# 1.6 命题公式的連涎 14:19

1

# 1.6 命题公式的蕴涵 ——蕴含关系的性质 ① 自反性: A⇒A ② 反对称性: 若A⇒B, B⇒A, 则必有 A⇔B ③ 若A⇒B且A为永真式, 则B必为永真式 ④ 传递性: 若A⇒B且B⇒C, 则A⇒C ⑤ 若A⇒B且A⇒C, 则A⇒B∧C ⑥ 若A⇒C且B⇒C, 则A∨B⇒C ⑦ A∧B⇒C 当且仅当 A⇒B→C ② A→B 当且仅当 A∧~B是矛盾式 ② 反证法的基础 14:19

DMS Chapter 1 命题逻辑

1.6 命题公式的蕴涵

▶ 蕴涵关系符 ⇒:

设A和B是两个命题公式,如果在任何解释下,A取值1时B也取值1,则称公式A蕴涵公式B,并记A⇒B。

→ A⇒B的具体解释 (需满足条件):A取值=1时 B取值=1

> 定理: A⇒B <u>当且仅当</u> A→B为永真式。

> 定理: A⇒B 当且仅当 ~B⇒~A

四川大学

14:19

DMS Chapter 1 命题逻辑

1.6 命题公式的蕴涵

如何确定两个命题公式A和B是否具有蕴涵关系?

> 真值表法

写出A,B的真值表,根据定义进行判断(即看表中A=1时是否B=1)

▶根据定理: A⇒B 当且仅当 A→B为永真式,判断A→B其是否为永真式(真值表,等价变换均可)

▶ 利用基本等价式和基本蕴含式进行推理

四川大學 SICHEAN UNIVERSITY

14:19

3

DIM Dip	市题公式的蕴涵 基本蕴含关系式
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	简化法则
$\begin{array}{ll} I_3 \colon P \Rightarrow P \vee Q \;, \;\; Q \Rightarrow P \vee Q \\ I_4 \colon \sim P \Rightarrow P \rightarrow Q \;, \;\; Q \Rightarrow P \rightarrow Q \end{array}$	扩充法则
$I_5: P \land (P \rightarrow Q) \Rightarrow Q \qquad \sqrt{}$	假言推论
$I_6: \sim Q \land (P \rightarrow Q) \Rightarrow \sim P$	<b>担取式</b>
$I_7: \ \ ^P \land \ \ (P \lor Q) \Rightarrow Q \qquad \qquad \bigvee \\ I_8: \ \ ^P \land \ \ (\ ^P \lor Q) \Rightarrow Q \qquad \qquad \bigvee $	析取三段论
$I_9$ : $(P \rightarrow Q) \land (Q \rightarrow R) \Rightarrow P \rightarrow R  \sqrt{}$	假言三段论
$I_{10}$ : $(P \leftrightarrow Q) \land (Q \leftrightarrow R) \Rightarrow P \leftrightarrow R$	等价三段论
$I_{11}: (P\lor Q) \land (P\to R) \land (Q\to R) \Rightarrow R \lor I_{12}: (P\to Q) \land (R\to S) \Rightarrow (P\land R) \to (Q\land S)$	二难推论
$I_{13}$ : $(\underline{P} \vee Q) \wedge (\underline{\sim P} \vee R) \Rightarrow Q \vee R \vee $	归结原理
14:19	の川大婆 SICHEAN (NYFERITY) 5

5

# DMS Chapter 1 命题逻辑

### 1.6 命题公式的蕴涵

等价⇔,蕴含⇒,条件联结词→ 三者的区别。

- ① →是逻辑联结词,A→B<mark>是</mark>一个命题公式;
- ② ⇒是公式间关系符,A⇒B<mark>不是</mark>一个命题公式,仅表示A, B间的蕴含关系。
- ③ ⇔是公式间关系符, A ⇔ B<mark>不是</mark>一个命题公式, 仅表示 A, B间的等价关系。

