



香港
品質創新研討會

可拓學+AI的研究進展與未來發展

楊春燕 教授

中國人工智能學會可拓學專業委員會 主任
廣東工業大學可拓學與創新方法研究所 所長

2018年8月5日



目錄



- 1 引言
- 2 可拓學+AI的研究進展
- 3 可拓學+AI的未來發展
- 4 結束語



2



1. 引言



- ◆ 隨著科學技術的發展，人類已經從認識客觀世界、改造客觀世界拓展到認識人類自身、認識人腦認知的新階段，從發明動力工具拓展到發明智能工具的新階段。
- ◆ 智能，包括**人類智能和人工智能（AI）**，是提升創新驅動發展源頭供給能力的時代需求。



1.引言



- ◆ AI是新工業革命的核心驅動力。
- ◆ AI給人類帶來的影響，將遠遠超過電腦和互聯網在過去幾十年間已經對世界造成的改變，也許要重構人類的生活、生產、學習和思維方式。
- ◆ AI已經提升到國家戰略的高度。



5

1.引言



- ◆ 互聯網、大數據時代，矛盾問題層出不窮。
- ◆ 創新是時代的主旋律，創新的目的就是解決矛盾問題。
- ◆ 要提高人們解決矛盾問題的能力，就是要提高人們的創新能力和素質。
- ◆ 利用網絡和電腦幫助人們創新性地處理矛盾問題，是AI的重要體現。



6

1.引言



- ◆人們已經能將大量工作交給電腦或移動終端處理，並在許多方面得到了滿意的結果。
- ◆而在問題求解方面的研究還很不夠。
- ◆AI領域確實花了很長時間考慮問題求解，但對於解決矛盾問題的策略生成並沒有很好解決。
- ◆主要原因在於現有系統沒有自動生成解決矛盾問題的策略的功能。



7

1.引言



- ◆中國原創學科可拓學，是用形式化的模型研究事物拓展與變換的規律與方法，並用於創新或處理矛盾問題的學科
- ◆研究對象：矛盾問題
- ◆開拓了形式化處理矛盾問題的新領域
- ◆可拓論+可拓創新方法+可拓工程=可拓學



8

1.引言



◆研究目標:

- ◆使人能夠根據一定程式生成解決矛盾問題的策略（創意）—提升人類智能（可拓學+創新教育）；
- ◆利用網路和電腦幫助人類創新、生成解決矛盾問題的策略（創意），實現矛盾問題的智能化處理—提升機器智能（可拓學+AI—可拓智能）。



可拓學+AI
的研究進展

PART
TWO

2.可拓學+AI的研究進展



◆可拓學+AI的基礎工作：

- 建立表示物、事和關係的形式化**模型**—可拓模型
- 建立**可拓信息-知識-策略**的形式化體系
- 研究策略生成的**規律**—解決矛盾問題的理論
- 研究如何生成策略—解決矛盾問題的**方法和程式**
- 研究解決**專業領域**中矛盾問題的方法和程式
- 研製生成策略（創意）、解決矛盾問題的智能系統的**算法和流程**



11

2.可拓學+AI的研究進展



◆可拓學+AI的主要研究方向：

- ◆可拓策略生成系統（ESGS）
- ◆可拓數據挖掘系統（EDMS）
- ◆可拓設計系統（EDS）
 - ◆產品可拓創意生成系統
 - ◆可拓創新工具箱



12

2.1 可拓策略生成系統



- ◆ **可拓策略生成方法**是一套以可拓學理論為基礎，採用形式化模型和可拓推理技術研究不相容問題求解的方法。
- ◆ 根據**信息知識提取和拓展的規律性**，通過建立由（**對象，特徵，量值**）構成的基元及其複合元，將非結構化的不相容問題轉化為可形式化、定量化處理的可拓模型，並利用**可拓推理**和**可拓變換**來獲取化解問題的策略。



