使用、不同渠道使用不同来源的数据进行退改操作是目前较为常见的情况。

2 手工与自动化

行业标准数据经历了“纸质价单时代—原始文本时代—结构化运价数据与文本数据共存—结构数据（格式化数据）”的历程，行业标准数据与退改业务发展历程如表 1 所示。

手工退改阶段的退改计算只能依赖纸质价单或航空公司发布的客票规则，一般以文本形式发布为主，计算难度大、专业性强，供在线渠道使用的规则通过 ATPCO Category16 或 Ifare 等渠道发布，也是以文本的表达形式为主。规模较小的航空公司几乎都从手工退改开始，手工退改的实现方式有多种，改期方面比较常见的就是“退旧出新”，即重新出一张新的机票，把旧票操作退票，旧票的退票费按照改期费收取，在两张票都用 EI 项备注退旧出新和新/旧票号，旧票在退票审核时以新旧票的操作记录为审核依据，无法支持变更始发地、变更目的地等变更方式，也无法支持精细退改规则控制和复杂的场景，因为会导致退票审核人员无法判断新旧票之间的关联关系。

另一种国内航空公司常使用的手工退改的方式是在 ETERM 黑屏里操作 TRI/TRFD 等指令进行退改操作，在操作相关指令时，退改操作人员一般需要自行计算退改收费。

在半自动化阶段，航空公司一般会在本地维护一套简单的格式化退改规则数据，在自有渠道，如官方网站、App 或小程序等依据简单的格式化退改规则数据，结合网站中台的软件逻辑进行本地计算，属于本航空公司的个性化退改，因为不是行业标准，受渠道限制较大，一般航空公司只能在自有渠道实现自动化退改，在代理人渠道往往依旧只能通过退改规则文本的方式发布相关规则并进行手工退改。

自动化退改阶段主要依赖先进的运价计算引擎对自动化退改计算的支持。

信息化浪潮的席卷，大幅提升了机票销售环节中的自动化程度，2009 年左右，中航信与 SITA 合作，推出了第一代国际机票退改计算引擎，随着行业发展，2018 年，中航信推出了国际退改计算引擎 Reprice，2019 年又推出了国际变更搜索系统 Reshop，成为目前国内最主要的国际机票自动化退改计算系统，在此期间，国际主要 GDS 和航空服务供应商也陆续推出了自己的退改计算和搜索引擎，如 PROS Repricer、Amadues Repricer 等。

中航信的国际变更搜索系统（Reshop）使用行业标准的 Category31

数据，用于支持航班服务环节的旅客变更（包括改期、升舱等）需求，可以一次请求返回批量的可变更航班和对应的差价。系统基于国际运价搜索系统 SearchOne 的建设经验，使用了 SearchOne 建设过程中一系列可复用的工程化配套系统和创新 IT 技术，将系统性能优化到极致，大幅缩减了请求处理过程中的网络、进程、业务处理和数据读取开销，达到高性能的设计目标。另外，基于国际退改计算引擎 Reprice 对国际机票退票的支持，中航信补足了国际机票退改领域的短板，率先做到了行业级的国际机票退改业务支持服务。

### 3 国际机票退改业务的现状

当前大多数航空公司都处于半自动化阶段，制约航空公司退改业务水平的因素主要是退改成本和收益之间的关系，其次是航空公司政策。

决定成本和收益的是航空公司规模，规模较大的航空公司退改的机票数量大、退改投入的人工成本较高，实现自动化退改可以节约的成本相较于实现自动化退改需要投入的成本和人工退改投入的成本来说，既能节约成本、又能提高服务水平和用户体验，因此对于自动化退改的需求也更迫切。规模较小的航空公司因其实现自动化退改的成本相较人工退改节约的成本性价比较低，加之业务体系发展水平的限制，因此大多数还处于半自动化退改和手工退改的状态。实现自动化退改的成本主要是 3 个方面。（1）实现自动化退改，必然要维护供自动化退改使用的数据（即 Category31、33），由此增加数据维护成本。（2）建设（购买）或使用退改计算服务，增加系统建设（购买）或使用成本。（3）对现有业务体系进行升级改造的成本。当实现自动化退改可节约的成本大于这些需要额外投入的成本，航空公司才会有动力寻求退改业务整体水平的提升。

以国内某年销售额百亿级航空公司的呼叫中心的某数据为例，在呼叫中心里，有一个专门的退改组，专门处理退改需求。退改组处理繁忙时，其他坐席会自己处理，呼叫中心每一个坐席完成一个机票退改的订单，大约需要将电话挂起 15 ~ 30min，由于退改政策复杂、计算难度高，这段时间里该坐席需要全身心的投入退改订单的处理中，无法接听新的来电，甚至还会有计算错误的风险，导致该呼叫中心日常的可接听电话坐席只占全部坐席的 50% ~ 70%。航空公司一方面受扩充呼叫中心需要投入的成本限制，另一方面面临着旅客投诉该航空公司“客服热线打不进去”“排队等待时间长”的困扰，旅客在退改操作中的等待时间也较长，体验较差，航空公司为此支付的成本也较高。

航空公司的退改政策是影响国际机票退改业务的重要因素。不同航空公司的退改政策存在差异，主要取决于航空公司的经营策略、市场竞争状况以及成本控制等因素，有些航空公司的退改政策非常简单，无论是使用手工进行退改还是半自动化退改，投入的成本都相对较低，实现难度不高，这些航空公司缺乏推进全面退改的意愿。

### 4 自动化退改的优势

自动化退改的优势非常明显，目前以人工处理为主的退改操作对操

作员要求高、培训周期长、成本高、出错概率大，自动化退改通过系统计算，可降低运营成本、提升效率、减少呼叫中心电话访问量。

自动化退改还能大幅提升用户体验，更改的时间从 15 ~ 30min 缩短到 10s，给用户呈现的可选择结果也由原本的 1 个扩展至上百个。对航空公司来说，在旅客改期时，提供更多选择，有利于促成升舱、附加服务销售等交易，增加新的收益机会。

### 结语

当前国际机票中约有 50% 的退改因为航空公司没有发布 Category31、33 而只能手工处理，为推动国际机票退改全面自动化，ATPCO 在 2024 年 6 月 30 日更改了 Category31 和 33 的系统假设，当航空公司不发布 Category31 和 33 时，默认允许无限制地进行退改操作，此举目的是在 2025 年底前实现退改自动化达到 100% 的目标，也由此拉开了国际机票退改全面自动化的序幕。

国际机票业务非常复杂，本文讨论的国际机票退改业务只是其中的一个环节，而就是这个业务环节影响了许多航空旅客的出行选择。国内许多航空公司都已经意识到了这一点，并已开始的相关业务上推动改变，补足这一短板，通过本文的论点，希望能给同行者有所启示。<sup>[1]</sup>

### 引用

[1] 刘中一,王宇宏,朱海玲.国际机票退改规则服务的演进与未来[J].民航学报,2022,6(6):6-11+43.

# 一种用于时序图的图形表述方法

文◆国信科（河北雄安）科技有限责任公司北京分公司 李春曦 杜 姣  
国家国防科技工业局信息中心 陈 晨

## 引言

传统时序图在描述复杂行为方面存在显著局限性，尤其在活动、分组、回调、状态、注解、截止和转移等方面缺乏有效的定义和表达方式，难以全面准确地刻画系统中的动态行为和交互过程。本文提出一种用于时序图的图形表述方法，支持拖拽部组件到图形区，对事件流进行分组定义；支持活动定义符、回调符、状态符、注解符和截止符等符号创建，详细描述事件流过程。通过点击各个符号编写标题框名称、简单描述和设置属性，准确表达各个符号的状态情况。该图形表述方法有效解决了传统时序图的不足，极大提升了时序图创建过程的便捷性，展示组部件间的交互和消息传递，直观描述事件流动态行为，助力事件流分析和预测。

## 1 研究背景

时序图作为一种带有时间维度的图结构，在现代数据查询、处理与挖掘中发挥着关键作用。时序图能够直观地展示对象间的交互顺序和时间关系，帮助分析

复杂系统的动态行为。通过时序图，用户可以更容易地识别事件的因果关系、发现潜在问题和优化系统性能，从而提升数据驱动决策的准确性和效率。传统时序图通常包括角色、对象、生命线、控制焦点和消息等基本元素<sup>[1-2]</sup>。然而，这些元素在描述复杂行为时存在显著局限性，尤其是在活动、分组、回调、状态、注解、截止和转移等方面缺乏有效的定义和表达方式，难以全面准确地刻画系统中的动态行为和交互过程<sup>[3-4]</sup>。

传统时序图在创建过程中主要关注图形的外在表现形式，而未能生成结构化的数据模型，导致后续的数据分析和挖掘工作不便<sup>[5-6]</sup>。具体而言，传统时序图生成的仅是静态图形表示，缺乏与数据分析工具的无缝集成，无法直接导出便于进一步处理和分析的数据格式。静态图形虽然能够清晰地展示对象之间的交互和消息传递，但在实际应用中存在一定的局限性。首先，无法自动更新或动态反映系统的实时变化，需要手动维护。其次，传统时序图无法直接转换为结构化数据格式，限制了数据的可操作性和分析深度。最后用户无法轻松地将时序图中的信息导入数据分析工具进行复杂的统计分析、模式识别或生成报告，降低了时序图在数据驱动决策中的实用性和效率。

基于上述问题，提出一种新型且更完善的时序图图形表述方法显得尤为必要。新型时序图应全面涵盖并准确表达各类行为和交互过程，同时展示事件流的整体状态，方便对事件进行准确分析，对事件态势进行指导性预测，支持更深入的分析工作。

## 2 图形设计

针对传统的时序图在活动、分组、回调、状态、注解和截止的定义方法上存在的不足，难以有效描述时序图中的某些行为。本文提出并设计一种新型的时序图方法，增强其在数据分析与行为描述中的应用效果，某事件流的时序图及对各设计图标的标注示意如图1所示，图1中对设计的各时序图图标进行了详细描述。

### 2.1 对象分组图标

由于传统的时序图缺乏有效的分组方法，在实际使用中，难以从不

【作者简介】李春曦（1983—），男，黑龙江齐齐哈尔人，研究方向：信息化项目管理。

【通讯作者】杜姣（1985—），女，黑龙江哈尔滨人，本科，副部长、工程师，研究方向：信息化项目管理。

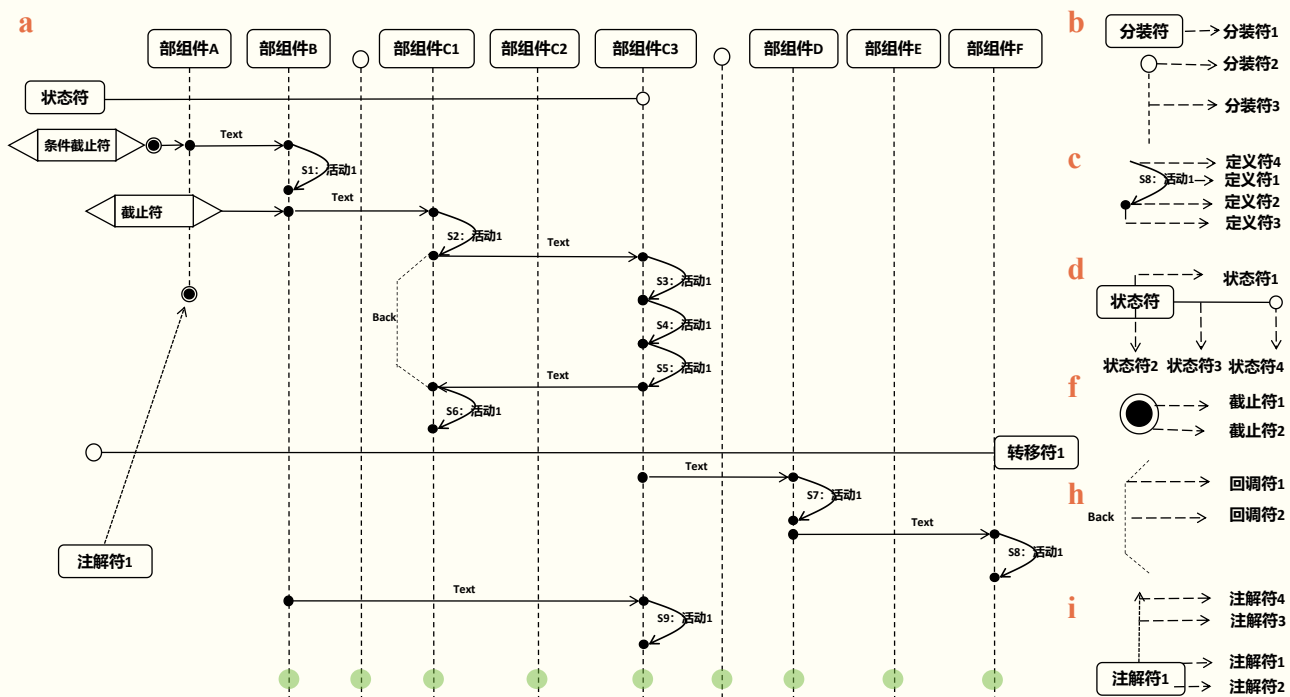


图 1 某事件流的时序图及对各设计图标的标注示意

同维度发现问题。传统的时序图无法灵活地根据不同的分析需求进行分组或分类，使用户面对复杂系统时，难以从多个角度深入分析和挖掘数据，限制了问题发现和系统优化的效率。本文提出一种直观、交互性友好、可靠的分组方法。在时序图各部组建分组的时候使用该分组图形，可方便对部组件进行分组，支持可视化的拖拽创建、删除以及修改。实现对子组件的分组打包功能，是观察组件间以及组件内部各种发生情况的最佳解决方案。用于时序图的对象分组图形表述方法图 1-b 所示。

图 1-b 中，对象分组图中分装符 1，支持输入分组的名称或者对其进行简单描述，也可不填；分装符 2 为主体框，可对整体分组符进行拖动；分装符 3 为分隔线，采用虚线的方式分隔组件，直观区分分组情况。

2.2 活动定义图形

为了更好地描述活动过程，给活动定义属性和状态，本文设计了一种活动定义图像，支持其创建、删除和修改等操作。在时序图描述活动的时候使用该活动图形，可方便定义一个活动，支持可视化的拖拽创建、删除以及修改。不仅支持串联活动的创建，还支持并联活动的创建。用于时序图的活动定义图形符号表示方法及整体效果如图 1-c 所示。

活动定义图形主要用来描述活动。活动定义符 1 为活动标题框，用来显示活动名称或对其状态进行简单描述；活动定义符 2 是显示活动结束的按钮；活动定义符 3 为设置按钮，用来对整体进行拖拽或属性设置；活动定义符 4 为走势线，表示整个活动的走势情况。

2.3 活动回调关联定义图形

因传统时序图针对活动结束后的过程无法进行很好的描述，本文提出了一种良好的活动回调关联定义方法。在时序图描述活动结束后的回调时使用该活动定义图形，可方便定义一个活动回调，支持可视化的拖拽创建、删除以及修改。用于时序图的回调关联定义图形表述方法如图

1-h 所示。

活动回调定义图形中，活动回调符 1 表示活动回调的整体走向，是整个图形的拖拽和设置属性按钮；活动回调符 2 为回调框，表示活动回调的名称，也可对活动本身进行简单描述。

2.4 截止定义图形

截止定义符号用于表示对象或生命线的终止，定义时序图中限制部组件的影响范围。本文提出一种新的图像表现形式，符号表示方法以及整体效果如图 1-f 所示。截止符标识对象在特定时刻或条件下的消亡或失效，明确对象的生命周期和交互终止点，使时序图更准确地反映系统的动态行为，清楚地理解对象何时不再参与交互。

图形示意图的截止符可对显示符的名称或者对这个状态进行简单描述，也可不填；截止符 1，圆形黑色图表示可以拖拽整个截止符号；截止符 2 表示拖动整体截止符在组件的范围。

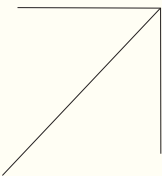
2.5 注解定义图形

在创建时序图时，需要对注解图形进行注解定义。本文提出通过注解符标题框，标题框的内容不限于角色、对象、生命线、控制焦点和信息等，帮助理解复杂的交互或特定条件，提升时序图的可读性和完整性，不影响实际流程，提供背景或详细说明，使图表更易于理解。注解定义图形符号表示方法以及整体效果如图 1-i 所示。

注解图形表述方法中，注解符 1 表示用来拖动整体注解符；注解符 2 显示所需要标识的名称或者对当前活动的状态信息描述；注解符 3 为直虚线，表示指向的组件；注解符 4 为修改指向。

2.6 状态定义图形

活动的状态主要用来描述当前活动的详细细节内容，表示当前部件活动情况。状态符帮助理解对象在交互过程中的状态变化，提供更清晰的行为描述，使时序图不仅展示消息传递，还能反映对象的状态演变。为了描述活动状态，本文提出了一种状态定义图形表述方法，状态定义图形符号表示方法及整体效果如图 1-d 所示。



上述的状态定义图形，具体表述如下。状态符 1 表示鼠标拖拽位置，用来拖拽整体状态符；状态符 2 用来表示该状态符的名称或者表示状态的内容描述；状态符 3 显示状态符指向的组件；状态符 4 表示需要定义状态的指向位置。

2.7 时序图流程

以某事件流为例，进行整个事件流详细过程进行描述。详细流程如下。

- (1) 对事件流进行选择，采用拖拽的方式进行创建。
- (2) 根据事件流的需求，对状态符、封装符、条件符、截止符，条件截止符以及注解符等进行拖拽创建。
- (3) 可按照不同的功能导出当前定义的时序图。
- (4) 输入事件流的名称，即时序图的名称。
- (5) 选择不同类型的功能，对时序图进行定义。
- (6) 对各种符号进行显隐状态控制，按照需求设置。
- (7) 参数设置，主要是对符号颜色、线框以及半径大小等进行设置。

依据上述界面功能模块，事件流的时序图如图 1-a 所示。整个事件流，具体时序图定义如下。对事件流进行对象组部件分组显示、对活动状态进行一一标记说明、对活动截止符进行标记并做了相关注解说明、对不同活动状态进行关联处理以及对某部组件进行条件截止符说明标记等。

结语

本文提出一种改进的时序图图形表述方法，提升复杂事件流交互的表达能力和易用性，能对时序图进行创建、删除和修改。该图形表述方法通过拖拽部组件到图形区，实现时序图的高效绘制。点击部组件进行活动的可视化创建，对部组件进行分组。同时支持回调符、状态符、注解符、截止符和活动定义符的交互式创建，使整个时序图创建过程变得更加直观。对符号的标题框名称、状态过程和相关属性进行编辑。该表述方法有效解决了传统时序图在图形表述形式上的不足，加快了时序图的创建过程，提升了对事件流信息的获取能力。

引用

[1] 王雪娇.基于UML时序图的系统形式模型自动生成研究[D].江西:江西理工大学,2016.

[2] 陈冬旭,程小辉,龚幼民.基于UML的嵌入式硬件系统模型研究[J].微计算机信息,2008(8):88-89+96.

[3] 马云龙,孙精科.基于UML的工作流建模的研究与分析[J].信息技术,2015(5):114-116+120.

[4] 胡良文,马金晶,孙博.基于Spin的SysML时序图与活动图一致性检测[J].计算机技术与发展,2015,25(9):31-36.

[5] 冉婕,谢树云,漆丽娟.基于时序描述逻辑的UML顺序图形式化研究[J].计算机系统应用,2018,27(8):276-280.

[6] 韩文弢.时序图数据处理技术研究[D].北京:清华大学,2015.

# 基于 Servqual 改进模型下 广西某医院医疗服务质量研究

文 ◆ 柳州市柳铁中心医院 刘昕雯 张中兴 李万嫚 吴佳佳

## 引言

2021 年国务院办公厅印发《关于推动公立医院高质量发展的意见》(国办发〔2021〕18 号),强调要坚持以人民健康为中心,强化患者需求导向,持续改善医疗服务,为人民群众提供安全、适宜、优质、高效的医疗卫生服务<sup>[1]</sup>。医疗技术随着时代、科技的发展在不断提升,社会对医疗服务质量的要求也越来越高<sup>[2]</sup>。不再仅局限于“把病看好”的传统就医观念,而是更注重全方位的就医体验,包括医疗技术、医患沟通水平、服务意识、就医环境、基础设施设备等多个方面<sup>[3]</sup>。本研究借鉴 Servqual 模型并进行改良,分析广西某医院医疗服务质量和短板,并提出医疗服务质量的改进策略。

## 1 Servqual 模型概述

Servqual 全称为“Service Quality”,是由美国市场营销学家 A.Parasuraman、Zeithaml、Berr 在 20 世纪 80 年代末依据全面质量管理理论提出的一种新的服务质量评价体系,最初应用于服务行业。现已较为广泛地应用在医疗系统的服务质量评价。根据 Servqual 评价方法的全面质量管理理论,借助问卷调查的形式让消费者打分,得到顾客服务期望值与实际获得服务感知之间的差值,计算公式为“SERVQUAL 分数 = 消费者实际感受分数 - 消费者预期分数”,从而得知医院需要改进提升的方面,敦促医院提高医疗服务质量。

## 2 Servqual 模型应用实证研究

### 2.1 研究方法

本研究采取方便抽样的方式对 L 医院门诊就诊和住院患者采取线下问卷调查。共发放问卷 420 份,有效问卷 398 份,有效率为 94.76%。构建 L 医院医疗服务质量调查问卷,以李克特五级量表作为患者评分模型,分为期望量表和实际量表,对每个指标从“非常不期望/满意”到“非常满意/期望”,由 0 ~ 4 进行打分,分值越高,表明患者认为指标的期望/满意程度越高。

### 2.2 实证结果

患者对 L 医院医疗服务质量评价差距分析如表 1 所示,从各维度分析中可知,患者对就医环境期望值最低(3.563),医疗技术期望值最高(3.911),就医环境感受值最高(3.515),医疗费用感受值最低(为 2.940),各指标 SQ 差距均为负数。

## 3 医疗服务质量存在的问题

### 3.1 医院环境与配套基础设施有待提升

本次调查发现,来院就诊没有直达的公交车,不方便老年人就诊。在部分便民设施上还没有

【作者简介】刘昕雯(1996—),女,湖南邵东人,硕士,经济师,研究方向:卫生管理。

表 1 患者对 L 医院医疗服务质量评价差距分析

| 维度       | 指标                                    | 期望值   | 平均值   | 实际值   | 平均值   | SQ 值   | 差距排序 |
|----------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| 就医环境 (A) | 交通便捷程度 (A1)                           | 3.329 | 3.563 | 3.053 | 3.296 | -0.276 | 5    |
|          | 医院布局、科室指引、服务窗口便利程度 (A2)               | 3.51  |       | 3.276 |       | -0.234 | 4    |
|          | 就诊环境整洁、舒适程度 (A3)                      | 3.583 |       | 3.42  |       | -0.163 | 2    |
|          | 候诊区 (候检区) 人性化服务程度 (椅子、饮用水等) (A4)      | 3.628 |       | 3.399 |       | -0.229 | 3    |
|          | 病房和卫生间干净程度 (A5)                       | 3.59  |       | 3.05  |       | -0.54  | 6    |
|          | 为患者提供特别需求的无障碍设施及辅助用品 (如轮椅、推车等设备) (A6) | 3.739 |       | 3.578 |       | -0.161 | 1    |
| 服务流程 (B) | 预约就诊服务便捷程度 (B1)                       | 3.583 | 3.739 | 3.274 | 3.258 | -0.309 | 2    |
|          | 检验检查报告、费用可及时、自助查询 (B2)                | 3.724 |       | 3.025 |       | -0.698 | 6    |
|          | 等候检查、看病时间 (B3)                        | 3.754 |       | 3.058 |       | -0.696 | 5    |
|          | 办理入院手续便捷程度 (B4)                       | 3.756 |       | 3.309 |       | -0.447 | 3    |
|          | 医务人员帮助的及时性 (B5)                       | 3.834 |       | 3.364 |       | -0.47  | 4    |
|          | 投诉渠道畅通程度及投诉处理的及时程度 (B6)               | 3.781 |       | 3.52  |       | -0.261 | 1    |
| 医疗技术 (C) | 医生确诊病情及诊疗方案提供的能力 (C1)                 | 3.91  | 3.911 | 3.543 | 3.515 | -0.367 | 3    |
|          | 能得到及时、有效的治疗 (C2)                      | 3.917 |       | 3.56  |       | -0.357 | 2    |
|          | 医护人员技术操作水平熟练 (C3)                     | 3.902 |       | 3.553 |       | -0.349 | 1    |
|          | 护士发药前认真检查核对 (C4)                      | 3.926 |       | 3.415 |       | -0.511 | 4    |
| 服务态度 (D) | 主动告知患者下一步检查或诊疗措施 (D1)                 | 3.899 | 3.861 | 3.308 | 3.264 | -0.591 | 3    |
|          | 医务人员根据病情, 主动介绍用药方式、饮食注意、护理常规要求 (D2)   | 3.902 |       | 3.286 |       | -0.616 | 4    |
|          | 医护人员服务态度 (D3)                         | 3.859 |       | 3.457 |       | -0.402 | 1    |
|          | 辅助人员态度 (如护工、收费窗口) (D4)                | 3.784 |       | 3.206 |       | -0.578 | 2    |
| 医疗费用 (E) | 检查费用合理性 (E1)                          | 3.739 | 3.737 | 3.128 | 2.94  | -0.611 | 3    |
|          | 药品费用合理性 (E2)                          | 3.736 |       | 3.188 |       | -0.548 | 1    |
|          | 附加服务收费合理, 无乱收费现象 (E3)                 | 3.759 |       | 3.156 |       | -0.603 | 2    |
|          | 缴费方式灵活便捷 (E4)                         | 3.714 |       | 2.931 |       | -0.782 | 4    |

完善, 科室和楼宇的指引标识不够精细, 存在地标脱落、指引不全的现象。

3.2 主动服务意识、态度和水平有待加强

医疗服务水平的高低将影响医院的服务质量<sup>[4]</sup>。部分职工服务意识不足, 特别表现在第三方人员和收费人员上, 患者实际感受较差, 得分 3.206。部分医护人员主动服务意识不足, 未能做到主动告知患者第二天的检查项

目, 在沟通方式上缺乏沟通技巧。

3.3 医务人员专业技术水平参差不齐

提升诊疗水平和服务积极性在对患者治疗的过程中起着重要的作用<sup>[5]</sup>。部分医护人员对基本操作技能不熟悉, 细致程度差。在对患者进一步诊疗方案上, 部分医生没有明确诊断, 使患者未能得到及时的治疗, 治疗效果不佳。

3.4 存在检查费用和附加收费高的现象

患者在医疗费用方面的不满主要集中在检查费用和附加费用收费方面。有患者表示, 检查化验的次数和费用较多。L 医院作为三级综合医院, 收治的患者包含了较多疑难杂症人群, 诊治具有一定的难度和复杂程度, 因此开具一定的检查和化验是诊断的手段。但确实存在个别医生“乱收费”的现象, 个别医生存在为了私利而产生的负面行为<sup>[6]</sup>, 给患

者开具类似或者不必要的检查项目，造成患者就医成本升高。

3.5 智慧医院建设水平不高

智慧医院建设水平的高低关系到医院的高质量发展，对患者的就医体验有着密不可分的联系。调查得知，有较多患者对缴费方式表示不满。在门诊缴费上，微信小程序经常出现卡顿现象，导致手机缴费出现错误，浪费时间。同时，手机端不能实现电子医保缴费。

4 医院医疗服务质量提升策略

4.1 改善就医环境，提供优质、舒适诊疗环境

完善配套设施，增设儿童娱乐区、读书休闲区，减少患者在就诊过程中的焦虑。同时，医院可与当地的公交公司取得联系，增加公交站点，方便患者就医。完善各类标识，在卫生间张贴“帮助标识”，注明卫生间位置和帮助电话，以备患者之需。

4.2 创新服务模式，提高服务水平

医院的文化建设是医院软实力的表现。患者希望在进行手术前能够进行充分的沟通，提供多种解决方案，提前告知下一步诊疗或者检查项目。下一步将考虑邀请患者参与诊疗，将治疗方案的优缺点告知患者，使患者拥有充分的知情权，加强医患沟通。缩短住院患者候检时间，提前排号，预估时间再将患者送到检查区，提高效率。

4.3 完善智慧医院建设

随着时代的发展，互联网已经越来越普及，医院信息化建设也逐渐凸显出重要性<sup>[7]</sup>，“互联网+医疗”也应实现高质量发展。后续考虑在手机缴费方式上通过多方协作实现电子医保结算，提高服务效率。

4.4 完善人员管理模式

通过加大人才外引和人才内培力度，防止人才流失。加强对医护人员责任心的培养，强调诊疗的严肃性，将患者满意度纳入员工的绩效考核范畴。同时，监管部门应加强第三方人员管理，做好考核，对于第三方公司年度考核不合格的人员应重新遴选。对于窗口部门人员应定期培训，提升职业素养。

4.5 加强医疗费用价格监管

加大医院价格信息的公开力度。对于特殊医疗项目，应做好解释，实现诊疗效率的最大化。告知患者手机自助查询费用清单的方法，做好宣教。物价监管部门应完善监管机制，规范日常管理。对收费员要做好定期培训，了解国家、地区最新政策，定期考核，纳入收费员绩效考核。医务部对医生开具的医嘱进行核查，对乱收费、多收费的行为纳入考核。

结语

Servqual 模型能够较好地应用到医疗服务质量的调查和研究中，通过调查，能够发现医疗机构存在的不足和短板。为提升医疗服务质量，

医疗机构应从环境、服务方式、职工教培、医疗费用、信息化建设等多方面着手，为患者提供更优质的诊疗服务。<sup>[8]</sup>

引用

[1] 国务院办公厅关于推动公立医院高质量发展的意见[EB/OL].国办发〔2021〕18号.

[2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会.全面提升医疗质量行动计划(2023-2025年)[J].中国实用乡村医生杂志,2023,30(6):1-4.

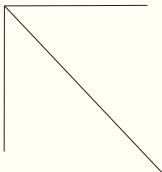
[3] 邵杰.公立医院医疗服务质量提升策略相关思考[J].中国卫生标准管理,2020,11(20):22-24.

[4] 易学明.从医院管理几个热点问题谈医疗服务质量[J].解放军医院管理杂志,2011,18(8):704-707.

[5] 宋海燕,左旭,崔成森,等.基于满意度视角的患者就医体验关键因素分析[J].中国医药导报,2019,16(5):42-46.

[6] 陈超,李妮娜,孔令斌,等.临床医生诊疗行为影响因素研究现状[J].中国行为医学科学,2006(9):861-862.

[7] 胡小靖,王平.患者对互联网医疗服务的推荐意愿及影响因素研究[J].医院管理论坛,2023,40(2):15-22.



