

综合题

一台通用门式起重机（MG50/10-26A2），该起重机随机技术资料显示：主要受力结构件均为薄壁箱型，全悬臂长 11m，有效悬臂长 7.5m，小车自重为 18t，用吊钩作业，整机采用变频无级调速控制，主梁跨中和悬臂的最大截面惯性矩 $I=2.5 \times 10^9 \text{mm}^4$ ，材质为 Q235，弹性模量 $E=2.1 \times 10^6 \text{N/mm}^2$ ，取 $g=9.8 \text{m/s}^2$ ，请回答 50-53



50，主梁在垂直面内最大弯矩可能发生在_____位置。

A, 主梁跨正中 B, 主梁跨度四分之一处 C, 主梁悬臂侧支腿附近 D, A 和

C

51, 主梁跨中在垂直平面内的最大弯矩值 () KN.m

A, 2165.8 B, 2210.0 C, 4331.6 D, 4420

52, 主梁跨中静态刚性的设计计算值 () mm()规范的要求值

A, 47.4, 符合 B, 46.5, 符合 C, 47.4 不符合 D, 46.5, 不符合

53, 相关法规对主梁有效悬臂的静态刚性要求不大于 () mm

A, 31.4 B, 30.0 C, 21.4 D, 19.3

答案解析:

50, 题中信息: 起重机跨度 $S=26\text{m}$, 悬臂长度 $L=7.5\text{m}$ 。

弯矩可能发生在主梁跨中和主梁悬臂侧支腿, 需要进行比较。

跨中的弯矩: $M_1=FS/4=6.5F$

悬臂的弯矩: $M_2=FL=7.5F$

所以: $M_1 < M_2$

故最大弯矩在主梁悬臂侧支腿, 答案选择 C.

51, 题中信息: 起重机跨度 $S=26\text{m}$, 最大起重量 50t (主钩), 小车自重为 18t

最大弯矩:

$M_1=FS/4=(50+18)\times 9.8\times 26/4=4331.6\text{kN}\cdot\text{m}$

答案选择 C.

52, 起重机的工作级别 A2, 跨度 $S=26\text{m}$, 最大截面惯性矩 $I=2.5\times 10^9\text{mm}^4$,

弹性模量 $E=2.1\times 10^6\text{N}/\text{mm}^2$

$f=FS^3/(48EI)$

$$\begin{aligned} &= (50+18) \times 1000 \times 9.8 \\ &\quad \times 26000^3 / (48 \times 2.1 \times 10^6 \times 2.5 \times 10^9) \\ &= 46.5 \text{mm} \end{aligned}$$

起重机的静态刚性测主梁跨中静扰度

$$\leq S/700 \quad (\text{A2} \sim \text{A3})$$

$$\leq S/800 \quad (\text{A4} \sim \text{A6})$$

$$\leq S/1000 \quad (\text{A7})$$

低于定位精度要求的起重机，或具有无极调速控制特性的起重机；采用低起升速度和低加速度能达到可接受定位精度的起重机： $\leq S/500$ ；

起重机的工作级别 A2，同时又是无级调速，按照低标准核算

$$S/500 = 26000/500 = 52.0 \text{mm}$$

由于 $46.5 \text{mm} < 52.0 \text{mm}$

故符合规范要求，答案选择 B

53，起重机悬臂长度 $L=7.5 \text{m}$

悬臂的静态刚度要求：

$$L/350 = 7500/350 = 21.4 \text{mm}$$

答案选择 C

上面解析是本人按照出题者的思路，做出来的答案，但本人觉得这道题有问题，分为以下几点进行**深度分析**：

1、通用门式起重机，是双梁，那么涉及到的载荷都要减半，跨中的弯矩： $M_1=FS/8=3.25F$ ，不影响 50 题的答案；51 题的答案变成 $2165.8\text{kN}\cdot\text{m}$ ，答案变成 A；52 题为： $f=FS^3/(2\times 48EI)=23.2\text{mm}$ ，这样就没有可选择的答案了。53 题答案不变。

