

R Markdown per Presentazioni

Teoria e Fondamenti

Francesca Liguori, Manuel Caccone

11 luglio 2025

Section 1

Introduzione a R Markdown

Cos'è Markdown?

- **Linguaggio di markup utilizzato per creare testo formattato:** come un Word, ma scritto con simboli semplici e non utilizzando i *tag* tipici del linguaggio HTML
- **Semplicità e immediatezza della sintassi:** Si scrive velocemente usando caratteri come `#` per i titoli e `*` per gli elenchi
- **Non necessita di competenze tecniche specifiche:** A differenza di HTML o LaTeX, non serve essere programmatori per usarlo

Benvenuti al Corso

Questo è un **corso introduttivo** sul linguaggio HTML e Markdown.

- “Facile da imparare”
- “Molto usato nel web”
- “[Risorse utili](#)”

Figure 1: Confronto HTML vs Markdown

Esempio - HTML vs Markdown (2/3)

Linguaggio HTML (complesso e tecnico)

```
<h1>Benvenuti al Corso</h1>
<p>Questo è un <strong>corso introduttivo</strong>
  sul linguaggio HTML e Markdown.</p>
<ul>
  <li>Facile da imparare</li>
  <li>Molto usato nel web</li>
  <li><a href="https://developer.mozilla.org/">
    Risorse utili</a></li>
</ul>
```

Esempio - HTML vs Markdown (3/3)

Linguaggio Markdown (semplice e intuitivo)

```
# Benvenuti al Corso
```

Questo è un **corso introduttivo** sul linguaggio HTML e Markdown.

- Facile da imparare
- Molto usato nel web
- *[Risorse utili](https://developer.mozilla.org/)*

Cos'è R Markdown?

- **Sistema di authoring sviluppato da RStudio:** È un'evoluzione di Markdown che permette di includere calcoli e grafici automatici
- **Combina la sintassi di Markdown con codice R eseguibile:** È possibile combinare testo normale con formule e/o grafici che si aggiornano automaticamente modificando i dati di input del codice
- **Consente la creazione di documenti dinamici e riproducibili:** I report creati si rigenerano automaticamente quando cambiano i dati di input
- **Supporta molteplici formati di output:** Dallo stesso file è possibile ottenere PDF, pagine web, presentazioni o documenti Word

- **Riproducibilità:** Il codice e la documentazione vivono insieme nello stesso file, eliminando errori di copiatura
- **Dinamicità:** I risultati si aggiornano automaticamente quando cambiano i dati di input, senza intervento manuale
- **Flessibilità:** Da un singolo documento è possibile generare report per diversi destinatari in formati diversi
- **Estendibilità:** Il sistema può essere personalizzato con temi grafici, stili CSS, modelli LaTeX per adattarsi a specifiche esigenze

Section 2

R Markdown per Presentazioni

Formati di presentazione supportati

- **ioslides**: Presentazioni web eleganti ispirate al design di Google, perfette per presentazioni moderne
- **Slidy**: Presentazioni web standard del W3C, compatibili con tutti i browser
- **Beamer**: Presentazioni PDF professionali basate su LaTeX, ideali per stampa e distribuzione
- **PowerPoint**: Il classico formato Microsoft, familiare a tutti e modificabile dopo la generazione
- **revealjs**: Presentazioni web altamente interattive con animazioni ed effetti avanzati
- **xaringan**: Presentazioni web avanzate con controllo totale su design e funzionalità

YAML Header per presentazioni

L'intestazione YAML è come un “menu di configurazione” che dice a R come generare la presentazione:

```
---  
title: "Titolo della Presentazione"  
author: "Nome Autore"  
date: "Data"  
output:  
  ioslides_presentation: default  
  # oppure  
  slidy_presentation: default  
  # oppure  
  beamer_presentation: default  
  # oppure  
  powerpoint_presentation: default  
---
```

Struttura di una presentazione in R Markdown

- **Intestazione YAML:** La “carta d'identità” del documento che definisce titolo, autore e formato di output
- **Diapositive:** Si creano automaticamente ogni volta che viene scritto un titolo con `#`
- **Sottosezioni:** I sottotitoli con `##` dividono il contenuto all'interno della stessa slide
- **Contenuto:** È possibile inserire testo normale, elenchi puntati, immagini, tabelle, grafici e calcoli in tempo reale