のリナ場

DMS Chapter 1 命题逻辑

**1.6** 命题公式的蕴涵 ---基本蕴含关系式

例1: 证明假言推论  $P \land (P \rightarrow Q) \Rightarrow Q$ 

**iii**:  $P \land (P \rightarrow Q) \Leftrightarrow P \land (\sim P \lor Q) \Leftrightarrow (P \land \sim P) \lor (P \land Q)$ 

 $\Leftrightarrow F \lor (P \land Q) \Leftrightarrow P \land Q$  根据简化法则:  $P \land Q \Rightarrow Q$  有  $P \land (P \rightarrow Q) \Rightarrow Q$ , 得证!

例2: 证明 二难推论

 $(P \lor Q) \land (P \rightarrow R) \land (Q \rightarrow R) \Rightarrow R$ 

证: 真值表法

例3: 证明 归结原理  $(P \lor Q) \land (\sim P \lor R) \Rightarrow Q \lor R$ 

证: 真值表法

四川大学 SICHEAN UNIVERSITY

四川大学 SICHEN UNIVERSITY

6

14:19

### DMSChapter 1 命题逻辑

### 1.6 基本要求

- 1. 掌握公式蕴含的定义
- 2. 牢记基本蕴含关系式: 11, 13, 15, 17, 19

14:19

7

14:19



### 1.7 命题逻辑的推理方法

四川大學

9

### DMSChapter 1 命题逻辑

### 命题逻辑推理的基本概念

命題演算的一个主要任务在于提供一种正确的思维规律, 即推理规则,应用此规则从一些前提中推导出一个结论来, 这种推导过程称为演绎或形式证明

定义: 设 $G_1,G_2,...,G_n$ , H都是命题公式, 如果  $G_1 \wedge G_2 \wedge ... \wedge G_n \Rightarrow H$ , 则称H是前提  $G_1,G_2,...,G_n$  的有效结论或逻辑结果,

记做  $\{G_1,G_2,...,G_n\} \Rightarrow H$ 

所谓有效,指的是籍论是前提的合乎逻辑的结果。即 如果前提都为真,那么结论也必然为真;

定理  $\{G_1,G_2,...,G_n\} \Rightarrow H \overset{\bullet}{\to} L (G_1 \land G_2 \land ... \land G_n) \rightarrow H 为永$ 真式,该定理是利用真值表法进行有效结论判定的依据。

14:19

四川大学 SICHEAN ENIVERSITY DMS<sup>Chapter 1</sup> 命题逻辑

### 主要内容

- ✓ 推理的基本概念和推理形式
- ✓ 推理规则: 1) P规则; 2) T规则; 3) CP规则
- ✓ 推理方法:
  - ① 直接推理法:基于P规则和T规则
  - ② 间接推理法: 基于CP规则; 反证法

**四川大学** SICHEAN UNIVERSITY

14:19

10

### DMSChapter 1 命题逻辑

### 命题逻辑的推理方法

如何确定结论**H** 是否为前提 **{** $G_1,G_2,...,G_n$ **}** 的有效结论呢? 即 公式  $G_1$   $\land$   $G_2$   $\land$  ···  $\land$   $G_n$  是否蕴含公式 H ?

- 1. 真值表法
  - ① 写出 $G_1 \wedge G_2 \wedge ... \wedge G_n$ 和H的真值表,根据定义进行判断
  - ② 写出 $(G_1 \land G_2 \land ... \land G_n) \rightarrow H$  的真值表,判断其是否为 永真式
- 2. 通过演绎推理方法来确定

