

大型机电项目成品支架应用总结

杜永纯

中国电子系统工程第二建设有限公司, 江苏 无锡 214135

DOI:10.33142/ec.v2i1.116

[摘要]支吊架系统作为机电安装的基础内容,一直以来都是项目实施的工作重点。它涉及机电安装的全专业,为项目安全质量管控的重点内容。当前各专业支吊架材料、形式多样,不易管控。同时现场安装效果观感较差。上海新昇在自建项目上,大力推广成品支吊架技术。我司在医药,化工,电子及公共建筑等众多大型项目上大规模应用了此技术,取得了一定的技术和经验。下面就我参与的其中上海新昇项目为例总结一下综合成品支架的具体事实。

[关键词]大型机电; 成品支架; 应用

Summary on Application of Finished Support for Large-scale Mechanical and Electrical Projects

DU Yongchun

China Electronics System Engineering No. 2 Construction Co., Ltd., Jiangsu Wuxi, China 214135

Abstract: As the basic content of mechanical and electrical installation, the support hanger system has always been the focus of the project implementation. It involves the mechanical and electrical installation of the entire professional, for the project safety and quality control of the key content. At present, the various professional hangers materials, various forms, difficult to control. At the same time, the effect of field installation is poor. Shanghai Xinsheng in the self-built project, vigorously promote the finished support hanger technology. Our company has applied this technology in many large-scale projects, such as medicine, chemical industry, electronics and public building, and has obtained certain technology and experience. The following is one of the Shanghai Xinsheng project I participated in as an example to summarize the specific facts of the integrated product support.

Keywords: Large-scale mechatronics; Finished product support; Application

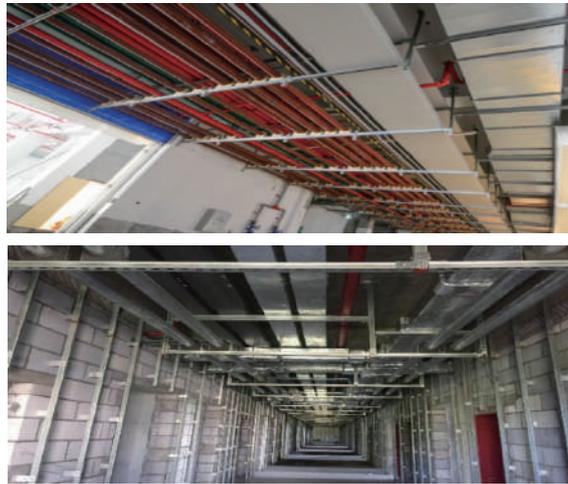
1 项目简介

上海新昇半导体科技有限公司建设设计、施工总承包一体化项目及其它辅助项目总承包建设项目位于上海市浦东新区云水路 1000 号。工作范围包含已建厂房中 1# 建筑(拉晶厂房)、2# 建筑(动力站)、3# 建筑(切磨抛无尘厂房)、4# 号建筑(厂房);另新建甲类化学品仓库一栋。主要洁净生产区建筑面积约 18640 平方米。

2 产品介绍

成品支架是指在工厂预制加工,现场进行组装拼接的支吊架系统。产品形式主要为各型号成品 C 型钢及机械连接件。它具有观感整洁美观,牢固耐用,可调节,施工方便节省工期等优点。下图为主要安装效果展示:





3 实施流程

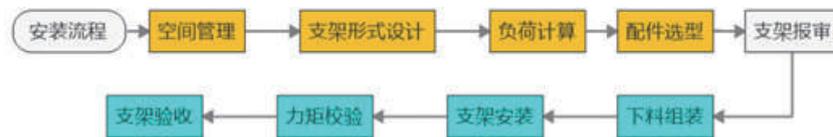


图2 实施流程图

4 借助BIM的空间管理

本项目深度应用 BIM 技术，进行全项目的空间管理。空间管理流程为：



图3 BIM 实施流程图

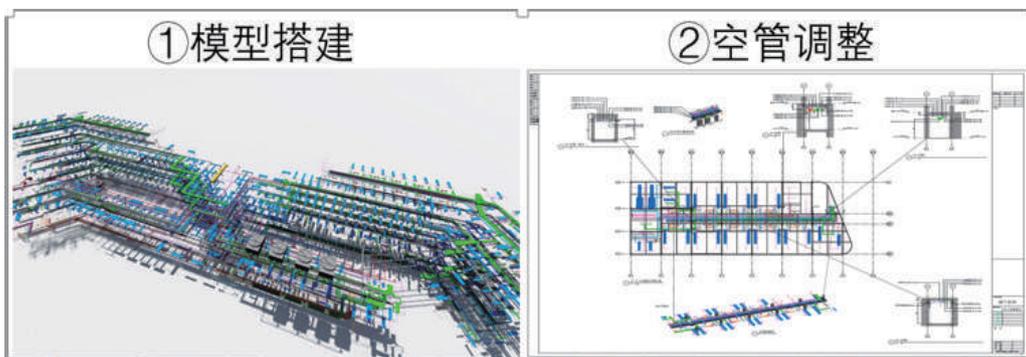


图4 BIM 工作开展

5 支架形式设计

利用 BIM 模型，导出管综平面图。分析各区域管线支架最低跨度要求，原则上以满足最低要求跨度为准。由于本项目为一般机电工程，综合考虑水电风各专业，我们采用支架间距约 2 米一个，放置原则为有梁打梁侧，无梁打板底。

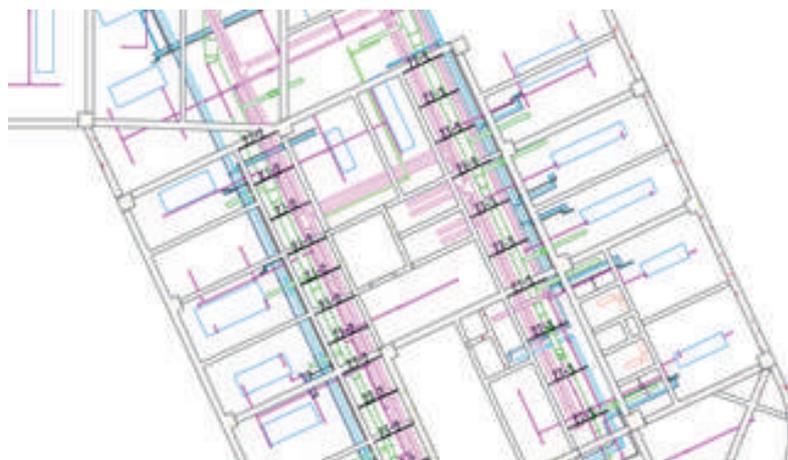


图5 管综图纸支架布置

如图 5，在管线综合大致相同的位置设置同一种支架。
 利用 BIM 模型截取剖面，进行剖面分析调整，依剖面绘制支架形式。如图 6：

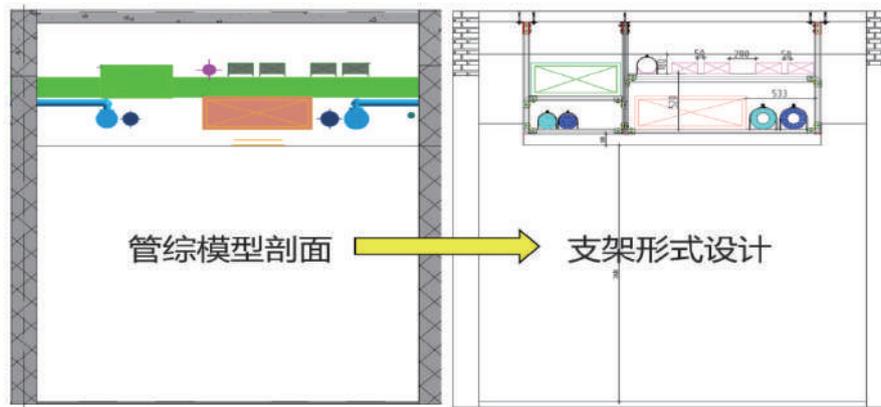


图 6 支架形式绘制

6 负荷计算

保温风管内衬：离心玻璃棉，密度 $\rho = 0.48 \text{KN/m}^3$ ，厚度 30mm。

风管、桥架、水管跨度为 2.0 米计算。

管线自重为：

(管重量 + 介质重量 + 保温材料重量) 或 (桥架重量 + 电缆重量) 或 (风管重量 + 保温材料重量)