通过 52 题列出的答案，似乎明白出题人的本意，这道题没当做双梁去计算，一切数据针对的是单梁起重机。所以这道题不严谨，要么答案有问题，要么题有问题。

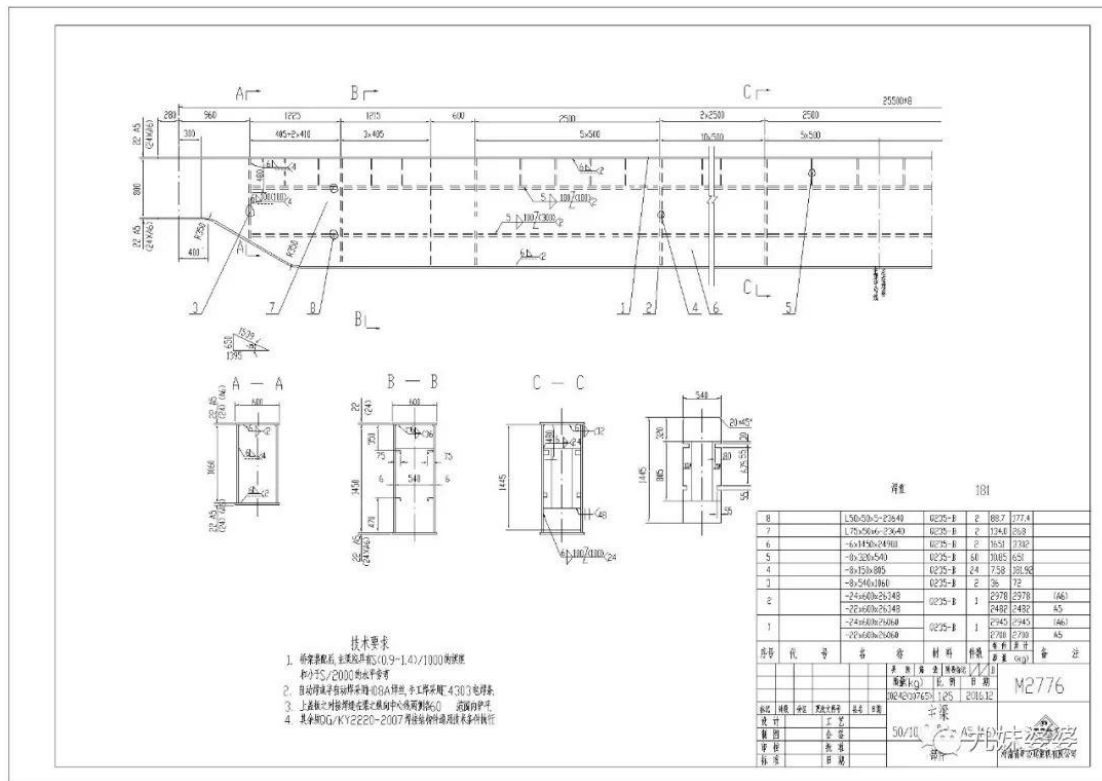
2、常识性错误，我们都知道，钢材的弹性模量 $E=2.1\times 10^5\text{N}/\text{mm}^2$ （而不是试卷中的 $E=2.1\times 10^6\text{N}/\text{mm}^2$ ），无论是 Q235 还是 Q345，或是 40Cr 高强度钢，弹性模量基本是相同的，所以如果结构刚性不足时，采用高强度钢是无法使刚性得到加强。

弹性模量是钢材重要的性能参数，从宏观角度来说，弹性模量是衡量物体抵抗弹性变形能力大小的尺度，从微观角度来说，则是原子、离子或分子之间键合强度的反映。金属材料的弹性模量是一个对组织不敏感的力学性能指标，所以一般工程应用中都把弹性模量作为常数。但这道题，明显把钢材的弹性模量提高了 10 倍，犯了常识性错误。也许出题者是为资深人员，因为九十年代以前弹性模量常用 kgf 表示， $E=2.1\times 10^6\text{kgf}/\text{cm}^2$

本人参加 2017 年起重机检验师考试，当时翻开试卷，也看到这个常识性错误，也就是说，至少从 17 年到现在，起重机检验师全国考试中，这个常识性错误一直在出现，没有得到更正。

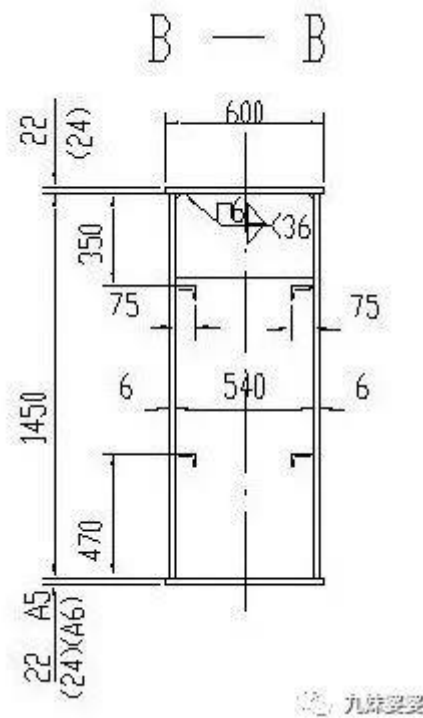
3、弹性模量是常数,但出题者错误的提高了 10 倍,但最终答案却是合理,那么肯定有别的地方也出错了,两个错误叠加,最后又把坑填平了。这个错误就是截面惯性矩。

截面惯性矩,是反映主梁抗弯性能的一个量,是截面惯性矩指截面各微元面积与各微元至截面上某一指定轴线距离二次方乘积的积分,那么我们就计算一下起重机主梁的截面参数。本人有一套 50t-25.5 的主梁图纸。



50t-25.5m 起重机主梁图纸

主梁截面尺寸如下图



50t-25.5m 起重机主梁截面

保守计算,仅考虑上下盖板和腹板:截面宽度 600mm,高度 1450mm,上下盖板厚 22mm,腹板厚 6mm。

$$I = \frac{BH^3}{12} - \frac{bh^3}{12} = \frac{600 \times 1450^3}{12} - \frac{(600 - 12) \times (1450 - 44)^3}{12}$$

$$= 152431250000 - 136192139384 = 16239110616 = 1.6 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

九妹婆婆

由于没有考虑拉筋,大隔板和小筋板,因此实际的截面惯性矩还要再大一点,可知 50t 起重机主梁的惯性矩应该是: $2.5 \times 10^{10} \text{ mm}^4$

所以,题中的起重机主梁惯性矩,出题者错误的缩小了 10 倍(试卷中的 $I = 2.5 \times 10^9 \text{ mm}^4$),正是由于出题者把弹性模量错误的提高了 10 倍,惯性矩缩小了 10 倍,错误的挖个坑,后来又用另一个常识性错误把坑填平,所以得出的最终结果却是合理的。

起重机检验师考试，是全国性的考试，至少从我 17 年接触开始，这样的常识性错误就经常出现在考试试卷中，这么大的弹性模量的钢材，这个世界上就不存在。

本文观点有不足之处，欢迎特种设备行业前辈，对本文发表的观点给与指正，微信号 15890159419.