# 易次元平台文字冒险游戏互动设计探究

文 ◆ 青岛大学浮山校区 刘欣桐 黄 钺

## 引言

随着文字冒险游戏的蓬勃发展，互动游戏市场愈发成熟，相关受众群体不断扩大。基于此，本文深入探索了文字冒险游戏的发展历程及其平台现状，归纳了易次元平台文字冒险游戏的题材分布和特质，并从用户体验的角度出发，为游戏创作者们提供一系列互动设计策略。

## 1 易次元文字冒险游戏发展现状

### 1.1 文字冒险游戏概念界定

文字冒险类游戏（Adventure Game，简称 ADV/AVG）是一种注重文本基础的互动阅读形式，其整体架构与小说、电影相似，因此也常被视作电子小说或互动的一种。

文字冒险游戏最早可以追溯到 20 世纪 70 年代，当时一位名叫威尔·特劳瑟的程序员开发了一款《巨大洞穴冒险》游戏。他设定玩家可以使用简单的文本命令操作屏幕中的角色，而非以往必须使用标准化指令的要求。

《巨大洞穴冒险》是文字冒险游戏的先驱，为后续更多文字冒险游戏的开发拟定了基本架构，即玩家通过自主抉择来推动

游戏剧情的发展。例如，玩家可以依据自己的意愿，在某个剧情节点选择“向左走”或“向右走”，而这两个选项分别对应不同的剧情分支、随机事件甚至结局。在文字冒险类游戏中，玩家不再仅仅是游戏的参与者，更是剧情的“共创者”，能够自主决定剧情的最终走向，完成整个叙事过程<sup>[1]</sup>。

### 1.2 文字冒险游戏的发展现状

随着程序制作技术的不断进步，文字冒险类游戏出现了多种研发引擎。进入 21 世纪后，文字冒险游戏开始注入大量插图与特效，题材分布也更加广泛。在国外文字冒险游戏飞速发展的同时，国内 AVG 市场同样也经历了翻天覆地的变化。2005 年，国内第一个文字冒险游戏平台“66RPG”由一位清华大学的毕业生制作而成，这也是后来橙光平台的前身，由此揭开了国内文字冒险游戏平台的发展之路。

## 2 易次元平台分析介绍

### 2.1 易次元平台的发展历程

易次元于 2018 年正式上线，在发布初期，其借助网易旗下热门游戏的 IP 衍生和人气作品的独家汉化移植等方式积累人气，拥有得天独厚的经济资本，并利用网易的品牌效应吸引创作者的目光。此外，易次元官方频繁举办各类赛事，如春季赛、秋季赛、创作营等，以激发创作者的创作热情。例如，在易次元首届制作大赛中，金奖获得者的奖金高达 10 万元。易次元作为国内三大文字冒险游戏平台之一，从创立之初便深耕于文字冒险领域，力求为这个领域带来更多的可能性<sup>[2]</sup>。

### 2.2 易次元文字冒险游戏题材分布

目前，易次元平台上的所有作品可依据玩法分为自由成长类、互动故事类两种。

#### 2.2.1 自由成长类

在游戏领域中，自由度高的游戏往往更受玩家青睐，易次元平台亦不例外，“高自由度”成为众多作品标榜的卖点。通过统计 2023 年 6 月 25 日易次元平台原创榜前 100 名的作品数据发现，自由成长类作品高达 67 个。此类作品更注重玩法的多样性，玩家无需根据开发者设定的

【作者简介】刘欣桐（1999—），女，山东青岛人，硕士研究生，研究方向：设计学。

【通讯作者】黄钺（1978—），女，山东青岛人，博士研究生，副教授，研究方向：视觉传达设计。

轨迹做出固定的交互行为以求通关，而是可以依据自己的想法探索最优解，控制角色自由发展，更具有趣味性。

2.2.2 互动故事类

互动故事类作品侧重剧情而弱化机制，故事性是作品的主干部分，游戏功能仅作为服务于主干部分的次要元素。创作者通常拥有较好的文字功底，能够通过剧情给玩家带来沉浸式的情感体验。在创作之初，设计者会格外注重每个剧情之间的逻辑性，大到整体世界观，小到 NPC 之间的交互对话，无一不是推敲过后的产物。

2.3 易次元文字冒险游戏特质分析

2.3.1 作品题材以女性向为主

女性向游戏是指面向女性玩家所设计开发的游戏，此类游戏的核心用户大部分都是女性，会根据女性玩家的心理偏好来调整游戏内容和选题。

易次元平台中，女性向游戏占据了绝对的主导地位。在易次元付费榜 TOP50 的作品分布中，女性向游戏占到了总数的 64%。这些作品都以女性视角开展故事，以两个或两个以上的男性角色作为可攻略对象。这种虚拟恋爱虽然脱离现实，但又极大地迎合了女性玩家的心理需求，使女性玩家摆脱了传统社会中男尊女卑的性别偏见，同时拥有了自由的支配权利和选择权利，在游戏中能够更加强调自我意识<sup>[3]</sup>。

2.3.2 玩家互动推进游戏情节

互动式叙事是一种新兴的数字叙事形态，指在叙事过程中，故事线的发展并非一成不变，而是根据玩家做出的选择而变化，从“输入”到“反馈”完成玩家与程序的交互。大部分文字冒险游戏中都会采用互动式叙事。玩家在游戏中犹如置身迷宫，创作者则是掌握剧情流程的“迷宫视图者”。玩家可以在这里随意探险和游览，或许会迷失其中，或许会发现隐秘小路。只要做出选择，就会迎来新的可能性。这种让玩家身处故事中的叙事方式，使互动变得更有意义。

3 基于易次元平台用户体验的调研

3.1 易次元平台用户画像

用户画像通过将用户的信息标签化，结合用户的基本信息、行为习惯、兴趣爱好等信息，进行高度提炼，以打标签的方式描述用户，从而更易了解和掌握有关目标用户的详细内容。在本研究中，易次元平台用户画像主要由基本信息和交互喜好两部分组成（见图 1），为后期分析提供了参考。

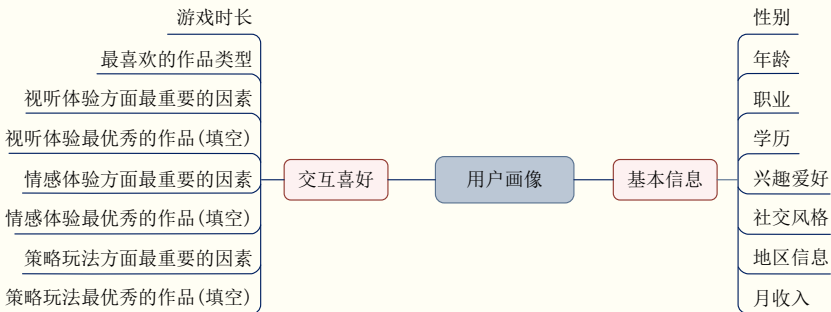


图 1 易次元平台用户画像

3.2 问卷调查分析

本文通过网上调查问卷的方式，更直观地展现了易次元平台的用户画像，旨在以更加真实可靠的形式，了解易次元平台上的文字冒险游戏玩家的构成特征以及对游戏的体验和反馈。问卷收集期间，为调动玩家积极性，采用了在游戏中赠送虚拟代币的方式。本次调查问卷活动于 2023 年 6 月 25 日通过问卷星 App 进行发放，并在 2023 年 7 月 3 日全部回收，整个调查过程为期 8 天，共收到问卷 216 份，皆为有效问卷，问卷数据与分析如下。

参与问卷的用户中，男性占比 9.72%，女性占比 90.28%。这一数据明显显示出，女性参与本次调查的人数远多于男性，这一现象主要归因于前文提到的易次元平台中女性向作品占据绝对地位的情况。

在用户年龄方面，最多的年龄段是 16 ~ 23 岁，占比为 75.46%；其次是 24 ~ 30 岁，占比为 13.89%；15 岁以下的占比为 9.72%；而 31 ~ 40 岁的占比为 0.93%。可以看出，易次元平台受众主要集中在 16 ~ 23 岁，整体年龄结构偏小，这部分用户群体更容易接受新生事物。此外，调查用户中 75.46% 都是学生。

根据调查结果发现，用户中最受欢迎的兴趣爱好是动漫，占比 32.87%（见图 2）。值得一提的是，易次元平台中大部分作品画风与动漫风格相似，这种精美的二次元风格深受年轻用户的喜爱。

据调查，56.94% 的易次元用户月收入在 2000 元以下，28.7% 的用户月收入在 2000 ~ 5000 元之间。同时，用户每天在易次元的游戏时间主要集中在 1 ~ 3 小

时，占比高达 59.26%。由此可以得出，大多数易次元用户的可支配收入有限，且从游戏时长中发现，用户主动探索欲望较低，用户粘度有待提升。这一现象与易次元用户受众年龄偏低有一定关联。在校学生往往没有经济自主权，加之学业压力，分配给游戏的时长自然会相应减少。

从偏好类型方面分析（本题为多选），古风宫廷类和仙侠修真类是易次元平台用户最喜欢的作品类型，分别占比 80.09% 和 40.28%（见图 3）。这一偏好在易次元作品的付费排行榜上也得到了体现，前 10 部作品中，古风宫廷和仙侠修真作品总计高达 8 部。

结合用户体验，在调查作品的视听体验感受时，123 名被调查者认为立绘是影响视听体验最重要的元素，表明在视觉方面，立绘的精美程度对读者作品兴趣的高低具有重要影响。38 名被调查者选择了 UI，占比为 17.59%。而音乐音效和场景在被调查者心中的重要性相对较低，分别占比 9.26% 和 11.11%。同时，被调查者认为在视听体验方面最优秀的作品是《师途》，该作品获得了 75 票，位列第一。

在作品的情感体验方面，被调查者认为事业线和爱情线的塑造最为重要，分别占 33.8% 和 30.09%。相比之下，友情线的支持率较低，仅为 6.48%。同时，有 37 名被调查者认为《仙路漫漫》在情感体验方面表现最佳。

在作品策略玩法方面，91 名被调查者认为玩法新颖最为重要，总体占比 41.67%。同时，也有 72 名被调查者认为数值合理至关重要，占比 33.33%。这表明在文字

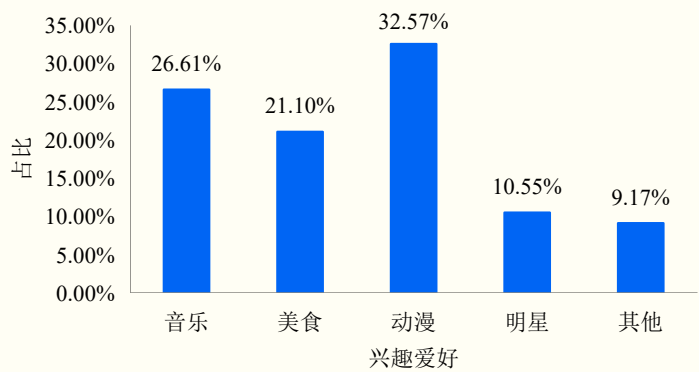


图 2 易次元用户的兴趣爱好统计

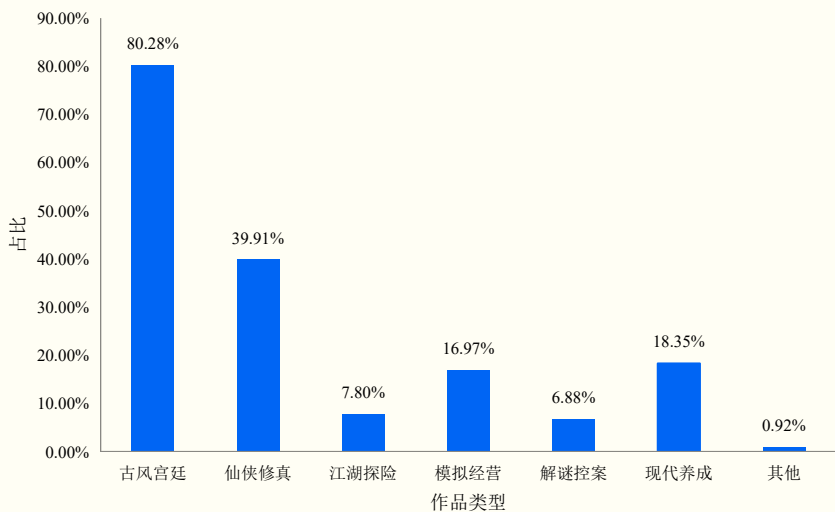


图 3 易次元平台用户喜欢的作品类型统计

冒险游戏逐渐趋于同质化的当下，创新成为亟待解决的首要问题。在评选玩法策略最佳的作品时，有 56 名被调查者认为《深宫曲》在此方面表现最优。

综上所述，易次元平台受众绝大多数为 16 ~ 23 岁的女性，其中大部分为学生，可支配收入较低，日常游戏时间在 1 ~ 3 小时内，喜爱动漫，对宫廷和仙侠类作品兴趣浓厚。

在未来文字冒险游戏的设计中，创作者应首先注重作品角色立绘的选用，利用多种视听元素实现多重感官刺激。其次，用剧情带给玩家深刻的情感体验，推动形成情感共鸣。最后，注重避免机制老套，力求有创意的交互策略。

4 易次元文字冒险游戏的互动方法

游戏的互动方法虽无形，既不在代码与程序中，也不存在于人物和故事中，但却贯穿整个游戏过程。依据调查问卷的调研结果，从视听、情感与玩法 3 个方面出发，进一步分析在易次元文字冒险游戏中互动方法的设计思路。

4.1 视听体验方面的互动方法

易次元的文字冒险游戏的视听体验包含立绘、UI 界面、音乐音效等多个部分。其中，角色的立绘设计是视听体验中最直观、最易被读者

捕捉到的元素。精美又符合人设的立绘设计无疑会让玩家眼前一亮，使角色在作品中更加立体真实。剧情人物多元，适当的立绘细节设计能更好地传递角色的特点。贴合人设的立绘设计应将角色方方面面的信息纳入考量范围内，列举属于该角色的专属标签，如角色的职业、年龄、性格、过往经历、身形、种族等，甚至细微到角色身体是否有伤、是否戴眼镜、穿什么颜色的衣服等要素。这些设计更有助于向读者传达关于角色的重要信息，也会直接影响玩家对作品审美的直观感受。

尽管每个人的审美观点不同，但在作品中创作者也应避免出现立绘完成度不够、人体比例失调和不符合人设等硬伤。如果场景选择偏写实风格，在立绘选择上就应优先考虑厚涂画风与之相配。在表达某一剧情时，只有立绘、场景、音效等视听部分达到了高度一致，才有助于推动玩家与虚拟世界相连，从而投入更多情感，提升沉浸体验。

4.2 情感体验方面的互动方法

文字冒险游戏注重情感体验，将剧情视为第一要素，具有文学属性。玩家或许会忘记在游戏过程中的详细操作，但不会忘记游戏带给自己的情绪体验。因此，对情感体验的设计成为文字冒险游戏中举足轻重的一环。

根据调查问卷的结果分析，当前易次元平台上的玩家最看重的情感体验主要集中在事业与爱情两大方向。玩家渴望在游戏中找到情感寄托，完成现实生活中难以完成的目标。同时，在传统升级型文字冒险游戏中，最基本的两种情绪是成功的喜悦和失败的挫败。创作者通过强化这两种情绪，可以提升玩家的情感体验。例如，在作品《仙路漫漫》中，玩家作为初入门派的修炼者，面临着在规定时间内达到特定战力要求的挑战。由于创作者所设计的数值要求难度较大，需要玩家投入大量的精力和时间进行规划。若数值不达标，则无法开启后续剧情。这种设计巧妙地利用了玩家的沉没成本心理，一旦失败，玩家会感受到更大的挫败感；但是相应地，成功后的喜悦也更加强烈。这些引发情绪起伏的游戏事件和机制本身比较抽象，但创作者却在其中注入了情感因子，使玩家可以感知到它们，从而带来一次完整的情绪体验。

4.3 策略玩法方面的互动设计

文字冒险游戏的策略玩法是其核心所在，也是评判一个游戏核心所在的标准。通常来说，判断游戏核心玩法优劣的最直观方式就是考察其深度和广度。如果玩家评价某一款文字冒险游戏玩法平淡，缺少变化，那么就是其核心玩法的多样性不足，应在广度上进行拓展。为了达到理想中的广度要求，创作者会为玩家增添更多的及时反馈，无论是音效反馈还是虚拟货币奖励反馈，都能使原先一成不变的核心机制更具戏剧性。在深度方面，游戏的核心玩法应为玩家设定明确的目标。如果玩家不清楚游戏的通关要求，那么他们在游戏中探索时会感到迷茫，不久后就会失去兴趣，从而影响该游戏的用户留存率。除了广度与深度的设计，赏罚分明的奖惩机制也是提升玩家游戏体验的关键。在作品《深宫

曲》中，玩家扮演的角色体质低于 0 就会触发死亡结局，游戏失败并强制返回开篇。但如果玩家有存档点，则可以读取上一次的存档点继续游戏。这是一种典型的时间成本惩罚机制，一旦失败就会导致游戏进度的倒退，使玩家消耗更多的时间重新进入前置剧情。

结语

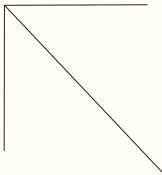
易次元平台作为相对成熟的品牌，更应注重玩家的互动体验。如果文字冒险游戏失去互动性，不再需要玩家进行填充和参与，那么其故事架构也将失去意义。因此，在设计文字冒险游戏时，创作者应合理考虑玩家的情感沉浸与游戏的互动性。<sup>[8]</sup>

引用

[1] 付潇懿.基于心流体验的女性向手游交互设计研究[D].北京:北京印刷学院,2020.

[2] 林睿.一起玩作品:探析“橙光”文字冒险游戏的多重互动[J].东南传播,2020(8):97-100.

[3] 钮侠梅.文字冒险游戏设计中的沉浸式体验研究与实践[D].杭州:中国美术学院,2020.



# 学分转换平台关键技术研究与发展

## ——以阳江职业技术学院学分转换平台为例

文 ◆ 阳江职业技术学院 罗明挽

### 引言

在日益多元化的教育环境下，学分转换机制对于促进学生灵活选课、适应个性化学习路径具有重要意义。然而，传统的学分转换管理往往依赖于纸质文件和人工审核，不仅耗时还容易出现错误，同时也缺乏有效跟踪和反馈机制。基于此，本研究聚焦学分替换平台的关键技术研究与发展，提出了一种基于平台审批的学分转换平台开发解决方案。平台设计充分考虑用户需求，包括简化学分申请流程、实现在线审批管理。学分转换平台有助于提升学分转换的管理效率、透明度和用户满意度，促进了教育资源的合理配置和利用。

学分制作为一种重要的教学管理和评价模式，在促进学生个性化发展、提高教育质量方面发挥着关键作用。学分转换，即不同课程之间学分的相互认可与转换，是学分制的重要组成部分，其允许学生在满足一定条件下，用一门课程的学分替代另一门课程的要求<sup>[1]</sup>。这一机制对于那些希望通过转专业、转学或者在个性化课程安排和促进学生创新创业方面非常重要。

在学分制的背景下，应用数字化技术可以简化学分管理流程，减少人为错误，提升数据处理速度，从而为学分替换提供更便捷、更高效的解决方案。已有研究表明，建立专门的学分替换平台能够显著改善学分管理的效率和效果。这类平台通常具备在线申请、自动审核、实时反馈等功能，大幅减少了传统学分替换过程中的繁文缛节<sup>[2]</sup>。

尽管目前存在一些学分替换平台的案例，但专门针对高职院校特点，结合最新技术趋势，特别是采用微服务架构，以提升学分替换平台的效率的研究还比较欠缺<sup>[3]</sup>。本研究旨在填补这一空白，通过深入分析高职院校学分替换的实际需求，设计并实施一个高效率的学分替换平台，以促进高职教育的教务管理。

### 1 学分替换平台关键技术研究

学分替换平台对于高职院校而言是一个重要的工具，能够简化学生学分转换的申请流程，并提供高效的审批管理机制。本文旨在探讨该平台背后的关键技术，包括 ASP.NET 框架的选择和优势、SQL Server 数据库的设计与优化以及安全性与隐私保护措施<sup>[4]</sup>。

#### 1.1 ASP.NET 框架的选择及其优势

ASP.NET 框架是由微软公司开发的用于构建 Web 应用程序的框架。选择 ASP.NET Core 版本的主要优势在于其跨平台特性且具有模块化和高性能的特点，适合构建现代化的 Web 应用。

首先，ASP.NET Core 采用异步编程模型，能够高效处理大量并发请求，适合高流量的学分替换平台。其次，ASP.NET Core 提供了内置的安全功能，如身份验证和授权，有助于保护平台免受恶意攻击。最后，ASP.NET Core 支持 MVC 架构，便于快速开发和维护复杂的业务逻辑。

#### 1.2 SQL Server 数据库设计与优化策略

为了确保数据的准确性和一致性，数据库设计可遵循第三范式（3NF），避免数据冗余和异常。同时，采用实体关系图（ERD）来规划数据库结构，确保表之间正确地关联。

采用 SQL Server 的优化策略可以通过索引优化策略、存储过程优化策略、批处理优化策略以及分区分片优化策略等。索引优化策略通过在

【作者简介】罗明挽（1979—），男，广东阳江人，博士，副教授，研究方向：机器学习、智能软件开发。

经常查询的字段上建立索引，以加速数据检索速度。存储过程优化策略使用存储过程封装复杂的数据操作，减少网络传输并提升安全性。批处理优化策略对于大量数据的更新或删除操作，采用批处理方式，减少 I/O 操作次数。分区分片优化策略对于大型数据库，采用分区和分片技术，分散负载，提高查询性能<sup>[5]</sup>。

1.3 安全性与隐私保护措施

常见的安全与隐私保护措施有 Https 加密、身份验证、访问控制、数据最小化与数据脱敏技术。Https 加密技术使所有数据传输均通过 HTTPS 加密通道，保护数据在传输过程中的安全。通过身份验证技术实施 OAuth 2.0 协议，确保只有授权用户才能访问敏感信息。访问控制技术可以基于角色的访问控制（RBAC），限制不同用户对数据的访问权限。数据最小化机制要求只收集完成学分转换申请所必需的信息，避免过度收集个人数据。数据脱敏技术要求在数据存储和展示时，对敏感信息进行脱敏处理，如部分隐藏身份证号或手机号码<sup>[6]</sup>。总的来说，学分替换平台的构建应综合运用多种技术，从选择合适的开发框架到数据库设计与优化，再到安全与隐私保护，每一步都至关重要。通过合理的技术选型和精心的系统设计，可以打造一个既高效又安全的学分转换管理平台，满足高职院校的特定需求。

2 学分制转换平台的系统架构设计

学分替换平台的设计应兼顾易用性、可维护性和安全性，这里从系统架构的角度出发，探讨平台的主要组成部分及其功能。

2.1 前端用户界面

前端用户界面负责向用户提供直观且友好的操作体验，主要包括以下内容。（1）登录/注册界面。允许用户登录或创建新账户。（2）学分申请界面。学生提交学分转换申请，填写相关课程信息。（3）审批界

面。教师或管理员查看和批准学分转换请求。（4）数据查询界面。所有用户查询个人学分状态和历史记录。（5）报表下载界面。导出学分转换报告和统计数据。

2.2 后端逻辑处理

后端逻辑处理是平台的核心，涉及以下内容。（1）身份验证。确认用户权限，控制访问级别。（2）业务逻辑。处理学分申请、审批流程、数据同步等。（3）通知服务。通过邮件或短信通知申请人审批结果。（4）日志记录。保存关键操作的日志，便于审计和问题追踪。

3 数据库设计

学分替换平台的数据库设计应涵盖用户信息、学分申请、审批记录和统计信息等方面。主要数据库表如表 1 所示。

4 主要功能模块及功能模块图

学分转换平台主要功能模块如图 1 所示，主要由学分转换申请模块、审批流程模块、数据管理模块

表 1 主要数据库表

| 表名           | 描述    | 主键            | 主要字段                                                             |
|--------------|-------|---------------|------------------------------------------------------------------|
| Users        | 用户信息表 | UserID        | UserID, Username, PasswordHash, Role, Email, PhoneNumber         |
| courses      | 课程信息表 | CourseID      | CourseID, CourseName, Credits, Department                        |
| Applications | 学分申请表 | ApplicationID | ApplicationID, UserID, CourseID, Semester, Status, DateSubmitted |
| Approvals    | 审批记录表 | ApprovalID    | ApprovalID, ApplicationID, ApproverID, ApprovalDate, Decision    |
| Logs         | 操作日志表 | LogID         | LogID, UserID, Action, Timestamp                                 |

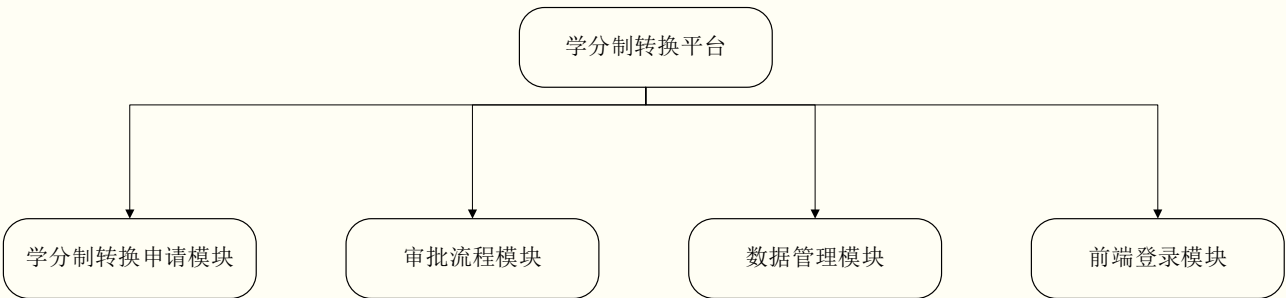


图 1 学分转换平台主要功能模块



图 2 审批申请界面

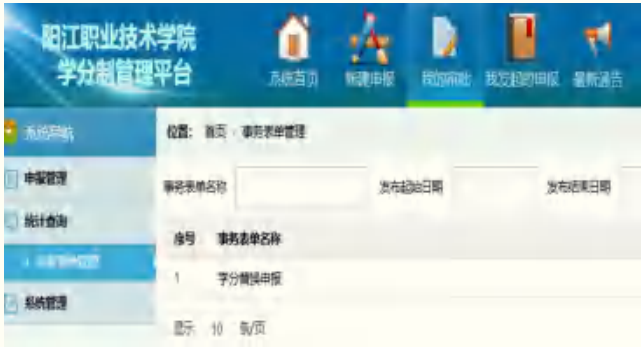


图 3 审批管理界面

理模块等组成。

图 1 中学分转换申请模块允许学生提交学分转换申请。审批流程模块主要功能为定义审批工作流程，包括初步审核、部门审核和最终批准。数据管理模块允许管理员查看所有学分转换申请的历史记录，同时，提供数据导出功能，便于离线分析和存档<sup>[7]</sup>。

5 系统实现

模块允许学生提交学分转换申请，并收集必要的信息，如课程名称、学分数量、课程描述等。审批申请界面如图 2 所示，审批管理界面如图 3 所示。

图 2 和图 3 展示了系统实现的主要界面，其中，包括审批申请界面、审批管理界面等。此外，系统的功能还有许多，如日志管理、数据查询与审批报表等。

6 学分替换平台测试

平台测试的目的是验证平台在功能完整性、用户友好性、性能稳定性和数据安全性方面的有效性<sup>[8]</sup>。测试的范围包括功能性测试、性能测试、安全性测试、用户体验测试。测试选取了 100 名志愿者作为测试用户，涵盖了各种使用场景。测试结果显示所

有核心功能（如学分申请、审批流程、查询历史记录等）均正常运行，无重大缺陷；在压力测试下，系统未崩溃，但建议优化数据库查询效率；对于安全测试，未发现数据泄露风险。

结语

经过全面测试和初步部署，学分替换平台展现出了显著的成效。与传统管理方式相比，平台的数字化流程极大地缩短了学分转换的处理时间<sup>[9]</sup>。此外，由于平台实现了自动化审核和实时反馈，学生和教师可以即时了解申请状态，提供清晰的申请状态跟踪，学生和教师可以通过系统实时查看审批进度和反馈，大幅提高了透明度和沟通效率。平台的不足之处是数据安全和隐私保护还比较薄弱，需要继续增强，持续加强安全防护仍是长期任务。<sup>[9]</sup>

引用

[1] 袁卫,徐恩焄.基于区块链技术的成人高等教育学分转换系统设计[J].成人教育,2021,41(12):84-88.

[2] 蒋艳,马武林,轩雅莉.中国慕课学分认定和转换技术路线研究——以大学英语课程为例[J].外国语文,2019,35(4):129-137+152.

[3] 魏松峰.学分银行背景下课外学习成果的学分认证与转换[J].甘肃教育,2023(22):60-64.

[4] 李彦,王立鹏,袁美灵,等.高职院校学习成果认定与学分转换的实践研究——以天津城市职业学院为例[J].天津职业院校联合学报,2023,25(9):40-47.

[5] 龙恒,吴红梅.基于MVC架构的高校间学分认定与转换系统[J].信息技术与信息化,2023(1):58-61.

[6] 夏浩飞.区块链赋能学分银行建设的路径方法与技术模型[J].软件导刊,2023,22(5):128-135.

[7] 高美春,陈新元.基于区块链技术的应用型本科高校学分银行构建研究[J].广东通信技术,2022,42(9):69-73.

[8] 厉毅.基于学分银行的慕课学分互认探索[J].成人教育,2020,40(9):87-93.

[9] 庄芳,李思志.基于国际借鉴的中国在线课程学分管理机制研究[J].复旦教育论坛,2019,17(5):62-67+90.

# 电子信息技术在媒体融合中的价值及实践

文 ◆ 泰安日报社 元 燕

## 引言

在数字化时代，电子信息技术的迅猛发展不仅改变了传统媒体的运作模式，还深刻影响了信息的生产、传递和消费方式。媒体融合作为一种新兴的传播模式，依赖于电子信息技术的支撑，整合了不同媒介平台和信息渠道，实现了内容的多元化、传播的广泛化以及互动的显著增强<sup>[1]</sup>。电子信息技术涵盖了大数据、人工智能、云计算等先进技术，为媒体融合提供了强大的技术支持。借助大数据分析，可以精准洞察受众需求；利用人工智能技术，可以提高内容生产的效率和个性化水平；而云计算则为跨平台的内容发布和存储提供了高效的解决方案。本文旨在深入研究电子信息技术在媒体融合中的价值，并提出具体的实践策略。

## 1 电子信息技术和媒体融合概述

### 1.1 电子信息技术概述

电子信息技术是指利用电子设备和信息处理技术来实现信息的采集、存储、传输和处理的综合性技术，涵盖了计算机技术、通信技术、网络技术和软件技术等多个方面。计算机技术涉及硬件和软件的开发与应用，提供了强大的数据处理能力；通信技术则包括各种无线和有线通信手段，用于实现信息的传输和交换；网络技术实现了全球信息的互联互通，使信息能够高效地流动；软件技术则涉及应用程序和系统软件的开发，支持各种功能的实现。随着技术的不断进步，电子信息技术已广泛应用于各个领域，如互联网、智能设备、数据分析和人工智能等，不仅提升了信息处理的速度和精度，还极大地推动了社会的数字化进程，改变了人们的工作和生活方式。

### 1.2 媒体融合概述

媒体融合指的是不同媒介平台和信息渠道的整合与互联，以实现内容的跨平台传播和互动的一种新兴传播模式，其将传统媒体（如报纸、广播、电视）与新兴媒体（如互联网、社交媒体、移动应用）紧密结合，通过技术手段打破信息孤岛，实现内容的共享和优化。媒体融合的核心在于技术的支持和内容的整合<sup>[2]</sup>。在技术方面，数字化、网络化和智能化等先进技术的应用，使不同媒体可以在同一平台上进行协作和互动。在内容方面，通过统一的内容管理系统和跨平台发布策略，实现信

息的一致性和全面性。媒体融合不仅提升了信息传播的效率和覆盖面，还为受众提供了更加丰富和个性化的内容体验。

## 2 电子信息技术和媒体融合的优势

电子信息技术的迅猛发展为媒体融合提供了强大的技术支持，极大地推动了信息传播和内容创新的进程。首先，电子信息技术提升了信息处理的效率和准确性。计算机技术的发展使数据处理变得更加高效，能够快速处理和分析大量信息，为媒体内容的生成和分发提供了有力支持。同时，通信技术和网络技术的进步，使信息的传输变得更加快捷和稳定，跨地域即时传播成为可能。不仅提高了信息的传递速度，还确保了信息在全球范围内的无缝连接。其次，电子信息技术促进了内容的个性化和互动性。大数据分析技术可以根据用户的兴趣和行为进行精准推荐，而人工智能技术则能够根据用户的需求生成个性化的内容。这种个性化的服务不仅提升了用户的体验，还增强了信息传播的效果。云计算技术的应用，使内容存储和管理更加灵活，跨平台内容发布变得

【作者简介】元燕（1978—），女，山东济南人，本科，工程师，研究方向：电子信息技术在媒体融合中的应用。

更加高效。这些技术的结合，使用户能够在不同的设备和平台上获得一致的内容体验，极大地增强了信息的可达性和互动性。此外，通过社交媒体和移动应用，受众不仅能够获取信息，还能够参与内容的生成和传播<sup>[3]</sup>。用户评论、分享和点赞等互动功能，增强了受众的参与感和投入感，使信息传播不再是单向的过程，而是成为双向甚至多向的互动过程。这种互动性不仅增加了信息的传播效果，也为内容生产者提供了及时反馈和改进依据。

### 3 电子信息技术支撑媒体融合发展实践

#### 3.1 电子信息技术使媒体融合中的信息采集渠道和传播途径多元化

电子信息的飞速发展极大地丰富了媒体融合中的信息采集渠道和传播途径，使信息传播变得更加多元化和灵活。传统的媒体采集方式主要依赖于纸质报刊、广播和电视，这些方式在信息传递上存在时间滞后和空间限制。然而，随着电子信息的引入，信息采集和传播的方式发生了根本性的变化，信息的获取和传播变得更加即时和广泛。首先，互联网的普及和移动技术的发展为信息采集提供了更加多样化的渠道。信息可以通过社交媒体平台、博客、在线新闻网站和论坛等多种渠道进行采集和分享。用户不仅可以通过传统的新闻报道获取信息，还可以通过社交媒体平台实时跟踪和分享事件的发展。这种信息采集的多样化，不仅扩展了信息的来源，还使信息的内容更加丰富和多元。每个人都可以成为信息的生产