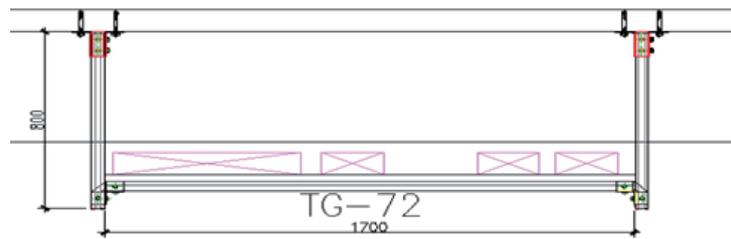
管道公称直径	外径 (mm)	壁厚 (mm)	空管质量 (Kg/m)	满水管质量 (Kg/m)	带保温层管道质量 (Kg/m)
DN20	20	3	1.62	1.98	2.33
DN 25	32	3	2.41	2.98	3.39
DN 32	38	3.5	3.11	3.91	4.59
DN 40	45	3.5	3.82	4.12	4.65
DN50	57	4	4.85	7.06	7.66
DN65	76	4	6.59	10.22	10.94
DN80	89	4	8.28	13.37	14.19
DN100	108	4	10.78	19.6	20.92
DN125	133	4	14.94	28.42	29.97
DN150	159	4.5	17.04	34.71	36.44
DN200	219	5	31.32	64.97	67.27
DN250	273	6	45.63	98.32	101.12
DN300	325	7	62.14	137.13	140.43
DN350	377	7	81.16	182.38	186.17
DN400	426	8	91.97	222.71	226.96
DN500	630	9	127.18	330.66	337.88

表 1 常用无缝钢管重量参考表

序号	规格	估算重量 kg/m	
		控制电缆桥架	动力/照明电缆桥架
1	1000*200	/	350
2	800*200	/	280
3	600*200	125	205
4	600*150	115	155
5	400*150	80	100
6	300*100	45	45
7	200*100	28	25
8	150*100	21	22
9	100*100	14	18
10	100*50	5	8

表 2 常用电缆桥架 (含线) 重量估算表

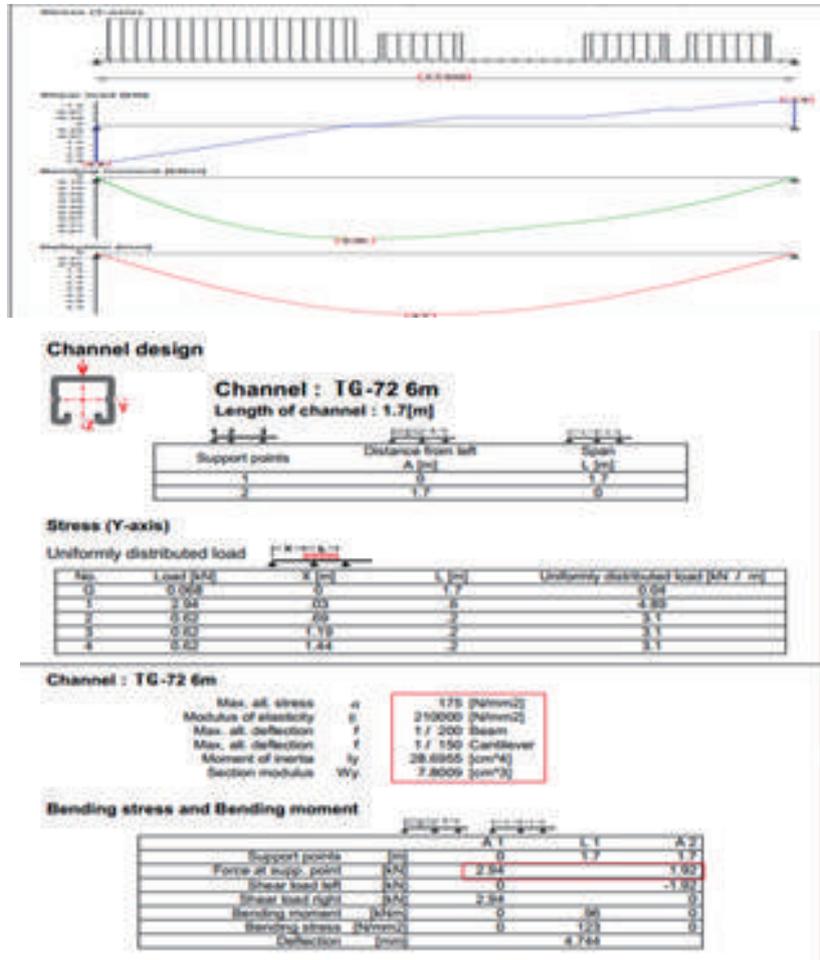
借助表 1、表 2 数据，计算单个支架负载总重量。同时考虑动荷载，根据需要取 1.2 ~ 1.4 的动荷载系数。
 具体计算举例如下：



设计方案图

受力分析:

3.1 横担: TG-72



由力学报告书的结果得: $M_y(\max) = 0.96 \text{ KN}\cdot\text{m}$ $f(\max) = 4.7 \text{ mm}$