14:19

四月大學 SICHEAN UNIVERSITY

11

\_

### DMSChapter 1 命题逻辑

### 命题逻辑的演绎推理法

定义:设G是由一组命题公式{G1,G2,...,Gm}组成的集合,如果存在命题公式的有限序列: H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, ....., H<sub>n</sub>(=B),使得其中每个H<sub>i</sub>或者是G中的一个公式,或者是由其前提H<sub>j</sub>(j<i)利用基本等价式或基本蕴含式推出的有效结论,则称B(=H<sub>n</sub>)是G的逻辑结果(有效结论),或者称由G演绎出B。记做 {G1,G2,...,Gm} ⇒ B

▶ 演绎推理方法: 由G演绎出B的方法

▶ 直接演绎法: 直接G出发,依据P规则和T规则推理出B

▶ 间接演绎法: 让B自身也参与到推导过程, 最后证实B的正确性

CP规则演绎法: A∧B⇒C 当且仅当 A⇒B→C

② 反证法: A⇒B, 当且仅当 A∧~B 是矛盾式

の川大学 SICHUAN UNIVERSITY

14:19

13

### DMSChapter 1 命题逻辑

### 直接演绎法(利用P&T规则)

例7-1 判断下列结论是否为前提的有效结论 前提:

1. 如果明天天晴, 我们外出旅游。

2. 明天的确天晴。

结论:我们外出旅游。

解: 设 P: 明天天晴 Q: 我们外出旅游

6. WILLIAM THE WEART

则问题符号化为: 求证  $\{(P \rightarrow Q), P\} \Rightarrow Q$ 

证: 步骤 公式 依据规则(注释)
H1 1) P→Q P
H2 2) P P
H3 3) Q T1)2) I
故 {(P→Q),P} ⇒ Q

14:19

四川大學 SICHEAN ENIVERSITY DMSChapter 1 命题逻辑

推理规则

### 直接演绎法

① P规则 (前提引用规则)

在推导的过程中, 可随时引入前提集合中的任意一个前提;

② T规则 (逻辑结果引用规则)

在推导的过程中,利用基本等价式或基本蕴涵式,由证明过程中某些中间公式变换出新的公式,若依据的是等价式,规则标明为TE,若依据的是蕴涵式,规则标明为TI。

③ CP规则 (附加前提规则)

如果能从给定的前提集合G与 $\Delta$ 式P推导出S,则能从前提集合G推导出  $P \rightarrow S$ 。

即  $G1,G2,...,Gn \Rightarrow P \rightarrow S$  当且仅当 G1,G2,...,Gn,  $P \Rightarrow S$ 

の川大学 SICHUAN UNIVERSITY

14:19

14

### DMSChapter 1 命题逻辑

### 直接演绎法(利用P&T规则)

例7-2 判断下列结论是否为前提的有效结论

前提:

1. 如果他不努力学习,则他成绩不好。 P→Q

2. 如果他成绩不好,则他考不上大学。 Q→R

结论: 如果他不努力学习,则他考不上大学。 P→R

解: 设 P: 他不努力学习 Q: 他成绩不好 R:他考不上大学 则问题符号化为: 求证  $\{P \rightarrow Q, Q \rightarrow R\} \Rightarrow P \rightarrow R$ 

证: 步骤 公式 依据规则(注释)

1 1) P→Q 2 2) Q→R

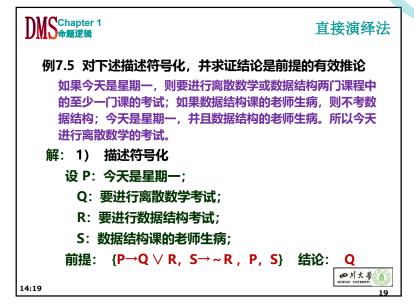
H2 2) Q→R P H3 3) P→R T1)2)I

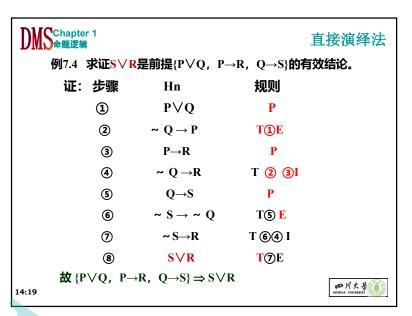
故  $P \rightarrow R$ 是前提集 $\{P \rightarrow Q, Q \rightarrow R\}$ 的有效结论

