

补充题：新形成的应用问题：

考分点

结构的几何组成分析

一、无多余约束的瞬变：(四铰结使)

1. 每个方面有一个点 (即每个方面各平行线的交点)

2. 不同方面有不同的点

3. 各点都在同一直线上，此直称为瞬变线

4. 各点都不在瞬变线上

二、几何不变体系的组成规则

1. 三角形规则：三个点与一个刚片间三铰结方式：三铰结相连。

① 两刚片一铰一链相连。

② 三刚片三铰 (不共线) 相连。

2. 两个刚片用三铰结相连，且三铰不在同一直线上，则几何体系不变。

① 两刚片，三铰相连，三铰不在同一直线上，为几何不变体系。

三、计算自由度

1. n 个刚片的结各相当于 $(n-1)$ 个单铰， n 个复铰结， n 个复铰结。

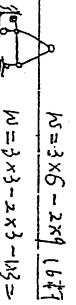
2. 联结 n 个点的复铰结相当于 $(2n-3)$ 个单铰结。 (联结 n 个刚片的铰结，相当于 $(n-1)$ 个单铰结) 一个复铰结。

3. 计算自由度 W ，自由度 S ，多余约束 n 的关系： $S-W=n$

4. 计算自由度：

$W = 结点数 \times 2 - 单铰数$

$W = 刚片数 \times 3 - 单铰数 - 复铰数 \times 2$

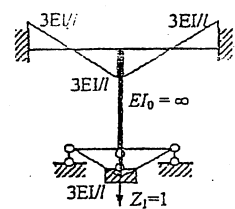
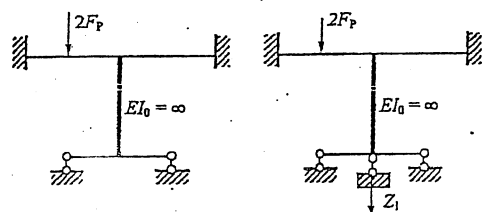


$$W = 3 \times 3 - 2 \times 3 = 1$$

$$W = 3 \times 3 - 2 \times 3 - 1 \times 2 = 0$$

$$W = 2 \times 3 - 6 = 0 \quad (3 \text{ 点})$$

解二:

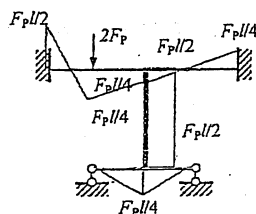
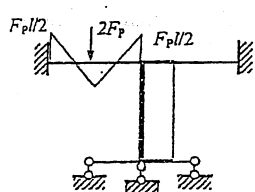


$$k_{11}, Z_1 + R_{1P} = 0 \quad k_{11} = 12EI/l^2$$

$$Z_1 = F_P l^2 / 12EI$$

$$R_{1P} = -F_P$$

$$M = M_{P1} + Z_1 M_1$$



第二考点

静定结构的内力分析

(40-50)

一、概念

1. 截面内力分量止反号规定：

剪力 F_Q ：以左为负，以右为正

弯矩 M ：使杆下部受拉者为正（水杆）

2. 内力图的基本规定：

A. ① 轴测图：以左为负，以右为正，且与杆轴方向相同，因杆轴方向不同，故轴测图不同

② 轴测图：以杆轴方向为基准，③ 有正负，④ 有正负，⑤ 有正负

③ 轴测图：以杆轴方向为基准，④ 有正负，⑤ 有正负，⑥ 有正负

④ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑤ 有正负，⑥ 有正负，⑦ 有正负

⑤ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑥ 有正负，⑦ 有正负，⑧ 有正负

⑥ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑦ 有正负，⑧ 有正负，⑨ 有正负

⑦ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑧ 有正负，⑨ 有正负，⑩ 有正负

⑧ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑨ 有正负，⑩ 有正负，⑪ 有正负

⑨ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑩ 有正负，⑪ 有正负，⑫ 有正负

⑩ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑪ 有正负，⑫ 有正负，⑬ 有正负

⑪ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑫ 有正负，⑬ 有正负，⑭ 有正负

⑫ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑬ 有正负，⑭ 有正负，⑮ 有正负

⑬ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑭ 有正负，⑮ 有正负，⑯ 有正负

⑭ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑮ 有正负，⑯ 有正负，⑰ 有正负

⑮ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑯ 有正负，⑰ 有正负，⑱ 有正负

⑯ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑰ 有正负，⑱ 有正负，⑲ 有正负

⑰ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑱ 有正负，⑲ 有正负，⑳ 有正负

⑱ 轴测图：以杆轴方向为基准，⑲ 有正负，㉑ 有正负，㉒ 有正负

⑲ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉑ 有正负，㉒ 有正负，㉓ 有正负

㉑ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉒ 有正负，㉓ 有正负，㉔ 有正负

㉒ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉓ 有正负，㉔ 有正负，㉕ 有正负

㉓ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉔ 有正负，㉕ 有正负，㉖ 有正负

㉔ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉕ 有正负，㉖ 有正负，㉗ 有正负

㉕ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉖ 有正负，㉗ 有正负，㉘ 有正负

㉖ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉗ 有正负，㉘ 有正负，㉙ 有正负

㉗ 轴测图：以杆轴方向为基准，㉘ 有正负，㉙ 有正负，㉚ 有正负

செப்டம்பர் 1945 (1945) செப்டம்பர் 1945

உதாரணம்

No. _____
Date _____

Date _____

[illegible]

合式性: $\mu(x) = \mu^0 / F_H$ $F_H = \mu^0 / f$

$$H_H = M_C^2 / f$$

$$M^0 = \frac{1}{2} \chi(\delta - \chi) \quad (\text{for } \chi, \delta \in T),$$

五、精液阻容结构

二力平衡 液体秤

注：混合性为这情况有两种类型：

①仅能按=0 和平的斜角点。(图中E)。

相美利斷。靜仁死。以。仍。有。子。子。

③ 连接 = 中子与质子之间的相互作用。(A. C. F. G)

不仅遵守新颁布的《规则》，连年份也遵守。应该是不受陈规束缚的自由。

和係能變力以下印，到因時： $N_{\text{eq}} \neq P$ $\frac{d}{dt}$

六. 靜止性的特性:

底：將這黃柏的互生枝作甲下，生力，證假級變，才孔收解。

制，這是在邊防不穩定時期，共產主義戰

第2. 3日午至10:00时，在河内市五福区三信福的村——牛身山不可移动的文物。

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840.

[illegible][illegible]

(a). $F_{\text{ex}} \uparrow \rightarrow F_{\text{fr}} \uparrow$

A hand-drawn diagram of a rectangular structure. The rectangle is drawn with solid lines. A dashed line runs vertically along the right side of the rectangle. An arrow points downwards from the top of the dashed line. The diagram is labeled with '7' at the bottom left corner and '2' at the top left corner.

14 AB 承 受 任 意 平 衡 力 矩 时

除 13 号、113 号以外, 其余为

京都卷八

+

22

第二章 虚功原理与结构的位移计算

一、虚功原理： $T = W = \int M \delta \theta + \int N \delta u + \int Q \delta v$

1. 虚功原理： $F_X \delta x + F_Y \delta y = 0$

2. 单位虚位移法：(设 $P=1$)

① 求位移与相应荷载，使原结构的荷载 F_X 虚位移力 F_X

② 把结构的荷载与位移作虚位移。 $F_X \rightarrow \delta x$ ， $F_Y \rightarrow \delta y$

虚功方程： $F_X \delta x + F_Y \delta y = 0$

③ 找 δx 与 δy 间的约束关系。

$\therefore F_X = - \frac{F_Y \delta y}{\delta x}$

二、位移计算

1. 单位荷载法求位移计算的一般公式。

$$1 \times \Delta + \int \bar{M} \cdot \epsilon = \int (M_K + \bar{F}_1 \cdot \epsilon + \bar{F}_2 \cdot \epsilon) ds \quad (*)$$

$$(K = M_y / EI, \quad \epsilon = F_y q / EA, \quad y_0 = K \cdot \frac{F_y q}{EA})$$

2. 静定结构位移与材料物理性能下的位移计算。

① 荷载作用：

$$\Delta = \int \frac{M M_y}{EI} ds + \int \frac{F_N F_N}{EA} ds + \int \frac{F_Q F_Q}{GA} ds$$