$M_y(\text{容许弯矩}) \gg M_y(\max)$

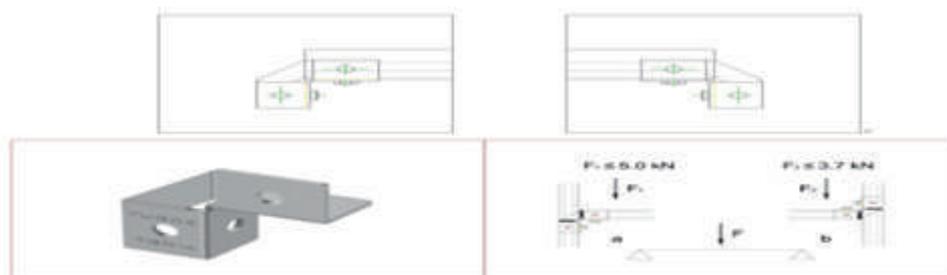
$f(\text{容许挠度}) \gg f(\max)$

因此横担的力学校核通过!!

根据力学报告书可知: 横担的左端支座反力为: 2.9kN

横担的右端支座反力为: 1.9kN

对横担左、右端连接件(TGW-4)的力学校核。见下图:



横担左右端采用 1 个“连接锁扣”与槽钢进行连接，按照 A 安装形式的锁扣连接抗剪值为 5.0KN。
由此得：F（左）=5.0KN >> 2.9 KN；

F（右）=5.0KN >> 1.9 KN 力学校核通过！！

3.2 对左、右侧立杆与槽钢底座（TGP-2/2D）之间的力学校核。见下图：



由上表的力学模式，从产品资料上可查得抗拉荷载为：F=7.8KN

结果：F=7.8KN >> 2.9 KN；

故：左侧立杆与槽钢底座力学校核通过！！

结果：F=7.8KN >> 1.9 KN；

故：右侧立杆与槽钢底座力学校核通过！！

槽钢的容许拉应力：

$B_{zut} (YC-41) = 175.3 \times 245.1 = 42.97KN$

$42.97KN \geq 2.9KN$ （左边）

$42.97KN \geq 1.9KN$ （右边）

结论：该综合支架的力学校核通过，满足设计要求！！

7 配件选型

根据成品支架供应商提供的产品说明（如图 7 参考选材图），结合之前计算出的负荷，选择合适的型钢及配件。如下图，型钢的最大允许挠度形变为 L/200。

跨距 L (cm)	最大跨度 L (cm) / 挠度 f (mm)，最大 L/200 集中荷载															
	TG-21		TG-41		TG-52		TG-72		TG-21D		TG-41D		TG-52-72		TG-72D	
25	2.53	f	7.08	<1	12.36	<1	21.75	<1	3.00	<1	6.00	<1	11.20	<1	78.33	<1
50	1.27	f	3.56	<1	6.20	<1	10.92	<1	3.00	<1	6.00	<1	11.20	<1	39.31	<1
75	0.82	f	2.37	1.9	4.13	1.6	7.27	1.1	2.42	2.0	6.00	<1	11.20	<1	26.21	<1
100	0.45	f	1.77	3.3	3.09	2.7	5.46	1.9	1.81	3.6	5.19	1.7	11.20	<1	19.64	1.0
125	0.28	f	1.41	5.2	2.47	4.2	4.35	3.0	1.44	5.7	4.14	2.6	10.30	1.8	15.69	1.0
150	0.19	f	1.17	7.4	2.05	6.1	3.62	4.3	1.09	7.5	3.44	3.8	8.65	2.5	13.05	2.3
175	0.14	f	0.86	8.8	1.76	8.3	3.09	5.8	0.79	8.8	2.94	5.2	7.39	3.4	11.17	3.2
200	0.10	f	0.65	10.0	1.40	10.0	2.69	7.8	0.59	10.0	2.56	6.8	6.45	4.5	9.75	4.2
225	0.07	f	0.51	11.3	1.09	11.3	2.39	9.6	0.46	11.3	2.27	8.6	5.72	5.8	8.64	5.3
275	0.06	f	0.40	12.5	0.87	12.5	2.14	11.9	0.36	12.5	2.03	10.6	5.13	7	7.75	6.6
300	0.04	f	0.32	13.8	0.71	13.8	1.84	13.8	0.28	13.8	1.84	12.8	4.65	8.5	7.03	7.9