Section 3

Personalizzazione delle presentazioni

- **ioslides**: È possibile cambiare colori e font usando temi CSS personalizzabili
- **Beamer**: Offre temi LaTeX predefiniti professionali (Madrid, Copenhagen, etc.) tipici dell'ambiente accademico
- **PowerPoint**: Permette di usare template aziendali esistenti come “modello di riferimento”
- **revealjs**: Combina temi predefiniti con possibilità di personalizzazione CSS avanzata

Struttura delle diapositive

- **Intestazioni come divisori:** Ogni `#` crea una nuova slide, ogni `##` crea una sezione nella slide corrente
- **Attributi per controllare layout:** È possibile definire colori di sfondo, animazioni e transizioni per singole slide
- **Classi per personalizzare:** Ogni slide può avere un aspetto diverso usando attributi speciali

```
## Slide con attributi {.build data-background="#FF0000"}
```

Contenuto della slide che apparirà gradualmente
con sfondo rosso

Section 4

Codice R nelle presentazioni

- **Blocchi di codice R:** Si scrivono tra `‘‘‘{r}` e `’’’`, come “scatole” in cui sono effettuate le analisi dei dati di input
- **Opzioni dei chunk:** Controllano se mostrare il codice, eseguirlo, o nascondere i risultati
- **Sintassi speciale per contenuto incrementale:** È possibile far apparire risultati progressivamente durante la presentazione

```
# Questo è un esempio di blocco di codice R  
plot(cars) # Crea un grafico automaticamente
```

Opzioni chiave per i chunk di codice

- **echo**: Decide se mostrare il codice sorgente nel report (TRUE) o nascondere (FALSE)
- **eval**: Stabilisce se eseguire il codice (TRUE) o mostrarlo solo come esempio (FALSE)
- **include**: Controlla se includere i risultati nel documento finale o calcolarli solo in background
- **fig.width, fig.height**: Definiscono le dimensioni dei grafici generati automaticamente
- **cache**: Memorizza i risultati per velocizzare la compilazione quando il documento viene riaperto

- **Pubblicazione online:** Caricate su RPubS o RStudio Connect per condivisione immediata via link
- **Conversione a PDF:** Ideale per la distribuzione offline o per la stampa professionale
- **File HTML autonomi:** Include tutte le immagini e i grafici in un singolo file facile da condividere
- **Hosting web:** Pubblicate gratuitamente su GitHub Pages o altri servizi web

Section 5

PowerPoint con R Markdown

Generare presentazioni PowerPoint

È possibile creare presentazioni PowerPoint partendo da R Markdown usando dei template aziendali:

```
---  
title: "Presentazione PowerPoint con R Markdown"  
output:  
  powerpoint_presentation:  
    reference_doc: modello.pptx  
    # Template aziendale di riferimento  
---
```

- **Familiare per molti utenti:** Tutti sanno usare PowerPoint, quindi nessuna resistenza al cambiamento
- **Utilizzo di modelli personalizzati esistenti:** Mantenere i template aziendali con loghi e colori già approvati
- **Facile modifica post-generazione:** Dopo la creazione, si possono ancora modificare manualmente le slide se necessario
- **Compatibilità con ambienti aziendali:** Funziona perfettamente con Office 365 e sistemi IT aziendali

- **Meno controllo rispetto ad altri formati:** Il layout è meno prevedibile rispetto a formati web o PDF
- **Layout automatico talvolta imperfetto:** R Markdown fa del suo meglio, ma potrebbe richiedere aggiustamenti manuali
- **Funzionalità interattive limitate:** Non potete includere elementi dinamici o interattivi tipici delle presentazioni web

- **HTML Widgets:** Grafici interattivi (plotly, leaflet, etc.) che il pubblico può esplorare cliccando e zoomando
- **Shiny:** Integrazione con applicazioni web interattive usando `runtime: shiny` per creare vere e proprie app

Section 6

Dashboard e presentazioni HTML dinamiche

- **R Markdown per Dashboard:** Non solo presentazioni, ma veri e propri cruscotti aziendali interattivi
- **Comunicazione visiva efficace:** Le dashboard mostrano grandi quantità di dati in modo immediato e comprensibile
- **Pacchetto flexdashboard:** Lo strumento principale per trasformare analisi R in dashboard professionali

