

建筑钢结构设计阶段的工程造价控制

摘要：建筑钢结构的经济性能一直是大家最为关注的一个问题，在一定程度上制约了建筑钢结构的推广应用。本文主要强调了设计阶段是控制工程造价、提高建筑经济性能的关键，并以门式刚架轻钢结构厂房和多、高层钢结构建筑的设计为例，在材料选用、结构体系等方面进行简要分析，探讨控制工程造价的可行性。

关键词：建筑钢结构 经济性能 工程造价 优化设计

1、引言

由于国家政策、钢材生产、构件制作、设计研发、标准规范修订等方面的有利因素，近几年我国的建筑钢结构进入了一个全新的发展时期。新材料、新部品、新结构体系不断出现，钢结构设计研发、制作安装能力日益强大，建筑钢结构向多样性、适用性、经济性方向发展。

建筑钢结构的经济性能一直是大家最为关注的一个问题。如何控制工程造价，充分发挥钢结构建筑技术经济上的综合优势，工程设计阶段是关键阶段。据权威资料统计分析，在初步设计阶段，影响工程造价的可能性为 75%-95%；在技术设计阶段，影响工程造价的可能性为 35%-75%；在施工图设计阶段，影响工程造价的可能性为 5%-35%。因此设计质量的好坏、设计是否优化对工程造价将产生直接的影响。下面以门式刚架轻钢结构厂房和多、高层钢结构建筑的设计为例，在材料选用、结构体系等方面进行简要分析，探讨在设计阶段控制工程造价，提高建筑经济性能的可行性。

2、材料选用方面工程造价控制

由于我国钢产量已经突破两亿吨，钢材品种更趋于多样化。各种新型建材，如轻质保温墙板、彩涂压型钢板、楼承板等不断开发出来并推广应用。建筑钢结构在设计阶段材料的选择上有了更大的空间。材料选择不同，工程直接费不同，总造价不同。设计阶段合理选择建筑材料，控制材料单价或工程量，是控制工程造价的有效途径。试举例如下：

（1）彩涂钢板：彩涂钢板一般用于轻钢厂房屋面板和墙面板，有不同板型、不同基板厚度和钢号、不同镀锌板类别和镀锌层厚度以及不同的彩涂层类别，在形式上又可选用单板、保温复合板、单板加内保温层等，其中保温层又有超细玻璃丝棉、硬质岩棉、聚苯乙烯等类别及厚度的不同，这些不同都造成单方材料价格的差异，从而影响厂房工程总造价。所以设计时要根据厂房性质、大气环境等因素综合考虑，合理选用板材，控制工程造价。

(2) 多、高层住宅钢结构体系的墙体材料：墙体材料造价一般占土建工程造价的 15%-25%。对于多、高层住宅钢结构体系来说，选用配套、经济、节能的墙体材料至关重要。目前，设计选用的外墙材料主要有水泥保温外墙板、轻质加气混凝土砌块、NALC 板等；内墙材料主要有改性石膏板、GRC 内墙板、水泥保温复合板等。莱钢集团自主研发的 LCC-A 系列、LCC-B 系列和 LCC-C 系列轻质保温复合墙板也已应用于在建钢结构节能住宅工程中，逐步使钢结构住宅体系走向标准化、定型化和工业化，为降低综合造价创造了基础条件。

(3) 多、高层钢结构建筑楼（屋）面的楼承板：设计时，根据在楼（屋）盖结构体系中的作用，楼承板可采用两种形式，即①楼承板只作为永久性模板，一般采用普通镀锌压型钢板即可，对最小镀锌量和耐火时间要求较低，价格较便宜；②施工时作为模板，在使用阶段则替代受拉钢筋，即组合楼板。由于在设计中考虑楼承板作为受拉筋，其使用寿命必须与主钢结构的使用寿命保持一致，所以对其最小镀锌量和耐火时间要求较高，单方价格相对较高。