图 7 型钢选型表（厂家提供）

绘制完整的支架大样图，清晰标注各配件型号及长度，给出支架配料表，如图 10：

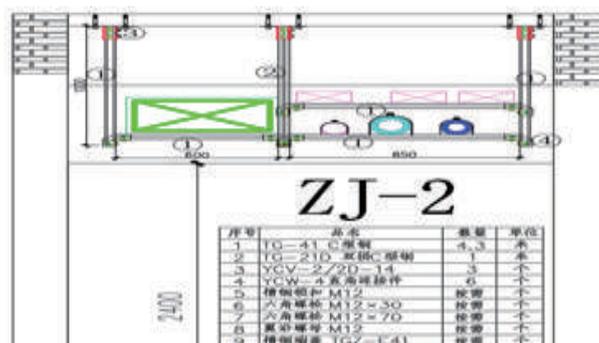


图 10 支架大样图

8 支架报审

由于公共区域内共用支架上多种管道共同使用，我们对支架大样图及受力计算进行了多厂商会签及设计报审，确保施工依据。

9 组装、安装、检测、验收

根据支架设计图，对班组进行该楼层支架设计说明及支架安装交底。我们也在多次的安装探索中，总结了一套标准施工流程，如图 11：

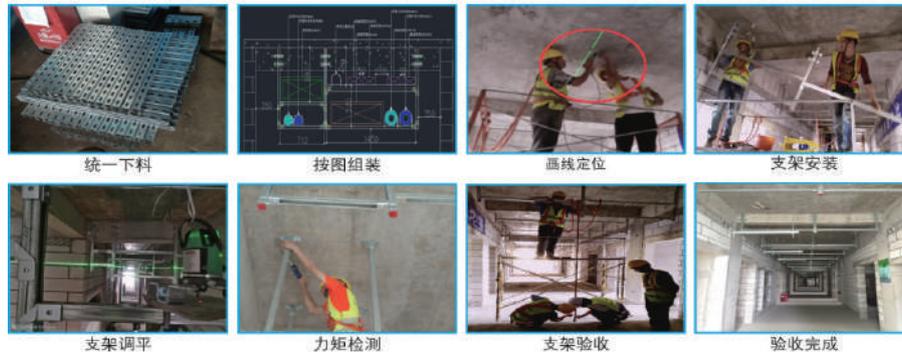


图 11 成品支架施工标准化流程

同时制定了质量检验标准，如表 3：

验收模块	检查项
C型钢下料	下料长度误差在±5mm以内。
	C型钢切口处全部统一刷防锈漆。
支架组装	C型钢、槽钢底座、直角连接件、鞍型扣件型号选型，一律以图纸为标准。
	槽钢锁扣安装不得漏装、错装（未与C型钢齿条全部咬合）。
	槽钢底座、鞍型扣件安装：螺栓一律采用双孔对穿，螺母先套上，螺栓与槽钢锁扣力矩及安装检测合格后再上紧（拧紧即可，不用达到50N/m力矩）
	直角连接件安装一律采用短螺栓和槽钢锁扣固定，不用对穿，便于横杆调平。
支架安装	槽钢盖帽安装需牢固，方向要正，不得漏装。
	膨胀螺栓安装一律不得切割；外露部分长度不超过15mm（仅限M12*8膨胀螺栓）。
	所有与槽钢锁扣相紧固的螺栓力矩必须达到50N/m以上。
	支架安装时不得使立杆C型钢产生扭曲。
	横平竖直——两幅支架间错边量不得大于30mm（不影响桥架管线安装情况下）。
横杆调平——横杆左右两端水平误差在5mm以内，两支架间上下高度误差在1cm以内。	

表 3 成品支架质检标准

10 应用总结

项目应用成品公用支架，在设计安装过程中，碰到了如选型不合理、下料安装错误等众多问题，都在长时间的实验探索中得以解决。

但是支架安装整洁美观，免去了大量的刷漆、焊接工作，作业环境友好。同时在班组掌握了安装要点，技能熟练后，安装速度并不弱于安装传统支架。相信在技术逐渐成熟，材料价格下降后，成品支架技术可以得到更广泛的应用。

[参考文献]

- [1] 工业金属管道工程施工规范. 为国家标准, 编号为GB50235-2010 [Z]. 2011-06-11.
- [2] 通风与空调工程施工质量验收规范. 为国家标准, 编号为GB50243-2016 [Z]. 2017-07-01.
- [3] 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范, GB50242-2002 [Z]. 2002-03-15.
- [4] GB/T171161.1-2018 中华人民共和国国家标准第一部分技术规范 [Z]. 2018-10-01.