13

2.1 可拓策略生成系統



國家自然科學基金項目

- ◆ 可拓策略生成系統的基礎理論與基本方法研究 (70271060)
- ◆ 基於可拓學和HowNet的策略生成方法與系統研究 (61273306)
- ◆ 基於GEP的可拓策略自組織生成理論與方法研究(61503085)



14

2.1 可拓策略生成系統



理論成果

- ◆ 建立了可拓信息-知識-策略形式化體系
- ◆ 建立了解決矛盾問題的
集合論基礎：可拓集合
邏輯基礎：可拓邏輯



15

2.1 可拓策略生成系統



可拓策略生成方法：

- 問題的形式化界定與建模方法
- 問題相容性的判定方法
- 問題相關度的計算方法
- 拓展分析方法與共軛分析方法
- 可拓變換及其篩選方法
- 可拓策略的優度評價方法

- 上述研究結合了HowNet和GEP方法，為策略生成系統的開發打下良好基礎

16

2.1 可拓策略生成系統



知网（HowNet） & 基因表达式编程(GEP)

利用HowNet的知識庫可以輔助解決現有策略生成系統由於知識存儲模塊中知識不足致使生成策略困難的問題，提高了策略生成的智能化水準。

利用GEP構建一種高效的可拓變換運算式的自組織生成機制，從而有效避免在可拓策略生成的過程中因可拓變換的類型和數量繁多而引起的計算量的組合爆炸，提高可拓策略生成的效率和智能化水準。



17

2.1 可拓策略生成系統



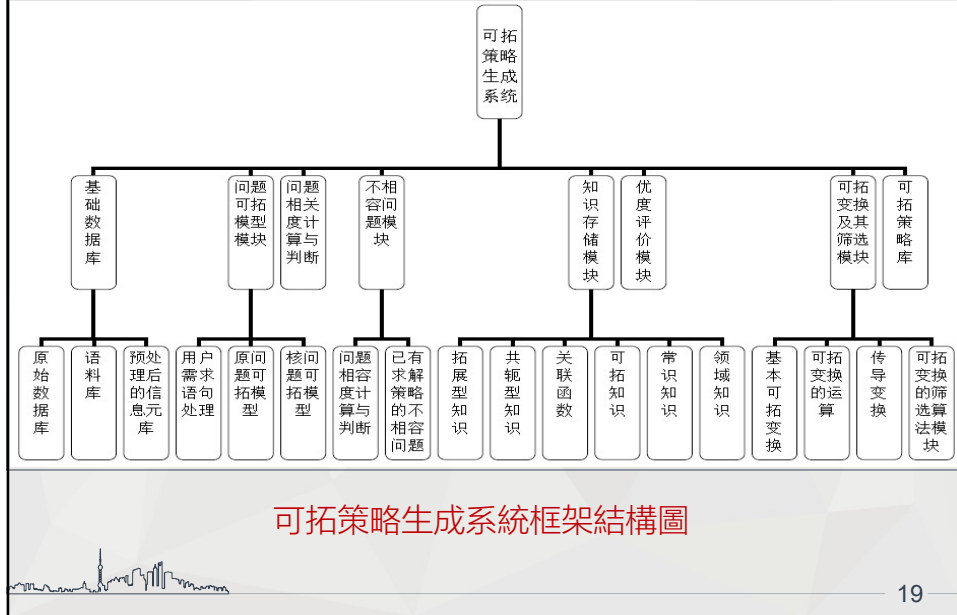
主要功能模塊

- 基礎數據庫
- 問題可拓模型模塊
- 問題的相關度計算與判斷模塊
- 不相容問題模塊
- 知識存儲模塊
- 可拓變換及其篩選模塊
- 優度評價模塊
- 可拓策略庫

