

湘钢焦化煤塔秤的扩容改造

湖南华菱湘钢设备管理部 陈章 谭晓彪

【摘要】 针对湘钢焦化煤塔秤在扩容改造中所面临出现的各种技术因素和疑难问题，进行技术论证与确认，并组织攻关实施，煤塔秤经扩容改造后，满足了公司焦煤生产工艺的计量要求。

【关键词】 煤塔秤；扩容改造；技术方案

一、问题的提出

湘钢焦化厂老系统煤塔秤于 2000 年投用，现已使用了 12 年。该秤承载器采用机械箱形梁结构，台面长 8m，原设计称重能力为 70t，是目前湘钢焦化老系统四座焦炉唯一的计量秤（轨道衡）。随着公司产能与规模的不断提升和加大，炼铁对焦炭的需求量也越来越大，老煤塔秤必须进行扩容改造。2008 年，装煤车由原来的自重 30t 改为 60t 后，装煤车重 20t，加上煤塔秤自重 18t，实际上此时煤塔秤的承载能力达到了 100t 左右。如何保证在不更换承载器本体设备、保持其受力基础的原则不变的前提条件实现扩容，是煤塔秤扩容改造过程中面临的技术难点和关键要素，同时也是项目实施的关键。

二、煤塔秤扩容改造技术方案的论证和确认

通常对于大型衡器的大修改造工程来说，都是机械（承载器）与土建（煤塔秤基础）进行同步技术改造，这样有利于确保大修设备的安装与日后的设备的运行质量。由于该煤塔秤长期处于超负荷状态下使用且年久失修（现场无法给出定修时间），因此，该煤塔秤的机械性能也逐年下降，设备的劣化状况越来越严重。为了确保大修的质量，尽量缩短工期，我们对该煤塔秤原基础施工图进行了认真的分析，同时也对参与当年主持施工的专业技术人员进行施工情况了解。技术图纸说明：原煤塔秤共有 6 个承载受力墩，每单个承载受力墩虽然实际受力为 11.6t，但设计中对每单个受力墩承载能力的安全系数是按 1.7 以上进行计算与设计，实际承载能力是按 20t 以上进行施工，由此说明原老煤塔秤基础已完全具备了承载 120t 以上的能力。其次，对原承载器能否经受住 100t 的载荷的技术论证与确认工作也在同步进行。我们再次对原设备厂家所提供的图纸与资料进行分析研究和计算，虽然原秤按 70t 的承载能力进行设计。但实际上原设备厂家在设计中，按国家对大型衡器的设计要求与标准，在该大型衡器设计制造中按达到和超过 50% 的以上过载能力制作秤台，这就说明该秤具备了超额定量程 50% 载荷的能力（厂家也综合了考虑了当时湘钢老系统焦化厂的生产能力及现场情况），原承载器的机械设计的安全系数取 2.0 以上计算。