内力符号规定： F_{NP} 以拉力为正， F_{NQ} 以顺时针方向为正。

M, M_y ：当 M 与 M_y 材料同侧时取正，反侧取负。

A. 梁和刚架： $\Delta = \int \frac{M M_y}{EI} ds$

B. 桁架： $\Delta = \sum \frac{F_N F_N}{EA}$

C. 组合结构： $\Delta = \int \frac{M M_y}{EI} ds + \sum \frac{F_N F_N}{EA}$

② 支座位移计算：

静定结构支座位移产生的位移，按静定结构的位移计算，即 $\delta u = \delta v = 0$ 以

$$\Delta_c = \sum \bar{F}_K \cdot \delta_c \quad (\text{静力法})$$

\bar{F}_K ：由单位力引起之位移。

No.
Date

⑤ 温度变化作用

静定结构温度变化时不产生内力，但由材料膨胀系数不同引起结构产生变形

$$\Delta L = \sum \alpha \Delta t \int m ds + \sum \alpha \Delta t \int n ds$$

其中： $\alpha = \frac{1}{L} (t_2 - t_1)$ 温度变化率， L 为杆长

（静定结构温度变化时， $\Delta L = \sum \alpha \Delta t \int m ds$ ）

⑥ 制造误差：（与温度变化类似）， $\pm \Delta L$ $\Delta L = \alpha \Delta t L$

位移法： $\Delta_0 = \sum \bar{m} \Delta L$

三、图乘法

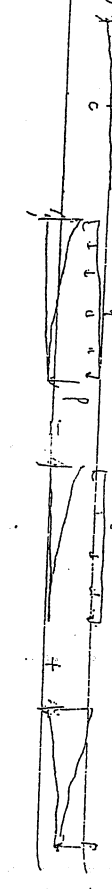
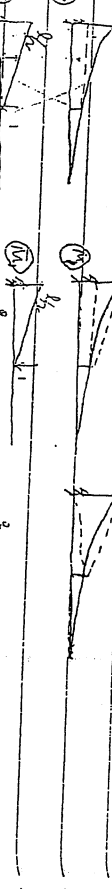
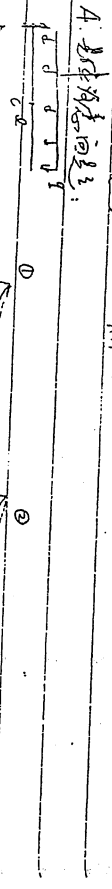
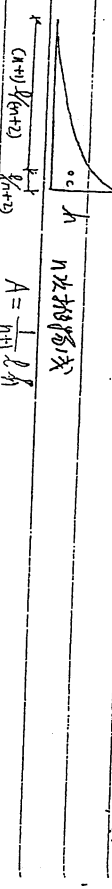
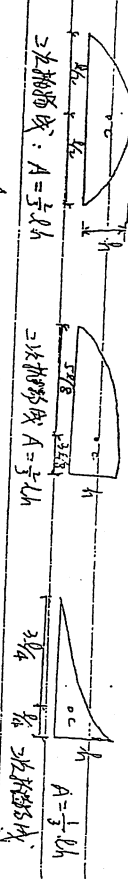
① 应用条件：① 杆段应是直线杆段

② EI 为常数

③ 两杆中至少有一个是直线，标准图在直杆段内

④ 注意符号规则：面积 A 与标准图在杆段的同侧，乘积为正，异侧为负

⑤ 几种常见图形的面积和形心位置



No.
Date

超静定结构的内力分析 (50-55)

一、概念

1. 与静定结构相比，超静定结构具有如下特性：

① 在荷载作用下，超静定结构的内力分布与静定结构不同，且与材料性质有关。

② 超静定结构的内力分布不均，温度变化等因素，作用时，一般会产生内力。

③ 超静定结构的内力分布不均，温度变化等因素，作用时，一般会产生内力。

二、力法求解超静定结构

1. 力法典型方程：(在荷载作用下)

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \dots + \delta_{1n}X_n + \Delta_{1P} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \dots + \delta_{2n}X_n + \Delta_{2P} = 0$$

$$\dots$$

$$\delta_{n1}X_1 + \delta_{n2}X_2 + \dots + \delta_{nn}X_n + \Delta_{nP} = 0$$

其中： Δ_{iP} 为荷载作用下沿多余未知力方向的位移。

δ_{ij} 为沿多余未知力 X_i 方向单位力 $X_j=1$ 作用时的位移。

$$\delta_{ij} = \delta_{ji} \quad \left(\int \frac{M_i M_j}{EI} ds \right)$$

$$M = M_1 X_1 + M_2 X_2 + \dots + M_n X_n + M_P$$

$$F_N = \bar{F}_{N1} X_1 + \bar{F}_{N2} X_2 + \dots + \bar{F}_{Nn} X_n + F_{NP}$$

2. 位移法求解超静定结构

$$\Delta_{ip} = \int \frac{M_i M_P}{EI} ds$$

$$\delta_{ij} = \delta_{ji} = \int \frac{M_i M_j}{EI} ds$$

$$\delta_{ij} = \delta_{ji} = \int \frac{F_{Ni} F_{Nj}}{EA} ds$$

$$\Delta_{ip} = \sum \frac{F_{Ni} F_{NP}}{EA}$$

$$F_N = \bar{F}_{N1} X_1 + \bar{F}_{N2} X_2 + \dots + \bar{F}_{Nn} X_n + F_{NP}$$

4. 内力计算 (在荷载、温度作用下)

超静定，为超静定力。(同材料等)

超静定，为超静定力。(同材料等)

超静定，为超静定力。(同材料等)

① 对荷载作用下，反时荷载量为零，反时荷载作用下，反时荷载量为零。

② 对荷载作用下，其(10)是二时荷载，(10)是二时荷载。

反... .. 反... .. 反... ..

6. 温度影响

① 温度影响，温度影响，材料收缩，制造误差等所有位移和产生变形的因素。

② 温度影响时的内力计算。

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \dots + \delta_{1n}X_n + \Delta_{1T} = 0$$

其中： Δ_{iT} 为温度影响下沿多余未知力方向的位移。

$\Delta_{iT} = \int \frac{M_i T}{EI} ds$ (其中： T 为温度影响)

③ 温度影响与材料收缩时的内力计算。

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \dots + \delta_{1n}X_n + \Delta_{1T} = 0$$

$$\Delta_{iT} = \sum \alpha \Delta t \int \bar{F}_{Ni} ds + \sum \alpha \frac{\Delta t}{h} \int M_i ds$$

其中： Δt 为温度影响， α 为材料收缩系数， h 为截面高度。

④ 温度影响，温度影响，温度影响，温度影响，温度影响。

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \dots + \delta_{1n}X_n + \Delta_{1T} = 0$$

其中： Δ_{iT} 为温度影响。

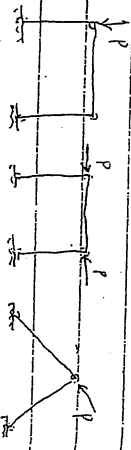
* 如刚架，温度影响，温度影响，温度影响，温度影响，温度影响。

荷载的影响，荷载的影响，荷载的影响，荷载的影响，荷载的影响。

② 温度影响，温度影响，温度影响，温度影响，温度影响。

此車砂向裏傾前挺下，下邊情況下記其矩，只有抽力

- 集中何景浩 轴对称
- 等边三角形 轴对称
- 集水坑 轴对称



批判中土比新制：在办教区运动中不能仅凭外力，必须依靠自身力量。

$$\Delta = \varepsilon \int \frac{k \cdot \vec{E} \cdot \vec{E}}{q^4} d\Omega + \varepsilon \int \frac{\vec{E} \cdot \vec{H}}{q^4} d\Omega + \varepsilon \int \frac{H \cdot H}{q^4} d\Omega$$

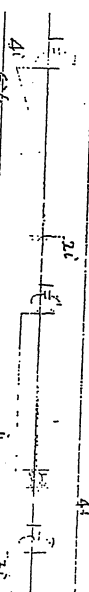
② 土砂層 $\Delta = 1$ 1

④ 综合影响： $\Delta = - \quad - \quad - \quad - \quad -$

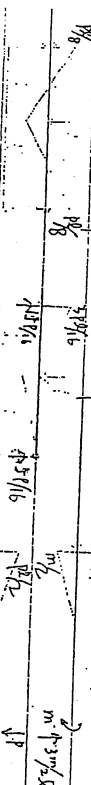
$$+ \sum \int \frac{\alpha \partial}{h} \alpha_s + \mathcal{E} \int \bar{N} \alpha \partial \alpha_s - \sum \int \bar{N} \alpha \partial \alpha_s = h \alpha$$

其中: M 、 N 、 P 为制石在基相反应前下地壳中存在的矿物。
①-③中, M 、 N 、 P 是基相反应前在基相中存在的矿物。
三、 Q 、 R 、 S 为基相反应后形成的矿物。

1. 等截直杆的扭转问题方程



第B. 类数据。(标准名称由国际标准化组织)



$\frac{9}{8} \times \frac{10}{9} = \frac{10}{8}$

C. 柴礦占直接物料端重運公式

和正張子規定

[illegible]

② 标准正态公式.

a. 兩端固定

$$M_{AB} = 4i \cdot \theta_A + 2i \cdot \theta_B - \frac{\delta_1}{\ell} \cdot \Delta + M_{AB}^F (M_{AB}^T, M_{AB}^D)$$
$$M_{BA} = 2i \cdot \theta_A + 4i \cdot \theta_B - \frac{6i}{l} \cdot \Delta + M_{BA}^F$$

b. A端固定, B端自由

$$M_{AB} = 3i \cdot \Delta_A - \frac{3i}{2} \cdot \Delta + M_{AB}^F$$
$$M_{BA} = 0$$

c. A端固定, B端自由端

$$M_A = i\Omega_1 - i\Omega_2 + M_F$$
$$M_{\alpha\beta} = -i\beta_\alpha + i\beta_\beta \text{ of } M_F$$