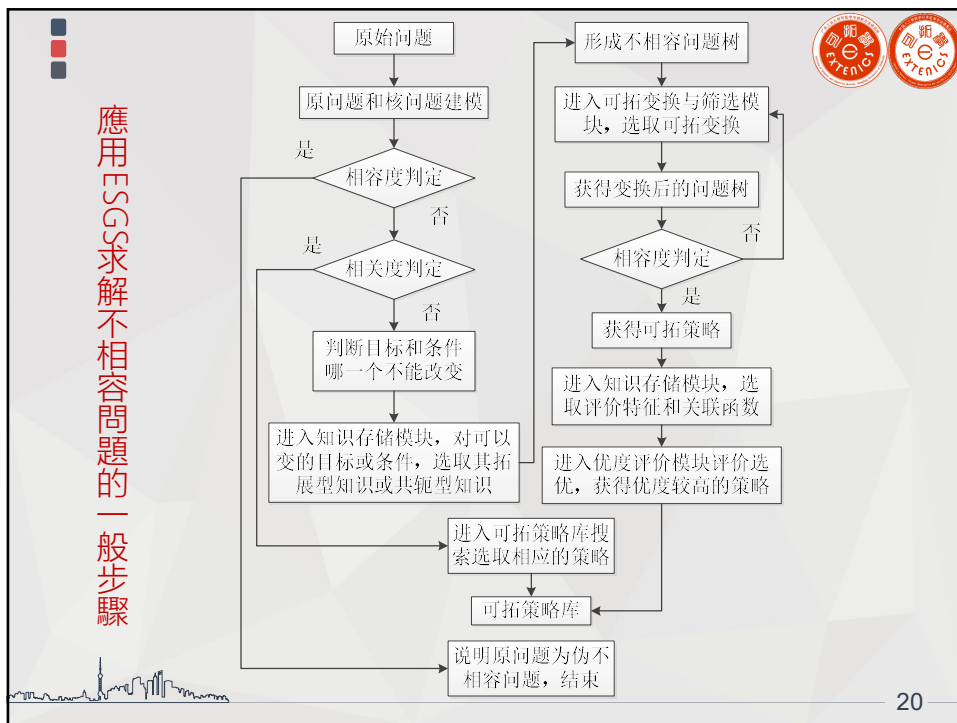


18

2.1 可拓策略生成系統



應用EGS求解不相容問題的一般步驟



ESGS軟件



研製者	單位	系統名稱	年份
李 嘉	廣東工業大學	房地產行銷優化EGGS	2004
羅凱鵬	廣東工業大學	交通問題ESGS	2007
葉廣仔	廣東工業大學	防治空氣污染ESGS	2007
張希花	廣東工業大學	遊客停車問題ESGS	2008
方卓君	廣東工業大學	自助遊ESGS	2009
李承曉	廣東工業大學	租房ESGS	2011

21

ESGS軟件



研製者	單位	系統名稱	年份
黎又彰	廣東工業大學	可拓服裝篩選系統	2011
陳亞男	廣東工業大學	求職問題ESGS	2012
許 陽	廣東工業大學	防止企業人才流失ESGS	2012
溫樹勇	廣東工業大學	提高客戶價值的ESGS	2013
黃海鷗	長春理工大學	企業管理ESGS	2009
趙二峰	河海大學	大壩安全的ESGS	2009

22

ESGS軟件



研製者	單位	系統名稱	年份
陳智斌	廣東技術師範學院	基於可拓策略生成技術的商品搜索服務改進研究	2009
陳軍偉	青島大學	基於知識的智能鞋品概念設計策略生成系統	2009
李興森	浙江大學寧波理工學院	可拓策略輔助生成系統	2010
於躍	山東大學	圖像識別ESGS	2013
李衛華	廣東工業大學	結合HowNet的ESGS	2015

23

2.2 可拓數據挖掘系統



- ◆ **可拓數據挖掘**是數據挖掘和可拓學相結合的產物，研究如何從已有數據庫和知識庫中獲取變換和變換對數據變化的作用的有關知識，包括可拓分類知識、可拓聚類知識、變換的傳導知識、以及基於知識庫的其它有關變換的知識，統稱為**可拓知識**。