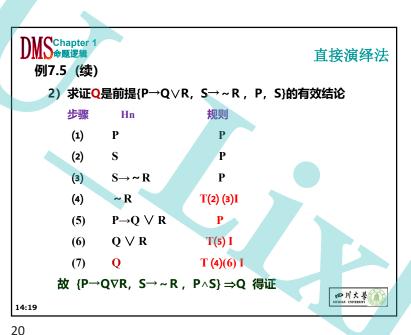
14:19

四川大學 SICHEAN UNIVERSITY









# DMSChapter 1 命题逻辑

### 直接演绎法

例7.6 公安人员审查一件谋杀案,已确认下列情况是真的;

- (1) 会计张某或邻居王某至少有一个谋害了厂长。
- (2) 如果会计张某谋害了厂长,则谋害不能发生在半夜。
- (3) 如果邻居王某的证词是正确的,则谋害发生在半夜。
- (4) 如果邻居王某的证词不正确,则半夜时屋里灯光未灭。
- (5) 半夜时屋里灯光灭了,且会计张某曾贪污过。

请利用数理逻辑知识,有效推断谁是谋害者?

解: 1) 描述符号化

设 P: 会计张某谋害了厂长

Q: 邻居王某谋害了厂长

N: 谋害发生在半夜。

O: 邻居王某的证词是正确的。

R: 半夜时屋里灯光灭了。

A: 会计张某曾贪污过。

前提: ①  $P \lor O$ ②  $P\rightarrow \sim N$  $\bigcirc O \rightarrow N$ **4**) ~0→~R

四川大學

14:19 21

DMSChapter 1 命题逻辑

### Your turn

**⑤** R∧A

### 用直接演绎法证明归结原理

$$(P \vee Q) \wedge (\sim P \vee R) \Rightarrow Q \vee R$$

14:19

四川大学

DMS Chapter 1 命题逻辑 直接演绎法  $\{P \lor Q, P \rightarrow \sim N, O \rightarrow N, \sim O \rightarrow \sim R, R \land A\} \Rightarrow ?$ 步骤 规则 Hn 证: ①  $R \wedge A$ P R T(1)I 2 3  $\sim 0 \rightarrow \sim R$ P 4 0 T23I (5) P  $O \rightarrow N$ N T451 P 7  $P \rightarrow \sim N$ ~ P T(6)(7)I  $P \lor Q$ O T(8), (9)I  $\therefore$  {P\(\nabla\)Q, P\(\neg\)\cap N, O\(\neg\)N, \(\neg\)O\(\neg\)\cap R, R\(\lambda\)}\(\neg\)Q 四川大学 14:19 结论是:邻居王某谋害了厂长。

22

# DMSChapter 1 命题逻辑

### 命题逻辑的演绎推理法

- ▶ 定义: 设G是由一组命题公式{G1,G2,...,Gm}组成的集合,如果存 在命题公式的有限序列:  $H_1$ ,  $H_2$ , .....,  $H_n$ (=B), 使得其中每个 H<sub>i</sub>或者是G中的一个公式,或者是由其前提H<sub>i</sub> (j<i) 推出的有效 结论,则称B(=Hn)是G的逻辑结果 (有效结论),或者称由G演绎 出B。记做 {G1,G2,...,Gm} ⇒ B
- ▶ 演绎推理方法: 由G演绎出B的方法
  - ▶ 直接演绎法: 直接G出发, 依据P规则和T规则推理出B
  - ▶ 间接演绎法: 让B自身或部分也参与到推导过程, 最后证实B的正确性
    - ① CP规则演绎法:  $A \land D \Rightarrow C$  当且仅当  $A \Rightarrow D \rightarrow C$
    - ② 反证法: A ⇒ B, 当且仅当 A ∧ ~ B 是矛盾式