W/F M/F

2. 佐藤は「本邦」を「日本」に改題し、(一) 球と地球) として、

1. 下列函数中，在 $(-\infty, +\infty)$ 上为增函数的是 ()

[illegible][illegible]

2019 2500 于 教授合作进行同轴度的应用。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 12: 12月16日 | 13: 12月17日 | 14: 12月18日 | 15: 12月19日 | 16: 12月20日 | 17: 12月21日 | 18: 12月22日 | 19: 12月23日 | 20: 12月24日 | 21: 12月25日 | 22: 12月26日 | 23: 12月27日 | 24: 12月28日 | 25: 12月29日 | 26: 12月30日 | 27: 12月31日 | 28: 1月1日 | 29: 1月2日 | 30: 1月3日 | 31: 1月4日 | 32: 1月5日 | 33: 1月6日 | 34: 1月7日 | 35: 1月8日 | 36: 1月9日 | 37: 1月10日 | 38: 1月11日 | 39: 1月12日 | 40: 1月13日 | 41: 1月14日 | 42: 1月15日 | 43: 1月16日 | 44: 1月17日 | 45: 1月18日 | 46: 1月19日 | 47: 1月20日 | 48: 1月21日 | 49: 1月22日 | 50: 1月23日 | 51: 1月24日 | 52: 1月25日 | 53: 1月26日 | 54: 1月27日 | 55: 1月28日 | 56: 1月29日 | 57: 1月30日 | 58: 1月31日 | 59: 2月1日 | 60: 2月2日 | 61: 2月3日 | 62: 2月4日 | 63: 2月5日 | 64: 2月6日 | 65: 2月7日 | 66: 2月8日 | 67: 2月9日 | 68: 2月10日 | 69: 2月11日 | 70: 2月12日 | 71: 2月13日 | 72: 2月14日 | 73: 2月15日 | 74: 2月16日 | 75: 2月17日 | 76: 2月18日 | 77: 2月19日 | 78: 2月20日 | 79: 2月21日 | 80: 2月22日 | 81: 2月23日 | 82: 2月24日 | 83: 2月25日 | 84: 2月26日 | 85: 2月27日 | 86: 2月28日 | 87: 2月29日 | 88: 3月1日 | 89: 3月2日 | 90: 3月3日 | 91: 3月4日 | 92: 3月5日 | 93: 3月6日 | 94: 3月7日 | 95: 3月8日 | 96: 3月9日 | 97: 3月10日 | 98: 3月11日 | 99: 3月12日 | 100: 3月13日 | 101: 3月14日 | 102: 3月15日 | 103: 3月16日 | 104: 3月17日 | 105: 3月18日 | 106: 3月19日 | 107: 3月20日 | 108: 3月21日 | 109: 3月22日 | 110: 3月23日 | 111: 3月24日 | 112: 3月25日 | 113: 3月26日 | 114: 3月27日 | 115: 3月28日 | 116: 3月29日 | 117: 3月30日 | 118: 3月31日 | 119: 4月1日 | 120: 4月2日 | 121: 4月3日 | 122: 4月4日 | 123: 4月5日 | 124: 4月6日 | 125: 4月7日 | 126: 4月8日 | 127: 4月9日 | 128: 4月10日 | 129: 4月11日 | 130: 4月12日 | 131: 4月13日 | 132: 4月14日 | 133: 4月15日 | 134: 4月16日 | 135: 4月17日 | 136: 4月18日 | 137: 4月19日 | 138: 4月20日 | 139: 4月21日 | 140: 4月22日 | 141: 4月23日 | 142: 4月24日 | 143: 4月25日 | 144: 4月26日 | 145: 4月27日 | 146: 4月28日 | 147: 4月29日 | 148: 4月30日 | 149: 5月1日 | 150: 5月2日 | 151: 5月3日 | 152: 5月4日 | 153: 5月5日 | 154: 5月6日 | 155: 5月7日 | 156: 5月8日 | 157: 5月9日 | 158: 5月10日 | 159: 5月11日 | 160: 5月12日 | 161: 5月13日 | 162: 5月14日 | 163: 5月15日 | 164: 5月16日 | 165: 5月17日 | 166: 5月18日 | 167: 5月19日 | 168: 5月20日 | 169: 5月21日 | 170: 5月22日 | 171: 5月23日 | 172: 5月24日 | 173: 5月25日 | 174: 5月26日 | 175: 5月27日 | 176: 5月28日 | 177: 5月29日 | 178: 5月30日 | 179: 5月31日 | 180: 6月1日 | 181: 6月2日 | 182: 6月3日 | 183: 6月4日 | 184: 6月5日 | 185: 6月6日 | 186: 6月7日 | 187: 6月8日 | 188: 6月9日 | 189: 6月10日 | 190: 6月11日 | 191: 6月12日 | 192: 6月13日 | 193: 6月14日 | 194: 6月15日 | 195: 6月16日 | 196: 6月17日 | 197: 6月18日 | 198: 6月19日 | 199: 6月20日 | 200: 6月21日 | 201: 6月22日 | 202: 6月23日 | 203: 6月24日 | 204: 6月25日 | 205: 6月26日 | 206: 6月27日 | 207: 6月28日 | 208: 6月29日 | 209: 6月30日 | 210: 7月1日 | 211: 7月2日 | 212: 7月3日 | 213: 7月4日 | 214: 7月5日 | 215: 7月6日 | 216: 7月7日 | 217: 7月8日 | 218: 7月9日 | 219: 7月10日 | 220: 7月11日 | 221: 7月12日 | 222: 7月13日 | 223: 7月14日 | 224: 7月15日 | 225: 7月16日 | 226: 7月17日 | 227: 7月18日 | 228: 7月19日 | 229: 7月20日 | 230: 7月21日 | 231: 7月22日 | 232: 7月23日 | 233: 7月24日 | 234: 7月25日 | 235: 7月26日 | 236: 7月27日 | 237: 7月28日 | 238: 7月29日 | 239: 7月30日 | 240: 7月31日 | 241: 8月1日 | 242: 8月2日 | 243: 8月3日 | 244: 8月4日 | 245: 8月5日 | 246: 8月6日 | 247: 8月7日 | 248: 8月8日 | 249: 8月9日 | 250: 8月10日 | 251: 8月11日 | 252: 8月12日 | 253: 8月13日 | 254: 8月14日 | 255: 8月15日 | 256: 8月16日 | 257: 8月17日 | 258: 8月18日 | 259: 8月19日 | 260: 8月20日 | 261: 8月21日 | 262: 8月22日 | 263: 8月23日 | 264: 8月24日 | 265: 8月25日 | 266: 8月26日 | 267: 8月27日 | 268: 8月28日 | 269: 8月29日 | 270: 8月30日 | 271: 8月31日 | 272: 9月1日 | 273: 9月2日 | 274: 9月3日 | 275: 9月4日 | 276: 9月5日 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

⑤: (1) 根据题设条件和题中已知, 所求及结论中各成分可不受体系所限制

吸心泵可产生负压。即为原体的呼吸器二倍上降低程个来

或①②世系行年正格与格和年行的谓的支能不予以承认

重慶市...

附注. 在 \mathbb{R}^n 中, 若 \mathbf{a} 与 \mathbf{b} 正交, 则 $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 0$.

張永發信。以反映劇片天良為重利之弊云

No. _____
Date _____

作业名称: 梁端弯矩分配与内力分析 (15-20分)

1. 剪力分配与梁端弯矩分配 (15-20分)

① 剪力分配与梁端弯矩分配

② 剪力分配与梁端弯矩分配 (15-20分)

2. 剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

① 剪力分配与梁端弯矩分配

② 剪力分配与梁端弯矩分配 (15-20分)

③ 剪力分配与梁端弯矩分配

④ 剪力分配与梁端弯矩分配

⑤ 剪力分配与梁端弯矩分配

$$y_c = \frac{1}{16} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{32}$$

⑥ 剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

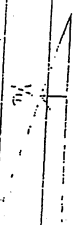


图 15-20

3. 剪力分配与梁端弯矩分配 (15-20分)

① 剪力分配与梁端弯矩分配 (15-20分)