者和传播者，这种变化打破了传统媒体对信息采集的垄断，使信息的来源更加广泛和真实。其次，电子信息技术使信息传播途径的选择更加多样化。以往的信息传播主要依靠报纸、广播和电视等传统媒体，这些媒体在传播过程中往往存在时效性差和受众范围有限的问题。而现代的电子信息技术通过互联网、移动应用和数字平台，使信息可以以文字、图片、视频和音频等多种形式进行传播。信息的传播不再受限于时间和地点，用户可以随时随地通过智能手机、平板电脑等设备访问信息<sup>[4]</sup>。这种多样化的传播途径极大地提高了信息的可达性和传播效果，使信息能够迅速覆盖到全球各地。最后，电子信息技术还提升了信息传播的互动性。通过社交媒体平台、在线评论系统和互动应用，受众不仅可以接收信息，还能参与到信息的传播过程中。这种互动性使信息传播不再是单向的过程，而是双向甚至多向的交流过程。用户的反馈、评论和分享不仅丰富了信息的内容，还推动了信息传播的广度和深度。互动的增加使信息的传播效果更加显著，同时也提高了信息的可信度和影响力。

#### 3.2 电子信息技术使媒体融合中音像制品的信息采集、存储以及传播数字化

##### 3.2.1 信息采集的数字化

电子信息技术的应用使音像制品的信息采集过程实现了数字化，从而大幅提高了采集的效率和质量。传统的音像采集设备，如模拟摄像机和录音机，制作过程复杂且受限于设备的性能，导致采集的过程费时费力。而现代数字技术通过数字摄像机和录音设备，可以直接生成高质量的数字音频和视频文件。这些文件不仅具备更高的清晰度和细节表现，还便于后续处理和编辑。数字化的音像采集设备配备了先进的传感器和处理器，能够在不同的环境条件下提供稳定的图像和声音采集效果。高分辨率的数字摄像机能够捕捉更为细腻的画面，而数字录音设备则能录制高保真的音频，保证了采集素材的质量和可靠性。此外，数字采集设备通常支持实时预览和调整，有助于及时发现和纠正采集过程中的错误，从而减少后期处理的工作量和成本。数字技术还允许音像素材在采集的同时进行初步编辑和优化。例如，通过内置的图像处理 and 音频调整功能，实时修正画面和声音缺陷，不仅提高了工作效率，还减少了传统采集方式中因后期修改导致的时间浪费和资源消耗。

##### 3.2.2 信息存储的数字化

电子信息的进步同样推动了音像制品信息存储的数字化，使存储方式更加高效和灵活。传统的音像制品存储依赖于模拟介质，如磁带、胶卷等，这些介质不仅体积庞大，还容易受到环境因素的影响，导致资料保存和管理变得困难。而数字存储技术的应用则彻底改变了这一局面，通过数字文件格式（如 MP4、AVI、WAV 等），音像制品的存储变得更加便捷和持久。数字存储设备，如硬盘、固态硬盘和云存储，提供了大容量、高速度和高稳定性的存储解决方案。相比于传统介质，数字存储设备能够以更小的体积存储更多的信息，且数据读取和写入速度更快，不仅提高了存储效率，还简化了信息管理和检索。硬盘和固态硬盘提供了可靠的数据备份和恢复功能，可以有效防止数据丢失和损坏。云存储的出现进一步拓展了存储的灵活性和便利性。通过云存储，用户

可以将音像制品存储在互联网服务器上，实现数据的远程访问和共享。这种存储方式不仅避免了物理介质的损耗和空间占用，还支持多用户的协同工作，方便了信息的传播和协作。

### 3.2.3 信息传播的数字化

在电子信息技术的推动下，音像制品的信息传播实现了数字化，极大地提高了传播速度和覆盖范围。传统的音像传播主要依赖物理介质的发行，如录音带、光盘和磁带，这些介质在传播过程中存在一定的时效性和空间限制。而数字化传播通过互联网和数字平台，实现了信息的快速传播和广泛覆盖。数字化传播利用互联网和移动网络，可以即时将音像内容传播到全球用户。通过流媒体技术，用户可以随时通过在线视频平台、音频流媒体服务和社交媒体网站观看和收听音像内容，无需等待物理介质的邮寄和分发。这种即时传播的能力不仅提高了信息的时效性，还扩展了信息的受众范围，使内容能够在全球范围内迅速传播。此外，数字化传播还使内容的传播方式更加多样化。除了传统的视频和音频文件，用户还可以通过直播、点播和互动应用等多种形式获取和分享音像内容。

## 4 电子信息技术在媒体融合中的实际应用

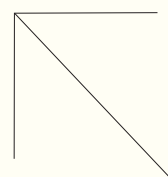
在当今数字化时代，媒体融合不仅融合了传统媒体和新兴媒体，还将各种信息技术应用于内容创建和传播中，实现了信息传播的跨平台整合和优化。首先，电子信息技术使内容生产变得更加高效和多样化。借助先进的数字化设备和软件工具，内容创作者可以利用高清摄像机、数字录音设备以及编辑软件，迅速生成高质量的音视频内容。这些工具提供了精准的图像和声音捕捉能力，同时支持实时编辑和效果处理，使内容生产过程更加灵活和高效。例如，视频制作软件可以快速进行剪辑、添加特效和调整声音，而数字化音频编辑工具则可以优化录音质量和剪辑音频文件。这种高效的内容制作能力，使媒体公司能够快速响应市场需求，并推出符合用户兴趣的多样化内容。其次，在内容管理方面，电子信息技术提供了强大的数据处理和分析能力。通过大数据分析和人工智能技术，媒体公司可以深入了解受众的行为和偏好，从而制定更加精准的内容策略。数据管理系统可以整合不同来源的信息，进行实时更新和维护，确保内容的准确性和时效性。同时，内容管理系统（CMS）允许媒体公司对不同平台上的内容进行集中管理，实现内容的一次制作、多平台发布。这种系统化的内容管理不仅提高了工作效率，还保证了内容在各个平台上的一致性和连贯性。最后，电子信息技术在内容传播中的应用同样不可忽视。数字平台和社交媒体的普及，使信息传播的方式更加多样化。通过互联网和移动应用，内容可以实时传播到全球各地的用户。流媒体技术的应用使音视频内容可以在线播放，无需下载，极大地提升了用户的访问便利性。

## 结语

电子信息技术在媒体融合中的应用展示了其巨大的价值和深远的影响。通过提升内容生产的效率和质量，优化内容管理和存储方式，丰富传播途径与形式，不仅加速了信息的生成和传播，还增强了用户的互动体验和内容的个性化。实践证明，媒体融合中的技术应用不仅打破了传统媒体的界限，还为内容创作者提供了更多的创新空间，促进了信息传播的多样化和全球化。<sup>[8]</sup>

## 引用

- [1] 陈调蕊.新时代传统媒体与新媒体融合发展趋势研究[J].新闻文化建设,2022(14):72-74.
- [2] 辛铁成.媒体融合背景下广播电视新闻策划的创新思维探讨[J].卫星电视与宽带多媒体,2020(8):255-256.
- [3] 杨雁.新时期传统媒体与新媒体的融合发展研究[J].传播力研究,2019,3(11):80.
- [4] 乔雅.媒体融合背景下广播电视新闻策划的创新思维探讨[J].中国传媒科技,2018(4):102-103.



# 用于神经网络结构搜索 性能评估策略的新评价准则 MKR\*

文◆福建商学院 申亮

厦门大学 张雷

福建商学院 谢大同

## 引言

在人工智能领域，深度学习技术因其卓越的性能而广受瞩目。深度学习的核心在于人工神经网络，而神经网络的性能在很大程度上取决于网络结构的设计和优化。这就意味着，为了得到更好的结果，必须致力于设计与优化更为有效的网络结构。

神经网络结构搜索<sup>[1]</sup> (Neural Architecture Search, 简称 NAS) 应运而生，旨在自动化地探索并找到最佳神经网络结构。在 NAS 中，性能评估策略<sup>[2]</sup> 是关键组成部分。其负责将网络结构映射到最终性能，帮助搜索算法选择优秀的结构。一个理想的评估策略应能准确预测结构性能，并优先选择最佳的结构。

然而，随着深度学习模型复杂性不断增加，优化模型结构设计变得尤为关键。网络结构搜索技术虽然简化了这一过程，但其性能评估策略仍有待改进。特别是常用的 Kendall's  $\tau$  等指标，在准确反映搜索结构表现方面显得力

不从心。为了弥补这一缺陷，本文提出了一种全新的评估方法——最小保持比 (Minimum Keeping Ratio, 简称 MKR)。通过一系列精心设计的实验，验证了其搜索结构表现的相关性更强。

## 1 研究背景和意义

早期，神经网络结构搜索 (NAS) 技术依赖成本高昂的强化学习<sup>[3]</sup> 和完整验证。为了提高效率，近年来研究者提出了多种新策略，如零成本代理指标<sup>[4]</sup> 和超网权重继承<sup>[5]</sup> 评估，以快速估计网络性能。尽管这些方法在速度提升上具有显著优势，但其准确性和可靠性仍需进一步研究。

## 2 Kendall's $\tau$ 的局限性分析

NAS 常使用 Kendall's  $\tau$ <sup>[6]</sup> 和 Spearman 等级相关系数等评估方法。这些方法已得到广泛认可，且经验结果表现出高度相似性。其中，Kendall's  $\tau$  尤其常用。本文以 Kendall's  $\tau$  为代表，深入探讨其存在的局限性。

Kendall's  $\tau$  是一种常用的性能评估方法，其正式定义可以通过式 (1) 表示。

$$\tau \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\sum_{i < j} \text{sgn}(y_i - y_j) \text{sgn}(s_i - s_j)}{\binom{M}{2}} \quad (1)$$

Kendall's  $\tau$  是衡量相对位置变化的全局指标，其值介于 -1 和 1 之间。尽管其在某些场景下表现出色，但在评估性能估计方法，尤其是在比较实际与预测排名时，会存在局限，影响 NAS 的结果，进而导致网络结构不符合预期。

## 3 MKR 评价准则

针对 Kendall's  $\tau$  的局限性，本文提出了最小保持比 (Minimum Keeping

\*【基金项目】福建省教育厅中青年教师教育科研项目 (JAT200396)，福建省自然科学基金项目 (2020J01323)

【作者简介】申亮 (1985—)，男，福建福州人，博士研究生，讲师，研究方向：进化计算、深度学习、计算机视觉。

Ratio, 简称 MKR) 评价标准。MKR 专注于在搜索中保留最优结构的能力, 以更深入地理解性能估计方法的效果, 从而提供更有效的搜索策略。

MKR 的主要功能是测量在缩小搜索空间过程中能够保持搜索安全性的最大缩小率。在搜索过程中, 目标总是尽可能地缩小搜索空间, 以提高搜索效率和加快搜索速度。为此, 首先假设在搜索空间中, 存在  $K$  个结构是需要找的解决方案。基于这一假设, MKR 标准可以通过式 (2) 来定义。

$$MKR = \frac{\min \{r_i^s\}_{i=1}^K}{M} \quad (2)$$

算法 3-1 计算 MKR 指标

输入: 采样网络结构数  $M$ , 网络结构真实性能  $Y = \{y_i\}_{i=1}^M$ , 性能评估策略估计性能  $S = \{s_i\}_{i=1}^M$ , 预设满意网络结构数  $K$ 。

输出: MKR

1:  $R^y: \{r_i^y\}_{i=1}^M = \text{Rank}(Y)$  // 计算实际性能排名

2:  $R^s: \{r_i^s\}_{i=1}^M = \text{Rank}(S)$  // 计算性能估计排名

3:  $MKR = \frac{\min \{r_i^s \mid r_i^y \leq K\}_{i=1}^K}{M}$

4: 返回 MKR

在此公式中,  $r_i^s$  表示第  $i$  个结构的预测性能的排名,  $\min \{r_i^s\}_{i=1}^K$  是按照网络结构实际性能从高到低排序后的序列。在实际应用中, MKR 实际上表示的是性能估计方法所能保留的最小搜索空间比例。

在计算 MKR 前, 假设已采样  $M$  个网络结构。MKR 基于搜索空间所需结构的最小保留比定义, 应先设定满意结构数  $K$  来确定性能阈值。然后, 提供真实性能值  $Y$  和估计值  $S$ ,  $Y$  通过测试得到,  $S$  由评估策略计算。这两组数据的准确性影响 MKR 结果。最后, 算法 3-1 将会基于前述的数据, 按照一定的逻辑和规则进行计算, 最终得出 MKR 的值。

## 4 实验与分析

为了全面且深入地验证 MKR 指标的有效性及其在实际应用中的实用性, 本文设计并实施了一系列具有代表性的实验。

### 4.1 实际搜索空间性能评估

实验采用了 11 种性能估计方法, 利用差分进化算法<sup>[7]</sup>在 NAS-Bench-201 平台上进行。该平台提供了一个标准化环境以确保比较的公正性。实验设定种群大小为 50, 总评估次数限制为 1,000 次, 以适应实际计算资源。为保证实验的公正性和可靠性, 每次实验都使用不同的随机种子, 且每个实验都重复进行了 5 次。

实验的主要目的是探究 11 种性能评估方法与搜索结果的相关性, 并使用 Kendall's  $\tau$  和 MKR 作为评价指标。Kendall's  $\tau$ 、1-MKR 与性能评估策略准确率如表 1 所示。即使 Kendall's  $\tau$  值较高的策略, 也不能确保 NAS-Bench-201 中结构的最终性能, 表明 Kendall's  $\tau$  不是评估 NAS 性能策略的完美指标。

表 1 中展示了 1-MKR 评价指标与最终结构准确率的相关性 (Pearson 相关系数 0.87) 高于 Kendall's  $\tau$  (0.53), 表明 1-MKR 与性能评估策略的相关性更强。实验发现, 1-MKR 最低的策略表现最佳。MKR 值越小, 策略越有效。

### 4.2 多指标 NAS 最终效果相关性对比

本文比较了 Kendall's  $\tau$  与其他指标, 分析了其与 NAS 最终效果的相关性, 以全面评价各指标的性能。本文额外对比了 4 个指标。

(1) Precision@10。在采用特定的性能评估策略推荐的前 10% 的网络结构作为预测正样本的情况下, 该指标计算其精度 (Precision)。比例越高, 说明评估策略预测的准确性越高, 模型性能越好。

(2) BestRanking@10<sup>[8]</sup>。该指标与 Precision@10 类似, 但更为深入。其计算的是预测性能评估在前 10% 内的结构在真实性能排名中的最优位置。因此, 该指标较低的值意味着性能估计推荐列表中的结构在真实性能上表现

表 1 Kendall's  $\tau$ 、1-MKR 与性能评估策略准确率

| 准确率              | 85.3 | 85.4 | 85.8  | 86.6 | 87.0 | 87.8 | 88.7 | 88.8 | 89.0 | 90.2 | 90.2 | 相关系数 |
|------------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kendall's $\tau$ | 0.42 | 0.37 | -0.13 | 0.27 | 0.52 | 0.36 | 0.57 | 0.58 | 0.48 | 0.49 | 0.53 | 0.53 |
| 1-MKR            | 0.47 | 0.34 | 0.50  | 0.94 | 0.57 | 0.62 | 0.93 | 0.97 | 0.96 | 0.98 | 1.0  | 0.87 |

更好。需要注意的是，MKR 关注的是真实结构排名靠前的（如 10%）结构在预测性能中的排名情况，两者正好相对。

（3）MRR（Mean Reciprocal Rank）<sup>[9]</sup>。该指标用于评估搜索结果的排名质量，计算所有查询的平均倒数排名。特别强调了排名靠前结果的重要性。因此，MRR 越高，表示性能评估方法的性能越好。

（4）Spearman 相关系数<sup>[10]</sup>。Spearman 相关系数是一种非参数的秩相关度量，主要用于评估两个变量之间的单调关系。与 Kendall's  $\tau$  类似，该指标不假设数据遵循特定的分布，因此对异常值的敏感度较低。在 NAS 领域，Spearman 相关系数可以用来衡量性能评估策略的预测排名与实际排名之间的相符程度。例如，一个高的 Spearman 相关系数表明性能评估方法的预测排名与实际性能排名高度一致。

多种指标与 NAS 最终效果相关性对比如表 2 所示。表 2 汇总了对比实验的结果，表明 MKR 指标与 NAS 最终效果的相关性最强，其 Pearson 相关系数达到 0.87，远高于其他评估指标。这一发现证实了 MKR 在性能估计策略评估中的显著优势，有助于 NAS 算法保留最优解。MKR 的高相关性不仅体现了其应用价值，还提供了一个强大的评估工具，促进了 NAS 领域的研究和发展。

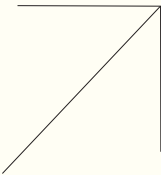


表 2 多种指标与 NAS 最终效果相关性对比

| 指标               | Pearson 相关系数 |
|------------------|--------------|
| Kendall's $\tau$ | 0.53         |
| Precision@10     | 0.39         |
| BestRanking@10   | 0.12         |
| MRR              | 0.52         |
| Spearman         | 0.53         |
| MKR              | 0.87         |

结语

本研究探讨了 Kendall's  $\tau$  存在的问题，提出了 MKR 作为更优的评价准则，并对其优势进行了详细分析。研究发现，与 Kendall's  $\tau$  相比，MKR 在 NAS 领域中的搜索空间缩减空间方面具有更高的适用性。实验结果显示，与其他指标和 NAS 的最终优化结果相比，MKR 显示出更高的相关性，证明了其作为一种新评价准则的优势和有效性。

引用

[1] Xie P,Du X.Performance-aware Mutual Knowledge Distillation for Improving Neural Architecture Search[C]. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).2022: 11922-11932.

[2] Krishnakumar A,White C,Zela A,et al.Nas-bench-suite-zero: Accelerating Research on Zero Cost Proxies[J].arxiv Preprint arxiv:2210.03230,2022.

[3] Zoph B,Le Q V.Neural Architecture Search with Reinforcement Learning[J].arXiv Preprint arXiv:1611.01578,2016.

[4] Mellor J,Turner J,Storkey A,et al.Neural Architecture Search without Training[C].ICML.PMLR,2021:7588-7598.

[5] Guo Z, Zhang X,Mu H, et al.Single Path One-Shot Neural Architecture Search with Uniform Sampling[C]. European Conference on Computer Vision.Springer,2020:544-560.

[6] Ning X,Tang C,Li W,et al.Evaluating Efficient Performance Estimators of Neural Architectures[C/OL].Ranzato M,Beygelzimer A,Dauphin Y, et al.Advances in Neural Information Processing Systems:volume 34. Curran Associates,Inc.,2021:12265-12277.

[7] Awad N,Mallik N,Hutter F.Differential Evolution for Neural Architecture Search[J].arXiv Preprint arXiv:2012.06400,2020.

[8] Ning X,Tang C,Li W,et al.Evaluating Efficient Performance Estimators of Neural Architectures[J].Advances in Neural Information Processing Systems,2021,34:12265-12277.

[9] Voorhees E.The trec-8 Question Answering Track Report[C]. Proceedings of the 8th Text Retrieval Conference,1999:77-82.

[10] Zar J H.Spearman Rank Correlation[J].Encyclopedia of biostatistics, 2005,7.

# 链式串供网架结构中的变电站备自投实现方案

文◆长园深瑞继保自动化有限公司

施新锋 李荣昌 苏小雷

国网江苏省电力有限公司宿迁供电分公司

薛飞 谢生军

## 引言

为了增强电网供电可靠性，许多地区开始推广链式串供网架结构，在该结构下，常规备自投方案无法满足要求。本文分析对比多进线备自投、自愈系统两种方案，为链式串供网架中的变电站备自投提出应用指导。

电网中 110kV 终端变电站通常从上级 220kV 变电站的 110kV 侧引接 2 回电源进线，电源容量以满足本站负荷供电为主，通常不需要再对邻近 110kV 变电站进行电源转供<sup>[1]</sup>。为强化电网结构，进一步增强供电可靠性、提升运行效率，很多地区已逐步推广基于两端 220kV 变电站，在中间串供 2 ~ 4 座 110kV 变电站的“链式串供”网架结构，如江苏某地区链式串供 3 座 110kV 站供电结构，链式串供网架结构如图 1 所示。

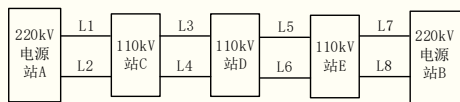


图 1 链式串供网架结构

图 1 中，220kV 电源站至 110kV 站间线路 L1、L2、L7、L8 称为电源线，110kV 变电站间线路 L3、L4、L5、L6 称为联络线，由 4 回电源线完成 3 个 110kV 站供电。该结构下，110kV 线路除了满足本站供电，还需要串供下级变电站。例如，220kV 站 A 需要串供 110kV 站 C、D、E，220kV 站 B 亦然。110kV 终端变电站通常为两电源进线，以单母分段接线为主，备自投只需要考虑进线自投、分段自投即可。

链式串供结构中的 110kV 变电站，每个站有 4 回 110kV 线路和 1 个分段，提高了供电灵活性。同时，由于存在多个工作电源和多个备用电源，面临备自投切换方式的复杂性，常规备自投已经无法满足，应针对此

种接线形式，研究满足各种运行方式的备自投方案<sup>[2-3]</sup>。

## 1 链式串供备自投目标

### 1.1 运行模式概述

以最常见的链式串供 3 座变电站、每个 110kV 站为单母分段接线为例，链式串供变电站主接线如图 2 所示。

两个 220kV 电源站之间实际多为开环运行，即每串 110kV 链式线路中，电源线和联络线有且只有 1 个线路开关断开（称为开环点，且不固定），如图 2 中 D1、D4 为开环点。同时，每个 110kV 站的分段开关断开，两串链式线路之间无直接联系。

### 1.2 备自投原则要求

链式串供结构中的变电站主接线形式虽然与两进线变电站有较大不同，但备自投基本原则一致，总体如下。

(1) 备自投无外部闭锁，充电完成，当工作电源故障，母线失压时，快速跳工作电源，确认跳开后，合备用电源恢复供电。  
(2) 备自投需要与线路保护、母线保护、监控系统等设备配合，如母线保护动作、手跳工作电源时应闭锁备自投，备自投跳工作

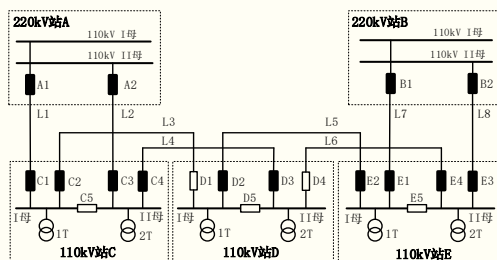


图 2 链式串供变电站主接线

【作者简介】施新锋（1982—），男，江苏南通人，本科，工程师，研究方向：电力系统自动化及行业解决方案等。

电源进线时需同时闭锁重合闸等。

(3) 为防止备用电源故障，在备自投动作后，当检测到故障电流，需加速跳闸，即过流后加速功能。

(4) 备自投充电完成后，满足动作条件时，备自投只允许动作一次<sup>[4]</sup>。

1.3 备自投功能要点

链式串供结构工作电源和备用电源不固定，运行方式多样，对备自投提出如下新的功能要求。

(1) 每个 110kV 变电站有 4 回线路和 1 个分段，备自投应自动判断运行状态，自动识别工作电源和备用电源，自动选择自投方式。

(2) 当有多个备用电源时，备自投应支持设置，按预设的优先级合备用电源。

(3) 备自投交流采集和 I/O 量较多，需要采集站内 4 回线路、1 个分段的状态以及母线电压、线路电压、开关电流等交流量。

(4) 线路和分段开关检修时，备自投应支持一次设备状态的设置，确保备自投工作模式符合当前运行方式。

2 备自投实现方案

针对链式串供网架结构的运行模式，基于备自投的基本原则和功能要点，当前推荐两种实现方案，以下分别论述。

2.1 多进线备自投（方案 1）

以长园深瑞公司多进线备自投 ISA-358G 装置为例进行分析，论述在链式串供结构中，备自投方案的可行性。

2.1.1 功能概述

ISA-358G 多进线备自投适用于单母线、单母分段、双母线等接入线路不多于 5 回的 220kV 及以下变电站，含线路备自投、母联（分段）备自投、自投于故障后加速跳闸、设备联切、断路器拒动告警等功能。

器拒动告警等功能。

多进线备自投方案如图 3 所示，每个 110kV 站有 4 回线路，1 个分段，进线或分段备自投可分别支持投退，根据母线运行方式采用不同策略<sup>[5]</sup>。例如，母线并列运行时，采用任意线路工作、任意线路备用的线路备自投。母线分列运行时，即可采用 I 母或 II 母任意线路工作、任意线路备用的线路备自投，也可使用两条母线互为备用的分段备自投。ISA-358G 装置支持 5 个电源自投优先级整定，在装置定值中，以数字序号 1 ~ 5 设定电源自投的优先级顺序，并支持设备检修状态的设定，以此确定备自投执行策略。

2.1.2 配置方案

图 3 中，链式串供中的 3 座 110kV 变电站，每个站配置 1 台 ISA-358G 多进线备自投，接入站内与备自投相关的全部信息，各站备自投相互独立。基于链式串供设计初衷，推荐线路备自投优先于分段备自投。

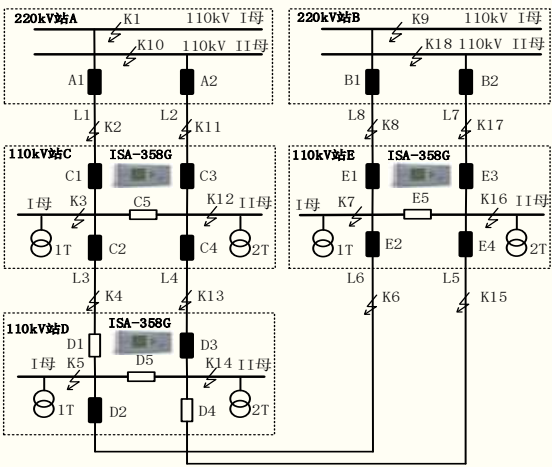


图 3 多进线备自投方案

2.1.3 备自投动作分析

(1) 线路和分段正常运行。基于图 3 所示，当 I 母链式串供线路开环点为 D1、II 母链式线路开环点 D4，发生单点故障位置为 K1 ~ K18（不考虑两点同时故障），多进线备自投动作过程如表 1 所示，表中“LZT”表示线路自投，“FZT”表示分段自投，“闭锁”表示保护动作闭锁备自投，“不启动”表示未满足备自投启动条件<sup>[6]</sup>。

从表 1 可以看出，当前运行方式下，不同故障点，最多 2 个站备自投动作，可恢复非故障母线供电。基于表 1 的备自投逻辑，分析其他开环点和不同故障点，各站备自投动作情况。

(1) C1 开环时 K4 ~ K9 单点故障，站 C 的 LZT 跳 C2 合 C1，与 E1 开环时 K1 ~ K6 单点故障，站 E 的 LZT 跳 E2 合 E1 自投逻辑类似，都是跳失压母线的电源进线开关，合另外一侧电源线或联络线开关，此时供电路径变成另外一侧 220kV 电源站。

(2) C1 开环时 K6 ~ K9 单点故障，站 D 的 FZT 动作跳 D1、D2 合 D5，与 E1 开环时 K1 ~ K4 单点故障，站 E 的 FZT 跳 E1、E2 合 E5 动作逻辑类似，分段自投成功后，失压母线由另外一段母线恢复供电。

(3) C1 开环时 K8 ~ K9 单点故障，站 E 的 FZT 跳 E1、E2 合 E5，与 E1 开环时 K1 ~ K2 单点故障站 C 的备自投跳 C1、C2 合 C5 类似，成对应关系。

表 1 多进线备自投动作过程

| 开环点   | 故障点      | 变电站 C             | 变电站 D         | 变电站 E             |
|-------|----------|-------------------|---------------|-------------------|
| D1 开关 | K1, K2   | FZT 跳 C1, C2 合 C5 | 不启动           | 不启动               |
|       | K3       | 闭锁                | 不启动           | 不启动               |
|       | K4       | 不启动               | 不启动           | 不启动               |
|       | K5       | 不启动               | 闭锁            | 不启动               |
|       | K6       | 不启动               | LZT 跳 D2 合 D1 | 不启动               |
|       | K7       | 不启动               | LZT 同上        | 闭锁                |
|       | K8, K9   | 不启动               | LZT 同上        | FZT 跳 E1, E2 合 E5 |
| D4 开关 | K10, K11 | FZT 跳 C3, C4 合 C5 | LZT 跳 D3 合 D4 | 不启动               |
|       | K12      | 闭锁                | LZT 同上        | 不启动               |
|       | K13      | 不启动               | LZT 同上        | 不启动               |
|       | K14      | 不启动               | 闭锁            | 不启动               |
|       | K15      | 不启动               | 不启动           | 闭锁                |
|       | K16      | 不启动               | 不启动           | 不启动               |
|       | K17, K18 | 不启动               | 不启动           | FZT 跳 E3, E4 合 E5 |

从图 3 可以看出，开环点 C1 和 E1、C2 和 E2、D1 和 D2 在整串链路中是对称关系，所以当 E1 开环或 C1 开环时，对于不同故障点备自投动作过程类似，C2 开环与 E2 开环类似、D1 开环与 D2 开环类似。同理，对于 II 母链式串供，不同开环点、不同故障点备自投的动作过程与 I 母链式串供类似，各站备自投动作结果均达到目标。

每个站的备自投执行结果有 4 种，分别为线路自投动作（LZT）、分段自投动作（FZT）、备自投闭锁、备自投不启动。第一，线路自投动作（LZT）。外部原因造成本站母线失压时，开环站点优先完成线路自投。第二，分段自投动作（FZT）。非开环站点因线路自投无法充电（线路开关均合位），母线失压后，分段自投动作恢复供电。第三，备自投闭锁。本站母线故障，母差保护动作跳本段母线所有开关，闭锁备自投。第四，备自投不启动。从本站出发，指向开环点以外的位置发生故障时，对本站无影响，备自投不启动。

（2）线路或分段检修。当线路检修时，应提前调整运行方式，与检修线路直接联系的 110kV 站，供电路径调整为与检修线路反方向的另一侧电源站，同时该站的备自投定值将对应线路电源设为“停运”，当外部

故障造成母线失压，通过分段自投恢复供电。开环点的变电站分段检修时，分段设“停用”，线路自投不受影响；而非开环点的备用电源只能是该站另外一段母线，若分段检修则无备用电源，所以应提前调整运行方式，将靠近该站 I 母或 II 母的其中一回线路开关调整为开环点。

2.1.4 方案 1 小结

多进线备自投 ISA-358G 可以满足链式串供 3 座站各种运行方式下的备自投目标，对于串供 2 座、4 座等不同数量的变电站，实际是开环点数量、故障点位置不同，在电源站线路容量足够的前提下，多进线备投同样适用。

2.2 自愈方案（方案 2）

部分地区链式串供网架中，110kV 站不设置分段开关，处于非开环点的变电站多进线备自投无法实现分段自投，从而无法实现全线自投功能。为了解决此问题，可考虑使用自愈方案，以长园深瑞 PRS-7358 自愈系统为例分析其工程应用方案。

2.2.1 功能概述

PRS-7358 自愈系统遵循“实时采样、实时交换数据、实时判别、实时控制”思路，基于拓扑接收区域信息完成综合逻辑判断，确定故障定位、隔离，快速合上备用电源供电，实现区域级备自投功能。自愈系统包括 PRS-7358M（主机）、PRS-7358S（子机），其中，子机集成常规采样、常规开入开出以及 GOOSE 开入开出功能，完成就地采集和执行功能，PRS-7358M 主站完成整个系统的自愈逻辑判断。

2.2.2 配置方案

自愈系统方案如图 4 所示，PRS-7358 自愈系统按照分层控

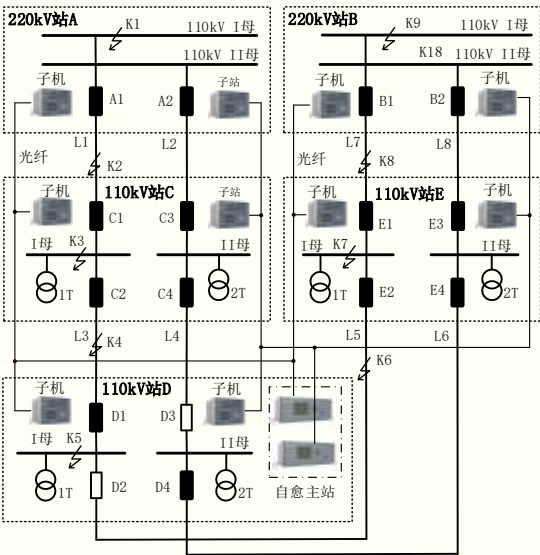


图 4 自愈系统方案

制原则，在两个 220kV 电源站以及各 110kV 串供变电站配置子站 PRS-7358S，在其中一个变电站配置主站 PRS-7358M，子站接收主站发送的跳合闸命令（GOOSE 信号），并将其转化成常规接点输出执行，从而恢复系统供电。

2.2.3 自愈动作分析

自愈系统根据链式串供变电站系统的运行方式，自动识别出处于开环点的开关，以开环点开关为基础设置对应运行方式下发生单点故障的自愈动作逻辑，选择离开环点最近的故障点作为自愈系统的动作判据，当串供变电站系统的某处发生故障导致后级站失电时，自愈系统首先识别出该故障位置，然后跳开紧邻故障点失电站的原主供电电源开关，合上串供回路原处于开环点的开关，由另一侧电源恢复对所有失电站的供电。

图 4 中，以第 1 条链式串供线路 L1、L3、L5、L7 开环点为 D2 为例，K1 ~ K9 为发生单点故障的潜在位置，自愈系统动作过程如表 2 所示。

以上列举了 D2 开环点的情况，当 D3 开环时，由另一套自愈系统执行自投策略，两套自愈系统完全独立。除 110kV 母线故障以及开环点的线路发生故障时闭锁，自愈系统均能达到自投目标。

2.2.4 方案 2 小结

PRS-7358 自愈系统可满足 7 座及以下链式串供变电站的备自投要求，基于站间光纤信息交

表 2 自愈系统动作过程

| 开环点   | 故障点        | 自愈系统动作过程   |
|-------|------------|------------|
| D2 开关 | K1, K2     | 跳 C1, 合 D2 |
|       | K3, K4     | 跳 D1, 合 D2 |
|       | K5, K6, K7 | 闭锁         |
|       | K8, K9     | 跳 E1, 合 D2 |

表 3 备自投方案对比

| 项目       | 多进线备自投    | 自愈系统         |
|----------|-----------|--------------|
| 配置模式     | 每站 1 台    | 2 台主站 + 多台子站 |
| 动作逻辑的独立性 | 各站独立动作    | 基于全局信息确定动作策略 |
| 检修对备自投影响 | 需提前调整运行方式 | 无影响          |
| 站间光纤通道   | 不需要       | 需要           |
| 部署成本     | 较低        | 较高           |
| 实施难度     | 较低        | 较高           |

互，根据串供线路全局状态信息，快速完成故障定位、隔离和自愈，对通信链路以及设备配置要求较高。

2.3 方案对比

多进线自投方案（方案 1）满足链式串供变电站中有分段开关的各种运行工况，而对于无分段开关的链式串供，因无法通过分段自投恢复供电，也不能实现跨站自投，普适性场景应用有所限制。自愈方案（方案 2）通过主子机配合，自动识别和隔离系统中的故障点，合开环点电源开关，实现全线自投。备自投方案对比如表 3 所示。

结语

链式串供网架结构中，方案 1 和方案 2 两种方案都能满足链式串供变电站基本的备自投目标，多进线备自投、自愈系统都是可选择的备自投方案，应因地制宜，根据实际主接线、实施难度等多方面综合评估选择最适合的方案。链式串供中的变电站均部署分段开关时，统筹考虑快速部署、方便运维等，推荐采用方案 1 多进线备自投。链式串供中的变电站无分段开关的架构情况，因非开环点的变电站备自投无法动作，应通过全局角度配置备自投，推荐采用方案 2 自愈系统，实现“区域备自投”功能。

随着新型电力系统建设不断推进，两种备自投方案还可以进一步研究技术优化方向，如基于多进线备自投进行针对性应用开发，考虑备自投过程高效精准联切分布式电源提升备自投成功率，研究提升自愈系统设备集成度从而降低配置成本和实施难度以及对分段自投的支持等。

引用

[1] 陈军.10kV~110(66)kV继电保护及辅助装置标准化设计规范[C]//中国电力科学研究院.中国电力科学研究院,2014.