适合结论为D→C形式

14:19

四月大等 SICHEN ENDERSON

DMS Chapter 1 命题逻辑

CP推理规则

适合结论为条件命题的推理

① P规则 (前提引用规则)

在推导的过程中, 可随时引入前提集合中的任意一个前提;

② T规则 (逻辑结果引用规则)

在推导的过程中,利用基本等价式和蕴涵式,由证明过程中某些中间公式变换出新的公式,若依据的是等价式,规则标明为TE,若依据的是蕴涵式,规则标明为TE。

③ CP规则 (附加前提规则)

如果能从给定的前提集合G与公式P推导出S,则能从前提集合G推导出  $P \rightarrow S$ 。

即 {G1,G2,...,Gn } ⇒ P → S 当且仅当 {G1,G2,...,Gn, P} ⇒ S

利用CP规则演绎

の川大学 SICHEAN ENIVERSITY

14:19

25

### DMSChapter 1 命题逻辑

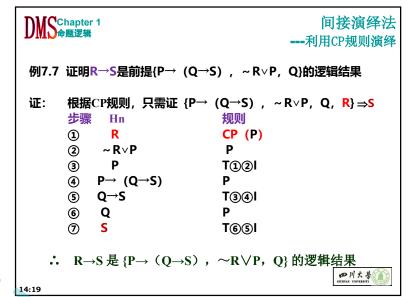
例:证明下列蕴含式

 ${P \rightarrow (Q \rightarrow R), (R \land S) \rightarrow E, \sim B \rightarrow (S \land \sim E)} \Rightarrow P \rightarrow (Q \rightarrow B)$  (P25,20(3))

14:22

CNIVERSITY 2

**四川大学** SICHEAN ENIVERSITY



26

DMSChapter 1 命题逻辑 Your turn

间接演绎法 ---利用CP规则演绎

证明下面各蕴含式

1.  $((P \lor Q) \rightarrow (R \land S)) \land ((S \lor E) \rightarrow B) \Rightarrow P \rightarrow B$ (P25,20(2))

2.  $(P \lor Q) \land (\sim P \lor R) \Rightarrow Q \lor R (归结原理)$ 

14:19

四川大学 SICHEAN UNIXASITY

### DMS Chapter 1 命题逻辑

### 演绎推理法

- 定义:设G是由一组命题公式{G1,G2,...,Gm}组成的集合,如果存在命题公式的有限序列: H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, ....., H<sub>n</sub>(=B),使得其中每个H<sub>i</sub>或者是G中的一个公式,或者是由其前提H<sub>j</sub>(j<i)推出的有效结论,则称B(=H<sub>n</sub>)是G的逻辑结果(有效结论),或者称由G演绎出B。记做{G1,G2,...,Gm} ⇒ B
- ▶ 演绎推理方法: 由G演绎出B的方法
  - ▶ 直接演绎法: 直接G出发,依据P规则和T规则推理出B
  - ▶ 间接演绎法: <u>让B自身也参与到推导过程</u>, 最后证实<u>B的正确性</u>
    - ① CP规则演绎法:  $A \land B \Rightarrow C$  当且仅当  $A \Rightarrow B \rightarrow C$
    - ② 反证法: A⇒B,当且仅当 A∧~B是矛盾式