- **Conversione automatica:** Trasforma un documento R Markdown normale in una dashboard con layout a griglia
- **Ideale per gruppi di visualizzazioni:** Perfetto per mostrare più grafici e tabelle correlati insieme
- **Responsive design:** Si adatta automaticamente a computer, tablet e smartphone

- Guida completa alle funzionalità
- Galleria di esempi pratici

Una dashboard `flexdashboard` può includere tutti questi elementi:

- **Visualizzazioni interattive JavaScript:** Grafici che rispondono al click e permettono zoom e filtri
- **Grafici R tradizionali:** Tutti i tipi di grafici R, integrati perfettamente
- **Tabelle dati interattive:** Con funzioni di ordinamento, ricerca e paginazione automatiche
- **Value boxes:** Riquadri colorati per evidenziare KPI e metriche importanti
- **Indicatori gauge:** Strumenti simili a tachimetri per mostrare performance rispetto a target
- **Testi e annotazioni:** Spiegazioni e commenti per guidare l'interpretazione dei dati

La struttura si basa su un sistema gerarchico di intestazioni Markdown:

- **Intestazioni livello 1 (#)**: Creano nuove pagine della dashboard con tab di navigazione separati
- **Intestazioni livello 2 (##)**: Definiscono colonne (o righe se cambiate orientamento) all'interno di ogni pagina
- **Intestazioni livello 3 (###)**: Creano singoli pannelli all'interno di colonne, ognuno con il proprio titolo

È possibile organizzare dashboard complesse in **pagine multiple** usando le intestazioni di livello 1, ciascuna con la propria scheda di navigazione. Il sistema include anche una **barra di navigazione personalizzabile** per un aspetto professionale.

Il pacchetto offre due approcci principali per aggiungere interattività:

HTML Widgets (interattività lato client):

- **Funzionamento:** Tutta l'interattività avviene nel browser, senza bisogno di server
- **Vantaggi:** Distribuite il file HTML e funziona ovunque, anche offline
- **Esempi pratici:** Disponibili al seguente link
- **Limitazione:** Con dataset molto grandi può rallentare il browser

Shiny (interattività lato server):

- **Funzionamento:** L'interattività richiede un server che esegue codice R in tempo reale
- **Configurazione:** Aggiungete runtime: shiny nell'intestazione YAML del documento
- **Vantaggi:** Potete fare qualsiasi calcolo R interattivo, anche complesso
- **Svantaggi:** Richiede un server online per funzionare, non può essere distribuito come semplice file

```
---  
title: "Shiny Web App"  
output: html_document  
runtime: shiny  
---
```


Section 7

Introduzione a Shiny

Che cos'è Shiny? Una metafora semplice

Immaginate di avere una **calcolatrice intelligente** per le vostre analisi che funziona così:

- **Input dell'utente:** Inserisce parametri tramite slider, menu e caselle di testo (età, sesso, importo assicurato, durata contratto)
- **Elaborazione automatica:** Il sistema calcola istantaneamente premi, riserve, probabilità usando le vostre formule R
- **Output immediato:** Mostra risultati aggiornati in tempo reale attraverso grafici dinamici e tabelle interattive

Shiny trasforma le analisi R in applicazioni web professionali accessibili a chiunque abbia un browser

Shiny: il ponte tra analisi e comunicazione

Per chi lavora con i dati, Shiny risolve un problema quotidiano concreto:

PRIMA (processo tradizionale):

Analisi in R → Export manuale in Excel → Copia in PowerPoint → Se cambiano i dati, rifare tutto da capo

CON SHINY (processo automatizzato):

Analisi in R → Interfaccia web sempre aggiornata → Chiunque può modificare parametri e vedere risultati istantanei

I due componenti fondamentali

Ogni applicazione Shiny ha una struttura semplice con due parti essenziali:

1. UI (User Interface) - L'interfaccia utente

Definisce **tutto quello che l'utente vede e può toccare**:

- **Controlli di input**: Pulsanti, slider, menu a tendina, caselle di testo per inserire parametri
- **Aree di output**: Spazi dedicati a grafici, tabelle, testi di risultato
- **Layout e design**: L'aspetto generale della pagina, colori, disposizione elementi

2. Server - La logica di calcolo

Definisce **cosa succede dietro le quinte quando l'utente interagisce**:

- **Lettura input**: Raccoglie automaticamente i valori inseriti dall'utente
- **Esecuzione calcoli**: Esegue le vostre formule e analisi R
- **Generazione output**: Produce grafici, tabelle e risultati da mostrare

La reattività: il cuore di Shiny (1/2)

Concetto chiave:

Quando l'utente modifica qualsiasi input, Shiny **automaticamente e istantaneamente**:

- 1 ***Rileva il cambiamento***: Monitora continuamente tutti gli input dell'utente
- 2 ***Riesegue solo il necessario***: Calcola solo quello che è effettivamente cambiato
- 3 ***Aggiorna solo gli output interessati***: Modifica solo i grafici e tabelle collegati a quell'input

La reattività: il cuore di Shiny (2/2)

Esempio pratico:

- L'utente sposta lo slider dell'età da 30 a 45 anni
- Il calcolo del premio si aggiorna automaticamente
- Il grafico dei rischi si ridisegna istantaneamente
- La tabella delle riserve matematiche si rinnova

Tutto avviene senza cliccare alcun pulsante “Aggiorna” o “Calcola”!

Dashboard HTML con flexdashboard e shiny

Per combinare flexdashboard con Shiny:

Configurazione nell'intestazione YAML:

```
---  
title: "Dashboard Interattivo"  
output:  
  flexdashboard::flex_dashboard:  
runtime: shiny # Questa riga attiva l'interattività  
---
```

Risultato: Dashboard visivamente accattivanti con controlli interattivi completi.

- Sito ufficiale Shiny con tutorial e esempi
- Guida e installazione su R

Deployment: Come Pubblicare le Tue Applicazioni Shiny

Una volta sviluppata la tua applicazione Shiny, il passo successivo è renderla accessibile agli utenti.

Esistono diverse opzioni per il deployment, ognuna con vantaggi specifici.

Perché è Importante il Deployment?

Le applicazioni Shiny create localmente funzionano solo sul tuo computer. Per condividerle con colleghi, clienti o utilizzarle in produzione, è necessario pubblicarle su un server accessibile via internet o intranet aziendale.

Section 8

Opzioni di Deployment per l'Ambiente Aziendale

1. RStudio Connect (Soluzione Enterprise) (1/2)

Cos'è: Una piattaforma professionale progettata specificamente per ambienti aziendali.

Vantaggi principali:

- **Integrazione aziendale:** Si collega automaticamente ai sistemi di autenticazione già presenti in azienda (Active Directory), permettendo agli utenti di accedere con le loro credenziali aziendali
- **Prestazioni elevate:** Gestisce automaticamente più utenti simultanei e distribuisce il carico di lavoro su più server quando necessario

1. RStudio Connect (Soluzione Enterprise) (2/2)

- **Sicurezza e controllo:** Fornisce log dettagliati di chi accede alle applicazioni e quando, fondamentale per audit e conformità normativa
- **Supporto professionale:** Include assistenza tecnica e aggiornamenti regolari

Considerazioni:

Richiede un investimento economico significativo (licenze annuali), ma offre il massimo livello di servizio e sicurezza per contesti enterprise.

2. Shiny Server Open Source

Cos'è: Una versione gratuita di server Shiny che puoi installare sui tuoi server aziendali.

Vantaggi principali:

- **Costo zero:** Completamente gratuito, ideale per team con budget limitato
- **Controllo completo:** Hai il pieno controllo sulla configurazione e personalizzazione del server
- **Dati interni:** I dati rimangono completamente all'interno dell'infrastruttura aziendale

Considerazioni:

Richiede competenze IT più avanzate per l'installazione e manutenzione. Ha limitazioni sul numero di utenti simultanei e non include funzionalità enterprise avanzate.

3. Soluzioni Cloud (1/2)

Opzioni disponibili: ShinyApps.io (di RStudio), Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform.