为保证煤塔秤承载器的强度和刚度，我们对煤塔秤的承载器大梁（材质 Q235）两侧焊接 20mm 厚的钢板进行拓宽处理，并对其进行强度和刚度校核：

大梁改造前后截面尺寸结构示意图如下：改造前（图 1）、改造后（图 2）。

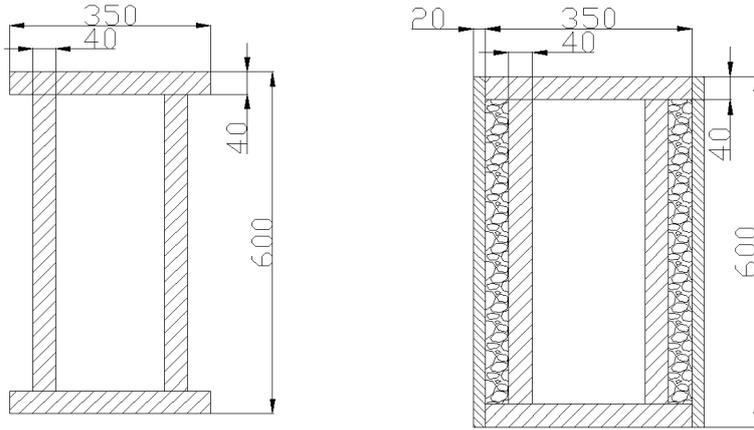


图 1

图 2

承载器由 6 个称重传感器支撑在两根大梁上，现每侧简化成为一个三支点的简支梁结构进行刚度、强度校核。如图 3 所示。

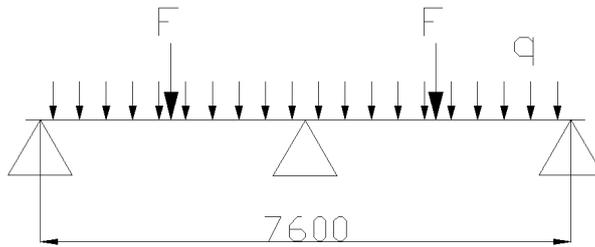


图 3

因为三支点是均匀分布，具有对称性，所以只需对其中一段进行刚度、强度校核（忽略两段间的相互影响）。如图 4 所示。

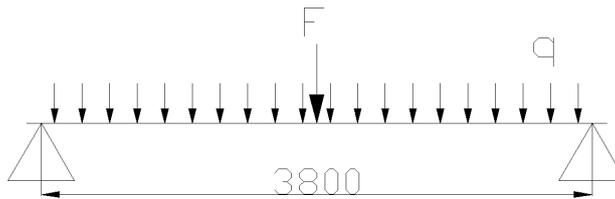


图 4

整个承载器承受的静态载荷（装煤车重和煤重）50t 增加至 80t，均匀载荷（承载器重）由 18t 增加至 25t。

由力学分析可知应力和挠度最大的时候均为静态载荷加载到中点处，此时中点处的应力改造前、后分别为：

$$\sigma_1 = \frac{F_1 + F'_1}{A_1} = 2.4 \times 10^6 \text{ Pa} \quad \sigma_2 = \frac{F_2 + F'_2}{A_2} = 2.7 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$\text{挠度：} \omega_1 = \frac{F_1 l^3}{48EI_1} + \frac{5q_1 l^4}{384EI_1} = 1.26 \times 10^{-3} \text{ m} \quad \omega_2 = \frac{F_2 l^3}{48EI_2} + \frac{5q_2 l^4}{384EI_2} = 0.80 \times 10^{-3} \text{ m} ,$$

其中 F：静态载荷，F'：均匀载荷（单位：N），A：截面积，I：惯性矩，q：均匀载荷（单位：N/m），弹性模量 E=200GPa；

从计算结果可以看出，应力略有增加，但远小于承载器材料（Q235）的许用应力，表明强度满足要求；挠度从 1.26mm 减少到 0.80mm，表明刚度有所增强，这从理论上已确认了改造后的煤塔秤完全具备承载 105t 的能力。

尽管如此，我们仍组织相关专业的技术人员，多次深入现场，实地对该秤的机械现状、基础、设备综合运行状况、承载能力、秤的引轨和外部环境等多种因素进行现场勘察和确认，以确保老煤塔秤扩容改造后其基础不发生劣化情况。

我们最终确定，在保持该秤的现状的基础上，对承载器大梁拓宽增厚，增加自重；称重大梁中的柱间支撑（横梁）要相应增多，以加大其机械强度；保留原秤受力墩，并对原受力墩的周边进行加固，以增大原秤受力墩的几何体积。经多方协商认定后形成扩容改造方案，送有关设计部门审批后实施。

三、煤塔秤扩容改造技术方案的具体实施

煤塔秤扩容改造实施方案：在秤承载大梁的两侧各增加机械立板焊接，使原秤的机械箱型梁结构更为结实可靠；在增加的机械立板的空隙内，浇注混凝土，待混凝土浇注完成后，对机械立板的端部全封闭（焊接封闭），使承载大梁的重量增加，以减少煤车运动过程中对承载器的影响，增强煤塔秤运行使用中的稳定性（原秤重量为 18t，增加的机械立板和混凝土 7 吨后，承载器自重为 25t）；在秤两组承载大梁之间，增加若干根机械横梁搭接，使承载器的整体机械结构更加牢固可靠；避开原设备基础，在煤塔秤的两根主梁外侧各增加两组纵向限位装置；在原基础保护墩的周边用钢板焊接成一个机械箱体（箱体与原基础保护墩的表面保持一定间隔，其高度若低于原基础墩的水平面）。施工前，用冲击钻在原基础保护墩的侧表面钻若干个孔眼，将钢筋插入其中，然后，用混凝土进行浇注，使扩容后的基础与原基础形成一整体结构，由此对煤塔秤的受力墩起到了

加固作用，使受力墩的整体抗压强度大大地增强；增大称重传感器的容量，采用 30 吨称重传感器替代原秤 20 吨称重传感器，提高称重传感器抗冲击能力；改善该秤的外部条件，在不停产的情况下，对引轨基础下沉处增加若干钢支撑与紧固螺栓，并经土建处理；更换引轨，使引轨与计量轨间的间隙达 20mm 的正常允许值（原为 60mm），减小装煤车上、下煤塔秤时对承载器产生的冲击与振动。方案的实施对湘钢老煤塔秤扩容改造起到了至关重要的作用。

四、结束语

湘钢公司焦化厂老煤塔秤扩容改造运行近四年来，经过各方不懈的努力，该系统现场运行日趋稳定，性能完善，成为该公司老焦煤系统的唯一计量秤，为公司焦化厂的入炉煤计量提供了有力的保障。老煤塔秤改造成功，不仅为公司节省了大量的设备投资和检修时间，而且对公司的节能降耗意义深远。

作者简介

陈章，生于 1985 年，男，汉族，湖南人，助理工程师，从事计量专业

联系方式：手机 15897323244

电子邮箱 zhchenybu@163.com

谭晓彪，生于 1956 年，男，汉族，湖南人，工程师，从事计量专业

联系方式：手机 13973243022

电子邮箱 txb.316@163.com

通讯地址：湖南湘潭湘钢设备管理部计量车间

邮编：411100