[2] 马杰,张科.串供方式下区域备自投的研究及应用[J].山东电力高等专科学校学报,2021,24(3):12-17.

[3] 邹冰冰.110kV手拉手接线模式自愈系统应用解析[J].上海节能,2020(10):1194-1201.

[4] 林国松,陆千毅,臧怡宁.基于实时信息的区域备自投装置自动投退控制系统研究[J].浙江电力,2020,39(9):20-25.

[5] 刘瑞贵,张朝学,冉骏,等.基于GOOSE通信的变电站串联供电备自投控制方法[J].电气时代,2024(6):78-81.

[6] 黄文辉,于庆瑞,王军.备自投工作原理浅析[J].电气传动自动化,2022,44(6):49-53.

# 基于攻击方视角的网络安全防御策略分析

文 ◆ 青海祥润网络科技有限公司 薛子煜 李 明 湛长丽 张忠霞 徐昊望

## 引言

在当今高度互联的世界中，网络安全已成为企业和个人不可忽视的重要议题。攻击者的手段日益复杂，从传统的恶意软件到高级持续性威胁（APT），从网络钓鱼到零日漏洞利用，网络安全防御面临着前所未有的挑战。本文基于攻击方视角，深入分析了网络安全防御策略，包括技术措施如防火墙、加密技术和应急响应计划以及管理和政策层面的措施，如安全政策、风险评估和合规性遵循。通过理解攻击者的动机、策略和工具，本文提出了一套全面的防御策略，旨在帮助组织构建坚实的网络安全防线，保护关键资产免受侵害。

## 1 网络安全现状分析

### 1.1 当前网络威胁概述

目前，网络威胁呈现出多样化、智能化和隐蔽化的特点。恶意软件（Malware）如勒索软件、木马和间谍软件持续演变，通过社交工程和零日漏洞等手段，对个人和企业构成严重威胁。网络钓鱼（Phishing）和鱼叉式网络钓鱼（SpearPhishing）攻击通过精心设计的欺骗手段，诱导用户泄露敏感信息，成为数据泄露的主要途径。此外，分布式拒绝服务（DDoS）攻击通过大量请求淹没目标服务器，导致服务不可用，严重影响企业的在线运营。

高级持续性威胁（APT）组织利用复杂的攻击链，长期潜伏在目标网络中，窃取关键数据和知识产权。国家支持的网络间谍活动和网络战行动，加剧了国际网络安全紧张局势。随着物联网（IoT）设备的普及，这些设备由于安全防护不足，成为网络攻击的新入口，导致大规模的隐私泄露和基础设施瘫痪。

### 1.2 常见攻击手段与技术

在当今数字化浪潮中，网络安全威胁如影随形，其手段与技术的多样性和复杂性不断攀升，构成了对个人隐私、企业资产乃至国家安全的重大挑战。恶意软件（Malware）家族，包括病毒、蠕虫、特洛伊木马等，以其自我复制和传播的能力，对系统安全和数据完整性构成了持续威胁。网络钓鱼（Phishing）和其精密的变种——鱼叉式网络钓鱼（SpearPhishing），

通过伪装成可信来源，诱导用户泄露关键信息，成为数据泄露的常见途径。拒绝服务（DoS）和分布式拒绝服务（DDoS）攻击，通过洪水般的流量淹没目标，导致服务中断，严重干扰企业的正常运营。中间人攻击（MITM）则巧妙地截取、篡改通信内容，为攻击者窃取敏感信息提供了可能。零日漏洞（Zero-Day Exploit）和社交工程（Social Engineering）则分别利用软件未知漏洞和人类心理弱点，实施精准打击。注入攻击如SQL和跨站脚本（XSS），通过将恶意代码注入应用程序，为攻击者打开了获取敏感数据或控制权限的后门<sup>[1]</sup>。密码攻击包括暴力破解和字典攻击，不断试探着安全防护的薄弱环节。高级持续性威胁（APT）和供应链攻击则展示了攻击者如何通过长期潜伏和渗透供应链，实施更为隐蔽和破坏性的攻击。

## 2 攻击方视角下的网络安全分析

### 2.1 攻击者的动机与目标

攻击者的动机多种多样，从经济利益到政治目的，再到个人满足感，不一而足。经济动机是最常见的动机，包括窃取财务信

【作者简介】薛子煜（1999—），女，青海西宁人，本科，助理工程师，研究方向：网络安全。

息、信用卡数据、知识产权或通过勒索软件直接索取赎金。政治动机则涉及国家间的网络间谍活动、网络战和破坏性攻击，旨在影响政治稳定或获取战略优势。个人动机源于对技术的好奇心、挑战权威的欲望或纯粹的恶意。攻击者的目标同样广泛，从个人用户到大型企业，再到政府机构和关键基础设施，都会成为攻击的靶心。了解攻击者的动机与目标，对于制定有效的防御策略至关重要，有助于预测攻击行为并提前做好准备。

### 2.2 攻击者的策略与方法

攻击者的策略与方法是其达成目标的手段，通常包括精心策划的攻击链和多阶段的攻击过程。首先，从侦察开始，收集目标公开信息，如社交媒体活动、企业新闻发布和网络架构。其次，攻击者利用各种漏洞，如软件缺陷、配置错误或人为疏忽，渗透目标系统。再次，使用社交工程手段，如伪造电子邮件或电话，诱使用户执行危险操作或泄露敏感信息。最后，在系统内部，攻击者会横向移动，寻找关键数据和权限，最终达到窃取、破坏或控制的目的。

### 2.3 攻击者的工具与技术

攻击者的工具与技术是其策略得以实施的物质基础。恶意软件工具包、自动化漏洞利用框架和高级持续性威胁（APT）工具集，都是攻击者常用的武器。这些工具能够帮助攻击者快速识别和利用系统漏洞，自动化执行攻击任务，提高攻击效率。此外，攻击者还会利用开源情报（OSINT）工具、网络扫描器和密码破解工具来增强其攻击能力。随着技术的发展，攻击者也在不断采用人工

智能和机器学习技术，以提高攻击的智能化和隐蔽性。

### 2.4 攻击者的行为模式与心理分析

攻击者的行为模式和心理状态对于理解其攻击行为至关重要。攻击者往往表现出高度的耐心和计划性，他们会在目标系统中潜伏数月甚至数年，等待最佳时机发动攻击。攻击者的心理状态包括对成功的渴望、对风险的低估以及对法律后果的无视，他们会受到同伴压力、竞争心理或自我实现感的驱动。通过对攻击者行为模式和心理状态的分析，防御者可以更好地预测攻击行为，设计出更具针对性的防御措施，并在心理层面上与攻击者进行博弈，从而提高防御有效性。

## 3 基于攻击方视角的防御策略

### 3.1 防御策略的基本原则

基于攻击方视角的防御策略，其基本原则是建立在对攻击者行为深入理解的基础上。首先，防御策略应遵循“最小权限原则”，即仅授予用户和系统完成其任务所需的最小权限，以限制潜在攻击者的活动范围。其次，“纵深防御原则”要求在网络和系统的多个层次上部署安全措施，形成多道防线，即使某一层次被突破，其他层次仍能提供保护。再次，“持续监控原则”强调对网络流量、系统日志和用户行为的实时监控，以便及时发现异常行为并采取应对措施<sup>[2]</sup>。最后，“快速响应原则”要求建立有效的应急响应机制，一旦发现安全事件，能够迅速隔离受影响系统、修复漏洞并恢复服务。

### 3.2 情报收集与威胁分析

情报收集与威胁分析是防御策略中的关键环节。通过收集来自内部和外部的安全情报，包括网络流量数据、系统日志、公开漏洞信息以及第三方威胁情报，防御者能够构建一个全面的威胁图景。威胁分析则涉及对这些情报的深入研究，以识别潜在的攻击模式、攻击者的战术和技术以及攻击目标。有助于预测攻击者的下一步行动，并为制定针对性的防御措施提供依据。

### 3.3 安全意识与培训

安全意识与培训是提升组织和个人抵御网络攻击能力的基础。在攻击者不断创新其社交工程和钓鱼攻击手段的背景下，增强用户的安全意识变得尤为重要。培训计划应涵盖网络安全的基本知识、常见的攻击手段、识别和防范钓鱼邮件的技巧以及在遭遇安全事件时的正确应对措施。此外，定期进行模拟攻击和安全演练，可以帮助用户更好地理解安全威胁，并在实际遭遇攻击时迅速做出反应。安全意识与培训不仅限于技术层面，还应包括管理层和决策层的参与，以确保安全策略得到有效执行，并在组织内部形成一种重视网络安全的企业文化。

## 4 技术防御措施

### 4.1 防火墙与入侵检测系统

防火墙是网络安全的第一道防线，通过设定规则来控制进出网络的流量，阻止未经授权的访问和恶意流量。入侵检测系统（IDS）则是防火墙的补充，能够监控网络流量和系统活动，识别异常行为和已知的攻

击模式，并及时发出警报。结合防火墙和IDS，可以实现对网络边界的严密监控和保护，有效防止外部攻击者入侵。然而，随着攻击手段的不断演变，防火墙和IDS也需要不断更新其规则库和检测算法，以应对新型威胁。此外，部署入侵防御系统（IPS），能够在检测到攻击时自动采取措施，如阻断恶意流量或隔离受感染的主机，进一步增强防御能力。

#### 4.2 加密与认证技术

加密技术是保护数据传输和存储安全的关键手段。通过SSL/TLS等加密协议，可以确保数据在网络传输过程中的机密性和完整性，防止数据被截取或篡改。在数据存储方面，使用强加密算法对敏感数据进行加密，即使数据被盗，也无法被轻易解密。认证技术则是验证用户身份的过程，包括密码、双因素认证（2FA）和生物识别等方法，确保只有授权用户才能访问系统资源<sup>[3]</sup>。结合加密与认证技术，构建一个安全的信息传输和访问控制环境，有效抵御中间人攻击和未授权访问。

#### 4.3 安全审计与日志管理

安全审计与日志管理是确保系统操作可追溯和合规的重要措施。记录用户活动、系统事件和网络流量，日志提供了对系统运行状态的全面视图。安全审计则是对这些日志的分析过程，旨在发现异常行为、安全漏洞和潜在的攻击迹象。有效的日志管理不仅要求日志的完整性和准确性，还要求日志的集中存储和安全保护，以防止日志被篡改或删除。此外，引入日志分析工具和自动化审计流程，有助于提高审计效率，及时发现并响应安全事件<sup>[4]</sup>。

### 5 管理与政策防御措施

#### 5.1 安全政策与流程

安全政策与流程是组织内部网络安全管理的基础，其定义了组织对网络安全的承诺、目标和实施方法。安全政策应涵盖访问控制、数据保护、密码管理、设备使用和应急响应等方面，为员工提供明确的行为准则。流程则是将政策转化为具体操作步骤的关键，包括安全事件报告、处理和跟踪流程以及定期安全审查和更新流程。有效的安全政策与流程不仅需要高层管理的支持和承诺，还需要员工的积极参与和遵守。

#### 5.2 风险评估与管理

风险评估与管理是识别、分析和优先处理潜在网络安全威胁的过程。风险评估涉及对组织资产、威胁源、脆弱性和可能性影响的综合分析，以确定风险的大小和可能性。风险管理则是在评估基础上，制定和实施控制措施，以降低风险至可接受水平，包括技术控制（如加密和防火墙）、管理控制（如安全政策和培训）和物理控制（如门禁系统）。风险评估与管理是一个持续的过程，应定期审查和更新，以应对新出现的威胁和变化的业务环境。通过有效的风险管理，组织能够合理分配资源，专注于最关键的安全问题。

#### 5.3 合规性与法律遵循

合规性与法律遵循是确保组织网络安全措施符合相关法律法规要求

的重要环节。随着网络安全法律的不完善，如欧盟的通用数据保护条例（GDPR）和美国的加州消费者隐私法（CCPA），组织必须确保其数据处理活动和安全措施符合这些法律要求。合规性不仅涉及技术层面的安全控制，还包括数据处理透明度、用户权利保护和数据泄露通知等方面。法律遵循则要求组织建立相应的内部控制和审计机制，确保所有操作符合法律规定。

### 结语

通过基于攻击方视角的分析，可以更好地理解攻击者的行为模式和心理，从而设计出更加精准和有效的防御策略。技术层面的防御措施，如防火墙和加密技术，提供了坚实的安全基础；管理与政策层面的措施，如安全政策和风险评估，确保了防御措施的持续性和合规性。最终，构建一个多层次、全方位的网络安全防御体系，需要组织内部所有成员的共同努力和持续关注。■

### 引用

- [1] 韩雪峰,王静岩,沈洪超.以攻击者视角审视和分析医院网络安全[J].中国数字医学,2024,19(6):109-115.
- [2] 蓝庆青.基于攻击方视角的网络安全防御策略分析[J].集成电路应用,2024,41(5):96-97.
- [3] 吴芳,姜开达.攻击者视角下的网络安全攻防演习[J].中国教育网络,2023(10):51-52.
- [4] 张晓良.电力信息网络安全协调控制防御理论及关键技术研究[D].北京:华北电力大学,2023.

# 基于 AIOT 架构下的 智慧医疗零漫游融合网络创新研究

文 ◆ 宁波市第六医院 孙 佩

## 引言

在信息技术高速发展的今天，智慧医疗已经成为医学领域的重要发展方向。基于 AIOT 架构下的智慧医疗零漫游融合网络创新是以 IOT 物联应用为核心，通过零漫游移动互联网络高速稳定传输，最后依托 AI 自动化驾驶工具来汇总融合、高效运维、可视呈现。打造基于 AIOT 架构下的智慧医院新范式。基于 AIOT 架构下的智慧医疗零漫游融合网络是该领域的一项前沿性创新，目的在于通过融合各种先进的网络与物联网设备，使其能够有效进行数据无缝传递与实时处理，从而有效解决传统医疗体系中的“信息孤岛”与“数据传递延迟”等难题，保证跨区域医疗服务的连续性与稳定性，让病人随时随地都可以得到优质的医疗服务。同时，随着物联网技术的普及，各种智能终端可以实现对病人的各种生理参数的实时采集与传递，从而为临床医生提供准确的诊断依据。在提升诊断和治疗效率的同时，为突发公共卫生事件的应急处理提供强有力的支撑，从而有效缓解医疗资源紧

缺的局面。基于此，本文探讨了基于 AIOT 架构下的智慧医疗零漫游融合网络的创新策略和场景应用。

面对全球医疗需求的持续增长以及信息技术的快速发展，传统医疗模式存在信息孤岛、数据传输延迟、资源分配不均衡等问题，难以适应现代医疗服务对效率与精度的要求。在这样的背景下，智慧医疗成为解决上述问题的重要途径<sup>[1]</sup>，尤其是智慧医疗零漫游融合网络的兴起，实现了跨地域、跨设备的“无缝连接”与“实时共享”，保证了医疗服务的连续性与高效性<sup>[2]</sup>。同时，AI 和物联网技术的迅速发展为智慧医疗奠定了基础。“AI+IOT+ 零漫游融合网络”的深度融合，显示出了极大的应用潜能与发展前景，将对当前医疗服务模式进行革命性的改革，进而提高整体医疗服务水平。

## 1 创新研究单元描述

基于 AIOT 是未来智慧医院的重要建设内容，数智互联 AIOT 的技术创新是以业界最全的 IOT 物联应用为核心，通过零漫游移动互联网络高速稳定传输，最后依托 AI 自动化驾驶工具来汇总融合、高效运维、可视呈现，打造基于 AIOT 的智慧医院新范式。

### 1.1 IOT 物联应用

基于业内多样的蓝牙、ZigBee、RFID、LoRa、WiFi 等物联协议进行数据传输，通过无线扩展物联网的方式解决，将物联网网关和移动网络硬件融合，提供异构、异源、多模、多频接入<sup>[3]</sup>。内外网 WiFi 与 IOT 同天线覆盖，避免重复部署，不同物联网协议覆盖范围不同的问题。以 WiFi 信号为基础，基于需求选择不同的物联网板块插卡覆盖，对于覆盖范围比 WiFi 小的协议（如蓝牙、RFID），可以通过级联多个物联网网关进行信号补充<sup>[4]</sup>，简化了医疗服务机构在整体网络架设与设计方面的复杂性。

创新支持全面的应用场景，提供如婴儿防盗、血糖血压测量、贵重资产管理、移动输液、医护人员定位、环境管理、移动输液、体征监测、机房动环监控等，并创新 3D 建模、数字孪生等应用场景。

【作者简介】孙佩（1981—），男，湖北天门人，本科，工程师，研究方向：网络规划。

创新打破业内各大医疗物联网厂家不同应用方案的技术壁垒，如创业惠康、联众智慧、中科慈航、医惠科技、康英科技等多个主流医疗物联网厂家，未来医院可自由选择多家物联网厂家方案，无需部署多套物联网网关。

IoT 技术的应用扩展为医疗行业带来了更多的可能性。通过将各种医疗设备、传感器等连接到物联网中，医院可以实现对患者健康状况的实时监控和数据收集。这些数据不仅能够用于医生对患者病情的诊断和治疗，还可以为医院的科研和教学工作提供有力的支持。

1.2 创新零漫游移动互联

在未来的智慧诊疗中，以电子病历、移动护理等为核心，影像、检验等其他系统需借助全面覆盖的移动互联网络实现高速度、高并发、高可靠、高安全的互联互通，全面提升诊疗效果。

由于病房墙体厚、结构复杂等因素造成的无线信号差的问题，使业务不连续，无法随时调取患者的诊疗记录或病史等信息。医院部署移动医疗过程中采用的终端在漫游切换信号源时，都会出现不同程度的丢包。因此，针对医院实际场景，设计创新零漫游移动互联方案，包含中心基站、功分单元、天线等组件。首先，实现信号入室全覆盖。每个房间部署天线设备，避免楼道部署时出现的信号穿墙衰减问题，信号无盲区。其次，实现医疗内网零漫游不丢包。医疗终端移动过程中无漫游，不存在漫游切换产生的丢包问题，移动用网无延迟，高带宽保障 HIS、PACS 等系统流畅使用，全面提升诊疗效率<sup>[5]</sup>。最后，实现外网稳定快速接入。在门诊、候诊、病房等区域为病患和家属提供互联服务，在拥挤的无线环境中为更多的用户提供更高的数据吞吐量，流畅访问医院各类线上门户和系统，提升病患满意度。

1.3 创新 AI 智能运维

AI 运维工具将提供 3D 建模、数字孪生的展示方式，直观高效运维

多张网络，并从感知、分析、决策、执行、呈现五大智能化能力方面为用户提供更简单、更智能、更有序的运维服务能力。

(1) 智能感知。智能感知功能模块结合 AP、物联网关以及交换机系统，可以实现无线环境感知、认证质量感知、网络质量感知、业务质量感知、边缘安全感知和广域网质量感知六大感知功能，为上层数据分析提供全量数据支撑。(2) 智能分析。智能分析功能模块在感知层的数据基础上，基于独立 AI 主动无感巡检、有序服务链框架、异常特征库、路径链成像等技术，对网络进行全方位精准分析，辅助用户进行网络巡检和有序排障。(3) 智能决策。基于内置的异常处置模型，对异常问题进行精准匹配原因分析，辅助用户快速问题定界<sup>[6]</sup>。(4) 智能执行。基于异常处置专家库模型以及无线智能网络系统，对网络问题 1:1 匹配针对性处置建议，实现问题的快速闭环。(5) 智能呈现。基于灵眸

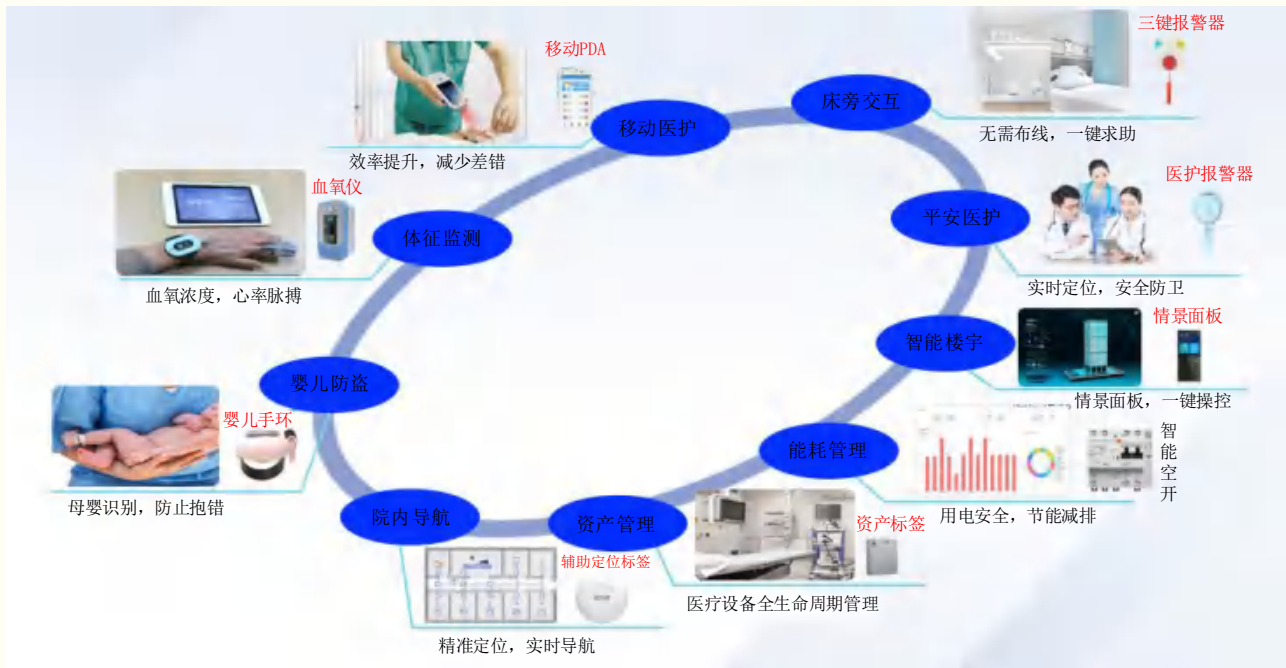


图 1 AIOT 的智慧医院物联网应用场景



图 2 AIOT 的智慧医院灵眸 AI 驾驶舱架构设计

AI 引擎，为用户提供页面智能向导、事件中心、报表中心等功  
能模块，为用户日常运维提供更  
直观、更便利的运维工具，简化  
用户运维复杂度<sup>[7]</sup>。

2 应用图例

IOT 的智慧医院物联网应用  
场景如图 1 所示，AIOT 的智慧  
医院灵眸 AI 驾驶舱架构设计如图  
2 所示，AIOT 的智慧医院移动互  
联网设计如图 3 所示。

3 预期成效

3.1 全面提升医院医疗服务  
的效率

（1）智能化预约与分诊。利用 AI 算法，结合物联网设备收集的实时数据，智慧医院可以根据患者病情、科室排队情况等因素，自动为患者安排合理的就诊时间和科室，减少患者排队等候的时间，提升就医效率。自动化分诊系统通过患者的病史和体征数据进行初步诊断，引导患者到合适的科室，从而优化了医疗资源的分配。（2）远程医疗和健康

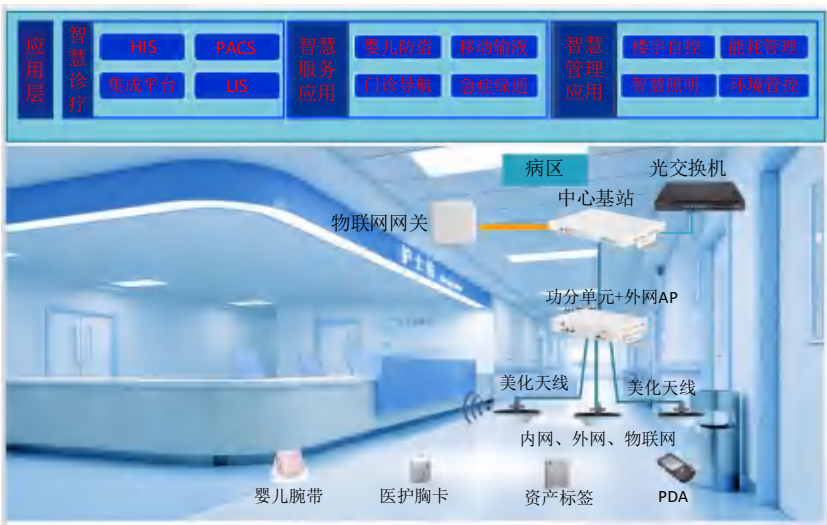


图 3 AIOT 的智慧医院移动互联网络设计

监控。AIOT 设备实现了对患者的远程监控，实时采集患者的健康数据，如血压、心率、血糖等，医生可以通过这些数据为患者提供远程诊疗服务，尤其对慢性病和术后康复患者，进而减少患者来院频率，同时确保医疗服务的连续性。远程医疗技术还可以让偏远地区的患者获得专家诊疗，缩短了就医距离，提高了医疗资源的可及性。（3）医疗设备智能化管理。医疗设备通过物联网技术连接，可以实时监测设备的运行状态，提前预测设备的故障或维护需求，减少设备故障带来的停机时间，保证医疗服务的连续性。自动化的设备调配系统可以优化医疗设备的使用时间和场地，减少设备闲置或资源浪费，提升医院的整体运营效率。

3.2 全面改善诊疗体验

基于 AIOT 的智慧医院应用作为未来医院数字化转型的重要基础，“医院移动互联网络 +IOT+AI”的网络技术应用会直接对接医院重要系统和终端，影响医疗诊疗工作的进行。随着医院信息化从第一阶段的

HIS、EMR、LIS 以及 RIS 等医疗系统信息化,到第二阶段临床信息的数据化,不仅有利于调节医疗资源配置、改善医疗服务质量与绩效,还有利于促进居民健康与卫生服务的均等化,临床信息健康数据的信息化将给医疗卫生服务领域带来巨大的根本性变革,释放生产力。此外,通过 WiFi 和物联网技术在医院中的融合应用显著改善了诊疗体验,释放了生产力,并扩展了医院的服务范围。通过这些应用进而提高了医疗效率、减少了患者的等待时间,提高了医生的工作效率,同时提供了更智能化、舒适化的医疗环境<sup>[8]</sup>。

### 3.3 全面优化医院的运营管理模式

基于 AIOT 的智慧医院应用是借助国际先进技术,打造医院数智化平台的坚实基座,在多个方面优化了医院的运营管理,提升了整体的管理效率、资源利用率和服务质量。

(1) 智能设备监控与维护实现了设备管理与维护自动化。AIOT 技术通过将医院的医疗设备(如手术器械、检测仪器等)连接到物联网,能够实时监控设备的运行状态、使用频率和维护需求,并预测设备的故障风险,及时安排维护,减少设备的非计划停机时间,提高设备的使用率和寿命<sup>[9]</sup>。(2) 优化能耗管理,实现智能能耗监控。智慧医院通过 AIOT 技术对医院的电力、水、空调、供暖等系统进行实时监测与管理。AI 算法可以根据实时需求动态调整能耗设备的运行状态,减少不必要的能耗浪费,实现精细化的能源管理。(3) 药品库存自动化管理。AIOT 技术使药品库存管理更加智能化,药品的入库、出库、库存更新、过期警告等都能通过物联网实时跟踪,确保药品库存充足且不浪费。同时,智能化系统可以优化药品采购流程,避免库存积压或短缺。(4) 智慧病房管理与资源调配。AIOT 系统可以对病房、床位的使用情况进行实时监控,并根据患者的需求和医生的安排智能分配病房,确保资源的最佳利用,减少空床率。同时,病房调配自动化不仅减少了住院登记的时间,还优化了医院的整体床位资源管理<sup>[10]</sup>。

## 结语

通过智慧医疗零漫游组网和物联网应用,病人与医生可以在多个医疗设施之间进行无缝对接,从而实现实时的数据共享与远程诊断,极大地提升了医疗资源的利用效率与应急响应能力。随着物联网技术的深入应用,智能终端与传感器能够实时监控患者的健康状态,并对其进行早期预警与干预,降低医疗风险。在未来,随着科技的发展和应用范围的拓展,智慧医疗将向更精确、更高效、更人性化的方向发展,为人民群众提供更好的医疗服务。■

## 引用

- [1] 郭丽娜.探讨5G技术在智慧医疗领域中的应用[J].通讯世界,2024,31(8):130-132.
- [2] 张君冬,刘江峰,邓景鹏,等.图模驱动的在线医疗健康智慧问答服务研究[J/OL].现代情报,1-19.

[3] 张俊钦,杨春,张纪阳.融合物联网通信技术的智慧医疗网络安全系统构建[J].中国卫生信息管理杂志,2024,21(4):485-491.

[4] 杨可鑫,刘子锋,陈湘威,等.基于5G云边协同联合AI智慧医疗的PICU病房建设探索[J].现代医院管理,2024,22(4):29-32.

[5] 吴丽娜.ChatGPT在智慧城市发展中的作用——以医疗信息网络安全为例[J].智能建筑与智慧城市,2024,(8):26-28.

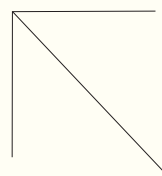
[6] 马舅福,杨倩蓉,张成喜,等.偏远地区的少数民族患者互联网预约挂号使用现状与需求期望分析[J].医学信息,2024,37(16):35-40.

[7] 张晓均,李兴鹏,张经纬,等.智慧医疗系统中可容错的多维度密文跨域聚合方案[J].计算机工程与科学,2024,46(8):1403-1413.

[8] 张倩,于海英.公立医院医疗质量智慧化管理体系建设路径探讨[J].中国医院管理,2024,44(8):60-62.

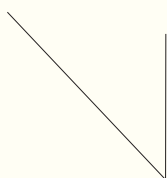
[9] 王天罡,卫荣,李晓亮,等.同频组网的医院无线零漫游网络建设[J].中国数字医学,2024,19(1):108-114.

[10] 汤钦华,岑星星,朱海明.Wi-Fi 6 在移动医疗中的应用测试和探讨[J].中国数字医学,2021,16(9):98-100.