Vantaggi principali:

- **Semplicità:** Pubblicazione delle applicazioni in pochi click, senza necessità di gestire server
- **Scalabilità automatica:** Il servizio cloud gestisce automaticamente picchi di traffico e allocazione risorse
- **Manutenzione zero:** Aggiornamenti e backup sono gestiti automaticamente dal provider

3. Soluzioni Cloud (2/2)

Considerazioni importanti:

- Attenzione alle policy aziendali riguardo ai dati in cloud
- Alcuni settori (bancario, assicurativo) possono avere restrizioni specifiche
- Costi variabili basati sull'utilizzo

Section 9

Vantaggi e svantaggi delle presentazioni HTML dinamiche

Vantaggi (1/2)

Per il professionista che presenta:

- **Esplorazione real-time**: Potete rispondere a domande modificando parametri dal vivo durante la presentazione
- **Scenario analysis immediato**: Capacity di mostrare “cosa succederebbe se...” senza preparazione preventiva
- **Una presentazione, infinite possibilità**: Un singolo documento per esplorare molteplici scenari

Per il pubblico che ascolta:

- **Coinvolgimento massimo**: L'audience può interagire direttamente con i dati invece di guardare passivamente
- **Comprensione approfondita**: Possibilità di fare drill-down sui dettagli di maggiore interesse
- **Esplorazione personalizzata**: Ogni partecipante può concentrarsi sugli aspetti più rilevanti per il proprio ruolo

Per l'organizzazione:

- ***Standardizzazione dei processi***: Metodologie analitiche uniformi e riproducibili
- ***Tracciabilità completa***: Audit trail dettagliato di tutte le analisi e assunzioni
- ***Efficienza operativa***: Aggiornamenti automatici eliminano il lavoro manuale ripetitivo

Svantaggi e limitazioni da considerare (1/2)

Sfide tecniche:

- ***Curva di apprendimento iniziale***: Richiede tempo per padroneggiare Shiny, plotly e tecnologie correlate
- ***Performance con big data***: Dataset molto grandi possono rallentare l'interattività
- ***Debugging complesso***: Trovare errori in applicazioni interattive è più difficile che in report statici
- ***Dipendenze tecnologiche***: Necessita di browser aggiornati e connessione internet stabile

Limitazioni organizzative:

- **Infrastruttura server:** Richiede RStudio Connect o server dedicato per il deployment aziendale
- **Gestione sicurezza:** Controllo accessi utenti e protezione dati sensibili
- **Investimento formazione:** Il team deve acquisire nuove competenze tecniche
- **Costi di licenza:** RStudio Connect e strumenti enterprise hanno costi significativi

Confronto: HTML Dinamiche vs PowerPoint (1/2)

Aspetto	HTML Dinamiche	PowerPoint
Interattività	Eccellente - Controlli real-time completi	Limitata - Solo animazioni predefinite
Facilità d'uso	Limitata - Richiede competenze di programmazione	Eccellente - Interfaccia familiare a tutti
Riproducibilità	Eccellente - Aggiornamenti completamente automatici	Limitata - Processo manuale con rischio errori

Confronto: HTML Dinamiche vs PowerPoint (2/2)

Aspetto	HTML Dinamiche	PowerPoint
Aggiornamenti dati	Eccellente - Istantanei quando cambiano i dati	Limitata - Richiedono intervento manuale
Uso offline	Buona - Versioni statiche interattive	Eccellente - Funziona sempre senza internet
Compatibilità	Buona - Dipende da browser e versioni	Eccellente - Universalmente compatibile

Situazioni ideali per presentazioni interattive:

- **Meetings con analisi approfondite:** Quando c'è necessità di esplorare diversi scenari già durante il meeting
- **Submission regolatorie:** Quando trasparenza e riproducibilità sono requisiti obbligatori
- **Business review trimestrali:** Per drill-down su performance con diversi livelli di dettaglio

Quando preferire PowerPoint tradizionale

Situazioni dove PowerPoint resta superiore:

- **Presentazioni executive narrative:** Quando l'obiettivo è raccontare una storia con messaggio chiaro
- **Conferenze e eventi pubblici:** Con audience numerosa e diversificata che non interagisce
- **Quick update operativi:** Per aggiornamenti rapidi senza necessità di analisi approfondite
- **Situazioni offline garantita:** Quando non potete dipendere dalla connessione internet

Section 10

Flusso di lavoro efficace

Best practices per progetti R Markdown

- ***Separazione contenuto e stile***: Tenere dati, analisi e formattazione in file separati per facilità di manutenzione
- ***Template riutilizzabili***: Creare modelli standard per report ricorrenti, risparmiando tempo e garantendo coerenza
- ***Controllo versione***: Usare Git/GitHub per tracciare modifiche e collaborare in team senza conflitti
- ***Pre-elaborazione dati***: Script separati per pulizia e preparazione dati prima della generazione report
- ***Modularizzazione***: Dividere documenti complessi in sezioni separate (child documents) per gestibilità

Section 11

Conclusioni

Perché utilizzare R Markdown per presentazioni?