② 剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

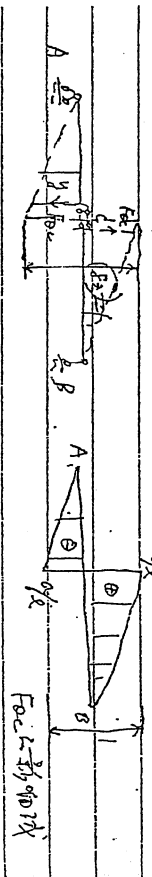
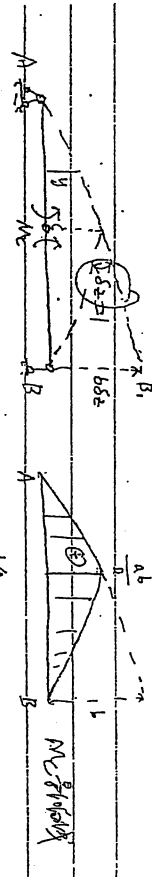
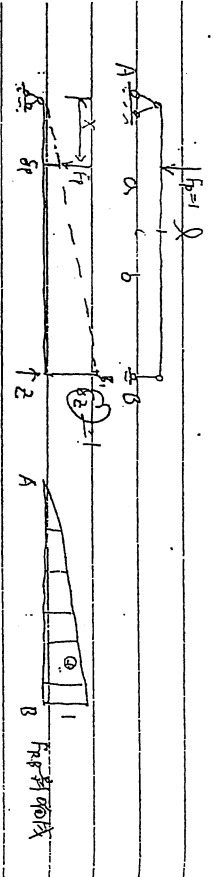
剪力分配与梁端弯矩分配

剪力分配与梁端弯矩分配

2020
Date

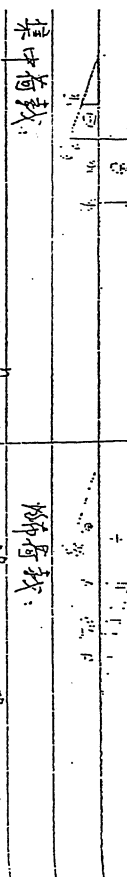
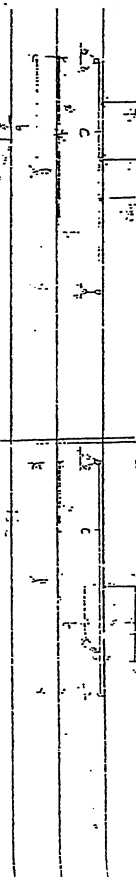
No.
Date

4. 移动荷载的影响线 (移动荷载)



5. 影响线的应用

A. 各种荷载作用下的影响线:



集中荷载:

$$\sum F_{Pi} y_i + F_{Pn} y_n + \dots + F_{Pm} y_m = \sum F_{Pi} y_i$$

B. 求荷载的最不利位置. (沿荷载移动时, 求某量之最大值)

一般原则: 应当把最大的荷载放在使量值最大的位置

① 若荷载是集中荷载, 则最不利位置是当荷载作用在跨中时

的临界位置

① 若荷载是集中荷载, 则最不利位置是当荷载作用在跨中时

② 若荷载是均布荷载, 则最不利位置是当荷载作用在跨中时

③ 若荷载是移动荷载, 则最不利位置是当荷载作用在跨中时

从极值中求最大值

求极值: 当 $\Delta x > 0$ 时 (荷载向右移动), $\sum F_{Pi} \tan \alpha_i \leq 0$

同理: 求极值: 当 $\Delta x < 0$ 时 (荷载向左移动), $\sum F_{Pi} \tan \alpha_i \geq 0$

若为均布荷载 (移动荷载), 则荷载向右移动, 求 F_{max} 必须变号

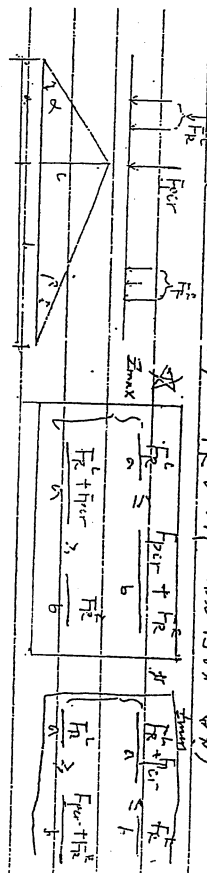
① 从荷载中选定一个集中力 F_{Pn} , 使该力位于荷载前缘的顶点上

② 若 F_{Pn} 在左端点或右端点时, 令 $\Delta x = 0$, 求 $\sum F_{Pi} \tan \alpha_i$ (求 F_{max} 或 F_{min})

③ 对每个临界位置可能求出一个极值, 然后从各极值中求出最大值或最小值

当影响线为三角形时, ~~当荷载为移动荷载时~~, 若要求求上一点, 则此点应在中点, 若求下点, 则此点应在中点。

(求表示 F_{max} 在左荷载的合力: F_R 表示 F_{min} 在右荷载的合力)



结论: 临界位置的特点为有一集中荷载 F_{max} 在影响线之顶点, 则 F_{min}

计入那一边 (左边或右边), 则另一边荷载为平均集度。

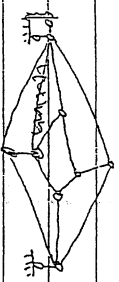
若求静定结构的内力或位移 (求 F_{max})

一、何构造分析:

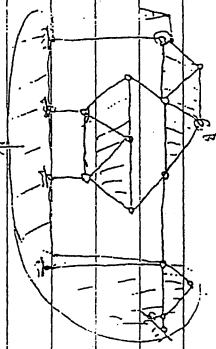
< 结构力学 (构造分析) 是结构工程 >

$W = 8 \times 2 - 15 = 1 > 0$

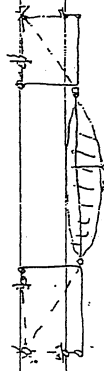
何构造



右各杆中何不变

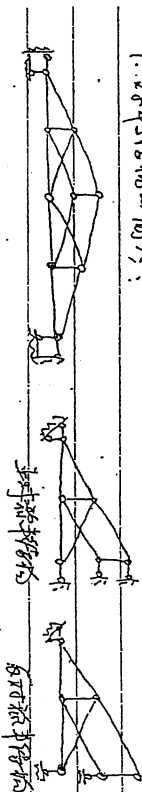


二、何工作构造, 三、何不变体系

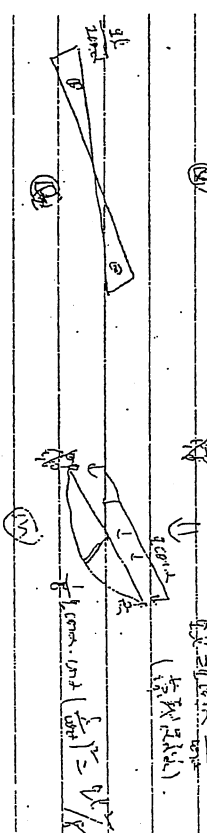
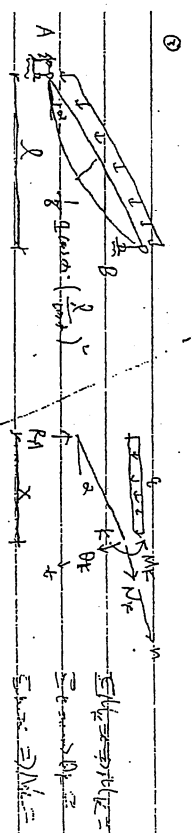
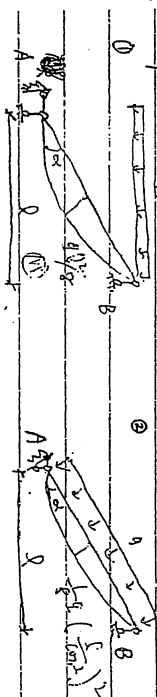


何不变体系

1. 2 个 2 个 1 个 同 步

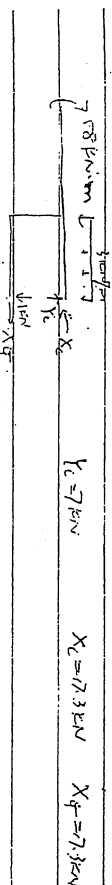
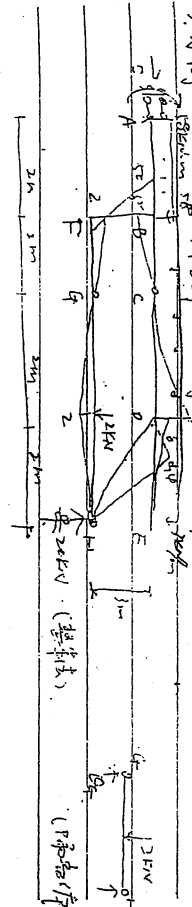


2. 科学



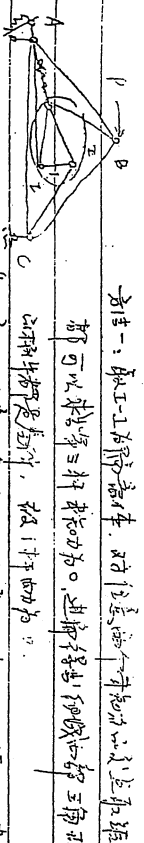
⑤ 析压: 固定斜梁工作阶段, 斜梁相同点上, 与垂直梁高度时, 以 M 、 D 同系数影响。以 D 为主。
用板的影响。