# 信息技术在锂电池质量控制中的运用

文 ◆ 宁德时代新能源科技股份有限公司 唐盛轩



## 引言

锂电池作为新能源、便携设备和储能系统的核心，其性能、安全性和成本成为关键关注点。随着对清洁能源和高效存储需求的增加，信息技术在锂电池生产和质量控制中扮演着至关重要的角色。利用物联网、大数据和人工智能等先进技术，可以实现自动化和智能化生产，从而提高生产效率和产品质量。实时监控和数据分析有助于确保生产稳定性，增强锂电池的性能和安全性。当前，随着市场扩大和消费者对高品质产品的追求，传统控制方法亟须更新。新技术的研究和应用不仅能够提升竞争力，还能够推动产业的可持续发展。本文将研究信息技术在锂电池质量

控制中的最新应用，分析其对性能和安全性的提升作用，并预测未来趋势。通过案例研究，为生产企业提供策略建议，推动质量控制现代化，提升市场竞争力<sup>[1]</sup>。

## 1 信息技术在锂电池生产中的应用

### 1.1 自动化与智能化生产线

在信息技术时代，锂电池生产的自动化与智能化已成为不可逆转的趋势。本文深入探讨了自动化与智能化生产线及其对锂电池质量控制的影响。信息技术的融合与应用为锂电池生产带来了革命性的变化。通过将通信、计算机、互联网等技术融入锂电池生产工艺，实现了生产过程自动化和智能化。不仅显著提高了生产效率，还为锂电池的质量控制提供了更为精确的手段。自动化生产线是信息技术在锂电池生产中应用的基础。引入先进的自动化设备和控制系统，有助于实现锂电池生产过程中的自动化操作，如电池材料的混合、涂布、切割、组装等。这些自动化设备能够精确控制生产参数，减少人为操作的误差，从而提高锂电池的一致性和可靠性。在自动化生产线的基础上，进一步引入人工智能、机器学习等技术，构建智能化生产线。智能化生产线能够根据实时生产数据和历史数据，自动调整生产参数，优化生产过程。此外，智能化生产线还能够通过自我学习和自我优化，不断提高生产效率和产品质量。信息技术在锂电池生产中的应用，对锂电池的质量控制具有重要意义。通过自动化和智能化生产线，实现了对锂电池生产过程的精确控制，从而提高了产品质量。同时，信息技术还能够实现对锂电池生产数据的实时监控和分析，及时发现并解决生产过程中的问题，从而确保锂电池的稳定性和安全性<sup>[2]</sup>。

### 1.2 物联网技术

随着信息技术的快速发展，物联网技术在锂电池生产中的应用日益广泛，成为提升锂电池质量控制的关键因素之一。物联网技术通过将传感器、设备、软件和平台连接起来，实现数据的实时收集、传输和分析，从而为锂电池生产提供智能化、自动化的解决方案。

第一，物联网技术助力锂电池生产，传感器监控关键参数，数据实时传输至控制中心。第二，物联网实现设备远程监控与管理，预测故障

【作者简介】唐盛轩（1992—），男，苗族，重庆秀山人，硕士研究生，中级工程师，研究方向：锂电池质量管理。

并优化运行，提升效率。第三，实时数据分析助力质量控制，确保产品质量。第四，物联网优化供应链管理，提高库存管理效率。第五，在能源管理方面，物联网分析消耗数据，优化能源使用，降低成本。第六，物联网技术推动了锂电池生产的智能化和自动化进程，提高了产品生产的效率与质量。

## 2 信息技术在锂电池质量控制中的关键作用

### 2.1 数据分析与质量预测

在锂电池生产和质量控制中，信息技术应用日益重要。数据分析和质量预测作为关键技术，对提升性能和安全性至关重要。

数据分析能够揭示生产中的模式、趋势和关联性，为企业决策提供有力支持。例如，通过对充放电曲线的分析，可以深入了解电池电压、电流和容量的变化情况；库仑效率计算则反映了电池能量转换的效率。此外，市场分析也是不可或缺的一环，其涉及电池能量密度、竞争格局以及产能过剩等问题。通过储能电芯的产销量、库存率等指标，企业可以更加准确地把握市场动态。

质量预测在锂电池生产中扮演着举足轻重的角色。借助数据分析技术，企业可以提前预测未来出现的问题，并采取相应的干预措施，避免问题的发生。同时，质量预测还能帮助企业评估不同生产方案的风险，选择最优策略，从而降低风险。因此，质量预测不仅可以减少质量问题带来的返工和废品率，还能有效控制成本。

大数据分析、机器学习、人工智能和云计算等先进技术的应用，使处理海量数据成为可能，进而揭示出更多隐藏的模式和趋势。这些技术不仅提高了质量控制的精度和效率，还优化了生产和风险管理流程。总之，信息技术在数据分析和质量预测中的应用，有助于企业降低成本、提升效率，并增强风险管理能力。

### 2.2 机器视觉与非破坏性检测

随着信息技术发展，机器视觉和 NDT 在锂电池质控中作用显著。

#### 2.2.1 机器视觉应用

机器视觉在锂电池生产中具有关键作用，通过图像处理和模式识别实现检测。主要用于缺陷检测、尺寸测量和装配检查，有利于提升效率和产品质量。

#### 2.2.2 NDT 技术重要性

NDT 技术能够确保锂电池完整，并检测内部缺陷、焊接点以及过热区。结合信息技术，NDT 技术有利于提升检测准确性和效率，实现了智能化和自动化生产。

### 2.3 运营数据与质量预警

锂电池生产质控中，信息技术日益关键。运营数据收集、分析以及质量预警系统是保障质量的核心。

#### 2.3.1 运营数据收集与分析

运营数据收集与分析是锂电池质量控制的重要环节，能够实时监控生产参数和环境，评估电池性能和安全性，从而优化生产策略，提高产品质量，并指导生产工作的后续流程。

### 2.3.2 质量预警系统

质量预警系统能够预测并识别潜在锂电池的质量问题，提前干预预防。一方面，通过预测性维护减少产品故障，并优化控制，做好风险管理工作。另一方面，利用大数据、机器学习、AI、云计算等技术处理数据，预测质量问题，提高分析效率和准确性，推动高效高质量生产。

## 3 信息技术在锂电池质量控制中的挑战与未来趋势

### 3.1 技术创新与集成

在锂电池质量控制领域，信息技术创新与集成是推动行业发展的关键。随着技术不断进步，新的挑战 and 机遇不断涌现。锂电池制造工艺复杂，对高性能计算需求较高，尽管计算能模拟电池过程、优化设计和生产，但集成难度大。量子计算虽具潜力解决复杂优化问题、提高材料筛选效率，但技术尚未成熟。人工智能和机器学习在质量控制中，尤其在缺陷检测和维护预测上展现巨大潜力，然而算法和集成仍面临挑战。

数据集成与管理在锂电池制造中至关重要，大数据和云计算应优化整合分析方法，系统集成应确保数据一致性和操作协同性，同时保持用户界面友好，并平衡数据安全和隐私保护。面对这些挑战，智能化和自动化技术成为关键。通过整合传感器、机器视觉和控制系统，实现实时监控与优化，利用物联网技术连接设备和系统，提升效率和精度。

随着环保意识的增强，信息技术将优化生产流程，减少能耗。未来，锂电池制造将更侧重智能化、自动化和环境责任，以

应对制造挑战，推动行业向绿色、智能方向发展。

3.2 可持续发展与环境影响

随着信息技术在锂电池质量控制中的作用日益凸显，其对环境的影响和可持续发展的挑战不容忽视。全球对环境保护和可持续发展的重视使信息技术在锂电池生产和质量控制中的应用更加注重环境友好性和资源的可持续利用性。

信息技术在锂电池生产中的广泛应用，如自动化生产线和智能检测系统，虽然提高了生产效率并减少了能耗与材料浪费，但也引发了高能耗和大量数据处理需求等新的环境问题。因此，在设计和实施信息技术解决方案时，必须充分考虑这些潜在的环境影响，并采取措​​施以减少其负面影响。

此外，信息技术在锂电池回收和再利用中发挥着重要作用。通过物联网技术追踪锂电池的使用情况以及大数据分析优化回收流程，显著提升回收效率，减少资源浪费。同时，信息技术还能助力锂电池生命周期管理，通过实时监测电池性能状态，预测其寿命和性能变化，为维护 and 更换提供科学依据，从而延长电池使用寿命，减少过早报废。

展望未来，信息技术的发展将进一步影响锂电池的质量控制。随着量子计算、高性能计算以及 5G 和物联网技术的不断进步，锂电池质量控制的精度和效率将得到显著提升，同时环境影响也将得到有效控制。政策和法规在这一过程中扮演着关键角色，不仅影响信息技术在锂电池质量控制中的应用，还制定严格的环境和能源效率标准，推动整个锂电池产业向绿色、可持续的方向发展。

4 未来研究方向

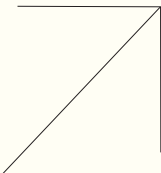
随着信息技术的不断演进，其在锂电池质量控制中的应用前景愈发广阔。未来的研究方向和策略建议主要集中在以下 7 个方面。第一，强化信息技术的应用效能是核心。包括升级自动化检测系统、精进数据分析能力，并深化预测性维护的精确度。第二，聚焦人工智能与机器学习的创新应用。采用先进的深度学习模型增强缺陷识别的准确性，运用强化学习技术优化生产流程。第三，深化大数据与云计算的整合至关重要。进一步挖掘大数据在质量分析与管理中的潜力，并优化云计算平台以支持更大规模、更高效的数据存储与处理。第四，拓展物联网技术边界，积极探索其在实时监控与数据采集方面的新应用，以实现更为精细化的质量控制。第五，前瞻量子计算与高性能计算的发展。尽管量子计算尚处于研究阶段，但其对电池设计与生产效率提升的潜在贡献巨大，而高性能计算技术在锂电池模拟与设计领域亦扮演关键角色。第六，紧跟新材料与新工艺的步伐，随着材料科学与化学工程等领域的不断进步，信息技术在锂电池领域的应用也应同步更新，以更好地支持新材料与新工艺的开发与应用。第七，强化政策与法规支撑。为确保信息技术在锂电池领域的健康发展，应及时修订相关政策与法规，并加强跨学科合作，将信息技术与材料科学、化学工程等领域深度融合，以构建更全面的质量控制体系。

结语

信息技术推动了锂电池产业可持续发展与技术革新。集成自动化检测、数据分析以及预测维护，实时监控与数据采集通过物联网实现；云计算优化流程提升产品质量，提供计算资源；人工智能和机器学习提高质量预测准确性和检测效率；大数据支持决策；边缘计算提升数据处理能力。此外，信息技术还能够提升生产效率和产品质量，促进绿色制造和循环经济，支持回收利用。未来，信息技术将成为锂电池产业创新和可持续发展的关键驱动力，综合应用各项技术，使生产过程更高效、更智能，锂电池产业将迎来更多创新机会和挑战。

参考文献

[1] 付晓飞,苏文生,王世刚,等.锂电池材料制造过程质量控制的新思路[J].电子质量,2018(12):96-101.  
[2] 李洛康,顾巧论.废旧锂电池梯次利用质量控制研究[J].天津职业技术师范大学学报,2022,32(1):67-72.



# 基于 RPA 的成品提交单优化应用研究

文◆西南电子设备研究所 王 奎

## 引言

计划管理作为车间生产过程管理中的重要环节，其业务覆盖生产制造策划、生产执行、过程监控、改进提升等全过程，在计划管理业务中引入先进制造方式，将大力提升车间运营水平。机器人流程自动化（Robotic Process Automation, RPA）是一种通过流程自动化软件工具模拟任务在 IT 应用终端上的操作，包括鼠标点击、键盘输入、系统操作、内容识别等，自动完成应用终端中的业务。在计划业务管理体系下选取成品提交单制作业务进行深度应用，打通车间生产计划业务中成品提交单制作最后一公里的壁垒，实现 RPA 技术与车间计划业务的有效融合，在提升车间流程执行效率、优化资源配置等方面可以有效提升车间计划业务执行水平。

## 1 研究背景

机器人流程自动化通过模拟人工在计算机上进行的操作来替代人工重复性操作，以完成快速、准确的程序访问、数据获取与处理等操作。当前制造业正处于数字化转型的关键时期，车间生产制造需要利用信息技术优化生产流程、提高生产效率、降低运营成本。RPA 技术作为数字化转型的重要工具，可以助力车间实现其目的<sup>[1]</sup>。RPA 技术的引入可以自动化执行繁琐的生产流程任务，如数据录入、任务流转、信息查询等，不仅提高生产效率还可以减少人为错误，提高数据准确性。RPA 软件根据设定的流程完成计算机操作，其主要特点是可解决繁琐性、重复性高的工作，是一种新质生产力。在 2023 年 9 月 7 日召开的新时代推动东北全面振兴座谈会上，总书记指出，积极培育新能源、新材料、先进制造、电子信息等战略性新兴产业，积极培育未来产业，加快形成新质生产力，增强发展新动能<sup>[2]</sup>。新质生产力是创新起主导作用，以全要素生产率大幅提升为核心标志，符合新发展理念的先进生产力质态<sup>[3]</sup>。

机器人流程自动化，也被称为数字员工。数字员工是数字化转型的重要推手，将机器人流程自动化引入车间计划业务中，将提高业务效率、增强车间制造竞争力，实现降本增效，推动新质生产力快速发展。计划业务存在大量数据处理、信息查询等重复性操作，其中成品提交单制作为典型场景，在业务中引入机器人流程自动化将有效提高业务执行

效率，并为计划业务提质增效提供新动能、新方法、新工具，促进车间计划业务转型提升。面对车间生产订单的不确定性，计划人员应对大量的资源进行快速调用和灵活重组应对订单的变化，才能高效利用有限资源，按时完成订单产出。

## 2 现状分析

随着外部环境快速变化以及需求的急迫性，车间内部计划管理目前面临着巨大挑战。首先，随着产品复杂性和产能的提升，产品计划面临复杂难题。由于产品生产过程中，插单、交付周期变更、作业异常、质量异常等原因，导致年度、季度、月度与日计划之间的关系缺乏继承性，需要频繁的进行人工变更、调整，导致进度难以控制。其次，按需完成资源调用，实现制造能力的快速重构，满足不确定的交付需求已成为车间生产管理的瓶颈。与机器加工行业批量大、工艺流程固化、资源需求固定相比，多品种、小批量、定制化的电子产品包含了从底层的元器件到整机系统的渐增式集成过程，工艺路径多样，制造资源复用性高。

计划人员制作整机和备件

【作者简介】王奎（1990—），男，四川内江人，本科，工程师，研究方向：车间生产运营。

的成品提交单流程。首先，计划人员应在 SAP 系统中对已经完工的产品进行完工信息维护，如将产品从在制品库移入部门成品库。其次，进行合同信息的比对，生成合同装箱清单作为计划装箱清单维护的输入。再次，对此次需要完工入库的产品针对计划入库数量以及对应序列号，生成计划装箱清单。最后，核对计划装箱的物料与实际是否一致，完成成品提交单制作。该方法由计划人员按照流程手动操作费时费力，与数字化车间运营显得格格不入。

在对传统计划业务执行问题的充分分析的基础上，通过转变思维方式和工作方式等手段构建面向计划业务效率提升的机器人流程自动化工具。以计划业务效率提升为核心，打通业务发起端、业务执行端以及多业务协同需求的全流程，不断提升业务执行效率，从而增强车间运营能力，提升计划管理核心能力。

3 方案架构

3.1 基于车间计划管理体系完善车间计划业务流程

车间计划业务以生产计划管理程序文件为指引，横向以程序文件描述业务，流程制度文件提供方法，根据流程提出信息化、数字化建设需求，再到通过信息化、数字化建设实施等 4 个维度为逻辑基础。纵向以计划、执行、监控、改进 4 项 PDCA 循环为行动指南，构建以 1 个体系为指引“4 横 4 纵”矩阵式的“1+4+4”车间计划业务落地实施。

基于“1+4+4”车间计划业务落地实施概要，进行 16 个维度过程细化，将各个过程从“程

序文件”“流程梳理”“建设需求”“信息化 + 数字化实现”逐级展开，将程序文件描述最终以“信息化 + 数字化”手段进行业务完成，最后通过 PDCA 的过程迭代形成多要素多过程的业务实施闭环。

3.2 以机器流程自动化工具实现计划业务自动化

在完成从程序文件、流程梳理、建设需求、“信息化 + 数字化”业务分解后，将机器人流程自动化技术引入业务流程实现中，基于机器流程化的业务实现逻辑将人工操作过程转化为机器可操作的流程以及可实现的执行步骤。按照流程自动化独立功能项进行流程自动化封装，并根据各模块间的数据接口构建数据传输<sup>[4]</sup>。

3.3 机器流程自动化共享服务机制构建

第一，自动化操作。基于“机器人流程自动化”梳理成品提交单制作流程，从信息收集到成品提交单制作，实现成品提交单制作自动化操作。第二，服务共享化。服务共享化满足多计划人员“人机协同”操作，基于 Outlook 邮件系统为信息通信交互基础，将成品提交单制作流程自动化工具安装到固定电脑中作为成品提交单制作服务器；计划人员通过发邮件的形式将制作成品提交单需求发送到服务器中。第三，执行与反馈。服务器中安全邮件解析以及流程自动化调用工具用于响应邮件需求并执行反馈操作结果<sup>[5]</sup>。

4 成品提交机器流程化实现

4.1 业务流程规划及操作流程转化

针对业务流程规划以及操作流程转化采用基于机器流程自动化方式进行工作流程梳理，从操作过程数与产品数量的关系、数据读取次数与产品数量的关系以及流程数量、SAP 报表切换方式等进行分析开展。

结合计划人员成品提交单制作流程以及基于机器人流程自动化执行流程，分析并确定成品提交单制作业务逻辑。将整个流程涉及的 13 个活动归纳为 5 个阶段，即获取产品信息、完工信息维护、合同装箱单维护、计划装箱单维护、成品提交单制作，该流程将信息获取的操作集中化，后期不再在运行过程中进行信息获取。

此外，结合成品提交单制作逻辑以及成品提交单制作流程，将计划人员在操作过程中的信息流分析，进行操作过程的分解，将成品提交单制作业务逻辑以及基于机器流程自动化方式进行工作流程转化。

4.2 数据查询与填写规范化设计

当前计划人员在数据查询与填写方面采用人工操作的方式，获取信息的方式采用单一信息来源进行信息查询，但单一信息来源的信息查询受查询数据量影响，查询效果存在差异。对于产品合同项目报表进行分析，发现“预投任务行号”“合同行号”两个维度的信息在过往计划人员制作成品提交单时并没有得到有效利用，但对于产品的信息查询“预投任务行号”“合同行号”的组合应用可以有效提高查询效率。

计划人员制作成品提交单时有 4 种场景数据形式，即“单合同 + 单批次”“单合同 + 多批次”“多合同 + 单批次”“多合同 + 多批次”4 种场景数据形式如表 1 所示。

经过以上成品提交单制作数量与合同、批次的关系发现，在“多合

表 1 4 种场景数据形式

| 序号 | 多成品提交单制作场景 | 成品提交单制作数量    | “合同 + 批次”组合数量 |
|----|------------|--------------|---------------|
| 1  | 单合同 + 单批次  | 1            | 1             |
| 2  | 单合同 + 多批次  | 批次数量相同       | $N$           |
| 3  | 多合同 + 单批次  | 合同数量相同       | $M$           |
| 4  | 多合同 + 多批次  | 合同 + 批次组合数相同 | 小于 $M*N$      |

同 + 多批次”场景下，成品提交单制作数量与出现不同“合同 + 批次”组合相同。同时可以将“单合同 + 单批次”场景识别为只有 1 种“合同 + 批次”组合；“单合同 + 多批次”场景识别为与批次数量相同的“合同 + 批次”组合；而“多合同 + 单批次”场景识别为与合同数相同的“合同 + 批次”组合。

最后成品提交单制作工具可以通过识别出的“合同 + 批次”组合数量进行判断是否重复执行功能模块中的对应操作。

4.3 功能模块软件实现

计划人员成品提交单制作业务以及基于多成品提交单制作场景的适应，将业务转化为成品提交单制作流程，并根据机器流程自动化的操作需求进行逐级分解细化，最后结合工具的实现方式完成备件成品提交单制作工具需求分析报告，主要包括产品信息获取、完工信息维护、合同装箱清单维护、计划装箱清单维护和成品提交单制作。

基于备件成品提交单制作工具需求分析报告，完成备件成品提交单制作工具建设方案，构建实现流程逻辑时序图，实施逻辑功能模块等。

结语

通过机器人流程自动化服务在计划管理业务中成品提交单制作场景中成功应用，将新工具、新方法运用到车间计划管理中带来了新的思路，为后续业务扩展带来新动能和契机。虽然课题研究将机器人流程自动化这一新方法成功进行了运用，但放眼车间计划业务全流程，仍然存在诸多问题亟待解决。为了进一步提升计划管理业务效率，未来需要继续深入开展如下工作。

一是扩大推广应用范围。共享服务机制当前仅运用于成品提交单制作中的人员制作效率问题，应不断完善功能，扩大应用范围，逐步推广至订单结算、物料清理、数据盘点等板块，提升业务处理自动化、智能化水平。在计划管理业务共享内部应用稳定、成熟后进行完整的产品化设计，打造基于自主研发的计划管理机器流程化共享竞争力。

二是搭建智能化管理平台。借助数据库、服务器搭建的计划管理业务共享能够编排机器人工作流程，集中化管理机器人，分析机器人表

现，实现各业务配置以及运行的流程化、定制化，形成规模发展多功能的虚拟劳动力，促进计划管理业务操作智能化。

三是进一步加强稳定性能。通过不断完善迭代，提升工具和服务的稳定性，为车间生产运营效率提升、成本控制、信息技术提供数字化转型应用手段。

引用

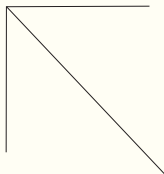
[1] 刘杰.数字员工打造组织创新新引擎,释放数字化转型新动能[M].北京:清华大学出版社,2023:128.

[2] 秦海波.RPA流程自动化技术分析[J].自动化技术与应用,2022(5):1-4.

[3] 张秋琳.MES与SAP集成技术研究[J].智能制造,2021(5):105-109.

[4] 王海洋.RPA机器人流程自动化技术在企业中的应用研究[J].自动化与控制,2023(1):205-208.

[5] 刘海涛.基于RPA+AI的数字员工在电力行业的应用分析与架构设计[J].电力信息与通信技术,2022(4):88-93.



# 基于多时间尺度发电计划曲线监测系统

文 ◆ 广东大唐国际肇庆热电有限责任公司 王庭文

## 引言

发电计划曲线受多种外部环境因素影响，包括天气变化、政策调整、市场波动等。这些因素会对监测系统的准确性和稳定性产生影响，因此应采取有效措施减少这些因素的影响。本文结合红海湾电厂已有网络设备，配置一套发电曲线下载系统，针对电力系统运行以及网络安全的新要求，综合电厂的实际需求，在涵盖旧版系统功能的基础上，对288点曲线下发、通讯报文录制、进程守护、AGC指令接收和本地模拟量的采集等方面进行了全新设计开发。对历史数据查询、报文数据记录、考核追溯、用户界面设计以及系统的连续可靠运行、网络安全等方面进行全面改进<sup>[1]</sup>。

在实际应用方面，一些电力公司和能源管理机构开始尝试使用这些模型和方法，对发电计划曲线进行实时监测和分析<sup>[2]</sup>。其中，一些电力公司利用基于机器学习的异常检测算法，对发电计划曲线进行实时监测，及时发现异常情况并进行相应的调整和优化。另外，一些能源管理机构也尝试使用基于深度学习的方法，对发电计划曲线进行分类和预测，以更好地进行能源管理和调度。

## 1 PS3000 发电计划曲线监测系统

### 1.1 PS3000 系统分析

PS3000 系统采用双通信管理机部署，为电厂提供安全、可靠、稳定的发电计划曲线系统监测功能，强大的负荷曲线监测与考核功能还可为电厂运行决策提供极有价值的数据支撑，为电厂带来可观的经济效益<sup>[3]</sup>。对 PS3000 系统描述如图 1 所示。

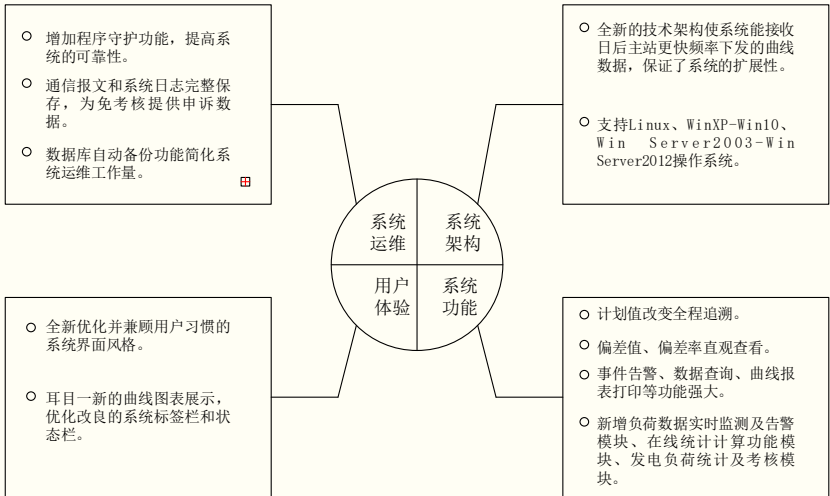


图 1 对 PS3000 系统描述

(1) 针对系统架构重构，PS3000 系统打造全新系统架构，主流的开发平台和技术保证了系统的稳定性、安全性、扩展性和兼容性。(2) 针对操作系统，PS3000 系统使用国产安全 Linux 操作系统（具备公安部安全认证）。(3) 针对运行模式，PS3000 系统兼容双通信处理管理机运行模式，保证发电曲线监测业务的连续、可靠。同时，PS3000 系统在发电曲线系统异常关闭时自动重启，保障业务的可靠运行，并且支持288点/日计划曲线，同时兼容96点/日计划曲线，并具备完善的调度和发电侧数据采集（包括AGC、一次调频等）功能、强大的负荷考核监视预警（包括负荷越限、电量偏差越限、AGC异常等调度考核事件）、在线计算和统计分析功能。

### 1.2 发电计划曲线监测系统功能框架

系统包含曲线监测、AGC 监测、事件监视、系统工具和系统管理等

【作者简介】王庭文（1975—），男，壮族，广西宜州人，本科，工程师，研究方向：电力系统自动化。

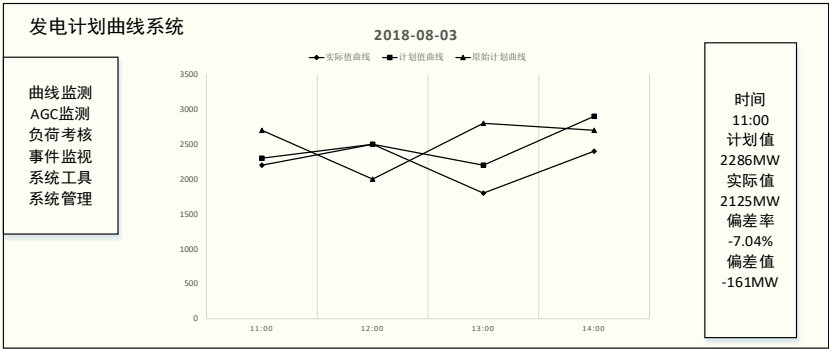


图 2 系统功能结构

功能模块。系统功能结构如图 2 所示。

图 2 中，曲线监测负责实时监测曲线数据，点击功能键可展现今日曲线、昨日曲线、明日曲线和历史曲线。AGC 监测负责系统根据主站下发不同模式的 AGC 状态报文，把不同状态展现在 AGC 监测的界面并且更换 AGC 状态系统会弹出状态更换告警事件<sup>[4]</sup>。事件监视负责事件告警（以弹出框结合播放声音的形式告警特定事件的发生）和事件查询（可查询指定日期范围内的各种事件，并提供事件类型筛选）。系统工具负责网络监视（展现端口当前接收到的调度报文及向调度发送的报文）、曲线导出（选择具体的日期、曲线号查询对应数据后，将数据导出到本地指定目录）、曲线报表（选择日期、曲线号查询对应数据后，可预览固定报表格式的曲线数据，并支持打印）和曲线打印（选择日期、曲线号查询对应数据后，可预览曲线的图表展现效果，并支持打印）<sup>[5]</sup>。系统管理负责用户管理（值长用户可进行修改系统登录的密码），系统配

置包括基础配置（配置电厂名称、系统名称、本地 IP 地址、在系统配置文件设置电厂 ID、系统 ID）、端口配置（配置站址、端口号、通讯协议、有效标志）；白名单配置（配置站址、端口号、IP 名称、开始和结束 IP、有效标志）、关联配置（配置曲线号、有效标志、数据来源、数据类型、信号类型、信号属性、关联名称、关联类型、关联描述）和日志查询（可根据日期、日志类型等，查询系统日志信息）。

2 基于多时间尺度发电计划曲线监测系统

2.1 曲线监测分析

系统启动后主站下发今日的计划值 / 实际值时默认进入今日曲线展示界面，也可在任意时间点击控制栏的今日曲线图标按钮或菜单栏曲线监视，选择今日曲线。曲线展现时，界面分为两个层级。第 1 层显示 1 个标签名“今日曲线”，第 2 层显示各曲线，标签名为“日期 + 曲线名（yyyy-mm-dd 空格曲线名）”，标签页顺序以曲线号排序为准。曲线图像右侧使用不同字段颜色显示时间、计划值、实际值、偏差率、偏差值等内容。今日曲线一二级标签不可关闭，昨日、明日和历史曲线一二级标签可自行选择关闭。今日曲线如图 3 所示。

点击快捷控制栏的“昨日曲线”按钮或菜单栏曲线监视，选择昨日曲线。曲线展现与今日曲线一致，一二级标签可以选择关闭。昨日曲线如图 4 所示。

点击快捷控制栏的“历史曲线”按钮或菜单栏曲线监视，选择历史曲线（曲线展现与今日曲线一致，一二级标签可以选择关

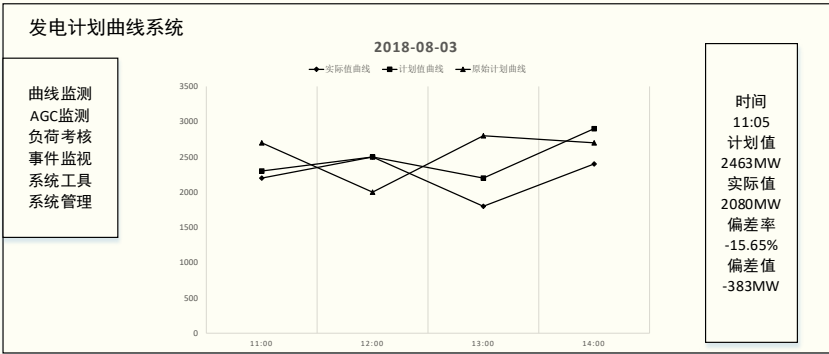


图 3 今日曲线

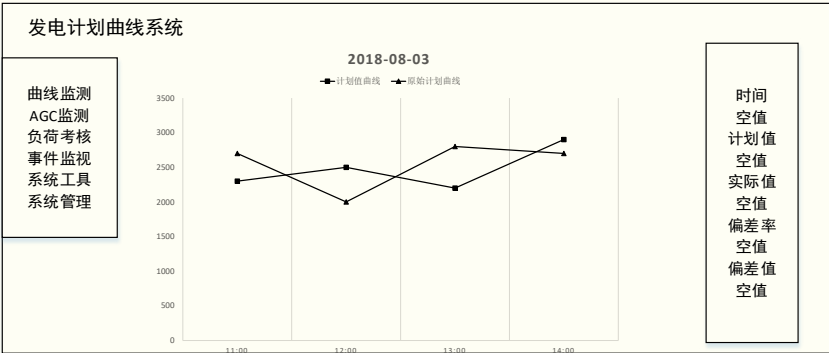


图 4 昨日曲线

闭)弹出日期、曲线选择框。历史曲线如图5所示。

2.2 AGC 监测功能展示

系统启动后主站下发 AGC 状态编码 / 发曲曲线值进入 AGC 监测界面进行展示,也可在任意时间段点击控制栏的 AGC 监测图标按钮查看界面状态。界面所展现的机组数目根据系统关联配置而定,按顺序展现且界面每次只可查看某一组的状态信息,如需查看另一组状态时点击该机组右侧的收缩按钮后则之前打开的机组状态界面关闭当前机组展示。调度端状态下发的状态与下发时间一致,本地 / 一次调频状态根据 H9000 采集的状态与时间展示界面(如 H9000 为关闭状态则无此状态展现),AGC 图表根据主站下发不同的状态进行颜色区分展现,鼠标悬停某状态会呈现该状态的详细信息<sup>[6]</sup>。AGC 监界面测展示如图6所示。

结语

本文提出基于多时间尺度发电计划曲线监测系统,在界面处理中兼顾用户习惯沿用左右框架结构。曲线标签管理分层次管理,采用日期 / 曲线名称二级标签进行综合管理,曲线监视窗口

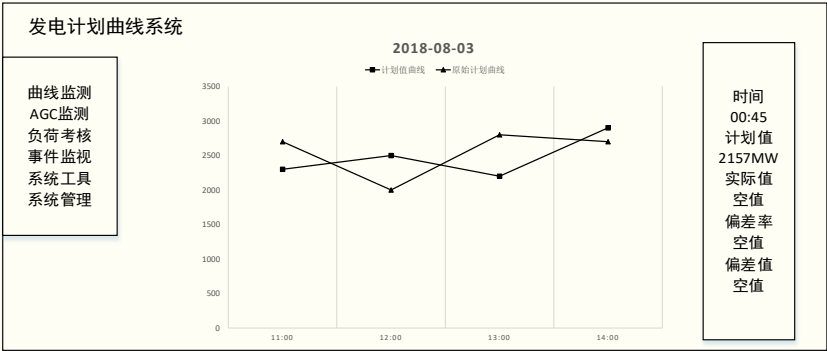


图5 历史曲线

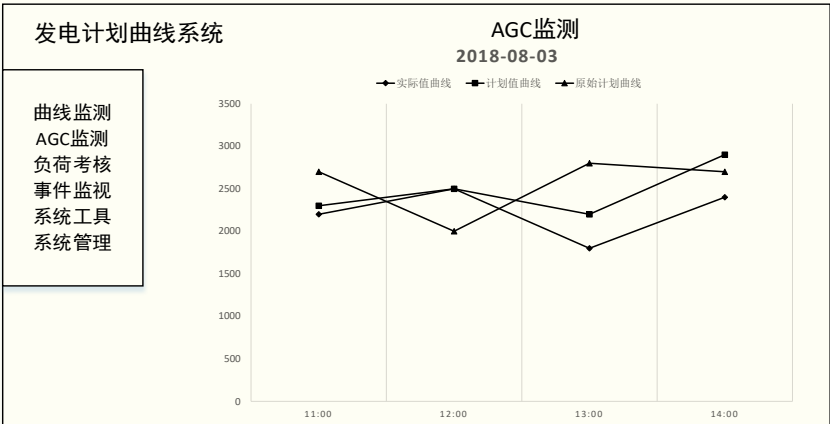
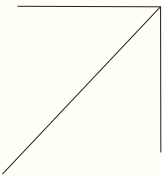


图6 AGC 监界面测展示

排列有序。同时,优化改良曲线、偏差、告警图标的展示,增加聚焦框功能,拉动 / 调整聚焦框大小,可选择曲线全局或局部显示。系统的升级部署便捷,在做好前期系统环境调研后,可进行新旧发曲系统的无缝升级改版,在调度下发负荷曲线实际值的 15min 时间间隔内完成升级工作,保证厂站端业务系统的连续性。<sup>[8]</sup>

引用

[1] 陈静,杨坤漓,张岩,等.多时间尺度下计及综合需求响应和碳捕集-电转气联合运行的综合能源系统优化调度[J/OL].电力自动化设备:1-16[2023-11-18].  
[2] 谢林蓉,胡杰,陈略峰,等.融合多时间尺度特征的焦炉煤气发生量预测模型[J/OL].控制理论与应用:1-11[2023-11-18].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1240.tp.20231114.1419.060.html>.  
[3] 白长波.基于动态规划法的日发电计划及不同报价曲线研究[D].北京:华北电力大学(北京),2006.  
[4] 钟浩,吴凡,张磊,等.电力市场多时间尺度决策的抽蓄电站容量优化配置[J].高电压技术,2023,49(10):4109-4119.  
[5] 李阳阳,董国涛,薛华柱,等.1982—2020年黄河流域多时间尺度气象干旱对植被影响[J/OL].水土保持学报:1-11[2023-11-18].  
[6] 程潜,刘攀,张子平.基于负荷曲线峰型特征的梯级水电站日前发电计划编制方法[J].中国农村水利水电,2021(11):182-187.