24

2.2 可拓數據挖掘系統



國家自然科學基金項目

- ◆ 獲取變換知識的可拓數據挖掘理論、方法及其實證研究 (70671031)
- ◆ 數據挖掘獲取的知識的智能化管理研究 (70871111)
- ◆ 領域知識驅動的深層知識發現研究 (71071151)
- ◆ 面向可拓建築策劃與設計的可拓數據挖掘理論及其方法研究 (51178132)
- ◆ 可拓支持向量機理論、方法與應用研究 (61472390)
- ◆ 可拓神經網絡的研究及其在分類器設計方面的應用 (U1504622)



25

2.2 可拓數據挖掘系統



- ◆ 可拓數據挖掘系統研究的基礎工作：
 - ◆ 可拓信息-知識-策略形式化體系
 - ◆ 信息的基元與複合元表示
 - ◆ 基於可拓規則的知識表示
 - ◆ 可拓知識獲取方法
 - ◆ 可拓分類知識
 - ◆ 可拓聚類知識
 - ◆ 傳導知識
 - ◆ 基於知識庫的可拓知識



26

2.2 可拓數據挖掘系統



◆可拓分類知識獲取：

◆基於可拓集，獲取關於質變的知識和量變的知識

$$E_{\neq}^-(T) = \{(u, y, y') | u \in U, y = k(u) \leq 0; T_u u \in T_U U, y' = T_k k(T_u u) > 0\}$$

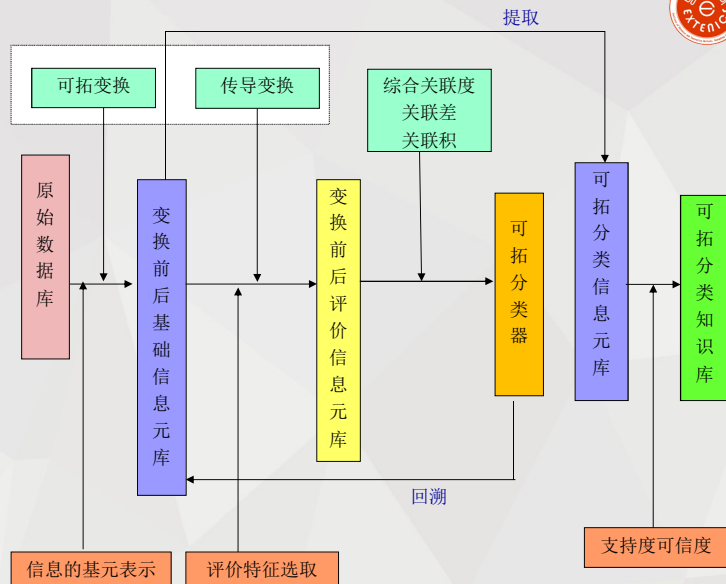
$$E_{\neq}^+(T) = \{(u, y, y') | u \in U, y = k(u) \geq 0; T_u u \in T_U U, y' = T_k k(T_u u) < 0\}$$

$$E_+(T) = \{(u, y, y') | u \in U, y = k(u) > 0; T_u u \in T_U U, y' = T_k k(T_u u) > 0\}$$

$$E_-(T) = \{(u, y, y') | u \in U, y = k(u) < 0; T_u u \in T_U U, y' = T_k k(T_u u) < 0\}$$

$$E_0(T) = \{(u, y, y') | u \in U, T_u u \in T_U U, y' = T_k k(T_u u) = 0\}$$

從數據庫中挖掘可拓分類知識的流程圖



2.2 可拓數據挖掘系統



◆可拓分類知識獲取：

- ◆**可拓SVM**：針對分類問題,基於可拓學的思想,提出了可拓支持向量分類機算法。與標準的支持向量分類機不同,可拓支持向量機在進行分類預測的同時,更注重找到那些通過變化特徵值而轉換類別的樣本。
- ◆**深度GEP搜索的可拓分類知識獲取**
- ◆**基於可拓神經網絡的分類器設計**