3. 求同义词和反义词 (同义词)。



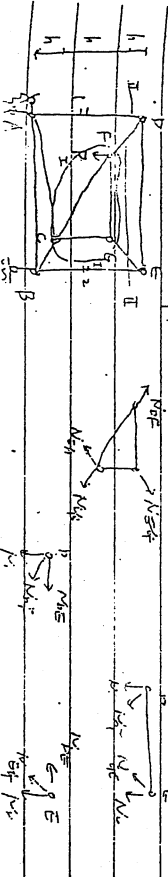
4. 周子行茶店1杯轴力一定为:

A. 力



方法二：三角力的合力为基力的一部分，把前三角力为合力部分，合力为三角力在基力方向上的投影。

例題 二 材料の強度を N_1, N_2



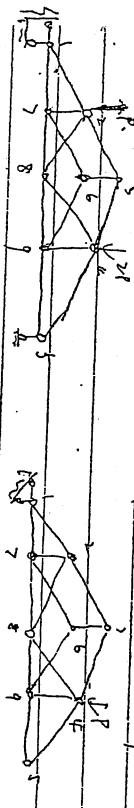
711f: 711f-1. $\Sigma M_c \rightarrow X_{Cq} = \frac{q}{h} P$

$$\text{II} - \text{I} \text{ mit } \frac{1}{\delta} \text{ multipl.} : \quad \sum X = 0 \Rightarrow X_{\text{BF}} = X_{\text{EG}} = \frac{aL}{4}$$

注意: $\Sigma Y = 0 \Rightarrow N = -Y_{of} = -P$

$$E : \quad \Sigma^2 \Rightarrow M_2 = -\bar{1}g = -1$$

6. 图示桁架各杆的内力图 a, b 支反力中荷载 试求各杆的内力。



(a)

分析: 用节点法求各杆内力

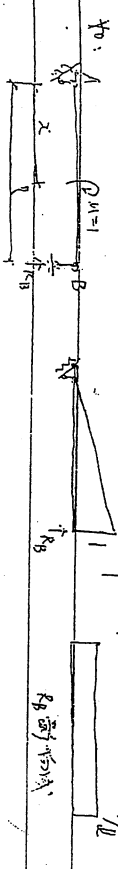


(b)

三. 静定结构的内力

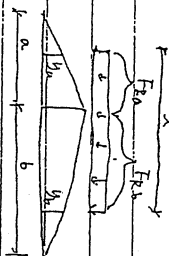
(411). 单位荷载移动时, 内力图也可以由静定结构的内力图求得:

内力图由静定结构的内力图求得:



42. 一段可移动的荷载 (求荷载的最不利位置)

当荷载为三角形时, 荷载的顶点应置于梁的最不利荷载位置



43. 求静定结构最大弯矩: 在静定结构的荷载作用下梁内可能出现的最大弯矩

$$M_{max} = \frac{q}{8} \left(\frac{l-a}{2} \right)^2 - M_{cr}$$

分析: M_{cr} 为梁上弯矩对荷载作用点取矩的代数和

R: 梁上弯矩荷载的代数和

a: 荷载与梁之间的距离, 若荷载在 R 右侧, 则取正值, 反之取负

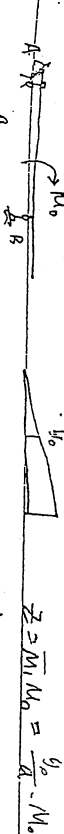
R: 梁上

44. 静定结构的内力范围是荷载移动的范围

分析:

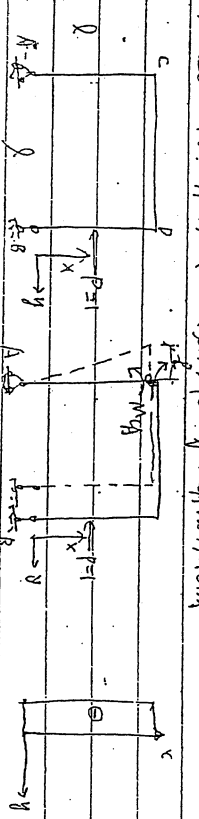
5. 图示梁中某点已知的静定结构的内力图, 求该点的内力

分析: M_0 为静定结构的内力图, 求该点的内力



分析: 为静定结构的内力图, 求该点的内力

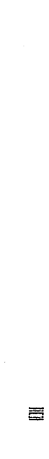
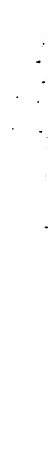
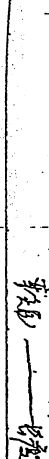
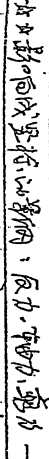
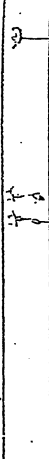
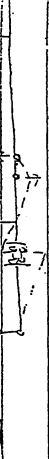
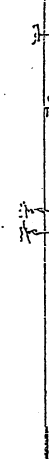
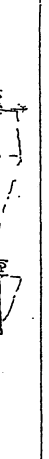
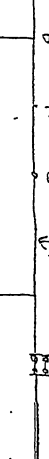
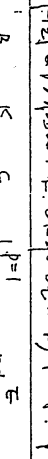
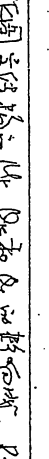
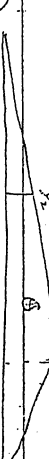
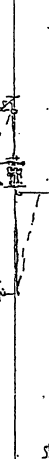
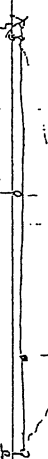
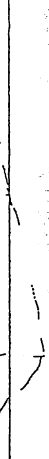
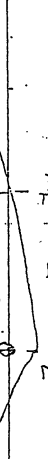
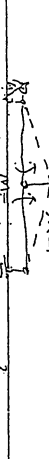
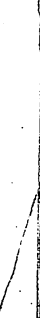
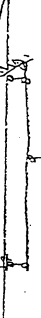
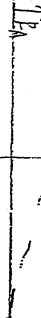
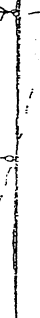
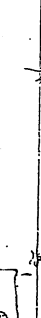
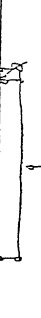
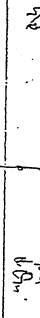
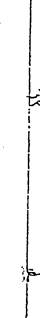
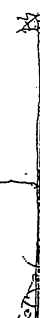
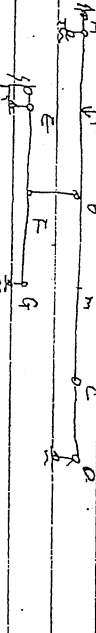
4. 图所示梁，求各段内以B为坐标的 M 和 M_y 的表达式。



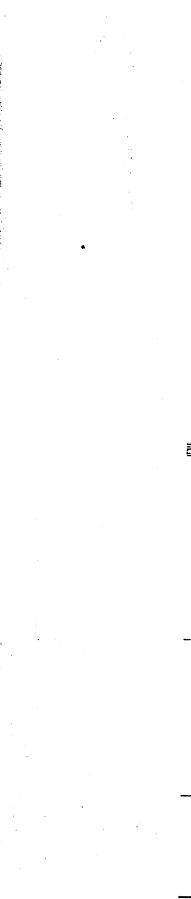
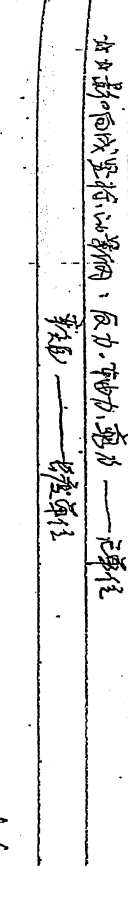
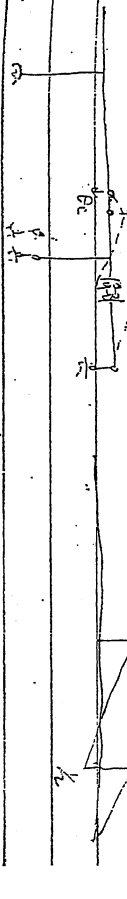
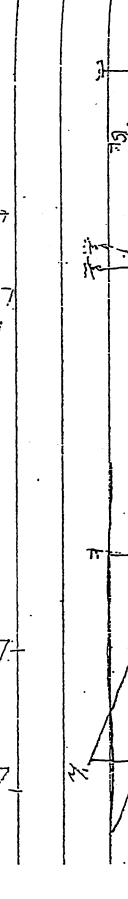
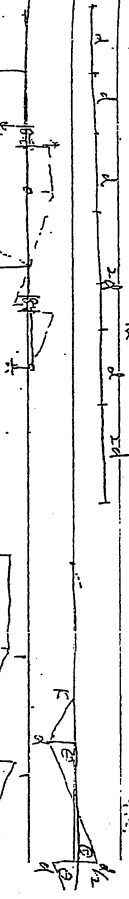
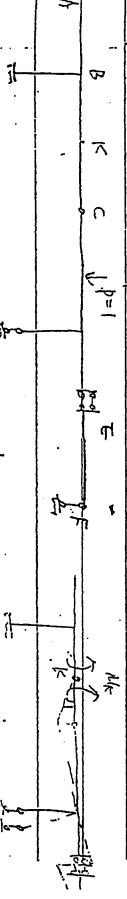
(由于杆端图例与杆端图例不同，故另作)

7.