# 基于 Web of Science 数据库的 持续葡萄糖监测技术的研究热点与趋势分析 \*

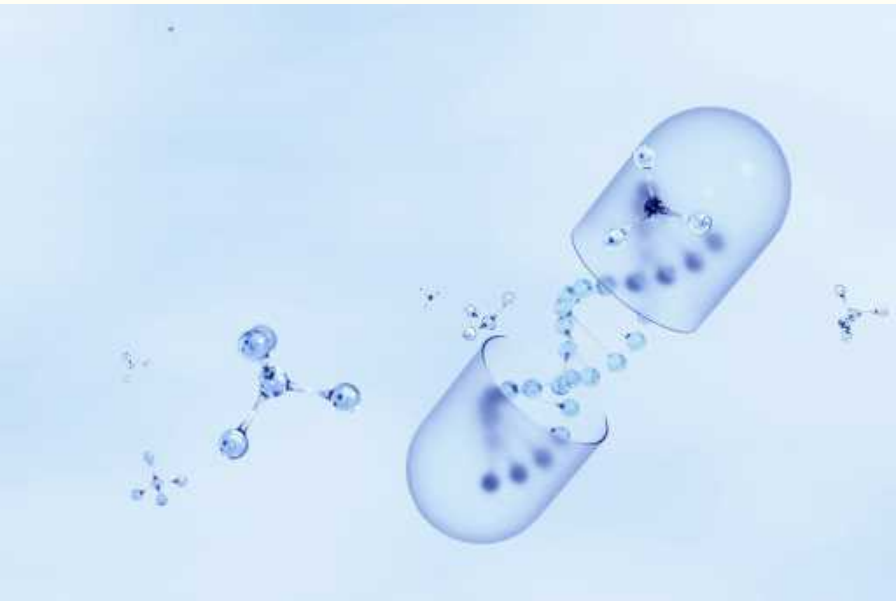
文 ◆ 河北北方学院研究生院 河北省人民医院内分泌科 王 宪 白秋雨  
河北省人民医院内分泌科 陈金虎

## 引言

糖尿病是一种严重威胁全球公共健康的慢性代谢性疾病，持续葡萄糖监测（Continuous Glucose Monitoring, CGM）技术的出现和发展为糖尿病患者的血糖管理提供了新的选择<sup>[1]</sup>。随着 CGM 技术的不断进步和临床应用的推广，相关研究呈现快速增长的趋势<sup>[2]</sup>。然而，目前尚缺乏对 CGM 技术研究领域整体发展状况的系统性分析<sup>[3]</sup>。文献计量学作为一种客观、定量的研究方法，能够从宏观角度揭示特定研究领域的发展热点和趋势。因此，本研究旨在运用文献计量学和可视化分析方法，系统探索 CGM 技术的研究现状，评估其发展趋势和研究热点。

检索 Web of Science 核心数据库发表的有关持续葡萄糖监测的文献，检索时间为 2013 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。采用 CiteSpace

6.3.R1 和 Excel 2021 分析纳入文献的年发文量、国家/地区、作者、机构、期刊和关键词等基本概况。共纳入文献 2618 篇，年发文量最多的国家/地区是美国，最多的作者是 Beck, Roy W，最多的期刊是《Diabetes Technology & Therapeutics》。关键词共现以及聚类分析结果显示，持续葡萄糖监测技术的应用人群以及疗效一直是近几年的研究热点。由此得出



\*【基金项目】2018 政府资助专科带头人培养项目，河北医学科学研究课题计划（20190284）  
【作者简介】王宪（1998—），女，河北唐山人，硕士研究生，研究方向：内科学。  
【通讯作者】陈金虎（1977—），男，河北石家庄人，博士研究生，研究方向：内分泌与代谢病。

结论，国内外对持续葡萄糖监测技术研究高度重视，但我国与国际需紧密合作，相关研究质量有待提高。

1 资料及方法

1.1 数据来源

数据来源于 Web of Science 核心合集数据库采集文献数据，搜索策略是 [TS= (“continuous glucose monitor”) AND (“type 2 diabetes”) ]。

1.2 文献筛选

纳入标准如下。(1) 文献类型为 “Article” 和 “Review”。(2) 发表时间为 2013 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。排除标准为重复发表的文献和内容不完整的文献。

2 结果

2.1 发文量趋势分析

共检索获得相关论文 2618 篇，其中研究论文 2379 篇，综述 239 篇。2013—2023 年有关持续葡萄糖监测技术的发文量整体呈上升趋势，且在近 3 年的发文量高度增长，2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究发文趋势图如图 1 所示。

2.2 国家 / 地区分布与合作

共有 88 个国家参与了 CGM 与 2 型糖尿病的发文研究，其中美国发表文章数量最多。美国与各个国家研究合作最为紧密，其中合作最为密切的是美国 and 英国，其次是美国 and 德国。

2.3 作者分析

共有 141 名作者参与了 CGM 与 2 型糖尿病的发文研究，Beck, Roy W 发文量最多，其中有 6 名作者来自美国,3 名作者来自中国。同时，Buckingham,Bruce A、Beck, Roy W 在该领域具有代表地位，

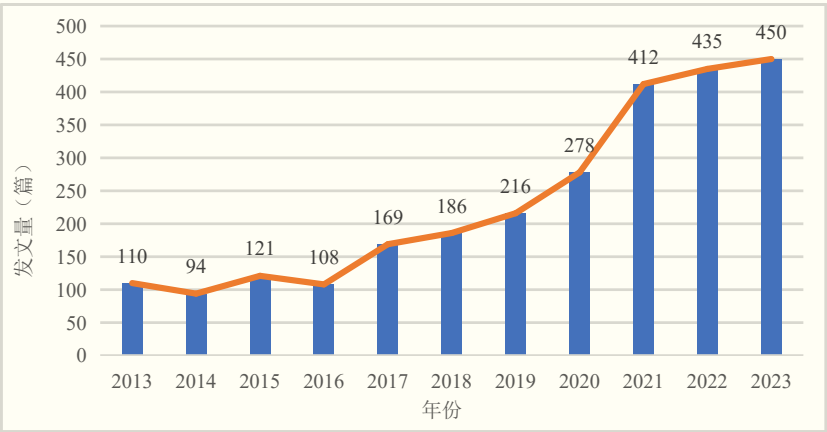


图 1 2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究发文趋势图

2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究发文量前十的作者如表 1 所示。

表 1 2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究发文量前十的作者

| 排名 | 作者                   | 国家 | 发文量 | 中介中心性 |
|----|----------------------|----|-----|-------|
| 1  | Beck, Roy W          | 美国 | 42  | 0.22  |
| 2  | Zhou, Jian           | 中国 | 28  | 0.01  |
| 3  | Bergental, Richard M | 美国 | 28  | 0.04  |
| 4  | Buckingham, Bruce A  | 美国 | 21  | 0.24  |
| 5  | Lu, Wei              | 中国 | 21  | 0.01  |

2.4 期刊分析

2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究被引频次前五的期刊如表 2 所示，由表 2 可知，发文量排名前五的期刊中，《Diabetes Technology & Therapeutics》发文量最多，达 326 篇（12.5%），总被引频次最高的期刊为《Diabetes Care》，其影响因子为 14.8。

表 2 2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究被引频次前五的期刊

| 排名 | 期刊                                         | 发文量 | 被引频次 | 影响因子 |
|----|--------------------------------------------|-----|------|------|
| 1  | Diabetes Technology & Therapeutics         | 326 | 1817 | 5.7  |
| 2  | Diabetes Care                              | 146 | 2460 | 14.8 |
| 3  | Diabetes Obesity & Metabolism              | 122 | 884  | 5.4  |
| 4  | Diabetes Research and Clinical Practice    | 108 | 1103 | 6.1  |
| 5  | Journal of Diabetes Science and Technology | 87  | 1178 | 4.1  |

2.5 关键词共现分析

2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究前十的关键词如表 3 所示，由表 3 表示了出现频次排名前五的关键词的基本情况，其中，continuous glucose monitoring（持续葡萄糖监测）、type 1 diabetes（1 型糖尿病）、glycemic control（血糖控制）出现的频次大于 500 次。中介中心性最高的是 adults（0.78），其次是 type 1 diabetes（0.77）和 continuous glucose monitoring（0.68）。

表 3 2013—2023 年持续葡萄糖监测相关研究前十的关键词

| 排名 | 关键词                           | 次数  | 中介中心性 |
|----|-------------------------------|-----|-------|
| 1  | continuous glucose monitoring | 827 | 0.68  |
| 2  | type 1 diabetes               | 606 | 0.77  |
| 3  | glycemic control              | 559 | 0.37  |
| 4  | hypoglycemia                  | 427 | 0.00  |
| 5  | type 2 diabetes               | 418 | 0.67  |

3 讨论

本研究通过文献计量学分析方法，系统探索了 CGM 技术的研究现状，评估了其发展趋势和研究热点。结果显示，CGM 技术在过去十年中得到了显著发展和广泛应用，相关研究呈现出快速增长的趋势。美国在 CGM 技术研究中处于领先地位，发表的论文数量最多，并且与其他国家的合作最为紧密。这表明美国在该领域的研究具有较高的国际影响力和合作能力<sup>[4]</sup>。美国、英格兰和德国等国家在 CGM 技术研究中具有较高的中介中心性，表明这些国家在国际合作中起到了重要的桥梁作用。特别是美国与英国、德国、加拿大、法国和意大利之间的合作频率较高，显示出美国在 CGM 技术研究中的主导地位 and 广泛的国际合作网络<sup>[5]</sup>。Beck,Roy W 等研究者在 CGM 技术领域具有较高的学术影响力，发表了大量高质量的研究成果<sup>[6]</sup>。同时，国内外研究者之间的合作也在不断加强，有助于推动 CGM 技术的全球化发展。

《Diabetes Technology & Therapeutics》和《Diabetes Care》是 CGM 技术研究的主要发表平台，具有较高的影响因子和被引频次。这些期刊在推动 CGM 技术研究和应用方面发挥了重要作用<sup>[7]</sup>。关键词共现和聚类分析揭示了 CGM 技术研究的主要方向和热点主题。高频关键词如“continuous glucose monitoring”“type 1 diabetes”和“glycemic control”反映了研究的核心内容。

结语

通过对持续葡萄糖监测相关研究的文献计量分析，不仅可以了解该领域的总体特征、研究现状以及研究热点，还对于我国在这一领域所取得的研究成果与国外的合作关系和存在的不足有了更进一步的认识。在未来的研究中，应开展更多同国外的交流合作，拓展研究的深度和广度，提升研究质量，加强我国在该领域的影响力。❏

引用

[1] Battelino T,Danne T,Bergenstal RM,et al.Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation:Recommendations From the International Consensus on Time in Range[J].Diabetes Care.2019,42(8):1593-1603.

[2] Didyuk O,Econom N,Guardia A,et al.Continuous Glucose Monitoring Devices: Past, Present,and Future Focus on the History and Evolution of Technological Innovation[J].J Diabetes Sci Technol.2021,15(3): 676-683.

[3] Almurashi AM,Rodriguez E,Garg SK.Emerging Diabetes Technologies:Continuous Glucose Monitors/Artificial Pancreases[M].J Indian Inst Sci. 2023:1-26.

[4] Martens TW.Roadmap to the Effective Use of Continuous Glucose Monitoring in Primary Care[J].Diabetes Spectr.2023,36 (4):306-314.

[5] Datye KA,Tilden DR,Parmar AM,et al.Advances,Challenges, and Cost Associated with Continuous Glucose Monitor Use in Adolescents and Young Adults with Type 1 Diabetes[J].Curr Diab Rep.2021,21(7):22.

[6] Beck RW,Riddlesworth T,Ruedy K,et al.Effect of Continuous Glucose Monitoring on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes Using Insulin Injections: The DIAMOND Randomized Clinical Trial[J]. JAMA.2017,317(4):371-378.

[7] Lee,Inyoung."Continuous Glucose Monitoring Systems- Current Status and Future Perspectives of the Flagship Technologies in Biosensor Research."Biosensors & Bioele Ctronics (2021):113054.

# 国际航班行李全流程优化研究

文 ◆ 北京首都国际机场股份有限公司

吴 云

上海民航华东凯亚系统集成有限公司

黄小东 饶伟恒

## 引言

随着信息化不断渗透到航空旅客服务的各个环节，人们对服务的标准、品质和满意度的要求越来越高，在旅客获得好的用户体验的同时，对于行李服务的诉求也越来越强烈。简单的点到点行李运输已经远远不能满足旅客的需要，旅客更需要的是对行李运输实现“全程掌握、细节把控”，能够实时追踪和掌握自己行李的状态<sup>[1]</sup>。RFID（无线射频识别）技术的广泛应用为行李跟踪提供了强大的技术支持，进一步使实时追踪行李状态成为可能。同时，全球化进程的加速与航空业的蓬勃发展也使国际航班旅客数量逐年增长，而行李作为旅客出行的重要部分，其处理效率、安全性会直接关系到旅客的整体出行体验与航空公司的服务质量，而传统的行李处理流程因耗时、易错以及劳动强度大等问题，显然已无法满足现代航空运输业的需求，因此对国际航班行李全流程进行优化研究，成为一个紧迫而重要的课题。据此，本文旨在深入剖析国际航班行李处理的各个环节，在结合现代科技手段与先进管理理念的基础上，

提出一套全面而系统的优化方案，从行李托运、安检、分拣以及运输到最终送达旅客手中这一完整流程出发，探讨如何通过技术创新、流程再造与智能化管理等方式提升行李处理的效率、准确性以及安全性，期望能够为航空公司、机场管理部门与相关技术提供商提供有益的参考启示，共同推动国际航班行李处理流程的持续优化创新发展，进一步为旅客提供更加便捷、高效与安全的航空旅行体验。

## 1 国际航班行李全流程现状分析

国际航班行李通常具有体积大、重量重且航班行李数量多等基础特征，也正是由于国际航班的特殊性质，航班行李在运输过程中需要经历更多的处理环节与更复杂的流程。随着科技的进步，行李全流程跟踪系统在国际航线中得到了广泛应用，该系统能够通过各式识别技术，如RFID射频识别以及条码识别等技术实现对行李的实时跟踪监控，实时掌握行李的运输状态，进一步提高行李运输的效率与准确性<sup>[2]</sup>。尽管行李全流程跟踪系统在国际航线中得到了广泛应用，但仍存在诸多问题与挑战。第一，在国际航线中有部分外航航班存在BSM报文缺失的问题，导致航空公司无法实时掌握行李的运输状态，增加了行李错运与丢失的风险。第二，存在行李全流程跟踪识别设备不足的问题，导致航空公司无法对行李进行实时跟踪监控，无法及时发现并处理行李运输中出现的问题。第三，在国际航班的装卸车环节，仅有少部分国内航司配置了基于“RFID射频识别+条码识别”技术的手持式识别设备，用于完成装卸车节点行李信息采集，然而大部分国际离港航班在这一环节仍缺乏有效的信息采集手段，导致行李运输信息的缺失。

## 2 国际航班行李识别与采集方案研究

在设计思路方面采用“技术融合、数据驱动”的策略，将RFID射频识别技术与条码识别技术相结合，再通过自主研发的核心行李算法实现射频数据与条码数据的同步或异步采集，进一步实现行李的全程跟踪监控。RFID射频识别技术与条码识别技术各有其优势，RFID技术具有识别速度快、识别距离远以及抗污染能力强等特点，而条码识别技术则

【作者简介】吴云（1986—），男，湖北武昌人，本科，中级工程师，研究方向：民航智慧机场建设。

具有成本低且易于实施等优点，因此可以将这两种技术进行融合应用，充分发挥其各自优势<sup>[3]</sup>。在数据采集过程中，采用同步与异步相结合的策略，同步采集策略适用于行李处理流程中的关键节点，如行李托运、安检与装机等环节，这些环节对数据采集的实时性与准确性要求较高，因此在这些环节中可以通过 RFID 读写器与条码扫描器同时采集 RFID 数据与条码数据，以此确保数据的完整性、准确性。异步采集策略则适用于行李处理流程中如行李存储、转运等非关键节点环节，在这些环节中由于行李的流动性与处理时间的不确定性，同步采集会面临较大的挑战，因此采用异步采集策略，即在行李经过相关节点时通过 RFID 读写器或条码扫描器进行数据采集，并将数据上传至服务器来进行后续处理。此外，为了更好地提升数据采集效率与识别率，应不断优化识别设备配置。首先，根据行李处理流程的实际需求，合理配置 RFID 读写器与条码扫描器的数量、位置，以此确保每个行李都能被有效识别和采集数据。其次，通过自主研发的核心行李算法对射频数据与条码数据进行预处理、去噪与纠错等操作，进一步提高数据的准确性、可靠性。最后，定期对识别设备进行维护更新，确保设备的正常运行，并根据实际应用情况不断优化、更新算法模型，以适应不断变化的行李处理流程需求。

3 科技赋能国际行李处理末端流程

随着科技的不断进步，自动化设备在国际行李处理中发挥着越来越重要的作用，不仅有效提高了行李处理的效率，还能够降低人为错误风险，以下是自动化设备在国际行李处理中的关键应用。第一，自动分拣系统。该系统能够通过先进的混合识别技术（如 RFID 与条码识别）对行李进行快速、准确识别和分类，同时根据行李标签图片进行 OCR 识别，获取行李的目的地与航班信息数据，自动将行李分拣到相应的集装设备（含转盘、输送机、滑槽），大幅提高了行李分拣的效率与准确性。第二，自动装箱与装板系统。利用先进的机械臂与传感器技术，自动将行李装入集装箱或拖板车中，在提高装箱与装板效率的同时，减少人工搬运重物带来的劳动伤害。此外，AGV 搬运系统能够通过自主导航与搬运技术，自动将行李从一处搬运到另一处，不仅提高了行李搬运的效率，还降低了行李搬运人员的劳动强度，减少了劳动伤害的风险。机械

臂等自动化设备在自动装箱、装板中发挥着关键作用，通过精确的传感器与控制系统，能够准确抓取并放置行李，以此实现高效的自动装箱装板，此类自动化设备还具有高度的灵活性和适应性，能够处理不同尺寸与重量的行李，通过先进的算法与控制系统能够自动调整抓取与放置的方式，以适应不同类型的行李。因此，相较于传统的人工装箱与装板方式，机械臂等自动化设备能够大幅提高装箱装板的效率，通过缩短行李处理的时间，大幅提高整个国际航班的运营效率。机械臂将行李装入集装箱如图 1 所示，机械臂将行李装入拖板车如图 2 所示。

4 数据治理赋能国际航班行李保障

第一，通过增加部署在行李处理各个环节的传感器、RFID 读写器以及条码扫描器、高清摄像头等设备，实现对行李信息、图片的实时采集，捕获行李的位置、状态以及运输路径等关键信息，进一步为后续数据处理与决策提供基础数据<sup>[4]</sup>。第二，采集的行李信息数据需要经过清洗、整理以及转换等步骤，消除数据



图 1 机械臂将行李装入集装箱



图 2 机械臂将行李装入拖板车

中的异常值、重复值并将其转化为结构化、标准化的格式，通过数据处理得到更为准确、可靠的行李信息，基于此为后续的行李保障工作提供有力支持。第三，在国际离港航班行李保障中，对于时间的控制至关重要，因此为了确保行李能够按时与旅客同机起飞到达目的地，应在设定预设处理时间的同时建立超时报警机制，再根据航班计划、行李处理流程以及运输距离等因素，为不同类型的行李设定合理的处理时间，以此作为行李保障的参考标准，作为工作人员判断行李处理进度是否正常的标准。第四，当行李处理时间超过预设时间时，系统自动触发报警机制通知相关工作人员进行处理，确保行李能够按时到达目的地。第五，数据治理不仅提供了实时的行李信息，还为行李保障策略的制定提供了有力支持，通过分析历史数据与实时数据找出行李处理的瓶颈环节、潜在风险点，优化行李路径与处理流程，在提高行李处理效率的同时，降低行李丢失、延误的风险。第六，通过增加传感器对行李处理设备运行、状态数据的监控、分析，预测设备的维护需求与故障风险，通过及时维护、更换相应软硬件来减少设备故障对行李处理的负面影响。第七，通过旅客的行李数据偏好，可以为其提供如定制化的行李标签、优先处理的行李等更加个性化的行李服务，进一步提升旅客的满意度、忠诚度以及增强航空公司的竞争力。

5 国际行李反向查找与快速处理机制

在国际离港航班行李处理

中，反向查找旅客取消托运行李的快速处理机制是确保航班准点起飞的关键环节，为了实现这一目标，开展了目标行李快速挑拣技术的研究，作为提升反向行李处理效率的具体措施。

当旅客报告行李取消托运时，系统能够根据旅客提供的托运行李信息，迅速定位目标行李位置，即通过相关识别技术，系统就可以对行李的外观、颜色与行李标签等进行识别并通过人工智能算法（如深度学习、计算机视觉等）进行智能匹配，从而快速定位到目标行李<sup>[5]</sup>。当需要进行行李反向查找时，工作人员自动获取目标行李实时位置，查看轨迹数据、图片来了解行李的处理过程。如果行李已装入集装箱或拖板车等容器，可结合“手持RFID+条码终端识别设备”更为快速准确地识别出容器中的目标行李，缩小容器内查找范围以及提高查找效率。为了更好地提升反向行李处理效率，可以通过对行李处理流程进行优化改进来减少不必要的操作环节。首先，加强对行李处理员工的培训管理，提高员工的业务素质与操作技能，确保他们能够快速、准确地处理反向行李查找任务。其次，建立快速响应机制，确保在接到旅客取消托运的要求后能够迅速启动反向查找程序，并尽快找到目标行李。最后，引入智能化管理系统对行李处理过程进行实时监控管理，进一步提高行李处理的效率与安全性。

结语

本文深入研究分析了国际航班行李全流程管理的现状，并提出了结合RFID射频识别与条码识别技术的行李识别与采集方案，通过自主研发的核心行李算法，实现了射频数据与条码数据的同步或异步采集，使行李全程跟踪监控成为可能。同时，本文强调了科技在国际行李处理末端流程中的重要性，即通过实时采集处理行李信息，为行李保障工作提供有力支持，建立超时报警机制来确保行李能够按时到达目的地。因此，本文的研究成果为国际航班行李管理提供了有效的科技解决方案，不仅有助于提高行李处理的效率与准确性，还有助于减少行李错运与丢失的风险，进一步为旅客提供了更加安全便捷的航空旅行体验。未来随着科技的不断进步，相信国际航班行李管理将会迎来更加智能化和高效化的新时代。<sup>[6]</sup>

引用

[1] 丁伟国.基于RFID技术的行李全流程追踪系统应用[J].设备监理,2023(6):27-30.

[2] 李泽阳.乌鲁木齐地窝堡国际机场旅客行李全流程跟踪系统机场端建设技术及应用[J].智能建筑,2022(9):21-24.

[3] 王建成.国内窄体机航班手提行李管控问题探究[J].民航管理,2022(1):76-79+83.

[4] 张一鸣,郭其峻.昆明长水国际机场RFID行李跟踪系统项目建设实践与启发[J].民航管理,2021(8):78-82.

[5] 李庆祝.基于RFID技术的旅客行李全流程跟踪系统研究及应用[J].信息与电脑(理论版),2021,33(4):120-122.

# 软件测试工程师的职责和最佳实践

文 ◆ 福州软件职业技术学院 许振宇

## 引言

随着科技的发展，人们越来越重视软件质量。而软件测试工程师在软件质量保障过程中扮演着至关重要的角色，发挥着不可忽视的重要作用。他们不仅通过测试活动去发现缺陷、评估软件质量，还致力于促进软件质量的提升以及软件研发过程的改进。本文旨在深入探讨软件测试工程师在软件开发过程中的关键角色，分析软件测试工程师应如何遵循最佳实践来保障软件质量，同时探讨测试工程师面临的挑战和相应的应对策略以及未来软件测试工程师角色演变的趋势。

## 1 软件测试工程师的职责

软件测试贯穿于软件生命周期的全过程，因此软件测试工程师在对应的软件测试生命周期各阶段承担着不同的职责。

### 1.1 需求阶段：测试需求分析

在软件研发初期的需求阶段，测试工程师应同步开展测试需求分析，包括深入理解软件的功能和业务需求、确定合适的质量目标、识别潜在的问题和风险以及制定有效的测试策略。

### 1.2 计划阶段：测试计划制定

制定测试计划是软件测试工程师的关键职责。在计划阶段，测试工程师应确定测试范围、测试目标、测试环境和测试资源。必须考虑时间、预算和资源的限制，制定可执行的测试计划，以便后续可以按照计划执行测试活动，保障软件质量。

### 1.3 设计阶段：测试用例设计与评审

软件测试工程师通过执行测试用例来发现并报告潜在的问题，因此测试用例的质量很大程度上决定了测试的质量。在设计阶段，软件测试工程师的重要职责之一是负责设计测试用例。设计完成后，还将进行测试用例评审，以确保测试用例的可执行性和正确性。

### 1.4 执行阶段：执行用例、管理和跟踪缺陷

一旦测试准备就绪，软件测试工程师将开始执行评审通过的测试用例，记录测试结果，识别和报告缺陷。此外，软件测试工程师还负责管理和跟踪测试中发现的缺陷，包括分析缺陷的严重性和优先级，跟踪缺陷处理进度，确保所有在测试中发现的问题均得到妥善处理。

### 1.5 总结、报告阶段：测试评估和总结

测试阶段结束时，软件测试工程师将通过分析各种数据，对软件质量和测试过程以及研发过程进行评估。总结经验教训，针对发现的过程问题提出改进意见，以促进软件质量，保障过程的改进和优化。

需要注意的是，除了功能测试，软件测试工程师还负责执行非功能测试，如性能测试、安全性测试等。随着人们对软件性能、安全的需求越来越高，非功能测试也变得越来越重要。

以上这些职责共同构成了软件测试工程师的关键角色，使测试工程师可以切实有效地进行质量保障工作。

## 2 软件测试工程师的技能要求

为了胜任软件测试工程师的角色，软件测试工程师应掌握各种技能，这些技能大致可分为以下几个关键领域。

### 2.1 技术技能

软件测试工程师应具备多方面的技术知识和技能，以便更高效地执行测试任务。

(1) 工具使用。软件测试工程师应了解和熟练使用各种测

试工具，包括测试管理工具、缺陷跟踪工具、性能测试工具以及持续集成和持续部署（CI/CD）工具等。同时，应能够根据测试需求和项目实际选择适当的工具辅助测试，提升测试效率。

（2）数据库和操作系统知识。软件测试工程师不仅需要关注界面层，还应了解数据库系统和数据库操作，以便执行数据库测试和验证数据完整性。此外，应了解不同操作系统（如 Windows、Linux）的基本原理，以确保跨平台兼容性测试。

（3）编程和自动化测试。软件测试工程师应熟悉常用的编程语言（如 Python、Java）以及自动化测试框架（如 Selenium、Appium）等，并能根据测试需求和项目实际选择合适的自动化测试框架，通过编写自动化测试脚本进行自动化测试，提升测试效率。

（4）网络协议知识。软件测试工程师应掌握网络协议的知识，这对于测试网络应用和进行性能测试分析尤其重要。

（5）安全测试知识。软件测试工程师应对计算机和信息安全进行深入了解，以便执行安全测试并识别潜在的安全漏洞。

（6）性能测试知识。软件测试工程师应对性能测试有深入了解，以便评估系统的性能是否满足用户需求，解决性能瓶颈，并给予调优建议。

（7）人工智能和机器学习知识。随着 AI 和 ML 在软件测试领域的应用，测试工程师应理解这些技术如何优化测试过程，以便高效地进行相关测试。

随着新技术新知识的不断涌现，软件测试工程师需要的技术技能也会不断更新，因此他们所需的技术技能并不局限于上述几种。

## 2.2 质量保证技能

质量保证是软件测试工程师的核心职责之一，因此他们需要掌握以下技能。

（1）制定测试计划。即能够制定全面的、可执行度高的测试计划，包括测试目标、测试资源、时间表和风险评估。（2）缺陷跟踪和管理。即能使用缺陷管理工具来有效管理和跟踪测试中发现的缺陷记录，包括报告、分析和追踪缺陷状态和解决进度。（3）过程改进技能。即能根据测试过程中的数据分析结果提出过程改进意见，并切实推进质量保障过程的优化。

## 2.3 沟通协作技能

软件测试工程师应与不同的利益相关者（包括研发团队和客户等）进行有效地沟通和协作，以便更加有效地进行质量保障。因此，软件测试工程师还应掌握以下技能。

（1）团队协作。与开发团队密切合作，共同解决问题和改进软件质量；与测试团队成员分享成果，协同合作，共同完成测试任务。（2）文档编写。即能够清晰、详细地编写各种测试相关文档，如测试计划、测试用例和测试报告等。同时，还能通过测试报告向利益相关者准确反馈测试结果和问题，并提供准确的信息以支持决策制定。（3）沟通交流。通过沟通交流，了解最终用户的需求，以便能更好地满足用户的期望；确保整个项目组成员对质量达成一致理解，能共同保障软件质量；促进测试中发现的问题得到妥善解决，提升测试团队的测试效率，从而更好地保障软件质量。