29

2.2 可拓數據挖掘系統

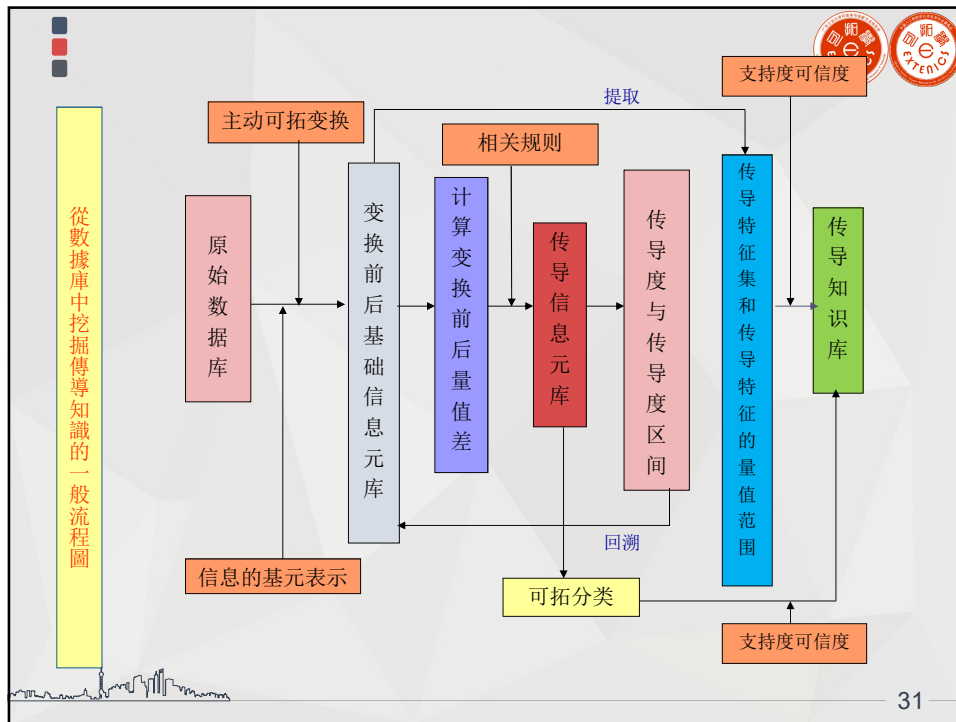


◆傳導知識獲取：

- ◆關於傳導對象和傳導特徵的知識
- ◆關於傳導程度的知識
- ◆變換關於同對象信息元的傳導知識
- ◆變換關於同特徵信息元的傳導知識
- ◆變換關於異對象異特徵信息元的傳導知識
- ◆關於傳導信息元的量變或質變的知識



30



2.2 可拓數據挖掘系統

◆ 基於知識庫的可拓知識獲取：

- ◆ 基於拓展型知識的可拓知識獲取
- ◆ 基於決策樹知識的可拓知識獲取
- ◆ 基於HowNet知識庫的可拓知識獲取
- ◆ 基於其他知識庫的可拓知識獲取

EDMS 軟件著作權



序號	軟件名稱	開發者	單位
1	面向產品性能配置的可拓數據挖掘系統【簡稱：可拓數據挖掘系統】V1.0	蘇楠，占勝，趙燕偉，陳建	浙江工業大學
2	基於變換的股票市場可拓數據挖掘系統V1.0	李小妹，楊春燕，何小龍，廖美東	廣東工業大學
3	基於ASP平臺的五金產品品質分析與挖掘系統 V1.0	趙燕偉，朱磊，呂鏡亮，陳思鄉，桂元昆，葉永偉	浙江工業大學
4	基於ASP平臺的五金企業網絡化製造夥伴選擇系統 V1.0【簡稱：夥伴選擇系統】	趙燕偉，呂鏡亮，關斌，陳思鄉，桂元坤，葉永偉	浙江工業大學
5	服裝外貿轉型企業智能可拓補貨系統【簡稱：IEDRP】V1.0	李興森、江其	浙江大學 寧波理工學院
6	基於決策樹的可拓轉化規則挖掘系統V1.0	李興森、朱正祥	浙江大學 寧波理工學院

