

白云区龙卷风事件敲响厂房类建筑防灾工作警钟

极端天气厂房类建筑 为何更容易受伤？

广东建设报记者 唐培峰

随着夏季临近，广东进入强对流天气多发季节，极端天气时有发生。日前，广州市白云区钟落潭镇光明村遭遇龙卷风极端天气，导致5死33伤，同时造成当地141家厂房受损。

纵观近年来发生的多个极端天气事件中，“厂房被毁”“厂房倒塌”等字眼常见于媒体报道。去年7月，河北保定暴雨致20多间工地厂房被毁；今年2月，湖北公安县农贸市场、厂房等多处建筑被积雪压垮；今年4月，广西藤县某陶瓷厂部分厂房房顶被强风吹起塌落……不难看出，相较于住宅建筑等其他建筑类型，厂房类建筑在极端天气中更为脆弱。尤其在今年4月白云区发生龙卷风事件后，厂房类建筑的抗灾性能问题引发社会各界高度关注。



4月27日下午，广州白云区钟落潭镇突遇强龙卷风袭击，造成141家厂房受损。（图源：新华社）

安全冗余度相对较低 厂房结构更易“受伤”

面对极端天气，厂房类建筑为何总是更容易“受伤”？广东省建筑设计研究院GDS结构创新工作室副总工陈进于告诉记者，厂房、仓库常采用钢结构门式刚架或排架结构。

其中，门式刚架结构为一种传统的结构体系，该类结构的上部主构架包括刚架斜梁、刚架柱、支撑、檩条、系杆、山墙骨架等。该类结构属轻型钢结构的一个分支，具有轻型、快速、高效的特点：应用节能环保型新型建材，实现工厂化加工制作、现场施工组装，方便快捷，节约建设周期；结构坚固耐用，建筑外型新颖美观，质优价廉，经济效益明显；此外，柱网尺寸布置自由灵活、能满足不同气候环境条件下的施工和使用要求。

而排架结构是单层厂房结构的基本结构形式，由屋架、柱子和基础构成横向平面排架，是厂房的主要承重体系，再通过屋面

板、吊车梁、支撑等纵向构件将平面排架联结起来，构成整体的空间结构。排架体系常用于高大空旷的单层建筑物如工业厂房、飞机库和影剧院的观众厅等。由于排架体系的房屋刚度小、重心高，需承受动荷载，设计和施工时需要安装柱间斜支撑和屋盖部分的水平斜支撑，还要在两侧山墙设置抗风柱。

陈进于介绍，相对于住宅等其他类型建筑常采用的混凝土框架结构和剪力墙结构而言，门式刚架或排架结构更倾向于单自由度结构体系，结构安全冗余度较低。

此外，钢结构门式刚架各结构组成部分（基础、承重梁柱、钢屋盖、支撑体系、墙屋面）对设计和施工的要求较高。而当前部分厂房、仓库建筑无正规设计、正规施工和正规监理，或后期进行改造，造成既存厂房或仓库存在安全隐患。

陈进于分析，钢结构厂房承重梁柱的稳定性问题依赖于支撑体系的完整性，而支撑体系和相关节点的设计和施工常常容易被

忽视，造成结构失稳破坏。例如，厂房、仓库的门式刚架柱脚一般为铰接结构，较常采用天然基础，若遇到洪水天气泡土现象，会造成基础承载力降低甚至下方土体缺失，造成结构破坏。

提高厂房的抗灾能力 加强围护体系是关键

那么，在设计和施工过程中，如何提高厂房类建筑的抗灾能力？陈进于认为，在结构设计方面，应提高对钢结构门式刚架或排架结构的设计水平，对设计图纸的传力体系应做重点审查，对局部地质较差的，应提高其安全冗余度，综合考虑风荷载和雪荷载在极端情况下的荷载组合，并考虑不平衡荷载。同时，加强施工监管，尤其是对加强结构稳定性的支撑体系和节点重点监督。

同时，还应加强屋面围护结构体系的施工质量。围护结构，是钢结构厂房的屋面结构和墙面结构的统称，可帮助钢结构厂房抵挡风荷载，同时保护设备和工作人员，对于钢结构厂房的隔音和环境稳定也起到较大作用。

据了解，钢结构厂房的围护结构主要分为金属板围护结构与承重式墙体结构两种。其中，金属板围护结构主要采用轻质墙体板材，包括彩钢板和彩钢夹芯板，没有承重功能；承重式墙体结构主要采用各种轻质的填充材料，其保温和抗震效果比金属板围护优良，但造价较高。

值得注意的是，当前，厂房墙面和屋面较常采用彩钢板围护体系，其施工质量通常较差，在较强风荷载或雪荷载作用下，局部单颗螺钉的破坏都有可能产生

连锁反应，造成围护体系的整体破坏。陈进于建议，对沿海强台风地区的厂房围护体系，应采取加固措施或采用其他抗风能力更强的围护系统。

人工巡检+光纤监测 日常健康体检不可少

对于已经建成的厂房、仓库而言，面对极端天气，又该如何防范？陈进于认为，除了留意气象部门针对极端天气的提前预警，做好重点防范之外，加强厂房、仓库的结构及围护系统的健康监测尤为重要。

一般来说，厂房结构健康监测范围包括裂缝检测、可靠性检测和抗震检测，主要关注厂房的结构安全，包括梁、柱、墙、板等承重构件的变形、裂缝、腐蚀等情况，通过定期或实时的测量和数据分析，评估结构的稳定性和安全性。通过监测可以解决结构安全和有关材料检验数量不足的问题，将结构监测范围内所有项目排查无误后才能确定厂房建筑的效果是否可靠。

陈进于建议，可综合利用传统监测手段和光纤监测手段对结构受力及变形进行实时监测，对异常现象进行预警。据悉，传统的人工监测需通过专业人员的定期巡检，对厂房的结构、设备、环境等进行检查，发现问题并及时处理。而基于光纤的自动化监测手段可利用传感器、监测仪表等自动化设备，对厂房的各项参数进行实时监测，并将数据传输至中央控制系统进行分析处理，还可通过互联网技术，将监测数据实时传输至远程监控中心，实现对厂房的远程监控和管理。



遭受龙卷风袭击的广州市白云区钟落潭镇光明村，车辆被倒塌的建筑物结构掩埋。（图源：新华社）