# 3 软件测试工程师的最佳实践

软件测试工程师在软件测试生命周期中不同阶段的最佳实践包括以下方面。

## 3.1 自动化测试

自动化测试是提高测试效率和一致性的重要手段。以下是自动化测试的最佳实践。

（1）选择合适的工具。选择适合项目需求的自动化测试工具和框架，如 Selenium、Appium、JUnit 等。（2）维护和更新。定期维护自动化测试脚本，以确保其与应用程序的变化保持同步。

## 3.2 集成和持续集成测试

在软件开发的阶段进行集成测试是确保组件之间协同工作的关键。以下是相关的最佳实践。（1）模块化测试。将系统拆分成模块独立测试，然后进行集成测试，以确保组件之间的互操作性。（2）持续集成。在持续集成和持续交付（CI/CD）流程中集成自动化测试，以确保每次代码提交都经过全面测试，并能得到快速反馈。（3）测试驱动开发。测试驱动开发是一种软件开发方法，可以实现“测试尽早开始”的目的。相关的最佳实践包括以下几个方面。1）测试先行。要求开发人员先编写单元测试，然后再编写能够通过这些测试的代码。2）密切合作。测试工程师应与开发团队合作，确保测试是开发过程的一部分。

### 3.3 性能和安全性测试

除了功能测试，性能测试和安全性测试也至关重要。以下是相关最佳实践。(1) 性能测试负载模拟。使用负载模拟工具模拟实际使用情况，以评估系统的性能和稳定性。(2) 安全性测试扫描。使用安全性测试工具扫描应用程序，以识别潜在的安全漏洞，并采取适当的措施加以解决。

通过以上最佳实践，软件测试工程师可以有效降低风险，保障软件质量，并促进持续改进。然而，需要注意的是，最佳实践必须根据实际情况进行合理实施，否则会适得其反。

## 4 挑战及应对策略

在实际工作中，软件测试工程师会面临各种挑战，如时间紧迫、需求变更频繁等，本文基于多年的实践经验，给出以下应对策略。

### 4.1 时间紧迫

在实际工作中，项目经理通常希望加快发布进度，而开发进度又时常延后，导致测试时间被压缩，测试的全面性被限制。因此，测试工程师应找到高效保证测试质量的方法。

应对策略如下。(1) 制定优先级。与项目管理团队协商，明确定义测试任务的优先级，确保首先测试最关键的功能。(2) 自动化测试。利用自动化测试工具，可以提高测试效率，减少手动测试的时间消耗。(3) 持续集成。将测试集成到持续集成流程中，确保每次代码提交都能进行自动化测试。

### 4.2 需求变更频繁

在实际工作中，由于需求会频繁变化，软件测试工程师应快速理解新需求，并不断更新测试用例，从而导致测试难度增加。

应对策略如下。(1) 敏捷方法。采用敏捷测试方法，如测试驱动开发(TDD)，以确保测试用例与新需求保持同步。(2) 定期回顾。与开发团队定期回顾和更新测试用例，以适应变化的需求。(3) 自动化回归测试。通过自动化回归测试快速检测到新需求引入的问题，及时进行修复。

### 4.3 性能和安全性问题

在实际应用场景中，性能问题和安全漏洞会引发严重后果，因此软件测试工程师应专注于性能和安全性测试。

应对策略如下。(1) 性能测试。使用性能测试工具模拟负载并评估系统的性能，进行负载测试、压力测试和可伸缩性测试，以发现性能瓶颈并采取措施解决。(2) 安全性测试。执行安全性测试，包括渗透测试和代码审查，以识别潜在的安全漏洞，并及时修复。

### 4.4 技术更新迅速

软件行业的技术更新迅速，新的编程语言、框架、工具和最佳实践层出不穷。

应对策略如下。(1) 持续学习。通过持续学习掌握最新的测试技术和方法，以保持技能的相关性<sup>[1]</sup>。(2) 持续关注行业动态。了解软

件行业的新动态，以便跟上时代的步伐。

## 结语

软件测试工程师在软件质量保证中扮演着至关重要的角色，他们的任务不仅仅是发现缺陷，还包括确保软件达到质量标准以及推动过程改进。软件测试工程师应具备多方面的技能，包括技术、质量保证和沟通技能，以便有效履行其职责。自动化测试、持续集成和持续交付等是行业的最佳实践，有助于提高测试效率和质量，但实施时需要根据项目的实际情况进行合理调整。

此外，软件测试工程师在实际工作中会面对各种挑战，包括项目时间压力、不断变化的需求等，可以通过一些策略来应对这些挑战。未来，持续集成和持续交付成为主流，软件的安全性、可靠性也将越来越受到重视。在此背景下，软件测试工程师在确保软件产品的质量和安全性方面将继续发挥关键作用，其角色也将会进一步发展，包括更深入地参与产品开发周期、应用更广泛的技术以及参与更高层次的战略决策。

总之，随着技术的不断进步和行业实践的不断优化，软件测试工程师将继续作为软件行业发展的重要推动者。通过不断学习和最佳实践，测试工程师可以提升自己的职业素养，为交付更高质量的软件产品做出贡献。<sup>[2]</sup>

## 引用

[1] 石荣会. 试论软件测试工程师的职业发展以及前景分析[J]. 电脑迷, 2018(28):37.

# 某风电场叶片提效改造的技术方案及其实施效果分析

文◆华润电力风能（承德围场）有限公司 杨伟明 马振东 张兆伟 蔡君伟 李 健

## 引言

随着清洁能源的快速发展，作为可再生能源重要组成部分的风电场，其运行效率的改善始终是业界瞩目的焦点。叶片作为风电机组的核心部件，其性能直接决定了风电场的发电效率和经济效益<sup>[1-2]</sup>。本文对某风力发电场叶片提效改造技术方案及其实际应用效果等方面进行了深入研讨，对风电场叶片提效改造的必要性进行了分析，接着对改造技术方案的设计和实施过程进行详细介绍。通过研究发现，叶片提效改造在带来可观经济效益和环境效益的同时，显著提高了风电场发电效率，延长了叶片使用寿命，而且在清洁能源推广方面作用显著。

## 1 某风电场叶片提效改造技术方案

### 1.1 叶片性能评估与问题分析

某风电场作为所在地区的重要清洁能源基地，其运行效率的提升对于满足日益增长的电力需求具有重要意义。通过采集叶片在运行中的振动数据、风能利用率以及磨损情况等关键指标，发

现该风电场叶片存在叶片磨损严重的问题，平均每年磨损率达5%，导致叶片使用寿命缩短，维护成本增加。

针对这些问题进行深层次剖析，一方面，由于叶片设计不够优化，风源条件不能完全适应当地的翼型、弦长等参数，造成风能捕捉效率不高。另一方面，叶片材质的耐磨性较差，容易受到自然环境的侵蚀，如风沙、雨水等，使叶片经过长时间的运转而加剧磨损程度。

### 1.2 技术方案设计

多种叶片提效改造技术方案是在上述评估分析结果的基础上，综合考虑技术可行性、性价比和实施难度等因素设计而成。利用先进空气动力学软件对叶片翼型进行优化设计，通过调整翼型曲线和弦长分布，使叶片能够更好地适应不同风速和风向条件，从而提高了平均风能利用率，对风电场的发电效率有显著改善作用<sup>[3]</sup>。为应对叶片磨损严重的状况，采用新型耐磨复合材料替代原有的叶片材料，这种复合材料具有优异的耐磨性和抗腐蚀性能，能够很好地抵抗自然环境中的沙粒和雨水的侵蚀。经过实际测试发现，与传统叶片材料相比，新型复合材料的耐磨性有明显的提高，延长了叶片的使用寿命。在叶片上安装智能传感器和监控系统，实时监测叶片运行状态的各种参数，并将数据传输到中央控制系统进行分析处理，从而发现问题并做出相应的预警处理，使叶片运行状态得到有效的维护和监控。同时，监测系统还能对叶片的运行数据进行采集分析，为后续的维护管理提供有力的数据支撑。经过叶片提效改造后，不仅提高了风力发电场的运行效率，还提高了风力发电的发电量（见表1）。

另外，由于新型耐磨材料的应用和延长叶片的使用寿命，使风力发电场的运行稳定性和可靠性得到了提高。再加上智能监测系统的安装，使该风力发电场对叶片运行中出现的问题能够及时发现并加以解决，从而使该风力发电场的运行效率得到进一步的提升。

## 2 改造实施过程

### 2.1 施工准备与组织协调

某风电场叶片提效改造项目施工准备与组织协调环节是确保改造

【作者简介】杨伟明（1976—），男，河北唐山人，本科，工程师，研究方向：新能源发电及电力系统。

表 1 实施效果预期

| 实施后指标  | 现状值      | 预期值                     | 改进幅度   |
|--------|----------|-------------------------|--------|
| 叶片磨损率  | 5%/ 年    | 3%/ 年                   | 降低 40% |
| 叶片使用寿命 | 18 年     | 22 年                    | 延长 11% |
| 维修成本   | 50000/ 年 | 41000/ 年                | 降低 18% |
| 发电量提升  | -        | 取决于风能利用率提高的具体值，假设提升 12% | 较大幅度提高 |

工程顺利进行的关键环节，为此制定了详细的施工方案，并组织了一支专业的施工队伍，确保了项目的顺利推进。从计划实施起就严格按照有关要求，把好各项关。在此基础上，编制详细的施工方案，并就施工时间、人员配置设备需求等作了具体安排。同时，与风电场管理部门进行深入的协调沟通，对施工期间因施工造成的停电和停机等问题做妥善安排，确保施工过程不会对风电场的正常运营造成影响。通过以上措施，使施工顺利推进，并取得了较好的效果。

在施工组织协调方面，成立了专门的项目管理团队，负责施工过程中的进度控制、质量监督和安全管理等工作。团队成员之间保持密切的沟通与协作，及时解决施工中遇到的问题。此外，还与施工团队建立了有效的沟通机制，确保施工计划的顺利执行。

物资准备部分，提前准备了所需的叶片安装工具、安全防护设备等材料，并对其进行了认真的质量控制工作，同时制定了详尽的材料管理方案来保证施工期间材料有效及时地供给和合理运用，充分做好施工组织与协调工作为叶片提效改造工程顺利实施打下扎实的基础。

2.2 叶片更换与安装

本风电场叶片提效改造方案是将全场 33 台 1.5-77 叶片更换为 1.5-87 叶片。风电场叶片提效改造项目以叶片更换安装为核心环节，叶片拆装、运输、安装调试等工作按施工计划有条不紊地进行。在拆除叶片时，为保证施工人员的人身安全，应严格遵守安全操作规程<sup>[4]</sup>，使用专业工具固定叶片，防止拆装时出现意外情况。施工人员按部就班地对叶片和风力发电机的连接部件进行拆卸，最终安全地将叶片卸下。拆卸完毕后，再向现场运送新的叶片。在运送途中，为保证叶片在运送途中不受损伤，采取了必要的保护措施。新叶片到达现场后，经过品质检验，确保达到设计要求再进行下一步安装。

详细的安装方案是根据叶片型号以及安装要求而制定。在安装过程中，施工人员严格按照安装步骤进行操作，确保叶片安装位置准确、稳固。施工人员在提高安装效率和质量的同时，还采用了专业的安装工具和设备。安装完成后，开展叶片调试工作。通过对叶片角度、位置的调整，使其对风场条件的适应能力更强，风能利用率更高<sup>[5]</sup>。此外，实时监测叶片的震动、应力等参数，保证其稳定可靠运转。

2.3 改造过程中的安全保障

保障风力发电场叶片提效改造过程中的安全至关重要，必须坚持“安全第一”的原则，采取有效的措施确保施工人员安全以及改造工程顺利进行<sup>[6]</sup>。为此制定了严格的安全管理制度和操作规程，对施工人员

的安全责任以及操作要求做了明确界定。所有的施工人员都应接受专业的安全培训，并配备必要的安全防护装备，如安全帽、防护眼镜、防护手套等<sup>[7]</sup>。

3 改造后效果分析

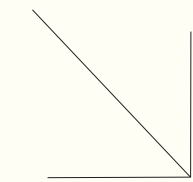
3.1 发电效率提升情况

经过叶片提效改造后，风电场的发电效率有了明显提高，改造前该风电场存在叶片设计不合理磨损严重等问题，改造后通过优化叶片设计采用新型耐磨材料以及增加智能监测系统等技术手段，使风能的利用率得到了提高。经过叶片提效改造后，风电场的年发电量从 12373 万 kW·h 增加至 14848 万 kW·h，增长了约 20%。

新安装的风力发电叶片，经过对翼型设计的精细调整，使风能的捕捉效率得到了提高，进而提高了风力发电的发电效率，使当地在利用风能资源上有了更大的提高，在减少对化石能源依赖的同时，减少了碳排放并促进了清洁能源的发展。由于新型耐磨材料的应用和智能监测系统的引入，有效延长了叶片的使用寿命，减少了因磨损而带来的发电效率下降的问题，使风力发电场的运行能够更加稳定。

3.2 叶片性能改善情况

叶片提效改造后，其性能得到了显著改善。改造前，叶片已



严重磨损，每年的平均磨损率高达 5.8%，不但叶片寿命受到影响，风电场发电效率也随之降低。改型后应用新型耐磨性材料，大幅度提高了叶片的耐磨性。改造前后叶片性能的数据对比如表 2 所示。

| 表 2 改造前后叶片性能的数据对比 |      |      |
|-------------------|------|------|
| 叶片性能参数            | 改造前  | 改造后  |
| 磨损率               | 5.8% | 2.5% |
| 强度提升              | -    | 20%  |
| 刚度提升              | -    | 15%  |

从表 2 中可以看出，改装后的叶片在性能方面提升明显。磨损率从 5.8% 下降到 2.5%，减幅接近一半，意味着有效延长了叶片的使用寿命。同时，新型材料与优化设计相结合，使叶片在运行过程中，强度提高 20%，刚度提高 15%，进一步说明其稳定性和可靠性得到提高。

3.3 经济效益分析

叶片的高效转化带来了风电场经济效益的显著提升。发电效率的提高使风场发电量直接增加，售电收入也随之增加。风电场通过改造，售电收入由 8000 万元增加到 9600 万元，利润提高 20%。这一显著的经济效益改善，使改

表 3 改造后风电场环境效益分析

| 环境指标           | 改造前   | 改造后    |
|----------------|-------|--------|
| 二氧化碳减排量 (t/ 年) | 80000 | 120000 |
| 有害物质排放量 (t/ 年) | 200   | 100    |
| 能源浪费率          | 5%    | 3%     |

造投入的收益率非常高，投资回收期有望大幅降低。

3.4 环境效益分析

除了经济效益外，叶片提效改造还带来了显著的环境效益。发电效率的提升使风电场能够捕获更多的风能资源，减少化石能源的消耗和二氧化碳等温室气体的排放。改造后风电场环境效益分析如表 3 所示。

风电场经改造后，每年可减少二氧化碳排放量由 8 万吨增加到 12 万吨，减少 50% 的有害物质排放，同时还可降低 2 个百分点的能源浪费率。这些环境效益的改善，在帮助减缓全球气候变化的同时，也为改善当地生态环境、促进可持续发展做出了贡献。

结语

通过分析某风力发电场叶片提效改造技术方案和实施成效，呈现出一系列可圈可点之处。改造后的风电场不仅发电效率大幅提高，而且叶片性能也明显提高。从数据上看，无论是风能利用率，还是改造后的风电场年发电量，平均水平都突飞猛进，这对重建计划的成效无疑是一个有力证明。同时大幅降低了叶片的磨损率，增强了强度和刚性，这意味着延长了叶片的寿命，相应地降低了风电场的运行维护费用。改造后的风电场除经济效益明显提高外，在环境效益上也屡创佳绩。风电场在环保方面做出的积极贡献，体现在二氧化碳减排量的增加和有害物质排放量的降低上。在提高风电场运行效率和经济效益的同时，成功实施叶片提效改造，为风电产业的可持续发展提供了有益的探索和借鉴。

引用

[1] 周晓东.某风电场1.5 MW机组超速事件分析及技改措施[J].电工技术,2022(14):25-27.

[2] 安佳琦,张朝辉,宋会林,等.内蒙古X风电场主控系统电气技术改造应用分析[J].通信电源技术,2022,39(23):48-51.

[3] 胡琴,朱茂林,舒立春,等.风力发电机叶片防除冰涂层(一):制备及性能测试[J].电工技术学报,2023(24):6839-6849.

[4] 苏强强.超低排放下电除尘提效技术及改造[J].中小企业管理与科技,2021(16):176-177.

[5] 陈晓辉.超低排放下电除尘提效技术及改造[J].轻松学电脑,2021(08):1-2.

[6] 张玉贵,王志强,崔庆.潘庄灌区水情信息管理技术改造及效果分析[J].山东水利,2021(6):91-92.

[7] 葛新,尹笑迪.北方既有居住建筑节能改造项目技术经济评价[J].2021(2015-1):78-80.

# 医学生家庭经济收入与学业成绩的关系研究\*

文◆海军军医大学卫生勤务学系健康管理学教研室 袁磊 姜勤勤  
海军军医大学卫生勤务学系 刘豪  
南方医科大学卫生管理学院 钱怡  
海军军医大学卫生勤务学系数理教研室 刘沛

## 引言

学生的学业成绩受个人、家庭、学校等诸多因素的影响<sup>[1-2]</sup>。家庭是学生最早生活和接触的地方，与学生的学习成长密不可分，有研究指出学生的家庭经济收入对学生学业成绩有重要的影响<sup>[3]</sup>。近年来，随着经济文化的飞速发展，越来越多的居民认识到教育的重要性<sup>[4]</sup>，对子女教育投资也不断增加。然而有一部分贫困家庭迫于现实压力，无法对子女教育投入更多资源<sup>[5]</sup>，导致不同家庭收入的学生在学业成绩表现上存在差异。国内外有大量针对家庭经济收入和父母参与对中学生学业成绩影响研究的文献<sup>[6-8]</sup>，而家庭经济收入对医学生学业成绩的影响研究相对较少。基于此，本研究重点关注家庭经济收入对医学生学生成绩的影响作用，旨在评估由于经济收入不同而产生的学业成绩的差异。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采取随机抽样的方法，选取广州某医科大学临床医学五年制大一到大五在校学生为调查对象，通过问卷星发放问卷 880 份，根据本研究设计，剔除信息不完整等样本，最终得到有效样本为 870 份，问卷有效率 98.86%。其中，男生 406 人（占比 46.67%），女生 464 人（占比 53.33%）。

### 1.2 家庭经济收入指标

我国不同地区家庭收入绝对值差异较大，不利于反映不同经济收入水平家庭在当地的经济情况。因此。为便于不同地区学生在经济收入层面具有可比性，研究开展调查时以受访者自觉家庭在当地收入经济情况为指标进行测量，具体问题为“您感觉您的家庭在居住地的收入水平如何？”，设定 5 个答案，分别为（1）非常贫穷，（2）贫穷，（3）一般，

（4）富裕和（5）非常富裕。参考部分类似经济指标研究<sup>[9-10]</sup>，将回答结果整理（1）和（2）定义为贫穷，（3）定义为一般，（4）和（5）定义为富裕。

### 1.3 学生学业成绩

为避免不同年级由于考试难度之间差异导致的学业绝对值反映偏差，本研究采用自评学业成绩作为指标，具体问题为“与您的同班同学比较，您的成绩位于？”，设定的答案分别为（1）下游，（2）中下游，（3）中游，（4）中上游和（5）上游，将结果（1）（2）和（3）归类为学习成绩差，将（4）和（5）归类为学习成绩好。

### 1.4 统计学处理

应用 STATA17.0 统计软件进行单因素分析（卡方检验），当  $P < 0.05$  时，则认为差异具有统计学意义。多因素分析采用 Logistic 回归方法，在本研究中通过逐步引入不同类型的协变量来比较不同的模型。模型 1 仅考虑家庭经济（一般、贫穷和富裕）收入与

\*【基金项目】海军军医大学教学成果培育项目（JPY2024B15）；海军军医大学卫生勤务学系教学改革项目（2023WJA02）  
【作者简介】袁磊（1996—），男，苗族，贵州遵义人，硕士研究生，讲师，从事健康管理教育与研究工作；刘豪（1991—），男，四川峨眉人，硕士研究生，研究方向：教学管理。  
【通讯作者】刘沛（1982—），女，陕西渭南人，硕士研究生，从事高等数学教育及研究工作。  
注：袁磊，刘豪同为第一作者

学业成绩关系；模型 2 将年龄、性别作为协变量纳入；模型 3 将年龄、性别、BMI、民族和居住地作为协变量纳入；模型 4 将年龄、性别、BMI、民族、居住地、吸烟、饮酒和睡眠质量作为协变量纳入；模型 5 将年龄、性别、BMI、民族、居住地、吸烟、饮酒、睡眠质量、是否单身和是否独生作为协变量纳入。

2 结果

2.1 基本情况

受访医学生基本信息如表 1 所示，受调查对象中 31.26% 的学生学业表现较差，68.74% 的学生学业表现较好。经济状况较差和经济状况好的学生，学业表现好的比例分别为 80.00% 和 84.81%，高于经济状况一般学业表现好的 65.27% ( $P<0.001$ )。总体来看，不同经济收入家庭医学生学业成绩优秀占比分布差异具有统计学差异 ( $P<0.001$ )。分性别来看，不同经济收入家庭男生、女生学业成绩优秀占比分布差异均具有统计差异 ( $P=0.011$ ,  $P=0.006$ )。

2.2 家庭经济收入对学生学业成绩影响的回归分析

不同 Logistic 回归模型结果值如表 2 所示。回归分析中以学生学业成绩（自评得分）为因变量，共包括 5 个模型，5 个模型均在家庭经济收入差异上具有统计

表 1 受访医学生基本信息

| 变量名                     | 一般 (N=691)  | 贫穷 (N=100) | 富裕 (N=79)  | $\chi^2$ 值 | P 值    |
|-------------------------|-------------|------------|------------|------------|--------|
| 性别                      |             |            |            | 0.582      | 0.747  |
| 男性                      | 327 (47.32) | 44 (44.00) | 35 (44.30) |            |        |
| 女性                      | 364 (52.68) | 56 (56.00) | 44 (55.70) |            |        |
| 年龄组 (年)                 |             |            |            | 4.060      | 0.398  |
| <20                     | 378 (54.70) | 56 (56.00) | 41 (51.90) |            |        |
| 20 ~ 22                 | 212 (30.68) | 28 (28.00) | 31 (39.24) |            |        |
| ≥ 22                    | 101 (14.62) | 16 (16.00) | 7 (8.86)   |            |        |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) |             |            |            | 2.530      | 0.639  |
| <18.5                   | 126 (18.23) | 24 (24.00) | 13 (16.46) |            |        |
| 18.5-23.9               | 476 (68.89) | 63 (63.00) | 57 (72.15) |            |        |
| ≥ 24.0                  | 89 (12.88)  | 13 (13.00) | 9 (11.39)  |            |        |
| 民族                      |             |            |            | 2.798      | 0.247  |
| 汉族                      | 670 (96.96) | 94 (94.00) | 75 (94.94) |            |        |
| 其他                      | 21 (3.04)   | 6 (6.00)   | 4 (5.06)   |            |        |
| 居住地                     |             |            |            | 104.039    | <0.001 |
| 农村                      | 125 (18.09) | 58 (58.00) | 1 (1.27)   |            |        |
| 城镇                      | 566 (81.91) | 42 (42.00) | 78 (98.73) |            |        |
| 学业表现                    |             |            |            | 19.270     | <0.001 |
| 差                       | 240 (34.73) | 20 (20.00) | 12 (15.19) |            |        |
| 好                       | 451 (65.27) | 80 (80.00) | 67 (84.81) |            |        |

学意义。模型 5 结果显示，与家庭经济收入一般相比，贫穷家庭背景的学生学业成绩优秀的 OR 值为 2.00，富裕家庭背景的学生学业成绩优秀的 OR 值为 2.97。

结语

通过以上研究发现，居住地为农村且家庭经济状况富裕的学生仅占总农村学生的 0.54%，远低于城镇的 11.37%。由于我国人口多分布广，地方经济差异明显，因此城乡差异较大，城乡间收入的差距导致了医学

表 2 不同 Logistic 回归模型结果值

| [OR (95%CI)] |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 结果           | 模型 1              | 模型 2              | 模型 3              | 模型 4              | 模型 5              |
| 家庭经济状况       |                   |                   |                   |                   |                   |
| 一般           | Ref.              | Ref.              | Ref.              | Ref.              | Ref.              |
| 贫穷           | 2.13(1.27,3.56)** | 2.11(1.26,3.53)** | 2.06(1.20,3.53)** | 2.00(1.16,3.44)** | 2.00(1.16,3.45)*  |
| 富裕           | 2.97(1.58,5.60)** | 3.04(1.61,5.74)** | 3.08(1.62,5.84)** | 3.00(1.58,5.70)** | 2.97(1.56,5.65)** |

\* $P<0.05$ ,\*\* $P<0.01$

生学业成绩的差异。本研究发现,家庭经济状况较好的学生,学业成绩表现也更优秀。这与当前一些研究结果相似,因为对于富裕的家庭来说更愿意将剩余的经济转化为子女受教育的潜在资源。但与既往认知“天下多士子,只出自寒门”不同的是,家庭经济较差的学生在学业成绩上也有优异的表现,相反家庭经济一般的学生学业成绩较差。出现这种现象的原因主要为两方面。

一方面,由于经济条件的限制,贫穷家庭的孩子教育资源相对较少,他们无法接受高质量的教育资源,高考作为公平的选拔机制,为所有考生提供了平等的升学机会,只要通过考试,就可以进入好的大学。所以部分家庭经济较差的学生也会更加努力刻苦读书,改变自己的命运。另一方面,生存偏倚。即财富不平等导致学业不平等<sup>[11]</sup>,富裕家庭的孩子大多可以考入大学,而贫穷家庭的孩子在考入大学前已经进行了一次筛选,所以农村能考上大学的医学生都是成绩较好或者比较努力的学生。

综上所述,医科大学教育工作者如班主任、辅导员等更应该关注家庭经济收入一般的学生,督促他们在大学期间要严格约束自己,不能沉迷于打游戏等娱乐活动而荒废学业,帮助他们树立正确的世界观、人生观、价值观,端正学习态度,脚踏实地朝着自己的目标努力。

本研究的局限性在于影响学生学业成绩的因素复杂多变,既与家庭经济收入有关,也与个人学习习惯养成、学习环境、亲子关系等因素相关。本研究仅将家庭收入作为自变量,在结果解释方面略显单薄。此外,我国各地区间城乡差异较大,本研究并未区分各省、市城乡之间的经济差异,后续考虑根据各地经济发展水平,通过绝对值收入合理划分经济收入好、一般、差。最后,本研究学业成绩是通过自评的方式,后续研究可通过教务处、辅导员等获取学生的考试成绩以及平时表现,综合量化学业成绩,继续验证本研究的结论。■

#### 参考文献

- [1] Zhang F,Jiang Y,Ming H,et al.Family Socio-economic Status and Children's Academic Achievement:The Different Roles of Parental Academic Involvement and Subjective Social Mobility[J].BrJEducPsychol,2020,90(3):561-579.
- [2] Rahman S,Munam AM,Hossain A,et al.Socio-economic Factors Affecting the Academic Performance of Private University Students in Bangladesh:Across-sectional Bivariate and Multivariate Analysis[J].SNSocSci,2023,3(2):26.
- [3] Wen X,Li Z.Impact of Social Support Ecosystemon Academic Performance of Children From Low Income Families:A Moderated Mediation Model[J].Front Psychol,2022,13(7):10441.
- [4] Oubibi M,Chen G,Fute A,et al.The Effect of Over All Parental Satisfactionon Chinese Students'learning Engagement:Role of Student Anxiety and Educational Implications. Heliyon[J].2022,9(3):12149.
- [5] Zhang F,Jiang Y,Ming H,et al.Family Socio Economic Status and Adolescents'Academic Achievement:The Moderating Roles of Subjective Social Mobility and Attention[J].JYouth Adolesc. 2020,49(9):1821-1834.
- [6] 刘叶,刘泽.家庭社会经济地位对初中生学业成绩的影响:家庭学习环境的中介作用[J].北京教育学院学报, 2023,37(5):62-70.
- [7] 纪春梅,冯帮,赵慧.家庭社会经济地位对初中生学习投入的影响——心理弹性和学业自我概念的链式中介作用[J].教育与经济,2023,39(4):64-71.
- [8] Wang J,Wu Y.Income Inequality, Cultural Capital,and High School Students' Academic Achievement in OECD Countries:Amoderated Mediation Analysis[J].BrJSociol, 2023,74(2):148-172.
- [9] Hu C,Dai Z,Liu H,et al. Decomposition and Comparative Analysis of Depressive Symptoms Between Older Adults Living Alone and with Others in China[J]. FrontPublicHealth,2023,22(11): 1265834.
- [10] Elbæk CT,Mitkidis P,Aarøe L,et al.Subjective Socioeconomic Status and Income Inequality Areas Sociated with Self-reported Morality Across 67 Countries[J]. NatCommun,2023,14 (01):5453.
- [11] vanZwieten A,Teixeira Pinto A,Lah S,et al.Socioeconomic Status During Childhood and Academic Achievement inSecondary School[J].AcadPediatr.2021,21(5): 838-848.