33

2.3 可拓設計系統



- ◆ **可拓設計**是利用可拓論和可拓創新方法研究設計過程中矛盾問題的處理（包括形式化表示、建模、拓展、變換、推理、評價與決策），以尋求較優設計創意或方案的一種新的設計理論與方法。
- ◆ **與其它設計理論和方法的最大區別**：在於它的形式化和定性與定量相結合。它所建立的模型是可拓模型，避免了數學建模中常常舍去問題的一些實際內容的缺點，也避免了目前已有設計方法中形式化和定量化不足的缺陷。
- ◆ 可拓設計的特點決定了它可以與AI相結合，發展成智能設計—**可拓智能設計**。

34

2.3 可拓設計系統



國家自然科學基金項目

- ◆ 產品和工藝設計協同問題求解研究與實現 (1996)
- ◆ 基於可拓學理論的智能化概念設計研究 (2001)
- ◆ 基於可拓邏輯的產品族適應性設計理論與方法(2005)
- ◆ 可拓建築策劃與設計的基本理論及其應用方法研究 (2006)
- ◆ 面向綠色設計衝突消解的可拓層次基元模型及其變換方法研究 (2011)
- ◆ 面向產品低碳設計衝突協調的可拓知識演化方法 (2012)

35

2.3 可拓設計系統



◆ 可拓設計的主要研究和应用领域:

- 可拓概念設計—廣東工大楊春燕教授、浙江工大趙燕偉教授團隊
- 機械產品的可拓設計—浙江工大趙燕偉教授團隊
- 數位化設計與綠色設計—浙江大學譚建榮院士團隊
- 可拓建築設計與策劃—哈爾濱工大鄒廣天教授團隊
- 可拓模塊化設計—國防科大龔京忠、哈工大鐘詩勝教授團隊
- 可拓綠色設計—合肥工大劉志峰教授團隊
- 可拓低碳設計—浙江工大趙燕偉教授團隊
- 可拓工業設計—廣東工大于東玖教授團隊

36

2.3 可拓設計系統



- ◆可拓設計系統研究的基礎工作：
 - ◆產品設計要素的基元形式化表示
 - 產品設計要素基元庫
 - ◆產品設計要素間的對應規則知識研究
 - ◆產品設計的可拓知識研究
 - ◆產品設計規則知識的可拓推理機制研究
 - ◆產品設計可拓知識的生成方法與篩選模式研究



37

2.3 可拓設計系統



- ◆產品可拓創意輔助生成系統
 - ◆從用戶需要出發生成新產品創意—第一創造法
 - ◆從現有產品出發生成新產品創意—第二創造法
 - ◆從產品缺點出發生成新產品創意—第三創造法
- ◆可拓創新工具箱
 - ◆可拓創新四步法學習工具
 - ◆包括：建模，拓展，變換，優選
- ◆開放基元庫
 - ◆包括各領域的物元，事元，關係元及相應的類基元