Vantaggi trasformativi:

- **Riproducibilità perfetta:** Codice e presentazione convivono eliminando errori di trascrizione e garantendo tracciabilità
- **Efficienza operativa:** Aggiornamenti automatici fanno risparmiare ore di lavoro manuale ogni mese
- **Versatilità di output:** Dalla stessa fonte generate report PDF, presentazioni web, dashboard interattive per diversi pubblici
- **Integrazione seamless:** Combinazione naturale di codice, testo narrativo e visualizzazioni in un workflow unico

Per il professionista attuariale moderno:

- **Scenario analysis real-time:** Capacità di esplorare “what-if” scenarios complessi durante le riunioni
- **Credibilità professionale:** Presentazioni tecnologicamente avanzate che dimostrano competenza e innovazione
- **Efficienza drasticamente migliorata:** Eliminazione del lavoro ripetitivo e riduzione degli errori manuali
- **Comunicazione più efficace:** Adattamento del messaggio a stakeholder con diversi livelli di competenza tecnica

Considerazioni strategiche per l'organizzazione:

- **Investimento in formazione:** Necessario ma con ROI elevato per team che fanno reporting ricorrente
- **Standardizzazione processi:** Methodology e procedure uniformi riducono rischio operativo
- **Vantaggio competitivo:** Differenziazione nell'era data-driven dove la velocità di insight fa la differenza

Evoluzione continua degli strumenti:

- **Miglioramenti community-driven:** La comunità R continua a sviluppare nuove funzionalità e correzioni
- **Transizione verso Quarto:** Il successore di R Markdown promette maggiore flessibilità e performance
- **Integrazione con strumenti collaborativi:** Connessioni native con Slack, Teams, SharePoint per workflow aziendali
- **Personalizzazione avanzata:** Template sempre più sofisticati per branding aziendale e case d'uso specifici

Innovazioni all'orizzonte:

- **AI-assisted dashboard creation:** Intelligenza artificiale per suggerire visualizzazioni ottimali
- **Voice-activated analytics:** Interfacce vocali per interrogazione dati durante presentazioni
- **Real-time data streaming:** Integrazione con feed dati live per dashboard sempre aggiornate
- **Collaborative editing:** Editing simultaneo multi-utente come Google Docs ma per analisi R

Section 12

Risorse e approfondimenti

Libri di riferimento completi:

- **“R Markdown: The Definitive Guide”**: La guida completa e autorevole scritta dai creatori di R Markdown
- **“R Markdown Cookbook”**: Ricette pratiche per problemi specifici e casi d'uso avanzati
- **RStudio R Markdown Documentation**: Documentazione ufficiale sempre aggiornata con esempi pratici

Strumenti per dashboard e applicazioni:

- **flexdashboard**: Guida completa con esempi passo-passo
- **plotly for R**: Tutorial interattivi per grafici dinamici professionali
- **Shiny tutorials**: Corso ufficiale dalla teoria alla pratica
- **Gallery di esempi**: Raccolta di applicazioni per ispirazione e apprendimento

Section 13

Grazie per l'attenzione!

Prossimi passi e argomenti

- **Demo interattiva:** Esempio di dashboard live
- **Dati sintetici e modelli GAN**

- ① Xie, Y., Allaire, J.J., & Golemund, G. (2018). *R Markdown: The Definitive Guide*. Chapman & Hall/CRC.
- ② Allaire, J.J., Xie, Y., McPherson, J., et al. (2021). *rmarkdown: Dynamic Documents for R*.
- ③ RStudio Team (2022). *R Markdown Reference Guide*.
- ④ Xie, Y. (2020). *Dynamic Documents with R and knitr*. 2nd edition. Chapman & Hall/CRC.
- ⑤ Bryan, J., Hester, J., & Robinson, D. (2019). *What They Forgot to Teach You About R*.
- ⑥ Gesmann, M. (2019). *Reproducible Actuarial Analytics using R*.
- ⑦ Chang, W., Cheng, J., Allaire, J.J., et al. (2023). *Shiny: Web Application Framework for R*.
- ⑧ Sievert, C. (2020). *Interactive Web-Based Data Visualization with R, plotly, and shiny*. Chapman & Hall/CRC.