用机动法求图所示梁在 M_n 点 M 的 M_F 及 M_F 的表达式。



8. 用机动法求图所示梁在 M_n 点 M 和 M_y 的表达式。并求杆端移动。

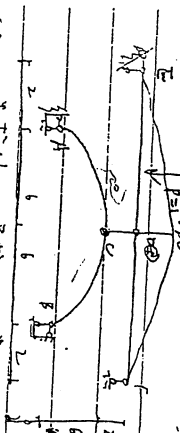


14.

No.

Date

4. 图中所示为连续梁的荷载，试求主梁 A 处弯矩的影响力。



分析：主梁 N_{bc} ，求 H_A (静力法)

$$M_{D/2} = \int \frac{-x}{x+6} \quad (0 \leq x \leq 6) \Rightarrow H_A = \int \frac{x}{6} \quad (0 \leq x \leq 6)$$

$$\int \frac{-x}{x+6} \quad (6 \leq x \leq 12) \Rightarrow H_A = \int \frac{16-x}{6} \quad (6 \leq x \leq 12)$$

即影响线如图

四. 求图示结构的位移 Δ_{BV}

1. 位移法中位移和位移互等定理成立， Δ_{BV} 二者的量纲不同。

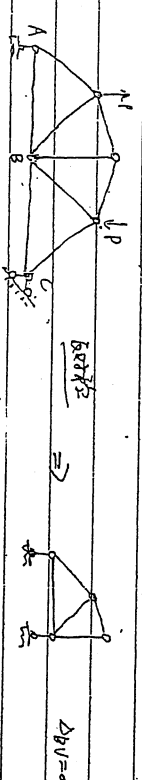
2. 位移互等定理：(外力：主梁上的荷载，主梁上的位移)

① 应用条件：力是主梁上的荷载，位移是主梁上的位移。

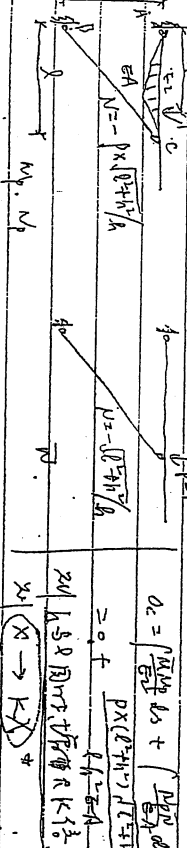
② 应用：单位荷载法 (位移互等定理)，单位荷载法 (力是主梁上的荷载，位移是主梁上的位移)

2.

图示桁架 B 点的位移 Δ_{BV}



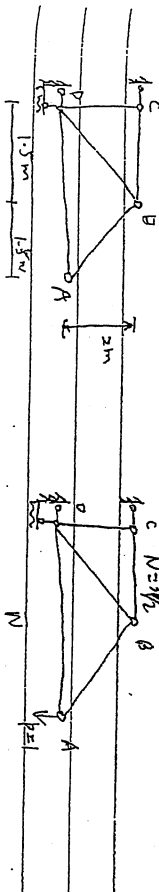
3.



$$\Delta_{BV} = \int \frac{P \cdot \Delta_{BV}}{EA} ds + \int \frac{P \cdot \Delta_{BV}}{EA} ds$$

4. 求图中 A 点的竖向位移 Δ_{AV} 和水平位移 Δ_{AH} 。已知 $EA = 10^6 kN$ ，求 Δ_{AV} 和 Δ_{AH} 。

1. 求 Δ_{AV} ：用单位荷载法，求 Δ_{AV} 。

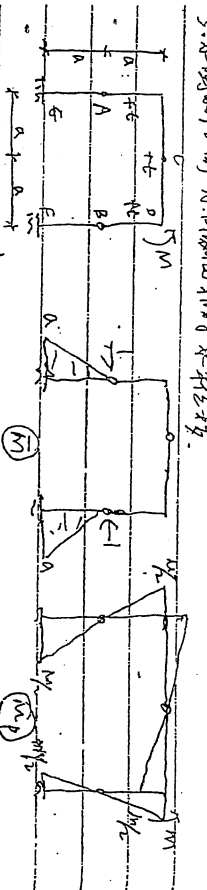


$$\Delta_{AV} = \int \frac{P \cdot \Delta_{AV}}{EA} ds$$

应用单位荷载法求 Δ_{AV} ， $\Delta_{AV} = 0.04 cm$ 。

15

5. 求图示结构 A、B 截面相对水平位移。



分析：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

已知：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

$$\Delta_{AB} = \frac{1}{EI} \left(-\frac{1}{2} \times 2a \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right) \times 2 = -\frac{Ma^2}{4EI}$$

结论：求相对位移

$$\Delta_{AB} = -\frac{Ma^2}{4EI}$$

求相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

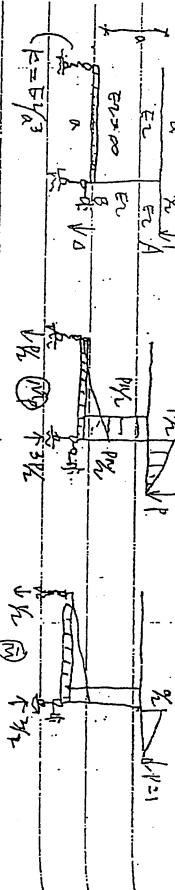
$$\Delta_{AB} = \Delta_{AB} + \Delta_{AB} = -\frac{Ma^2}{4EI}$$

6. 求图示结构 A、B 截面相对水平位移。已知：A、B 截面均为固定端。

$$\Delta = \int \frac{M}{EI} dx + \int \frac{N}{EA} dx + \int \frac{M}{EI} dx + \int \frac{N}{EA} dx$$

$$\Delta = \int \frac{M}{EI} dx + \int \frac{N}{EA} dx + \int \frac{M}{EI} dx + \int \frac{N}{EA} dx$$

分析：图示结构 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。



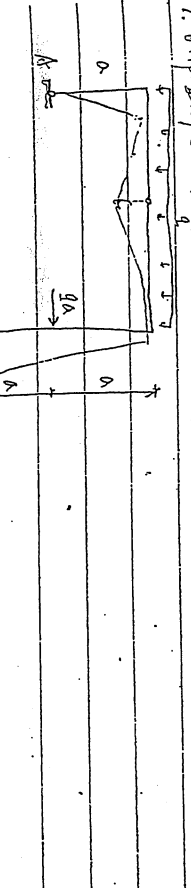
分析：A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

求相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

$$\Delta_{AB} = \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right) \times 2 + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$$

$$= \left(\frac{13}{24EI} + \frac{3}{2} \right) \times \frac{1}{2}$$

7. 求图示结构 A、B 截面相对水平位移。已知：A、B 截面均为固定端。



分析：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

已知：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

求相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

$$R_{BH} \times 1 + 2a \times \frac{1}{2} + 2a \times \frac{1}{2} = 0$$

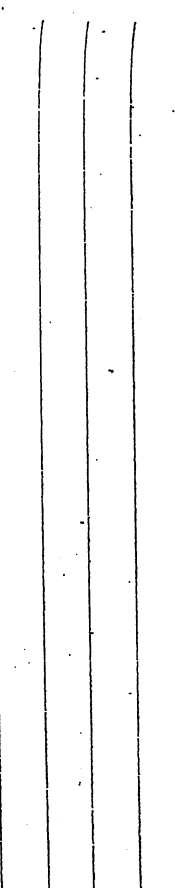
$$\therefore R_{BH} = -2a$$

分析：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

已知：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

求相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。



分析：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

已知：由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

求相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

由于 A、B 截面均为固定端，故应求其相对位移。故应求其相对位移。故应求其相对位移。

16

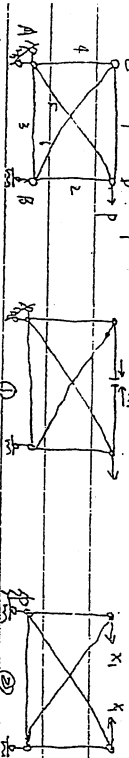
五. 力1.2.