(4) 钢材规格及材质：由于钢材品种的增多，结构设计时可选择的构件形式也多了。比如框架柱，可采用热轧 H 型钢、焊接 H 型钢、螺旋焊接圆钢管、焊接方钢管以及组合截面等形式，钢梁可采用等截面、变截面等形式。材质可采用 Q235 普碳钢，也可采用 Q345 低合金钢。设计时应尽可能采用高强度等级的材料，比如采用 Q345 钢比采用 Q235 钢就可节约钢材 15%-25%，用于受拉或受弯构件节约比例较大。设计时要选用经济截面型材，比如热轧 H 型钢、T 型钢等。在某些情况下，采用热轧 H 型钢柱、梁可能比采用焊接 H 型钢用钢量稍多，但从加工成本、施工进度等方面综合考虑，其造价可能更有优势。

3、结构体系方面工程造价控制

不同的结构体系和平、立面布置对工程造价的影响较明显。在设计阶段只有根据建筑物的使用功能要求，确定合理的平、立面布置和结构体系，才能有效控制工程造价，做到经济适用。列举如下：

(1) 根据有关资料测算分析，对于多层建筑，不同层数对土建工程造价的影响为 10%-25%；不同层高对土建工程造价的影响为 1.5%-12%。

(2) 门式刚架轻钢结构厂房设计，同样存在经济跨度和刚架最优间距。在工艺要求允许的情况下，尽量选择小跨度的门式刚架较为经济。一般情况下，门式刚架的最优间距为 6m-9m，当设有大吨位吊车时，经济柱距一般为 7m-9m，不宜超过 9m，超过 9m 时，屋面檩条、吊车梁与墙架体系的用钢量也会相应增加，造价并不经济。下表（表 3.3）是按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》（CECS102:98）进行设计的厂房主钢用钢量，通过横向、纵向比较，可以看出各影响因素在设计阶段合理确定的意义。设计荷载取值：恒载 0.3KN/m²、活载 0.5KN/m²、基本风压 0.55 KN/m²、不考虑吊车及悬挂荷载。

柱距 7.5m	用钢量		柱距 7.5m	用钢量		柱距 7.5m	用钢量	
檐高 6.0m	(kg/ m ²)		檐高 6.0m	(kg/ m ²)		檐高 6.0m	(kg/ m ²)	
跨度	Q345	Q235	跨度	Q345	Q235	跨度	Q345	Q235
1×18.0m	7.20	8.72	2×18.0m	7.16	8.92	3×18.0m	7.38	8.95
1×21.0m	8.41	9.90	2×21.0m	8.45	10.28	3×21.0m	8.43	10.12
1×24.0m	9.22	11.43	2×24.0m	9.68	11.75	3×24.0m	9.29	11.36
1×27.0m	10.54	12.72	2×27.0m	10.86	13.12	3×27.0m	10.35	12.96
1×30.0m	11.57	13.95	2×30.0m	11.92	14.53	3×30.0m	11.35	13.54
1×33.0m	12.86	15.10	2×33.0m	13.21	16.58	3×33.0m	12.46	15.61

(3) 在多、高层钢结构中，楼板结构体系的工程量占有较大比重，对结构的工作性能、造价都有重要影响。在确定楼板结构方案时，主要考虑要保证楼板有足够的平面整体刚度，能减轻结构的自重及减小结构层的高度，有利于现场安装方便及快速施工，还要有较好的防火、隔音性能，并便于管线的敷设。常用楼板做法有：压型钢板组合楼板、预制楼板、叠合楼板和普通现浇钢筋混凝土楼板等。目前最常用的做法为压型钢板组合楼板和普通现浇钢筋混凝土板。当采用这两种做法时，考虑现浇板与钢梁组合成为共同受力的组合梁，能有效降低钢梁高度，较多地节约钢材。

(4) 在高层钢结构中，框架柱采用圆形钢管混凝土柱，梁、板采用钢-砼组合结构，总用钢量比普通钢结构用钢量有大幅度减小，能有效降低工程造价。

4、结束语

钢结构建筑所具有的优点决定其必将具有强大的生命力。设计阶段技术创新、选材配套、设计优化是控制造价、促进建筑钢结构走向产业化的关键阶段。为此，强调以下几点：

(1) 提高设计人员的素质，重视设计人员的继续教育和业务知识的更新培训。同时，要强调技术与经济相结合，设计中注重价值工程的运用，要多方案比较，把控制工程造价放到重要位置。

(2) 在设计中引进竞争机制，开展设计招标，方案优化竞赛。以技术先进、安全适用、经济合理、节约投资为目的。

(3) 采用限额设计和设计出图前的审查制度。不能只注重技术性而忽视经济性。