の川大学 SICHUAN UNIVERSITY

14:19 29

间接演绎法 DMSChapter 1 命题逻辑 --- 反证法 例7.8 证明:  $\{R\rightarrow \sim Q, R\lor S, S\rightarrow \sim Q, P\rightarrow Q\} \Rightarrow \sim P$ 证: 依据反证法, 只需证  $\{R\rightarrow\sim O, R\lor S, S\rightarrow\sim O, P\rightarrow O, P\}\Rightarrow F$ 规则 Hn **(1)**  $P \rightarrow Q$ T 1 2I  $S \rightarrow \sim O$ ~ S T (3) (4) I RVSR T(5)(6)I  $R \rightarrow \sim O$ ~ O T(7)(8)I Q∧~Q⇔F (矛盾式) T39 E 四川大学  $\therefore \{R \rightarrow \sim Q, R \lor S, S \rightarrow \sim Q, P \rightarrow Q\} \Rightarrow \sim P$ 

DMSChapter 1 命题逻辑 间接演绎法 --- 反证法

▶ 根据蕴涵关系的性质 8,

 $A \Rightarrow B$ , 当且仅当  $A \land \sim B$ 是矛盾式

▶ 反证法:

将<mark>结论的否定</mark>加入到<mark>前提集合</mark>中,构成一组新的前提 然后证明这组<mark>新的前提集合是不相容的</mark>,即蕴涵一个 矛盾式。

四川大学 SICHEAN UNIVERSITY

14:19

30

### DMSChapter 1 命题逻辑

### Your turn

间接演绎法

### 证明下面各蕴含式

- 1.  $\sim P \lor Q, R \rightarrow \sim Q \Rightarrow P \rightarrow \sim R$ (P25,20(1))
- 2.  $\{R \rightarrow Q, R \rightarrow S, Q \rightarrow E, S \rightarrow B, \sim (E \land B), P \rightarrow R\} \Rightarrow \sim P$  (P25,20(4))
- 3.  $(P \lor Q) \land (\sim P \lor R) \Rightarrow Q \lor R$  (归结原理)

14:19 32 PI大学 SICHEN ENVENITY DMS Chapter 1 命题逻辑

间接演绎法 --- 反证法

例7.9 证明下面论述的有效性。

在意甲比赛中有四支球队, 其比赛情况如下:

如果国际米兰队获得冠军,则AC米兰队或尤文图斯队获得亚军; **若尤文图斯队获得亚军,国际米兰队不能获得冠军;若拉齐奥队获得** 亚军、则AC米兰队不能获得亚军;最后,国际米兰队获得冠军。所 以, 拉齐奥队不能获得亚军。

解:设 P: 国际米兰队获得冠军;

Q: AC米兰队获得亚军;

R: 尤文图斯队获得亚军:

S: 拉齐奥队获得亚军:

原命题可符号化为:

求证:  $\{P \rightarrow Q \nabla R, R \rightarrow \sim P, S \rightarrow \sim Q, P\} \Rightarrow \sim S$ 

14:19

四川大學

33

DMSChapter 1 命题逻辑

间接演绎法

---利用消解实现反证法

定义:设  $C_1 = L \lor C_1'$ ,  $C_2 = \sim L \lor C_2'$  是两个子句,称 $C_1$ 和 $C_2$ 为互补式, 根据归结原理有:  $C_1 \land C_2 \Rightarrow C_1 \lor C_2 \lor$  , 称新子句 $C_1 \lor C_2 \lor$  为 $C_1$ 和 $C_2$ 的消解 式 (归结式)。

实际上, 互补式C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>的消解式 C<sub>1</sub>'∨C<sub>2</sub>' 仅有三种形式:

(1)  $C_1 = A \lor B$ ,  $C_2 = A \lor D$ ,

则 C₁和C₂的消解式为 B∨D

归结原理

(2)  $C_1=A$ ,  $C_2=\sim A \lor B$ 

则 C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>的消解式为 B

3  $C_1 = A$ ,  $C_2 = -A$ 

则C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>的消解式为 F(□)