1. 超静定结构的内力 (补充)

超静定结构、温度荷载、材料收缩、制造误差等因素引起超静定结构的内力、位移。

超静定结构在荷载作用下内力与位移成正比的关系，与杆件EI的分布有关，因此超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

2. 超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。



对于图① 力法方程为： $S_{11}X_1 + \Delta_{1P} = 0$

$$S_{11} = \frac{1}{EI} \int_0^L (M_1)^2 dx \quad \Delta_{1P} = \frac{1}{EI} \int_0^L M_1 P dx$$

对于图② 力法方程为：

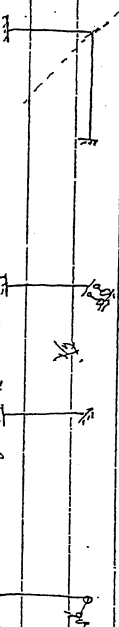
$$S_{11}X_1 + \Delta_{1P} = -\frac{X_1}{EI} \Delta_1$$

(C、D轴上的内力、位移与杆件的EI分布有关)

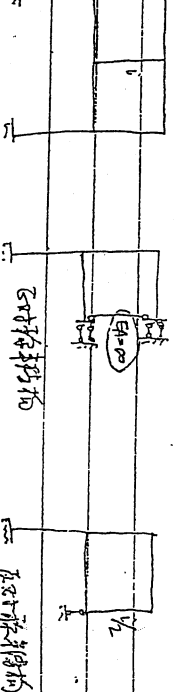
$$S_{11} = \frac{1}{EI} \int_0^L (M_1)^2 dx \quad \Delta_{1P} = \frac{1}{EI} \int_0^L M_1 P dx$$

3. 超静定结构的内力 (补充)

超静定结构的内力：① 内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

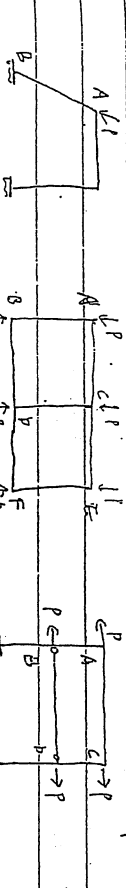


超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

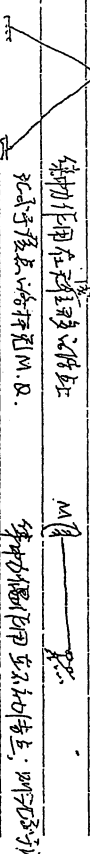


4. 内力的影响

① 以下情况内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

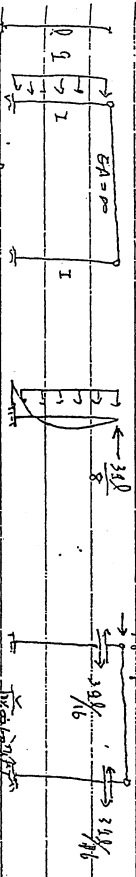


超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。



超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。



超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

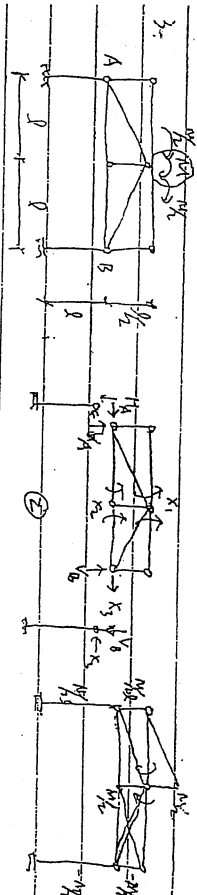
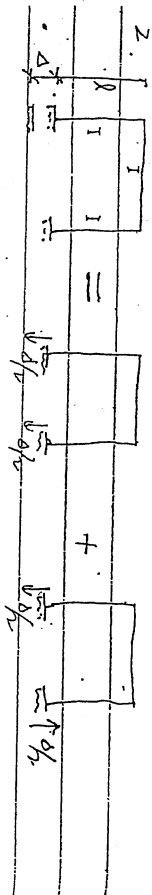
超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

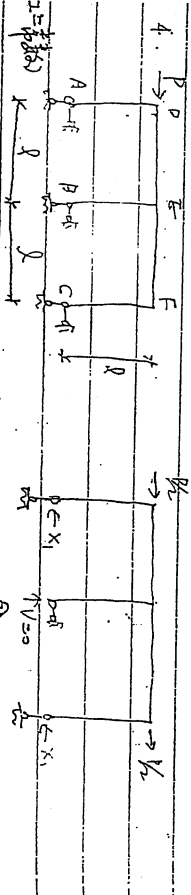
超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。

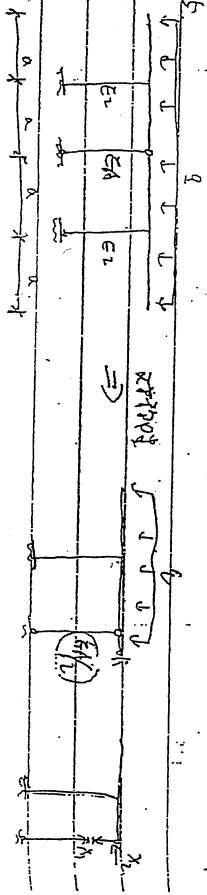
超静定结构的内力、位移与杆件的EI分布有关，与杆件的EI的分布有关。



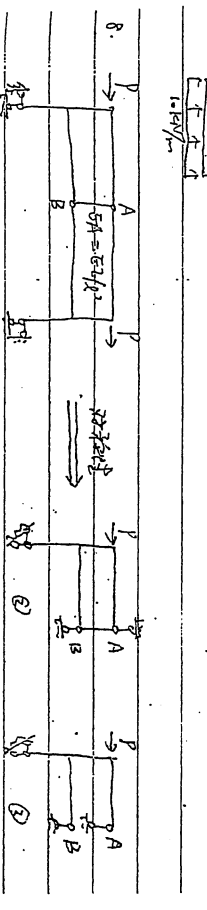
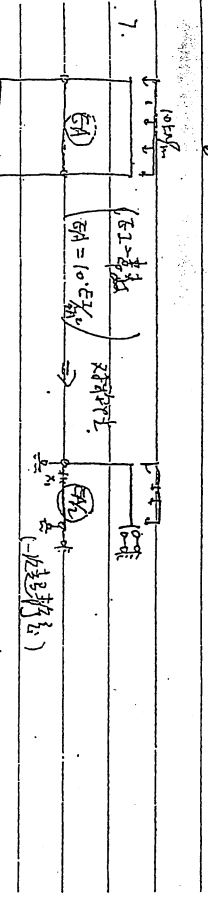
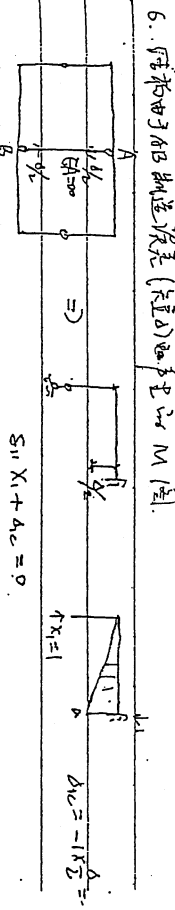
分析：求和量 X_1 ，先求对称轴，结构对称，荷载反对称。故 $X_1=0$ 。
 对称轴：由 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。
 荷载：由图上部荷载为反对称，由 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。



分析：结构对称，荷载反对称，故 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。
 对称轴：由 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。

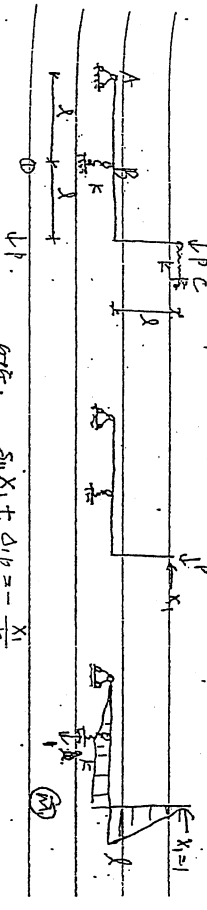


分析：结构对称，荷载反对称，故 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。
 对称轴：由 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。



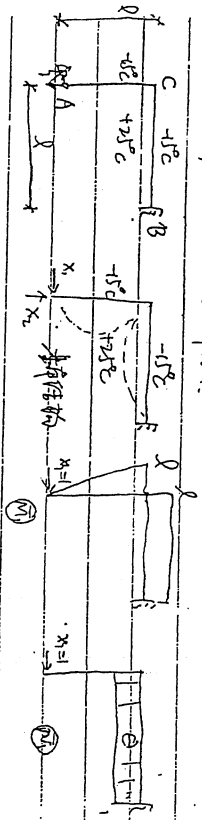
分析：求对称轴，由图上部荷载为反对称，故 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。
 对称轴：由 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。

9. 求图结构④图，求 X_1 。
 分析：由图上部荷载为反对称，故 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。
 对称轴：由 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。



分析：由图上部荷载为反对称，故 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。
 对称轴：由 $X_1=0$ ，故 X_1 与 H_0 为反对称。

10. 已知 $k = 9/10$. 求 EV 的分布函数.



$$\begin{aligned} \delta_{11} X_1 + \delta_{12} X_2 + \Delta_{1F} &= 0 \\ \delta_{21} X_1 + \delta_{22} X_2 + \Delta_{2F} &= 0 \end{aligned}$$

$$\Delta_{1F} = \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right) \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right) = -\frac{1}{16} \times \frac{1}{2}$$

在 N 处带符号积分: $\int \frac{M}{EI} dx$ 中 M 与 x 使用例图坐标.

六. 力法.

1. 主梁的位移: (品运伸之线弹性材料) (不计 P_{22}).