# 基于机器视觉的 皮带机人员安全管理系统设计与实现

文 ◆ 日照港股份岚山港务有限公司 张念磊 孙 岩  
日照港集团岚山港务有限公司 程永荣 王福军

## 引言

本文阐述了基于机器视觉的皮带机人员安全管理系统，该系统融合图像处理和人工智能算法，通过高清摄像头、传感器等设备监测皮带机工作区域，经图像预处理、深度学习识别（如YOLO、Faster R-CNN结合人脸识别）实现人员检测与危险预警。系统具备实时报警、数据存储、用户友好界面等功能，确保人员安全，提升管理效率。设计中注重稳定性、实时性和可扩展性，经优化后显著提升安全保障，降低事故风险。

## 1 系统设计

### 1.1 系统架构设计

机器视觉的皮带机人员安全管理系统架构在金属矿与港口等环境中，集成了视频监控、图像处理和识别、安全防护管理等关键模块，形成了一个高效、智能的安全管理体系。该模块通过梳理轨道交通信号系统安全防护方面的组织机构、管理制度、人员管理、系统建设管理、资源保障等因素，完善轨道交通信号系统

安全防护管理体系。该系统的架构主要包括以下5个关键模块。（1）视频监控模块。视频监控模块是系统的基础，通过摄像头对皮带机运行状态进行实时监测。监控区域包括皮带机的工作区域以及周围环境，实时捕捉皮带机上人员的动态，监测人员是否存在危险行为或异常情况。（2）图像处理和识别模块。图像处理和识别模块对视频监控数据进行进一步处理和分析。通过机器视觉技术，系统可以识别皮带机上的人员，并对其行为进行分析。同时，检测皮带机运行过程中存在的安全隐患，如异物、损伤等，及时报警并采取相应措施。（3）安全预警和应急响应模块。当系统检测到人员存在安全风险或皮带机出现异常情况时，安全预警和应急响应模块将立即发出警报，并根据预设的安全策略进行应急处理，如自动停机、发送警报信息给相关人员或启动紧急停止装置等。（4）数据管理和分析模块。数据管理和分析模块负责对监测数据进行存储、管理和分析。系统可以记录皮带机的运行状态、人员活动轨迹等数据，并通过数据分析提供安全管理决策支持。同时，系统还可以生成报表、统计分析结果，为安全管理人员提供参考依据。（5）远程监控和管理模块。远程监控和管理模块允许用户通过网络远程访问系统，实时监控皮带机的运行状态和人员情况。用户可以随时随地查看监控画面、接收报警信息，并对系统进行远程控制和管理，提高安全管理的及时性和效率<sup>[1]</sup>。

### 1.2 功能设计

机器视觉的皮带机人员安全管理系统是为了提高工作场所的安全性而设计的智能监控系统，其功能设计主要包括以下7个方面。（1）人员识别功能。系统通过机器视觉技术对皮带机上的人员进行准确识别，包括员工、维修人员等。通过人员识别功能，系统可以实时监测人员的活动位置和行为，确保人员安全。（2）危险行为监测功能。系统监测皮带机上人员的行为，如越界、站立在禁止区域等危险行为。一旦发现危险行为，系统会立即发出警报并记录相关信息，以便后续分析和处理。（3）异常情况检测功能。系统检测皮带机运行过程中的异常情况，如异

【作者简介】张念磊（1975—），男，山东日照人，本科，高级政工师、经济师，研究方向：港口设备安全管理。

物掉落、设备故障等。通过异常情况检测功能，系统可以及时发现潜在的安全隐患并采取相应的措施，确保设备和人员的安全。（4）安全预警功能。系统根据预设的安全规则和策略，对监测到的危险行为和异常情况进行分析，并及时发出安全预警。安全预警可以通过声音、光线、短信等形式进行，提醒相关人员注意安全。（5）实时监控和录像功能。系统实时监控皮带机的运行状态和人员活动情况，并将监控画面实时传输到监控中心。同时，系统还可以对监控画面进行录像存档，以便后续查看和分析。（6）数据分析和报表生成功能。系统对监测到的数据进行分析 and 统计，生成相关报表和图表。通过数据分析，管理人员可以了解皮带机的安全状况、人员活动情况等信息，为安全管理决策提供依据。（7）远程管理功能。系统支持远程访问和管理，用户通过网络远程监控皮带机的运行状态和人员情况。同时，用户还可以对系统进行远程设置和控制，提高安全管理的便捷性和灵活性。

综上所述，机器视觉的皮带机人员安全管理系统功能设计涵盖了人员识别、危险行为监测、异常情况检测、安全预警、实时监控、数据分析、远程管理等多个方面，旨在全面提升工作场所的安全性和管理效率。通过这些功能的有机结合，系统可以有效监测、识别和预防潜在的安全风险，保障人员的安全和设备的正常运行。架构功能流程图如图 1 所示。

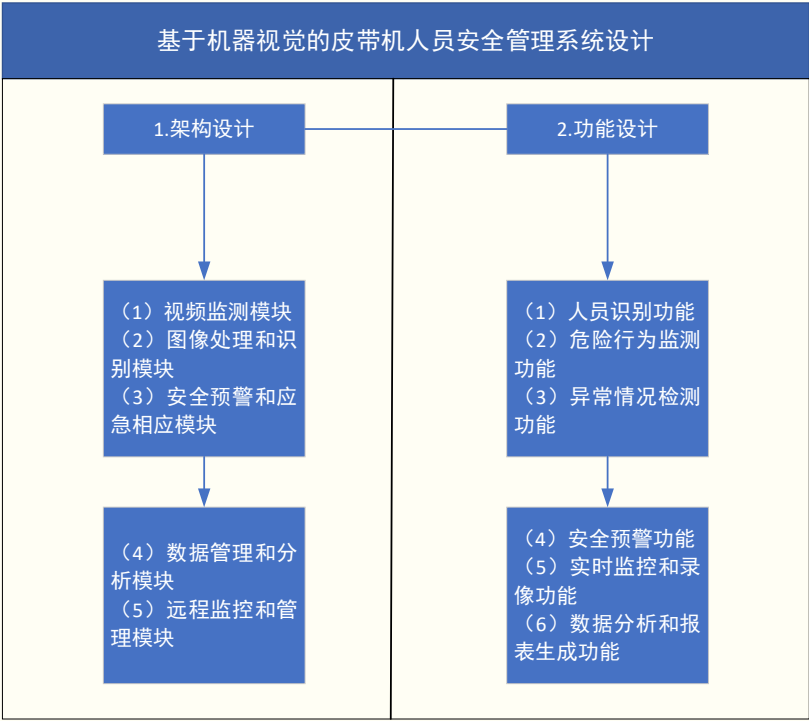


图 1 架构功能流程图

2 系统实现

2.1 硬件设备选择和部署

机器视觉在皮带机人员安全管理系统中扮演着重要的角色。这种系统通常需要选择和部署硬件设备，以实现对皮带损伤和人员安全的监测。首先，在硬件设备选择方面，机器视觉技术需要相关的硬件设备来

捕捉和处理图像信号，包括摄像头、光源、计算机等。摄像头是机器视觉系统的基本组件，用于采集图像信息并将其转换为数字信号。光源可以帮助提高图像的质量和清晰度。用于处理和分析图像信号，以检测皮带损伤和人员安全。此外，这些硬件设备可以通过网络相连，实现分布式部署和远程监控。其次，在硬件设备部署方面，应考虑系统的可靠性、实时性和安全性。可靠性是指系统能否长期稳定运行，而实时性是指系统能否及时响应和处理图像信号。安全性是指系统能否防止未授权访问和数据泄露。在部署硬件设备时，应考虑系统的容量和吞吐量，以确保系统能够处理大量的图像信号<sup>[2]</sup>。

2.2 软件开发和算法实现

机器视觉在金属矿与港口等高风险作业环境中的应用，无疑是安全管理领域的一次重大飞跃。不仅极大提升了安全管理效率，还实现了从原材料开采、加工到货物运输的全链条智能化管理。专为复杂环境设计的基于机器视觉的皮带运输机安全智能保障系统，更是以其卓越的性能和精准的分析能力，为金属矿和港口的安全生产筑起了一道坚实的防线。

在软件开发和算法实现方面，首先应确定系统的功能和需求，包括实时监控、自动检测、智能识别、告警提醒等。其次采用深度学习算法（如卷积神经网络、循环神经网络等）对视频图像进行处理和分析，实现人、物体、车辆等检测和识别。再次应开发相应的用户界面和数据管理模块，以实现系统的易用性和数据可靠性。在实际应用中，应考虑将系统部署在云端或边缘计算设备

上，以实现实时响应和数据处理。最后应考虑系统的可靠性和安全性，如防止系统故障、防止数据泄露等。

2.3 系统集成和测试

机器视觉技术在皮带机人员安全管理系统中的集成和测试具有重要意义。因为机器视觉技术可以用于皮带机人员安全管理系统中的视频监控图像中的皮带损伤检测，故有助于实时监测皮带的状态，避免人员受伤。通过覆盖 5G 网络，可以实现机器视觉系统的移动化，人员可以随时随地监测和管理皮带机的状态，从而提高安全性。此外，“5G+MEC”的应用使厂区内多点位机器视觉应用的算力可以通过 GPU 资源和虚拟化的技术灵活地进行调配和统筹管理，确保系统在高负载情况下的稳定性和可靠性，进一步提高人员安全。

在测试方面，通过入库业务、出库业务等测试仓库管理系统。同时，通过视觉图像拼接以及深度学习算法、高精度轮廓识别算法等技术来测试机器视觉系统的性能。在安全方面，应加快实现高水平科技自立自强，以国家战略需求为导向，包括加强信息系统安全保护，保证人员和资产的安全。因此，在机器视觉的皮带机人员安全管理系统中，集成和测试应考虑系统的实时性、移动性、稳定性、可靠性和安全性。系统实现流程图如 2 所示。

结语

机器视觉（Machine Vision）是指在计算机辅助的情况下，模拟人类视觉系统的功能，通过图像采集和处理技术，对物体形状、颜

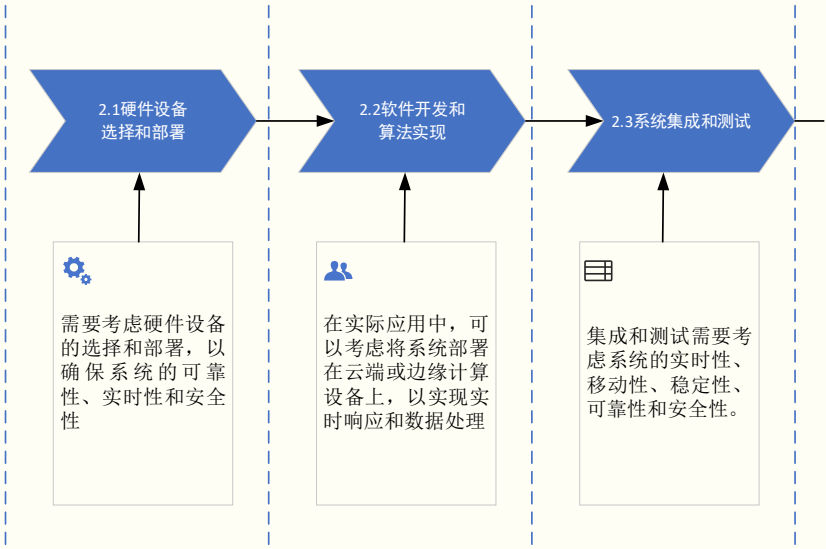


图 2 系统实现流程图

色、大小、位置等特征进行识别和测量。在皮带机运输系统中，机器视觉技术可用于人员安全管理，实现智能监测和预警<sup>[3]</sup>。

目前，已有一些基于机器视觉的皮带机人员安全管理系统在金属矿与港口等行业中得到应用。通过采集和处理实时图像，实现对金属矿与港口内皮带机工作区域的人员定位和运动轨迹分析。运用先进的图像识别与深度学习算法，准确识别人员是否靠近或进入危险区域，并在必要时立即触发报警机制，以声音、光线或实时监控画面等方式向相关人员发出警示，同时提供针对性的防护建议。这种智能化的管理方式显著提升了金属矿与港口工作区域的安全保障水平，降低了事故风险，并有助于提高生产作业的整体效率<sup>[4]</sup>。然而，仍然存在一些问题和挑战，如系统复杂性、成本高昂、实时性和精度等。因此，未来的发展趋势主要表现在以下方面。（1）集成多源信息。集成视觉、声音、传感器等多种信息源，提高系统的准确性和稳定性。（2）智能化处理。通过人工智能和深度学习技术，实现智能分析和决策，提高系统的自适应能力和实时性。（3）开放标准和互联网络。通过开放标准和互联网络，实现系统的可扩展性和可互操作性，支持多种应用场景和业务需求。（4）安全性和隐私保护。通过加密技术和隐私保护机制，确保系统的安全性和用户隐私。<sup>[5]</sup>

引用

[1] 申高文.皮带机智能动态纠偏系统设计及应用分析[J].机械管理开发,2024,39(9):244-246.

[2] 贾启旺.散货港口带式输送机环保设备系统性优化研究[J].设备管理与维修,2024(14):45-48.

[3] 王志.基于ABC分类管理的港口皮带机备件管理优化[J].中国储运,2023(4):163-164.

[4] 郭智.基于改进PSO-BP神经网络的煤炭港口带式输送机节能算法模型[J].煤矿机械,2023,44(1):203-207.

# 以培养卓越工程师为目标的 实验室开放的思考与探索

文◆中南民族大学 周 金

## 引言

教育强国是党的二十大重要决策部署内容，面对未来国内外局势，我国民族复兴事业需要大批量的卓越工程师加入。实验室作为高校人才培养锻炼实践能力的重要场地，在建设发展中始终存在各种问题和矛盾。本文结合现实情况对部分问题进行了分析，并提出一定的解决建议。

## 1 研究背景

2024 年卓越工程师培养交流推进会上，教育部党组书记、部长怀进鹏强调，培养造就大批卓越工程师是党中央赋予的重大政治任务。卓越工程师培养的数量和质量决定了现代化强国建设的速度和成色<sup>[1]</sup>。高校开放实验室是创新型人才培养的重要平台，是培养卓越工程师的重要摇篮之一。

## 2 当前实验室开放的主要模式

实验室开放一般包含时间、空间、实验内容等方面<sup>[2-4]</sup>，目前，高校实验室开放的主要形式如下。（1）固定教学实验。按照专业培养方案设置理论课程所对应的实验课程，一般是开课单位统一安排，由“理论课教师+实验室管理人员”组队开展具体教学工作，参与教学实验的学生、时间、场地固定。（2）预约型实验。一般是因师生课题需要提前进行预约的实验，同时包含部分学生因固定教学实验缺课申请补修的实验，这类实验的内容、学生、时间相对固定，实验室管理人员根据预约情况进行全过程管理。（3）特色型实验。一般是学校结合学生创新能力培养提供的第二课堂特色实验，如电子设计竞赛实验，学生可以在非固定和无预约时间段随时根据进入实验室进行实验训练、自我研习等工作。

## 3 实验室开放过程中的困境

（1）实验室开放功能相对单一。当前高校实验室开放形式主要是围绕课程实验教学为目的，每个实验室固定数门理论课程，授课之外实验

室处于“闲置”状态，部分实验室由于不同仪器设备对环境安全的要求不一致问题仅能针对单一课程或者单一知识点开放，复用率不高。

（2）实验教学内容、方法落后陈旧，缺乏不同知识点之间的融会贯通，无法满足复合型人才培养的根本目标。由于各课程教学内容缺乏融合，实验教学内容依然停留于对单一理论验证为主，即使是面向多门课程开放的复合型实验室，开放形式仅是简单地按照排课表时间顺序依次授课，缺乏以最新实际工程应用为目标的综合性、设计性实验，无法做到内容上的全面开放。

（3）实验室师资队伍建设滞后。长期以来，部分高校实验教师配备比例不高，且以非在编人员为主，人员流动性较大。部分高校对实验教师的认知仍然停留在实验室/实验物品保管员角色上，普遍存在实验教师队伍学历、职称偏低，缺乏系统的专业综合能力提升途径，无法胜任面向教学、科研全方位的开放。

（4）开放实验室中，学生参

【课题】2023 年中南民族大学实验室研究课题（SYJ2023014）

【作者简介】周金（1986—），女，湖北武汉人，硕士，助理研究员，研究方向：实验室管理。

与的积极性不高，主动性偏弱。主要表现在学生主动参与开放实验室的课题、项目、活动的积极性不高，进入开放实验室的学生占比不足，一部分学生对于大学学习的认识仍停留在高中面授阶段，不利于卓越工程师培养目标的达成。

(5) 实验室开放信息化程度不高，实验室开放后存在一定管理安全压力。实验室安全问题得到高校的高度重视，各实验室基本制定有相应的管理制度，配备有必要的消防安全设备和专职管理人员，形成较为完整的实验室安全管理机制，人防、物防基本达标。但目前一部分高校实验室除排课以及大型仪器设备实现了智慧化管理之外，其他如课下实验室预约、物品取用等仍以人工线下管理为主，随着实验室进一步开放，将涉及大量的人员、物品流动问题，仅依靠有限人力无法实现实时跟踪和监管，不利于开放后保持实验室稳定有序。

(6) 实验室人才培养中行业企业的参与度不高。通过产学研深度融合提高大学生创新实践能力<sup>[5]</sup>是培养卓越工程师的有效途径。在实际中，由于经费成本等问题，实际引入行业企业到实验室开放中的情况比较少，特别是引入企业现实问题、项目作为实验室课题的情况更是不多，以致校园人才培养和行业企业需求存在一定脱节。

4 实验室开放引发的思考

4.1 加速推进教育教学改革进程

培养肩负民族复兴任务的未来卓越工程师需要从顶层设计开始进行认真谋划，第一步就是制

定符合国家行业发展实际需要的人才培养方案。未来对人才的需求将越来越强调专业综合应用能力和创新自主学习能力，传统的理论知识传授以及验证实验将不再适用于卓越工程师人才培养的需要。

在实验课程的设置过程中，应统筹相关专业课程群知识点，设置综合性实验内容，强化不同课程知识的融合、强调课程内容的工程性和应用性。例如，华北电力大学控制科学与工程学院在教学过程中将“模拟电子技术基础”“数字电子技术基础”“电路”三门课程打散再融合<sup>[6]</sup>，设计综合性实验内容，充分给予学生自行设计实验的主动性，以达成现实需求的可行性程度作为实验完成度评判标准，有效提升学生对专业知识的主动学习和应用动手能力。

在基础理论验证实验教学过程中，充分运用微课堂、云课堂、AI等新载体，丰富实验教学方法，让学生从重复性的实验中释放出来的同时迅速地掌握基本理论。例如，中国地质大学将AR技术运用于物理实验教学中<sup>[7]</sup>，提高了学生学习兴趣和热情，增强了预习效果。

统筹实验室场地和设备资源，重构实验室环境。根据教育改革方向（培养方案方向），有效整合实验室场地和设备资源，在确保每个实验项目安全、充分的条件下，不断提升实验室的复用效率。

4.2 强化实验室师资队伍力量

我国正处于教育转型升级的关键时期，教育数字化、AI赋能等新技术的引入需要教师不断自我成长，实验教师不再仅仅是一名“实验员”“保管员”角色。

一方面，要强化实验室师资引进机制。对不同专业的实验教师有明确的学历、专业要求，保证实验教师队伍结构的相对稳定，畅通实验教师职称评价渠道。

另一方面，要进一步强化实验教师培训和考核制度。参考专业课程教师培训机制保障实验教师及时掌握国家政策方针和学科、专业最新技术知识。鼓励实验教师积极参与所属学科、专业科学研究，融入科研团队。结合各单位实际制定切实有效的实验教师考核体系，将实验教师考核纳入单位绩效考核管理中，激发实验教师能力。

4.3 激发学生在实验室人才培养中的主动性

实验室开放中的主角是学生，检验实验室开放效果好坏最终落脚点是学生的培养效果。应让学生主动深入且扎根实验室，主动学习、主动强化专业知识的应用。

首先，以学分为牵引，调动学生参与实践创新的能动性。将“互联网+”“挑战杯”等创新项目纳入实践教学培养方案中，可以由教师设置也可以由学生自主选题形成团队，开展和专业相关的科技创新或创业项目，引导学生开展自主实验，项目完成后根据完成情况给予评价，评价结果纳入学生评优体系。

其次，充分发挥第二课堂机制，根据专业特色设置多项大学生创新项目，尽量做到全覆盖。例如，中南民族大学电子信息工程学院根据大一到大四学生不同差异设置以电子设计协会、创新实验班、学科竞赛团队为阶梯的卓越工程师人才培养基地，充分挖掘学院开放实验室对创新型人才培养的支持，吸引学生参与实验科技竞赛活动中，提升学生综合

应用和创新能力。

最后，在实验室开放管理过程中，充分发挥学生的主体地位，选拔品学兼优的高年级学生参与实验室的管理<sup>[8]</sup>，强化学生的主人翁意识、责任意识，发挥实验室人才培养过程中的德育效果。

4.4 全面提升实验室管理信息化、智慧化进程，保障实验室开放安全底线

从实验室安全角度看，人防、物防、技防三者缺一不可。信息技术的引入能够有效提升实验室管理效率，给师生利用实验室资源提供便利，为卓越工程师培养体系提供有力的支撑和保障。

对实验室进行智慧化升级，通过实验室综合管理系统，实现实验室查询、预约、选课（题）、签到等功能，同时通过实验室内视频监控设备，实现实验室过程实时监管。例如，依托原有选课系统<sup>[9]</sup>，并入实验室查询、预约模块和视频监控模块，升级成更加高效的实验室综合管理系统，及时掌握实验室使用情况和人员动态，减轻实验室开放后的管理人力压力，同时为科学配置实验室资源提供直接数据。

将实验室各类仪器设备进行信息化管理，实现仪器设备的入库、借用、归还、处置报废的痕迹化管理以及仪器设备的动态位置跟踪。例如，北京大学设计的弹性开放实验室管理系统<sup>[10]</sup>采用手机拍照方式录入位置信息，配合实验室智慧化设备，实现学生对仪器设备的自主登记、借用、归还等操作，提升了实验室对仪器设备的动态跟踪能力，降低了仪器设备管理成本的同时，激发了学生参与实验室管理的积极性。

4.5 推进“走出去、引进来”机制，充分激发行业企业在实验室中的积极效应

行业和企业是卓越工程师的培养基本出口，人才培养质量判断行业和企业有着绝对话语权。从实验室课程大纲制定到开放实验选题，以至于学生创新实践项目过程中，要进一步强化校企合作力度，主动吸收企业在行业发展上的前沿信息和技术。在实验室课程开设和实验室开放项目指导过程中，以创新班、协同育人项目等形式邀请企业人员担任校外指导教师参与学生实践教学过程中。

共建校企联合人才培养校外基地，将实验室进一步“开放”到企业中去。选送一批学生到企业中参与到现实项目的实践过程中，让学生直面行业，亲身经历市场对其所学的现实反馈，以实战锻炼学生综合工程能力。

结语

不断纵深推进实验室开放是培养卓越工程师的需求，也是贯彻落实深化教育综合改革的具体内容。事实证明，实验室开放涉及高校教育教学的各个方面，需要高校足够的重视，给予政策、经费相关支持，结合学校实际逐步开展开放实验室工作，不断培养创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才。

huodong/202405/t20240510\_1129871.html.

[2] 郑春龙.实验室层次开放的思考与探索[J].实验室研究与探索,2005,24(1):78-80.

[3] 王文成,侯崇升,吴小进,等.实验室开放管理的新工科人才培养探索[J].实验室研究与探索,2019,38(6):231-234.

[4] 刘嘉滨,潘葳,王宇兴,等.物理开放实验室安全规范管理探究[J].实验室研究与探索,2024,43(4):206-210.

[5] 王秀伶.培养高素质创新型人才是新时代高校教师的使命与担当[J].河北工业大学学报(社会科学版),2020,22(4):86-90.

[6] 林永君,韩璞.“卓越工程师”教学改革之电路模电和数电课程融合[C].2011年全国自动化教育学术年会,2011:67-74.

[7] 刘浩,郑志远,张自力,等.AR技术在物理实验教学中的应用与实践[J].物理与工程,2021,31(4):95-99+108.

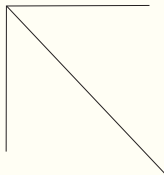
[8] 叶婉星.创新人才培养视角下的开放实验室管理模式探究[J].中国设备工程,2024,4:75-77.

[9] 姚文俊,程衍富,戴同庆,等.《大学物理实验》网上选课系统的设计与实现[J].实验科学与技术,2012,10(1):43-46.

[10] 吴洸彬,谢宇飞,刘森,等.以学生为中心的弹性开放实验室管理系统[J].实验室研究与探索,2024,43(3):140-145.

引用

[1] 卓越工程师培养现场交流推进会讲话,http://www.moe.gov.cn/jyb\_zzjg/



# 构建计量检定机构信息化方法研究

文 ◆ 长春市计量检定测试技术研究院 孙 瑞

## 引言

计量是实现科学生产的基础，也是保障产品质量的关键，基于此，应切实完善计量检定机构的日常工作路径，利用现代化手段提升单位的工作质量，最终全面提升计量检定机构的工作质量，保障计量精度。本文在详细说明计量检定机构信息化的设计原则与功能设定方案基础上，对如何实现信息化建设展开详细研究，并总结了信息化改造中台账模块、流程模块与基础功能模块的实现方案。最后，从运行测试与集成测试两方面入手，经测试结果显示，本文提出的信息化实现策略满足计量检定机构的功能开展要求，具有技术优势，值得推广。

## 1 计量检定机构信息化的设计原则与功能设定

### 1.1 设计原则

(1) 先进性原则。即在信息化建设中合理运用目前主流的大数据、云计算等知名技术，在遵循行业广泛认可的事实标准技术上，合理运用现有信息化技术，利用成熟的信息化组件搭建功能强大的技术平台，以满足不同工作条件下的业务开展要求<sup>[1]</sup>。

(2) 安全性原则。信息化建设应

通过密码控制、权限管理等方法构建系统防火墙，并配合数据加密等现代化手段杜绝任何非法用户入侵现象，避免关键计量检定信息丢失，减少损失。(3) 开放性原则。信息化建设系统应满足功能拓展的要求，一方面提供用户资源分享、功能接口的信息服务，另一方面将用户提出的个性化功能模块快速部署到系统中。

### 1.2 功能设计

系统在功能设计中将采用协同工作云平台实现策略，整个系统可细分为管理端与用户端两个方面，可针对计量检定机构各项业务开展要求提供信息功能服务。在系统操作中，用户可先在前端系统上进行预约，当工作人员登录系统收取设备后，即可由系统自动分配检定任务，工作人员关于计量设备的仪器检定结果会同步到人机交互界面。其中，检定过程中未见异常则会自动打印证书；若检定结果显示不合格，将会持续校准直至合格。在打印证书后可审批盖章，根据系统登记信息退还设备即可，最终完成整个系统的操作。

## 2 计量检定机构信息化实现策略

### 2.1 台账模块实现

考虑到计量检定机构需要处理的器具具有种类多、数量庞大等特征，导致传统工作模式一直存在效率低下的问题。为解决上述问题，在本次信息化实现中将利用台账模块完成所有器具的分级，最终达到提升工作效率的目标。

本次系统实现中对器具的分级方案如下。(1) A类主要包含标准器具和强制检定器具，此类器具在种类划分上应严格执行实施强制管理的计量器具目录的相关规定。(2) B类主要是指与产品质量相关的器具种类。(3) C类则包括适用于过程控制和非关键性的器具。

### 2.2 流程模块实现

本次系统流程管理模块的主要内容包括以下两个方面。

(1) 检定业务流程。系统利用台账模块确定业务流程后可形成检定计划，随着检定计划下达，系统可实现检定完成再到计量器具领取的全流程信息化管理。按照业务流程，本次系统流程的基本操作流程包括“待检定仪器的签收→预约器具检定任务→任务下发并签审证书→打印

【作者简介】孙瑞（1992—），女，吉林长春人，研究生，助理工程师，一级注册计量师，研究方向：力学、不确定度评定。

标引→鉴定过程→更新台账→下发已检定器具”。上述工作方案构建了基本完整的计量检定业务流程，且所有功能模块均利用信息化手段推进业务流程开展。以“待检定仪器的签收”环节为例，系统增设二维码对接接口，使相关设备可直接通过扫描二维码的方式快速录入设备信息，显著提升录入效率。除此之外，在人机交互界面上也能显示本次计量检定的任务安排与检定进度情况，改变传统工作模式中存在的透明以及缺乏沟通的情况，简化任务安排路径。

(2) 管理业务流程。本模块的关键功能包括两方面内容。一是状态变更。针对传统计量检定工作中存在的器具数量多且变动频率高的情况，本次信息化系统将采用动态化管理的方法快速更新待计量检定设备的状态信息。二是计量确认与失效。计量确认与失效是指在本次系统运行过程中，能针对计量器具检定完成或出现异常情况时的评价，整个评价（或者处理）过程均在线上完成，可减少传统线下业务处理中的沟通成本，提升计量业务处理效率。

### 2.3 基础功能模块实现

#### 2.3.1 计量仪器管理

本系统在计量仪器管理中的关键功能模块实现策略包括以下3个方面。

(1) 添加项目仪器名称。在用户登录系统平台后，即可在首页点击“项目仪器”选项进入器具管理页面，并通过“新增器具”按钮进入仪器管理界面。在该界面上可自行选择需要检定的仪器种类、名称编号和时间等<sup>[2]</sup>。本环节支持单选与多选功能，在确定所选仪器类型后，该设备将会同步至本次计量检定的列表中。

(2) 项目仪器的编辑方案。在系统中编辑待检定仪器的相关信息，包括设备名称、合同编号以及时间等，在通过二维码录入资料后可利用“编辑”按钮人为修改资料，也可通过“删除”操作删除关于该器具的相关资料。在系统编辑结束后系统自动弹出“提交成功”的提示，证明相关设备已经被顺利提交。

(3) 项目仪器管理。在用户登录系统后即可点击仪器进入管理界面，此时经过上述环节更新的待检定仪器信息均会被同步到列表中，此时用户可按照录入时间、计量器具型号等关键资料筛查项目信息。

#### 2.3.2 任务管理

在该系统中，可利用“我的任务”模块查看本计量检定机构的所有任务信息，包括当前计量检定任务、年度任务以及往年任务等。而任务所记录的设备信息应包含设备的名称、编号、任务信息更新状态、仪器等级、仪器的规格型号等。

在本界面可形成工作任务统计与饼状图，用户可根据任务处理要求自定义选择需要查询的任务时间范围，系统会自动更新对应时间范围的饼状图与任务统计信息，方便随时查阅。

#### 2.3.3 查询委托信息

利用该系统的“预约信息”中随时查阅委托信息列表，在信息查询环节可个性化处理委托信息资料，如单位名称、委托编号、选择委托时间等，在确定需要查询的委托信息条件后，点击系统的“筛选”功能即可随时调取信息。同时，通过点击右侧的“操作”，则可查看关于该设

备的相关记录标签。以某全球定位系统接收机的计量检定处理为例，在本次查询委托信息模块中，系统能显示该设备的名称、编号、规格型号、状态（即是否完成检定或者处于检定的任一步骤等）。而用户通过点击“下载标签”的操作，系统则会记录显示对应器具检定的相关资料，如“XX省仪器委托检测合同书”或者“仪器检测受理单”等。

#### 2.3.4 仪器鉴定

该系统在仪器检定数据处理中，围绕检定过程形成完整路径，具体模块设计方案如下。

(1) 仪器状态更新。系统自动将所录入的待检定仪器分配给工作人员，工作人员可按照编号等信息快速获取器具，实现责任到人。在上述环节中，系统会自动弹出待检定仪器的分配界面，工作人员获取器具后系统自动更新待检定器具信息，显示分配成功。管理人员也可在后台登录系统查看器具检定任务的分配情况。在检定工作结束后，工作人员扫描二维码将器具归还至指定位置，系统根据扫码信息将该器具的状态从“检定中”更新为“检定完毕”，此时工作人员只需录入该器具检定的相关资料即可。

(2) 器具检定过程处理。在仪器检定界面的仪器名称选择框中选择需要检测的仪器类型后点击查询按钮，点击需要检定的仪器右侧的检测操作即可。期间所有器具的检定过程均可分为3种类型包括首次检定、后续检定及使用中检定等，其中首次检定的工作量最大、难度最高，具有代表性，因此在本文研究中将以首次检定研究对象，结合“水准器角值”的检定项目展开分析。

第一步，展开外观与各功能部件检测。工作人员采用目视法与现场试机的方法测定依据的状态，测定结束后判定是否合格，并将结果同步到系统平台上。

第二步，严格按照《水准仪检定规程》中提出的计算公式与检定方法，逐一计算水准器角值的相关参数信息，并输入测量的数据后点击计算按钮，此时页面会自行计算对应的项目结果，而系统则会根据结果判断给出合格或者不合格的检定结果<sup>[3]</sup>。

第三步，系统快速整合关键信息，并根据检定内容生成“合格”或者“不合格”的报告。

2.3.5 统计分析功能

该系统的主要统计功能包括以下 3 个方面。

（1）区域统计分析。即按照省市县的区域分配方式，直接统计任意区域对应的器具数量，并形成柱状图或者折线图。

（2）收费统计。在该系统的统计页面上则可随时调阅系统的收费统计情况，所有收费信息均可按照时间、类型或者地区的方法分类。以时间收费统计内容可知，在日历中确定需要统计的年份后则可随时查阅月度、季度或者年度的收欠款和距离目标金额的收费情况。

（3）仪器信息统计。在系统统计页面上可统计各类检定设备的统计信息，包括任意月份仪器的已检定、待检定情况或者检定是否合格等。所有的检定结果均能以小图标的方式形成数据视图，所有结构均可自行切换成折线图或者柱状图等，相关结果可下载为图片保存。

3 信息化平台功能测试

3.1 运行测试

该系统的运行测试项目主要包括以下 4 个方面。

（1）容错能力测试。在本次测试环节，工作人员记录了某登记单元缺失的数据后，系统运行测试中发现，该系统自行弹出了提示信息，显示缺失单元内容。

（2）响应能力测试。响应能力测试显示，该系统同步更新计量检定设备的时间约为 0.98s ~ 2.33s 之间，平均为  $(1.21 \pm 0.13)$  s 左右，提示该系统在数据同步处理中有较高的处理效率。

（3）测试执行率测试。本环节的测试结果显示，系统所设定的相关功能模块执行率满意，系统不同功能模块的执行率统计结果如表 1 所示。

表 1 系统不同功能模块的执行率统计结果

| 测试模块   | 执行率     | 测试模块   | 执行率     |
|--------|---------|--------|---------|
| 用户登录模块 | >99.99% | 个人信息更新 | >99.99% |
| 用户注册   | >99.99% | 预约信息更新 | >99.99% |
| 修改密码   | >99.99% | 项目仪器管理 | >99.99% |
| 预约信息同步 | >99.99% | 单位仪器管理 | >99.99% |

（4）系统缺陷信息统计。根据表 1 所统计的相关统计的 8 个项目缺陷评价结果显示，8 个项目中共有“单位仪器管理”模块与“预约信息更新”模块中出现轻微故障，而通过后续系统更新则可有效解决上述问题。

3.2 集成测试

在系统集成测试中，该系统的场景测试范围分别为“仪器检定流程”与“外业申请流程”两个类型，共计 8 个场景。集成测试结果显示，所有用例均执行完毕，场景处理效率达到 100%，取得预期效果。

结语

信息化技术符合计量检定机构行业的发展需求，对于提升相关机构的工作能力意义重大。根据系统的最终测试结果显示，本文提出的测试方法功能满意，无论是集成测试还是运行测试结果均证明上述信息化实现策略具有可行性。本文所阐述的信息管理平台搭建方案可满足关键数据可视化处理要求，成为加快计量管理工作基于人工管理到流程化管理转变的关键，实现了计量检定流程的在线处理，为全面提升业务流程工作质量奠定良好基础。未来，为进一步拓展计量检定系统功能，还应积极探索物联网在本系统中应用的可行性，切实提升资源利用率，为管理工作规范化处理奠定基础。

引用

[1] 江龙,周鹏飞,杨丽晶,等.浅谈计量检定封印信息化管理的探索与运用[J].品牌与标准化,2024(2):138-140.

[2] 胡启蒙,林涛.浅谈计量检定应用信息化的策略[J].科学与信息化,2022(2):82-84.

[3] 宫军.气象计量检定实验室设备的信息化管理分析[J].科技风,2021(17):90-91.