四川大学

14:19

35

间接演绎法 DMSChapter 1 命题逻辑 --- 反证法 例7.9  $\{P \rightarrow Q \nabla R, R \rightarrow \sim P, S \rightarrow \sim Q, P\} \Rightarrow \sim S$ 证: 依据反证法, 只需证  $\{P \rightarrow Q \nabla R, R \rightarrow \sim P, S \rightarrow \sim Q, P, S\} \Rightarrow F$ 步骤 规则 Hn S (1)  $S \rightarrow \sim 0$ **(2)** 所以,拉齐奥队 T(1)(2) I (3) ~ Q 不能获得亚军 P→O∇R **(4)** P P (5) (6) O∇R T(4)(5)I R **(7)**  $T(3)(6)I_5$ (8)  $R \rightarrow \sim P$ P (9) ~ P T(7)(8)I  $P \land \sim P \Leftrightarrow F \qquad T(5)(9)E$ (10)四川大学

34

14:19

14:19

36

DMSChapter 1 命题逻辑

间接演绎法 ---利用消解实现反证法

四川大学

利用消解规则进行反证推理,其过程为:

1) 从{G<sub>1</sub>,G<sub>2</sub>,...,G<sub>n</sub>,~H}出发。

解方法的 性狠明显

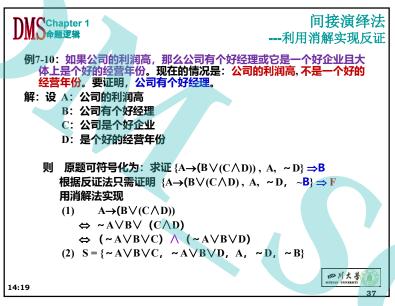
- 2) 将 $G_1 \wedge G_2 \wedge ... \wedge G_n \wedge \sim H$ 转化成合取范式,
  - 如: ~R∧ (P∨R) ∧ (~P∨Q) ∧ (~P∨R) 的形式
- 3) 将合取范式中的所有子句 (即析取式) 构成子句集合S,

如:  $S = \{ \sim R, P \lor R, \sim P \lor Q, \sim P \lor R \}$ 

4) 对S使用消解规则: 寻找S中的互补式, 对其消解, 将所得消解式放回S中 

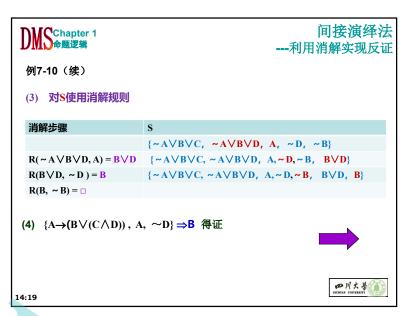
 $S = \{ \sim R, \sim P \lor Q, P \lor R, \sim P \lor Q, R \}$ 

5) 重复4),直至出现矛盾式(称为空子句,记为口)



37





38

### DMSChapter 1 命题逻辑

## 1.7 命题逻辑的推理方法

---推理方法总结

- 1. 真值表法 (也称语义推理)
  - 着眼点是前提的真值和结论的真值之间的相互制约关系。
  - 比较接近日常习惯的推理方式。它通过真值联系,间接地反应前提和结论的内涵间的联系。
  - → 根据前提 $H_1, H_2, ..., H_n$ 和结论C,构造条件式  $(H_1 \land H_2 \land ... \land H_n)$ →C的真值表,若它为永真式,则结论C是有效的。
- 2. 演绎法 (重点要求)
  - ▶ 直接演绎法,仅利用P规则和T规则
  - 间接演绎法
    - ① 利用CP规则演绎
    - ② 反证法:基于推理规则,基于消解规则

14:19 40 四川大学 SICHEAN UNIVERSITY

DMS Chapter 1 命题逻辑

14:19 41

# **1.7** 命题逻辑的推理方法 ---基本要求

- > 牢记各条推理规则的内容及名称
- > 能够合理选择并熟练运用推理的各种方法 (直接法、利 用CP规则、反证法) 对具体问题进行有效推理

四川大學 SICHEAN ENIVERSITY