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

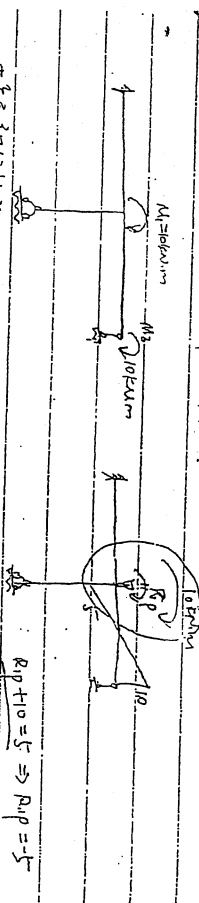
$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

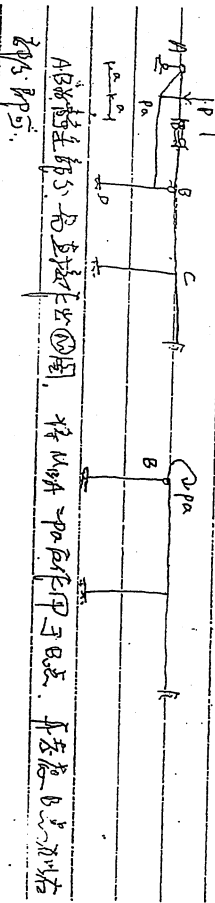
$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

第3. 几个值得注意的问题:

① 当杆由静止开始运动时, 当杆开始运动时, 无论杆是水平还是倾斜, 杆的质心都是运动的. 因而杆的质心运动轨迹是水平直线. 故当杆运动时, 自由端 B 的运动轨迹是水平直线.



② 杆的运动处理.

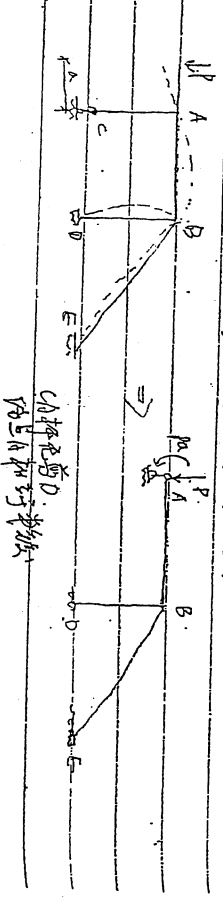


③ 杆的运动处理.



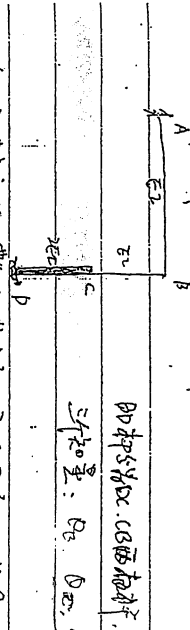
④ 杆的运动处理.

⑤ 杆的运动处理.



⑥ 杆的运动处理.

⑦ 杆的运动处理.



⑧ 杆的运动处理.

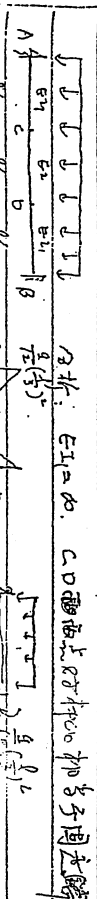
⑨ 杆的运动处理.

⑩ 杆的运动处理.

⑪ 杆的运动处理.

⑫ 杆的运动处理.

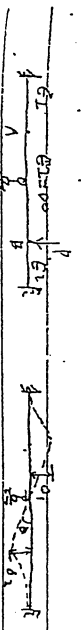
⑬ 杆的运动处理.



⑭ 杆的运动处理.

⑮ 杆的运动处理.

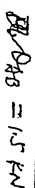
⑯ 杆的运动处理.



⑰ 杆的运动处理.

20

Date _____



$$\begin{aligned} \gamma_{11} &= \gamma_{21} \\ \gamma_{12} &= \frac{\gamma_{12} \gamma_{21} \gamma_{12} + \gamma_{12}^2 \gamma_{21}}{\gamma_{12} \gamma_{21} \gamma_{12} + \gamma_{12}^2 \gamma_{21}} + \frac{\gamma_{12}^2 \gamma_{21}}{\gamma_{12} \gamma_{21} \gamma_{12} + \gamma_{12}^2 \gamma_{21}} \end{aligned}$$

$\frac{2\mu_0}{\pi} \left(\frac{I}{a^2} \right)$

2
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846

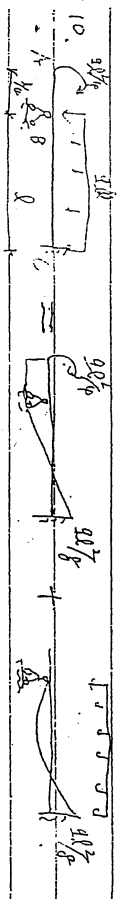


| | |
|---------|--|
| 6/12/20 | |
|---------|--|



A $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$





10. 求反力及弯矩方程:

解: 取左端为原点, x 轴向右, 梁长为 l , 则 $q(x) = \frac{10}{l}x$. 由平衡条件得:

$$M_A = 4.17ql, \quad M_B = 4.17ql$$

$$M_C = 3.08ql - 3.08ql = 0$$

$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

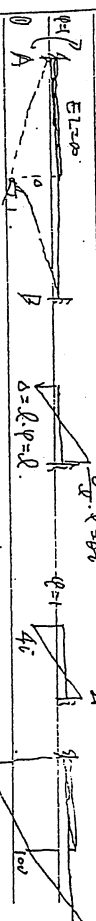
七. 梁的变形及位移计算

1. 梁的变形计算

① 梁的变形计算

② 梁的变形计算

③ 梁的变形计算



$$M_B = 4.17ql, \quad M_C = 4.17ql$$

$$M_A = 4.17ql, \quad M_B = 4.17ql$$

$$M_C = 3.08ql - 3.08ql = 0$$

$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

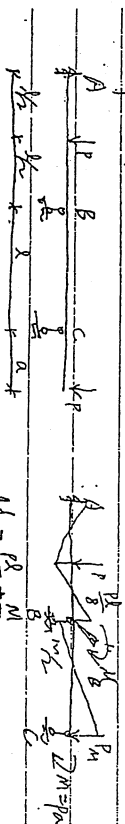
$$\delta M_B = 0 \quad \delta M_C = 0 \quad \delta C = 0$$

No. _____
Date _____

4. 力矩分配法：适用于连续梁和结点荷载的刚架。

*S. 1. 集中荷载于给定点的位移。

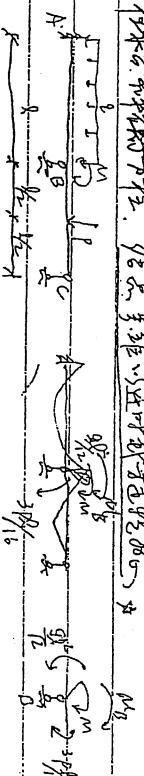
① 带悬臂二倍杆。



$$M_B = \frac{P^2}{8} + \frac{M}{2}$$

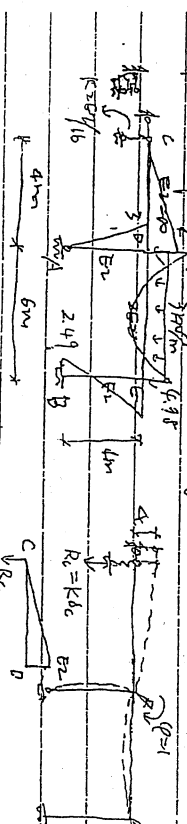
② 估求有侧移的位移。

位移法估求侧移，当梁端力偶和固端力偶的合力矩不为零，由该合力矩求侧移的位移。估求侧移以该合力矩为荷载，由该合力矩求侧移的位移。



$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

6. 用位移法求刚架的位移。



$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

| 杆端 | AB | BA | BC | CB | CD | DC | AD |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 杆端荷载 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| 固端荷载 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 |

7. 用位移法求刚架的位移。

| 杆端 | AB | BA | BC | CB | CD | DC | AD |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 杆端荷载 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| 固端荷载 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 |

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

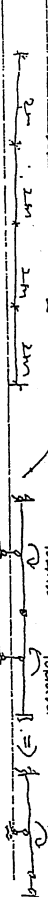
No. _____
Date _____

分析：当柱上D点的位移为0.1m，因为D点是刚性节点，所以D点的位移为0.1m。

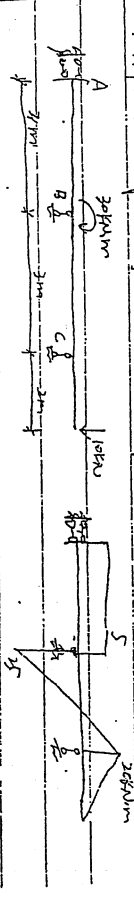
$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$



8. 用位移法求刚架的位移。



$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

$$M_B = -11 + 20^2/12 - 30^2/12$$

23