38

EDS軟件

序號	軟體名稱	開發者	單位
1	基於知識的通用鞋品智能計算機輔助概念設計系統	楊國為, 王鈺, 陳軍偉, 王征	青島大學
2	基於層次化矛盾求解的鞋品創新設計策略生成系統	楊國為, 王鈺, 陳軍偉	青島大學
3	基於三維楦面模型的互動式鞋品式樣設計系統	王鈺, 楊國為	青島大學
4	基於可拓實例推理的產品配置設計系統	趙燕偉, 占勝, 趙福貴, 張峰, 蘇楠	浙江工業大學
5	基於可拓聚類的產品零件規劃系統	趙燕偉, 趙福貴, 蘇楠, 洪歡歡, 陳建	浙江工業大學
6	基於可拓學理論的智能化概念設計系統 V1.0	趙燕偉	浙江工業大學
7	基於可拓知識的佈置設計系統【簡稱: 可拓佈置設計 V1.0】	趙燕偉, 王歡, 周建強, 洪歡歡, 郭明	浙江工業大學
8	基於ITCM的產品可拓創新系統【簡稱: 可拓創新系統】 V1.0	花黃偉, 齊甯甯, 楊春燕	廣東工業大學
9	可拓創新方法學習系統V1.0	湯龍, 楊春燕	廣東工業大學



可拓學+AI 的未來發展

PART THREE

3. 可拓學+AI的未來發展



- ◆ 隨著可拓學理論與方法研究的進一步深化和AI技術的快速發展，可拓學+AI技術幫助人們解決矛盾問題、進行創新活動的研究必將得到更快的發展，應用領域也將進一步拓展。
- ◆ 矛盾問題的智能化解處理系統的研製將成為研究熱點。



3.可拓學+AI的未來發展



◆ “可拓學+AI”的基礎工作還需要加強：

- ◆ 領域基元庫的構建
- ◆ 領域可拓規則庫的構建
- ◆ 領域可拓知識圖譜的構建
- ◆ 適用於可拓數據挖掘的數據庫知識庫的構建
- ◆ 基于領域數據庫知識庫的可拓知識挖掘



43

3.可拓學+AI的未來發展



◆ “可拓學+AI”的基礎工作還需要加強：

- ◆ 從文本、圖像、音頻、視頻等半結構化或非結構化數據庫中獲取可拓知識的研究
- ◆ 結合統一內容標籤 (UCL) (李幼平院士提出) 的可拓知識獲取研究
- ◆ 結合因素空間 (汪培莊教授提出) 的可拓知識獲取研究
- ◆ 希望上述研究能助力人工智能基礎理論實現重大突破



44

3. 可拓學+AI的未來發展



- ◆ 可拓智能平臺與系統研製：
 - ◆ 解決領域矛盾問題的可拓策略（創意）生成平臺研製
 - ◆ 領域產品可拓策略（創意）生成平臺研製
 - ◆ 領域可拓數據挖掘系統研製
 - ◆ 可拓策略（創意）搜尋引擎研製
 - ◆ 可拓品質創新策略生成系統



45

結束語

PART
FOUR

4. 結束語



- ◆ 可拓學+AI=可拓智能，是一個重要的研究方向。
- ◆ 實現矛盾問題的智能化處理，是可拓學的研究目標之一。
- ◆ 可拓策略生成系統與可拓數據挖掘的研究，可為將來進一步研製矛盾問題智能化處理系統打下堅實的基礎，必將有廣闊的應用前景，且具有鮮明的自主知識產權。
- ◆ 可拓智能設計是以可拓策略生成系統與可拓數據挖掘為基礎的，對可拓智能設計系統的深入研究，將實現真正意義上的智能設計。



47

4. 結束語



- ◆ 可拓學應用于品質創新研究，是一個前沿性的研究方向。
 - ◆ 幫助品質創新人員更有規則地按照一定的程序進行品質創新，解決其中的矛盾問題。
 - ◆ 從解決矛盾問題的角度進行品質創新，改善現有的品質創新方法。
 - ◆ “可拓學+AI”應用于品質創新，可以開發可拓品質創新策略生成系統，智能化地開展品質創新工作。



48

THANK YOU



楊春燕教授



13380039265,020-39322019



wyw@gdut.edu.cn